

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 421**

51 Int. Cl.:

**B22D 11/10** (2006.01)

**B22D 41/00** (2006.01)

**B22D 41/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2011 PCT/BR2011/000114**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2012 WO12012853**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2011 E 11719446 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 2598269**

54 Título: **Bloque de impacto para su uso en una artesa de acero de colada continua**

30 Prioridad:

**27.07.2010 BR PI1002628**

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

**26.10.2017**

73 Titular/es:

**MAGNESITA REFRATÁRIOS S/A (100.0%)  
Praça Louis Ensck n°240 Cidade Industrial  
32210-050 Contagem - MG, BR**

72 Inventor/es:

**ÁVILA, THIAGO AUGUSTO;  
BATISTA RIBEIRO, BRUNO AUGUSTO y  
SANTOS, HERBERT AMARILDO**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 639 421 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

Bloque de impacto para su uso en una artesa de acero de colada continua

5 La presente invención se refiere a un bloque de impacto que presenta una disposición interna especialmente desarrollada para amortiguar la corriente de metal fundido durante el vertido de una cuchara a la artesa en plantas de colada continua, minimizando con ello el fenómeno de turbulencia que es perjudicial para la calidad del acero procesado.

10 **Descripción de la técnica anterior**

El proceso de colada continua es utilizado por casi el 90 % de las plantas de acero más importantes del mundo, debido a sus bajos costos de operación, reducido gasto de energía y alta productividad. Un experto en la técnica sabe que un flujo turbulento dentro de una artesa debido a la alta velocidad del metal fundido vertido de la cuchara puede provocar que el arrastre de la escoria y fragmentos de material refractarios hacia el molde, influyendo en el grado de pureza del acero procesado. Un técnico experto es consciente de la formación de rebotes al comienzo de una secuencia de colada continua o durante el cambio de cuchara, cuando se forma una zona de alta turbulencia cerca del chorro de entrada del acero fundido, que puede provocar la incorporación de oxígeno y nitrógeno en el acero debido al contacto con el aire, o incluso poner en peligro a los operarios debido a la proyección de acero.

Una forma habitual para minimizar estos y otros posibles problemas causados por la turbulencia consiste en el uso de bloques de impacto, que son más o menos eficientes según su cumplimiento con algunas reglas teóricas con respecto al flujo de fluido. En general, los bloques de impacto tienen el propósito de minimizar la turbulencia del flujo de acero dentro de la artesa, aumentando con ello el tiempo de residencia. También están destinados a dirigir el flujo de acero para la superficie libre, permitiendo el atrapamiento de inclusiones por la escoria. Otro objetivo consiste en reducir el rebote de la corriente de entrada, reduciendo con ello la turbulencia y, por consiguiente, las inclusiones de oxígeno y nitrógeno, así como la mejora de la pureza del acero.

Se presenta una solución para este problema en el documento BR0800035-2, que describe un inhibidor de turbulencia para la artesa de plantas de acero de colada continua, en el que se adapta un bloque de impacto a la parte interior de la artesa de colada continua, minimizando la turbulencia durante el vertido de metal fundido de la cuchara de alimentación. La estructura interior del bloque de impacto implica un relieve ondulado formado por picos y valles en la base y en sus paredes laterales. Este bloque de impacto puede tener cualquier forma geométrica, siempre que se mantenga su configuración básica interna. La gran superficie generada por las ondulaciones absorbe la energía cinética del líquido que entra en el bloque de impacto.

El documento DE-A1-10/2007/035/452 describe un bloque de impacto con una serie de elementos en la pared lateral y en la placa de base. Los elementos se proyectan al interior del bloque de impacto, presentan una forma cónica en la base y una forma trapezoidal en la pared lateral, y se distribuyen sobre un patrón regular a lo largo de la pared lateral y la placa de base. El patrón de distribución de los elementos no conduce a la colisión de dos corrientes diferentes de metal fundido y permite un hueco para el flujo directo del metal fundido entre filas paralelas de elementos.

