

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 840**

21 Número de solicitud: 201730560

51 Int. Cl.:

B22D 11/115 (2006.01)

B22D 11/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

31.03.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.06.2017

71 Solicitantes:

LA FARGA LACAMBRA, S.A.U. (100.0%)
CTRA. C-17, KM. 73,5
08508 LES MASIES DE VOLTREGA (Barcelona) ES

72 Inventor/es:

GARCÍA ZAMORA, Miguel Ángel ;
RIERA FONTANA, Lluís Maria ;
CLOSA ROIG, Xavier;
FONT PUIG, Gabriel y
FERRER CRUSELLAS, Núria

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

54 Título: **Agitador electromagnético para uso en sistemas de colada continua vertical, y uso del mismo**

57 Resumen:

Agitador electromagnético para uso en sistemas de colada continua vertical, y uso del mismo.

La presente invención se refiere a un agitador electromagnético para la agitación de un volumen de material de cobre fundido en un sistema de colada continua vertical. También se centra en un método de agitación electromagnética que permite, en el contexto de un sistema de colada continua vertical destinado a la obtención de pretubos de cobre, la agitación de un volumen de material de cobre fundido durante el proceso de conformación por colada vertical, mediante la utilización del agitador electromagnético de la invención.

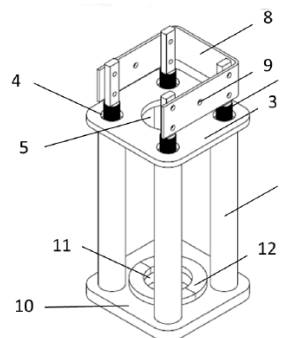


FIG. 1

Agitador electromagnético para uso en sistemas de colada continua vertical, y uso del mismo

DESCRIPCIÓN

5

La presente invención se refiere a un agitador electromagnético para la agitación de un volumen de material de cobre fundido en un sistema de colada continua vertical.

10

Adicionalmente, la presente invención también se centra en un método de agitación electromagnética que permite, en el contexto de un sistema de colada continua vertical destinado a la obtención de pretubos de cobre, la agitación de un volumen de material de cobre fundido durante el proceso de conformación por colada vertical.

15

Esta invención se enmarca en el sector industrial metalúrgico, particularmente, en el ámbito de la fabricación de productos de cobre, más particularmente, de tubos de cobre.

Antecedentes de la invención

20

Se conoce ampliamente en el estado de la técnica el uso de la tecnología de colada continua vertical en la conformación de alambrones y tubos metálicos. El control de las diferentes variables que intervienen en dicho proceso de colada continua vertical resulta crítico para las propiedades obtenidas en el producto final, que puede estar destinado a numerosas aplicaciones, para las cuales existirán diferentes requisitos técnicos de dicho producto final.

25

30

La tecnología de colada continua ha sido aplicada ampliamente para la obtención de productos de acero. Para este uso concreto, además, se conoce que la aplicación de un campo magnético sobre el acero fundido permite una mejora sustancial de las propiedades del producto final obtenido de cobre, como por ejemplo la reducción de la segregación, o una mayor homogeneidad en la microestructura. Con este objetivo, a lo largo de los años se han desarrollado diferentes estrategias para la aplicación de campos magnéticos, siendo la agitación electromagnética la más destacada de ellas.

35

En líneas generales, la agitación electromagnética se basa en el hecho de que un campo magnético variable aplicado sobre un conductor induce una corriente eléctrica en el mismo, generando así lo que se conoce como fuerza de Lorenz. Esta fuerza se traduce en un

momento de fuerza o torque, que provoca un movimiento rotacional en el metal fundido, el cual depende de la intensidad y frecuencia de la corriente proporcionada, la geometría del sistema y, en los casos en que se utilice una bobina, de las características de la misma. Se ha observado que el control de estos parámetros permite regular las características de la agitación, la cual hace posible la obtención de un crecimiento equiaxial de los granos durante la solidificación, y la obtención de granos de un tamaño menor, dado que no permite el avance de los frentes de solidificación, evitando así la formación de granos de gran tamaño.

10 El campo magnético utilizado se puede obtener mediante la aplicación de una corriente eléctrica alterna, de acuerdo con un efecto ampliamente conocido en el campo del electromagnetismo denominado ley de Ampère.

En el ámbito de la colada continua para la obtención de productos de acero, se conocen diferentes aproximaciones basadas en la agitación electromagnética, estando muchas de ellas dirigidas a controlar las últimas capas de material formadas, más superficiales, durante el proceso de solidificación de la aleación.

