



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 305 122**

51 Int. Cl.:
G01N 15/12 (2006.01)
G01N 33/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **01984663 .3**
86 Fecha de presentación : **10.09.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1354188**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **22.10.2003**

54 Título: **Aparato para la detección y medición de partículas en metal fundido.**

30 Prioridad: **12.09.2000 US 231783 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.11.2008

73 Titular/es: **Heraeus Electro-Nite International N.V.**
Centrum Zuid 1105
3530 Houthalen, BE

72 Inventor/es: **Conti, Richard, F.;**
McCauley, William y
Kopansky, Gregory

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 305 122 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

Aparato para la detección y medición de partículas en metal fundido.

5 **Referencia cruzada con las solicitudes relacionadas**

La presente solicitud reivindica su prioridad sobre la solicitud de Patente provisional de EEUU N° 60/231.783, presentada el 12 de septiembre de 2000 y titulada "Aparato para la Detección y Medición de Partículas en Metal Fundido".

10 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere generalmente a un aparato para la detección y medición de partículas en metal fundido y, más particularmente, a un aparato mejorado que incluye un material de descenso del punto de solidificación que hace bajar la temperatura a la cual comenzaría normalmente a solidificar el metal fundido del que se toman muestras, permitiendo de este modo además que se tomen de un metal fundido en un periodo de tiempo más largo para mejorar la medición de partículas.

Los metales fundidos, particularmente el aluminio y el acero fundidos, se contaminan con frecuencia hasta cierto punto por las inclusiones no metálicas arrastradas que dan lugar potencialmente a una variedad de deficiencias o defectos en productos metálicos acabados resultantes. Más a menudo, un cierto tamaño o gama de tamaños de inclusiones no metálicas, tales como la alúmina dentro del lingote de extrusión profunda, se sabe que es perjudicial para las prestaciones del lingote de extrusión. El conocimiento de la cantidad de tales inclusiones sería beneficioso para la determinación de la aptitud para el servicio del producto acabado.

En la patente de EEUU No. 2.656.508 otorgada el 20 de octubre de 1953 a Wallace A. Coulter se describe un aparato para la detección eléctrica de la zona de partículas suspendidas en un líquido. En un aparato típico, se coloca un tubo que tiene una abertura en su pared dentro de un recipiente mayor. Una suspensión de electrolito líquido que contiene las partículas a detectar y medir se coloca en el recipiente y es inducida a fluir dentro del tubo a través de la abertura estableciendo un diferencial de presión de fluido entre el interior del tubo y el recipiente. Se fabrican tanto el recipiente como el tubo de un aislante, por ejemplo vidrio, y se establece una corriente eléctrica constante a través de la abertura. La presencia de una partícula en el líquido que atraviesa la abertura provoca un cambio en la resistencia eléctrica detectada en la abertura y la tensión eléctrica que produce la corriente constante varía directamente con el cambio de la resistencia cada vez que una partícula pasa a través de la abertura. Un circuito de detección determina el tamaño de las partículas que pasan a través de la abertura a partir del cambio en la resistividad causado por cada partícula, dependiendo esto del volumen de electrolito en la abertura desplazado por la partícula y de la resistividad del tipo de partícula. La información es amplificada y procesada por los circuitos electrónicos adecuados.

La patente EEUU No. 4.555.662 describe un método y un aparato para la detección y la medición en una muestra de metal fundido de partículas suspendidas de un tamaño mayor que el predeterminado cuyas conductividades eléctricas difieran de la suspensión de metal fundido. El aparato comprende un recipiente eléctricamente aislante que tiene un pequeño paso (típicamente 200 a 500 micras de diámetro) extendido a través del mismo; un par de electrodos dispuestos dentro y fuera del recipiente para establecer un camino de corriente entre ellos a través del metal fundido de la muestra y que pasa a través del pequeño paso; unos medios para hacer pasar una muestra de metal fundido a través del paso; y unos medios para hacer pasar una corriente eléctrica entre los dos electrodos a través del metal fundido dentro del camino de corriente y para detectar un cambio de tensión resultante del flujo de partículas a través del paso. El aparato incluye también unos medios para contar el número cambios de tensión durante un período de medición particular como representativo del número de partículas, y para medir la magnitud de cada uno de los cambios de tensión como representativos del tamaño de las partículas causantes de los cambios. El dispositivo descrito comprende un tubo de refractario con el pequeño orificio en su extremo inferior, el cual se sumerge en el metal fundido, por ejemplo en un canal a lo largo del cual fluye el metal fundido. Se coloca un electrodo dentro del tubo y otro en el exterior del tubo. Se hace pasar al metal fundido a través del pequeño orificio por medio de un diferencial de presión aplicado al tubo.

El principio de funcionamiento del aparato descrito en las dos patentes anteriormente identificadas se refiere generalmente a la medición de partículas no metálicas en aluminio fundido. Los dispositivos usados para la medición de partículas en aluminio fundido son inadecuados para su uso en el acero fundido debido a la gran diferencia en las temperaturas de proceso respectivas. Los contadores de partículas descritos evalúan comúnmente el aluminio fundido a una temperatura alrededor de 750°C, mientras que la temperatura de una medición para el acero estaría más cerca a cerca de 1550°C. No se puede asumir la simple sustitución por materiales más adecuados en los componentes del aparato. La disponibilidad de materiales que sean capaces de soportar tales temperaturas altas y sean estables a dichas temperaturas durante los periodos de tiempo relativamente largos necesarios para hacer unas mediciones significativas de partículas son limitados y también muy costosos.

La patente de EEUU N° 5.198.749 intenta tratar las numerosas diferencias en la construcción de aparatos debidas a la alta temperatura de proceso del acero y sus aleaciones y proporciona una estrategia de medición para superar la dificultad de los tiempos de medición relativamente largos a temperaturas altas. El dispositivo de la patente '749 comprende una sonda desechable de un solo uso que está conectada de manera desmontable a un miembro de soporte.