El documento US-A1-2004/041/3121 se refiere a un bloque de impacto con elementos esféricos que sobresalen de las paredes laterales o depresiones esféricas en la pared lateral. El bloque de impacto presenta también barreras dispuestas concéntricamente sobre la placa de base. La distribución de los elementos en las paredes laterales tiene un patrón regular. En el caso de las proyecciones esféricas también hay un hueco que permite un flujo directo de metal fundido entre filas paralelas.

50 **Breve descripción de la invención**

La turbulencia es un proceso natural que ocurre en flujos industriales. Su característica principal es la amplia variación de presión, temperatura y velocidad con el tiempo.

55 Suponiendo que un flujo laminar, es decir, sin turbulencia, tiene una velocidad promedio  $U_0$ , el flujo turbulento se caracterizará por:

$$U_x = \overline{U_x} + U'_x ; \quad (i)$$

60 en el que el término  $U'_x$  representa la variación de la velocidad de flujo con el tiempo, lo que significa que la velocidad  $U_x$  puede experimentar variaciones grandes o pequeñas, para más o menos de su valor. Este cambio constante en los valores de una propiedad determinada es una característica de flujos turbulentos.

El objetivo de la presente invención consiste en reducir los valores de velocidad de flujo y sus variaciones para

proporcionar un flujo más uniforme con velocidades más pequeñas. Con el fin de conseguir tal objetivo, la presente invención utiliza, a su favor, las características físicas de los procesos de flujo de un fluido determinado (acero fundido) en una superficie particular.

5 Una característica utilizada por la presente invención consiste en el hecho de que una corriente de fluido pierde velocidad cuando fluye en contacto con una superficie rugosa (es decir, la pared refractaria del bloque de impacto de la presente invención). La fricción entre la superficie y el fluido que fluye reduce la velocidad mediante la fuerza de arrastre, que impone resistencia al flujo, de manera que cuanto más fuerte sea la fuerza de arrastre, más lenta será la velocidad de flujo para el mismo valor de velocidad analizado.

10

La fuerza de arrastre está definida por:

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 C_D A; \quad (ii)$$

Donde:

15

$\rho$  es la densidad del fluido;  
 $v^2$  es la velocidad del fluido al cuadrado

[La descripción sigue en la página original 3.]

20

$C_D$  es la constante que mide el coeficiente de fricción.  
 $A$  es el área de contacto entre el sólido y el fluido.

Reescribiendo la ecuación (ii) y aislando la velocidad del fluido, la fórmula es la siguiente:

25

$$v = \sqrt{\frac{2F_D}{\rho C_D A}} \quad (iii)$$

A partir de la ecuación (iii) se puede observar que, para cambiar el valor de la velocidad, sería normal cambiar el valor del área por donde pasan los flujos, ya que los otros valores son constantes o difíciles de cambiar, y  $F_D$  es la fuerza de fricción resultante de las propiedades de flujo;  $\rho$  es la densidad del fluido, es decir, una propiedad del acero fundido, que no varía considerablemente bajo las condiciones de colada de lingote; y  $C_D$ , el coeficiente de fricción, es una medida relacionada con las características geométricas de la superficie por donde pasa el fluido, que no se puede cambiar durante el proceso.

35 La solución propuesta por la presente invención, como se indica a continuación, muestra un aumento del 15 % al 35 % en el área superficial de la superficie de impacto en el fondo del bloque de impacto. En las superficies laterales del reductor, el aumento en el área superficial varía desde el 20 % al 50 %. Este aumento de área hace que el denominador de la ecuación (iii) aumente y reduzca consecuentemente el valor de la velocidad de flujo.

40 Otra forma de disipación de energía utilizada por la presente invención, especialmente en las paredes laterales del bloque de impacto, consiste en la colisión entre dos corrientes de fluido (acero fundido) en direcciones opuestas.

