(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
27 de septiembre de 2012
(27.09.2012)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2012/127073 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes: *F27B 14/06* (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES2011/070197

(22) Fecha de presentación internacional: 24 de marzo de 2011 (24.03.2011)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante *(para todos los Estados designados salvo US)*: **HORNOS Y METALES, S.A.** [ES/ES]; Las Marineras, 13-15-17, E-28864 AJALVIR (Madrid) (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes *(para US solamente)*: **PAREDES NÚÑEZ, José Francisco** [ES/ES]; Las Marineras, 13-15-17, E-28864 AJALVIR (Madrid) (ES). **BORDONS MESONERO, Rafael** [ES/ES]; Las Marineras, 13-15-17, E-28864 AJALVIR (Madrid) (ES).

(74) Mandatario: **UNGRIA LÓPEZ, Javier**; Avenida Ramón y Cajal, 78, E-28043 Madrid (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada**:

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

(54) **Title**: ELECTRIC CHANNEL INDUCTION FURNACE FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

(54) **Título** : HORNO DE INDUCCIÓN ELÉCTRICO DE CANAL PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

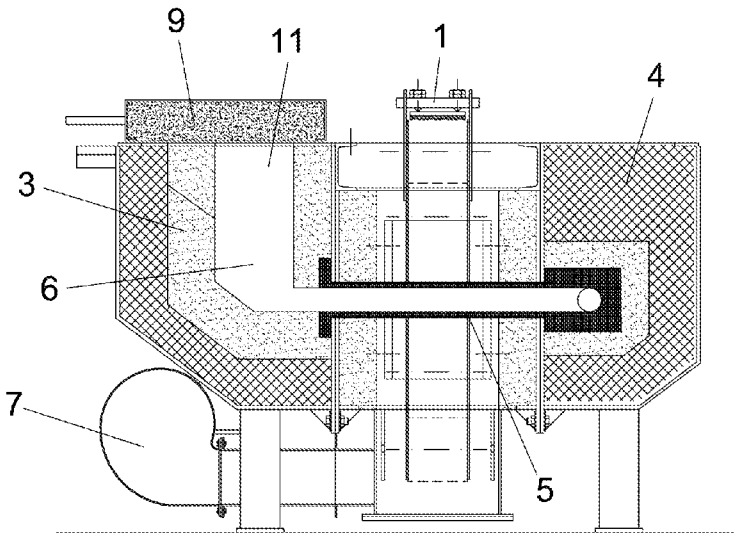



FIG. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to an electric channel induction furnace designed for use in industrial applications. The furnace comprises at least one channel for a carbonaceous material, said at least one channel acting as the secondary coil of the furnace transformer. The use of a carbonaceous material in the at least one furnace channel helps prevent the metal from being agitated and maintains a low oxygen level to be kept low, thereby producing improved-quality metal. Furthermore, the present invention affords greater facility in the furnace-start-up process by dispensing with the preliminary metal melting step.

(57) **Resumen**: La presente invención se refiere a un horno de inducción eléctrico de canal diseñado para ser utilizado en aplicaciones industriales. Dicho horno comprende al menos un canal de un material carbonoso donde dicho al menos un canal actúa como secundario del transformador del horno. La utilización de un material carbonoso en el al menos un canal del horno ayuda a evitar la agitación del metal y a mantener bajo el nivel de oxígeno con lo que se obtiene un metal de mayor calidad. Además se consigue una mayor facilidad en el proceso de arranque del horno al eliminarse la etapa de prefusión del metal.

WO 2012/127073 A1

# HORNO DE INDUCCIÓN ELÉCTRICO DE CANAL PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

## OBJETO DE LA INVECIÓN

La presente invención, tiene por objeto proporcionar un horno de inducción eléctrico de canal con el que es posible eliminar la etapa de precalentamiento por la que se hace pasar al horno. De esta forma se consigue disminuir la utilización de costosos combustibles fósiles para llevar a cabo dicho precalentamiento y se consigue disminuir el tiempo necesario para la activación del horno.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un horno de inducción eléctrico de canal de construcción modular de forma que la reparación y sustitución de componentes se realiza de forma sencilla. Además la presente invención propone un horno cuya capacidad se puede variar de forma rápida variando algunos de los módulos que lo componen.

Otro objeto de la presente invención es conseguir una mayor calidad en el metal que se obtiene ya que la utilización de materiales carbonosos en el al menos un canal del horno mantiene bajo el nivel de oxígeno de forma que se evita la oxidación del metal.

Otro objeto de la presente invención es conseguir un horno de inducción de canal más versátil que los conocidos del estado de la técnica.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un horno que permite que, al hacer el cambio de metal fundido o el reemplazo del metal ya fundido por un metal distinto, se reduzcan las impurezas que quedan en los metales.

Otro objeto de la presente invención es conseguir un horno de inducción de canal de mayor vida útil que los conocidos del estado de la técnica.

**ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR A LA INVENCIÓN**

Los hornos de inducción de canal comprenden un inductor que tiene una bobina primaria enrollada alrededor de un núcleo magnético cerrado.

Alrededor de dicha bobina primaria se tiene una espira sencilla o canal que, cuando está lleno del metal con el que se trabaja, actúa como secundario del inductor.

El inductor necesita la bobina primaria y el secundario para poder funcionar. Cuando se acciona el horno es necesario aplicar potencia a la bobina primaria, pero para que el horno funcione se necesita un anillo continuo que cierre el circuito del secundario. En este tipo de hornos conocidos del estado de la técnica, el canal del horno por sí solo no sirve para accionar el horno porque no se pueden inducir en él cargas electromagnéticas ya que no es conductor.

Así pues, para poder accionar los hornos de inducción eléctricos de canal, es necesario que el canal esté lleno del metal con el que se trabaja de forma que se obtenga un circuito cerrado capaz de absorber la energía electromagnética que genera la bobina primaria.

Por lo tanto, como es necesario tener el metal en el canal para que éste pueda actuar como espira secundaria del inductor, hay que pasar por una etapa de precalentamiento antes de poder accionar el horno.

Durante la etapa de precalentamiento es necesario calentar el canal del horno para que alcance la temperatura adecuada a la que debe recibir el metal.

El metal con el que se va a trabajar se funde en un horno prefusor de forma que cuando se vaya a cargar en el horno de inducción de canal, el metal se encuentre ya fundido y permita la conducción de la corriente electromagnética.

El mayor problema de este tipo de hornos es que es necesario un alto grado de precalentamiento del interior del canal para lo que es necesaria la utilización de quemadores a gas para sinterizar y precalentar el revestimiento refractario del interior del canal y de las cámaras principales del horno. Este ciclo de precalentamiento tarda mucho tiempo en realizarse y el proceso consume mucho combustible fósil.

Sólo cuando el horno ha sido precalentado hasta la temperatura de funcionamiento y se llena con el metal fundido, se puede aplicar potencia eléctrica a la bobina primaria ya que en este caso el circuito de metal fundido actúa como espira secundaria del inductor y el horno puede funcionar normalmente.

Otra desventaja de los hornos de inducción de canal conocidos del estado de la técnica es que se obtiene como resultado un metal contaminado por óxidos.

Otra desventaja de los hornos de inducción de canal conocidos del estado de la técnica es que tienen una vida útil corta debido a que la zona del canal se erosiona mucho como consecuencia de que el metal siempre pasa por ahí en movimiento y se crean fuertes corrientes.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención tiene por objeto superar los problemas que plantean los anteriores hornos de inducción eléctricos de canal.

El horno de inducción eléctrico de canal que se propone está diseñado para ser utilizado en aplicaciones industriales. El horno objeto de la invención comprende al menos un inductor que a su vez comprende al menos una bobina primaria enrollada alrededor de al menos un núcleo magnético cerrado. El horno comprende además al menos una primera cuba con una abertura para entrada del metal, al menos una capa de material refractario y al menos una capa

de material aislante. El horno de inducción eléctrico de canal de la invención está caracterizado porque comprende al menos un primer canal de un material carbonoso donde dicho primer canal actúa como espira secundaria del inductor.

En una realización preferida de la invención, el material carbonoso utilizado en dicho primer canal está seleccionado entre carbono, grafito, arcilla-grafito, carburo de silicio y una combinación cualquiera de éstos. El material carbonoso utilizado es un material resistente a altas temperaturas y es, preferentemente, grafito extruido o grafito isostático.

En una realización preferente de la invención, el primer canal comprende al menos tres elementos tubulares unidos entre sí formando una "U" alrededor del núcleo magnético cerrado y los dos extremos del primer canal están unidos a la primera cuba. Dicho primer canal está acoplado en la capa de material refractario.

En una realización preferente adicional, el horno objeto de la invención comprende una primera cuba y una segunda cuba.

En una realización preferente adicional en la que el horno comprende una primera cuba y una segunda cuba, dicho horno comprende al menos un primer canal y un segundo canal donde el primer canal tiene uno de sus extremos unido a la primera cuba y su otro extremo unido a la segunda cuba y donde el segundo canal tiene uno de sus extremos unido a la primera cuba y el otro extremo unido a la segunda cuba.

Otro objeto de la invención es un método para la utilización del horno definido en cualquiera de las realizaciones descritas, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- colocar una tapa estanca en la al menos una abertura de la primera cuba,

- introducir un gas inerte en la al menos una cuba y en el al menos un primer canal,

- aplicar potencia a la bobina primaria,

- introducir, cuando el al menos un primer canal alcance la temperatura adecuada, un metal líquido en la al menos una primera cuba por la abertura de dicha primera cuba de modo que se llene también el al menos un canal con dicho metal.

