

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 275**

51 Int. Cl.:

**B21D 39/02** (2006.01)  
**B23K 101/00** (2006.01)  
**B23K 33/00** (2006.01)  
**F16B 5/08** (2006.01)  
**B23K 26/035** (2014.01)  
**B23K 1/00** (2006.01)  
**B23K 1/005** (2006.01)  
**B23K 101/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2008 PCT/EP2008/000227**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2008 WO08086994**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2008 E 08707031 (4)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 2117745**

54 Título: **Compuesto de chapa metálica, método para unir chapas y dispositivo de unión**

30 Prioridad:

**15.01.2007 DE 102007002856**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.12.2020**

73 Titular/es:

**FFT PRODUKTIONSSYSTEME GMBH & CO. KG  
 (100.0%)  
 Schleyerstrasse 1  
 36041 Fulda, DE**

72 Inventor/es:

**SCHNEEGANS, JOCHEN y  
 KRAFT, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 798 275 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

Compuesto de chapa metálica, método para unir chapas y dispositivo de unión

5 La invención se refiere a unir chapas metálicas, que incluye un proceso de soldadura por arco o soldadura.

10 La soldadura por arco y soldadura son métodos de unión probados para componentes de metal. En un proceso automatizado de soldadura por arco o soldadura, los componentes a unir se fijan en una posición de unión y se presionan entre sí cerca del punto de soldadura por arco o soldadura actual mediante el uso de un medio de presión, por ejemplo, un dedo o rodillo de presión, los medios de presión, juntos con la herramienta de soldadura por arco o soldadura recorren una región de unión de los componentes en la dirección longitudinal de una costura de soldadura por arco o de soldadura que se va a producir. Los componentes deben proporcionarse en una geometría que sea adecuada para la soldadura por arco o soldadura. Los rebordes que son adecuados para la soldadura por arco o soldadura son conformados en las chapas metálicas que se van a unir, por ejemplo, mientras todavía se remodela plásticamente en una prensa, o en un proceso de remodelación subsecuente a la conformación en una prensa, tal como canteado. Si los rebordes son conformados mientras todavía están en la prensa, entonces las geometrías de los rebordes que se pueden producir son limitadas, debido a la necesidad de retirarlas del molde. Los dispositivos de borde para conformar subsecuentemente los rebordes son voluminosos e inflexibles. Además, las progresiones complejas de bordes solo se pueden lograr con gran esfuerzo.

20 El ribeteado también tiene un papel establecido en la unión de chapas metálicas. La combinación de unión de ribeteado con rodillo y adherencia es conocida en este campo, por medio de la que se logra una conexión entrelazada y unida integralmente. En los compuestos que están sujetos a tensiones dinámicas, además de aumentar la rigidez, el adhesivo también tiene la función de amortiguar o prevenir cualquier ruido que pueda generarse entre las chapas metálicas unidas. El adhesivo también tiene una función de sellado. Una ventaja de la tecnología de ribeteado con rodillo es el alto nivel de flexibilidad de la misma con respecto a la geometría del componente. Las herramientas y métodos de ribeteado, o las herramientas y métodos de rebordeado generalmente, se describen, por ejemplo, en los documentos EP 1 685 915 A1, EP 1 420 908 B1, DE 100 11 954 A1 y DE 103 38 170 B4.

30 Del documento DE 199 27 208 A1 se conoce un método para conectar los bordes de chapas metálicas, en el que al menos una de las chapas metálicas se proporciona con proyecciones estampadas antes del proceso de ribeteado, y dichas proyecciones están conectadas a la otra chapa metálica mediante soldadura por proyección durante el procedimiento de prensado, por medio de una herramienta de soldadura por arco que se puede suministrar al punto de soldadura por arco.

35 El documento DE 100 23 351 se refiere a un dispositivo y a un método para soldar por láser un material compuesto de chapa metálica en un dispositivo de ribeteado, en el que el láser estacionario se encuentra en una posición predeterminada en la que el dispositivo de ribeteado tiene una cavidad para permitir el acceso del haz láser hasta el punto de soldadura.

40 A partir del documento US 5.897.796 se conoce un método y un proceso para conectar dos chapas metálicas en una sola herramienta por medio de rebordear y luego soldar por arco para formar un compuesto de chapa metálica. Elementos de sujeción específicos fijan el compuesto de chapa metálica en la herramienta durante el proceso de soldadura por arco.

45 El documento JP 2007-237283 describe un dispositivo y un método para producir un compuesto de chapa metálica a partir de dos chapas metálicas, una de las cuales tiene proyecciones estampadas. Después del proceso de rebordeado, el compuesto de chapa metálica se fija en la región de las proyecciones por medio de soldadura por proyección.

El documento JP 56009016 describe un método para producir tuberías a partir de una chapa metálica. Los extremos doblados de la chapa metálica están conectados entre sí en un baño de soldadura y sellados.

50 El problema abordado por la invención es el de mejorar la unión de componentes, de los cuales al menos uno es una chapa metálica, con respecto a la flexibilidad con respecto a la progresión de un borde de rebordeado y la fabricación del material compuesto.

55 La invención combina un proceso de rebordeado con un proceso de soldadura por arco o soldadura, la producción de un compuesto de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación 1, en un método de acuerdo con la reivindicación 4 o en un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9.

60 Por medio de esta combinación de métodos de acuerdo con la invención, se hace un compuesto de chapa metálica a partir de una chapa metálica externa y una chapa metálica interna y opcionalmente una o más chapas metálicas adicionales, teniendo la chapa metálica externa un reborde que está unido alrededor de un borde de rebordeado y forma una unión junto con la chapa metálica interna. Una costura de soldadura por arco o de soldadura que conecta fijamente las chapas metálicas entre sí se extiende dentro o sobre la junta. La chapa metálica exterior se dobla suavemente por medio del proceso de rebordeado que progresa continuamente en la dirección longitudinal del borde de rebordeado. En la dirección transversal sobre la región del borde de rebordeado, la chapa metálica exterior tiene una estructura de material que es significativamente más uniforme y tiene menos grietas que una chapa metálica que se ha conformado con la misma geometría en una prensa de embutición profunda, por ejemplo. Lo mismo se aplica en comparación con una chapa

5 metálica sobre la cual se ha doblado el reborde en una máquina de bordes convencional. Debido a la conformación que progresa en la dirección longitudinal y, por lo tanto, siempre es local, el borde de rebordeado puede tener una progresión compleja que comprende una o más curvas, incluso curvas que tienen radios de curvatura variables. En comparación con un compuesto de chapa metálica que tiene una conexión de ribeteado convencional, la chapa metálica de acuerdo con la invención es más rígida, ya que la costura de soldadura por arco o de soldadura conecta las chapas metálicas entre sí de una manera fija y absolutamente rígida, al menos en la región de unión inmediata. Esto es particularmente beneficioso para los compuestos de chapas metálicas que están sujetos a una tensión dinámica, ya que las chapas metálicas pueden dejar de moverse una con relación a la otra y, por lo tanto, rozar entre sí en la región de unión, y por lo tanto pueden dejar de generar ruido. Además, la costura de soldadura por arco o de soldadura sella la región de unión o al menos una región interna de la región de unión. Es ventajoso si la costura se extiende continuamente a lo largo de toda la región de unión de las chapas metálicas, medida en la dirección longitudinal del borde de rebordeado.

15 En el estado instalado en un vehículo, la chapa metálica exterior es preferentemente visible desde el exterior, y en particular puede formar una cubierta exterior de un vehículo o, en principio, cualquier otra unidad estructural; la chapa metálica interior, por lo tanto, está orientada hacia el interior de un vehículo u otra unidad estructural. En principio, sin embargo, los términos "chapa metálica exterior" y "chapa metálica interior" solo son usados para distinguir estos conceptos con el fin de indicar que al menos la chapa metálica exterior tiene una soldadura rebordeada o reborde de soldadura. El rebordeado es visible en la cara exterior del reborde debido a las marcas de rodadura o deslizamiento si la superficie no ha sido sometida a un procesamiento de superficie después del reborde que elimina las marcas.

20 En modalidades preferidas, el reborde se extiende a lo largo de una periferia exterior de la chapa metálica exterior y solo forma una tira periférica estrecha en comparación con la chapa metálica exterior en su conjunto. Visto en la sección transversal de la chapa metálica exterior, el reborde es sustancialmente más corto sobre al menos una parte predominante de la longitud del borde de rebordeado que una región de chapa metálica exterior de la chapa metálica exterior que pasa al reborde sobre el borde de rebordeado.

25 La unión es una unión del recubrimiento. Si la junta es una unión de solape, la costura de soldadura por arco puede ser una costura en I. En el caso de soldadura por arco o soldadura, la costura se forma con mayor preferencia como una costura hueca en la unión de solape. La junta se puede sellar en toda la longitud de la junta, vista en la sección transversal del compuesto, por medio de una costura hueca en un extremo de la unión de solape, que por lo tanto contrarresta más eficazmente la corrosión de grietas.

35 El reborde de la chapa metálica exterior forma una ranura en la región de rebordeado o región de ribeteado de dicha chapa metálica exterior, dentro de la cual sobresale la chapa metálica interior para formar la unión de solape en un lado interior del reborde en relación con la ranura. Aunque es menos preferible, sin embargo, es totalmente concebible que el reborde y la chapa metálica interna formen una unión de solape en el lado exterior del reborde que se orienta en dirección contraria a la ranura. Una región de rebordeado en forma de ranura también es ventajosa si la chapa metálica interna y el reborde están soldadas o soldadas juntas para formar un empalme.

40 En modalidades preferidas, la chapa metálica interna se sujeta en la ranura entre una periferia exterior del reborde y una región opuesta de la chapa metálica externa que mira hacia la periferia del reborde, como se conoce en principio por las conexiones de ribeteado convencionales. En tales modalidades, dicha chapa metálica interna se sujeta preferentemente plana en ambos lados, en cada caso mediante el uso de presión superficial. En modalidades de este tipo, la chapa metálica externa puede tener una forma tal que tenga una sección transversal en forma de U en la región de rebordeado de la misma que incluye el reborde. Para recibir un compuesto de sellado en la región de unión, es ventajoso que la chapa metálica externa, vista en la sección transversal, forme una cavidad en forma de ojo en una base rebordeada que incluye el borde de rebordeado.

