

IN. -



ESPAÑA

19 ES	11	NUMERO	10 A 1
	21	461.981	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		30-8-1.977	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO		
744.154	22-12-1.976	Estados Unidos

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	49 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	22C	

54 TITULO DE LA INVENCION
METODO PARA REDUCIR CARBOTERMICAMENTE MATERIALES CONTENTIVOS DE ALUMINA Y SILICE.

71 SOLICITANTE (S)
ALUMINUM COMPANY OF AMERICA

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Alcoa Building, Pittsburgh, Pennsylvania, Estados Unidos

72 INVENTOR (ES)
Subodh Kumar Das, de nacionalidad india y Richard Aldo Milito, de nacionalidad estadounidense, los cuales han cedido sus derechos a la entidad solicitante.

73 TITULAR (ES)
El mismo solicitante

74 REPRESENTANTE
DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

Se refiere esta invención a aleaciones de aluminio-silicio y más particularmente a la producción carbotérmica de aleaciones de aluminio-silicio.

5 Ordinariamente, se efectúan las aleaciones aluminio-silicio formando aluminio comercialmente puro en una célula electrolítica, utilizando alúmina derivada de la bauxita y añadiendo al aluminio así formado silicio relativamente puro preparado independientemente. No obstante, el resultado de ello es normalmente un método caro de constituir la aleación alu-  
10 minio-silicio.

Debido a la preocupación respecto a disponibilidades de bauxita y a su costo en progresivo aumento, se viene haciendo un considerable esfuerzo de investigación tendente a desarrollar métodos más económicos para la producción del  
15 aluminio, particularmente aleaciones de aluminio-silicio, de otros orígenes. Es conocida en la técnica anterior que pueden hacerse aleaciones de aluminio-silicio a partir de mineral natural contentivo de alúmino-sílice, mediante la adición al mismo de carbono y reduciendo carbotérmicamente tal mezcla en un horno. Así por ejemplo, Seth et al revelan  
20 en la patente de EE.UU. 3.661.562 que se pueden producir aleaciones de aluminio-silicio en un alto horno a partir de minerales de alúmino-sílice. Se prefiere, sin embargo, que los minerales o menas empleados contengan de un 50 a un 70 por  
25 ciento o más de alúmina. La disponibilidad de tal mineral rico en alúmina es muy limitada, dando como resultado un producto de precio relativamente alto. Asimismo, en la técnica anterior, se describe en la Patente de EE.UU. 3.892.558, de Ilinkov, una composición en briqueta para producir aleaciones de alu-  
30 minio-silicio en un horno de arco eléctrico. La briqueta

contiene un agente reductor carbonoso, caolín, alúmina y disteno-silimanita. Según la patente, esta composición en briqueta mejora la sinterización de la carga en la parte superior del horno en el que se trata térmicamente la mena y ayuda al funcionamiento del horno sin formación de burbujas ni caídas de carga. No obstante, dado que hay que utilizar alúmina y puesto que la reducción tiene lugar en un horno de arco eléctrico, el procedimiento da también como resultado un método antieconómico de hacer aleaciones de aluminio-silicio.

Si se compara con la producción de aluminio a partir de minerales metálicos de un elevado contenido de alúmina, la producción carbotérmica de aluminio a partir de minerales contentivos de alúmina y sílice, de un contenido relativamente bajo de alúmina, por ejemplo anortosita, se revela muy difícil y suele dar como resultado rendimientos muy pobres cuando se utilizan métodos ordinarios. Sin embargo, tales menas, por ejemplo, la anortosita, aún cuando de bajo contenido en alúmina, constituyen las fuentes más abundantes de aluminio. Así pues, existe una gran necesidad de un procedimiento con el que se extraiga aluminio de tales minerales de bajo grado, de un modo altamente económico. La presente invención viene a llenar esta necesidad al aportar un procedimiento muy económico que puede emplearse para la producción de aluminio a partir de materiales de un bajo contenido en alúmina.

De acuerdo con la presente invención, se aporta aquí un método para reducir carbotérmicamente materiales contentivos de alúmina y sílice, a fin de producir aleaciones de aluminio-silicio, el cual comprende: (a) aportar materiales contentivos de sílice y alúmina en una mezcla en la que la proporción en peso del sílice respecto a la alúmina sea de 0,5 a 1,1; (b)

aportar a dicha mezcla una fuente de material carbonoso para efectuar la reducción de dicha alúmina y sílice en la referida mezcla; y (c) reducir carbotérmicamente el contenido de alúmina y sílice de dicha mezcla para producir una aleación de aluminio-silicio. En una forma de realización preferida de la invención, se puede ajustar la proporción alúmina-silice mediante adición de bauxita. En otra forma de ejecución, se puede ajustar la proporción mediante la extracción o la adición de sílice.

