

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 370**

51 Int. Cl.:

B22D 41/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2016 PCT/EP2016/076917**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17080972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2016 E 16797787 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 3374108**

54 Título: **Boquilla de colada que comprende deflectores de flujo**

30 Prioridad:

10.11.2015 EP 15193977

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

24.09.2020

73 Titular/es:

**VESUVIUS USA CORPORATION (100.0%)
1404 Newton Drive
Champaign, IL 61822, US**

72 Inventor/es:

**RICHAUD, JOHAN;
KREIERHOFF, MARTIN y
WARMERS, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 784 370 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

Boquilla de colada que comprende deflectores de flujo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a instalaciones de colada de metal continua. Más específicamente, concierne a una boquilla de colada para transferir metal fundido desde una artesa a un molde, produciendo un caudal fuera de los puertos laterales del mismo que es más homogéneo tanto en el tiempo como entre puertos laterales que las boquillas de colada convencionales. Los flujos de sesgo y las fluctuaciones verticales del nivel del menisco en el molde se reducen sustancialmente con una boquilla de colada según la presente invención.

Antecedentes de la invención

10 En los procesos de conformación de metal continuos, el metal fundido se transfiere de un recipiente metalúrgico a otro, a un molde o a una artesa. Por ejemplo, como se muestra en las Figuras 1 y 2, una cuchara (11) se llena con metal fundido fuera de un horno y se transfiere a una artesa (10) a través de una boquilla de cubierta de cuchara (111). El metal fundido entonces se puede colar a través de una boquilla de colada (1N) de la artesa a un molde para conformar planchas, palanquillas, vigas o planchas finas. El flujo de metal fundido fuera de la artesa se impulsa por la gravedad a través de la boquilla de colada (1N) y el caudal se controla con un obturador (7) o con una puerta corredera de artesa. Un obturador (7) es una barra montada encima de manera móvil y que se extiende de manera coaxial (por ejemplo, verticalmente) al orificio de entrada de la boquilla de colada. El extremo del obturador adyacente al orificio de entrada de la boquilla es la cabeza del obturador y tiene una geometría que encaja con la geometría de dicho orificio de entrada de manera que cuando los dos estén en contacto el uno con el otro, el orificio de entrada de la boquilla se selle. El caudal del metal fundido fuera de la artesa y hacia el molde se controla moviendo continuamente el obturador hacia arriba y hacia abajo tal como para controlar el espacio entre la cabeza del obturador y el orificio de boquilla.

25 El control del caudal Q del metal fundido a través de la boquilla es muy importante porque cualquier variación del mismo provoca variaciones correspondientes del nivel del menisco (200m) del metal fundido conformado en el molde (100). Se debe obtener un nivel de menisco estacionario por las siguientes razones. Se produce artificialmente una escoria lubricante líquida a través de la fusión de un polvo especial en el menisco de la plancha en proceso, que está siendo distribuida a lo largo de las paredes del molde a medida que avanza el flujo. Si el nivel del menisco varía excesivamente, la escoria lubricante tiende a acumularse en las partes más hundidas del menisco ondeante, dejando de este modo expuestos sus picos, con una distribución resultante de lubricante nula o pobre, que es perjudicial para el desgaste del molde y para la superficie de la pieza de metal producida de este modo. Además, un nivel del menisco que varía demasiado también aumenta el riesgo de que se haya atrapado escoria lubricante dentro de la pieza de metal que se está fundiendo, lo que es por supuesto perjudicial para la calidad del producto. Finalmente, cualquier variación del nivel del menisco aumenta la tasa de desgaste de las paredes externas refractarias de la boquilla, reduciendo de este modo el tiempo de servicio de la misma.

35 Una boquilla de colada (1N) comprende en general un cuerpo alargado definido por una pared externa y que comprende un agujero (1) definido por una pared de agujero y que se extiende a lo largo del eje longitudinal, X1, desde una entrada de agujero (1u) hasta un extremo de agujero aguas abajo (1d). Con el fin de llenar el molde uniformemente, las boquillas de colada comprenden en general dos puertos laterales opuestos (2), cada uno que se extiende transversalmente a dicho eje longitudinal, X1, desde una abertura en la pared del agujero que define una entrada de puerto (2u) adyacente al extremo de agujero aguas abajo (1d), hasta una abertura en la pared externa que define una salida de puerto (2d) que conecta de manera fluida el agujero con una atmósfera externa; en uso la atmósfera externa está formada por la cavidad del molde.

45 Un ejemplo de boquilla de colada se describe en el documento EP0900609. La boquilla de colada descrita tiene elementos de guía de flujo fundido que sobresalen de la región de la pared hacia el eje longitudinal central de la boquilla. Estos elementos salientes que tienen una altura y una anchura constantes están encima de las salidas.

Debido a las complejas condiciones de flujo de fluido que reinan en la boquilla de colada, con riesgo de inestabilidad en la capa límite adyacente a la pared del agujero, que puede conllevar a que el flujo de metal se separe de la pared del agujero, y riesgos de formación de zonas muertas dentro del agujero donde el caudal es sustancialmente menor que en otras partes del agujero, se observa a menudo que ocurren variaciones de caudal, Q, del metal fundido fuera de los puertos laterales en función del tiempo y, también, ocurren entre un puerto lateral y el otro. La Figura 3 compara el caudal, Q1, fuera del primer puerto lateral (columnas blancas); con el caudal, Q2, fuera del puerto lateral opuesto (columnas sombreadas), y también indica la variación relativa, $\Delta Q_{1,2} = |Q1 - Q2| / \text{MIN}(Q1, Q2)$, donde $\text{MIN}(Q1, Q2)$ es el menor valor de Q1 y Q2 para una boquilla de colada dada. La boquilla de colada etiquetada PA (la primera a la izquierda de las abscisas), es una boquilla de colada de dos puertos laterales convencional, con un agujero cilíndrico. Se puede ver que $Q1 = 318 \text{ dm}^3/\text{min}$ es sustancialmente menor ($\Delta Q_{1,2} = 6,2\%$) que $Q2 = 338 \text{ dm}^3/\text{min}$. Tal patrón de flujo asimétrico entre los dos puertos laterales opuestos es indicativo de los problemas de la inestabilidad de flujo en la boquilla. Esto puede conducir al llenado no uniforme del molde y a un menisco de la plancha en proceso que es menor a un lado de la boquilla de colada que al otro lado, con riesgo de que el lubricante

sea transportado a la plancha de metal solidificándose. La diferencia de flujo de menisco en cada lado de la boquilla sumergida creará vórtices y ondas. Como consecuencia, la distribución de temperatura tampoco será uniforme.

La presente invención propone una solución que permite la estabilización del flujo de metal fundido en un agujero de boquilla de colada y, en particular, hacia los puertos laterales. Esta y otras ventajas de la presente invención se presentan en las siguientes secciones.

