



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 365 373**

⑮ Int. Cl.:

**B21D 39/03** (2006.01)

**B21J 15/02** (2006.01)

**F16B 5/04** (2006.01)

⑫

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Número de solicitud europea: **08700551 .8**

⑯ Fecha de presentación : **08.02.2008**

⑯ Número de publicación de la solicitud: **2117747**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

⑭ Título: **Procedimiento para clinchar piezas metálicas gruesas y utilización de una herramienta de clinchado.**

⑯ Prioridad: **13.02.2007 EP 07102275**

⑬ Titular/es: **INVENTIO AG  
Seestrasse 55 Postfach  
6052 Hergiswil, CH**

⑮ Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.10.2011**

⑯ Inventor/es: **Trojer, Andreas;  
Krampl, David;  
Matheisl, Michael;  
Schütz, Richard y  
Novacek, Thomas**

⑯ Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.10.2011**

⑯ Agente: **Aznárez Urbieta, Pablo**

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

Procedimiento para clinchar piezas metálicas gruesas y utilización de una herramienta de clinchado

La invención se refiere a un procedimiento para clinchar piezas metálicas gruesas según el preámbulo de la reivindicación 1 y a la utilización de los clinchados correspondientes en la construcción metálica según el preámbulo de la reivindicación 9.

El procedimiento de clinchado es bien conocido desde hace tiempo. Este procedimiento también se denomina unión por forzamiento. El clinchado es una tecnología de unión por técnicas de deformación que, dependiendo de la forma de realización, no requiere una pieza de unión auxiliar.

En el clinchado existen diversas variantes de realización para el elemento de unión. El clinchado se puede caracterizar de la siguiente manera:

- en función de la configuración del elemento de unión: clinchado con y sin elemento de corte;
- en función de la forma de la matriz: matriz rígida y de apertura;
- en función de la cinemática de herramienta: clinchado en una y en varias etapas.

En lo expuesto más adelante se trata principalmente el clinchado sin elemento de corte. Este procedimiento tiene determinadas ventajas con respecto a los procedimientos convencionales utilizados para unir chapas u otras piezas, tales como soldadura, soldadura por puntos, remachado o remachado ciego y la utilización de remaches estampados. En comparación con los procedimientos de unión convencionales, el clinchado sin elemento de corte es más favorable teniendo en cuenta el coste por unión.

El documento US 2006/0096075 A1 da a conocer el clinchado de chapas y otras piezas metálicas con espesores superiores a 4 mm. Sin embargo, tal como se ha comprobado en el marco de la presente invención, en dicho procedimiento conocido las fuerzas de apriete son muy grandes, lo que puede producir daños en las chapas o en las piezas metálicas.

El objetivo de la invención consiste en proporcionar un procedimiento de clinchado de chapas y vigas de chapas gruesas, preferentemente con espesores mayores de 4 mm, con menores fuerzas de apriete con el fin de poder utilizar en el futuro el clinchado de forma fiable también en la construcción de elementos de acero, donde lo importante es que las piezas correspondientes puedan soportar grandes momentos y fuerzas. Dicho de otro modo, se ha de lograr que el clinchado pueda emplearse con piezas metálicas portantes y resistentes y también para piezas metálicas de carga. Las piezas metálicas gruesas se han de unir entre sí de tal modo que se consiga un destalonado óptimo y el mayor grosor de cuello posible para asegurar una resistencia adecuada a la unión clinchada.

Además se proporcionan las utilizaciones correspondientemente optimizadas de la unión por clinchado y los elementos de construcción metálica así producidos.

Este objetivo se resuelve:

- en cuanto al procedimiento, mediante las características indicadas en la reivindicación 1, y
- en cuanto a la utilización, mediante las características indicadas en la reivindicación 2.

Las reivindicaciones dependientes correspondientes circunscriben o definen ejemplos de realización ventajosas y perfeccionamientos de la invención.

De acuerdo con la invención, es posible unir por clinchado, con fuerzas de apriete reducidas, chapas y vigas de acero o perfiles de acero (denominados aquí en general como piezas metálicas) para así producir con fiabilidad elementos de construcción metálica estables y resistentes, teniendo las piezas metálicas en conjunto un espesor de pieza total ( $t$ ) mayor o superior a 8 mm.

Sólo con las piezas metálicas correspondientemente gruesas y con el procedimiento de unión por clinchado según la invención se pueden producir de forma fiable elementos de construcción metálica con suficiente capacidad de carga y estabilidad.

Para posibilitar esto, se han perfeccionado y optimizado las herramientas de unión por clinchado. Las herramientas según la invención se caracterizan por tener un troquel cónico con dos zonas de transición, presentando la zona de transición en la zona de las caras frontales extremas un ángulo mayor que la zona de transición superior unida a ella. El ángulo de flanco más grande puede ser menor o igual a 10 grados y se puede transformar en un ángulo de flanco de 5 grados a cero grados. El diámetro de este troquel oscila preferentemente entre 10 mm y 35 mm. Son especialmente preferentes diámetros entre 12 mm (14 mm, 16 mm, 18 mm) y 20 mm o 25 mm, dependiendo estos diámetros del grosor de las piezas metálicas a unir y de la resistencia o fuerza de tracción necesarias.

Gracias a la presente invención, la unión por clinchado se convierte en una alternativa real para la soldadura, que hasta ahora se viene utilizando, en la mayoría de los casos, para la unión de piezas gruesas (por ejemplo chapas St-37, St-44, St-52, St-70 o chapas EN-S235, S275, S355, S460) o vigas (espesor > 4 mm). No obstante, la unión por clinchado también puede sustituir a las uniones por remaches o tornillos.

5 De acuerdo con la invención, se pueden clinchar entre sí chapas, perfiles, vigas y otros elementos metálicos individuales o piezas metálicas de diferentes grosos y diferentes materiales. La unión de dos piezas metálicas mediante el clinchado se produce exclusiva y directamente a partir del material o los materiales de las piezas metálicas a unir. Los elementos conectados mediante clinchado se denominan aquí "elementos de construcción metálica unidos por clinchado".

10 La presente invención permite ahora utilizar conexiones en mayor medida piezas metálicas, por ejemplo uniones sobre vigas de acero con perfiles de chapa o piezas de chapa o tiras de chapa, también en la construcción de ascensores y escaleras mecánicas, donde, entre otras cosas, parte de la cabina del ascensor o de la celosía o armazón de una escalera mecánica se pueden producir mediante técnicas de clinchado.

15 No obstante, también se pueden unir mediante técnicas de unión por clinchado diferentes elementos de montaje portantes, por ejemplo en un armazón, bastidor, consola, escultura, chasis o marco de soporte o carga. Por ejemplo, mediante la unión por clinchado se pueden colocar revestimientos de chapa (paneles) sobre elementos de soporte.

20 Con la presente invención se crea una unión inseparable entre dos piezas metálicas que, además, logra altas fuerzas de sujeción (fuerzas de tracción y de cizallamiento). Bajo una carga dinámica, se demuestra que los elementos de construcción metálica unidos por clinchado así producidos presentan un comportamiento de carga claramente mejor que el de uniones realizadas mediante soldadura por puntos.

25 De acuerdo con la invención, se pueden unir entre sí sin problemas materiales revestidos y también no revestidos, lo que abre nuevas posibilidades para la selección de los materiales, en particular en la construcción de ascensores y escaleras mecánicas. Por ejemplo, se pueden unir entre sí chapas y/o vigas de acero galvanizadas, lacadas o revestidas de plástico, sin que el revestimiento experimente daños perceptibles debido a la unión por clinchado. Los componentes metálicos o las piezas metálicas por separado también se pueden proveer de un revestimiento antióxido antes de que se unan o de unirse entre sí mediante clinchado formando un elemento de construcción metálica más grande.

