



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 324 656**

51 Int. Cl.:
G01N 27/411 (2006.01)
G01N 33/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03780008 .3**
96 Fecha de presentación : **20.11.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1570260**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2005**

54 Título: **Sonda para la determinación de la actividad del oxígeno en masas fundidas metálicas y procedimiento para su producción.**

30 Prioridad: **26.11.2002 DE 102 55 282**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.08.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.08.2009

73 Titular/es: **Specialty Minerals (Michigan) Inc.**
30600 Telegraph Road
Bingham Farms, Michigan 48025, US

72 Inventor/es: **Merkens, Wihelm y**
Schmitz, Norbert

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 324 656 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

Sonda para la determinación de la actividad del oxígeno en masas fundidas metálicas y procedimiento para su producción.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una sonda para la medición de la actividad del oxígeno de masas fundidas metálicas, en particular masas fundidas de acero y a un procedimiento para producir esta sonda.

Antecedentes de la invención

El documento US 4 906 349 desvela una sonda genérica conocida. Esta sonda es parte de un cabezal de medición que va a sumergirse en una masa fundida metálica. Un tubo pequeño que sobresale del cabezal de medición está hecho de óxido de circonio estabilizado que, cuando se usa a altas temperaturas de fusión (aproximadamente 1500°C hasta 1800°C), es predominantemente conductor del oxígeno e insignificativamente conductor de electrones. El tubo pequeño está cerrado en el extremo saliente y en su interior se encuentra una sustancia de referencia en forma de una mezcla pulverulenta de cromo y óxido de cromo, que está conectado a un instrumento de medición mediante un conductor eléctrico. El instrumento de medición está conectado además a la superficie exterior del tubo mediante un contacto conductor de electrones con la (el baño de) masa fundida metálica y adicionalmente mediante la masa fundida metálica y, por tanto, mide la diferencia de potencial entre la superficie interior y exterior del tubo de manera que, teniendo en cuenta la temperatura, puede calcularse la actividad del oxígeno en la masa fundida. La actividad del oxígeno se corresponde con el contenido de oxígeno disuelto o presente de otro modo en la sustancia respectiva, por ejemplo una masa fundida metálica, particularmente una masa fundida de acero.

El principio de la medición de la actividad del oxígeno con tales sondas también se desvela en el artículo "Sauerstoffmeßsonde FOX für Stahlschmelzen" en la revista "Stahl und Eisen" 95 (1975), nº 22, página 1084.

De las patentes de EE.UU. 3 752 753 y 3 773 641 se sabe que sólo un tapón hecho de un electrolito sólido puede cementarse en el extremo abierto de un pequeño tubo refractario. La cara frontal exterior plana del tapón está en contacto con la masa fundida durante la medición.

Finalmente, se conocen realizaciones en las que un electrolito sólido está en forma de un recubrimiento sobre una clavija de soporte o sobre un pequeño tubo de soporte, como puede verse en el documento DE 28 33 397 A1. Estas sondas tienen un tiempo de reacción particularmente pequeño ya que el espesor del recubrimiento es inferior a 300 µm, y el equilibrio térmico y eléctrico se alcanza pronto.

Las sondas del tipo descrito se han convertido en estándar como elementos de medición para la actividad del oxígeno, especialmente para monitorizar el progreso del procedimiento de desoxidación con aluminio. Su función es bastante satisfactoria en el intervalo de niveles de oxígeno mayores, es decir de 100 ppm a 1000 ppm o más.

Sin embargo, se observó que la fiabilidad, la precisión, y especialmente la reproducibilidad de la medición, son pocos satisfactorias en el intervalo de bajos niveles de oxígeno de 1 ppm a 100 ppm.

El problema de la precisión también se trata en la patente de EE.UU. ya mencionada 4 906 349. Según este documento, las sondas que van a sumergirse en la masa fundida se limpian mecánicamente en su superficie exterior mediante decapado o granallado con arena con el fin de permitir la medición a la concentración de oxígeno de cero a 20 ppm con una mayor precisión y con un tiempo de respuesta mejorado.

La limpieza mecánica y química de la superficie que señala hacia la masa fundida de un electrolito sólido como óxido de circonio requiere un gasto adicional considerable debido a que es un material muy duro y resistente.

Uno de los objetos de la invención es mejorar la funcionalidad de las sondas a bajas concentraciones de oxígeno sin gasto adicional y sin riesgo de mediciones poco fidedignas.

