

304827

10 00



304827

PATENTE DE INVENCION

B.1414.3.

## *Memoria Descriptiva*

*sobre*

"PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE LINGOTES DE MATERIAL DE CRISTALIZACION EQUI-AXIL, DE GRANOS FINOS".

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en 29, rue de la Fédération, PARIS XV<sup>e</sup>, (Seine), Francia.

La fabricación de lingotes de materiales refractarios, tales como los carburos metálicos, se realiza generalmente en hornos calentados por inducción, bombardeo electrónico o cualquier otro medio análogo.

5. Una barra, previamente calcinada, se funde por ejem-



5. plo gota a gota y se vierte en un molde en el que se enfría, lo cual provoca su solidificación y permite su extracción en forma de lingote. En muchos casos, la barra se substituye por gránulos introducidos progresivamente en un crisol, donde se funden, y luego se enfrían.

10. Cualquiera que sea el procedimiento que se utilice de estos dos, los lingotes obtenidos no son realmente homogéneos. A menudo presentan grietas o fisuras. La fusión del lingote o de los gránulos, cuya dimensión es relativamente importante, precisa en efecto una temperatura elevada y el enfriamiento en el crisol, o el molde, hace que aparezca, como secuela, una cristalización basáltica, perjudicial para la homogeneidad del lingote. Esto es especialmente sensible cuando éste ha de tener un diámetro reducido, en comparación con los gránulos.

20. Este invento tiene pues por objeto permitir la obtención de lingotes muy homogéneos, incluso si tienen un diámetro reducido, merced a un procedimiento que provoca una cristalización equi-axil de los gránulos fundidos.

25. En la única figura del dibujo adjunto se representa en corte axil un tipo de construcción de un horno para la aplicación práctica de este procedimiento.

En este tipo de construcción, el procedimien-

30 482 19



to de este invento se aplica en un horno de bombardeo electrónico que comprende varios cañones de electrones, inclinados con respecto al eje del lingote a obtener, pero es completamente evidente que el procedimiento -

5. podría ponerse en práctica con cualquier horno de tipo conocido.

La figura única del dibujo representa, en un recinto estanco 1, un crisol de cobre 2 enfriado en 4 cuyo fondo 6 puede desplazarse progresivamente hacia

10. la parte inferior a medida de la fusión del lingote, por un mecanismo representado esquemáticamente en forma de un cric o impulsor 17.

En la parte superior del recinto, dos cañones 8 de electrones están dirigidos hacia el crisol 2, de

15. tal modo que sus haces forman un cierto ángulo con el eje del crisol citado y, por consiguiente, del lingote a obtener. En el campo de estos haces, desemboca un - canalón 10 para verter los gránulos 12 contenidos en un depósito 14. El canalón se alimenta por un distribui-

20. dor que lleva progresivamente los gránulos, uno a uno, o por pequeñas cantidades; el distribuidor representado comprende el recipiente 14, que contiene rampas helicoidales, de un tipo conocido para otras aplicaciones, elásticamente sostenido y sometido a vibraciones que

25. provocan el desplazamiento hacia la parte superior de los gránulos 12 a lo largo de las rampas citadas, para distribuirlos al canalón 10.



Para hacer variar la afluencia de gránulos, se actúa, por ejemplo, sobre la intensidad de la bobina de un electroimán.

- Se dispone de tal modo que el canalón 10 -
5. termina en la inmediata proximidad del crisol y - en direcciones radiales o, de todos modos, transversales a los bombardeos incidentes, en condiciones - tales que merced a esta dirección privilegiada y a la energía cinética de los gránulos, éstos no corren
10. el riesgo de ser desviados por la energía de impacto de dichos bombardeos.

- En el dispositivo descrito, la alimentación de gránulos se realiza en un sólo punto del crisol, forzosamente fuera de la zona central; se comprueba
15. entonces, si no se adoptan precauciones, la presencia de algunas perturbaciones en el escape térmico de la parte superior del lingote. Los gránulos se - concentran localmente antes de fundirse, fenómeno - que tiende a empeorar a medida que se desarrolla la
20. operación. Esta acumulación loca de material, tiende a dar origen a lo que comunmente se denomina "enrochages" que, de hecho, no son más que zonas mal fundidas. Este fenómeno tiene una importancia tanto mayor cuanto más reducido es el diámetro del lingote, y
25. se hace notar desde que el diámetro descende por - debajo de 25 mm.