30 Otra ventaja de la unión por clinchado consiste en que, para producir la unión, no se requiere ninguna perforación previa ni elementos de unión o piezas de unión o materiales de unión auxiliares. No obstante, la ventaja principal de la unión por clinchado en comparación con los procedimientos convencionales es el bajo coste de la unión. Además, no se produce ninguna aportación o incorporación de calor en las piezas a unir, de modo que se evitan deformaciones, quemaduras y modificaciones estructurales, lo que resulta especialmente ventajoso por ejemplo en caso de elementos de construcción metálica grandes y largos, como armazones, celosías, chasis de molde, bastidores de seguridad, bastidores portantes o armazones de transporte.

35 A continuación se describen otros detalles y ventajas de la invención por medio de un ejemplo de realización y con referencia a las figuras. En las figuras:

Fig. 1: representación esquemática muy simplificada del troquel de una herramienta de clinchar y dos piezas metálicas unidas entre sí por clinchado;

40 Fig. 2A: representación esquemática de un primer paso de clinchado según la invención, no están representadas las zonas de transición del troquel;

Fig. 2B: representación esquemática de un segundo paso de clinchado según la invención, no están representadas las zonas de transición del troquel;

45 Fig. 2C: representación esquemática de un tercer paso de clinchado según la invención, no están representadas las zonas de transición del troquel;

Fig. 3A: sección a través de dos piezas metálicas clinchadas;

Fig. 3B: sección parcial o detalle de una zona de la herramienta clinchado según la invención;

Fig. 4A: sección que incluye dos piezas metálicas o componentes metálicos individuales clinchados y una parte de la herramienta de clinchado (no correspondiente a la invención), teniendo el troquel de la herramienta de clinchado un diámetro de 12 mm;

50 Fig. 4B: sección que incluye dos piezas metálicas clinchadas y una parte de la herramienta de clinchado (no correspondiente a la invención), teniendo el troquel de la herramienta de clinchado un diámetro de 14 mm;

- Fig. 4C: sección que incluye dos piezas metálicas clinchadas y una parte de la herramienta de clinchado (no correspondiente a la invención), teniendo el troquel de la herramienta clinchado un diámetro de 20 mm;
- Fig. 5A: sección a través de un troquel según la invención representado esquemáticamente;
- 5 Fig. 6: vista lateral de una escalera mecánica o de un pasillo móvil con la celosía o armazón;
- Fig. 7: vista lateral de una parte de una celosía con clinchados dobles según la invención;
- Fig. 8A: vista parcial de la celosía con uniones clinchadas dobles según la invención;
- Fig. 8B: sección G-G a través de las uniones clinchadas dobles según la invención;
- Fig. 8C: vista parcial de una celosía con conexiones soldadas según el estado actual de la técnica;
- 10 Fig. 9: vista parcial de otra celosía con uniones clinchadas simples según la invención;
- Fig. 10: vista parcial de un soporte medio para una celosía con uniones clinchadas según la invención.

Tal como se ha indicado ya en la introducción, en el marco de la presente solicitud de patente se trata de la unión por clinchado sin corte. Este tipo de clinchado es un proceso de unión por deformación puro. La unión de las piezas se lleva a cabo únicamente mediante forzado, junto con hundimiento y recalcado subsiguiente. La idea básica en el desarrollo de este procedimiento sin corte consiste principalmente en buscar una elevada rigidez de unión debido a la mayor cohesión del material.

En la figura 1 se representa el principio de la invención de forma meramente esquemática. Se muestran dos piezas metálicas 11 y 12 que se unen entre sí a través de una unión por clinchado 13. Por encima del clinchado 10 o del punto de unión por clinchado 10 se muestra una parte de la herramienta de estampación 20, que aquí se denomina troquel.

La herramienta de clinchado 20 incluye un troquel y una herramienta complementaria 30, que puede estar configurada como matriz o como yunque. El troquel está diseñado con simetría de rotación con respecto a su eje de rotación 24. El troquel presenta un flanco 25 dispuesto concéntricamente con respecto al eje de rotación 24, con un ángulo de flanco W. En relación con una superficie extrema frontal terminal 23 del troquel, en el flanco 25 se distingue una zona de transición inferior 21 del flanco 25 con un ángulo de flanco W1, que limita con la superficie extrema frontal 23, y una zona de transición superior 22 del flanco 25 con un ángulo de flanco W2. Las dos zonas de transición 21, 22 se transforman una en la otra. Como muestran los ejemplos de realización de las figuras 1, 3B y 5A, las dos zonas de transición 21, 22 se pueden transformar una en la otra de forma discontinua y presentar diferentes ángulos de flanco W1, W2. El troquel, de modo similar a la estampación o el recalcado, embute las piezas metálicas 11, 12 a unir (por ejemplo una viga de acero con un espesor  $t_1$  y una chapa cono un espesor  $t_2$ , siendo  $t_1 > t_2$ ) bajo una deformación plástica en un hueco, escotadura, cavidad o espacio de deformación 31 de la matriz 30, como se muestra en las figuras 2A - 2C. Mediante una configuración especial del hueco, escotadura, cavidad o espacio de deformación 31 se produce un clinchado 13 que presenta una forma similar a un botón automático, similar a un punto de recalcado o similar a un punto de estampación. La unión clinchada 13 une las piezas metálicas 11, 12 entre sí en unión positiva y en unión no positiva, como se indica esquemáticamente en la figura 1, la figura 2C, la figura 3A y la figura 4.

Las figuras 2A - 2C muestran en tres etapas el desarrollo del clinchado 13 sin corte y con matriz rígida 30. En las figuras 2A - 2C, las dos piezas metálicas 11, 12 están representadas con el mismo espesor, para simplificar.

En la figura 2A se puede observar que la primera pieza metálica 11 y la segunda pieza metálica 12 se unen, es decir, se colocan una sobre otra. Después, las dos piezas metálicas 11, 12 colocadas una sobre otra se alinean entre sí, por ejemplo mediante una plantilla, y después se disponen sobre una superficie de procesamiento de la matriz 30 que sirve actúa como herramienta complementaria. La figura 2B muestra cómo el troquel de la herramienta de estampación 20 se aproxima y ya se ha hundido en parte en las piezas 11 y 12. Las piezas 11 y 12 se deforman bajo la alta presión del troquel y el material "fluye" al interior del hueco, escotadura, cavidad o espacio de deformación 31 de la matriz 30. La introducción a presión o hundimiento del troquel se prolonga hasta que la parte inferior 14 de la segunda pieza metálica 12 se apoya en la mayor medida posible contra el fondo de la escotadura, cavidad, espacio de deformación o hueco 31 de la matriz 30. En otro paso se extrae el troquel (este paso corresponde esencialmente a la situación mostrada en la figura 1).

De acuerdo con la invención, para la separación se utiliza preferentemente un separador o pisador 40 que facilita la separación del troquel después de la deformación de las piezas metálicas 11 y 12. Este separador o pisador 40 resulta especialmente ventajoso cuando el troquel se queda atrapado en la unión por clinchado 13 debido a las fuerzas y deformaciones del material que se producen durante la conformación. El separador 40 se apoya (prácticamente) contra la superficie 15 de la pieza metálica superior 11 del lado del troquel mientras el troquel retrocede o se retira. Evidentemente, una vez conocida la presente invención, los especialistas pueden realizar un separador en el lado de la matriz en lugar de un separador en el lado del troquel.

Preferentemente, el pisador, que en la figura 1 está identificado con el número 41 o 40, aprieta las piezas metálicas 11 y 12 a unir contra la matriz 30 o junto a la misma. La herramienta de estampación 20 incluye un cilindro de presión (por ejemplo un cilindro hidráulico, un cilindro de gas comprimido, un cilindro neumohidráulico, un cilindro servoeléctrico) que provoca la llamada "carrera de ida" del troquel en la dirección a las piezas metálicas 11 y a continuación 12. En una primera fase de la carrera de ida del troquel, el troquel se aproxima (figura 2A). Después tiene lugar la fase de hundimiento, en la que el troquel se hunde en las piezas metálicas 11, 12 y las recalca y deforma (figuras 2B y 2C). A continuación se produce una fase denominada "carrera de vuelta" del troquel (véase la figura 1). A continuación se puede retirar el elemento de construcción metálica (parcialmente) acabado, unido o conectado o se pueden realizar otras uniones por clinchado.