Resumen de la invención

Este objeto se logra mediante un desarrollo adicional de la sonda conocida, en la que la superficie de entrada del electrolito sólido está recubierta de una disposición de láminas funcionales. Una disposición de láminas en este sentido puede ser una única lámina o [un par de] varias láminas localizadas una sobre la otra que ejercen una función particular cuando se sumergen en la masa fundida.

La expresión "lámina" en el presente contexto se va a considerar como lo opuesto a un recubrimiento. Un recubrimiento se aplica a un soporte y sólo de esta forma gana cohesión como un agregado bidimensional de material. La lámina es una estructura de material bidimensional autoportante similar a una hoja, por ejemplo un metal laminado fino, que, a diferencia de un recubrimiento, también forma una unidad sin un soporte particular y aparece como un artículo moldeado plano de pequeño espesor que es esencialmente uniforme en toda la superficie.

ES 2 324 656 T3

La lámina puede tener diversas funciones. Los problemas de la medición a bajas concentraciones de oxígeno pueden explicarse en parte por el hecho de que, al sumergir la sonda en la masa fundida, sobre la superficie de la sonda se arrastra oxígeno de la vecindad, y entonces también se mide. Este error se vuelve considerable si el nivel de oxígeno de la masa fundida es particularmente bajo.

5

La lámina previene el arrastre de oxígeno de, por ejemplo, el aire circundante sobre la superficie de la sonda durante su inmersión en la masa fundida.

Otra función de la lámina puede ser la influencia en la humectabilidad de la superficie de entrada por la masa fundida. Tales errores de medición pueden reducirse si la lámina está hecha de un material tal que no impide la migración de los iones oxígeno de la masa fundida al electrolito sólido y, al mismo tiempo, bajo la influencia de la masa fundida durante la fusión tiene un efecto ventajoso en la humectabilidad.

La disposición de láminas como un todo y especialmente sus láminas individuales deben ser flexibles de manera que puedan seguir fácilmente la forma de la superficie de entrada del electrolito sólido y puedan ajustarse a él en estrecho contacto. La disposición de láminas sólo debe poseer correspondientemente una pequeña rigidez mecánica.

Principalmente se conoce proporcionar la superficie de entrada del electrolito sólido de una sonda del tipo tratado de una cubierta.

20

En la patente de EE.UU. 4 342 633, por ejemplo, un tubo pequeño de un electrolito sólido está provisto de una pantalla protectora de un acero de bajo carbono que es para reducir el choque de temperatura cuando la sonda se sumerge en la masa fundida metálica cuya pantalla protectora puede empujarse por el tubo pequeño. La pantalla protectora rodea la sonda y ella misma tiene la forma de un tubo pequeño que está ajustado a la sonda y que puede deslizarse por la sonda con un ajuste apretado. El tubo pequeño de acero, es decir, la pantalla protectora, a diferencia de una lámina, tiene una estabilidad inherente. Este ajuste apretado es difícil de lograr ya que los tubos pequeños del electrolito sólido sólo pueden producirse con algo de tolerancia en la periferia exterior. No puede conseguirse un contacto estrecho de la periferia interior del tubo pequeño de acero con la periferia exterior. El aire y el oxígeno siempre permanecerán en el intersticio entre el electrolito sólido y la pantalla protectora y afectarán la medición a bajos niveles de oxígeno en la masa fundida. La disposición dada en la patente de EE.UU. 4 342 633 tiene el fin de la protección térmica y no puede satisfacer el fin de la invención.

Las publicaciones japonesas JP 56100353 A2, JP 56100354 A2 y JP 56092450 A2 desvelan recubrimientos de la sonda del electrolito sólido que mejoran el comportamiento de medición de la sonda en el acero fundido. En el documento JP 56100353 A2 se presenta un recubrimiento con un metal como Fe, Cu, Ni, Mg, Al o un óxido metálico como MgO, Al₂O₃ o similar hecho mediante vaporización, pulverización, sedimentación iónica u otro procedimiento. Del documento JP 56100354 A2 se sabe que el cubrir el electrolito sólido con un polvo de óxido metálico como MgO, Al₂O₃ o similar en un aglutinante orgánico da como resultado una transferencia de calor acelerada y una velocidad de reacción del procedimiento mejorada. El documento JP 56092450 A2 enseña una actividad del oxígeno de aproximadamente 35 ppm, por tanto, se menciona un intervalo de nivel bajo. En el documento JP 56092450 A2 se describe un recubrimiento de una mezcla de un polvo metálico y un aglutinante orgánico para mejorar la humectabilidad de la sonda del electrolito sólido a través del acero fundido. Entre la sonda y el acero no va a establecerse ninguna capa de aislamiento térmico. Esto reducirá el tiempo de reacción del dispositivo.

