

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 780 350**

51 Int. Cl.:

B22D 41/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.05.2011 PCT/US2011/036068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12003047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.05.2011 E 11801303 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 2588262**

54 Título: **Buza de entrada sumergida**

30 Prioridad:

02.07.2010 US 361265 P

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

25.08.2020

73 Titular/es:

**VESUVIUS U S A CORPORATION (100.0%)
1404 Newton Drive
Champaign, IL 61822, US**

72 Inventor/es:

RICHAUD, JOHAN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 780 350 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

Buza de entrada sumergida

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere en general a un artículo refractario y, más en particular, a un tubo de vertido refractario para su uso en la transferencia de metal fundido en una operación de colada continua.

Antecedentes

10 En la colada continua de metal, en particular acero, una corriente de metal fundido se transfiere normalmente mediante un tubo de vertido refractario desde un primer recipiente metalúrgico hasta el interior de un segundo recipiente metalúrgico o molde. Tales tubos se denominan habitualmente buzas o camisas y poseen un taladro adaptado para transferir metal fundido. Los tubos de vertido incluyen buzas de entrada sumergidas (SEN) o camisas de entrada sumergidas (SES), que descargan metal fundido por debajo de la superficie de líquido de un recipiente receptor o molde.

15 Se descarga metal líquido desde el extremo aguas abajo del taladro a través de uno o más orificios de desembocadura. Una función importante de un tubo de vertido es descargar el metal fundido de manera suave y constante sin interrupción o perturbación. Una descarga suave, constante, facilita el procesamiento y puede mejorar la calidad del producto terminado. Una segunda función importante de un tubo de vertido es establecer unas condiciones dinámicas apropiadas dentro del metal líquido en el recipiente receptor o molde con el fin de facilitar un procesamiento adicional. Producir condiciones dinámicas apropiadas puede requerir que el tubo de vertido posea una pluralidad de orificios de salida que están dispuestos para hacer que la corriente de metal fundido se gire en una o más direcciones durante la descarga desde el tubo.

20 Puede desearse, por varios motivos, inducir un flujo rotacional dentro del molde en el que se está descargando el metal fundido. La rotación del flujo aumenta el tiempo de residencia en el interior del cráter líquido del molde para potenciar la flotación de inclusiones. La rotación del flujo también produce una homogeneización de la temperatura, y reduce el crecimiento de dendritas a lo largo del frente de solidificación del acero. La rotación del flujo también reduce la mezcla de calidades de acero cuando calidades consecutivas de acero fluyen a través del tubo de vertido sin interrupción.

25 Se han usado diversas tecnologías en intentos de proporcionar una rotación del flujo. Pueden colocarse dispositivos de agitación electromagnética por debajo de la buza de entrada. Se han diseñado buzas de entrada que pueden hacerse girar en uso. También se han diseñado buzas de entrada con orificios de salida curvos tangentes al taladro del tubo.

30 Se observan diversas desventajas en la tecnología de la técnica anterior. Los dispositivos de agitación electromagnética tienen una vida útil limitada en un entorno hostil, la rotación de la buza de entrada permite que el oxígeno entre en contacto con la corriente de metal fundido, y los orificios de salida curvos no inducen satisfactoriamente un flujo rotacional en todas las configuraciones de molde.

35 El documento DE1802884 da a conocer un tubo de alimentación rotatorio para la colada de barras de acero. Sin embargo, el dispositivo carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

40 El documento FR2156373 da a conocer unos procedimientos y un equipo para la colada rotatoria de metal fundido. Sin embargo, el equipo carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

El documento FR2521886 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para colocar en rotación, en un molde de lingotes, metal fundido de colada continua. Sin embargo, el dispositivo carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

45 El documento GB2198376 da a conocer un tubo de inmersión para colada continua. Sin embargo, el tubo carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

El documento JP S62 270261 da a conocer una buza sumergida para un aparato de colada continua. Sin embargo, la buza carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

50 El documento RU2236326 da a conocer un método para colada continua de acero desde una cuchara intermedia hasta un molde, y una buza sumergible para realizar el método. Sin embargo, la buza carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

El documento SU1565573 da a conocer una disposición para agitar metal fundido en colada continua. Sin embargo, el dispositivo carece de un distribuidor de orificios que tenga un radio mayor con respecto al eje horizontal que el taladro.

Persiste la necesidad de un tubo de vertido refractario que produzca un flujo rotacional en una variedad de configuraciones de molde sin el uso de dispositivos electromecánicos adicionales. De manera ideal, un tubo de este tipo mejoraría también el flujo de metal fundido al interior de un molde de colada y mejoraría las propiedades del metal colado.

5 Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un tubo de vertido para su uso en la colada de metal fundido. El tubo de vertido incluye al menos dos orificios de salida y, en relación con la técnica anterior, proporciona un flujo rotacional más eficaz en el interior de los moldes a los que fluye material fundido desde el tubo de vertido. La rotación del flujo aumenta el tiempo de residencia en el interior del cráter líquido del molde para producir una mejor flotación de inclusiones, reduce el crecimiento de dendritas formadas a lo largo del frente de solidificación del acero y permite una reducción significativa de la mezcla de calidades de acero cuando están pasando calidades consecutivas de acero a través del tubo de vertido sin interrupción. Configuraciones particulares de flujo rotacional también pueden reducir flujos de superficie contrapuestos que inducen niveles de turbulencia altos. La producción de un flujo rotatorio mediante la presente invención proporciona un reemplazo para el uso de agitación electromagnética del contenido del molde para proporcionar homogeneidad térmica y una fusión de polvo de moldeo óptima. Estos beneficios pueden dar como resultado un producto terminado mejorado.

En un aspecto amplio, el artículo comprende un tubo de vertido que tiene un distribuidor de orificios agrandado en comunicación de fluido directa con orificios de salida. Los orificios de salida están dispuestos alrededor del distribuidor de orificios formando ángulos específicos, en configuraciones y en dimensiones relativas específicas para producir un flujo rotacional.

En un aspecto, la invención incluye orificios de salida que comprenden una pared interior en comunicación con el distribuidor de orificios y la superficie exterior del tubo de vertido, y una pared exterior en comunicación con el distribuidor de orificios y la superficie exterior del tubo de vertido. La pared exterior y la pared interior pueden ser totalmente verticales, pueden contener partes verticales, o pueden configurarse formando un ángulo menor con respecto a la vertical que otras superficies de los orificios de salida. La pared exterior tiene una longitud en el plano horizontal mayor que la pared interior. Las paredes exteriores de los orificios de salida, o las proyecciones horizontales de las paredes exteriores de los orificios de salida, no se intersecan con el taladro, o no se intersecan con una proyección vertical del taladro. En determinadas realizaciones, las paredes exteriores de los orificios de salida son tangentes a un círculo que es concéntrico con el taladro y tiene un radio mayor que el taladro, o son tangentes al distribuidor de orificios. En determinadas realizaciones, los orificios de salida no están obstruidos externamente; no hay ninguna parte del artículo de la invención en la que la parte esté dispuesta externamente con respecto a un orificio de salida, y en el que la parte se interseque con una proyección dirigida externamente de una sección transversal del orificio de salida. Determinadas realizaciones de la invención se caracterizan por la ausencia de un agujero inferior que conecta el distribuidor de orificios y una superficie inferior de tubo de vertido. Determinadas realizaciones de la invención se caracterizan por orificios a través de los cuales puede pasar una línea recta desde el distribuidor de orificios hasta la pared exterior del tubo de flujo. Determinadas realizaciones de la invención se caracterizan por la ausencia de un componente rotatorio.

En una realización de la invención, los orificios de salida están espaciados de manera regular formando un ángulo de rotación θ alrededor de la periferia del distribuidor de orificios, y los orificios de salida tienen una anchura de orificio de al menos $2r_{pd} \sin(\theta/2)^2$, donde r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios y θ es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.

En otra realización de la invención, los orificios de salida están configurados de modo que $4\pi r_b > n r_{pd}(\theta) > 1,3\pi r_b$, donde r_b es el radio del taladro, n es el número de orificios de salida, r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios y θ es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.

