

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 848**

51 Int. Cl.:

C21C 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2013 PCT/CN2013/081890**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2014 WO14029325**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2013 E 13830632 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2889385**

54 Título: **Dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto y método para usarlo**

30 Prioridad:

24.08.2012 CN 201210302397

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

08.05.2018

73 Titular/es:

**MAGANG (GROUP) HOLDING CO. LTD. (50.0%)
No. 8 Jiuhuaxi Road Maanshan
Anhui 243000, CN y
MAANSHAN IRON & STEEL CO. LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**WU, LIPING;
SHEN, CHANG;
HU, YUCHANG;
PAN, YUANWANG;
PU, SHAOMIN;
WANG, YONG y
XIE, YANGGUO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 666 848 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

Dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto y método para usarlo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo del afino externo de acero fundido, específicamente se refiere a un dispositivo de afino al vacío que produce al mismo tiempo un acero de contenido ultra bajo de carbono y de contenido ultra bajo de azufre.

Antecedentes de la invención

10 Los métodos actuales de afino externo para la producción a escala industrial de acero con contenido ultra bajo de carbono y contenido ultra bajo de azufre adoptan principalmente un afino al vacío de tipo RH. Los principales problemas del procedimiento para producir acero con contenido ultra bajo de carbono y contenido ultra bajo de azufre utilizando el afino al vacío RH son los siguientes:

15 En primer lugar, la velocidad de descarburación del afino al vacío RH es baja, porque en el caso de igual oxígeno activo de acero fundido, contenido de carbono y grado de vacío, la velocidad de reacción de la descarburación al vacío depende principalmente del caudal de circulación de un acero fundido, y hay una relación del orden de 1,5 entre el caudal de circulación del acero fundido y el diámetro interno de un snorkel. Debido a que un horno RH consiste en dos snorkels ascendente y descendente, el diámetro interno del snorkel es más pequeño, la velocidad de descarburación es restringida por un diámetro interno del snorkel y es difícil mejorarla mediante un procedimiento de optimización.

20 En segundo lugar, la velocidad de desulfuración del procedimiento de afino al vacío en horno RH es baja e inestable, y un desulfurante corroe gravemente el snorkel y el material refractario del espacio en la parte inferior de una cámara de vacío. El motivo es que la desulfuración en el procedimiento por vacío del horno RH es principalmente para dispersar el desulfurador dentro del acero fundido utilizando un movimiento circulante del desulfurador añadido en el acero fundido, formando una interfaz de reacción para lograr el propósito de la desulfuración. Esto requiere que 1) la adición del desulfurante se lleve a cabo principalmente mezclando e inyectando un vapor bifásico de gas y polvo en un charco de fundido de la cámara de vacío, para facilitar la dispersión del desulfurante dentro del acero fundido; 2) el desulfurador debe ser una mezcla con alta cantidad de fusión de azufre y bajo punto de fusión (es la mezcla comúnmente utilizada que contiene 30% de CaF_2 y 70% de CaO); 3) un caudal circulante de acero fundido que sea suficientemente alto para garantizar que más acero fundido ingrese a la cámara de vacío y entre en contacto con las partículas desulfuradoras durante el mismo tiempo de inyección de polvo, mejorando así la eficacia de la desulfuración. En vista de esto, la desulfuración en el procedimiento por vacío RH tiene los siguientes defectos inherentes: 1) debido a que una velocidad de desulfuración depende del grado de dispersión del desulfurante dentro del acero fundido, la velocidad de desulfuración es inestable; 2) la velocidad de desulfuración se ve altamente afectada por el caudal de circulación del acero fundido, siendo pequeño el caudal de circulación del acero fundido en las dos condiciones de snorkel de HR, por lo tanto, la velocidad de desulfuración no es alta; 3) debido a que el desulfurador contiene hasta 30% de CaF_2 , éste corroe severamente la cámara de vacío y el material refractario del snorkel, acortando su vida útil.

35 Hasta la fecha, lo que se ha divulgado en China es la patente china número ZL00235854.9 "Horno de afino de boquilla única con soplado combinado multifuncional", la patente china CN101701279B "Un método para fundir acero con bajo contenido de azufre en un horno de afino de boquilla única" y la patente china CN101792845B "Un método para fundir acero con contenido ultra bajo de carbono en un horno de afino de boquilla única", estas patentes mejoran el caudal de circulación del acero fundido en el procedimiento de afino al vacío al aumentar un área transversal del snorkel, con el fin de mejorar la eficacia de la descarburación. Sin embargo, para asegurar que una cara expuesta del acero fundido en la cámara de vacío sea lo suficientemente grande para mejorar la velocidad de reacción de descarburación, todas estas patentes requieren retirar la escoria de acero del snorkel antes de insertar el snorkel en el acero fundido, aumentar la cara expuesta del acero fundido, y mejorar la velocidad de reacción de la descarburación. Mientras tanto, el desulfurador inyectado durante la desulfuración se puede dispersar eficazmente dentro del acero fundido, aumentando así la interfaz de reacción y mejorando la eficacia de la desulfuración. En consecuencia, estas patentes tienen un requisito estricto sobre una cantidad de escoria de colada en un procedimiento de colada en un convertidor (u horno eléctrico). Si una capa de escoria superficial del acero fundido es gruesa, se hace difícil por lo tanto realizar una operación de descarga de escoria antes de la inserción del snorkel en el acero fundido. Estas patentes son iguales al procedimiento de afino al vacío RH en términos de

principio de desulfuración del procedimiento de vacío, por lo que es necesario seleccionar un desulfurador con alto contenido de CaF_2 (generalmente del 30%) que es igual a la sulfuración en el procedimiento de afino al vacío RH, el desulfurador corroe gravemente el snorkel y el material refractario de la ranura de la parte inferior de la cámara de vacío, disminuyendo la vida útil del snorkel y la ranura de la parte inferior de la cámara de vacío. Los hornos de afino de boquilla única que se han descrito hasta la fecha usan soplado inferior de la cuchara de acero como fuerza motriz para un flujo circulante del acero fundido en el procedimiento de vacío, y cuando se produce una obstrucción en el ladrillo permeable al gas en el fondo de la cuchara de acero, el afino al vacío no se puede realizar, lo que resulta en la interrupción de la producción.

