

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 748**

51 Int. Cl.:

B22D 11/08 (2006.01)

B22D 11/04 (2006.01)

B22D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2011** **E 11740698 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015** **EP 2723520**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la colada continua de un desbaste de perfilado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.09.2015

73 Titular/es:

**ARCELORMITTAL INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO, S.L. (100.0%)
C/ Chavarri, 6
48910 Sestao, Bizkaia, ES**

72 Inventor/es:

**JOLIVET, JEAN-MARC;
BEAUVAIS, MARTIN;
HEMMER, CHRISTOPHE y
GAUGUE, MICHEL**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 545 748 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 dispositivo para la colada continua de un desbaste de perfilado.

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a la colada de forma continua de un desbaste de un perfilado metálico cuya sección transversal consta al menos de una porción de concavidad orientada hacia el exterior del perfilado y, en particular, de un perfilado de acero de sección en H especialmente, que presenta una sección transversal de pequeña dimensión localmente.
- 10 **[0002]** De forma clásica, los perfilados de acero de sección en H, en U, en L, en I o en T, se fabrican a partir de semi-productos de sección cuadrada o rectangular que están laminados en caliente en unos trenes de laminador adaptados. Este laminado comprende en general un cierto número de pasadas de desbastado que permiten obtener unos desbastes, los cuales sufren entonces una pluralidad de pasadas de acabado destinadas a dar la forma final al perfilado. Este procedimiento de fabricación tiene el inconveniente de necesitar un número importante de pasadas de laminado costosas y consumidoras de energía.
- 15 **[0003]** A fin de reducir el coste de producción de estos perfilados y el consumo de energía correspondiente, se ha propuesto fabricar directamente por colada continua unos desbastes de perfilados cuya sección tenga una forma próxima a la forma final deseada. La utilización de tales desbastes tiene la ventaja de evitar tener que realizar unas pasadas de laminado de desbastado y de reducir así a la vez el número de pasadas de laminado y la energía de recalentamiento que es necesaria cuando se parte de un semi-producto tal como una palanquilla se sección cuadrada. A título de ejemplo, la fabricación de un perfilado del tipo IPE100 que tiene una sección de 100/50/5mm, requiere seis pasadas de desbastado y diez pasadas de acabado. Si fuese posible fabricar por colada continua directamente un desbaste de sección en forma generalmente de I de dimensión 110/70/12mm (que tiene un peso métrico de 25 kg/m), sería posible fabricar el IPE100 por un laminado que comprende simplemente seis pasadas de acabado.
- 20 **[0004]** El procedimiento de fabricación directo por colada continua de desbaste de perfilado se ha aplicado para fabricar unos perfilados de dimensión relativamente importante, teniendo los desbastes unas dimensiones mínimas de aproximadamente 300/700/50 mm, lo que corresponde a un peso lineal de 500 kg/m.
- 30 **[0005]** La realización de perfilados que tienen unas dimensiones más reducidas encuentra unas dificultades durante los períodos transitorios que corresponden, por ejemplo, a los cambios de bolsa durante la colada en secuencia de bolsas sucesivas o a unos períodos de gestión de incidentes de colada.
- 35 **[0006]** En general, durante tales períodos, es necesario ralentizar considerablemente incluso detener la colada durante un tiempo suficiente. Cuando los perfilados son de dimensión importante, esto es posible sin dificultades. En cambio, cuando los perfilados son de dimensión más reducida y especialmente cuando tienen un peso lineal inferior a 500 kg/m, se constatan importantes dificultades en el reinicio tales como aprisionamientos.
- 40 **[0007]** Estas dificultades existen igualmente en el inicio de la colada que es una fase transitoria particular.
- [0008]** Por otro lado, la colada de productos de pequeñas dimensiones presenta unas dificultades para introducir en la lingotera de colada continua metal líquido con unas condiciones de flujo que permiten obtener una buena calidad de superficie de los desbastes.
- 45 **[0009]** Para resolver el problema de flujo del metal líquido, se ha propuesto, especialmente en la solicitud de patente WO 2006/108874, utilizar un procedimiento de colada continua, denominado colada continua en carga. En este procedimiento, se utiliza un cuerpo de lingotera metálico enfriado que tiene una sección correspondiente a la sección del desbaste de perfilado que se desea obtener, rematado por un anillo de unión que tiene una apertura correspondiente a la forma de la apertura del canal de colada de la lingotera, sobre el cual se dispone un realce de material refractario que tiene una forma adaptada para constituir un embudo. Esta disposición permite introducir el metal líquido en la lingotera con un flujo poco turbulento. La lingotera puede ser por ejemplo la que se describe en la solicitud de patente WO 2006/108872.
- 50 **[0010]** Se ha intentado utilizar el procedimiento que se acaba de describir para fabricar unos desbastes de perfilado que tienen un peso lineal del orden de 25 kg/m. Para ello, antes de la colada, se ha dispuesto en el cuerpo de la lingotera, una cabeza de maniquí como se viene haciendo clásicamente en colada continua, después se ha vertido el metal líquido en la lingotera y se ha comenzado a desplazar el maniquí hacia abajo para extraer el

producto colado. Estas pruebas han mostrado que el procedimiento no permitía efectuar un inicio de la colada en unas condiciones satisfactorias. En efecto, cuando la aceleración es demasiado grande, se observan unas rupturas del producto colado poco tiempo después del inicio de la colada, lo que no permite colar el producto. Cuando la aceleración al inicio es demasiado reducida, se observa un bloqueo del desbaste en la lingotera que obliga a detener la colada. Por tanto, no ha sido posible obtener unos desbastes de perfilado de pequeñas dimensiones por colada continua directa.

[0011] El objetivo de la presente invención es remediar estos inconvenientes proponiendo un medio para realizar la colada continua de desbaste de perfilado que tiene una sección de forma próxima a la sección final deseada, que tiene unas dimensiones reducidas que corresponden a unos pesos lineales casi inferiores a 500 kg/m lineal pudiendo ser incluso del orden de una veintena de kilos por metro lineal, sin conducir a unos incidentes de colada o a unos deterioros de material.

[0012] A tal efecto, la invención tiene como objeto un procedimiento de colada continua de un desbaste de un perfilado metálico cuya sección transversal consta al menos de una porción cuya concavidad está orientada hacia el exterior del perfilado, según el cual se cuela un metal líquido en una lingotera de colada continua que comprende un cuerpo de lingotera enfriado, definiendo el cuerpo de lingotera un canal de colada de sección transversal correspondiente a la sección transversal del desbaste, comprendiendo la sección transversal del canal de colada al menos dos porciones adyacentes unidas por una porción cóncava cuya concavidad está orientada hacia el exterior del canal de colada, teniendo el canal de colada de la lingotera una conicidad C, una longitud Lc, un grosor transversal mínimo E_{min}, teniendo el núcleo del desbaste un tiempo de solidificación ts. Según este procedimiento, una vez que se realiza el cebado, se mantiene la velocidad de extracción por encima de una velocidad de extracción mínima V_{min} igual a: $V_{min} = (L_c/t_s) \times A/(A + L_c C E_{min})$.

[0013] Para garantizar el inicio, antes de colar el metal líquido, se dispone en la lingotera una cabeza de maniquí que consta de una base y una lámina de separación refractaria incorporada a la base y adaptada para obstruir una de dichas porciones adyacentes de la sección transversal del canal de colada sobre al menos una parte de la longitud del canal de colada del cuerpo de lingotera que se extiende desde la base hacia el interior del canal de colada del cuerpo de lingotera, después se comienza a colar el metal líquido y se pone en movimiento la cabeza de maniquí en dirección del exterior de la lingotera.

[0014] La lingotera de colada puede, además, comprender un anillo de unión y un realce refractario. La lámina de separación refractaria se adapta entonces para extenderse al menos hasta la unión entre el realce y el anillo de unión.

[0015] El perfilado puede comprender un núcleo unido al menos a un ala y la porción de la sección transversal del canal de colada obstruida por la lámina de separación refractaria es la porción de la sección transversal del canal de colada correspondiente al núcleo del perfilado.

[0016] El perfilado es por ejemplo un perfilado en H, en U, en I, en L o en T, de masa lineal inferior a 500 kg/m.

[0017] Durante la puesta en movimiento de la cabeza de maniquí, se hace pasar la velocidad de la cabeza de maniquí de 0 m/s a una velocidad de inicio V_d superior a la velocidad de extracción mínima V_{min}, en un tiempo de cebado Ta comprendido por ejemplo entre 0,5 s y 1,5 s, se mantiene la velocidad de inicio durante un tiempo de inicio T_d comprendido, preferentemente, entre 5 s y 20 s y se lleva progresivamente la velocidad de la cabeza de maniquí a una velocidad de colada V_c comprendida, preferentemente, entre 4 m/min y 12 m/min.

[0018] El metal líquido es por ejemplo acero. En este caso, la temperatura del metal líquido se ajusta para que el sobrecalentamiento en el realce esté comprendido preferentemente entre 10 °C y 60 °C.