En otra realización de la invención, los orificios de salida tienen un ángulo de ensanchamiento diferente de cero en el plano horizontal que es igual a o menor que $\theta/2$.

En otra realización de la invención, los orificios de salida están configurados de modo que $3\pi r_b^2 > hna > 0,5\pi r_b^2$, donde r_b es el radio del taladro, h es la altura del orificio de salida, n es el número de orificios de salida y a es la anchura del acceso de orificio. En cuanto a valores absolutos, una realización de la invención hace uso de orificios de salida que tienen una altura del orificio de salida igual a o mayor de 8 mm para facilitar la fabricación del tubo de vertido de la invención y para promover la colabilidad del metal líquido.

En una realización adicional de la invención, los orificios de salida están configurados de modo que el ángulo θ máximo alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por un orificio de salida es $\arccos(r_{pd}/r_{ex})$, y de modo que $a < r_{pd}((r_{ex} - r_{pd})/r_{ex})$, donde a es la anchura del acceso de orificio, r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios y r_{ex} es el radio del tubo de vertido en el plano horizontal del distribuidor de orificios. En cuanto a valores absolutos, una realización de la invención hace uso de orificios de salida que tienen una anchura del orificio de salida igual a o mayor de 8 mm para facilitar la fabricación del tubo de vertido de la invención y para promover la

colabilidad del metal líquido.

Elementos de diseño de la presente invención, incluyendo el número de orificios de salida, el tamaño y la configuración del distribuidor de orificios, la altura de la pared de orificio, la anchura de la pared de orificio, el ángulo de ensanchamiento de la pared de orificio y la ausencia de una línea recta desde el eje vertical del distribuidor de orificios a través del orificio hasta el exterior del tubo de vertido, conducen a un remolino del fluido alrededor de un eje del orificio de salida a medida que fluye hacia fuera a través del orificio de salida. El impulso de chorro del fluido que pasa a través de los orificios de salida de un tubo de vertido de la presente invención se reduce, al igual que la intensidad de los chorros que entran en contacto con una pared de molde. Los tubos de vertido de la técnica anterior presentan un aumento de la velocidad de fluido entre la embocadura y el orificio de salida; en la presente invención, este aumento se minimiza o, en algunos casos, se reduce. Los tubos de vertido de la presente invención producen trayectorias de fluido curvas tanto dentro como fuera del orificio de salida. Los tubos de vertido de la presente invención con cuatro orificios y seis orificios producen una velocidad de remolino que es uniforme y se distribuye por igual. El remolino puede adoptar la forma de una espiral de flujo helicoidal con el eje de orificio como su eje. La reducción del impulso de chorro permite que el tubo de vertido de la presente invención se configure y se use sin un faldón o una pantalla protectora dispuesta externamente con respecto a, y en el plano horizontal de, los orificios.

Otros detalles, objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes a través de la siguiente descripción de un método preferido presente de poner en práctica la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en sección, a lo largo de un plano vertical, de una realización de un tubo de vertido de la invención actual.

La figura 2 muestra una vista en sección, a lo largo de un plano horizontal, de una realización de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 3 muestra una vista en sección, a lo largo de un plano vertical, de una realización de un tubo de vertido de la invención actual.

La figura 4 muestra una vista en sección, a lo largo de un plano horizontal, de una realización de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 5 muestra un diagrama en perspectiva de una parte de una realización de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 6 muestra una vista en perspectiva de una realización de un tubo de vertido de la presente invención en sección a lo largo de un plano que pasa en horizontal a través del distribuidor de orificios.

La figura 7 muestra una vista en perspectiva lateral de una realización de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 8 muestra un diagrama de la terminología usada para describir la geometría del orificio de distribuidor y los orificios de salida de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 9 muestra una vista en perspectiva, desde abajo, de las paredes interiores de un orificio de distribuidor de una realización de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 10 muestra un diagrama de la terminología usada para describir la geometría del orificio de distribuidor y los orificios de salida de un tubo de vertido de la presente invención.

La figura 11 muestra una vista en perspectiva lateral de las superficies interiores de un orificio de distribuidor de una realización de un tubo de vertido de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

La invención comprende un tubo de vertido para su uso en la colada continua de metal fundido. El tubo de vertido comprende un taladro conectado de manera fluida a al menos dos orificios de salida. Tubo de vertido significa camisas, buzas y otras piezas refractarias para dirigir una corriente de metal fundido, incluyendo, por ejemplo, camisas y buzas de entrada sumergidas. La invención es adecuada particularmente para tubos de vertido que tienen un orificio de salida adaptado para suministrar metal fundido por debajo de la superficie del metal en un recipiente receptor tal como un molde.

La figura 1 muestra una vista, a lo largo de una sección vertical, de un tubo de vertido 10. El tubo de vertido 10 comprende una embocadura 12 y un orificio de salida 14 conectados de manera fluida por un taladro 16 y un distribuidor de orificios 18. El tubo de vertido 10 permite que una corriente de metal fundido pase desde un extremo aguas arriba en la embocadura 12, a través del taladro y hasta un extremo aguas abajo en el distribuidor de orificios 18, teniendo el distribuidor de orificios 18 un eje vertical 20 y una extensión radial 24, y desde ahí hasta el orificio de

5 salida 14. El orificio de salida 14 se define por el perímetro de un agujero que se extiende a través del tubo de
 vertido 10 hasta la superficie exterior de tubo de vertido 28 desde la extensión radial de distribuidor de orificios 24
 del distribuidor de orificios 18. El perímetro del orificio de salida puede tener cualquier forma general conveniente
 incluyendo, pero sin limitarse a, ovalada, poligonal o cualquier combinación de las mismas. De manera conveniente,
 la forma general del orificio de salida es sustancialmente rectangular, y puede ser rectangular con esquinas que
 tienen un radio de curvatura. En el caso de un orificio de salida con una forma sustancialmente rectangular, el orificio
 de salida puede tener paredes de orificio de salida, una superficie superior de orificio de salida proximal al extremo
 aguas arriba del tubo de vertido y una superficie inferior de orificio de salida proximal al extremo aguas abajo del
 tubo de vertido. Las paredes de orificio de salida conectan la superficie superior de orificio de salida a la superficie
 inferior de orificio de salida. Realizaciones individuales de la invención pueden tener paredes de orificio de salida
 que pueden describirse por líneas rectas no paralelas al eje longitudinal o vertical 20. El taladro 16 tiene, en esta
 realización, una extensión radial de taladro 30 que es menor que la extensión radial de distribuidor de orificios 24. En
 determinadas realizaciones de la invención, una cubeta de colector de orificio se extiende hacia abajo desde, y está
 en comunicación de fluido con, el distribuidor de orificios 18. En una realización alternativa de la invención, un
 15 agujero inferior conecta el distribuidor de orificios 18 a una superficie inferior de tubo de vertido 38.

20 La figura 2 muestra una vista en sección, a lo largo de la línea de sección A-A de la figura 1, de la realización de un
 tubo de vertido de la presente invención mostrado en la figura 1. Cuatro orificios de salida 14 conectan de manera
 fluida el distribuidor de orificios 18 a la superficie exterior 28 del tubo de vertido 10. Cada orificio de salida 14 en esta
 realización tiene una pared de orificio de salida interior 40 y una pared de orificio de salida exterior 42 que definen
 parcialmente el orificio de salida. La pared de orificio de salida exterior 42 tiene una longitud mayor en un plano
 horizontal ortogonal al eje vertical 20 que la pared de orificio de salida interior 40. La extensión radial del distribuidor
 de orificios 24 es mayor que la extensión radial 30 del taladro. Al menos una pared de orificio de salida exterior 42 es
 tangente a un círculo que tiene una extensión radial mayor que la extensión radial de la pared de taladro interior. En
 la realización mostrada, cada pared de orificio de salida 42 es tangente a un círculo que tiene un radio mayor que el
 25 radio de la pared de taladro interior y, en esta realización, cada pared de orificio de salida 42 es tangente al círculo
 definido por la extensión radial 24 del distribuidor de orificios 18. Cada orificio de salida 14 en esta realización tiene
 un ensanchamiento; el área de sección transversal de cada orificio en la extensión 24 del distribuidor de orificios es
 menor que el área de sección transversal del orificio en la superficie exterior 28 del tubo de vertido.

