

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 328**

51 Int. Cl.:

**C21D 1/34** (2006.01)

**C21D 1/673** (2006.01)

**B21D 22/00** (2006.01)

**B21D 37/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2010** **E 10186516 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2439289**

54 Título: **Procedimiento y horno para tratar piezas de trabajo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.04.2017**

73 Titular/es:

**SCHWARTZ GMBH (100.0%)**  
**Edisonstraße 5**  
**52152 Simmerath, DE**

72 Inventor/es:

**SCHWARTZ, ROLF-JOSEF**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 609 328 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

Procedimiento y horno para tratar piezas de trabajo

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para tratar al menos una pieza de trabajo en un horno, en el que la pieza de trabajo se calienta en una cámara de horno del horno por al menos dos unidades de calentamiento, presentando la pieza de trabajo un primer lado de pieza de trabajo y un segundo lado de pieza de trabajo, y calentando una primera unidad de calentamiento el primer lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y una segunda unidad de calentamiento el segundo lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo.
- 10 La invención se refiere a además a un horno correspondiente para llevar a cabo el procedimiento.
- En el sector de la fabricación y tratamiento de componentes conformados es habitual producir componentes conformados de manera controlada con propiedades de material deseadas. Por ejemplo, en la industria automovilística se templan componentes tales como brazos transversales, columnas B o parachoques para automóviles mediante un calentamiento completo con un posterior enfriamiento brusco. Para ello, los componentes de acero deben calentarse al menos hasta la temperatura de austenización, para que se forme martensita con el enfriamiento rápido. En cambio, los componentes de metal ligero se calientan hasta una temperatura de ablandamiento. En diversos casos de uso, en particular en la tecnología del automóvil, resulta ventajoso que los componentes conformados presenten en diversas zonas diferentes propiedades de material. Por ejemplo, puede estar previsto que un componente deba presentar en una zona una alta resistencia, pero en otra zona una ductilidad superior en relación con la misma. Esto se consigue, por ejemplo, mediante un calentamiento diferente de las zonas individuales.
- 15 Para calentar grandes cantidades de producción de tales componentes conformados se conocen hoy en día hornos de funcionamiento eléctrico, induciéndose para el calentamiento de una pieza de trabajo por ejemplo una corriente parásita en la pieza de trabajo. En los hornos de conducción se conduce en cambio una corriente eléctrica directamente a través del componente conformado.
- 20 Sin embargo, en este caso los hornos continuos son, incluso el caso de una realización en varios niveles, debido al coeficiente de transferencia de calor (CCT) relativamente bajo de como máximo  $125 \text{ W/m}^2/\text{K}$ , muy largos y consumen, debido a la gran superficie condicionada por ello, mucha energía. En el caso de los hornos de varias cámaras, si bien los componentes se disponen unos sobre otros, sin embargo, puesto que estos hornos tienen igualmente un CCT bajo, estos son aun así grandes y tienen la desventaja de un alto consumo de energía.
- 25 Con el calentamiento por inducción directa puede conseguirse un CCT de hasta  $5.000 \text{ W/m}^2/\text{K}$ . Puesto que el acoplamiento inductivo disminuye gravemente sin embargo en el caso de los materiales de acero magnéticos por encima del punto de Curie y el flujo de corriente inducido cae, debido a la geometría de las placas requerida – que puede tener orificios y ensanchamientos así como estrechamientos de la sección transversal – de manera muy diversa, el calentamiento se produce de manera muy poco uniforme. Para la uniformización es necesario por tanto a continuación aún un horno convencional. Esta disposición compleja no resulta práctica, a no ser que se trate de geometrías muy sencillas, que no se dan en la práctica en este sector. Asimismo, el calentamiento por inducción es muy caro tanto por los costes de inversión como por los costes operativos debido a la energía secundaria requerida y al necesario enfriamiento de las bobinas.
- 30 Desventajas similares se aplican para el calentamiento conductivo, siendo los costes operativos más bajos, ya que se omite al menos del enfriamiento de las bobinas. Sin embargo, para una pieza de trabajo se usa más chapa porque las conexiones entre electrodos requieren lengüetas de contacto. Asimismo, los últimos dos procedimientos mencionados no cubren la necesidad de las diferentes microestructuras, que tienen que provocarse después en una etapa de proceso adicional.
- 35 En otro procedimiento se calienta el componente entre dos herramientas calentadas en forma de planchas. Este procedimiento tiene sin embargo la desventaja de que, debido al tamaño requerido de las planchas, tras un breve tiempo de funcionamiento aparecen deformaciones de superficie y grietas en las planchas, ya que en cada ciclo se supera la deformación elástica admisible de las planchas debido a la deformación térmica. Las vidas útiles de las herramientas son por tanto muy bajas, por lo que este procedimiento es, debido al elevado desgaste de las herramientas, muy oneroso.
- 40 Los procedimientos conocidos no son adecuados, por tanto, en particular para generar piezas conformadas que presenten parcialmente en una zona intermedia, por ejemplo en la zona de la caja en una columna B, una microestructura diferente a la del resto de la pieza conformada, y que al mismo tiempo satisfagan los requisitos impuestos en la construcción de automóviles de la seguridad de procesos y los niveles de calidad que se derivan de la misma, permitiendo estas el calentamiento con coeficientes de transferencia de calor muy altos y por tanto bajos costes operativos y un consumo mínimo de energía primaria y evitándose un elevado desgaste de las herramientas empleadas.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

