



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de los dibujos adjuntos.

19 ES	11 NUMERO 462.020	10 A1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION 31-8-77	

- 5 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO 747,999	32 FECHA 6-12-76	33 PAIS ESTADOS UNIDOS
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C22C	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
54 TITULO DE LA INVENCION UN METODO PARA PRODUCIR CARBOTERMICAMENTE UNA ALEACION DE ALUMINA-SILICIO		
71 SOLICITANTE (S) ALUMINUM COMPANY OF AMERICA		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Alcoa Building, Pittsburgh, Pennsylvania - Estados Unidos.		
72 INVENTOR (ES) Charles Norman Cochran y Richard Aldo Militio, ambos de nacionalidad estadounidense y Subodh Kumar Das, de nacionalidad india.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU.		

1 Este invento se relaciona con aleaciones de  
aluminio-silicio y más particularmente se refiere a la  
producción carbotérmica de aleaciones de aluminio-silicio  
con procedencia de materiales que contienen alúmina y  
5 silicio.

Convencionalmente, las aleaciones de alumi-  
nio-silicio se preparan formando comercialmente aluminio  
puro en una celda electrolítica con el uso de alúmina  
derivada de bauxita y añadiendo al aluminio así formado  
10 silicio relativamente puro, preparado independientemente.  
Sin embargo, en razón al número de etapas involucradas,  
este tipo de proceso da por resultado que la aleación ob-  
tenida sea relativamente costosa.

15 En el arte anterior, se sabe que las aleacio-  
nes de aluminio-silicio pueden hacerse en un horno con  
procedencia de minerales que contienen alúmina y silicio.  
Por ejemplo, Frey y colaboradores, en la patente de Esta-  
dos Unidos 3.661.561, revelan un proceso para producir  
aleaciones de aluminio-silicio en un alto horno con el  
20 uso de de carbono, un mineral de alúmina-silicio y oxíge-  
no puro. De acuerdo con la patente, el oxígeno caliente  
reacciona con carbono para formar gas de monóxido de car-  
bono con el fin de obtener temperaturas que excedan de  
2050° C, en la zona de reacción del horno. También Seth y  
25 colaboradores, en la Patente de Estados Unidos 3.661.562,  
revelan un proceso para producir aleaciones de aluminio-  
silicio en un alto horno que tenga dos zonas de reacción.  
Este proceso requiere que el gas caliente de monóxido de  
carbono formado del carbono y oxígeno en una primera zona  
30 se introduzca en una segunda zona que contenga coke y mi-

1 neral de alúmina-sílice. Los gases calientes de monóxido  
do de carbono que pasan a través de la segunda zona, pro-  
porcionan el necesario calor para producir la aleación  
de aluminio-silicio. También, en el arte anterior Wood  
5 en la Patente de Estados Unidos 3.758.289 revela un pro-  
ceso de dos etapas para producir una aleación de alumi-  
nio-silicio con procedencia de minerales que contienen  
alúmina. En la primera etapa, la sílice en el mineral se  
reduce proporcionando un producto que contenga carburo  
10 de silicio. Este proceso requiere que el producto forma-  
do en el primer paso se transfiera y caliente en un hor-  
no de arco eléctrico donde el carburo de silicio se con-  
vierte a silicio elemental, y la alúmina se convierte en  
aluminio elemental. Sin embargo, en estos procesos los  
15 gases formados pueden pasar a través de los pasos o eta-  
pas reductoras, dando por resultado una sustancial pérdi-  
da de producto por el efecto de barrido de los gases.

El presente invento sustancialmente evita el  
problema de pérdida de producto por el uso de pasos o  
20 etapas de reacción controlados para producir una alea-  
ción de aluminio-silicio con procedencia de mineral con-  
teniendo alúmina y sílice.

De acuerdo con el presente invento, las alea-  
ciones de aluminio-silicio se forman llevando una mezcla  
25 que contenga fuentes de alúmina, sílice y carbono a una  
temperatura en la gama de 1500 a 1600° C, para formar  
carburo de silicio y monóxido de carbono. La mezcla con-  
teniendo carburo de silicio se hace llegar entonces a  
una temperatura en la gama de 1600 a 1900° C, preferible-  
30 mente 1700 a 1900° C, para formar oxcarburo de aluminio

1 y monóxido de carbono, Seguidamente, la mezcla que con-  
tiene carburo de silicio y oxycarburo de aluminio se ha-  
ce llegar a una temperatura en la gama de 1950 a 2200° C  
para formar la aleación de aluminio-silicio. El monóxi-  
do de carbono formado durante cada paso o etapa reactiva,  
5 solo pasa a través de esa, o pasos reactivos anteriores  
llevando así al máximo la cuantía de producto metálico  
obtenido.