30 La figura 3 muestra una vista, a lo largo de una sección vertical, de un tubo de vertido 10. El tubo de vertido 10
 comprende una embocadura 12 y un orificio de salida 14 conectados de manera fluida por un taladro 16 y un
 distribuidor de orificios 18. El tubo de vertido 10 permite que una corriente de metal fundido pase desde un extremo
 aguas arriba en la embocadura 12, a través del taladro y hasta un extremo aguas abajo en el distribuidor de orificios
 18, teniendo el distribuidor de orificios 18 una extensión radial 24, y desde ahí hasta el orificio de salida 14. El orificio
 de salida 14 se define por el perímetro de un agujero que se extiende a través del tubo de vertido 10 hasta la
 35 superficie exterior de tubo de vertido 28 desde la extensión radial de distribuidor de orificios 24 del distribuidor de
 orificios 18. El perímetro del orificio de salida puede tener cualquier forma general conveniente incluyendo, pero sin
 limitarse a, ovalada, poligonal o cualquier combinación de las mismas. De manera conveniente, la forma general del
 orificio de salida es sustancialmente rectangular, y puede ser rectangular con esquinas que tienen un radio de
 curvatura. En el caso de un orificio de salida con una forma sustancialmente rectangular, el orificio de salida puede
 tener paredes de orificio de salida, una superficie superior de orificio de salida proximal al extremo aguas arriba del
 tubo de vertido y una superficie inferior de orificio de salida proximal al extremo aguas abajo del tubo de vertido. Las
 paredes de orificio de salida conectan la superficie superior de orificio de salida a la superficie inferior de orificio de
 salida. El elemento de inserción de asiento 62, ubicado dentro del taladro en la embocadura 12, permite que el tubo
 de taladro se acople a un recipiente por encima del tubo de vertido. El elemento de inserción de asiento 62 puede
 45 formarse, por ejemplo, a partir de un material refractario tal como circona. El elemento de inserción de asiento
 inferior 64, ubicado dentro del taladro por debajo del elemento de inserción de asiento 62, también realiza funciones
 de asiento. El elemento de inserción de asiento inferior 64 puede formarse, por ejemplo, a partir de un material
 refractario tal como circona. El manguito de línea de escoria 66, ubicado de manera circunferencial alrededor del
 exterior del tubo de vertido 10, permite que el tubo de vertido soporte tensiones mecánicas y químicas producidas en
 la línea de escoria. El manguito de línea de escoria 66 puede formarse, por ejemplo, a partir de un material
 refractario tal como circona. La fibra aislante 68, ubicada en el exterior de una parte inferior del tubo de vertido,
 50 protege el exterior del tubo de vertido. La fibra aislante 68 puede formarse a partir de fibras de un material
 refractario.

55 La figura 4 muestra una vista en sección, a lo largo de la línea de sección A-A de la figura 3, de la realización de un
 tubo de vertido de la presente invención mostrado en la figura 3. Seis orificios de salida 14 conectan de manera
 fluida el distribuidor de orificios 18 a la superficie exterior 28 de tubo de vertido 10. Cada orificio de salida 14 en esta
 realización tiene una pared de orificio de salida interior 40 y una pared de orificio de salida exterior 42 que definen
 parcialmente el orificio de salida. El orificio de salida exterior 42 tiene una longitud mayor en el plano horizontal que
 el orificio de salida interior 40. La extensión radial 24 del distribuidor de orificios 18 es mayor que la extensión radial
 60 30 del taladro. Al menos una pared de orificio de salida exterior 42 es tangente a un círculo que tiene un radio mayor
 que el radio de la pared de taladro interior 30. En la realización mostrada, cada pared de orificio de salida 42 es
 tangente a un círculo que tiene un radio mayor que el radio de la pared de taladro interior 30 y, en esta realización,
 cada pared de orificio de salida 42 es tangente al círculo definido por la extensión radial 24 del distribuidor de

orificios 18. Cada orificio de salida 14 en esta realización tiene un ensanchamiento; el área de sección transversal de cada orificio en la extensión 24 del distribuidor de orificios es menor que el área de sección transversal del orificio en la superficie exterior de tubo de vertido 28.

5 La figura 5 muestra un diagrama en perspectiva de una parte 90 de una realización de un tubo de vertido de la presente invención. El diagrama representa el distribuidor de orificios y las partes adyacentes en horizontal del tubo de vertido. El extremo inferior del taladro se encuentra con el extremo superior del distribuidor de orificios; la superficie mostrada entre la extensión radial 24 del distribuidor de orificios y la extensión radial 30 de la pared de taladro representa la superficie superior del distribuidor de orificios. La parte del tubo de vertido entre la extensión 24 del distribuidor de orificios y la superficie exterior 16 aloja los orificios de salida. Se muestra un único orificio de salida, con una pared de orificio interior 40 y una pared de orificio exterior 42. Se muestra una única línea de proyección 92 para la pared de orificio de salida interior 40; esta línea de proyección es tangente a un círculo coaxial con el distribuidor de orificios que tiene una extensión radial que es menor que la extensión radial 30 del taladro. Se muestran líneas de proyección horizontal 94 para la pared de orificio exterior 42. El plano de la pared de orificio exterior 42 es tangente a un círculo coaxial con el distribuidor de orificios que tiene un radio mayor que el radio de la pared de taladro interior 30. En la realización mostrada, el plano de la pared de orificio exterior 42 es tangente a un círculo que tiene el mismo radio que la extensión radial 24 del distribuidor de orificios. El ángulo de ensanchamiento de orificio 108 es el ángulo entre la pared de orificio interior 40 y la pared de orificio exterior 42. Las proyecciones de las paredes de orificio interiores 40 no se intersecan con el eje 20 del distribuidor de orificios.

20 La figura 6 muestra una vista en perspectiva de una realización de un tubo de vertido 10 de la presente invención en sección a lo largo de un plano que pasa en horizontal a través del distribuidor de orificios. El taladro 16 está en comunicación de fluido con el distribuidor de orificios 18. Cada uno de cinco orificios de salida 14 tiene una pared de orificio de salida interior 40 y una pared de orificio de salida exterior 42 que definen parcialmente el orificio de salida. Las paredes de orificio de salida exteriores 42 son tangentes a un círculo que es mayor que el diámetro de taladro por encima de los orificios; esta configuración se denomina configuración descentrada.

25 La figura 7 muestra una vista en perspectiva lateral de una realización de un tubo de vertido 10 de la presente invención. En esta realización, los orificios de salida 14 están configurados de modo que las superficies aguas arriba del orificio de salida y las superficies aguas abajo del orificio de salida no están en el plano horizontal. El eje de cada orificio está desplazado con respecto a la dirección horizontal 110. El eje de orificio 112 puede desplazarse formando un ángulo 114 por debajo de la horizontal, o un ángulo 116 por encima de la horizontal. En determinadas realizaciones, el tubo de vertido tiene una pluralidad de orificios de salida teniendo al menos un orificio alrededor de la periferia del tubo de vertido un eje dirigido por encima del plano horizontal, y teniendo al menos un orificio alrededor de la periferia del tubo de vertido un eje dirigido por debajo del plano horizontal. En determinadas realizaciones, el tubo de vertido tiene un número par de orificios, y orificios consecutivos alrededor de la periferia del tubo de vertido tienen ejes que están desplazados de manera alterna hacia arriba y hacia abajo. En otras realizaciones, el tubo de vertido tiene un número par de orificios, y orificios consecutivos alrededor de la periferia del tubo de vertido tienen ejes que, de manera alterna, son horizontales y están desplazados hacia abajo. Una realización particular de la invención puede tener cuatro orificios laterales, orientados a intervalos de 90 grados alrededor de la periferia del tubo de vertido. Cada orificio en esta realización tiene un ensanchamiento de 2 grados para mejorar la difusión de chorro desde el orificio. Dos orificios tienen un ángulo descendente de 15 grados y los otros dos orificios tienen un ángulo ascendente de 5 grados. En diversas realizaciones de la invención, los orificios pueden tener ensanchamientos de 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 o 15 grados, ensanchamientos que oscilan entre 1 grado y 15 grados, 1 grado y 12 grados, 2 grados y 10 grados, 2 grados y 8 grados, o un valor positivo de como máximo $\theta/2$, donde θ es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.