10 En el plano adjunto:

La figura 1 es un cuadro ilustrativo del rendimiento de producto de aleación aluminio-silicio resultante de las combinaciones de anortosita (25 % en peso de alúmina y 55 % en peso de sílice) y bauxita (50 % en peso de alúmina y 2 % en peso de sílice) cuando se ha reducido de acuerdo con el procedimiento de la invención.

Conforme a la presente invención, se pueden preparar aleaciones de aluminio-silicio a partir de materiales contentivos de alúmino-silice, tales como menas, por ejemplo aportando la mena o mineral en una mezcla que tenga una proporción en peso de sílice respecto a alúmina de 0,5 a 1,1, suministrando a la mezcla un material carbonoso y reduciendo carbotérmicamente la mezcla para formar la aleación de aluminio-silicio. Los materiales contentivos de alúmina y sílice a que nos referimos incluyen minerales tales como la anortosita, la nefelina, la dawsonita, la bauxita, la laterita y el esquisto. Entre otros materiales utilizables como fuente de origen de la alúmina, se encuentran las cenizas y los desechos de carbón. Se relacionan a continuación los materiales contentivos de alúmino-silice en cuestión y otros materiales útiles en la

invención, junto con las proporciones típicas de composición en porcentaje en peso:

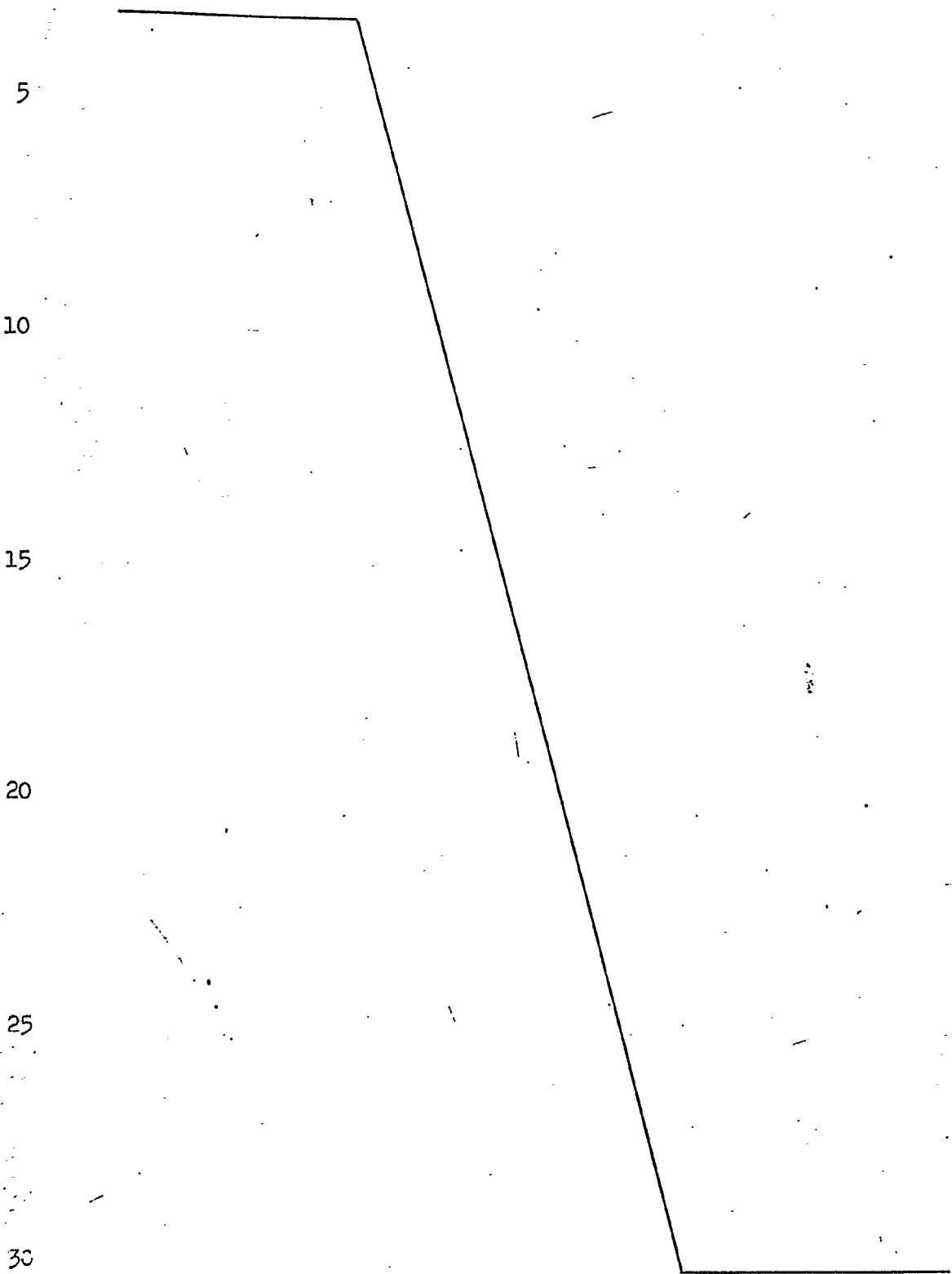


TABLA I

MATERIAS PRIMAS ALUMINOSAS - LÍMITES DE COMPOSICIÓN QUÍMICA (% en peso)