- 5 La patente estadounidense US 3.461.709 divulga una prensa hidráulica instalada en un horno para la deformación plástica y/o la relajación de tensiones de piezas de trabajo metálicas, la cual presenta una plancha superior así como una plancha inferior. Ambas planchas se calientan directamente mediante elementos de calentamiento eléctricos integrados y pueden moverse verticalmente. Cada plancha de la prensa presenta una correspondiente superficie de contacto, que se pone, mediante el movimiento vertical de ambas planchas, en contacto directo con la pieza de trabajo que está tratándose. Las superficies de contacto están divididas en cada caso en dos mitades. La pieza de trabajo se calienta por ambos lados mediante el contacto directo con las mitades, que se mueven verticalmente, de las superficies de contacto de las unidades de calentamiento.
- 10 La publicación **D2** describe una prensa de embutición profunda, que presenta un punzón superior y uno inferior. Sobre los punzones están colocados los lados superior e inferior, que pueden calentarse, de una herramienta. Entre los lados superior e inferior de la herramienta puede sujetarse, mediante el cierre de la prensa, una pieza de trabajo metálica. A través de la herramienta penetran punzones que pueden calentarse igualmente, los cuales pueden deformar plásticamente en esta zona la pieza de trabajo sujeta mediante un movimiento vertical.
- 15 El objetivo de la invención es, por tanto, proporcionar un procedimiento para tratar piezas de trabajo, que posibilite la configuración de tales propiedades de material y de proceso diferentes al tiempo que se respetan los niveles de calidad, así como con costes bajos.
- 20 Un objetivo de la invención es, además, proporcionar un horno correspondiente para llevar a cabo el procedimiento.
- Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la 1 independiente. Perfeccionamientos ventajosos del procedimiento se desprenden de las reivindicaciones 2-7 dependientes. El objetivo se soluciona además mediante un horno según la reivindicación 8. Formas de realización del horno se desprenden de las 9-15 dependientes.
- 25 La invención comprende un procedimiento para tratar al menos una pieza de trabajo en un horno, en el que la pieza de trabajo se calienta en una cámara de horno del horno por al menos dos unidades de calentamiento, presentando la pieza de trabajo un primer lado de pieza de trabajo y un segundo lado de pieza de trabajo. Una primera unidad de calentamiento calienta a este respecto el primer lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo, y una segunda unidad de calentamiento calienta el segundo lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo. De acuerdo con la invención, a las dos unidades de calentamiento está asociada en cada caso una pieza de trabajo, y cada unidad de calentamiento comprende al menos dos punzones de compresión con superficies de contacto calentadas, que están dispuestas una junto a otra y con la misma orientación. La pieza de trabajo se calienta, al establecerse contacto entre el primer lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión de la primera unidad de calentamiento, y al establecerse igualmente contacto entre el segundo lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión de la segunda unidad de calentamiento.
- 30 Mediante este calentamiento por contacto pueden conseguirse coeficientes de transferencia de calor de  $>2.000\text{W/m}^2/\text{K}$ , basándose la invención a este respecto en el reconocimiento fundamental de que el calentamiento de una pieza de trabajo a través de calentamiento por contacto con una superficie de contacto continua grande es desventajoso, porque tal superficie de contacto está sometida a fuertes deformaciones térmicas debido a las condiciones de temperatura en uso, lo que solo permite un determinado de carreras. Mediante una unidad de calentamiento consistente en al menos dos punzones de compresión con superficies de contacto más pequeñas puede evitarse sin embargo este efecto negativo y proporcionarse un procedimiento, con el que pueden satisfacerse permanentemente los requisitos impuestos. A este respecto, en función del tamaño de la pieza de trabajo, dos punzones de compresión por unidad de calentamiento son el requisito mínimo, aunque más de dos punzones de compresión han demostrado ser aún más ventajosos.
- 35 40 45 50 Preferiblemente, las superficies de contacto de los punzones de compresión de una unidad de calentamiento se sitúan, en caso de contacto con la pieza de trabajo, en cada caso en planos diferentes, con lo cual también pueden ponerse en contacto con piezas de trabajo irregulares con elevaciones y/o depresiones.
- 55 Para poder introducir una pieza de trabajo en un horno, antes del calentamiento de la pieza de trabajo preferiblemente al menos dos de los punzones de compresión se mueven verticalmente, desplazándose estos desde una posición sin contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo a una posición con contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo.
- 60 En particular la pieza de trabajo se introduce horizontalmente en la cámara de horno, y la pieza de trabajo se deposita con el lado de pieza de trabajo inferior sobre las superficies de contacto de los punzones de compresión de la unidad de calentamiento inferior. Los punzones de compresión de la unidad de calentamiento superior se desplazan entonces verticalmente hacia abajo, hasta que haya contacto entre las superficies de contacto de los punzones de compresión de la unidad de calentamiento superior y el lado de pieza de trabajo superior, mientras que no se cambia la posición de los punzones de compresión de la unidad de calentamiento inferior.
- 65

Si para alimentar el horno con piezas de trabajo se utiliza un dispositivo de alimentación, que presenta al menos un elemento de alimentación, sobre el que se apoya la pieza de trabajo con su lado de pieza de trabajo inferior, puede estar previsto desplazar verticalmente hacia abajo aquellos punzones de compresión de la unidad de calentamiento inferior que se encuentran en la zona del elemento de alimentación, y depositar la pieza de trabajo a continuación con el lado de pieza de trabajo inferior sobre las superficies de contacto de los otros punzones de compresión de la unidad de calentamiento inferior. Los punzones de compresión previamente desplazados verticalmente hacia abajo se desplazan entonces de nuevo verticalmente hacia arriba, hasta que sus superficies de contacto entran en contacto con el lado de pieza de trabajo inferior de la pieza de trabajo, y los punzones de compresión de la unidad de calentamiento superior se desplazan verticalmente hacia abajo, hasta que sus superficies de contacto entran en contacto con el lado de pieza de trabajo superior. Mediante este modo de proceder es posible que durante la alimentación haya suficiente espacio para el dispositivo de alimentación en la cámara de horno.

Puesto que ni las superficies de los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo si las superficies de contacto de los punzones de compresión son totalmente planos, debido a la tecnología de producción, de modo que el contacto directo entre las superficies de contacto de los punzones de compresión y los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo puede estar interrumpido por zonas, se introduce para mejorar la transferencia de calor un fluido de calentamiento en la rendija de presión entre los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y las superficies de contacto de los punzones de compresión. El suministro del fluido de calentamiento a la respectiva rendija de presión entre los dos lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y las superficies de contacto de los punzones de compresión se produce a este respecto a través de medios que están integrados en los punzones de compresión.

Preferiblemente, las superficies de contacto de los punzones de compresión se calientan a temperaturas diferentes, lo que posibilita el calentamiento de zonas en la pieza de trabajo a diferentes temperaturas. En particular se enfría la superficie de contacto de al menos un punzón de compresión.

La invención comprende además un horno para tratar al menos una pieza de trabajo, que comprende al menos una cámara de horno y al menos dos unidades de calentamiento para calentar la pieza de trabajo en la cámara de horno, presentando la pieza de trabajo un primer lado de pieza de trabajo y un segundo lado de pieza de trabajo y estando dispuestas las al menos dos unidades de calentamiento de tal modo que un primer lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo puede calentarse por la respectiva primera unidad de calentamiento y el segundo lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo puede calentarse por la respectiva segunda unidad de calentamiento, comprendiendo cada unidad de calentamiento al menos dos punzones de compresión y situándose las superficies de contacto de los punzones de compresión de una unidad de calentamiento, en caso de contacto con la pieza de trabajo, en cada caso en planos diferentes. De acuerdo con la invención, las al menos dos unidades de calentamiento están asociadas en cada caso a una pieza de trabajo, y cada unidad de calentamiento comprende al menos dos punzones de compresión con superficies de contacto que pueden calentarse, las cuales están dispuestas una junto a otra y con la misma orientación. La pieza de trabajo puede calentarse en la cámara de horno, al establecerse contacto entre el primer lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión de la primera unidad de calentamiento, y al establecerse igualmente contacto entre el segundo lado de pieza de trabajo de la pieza de trabajo y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión de la segunda unidad de calentamiento.

Preferiblemente, al menos dos de los punzones de compresión pueden moverse verticalmente, estando previstos medios para desplazar estos punzones de compresión desde una posición sin contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo a una posición con contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo de la pieza de trabajo.

De manera conveniente, las superficies de contacto de varios punzones de compresión, dispuestos en filas y columnas, de una unidad de calentamiento forman en cada caso una superficie de calentamiento, cuyas dimensiones se corresponden al menos con los contornos de la pieza de trabajo, pudiendo disponerse las superficies de contacto de los punzones de compresión de una unidad de calentamiento, en caso de contacto con la pieza de trabajo, en cada caso en un plano o en planos diferentes. Con la superficie de calentamiento formada por los punzones de compresión de una unidad de calentamiento puede ponerse en contacto, por tanto, un lado de una pieza de trabajo aproximadamente por completo, aunque también puede estar previsto que, en el caso de superficies de pieza de trabajo irregulares con elevaciones y/o depresiones, solo se ponga en contacto con todas las superficies situadas en horizontal, posicionándose las superficies de contacto de los punzones de compresión de una unidad de calentamiento en planos diferentes, a fin de conseguir esto.

