

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 613 033**

(51) Int. Cl.:

B23K 3/047 (2006.01)
B23K 1/002 (2006.01)
B23K 1/00 (2006.01)
B23K 3/08 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)
H05K 3/34 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2011 E 11405372 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2607008**

(54) Título: **Dispositivo de soldadura para fijar una cinta conductora de electricidad en una barra colectora eléctrica de una célula solar mediante soldadura inductiva**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2017

(73) Titular/es:

KOMAX HOLDING AG (100.0%)
Industriestrasse 6
6036 Dierikon, CH

(72) Inventor/es:

MEISSER, CLAUDIO;
DINGLE, BRAD M.;
SUTER, PASCAL y
MORF, PETER

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 613 033 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de soldadura para fijar una cinta conductora de electricidad en una barra colectora eléctrica de una célula solar mediante soldadura inductiva

5 La invención se refiere a un dispositivo de soldadura para fijar una cinta conductora de electricidad en una barra colectora eléctrica recta de una célula solar. En el caso del dispositivo de soldadura, según la invención, se trata en particular de un dispositivo de soldadura que crea uniones soldadas mediante soldadura inductiva, es decir, mediante el calentamiento inductivo de las partes a unir entre sí.

Este tipo de dispositivo de soldadura sirve para crear uniones eléctricas en un módulo solar ("módulo fotovoltaico"). Por lo general, un módulo solar comprende varias células solares que tienen la función de transformar la luz incidente sobre la respectiva célula solar en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico. Con este fin, cada célula solar individual comprende generalmente una estructura de capa fotoeléctrica que absorbe al menos una parte de la luz incidente sobre la célula solar. Como resultado de la absorción de la luz, en la estructura de capa se forman, por una parte, portadores de carga que pueden generar una corriente eléctrica en la estructura de capa. Asimismo, se genera una tensión eléctrica entre un lado delantero (o lado superior) de la célula solar y un lado trasero (o lado inferior) de la célula solar. Las células solares individuales, que forman el módulo solar, están dispuestas usualmente una al lado de la otra sobre una superficie plana y están unidas eléctricamente de tal modo que todas las células solares quedan conectadas eléctricamente en serie, por lo que el módulo solar puede suministrar una tensión de salida que corresponde a la suma de las tensiones eléctricas, generadas por las células solares individuales.

10 20 Para la conexión eléctrica en serie de dos células solares se ha de crear, por lo general, una unión eléctrica entre el lado delantero de una célula solar y el lado trasero de la otra célula solar. Este tipo de unión eléctrica se realiza usualmente mediante una cinta conductora de electricidad flexible, debiéndose fijar respectivamente una sección de la cinta en el lado delantero de una célula solar y otra sección de la cinta en el lado trasero de la otra célula solar.

25 En la creación optimizada de este tipo de uniones eléctricas desempeñan un papel importante, entre otras, las diferencias eléctricas entre distintos tipos de células solares.

Son conocidas, por ejemplo, células solares "estándar", diseñadas de modo que permiten una transformación fotoeléctrica solo de la luz incidente en un lado (el lado delantero) de la célula solar. En este tipo de células solares "estándar", el lado trasero está cubierto generalmente en toda la superficie con una capa (no transparente a la luz) de un metal (denominado a continuación "capa de metal"). En cambio, el lado delantero, que ha de ser transparente a la luz que se va a transformar en energía eléctrica, está provisto generalmente de una pluralidad de pistas conductoras, paralelas entre sí. La capa de metal en el lado trasero y las pistas conductoras en el lado delantero sirven aquí como contactos eléctricos que pueden alojar los portadores de carga formados de manera fotoeléctrica en la célula solar. Asimismo, el lado delantero de la célula solar está provisto de varias barras colectoras eléctricas (por lo general, 2 a 4) que se extienden en paralelo entre sí y en línea recta respectivamente en perpendicular a las pistas conductoras. Cada una de estas barras colectoras eléctricas forma una unión eléctrica entre las respectivas pistas conductoras en el lado delantero de la respectiva célula solar y tiene la función de reunir los portadores de carga, alojados por las pistas conductoras individuales en el lado delantero de la célula solar, y possibilitar un transporte de estos portadores de carga a lo largo de la respectiva barra colectora eléctrica. Para la conexión eléctrica en serie de dos células solares "estándar" de este tipo es usual, por lo general, unir cada una de las barras colectoras eléctricas en el lado delantero de una célula solar a la capa de metal en el lado trasero de la otra célula solar mediante una cinta conductora de electricidad flexible.

Son conocidas también las llamadas células solares bifaciales o células solares de "doble cara". Las células solares bifaciales están diseñadas, a diferencia de las células solares "estándar", para transformar en energía eléctrica tanto la luz incidente en el lado delantero de la célula solar como la luz incidente en el lado trasero de la célula solar. Por tanto, en este tipo de células solares bifaciales, tanto el lado delantero como el lado trasero tienen que ser generalmente transparentes a la luz. Por esta razón, el lado trasero de una célula solar bifacial no está cubierto en toda la superficie con una capa de metal, en comparación con el lado trasero de una célula solar "estándar". Más bien, en una célula solar bifacial, tanto el lado delantero como el lado trasero están provistos de una pluralidad de pistas conductoras que están dispuestas una al lado de otra y sirven como contactos eléctricos para alojar los portadores de carga formados de manera fotoeléctrica en la célula solar. Asimismo, tanto el lado delantero como el lado trasero de la célula solar están provistos en cada caso de varias barras colectoras eléctricas (por lo general, 2 a 4) que se extienden en paralelo entre sí y en línea recta respectivamente en perpendicular a las respectivas pistas conductoras en el lado delantero o en el lado trasero de la célula solar y unen entre sí las respectivas pistas conductoras. Para la conexión eléctrica en serie de dos células solares bifaciales de este tipo es usual, por lo general, unir cada una de las barras colectoras eléctricas en el lado delantero de una célula solar a una de las barras colectoras eléctricas en el lado trasero de la otra célula solar mediante una cinta conductora de electricidad flexible.

45 50 55 Por la patente europea EP2103373A1 es conocido un dispositivo de soldadura que permite fijar una cinta conductora de electricidad en una barra colectora eléctrica de una célula solar al crearse entre la barra colectora eléctrica y la cinta conductora una unión soldada mediante soldadura inductiva, que se extiende a lo largo de una línea recta,

identificada a continuación como "línea de soldadura", en la dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica. El dispositivo de soldadura comprende una pluralidad de elementos de sujeción para sujetar la cinta sobre una superficie de la barra colectora eléctrica, en la que se debe fijar la cinta. Por consiguiente, para crear una unión soldada se puede colocar, por ejemplo, una sección longitudinal de la cinta a lo largo de la línea de soldadura sobre la superficie de la barra colectora eléctrica y sujetar mediante los elementos de sujeción durante la creación de la unión soldada. Para posibilitar la creación de la unión soldada, la superficie de la barra colectora eléctrica está provista de un medio de soldadura, por ejemplo, un medio de soldadura blanda. En el presente ejemplo, los elementos de sujeción están configurados como espigas que están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura, se extienden respectivamente en perpendicular a la superficie de la barra colectora eléctrica y se pueden mover respecto a la línea de soldadura para poder poner en contacto los elementos de sujeción con la cinta. El dispositivo de soldadura comprende también una antena de inducción con un tramo de corriente, que se extiende a lo largo de la línea de soldadura, para una corriente alterna eléctrica. El tramo de corriente está configurado en un bucle de inducción, moldeado a partir de un tubo curvado, que tiene una forma en U y, por consiguiente, presenta dos brazos que están dispuestos en paralelo y a una distancia entre sí y se extienden esencialmente en paralelo a la línea de soldadura. Estos dos brazos del bucle de inducción están conectados a un generador de corriente alterna (de alta frecuencia), circulando una corriente alterna, producida por el generador, a través de los dos brazos del bucle de inducción de tal modo que la corriente alterna en uno de los dos brazos está en fase opuesta a la corriente alterna en el otro de los dos brazos. La corriente alterna se conduce en ambos brazos del bucle de inducción de modo que genera en la línea de soldadura y/o en un entorno de la línea de soldadura un campo alterno magnético que tiene respectivamente la misma fase en la línea de soldadura en toda la zona de la línea de soldadura, en la que está presente. El campo alterno magnético tiene aquí la función de generar en la barra colectora eléctrica y/o en la cinta corrientes parásitas eléctricas por inducción electromagnética, que posibilitan un calentamiento de la barra colectora eléctrica y de la cinta, de modo que primeramente se puede fundir el medio de soldadura y, por último, se puede crear una unión soldada, que se extiende a lo largo de la línea de soldadura, entre la cinta y la barra colectora eléctrica. El bucle de inducción presenta varios ensanchamientos y estrechamientos situados uno detrás de otro a lo largo de la línea de soldadura, estando posicionado uno de los elementos de sujeción en cada uno de los ensanchamientos (es decir, entre los dos brazos del bucle de inducción). En el presente caso, el bucle de inducción genera respectivamente, en correspondencia con la disposición de los dos brazos del bucle de inducción, un campo alterno magnético que presenta en los respectivos ensanchamientos una intensidad de campo mayor que en los estrechamientos. Esta disposición del bucle de inducción respecto a los elementos de sujeción debe posibilitar un calentamiento lo más intenso posible de la barra colectora eléctrica o de la cinta con un uso lo más eficiente posible de la energía necesaria para el calentamiento, es decir, con una eficiencia energética lo más alta posible.

La antena de inducción del dispositivo de soldadura mencionado antes muestra, no obstante, durante el calentamiento energético distintos efectos que se consideran problemáticos. El campo alterno magnético, generado por la antena de inducción, está presente por lo general en una zona que no está limitada exclusivamente a la respectiva barra colectora eléctrica o a la cinta que se va a fijar en la barra colectora eléctrica, sino que se extiende también a zonas de la célula solar por fuera de la barra colectora eléctrica. Por consiguiente, el campo alterno magnético induce, por una parte, en la respectiva barra colectora eléctrica o en la cinta a fijar en la barra colectora eléctrica corrientes parásitas eléctricas locales y genera de este modo una potencia calorífica eléctrica en la barra colectora eléctrica o en la cinta a fijar. El campo alterno magnético induce también, no obstante, corrientes eléctricas que circulan a través de zonas de la célula solar por fuera de la respectiva barra colectora eléctrica. Esto último provoca que también en zonas de la célula solar por fuera de la respectiva barra colectora eléctrica se genere una potencia calorífica eléctrica y se consiga, por tanto, un calentamiento local de estas zonas.

Esto último resulta, por una parte, básicamente desfavorable respecto a la eficiencia energética del calentamiento de la respectiva barra colectora eléctrica o de la cinta a fijar en la barra colectora eléctrica. Es desventajoso también que las corrientes eléctricas, que pueden circular, inducidas por el campo alterno magnético de la antena de inducción, a través de zonas de la célula solar por fuera de la respectiva barra colectora eléctrica, calienten espacialmente de manera no homogénea la célula solar o la cinta. Este calentamiento no homogéneo provoca una gran variación de la temperatura de la célula solar o de la temperatura de la cinta como función del lugar. Como resultado del calentamiento no homogéneo puede variar en particular la temperatura de la barra colectora eléctrica o la temperatura de la cinta a lo largo de la línea de soldadura. Esto resulta particularmente problemático para la creación de uniones soldadas que deben quedar configuradas de la manera más homogénea posible en una gran distancia (por ejemplo, a todo lo largo de la barra colectora eléctrica). Debido al calentamiento no homogéneo de la célula solar existe, por ejemplo, el peligro de que la temperatura de la barra colectora eléctrica y la temperatura de la cinta varíen a lo largo de la línea de soldadura durante el calentamiento inductivo de tal modo que el medio de soldadura calentado en la superficie de la barra colectora eléctrica no se funde o se funde solo parcialmente en determinadas secciones de la línea de soldadura, por lo que a lo largo de estas secciones de la línea de soldadura no se puede crear una unión soldada o se puede crear solo una unión soldada con una capacidad de carga insuficiente. Por la otra parte, existe el peligro de que la temperatura de la barra colectora eléctrica y la temperatura de la cinta varíen a lo largo de la línea de soldadura durante el calentamiento inductivo de tal modo que la cinta a fijar se sobrecalienta localmente y se rompe.

Si, por ejemplo, una cinta, que se extiende a todo lo largo de una barra colectora eléctrica, se calienta por inducción

con una antena de inducción convencional a todo lo largo de la barra colectora eléctrica, se puede comprobar, por ejemplo, que la temperatura de la cinta o de la barra colectora eléctrica puede aumentar de manera especialmente drástica en particular en ambos extremos de la respectiva barra colectora eléctrica. Asimismo, se puede comprobar un fuerte calentamiento de la célula solar cerca de un borde de la célula solar entre dos barras colectoras eléctricas contiguas. En este caso existe el peligro de que la cinta en los extremos de la barra colectora eléctrica se sobrecaliente durante la soldadura inductiva y, dado el caso, se rompa. Los efectos mencionados arriba se agravan en particular cuando una cinta se suelda por inducción en una de las barras colectoras eléctricas de una célula solar bifacial mediante la antena de inducción mencionada antes.

La presente invención tiene el objetivo de evitar las desventajas mencionadas y crear un dispositivo de soldadura para fijar una cinta conductora de electricidad en una barra colectora eléctrica de una célula solar a lo largo de una línea de soldadura recta mediante soldadura inductiva con una antena de inducción, debiendo estar configurada la antena de inducción para calentar por inducción de la manera más uniforme posible la barra colectora eléctrica y/o la cinta de modo que se reduzcan variaciones espaciales de la temperatura de la barra colectora eléctrica o de la temperatura de la barra colectora eléctrica de la cinta a lo largo de la línea de soldadura durante la soldadura y se eviten sobrecalentamientos locales de la cinta o de la célula solar.

Este objetivo se consigue mediante un dispositivo de soldadura con las características de la reivindicación 1.

Este dispositivo de soldadura comprende una pluralidad de elementos de sujeción para sujetar la cinta sobre una superficie de la barra colectora eléctrica, estando dispuestos los elementos de sujeción uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura. El dispositivo de soldadura comprende además una antena de inducción con un tramo de corriente, que se extiende a lo largo de la línea de soldadura, para una corriente alterna eléctrica, conduciéndose la corriente alterna eléctrica a lo largo del tramo de corriente de modo que genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura y/o en un entorno de la línea de soldadura.

Según la invención, el tramo de corriente se extiende a lo largo de varias secciones de la línea de soldadura, dispuestas una detrás de otra en una fila, de modo que el campo alterno magnético en al menos una de las secciones de la línea de soldadura está en fase opuesta al campo alterno magnético en al menos otra de las secciones de la línea de soldadura.

En este sentido se ha de señalar nuevamente para explicar la diferencia respecto al estado de la técnica que en el caso de la antena de inducción, conocida por la patente europea EP2103373A1, la corriente alterna eléctrica se conduce a lo largo de la línea de soldadura de modo que la corriente alterna eléctrica genera un campo alterno magnético que tiene respectivamente la misma fase a lo largo de la línea de soldadura, en toda la zona de la línea de soldadura, en la que está presente el campo alterno magnético.

En el caso del dispositivo de soldadura según la invención, la corriente alterna eléctrica se conduce, por el contrario, a lo largo de la línea de soldadura (mediante una configuración correspondiente del tramo de corriente para la corriente alterna eléctrica) de tal modo que la corriente alterna eléctrica genera en distintas secciones de la línea de soldadura campos magnéticos alternos que se diferencian por su fase. En una variante de realización pueden estar previstas, por ejemplo, dos secciones de la línea de soldadura dispuestas una detrás de otra en una fila y el tramo de corriente para la corriente alterna se puede extender a lo largo de la línea de soldadura de modo que la corriente alterna genera un campo alterno magnético en cada una de estas secciones, estando el campo alterno magnético en una de estas secciones en fase opuesta al campo alterno magnético en la otra de estas secciones. Por consiguiente, el campo alterno magnético en una de estas secciones de la línea de soldadura puede estar orientado respectivamente en sentido opuesto al campo alterno magnético en la otra de estas secciones. Las respectivas intensidades de campo de los campos alternos magnéticos pueden ser idénticas en las respectivas secciones de la línea de soldadura respecto al valor de la intensidad de campo. Según otra variante de realización pueden estar previstas también más de dos secciones de la línea de soldadura dispuestas una detrás de otra en una fila y el tramo de corriente para la corriente alterna se puede extender a lo largo de la línea de soldadura de tal modo que la corriente alterna en cada una de estas secciones genera un campo alterno magnético, estando en fase opuesta entre sí los campos alternos magnéticos en dos secciones (contiguas) dispuestas directamente una detrás de otra. Por consiguiente, según esta variante de realización mencionada en último lugar, se pueden generar campos alternos magnéticos en tres o más secciones de la línea de soldadura dispuestas una detrás de otra en una fila de tal modo que los campos alternos magnéticos en al menos dos de estas secciones están en la misma fase entre sí y entre estas dos secciones está dispuesta al menos otra sección de la línea de soldadura, en la que el campo alterno magnético está en fase opuesta a los campos alternos magnéticos en las dos secciones mencionadas de la línea de soldadura, en las que los respectivos campos alternos magnéticos están en la misma fase entre sí.

Dado que en el caso del dispositivo de soldadura según la invención, los campos alternos magnéticos están respectivamente en fase opuesta entre sí en distintas secciones de la línea de soldadura, es posible influir sobre las corrientes eléctricas, inducibles mediante los campos alternos magnéticos en la célula solar por inducción electromagnética, respecto a su distribución espacial y/o respecto a su intensidad de corriente de tal modo que las corrientes eléctricas inducidas generan la menor cantidad posible de calor en zonas de la célula solar por fuera de la barra colectora eléctrica, en la que se debe soldar la cinta. Asimismo, se puede optimizar una distribución espacial de las corrientes eléctricas inducidas de tal modo que el calor, que las corrientes inducidas generan, dado el caso,

en zonas de la célula solar por fuera de la barra colectora eléctrica, está distribuido espacialmente de la manera más uniforme posible. Sobre esta base se pueden evitar sobrecalentamientos locales de la célula solar o de la cinta a fijar.

Las ventajas del dispositivo de soldadura según la invención, que se mencionan arriba, son evidentes, por ejemplo, en la soldadura inductiva de una cinta conductora de electricidad en una célula solar que, al igual que las células solares "estándar" o las células solares bifaciales, presenta varias barras colectoras eléctricas, dispuestas una al lado de otra y unidas entre sí mediante una pluralidad de pistas conductoras. Por esta razón se han de analizar a continuación ventajas del dispositivo de soldadura, según la invención, en el caso de que la respectiva cinta se deba soldar en una de las barras colectoras eléctricas de una célula solar de este tipo (que presenta varias barras colectoras eléctricas), debiéndose crear una unión soldada entre esta barra colectora eléctrica y la cinta respectivamente a lo largo de una línea de soldadura que se extiende en la dirección longitudinal de esta barra colectora eléctrica.

La barra colectora eléctrica, en la que se debe soldar la cinta, se identifica en la siguiente explicación como la "primera" barra colectora eléctrica para simplificar.

Con el fin de simplificar la explicación se debe suponer (como un ejemplo) que la unión soldada a crear se ha de extender esencialmente a todo lo largo de la primera barra colectora eléctrica. Por consiguiente, se ha de suponer en la siguiente explicación que la cinta a fijar se ha puesto en contacto durante la soldadura con la primera barra colectora eléctrica a lo largo de la línea de soldadura esencialmente a todo lo largo de la primera barra colectora eléctrica. Se ha de suponer también que los campos alternos magnéticos, generados mediante la antena de inducción, están presentes en un espacio que se extiende a lo largo de la línea de soldadura esencialmente a todo lo largo de la primera barra colectora eléctrica.

La invención parte de la idea de que, por lo general, no solo las corrientes parásitas, inducibles mediante los campos alternos magnéticos generados por la antena de inducción en la cinta y/o en la primera barra colectora eléctrica, contribuyen al calentamiento de la cinta y de la primera barra colectora eléctrica durante la soldadura inductiva. Estas corrientes parásitas son inducidas "localmente" por los campos alternos magnéticos en la cinta y/o en la primera barra colectora eléctrica mediante inducción electromagnética y circulan, por consiguiente, a lo largo de pistas limitadas espacialmente de manera esencial a la cinta y/o la primera barra colectora eléctrica.

Dado que la primera barra colectora eléctrica está unida mediante una pluralidad de pistas conductoras con (al menos) otra barra colectora eléctrica (identificada a continuación como "segunda" barra colectora eléctrica), en la célula solar están configurados durante la soldadura inductiva generalmente uno o varios tramos de corriente, cerrados en forma de anillo, que conducen corriente eléctrica a lo largo de una pista cerrada en forma de anillo tanto a través de la cinta y/o la primera barra colectora eléctrica como a través de zonas de la célula solar por fuera de la primera barra colectora eléctrica (por ejemplo, a través de una sección longitudinal de la segunda barra colectora eléctrica y a través de pistas conductoras que unen la cinta a uno de los extremos respectivamente de la sección longitudinal de la segunda barra colectora eléctrica mediante la primera barra colectora eléctrica).

Como se explica en particular en relación con las figuras 1 y 2, los campos alternos magnéticos, generados por la antena de inducción, inducen mediante inducción electromagnética corrientes eléctricas que se conducen a lo largo de uno de los tramos de corriente anulares, mencionados arriba. Una corriente eléctrica, que se induce de manera electromagnética en un tramo de corriente anular de este tipo, se ha de identificar a continuación como corriente alterna eléctrica "secundaria" (inducida de manera electromagnética) (el término corriente alterna eléctrica "secundaria" se base, como se explica en detalle en relación con las figuras 1 y 2, en una comparación con un "transformador", debiéndose suponer que el tramo de corriente de la antena de inducción y los respectivos tramos de corriente anulares, configurados en la célula solar, se comportan respecto a su interacción electromagnética entre sí en correspondencia con un "transformador" clásico que comprende una "bobina en el lado primario" y una "bobina en el lado secundario", presentando el tramo de corriente de la antena de inducción la función de la bobina en el lado primario del transformador y presentando el respectivo tramo de corriente anular, configurado en la célula solar, la función de la bobina en el lado secundario del transformador).

Un tramo de corriente para una corriente alterna eléctrica secundaria, inducible de manera electromagnética, puede estar formado, por ejemplo, a partir de varias secciones dispuestas respectivamente una detrás de otra (en forma de anillo), como se explica a continuación: Una de las secciones puede estar formada por una sección longitudinal de la cinta y/o una sección longitudinal de la primera barra colectora eléctrica y puede conducir así la corriente alterna secundaria en esta sección del tramo de corriente a lo largo de la cinta y/o de la primera barra colectora eléctrica; otra sección del tramo de corriente puede estar formada por una primera pista conductora o un primer grupo de varias pistas conductoras que unen uno de los extremos de la sección longitudinal de la cinta mencionada antes (mediante la primera barra colectora eléctrica) a la segunda barra colectora eléctrica y puede conducir así la corriente alterna eléctrica secundaria en esta sección del tramo de corriente entre un extremo de la sección longitudinal de la cinta y la segunda barra colectora eléctrica a través de las respectivas pistas conductoras; otra sección del tramo de corriente puede estar formada por una sección de la segunda barra colectora eléctrica y puede conducir así la corriente alterna eléctrica secundaria en esta sección del tramo de corriente a lo largo de la segunda barra colectora eléctrica; otra sección del tramo de corriente puede estar formada por una segunda pista conductora

o un segundo grupo de varias pistas conductoras, que unen el otro extremo de la sección longitudinal de la cinta mencionada antes (mediante la primera barra colectora eléctrica) a la segunda barra colectora eléctrica, y puede conducir así la corriente alterna eléctrica secundaria en esta sección del tramo de corriente entre el otro extremo de la sección longitudinal de la cinta y la segunda barra colectora eléctrica a través de las respectivas pistas conductoras.

En correspondencia con la estructura espacial, los tramos de corriente mencionados antes para corrientes eléctricas secundarias conducen las corrientes eléctricas secundarias inducidas generalmente en cada caso para una generación de calor tanto en una sección de la cinta y/o en una sección de la primera barra colectora eléctrica como en una sección de la segunda barra colectora eléctrica y en las respectivas pistas conductoras que conducen la corriente alterna eléctrica secundaria entre uno de los extremos respectivamente de la sección de la cinta y uno de los extremos de la sección de la segunda barra colectora eléctrica.

Las corrientes eléctricas secundarias inducidas se pueden considerar como causas esenciales de los problemas que se solucionan mediante la invención. El problema de estas corrientes eléctricas secundarias radica, entre otros, en que una parte esencial de la potencia calorífica se genera por fuera de la primera barra colectora eléctrica o por fuera de la cinta que se debe soldar en la primera barra colectora eléctrica. Las corrientes secundarias inducidas provocan, por tanto, un calentamiento de la segunda barra colectora eléctrica y en particular un calentamiento particularmente fuerte de las pistas conductoras entre la primera barra colectora eléctrica y la segunda barra colectora eléctrica (esto se debe generalmente al hecho de que estas pistas conductoras tienen, por lo general, una resistencia eléctrica relativamente grande, por lo que la respectiva corriente alterna eléctrica secundaria genera en las pistas conductoras una potencia calorífica mayor que en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica o en la segunda barra colectora eléctrica).

Resulta problemático también que las corrientes eléctricas secundarias inducidas se conduzcan respectivamente en un tramo de corriente cerrado en forma de anillo. Dado que las corrientes secundarias inducidas generan, por consiguiente, calor a lo largo del respectivo tramo de corriente (anular), estas corrientes eléctricas secundarias provocan un calentamiento espacial no homogéneo de la célula solar. Una corriente alterna eléctrica secundaria puede ser, por tanto, la causa de un sobrecalentamiento local de la cinta o la célula solar (en dependencia de la intensidad de corriente de la corriente alterna eléctrica secundaria, inducida en cada caso).

Como se explica en detalle en relación con las figuras 1 y 2, se puede influir sobre las corrientes secundarias inducidas respecto a su distribución espacial y/o su intensidad de corriente mediante una serie de parámetros. La extensión espacial de los tramos de corriente de las respectivas corrientes eléctricas secundarias se define esencialmente a partir de la distribución espacial de los campos alternos magnéticos, generados por la antena de inducción.

Si la antena de inducción genera, por ejemplo, un campo alterno magnético en una sección predefinida de la línea de soldadura de manera que la fase de este campo alterno es constante a lo largo de esta sección predefinida de la línea de soldadura, este campo alterno induce entonces una corriente alterna eléctrica secundaria, cuya extensión espacial está definida esencialmente por la longitud de la sección predefinida de la línea de soldadura, en la que es constante la fase de este campo alterno: El tramo de corriente de la corriente alterna eléctrica secundaria inducida se extiende en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica respectivamente a lo largo de la sección predefinida de la línea de soldadura, en la que es constante la fase de este campo alterno, y se extiende por fuera de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica en la periferia de una zona de la célula solar, que se extiende entre la primera barra colectora eléctrica y la segunda barra colectora eléctrica y presenta en dirección de la primera barra colectora eléctrica una longitud que coincide esencialmente con la longitud de la sección predefinida de la línea de soldadura (figuras 1 y 2). Esto provoca un aumento local, particularmente fuerte, de la temperatura de la cinta, de la temperatura de la primera barra colectora eléctrica y de la temperatura de las pistas conductoras respectivamente en la zona de los dos extremos de la sección predefinida de la línea de soldadura. La intensidad de corriente de la corriente alterna eléctrica secundaria inducida (con una intensidad de campo predefinida del campo alterno magnético) es mayor mientras mayor es la longitud de la sección predefinida de la línea de soldadura, en la que es constante la fase del campo alterno (como se explica en relación con la figura 2).

Esto último significa que las corrientes eléctricas secundarias inducidas provocan durante la soldadura inductiva una falta de homogeneidad muy marcada del calentamiento de la célula solar y sobrecalentamientos locales particularmente fuertes, cuando el campo alterno magnético, generado por la antena de inducción, presenta una fase constante a lo largo de la línea de soldadura en toda la longitud de la primera barra colectora eléctrica (esta situación, como ya se mencionó, se produce durante la soldadura inductiva mediante una antena de inducción según el estado de la técnica, como es conocido, por ejemplo, por la patente europea EP2103373A1). En este caso, el campo alterno magnético induce en el presente ejemplo esencialmente una corriente alterna eléctrica secundaria en un tramo de corriente anular que conduce la corriente alterna eléctrica secundaria alrededor de una zona particularmente grande de la célula solar: Esta corriente alterna eléctrica secundaria circula esencialmente a lo largo de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica (en toda la longitud de la primera barra colectora eléctrica), así como a lo largo de la segunda barra colectora eléctrica (en toda la longitud de la segunda barra colectora eléctrica, adicionalmente a través de un primer grupo de pistas conductoras que unen cerca de un borde de la célula solar uno de los extremos de la primera barra colectora eléctrica a uno de los extremos de la segunda barra colectora

eléctrica, y además a través de un segundo grupo de pistas conductoras que unen cerca del otro borde de la célula solar el otro extremo de la primera barra colectora eléctrica al otro de los extremos de la segunda barra colectora eléctrica. En este caso, la intensidad de corriente de esta corriente alterna eléctrica secundaria es particularmente grande (respecto a una intensidad de campo predefinida del campo alterno magnético) (figura 1). Esta corriente alterna eléctrica secundaria provoca, por consiguiente, un sobrecalentamiento local particularmente fuerte en secciones individuales de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica en los extremos de la primera barra colectora eléctrica y un calentamiento fuerte del primer y del segundo grupo, mencionados antes, de pistas conductoras en dos bordes distintos de la célula solar.

Se ha de señalar además que esta forma de calentamiento no homogéneo de la respectiva célula solar se acentúa extremadamente en el caso de células solares bifaciales. En las células solares bifaciales, las corrientes eléctricas secundarias pueden generar, como muestran los ensayos experimentales, específicamente en la célula solar una potencia calorífica esencialmente mayor (por lo general, en 100 % o más) que la potencia calorífica que generan las corrientes parásitas, generadas por inducción, en la cinta o en la célula solar. En la soldadura inductiva en células solares bifaciales, el calentamiento inductivo mediante corrientes secundarias inducidas desempeña, por

consiguiente, un papel dominante en comparación con el calentamiento mediante corrientes parásitas inducidas. En el caso de células solares estándar, las corrientes eléctricas secundarias inducidas contribuyen significativamente al calentamiento de la respectiva célula solar. Esta contribución es usualmente del mismo orden de magnitud que la potencia calorífica que generan las corrientes parásitas inducidas en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica. En el caso de células solares "estándar", las corrientes secundarias inducidas provocan, sin embargo, una

falta de homogeneidad del calentamiento de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica, que está menos acentuada que en el caso de células solares bifaciales. Esto último se debe a que el lado trasero de las células solares "estándar" está cubierto con una capa de metal (conductora de electricidad). Por consiguiente, los campos alternos magnéticos, generados por la antena de inducción, inducen también corrientes parásitas en esta capa de metal. Estas corrientes parásitas provocan en particular un calentamiento relativamente fuerte de la capa de metal

en particular cerca de la primera barra colectora eléctrica y contribuyen así indirectamente (por conducción de calor) al calentamiento de la primera barra colectora eléctrica o de la cinta. Las corrientes parásitas, inducidas en la capa de metal en el lado trasero de la célula solar, generan también campos alternos magnéticos que compensan parcialmente los campos alternos magnéticos, generados por la antena de inducción. De esta manera, la contribución de las corrientes eléctricas secundarias inducidas al calentamiento de la célula solar es reducida en

comparación con la contribución correspondiente de las corrientes parásitas inducidas en el caso de células solares estándar (en comparación con células solares bifaciales). En las células solares bifaciales, por el contrario, no está prevista una capa de metal de recubrimiento superficial en el lado trasero de la célula solar (y, por consiguiente, las corrientes parásitas eléctricas, inducidas en tal capa de metal, no tienen ninguna influencia como en el caso de las células solares estándar).

En el dispositivo de soldadura según la invención, las corrientes eléctricas secundarias inducidas, que se mencionan antes, están distribuidas espacialmente de manera más uniforme en la célula solar (más o menos en dependencia de la configuración del tramo de corriente de la antena de inducción), por lo que se pueden reducir o evitar (más o menos) los efectos desventajosos mencionados de estas corrientes eléctricas secundarias.

En el dispositivo de soldadura según la invención, el tramo de corriente de la antena de inducción se extiende a lo largo de varias secciones de la línea de soldadura, dispuestas una detrás de otra en una fila, de tal modo que el campo alterno magnético en al menos una de las secciones de la línea de soldadura está en fase opuesta al campo alterno magnético en al menos otra de las secciones de la línea de soldadura. Se consigue así en particular que los campos alternos, presentes en distintas secciones de la línea de soldadura y situados en fase opuesta entre sí respectivamente, induzcan en cada caso varias corrientes eléctricas secundarias distintas que circulan en fase opuesta entre sí en distintos tramos de corriente, estando configurados los respectivos tramos de corriente de manera separada espacialmente uno de otro en distintas zonas de la célula solar que se encuentran dispuestas una detrás de otra a lo largo de la línea de soldadura. Cada uno de estos tramos de corriente se extienden, por consiguiente, entre la primera barra colectora eléctrica y la segunda barra colectora eléctrica respectivamente en una sección de la célula solar, cuya extensión a lo largo de la primera barra colectora eléctrica equivale solo a una fracción de la longitud total de la barra colectora eléctrica, lo que proporciona numerosas ventajas.

Como primera ventaja se consigue, por ejemplo, que la potencia calorífica, generada por las distintas corrientes secundarias inducidas a lo largo de los respectivos tramos de corriente, se distribuya espacialmente de manera más uniforme en la célula solar (en comparación con el estado de la técnica mencionado, en el que el campo alterno magnético tiene respectivamente la misma fase a lo largo de la línea de soldadura en toda la zona de la línea de soldadura, en la que está presente el campo alterno). Se consigue adicionalmente que la intensidad de corriente de cada una de las corrientes eléctricas secundarias inducidas distintas (con una intensidad de campo predefinida del campo alterno magnético) se reduzca (en comparación con la intensidad de corriente de una corriente secundaria inducida que se puede inducir según el estado de la técnica mediante un campo alterno magnético que tiene respectivamente la misma fase a lo largo de la línea de soldadura en toda la zona de la línea de soldadura, en la que está presente el campo alterno). Esto último tiene, como otra ventaja, el efecto de reducir la potencia calorífica de cada corriente alterna eléctrica secundaria inducida (con una intensidad de campo predefinida del campo alterno magnético). Por consiguiente, se reduce también el peligro de un sobrecalentamiento local de la célula solar o de la cinta a fijar en la primera barra colectora eléctrica mediante corrientes secundarias inducidas (máxime cuando,

según las ventajas mencionadas arriba, las distintas corrientes eléctricas secundarias inducidas provocan, por una parte, un calentamiento espacial más uniforme de la célula solar debido a su distribución espacial y cada corriente alterna eléctrica secundaria genera una potencia calorífica reducida).

- 5 Una corriente alterna eléctrica, conducida a lo largo del tramo de corriente de la antena de inducción, genera en un punto determinado del espacio un campo alterno magnético, cuya intensidad de campo depende, entre otros, de la disposición del punto respecto al tramo de corriente de la antena de inducción, como es conocido. La intensidad de campo en el punto respectivo del espacio se puede definir aquí como superposición de distintas contribuciones a esta intensidad de campo, pudiéndose asignar estas contribuciones respectivamente a secciones individuales del tramo de corriente de la antena de inducción y siendo generadas las mismas respectivamente por la corriente alterna eléctrica que circula a través de la sección respectiva del tramo de corriente. La contribución, que se ha de asignar a la respectiva sección del tramo de corriente, a la intensidad de campo magnético del campo alterno magnético que actúa en un punto determinado del espacio, depende de varios parámetros (en correspondencia con la ley de Biot-Savart): en relación con el valor de la intensidad de campo magnético, depende de la intensidad de corriente de la corriente alterna eléctrica y de la distancia entre el punto y la respectiva sección del tramo de corriente, aumentando el valor de la contribución a la intensidad de campo como función de la intensidad de corriente con el aumento de la intensidad de corriente y disminuyendo con el aumento de la distancia entre el punto y la sección del tramo de corriente; en relación con la fase de la contribución, depende de la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica en la sección respectiva del tramo de corriente, provocando una inversión de la dirección de flujo de corriente un cambio de la fase (desfasaje) de la contribución a la intensidad de campo en 180°.

Para conseguir que el campo alterno magnético en al menos una de las secciones de la línea de soldadura esté en fase opuesta según la invención al campo alterno magnético en al menos otra de las secciones de la línea de soldadura, un técnico puede diseñar el tramo de corriente de la antena de inducción de manera que una o varias secciones del tramo de corriente queden dispuestas a una distancia adecuada de la al menos una sección de la línea de soldadura o de la al menos otra sección de la línea de soldadura y la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica en las respectivas secciones del tramo de corriente quede orientada respectivamente de manera adecuada respecto a la al menos una sección de la línea de soldadura o respecto a la al menos otra sección de la línea de soldadura. Para un técnico resulta evidente que es ilimitado (arbitrariamente grande) el número de posibilidades para disponer en el sentido de la invención de manera "adecuada" una pluralidad de secciones de un tramo de corriente respecto a las secciones correspondientes de la línea de soldadura. Por tanto, a continuación se explican solo algunos ejemplos de posibles realizaciones de un dispositivo de soldadura según la invención. Estas realizaciones se diferencian generalmente por las disposiciones geométricas diferentes de secciones del respectivo tramo de corriente de la antena de inducción respecto a la línea de soldadura.

- 35 Una forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, está configurada de modo que el tramo de corriente de la antena de inducción presenta al menos una primera sección y una segunda sección, extendiéndose la primera sección del tramo de corriente en un plano de soldadura, en el que está situada la línea de soldadura, a lo largo de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro, y extendiéndose la segunda sección del tramo de corriente en el plano de soldadura a lo largo de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro. Un extremo de la primera sección del tramo de corriente está unido también a un extremo de la segunda sección del tramo de corriente de modo que la primera y la segunda sección del tramo de corriente están conectadas eléctricamente en serie y la corriente alterna eléctrica en la primera sección del tramo de corriente está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica en la segunda sección del tramo de corriente.

- 45 Como "plano de soldadura" se ha de identificar en este sentido un plano que está orientado esencialmente en perpendicular a un plano, en el que se encuentra la célula solar, y que discurre además a lo largo de la línea de soldadura. Por consiguiente, el plano de soldadura queda orientado en paralelo a la línea de soldadura y la línea de soldadura queda situada en el plano de soldadura.

50 Dado que la primera sección del tramo de corriente se extiende en el plano de soldadura a lo largo de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro, se crea una premisa para que el campo alterno magnético, presente en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura, corresponda esencialmente al campo alterno magnético que la corriente alterna, que circula a través de la primera sección del tramo de corriente, genera en la al menos una sección de la línea de soldadura. Por consiguiente, dado que la segunda sección del tramo de corriente se extiende en el plano de soldadura a lo largo de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro, se crea una premisa para que el campo alterno magnético, presente en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura, corresponda esencialmente al campo alterno magnético que la corriente alterna, que circula a través de la segunda sección del tramo de corriente, genera en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura.

- 60 La anchura del entrehierro entre la primera sección del tramo de corriente y la al menos una de las secciones de la línea de soldadura puede ser tan pequeña que la corriente alterna, que circula a través de la segunda sección del

tramo de corriente, genera en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura una intensidad de campo magnético menor o insignificante en comparación con la intensidad de campo magnético que la corriente alterna, que circula a través de la primera sección del tramo de corriente, genera en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura. Por consiguiente, la anchura del entrehierro entre la segunda sección del tramo de corriente y la

5 al menos otra de las secciones de la línea de soldadura puede ser tan pequeña que la corriente alterna, que circula a través de la primera sección del tramo de corriente, genera en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura una intensidad de campo magnético menor o insignificante en comparación con la intensidad de campo magnético que la corriente alterna, que circula a través de la segunda sección del tramo de corriente, genera en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura.

10 Asimismo, dado que la primera y la segunda sección del tramo de corriente están conectadas eléctricamente en serie y la corriente alterna eléctrica en la primera sección del tramo de corriente está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica en la segunda sección del tramo de corriente, se garantiza en cada caso que el campo alterno magnético en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura esté respectivamente en fase opuesta al campo alterno magnético en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura.

15 La antena de inducción de esta forma de realización es particularmente adecuada para generar campos alternos magnéticos, orientados en las respectivas secciones de la línea de soldadura esencialmente en vertical al plano de soldadura o en paralelo a la superficie de la célula solar. Esta forma de realización se puede implementar con medios relativamente simples, máxime cuando está prevista solo una única sección del tramo de corriente para generar el campo alterno magnético, presente en una de las secciones de la línea de soldadura. En el marco de este
20 concepto resulta fácil también generar en tres o más de tres secciones de la línea de soldadura, dispuestas una detrás de otra, un campo alterno magnético de modo que los campos alternos magnéticos estén en fase opuesta entre sí en dos secciones de la línea de soldadura dispuestas directamente una detrás de otra. Con este fin, una sección del tramo de corriente puede estar dispuesta en cada caso a lo largo de la respectiva sección de la línea de soldadura, quedando dispuestas las secciones del tramo de corriente una detrás de otra a lo largo de la línea de soldadura y conectadas eléctricamente en serie de modo que la corriente alterna esté en fase opuesta respectivamente en dos secciones del tramo de corriente dispuestas directamente una detrás de otra.

25 El tramo de corriente de esta forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, se puede implementar mediante distintas tecnologías. En principio es posible configurar el tramo de corriente a partir de un tubo convencional, al igual que un tramo de corriente según el estado de la técnica conocido, por ejemplo, por la patente europea EP2103373A1. A este tubo se le puede dar mediante técnicas de doblado convencionales una forma que resulta adecuada para una realización de la invención. Alternativamente, el tramo de corriente puede estar formado también a partir de uno o varios cuerpos sólidos conductores de electricidad, pudiéndose implementar distintas secciones del tramo de corriente mediante un mecanizado del respectivo cuerpo sólido, por ejemplo, un mecanizado con arranque de virutas.

30 35 En otra variante de la forma de realización mencionada antes, la primera sección del tramo de corriente y la segunda sección del tramo de corriente se extienden respectivamente en línea recta y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura. En este caso, el campo alterno magnético, que la corriente alterna genera en el entorno de la primera sección del tramo de corriente, es esencialmente homogéneo a lo largo de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura. Esto garantiza que la cinta o la primera barra colectora eléctrica se pueda calentar de manera
40 esencialmente homogénea a lo largo de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura mediante las corrientes inducidas electromagnéticamente. Asimismo, el campo alterno magnético, que la corriente alterna genera en el entorno de la segunda sección del tramo de corriente, es también esencialmente homogéneo a lo largo de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura. Esto garantiza que la cinta o la primera barra colectora eléctrica se pueda calentar asimismo de manera esencialmente homogénea a lo largo de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura mediante las corrientes inducidas electromagnéticamente.

45 Adicionalmente, la primera sección del tramo de corriente y la segunda sección del tramo de corriente están situadas una detrás de otra sobre una recta que se extiende en el plano de soldadura. En este caso, el campo alterno, generado en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura, está en fase opuesta al campo alterno magnético, generado en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura. Se consigue adicionalmente que estos campos alternos presenten esencialmente la misma intensidad de campo en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura y en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura. Esto garantiza adicionalmente que los campos alternos en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica generen en la zona de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura aproximadamente la misma potencia calorífica que en la zona de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura.

50 55 Otras variantes de las formas de realización mencionadas del dispositivo de soldadura, según la invención, pueden estar configuradas respectivamente de tal modo que los elementos de sujeción se extienden en cada caso en el plano de soldadura esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura y al menos tres de estos elementos de sujeción quedan dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura de tal modo que entre dos de los elementos de sujeción, dispuestos directamente uno detrás de otro en la fila, está configurado respectivamente un espacio intermedio. En este caso, la primera sección del tramo de corriente puede estar dispuesta en uno de los espacios intermedios entre dos de los elementos de sujeción respectivamente y la segunda

sección del tramo de corriente puede estar dispuesta en otro de los espacios intermedios entre dos de los elementos de sujeción respectivamente. Estas variantes garantizan ventajosamente una disposición compacta de los elementos de sujeción en combinación con las respectivas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción.

5 Los respectivos elementos de sujeción pueden estar configurados, por ejemplo, como espinas, cuyos ejes longitudinales están orientados respectivamente en el plano de soldadura y en vertical a la línea de soldadura, y pueden estar dispuestos en cada caso de modo que se mueven en dirección de sus ejes longitudinales (como es conocido del estado de la técnica, por ejemplo, por la patente europea EP2103373A1). Estos elementos de sujeción son preferiblemente espinas cilíndricas de un material de cerámica, no conductoras de electricidad y en particular no magnetizables. Los elementos de sujeción pueden estar situados normalmente a una distancia de 8 a 25 mm y pueden presentar un diámetro aproximado de 3 mm. En este caso, tales elementos de sujeción son muy adecuados para sujetar cintas convencionales (que presentan generalmente una anchura de 1 a 3 mm) sobre barras colectoras eléctricas convencionales (que presentan generalmente una anchura asimismo de 1 a 3 mm) de células solares.

15 La primera sección del tramo de corriente y la segunda sección del tramo de corriente pueden estar configuradas, por ejemplo, de manera rectilínea y pueden extenderse esencialmente en paralelo a la línea de soldadura en el espacio intermedio correspondiente entre dos de los elementos de sujeción respectivamente. La primera sección del tramo de corriente y el segundo tramo de corriente pueden estar configurados preferiblemente de modo que se extienden en el espacio intermedio correspondiente en línea recta por toda la distancia libre entre dos elementos de sujeción respectivamente. Sobre esta base se pueden generar en los espacios intermedios entre los respectivos 20 elementos de sujeción campos alternos magnéticos, configurados de manera homogénea en los espacios intermedios correspondientes esencialmente por toda la distancia libre entre dos elementos de sujeción respectivamente. En este caso, el tramo de corriente puede estar configurado preferiblemente en un cuerpo sólido conductor de electricidad, estando implementadas distintas secciones del tramo de corriente mediante un mecanizado del cuerpo sólido, por ejemplo, un mecanizado con arranque de virutas. Mediante este tipo de 25 mecanizado de un cuerpo sólido conductor de electricidad es posible implementar una sección de un tramo de corriente, que se extiende en línea recta por toda la distancia libre entre dos elementos de sujeción respectivamente, incluso cuando esta distancia libre tiene solo 8 a 25 mm.

Otra forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, está configurada de modo que el tramo de corriente de la antena de inducción presenta al menos cuatro secciones distintas para conducir la corriente alterna eléctrica a lo largo de la línea de soldadura: una primera sección que se extiende en un primer lado de un 30 plano de soldadura, en el que está situada la línea de soldadura, a una distancia del plano de soldadura a lo largo de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos una de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro; una segunda sección que se extiende en un segundo lado del plano de soldadura, opuesto al primer lado del plano de soldadura, a una distancia del plano de soldadura a lo largo de la al 35 menos otra de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro; una tercera sección que se extiende en el primer lado del plano de soldadura a una distancia del plano de soldadura a lo largo de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura, de manera separada de la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro; una cuarta sección que se extiende en el segundo lado del plano de soldadura a una distancia del plano de soldadura a lo largo de la al 40 menos una de las secciones de la línea de soldadura por un entrehierro. En este caso, la primera sección del tramo de corriente, la segunda sección del tramo de corriente, la tercera sección del tramo de corriente y la cuarta sección del tramo de corriente están conectadas eléctricamente una detrás de otra en una fila, de modo que la corriente alterna eléctrica en la primera sección del tramo de corriente está en la misma fase con la corriente alterna eléctrica en la segunda sección del tramo de corriente y está en fase opuesta con la corriente alterna eléctrica en la tercera sección del tramo de corriente y con la corriente alterna eléctrica en la cuarta sección del tramo de corriente.

Como "plano de soldadura" se ha de identificar en este sentido un plano que está orientado esencialmente en perpendicular a un plano, en el que se encuentra la célula solar, y que discurre además a lo largo de la línea de soldadura. Por consiguiente, el plano de soldadura queda orientado en paralelo a la línea de soldadura y la línea de soldadura queda situada en el plano de soldadura.

En esta forma de realización del dispositivo de soldadura según la invención, la primera sección del tramo de corriente y la cuarta sección del tramo de corriente están dispuestas respecto a la línea de soldadura de modo que la intensidad de campo del campo alterno magnético, que es generado por la corriente alterna eléctrica en la al menos una sección de la línea de soldadura, es esencialmente una superposición de dos contribuciones, es decir, la 55 superposición de la intensidad de campo que la corriente alterna, que circula a través de la primera sección del tramo de corriente, genera en la al menos una sección de la línea de soldadura, y de la intensidad de campo que la corriente alterna, que circula a través de la cuarta sección del tramo de corriente, genera en la al menos una sección de la línea de soldadura.