La patente china CN101302571A describe un horno de afino de boquilla única, al menos un conjunto de generadores de campo magnético móviles dispuestos en la periferia de su boquilla de succión se utiliza simplemente para aumentar la velocidad de flujo del acero fundido, mejorando el caudal circulante del acero fundido. No puede resolver el problema de la capa de escoria en la parte superior de la cuchara de acero que cubre la cara del acero fundido y que da como resultado una menor superficie de exposición del acero fundido, y la disminución de la eficacia de descarburación y desulfuración. Además, en la patente china CN101302571A, los generadores de campo magnético móviles en el snorkel pueden acelerar la velocidad de flujo del acero fundido sólo en el momento del flujo circulante, una vez que el soplado inferior de la cuchara de acero se detiene por obstrucción y el acero fundido está en estado inmóvil, los generadores de campo magnético móviles dejan de funcionar y no se podrá llevar a cabo el afino al vacío, lo que da como resultado la interrupción de la producción.

Se conoce un dispositivo de afino al vacío de JP H07-54034A.

Compendio de la invención

Con el fin de resolver los problemas existentes en la técnica anterior, el objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto. El primer objeto es resolver el problema del horno de afino de boquilla única de la técnica anterior, como es: que para asegurar el efecto de descarburación y desulfuración, se requiere llevar a cabo la descarga de escoria antes de insertar el snorkel en el acero fundido para evitar que la escoria sobre la cuchara de acero entre en la cámara de vacío tanto como sea posible, por lo tanto se requiere que la capa de escoria superficial de acero fundido en la cuchara de acero sea lo más delgada posible, es decir, se requiere que la cantidad de escoria en el procedimiento de colada sea lo más pequeña posible o incluso inexistente. El segundo objeto es resolver el problema de que el horno de afino de boquilla única y RH de la técnica anterior sólo puede incorporar un desulfurador de alto contenido de flúor (30% de CaF_2), dando como resultado una corrosión severa del snorkel y del material refractario de la ranura de la parte inferior en la cámara de vacío ocasionada por el desulfurador, acortando en gran medida su vida útil. El tercer objeto es resolver el problema del horno de afino de boquilla única de la técnica anterior como es: que cuando el elemento de soplado inferior de la cuchara de acero está obstruido, no se puede llevar a cabo todo el procedimiento de afino al vacío, dando como resultado la interrupción de la producción.

Para resolver los problemas técnicos descritos anteriormente, la presente invención proporciona un dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto que comprende una cámara de vacío y un snorkel; durante el afino al vacío, el snorkel se inserta en el acero fundido de la cuchara de acero. Se caracteriza porque se dispone un tubo de circulación en una circunferencia de dicho snorkel, y se sopla gas argón en el snorkel a través de boquillas en la pared interna del tubo de circulación; dichos tubos de circulación se disponen en capas, los tubos de circulación en la misma capa se controlan individualmente; se dispone un ladrillo permeable al gas excéntrico en el fondo de dicha cuchara de acero, y se sopla gas argón en la cuchara de acero a través del ladrillo permeable al gas excéntrico, y se impulsa el flujo circulante del acero fundido entre la cuchara de acero y la cámara de vacío mediante diferentes combinaciones del caudal de soplado de cada unidad de control individual del soplado inferior de la cuchara de acero y un sistema de soplado de tubo de circulación.

Una mejora adicional de la presente invención es: que dicho tubo de circulación se dispone en una capa, las boquillas en el tubo de circulación se distribuyen a igual ángulo central, y el ángulo central entre las boquillas es de $10^\circ\sim 30^\circ$; o, las boquillas en el tubo de circulación se distribuyen a igual distancia, y el número de boquillas es de 8~30.

Una mejora adicional de la presente invención es: que dicho tubo de circulación se dispone en dos capas, las boquillas en cada uno de los tubos de circulación se distribuyen a igual distancia, y el número de boquillas en cada capa es de 6~15, y las boquillas en las capas superior e inferior se disponen transversalmente.

5 Una mejora adicional de la presente invención es: que dicho tubo de circulación se dispone en tres capas, las boquillas en cada uno de los tubos de circulación se distribuyen a igual distancia, el número de boquillas en cada capa es de 6~12, las boquillas en las capas adyacentes se disponen transversalmente; las boquillas en la misma capa se controlan individualmente en un grupo de 2~6; cada capa se distribuye a igual distancia, y la distancia es de 150 mm~400 mm.

10 Una mejora adicional de la presente invención es: que la forma transversal de dicho snorkel es aproximadamente circular, y consta de dos partes de una cara de arco circular grande y una cara de arco circular pequeño, el radio de curvatura de la cara de arco circular grande es igual al de la cámara de vacío, y el radio de curvatura de la cara de arco circular pequeño es superior al de la cámara de vacío, y la relación del radio de curvatura de la cara de arco circular grande con respecto al de la cara de arco circular pequeño es de 1:1~∞.

15 La presente invención también proporciona un método de afino de dicho dispositivo de afino a vacío de tipo de cilindro recto, en el que el procedimiento de afino al vacío utiliza el ladrillo permeable al gas excéntrico inferior de la cuchara de acero y un modo de soplado combinado de tubo de circulación y snorkel; durante la descarburación, el soplado inferior y el tubo de circulación en el mismo lado del soplado inferior son de soplado fuerte, y el tubo de circulación en el otro lado es de soplado débil; durante la desulfuración, el soplado inferior es un soplado fuerte, los tubos de circulación alrededor del snorkel son todos de soplado débil; en una etapa posterior del afino, la cantidad de gas en el tubo de circulación y la cantidad de soplado inferior se ajustan a la baja; y se controla que la circulación limpia de acero fundido no se mezcle con la escoria de la superficie de la cámara de vacío, y se provoca que las inclusiones en el acero colisionen y floten y sean absorbidas por la escoria superficial.