En un ejemplo de realización de la invención, las superficies de contacto de los punzones de compresión están configuradas en forma de panal, ya que esta forma ha resultado ser una forma ventajosa debido a la máxima superficie interna con una longitud exterior mínima evitándose zonas no calentadas. Preferiblemente, las superficies de contacto de los punzones de compresión de la primera unidad de calentamiento están dispuestas desplazadas con respecto a las superficies de contacto de los punzones de compresión de la segunda unidad de calentamiento, con lo cual se consigue un calentamiento uniforme de la pieza de trabajo evitándose rendijas no calentadas entre las superficies de contacto.

En un ejemplo de realización de la invención, las superficies de contacto de los punzones de compresión pueden calentarse a temperaturas diferentes, lo que aumenta la flexibilidad del horno en uso, ya que diferentes zonas de una pieza de trabajo pueden calentarse así a diferentes temperaturas. A este respecto resulta ventajoso, además, que al menos un punzón de compresión pueda enfriarse. En un ejemplo de realización particular de la invención, la superficie de contacto de al menos un punzón de compresión puede, por consiguiente, tanto calentarse como enfriarse de manera selectiva.

A fin de aumentar la flexibilidad del horno, al menos dos de los punzones de compresión de una unidad de calentamiento pueden estar realizados de manera que puedan moverse verticalmente de manera selectiva.

Las ventajas mencionadas anteriormente y otras, particularidades, y perfeccionamientos convenientes de la invención quedarán claros también con ayuda de los ejemplos de realización que se describen a continuación haciendo referencia a las figuras.

De las figuras, muestra:

la figura 1 un ejemplo de realización de un horno de acuerdo con la invención con dos unidades de calentamiento consistentes en varios punzones de compresión en una vista lateral esquemática;

la figura 2 un horno de acuerdo con la figura 1 en una vista en planta esquemática con un dispositivo de alimentación delante del horno;

la figura 3 un horno de acuerdo con la figura 1 en una vista en planta esquemática al introducir una pieza de trabajo mediante un dispositivo de alimentación de acuerdo con un posible procedimiento; y

la figura 4 un ejemplo de realización de un punzón de compresión.

La figura 1 muestra un ejemplo de realización de un horno 10 de acuerdo con la invención con dos unidades de calentamiento 15 y 16 consistentes en varios punzones de compresión, estando representadas únicamente las características fundamentales del horno. Los detalles del horno puede seleccionarlos un experto en la técnica de la manera habitual. En el caso del horno 10 representado en la figura 1 se trata de un horno con un cámara de horno 11, en la que se introduce al menos una pieza de trabajo 20 para su calentamiento. El horno 10 puede ser a este respecto una estación en una línea de estaciones de mecanizado, asumiendo el horno 10 el calentamiento o al menos una parte del calentamiento. Por tanto, el horno 10 presenta preferiblemente un cuerpo de horno 14, en el que la cámara de horno 11 está dotada de una abertura de alimentación 12 y de una abertura de extracción 13 situada enfrente, de modo que el horno 10 puede alimentarse desde un lado con una pieza de trabajo que ha de calentarse, mientras se extrae una pieza de trabajo ya calentada por el otro lado. Una pieza de trabajo calentada puede transferirse después, tras la extracción, por ejemplo, directamente a una prensa o también mantenerse en un canal de calentamiento, hasta que se mecanice en la siguiente estación. Sin embargo, el horno 10 no tiene que presentar necesariamente dos aberturas, sino que también puede comprender solo una abertura para la alimentación y la extracción.

La abertura de alimentación 12 y la abertura de extracción 13 pueden cerrarse temporalmente mediante compuertas de horno, y en la cámara de horno 11 puede generarse así una determinada atmósfera de gas.

Preferiblemente, a lo largo de la longitud del horno 10 se calienta en cada caso solo una pieza de trabajo 20, de modo que no se disponen piezas de trabajo unas tras otras, aunque esto no es una especificación forzosa, en caso de que haya correspondientes dispositivos de alimentación y extracción que posibiliten el calentamiento simultáneo de varias piezas de trabajo. También es posible, sin embargo, disponer a lo largo de la anchura del horno 10 varias piezas de trabajo una junto a otra, para calentarlas al mismo tiempo, o hacer funcionar varios hornos 10 uno junto a otro, para reducir el tiempo de ciclo para estaciones subsiguientes.

Para alimentar el horno 10 con piezas de trabajo, está previsto por ejemplo un dispositivo de alimentación 40 que se coloca delante del horno 10, mientras que detrás del horno 10 se usa un dispositivo de extracción 50 para extraer piezas de trabajo calentadas fuera del horno 10. Ambos dispositivos presentan para ello, por ejemplo, un elemento de alimentación o extracción en forma de horquilla, con el que pueden recogerse piezas de trabajo. El dispositivo de alimentación 40 presenta entonces, por ejemplo, dos dientes de horquilla 41 y 42, mientras que el dispositivo de extracción 50 presenta dos dientes de horquilla 51 y 52. Tanto el dispositivo de alimentación 40 como el dispositivo de extracción 50 están diseñados de manera que pueden desplazarse preferiblemente en horizontal, de modo que pueden recoger una pieza de trabajo 20 en las horquillas y desplazarse a la cámara de horno 11 abierta o pueden recoger una pieza de trabajo 20 en el horno 10 y desplazarse fuera de la misma. De manera complementaria, los dientes de horquilla también pueden estar realizados de manera que puedan desplazarse en vertical. Como dispositivo de alimentación y de extracción pueden utilizarse sin embargo también cualquier otro sistema en forma de robots o cintas transportadoras o combinaciones de los mismos. Alternativamente, también existe la posibilidad de que para la alimentación y la extracción de la pieza de trabajo 20 solo esté previsto un único dispositivo, que se coloca delante del horno 10 y que inserta la pieza de trabajo 20 en el horno 10 y también la vuelve a extraer del

mismo.

La cámara de horno 11 se extiende preferiblemente en horizontal en el horno 10, de modo que las dos unidades de calentamiento 15 y 16 se encuentran por encima y por debajo de la pieza de trabajo 20, cuando esta está introducida en el horno 10. Por tanto, un primer lado de pieza de trabajo 21 apunta hacia arriba y puede calentarse por la unidad de calentamiento superior 15, mientras que el lado de pieza de trabajo 22 opuesto se calienta por la unidad de calentamiento inferior 16.

Cada una de las unidades de calentamiento 15 y 16 consiste, a este respecto, en al menos dos punzones de compresión, cuyas superficies de extremo distales pueden calentarse. Una superficie de contacto de este tipo se encuentra a este respecto en el lado de un punzón de compresión dirigido hacia la pieza de trabajo 20. Para el calentamiento se ponen los punzones de compresión de ambas unidades de calentamiento en contacto con la pieza de trabajo 20, de modo que la pieza de trabajo 20 se calienta mediante calentamiento por contacto. A diferencia de una solución con un único punzón de compresión grande por unidad de calentamiento, una unidad de calentamiento de acuerdo con la invención se compone de al menos dos punzones de compresión separados con respectivas superficies de contacto. Estos punzones de compresión y por tanto sus superficies de contacto están dispuestos sin embargo tan cerca uno junto a otro, y orientados en la misma dirección, que se obtiene una superficie de calentamiento que es prácticamente continua. Si la pieza de trabajo 20 es en forma de plancha y se introduce horizontalmente en el horno, las superficies de contacto de los punzones de compresión discurren por tanto igualmente en horizontal. La distancia entre las superficies de contacto individuales de una unidad de calentamiento es en este caso reducida, habiendo resultado ventajosas distancias de aproximadamente 0,5 mm, lo que en el sentido de esta invención puede considerarse una superficie de calentamiento prácticamente continua. El diámetro de las superficies de contacto se sitúa en el orden de magnitud de aproximadamente 50 a 150 mm. El tamaño real de las superficies de contacto puede calcularse a este respecto a partir de la dilatación térmica del material de punzón empleado, así como de la deformación elástica admisible y la vida útil deseada de los punzones de compresión.