Compendio de la invención

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes. En particular, la presente invención concierne a una boquilla de colada que comprende un cuerpo alargado definido por una pared externa y que comprende un agujero definido por una pared del agujero y que se extiende a lo largo del eje longitudinal, X1, desde una entrada del agujero hasta un extremo del agujero aguas abajo (1d), dicho agujero comprendiendo dos puertos laterales opuestos, cada uno que se extiende transversalmente a dicho eje longitudinal, X1, desde una abertura en la pared del agujero que define una entrada de puerto adyacente al extremo de agujero aguas abajo, hasta una abertura en la pared externa que define una salida del puerto (2d) que conecta de manera fluida el agujero con una atmósfera externa. La boquilla de colada de la presente invención puede comprender más de dos puertos laterales opuestos. Por ejemplo, puede comprender 4 puertos laterales, opuestos dos a dos. La boquilla de colada de la presente invención se caracteriza por que, aguas arriba y directamente encima de cada entrada de puerto, uno o dos deflectores de flujo sobresalen fuera de la pared del agujero y se extienden desde un extremo de deflector aguas arriba remoto de la entrada de puerto hasta un extremo de deflector aguas abajo cercano a la entrada de puerto, sobre de una altura de deflector, Hd, medida paralela al eje longitudinal, X1, y en donde un área de una sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector de flujo aumenta de manera continua sobre al menos un 50% de la altura de deflector, Hd, en la dirección que se extiende desde el extremo de deflector aguas arriba hasta el extremo de deflector aguas abajo.

En una realización preferida, el área de la sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector de flujo es y se mantiene triangular o trapezoidal sobre al menos el 50% de la altura de deflector, Hd. El área de la sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector aumenta preferiblemente de manera continua desde el extremo de deflector aguas arriba sobre al menos el 80%, preferiblemente sobre al menos el 90%, más preferiblemente sobre el 100% de la altura de deflector, Hd.

Con el fin de optimizar la función de desviación de flujo de los deflectores de flujo, es preferido que el extremo de deflector aguas abajo de cada deflector de flujo esté a una distancia, h, de la entrada de puerto, en donde h se mide a lo largo del eje longitudinal, X1, y está comprendida entre 0 y H, preferiblemente entre 0 y H/2, en donde H es la altura máxima de la entrada de puerto correspondiente medida a lo largo de la pared del agujero paralela al eje longitudinal, X1.

En una realización, cada deflector de flujo comprende una primera y segunda superficies laterales, que son planas y tienen un perímetro triangular o trapezoidal, y forman un ángulo, α , una con la otra comprendido entre 70 y 160°. En esta realización cada una de las dichas primera y segunda superficies laterales comprende un borde libre remoto de la pared del agujero, y para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, que intercepta una pared lateral de un deflector de flujo, una línea recta que se origina en el borde libre de y que se extiende normal a al menos una de la primera y segunda superficies laterales de cada deflector de flujo preferiblemente intercepta un plano medio, P1, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y un perímetro exterior definido por la pared externa de la boquilla de colada, en donde el plano medio, P1, se define como un plano que comprende el eje longitudinal, X1, y normal a una línea que pasa por los baricentros de las entradas del puerto de los dos puertos laterales opuestos.

En esta realización, cada deflector de flujo puede comprender una superficie central que es plana y tiene un perímetro triangular, rectangular o trapezoidal, y que está flanqueada a cada lado por la primera y segunda superficies laterales, uniéndolas en sus respectivos bordes libres. En un corte a lo largo del plano, $\pi\pi$, normal a la superficie central plana y paralelo al eje longitudinal, X1, la superficie central plana forma un ángulo, β , con una proyección normal del eje longitudinal, X1, en dicho plano, $\pi\pi$, donde β está comprendido entre 1 y 15°, preferiblemente entre 2 y 8°.

En una realización alternativa, los bordes libres de la primera y segunda superficies laterales se unen para formar una arista rectilínea. En un corte a lo largo del plano, $\pi\pi$, que comprende dicha arista rectilínea y biseca el ángulo, α , formado por la primera y segunda superficies laterales, la arista rectilínea forma preferiblemente un ángulo, γ , con una proyección normal del eje longitudinal, X1, en dicho plano, $\pi\pi$, donde γ está comprendido entre 1 y 15°, preferiblemente entre 2 y 8°.

En una realización preferida, la boquilla de colada comprende dos deflectores de flujo aguas arriba de cada entrada de puerto. Los dos deflectores de flujo son preferiblemente contiguos a cada puerto lateral. Para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, interceptando la primera y segunda paredes laterales de un deflector de flujo,

- una primera línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a la primera superficie lateral de cada deflector de flujo preferiblemente intercepta el plano medio, P1, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior, en donde P1 es como se define como anteriormente, y
- 5
- una segunda línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a la segunda superficie lateral de cada deflector de flujo preferiblemente intercepta el plano central, P2, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior, en donde el plano central, P2, incluye el eje longitudinal, X1, y es normal a P1.

10 En una realización alternativa, la boquilla de colada comprende un único deflector de flujo aguas arriba de cada entrada de puerto. Dicho único deflector de flujo es preferiblemente contiguo al correspondiente puerto de flujo. Para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, interceptando la primera y segunda paredes laterales de un deflector de flujo, las líneas rectas que se originan en los bordes libres de, y que se extienden normales a la primera y segunda superficies laterales de cada deflector preferiblemente interceptan el plano medio, P1, en una primera y segunda secciones situadas a cada lado del eje longitudinal, X1, y comprendidas entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior.

15

Una boquilla de colada según la presente invención también puede comprender dos puertos de borde que sobresalen de la pared del agujero y que se extienden aguas arriba desde el extremo del agujero aguas abajo (2d) hasta por encima del nivel de la entrada de puerto, los dos puertos de borde que se enfrentan entre sí y que se sitúan entre las entradas de puerto de los dos puertos laterales.

20 Breve descripción de las figuras

Se ilustran en las Figuras adjuntas diversas realizaciones de la presente invención:

Figura 1: ilustra esquemáticamente una instalación de colada de metal continua;

Figura 2: muestra (a) un detalle de la Figura 1, que ilustra una boquilla de colada acoplada a un artesa y parcialmente enganchada en un molde, y (b) una vista en perspectiva de una boquilla de colada;

25 Figura 3: compara gráficamente los caudales, Q1 y Q2, entre un primer puerto lateral y el otro para una boquilla de colada convencional de la técnica anterior (PA) y dos realizaciones de la presente invención (INV1, INV2);

Figura 4: muestra una primera realización de una boquilla según la presente invención que comprende dos deflectores de flujo;

30 Figura 5: muestra una realización alternativa de una boquilla según la presente invención que comprende dos deflectores de flujo y dos puertos de borde;

Figura 6: muestra una realización alternativa de una boquilla según la presente invención que comprende cuatro deflectores de flujo;

Figura 7: muestra una realización alternativa de una boquilla según la presente invención que comprende cuatro deflectores de flujo y cuatro puertos de borde;

35 Figura 8: muestra una vista de corte en perspectiva de la boquilla de colada de la Figura 6;

Figura 9: muestra diferentes realizaciones de los deflectores de flujo según la presente invención;

Figura 10: muestra vistas de corte a lo largo del plano normal a X1, de dos realizaciones, que muestran la sección transversal de los dos deflectores de flujo;

40 Figura 11: muestra una vista de corte lateral y tres cortes a lo largo de los planos normales al eje longitudinal, X1, que incluye los deflectores de flujo en (a) una primera y (b) una segunda realización de boquillas según la presente invención.

La invención no está limitada a las realizaciones ilustradas en los dibujos. Por consiguiente, se debería entender que donde las características mencionadas en las reivindicaciones adjuntas son seguidas por signos de referencia, tales signos se incluyen únicamente con el propósito de mejorar la inteligibilidad de las reivindicaciones y de ninguna forma limitar el alcance de las reivindicaciones.

