



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 339**

51 Int. Cl.:
C21C 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00925650 .4**

96 Fecha de presentación : **12.05.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1215288**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.06.2002**

54 Título: **Dispositivo de refinado en cuchara de colada, y uso de la cuchara de colada en un método de refinado.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **Nippon Steel Corporation**
6-3, Ohtemachi-2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP

72 Inventor/es: **Kimura, Hideaki;**
Ishikawa, Atsushi;
Ishii, Hiromi;
Arai, Masayuki y
Aoki, Jun

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 312 339 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).

ES 2 312 339 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de refino en cuchara de colada, y uso de la cuchara de colada en un método de refino.

5 La presente invención se refiere a un aparato y a un método de refino en cuchara de colada, que es un proceso de refino secundario de acero fundido.

10 Las demandas de calidad para los productos de acero se han hecho últimamente cada vez más exigentes, a medida que las tecnologías de aplicación del acero han avanzado y se han diversificado, y como consecuencia se ha incrementado las necesidades de producción de aceros de alta pureza. En respuesta a las necesidades de producción de acero de alta pureza, en las fábricas de producción de acero se ha construido recientemente muchos aparatos para el tratamiento previo del metal en caliente y para el refino secundario. En concreto, como aparatos para el refino secundario se utiliza generalmente aparatos de refino al vacío tales como RH, DH, etc., y aparatos de refino de escoria mediante calentamiento por arco eléctrico, típicamente tales como LF, para la desgasificación y la retirada de inclusiones en el acero fundido. Para producir aceros de alta pureza como son los aceros para cojinetes, generalmente se utiliza también procesos de tratamiento que combinan LF, RH, etc., según se requiera.

15 Sin embargo, hay cierto límite en la capacidad de refino para retirar inclusiones, en el caso de un aparato como es un aparato de refino al vacío RH, en el que se lleva a cabo el tratamiento de refino al vacío mediante insertar un tubo de inmersión en el acero fundido en una cuchara de colada, y aspirar el acero fundido en una cámara de vacío a través del tubo de inmersión, debido a que: la escoria no se reforma lo suficientemente puesto que la fuerza para agitar el acero fundido en la cuchara de colada es débil, y no se agita suficientemente la escoria sobre la superficie del acero fundido en el exterior del tubo de inmersión, y como resultado el acero fundido es re-oxidado también mediante la reacción entre óxidos de hierro contenidos en los lobos depositados en la cámara de vacío y el acero fundido de la cámara de vacío. Los métodos para reducir la capacidad oxidante de la escoria mediante el uso combinado de un aparato LF y similares, son utilizados de forma general con el objeto de impedir la re-oxidación mediante la escoria y el consiguiente deterioro de la pureza del acero fundido. Pero estos métodos tienen los problemas de un tiempo prolongado de proceso, y de un incremento en los costes de producción provocado por mayores pérdidas de calor, por el desgaste de los materiales refractarios, etc., como resultado del largo tiempo de proceso.

20 A la vista de estos problemas, como medidas en tecnologías convencionales para acelerar de forma eficaz la reacción al vacío entre la escoria y el acero fundido, mediante reducir directamente la presión atmosférica sobre la superficie de acero fundido en una cuchara de colada, se ha desarrollado un proceso VOP, un proceso VAD, un proceso SS-VOD, etcétera. Como métodos para reducir directamente la presión atmosférica sobre la superficie de acero fundido en una cuchara de colada, hay un método para exponer toda la cuchara de colada a una presión atmosférica reducida, mediante situar la cuchara dentro de un recipiente de descompresión capaz de alojar toda la escoria, y hay otro método para reducir la presión atmosférica sobre la superficie del acero fundido en una cuchara de colada, mediante utilizar la propia cuchara como cámara de descompresión inferior, y teniendo la cámara de descompresión superior fuertemente acoplada a la parte superior de la cuchara de colada. Ambos métodos tienen problemas por cuanto que el equipo es complicado y porque, debido a sus limitaciones estructurales, es imposible inyectar una gran cantidad de gas de agitación para impedir que el acero fundido o la escoria salpiquen. Así, estos métodos no han sido muy utilizados por razones de productividad, coste del equipamiento y mantenimiento.

25 A partir de las anteriores puntos de vista, como invención para mejorar el método de exponer una cuchara de colada entera a una presión atmosférica reducida, mediante situar la cuchara de colada dentro del recipiente de vacío/descompresión capaz de alojar toda la cuchara de colada, la Publicación de Patente Japonesa en Examinada Número H9-11131 revela un método capaz de tratar salpicaduras de acero fundido y espuma de escoria durante el procesamiento al vacío, y de reducir el tiempo de procesamiento mediante instalar dentro de la cámara de vacío, un tubo interno que tiene un tablero libre lo suficientemente largo. Sin embargo, el método propuesto es un método para refinar acero mediante situar una cuchara de colada entera, dentro de una cámara de vacío que está dividida en secciones superior e inferior, y cuyo diámetro interno es mayor que el diámetro externo del extremo superior de la cuchara de colada, y utiliza las instalaciones configuradas de modo que el extremo inferior del tubo interno está fuertemente acoplado al extremo superior de la cuchara de colada, o está sumergido en la escoria y en el acero fundido en la cuchara de colada. Por este motivo se teme que durante el refino al vacío, pueda imposibilitarse la unión y/o separación del tubo interno en/desde la cuchara de colada, debido a los lobos provocados por salpicadura desde el acero fundido, o porque el acero fundido esté contaminado por los lobos en el caso de que el tubo interno esté sumergido en el acero fundido en la cuchara de colada. Además, el método tiene otro problema u otra dificultad, en asegurar la temperatura del acero fundido cuando se prolonga el tiempo de proceso.