10 De conformidad con el presente invento, la  
aleación de aluminio-silicio se produce carbotérmicamen-  
te, con procedencia de una mezcla de materiales que con-  
tienen carbono y alúmina-sílice, haciendo reaccionar es-  
tos materiales en tres etapas. En la primera etapa, la  
mezcla se hace reaccionar a una temperatura en la gama  
de 1500 a 1600° C, para formar carburo de silicio y mo-  
nóxido de carbono. En la segunda etapa, la mezcla que  
15 contiene carburo de silicio se somete luego a una tempe-  
ratura en la gama de 1600 a 1900° C para formar oxicar-  
buro de aluminio y monóxido de carbono, y en la tercera  
etapa, el carburo de silicio y el oxycarburo de aluminio  
se somete a una temperatura en la gama de 1950 a 2200° C  
20 para formar una aleación de aluminio-silicio. Efectuando  
de esta manera la reacción por etapas, el monóxido de  
carbono y otros gases efluentes formados durante el tra-  
tamiento a 1500-1600° C, pueden eliminarse sin pasar a  
través de materiales formados durante los siguientes  
tratamientos a mayores temperaturas. También el monóxido  
de carbono y otro efluente gaseoso formado durante el  
tratamiento a 1600 a 1900° C, puede eliminarse sin pasar  
25 a través de la etapa productora de aleación. Así pues,  
30

1 la pérdida de producto de aleación, debido al hecho de que el efluente gaseoso barra a través de la etapa productora de aleación, queda sustancialmente obviada.

5 Los materiales conteniendo alúmina y sílice aludidos incluyen minerales tales como anortósita, nefelina, dosonita, bauxita, laterita y esquisto. Otros materiales que pueden usarse como fuente de alúmina, incluyen ceniza y desecho de hulla. Los materiales contentivos de alúmina-sílice, aludidos, y otros materiales útiles al invento se incluyen en la tabulación inserta a continuación junto con típicas gamas de composición en porcentaje en peso:

10

15

20

25

30



TABLA I

MATERIALES ALUMINISOS EN BRUTO - GAMAS DE COMPOSICION QUIMICA (peso %)

Materia prima	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1 Anortosita (Promedio)	16,1-32,72 (25,72)	45,78-60,7 (54,54)	0,15-9,90 (0,83)	0,02-3,21 (0,52)	5,0-18,72 (9,62)	0,02-6,43 (0,83)	0,68-7,1 (4,66)	0,03-3,1 (1,06)
5 Rocas con- teniendo felina	12,4-27,10 (21,30)	38,35-60,03 (55,38)	1,54-8,64 (2,42)	0,40-2,6 (0,66)	0,36-19,94 (1,98)	0,22-5,99 (0,57)	3,72-9,72 (8,84)	0,25-9,54 (5,34)
Rocas con- teniendo leucita	7,90-20,29 (16,05)	39,28-51,93 (47,05)	3,17-7,59 (3,49)	0,20-4,29 (1,54)	1,65-12,36 (10,80)	0,22-17,58 (6,20)	0,90-8,49 (2,35)	4,98-9,81 (5,38)
Rocas alu- minizadas	17,58-29,45	0,22-65,80	0,02-10,37	0,05-3,80	0,05-0,26	0,01-1,0	0,16-4,72	0,71-10,46
10 Rocas con- teniendo Donsnita	9,78-13,81	35,1-53,3	3,67-4,82		14,8-33,9	7,0-13,43	1,6-4,4	1,6-4,5
Rocas orden- tivas de AlPO <sub>4</sub>	5,98-14,9	40,92-69,46	1,32-2,86	0,31-0,65	0,20-8,98	0,01-	0,03-0,23	0,00-
Bauxita	33,15-61,51	0,43-38,60	0,96-28,90	0,67-4,08	0,00-6,7	0,00-0,34	0,00-0,16	0,00-0,34
Lateritas	15,1-44,1	2,25-68,0	3,8-60,00	0,16-6,40	0,47-2,80	0,23-1,66		
Esquistos de alta alúmina	11,36-39,50	45,60-78,63	0,67-6,74	0,50-0,93	0,10-8,90	0,84-3,52	0,11-1,92	2,21-5,0
Desecho de hullaocar- bón Análi- sis de cení- za	8,0-38,2	15,0-68,7	1,30-56,3	0,5-4,7	0,02-36,0	0,2-10,8	0,1-8,2	0,1-4,7
20 Ceniza muy fina de hu- lla y lig- nita.	2,2-36,3	4,8-68,7	1,9-36,3	0,56-1,09	2,54-49,81	0,2-25,5	0,2-9,0	0,2-1,42

