

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 854 650**

51 Int. Cl.:

B23K 20/12 (2006.01)

B21J 15/02 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2016 PCT/EP2016/052290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2016 WO16124647**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2016 E 16705053 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020 EP 3253527**

54 Título: **Unión de componentes con una unión de soldadura por fricción**

30 Prioridad:

05.02.2015 DE 102015202074

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

22.09.2021

73 Titular/es:

**EJOT GMBH & CO. KG (100.0%)
Astenbergstr. 21
57319 Bad Berleburg, DE**

72 Inventor/es:

**WERKMEISTER, MARCO;
MAIWALD, MARIO;
DUBIEL, GERHARD;
SPINDLER, DANIEL y
MIELISCH, MARCO**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 854 650 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

Unión de componentes con una unión de soldadura por fricción

5 La presente invención se refiere a una unión de componentes entre dos componentes que se encuentran uno sobre el otro, según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Básicamente, se conocen uniones de componentes en las que dos capas de componentes están unidas entre sí, tal que un elemento de unión está unido por el lado frontal por adherencia de material con la capa de base mediante soldadura de fricción. Esto se refiere a las Patentes US 3,477,115, DE 10 2008028 687 A1, así como DE 196 20 814 A1.

15 De la Patente EP 2 289 659 A1 se conoce un elemento de soldadura por fricción que presenta un cabezal y un eje, tal que en el cabezal está incluido un accionamiento. El cabezal presenta una superficie plana que es adecuada para transmitir la fuerza axial. Además, el cabezal presenta en su lado inferior una entalladura, en la que se puede recoger material ablandado durante el proceso de soldadura por fricción, en particular de la capa de cubierta. Una zona de alojamiento de material de este tipo en el cabezal del elemento de unión se conoce también de la Patente DE 10 2009 006 775 A1. El elemento de unión forma con su eje una unión de soldadura por fricción con la capa de base inferior del compuesto de componentes. Mediante el saliente del cabezal se crea una unión en arrastre de forma entre la capa de base y la de cubierta. De este modo, la capa de base y la capa de cubierta están unidas fijamente entre sí a través del elemento de unión.

20 Para realizar la unión de soldadura por fricción está prevista una herramienta de colocación, que comprende un sujetador y una herramienta de accionamiento. El sujetador presiona las capas de componentes a unir una contra la otra, tal que la herramienta de accionamiento introduce el elemento de unión bajo presión y rotación en el compuesto de componentes.

25 Esta configuración tiene la desventaja de que en el caso de un diámetro reducido es necesaria una altura constructiva grande.

30 El objetivo de la presente invención consiste en indicar una unión de componentes con un elemento de unión que permita una unión de componentes que, en particular, en el caso de chapas finas solo presente una altura constructiva reducida para un diámetro de cabezal reducido.

35 La presente invención se refiere a una unión de componentes, según la reivindicación 1. La unión de componentes comprende una capa de base y, como mínimo, una capa de cubierta y un elemento de unión descrito anteriormente. El elemento de unión presenta, como mínimo, un cabezal y un eje, tal que el eje está soldado por su lado frontal con la capa de base. De este modo, el elemento de unión forma con su eje una unión con adherencia de material con la capa de base, tal que el cabezal fija la capa de cubierta en arrastre de forma.

40 Según la presente invención está previsto que el material que sale lateralmente por el cabezal (radialmente hacia afuera) rodee el cabezal lateralmente, como mínimo parcialmente. En este caso, la superficie del cabezal se encuentra por encima del nivel de la superficie de la capa de cubierta.

45 Según la presente invención, la unión de componentes abarca un elemento de unión que está configurado de forma que resulta un aumento de diámetro continuo que comienza en el eje cilíndrico hasta el lado inferior del cabezal. El lado inferior del cabezal está definido por el nivel en el lado inferior del cabezal, que presenta la mayor distancia respecto al extremo del eje.

50 Según la presente invención, la distancia A desde el nivel de incremento hacia el nivel del lado inferior del cabezal es menor que la mitad y mayor que un cuarto de la diferencia entre el diámetro exterior y el diámetro del eje, es decir:

$$55 \quad (D_A - D_S) / 4 < A < (D_A - D_S) / 2$$

Esto tiene como consecuencia que al introducir el elemento de unión, el material ablandado de las capas de cubierta sale a lo largo del ensanchamiento de diámetro creciente. No obstante, entre el material del elemento de unión que sube como reborde de soldadura y el nivel del cabezal se mantiene una distancia suficiente, de forma que se garantiza una resistencia a la extracción suficiente.

60 El diámetro del eje es, en particular, el diámetro del elemento de unión en el nivel de incremento.

65 El material ablandado adicional, que no es necesario para realizar la unión, es forzado hacia afuera lateralmente (radialmente hacia el exterior) por el cabezal. De este modo se puede lograr una altura constructiva reducida.

En un perfeccionamiento ventajoso de la presente invención, la pendiente comienza en el nivel de incremento, que

ES 2 854 650 T3

encierra un ángulo inferior a 80°, en particular un ángulo inferior a 70° con la normal al eje del elemento de unión.

De este modo, el comportamiento de desplazamiento del material ablandado de la capa de cubierta se dirige radialmente hacia el exterior.