En una realización preferente adicional, el método propuesto para la utilización del horno comprende la introducción de un gas inerte en la al menos una primera cuba y el al menos un primer canal hasta que el canal se llene por completo del metal. Con esto se consigue una atmósfera no oxidante y así previene la oxidación del canal de material carbonoso. No se debe detener la introducción de gas inerte hasta que el canal no se haya llenado por completo de metal. La introducción de un gas inerte para evitar la oxidación es especialmente importante cuando se exceden temperaturas de 400 °C.

En una realización preferente de la invención, el gas que se introduce en la segunda etapa del proceso es nitrógeno.

En una realización preferente de la invención, en el método para la utilización del horno, el al menos un primer canal actúa como espira secundaria y se calienta de forma proporcional a la potencia suministrada a la bobina primaria. Cuando se aplica potencia a la bobina primaria, ésta emite un campo electromagnético que se canaliza con el núcleo magnético cerrado del inductor. El al menos un primer canal, que actúa como espira secundaria del inductor, absorbe la energía electromagnética generada en la bobina primaria y de esta forma aumenta su temperatura. Este aumento de la temperatura del canal es proporcional a la potencia suministrada a la bobina primaria.

En una realización preferente de la invención, el metal se introduce en la al menos una primera cuba y en el al menos un primer canal cuando la temperatura del primer canal es menor del 10% de la temperatura de fusión del metal que se trabaja.

En una realización preferente de la invención, el horno trabaja a frecuencias comprendidas entre 10 Hz y 1000 Hz.

En una realización preferente de la invención, el al menos un primer canal del horno absorbe entre un 10% y un 20% de la energía total del sistema en vacío debido a las propiedades eléctricas de los diferentes materiales. Se considera que el sistema comprende al menos una primera cuba, un primer canal, un cuadro eléctrico con los elementos de potencia y control necesarios para suministrar la potencia eléctrica a la bobina primaria y el metal con el que se trabaja.

En una realización preferente adicional, el metal líquido que se introduce en el horno en la cuarta etapa del método propuesto está seleccionado entre cobre, aleaciones de cobre, zinc, aleaciones de zinc, aluminio, aleaciones de aluminio, antimonio, bismuto, cadmio, cromo, cobalto, germanio, oro, indio, plomo, magnesio, manganeso, níquel, niobio, paladio, fósforo, platino, silicio, plata, estroncio, telurio, estaño, titanio, uranio, vanadio, circonio y una combinación cualquiera de ellos.

En una realización preferente de la invención, el horno comprende un sistema de enfriamiento que hace pasar el fluido refrigerante entre la bobina primaria y la parte interior del núcleo magnético cerrado para que, cuando se está aplicando la potencia a la bobina primaria, no se sobrecalienten dicha bobina primaria y dicho núcleo magnético cerrado.

En el horno propuesto, cuando se llena la al menos una primera cuba, también se llena el al menos un primer canal ya que está conectado a ella. Al llenarse el primer canal, éste tiene una mayor capacidad de absorción del campo electromagnético y el metal se calienta de forma más eficaz.

Cuando el horno está en funcionamiento y se ha introducido el metal, dicho metal se desplaza por el al menos un primer canal de un extremo de sus extremos al otro. En la realización preferente en la que se tiene una primera cuba y una segunda cuba, el metal se desplaza por el primer canal desde la primera cuba hasta la segunda cuba y por el segundo canal desde la segunda cuba hasta la primera cuba.

Una de las ventajas de la utilización de material carbonoso para el al menos un primer canal del horno es que cuando el carbono está en contacto con algunos metales, el contenido de oxígeno u óxidos metálicos dentro del metal líquido se reduce e incluso puede eliminarse dependiendo de la energía libre termodinámica del óxido en cuestión.

El horno propuesto por la presente invención tiene un canal de construcción modular por lo que la reparación y sustitución de sus componentes es muy sencilla.

Otras ventajas que aporta la presente invención son una mejor calidad del metal obtenido, una mayor facilidad en el proceso de arranque del horno, una mayor versatilidad y una mayor duración del equipo.

Una de las ventajas que conlleva una mayor duración del equipo es que al usar un canal de material carbonoso, éste se erosiona mucho menos que los canales de los hornos conocidos del estado de la técnica.

Además gracias a la constitución modular del horno, cuando el canal se erosiona se puede cambiar sólo ese módulo y no es necesario cambiar el horno completo.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se presentan las figuras representativas de una de las realizaciones de la invención que sirven solamente a modo de ejemplo y, de esta manera, no son restrictivos del alcance de la presente invención y donde:

Figura 1 muestra una vista de perfil seccionada del horno de inducción eléctrico de canal propuesto.

Figura 2 muestra una vista en planta seccionada del horno de inducción eléctrico de canal propuesto.

Figura 3 muestra una vista de perfil seccionada del horno de inducción eléctrico de canal objeto de la invención en una realización con dos cubas.

Figura 4 muestra una vista en planta seccionada del horno de inducción eléctrico de canal objeto de la invención en una realización con dos cubas.