TABLA I

MATERIALES ALUMINISOS EN BRUTO - GAMAS DE COMP

1	Materia prima	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO
	Anortosita (Promedio)	16,1-32,72 (25,72)	45,78-60,7 (54,54)	0,15-9,90 (0,83)	0,02-3,21 (0,52)	5,0-18 (9,
5	Rocas con- teniendo felina	12,4-27,10 (21,30)	38,35-60,03 (55,38)	1,54-8,64 (2,42)	0,40-2,6 (0,66)	0,36-1 (1,
	Rocas con- teniendo leucita	7,90-20,29 (16,05)	39,28-51,93 (47,05)	3,17-7,59 (3,49)	0,20-4,29 (1,54)	1,65-1 (10
	Rocas alu- minizadas	17,58-29,45	0,22-65,80	0,02-10,37	0,05-3,80	0,05-0
10	Rocas con- teniendo Dusonita	9,78-13,81	35,1-53,3	3,67-4,82		14,8-33
	Rocas orien- tivas de AlPO <sub>4</sub>	5,98-14,9	40,92-69,46	1,32-2,86	0,31-0,65	0,20-8
	Bauxita	33,15-61,51	0,43-38,60	0,96-28,90	0,67-4,08	0,00-6
15	Lateritas	15,1-44,1	2,25-68,0	3,8-60,00	0,16-6,40	0,47-2
	Esquistos de alta alúmina	11,36-39,50	45,60-78,63	0,67-6,74	0,50-0,93	0,10-8
	Desecho de hulla o car- bón Análi- sis de cen- iza	8,0-38,2	15,0-68,7	1,30-56,3	0,5-4,7	0,02-
20	Ceniza muy fina de hu- lla y lig- nita.	2,2-36,3	4,8-68,7	1,9-36,3	0,56-1,09	2,54-4

25

30

TABLA I

ALUMINISOS EN BRUTO - GAMAS DE COMPOSICION QUIMICA (peso %)

	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
	0,15-9,90 (0,83)	0,02-3,21 (0,52)	5,0-18,72 (9,62)	0,02-6,43 (0,83)	0,68-7,1 (4,66)	0,03-3,1 (1,06)
3	1,54-8,64 (2,42)	0,40-2,6 (0,66)	0,36-19,94 (1,98)	0,22-5,99 (0,57)	3,72-9,72 (8,84)	0,25-9,54 (5,34)
3	3,17-7,59 (3,49)	0,20-4,29 (1,54)	1,65-12,36 (10,80)	0,22-17,58 (6,20)	0,90-8,49 (2,35)	4,98-9,81 (5,38)
30	0,02-10,37	0,05-3,80	0,05-0,26	0,01-1,0	0,16-4,72	0,71-10,46
	3,67-4,82		14,8-33,9	7,0-13,43	1,6-4,4	1,6-4,5
46	1,32-2,86	0,31-0,65	0,20-8,98	0,01-	0,03-0,23	0,00-
50	0,96-28,90	0,67-4,08	0,00-6,7	0,00-0,34	0,00-0,16	0,00-0,34
0	3,8-60,00	0,16-6,40	0,47-2,80	0,23-1,66		
63	0,67-6,74	0,50-0,93	0,10-8,90	0,84-3,52	0,11-1,92	2,21-5,0
	1,30-56,3	0,5-4,7	0,02-36,0	0,2-10,8	0,1-8,2	0,1-4,7
	1,9-36,3	0,56-1,09	2,54-49,81	0,2-25,5	0,2-9,0	0,2-1,42

1 Se observará que materiales tales como anor-  
tosita, nefelina, leucita y dosonita, tienen sustanciales  
5 cuantías de CaO, MgO, Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O presentes. También deberá  
observarse que la anortosita que comprende la mezcla de  
anortita ( $\text{CaOAl}_2\text{O}_32\text{SiO}_2$ ) y albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) es una fuente  
preferida de alúmina en el presente invento.

10 Con el fin de efectuar reducción carbotérmica económica del material que contiene alúmina-sílice, y  
producir así alto rendimiento de aleación de aluminio-silicio, el contenido de sílice-alúmina del material ha de  
tener una relación de peso que caiga dentro de la gama de  
0,15 a 1,1, y preferiblemente en la gama de 0,7 a 1,0, con  
15 una relación altamente apropiada siendo de aproximadamente  
0,9. La relación de 0,7 a 1,0 se prefiere por varias razones.  
Con una relación inferior a 0,7, hay tendencia a formar  
carburo de aluminio que hace descender el rendimiento  
de conjunto. También, con relaciones más elevadas, es decir,  
20 con mayores cantidades de sílice presente, la cuantía  
de ajuste para proporcionar el mineral en la gama de relación  
preferida, queda grandemente disminuida particularmente  
en el caso de que el contenido de sílice es elevado,  
como ocurre en los minerales de poco contenido en alúmina.  
Es decir, las más elevadas relaciones de sílice con respecto  
a alúmina son mucho más favorables desde el punto de  
25 vista económico. También, las más elevadas relaciones proporcionan  
mayores rendimientos del producto.