	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
Materia prima								
Anotosita	16,1-32,72	45,78-60,7	0,15-9,90	0,02-3,21	5,0-18,72	0,02-6,43	0,68-7,1	0,03-3,1
(promedio)	(25,72)	(54,54)	(0,83)	(0,52)	(9,62)	(0,83)	(4,66)	(1,06)
Rocas contenti- vas de nefelina	12,4-27,10	38,35-60,03	1,54-8,64	0,40- 2,6	0,36-19,94	0,22-5,99	3,72-9,72	0,25-9,54
(promedio)	(21,30)	(55,38)	(2,42)	(0,66)	(1,98)	(0,57)	(8,84)	(5,34)
Rocas contenti- vas de leucita	7,90-20,29	39,28-51,93	3,17-7,59	0,20-4,29	1,65-12,36	0,22-17,58	0,90-8,49	4,98-9,81
(promedio)	(16,05)	(47,05)	(3,49)	(1,54)	(10,80)	(6,20)	(2,35)	(5,38)
Rocas alumiti- zadas	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
Rocas contenti- vas de dawsonita	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 contenti- vas 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 Hi-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
Análisis desper- dicios carbón y cenizas	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
Carbón y ceniza volante de lig- nito	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

MATERIAS PRIMAS ALUMINOSAS - LIMITES DE COMPOSICION QUIMICA

<u>Materia prima</u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>
5 Anortosita	16,1-32,72	45,78-60,7	0,15-9,90	0,02-3,2
(promedio)	(25,72)	(54,54)	(0,83)	(0,52)
Rocas contenti- vas de nefelina	12,4-27,10	38,35-60,03	1,54-8,64	0,40- 2
(promedio)	(21,30)	(55,38)	(2,42)	(0,66)
10 Rocas contenti- vas de leucita	7,90-20,29	39,28-51,93	3,17-7,59	0,20-4, 2
(promedio)	(16,05)	(47,05)	(3,49)	(1,54) .
Rocas alumiti- zadas	17,58-29,45	0,22-65,80	0,02-10,37	0,05 - 3
15 Rocas contenti- vas de dawsonita	9,78-13,81	35,1-53,3	3,67-4,82	
Rocas contenti- vas de AlPO <sub>4</sub>	5,98-14,9	40,92-69,46	1,32-2,86	0,31 - 0
Bauxita	33,15-61,51	0,43-38,60	0,96-28,90	0,67 - 4
Lateritas	15,1-44,1	2,25-68,0	3,8-60,00	0,16 - 6
20 Esquistos de Hi-Alúmina	11,36-39,50	45,60-78,63	0,67-6,74	0,50 - 0
Análisis desper- dicios carbón y cenizas	8,0-38,2	15,0-68,7	1,30-56,3	0,5 - 4
25 Carbón y ceniza volante de lig- nito	2,2-36,3	4,8-68,7	1,9-36,3	0,56 - 1

TABLA I

<u>ACION QUIMICA</u>		<u>( % en peso)</u>			
<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>
1,15-9,90 (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)
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)
3,17-7,59 (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)
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
1,32-2,86	0,31 - 0,65	0,20-8,98	0,01-	0,03-0,23	0,00-
0,96-28,90	0,67 - 4,08	0,00-6,7	0,00-0,34	0,00-0,16	0,00-0,34
3,8-60,00	0,16 - 6,40	0,47-2,80	0,23-1,66		
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

Es de hacer notar que materiales tales como la anortosita, la nefelina, la leucita y la dawsonita, tienen presentes cantidades importantes de  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ . Es también de hacer observar que la anortosita que comprende una mezcla de anortita ( $\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{2SiO}_2$ ) y albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) es una fuente preferida de alúmina en la presente invención.

5  
10  
15  
20  
Cuando se prepara un mineral, por ejemplo, para uso en la presente invención, debe molerse hasta un grado de paso de malla de entre -14 y -200 (Serie Tyler) siendo el grado preferido de entre -28 y -100 (Serie Tyler). Antes de ajustarse el material contentivo de alúmino-sílice dentro de la proporción en peso indicada, se prefiere que tal material quede sometido a un beneficio o separación mecánica inicial tal como un proceso de flotación o de separación magnética o de elementos pesados, con fines de purificación. Cuando el mineral es anortosita, por ejemplo, se prefiere someterlo a un tratamiento de purificación por ácido clorhídrico para extraer el óxido cálcico ( $\text{CaO}$ ) y el óxido sódico ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) y similares. Para este tratamiento, el ácido clorhídrico deberá presentar una concentración de entre 5 y 20 % en peso y la temperatura deberá ser de 60 a 100°C. Un tiempo típico para tal tratamiento será de 1/2 a 3 horas. Tras este tratamiento, se puede lavar el mineral con agua.