Referencias:

1: núcleo magnético cerrado
2: primer canal
3: capa de material refractario
4: capa de material aislante
5: elementos de grafito
6: primera cuba
7: sistema de refrigeración
8: segunda cuba
9: tapa de la primera cuba
10: bobina primaria
11: abertura de la primera cuba
12: abertura de la segunda cuba
13: tapa de la segunda cuba
14: segundo canal

## MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

Con el objeto de llegar a una mejor comprensión del objeto y funcionalidad de esta patente, y sin que se

entiendan como soluciones restrictivas, a continuación se realiza una descripción de varias realizaciones preferentes de la invención basadas en las figuras anteriormente indicadas.

En una primera realización preferente, el horno de inducción eléctrico de canal que se propone está diseñado para ser utilizado en aplicaciones industriales.

El horno objeto de la invención comprende al menos un inductor que a su vez comprende al menos una bobina primaria (10) enrollada alrededor de al menos un núcleo magnético cerrado (1). El horno comprende además al menos una primera cuba (6) que comprende al menos una abertura de la primera cuba (11) para entrada del metal, al menos una capa de material refractario (3) y al menos una capa de material aislante (4). El horno de inducción eléctrico de canal de la invención está caracterizado porque comprende al menos un primer canal (2) de un material carbonoso donde dicho primer canal (2) actúa como espira secundaria del inductor cerrando el circuito.

La realización preferente de la invención en la que el horno comprende una primera cuba (6) y un primer canal (2) se muestra en las figuras 1 y 2.

Cuando se aplica una potencia a la bobina primaria (10), ésta emite un campo electromagnético que es canalizado y controlado gracias a la utilización del núcleo magnético cerrado (1).

Para evitar que la bobina primaria (10) y el núcleo magnético cerrado se sobrecalienten cuando se está aplicando potencia a la bobina primaria (10), se tiene un sistema de refrigeración (7) que hace pasar al fluido refrigerante entre la bobina primaria (10) y el núcleo magnético cerrado (1).

El material carbonoso utilizado en el al menos un primer canal (2) es grafito extruido o grafito isostático.

El primer canal (2) está compuesto por al menos tres elementos tubulares unidos entre sí mediante adaptadores de materiales carbonosos y de cemento.

En el horno de la presente invención, el primer canal (2) tiene al menos uno de sus extremos unido a la primera cuba y está acoplado en la capa de material refractario (3) que es resistente a altas temperaturas. Este material refractario es hormigón moldeable refractario.

La capa de material refractario (3) está situada alrededor de la al menos una primera cuba (6) y del al menos un primer canal (2).

Alrededor de dicha capa de material refractario (3) se tiene una capa de material aislante (4) que resiste una temperatura más baja pero que tiene mayor eficiencia térmica que la capa de material refractario (3).

En diferentes realizaciones de la invención, la capa de material aislante puede ser de paneles de silicato de calcio, material microporoso o ladrillos aislantes de distintas composiciones como por ejemplo JM23, JM26 o JM28.

En una realización preferente adicional, el horno objeto de la invención comprende al menos dos cubas (6,8).

En una segunda realización preferente en la que se tienen dos cubas (6,8), dicho horno comprende al menos un primer canal (2) y al menos un segundo canal (14) donde el primer canal (2) tiene uno de sus extremos unido a la primera cuba (6) y su otro extremo unido a la segunda cuba (8) y donde el segundo canal (14) tiene uno de sus extremos unido a la primera cuba (6) y el otro extremos unido a la segunda cuba (8).

El método de utilización del horno de inducción eléctrico de canal propuesto comprende las siguientes etapas.

La primera etapa es colocar una tapa estanca (9) en la al menos una abertura (11) para entrada del metal de la al menos una primera cuba (6).

La segunda etapa es introducir un gas inerte en la al menos una primera cuba (6) y en el al menos un primer canal (2). Dicho gas inerte es nitrógeno.

La tercera etapa es aplicar potencia a la bobina primaria (10) de forma que genera un campo electromagnético. El primer canal (2) que actúa como espira secundaria del inductor absorbe la energía electromagnética generada y aumenta su temperatura de forma más eficaz.

La cuarta etapa es introducir, cuando el al menos un primer canal (2) alcance la temperatura adecuada, un metal líquido en la al menos una primera cuba (6) por la abertura (11) para entrada del metal de modo que se llene también el al menos un primer canal (2) con dicho metal.

Al llenarse la al menos una primera cuba (6), el al menos un primer canal (2) también se llena por completo de metal líquido de forma que el primer canal (2) absorbe más energía electromagnética y el metal se calienta de forma más eficaz.

En caso de una realización preferente de la invención en la que se tiene sólo una primera cuba (6), el primer canal (2) está colocado alrededor de la bobina primaria (10) con uno de sus extremos unido a una parte de la primera cuba (6) y el otro extremo unido a otra parte de la primera cuba (6) de forma que el metal que ha sido introducido en el horno fluye alrededor del primer canal (2) pasando de un extremo de la primera cuba (6) al otro.