[0019] La invención tiene igualmente como objeto una cabeza de maniquí para la aplicación del procedimiento según la invención, que comprende una base de forma adaptada para su deslizamiento obstruyéndola en el canal de colada de un molde de colada continua de un desbaste de un perfilado cuya sección transversal comprende al menos dos porciones adyacentes unidas por una porción cóncava cuya concavidad está orientada hacia el exterior del desbaste, al menos un medio de amarre del metal solidificado y al menos un medio de estanqueidad de la base. La cabeza de maniquí comprende además una lámina de separación refractaria que se extiende por encima de la cara superior de la base, estando la sección transversal del separador adaptada para obstruir una de dichas porciones de la sección transversal del canal de colada dejando libre la o las otras porciones.

[0020] Preferentemente, la lámina de separación comprende una placa metálica de forma generalmente rectangular y un recubrimiento de material refractario flexible.

5 **[0021]** Preferentemente, la placa metálica consta de una pluralidad de agujeros y el recubrimiento está constituido por ejemplo por un calcetín de espuma de fibras refractarias ensartado sobre la placa metálica y cosido con la ayuda de hilos de metal refractario.

[0022] El recubrimiento de material refractario puede estar constituido igualmente por una trenza de fibras
10 refractarias, enrollada alrededor de la placa metálica.

[0023] Preferentemente, la placa metálica del separador está incorporada a la placa de sujeción de la junta refractaria.

15 **[0024]** Preferentemente, la placa de sujeción de la junta refractaria comprende al menos un agujero y un medio de amarre del metal sólido que es un pasador de fijación de la placa de sujeción que comprende una cabeza para el amarre del metal colado y un vástago que consta de un fileteado que se extiende a través del agujero de la placa de sujeción y atornillado en un agujero fileteado de la base.

20 **[0025]** La base y la placa de sujeción tienen una forma adaptada a la colada de desbastes de perfilados por ejemplo en forma de H, de U, de I, de T o de L, perfilados cuya dimensión más pequeña está comprendida, por ejemplo, entre 10 y 25 mm.

[0026] La invención se va a describir ahora de forma más precisa pero no limitativa con respecto a las figuras
25 anexas en las cuales:

- La figura 1 es una vista esquemática de la sección de un desbaste de perfilado en H.

- La figura 2 es una vista esquemática en sección longitudinal de una lingotera de colada de forma continua de un
30 desbaste de perfilado, durante la colada.

- La figura 3 es una vista en sección transversal de la lingotera de colada continua de la figura 2.

- La figura 4 es un esquema que pone de manifiesto la conicidad de una lingotera.

35 - La figura 5 es un esquema de variación de velocidad de colada durante un período transitorio.

- La figura 6 es una vista esquemática en sección longitudinal de la lingotera de la figura 2, equipada con un maniquí de colada, en el estado de inicio de la colada.

40 - La figura 7 es una vista en sección transversal de la lingotera de la figura 6.

- La figura 8 es una vista esquemática en perspectiva de la armadura metálica de un separador de cabeza de maniquí para el inicio de la colada continua de un perfilado de pequeña dimensión.

45 - La figura 9 es una vista en perspectiva de un primer modo de realización de una cabeza de maniquí con separador para el inicio de la colada continua de desbaste de perfilado de pequeña dimensión.

- La figura 10 es una vista en perspectiva de un segundo modo de realización de una cabeza de maniquí de colada
50 continua de un desbaste de perfilado de pequeña dimensión.

- La figura 11 es una vista esquemática en sección longitudinal de una cabeza de maniquí de colada continua de desbaste de perfilado sujeta a un cuerpo de maniquí.

55 - La figura 12 es un esquema de la subida de velocidad de extracción de una cabeza de maniquí para la colada continua de desbaste de perfilado de pequeña dimensión.

[0027] De una forma general, la invención se aplica a la colada de desbastes de perfilados cuya sección tiene una forma que consta al menos de una concavidad girada hacia el exterior de modo que exista al menos una línea

que une dos puntos de la piel sólida en formación durante la colada y que sale de la sección colada.

[0028] En la figura 1 se ha representado la sección de un desbaste de un perfilado que corresponde a esta definición. Se trata del desbaste de un perfilado en H que comprende un desbaste de núcleo 1 que une dos desbastes de alas 2 y 3. Como se puede ver en la figura, en la unión entre el núcleo 1 y las alas 2 y 3, la sección transversal del perfilado consta de una porción 4 cuya concavidad está orientada hacia el exterior. En el caso particular de un perfilado con sección en H o en I tal como se representa, la sección transversal consta de cuatro porciones que tienen unas concavidades orientadas hacia el exterior del perfilado. En esta figura se han representado las dimensiones características de un perfilado que son la altura H, la anchura de las alas L y el grosor del núcleo E. Estas dimensiones permiten identificar el perfilado y definir su peso lineal. En la figura se ha representado igualmente el círculo de diámetro D correspondiente a la unión entre el núcleo y el ala y que permite determinar la masividad máxima de elementos de sección del perfilado.

[0029] A título de ejemplo, si el perfilado que se desea fabricar es un IPE100 cuya altura H es de 100 mm, la anchura L de las alas es de 50 mm y el grosor del núcleo E es de 5 mm, el desbaste obtenido directamente por colada continua que permite fabricar en unas condiciones satisfactorias el perfilado considerado, tiene una altura H de 110 mm, una anchura de las alas L de 70 mm y un grosor del núcleo E de 12 mm. Tal desbaste tiene un peso lineal de 25 kg/m.

[0030] Para colar de forma continua tal desbaste, se puede utilizar una máquina de colada continua de la cual se ha representado en la figura 2 la lingotera durante la colada.

[0031] La lingotera de colada continua marcada generalmente con 10 consta de un cuerpo de lingotera de cobre 11 enfriado por una circulación de agua en una pluralidad de canales 13. Este cuerpo de lingotera delimita un canal de colada 12 cuya sección transversal tiene casi la forma de la sección del desbaste del producto que se desea fabricar. Como se puede ver en la figura 3, el canal de colada 12 en forma de H, consta de una primera porción 110 destinada a formar el núcleo del desbaste, y dos porciones 111 A y 111 B destinadas a formar las alas del desbaste. Las porciones 111A y 111B no están en la prolongación de la porción 110 a la cual se unen por unos redondeos que definen unas porciones 112A y 112B que tienen una concavidad orientada hacia el exterior del canal de colada. El conjunto del canal de colada está rodeado por una pluralidad de canales 13 destinados a hacer circular un fluido de refrigeración tal como el agua a fin de enfriar la lingotera y garantizar por tanto la solidificación del metal como es conocido por el experto en la técnica de colada continua.

[0032] En el sentido longitudinal, el canal de colada 12, tiene una forma que consta de una despulla adaptada para poder colar de forma continua el perfilado. Esta despulla corresponde a la conicidad de la lingotera que resulta de una evolución del perfil entre la entrada y la salida del canal de colada destinada a absorber los efectos de la solidificación sobre la geometría del desbaste durante su pasaje en la lingotera. En la figura 4, se han representado los perfiles de entrada 12A y de salida 12B del canal de colada de una lingotera destinada a colar un perfilado en H. Como se ve en esta figura, el canal de colada comprende una parte central que une dos alas laterales. Los perfiles de las partes centrales 1 A en entrada y 1 B en salida, tienen unos grosores casi idénticos. En cambio, la longitud de la parte central de salida es ligeramente más reducida que la de la parte central de entrada, de modo que los perfiles de las alas de salida 2B y 2'B se acerquen entre sí con respecto a las alas de entradas 2A y 2'A. Del mismo modo son unos redondeos de conexión de las alas con el núcleo 4A, 4'A y 4B, 4'B en entrada y en salida de lingotera respectivamente. De este modo, la distancia d_A de los puntos A y A' de los redondeos de conexión 4A y 4A' del perfil de entrada es mayor que la distancia d_B de los puntos correspondientes B y B' de los redondeos de conexión del perfil de salida.

[0033] Si L_C es la longitud del canal de colada de la lingotera, la conicidad es, por definición, igual a $(d_A - d_B) / (d_A * L_C)$ y se expresa en m^{-1} .

[0034] El cuerpo de lingotera 11 está rematado por un anillo de unión 14 de refractaria resistente, separado de la cara superior del cuerpo de lingotera 11 por un intersticio 15 por el cual se puede soplar un gas neutro tal como el argón. El anillo de unión 14 consta de un pasaje central 14A de forma correspondiente a la forma del canal de colada del cuerpo de la lingotera. El anillo de unión 14 está rematado por un realce refractario 16 cuya parte central hueca 16A está en forma de embudo ensanchado hacia arriba y cuya parte de abajo tiene una apertura de salida de forma correspondiente a la forma del pasaje central 14A del anillo de unión 14.

[0035] En la figura 2 se ha representado igualmente la buza 24 por la cual se vierte el acero líquido en la lingotera de colada para alimentar el baño de acero líquido 25 que comienza a solidificarse en la zona

correspondiente al canal de colada 12 del cuerpo de lingotera de cobre 11. Este inicio de solidificación crea una coquilla externa 26 y una parte central 27 correspondiente al núcleo del desbaste cuyo vértice 28 corresponde al inicio de solidificación total del núcleo. Mientras que la longitud del canal de colada del cuerpo de la lingotera es L_c , el vértice solidificado 28 del núcleo está a una distancia L_s por debajo del inicio del canal de colada del cuerpo de la lingotera. La longitud L_s es más reducida que L_c lo que significa que el núcleo está completamente solidificado antes de la salida de la lingotera, mientras que, a ambos lados del núcleo, el final de la solidificación se realiza más adelante.