30 Como método para reducir la presión atmosférica sobre la superficie de acero fundido en una cuchara de colada, mediante utilizar la propia cuchara de colada como cámara de descompresión inferior, y acoplar estrechamente la cámara de descompresión superior a la parte superior de la cuchara de colada, hay un método revelado en Current Advances in Materials and Processes, volumen 3, número 1, 1990, página 250 (publicado por el Instituto del Hierro y el Acero de Japón), para impedir que las salpicaduras generadas sobre la superficie del acero fundido mediante el gas inyectado a través del fondo de la cuchara de colada, golpeen directamente sobre la parte de acoplamiento (parte de sellado de la cuchara de colada), entre la cuchara de colada y la cámara de descompresión superior, mediante instalar una tapa interna en la parte superior de la cuchara de colada, y para impedir que las salpicaduras vuelen sobre la tapa interna y golpeen la parte de sellado de la cuchara de colada, mediante instalar un tablero de protección en la parte

ES 2 312 339 T3

superior de la cuchara de colada. Sin embargo, el método propuesto tiene los problemas de que la unión y/o separación de la tapa interna pueden imposibilitarse debido a los lobos formados por las salpicaduras de acero fundido, y debido a que el coste de los materiales refractarios de la propia tabla de protección se hace significativo, puesto que las salpicaduras de acero fundido se pegan en esta. Además, hay otro problema en el hecho de que la maniobrabilidad es pobre, debido a que la tapa interna y el tablero de protección han de unirse y separarse en cada ciclo del tratamiento al vacío.

La presente invención proporciona un aparato de refino en cuchara de colada, capaz de solucionar fácilmente los problemas de las tecnologías convencionales, así como su uso en un método de refino en cuchara de colada.

En concreto, la presente invención es un aparato para refinar acero fundido en una cuchara de colada, capaz de producir eficientemente aceros de alta pureza y mejorar significativamente la tolerancia térmica, mediante: mejorar radicalmente las dificultades operativas y la contaminación del acero fundido, que han constituido los problemas de los métodos convencionales de refino en cuchara de colada, a través de suprimir la deposición de lobos provocada por las salpicaduras del acero fundido; y al mismo tiempo, llevar a cabo la agitación del acero fundido, reformando y desgasificando eficientemente la escoria.

La presente invención es un aparato de refino al vacío/en descompresión, para refinar acero fundido en una cuchara de colada mediante acoplar directamente una cámara de vacío/descompresión 2 que no tiene en su extremo inferior un tubo de inmersión a ser sumergido en el acero fundido 4 de la cuchara de colada, hasta la parte superior de la cuchara de colada 1, y reducir la presión interna de la cámara, y mediante agitar el acero fundido en la cuchara de colada, mediante inyectar gas inerte en la cuchara de colada, caracterizado porque: la parte superior de la cuchara de colada está fuertemente acoplada con la cámara de vacío/descompresión para formar una estructura sellada; la cámara de vacío/descompresión tiene una parte de eje; el diámetro interno de la mencionada parte del eje es menor que el diámetro interno del extremo superior de la cuchara de colada, pero no menor que el diámetro proyectado de la parte abultada 7 de la superficie del acero fundido en la cuchara de colada, formada por el gas de agitación inyectado en la cuchara de colada; y la altura desde la superficie del acero fundido en la cuchara de colada hasta la parte superior de la cámara de vacío/descompresión, es de 2 a 5 m o mayor.

En el aparato de vacío/descompresión de la presente invención, el extremo inferior de la cámara de vacío/descompresión 2 está provisto con un apéndice cilíndrico 9; el mencionado apéndice cilindro tiene un diámetro interno igual o mayor que el diámetro proyectado de la parte abultada del acero fundido en la cuchara de colada, y un diámetro externo igual o menor que el diámetro interno del extremo superior de la cuchara de colada; el extremo inferior del apéndice cilíndrico se extiende por debajo de la parte superior de la cuchara de colada 1, pero no está sumergido en el acero fundido en la cuchara de colada.

Además, la presente invención es un aparato de vacío/descompresión capaz de calentar acero fundido 4 y mantener la temperatura en una cámara de vacío/descompresión, mediante instalar un quemador 10 que emite una llama desde su extremo inferior, quemando para ello combustible y oxígeno gaseoso dentro de la cámara de vacío/descompresión 2. Además, la presente invención es un método de refino de acero que utiliza el mencionado aparato de vacío/descompresión, caracterizado por mantener constantemente a 1000°C o más, la temperatura de la pared interna de la cámara de vacío/descompresión, durante el funcionamiento continuo, mediante la llama emitida desde el extremo inferior del quemador de calentamiento 10.

Además, la presente invención es un método de refino en cuchara de colada, caracterizado por refinar acero fundido, cuando se utiliza el mencionado aparato de refino al vacío, de tal forma que la cantidad de escoria sobre la superficie de acero fundido en la cuchara de colada, satisface la siguiente expresión:

$$0,010 \leq H/h \leq 0,025,$$

donde H es el grosor de la escoria en la cuchara de colada y h es la profundidad del baño de acero fundido en la cuchara de colada.

Además, la presente invención es un método de refino en cuchara de colada, caracterizado por controlar entre 760 y 550 Torr la presión en una cámara de vacío/descompresión, cuando se calienta el acero fundido mediante añadir Al en el acero fundido, y se quema el Al añadido mediante proporcionando para ello oxígeno gaseoso.

La figura 1 es una vista en sección, de un ejemplo de un aparato acorde con la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección, de un aparato acorde con la presente invención, en un caso en el que hay montado un apéndice cilíndrico dentro de la tapa de vacío del aparato.

La figura 3 es una vista en sección, de un aparato acorde con la presente invención, en el caso en que hay instalado un quemador calentador en este.

La figura 4 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción (H/h) de grosor H de escoria en una cuchara de colada, frente a la profundidad h de un baño de acero fundido, y muestra diversos valores de eficiencia del refino, cuando se refina acero fundido utilizando un aparato acorde con la presente invención.

ES 2 312 339 T3

La figura 5 es un gráfico que compara un método convencional y un método acorde con la presente invención, con respecto a T. O. de productos de acero para cojinetes.

La figura 6 es un gráfico que muestra la relación entre la temperatura del material refractario de la pared interna de una cámara de vacío/descompresión de un aparato acorde con la presente invención, y el grosor de los lobos depositados sobre la superficie refractaria.

La figura 7 es un gráfico que muestra la relación entre la presión en una cámara de vacío/descompresión, y la altura de las salpicaduras de acero cuando se inyecta oxígeno en el acero fundido, que contiene Al en el caso de utilizar un aparato acorde con la presente invención.

