



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 247 095**

⑤① Int. Cl.⁷: **B21J 5/00**

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧⑥ Número de solicitud europea: **01926285 .6**

⑧⑥ Fecha de presentación : **26.04.2001**

⑧⑦ Número de publicación de la solicitud: **1296782**

⑧⑦ Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2003**

⑤④ Título: **Método para la fabricación de una placa que implica una preformación intermedia y una conformación final.**

③⑩ Prioridad: **28.04.2000 SE 0001559**
11.12.2000 SE 0004554
12.01.2001 SE 0100106

⑦③ Titular/es: **Cell Impact Aktiebolag**
Stigbergsliden 5
414 63 Göteborg, SE

④⑤ Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2006

⑦② Inventor/es: **Olsson, Hakan**

④⑤ Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2006

⑦④ Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 247 095 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

Método para la fabricación de una placa que implica una preformación intermedia y una conformación final.

Campo de la invención

La invención se refiere a un método para la fabricación de una placa de metal o de un material cerámico, comprendiendo la placa uno o más campos que ocupan la mayor parte de la superficie de la placa y que en al menos un lado de la placa está labrada en altorrelieve, más específicamente, labrada de manera que la placa, en dicho al menos un lado en la zona de dichos campo o campos tiene alternativamente relieves con salientes altos y depresiones o rebajos profundos, y una alma delgada entre los lados, estando dichos campo o campos labrados en altorrelieve rodeados por unas anchas partes de borde que tienen un espesor más grande que el espesor medio de la placa en la región de dichos campo o campos labrados en altorrelieve. Ejemplos típicos de placas del tipo anterior son las placas destinadas a incluirse en pilas de combustible o en intercambiadores de calor.

Antecedentes de la invención

Resulta difícil fabricar placas de metal del tipo descrito anteriormente, y es extremadamente difícil fabricar tales placas que sean delgadas y estén acabadamente labradas en altorrelieve, al mismo tiempo que sean anchas. Los métodos convencionales, tales como el maquinado mecánico, el maquinado por chispas, el grabado, el trabajo con láser, etc., son lentos y caros, y aún así es difícil proporcionar un producto perfecto con tales métodos convencionales. Esto ha impedido en gran medida el desarrollo de pilas de combustible en las que se incluyan numerosas placas labradas en altorrelieve. En un sistema, tales placas pueden contribuir a, por ejemplo, separar distintos gases, transportar productos de desecho y conducir la corriente generada en el sistema de pila de combustible, y normalmente tienen una forma circular, cuadrangular o rectangular con un campo central, que tiene en ambos lados estrías que están separadas entre sí por salientes relativamente largos. Estos campos labrados en altorrelieve están rodeados por un borde circunferencial relativamente ancho que forma un marco plano alrededor del campo central labrado en altorrelieve, coincidiendo los planos superiores de los salientes con los dos planos laterales del marco. El espesor de tales placas puede variar bastante considerablemente de un caso a otro, pero normalmente no sobrepasa los 3 mm, mientras que el espesor del alma entre las estrías puede ser del orden de, por ejemplo, 1 mm. Un método para producir las estrías en las placas según la técnica actual es cualquier tipo de maquinado, pero esto es, tal como se ha mencionado, un proceso lento y caro. No es posible hacer que el material fluya totalmente fuera del molde herramienta mediante una técnica de moldeo convencional porque unas fuerzas de rozamiento considerables impiden el transporte de material. Por otra parte, si en los equipos convencionales se aplicasen mayores presiones para la provisión del transporte de material necesario para hacer que el material llene por completo el molde herramienta, las herramientas pueden resultar dañadas. Problemas similares existen en la fabricación de placas destinadas a incluirse en intercambiadores de calor.

Descripción de la invención

La finalidad de la invención es proporcionar un proceso considerablemente más conveniente para la fabricación de placas de metal del tipo mencionado en el preámbulo, en particular de placas de metal para pilas de combustible y/o para intercambiadores de calor. Más particularmente, la invención busca proporcionar una técnica de fabricación que sea considerablemente más barata que la técnica convencional, pero que no obstante proporcione un producto que satisfaga las muy rigurosas demandas en términos de precisión dimensional, densidad y otras características que se plantean sobre placas de pila de combustible y placas de intercambiador de calor. Sin embargo, el método de la invención no se restringe únicamente a la fabricación de placas de pila de combustible y a placas de intercambiador de calor, sino que también puede utilizarse ampliamente para otras placas de metal, en particular, placas que son anchas en relación con su espesor.

Según la invención, se utiliza una técnica de moldeo que emplea una gran energía cinética para la fabricación de la placa con los lados labrados en altorrelieve. Sin embargo, no se pueden fabricar placas con ese diseño por formación a gran energía cinética mediante un solo golpe cuando se parte de polvo o de una plancha plana. Aunque el material sea ablandado por la presión muy elevada que se genera en la formación de gran energía cinética, la capacidad del material será no obstante demasiado limitada para fluir, no sólo en los laberínticos pasajes en esa parte de la herramienta de moldeo que formará el diseño de altorrelieve, sino también para fluir hacia fuera hasta las partes de borde más espesas. Tampoco es posible en la misma herramienta formar el producto mediante una serie de golpes. Al contrario, se acentuarían los problemas. Esto es particularmente cierto cuando se parte de un polvo, que ciertamente puede plastificarse en una capa superficial al primer impacto. Pero eso, en su lugar, dificultaría la plastificación del polvo más hacia abajo en el lecho de polvo, lo que resultaría en una compactación muy poco homogénea y en un aumento del rozamiento.

Por tanto, el principio de la invención consiste en fabricar en primer lugar un producto intermedio adecuado para una operación de formación final basada en formar la placa labrada en altorrelieve de un solo golpe mediante el suministro de energía cinética muy grande.

Según la invención, se fabrica un producto intermedio en al menos una etapa preliminar, comprendiendo el producto intermedio una primera parte que formará dicho(s) campo(s) labrado(s) en altorrelieve, que sin embargo todavía no está(n) labrado(s) en altorrelieve, sino que contiene(n) una cantidad de material que corresponde esencialmente a la cantidad de material que existe dentro de dicho(s) campo(s) de la placa terminada, y unas segundas partes que formarán dichas partes de borde y que contienen sustancialmente la cantidad de material que existirá en las partes de borde de la placa terminada. Este producto intermedio se coloca entre al menos dos partes grabadas de herramienta de moldeo, que pueden moverse una en relación con la otra, estando al menos una de dichas partes de herramienta de moldeo labrada en altorrelieve y siendo al menos una un troquel, formando dichas partes de herramienta, cuando se acercan al máximo

entre sí y/o junto con al menos una o más partes de herramienta, una cavidad de moldeo correspondiente a la forma final de la placa terminada dentro de las regiones de dicho(s) campo(s) labrado(s) en altorrelieve y al menos próxima a la forma final de dichas partes de borde. Entonces, el diseño de altorrelieve en la región/regiones de dicho(s) campo(s) se establece golpeando las partes de herramienta grabadas entre sí, golpeando al menos dicho troquel contra dicho producto intermedio en el que se provoca que el material dentro de las regiones de dicha al menos una primera parte fluya hacia fuera y llene la cavidad de moldeo para establecer dicho diseño de altorrelieve básicamente sin transporte de material entre dichas primera y segundas partes.