De forma ilustrativa, en EP2269750B1 se describe un sistema de colada continua de acero destinado a minimizar las burbujas de gas atrapadas en la cubierta solidificada que se forma de material; este comprende un sistema definido por paredes de dimensiones diferentes, un dispositivo de agitación electromagnética dispuesto a lo largo de dichas paredes, tal como una bobina de inducción electromagnética, y un dispositivo de embrague electromagnético, en donde además la presencia de una porción curvada resulta esencial. El dispositivo de agitación permite la agitación de una fracción de acero fundido, mientras que el dispositivo de embrague permite la aplicación directa de un campo magnético sobre el acero. Este sistema, sin embargo presenta una cierta complejidad, y además requiere la presencia de ambos dispositivos electromagnéticos para funcionar de forma efectiva.

30 Merece la pena destacar que no se conoce un uso destacado de la agitación electromagnética en procesos de colada continua de cobre fundido, particularmente, en procesos de colada continua vertical.

Un ejemplo de esta aplicación concreta es la solicitud de patente EP2650063A1, que describe un dispositivo de moldeo para colada continua descendente equipado con un agitador, apto para su uso con materiales no ferrosos con propiedades conductoras, como

por ejemplo aluminio, cobre, zinc, o una aleación de al menos dos de ellos. Este dispositivo comprende un espacio de colada con una porción de entrada y otra de salida, una porción central sustancialmente cilíndrica, y un dispositivo de generación de campos magnéticos que comprende un sistema de electrodos y un imán permanente.

5

Sin embargo, en los casos descritos en el estado de la técnica, a menudo se requiere la presencia de un imán permanente, o bien de un sistema de bobinas, lo cual resulta un factor limitante tanto para la fabricación del dispositivo, como a nivel estructural, o respecto a las posibilidades de control de la agitación. Además, no se conoce ninguna aplicación de este tipo de agitación en los sistemas de colada continua vertical ascendente para cobre fundido, en donde cada vez cobra más importancia la optimización de la etapa de colada y solidificación, debido a las cantidades significativas de material de cobre que se deben desechar habitualmente en las primeras fases del proceso de colada y solidificación por sus propiedades deficientes. Esta pérdida de material, conocida como "merma", se debe habitualmente a la obtención inicial de un producto final de cobre sólido (e.g. pretubo de cobre) con un tamaño de grano excesivamente elevado, que no resultará apto para tratamientos posteriores, debido a su elevada tendencia a la formación de fisuras a la ruptura. Esto se traduce en la pérdida de un cierto volumen de material de cobre defectuoso, con las consecuencias que ello implica desde el punto de vista económico, energético e incluso de generación y tratamiento de residuos.

10
15
20

De todo lo anterior se desprende la necesidad de nuevos dispositivos de agitación electromagnética adaptables a los sistemas de colada continua vertical de cobre fundido, particularmente de colada continua vertical ascendente, que permitan además un control dinámico de las condiciones de agitación, para así poder optimizar la solidificación del cobre fundido, y obtener un producto final con mejores propiedades estructurales y mecánicas, a la vez que se minimiza la pérdida inicial de material o merma.

25

Descripción detallada de la invención

30

Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un agitador electromagnético para la agitación de un volumen de material de cobre fundido en un sistema de colada continua vertical, que permite solucionar los problemas presentes en el estado de la técnica arriba mencionados, reduciendo la pérdida inicial de producto de cobre sólido (e.g. pretubo de cobre) que se obtiene habitualmente en las primeras horas de este tipo de procesos de colada, defectuoso debido a su tamaño de grano excesivamente grande.

35

El agitador electromagnético de la presente invención es capaz de generar un campo magnético en el interior de una hilera, elemento típicamente utilizado en la tecnología de colada continua vertical; además, ocupa un espacio reducido, lo que permite su fácil incorporación dentro de un horno industrial, así como su acoplamiento con el sistema de hilera, chaqueta de enfriamiento (*i.e.* “*supercooler*”) y baño de cobre fundido. Su uso permite la obtención de un producto final de material de cobre sólido (*e.g.* pretubo de cobre) con una homogeneidad significativa a nivel microscópico, y granos sustancialmente equiaxiales.

El término “aproximadamente”, tal como se utiliza en la presente invención cuando precede a un valor de un parámetro, refiriéndose al mismo, pretende designar cualquier valor comprendido en un rango correspondiente al $\pm 10\%$ de su valor numérico, preferiblemente un rango correspondiente al $\pm 5\%$ de su valor numérico, más preferiblemente un rango correspondiente al $\pm 2\%$ de su valor numérico, y todavía más preferiblemente un rango correspondiente al $\pm 1\%$ de su valor numérico. Por ejemplo, “aproximadamente 60 mm” debe interpretarse como un rango de 54 mm a 66 mm , preferiblemente un rango de 57 mm a 63 mm, más preferiblemente un rango de 58,8 mm a 61,2 mm, y todavía más preferiblemente un rango de 59,4 mm a 60,6 mm.

Por “grano equiaxial” se entiende en el estado de la técnica un grano en el que se ha producido un crecimiento similar en todas las direcciones.