ES 2 305 122 T3

El carácter desmontable del dispositivo es campo común para los expertos en la técnica de los sensores desechables para el hierro fundido y la industria siderúrgica. La sonda comprende las configuraciones de electrodo y de orificio de los anteriores dispositivos más continuos y un inserto de limitación de chorro que sirve para ayudar a enfriar el metal entrante inmediatamente después de la inmersión de la sonda en el metal fundido. Una tapa fusible cierra el orificio antes de la inmersión de la sonda y la tapa está protegida por un protector fusible (casquillo de escoria) que permite que se haga pasar a la sonda a través de una capa de escoria superior sin que entre la escoria en el interior de la sonda. Un encapsulado de este tipo es también bien conocido por los expertos en la técnica de los sensores desechables en metal fundido. El relleno de la cámara interior con el metal fundido puede ser asistido por una presión reducida establecida dentro del tubo, o puede ser retardado por una presión positiva para mantener el número de Reynolds del flujo por debajo de 2000. La cámara interior, está dividida por un taladro estrecho en dos compartimentos de tal modo que cuando el metal entra y llena un compartimento se congele en el taladro de modo que no pueda entrar en el segundo compartimento, protegiendo la fuente de vacío, si se proporciona, y estableciendo una cantidad prescrita de metal que entra en la sonda.

Aunque el dispositivo de la patente 749 utilice el principio de unas mediciones desechables, con un corto plazo de aproximadamente 2 minutos para superar los problemas de las mediciones a largo plazo de altas temperaturas, la solución de la patente '749 ha introducido un nuevo conjunto de problemas. Un aparato de medición a corto plazo de la construcción anteriormente descrita no proporciona un tiempo adecuado para el precalentamiento de los componentes internos de la sonda. El metal fundido entrante es moldeado contra el material interior de la sonda que está próximo a la temperatura ambiente y se enfría rápidamente. La carencia de un precalentamiento adecuado da lugar a la solidificación prematura del metal fundido que entra en la cámara interior limitando de manera efectiva la cantidad de metal que se puede muestrear. La temperatura de solidificación de un material fundido es la temperatura a la cual una fase sólida comienza a precipitarse del líquido que se enfría. La diferencia entre la temperatura de proceso del metal fundido y la temperatura de solidificación se llama sobrecalentamiento. Un problema adicional se presenta cuando se destinan tales sondas para su inmersión en una artesa de colada de acero fundido durante la colada continua. La temperatura del acero fundido en la artesa de colada es generalmente del orden de 20-40°C por encima de la temperatura de solidificación del acero, proporcionando un sobrecalentamiento de 20-40°C. El acero líquido posee un bajo contenido de calor y una incapacidad de elevar la temperatura de las paredes de la cámara interior de la sonda para mantener una condición de muestreo libre de solidificación. La masa del propio aparato de muestreo enfría el metal líquido en la cámara durante el llenado por conducción térmica a porciones más frías de la sonda, limitando así la aplicación útil de tales sondas en los metales que tienen un sobrecalentamiento adecuado.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sensor de inclusiones para metales fundidos de tipo desechable que se sumerge en el metal fundido a una temperatura cercana a su temperatura de solidificación, una aplicación de bajo sobrecalentamiento, y detecta las inclusiones en el metal fundido por el método de la zona de detección eléctrica de la técnica anterior. La presente invención se caracteriza por una sonda que se sumerge en el metal fundido para la detección de las inclusiones, teniendo la sonda una disposición altamente termoaislante de la cámara interior y conteniendo la cámara interior uno o más aditivos que hacen bajar con eficacia la temperatura de solidificación del metal entrante.

La presente invención comprende un aparato para la detección de partículas no conductoras en un baño de metal fundido, específicamente de acero y de aleaciones de alto contenido en hierro. En la práctica, el metal fundido es bombeado a través de un orificio en una pared refractaria aislante eléctricamente para establecer un camino de corriente desde un depósito interno a través del orificio al baño de metal fundido. Se hace pasar una corriente a lo largo del camino de corriente. Los cambios de tensión, en forma de impulsos, se miden como indicación del paso de partículas suspendidas a través del orificio. El tamaño de los impulsos proporciona una indicación del tamaño de las partículas y el recuento del número de impulsos da la distribución de tamaños de las inclusiones no metálicas detectadas en el metal fundido.

La presente invención proporciona un aparato desechable para la detección y la medición de la concentración y la distribución de tamaños de las partículas suspendidas en el metal fundido por el método de la detección eléctrica de la zona que es operativo con relativa rapidez y tiene una masa de sensor mínima. En una realización, el(los) electrodo(s) de la cámara interna están situados a lo largo de la pared de la cámara de manera que el metal que entra en la cámara y que "forma pozo" encima del centro térmico de la cámara no es enfriado prematuramente por el electrodo. Conforme el metal llena la cámara fluye hacia arriba a través del centro térmico entrando entonces en contacto con las paredes y el electrodo donde se congela y solidifica. La presente invención puede emplearse durante una operación de proceso del metal fundido y es capaz de medir el metal cerca de su temperatura de solidificación. La presente invención incluye un aditivo para disminuir la temperatura de solidificación del metal en la cámara interior aleando el metal que entra con otro metal seleccionado, o metales seleccionados elegidos entre varios metales que se conocen para bajar la temperatura de solidificación del metal que entra aumentando con eficacia el sobrecalentamiento aparente y permitiendo un tiempo de medición efectivo más largo para la sonda.

Breve resumen de la invención

Expuesto brevemente, la presente invención comprende una sonda mejorada para su inserción en el metal fundido a fin de detectar y medir las partículas suspendidas en el mismo usando el método de detección eléctrica de zona. La sonda comprende un tubo interno generalmente sellado de un material eléctricamente aislado que forma una cámara de recepción de metal fundido. El tubo incluye al menos un orificio próximo a un extremo de inserción de la sonda

ES 2 305 122 T3

para permitir que el metal fundido fluya a la cámara. Un primer electrodo se extiende por el interior de la cámara para encajar el metal dentro de la cámara. Un segundo electrodo rodea al menos una porción del tubo interno para encajar el metal fundido fuera de la cámara. El primer y el segundo electrodos se pueden conectar a un dispositivo de medición para establecer un camino de corriente a través de los electrodos y que pasa a través del orificio y para
5 medir los cambios en el potencial eléctrico entre los electrodos producidos por el paso de partículas arrastradas en el metal fundido que pasa a través del orificio. Una envoltura externa de material resistente al calor rodea al menos una porción del segundo electrodo para proporcionar por tanto un aislamiento térmico. Un conducto de gas se extiende fuera del tubo interno para su conexión con una fuente de vacío a fin de crear un diferencial de presión entre el interior y el exterior del tubo interno a fin de facilitar el flujo de metal fundido a través del orificio. La mejora comprende un
10 material de descenso del punto de solidificación instalado dentro de la cámara para ser aleado con el metal fundido que entra en la cámara a fin de hacer bajar la temperatura de solidificación del metal fundido de la cámara y permitir a un tiempo más largo para la detección y medición de las partículas del metal fundido.