El bloque de impacto de la presente invención tiene paredes laterales con barreras espaciadas y escalonadas en altura y longitud en toda la extensión de las paredes o parte de las mismas. El reductor también tiene un fondo de impacto provisto de ondulaciones dispuestas de manera regular y escalonada. En ambos casos, en la pared lateral con barreras y en el fondo de impacto ondulado, existe un aumento considerable del área, como se ha mencionado anteriormente, en comparación con una superficie lisa correspondiente.

45 La presencia de un flujo de acero dirigido hacia fuera o lejos de la zona de impacto, como en el caso de las válvulas largas inclinadas, puede provocar un desgaste localizado en el revestimiento refractario. Este otro problema de estado de la técnica es resuelto por la presente invención a través de su superficie de impacto que tiene ondulaciones de características de difusión.

55 Cuando los bloques de impacto de la técnica anterior presentan una superficie de impacto lisa, puede haber una trayectoria preferencial de chorro de alta velocidad con reducción asociada en el tiempo de residencia mínimo del acero en la artesa. Por lo tanto, hay un aumento en la cantidad de energía cinética de turbulencia en la interfaz metal-escoria. La incorporación de una superficie de impacto que tiene características de difusión tales como las de la presente invención reduce la turbulencia y elimina la formación de una trayectoria de flujo preferencial (cortocircuito) debido a su área útil más grande.

La combinación de un fondo de impacto que tiene un relieve ondulado con su alta capacidad de absorción de energía cinética y paredes laterales de un inhibidor de turbulencia con barreras que favorecen la colisión de fluidos procedentes de direcciones opuestas, además de aumentar el área de contacto, proporciona una ventaja considerable sobre los objetivos ya conocidos de la técnica anterior.

El patrón de flujo mostrado dentro del bloque de impacto según la presente invención es tal que las regiones de alta velocidad se limitan en la región de impacto de la corriente de acero, resultando en velocidades bajas en la interfaz de metal/escoria. Inicialmente, el flujo de acero se desplaza hacia arriba, y después se desplaza paralelo a la superficie, facilitando de este modo la absorción de las inclusiones de escoria.

### Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá, más adelante en el presente documento, más en detalle basándose en un ejemplo representado en los dibujos. Las figuras muestran:

- la figura 1 es una vista en perspectiva y en sección transversal del objeto de la presente invención;
- la figura 2 es la distribución esquemática de los flujos de fluido en las paredes laterales del objeto de la presente invención;
- la figura 3 es una vista en sección del objeto de la presente invención que muestra la alimentación de fluido;
- la figura 4 es una vista en sección que muestra un bloque de impacto con una superficie de impacto plana;
- la figura 5 es un diagrama que muestra la trayectoria del líquido en la superficie ondulada; y
- la figura 6 es una vista en sección del objeto de la presente invención que muestra una alimentación de fluido inclinada.

### Descripción detallada de los dibujos

La figura 1 muestra el bloque de impacto de la presente invención en una vista en perspectiva con un corte lateral que muestra el fondo de impacto 5 con ondulaciones 4 y paredes laterales 2 con barreras 3, estando el bloque de impacto hecho de material refractario. Su forma debe ser, preferentemente, rectangular o cuadrada y su tamaño debe ser compatible con el modelo de artesa en el que se adaptará. Otras formas geométricas tales como circular, hexagonal, octogonal, etc. no están fuera del alcance de la invención, siempre y cuando sea posible mantener su configuración básica interior como se muestra en la figura 1. Esta configuración se refiere a la composición de múltiples barreras 3 del mismo material o no de las paredes laterales 2 y que muestra en una realización preferente la sección longitudinal rectangular, aunque se pueden considerar otros tipos de sección para barreras 3. Dichas barreras 3 están dispuestas en las paredes laterales 9 formando una serie de obstáculos a través de las cuales debe pasar parte del flujo de acero fundido 6. Las barreras pueden incluirse en toda la longitud y altura de las paredes laterales 2, o únicamente en una parte de ellas, y también pueden variar en el espaciamiento entre sí, dependiendo tales definiciones de las condiciones del proceso u otras variables.