10 **[0036]** En efecto, el núcleo central y las dos alas laterales tienen unos grosores (o unas masividades) diferentes y, por ello, tienen unas duraciones de solidificación diferentes. En efecto, el experto en la materia sabe que el grosor e solidificado después de un tiempo t se puede expresar por una relación del tipo $e = k\sqrt{t}$. De esta fórmula resulta que el tiempo necesario para obtener la solidificación completa de una parte de un perfilado es más corto incluso cuando esta parte es delgada.

15 **[0037]** En general, la parte más delgada del perfilado es la parte central del desbaste. Esta tiene por tanto un tiempo de solidificación más reducido que el de las otras partes del perfilado. El experto en la materia sabe determinar este tiempo de solidificación mínimo en función especialmente de la geometría del desbaste que se va a fabricar y de la composición del metal que se cuela y de la intensidad de la refrigeración.

20 **[0038]** Para que la colada continua de tales perfilados se desarrolle de forma satisfactoria, los inventores han constatado de forma innovadora, que en la salida de la lingotera, al menos las partes más masivas del desbaste no deben estar completamente solidificadas y, por otra parte, que la solidificación completa de la parte más delgada del desbaste no debe tener lugar demasiado más arriba de la salida de la lingotera. Para ello, la velocidad de extracción del desbaste debe ser siempre superior a una velocidad de extracción mínima que permite garantizar que no hay 25 ninguna solidificación demasiado importante del desbaste a la salida de la lingotera a fin de evitar el bloqueo del desbaste. Esta velocidad de extracción mínima depende de la longitud del canal de colada de la lingotera, del grosor mínimo del desbaste y de la naturaleza del metal colado. Además, los inventores han constatado que esta velocidad mínima dependía igualmente de la conicidad de la lingotera.

30 **[0039]** Como se ve en la figura 2, la parte más delgada, es decir el núcleo del perfilado está completamente solidificado a una distancia L_s del inicio de la lingotera 11 propiamente dicho cuya longitud del canal es L_c . Esta distancia L_s de fin de solidificación del núcleo del perfilado corresponde a la distancia recorrida por un tramo de acero líquido en la lingotera durante el tiempo de solidificación t_s del núcleo, proporcional al cuadrado de la mitad del grosor mínimo E_{min} de este. Si V es la velocidad de extracción, la longitud de fin de solidificación del núcleo L_s es 35 igual a $V \times t_s$.

[0040] Los inventores han constatado que para que la colada se realice en buenas condiciones, es decir sin aprisionamiento, es necesario evitar que la refrigeración de la parte más delgada del desbaste, tras la solidificación en la lingotera, conduzca a una contracción más fuerte que la autorizada por la conicidad de la lingotera. Esto 40 conduce a imponer una velocidad de extracción superior a una velocidad de extracción mínima V_{min} , que se calcula de la siguiente forma:

$$V_{min} = (L_c/t_s) \times [2 K \phi t_s / (2 K \phi t_s + L_c C E_{min})]$$

45 con:

L_c = longitud del canal de colada de la lingotera.

t_s = tiempo de solidificación de la parte más delgada del núcleo.

ϕ = flujo de calor medio extraído en la parte baja de la lingotera, entre la zona de fin de solidificación de la parte 50 más delgada del desbaste y la salida de la lingotera.

E_{min} = grosor mínimo de la parte del canal de colada correspondiente al núcleo del perfilado.

C = conicidad de la lingotera.

K = coeficiente que depende de la naturaleza del metal = $a \times (1/\rho C_p)$

55 con:

a = coeficiente de dilatación medio del metal.

ρ = densidad del metal.
 C_p = capacidad calorífica del metal.

Esta fórmula se puede escribir igualmente:

$$V_{\min} = (L_c/t_s) \times A / (A + L_c C E_{\min})]$$

Con: $A = 2 K \Phi t_s$

[0041] Se señalará que, si la conicidad es nula, la velocidad mínima de extracción es la que conduce al final de la solidificación del núcleo justo en la salida de la lingotera ($V_{\min} \times t_s = L_c$).

[0042] A título de ejemplo, para unos perfilados de acero de construcción ligeramente o no aleada, las velocidades de extracción mínimas $V_{\min}$ (en m/min) en función de la longitud del canal de colada de la lingotera L_c (en metros) y del grosor $E_{\min}$ de la parte del canal de colada correspondiente al núcleo más delgado del perfilado (en mm) se muestran en la tabla I para una lingotera de conicidad nula.

Tabla I

Conicidad nula			
E min	L		
	0,3 m	0,5 m	0,7 m
10 mm	6,9	11,5	16,1
12 mm	4,8	8,0	11,2
14 mm	3,5	5,9	8,2
16 mm	2,7	4,5	6,3
18 mm	2,1	3,6	5,0
20 mm	1,7	2,9	4,0

[0043] Cuando la conicidad es significativa, la velocidad de extracción mínima es casi reducida. A título de ejemplo, para un grosor $E_{\min}$ de 14 mm, una longitud de canal de colada L_c de 0,5 m, una conicidad de $20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ y un flujo medio Φ de $1,8 \text{ MW/m}^2$, la velocidad de extracción mínima es de 2,48 m/min en lugar de 5,9 m/min para una conicidad nula.

[0044] Esta necesidad de no hacer descender la velocidad de extracción por debajo de una velocidad límite tiene como consecuencia que, para colar unos desbastes de perfilados de sección reducida, las instalaciones y/o los métodos de explotación deben estar adaptados en consecuencia.

[0045] A título de ejemplo, para permitir colar en secuencia unas bolsas sucesivas, los repartidores deben tener una capacidad suficiente para poder alimentar la colada a velocidad mínima durante el cambio de bolsa.

[0046] Como se representa en la figura 5, durante la colada del contenido de una primera bolsa (período p_1), la velocidad de extracción V_1 se eleva a fin de obtener una buena productividad. Durante el cambio de bolsa, período P_t , la velocidad de extracción se reduce progresivamente hasta una velocidad baja que, de manera contraria a lo que es posible hacer con unos productos de sección sólida, no debe ser nula y debe ser superior a la velocidad mínima tal como se ha definido anteriormente. Esta velocidad mínima se mantiene durante un tiempo Δt necesario para reemplazar la bolsa vacía por una bolsa llena. Cuando el reemplazo termina, es posible volver a acelerar la extracción para alcanzar una velocidad de extracción elevada V_2 que puede ser inferior, igual o superior a la velocidad V_1 , según las circunstancias.

[0047] Durante el período de transición, la cantidad de acero líquido consumido es proporcional al producto de la velocidad mínima $V_{\min}$ por la duración Δt de la ralentización, teniendo en cuenta el número de líneas de colada. Esta cantidad debe permanecer inferior a la cantidad disponible en el repartidor.

[0048] Como lo indica la fórmula que permite calcular la velocidad mínima, cuanto más elevada es la conicidad, más reducida es la velocidad límite y, por tanto, menos estrictas son las limitaciones de explotación.

[0049] Teniendo en cuenta otras diversas limitaciones que el experto en la materia conoce, sabrá adaptar los dimensionamientos de sus equipamientos, la conicidad y/o la longitud del canal de colada de la lingotera, puesto que

este factor interviene en el cálculo de la velocidad límite de extracción, para determinar las condiciones de explotación satisfactorias que permiten colar en buenas condiciones los desbastes de perfilados de pequeña sección que desee realizar.

5 **[0050]** No obstante, al inicio de la colada, la velocidad de extracción es inicialmente nula, lo que no es compatible con la condición indicada anteriormente. También, los inventores han ideado un procedimiento de inicio particular que permite pasar progresivamente de la velocidad nula a una velocidad de inicio V_d superior o igual a la velocidad de extracción mínima definida anteriormente, pero inferior a una velocidad máxima de inicio V_{dmax} por encima de la cual puede producirse la ruptura del casco solidificado del producto ya que es demasiado delgado. El
10 experto en la materia sabe determinar esta velocidad máxima de inicio en función de las características de la máquina de colada, de la geometría del producto y de los parámetros de colada.

[0051] Durante esta fase de cebado de la colada, el metal líquido vertido en la lingotera debe solidificarse parcialmente, especialmente al contacto del maniquí dispuesto en la lingotera para poner en marcha la colada, a fin
15 de garantizar el anclaje del desbaste sobre el maniquí. Como es conocido por el experto en la materia, este anclaje permite iniciar la extracción del producto solidificado e iniciar así la colada.

