



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 855**

51 Int. Cl.:
B23K 20/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09748121 .2**

96 Fecha de presentación : **09.11.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2227347**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2010**

54 Título: **Conexión y procedimiento para conectar un conductor trenzado de aluminio mediante soldadura por ultrasonidos torsional.**

30 Prioridad: **28.11.2008 DE 10 2008 059 481**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.07.2011

73 Titular/es: **AUTO-KABEL
MANAGEMENTGESELLSCHAFT mbH
Im Grien 1
79688 Hausen I.W., DE**

72 Inventor/es: **Schloms, Martin;
Martens, Sebastian y
Lietz, Franz-Josef**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Conexión y procedimiento para conectar un conductor trenzado de aluminio mediante soldadura por ultrasonidos torsional

5 La invención se refiere a una conexión de un conductor trenzado de aluminio con un elemento de conexión con un extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio y un elemento de conexión metálico unido por unión material con el extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una conexión de este tipo, así como a un uso de una conexión de este tipo.

10 La conexión de conductores trenzados de aluminio con elementos de conexión, por ejemplo terminales de cable de cobre u otros metales no férricos se conoce, por ejemplo, por el documento EP 1 032 077 A2. En este procedimiento se crea mediante un casquillo una unión soldada por unión material entre el elemento de contacto y la línea, que sustancialmente no tiene inclusiones de aire entre los distintos hilos del conductor trenzado de aluminio en el nudo soldado. Los hilos de aluminio y el casquillo de aluminio forman en la zona de soldadura un nudo soldado homogéneo, estanco, en el que sustancialmente no puede llegar electrolito a la unión soldada evitándose, por lo tanto, una corrosión por contacto.

15 Un inconveniente del procedimiento conocido por el documento EP 1 032 077 A2 es que los elementos de unión deben ser rotacionalmente simétricos. Esto limita considerablemente el campo de aplicación del procedimiento conocido por el estado de la técnica, puesto que los elementos de unión deben hacerse rotar coaxialmente unos respecto a otros para la aplicación de un procedimiento de soldadura por fricción rotativa, lo cual requiere que los elementos de unión propiamente dichos deben ser sustancialmente rotacionalmente simétricos o al menos deben poderse sujetar de forma
20 giratoria en una herramienta para la soldadura por fricción rotativa. Debido a las elevadas velocidades de rotación durante la soldadura por fricción rotativa, las faltas de simetrías en el plano de rotación de los elementos de unión conducen a desequilibrios, que pueden influir negativamente en el proceso de soldadura. Además, en la soldadura por fricción rotativa no es posible ajustar el ángulo axial entre los elementos de unión. La posición final entre las herramientas para la soldadura por fricción rotativa no puede determinarse exactamente, de modo que puede resultar
25 un desplazamiento axial entre los elementos de unión. Esto puede ser indeseado por motivos relacionados con la técnica de procesos. Además, el uso de un procedimiento de soldadura por fricción está limitado a secciones transversales de más de 35 mm².

30 Por esta razón, la invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento de soldadura con el que puedan unirse conductores trenzados de aluminio con elementos de conexión en posiciones axialmente definidas de forma segura entre sí.

Este objetivo se consigue según la invención mediante una conexión de un conductor trenzado de aluminio con un elemento de conexión con un extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio y un elemento de conexión metálico unido por unión material con el extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio, en la que un lado frontal del extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio está unido por soldadura mediante soldadura por ultrasonidos
35 torsional con el elemento de conexión. Se ha detectado que mediante la soldadura por ultrasonidos torsional puede realizarse una unión soldada maciza evitándose inclusiones de aire entre los hilos de aluminio. Los elementos de unión, es decir, el conductor trenzado de aluminio y el elemento de conexión se mueven en la soldadura por ultrasonidos torsional mediante movimientos relativos axiales unos respecto a otros. El movimiento torsional entre los elementos de unión tiene lugar en la región ultrasónica, por ejemplo a una frecuencia de 20 kHz o más. Los elementos de unión se giran unos respecto a otros en amplitudes mínimas, por ejemplo 10 – 100 µm, preferiblemente 20 – 40 µm
40 o entre 0,1° y 5°. Puesto que la energía de soldadura se aplica mediante vibración torsional de los elementos de unión, las superficies de soldadura ya no deben ser rotacionalmente simétricos. Es decir, ahora pueden soldarse entre sí las geometrías más diversas de elementos de contacto, como rectángulos, óvalos o elipses. Sólo es necesario que el elemento de conexión cubra el lado frontal completo de los hilos de aluminio del conductor trenzado de aluminio.
45 Puesto que en la soldadura por ultrasonidos torsional los elementos de contacto también pueden ser elementos curvados de chapa, es posible sustituir los elementos de contacto que se usan habitualmente en la soldadura por fricción rotativa, como por ejemplo terminales de cable forjados caros, por elementos curvados de chapa económicos.