45 La figura 8 es un diagrama, en el plano horizontal, de diversos elementos geométricos de una realización de un tubo de vertido de la presente invención. Un círculo representa la extensión radial 24 del distribuidor de orificios. Otro círculo representa la extensión radial 30 del taladro. El radio del taladro 120 representa la distancia desde el centro del taladro hasta la extensión radial 30 del taladro. El radio del distribuidor de orificios 122 representa la distancia desde el centro del distribuidor de orificios hasta la extensión radial 24 del distribuidor de orificios. El ángulo de rotación 124, designado también por el símbolo θ , representa el ángulo alrededor de la periferia del distribuidor de orificios que está ocupado por un orificio individual. La anchura de orificio 128, perpendicular al eje de un orificio de salida 14, en el punto de contacto del orificio con el distribuidor de orificios, está designada también por la letra a . El ángulo de ensanchamiento 108 del orificio de abertura en el plano horizontal representa el ángulo entre una pared de orificio interior 40 y una pared de orificio exterior 42, y está designado también por el símbolo γ . La línea de acceso de orificio 132 representa la distancia entre la intersección entre la pared de orificio interior y el distribuidor de orificios y la intersección entre la pared de orificio exterior y el distribuidor de orificios para un orificio dado. El ángulo de salida de orificio 134 representa el ángulo entre la línea de acceso de orificio 132 y la pared de orificio exterior 42.

60 La figura 9 es una vista desde abajo de las paredes interiores de un conjunto de flujo 150 de un distribuidor de orificios 18 y cinco orificios de salida 14 contenidos en una realización de un tubo de flujo de la presente invención. El distribuidor de orificios tiene una extensión radial de distribuidor de orificios 24 que es mayor que la extensión radial de taladro 30. El ángulo de ensanchamiento 108 del orificio de abertura en el plano horizontal está designado

por el símbolo gamma. El ángulo de rotación 124, designado por el símbolo theta, representa el ángulo alrededor de la periferia del distribuidor de orificios que está ocupado por un orificio individual. La anchura de orificio 128, perpendicular al eje del orificio, en el punto de contacto del orificio con el distribuidor de orificios, está designada por la letra a. El ángulo de ensanchamiento 108 del orificio de abertura en el plano horizontal está designado por el símbolo gamma. La línea de acceso de orificio 132 representa la distancia entre la intersección entre la pared de orificio interior y el distribuidor de orificios y la intersección entre la pared de orificio exterior y el distribuidor de orificios para un orificio dado que tiene una pared de orificio interior 40 y una pared de orificio exterior 42. El ángulo de salida de orificio 134 representa el ángulo entre la línea de acceso de orificio 132 y la pared de orificio exterior 42.

La figura 10 es un diagrama, en el plano horizontal, de diversos elementos geométricos de una realización de un tubo de vertido de la presente invención. Un círculo representa la extensión radial 24 del distribuidor de orificios. Otro círculo representa la extensión radial 30 del taladro. Un círculo que rodea la extensión radial del taladro y la extensión radial del distribuidor de orificios representa la superficie exterior del tubo de vertido 28. El eje vertical del distribuidor de orificios 20 se interseca con el plano horizontal de esta representación. El orificio de salida 14 se describe en parte por la pared de orificio de salida interior 40 y la pared de orificio de salida exterior 42. El ángulo de rotación 124, designado por el símbolo theta, representa el ángulo alrededor de la periferia del distribuidor de orificios que está ocupado por un orificio individual. El grosor de pared 142 del tubo de vertido alrededor del distribuidor de orificios está representado por la distancia entre la extensión radial del distribuidor de orificios 24 y la superficie exterior del tubo de vertido 28. El radio exterior de distribuidor de orificios 144 representa la distancia entre el eje vertical del distribuidor de orificios 20 y la superficie exterior 28 del tubo de vertido en un plano horizontal del distribuidor de orificios. La línea de salida 146 representa una línea radial, en el plano horizontal, desde el eje vertical del distribuidor de orificios. Para determinadas realizaciones de la presente invención, todas las líneas de salida que parten en un plano horizontal desde el eje vertical 20 del distribuidor de orificios se intersecan con una pared de orificio de salida antes de alcanzar la superficie exterior 28 del tubo de vertido.

La figura 11 es una vista en perspectiva en alzado lateral de las paredes interiores de un conjunto de flujo 180 de un distribuidor de orificios y cinco orificios de salida contenidos en una realización de un tubo de flujo de la presente invención. Se muestra una altura de orificio 182 para un orificio de salida 14.

Los tubos de vertido de la presente invención hacen uso de uno o más de varios elementos de diseño:

1) Hay al menos dos orificios de salida. Los tubos de vertido según la presente invención pueden tener tres, cuatro, cinco, seis o un número mayor de orificios de salida.

2) La extensión radial del distribuidor de orificios es mayor que la extensión radial del taladro.

$$r_{pd} > r_b$$

donde r_{pd} es la extensión radial del distribuidor de orificios y r_b es la extensión radial del taladro.

3) La anchura del acceso de orificio para fabricar o colar metales líquidos es igual a, o mayor de, 8 mm. El ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes, sigue la relación matemática

$$\text{theta} \geq 2 \arcsen(\sqrt{8/(2r_{pd})}),$$

donde r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios expresado en milímetros y theta es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.

4) La longitud de arco desde la intersección entre la pared de orificio interior y el distribuidor de orificios y la intersección entre la pared de orificio exterior y el distribuidor de orificios para un orificio dado es equivalente a r_{pd} multiplicado por theta, y sigue la relación

$$4\pi r_b > n r_{pd}(\text{theta}) > 1,3\pi r_b$$

donde r_b es el radio del taladro, n es el número de orificios de salida, r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios y theta es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.

5) El ángulo de ensanchamiento gamma entre la pared de orificio interior y la pared de orificio exterior de un orificio sigue la relación

$$\pi/2 > \text{gamma} > 0$$

donde gamma está expresado en radianes.

6) La altura del orificio está expresada por la relación

$$3\pi r_b^2 > hna > 0,5\pi r_b^2,$$

donde r_b es el radio del taladro, h es la altura del orificio de salida, n es el número de orificios de salida y a es la anchura del acceso de orificio. En cuanto a valores absolutos, una realización de la invención hace uso de orificios de salida que tienen una altura del orificio de salida igual a o mayor de 8 mm para facilitar la fabricación del tubo de vertido de la invención y para promover la colabilidad del metal líquido.

7) Si no ha de haber ninguna línea recta, en el plano horizontal, que pase desde el eje vertical del distribuidor de orificios y a través de un orificio de salida hasta el exterior del tubo de vertido, el ángulo θ alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por un orificio de salida está expresado por la relación

$$\theta < \arccos(r_{pd} / r_{ex})$$

o el tubo de vertido está configurado de modo que

$$a < r_{pd} (r_{ex} - r_{pd}) / r_{cx}$$

donde a es la anchura del acceso de orificio, r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios y r_{ex} es el radio del tubo de vertido en el plano horizontal del distribuidor de orificios. En cuanto a valores absolutos, una realización de la invención hace uso de orificios de salida que tienen una anchura de salida de orificio igual a o mayor de 8 mm para facilitar la fabricación del tubo de vertido de la invención y para promover la colabilidad del metal líquido.

8) Los orificios de salida no están obstruidos externamente por otros elementos del artículo de la invención; no hay ninguna parte del artículo de la invención en la que la parte esté dispuesta exteriormente con respecto a un orificio de salida, y en la que la parte se interseque con una proyección dirigida externamente de una sección transversal del orificio de salida.