Explicación de los números de referencia

- 1 Cuchara de colada
- 2 Cámara de vacío/descompresión
- 3 Tapón de inyección del gas de agitación
- 4 Acero fundido
- 5 Escoria
- 6 Gas de agitación
- 7 Parte de de abultamiento de la superficie de acero fundido, formada por el gas de agitación
- 8 Material de sellado
- 9 Apéndice cilíndrico
- 10 Quemador calentador.

A continuación se explica en detalle ejemplos de la presente invención basándose en los dibujos. La figura 1 muestra una realización del aparato de refino en cuchara de colada acorde con la presente invención. El aparato consta de la cuchara de colada 1 y una cámara de vacío/descompresión 2, y la cuchara de colada está equipada con un aparato de inyección de gas de agitación 3. La presente invención no especifica un método de agitación del acero fundido 4 en la cuchara de colada. La cámara de vacío/descompresión está construida de forma que su diámetro interno en el eje, es menor que el diámetro interno del extremo superior a la cuchara de colada, pero no menor que el diámetro proyectado D de la parte abultada 7 de la superficie de acero fundido en la cuchara de colada. El diámetro proyectado de la parte abultada de la superficie de acero fundido, formada cuando se inyecta un gas de agitación desde la parte inferior de la cuchara de colada, puede calcularse a partir de la siguiente ecuación.

$$D = d + 2h * \tan 12^\circ,$$

donde D es el diámetro proyectado de la parte abultada de la superficie acero fundido, d es el diámetro de un tapón de inyección de gas, y h en la profundidad del baño de acero fundido en la cuchara de colada.

La parte superior de la cuchara de colada y la cámara de vacío/descompresión están fuertemente acopladas entre sí, y se proporciona entre ambas una estructura de sellado capaz de mantener el grado de vacío deseado. El acero fundido se agita mediante inyectar el gas de agitación 6 procedente de la parte inferior de la cuchara de colada, mientras que el interior de la cámara de vacío/descompresión se mantiene a presión atmosférica normal, o en vacío. La superficie de acero fundido se curva hacia arriba bajo un vacío elevado, y el acero fundido y la escoria 5 salpican hacia arriba. Sin embargo, mediante un aparato acorde con la presente invención puede minimizarse los efectos adversos de las salpicaduras del acero fundido y la escoria, en el sellado entre la cuchara de colada y la cámara de vacío/descompresión, efectos que constituyen un problema en los procesos VOD convencionales debido a que el diámetro interno del eje de la cámara de vacío/descompresión es menor que el diámetro interno del extremo superior de la cuchara de colada. El acero fundido y la escoria salpican hacia arriba desde la parte abultada 7 en la superficie de acero fundido, volviendo a bajar a continuación para golpear la parte de sellado de la cuchara de colada. Sin embargo mediante la presente invención, debido a que existe un eje de la cámara de vacío/descompresión que tiene un diámetro interno menor que el diámetro interno del extremo superior de la cuchara de colada sobre la parte superior de la cuchara de colada, las salpicaduras que vuelan hacia arriba golpean la superficie interna del eje de la cámara de vacío/descompresión y caen directamente sobre la superficie de acero fundido en la cuchara de colada, y por lo tanto no alcanzan la parte de sellado de la cuchara de colada. Además, en caso de que se utilice un tablero de protección la mayoría de las salpicaduras golpean el tablero de protección y partes de esta se depositan y solidifican sobre su superficie para formar lobos. Pero puesto que la presente invención no utiliza un tablero de protección, esto no se produce. Cuando la cámara de vacío/descompresión tiene un diámetro interno pequeño, es más fácil mantener su superficie interna a alta temperatura,

ES 2 312 339 T3

y por consiguiente puede hacerse muy lenta la velocidad de solidificación de las salpicaduras para formar lobos en el eje de la cámara de vacío/descompresión, y como resultado se minimiza las pérdidas de producción. Gracias al pequeño diámetro del eje de la cámara de vacío/descompresión, el volumen de evacuación en vacío es pequeño y puede acortarse el tiempo de evacuación inicial para obtener el vacío. Además, la presente invención no implica el trabajo problemático ni el incremento del coste de instalación, retirada, etc., de un tablero de protección. La razón por la que se especifica que el diámetro interno del eje de la cámara de vacío/descompresión sea igual o mayor que el diámetro proyectado de la parte abultada de la superficie de acero fundido, es que las salpicaduras del acero fundido y la escoria se originan principalmente a partir de la parte abultada de la superficie de acero fundido.

La figura 2 muestra un ejemplo en el que, de acuerdo con la reivindicación 1 de la presente invención, se monta un apéndice cilíndrico 9 en la parte inferior de la cámara de vacío/descompresión, de forma que su extremo inferior está por debajo del extremo superior de la cuchara de colada, pero no sumergido en el acero fundido 4 ni en la escoria 5 en la cuchara de colada. El apéndice cilíndrico 9 tiene un diámetro interno igual o mayor que el diámetro proyectado en la parte abultada 7 del acero fundido en la cuchara de colada, y un diámetro externo igual o menor que el diámetro interno del extremo superior de la cuchara de colada, y está construido mediante utilizar materiales refractarios o mediante cubrir la superficie del núcleo de metal con materiales refractarios. Cuando se monta el apéndice cilíndrico 9, los efectos adversos de las salpicaduras del acero fundido y de la lechada en la parte de sellado, entre la cuchara de colada y la cámara de vacío/descompresión, pueden reducirse más que en el caso mostrado en la figura 1. Las ventajas del apéndice cilíndrico incluyen, adicionalmente, la mejora de productividad (t/CH) mediante la reducción del volumen de tablero libre, de la cuchara de colada, y la mejora adicional en la eficiencia de refino mediante incrementar la cantidad de inyección de gas en el acero fundido. La razón por la que el apéndice cilíndrico 9 no se sumerge en la escoria 5 ni en el acero fundido 4 es que, para obtener un efecto suficiente, basta que el extremo inferior del apéndice cilíndrico esté a un nivel igual o menor que el extremo superior de la cuchara de colada y que, cuando este se sumerge en la escoria o en el acero fundido, se incrementan los costes por los materiales refractarios. Adicionalmente, desde el punto de vista de producir aceros de elevada pureza es deseable remover toda la escoria sobre la superficie del acero fundido en la cuchara de colada, de forma que la escoria 5 y el acero fundido 4 puedan reaccionar completamente para reformar la escoria. A este respecto, el diseño sin inmersión es más ventajoso debido a que en el caso de un diseño de inmersión, se debilita la fuerza de agitación fuera del apéndice cilíndrico sumergido, y la reforma de escoria se hace también insuficiente.