Las cubiertas en forma de recubrimientos necesitan un aparato costoso adicional y poseen el riesgo de exfoliarse de la superficie del electrolito sólido al sumergirlas en

En la patente de GB 1594223 se desvela un procedimiento y un aparato para la determinación de la concentración de hidrógeno presente en una sustancia que comprende monitorizar la f.e.m. generada entre la sustancia y un material de referencia que están separados entre sí por un electrolito deslizante que comprende hidruro metálico, en el que el electrolito se precinta de la atmósfera antes de uso, y el precinto se quita al introducir el electrolito en la sustancia. El precinto puede estar constituido por una lámina metálica colocada en su lugar por un adhesivo. El fin de la lámina es proteger el hidruro metálico del material de referencia de la atmósfera.

La disposición de láminas puede tener al menos una lámina oxidable por oxígeno en la masa fundida metálica y puede estar constituida, por ejemplo, por un material de aluminio. Otros materiales que pueden usarse como lámina oxidable son, entre otros, por ejemplo, titanio, estaño, magnesio, porque son fácilmente oxidables.

Una lámina tal se funde instantáneamente al ponerla en contacto con la masa fundida caliente y reacciona con el oxígeno que puede haberse arrastrado a la superficie de la sonda durante la inmersión en la masa fundida. Por tanto, este oxígeno ya no puede falsear la medición.

La disposición de láminas puede tener al menos una segunda lámina funcional que cubra o solape al menos en parte la primera lámina en su cara exterior o interior.

65

Puede ser ventajoso que, cuando se funde el material de la segunda lámina, se potencie la humectabilidad de la superficie de entrada del electrolito sólido en contacto con la masa fundida de manera que el electrolito sólido tendrá un contacto uniforme con la masa fundida.

ES 2 324 656 T3

Una lámina con una función tal puede hacerse de un material de cobre. Ejemplos adicionales del material de la segunda lámina son Pb, Ag, Zn, Sn, Au, Pt, Bi, Mg.

5 En el caso de que el electrolito sólido se proporcione en forma de un trozo similar a un tapón de material fuertemente fijado en el extremo abierto de un tubo pequeño refractario y que tenga una pared frontal sustancialmente plana dirigida hacia la masa fundida cuando se sumerge, la disposición de láminas puede extenderse enfrente de esta pared frontal, cubriéndola de la masa fundida en los primeros momentos de la inmersión.

10 En los casos en los que el electrolito sólido sea un recubrimiento sobre una clavija de soporte o un tubo de soporte pequeño, la primera disposición cubre todas las partes del electrolito sólido que de otra forma estarían en contacto directo con el metal fundido durante el tiempo de inmersión.

15 Si el electrolito sólido, como se prefiere, se proporciona en forma de un tubo pequeño que va a sumergirse en la masa fundida y está cerrado en el extremo que va a sumergirse, la disposición de láminas en la parte que va a sumergirse del tubo pequeño rodea ajustadamente su periferia exterior, que significa que la parte cilíndrica de la periferia exterior, y también la parte semiesférica, cierran el tubo.

20 Un desarrollo adicional importante de la invención implica medios para mantener la disposición de láminas en estrecho contacto con la superficie de entrada del electrolito sólido.

Los medios son medios mecánicos que presionan la disposición de láminas por el exterior en estrecho contacto con la superficie de entrada del electrolito sólido.

25 La presión puede tener lugar esencialmente de forma uniforme sobre la superficie, particularmente mediante medios elásticos. Una realización simple de este tipo que ya se ha probado en la práctica es un manguito elastomérico que rodea ajustadamente la disposición de láminas sobre la superficie exterior del tubo pequeño.

30 Este manguito puede tener un primer diámetro mayor que la disposición de láminas colocada alrededor del tubo pequeño y puede contraerse en su diámetro radial sobre la disposición de láminas después de deslizarse sobre ella longitudinalmente.