45

Descripción detallada de la invención

La presente invención concierne a boquillas de colada (1N) usadas, como se puede ver en las Figuras 1 y 2, para transferir metal fundido (200) desde una artesa (10) dentro de un molde (100). Las boquillas de colada de la presente invención producen un flujo más estable y homogéneo de metal fundido hacia un molde, con un nivel

vertical del menisco (200m) formado en el molde en la parte superior del metal fundido que se mantiene estable durante la operación de colada.

Una boquilla según la presente invención es del tipo que comprende un cuerpo alargado definido por una pared externa y que comprende un agujero (1) definido por una pared del agujero y que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, X1, desde una entrada del agujero (1u) hasta un extremo del agujero aguas abajo (1d). El agujero comprende dos puertos laterales opuestos (2), cada uno que se extiende transversalmente a dicho eje longitudinal, X1, desde una abertura en la pared del agujero que define una entrada de puerto (2u) adyacente al extremo de agujero aguas abajo (1d), hasta una abertura en la pared externa que define una salida del puerto (2d) que conecta de manera fluida el agujero con una atmósfera externa. La atmósfera externa define cualquier atmósfera que rodee a la pared externa de la boquilla de colada al nivel de las salidas del puerto. En uso durante la operación de colada, la atmósfera externa se forma por el metal fundido llenando el molde de colada hasta por encima del nivel de los puertos laterales (véase la Figura 2(a)). Una boquilla de colada según la presente invención puede comprender más de dos puertos laterales opuestos. Por ejemplo, puede comprender cuatro puertos laterales opuestos dos a dos.

La esencia de la presente invención consiste en proporcionar aguas arriba de, y directamente encima de cada entrada de puerto (2u), uno o dos deflectores de flujo (3), que sobresalen fuera de la pared del agujero y se extienden de un extremo de deflector aguas arriba remoto desde la entrada de puerto hasta un extremo de deflector aguas abajo cercano a una entrada de puerto, sobre una altura de deflector Hd, medida paralela al eje longitudinal, X1. La expresión "directamente encima de" significa en la presente memoria que no hay ningún saliente o rebaje entre el extremo de deflector aguas abajo de un deflector de flujo y la entrada de puerto correspondiente. El extremo de deflector aguas abajo es preferiblemente contiguo a la entrada de puerto correspondiente.

El área de una sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector de flujo aumenta de manera continua sobre al menos el 50% de la altura de deflector, Hd, en la dirección que se extiende desde el extremo de deflector aguas arriba hacia el extremo de deflector aguas abajo. Preferiblemente aumenta de manera continua sobre al menos el 80%, más preferiblemente sobre al menos el 90% de Hd. Más preferiblemente aumenta de manera continua sobre el 100% de la altura de deflector, Hd, como se ilustra de la Figura 9(a) a (c). En la Figura 9(a) y (b), el área de la sección transversal aumenta de manera lineal sobre toda la altura, Hd, del deflector de flujo, mientras que en la Figura 9(c), el área de la sección transversal aumenta de manera continua, pero no de manera lineal. La Figura 9(c) ilustra una realización en donde en un punto situado a una distancia mayor que el 50% de Hd del extremo de deflector aguas arriba, la sección transversal disminuye hasta el extremo de deflector aguas abajo. Siempre que se usan, los términos "aguas arriba" y "aguas abajo" se definen con respecto a un flujo desde la entrada del agujero (1u) hacia las salidas de puerto (2d).

La sección transversal de un deflector de flujo a lo largo de un plano normal al eje longitudinal es preferiblemente y se mantiene preferiblemente triangular o trapezoidal sobre al menos el 50%, preferiblemente sobre al menos el 80%, más preferiblemente al menos el 90% de la altura de deflector, Hd. En una realización preferida, dicha sección transversal es y se mantiene triangular o trapezoidal sobre toda la altura (=100%), Hd, del deflector de flujo, como se ilustra de las Figuras 4 a 9 y 11. Los deflectores de flujo como se ilustran en la Figura 9 tienen una geometría similar a una nariz, con una primera y segunda superficies laterales no paralelas (3R, 3L) que se une o bien una a la otra para formar una arista como se ilustra en la Figura 9(b) y (c), o bien a dos lados opuestos de una superficie central (3C) formando un borde, como se muestra en la Figura 9(a). La superficie central (3C) puede ser plana como se representa en la Figura 9(a), o puede ser curva como se muestra en la Figura 9(c).

El extremo de deflector aguas abajo de un deflector de flujo se debe situar directamente encima (o aguas arriba de) la entrada de puerto correspondiente. En una realización preferida, el extremo de deflector aguas abajo es contiguo a dicha entrada de puerto, formando un labio de la entrada de puerto, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 4 a 8. El extremo de deflector aguas abajo también se puede situar directamente encima de la entrada de puerto correspondiente a una distancia, h, de la entrada de puerto, en donde, como se ilustra en la Figura 11(b), la distancia, h, se mide a lo largo del eje longitudinal, X1, y está comprendida entre 0 y H, preferiblemente entre 0 y H/2, en donde H es la altura máxima de la entrada de puerto correspondiente medida a lo largo de la pared del agujero paralela al eje longitudinal, X1. Si el extremo de deflector aguas abajo del deflector de flujo se sitúa a una distancia, h>H, se disminuye el efecto de los deflectores de flujo tratados a continuación de estabilizar el flujo de metal fundido antes de salir del agujero a través de los puertos laterales (2). Un valor bajo de la distancia, h, por lo tanto es preferida, con un valor preferido de h que está comprendido entre 0 y 30 mm, preferiblemente entre 0 y 15 mm; y más preferiblemente, h=0, que define un extremo de deflector aguas abajo que es contiguo a la entrada de puerto correspondiente.

Como se ilustra en las Figuras 8 y 10, un plano medio, P1, se puede definir como un plano que comprende el eje longitudinal, X1, y es normal a una línea que pasa por los baricentros de las entradas de puerto de los puertos laterales opuestos (2). Un plano central, P2, se puede definir como un plano que incluye el eje longitudinal, X1, y los baricentros de cada una de las entradas de puerto, P1, por lo tanto es normal a P2 e interceptan en el eje longitudinal, X1.

Como se menciona anteriormente, los deflectores de flujo tienen una geometría similar a una nariz con una primera y segunda superficies laterales (3R, 3L). En una realización preferida, dichas primera y segunda superficies laterales

son sustancialmente planas, formando un perímetro triangular o cuadrilátero con al menos dos bordes no paralelos opuestos, preferiblemente un perímetro trapezoidal. La primera y segunda superficies laterales convergen una hacia la otra desde la pared del agujero, formando un ángulo, α , una con otra comprendido entre 70 y 160° (véase la Figura 9).