Puede evitarse evidentemente este fenómeno, a-



- alimentado el lingote en varios puntos angularmente distribuidos. Pero esta solución exige una complicación indeseable. Además, no elimina otra causa de heterogeneidad constituida (en el caso de hornos de bombardeo electrónico) por la imposibilidad práctica de obtener pinceles de electrones homogéneos; la homogeneidad se obtiene también disponiendo mecanismos para hacer girar el crisol. Este, comprendido su fondo móvil 6, están sostenidos por un dispositivo que
5. permite su arrastre en rotación. Este dispositivo, esquemáticamente representado, comprende un soporte 16 sostenido por un apoyo (no representado) y provisto de una corona dentada 18 en la que engrana un piñón 20 arrastrado por un motor 22 montado en un bastidor fijo.
10. 15.

Los gránulos 12 llegan continuamente al campo de los haces de los cañones 8 y se funden por ellos, a medida que caen en el crisol 2. Luego se enfrían en este mismo crisol y, al solidificarse, forman un lingote 15 que se extrae progresivamente por el retroceso del fondo 6 del crisol citado.

20.

La velocidad de rotación del crisol ha de ser reducida (de algunas vueltas a algunas decenas de revoluciones por minuto) para limitar el efecto de la fuerza centrífuga. Una velocidad de 10 r.p.m. basta para regularizar en cada momento la distribución de los gránulos en la superficie del baño y para evitar,

25.



dado el caso, una distribución calorífuga heterogénea del haz electrónico.

Estos gránulos están constituidos por el material a tratar, carburo de uranio por ejemplo, previamente fundido. Tienen la forma de esferillas de un diámetro inferior a 1 mm. En efecto de un modo general, la cristalización de un refractario fundido y especialmente del carburo de uranio, se rige por dos fenómenos: la nucleación (o sea la aparición de gérmenes de cristalización) y el crecimiento de los gérmenes formados. Es bien sabido desde luego, que para obtener barrotos perfectos, sin grietas ni fisuras, hay que esforzarse para evitar la cristalización basáltica orientada según el eje del crisol. Es por el contrario interesante desde los puntos de vista estructural y de las propiedades (por ejemplo propiedades mecánicas y conductibilidad) el obtener una cristalización equiaxial de granos finos homogéneos. Para que esto ocurra, es necesario que la velocidad de nucleación sea elevada, y la velocidad de crecimiento (de los gérmenes) reducida. Si se aceptan gránulos que tengan una dimensión relativamente importante (por ejemplo 3 mm); es necesario tener en cuenta, para la fusión, su capacidad térmica y su conductibilidad, débil para materiales del tipo carburo de uranio. De este modo, resulta preciso, para una potencia eléctrica dada, esperar el tiempo suficiente para que el gránulo cunda, o bien



aumentar la potencia eléctrica para acelerar la fusión. En los dos casos, a causa del desnivel térmico existente entre la zona central del baño y la parte periférica en contacto con la pared enfriada del crisol, se favorece un crecimiento basáltico.

Además, por el hecho de este desnivel térmico, las isotermas de solidificación tienen la forma de parábolas, cuyo vértice está situado cerca del eje del crisol, y cuya concavidad se dirige hacia la parte superior de dicho crisol. De ello resulta que, a una cierta profundidad del baño fundido, se encuentra una zona termoplástica en curso de cristalización, rodeada por una zona mucho más fría y ya sólida; en estas condiciones, los esfuerzos que se originan en los cristales de la zona termoplástica, producirán, a causa de la ausencia de plasticidad de la envoltura periférica, dislocaciones del tipo de grietas o fisuras.