Para golpear las partes de herramienta grabadas entre sí, pueden emplearse, respectivamente, uno o dos martinets que, preferiblemente, están accionados hidráulicamente, que golpean contra el troquel, o los troqueles, respectivamente, que a su vez transmite(n) la energía cinética al producto intermedio. Por tanto, en este caso, los troqueles y los elementos de impacto son unidades separadas, en las que los elementos de impacto pueden consistir en, por ejemplo, pistones hidráulicos de impacto. Sin embargo, es posible que los elementos de impacto y los troqueles sean unidades integradas. Esto puede ser especialmente cierto cuando el golpe se realiza desde arriba, en el que el elemento de impacto, por ejemplo, un pistón hidráulico, se une con el troquel que desde arriba se golpea hacia abajo al interior de una matriz. En este caso, el troquel es una prolongación del vástago de pistón del pistón de impactos. En principio, la misma condición puede también concebirse en el caso en el que la máquina de impactos comprende también un troquel inferior que, por ejemplo, mediante un soporte de punzón inferior, puede unirse con un elemento inferior de impacto, que también puede consistir en un pistón. Según esta modificación, la aceleración de los troqueles durante el golpe tiene lugar preferiblemente a través del agujero pasante en dicha al menos una parte de herramienta adicional, que preferiblemente es una matriz, que contiene la cavidad en la que tiene lugar el trabajo de moldeo.

Al emplear una acción de impacto muy grande en la operación de formación final mediante un solo golpe muy potente sobre la materia prima, desde un sentido o desde dos sentidos opuestos, se genera una presión que tiene una duración muy corta pero que es tan grande que la materia prima se plastifica y llena la cavidad de moldeo, de manera que el material fluirá hacia fuera hasta todas las partes de la cavidad de moldeo de manera considerablemente más eficiente, debido probablemente a un menor rozamiento que en una operación de compresión convencional que se basa en el empleo de fuerzas muy elevadas. La técnica, que implica formar con una gran, o, más correctamente, adecuada, energía cinética de unas partes de herramienta móviles, hace que el material se plastifique y posiblemente también provoca que surja en el mismo el rozamiento menor, lo que permite que el material se forme plásticamente a una velocidad que puede ser 10-100 veces mayor que según la técnica de formación convencional.

Según mediciones y cálculos realizados, el pulso de presión generado en dicho único impacto tiene una duración que es inferior a 0,001 s, pero una magnitud que se encuentra en el intervalo de 1-10 GPa. Nor-

malmente, el intervalo es de 1,5-5 GPa. Debido a la alta presión y a la plastificación provocada por la alta presión, probablemente también se obtiene el bajo rozamiento entre la materia prima y las paredes de la cavidad de moldeo, así como entre los granos de polvo cuando la materia prima consiste en un polvo (puede aplicarse durante la fabricación del producto intermedio), lo que contribuye a, o es un prerrequisito para, la capacidad de la materia prima para fluir hacia fuera y llenar todas las partes de la cavidad de moldeo.

El material de partida para la fabricación del producto intermedio es, o un polvo cerámico, o un polvo de metal, o una plancha homogénea de cerámica o de metal, que puede fabricarse de manera convencional, por ejemplo, troquelando una plancha más grande o compactando y sinterizando un polvo, o de cualquier otra forma que implique una técnica de polvo para obtener una placa homogénea con un espesor uniforme. Al menos cuando se parte de una plancha homogénea, la fabricación del producto intermedio puede buscar comprimir material hacia fuera hasta los bordes exteriores de la plancha. Cualquiera que sea la técnica que se utilice, el objetivo de la fabricación del producto intermedio es proporcionar un producto intermedio en el que exista una cantidad apropiada de material en el lugar adecuado, es decir, en la región de dicho(s) campo(s) y en dichas partes de borde, respectivamente, cuando se realiza la operación de formación final, cuando la placa se forma entre las partes de herramienta de moldeo grabadas bajo una presión muy alta de muy corta duración, tal como se ha descrito anteriormente, para que la placa obtenga dicho diseño de altorrelieve dentro de la región del campo central, es decir, para que se forme con estrías y salientes cuando se trata de la fabricación de placas de pila de combustible. En la operación de formación final, cuando se hace que el material fluya debido a la plastificación bajo una presión muy alta, también puede eliminarse la porosidad que posiblemente exista en el producto intermedio cuando se parte de un polvo, de manera que se consigue una densidad suficiente para la función de la placa, por ejemplo, en una pila de combustible. Como alternativa, la porosidad puede eliminarse sinterizando la placa formada final en una operación posterior. Según otra alternativa más, la porosidad se elimina ya en el producto intermedio sinterizando el producto intermedio, es decir, calentándolo hasta una temperatura adecuada para fusionar los poros existentes en el material antes de someter la placa a la formación final. Además, puede concebirse una combinación de estas alternativas.

En relación con la fabricación del producto intermedio, puede fabricarse un cuerpo en verde por metalurgia de polvo, cuerpo que, tal como se ha mencionado anteriormente, se sinteriza adecuadamente por calentamiento para que los granos de polvo se fusionen para formar un cuerpo fundamentalmente consolidado adecuado para la subsiguiente formación final acercando las partes de herramienta grabadas a la otra con tal gran energía cinética que el material se plastificará según lo anterior. Es también concebible fabricar el producto intermedio comprimiendo polvo en una herramienta que comprende al menos un troquel que se golpea con gran energía cinética contra el polvo, en la que la energía cinética del troquel es tan grande que se transfiere al polvo hasta tal punto que el polvo se plastificará hasta tal punto que el producto intermedio se consolidará lo suficien-

temente como para utilizarse como producto intermedio para la operación de formación final. Es también concebible formar un cuerpo en verde o un cuerpo consolidado por compresión en una pluralidad de etapas.