Por consiguiente, la segunda sección del tramo de corriente y la tercera sección del tramo de corriente están 60 dispuestas respecto a la línea de soldadura de modo que la intensidad de campo del campo alterno magnético, que es generado por la corriente alterna eléctrica en la al menos otra sección de la línea de soldadura, es esencialmente

una superposición de dos contribuciones, es decir, la superposición de la intensidad de campo que la corriente alterna, que circula a través de la segunda sección del tramo de corriente, genera en la al menos otra sección de la línea de soldadura, y de la intensidad de campo que la corriente alterna, que circula a través de la tercera sección del tramo de corriente, genera en la al menos otra sección de la línea de soldadura.

- 5 La anchura del entrehierro entre la primera sección del tramo de corriente y la al menos una de las secciones de la línea de soldadura o la anchura del entrehierro entre la cuarta sección del tramo de corriente y la al menos una de las secciones de la línea de soldadura puede ser tan pequeña que la corriente alterna, que circula a través de la segunda sección del tramo de corriente, y la corriente alterna, que circula a través de la tercera sección del tramo de corriente, en la al menos una de las secciones de la línea de soldadura generan una intensidad de campo magnético menor o insignificante en comparación con la intensidad de campo magnético que la corriente alterna, que circula a través de la primera sección del tramo de corriente, y la corriente alterna, que circula a través de la cuarta sección del tramo de corriente, generan en al menos una de las secciones de la línea de soldadura.
- 10 Por consiguiente, la anchura del entrehierro entre la segunda sección del tramo de corriente y la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura o la anchura del entrehierro entre la tercera sección del tramo de corriente y la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura puede ser tan pequeña que la corriente alterna, que circula a través de la primera sección del tramo de corriente, y la corriente alterna, que circula a través de la cuarta sección del tramo de corriente, generan en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura una intensidad de campo magnético menor o insignificante en comparación con la intensidad de campo magnético que la corriente alterna, que circula a través de la segunda sección del tramo de corriente, y la corriente alterna, que circula a través de la tercera sección del tramo de corriente, generan en la al menos otra de las secciones de la línea de soldadura.
- 15
- 20

Dado que la primera sección del tramo de corriente y la cuarta sección del tramo de corriente están dispuestas en distintos lados del plano de soldadura y la corriente alterna eléctrica en la primera sección del tramo de corriente está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica en la cuarta sección del tramo de corriente, se consigue que el campo alterno magnético en la al menos una sección de la línea de soldadura esté orientado respectivamente en la línea de soldadura esencialmente en paralelo al plano de soldadura y en perpendicular a la línea de soldadura. Se consigue también que la intensidad de campo de este campo alterno magnético disminuya de manera relativamente significativa en una dirección en perpendicular al plano de soldadura con el aumento de la distancia respecto al plano de soldadura. Por consiguiente, el campo alterno generado en la zona de la al menos una sección de la línea de soldadura está concentrado fuertemente de manera local sobre la cinta o la primera barra colectora eléctrica y posibilita un calentamiento inductivo intenso de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica en la zona de la al menos una sección de la línea de soldadura (mediante corrientes parásitas que se generan localmente en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica).

Dado que la segunda sección del tramo de corriente y la tercera sección del tramo de corriente están dispuestas en distintos lados del plano de soldadura y la corriente alterna eléctrica en la segunda sección del tramo de corriente está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica en la tercera sección del tramo de corriente, se consigue que el campo alterno magnético en la al menos otra sección de la línea de soldadura esté orientado respectivamente en la línea de soldadura esencialmente en paralelo al plano de soldadura y en perpendicular a la línea de soldadura. Se consigue también que la intensidad de campo de este campo alterno magnético disminuya de manera relativamente significativa en una dirección en perpendicular al plano de soldadura con el aumento de la distancia respecto al plano de soldadura. Por consiguiente, el campo alterno generado en la zona de la al menos otra sección de la línea de soldadura está concentrado fuertemente de manera local sobre la cinta o la primera barra colectora eléctrica y posibilita un calentamiento inductivo intenso de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica en la zona de la al menos otra sección de la línea de soldadura (mediante corrientes parásitas que se generan localmente en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica).

45 Dado que la corriente alterna eléctrica en la primera sección del tramo de corriente está en la misma fase con la corriente alterna eléctrica en la segunda sección del tramo de corriente y está en fase opuesta con la corriente alterna eléctrica en la tercera sección del tramo de corriente y con la corriente alterna eléctrica en la cuarta sección del tramo de corriente, se consigue adicionalmente que el campo alterno magnético en la al menos una sección de la línea de soldadura esté en fase opuesta al campo alterno magnético en la al menos otra sección de la línea de soldadura.

50 Según este concepto es posible también generar respectivamente en tres o más de tres secciones de la línea de soldadura, dispuestas una detrás de otra, un campo alterno magnético de tal modo que los campos alternos están en fase opuesta entre sí en dos secciones de la línea de soldadura dispuestas directamente una detrás de otra respectivamente. Con este fin, dos secciones distintas del tramo de corriente pueden estar dispuestas en cada caso a lo largo de la respectiva sección de la línea de soldadura en lados distintos del plano de soldadura, quedando dispuestas las secciones del tramo de corriente una detrás de otra por pares respectivamente a lo largo de la línea de soldadura y conectadas eléctricamente en serie de modo que la corriente alterna en una de las dos secciones, que están situadas en dos secciones del tramo de corriente dispuestas directamente una detrás de otra en el mismo lado del plano de soldadura, está en fase opuesta a la corriente alterna en la otra de estas dos secciones del tramo de corriente.

El tramo de corriente de esta forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, se puede implementar mediante distintas tecnologías. En principio es posible configurar el tramo de corriente a partir de un tubo convencional, al igual que un tramo de corriente según el estado de la técnica conocido, por ejemplo, por la patente europea EP2103373A1. A este tubo se le puede dar una forma adecuada mediante técnicas de doblado convencionales. Alternativamente, el tramo de corriente puede estar formado también a partir de uno o varios cuerpos sólidos conductores de electricidad, pudiéndose implementar distintas secciones del tramo de corriente mediante un mecanizado del respectivo cuerpo sólido, por ejemplo, un mecanizado con arranque de virutas.

Una variante de la forma de realización mencionada arriba está caracterizada por que la primera sección del tramo de corriente y/o la segunda sección del tramo de corriente y/o la tercera sección del tramo de corriente y/o la cuarta sección del tramo de corriente se extienden respectivamente en línea recta esencialmente en paralelo a la línea de soldadura. Esta variante mejora la homogeneidad del campo alterno magnético en la al menos una sección de la línea de soldadura y la homogeneidad del campo alterno magnético en la al menos otra sección de la línea de soldadura.

Asimismo, en el caso de la forma de realización mencionada arriba, la primera sección del tramo de corriente y la cuarta sección del tramo de corriente pueden estar configuradas con simetría especular relativamente entre sí respecto al plano de soldadura. De manera alternativa o adicional, la segunda sección del tramo de corriente y la tercera sección del tramo de corriente pueden estar configuradas con simetría especular relativamente entre sí respecto al plano de soldadura.

Esto mejora la homogeneidad del campo alterno magnético en la al menos una sección de la línea de soldadura y/o la homogeneidad del campo alterno magnético en la al menos otra sección de la línea de soldadura. La disposición con simetría especular de la respectiva sección del tramo de corriente posibilita una orientación del campo alterno magnético en paralelo al plano de soldadura (en las respectivas secciones de la línea de soldadura) y una mejor concentración del campo alterno sobre la cinta o la primera barra colectora eléctrica.

La forma de realización mencionada arriba puede estar configurada también de tal modo que la primera sección y la tercera sección del tramo de corriente se extienden a lo largo de una primera recta y la segunda sección y la cuarta sección del tramo de corriente se extienden a lo largo de una segunda recta. Esto mejora la homogeneidad del campo alterno magnético a lo largo de la línea de soldadura en varias secciones de la línea de soldadura.

En la forma de realización mencionada arriba, el tramo de corriente puede estar diseñado, por ejemplo, de tal modo que la primera sección y la segunda sección del tramo de corriente quedan configuradas como secciones longitudinales, dispuestas una detrás de otra, de una primera sección de conductor y la tercera sección y la cuarta sección del tramo de corriente quedan configuradas como secciones longitudinales, dispuestas una detrás de otra, de una segunda sección de conductor, estando torcidas la primera y la segunda sección de conductor una respecto a la otra. Un tramo de corriente, diseñado de esta manera, tiene la ventaja de que se puede formar a partir de un tubo convencional, al igual que un tramo de corriente según el estado de la técnica conocido, por ejemplo, por la patente europea EP2103373A1. El tubo se puede moldear adecuadamente por doblado y/o torsión de secciones del tubo, por lo que es posible implementar el tramo de corriente de esta forma de realización con medios simples.

En la forma de realización mencionada arriba, los elementos de sujeción pueden estar diseñados de tal modo que los elementos de sujeción se extienden en cada caso en el plano de soldadura esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura y al menos tres de estos elementos de sujeción quedan dispuestos a lo largo de la línea de soldadura uno detrás de otro en una fila de manera que entre dos de los elementos de sujeción respectivamente, dispuestos uno detrás de otro en la fila, está configurado un espacio intermedio respectivamente. En este caso, el tramo de corriente puede estar configurado, por ejemplo, de tal modo que la primera sección y la cuarta sección del tramo de corriente están dispuestas en uno de los espacios intermedios entre dos de los elementos de sujeción respectivamente y la segunda sección y la tercera sección del tramo de corriente están dispuestas en otro de los espacios intermedios entre dos de los elementos de sujeción respectivamente. Esta forma de realización garantiza ventajosamente una disposición compacta de los elementos de sujeción en combinación con las respectivas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción. Los respectivos elementos de sujeción pueden estar configurados también en este caso, por ejemplo, como espigas, cuyos ejes longitudinales están orientados respectivamente en el plano de soldadura y en vertical a la línea de soldadura y dispuestos en cada caso de modo que se pueden mover en dirección de sus ejes longitudinales. Dado que las respectivas secciones del tramo de corriente están dispuestas en uno de los espacios intermedios entre dos de los elementos de sujeción respectivamente, es posible una concentración particularmente fuerte del campo alterno magnético sobre la cinta o la primera barra colectora. Esto posibilita un calentamiento inductivo, particularmente intenso, de la cinta o la barra colectora eléctrica (mediante corrientes parásitas que se generan localmente en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica).

En una variante alternativa de la forma de realización mencionada arriba, el tramo de corriente de la antena de inducción está diseñado de modo que entre la primera sección del tramo de corriente y la cuarta sección del tramo de corriente está configurado un espacio libre y al menos uno de los elementos de sujeción se extiende a través de este espacio libre y/o entre la segunda sección del tramo de corriente y la tercera sección del tramo de corriente está configurado un espacio libre y al menos uno de los elementos de sujeción se extiende a través de este espacio libre.

Un tramo de corriente, diseñado de esta manera, tiene la ventaja de que se puede formar a partir de un tubo convencional (por doblado y/o torsión de secciones del tubo), al igual que el tramo de corriente según el estado de la técnica conocido, por ejemplo, por la patente europea EP2103373A1, y, por consiguiente, se puede implementar con medios simples.

- 5 En otra forma de realización del dispositivo de soldadura según la invención, la antena de inducción está diseñada de modo que el tramo de corriente de la antena de inducción es un conductor en forma de bucle que presenta dos brazos, estando unido un extremo de un brazo a un extremo del otro brazo. Al menos uno de los dos brazos se extiende en forma de meandro a lo largo de la línea de soldadura e interseca un plano de soldadura, en el que está situada la línea de soldadura, en varios lugares separados, de modo que este brazo presenta varias secciones longitudinales sucesivas en su dirección longitudinal, que se extienden alternativamente en un lado del plano de soldadura y en el otro lado del plano de soldadura respectivamente a lo largo de una curva que está arqueada y/o está arqueada por secciones y/o es rectilínea por secciones. Este tramo de corriente se puede formar asimismo a partir de un tubo convencional (por doblado de secciones del tubo) y, por consiguiente, se puede implementar con medios simples.
- 10 15 En una variante de la forma de realización mencionada arriba, los dos brazos del conductor en forma de bucle están configurados de modo que los dos brazos se extienden en un plano dispuesto en perpendicular al plano de soldadura y/o en paralelo a una superficie de la célula solar y el otro de los dos brazos se extiende en paralelo a uno de los brazos. En este caso, la corriente alterna eléctrica se puede acoplar al conductor en forma de bucle de manera que la corriente alterna eléctrica en uno de los dos brazos está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica en el otro de los dos brazos. La disposición de los dos brazos provoca que el campo alterno magnético esté concentrado en particular entre los dos brazos y posibilite un calentamiento inductivo más intenso de la cinta o de la primera barra colectora eléctrica (mediante corrientes parásitas que se generan localmente en la cinta o en la primera barra colectora eléctrica).
- 20 25 Otros detalles de la invención y en particular formas de realización a modo de ejemplo del dispositivo de soldadura, según la invención, se explican a continuación por medio de los dibujos adjuntos. Muestran:

- Fig. 1 una vista en perspectiva de un dispositivo de soldadura en una representación esquemática durante la creación de una unión soldada entre una cinta conductora de electricidad y una barra colectora eléctrica recta en un lado de una célula solar, con una antena de inducción que genera en la barra colectora eléctrica y en un entorno de la barra colectora eléctrica un campo alterno magnético que está en la misma fase a todo lo largo de la barra colectora eléctrica (en correspondencia con el estado de la técnica);
- 30 Fig. 2 una vista en perspectiva de un dispositivo de soldadura en una representación esquemática durante la creación de una unión soldada entre una cinta conductora de electricidad y una barra colectora eléctrica recta en un lado de una célula solar, con una antena de inducción que genera en la barra colectora eléctrica y en un entorno de la barra colectora eléctrica un campo alterno magnético, estando el campo alterno magnético según la invención en una primera sección de la línea de soldadura en fase opuesta al campo alterno magnético en una segunda sección de la línea de soldadura;
- 35 Fig. 3 una vista en perspectiva de una primera forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, que comprende una antena de inducción y una pluralidad de elementos de sujeción en forma de espigas para sujetar una cinta en una célula solar;
- 40 Fig. 4 una vista en perspectiva del dispositivo de soldadura según la figura 3 con una representación de los campos alternos magnéticos, generables mediante la antena de inducción, para distintas secciones de una línea de soldadura, estando representada la antena de inducción a escala ampliada y desde una perspectiva diferente a la figura 3;
- 45 Fig. 5 una representación despiezada de la antena de inducción según la figura 4, que comprende dos cuerpos sólidos conductores de electricidad, en los que están configuradas respectivamente secciones del tramo de corriente de la antena de inducción;
- 50 Fig. 6 los cuerpos sólidos conductores de electricidad según la figura 5 en una representación en perspectiva a escala ampliada;
- 55 Fig. 7-10 vistas laterales de los cuerpos sólidos conductores de electricidad según las figuras 5 o 6;
- Fig. 11 la antena de inducción según la figura 4, desde otra perspectiva;
- Fig. 12 una vista lateral de la antena de inducción según la figura 4;
- Fig. 13 cuatro secciones transversales de la antena de inducción según la figura 4 para planos de corte A-A, B-B, C-C y D-D según la figura 12;

- Fig. 14 una representación esquemática de una primera variante del tramo de corriente de la antena de inducción según la figura 4;
- Fig. 15 una representación esquemática de una segunda variante del tramo de corriente de la antena de inducción según la figura 4;
- 5 Fig. 16 la antena de inducción según la figura 3 en la misma vista en perspectiva de la figura 11, estando representadas adicionalmente las respectivas direcciones de flujo (actuales) de una corriente alterna eléctrica en distintas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción y las direcciones (actuales) de los campos alternos magnéticos, generados por la corriente alterna en el entorno de las respectivas secciones del tramo de corriente;
- 10 Fig. 17 una sección transversal de la antena de inducción según la figura 4 para el plano de corte B-B según la figura 12 con una representación de las líneas de campo de un campo alterno magnético que puede ser generado por una corriente alterna eléctrica en un entorno del tramo de corriente de la antena de inducción;
- 15 Fig. 18 una vista en perspectiva de una segunda forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, que comprende una antena de inducción y una pluralidad de elementos de sujeción en forma de espigas para sujetar una cinta en una célula solar, con una representación de los campos alternos magnéticos, generables mediante la antena de inducción, para distintas secciones de una línea de soldadura;
- 20 Fig. 19 una vista en perspectiva de la antena de inducción según la figura 18, estando representada la antena de inducción desde una perspectiva diferente a la figura 18;
- Fig. 20 la antena de inducción según la figura 18 en la misma vista en perspectiva de la figura 19, estando representadas adicionalmente las respectivas direcciones de flujo (actuales) de una corriente alterna eléctrica en distintas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción y las direcciones (actuales) de los campos alternos magnéticos, generados por la corriente alterna en el entorno de las respectivas secciones del tramo de corriente;
- 25 Fig. 21 una representación despiezada de la antena de inducción según la figura 18, que comprende dos cuerpos sólidos conductores de electricidad, en los que están configuradas respectivamente distintas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción;
- 30 Fig. 22-25 los cuerpos sólidos conductores de electricidad según la figura 21, en una vista lateral respectivamente;
- Fig. 26 una representación esquemática del tramo de corriente de la antena de inducción según la figura 18;
- Fig. 27 una vista en perspectiva de una tercera forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, que comprende una antena de inducción y una pluralidad de elementos de sujeción en forma de espigas para sujetar una cinta en una célula solar, con una representación de los campos alternos magnéticos, generables mediante la antena de inducción, para distintas secciones de una línea de soldadura;
- 35 Fig. 28 una vista en perspectiva de la antena de inducción según la figura 27, estando representada la antena de inducción desde una perspectiva diferente a la figura 27;
- 40 Fig. 29 una representación despiezada de la antena de inducción según la figura 27, que comprende tres grupos, dispuestos uno al lado de otro, de uno o varios cuerpos sólidos conductores de electricidad respectivamente, en los que están configuradas respectivamente distintas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción;
- 45 Fig. 30 los cuerpos sólidos conductores de electricidad según la figura 29 en cuatro representaciones distintas (a)-(d), mostrando la representación (a) los tres grupos de cuerpos sólidos conductores de electricidad según la figura 29 desde una perspectiva diferente a la figura 29 y mostrando las representaciones (b), (c) y (d) cada uno de estos tres grupos de cuerpos sólidos conductores de electricidad respectivamente por separado en una representación en perspectiva;
- 50 Fig. 31-33 los tres grupos de cuerpos sólidos conductores de electricidad según la figura 29 respectivamente por separado en una vista lateral;
- Fig. 34 una representación esquemática del tramo de corriente de la antena de inducción según la figura 27;
- Fig. 35 una vista en planta de otro lado inferior (dirigido hacia la respectiva línea de soldadura) de la

- antena de inducción según la figura 27;
- Fig. 36 la antena de inducción según la figura 27 en una vista lateral;
- Fig. 37 cuatro secciones transversales de la antena de inducción según la figura 27 para planos de corte A-A, B-B, C-C y D-D según la figura 36;
- 5 Fig. 38 una parte inferior de la antena de inducción según la figura 27 en una vista en perspectiva, estando cortada esta parte inferior en un lado superior a lo largo de un plano de corte XXXVIII-XXXVIII según la figura 36;
- 10 Fig. 39 dos representaciones (a) y (b) de una parte inferior de la antena de inducción según la figura 27 en una vista en perspectiva, estando cortada esta parte inferior en un lado superior a lo largo de un plano de corte XXXIX-XXXIX según la figura 36, en la representación (b) con una indicación de las direcciones de flujo de corriente (actuales) de una corriente alterna eléctrica en distintas secciones del tramo de corriente de la antena de inducción y en la representación (a) sin indicación de estas direcciones de flujo de corriente;
- 15 Fig. 40 una sección transversal de la antena de inducción según la figura 27 para el plano de corte B-B según la figura 36 con una representación de las líneas de campo de un campo alterno magnético que puede ser generado por una corriente alterna eléctrica en un entorno del tramo de corriente de la antena de inducción;
- 20 Fig. 41 una vista en perspectiva de una cuarta forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, que comprende una antena de inducción y una pluralidad de elementos de sujeción en forma de elementos elásticos para sujetar una cinta en una célula solar;
- Fig. 42 una sección extrema del dispositivo de soldadura según la figura 41;
- Fig. 43 el dispositivo de soldadura según la figura 41 en una vista en planta de un lado inferior (dirigido hacia una línea de soldadura) del dispositivo de soldadura;
- Fig. 44 el dispositivo de soldadura según la figura 41 en una vista lateral;
- 25 Fig. 45A el dispositivo de soldadura según la figura 41 en una sección transversal a lo largo del plano de corte A-A en la figura 44 con una representación de un campo alterno magnético, generable mediante la antena de inducción, para una primera sección de la línea de soldadura;
- Fig. 45B el dispositivo de soldadura según la figura 41 en una sección transversal a lo largo de la línea B-B en la figura 44 con una representación de un campo alterno magnético, generable mediante la antena de inducción, para una segunda sección de la línea de soldadura;
- 30 Fig. 46 una vista en perspectiva de una quinta forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, que comprende una antena de inducción y una pluralidad de elementos de sujeción en forma de espigas, con una representación de los campos alternos magnéticos, generables mediante la antena de inducción, para distintas secciones de una línea de soldadura; y
- 35 Fig. 47 una vista en perspectiva de una sexta forma de realización del dispositivo de soldadura, según la invención, que comprende una antena de inducción y una pluralidad de elementos de sujeción en forma de espigas, con una representación de los campos alternos magnéticos, generables mediante la antena de inducción, para distintas secciones de una línea de soldadura.
- 40 En la descripción detallada siguiente de las figuras, los componentes iguales o de igual función están provistos de los mismos signos de referencia para una mejor comprensión.

En las figuras 1 a 47 se representan distintos dispositivos de soldadura que son adecuados en cada caso para crear mediante soldadura inductiva entre una cinta conductora de electricidad y una célula solar una unión soldada que se extiende a lo largo de una línea de soldadura recta. Por esta razón, una recta (matemática) provista del signo de referencia "L" representa respectivamente una línea de soldadura de este tipo en las figuras 4 a 47.

- 45 Un "campo alterno magnético" se caracteriza, como es conocido, por dos magnitudes físicas distintas, por una "intensidad de campo magnético" (campo H) y una "inducción magnética" (campo B). En la descripción siguiente no se establece una diferencia estricta entre el campo H y el campo B al usarse el término "campo alterno magnético", por lo que el término "campo alterno magnético" se puede interpretar en dependencia del contexto opcionalmente como campo H o campo B, si no se especifica lo contrario. A continuación se usa como signo de referencia para la identificación formal de un campo alterno magnético específico la letra "H" o la letra "H" en combinación con un número (por ejemplo, H1, H2, etc.) a fin de poder hacer referencia a distintos campos alternos magnéticos.

La figura 1 muestra esquemáticamente un dispositivo de soldadura 8 (convencional) en combinación con una célula

solar 1 y tres cintas conductoras de electricidad 5, 5' y 5", sirviendo el dispositivo de soldadura 8 para fijar las cintas 5, 5' y 5" en la célula solar 1 mediante soldadura inductiva. La célula solar 1 puede estar configurada, por ejemplo, como célula sola "estándar" o como célula solar bifacial. La célula solar 1 comprende un lado delantero (lado superior) y un lado trasero (lado inferior), estando configurada en el lado delantero una superficie 1-1 esencialmente plana y estando configurada en el lado trasero una superficie 1-2 esencialmente plana. La célula solar 1 presenta en la superficie 1-1 una pluralidad de pistas conductoras paralelas 4 y adicionalmente tres barras colectoras eléctricas rectilíneas 3, 3' y 3". En el presente ejemplo, las barras colectoras eléctricas 3, 3' y 3" están dispuestas en paralelo y respectivamente a una distancia entre sí de tal modo que se extienden en perpendicular a las respectivas pistas conductoras 4 por toda la superficie 1-1 de la célula solar 1 (de un borde 1' de la célula solar 1 a otro borde 1" de la célula solar 1) y forman en cada caso una unión eléctrica entre todas las pistas conductoras 4. La figura 1 muestra el dispositivo de soldadura 8 en un estado operativo, en el que cada una de las barras colectoras eléctricas 3, 3' y 3" están cubiertas en la superficie 1-1 con una sección longitudinal respectivamente de una de las cintas 5, 5' y 5". Como se puede observar, la cinta 5 está orientada en paralelo al eje longitudinal de la barra colectora eléctrica 3 y situada sobre la barra colectora eléctrica 3 de modo que cubre la superficie, accesible en la superficie 1-1, de la barra colectora eléctrica 3 esencialmente a todo lo largo de la barra colectora eléctrica 3 y está en contacto con la barra colectora eléctrica 3 esencialmente a todo lo largo de la barra colectora eléctrica 3. Las cintas 5' o 5" quedan situadas, por consiguiente, sobre las barras colectoras eléctricas 3' o 3". En el presente ejemplo se supone que las barras colectoras eléctricas 3, 3' y 3" están provistas respectivamente en sus superficies dirigidas hacia las respectivas cintas 5, 5', 5" de un medio de soldadura, por ejemplo, un medio de soldadura blanda, para posibilitar la creación de uniones soldadas entre estas barras colectoras eléctricas y las respectivas cintas. De manera alternativa sería posible también naturalmente recubrir las cintas 5, 5' y 5", en vez de las barras colectoras eléctricas 3, 3' y 3", con un medio de soldadura de este tipo.

Como muestra la figura 1, una línea de soldadura L discurre en forma de una recta matemática en el presente ejemplo en paralelo al eje longitudinal de la barra colectora eléctrica 3 en la superficie de la barra colectora eléctrica 3, dirigida hacia la cinta 5. Por consiguiente, el dispositivo de soldadura 8 está representado en una situación, en la que se debe crear una unión soldada (que se extienda en línea recta) entre la cinta 5 y la barra colectora eléctrica 3 a todo lo largo de la barra colectora eléctrica 3. Con este fin, el dispositivo de soldadura 8 comprende una antena de inducción 10 con un tramo de corriente para una corriente alterna eléctrica que sirve para generar un campo alterno magnético, adecuado para el calentamiento inductivo de las cintas 5, 5' y 5" o de las barras colectoras eléctricas 3, 3' y 3". En el presente ejemplo, un conductor alargado 11 forma el tramo de corriente de la antena de inducción 10, extendiéndose el conductor 11 en forma de un bucle de inducción esencialmente en un plano (no representado en la figura 1) que está dispuesto en perpendicular a la superficie 1-1 y en el que está situada también la línea de soldadura L, y presentando además dos extremos que están conectados a un generador 9 para una corriente alterna eléctrica I de alta frecuencia con una frecuencia en el intervalo de, por ejemplo, 800 a 900 kHz, de modo que la corriente alterna I, generada respectivamente por el generador 9, circula a lo largo del conductor 11. Como muestra la figura 1, el conductor 11 comprende en particular una sección rectilínea 11-1 que presenta aproximadamente la misma longitud que las barras colectoras eléctricas 3, 3' y 3" y se extiende esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L de tal modo que queda separada de la línea de soldadura L por un entrehierro.

Si la corriente alterna eléctrica I circula a través del conductor 11 durante el funcionamiento del dispositivo de soldadura 8, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I es igual en la sección 11-1 a lo largo de la línea de soldadura L a todo lo largo de la sección 11-1 respectivamente. La corriente alterna I genera, por tanto, en el entorno de la sección 11-1 y, por tanto, en la línea de soldadura L un campo alterno magnético H que es homogéneo en la línea de soldadura L esencialmente a todo lo largo de la sección 11-1 y presenta en particular la misma intensidad de campo y la misma fase. Una flecha, identificada con I y orientada en paralelo a una sección del conductor 11, indica en la figura 1 la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en un momento determinado. Además, para el mismo momento están representadas varias líneas de campo para la respectiva intensidad de campo del campo alterno magnético H que la corriente alterna I genera en el entorno de la línea de soldadura L, estando dibujadas en las respectivas líneas de campo flechas que indican la dirección actual de la intensidad de campo a lo largo de la respectiva línea de campo. En las condiciones mencionadas, la corriente alterna eléctrica I genera en la línea de soldadura L esencialmente a todo lo largo de la barra colectora eléctrica 3 un campo alterno magnético H que está orientado en la línea de soldadura L respectivamente en paralelo a la superficie 1-1 y en perpendicular a la línea de soldadura L (en la figura 1 no están representadas líneas de campo correspondientes que caracterizan la dirección del campo alterno H en la línea de soldadura y, por tanto, tendrían que intersecar la línea de soldadura L). Por consiguiente, este campo alterno H puede inducir en la cinta 5 o en la barra colectora eléctrica 3 mediante inducción electromagnética respectivamente corrientes parásitas (no representadas en la figura 1) que circulan en cada caso localmente en la cinta 5 o en la barra colectora eléctrica 3 y generan una potencia calorífica en la cinta 5 o en la barra colectora 3. La magnitud de la potencia calorífica, generada por estas corrientes parásitas en la cinta 5 o en la barra colectora eléctrica 3, depende aquí, entre otros, de la magnitud respectiva de la resistencia eléctrica de la cinta 5 o de la resistencia eléctrica de la barra colectora eléctrica 3 y de la intensidad de campo del campo alterno magnético H en la cinta 5 o en la barra colectora eléctrica 3. A fin de crear una unión soldada entre la cinta 5 y la barra colectora eléctrica 3, la intensidad de corriente de la corriente alterna I puede estar dimensionada en el presente caso de tal modo que la potencia calorífica eléctrica, generada por corrientes parásitas en la cinta 5 o en la barra colectora eléctrica 3, es suficientemente grande para fundir el medio de soldadura y crear así una unión soldada a lo largo de la línea de soldadura L.

- Como indica el desarrollo espacial de las líneas de campo representadas en la figura 1, el campo alterno magnético H, en la célula solar 1 generado por la corriente alterna I, está presente también por fuera de la barra colectora eléctrica 3 en el caso de la antena de inducción 10: Las líneas de campo del campo alterno magnético H cruzan la superficie 1-1 de la célula solar 1 tanto en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3" como en la zona entre 5 las barras colectoras eléctricas 3 y 3' y producen, por consiguiente, un flujo magnético a través de la superficie 1-1, que varía como función del tiempo en correspondencia con la respectiva frecuencia de la corriente alterna eléctrica I. Por tanto, en el caso de la antena de inducción 10, el campo alterno magnético H puede generar en la célula solar 1 tanto en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3" como en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' por inducción electromagnética una tensión eléctrica y, por consiguiente, corrientes eléctricas que circulan en la 10 célula solar 1 también por fuera de la barra colectora eléctrica 3. Con el fin de simplificar, esto aparece representado de manera esquemática en la figura 1 solo para aquella parte de la célula solar 1 que se extiende esencialmente desde la barra colectora eléctrica 3 hasta la barra colectora eléctrica 3' y comprende las barras colectoras eléctricas 3 y 3'.
- Como muestra la figura 1, el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna eléctrica I, puede inducir 15 en la célula solar 1 por fuera de la barra colectora eléctrica 3, por ejemplo, corrientes parásitas eléctricas Iw. Las corrientes parásitas eléctricas Iw de este tipo circulan en cada caso en pistas esencialmente circulares alrededor de la dirección del campo alterno magnético H y están representadas, por consiguiente, en la figura 1 mediante flechas que se extiende respectivamente a lo largo de una curva circular, caracterizando estas flechas la dirección de flujo 20 de corriente actual de la respectiva corriente parásita eléctrica Iw. Como muestra también la figura 1, la respectiva corriente parásita Iw genera en cada caso un campo alterno magnético Hw que está orientado respectivamente (en correspondencia con la respectiva dirección de flujo de corriente de la corriente parásita) de modo que compensa localmente por completo o de manera parcial el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna eléctrica I (en dependencia de la magnitud de la resistencia eléctrica en la zona de la célula solar, en la que se induce la respectiva corriente parásita).
- 25 Dos pistas conductoras distintas 4 respectivamente están unidas tanto mediante una sección de la barra colectora eléctrica 3 como mediante una sección de la barra colectora eléctrica 3' y forman, por consiguiente, un tramo de corriente cerrado en forma de anillo que se extiende en la superficie 1-1 de tal modo que el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna eléctrica I, puede inducir por inducción electromagnética una tensión eléctrica en este tramo de corriente. Por tanto, el conjunto de todas las pistas conductoras 4 y las barras colectoras eléctricas 3 y 3' forman una "red" conductora de electricidad que está distribuida por toda la superficie 1-1 y está compuesta de una pluralidad de estos tramos de corriente cerrados en forma de anillo, estando unidos eléctricamente entre sí los respectivos tramos de corriente. Dado que el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna eléctrica I, está presente en la zona situada entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' esencialmente a todo lo largo de las 30 barras colectoras eléctricas 3 o 3', el campo alterno magnético H puede inducir por inducción electromagnética en una pluralidad de tramos de corriente cerrados en forma de anillo, que se mencionan arriba, tensiones eléctricas y, por consiguiente, corrientes parásitas eléctricas que se conducen en cada caso a lo largo del respectivo tramo de corriente cerrado en forma de anillo y, por tanto, al menos por secciones a lo largo de las barras colectoras eléctricas 3, 3' y pistas conductoras individuales 4.
- 35 En el presente ejemplo, la barra colectora eléctrica 3 está en contacto con la cinta 5 y la barra colectora 3' está en contacto con la cinta 5'. En este caso se puede suponer que hay una unión eléctrica entre la barra colectora eléctrica 3 y la cinta 5 y una unión eléctrica entre la barra colectora eléctrica 3' y la cinta 5' (esta suposición es realista, máxime cuando durante la soldadura inductiva se implementa siempre, por lo general, una unión eléctrica de este tipo entre la respectiva barra colectora eléctrica y la cinta a fijar en la barra colectora eléctrica al menos a todo lo largo de la unión soldada a crear).
- 40 Si existe una unión eléctrica entre la barra colectora eléctrica 3 y la cinta 5, se ha de tener en cuenta que también la cinta 5 puede formar junto con dos pistas conductoras distintas 4 respectivamente y una sección de la barra colectora eléctrica 3' un tramo de corriente cerrado en forma de anillo, máxime cuando las respectivas pistas conductoras 4 pueden estar unidas mediante una sección longitudinal de la cinta 5 (en paralelo respectivamente a la barra colectora eléctrica 3). En este tramo de corriente, el campo alterno magnético H puede generar entonces por 45 inducción electromagnética una corriente alterna eléctrica que se conduce al menos por secciones a lo largo de la cinta 5, la barra colectora eléctrica 3' y las respectivas pistas conductoras 4.
- 50 Si existe también una unión eléctrica entre la barra colectora eléctrica 3' y la cinta 5', se ha de tener en cuenta que también la cinta 5' puede formar junto con dos pistas conductoras distintas 4 respectivamente y una sección de la barra colectora eléctrica 3 (o alternativamente con una sección de la cinta 5) respectivamente un tramo de corriente cerrado en forma de anillo, máxime cuando las respectivas pistas conductoras 4 pueden estar unidas mediante una sección longitudinal de la cinta 5' (en paralelo respectivamente a la barra colectora eléctrica 3'). En un tramo de corriente de este tipo, el campo alterno magnético H puede generar entonces por inducción electromagnética una corriente alterna eléctrica que se conduce al menos por secciones a lo largo de la cinta 5', la barra colectora eléctrica 3 (o alternativamente a lo largo de la cinta 5) y las respectivas pistas conductoras 4.
- 55 60 Con referencia a la figura 1 se explica a continuación la distribución espacial de las corrientes alternas eléctricas que el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna I, genera en el caso de la antena de inducción 10 en

los tramos de corriente cerrados en forma de anillo y formados por las pistas conductoras 4 y las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o las cintas 5, 5'.

Se ha de señalar que el tramo de corriente (formado por el conductor 11) de la antena de inducción 10 y los tramos de corriente anulares, formados por pistas conductoras 4, las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o las cintas 5, 5', se

- 5 comportan respecto a su interacción electromagnética entre sí en correspondencia con un "transformador" clásico que comprende una "bobina en el lado primario" y una "bobina en el lado secundario". El tramo de corriente de la antena de inducción tiene aquí la función de la bobina en el lado primario del transformador y el respectivo tramo de corriente anular, formado por las pistas conductoras 4, las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o las cintas 5, 5', tiene la función de la bobina en el lado secundario del transformador. Por consiguiente, es plausible que la corriente alterna eléctrica, inducida en un tramo de corriente anular formado por las pistas conductoras 4, las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o las cintas 5, 5', cumpla leyes físicas conocidas que se pueden aplicar en corrientes alternas eléctricas que circulan en la bobina en el lado secundario de un transformador. Partiendo de esta comparación con la bobina en el lado secundario de un transformador, en este contexto se ha de identificar como corriente alterna eléctrica "secundaria" (inducida electromagnéticamente) una corriente alterna eléctrica que induce el campo alterno magnético H, generado por la antena de inducción, mediante inducción electromagnética en un tramo de corriente anular configurado en la célula solar (por ejemplo, en un tramo de corriente anular, formado a partir de las pistas conductoras 4, las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o las cintas 5, 5').

Las corrientes alternas eléctricas secundarias, que induce el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna I, de la antena de inducción 10, se identifican a continuación con IS. Para simplificar, en la figura 1 están

- 20 representadas esquemáticamente solo corrientes alternas eléctricas secundarias IS que circulan en las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o las cintas 5, 5' y la zona de la célula solar 1 que se extiende entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'. En la figura 1 están representados tramos de corriente de estas corrientes alternas eléctricas secundarias IS mediante líneas provistas de flechas, indicando las respectivas flechas la dirección de flujo de corriente actual de la respectiva corriente alterna eléctrica secundaria IS. En la figura 1, las letras FS identifican una superficie en la superficie 1-1 de la célula solar 1, que está delimitada por las barras colectoras eléctricas 3 y 3' y los bordes 1' y 1" de la célula solar 1. La distribución espacial del campo alterno magnético H en la zona de la superficie FS corresponde en el presente caso a las corrientes alternas eléctricas secundarias inducidas IS que se conducen en tramos de corriente cerrados en forma de anillo exclusivamente a lo largo del borde exterior de la superficie FS: Como muestra la figura 1, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS circulan esencialmente

- 25 30 - a lo largo de la barra colectora eléctrica 3 y/o a lo largo de la cinta 5, siendo idéntica la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna secundaria IS en la barra colectora eléctrica 3 o en la cinta 5 entre los bordes 1' y 1" respectivamente,

- 35 35 - cerca del borde 1' de la célula solar 1 a lo largo de una o varias pistas conductoras 4 que están dispuestas cerca del borde 1' y unen el extremo de la barra colectora eléctrica 3, dirigido hacia el borde 1', al extremo de la barra colectora eléctrica 3', dirigido hacia el borde 1',

- a lo largo de la barra colectora eléctrica 3' y/o a lo largo de la cinta 5', siendo idéntica la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna secundaria IS en la barra colectora eléctrica 3' o en la cinta 5' entre los bordes 1' y 1" respectivamente (pero contraria a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna secundaria IS en la barra colectora eléctrica 3 o en la cinta 5), y

- 40 40 - cerca del borde 1" de la célula solar 1 a lo largo de una o varias pistas conductoras 4 que están dispuestas cerca del borde 1" y unen el extremo de la barra colectora eléctrica 3, dirigido hacia el borde 1", al extremo de la barra colectora eléctrica 3' dirigido hacia el borde 1".

Como se observa en la figura 1, la dirección de flujo de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS es tal que las corrientes alternas eléctricas IS generan respectivamente en la zona de la superficie

- 45 45 FS un campo alterno magnético Hs que compensa al menos parcialmente el campo alterno magnético H, generado por la corriente alterna I (la dirección respectiva del campo magnético Hs se indica en la figura 1 mediante una flecha correspondiente).

Las corrientes alternas eléctricas secundarias IS generan, por consiguiente, una potencia calorífica solo en el borde exterior de la superficie FS, es decir, en las barras colectoras eléctricas 3 y 3' (respectivamente a todo lo largo de estas barras colectoras eléctricas) y/o en los bordes 5 y 5' (respectivamente a todo lo largo de estas cintas) y además entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' en dos zonas "estrechas" de la célula solar 1, que se extienden por el borde 1' o el borde 1" entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' en dirección de la línea de soldadura L respectivamente en una distancia relativamente pequeña en comparación con la longitud de las barras colectoras eléctricas 3 o 3'.

- 50 55 55 La intensidad de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS puede ser en particular relativamente grande cuando está creada una unión eléctrica entre la cinta 5 y la barra colectora eléctrica 3 o entre la cinta 5' y la barra colectora eléctrica 3' debido a la conductibilidad eléctrica de las cintas 5, 5' en comparación con la conductibilidad eléctrica de las barras colectoras eléctricas 3 o 3' y las pistas conductoras 4. Las cintas 5 y 5' pueden

- estar fabricadas preferiblemente de un metal (por ejemplo, cobre o aluminio) y tienen, por tanto, generalmente una resistencia eléctrica que es esencialmente menor que la resistencia eléctrica de las barras colectoras eléctricas 3, 3' y la resistencia eléctrica de las pistas conductoras 4 (suponiéndose que las barras colectoras eléctricas 3, 3' y las pistas conductoras 4 de la célula solar 1 estén implementadas mediante tecnologías convencionales). Como resultado de la alta resistencia eléctrica de las pistas conductoras 4, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS provocan, por tanto, en particular un calentamiento fuerte de la célula solar 1 cerca de los bordes 1' y 1". Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica secundaria IS calienta también la cinta 5 a soldar, calentándose fuertemente las secciones de la cinta 5 que colindan con los bordes 1' o 1". La corriente alterna eléctrica secundaria IS provoca entonces un calentamiento no uniforme de la cinta 5 y de la célula solar 1.
- La figura 2 muestra esquemáticamente un dispositivo de soldadura 15, configurado según la invención y adecuado para la soldadura inductiva, en combinación con una célula solar 1 y tres cintas conductoras de electricidad 5, 5' y 5". Para posibilitar una comparación con el dispositivo de soldadura 8 según la figura 1, las representaciones de las figuras 1 y 2 son idénticas respecto a la célula solar 1 y las cintas 5, 5' y 5". El dispositivo de soldadura 15 se ha representado entonces en la figura 2 en una situación, en la que está listo para crear una unión soldada entre la barra colectora eléctrica 3 y la cinta 5 a lo largo de la línea de soldadura L a todo lo largo de la barra colectora eléctrica 3.

A diferencia de la figura 1, en la figura 2 está representado adicionalmente un plano de soldadura LE, dispuesto en perpendicular a la superficie 1-1 de la célula solar 1, estando situada la línea de soldadura L en el plano de soldadura LE. Como se puede observar, el dispositivo de soldadura 15 comprende varios elementos de sujeción para sujetar la cinta 5, en el presente ejemplo, tres elementos de sujeción P1, P2 y P3 en forma de espigas cilíndricas que se extienden en el plano de soldadura LE en vertical a la línea de soldadura L y que están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que ejercen sobre la cinta 5 una fuerza orientada en vertical a la superficie de la barra colectora eléctrica 3. Los elementos de sujeción P1 o P3 están dispuestos en el borde 1' o 1" de la célula solar 1 y sujetan así la cinta 5 en el borde 1' o 1" sobre la barra colectora eléctrica 3, mientras que el elemento de sujeción P2 está dispuesto entre los elementos de sujeción P1 y P3 y soporta la cinta 5 en un punto sobre la barra colectora eléctrica 3, situado en el centro entre los bordes 1' y 1".

Como muestra la figura 2, el dispositivo de soldadura 15 comprende una antena de inducción 10A con un tramo de corriente para una corriente alterna eléctrica, estando diseñado en tramo de corriente en forma de un conductor alargado 11A. El conductor 11A comprende dos extremos conectados a un generador 9 (con un funcionamiento idéntico al del generador 9 según la figura 1) para una corriente alterna eléctrica I, por lo que la corriente alterna eléctrica I, generada respectivamente por el generador 9, circula a lo largo del conductor 11A. Las flechas, provistas del signo de referencia I y orientadas a lo largo del conductor 11A, indican en la figura 2 la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en el conductor 11A en un momento determinado.

El conductor 11A se extiende (de manera similar al conductor 11) a lo largo de la línea de soldadura L de modo que la corriente alterna eléctrica I genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura L y en un entorno de la línea de soldadura L esencialmente a todo lo largo de la barra colectora eléctrica 3. Para posibilitar una comparación con el dispositivo de soldadura 8 según la figura 1, el tramo de corriente de la antena de inducción 10A (conductor 11A) está configurado de modo que la corriente alterna I genera en la línea de soldadura L y/o en el entorno de la línea de soldadura L un campo alterno magnético que, respecto a su distribución espacial (caracterizada, por ejemplo, por el desarrollo de líneas de campo en la línea de soldadura L y/o en el entorno de la línea de soldadura L), coincide esencialmente con el campo alterno magnético H de la antena de inducción 10 según la figura 1, con la diferencia esencial de que en el caso de la antena de inducción 10A según la figura 2, el campo alterno magnético generado por la corriente alterna I entre la sección de la línea de soldadura L, que se extiende entre los elementos de sujeción P1 y P2, está en fase opuesta (es decir, orientado en sentido opuesto) al campo alterno magnético en la sección de la línea de soldadura L que se extiende entre los elementos de sujeción P2 y P3.

Como se puede observar en la figura 2, el conductor 11A comprende varias secciones longitudinales que se extienden en el plano de soldadura LE de tal modo que el conductor 11A forma dos bucles dispuestos uno al lado de otro, estando dispuesto uno de estos bucles en un espacio intermedio Z1 entre los elementos de sujeción P1 y P2 y estando dispuesto el otro de estos bucles en un espacio intermedio Z2 entre los elementos de sujeción P2 y P3 y estando orientada la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en uno de estos bucles en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en el otro de estos bucles. El conductor 11A comprende en particular una primera sección 11A-1 que se extiende en el plano de soldadura LE en el espacio intermedio Z1 entre los elementos de sujeción P1 y P2, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro, esencialmente en línea recta y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L. El conductor 11A comprende también una segunda sección 11A-2 que se extiende en el espacio intermedio Z2 entre los elementos de sujeción P2 y P3, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro, esencialmente en línea recta y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L. Como se puede observar en la figura 2, las secciones 11A-1 y 11A-2 están conectadas en serie de modo que la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-1 está orientada en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-2, es decir, la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-1 está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-2. Dado que la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-1 está en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-2, es decir, la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-2 está en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-1.

de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 11A-2, el campo alterno magnético H1, que la corriente alterna eléctrica I genera en la sección de la línea de soldadura L que se extiende entre los elementos de sujeción P1 y P2, está orientado respectivamente en sentido opuesto al campo alterno magnético H2 que la corriente alterna eléctrica I genera en la sección de la línea de soldadura L que se extiende entre los elementos de sujeción P2 y P3.

5 Por tanto, el campo alterno magnético en el caso de la antena de inducción 10A en correspondencia con la invención está en fase opuesta en al menos una sección de la línea de soldadura L respecto al campo alterno magnético en al menos otra sección de la línea de soldadura L. El campo alterno magnético en la línea de soldadura tanto en la zona entre los elementos de sujeción P1 y P2 como en la zona entre los elementos de sujeción P2 y P3 respectivamente está orientado esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L y en paralelo a la superficie 1-1 de la célula solar 1 (o en perpendicular al plano de soldadura LE) (no representado en la figura 2).

En la figura 2 están representadas varias líneas de campo para la respectiva intensidad de campo del campo alterno magnético H1 que la corriente alterna I genera en el entorno de la sección 11A-1 del conductor 11 en la zona situada entre los elementos de sujeción P1 y P2 en un entorno de la línea de soldadura L, estando dibujadas en las respectivas líneas de campo flechas que indican la dirección actual de la intensidad de campo del campo alterno magnético H1 a lo largo de la respectiva línea de campo. Por consiguiente, en la figura 2 están representadas varias

15 líneas de campo para la respectiva intensidad de campo del campo alterno magnético H2 que la corriente alterna I genera en el entorno de la sección 11A-2 del conductor 11 en la zona situada entre los elementos de sujeción P2 y P3 en un entorno de la línea de soldadura L, estando dibujadas en las respectivas líneas de campo flechas que indican la dirección actual de la intensidad de campo del campo alterno magnético H2. Como muestra la figura 2, las

20 líneas de campo de los campos alternos magnéticos H1 y H2 tienen en un entorno de la línea de soldadura L esencialmente el mismo desarrollo, presentando los campos alternos magnéticos H1 y H2, en correspondencia con las flechas dibujadas en las líneas de campo para indicar la dirección actual de la intensidad de campo, direcciones opuestas entre sí y estando, por tanto, en fase opuesta uno respecto a otro.

