



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 267 057**

51 Int. Cl.:
B22D 41/50 (2006.01)
B22D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04718823 .0**
86 Fecha de presentación : **09.03.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1603697**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2005**

54 Título: **Boquilla de entrada sumergida con estabilización dinámica.**

30 Prioridad: **17.03.2003 US 455155 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2007

73 Titular/es: **VESUVIUS CRUCIBLE COMPANY**
103 Foulk Road, Suite 32
Wilmington, Delaware 19803, US

72 Inventor/es: **Xu, Dong;**
Heaslip, Lawrence;
Richaud, Johan y
Dorricott, James

74 Agente: **Esteban Pérez-Serrano, María Isabel**

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 entrada sumergida con estabilización dinámica.

Campo de la invención

Esta invención se relaciona en lo general con un artículo refractario y, más particularmente, a un tubo de vaciado refractario para su uso en la transferencia de metal fundido en una operación de colado continua.

Antecedentes de la invención

En el colado continuo de metal, en particular acero, típicamente se transfiere una corriente de metal fundido vía un tubo de vaciado refractario a partir de un primer contenedor metalúrgico dentro de un segundo contenedor metalúrgico o molde. Tales tubos se conocen comúnmente como boquillas o casquillos y posee un barreno adaptado para transferir metal fundido. Los tubos de vaciado incluyen boquillas de entrada sumergidas (SEN) o casquillos de entrada sumergidos (SES), que descargan el metal fundido por debajo de la superficie líquida de un contenedor de recepción o molde.

Se descarga el metal líquido desde el extremo descendente del barreno a través de uno o más puertos de salida. Una función importante de un tubo de vaciado es descargar el metal fundido de manera uniforme y estable sin interrupción o disrupción. Una descarga uniforme facilita el procesamiento y puede mejorar la calidad del producto terminado. Una segunda función importante de un tubo de vaciado es establecer condiciones dinámicas apropiadas dentro del metal líquido en el contenedor de recepción o molde para facilitar un procesamiento adicional. Producir condiciones dinámicas apropiadas puede requerir que el tubo de vaciado posea una pluralidad de puertos de salida que estén dispuestos para ocasionar que la corriente de metal fundido se dirija en una o más direcciones al descargarse a partir del tubo.

Los factores que pueden interrumpir una descarga uniforme y estable incluyen condiciones tanto físicas como dinámicas que resultan en un comportamiento de flujo asimétrico del metal fundido en el barreno y en los puertos de salida. Las asimetrías en la distribución de velocidad del flujo de metal y corrientes laminares pueden resultar a partir de, por ejemplo, (a) un diseño ineficiente de los barrenos y puertos, (b) la presencia de dispositivos de control de caudal ascendente, y (c) la acumulación no uniforme de material de obstrucción dentro del barreno y puertos. Incluso en la ausencia de estos factores, el flujo turbulento en el barreno puede aún ocasionar el desarrollo de asimetrías de flujo dinámico. Por ejemplo, mientras fluya a través de un barreno, una corriente de metal fundido puede desarrollar una mayor velocidad de fluido cerca de la línea central del barreno que a lo largo de los lados del barreno, o una menor velocidad en un costado de la línea central en comparación con el lado opuesto, o una mayor velocidad de fluido fuera de la línea central. Dichas velocidades tan variadas pueden ocasionar pulsaciones y turbulencia excesiva al salir del barreno, lo que complica el procesamiento y disminuye la calidad del producto terminado. Los dispositivos de obturación, como las varillas de tapón o válvulas de compuerta corrediza pueden obstruir parcialmente la entrada al barreno y ocasionar que la corriente de metal fundido entre al barreno fuera de la línea central. La corriente puede fluir preferiblemente ha-

cia debajo de un lado del barreno y salir asimétricamente o de manera no uniforme desde el tubo de vaciado, ocasionando variación excesiva y turbulencia en un molde. La pulsación, variación, turbulencia y asimetría del flujo descargado se agravan por las disposiciones del puerto que hacen que la corriente gire antes de ser descargada a partir del tubo. Las asimetrías en el flujo de corriente que se acerca a un puerto de salida pueden inducir un giro inestable y torbellino del flujo girado conforme se descarga a través de los puertos, lo que ocasiona inestabilidad de la dirección de descarga, inestabilidad del patrón de flujo inducido dentro del contenedor de recepción y de este modo condiciones dinámicas indeseables en el contenedor de recepción.

Los precipitados o acumulaciones no metálicas también pueden obstruir o restringir el barreno para interrumpir la descarga estable de metal fundido del tubo. En el acero fundido, los precipitados y acumulaciones no metálicas consisten principalmente en alúmina y otras impurezas con punto de fusión elevada. Los depósitos de alúmina pueden llevar a restricciones y obstrucción que pueden detener o impedir sustancialmente el flujo uniforme y estable de acero líquido. El flujo de metal no uniforme asimétrico puede llevar a la presencia de sitios preferenciales para depósitos de obstrucción y puede exacerbar aún más la no uniformidad del flujo. Los tubos se pueden desobstruir utilizando una lanza de oxígeno; sin embargo, el lanceado interrumpe el proceso de colado, reduce la vida del refractario y disminuye la eficiencia de colado y la calidad del acero producido. El bloqueo total o sustancial de barreno mediante precipitados disminuye la vida esperada del tubo de vaciado y es muy costoso y consume tiempo para los productores de acero.