35 Esto puede efectuarse en la práctica porque el manguito está hecho de un material con una memoria de forma termoactiva, es decir, un material que puede deformarse permanentemente y que bajo el efecto del calor vuelve a su forma y dimensiones originales.

40 La invención también tiene un aspecto de procedimiento según el cual el tubo pequeño está ajustadamente rodeado por una disposición de láminas funcionales en su superficie periférica, en el que sobre la disposición de láminas localizadas sobre el tubo pequeño se desliza longitudinalmente un manguito elastomérico, después de lo cual el manguito se contrae sobre la disposición de láminas provocando una presión radial y un contacto estrecho entre la disposición de láminas y la superficie de entrada del electrolito sólido.

Puede usarse un manguito hecho de un material con memoria de forma y entonces el manguito se calienta para contraerlo cuando está en la posición de deslizamiento.

45 La siguiente descripción no limitante, junto con las figuras adjuntas, se proporciona para enseñar y exponer más específicamente realizaciones particulares de la presente invención como se prevén en este documento. Sin embargo, sólo son para fines ilustrativos, y aquellos expertos en la materia deben entender que pueden hacer diversos cambios, sustituciones y alteraciones en este documento sin apartarse del alcance de la invención en su forma más amplia.

50 Descripción detallada de la invención

Las realizaciones preferidas de la invención se ilustran en las figuras adjuntas.

55 La fig. 1 muestra una sección longitudinal de la parte inferior de una sonda;

la fig. 2 muestra una sección transversal a lo largo de la línea II-II en la fig. 1;

la fig. 3 muestra una sección longitudinal análoga de una segunda realización;

60 la fig. 4 muestra una sección transversal a lo largo de la línea IV-IV en la fig. 3.

las fig. 5 a 8 muestran secciones longitudinales análogas a la fig. 1 en una escala reducida.

65 La sonda que se denomina en lo sucesivo como una totalidad por el número 100 en la fig. 1 tiene un tubo 1 pequeño que tiene una superficie 1' exterior cilíndrica que está aproximadamente semiesféricamente cerrada en el extremo inferior. Está hecha de un electrolito 11 sólido que a altas temperaturas es predominantemente conductor de iones oxígeno y despreciablemente conductor de electrones y que en esta realización está hecho de ZrO_2 estabilizado con MgO . La sustancia 2 de referencia es una mezcla pulverulenta de cromo y óxidos de cromo y está localizada en

ES 2 324 656 T3

la parte inferior del tubo 1 pequeño. La superficie 12 interior del electrolito 11 sólido está en la parte del vértice del extremo 1' inferior en contacto eléctricamente conductor con un alambre 3 de contacto que lleva a un instrumento de medición tal como un voltímetro. La superficie exterior del extremo 1' inferior se denomina en lo sucesivo con el número 13. En la práctica, el tubo 1 pequeño tiene un diámetro exterior de aproximadamente 5 mm y una longitud total de aproximadamente 30 mm. Sólo la parte inferior se muestra en la fig. 1. El tubo 1 pequeño junto con un termopar para medir la temperatura de la masa fundida metálica en la vecindad inmediata de la sonda (como dentro de un intervalo de 1 a 10 mm) y un contacto del baño, preferentemente hecho de un metal de alto punto de fusión, está fijado en un cabezal de sonda (no mostrado en las figuras) que se sumerge en la masa fundida metálica en el extremo de una lanza. El contacto del baño también está acoplado al instrumento de medición. La sustancia 2 de referencia tiene una actividad del oxígeno conocida. La actividad del oxígeno de la masa fundida depende de su contenido de oxígeno. Esto da como resultado una diferencia de potencial entre la superficie interior y exterior del tubo pequeño que se mide mediante los instrumentos de medición y calcula la actividad del oxígeno de la masa fundida metálica.

El tubo 1 pequeño en su área de la superficie periférica exterior constituye una superficie 4 de entrada para los iones oxígeno de la masa fundida.

La superficie 4 de entrada está ajustadamente envuelta por una disposición 10 de láminas, que en la realización de la fig. 1 es mediante una única lámina 6 hecha de un material de aluminio. En esta realización, la única lámina 6 está envuelta una vez alrededor del tubo 1 pequeño. Los extremos se solapan ligeramente en la posición 7 en la fig. 2, de manera que toda la superficie del tubo 1 pequeño está cubierta. En el extremo inferior, la lámina 6 está plegada alrededor de la superficie 13 de manera que la superficie exterior completa del tubo 1 pequeño está oculta.