5 Según otra realización, el elemento de unión puede presentar una primera sección de eje que es cilíndrica.
Esta realización se puede fabricar de forma especialmente económica.

10 En otra realización preferente puede estar previsto que la altura de la entalladura de accionamiento sea inferior al 30 % de la expansión radial de la entalladura de accionamiento.

15 Esto tiene como consecuencia que el propio cabezal se puede realizar con una expansión axial reducida, mediante lo cual se puede reducir aún más la altura constructiva.

Una distancia suficiente entre la estructura de accionamiento y la zona de fusión en el punto de unión es necesaria, ya que el aporte de temperatura durante el proceso de soldadura por fricción aún conduce a un ablandamiento de la estructura de accionamiento, mediante lo cual empeora la transmisión del par de accionamiento.

20 Según otra realización ventajosa, el cabezal del elemento de unión está realizado de tal forma que este termina en su zona de borde en un ángulo de 85-95°, en particular de 90°, respecto al eje del tornillo.

25 Según esta realización, en la que en particular el nivel en el lado inferior del cabezal se encuentra también en la zona de borde, resulta una fuerza de retención máxima, ya que, por un lado, existe una distancia máxima entre el reborde de soldadura y el lado inferior del cabezal y, por otro, un arrastre de forma especialmente bueno debido a la posición aproximadamente ortogonal de la superficie del cabezal.

30 En otra realización ventajosa, el diámetro aumenta con una función que presenta en dirección del cabezal una primera pendiente y una segunda pendiente subsiguiente respecto a la normal al eje del tornillo, tal que la segunda pendiente es menor que la primera pendiente.

35 Según esta realización, resulta un desarrollo que, como mínimo, se aproxima a un contorno cóncavo. Esto tiene como consecuencia que resulta un destalonamiento especialmente ventajoso entre el reborde de soldadura que resulta del material que sube y el cabezal, que tras finalizar el proceso de soldadura por fricción está relleno con material ablandado de la capa de cubierta.

La aproximación al contorno cóncavo se puede mejorar aún más previendo una tercera zona con una tercera pendiente a continuación de la segunda zona, que es menor que la zona de la segunda pendiente.

40 De forma idónea, resulta un desarrollo cóncavo en forma de un contorno elíptico o circular.

El radio de curvatura puede ser preferentemente mayor que la distancia entre el lado inferior del cabezal y el nivel de incremento.

45 De este modo, se garantiza una transición especialmente suave, lo que conduce a un control de desplazamiento idóneo del material ablandado de la capa de cubierta hacia afuera de la zona entre el cabezal y la capa de cubierta.

50 En otra realización ventajosa se puede prever que el eje pase en el extremo del lado frontal de la parte cilíndrica del eje a una zona cónica. De este modo se consigue una mejora de las características de centrado del elemento de unión. En particular, el ángulo de cono completo se encuentra entre 60° y 80°.

55 Según otro perfeccionamiento de la presente invención, a la sección cónica le puede seguir otra sección cilíndrica, lo que conduce a una mejora de la característica de centrado, ya que la parte cilíndrica se puede introducir de forma especialmente buena en la capa de cubierta.

60 De forma ventajosa, se puede utilizar una herramienta de colocación para realizar una unión de componentes, tal como se ha descrito anteriormente. La herramienta de colocación presenta un sujetador y una punta de accionamiento. La punta de accionamiento presenta en su superficie de base plana una estructura de accionamiento saliente. Esta está realizada de forma correspondiente a un accionamiento interior en el elemento de unión. Según la presente invención, la superficie plana está limitada por un reborde saliente. Este reborde presenta un diámetro interior.

65 Previendo un reborde, el material ablandado que es desplazado lateralmente hacia afuera del cabezal durante el proceso de soldadura por fricción es desviado de tal forma que este no se mete entre la punta de accionamiento y el sujetador que rodea la punta de accionamiento. De forma correspondiente, el guiado del material ablandado de la capa de cubierta conduce a una acumulación del material desplazado dentro del diámetro interior, mediante lo cual

el material se acumula de tal manera que rodea el cabezal lateralmente, como mínimo parcialmente. Esto conduce a una mejora de la resistencia al cizallamiento.

5 Mediante esta configuración es posible lograr una altura constructiva menor y, no obstante, mantener una elevada resistencia, ya que el material ablandado que es desplazado hacia afuera por debajo del cabezal se utiliza, no obstante, para aumentar la resistencia de la unión.

10 En otra realización ventajosa, el sujetador puede presentar en el lado frontal una inclinación de desmoldeo. Previendo una inclinación de desmoldeo en el canto interior se evita un bloqueo del material ablandado enfriado en el sujetador, gracias a lo cual el proceso de separación del sujetador respecto a la capa de cubierta tiene lugar de forma fiable con resistencia reducida.

15 Además, en la superficie de base se pueden realizar, como mínimo, dos orificios de aspiración. A través de estos orificios de aspiración se puede generar una depresión entre el cabezal del elemento de unión utilizado y la superficie de base, gracias a lo cual el elemento es aspirado hacia la superficie de base y la estructura de accionamiento encastra en el accionamiento interior del elemento de unión.

