



31 ENE 1973

410909

410909

P.- 53.110

E-670/EI

F.e. 4-3-75

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.:	C01B; C22C

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA

por VEINTE años

A nombre de ELKEM-SPIGERVERKET A/S

entidad noruega

establecida en Middelthunsgate 27, Oslo 3, Noruega

por: "UN METODO PARA PRODUCIR SILICIO METALICO O ALEACIONES QUE CONTIENEN SILICIO"

(Clase Internacional C01b, C22b)

410909

31 ENE 1973



La presente invención se refiere a la producción de silicio metálico y de aleaciones que contienen silicio, en un horno eléctrico, por reducción de óxido de silicio con un agente reductor de carbono.

5 Los tipos conocidos de hornos eléctricos para este fin son hornos de electrodos con electrodos sumergidos. Una mezcla aproximadamente estequiométrica y homogénea de los materiales presentes se suministra a los hornos desde arriba. Los procesos metalúrgicos tienen lugar principalmente en la proximidad de las extremidades sumergidas del electrodo, por suministro de -  
10 energía eléctrica.

La reacción química total de la reducción de óxido de silicio (cuarzo) con carbono es :  $\text{SiO}_2 +$   
15  $2 \text{ C} = 2 \text{ CO}$ . Es sabido que estas reacciones pueden transcurrir a través de más etapas, y a través de más reacciones parciales. Las reacciones tienen lugar a temperaturas elevadas, y algunos de los reactivos están presentes en estado gaseoso , especialmente el  $\text{SiO}_2$  y el  
20 Si. El producto es sacado desde el fondo del horno, al mismo tiempo que sale CO gaseoso del horno a través de la mezcla de materia prima, en la parte superior del horno.

Es típico de los hornos actuales el tener  
25 una gran sensibilidad para las sobredosis de cuarzo o

410909

31 EN



de agentes de reducción. También implican pérdidas de material en forma de polvo de  $\text{SiO}_2$  en los gases de escape. Esta pérdida puede llegar a ser con frecuencia aproximadamente el 10% de la cantidad de cuarzo suministrado. Aparte de la producción perdida, la pérdida de polvo significa también un gran inconveniente para la atmósfera que rodea al horno. La purificación de los gases de escape es técnicamente difícil, y constituirá una carga económica.

10 Las pérdidas de polvo se deben principalmente al hecho de que escapan  $\text{SiO}$  gaseoso, y eventualmente  $\text{Si}$  gaseoso, de la zona de reacción, y son oxidados por el oxígeno del aire en la parte superior del horno. Tienen lugar regularmente explosiones repentinas de estos gases directamente desde las zonas de reacción hasta zonas localizadas en la parte superior del horno.

20 La razón de estos inconvenientes es, frecuentemente, que la mezcla de materia prima no posee suficiente permeabilidad para los gases. Esto puede deberse a productos de condensación, deficiente estabilidad térmica, y posibles condiciones adversas de reactividad o de tamaños de grano.

25 Para reducir estas desventajas, existen actualmente ciertas exigencias en cuanto a las mate-

410909



rias primas, que hacen a los productos más caros. Muchas instalaciones tienen dificultades, incluso con buenas materias primas, para mantener operaciones - constantes y regulares durante largos períodos de tiempo en hornos que producen aleaciones de alto contenido de silicio.

El objeto del método según la invención es reducir la pérdida de polvo con los gases de escape, permitir la utilización de materias primas más ba ratas, y conseguir un mejor control del transcurso de las reacciones del proceso. Según la presente invención, ésto se consigue separando los materiales de la reacción, cuarzo y carbono, totalmente o en grado importante, entre sí, en el horno.

La reacción implica que los gases de reacción tienen que pasar a través de una zona con altos contenidos de carbono, de modo que el SiO gaseoso y eventualmente el Si gaseoso puedan reaccionar con carbono y ser retenidos y llevados de nuevo a la zona de reacción. Una consecuencia de ésto es que los gases de escape del horno son normalmente obligados a salir a través de la parte rica en carbono de la carga. De este modo, las exigencias de que la parte de la carga ri ca en cuarzo esté en forma de terrones y tenga estabilidad térmica son de menos importancia.

410909



5 La reducción parcial del  $\text{SiO}_2$  de las materias primas a  $\text{SiO}$  gaseoso es la reacción parcial que exige más energía. La presente invención implica el que el  $\text{SiO}_2$  sea suministrado principalmente en una zona con gran disponibilidad de energía, por ejemplo cerca de los extremos de los electrodos. El Si metálico producido es sangrado normalmente, de modo principal, de la parte más baja de la zona rica en carbono del horno.