- 5 Cada una de dichas primera y segunda superficies planas laterales comprende un borde libre remoto de la pared del agujero. Las dos superficies laterales pueden encontrarse en sus respectivos bordes libres para formar una arista (3RL) que, como se ilustra en la Figura 9(b), puede ser rectilínea o, al menos, puede comprender una sección rectilínea como se muestra en la Figura 9(c). Tal deflector de flujo tiene una sección transversal triangular normal a X1 y a la que se hace referencia como "deflector de flujo triangular" en referencia a la sección transversal del mismo.
- 10 Alternativamente, las superficies laterales pueden estar separadas por una superficie central (3C) que puede ser plana (véase la Figura 9(a)) o puede comprender una parte plana (véase la Figura 9(c)), y tiene un perímetro triangular, rectangular o trapezoidal. La superficie lateral está flanqueada a cada lado por la primera y segunda superficies laterales (3R, 3L), uniéndolas por sus respectivos bordes libres, como se muestra en la Figura 9(a) y (c). Tal deflector de flujo tiene una sección transversal trapezoidal normal a X1 y a la que se hace referencia como "deflector de flujo trapezoidal" en referencia a la sección transversal del mismo. Si la superficie central es curva como se representa en la Figura 9(c), se puede hacer referencia a la sección transversal normal a X1 como "cuasi-trapezoidal", y se puede hacer referencia a tal deflector de flujo como "deflector de flujo cuasi-trapezoidal".

20 Como se muestra en la Figura 9(b) y (c), la arista rectilínea o la sección de arista rectilínea de un deflector de flujo triangular no es paralela a la pared del agujero y forma una pendiente definida por un ángulo, γ , comprendido entre 1 y 15°, preferiblemente entre 2 y 8°, donde β se mide entre dicha arista rectilínea y una proyección normal del eje longitudinal, X1, en un plano, π_b , que incluye dicha (sección de) arista rectilínea y biseca el ángulo, α , formado por la primera y segunda superficies laterales (3R, 3L). El ángulo γ define la pendiente de un deflector de flujo triangular similar a una nariz.

25 De manera similar y como se muestra en la Figura 9(a), la pendiente de la superficie central plana (3C) o la parte de superficie central plana de un deflector de flujo trapezoidal no es paralela a la pared del agujero y forma una pendiente definida por un ángulo, β , comprendido entre 1 y 15°, preferiblemente entre 2 y 8°, en donde β se mide entre dicha (parte de) superficie central plana y una proyección normal del eje longitudinal, X1, sobre un plano, π_n , normal a la superficie central plana (3C) y paralela al eje longitudinal, X1. El ángulo β define la pendiente de un deflector de flujo trapezoidal similar a una nariz.

30 Como se muestra en la Figura 10, es preferido que para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, que intercepta una pared lateral de un deflector de flujo, una línea recta que se origina en el borde libre de y que se extiende normal a al menos una de la primera y segunda superficies laterales de cada deflector intercepta el plano medio, P1, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y un perímetro exterior definido por la pared externa de la boquilla de colada.

35 En una realización preferida, la boquilla de colada comprende un único deflector de flujo (4) aguas arriba de y preferiblemente contiguo a cada entrada de puerto (2u), como se ilustra en las Figuras 4, 5, 10(a) y 11(a). En esta realización ilustrada en la Figura 10(a), las líneas rectas que se originan en el borde libre de y que se extienden normales a la primera y segunda superficies laterales de cada deflector de flujo intercepta el plano medio, P1, en una primera y segunda secciones situadas a cada lado del eje longitudinal, X1, comprendidas entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior.

Con esta configuración, el flujo se desvía hacia la pared del agujero, se empuja a lo largo de las paredes de los puertos laterales, evitando de este modo la formación de flujos secundarios. En particular, el flujo desviado hacia la pared lateral del puerto se divide uniformemente entre los dos puertos laterales (2), eliminando de este modo cualquier comportamiento de flujo de sesgo dentro del agujero.

45 En una realización alternativa, la boquilla de colada comprende dos deflectores de flujo (4) aguas arriba de cada entrada de puerto (2u) y preferiblemente contiguos a las mismas, como se ilustra en las Figuras 6 a 8, 10(b) y 11(b). En esta realización ilustrada en la Figura 10(b),

- una primera línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a la primera superficie lateral de cada deflector de flujo intercepta el plano medio, P1, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior, y
- una segunda línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a la segunda superficie lateral de cada deflector de flujo intercepta el plano medio, P2, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior.

55 Como en la realización que comprende un único deflector de flujo encima de cada puerto lateral tratada como anteriormente, el flujo desviado hacia la pared del agujero por la primera superficie lateral evita la formación de flujo de sesgo. La formación de flujo de sesgo también se reduce centrando el flujo hacia el plano central, P2, por medio de la segunda superficie lateral. La formación de flujo de sesgo es un problema encontrado comúnmente cuando se usan agujeros de boquilla grandes incluso en presencia de un puerto de borde. El flujo desviado hacia el plano

central, P2, por la segunda superficie lateral también produce una mejor estabilidad de chorro, con fluctuaciones verticales reducidas de los chorros de salida de los puertos laterales. La desviación del flujo hacia el plano central, P2, también guía a las burbujas de gas a ser arrastradas por los chorros de salida de los puertos laterales.

5 La mejora del control de flujo fuera de los puertos laterales por los deflectores de flujo (3) se manifiesta en la Figura 3, trazando los caudales, Q1 (columnas blancas) y Q2 (columnas sombreadas), fuera de un primer puerto lateral y un segundo puerto lateral, respectivamente, medidos en tres boquillas de colada diferentes que tienen un agujero con una sección transversal circular: (a) una boquilla de colada según la técnica anterior, desprovisto de cualquier deflector de flujo, (b) una boquilla de colada según la presente invención (INV1) que comprende un único deflector de flujo encima de cada puerto lateral y (c) una boquilla de colada según la presente invención (INV2) que
10 comprende dos deflectores de flujo encima de cada puerto lateral. La diferencia de flujo relativa $\Delta Q_{1-2} = |Q1 - Q2| / \text{MIN}(Q1, Q2)$, entre el primer y segundo puertos de flujo también se traza (círculos negros) para cada boquilla. Se puede ver que la diferencia de caudal ΔQ_{1-2} , entre el primer y segundo puertos de flujo de una boquilla de colada de la técnica anterior (a) alcanza el 6,2%, con un caudal, Q2, fuera del segundo puerto lateral que es 20 dm³/min más alto que el caudal, Q1, fuera del primer puerto lateral. Tal asimetría en el comportamiento del flujo fuera de una
15 boquilla de colada y hacia un molde puede ser una fuente de falta de homogeneidad en la plancha final formada de este modo.

Por el contrario, la presencia de uno o dos deflectores (b, c) encima de cada puerto lateral reduce la diferencia entre Q1 y Q2 a prácticamente cero, produciendo un flujo simétrico fuera de la boquilla de colada hacia un molde. Como se ha tratado anteriormente, las fluctuaciones de flujo verticales se reducen sustancialmente desviando parte del
20 flujo hacia el plano central, P2, que se muestra por la desviación estándar menor medida en boquillas de colada que comprenden dos deflectores de flujo encima de cada puerto lateral.