20 La presente invención también proporciona un método de afino de dicho dispositivo de afino al vacío de tipo de cilindro recto cuando el soplado inferior en la cuchara de acero está obstruido o cuando el soplado inferior en la cuchara de acero se cierra como requisito de fundición:

25 (1) durante la descarburación, un lado del tubo de circulación usa una gran cantidad de soplado, el otro lado correspondiente usa una pequeña cantidad de soplado, estas dos partes de semicircunferencia forman un tubo ascendente y un tubo descendente similar a RH, logrando que el acero fundido se eleve en el lado de soplado fuerte, y disminuya en el lado de soplado débil, impulsando así el flujo circulante de acero fundido a la cámara de vacío y a la cuchara de acero, y debido a que un lado es de soplado fuerte y el otro lado es de soplado débil, la escoria en la cuchara de acero sobre la cara del acero fundido de la cámara de vacío se puede comprimir hasta la zona de soplado débil, asegurando que la cara expuesta del acero fundido en la cámara de vacío sea suficientemente grande para lograr el objetivo de una descarburación profunda rápida;

30 (2) durante la desulfuración, las boquillas son todas de soplado fuerte, lo que impulsa al acero fundido a que se eleve alrededor del snorkel, y descienda desde una parte central, y se logre una profunda desulfuración del acero fundido mediante el mezclamiento completo del residuo de la cuchara de acero y el acero fundido en condición de vacío;

35 (3) en una etapa posterior del afino, se altera la cantidad de soplado en el tubo de circulación para que sea un poco más grande en un lado y muy pequeña en el otro lado, se controla la circulación de acero fundido para que no se mezcle con la escoria superficial de la cámara de vacío, y se provoca que las inclusiones en el acero colisionen y floten y sean absorbidas por la escoria superficial.

La idea de diseño de la presente invención es:

40 De acuerdo con la presente invención, un sólo snorkel de tipo cilindro recto se acopla a la parte inferior de la cámara de vacío, siendo el diámetro interno del snorkel igual al diámetro interno de la cámara de vacío, y una sola capa o múltiples capas de tubos de circulación se disponen transversalmente en la circunferencia de la pared interna del tubo de circulación, y el ladrillo permeable a los gases se dispone en una posición excéntrica en el fondo de la cuchara de acero. Las boquillas en un grupo de 2~6 se disponen en el tubo de circulación, el caudal de inyección se controla individualmente. En el procedimiento de afino al vacío, se impulsa el flujo circulante del acero fundido entre la cuchara de acero y la cámara de vacío utilizando el soplado inferior de cuchara de acero y soplado superior del tubo de circulación, y se controla el estado de la escoria superior de la cara de acero fundido en la cámara de vacío de acuerdo con las principales tareas de las diferentes etapas del procedimiento de afino al vacío (descarburación, desulfuración, etc.) mediante el soplado inferior de la cuchara de acero y una combinación diferente de soplado controlada por cada unidad de control individual en el tubo de circulación.

Al utilizar el dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la presente invención, no es necesario descargar la escoria superficial de acero fundido del snorkel, por el contrario, la descarburación, la desulfuración y la eliminación de inclusiones se pueden realizar utilizando completamente la escoria superficial de acero fundido que entra en la cámara de vacío. Su método de afino es: (1) aumentar el área expuesta del acero fundido de la cámara de vacío para lograr una descarburación profunda rápida mediante diferentes combinaciones del sistema de soplado individualmente controlado en el tubo de circulación y el soplado inferior, y luego llevar a cabo la descarburación profunda utilizando el oxígeno en la escoria altamente oxidativa sobre la cara de acero fundido; (2) durante la desulfuración, el soplado inferior es un soplado fuerte, los tubos de circulación alrededor del snorkel son todos de soplado débil, esto puede aumentar eficazmente el área de reacción escoria-metal y mejorar el efecto de desulfuración, y el gas de soplado débil en el tubo de circulación alrededor del snorkel puede formar un área de aislamiento de gas entre la escoria de acero en la cámara de vacío y la pared interna de la cámara de vacío, lo que disminuye la corrosión de la escoria de acero en el material refractario, y aumenta el tiempo de servicio del material refractario; (3) en una etapa posterior del afino, se ajusta a la baja la cantidad de gas del tubo de circulación y la cantidad de soplado inferior, y se controla la circulación limpia del acero fundido para que no se mezcle con la escoria superficial de la cámara de vacío, y se provoca que las inclusiones en el acero colisionen y floten y sean absorbidas por la escoria superficial.

Al utilizar el dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la presente invención, cuando se produce una obstrucción en el soplado inferior de la cuchara de acero o cuando se cierra el soplado inferior de cuchara de acero según el requisito de fundición, la descarburación y la desulfuración al vacío aún se pueden realizar de forma normal, evitándose así la interrupción de la producción. Su principio es que, en la presente invención, las boquillas dispuestas en el tubo de circulación usan una manera de controlar individualmente el caudal en diferentes partes. Su método de afino es: (1) durante la descarburación, en un lado del tubo de circulación se adopta una gran cantidad de soplado, en el otro lado correspondiente se adopta una pequeña cantidad de soplado, estas dos partes de semicircunferencia forman el tubo ascendente y el tubo descendente similar a RH, logrando que el acero fundido se eleve por el lado de soplado fuerte, y disminuya por el lado de soplado débil, lo que impulsa el flujo circulante del acero fundido a la cámara de vacío y a la cuchara de acero, y debido a que un lado es de soplado fuerte y el otro lado es de soplado débil, la escoria de la cuchara de acero en la superficie del acero fundido en la cámara de vacío se puede comprimir hacia la parte del lado de soplado débil, asegurando que la cara expuesta del acero fundido en la cámara de vacío sea suficientemente grande para lograr el propósito de una descarburación profunda rápida; (2) durante la desulfuración, las boquillas son todas de soplado fuerte, lo que impulsa al acero fundido a que se eleve alrededor del snorkel, y descienda desde una región central, y se logre una profunda desulfuración del acero fundido mediante el mezclamiento completo del residuo de la cuchara de acero y el acero fundido en condición de vacío; (3) en una etapa posterior del afino, se altera la cantidad de soplado del tubo de circulación para que sea un poco más grande en un lado y más pequeña en el otro lado, se controla la circulación de acero fundido para que no se mezcle con la escoria superficial de la cámara de vacío, y se provoca que las inclusiones en el acero colisionen y floten y sean absorbidas por la escoria superficial.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención proporciona un dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto. Su primer objeto es resolver el problema, como es: que en el horno de afino de boquilla única descrito en las patentes existentes, para asegurar el efecto de descarburación y desulfuración, es necesario realizar la descarga de la escoria antes de insertar el snorkel en el acero fundido para evitar la entrada de la escoria de la parte superior de la cuchara de acero a la cámara de vacío tanto como sea posible, se requiere por lo tanto que la capa de escoria superficial de acero fundido en la cuchara de acero sea lo más delgada posible, es decir, se requiere que la cantidad de escoria en el procedimiento de colada sea lo más pequeña posible. La presente invención controla el estado de la escoria en la cara de acero fundido de la cámara de vacío mediante las boquillas individualmente controladas del tubo de circulación dispuestas en la circunferencia del snorkel, mediante diferentes combinaciones de soplado de acuerdo con diferentes etapas en el procedimiento de afino al vacío, es decir, se ajusta el caudal de soplado de las boquillas controladas en el tubo de circulación, durante la descarburación se sopla la escoria de la cuchara de acero hacia un lado o hacia el centro, se expone suficientemente la cara de acero fundido, y se usa completamente el oxígeno de la escoria altamente oxidativa en la superficie del acero fundido para una mayor descarburación profunda, durante la desulfuración se agrega una cierta cantidad de cal y partículas de aluminio (o escoria de afino prefusionadas) y se hacen reaccionar con la escoria de la parte superior de la cara del acero fundido en la cámara de vacío para formar una escoria de desulfuración de tipo calcio y aluminio, se permite que el acero fundido en la cámara de vacío se ponga en contacto y reaccione con la escoria de la parte superior, para llevar a cabo la desulfuración profunda al vacío. Por consiguiente, la presente invención no establece ningún requisito en cuanto al espesor de la escoria de la parte superior de la cuchara de acero, ni tampoco se requiere cubrir la escoria superficial del acero fundido en el snorkel antes de que el snorkel se inserte en el acero fundido,