30 Materiales bajos en alúmina, conforme aquí se aluden, son aquéllos tipificados por el hecho de que tienen  
un contenido de alúmina inferior a 35 peso %, y típicamente  
tienen un contenido de alúmina en la gama de 3 a 35 peso %.

1 Tales materiales de bajo contenido en alúmina, normalmente tienen sílice presente entre 25 y 65 peso %.

5 Para los materiales con bajo contenido en alúmina, por ejemplo, la anortosita, o de bajo contenido en sílice, por ejemplo, la bauxita, la relación sílice-alúmina puede ajustarse para que caiga dentro de la gama de relación de peso aludida anteriormente. Si la anortosita, que tiene una relación de sílice con respecto a alúmina de aproximadamente 2,15, se usa como material de partida, esta relación puede ajustarse en la gama aludida mediante la adición de un mineral rico en alúmina, es decir, preferiblemente bajo en sílice, por ejemplo, la bauxita. La bauxita usada para tal ajuste deberá preferiblemente contener no menos de un 35 peso % de alúmina.

10 Además, preferiblemente la bauxita deberá contener alúmina en la gama de 40 a 55 peso % y el sílice en la gama de 0,1 a 15 peso %. También se prefiere tener sustanciales cantidades de óxido de hierro presente, ya sea en el material usado para el ajuste, por ejemplo, bauxita, o en el material de partida. Tipicamente, el óxido de hierro puede hallarse presente en la gama de 0,5 a 30 % por peso. La presencia de óxido de hierro da por resultado que el hierro se presente en la aleación lo cual se cree que haga descender la volatilidad de la aleación a medida que se produce, consiguientemente resultando en

20 más elevados rendimientos de producto. Las formas purificadas de materiales ricos en alúmina, por ejemplo, la bauxita, pueden también usarse, pero en base mucho menos preferida en virtud de las etapas o pasos extraordinarios y gastos involucrados en purificar, y en razón de

25

30

que el rendimiento obtenido es normalmente inferior.

Otro método de ajustar la relación dentro de la gama referida incluye retirar el sílice como, por ejemplo, mediante beneficiación física, o por lixiviación. Por ejemplo, cuarzo alfa, que constituye un gran porcentaje de sílice en la anortosita, puede eliminarse hasta un grado que minimice su efecto, tratando el mineral con ácido hidrófluórico. A los efectos de eliminar la sílice, el ácido hidrófluórico deberá estar en la gama de 1 a 10 % por peso. La temperatura de la solución de lixiviación deberá quedar en la gama de 60 a 100° C, y el tiempo de lixiviación deberá quedar en la gama de 1/2 a 3 horas. En el empleo del ácido hidrófluórico, para lixiviar la anortosita, la relación de peso de sílice con respecto a alúmina, puede hacerse descender de 2,2 a 1,4, por una solución de HF de 10 % por peso, a 100° C durante una hora. Así, la cantidad de mineral rico en alúmina, que puede requerirse para proporcionar la deseada relación, se hace descender significativamente.

Con respecto a esquisto o ceniza muy fina, el contenido de sílice en la misma puede hacerse descender lixivándola con ácido hidrófluórico, por ejemplo, para proporcionar la deseada relación de sílice con respecto a alúmina. Se observará que las relaciones más elevadas son muy favorables con respecto a lixiviación de sílice ya que la extensión de la lixiviación queda significativamente disminuida.

En otro método más de proporcionar sílice-alúmina en la relación de peso anteriormente aludida, puede añadirse sílice. Por ejemplo, si se trata de bauxita, el

1 disponer de una relación de peso de sílice-alúmina, en la gama de 0,02 a 0,05, se usa como material que contiene alúmina-sílice, puede añadirse una fuente de sílice para proporcionar la deseada relación de peso.

5 Se apreciará que una combinación de estas etapas o pasos, que tienden a ajustar la relación de peso sílice-alúmina, puede emplearse. Es decir, el mineral, por ejemplo, puede parcialmente lixiviarse para eliminar la sílice y seguidamente puede añadirse la bauxita al mineral parcialmente sometido a lixiviación, con el fin de llevarlo hasta dentro de la gama de relación de peso sílice-alúmina.

15 Al preparar el mineral para uso en el presente invento, deberá éste molerse a un tamaño de malla en la gama de -14 a -200 (Serie Tyler) con una gama preferida de -28 a -100 (Serie Tyler). Con anterioridad a que se ajuste el material conteniendo alúmina-sílice, dentro de la relación de peso anteriormente citada, se prefiere que dicho material se someta a beneficiación inicial o separación mecánica, tal como proceso de flotación o separación de medios pesados o magnéticos con fines de purificación. Cuando el mineral es anortosita, por ejemplo, se prefiere que éste se someta a un tratamiento de purificación con ácido clorhídrico, para eliminar el óxido de calcio (CaO) y el óxido de sodio (Na<sub>2</sub>O), y similares. Para dicho tratamiento, el ácido clorhídrico deberá tener una concentración en la gama de 5 a 20 peso % y la temperatura deberá quedar en la gama de 60 a 100° C. Un típico plazo de tiempo para tal tratamiento queda en la gama de 1/2 a 3 horas. Después de dicho tratamiento, el mineral puede

20

25

30

1  
lavarse con agua. Este tratamiento de purificación puede combinarse con el paso o etapa de lixiviación con ácido, para eliminar la sílice.