Con el fin de fomentar la desviación de flujo, es preferido que el extremo de deflector aguas arriba (3u) de los deflectores de flujo tenga un área de sección transversal distinta de cero normal al eje longitudinal, X1. Con referencia a la Figura 9, aunque el extremo de deflector aguas arriba (3u) se podría formar en la cima, S, formando un área de sección transversal igual a cero normal a X1, es preferido que el extremo de deflector aguas arriba se forme aguas abajo de dicha cima, S, una superficie contra la cual impacta el flujo de metal entrante. El extremo de deflector aguas arriba (3u) puede formar una superficie normal a X1 como se ilustra en la Figura 9(a), pero también puede formar una pendiente descendente aguas abajo desde la pared del agujero hasta el borde central (3C) o arista (3RL) del deflector de flujo, como se ilustra en la Figura 9(c). Un área de sección transversal normal a X1 del extremo de deflector aguas arriba sobresale preferiblemente fuera de la pared del agujero en una distancia de 1 a 10 mm, preferiblemente de 2 a 6 mm, más preferiblemente de 4 +/- 1mm, medida normal a la pared del agujero. Tales dimensiones son varias veces mayores que las capas límites que se forman en la pared del agujero. La Figura 11 muestra en el corte A-A ejemplos de extremos de deflector aguas arriba (3u) que tienen un área de sección transversal distinta de cero.

35 En una realización preferida, una boquilla de colada comprende además dos puertos de borde (5) que sobresalen fuera de la pared del agujero y que se extienden aguas arriba desde el extremo de agujero aguas abajo (2d) hasta por encima del nivel de entrada de puerto (2u), los dos puertos de borde que se enfrentan entre sí y que están situados entre las entradas de puerto (2u) de los dos puertos laterales. Es preferido que los puertos de borde (5) sean simétricos con respecto al plano medio, P1, como se ilustra en las Figuras 5 y 7. Los puertos de borde se usan tradicionalmente para estabilizar el flujo fuera de una boquilla de colada. Los puertos de borde por sí solos, no obstante, no pueden reducir sustancialmente la formación de flujo de sesgo, en particular para boquillas de colada que tienen un agujero de gran tamaño. También tienen una geometría similar a una nariz con dos superficies de borde laterales que forman un ángulo comprendido entre 70 y 160°. Los bordes laterales se pueden encontrar para formar una arista, o pueden estar separados por un plano central plano de geometría triangular, rectangular o trapezoidal. Los puertos de borde se extienden preferiblemente desde el extremo de agujero (1u) (es decir, el suelo inferior del agujero) ascendiendo a lo largo del eje longitudinal, X1, por encima del nivel de las entradas de agujero.

El efecto de los puertos de borde (5) se mejora mediante la presencia de deflectores de flujo (3) en la medida que se forman caminos de flujo no lineales a medida que el metal fundido rebota sucesivamente contra una superficie lateral de un deflector de flujo y sobre una superficie de borde lateral de un puerto de borde, antes de salir a través de un puerto lateral. Esto aumenta la presión local en el líquido fundido, reduciendo además de este modo la turbulencia y los flujos de sesgo que salen de los puertos.

El extremo de agujero (1d) o suelo de agujero puede ser sustancialmente plano y normal al eje longitudinal, como se muestra en las Figuras 4, 5 y 11(a). Preferiblemente está al ras y es continuo a un suelo inferior de los puertos laterales (2). En una realización alternativa, el extremo de agujero (2d) comprende dos partes de extremo de agujero que se encuentran en un vértice que forma una arista comprendida dentro del plano medio, P1, y que se inclina hacia abajo hacia los puertos laterales, como se ilustra en las Figuras 6, 7 y 11(b). De nuevo los suelos inferiores de los puertos laterales preferiblemente están al ras y son continuos (paralelos a) a las partes de extremo de agujero para asegurar un flujo suave y "cuasi-laminar" fuera de los puertos laterales.

Una boquilla de colada según la presente invención es ventajosa sobre las boquillas de colada de la técnica anterior en que el flujo fuera del primer y segundo puertos laterales está equilibrado, con un caudal igual, Q1, Q2, fuera del

ES 2 784 370 T3

primer y segundo puertos laterales, y fluctúa sustancialmente menos en el tiempo, produciendo vigas que tienen una mayor homogeneidad y reproducibilidad.

Referencia	Descripción
1	Agujero
1d	Extremo de agujero
1N	Boquilla de colada
1u	Entrada de agujero
2	Puerto lateral
2d	Salida de puerto lateral
2u	Entrada de puerto lateral
3	Deflector de flujo
3C	Superficie central de un deflector de flujo
3d	Superficie de extremo aguas abajo de un deflector de flujo
3L	Segunda superficie lateral de un deflector de flujo
3R	Primera superficie lateral de un deflector de flujo
3RL	Arista formada por la unión de la primera y segunda superficies
3u	Superficie de extremo aguas arriba de un deflector de flujo
5	Puerto de borde
7	Obturador
10	Artesa
11	Cuchara
100	Molde
111	Boquilla de cubierta de cuchara
200	Metal fundido
200m	Menisco de metal
Hd	Altura de deflector de flujo medida paralela a X1
X1	Eje longitudinal
P1	Plano medio que incluye a X1 y normal a P1
P2	Plano central que incluye a X1 y los baricentros de las entradas de puerto (2u)
Π_b	Plano que biseca el ángulo, α , formado por la primera y segunda superficies planas
Π_n	Plano normal a una superficie central plana
α	Ángulo formado por la primera y segunda superficies planas
β	Ángulo formado por proyecciones de la superficie central y X1 sobre el plano Π_n
γ	Ángulo formado por la arista y la proyección de X1 sobre el plano Π_b