[0052] No obstante, los inventores han constatado que para poder subir en velocidad sin bloqueo del desbaste durante este período de cebado, es necesario evitar la solidificación de las partes más delgadas del
20 desbaste. También, han ideado disponer por encima de la cabeza del maniquí de colada, un separador refractario insertado en la parte de la lingotera destinada a moldear la parte más delgada del desbaste, a fin de impedir la solidificación en esta zona durante la fase de cebado. Durante el cebado de la colada, el separador se extrae progresivamente de la lingotera. Para que el cebado de la colada se realice en unas condiciones satisfactorias, es necesario que en el momento en que el extremo superior del separador deja la lingotera, el estado de solidificación
25 del desbaste al nivel de la salida de la lingotera sea compatible con las condiciones indicadas anteriormente para evitar el aprisionamiento. Para ello, la longitud del separador y los parámetros del procedimiento deben ser adaptados por consiguiente. El experto en la materia sabrá determinar la longitud mínima necesaria en función de las características de la lingotera, del metal colado y de la cinética de extracción de los maniqués durante la fase de cebado.

30 **[0053]** Esta forma de proceder está adaptada a la colada continua tanto con una lingotera recta como con una lingotera curva, siendo la lingotera de tipo clásico o constando de un realce refractario como es conocido para la colada continua denominada «en carga».

35 **[0054]** Como es conocido por el experto en la materia, una vez que la colada se ha iniciado, es posible aumentar la velocidad de extracción para aumentar la productividad sin superar no obstante una velocidad límite de extracción en régimen permanente en función, especialmente, de la longitud de la máquina. El experto en la materia sabe determinar esta velocidad máxima de extracción en régimen permanente que es superior o igual a la velocidad máxima de inicio. Se señalará que en régimen permanente, el final de solidificación de la parte más delgada del
40 desbaste puede tener muy bien lugar casi después de la salida de la lingotera. Durante esta fase de colada, puede que se desee reducir la velocidad de extracción. Pero esta no debe ser nunca inferior a la velocidad mínima definida anteriormente.

[0055] Ahora se va a describir de forma más detallada un modo de realización privilegiado del inicio de la
45 colada continua en carga de un desbaste de perfilado.

[0056] Para ello, se consideran las figuras 6 y 7 que solo se distinguen de las figuras 2 y 3 por el estado de la colada al cual corresponden. También, solo se describirán las partes de estas figuras que corresponden al inicio de
50 la colada.

[0057] En el interior del canal de colada 12 del cuerpo de lingotera, se dispone una cabeza de maniquí 17 que consta de una base 18 unida al cuerpo de maniquí 19 destinada a tirar de la cabeza de maniquí hacia abajo para extraerla de la lingotera.

55 **[0058]** La base 18 de la cabeza de maniquí está rematada por un separador 20 que consta de una base 21 que casa con la forma del canal de colada y una lámina de separación 22 que se extiende hacia arriba. En la disposición representada, que corresponde al inicio de la colada, el extremo superior 22A de la lámina de separación 22 se sitúa por encima del anillo de unión 14. La cabeza del maniquí consta por ejemplo igualmente de dos pasadores de amarre 23 fijados en la base a ambos lados de la lámina de separación y cuyas cabezas se extienden

por encima de la base, en el interior del canal de colada.

[0059] La lámina de separación refractaria 22 está dispuesta en el interior de la porción central 110 del canal de colada. Esta lámina de separación refractaria comprende una armadura central 220 rodeada por un recubrimiento refractario 240 constituido por fibras refractarias que tienen una cierta flexibilidad de tal modo que la lámina de separación obstruya completamente la porción 110 impidiendo la infiltración continua de metal líquido entre la pared del cuerpo de lingotera y la superficie de la lámina de separación que podría crear una unión entre las dos alas del perfilado y se adapta a las variaciones de anchura de la porción 110 que resulta de la despulla. La coquilla sólida correspondiente al inicio de la solidificación del desbaste se extiende sobre todo el perímetro de las porciones de extremos 111A y 111B, en particular en las porciones 112 A y 112B que tienen unas concavidades giradas hacia el exterior del canal de colada.

[0060] Como se representa en las figuras 8 y 9, la cabeza de maniquí consta de una base 18 que tiene una forma adaptada para deslizarse en el interior de un canal de colada. En esta se menciona el separador 20 que comprende una base 21 y una lámina de separación 22. El separador 20 está constituido por una armadura metálica identificada generalmente por 200 en la figura 4 y que comprende una placa de sujeción inferior 210 y una armadura central. La placa de sujeción 210 es de forma idéntica a la forma de la base 18 de la cabeza de maniquí y consta de unos agujeros 211 que permiten el pasaje de los pasadores de anclaje 23 que se atornillan en unos agujeros fileteados 23A previstos en la base de la cabeza de maniquí 18. La armadura central está constituida por una placa metálica rectangular 220 que se extiende por encima de la placa de sujeción de base 210 y que consta de una pluralidad de agujeros 221. La placa de sujeción 210 está dispuesta por encima de la base 18 de la cabeza de maniquí sobre la cual está dispuesta una junta en refractaria fibrosa 230 mantenida en su lugar por sujeción de la placa de sujeción 210 que está, en sí misma, recubierta de materia fibrosa refractaria. La armadura central 220 destinada a armar la lámina de separación está envuelta por un calcetín de fibra refractaria 240 mantenido en posición por unos hilos de platino 241 que pasan a través de los agujeros 221 previstos en la armadura central.

[0061] En un modo de realización particular, el calcetín de fibra refractaria se ha obtenido a partir de una banda de capas SWB607/128 de grosor 25 mm que ha sido cortada en dos a medio grosor como un sándwich, a fin de ser insertada alrededor de la placa metálica. Después, tras haber sido amarrada a la placa metálica por los hilos de platino, la parte que ha sufrido el corte se vuelve a pegar a lo largo de la línea de unión 242 por una capa muy fina de Refracol n° 3 a fin de que el acero líquido no alcance la placa durante la colada. La refractaria SW607-128 (Surperwool™ 607™ Blanket) fabricada por Morgan Thermal Ceramics. Está constituida por alrededor del 62 al 68% de SiO₂, del 26 al 32% de CaO y del 3 al 7% de MgO. Se presenta en forma de capas de lana refractaria de densidad de alrededor de 128 kg/m³ y tiene una temperatura de clasificación de 1.100 °C (norma En 1094-3). La cola Refracol™ n° 3 es un cemento refractario de relleno de juntas de clase PRE clase B constituido por alrededor del 12 al 14% de Al₂O₃, del 82 al 87% de SiO₂ y un 0,35% de Fe₂O₃.

[0062] En un segundo modo de realización representado en la figura 10, que se distingue del precedente únicamente por el recubrimiento de refractaria de la armadura de la lámina de separación, este no está constituido por un calcetín realizado a partir de una capa de material refractario pero se obtiene enrollando alrededor de la placa de armadura central una trenza 440 de fibra refractaria por ejemplo del tipo silicato alcalinotérreo constituido por del 60 al 70% de SiO₂ y del 30 al 40% de CaO + MgO. Tales trenzas refractarias son conocidas en sí mismas por el experto en la materia.

[0063] Con tal disposición, unos inventores han constatado que era posible iniciar la colada continua de desbaste de perfilados de pequeña dimensión a condición de respetar unas condiciones particulares de velocidad de inicio y de temperatura del metal líquido.

[0064] En la figura 12 se ha representado la evolución en el tiempo de la velocidad de extracción del producto o del maniquí al inicio de la colada permitiendo obtener un inicio de colada satisfactorio. En este esquema, antes del instante t₀, la cabeza de maniquí está dispuesta en el interior de la lingotera de tal forma que la lámina de separación se extienda en el canal de colada desembocando por encima del anillo de unión y la lingotera no contenga acero líquido. Una fracción de segundo antes del instante t₀, se comienza a verter acero líquido en la lingotera de tal forma que en el instante t₀, esta esté llena de acero líquido. Se inicia entonces la extracción de la cabeza de maniquí por un movimiento acelerado de tal forma que en el instante t₁, se alcance una velocidad V_d que es la velocidad de inicio. Esta primera fase es una fase de cebado durante la cual se forma una coquilla de acero sólido en las zonas de la lingotera que no están obstruidas. Esta coquilla engloba las cabezas de los pasadores de anclaje lo que garantiza su anclaje a la cabeza de maniquí. Una vez que la velocidad de inicio se ha alcanzado, se mantiene esta velocidad hasta el instante t₂ durante una duración suficiente para garantizar un buen inicio. El período que

transcurre entre el instante t_1 y el instante t_2 es el período de inicio. Permite constituir un inicio de desbaste solidificado que se extiende sobre todo el perímetro del canal de colada que, a más tardar en el instante t_2 , es suficiente para proseguir la colada de forma continua del desbaste. A partir del instante t_2 , cuando la colada está bien cebada, se acelera la velocidad de extracción hasta el instante t_3 de forma que se alcance la velocidad de colada V_c que se mantiene durante todo el resto de la colada del desbaste. Esta velocidad V_c es la velocidad de la colada en régimen permanente. Los inventores han constatado que para que el cebado de la colada de desbaste que tiene un peso lineal inferior a 500 kg/m, incluso inferior a 300 kg/m, incluso inferior a 100 kg/m e incluso inferior a 50 kg/m, se realice en unas buenas condiciones, sería necesario que solo una de las dos partes del canal de colada que se sitúan a ambos lados de una zona cóncava se rellene de metal líquido y que la otra esté bien obstruida. En efecto, al principio de la colada, si la coquilla solidificada se extiende a ambos lados de una porción cóncava cuya concavidad está orientada hacia el exterior del desbaste, existe aprisionamiento del cebado solidificado en la lingotera. No es el caso cuando solo una de las dos porciones que rodean la porción cóncava está llena de metal. Por supuesto, cuando el perfilado es en forma de H, el núcleo está rodeado de dos porciones separadas del núcleo por unas porciones cóncavas. Obstruyendo el núcleo, se evita que dos porciones situadas a ambos lados de una porción cóncava estén rellenas de metal.