45 En las modalidades de acuerdo con la invención, en las que la chapa metálica interna no está sujeta en la ranura, o no está sujeta en la misma en un grado significativo, el reborde apunta a una inclinación alejada de la región de la chapa metálica externa que está enfrente. Por lo tanto, la ranura se estrecha en la dirección de una base rebordeada que incluye el borde de rebordeado.

50 En todas las modalidades, el reborde puede tener una progresión curva en la sección transversal de los compuestos de chapa metálica. Sin embargo, el reborde es preferentemente recto en las secciones transversales.

55 La invención es particularmente adecuada para usar en la fabricación de vehículos, es decir, para compuestos de chapa metálica en aeronaves, naves espaciales, embarcaciones y vehículos terrestres, preferentemente automóviles. El compuesto de chapa metálica puede ser en particular un constituyente de la cubierta exterior de un vehículo. Un uso principal es como piezas de unión de vehículos, en particular automóviles, como puertas, techos solares, puertas traseras, tapas de maleteros y cubreválvula. Además de mover partes de unión de este tipo, la invención también es adecuada para partes de unión que están unidas a un cuerpo pero, una vez que están unidas, ellas mismas forman un constituyente fijo del cuerpo, como los guardabarros unidos. La invención también es adecuada para fabricar el cuerpo antes de unir las piezas de unión. Así, la invención puede usarse en particular para fabricar partes laterales o el techo de un vehículo, en particular un automóvil. Una aplicación principal es, por ejemplo, lo que se conoce como ribeteado del arco de la rueda en un guardabarros antes de instalar el guardabarros o cuando está instalado, o en una parte lateral del cuerpo. Además,

la invención también es adecuada para producir la conexión entre una parte lateral y el techo de un cuerpo en una línea de producción. En principio, la invención también es adecuada, sin embargo, para la producción de otras estructuras compuestas multidimensionales, ya que el proceso de rebordeado que se usa de acuerdo con la invención no está, en principio, limitado con respecto a la geometría del borde de conexión de las chapas metálicas. Cuanto más compleja sea la chapa metálica a rebordear, y en particular el borde de rebordeado, más efectivas serán las ventajas de la invención en comparación con el método convencional. Aunque la invención es particularmente ventajosa para la industria automotriz, en principio también puede usarse en otros sectores industriales.

En un método de unión de acuerdo con la invención, de acuerdo con la reivindicación 4, la chapa metálica externa y la chapa metálica interna se fijan una con relación a la otra en una posición de unión. En la chapa exterior, el reborde se dobla sobre el borde de rebordeado por medio de un miembro de rebordeado que se mueve en la dirección longitudinal del borde de rebordeado. El borde de rebordeado ya puede haberse preformado en cierto grado en un proceso de remodelación anterior en una prensa, por ejemplo por medio de embutición profunda o estiramiento, o puede formarse por primera vez en un proceso de rebordeado subsecuente al proceso original de conformación de chapa. En el método de unión de acuerdo con la invención, la chapa metálica externa y la chapa metálica interna se fijan una con relación a la otra en una posición de unión en una primera etapa del método, y el rebordeado y la soldadura por arco o soldadura se realizan en el estado fijo. Sin embargo, en el procedimiento de acuerdo con la invención, los dos procesos de rebordeado y soldadura por arco o soldadura se realizan juntos, mediante el uso del miembro de rebordeado simultáneamente como la herramienta de remodelación y el medio de presión para el proceso de soldadura por arco o soldadura. En procedimientos de este tipo, el miembro de rebordeado, en la segunda función, reemplaza los dedos de presión o los rodillos de presión que son conocidos por los procesos convencionales de soldadura por arco o soldadura.

Un tema adicional de la invención es un dispositivo que puede rebordarse y soldarse por arco o soldarse. Dicho dispositivo es una herramienta combinada que tiene un cabezal de herramienta, una herramienta de rebordeado dispuesta en el cabezal de herramienta que tiene al menos un miembro de reborde para reborde de rodillo o reborde deslizante, y una herramienta de soldadura por arco o soldadura que está dispuesta en el cabezal de herramienta. El miembro de rebordeado y la herramienta de soldadura por arco o soldadura están dispuestos de manera que el miembro de reborde forma un medio de presión para la herramienta de soldadura por arco o soldadura si dicha herramienta genera la costura de soldadura por arco o de soldadura. La herramienta de rebordeado puede tener una pluralidad de miembros de reborde que están opcionalmente dispuestos de forma móvil en el cabezal de la herramienta, en una posición operativa para realizar un proceso de reborde; en modalidades simples preferidas, sin embargo, el cabezal de la herramienta solo lleva un miembro de reborde único que, además, siempre asume preferentemente la posición de funcionamiento.

El miembro de rebordeado que se menciona en relación con el dispositivo y el método puede ser en particular un rodillo de rebordeado o, alternativamente, también puede ser una pieza deslizante que se desliza en la dirección longitudinal del borde de rebordeado durante el reborde. En las modalidades preferidas, el proceso de rebordeado es, por lo tanto, rebordeado por rodillo u opcionalmente rebordeado por deslizamiento. El miembro de rebordeado está dispuesto con relación a la herramienta de soldadura por arco o soldadura de manera que forme un medio de presión.

La herramienta de soldadura por arco o soldadura puede diseñarse en particular de manera que genere el calor requerido para la soldadura por arco o soldadura por medio de un haz de energía. En modalidades preferidas, la herramienta de soldadura por arco o soldadura es una herramienta de soldadura láser o una herramienta de soldadura láser. En modalidades que son igualmente preferibles, dicha herramienta de soldadura por arco o soldadura es una herramienta de soldadura de gas inerte. Sin embargo, en lugar de una herramienta de soldadura por arco o soldadura que funciona mediante el uso de un haz de energía, en principio también se pueden usar herramientas de soldadura por arco o soldadura que sueldan o sueldan de otras maneras.

Si la herramienta de soldadura por arco o soldadura es una que genera el calor requerido para la conexión por medio de un haz de energía, el miembro de rebordeado y la herramienta de soldadura por arco o soldadura están dispuestos en el cabezal de la herramienta de manera que la fuerza de presión ejercida localmente por el miembro de rebordeado durante el reborde y el haz de energía actúan sobre el material compuesto que se produce a una pequeña distancia entre sí. La distancia se selecciona de manera que la fuerza de presión ejercida en el punto de soldadura por arco o de soldadura por el miembro de rebordeado asegura de manera confiable que los componentes se presionen entre sí y no puedan divergir. La distancia, vista en la dirección longitudinal del borde de rebordeado, es preferentemente al menos 1 mm y preferentemente a lo máximo 6 mm. En el intervalo de distancia establecido, los valores de al menos 2 mm y a lo máximo 4 mm son particularmente ventajosos, y, en este intervalo más estrecho a su vez, los valores de aproximadamente 3 mm son particularmente ventajosos. Si el miembro de rebordeado es un rodillo de rebordeado, está claro que el haz de energía sigue al rodillo de rebordeado. En este caso, la distancia se mide entre el centro del haz de energía en el punto de impacto y un punto más cercano al centro en la línea de prensado o en la tira de prensado estrecha, en la que el rodillo de rebordeado tiene contacto con el reborde. Si el miembro de rebordeado es una pieza deslizante, y si la pieza deslizante no solo tiene contacto con el reborde a lo largo de una línea de presión o una tira de presión que es estrecha en la dirección longitudinal del borde de rebordeado, la distancia se mide entre el centro del haz de energía y un punto más cercano en la pieza deslizante en la que se dobla el reborde en la posición de unión de la misma, en la que se suelda o suelda a la chapa metálica interna. El texto anterior que se refiere al haz de energía también se aplica, mutatis mutandis, a las herramientas de soldadura por arco o soldadura que introducen la energía requerida para soldar por arco o soldar en la región de unión por otros medios.

En particular, para producir una costura hueca, es ventajoso que el cabezal de la herramienta tenga un sistema de seguimiento de la costura, por medio del cual la herramienta de soldadura por arco o soldadura sigue la unión a tope al final de la unión de solape, en la cual la costura debe ser producido. El sistema de seguimiento de la costura comprende un sensor para escanear la junta a tope, preferentemente para escaneo táctil, y un mecanismo de compensación que permite movimientos de la herramienta de soldadura por arco o soldadura con relación al miembro de rebordeado. El mecanismo de compensación puede diseñarse de manera que solo permita movimientos de compensación traslacionales o solo permita movimientos de compensación rotacionales, o preferentemente permita movimientos de compensación traslacionales y rotacionales. Por lo tanto, la herramienta de soldadura por arco o soldadura puede tener uno o más grados de libertad de movimiento con relación al miembro de rebordeado en la posición de funcionamiento común por medio del mecanismo de compensación en el cabezal de la herramienta. La herramienta de soldadura por arco o soldadura se mantiene preferentemente en una posición y orientación neutra en relación con uno o más grados de libertad, en cada caso por medio de la fuerza del resorte. Para la compensación, el elemento de soldadura por arco o soldadura puede en particular moverse de manera giratoria alrededor de un eje que, durante una ejecución de procesamiento, es paralelo a la dirección longitudinal del borde de rebordeado en el sitio de acción actual. Alternativamente, o preferentemente además, también es ventajosa la capacidad de moverse hacia y desde la junta a tope.

Debido a la proximidad espacial del miembro de rebordeado a la herramienta de soldadura por arco o soldadura, es ventajoso que se disponga un medio de limpieza en el cabezal de la herramienta, por medio del cual el miembro de rebordeado se puede limpiar durante el rebordeado y soldadura por arco o soldadura. Los medios de limpieza pueden incluir un cepillo o un raspador o un medio para actuar sobre el miembro de rebordeado mediante el uso de hielo seco. También se describen características ventajosas en las reivindicaciones dependientes y sus combinaciones.