Preferiblemente, una unidad de calentamiento consta sin embargo de más de dos punzones de compresión, de modo que, visto desde arriba, se forman varias filas y columnas de punzones de compresión, a fin de formar a partir de sus superficies de contacto una superficie de calentamiento prácticamente continua, con la que puede entrarse en contacto con una pieza de trabajo y calentarla así. En la vista lateral de la figura 1 están previstos por ejemplo en la fila delantera de la unidad de calentamiento superior 15 cinco punzones de compresión, de los cuales los dos punzones de compresión derechos están identificados a modo de ejemplo con las referencias 30 y 31. La fila delantera de la unidad de calentamiento inferior 16 comprende en cambio seis punzones de compresión, ya que estos están dispuestos en su posición horizontal desplazados con respecto a los punzones de compresión de la unidad de calentamiento superior 15, estando identificados los dos punzones de compresión derechos a su vez a modo de ejemplo con las referencias 32 y 33. Gracias a la disposición desplazada puede conseguirse un calentamiento lo más uniforme posible de la pieza de trabajo. Si los punzones de compresión no estuvieran dispuestos desplazados entre sí, podrían formarse en cambio en las zonas entre las superficies de contacto gradientes de temperatura desventajosos. Gracias a una disposición desplazada se calienta sin embargo siempre una rendija entre los punzones de compresión superiores mediante un punzón de compresión inferior y, a la inversa, de modo que se obtiene un calentamiento uniforme.

Preferiblemente, las superficies de contacto de los punzones de compresión están configuradas en forma de panal y dispuestas en una unidad de calentamiento desplazadas una respecto a otra de tal modo que forman una superficie de calentamiento prácticamente continua. La forma de panal hexagonal conlleva la ventaja de que presenta, de manera análoga a un panal de abejas, la máxima superficie interna con una longitud exterior mínima evitándose zonas no calentadas y de que así puede rellenarse y entarimarse una superficie sin huecos. Pueden plantearse, sin embargo, también otras geometrías de las superficies de contacto.

Esta forma en forma de panal puede deducirse de la vista en planta en la figura 2, formándose en este caso por los punzones de compresión inferiores una superficie de calentamiento rectangular. La superficie de calentamiento puede adoptar sin embargo también otras formas y estar adaptada por ejemplo a los contornos de las piezas de trabajo que han de calentarse. A este respecto, por superficie de calentamiento en el sentido de esta invención ha de entenderse no solo una superficie formada por superficies de contacto de los punzones de compresión que se encuentran todos en un plano, sino que las superficies de contacto pueden encontrarse también en planos diferentes. Si bien las superficies de contacto están orientadas entonces todas igual - es decir se extienden convenientemente todas en horizontal - si posición vertical puede ser sin embargo diferente. Esto puede suceder cuando los punzones de compresión y por tanto sus superficies de contacto se desplazan verticalmente de manera diferente. Proyectadas sobre un plano, las superficies de contacto forman entonces ciertamente una superficie de calentamiento continua, aunque esta superficie de calentamiento está desplazada en altura. Esto puede denominarse no obstante en el sentido de la invención como superficie de calentamiento, ya que las superficies de contacto pueden calentar así por ejemplo una superficie irregular de una pieza de trabajo con elevaciones y/o depresiones. Pese a que algunos tramos de superficie que no se extienden en horizontal no tienen entonces contacto con los punzones de compresión, esto puede asumirse dado el caso o puede incluso desearse.

Tal como puede verse de nuevo a partir de la figura 1, las superficies de contacto de los punzones de compresión de las dos unidades de calentamiento 15 y 16 se ponen en la cámara de horno 11 en contacto con la pieza de trabajo 20, de modo que la pieza de trabajo 20 se calienta por ambos lados de pieza de trabajo 21 y 22. Para poner las superficies de contacto de los punzones de compresión en contacto con la pieza de trabajo 20, al menos dos de los punzones de compresión están diseñados de manera que pueden desplazarse verticalmente. A este respecto puede tratarse al menos de los punzones de compresión superiores, que están diseñados de manera que pueden desplazarse verticalmente, mientras que los punzones de compresión inferiores permanecen fijos. Así puede depositarse una pieza de trabajo sobre las superficies de contacto de los punzones de compresión inferiores, después de que los punzones de compresión superiores se hayan desplazado previamente hacia arriba. En cuanto la pieza de trabajo se apoya, los punzones de compresión superiores se desplazan hacia abajo, hasta que entran en contacto con la pieza de trabajo. A este respecto, al menos los punzones de compresión superiores pueden estar realizados con elasticidad de resorte, de modo que tras el contacto con la pieza de trabajo pueden descenderse adicionalmente en vertical, para poder aplicar una presión de resorte sobre el lado superior de la pieza de trabajo. Qué punzones de compresión pueden desplazarse y cuáles están realizados con elasticidad de resorte depende de este respecto de manera correspondiente de la configuración y realización del horno 10, que depende a su vez por ejemplo de la configuración de las piezas de trabajo.

A este respecto puede estar previsto que los punzones de compresión individuales puedan controlarse independientemente unos de otros, de modo que pueda conseguirse un contacto uniforme de todas las superficies de contacto con la pieza de trabajo, también cuando la pieza de trabajo presente elevaciones y/o depresiones. Un control selectivo de punzones de compresión individuales también es ventajoso cuando los contornos de las piezas de trabajo que han de calentarse cambian, de modo que la forma de la superficie de calentamiento requerida, es decir la elección de los punzones de compresión utilizados, debe variarse. En este caso también puede ser ventajoso que superficies de contacto individuales tengan en particular en las zonas exteriores formas especiales a fin de poder generar, con una elección cambiante de punzones de compresión, todos los posibles formatos de superficie de calentamiento requeridos.

Sin embargo, puesto tanto las superficies de la pieza de trabajo 20 como las superficies de contacto de los punzones de compresión pueden presentar mínimas irregularidades condicionadas por la tecnología de fabricación, se forman pese al contacto entre la pieza de trabajo 20 y los punzones de compresión pequeñas rendijas de presión entre las superficies de la pieza de trabajo 20 y las superficies de contacto de los punzones de compresión, que evitan un cierre por contacto completo. Para mejorar la transferencia de calor están integrados por tanto delgados conductos en los punzones de compresión, a través de los cuales puede conducirse un fluido caloportador a las rendijas de presión que aparecen. Como fluido de calentamiento pueden emplearse por ejemplo gases monoatómicos como el helio o también el hidrógeno. Estos gases se caracterizan por una conductividad térmica muy alta y sirven por tanto como un buen conductor térmico en las rendijas de presión entre las superficies de contacto de los punzones de compresión y las superficies de la pieza de trabajo 20.

