

284856
PATENTE DE INVENCION

B.985

Memoria Descriptiva

sobre:

"Procedimiento de fabricacion de metales y
aleaciones por reduccion metalotérmica".

==.==.==.==.==.==

Solicitante: PECHINEY, Compagnie de Produits Chimiques et Electro-
métallurgiques, entidad francesa, residente en 23,
rue Balzac, PARIS 8^a, Francia.

==.==.==.==.==.==

La presente invención se refiere a un proce-
dimiento de fabricación de metales y aleaciones, por
reducción metalotérmica.

Ya es muy conocido preparar metales y aleg
5. ciones efectuando reacciones muy exotérmicas de reduc

284856



- 2 -

ción en el seno de una mezcla pulverulenta que comprende el reductor no carbonado y el compuesto oxidado. Al final de esta reacción aparece, en estado líquido, el metal o aleación requerida que lleva por encima su escoria líquida.

5.

También se conoce realizar reacciones de reducción metalotérmica o silicotérmica en el horno eléctrico cuando éstas son insuficientemente exotérmicas o sea endotérmicas.

10.

Estas reacciones se efectúan usualmente mediante carga en el horno eléctrico de una mezcla pulverulenta de un reductor no carbonado y de un compuesto oxidado; preparaciones silicotérmicas de ferromanganeso o de cromo, por ejemplo, dispensan de este tipo de reacciones.

15.

Según el estado de la técnica, se preparan igualmente metales y aleaciones mediante la puesta en contacto en estado líquido de una fase que contiene un óxido metálico. Esta puesta en contacto puede efectuarse por el procedimiento de refinado sobre solera donde las compensaciones reaccionales entre las fases líquidas tienen lugar por termoconvección.

20.

La referida puesta en contacto entre las fases líquidas se favorece en gran medida por agitación de la masa reaccional.

25.

Esta agitación puede efectuarse por medios neumáticos; puede también efectuarse por medios electromagnéticos en un horno de inducción; o por medios mecánicos. Tal es el caso, por ejemplo, en los hornos oscilantes. El procedimiento denominado "de transvasado"

30.

284850

- 3 -



en sí conocido, que consiste en someter una masa reaccional en estado líquido, formado por un metal ferroso y de una escoria a una agitación enérgica por transvasados por medio de bolsas, efectúa una agitación eficaz.

Los procedimientos antedichos presentan cierto número de inconvenientes.

Se ha comprobado, en primer lugar, que la proporción de acabado de las reacciones metalotérmicas, según los procedimientos conocidos es, por regla general, muy inferior, en la práctica, al valor teórico.

Se sabe que, de un modo general, la proporción de acabado de una reacción metalotérmica cualquiera es tanto mayor cuando el producto "P" de la concentración del óxido metálico residual en la escoria líquida producida por la reacción por la "concentración del metal reductor en el metal producido por la reacción" es menor.

En el caso de reacciones metalotérmicas muy exotérmicas, en fase pulverulenta se comprueba, por regla general, que las escorias se agotan tan deficientemente. Se puede mejorar el agotamiento de las escorias aumentando la proporción de metal reductor; entonces se tropieza, con frecuencia, con la aparición de una proporción perjudicial de metal reductor en el metal producido por la reacción.

También se puede mejorar el grado de acabado de la reacción, aumentando su duración; pero en este caso, las pérdidas térmicas aumentan en gran medida y sin embargo, sucede con frecuencia que, aun en este caso el referido grado de acabado permanece insuficiente; esta insuficiencia se atribuye por regla ge-

284850



neral a la heterogeneidad de la mezcla pulverulenta de las materias primas, la cual es por regla general difícil de remediar de un modo satisfactorio en la práctica.

5. Un inconveniente general de estas reacciones metalotérmicas muy exotérmicas es también el consumo específico elevado de metal reductor costoso.

10. En lo que afecta a las reacciones metalotérmicas efectuadas en el horno eléctrico, éstas tienen habitualmente su empleo limitado por la carburación del metal producido por la reacción.

15. Las reacciones de acuerdo con la técnica de puesta en contacto en estado líquido de una fase reductora y de una fase que contiene el compuesto oxidado, presentan con frecuencia el inconveniente de ser lentas; tal es el caso particularmente para los procedimientos de refinado sobre solera y aquellos que practican la agitación neumática o electromagnética o por horno oscilante.