Para facilitar la precompactación del polvo hasta obtener un cuerpo bien unido o consolidado en relación con la fabricación del producto intermedio cuando se parte de un polvo de metal, puede resultar ventajoso precalentar el polvo hasta al menos 70°C antes de la operación de compresión o de las operaciones de compresión, respectivamente. Esto se aplica particularmente cuando dicho metal consiste en un metal ligero, preferiblemente cualquiera de los metales pertenecientes al grupo que consta del aluminio, el magnesio y el titanio, o en una aleación que consta de uno o más de dichos metales. Normalmente, las placas de pila de combustible se hacen de tal metal. Para la fabricación de placas de otros metales, tales como el latón o el acero, incluyendo el acero inoxidable, el material de partida, ya sea un polvo o una plancha homogénea, debería precalentarse hasta una temperatura más alta.

El producto intermedio también puede fabricarse a partir de una plancha homogénea de metal por maquinado convencional, tal como por ejemplo fresado o amoladura, a fin de establecer dichas primeras parte o partes que tienen un espesor inferior a las partes de borde, es decir, para garantizar "la cantidad adecuada de metal en el lugar correcto" para la subsiguiente formación final por medio de una gran energía cinética cuando se establece el diseño de altorrelieve.

En relación con la operación u operaciones de formación, que incluyen movimientos de las partes de herramienta con una energía cinética suficientemente grande en relación entre sí, pueden proporcionarse unas partes de herramienta inferiores sobre un yunque que es estacionario o móvil hacia arriba durante la operación de formación, mientras que unas partes de herramienta superiores, que se aceleran para obtener una energía cinética suficientemente grande, se golpean hacia abajo contra la parte de herramienta o partes de herramienta inferiores, en las que se proporcionan preferiblemente dispositivos para amortiguar o eliminar la onda de choque que de lo contrario se desarrolla en la máquina de impactos que se emplea. Por ejemplo, puede utilizarse cualquiera de aquellas máquinas de impactos que se describen en las solicitudes de patente sueca 0001558-6, 0001660-2, 0002030-5 y/o 0003279-7, presentadas por el mismo solicitante. Estas máquinas son particularmente adecuadas para la formación final de placas de pila de combustible y placas de intercambiador de calor, que comprenden la denominada conformación a gran energía cinética, pero también pueden utilizarse ventajosamente para la fabricación del producto intermedio, también en el caso en el que la fabricación comprende una formación del tipo que emplea un suministro de energía cinética adecuada para el establecimiento de un pulso de presión que tenga una duración muy corta pero una magnitud muy grande.

Puede concebirse también que la grabación de los lados de la placa de metal se lleve a cabo por medio de unas partes de herramienta separadas, en relación con la formación del producto intermedio a partir de polvo, así como en relación con la formación final de las placas labradas en altorrelieve. Por ejemplo, pueden emplearse un troquel central y un primer yunque, que

posiblemente pueden estar integrados, para el campo o campos centrales que se labrarán en altorrelieve, y/o pueden utilizarse uno o más troqueles circunferenciales y uno o más segundos yunques, que posiblemente también pueden estar integrados, para formar la parte de borde circunferencial con forma de marco. Este principio ofrece una oportunidad para suministrar la mayor parte de la energía cinética a la región en la que los requerimientos, en lo que respecta a una buena capacidad de fluencia, son máximos, es decir, el campo o campos centrales que se labrarán en altorrelieve.

En las máquinas de impactos se emplea una técnica que a menudo se denomina como formación a alta velocidad porque generalmente se ha considerado que unas altas velocidades de los martinets en las máquinas de impactos son un requerimiento para la consecución de los resultados deseados en lo que respecta al trabajo de formación. Sin embargo, si la máquina trabaja según el principio de golpeo opuesto, las grandes velocidades de las unidades móviles pueden suponer una complicación. La complicación reside en el hecho de que los movimientos de las unidades que pueden moverse una contra la otra deben sincronizarse y coordinarse con gran precisión en términos de velocidad (impulso) y posición a fin de que el golpe se realice simultáneamente con un impulso correcto de las masas que se mueven una hacia la otra, algo que se vuelve más difícil cuanto mayores son las velocidades de las partes móviles.

Un aspecto de la invención se basa en la consideración de que las velocidades de las unidades móviles en las máquinas de impactos, que se mueven una hacia contra la otra durante la operación de impacto, no necesitan ser tan grandes como se ha considerado necesario a la vista de la técnica anterior. Tampoco las energías cinéticas necesitan ser correspondientemente grandes, es decir, una velocidad menor no necesita compensarse necesariamente mediante masas móviles correspondientemente más grandes. Según este aspecto de la invención, con las mismas masas puede reducirse por tanto la velocidad de dichos martinets del orden de 5 a 10 metros por segundo al orden de 1 metro por segundo o, más generalmente, de 0,5-2 metros por segundo.

Por tanto, las velocidades inferiores mejoran la posibilidad de sincronizar los movimientos de las unidades móviles durante la operación de impacto. Aunque las velocidades se reducen drásticamente, el trabajo de formación puede no obstante ser perfecto, ya sea la materia prima un polvo o un cuerpo sólido. Sin ligar la invención a ninguna teoría específica, puede suponerse que esto se debe a la buena sincronización de los movimientos en sentidos opuestos, lo que a su vez tiene el resultado de que la energía cinética de las masas móviles puede emplearse básicamente como un trabajo de formación efectivo con pequeñas pérdidas de energía hacia la base y el pedestal de la máquina.

Otro efecto favorable con las velocidades inferiores de las unidades que pueden moverse una hacia la otra es que los desplazamientos de los martinets pueden acortarse. Esto posibilita diseñar los dispositivos de impacto/los martinets y los troqueles para formar unidades integradas, tal como se ha mencionado anteriormente. En este caso, los troqueles pueden insertarse en las aberturas superior e inferior, respectivamente, de la matriz en la posición inicial para una operación de impacto, aunque los troqueles estén in-

tegrados con los dispositivos de impacto/martinetes o similares, en el que los desplazamientos de los martinetes, es decir, las longitudes de aceleración, serán más cortos que la longitud axial de la cavidad de moldeo de la matriz.

Por tanto, se entenderá que las expresiones gran energía cinética o energía cinética muy grande son conceptos relativos y se interpretará que significan la energía cinética adecuada para la consecución del efecto en términos del trabajo de formación que se ha mencionado en lo anterior y que se describirá más detalladamente en la siguiente descripción detallada de la invención.

A partir de las reivindicaciones de patente adjuntas y de la siguiente descripción de una realización resultarán evidentes más características y aspectos, así como ventajas, propios de la invención.

Breve descripción de los dibujos

En la siguiente descripción de una realización de la invención se hará referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran esquemáticamente la fabricación de una placa de pila de combustible, en los que:

La figura 1 muestra esquemáticamente las partes de herramienta para la fabricación de un producto intermedio,

la figura 2 muestra una parte de la figura 1 a mayor escala,

la figura 3 muestra las partes de herramienta para la fabricación del producto final,

la figura 4 muestra una parte de la figura 3 a mayor escala,

la figura 5 muestra la forma teórica del producto intermedio en sección transversal, y

la figura 6 muestra la forma teórica del producto final, una placa de metal para pilas de combustible, en sección transversal.