Debido a la presión de recalcado durante el hundimiento se produce un flujo lateral del material de las piezas metálicas 11 y 12, con lo que la matriz 30 con hueco, escotadura, cavidad o espacio de deformación 31, por ejemplo en forma de una ranura anular (incorporada), se llena en la mayor medida posible o por completo y se forma un destalonado  $f$  de la pieza metálica 11 del lado del troquel en la pieza metálica 12 del lado de la matriz (véase la figura 3A). Las características más importantes para la evaluación de una unión por clinchado 13, como muestra la figura 3A, son el destalonado  $f$  y el grosor de cuello  $tn$ , ya que la capacidad de carga de la unión por clinchado 13 se correlaciona de forma directa con estos parámetros. Estos dos parámetros son muy importantes para la estabilidad y resistencia de los elementos de construcción metálica según la invención. Un valor típico para el destalonado  $f$  es igual a 0,5 mm y un valor típico para el grosor de cuello  $tn$  es igual a 1,5 mm.

La unión por clinchado 13 y las piezas 11, 12 se pueden caracterizar adicionalmente mediante los siguientes datos: diámetro interior del elemento de unión o del troquel  $di$ , altura sobresaliente  $h$ , espesor de fondo restante  $tb2$  de la pieza metálica 12 del lado de la matriz, espesor de fondo restante  $tb1$  de la pieza metálica 11 del lado del troquel, espesor de la pieza metálica del lado de la matriz  $t2$ , espesor de la pieza metálica del lado del troquel  $t1$  y espesor de piezas total  $tt$ .

Se han realizado diferentes ensayos y experimentos para optimizar el proceso de clinchado ya conocido y modificado de tal modo que también se puedan unir entre sí por clinchado piezas metálicas 11, 12 con espesores superiores a 4 mm, para obtener un elemento de construcción metálica sin que se produzcan fuerzas de apriete demasiado altas. Se han realizado simulaciones y a continuación se han fabricado diferentes herramientas y llevado a cabo ensayos de unión para poder comparar las secciones transversales, fuerzas de unión y fuerzas de retención calculadas (en el experimento) en referencia a la simulación. Como base de las investigaciones para el diseño de la herramienta se utilizaron principios de configuración de herramientas para la unión por clinchado sin corte y con matriz rígida 30.

Las primeras investigaciones han demostrado que para la realización de una unión por clinchado 13 con un diámetro de troquel pequeño (diámetro  $D2 = 12$  mm o 14 mm) se han de utilizar fuerzas de unión de aproximadamente 400 kN a 510 kN y para un diámetro de troquel mayor ( $D2 = 20$  mm) se requieren fuerzas de unión de aproximadamente 670 kN (en ambos casos incluyendo la fuerza de retención). Estos resultados en sí entran dentro del intervalo del resultado previsible. (No obstante, a pesar de la lubricación de la herramienta, se produce un fuerte aprisionamiento del troquel en la pieza.)

Investigaciones más precisas con respecto al aprisionamiento del troquel han demostrado que el aprisionamiento se produce debido a la tensión radial que se ejerce sobre el flanco del troquel. Se ha comprobado que, sobre todo en la zona de transición superior 22, se generan altas tensiones radiales.

Entonces, en otro paso de optimización, la geometría del troquel se ha modificado de forma selectiva de tal modo que sobre el flanco 25 actúa una tensión radial menor. En base al hecho de que, en las primeras variantes de la herramienta, el valor del grosor de cuello  $tn$  y el valor del destalonado  $f$  de los troqueles de diámetros  $D2 = 12$  mm y  $D2 = 14$  mm eran casi iguales, se han realizado otras optimizaciones. También se han realizado investigaciones en piezas con diferentes espesores de pieza totales  $tt$  y con piezas 11, 12 que tienen espesores  $t1$ ,  $t2$  diferentes en cada caso. En este contexto se ha comprobado que no sólo los troqueles comerciales y convencionales presentan una fuerte tendencia a quedar aprisionados cuando se alcanzan espesores de pieza total  $tt > 8$  mm, sino que en la zona entre las piezas 11, 12 se forma una cavidad (véase X en la figura 4C). Esta cavidad X influye perjudicando y disminuyendo la resistencia de la unión por clinchado 13 correspondiente y la estabilidad de todo el elemento de construcción metálica.

Los diferentes pasos de optimización han permitido comprender que la configuración de los flancos del troquel influye directamente en el aprisionamiento de éste y en la formación de la cavidad X. Para reducir o eliminar por completo estos dos efectos negativos se han desarrollado y ensayado troqueles configurados, al menos en parte, con forma cónica. Mediante la selección adecuada del ángulo de flanco correspondiente  $W$ ,  $W1$ ,  $W2$  se ha podido reducir o eliminar por completo el aprisionamiento sin que se forme ninguna cavidad perceptible. Se ha comprobado que estos dos efectos sólo están parcialmente relacionados entre sí y que incluso se comportan en parte de forma contraria. Los dos efectos se han podido reducir al mínimo mediante la selección de un intervalo angular adecuado. De este modo se ha establecido la base para la unión por clinchado de chapas gruesas para producir elementos de construcción metálica con uniones por clinchado 13.

En las investigaciones mostradas en las figuras 4A a 4C y descritas a continuación, el troquel no correspondiente a la invención tiene en cada caso un ángulo de flanco de troquel constante  $W = 5^\circ$ , es decir  $D1 < D2$ . Dicho de otro modo, al menos la parte del troquel que entra en contacto con las piezas 11 y 12 durante el hundimiento se estrecha hacia abajo (es decir, hacia el extremo del troquel del lado de la pieza).

5 En las figuras 4A a 4C se representan algunos aspectos de las diferentes investigaciones, ya que sirven también para los troqueles según la invención. Se muestra el comportamiento de flujo de las piezas 11, 12 cuando se utilizan troqueles de diferentes diámetros. La figura 4B muestra cómo se deforman las dos piezas metálicas 11, 12 cuando el troquel tiene un diámetro de 14 mm. La figura 4C muestra cómo se deforman las dos piezas metálicas 11, 12 cuando el troquel tiene un diámetro de 20 mm. Las tres figuras muestran una instantánea antes del comienzo de la

10 carrera de vuelta del troquel.

En las figuras 4A a 4C se puede ver que el diámetro  $D2$  del troquel influye en el flujo transversal de los materiales o las piezas metálicas. En el caso del troquel de 12 mm de diámetro, el material de la pieza metálica 12 no fluye por completo en la cavidad formada por el hueco o la escotadura 31, como se puede ver en la zona identificada como Y. En caso de un troquel de 14 mm se produce un buen "relleno" del hueco o escotadura 31. Si se utiliza un troquel de 20 mm de diámetro, se observa una cavidad (identificada como X en la figura 4) entre las piezas 11 y 12.

15 Tal como han demostrado diversos análisis e investigaciones, el diámetro del troquel sólo es uno de los diferentes parámetros que influyen directamente en el proceso de unión por clinchado y en la resistencia de la unión por clinchado. Se ha comprobado que al unir por clinchado piezas gruesas con  $tt > 8$  mm, la configuración de los flancos desempeña un papel especialmente importante y significativo.

20 La presente invención se caracteriza correspondientemente porque el troquel, que se hunde en las piezas metálicas 11 y 12 durante la deformación, tiene forma cónica. La forma cónica del troquel se extiende al menos a lo largo de una parte (designada como zonas de transición 21, 22) de la longitud  $L$  del troquel que se hunde o se introduce a presión en las piezas 11, 12. La forma cónica resulta del hecho de que el flanco 25 del troquel (véase la figura 3B) está configurado con forma cónica hacia la superficie extrema frontal 23 al menos en la zona de transición cónica inferior 21 y presenta un ángulo de flanco  $W1$  que es inferior o igual a 10 grados, preferentemente inferior o igual a 5 grados. Tal como se muestra además en las figuras 1 y 5A, el ángulo de flanco  $W2$  de la zona de transición superior cónica 22 es menor que el ángulo de flanco  $W1$ , preferentemente igual o menor a 5 grados (ejemplos de realización según las figuras 4A a 4C y la figura 5B).