Por “pretubo de cobre” se entiende en el estado de la técnica un tubo de cobre obtenido inicialmente en procesos de fabricación de tubos de cobre, que se deberá someter a etapas posteriores de tratamiento para mejorar sus propiedades mecánicas, *e.g.* etapas de trefilado y recocido o recristalización, para convertirlo en un tubo de cobre acabado que presente unas características conformes con las especificaciones requeridas para su aplicación final.

Con el fin de generar un campo magnético homogéneo que actúe sobre el volumen de cobre fundido del sistema de colada continua, produciendo así su agitación, el agitador electromagnético de la presente invención comprende al menos tres segmentos conductores eléctricos, dispuestos de forma paralela y equidistantes entre sí, estando uno de los extremos de cada uno de ellos provisto de unas protrusiones terminales. Preferiblemente, dicho agitador comprende cuatro segmentos conductores eléctricos, dispuestos de forma paralela y equidistantes entre sí, estando uno de los extremos de cada uno de ellos provisto de unas protrusiones terminales.

Esta distribución paralela y equidistante de los segmentos conductores eléctricos permite asegurar la homogeneidad de la intensidad del campo magnético generado en todo el perímetro de la hilera del sistema de colada continua vertical, aspecto especialmente importante para conseguir una agitación homogénea del volumen de material de cobre fundido.

Preferiblemente, estos segmentos conductores eléctricos se encuentran en forma de barras cilíndricas.

Además, merece la pena destacar que dada la elevada temperatura de trabajo del volumen de material de cobre fundido, habitualmente superior a los 1100°C, y particularmente, 1150°C, dichos segmentos conductores eléctricos deben estar hechos de un material resistente a estas altas temperaturas. Preferiblemente, estos segmentos conductores eléctricos están hechos de material de grafito, y más preferiblemente, estos segmentos conductores consisten en barras cilíndricas hechas de material de grafito.

En una realización particular, estos segmentos conductores eléctricos consisten en barras cilíndricas de material de grafito que presentan un diámetro comprendido entre 30 mm y 90 mm aproximadamente. Más preferiblemente, dichas barras cilíndricas de material de grafito tienen un diámetro de 60 mm aproximadamente.

En una realización preferida, puesto que este agitador está configurado para su incorporación en un horno industrial, y su acoplamiento con el sistema de hilera, chaqueta de enfriamiento o "supercooler", y baño de cobre fundido, la distancia entre el eje longitudinal definido por cada uno de los segmentos conductores eléctricos y el eje longitudinal definido por dicha hilera es igual o inferior a 200 mm aproximadamente.

Por otra parte, se destaca que los segmentos conductores eléctricos están preferiblemente recubiertos por una capa de material aislante. Dicho material aislante se puede seleccionar, de forma no limitativa, entre el grupo que consiste en alúmina, carburo de silicio y una combinación de estos.

Este último aspecto se debe a que los materiales conductores, y más particularmente el grafito, pueden ver aumentada su reactividad frente al oxígeno a elevadas temperaturas, como por ejemplo a 1150°C, temperatura de uso habitual en los sistemas de colada continua vertical de cobre fundido; como resultado, la parte de estos segmentos conductores

eléctricos que no quede sumergida en el baño de material de cobre fundido podría sufrir una rápida degradación. Adicionalmente, cuando dichos segmentos conductores eléctricos están hechos de un material con una buena conductividad eléctrica, como por ejemplo grafito, se observa una tendencia a la disipación de la corriente que circula por dichos conductores, que tenderá a fluir hacia el volumen de material de cobre fundido de forma desorganizada, sin seguir el camino del flujo de cobre fundido que penetra en el interior de la hilera. Por ello, resulta particularmente ventajosa la protección y aislamiento de estos segmentos conductores eléctricos con una capa de material aislante.

El agitador electromagnético de la presente invención comprende además un medio de fijación configurado para sujetar dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos, el cual está dispuesto de forma perpendicular a la dirección longitudinal definida por los segmentos conductores eléctricos, en el extremo superior de estos, y en donde dicho medio de fijación está provisto de al menos tres orificios pasantes susceptibles de pasar dichas protusiones terminales, y un orificio pasante adicional situado en la superficie definida en dicho medio de fijación por dichos al menos tres orificios pasantes, tal que a través de dicho orificio pasante adicional es susceptible de pasar una hilera de un sistema de colada continua vertical provista de una chaqueta de enfriamiento.

Adicionalmente, dicho agitador comprende un segundo medio de fijación de dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos, estando dicho medio de sujeción dispuesto de forma perpendicular a la dirección longitudinal definida por dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos, en el extremo inferior de estos, y en donde dicho medio de fijación está provisto de un orificio pasante, y un anillo colector situado de forma concéntrica alrededor de dicho orificio pasante, en donde a través de dicho orificio pasante es susceptible de pasar una hilera de un sistema de colada continua vertical provista de una chaqueta de enfriamiento.