También es posible proveer el elemento de conexión en la zona de soldadura de una estructura en relieve de tal modo que el conductor de aluminio se una de tal manera por soldadura con el elemento de contacto que el reborde soldado
50 quede dispuesto en la zona del relieve alrededor del cordón de soldadura. Por ejemplo, puede estar prevista una estructura de copa mediante embutición profunda u otros procesos, siendo el diámetro de la copa algo superior que el diámetro del conductor trenzado de aluminio, de modo que el reborde soldado se solidifica en la zona de la copa, en particular, en el espacio anular entre el conductor trenzado de aluminio y el diámetro interior de la copa.

55 Según un ejemplo de realización ventajoso se propone que una pieza de compresión que envuelve el extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio comprima los hilos de aluminio formando un haz. La compresión puede ser de tal modo que el haz quede libre de inclusiones de aire. Después del pelado, los hilos de aluminio pueden ser compactados

mediante la pieza de compresión. De este modo, los hilos se comprimen de tal modo mediante una compresión mecánica que se reducen o eliminan los espacios huecos.

A continuación, el extremo comprimido del conductor trenzado de aluminio puede mecanizarse mediante procedimientos con arranque de virutas para eliminar óxidos de aluminio en el lado frontal. El lado frontal puede repasarse, p. ej. fresando, de modo que se forma una superficie frontal plana. La superficie frontal también puede ser rectificada.

Puesto que se impiden los espacios huecos entre los hilos de aluminio se impide que se produzcan corrosiones en la zona del cordón de soldadura. En la zona del cordón de soldadura, el conductor trenzado de aluminio puede ser procesado de forma similar a un material macizo, puesto que se evitan los espacios huecos.

Según un ejemplo de realización ventajoso, la pieza de compresión puede estar realizada como casquillo o "splicecrimp". Antes de unir el conductor trenzado de aluminio con el elemento de conexión, el casquillo puede colocarse por deslizamiento en el extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio y comprimirse. Un "splicecrimp" puede formarse, por ejemplo, cortando a medida un trozo de cinta sin fin, por ejemplo de aluminio o aleaciones de aluminio, por ejemplo con un espesor de chapa de 1 a 1,5 mm y colocándolo en el extremo desnudo del lado frontal del conductor trenzado de aluminio. Durante este proceso, el material de cinta plana se coloca alrededor de los hilos y se comprime, de modo que en el lado frontal del conductor trenzado de aluminio se forma una zona maciza, compactada, que es apta para unirse por soldadura en el lado frontal con un elemento de contacto. De este modo es posible fabricar de forma económica, rápida y nada complicada conexiones flexibles. Pueden ahorrarse los costes para un casquillo de aluminio, así como para el procesamiento complicado, en particular, la unión de los distintos casquillos en las líneas y el posicionamiento de las líneas con el casquillo en la herramienta de compresión. El material de cinta plana puede alimentarse, por ejemplo, desde un material de cinta sin fin.

Tanto en la soldadura por ultrasonidos como en la soldadura por fricción rotativa se generan fuerzas de recalcado. Puesto que en la soldadura por ultrasonidos, en particular en la soldadura por ultrasonidos torsional, las fuerzas de recalcado son considerablemente inferiores que en la soldadura por fricción rotativa, el casquillo o el "splicecrimp" pueden dimensionarse con espesores de pared más pequeños. Aquí es posible, por ejemplo, que los espesores de pared del casquillo o del "splicecrimp" estén situados entre 0,5 y 2 mm. También es posible que la longitud axial del "splicecrimp" o del casquillo pueda ser inferior que en la soldadura por fricción rotativa. Por ejemplo, es posible que el casquillo sea inferior a 5 cm, preferiblemente inferior a 3 cm, en particular y preferiblemente inferior a 1 cm. Una longitud axial de este tipo basta para absorber las fuerzas de recalcado que se generan.