En un ejemplo de una realización de la invención que muestra las relaciones entre factores geométricos, el tubo de vertido tiene cuatro orificios ($n=4$). El radio del taladro r_b es de 20 mm, y el radio del distribuidor de orificios r_{pd} es de 25 mm. El ángulo mínimo para θ se deriva por la fórmula

$$\theta = 2 \arcsen(\sqrt{8/(2r_{pd})}) = 2 \arcsen(\sqrt{8/(2 \times 25)}) = 47,1 \text{ grados}$$

Para cuatro orificios, el intervalo de longitudes de arco adecuadas desde la intersección entre la pared de orificio interior y el distribuidor de orificios y la intersección entre la pared de orificio exterior y el distribuidor de orificios para un orificio dado se deriva por

$$4\pi(20) > 4(25)(\theta) > 1,3\pi(20)$$

$$144 \text{ grados} > (\theta) > 46,8 \text{ grados}$$

En otro ejemplo ilustrativo de una realización de la invención, el tubo de vertido tiene cuatro orificios ($n=4$). El radio del taladro r_b es de 20 mm, y el radio del distribuidor de orificios r_{pd} es de 40 mm. El ángulo mínimo para θ se deriva por la fórmula

$$\theta = 2 \arcsen(\sqrt{8/(2r_{pd})}) = 2 \arcsen(\sqrt{8/(2 \times 40)}) = 36,87 \text{ grados}$$

Para cuatro orificios, el intervalo de longitudes de arco adecuadas desde la intersección entre la pared de orificio interior y el distribuidor de orificios y la intersección entre la pared de orificio exterior y el distribuidor de orificios para un orificio dado se deriva por

$$4\pi(20) > 4(40)(\theta) > 1,3\pi(20)$$

$$90 \text{ grados} > (\theta) > 26,7 \text{ grados}$$

En realizaciones particulares de la invención, la extensión radial del distribuidor de orificios y la extensión radial del taladro difieren 2,5 mm, un valor mayor de 2,5 mm, 5 mm, o un valor mayor de 5 mm. En realizaciones particulares de la invención, la extensión radial del distribuidor de orificios es un 25 % mayor, o al menos un 25 % mayor, que la extensión radial del taladro.

El número de orificios de salida, la extensión radial aumentada del distribuidor de orificios, la configuración descentrada de la pared exterior del orificio de salida, la anchura del acceso de orificio, la longitud de arco desde la intersección entre la pared de orificio interior y el distribuidor de orificios y la intersección entre la pared de orificio exterior y el distribuidor de orificios para un orificio dado, el ángulo de ensanchamiento de las paredes de orificio, la altura del orificio y la ausencia de una línea recta, en el plano horizontal, que pase desde el eje vertical del distribuidor de orificios y a través de un orificio de salida hasta el exterior del tubo de vertido producen, de manera

- individual o en combinación, un remolino del fluido alrededor de un eje de orificio de salida a medida que fluye hacia fuera a través del orificio de salida. La geometría de orificio produce, con respecto a diseños de la técnica anterior, una disminución del impulso de chorro del fluido que pasa a través de los orificios de salida. Por consiguiente, si un tubo de vertido de la presente invención se coloca en un molde, se disminuye la intensidad de los chorros que entran en contacto con la pared de molde. Esta reducción de la intensidad de chorro se observa en moldes rectangulares así como en moldes redondos. Además, el tubo de vertido de la presente invención proporciona una razón menor de la velocidad de orificio de salida con respecto a la velocidad de embocadura que los tubos de vertido de la técnica anterior. En moldes redondos y rectangulares, un tubo de vertido de cuatro orificios de la presente invención puede producir una razón de la velocidad de orificio promedio con respecto a la velocidad de embocadura de 1,04, 1,03, 1,00 o menos. En moldes redondos y rectangulares, un tubo de vertido de seis orificios de la presente invención puede producir una razón de la velocidad de orificio promedio con respecto a la velocidad de embocadura de 0,73 o menos. Los tubos de vertido de la presente invención producen trayectorias de fluido curvas tanto dentro como fuera del orificio de salida. Los tubos de vertido de la presente invención con cuatro orificios y seis orificios producen una velocidad de remolino que es uniforme y se distribuye por igual.
- 5
- 10
- 15
- Son posibles numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención. Por tanto, ha de entenderse que dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones, la invención puede ponerse en práctica de un modo diferente al descrito específicamente.

REIVINDICACIONES

1. Un tubo de vertido para su uso para colar una corriente de metal fundido desde una posición aguas arriba hasta una posición aguas abajo, teniendo el tubo de vertido un eje longitudinal y comprendiendo
- una superficie interior que define un taladro (16) que tiene una extensión radial (30) y
- 5 - un distribuidor de orificios (18) en comunicación de fluido, estando ubicado dicho distribuidor de orificios (18) aguas abajo del taladro, teniendo dicho taladro una extensión radial (24)
- y una superficie exterior que tiene cuatro, cinco o seis orificios de salida (14),
- estando dichos orificios de salida (14) en comunicación de fluido con el distribuidor de orificios (18), comprendiendo dichos orificios de salida (14) una pared interior (40) y una pared exterior (42), cada una en comunicación con el distribuidor de orificios (18) y la superficie exterior (28), en el que la pared exterior (42) tiene una longitud mayor que la pared interior (40),
- 10 en el que proyecciones horizontales de las paredes exteriores de los orificios de salida no se intersecan con el taladro (16)
- en el que las paredes exteriores (42) de los orificios de salida (14) son tangentes a un círculo que es concéntrico con el taladro (16), estando definido dicho círculo por la extensión radial (24) del distribuidor de orificios (18) y teniendo un radio mayor que la extensión radial (30) del taladro
- 15 en el que los orificios de salida (14) tienen un ángulo de ensanchamiento diferente de cero en el plano horizontal que es igual a o menor que $\theta/2$, donde θ es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes
- 20 y en el que el distribuidor de orificios tiene un radio mayor con respecto al eje longitudinal que el taladro.
2. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que el radio del distribuidor de orificios es menor que dos veces el radio del taladro.
3. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que proyecciones horizontales de las paredes exteriores de los orificios de salida no se intersecan con una proyección vertical del taladro.
- 25 4. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que las paredes exteriores de los orificios de salida son tangentes al distribuidor de orificios.
5. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que los orificios de salida están espaciados de manera regular formando un ángulo de rotación θ alrededor de la periferia del distribuidor de orificios, y en el que los orificios de salida tienen una anchura de orificio de al menos
- 30 $2r_{pd} \text{sen}(\theta/2)^2$
- donde r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios y
- θ es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.
- 35 6. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que los orificios de salida están configurados de modo que
- $4\pi r_b > n r_{pd}(\theta) > 1,3\pi r_b$
- donde r_b es el radio del taladro,
- n es el número de orificios de salida,
- r_{pd} es el radio del distribuidor de orificios, y
- 40 θ es el ángulo de rotación alrededor de la periferia del distribuidor de orificios ocupado por el orificio, expresado en radianes.
7. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que los orificios de salida están configurados de modo que
- $3\pi r_b^2 > hna > 0,5\pi r_b^2$
- 45 donde r_b es el radio del taladro,

h es la altura del orificio de salida,

n es el número de orificios de salida, y

a es la anchura del acceso del orificio.

- 5 8. El tubo de vertido según la reivindicación 1, en el que al menos un orificio alrededor de la periferia del tubo de vertido tiene un eje dirigido por encima de y/o un eje ubicado por debajo del plano horizontal.