usándose por lo tanto completamente la escoria de la parte superior para la descarbonación profunda y la desulfuración profunda. El segundo objeto es resolver el problema tal como, que el horno de afino de boquilla única y HR descritos en las patentes existentes sólo pueden incorporar un desulfurador de alto contenido de flúor (30% de CaF_2), lo que hace que el desulfurador corra gravemente el snorkel y el material refractario en la ranura de la parte inferior de la cámara de vacío, y se acorte en gran medida su vida útil. El tercer objeto es resolver el problema tal como, que en el horno de afino de boquilla única descrito en las patentes existentes, cuando los elementos de soplado inferior de la cuchara de acero están obstruidos, no se puede llevar a cabo todo el procedimiento de afino al vacío, produciéndose por lo tanto la interrupción de la producción.

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se explicará a continuación con detalle junto con los dibujos anexos:

La Figura 1 es un diagrama esquemático estructural de un dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto;

La Figura 2 es una vista en sección transversal A-A de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en sección transversal B-B de la Figura 1;

En la Figura 1, 1 - lanza superior, 2 - sistema de extracción al vacío, 4 - dispositivo de alimentación, 5 - cámara de vacíos, 6 - brida de conexión, 7 - snorkel, 8 - tubo de circulación, 9 - cuchara de acero, 10 - ladrillo permeable al gas argón de soplado inferior excéntrico de la cuchara de acero, 11 - carro porta cuchara de acero;

En la Figura 2: 13 - cara del arco circular grande del snorkel, 15 - cara del arco circular pequeño del snorkel;

En la Figura 3: 12 - punto de muestreo de medición de temperatura de la cuchara de acero.

Descripción detallada de las realizaciones

20 Ejemplo 1

Como se puede ver en la Figura 1, la Figura 2, y la Figura 3, el dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto consiste principalmente en una cámara de vacío 5, un snorkel 7, una cuchara de acero 9 y un carro porta cuchara de acero 11, la cámara de vacío y el snorkel se conectaron mediante una brida 6, el snorkel se situó directamente sobre la cuchara de acero, la cuchara de acero se situó sobre carro porta cuchara de acero. Un tubo de circulación 8 se colocó alrededor del snorkel, pudiéndose usar para soplar un gas inerte en el acero fundido con el fin de lograr múltiples funciones, el tubo de circulación se situó en la parte superior del snorkel, y una capa de tubo de circulación se dispuso en una dirección perpendicular al snorkel, las boquillas en el tubo de circulación se distribuyeron a igual ángulo central, el ángulo central entre las boquillas fue de $10^\circ\sim 30^\circ$; o, las boquillas en el tubo de circulación se distribuyeron a igual distancia, el número de boquillas fue de 8~30. Un ladrillo permeable al gas inferior 10 se dispuso en la posición excéntrica del fondo de la cuchara de acero, y el gas argón se introdujo en el acero fundido a través del ladrillo permeable al gas.

Durante el afino del acero fundido, la cuchara de acero 9 se elevó por encima del carro porta cuchara de acero 11, el carro porta cuchara de acero se desplazó hacia una posición de trabajo de procesamiento, y la cuchara de acero se sujetó para permitir que el snorkel 7 se insertara en el acero fundido, y el sistema de extracción al vacío 2 se activó para bombear al vacío, y se sopló gas argón desde el ladrillo permeable al gas 10, mientras que el tubo circulante 8 se activó para soplar gas argón al acero fundido, y el caudal y la presión del gas argón soplado se ajustó según fuese necesario y el mecanismo de muestreo de medición de temperatura 12 realizó una operación de medición y muestreo de temperatura, cuando la composición y la temperatura cumplieron los requisitos, se rompió el vacío, y se bajó la cuchara de acero a su posición original y se terminó el procedimiento de afino con tratamiento al vacío.