Como se puede observar en la figura 2, las líneas de campo de los campos alternos magnéticos H1 y H2 intersecan 25 la superficie 1-1 de la célula solar 1 tanto en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3" como en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' y generan, por consiguiente, un flujo magnético a través de la superficie 1-1, que varía como función del tiempo en correspondencia con la respectiva frecuencia de la corriente alterna eléctrica I. Por tanto, en el caso de la antena de inducción 10A, los campos alternos magnéticos H1 y H2 pueden

30 generar en la célula solar 1 tanto en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3" como en la zona entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' por inducción electromagnética tensiones eléctricas y, por consiguiente, corrientes eléctricas que circulan en la célula solar 1 también por fuera de la barra colectora eléctrica 3 (corrientes parásitas, corrientes alternas eléctricas secundarias). Con el fin de simplificar, esto aparece representado de manera esquemática en la figura 2 solo para aquella parte de la célula solar 1 que se extiende esencialmente desde la barra colectora eléctrica 3 hasta la barra colectora eléctrica 3' y comprende las barras colectoras eléctricas 3 y 3'.

35 En la figura 2, el signo FS1 identifica una superficie esencialmente rectangular en la superficie 1-1 de la célula solar 1 que, por una parte, está delimitada por las barras colectoras eléctricas 3 y 3' y que, por la otra parte, se extiende en dirección de la línea de soldadura L a partir del borde 1' de la célula solar 1 en una distancia igual a la mitad de la longitud de la barra colectora eléctrica 3. Por tanto, el signo FS2 identifica una superficie esencialmente rectangular 40 en la superficie 1-1 de la célula solar 1 que, por una parte, está delimitada por las barras colectoras eléctricas 3 y 3' y que, por la otra parte, se extiende en dirección de la línea de soldadura L a partir del borde 1" de la célula solar 1 en una distancia igual a la mitad de la longitud de la barra colectora eléctrica 3. Por consiguiente, las superficies FS1 y FS2 tienen la misma área que asciende a 50 % del área de la superficie FS según la figura 1.

Dado que los campos alternos magnéticos H1 y H2 están en fase opuesta entre sí, el campo alterno magnético H1 genera 45 en la célula solar 1 en la zona de la superficie FS1 respectivamente mediante inducción electromagnética tensiones eléctricas que están en fase opuesta a las tensiones eléctricas inducidas por el campo alterno magnético H2 en la zona de la superficie FS2.

Por consiguiente, los campos alternos magnéticos H1 y H2 generan en la zona de las superficies FS1 y FS2 respectivamente corrientes parásitas Iw con direcciones de flujo de corriente diferentes (en dependencia de la dirección del respectivo campo alterno H1 o H2). Cada uno de los campos alternos magnéticos H1 y H2 genera 50 también en la zona de las superficies FS1 y FS2 respectivamente corrientes alternas eléctricas secundarias, circulando las corrientes alternas eléctricas secundarias, generadas por el campo alterno magnético H1, y las corrientes alternas eléctricas secundarias, generadas por el campo alterno magnético H1, de manera separada espacialmente en zonas contiguas de la célula solar 1.

55 Las corrientes alternas eléctricas secundarias, que induce el campo alterno magnético H1 de la antena de inducción 10A, se identifican a continuación con IS1. Por consiguiente, las corrientes alternas eléctricas secundarias, que induce el campo alterno magnético H2 de la antena de inducción 10A, se identifican a continuación con IS2. Para simplificar, en la figura 2 están representadas esquemáticamente solo las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 o IS2 que circulan en las barras colectoras eléctricas 3, 3' y/o en las cintas 5, 5' y en la zona de la célula solar 1 que se extiende entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'. En la figura 2 están representados tramos de corriente 60 de estas corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 o IS2 mediante líneas provistas de flechas, indicando las respectivas flechas la dirección de flujo de corriente actual de la respectiva corriente alterna eléctrica secundaria IS1

o IS2.

Como se puede observar en la figura 2, la dirección de flujo de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 es tal que las corrientes alternas eléctricas IS1 generan respectivamente un campo alterno magnético HS1 que compensa al menos parcialmente el campo alterno magnético H1 en la zona de la superficie

5 FS1 (la dirección respectiva del campo magnético HS1 se indica en la figura 1 mediante una flecha correspondiente). Por consiguiente, la dirección de flujo de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS2 es tal que las corrientes alternas eléctricas IS2 generan respectivamente un campo alterno magnético HS2 que compensa al menos parcialmente el campo alterno magnético H2 en la zona de la superficie 10 FS2 (la dirección respectiva del campo magnético HS2 se indica en la figura 2 mediante una flecha correspondiente).

Como se puede observar en la figura 2, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1, en correspondencia con la distribución espacial del campo alterno magnético H1 en la zona de la superficie FS1, se conducen en tramos de corriente cerrados en forma de anillo, que se extienden esencialmente a lo largo del borde exterior de la superficie 15 FS1. Por el contrario, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS2, en correspondencia con la distribución espacial del campo alterno magnético H2 en la zona de la superficie FS2, se conducen en tramos de corriente cerrados en forma de anillo, que se extienden esencialmente a lo largo del borde exterior de la superficie FS2.

Por consiguiente, los tramos de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 se extienden a través de: una sección de la cinta 5 que se extiende entre los elementos de sujeción P1 y P2 y/o una sección de la barra colectora eléctrica 3 que se extiende entre los elementos de sujeción P1 y P2; una o varias pistas conductoras 4 que están dispuestas en el borde 1' o cerca del borde 1' y se extienden entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'; una sección de la cinta 5' y/o una sección de la barra colectora eléctrica 3'; una o varias pistas conductoras 4 que están dispuestas cerca del elemento de sujeción P2 y se extienden en este punto entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'.

Por el contrario, los tramos de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS2 se extienden a través de: una sección de la cinta 5 que se extiende entre los elementos de sujeción P2 y P3 y/o una sección de la barra colectora eléctrica 3 que se extiende entre los elementos de sujeción P2 y P3; una o varias pistas conductoras 4 que están dispuestas en el borde 1" o cerca del borde 1" y se extienden entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'; una sección de la cinta 5' y/o una sección de la barra colectora eléctrica 3'; una o varias pistas conductoras 4 que están dispuestas cerca del elemento de sujeción P2 y se extienden en este punto entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'.

Como se puede observar en la figura 2, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 circulan a lo largo de la cinta 5 o de la barra colectora eléctrica 3 en distintas secciones respectivamente de la cinta 5 o de la barra colectora eléctrica 3 de modo que la dirección de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 está orientada en sentido opuesto a la dirección de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS2. Por consiguiente, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 circulan a lo largo de la cinta 5' o de la barra colectora eléctrica 3' en distintas secciones respectivamente de la cinta 5' o de la barra colectora eléctrica 3' de modo que la dirección de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 está orientada en sentido opuesto a la dirección de corriente actual de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS2.

40 Como se puede observar también en la figura 2, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 circulan, sin embargo, en aquellas pistas conductoras 4 que están dispuestas cerca del elemento de sujeción P2 y que se extienden en este punto entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3', en cada caso en la misma dirección y, por tanto, están en la misma fase en estas pistas conductoras. Como resultado de esto, en aquellas pistas conductoras 4, que están dispuestas cerca del elemento de sujeción P2 y que se extienden en este punto entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3', se produce un flujo de corriente entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3' con una intensidad de corriente igual a la suma de las respectivas intensidades de campo de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2.

A diferencia de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS que se pueden generar con la antena de inducción 10 del dispositivo de soldadura 8 según la figura 1, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2, inducidas con la antena de inducción 10A, generan, por consiguiente, una potencia calorífica no solo en la barra colectora eléctrica 3, en la barra colectora eléctrica 3' y/o en la cinta 5 y/o en la cinta 5' y en pistas conductoras 4 que se extienden por el borde 1' o el borde 1" de la célula solar 1. Las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 generan adicionalmente una potencia calorífica en aquellas pistas conductoras 4 que están dispuestas cerca del elemento de sujeción P2 y que se extienden en este punto entre las barras colectoras eléctricas 3 y 3'. A partir de esto se obtiene, entre otros, un calentamiento adicional de la cinta 5 cerca del elemento de sujeción P2.

Dado que las pistas conductoras 4 presentan, por lo general, una resistencia eléctrica relativamente grande y las corrientes alternas eléctricas secundarias IS (en el caso de la antena de inducción 10) o IS1 e IS2 (en el caso de la antena de inducción 10A) pueden generar una potencia calorífica relativamente grande en particular en las respectivas pistas conductoras 4, las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 tienen entonces

(ventajosamente) en el caso de la antena de inducción 10A el efecto de que la potencia calorífica, generada por las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2, está distribuida espacialmente de manera más uniforme por todas la superficie 1-1 o todo el volumen de la célula solar 1 (en comparación con la distribución espacial de la potencia calorífica que las corrientes alternas eléctricas secundarias IS generan en el caso de la antena de inducción 10 en la célula solar 1).

En relación con la intensidad de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2, inducibles mediante la antena de inducción 10A, cabe señalar también que la intensidad de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 está reducida, por lo general, en comparación con la intensidad de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1, inducibles mediante la antena de inducción 10A (en este sentido se supone que el valor de las intensidades de campo de los campos alternos H, H1 y H2 es idéntico en la línea de soldadura L respectivamente).

Esta reducción se basa, entre otros, en que el campo alterno magnético H en el caso de la antena de inducción 10 puede generar a lo largo de los respectivos tramos de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS mediante inducción electromagnética una tensión eléctrica mayor que la tensión eléctrica que el campo alterno magnético H1 puede generar a lo largo de los respectivos tramos de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 o que el campo alterno magnético H2 puede generar a lo largo de los respectivos tramos de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS2 mediante inducción electromagnética en el caso de la antena de inducción 10A. Esto se debe a que en el caso de la antena de inducción 10, el campo alterno magnético H genera en la superficie FS un flujo magnético mayor que el flujo magnético que el campo alterno magnético H1 genera en la superficie FS1 o que el campo alterno magnético H2 genera en la superficie FS2 en el caso de la antena de inducción 10A. La medida de esta reducción de las intensidades de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 depende aquí de las resistencias eléctricas de secciones individuales de los respectivos tramos de corriente (por ejemplo, las respectivas resistencias eléctricas de las barras colectoras eléctricas 3 o 3', de las cintas 5 o 5' y de las pistas conductoras 4). Las intensidades de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 pueden estar reducidas, por ejemplo, respecto a la intensidad de corriente de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS, aproximadamente en un factor 2 (por ejemplo, cuando la resistencia eléctrica de las pistas conductoras 4 es relativamente grande en comparación con las resistencias eléctricas de las barras colectoras eléctricas 3 o 3' y/o de las cintas 5 o 5'). A partir de esto se obtiene asimismo una reducción (por ejemplo, en un factor 2) de toda la potencia calorífica que las corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 generan en la célula solar 1 (en comparación con la potencia calorífica de las corrientes alternas eléctricas secundarias IS en el caso de la antena de inducción 10).

Los datos, mencionados arriba, sobre las ventajas de la antena de inducción 10A se basan en la suposición de que en dos secciones de la línea de soldadura L (dispuestas una detrás de otra a lo largo de la línea de soldadura L) están presentes respectivamente dos campos alternos magnéticos (H1 y H2 en el ejemplo según la figura 2) que están en fase opuesta entre sí, extendiéndose cada uno de estos campos alternos magnéticos a lo largo de la línea de soldadura por una sección de la línea de soldadura, cuya longitud es igual a la mitad de la longitud de la barra colectora eléctrica. Las ventajas mencionadas (una distribución más uniforme de la potencia calorífica, generada por las corrientes alternas secundarias inducidas respectivamente, en la célula solar, una reducción de toda la potencia calorífica de las corrientes alternas secundarias inducidas respectivamente) se pueden implementar incluso en mayor medida mediante una antena de inducción que, en vez de los dos campos alternos H1 y H2 generables mediante la antena de inducción 10A, genera respectivamente tres o más de tres campos alternos magnéticos distintos en una fila de tres o más de tres secciones de la línea de soldadura L, dispuestas una detrás de otra, de tal modo que los campos alternos magnéticos en dos de las secciones de la línea de soldadura L respectivamente, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila, están en fase opuesta entre sí. Una antena de inducción de este tipo puede estar diseñada, por ejemplo, de manera que genera n campos alternos magnéticos distintos (con $n > 2$) en n secciones distintas de la línea de soldadura, pudiendo presentar, por ejemplo, cada una de estas secciones de la línea de soldadura una longitud que es igual solo a $1/n$ veces la longitud de la barra colectora eléctrica 3. Los campos alternos magnéticos de esta antena de inducción inducen en total, en vez de las dos corrientes alternas eléctricas secundarias IS1 e IS2 inducibles mediante la antena de inducción 10A en la célula solar, n corrientes alternas eléctricas secundarias, estando limitada cada una de estas corrientes alternas eléctricas secundarias a una zona de la célula solar que se extiende solo a lo largo de una de las secciones de la línea de soldadura L, en la que está presente uno de los campos alternos magnéticos. La potencia calorífica, generada por las corrientes alternas secundarias inducidas, está distribuida, por tanto, de manera más uniforme en la célula solar mientras mayor es la cantidad n de campos alternos magnéticos y, por tanto, mientras menor es la longitud de las respectivas secciones de la línea de soldadura. Por consiguiente, se puede implementar una reducción de toda la potencia calorífica de las corrientes alternas secundarias inducidas respectivamente, que es mayor mientras mayor es la cantidad n de campos alternos magnéticos o mientras menor es la longitud de las respectivas secciones de la línea de soldadura.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de un dispositivo de soldadura 15, según la invención, en combinación con tres células solares 1 que están dispuestas una detrás de otra en una fila y que presentan respectivamente tres barras colectoras eléctricas 3 en una superficie 1-1 configurada en el lado delantero de la célula solar. Este dispositivo de soldadura 15 tiene la función de unir respectivamente dos de las células solares 1 mediante una de las

cintas representadas 5. Con este fin, una sección de la respectiva cinta 5 se ha de soldar en una superficie 1-2 en el lado trasero de una de las células solares 1 a unir entre sí y otra sección de la cinta 5 se ha de soldar en una de las barras colectoras eléctricas 3 en la superficie 1-1 de la otra de las células solares 1 a unir entre sí. En la figura 1, cada una de las barras colectoras eléctricas 3 de las células solares 1 centrales y derechas, representadas en la figura, están cubiertas respectivamente con una de las cintas 5 y, por consiguiente, no son visibles. El dispositivo de soldadura 15 comprende en el presente ejemplo varias sujetaciones N para sujetar una cinta 5 en una superficie de una de las barras colectoras eléctricas 3 y una antena de inducción 20 para generar campos alternos magnéticos. La antena de inducción 20 se puede mover aquí (con un dispositivo no representado) respecto a las células solares 1 para posibilitar un posicionamiento adecuado de la antena de inducción 20. Cada una de las sujetaciones N comprende en el presente ejemplo un elemento de sujeción P en forma de una espiga, que se extiende en perpendicular a la superficie 1-1 de la célula solar 1, y una masa M, sirviendo la masa N para cargar el elemento de sujeción P y para ejercer así una fuerza orientada en perpendicular a la superficie 1-1 sobre el elemento de sujeción P.

La antena de inducción 20 del dispositivo de soldadura 15 según la figura 3 se puede implementar según la invención en una pluralidad de variantes. Por consiguiente, con referencia a las figuras 4-47 se explican a continuación al menos seis formas de realización distintas del dispositivo de soldadura 15 que se diferencian en particular por el hecho de que comprenden respectivamente distintas antenas de inducción que están configuradas según la invención y que se pueden considerar como posibles realizaciones o variantes de la antena de inducción 20 según la figura 3. Las distintas formas de realización del dispositivo de soldadura 15 pueden comprender también, en dependencia del diseño de la antena de inducción, distintas formas de realización de elementos de sujeción (en vez de las sujetaciones N o de los elementos de sujeción P según la figura 3). Las antenas de inducción, mostradas en las figuras 4-47, se identifican a continuación con 20A, 20B, 20C, 20D, 20E o 20F.

Las antenas de inducción 20A-20F están configuradas respectivamente (en el sentido de ejemplos) para generar campos alternos magnéticos en una fila de más de dos secciones de la línea de soldadura, dispuestas una detrás de otra, de tal modo que los campos alternos magnéticos están en fase opuesta respectivamente entre sí en dos de las secciones de la línea de soldadura L, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila.

Las figuras 4-17 muestran el dispositivo de soldadura 15 (en una primera variante) con una antena de inducción 20A.

La figura 4 muestra el dispositivo de soldadura 15, incluyendo la antena de inducción 20A y once elementos de sujeción P1-P11 en combinación con una célula solar 1, habiéndose puesto en contacto una barra colectora eléctrica 3, dispuesta en la superficie 1-1 de la célula solar 1, con una cinta 5 que se extiende en la dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. En la figura 4 está representada también la línea de soldadura L en forma de una recta matemática. Como se puede observar, la línea de soldadura L se extiende en una superficie, dirigida hacia la cinta 5, de la barra colectora eléctrica 3 en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. En la figura 4 está representado adicionalmente un plano de soldadura LE, es decir, un plano que se extiende esencialmente en perpendicular a la superficie 1-1 de la célula solar 1 y en el que está situada la línea de soldadura L. Los elementos de sujeción P1-P11 están dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L y se extienden en el presente ejemplo en el plano de soldadura LE esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L. Los elementos de sujeción P1-P11 están configurados aquí respectivamente como espigas alargadas (por ejemplo, cilíndricas) y se pueden mover en cada caso esencialmente en perpendicular a la superficie 1-1 de la célula solar 1 para posibilitar una sujeción de la cinta 5 sobre una superficie de la barra colectora eléctrica 3.

La barra colectora eléctrica 3 y la cinta 5 pueden tener, por ejemplo, una anchura de 1-3 mm (en paralelo a la superficie 1-1 de la célula solar 1). Los elementos de sujeción P1-P11 pueden presentar, por ejemplo, un diámetro de 3 mm y pueden estar dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que la distancia entre dos de los elementos de sujeción P1-P11, dispuestos directamente uno detrás de otro en la fila, es igual, por ejemplo, a 8-24 mm.

Como muestra también la figura 4, la antena de inducción 20A comprende un tramo de corriente 21A, que se extiende a lo largo de la línea de soldadura L, para una corriente alterna eléctrica I, conduciéndose la corriente alterna eléctrica I a lo largo del tramo de corriente 21A de modo que genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura L y/o en un entorno de la línea de soldadura L. En el presente ejemplo, el tramo de corriente 21A está configurado respectivamente por secciones en un primer cuerpo sólido conductor de electricidad 30 y en un segundo cuerpo sólido conductor de electricidad 40 (lo que se explica en detalle a continuación en relación con las figuras 5-10 y 14-15), extendiéndose los cuerpos sólidos 30 y 40, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro LS, a lo largo de la línea de soldadura L y conduciendo secciones individuales de los cuerpos sólidos 30 y 40 la corriente alterna eléctrica I a lo largo de la línea de soldadura L. Por consiguiente, los cuerpos sólidos 30 y 40 (y, por tanto, secciones individuales de los cuerpos sólidos 30 y 40) forman respectivamente distintas secciones del tramo de corriente 21A.

Para la generación de la corriente alterna eléctrica I está previsto según la figura 4 un generador 9 (en correspondencia con el generador 9 según las figuras 1 y 2). La corriente alterna eléctrica I (de alta frecuencia), generada por el generador 9, se puede acoplar mediante dos conexiones eléctricas (identificadas con los signos de

referencia 110 o 112 en la figura 4) al tramo de corriente 21A (o a los cuerpos sólidos 30 y 40) o desacoplar del tramo de corriente 21A (o de los cuerpos sólidos 30 y 40). En la figura 4, las flechas provistas del signo de referencia I indican respectivamente la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en un momento determinado (seleccionado de manera arbitraria). En la representación según la figura 4, la conexión eléctrica, identificada con el signo de referencia 110, tiene actualmente la función de un "elemento de acoplamiento de corriente" que acopla la corriente al tramo de corriente 21A en dirección de la dirección de flujo de corriente indicada. Por consiguiente, en la representación según la figura 4, la conexión eléctrica identificada con el número de referencia 112 tiene actualmente la función de un "elemento de desacoplamiento de corriente" que desacopla la corriente del tramo de corriente 21A en dirección de la dirección de flujo de corriente indicada. Dado que la dirección de flujo de corriente, que presenta la corriente alterna I actualmente en determinadas secciones del tramo de corriente 21A, es relevante respecto a la dirección de los campos alternos magnéticos generados por la corriente alterna eléctrica I, se deben usar a continuación para una mejor comprensión los términos "elemento de acoplamiento de corriente 110" o "elemento de desacoplamiento de corriente 112", en correspondencia con las direcciones de flujo de corriente actuales, representadas en las figuras 4-17, de la corriente alterna I en las conexiones identificadas con 110 o 112 (aunque la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I se invierte periódicamente como función del tiempo, de modo que en otro momento, la conexión identificada con 110 puede asumir la función de un "elemento de desacoplamiento de corriente" y la conexión identificada con 112 puede asumir la función de un "elemento de acoplamiento de corriente").

Como muestra también la figura 4, el dispositivo de soldadura 15 puede comprender un dispositivo de enfriamiento (opcional) para enfriar los cuerpos sólidos conductores de electricidad 30 y 40: En la figura 4 están representados un primer cuerpo de enfriamiento 60 y un segundo cuerpo de enfriamiento 70. El primer cuerpo de enfriamiento 60 y el segundo cuerpo de enfriamiento 70 se extienden a una distancia entre sí respectivamente en la dirección longitudinal de la línea de soldadura L, estando dispuestos los cuerpos sólidos 30 y 40 entre estos cuerpos de enfriamiento 50 y 70 de modo que zonas individuales de los cuerpos sólidos 30 y 40 quedan en contacto térmico con uno de los cuerpos de enfriamiento 60 o 70. Otros detalles del dispositivo de enfriamiento (opcional) se explican a continuación.

Según la figura 4, en la antena de inducción 20A están configurados en total once canales (continuos) K1-K11 que se extienden en el plano de soldadura LE en cada caso esencialmente en vertical a la línea de soldadura L, estando dispuesto en cada uno de los canales K1-K11 uno de los elementos de sujeción P1-P11, de modo que cada uno de los elementos de sujeción P1-P11 se guía en uno de los canales K1-K11. Como muestra también la figura 4, los elementos de sujeción P1-P11 están dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de modo que entre dos de los elementos de sujeción P1-P11 respectivamente, dispuestos directamente uno detrás de otro en la fila, queda configurado un espacio intermedio: Cada uno de estos espacios intermedios está identificado en la figura 4 mediante una flecha doble (que se extiende entre dos de los elementos de sujeción P1-P11 respectivamente) y un signo de referencia Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9 o Z10 (por tanto, en este caso están presentes diez espacios intermedios distintos Z1-Z10, dispuestos a lo largo de la línea de soldadura L).

Cada uno de estos espacios intermedios Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9 o Z10 está en correspondencia con exactamente una de diez secciones en total de la línea de soldadura L, identificándose estas secciones a continuación con L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9 o L10 y estando dispuestas sucesivamente en este orden en una fila, como aparece representado en la figura 14. Los extremos de cada una de las secciones mencionadas L1-L10 de la línea de soldadura L están definidos en el presente caso mediante puntos de intersección de los ejes longitudinales de los elementos de sujeción P1-P11 con la línea de soldadura L: El elemento de sujeción P1 está posicionado, por ejemplo, en un extremo de la sección L1 de la línea de soldadura y el elemento de sujeción P2 está posicionado en el otro extremo de la sección L1, de modo que la sección longitudinal L1 de la línea de soldadura L se extiende a través del espacio intermedio Z1, pero no a través de los espacios intermedios restantes Z2-Z10. Por consiguiente, el elemento de sujeción P2 está posicionado en un extremo de la sección L2 de la línea de soldadura y el elemento de sujeción P3 está posicionado en el otro extremo de la sección L2, de modo que la sección longitudinal L2 de la línea de soldadura L se extiende a través del espacio intermedio Z2, pero no a través de los espacios intermedios restantes Z1 y Z3-Z10. Cada una de las secciones longitudinales restantes L3-L10 se extiende de manera análoga entre dos de los elementos de sujeción P3-P11 respectivamente, que están dispuestos directamente uno detrás de otra a lo largo de la línea de soldadura L, y se extiende, por tanto, a través de uno de los espacios intermedios Z3-Z10 respectivamente (figuras 4 y 14).

La corriente alterna I se conduce en el tramo de corriente 21A de la antena de inducción 20A a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que genera en las distintas secciones L1-L10 de la línea de soldadura L o en los espacios intermedios Z1-Z10 campos alternos magnéticos que se identifican a continuación con H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 o H10: El signo "Hi" (con i=1-10) identifica el campo alterno magnético que está presente en la sección "Li" de la línea de soldadura L o en el espacio intermedio "Zi" (con i=1-10 respectivamente).

En la figura 4, las flechas, identificadas con H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 o H10, indican en cada caso la dirección de la intensidad de campo de los campos alternos magnéticos H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 o H10 en las distintas secciones L1-L10 de la línea de soldadura L (para un lugar en la línea de soldadura respectivamente y para la dirección de flujo de corriente actual indicada de la corriente alterna I respectivamente). Como se puede observar, cada uno de los campos alternos magnéticos H1-H10 está orientado en la línea de soldadura L

esencialmente en perpendicular al plano de soldadura LE y en perpendicular a la línea de soldadura L. Los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9 presentan la misma dirección en las secciones L1, L3, L5, L7 y L9 respectivamente y, por tanto, están en la misma fase entre sí. Por el contrario, los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10 en las secciones L2, L4, L6, L8 y L10 están orientados en sentido opuesto a los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9, de modo que los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9 en las secciones L1, L3, L5, L7 y L9 respectivamente están en fase opuesta a los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10 en las secciones L2, L4, L6, L8 y L10.

Con referencia a las figuras 5-15 se explican a continuación detalles constructivos del tramo de corriente 21A de la antena de inducción 20A.

La figura 5 muestra componentes individuales de la antena de inducción 20A según la figura 4 en una representación despiezada, estando separados entre sí los respectivos componentes en una dirección en perpendicular al plano de soldadura LE. Como se puede observar, la antena de inducción 20A comprende de manera adicional al primer cuerpo sólido conductor de electricidad 30, al segundo cuerpo sólido conductor de electricidad 40, al primer cuerpo de enfriamiento 60 y al segundo cuerpo de enfriamiento 70, entre otros, dos cuerpos de aislamiento 90 que están fabricados de un material aislante de electricidad. Uno de estos cuerpos de aislamiento 90 está dispuesto entre el primer cuerpo de enfriamiento 60 y el cuerpo sólido conductor de electricidad 30 para producir un aislamiento eléctrico entre el primer cuerpo de enfriamiento 60 y el cuerpo sólido conductor de electricidad 30. El otro de estos cuerpos de aislamiento 90 está dispuesto entre el segundo cuerpo de enfriamiento 70 y el cuerpo sólido conductor de electricidad 40 para producir un aislamiento eléctrico entre el segundo cuerpo de enfriamiento 70 y el cuerpo sólido conductor de electricidad 40. Como se puede observar también en la figura 5, la antena de inducción 20A según la figura 4 comprende además varios cuerpos de aislamiento 80 que están dispuestos (distribuidos a lo largo de la línea de soldadura L) entre los cuerpos sólidos conductores de electricidad 30 y 40 para producir un aislamiento eléctrico entre estos cuerpos sólidos 30 y 40.

Como se puede observar también en la figura 5, la antena de inducción 20A según la figura 4 comprende medios de fijación 100 que sirven para unir mecánicamente entre sí los cuerpos sólidos conductores de electricidad 30 y 40, el primer cuerpo de enfriamiento 60, el segundo cuerpo de enfriamiento 70 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 y sujetarlos de tal modo que la antena de inducción 20A forma una unidad que se puede sujetar en su conjunto en una posición predefinida respecto a la línea de soldadura L. La antena de inducción 20A comprende también un (primer) elemento de cortocircuito 101 que sirve para crear una unión eléctrica entre el primer cuerpo de enfriamiento 60 o el primer elemento de acoplamiento de corriente 110 y el cuerpo sólido 30. La antena de inducción 20A comprende también uno o varios (segundos) elementos de cortocircuito 102 que sirven para crear una unión eléctrica entre el cuerpo sólido 30 y el cuerpo sólido 40. La antena de inducción 20A comprende adicionalmente al menos un (tercer) elemento de cortocircuito 103 que sirve para crear una unión eléctrica entre el segundo cuerpo de enfriamiento 70 o el elemento de desacoplamiento de corriente 112 y el cuerpo sólido 40.

Los medios de fijación 100 y los elementos de cortocircuito 101, 102, 103 están diseñados como tornillos en el presente ejemplo. Naturalmente, los medios de fijación 100 y los elementos de cortocircuito 101, 102 y 103 se pueden sustituir en cada caso por otros medios con un funcionamiento adecuado (por ejemplo, remaches). Con el fin de poder posicionar correctamente los medios de fijación 100 durante un montaje de la antena de inducción 20A, el primer cuerpo de enfriamiento 60, el segundo cuerpo de enfriamiento 70, el cuerpo sólido 30, el cuerpo sólido 40 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 presentan taladros dispuestos de manera correspondiente, en los que se pueden insertar los respectivos medios de fijación 100 (los taladros de este tipo están identificados en la figura 5 con los números de referencia 32, 42, 62, 72, 82 o 92). Por consiguiente, el primer cuerpo de enfriamiento 60, el segundo cuerpo de enfriamiento 70, el cuerpo sólido 30, el cuerpo sólido 40 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 presentan taladros dispuestos adecuadamente, en los que se pueden insertar los elementos de cortocircuito 101, 102 y 103 para poder crear las uniones eléctricas mencionadas en la figura 5 (los taladros de este tipo para el elemento de cortocircuito 101 están identificados con los números de referencia 33, 43, 63, 73 o 93, los taladros para el elemento de cortocircuito 102, con los números de referencia 34, 44, 64, 74, 84 o 94 y los taladros para el elemento de cortocircuito 103, con los números de referencia 35, 45, 65, 75, 85 o 95).

Cuando todas las partes, visibles en la figura 5, de la antena de inducción 20A están ensambladas de manera que configuran una antena de inducción 20A (operativa) en la forma representada en la figura 4, los elementos de cortocircuito 101, 102 y 103 garantizan una unión eléctrica continua para la corriente alterna I entre el elemento de acoplamiento de corriente 110 y el elemento de desacoplamiento de corriente 112 en el (primer) cuerpo sólido conductor de electricidad 30 y el (segundo) cuerpo sólido conductor de electricidad 40, estando conectadas eléctricamente en serie secciones de los cuerpos sólidos 30 y 40 respectivamente. Los elementos de cortocircuito 101, 102 y 103 se pueden considerar, por tanto, como componentes del tramo de corriente 21A. Esto último se explica en detalle en relación con las figuras 12-15.

La figura 6 muestra en cada caso por separado el (primer) cuerpo sólido conductor de electricidad 30 y el (segundo) cuerpo sólido conductor de electricidad 40 de la antena de inducción 20A (desde una perspectiva diferente a la figura 5). Como se puede observar, el cuerpo sólido 30 presenta en total once entalladuras alargadas 30-1, 30-2, 30-3, 30-4, 30-5, 30-6, 30-7, 30-8, 30-9, 30-10, 30-11 que están dispuestas una detrás de otra en una fila y se extienden en paralelo entre sí. Por consiguiente, el cuerpo sólido 40 presenta en total once entalladuras alargadas 40-1, 40-2,

- 40-3, 40-4, 40-5, 40-6, 40-7, 40-8, 40-9, 40-10, 40-11 que están dispuestas una detrás de otra en una fila y se extienden en paralelo entre sí. Cuando los cuerpos sólidos 30 y 40 de la antena de inducción 20A están dispuestos de manera que quedan situados uno respecto a otro y respecto a los elementos de sujeción P1-P11 en la disposición representada en la figura 4, una de las entalladuras 30-1, 30-2, 30-3, 30-4, 30-5, 30-6, 30-7, 30-8, 30-9, 30-10, 30-11, configuradas en el cuerpo sólido 30, forma uno de los canales K1-K11 junto con una de las entalladuras 40-1, 40-2, 40-3, 40-4, 40-5, 40-6, 40-7, 40-8, 40-9, 40-10, 40-11, configuradas en el cuerpo sólido 40 respectivamente. Como muestra una comparación entre la figura 4 y 6, las entalladuras 30-1 y 40-1, por ejemplo, forman el canal K1 para el elemento de sujeción P1 y las entalladuras 30-i y 40-i forman el canal Ki para el elemento de sujeción Pi, siendo i=2-11.
- 10 Las figuras 7 y 8 muestran los cuerpos sólidos 30 y 40 por separado en cada caso en una disposición respecto a la línea de soldadura L, que es idéntica a la disposición de los cuerpos sólidos 30 y 40 según la figura 4. La figura 7 muestra el cuerpo sólido 30 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 4) y la figura 8 muestra el cuerpo sólido 40 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 4). Como se puede observar en las figuras 7 y 8, los cuerpos sólidos 30 y 40 se extienden esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L y están separados de la línea de soldadura L en cada caso por un entrehierro LS. Para posibilitar una comparación entre la disposición del cuerpo sólido 30 según la figura 7 y la disposición del cuerpo sólido 40 según la figura 8, se han marcado tanto en la figura 7 como en la figura 8 las posiciones espaciales de los respectivos espacios intermedios Z1-Z11 (como está definido en la figura 4), por lo que a partir de las figuras 7 y 8 se puede inferir la disposición relativa de los cuerpos sólidos 30 y 40 respecto a los elementos de sujeción P1-P11 y de las secciones L1-L10 de la línea de soldadura (como está definido en la figura 14).
- 15 Los cuerpos sólidos 30 y 40 tienen la función de conducir la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura L a través de los distintos espacios intermedios Z1-Z10 a una distancia de la línea de soldadura L que varía a lo largo de la línea de soldadura L.
- 20 25 Como muestra la figura 7, el cuerpo sólido 30 se puede considerar como una disposición lineal de once secciones distintas, unidas entre sí, que están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L y se extienden a través de distintos espacios intermedios Z1-Z10 a diferentes distancias D1 o D2 (con D2>D1) respecto a la línea de soldadura L.
- 30 35 A continuación se deben diferenciar dos grupos distintos de secciones del cuerpo sólido 30 que se diferencian por su distancia respecto a la línea de soldadura L y por su función: un “primer grupo” de secciones del cuerpo sólido 30 comprende cinco secciones identificadas en la figura 7 con 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 o 30-A5; un “segundo grupo” de secciones del cuerpo sólido 30 comprende seis secciones identificadas en la figura 7 con 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6.
- 40 45 Para identificar las zonas del cuerpo sólido 30 que se han de entender en este sentido como una de las secciones mencionadas, cada una de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 está encerrada en la figura 7 en un rectángulo formado por una línea interrumpida (para delimitar las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 respecto a las secciones restantes del cuerpo sólido 30). Las líneas de intersección entre los rectángulos representados en la figura 7 y el cuerpo sólido 30 deben identificar en cada caso límites virtuales entre las respectivas secciones del cuerpo sólido 30. Para una mejor comprensión, la figura 9 muestra una representación del cuerpo sólido 30, en la que las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 están separadas de las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 (respectivamente a lo largo de las líneas discontinuas, indicadas en la figura 9) y desplazadas respecto a las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 en dirección de la línea de soldadura L (en comparación con la representación del cuerpo sólido 30 en la figura 7).
- 50 55 Como se puede observar en las figuras 7 y 9, las distintas secciones del cuerpo sólido 30 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que en una dirección predefinida a lo largo de la línea de soldadura L, una sección perteneciente al primer grupo de secciones del cuerpo sólido 30 y una sección perteneciente al segundo grupo de secciones del cuerpo sólido 30 quedan situadas sucesivamente de manera alterna en cada caso.
- Las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5, pertenecientes al primer grupo, se diferencian de las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6, pertenecientes al segundo grupo, por su distancia respecto a la línea de soldadura L y por su función.
- Las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 tienen en el presente ejemplo respectivamente una forma alargada y se extienden en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, en el presente ejemplo a una distancia D1 de la línea de soldadura L. En la antena de inducción 20A según la figura 4, el cuerpo sólido 30 está dispuesto de manera que las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 quedan situadas en el plano de soldadura LE. Como se aclara a continuación, las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 tienen la función de conducir la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura de tal modo que la corriente alterna I genera los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9 en el entorno de estas secciones o en la línea de soldadura L. Debido a esta función, las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 se deben

identificar a continuación también como secciones “generadoras de campo alterno” del cuerpo sólido 30 o del tramo de corriente 21A.

La sección 30-A1 está dispuesta en el espacio intermedio Z1, extendiéndose los dos extremos de la sección 30-A1 más allá del espacio intermedio Z1 de tal modo que la entalladura 30-1 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 30-2 se extiende a través del otro de los dos extremos.

La sección 30-A2 está dispuesta en el espacio intermedio Z3, extendiéndose los dos extremos de la sección 30-A2 más allá del espacio intermedio Z3 de tal modo que la entalladura 30-3 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 30-4 se extiende a través del otro de los dos extremos.

La sección 30-A3 está dispuesta en el espacio intermedio Z5, extendiéndose los dos extremos de la sección 30-A3 más allá del espacio intermedio Z5 de tal modo que la entalladura 30-5 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 30-6 se extiende a través del otro de los dos extremos.

La sección 30-A4 está dispuesta en el espacio intermedio Z7, extendiéndose los dos extremos de la sección 30-A4 más allá del espacio intermedio Z7 de tal modo que la entalladura 30-7 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 30-8 se extiende a través del otro de los dos extremos.

La sección 30-A5 está dispuesta en el espacio intermedio Z9, extendiéndose los dos extremos de la sección 30-A5 más allá del espacio intermedio Z9 de tal modo que la entalladura 30-9 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 30-10 se extiende a través del otro de los dos extremos.

Como muestra también la figura 7, las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que dos de estas secciones respectivamente, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila, están separadas mediante un espacio T, que se extiende en vertical a la línea de soldadura L, con el fin de conseguir un aislamiento eléctrico entre estas secciones.

Por la otra parte, dos de las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 están unidas entre sí respectivamente en un lado dirigido hacia la línea de soldadura L mediante una de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5.

Como se puede observar en la figura 7, la sección 30-A1 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 30-B1 y por el otro de sus dos extremos a la sección 30-B2. Asimismo, la sección 30-A2 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 30-B2 y por el otro de sus dos extremos a la sección 30-B3. Asimismo, la sección 30-A3 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 30-B3 y por el otro de sus dos extremos a la sección 30-B4. Asimismo, la sección 30-A4 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 30-B4 y por el otro de sus dos extremos a la sección 30-B5. Asimismo, la sección 30-A5 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 30-B5 y por el otro de sus dos extremos a la sección 30-B6. Esto garantiza que las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 estén unidas entre sí de modo que quedan conectadas eléctricamente en serie en este orden.

Como muestra la figura 8, el cuerpo sólido 40 (al igual que el cuerpo sólido 30) se puede considerar asimismo como una disposición lineal de once secciones distintas, unidas entre sí, que están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L y se extienden a través de distintos espacios intermedios Z1-Z10 a diferentes distancias D1 o D2 (con D2>D1) respecto a la línea de soldadura L.

A continuación se deben diferenciar dos grupos distintos de secciones del cuerpo sólido 40 que se diferencian por su distancia respecto a la línea de soldadura L y por su función: un “primer grupo” de secciones del cuerpo sólido 40 comprende cinco secciones identificadas en la figura 8 con 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 o 40-A5; un “segundo grupo” de secciones del cuerpo sólido 40 comprende seis secciones identificadas en la figura 8 con 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6.

Para identificar las zonas del cuerpo sólido 40 que se han de entender en este sentido como una de las secciones mencionadas, cada una de las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 está encerrada en la figura 8 en un rectángulo formado por una línea interrumpida (para delimitar las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 respecto a las secciones restantes del cuerpo sólido 40). Las líneas de intersección entre los rectángulos representados en la figura 8 y el cuerpo sólido 40 deben identificar en cada caso límites virtuales entre las respectivas secciones del cuerpo sólido 40. Para una mejor comprensión, la figura 10 muestra una representación del cuerpo sólido 40, en la que las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 están separadas de las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 (respectivamente a lo largo de las líneas discontinuas, indicadas en la figura 10) y desplazadas respecto a las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 en dirección de la línea de soldadura L (en comparación con la representación del cuerpo sólido 40 en la figura 8).

Como se puede observar en las figuras 8 y 10, las distintas secciones del cuerpo sólido 40 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que en una dirección predefinida a lo largo de la línea de soldadura L, una sección perteneciente al primer grupo de secciones del cuerpo sólido 40 y una sección perteneciente al segundo grupo de secciones del cuerpo sólido 40 quedan situadas sucesivamente de manera alterna en cada caso.

Las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5, pertenecientes al primer grupo, se diferencian de las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6, pertenecientes al segundo grupo, por su distancia respecto a la línea de soldadura L y por su función.

- 5 Las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 tienen en el presente ejemplo respectivamente una forma alargada y se extienden en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, en el presente ejemplo a una distancia D1 de la línea de soldadura. En la antena de inducción 20A según la figura 4, el cuerpo sólido 40 está dispuesto de manera que las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 quedan situadas en el plano de soldadura LE. Como se aclara a continuación, las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 tienen la función de conducir la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura de tal modo que la corriente alterna I genera los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10 en el entorno de estas secciones o en la línea de soldadura L. Debido a esta función, las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 se deben identificar a continuación también como secciones "generadoras de campo alterno" del cuerpo sólido 40 o del tramo de corriente 21A.
- 10 La sección 40-A1 está dispuesta en el espacio intermedio Z2, extendiéndose los dos extremos de la sección 40-A1 más allá del espacio intermedio Z2 de tal modo que la entalladura 40-2 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 40-3 se extiende a través del otro de los dos extremos.
- 15 La sección 40-A2 está dispuesta en el espacio intermedio Z4, extendiéndose los dos extremos de la sección 40-A2 más allá del espacio intermedio Z4 de tal modo que la entalladura 40-4 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 40-5 se extiende a través del otro de los dos extremos.
- 20 La sección 40-A3 está dispuesta en el espacio intermedio Z6, extendiéndose los dos extremos de la sección 40-A3 más allá del espacio intermedio Z6 de tal modo que la entalladura 40-6 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 40-7 se extiende a través del otro de los dos extremos.
- 25 La sección 40-A4 está dispuesta en el espacio intermedio Z8, extendiéndose los dos extremos de la sección 40-A4 más allá del espacio intermedio Z8 de tal modo que la entalladura 40-8 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 40-9 se extiende a través del otro de los dos extremos.
- 30 La sección 40-A5 está dispuesta en el espacio intermedio Z10, extendiéndose los dos extremos de la sección 40-A5 más allá del espacio intermedio Z10 de tal modo que la entalladura 40-10 se extiende a través de uno de los dos extremos y la entalladura 40-11 se extiende a través del otro de los dos extremos.
- 35 Como muestra también la figura 8, las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que dos de estas secciones respectivamente, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila, están separadas mediante un espacio T, que se extiende en vertical a la línea de soldadura L, con el fin de conseguir un aislamiento eléctrico entre estas secciones.
- 40 Por la otra parte, dos de las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 están unidas entre sí respectivamente en un lado dirigido hacia la línea de soldadura L mediante una de las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5. Como se puede observar en la figura 8, la sección 40-A1 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 40-B1 y por el otro de sus dos extremos a la sección 40-B2. Asimismo, la sección 40-A2 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 40-B2 y por el otro de sus dos extremos a la sección 40-B3. Asimismo, la sección 40-A3 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 40-B3 y por el otro de sus dos extremos a la sección 40-B4. Asimismo, la sección 40-A4 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 40-B4 y por el otro de sus dos extremos a la sección 40-B5. Asimismo, la sección 40-A5 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 40-B5 y por el otro de sus dos extremos a la sección 40-B6. Esto garantiza que las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 estén unidas entre sí de tal modo que quedan conectadas eléctricamente en serie en este orden.
- 45 Como muestran las figuras 7 y 8, los cuerpos sólidos 30 y 40 son complementarios en relación con su disposición respecto a la línea de soldadura L y a los espacios intermedios Z1-Z10 de la siguiente manera:
- 50 Las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 están dispuestas respectivamente una detrás de otra (en este orden) a lo largo de la línea de soldadura L en uno de los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 y Z9 en cada caso a una distancia D1 respecto a la línea de soldadura L y no se extienden a través de los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 y Z10, mientras que las secciones 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 se extienden a través de los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 y Z10 en cada caso a una distancia D2 respecto a la línea de soldadura, siendo D2 respectivamente mayor que la distancia D1; por la otra parte, las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 están dispuestas respectivamente una detrás de otra (en este orden) a lo largo de la línea de soldadura L en los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 y Z10 en cada caso a la distancia D1 respecto a la línea de soldadura L, mientras que las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 del cuerpo sólido 40 se extienden a través de los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 y Z9 en cada caso a una distancia D2 respecto a la línea de soldadura L, siendo D2 respectivamente mayor que la distancia D1.

En el presente ejemplo, las distancias D1 y D2 se han seleccionado de manera que la diferencia D2-D1 es respectivamente mayor que la extensión de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 y de las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 en los respectivos espacios intermedios Z1-Z10 en cada caso en perpendicular a la línea de soldadura L y en paralelo al plano de soldadura LE (en las figuras 9 y 10 está representada una extensión de este tipo, identificada respectivamente con "HIL", en el caso de la sección 30-A5 para el espacio intermedio Z9 y en el caso de la sección 40-A5 para el espacio intermedio Z10). De esta manera, los cuerpos sólidos 30 y 40 en combinación con los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 4 se pueden situar en una disposición, en la que los cuerpos sólidos 30 y 40 quedan posicionados uno al lado de otro y las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 y las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 están posicionadas una detrás de otra en una fila en uno de los espacios intermedios Z1-Z10 respectivamente (según la representación de las figuras 7 y 8).

Una disposición de este tipo de los cuerpos sólidos 30 y 40 está implementada en el caso de la antena de inducción 20A según la figura 4. Esto se puede observar, entre otras, en la figura 11. La figura 11 muestra la antena de inducción 20A según la figura 4 desde una perspectiva que permite observar el lado de la antena de inducción 20A que está dirigido hacia la línea de soldadura L o hacia la célula solar 1 en la disposición según la figura 4. En la figura 11 se pueden observar, por una parte, los canales K1-K11 para los elementos de sujeción P1-P11 (los elementos de sujeción P1-P11 no están representados en la figura 11). Se puede observar también la disposición de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 respecto a las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40. Como se puede observar, las secciones generadoras de campo alterno 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 y las secciones generadoras de campo alterno 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5, del cuerpo sólido 40 están dispuestas de manera alterna una detrás de otra en una fila, por lo que a una sección generadora de campo alterno del cuerpo sólido 30 le sigue respectivamente una sección generadora de campo alterno del cuerpo sólido 40 (o viceversa).

La figura 11 muestra la antena de inducción 20A en una forma de realización preferida, en la que las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 y las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 están moldeadas y dispuestas de manera que se extienden conjuntamente una detrás de otra en una fila a lo largo de una recta G, según la representación de la figura 11. Esto último es ventajoso respecto a la homogeneidad de los campos alternos magnéticos H1-H10 a lo largo de la línea de soldadura L.

Con respecto a la homogeneidad de los campos alternos magnéticos H1-H10 es importante que las secciones "generadoras de campo alterno" 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4, 30-A5, 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 de los cuerpos sólidos 30 y 40 comprendan en cada caso una sección alargada que se extiende en línea recta y preferiblemente con una sección transversal constante en el plano de soldadura LE entre dos de los canales K1-K11 respectivamente. Estas secciones alargadas y rectilíneas se identifican a continuación con LA1, LA2, LA3, LA4, LA5, LA6, LA7, LA8, LA9 o LA10 y están representadas en las figuras 8 y 9 (mediante llaves que marcan la extensión de la respectiva sección alargada en dirección de la línea de soldadura L).

Según la representación de la figura 11, en el caso de la antena de inducción 20A, las secciones alargadas LA1-LA10 pueden estar dispuestas ventajosamente una detrás de otra en una fila de tal modo que se extienden a lo largo de una recta G respectivamente. La recta G se extiende con preferencia en el plano de soldadura LE esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L. Esto resulta ventajoso respecto a la homogeneidad de los campos alternos magnéticos H1-H10 a lo largo de la línea de soldadura L.