25  
30  
Para efectuar una reducción económica de tipo carbotérmico del material contentivo de alúmino-sílice y producir así una aleación de aluminio-silicio de alto rendimiento, el contenido de sílice-alúmina del material, expresado en proporción de peso deberá estar comprendido entre 0,5 y 1,1 y, de preferencia, entre 0,7 y 1,0, siendo una proporción altamente adecuada la de aproximadamente 0,9. Se prefiere la razón de

0,7 a 1,0 por diversas razones. Con una proporción inferior a 0,7, existe una tendencia a formarse carburo de aluminio, que hace descender el rendimiento total. Por otra parte, con proporciones más altas, es decir con cantidades mayores de sílice presentes, disminuye grandemente la cantidad o grado de ajuste para aportar el mineral o mena en los límites de proporción preferidos, particularmente en el caso de que sea alto el contenido en sílice, como en los minerales de alúmina de baja graduación. Es decir, que las proporciones sílice respecto a alúmina más elevadas son mucho más favorables desde un punto de vista económico. Por otra parte, las proporciones más elevadas proporcionan rendimientos más altos de producto.

Tratándose de materiales de bajo contenido en alúmina, por ejemplo anortosita, o de bajo contenido en sílice, tal como la bauxita, se puede ajustar la proporción sílice-alúmina de modo que quede dentro de las proporciones en peso arriba señaladas. Son materiales de bajo contenido de alúmina tal como aquí se expresa los tipificados por tener un contenido de alúmina menor de un 35 % en peso, y típicamente los de un contenido en alúmina de entre 8 y 35 % en peso. Tales materiales contentivos de alúmina en bajo grado tienen normalmente presente la sílice entre 25 y 65 % en peso. Si se utiliza la anortosita con una proporción sílice a alúmina de aproximadamente 2.15, como material inicial, esta proporción puede ajustarse a los límites indicados mediante la adición de un mineral rico en alúmina, es decir, de preferencia bajo en sílice, por ejemplo bauxita. La bauxita utilizada para tal ajuste deberá contener de preferencia no menos de un 35 % en peso de alúmina. Por otra parte, de preferencia, la bauxita

deberá contener alúmina en una proporción de entre 40 y 55 % en peso, y sílice entre 0,1 y 15 % en peso. Se prefiere también disponer de cantidades importantes de óxido de hierro presentes ya sea en el material utilizado para el ajuste, por ejemplo bauxita, ya en el material de partida. Típicamente, el óxido de hierro puede estar presente en una proporción de entre 0,5 y 30 % en peso. La presencia de óxido de hierro da como resultado que se halle presente hierro en la aleación que se cree hace descender la volatilidad de la aleación según se produce, lo cual da, consiguientemente, como resultado más altos rendimientos de producto. Se pueden utilizar también formas purificadas de materiales ricos en alúmina, por ejemplo bauxita, pero sobre una base mucho menos preferida, debido a las fases suplementarias y al gasto que implica la purificación, así como también debido al hecho de que el rendimiento obtenido es normalmente inferior.

Otro método de ajustar la proporción dentro de las proporciones indicadas incluye la extracción de la sílice, ya sea por beneficiación física, ya por lixiviación. Por ejemplo, el cuarzo alfa, que constituye un gran porcentaje de la sílice en la anortosita, puede extraerse hasta un grado que reduce al mínimo su efecto mediante tratamiento de la mena con ácido fluorhídrico. Para la extracción de la sílice, el ácido fluorhídrico deberá hallarse dentro de los límites de 1 a 10 % en peso. La temperatura de la solución de lixiviación, tal como en el tratamiento por ácido clorhídrico, deberá ser de entre 60 y 100°C, y el tiempo de lixiviación deberá ser de 1/2 a 3 horas. Al emplearse ácido fluorhídrico para lixiviar la anortosita, la proporción en peso de sílice a alúmina puede hacerse descender de 2,2 a 1,4 mediante una solución HF al 10%

en peso, a 100°C, durante 1 hora. Así pues, la cantidad de mena rica en alúmina que puede requerirse para aportar la proporción deseada se reduce significativamente. La fase de lixiviación por ácido, para extraer la sílice se puede combinar con la fase de lixiviación previa para extraer álcalis y óxidos metálicos de tierras alcalinas.