20. Esta lentitud lleva consigo, por consecuencia, pérdidas térmicas elevadas y gastos correspondientes, en energía, en mano de obra y ocasionadas por el desgaste del material.

25. El procedimiento de trasiego permite realizar reacciones de un modo más rápido.

Sin embargo, durante el batido, producido por el trasiego en presencia de aire, sucede con frecuencia que el metal obtenido por la reacción se oxida y/o se nitrura.

30. Este batido da lugar, además, a grandes des-

284856



- 5 -

perdicios de calorías. Es necesario, para limitar al mínimo la presencia de inclusiones en el metal obtenido de la reacción, practicar su colada a una temperatura suficientemente elevada.

5. Por regla general sucede que los desperdicios de calorías se suman ampliamente sobre la aportación de calorías debida al carácter exotérmico de las reacciones. En este caso, se hace preciso interrumpir los transvasados antes de que se alcance el equilibrio de la reacción, de modo que se evite un descenso demasiado grande de la temperatura de la masa reaccional. Entonces existe la alternativa citada anteriormente o sea de producir una escoria mal agotada o sea aumentar exageradamente el consumo específico de metal reductor costoso.
- 10.
- 15.

- Con frecuencia se tropieza en la práctica con el problema de agotamiento de las escorias metalúrgicas y, particularmente, metalotérmicas; este agotamiento lleva consigo, generalmente, la necesidad de refundir la escoria a tratar, y además con mucha frecuencia, tener que aportar a dicha escoria una vez fundida, calorías suplementarias, con objeto de realizar reacciones metalotérmicas por regla general poco exotérmicas. Tal es el caso, por ejemplo de las escorias de manganeso, titanio, cromo, vanadio, etc. Este agotamiento tropieza, con frecuencia, en estas condiciones con una imposibilidad de orden económico.
- 20.
- 25.

- Por otra parte se sabe que diversos metales fácilmente oxidables y/o nitrurables, tales como:
30. titanio, niobio, vanadio, cromo, sus ferroleaciones,

284856



- 6 -

5. se manchan con frecuencia por pequeñas cantidades de sus compuestos oxidados. Tales manchas o impurezas disminuyen considerablemente la solubilidad de los citados metales o aleaciones en otros metales fundidos, y disminuyen generalmente de un modo importante, el valor comercial de dichos productos.

Un problema siempre delicado lo es también, el ajuste preciso del título de una ferroaleación tal como por ejemplo, el ferrotitanio, el ferrocromo, etc.

10. La presente invención permite evitar los inconvenientes del estado de la técnica señalados anteriormente.

15. Tiene dicho invento particularmente por objeto, la obtención de productos metalúrgicos prácticamente exentos de carbono, y/o de nitrógeno, y/o de oxígeno, y/o de inclusiones sólidas y si es necesario, muy pobres en el compuesto reductor no carbonado tales como por ejemplo, aluminio o silicio.

20. Tiene la presente invención igualmente por objeto, crear una agitación muy eficaz de la masa sometida a la reducción, de elegir duraciones y temperaturas de reacción tan elevadas como sea necesario, siendo estos factores de agitación de duraciones y de temperaturas muy favorables para la obtención de un grado de acabado de la reacción particularmente elevado.

25. Permite también, el invento, realizar la referida reacción en las condiciones caloríficas más económicas.

30. Dicho invento proporciona una solución nueva

284856⁵FE



- 7 -

al problema del agotamiento económico de las escorias de altos hornos o del horno eléctrico.

Otros objetos de la invención irán exponiéndose a continuación en el curso de la descripción que sigue.

5.

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de metales y aleaciones por la puesta en contacto íntimo de los compuestos de "A": escorias compactas, escorias líquidas o sueltas, minerales, producto intermedio metalúrgico con un producto reductor "B", caracterizado porque estos compuestos "A" contienen por lo menos uno de los metales (metales "D") siguientes: cobalto, níquel, manganeso, cromo, molibdeno, tungsteno, uranio, vanadio, niobio, tántalo, estaño, titanio, circonio, torio, boro, itrio, mischmetal, berilio, un metal alcalino-terroso, un metal alcalino, en un estado de valencia positivo, sulfuro, halogenuro o, de preferencia, óxido, que el reductor "B" contiene por lo menos, uno de los elementos siguientes: silicio, aluminio, magnesio, boro, titanio, berilio, un metal alcalinoterroso, un metal alcalino y que se insufla en reductor "B" en estado sólido dividido en la masa líquida del compuesto "A", eligiéndose la naturaleza del producto "B" en relación con la naturaleza del compuesto "A" de conformidad con la reacción entre "A" y "B" en sí conocida.