[0065] Los inventores han constatado igualmente que sería necesario que el tiempo de cebado T_a que transcurre entre el instante t_0 y el instante t_1 esté comprendido entre 0,5 y 1,5 y que la velocidad V_d de inicio sea superior a la velocidad de extracción mínima correspondiente al perfilado considerado. Han constatado igualmente que la velocidad de inicio V_d debía ser mantenida durante un tiempo de inicio T_d comprendido preferentemente entre 5 s y 20 s. Con estas condiciones, es posible pasar progresivamente de la velocidad de extracción del maniquí a una velocidad de colada V_c comprendida, en régimen permanente, entre 4 m/min y 12 m/min por ejemplo.

[0066] Los inventores han constatado por ultimo que, cuando el metal es acero, el sobrecalentamiento del metal líquido en el realce, es decir la diferencia entre la temperatura del metal líquido y la temperatura del sólido debía estar comprendido preferentemente entre 10 °C y 40 °C.

[0067] A título de ejemplo, los inventores han podido iniciar y colar en buenas condiciones la colada continua de desbaste de perfilados cuyas dimensiones nominales son 110 mm, 70, mm y 12 mm, lo que corresponde a un peso lineal de aproximadamente 25 kg/m, con los parámetros siguientes: velocidad de inicio 3 m/min, tiempo de cebado 1 s, tiempo de inicio entre 5 y 15 s y velocidad de colada del orden de 10 m/min. Este desbaste permite fabricar un perfilado del tipo IPE 100 simplemente con seis pasadas de acabado al laminado en caliente. En este ejemplo, la velocidad de extracción no debe descender por debajo de 2,84 m/min para una longitud de lingotera de 390 mm y una conicidad de 20 para 1.000.

[0068] Los inventores han observado que con este perfilado, cuando la velocidad de extracción desciende por debajo de 2,84 m/min, se podía tener un aprisionamiento del desbaste en la lingotera.

[0069] Además, los inventores han realizado unas pruebas de intento de colada de desbastes de IPE 100 sin utilizar separador. Estas pruebas han conducido siempre a errores por aprisionamiento del desbaste, en particular porque no era posible alcanzar una velocidad de extracción superior a 2,84 m/min al final del cebado.

[0070] El procedimiento de colada y de inicio que se acaba de describir para unos desbastes de perfilados en H o en I, se puede adaptar a cualquier perfilado cuya sección conste de dos porciones no alineadas que delimitan una porción cóncava cuya concavidad está orientada hacia el exterior del perfilado. El experto en la materia sabrá determinar los parámetros adaptados, siendo lo esencial que al comienzo del inicio de la colada, no se puede formar una coquilla solidificada apretando una parte conexas de la pared del canal de colada.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de colada continua de un desbaste de un perfilado metálico cuya sección transversal consta al menos de una porción (4) cuya concavidad está orientada hacia el exterior del perfilado, según el cual se cuela un metal líquido en una lingotera de colada continua (10) que comprende un cuerpo de lingotera enfriado (11), definiendo el cuerpo de lingotera un canal de colada (12) de sección transversal correspondiente a la sección transversal del desbaste, comprendiendo la sección transversal del canal de colada al menos dos porciones adyacentes (110; 111A, 111B) unidas por una porción cóncava (112A, 112B) cuya concavidad está orientada hacia el exterior del canal de colada, teniendo el canal de colada de la lingotera una conicidad C, una longitud L_C , un grosor transversal mínimo E_{min} , teniendo el núcleo del desbaste un tiempo de solidificación t_s , **caracterizado porque**, en cuanto se realice el cebado, se mantendrá la velocidad de extracción por encima de una velocidad de extracción mínima $V_{min} = (L_C / t_s) \times A / (A + L_C C E_{min})$.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, antes de colar metal líquido en la lingotera, se dispone en la lingotera una cabeza de maniquí (17) que consta de una base (18) y una lámina de separación refractaria (22) incorporada a la base y adaptada para obstruir una de dichas porciones adyacentes (110) de la sección transversal del canal de colada sobre al menos una parte de la longitud del canal de colada del cuerpo de lingotera que se extiende desde la base hacia el interior del canal de colada del cuerpo de lingotera, después se comienza a colar el metal líquido y se pone en movimiento la cabeza de maniquí en dirección del exterior de la lingotera.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el cual la lingotera de colada comprende además un anillo de unión (14) y un realce refractario (26) y porque la lámina de separación refractaria (22) está adaptada para extenderse al menos hasta la unión entre el realce y el anillo de unión.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el cual el perfilado comprende un núcleo (1) unido al menos a un ala (2; 3) y porque la porción (110) de la sección transversal del canal de colada obstruida por la lámina de separación refractaria es la porción de la sección transversal del canal de colada correspondiente al núcleo (1) del perfilado.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el cual el perfilado en H, en U, en I, en L o en T, cuya dimensión más pequeña está comprendida entre 10 y 25 mm.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 2 a 5, en el cual el metal líquido es acero y porque la temperatura del metal líquido se ajusta para que el sobrecalentamiento en el realce esté comprendido entre 10 °C y 60 °C.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el cual, durante la puesta en movimiento de la cabeza de maniquí, se hace pasar la velocidad de la cabeza de maniquí de 0 m/s a una velocidad de inicio V_d superior a la velocidad de extracción mínima en un tiempo de cebado T_a comprendido entre 0,5 s y 1,5 s, se mantiene la velocidad a la velocidad de inicio durante un tiempo de inicio T_d comprendido, preferentemente, entre 5 s y 20 s y se lleva progresivamente la velocidad de la cabeza de maniquí a una velocidad de colada V_c comprendida, preferentemente, entre 4 m/min y 12 m/min.
8. Cabeza de maniquí (17) para la aplicación del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, que comprende una base (18) de forma adaptada para deslizarse, obstruyéndola, en el canal de colada (12) de un molde (11) de colada continua de un desbaste de un perfilado cuya sección transversal comprende al menos dos porciones (1, 2, 3) adyacentes unidas por una porción cóncava (4) cuya concavidad está orientada hacia el exterior del desbaste, al menos un medio (23) de amarre del metal solidificado, al menos un medio de estanqueidad de la base (230; 210), **caracterizada porque** comprende, además, una lámina de separación refractaria (22) que se extiende por encima de la cara superior de la base, estando la sección transversal de la lámina de separación adaptada para obstruir una de dichas porciones (110) de la sección transversal del canal de colada dejando libre la o las otras porciones (111A, 111B).
9. Cabeza de maniquí según la reivindicación 8, para la cual la lámina de separación (22) comprende una armadura central constituida por una placa metálica de forma generalmente rectangular (220) y un recubrimiento (240, 440) de material refractario flexible.
10. Cabeza de maniquí según la reivindicación 9, para la cual la placa metálica (220) consta de una

pluralidad de agujeros (221) y porque el recubrimiento está constituido por un calcetín (240) de fibras refractarias ensartado sobre la placa metálica rectangular (220) y cosido con la ayuda de hilos de metal refractario (241).

11. Cabeza de maniquí según la reivindicación 9, para la cual el recubrimiento de material refractario está
5 constituido por una trenza de fibras refractarias 440, enrollada alrededor de la placa metálica (220).
12. Cabeza de maniquí según cualquiera de las reivindicaciones de 9 a 11, para la cual dicho medio de
estanqueidad de la base comprende una junta refractaria (230) sobre la cara superior de la base y una placa de
sujeción (210) de la junta refractaria.
- 10 13. Cabeza de maniquí según la reivindicación 12, para la cual la placa metálica (220) está incorporada a
la placa de sujeción (210) de la junta refractaria.
14. Cabeza de maniquí según cualquiera de las reivindicaciones 12 ó 13, para la cual la placa de sujeción
15 (210) de la junta refractaria comprende al menos un agujero (211) y porque un medio de amarre del metal sólido es
un pasador (23) de fijación de la placa de sujeción, que comprende una cabeza para el amarre del metal colado y un
vástago (23A) que consta de un fileteado que se extiende a través del agujero de la placa de sujeción y que se
atornilla en un agujero fileteado de la base (18).
- 20 15. Cabeza de maniquí según cualquiera de las reivindicaciones de 8 a 14, para la cual la base (18) tiene
una forma adaptada a la colada de desbastes de perfilados en forma de H, de U, de I, de T o de L, cuya dimensión
más pequeña está comprendida entre 10 y 25 mm.