5  
A los efectos de la reducción, una mezcla con tentativa de sílice-alúmina en la deseada gama, y material carbonoso, deberán proveerse. Tal mezcla deberá contener 15 a 30 % por peso de material carbonoso, en base al contenido de carbono del material, siendo una cantidad preferida 19 a 28 % por peso. Cuando se usa materiales conteniendo alúmina-sílice, tales como esquisto, cierta cantidad de material carbonoso puede hallarse presente en el esquisto, por consiguiente la cuantía de material reductor que ha de añadirse se rebaja. El material carbonoso aludido incluye coke, una fuente preferida del cual es el coke metalúrgico, ya que tiene alta porosidad que favorece la reacción de reducción.

10  
15

La mezcla puede reducirse en un alto horno u horno eléctrico, prefiriéndose la técnica del alto horno en razón de la economía. A los efectos de la reducción y caldeo en un alto horno, material carbonoso adicional deberá proveerse. Así, además del material carbonoso provisto para reducción, 40 a 60 % por peso de material carbonoso deberá proveerse con fines de caldeo en el alto horno.

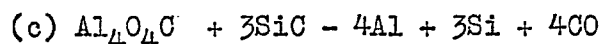
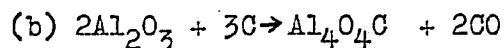
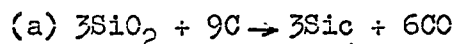
20

25  
Cuando el material que contiene alúmina-sílice es un esquisto petrolífero, se prefiere eliminar materiales tales como hidrocarburos volátiles. Así, con anterioridad al ajuste de la relación sílice-alúmina, se prefiere tratar el esquisto para eliminar tales materiales. Dichos tratamientos pueden incluir beneficio físico o químico, y carbonización para eliminar los volátiles y coqui-

30

1           zar el material carbonoso en el mismo. La presencia de  
          coke ya en el esquisto, como anteriormente se observa,  
          reduce la cuantia de material reductor que ha de añadirse.

5           De conformidad con los principios del presente invento, el proceso se controla con el fin de  
          efectuar la producción de aleaciones de aluminio-silicio,  
          sustancialmente conforme a las siguientes reacciones:



10           Las reacciones (a), (b) y (c) se efectuan  
          a temperaturas en la gama de 1500 a 1600° C, 1600 a 1900°  
          C y 1950 a 2200° C, respectivamente. Es decir, el proceso  
15           del invento debe controlarse dentro de esas gamas de tem-  
          peratura, con el fin de que los materiales utilizados para  
          producir la aleación de aluminio-silicio, reaccionen con-  
          forme a esta secuencia. Así, por ejemplo, si la aleación  
          de aluminio-silicio se produce continuamente en un horno,  
20           alúmina, sílice y carbono introducidos en la parte supe-  
          rior del mismo se calentarían hasta una temperatura en la  
          gama de 1500 a 1600° C, con el fin de efectuar la reacción  
          (a). El caldeo a esta temperatura deberá tener lugar en  
          una zona adyacente a la parte superior del horno. Esta zo-  
25           na caldeada permite que el monóxido de carbono escape sin  
          pasar a través de las zonas subsiguientes o de mas eleva-  
          da temperatura. Así pues, también, cuando se efectua la reac-  
          ción (b) el monóxido de carbono formado también se retira  
          sin que efectúe el paso a través de la zona productora de  
30           aleación.

1 El minimizar el paso del gas de monóxido de  
carbono, o el paso de éste a través de las zonas, se con-  
sidera un aspecto importante de este invento, Es decir,  
5 si un gran volumen de material gaseoso se permite que pa-  
se a través de las zonas, especialmente la zona productora  
de metal, solo una muy pequeña cantidad de aleación  
aluminio-silicio se obtiene. Por consiguiente, se enten-  
derá que la ausencia de zonas de temperatura, en el horno,  
puede dar por resultado la pérdida de valioso producto ya  
10 que el material gaseoso que pasa a través de la zona pro-  
ductora de metal retira una sustancial cantidad de produc-  
to de aleación.

15 Con referencia a las reacciones en el presen-  
te invento, deberá observarse que la cuantía de monóxido  
de carbono producida en la zona de baja temperatura, as-  
ciende aproximadamente a la mitad ( $1/2$ ) de la producida  
en el horno. También sólo una sexta ( $1/6$ ) parte del gas  
de monóxido de carbono se produce en la zona de tempera-  
tura intermedia. Así pues, las dos terceras ( $2/3$ ) partes  
20 del monóxido de carbono total producido es arrastrado o  
pasa a través de la zona productora de aluminio-silicio,  
dando por resultado un alto rendimiento de producto.