Los intentos de la técnica antecedente para mejorar el flujo incluyen medios tanto químicos como mecánicos. Por ejemplo, se puede mejorar el flujo al reducir la precipitación de alúmina y la posterior obstrucción. La técnica antecedente ha inyectado gas para presurizar el tubo de vaciado y reducir la obstrucción por alúmina. Desafortunadamente, la inyección de gas requiere grandes volúmenes de gas, diseños de refractario complicados y no siempre es una solución efectiva. El gas también se puede disolver o quedar atrapado dentro de un metal, ocasionando problemas en la calidad del metal incluyendo defectos de porosidad o agujeros pequeños en el acero. Alternativamente o en combinación con la inyección de gas, la técnica antecedente ha recubierto el barreno con composiciones refractarias que reivindican la resistencia a la acumulación de alúmina. Las composiciones incluyen refractarios de bajo punto de fusión, como eutécticos de $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3$, zirconato de calcio y siliciuro de calcio, que se desprenden como depósitos de alúmina sobre la superficie. Estas composiciones tienden a resquebrajarse a alta temperatura y, durante el colado, pueden deshidratarse y disiparse. Por esas razones, su vida útil es limitada. Otras composiciones de superficie que reivindican la inhibición a la deposición de alúmina incluyen refractarios que contienen SiAlON -gráfito, diboruros de metal, nitruro de boro, nitruro de aluminio y composiciones libres de carbono. Tales refractarios pueden ser costosos, poco prácticos y la fabricación puede ser tanto riesgosa como consumidora de tiempo.

Los diseños mecánicos para mejorar el flujo incluyen la patente de los Estados Unidos No. 5,785,880 de

Heaslip *et al.*, que enseña un tubo de vaciado que tiene una geometría de difusión que suministra de manera uniforme una corriente de metal fundido a un molde. Diseños alternativos incluyen el documento EP 0 765 702 B1, que describe un obstáculo perforado dentro del barreno que desvía la corriente a partir de una trayectoria preferida. Ambas referencias tratan de controlar la introducción de metal fundido en un molde al manipular mecánicamente la corriente de metal fundido. Ninguno describe la obstrucción por alúmina o la reducción de obstrucción por alúmina.

La técnica antecedente también incluye diseños que reivindican la mejora de flujo al reducir la deposición de alúmina en el barreno. Estos diseños incluyen tubos de vaciado con barrenos tanto cónicos como “escalonados”. La patente de los Estados Unidos No. 4,566,614 de Frykendahl enseña una boquilla de inyección de gas inerte que tiene un barreno cónico que pretende reducir las “pulsaciones” en el flujo de gas. Se dice que el flujo de gas más uniforme dentro del barreno reduce la obstrucción. Los diseños “escalonados” incluyen tubos de vaciado que tienen cambios discontinuos en el diámetro de barreno. Los diseños escalonados también incluyen tubos de vaciado que tienen un barreno espiral. El documento JP Kokai 61-72361 ilustra los tubos de vaciado escalonados y describe un tubo de vaciado que tiene un barreno con por lo menos una sección convexa o cóncava que genera un flujo turbulento en el metal fundido. El flujo turbulento, en contraste con el flujo laminar, se describe como reductor de la obstrucción por alúmina. La patente de los Estados Unidos No. 5,328,064 de Nanbo *et al.* enseña un barreno que tiene una pluralidad de secciones cóncavas separadas por escalones que tienen un diámetro constante, d . Cada sección tiene un diámetro mayor que d y preferiblemente los diámetros de las secciones disminuyen a lo largo de la dirección del flujo. Los escalones se describen como generadores de turbulencia que reducen la obstrucción por alúmina.

El documento US 6425505 de Heaslip enseña un tubo de vaciado que comprende una pluralidad de secciones conectadas de manera fluida que mejoran el flujo de metal fundido a través del barreno. Las secciones reducen el flujo asimétrico de la corriente de metal fundido y la probabilidad de que precipitados obstruyan el barreno. Cada sección comprende una porción convergente y una porción divergente. La porción convergente desvía la corriente hacia el centro del barreno, mientras que la porción divergente difunde la corriente. La combinación de elementos convergentes y divergentes produce un flujo más simétrico en el tubo de vaciado.

Los intentos en la técnica antecedente para controlar el flujo de metal fundido dentro del barreno han hecho poco por controlar el flujo inestable a partir de los puertos de salida del tubo de vaciado. Los puertos de salida inducen patrones de flujos inestables en la corriente de salida. El flujo no constante del tubo de vaciado dentro de un molde puede aumentar la turbulencia y oleaje del menisco. Dicho flujo puede también causar que la corriente de flujo de salida fluctúe en el molde y pueda desviar el patrón de flujo en el molde. Además, el flujo de salida inestable puede ocasionar obstrucción por alúmina en las regiones inferiores del tubo de vaciado incluyendo la parte de fondo de pozo del tubo y las esquinas inferiores de los puertos. La obstrucción típicamente impartirá un

flujo de salida asimétrico a partir del tubo de vaciado.

Persiste la necesidad de un tubo de vaciado refractario que produzca un flujo de salida estable y reduzca la turbulencia del menisco, el oleaje, los patrones de flujo simétricos y la obstrucción por alúmina. Idealmente, dicho tubo también mejoraría el flujo de metal fundido dentro de un molde de colado y mejorar las propiedades de metal colado.