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

15 El resumen precedente, así como la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención, se entenderán mejor cuando se lean conjuntamente con los dibujos anexos. Con el fin de ilustrar la invención, en los dibujos se muestran unas realizaciones que se prefieren actualmente. Debería entenderse, sin embargo, que la invención no está limitada a las disposiciones e combinaciones exactas mostradas. En los dibujos:

20 la Fig. 1 es una vista en alzado transversal de una realización preferida de una sonda de acuerdo con la presente invención;

25 la Fig. 2 es una vista en alzado transversal ampliada del extremo del elemento de conexión de la sonda mostrada en la Fig. 1;

la Fig. 3 es una vista en alzado transversal ampliada del extremo de la inserción de la sonda mostrada en la Fig. 1; y

30 la Fig. 4 es un diagrama de fases que ilustra el efecto de la adición de un material preferido de descenso del punto de solidificación a la cámara de la sonda de la Fig. 1.

Descripción detallada de la invención

35 Haciendo referencia a las figs. 1-3, en ellas se muestra una realización preferida de una sonda 10 para detectar y medir las partículas suspendidas en metal fundido de acuerdo con la presente invención. La sonda 10 es generalmente alargada y cilíndrica e incluye un extremo de inserción 12 y un extremo 14 de elemento de conexión. El extremo 14 de elemento de conexión de la sonda se adapta para ser fijado a una estructura portante (no mostrada) de un tipo bien conocido para los expertos habituales en la técnica y empleado para insertar sondas de medición en el metal
40 fundido. No son necesarios otros detalles referentes a la estructura y al funcionamiento de la estructura portante para una comprensión completa de la presente invención.

La sonda 10 comprende un tubo interno 16 alargado termine de extremo cerrado, que se hace de un material eléctricamente aislante capaz de soportar las altas temperaturas presentes en un baño de acero fundido o de otro metal fundido. En la presente realización, el tubo interno 16 está formado de cuarzo. Sin embargo, los expertos habituales en la técnica apreciarán que se puede emplear alternativamente otros materiales en calidades que cumplan el requisito de ser eléctricamente aislantes y de resistir las altas temperatura. Como se muestra, el extremo de la inserción del tubo interno 16 es cerrado y el extremo del elemento de conexión está sellado por un miembro 18 de tapón o sello eléctricamente aislante adecuado, generalmente cilíndrico. El al miembro 18 de sello, que se hace preferiblemente de un material de polímero, se fija dentro del extremo abierto del tubo interno 16, utilizando preferiblemente un adhesivo adecuado 20 para formar un sello apretado estanco a los gases en el extremo del elemento de conexión del tubo interno 16. Aunque el miembro 18 de sello, hecho preferiblemente de un material de polímero, se apreciará por los expertos habituales en la técnica que se puede emplear alternativamente cualquier otro material adecuado capaz de formar un sello estanco al gas con el tubo interno 16 por sí mismo o conjuntamente con otros materiales de sellado, adhesivos o similares. Preferiblemente, el adhesivo 20 es un epóxido de grado comercial de un tipo adecuado para formular un sello con el cuarzo u otro material empleado en otros casos para formar el tubo interno 16. Se puede emplear
55 alternativamente otros adhesivos conocidos por los expertos habituales en la técnica.

El extremo de la inserción del tubo interno 16 forma una cámara de recepción 15 de metal fundido. Al menos un orificio 17 se extiende a través del tubo interno 16 próximo al extremo de la inserción para permitir que el metal fundido fluya al interior de la cámara de recepción 15 de metal fundido cuando se inserta la sonda 10 en el metal fundido. El orificio 17 es preferiblemente circular con un diámetro dentro del intervalo de 300 a 1000 micras. Los expertos habituales en la técnica apreciarán que el diámetro del orificio 17 podría ser mayor o menor, si se desea, y/o que el orificio 17 no tiene porque ser de forma circular. Preferiblemente, el tubo interno 16 tiene un espesor de pared de aproximadamente 1 milímetro. Sin embargo, los expertos habituales en la técnica apreciarán que el tubo interno 16
65 podría tener un espesor de pared más grueso o más fino, si se desea. El volumen de la cámara 15 de recepción de metal fundido variará para una medición concreta de una forma descrita más abajo.

ES 2 305 122 T3

Un conducto de gas 22, que en la presente realización comprende un miembro tubular por lo general cilíndrico, se extiende generalmente, a través del miembro 18 de sellado y por al menos una porción del tubo interno 16. El conducto 22 de gas se forma preferiblemente de un metal eléctricamente conductor, tal como acero. Sin embargo, se puede alternativamente emplear otros materiales conductores para la formación del conducto 22 de gas. Como se muestra en las Figs. 1 y 3, el conducto 22 de gas no extiende hasta el final del extremo de inserción del tubo interno 16.

Al menos uno y preferiblemente un par de miembros alargados 24 generalmente cilíndricos se fijan (mecánicamente y eléctricamente) al conducto 22 de gas (preferiblemente por soldadura autógena, soldadura de aportación u otra soldadura) y se extiende a lo largo del interior del tubo interno 16, terminando aproximadamente en el extremo de la inserción del tubo interno 16. Los miembros alargados 24 cilíndricos se forman de un material eléctricamente conductor y, conjuntamente con el conducto de gas 22 establecen un primer electrodo que se extiende en el la cámara de recepción 15 de metal fundido. Preferiblemente, los miembros cilíndricos alargados 24 se forman de un alambre de electrodo eléctricamente conductora de Mo, W, Fe, de alta temperatura de fusión o de algún otro material similar eléctricamente conductor de alta temperatura de fusión. De este modo, el primer electrodo se extiende efectivamente desde el extremo de la inserción del tubo interno 16 al extremo distal del conducto 22 de gas.