30 Se han obtenido resultados especialmente buenos con troqueles de diámetros  $D2$  entre 10 mm y 20 mm y con un ángulo de flanco  $W1$ ,  $W2$  que pasa de un primer ángulo  $W1$  a un segundo ángulo  $W2$ , siendo el primer ángulo  $W1$  inferior o igual a 10 grados, preferentemente inferior o igual a 5 grados, y siendo el segundo ángulo  $W2$  inferior o igual a 2 grados, preferentemente inferior o igual a 1 grado. El primer ángulo  $W1$  se encuentra en la zona de transición (inferior y cónica) 21 directa con la superficie extrema frontal 23 (es decir, en la zona del extremo del troquel del lado de la pieza) y el segundo ángulo  $W2$  se encuentra en la zona de transición (superior y cónica) 22 que se aleja o sale o sobresale de la pieza metálica 11, 12 (es decir, en la zona del troquel del lado de la herramienta).

35 Esta realización de troqueles cónicos muestra una tendencia claramente menor al aprisionamiento y no se forma ninguna cavidad X (o sólo se forman cavidades poco destacadas). Sin embargo, la ventaja de la baja tensión radial y, en consecuencia, la menor tendencia al aprisionamiento, se "paga a precio de oro" por la formación de la cavidad X entre las piezas metálicas 11, 12. Es decir, el ángulo de flanco  $W$ ,  $W1$ ,  $W2$  no se puede elegir a voluntad, ya que en caso contrario la cavidad X se haría demasiado grande y la resistencia de la unión por clinchado se volvería demasiado pequeña.

40 Son ideales aquellas formas de realización del troquel en las que la retirada o reducción de los flancos generada por el ángulo de flanco no es demasiado grande, ya que, si la retirada o reducción de los flancos es demasiado grande, la presión radial sobre las piezas 11, 12 es demasiado pequeña y se reduce así el flujo transversal de los materiales o las piezas metálicas.

45 Los valores angulares indicados  $W$ ,  $W1$ ,  $W2$  también han dado buenos resultados porque las uniones por clinchado generadas con estos troqueles presentan valores de grosor de cuello  $tn$  y destalonado  $f$  similares y comparables a los de los troqueles de chapa fija comerciales y convencionales puramente cilíndricos, lo que indica una resistencia a la tracción comparable, idéntica, de la unión por clinchado 13 correspondiente.

50 La forma cónica del troquel se extiende al menos a lo largo de las zonas de transición 21, 22 de la longitud  $L$  del troquel que se hunden en las piezas 11, 12. En caso de piezas metálicas con un espesor de pieza total  $tt > 8$  mm, esta longitud  $L$  se puede calcular de la siguiente manera:  $0,3 tt \leq L \leq 2 tt$ . Es decir, las zonas de transición cónicas 21, 22 corresponden a un valor de entre tres décimos del espesor de pieza total  $tt$  y el doble del espesor de pieza total  $tt$ .

55 A continuación se explica de forma resumida una forma de troquel según la invención mediante las figuras 1 y 5A.

Figura	5A, 1
Diámetro típico	$D_1 < D_2$ y $10 \text{ mm} \leq D_2 \leq 30 \text{ mm}$
Longitud $L$ de las zonas de transición 21, 22	$0,3 \text{ } t \leq L \leq 2 \text{ } t$
Ángulo	$W_1 \leq 10$ grados en la zona de transición inferior 21 y $0$ grados $< W_2$ en la zona de transición superior 22, siendo $W_1 > W_2$

5 Las resistencias logradas que se alcanzan con los troqueles según la invención, por ejemplo con un troquel de diámetro de 12 mm y un flanco de troquel (figura 5A), tienen, en promedio, un valor superior a 50 kN o 55 kN. En caso de unas condiciones seleccionadas con especial cuidado, la fuerza de tracción llega incluso a aproximadamente 58 kN y sólo diverge ligeramente en un bajo porcentaje.

10 Para establecer la fuerza de separación o del separador 40 se han de tener en cuenta dos criterios. Por un lado, la fuerza de separación o la fuerza del separador ha de ser mayor que la fuerza de aprisionamiento del troquel. Evidentemente, este valor depende en gran medida de la geometría del troquel utilizado, como ya se ha descrito más arriba, pero también de la lubricación o el revestimiento de las herramientas. Unas fuerzas de expulsión máximas de 30 kN a 40 kN han dado resultados muy fiables. En caso de una configuración óptima de los ángulos de flanco o de la conicidad del troquel, son suficientes unas fuerzas de expulsión de 25 kN. Para el troquel (figura 5A) se puede tomar en consideración incluso una reducción adicional de la fuerza de expulsión, ya que en este caso no se producirá nunca el aprisionamiento del troquel.

15 En una forma de realización especialmente ventajosa, el separador 40 actúa al mismo tiempo como pisador (41) y está dimensionado de tal modo que las piezas metálicas 11,12 experimentan la menor deformación posible para eliminar la distorsión de las piezas 11, 12 o mantener ésta en el menor valor posible.

20 Con los troqueles según la invención y las herramientas de unión por clinchado o máquinas de unión por clinchado que presentan o disponen de los troqueles correspondientes se pueden producir elementos de construcción metálicos especialmente estables y resistentes del modo más simple, fácil, económico y fiable. El coste de estos elementos de construcción metálica con uniones por clinchado 13 es inferior al de las uniones soldadas, remachadas o atornilladas. El coste del material de unión para los elementos de construcción metálica con uniones por clinchado 13 es cero. Además, el tiempo de trabajo se limita, siendo mínimo.

25 La figura 6 muestra una vista lateral una escalera mecánica 1. La escalera mecánica 1 incluye una balaustrada 2 con pasamanos circulante y una cadena continua de huellas de escalón o escalones 3. Por debajo de la balaustrada 2 de la escalera mecánica o del pasillo móvil se dispone típicamente una construcción metálica 4 que está realizada de tal modo que salva el espacio o la distancia entre dos plantas E1 y E2 y porta los elementos, componentes o unidades constructivas de la escalera mecánica 1 o el pasillo móvil.

30 Esta construcción metálica ha de satisfacer los requisitos más estrictos y, por ello, su fabricación resulta cara y costosa. De acuerdo con la invención, se utilizan elementos de construcción metálica en celosías o en elementos de soporte de celosías 5 tal como se muestra en la figura 7. Un elemento de construcción metálica en celosía o un elemento de soporte en celosía 5 de este tipo puede presentar dos vigas de acero o vigas perfiladas 6.1 y 6.2 extendiéndose en dirección longitudinal. Son especialmente preferentes las vigas de acero con un perfil en forma de L, I o U, y tubos o tubos conformados. Estas dos vigas de acero 6.1, 6.2 se unen entre sí mediante una serie de chapas planas o hierros planos, o de perfiles de chapa o perfiles de acero 6.3, 6.4. Las chapas planas o hierros planos, o los perfiles de chapa o perfiles de acero 6.3, 6.4 están fijados según la invención mediante una, dos, tres o más uniones por clinchado 13 a cada una de estas vigas de acero o vigas perfiladas 6.1 y 6.2 y constituyen así un armazón en celosía, una pared de soporte en celosía o un elemento de soporte en celosía estable. Tal como se puede ver en la figura 7, las chapas planas o hierros planos, o los perfiles de acero o perfiles de chapa, se disponen típicamente de tal modo que, en cada caso, se suceden alternativamente un poste vertical o un montante 6.3 y un puntal inclinado o una diagonal 6.4. Las uniones por clinchado 13 están indicadas en la figura 7 con los círculos "A".