La presente invención no especifica el método de sellado de la unión entre una cuchara de colada 1 y una cámara de vacío/descompresión. Sin embargo, es deseable utilizar un material de sellado de resistencia térmica excelente, tal como amianto, metal Al, etc., en lo que se refiere a la resistencia térmica, en el caso de que la altura del tablero libre de la cuchara de colada sea insuficiente, el acero fundido y la escoria en la cuchara de colada se desborden hasta la parte de sellado, etcétera. Si se utiliza un material de sellado de tipo basado en caucho, es preferible adoptar alguna medida para mejorar la resistencia térmica, tal como montar sobre el lado de la cuchara de colada un doble precinto que contenga amianto. La presente invención no especifica la posición del sellado a colocar en la parte superior de la cuchara de colada. El sellado puede localizarse fuera de la cuchara de colada y algo por debajo de su extremo superior, y puede estructurarse de forma que el material de sellado no esté expuesto directamente al calor de radiación procedente del acero fundido. La presente invención también incluye tales estructuras de sellado.

Es preferible que la cámara de vacío/descompresión 2 tenga una altura suficiente como para estar libre de las salpicaduras del acero fundido y la escoria durante un proceso al vacío, y desde este punto de vista la presente invención especifica la altura de la cámara de vacío/descompresión como en 5 m o mayor. Si la altura es menor de 5 m los lobos pueden depositarse sobre el techo de la cámara de vacío/descompresión, el eje de la cámara de vacío/descompresión puede obstruirse y/o los lobos pueden introducirse en el conducto de evacuación de vacío, teniendo como resultado un drástico deterioro de la eficiencia de producción y un incremento de los costes de mantenimiento del equipo. No se indica específicamente ningún límite superior de la cámara de vacío/descompresión, pero debe ponerse atención en no fabricar la cámara de vacío/descompresión demasiado alta, debido a que cuando la altura sea demasiado grande el tiempo de evacuación inicial se hará demasiado largo como resultado de un gran volumen de evacuación.

La figura 3 muestra un ejemplo en el que hay un quemador calentador 10 para inyectar y quemar combustible gaseoso y oxígeno gaseoso, montado en el interior de la cámara de vacío/descompresión. El quemador calentador 10 calienta los materiales refractarios dentro de la cámara de vacío/descompresión, y mantiene durante todo el tiempo los materiales refractarios dentro de la cámara a alta temperatura, durante el proceso y fuera del proceso. Esto suprime más eficazmente la deposición de lobos sobre los materiales refractarios dentro de la cámara, e impide la contaminación del acero fundido provocada por la deposición de lobos, por consiguiente relaja las restricciones sobre el procesamiento continuo de diferentes calidades de acero, y evita el deterioro de la productividad como resultado del trabajo de retirada de los lobos. Para tener un efecto suficiente que impida la deposición de lobos es esencial mantener siempre a 1000°C o más, la temperatura de los materiales refractarios sobre la pared interna de la cámara. Puede reducirse la caída temperatura del acero fundido durante el proceso, mediante calentar constantemente a alta temperatura el interior de la cámara de vacío/descompresión, con el quemador calentador, durante el proceso y fuera del proceso.

Se consigue una operación de refino eficiente mediante controlar durante el refino, utilizando un aparato acorde con la presente invención, la cantidad de escoria sobre la superficie de acero fundido en la cuchara de colada, en valores dentro del rango especificado abajo.

$$0,010 \leq H/h \leq 0,025,$$

ES 2 312 339 T3

5 donde H es el grosor de la escoria en la cuchara de colada, y h es la profundidad del baño de acero fundido en la cuchara de colada.

10 La razón por la que el rango de H/h se limita tal como se indica arriba, es la siguiente. Cuando la escoria es gruesa y el valor de H/h es igual o mayor que 0,025, una superficie de acero fundido se cubre con la escoria incluso durante el refinado al vacío, y el área de la superficie de acero fundido expuesta al vacío se hace tan pequeña que no puede conseguirse una eficiencia de deshidrogenación lo suficientemente alta. Por lo tanto, cuando se refina aceros de alta pureza es preferible controlar que el grosor de la escoria está dentro del rango anterior.

15 Mediante un aparato acorde con la presente invención es posible también suministrar solo oxígeno través de un quemador calentador 10 montado sobre la parte superior de una cámara, quemar Al contenido en el acero fundido, y calentar el acero fundido mediante el calor de la reacción de combustión. En relación con esto, mediante el método convencional de inyección superior de oxígeno RH, para succionar el acero fundido al recipiente la presión dentro del recipiente de reacción tiene que ser de al menos 200 Torr o menor, y por esta razón el oxígeno gaseoso cuyo volumen se expande bajo una presión reducida, salpica el acero fundido, o bien lo hace el gas CO formado a través de la reacción entre el oxígeno y el carbono en el acero fundido. Por lo tanto, la generación violenta de salpicaduras ha sido un serio problema en el método convencional de inyección superior de oxígeno RH. Por contraste, mediante un aparato acorde con la presente invención es suficiente que la presión en la cámara durante el tratamiento de suministrar oxígeno al acero fundido, sea igual o menor a la presión atmosférica normal. Por lo tanto es posible minimizar la incidencia de salpicaduras, mediante hacer que el calentamiento por combustión de Al, del acero fundido con la inyección superior de oxígeno, se produzca bajo una presión de cámara de 500 Torr o mayor, y de 760 Torr o menor. La razón por la que la presión en la cámara se especifica como de 760 Torr o menor, es que cuando la cámara está presurizada por encima de la presión atmosférica normal se produce el abrasamiento del material de sellado, provocado por la explosión del gas a alta temperatura en la cámara hacia la junta de sellado al vacío.

25 30 Nótese que si es necesario, un aparato acorde con la presente invención puede equiparse con alimentador de cable para suministrar un elemento que tenga una elevada presión de vapor, tal como Ca, enrollado en una cubierta de acero en forma de cable. Es preferible que la operación de suministro del cable se lleve a cabo bajo la presión atmosférica normal, subsiguiente al proceso de refinado bajo vacío/descompresión.