El tubo interno 16 está rodeado a lo largo de al menos una porción sustancial de su longitud por un miembro 26 eléctricamente conductor generalmente tubular. El miembro conductor tubular 26 está hecho preferiblemente de acero pero se puede utilizar alternativamente algún otro material conductor. La dimensión interna del miembro tubular 26 es al menos ligeramente mayor que la dimensión externa del tubo interno 16 de forma que un pequeño espacio anular 28 separa el miembro tubular 26 de la superficie externa del tubo interno 16. Al menos una porción sustancial del miembro tubular 26 está rodeada por una envoltura externa 30 formada a partir de un material resistente al calor para proporcionar el aislamiento térmico al miembro tubular 26 cuando se inserta la sonda 10 en el metal fundido. En la presente realización, la envoltura externa 30 está formada de arena revestida de resina que forma un enlace fenólico cuando se calienta. Sin embargo, se apreciará por los expertos habituales en la técnica que se podrían emplear alternativamente otros materiales aislantes.

Como se muestra mejor en la Fig. 3, una porción del miembro tubular 26 se extiende más allá de la envoltura externa 30, de tal modo que cuando la sonda 10 se inserta en el metal fundido, se expone al miembro tubular 26 directamente al metal fundido. El otro extremo del miembro tubular 26 se extiende más allá del extremo del elemento de conexión del tubo interno 16, como se muestra mejor en la Fig. 2. El miembro tubular 26 establece un segundo electrodo fuera del tubo interno 16. El extremo del elemento de conexión del miembro tubular 26 se fija al miembro de sellado 18 por un dispositivo de enclavamiento mecánico de un tipo bien conocido por los expertos habituales en la técnica. Cuando está encajado el dispositivo de enclavamiento con el miembro 18 de sellado, fija con eficacia entre sí el extremo del elemento de conexión del miembro tubular 26 y el extremo del elemento de conexión del tubo interno 16, permitiendo que se forme un espacio anular 28 entre los mismos. Se inserta un espaciador 34 entre el extremo de inserción del miembro tubular 26 y el tubo interno 16 para mantener el espacio anular 28 y prevenir que el extremo de inserción del tubo interno 16 oscile y ayudar a prevenir la fractura del tubo interno 16 durante el envío y la manipulación. Preferiblemente, el espaciador 34 comprende un anillo toroidal formado por un material de elastómero adecuado. Los expertos habituales en la técnica apreciarán que el miembro tubular 26 puede ser fijado al tubo interno 16 utilizando algún otro de conexión y que el espaciador 34 se puede hacer de algún otro material.

Como se muestra mejor en la Fig. 3, el extremo de inserción del tubo interno 16 está cubierto inicialmente por un casquillo 36 de escoria de metal y un casquillo de papel 38. El casquillo 36 de escoria de metal y el casquillo de papel 38 protegen el tubo interno 16 y particularmente, el orificio 17 de la contaminación mientras que se inserta la sonda 10 a través de la capa de escoria que cubre típicamente los metales fundidos durante el proceso. El casquillo 16 de escoria de metal está formado preferiblemente de acero o de algún otro material adecuado de un tipo bien conocido para los expertos habituales en la técnica.

En la práctica, el extremo 14 del elemento de conexión de la sonda 10 está adaptado para ser conectado temporalmente a una estructura portante adecuada (no mostrada) de un tipo bien conocido para los expertos habituales en la técnica y empleada comúnmente para insertar sondas de medición en el metal fundido. Un elemento de sellado 40 se emplea para proporcionar una conexión estanca a los gases entre el conducto 22 de gas y una válvula controlable 42. La válvula 42, a su vez, está conectada con una fuente 44 de vacío y una fuente 46 de gas de purga. Cuando la válvula 42 está en una primera posición, la fuente 44 de vacío está en comunicación de fluida a través del conducto 22 de gas con el tubo interno de tal modo que se crea un vacío dentro de la cámara de recepción 15 de metal fundido. La creación de un vacío dentro de la cámara 15, facilita el flujo de metal fundido a través del orificio 17 y a la cámara 15. Cuando la válvula 42 está en una segunda posición, el gas de la fuente 46 de gas de purga se suministra a través del conducto del gas 22 al interior del tubo interno 16 para imposibilitar el flujo de metal fundido o contaminados a través del orificio 17 y al interior de la cámara 15. El miembro 18 de sellado proporciona un área de acumulación para el adhesivo 20, un ajuste estanco a los gases para el conducto 22 de gas, unos medios de fijación para el miembro tubular 26 y un asiento de junta para el sello 40 de anillo toroidal. Aunque tales funciones sean realizadas por un solo componente debe entenderse que podrían utilizarse múltiples componentes, si se desea.

Cuando se conecta la sonda 10 a la estructura de soporte se establecen conexiones eléctricas directas entre el extremo del elemento de conexión del conducto 22 de gas (primer electrodo) y el extremo del elemento de conexión del miembro tubular 26 (segundo electrodo) y un dispositivo 48 externo de medición. El dispositivo 48 de medición es

de un tipo bien conocido para los expertos habituales en la técnica de usar el método de detección eléctrico de la zona para detectar y medir las partículas suspendidas en metal fundido. Cuando se inserta la sonda 10 en el metal fundido, el dispositivo 48 de medición establece un camino de corriente entre el primer y el segundo electrodos y que pasa a través del orificio 17 para medir los cambios en el potencial eléctrico entre el primer y el segundo electrodos que se producidos por el paso de partículas arrastradas en el metal fundido que pasa a través del orificio 17. Otros detalles referentes la estructura y al funcionamiento del dispositivo 48 de medición son bien conocidos para los expertos habituales en la técnica y se encuentran disponibles en otras fuentes, incluyendo las patentes anteriormente descritas que se entran aquí a título de referencia. Por consiguiente, no es necesaria una exposición detallada de la estructura y del funcionamiento del dispositivo 48 de medición para una comprensión completa de la presente invención.