Con referencia a las figuras 12 y 13 se explican a continuación las funciones de los medios de fijación 100 y de los elementos de cortocircuito 101, 102 y 103. La figura 12 muestra la antena de inducción 20A según la figura 4 en una vista lateral, orientada en paralelo a lo largo de la línea de soldadura L, a una distancia D1 de la línea de soldadura L (D1 identifica la distancia entre los cuerpos sólidos 30 y 40 y la línea de soldadura L, como muestran las figuras 7 y 8). La figura 13 muestra cuatro secciones transversales de la antena de inducción 20A a lo largo de distintos planos de corte A-A, B-B, C-C y D-D, mostrados en la figura 12. Estos planos de corte están orientados respectivamente en perpendicular a la línea de soldadura L y están dispuestos respecto a la antena de inducción 20A en distintas posiciones a lo largo de la línea de soldadura L entre un primer extremo 20A' y un segundo extremo 20A" de la antena de inducción 20A.

Como indican las secciones transversales de la antena de inducción 20A a lo largo de los planos de corte B-B, C-C y D-D según la figura 13, los medios de fijación 100 (tornillos en el presente ejemplo) crean una unión rígida entre los cuerpos de enfriamiento 60 y 70 y están guiados a través de taladros en los cuerpos de enfriamiento 60 y 70, los cuerpos sólidos 30 y 40 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 (es decir, los taladros 62 en el cuerpo de enfriamiento 60, los taladros 72 en el cuerpo de enfriamiento 70, los taladros 32 en el cuerpo sólido 30, los taladros 42 en el cuerpo sólido 40, los taladros 82 en el cuerpo de aislamiento 80, los taladros 92 en el cuerpo de aislamiento 90), de modo que los cuerpos sólidos 30 y 40 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 quedan sujetados de esta manera en una posición estable respecto a los cuerpos de enfriamiento 60 y 70. Como se puede observar en las figuras 5-10, los taladros 32 o 42 están dispuestos en las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 o en las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40. Las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 o las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40 tienen por consiguiente, entre otras, la función de sujetar las secciones generadoras de campo

alterno 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4, 30-A5, 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 de los cuerpos sólidos 30 y 40 en una posición predefinida en la antena de inducción 20A.

En el caso de la antena de inducción 20A según la figura 4 se presupone que los cuerpos de enfriamiento 60 y 70 están fabricados de un material conductor de electricidad. Para evitar que los medios de fijación 100 provoquen un cortocircuito eléctrico entre uno de los cuerpos sólidos 30 o 40 y uno de los cuerpos de enfriamiento 60 o 70, los medios de fijación 100 están fabricados preferiblemente de un material aislante de electricidad.

Como se puede observar en la figura 13 en combinación con las figuras 5 y 12, entre el cuerpo sólido 30 y el cuerpo de enfriamiento 60 está dispuesto uno de los cuerpos de aislamiento 90 de tal modo que el cuerpo sólido 30 queda aislado eléctricamente respecto al cuerpo de enfriamiento 60 en toda la zona situada entre los dos extremos 20A' y 20A" de la antena de inducción 20A mediante el cuerpo de aislamiento 90. Entre el cuerpo sólido 40 y el cuerpo de aislamiento 70 está dispuesto también uno de los cuerpos de aislamiento 90 de tal modo que el cuerpo sólido 40 queda aislado eléctricamente respecto al cuerpo de enfriamiento 70 en toda la zona situada entre los dos extremos 20A' y 20A" de la antena de inducción 20A mediante el cuerpo de aislamiento 90. Además, los cuerpos de aislamiento 80 están dispuestos entre los cuerpos sólidos 30 y 40 de tal modo que el cuerpo sólido 30 queda aislado eléctricamente respecto al cuerpo sólido 40 en toda la zona situada entre los dos extremos 20A' y 20A" de la antena de inducción 20A mediante el cuerpo de aislamiento 80.

Como muestra la figura 13 en combinación con las figuras 5 y 12, los elementos de cortocircuito 101 y 103 (en el presente caso, por ejemplo, tornillos de un material conductor de electricidad) tienen la función de crear cerca del extremo 20A' de la antena de inducción 20A, por una parte, una unión eléctrica entre el cuerpo sólido 30 y el cuerpo de enfriamiento 60 y, por la otra parte, una unión eléctrica entre el cuerpo sólido 40 y el cuerpo de enfriamiento 70. Como se puede observar en la figura 13, los elementos de cortocircuito 101 y 103 están posicionados en el plano de corte A-A de manera que el elemento de cortocircuito 101 produce un cortocircuito eléctrico entre el cuerpo de enfriamiento 60 y la sección 30-B1 del cuerpo sólido 30 y el elemento de cortocircuito 103 produce un cortocircuito eléctrico entre el cuerpo de enfriamiento 70 y la sección 40-B1 del cuerpo sólido 40. Con este fin, el elemento de cortocircuito 101 está dispuesto de manera que en contacto con el cuerpo de enfriamiento 60 y el cuerpo sólido 30 se extiende tanto a través de un taladro 33 en la sección 30-B1 del cuerpo sólido 30 como a través de un taladro 63 en el cuerpo de enfriamiento 60 (para posibilitar esta disposición, el cuerpo de enfriamiento 70 o el cuerpo de aislamiento 90 o el cuerpo sólido 40 dispone de un taladro 73 o 93 o 43, a través del que está guiado el elemento de cortocircuito 101, estando identificados los taladros 93 o 43 con números de referencia en la figura 5, pero no en la figura 13). Por consiguiente, el elemento de cortocircuito 103 está dispuesto de manera que en contacto con el cuerpo de enfriamiento 70 y el cuerpo sólido 40 se extiende tanto a través de un taladro 45 en la sección 40-B1 del cuerpo sólido 40 como a través de un taladro 75 en el cuerpo de enfriamiento 70 (para posibilitar esta disposición, el cuerpo de aislamiento 90 dispone de un taladro 95, a través del que está guiado el elemento de cortocircuito 103, estando identificados los taladros 45, 75 y 95 con números de referencia en la figura 5, pero no en la figura 13).

Con respecto a la figura 4 se ha de señalar que en el caso de la antena de inducción 20A, el cuerpo de acoplamiento de corriente 110 está unido al cuerpo de enfriamiento 60 y el cuerpo de desacoplamiento de corriente 112 está unido al cuerpo de enfriamiento 70. El elemento de cortocircuito 101, si está posicionado según la representación de las figuras 12 y 13, crea entonces una unión eléctrica entre el elemento de acoplamiento de corriente 110 y la sección 30-B1 del cuerpo sólido 30. Por consiguiente, el elemento de cortocircuito 103, si está posicionado según la representación de las figuras 12 y 13, crea una unión eléctrica entre el elemento de desacoplamiento de corriente 112 y la sección 40-B1 del cuerpo sólido 40.

Con respecto a la figura 13 en combinación con las figuras 5 y 12 se ha de señalar que el correspondiente elemento de cortocircuito 102 según la figura 5 (en el presente caso, por ejemplo, un tornillo de un material conductor de electricidad) tiene la función de crear cerca del extremo 20A" de la antena de inducción 20A una unión eléctrica entre el cuerpo sólido 30 y el cuerpo sólido 40. En el caso de la forma de realización de la antena de inducción 20A, representada en la figura 4, existe la posibilidad de crear una unión eléctrica de este tipo entre el cuerpo sólido 30 y el cuerpo sólido 40 mediante un elemento de cortocircuito 102 a varias distancias distintas del extremo 20A" de la antena de inducción 20A. En el presente caso está prevista, por ejemplo, la posibilidad de unir respectivamente una de las secciones 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 a una de las secciones 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40 con ayuda de un elemento de cortocircuito 102. Esta posibilidad está implementada en el presente caso, porque el cuerpo sólido 30 presenta dos taladros 34 respectivamente en cada una de las secciones 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5, 30-B6 y el cuerpo sólido 40 presenta dos taladros 44 respectivamente en cada una de las secciones 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5, 40-B6. Los taladros 34 y 44 están configurados de modo que un elemento de cortocircuito 102 respectivamente se puede extender a través de uno de los taladros 34 en contacto con el cuerpo sólido 30 y adicionalmente a través de uno de los taladros 44 en contacto con el cuerpo sólido 40. Con respecto a las figuras 5 y 13 se ha de señalar que los cuerpos de aislamiento 80 o 90 presentan taladros 84 o 94, a través de los que se extiende el elemento de cortocircuito 102 cuando éste se aloja en uno de los taladros 34 o 44. Como muestra la figura 12, el cuerpo de enfriamiento 70 presenta varios taladros 74, dispuestos de manera que los respectivos taladros 34 en el cuerpo sólido 30 y los respectivos taladros 44 en el cuerpo sólido 40 son accesibles a través de uno de los taladros 74 respectivamente. En el presente ejemplo según las figuras 12 y 13, la antena de inducción 20A presenta tanto en el plano de corte C-C como en el plano de corte D-D respectivamente un elemento de cortocircuito 102. El elemento de cortocircuito 102, posicionado en el plano de

corte D-D, produce un cortocircuito eléctrico entre la sección 30-B6 del cuerpo sólido 30 y la sección 40-B6 del cuerpo sólido 40. El elemento de cortocircuito 102, posicionado en el plano de corte C-C, produce un cortocircuito eléctrico entre la sección 30-B5 del cuerpo sólido 30 y la sección 40-B5 del cuerpo sólido 40.

Las figuras 14 y 15 muestran representaciones esquemáticas del tramo de corriente 21A de la antena de inducción 20A según las figuras 4 o 12 para dos variantes distintas que se diferencian por el hecho de que un elemento de cortocircuito 102 está posicionado a distancias diferentes del extremo 20A" de la antena de inducción 20A. En este caso se supone que el generador 9 para la corriente alterna I, según la representación de la figura 4, está conectado al elemento de acoplamiento de corriente 110 o al elemento de desacoplamiento de corriente 112, de modo que una corriente alterna I, generada por el generador 9, puede circular en el tramo de corriente 21A entre el elemento de acoplamiento de corriente 110 y el elemento de desacoplamiento de corriente 112 y generar así en la línea de soldadura L un campo alterno magnético o campos alternos magnéticos.

La figura 14 muestra la disposición del tramo de corriente 21A de la antena de inducción 20A respecto a la línea de soldadura L en el caso de que la sección 30-B6 del cuerpo sólido 30 esté unida eléctricamente a la sección 40-B6 del cuerpo sólido 40. En la figura 14, las líneas discontinuas, identificadas con V1, V2 o V3, representan uniones eléctricas respectivamente que están presentes entre el generador 9 y los cuerpos sólidos 30 o 40 o entre los cuerpos sólidos 30 y 40. La unión eléctrica V1 representa la unión ya mencionada entre el generador 9 y la sección 30-B1 del cuerpo sólido 30 (creada, por ejemplo, mediante un elemento de cortocircuito 101 que está posicionado en el taladro 33, representado en la figura 14, en la sección 30-B1 del cuerpo sólido 30 y que garantiza una unión eléctrica entre la sección 30-B1 y el cuerpo de enfriamiento 60 o el elemento de acoplamiento de corriente 110). Por consiguiente, la unión eléctrica V2 representa la unión ya mencionada entre la sección 30-B6 del cuerpo sólido 30 y la sección 40-B6 del cuerpo sólido 40. Esta unión V2 puede estar implementada, como se describe en relación con las figuras 12 y 13, mediante un elemento de cortocircuito 102 que está alojado tanto en un taladro 34 de la sección 30-B6 del cuerpo sólido 30 como en un taladro 44 de la sección 40-B6 del cuerpo sólido 40. Por consiguiente, la unión eléctrica V3 representa la unión ya mencionada entre el generador 9 y la sección 40-B1 del cuerpo sólido 40 (creada, por ejemplo, mediante un elemento de cortocircuito 103 que está posicionado en el taladro 45, representado en la figura 14, en la sección 40-B1 del cuerpo sólido 40 y que garantiza una unión eléctrica entre la sección 40-B1 y el cuerpo de enfriamiento 70 o el elemento de desacoplamiento de corriente 112).

Para una mejor comprensión, en la figura 14 están representadas la disposición del cuerpo sólido 30 y la disposición del cuerpo sólido 40 en dos dibujos situados uno sobre otro respecto a la línea de soldadura L. Por esta razón, la figura 14 contiene en una parte superior una representación del cuerpo sólido 30 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 4, en correspondencia con la representación del cuerpo sólido 30 en la figura 7) y en una parte inferior una representación del cuerpo sólido 40 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 4, en correspondencia con la representación del cuerpo sólido 40 en la figura 8).

Según la figura 14, el cuerpo sólido 30 está dispuesto respecto a la línea de soldadura L y los espacios intermedios Z1-Z10 de manera que las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 o 30-A5 se extienden respectivamente en uno de los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 o Z9 (en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, en correspondencia con la representación del cuerpo sólido 30 en la figura 7). Por consiguiente, según la figura 14, el cuerpo sólido 40 está dispuesto respecto a la línea de soldadura L y los espacios intermedios Z1-Z10 de manera que las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 o 40-A5 se extienden respectivamente en uno de los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 o Z10 (en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, en correspondencia con la representación del cuerpo sólido 40 en la figura 8).

En la figura 14 está representada también una división de la línea de soldadura L en diez secciones distintas L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9 o L10, dispuestas una detrás de otra en una fila en el orden mencionado antes, extendiéndose cada una de las secciones L1-L10 por exactamente uno de los espacios intermedios Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8, Z9 o Z10 (por consiguiente, la sección Li se extiende por el espacio intermedio Zi, siendo i=1-10).

Según la figura 14, el tramo de corriente 20A se puede entender como una conexión en serie de dos secciones de este tramo de corriente, identificadas en la figura 14 con 21A-1 y 21A-2: La "sección 21A-1" representa aquella sección del tramo de corriente 21A que está configurada en el cuerpo sólido 30; por consiguiente, la "sección 21A-2" representa aquella sección del tramo de corriente 21A que está configurada en el cuerpo sólido 40.

Las secciones 30-B1, 30-A1, 30-B2, 30-A2, 30-B3, 30-A3, 30-B4, 30-A4, 30-B5, 30-A5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 forman respectivamente "secciones" de la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A, que están conectadas, por su parte, eléctricamente en serie (en el orden mencionado antes): Como ya se mencionó, extremos de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 están unidos mediante una de las secciones 30-B2, 30-B3, 30-B4 y 30-B5 del cuerpo sólido 30 de tal modo que las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 quedan conectadas en cada caso eléctricamente en serie (figura 7). Por consiguiente, las secciones 40-B1, 40-A1, 40-B2, 40-A2, 40-B3, 40-A3, 40-B4, 40-A4, 40-B5, 40-A5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40 forman respectivamente "secciones" de la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A, que están conectadas, por su parte, eléctricamente en serie (en el orden mencionado antes): Como ya se mencionó, extremos de las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 están unidos mediante una de las secciones 40-B2, 40-B3, 40-B4 y 40-B5 del cuerpo sólido 40

de tal modo que las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 quedan conectadas en cada caso eléctricamente en serie (figura 8).

Dado que la sección 30-B1 del cuerpo sólido 30 y la sección 40-B1 del cuerpo sólido 40 están unidas al generador 9 (mediante las uniones eléctricas V1 o V3 en la figura 14) y la sección 30-B6 del cuerpo sólido 30 está unido 5 eléctricamente a la sección 40-B6 del cuerpo sólido 40 (según la unión V2 en la figura 14), las secciones 21A-1 y 21A-2 del tramo de corriente 21A están conectadas una detrás de otra en serie mediante la unión eléctrica V2 de manera que la corriente alterna I se conduce tanto en la sección 21A-1 como en la sección 21A-2 a lo largo de la línea de soldadura L respectivamente entre los extremos 20A' y 20A" de la antena de inducción 20A, pero de modo 10 que la corriente alterna I en la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A está en fase opuesta a la corriente alterna I en la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A.

Para aclarar esta situación, las flechas provistas del signo de referencia I en la figura 14 indican respectivamente la dirección de flujo de corriente actual de una corriente alterna eléctrica I, generada por el generador 9, en un momento determinado, coincidiendo la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la representación según la figura 14 con la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la representación según la figura 4. La corriente alterna I circula, como se puede observar, entre las uniones eléctricas V1 y V2 respectivamente a través de la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A y entre las uniones eléctricas V2 y V3 respectivamente a través de la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A. Asimismo, las flechas provistas del signo de referencia I1 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A y las flechas provistas del signo de referencia I2 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A (en el mismo momento).

Como se puede observar en la figura 14, la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A se extiende a lo largo de las secciones L1-L10 o a través de los espacios intermedios Z1-Z10 de manera que la corriente alterna I en las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 circula en cada caso esencialmente en paralelo 25 a la línea de soldadura L y respectivamente en la misma dirección (en correspondencia con las flechas I1, mostradas en la figura 14 y orientadas a lo largo de la línea de soldadura L desde la sección L1 en dirección a la sección L10). Asimismo, la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A se extiende a lo largo de las secciones L1-L10 o a través de los espacios intermedios Z1-Z10 de manera que la corriente alterna I en las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 circula en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L y 30 respectivamente en la misma dirección (en correspondencia con las flechas I2, mostradas en la figura 14 y orientadas a lo largo de la línea de soldadura L desde la sección L10 en dirección a la sección L1). Como se puede observar en la figura 14, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 (en correspondencia con la dirección de flujo de corriente I1 en la figura 14) está en sentido opuesto respectivamente a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna I en las 35 secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 (en correspondencia con la dirección de flujo de corriente I2 en la figura 14). Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I en las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 está en la misma fase respectivamente y en las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 está en fase opuesta respectivamente a la corriente alterna eléctrica I en las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40.

40 Como muestra la figura 14, tanto una parte de la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A como una parte de la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A se extienden a través de cada uno de los espacios intermedios Z1-Z10 esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L. La sección 21A-1 se extiende respecto a la sección 21A-2 en cada uno de los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 o Z9 (como ya se explicó en relación con las figuras 7 y 8) de manera que la parte respectiva de la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A, que se extiende a través de uno de 45 los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 o Z9 (es decir, una de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 o 30-A5 del cuerpo sólido 30) está dispuesta a un distancia menor de la línea de soldadura L que la parte correspondiente de la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A (es decir, una de las secciones 40-B1, 40-B2, 30-B3, 40-B4 o 40-B5 del cuerpo sólido 40).

50 Por la otra parte, la sección 21A-1 se extiende respecto a la sección 21A-2 en cada uno de los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 o Z10 de manera que la parte respectiva de la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A, que se extiende a través de uno de los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 o Z10 (es decir, una de las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 o 40-A5 del cuerpo sólido 40) está dispuesta a un distancia menor de la línea de soldadura L que la parte correspondiente de la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A (es decir, una de las secciones 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 o 30-B6 del cuerpo sólido 30).

55 Esta disposición de las respectivas secciones de los cuerpos sólidos 30 y 40 tiene la siguiente relevancia en relación con los campos alternos magnéticos H1-H10, generados por la corriente alterna eléctrica (según la representación de la figura 4). Como se puede observar en la figura 14, las secciones 30A-1, 40A-1, 30A-2, 40A-2, 30A-3, 40A-3, 30A-4, 40A-4, 30A-5 y 40A-5 se extienden en el presente ejemplo en este orden una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L respectivamente a una distancia D1 de la línea de soldadura L y están separadas de la línea de soldadura por un entrehierro LS. En comparación con la distancia D1, las respectivas distancias seleccionadas de las secciones 40-B1, 40-B2, 30-B3, 40-B4 o 40-B5 del cuerpo sólido 40 y de las secciones 30-B2,

30-B3, 30-B4, 30B-5 o 30-B6 del cuerpo sólido 30 respecto a la línea de soldadura L son tan grandes que la corriente alterna I, que circula en las secciones 40-B1, 40-B2, 30-B3, 40-B4 o 40-B5 del cuerpo sólido 40 y las secciones 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 o 30-B6 no realizan o realizan una contribución relativamente pequeña (insignificante) a los campos alternos magnéticos H1-H10 que la corriente alterna eléctrica I genera en la línea de soldadura L. Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I, que circula a través de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 o 30-A5 del cuerpo sólido 30, genera los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9, presentes en los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 y Z9 o en las secciones L1, L3, L5, L7 y L9. Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I, que circula a través de las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 o 40-A5 del cuerpo sólido 40, genera los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10, presentes en los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 y Z10 o en las secciones L2, L4, L6, L8 y L10. Dado que la corriente alterna eléctrica I en las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 o 30-A5 del cuerpo sólido 30 están en fase opuesta (como ya se mencionó) a la corriente alterna eléctrica I en las secciones 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 o 40-A5 del cuerpo sólido 40, se garantiza en cada caso que los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9 estén en fase opuesta respectivamente a los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10.

15 El término "longitud efectiva de una antena de inducción" identifica a continuación la longitud de la sección de la línea de soldadura, en la que están presentes los campos alternos magnéticos, generados por la respectiva antena de inducción. En la figura 14, una flecha identificada con "Leff" representa la longitud efectiva de la antena de inducción 20A para la presente configuración del tramo de corriente 21A. Dado que en el caso de la antena de inducción 20A, el elemento de cortocircuito 102 se puede posicionar a diferentes distancias del extremo 20A" de la antena de inducción 20A, es posible variar fácilmente la longitud efectiva de la antena de inducción 20A (en este sentido se remite a la explicación siguiente de la figura 15). Esta "longitud efectiva" se puede seleccionar de manera adecuada y adaptar, dado el caso, en dependencia de la longitud de la barra colectora eléctrica 3 y de la longitud de la cinta 5 a fijar en la barra colectora eléctrica o de la longitud de la unión soldada a crear respectivamente.

25 La figura 15 representa una disposición del tramo de corriente 21A de la antena de inducción 20A respecto a la línea de soldadura L, diferenciándose la disposición según la figura 15 de la disposición del tramo de corriente 21A, representada en la figura 14, solo por el hecho de que en el caso de la disposición del tramo de corriente 21A representado en la figura 15, la sección 30-B5 del cuerpo sólido 30 está unida eléctricamente a la sección 40-B4 del cuerpo sólido 40. En la figura 15, las líneas discontinuas, identificadas con V1 o V3, representan en cada caso uniones eléctricas que están presentes entre el generador 9 y la sección 30-B1 o la sección 40-B1 del cuerpo sólido 30 (en correspondencia con las uniones V1 o V3 en la figura 14). Por consiguiente, la línea discontinua, identificada con V2, representa la unión eléctrica mencionada entre la sección 30-B5 del cuerpo sólido 30 y la sección 40-B4 del cuerpo sólido 40.

35 En la figura 15, el signo de referencia 21A-1 identifica una sección 21A-1 del tramo de corriente 21A que está configurada en el cuerpo sólido 30; por consiguiente, el signo de referencia 21A-2 identifica una sección 21A-2 del tramo de corriente 21A que está configurada en el cuerpo sólido 40. Como se puede observar, la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A comprende las secciones 30-B1, 30-A1, 30-B2, 30-A2, 30-B3, 30-A3, 30-B4, 30-A4 y 30-B5 del cuerpo sólido 30 y la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A comprende las secciones 40-B1, 40-A1, 40-B2, 40-A2, 40-B3, 40-A3 y 40-B4, del cuerpo sólido 40. Las secciones 21A-1 y 21A-2 del tramo de corriente 21A están conectadas en serie mediante las uniones V1, V2, V3 de manera que una corriente alterna I, generada por el generador 9, circula a través de las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3 y 30-A4 del cuerpo sólido 30 y las secciones 40-A1, 40-A2 y 40-A3 del cuerpo sólido 40. En la figura 15, las flechas provistas del signo de referencia I1 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21A-1 del tramo de corriente 21A y las flechas provistas del signo de referencia I2 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21A-2 del tramo de corriente 21A (en un momento determinado respectivamente).

40 Como se puede observar, la corriente alterna eléctrica I en las secciones 30-A1, 30-A2, 30-A3 y 30-A4 del cuerpo sólido 30 están en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica I en las secciones 40-A1, 40-A2 y 40-A3 del cuerpo sólido 40.

45 En el presente caso, la corriente alterna eléctrica I no puede circular a través de la sección 30-A5 del cuerpo sólido 30 ni a través de las secciones 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40. Por consiguiente, el tramo de corriente 21A según la figura 15 está configurado para generar la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que la corriente alterna I genera campos alternos magnéticos en una sección de la línea de soldadura L que se extiende al menos a través de los espacios intermedios Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6 y Z7 (en correspondencia con los campos alternos magnéticos H1-H7 según la figura 4). En la figura 15, una flecha identificada con "Leff" representa la longitud efectiva correspondiente de la antena de inducción 20A para el tramo de corriente 21A, configurado según la figura 15. Como se puede observar, la longitud efectiva Leff de la antena de inducción 20A para un tramo de corriente 21A, configurado según la figura 15, es más corto que para un tramo de corriente 21A, configurado según la figura 14.

50 La figura 16 muestra la antena de inducción 20A según la figura 11 en una vista correspondiente a la figura 11. En el caso de la figura 16 se supone que el tramo de corriente 21A de la antena de inducción 20A está configurado en correspondencia con la variante del tramo de corriente 21A, representada en la figura 14. En la figura 16 están representadas flechas, identificadas respectivamente con los signos de referencia I, I1 o I2, con el mismo significado que las flechas correspondientes, identificadas con I, I1 o I2 en el caso de la figura 14. Por consiguiente, las flechas

identificadas con I1 indican la dirección de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones alargadas LA1, LA3, LA5, LA7 y LA9 del cuerpo sólido 30, identificadas en la figura 11, y las flechas identificadas con I2 indican la dirección de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones alargadas LA2, LA4, LA6, LA8 y LA10 del cuerpo sólido 40, identificadas en la figura 11, en un momento determinado respectivamente. En la figura 16 están representadas adicionalmente flechas H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 y H10 que indican la dirección actual de la intensidad de campo magnético de los campos alternos magnéticos H1-H10, generados por la corriente alterna I, como muestra la figura 4. Por consiguiente, la flecha identificada con Hi indica en la figura 16 la dirección actual de la intensidad de campo del campo alterno Hi en la línea de soldadura L en el espacio intermedio Zi según la figura 4, siendo i=1-10. Por tanto, la figura 14 muestra distintas secciones del tramo de corriente 21A con direcciones de flujo de corriente I1 o I2, opuestas entre sí, en correlación con la dirección actual de los campos alternos que se generan en el entorno de las respectivas secciones del tramo de corriente 21A. Se pueden observar claramente distintas secciones del tramo de corriente 21A, en cuyo entorno, los respectivos campo alternos magnéticos están orientados en sentido opuesto y, por consiguiente, están en fase opuesta entre sí.

La figura 17 muestra la antena de inducción 20A en una sección transversal a lo largo del plano de corte B-B según la figura 12 en combinación con una célula solar 1 según la figura 4 y con una cinta 5, extendiéndose la cinta 5 a lo largo de la línea de soldadura L en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3 de la célula solar 1. Se puede observar, entre otros, una sección transversal de la sección alargada LA4 que es una parte de la sección 40-A2 del cuerpo sólido 40 (véase figura 10) y que se extiende en el plano de soldadura LE, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro LS, esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L a través del espacio intermedio Z4. Se puede observar que la sección alargada LA4 de la antena de inducción 20A puede presentar (al igual que cada una de las secciones LA1-LA10) en perpendicular al plano de soldadura LE una dimensión casi tan grande como una anchura de la barra colectora eléctrica 3 y/o una anchura de la cinta conductora de electricidad 5. En el presente ejemplo, la sección alargada LA4 está dispuesta (al igual que cada una de las secciones LA1-LA10) de manera simétrica respecto al plano de soldadura LE y tiene una sección transversal cuadrada que puede presentar, por ejemplo, un área de 1.5 mm x 1.5 mm. La antena de inducción es adecuada entonces para soldar cintas 5 o barras colectoras eléctricas 3 con una anchura de 1-3 mm. En la figura 17 está dibujado de manera esquemática también el desarrollo espacial de varias líneas de campo del campo alterno magnético mediante líneas discontinuas que rodean respectivamente la sección alargada LA4, representada en la figura 17, en forma de una curva cerrada. Cada una de las respectivas líneas de campo está provista de una punta de flecha (identificada en un caso con el signo de referencia H), que indica la dirección actual del campo alterno magnético a lo largo de la respectiva línea de campo, respectivamente para la dirección de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I, indicada en la figura 4. Como se puede observar en la figura 17, las respectivas líneas de campo del campo alterno magnético discurren de manera simétrica respecto al plano de soldadura LE. Por consiguiente, el campo alterno magnético H4 en la línea de soldadura L según la figura 17 está orientado en perpendicular al plano de soldadura LE y, por tanto, esencialmente en paralelo a la superficie 1-1 de la célula solar 1.

Como ya se mencionó en relación con las figuras 4 y 5, el dispositivo de soldadura 15, según la invención, de la figura 4 puede estar equipado opcionalmente con un dispositivo de enfriamiento para enfriar los cuerpos sólidos 30 y 40. Cuando la corriente alterna I circula a través de los cuerpos sólidos 30 y 40, como aparece representado en las figuras 14 y 15, se pueden calentar al máximo las secciones alargadas LA1-LA10, máxime cuando la densidad de corriente de la corriente alterna I es relativamente grande en las secciones alargadas LA1-LA10. En este caso existe la posibilidad de disipar el calor generado en las secciones alargadas LA1-LA10 por conducción de calor a través de una o varias de las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 y/o a través de una o varias de las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40. El enfriamiento de una o varias de las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 y/o el enfriamiento de una o varias de las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40 permiten entonces enfriar indirectamente las secciones alargadas LA1-LA10, si es necesario. Como muestran las figuras 4, 5, 13 y 17, la antena de inducción 20A según la figura 4 está representada en combinación con un dispositivo de enfriamiento que comprende, por ejemplo, los cuerpos de enfriamiento mencionados 60 y 70. En el ejemplo de las figuras 4 y 5, el cuerpo de enfriamiento 60 está en contacto térmico mediante un cuerpo de aislamiento 90 con las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30. Por consiguiente, el cuerpo de enfriamiento 70 está en contacto térmico mediante un cuerpo de aislamiento 90 con las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40. A fin de possibilitar un enfriamiento eficiente, los cuerpos de aislamiento 90 pueden estar fabricados preferiblemente de un material conductor de calor y aislante de electricidad. De manera alternativa a los cuerpos de aislamiento 90 es posible también prever un revestimiento de un material conductor de calor y aislante de electricidad, aplicado sobre las secciones 30-B1, 30-B2, 30-B3, 30-B4, 30-B5 y 30-B6 del cuerpo sólido 30 y/o sobre las secciones 40-B1, 40-B2, 40-B3, 40-B4, 40-B5 y 40-B6 del cuerpo sólido 40, y/o un revestimiento de un material conductor de calor y aislante de electricidad, aplicado sobre los cuerpos de enfriamiento 60 o 70.

Como muestra la figura 4, el elemento de acoplamiento de corriente 110 está configurado como un conducto de refrigerante 111, fabricado de un material conductor de electricidad, pudiéndose alimentar a través del conducto de refrigerante 111 un refrigerante al cuerpo de enfriamiento 60 y/o evacuar del cuerpo de enfriamiento 60 (como se indica en la figura 4 mediante una flecha identificada con KF que representa un flujo de refrigerante KF). Además, el elemento de desacoplamiento de corriente 112 puede estar configurado como un conducto de refrigerante 113, fabricado de un material conductor de electricidad, pudiéndose alimentar a través del conducto de refrigerante 113

un refrigerante al cuerpo de enfriamiento 70 y/o evacuar del cuerpo de enfriamiento 70 (como se indica en la figura 2 mediante una flecha identificada con KF que representa un flujo de refrigerante KF). El conducto de refrigerante 111 desemboca en un canal de enfriamiento 61 que está configurado en el cuerpo de enfriamiento 60 y se extiende a lo largo de la línea de soldadura L de un extremo del cuerpo de enfriamiento 60 al otro extremo del cuerpo de enfriamiento 60. Por consiguiente, el conducto de refrigerante 113 desemboca en un canal de enfriamiento 71 que está configurado en el cuerpo de enfriamiento 70 y se extiende a lo largo de la línea de soldadura L de un extremo del cuerpo de enfriamiento 70 al otro extremo del cuerpo de enfriamiento 70. Los dos canales de enfriamiento 61 y 71 pueden estar unidos entre sí en particular en el otro extremo de los dos cuerpos de enfriamiento 60 y 70 mediante un conducto de unión 115 (de aislamiento eléctrico). De esta manera es posible abastecer a los dos cuerpos de enfriamiento 60, 70 mediante un circuito de refrigerante. Sin embargo, es posible también naturalmente que cada uno de los dos cuerpos de enfriamiento 60, 70 presente un circuito de refrigerante propio.

Según otra variante, representada en la figura 4, de la forma de realización de la antena de inducción 20A es posible también no acoplar la corriente alterna eléctrica I, generada por el generador 9, a los cuerpos sólidos 30, 40 o no desacoplárla de los cuerpos sólidos 30, 40 mediante los conductos de refrigerante 111 y 113. De manera alternativa, 15 la corriente alterna eléctrica I se puede acoplar o desacoplar también directamente mediante los cuerpos de enfriamiento 60 y 70. Por ejemplo, el generador 9 puede estar unido también eléctricamente de manera directa a los cuerpos de enfriamiento 60 y 70 para el acoplamiento o el desacoplamiento de la corriente alterna. Dado que el cuerpo sólido 30 está unido al cuerpo de enfriamiento 60 mediante el elemento de cortocircuito 101 y además el cuerpo sólido 40 está unido al cuerpo de enfriamiento 70 mediante el elemento de cortocircuito 103, cualquier zona 20 de los cuerpos de enfriamiento 60 y 70 se puede unir eléctricamente en principio al generador con este fin. Por ejemplo, el cuerpo de enfriamiento 60 se puede unir eléctricamente también al generador 9 por un extremo opuesto al conducto de refrigerante 111 y el cuerpo de enfriamiento 70 se puede unir por un extremo opuesto al conducto de refrigerante 113.

La antena de inducción 20A posibilita la generación de campos alternos magnéticos (H1-H10) con una gran intensidad de campo de tal modo que los campos alternos magnéticos son homogéneos esencialmente en toda la zona de la línea de soldadura L, en la que están presentes estos campos alternos (H1-H10). Al mejoramiento de la homogeneidad de los campos alternos magnéticos contribuye en particular el hecho de que las secciones generadoras de campo alterno 30-A1, 30-A2, 30-A3, 30-A4 y 30-A5 del cuerpo sólido 30 y las secciones generadoras de campo alterno 40-A1, 40-A2, 40-A3, 40-A4 y 40-A5 del cuerpo sólido 40 pueden estar configuradas de manera rectilínea y dispuestas además una detrás de otra en una fila de modo que todas las secciones generadoras de campo alterno de los cuerpos sólidos 30 y 40 se extienden en una recta esencialmente en paralelo a la línea de soldadura. Al mejoramiento de la homogeneidad de los campos alternos magnéticos contribuye también en particular el hecho de que las secciones alargadas LA1-LA10 se pueden extender en línea recta y en paralelo a la línea de soldadura L y presentar en toda su longitud una sección transversal constante.

35 Los cuerpos sólidos 30 y 40 se pueden moldear, por ejemplo, mediante mecanizado con arranque de virutas. Esto garantiza que los cuerpos sólidos 30 y 40 se puedan fabricar de manera reproducible con una alta precisión.

Las figuras 18-26 muestran una segunda variante del dispositivo de soldadura 15, según la invención, que comprende una antena de inducción 20B. Esta variante del dispositivo de soldadura 15 es idéntica a la del dispositivo de soldadura 15 según las figuras 4-17 con respecto a una serie de detalles. Las características representadas en las figuras 4-17 o 18-26, idénticas desde el punto de vista estructural o funcional, están provistas respectivamente de los mismos signos de referencia. A continuación se explican esencialmente diferencias existentes entre el dispositivo de soldadura 15 en la variante según las figuras 18-26 y el dispositivo de soldadura 15 en la variante según las figuras 4-17.

45 La figura 18 muestra el dispositivo de soldadura 15, incluyendo la antena de inducción 20B y once elementos de sujeción P1-P11 en combinación con una célula solar 1, habiéndose puesto en contacto una barra colectora eléctrica 3, dispuesta en la superficie 1-1 de la célula solar 1, con una cinta 5 que se extiende en la dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. En la figura 4 está representada también la línea de soldadura L en forma de una recta matemática. Como se puede observar, la línea de soldadura L se extiende en una superficie, dirigida hacia la cinta 5, de la barra colectora eléctrica 3 en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. En la figura 4 está representado adicionalmente un plano de soldadura LE, es decir, un plano que se extiende esencialmente en perpendicular a la superficie 1-1 de la célula solar 1 y en el que está situada la línea de soldadura L.

55 Los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 18 están configurados y dispuestos como los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 4, es decir, los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 18 se extienden en el plano de soldadura LE esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L y están dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que entre estos elementos de sujeción P1-P11 están configurados espacios intermedios Z1-Z10, estando guiado cada uno de los elementos de sujeción P1-P11 en uno de los canales K1-K11, configurados en la antena de inducción 20B.

60 Como muestra la figura 18, la antena de inducción 20B comprende un tramo de corriente 21B para una corriente alterna I (de alta frecuencia), generable mediante el generador 9 y posible de acoplar al tramo de corriente 21B o desacoplar del tramo de corriente 21B mediante el elemento de acoplamiento de corriente 110 y/o el elemento de

- desacoplamiento de corriente 112, conduciéndose la corriente alterna eléctrica I a lo largo del tramo de corriente 21B de manera que genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura L y/o en un entorno de la línea de soldadura L. En el presente ejemplo, el tramo de corriente 21B está configurado respectivamente por secciones en un primer cuerpo sólido conductor de electricidad 130 y en un segundo cuerpo sólido conductor de electricidad 140,
- 5 extendiéndose los cuerpos sólidos 130 y 140, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro LS, a lo largo de la línea de soldadura L y conduciendo secciones individuales de los cuerpos sólidos 130 y 140 la corriente alterna eléctrica I a lo largo de la línea de soldadura L. Los cuerpos sólidos 130 y 140 (y, por consiguiente, secciones individuales de los cuerpos sólidos 130 y 140) forman entonces respectivamente distintas secciones del tramo de corriente 21B.
- 10 La antena de inducción 20B se diferencia de la antena de inducción 20A según la figura 4 exclusivamente por el tramo de corriente 21B. Esto último se puede deducir, entre otras, de la figura 21 que contiene una representación despiezada de la antena de inducción 20B. Como muestra una comparación entre la figura 21 y la figura 5, la antena de inducción 20B comprende los mismos componentes que la antena de inducción 20A, con la única diferencia de que en el caso de la antena de inducción 20B, el cuerpo sólido 30 de la antena de inducción 20A se ha sustituido por el cuerpo sólido 130 y el cuerpo sólido 40 de la antena de inducción 20A se ha sustituido por el cuerpo sólido 140.
- 15 Las diferencias, mencionadas arriba, entre las antenas de inducción 20A y 20B dan como resultado que mediante la antena de inducción 20B se puedan generar campos alternos magnéticos con una distribución espacial respecto a la línea de soldadura L, que es diferente a la de los campos alternos magnéticos, posibles de generar mediante la antena de inducción 20A.
- 20 La corriente alterna I se conduce en el tramo de corriente 21B de la antena de inducción 20B a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que en cinco secciones distintas de la línea de soldadura L, que se identifican a continuación con L1, L2, L3, L4 o L5 y cuya posición espacial en relación con los respectivos espacios intermedios Z1-Z10 está representada gráficamente en la figura 26, genera campos alternos magnéticos, identificados a continuación con H1, H2, H3, H4 o H5: El signo "Hi" (con $i=1-5$) identifica el campo alterno magnético que está presente en la sección "Li" de la línea de soldadura L (con $i=1-5$ respectivamente). Como muestra la figura 26, cada una de las secciones L1-L5 de la línea de soldadura se extiende en cada caso por dos de los espacios intermedios Z1-Z10, dispuestos directamente uno detrás de otro a lo largo de la línea de soldadura L: Por ejemplo, la sección L1 se extiende por los espacios intermedios Z1 y Z2, la sección L2, por los espacios intermedios Z3 y Z4, la sección L3, por los espacios intermedios Z5 y Z6, la sección L4, por los espacios intermedios Z7 y Z8 y la sección L5, por los espacios intermedios Z9 y Z10.
- 25 En la figura 18, las flechas identificadas con H1, H2, H3, H4 o H5 indican en cada caso la dirección de la intensidad de campo de los campos alternos magnéticos H1, H2, H3, H4 o H5 en las distintas secciones L1-L5 de la línea de soldadura L (respectivamente para uno de los espacios intermedios Z1-Z10 y respectivamente para la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I, identificada en la figura 18 mediante flechas identificadas con el signo de referencia I). Como se puede observar en las figuras 18 y 26, cada uno de los campos alternos magnéticos H1-H5 está orientado en la línea de soldadura L esencialmente en perpendicular al plano de soldadura LE y en perpendicular a la línea de soldadura L. Los campos alternos magnéticos H1, H3 y H5 presentan la misma dirección en las secciones L1, L3 y L5 o en los espacios intermedios Z1, Z2, Z5, Z6, Z9 y Z10 y, por tanto, están en la misma fase entre sí. Por el contrario, los campos alternos magnéticos H2 y H4 en las secciones L2 y L4 o en los espacios intermedios Z3, Z4, Z7 y Z8 están orientados en sentido opuesto a los campos alternos magnéticos H1, H3 y H5, de modo que los campos alternos magnéticos H1, H3 y H5 en las secciones L1, L3 y L5 respectivamente están en fase opuesta a los campos alternos magnéticos H2 y H4 en las secciones L2 y L4.
- 30 Para posibilitar la distribución espacial, mencionada arriba, de los campos alternos magnéticos H1-H5, los cuerpos sólidos 130 y 140 están estructurados según las figuras 22-25.
- 35 40 45 50 55 60
- Para posibilitar la distribución espacial, mencionada arriba, de los campos alternos magnéticos H1-H5, los cuerpos sólidos 130 y 140 están estructurados según las figuras 22-25.
- Las figuras 22 y 23 muestran los cuerpos sólidos 130 y 140 por separado en cada caso en una disposición respecto a la línea de soldadura L, que es idéntica a la disposición de los cuerpos sólidos 130 y 140 según la figura 18. La figura 22 muestra el cuerpo sólido 130 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 18) y la figura 23 muestra el cuerpo sólido 140 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 18). Como se puede observar en las figuras 22 y 23, los cuerpos sólidos 130 y 140 se extienden esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L y están separados de la línea de soldadura L en cada caso por un entrehierro LS. Para posibilitar una comparación entre la disposición del cuerpo sólido 130 según la figura 22 y la disposición del cuerpo sólido 140 según la figura 23, se han marcado tanto en la figura 22 como en la figura 23 las posiciones espaciales de los respectivos espacios intermedios Z1-Z11 (como está definido en la figura 18), de modo que a partir de las figuras 22 y 23 se puede inferir la disposición relativa de los cuerpos sólidos 130 y 140 respecto a los elementos de sujeción P1-P11 y de las secciones L1-L5 de la línea de soldadura (como está definido en la figura 26).
- Como muestra la figura 22, el cuerpo sólido 130 (de manera análoga al cuerpo sólido 30 de la antena de inducción 20A) se puede considerar asimismo como una disposición lineal de distintas secciones, unidas entre sí, que están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L y se extienden a través de distintos espacios intermedios Z1-Z10 a diferentes distancias D1 o D2 (con D2>D1) respecto a la línea de soldadura L.

Como se puede observar en la figura 22, el cuerpo sólido 130 comprende un primer grupo de tres secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 que presentan respectivamente una forma alargada y se extienden en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, en el presente ejemplo a una distancia D1 de la línea de soldadura L respectivamente. La sección 130-A1 se extiende a través de los espacios intermedios Z1 y Z2, la sección 130-A2, a

5 través de los espacios intermedios Z5 y Z6 y la sección 130-A3, a través de los espacios intermedios Z9 y Z10. El cuerpo sólido 130 comprende también un segundo grupo de secciones 130-B1, 130-B2, 130-B3, 130-B4, 130-B5, 130-B6 y 130-B7 que presentan una distancia mayor respecto a la línea de soldadura L que las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3.

10 Para identificar las zonas del cuerpo sólido 130 que se han de entender en este sentido como una de las secciones mencionadas, cada una de las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 está encerrada en la figura 22 en un rectángulo formado por una línea interrumpida. Para una mejor comprensión, la figura 24 muestra una representación del cuerpo sólido 130, en la que las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 están separadas de las secciones 130-B1, 130-B2, 130-B3, 130-B4, 130-B5, 130-B6 y 130-B7 (respectivamente a lo largo de las líneas discontinuas, indicadas en las figura 24) y desplazadas respecto a las secciones 130-B1, 130-B2, 130-B3, 130-B4, 130-B5, 130-B6 y 130-B7 en dirección de la línea de soldadura L (en comparación con la representación del cuerpo sólido 130 en la figura 22).

15 Como muestra también la figura 22, las secciones 130-B1, 130-B2, 130-B3, 130-B4, 130-B5, 130-B6 y 130-B7 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que dos de estas secciones respectivamente, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila, están separadas mediante un espacio T, que se extiende en vertical a la línea de soldadura L, con el fin de conseguir un aislamiento eléctrico entre estas secciones.

20 Por la otra parte, dos de las secciones 130-B1, 130-B2, 130-B3, 130-B4, 130-B5, 130-B6 y 130-B7 están unidas entre sí respectivamente en un lado dirigido hacia la línea de soldadura L mediante una de las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3. Como se puede observar en la figura 22, la sección 130-A1 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 130-B1 y por el otro de sus dos extremos a la sección 130-B3. Asimismo, la sección 130-A2 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 130-B3 y por el otro de sus dos extremos a la sección 130-B5. Asimismo, la sección 130-A3 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 130-B5 y por el otro de sus dos extremos a la sección 130-B7. Esto garantiza que las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 estén unidas entre sí de tal modo que quedan conectadas eléctricamente en serie en este orden.

25 Como se aclara a continuación, las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 tienen la función de conducir la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura de tal modo que la corriente alterna I genera los campos alternos magnéticos H1, H3 y H5 en el entorno de estas secciones o en la línea de soldadura L. Debido a esta función, las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 se deben identificar a continuación también como secciones "generadoras de campo alterno" del cuerpo sólido 130 o del tramo de corriente 21B.

30 Como muestra la figura 23, el cuerpo sólido 140 (de manera análoga al cuerpo sólido 40 de la antena de inducción 20A) se puede considerar como una disposición lineal de distintas secciones, unidas entre sí, que están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L y se extienden a través de distintos espacios intermedios Z1-Z10 a diferentes distancias D1 o D2 (con D2>D1) respecto a la línea de soldadura L.

35 Como se puede observar en la figura 23, el cuerpo sólido 140 comprende un primer grupo de dos secciones 140-A1 y 140-A2 que presentan respectivamente una forma alargada y se extienden en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, en el presente ejemplo a una distancia D1 de la línea de soldadura L respectivamente. La sección 140-A1 se extiende a través de los espacios intermedios Z3 y Z4 y la sección 140-A2 a través de los espacios intermedios Z7 y Z8. El cuerpo sólido 140 comprende también un segundo grupo de secciones 140-B1, 140-B2, 140-B3, 140-B4 y 140-B5 que presentan una distancia mayor respecto a la línea de soldadura L que las secciones 140-A1 y 140-A2.

40 Para identificar las zonas del cuerpo sólido 140 que se han de entender en este sentido como una de las secciones mencionadas, cada una de las secciones 140-A1 y 140-A2 está encerrada en la figura 23 en un rectángulo formado por una línea interrumpida. Para una mejor comprensión, la figura 25 muestra una representación del cuerpo sólido 140, en la que las secciones 140-A1 y 140-A2 están separadas de las secciones 140-B1, 140-B2, 140-B3, 140-B4 y 140-B5 (respectivamente a lo largo de las líneas discontinuas, indicadas en la figura 25) y desplazadas respecto a las secciones 140-B1, 140-B2, 140-B3, 140-B4 y 140-B5 en dirección de la línea de soldadura L (en comparación con la representación del cuerpo sólido 140 en la figura 23).

45 Como muestra también la figura 23, las secciones 140-B1, 140-B2, 140-B3, 140-B4 y 140-B5 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que dos de estas secciones respectivamente, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila, están separadas mediante un espacio T, que se extiende en vertical a la línea de soldadura L, con el fin de conseguir un aislamiento eléctrico entre estas secciones.

50 Por la otra parte, dos de las secciones 140-B1, 140-B2, 140-B3, 140-B4 y 140-B5 están unidas entre sí respectivamente en un lado dirigido hacia la línea de soldadura L mediante una de las secciones 140-A1 y 140-A2.

Como se puede observar en la figura 23, la sección 140-A1 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 140-B1 y por el otro de sus dos extremos a la sección 140-B3. Asimismo, la sección 140-A2 está unida por uno de sus dos extremos a la sección 140-B3 y por el otro de sus dos extremos a la sección 140-B5. Esto garantiza que las secciones 140-A1 y 140-A2 estén unidas entre sí de tal modo que quedan conectadas eléctricamente en serie en este orden.