Las modalidades de la invención se describen más abajo en detalle con referencia a los dibujos.

- Figuras 1-4 un proceso de ribeteado para unir chapas metálicas,
- Figura 5 un compuesto de chapa metálica de una primera modalidad,
- Figura 6 un compuesto de chapa metálica de una segunda modalidad,
- Figura 7 un dispositivo de unión de acuerdo con la invención, que comprende un miembro de rebordeado y una herramienta de soldadura por arco, durante la modalidad de un método de unión de acuerdo con la invención,
- Figura 8 una vista ampliada de una región de unión de la figura 7 con un miembro de rebordeado diferente,
- Figura 9 un compuesto de chapa metálica de una tercera modalidad, de acuerdo con la invención,
- Figura 10 el dispositivo de unión de acuerdo con la invención durante la producción del compuesto de chapa metálica de la tercera modalidad,
- Figura 11 el dispositivo de unión de acuerdo con la invención en la región de unión,
- Figura 12 un compuesto de chapa metálica de una cuarta modalidad,
- Figura 13 un compuesto de chapa metálica de una quinta modalidad,
- Figura 14 el compuesto de chapa metálica de la tercera modalidad,
- Figura 15 un compuesto de chapa metálica de una sexta modalidad, de acuerdo con la invención,
- Figura 16 un compuesto de chapa metálica de una séptima modalidad,
- Figura 17 un compuesto de chapa metálica de una octava modalidad,
- Figura 18 un compuesto de chapa metálica de una novena modalidad,
- Figura 19 un compuesto de chapa metálica de una décima modalidad,
- Figura 20 un compuesto de chapa metálica de una undécima modalidad, de acuerdo con la invención,
- Figura 21 un compuesto de chapa metálica de una duodécima modalidad, de acuerdo con la invención.

Las figuras 1-4 muestran una secuencia de método en la que se produce una chapa metálica por rebordeado con rodillo. Cada una de las figuras 1-4 muestra una sección transversal de una región periférica de una chapa metálica interna 1 y una chapa metálica externa 2, cuyas chapas se fijan una con relación a la otra en una posición de unión. A excepción de la remodelación posterior, que todavía se requiere para la conexión, las chapas metálicas 1 y 2 han alcanzado su forma final, que se desea para el uso relevante de las mismas, en un proceso de remodelación de plástico anterior, por ejemplo, embutición profunda. Ambas chapas metálicas 1 y 2 son estructuras deformadas tridimensionalmente, cada una con un reborde en la región de unión mostrada que es adecuada para la conexión del ribeteado, presionando la chapa metálica interna 2 con el reborde de la misma contra la chapa metálica externa 1 mediante la sujeción dispositivo de manera plana. En una región exterior de chapa metálica 1a, la chapa metálica externa 1 pasa a un reborde 1c sobre una curva cerrada 1b. El reborde 1c se dobla sucesivamente por completo en la dirección del reborde de la chapa metálica interna 2 en una pluralidad de etapas de rebordeado. Durante el rebordeado, la curva 1b en cada caso forma un borde de rebordeado y, por lo tanto, en lo sucesivo se denomina borde de rebordeado 1b. El reborde se dobla mediante el uso de un rodillo de rebordeado 13 que está montado en un cabezal de herramienta para que sea giratorio alrededor de un eje de rotación R. En la modalidad, el reborde 1c se dobla 90° en total en tres etapas.

La figura 2 muestra la primera etapa de rebordeado, en el que la superficie de rodadura de rebordeado 13, que rueda sobre el reborde 1c en la dirección longitudinal del borde de rebordeado 1b, se coloca en un ángulo de aproximadamente 30° con respecto al reborde 1c que aún no ha sido rebordeado, de manera que el reborde 1c se dobla hacia dentro de la chapa metálica interna 2 mediante dicho ángulo de posicionamiento durante el proceso de laminación. En la figura 3, la

superficie de rodadura del rodillo de rebordeado 13 se coloca a su vez en un ángulo de aproximadamente 30° con respecto al reborde 1c que se plegó en la primera etapa de rebordeado, de manera que el reborde 1c se dobla 30° más en la segunda ejecución de procesamiento. En la ejecución de procesamiento final, que se muestra en la figura 4, el reborde 1c se dobla otros 30° y, por lo tanto, se dobla completamente y se presiona contra el reborde de la chapa metálica interna 2 mediante el rodillo de rebordeado 13. En la etapa de rebordeado final, el rodillo de rebordeado 13 se usa como rodillo de rebordeado de acabado. En la ejecución de procesamiento final o etapa de rebordeado, el rodillo de rebordeado 13 se apoya preferentemente en el cabezal de la herramienta por una fuerza de resorte, dicha fuerza de resorte que actúa en la dirección del reborde 1c. En las dos etapas anteriores, el rodillo de rebordeado 13 se apoya preferentemente en el cabezal de la herramienta de una manera no cedente, para lograr una geometría de reborde definida en cada caso. Una vez que se ha completado la conexión de ribeteado, como se muestra en la figura 4, la chapa metálica exterior 1 forma una ranura en forma de U en la región del reborde 1c, en cuya ranura el reborde de conexión de la chapa metálica interna 2 se sujeta de forma fija entre la región exterior de chapa metálica 1a y el reborde 1c, en cada caso mediante el uso de presión superficial. Antes del ribeteado, se introduce un compuesto de sellado en la región del ribeteado para evitar la corrosión de grietas entre las chapas metálicas 1 y 2 que se sujetan entre sí, y al menos amortiguar el ruido generado por los movimientos relativos en el caso de tensión dinámica.

La figura 5 muestra la región de unión de un compuesto de chapa metálica de una primera modalidad. El compuesto de chapa metálica está formado por una chapa metálica externa 1 y una chapa metálica interna 2 que están conectadas entre sí de manera entrelazada, por fricción y unida integralmente por medio de una conexión de ribeteado y una conexión de soldadura por arco. La conexión de ribeteado coincide geoméricamente con la conexión de ribeteado descrita anteriormente. Dicha conexión de ribeteado también se puede producir en particular como se explica a manera de ejemplo con referencia a las figuras 1 y 4. La conexión de soldadura por arco está formada por una costura hueca 4 que es producida por una herramienta de soldadura cuando el reborde 1c está completamente doblada hacia arriba y contra la chapa metálica interna 2. El reborde completamente doblado 1c, junto con el reborde de la chapa metálica interna 2, forma una unión de solape 3 en la región de unión, es decir, en la ranura de la chapa metálica externa 1, por el reborde 1c y el reborde del interior chapa metálica 2 que se encuentran una encima de la otra de manera plana, preferentemente con un compuesto de sellado en la unión de solape 3. La costura hueca 4 se extiende sobre la unión de solape 3, es decir, a lo largo de la periferia exterior libre del reborde 1c.

La costura de soldadura por arco 4 se puede producir en una ejecución de procesamiento de una herramienta de soldadura que está separada de la etapa de rebordeado de acabado. Sin embargo, la herramienta de rebordeado y la herramienta de soldadura por arco, preferentemente, realizan un proceso de procesamiento juntos durante el rebordeado de acabado, como se muestra en la figura 4, en el cual el proceso de procesamiento la herramienta de rebordeado, junto con el rodillo de rebordeado 13, forman un medio de presión para la herramienta de soldadura por la costura 4 que se produce, durante la ejecución del procesamiento, en una ubicación en la que el rodillo de rebordeado 13 ejerce una presión sobre el reborde 1c que es suficiente para soldar, de manera que la periferia libre del reborde 1c se presiona fijamente contra la chapa metálica interna 2 por el rodillo de rebordeado 13 durante la soldadura, y no puede divergir de la chapa metálica interna 2 en esta región. Se usa un aparato de soldadura láser como herramienta de soldadura por arco, cuyo aparato funde localmente la región de unión en el sitio de acción actual y suministra material de soldadura a la región de soldadura actual durante la ejecución del procesamiento. En la región de unión, la costura de soldadura por arco 4 proporciona una conexión completamente fija entre las chapas metálicas 1 y 2 y evita movimientos relativos entre las chapas metálicas 1 y 2 en dicha región, de manera que ya no se puede generar ruido bajo tensión dinámica. La costura de soldadura por arco 4 también sella la región de unión directamente en el extremo exterior de la unión de solape 3, y por lo tanto también cumple una función de sellado. Por lo tanto, ya no se requiere necesariamente una masa de sellado en la región de unión, es decir, en la ranura de la chapa metálica exterior 1, aunque el compuesto de chapa metálica de acuerdo con la invención también contiene preferentemente un compuesto de sellado entre las chapas metálicas 1 y 2 en el sellado región.

La figura 6 muestra un compuesto de chapa metálica de una segunda modalidad, que solo difiere del compuesto de chapa metálica de la primera modalidad en términos de la conexión de soldadura por arco. En la segunda modalidad, una costura de soldadura por arco 5 se extiende en la unión de solape 3 para ser al menos sustancialmente paralela al borde de rebordeado 1b. La costura de soldadura por arco 5 es una costura en I. Para producir la costura de soldadura por arco 5, una herramienta de soldadura láser viaja a lo largo del reborde 1c después del rebordeado de acabado o, como se describe con referencia a la primera modalidad, durante el rebordeado de acabado, y continuamente funde dicho reborde localmente, progresando en la dirección longitudinal del borde de rebordeado 1b. La velocidad de avance y la energía del láser se ajustan entre sí de manera que el haz láser también funde localmente la chapa metálica interna 2 que está debajo del reborde 1c. Por lo tanto, la región de fusión pasa a través del reborde 1c y se extiende hacia la chapa metálica interna 2. Después del endurecimiento, la conexión de soldadura por arco fija se forma detrás del haz láser. La producción de la costura de soldadura por arco 5 requiere menos proceso de soldadura en términos de precisión de la progresión de la costura y, por lo tanto, la guía de la herramienta de soldadura. Sin embargo, la costura de soldadura por arco 4 en el extremo de la unión de solape 3 asegura que toda la región de unión esté sellada y, por lo tanto, contribuye aún más a prevenir la corrosión por grietas. Una ventaja adicional de la costura de soldadura por arco 4 formada en el extremo de la unión de solape 3 es el potencial de ahorro en material, ya que la longitud del reborde 1c, vista en la sección transversal, puede acortarse en relación con la de la segunda modalidad y, por lo tanto, el material se puede guardar en la chapa metálica exterior 1.