Al seguir soldando, el conductor trenzado de aluminio puede sujetarse en un alojamiento adecuado de una herramienta de soldadura que absorbe las fuerzas axiales que se generan durante la soldadura. Aquí, por ejemplo es posible que el elemento de conexión se coloque en la zona de soldadura en el lado frontal del conductor trenzado de aluminio comprimido y se cargue con el sonotrodo axialmente en la dirección del conductor trenzado de aluminio. Aquí, por ejemplo es posible que la superficie de acoplamiento del sonotrodo al elemento de conexión esté unida con una elevada presión de contacto o un dentado agresivo. De este modo, el movimiento de soldadura del sonotrodo se transmite al elemento de conexión, mientras que el conductor trenzado de aluminio comprimido puede estar firmemente sujetado en el alojamiento. Gracias al movimiento relativo entre los elementos a unir por soldadura se aplica energía en forma de fricción en el plano de soldadura, de modo que bajo una sollicitación con presión se produce una unión por soldadura entre el elemento de conexión y el conductor trenzado de aluminio.

Según un ejemplo de realización ventajoso se propone que la pieza de compresión sea el alojamiento. El alojamiento de la herramienta puede estar formado por ejemplo de tal modo que comprime y compacta los hilos de aluminio como se ha explicado anteriormente. En este caso, sobraría el uso de un casquillo o de un "splicecrimp". La herramienta de soldadura por ultrasonidos, en particular el alojamiento, también puede usarse para conseguir una compactación suficientemente elevada del conductor trenzado de aluminio.

Como ya se ha explicado anteriormente, según un ejemplo de realización ventajoso se propone que un cordón de soldadura entre el lado frontal del extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio junto con la pieza de compresión y el elemento de conexión esté exento de espacios huecos.

Según un ejemplo de realización ventajoso, la pieza de compresión puede estar hecha de aluminio o aleaciones de aluminio. En particular, la pieza de compresión puede ser plásticamente deformable, de modo que puede conseguirse una compactación suficiente de los hilos de aluminio del conductor trenzado de aluminio.

Según un ejemplo de realización ventajoso, el elemento de conexión puede ser un conductor plano. Por ejemplo, puede ser un conductor plano que se extienda a lo largo de más de 30 cm. También es posible que el conductor plano sea un elemento curvado de chapa, que esté unido en un extremo con el conductor trenzado de aluminio y que presente en el otro extremo un alojamiento para un bulón o un tornillo.

Como ya se ha explicado anteriormente, en la soldadura por ultrasonidos torsional ya no es necesario que los

elementos de unión sean rotacionalmente simétricos. Por este motivo se propone que el elemento de conexión sea un conductor plano en forma de L estando unido un brazo del conductor plano con el conductor trenzado de aluminio. El conductor plano puede estamparse por ejemplo de una cinta desarrollada de una bobina o de una chapa. Al estampar, por ejemplo es posible formar el conductor plano directamente.

- 5 Según un ejemplo de realización ventajoso se propone que el elemento de conexión sea un conductor redondo.

Según la invención, también es posible la conexión entre dos conductores redondos, el conductor trenzado de aluminio y otro conductor redondo. El conductor redondo también puede ser un conductor trenzado de aluminio o también puede ser otro conductor redondo realizado por ejemplo de un material macizo. También es posible que el conductor redondo sea un bulón de conexión.

- 10 Se propone que el conductor redondo se una a tope al conductor trenzado de aluminio. En este caso, el conductor redondo puede sujetarse por ejemplo en el sonotrodo y el conductor trenzado de aluminio en el alojamiento. El sonotrodo se mueve en dirección al alojamiento y resulta una presión de apriete entre el conductor redondo y el conductor trenzado de aluminio que junto con el movimiento relativo torsional de los elementos de unión en la región ultrasónica conduce a una aplicación de energía suficientemente grande.