Para que sea posible la dilatación térmica lineal de la pieza de trabajo 20 durante el calentamiento en el horno 10, puede estar previsto en el procedimiento que los punzones de compresión que pueden desplazarse descarguen su presión y a continuación vuelvan a cargarse a una frecuencia de ciclo seleccionable. En las fases de descarga de la presión puede dilatarse de manera correspondiente la pieza de trabajo 20 durante el calentamiento, de modo que puede conseguirse una alta calidad de las piezas de trabajo tratadas.

Para la alimentación del horno 10 con piezas de trabajo 20 pueden utilizarse diferentes procedimientos y el horno 10 está realizado de manera correspondiente en cada caso. Tal como puede verse a partir de la figura 2, la anchura de una superficie de calentamiento formada por los punzones de compresión inferiores (por ejemplo 32, 33, 34) corresponde aproximadamente a la anchura de la pieza de trabajo 20 que ha de calentarse. Para que esta pieza de trabajo 20 pueda ser desplazada por el dispositivo de alimentación 40 al interior de la cámara de horno 11, es recogida por dos dientes de horquilla 41 y 42 y puede depositarse entonces en la cámara de horno 11 sobre los punzones de compresión inferiores 32, 33 y 34. Para que esto pueda producirse, está previsto en un ejemplo de realización de la invención que puedan moverse verticalmente hacia abajo aquellos punzones de compresión en cuya zona se encuentran los dientes de horquilla 41 y 42. Esto está representado esquemáticamente en la vista en planta de la figura 3, en la que los punzones de compresión 32, 33 y 34 marcados en negro se han descendido verticalmente hacia abajo con respecto a los punzones de compresión restantes de esta unidad de calentamiento inferior 16. Así hay suficiente espacio para posicionar la pieza de trabajo 20 con los dientes de horquilla 41 y 42 por encima de los punzones de compresión restantes y depositarla sobre los mismos, al desplazar los dientes de horquilla hacia abajo. A continuación, pueden retirarse los dientes de horquilla 41 y 42 bajo la pieza de trabajo 20, de modo que se apoya sobre las superficies de contacto de los punzones de compresión inferiores y entra en contacto con los mismos. A continuación, pueden bajarse los punzones de compresión superiores 30 y 31, previamente desplazados hacia arriba, hasta que también entren en contacto con la pieza de trabajo 20, requiriéndose que las superficies de calentamiento vuelvan a estar cerradas sin grandes huecos, para que pueda producirse el calentamiento de manera totalmente uniforme. Tras el calentamiento puede producirse la extracción de la pieza de trabajo 20 mediante el dispositivo de extracción 50 con los dientes de horquilla 51 y 52 de manera análoga en un orden inverso de las etapas.

- Alternativamente, la cámara de horno 11 puede estar configurada de tal modo que haya en otro lugar espacio para el dispositivo de alimentación y de extracción 40, 50, a fin de llevar la pieza de trabajo 20 a una posición entre los punzones de compresión superiores e inferiores. Por ejemplo, la pieza de trabajo 20 también puede empujarse horizontalmente al interior de la cámara de horno 11, hasta que llegue a una marca en la que la pieza de trabajo 20 está orientada de tal modo que está posicionada entre los punzones de compresión de ambas unidades de calentamiento. En caso de que se utilicen dispositivos de alimentación que pueden depositar una pieza de trabajo 20 directamente sobre los punzones de compresión inferiores y recogerla de los mismos, no han de tomarse dado el caso más precauciones en el horno 10.
- Gracias al contacto de los punzones de compresión calentados con la pieza de trabajo 20 pueden conseguirse coeficientes de transferencia de calor de  $>2.000\text{W/m}^2/\text{K}$ , con lo cual también son posibles diferentes estrategias de calentamiento y enfriamiento. Pueden implementarse tiempos de ciclo de aproximadamente 6 segundos, pudiendo posicionarse también dos hornos uno junto a otro.
- En particular también es posible calentar diferentes zonas de una pieza de trabajo a diferentes temperaturas. Esto se requiere, por ejemplo, cuando han de ajustarse en zonas de la pieza de trabajo diferentes microestructuras diferentes, los que puede producirse mediante el calentamiento a o por debajo de la temperatura de austenización. Esto puede conseguirse con la invención por que al menos algunos de los punzones de compresión pueden calentarse a diferentes temperaturas o pueden enfriarse incluso punzones de compresión individuales. Así puede producirse, en un ejemplo de realización de la invención, un calentamiento parcial en una zona definida de la pieza de trabajo por medio de uno o varios de estos punzones de compresión a una temperatura por debajo de la austenización, mientras que otras zonas definidas se calientan a o más allá de la temperatura de austenización. Para alcanzar este estado, pueden calentarse determinadas zonas con punzones de compresión totalmente calentados a la temperatura de austenización, mientras que otras zonas se calientan con punzones de compresión menos calientes a una temperatura por debajo de la temperatura de austenización. Alternativamente, la pieza de trabajo puede calentarse en primer lugar con todos los punzones de compresión por completo a o más allá de la temperatura de austenización, tras lo cual se vuelven a enfriar determinadas zonas a continuación por punzones de compresión individuales a una temperatura por debajo de la temperatura de austenización. Esta última forma de realización puede presuponer que punzones de compresión individuales pueden estar realizados de manera que puedan tanto calentarse como enfriarse. En ambos casos estos punzones de compresión seleccionados están dispuestos de tal modo que se encuentran en las zonas en las que se ajustará otra temperatura distinta. Para obtener determinadas formas de estas zonas, las superficies de contacto de estos punzones de compresión también pueden tener otros contornos correspondientes distintos de los de los demás punzones de compresión.
- Tanto el control de temperatura como el movimiento vertical de los punzones de compresión se producen preferiblemente mediante una unidad de control central del horno, que puede programarse libremente.
- Los propios punzones de compresión pueden calentarse mediante gas o también eléctricamente, pudiendo producirse un calentamiento eléctrico por ejemplo de manera inductiva a través de una resistencia. La figura 4 muestra una posible forma de realización de un punzón de compresión inferior 32 con una superficie de contacto superior 35. El punzón de compresión 32 está realizado de forma cilíndrica y se calienta mediante quemadores de gas en el interior. Estos quemadores de gas están equipados, por ejemplo, con intercambiadores de calores que aprovechan el calor del gas de combustión que desciende para el precalentamiento de los gases que ascienden.
- Para que sea posible una regulación rápida de la temperatura, los quemadores están equipados preferiblemente en cada punzón de compresión con un termoelemento y una tecnología de regulación externa, que garantice por ejemplo una temperatura de encendido espontáneo de aproximadamente  $800\text{ }^\circ\text{C}$ . Para un arranque seguro del sistema están previstos en la cámara de horno 11 uno o varios quemadores de gas independientes, intrínsecamente seguros, que precalientan el horno 10 hasta la temperatura de encendido espontáneo de los punzones de compresión. Tras este proceso de encendido puede solicitarse la cámara de horno 11 con gas acondicionado, ya que la cámara de combustión en cada punzón de compresión está separada herméticamente de la misma. En la cámara de horno puede introducirse entonces, por ejemplo, gas inerte o aire seco para evitar una fragilización por  $\text{H}_2$ .
- Para los punzones de compresión y en particular para sus superficies de contacto pueden utilizarse en función del caso de aplicación diferentes materiales. Son adecuados por ejemplo aceros para trabajo en caliente, que pueden utilizarse como aceros para herramientas aleados para fines de uso en los que la temperatura de superficie en uso puede ascender hasta  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . los elementos de aleación están adaptados mutuamente a este respecto de tal modo que los aceros para trabajo en caliente tienen suficiente dureza y resistencia, alta resistencia al calor, dureza a temperaturas elevadas y resistencia al desgaste también a una temperatura elevada. Son adecuados por tanto como material para superficies de contacto, que se utilizan para calentar piezas de trabajo hasta  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . éste es el caso, por ejemplo, para metales ligeros tales como piezas de trabajo de aluminio o magnesio, que normalmente se calientan a temperaturas en el intervalo de  $230\text{ }^\circ\text{C}$  a  $250\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Para el calentamiento de piezas de trabajo a temperaturas superiores en el intervalo de  $900\text{ }^\circ\text{C}$ , tal como es el caso por ejemplo para aceros al boro, ya no son adecuados aceros para trabajo en caliente para los punzones de