20 Los orificios de aspiración están dispuestos en particular de forma descentrada y separados del reborde, como mínimo, un 5 %, en particular, como mínimo, un 10 %, en particular, como mínimo, un 15 %, en particular, como mínimo, un 17 % del diámetro interior. Esto tiene como consecuencia que un elemento de unión utilizado, que presenta un diámetro de cabezal del 60 % al 90 % del diámetro interior del reborde, aún se puede aspirar cerca del borde del cabezal. De este modo se realiza una acción de aspiración en una posición en lo posible fría del elemento de unión para evitar la entrada de material ablandado del elemento de unión en el orificio de aspiración.

25 Si se utiliza un cabezal que presenta un diámetro esencialmente menor que el diámetro interior del reborde, esto tiene como consecuencia que el material de la capa de cubierta que es desplazado de la zona intermedia durante el proceso de empalme, puede ser recogido en una zona a un lado del cabezal. De este modo se proporciona volumen de alojamiento adicional para que la altura constructiva se pueda minimizar para un diámetro lo más reducido posible del punto de unión.

30 Los orificios de aspiración son preferentemente tangentes a una circunferencia que presenta una separación respecto al reborde de, como mínimo, el 5 % del diámetro interior del reborde. La circunferencia puede ser concéntrica respecto al reborde y presentar un diámetro del 60 % a 90 %, en particular del 60 % al 80 % del diámetro interior.

35 La presente invención se refiere, además, a un sistema de unión que comprende una herramienta de colocación descrita anteriormente y un elemento de unión descrito anteriormente. Según la presente invención, la herramienta de colocación y el elemento de unión están adaptados entre sí de forma que el diámetro interior del reborde es, como mínimo, un 10 % mayor que el diámetro del cabezal del elemento de unión.

40 Según otra realización ventajosa, la altura del reborde puede ser mayor que la expansión máxima del cabezal en dirección axial. En cualquier caso, la altura del reborde se extiende por encima del nivel del lado inferior del cabezal del elemento de unión.

45 Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención resultan de la descripción siguiente, en combinación con los ejemplos de realización representados en las figuras.

50 En la descripción, en las reivindicaciones y en las figuras se emplean los términos utilizados en el listado de números de referencia incluido más adelante así como los correspondientes números de referencia. En las figuras representan:

La figura 1a, una vista lateral de un elemento de unión, según la presente invención;

55 La figura 1b, una vista en perspectiva de un elemento de unión, según la presente invención;

La figura 1c, una vista en corte parcial del elemento de unión;

La figura 2, una vista en perspectiva de un elemento de unión, según la presente invención;

60 La figura 3, una vista en corte esquemática de una herramienta de colocación, según la presente invención;

La figura 4a, el extremo del lado frontal de la punta de accionamiento, según la figura 3 en vista en perspectiva;

65 La figura 4b, una vista superior sobre el lado frontal de la punta de accionamiento, según la figura 4a;

La figura 5, una vista en corte parcial de una punta de accionamiento con elemento de unión insertado;

La figura 6, una vista en corte de la unión de componentes realizada al final del proceso de colocación;

La figura 6a, una ampliación parcial de la representación de la figura 6, y

La figura 7, una ampliación parcial similar a la figura 6a.

La figura 1a muestra una vista lateral de un elemento de unión 10, según la presente invención. El elemento de unión 10 comprende un cabezal 12 y un eje 14, tal que el eje 14 presenta una zona 16 cilíndrica. En la zona 16 cilíndrica comienza a partir de un nivel de incremento A un ensanchamiento continuo del eje hasta el lado inferior del cabezal en un nivel de cabezal K. El nivel de cabezal K es el nivel con la mayor distancia respecto al extremo del eje. Este es el caso para el borde del cabezal en el caso del presente elemento de unión 10.

El aumento de diámetro continuo tiene lugar a lo largo de una curvatura con un radio de curvatura R. El aumento del diámetro comienza en un nivel de incremento A, que en una zona desde $D1 = (D_A - D_S) / 4$ hasta $D2 = (D_A - D_S) / 2$ se encuentra distanciado del nivel del lado inferior del cabezal K. Esta configuración resulta en un comportamiento de desplazamiento para una chapa de cubierta fina, tal como está descrito en detalle en la figura 2.

Además, el elemento de unión 10 presenta en su extremo opuesto al cabezal una zona 18 cónica. Mediante el cono 18 se reduce la superficie frontal del eje. Esto proporciona un mejor centrado del elemento de unión durante el proceso de introducción. El elemento de unión 10 representado presenta a continuación del cono, además, un saliente cilíndrico que se introduce fácilmente en una capa de cubierta y mejora aún más el centrado del elemento de unión 10.

El diámetro aumenta en esta configuración con una reducción continua de la pendiente respecto a la normal N al eje del tornillo, tal que esta comprende también una primera pendiente M1 (α_1) y una segunda pendiente M2 (α_2) subsiguiente.

La figura 1b muestra una vista en perspectiva de un elemento de unión 10, según la presente invención, en cuya superficie de cabezal 20 plana está realizado un accionamiento interior 22 configurado en forma de un accionamiento con ranura en cruz.