La lámina 6 está rodeada por un manguito 8 que está hecho de un material elastomérico, que en la realización de la fig. 1 está cerrado en su extremo 8' inferior similarmente al tubo 1 pequeño. El manguito 8 tiene al principio un diámetro interior cilíndrico ligeramente mayor al diámetro exterior de la lámina 6 envuelta alrededor del tubo 1 pequeño. En este estado, el manguito 8 puede arrastrarse o deslizarse sobre la lámina 6 sobre toda su longitud y luego está cubriendo la lámina 6 y el tubo 1 pequeño en su extensión total, incluyendo el extremo 1' inferior. El manguito 8 está constituido por un material con memoria de forma. Se ha sometido a un pretratamiento en forma de una dilatación radial, que ha llevado a una expansión permanente. Si se calienta, tiende a volver a su diámetro original. Por tanto, el manguito 8 puede contraerse mediante calentamiento, de manera que se forma una tensión circunferencial en el manguito 8 que lleva a una presión radial sobre la lámina 6, que lleva a la lámina 6 a un contacto estrecho con la superficie 4 de entrada, es decir, la superficie exterior del tubo 1 pequeño. En las fig. 1 y 2, la sonda 100 se muestra en su estado listo para funcionamiento después de la contracción del manguito 8.

La presencia de la lámina 6 en contacto estrecho con la superficie 4 de entrada del tubo 1 pequeño tiene como consecuencia de que con la inmersión de la sonda 100 en la masa fundida metálica no puede pegarse oxígeno del aire ambiente a la superficie 4 de entrada formada por las superficies 1'', 13 exteriores y así arrastrarse a la masa fundida y afectar la medición de la actividad del oxígeno. Éste sería el denominado oxígeno no deseado. Sin embargo, la intención es medir sólo el oxígeno en la masa fundida. Inmediatamente después de sumergir la sonda 100 en la masa fundida, el manguito 8 se consume. Sin embargo, la cantidad resultante de carbono y de oxígeno consumida por la reacción de carbono-oxígeno respectiva es tan baja que la medición del oxígeno, incluso si es para una concentración de oxígeno inferior a 100 ppm, está afectada de una forma despreciable. Además, el monóxido de carbono y/o el dióxido de carbono no se pegan al tubo 1 ya que la lámina 6 previene esto. Después de la desaparición del manguito 8, la lámina 6 es oxidada por oxígeno no deseado en la proximidad de la superficie 4 de entrada. Por tanto, la lámina 6 está en un sentido atrapando el oxígeno introducido no deseado consumiéndolo cuando se oxida. Como resultado, la medición de la actividad del oxígeno de la masa fundida no está influida por efectos externos. Debido a la masa muy baja de la lámina 6, la lámina que no se oxida se disuelve inmediatamente en la masa fundida y, por tanto, la siguiente medición no está afectada.

Siempre que en las sondas adicionales estén presentes partes equivalentes funcionales, éstas se mencionan mediante los mismos números que en la sonda 100 de la fig. 1 y 2.

La sonda 200 se diferencia de la sonda 100 en que la disposición 20 de láminas en este caso es de dos capas. Hay una lámina 6 exterior radial hecha de un material de aluminio y una lámina 9 interior radial hecha de un material de cobre. Si la lámina 9 interior radial se pone en contacto con la masa fundida metálica después de la desaparición del manguito 18 y la lámina 6, mejora la humectabilidad de la superficie 4 de entrada. Las láminas 6 y 9 están dispuestas en capas la una sobre la otra sobre toda la superficie. Pueden laminarse o colocarse sueltas la una sobre la otra. La disposición 20 de láminas cubre la parte 1'' cilíndrica, además del área 13 localizada en el extremo 1' inferior del tubo 1 pequeño.