Sumario de la invención

La presente invención se relaciona con un tubo de vaciado para su uso en el colado de metal fundido. El tubo de vaciado incluye por lo menos un puerto de salida y, en relación con la técnica antecedente, proporciona un flujo de salida más estable y uniforme de metal fundido a través de y desde el puerto de salida. El flujo de salida mejorado reduce la turbulencia y oleaje de menisco, reduce la obstrucción por alúmina y promueve el flujo de salida simétrico. Estos beneficios pueden resultar en un mejor producto terminado.

En un aspecto más amplio, el artículo comprende un tubo de vaciado que tiene una forma de puerto de salida que reduce la inestabilidad del flujo, produciendo así un flujo de salida más estable. De esta forma reduce el patrón de flujo de giro inestable de vaivén que es común en corrientes de flujo de salida a partir de un tubo de vaciado. Este patrón de flujo se describe como por lo menos responsable parcialmente de las inestabilidades en el flujo del molde y colados de calidad deficiente.

En un aspecto, la invención incluye un puerto de salida que estabiliza y controla el giro o rotación del flujo conforme pasa a través de un puerto de salida y se descarga en el molde. El giro a gran escala en el cual la circunferencia del flujo de rotación se acerca al ancho o a la altura de un puerto de salida es opuesto y con ello se reduce. El giro inestable e incontrolado a gran escalada del flujo de descarga se considera que ocasiona más oleaje e inestabilidad del patrón de flujo generado en el molde o contenedor de recepción. El puerto de salida incluye una pluralidad de ranuras que producen flujos de contrarrotación consistentes en el metal fundido y que se oponen en el giro a gran escala del flujo en una sola dirección o giro de flujo de gran escala que oscila de una dirección a la dirección opuesta. Flujos de contrarrotación estables dentro del flujo de salida desde el tubo proporcionan una descarga más difusa, homogénea y menos turbulenta de metal fundido y con ello proporcionan un patrón de flujo más consistente en el contenedor de recepción.

El flujo de salida de un tubo de vaciado puede formar una porción de un bucle de circulación superior dentro de un molde. El bucle de circulación superior esta próximo a la superficie superior del molde y afecta, por ejemplo, al oleaje de la superficie superior y la turbulencia del menisco. El flujo de salida desde un puerto de salida de la presente invención puede dirigir más metal fundido a la superficie del molde sin ocasionar turbulencia excesiva de menisco o fluctuación en el nivel del molde. También se puede mejorar la distribución térmica dentro del molde. El patrón del flujo global dentro del molde se hace más estable.

En una modalidad, el puerto de salida incluye una lengüeta sobre su borde descendente. La lengüeta y el borde descendente definen ranuras en las esquinas inferiores del puerto de salida. La presencia de estas ranuras se opone al giro a gran escala de flujo de descarga y promueve la formación de flujos de contrarrotación a pequeña escala dentro del flujo de salida del

tubo. Un puerto de salida que comprende una lengüeta altera las características de presión y de flujo dentro de un puerto de salida y dentro de la región de salida del tubo de vaciado, para que se reduzca la obstrucción por alúmina y el flujo asimétrico.

En una segunda modalidad, el puerto de salida incluye una lengüeta sobre su borde superior. La lengüeta y el borde superior definen ranuras en las esquinas superiores del puerto de salida. La presencia de estas ranuras se opone al giro de flujo a gran escala dentro del flujo de salida. No se desea el giro a gran escala ya que tales giros son inherentemente inestables y generalmente exhiben un cambio ocasional de dirección, lo que ofrece una dirección inconsistente de descarga y un comportamiento dinámico inestable en el flujo de descarga y en consecuencia en el molde.

En una tercera modalidad, el puerto de salida incluye lengüetas sobre los bordes ascendente y descendente del puerto. Un puerto de salida que comprende lengüetas tanto ascendentes como descendentes promueve la formación de flujos de contrarrotación estables dentro del flujo de salida con una excelente simetría y de escala pequeña y controlada.

Otros detalles, objetos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de un procedimiento preferido actual para poner en práctica la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista tridimensional de una primera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención.

La figura 2 muestra una vista de una primera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención desde una vista perpendicular a un puerto de salida.

La figura 3 muestra una vista de un tubo de vaciado de la técnica antecedente desde una vista perpendicular a un puerto de salida y el patrón de flujo inestable incidental.

La figura 4 muestra una vista de una primera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención que incluye un patrón de flujo de contrarrotación.

La figura 5 muestra una vista de una primera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención que define los parámetros de diseño de una lengüeta.

La figura 6 muestra una vista en sección de una primera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención seccionado transversalmente que define los ángulos de descarga de ranuras y lengüeta.

La figura 7 muestra una vista de una segunda modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención desde una vista perpendicular a un puerto de salida.

La figura 8 muestra una vista de una segunda modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención desde una vista perpendicular a un puerto de salida que incluye un patrón de flujo de contrarrotación.

La figura 9 muestra una vista de una tercera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención desde una vista perpendicular a un puerto de salida.

Descripción detallada de la invención

La invención comprende un tubo de vaciado para su uso en el colado continuo de metal fundido. El tubo de vaciado comprende un barreno conectado de manera fluida a por lo menos un puerto de salida. Tubo de vaciado quiere decir casquillos, boquillas y otras piezas refractarias para dirigir una corriente de metal fundido, incluyendo por ejemplo, casquillos y boquillas de entrada sumergidos. La invención es particularmente adecuada para tubos de vaciado que tienen

un puerto de salida adaptado para suministrar metal fundido por debajo de la superficie del metal en un contenedor de recepción como un molde.