Como se muestra mejor en la Fig. 3, se proporciona un material 50 de descenso del punto de solidificación dentro del extremo de inserción del tubo interno 16, próximo al orificio 17. En la realización actualmente preferida, el material de descenso del punto de solidificación 50 tiene preferiblemente forma de una bobina de alambre de constitución generalmente helicoidal. Sin embargo, se apreciará por los expertos habituales en la técnica que el material de descenso del punto de solidificación 50 podría tener alguna otra forma, tal como granular, o podría ser de de otra forma diferente, tal como tubular, en forma de disco o similares. En la realización actualmente preferida, el material 50 de descenso del punto de solidificación es cobre. Sin embargo, el material 50 de descenso del punto de solidificación podría ser algún otro material o combinación adecuada de materiales que tienen el efecto de hacer bajar la temperatura de solidificación del hierro o del acero. Tales materiales incluyen Al, Au, Be, C, Co, Ge, Mn, Ni, P, S, Sb, Si y Sn, así como otros elementos individuales, materiales o combinaciones de elementos o de materiales bien conocido para los expertos habituales en la técnica. Por consiguiente, debe entenderse claramente que aunque se utilice cobre en la realización actualmente preferida, el uso de cobre es solamente con fines de ilustración. Como apreciarán los expertos habituales en la técnica, los materiales 50 de descenso del punto de solidificación se alean con el metal fundido que entra en la cámara 15 a través del orificio 17 y la aleación resultante tiene una temperatura de solidificación que es más baja que la temperatura de solidificación del metal fundido que entra en la cámara 15. Puesto que los hilos 24 están cercanos a la pared del tubo interno 16, se previene el enfriamiento del metal líquido en el área de acumulación central.

La Fig. 4 ilustra el efecto de la adición del material 50 de descenso del punto de solidificación de cobre a la cámara 15. Por ejemplo, en un acero líquido que contiene 0,10% de carbono en disolución, la temperatura de solidificación sería aproximadamente 1528°C y este grado de acero podría ser continuamente fundido desde una artesa de colada a una temperatura de aproximadamente 1570°C. Con la presente realización, se agrega aproximadamente 10 g de cobre 50 a la cámara 15, la cual cuando estuviera llena contendría aproximadamente 100 g de acero muestreado. Durante la inmersión de la sonda 10 en el acero fundido, el cobre 50 de la cámara 15 se calienta rápidamente por la radiación térmica a través del tubo interno 16. Mirando el diagrama de FASES de la Fig. 4 en el eje horizontal inferior del gráfico se puede encontrar la mezcla en porcentaje de hierro y cobre, estando el cobre puro en el extremo de la izquierda del gráfico y el hierro puro en el extremo de la derecha. En el eje vertical se puede leer una temperatura que corresponde a un evento de fases que ocurre en una mezcla dada en porcentaje de peso de cobre y de hierro. Inicialmente, sin que haya acero en la cámara 15, el cobre se fundiría totalmente en la cámara 15 aproximadamente 1085°C, como se muestra encontrando las intersecciones de la línea de punto de solidificación para el cobre al 100% en el eje vertical izquierdo que corresponde a un cobre al 100%. Para los fines de este ejemplo, el acero que entra en la cámara 15 se considera que es hierro al 100%. Se encuentran fácilmente para los expertos en la materia tablas y gráficos disponibles para corregir las desviaciones correspondientes al acero respecto al hierro puro. Después de que entren 10 g de acero fundido en la cámara 15, considerando como aproximación que el 0,1% de acero al carbono de este ejemplo es esencialmente 100% Fe, encontrándose que la temperatura de solidificación para una mezcla al 50-50 de cobre y acero está ligeramente por encima de 1425°C. Después de que haya entrado bastante acero en la cámara 15 se alea acero con cobre para hacer bajar el porcentaje de cobre hasta el 15%, siendo la temperatura de solidificación de aproximadamente 1480°C. La adición de cobre o de otro material 50 de descenso del punto de solidificación baja la temperatura a la cual el metal fundido muestreado comenzaría normalmente a solidificar, permitiendo así que se muestree más metal fundido antes de que la cámara 15 se congele. Se puede apreciar que el descenso de la temperatura de solidificación resultante de la aleación de esta manera compensa la pérdida de calor por muestreo de metal fundido en la cámara 15. Las proporciones de un material o materiales de descenso del punto de solidificación al metal muestreado se determina por la construcción de la sonda, la cantidad de material a muestrear y el sobrecalentamiento del metal fundido en el momento del muestreo. Una ventaja adicional que se puede derivar de la selección cuidadosa del material 50 es que el calor de la disolución química puede ser exotérmico y por tanto causar un calentamiento del material fundido en la cámara 15 por la acción de mezclar el metal fundido y el material 50 de descenso del punto de solidificación.

En la práctica, se fija la sonda 10 a la estructura portante (no mostrada), de modo que el primer y el segundo electrodos estén conectados eléctricamente con el dispositivo de medición 48 y de este modo el conducto 22 de gas está en comunicación de líquido con la válvula 42. Inicialmente, la válvula 42 está en la segunda posición, de modo que un gas inerte de purga de la fuente 46 de gas de purga atraviese el conducto del gas 22, pasando al interior del tubo interno 16 y fuera del orificio 17. Se mide la presión del gas inerte de purga, se desconecta la válvula 42 y se mide el caudal de gas inerte que se escapa fuera del orificio 17 como disminución de la presión a lo largo del tiempo. La proporción de gas inerte que se escapa fuera del orificio 17 es proporcional al tamaño del orificio 17. Usando la presión inicial y la tasa de cambio de presión, se calcula el tamaño del orificio 17 para su uso posterior. La válvula 42 vuelve entonces a la segunda posición. Como la sonda 10 se inserta a través de una capa de escoria superior y en el metal fundido, se destruye el casquillo 38 de papel y el casquillo 36 de escoria de metal se derrite para exponer el extremo de inserción del tubo interno 16 y del miembro tubular 26 al metal fundido. Como el metal fundido ocupa el tubo interno 16, el orificio 17 se sella con eficacia causando un aumento en la presión de gas del gas de purga que se mide por el