Con respecto al esquisto o cenizas volantes, diremos que el contenido de sílice en ellos puede disminuirse lixiviando con ácido fluorhídrico, por ejemplo, para aportar la deseada proporción sílice/alúmina. Es de hacer notar que las proporciones más elevadas resultan muy favorables con respecto al lixiviado de la sílice, puesto que el grado de la lixiviación se disminuye de manera notable.

En otro método de aportar sílice-alúmina en la proporción en peso a que arriba nos referimos, se puede añadir sílice. Por ejemplo, si se utiliza bauxita, con una proporción en peso sílice-alúmina de 0,02 a 0,05, como material portador de alúmina y sílice, se puede aportar una fuente de sílice para lograr la deseada proporción en peso.

Se apreciará que una combinación de estas fases para ajustar la proporción en peso de la sílice y la alúmina, puede emplearse igualmente. Esto es, que la mena, por ejemplo, se puede lixiviar parcialmente para extraer la sílice y a continuación se puede añadir la bauxita al mineral parcialmente lixiviado para llevarla a los límites de proporción de peso sílice-alúmina debidos.

Al objeto de conseguir la reducción, ha de disponerse una mezcla contentiva de la sílice-alúmina en la proporción deseada, y material carbonoso. Esta mezcla deberá contener de 15 a 30 % en peso de material carbonoso, sobre la base

del contenido en carbono del material, siendo la cantidad preferida de 19 a 23 % en peso. Cuando se utilizan materiales portadores de alúmino-sílice tal como el esquisto, puede hallarse presente en éste cierta cantidad de material carbonoso, por lo que será menor la cantidad de material reductor que habrá que añadir. El material carbonoso en cuestión incluye coque, un origen preferido del cual es el coque metalúrgico, ya que tiene una alta porosidad que favorece la reacción de reducción.

10 La mezcla, que de preferencia se configura en forma de briquetas, puede reducirse en un alto horno o en un horno eléctrico, prefiriéndose por su economía la técnica del alto horno. Así pues, para reducción y caldeo en un alto horno, deberá contener la mezcla de 55 a 90 % en peso de carbono.

15 Es decir, que además del material carbonoso de que se disponga para reducción, habrá que aportar de un 40 a un 60 % en peso de material carbonoso a fines de calentamiento en el alto horno.

20 Cuando el material que comprende alúmina y sílice es pizarra bituminosa, se prefiere eliminar materias tales como hidrocarburos volátiles. Así, antes de ajustar la proporción sílice/alúmina, se prefiere tratar la pizarra o esquisto para separar tales materias. Estos tratamientos pueden incluir beneficiación física o química y carbonización para eliminar los volátiles y coquizar el material carbonoso que se halla en el

25 material. La presencia del coque que se encuentra ya en el esquisto reduce la cantidad que ha de añadirse de material reductor.

Puede verse, pues, que la presente invención resulta altamente ventajosa, ya que permite el uso de mineral de bajo contenido de alúmina para una producción económica de aluminio.

30

Además, la presente invención resulta ventajosa en cuanto que no requiere adiciones de materiales tales como silicio elemental o metales como el hierro, o complejos o aleaciones intermetálicos contentivos de estos materiales. Es decir, que la carga o alimento del horno pueden estar exentos de tales materiales y podrán, sin embargo, obtenerse altos rendimientos de aluminio en el producto, con esta invención.

Los siguientes ejemplos ilustrarán mejor aún el invento.

Ejemplo 1

10

15

20

25

30

Se tomaron anortosita contentiva de un 25 % de alúmina y un 55 % de sílice, y bauxita contentiva de un 49,8% de alúmina, 1,67 % de sílice, 15,8 % de óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), moliéndose ambas hasta un grado de paso de malla de -28 (Serie Tyler), y se combinaron con coque de petróleo molido hasta un grado de malla de -100 (Serie Tyler). Se combinaron la anortosita y la bauxita en cantidades adecuadas para dar mezclas contentivas de sílice-alúmina en una proporción según la tabla que sigue. Se calentó cada mezcla en un horno eléctrico desde aproximadamente la temperatura ambiente hasta aproximadamente 2100°C, durante un período de 6 horas, agregándose calor constantemente. Se relacionan igualmente a continuación la cantidad de producto de aleación de aluminio y el rendimiento obtenido a partir de cada una de las mezclas.