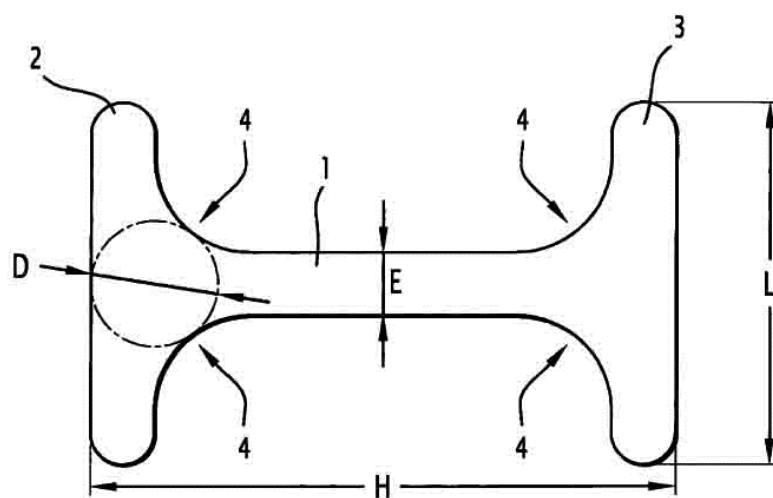


FIG. 1

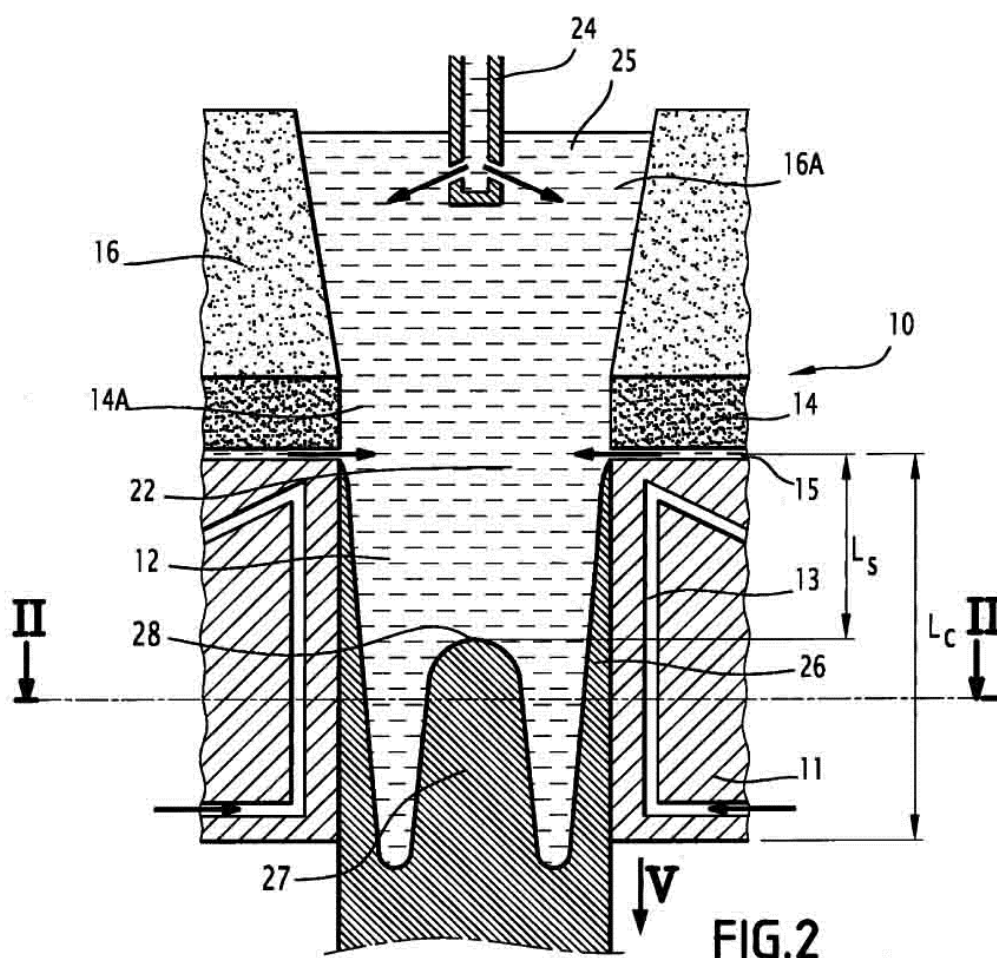


FIG. 2

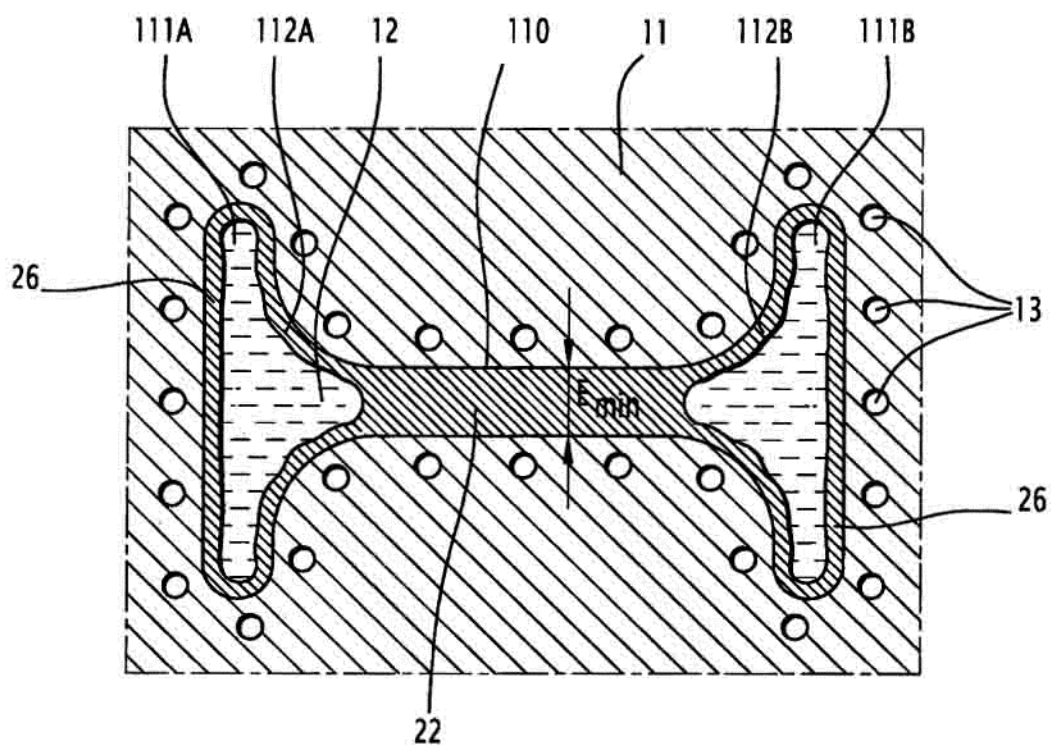


FIG.3

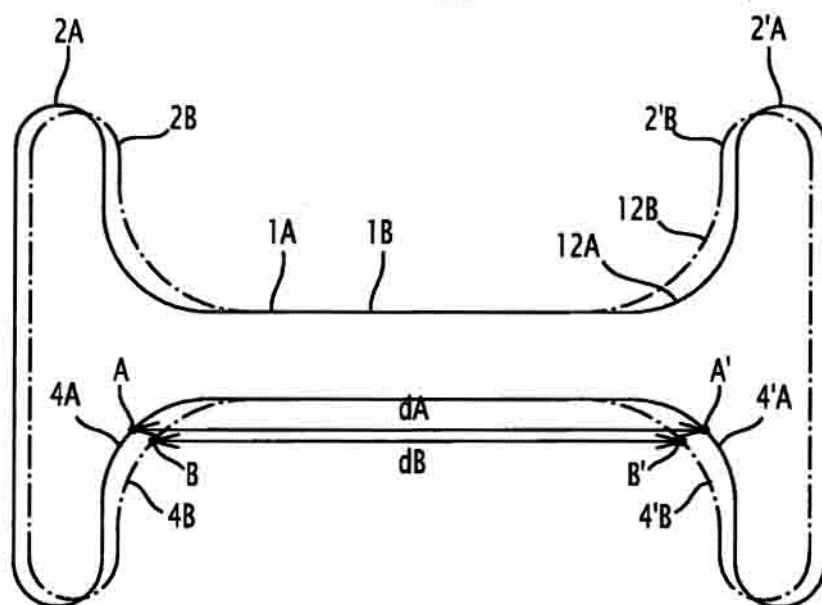


FIG.4