Las filas de barreras 3 aseguran el confinamiento de la turbulencia a la región de impacto. El uso de dos o más filas de barreras 3 asegura la permanencia de este efecto de confinamiento de la turbulencia durante un período de operación más largo en casos de secuencias de colada largas. La presencia de barreras 3, debido a su gran área, proporciona también un área útil de incidencia optimizada del chorro de acero fundido, que es de gran importancia en operaciones de válvulas de inclinación larga.

En la figura 1, todavía se puede ver el fondo de impacto 5 con ondulaciones 4. Dichas ondulaciones 4 pueden tener diferentes amplitudes y formas dependiendo de las condiciones del proceso. Las mismas pueden extenderse a lo largo del fondo de impacto 5 o de una parte del mismo. Pueden ser, por ejemplo, esféricas, ovoides y/o de disco o en forma de placa. Sin embargo, deben evitar los bordes afilados que pueden perjudicar o detener el flujo de acero líquido, generando de este modo un volumen muerto indeseable.

Como puede verse en la figura 2, los flujos indicados por los vectores  $v_1$  y  $v_2$  chocan entre las barreras 3 en la pared lateral 2 del bloque de impacto de la presente invención. Esta colisión hace que las velocidades de dirección horizontal y opuesta tiendan a reducir, de manera muy eficiente, el valor final resultante de la velocidad que sale hacia la artesa como el flujo  $v_7$ .

Analizando el flujo de acero fundido a lo largo de las paredes 2 del bloque de impacto 1 de la presente invención, la gran corriente de fluido que entra en el bloque de impacto 1 se subdivide en varias corrientes más pequeñas, como se muestra en la figura 1. De este modo, se forman muchas corrientes pequeñas y comienzan a chocar con corrientes de fluido adyacentes en la dirección opuesta, entre las capas de barreras existentes en las paredes 2 del bloque de impacto 1 de la presente invención. De este modo, hay una pérdida de velocidad por la colisión de flujos procedentes de direcciones opuestas asociadas con el efecto de pérdida de velocidad por la fricción mencionada anteriormente.

La figura 3 muestra el modo en que el flujo de acero líquido 6 es forzado a recorrer un camino más largo para

alcanzar la pared 2, pasando por encima de todas las ondulaciones 4 para alcanzar la pared 2 y, como se ha mencionado anteriormente, cuanto más alta sea la trayectoria recorrida por el acero fundido, más energía cinética se disipará y menor será la turbulencia del flujo hacia la artesa.