- 15 Otro aspecto es un procedimiento para la fabricación de un conductor trenzado de aluminio con un elemento de conexión, que comprende el pelado de un extremo del conductor trenzado de aluminio y una unión material del extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio con un elemento de conexión metálico, que está caracterizado porque un lado frontal del extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio se une por soldadura mediante soldadura por ultrasonidos torsional con el elemento de conexión metálico.

- 20 Otro aspecto es el uso de una conexión anteriormente descrita para un cable de energía eléctrica de automóvil, en particular un cable de batería.

A continuación, la invención se describirá más detalladamente con ayuda de unos ejemplos de realización.

En el dibujo muestran:

La Figura 1 una primera unión soldada posible de un conductor trenzado de aluminio con un conductor plano;

- 25 la Figura 2 una segunda unión soldada posible de un conductor trenzado de aluminio con un conductor redondo;

la Figura 3 una representación esquemática de una soldadura por ultrasonidos torsional;

la Figura 4 una vista de un elemento de conexión;

la Figura 5 un diagrama de flujo de un procedimiento según un ejemplo de realización.

- 30 La Figura 1 muestra un conductor trenzado de aluminio 2 con un extremo desnudo 4. En el extremo desnudo 4 pueden verse los hilos de aluminio 6. Además, la Figura 1 muestra una pieza de compresión 8, así como una chapa de conexión 10 en forma de L. El conductor trenzado de aluminio 2 representado en la Figura 1 está comprimido en su extremo desnudo 4 mediante un casquillo 8 de tal modo que los hilos de aluminio 6 quedan compactados, de modo que quedan sustancialmente eliminadas las inclusiones de aire entre los hilos de aluminio. El lado frontal así compactado del conductor trenzado de aluminio 2 se libera de óxido de aluminio, por ejemplo mediante procedimientos con arranque de virutas. Directamente a continuación, se sujeta el extremo desnudo 4 junto con el casquillo 8 en un alojamiento de una herramienta de soldadura por ultrasonidos. Un sonotrodo está dispuesto en el lado no orientado hacia el extremo desnudo en la chapa de conexión 10 y queda fijamente unido a la chapa de conexión 10. A continuación, la chapa de conexión 10 se aprieta contra el extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio 2. Durante la soldadura por ultrasonidos torsional, el conductor trenzado de aluminio 2 se gira axialmente respecto a la chapa de conexión 10 o en la dirección opuesta. Los movimientos giratorios son mínimos y tienen desviaciones de menos de 1 mm. Los movimientos giratorios entre sí tienen lugar en la región ultrasónica, es decir, los elementos de unión se mueven unos respecto a otros con frecuencias superiores a 10 kHz, por ejemplo 20 kHz. El reborde soldado 8a que se forma puede quedar alojado, por ejemplo, en el elemento curvado de chapa 10, si en ésta se ha realizado una embutición profunda (no representado).

- 45 Gracias a la soldadura por ultrasonidos torsional es posible unir entre sí por soldadura elementos de unión que no están realizados de forma rotacionalmente simétrica con tiempos de ciclo cortos, por ejemplo con un tiempo de soldadura de 1,5 segundos o menos, por ejemplo de 1,2 segundos. La posición final axial entre los elementos de unión puede definirse mediante la soldadura por ultrasonidos torsional.

- 50 La Figura 2 muestra otra posibilidad de unir por soldadura un conductor trenzado de aluminio 2 con un conductor redondo 12. Aquí, por ejemplo es posible que la pieza de compresión 8 sea un "splice crimp" y el conductor redondo 12 también un conductor trenzado de aluminio. La pieza de compresión 8 también puede ser un alojamiento de la

herramienta de soldadura. La pieza de compresión 14 puede ser, por ejemplo, un casquillo o el sonotrodo de la herramienta de soldadura por ultrasonidos. Entre los elementos de unión se forma un reborde soldado 8a. Mediante la compresión mediante las piezas de compresión 8, 14, los hilos 6 están sustancialmente exentos de inclusiones de aire.