En caso de la segunda realización preferente en la que el horno comprende dos cubas (6,8), el metal se desplaza por el al menos un primer canal (2) desde la primera cuba (6) hasta la segunda cuba (8) y por otro el al menos

segundo canal (14) desde la segunda cuba (8) hasta la primera cuba (6).

Las realizaciones preferentes de la invención en las que el horno comprende al menos una primera cuba (6) y una segunda cuba (8) se muestran en las figuras 3 y 4.

En una realización en la que el horno tiene una primera cuba (6) y una segunda cuba (8), el metal puede introducirse por la primera cuba (6) y se extrae luego por la segunda cuba (8). En otra realización en la que el horno tiene una primera cuba (6) y se extrae por esa misma prima cuba (6).

El metal se introduce en la al menos una primera cuba (6) y en el al menos un primer canal (2) cuando la temperatura del primer canal (2) es menor del 10% de la temperatura de fusión del metal con el que se trabaja.

Por ejemplo, si se trabaja con cobre, la temperatura de fusión del cobre es de 1.083°C, por lo que la temperatura del horno debería estar en torno a los 1.000°C, esto es, un 7,6% menos.

El horno trabaja a frecuencias comprendidas entre 10 Hz y 1000 Hz.

El al menos un primer canal (2) del horno absorbe entre un 10% y un 20% de la energía total del sistema en vacío debido a las propiedades eléctricas de los diferentes materiales. Se considera que el sistema comprende la al menos una cuba, el al menos un canal, al menos un cuadro eléctrico con los elementos de potencia y control necesarios para suministrar la potencia eléctrica a la al menos una bobina primaria y el metal con el que se trabaja.

En un ejemplo de realización, si el horno está trabajando vacío, sin que se haya introducido todavía el metal, se puede obtener una potencia en torno a los 10 a 20 kw. Cuando ya se introduce el metal, esta potencia puede aumentar hasta unos 100 kw.

En una realización preferente de la invención, cuando se emplea el método descrito para la utilización del horno propuesto, en la fase de introducción de metal líquido en el horno, dicho metal líquido está seleccionado entre cobre, aleaciones de cobre, zinc, aleaciones de zinc, aluminio, aleaciones de aluminio, antimonio, bismuto, cadmio, cromo, cobalto, germanio, oro, indio, plomo, magnesio, manganeso, níquel, niobio, paladio, fósforo, platino, silicio, plata, estroncio, telurio, estaño, titanio, uranio, vanadio, circonio y una combinación cualquiera de ellos.

**REIVINDICACIONES**

1. Horno de inducción eléctrico de canal para aplicaciones industriales que comprende al menos un inductor que a su vez comprende al menos una bobina primaria (10) enrollada alrededor de al menos un núcleo magnético cerrado (1), al menos una primera cuba (6) que comprende al menos una abertura de la primera cuba(11) para entrada del metal, al menos una capa de material refractario (3) y al menos una capa de material aislante (4), el horno de inducción eléctrico de canal caracterizado porque comprende al menos un primer canal (2) de un material carbonoso donde dicho primer canal (2) actúa como espira secundaria del inductor cerrando el circuito.

2. Horno de inducción eléctrico de canal según la reivindicación 1, caracterizado porque el material carbonoso utilizado en el al menos un primer canal (2) está seleccionado entre carbono, grafito, arcilla-grafito, carburo de silicio y una combinación cualquiera de estos.

3. Horno de inducción eléctrico de canal según la reivindicación 1, caracterizado porque el material utilizado en el al menos un primer canal (2) está seleccionado entre grafito extruido y grafito isostático.

4. Horno de inducción eléctrico de canal según la reivindicación 1, caracterizado porque el al menos un primer canal (2) comprende al menos tres elementos tubulares unidos entre sí y al menos uno de los extremos de dicho primer canal (2) está unido a la al menos una primer cuba (6) y está acoplado en la al menos una capa de material refractario (3).

5. Horno de inducción eléctrico de canal según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende dos cubas (6, 8).

6. Horno de inducción eléctrico de canal según la reivindicación 5, caracterizado porque comprende al menos dos canales donde un primer canal (2) tiene uno de sus extremos unido a una primera cuba (6) y su otro extremo unido a una segunda cuba (8) y donde un segundo canal (14) tiene uno de sus extremos unido a la primera cuba (6) y el otro extremos unido a la segunda cuba (8).

7. Método para la utilización del horno de inducción eléctrico de canal definido en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- colocar una tapa (9) estanca en la al menos una abertura (11) de la al menos una primera cuba (6),
- introducir un gas inerte en la al menos una primera cuba (6) y en el al menos un primer canal (2),
- aplicar potencia a la bobina primaria (10),
- introducir, cuando el al menos un primer canal (2) alcance la temperatura adecuada, un metal líquido en la primera cuba (6) por la abertura (11) para entrada del metal de modo que se llene también el al menos un primer canal (2) con dicho metal.