La figura 1c muestra una vista en corte parcial del elemento de unión 10, pudiendo reconocerse en la misma que la profundidad de accionamiento t solo se corresponde como máximo con el 30 % de la expansión máxima del accionamiento en dirección radial. Una configuración de este tipo es posible porque las fuerzas axiales necesarias para la unión de soldadura por fricción se transmiten a través del cabezal 20 plano. Puesto que para el accionamiento interior se debe mantener una cierta distancia al eje 16 debido al calor que se genera durante el proceso de soldadura por fricción, la profundidad de accionamiento t reducida permite una expansión axial reducida del cabezal y, por tanto, una altura constructiva reducida.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva de un elemento de unión 30, según la presente invención que, al contrario que el elemento de unión mostrado en la figura 1b, presenta una entalladura de accionamiento 32 de cinco rayos. De este modo se mejora la transmisión del par en caso de un aporte de temperatura elevado. Con una línea punteada está representada la circunferencia de la estructura de accionamiento y su expansión a máxima en dirección radial.

La figura 3 muestra una vista en corte esquemática de una herramienta de colocación 40, según la presente invención. La herramienta de colocación 40 comprende un sujetador 42 y una punta de accionamiento 44. Con el sujetador 42 se presionan entre sí las capas de componentes 46, 48 a unir durante el proceso de unión. La punta de accionamiento 44 está dispuesta giratoria respecto al sujetador 42 e introduce el elemento de unión 50 bajo presión y rotación en las capas de componentes 46, 48. La capa de cubierta 46 superior está realizada preferentemente de metal ligero, en particular de aluminio, tal que la capa de base 48 está compuesta de acero de alta resistencia. La punta de accionamiento 44 presenta un canal de aspiración 52 central, a través del cual se puede generar una depresión en la superficie de apoyo, mediante lo cual el elemento de unión 50 se puede mantener firme en la punta de accionamiento 44 durante el proceso de unión. La configuración del extremo del lado frontal de la punta de accionamiento 44 se explica en detalle en las siguientes figuras 4a, 4b.

La figura 4a muestra el extremo del lado frontal de la punta de accionamiento 44 en vista en perspectiva. La punta de accionamiento 44 presenta una superficie de base 54 plana. La superficie de base 54 plana porta estructuras de accionamiento 56 salientes para accionar un elemento de unión correspondiente con un accionamiento interior, tal que la fuerza axial es transmitida al elemento de unión a través de la superficie de base plana. Entre las estructuras de accionamiento 56 están previstos orificios de aspiración 58, que están comunicados con el canal de aspiración central. La superficie de base 54 plana está rodeada por un reborde 60 saliente en relación a la superficie de base 54 plana.

La figura 4b muestra una vista superior del lado frontal de la punta de accionamiento 44. Los orificios de aspiración

58 son tangentes a una circunferencia U. El reborde 60 presenta un diámetro interior D_i . El reborde y la circunferencia U son concéntricos, tal que el diámetro D_u de la circunferencia U es aproximadamente del 65 % del diámetro interior D_i del reborde. De este modo es posible que también elementos de unión que presentan un diámetro de cabezal esencialmente menor que el diámetro interior D_i del reborde puedan aspirarse aún en la zona de borde. Los puntos de aspiración en el elemento de unión se encuentran entonces lo más distanciados posible del centro del elemento de unión.

La figura 5 muestra una vista en corte parcial de una punta de accionamiento 44 con elemento de unión 10 insertado. La punta de accionamiento 44 presenta un canal de aspiración 52 central, en el que desembocan los orificios de aspiración 58. El elemento de unión utilizado presenta un diámetro de cabezal D_K que es aproximadamente un 90 % de D_i . En esta vista se reconoce especialmente bien la altura H_U del reborde 60 saliente. Este se extiende más allá del nivel del lado inferior del cabezal K del elemento de unión. De este modo se garantiza que el material que es desplazado radialmente hacia afuera durante el proceso de colocación, es recogido por la punta de accionamiento y desviado de forma que no se puede meter entre el sujetador (no mostrado) que rodea la herramienta de accionamiento y la punta de accionamiento. En la zona entre el nivel de cabezal K y la superficie de base 54 plana se puede recoger material de la capa de cubierta, mediante lo cual se puede proporcionar la altura constructiva en el caso de un diámetro reducido.