La Figura 3 muestra una representación esquemática del proceso de unión según la Figura 1. Puede verse que el conductor trenzado de aluminio 2 está comprimido en su extremo desnudo 4 con un casquillo 8. El casquillo 8 se ha colocado por deslizamiento en el extremo desnudo 4 y comprime los hilos 6 del conductor trenzado de aluminio 2 de tal modo que éstos quedan compactados y exentos de inclusiones de aire. El casquillo de aluminio 8 puede tener por ejemplo un espesor de pared inferior a 2 mm. El casquillo de aluminio 8 puede tener, además, una longitud inferior a 5 cm, preferiblemente inferior a 3 cm, puesto que las fuerzas de recalcado que se aplican mediante la soldadura por ultrasonidos torsional son más débiles que en el caso de la soldadura por fricción rotativa. Como está representado en la Figura 3, el casquillo 8 está sujetado en un alojamiento 16. El alojamiento 16 también podría servir de pieza de compresión (no representado). El alojamiento 16 está fijado tanto en la dirección axial como en la dirección radial.

El elemento curvado de chapa 10 está dispuesto en un sonotrodo 18. El sonotrodo 18 aprieta el elemento curvado de chapa 10 en la dirección 20 hacia el casquillo de aluminio 8. Además, el sonotrodo 18 realiza movimientos giratorios en la dirección 20 con desviaciones pequeñas, de modo que el elemento curvado de chapa 10 realiza un movimiento relativo respecto al casquillo 8. Para transmitir el movimiento giratorio del sonotrodo 18 al elemento curvado de chapa 10, el sonotrodo 18 se aprieta firmemente contra el elemento curvado de chapa 10 y, por ejemplo, también puede envolverlo. Durante la unión, mediante el movimiento relativo en la dirección 22 se aplica energía al punto de unión entre el elemento curvado de chapa 10 y el casquillo 8, de modo que se calienta allí el material formándose un cordón de soldadura. Aquí, la temperatura puede ser inferior a la temperatura de fusión de los elementos de unión metálicos. El posicionamiento axial de los elementos de unión, que son el casquillo de aluminio 8 y el elemento curvado de chapa 10, puede definirse durante la soldadura por ultrasonidos torsional.

La Figura 4 muestra un elemento curvado de chapa 10. El elemento curvado de chapa 10 está realizado en forma de L y presenta en un brazo un taladro 22 para el alojamiento de un bulón o de un tornillo. El taladro 22 puede estar envuelto por un asiento o una superficie helicoidal 24 estañada. El segundo brazo del elemento curvado de chapa presenta en un lado 26 una superficie de ataque para el sonotrodo 18, mediante la cual puede aplicarse el movimiento axial en la dirección 22 al elemento curvado de chapa 10. El otro lado 28 del elemento curvado de chapa 10 puede estar exento de estaño de modo que resulte un buen cordón de soldadura. El primer lado 26 es accesible para el sonotrodo 20, de modo que el elemento curvado de chapa 10 puede apretarse contra el casquillo 8.

La Figura 5 muestra una representación esquemática de un diagrama de flujo de un procedimiento según la invención. En una primera etapa 30 puede desarrollarse de una bobina una cinta de aluminio sin fin y alimentarse a una herramienta "splice crimp". Para ello, en un proceso de trabajo se corta la cinta de aluminio, se forma alrededor de los hilos del conductor trenzado de aluminio y se comprime. De este modo se compactan los hilos de aluminio del conductor trenzado de aluminio y se impiden espacios huecos.

Esto puede realizarse en una etapa 32. En una etapa 34, el extremo desnudo, que está comprimido por la pieza de compresión, queda sujetado en un alojamiento. En una etapa 36 se alimenta un elemento curvado de chapa en forma de L a un sonotrodo y el sonotrodo aprieta el elemento curvado de chapa contra el lado frontal del conductor trenzado de aluminio y la pieza de compresión. En una etapa 38, se aplica mediante el sonotrodo al elemento curvado de chapa tanto una fuerza en la dirección axial en dirección al conductor trenzado de aluminio como un movimiento torsional. De este modo, el elemento curvado de chapa realiza un movimiento relativo respecto al extremo desnudo del conductor trenzado de aluminio y se aplica suficiente energía de soldadura.