A diferencia del manguito 8, en la fig. 3 el manguito 18 no está cerrado en el extremo inferior, sino que simplemente está constituido por una longitud de corte del manguito, que se extiende ligeramente sobre la parte 1' inferior del tubo 1 pequeño. El manguito 18 se contrae después de deslizarlo sobre el tubo 1 pequeño y la disposición 20 de láminas. Se consigue la configuración como se muestra en la fig. 3, en la que la parte 18' saliente, que puede contraerse libremente, se ha contraído a un diámetro significativamente más pequeño, dejando solamente un pequeño canal 18'' interior que está abierto hacia fuera. Sin embargo, en la parte superior de la fig. 3, el manguito 18 no puede contraerse libremente, sino que forma una tensión circunferencial que presiona radialmente la disposición 20 de láminas con la superficie exterior del tubo 1 pequeño. Esta realización también satisface la función del contacto estrecho de la disposición 20 de

ES 2 324 656 T3

láminas con la superficie 1", 13 exterior del tubo pequeño del electrolito sólido y es más económica que un manguito 8 cerrado.

Es obvio que las disposiciones 10, 20 de láminas puede envolverse alrededor del tubo 1 pequeño varias veces.

Para una mejor visibilidad, el espesor de las láminas 6, 9 y los manguitos 8,18 se ha mostrado exagerado. En la práctica, las láminas tienen un espesor de aproximadamente 0,001 a 0,05 mm. El manguito 8, 18 contraíble puede tener un espesor de pared de aproximadamente 0,2 a 0,5 mm.

Las explicaciones anteriores también son válidas para las realizaciones adicionales de la invención según la fig. 5 a 8.

La sonda 300 de la fig. 5 no tiene electrolito 11 sólido como en la fig. 1 a la fig. 3 en forma de un tubo pequeño cerrado en un extremo, sino que tiene un tapón 21, que está ajustadamente montado en el extremo abierto de un tubo 22 refractario. El tapón 21 tiene una cara 23 frontal formada esencialmente plana que forma un plano perpendicular al eje del tubo 22. Una disposición 10 de láminas hecha a partir de una única lámina como en la realización según la fig. 1 se extiende enfrente de la cara frontal. No se ilustra el solapamiento de los bordes longitudinales de la lámina. De la parte trasera del tapón 21 opuesta a la cara 23 frontal, la sustancia 2 de referencia se proporciona en forma de un disco. La lámina 6 cubre la cara 23 frontal y también una parte de la periferia cilíndrica del tubo 22 de manera que la parte de la sonda 300 que está sumergida en la masa fundida metálica está completamente cubierta por la lámina 6.

El manguito 8 cerrado en su extremo inferior en la fig. 5 se ha contraído sobre la periferia exterior de la lámina 6 en la parte cilíndrica, además de en la parte inferior enfrente de la cara 23 frontal. El manguito tiene las mismas características y funciones que el manguito 8 en la fig. 1 y 2.

La sonda 400 de la fig. 6 tiene un soporte en forma de una clavija 24 hecha de material refractario. Un recubrimiento 27 de una sustancia 2 de referencia se proporciona sobre la circunferencia exterior del extremo saliente de la clavija 24. El propio recubrimiento 27 está cubierto por un recubrimiento 25 de un electrolito sólido. No se ilustra el contacto de la sustancia 2 de referencia y el electrolito 11 sólido al dispositivo de medición. Los recubrimientos 25 y 27 cubren completa y ajustadamente dicho extremo de la clavija 24. Los recubrimientos están cubiertos completamente por una disposición 10 de láminas que de nuevo sólo tiene una lámina 6. Se ha contraído un manguito sobre la circunferencia exterior completa de la disposición de láminas. El manguito 8 está cerrado en su extremo inferior y tiene las mismas características que el manguito 8 de la fig. 1 y 2.

Sin embargo, la sonda 500 de la fig. 7 tiene una sustancia 2 de referencia y un electrolito 11 sólido como recubrimientos 27 y 25, respectivamente, sobre la circunferencia exterior de un tubo 26 refractario, que está cerrado en un extremo y en este caso se usa en lugar de la clavija 24 refractaria de la fig. 6. Los recubrimientos 27 y 25 están cubiertos por una disposición 10 de láminas con sólo una lámina 6 en la que los recubrimientos estarán en contacto con la masa fundida metálica. Toda la circunferencia exterior de la disposición de láminas se cubre de nuevo y se mantienen juntas por un manguito 8 contraído a ella.

Se prefieren las realizaciones con un manguito debido a la mejor protección de la superficie de entrada contra el arrastre de oxígeno durante la inmersión en la masa fundida.