ES 2 305 122 T3

instrumento externo (no mostrado). En este momento, se cambia la válvula 42 a la primera posición, de modo que la fuente del vacío 44 está en comunicación de fluido con el conducto 22 de gas y el interior del tubo interno 16 para crear con eficacia un vacío dentro de la cámara 15, haciendo de este modo que el metal fundido circule a través del orificio 17 y al interior de la cámara 15. Tan pronto como el metal fundido toque los hilos 24, se establece un circuito eléctrico completo y el dispositivo 48 de medición hace que circule la corriente entre los electrodos y pase a través del orificio 17 para medir los cambios de potencial eléctrico entre los electrodos producidos por el paso de partículas arrastradas en el metal fundido y que pasan por el orificio 17. El metal fundido que entra en la cámara 15 se alea con el material de presión 50 de descenso del punto de solidificación para hacer bajar la temperatura de solidificación del metal fundido que entra a fin de permitir de este modo que el proceso de detección y de medición continúe por un periodo de tiempo más largo que el que se permitiría de otra manera sin la presencia del material 50 de descenso del punto de solidificación. El proceso de detección y medición continúa hasta que la cámara 15 se llene de metal líquido y el nivel del metal líquido bloquee con eficacia el extremo de inserción del conducto 22 de gas para imposibilitar una presión adicional de vacío en la cámara 15. El método del bloqueo limita con eficacia que entre en la cámara 15 más material de muestra y proporciona de este modo unos medios para crear un volumen fijo predeterminado de metal muestreado sin añadir componentes adicionales absorbentes del calor. El conducto 22 de gas se espacia y se aísla térmicamente de todos los otros componentes de la sonda 10 del miembro de sellado 18 para que sigan estando más fríos y para que enfríen así adecuadamente el metal de la cámara al entrar en contacto con el mismo. La duración del tiempo en el que el gas de purga se alimenta en la cámara 15 se elige para permitir que se queme el casquillo de papel 38, la fusión del casquillo 36 de escoria y la fusión del material 50 de descenso del punto de solidificación antes de que el metal fundido fluya en la cámara 15. Debería apreciarse por los expertos habituales en la técnica que no es necesario que todo el material 50 de descenso del punto de solidificación esté derretido o totalmente derretido antes del comienzo del flujo entrante de metal fundido a través del orificio 17.

Se apreciará por un experto habitual en la técnica que el material de descenso del punto de solidificación particular empleado y la cantidad de material de descenso del punto de solidificación empleado variará para adaptarse a una aplicación concreta y a las condiciones químicas del metal fundido que se ensaye. También se apreciará que se puede variar el tamaño de la cámara 15 y la cantidad de metal fundido que entre en la cámara 15 variando la longitud del conducto 22 de gas y la longitud y el diámetro del tubo interno 16. El material de descenso del punto de solidificación permite que más metal atraviese el orificio 17 con un caudal generalmente continuo a través de todo el ciclo de medición proporcionando de este modo una medición más eficaz, más exacta de las partículas arrastradas.

A partir de cuanto antecede, se entenderá que la presente invención comprende una sonda mejorada para la detección y la medición de partículas suspendidas dentro de un metal fundido. Se apreciará por los expertos habituales en la técnica que se podrían hacer cambios en la realización descrita anteriormente sin salirse de los conceptos inventivos amplios de la misma. Se entiende, por tanto, que esta invención no se limita a las realizaciones particulares descritas, sino que está destinada a cubrir todas las modificaciones dentro del alcance de la presente invención según lo definido en las reivindicaciones anexas.

40

45

50

55

60

65

ES 2 305 122 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Una sonda para la inserción en el acero fundido o las aleaciones de alto contenido en hierro para detectar y para medir las partículas suspendidas en las mismas usando el método de la zona de detección eléctrica, comprendiendo la sonda (10):

- 10 - un tubo interno (16) generalmente sellado de un material eléctricamente aislante que forma una cámara (15) de recepción de metal fundido, incluyendo el del tubo (16) al menos un orificio (17) próximo a un extremo de inserción (12) de la sonda (10) para permitir el flujo de metal fundido al interior de la cámara (15);
- 15 - un primer electrodo (22; 24) que se extiende en la cámara (15) para encajar el metal dentro de la cámara,
- 20 - un segundo electrodo (26) que rodea al menos una porción del tubo interno (16) para encajar el metal fundido fuera de la cámara (15), siendo el primer y el segundo electrodos conectables a un dispositivo de medición (48) para establecer un camino de corriente a través de los electrodos y que pasa a través del al menos un orificio (17) y para medir los cambios en el potencial eléctrico entre los electrodos producidos por el paso de las partículas arrastradas con el metal fundido a través del orificio (17);
- 25 - una envoltura externa (30) de material resistente al calor rodeada de al menos una porción del segundo electrodo (26) para proporcionar de este modo un aislamiento térmico;
- un conducto de gas que se extiende fuera del tubo interno para la conexión a una fuente de vacío (44) a fin de crear un diferencial de presión entre el interior y el exterior del tubo interno (16) para facilitar el flujo de metal fundido a través del orificio (17);

30 **caracterizado** porque está presente dentro de la cámara (15) próximo al orificio (17) un material (50) de descenso del punto de solidificación para alearse con el metal fundido que entra en la cámara (15) a fin de hacer bajar la temperatura de solidificación del metal fundido en la cámara (15) y permitir un plazo más largo para la detección y la medición de las partículas en el metal fundido.

35 2. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, donde el material (50) de descenso del punto de solidificación se selecciona del grupo formado por Al, Au, Be, C, Co, Ge, Mn, Ni, P, S, Sb, Si, Sn y aleaciones de los mismos.

3. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, donde el material (50) de descenso del punto de solidificación tiene la constitución de un alambre de forma helicoidal.

40 4. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, donde el material (50) de descenso del punto de solidificación se derrite antes de que el metal fundido fluya al interior de la cámara (15).

45 5. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, en la que el conducto de gas está conectado inicialmente con una fuente (46) de gas de purga para hacer que el gas de purga fluya al interior de la cámara (15), al menos durante la inserción de la sonda (10) en el metal fundido, a fin de prevenir que el metal fundido fluya al interior de la cámara (15).

6. La sonda según lo indicado en la reivindicación 5, que comprende además una válvula (42) para conectar el conducto de gas con la fuente de vacío (44) o la fuente de gas de purga (46).

50 7. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, en la que el conducto de gas extiende dentro del tubo interno (16) por una distancia predeterminada para establecer la cantidad de metal que puede entrar en la cámara (15).

8. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, en la que el primer electrodo (22, 24) comprende el conducto de gas y al menos un hilo que se extiende desde el conducto de gas y al interior de la cámara (15).

55 9. La sonda según lo indicado en la reivindicación 1, en la que la dimensión interior del segundo electrodo (26) es mayor que la dimensión exterior del tubo interno (10) para crear un espacio anular (28) entre los mismos.

60 10. La sonda según lo indicado en la reivindicación 9, que comprende adicionalmente un miembro de espaciador (34) colocado dentro del espacio anular (28) próximo al extremo de inserción del segundo electrodo (26).