Dicho anillo colector, situado en la parte inferior de los segmentos conductores eléctricos, concretamente, en el medio de fijación inferior de estos, permite dirigir la corriente eléctrica generada hacia el camino definido por el flujo de material de cobre fundido que penetra en el interior de la hilera del sistema de colada continua vertical. Por ello, tal como sucede con los segmentos conductores eléctricos, resulta particularmente ventajoso que dicho anillo colector esté hecho de un material de grafito, para asegurar así su resistencia térmica frente a la elevada temperatura de trabajo, y al mismo tiempo, evitar la disipación de forma

descontrolada de la corriente hacia el volumen de material de cobre fundido, asegurando así una distribución homogénea de la corriente eléctrica.

5 De forma adicional, el agitador electromagnético de la presente invención comprende una pletina conductora eléctrica configurada para conectar las protrusiones terminales de dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos entre sí, que comprende una pluralidad de orificios previstos para conectar cables eléctricos para la circulación de corriente eléctrica.

10 Respecto a la corriente eléctrica aplicada, tal como se ha comentado inicialmente, para generar el campo magnético responsable de la agitación electromagnética se requiere la aplicación de una corriente eléctrica alterna, de acuerdo con ley de Ampère. Preferiblemente, dicha corriente eléctrica alterna presenta una intensidad igual o superior a aproximadamente 1000 A; más preferiblemente, dicha corriente eléctrica alterna presenta una intensidad igual a aproximadamente 1000 A.

15 Por otra parte, con la finalidad de maximizar el campo magnético generado y la densidad de corriente eléctrica, resulta preferible incrementar la frecuencia de la corriente eléctrica alterna aplicada. De hecho, se ha observado experimentalmente que la frecuencia está directamente relacionada con la frecuencia de oscilación generada dentro del volumen de material de cobre fundido, por lo que su optimización cobra especial importancia en la aplicación eficaz de esta tecnología de agitación electromagnética.

25 En este sentido, respecto a la frecuencia de corriente eléctrica aplicable, resultará de especial importancia la consideración de un efecto conocido en el sector de la técnica como "efecto Skin". Este efecto define la tendencia de una corriente eléctrica alterna de distribuirse dentro de un material conductor, de modo que la densidad de corriente es mayor cerca de la superficie de este, y va disminuyendo conforme aumenta la separación respecto a la superficie (*i.e.* "skin depth"). Como resultado de este fenómeno, la resistencia efectiva del conductor aumenta a mayores frecuencias en los puntos con una "skin depth" menor, es decir, en los puntos más próximos a la superficie del conductor. Esto se debe a la presencia de unas corrientes eléctricas parásitas (*i.e.* corrientes de Foucault) inducidas por un campo magnético variable, que se forma como resultado de la propia corriente eléctrica alterna.

35 Así pues, teniendo en cuenta la configuración del agitador electromagnético de la presente invención, así como este efecto Skin, la frecuencia de la corriente alterna utilizada en el agitador electromagnético para llevar a cabo la agitación del volumen de material de cobre

fundido, está comprendida preferiblemente entre 15 Hz y 5000 Hz. Más preferiblemente, la frecuencia de la corriente alterna utilizada en el agitador electromagnético para llevar a cabo la agitación del volumen de material de cobre fundido está comprendida entre 15 Hz y 40 Hz, y de forma todavía más preferida, esta frecuencia es de 25 Hz aproximadamente.

5

Otro aspecto de la presente invención consiste en proporcionar un método de agitación electromagnética en un sistema de colada continua vertical para la agitación de cobre fundido, que comprende:

- 10 a) la inmersión, al menos parcialmente, del agitador electromagnético de la presente invención en un baño de cobre fundido de un sistema de colada continua vertical, y
- b) la aplicación de corriente eléctrica alterna sobre la corriente ascendente de cobre fundido que circula por la hilera del sistema de colada de continua vertical que atraviesa orificios pasantes presentes en dicho agitador magnético, al interactuar con
- 15 el campo magnético generado por la corriente alterna que circula por los al menos tres segmentos conductores eléctricos, para llevar a cabo la agitación de un volumen de material de cobre fundido.

Particularmente, teniendo en cuenta la configuración del agitador electromagnético de la presente invención, así como el efecto Skin arriba mencionado, la frecuencia de la corriente alterna utilizada en la etapa b) de este método de agitación electromagnética está comprendida entre 15 Hz y 5000 Hz; más preferiblemente, la frecuencia de la corriente alterna utilizada está comprendida entre 15 Hz y 40 Hz, y de forma todavía más preferible, dicha frecuencia es de 25 Hz aproximadamente.

25

Respecto a la intensidad de corriente eléctrica alterna utilizada en la etapa b) del presente método de agitación electromagnética, preferiblemente esta presenta una intensidad igual o superior a aproximadamente 1000 A; más preferiblemente, dicha corriente eléctrica alterna presenta una intensidad igual a aproximadamente 1000 A.