La figura 7 muestra un dispositivo, por medio del cual se puede cerrar un ribeteado, es decir, se puede completar una conexión de ribeteado, y se puede soldar por arco en la región del ribeteado en la misma ejecución de procesamiento. El dispositivo tiene un cabezal de herramienta 10 que forma un bastidor para una herramienta de rebordeado 12 y una herramienta de soldadura por arco 15 (en la modalidad, una herramienta de soldadura láser). La herramienta 10 también tiene un conector 11 para unir un actuador espacialmente móvil. El actuador puede estar formado en particular por el extremo de un brazo robótico. De las chapas metálicas 1 y 2, solo se muestra nuevamente la región de unión y el entorno inmediato de las mismas. Cerca del reborde 1c, la chapa metálica interna 2 sobresale hacia arriba lejos de la chapa metálica externa 1, impactando significativamente la accesibilidad para la herramienta de soldadura por arco 15. La forma de reborde en la chapa interior 2 para la unión es, por lo tanto, muy corta. Para poder seguir dirigiendo el haz de soldadura 16 hacia la ubicación deseada en la región de unión, se usa un rodillo de rebordeado cónico 13' para el rebordeado de acabado en lugar de un rodillo de rebordeado circular-cilíndrico. Como resultado, la herramienta de soldadura por arco 15 puede colocarse en un ángulo más pronunciado con respecto a la región de unión. El rodillo de rebordeado 13' es giratorio alrededor del eje de rotación R del mismo y también está soportado en el cabezal de herramienta 10, contra una fuerza de resorte restauradora, de manera que sea móvil linealmente a lo largo de un eje Z que es perpendicular al eje de rotación R y la dirección longitudinal local X del borde de rebordeado 1b. La elasticidad del soporte que se desea para el rebordeado de acabado se logra por medio de una unidad neumática 14, uniendo el rodillo de rebordeado 13' a un eje del pistón de la unidad neumática 14 para que sea giratorio alrededor del eje de rotación R. Más allá de la movilidad rotacional y la movilidad traslacional a lo largo del eje Z, el rodillo de rebordeado 13' no tiene ningún otro grado de libertad con relación al cabezal de herramienta 10. En la figura 7, el eje de movimiento Z se muestra al lado del dispositivo en un sistema de coordenadas cartesianas que es estacionario con relación al cabezal de herramienta 10. Durante la ejecución del procesamiento, el tercer eje X coincide con la dirección longitudinal del borde de rebordeado 1b en el sitio de acción actual del rodillo de rebordeado 13'.

La herramienta láser 15 también está conectada fijamente al cabezal de herramienta 10 por un reborde de conexión 17, es decir, el reborde de conexión 17 se considera una parte del bastidor fijo del cabezal de herramienta 10. La conexión fija asegura que la herramienta láser 15 esté dispuesta en una posición y orientación definidas con relación al rodillo de rebordeado 13'. Sin embargo, dentro de dicho arreglo fijo, son posibles los movimientos de compensación de un cabezal láser de la herramienta láser 15 con relación al rodillo de rebordeado 13', por medio de los cuales los movimientos del cabezal láser pueden compensar en particular las irregularidades en la región de unión. Para este propósito, el cabezal láser o la herramienta láser completa se apoya en el cabezal 10 de la herramienta mediante un mecanismo de compensación. El mecanismo de compensación permite movimientos pivotantes alrededor del eje X y movimientos de traslación hacia la región de unión y lejos de la región de unión. El mecanismo de compensación soporta el cabezal láser o la herramienta láser, en relación con estos dos grados de libertad, de manera que pueda pivotar hacia adelante y hacia atrás sobre una posición neutral, en cada caso contra una fuerza de resorte, y también para moverse por traslación hacia atrás y hacia adelante, en cada caso contra una fuerza de resorte restauradora.

La figura 8 muestra una vista ampliada de la región de unión. Del dispositivo, solo el rodillo de rebordeado que, a diferencia de la figura 7, se muestra en la figura 8 como un rodillo de rebordeado circular-cilíndrico 13, y el haz láser 16 son visibles. El rodillo de rebordeado 13 podría reemplazarse con el rodillo de rebordeado 13', como resultado de lo cual, sin embargo, el ángulo de inclinación  $\alpha$  del haz láser 16 cambiaría. El ángulo de inclinación  $\alpha$  se mide entre una línea recta que es perpendicular al reborde 1c en el sitio de acción, y un eje del haz central del haz láser 16. En la modalidad, se produce una costura hueca 4 por medio del dispositivo, como se ha descrito, con referencia a la figura 5, para la primera modalidad de un compuesto de chapa metálica. Para producir la costura hueca 4, el haz láser 16 se dirige hacia el extremo de la unión de solape 3. El ángulo de inclinación  $\alpha$  debe ser de al menos  $5^\circ$ , de manera que no solo la chapa metálica interna 2 sino también la periferia del reborde 1c se derrita. Tal selección del ángulo de inclinación  $\alpha$  asegura que la región de fusión S, como se muestra en la figura 8, se extienda por toda la región de la esquina de la junta a tope, de manera que el material de soldadura suministrado durante la soldadura por arco se una al reborde 1c y al interior chapa metálica 2 de manera uniforme. Usar el rodillo de rebordeado cónico 13' da como resultado un valor de conicidad superior que es más favorable para la soldadura por arco. La conicidad del rodillo de rebordeado 13', es decir, la inclinación de la superficie de rodadura del rodillo de rebordeado 13' con respecto al eje de rotación R, es entonces preferentemente a lo máximo  $15^\circ$ . La figura 9 muestra un compuesto de chapa metálica de una tercera modalidad, de acuerdo con la invención. El compuesto de chapa metálica difiere de la primera y segunda modalidad en virtud de la forma de la ranura formada en la región de unión por reborde. El reborde de la chapa metálica exterior 1, que se denomina 1d para distinguirlo, no se dobla tanto como en la primera y segunda modalidades durante el reborde. Durante el rebordeado, el reborde 1d solo se dobla en la dirección de la región de chapa metálica 1a, que limita con el borde de rebordeado 1b, en la medida en que se obtiene una ranura en forma de V, es decir, después del rebordeado, el reborde 1d apunta a una inclinación oblicua con respecto a la región de chapa metálica 1a.

El ángulo de inclinación se selecciona preferentemente de manera que el reborde 1d se pueda doblar en la forma final mostrada en uno o a lo máximo dos etapas de rebordeado, si, como se supone simplemente a manera de ejemplo sobre la base de la figura 1, el reborde continúa desde una chapa metálica exterior 1, en la que el reborde 1d ya se proyecta aproximadamente en ángulo recto desde la región de chapa metálica 1a antes del reborde. La chapa metálica interna 2 sobresale por medio del reborde de la misma dentro de la ranura, y por medio de la periferia libre del reborde de la misma sobresale hacia y contra el lado interno de la región de chapa metálica 1a que está enfrentada al reborde 1d. En dependencia del grosor de la chapa metálica, la chapa metálica interna 2 también puede sobresalir en la base de la ranura.

La figura 10 muestra el dispositivo de acuerdo con la invención, que comprende un rodillo de rebordeado cilíndrico circular 13, mientras rebordea y suelda simultáneamente un material compuesto de chapa metálica que tiene la región de unión mostrada en la figura 9. El compuesto de chapa metálica puede, por ejemplo, formar una puerta para un automóvil. La región de unión también se muestra en detalle junto con las herramientas de rebordeado y láser 12 y 15 que actúan en la región de unión. Con la excepción de la región de unión, el compuesto de chapa metálica corresponde al compuesto de chapa metálica de las figuras 7 y 8. Como se puede ver en la vista detallada en la figura 10, la accesibilidad para la herramienta láser 15 en la región de unión se mejora por la forma de la chapa metálica interna 2, cuyo reborde está inclinado en la posición de unión con respecto a la región de chapa metálica 1a, y por lo tanto el plegado del reborde 1d incompleto. El rebordeado de acabado es posible por medio del rodillo de rebordeado circular y cilíndrico 13, mientras que el haz láser 16 puede dirigirse simultáneamente sobre la región de unión en un ángulo de inclinación  $\alpha$ . (figura 8) que es favorable para fundir la esquina y/o la región de fusión S. La orientación del reborde de la chapa metálica interna y la forma del reborde 1d que resulta de ella, es decir, de la ranura formada entre el reborde 1d y la región de chapa metálica 1a, es, como se muestra en la modalidad, particularmente ventajosa cuando la chapa metálica interna 2 ya sobresale hacia arriba cerca de la región de unión en relación con la chapa metálica externa opuesta 1 y limita significativamente la herramienta láser 15 entre el rodillo de rebordeado 13 o 13' y la región de la chapa metálica interna 2 que sobresale hacia arriba y tiene forma de canal en la modalidad.

Antes del rebordeado y la soldadura por arco, la chapa metálica externa 1 y la chapa metálica interna 2 se fijan una con relación a la otra en la posición de unión mostrada en la figura 10, presionando el reborde periférico de la chapa metálica interna 2 contra la región 1a de la chapa metálica que rodea el borde de rebordeado 1b. Por el contrario de la primera y la segunda modalidades, el reborde de la chapa metálica interna 2 no colinda con la región de chapa metálica opuesta 1a de manera plana en la posición de unión, sino que sustancialmente solo tiene contacto lineal periférico, como se muestra en el detalle vista en la figura 10 y en particular en la figura 9. El contacto lineal, o un contacto en general, entre las chapas metálicas 1 y 2 es ventajoso para rebordar, ya que evita, o al menos evita sustancialmente, que la chapa metálica interna 2 ceda cuando el reborde 1c o 1d se dobla hasta y contra el reborde de la chapa metálica interna 2 para formar la unión de solape 3. La figura 10 muestra el dispositivo de unión durante este paso final de reborde de varias etapas de rebordeado, o durante el preferentemente solo una etapa de rebordeado en total. Para manejar con un reborde lo más corta posible 1d para unir, la costura de soldadura por arco 4 se produce nuevamente como una costura hueca en la unión de solape 3, como en el primer ejemplo.