compresión y sus superficies de contacto, de modo que para este ámbito de aplicación pueden utilizarse por ejemplo cerámicas. Ha resultado ventajoso para ello en particular el material carburo de silicio (SiC). Si se elige el material SiC con el coeficiente de conductividad térmica normalmente muy alto, esto tiene la ventaja de que la energía térmica proporcionada en el interior del punzón de compresión fluye suficientemente rápido por la pared del punzón/superficie de contacto y puede transmitirse a la pieza de trabajo.

**Lista de referencias**

10	10	horno
	11	cámara de horno
	12	abertura de alimentación
	13	abertura de extracción
	14	cuerpo de horno
15	15,16	unidad de calentamiento
	20	pieza de trabajo
	21	primer lado de pieza de trabajo, lado superior
	22	segundo lado de pieza de trabajo, lado inferior
20	30,31	punzones de compresión superiores
	32,33,34	punzones de compresión inferiores
	35	superficie de contacto
25	40	dispositivo de alimentación
	41,42	elemento de alimentación, dientes de horquilla
	50	dispositivo de extracción
	51,52	elemento de extracción, dientes de horquilla
30		

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para tratar al menos una pieza de trabajo (20) en un horno (10), en el que la pieza de trabajo (20) se calienta en una cámara de horno (11) del horno (10) mediante al menos dos unidades de calentamiento (15;16), presentando la pieza de trabajo un primer lado de pieza de trabajo (21) y un segundo lado de pieza de trabajo (22), y calentando una primera unidad de calentamiento (15) el primer lado de pieza de trabajo (21) de la pieza de trabajo (20) y calentando una segunda unidad de calentamiento (16) el segundo lado de pieza de trabajo (22) de la pieza de trabajo (20), comprendiendo cada unidad de calentamiento (15;16) al menos dos punzones de compresión (30;31;32;33;34) y situándose las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) de una unidad de calentamiento, en caso de contacto con la pieza de trabajo (20), en cada caso en planos diferentes, **caracterizado por que** cada una de las unidades de calentamiento (15;16) está asociada a una pieza de trabajo (20) y los al menos dos punzones de compresión (30;31;32;33;34) de cada unidad de calentamiento (15;16) comprenden superficies de contacto calentadas, que están dispuestas una junto a otra y con la misma orientación, y **por que** la pieza de trabajo (20) se calienta, al establecerse contacto entre el primer lado de pieza de trabajo (21) de la pieza de trabajo (20) y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión (30;31) de la primera unidad de calentamiento (15), y al establecerse igualmente contacto entre el segundo lado de pieza de trabajo (22) de la pieza de trabajo (20) y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión (32;33;34) de la segunda unidad de calentamiento (16), estando dispuestas las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31) de la primera unidad de calentamiento (15) desplazadas con respecto a las superficies de contacto de los punzones de compresión (32;33;34) de la segunda unidad de calentamiento (15).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** antes del calentamiento de la pieza de trabajo (20) al menos dos de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) se mueven verticalmente, desplazándose desde una posición sin contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo (21 ;22) de la pieza de trabajo (20) a una posición con contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo (21;22) de la pieza de trabajo (20).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la pieza de trabajo (20) se introduce horizontalmente en la cámara de horno (11) y se deposita con el lado de pieza de trabajo inferior (22) sobre las superficies de contacto de los punzones de compresión (32;33;34) de la unidad de calentamiento inferior (16), y **por que** los punzones de compresión (30;31) de la unidad de calentamiento superior (15) se desplazan verticalmente hacia abajo, hasta que haya contacto entre las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31) de la unidad de calentamiento superior (15) y el lado de pieza de trabajo superior (21), mientras que no se cambia la posición de los punzones de compresión (32;33;34) de la unidad de calentamiento inferior (16).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado por que** la pieza de trabajo (20) se introduce por medio de un dispositivo de alimentación (40) en la cámara de horno (11), presentando el dispositivo de alimentación (40) al menos un elemento de alimentación (41;42), sobre el que se apoya la pieza de trabajo (20) con su lado de pieza de trabajo inferior (22), y **por que** se desplazan verticalmente hacia abajo aquellos punzones de compresión (32;33;34) de la unidad de calentamiento inferior (16) que se encuentran en la zona del elemento de alimentación (41 ;42), y **por que** la pieza de trabajo (20) se deposita a continuación con el lado de pieza de trabajo inferior (22) sobre las superficies de contacto de los otros punzones de compresión de la unidad de calentamiento inferior (16), y **por que** los punzones de compresión (32;33;34) previamente desplazados verticalmente hacia abajo se desplazan entonces verticalmente hacia arriba hasta que sus superficies de contacto entran en contacto con el lado de pieza de trabajo inferior (22) de la pieza de trabajo (20), y **por que** los punzones de compresión (30;31) de la unidad de calentamiento superior (15) se desplazan verticalmente hacia abajo hasta que sus superficies de contacto entran en contacto con el lado de pieza de trabajo superior (21).
5. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** se introduce un fluido de calentamiento en cada caso en una rendija de presión entre los lados de pieza de trabajo (21;22) de la pieza de trabajo (20) y las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34), suministrándose el fluido de calentamiento a la rendija de presión a través de medios que están integrados en los punzones de compresión (30;31;32;33;34).
6. Procedimiento según una o más de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) se calientan a temperaturas diferentes y **por que** se enfría la superficie de contacto de al menos un punzón de compresión (30;31;32;33;34).
7. Horno para tratar al menos una pieza de trabajo (20), que comprende al menos una cámara de horno y al menos dos unidades de calentamiento (15;16) para calentar la pieza de trabajo (20) en la cámara de horno (11),