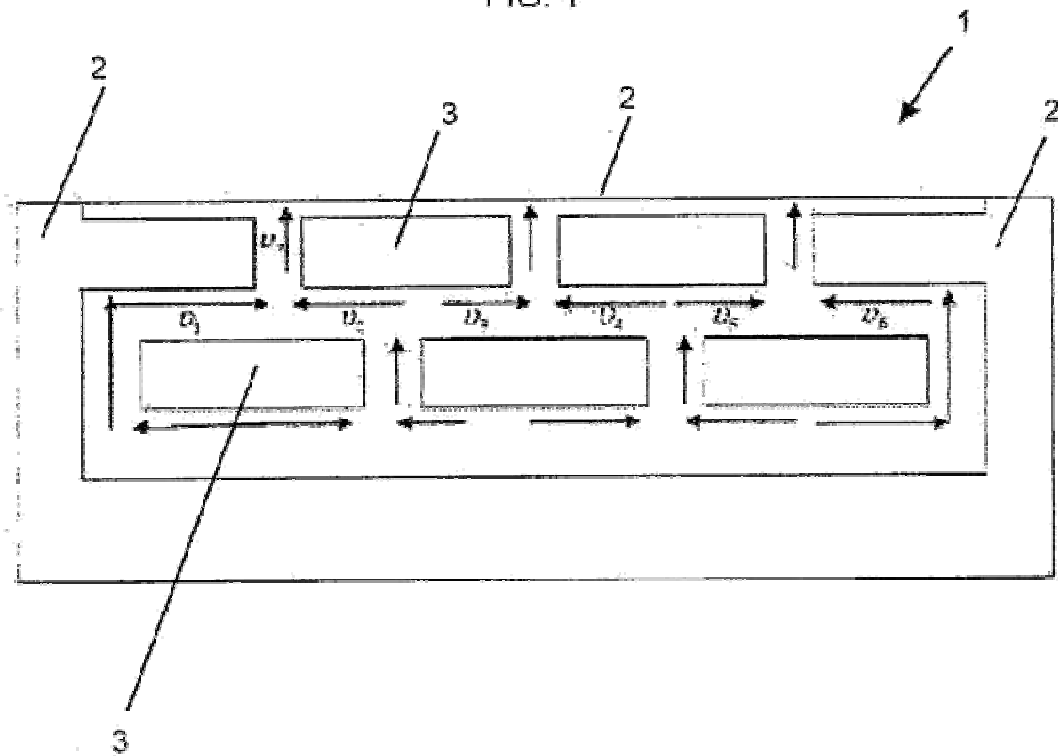
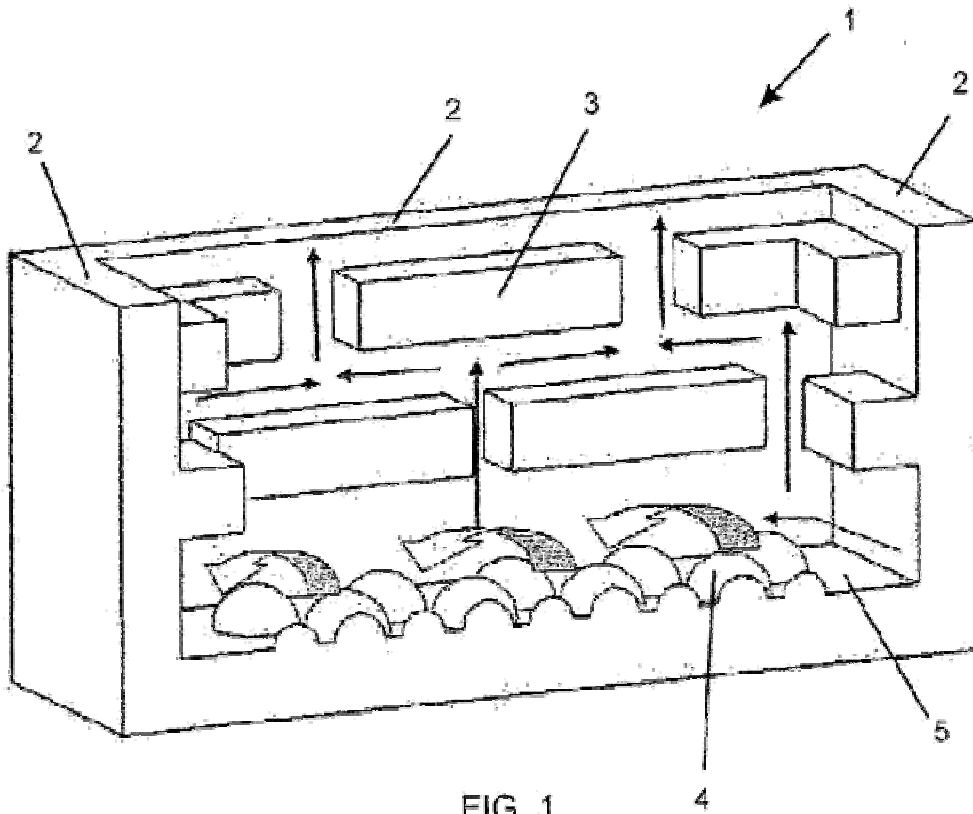
5 La presente invención también introduce una ventaja adicional al flujo de acero fundido debido a su superficie de  
 impacto 5 con ondulaciones 4 de características de difusión. Esta superficie de impacto 5 con ondulaciones 4 se  
 caracteriza por distribuir aleatoriamente el flujo de acero a través del bloque de impacto (véase la figura 5),  
 independientemente del ángulo de entrada del chorro 6, como se ilustra en la figura 6. La figura 4 muestra cómo  
 10 será el flujo si el bloque de impacto de la presente invención se haría con una superficie de impacto 5 plana, es  
 decir, sin ondulaciones 4. La superficie plana desvía el chorro de acero fundido 6, hacia la pared 2 del bloque de  
 impacto con prácticamente ninguna pérdida de energía cinética. La figura 6 muestra el modo en que el bloque de  
 impacto de la presente invención, con la superficie de impacto 5 con ondulaciones 4, consigue mantener una  
 15 distribución aleatoria del flujo independientemente del ángulo de entrada del chorro 6. Esto hace que el acero  
 fundido esté mejor distribuido dentro del bloque de impacto, aumentando su eficiencia en la reducción de la energía  
 cinética del chorro de acero fundido 6.