La figura 11 muestra el dispositivo de unión durante la ejecución de procesamiento, en una vista sobre un plano de sección longitudinal a través de la región de unión del compuesto de chapa metálica 1, 2 de la primera modalidad, en la que el reborde 1c y la región de chapa metálica opuesta 1a de la chapa metálica exterior 1 forma una ranura en forma de U. La dirección de movimiento del dispositivo de unión se muestra mediante una flecha direccional en el eje X del cabezal de herramienta 10. El haz láser 16 se dirige hacia la región de fusión S mientras que el rodillo de rebordeado 13, en una línea de presión P que es en la práctica una tira de presión estrecha, actúa sobre el reborde 1c y, a través de dicho reborde, actúa sobre la chapa metálica interna 2 y la región de chapa metálica 1a de la chapa metálica exterior 1. La región de fusión S, que es puntiforme en una primera aproximación, sigue la línea de presión P a una pequeña distancia d durante el proceso de procesamiento, debido al arreglo descrito de la herramienta de rebordeado 12 y la herramienta láser 15 en el mismo cabezal de herramienta 10. Si, como se supone en el caso ilustrativo, el compuesto de chapa metálica es una puerta u otra parte de unión o también una parte del cuerpo de un automóvil, entonces la distancia d es preferentemente de aproximadamente 3 mm en el caso de que los grosores de las chapas metálicas sean típicos para los compuestos de chapa metálica de este tipo, las velocidades de avance son habituales para las herramientas de rebordeado y se ajusta la salida del láser. Independientemente de este uso específico, la distancia d se selecciona de tal manera que la presión ejercida por el rodillo de rebordeado 13 sobre el reborde 1c en la región de fusión S todavía sea lo suficientemente grande como para presionar fijamente el reborde 1c, en su periferia exterior, que forma una parte de la región de fusión S, contra la chapa metálica interna 2, de manera que el reborde 1c no diverja de la chapa metálica interna 2 en la región fundida S, y se puede producir una costura de soldadura por arco limpia 4 en forma de costura hueca.

Para compensar cualquier irregularidad y otras irregularidades que puedan ocurrir a lo largo del borde de rebordeado 1b en la región de fusión actual S, la herramienta láser 15 tiene un sensor táctil 18 que está conectado de manera inamovible al cabezal láser. El sensor táctil 18 es un dedo angosto que escanea el extremo de la junta del recubrimiento entre el reborde 1c y la chapa metálica interna 2 antes de la región de fusión S en la dirección del movimiento X y, debido a la conexión fija al cabezal del láser, sigue el cabezal del láser dentro de los límites de su movilidad pivotante y traslacional. La figura 12 muestra la región de unión de un compuesto de chapa metálica de una cuarta modalidad, que, con una desviación, corresponde a la región de unión de la primera modalidad. En comparación con la región de unión mostrada en la figura 5, el reborde 1c y, por lo tanto, la unión de solape 3 se acortan. Como resultado del acortamiento, la región que está potencialmente en riesgo de corrosión en grietas también se acorta; en particular, sin embargo, el material se guarda en la chapa metálica exterior 1. Acortar la longitud de la unión de solape 3 no tiene ningún efecto, ni ningún efecto considerable, sobre la rigidez y resistencia de la conexión de unión.

La figura 13 muestra un compuesto de chapa metálica de una quinta modalidad, que comprende una región de unión que corresponde a la primera modalidad en lo que respecta únicamente a la conexión de ribeteado y la conexión de soldadura por arco. Sin embargo, la geometría del compuesto de chapa metálica es en general menos favorable que en la primera y la cuarta modalidades (figura 5 y 12), ya que la accesibilidad para la herramienta de rebordeado y en particular la

accesibilidad para la herramienta de soldadura por arco se ve significativamente afectada debido a la geometría del compuesto de chapa metálica.

5 La figura 14 muestra de nuevo el compuesto de chapa metálica de la tercera modalidad. En comparación, la figura 15 muestra un compuesto de chapa metálica de una sexta modalidad, de acuerdo con la invención, que difiere del compuesto de chapa metálica de la tercera modalidad en que la chapa metálica interna 2 no sobresale en la ranura formada entre el reborde 1d y la región de chapa metálica 1a hasta el punto de estar en contacto con la chapa metálica exterior 1. Otra diferencia es que la chapa metálica exterior 1 se desvía dos veces en la región de la ranura. El borde de rebordeado 1b está desplazado a una pequeña distancia del doblez afilado adicional que conduce directamente a la región de chapa metálica 1a. Una tercera y última diferencia es que la longitud del reborde 1d y la unión de solape 3 es mayor que en la tercera modalidad.

15 La figura 16 muestra un compuesto de chapa metálica de una séptima modalidad. En la séptima modalidad, el reborde, que se denomina 1e para distinguirla, no se dobla tanto en la dirección de la región de chapa metálica 1a desde la cual se proyecta a través del borde de rebordeado 1b, de manera que dicho reborde lo hace no tiene ningún componente direccional en común con la región 1a de chapa metálica limítrofe, y en particular no forma una ranura junto con dicha región de chapa metálica. Cuando se produce la conexión de ribeteado, el reborde 1e se dobla alrededor del borde de rebordeado 1b mediante el uso de la herramienta de rebordeado 12, como se describe con referencia a las otras modalidades, de manera que, con la región de chapa metálica 1a que limita con el reborde a través del borde de rebordeado, dicho reborde incluye un ángulo de 90°, por ejemplo, como se muestra en la modalidad, o incluye un ángulo mayor de 90°. El reborde 1e puede simplemente extender la región de chapa metálica 1a en línea recta antes del plegado. Como en la primera modalidad, la costura de soldadura por arco 4 producida como una costura hueca en la unión de solape 3 por medio de la herramienta de soldadura 15.

25 Las figuras 17 a 19 muestran tres modalidades adicionales de compuestos de chapa metálica. A diferencia de los compuestos de chapa metálica de las modalidades descritas anteriormente, la unión entre las chapas metálicas 1 y 2 no se formó como una unión de solape, sino como un empalme 6. La costura de soldadura por arco 7, que cubre preferentemente toda la región de la unión 6, se puede producir como una costura en V, por ejemplo. En las modalidades de las figuras 17 y 18, el reborde 1e se dobla de acuerdo con la modalidad de la figura 16, de manera que dicho reborde, con la región de chapa metálica 1a, incluye un ángulo de 90° o más. En la modalidad de la figura 19, aunque el reborde 1d solo se ha doblado alrededor del borde de rebordeado 1b en un ángulo de 90° a lo máximo en uno o más etapas de rebordeado, la chapa metálica ya tiene un reborde biselado antes del reborde en el que el reborde 1d se ha doblado nuevamente por rebordeado de acuerdo con la invención. Como resultado, se obtiene nuevamente una ranura, pero que tiene dos bordes: el borde que ya se había formado previamente y el borde de rebordeado 1b.

35 En la modalidad de la figura 17, un lado interno del reborde 1e se coloca contra una cara extrema de la chapa metálica 2. En la modalidad de la figura 18, un lado interno de la chapa metálica interna 2 presiona contra la cara extrema del reborde 1e durante la soldadura por arco. En la modalidad de la figura 19, las caras extremas del reborde 1d y la chapa metálica 2 se presionan entre sí y se sueldan entre sí mientras se sujetan de esta manera.

40 La figura 20 muestra una modalidad en la que las chapas metálicas 1 y 2 están conectadas entre sí por medio de una costura de soldadura por arco 4 que se extiende a lo largo del lado exterior del reborde 1c. El reborde 1c y la chapa metálica 2 forman una unión de solape en el lado exterior del reborde, que se proporciona con el signo de referencia 8 para distinguirla de la unión de solape 3 en el lado interior del reborde 1c. El reborde 1c forma una ranura junto con la región 1a de chapa metálica que limita con dicho reborde a través del borde de rebordeado 1b, y por lo tanto se denomina 1c, de acuerdo con las modalidades de las figuras 5, 6, 12 y 13. Sin embargo, la chapa metálica 2 no se inserta en la ranura que se forma de esta manera, sino que, como ya se mencionó, forma la unión de solape 8 junto con el lado exterior del reborde 1c.

50 La figura 21 corresponde a la modalidad de la figura 20 con respecto a la unión de solape y la costura de soldadura por arco 4, y corresponde a las modalidades de las figuras 15 y 19 con respecto a la forma de la chapa metálica en la región del reborde 1d, de manera que se haga referencia a las declaraciones respectivas que se relacionan con estas modalidades.

55 Las conexiones de soldadura por rebordeado de las figuras 5, 6 y 12 a 19 pueden producirse en la misma ejecución de procesamiento del dispositivo de acuerdo con la invención, mediante el uso de una herramienta de rebordeado delantero y una herramienta de soldadura por arco posterior. En el caso de las conexiones en las modalidades de las figuras 20 y 21, el reborde relevante 1c o 1d se dobla en un método de rebordeado separado, luego las chapas metálicas 1 y 2 se fijan, es decir, se sujetan una con relación a la otra con la unión de solape 8, y la costura de soldadura por arco relevante 4 se produce en una ejecución de procesamiento posterior separada.