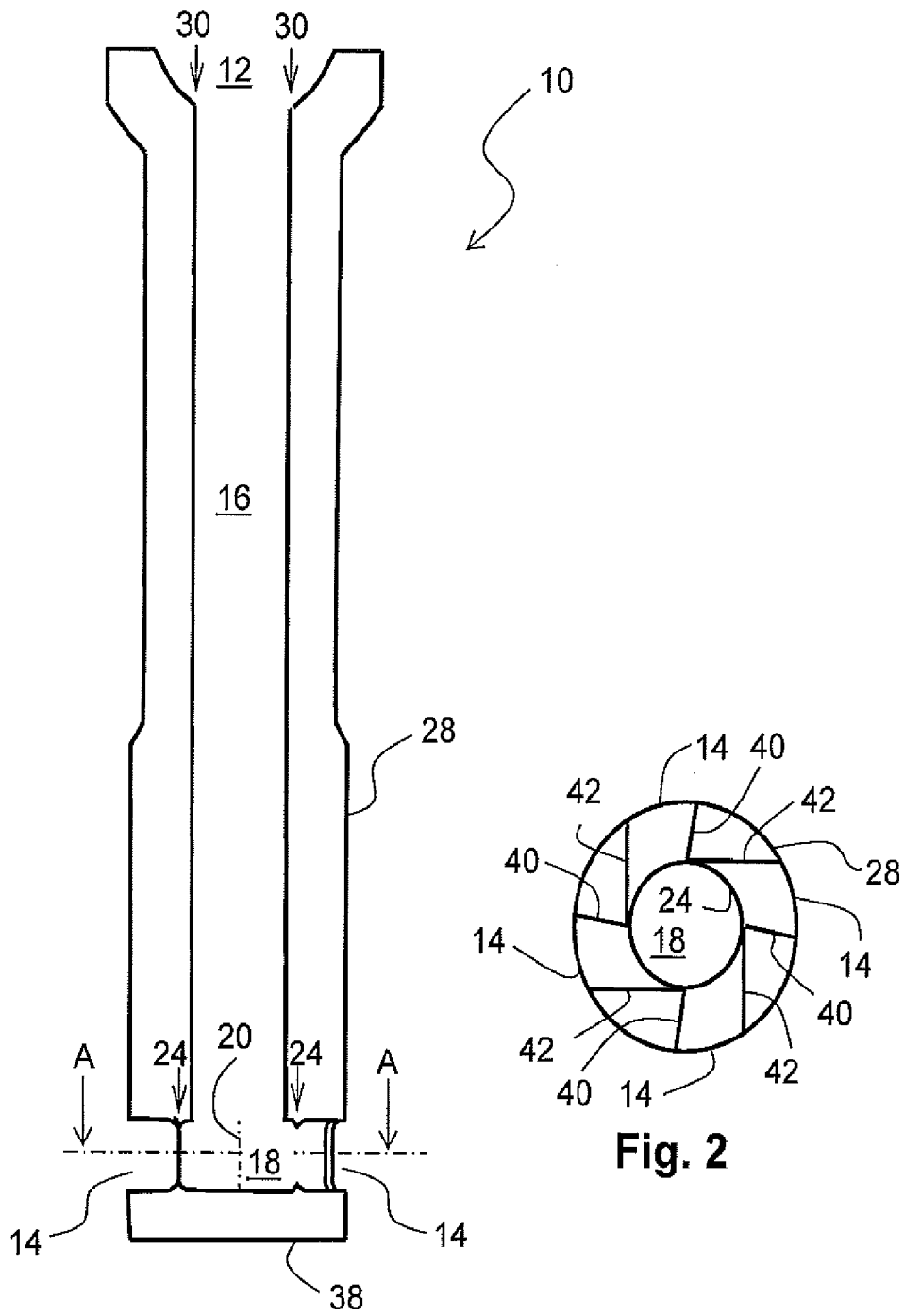


Fig. 1

Fig. 2

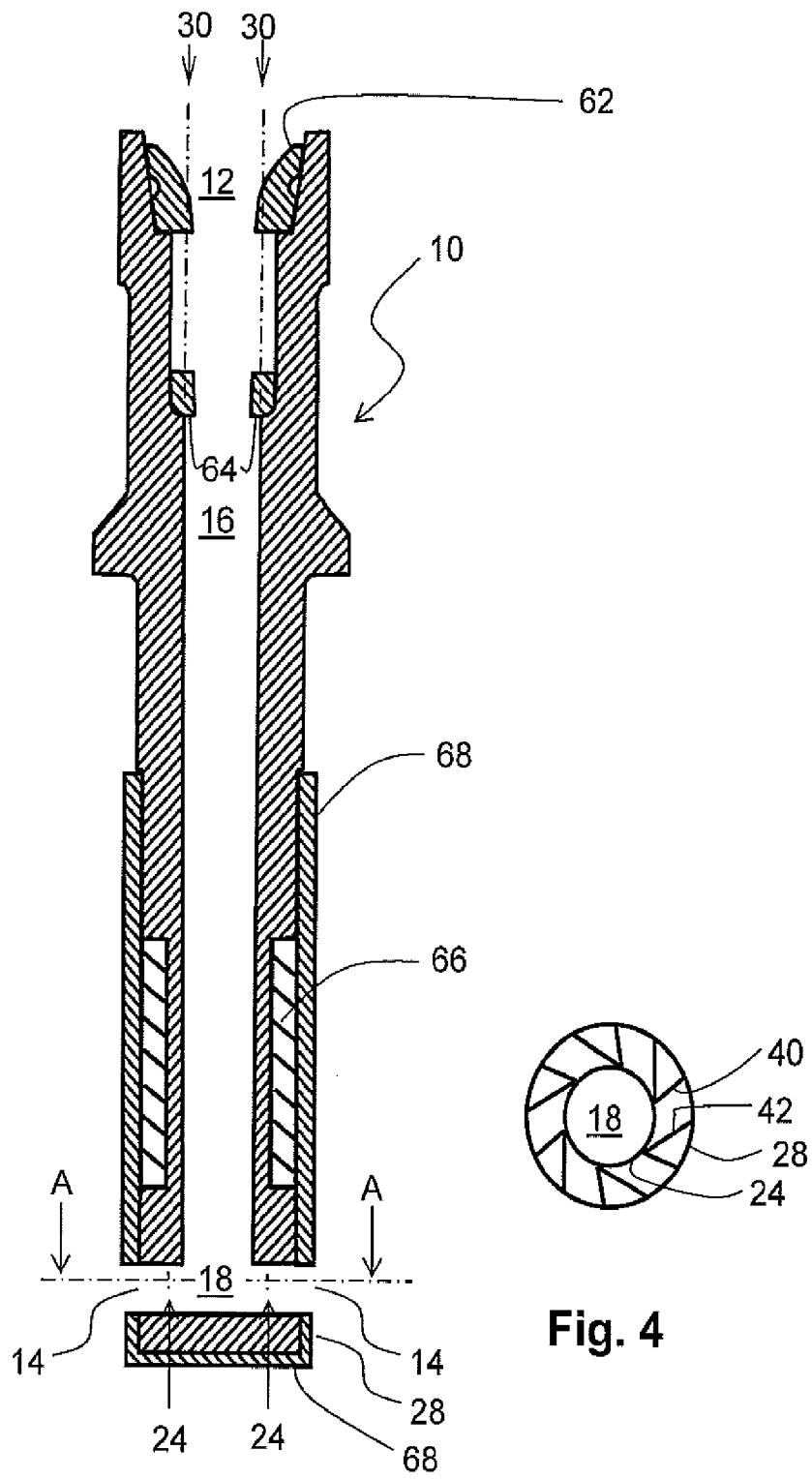


Fig. 3

Fig. 4

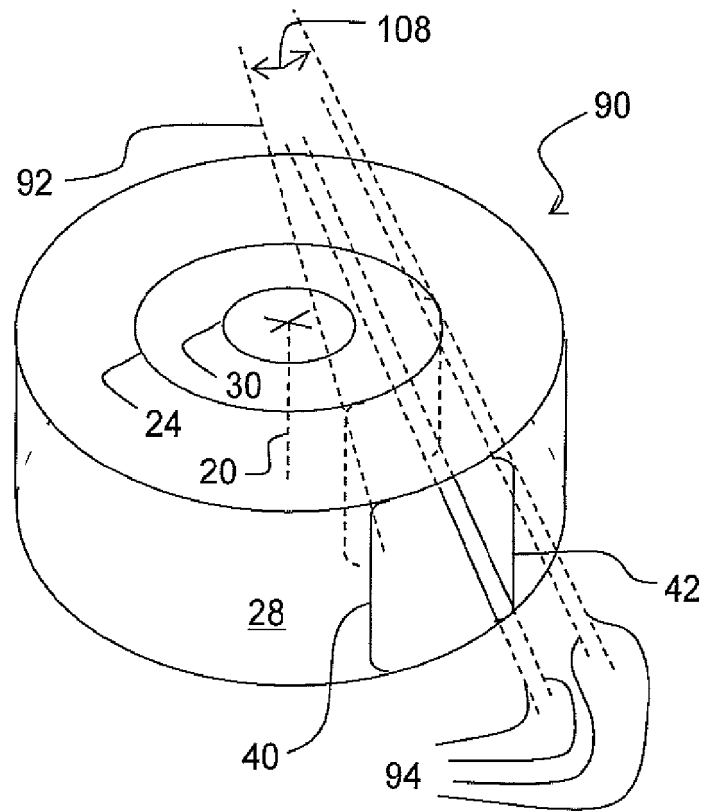