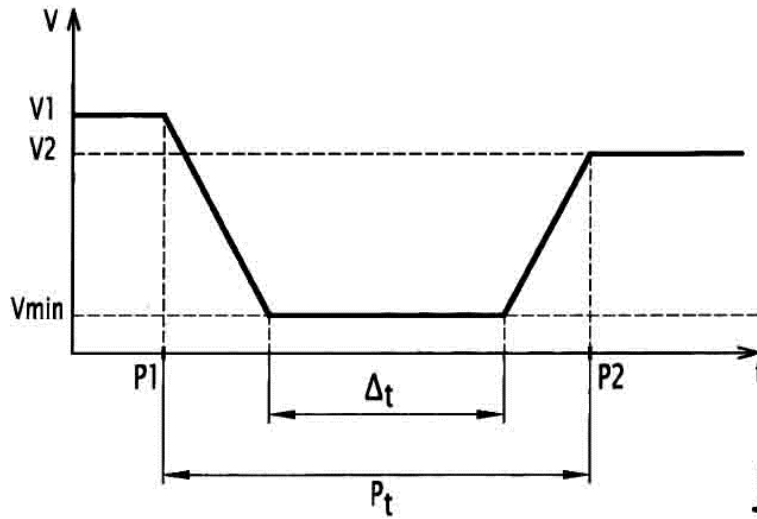


FIG. 5

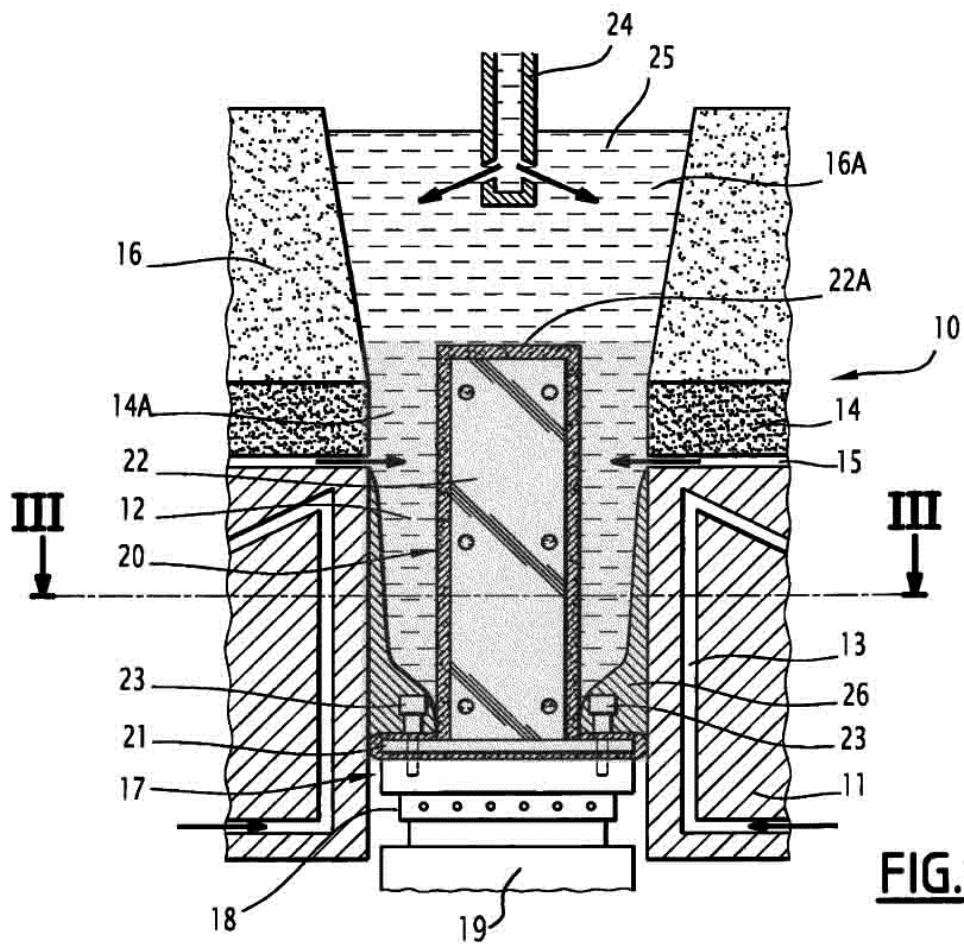


FIG. 6

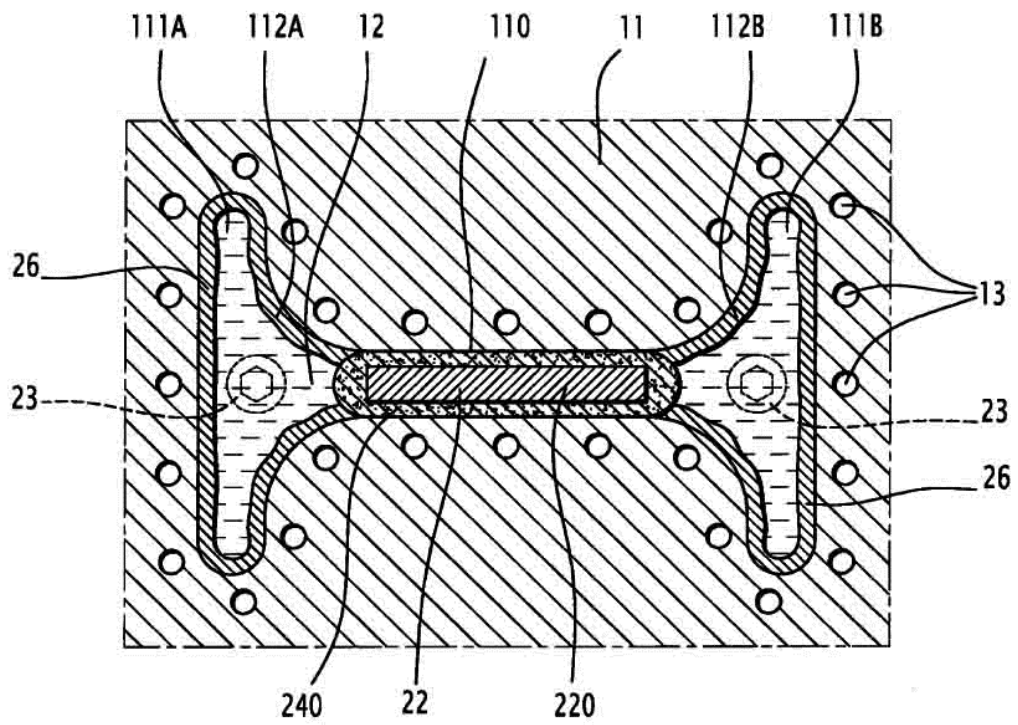


FIG. 7

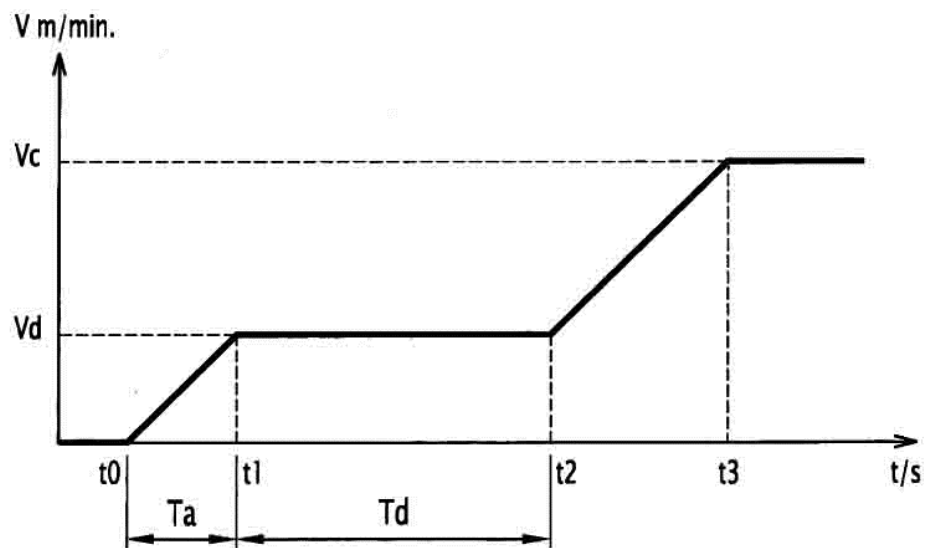
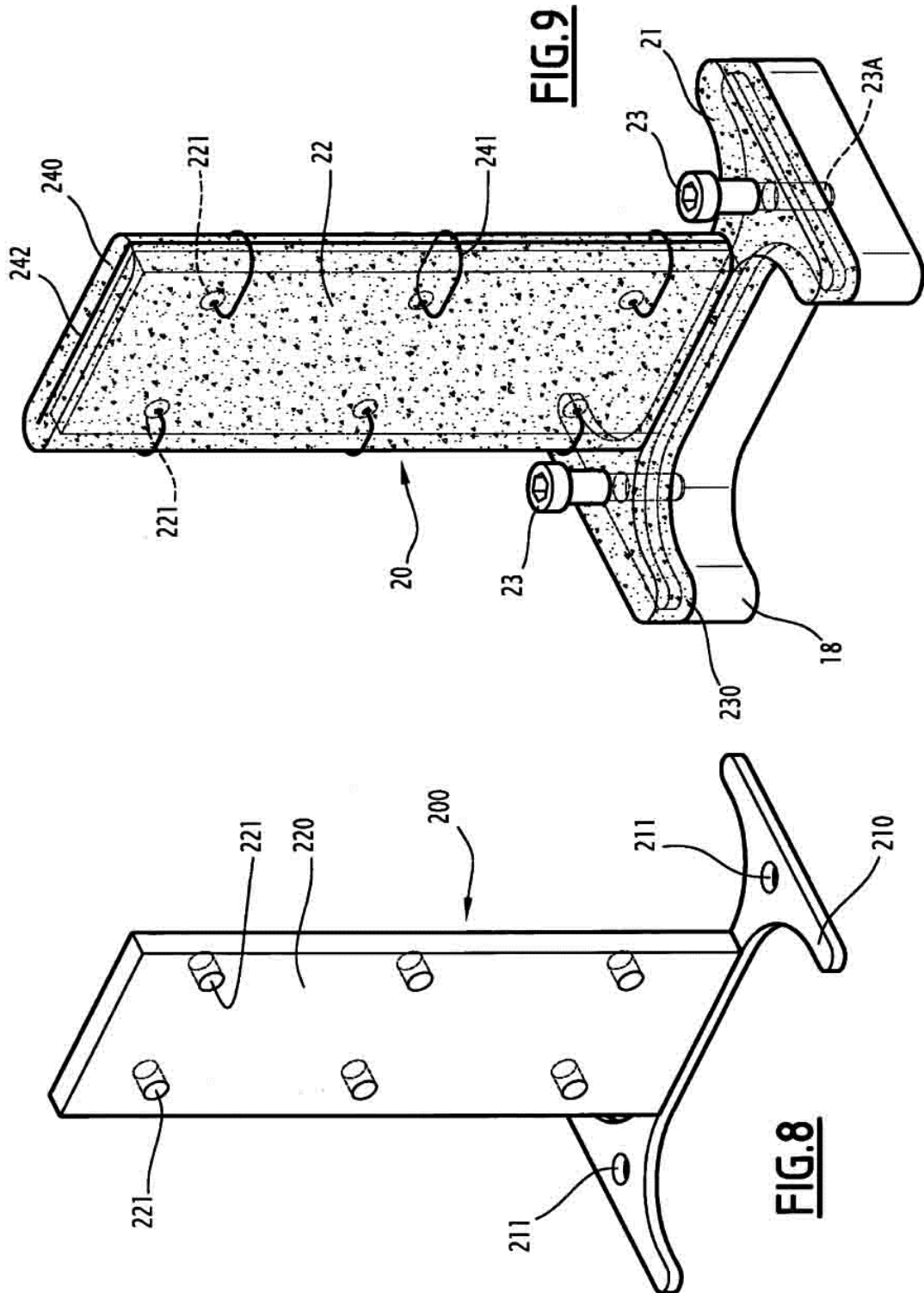