Ejemplo

35 40 Se descarburó acero fundido en un convertidor, y después en el vaciado desde el convertidor se añadió al acero fundido 6,8 kg/t de una aleación de Mn, 2,7 kg/t de una aleación de Si, cada una en términos de contenido de aleación pura, y 0,45 kg/t de Al. Se añadió también 3,0 kg/t de CaO con el propósito de controlar la composición de la escoria. A continuación se refinó el acero fundido así preparado utilizando un aparato acorde con la presente invención, como se muestra en la figura 3. Los resultados del proceso anterior se compararon con los obtenidos a través del método de RH convencional. La tabla 1 muestra las condiciones de producción y los resultados del ejemplo de la presente invención, y la tabla 2 los del ejemplo comparativo.

45

(Tabla pasa a página siguiente)

50

55

60

65

ES 2 312 339 T3

TABLA 1

| | | | | | | | | | | |
|----|---|--|---------|-------|------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|--|
| 5 | Ejemplo de la presente invención | | | | | | | | | |
| | Calidad del acero | S45C | | | | | | | | |
| 10 | Cantidad de acero fundido | 280 t | | | | | | | | |
| 15 | Profundidad del baño de acero fundido | 3,720 mm | | | | | | | | |
| 20 | Grado de vacío obtenido | 0.6 Torr | | | | | | | | |
| 25 | Tiempo del tratamiento de evacuación | 21 min. | | | | | | | | |
| 30 | Caudal de Ar gaseoso | 30 Nm ³ /h (gas inyectado al fondo de la cuchara de colada) | | | | | | | | |
| 35 | Antes del proceso químico del acero fundido | Composición | C | Si | Mn | P | S | H | O | |
| 40 | | | 0.30% | 0.19% | 0.73% | 0.008 | 0.013 | 3.5 | 35 | |
| 45 | | | | | | % | % | ppm | ppm | |
| 50 | | Composición de la escoria | T. Fe | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MnO | MgO | S | |
| 55 | | | 1.26% | 44.59 | 14.02 | 26.51 | 0.73% | 5.02% | 0.08% | |
| | | | % | % | % | | | | | |
| | | Grosor de la escoria | 60 mm | | | | | | | |
| | | Temperatura | 1,575°C | | | | | | | |
| 60 | Después del proceso químico del acero fundido | Composición | C | Si | Mn | P | S | H | O | |
| 65 | | | 0.44% | 0.20% | 0.75% | 0.008 | 0.020 | 1.1 | 8 ppm | |
| | | | | | % | % | ppm | | | |

ES 2 312 339 T3

Ejemplo de la presente invención

| | | | | | | | | |
|----|------------------------------|---------|-------|------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| 5 | Composición de la escoria | T. Fe | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MnO | MgO | S |
| 10 | | 0.24% | 40.12 | 4.35% | 38.65 | 0.21% | 6.52% | 1.54% |
| 15 | Grosor de la escoria | 70 mm | | | | | | |
| 20 | Temperatura | 1,553°C | | | | | | |

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 312 339 T3

TABLA 2

| | | | | | | | | | | |
|----|---|--|---------|-------|------------------|--------------------------------|--------|---------|--------|-------|
| 5 | Ejemplo de proceso RH convencional | | | | | | | | | |
| | Calidad de acero | S45C | | | | | | | | |
| 10 | Cantidad de acero fundido | 278 t | | | | | | | | |
| 15 | Profundidad del baño de acero fundido | 3,700 mm | | | | | | | | |
| 20 | Grado de vacío obtenido | 0.6 Torr | | | | | | | | |
| 25 | Tiempo del tratamiento de evacuación | 23 min. | | | | | | | | |
| 30 | Caudal de Ar gaseoso | 110 Nm ³ /h (gas de recirculación RH) | | | | | | | | |
| 35 | Antes del proceso | Composición química del acero fundido | C | Si | Mn | P | S | H | O | |
| 40 | | | 0.29% | 0.18% | 0.73% | 0.007% | 0.020% | 3.6 ppm | 31 ppm | |
| 45 | | Composición de la escoria | T. Fe | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MnO | MgO | S | |
| 50 | | | | 1.54% | 42.18% | 13.97% | 28.49% | 0.80% | 4.87% | 0.08% |
| 55 | | Grosor de la escoria | 60 mm | | | | | | | |
| | | Temperatura | 1,585°C | | | | | | | |
| 60 | Después del proceso | Composición química del acero fundido | C | Si | Mn | P | S | H | O | |
| 65 | | | 0.45% | 0.19% | 0.76% | 0.007% | 0.016% | 1.2 ppm | 18 ppm | |

Ejemplo de proceso RH convencional

| Composición de la escoria | T. Fe | CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MnO | MgO | S |
|---------------------------|---------|-------|------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|
| | 1.40% | 38.38 | 14.08 | 31.36 | 1.10% | 4.75% | 0.09% |
| | | % | % | % | | | |
| Grosor de la escoria | 60 mm | | | | | | |
| Temperatura | 1,550°C | | | | | | |

El contenido en hidrógeno tras el proceso en el ejemplo de la invención, fue casi el mismo que en el ejemplo comparativo y ambos fueron buenos. Por otra parte, mientras que el contenido en oxígeno tras el proceso en el ejemplo comparativo fue de 18 ppm, en el ejemplo de la invención fue tan bueno como de 8 ppm. Mientras que T. Fe en la composición de la escoria después del proceso tuvo un valor tan alto como 1,40% en el ejemplo comparativo, en el ejemplo de la invención se redujo a un muy bajo valor de 0,24% como resultado una reacción lo suficientemente avanzada, entre la escoria y el acero fundido en la cuchara de colada. Por este motivo, la capacidad de oxidación de la escoria se redujo y la concentración de oxígeno en el acero fundido pudo disminuirse en el ejemplo de la invención. Como se ha visto en lo anterior, el uso de un aparato acorde con la presente invención hace posible obtener un bajo nivel de contenido de hidrógeno en comparación con el que puede obtenerse mediante el proceso de RH convencional, y se obtiene un acero que tiene una pureza superior a la que puede obtenerse por el método convencional.