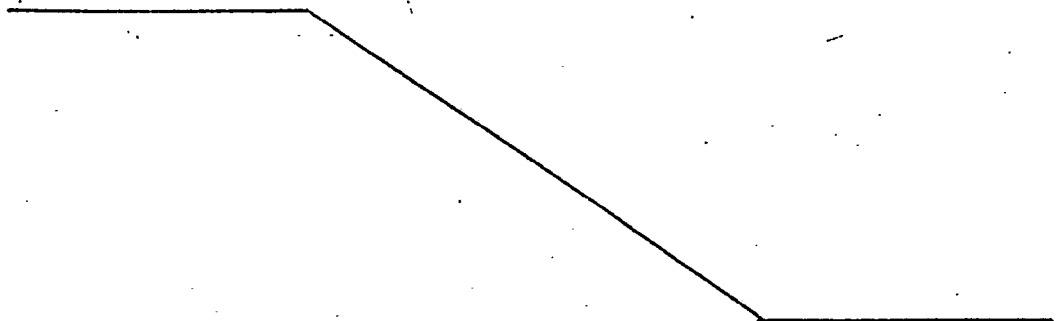


TABLA II

Experimento	Anortosita (gms)	Bauxita (gms)	Carbono (gms)	Proporción en peso sílice/alúmina	Producto de aleación aluminio-silicio (gms)
A	0	500,0	114,5	0,033	0
B	100,0	434,0	132,1	0,26	105,0
C	100,0	326,0	116,6	0,32	101,0
D.	150,0	300,0	123,3	0,47	110,0
E	200,0	290,0	143,0	0,59	130,0
F	200,0	212,0	131,2	0,73	112,0
G	300,0	225,0	141,0	0,91	154,0
H	300,0	171,6	173,1	1,05	60,0
I	300,0	129,0	163,0	1,21	0
J	500,0	0	167,0	2,19	0

5

10

15

20

25

30

TABLA II

	<u>Experimento</u>	<u>Anortosita</u> <u>(gms)</u>	<u>Bauxita</u> <u>(gms)</u>	<u>Carbono</u> <u>(gms)</u>
	A	0	500,0	114,5
5	B	100,0	434,0	132,1
	C	100,0	326,0	116,6
	D	150,0	300,0	123,3
	E	200,0	290,0	143,0
	F	200,0	212,0	131,2
10	G	300,0	225,0	141,0
	H	300,0	171,6	173,1
	I	300,0	129,0	163,0
	J	500,0	0	167,0