45 Las figuras 8A y 8B muestran detalles de un elemento de construcción metálica 5 según la invención. En ellas se puede ver una de las vigas de acero 6.1 y dos de las chapas planas o hierros planos, o de los perfiles de chapa o perfiles de acero 6.3, 6.4. En el ejemplo mostrado, la viga de acero 6.1 consiste en una viga o ángulo en L con un espesor de material  $t_1 > 4$  mm, y los montantes o los postes verticales y las diagonales consisten en perfiles de chapa, hierros planos, perfiles de acero o perfiles de construcción metálica 6.3, 6.4 acodados con un espesor de material  $t_2$  mayor o igual a 3 mm. En la figura 8B se puede ver una sección a través de dos uniones por clinchado 13 dispuestas una junto a la otra. La conexión correspondiente se denomina unión por clinchado doble.

De acuerdo con la invención se consideran especialmente ventajosos los elementos de construcción metálica en los que están unidas entre sí piezas metálicas de diferente grosor (por ejemplo los largueros o vigas perfiladas 6.1 y los perfiles de chapa, perfiles de acero o perfiles de construcción metálica 6.3, 6.4), realizándose las uniones por clinchado 13 preferentemente desde el lado de la pieza más gruesa. Es decir, el troquel de la herramienta de unión por clinchado se hunde desde el lado de la pieza metálica más gruesa y la unión por clinchado se forma en el lado opuesto (véase la figura 8B). Dicho de otro modo, son preferentes las uniones por clinchado en las que el material más grueso se deforma por deformación local en el material más delgado, formando una unión firme por flujo transversal.

Para comparar, la figura 8C muestra una parte de una celosía o armazón en celosía cuyas piezas 6.1, 6.3, 6.4 han sido conectadas entre sí mediante cinco o seis uniones por soldadura. Es evidente que la producción de estas uniones por soldadura resulta costosa.

La figura 9 muestra otra forma de realización de la invención. En este caso se utilizan uniones por clinchado 13 simples para crear un elemento de construcción metálica. La unión correspondiente se designa como unión por clinchado simple.

La figura 10 muestra otra forma de realización de la invención. En este caso se utilizan de nuevo uniones por clinchado 13 para producir, por ejemplo, un soporte (medio o central) 51 en construcción metálica. Este soporte (medio o central) 51 puede formar parte de un elemento de construcción metálica 50, 5 para la construcción de pasillos móviles o la construcción de escaleras mecánicas. Tal como se muestra esquemáticamente, un perfil de acero 7.1 se apoya sobre un perfil de acero inferior 7.2. Los dos perfiles de acero están unidos entre sí mediante uniones por clinchado 13. Además, 7.1 y 7.3 pueden estar unidos por clinchado con 6.2 y presentar una o varias uniones por clinchado 13. Sobre el perfil de acero 7.1 se apoya un larguero o viga perfilada 6.2. En este larguero o viga perfilada 6.2 están fijadas varias chapas planas o hierros planos, o varios perfiles de chapa o perfiles de acero 6.5, 6.6 con uniones por clinchado 13.

De acuerdo con la invención también se pueden producir elementos de construcción metálica que forman parte de una instalación de ascensor. Por ejemplo, la primera pieza metálica 11 puede ser un elemento de apoyo o soporte o un elemento de fijación de la cabina de un ascensor. En este caso, la segunda pieza metálica 12 consiste en una chapa plana o hierro plano o en un perfil de chapa o perfil de acero que está fijado mediante una, dos, tres o más uniones por clinchado 13 en el elemento de apoyo o soporte o en el elemento de fijación. Por ejemplo, el bastidor o el bastidor de seguridad de la cabina de un ascensor se puede construir con vigas de acero estables 11 que presentan varios tirantes de refuerzo de chapa o perfiles de acero. Estos tirantes de refuerzo están unidos firmemente por clinchado a las vigas de acero. Además, la rejilla de torno, la rejilla de accionamiento, el soporte de accionamiento, el caballete de máquina, el armazón de torno o el armazón de máquina pueden estar unidos por clinchado con perfiles de acero o chapas.

Sin embargo, la primera pieza metálica 11 también puede ser un elemento de apoyo o de armazón de un contrapeso, un armazón de contrapeso o una caja de contrapeso de una instalación de ascensor. En este caso, la segunda pieza metálica 12 consiste en una chapa plana o hierro plano, o en un perfil de chapa o perfil de acero, que está fijado mediante una, dos, tres o más uniones por clinchado 13 al elemento de apoyo o de armazón.

Con la herramienta de troquelado 20 según la invención también se pueden disponer dos uniones por clinchado 13 una junto a la otra (véase la figura 8A y la figura 8B) para aumentar adicionalmente la resistencia a la tracción y al cizallamiento. En este caso se ha comprobado que la resistencia a la tracción se puede aumentar a valores prácticamente el doble de grandes que en el caso de una unión por clinchado 13 simple. Por término medio, las muestras pudieron ser sometidas a una carga de aproximadamente 118 kN.

Una herramienta de unión por clinchado 20 especialmente ventajosa presenta dos troqueles del mismo tipo dispuestos uno junto a otro que son capaces de unir la primera pieza metálica 11 con la segunda pieza metálica 12 mediante dos uniones por clinchado. En este caso, mediante un movimiento de aproximación y un movimiento de hundimiento se producen simultáneamente dos uniones por clinchado adyacentes. En las figuras 8A y 8B se muestra un ejemplo de una unión por clinchado doble correspondiente. En el ejemplo mostrado se puede ver que, de acuerdo con la invención, por ejemplo una viga perfilada de acero gruesa 11, 6.1 (primera pieza metálica) se puede unir con una chapa, hierro plano, perfil de acero o perfil de chapa 12, 6.3, 6.4 más delgado (segunda pieza metálica) mediante dos uniones por clinchado 13 adyacentes.

De acuerdo con la invención, las uniones por clinchado 13 sin corte también se pueden realizar con una matriz de apertura. En este caso, después del proceso de hundimiento, unas láminas de la matriz alojadas de forma elástica son apretadas hacia afuera por el flujo radial del material de la pieza, posibilitando de este modo la formación del destalonado.

Además de las ventajas de la unión por clinchado convencional, también se puede emplear una unión por clinchado sin matriz que, debido a su principio de funcionamiento especial, presenta las siguientes ventajas:

- El desplazamiento entre el troquel (unión) y la herramienta complementaria (yunque) no influye negativamente en la calidad de la unión 13. De este modo se reducen los requisitos de exactitud impuestos a la máquina de unión.

- Se pueden eliminar trabajos de ajuste que requieren mucho tiempo.
  - El desgaste disminuye y la seguridad de proceso aumenta, dado que ya no se puede producir ninguna desconchadura en el canto de la matriz.
  - Se puede utilizar el mismo yunque para todas las tareas de unión. Ya no es necesario cambiar la matriz al cambiar de tarea de unión, como ocurre en el caso de la unión por clinchado convencional.
  - Las uniones 13 son más planas y menos molestas que las conexiones realizadas con la unión por clinchado convencional.
  - El grosor de la chapa se puede cambiar sin necesidad de cambiar de herramienta, lo que permite ahorrar un valioso tiempo de trabajo.
- 5 10 – El emparejamiento de materiales se realiza sin esfuerzo.
- La unión por clinchado sin matriz aumenta la cantidad de uniones por clinchado o puntos de unión por juego de herramientas o por troquel (unión).