65 11. Un método para detectar y medir partículas en suspensión en el acero fundido o las aleaciones de un alto contenido en hierro usando una sonda (10) que incluye un tubo interno (16) generalmente sellado de un material eléctricamente aislado para establecer una cámara de recepción (15), incluyendo el tubo (16) un orificio (17) para permitir que el metal fundido fluya al interior de la cámara (15), extendiéndose un primer electrodo (20; 24) en la cámara para encajar el metal fundido dentro de la cámara (15), rodeando un segundo electrodo (26) al menos una porción del tubo interno (16) para encajar el metal fundido fuera de la cámara (15), rodeando una envoltura externa (30) de material resistente al calor al menos una porción del segundo electrodo (26) para proporcionar de este modo

ES 2 305 122 T3

aislamiento térmico y un conducto de gas que se extiende fuera del tubo interno (16), comprendiendo el método las etapas de:

- 5 - instalar un material (50) de descenso del punto de solidificación dentro de la cámara (15) próximo al orificio (17);
- conectar el primer y el segundo electrodos con un dispositivo de medición (48);
- 10 - conectar el conducto del gas a una fuente de vacío (44);
- instalar la sonda (10) en el metal fundido de tal modo que el metal fundido atravesase el orificio (17) y fluya al interior de la cámara (15);
- 15 - establecer con el dispositivo de medición (48) un camino de corriente a través de los electrodos y que pasa a través del orificio (17); y
- medir los cambios en el potencial eléctrico entre los electrodos producidos por el paso de las partículas arrastradas en el metal fundido a través del orificio (17).

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

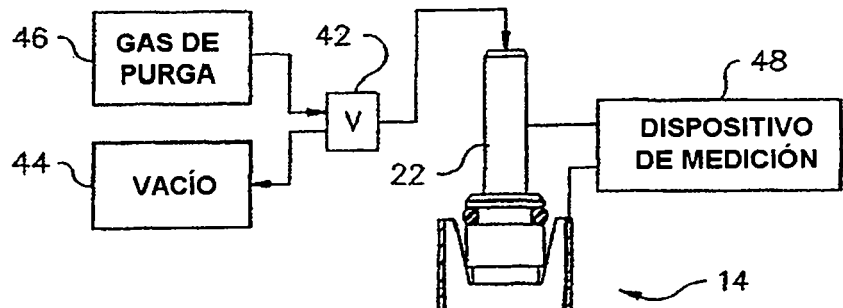


Fig. 1

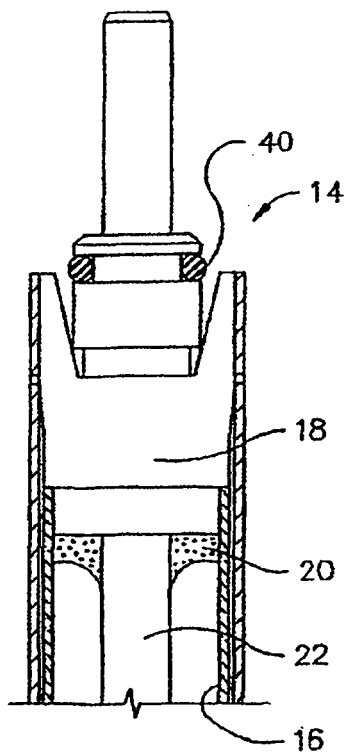


Fig. 2

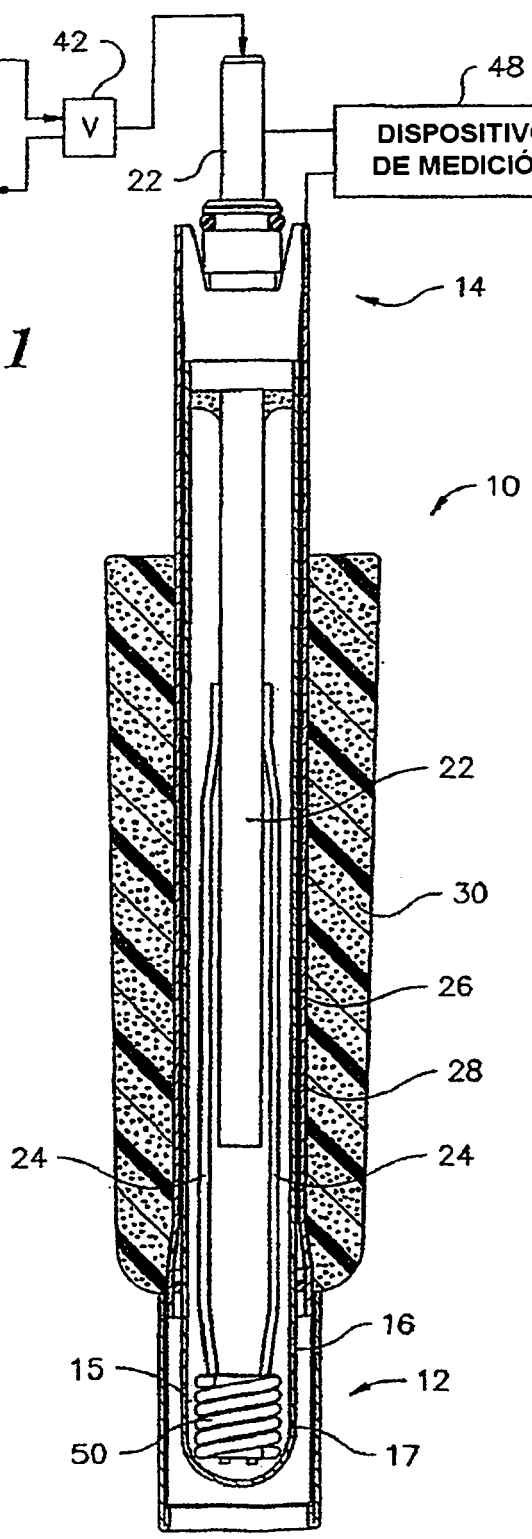
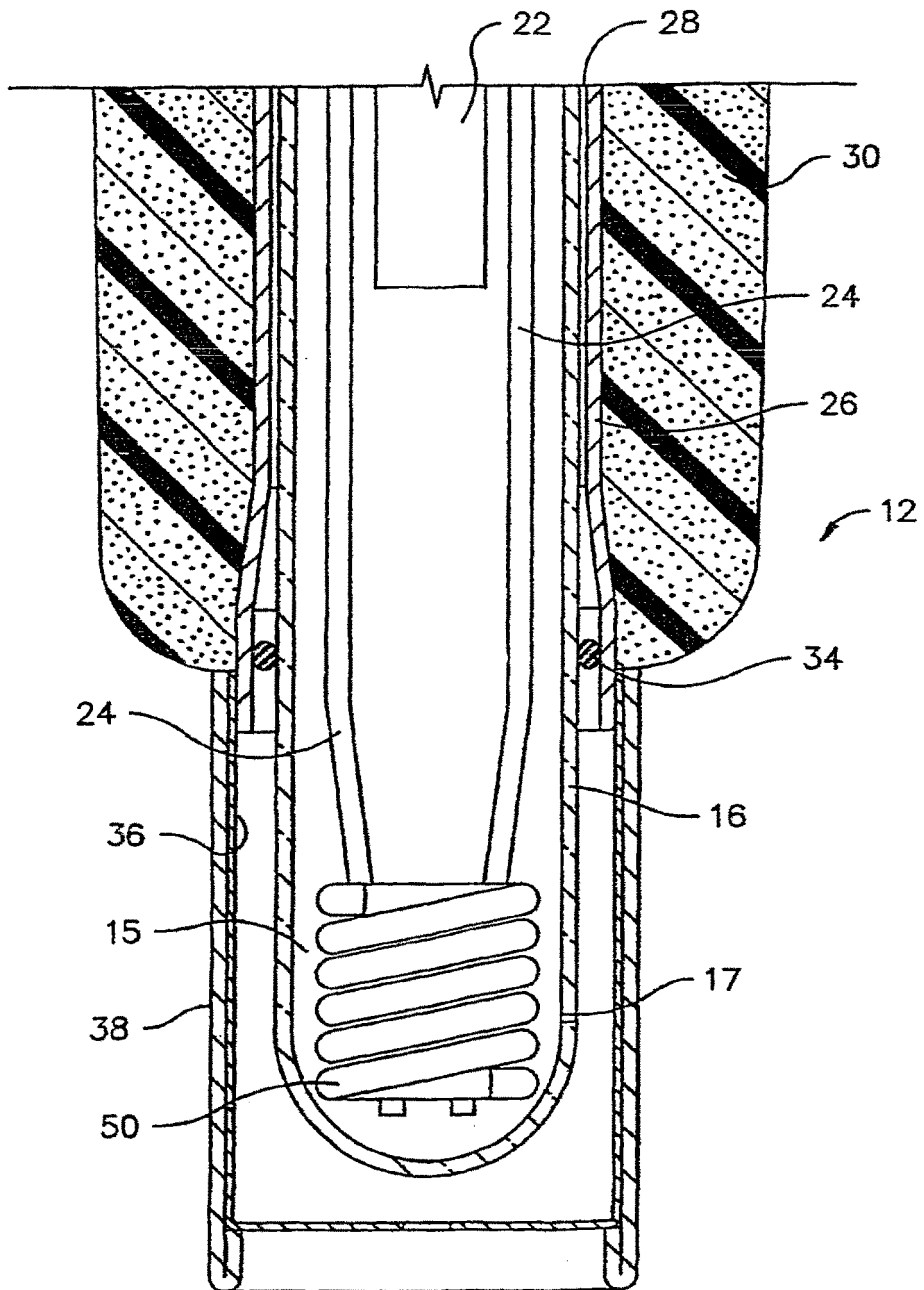