40 Ejemplo 2

Como se puede ver en la Figura 1, la Figura 2, y la Figura 3, el dispositivo de afino a vacío de tipo cilindro recto consistió principalmente en la cámara de vacío 5, el snorkel 7, la cuchara de acero 9 y el carro porta cuchara de acero 11, la cámara de vacío y el snorkel se conectaron mediante la brida 6, el snorkel se situó directamente encima de la cuchara de acero, y la cuchara de acero se colocó sobre el carro porta cuchara de acero. La tolva de alimentación 4 se dispuso en la parte superior de la cámara de vacío y se pudo añadir material, el sistema de bombeo por vacío 2 fue responsable del bombeo por vacío, y la lanza superior 1 pudo insuflar oxígeno. El tubo de

circulación 8 se dispuso alrededor del snorkel, y se utilizó para soplar el gas inerte en el acero fundido para lograr múltiples funciones, el tubo de circulación se situó en la parte superior del snorkel, con el fin de mejorar la desoxidación y la eficacia de la desulfuración, dos capas de tubos de circulación se dispusieron en la dirección perpendicular al snorkel, las boquillas en cada tubo de circulación se distribuyeron a igual distancia, el número de boquillas en cada capa fue de 6~15, y las boquillas en las capas superior e inferior se dispusieron transversalmente. Tres capas de los tubos de circulación también pueden estar dispuestas en la dirección perpendicular al snorkel, las boquillas en cada tubo de circulación se distribuyeron a igual distancia, el número de boquillas en cada capa fue de 6~12, las boquillas en capas adyacentes se dispusieron transversalmente; cada capa se distribuyó a igual distancia, y la distancia fue de 150 mm-400 mm. La distancia desde la capa más baja de dicho tubo de circulación hasta la parte inferior del snorkel fue de 100 mm~500 mm. El ladrillo permeable al gas inferior 10 se dispuso en una posición excéntrica en el fondo de la cuchara de acero, y el gas argón entró en el acero fundido a través del ladrillo permeable al gas.

Durante el afino de acero fundido, la cuchara de acero 9 se elevó por encima del carro porta cuchara de acero 11, el carro porta cuchara de acero se desplazó hasta una posición de trabajo de procesamiento, y la cuchara de acero se sujetó para permitir que el snorkel 7 se insertara en el acero fundido, y el sistema de extracción al vacío 2 se activó para bombear al vacío, y se sopló gas argón desde el ladrillo permeable al gas 10, mientras que el tubo circulante 8 se activó para soplar gas argón al acero fundido, y el caudal y la presión del gas argón soplado se ajustó según fuese necesario, el mecanismo de muestreo y medición de temperatura 12 realizó una operación de medición y muestreo de temperatura, en el procedimiento de afino, la aleación o residuo requeridos fueron incorporados por la tolva de alimentación 4 de acuerdo con el tipo de acero requerido, cuando la composición y la temperatura cumplieron los requisitos, se rompió el vacío, y se bajó la cuchara de acero a su posición original y se terminó el procedimiento de afino con tratamiento al vacío.

Ejemplo 3

Las otras estructuras del dispositivo de afino fueron las mismas que en los ejemplos 1 y 2, y con el fin de mejorar aún más la eficacia de la descarburación, se controlaron individualmente las boquillas en un grupo de 2~6 en el tubo de circulación.

Durante el afino del acero fundido, la cuchara de acero 9 se elevó por encima del carro porta cuchara de acero 11, el carro porta cuchara de acero se desplazó hasta la posición de trabajo, y la cuchara de acero se sujetó para permitir que el snorkel 7 se insertara en el acero fundido, y el sistema de extracción al vacío 2 se activó para realizar el bombeo al vacío, y se introdujo gas argón procedente del ladrillo permeable al gas 10, mientras que el tubo de circulación 8 se activó para soplar gas argón al acero fundido, el caudal y la presión del gas argón soplado se ajustó según se requiriera, durante la descarburación, el soplado inferior y el tubo de circulación en el mismo lado que el soplado inferior fueron de soplado fuerte, el tubo de circulación en el otro lado fue de soplado débil; durante la desulfuración, el soplado inferior fue soplado fuerte, el tubo de circulación alrededor del snorkel fue de soplado débil; el mecanismo de medición y muestreo de temperatura 12 realizó la operación de medición y muestreo de temperatura, en el procedimiento de afino la aleación o residuo requeridos fueron alimentados por la tolva de alimentación 4 según el requisito de tipo de acero, cuando la composición y la temperatura alcanzaron los requisitos, se rompió el vacío, y la cuchara de acero se bajó a su posición original, se terminó el procedimiento de afino del tratamiento al vacío.

Ejemplo 4

Las otras estructuras del dispositivo de afino fueron las mismas que en el ejemplo 1 o 2 o 3, con el fin de facilitar la medición de temperatura y la operación de muestreo en el procedimiento de afino, la forma transversal de dicho snorkel fue más o menos circular, consistía en el arco circular grande 13 (arco ABC) y el arco circular pequeño 15 (arco ADC), el radio R1 del arco circular grande fue igual al de la cámara de vacío, el radio R2 del arco circular pequeño fue superior al de la cámara de vacío, la relación del radio del arco circular grande con respecto al arco circular pequeño fue de 1:1~∞. La relación de la distancia r desde el ladrillo permeable al gas 10 con respecto al arco circular grande 13 con el radio R1 del arco circular grande fue de 0,2~0,7.

Durante el afino de acero fundido, la cuchara de acero 9 se elevó por encima del carro porta cuchara de acero 11, el carro porta cuchara de acero se desplazó hasta la posición de trabajo de procesamiento, y la cuchara de acero se sujetó para permitir que el snorkel 7 se insertara en el acero fundido, y el sistema de extracción al vacío 2 se activó para realizar el bombeo al vacío, y se sopló gas argón del ladrillo permeable al gas 10, mientras que el tubo de

circulación 8 se activó y el gas argón se sopló en el acero fundido, el caudal y la presión del gas argón soplado se ajustaron según se requirió, durante la descarburación, el soplado inferior y el tubo de circulación en el mismo lado del soplado inferior fueron de soplado fuerte, y el tubo de circulación en el otro lado fue de soplado débil; durante la desulfuración, el soplado inferior fue de soplado fuerte, y los tubos de circulación alrededor del snorkel fueron todos de soplado débil; el mecanismo de medición y muestreo de temperatura 12 realizó la operación de medición y muestreo de temperatura, en el procedimiento de afino la aleación o residuo requerido fue introducido por la tolva de alimentación 4 de acuerdo con el requisito de tipo de acero, cuando la composición y la temperatura cumplieron los requisitos, se rompió el vacío, se bajó la cuchara de acero a su posición original, y se terminó el procedimiento de afino del tratamiento al vacío.