25 La medición del porcentaje de volumen de gas  
de monóxido de carbono, evolucionada con procedencia de  
una carga de material conteniendo alúmina-silicio, y car-  
bono caldeados en un horno eléctrico, desde temperatura  
ambiente hasta aproximadamente  $2100^{\circ}$  C, mostró que la evo-  
lución del gas de monóxido de carbono forma cresta apro-  
ximadamente a  $1580^{\circ}$  C, indicando la formación de carburo  
30 de silicio y monóxido de carbono, de conformidad con la

1 reacción (a). También se halló que el gas de monóxido de  
carbono formó cresta nuevamente a aproximadamente 1780° C  
de conformidad con la reacción (b), y produce cresta por  
5 tercera vez a aproximadamente 2080° C, indicando la for-  
mación de la aleación de aluminio-sílice.

El control de las reacciones dentro de estas  
zonas de temperatura no sólo sirve para minimizar el efec-  
to de barrido del gas de monóxido de carbono desarrollado  
durante la reducción de la alúmina y el sílice, sino que  
10 también sirve para minimizar el efecto del monóxido de  
carbono desarrollado por otras fuentes. Es decir, por ejem-  
plo, que las impurezas de óxido contenidas en el mineral  
tales como  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $MgO$  y  $CaO$  pueden redu-  
cirse con la evolución acompañante del monóxido de carbo-  
15 no. Así pues puede apreciarse que es altamente beneficioso  
eliminar dicho monóxido de carbono sin que a través de la  
etapa productiva de aleación.

Cabe observar que si bien es deseable contro-  
lar los volátiles que dimanan del horno, de modo que no  
20 interfieran con la producción o rendimiento de la aleación  
aluminio-silicio, en la tercera etapa, cierta cantidad de  
volatilización es inherente al proceso y realmente puede  
ser beneficiosa mientras que se controle. Así, el monóxi-  
do de carbono desarrollado en la reacción de reducción, y  
del caldeo con  $SiO$ ,  $Al_2O$ ,  $Si$  y  $Al$ , en forma vaporosa, pue-  
25 de servir para pre-calentar la alimentación de entrada.  
En el pre-calentamiento de la alimentación,  $SiO$ ,  $Al_2O$ , y  
 $Al$ , pueden recuperarse mediante condensación en el mate-  
rial de alimentación, y con ello reintegrarse al horno.  
30 Así el minimizar el efecto de barrido del gas de monóxido

1 de carbono, a través de la zona productora de aleación en  
combinación con las zonas de reacción de temperatura con-  
trolada y con la condensación de volátiles en la alimen-  
tación, cumple la función de elevar al máximo el rendi-  
5 miento de aleación de aluminio-silicio obtenible de los  
materiales que contienen alúmina-sílice.

La entrada de calor a las zonas de reacción  
alúdidas, o la temperatura de éstas, puede controlarse  
por la cuantía de oxígeno provisto en cada zona cuando se  
usa un alto horno. Es decir, la temperatura de cada zona  
10 puede regularse controlando la cuantía de oxígeno disponi-  
ble en cada zona para quemar con el carbono provisto a  
los efectos del caldeo. Así, la cuantía de oxígeno dispo-  
nible en la zona de baja temperatura (1500-1600° C) deter-  
mina la cuantía de carbono quemado en esa zona. La zona  
15 subsiguiente, o más caliente (1600-1900° C) puede también  
controlarse por la cuantía de oxígeno disponible para que-  
mar con el carbono. La zona más caliente (1950-2200° C) pue-  
de controlarse en una forma sustancialmente igual.

Una de las importantes ventajas del presente  
20 invento, radica en el hecho de que materiales comparativa-  
mente no costosos pueden usarse para producir el calor ne-  
cesario para efectuar las reacciones. Es decir, el efec-  
tuar las reacciones en el orden indicado anteriormente,  
25 permite la producción de la aleación de aluminio-silicio,  
de conformidad con principios de alto horno. Por añadidu-  
ra, efectuar las reacciones como se indica anteriormente,  
permite el uso de aire como fuente de oxígeno en por lo  
menos las dos primeras zonas. El aire enriquecido con oxi-  
30 geno puede usarse en las dos primeras zonas si se desea.