Signos de referencia:

- 65 1 chapa metálica exterior  
1a región exterior de chapa metálica  
1b borde de rebordeado  
1c reborde

	1d	reborde
	1e	reborde
	2	chapa metálica interior
	3	unión de solape
5	4	costura de soldadura por arco
	5	costura de soldadura por arco
	6	empalme
	7	costura de soldadura por arco
	8	unión de solape
10	9	–
	10	cabezal de herramienta
	11	conector
	12	herramienta de rebordeado
	13	miembro de rebordeado
15	13'	miembro de rebordeado
	14	unidad neumática
	15	herramienta de soldadura por arco o soldadura
	16	haz de energía
	17	reborde de conexión
20	18	sensor
	R	eje de rotación
	X	dirección longitudinal, dirección de movimiento
	Z	eje de prensado
25	$\alpha$	ángulo de inclinación

REIVINDICACIONES

1. Un compuesto de chapa metálica, que es un constituyente de una parte de unión móvil o inamovible, específicamente una puerta, techo solar, puerta trasera, tapa del maletero o cubreválvula, o de un guardabarros adjunto para o sobre un vehículo, o es un constituyente de un cuerpo del vehículo, en donde el compuesto de chapa metálica incluye:
  - a) una chapa metálica externa (1) que comprende un reborde (1c; 1d) que se dobla alrededor de un borde de rebordeado (1b) mediante rebordeado con rodillo o rebordeado por deslizamiento;
  - b) una chapa metálica interna (2) que forma una unión (3; 8) con el reborde (1c; 1d);
  - c) y una costura de soldadura por arco o de soldadura que se produce sobre o en la unión (3; 8) y conecta fijamente las chapas metálicas (1, 2) entre sí,
  - d) en donde el reborde (1c; 1d) de la chapa metálica externa (1) forma una ranura, **caracterizado porque**
    - e1) la chapa metálica interna (2) sobresale en la ranura para formar una unión de solape (3) con el reborde (1d) en un lado interior del reborde en relación con la ranura, en donde el reborde (1d) apunta a una inclinación alejada de la región (1a) de la chapa metálica exterior (1) que está orientada hacia el lado opuesto, de manera que la ranura se estrecha en forma de embudo en la dirección de una base rebordeada que incluye el borde de rebordeado (1b),
    - e2) o el reborde (1c; 1d) y la chapa metálica interior (2) forman una unión de solape (8) en el lado exterior del reborde (1c; 1d) que se orienta en dirección contraria a la ranura, y la costura de soldadura por arco o de soldadura es una costura de soldadura por arco (4) que se extiende a lo largo del lado exterior del reborde (1c; 1d).
2. El compuesto de chapa metálica de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** la costura de soldadura por arco o de soldadura es una costura hueca (4) o una costura I (5).
3. El compuesto de chapa metálica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** es un constituyente de un cuerpo del vehículo, específicamente un techo, una parte lateral, en particular un arco de rueda, o una conexión entre un techo y una parte lateral.
4. Un método para unir chapas metálicas, en donde:
  - a) una chapa metálica exterior (1) y una chapa metálica interior (2) están fijadas una con relación a la otra en una posición de unión;
  - b) un reborde (1c; 1d; 1e) se dobla alrededor de un borde de rebordeado (1b) en la chapa metálica exterior (1) en la posición de unión por medio de un miembro de rebordeado (13; 13') que se mueve en la dirección longitudinal del borde de rebordeado (1b);
  - c) la chapa metálica interna (2) y el reborde (1c; 1d; 1e) forman una unión (3; 6; 8) en la posición de unión;
  - d) las chapas metálicas (1, 2) se conectan entre sí sobre o en la unión (3; 6; 8) produciendo una costura de soldadura por arco o de soldadura (4; 5; 7),
  - e) y la costura de soldadura por arco o de soldadura (4; 5; 7) se produce por medio de una herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) que sigue al miembro de rebordeado (13; 13') en la dirección longitudinal (X) del borde de rebordeado (1b) mientras se dobla el reborde (1c; 1d; 1e),
  - f) en donde el miembro de rebordeado (13; 13') y la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) se mueven juntos en la dirección longitudinal (X) del borde de rebordeado (1b), y el miembro de reborde (13; 13') - que sirve como un medio de presión para la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15): presiona el reborde (1c; 1d; 1e) contra la chapa metálica interna (2) para producir la costura de soldadura por arco o de soldadura (4; 5; 7).
5. El método de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el reborde (1c; 1d; 1e) se dobla mediante un rebordeado con rodillo.
6. El método de acuerdo con cualquiera de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el reborde (1c; 1d) se dobla lo suficiente como para formar una ranura con una región (1a) de la chapa metálica exterior (1) que la limita a través del borde de rebordeado (1b), en donde la chapa metálica interna (2) sobresale en dicha ranura, solapando el reborde (1c; 1d).
7. El método de acuerdo con cualquiera de las tres reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cuando las chapas metálicas (1, 2) están en la posición de unión, el reborde (1c; 1d) se dobla hacia arriba y contra la chapa metálica interna (2).
8. El método de acuerdo con cualquiera de las cuatro reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el proceso de rebordeado y el proceso de soldadura por arco o soldadura se realizan en la posición de unión en el mismo dispositivo de sujeción, sin volver a colocar las chapas metálicas (1, 2).
9. Un dispositivo para rebordear y soldar por arco o soldar componentes (1, 2), que incluye:

- a) un cabezal de herramienta (10);  
 b) un miembro de rebordeado (13; 13'), dispuesto en el cabezal de la herramienta (10), para rebordear con rodillo o rebordear por deslizamiento;  
 c) y una herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) dispuesta en el cabezal de la herramienta (10),  
 5 d) en donde el miembro de rebordeado (13; 13') y la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) están dispuestos de manera que el miembro de rebordeado (13; 13') forma un medio de presión para un proceso de soldadura por arco o soldadura que se puede realizar utilizando la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15).
- 10 10. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación anterior, **caracterizado porque** el miembro de rebordeado (13; 13') y la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) están dispuestos en el cabezal de la herramienta (10) de manera que el miembro de rebordeado (13; 13') pueda ejercer una fuerza de presión sobre una de las partes componentes (1, 2) y un haz de energía (16) de la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) que sirve para calentar la carga del material compuesto a producir, a una pequeña distancia (d) uno al lado del otro.
- 15 11. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la herramienta de soldadura por arco o soldadura (15) puede pivotar hacia adelante y hacia atrás alrededor de un eje pivotante (X) en un sistema de coordenadas cartesianas (R, X, Z) del cabezal de la herramienta (10), preferentemente hacia adelante y hacia atrás desde una posición neutral contra una fuerza de resorte restauradora en cada caso.
- 20 12. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las tres reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la herramienta de soldadura o láser (15) está dispuesta en el cabezal de la herramienta (10) de manera que se puede mover hacia adelante y hacia atrás a lo largo de un eje de traslación que se fija en relación con el cabezal de la herramienta (10), preferentemente hacia adelante y hacia atrás desde un punto neutro posición contra una fuerza de resorte restauradora en cada caso, en donde el eje de traslación comprende al menos un componente direccional perpendicular con respecto a un reborde plegado (1c) de las partes componentes (1, 2).
- 25 13. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las dos reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** un sensor (17) está dispuesto en el cabezal de la herramienta (10), por medio del cual se puede escanear la progresión de una unión por una costura de soldadura por arco o de soldadura (4; 5; 7) a producir, preferentemente de forma táctil, durante un movimiento del cabezal de herramienta (10) en la dirección longitudinal (X) de un borde de rebordeado (1b) que se formará mediante el uso del miembro de rebordeado (13; 13').
- 30 14. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las cinco reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el miembro de rebordeado (13; 13') es un rodillo de rebordeado que comprende una superficie de rodadura que presiona contra una de las partes componentes (1, 2) durante el rebordeado y es cilíndrica circular o tiene un diámetro que disminuye de manera uniforme axialmente en una dirección.
- 35 15. El dispositivo de acuerdo con cualquiera de las seis reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** un medio de limpieza para el miembro de rebordeado (13; 13') está dispuesto en el cabezal de la herramienta (10), mediante el uso del cual el miembro de reborde (13; 13') puede limpiarse durante el rebordeado.
- 40