Descripción de una realización preferida

Con referencia primero a las figuras 5 y 6, un producto intermedio se designa como 1 y, mostrada esquemáticamente en sección transversal, una placa de metal se designa como 2. La placa 2, que es sustancialmente cuadrada, consta de un campo 3 central, que ocupa la mayor parte de la superficie de la placa, y de unas partes 4 de borde, que son anchas en comparación con el espesor de la placa y rodean todo el campo 3 como un marco. Las partes 4 de borde tienen unas superficies 5, 6 anchas, planas. Los lados exteriores se designan como 7. Según la realización, el campo 3 central está labrado en altorrelieve por ambos lados (en algunos casos, también puede concebirse un labrado en altorrelieve por un solo lado) y muestra alternativamente unos salientes 8 y unas estrías 9. Según la realización, los salientes 8 y las estrías 9 en el lado superior están en ángulo recto o en ángulo casi recto con respecto a los salientes y las estrías de la cara inferior. Entre las estrías 9, es decir, entre los dos lados de la placa, existe una alma 10 delgada. Según la realización, las partes superiores de los salientes 8 están al mismo nivel que las superficies 5, 6 anchas de las partes de borde.

El producto 1 intermedio consta de una primera parte 11 central, que en el producto terminado formará el campo 3 labrado en altorrelieve, y, alrededor de dicha primera parte 11, de unas partes 12 circunferenciales, que formarán dichas partes circunferenciales o marco 4 de la placa 2 terminada.

El objetivo de la fabricación del producto 1 intermedio es conformar un producto intermedio consoli-

5 dado y fundamentalmente homogéneo, cuya parte 11 central contenga la cantidad de metal que formará el campo 3 central labrado en altorrelieve del producto 2 terminado. Posiblemente pueda tolerarse un excedente muy pequeño de metal en la parte 1 central, que según la realización es totalmente plana. Además, las partes 12 laterales del producto 1 intermedio contendrán la cantidad de metal que estará presente en las partes 4 de borde del producto 2 terminado. Puede tolerarse un cierto excedente de metal en las partes 12 si la formación final del producto 2 se realiza de tal manera que pueda hacerse que el excedente fluya hacia fuera para formar una "rebaba" o similar, que puede eliminarse en una operación de desbarbado tras finalizarse el moldeo por compresión.

Las partes de herramienta mostradas en las figuras 1 y 2 pueden utilizarse para la fabricación del producto 1 intermedio. Las tres partes de herramienta de moldeo consisten en un contratoquel 20, un troquel 21 y una matriz 22. Esta se muestra en corte transversal. La matriz rodea herméticamente la parte superior del contratoquel 20 y también funciona como guía para el troquel 21 durante el funcionamiento del troquel. Las superficies del contratoquel 21 y del troquel 20, que están enfrentadas, tienen unos grabados 23 idénticos diseñados para que los dos lados anchos del producto 1 intermedio sean reproducciones congruentes de los grabados 23. En otras palabras, esto significa que el contratoquel 20 y el troquel 21 tienen una parte 24 central plana para formar la parte 11 central del producto 1 intermedio y un rebajo 25 circunferencial para formar el marco 12 del producto 1 intermedio.

35 Cuando se va a fabricar el producto 1 intermedio, se carga una cantidad medida con precisión de polvo de metal y/o cerámica en el espacio 26 definido por la matriz 22 y el contratoquel 20, espacio en el que el contratoquel 20 forma una parte inferior y la matriz 22 forma una pared. Como alternativa, puede emplearse una plancha plana como material de partida para la fabricación del producto 1 intermedio. Además, una plancha así contendrá la misma cantidad de material que en el producto 1 intermedio deseado, y preferiblemente tiene una forma exterior correspondiente a la forma de la matriz 22. Independientemente de que se utilice polvo o un cuerpo sólido como material de partida, puede resultar adecuado precalentarlo antes de la operación de formación, tal como se ha mencionado en la descripción inicial de la invención.

50 El contratoquel 20 y la matriz 22 se proporcionan en un alojamiento de herramientas, no mostrado, que está colocado sobre un yunque estacionario o móvil. El troquel 21 se introduce tanto en el agujero en la matriz 22 que entrará en contacto con el polvo o con la plancha homogénea, respectivamente. Cuando se trata de polvo, el troquel 21 se presiona con algo de potencia contra el polvo para que los granos de polvo se vean sometidos a una ligera presión, de manera que éstos se orientarán para la consecución de una cierta compactación apretada del lecho de polvo en la cavidad de moldeo que está definida por los dos grabados 23 y la matriz 22. A continuación, un martinete, es decir, un pistón de impactos en una máquina de impactos se golpea con una energía cinética muy grande contra el lado superior del troquel 21 mediante, adecuadamente, un cuerpo de impactos que se apoya en el troquel y transfiere la energía de impacto del martinete al troquel. La muy grande energía de impacto

se transfiere al polvo en la cavidad de moldeo, de manera que los granos de polvo se plastifican, y el polvo plastificado forma en unos pocos segundos un cuerpo consolidado que tiene la forma deseada del producto 1 intermedio. Durante este moldeo de gran energía cinética, entre las partes 11 y 12 puede producirse una cierta fluencia del material que se plastifica durante el impacto.

A continuación, el troquel 21 se eleva de nuevo y el producto 1 intermedio formado se empuja fuera de la matriz 22 a través de, adecuadamente, un movimiento relativo entre la matriz 22 y el contratroquel 20.

En el caso en el que se aplica el principio de golpeo en sentidos opuestos, tal como según la descripción de cualquiera de las solicitudes de patente sueca 0001558-6 o 0002030-5, en el que el contratroquel 20 se golpea hacia arriba en la matriz sincronamente al golpeo del troquel 21 hacia abajo, y con el mismo momento de las partes móviles, el trabajo de formación se realiza más eficazmente porque las energías cinéticas se transfieren en mayor grado al producto que va a formarse que en el caso en el que el contratroquel 20 es estacionario. En este caso, no es necesario que las velocidades sean tan altas como cuando sólo se somete al troquel a la acción de impacto. Cuando se utilizan los principios de golpeo en sentidos opuestos, las partes móviles se aceleran por tanto para obtener una energía cinética adecuada, que no tiene por qué ser necesariamente extremadamente grande.