Fig. 5

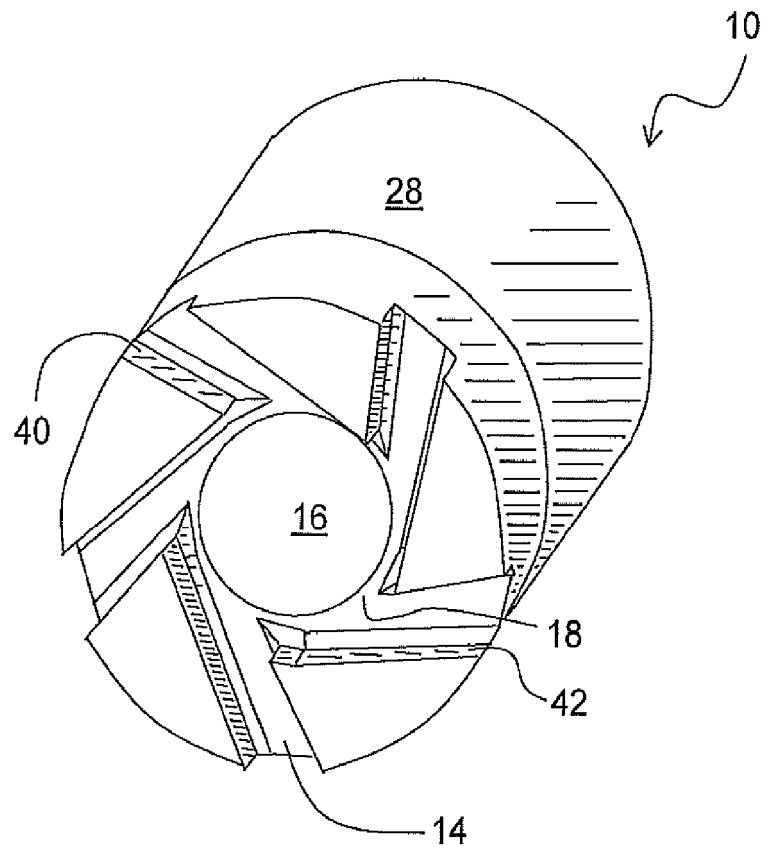


Fig. 6

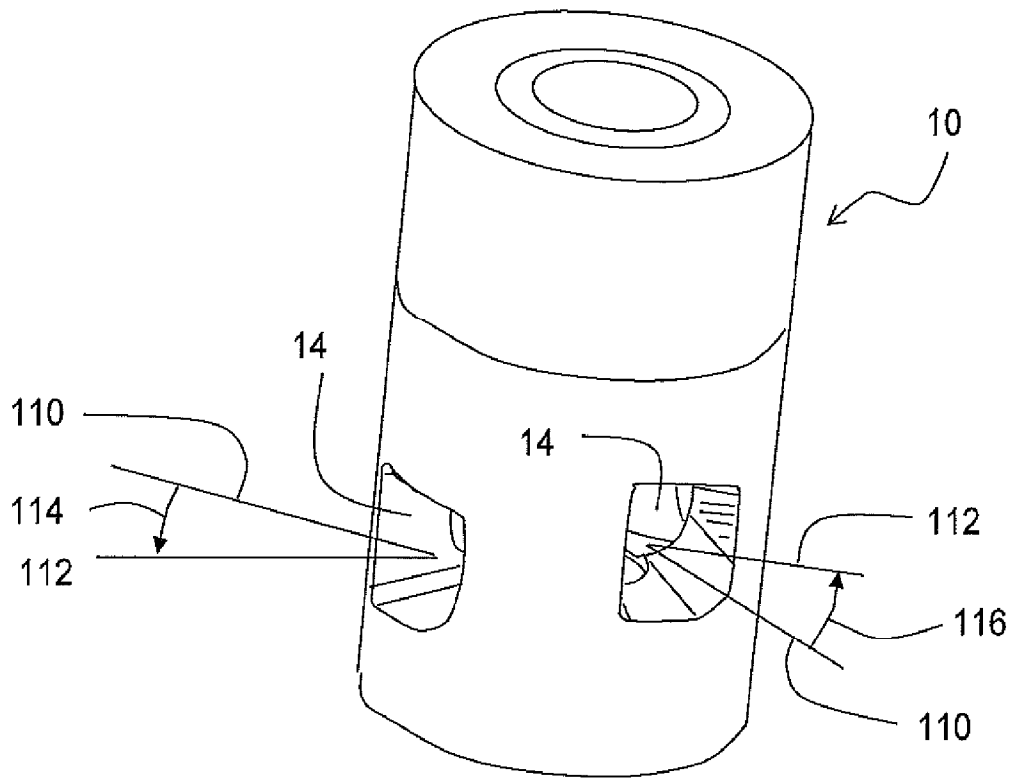


Fig. 7

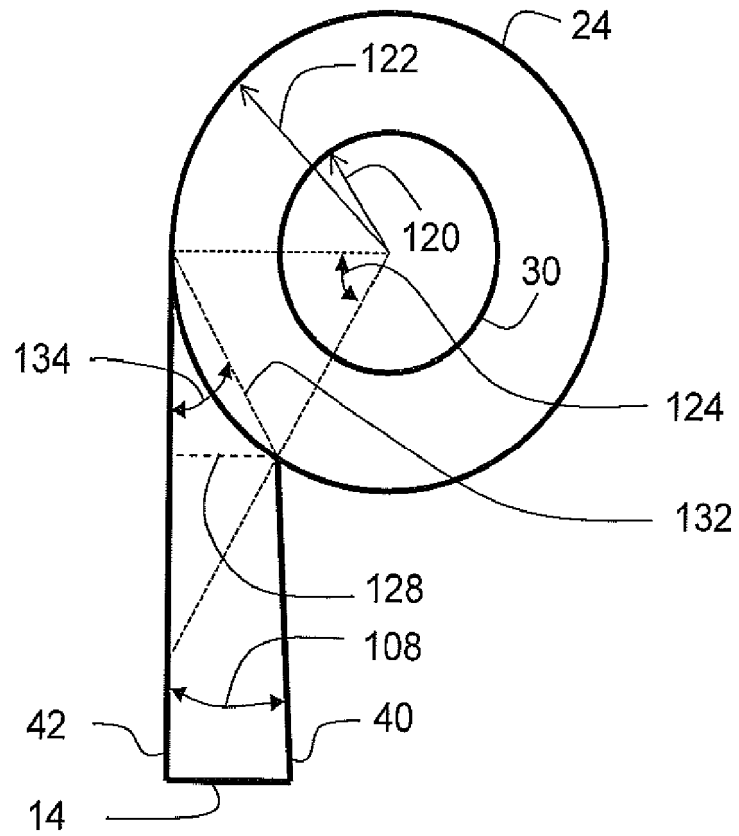