10 Ejemplo 5

El método de afino cuando se obstruyó el ladrillo permeable al gas excéntrico en el fondo de la cuchara de acero o cuando se cerró el soplado inferior de la cuchara de acero de acuerdo con el requisito de fundición:

(1) durante el afino de acero fundido, la cuchara de acero 9 se elevó por encima del carro porta cuchara de acero 11, y el carro porta cuchara de acero se desplazó hacia la posición de trabajo de procesamiento del dispositivo de afino al vacío de tipo de cilindro recto, la cantidad de soplado del snorkel y los tubos de circulación individualmente controlados en 3 grupos en las partes de semicircunferencia del mismo lado que el soplado inferior de cuchara de acero fueron iguales, el caudal de soplado total se controló a 13 NL/min por tonelada de acero, la cantidad de soplado de los tubos de circulación de caudal individualmente controlado en 3 grupos en la parte semicircular del lado opuesto fueron iguales, el caudal de soplado total de los tubos de circulación se controló a 7 NL/min por tonelada de acero;

(2) el snorkel se insertó en el acero fundido, y el snorkel se insertó a una profundidad de 400 mm, mientras que el bombeo al vacío hizo que el grado de vacío después de 3 minutos se redujera en 73 Pa. La escoria de la parte superior de la cara del acero fundido en la cámara de vacío se observó mediante una fotografía de la cámara de vacío, y el caudal de soplado total de los tubos de circulación en el mismo lado que el soplado inferior de la cuchara de acero en el snorkel se ajustó luego a 18 NL/min por tonelada de acero;

(3) después de 10 minutos de la descarburación, la cantidad de soplado de todos los tubos de circulación de caudal individualmente controlado sobre el snorkel se ajustaron todos al mismo, el caudal total se controló a 28 NL/min por tonelada de acero;

(4) después de 15 minutos de la descarburación, se añadió un desoxidante de partículas de aluminio a 2,4 kg/t de acero mediante la tolva de alimentación 4, después de 3 minutos, se realizó una determinación de oxígeno en la posición de muestreo 12, el oxígeno activo del acero fundido fue de 0,32 ppm. La lanza sopló cal de 6,08 kg/t de acero;

(5) después de 6 minutos de soplar la cal, el caudal de soplado del tubo de circulación en el snorkel se ajustó a la baja, la cantidad de soplado de los tubos de circulación con caudal individualmente controlado en 3 grupos en la parte de semicircunferencia del mismo lado que el soplado inferior de cuchara de acero fueron iguales, el caudal de soplado total se ajustó a 15 NL/min por tonelada de acero, la cantidad de soplado de los tubos de circulación con caudal individualmente controlado en 3 grupos en la parte de semicircunferencia en el lado opuesto fueron iguales, el caudal de soplado total de los tubos de circulación se ajustó a 5 NL/min por tonelada de acero, después de 6 minutos de circular el acero fundido, el soplado inferior de la cuchara de acero se cerró, el vacío se rompió, y el muestreo y la medición de la temperatura se realizó en la posición de muestreo 12.

Efecto de implementación:

En una cierta planta de acero, un ensayo de afino de combinación de soplado de 86 soplados de la cuchara de acero en horno y el tubo de circulación en el snorkel, así como el ensayo de afino de 23 soplados de tubo de circulación y snorkel, siendo los resultados de ensayo los siguientes.

Los resultados del ensayo de combinación de 86 soplado inferior de cuchara de acero en el horno y el tubo de circulación en el snorkel fueron: el oxígeno activo del acero fundido inicial antes de entrar en el dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto ($a[O]$) fue entre 0,0459~0,0823%, el promedio fue de 0,0589%, el [C] fue entre 0,025~0,050%, el promedio fue de 0,032%, el [S] fue entre 0,004~0,009%, el promedio fue 0,0069%, en los 30~45 minutos (el promedio fue de 39 minutos) de ciclo de afino del dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto, la

ES 2 666 848 T3

5 cantidad de adición de cal por tonelada de acero fue de 3~8 kg/t-1, el promedio fue de 5,32 kg/t-1, la cantidad de alimentación de partículas de aluminio por tonelada de acero fue de 0,8~3,1 kg/t-1, el promedio fue de 1,78 kg/t-1, el [C] en el acero fundido en el etapa final del afino al vacío fue entre 0,0005~0,0011%, el promedio fue de 0,0008%; el contenido de [S] en el acero fundido fue de 0,0008~0,0021%, el promedio fue de 0,0013%, la velocidad de desulfuración fue del 73~87%, la velocidad promedio de desulfuración alcanzó el 81,1%.

10 Los resultados de ensayo de soplado de tubo de circulación de 23 hornos en el snorkel fueron: el oxígeno activo inicial (a[O]) en el acero fundido antes de entrar en el dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto fue entre 0,0572~0,0792%, el promedio fue de 0,0578%, el [C] fue entre 0,023~0,048%, el promedio fue de 0,031%, el [S] fue entre 0,005~0,008%, el promedio fue de 0,0062%, durante 30~45 minutos (el promedio fue de 42 minutos) del círculo de afino del dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto, la cantidad de adición de cal por tonelada de acero fue de 3~8 kg/t-1, el promedio fue de 5,64 kg/t-1, la cantidad de adición de partículas de aluminio por tonelada de acero fue de 1,1~3,2 kg/t-1, el promedio fue de 1,92 kg/t-1, el [C] en el acero fundido en la etapa final del afino al vacío fue entre 0,0007~0,0013%, el promedio fue de 0,0009%; el contenido de [S] en el acero fundido fue de 0,0007~0,0025%, el promedio fue de 0,0014%, la velocidad de desulfuración fue de 69~82%, la velocidad promedio de desulfuración alcanzó el 75,2%.