Para garantizar que el producto 1 intermedio se consolide totalmente, debería sinterizarse antes de la formación final del producto 2 terminado. Esto resulta es particularmente importante si el producto intermedio no se forma a través del suministro de una energía cinética muy grande, que crea un pulso de presión con una magnitud elevada de corta duración, sino a través de un moldeo por compresión más convencional que proporciona un cuerpo en verde de menor resistencia.

Las partes de herramienta de moldeo para formar la placa 2 terminada se designan de una manera que es análoga a las partes de herramienta para la fabricación del producto 1 intermedio, y comprenden un contratroquel 30, un troquel 31 y una matriz 32, en las que el contratroquel 30 y el troquel 31 tienen unos grabados 33 que son congruentes con los lados anchos del producto 1 terminado. Por tanto, el grabado 33 del contratroquel 30 tiene, por ejemplo, una parte 34 central con resaltes que formarán las estrías 9 del diseño de altorrelieve del campo 3 central de la placa 3 de metal terminada, estrías que formarán uno o

más pasos en la placa, y rebajos que formarán los salientes 8 entre dichos rebajos/canales 9. Alrededor de esta parte 34 central perfilada existe una parte 35 circunferencial que es plana y está al mismo nivel que la parte inferior de los rebajos en la parte 34 central, de manera que los dos lados 5, 6 planos de la parte 4 de borde circunferencial estarán al mismo nivel que la parte superior de los salientes 8 de la placa 2 terminada.

El producto 1 intermedio se coloca sobre el contratroquel 30, en el espacio 36 en la matriz 32. El troquel 31 se baja para apoyarse en el producto 1 intermedio. Posiblemente, el producto 1 intermedio se precalienta antes de que se golpee un elemento de impactos con una energía cinética muy grande contra el lado superior del troquel 31. La energía de impacto se transfiere al producto 1 intermedio, que se plastifica. El material en la parte 11 central fluye hacia fuera para formar dichos salientes 8 y estrías 9, es decir, el grabado en altorrelieve de la región del campo 3 central. Al mismo tiempo, se forman también las partes 4 de borde en su forma final y, cuando resulte necesario, se eliminan los poros en el material, de manera que la placa 3 terminada será muy densa. Durante esta operación de formación final no tiene lugar ningún transporte fundamental de material entre la parte 11 central y las partes 12 de borde. Puede permitirse que algún posible exceso de metal en las partes 12 de borde, figura 5, fluya hacia fuera más allá de los lados 7 extremos que están formados por la matriz 32, que pueden diseñarse con unos espacios de expansión, no mostrados, para tal mínima fluencia de material. La "rebaba" que puede formarse así en pequeña medida puede eliminarse en una última operación de desbarbado, cuando la placa 2 formada se ha expulsado de la herramienta. El principio de golpeo en sentidos opuestos anteriormente mencionado también puede aplicarse en relación con esta operación de formación final, es decir, el troquel 31 y el contratroquel 30 se golpean simultáneamente uno contra el otro con momentos idénticos, en el que no es necesario que las velocidades de las partes móviles sean tan elevadas como cuando el troquel 31 se golpea contra un contratroquel estacionario, sin embargo, es necesario que sean adecuadas para la consecución de las plastificación deseada del producto intermedio, para que el material en la parte 11 central fluya hacia fuera para formar dichos salientes 8 y estrías 9, es decir, el diseño de altorrelieve en la región del campo 3 central.

REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación de una placa (2) de metal o de un material cerámico, comprendiendo la placa uno o más campos (3) que ocupan la mayor parte de la superficie de la placa y que en al menos un lado de la placa está labrada en altorrelieve, más específicamente, labrada de manera que la placa en dicho al menos un lado en la zona de dicho campo o campos tiene/tienen relieves con salientes altos y depresiones (9) o rebajos (8) profundos, alternativamente, y una alma (10) delgada entre los lados, estando dichos campo o campos labrados en altorrelieve rodeados parcialmente por unas anchas partes (4) de borde que tienen un espesor más grande que el espesor medio de la placa en la región de dichos campo o campos labrados en altorrelieve, **caracterizado**

- porque en al menos una etapa preliminar se fabrica un producto (1) intermedio, comprendiendo el producto intermedio una primera parte (11) que formará dicho(s) campo(s) labrado(s) en altorrelieve, que sin embargo todavía no está(n) labrado(s) en altorrelieve sino que contiene(n) una cantidad de material que corresponde fundamentalmente a la cantidad de material existente dentro dicho(s) campo(s) de la placa terminada, y unas segundas partes (12) que formarán dichas partes de borde y que contienen sustancialmente la cantidad de material que existirá en aquellas partes de la placa terminada.

- porque el producto intermedio se coloca entre al menos dos partes (30, 31) de herramienta de moldeo grabadas, que se pueden mover una respecto a la otra, estando al menos una de dichas partes de herramienta de moldeo grabada en altorrelieve y siendo al menos una un troquel (31), formando dichas partes de herramienta, cuando se acercan al máximo, entre sí y/o junto con al menos una o más partes de herramienta, una cavidad de moldeo que corresponde a la forma final de la placa terminada dentro de las regiones de dicho (s) campo(s) labrados en altorrelieve y al menos próxima a la forma final de dichas partes de borde,

- y porque el diseño en altorrelieve en la región o regiones de dicho(s) campo(s) se establece golpeando las partes de herramienta grabadas una contra otra, golpeándose al menos dicho troquel contra dicho producto intermedio en el que se hace que el material dentro las regiones de dicha al menos una primera parte fluya y llene la cavidad de moldeo para establecer dicho diseño en altorrelieve fundamentalmente sin transporte de material entre dichas primera y segundas partes.

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque, en relación con la fabricación del diseño en altorrelieve, se golpea un elemento de impacto contra al menos dicho troquel, que transfiere una energía de impacto al producto (1) intermedio.

3. Método según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la fabricación del producto intermedio implica una fabricación tecnológica en polvo de un cuerpo en verde, que se sinteriza a través de un calentamiento para que los granos del polvo se fusionen para formar un cuerpo fundamentalmente consolidado.

4. Método según la reivindicación 3, **caracterizado** porque los granos de polvo del material de partida se conectan mecánicamente entre sí en relación con la fabricación del cuerpo en verde.

5. Método según cualquiera de las reivindicacio-

nes 1-4, **caracterizado** porque la fabricación del producto intermedio se lleva a cabo a través de una compresión del polvo en una herramienta que comprende al menos un troquel, que se somete a una acción de impacto, de manera que la energía cinética se transfiere al polvo a través del troquel hasta el punto de que se hace que el polvo se plastifique.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque la fabricación del producto intermedio se lleva a cabo comprimiendo el polvo en una herramienta que comprende al menos un troquel, que se presiona contra el polvo con una presión tal que el polvo se plastifica.

7. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la fabricación del producto intermedio se lleva a cabo comprimiendo el polvo en una herramienta que comprende al menos un troquel, que se golpea contra el polvo con una presión tan alta que los granos de polvo se plastifican para formar un cuerpo fundamentalmente consolidado.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 3-7, **caracterizado** porque la formación del producto en la forma de un cuerpo en verde o cuerpo consolidado se lleva a cabo en una pluralidad de etapas.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 3-8, **caracterizado** porque el polvo se precalienta hasta al menos 70°C antes de formar el producto intermedio en una o más operaciones.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado** porque, en relación con la fabricación del producto intermedio, una primera parte de herramienta grabada, que es una parte de herramienta inferior, es estacionaria y forma un contratroquel, y porque una segunda parte de herramienta grabada, que es un troquel, se golpea o presiona contra el contratroquel que contiene el polvo que formará el producto intermedio.

11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-10, **caracterizado** porque, en relación con el producto intermedio, las dos partes de herramienta, que se pueden mover una en relación con la otra, se golpean o presionan una contra la otra, una de ellas desde arriba y hacia abajo y la otra desde abajo y hacia arriba en relación con su entorno.

12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, **caracterizado** porque la fabricación del producto intermedio se lleva a cabo en una herramienta de moldeo, que se carga con tanto material que su volumen neto corresponde a al menos el volumen del espacio de una cavidad de moldeo para la formación final de la placa, porque el producto intermedio se fabrica entonces a través de una o más operaciones de impacto, en el que cualquier material excedente posible dentro de cualquiera de dichas primera y segundas partes se presiona hacia aquella parte o aquellas partes en las que hay un déficit de material para la consecución de dicho producto intermedio, en el que al menos dicha primera parte contiene una cantidad de material que fundamentalmente corresponde a la cantidad de dicho campo labrado en altorrelieve de la placa conformada finalmente.

13. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el producto intermedio se fabrica a través del trabajo plástico de una placa plana, que contiene al menos la cantidad de material que se incluirá en la placa terminada, y porque, en relación con el trabajo plástico, se hace que el material fluya fuera de dicha al menos una primera parte que formará dicho campo

labrado en altorrelieve, hacia dichas segundas partes que formarán dichas partes de borde, de manera que la cantidad de material restante dentro de la región de dicha al menos primera parte corresponde fundamentalmente a la cantidad dentro de dicho campo labrado en altorrelieve de la placa terminada, y de manera que la cantidad resultante en la región de dichas segundas partes contendrá al menos aquella cantidad que se incluirá en aquellas partes del producto acabado.

14. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el producto intermedio se fabrica por maquinado de una placa en al menos la primera parte que formará dicho campo labrado en altorrelieve, de manera que dicha parte contendrá fundamentalmente la cantidad de material que corresponde a la cantidad dentro de dicho(s) campo(s) de la placa terminada.

15. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dichas partes de borde se forman en el espacio de la cavidad de moldeo del material en dichas segundas partes, al mismo tiempo que está formándose dicho diseño en altorrelieve.

16. Método según la reivindicación 15, **caracterizado** porque el material excedente en dichas segundas partes del producto intermedio se presiona fuera de la cavidad de moldeo en un plano de división entre las partes de herramienta o hacia espacios de expansión particulares mientras están formándose el diseño en altorrelieve y dichas partes de borde, y porque el material que ha salido por presión se elimina entonces por desbarbado de la placa obtenida.

17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-16, **caracterizado** porque, en relación con la formación del diseño en altorrelieve, una parte de herramienta grabada inferior, que contiene el producto intermedio y forma un contratroquel, se coloca sobre un yunque, y porque una parte de herramienta superior, que es un troquel de grabado, se golpea contra el contratroquel.

18. Método según la reivindicación 17, **caracterizado** porque la unidad que consta del yunque y de una unidad de herramienta, que contiene el contratroquel, es móvil y se hace que se mueva hacia arriba al mismo tiempo que se golpea el troquel hacia abajo, en el que las masas y velocidades de las unidades que se pueden mover desde arriba y hacia abajo son tales que sus momentos, es decir, los productos de la masa multiplicada por la velocidad, son fundamentalmente idénticas cuando las unidades móviles se encuentran.

19. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-18 anteriores, **caracterizado** porque la placa conformada finalmente se calienta hasta una temperatura de sinterización en una operación posterior para la eliminación de cualquier posible poro restante en el material.

20. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicho material consiste principalmente en cualquiera de los siguientes materiales: grafito u otro material cerámico, acero inoxidable, titanio, aluminio, magnesio u otro metal ligero, o una combinación de dos o más de dichos materiales.