REIVINDICACIONES

1. Boquilla de colada que comprende un cuerpo alargado definido por una pared externa y que comprende un agujero (1) definido por una pared de agujero y que se extiende a lo largo del eje longitudinal, X1, desde una entrada de agujero (1u) hasta un extremo de agujero aguas abajo (1d), dicho agujero comprendiendo dos puertos laterales opuestos (2), cada uno extendiéndose transversalmente a dicho eje longitudinal, X1, desde una abertura en la pared del agujero que define una entrada de puerto (2u) adyacente al extremo de agujero aguas abajo (1d), hasta una abertura en la pared externa que define una salida de puerto (2d) que conecta de manera fluida el agujero con una atmósfera externa,
- 5
- 10 caracterizada por que, aguas arriba de, y directamente encima de cada entrada de puerto (2u), uno o dos deflectores de flujo (3) sobresalen fuera de la pared de agujero y se extienden desde un extremo de deflector aguas arriba remoto de la entrada de puerto hasta un extremo de deflector aguas abajo cercano a la entrada de puerto, sobre una altura de deflector, Hd, medida paralela al eje longitudinal, X1, y en donde un área de una sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector de flujo aumenta de manera continua sobre al menos el 50 % de la altura de deflector, Hd, en la dirección que se extiende desde el extremo de deflector
- 15 aguas arriba hacia el extremo de deflector aguas abajo.
2. Boquilla de colada según la reivindicación 1, en donde el área de la sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector de flujo es y se mantiene triangular o trapezoidal sobre al menos el 50% de la altura de deflector, Hd.
3. Boquilla de colada según las reivindicaciones 1 y 2, en donde el área de la sección transversal normal al eje longitudinal, X1, de cada deflector de flujo aumenta de manera continua desde el extremo de deflector aguas arriba sobre al menos el 80%, preferiblemente sobre al menos el 90%, más preferiblemente sobre el 100% de la altura de deflector, Hd, y en donde dicha área preferiblemente es y se mantiene triangular o trapezoidal sobre al menos el 80%, preferiblemente sobre al menos el 90%, más preferiblemente sobre el 100% de la altura de deflector, Hd.
- 20
4. Boquilla de colada según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el extremo de deflector aguas abajo de cada deflector de flujo esté a una distancia, h, de la entrada de puerto, en donde h se mide a lo largo del eje longitudinal, X1, y está comprendida entre 0 y H, preferiblemente entre 0 y H/2, en donde H es la altura máxima de la entrada de puerto correspondiente medida a lo largo de la pared de agujero paralela al eje longitudinal, X1.
- 25
5. Boquilla de colada según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde cada deflector de flujo (3) comprende una primera y segunda superficies laterales (3R, 3L), que son planas y tienen un perímetro triangular o trapezoidal, y forman un ángulo, α , una con la otra comprendido entre 70 y 160°.
- 30
6. Boquilla de colada según la reivindicación 5, en donde
- un plano medio, P1, se define como un plano que comprende el eje longitudinal, X1, y normal a una línea que pasa por los centroides de las entradas de puerto de los dos puertos laterales opuestos (2),
 - cada una de dichas primera y segunda superficies laterales comprende un borde libre remoto de la pared de agujero, y
 - para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, que intercepta una pared lateral de un deflector de flujo, una línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a al menos una de la primera y segunda superficies laterales de cada deflector de flujo intercepta el plano medio, P1, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y un perímetro exterior definido por la pared externa de la boquilla de colada.
- 35
- 40
7. Boquilla de colada según las reivindicaciones 5 o 6, en donde cada deflector de flujo (3) comprende una superficie central (3C) que es plana y tiene un perímetro triangular, rectangular o trapezoidal, y que está flanqueada a cada lado por la primera y segunda superficies laterales (3R, 3L), uniéndolas por sus respectivos bordes libres.
- 45
8. Boquilla de colada según la reivindicación 7, en donde en un corte a lo largo del plano, π_n , normal a la superficie central plana (3C) y paralela al eje longitudinal, X1, la superficie central plana (3C) forma un ángulo, β , con una proyección normal del eje longitudinal, X1, sobre dicho plano, π_n , en donde β está comprendido entre 1 y 15°, preferiblemente entre 2 y 8°.
- 50
9. Boquilla de colada según las reivindicaciones 5 o 6, en donde los bordes libres de la primera y segunda superficies laterales (3R, 3L) se unen para formar una arista rectilínea.
10. Boquilla de colada según la reivindicación 9, en donde en un corte a lo largo del plano, π_b , que comprende dicha arista rectilínea y biseca el ángulo, α , formado por la primera y segunda superficies laterales (3R, 3L), la arista rectilínea forma un ángulo, γ , con una proyección normal del eje longitudinal, X1, sobre dicho plano, π_b , en donde γ está comprendido entre 1 y 15°, preferiblemente entre 2 y 8°.

11. Boquilla de colada según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende dos deflectores de flujo (4) aguas arriba de cada entrada de puerto (2u) y preferiblemente contiguos a las mismas.
12. Boquilla de colada según las reivindicaciones 6 y 11, en donde para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, que intercepta la primera y segunda paredes laterales de un deflector de flujo,
- 5 • una primera línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a la primera superficie lateral de cada deflector de flujo intercepta el plano medio, P1, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior, y
- 10 • una segunda línea recta que se origina en el borde libre de, y que se extiende normal a la segunda superficie lateral de cada deflector de flujo intercepta el plano central, P2, en una sección comprendida entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior, en donde el plano central, P2, incluye el eje longitudinal, X1, y es normal a P1.
13. Boquilla de colada según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende un único deflector de flujo (4) aguas arriba de cada entrada de puerto (2u) y preferiblemente contiguo a las mismas.
14. Boquilla de colada según las reivindicaciones 6 y 13, en donde para cualquier corte a lo largo de un plano normal al eje longitudinal, X1, que intercepta la primera y segunda paredes laterales de un deflector de flujo, las líneas rectas que se originan en los bordes libres de, y que se extienden normales a las primera y segunda superficies laterales de cada deflector de flujo interceptan el plano medio, P1, en una primera y segunda secciones situadas a cada lado del eje longitudinal, X1, y comprendidas entre el eje longitudinal, X1, y el perímetro exterior.
- 15
15. Boquilla de colada según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además dos puertos de borde (5) que sobresalen fuera de la pared de agujero y que se extienden aguas arriba desde el extremo de agujero aguas abajo (2d) hasta por encima del nivel de la entrada de puerto (2u), los dos puertos de borde que se enfrentan entre sí y que se sitúan entre las entradas de puerto (2u) de los dos puertos laterales.
- 20

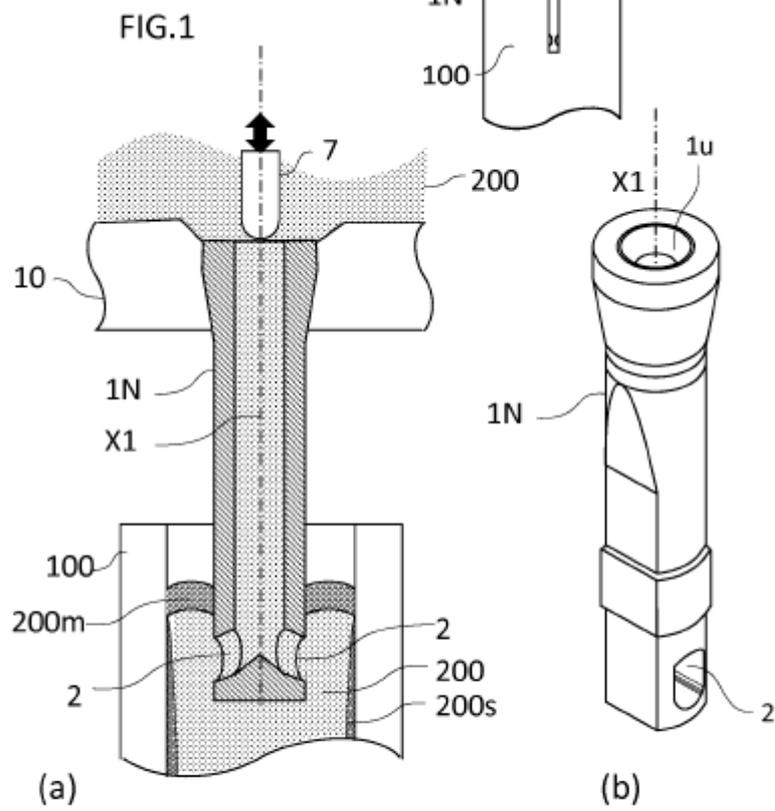
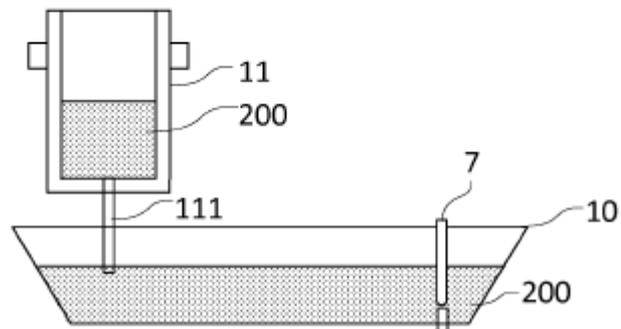