FIG. 12



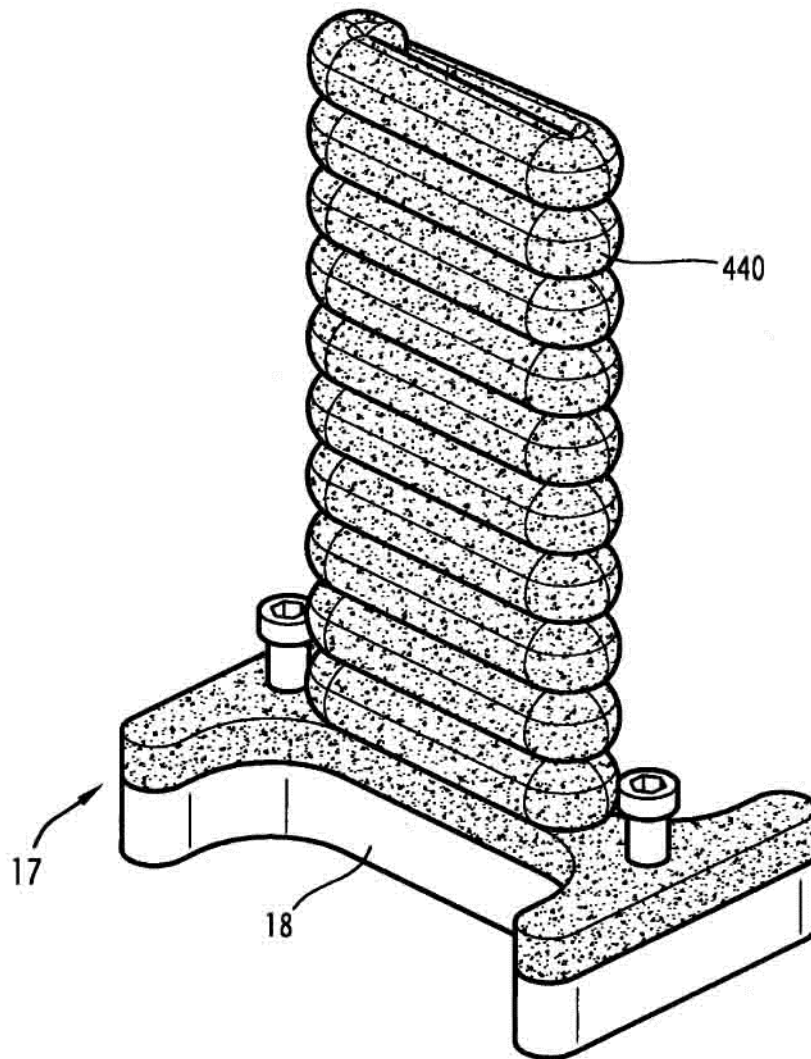


FIG.10

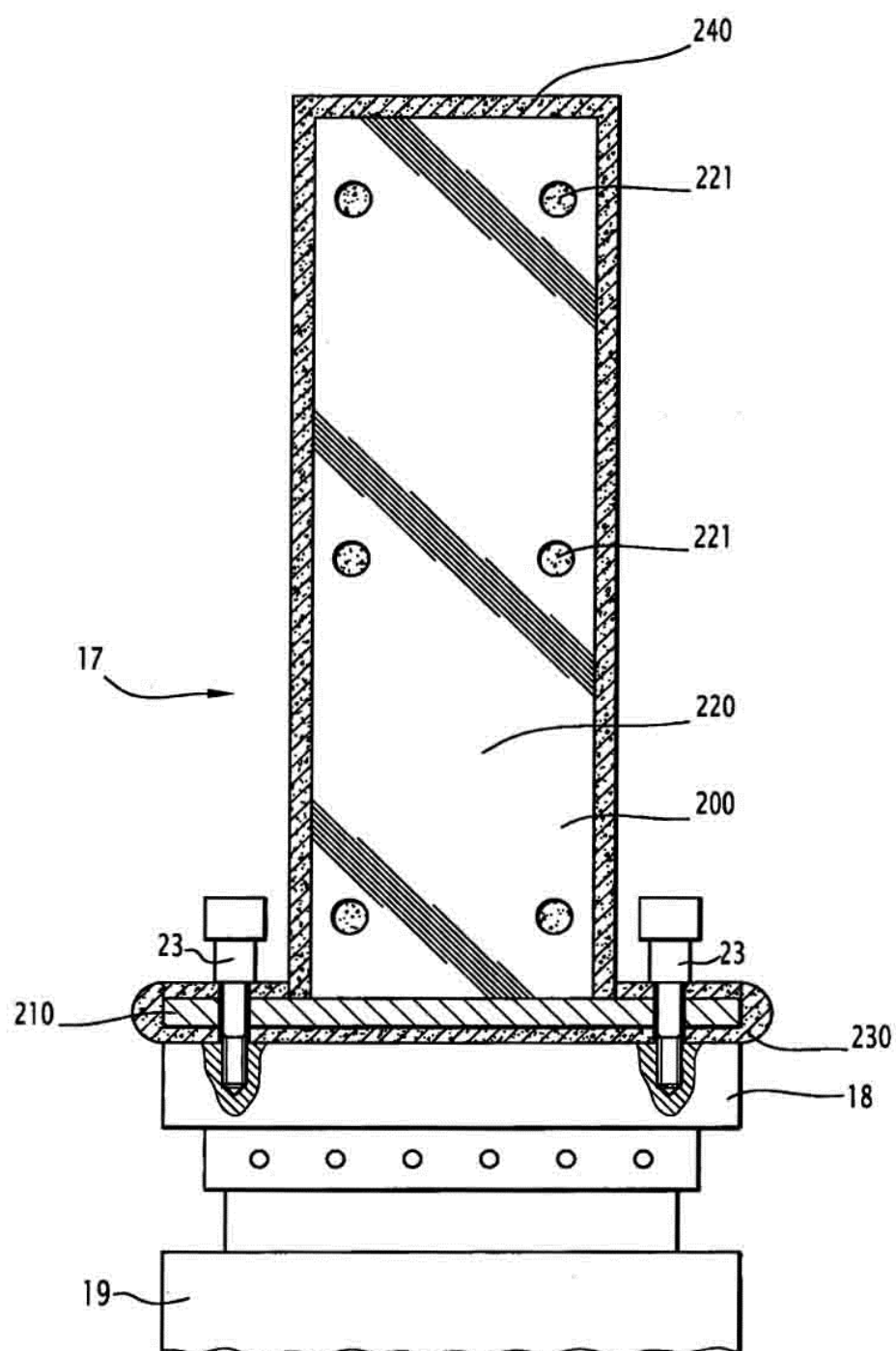


FIG.11