35

40

45

50

55

60

65

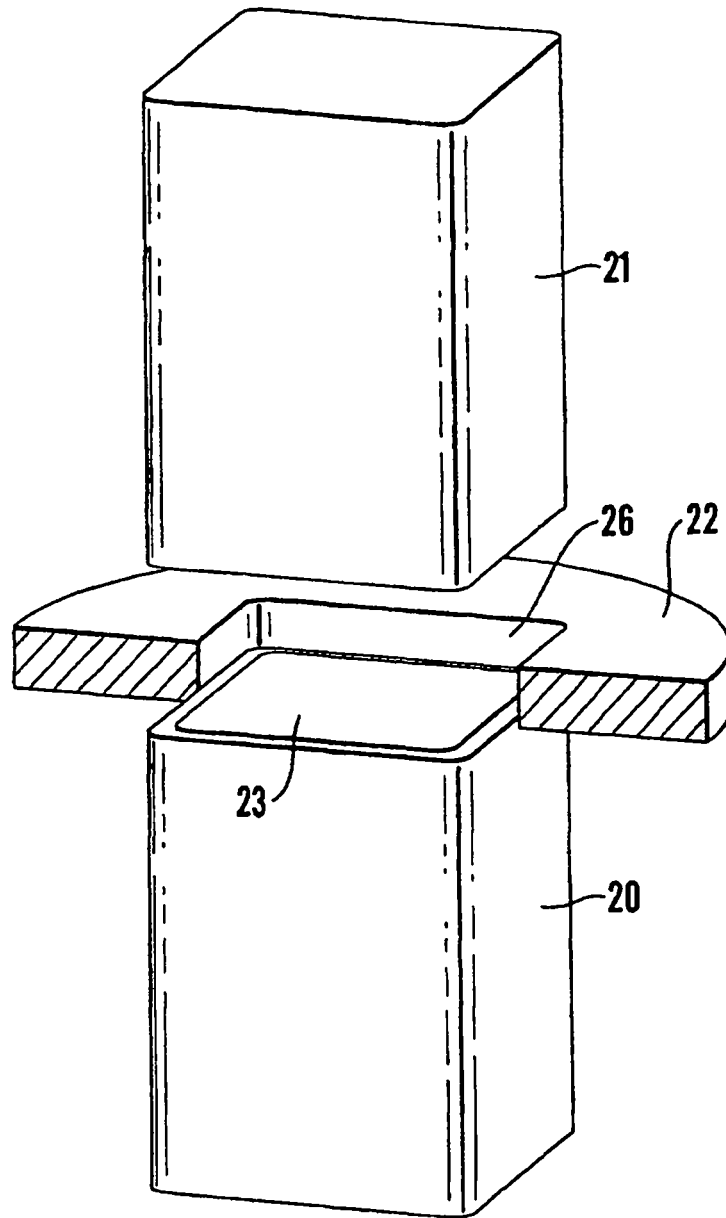


Fig. 1

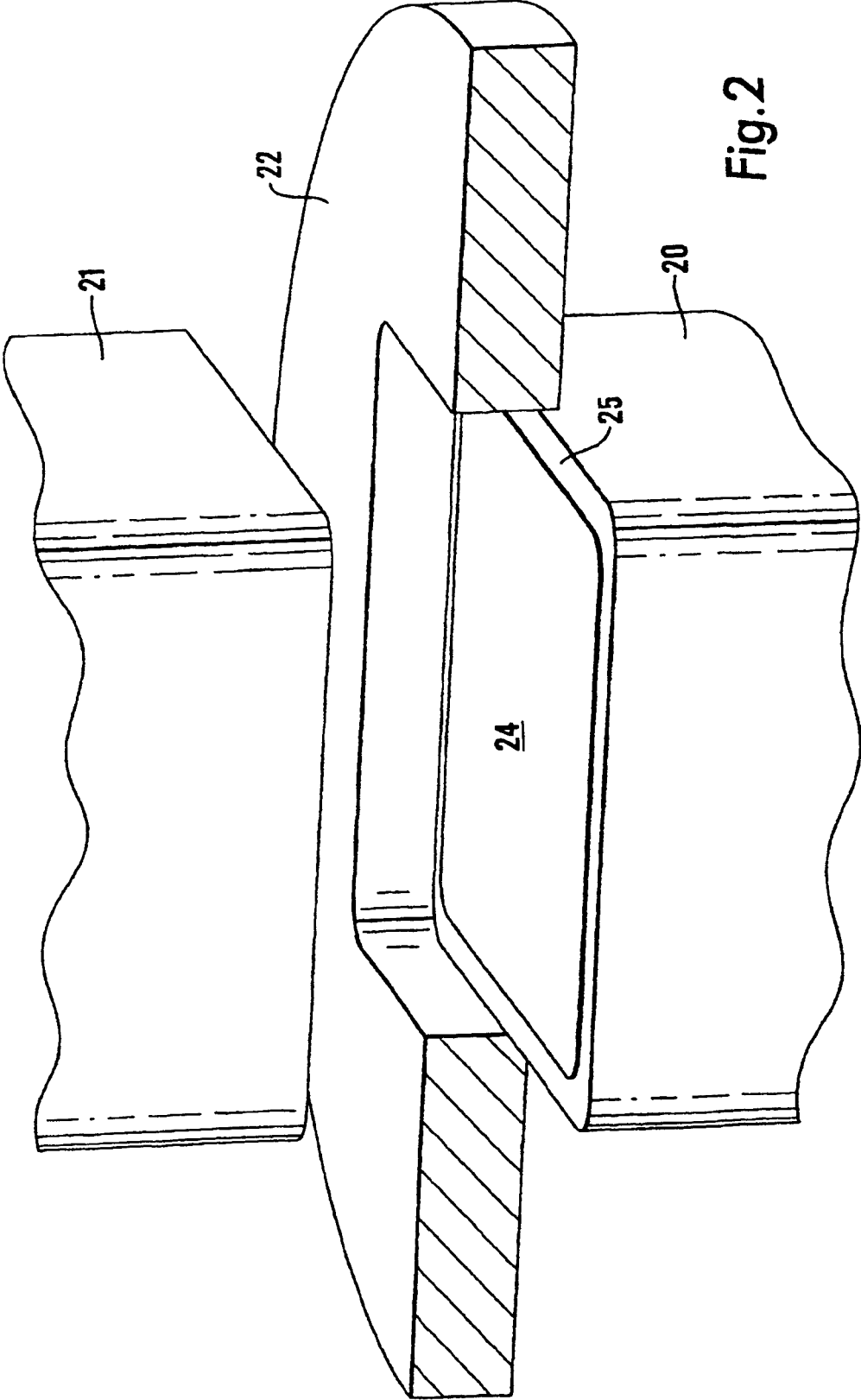


Fig.2

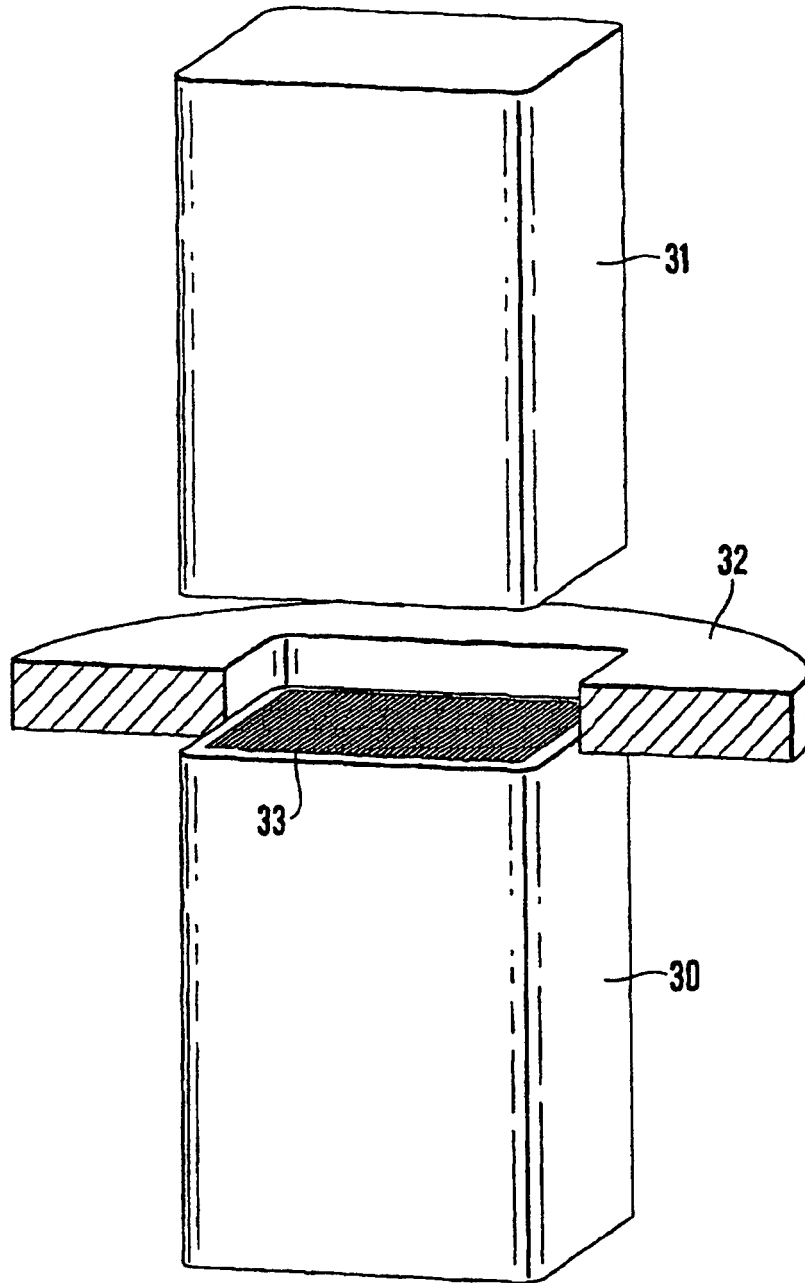