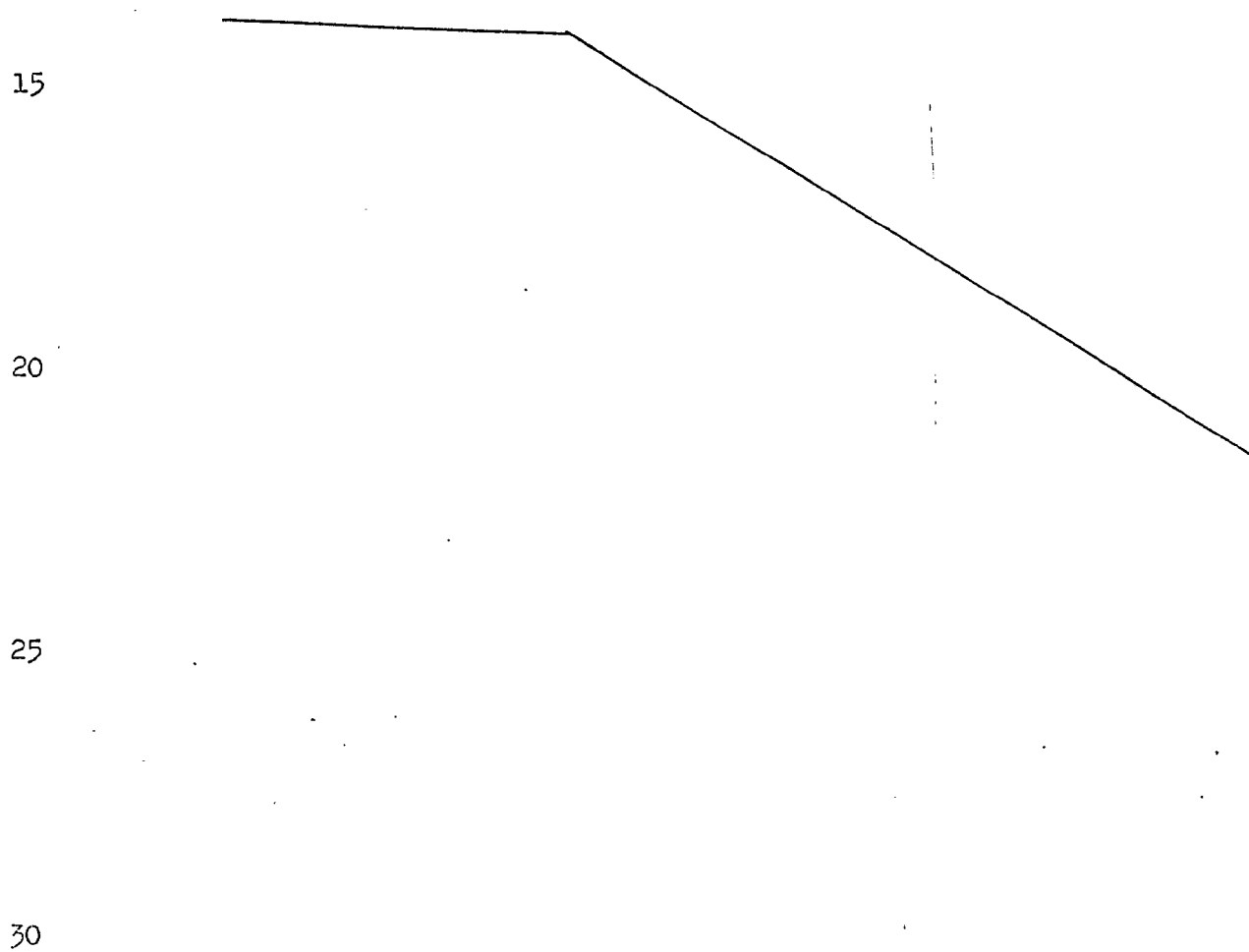


TABLA II

<u>Carbono</u> <u>(gms)</u>	<u>Proporción en peso</u> <u>sílice/alúmina</u>	<u>Producto de aleación</u> <u>aluminio-silicio (gms)</u>	<u>Rendimiento</u>
114,5	0,033	0	0
132,1	0,26	105,0	67
116,6	0,32	101,0	79
123,3	0,47	110,0	81
143,0	0,59	130,0	83
131,2	0,73	112,0	83
141,0	0,91	154,0	87
173,1	1,05	60,0	37
163,0	1,21	0	0
167,0	2,19	0	0

En la figura 1, se ha trazado en gráfica el porcentaje del producto obtenido de aleación aluminio-silicio que figura en la Tabla II, contra las correspondientes mezclas de anortosita y bauxita. El rendimiento expuesto se basa sobre un producto de aleación aluminio-silicio obtenido a partir de la alúmina y la sílice presentes en la mezcla cargada en el horno.

Puede verse por los resultados de estas pruebas que la proporción en peso sílice-alúmina de la anortosita o de la bauxita que tienen las composiciones citadas ha de ajustarse para efectuar la producción de la aleación de aluminio. Es decir, que cuando se empleó o bien la anortosita o bien la bauxita que tenían las composiciones citadas, sin ajuste de la proporción sílice-alúmina, no se obtuvo prácticamente ningún producto de aleación.

#### Ejemplo 2

En este ejemplo, se produjo una aleación Al-Si-Fe a partir de pizarra bituminosa de Chattanooga. 200 gms. de pizarra carbonizada (grado de paso de malla -28), que contenía 66 % de  $\text{SiO}_2$ , 14 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 12 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 11 % C, fueron mezclados con 200 gms. de bauxita y con 87 gms. de coque. La proporción en peso sílice/alúmina fue de 0,89. Se calentó esta mezcla hasta aproximadamente 2100°C como en el Ejemplo 1 y se obtuvieron 97 gms. de producto de aleación o un rendimiento del 83 %.

#### Ejemplo 3

400 gms. de bauxita (grado de malla -28) que tenía la composición dada en el Ejemplo 1, fueron combinados con 169 gms. de sílice (grado de malla -140), dando una proporción en peso sílice/alúmina de 0,88. Se añadieron a la misma 161 gms. de

coque de petróleo (paso de malla -100). Se calentó esta mezcla hasta una temperatura de 2100°C como en el Ejemplo 1, y se obtuvieron 162 gms. de producto de aleación de aluminio. Esto corresponde a un rendimiento del 86 %.

5

Ejemplo 4

Se añadieron a 300 gramos de cenizas volantes (grado de paso de malla -28), de un contenido de alúmina de 16,8 % en peso, y un contenido en sílice de 39,4 % en peso, 165,3 gms. de bauxita, de una composición tal como la del Ejemplo 1. Se añadieron a ello 86,1 gramos de coque de petróleo (grado de malla -100). Se calentó esta mezcla a una temperatura de aproximadamente 2100°C como en el Ejemplo 1. Esta prueba produjo 91,5 gms. de producto de aleación o un rendimiento del 75 %.

15

Como puede verse por estos ejemplos, pueden producirse aleaciones del tipo aluminio-sílice a partir de menas de diversos grados, una vez que se han dispuesto la sílice y la alúmina en una proporción conforme a la invención.

20

Si bien se ha descrito la invención en términos de las formas de ejecución preferidas, se pretende que las reivindicaciones que se acompañan cubran otras formas de realización que entren dentro del espíritu de la invención.