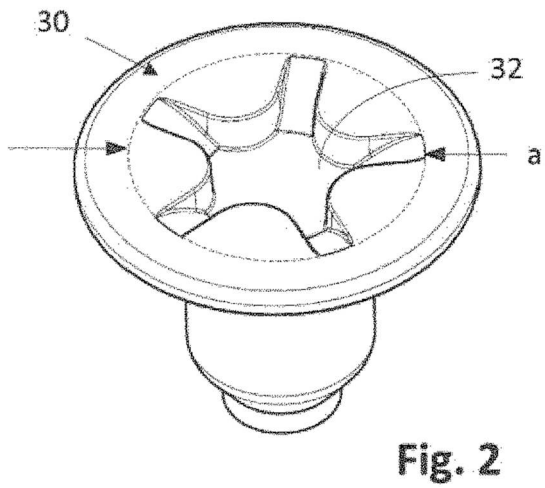
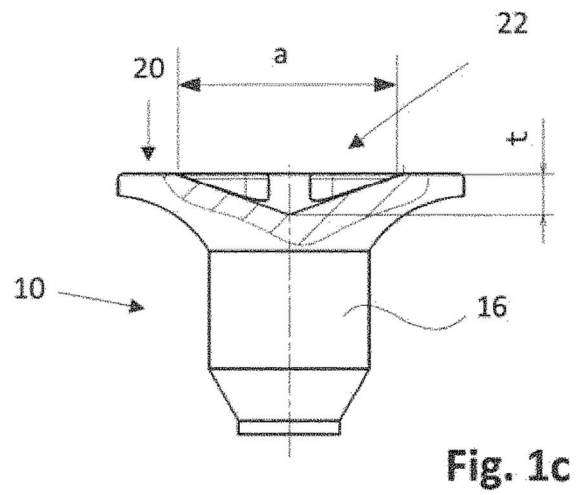
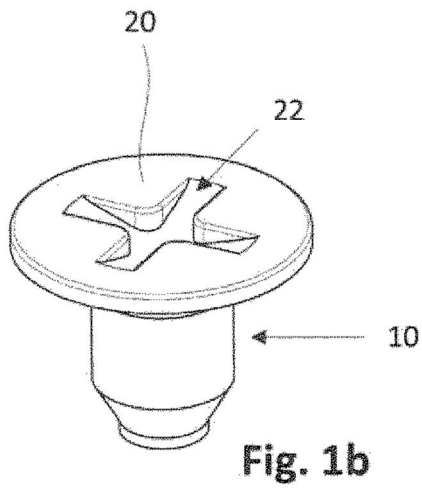
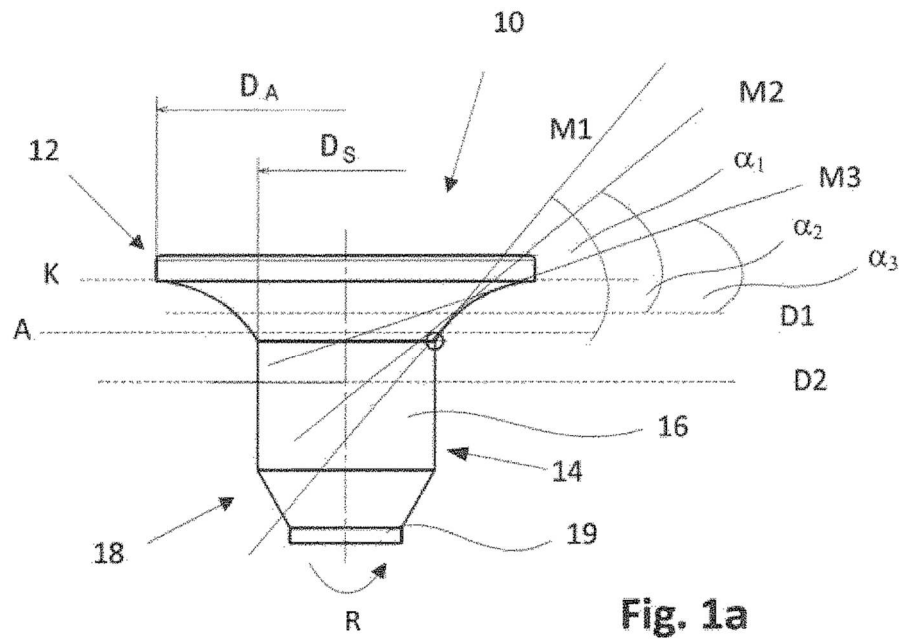
La figura 6 muestra una vista en corte al finalizar el proceso de colocación para una unión de componentes 70 realizada. La unión de componentes 70 comprende una capa de cubierta 72 y una capa de base 74, que están unidas mediante un elemento de unión 76. El elemento de unión 76 participa en una unión por soldadura con adherencia de material con la capa de base, mientras que la capa de cubierta 72 es mantenida en el elemento de unión 76 en arrastre de forma. Además, se indica una herramienta de colocación 78 que comprende un sujetador 80, que presiona sobre el compuesto de componentes y sujeta la capa de cubierta 72 y la capa de base 74. La punta de accionamiento 82 presenta un reborde 84 que presenta una altura, tal que al finalizar el proceso de colocación el reborde se apoya sobre el nivel de la capa de cubierta 72 y, por tanto, a ras con el sujetador 80.

La figura 6a muestra una ampliación parcial de la representación de la figura 6. En esta representación se observa de forma especialmente buena que el material ablandado y desplazado de la capa de cubierta 72 es recogido entre el cabezal y el material del elemento de unión 76 que sube con la capa de base 74 durante el proceso de soldadura por fricción. Puesto que el sujetador 80 y el reborde 84 al finalizar el proceso se encuentran en el mismo nivel, solo es necesaria una inclinación de desmoldeo reducida en el sujetador 80, ya que el material de la capa de cubierta 72 se mantiene principalmente dentro del reborde 84 y el propio sujetador 80 no sirve principalmente como molde.