Las figuras 1 y 2 muestran perspectivas alternativas de un tubo de vaciado 1. El tubo de vaciado 1 comprende una entrada 11 y un puerto de salida 12 conectados fluidamente mediante un barreno 13. El tubo de vaciado 1 permite que pase una corriente de metal fundido desde un extremo ascendente a la entrada 11 a través del orificio y hacia un extremo descendente en el puerto de salida 12. El puerto de salida 12 está definido por el perímetro de un orificio que se extiende a través del tubo de vaciado 1 desde su superficie exterior a su barreno 13. El perímetro del puerto de salida 12 comprende una superficie de flujo descendente 21. El perímetro del puerto de salida puede tener cualquier forma general conveniente, incluyendo sin restricción, oval, poligonal o cualquier combinación de éstas. Convenientemente, la forma general del puerto de salida substancialmente es rectangular. En una modalidad, el puerto de salida 12 está definido por la superficie descendente 21, una superficie ascendente 22, y superficies laterales 23 que conectan las superficies descendentes y ascendentes. Por lo menos una lengüeta 24 se extiende desde la superficie descendente 21 o superficie ascendente 22. La lengüeta 24, superficie descendente 21 y superficies laterales 23 definen una pluralidad de aberturas en forma de ranura 25.

La figura 3 muestra un tubo de vaciado 2 de la técnica antecedente con una entrada 11 y puerto de salida 12. Durante el colado de metal fundido, por lo menos una porción de la energía cinética de una corriente descendente 31 de metal fundido se traduce en un flujo de salida de rotación 32 que tiene un impulso angular. La energía cinética restante hace que la corriente salga por el puerto de salida como un chorro de alta velocidad. El flujo de salida de rotación 32 se muestra girando en dirección contraria de las manecillas del reloj según se observa, pero la dirección de giro de flujo de salida desde un tubo de vaciado de la técnica antecedente es inestable y mostrará un cambio ocasional de dirección. Dependiendo del grado de asimetría de la distribución de impulso dentro de la corriente descendente 31, la escala de giro en el flujo de salida puede ser tan grande como el ancho, y la altura, o el diámetro del puerto de salida. El giro a gran escala inestable dentro del flujo de salida y el chorro de alta velocidad producido por los tubos de vaciado de la técnica antecedente generan turbulencia, oleaje superficial, inestabilidad de patrón de flujo y ausencia de homogeneidad térmica dentro del molde. Para dificultar aún más estas cuestiones, el flujo de rotación 32 ocasiona la separación de flujo dentro del puerto de salida 12. La separación de flujo se asocia con la obstrucción por alúmina, lo cual puede bloquear el flujo de salida desde el puerto de salida. La combinación de un chorro a gran velocidad y un flujo de rotación a gran escala producen un flujo de salida inestable que puede oscilar y fluctuar dentro del molde. Los puertos de salida de la técnica antecedente no corrigen estas deficiencias.

En contraste, el puerto de salida 12 de la presente invención, como se muestra en la figura 4, dirige nuevamente la corriente descendente 31 del metal fundido por lo menos parcialmente a través de las ranuras 25. Las ranuras trasladan por lo menos una porción de la energía cinética de la corriente descendente 31

dentro de por lo menos dos flujos de contrarrotación 41 y se oponen así a la formación de un bucle de giro a gran escala individual dentro del flujo de salida. Los impulsos angulares de los flujos de contrarrotación 41 se cancelan sustancialmente para que el flujo de salida del puerto de salida 12 tenga poco o nulo impulso angular neto. Simultáneamente, la energía cinética y en consecuencia la velocidad del flujo descargada se reducen sustancialmente ya que el flujo descargado se distribuye más uniformemente a través del puerto de salida 12. Los flujos de contrarrotación 41 permiten la reducción sustancial de la velocidad del flujo de salida y se inhiben el giro a gran escala, la formación de torbellinos o remolinos en el flujo de salida. El flujo de salida es más difusor y puede dirigirse más estrechamente a la superficie sin ocasionar oleaje o turbulencia superficial. Un flujo de salida más difusor genera una mejor distribución térmica en un molde. Adicionalmente, la separación de flujo en el puerto de salida 12 y la obstrucción por alúmina asociada se reducen. Se pueden evitar sustancialmente las inestabilidades de flujo inherentes en la obstrucción por alúmina.

Una lengüeta debe tener un tamaño suficiente para definir ranuras capaces de inducir flujo de contrarrotación en el flujo de salida. En referencia a la figura 5 la lengüeta 24 tiene un ancho (w1) 51 y una altura (h1) 52. En relación con el ancho (W) 53 y la altura (H) 54 del puerto de salida 12, el ancho 51 de la lengüeta típicamente será por lo menos un octavo del ancho del puerto de salida 53. La altura 52 de la lengüeta será comúnmente por lo menos de alrededor de un octavo de la altura 54 del puerto de salida 12. Obviamente, aumentar las dimensiones de la lengüeta puede reducir el área de descarga total del puerto de salida, reduciendo así el flujo de salida posible desde el tubo de vaciado, por lo que la lengüeta será tan pequeña como sea posible para producir los flujos de contrarrotación. Las condiciones de colado, incluyendo el grado de metal fundido, temperatura de colado, geometría de molde, volumen de flujo sin salida, tamaño de tubo de vaciado y tamaño de puerto de salida, afectarán a todas las dimensiones de la lengüeta.