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir una unión de construcción de acero de alta capacidad de carga, donde, mediante una herramienta de estampado (20) y una herramienta complementaria (30), se conforma una unión local por clinchado (13) que conecta una primera pieza metálica (11; 6.1, 6.2; 7.1) con una segunda pieza metálica (12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3), que incluye los pasos de:
    - colocar una sobre otra y alinear la primera pieza metálica (11; 6.1, 6.2; 7.1) y la segunda pieza metálica (12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3) sobre una superficie de procesamiento de la herramienta complementaria (30);
    - aproximar un troquel de la herramienta de estampación (20);
    - hundir el troquel en las dos piezas metálicas (11; 12; 6.1, 6.3; 6.4; 6.2, 6.5, 6.6; 7.1, 7.2, 7.3) hasta que se conforma la unión local por clinchado (13);
    - extraer el troquel,
    - presentando la primera pieza metálica (11; 6.1, 6.2; 7.1) un primer espesor de pieza ( $t_1$ ) y la segunda pieza metálica (12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3) un segundo espesor de pieza ( $t_2$ ), que juntos dan como resultado un espesor de pieza total ( $tt$ ) mayor de 8 mm; y
    - estando diseñado el troquel con simetría de rotación con respecto a un eje de rotación (24) y presentando el mismo al menos una zona de transición cónica (21, 22) que se estrecha en el sentido de hundimiento del troquel con un ángulo ( $W, W_1, W_2$ ),
- 20 caracterizado porque el ángulo de flanco ( $W, W_1, W_2$ ) pasa de un primer ángulo ( $W_1$ ) en una zona de transición cónica inferior (21) (que conduce a la superficie extrema frontal (23)) a un segundo ángulo ( $W_2$ ) en una zona de transición cónica superior (22), siendo el primer ángulo ( $W_1$ ) mayor que el segundo ángulo ( $W_2$ ), y porque, durante la conformación, la zona de transición cónica superior (22) del troquel también se hunde al menos parcialmente en las piezas metálicas (11, 12).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se trata de una unión de construcción de acero en la que se utiliza un perfil de acero, una viga de acero, una chapa de acero, un tubo conformado, una chapa (acero inoxidable, aluminio, cobre) o un perfil de chapa de acero (6.1, 6.2; 7.1) como primera pieza metálica (11) y una chapa de acero, un perfil de acero, un tubo conformado, una chapa (acero inoxidable, aluminio, cobre) o un perfil de chapa de acero (6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 7.2, 7.3) como segunda pieza metálica (12).
  3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el primer espesor de pieza ( $t_1$ ) es mayor que el segundo espesor de pieza ( $t_2$ ), siendo preferentemente el primer espesor de pieza ( $t_1$ ) mayor o igual a 4 mm y el segundo espesor de pieza ( $t_1$ ) mayor o igual a 3 mm.
  4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se elige un troquel cuya zona de transición cónica (21, 22) tiene una longitud  $L$  que depende del espesor de pieza total ( $tt$ ) de la siguiente manera:  $0,3 \, tt \leq L \leq 2 \, tt$ , siendo  $L$  preferentemente más corta y más pequeña que  $tt$  y en un caso preferente  $L \leq 0,5 \, tt$ .
  5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se elige un troquel cuyo diámetro ( $D_2$ ) oscila entre 10 y 30 mm o 35 mm en caso de un espesor de pieza total ( $tt$ ) mayor de 8 mm, oscilando dicho diámetro ( $D_2$ ) preferentemente entre 12 y 20 mm o 25 mm (inclusive).
  6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para extraer el troquel se utiliza un separador (40) que permite la separación después de la unión por clinchado de las piezas metálicas (11; 6.1, 6.2; 7.1; 12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3).
  7. Procedimiento según la reivindicación 5 y/o 6, caracterizado porque, antes de la separación, el separador (40) se dispone contra una superficie (15) de la primera pieza metálica (11; 6.1, 6.2; 7.1) y porque durante la separación se aplica una fuerza de separación contra las piezas metálicas (11; 6.1, 6.2; 7.1; 12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3) mediante el separador (40), mientras que una fuerza de carrera de vuelta que actúa en sentido contrario tira del troquel hacia atrás, siendo la fuerza de separación inferior a 45 kN en caso de un espesor de pieza total ( $tt$ ) mayor de 8 mm.
  8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se utilizan simultáneamente dos troqueles del mismo tipo dispuestos uno junto al otro y, después de hundir y extraer el troquel, la primera pieza metálica (11; 6.1, 6.2; 7.1) y la segunda pieza metálica (12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3) quedan unidas mediante dos uniones por clinchado (13) adyacentes.

9. Utilización de una herramienta de unión por clinchado (20) para producir un elemento de construcción de acero (5; 50) con capacidad de carga a partir de dos piezas metálicas (11; 6.1, 6.2; 7.1; 12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3), estando unidas entre sí las piezas metálicas (11; 6.1, 6.2; 7.1; 12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3) mediante al menos una unión por clinchado (13) y presentando la herramienta de unión por clinchado (20) un troquel con una zona de transición cónica (21, 22) con un ángulo de flanco (W, W1, W2), caracterizada porque el ángulo de flanco (W, W1, W2) pasa de un primer ángulo (W1) en una zona de transición cónica inferior (21) (que conduce a la superficie extrema frontal (23)) a un segundo ángulo (W2) en una zona de transición cónica superior (22), siendo el primer ángulo (W1) mayor que el segundo ángulo (W2), y porque, durante la conformación, la zona de transición cónica superior (22) del troquel también se hunde al menos parcialmente en las piezas metálicas (11, 12), de modo que la superficie frontal (23) del troquel del lado de la pieza presenta un diámetro (D1) en el lado de la pieza ligeramente más pequeño que el diámetro (D2) del troquel en el lado de la herramienta.
- 5
10. Utilización según la reivindicación 9, caracterizada porque una primera pieza (11; 6.1, 6.2; 7.1) del elemento de construcción metálica (5; 50) presenta un primer espesor de pieza (t1) y una segunda pieza (12; 6.3, 6.4, 6.5, 6.6; 7.2, 7.3) del elemento de construcción metálica (5; 50) presenta un segundo espesor de pieza (t2), siendo el primer espesor de pieza (t1) mayor que el segundo espesor de pieza (t2), preferentemente siendo el primer espesor de pieza (t1) mayor o igual a 4 mm y el segundo espesor de pieza (t2) mayor o igual a 3 mm, y siendo el espesor de pieza total (tt) superior a 8 mm.
- 15
11. Utilización según la reivindicación 9 y/o 10, caracterizada porque la primera pieza (11) es un perfil de acero, una viga de acero, una chapa de acero, un tubo conformado, una chapa (acero inoxidable, aluminio, cobre) o un perfil de chapa de acero (6.1, 6.2; 7.1) y la segunda pieza metálica (12) es una chapa de acero, un perfil de acero, un tubo conformado, una chapa (acero inoxidable, aluminio, cobre) o un perfil de chapa de acero (6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 7.2, 7.3).
- 20
12. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 11, caracterizada porque la unión por clinchado (13) está dimensionada para una carga de tracción de al menos 40 kN.