La figura 7 muestra una ampliación parcial de una representación similar a la figura 6, tal que, en el caso de la configuración, según la figura 7, el reborde 94 se elige de tal forma que este al finalizar el proceso de colocación está distanciado del nivel de la capa de cubierta 92 a la distancia S. De este modo, el material de la capa de cubierta 92 desplazado durante el proceso de soldadura por fricción es desviado por el reborde 94 de tal forma que este no se mete entre la punta de accionamiento y el sujetador 96 y, no obstante, el material desplazado de la capa de cubierta 92 puede estar limitado también en esta realización por el sujetador 96. Puesto que el sujetador 96 establece regularmente una dimensión de construcción máxima, de este modo se puede crear volumen de recogida adicional, mediante lo cual se puede reducir aún más la altura de construcción para dimensiones exteriores que permanecen iguales. En este modo de realización, el sujetador 96 está dotado de una inclinación de desmoldeo a lo largo de sus cantos interiores. De este modo se garantiza una separación más sencilla del sujetador 96 luego del proceso de colocación, ya que se evita un bloqueo del sujetador 96 con el material conformado de la capa de cubierta 92.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Unión de componentes (70) que comprende una capa de base (74) y, como mínimo, una capa de cubierta (72, 92, 46) y un elemento de unión (76), que comprende un cabezal (12) y un eje (16), que se une con adherencia de material por su lado frontal con la capa de base (48, 74), tal que el elemento de unión (10, 20, 30, 50), que se suelda mediante fricción a la capa de base (74) para la realización de la unión de componentes (70), presenta un eje (16) con una sección de eje (14) y un cabezal (12) con una superficie plana (20) que se encuentra en el lado superior del cabezal para transmitir una fuerza axial, **caracterizada por que** el material de la capa de cubierta (72, 92, 46) rodea lateralmente, como mínimo parcialmente, el cabezal (12) por encima del nivel de la capa de cubierta (72, 92, 46), tal que en la superficie plana (20) está integrada una entalladura de accionamiento (22, 32) para transmitir un par, tal que resulta un aumento continuo del diámetro, comenzando en un nivel de incremento (A) en la sección de eje (16) hasta la parte inferior del cabezal, tal que la distancia del nivel de incremento (A) hasta un nivel del lado inferior del cabezal (K), que presenta la mayor distancia respecto al extremo del eje, es menor que la mitad de la diferencia entre el diámetro exterior del cabezal y el diámetro del eje en el nivel de incremento $(D_A - D_S) / 2$ (D2) y mayor que un cuarto de la diferencia entre el diámetro exterior del cabezal y el diámetro del eje en el nivel de incremento $(D_A - D_S) / 4$ (D1).
- 20 2. Unión de componentes, según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la pendiente (M1) en el nivel de incremento (A) encierra un ángulo (α_1) inferior a 80° con la normal.
3. Unión de componentes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la primera sección de eje (14) del elemento de unión es cilíndrica.
- 25 4. Unión de componentes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la profundidad (t) de la entalladura de accionamiento (22, 32) del elemento de unión es menor que el 30 % de la expansión (a) radial de la entalladura de accionamiento (22, 32).
- 30 5. Unión de componentes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el cabezal (12) del elemento de unión termina en su zona de borde en un ángulo de 85° a 95° , en particular de 90° , respecto al eje de rotación del elemento de unión (10, 30).
- 35 6. Unión de componentes, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el diámetro del elemento de unión aumenta con una función que presenta en dirección axial, en dirección del cabezal, una primera pendiente (M1, α_1) y una segunda pendiente (M2, α_2) respecto a la normal al eje de rotación (R), tal que la segunda pendiente (M2, α_2) es menor que la primera pendiente (M1, α_1).
- 40 7. Unión de componentes, según la reivindicación 6, **caracterizada por que** el diámetro del elemento de unión aumenta con una función que presenta en dirección axial, en dirección del cabezal (12) una primera pendiente (M1, α_1) y una segunda pendiente (M2, α_2) y una tercera pendiente (M3, α_3) respecto a la normal al eje de rotación (R), tal que la segunda pendiente (M2, α_2) es menor que la primera pendiente y la tercera pendiente (M3, α_3) es menor que la segunda pendiente (M2, α_2).
- 45 8. Unión de componentes, según la reivindicación 7, **caracterizada por que** el aumento del diámetro del elemento de unión tiene lugar a lo largo de una curvatura, cuyo radio es en particular más grande que la distancia del punto respecto al lado inferior del cabezal.