Fig. 8

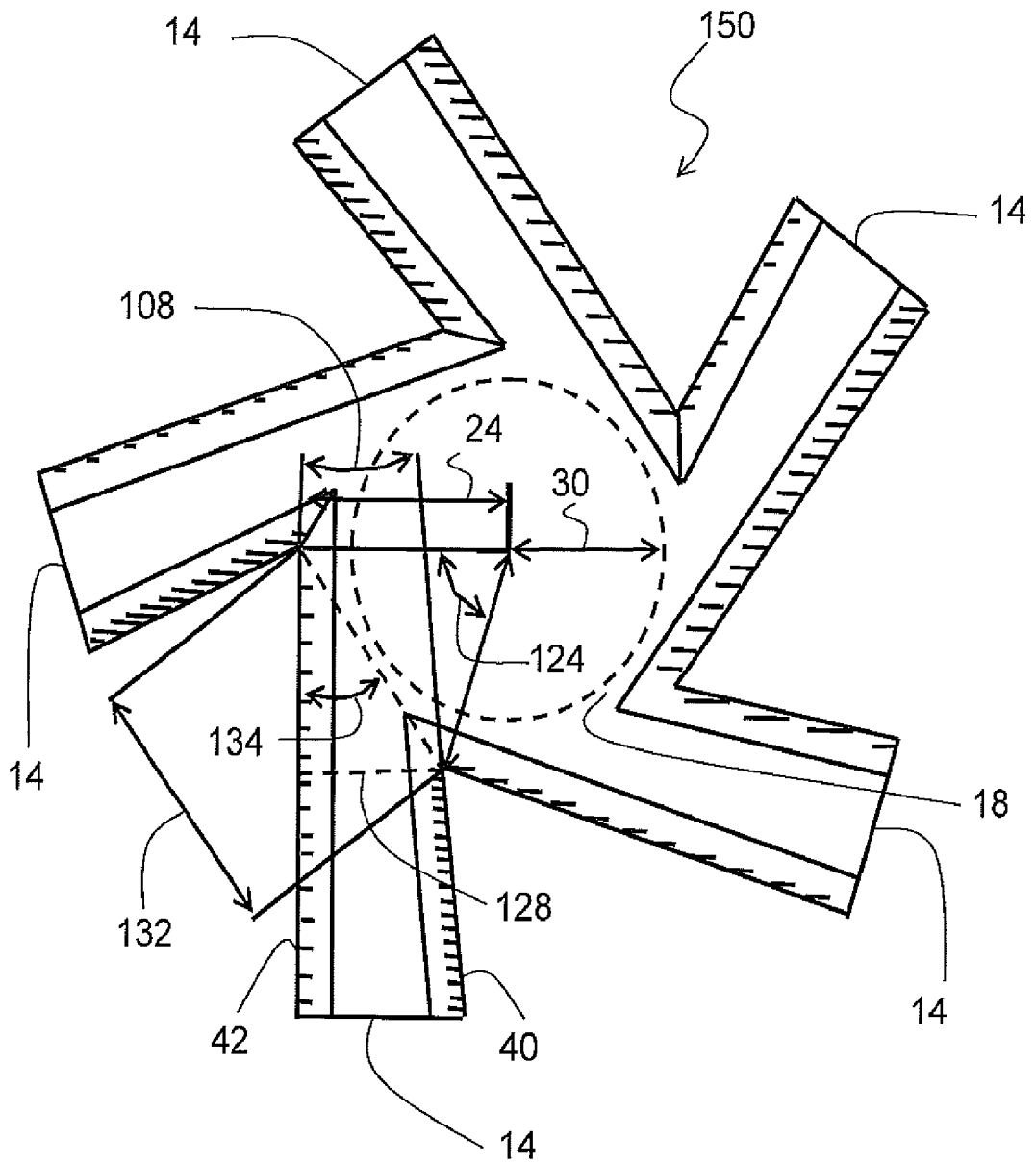


Fig. 9

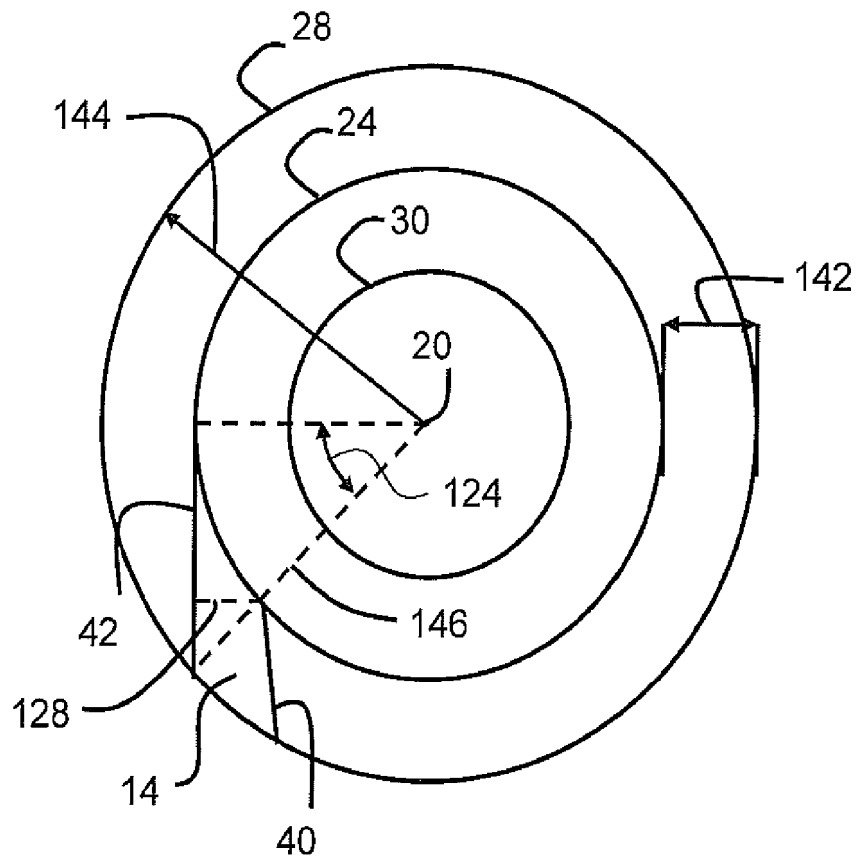


Fig. 10

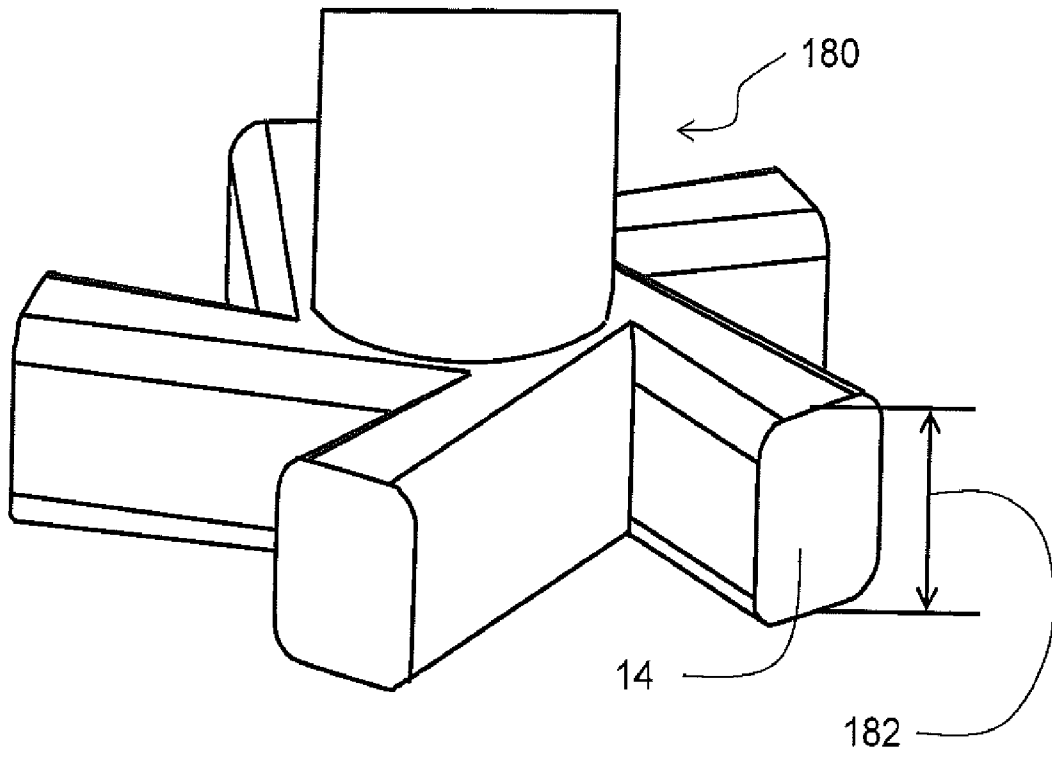


Fig. 11