Según las figuras mencionadas anteriormente, podemos resumir que el chorro de acero fundido 6 de la cuchara de  
 colada se vierte desde el lado superior hacia el recipiente del bloque de impacto 1 que está ajustado  
 20 apropiadamente dentro de la artesa. El recipiente del bloque de impacto 1 recibe en el fondo de impacto 5 el impacto  
 causado por la intensidad del chorro de acero fundido 6 que varía en función del volumen de acero fundido  
 contenido en la cuchara. En este proceso, el nivel de turbulencia generado durante el vertido será proporcional a la  
 energía cinética contenida en el chorro de acero fundido 6. La absorción de una parte de esta energía y la  
 25 consecuente reducción de la turbulencia por el bloque de impacto 1 de la presente invención se debe al hecho de  
 que el chorro de acero 6, después de alcanzar el fondo de impacto 5 con las ondulaciones 4 de características de  
 difusión, tiene su flujo distribuido uniformemente con una reducción de energía cinética debido a la gran área y alta  
 fricción consecuente, yendo posteriormente contra las paredes laterales 2. En las paredes laterales, parte de este  
 30 chorro 6 es forzado a atravesar obstáculos formados por barreras 3, reduciendo de este modo su velocidad de  
 movimiento dentro del recipiente debido a la colisión de flujos parciales en la dirección opuesta y a la fricción de la  
 pared. Las barreras 3 también generan una gran área de contacto útil con alta fricción y absorción de energía  
 cinética respectiva. Como resultado, el chorro de acero fundido 6 hacia la artesa y, después, hacia la boquilla de  
 salida del molde de colada, se produce con un flujo laminar ablandado, evitando de este modo los problemas  
 descritos inicialmente relacionados con inclusiones de oxígeno y nitrógeno, purga de escoria y refractaria que daña  
 la pureza del acero.

35

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Bloque de impacto para su uso en una artesa de colada continua de acero durante el vertido de acero fundido (6) de la cuchara de colada en la artesa, incluyendo el bloque de impacto (1) paredes laterales (2) provistas de barreras (3) distribuidas de manera separada y escalonadas en altura y longitud en toda la extensión de las paredes (2) o en parte de las mismas, comprendiendo también el bloque de impacto (1) un fondo de impacto (5), provisto de ondulaciones (4) distribuidas y escalonadas en su totalidad o en parte de las mismas, **caracterizado por que** las barreras (3) tienen una forma rectangular en su sección longitudinal y están separadas en dos filas adyacentes en dirección vertical en una posición superpuesta que cubre una trayectoria de flujo preferente del acero fundido (6).
- 10 2. Bloque de impacto según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el bloque de impacto (1) está hecho de material refractario.
- 15 3. Bloque de impacto según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las barreras (3) pueden estar hechas del mismo material refractario del bloque de impacto (1) y preferentemente tienen una sección transversal rectangular.
4. Bloque de impacto según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las barreras (3) están dispuestas en al menos dos filas en el interior del bloque de impacto (1).
- 20 5. Bloque de impacto según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las ondulaciones (4) con características de difusión tienen forma esférica, ovoide, de disco o de placa, sin bordes afilados.