30

El presente método de agitación electromagnética puede comprender una etapa adicional c), posterior a la etapa b), que consiste en fijar una pluralidad de electrodos alrededor del pretubo de cobre resultante del sistema de colada continua vertical, el cual se forma y se recoge por el extremo superior de la hilera de dicho sistema. Estos electrodos están en

35 contacto continuo con el pretubo de cobre, y tienen como objetivo el cierre del circuito eléctrico del sistema. Preferiblemente, dicha pluralidad de electrodos se colocan radialmente

alrededor de dicho pretubo de cobre; más preferiblemente, dicha pluralidad de electrodos se colocan radialmente alrededor de dicho pretubo de cobre, a una altura de aproximadamente 2 metros respecto al extremo superior de la chaqueta de enfriamiento o "supercooler".

- 5 En una realización preferida, dicha pluralidad de electrodos está hecha de grafito. Más preferiblemente, dicha pluralidad de electrodos son cuatro electrodos. Particularmente, dicha pluralidad de electrodos son cuatro electrodos de grafito.

10 Otras características y ventajas adicionales, derivadas del agitador electromagnético de la invención, así como del método de agitación electromagnética aquí descrito, resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, no limitativa, que se ilustra en los dibujos que se acompañan, y se describe a continuación. Adicionalmente, la invención cubre todas las posibles combinaciones de las formas de realización particulares y preferidas del presente documento.

15

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones, la palabra "comprende" y las variaciones de la palabra, tales como "contiene", no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o etapas.

20 **Breve descripción de los dibujos**

FIG. 1 – Vista en perspectiva de un agitador electromagnético de acuerdo con la presente invención.

25 FIG. 2 – Vista en perspectiva de un agitador electromagnético de acuerdo con la presente invención, acoplado a un sistema de colada continua vertical de cobre (baño de material de cobre fundido no incluido; hilera no visible dada su inclusión parcial dentro de la chaqueta de enfriamiento), en el que se muestra a modo ilustrativo un pretubo de cobre obtenido por medio de dicho sistema de colada continua vertical, que se forma y recoge por el extremo superior de la hilera de dicho sistema.

30

Descripción de una realización preferente

35 Tal como se desprende de las figuras 1 y 2 adjuntas, una realización preferente del agitador electromagnético para la agitación de un volumen de material de cobre fundido en un sistema de colada continua vertical de la presente invención comprende

- cuatro segmentos conductores eléctricos (1) dispuestos de forma paralela y equidistantes entre sí, estando uno de los extremos de cada uno de ellos provisto de unas protrusiones terminales (2),
- un medio de fijación (3) configurado para sujetar dichos cuatro segmentos conductores eléctricos (1), estando dicho medio de fijación (3) dispuesto de forma perpendicular a la dirección longitudinal definida por los segmentos conductores eléctricos (1), en el extremo superior de estos, y en donde dicho medio de fijación (3) está provisto de cuatro orificios pasantes (4) susceptibles de pasar dichas protrusiones terminales (2), y un orificio pasante adicional (5) situado en la superficie definida en dicho medio de fijación (3) por dichos cuatro orificios pasantes (4), tal que a través de dicho orificio pasante adicional (5) es susceptible de pasar una hilera (6) de un sistema de colada continua vertical provista de una chaqueta de enfriamiento (7),
- una pletina conductora eléctrica (8) configurada para conectar las protrusiones terminales (2) de dichos cuatro segmentos conductores eléctricos (1) entre sí, que comprende una pluralidad de orificios (9) previstos para conectar cables eléctricos para la circulación de corriente eléctrica, y
- un medio de fijación (10) de dichos cuatro segmentos conductores eléctricos (1), estando dicho medio de sujeción (10) dispuesto de forma perpendicular a la dirección longitudinal definida por dichos cuatro segmentos conductores eléctricos (1), en el extremo inferior de estos, y en donde dicho medio de fijación (10) está provisto de un orificio pasante (11), y un anillo colector (12) situado de forma concéntrica alrededor de dicho orificio pasante (11), en donde a través de dicho orificio pasante (11) es susceptible de pasar una hilera (6) de un sistema de colada continua vertical provista de una chaqueta de enfriamiento (7).

25

Los cuatro segmentos conductores eléctricos (1) utilizados para este caso son cuatro barras cilíndricas de grafito. Estas barras cilíndricas de grafito están recubiertas por una capa de material aislante de grafito.

30

Dichas barras cilíndricas de grafito presentan además un diámetro comprendido entre 30 mm y 90 mm aproximadamente; además, la distancia entre el eje longitudinal definido por cada una de las barras cilíndricas y el eje longitudinal definido por la hilera del sistema de colada continua vertical es igual o inferior a 200 mm aproximadamente.