15

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto que comprende una cámara de vacío (5), un snorkel (7), y una cuchara de acero (9), en donde, durante el afino al vacío, el snorkel (7) se inserta en el acero fundido de la cuchara de acero (9),
- 5 en donde,
- un tubo de circulación (8) se dispone en la circunferencia de dicho snorkel, el tubo de circulación (8) se adapta para insuflar gas argón en el snorkel (7) a través de boquillas dispuestas en la pared interna del tubo de circulación (8) y se dispone en al menos una capa, las boquillas en el tubo de circulación de la misma capa se adaptan para ser controladas individualmente,
- 10 un ladrillo permeable al gas excéntrico (10) se coloca en el fondo de dicha cuchara de acero (9), el ladrillo permeable al gas excéntrico (10) se adapta para insuflar gas argón en la cuchara de acero (9),
- el dispositivo se adapta para impulsar el flujo de circulación del acero fundido entre la cuchara de acero (9) y la cámara de vacío (5) usando diferentes combinaciones de caudal de soplado del soplado inferior de la cuchara de acero y cada unidad individualmente controlada del sistema de soplado del tubo de circulación.
- 15 2. El dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho tubo de circulación (8) se dispone en una capa, las boquillas se distribuyen en el tubo de circulación (8) a igual ángulo central, y el ángulo central entre las boquillas es de 10°~30°; o, las boquillas se distribuyen en el tubo de circulación (8) a igual distancia, y el número de boquillas es de 8~30.
- 20 3. El dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dichos tubos de circulación (8) se disponen en dos capas, las boquillas se distribuyen en cada uno de los tubos de circulación (8) a igual distancia, el número de boquillas en cada capa es de 6~15, y las boquillas en las capas superior e inferior se disponen transversalmente; la distancia desde la capa más baja de dicho tubo de circulación (8) hasta la parte inferior del snorkel (7) fue de 100 mm~500 mm.
- 25 4. El dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dichos tubos de circulación (8) se disponen en tres capas, las boquillas se distribuyen en cada tubo de circulación (8) a igual distancia, el número de boquillas en cada capa es de 6~12, y las boquillas en las capas adyacentes se disponen transversalmente, y las capas se distribuyen a igual distancia, la distancia es de 150 mm~400 mm; la distancia desde la capa más baja de dicho tubo de circulación (8) hasta la parte inferior del snorkel (7) fue de 100 mm~500 mm.
- 30 5. El dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la distancia entre el diámetro externo de dicho snorkel (7) y el diámetro interno de dicha cuchara de acero (9) es de 100 mm~400 mm.
- 35 6. El dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 5, caracterizado porque la forma transversal de dicho snorkel (7) es aproximadamente circular, consistente en dos partes de un arco circular grande (13) y un arco circular pequeño (15), el radio de curvatura del arco circular grande (13) es igual al de la cámara de vacío (5), el radio de curvatura del arco circular pequeño (15) es superior al de la cámara de vacío (5), y la relación del radio de curvatura del arco circular grande (13) con respecto al arco circular pequeño (15) es de 1:1~∞.
- 40 7. Un método operacional del dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el procedimiento de afino al vacío adopta un modo de soplado combinado de un ladrillo permeable al gas excéntrico de la cuchara de acero (10) y un tubo de circulación (8); durante la descarburación, el soplado inferior y el tubo de circulación (8) en el mismo lado del soplado inferior insuflaron más fuerte que el tubo de circulación (8) en el otro lado; durante la desulfuración, el soplado inferior es un soplado más fuerte que en el tubo de circulación (8) alrededor del snorkel (7); en una etapa posterior del afino, la
- 45 cantidad de gas en el tubo de circulación y la cantidad de soplado inferior se ajustan a menores cantidades que durante la descarburación y la desulfuración; y se controla que la circulación limpia de acero fundido no se mezcle con la escoria superficial en la cámara de vacío, mientras se provoca que las inclusiones en el acero colisionen y floten y sean absorbidas por la escoria superficial.

8. Un método operacional del dispositivo de afino al vacío de tipo cilindro recto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque, cuando se produce una obstrucción en el soplado inferior en la cuchara de acero o cuando se cierra el soplado inferior en la cuchara de acero, el método de afino es como sigue:

5 (1) durante la descarburación, un lado del tubo de circulación (8) usa una mayor cantidad de soplado que la cantidad de soplado que usa el otro lado correspondiente, estas dos partes de semicircunferencia forman un tubo ascendente y un tubo descendente similar a RH, para conseguir que el acero fundido se eleve en un lado del soplado más fuerte y disminuya en el lado del soplado más débil, impulsando así el flujo circulante del acero fundido a la cámara de vacío (5) y a la cuchara de acero (9), mientras que debido a que un lado es de soplado más fuerte que el otro lado, la escoria en la cuchara de acero sobre la cara del acero fundido de la cámara de vacío se comprime hasta el lado de soplado débil, asegurando que la cara expuesta del acero fundido en la cámara de vacío sea suficientemente grande para lograr el objetivo de una descarburación profunda rápida;

10 (2) durante la desulfuración, todas las boquillas soplan de manera que el acero fundido es impulsado hasta que se eleva alrededor del snorkel y desciende desde una parte central, y de manera que se logre el propósito de una desulfuración profunda del acero fundido mediante el mezclamiento completo del residuo de la cuchara de acero y el acero fundido en una condición de vacío;

15 (3) en una etapa posterior del afino, se aumenta la cantidad de soplado en el tubo de circulación en un lado y se disminuye en el otro lado, y se controla la circulación de acero fundido para que no se mezcle con la escoria superficial de la cámara de vacío, al tiempo que se provoca que las inclusiones en el acero colisionen y floten y sean absorbidas por la escoria superficial.