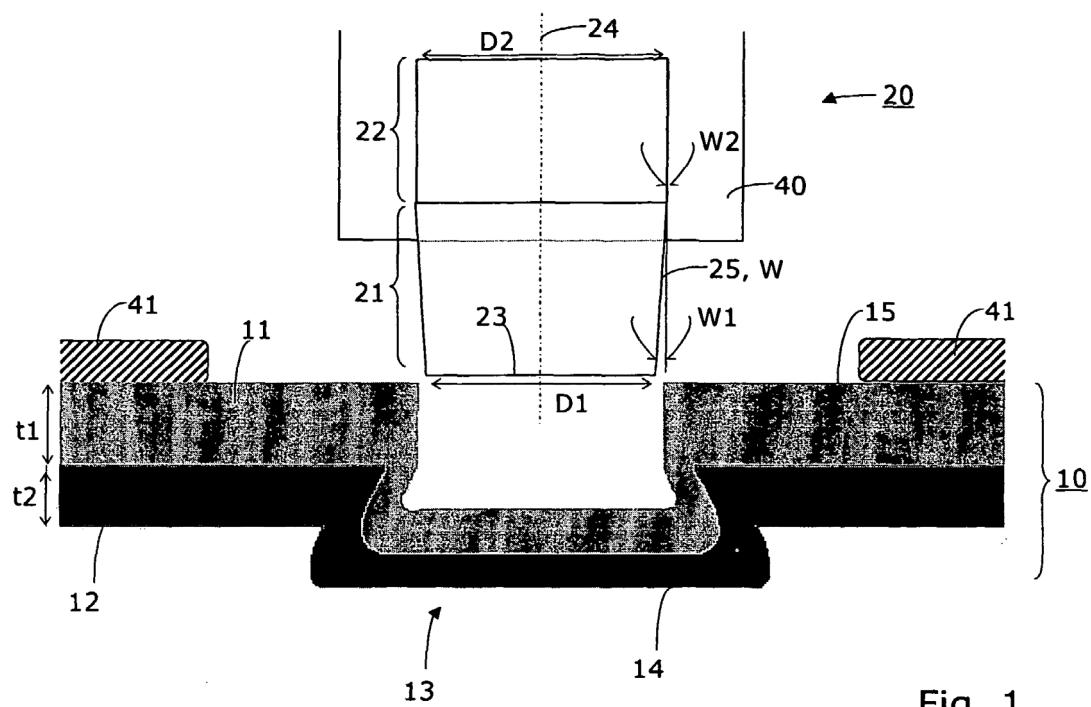


Fig. 1

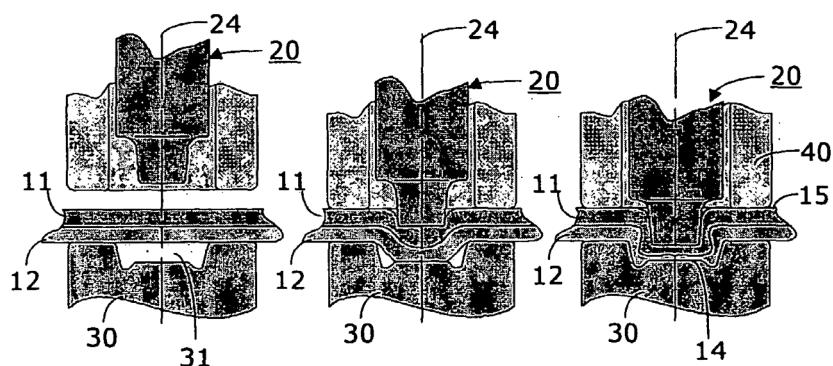


Fig. 2A

Fig. 2B

Fig. 2C

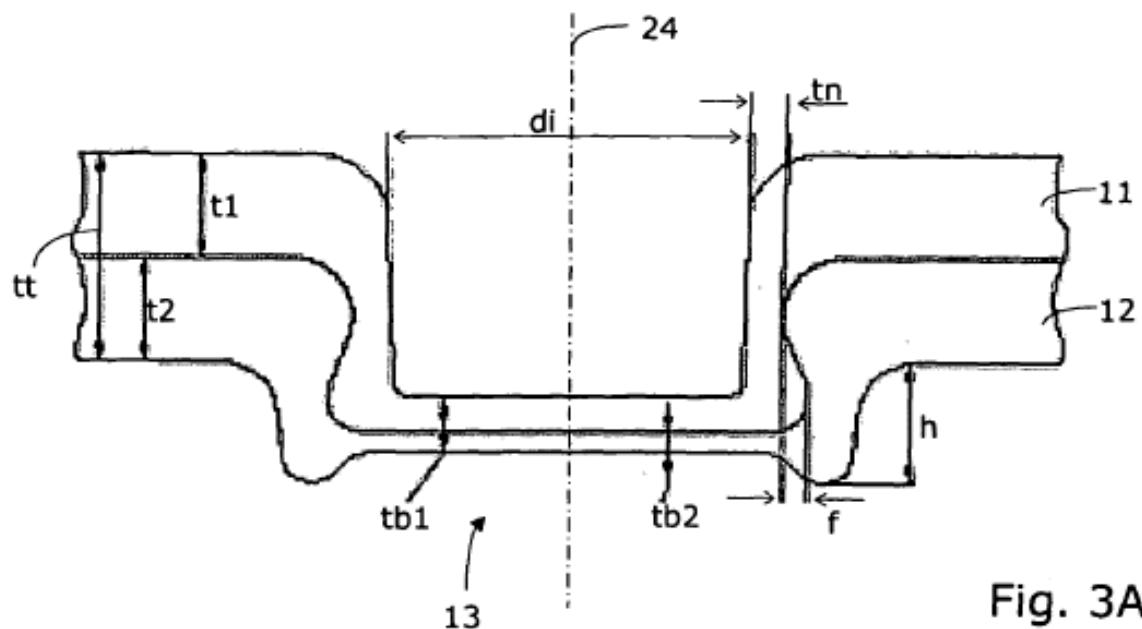


Fig. 3A

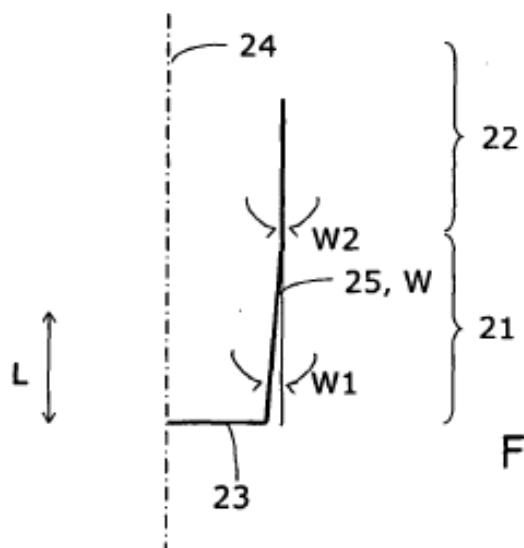


Fig. 3B

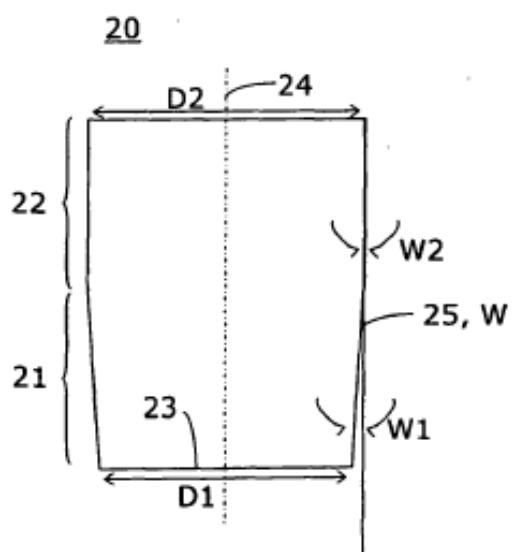
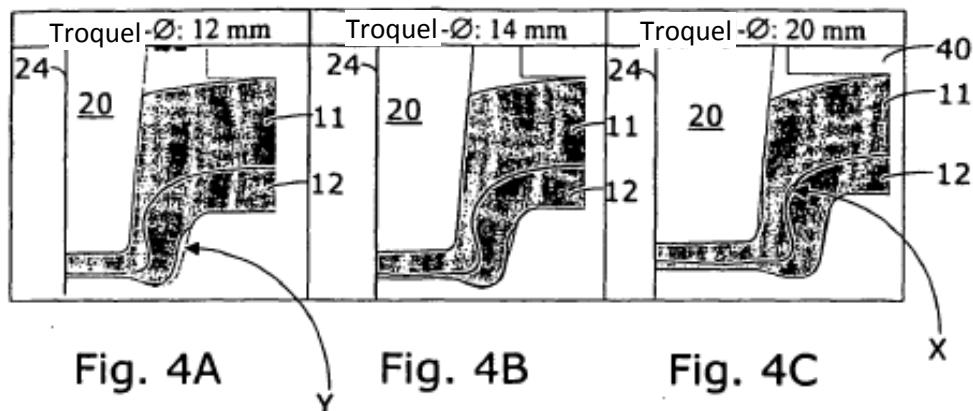


Fig. 5A

Fig. 5B (anulada)