35

Adicionalmente, el anillo colector (12) utilizado en este caso está hecho de material de grafito.

En la FIG. 2, ilustrativa de esta realización preferente, se muestra además, el agitador electromagnético acoplado al sistema de colada continua vertical para la obtención de productos finales conformados de cobre sólido, obtenidos a partir de cobre fundido. En ella se pueden apreciar los diferentes elementos del sistema de colada continua vertical, como son la chaqueta de enfriamiento "supercooler" (6) y el pote aislante térmico (7). Con el objetivo de simplificar la figura y facilitar su entendimiento, no se incluye el baño de cobre fundido, que es un receptáculo situado en la parte inferior, en contacto con la hilera. En dicho receptáculo, se produce habitualmente la fusión del volumen de material de cobre sólido de partida, que después ascenderá por la hilera, en donde será sometido a agitación electromagnética mediante el agitador electromagnético de la presente invención. Finalmente, dicho volumen de cobre fundido será extraído, una vez solidificado, por la parte superior de la hilera, en forma de pretubo de cobre (14). Resultará evidente para el experto en la materia, que durante todo el proceso, el agitador electromagnético de la presente invención se encuentra parcialmente sumergido en dicho volumen de material de cobre fundido.

Adicionalmente, tal como se muestra en la FIG. 2, el dispositivo de agitación electromagnética contiene cuatro electrodos (13) alrededor de dicho pretubo de cobre (14) resultante del sistema de colada continua vertical, el cual se forma y recoge por el extremo superior de la hilera de dicho sistema. Dichos cuatro electrodos (13) con cuatro electrodos de grafito, que están colocados radialmente alrededor del pretubo de cobre (14), a una altura de aproximadamente 2 m respecto al extremo superior de la chaqueta de enfriamiento o "supercooler".

REIVINDICACIONES

1. Un agitador electromagnético para la agitación de un volumen de material de cobre fundido en un sistema de colada continua vertical, caracterizado porque comprende:

5

- al menos tres segmentos conductores eléctricos (1) dispuestos de forma paralela y equidistantes entre sí, estando uno de los extremos de cada uno de ellos provisto de unas protrusiones terminales (2).

10

- un medio de fijación (3) configurado para sujetar dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos (1), estando dicho medio de fijación (3) dispuesto de forma perpendicular a la dirección longitudinal definida por los segmentos conductores eléctricos (1), en el extremo superior de estos, y en donde dicho medio de fijación (3) está provisto de al menos tres orificios pasantes (4) susceptibles de pasar dichas protrusiones terminales (2), y un orificio pasante adicional (5) situado en la superficie definida en dicho medio de fijación (3) por dichos al menos tres orificios pasantes (4), tal que a través de dicho orificio pasante adicional (5) es susceptible de pasar una hilera (6) de un sistema de colada continua vertical provista de una chaqueta de enfriamiento (7),

15

20

- una pletina conductora eléctrica (8) configurada para conectar las protrusiones terminales (2) de dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos (1) entre sí, que comprende una pluralidad de orificios (9) previstos para conectar cables eléctricos para la circulación de corriente eléctrica, y

25

- un medio de fijación (10) de dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos (1), estando dicho medio de sujeción (10) dispuesto de forma perpendicular a la dirección longitudinal definida por dichos al menos tres segmentos conductores eléctricos (1), en el extremo inferior de estos, y en donde dicho medio de fijación (10) está provisto de un orificio pasante (11), y un anillo colector (12) situado de forma concéntrica alrededor de dicho orificio pasante (11), en donde a través de dicho orificio pasante (11) es susceptible de pasar una hilera (6) de un sistema de colada continua vertical provista de una chaqueta de enfriamiento (7).

30

2. Un agitador electromagnético de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque comprende cuatro segmentos conductores eléctricos (1) dispuestos de forma paralela y equidistantes entre sí.

35

3. Un agitador electromagnético de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque cada uno de dichos segmentos conductores eléctricos (1) consiste en una barra cilíndrica hecha de material de grafito.
- 5 4. Un agitador electromagnético de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque las barras cilíndricas de material de grafito presentan un diámetro comprendido entre 30 mm y 90 mm aproximadamente.
- 10 5. Un agitador electromagnético de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, caracterizado porque dichas barras cilíndricas de material de grafito tienen un diámetro de 60 mm aproximadamente.
- 15 6. Un agitador electromagnético de acuerdo con las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque la distancia entre el eje longitudinal definido por cada uno de los segmentos conductores eléctricos (1) y el eje longitudinal definido por dicha hilera (6) es igual o inferior a 200 mm aproximadamente.
- 20 7. Un agitador electromagnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado porque dichos segmentos conductores eléctricos (1) están recubiertos por una capa de material aislante.
- 25 8. Un agitador electromagnético de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque dicho material aislante se selecciona entre alúmina, carburo de silicio o una combinación de estos.
- 30 9. Un agitador electromagnético de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizado porque dicho anillo colector (12) está hecho de material de grafito.
- 30 10. Método de agitación electromagnética en un sistema de colada continua vertical para la agitación de cobre fundido, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:
 - a) la inmersión, al menos parcialmente, de un agitador magnético definido de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 en un baño de cobre fundido de un sistema de colada continua vertical, y
 - 35 b) la aplicación de corriente eléctrica alterna sobre la corriente ascendente de cobre fundido que circula por la hilera del sistema de colada de continua vertical que atraviesa orificios pasantes presentes en dicho agitador magnético, al interactuar