Como se aclara a continuación, las secciones 140-A1 y 140-A2 tienen la función de conducir la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que la corriente alterna I genera los campos alternos magnéticos H2 y H4 en el entorno de estas secciones o en la línea de soldadura L. Debido a esta función, las secciones 140-A1 y 140-A2 se deben identificar a continuación también como secciones "generadoras de campo alterno" del cuerpo sólido 140 o del tramo de corriente 21B.

Con referencia a la figura 19 se ha de señalar que las secciones generadoras de campo alterno 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 y las secciones generadoras de campo alterno 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140 están dispuestas de manera alterna una detrás de otra en una fila, por lo que a una sección generadora de campo alterno del cuerpo sólido 130 le sigue respectivamente una sección generadora de campo alterno del cuerpo sólido 140 (o viceversa). La figura 19 muestra también la antena de inducción 20B en una forma de realización preferida, en la que las secciones generadoras de campo alterno 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 y las secciones generadoras de campo alterno 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140 están moldeadas y dispuestas de manera que se extienden conjuntamente en el plano de soldadura LE una detrás de otra en una fila a lo largo de una recta G, según la representación de la figura 19. Esto último es ventajoso con respecto a la homogeneidad de los campos alternos magnéticos H1-H5 a lo largo de la línea de soldadura L.

La figura 26 muestra una representación esquemática del tramo de corriente 21B de la antena de inducción 20B según la figura 18. En este caso se supone que el generador 9 para la corriente alterna I, según la representación de la figura 18, está conectado al elemento de acoplamiento de corriente 110 o al elemento de desacoplamiento de corriente 112, de modo que una corriente alterna I, generada por el generador 9, puede circular en el tramo de corriente 21B entre el elemento de acoplamiento de corriente 110 y el elemento de desacoplamiento de corriente 112 y generar así en la línea de soldadura L un campo alterno magnético o campos alternos magnéticos.

La figura 26 muestra la disposición del tramo de corriente 21B de la antena de inducción 20B respecto a la línea de soldadura L en el caso de que la sección 130-B7 del cuerpo sólido 130 esté unida eléctricamente a la sección 140-B5 del cuerpo sólido 140. En la figura 26, las líneas discontinuas, identificadas con V1, V2 o V3, representan uniones eléctricas respectivamente que están presentes entre el generador 9 y los cuerpos sólidos 130 o 140 o entre los cuerpos sólidos 130 y 140. La unión eléctrica V1 representa una unión eléctrica entre el generador 9 y la sección 130-B1 del cuerpo sólido 130 (creada, por ejemplo, mediante un elemento de cortocircuito 101 que está posicionado en el taladro 133, representado en la figura 26, en la sección 130-B1 del cuerpo sólido 130 y que garantiza una unión eléctrica entre la sección 130-B1 y el cuerpo de enfriamiento 60 o el elemento de acoplamiento de corriente 110). Por consiguiente, la unión eléctrica V2 representa la unión ya mencionada entre la sección 130-B7 del cuerpo sólido 30 y la sección 140-B5 del cuerpo sólido 140. Esta unión V2 puede estar implementada mediante un elemento de cortocircuito 102 que está alojado tanto en un taladro 134 de la sección 130-B7 del cuerpo sólido 130 como en un taladro 144 de la sección 140-B5 del cuerpo sólido 140. Por consiguiente, la unión eléctrica V3 representa una unión eléctrica entre el generador 9 y la sección 140-B1 del cuerpo sólido 140 (creada, por ejemplo, mediante un elemento de cortocircuito 103 que está posicionado en el taladro 145, representado en la figura 26, en la sección 140-B1 del cuerpo sólido 140 y que garantiza una unión eléctrica entre la sección 140-B1 y el cuerpo de enfriamiento 70 o el elemento de desacoplamiento de corriente 112).

Para una mejor comprensión, en la figura 26 están representadas la disposición del cuerpo sólido 130 y la disposición del cuerpo sólido 140 en dos dibujos situados uno sobre otro respecto a la línea de soldadura L. Por esta razón, la figura 26 contiene en una parte superior una representación del cuerpo sólido 130 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 18, en correspondencia con la representación del cuerpo sólido 130 en la figura 22) y en una parte inferior una representación del cuerpo sólido 140 en una vista lateral (con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 18, en correspondencia con la representación del cuerpo sólido 140 en la figura 23). En la figura 26 está representada también una división de la línea de soldadura L en las distintas secciones L1, L2, L3, L4 o L5, dispuestas una detrás de otra en una fila en el orden mencionado antes.

Según la figura 26, el tramo de corriente 21B se puede entender como una conexión en serie de dos secciones de este tramo de corriente, identificadas en la figura 26 con 21B-1 y 21B-2: La "sección 21B-1" representa aquella sección del tramo de corriente 21B configurada en el cuerpo sólido 130; por consiguiente, la "sección 21B-2" representa aquella sección del tramo de corriente 21B configurada en el cuerpo sólido 140.

Las secciones 21B-1 y 21B-2 del tramo de corriente 21B están conectadas una detrás de otra en serie mediante la unión eléctrica V2 de manera que la corriente alterna I se conduce tanto en la sección 21B-1 como en la sección 21B-2 a lo largo de la línea de soldadura L, pero de modo que la corriente alterna I en la sección 21B-1 del tramo de corriente 21B está en fase opuesta a la corriente alterna I en la sección 21B-2 del tramo de corriente 21B. Para aclarar esta situación, las flechas provistas del signo de referencia I indican en la figura 26 respectivamente la

dirección de flujo de corriente actual de una corriente alterna eléctrica I, generada por el generador 9, en un momento determinado, coincidiendo la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la representación según la figura 26 con la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la representación según la figura 18. La corriente alterna I circula, como se puede observar, entre las uniones eléctricas V1 y V2 respectivamente a través de la sección 21B-1 del tramo de corriente 21B y entre las uniones eléctricas V2 y V3 respectivamente a través de la sección 21B-2 del tramo de corriente 21B. Asimismo, las flechas provistas del signo de referencia I1 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21B-1 del tramo de corriente 21B y las flechas provistas del signo de referencia I2 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21B-2 del tramo de corriente 21B (en el mismo momento).

Como se puede observar en las figuras 22-26, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 (en correspondencia con la dirección de flujo de corriente I1 en la figura 26) está en sentido opuesto respectivamente a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna I en las secciones 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140 (en correspondencia con la dirección de flujo de corriente I2 en la figura 26). Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I en las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 está en la misma fase respectivamente y en las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 está en fase opuesta respectivamente a la corriente alterna I en las secciones 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140.

Como se puede observar en las figuras 22-26, las secciones 130A-1, 140A-1, 130A-2, 140A-2 y 130A-3 se extienden en el presente ejemplo en este orden una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L respectivamente a una distancia D1 de la línea de soldadura L y están separadas de la línea de soldadura L por un entrehierro LS. En comparación con la distancia D1, las respectivas distancias seleccionadas de las secciones 140-B1, 140-B3 o 140-B5 del cuerpo sólido 140 y de las secciones 130-B3, 130-B5 o 130-B7 del cuerpo sólido 130 respecto a la línea de soldadura L son tan grandes que la corriente alterna I, que circula en las secciones 140-B1, 140-B3 o 140-B5 del cuerpo sólido 140 y en las secciones 130-B3, 130-B5 o 130-B7 del cuerpo sólido 130 no realizan o realizan una contribución relativamente pequeña (insignificante) a los campos alternos magnéticos que la corriente alterna eléctrica I genera en la línea de soldadura L.

Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I, que circula a través de las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130, genera los campos alternos magnéticos H1, H3 y H5, presentes en los espacios intermedios Z1, Z2, Z5, Z6, Z9 y Z10 o en las secciones L1, L3, L5 de la línea de soldadura L. Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I, que circula a través de las secciones 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140, genera los campos alternos magnéticos H2 y H4, presentes en los espacios intermedios Z3, Z4, Z7 y Z8 o en las secciones L2 y L4. Dado que la corriente alterna eléctrica I en las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 están en fase opuesta (como ya se mencionó) a la corriente alterna eléctrica I en las secciones 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140, se garantiza en cada caso que los campos alternos magnéticos H1, H3 y H5 estén en fase opuesta a los campos alternos magnéticos H2 y H4 respectivamente. La longitud efectiva de la antena de inducción 21B se extiende en el presente caso por todas las secciones L1-L5 de la línea de soldadura L (como se indica en la figura 26 mediante una flecha doble, provista del signo de referencia Leff).

La figura 20 muestra la antena de inducción 20B según la figura 18 en una vista correspondiente a la figura 19. En el caso de la figura 20 se supone que el tramo de corriente 21B de la antena de inducción 20B está configurado en correspondencia con la forma de realización del tramo de corriente 21B, representada en la figura 26. En la figura 20 están representadas flechas, identificadas respectivamente con los signos de referencia I, I1 o I2, con el mismo significado que las flechas correspondientes, identificadas con I, I1 o I2 en el caso de la figura 26. Por consiguiente, las flechas identificadas con I1 indican la dirección de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130, identificadas en la figura 19, y las flechas identificadas con I2 indican la dirección de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones alargadas 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140, identificadas en la figura 19, en un momento determinado respectivamente. En la figura 20 están representadas adicionalmente flechas H1, H2, H3, H4 y H5 que indican la dirección actual de la intensidad de campo magnético de los campos alternos magnéticos H1-H5, generados por la corriente alterna I, como muestra la figura 18. Por consiguiente, la flecha identificada con Hi indica en la figura 20 la dirección actual de la intensidad de campo del campo alterno Hi en la línea de soldadura L en la sección Li según la figura 26, siendo i=1-5. Por tanto, la figura 20 muestra distintas secciones del tramo de corriente 21A con direcciones de flujo de corriente I1 o I2, opuestas entre sí, en correlación con la dirección actual de los campos alternos que se generan en el entorno de las respectivas secciones del tramo de corriente 21B. Se pueden observar claramente distintas secciones del tramo de corriente 21B, en cuyo entorno, los respectivos campos alternos magnéticos están orientados en sentido opuesto y, por consiguiente, están en fase opuesta entre sí.

Con respecto a las figuras 18-25 se ha de señalar que cada una de las secciones generadoras de campo alterno 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 y las secciones generadoras de campo alterno 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140 presentan respectivamente tres entalladuras que se extienden en el plano de soldadura LE esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L, estando configurada en cada caso una de estas tres entalladuras en cada uno de los dos extremos de la respectiva sección generadora de campo alterno y en el centro entre los dos extremos de la respectiva sección generadora de campo alterno. Estas entalladuras forman los canales

K1-K11, representados en las figuras 18-20, para guiar los elementos de sujeción P1-P11, cuando los cuerpos sólidos 130 y 140 de la antena de inducción 20 B están dispuestos de manera que quedan situados uno respecto a otro y respecto a los elementos de sujeción P1-P11 en la disposición representada en la figura 18.

- 5 Con referencia a las figuras 18-25 se ha de señalar que cada una de las secciones generadoras de campo alterno 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 y las secciones generadoras de campo alterno 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140 presentan respectivamente dos secciones alargadas, dispuestas en la antena de inducción 20B según la figura 18 preferiblemente de manera que se extienden en línea recta en el plano de soldadura LE y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L. Estas secciones alargadas se identifican a continuación con LB1, LB2, LB3, LB4, LB5, LB6, LB7, LB8, LB9 o LB10 y están representadas en las figuras 24 y 25 (mediante llaves 10 que marcan la extensión de la respectiva sección alargada en dirección de la línea de soldadura L). Cada una de estas secciones alargadas está dispuesta de manera que se extiende a través de uno de los espacios intermedios Z1-Z10 entre dos de los elementos de sujeción P1-P11 respectivamente o entre dos de los canales K1-K11. Cada una de las secciones alargadas LB1, LB2, LB3, LB4, LB5, LB6, LB7, LB8, LB9 o LB10 puede presentar una sección transversal constante en toda su longitud. Como se puede observar en las figuras 19, 24 y 25, las secciones 15 alargadas LB1, LB2, LB3, LB4, LB5, LB6, LB7, LB8, LB9 y LB10 pueden estar configuradas una detrás de otra en una fila de manera que se extienden a lo largo de una recta (recta G en la figura 19). Esta configuración de las secciones generadoras de campo alterno 130-A1, 130-A2 y 130-A3 del cuerpo sólido 130 y de las secciones generadoras de campo alterno 140-A1 y 140-A2 del cuerpo sólido 140 posibilita una distribución espacial particularmente homogénea de los campos alternos magnéticos a lo largo de la línea de soldadura L.
- 20 Las figuras 27-40 muestran una tercera variante del dispositivo de soldadura 15, según la invención, que comprende una antena de inducción 20C con un tramo de corriente 21C para una corriente alterna eléctrica I (de alta frecuencia). Esta variante del dispositivo de soldadura 15 es idéntica a la del dispositivo de soldadura 15 según las figuras 4-17 respecto a una serie de detalles. Las características representadas en las figuras 4-17 o 27-40, 25 idénticas desde el punto de vista estructural o funcional, están provistas respectivamente de signos de referencia idénticos. A continuación se explican esencialmente diferencias existentes entre el dispositivo de soldadura 15 en la variante según las figuras 27-40 y el dispositivo de soldadura 15 en la variante según las figuras 4-17.

- La figura 27 muestra el dispositivo de soldadura 15, incluyendo la antena de inducción 20C y once elementos de sujeción P1-P11 en combinación con una célula solar 1, habiéndose puesto en contacto una barra colectora eléctrica 3, dispuesta en una superficie de la célula solar 1, con una cinta 5 que se extiende en la dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. En la figura 27 está representada también la línea de soldadura L en forma de una recta matemática. Como se puede observar, la línea de soldadura L se extiende en una superficie, dirigida hacia la cinta 5, de la barra colectora eléctrica 3 en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. En la figura 27 está representado adicionalmente un plano de soldadura LE, es decir, un plano que se extiende esencialmente en perpendicular a la superficie 1-1 de la célula solar 1 y en el que está situada la línea de soldadura L.
- 35 Los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 27 están configurados y dispuestos como los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 4, es decir, los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 27 se extienden en el plano de soldadura LE esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L y están dispuestos uno de detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de manera que entre estos elementos de sujeción P1-P11 quedan configurados espacios intermedios Z1-Z10, estando guiados cada uno de los elementos de sujeción P1-P11 40 en uno de los canales K1-K11, configurados en la antena de inducción 20C.

- Como muestra la figura 27, la antena de inducción 20C comprende un tramo de corriente 21C para una corriente alterna I (de alta frecuencia), generable mediante un generador 9 (por ejemplo, un generador 9 según la figura 4) (no representado en la figura 27) y posible de acoplar al tramo de corriente 21C o desacoplar del tramo de corriente 21C mediante el elemento de acoplamiento de corriente 110 y/o el elemento de desacoplamiento de corriente 112, conduciéndose la corriente alterna eléctrica I a lo largo del tramo de corriente 21C de manera que genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura L y/o en un entorno de la línea de soldadura L.

- En el presente ejemplo, el tramo de corriente 21C está configurado respectivamente por secciones en varios cuerpos sólidos conductores de electricidad, pudiéndose establecer diferencias entre tres grupos distintos de uno o varios de estos cuerpos sólidos: A estos cuerpos sólidos pertenecen (como muestra la figura 27) un cuerpo sólido 50 conductor de electricidad 150, un grupo 160 de uno o varios cuerpos sólidos conductores de electricidad y un grupo 170 de uno o varios cuerpos sólidos conductores de electricidad, extendiéndose el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro LS, a lo largo de la línea de soldadura L y conduciendo secciones individuales de estos cuerpos sólidos la corriente alterna eléctrica I a lo largo de la línea de soldadura L. Por consiguiente, el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170 (y, por consiguiente, secciones individuales de estos cuerpos sólidos) forman respectivamente distintas secciones del tramo de corriente 21C.

- Como se explica más en detalle a continuación (en particular en relación con las figuras 29-40), la antena de inducción 20C se diferencia de la antena de inducción 20A según la figura 4 esencialmente por el tramo de corriente 21C. Esta diferencia entre las antenas de inducción 20A y 20C da como resultado que mediante la antena de 60

inducción 20C se puedan generar campos alternos magnéticos con una distribución espacial respecto a la línea de soldadura L, que es diferente a la de los campos alternos magnéticos, posibles de generar mediante la antena de inducción 20A.

- 5 La corriente alterna I se conduce en el tramo de corriente 21C de la antena de inducción 20C a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que en diez secciones distintas de la línea de soldadura L, que se identifican a continuación con L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9 y L10 y cuya posición espacial en relación con los respectivos espacios intermedios Z1-Z10 está representada gráficamente en la figura 31, genera campos alternos magnéticos, identificados a continuación con H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 y H10: El signo "Hi" (con $i=1-10$) identifica el campo alterno magnético que está presente en la sección "Li" de la línea de soldadura L (con $i=1-10$ respectivamente). Como muestran las figuras 27 y 31, cada una de las secciones L1-L10 de la línea de soldadura L se extiende en cada caso por uno de los espacios intermedios Z1-Z10.

En la figura 27, las flechas identificadas con H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 o H10 indican en cada caso la dirección de la intensidad de campo de los campos alternos magnéticos H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8, H9 o H10 en las distintas secciones L1-L10 de la línea de soldadura L (respectivamente para uno de los espacios intermedios Z1-Z10 o una de las secciones L1-L10 de la línea de soldadura L y respectivamente para la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I, representada en la figura 27 mediante flechas identificadas con el signo de referencia I). Como se puede observar en la figura 27, cada uno de los campos alternos magnéticos H1-H10 está orientado en la línea de soldadura L esencialmente en paralelo al plano de soldadura LE y en perpendicular a la línea de soldadura L. Los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9 presentan la misma dirección en las secciones L1, L3, L5, L7 y L9 o en los espacios intermedios Z1, Z3, Z5, Z7 y Z9 y, por tanto, están en la misma fase entre sí. Por el contrario, los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10 en las secciones L2, L4, L6, L8 y L10 o en los espacios intermedios Z2, Z4, Z6, Z8 y Z10 están orientados en sentido opuesto a los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9, de modo que los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7 y H9 en las secciones L1, L3, L5, L7 y L9 respectivamente están en fase opuesta a los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8 y H10 en las secciones L2, L4, L6, L8 y L10.

Para garantizar la distribución espacial, mencionada arriba, de los campos alternos magnéticos H1-H10, el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170 están estructurados según las figuras 29-33 y están unidos eléctricamente entre sí según las figuras 29 y 34-39. Con referencia a las figuras 29-34 se explican a continuación detalles constructivos del tramo de corriente 21C de la antena de inducción 20C.

La figura 29 muestra componentes individuales de la antena de inducción 20C según la figura 27 en una representación despiezada, estando separados entre sí los respectivos componentes en una dirección en perpendicular al plano de soldadura LE. Como se puede observar, la antena de inducción 20C comprende en el presente ejemplo, de manera adicional al cuerpo sólido 150, al grupo 160 de cuerpos sólidos y al grupo 170 de cuerpos sólidos, cuerpos de enfriamiento (opcionales) 60 y 70, dos cuerpos de aislamiento 90 (de un material aislante de electricidad) y dos cuerpos de aislamiento 80 (de un material aislante de electricidad). Los cuerpos de enfriamiento 60, 70 o los cuerpos de aislamiento 80, 90 de la antena de inducción 20C son idénticos al menos desde el punto de vista funcional a los cuerpos de enfriamiento correspondientes 60, 70 o los cuerpos de aislamiento 80, 90 de la antena de inducción 20A según la figura 4, aunque se pueden diferenciar, por ejemplo, por su forma o la disposición de taladros para medios de fijación o elementos de cortocircuito.

El cuerpo sólido 150, el grupo 160 de cuerpos sólidos y el grupo 170 de cuerpos sólidos están dispuestos uno al lado de otro y se extienden entre los cuerpos de enfriamiento 60 y 70 esencialmente en paralelo entre sí en una dirección predefinida (según la figura 27 esencialmente en paralelo al plano de soldadura LE y a la línea de soldadura L). El cuerpo sólido 150 está posicionado aquí entre el grupo 160 de cuerpos sólidos y el grupo 170 de cuerpos sólidos.

Los cuerpos de enfriamiento 60 y 70, el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170 están aislados eléctricamente entre sí mediante los cuerpos de aislamiento 80 y 90. Uno de los cuerpos de aislamiento 90 está dispuesto entre el cuerpo de enfriamiento 60 y el grupo 160 de cuerpos sólidos para conseguir un aislamiento eléctrico entre el cuerpo de enfriamiento 60 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160. Uno de los cuerpos de aislamiento 80 está posicionado entre el grupo 160 de cuerpos sólidos y el cuerpo sólido 150 para conseguir un aislamiento eléctrico entre el cuerpo sólido 150 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160. Uno de los cuerpos de aislamiento 80 está posicionado entre el cuerpo sólido 150 y el grupo 170 de cuerpos sólidos para conseguir un aislamiento eléctrico entre el cuerpo sólido 150 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170. Asimismo, uno de los cuerpos de aislamiento 90 está posicionado entre el grupo 170 de cuerpos sólidos y el cuerpo de enfriamiento 70 para conseguir un aislamiento eléctrico entre el cuerpo de enfriamiento 70 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170.

Como se puede observar también en la figura 29, la antena de inducción 20C según la figura 27 comprende medios de fijación 100 que sirven para unir mecánicamente entre sí el cuerpo sólido 150, el grupo 160 de cuerpos sólidos, el grupo 170 de cuerpos sólidos, los cuerpos de enfriamiento 60, 70 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 y sujetarlos de tal modo que la antena de inducción 20C forma una unidad que se puede sujetar en su conjunto en una posición

predefinida respecto a la línea de soldadura L.

La antena de inducción 20C comprende también un elemento de cortocircuito 101 que sirve para crear una unión eléctrica entre el cuerpo de enfriamiento 60 o el elemento de acoplamiento de corriente 110 y el cuerpo sólido 150.

La antena de inducción 20C comprende también al menos un elemento de cortocircuito 102A que sirve para crear una unión eléctrica entre el cuerpo sólido 150 y al menos uno de los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160.

La antena de inducción 20C comprende adicionalmente uno o varios elementos de cortocircuito 102B y uno o varios elementos de cortocircuito 102C. Los respectivos elementos de cortocircuito 102B y 102C sirven para crear uniones eléctricas entre los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160 y los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170.

La antena de inducción 20C comprende también al menos un elemento de cortocircuito 103 que sirve para crear una unión eléctrica entre el cuerpo de enfriamiento 70 o el elemento de desacoplamiento de corriente 112 y un cuerpo sólido perteneciente a la disposición 170.

Los medios de fijación 100 y los elementos de cortocircuito 101, 102A, 102B, 102C y 103 están diseñados como tornillos en el presente ejemplo, aunque se pueden sustituir naturalmente por otros medios con un funcionamiento adecuado. A fin de poder posicionar correctamente los medios de fijación 100 y los elementos de cortocircuito 101,

10 102A, 102B, 102C y 103 durante un montaje de la antena de inducción 20C, el primer cuerpo de enfriamiento 60, el segundo cuerpo de enfriamiento 70, el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 160, los cuerpos sólidos pertenecientes al grupo 170 y los cuerpos de aislamiento 80 y 90 presentan taladros dispuestos de manera correspondiente, en los que se pueden insertar los respectivos medios de fijación 100 o elementos de cortocircuito 101, 102A, 102B, 102C y 103 (lo que no se explica en detalle en este punto).

20 Cuanto todas las partes, visibles en la figura 29, de la antena de inducción 20C están ensambladas de manera que configuran una antena de inducción 20C (operativa) en la forma representada en la figura 27, los elementos de cortocircuito 101, 102A, 102B, 102C y 103 garantizan una unión eléctrica continua para la corriente alterna I entre el elemento de acoplamiento de corriente 110 y el elemento de desacoplamiento de corriente 112 mediante el cuerpo sólido 150, el grupo 160 de cuerpos sólidos y el grupo 170 de cuerpos sólidos, estando conectadas eléctricamente en serie secciones de los cuerpos sólidos mencionados respectivamente. Los elementos de cortocircuito 101, 102A, 25 102B, 102C y 103 se pueden considerar, por tanto, como componentes del tramo de corriente 21C. Esto último se explica en detalle en relación con las figuras 34-39.

30 La figura 30 muestra detalles constructivos del cuerpo sólido 150 y de los cuerpos sólidos pertenecientes a los grupos 160 y 170. La figura 30 contiene cuatro representaciones distintas, identificadas con (a), (b), (c) o (d). La representación (a) en la figura 30 muestra la disposición, presente en la antena de inducción 20C según la figura 27,

35 de los cuerpos sólidos del grupo 160, del cuerpo sólido 150 y de los cuerpos sólidos del grupo 160 en una representación despiezada, estando separados los cuerpos sólidos del grupo 170 del cuerpo sólido 150 en vertical al plano de soldadura LE y estando separados los cuerpos sólidos del grupo 160 también del cuerpo sólido 150 en vertical al plano de soldadura LE. Las representaciones (b)-(d) en la figura 30 muestran respectivamente por separado el cuerpo sólido 150 y los grupos 160 y 170 de los cuerpos sólidos.

40 Como se puede observar en la representación (c) de la figura 30, el cuerpo sólido 150 comprende en el presente ejemplo, diez secciones alargadas distintas, identificadas con LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 y dispuestas en este orden una detrás de otra en una fila, y comprende once secciones 150-1, 150-2, 150-3, 150-4, 150-5, 150-6, 150-7, 150-8, 150-9, 150-10 y 150-11, dispuestas asimismo una detrás de otra en una fila, estando unidas entre sí dos de las secciones respectivamente 150-1, 150-2, 150-3, 150-4, 150-5, 150-6, 150-7, 150-8, 150-9, 150-10 y 150-11, dispuestas directamente una detrás de otra en la fila, mediante una de las secciones alargadas respectivamente LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5. De esta manera, dos de las secciones alargadas respectivamente LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 están unidas entre sí mediante una de las secciones 150-2, 150-3, 150-4, 150-5, 150-6, 150-7, 150-8, 150-9, 150-10 de tal modo que las secciones LC1,

45 LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 quedan conectadas en serie en este orden.

50 Como se puede observar en la representación (b) de la figura 30, el grupo 170 comprende seis cuerpos sólidos separados 170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5, 170-6. Los cuerpos sólidos separados 170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5 presentan esencialmente la misma estructura: Cada uno de estos cuerpos sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4 o 170-5 comprende una sección alargada, identificada en la figura 30 con LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5, y dos brazos unidos a la sección alargada, estando unido uno de estos brazos a un extremo de la sección alargada y estando unido el otro de estos brazos al otro extremo de la sección alargada. Cada uno de estos brazos presenta taladros que sirven para alojar uno de los medios de fijación 100 o uno de los elementos de cortocircuito 102B, 102C.

55 Como se puede observar en la representación (d) de la figura 30, el grupo 160 comprende seis cuerpos sólidos separados 160-1, 160-2, 160-3, 160-4, 160-5, 160-6. Los cuerpos sólidos separados 160-2, 160-3, 160-4, 160-5,

160-6 presentan esencialmente la misma estructura: Cada uno de estos cuerpos sólidos 160-2, 160-3, 160-4, 160-5, 160-6 comprende una sección alargada, identificada en la figura 30 con LG1, LG2, LG3, LG4 o LG5, y dos brazos unidos a la sección alargada, estando unido uno de estos brazos a un extremo de la sección alargada y estando unido el otro de estos brazos al otro extremo de la sección alargada. Cada uno de estos brazos presenta taladros que sirven para alojar uno de los medios de fijación 100 o uno de los elementos de cortocircuito 102B, 102C.

Las figuras 31-33 muestran el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos del grupo 160 y los cuerpos sólidos del grupo 170 por separado en cada caso en una disposición respecto a la línea de soldadura L, que es idéntica a la disposición de estos cuerpos sólidos según la figura 27. La figura 31 muestra el cuerpo sólido 150, la figura 32, los cuerpos sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5, 170-6 (el grupo 170) y la figura 33, los cuerpos sólidos 160-1,

- 5 160-2, 160-3, 160-4, 160-5, 160-6 (el grupo 160), respectivamente en una vista lateral con dirección de observación en perpendicular al plano de soldadura LE según la figura 27. En las figuras 31-33 están marcadas las posiciones espaciales de los respectivos espacios intermedios Z1-Z11 (como está definido en la figura 27), de modo que a partir de las figuras 31-33 se puede inferir la posición relativa del cuerpo sólido 150, de los cuerpos sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5, 170-6 (el grupo 170) y de los cuerpos sólidos 160-1, 160-2, 160-3, 160-4, 160-5, 160-6 (el grupo 160) respecto a los elementos de sujeción P1-P11. Están representadas también las respectivas secciones L1-L10 de la línea de soldadura L.

Como se puede observar en las figuras 31-33, el cuerpo sólido 150, los cuerpos sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4, 170-5, 170-6 (el grupo 170) y los cuerpos sólidos 160-1, 160-2, 160-3, 160-4, 160-5, 160-6 (el grupo 160) se extienden esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L y están separados de la línea de soldadura L respectivamente por un entrehierro LS, pudiéndose extender secciones individuales de estos cuerpos sólidos a diferentes distancias D1 o D2 (con D2>D1) respecto a la línea de soldadura L.

En el presente ejemplo, las secciones LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 del cuerpo sólido 150, las secciones LG1, LG2, LG3, LG4 o LG5 de los cuerpos sólidos 160-2, 160-3, 160-4, 160-5 o 160-6 (el grupo 160) y las secciones LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5 de los cuerpos sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4 o 170-5 (el grupo 170) tienen la función de conducir la corriente alterna eléctrica I a lo largo de la línea de soldadura L cerca de la línea de soldadura de tal modo que la corriente alterna eléctrica I, que circula a través de estas secciones, genera esencialmente los campos alternos magnéticos H1-H10.

Debido a esta función, las secciones LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 se deben identificar a continuación también como secciones "generadoras de campo alterno" del cuerpo sólido 150 o del tramo de corriente 21C. Por consiguiente, cada una de las secciones LG1, LG2, LG3, LG4 o LG5 se puede identificar también como sección "generadora de campo alterno" del respectivo cuerpo sólido 160-2, 160-3, 160-4, 160-5 o 160-6 (el grupo 160) o del tramo de corriente 21C. Por consiguiente, cada una de las secciones LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5 se debe identificar también como sección "generadora de campo alterno" del respectivo cuerpo sólido 170-1, 170-2, 170-3, 170-4 o 170-5 (el grupo 170) o del tramo de corriente 21C.

- 30 Con referencia a las figuras 27, 28, 31-33 y 35 se ha de señalar que en el caso del tramo de corriente 21C, dos secciones generadoras de campo alterno respectivamente están dispuestas una al lado de otra por pares en distintos lados de la línea de soldadura L en cada una de las secciones L1-L10 de la línea de soldadura L.

Como se puede observar en la figura 31, en el caso del cuerpo sólido 150, cada una de las secciones generadoras de campo alterno LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 está dispuesta en una de las secciones L1-L10 respectivamente de la línea de soldadura L y se extiende en cada caso esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L (figura 31). Por tanto, la sección LC1 se encuentra en la sección L1, la sección LD1, en la sección L2, la sección LC2, en la sección L3, la sección LD2, en la sección L4, la sección LC3, en la sección L5, la sección LD3, en la sección L6, la sección LC4, en la sección L7, la sección LD4, en la sección L8, la sección LC5, en la sección L9 y la sección LD5, en la sección L10. En este sentido se ha de tener en cuenta que las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que quedan dispuestas a lo largo de la línea de soldadura respectivamente de manera alterna en distintos lados del plano de soldadura LE y respectivamente a una distancia del plano de soldadura LE: Como se puede observar en particular en la figura 35, las secciones LC1, LC2, LC3, LC4, LC5 del cuerpo sólido 150 (dispuestas en las secciones L1, L3, L5, L7 y L9 de la línea de soldadura L) se encuentran en un primer lado S1 del plano de soldadura LE y las secciones LD1, LD2, LD3, LD4, LD5 del cuerpo sólido 150 (dispuestas en las secciones L2, L4, L6, L8 y L10 de la línea de soldadura L) se encuentran en el lado S2 del plano de soldadura LE, opuesto al lado S1. El propio cuerpo sólido 150 está situado en el plano de soldadura LE: Como se puede observar en las figuras 27, 30 y 40, al menos las secciones 150-1, 150-2, 150-3, 150-4, 150-5, 150-6, 150-7, 150-8, 150-9, 150-10 y 150-11 del cuerpo sólido 150 están situadas en el plano de soldadura LE y garantizan en el presente ejemplo una unión mecánica y una unión eléctrica entre las secciones LC1, LC2, LC3, LC4, LC5 del cuerpo sólido 150 en el lado S1 del plano de soldadura LE y en las secciones LD1, LD2, LD3, LD4, LD5 del cuerpo sólido 150, dispuestas en el lado S2.

Como se puede observar en las figuras 32, 33 y 35, todas las secciones generadoras de campo alterno LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5 de los cuerpos sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4 o 170-5 están dispuestas respectivamente una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L en el lado S2 del plano de soldadura LE a una distancia del plano de soldadura y todas las secciones generadoras de campo alterno LG1, LG2, LG3, LG4 o LG5 de los cuerpos sólidos 160-2, 160-3, 160-4, 160-5 o 160-6 están dispuestas respectivamente una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L en el lado S1 del plano de soldadura LE a una distancia del plano de soldadura.

- 60 Asimismo, cada una de las secciones generadoras de campo alterno LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5 de los cuerpos

sólidos 170-1, 170-2, 170-3, 170-4 o 170-5 está dispuesta respecto al cuerpo sólido 150 de tal modo que cada una de las secciones generadoras de campo alterno LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5 está dispuesta en combinación con una de las secciones generadoras de campo alterno LC1, LC2, LC3, LC4, LC5 del cuerpo sólido 150 en la misma sección de la línea de soldadura. En este caso, la sección LF1 del cuerpo sólido 170-1 está dispuesta junto con la sección LC1 en la sección L1 de la línea de soldadura L, la sección LF2 del cuerpo sólido 170-2 está dispuesta junto con la sección LC2 en la sección L3 de la línea de soldadura, la sección LF3 del cuerpo sólido 170-3 está dispuesta junto con la sección LC3 en la sección L5 de la línea de soldadura, la sección LF4 del cuerpo sólido 170-4 está dispuesta junto con la sección LC4 en la sección L7 de la línea de soldadura y la sección LF5 del cuerpo sólido 170-5 está dispuesta junto con la sección LC5 en la sección L9 de la línea de soldadura.

- 5 Por consiguiente, la sección LG1 del cuerpo sólido 160-2 está dispuesta junto con la sección LD1 en la sección L2 de la línea de soldadura L, la sección LG2 del cuerpo sólido 160-3 está dispuesta junto con la sección LD2 en la sección L4 de la línea de soldadura L, la sección LG3 del cuerpo sólido 160-4 está dispuesta junto con la sección LD3 en la sección L6 de la línea de soldadura L, la sección LG4 del cuerpo sólido 160-5 está dispuesta junto con la sección LD4 en la sección L8 de la línea de soldadura L y la sección LG5 del cuerpo sólido 160-6 está dispuesta junto con la sección LD5 en la sección L10 de la línea de soldadura L.
- 10

Con respecto a las figuras 34 y 36-34 se describe a continuación una realización del tramo de corriente 21C de la antena de inducción 20C.

- 20 La figura 34 muestra una representación esquemática del tramo de corriente 21C de la antena de inducción 20C según la figura 27. En este caso se supone que el generador 9 para la corriente alterna I está conectado al elemento de acoplamiento de corriente 110 o al elemento de desacoplamiento de corriente 112, de modo que una corriente alterna I, generada por el generador 9, puede circular en el tramo de corriente 21C entre el elemento de acoplamiento de corriente 110 y el elemento de desacoplamiento de corriente 112 y genera así en la línea de soldadura L un campo alterno magnético o campos alternos magnéticos.

- 25 En la figura 34, las líneas discontinuas, identificadas con V1, V2, V3, V4 o V5, representan uniones eléctricas respectivamente que sirven para unir el cuerpo sólido 150 a uno o varios cuerpos sólidos del grupo 160 y a uno o varios cuerpos sólidos del grupo 170 y al generador 9.

- 30 La unión eléctrica V1 representa una unión eléctrica entre la sección 150-1 del cuerpo sólido 150 y el generador 9. Para crear esta unión se usa el elemento de cortocircuito 101, dispuesto (por ejemplo, en un taladro en el cuerpo de enfriamiento 60 y en un taladro en la sección 150-1, como se puede observar en las figuras 37 y 38) de manera que une la sección 150-1 del cuerpo sólido 150 al cuerpo de enfriamiento 60 y, por tanto, al elemento de acoplamiento de corriente 110.

- 35 La unión eléctrica V2 representa una unión eléctrica entre la sección 150-11 del cuerpo sólido 150 y el cuerpo sólido 160-6 del grupo 160. Para crear esta unión se usa el elemento de cortocircuito 102A, dispuesto (por ejemplo, en un taladro en la sección 150-11 del cuerpo sólido 150 y en un taladro en el cuerpo sólido 160-6, como se puede observar en las figuras 36, 37 y 38) de manera que une la sección 150-1 del cuerpo sólido 150 al cuerpo de enfriamiento 60.

- 40 La unión eléctrica V3 representa una unión eléctrica entre el cuerpo sólido 170-1 del grupo 170 y el generador 9. Para crear esta unión se usa el elemento de cortocircuito 103, dispuesto (por ejemplo, en un taladro en el cuerpo de enfriamiento 70 y en un taladro en el cuerpo sólido 170-1, como se puede observar en las figuras 36, 37 y 39) de manera que une el cuerpo sólido 170-1 al cuerpo de enfriamiento 70 y, por tanto, al elemento de desacoplamiento de corriente 112.

- 45 La respectiva unión eléctrica V4 y la respectiva unión eléctrica V5 tienen la función de unir uno de los cuerpos sólidos del grupo 160 a uno de los cuerpos sólidos del grupo 170, por lo que la sección generadora de campo alterno del respectivo cuerpo sólido del grupo 160 y la sección generadora de campo alterno del respectivo cuerpo sólido del grupo 170 quedan conectadas eléctricamente en serie mediante la respectiva unión eléctrica V4 o V5. Para crear la respectiva unión eléctrica V4 se usa el elemento de cortocircuito 102B y para crear la unión eléctrica V5 se usa el elemento de cortocircuito 102C. La presente realización del tramo de corriente 21C comprende varias uniones eléctricas V4 y V5, pudiéndose observar la disposición correspondiente de los elementos de cortocircuito 102B y 102C de las figuras 36-39.

- 50 Según la figura 34, el tramo de corriente 21C se puede entender como una conexión en serie de dos secciones de este tramo de corriente, identificadas en la figura 34 con 21C-1 y 21C-2: La "sección 21C-1" representa aquella sección del tramo de corriente 21C, configurada en el cuerpo sólido 150; por consiguiente, la "sección 21C-2" representa aquella sección del tramo de corriente 21C, configurada en los respectivos cuerpos sólidos del grupo 160 y del grupo 170 (y en los respectivos elementos de cortocircuito 102B o 102C que unen los respectivos cuerpos sólidos del grupo 160 y 170). Las secciones generadoras de campo alterno LC1, LD1, LC2, LD2, LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5 del cuerpo sólido 150 están unidas de manera que quedan conectadas eléctricamente en serie en este orden en la sección 21C-1 del tramo de corriente 21C. Asimismo, las secciones generadoras de campo alterno de los cuerpos sólidos de los grupos 160 y 170 están unidas entre sí mediante las uniones eléctricas V4 y V5 de

manera que las secciones generadoras de campo alterno LF1, LG1, LF2, LG2, LF3, LG3, LF4, LG4, LF5 y LG5 quedan conectadas eléctricamente en serie en este orden en la sección 21-C2 del tramo de corriente 21C.

Las secciones 21C-1 y 21-C2 del tramo de corriente 21B están conectadas una detrás de otra en serie mediante la unión eléctrica V2 de manera que la corriente alterna I se conduce tanto en la sección 21C-1 como en la sección 21-

5 C2 a lo largo de la línea de soldadura L, pero de modo que la corriente alterna I en la sección 21C-1 del tramo de corriente 21C está en fase opuesta a la corriente alterna I en la sección 21C-2 del tramo de corriente 21C. Para aclarar esta situación, las flechas provistas del signo de referencia I indican en la figura 34 respectivamente la dirección de flujo de corriente actual de una corriente alterna eléctrica I, generada por el generador 9, en un momento determinado, coincidiendo la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en las representaciones según la figura 34 con la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la representación según la figura 27. La corriente alterna I circula, como se puede observar, entre las uniones eléctricas V1 y V2 respectivamente a través de la sección 21C-1 del tramo de corriente 21C y entre las uniones eléctricas V2 y V3 respectivamente a través de la sección 21C-2 del tramo de corriente 21C. Asimismo, las flechas provistas del signo de referencia I1 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21C-1 del tramo de corriente 21C y las flechas provistas del signo de referencia I2 indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección 21C-2 del tramo de corriente 21C (en el mismo momento).

Como se puede observar en la figura 34, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 (es decir, en las secciones LC1, LD1, LC2, LD2,

20 LC3, LD3, LC4, LD4, LC5, LD5) está en sentido opuesto respectivamente a la dirección de flujo de corriente actual en las secciones generadoras de campo alterno de los cuerpos sólidos del grupo 160 (es decir, en las secciones LG1, LG2, LG3, LG4 o LG5) y a la dirección de flujo de corriente actual en las secciones generadoras de campo alterno de los cuerpos sólidos del grupo 170 (es decir, en las secciones LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5). Por consiguiente, la corriente alterna eléctrica I en las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150

25 está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica I en las secciones generadoras de campo alterno de los cuerpos sólidos del grupo 160 y 170.

Para aclarar esta situación se remite también a la figura 39. La figura 39 muestra dos representaciones (a) y (b) de una parte inferior de la antena de inducción 20C según la figura 27 en una vista en perspectiva, estando cortada esta

30 parte inferior en un lado superior a lo largo de un plano de corte XXXIX-XXXIX según la figura 36, por lo que quedan visibles, por una parte, la disposición espacial de los elementos de cortocircuito 102B, 102C y 103 y, por la otra parte, la disposición espacial de las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 y de los cuerpos sólidos de los grupos 160 y 170. En la representación (b), las flechas representadas en cada caso indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en los elementos de cortocircuito 102B, 102C y 103 y en las respectivas secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 y de los cuerpos sólidos de los grupos 160 y 170.

Como ya se mencionó, en cada una de las secciones L1-10 de la línea de soldadura L están dispuestas en el caso de la antena de inducción 20C una de las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 y la sección generadora de campo alterno de uno de los cuerpos sólidos del grupo 160 o del grupo 170. Las secciones generadoras de campo alterno de los respectivos cuerpos sólidos pueden tener esencialmente la misma distancia

40 respecto a la línea de soldadura L. Por tanto, en el caso de la antena de inducción 20C, el campo alterno magnético, que la corriente alterna eléctrica I genera en una sección determinada de la línea de soldadura, produce respectivamente una superposición de campos alternos que la corriente alterna I genera en el entorno de dos secciones generadoras de campo alterno distintas de los cuerpos sólidos. Para aclarar esta situación se remite a la figura 40.

45 La figura 40 muestra la antena de inducción 20C en una sección transversal a lo largo del plano de corte B-B según la figura 36 en combinación con una célula solar 1 según la figura 4 y con una cinta 5, extendiéndose la cinta 5 a lo largo de la línea de soldadura L en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3 de la célula solar 1. El plano de corte B-B según la figura 36 está situado en la zona de la sección L1 de la línea de soldadura. En la figura 40 se pueden observar, entre otras, la sección generadora de campo alterno LC1 del cuerpo sólido 150 y la sección

50 generadora de campo alterno LF1 del cuerpo sólido 170-1. Las secciones LC1 y LF1 se extienden esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L y al plano de soldadura LE en distintos lados S1 o S2 del plano de soldadura LE. En la figura 40 está representado de manera esquemática también el desarrollo espacial de varias líneas de campo del campo alterno magnético mediante líneas discontinuas que rodean respectivamente las secciones generadoras de campo alterno LC1 y LF1. Las líneas de campo correspondientes están provistas de una punta de flecha

55 (identificada en un caso con el signo de referencia H), que indica la dirección actual del campo alterno magnético a lo largo de la línea de campo correspondiente, respectivamente para la dirección de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I, indicada en la figura 27. En el presente caso, las secciones generadoras de campo alterno LC1 y LF1 tienen respectivamente una sección transversal cuadrada y están dispuestas de manera simétrica respecto al plano de soldadura LE. Por consiguiente, las líneas de campo del campo alterno magnético discurren asimismo de manera simétrica respecto al plano de soldadura LE. Dado que la corriente alterna I en la sección LC1 está en fase opuesta a la corriente alterna I en la sección LF1, se genera (por superposición del campo alterno que la corriente alterna I genera en el entorno de la sección LC1, y del campo alterno que la corriente alterna I genera en el entorno

de la sección LF1) un campo alterno magnético en la línea de soldadura L, orientado en paralelo al plano de soldadura LE. En la figura 40, una flecha provista del signo de referencia H1 representa la intensidad de campo de este campo alterno para un punto en la línea de soldadura L en la zona de la sección L1.

5 Se ha de señalar que en la sección L2 de la línea de soldadura, la sección generadora de campo alterno LD1 del cuerpo sólido 150 está dispuesta en el lado S2 del plano de soldadura LE y la sección generadora de campo alterno LG1 del cuerpo sólido 160-2 está dispuesta en el lado S1 del plano de soldadura LE y la corriente alterna I en la sección LC1 está en la misma fase respecto a la corriente alterna I en la sección LD1 y en fase opuesta a la corriente alterna I en las secciones generadoras de campo alterno LF1 y LG1. Por consiguiente, la corriente alterna I en la sección L2 de la línea de soldadura L genera un campo alterno magnético (H2 según la figura 27) que está orientado en sentido opuesto al campo alterno magnético H1 según la figura 40 y, por tanto, está en fase opuesta al campo alterno magnético H1 en la sección L1 de la línea de soldadura.

10 Dado que las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 están dispuestas una detrás de otra en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de modo que quedan dispuestas a lo largo de la línea de soldadura L en las respectivas secciones L1-L10 de manera alterna en un lado del plano de soldadura LE y en el otro lado del plano de soldadura LE, los campos alternos magnéticos están en fase opuesta entre sí respectivamente en dos secciones de la línea de soldadura situadas directamente una a continuación de la otra en la fila.

15 La disposición de las secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 y de los cuerpos sólidos de los grupos 160 y 170 posibilita la generación de un campo alterno magnético que está concentrado en una dirección vertical al plano de soldadura LE en una zona extremadamente estrecha y que es homogéneo en toda la zona de la longitud efectiva Leff de la antena de inducción 20C. Para optimizar la homogeneidad de los campos alternos magnéticos, las distintas secciones del tramo de corriente 21C pueden estar configuradas, por ejemplo, como se indica a continuación.

20 Por ejemplo, las distintas secciones generadoras de campo alterno del cuerpo sólido 150 y de los cuerpos sólidos del grupo 160 y 170 pueden estar configuradas de tal modo que se extienden en línea recta esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L, como se muestra en particular en las figuras 28 y 30-34.

25 Por ejemplo, las distintas secciones generadoras de campo alterno, dispuestas por pares en la misma sección de la línea de soldadura L (por ejemplo, las secciones LC1 y LF1 y/o las secciones LD1 y LG1, etc.), pueden estar configuradas con simetría especular relativamente entre sí respecto al plano de soldadura LE, como se muestra en las figuras 35 y 40.

30 Por ejemplo, las secciones LC1, LC2, LC3, LC4 y/o LC5 del cuerpo sólido 150 pueden estar dispuestas en una recta (por ejemplo, en la recta G1 según la representación (c) de la figura 30) y extenderse a lo largo de esta recta. Por consiguiente, las secciones LD1, LD2, LD3, LD4 y/o LD5 del cuerpo sólido 150 pueden estar dispuestas en una recta (por ejemplo, en la recta G2 según la representación (c) de la figura 30) y extenderse a lo largo de esta recta. Por ejemplo, las secciones LC1, LC2, LC3, LC4 y/o LC5 del cuerpo sólido 150 y las secciones LG1, LG2, LG3, LG4 35 o LG5 pueden estar situadas en una recta (por ejemplo, en la recta G1 según la figura 28) y extenderse a lo largo de esta recta. Asimismo, las secciones LD1, LD2, LD3, LD4 y/o LD5 del cuerpo sólido 150 y las secciones LF1, LF2, LF3, LF4 o LF5 pueden estar situadas en una recta (por ejemplo, en la recta G2 según la figura 28) y extenderse a lo largo de esta recta. Las rectas mencionadas pueden estar situadas en paralelo al plano de soldadura LE.