10 A continuación se hace referencia a los dibujos anexos.

15 Las figuras 1-5 muestran ejemplos de realizaciones del procedimiento, basadas en la separación completa de cuarzo y agentes reductores. Por simplicidad, en el dibujo se muestran hornos con sólo un electrodo sencillo. Es posible usar tanto corriente alterna como corriente continua para suministrar energía al procedimiento. En la mayoría de los casos será posible emplear arena de cuarzo en lugar de cuarzo en terrones. En muchos casos, la arena de cuarzo será la más adecuada, ya que es deseable que la parte de la carga rica en cuarzo sea hermética a los gases.

20 En la figura 1 se muestra una realización en la que se suministra cuarzo directamente a la zona de arco eléctrico del horno, a través de un orificio axial existente en el electrodo. Los materiales de reacción se

410909



suministran por fuera del electrodo. Se supone que ha de emplearse un gas portador para mantener abierto el orificio del electrodo.

5 La figura 2 muestra una realización con una carga rica en carbono muy cerca del electrodo, y una dosificación de cuarzo desde un costado por medio de una disposición de alimentación mecánica.

10 La figura 3 muestra un horno con un electrodo hueco, de dimensiones tan grandes que puede contener la parte rica en carbono de la carga. El cuarzo se suministra desde fuera.

15 En la figura 4 se muestra un horno en el que se suministra cuarzo a lo largo de la circunferencia del electrodo, y con un miembro de separación que separa el cuarzo de la carga rica en carbono.

20 La figura 5 muestra una realización alternativa en la que las materias primas son separadas y suministradas de modo asimétrico en relación con la línea central del electrodo. Esta alternativa es también un ejemplo que muestra que el volumen del horno puede dividirse en sectores alrededor del electrodo.

25 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Noruega, el 25 de Enero de 1.972, bajo el número 173/72, se acoge a los beneficios del

410909



artículo 51 del vigente Estatuto de la Propiedad Industrial.

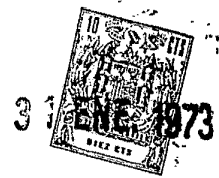
REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

1.- Un método para producir silicio metálico o aleaciones que contienen silicio, en un horno eléctrico, por reducción de óxido de silicio con carbono, caracterizado porque el material de reacción, óxido de silicio y carbono, son separados entre sí totalmente, o en grado importante, en el horno, de modo que hay zonas que son principalmente ricas en cuarzo, o respectivamente ricas en carbono.

2.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque los gases de reacción que se desprenden por reducción de la parte rica en cuarzo de la carga son conducidos a través de una zona del horno no más rica en carbono.

410909



3.- Un método según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque los gases de escape del horno se hacen salir a través de una zona del horno rica en carbono.

5 4.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque el silicio metálico o la aleación que contiene silicio producidos son sacados de la parte más baja de la zona del horno rica en carbono.

10 5.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque se suministran otros óxidos metálicos efectivos, especialmente óxidos de hierro, a las zonas ricas en cuarzo o las zonas ricas en carbono del horno.

15 6.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque la cantidad necesaria de óxido de silicio es suministrada, total o parcialmente, en forma de arena de cuarzo o cuarzo de tamaño fino de grano, de modo que la poca permeabilidad a los gases de las zonas ricas en cuarzo se emplea con el fin de  
20 conducir los gases de reacción a las zonas del horno ricas en carbono.

25 7.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque el óxido de silicio es suministrado principalmente al horno directamente en la zona del horno rica en energía.

25-1-73

Rg

410909



8.- Un método según la reivindicación 7, caracterizado porque se suministra óxido de silicio en correspondencia con la cantidad de energía suministrada.

5 9.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque la carga rica en carbono y la carga rica en cuarzo se mantienen separadas en sectores alrededor del electrodo o electrodos de un horno eléctrico.

10 10.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque la carga rica en carbono y la carga rica en cuarzo se mantienen separadas en zonas circulares alrededor de los electrodos de un horno eléctrico.

15 11.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque la carga rica en carbono y la carga rica en cuarzo se mantienen separadas en zonas que son asimétricas en relación con el electrodo o los electrodos de un horno eléctrico de fusión.

20 12.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque el horno eléctrico empleado es del tipo de horno de electrodos con uno o más electrodos a los que se suministra corriente continua o corriente alterna.

25 13.- Un método según la reivindicación 1,

*Rey*

410909

31 ENE. 1973



caracterizado porque el horno eléctrico empleado es del tipo de horno de inducción.

14.- Un método para producir silicio metálico y aleaciones que contienen silicio, como por ejemplo ferroaleaciones ricas, por reducción de dióxido de silicio con carbono, caracterizado porque los materiales de reacción,  $\text{SiO}_2$  y carbono, son suministrados al horno separados entre sí, de modo que el  $\text{SiO}_2$  y el carbono se mantienen separados entre sí, en grado importante, en el horno, de modo que se mantienen zonas que son fundamentalmente ricas en cuarzo, y respectivamente fundamentalmente ricas en carbono.

15.- Un método para producir silicio metálico o aleaciones que contienen silicio.