ES 2 324 656 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una sonda (100, 200, 300, 400, 500) para la medición de la actividad del oxígeno de masas fundidas metálicas, en particular masas fundidas de acero,
- que comprende una sustancia de referencia (2) de actividad del oxígeno conocida en contacto eléctricamente conductor (3) con un dispositivo de medición;
- 10 que comprende un electrolito sólido predominantemente conductor de iones oxígeno e insignificamente conductor de electrones a altas temperaturas y que separa la sustancia de referencia (2) de la masa fundida metálica y que tiene una superficie de entrada (4) para los iones oxígeno que está en contacto con la masa fundida metálica,
- y que comprende una cubierta para la superficie de entrada (4) de la sonda lista para funcionar,
- 15 **caracterizada** porque la cubierta está en forma de una disposición de láminas (10, 20) y porque la sonda comprende medios mecánicos que presionan la disposición de láminas (10, 20) por el exterior en contacto estrecho con la superficie de entrada (4).
- 20 2. Una sonda según la reivindicación 1, en la que la disposición de láminas (10, 20) comprende al menos una lámina (6) oxidable por el oxígeno arrastrado dentro de la masa fundida durante la inmersión.
3. Una sonda según la reivindicación 2, en la que la lámina (6) está hecha de al menos uno del grupo de material de aluminio, titanio, estaño o magnesio.
- 25 4. Una sonda según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la disposición de láminas (20) comprende una primera lámina (6) y al menos una segunda lámina (9) que cubre al menos parcialmente la primera lámina sobre su cara interior o exterior.
- 30 5. Una sonda según la reivindicación 4, en la que el material de la segunda lámina (9) está hecho de Cu, Pb, Ag, Zn, Sn, Au, Pt, Bi, Mg, que, cuando se funde debido al contacto con la masa fundida metálica, potencia la humectabilidad de la superficie de entrada (4) del electrolito sólido (11).
- 35 6. Una sonda según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el electrolito sólido se proporciona en forma de un recubrimiento sobre una clavija de soporte o un tubo de soporte pequeño y en la que la disposición de láminas (10, 20) rodea total y ajustadamente la periferia exterior del electrolito sólido.
- 40 7. Una sonda según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el electrolito sólido se proporciona en forma de un tubo pequeño (1) que está sumergido en la masa fundida metálica y está cerrado en el extremo que va a sumergirse y la sustancia de referencia (2) está situada en el interior del tubo pequeño y la disposición de láminas (10, 20) rodea total y ajustadamente la periferia exterior del tubo pequeño (1).
- 45 8. Una sonda según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que dichos medios presionan la disposición de láminas (10, 20) contra la superficie de entrada de forma esencialmente uniforme.
9. Una sonda según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que dichos medios presionan la disposición de láminas (10, 20) contra la superficie de entrada (4) elásticamente.
- 50 10. Una sonda según la reivindicación 9, en la que dichos medios comprenden un manguito elastomérico (8, 18) que rodea ajustadamente la disposición de láminas (10, 20) sobre la periferia exterior del tubo pequeño (1) que constituye el electrolito sólido.
- 55 11. Un procedimiento para producir una sonda (100, 200, 300, 400, 500) para la medición de la actividad del oxígeno de masas fundidas metálicas, en particular masas fundidas de acero, en el que la sonda comprende una sustancia de referencia (2) de actividad del oxígeno conocida en contacto eléctricamente conductor (3) con un dispositivo de medición y que comprende un electrolito sólido que es predominantemente conductor del oxígeno a altas temperaturas e insignificamente conductor de electrones y está previsto para ser sumergido en la masa fundida metálica y que tiene una superficie de entrada para iones oxígeno, en el que la superficie de entrada (4) está ajustadamente cubierta por una disposición de láminas funcionales (10, 20); en el que sobre la disposición de láminas (10, 20) sobre la superficie de entrada (4) un manguito elastomérico (8, 18) está posicionado longitudinalmente y en el que entonces el manguito (8, 18) está contraído sobre la disposición de láminas (10,20) provocando una tensión radial que lleva a un contacto estrecho entre la disposición de láminas (10, 20) y la superficie de entrada (4).
- 60 12. Un procedimiento según la reivindicación 11, en el que el manguito (8, 18) está fabricado de un material con memoria de forma termoactiva y el manguito (8, 18) se calienta cuando está en posición.
- 65