con el campo magnético generado por la corriente alterna que circula por los al menos tres segmentos conductores eléctricos, para llevar a cabo la agitación de un volumen de material de cobre fundido.

- 5 11. Método de agitación electromagnética de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque dicha corriente eléctrica tiene una intensidad igual o inferior a aproximadamente 1000 A.
- 10 12. Método de agitación electromagnética de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, caracterizado porque dicha corriente eléctrica tiene una frecuencia comprendida entre 15 Hz y 5000 Hz.
- 15 13. Metodo de agitación electromagnética de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-12, caracterizado porque dicha corriente eléctrica tiene una frecuencia comprendida entre 15 Hz y 40 Hz.
- 20 14. Metodo de agitación electromagnética de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-13, caracterizado porque dicha corriente eléctrica tiene una frecuencia de aproximadamente 25 Hz.
- 25 15. Método de agitación electromagnética de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10-14, caracterizado porque comprende una etapa adicional c) que consiste en fijar una pluralidad de electrodos alrededor de un pretubo de cobre resultante del sistema de colada continua vertical, el cual se forma y recoge por el extremo superior de la hilera de dicho sistema.
- 30 16. Método de agitación electromagnética de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque dicha pluralidad de electrodos son 4 electrodos de grafito.
17. Método de agitación electromagnética de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, caracterizado porque dicha pluralidad de electrodos se colocan radialmente alrededor de dicho pretubo de cobre, a una altura de aproximadamente 2 m respecto al extremo superior de la chaqueta de enfriamiento o “supercooler”.