En referencia a la figura 6, la lengüeta y sus ranuras asociadas están diseñadas para hacer girar el flujo de descarga a un ángulo deseado. El eje longitudinal 61 del barreno 13 está alineado con la dirección general del flujo de metal descendente a través del barreno. El eje perpendicular 63 está en un ángulo recto respecto al eje longitudinal 61 y pasa generalmente centralmente a través de un puerto de salida. La superficie de la lengüeta lejos del borde se define como la superficie extendida 64 y está dispuesta en un ángulo α_1 respecto al eje perpendicular 63. La superficie descendente 65 de una ranura está dispuesta en un ángulo α_2 respecto del eje perpendicular 63. Los ángulos α_1 y α_2 pueden elegirse para porciones de giro de flujo de descarga hacia los ángulos de descarga deseados. Como lo saben los expertos en la técnica, los ángulos deseados de descarga dependerán de las condiciones de colado, como el grado de metal fundido, temperatura de colado, geometría de molde, volumen de flujo de salida, tamaño de tubo de vaciado y tamaño de puerto de salida. Los ángulos α_1 y α_2 típicamente están en la escala de -45 a +45 grados.

La figura 7 muestra una segunda modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención. El tubo de vaciado 1 comprende una entrada 11 y un puerto de

salida 12 conectados fluidamente mediante un barreno de flujo pasante 13. El tubo de vaciado 1 está adaptado para transportar una corriente de metal fundido desde un extremo ascendente en la entrada 11, a través del barreno, y a un extremo descendente que comprende el puerto de salida 12. El puerto de salida 12 está definido por una superficie ascendente 22, una superficie descendente 21 y superficies laterales 23 que conectan las superficies descendentes y ascendentes. El puerto de salida puede tener cualquier forma general conveniente, incluyendo, sin restricción, oval, poligonal o cualquier combinación de éstas. Convenientemente, la forma general del puerto de salida es sustancialmente rectangular. Por lo menos una lengüeta 24 se extiende de manera descendente desde la superficie ascendente 22. La lengüeta 24, superficie ascendente 22 y superficies laterales 23 definen una pluralidad de aberturas en forma de ranura 25.

Un puerto de salida 12 de la presente invención, como se muestra en la figura 8, dirige nuevamente la corriente descendente 31 de metal fundido por lo menos parcialmente a través de las ranuras 25. Al oponerse a la formación de un bucle de giro a gran escala individual dentro del flujo de descarga, las ranuras 25 trasladan por lo menos una porción de la energía cinética de los flujos de giro 32 en flujos de contrarrotación 41. Los impulsos angulares de los flujos de contrarrotación 41 reducen sustancialmente el impulso angular del flujo de salida desde el puerto de salida 12. Los giros a gran escala, torbellinos o remolinos en el flujo de salida se inhiben y el flujo de salida es más simétrico, más difusor y puede dirigirse más cercanamente a la superficie superior del molde o contenedor de recepción sin un oleaje o turbulencia excesivos en la superficie. Adicionalmente, la separación de flujo en el puerto de salida 12, inestabilidades del flujo inherentes en la obstrucción por alúmina, pueden evitarse sustancialmente, y la obstrucción por alúmina asociada puede reducirse.

La figura 9 muestra una tercera modalidad de un tubo de vaciado de la presente invención. El tubo de vaciado 1 comprende una entrada 11 y un puerto de salida 12 conectados fluidamente mediante un barreno de flujo pasante 13. El tubo de vaciado está adaptado para transportar una corriente de metal fundido desde un extremo ascendente en la entrada 11 a través del barreno y a un extremo descendente que comprende el puerto de salida 12. El puerto de salida 12 está definido por una superficie ascendente 22, una superficie descendente 21 y superficies laterales 23 que conectan las superficies descendentes y ascendentes. El puerto de salida puede ser de cualquier forma general conveniente, incluyendo sin restricción, oval, poligonal o cualquier combinación de éstas. Convenientemente, la forma general del puerto de salida es sustancialmente rectangular. Por lo menos una lengüeta inferior 91 se extiende ascendentemente desde la superficie descendente 21 y por lo menos una lengüeta superior 92 se extiende descendentemente desde la superficie ascendente 22. La lengüeta inferior 91, la lengüeta superior 92, la superficie descendente 21, la superficie ascendente 22 y las superficies laterales 23 definen una pluralidad de aberturas en forma de ranura 25. El metal fundido que se descarga desde el tubo de vaciado 1 pasa por lo menos parcialmente a través de las ranuras 25 con formación de flujos de contrarrotación de pequeña escala y una estabilidad muy elevada.

Obviamente son posibles numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención. Ventajosamente, la presente invención puede combinarse con geometrías de barreno de la técnica antecedente como, por ejemplo, barrenos que comprendan discon-

tinuidades o “escalones”, o barrenos que comprendan secciones frustocónicas. Por ello, debe entenderse que dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones, se puede poner en práctica la invención de otra manera que la descrita específicamente.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un tubo de vaciado (1) para su uso en el colado de una corriente de metal fundido desde una posición ascendente a una posición descendente, y el tubo de vaciado (1) comprende una superficie interior que define un barreno (13) y una superficie exterior que tiene por lo menos un puerto de salida (12) definido por lo menos parcialmente por un borde (21,22) y conectado fluidamente al barreno, **caracterizado** porque por lo menos una lengüeta (24,91,92) se extiende desde un borde (21, 22) del puerto de salida (12), con el cual por lo menos se crean dos ranuras (25) en el puerto de salida (12).

2. Tubo de vaciado de conformidad con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el puerto de salida (12) incluye un borde descendente (21) y la lengüeta (24,91) se extiende ascendentemente desde el borde descendente (21).