15 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid, 31 ENE. 1973

P.A.

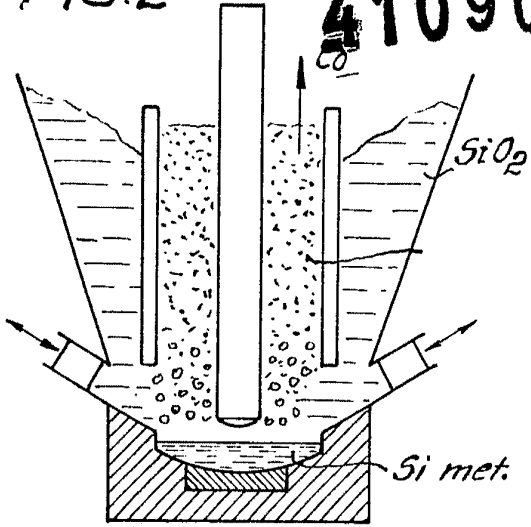
Alberto de Elizaburu  
Por Poder

25-1-73

PBG.



FIG. 2



410909

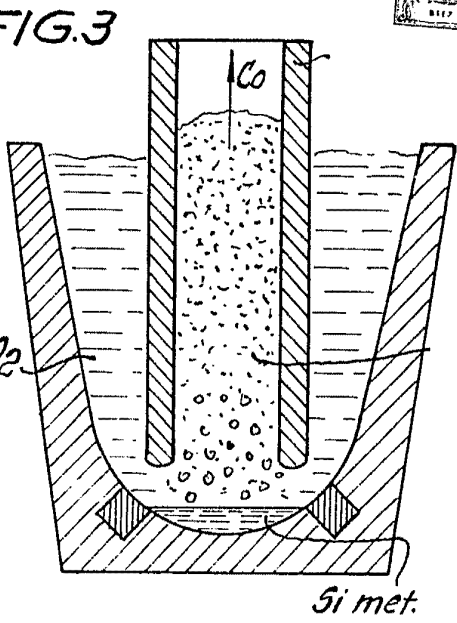


FIG. 4

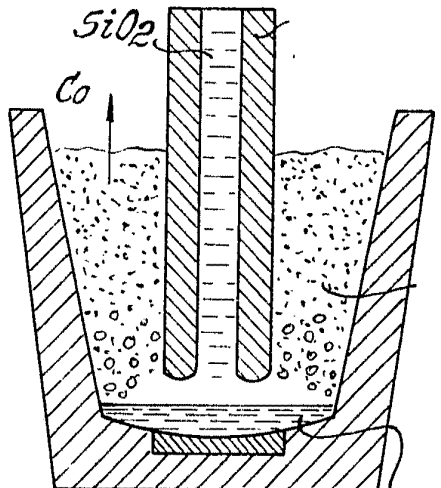
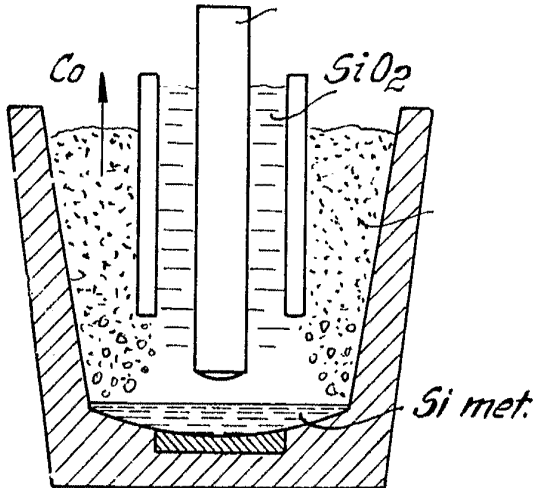
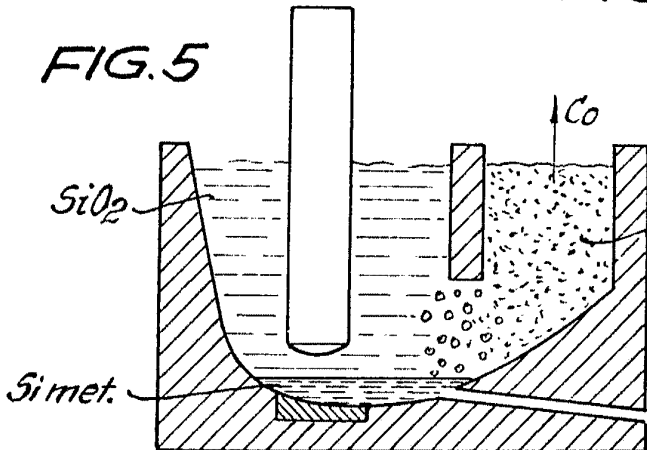


FIG. 1 Si met.

FIG. 5



Alberto de Ezeburu  
Per Poder