8. Método para la utilización del horno de inducción eléctrico de canal según reivindicación 7, caracterizado porque el gas inerte que se introduce es nitrógeno.

9. Método para la utilización del horno de inducción eléctrico de canal según reivindicación 7, caracterizado porque el metal se introduce en la al menos una primera

cuba (6) y en el al menos un primer canal (2) cuando la temperatura del al menos un primer canal (2) es menor del 10% de la temperatura de fusión del metal con el que se trabaja.

10. Método para la utilización del horno de inducción eléctrico de canal según reivindicación 7, caracterizado porque el horno trabaja a frecuencias comprendidas entre 10 Hz y 1000 Hz.

11. Método para la utilización del horno de inducción eléctrico de canal según reivindicación 7, caracterizado porque el al menos un primer canal (2) del horno absorbe entre un 10% y un 20% de la energía total de un sistema que comprende al menos la primera cuba (6), el primer canal (2), un cuadro eléctrico con los elementos de potencia y control necesarios para suministrar la potencia eléctrica a la bobina primaria y el metal con el que se trabaja.

12. Método para la utilización del horno de inducción eléctrico de canal según reivindicación 7, caracterizado porque en la fase de introducción de metal líquido en el horno, dicho metal líquido está seleccionado entre cobre, aleaciones de cobre, zinc, aleaciones de zinc, aluminio, aleaciones de aluminio, antimonio, bismuto, cadmio, cromo, cobalto, germanio, oro, indio, plomo, magnesio, manganeso, níquel, niobio, paladio, fósforo, platino, silicio, plata, estroncio, telurio, estaño, titanio, uranio, vanadio, circonio y una combinación cualquiera de ellos.