3. Tubo de vaciado de conformidad con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque el puerto de salida (12) incluye un borde ascendente (22) y la lengüeta (24, 92) se extiende descendentemente desde el borde ascendente (22).

4. Tubo de vaciado de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, el tubo de vaciado (1) incluye un eje longitudinal (61) entre las posiciones ascendente y descendente, **caracterizado** porque por lo menos una lengüeta (24,91,92) incluye una superficie extendida (64), y la superficie extendida (64) define un plano de lengüeta que intersecta el eje longitudinal (61) en un ángulo de -45 a +45°.

5. Tubo de vaciado de conformidad con la reivin-

dicación 4, **caracterizado** porque por lo menos un borde (21,22) incluye una superficie de borde que define un plano de borde que intersecta el eje longitudinal (61) en un ángulo de -45 a +45°.

6. Tubo de vaciado de conformidad con una cualquier de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizado** porque el puerto de salida (12) define un plano de salida sustancialmente paralelo al eje longitudinal (61).

7. Tubo de vaciado de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado** porque el barreno (13) comprende una pluralidad de secciones conectadas fluidamente.

8. Tubo de vaciado de conformidad con la reivindicación 7, **caracterizado** porque una discontinuidad separa cada sección.

9. Tubo de vaciado de conformidad con una cualquiera de las reivindicaciones 7 y 8, **caracterizado** porque las secciones incluyen por lo menos una sección frustocónica.

10. Método para colar una corriente de metal fundido utilizando un tubo de vaciado (1) tal como se ha descrito en una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que comprende las etapas de:

a) hacer fluir una corriente de metal (31) a través del barreno (13);

b) dirigir la corriente hacia el puerto de salida (12);

c) producir corrientes (41) de contrarrotación simétricas en las corrientes conforme la corriente pasa a través del puerto de salida (12).