La unión soldada así obtenida tiene una posición axialmente definida entre los elementos de unión y puede realizarse de forma económica.

REIVINDICACIONES

- 1.- Conexión de un conductor trenzado de aluminio con un elemento de conexión, con
 - un extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) y
 - un elemento de conexión (10) metálico unido por unión material con el extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2),caracterizada porque
 - un lado frontal del extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) está unido por soldadura mediante soldadura por ultrasonidos torsional con el elemento de conexión (10).
- 2.- Conexión según la reivindicación 1, caracterizada porque una pieza de compresión (8) que envuelve el extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) comprime los hilos de aluminio (6) formando un haz.
- 3.- Conexión según la reivindicación 2, caracterizada porque la pieza de compresión (8) está formada de tal modo que los hilos (6) del conductor trenzado de aluminio (2) quedan dispuestos unos al lado de los otros sin espacios huecos en la zona de la pieza de compresión (8).
- 4.- Conexión según la reivindicación 2, caracterizada porque un lado frontal del extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) está soldado junto con la pieza de compresión (8) mediante soldadura por ultrasonidos torsional con el elemento de conexión (10).
- 5.- Conexión según la reivindicación 2, caracterizada porque la pieza de compresión (8) es un casquillo o un "splicecrimp".
- 6.- Conexión según la reivindicación 5, caracterizada porque el casquillo o el "splicecrimp" está realizado para la absorción de fuerzas de recalcado de una herramienta de soldadura por ultrasonidos torsional (18).
- 7.- Conexión según la reivindicación 2, caracterizada porque la pieza de compresión (8) es un alojamiento de una herramienta de soldadura por ultrasonidos torsional (18).
- 8.- Conexión según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque un cordón de soldadura (8a) entre el lado frontal del extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) junto con la pieza de compresión (8) y el elemento de conexión (10) está exento de espacios huecos.
- 9.- Conexión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la pieza de compresión (8) está hecha de aluminio o de aleaciones de aluminio.
- 10.- Conexión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de conexión (10) es un conductor plano.
- 11.- Conexión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de conexión (10) es un conductor plano en forma de 1, estando unido un brazo del conductor plano con el conductor trenzado de aluminio (2).
- 12.- Conexión según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque el elemento de conexión (10) es un conductor redondo.
- 13.- Conexión según la reivindicación 11, caracterizada porque el conductor trenzado de aluminio (2) está unido a tope con el conductor redondo.
- 14.- Procedimiento para la fabricación de un conductor trenzado de aluminio con un elemento de conexión, con
 - pelado de un extremo del conductor trenzado de aluminio (2),y
 - unión material del extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) con un elemento de conexión (10) metálico,caracterizado porque
 - un lado frontal del extremo desnudo (4) del conductor trenzado de aluminio (2) se une por soldadura mediante soldadura por ultrasonidos torsional con el elemento de conexión (10) metálico.
- 15.- Uso de una conexión según la reivindicación 1 para un cable de energía eléctrica de un automóvil, en particular un

cable de batería.