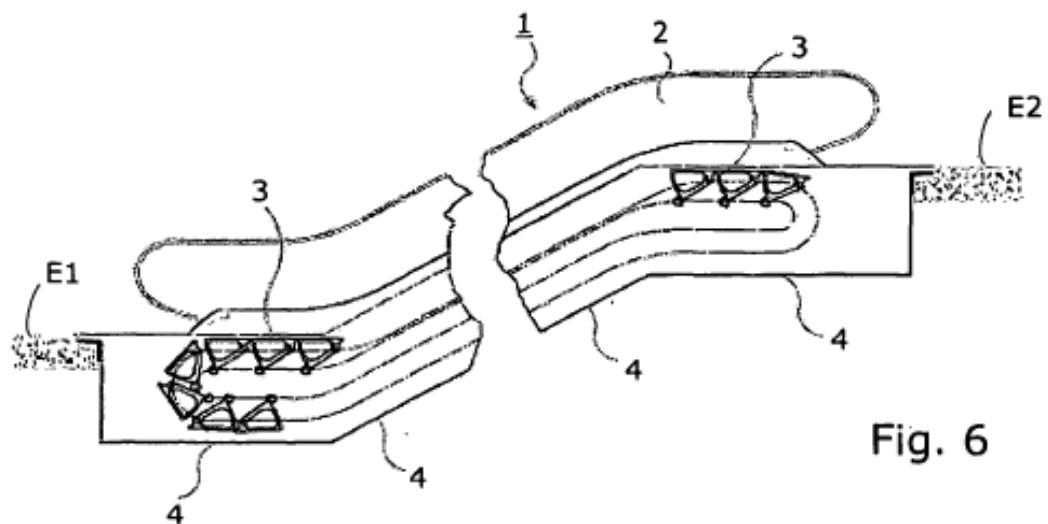


Fig. 6

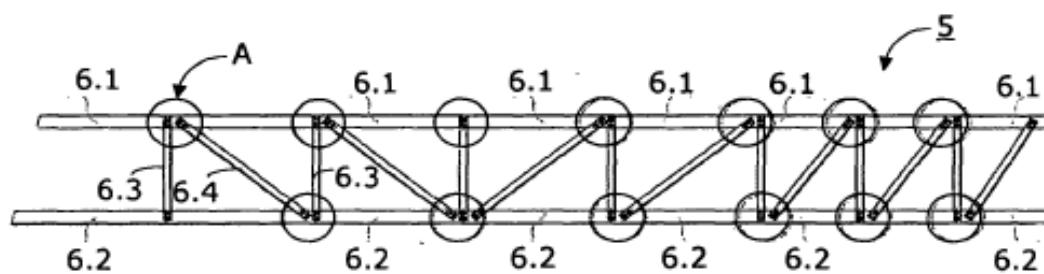


Fig. 7

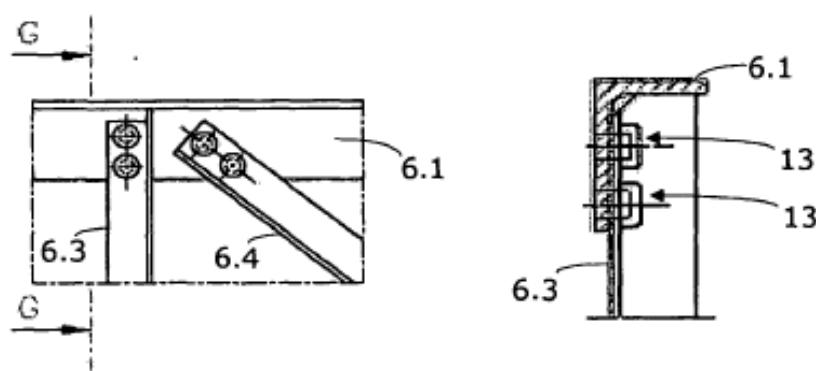


Fig. 8B

Fig. 8A

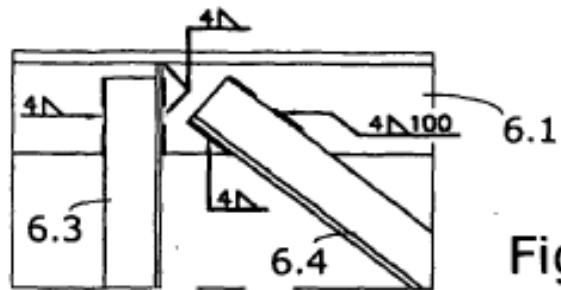


Fig. 8C

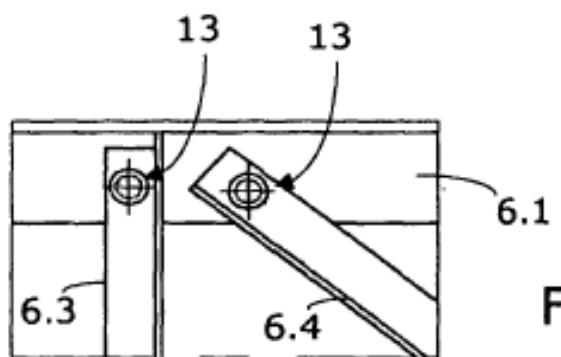


Fig. 9

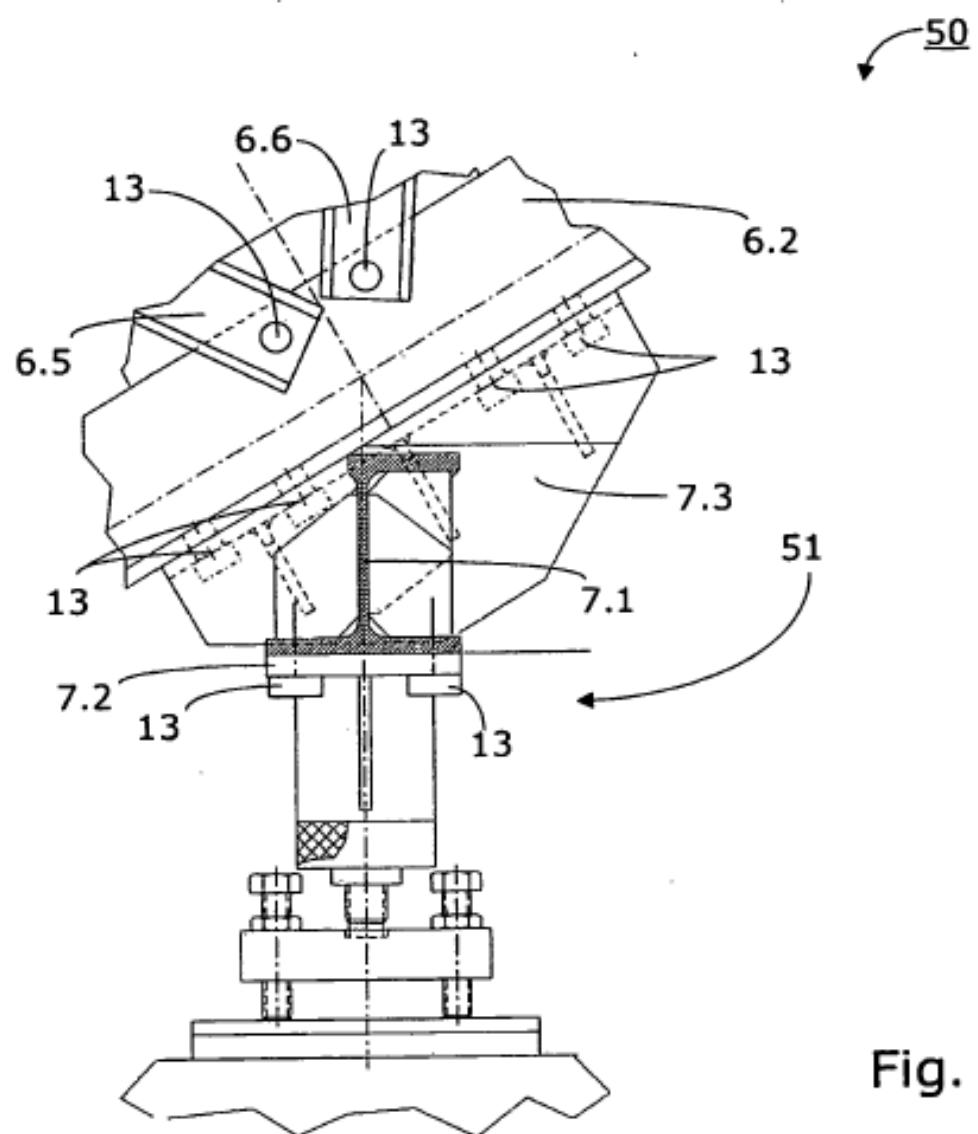


Fig. 10