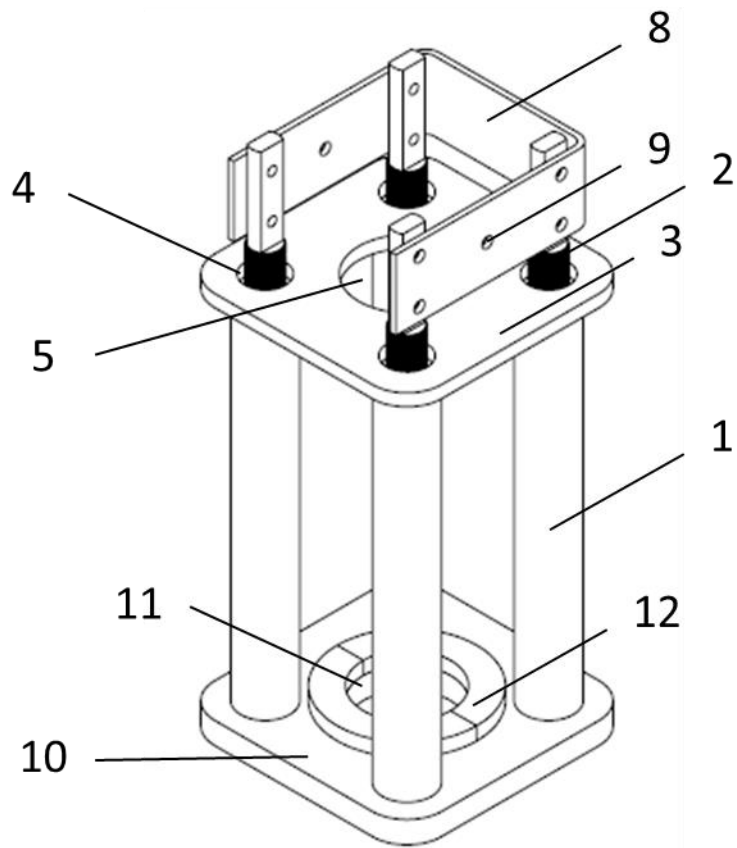


FIG. 1

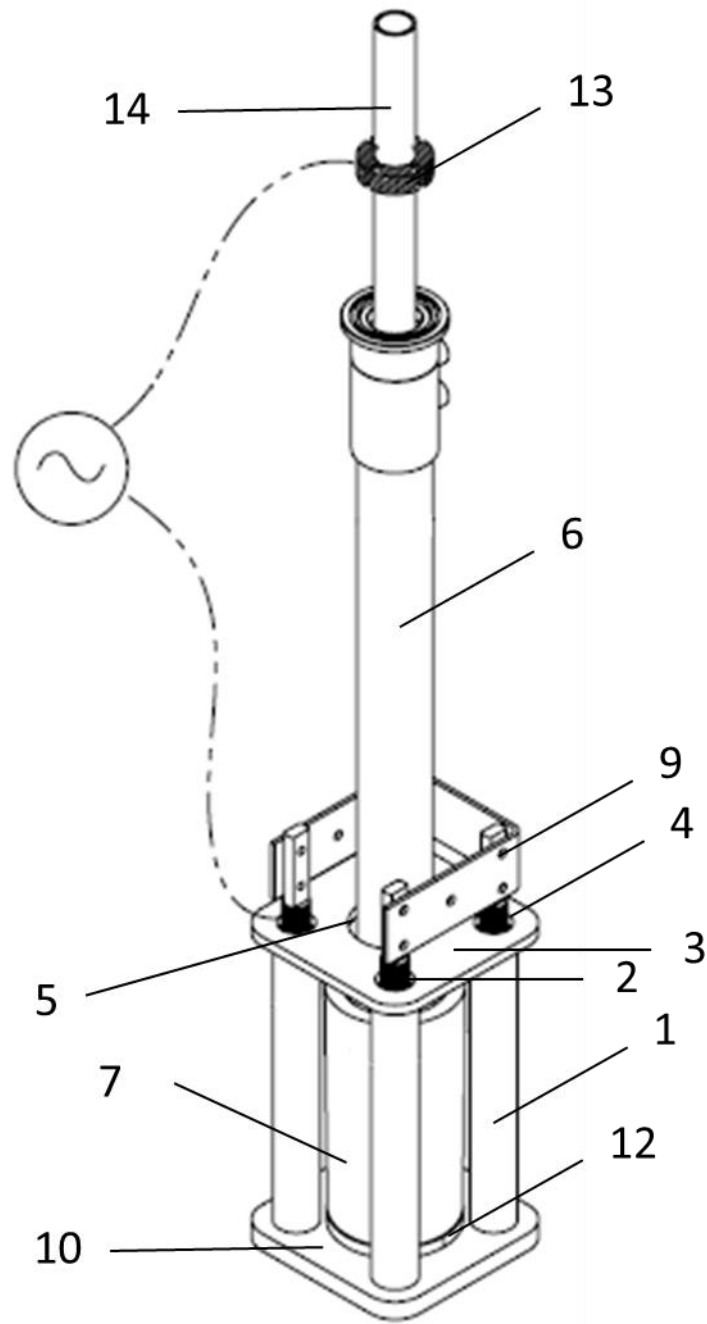


FIG. 2



②① N.º solicitud: 201730560

②② Fecha de presentación de la solicitud: 31.03.2017

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B22D11/115** (2006.01)
B22D11/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GB 2079196 A (TI GROUP SERVICES LTD) 20/01/1982, Página 1, líneas 75-92; figuras.	1,10
A	DE 102006042579 A1 (ZHEJIANG FADA COPPER CO LTD et al.) 19/04/2007, resumen; figuras.	1,10
A	ES 2076571T T3 (KM EUROPA METAL AG) 01/11/1995, Reivindicación 1.	10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
19.06.2017

Examinador
A. Gómez Sánchez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B22D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 19.06.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-17	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-17	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	GB 2079196 A (TI GROUP SERVICES LTD)	20.01.1982
D02	DE 102006042579 A1 (ZHEJIANG FADA COPPER CO LTD et al.)	19.04.2007
D03	ES 2076571T T3 (KM EUROPA METAL AG)	01.11.1995

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos del estado de la técnica D01-D03, suponen divulgaciones relativamente cercanas a los objetos reivindicados, pero que sin embargo reflejan únicamente el estado de la técnica, y no se pueden considerar como relevantes para cuestionar ni la novedad (Art. 6.1 LP) ni la actividad inventiva (Art. 8.1 LP) de dichos objetos reivindicados.

Así, se considera que el objeto definido por la primera reivindicación, independiente, para un agitador electromagnético es nuevo (Art. 6.1 LP) y supone actividad inventiva (Art. 8.1 LP)

Se considera asimismo, y en consecuencia, que los objetos definidos por las reivindicaciones dependientes números 2-9 son nuevos (Art. 6.1 LP) y que implican actividad inventiva. (Art. 8.1 LP)

Asimismo se considera que el objeto definido por la reivindicación número 10, también independiente, para método de agitación electromagnética en sistema de colada vertical y para cobre fundido, es nuevo (Art. 6.1 LP) y supone actividad inventiva. (Art. 8.1 LP)

Se considera finalmente que los objetos definidos por las reivindicaciones 11-17, dependientes de la reivindicación anterior, son nuevos (Art. 6.1 LP) e implican actividad inventiva. (Art. 8.1 LP)