40 Las secciones generadoras de campo alterno, dispuestas por pares en una de las secciones L1-L10 de la línea de soldadura L (por ejemplo, las secciones LC1 y LF1 y/o LG1 y LD1), pueden estar dispuestas respectivamente en uno de los espacios intermedios Z1-Z10 entre dos de los elementos de sujeción P1-P11 respectivamente y extenderse de uno de estos dos elementos de sujeción al otro de estos dos elementos de sujeción, preferiblemente en línea recta, como se muestra en las figuras 27 y 35.

45 Con referencia a las figuras 41-47 se explican a continuación tres variantes distintas del dispositivo de soldadura 15, según la invención, que tienen en común el hecho de que la corriente alterna eléctrica I se conduce en la antena de inducción de la respectiva variante del dispositivo de soldadura 15 en un tramo de corriente configurado en forma de un tubo. Para evacuar el calor generado por la corriente alterna eléctrica I, este tipo de tubo se puede enfriar directamente, por ejemplo, mediante un refrigerante que circula a través del tubo. Para poder conducir la corriente alterna I a lo largo de la línea de soldadura L a diferentes distancias de la línea de soldadura L, este tipo de tubo ha 50 de estar moldeado adecuadamente, por ejemplo, mediante doblado. En este sentido se ha de tener en cuenta que este tipo de tubo se puede doblar, por lo general, solo con un radio de flexión mayor que 5 mm a fin de evitar daños en el tubo. Esto da como resultado distintas condiciones relativas al espacio necesario para un tramo de corriente que se debe diseñar en forma de un tubo curvado. Esto resulta particularmente relevante para la configuración de los respectivos elementos de sujeción usados para sujetar la cinta. Si, por ejemplo, los elementos de sujeción P1-P11, dados a conocer en relación con las antenas de inducción 21A-21C, se deben combinar con un tramo de corrientes formado a partir de un tubo curvado, el tubo se ha de guiar con un radio de flexión superior a 5 mm alrededor de los respectivos elementos de sujeción. En este sentido se ha de tener en cuenta, por ejemplo, que los elementos de sujeción P1-P11 están dispuestos generalmente a distancias de 8-24 mm. En estas condiciones, un tramo de corriente, formado a partir de un tubo curvado, no se puede disponer a distancias arbitrariamente

pequeñas respecto a los elementos de sujeción P1-P11.

Las figuras 41-44, 45A y 45B muestran una cuarta variante del dispositivo de soldadura 15, según la invención, que comprende una antena de inducción 20D con un tramo de corriente 21D para una corriente alterna eléctrica I (de alta frecuencia).

- 5 La figura 41 muestra la antena de inducción 20D en una vista en perspectiva. El tramo de corriente 21D de la antena de inducción 20D se compone de un conductor eléctrico 200 en forma de un tubo, configurando cada sección del conductor 200 una sección del tramo de corriente 21D. El conductor 200 está configurado en forma de bucle y comprende dos secciones de conductor que discurren esencialmente en paralelo, o sea, una primera sección de conductor 200-1 que forma un primer extremo 200' del conductor 200 y una segunda sección de conductor 200-2 que forma un segundo extremo 200" del conductor 200. Los dos extremos 200' y 200" del conductor 200 sirven como conexiones de un generador (no representado en las figuras 41-44, 45A y 45B) para la corriente alterna eléctrica I, por lo que la corriente alterna I se puede acoplar al conductor 200 o desacoplar del conductor 200 mediante los extremos 200' y 200". Es posible también conectar los extremos 200' y 200" del conductor 200 a un conducto de un refrigerante, de modo que una corriente de refrigerante KF puede circular a través del conductor 200.
- 10
- 15

Como muestra la figura 41, la antena de inducción 20D comprende también una estructura portante 210, en la que está fijada el conductor 200 y que sirve para posicionar el conductor 200 respecto a una célula solar y sujetarlo en una posición respecto a una célula solar (según la representación en las figuras 45A y 45B). Para fijar el conductor eléctrico 200 en la estructura portante 210, las dos secciones de conductor 200-1, 200-2 pueden estar unidas respectivamente a una sección extrema delantera 210' y una sección extrema trasera 210" de la estructura portante 210.

20 Con respecto a las vistas, representadas en las figuras 41-44, 45A y 45B, del dispositivo de soldadura 15 según la invención o de la antena de inducción 20D se ha de señalar que el dispositivo de soldadura 15 comprende en el presente ejemplo elementos de sujeción 230 y 231, configurados como estructuras elásticas y fijados en la estructura portante 210 con medios de fijación 232. En el presente ejemplo, los elementos de sujeción 230 y 231 están fijados en lados opuestos de la estructura portante 210.

25

30 Para soldar una cinta 5 a una barra colectora eléctrica 3 de una célula solar 1 mediante la antena de inducción 20D, la estructura portante 210 se puede colocar respecto a la célula solar 1 en una posición predefinida, en la que tanto la estructura portante 210 como el conductor 200 se extienden en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3. Tal situación está representada en las figuras 44, 45A y 45B. La figura 44 muestra la antena de inducción 20D en una vista lateral, extendiéndose la estructura portante 210 en paralelo a una línea de soldadura L. La figura 45A muestra una sección transversal de la antena de inducción 20D en un corte a través del plano de corte A-A según la figura 44 y la figura 45B muestra una sección transversal de la antena de inducción 20D en un corte a través del plano de corte B-B según la figura 44, estando orientados los planos de corte A-A y B-B en perpendicular a la línea de soldadura L.

35

40 En la representación según las figuras 45A y 45B, la línea de soldadura L se extiende en una superficie de la barra colectora eléctrica 3 en dirección longitudinal de la barra colectora eléctrica 3 y la cinta 5 está situada sobre la superficie de la barra colectora eléctrica 3 y se extiende en la dirección longitudinal de la línea de soldadura L. En las figuras 45A y 45B está representado también un plano de soldadura LE, dispuesto esencialmente en perpendicular a la superficie de la célula solar 1, estando situada la línea de soldadura LE en el plano de soldadura L.

45 En la situación representada en las figuras 45A y 45B, las secciones de conductor 200-1, 200-2 se extienden, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro LS, a lo largo de la línea de soldadura L.

Como se puede observar también en las figuras 45A y 45B, los elementos de sujeción 230 presentan respectivamente al menos una sección 230e que penetra en el entrehierro LS. Por consiguiente, los elementos de sujeción 231 presentan respectivamente al menos una sección 231e que penetra asimismo en el entrehierro LS. Si la estructura portante 210 está situada en la posición predefinida según las figuras 45A y 45B, una zona de la sección 230e, identificada con el signo de referencia 230a, está en contacto respectivamente con la cinta 5 y una zona de la sección 231e, identificada con el signo de referencia 231a, está en contacto respectivamente con la cinta 5, estando deformados los elementos de sujeción 230, 231 de manera que con la al menos una sección respectiva 230e, 231e se transmite a la cinta 5 una fuerza F, orientada en perpendicular a la superficie de la barra colectora eléctrica 3. Como se puede observar, las secciones 230e (al menos en la respectiva zona 230a) y las secciones 231e (al menos en la respectiva zona 231a) se extienden en cada caso en sentido tangencial a la superficie de la barra colectora eléctrica 3. Como se puede observar, los elementos de sujeción 230 y 231 están dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que las respectivas secciones 230e de los elementos de sujeción 230 y las respectivas secciones 231e de los elementos de sujeción 231 delimitan un espacio libre R. Este espacio libre R se extiende entre la estructura portante 210 y las respectivas secciones 230e, 231e en dirección longitudinal de la línea de soldadura L a todo lo largo de la estructura portante 210 y permite alojar el conductor 200 (figura 41).

50

55

Como muestran las figuras 41-44, 45A y 45B, las dos secciones de conductor 200-1 y 200-2 están dispuestas esencialmente en paralelo al plano de soldadura LE o a la línea de soldadura L. Las dos secciones de conductor 200-1 y 200-2 no son rectilíneas. Como se puede observar en particular en las figuras 42-44, la sección de conductor 200-1 está compuesta de una secuencia de secciones rectilíneas A1 y A2, situadas respectivamente a una distancia diferente de la línea de soldadura L. En dirección longitudinal de la sección de conductor 200-1 se encuentran sucesivamente de manera alterna las secciones A1 y A2. La sección A1 está a una distancia menor de la línea de soldadura L que la sección A2. La sección de conductor 200-2 está compuesta (de manera análoga a la sección de conductor 200-1) de una secuencia de secciones rectilíneas B1 y B2, situadas respectivamente a una distancia diferente de la línea de soldadura L. En dirección longitudinal de la sección de conductor 200-2 se encuentran sucesivamente de manera alterna las secciones B1 y B2. La sección B1 está a una distancia menor de la línea de soldadura L que la sección B2. Las secciones de conductor 200-1 y 200-2 están dispuestas relativamente entre sí de tal modo que las secciones A1 de la sección de conductor 200-1 y las secciones B1 de la sección de conductor 200-2 están situadas, como muestran en particular las figuras 43 y 44, de manera alterna una detrás de otra en una recta G que discurre en el plano de soldadura LE y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L.

5 Cuando un generador para la corriente alterna I está conectado a los extremos 200' y 200" del conductor 200 y, por tanto, la corriente alterna I se acopla a las secciones de conductor 200-1 y 200-2 o se desacopla de las secciones de conductor 200-1 y 200-2 mediante los extremos 200' y 200", esta corriente alterna I circula a través del tramo de corriente 21D de tal modo que la corriente alterna I genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura L y/o en un entorno de la línea de soldadura L. La corriente alterna I en la sección del tramo de corriente 21D, formado a partir de la sección de conductor 200-1, está en fase opuesta a la corriente alterna I en la sección del tramo de corriente 21D, formado a partir de la sección de conductor 200-2. En las figuras 41 y 43, las flechas provistas del signo de referencia I indican la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en distintas secciones del conductor 200 o del tramo de corriente 21D (en un momento determinado): Como se puede observar, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la sección del tramo de corriente 21D, formada a partir de la sección de conductor 200-1, está en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en la sección del tramo de corriente 21D, formada a partir de la sección de conductor 200-2. Por consiguiente, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en todas las secciones A1 está en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I en las respectivas secciones B1, es decir, la corriente alterna eléctrica I está en la misma fase en todas las secciones A1 respectivamente y está en fase opuesta en cada una de las secciones A1 respectivamente a la corriente alterna eléctrica I en las secciones B1.

30 Como ya se mencionó, las secciones A2 y B2 se encuentran a una distancia mayor de la línea de soldadura que las secciones A1 y B1. Las distancias de las secciones A2 y B2 respecto a la línea de soldadura se han seleccionado en el presente ejemplo de manera que en las zonas de la línea de soldadura L, situadas en una sección A1 de la sección de conductor 200-1, el campo alterno magnético está definido esencialmente por la corriente alterna eléctrica I en esta sección A1. Por consiguiente, en las zonas de la línea de soldadura L, situadas en una sección B1 de la sección de conductor 200-2, el campo alterno magnético está definido esencialmente por la corriente alterna eléctrica I en esta sección B1.

35 En la figura 44, distintas secciones de la línea de soldadura L están identificadas con los signos de referencia, L1, L3, L3, L4, L5, L6, L7, L8 o L9. Como se puede observar en las figuras 43 y 44, cada una de las secciones individuales L1-L9 de la línea de soldadura L se extiende entre uno de los elementos de sujeción 230 y uno de los elementos de sujeción 231. En las secciones L1, L3, L5, L7 y L9, una de las secciones B1 de la sección de conductor 200-2 se extiende respectivamente a lo largo de la línea de soldadura L (en cada caso, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L). Por consiguiente, en las secciones L2, L4, L6 y L8 de la línea de soldadura L, una de las secciones A1 de la sección de conductor 200-1 se extiende respectivamente a lo largo de la línea de soldadura L (en cada caso, de manera separada de la línea de soldadura L por un entrehierro y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura L).

40 Dado que la corriente alterna eléctrica I está en la misma fase en todas las secciones A1 de la sección de conductor 200-1 y en fase opuesta en cada una de las secciones A1 a la corriente alterna eléctrica I en las secciones B1, los campos alternos magnéticos, que la corriente alterna eléctrica I genera en las secciones L2, L4, L6 y L8, están en fase opuesta a los campos alternos magnéticos que la corriente alterna eléctrica I genera en las secciones L1, L3, L5 y L7. Para aclarar esta situación se remite a las figuras 45A y 45B. Una flecha identificada con el signo de referencia H1 en la figura 45A indica la dirección actual de la intensidad de campo magnético H1 del campo alterno magnético (para la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I, indicada en la figura 41) en un punto sobre la línea de soldadura L, situado en el centro de la sección L1. En la figura 45B, una flecha identificada con el signo de referencia H2 indica la dirección actual de la intensidad de campo magnético del campo alterno magnético (para la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I, indicada en la figura 41) en un punto sobre la línea de soldadura L, situado en el centro de la sección L2. Como se puede observar, la intensidad de campo magnético H1 en la sección L1 está orientada en sentido opuesto (y, por tanto, está en fase opuesta) a la intensidad de campo magnético H2 en la sección L2. Las intensidades de campo magnético H1 y H2 en la línea de soldadura L están orientadas en cada caso esencialmente en perpendicular al plano de soldadura LE.

45 La figura 46 muestra una quinta variante del dispositivo de soldadura 15, según la invención, que comprende una antena de inducción 20E con un tramo de corriente 21E para una corriente alterna eléctrica I (de alta frecuencia).

La figura 46 muestra la antena de inducción 20E en una vista en perspectiva en una disposición respecto a un plano de soldadura LE y a una línea de soldadura L, estando situada la línea de soldadura L en el plano de soldadura LE. El tramo de corriente 21E de la antena de inducción 20E se compone de un conductor eléctrico 250 en forma de un tubo, configurando cada sección del conductor 250 una sección del tramo de corriente 21E.

5 El conductor 250 está configurado en forma de bucle y comprende dos secciones de conductor 251 y 252 que discurren a lo largo de la línea de soldadura L. La antena de inducción 20E comprende también una estructura portante 260 para el conductor 250, que en el presente ejemplo está dispuesta en el plano de soldadura LE y se extiende a lo largo de la línea de soldadura L. El conductor 250 está dispuesto en un lado de la estructura portante 260, dirigido hacia la línea de soldadura L, y está fijado en la misma.

10 El dispositivo de soldadura 15 comprende también una disposición de varias sujetaciones para sujetar una cinta en una superficie de una barra colectora eléctrica de una célula solar, pudiéndose observar de estas sujetaciones en la figura 46 dos sujetaciones N1 y N2, comprendiendo la sujeción N1 un elemento de sujeción P1 y comprendiendo la sujeción N2 un elemento de sujeción P2. Los elementos de sujeción P1 y P2 están configurados (al igual que los elementos de sujeción P1 y P2 según la figura 4) como espigas que se extienden en el plano de soldadura LE esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L y están dispuestas respectivamente en un canal configurado en la estructura portante 260.

Se ha de señalar que en la figura 46 están representadas solo una parte de la estructura portante 260 y solo una parte del tramo de corriente 21E o del conductor 250. Por tanto, en la figura 46 no se puede observar que las secciones de conductor 251 y 252 están unidas entre sí de manera que quedan conectadas eléctricamente en serie.

20 El conductor 250 se puede conectar a un generador (no representado en la figura 46) para la corriente alterna eléctrica I, por lo que la corriente alterna eléctrica I se puede acoplar al conductor 250 o desacoplar del conductor 250 y circular en las secciones de conductor 251 y 252 a lo largo de la línea de soldadura L. En la figura 46, las flechas provistas del signo de referencia I indican la dirección de corriente actual de la corriente alterna I en distintas secciones del tramo de corriente 250E o de las secciones de conductor 251 y 252. Como se puede observar, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección de conductor 251 está en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en la sección de conductor 252, de modo que la corriente alterna eléctrica I en la sección de conductor 251 está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica I en la sección de conductor 252.

25 Como se puede observar en la figura 46, las secciones de conductor 251 y 252 están curvadas y torcidas una respecto a la otra de manera que tanto la sección de conductor 251 como la sección de conductor 252 presentan una o varias secciones que se extienden en un primer lado S1 de los planos de soldadura LE y tanto la sección de conductor 251 como la sección de conductor 252 presentan una o varias secciones que se extienden en un segundo lado S2 de los planos de soldadura LE, opuesto al primer lado S1.

30 Como se puede observar en la figura 46, la sección de conductor 251 presenta una sección 251-A1 que forma una primera sección del tramo de corriente 21E y se extiende en el primer lado S1 de un plano de soldadura LE a una distancia del plano de soldadura LE a lo largo de una primera sección L1 de la línea de soldadura L, de manera separada de esta sección L1 de la línea de soldadura L por un entrehierro (como se puede observar, la sección L1 se encuentra cerca del elemento de sujeción P1). La sección de conductor 251 presenta también una sección 251-B1 que forma una segunda sección del tramo de corriente 21E y se extiende en el lado S2 del plano de soldadura LE a una distancia del plano de soldadura LE a lo largo de una segunda sección L2 de la línea de soldadura L, de manera separada de esta sección L2 de la línea de soldadura L por un entrehierro (como se puede observar, la sección L2 se encuentra cerca del elemento de sujeción P2).

35 Como se puede observar en la figura 46, la sección de conductor 252 presenta una sección 252-A1 que forma una tercera sección del tramo de corriente 21E y se extiende en el lado S1 del plano de soldadura LE a una distancia del plano de soldadura LE a lo largo de la sección L2 de la línea de soldadura L, de manera separada de esta sección L2 de la línea de soldadura L por un entrehierro. La sección de conductor 252 presenta también una sección 252-B1 que forma una cuarta sección del tramo de corriente 21E y se extiende en el lado S2 del plano de soldadura LE a una distancia del plano de soldadura LE a lo largo de la sección L1 de la línea de soldadura L, de manera separada de esta sección L1 de la línea de soldadura L por un entrehierro.

40 Como ya se mencionó o como se puede observar en la figura 46 por medio de las direcciones de flujo de corriente representadas de la corriente alterna eléctrica I en las secciones de conductor 251 y 252, la sección 251-A1 (es decir, la primera sección del tramo de corriente 21E), la sección 251-B1 (es decir, la segunda sección del tramo de corriente 21E), la sección 252-A1 (es decir, la tercera sección del tramo de corriente 21E) y la sección 252-B1 (es decir, la cuarta sección del tramo de corriente 21E) están conectadas eléctricamente una detrás de otra en una fila, de modo que la corriente alterna eléctrica I en la sección 251-A1 está en la misma fase con la corriente alterna eléctrica I en la sección 251-B1 y en fase opuesta con la corriente alterna eléctrica I en la sección 252-A1 y con la corriente alterna eléctrica I en la sección 252-B1.

45 En el presente ejemplo, las secciones 251-A1 y 252-B1 están dispuestas en distintos lados S1 y S2 del plano de

soldadura LE y se extienden en la zona de la sección L1 a una distancia casi igual de la línea de soldadura L respectivamente a lo largo de la línea de soldadura L, estando la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 251-A1 en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 252-B1. La corriente alterna eléctrica I genera, por tanto, en la zona de la sección L1 un

- 5 campo alterno magnético H1 que se obtiene a partir de una superposición del campo alterno magnético que la corriente alterna, circulante a través de la sección 251-A1, genera en el entorno de esta sección, y del campo alterno magnético que la corriente alterna, circulante a través de la sección 252-B1, genera en el entorno de esta sección. Las flechas, identificadas con el signo de referencia H1, indican en la figura 46 la intensidad de campo magnético del campo alterno magnético para puntos sobre la línea de soldadura L, situados en la sección L1 (para la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I, indicada en la figura 46).

Por consiguiente, las secciones 252-A1 y 251-B1 están dispuestas en distintos lados S1 y S2 del plano de soldadura LE y se extienden en la zona de la sección L2 a una distancia casi igual de la línea de soldadura L respectivamente a lo largo de la línea de soldadura L, estando la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección 252-A1 en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I en la sección

- 15 251-B1. La corriente alterna eléctrica I genera, por tanto, en la zona de la sección L2 un campo alterno magnético H2 que se obtiene a partir de una superposición del campo alterno magnético que la corriente alterna, circulante a través de la sección 252-A1, genera en el entorno de esta sección, y del campo alterno magnético que la corriente alterna, circulante a través de la sección 251-B1, genera en el entorno de esta sección. Las flechas, identificadas con el signo de referencia H2, indican en la figura 46 la intensidad de campo magnético del campo alterno magnético para puntos sobre la línea de soldadura L, situados en la sección L2 (para la dirección de flujo de corriente de la corriente alterna eléctrica I, indicada en la figura 46).

Como se puede observar, los campos alternos magnéticos H1 y H2 están orientados esencialmente en paralelo al plano de soldadura LE y en perpendicular a la línea de soldadura L. La dirección actual del campo alterno magnético H1 está en sentido opuesto a la dirección actual del campo alterno magnético H2, por lo que el campo alterno magnético H1 en la sección L1 está en fase opuesta al campo alterno magnético H2 en la sección L2.

Para conseguir una buena homogeneidad de los campos alternos H1 o H2, la sección 251-A1 puede estar configurada respecto al plano de soldadura LE con simetría especular a la sección 252-B1 o la sección 252-A1 puede estar configurada respecto al plano de soldadura LE con simetría especular a la sección 251-B1. Las secciones de conductor 251 y 252 pueden estar torcidas una respecto a la otra.

- 30 En el presente ejemplo, entre la sección 251-A1 y la sección 252-B1 está configurado un espacio libre R1, dimensionado de modo que el elemento de sujeción P1 se extiende a través de este espacio libre R1. Por consiguiente, entre la sección 251-B1 y la sección 252-A1 está configurado un espacio libre R2, dimensionado de modo que el elemento de sujeción P2 se extiende a través de este espacio libre R2.

- 35 La figura 47 muestra una sexta variante del dispositivo de soldadura 15, según la invención, que comprende una antena de inducción 20F con un tramo de corriente 21F para una corriente alterna eléctrica I (de alta frecuencia).

La figura 47 muestra la antena de inducción 20F en una vista en perspectiva en una disposición respecto a un plano de soldadura LE y a una línea de soldadura L, estando situada la línea de soldadura L en el plano de soldadura LE. El tramo de corriente 21F de la antena de inducción 20F se compone de un conductor eléctrico 300 en forma de un tubo, configurando cada sección del conductor 300 una sección del tramo de corriente 21F.

- 40 La antena de inducción 20F comprende también una estructura portante 310 para el conductor 300, que en el presente ejemplo está dispuesta en el plano de soldadura LE y se extiende a lo largo de la línea de soldadura L. El conductor 300 está dispuesto en un lado de la estructura portante 310, dirigido hacia la línea de soldadura L, y está fijado en la misma.

- 45 El dispositivo de soldadura 15 comprende también una disposición de varias sujetaciones N1-N5 para sujetar una cinta en una superficie de una barra colectora eléctrica de una célula solar. Cada una de las sujetaciones N1, N2, N3, N4 o N5 comprende un elemento de sujeción P1, P2, P3, P4 o P5, estando configurados los elementos de sujeción P1-P5 (al igual que los elementos de sujeción P1-P11 según la figura 4) como espigas que se extienden en el plano de soldadura LE esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura L y están dispuestas respectivamente en un canal configurado en la estructura portante 310. Los elementos de sujeción P1-P5 están dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura L.

- 50 Como se puede observar en la figura 47, el conductor 300 está configurado en forma de bucle y presenta dos brazos 300-1, 300-2, estando unido un extremo del brazo 300-1 a un extremo del brazo 300-2. El brazo 300-1 se extiende en forma de meandro a lo largo de la línea de soldadura L de tal modo que interseca un plano de soldadura LE en varios lugares separados, por lo que el brazo 300-1 presenta varias secciones longitudinales sucesivas en su dirección longitudinal, que se extienden alternativamente en un lado S1 del plano de soldadura LE y en el otro lado S2 del plano de soldadura LE respectivamente a lo largo de una curva que está arqueada y/o está arqueada por secciones y/o es rectilínea por secciones. En el presente ejemplo, el brazo 300-1 interseca el plano de soldadura LE entre dos elementos de sujeción contiguos P1 y P2 o P2 y P3 o P3 y P4 o P4 y P5 en dos lugares separados

respectivamente.

Los brazos 300-1 y 300-2 se puede extender en un plano dispuesto en perpendicular al plano de soldadura LE y/o en paralelo a una superficie de una célula solar. El brazo 300-2 se puede extender en paralelo al brazo 300-1 (según la representación de la figura 47). En el presente ejemplo, el brazo 300-2 interseca (como el brazo 300-1) el plano de soldadura LE entre dos elementos de sujeción contiguos P1 y P2 o P2 y P3 o P3 y P4 o P4 y P5 en dos lugares separados respectivamente.

A los brazos 300-1 y 300-2 se puede conectar un generador para la corriente alterna eléctrica I , por lo que la corriente alterna eléctrica I se puede acoplar al conductor 300 o desacoplar del conductor 300 y circular en los brazos 300-1 y 300-2 a lo largo de la línea de soldadura L. En la figura 47, las flechas provistas del signo de referencia I indican la dirección de corriente actual de la corriente alterna I en distintas secciones del tramo de corriente 25F o en los brazos 300-1 y 300-2. Como se puede observar, la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en el brazo 300-1 está en sentido opuesto a la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna eléctrica I en el brazo 300-2, de modo que la corriente alterna eléctrica I en el brazo 300-1 está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica I en el brazo 300-2. La corriente alterna eléctrica I se conduce en el conductor 300 de manera que genera un campo alterno magnético en la línea de soldadura L. Como se puede observar en la figura 47, la corriente alterna eléctrica I genera en la línea de soldadura L campos alternos, orientados esencialmente en paralelo al plano de soldadura LE y en perpendicular a la línea de soldadura L. En el presente ejemplo, las flechas, identificadas con los signos de referencia H1-18, indican respectivamente la dirección actual de la intensidad de campo del campo alterno magnético para distintos puntos sobre la línea de soldadura L (respectivamente para la dirección de flujo de corriente actual de la corriente alterna I , indicada en la figura 47).

Como se puede observar, los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7, H9, H11, H13, H15 y H17 están en la misma fase. Además, cada uno de los campos alternos magnéticos H1, H3, H5, H7, H9, H11, H13, H15 y H17 está en fase opuesta a cada uno de los campos alternos magnéticos H2, H4, H6, H8, H10, H12, H14, H16 y H18.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de soldadura (15) para fijar una cinta conductora de electricidad (5) en una barra colectora eléctrica (3) recta de una célula solar (1) a lo largo de una línea de soldadura (L) recta mediante soldadura inductiva, que comprende:

5 una pluralidad de elementos de sujeción (P1-P11; 230, 231) para sujetar la cinta (5) sobre una superficie de la barra colectora eléctrica (3), estando dispuestos los elementos de sujeción (P1-P11; 230, 231) uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura (L),

10 una antena de inducción (20A; 20B; 20C; 20D; 20E; 20F) con un tramo de corriente (21A; 21B; 21C; 21D; 21E; 21F), que se extiende a lo largo de la línea de soldadura (L), para una corriente alterna eléctrica (I), conduciéndose la corriente alterna eléctrica (I) a lo largo del tramo de corriente (21A; 21B; 21C; 21D; 21E; 21F) de tal modo que genera un campo alterno magnético (H1, H2) en la línea de soldadura (L) y/o en un entorno de la línea de soldadura (L),

caracterizado por que

15 el tramo de corriente (21A; 21B; 21C; 21D; 21E; 21F) se extiende a lo largo de varias secciones (L1-L10) de la línea de soldadura (L), dispuestas una detrás de otra en una fila, de tal modo que el campo alterno magnético (H1) en al menos una de las secciones (L1) de la línea de soldadura (L) está en fase opuesta al campo alterno magnético (H2) en al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L).

2. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 1, en el que el tramo de corriente (21A; 21B; 21D) de la antena de inducción (20A, 20B, 20D) presenta:

20 una primera sección (30-A1; 130-A1; B1) que se extiende en un plano de soldadura (LE), en el que está situada la línea de soldadura (L), a lo largo de la al menos una de las secciones (L1) de la línea de soldadura (L), de manera separada de esta al menos una de las secciones (L1) de la línea de soldadura (L) por un entrehierro (LS);

25 una segunda sección (40-A1; 140-A1; A1) que se extiende en el plano de soldadura (LE) a lo largo de la al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L), de manera separada de esta al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L) por un entrehierro (LS);

30 estando unido un extremo de la primera sección (30-A1; 130-A1; B1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) a un extremo de la segunda sección (40-A1; 140-A1; A1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) de modo que la primera y la segunda sección del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) están conectadas eléctricamente en serie y la corriente alterna eléctrica (I) en la primera sección (30-A1; 130-A1; B1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica en la segunda sección (40-A1; 140-A1; A1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D).

3. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 2, en el que la primera sección (30-A1; 130-A1; B1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) y la segunda sección (40-A1; 140-A1; A1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) se extienden respectivamente en línea recta y esencialmente en paralelo a la línea de soldadura (L).

35 4. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 3, en el que la primera sección (30-A1; 130-A1; B1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) y la segunda sección (40-A1; 140-A1; A1) del tramo de corriente (21A; 21B; 21D) están situadas una detrás de otra en una recta (G) que se extiende en el plano de soldadura (LE).

5. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 2-4, en el que

40 los elementos de sujeción (P1-P11) se extienden en cada caso en el plano de soldadura (LE) esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura (L) y al menos tres de estos elementos de sujeción (P1-P11) quedan dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura (L) de tal modo que entre respectivamente dos de los elementos de sujeción (P1-P11), dispuestos directamente uno detrás de otro en la fila, está configurado respectivamente un espacio intermedio (Z1-Z10) y

45 la primera sección (30-A1) del tramo de corriente (21A) está dispuesta en uno de los espacios intermedios (Z1) entre dos de los elementos de sujeción (P1, P2) respectivamente y

la segunda sección (40-A1) del tramo de corriente (21A) está dispuesta en otro de los espacios intermedios (Z2) entre dos de los elementos de sujeción (P2, P3) respectivamente.

6. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 1, en el que el tramo de corriente (21C; 21E) de la antena de inducción (20C, 20E) presenta:

50 una primera sección (LC1; 251-A1) que se extiende en un primer lado (S1) de un plano de soldadura (LE), en el que está situada la línea de soldadura (L), a una distancia del plano de soldadura (LE) a lo largo de la al menos una de las secciones (L1) de la línea de soldadura (L), de manera separada de esta al menos una de las

- secciones (L1) de la línea de soldadura (L) por un entrehierro (LS);
- una segunda sección (LD1; 251-B1) que se extiende en un segundo lado (S2) del plano de soldadura (LE), opuesto al primer lado (S1) del plano de soldadura (LE), a una distancia del plano de soldadura (LE) a lo largo de la al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L), de manera separada de esta al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L) por un entrehierro (LS);
- una tercera sección (LG1; 252-A1) que se extiende en el primer lado (S1) del plano de soldadura (LE) a una distancia del plano de soldadura (LE) a lo largo de la al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L), de manera separada de esta al menos otra de las secciones (L2) de la línea de soldadura (L) por un entrehierro (LS);
- una cuarta sección (LF1; 252-B1) que se extiende en el segundo lado (S2) del plano de soldadura (LE) a una distancia del plano de soldadura (LE) a lo largo de la al menos una de las secciones (L1) de la línea de soldadura (L), de manera separada de esta al menos una de las secciones (L1) de la línea de soldadura (L) por un entrehierro (LS);
- estando conectadas eléctricamente una detrás de otra en una fila la primera sección (LC1; 251-A1) del tramo de corriente, la segunda sección (LD1; 251-B1) del tramo de corriente, la tercera sección (LG1; 252-A1) del tramo de corriente y la cuarta sección (LF1; 252-B1) del tramo de corriente, de modo que
- la corriente alterna eléctrica (I) en la primera sección (LC1; 251-A1) del tramo de corriente (21C; 21E) está en la misma fase con la corriente alterna eléctrica (I) en la segunda sección (LD1; 251-B1) del tramo de corriente y está en fase opuesta con la corriente alterna eléctrica (I) en la tercera sección (LG1; 252-A1) del tramo de corriente y con la corriente alterna eléctrica (I) en la cuarta sección (LF1; 252-B1) del tramo de corriente.
7. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 6, en el que la primera sección (LC1; 251-A1) del tramo de corriente (21C; 21E) y/o la segunda sección (LD1; 251-B1) del tramo de corriente (21C; 21E) y/o la tercera sección (LG1; 252-A1) del tramo de corriente (21C; 21E) y/o la cuarta sección (LF1; 252-B1) del tramo de corriente (21C; 21E) se extienden en cada caso en línea recta esencialmente en paralelo a la línea de soldadura (L).
8. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que la primera sección (LC1; 251-A1) del tramo de corriente (21C; 21E) y la cuarta sección (LF1; 252-B1) del tramo de corriente (21C; 21E) están configuradas con simetría specular relativamente entre sí respecto al plano de soldadura (LE) y/o la segunda sección (LD1; 251-B1) del tramo de corriente (21C; 21E) y la tercera sección (LG1; 252-A1) del tramo de corriente (21C; 21E) están configuradas con simetría specular relativamente entre sí respecto al plano de soldadura (LE).
9. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 6-8, en el que la primera sección (LC1; 251-A1) y la tercera sección (LG1; 252-A1) del tramo de corriente (21C; 21E) se extienden a lo largo de una primera recta (G1) y la segunda sección (LD1; 251-B1) y la cuarta sección (LF1; 252-B1) del tramo de corriente (21C; 21E) se extienden a lo largo de una segunda recta (G2).
10. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 6 o 7, en el que la primera sección (251-A1) y la segunda sección (251-B1) del tramo de corriente (21E) están configuradas como secciones longitudinales, dispuestas una detrás de otra, de una primera sección de conductor (251) y la tercera sección (252-A1) y la cuarta sección (252-B1) del tramo de corriente (21E) están configuradas como secciones longitudinales, dispuestas una detrás de otra, de una segunda sección de conductor (252), estando torcidas la primera y la segunda sección de conductor (251, 252) una respecto a la otra.
11. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 6-9, en el que
- los elementos de sujeción (P1-P11) se extienden en cada caso en el plano de soldadura (LE) esencialmente en perpendicular a la línea de soldadura (L) y al menos tres de estos elementos de sujeción (P1-P11) quedan dispuestos uno detrás de otro en una fila a lo largo de la línea de soldadura (L) de tal modo que entre respectivamente dos de los elementos de sujeción (P1-P11), dispuestos directamente uno detrás de otro en la fila, está configurado respectivamente un espacio intermedio (Z1-Z10),
- estando dispuestas la primera sección (LC1) y la cuarta sección (LF1) del tramo de corriente (21C) en uno de los espacios intermedios (Z1) entre dos de los elementos de sujeción (P1, P2) respectivamente y
- estando dispuestas la segunda sección (LD1) y la tercera sección (LG1) del tramo de corriente (21C) en otro de los espacios intermedios (Z2) entre dos de los elementos de sujeción (P2, P3) respectivamente.
12. Dispositivo de soldadura según una de las reivindicaciones 6-10, en el que
- entre la primera sección (251-A1) del tramo de corriente (21E) y la cuarta sección (252-B1) del tramo de corriente (21E) está configurado un espacio libre (R1) y al menos uno de los elementos de sujeción (P1) se extiende a través de este espacio libre (R1) y/o entre la segunda sección (251-B1) del tramo de corriente (21E) y la tercera sección (252-A1) del tramo de corriente (21E) está configurado un espacio libre (R2) y al

menos uno de los elementos de sujeción (P2) se extiende a través de este espacio libre (R2).

13. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 1, en el que

5 el tramo de corriente (21F) de la antena de inducción (20F) es un conductor (300) en forma de bucle que presenta dos brazos (300-1, 300-2), estando unido un extremo de un brazo (300-1) a un extremo del otro brazo (300-2),

10 al menos uno de los dos brazos (300-1) se extiende en forma de meandro a lo largo de la línea de soldadura (L) e interseca un plano de soldadura (LE), en el que está situada la línea de soldadura (L), en varios lugares separados, de modo que este brazo (300-1) presenta varias secciones longitudinales sucesivas en su dirección longitudinal, que se extienden alternativamente en un lado (S1) del plano de soldadura (LE) y en el otro lado (S2) del plano de soldadura respectivamente a lo largo de una curva que está arqueada y/o está arqueada por secciones y/o es rectilínea por secciones.

14. Dispositivo de soldadura según la reivindicación 13, en el que

los dos brazos (300-1, 300-2) se extienden en un plano dispuesto en perpendicular al plano de soldadura (LE) y/o en paralelo a una superficie (1-1) de la célula solar (1) y

15 el otro de los dos brazos (300-2) se extiende en paralelo a uno de los dos brazos (300-1) y la corriente alterna eléctrica (I) en uno de los dos brazos (300-1) está en fase opuesta a la corriente alterna eléctrica (I) en el otro de los dos brazos (300-2).

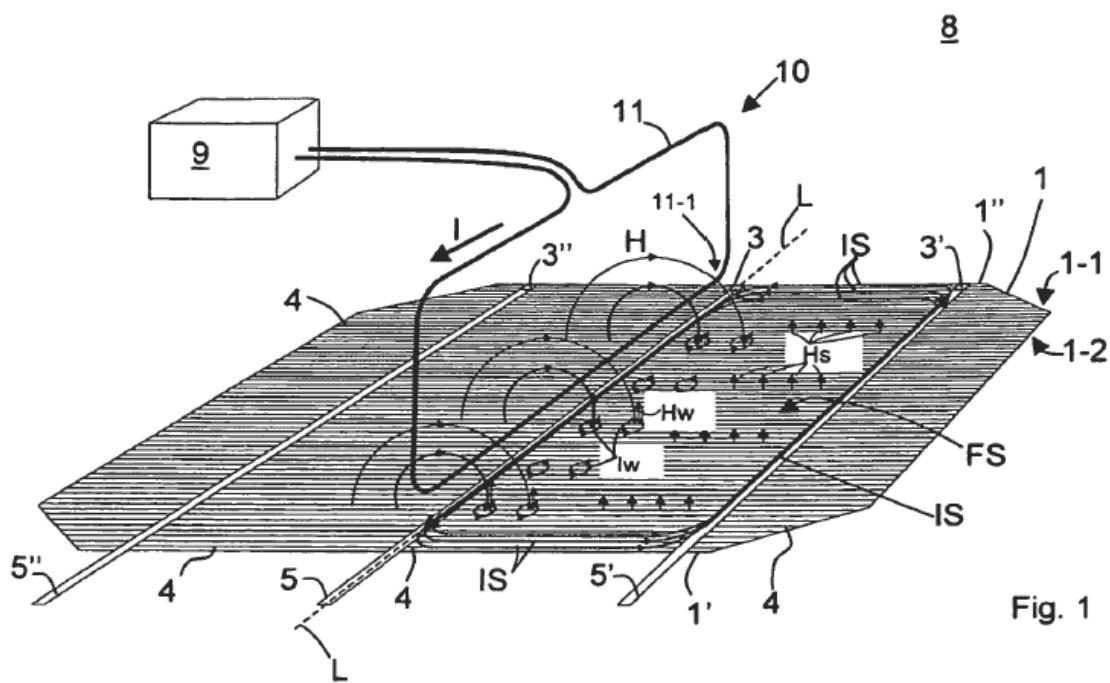


Fig. 1

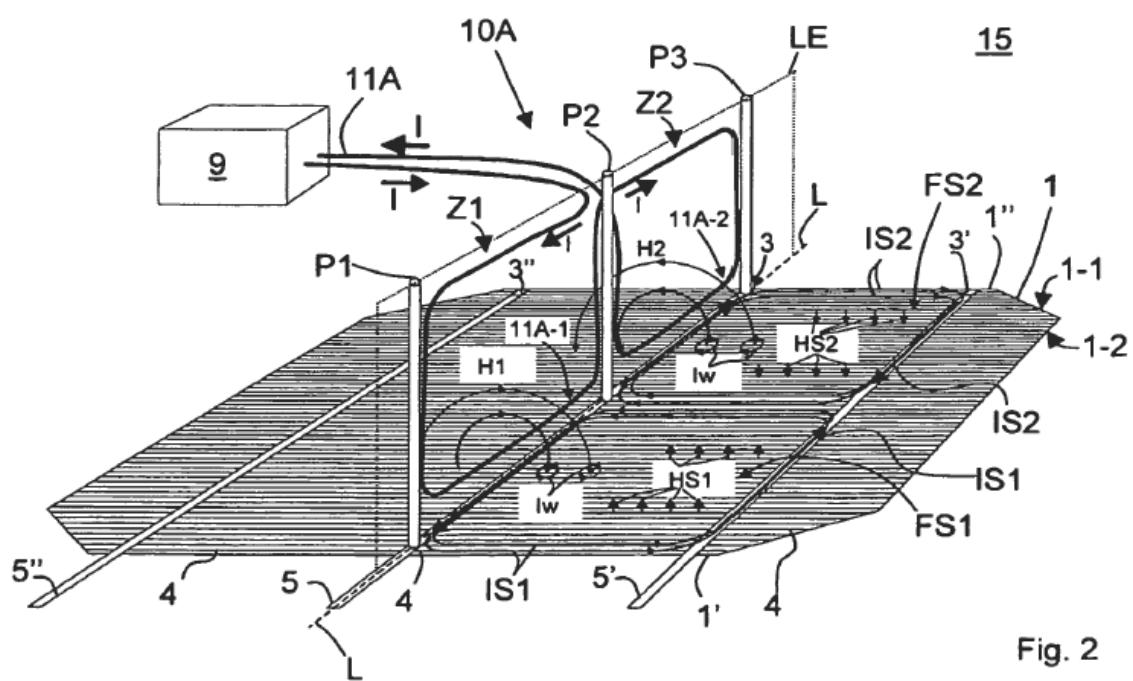


Fig. 2

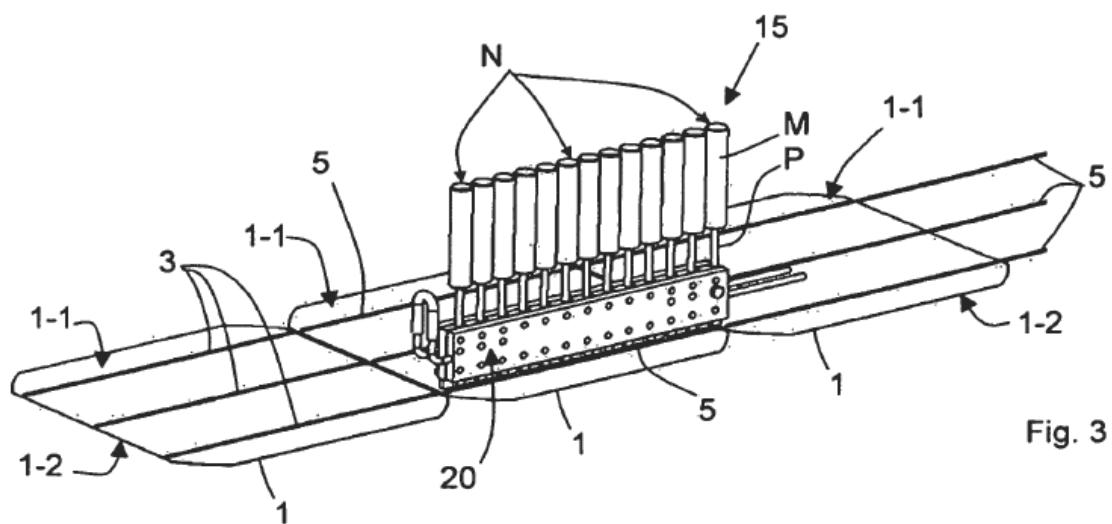


Fig. 3

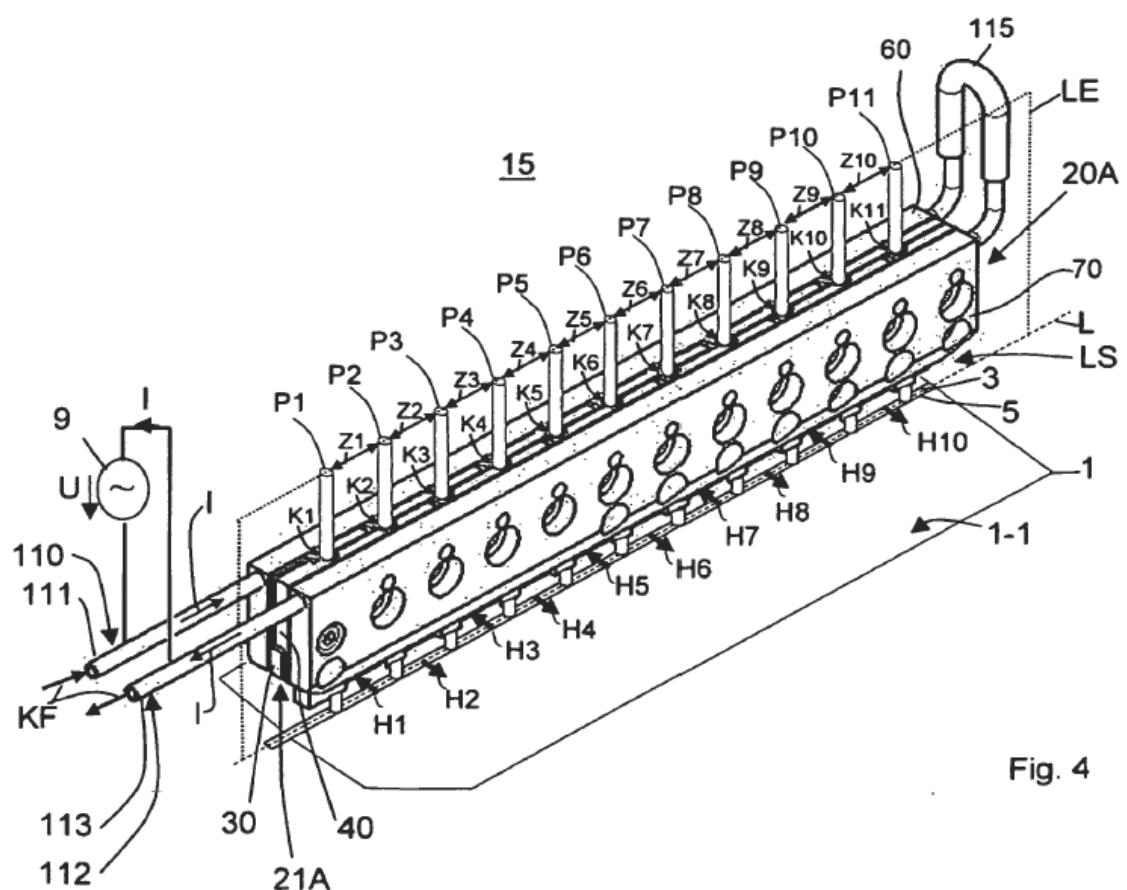
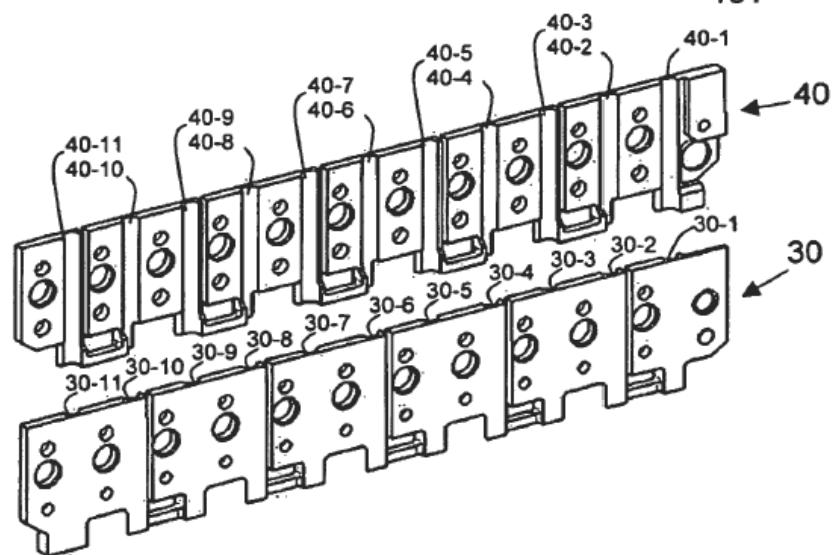
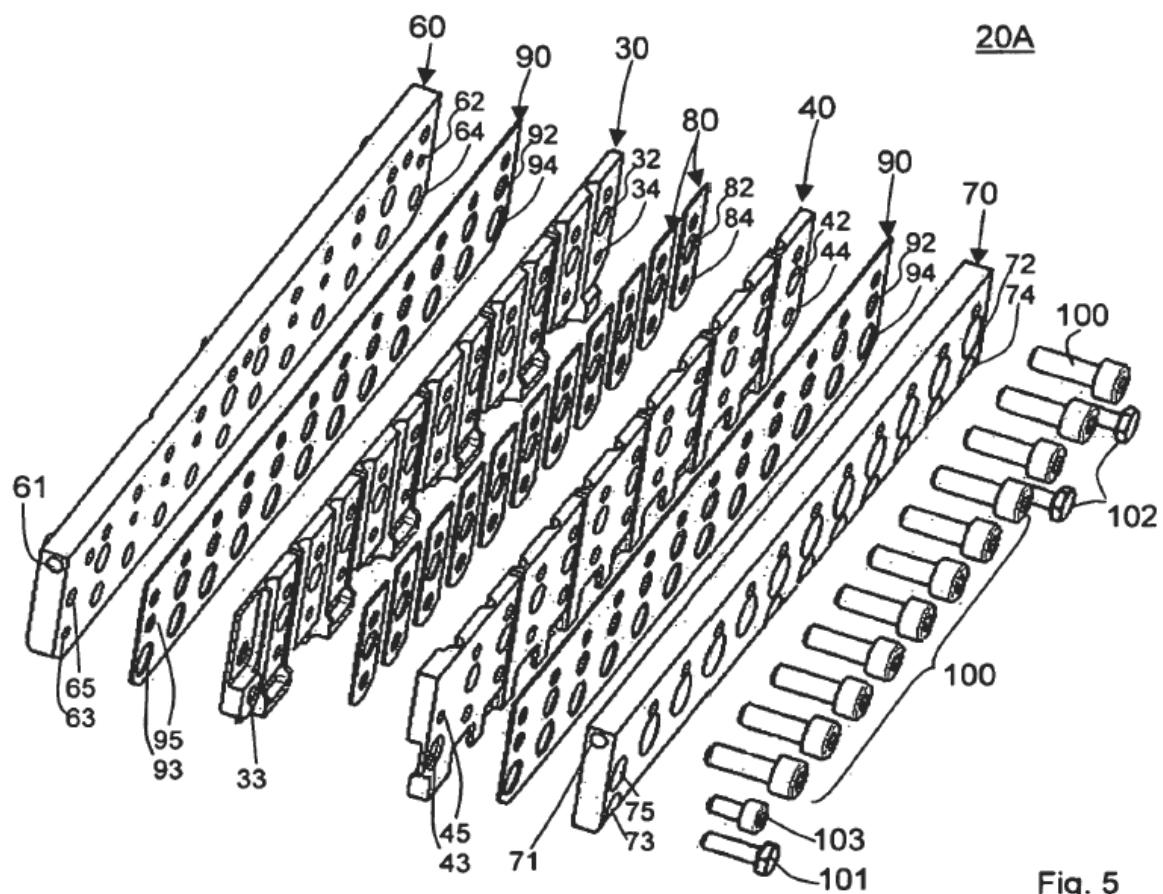
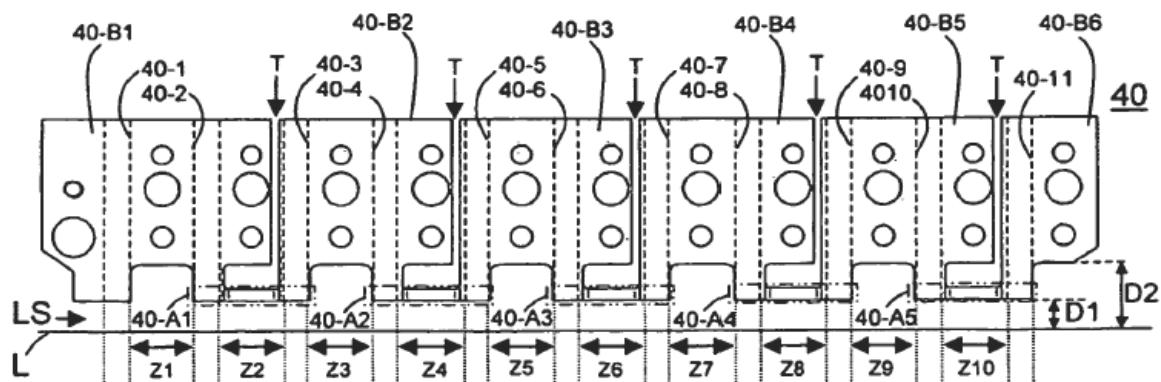
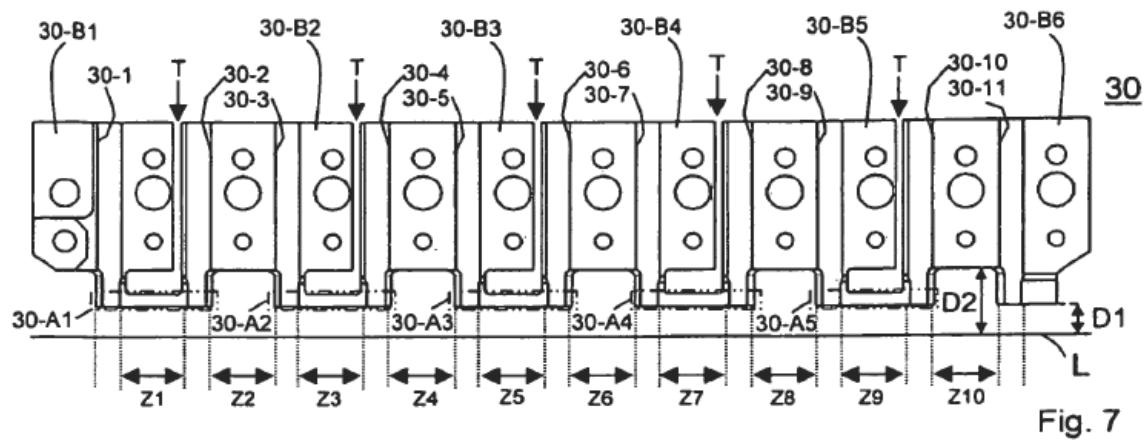