- presentando la pieza de trabajo un primer lado de pieza de trabajo (21) y un segundo lado de pieza de trabajo (22) y estando dispuestas las al menos dos unidades de calentamiento (15;16) de tal modo que un primer lado de pieza de trabajo (21) de la pieza de trabajo (20) es calentado por la respectiva primera unidad de calentamiento (15) y el segundo lado de pieza de trabajo (22) de la pieza de trabajo (20) es calentado por la respectiva segunda unidad de calentamiento (16), comprendiendo cada unidad de calentamiento (15;16) al menos dos punzones de compresión (30;31;32;33;34) y situándose las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) de una unidad de calentamiento, en caso de contacto con la pieza de trabajo (20), cada una en planos diferentes,
- caracterizado por que**
- las al menos dos unidades de calentamiento (15;16) están asociadas en cada caso a una pieza de trabajo (20) y cada unidad de calentamiento (15;16) comprende al menos dos punzones de compresión (30;31;32;33;34) con superficies de contacto que pueden calentarse, que están dispuestas una junto a otra y con la misma orientación, y **por que** la pieza de trabajo (20) puede calentarse en la cámara de horno (11) al establecerse contacto entre el primer lado de pieza de trabajo (21) de la pieza de trabajo (20) y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión (30;31) de la primera unidad de calentamiento (15), y al establecerse igualmente contacto entre el segundo lado de pieza de trabajo (22) de la pieza de trabajo (20) y las superficies de contacto de los al menos dos punzones de compresión (32;33) de la segunda unidad de calentamiento (16), estando dispuestas las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31) de la primera unidad de calentamiento (15) desplazadas con respecto a las superficies de contacto de los punzones de compresión (32;33;34) de la segunda unidad de calentamiento (15).
8. Horno según la reivindicación 7, **caracterizado por que** al menos dos de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) pueden moverse verticalmente, estando previstos medios para desplazar estos punzones de compresión (30;31;32;33;34) desde una posición sin contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo (21 ;22) de la pieza de trabajo (20) a una posición con contacto entre sus superficies de contacto y los lados de pieza de trabajo (21;22) de la pieza de trabajo (20).
9. Horno según una de las reivindicaciones 7 y 8, **caracterizado por que** las superficies de contacto de varios punzones de compresión (30;31;32;33;34), dispuestos en filas y columnas, de una unidad de calentamiento (15;16) forman en cada caso una superficie de calentamiento, cuyas dimensiones corresponden al menos a los contornos de la pieza de trabajo (20), pudiendo disponerse las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) de una unidad de calentamiento (15;16), en caso de contacto con la pieza de trabajo (20), en cada caso en un plano o en planos diferentes.
10. Horno según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado por que** las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) están configuradas en forma de panel.
11. Horno según una o más de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado por que** las superficies de contacto de los punzones de compresión (30;31;32;33;34) pueden calentarse a temperaturas diferentes.
12. Horno según una o más de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado por que** la superficie de contacto de al menos un punzón de compresión (30;31;32;33;34) puede tanto calentarse como enfriarse de manera selectiva.
13. Horno según una o más de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado por que** al menos dos de los punzones de compresión (30;31 ;32;33;34) de una unidad de calentamiento (15;16) pueden moverse verticalmente de manera selectiva.