1

5

10

15

20

25

30

Con respecto a la tercera zona, o sea, la más caliente de todas, en razón de las etapas de reacción anteriores controladas, puede calentarse quemando oxígeno relativamente puro con carbono sin apreciable pérdida de producto metálico. El uso de oxígeno cumple la función de minimizar los gases que evolucionan de esta etapa, y también ayudar a llevar al máximo el rendimiento de producto de aleación. Se apreciará que esta zona puede calentarse eléctricamente ya sea por principios de horno de arco o de horno de resistencia para minimizar aún más, o reducir, la evolución de los gases con dicha procedencia. Sin embargo, debido a que el caldeo eléctrico puede dar por resultado una economía desfavorable, tal caldeo es adecuado en consideración mucho menos preferida.

Otro importante aspecto de este invento radica en la adición de carbono al alto horno. Con fines de caldeo por lo menos, en una materialización preferida, el carbono puede introducirse a las zonas respectivas, preferiblemente junto con la fuente de oxígeno. La adición del carbono en esta forma tiene la ventaja de proporcionar posteriores controles con respecto a temperatura para las zonas respectivas. Es decir, conociendo el ritmo o tasa de alimentación de materiales conteniendo alúmina y sílice al horno, una cantidad controlada de oxígeno y carbono puede añadirse a cada zona para proporcionar la temperatura requerida en el mismo. Este método también tiene la ventaja de que el carbono para quemar no tiene que ser llevado a través de etapas anteriores.

El carbono que ha de añadirse con el oxígeno, preferiblemente está en forma de coque el cual se muele en

1  
forma de polvo y puede ser llevado junto con aire u oxígeno.

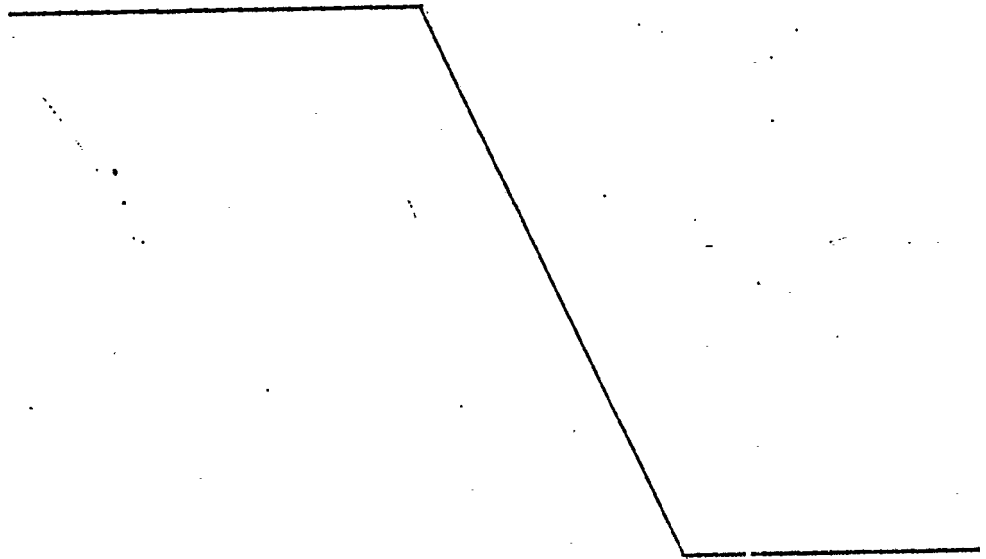
5  
Una ventaja al establecer las reacciones de esta manera permite el uso de una carga en que la relación de peso de sílice con respecto a alúmina, puede variar muy extensamente en comparación con la utilizada en las operaciones convencionales. Es decir, el presente invento permite el uso de relaciones de peso de sílice-alúmina en la carga del orden de 0,2 a 0,5, sin graves efectos adversos. Estas relaciones de peso inferiores son altamente ventajosas en cuanto a que la bauxita de grado bajo o marginal, por ejemplo, que tenga más elevadas cantidades de sílice, típicamente 5 % o más, pueden utilizarse. Con las relaciones de menor peso, la cuantía de sílice que ha de añadirse a dichas bauxitas de bajo grado, para uso en el presente invento, queda reducida.

10  
15  
Si bien el invento se ha descrito en términos de materializaciones preferidas, las reivindicaciones que se anexan están destinadas a englobar otras materializaciones que caen dentro del espíritu de este invento.

20

25

30



REIVINDICACIONES

1

1ª.- Metodo para producir carbotérmicamente una aleación de alúmina-silicio de materiales, que contienen alúmina y sílice, cuyo método comprende el reducir carbotérmicamente dichos materiales en presencia de una fuente de carbono, caracterizado por:

5

(a) hacer llegar la mezcla conteniendo las fuentes de alúmina-sílice y carbono a una temperatura en la gama de 1500 a 1600° C para formar carburo de silicio y monóxido de carbono;

10

(b) hacer llegar dicha mezcla conteniendo dicho carburo de silicio a una temperatura en la gama de 1600 a 1900° C para formar un oxicarburo de aluminio y monóxido de carbono;

15

(c) hacer llegar dicho carburo de silicio y dicho oxicarburo de aluminio a una temperatura en la gama de 1950 a 2200° C para formar dicha aleación de aluminio-silicio.