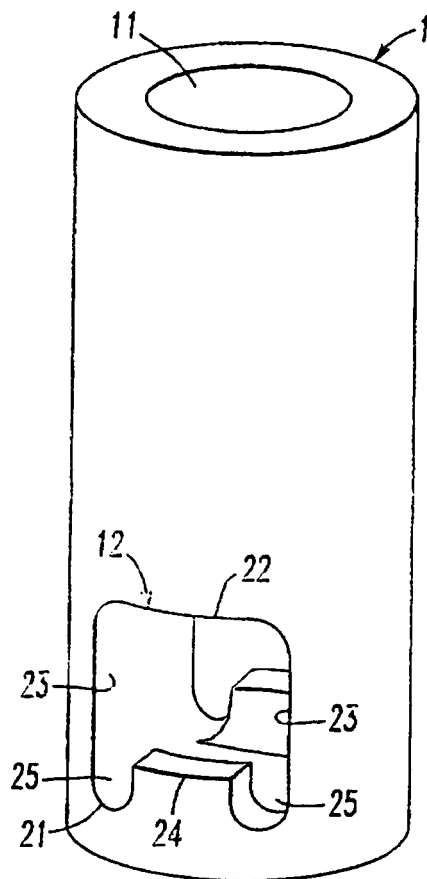


FIG. 1

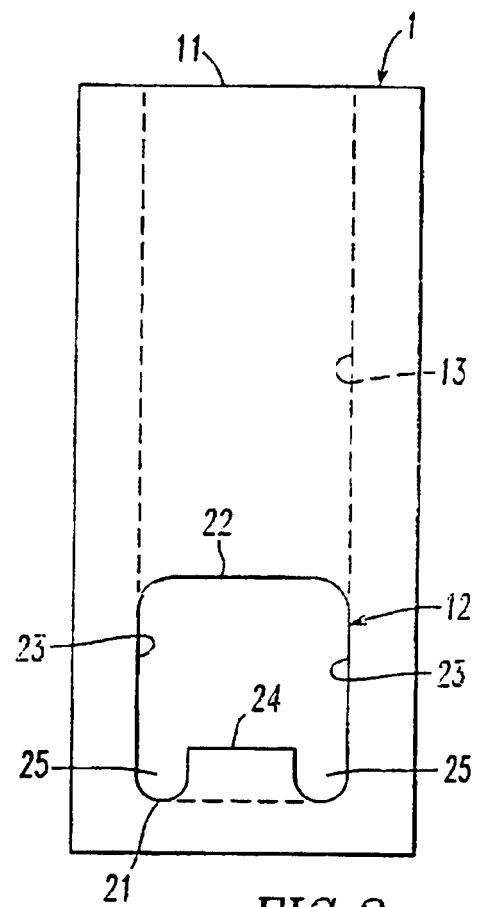


FIG. 2

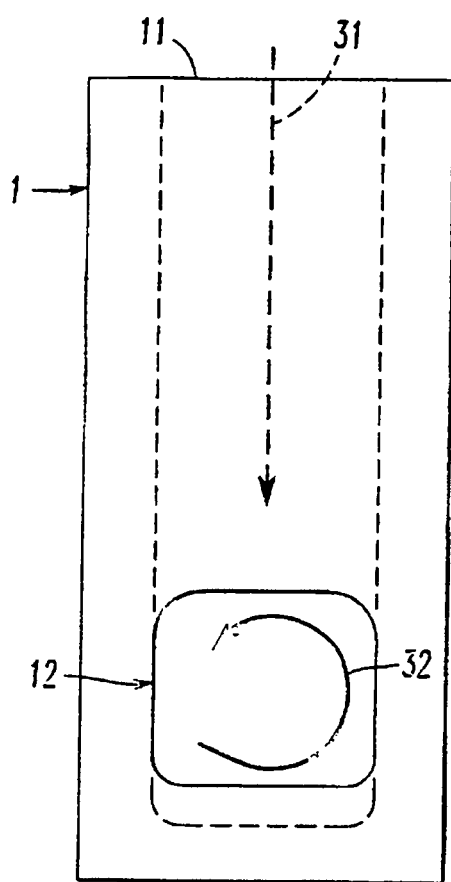


Fig. 3

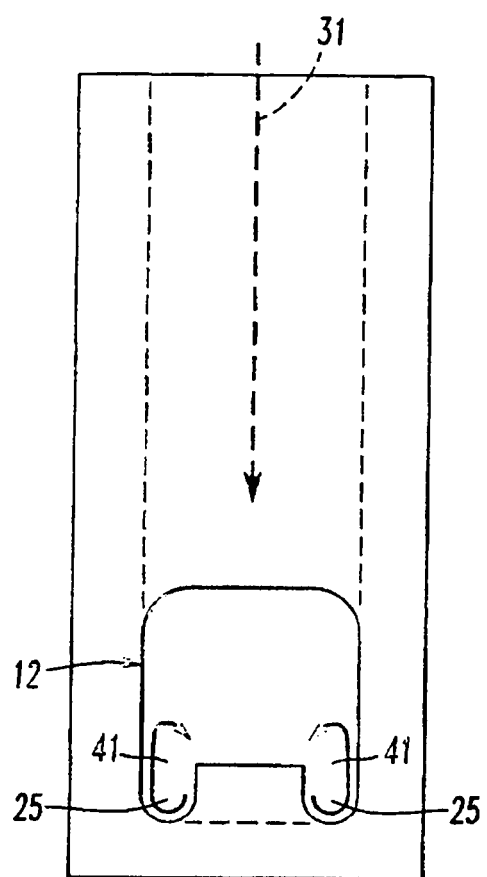


Fig. 4

Fig.5

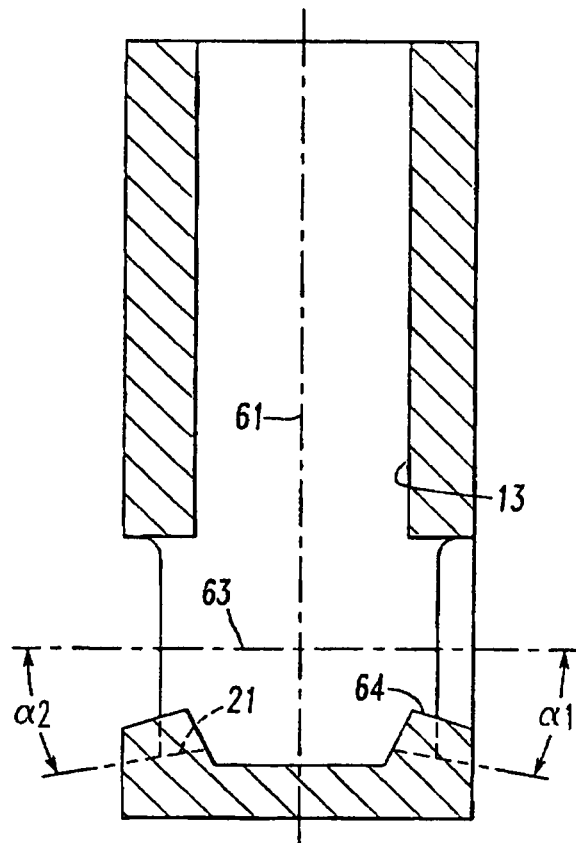
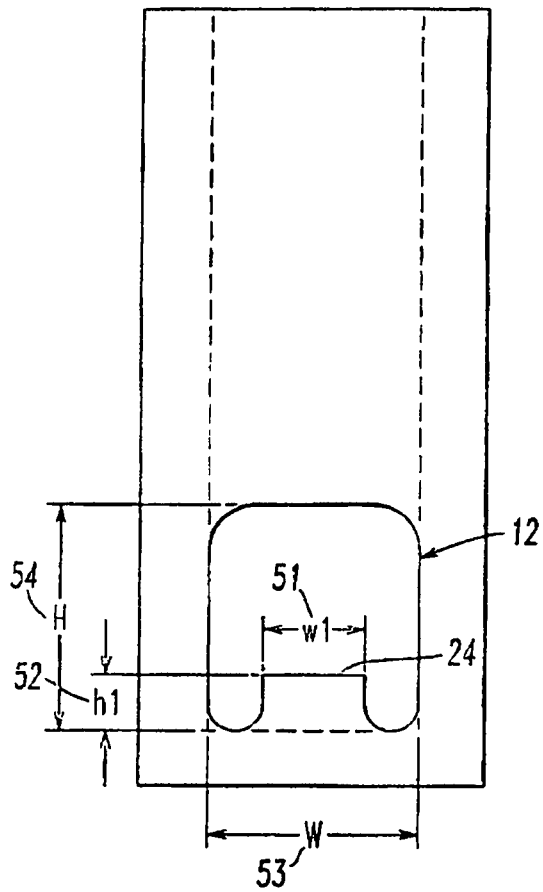