Fig. 3



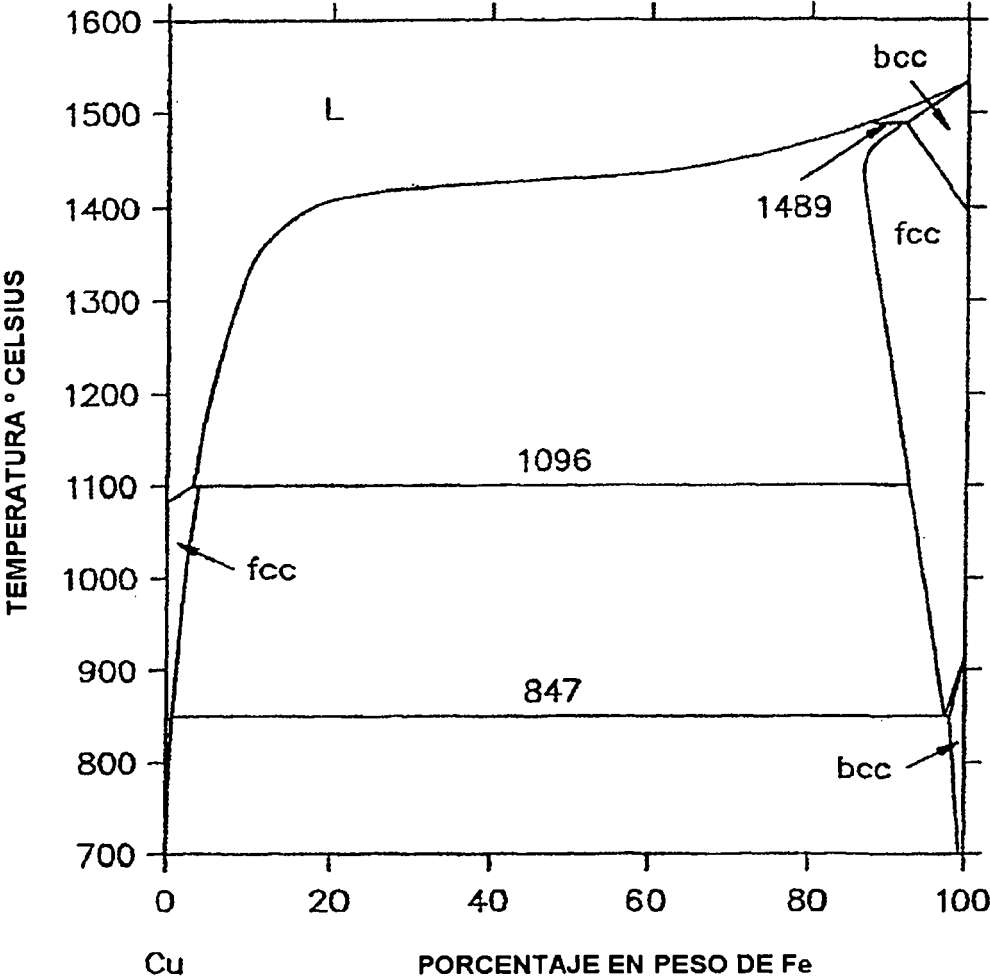


Fig. 4