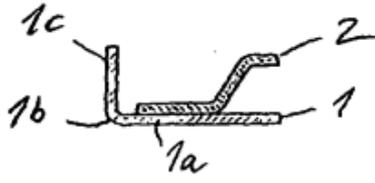


Fig. 1

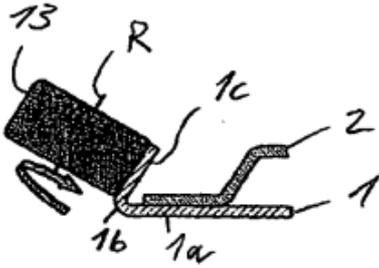


Fig. 2

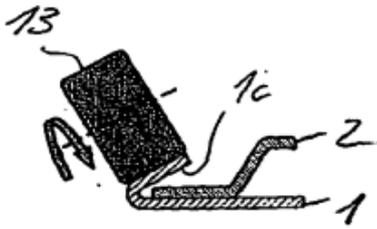


Fig. 3

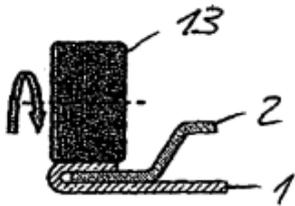


Fig. 4

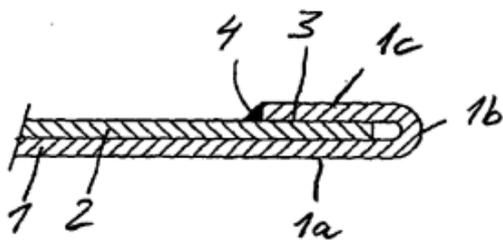


Fig. 5

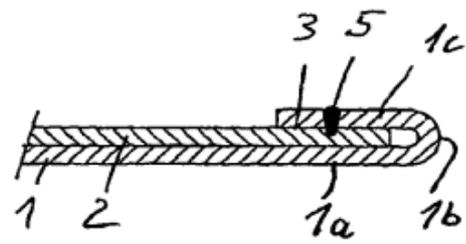


Fig. 6

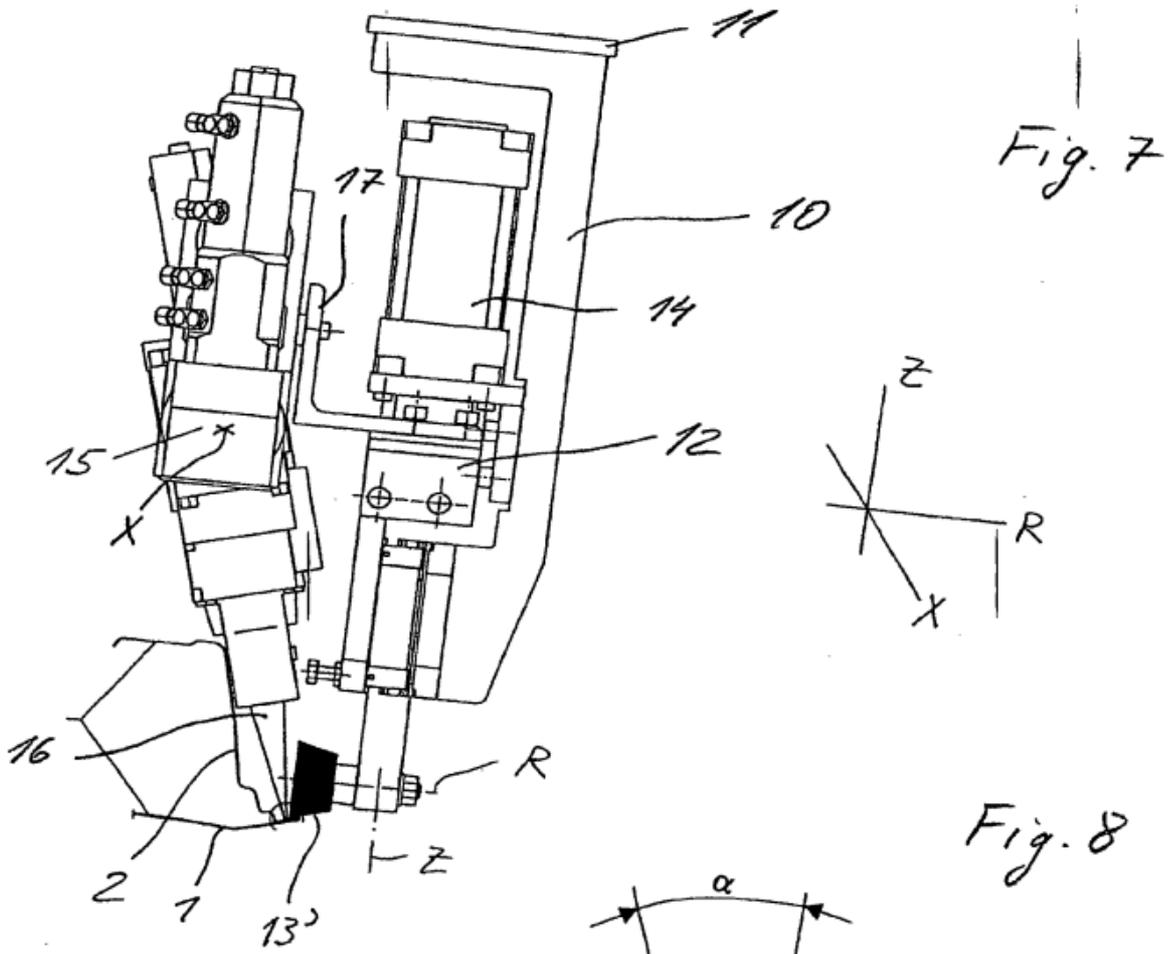


Fig. 7

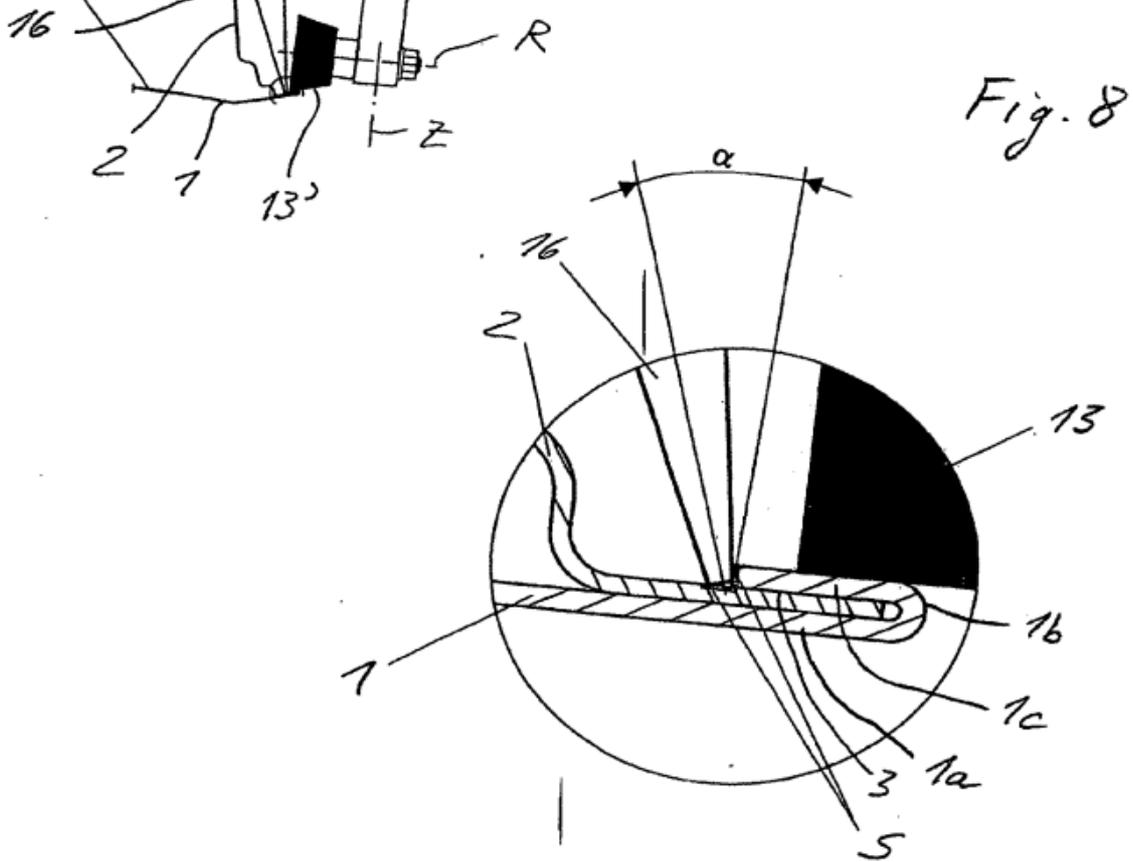
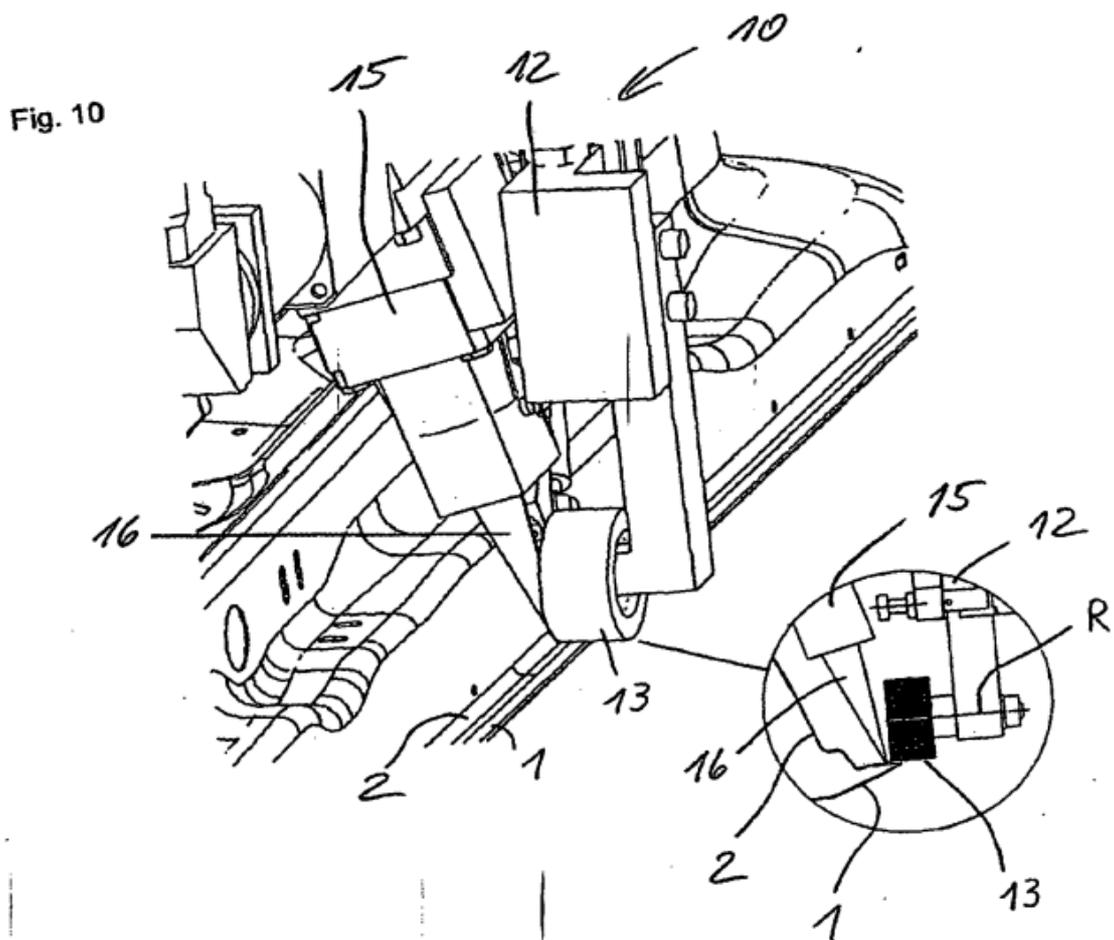
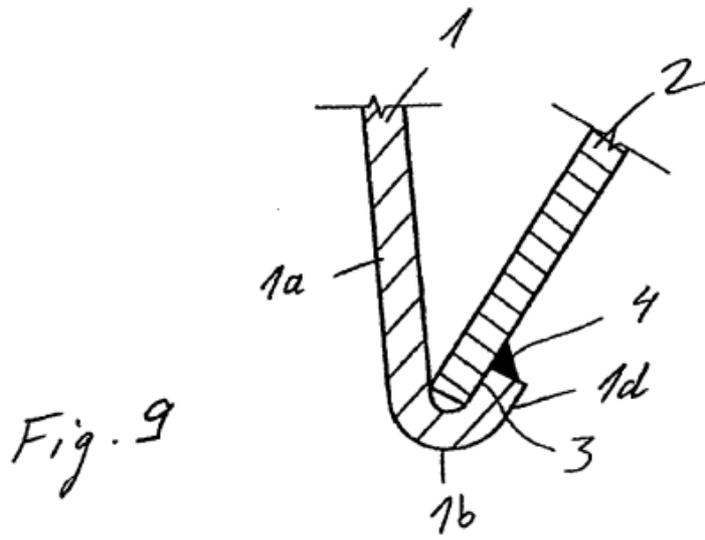