Fig.6

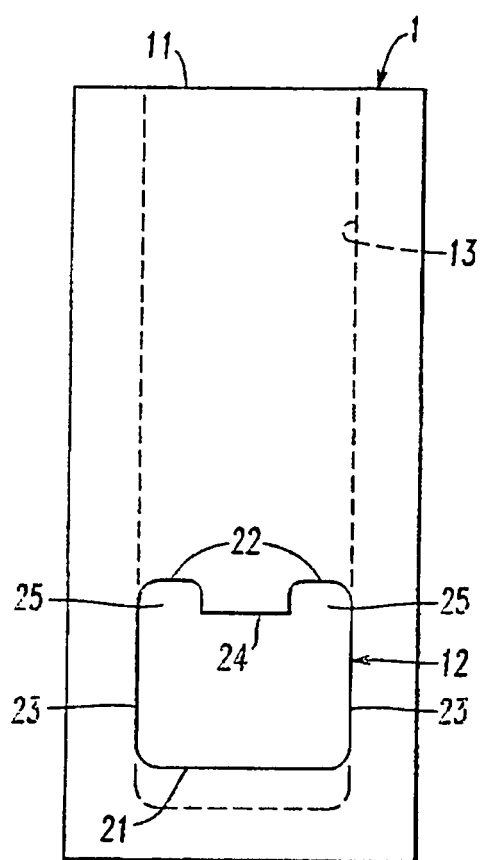


Fig. 7

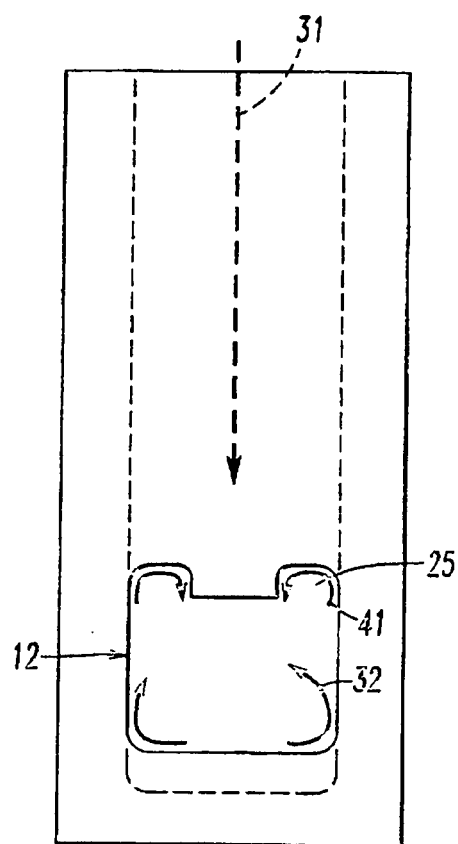


Fig. 8

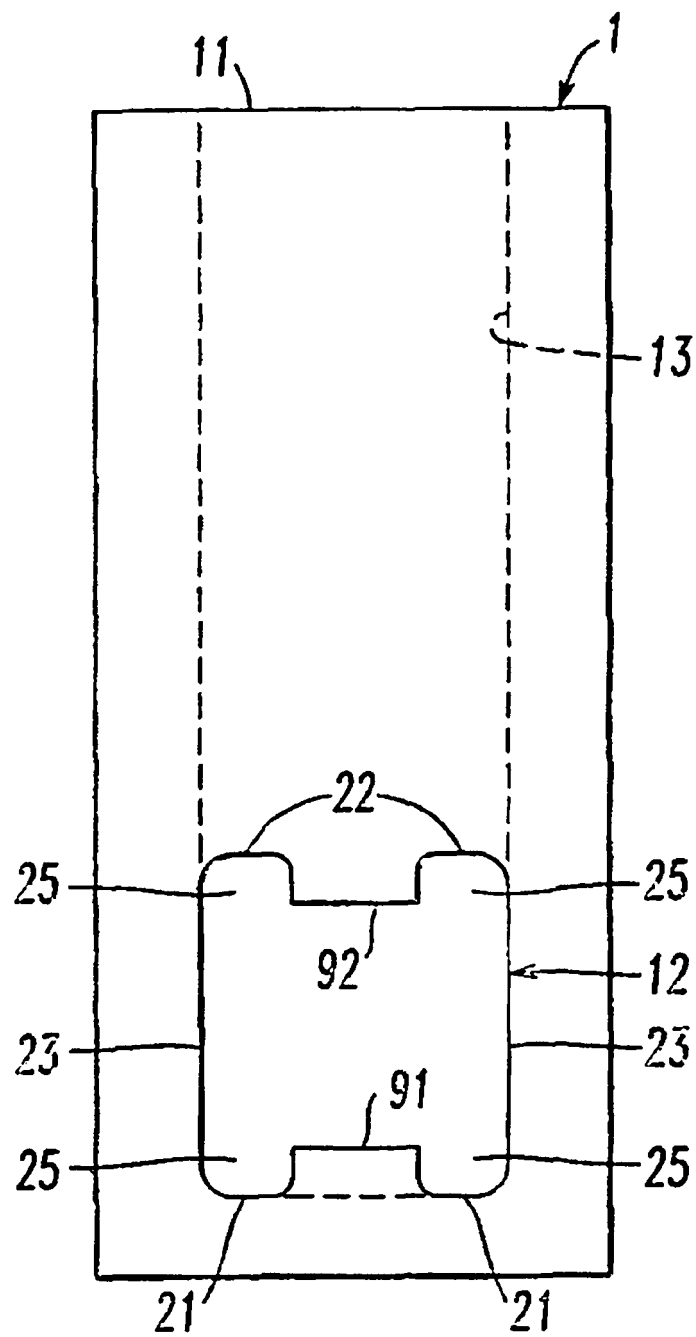


Fig. 9