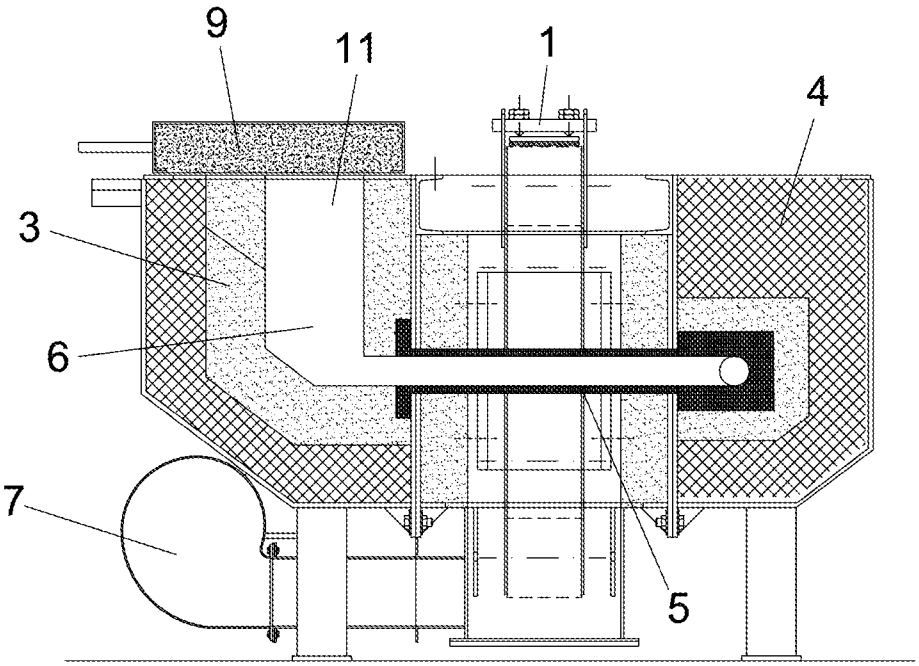



FIG. 1

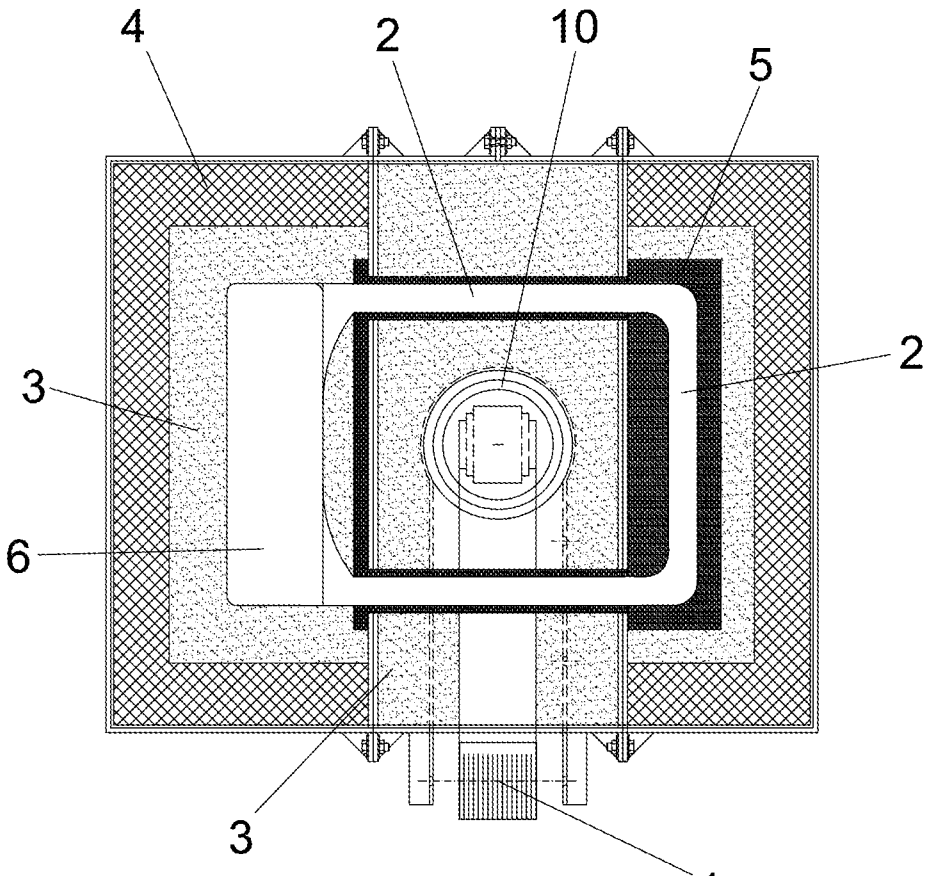



FIG. 2

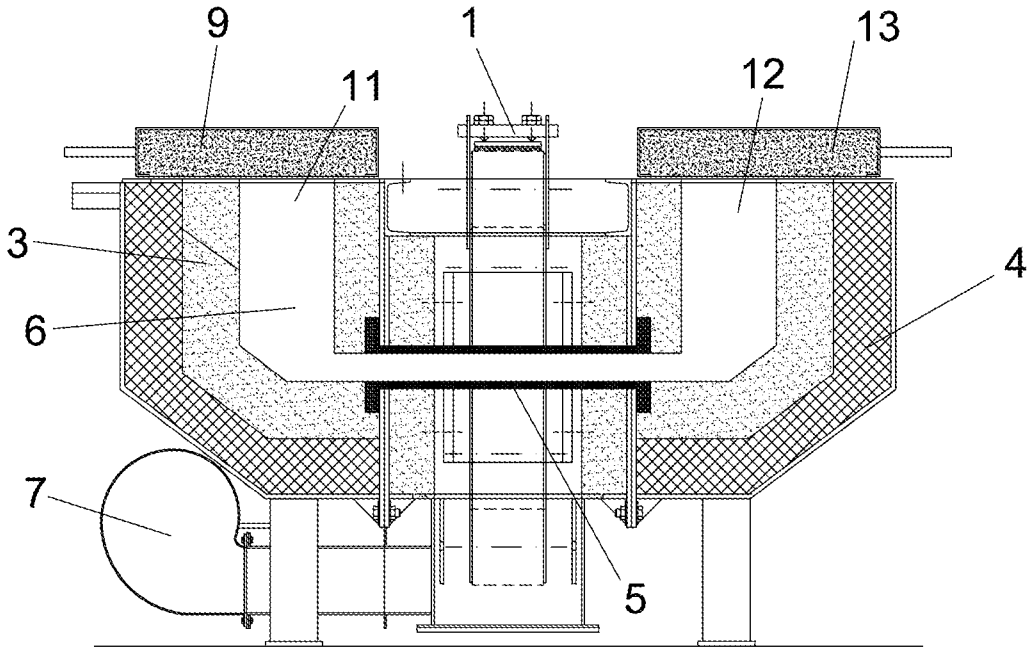



FIG. 3

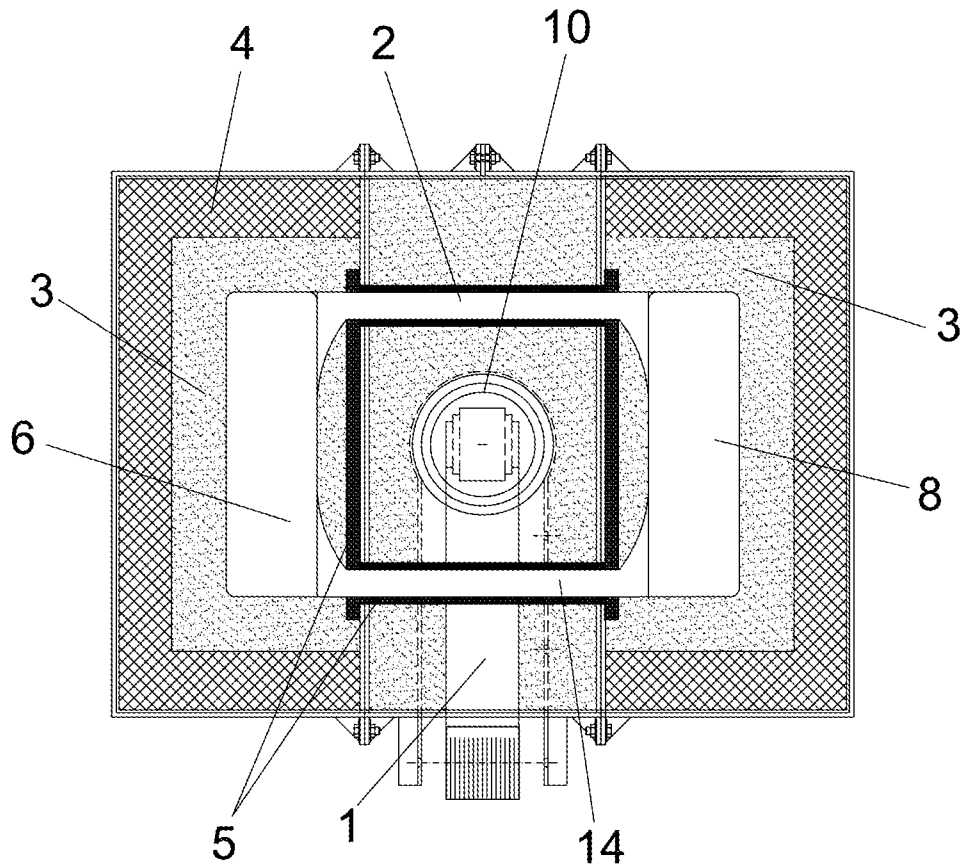



FIG. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ES2011/070197

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

***F27B14/06*** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F27B, c22b

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 48023575 B (KOKUSAI NESYORIKOGYO) 14/07/1973, & BASE DE DATOS WPI in EPOQUE, week 197329, London:Thomson, AN1973-41300U, abstract; figure 1 | 1,2,5,6 |
| A | US 2009229407 A1 ( BRATINA JAMES E ET AL.) 17/09/2009, abstract | 1,2,5,6 |
| A | US 5134629 A (CULLAN GERARD M ) 28/07/1992, abstract; figure 3 | 1,5 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 07/11/2011 | **(13/12/2011)** |
| Name and mailing address of the ISA/<br><br>OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS<br>Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)<br>Facsimile No.: 91 349 53 04 | Authorized officer<br>M. Pérez Moreno<br><br><br>Telephone No. 91 3498490 |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/ES2011/070197

| Patent document cited in the search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| JP48023575 B | 14.07.1973 | NONE | |
| US2009229407 A | 17.09.2009 | WO2009114155 A | 17.09.2009 |
| | | US7740681 B | 22.06.2010 |
| US5134629 A | 28.07.1992 | AU6982191 A | 15.08.1991 |
| | | EP0442345 AB | 21.08.1991 |
| | | EP19910101475 | 04.02.1991 |
| | | JP5010685 A | 19.01.1993 |
| | | AU639060 B | 15.07.1993 |
| | | DE69124123 T | 22.05.1997 |

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES2011/070197

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD
***F27B14/06*** (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)
F27B, c22b

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

| Categoría* | Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes | Relevante para las reivindicaciones nº |
|---|---|---|
| A | JP 48023575 B (KOKUSAI NESYORIKOGYO) 14/07/1973, & BASE DE DATOS WPI en EPOQUE, semana 197329, Londres:Thomson, AN1973-41300U, resumen; figura 1 | 1,2,5,6 |
| A | US 2009229407 A1 ( BRATINA JAMES E ET AL.) 17/09/2009, resumen | 1,2,5,6 |
| A | US 5134629 A (CULLAN GERARD M ) 28/07/1992, resumen; figura 3 | 1,5 |

☐ En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

| Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional. | Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional. |
|---|---|
| 07/11/2011 | **13 de diciembre de 2011 (13/12/2011)** |
| Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional<br>OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS<br>Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)<br>Nº de fax: 91 349 53 04 | Funcionario autorizado<br>M. Pérez Moreno<br><br>Nº de teléfono 91 3498490 |

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

Solicitud internacional nº

PCT/ES2011/070197

| Documento de patente citado en el informe de búsqueda | Fecha de Publicación | Miembro(s) de la familia de patentes | Fecha de Publicación |
|---|---|---|---|
| JP48023575 B | 14.07.1973 | NINGUNO | |
| US2009229407 A | 17.09.2009 | WO2009114155 A | 17.09.2009 |
| | | US7740681 B | 22.06.2010 |
| US5134629 A | 28.07.1992 | AU6982191 A | 15.08.1991 |
| | | EP0442345 AB | 21.08.1991 |
| | | EP19910101475 | 04.02.1991 |
| | | JP5010685 A | 19.01.1993 |
| | | AU639060 B | 15.07.1993 |
| | | DE69124123 T | 22.05.1997 |