Fig. 8



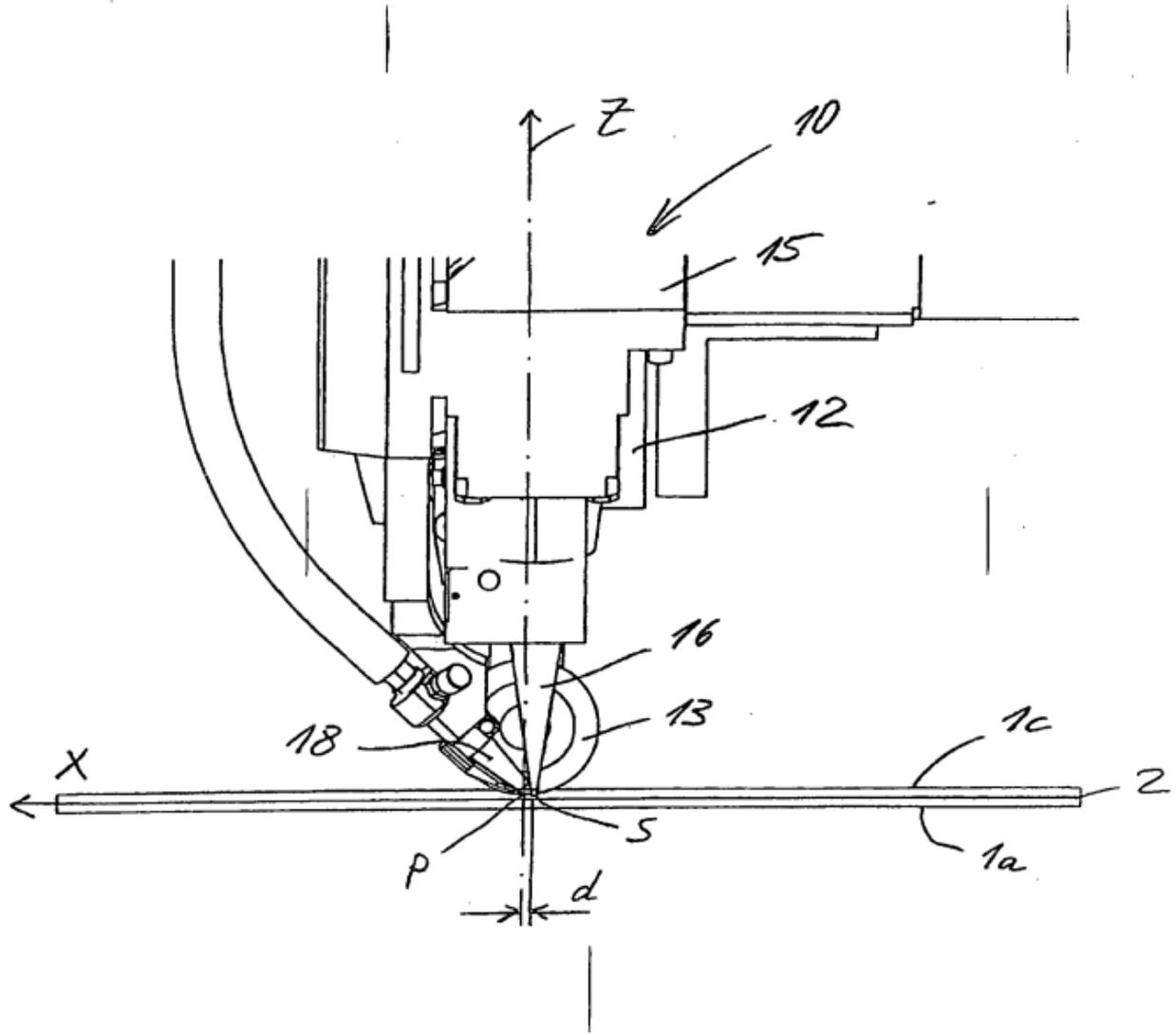


Fig. 11

Fig. 12

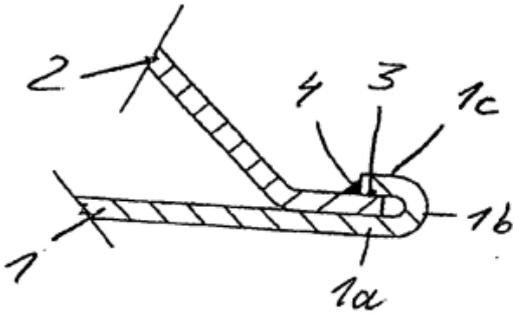


Fig. 13

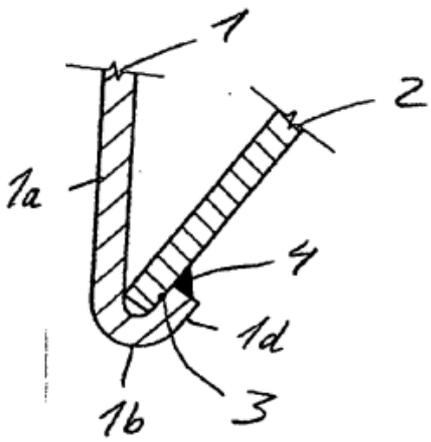
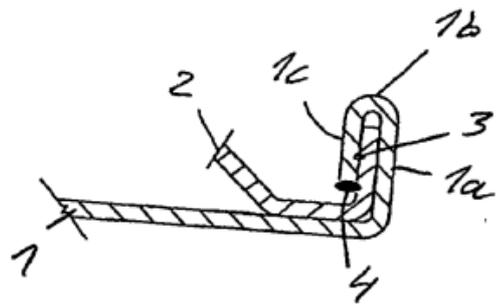


Fig. 14

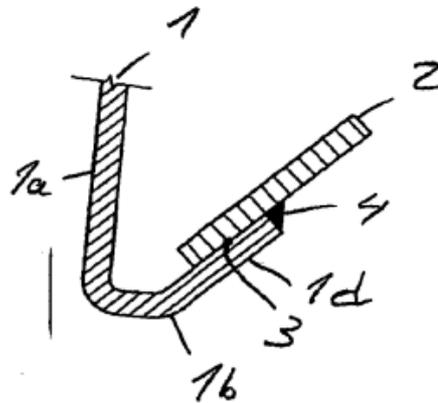


Fig. 15

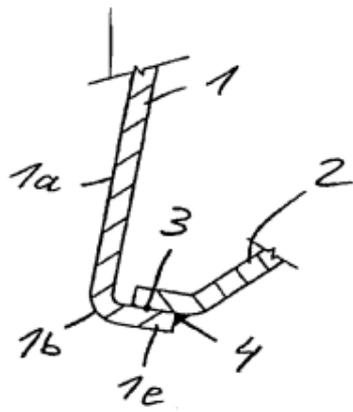


Fig. 16

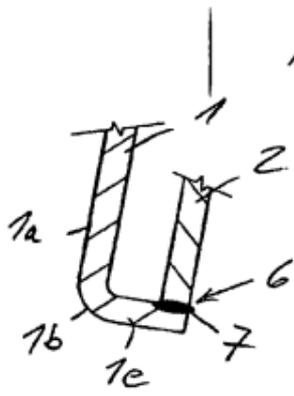


Fig. 17

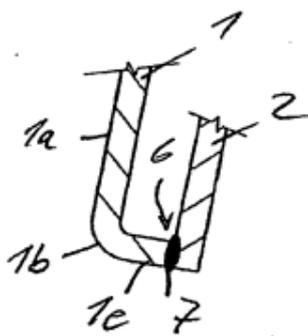


Fig. 18

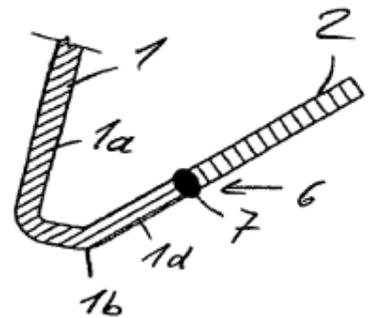


Fig. 19

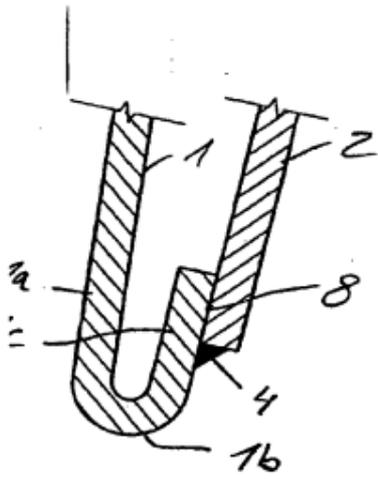


Fig. 20

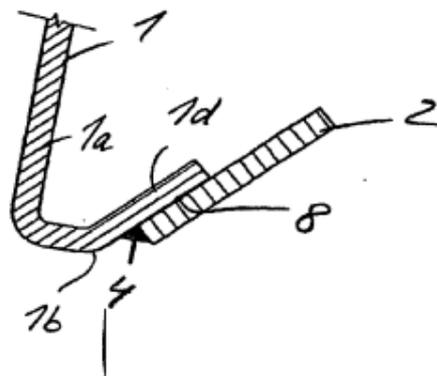


Fig. 21