Fig. 4





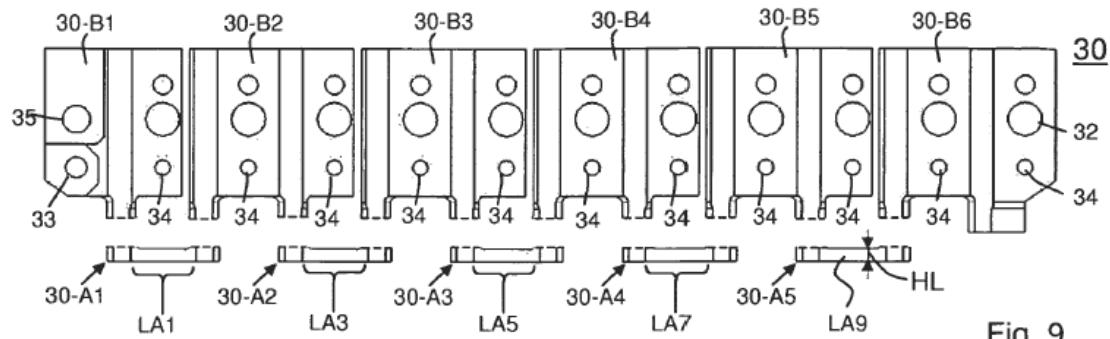


Fig. 9

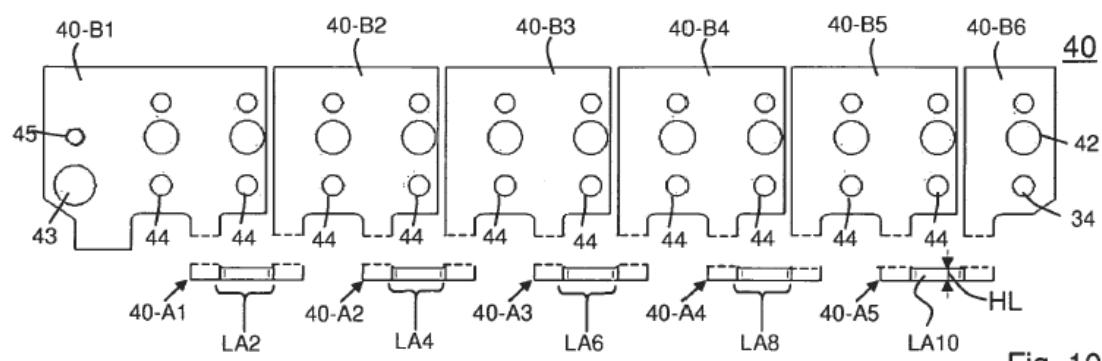


Fig. 10

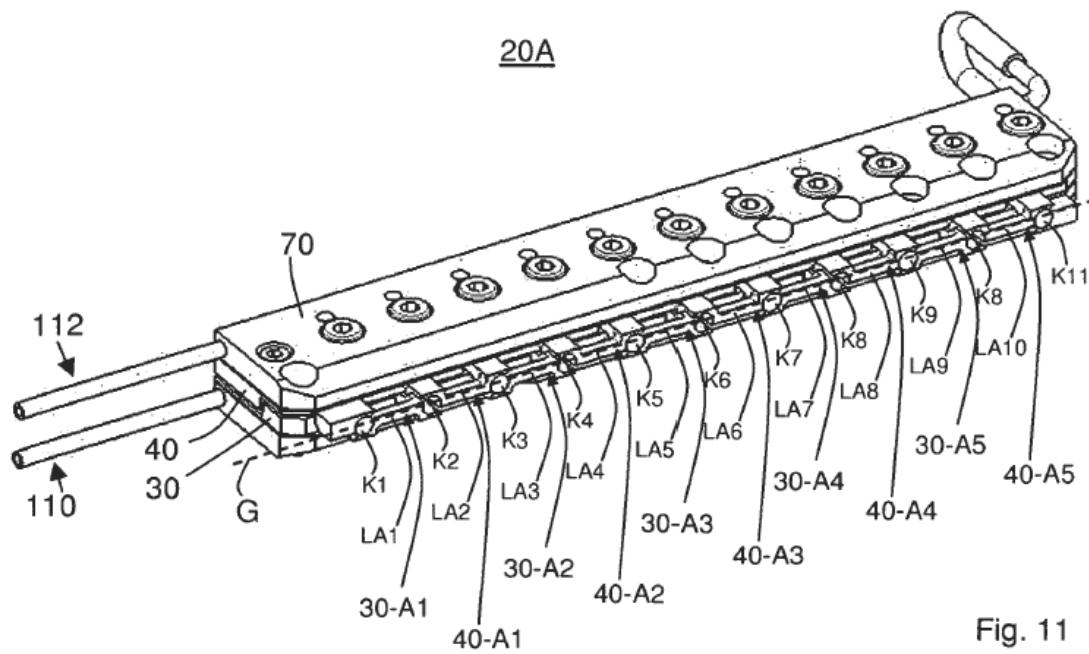


Fig. 11

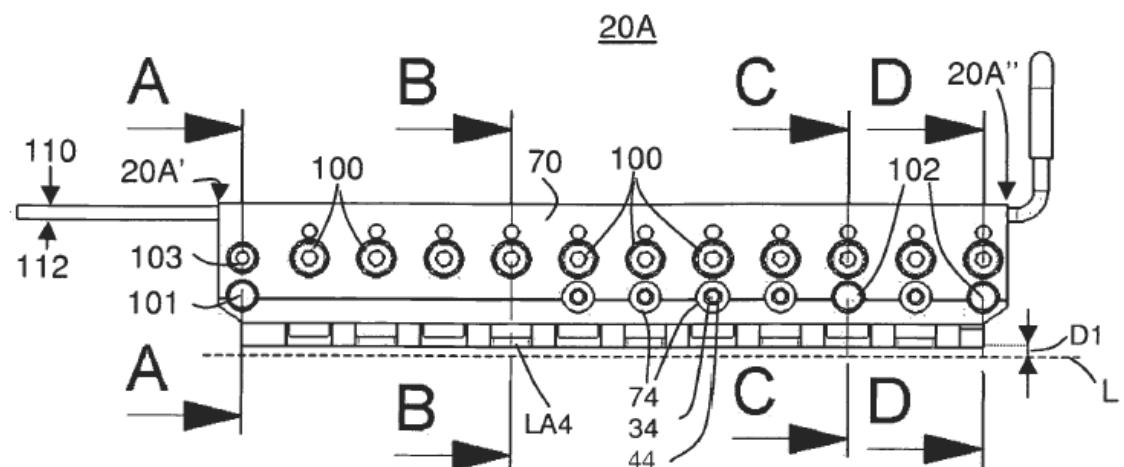


Fig. 12

A-A B-B C-C D-D

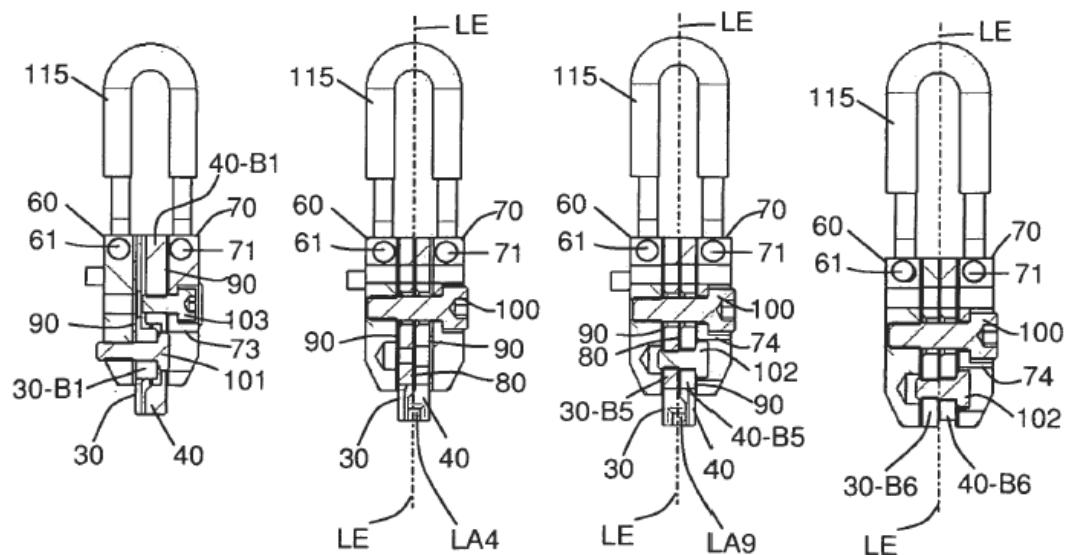
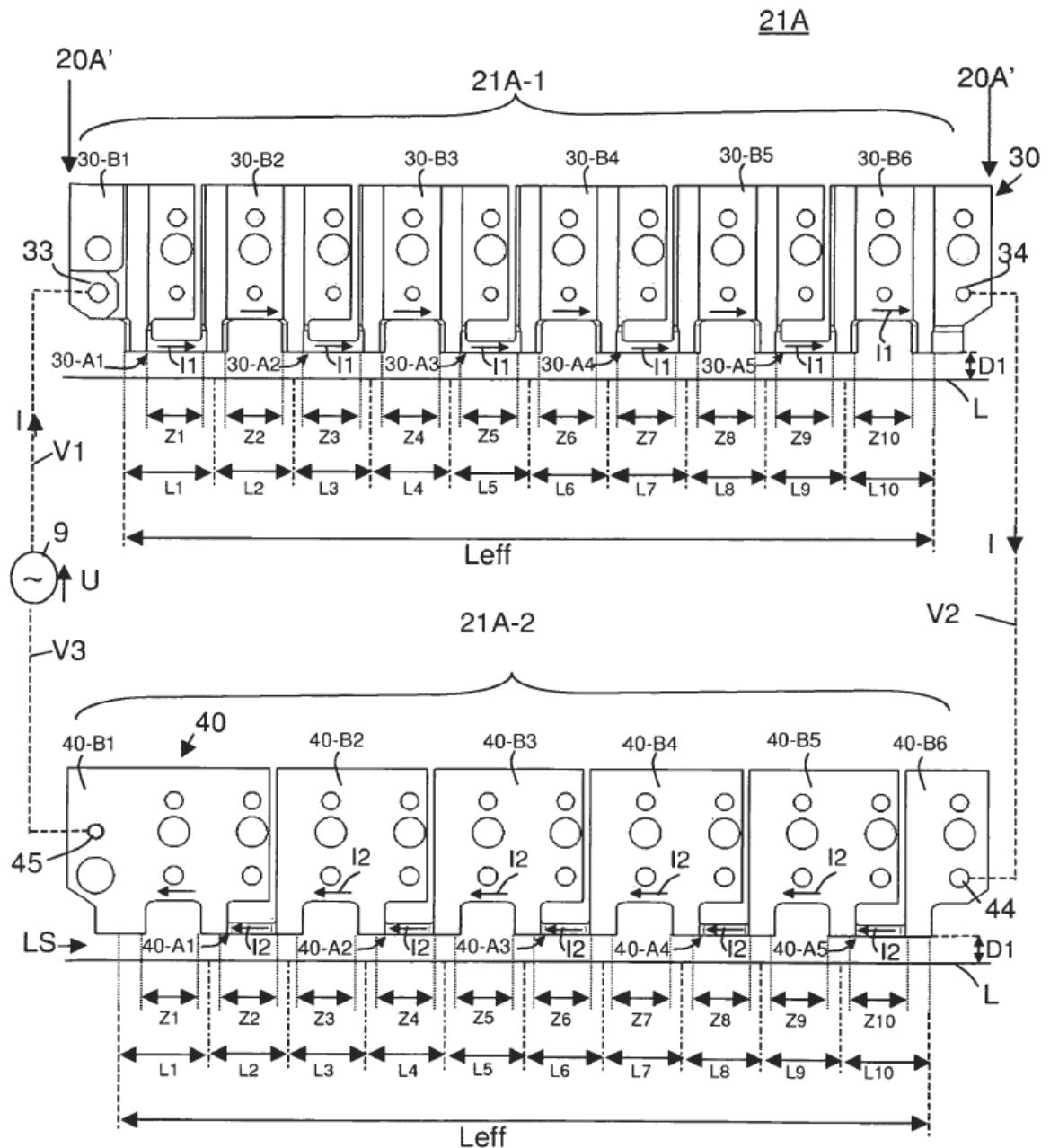


Fig. 13



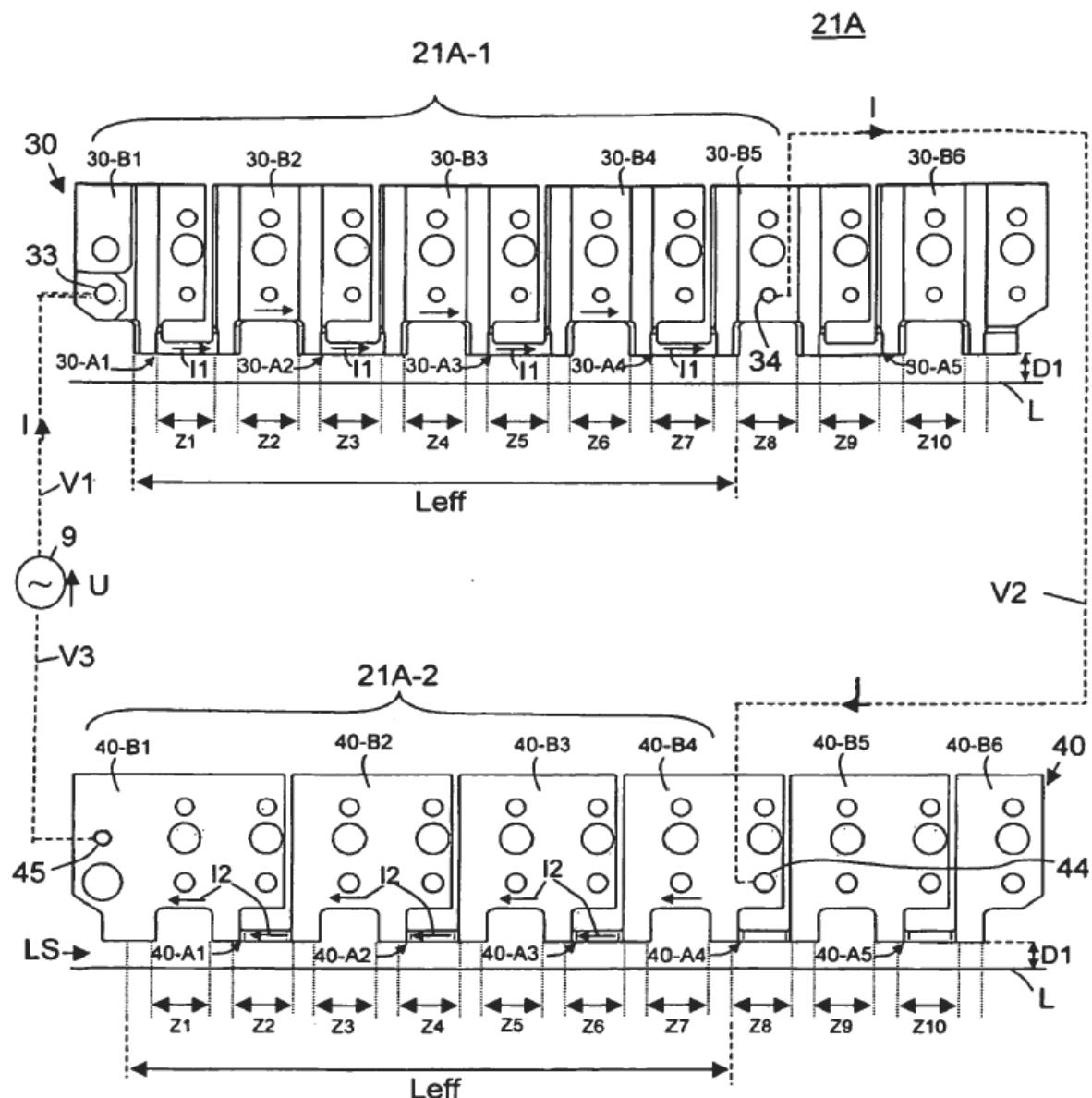
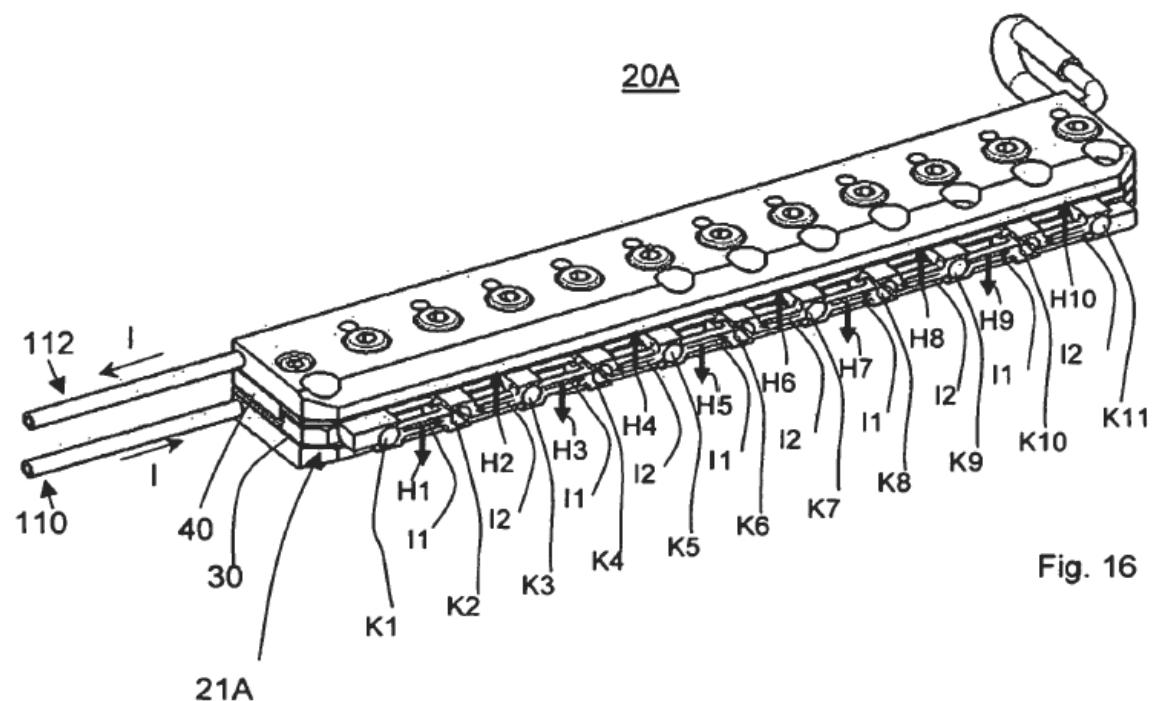


Fig. 15



B-B

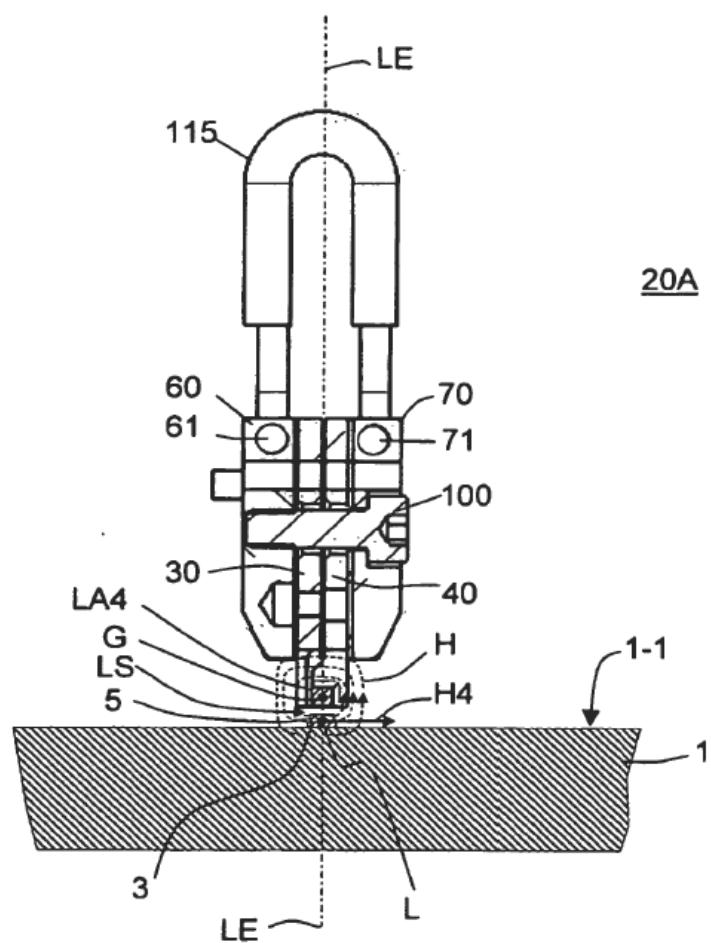


Fig. 17

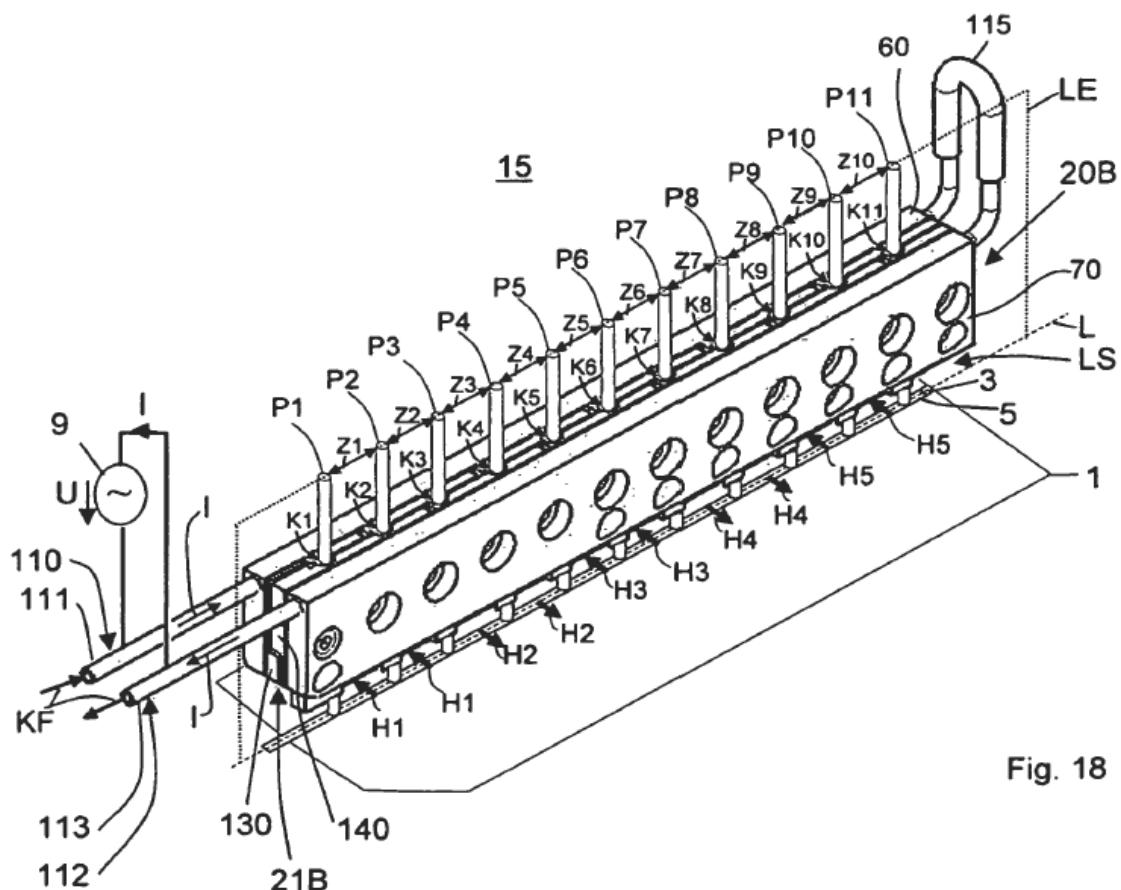


Fig. 18

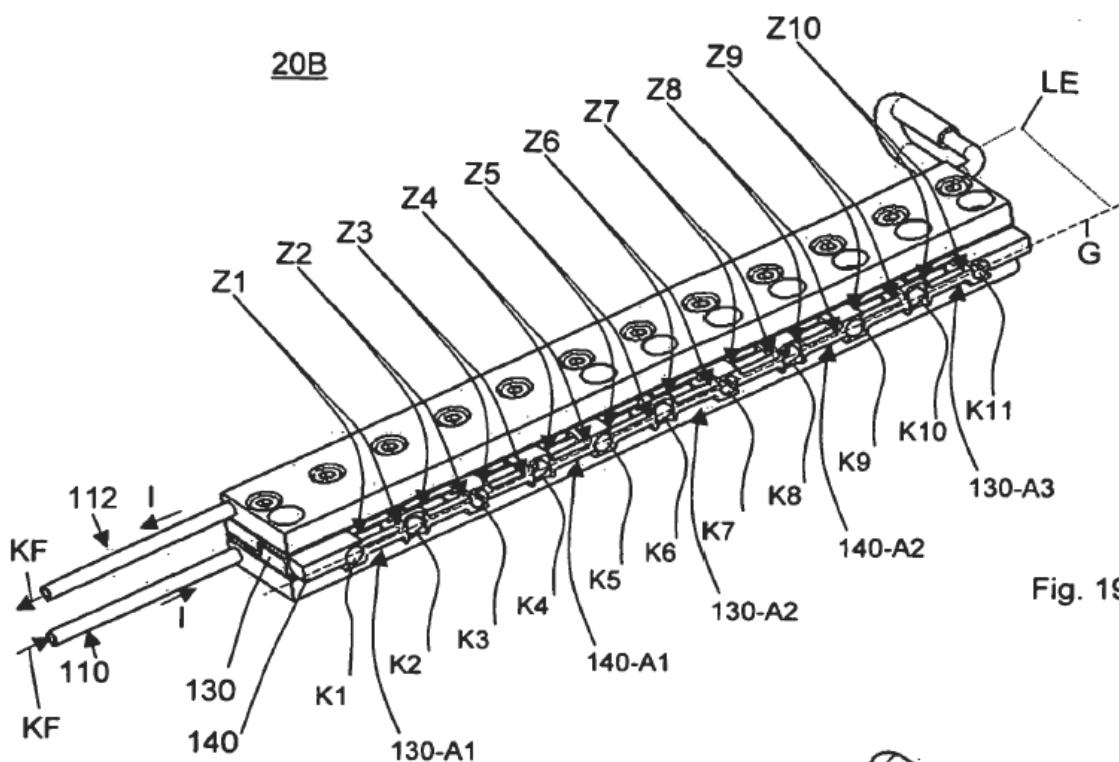


Fig. 19

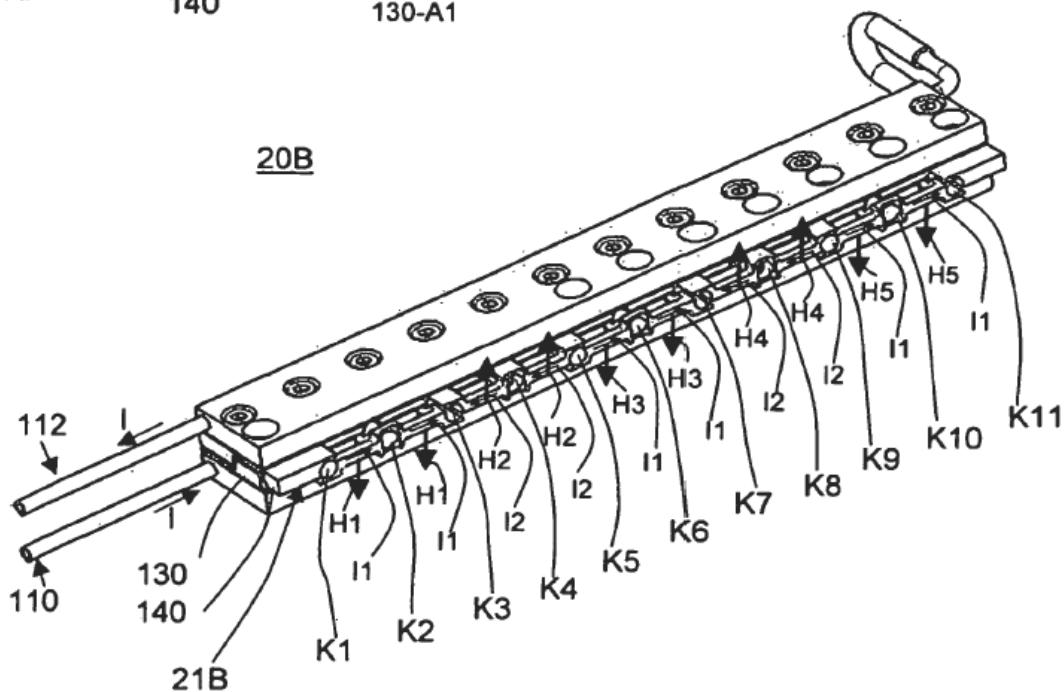


Fig. 20

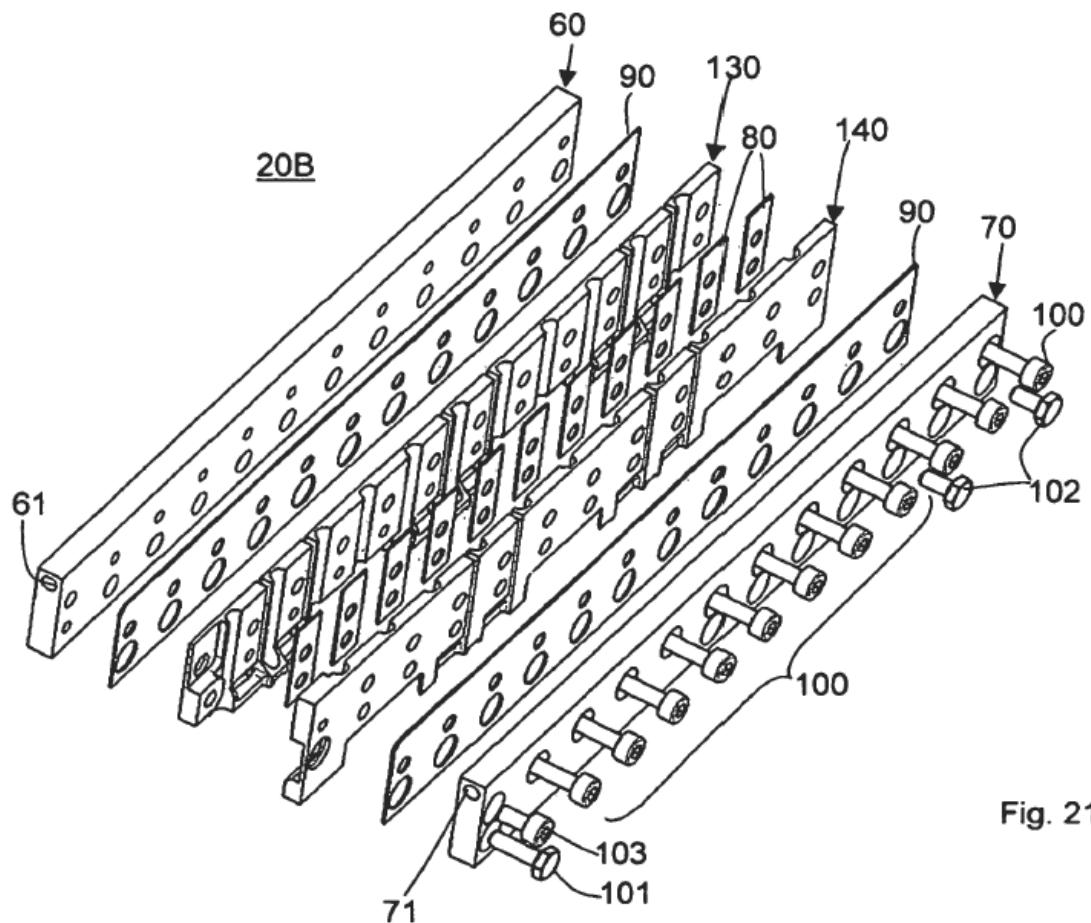
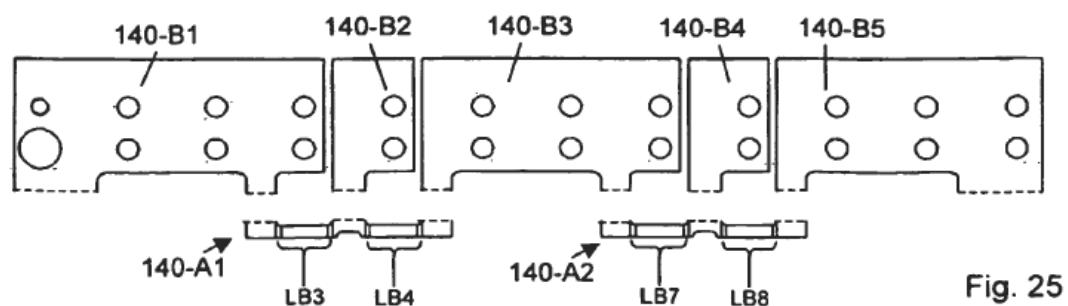
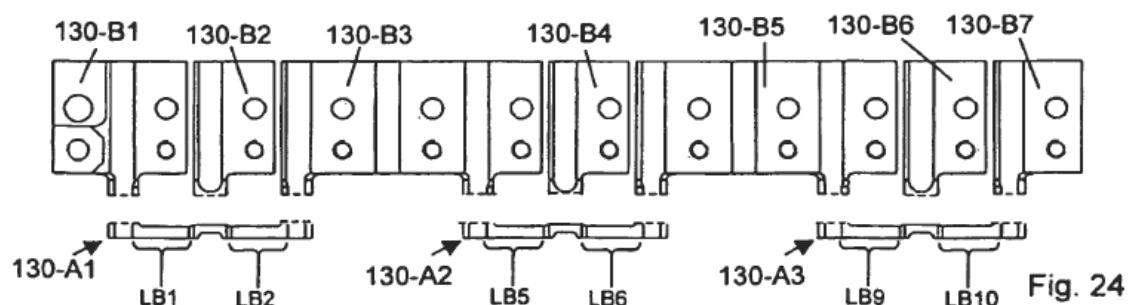
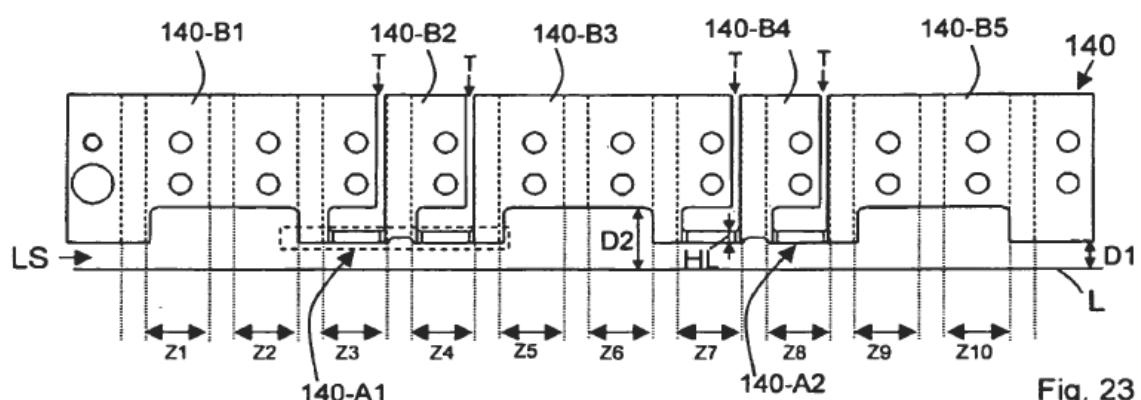
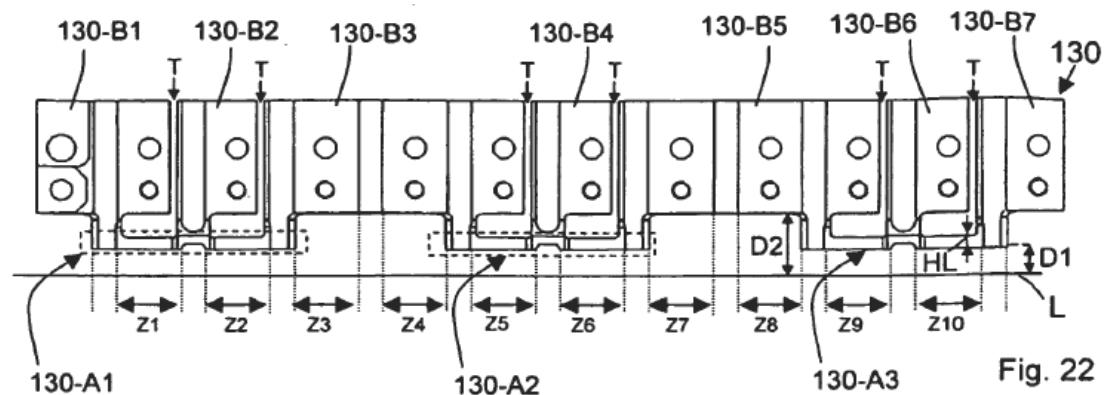


Fig. 21



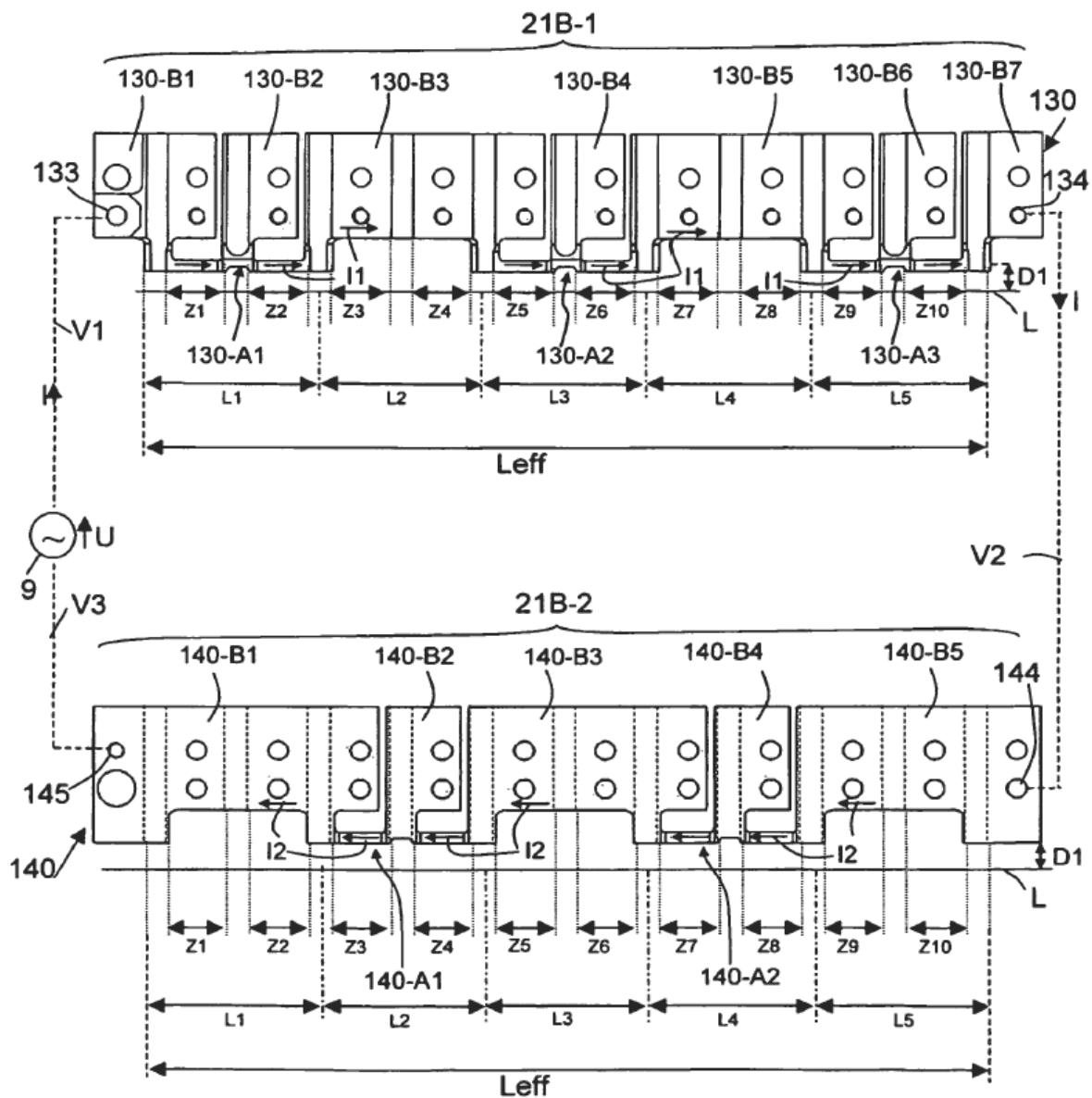
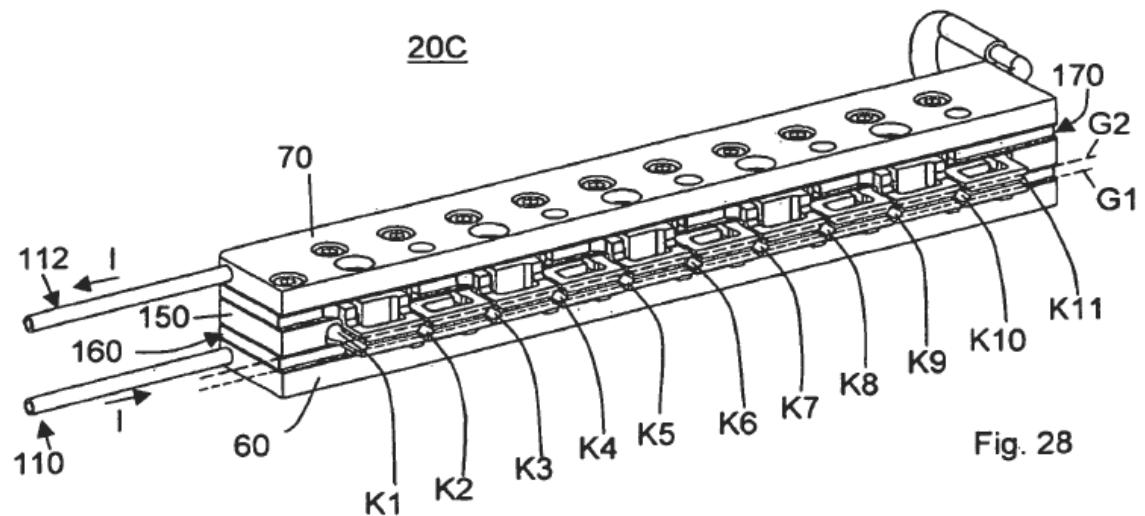
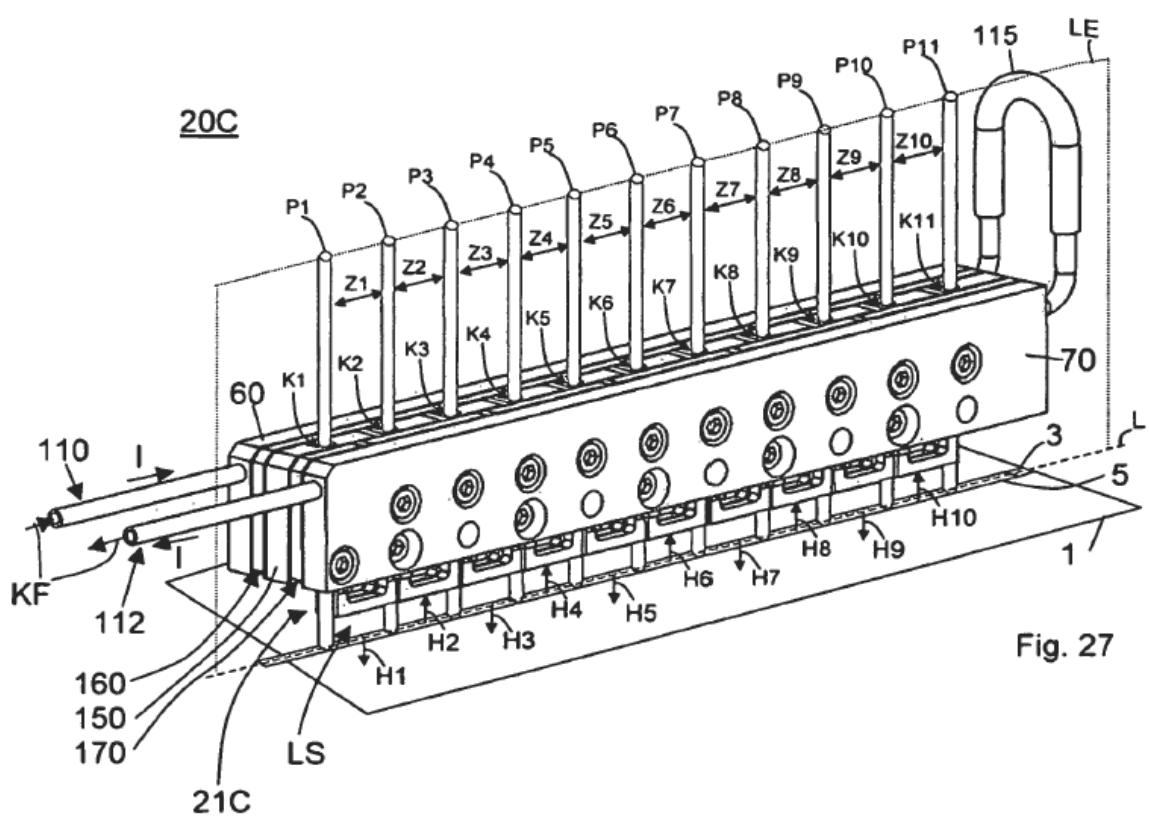
21B