Por el contrario, si se introducen gránulos de pequeñas dimensiones, resulta posible realizar su fusión con una potencia eléctrica baja y un tiempo reducido. En estas condiciones, es posible introducir a un ritmo acelerado, gránulos que formarán, por debajo y cerca de la superficie del baño, un lecho o capa que constituye un potente refrigerador, así como un agente enérgico de germinación. De ello resulta que se dispondrá de una gran velocidad de nucleación, y, igualmente, de una velocidad de crecimiento reducida a causa del



enfriamiento importante; por consiguiente, se obtiene en este caso una estructura de granos finos y equi-axiales. Además, en esta zona termoplástica en curso de solidificación no existe prácticamente desnivel térmico

5. entre el centro y la periferia, lo cual significa que las isoterma de solidificación en esta zona, son sensiblemente horizontales.

Así pues, los esfuerzos que se desarrollan en la zona termoplástica, se compensan por la "expansión" siempre posible a causa de la plasticidad de la zona circundante.

10.

La forma esférica de los gránulos obtenidos por fusión, presenta igualmente interés ya que facilita la distribución regular y homogénea de los mismos en el baño.

15.

De acuerdo con este invento, los gránulos utilizados han de haber sido obtenidos por fusión. Esto es importante por las razones a continuación expuestas. En efecto, en el caso de la fusión, los gránulos tienen una densidad próxima a la máxima, y por consiguiente para un volumen dado introducido en el baño, se va a tener la mayor cantidad de materia posible y, por consiguiente, el máximo efecto de enfriamiento posible del baño. Al mismo tiempo, por el hecho de su ausencia de porosidad, estos gránulos no dan origen en el baño a una "desgasificación" brusca productora de salpicaduras intempestivas. Además, la ausencia de trituración del producto de

20.

25.

30 6597

10



partida permite disponer de gránulos exentos de toda oxidación.

- Así, este invento permite obtener barras perfectas y exentas de fisuras. Conviene observar que los defectos superficiales tienen como máximo una profundidad del orden de la dimensión de las partículas introducidas. Por consiguiente, al ser éstas de pequeñas dimensiones, por ejemplo 500  $\mu$ , bastará un ligero trabajo a máquina para dar un aspecto excelente a la superficie del lingote. De ello resulta evidentemente, que se obtendrán muchos menos desperdicios de mecanización, lo cual reducirá el precio de coste de modo apreciable.
- 5.
- 10.

- Otro aspecto importante de las características de la barra obtenida, es su homogeneidad, y ésta se mejora en alto grado por la aplicación del procedimiento a que este invento se refiere. En efecto, las pequeñas variaciones de la producción de carbono que se presentan durante la fabricación de las esferillas de carburo, se compensan estadísticamente a consecuencia de la alimentación masiva del crisol, lo cual permite obtener finalmente un lingote mucho más homogéneo que si se hubiera fabricado partiendo de partículas de dimensiones más elevadas. Además, merced a la rotación del crisol, el material fundido es el asiento de un desnivel térmico uniforme que tiende a evitar los recalentamientos locales, equilibrando las velocidades
- 15.
- 20.
- 25.



31477

de germinación en todos los puntos del lingote y eliminando con ello las fisuras. El lingote obtenido tiene un aspecto excelente exterior y se halla exento de "enrochages".

5. Este invento permite pues obtener lingotes de pequeño diámetro, por ejemplo 15 mm, sin fisuras y con un trabajo mecánico muy superficial.

N O T A

10. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a
15. una solicitud de Patente presentada en Francia con fecha y número siguientes: 10 de octubre de 1.963, nº PV. 950.238 y adición de 27 de agosto de 1.964, nº PV.986. 394, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo
20. lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE LINGOTES DE MATERIAL DE CRISTALIZACION EQUI-AXIL, DE GRANOS FINOS"; caracterizándose por lo siguiente:

25. 1.-"Procedimiento de fabricación de lingotes de material de cristalización equi-axil, de granos finos", que comprende la preparación de gránulos de dicho



3 4827 OCT

material, de diámetro inferior a 1 mm, por fusión y solidificación, la fusión de dichos gránulos, el verter el material fundido en un molde y el enfriamiento y la extracción del lingote.