FIG.2

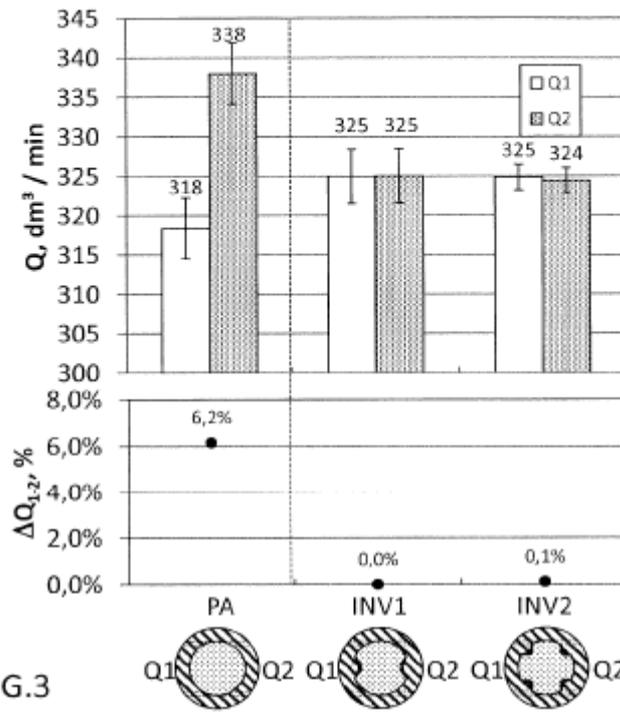


FIG. 3

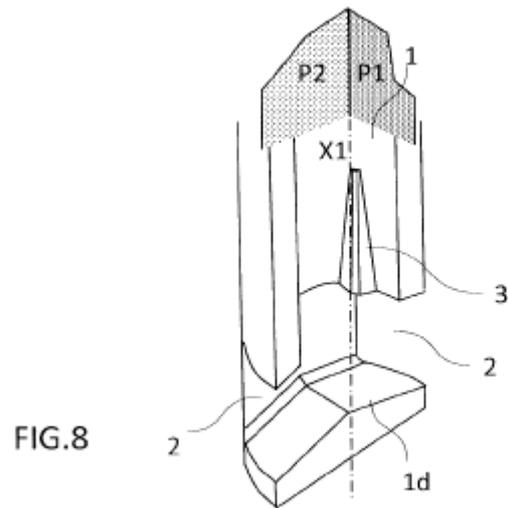
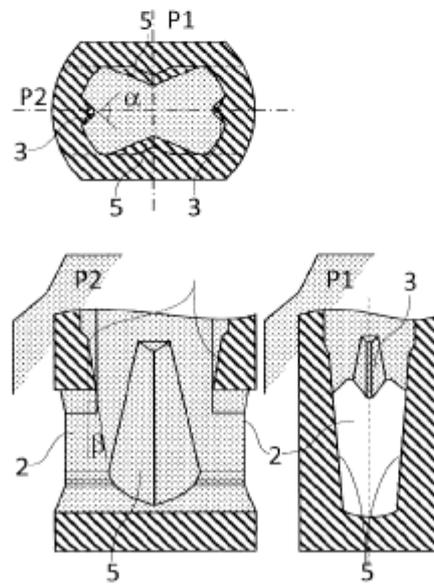
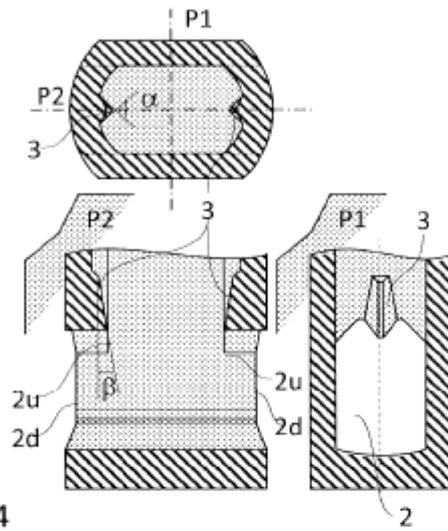
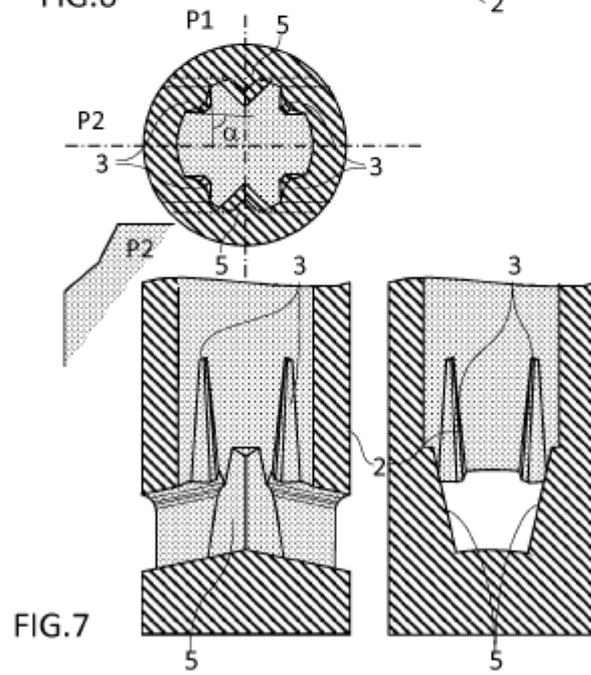
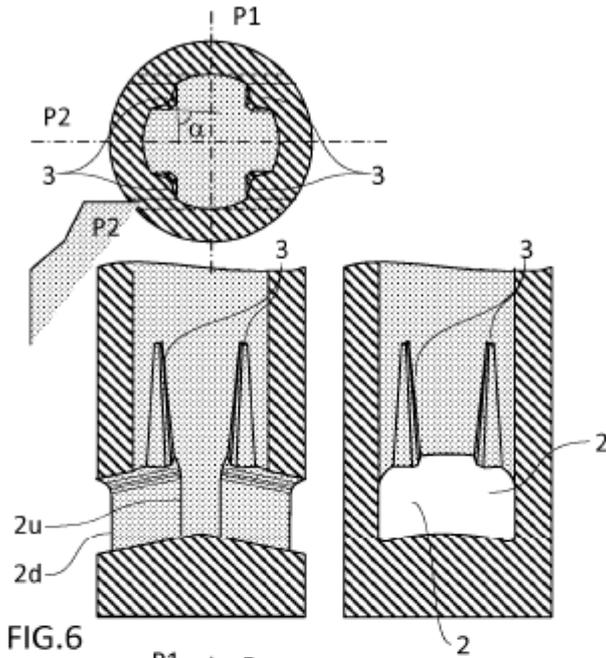