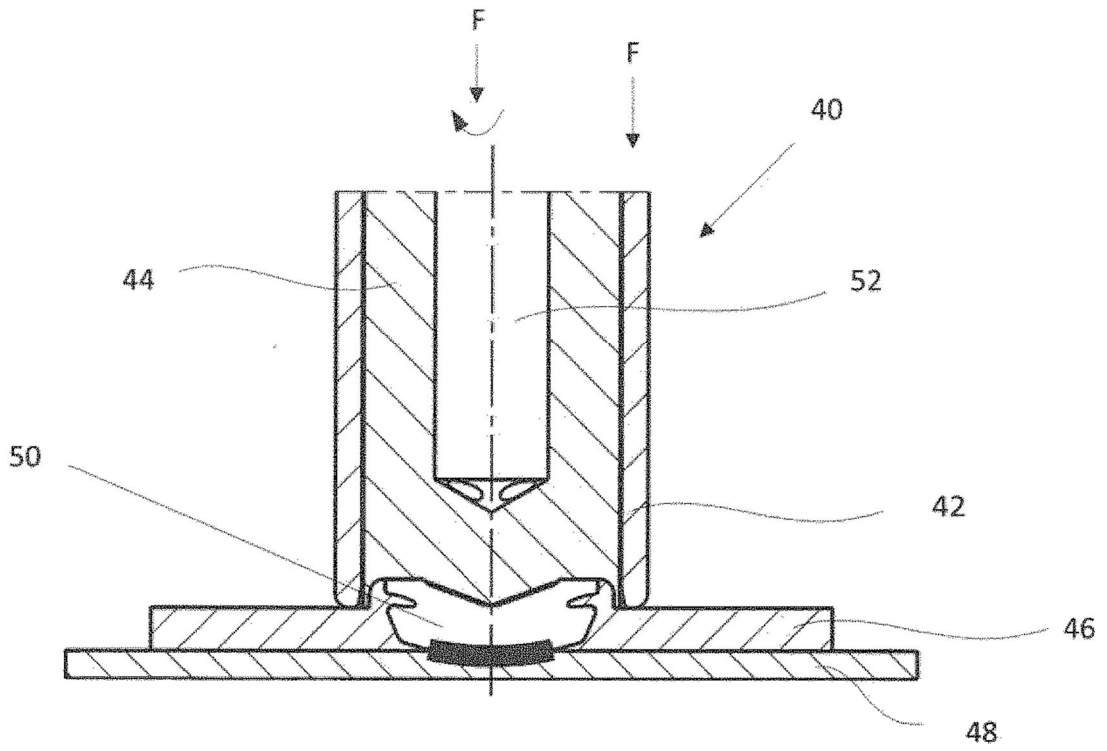


Fig. 3

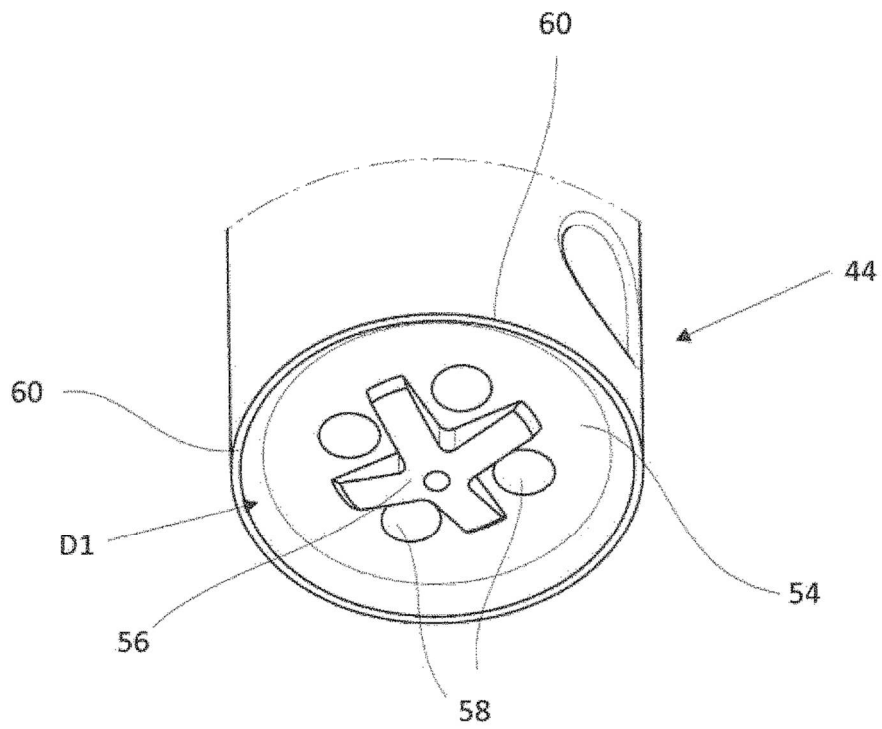


Fig. 4a

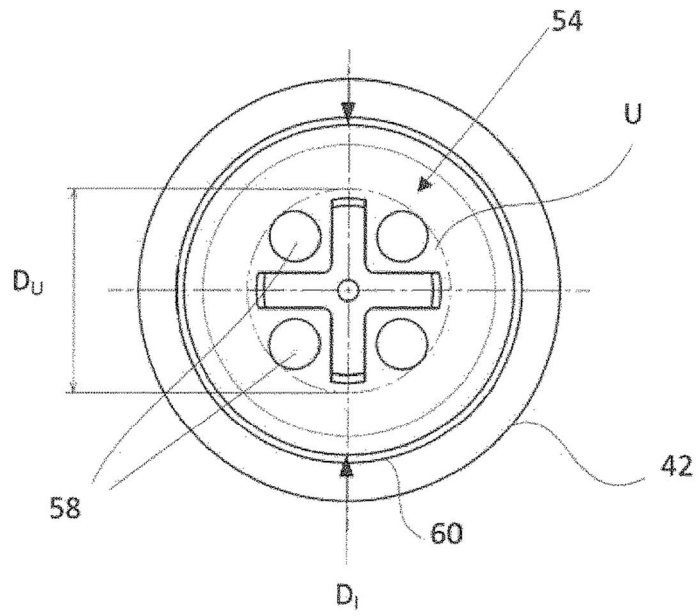


Fig. 4b

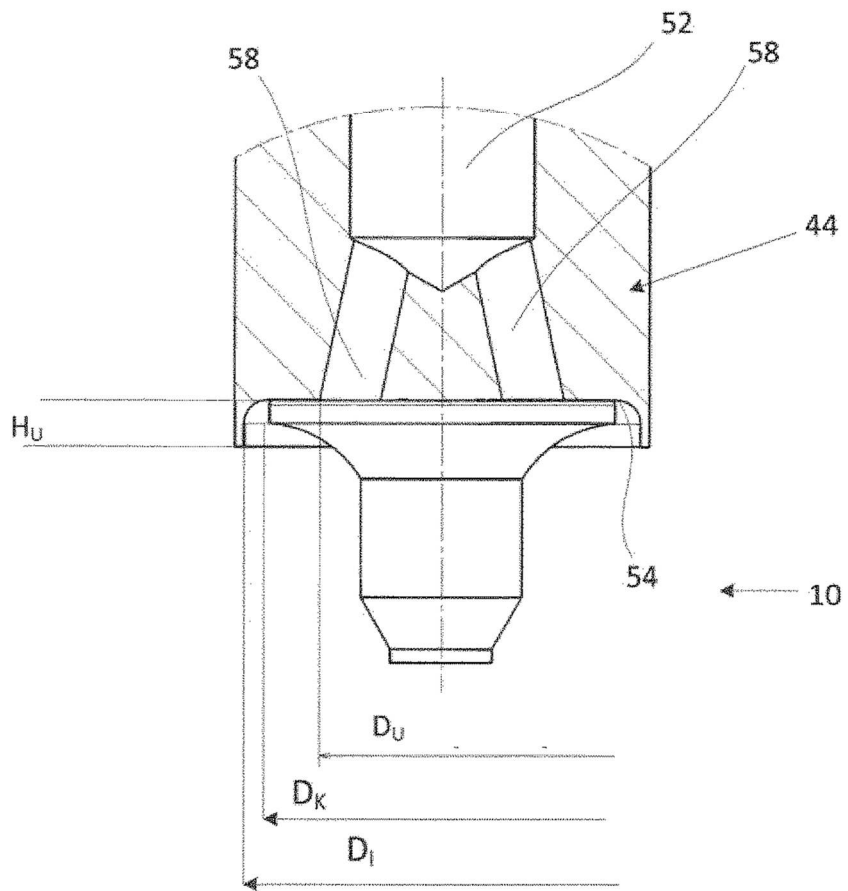


Fig. 5

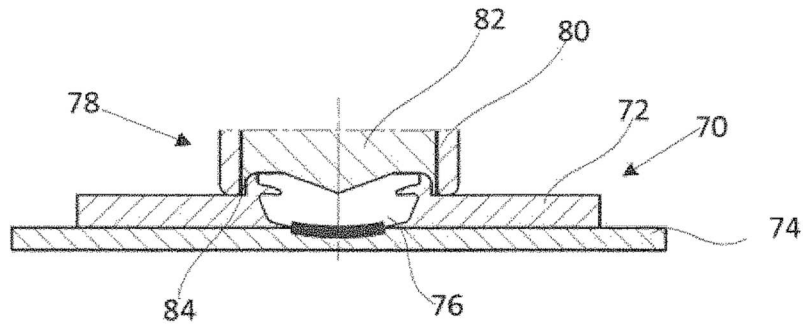