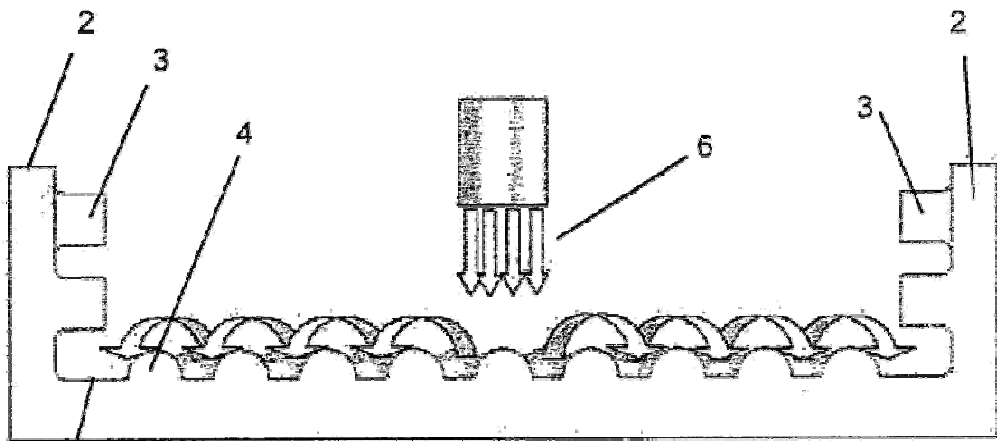


FIG. 3

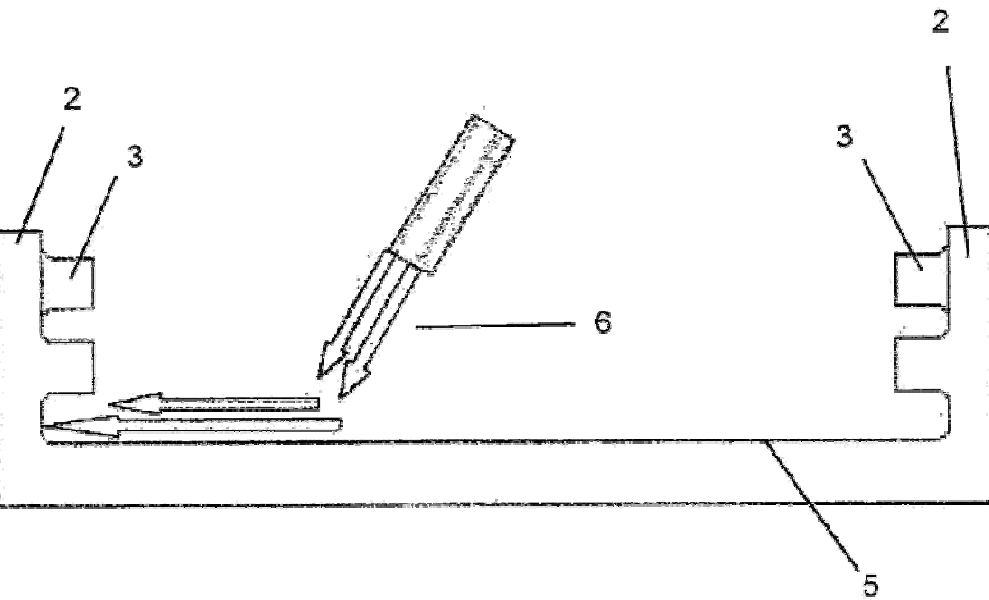


FIG. 4