20

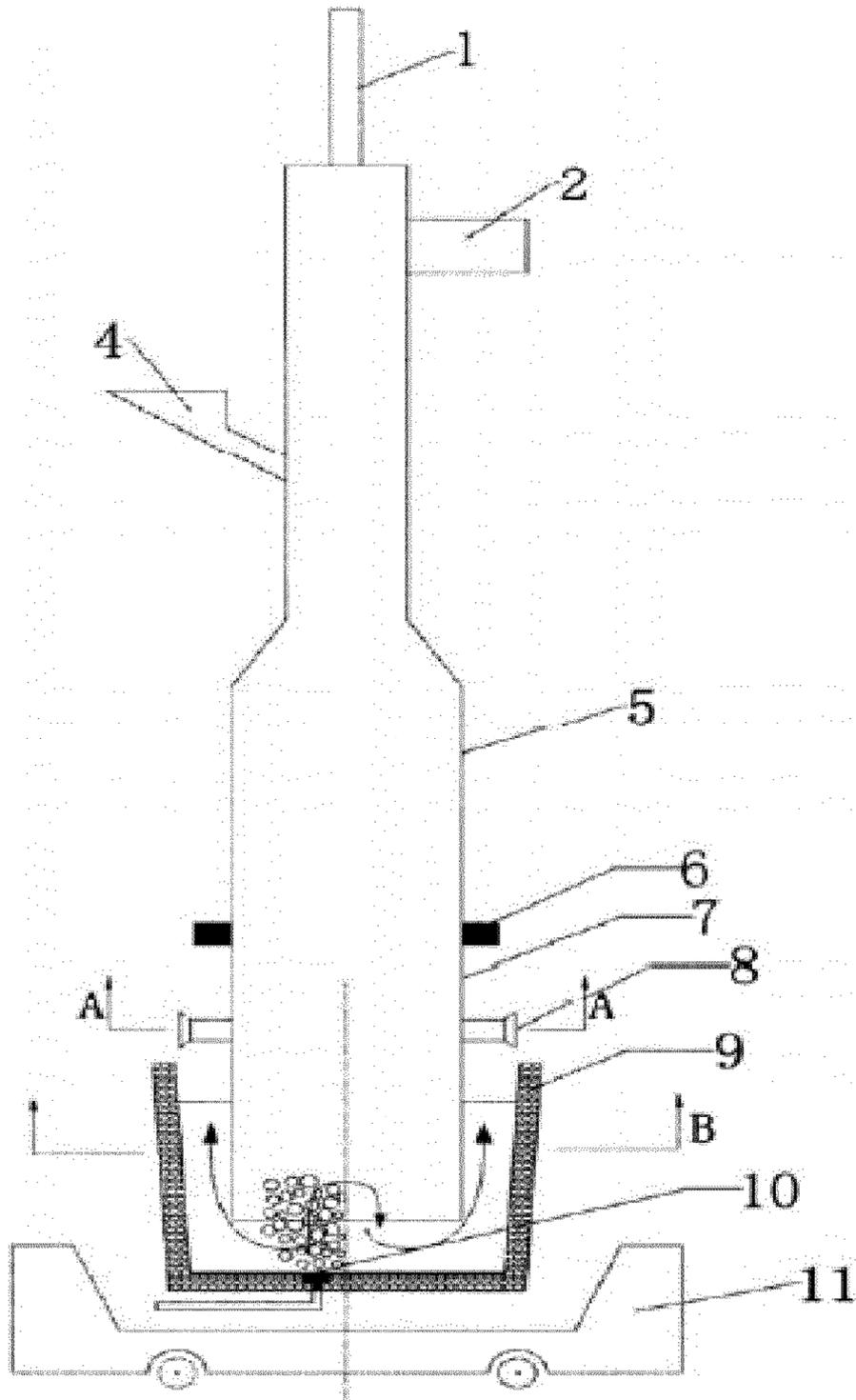


Fig. 1

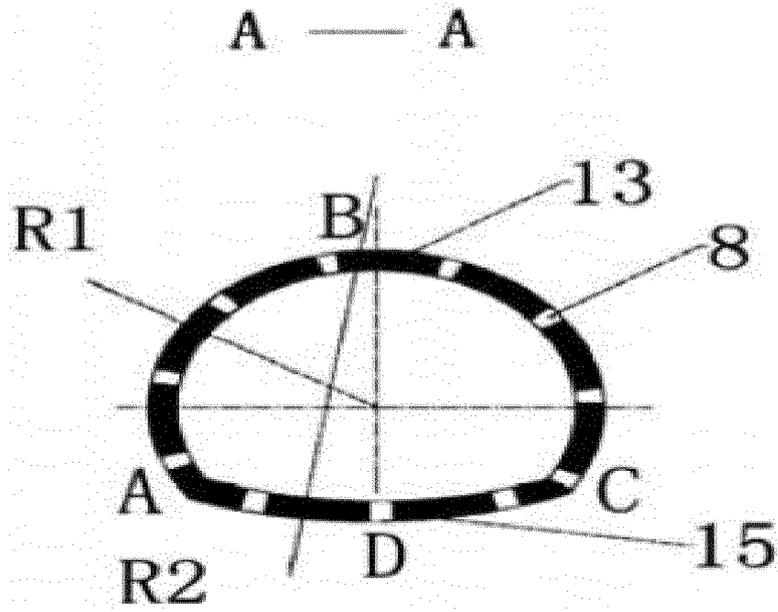


Fig.2

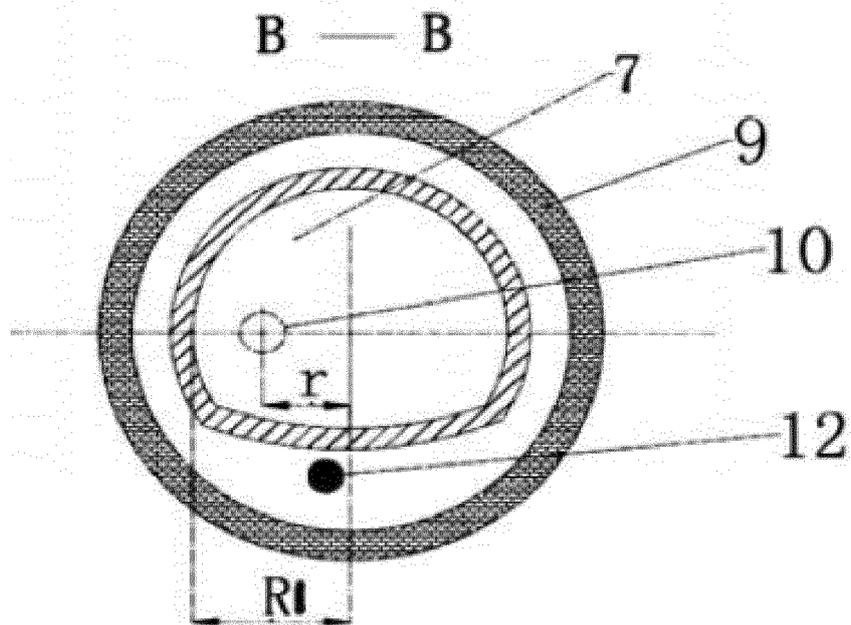


Fig.3