20

(d) eliminar dicho monóxido de carbono formado en la etapa (a) sin que pase a través de materiales de las etapas (b) y (c); y

(e) eliminar dicho monóxido de carbono formado en la etapa (b) sin que pase a través de materiales de la etapa (c).

25

2ª.- Un método conforme a la reivindicación 1, caracterizado en cuanto a que la mezcla contiene carbono en la gama de 15 a 30% por peso con fines de reducción.

30

3ª.- Método conforme a la reivindicación 1 y 2, caracterizado en cuanto a que dichos materiales que contienen alúmina y sílice se muelen hasta un tamaño en

la gama de -14 a -200 (Serie Tyler).

1  
5  
4<sup>a</sup>.- Método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado en cuanto a que en la etapa (a) el sílice y la alúmina se proveen en una relación de peso en la gama de 0,15 a 1,1, preferiblemente 0,7 a 1,0.

10  
5<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 4, caracterizado en cuanto a que los materiales que contienen alúmina y sílice tienen un bajo contenido de alúmina, y dicha relación se provee mediante adición a dicho material que contiene alúmina y sílice, de un mineral rico en alúmina y bajo en sílice.

15  
6<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 5, caracterizado en cuanto a que dicho mineral rico en alúmina es bauxita que contiene no menos de 35 % por peso de alúmina y no más de 15 % por peso de sílice.

20  
7<sup>a</sup>.- Método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizada en cuanto a que dicho material que contiene alúmina y sílice contiene 25 a 65 % por peso de sílice y dicha relación de peso se obtiene mediante la eliminación preferencial de sílice con respecto al mismo.

25  
8<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 7, caracterizada en cuanto a que dicha eliminación de sílice se logra por lixiviación con una solución que contiene ácido hidrófluórico.

30  
9<sup>a</sup>.- Método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizado en cuanto a que dicho material que contiene alúmina y sílice es anortosita.

10<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 4,

1 caracterizado en cuanto a que el material que contiene alú-  
mina y sílice es rico en alúmina y tiene un contenido de  
sílíce en la gama de 0,1 a 15,0 % por peso y dicha relación  
se provee mediante la adición a dicho material de una fuen-  
5 te de sílice.

11<sup>a</sup>.- Método conforme a una cualquiera de las rei-  
vindicações 4 a 10, caracterizado en cuanto a que los ma-  
teriales conteniendo sílice y alúmina que se proveen, con-  
tienen óxido de hierro en una cantidad de 0,5 a 30 % por  
10 peso.

12<sup>a</sup>.- Método conforme a una cualquiera de las  
reivindicaciones 1 a 11 caracterizado porque se lleva a ca-  
bo en un horno en tres zonas a diferentes temperaturas.

13<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 12,  
15 caracterizado en cuanto a que la cuantía de carbono añadi-  
da al horno, a los efectos de obtener dicha temperatura es  
de 40 a 60 peso % de dicha mezcla.

14<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 12 ó  
13, caracterizado en cuanto a que el carbono y la fuente de  
20 O<sub>2</sub> empleados para fines de caldeo se añade a dicha primera  
zona en cantidad suficiente para mantener dicha primera zo-  
na en la gama de temperatura de 1500 a 1600<sup>o</sup> C.

15<sup>a</sup>.- Método conforme a una cualquiera de las  
reivindicaciones 12 a 14, caracterizado en cuanto a que el  
25 carbono y la fuente de O<sub>2</sub> empleados con fines de caldeo, se  
añade a dicha segunda zona en una cantidad suficiente para  
mantener dicha segunda zona en la gama de temperatura de  
1600 a 1900<sup>o</sup> C.

16<sup>a</sup>.- Método conforme a la reivindicación 14 ó  
30 15, caracterizado en cuanto a que la fuente de oxígeno es

aire.

17ª.- Método conforme a una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado en cuanto a que el carbono y la fuente de  $O_2$  empleados para fines de caldeo se añade a dicha tercera zona en una cantidad suficiente para mantener dicha tercera zona a la temperatura de 1900 a 2200 C.

18ª.- Método conforme a la reivindicación 17, caracterizado en cuanto a que la fuente de oxígeno es sustancialmente  $O_2$ .

19ª.- Método conforme a una de las reivindicaciones 12 a 16, caracterizado en cuanto a que el carbono y el oxígeno se emplea para caldear la primera y la segunda zona y la electricidad se emplea para caldear la tercera zona.

20ª.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:  
UN METODO PARA PRODUCIR CARBOTERMICAMENTE UNA ALEACION DE ALUMINA-SILICIO.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de veintiuna páginas mecanografiadas.

Madrid, 31 de Agosto de 1977  
BERNARDO UNGRIA  
p.p.