Fig.3

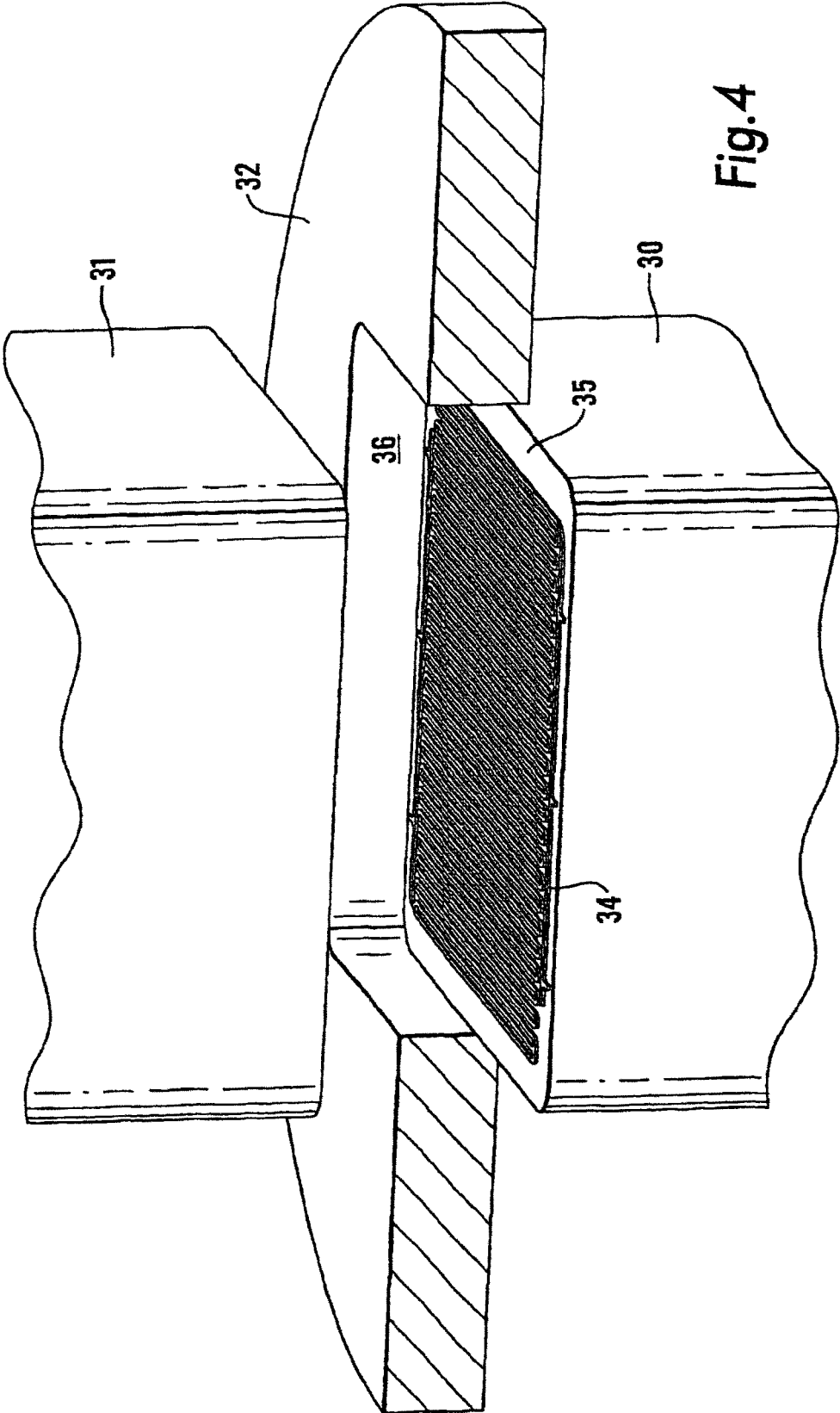


Fig.4

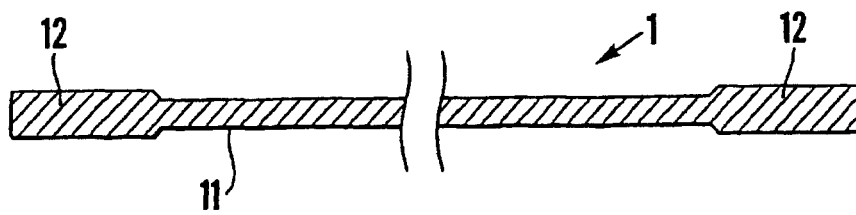


Fig. 5

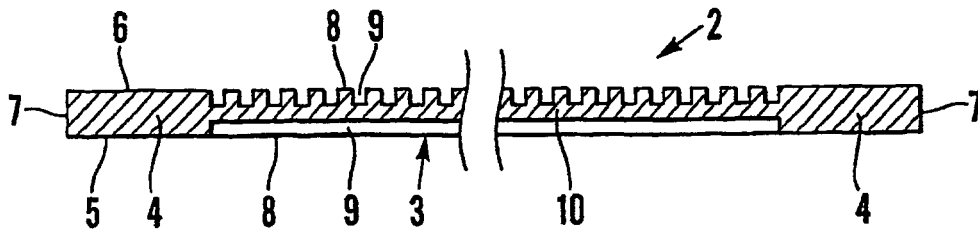


Fig. 6