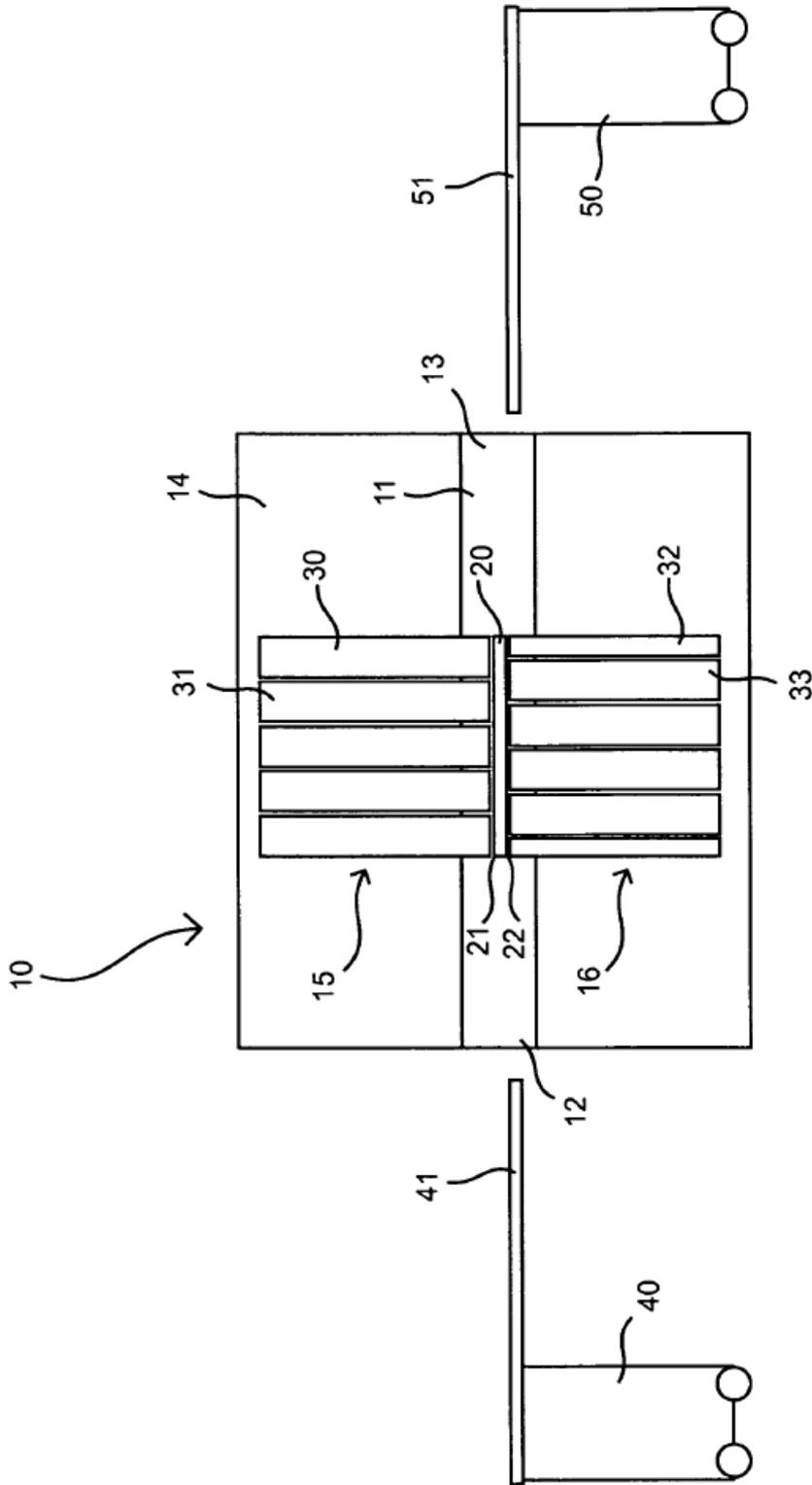


Fig. 1

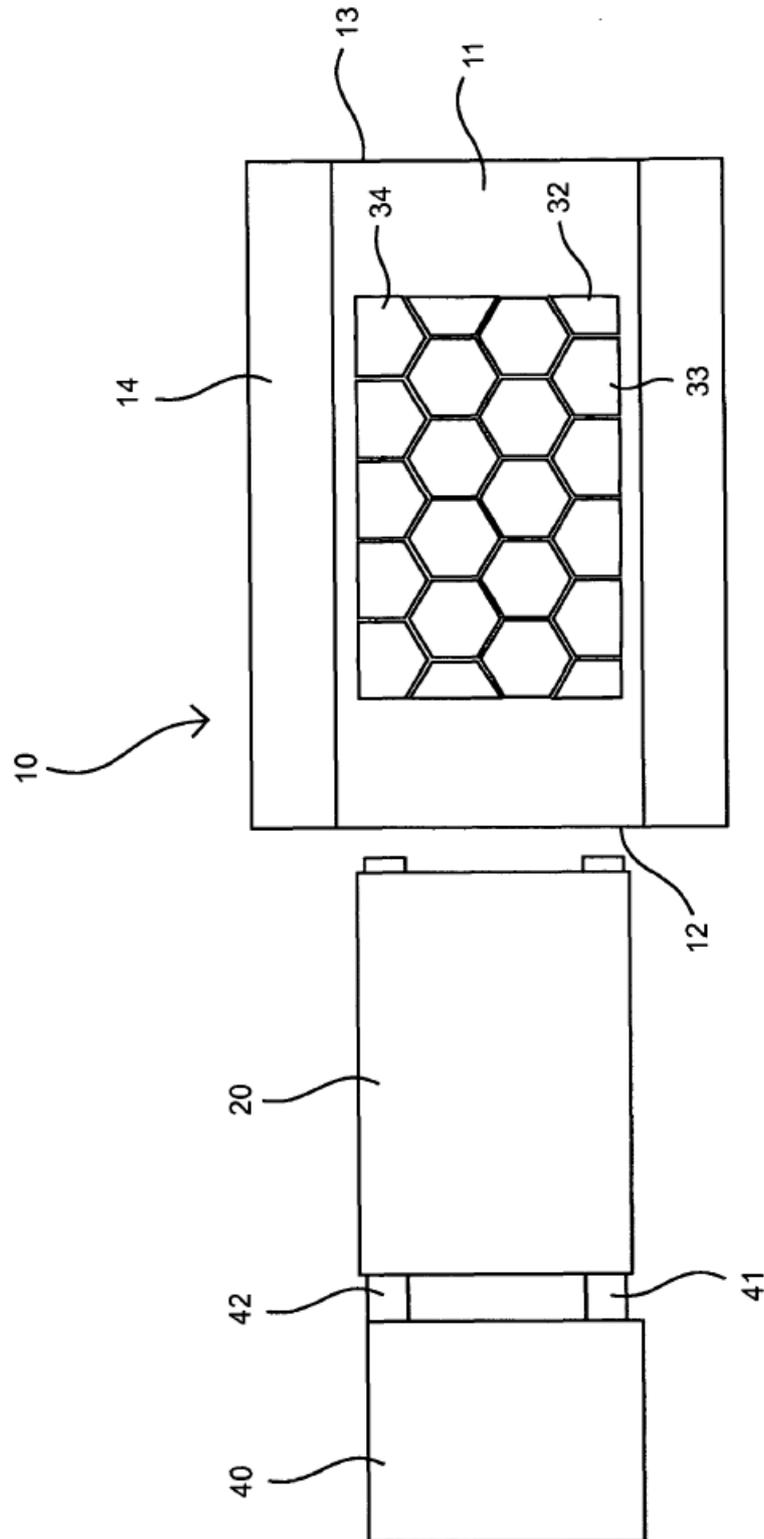


Fig. 2

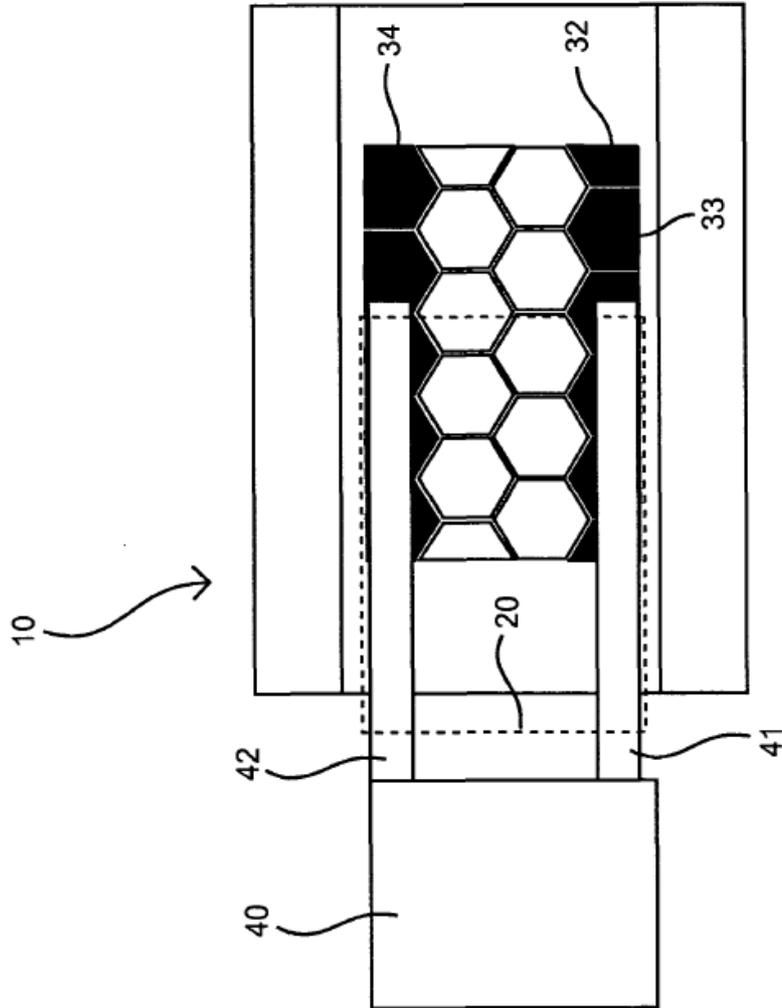


Fig. 3

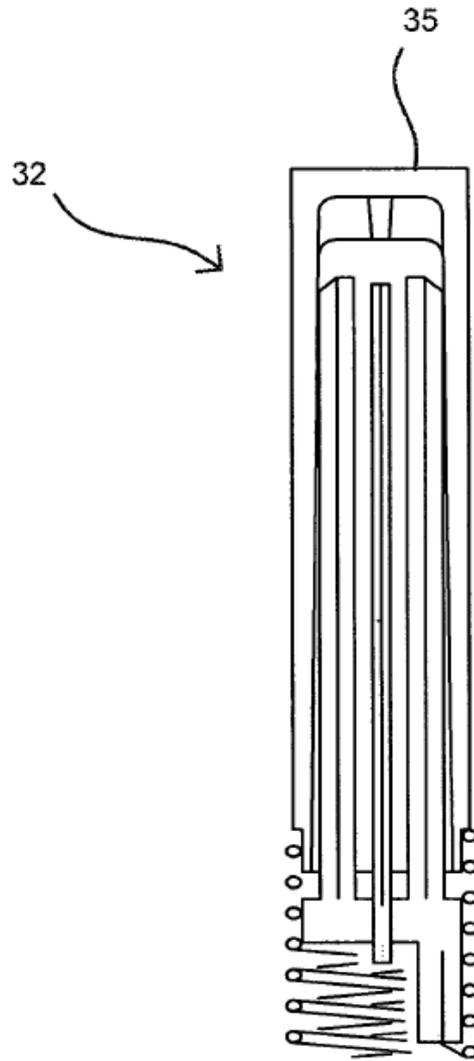


Fig. 4