5. 2.- Procedimiento según reivindicación 1, de fabricación de lingotes de material refractario, en el que dichos gránulos se vierten continuamente en el molde citado en el que se funden por bombardeo electrónico, y dicho molde se enfría para provocar la solidificación del material citado.

3.- Procedimiento según reivindicación 2, en el que el molde está sometido a un movimiento de rotación.

15. 4.- Procedimiento de fabricación de lingotes de material de cristalización equi-axil, de granos finos; tal y como queda descrito substancialmente en la Presente Memoria, e ilustrada en el dibujo adjunto.

Esta Memoria consta de 11 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

10 OCT. 1964

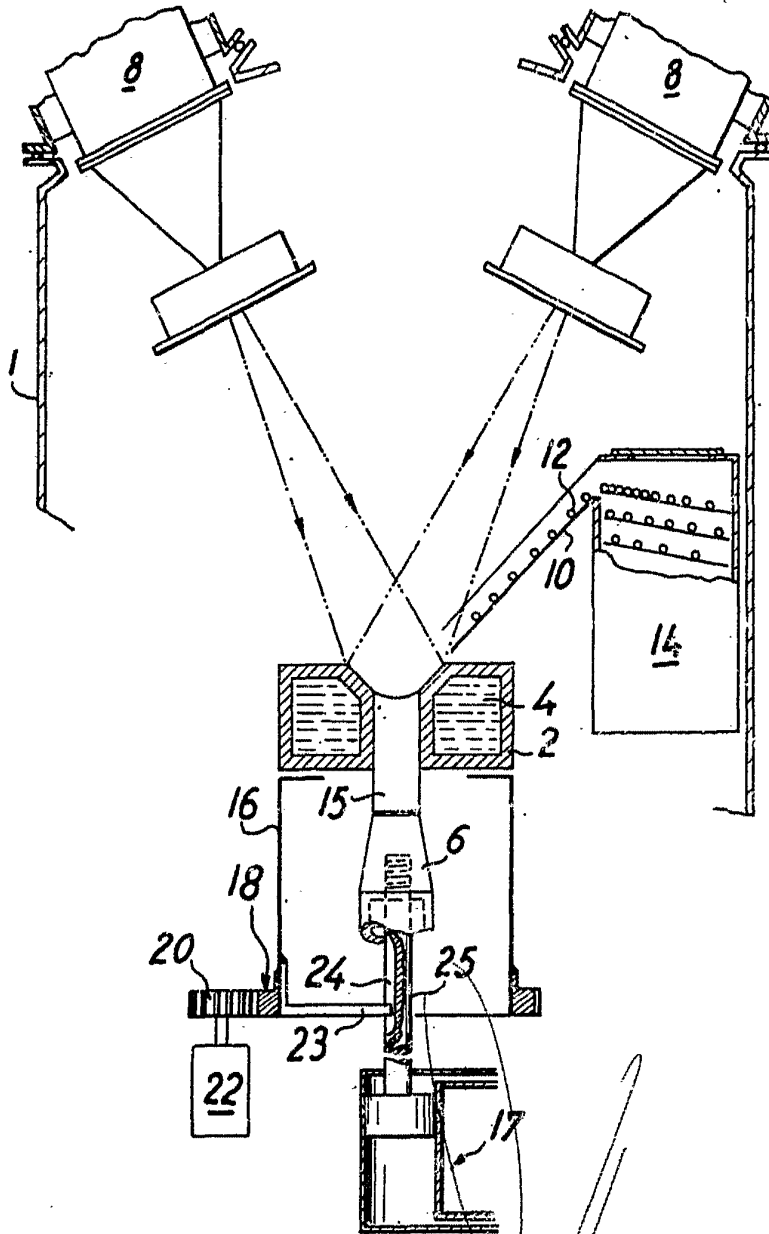
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

J. GÓMEZ ACEBO Y MOLEY  
E. P.

304827  
ESCALA VARIABLE



10 OCT.



10 OCT. 1964

Madrid,

J. GONZALEZ ACERO Y CIA. S.A.