Fig. 6

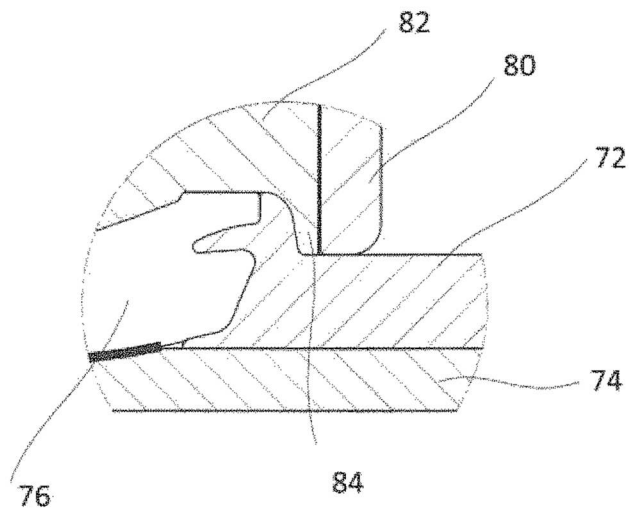


Fig. 6a

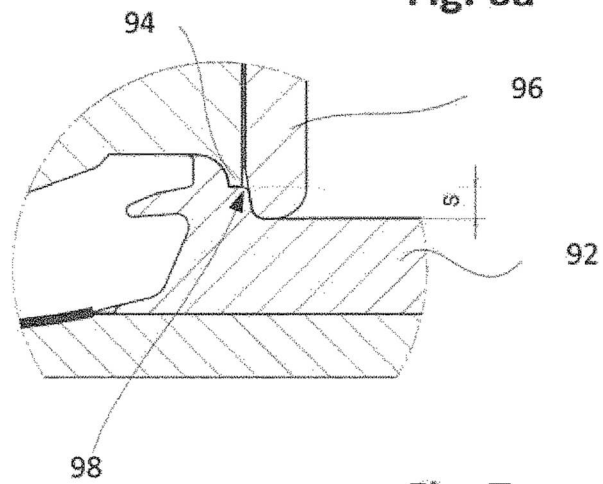


Fig. 7

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- US 3477115 A
- DE 102008028687 A1
- DE 19620814 A1
- EP 2289659 A1
- DE 102009006775 A1