Fig. 26



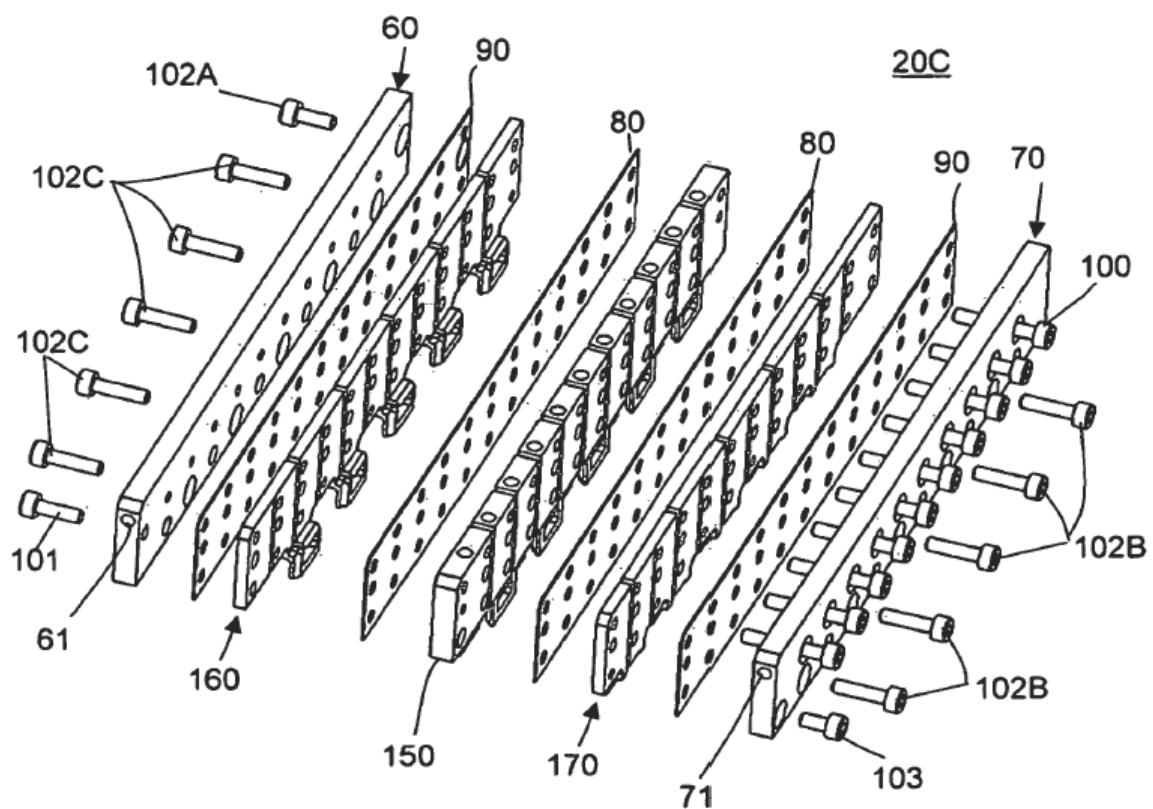


Fig. 29

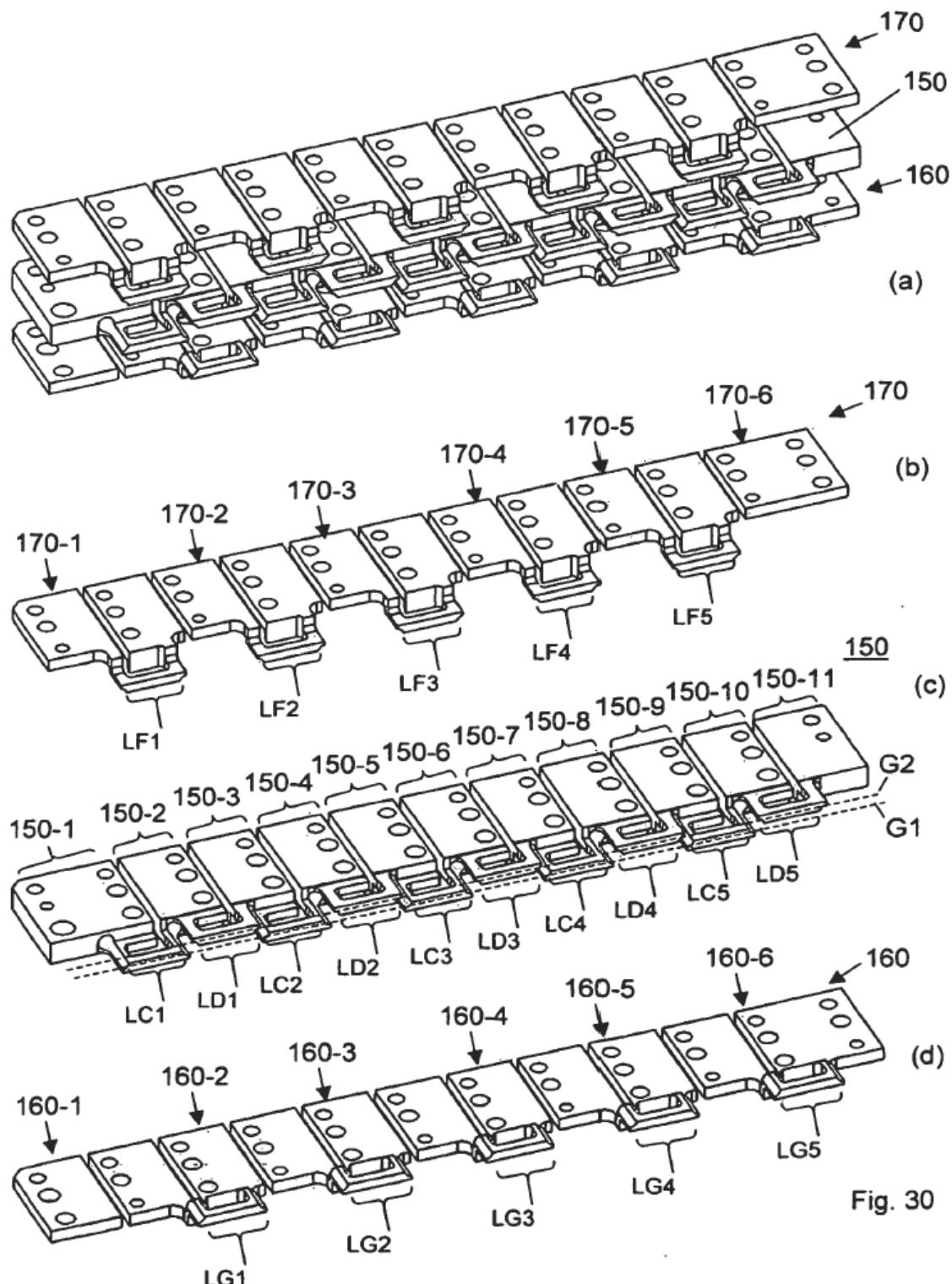
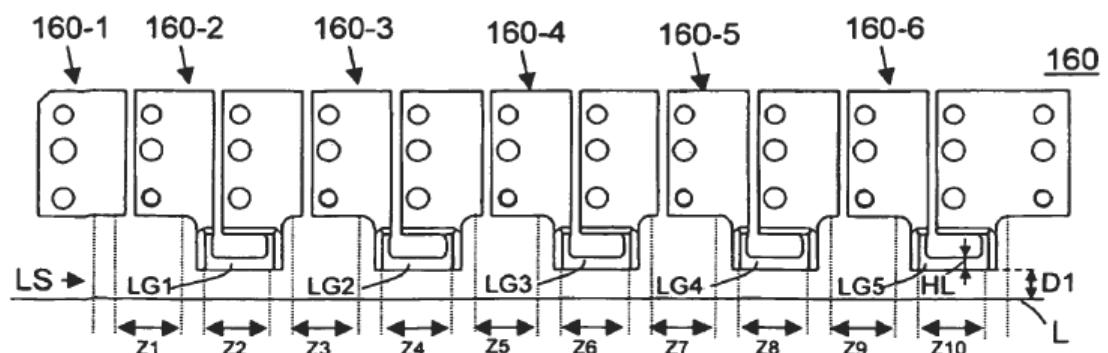
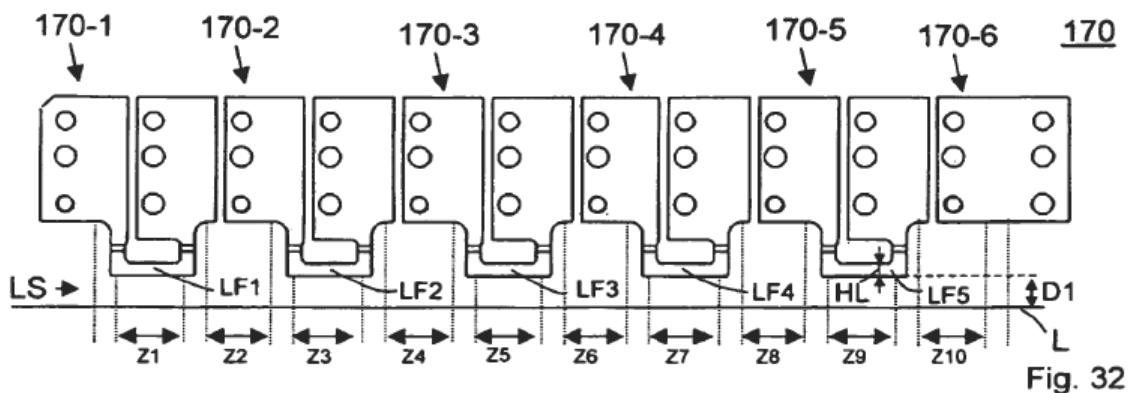
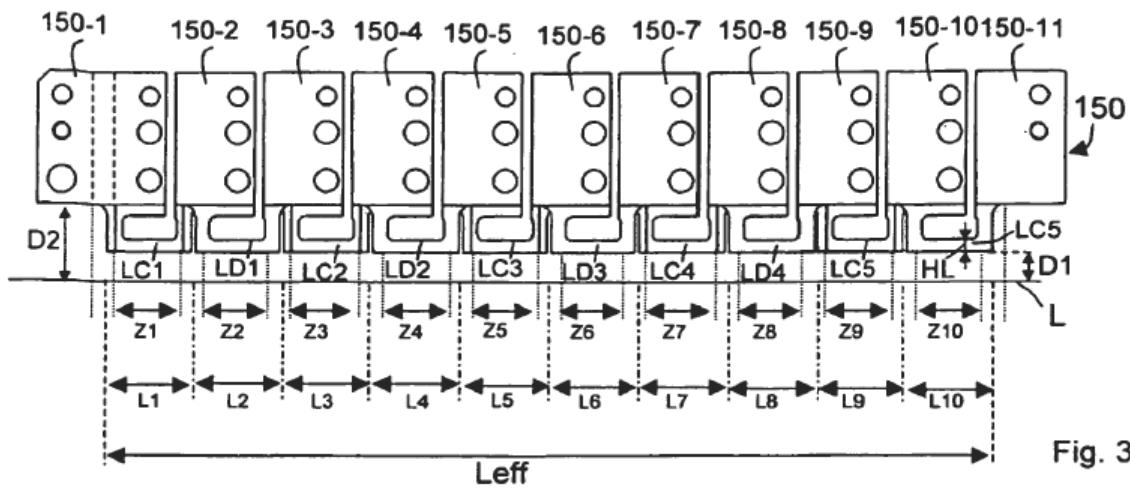


Fig. 30



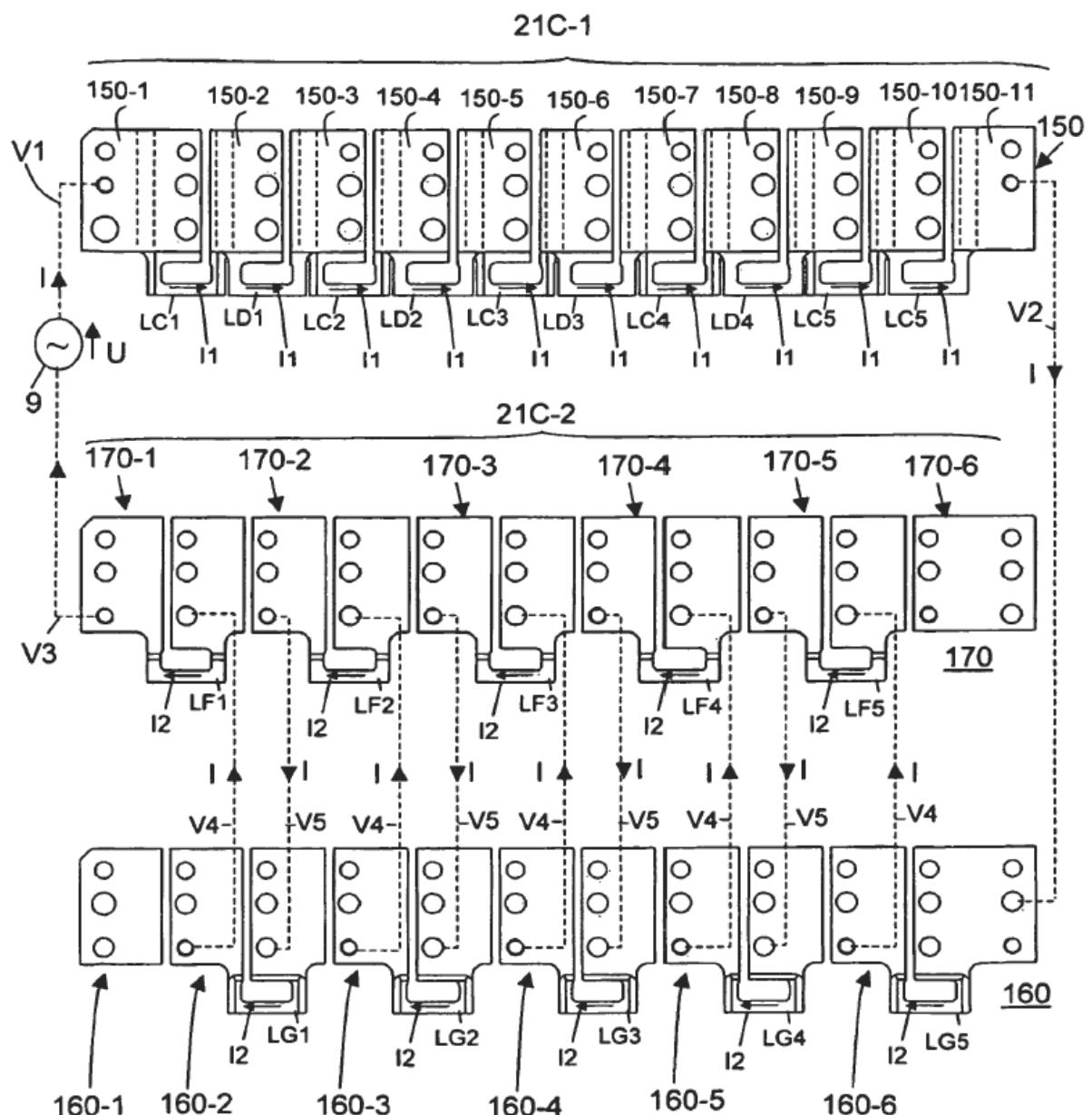
21C

Fig. 34

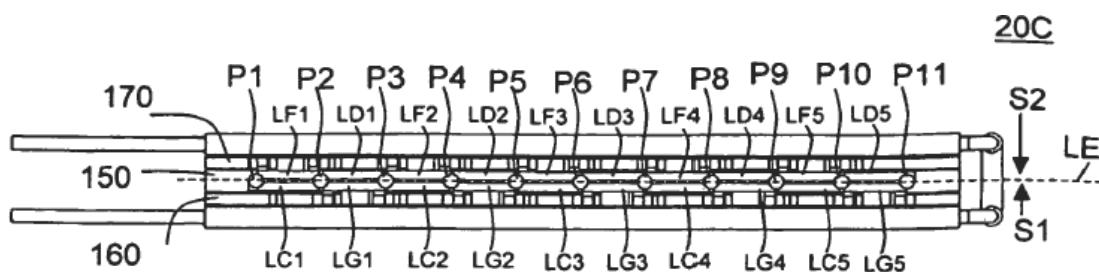


Fig. 35

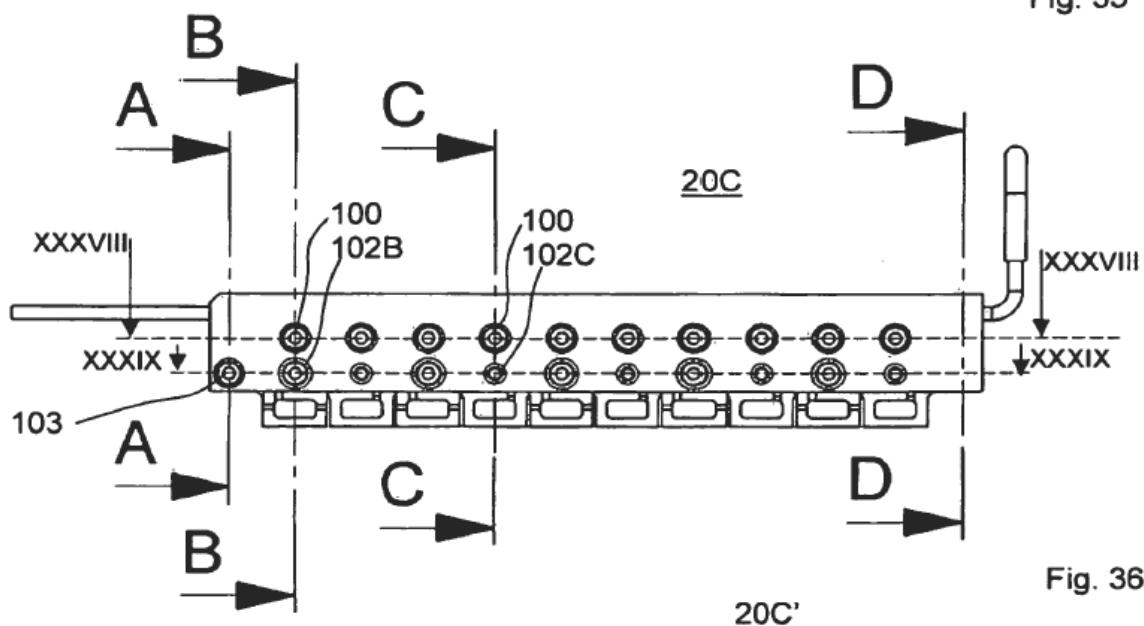


Fig. 36

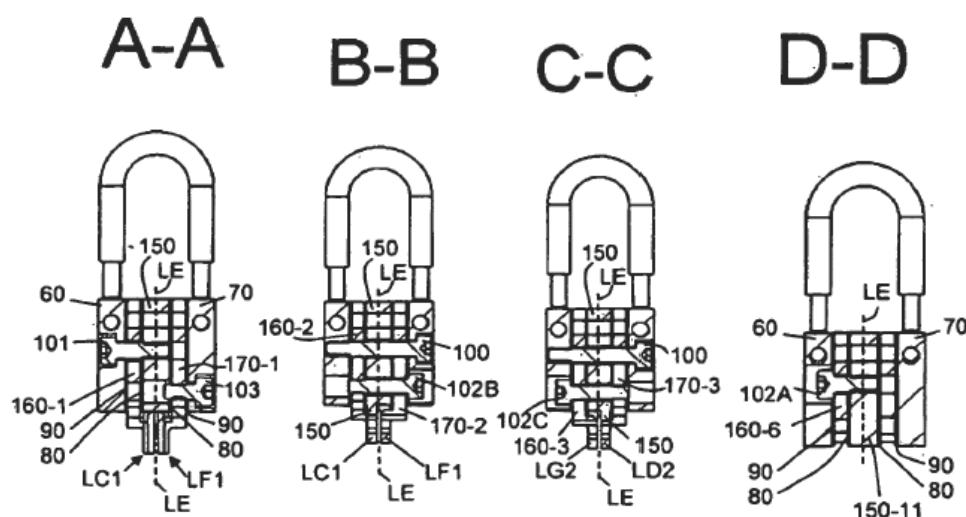
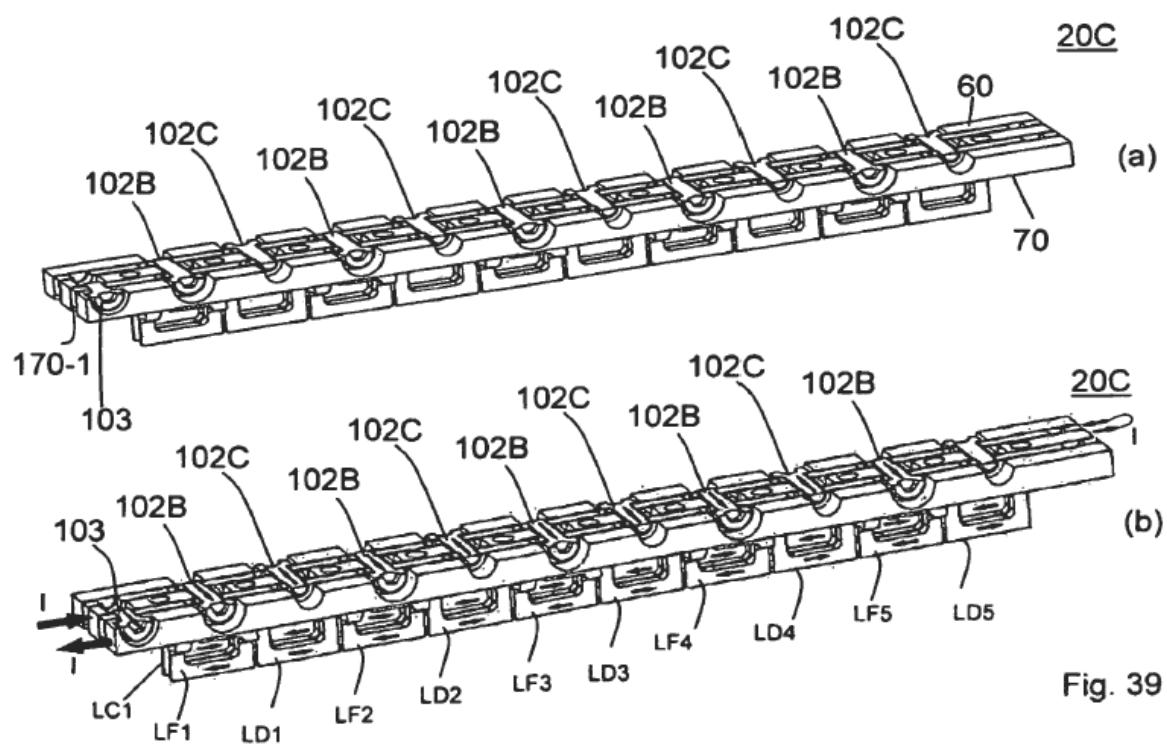
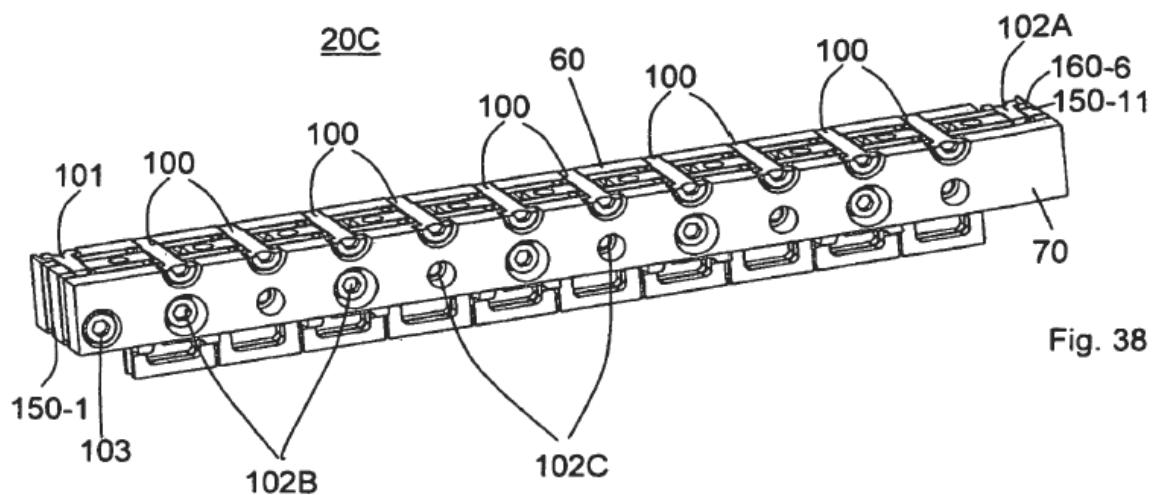
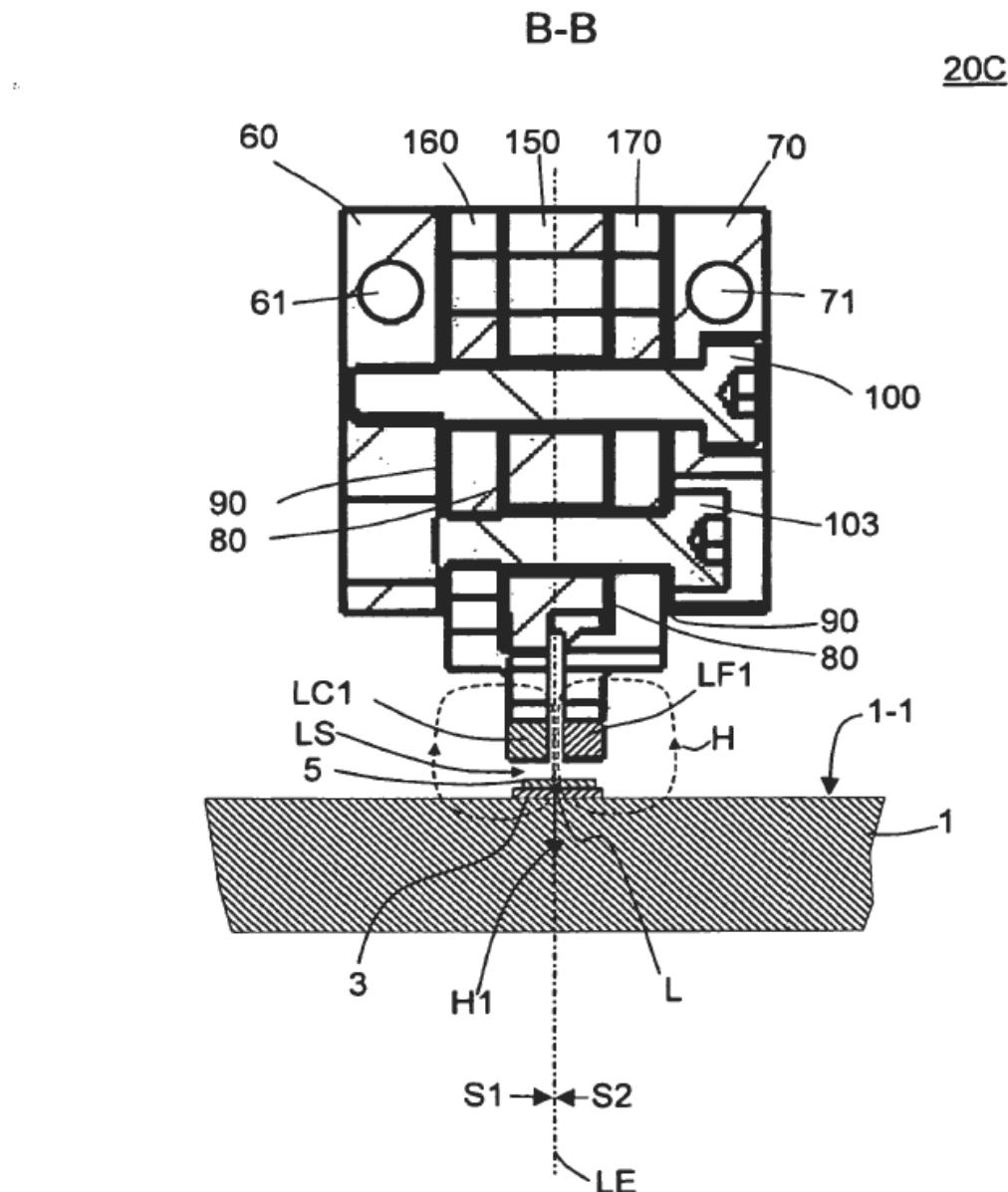
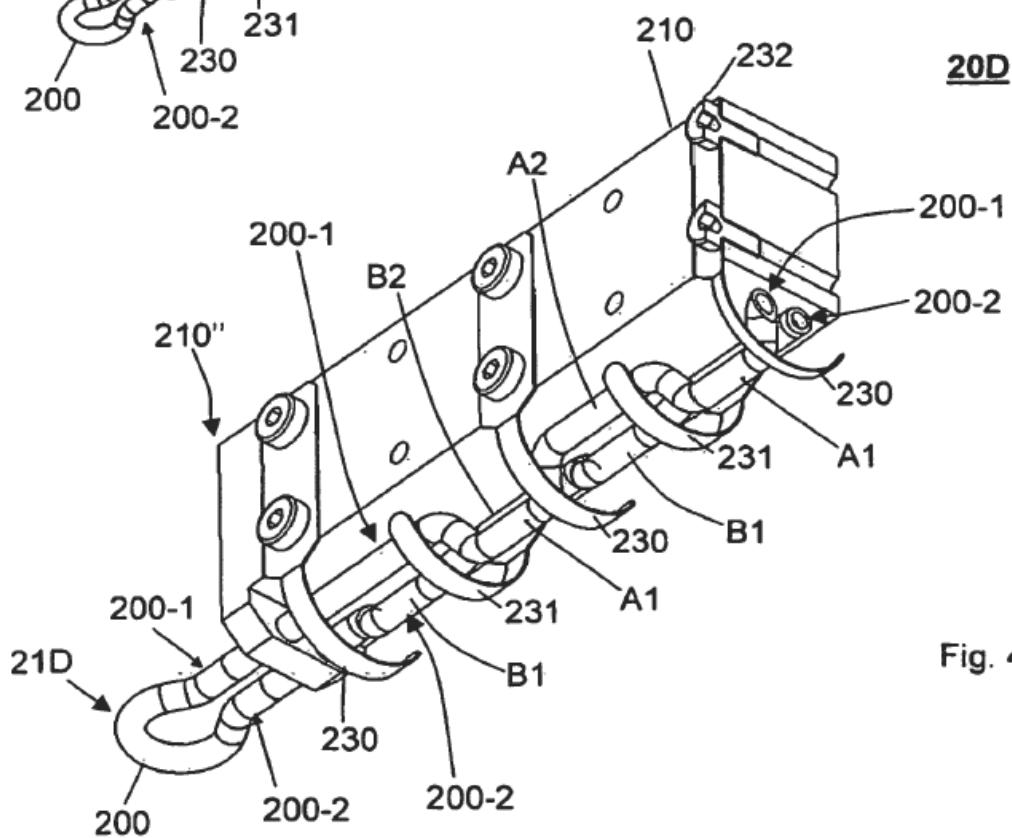
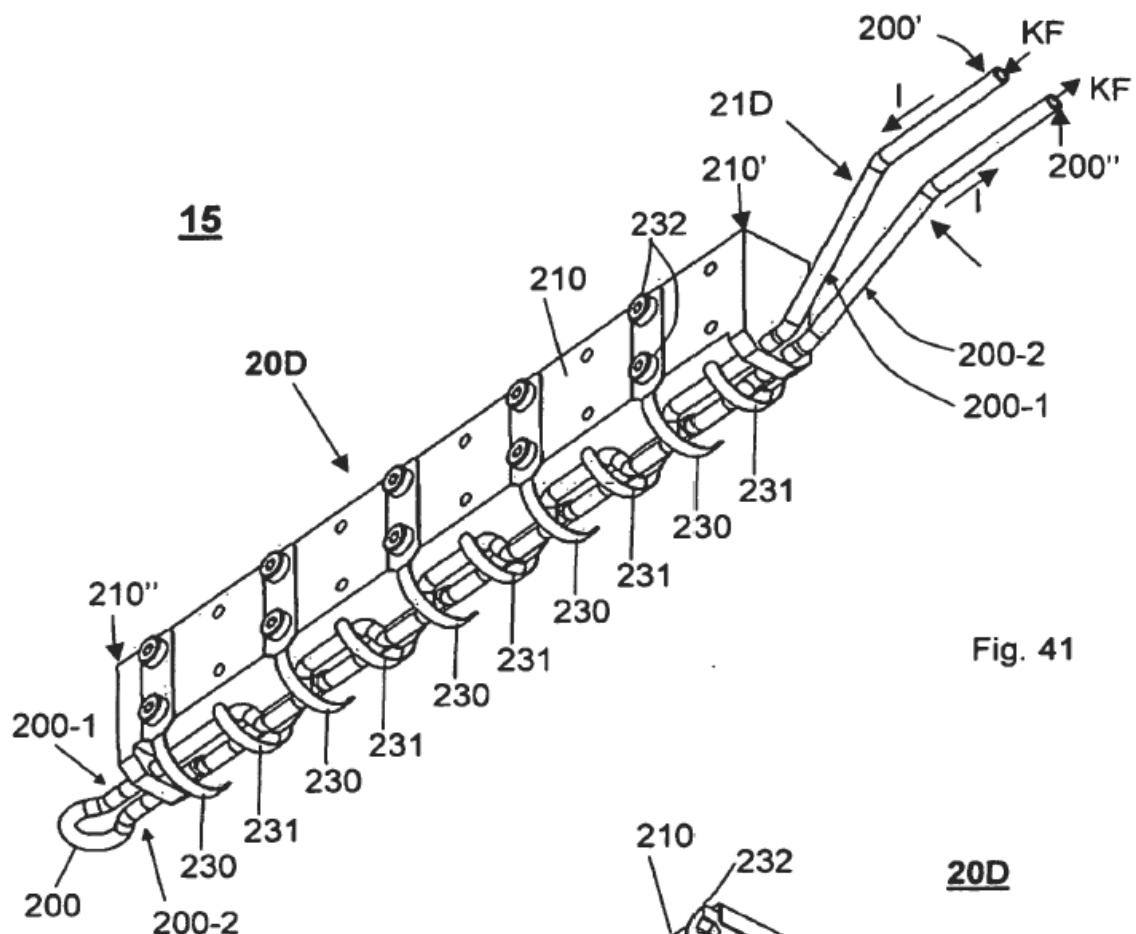


Fig. 37







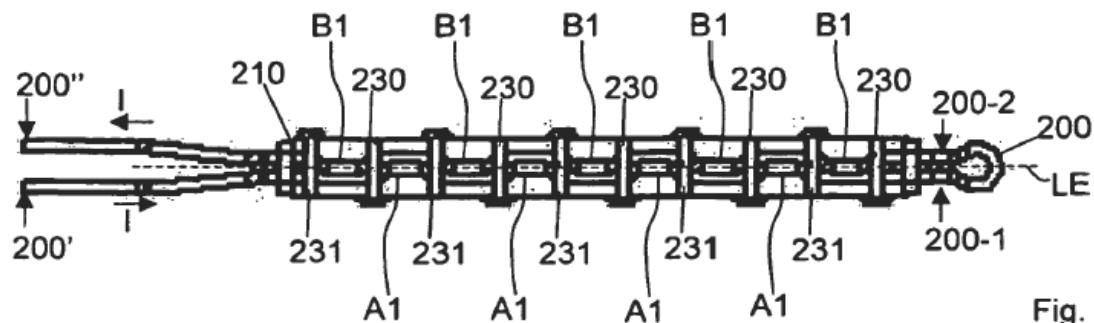


Fig. 43

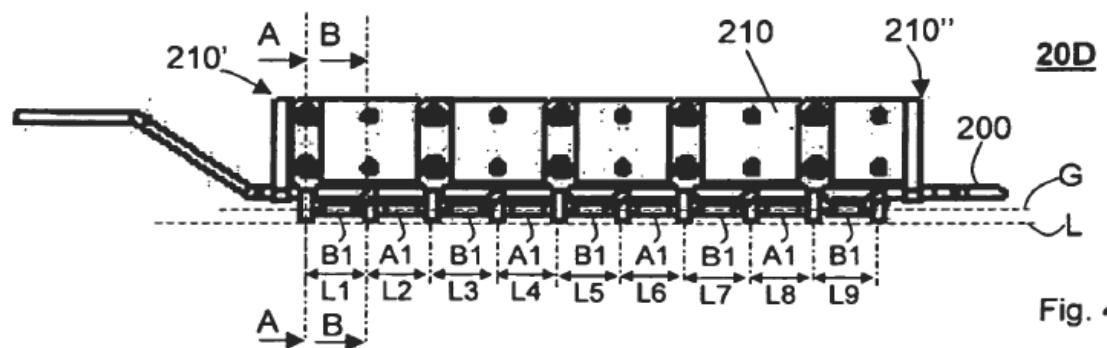


Fig. 44

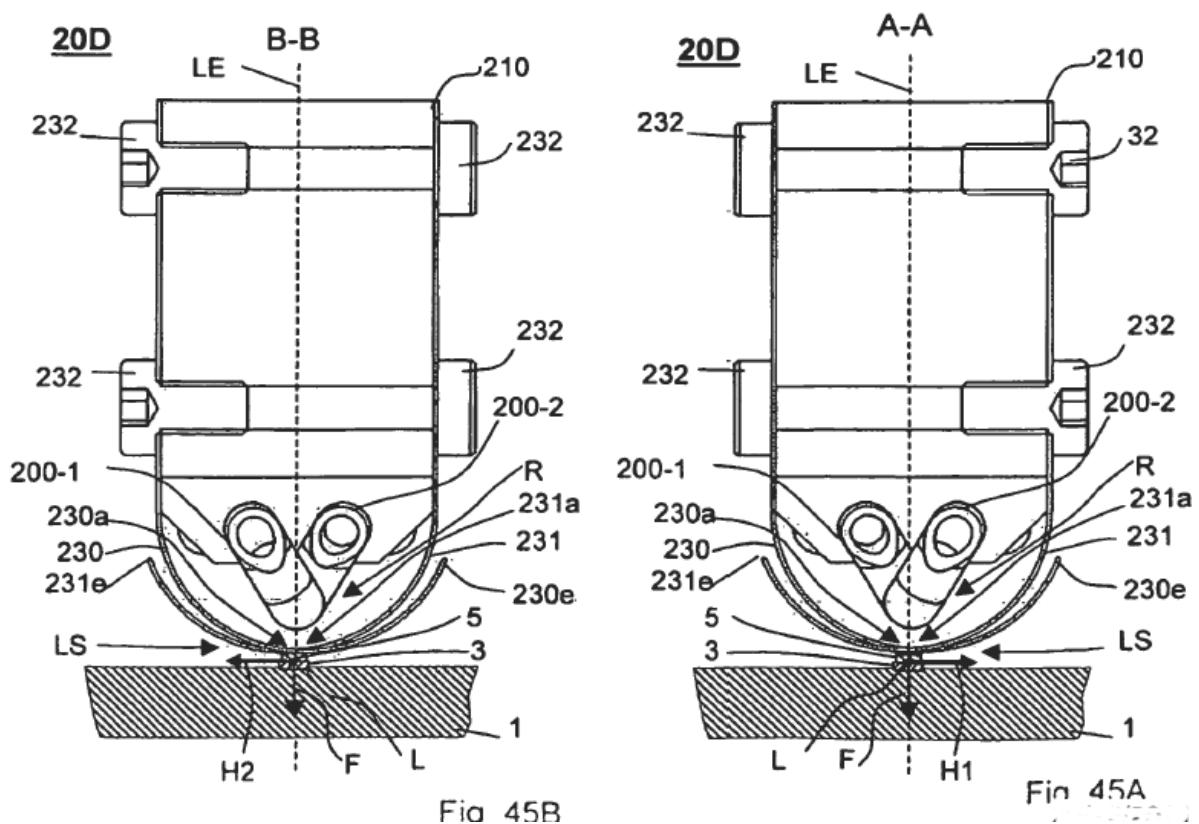
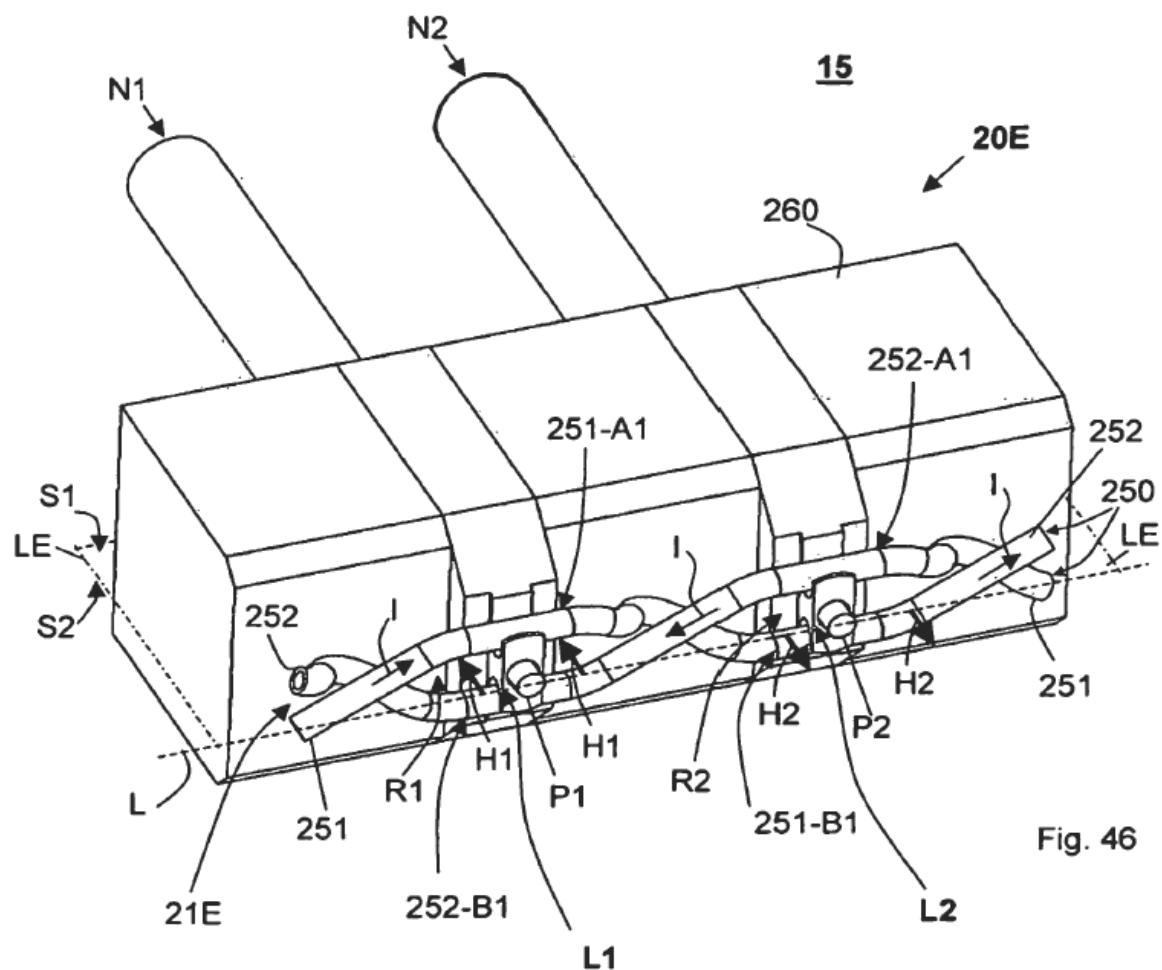


Fig. 45B

Fig. 45A



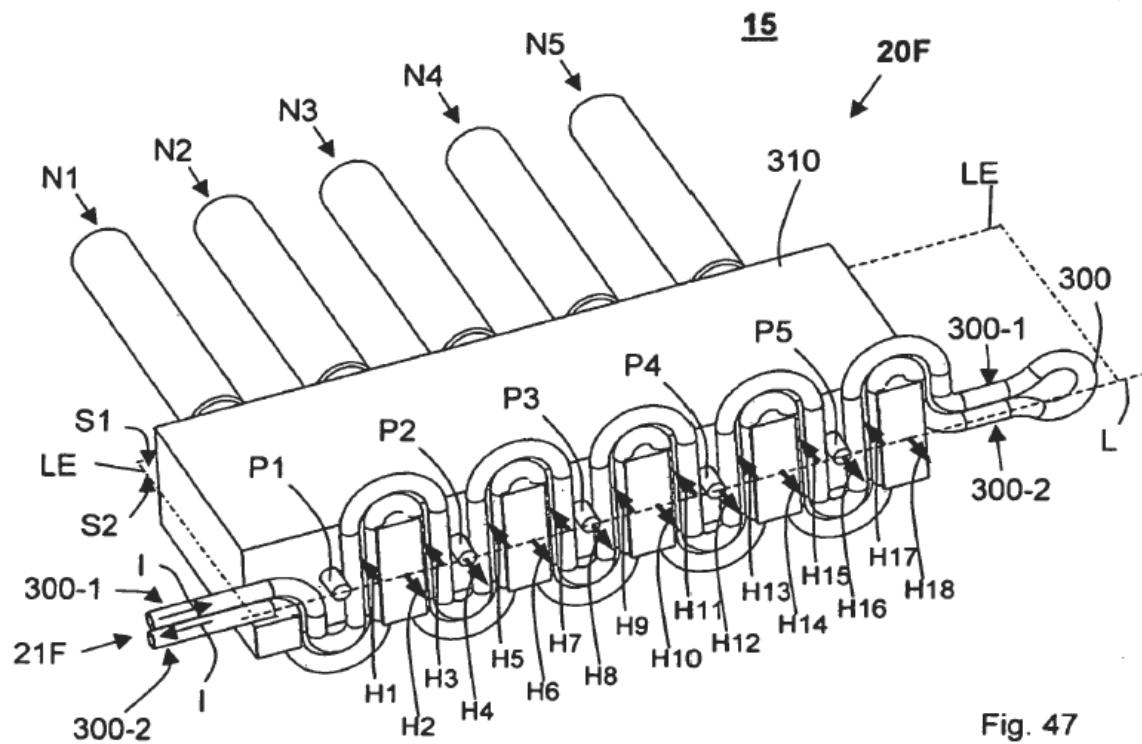


Fig. 47