La figura 4 es un gráfico que muestra la relación entre la proporción (H/h) del grosor de escoria H en la cuchara de colada frente a la profundidad h del baño de acero fundido, y la eficiencia de la deshidrogenación y la desoxidación durante el refinado en vacío, utilizando un aparato acorde con la presente invención. En la zona en la que el valor H/h es mayor que 0,025, la superficie del acero fundido está cubierta con escoria incluso durante el proceso al vacío, y el área de la superficie de acero fundido expuesta al vacío es pequeña, y como resultado no se consigue una eficiencia de deshidrogenación lo suficientemente alta. Por otra parte, en la zona en que el valor de H/h es menor de 0,010, la cantidad de escoria es demasiado pequeña para asegurar un área de reacción suficiente de la escoria y el acero fundido, y como consecuencia no se obtiene una buena eficiencia de desoxidación.

El total de oxígeno de los productos de acero para cojinetes se muestra la figura 5, comparando el resultado obtenido mediante refinado utilizando un aparato acorde con la presente invención, con el que se obtiene mediante el refinado con el método LF-RH que se ha utilizado convencionalmente para producir aceros de gran pureza. El uso de un aparato acorde con la presente invención hace posible obtener una elevada pureza, igual o mayor que la se puede conseguir convencionalmente, y reduce costes de producción mediante la eliminación del proceso LF, incluso cuando se produce aceros de elevada pureza como son los aceros para cojinetes.

La figura 6 muestra el efecto del quemador calentador de la cámara de vacío/descompresión, en relación con el aparato mostrado en la figura 3. La cantidad de deposición de lodos puede reducirse de forma significativa, mediante mantener a 1000°C o más la temperatura del material refractario sobre la pared interna de la cámara de vacío/descompresión, utilizando el quemador calentador en la cámara.

La figura 7 muestra la relación entre la presión en la cámara de vacío/descompresión y la altura de las salpicaduras, durante el proceso para quemar Al en acero fundido y calentar el acero fundido mediante suministrar solo oxígeno al acero fundido a través del quemador calentador, cuando se utiliza el aparato mostrado en la figura 3. La altura de las salpicaduras puede reducirse, y la cantidad de la deposición de lodos en la cámara puede reducirse en comparación con el proceso RH convencional, mediante controlar la presión en la cámara a 500 Torr o superior.

Un aparato acorde con la presente invención y un método de refinado que utiliza el aparato, hacen posible evitar los efectos adversos de las salpicaduras de acero fundido en la junta de sellado de la cuchara de colada, efectos que han constituido un problema en los métodos convencionales de refinado en cuchara de colada, disminuir la cantidad de deposición de lodos en una cámara, y reducir durante el proceso la caída de temperatura del acero fundido. Además, en una producción de acero que requiera alta pureza, el aparato y el método hacen posible mejorar la eficiencia de los procesos de producción, mediante combinar un proceso para reducir la capacidad de oxidación de la escoria y reformar la escoria, y un proceso de desgasificación en una instalación de refinado.

Referencias citadas en la descripción

5 *La lista de referencias citadas por el solicitante es solo para comodidad del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha tomado especial cuidado en recopilar las referencias, no puede descartarse errores u omisiones y la EPO rechaza toda responsabilidad a este respecto.*

Documentos de patente citados en la descripción:

- JPH 9 111 331 B [0005].

10

Bibliografía no de patentes citada en la descripción:

- “Current Advances in Materials and Processes”, *Instituto del Hierro y el Acero de Japón*, 1990, volumen 3, 250 [0006].

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un aparato de refino al vacío/en descompresión para refinar acero fundido en una cuchara de colada, mediante
acoplar directamente una cámara de vacío/descompresión que no tiene su extremo inferior un tubo de inmersión
para ser sumergido en el acero fundido de la cuchara de colada, hasta la parte superior de la cuchara de colada,
y reducir la presión interna de la cámara, y mediante agitar el acero fundido en la cuchara de colada, a través de
la inyección de gas inerte en la cuchara de colada, **caracterizado** porque la parte superior de la cuchara de colada
está fuertemente acoplada con la cámara de vacío/descompresión para formar una estructura hermética; la cámara de
10 vacío/descomposición tiene una parte de eje; y el diámetro interno de la mencionada parte de eje es menor que el
diámetro interno del extremo superior en la cuchara de colada, pero no menor que el diámetro proyectado de la parte
abultada de la superficie del acero fundido en la cuchara de colada, formada mediante el gas de agitación inyectado
en la cuchara de colada; el extremo inferior de la cámara de vacío/descompresión está provisto con un apéndice
15 cilíndrico; el mencionado apéndice cilíndrico tiene un diámetro interno igual o mayor que el diámetro proyectado de
la parte abultada del acero fundido en la cuchara de colada, y un diámetro externo igual o menor que el diámetro
interno del extremo superior de la cuchara de colada; un extremo inferior del apéndice cilíndrico se extiende por
debajo del extremo superior de la cuchara de colada, pero no está sumergido en el acero fundido en la cuchara de
colada; y la altura desde la superficie del acero fundido en la cuchara de colada, hasta la parte superior de la cámara
de vacío/descompresión, es de 5 m o más.

20 2. Un aparato de refino al vacío/en descompresión acorde con la reivindicación 1, **caracterizado** por la instalación
de un quemador en la cámara de vacío/descompresión, para quemar combustible y oxígeno gaseoso y emitir una llama
desde su extremo inferior.

25 3. Uso del aparato de refino al vacío/en descompresión acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en un
método de refino en cuchara de colada, **caracterizado** por controlar la cantidad de escoria sobre la superficie del acero
fundido en la cuchara de colada, de forma que se satisface la siguiente expresión:

$$0,010 \leq H/h \leq 0,025,$$

30 donde H es el grosor de la escoria en la cuchara de colada, y h es la profundidad del baño de acero fundido en la
cuchara de colada.

35 4. Uso del aparato de refino al vacío/en descompresión acorde con la reivindicación 2, en un método de refino en
cuchara de colada, **caracterizado** por mantener constantemente a una temperatura de 1000°C o superior, la temperatura
de la pared interna de la cámara de vacío/descompresión durante las operaciones continuas, mediante la llama emitida
desde el extremo inferior del quemador instalado en la cámara de vacío/descompresión.