FIG. 8





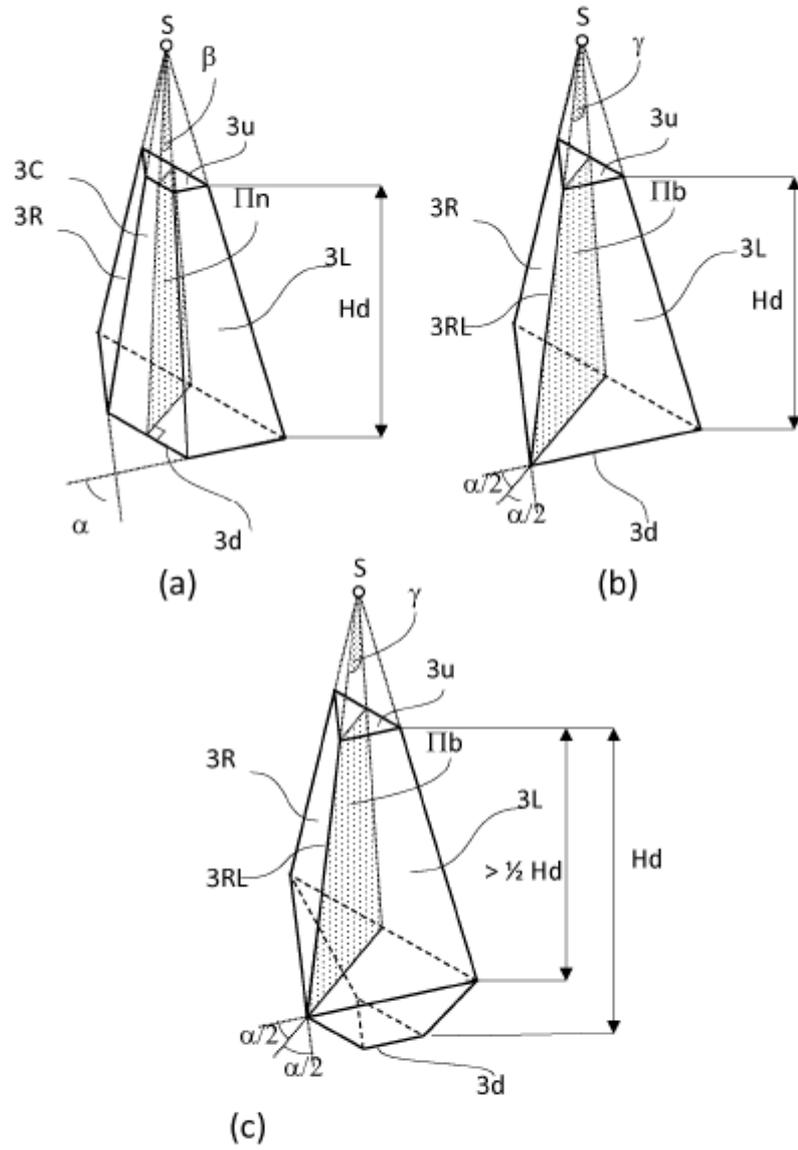


FIG.9

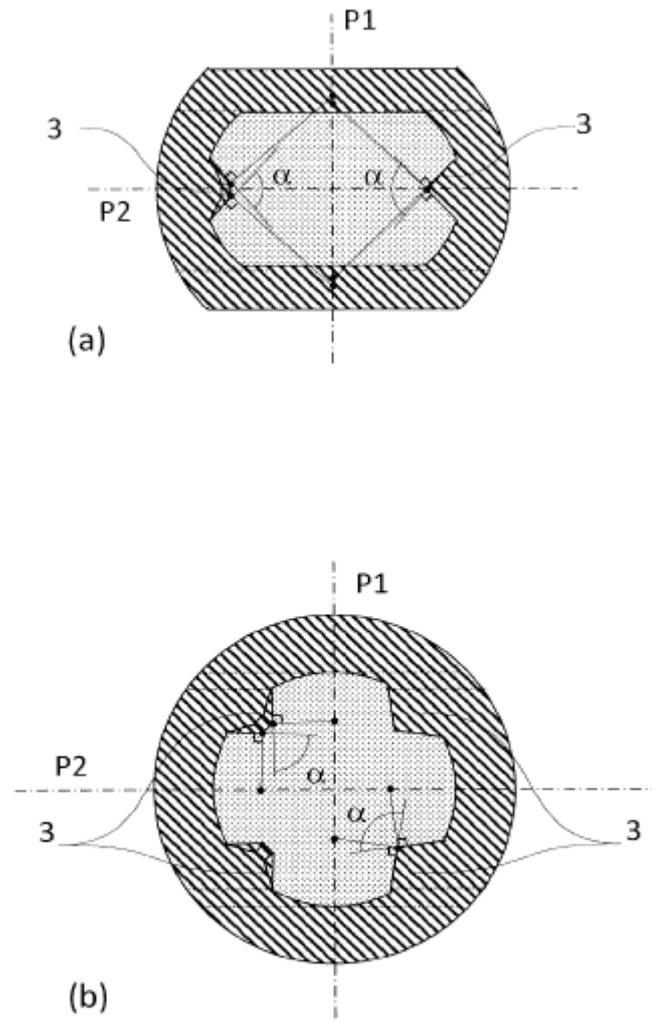


FIG.10

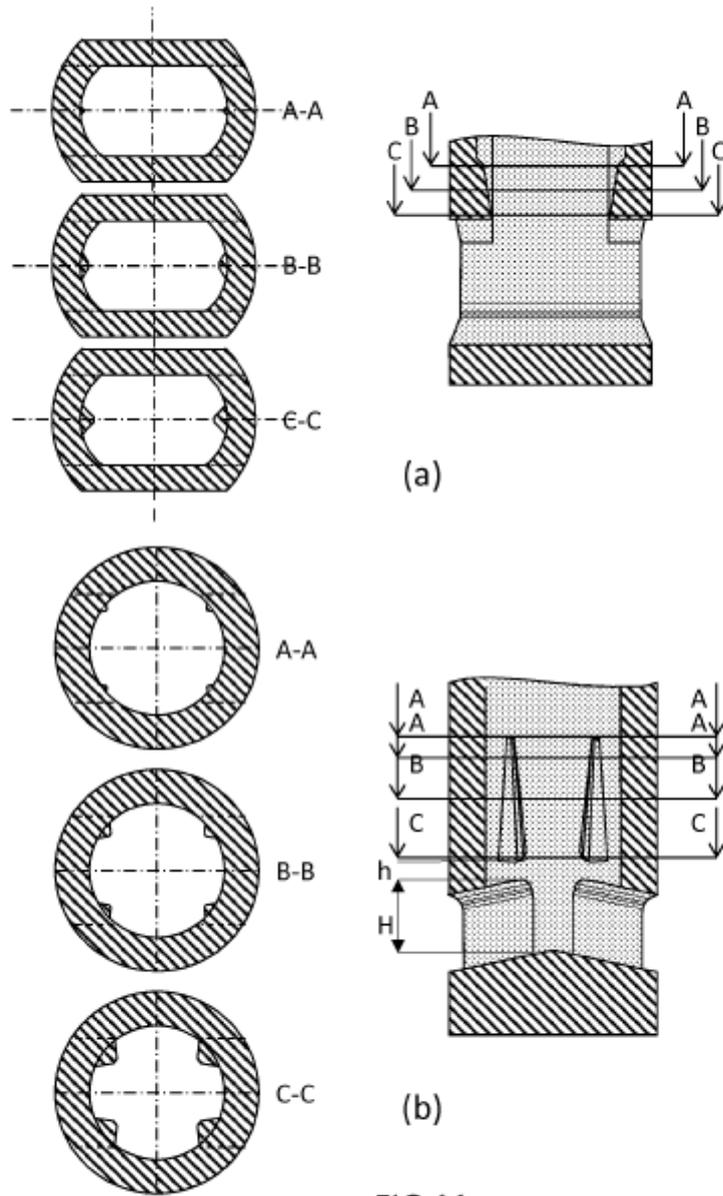


FIG.11