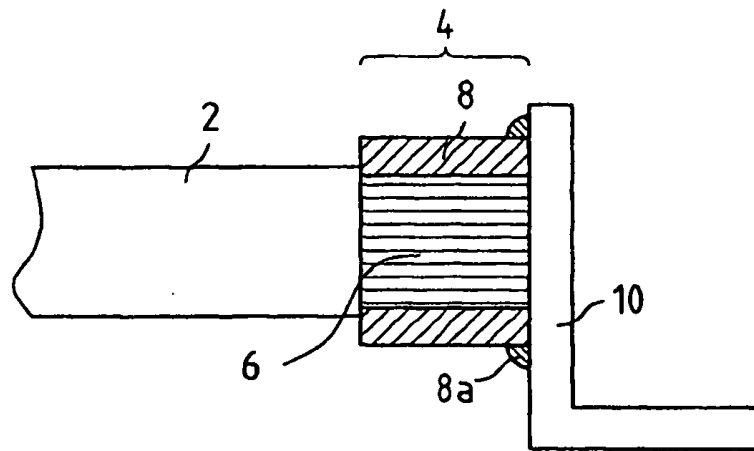


Fig. 1

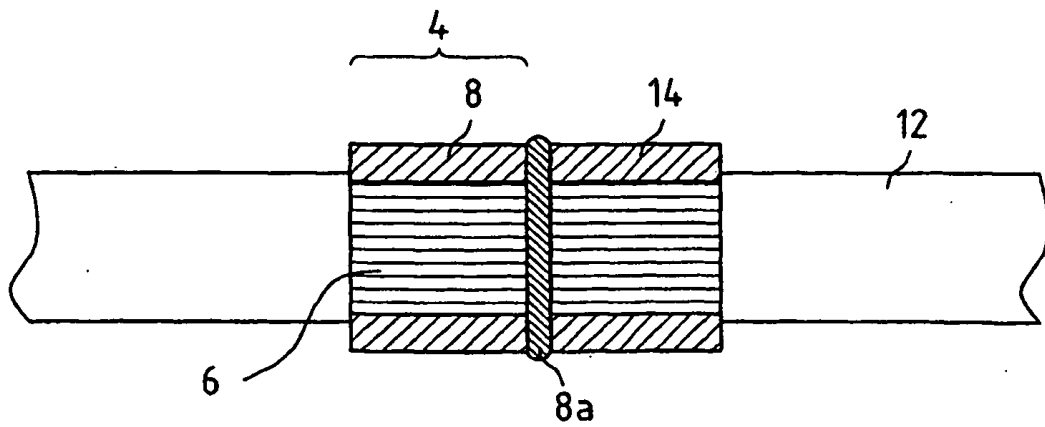


Fig. 2

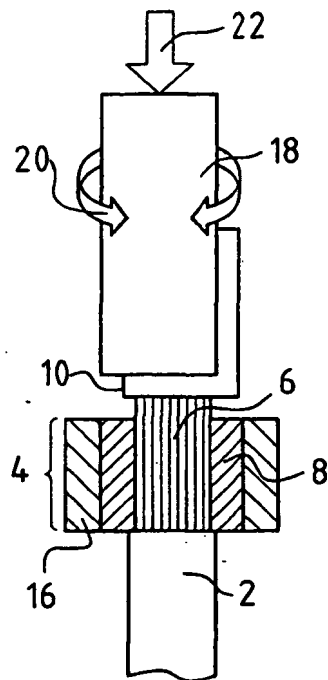


Fig. 3

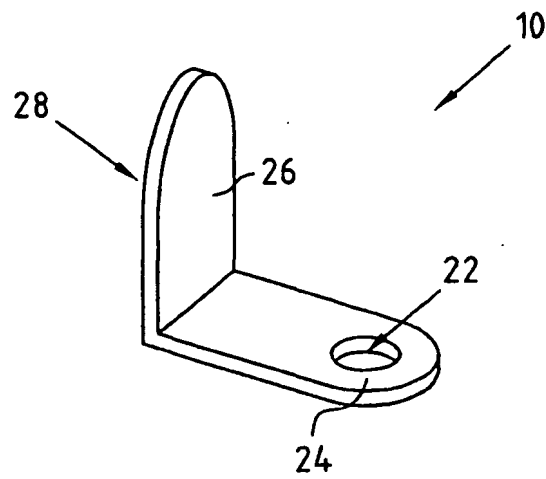


Fig. 4

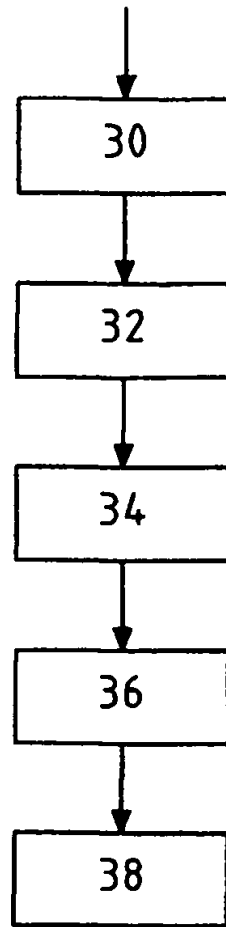


Fig. 5