40 5. Uso del aparato de refino al vacío/en descompresión acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en
un método de refino en cuchara de colada, **caracterizado** por controlar entre 760 y 500 Torr la presión en la cámara
de vacío/descompresión cuando se calienta el acero fundido mediante añadir Al en el acero fundido y quemar el Al
añadido suministrando para ello oxígeno gaseoso.

45

50

55

60

65

Fig. 1

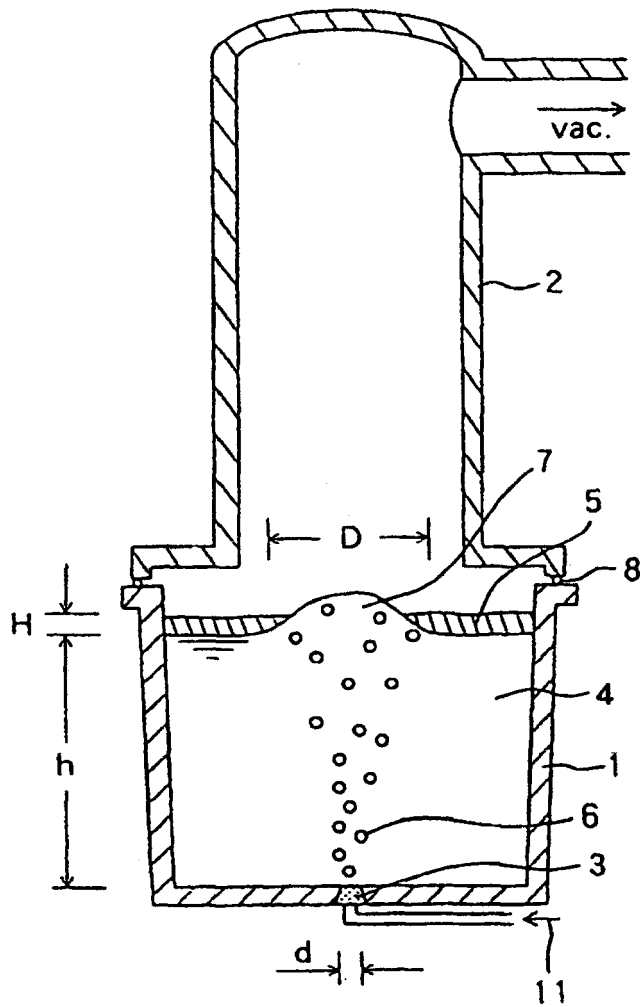


Fig. 2

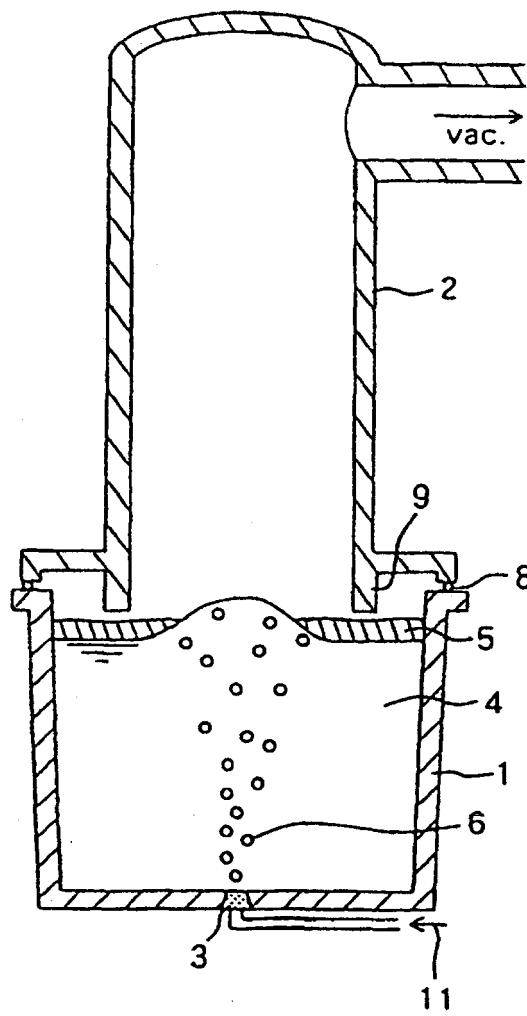


Fig. 3

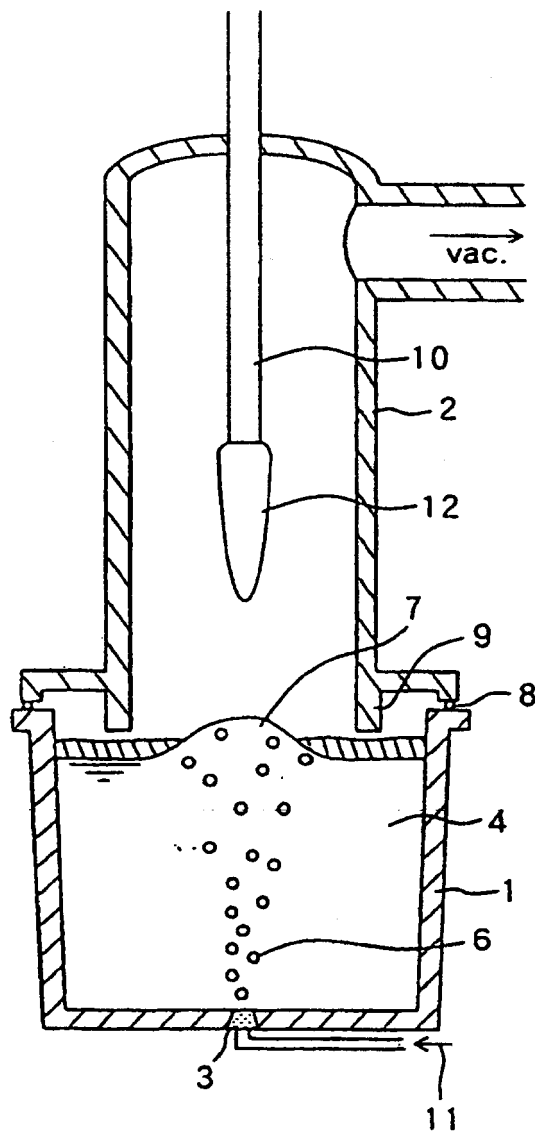


Fig. 4

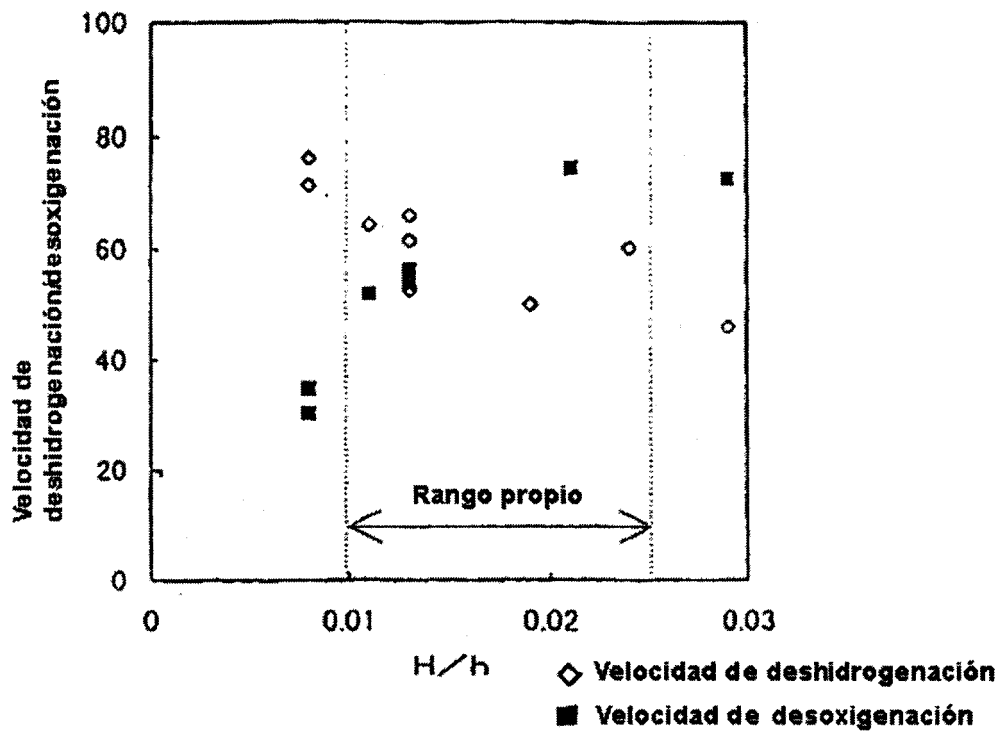


Fig. 5

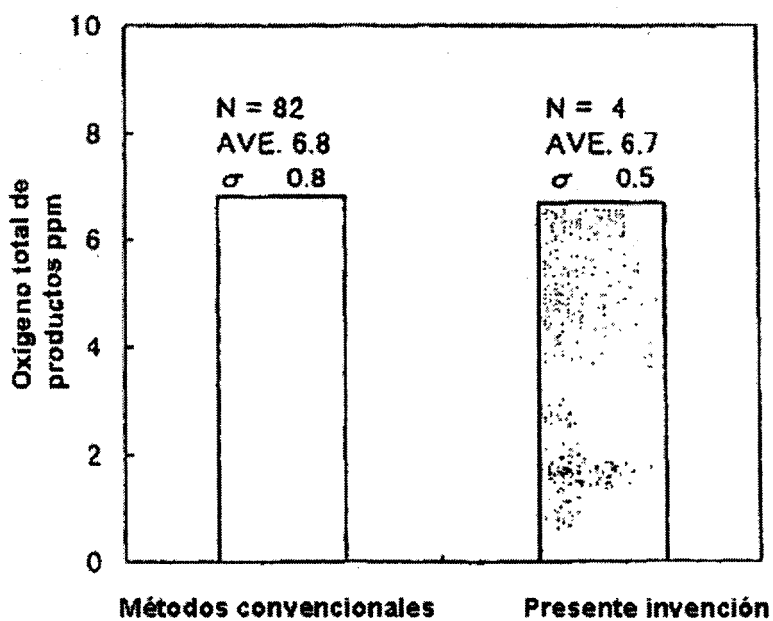


Fig. 6

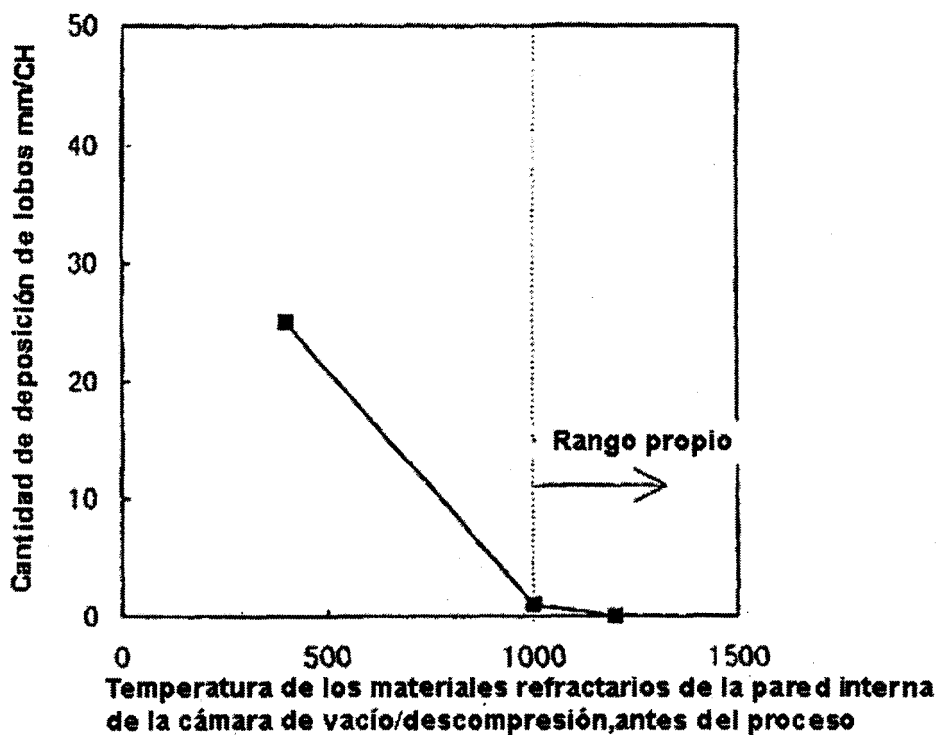


Fig. 7