En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir carbotérmicamente materiales contentivos de alúmina y sílice, para producir aleaciones de aluminio-silicio, el cual comprende la adición de un material carbonoso y la reducción carbotérmica, caracterizado porque

30

a) se aportan materiales portadores de alúmina y sílice

40

en una mezcla que tiene una proporción en peso sílice/alúmina de 0,5 a 1,1, de preferencia 0,7 a 1,0;

b) se aporta a dicha mezcla una fuente de material carbonoso para efectuar la reducción de dicha alúmina y dicho sílice en la referida mezcla; y

c) se reduce carbotérmicamente el contenido de alúmina y sílice de dicha mezcla para producir una aleación de aluminio-silicio.

2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque los materiales portadores de alúmina y sílice tienen un bajo contenido de alúmina, y porque se establece dicha mezcla añadiendo al indicado material contentivo de alúmina y sílice un mineral rico en alúmina y bajo en sílice, siendo tal mineral rico en alúmina de preferencia bauxita que tenga no menos del 35 % en peso de alúmina y no más del 15 % en peso de sílice.

3. Un método según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el citado material contentivo de alúmina y sílice contiene de un 25 a un 65 % en peso de sílice y dicha proporción en peso se obtiene preferentemente extrayendo del mismo la sílice.

4. Un método según la reivindicación 3, caracterizado porque la citada extracción de sílice se realiza por lixiviación con una solución contentiva de ácido fluorhídrico.

5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el mencionado material contentivo de alúmina y sílice es anortosita.

6. Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque el material contentivo de alúmina y sílice es rico en alúmina y tiene un contenido en sílice del orde de 0,1 a

15,0 % en peso, aportándose dicha mezcla mediante adición al indicado material de una fuente de sílice.

5 7. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho material carbonoso reductor es carbono y dicha mezcla contiene de 15 a 30 % en peso de carbono.

10 8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho material portador de alúmina y sílice se muele hasta un tamaño de un paso de malla de -14 a -200 (Serie Tyler).

9. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque dicho material portador de alúmina y sílice se trata con una solución ácida para extraer los álcalis y los óxidos metálicos de tierras alcalinas.

15 10. Un método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se aportan materiales contentivos de alúmina y sílice que contienen óxido de hierro en una cantidad de 0,5 a 30 % en peso.

20 11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: METODO PARA REDUCIR CARBOTERMICAMENTE MATERIALES CONTENTIVOS DE ALUMINA Y SILICE.

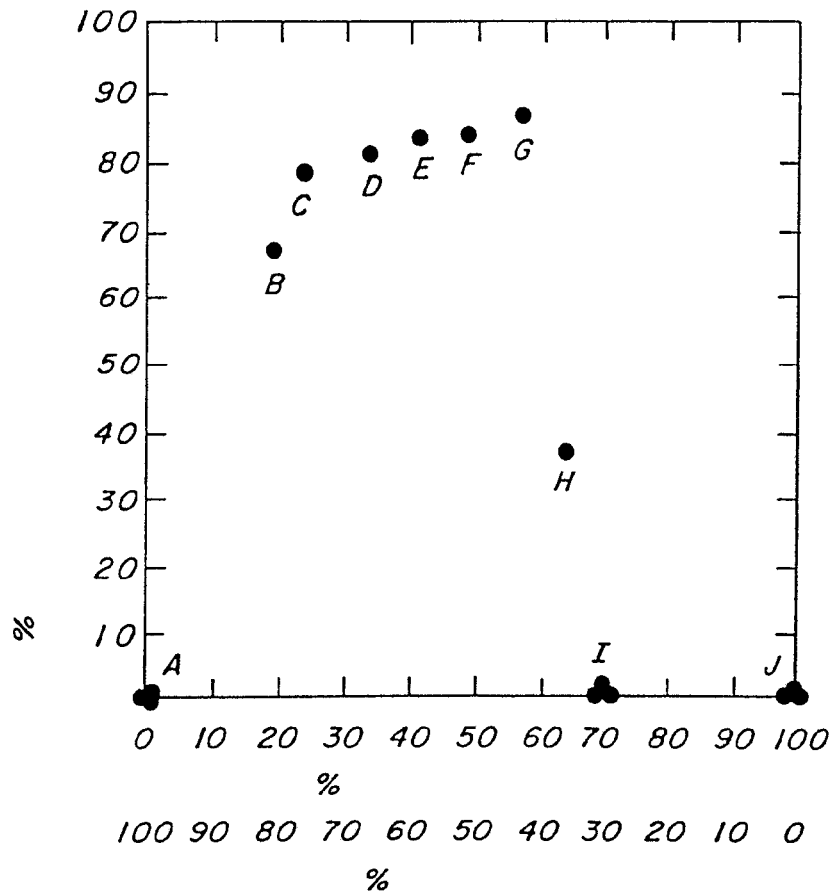
25 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de diecisiete páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 30 de Agosto de 1.977

BERNARDO UNGRIA  
p.p.



FIG. 1.



ESCALA VARIABLE  
Madrid, 30 de Agosto de 1.977  
BERNARDO UNGRIA  
p.p.