10.

15.

20.

25.

30.

En esta definición general de la invención, se entiende por "insuflar", introducir un producto en estado sólido dividido en la masa líquida, siendo portador del referido producto un fluido en estado de

284856



- 8 -

- gas o de vapor. Tal insuflación puede efectuarse en una bolsa de colada u horno metalúrgico cualquiera, tal como: hornos eléctricos de arco o de inducción, convertidor, horno giratorio y oscilante, horno de reverbero, etc., con ayuda de dispositivos tales
5. como por ejemplo, lanzas de insuflación. Según una modalidad particular del invento, se puede efectuar esta insuflación fuera de toda operación de llenado o de vaciado de dicho horno o de dicha bolsa.
10. El reductor "B" puede ser una ferroaleación, según el invento.
- También se puede, según la invención, tomar el referido compuesto "A" en estado disuelto en una escoria suelta.
15. Según una modalidad del invento, se puede elegir, como compuesto oxidado, una escoria suelta o una escoria compacta, obtenida en estado líquido durante una operación metalúrgica previa, y se somete esta escoria, mantenida en estado líquido, a la reducción metalotérmica descrita anteriormente.
20. Según una modalidad particular del invento se puede realizar una reducción metalo-térmica tal como se ha descrito en el párrafo precedente en la que se toma, como compuesto oxidado, una escoria suelta o una
25. escoria compacta, obtenida en estado líquido al final de una o varias operaciones denominadas de transvasados.
- Según estas últimas formas de ejecución, se evita la refusión de las escorias y su aportación, y eventualmente las calorías necesarias con ayuda de dispositivos relativamente poco onerosos, tales como: lan-
- 30.



zas o toberas de insuflación.

Se puede, según el invento, tomar un mineral como compuesto oxidado tal como el que se ha definido precedentemente, pudiendo contener igualmente el expresado mineral óxido de hierro.

- 5.
10. Según una forma de ejecución del invento, se puede tomar, como compuesto oxidado, una masa líquida constituida por un metal "D" por lo menos o una ferroleación que contenga "D" - siendo "D" según la definición tal que se ha dado anteriormente - manchada con su óxido como se ha explicado precedentemente, pudiendo reemplazarse este óxido por el sulfuro o el halogenuro correspondiente, de modo que se obtenga, al final de la reducción metalotérmica según la definición general del invento, el metal "D" en estado desoxidado.
- 15.

20. Gracias a esta forma de ejecución, se pueden obtener metales fácilmente oxidables y/o nitrurables, tales como: titanio, vanadio, cromo, sus ferroleaciones, etc., en estado bien desoxidado y/o desnitrurado o lo que corresponde a una cantidad técnica muy buscada, por regla general.

25. Según el presente invento, se puede efectuar la adición a la masa líquida del compuesto oxidado, de por lo menos un compuesto escorificante "F" tal como óxido de calcio, carbonato de calcio, óxido de magnesio, carbonato de magnesio, óxido de manganeso, sílice espatofluor, etc., de modo que se obtenga una escoria fusible, en condiciones operatorias al final de la reducción metalotérmica.
- 30.

284850



- 10 -

5. Según otra modalidad del invento se puede insuflar, en forma sólida dividida, al mismo tiempo que un productor reductor metálico "B", por lo menos un componente escorificante "F" tal como se ha definido anteriormente, siendo "B" y "F" conformes a su antedicha definición.

10. Por estos medios, se puede hacer variar el punto de fusión de la escoria suelta producida por la reacción, modificando, en el producto insuflado, la proporción de los elementos escorificantes con relación al reductor, y en particular, elegir así una escoria suelta de punto de fusión inferior de por lo menos 50°C a la temperatura de reacción, de modo que se obtiene la referida escoria suelta en estado fluido a la mencionada temperatura y de este modo se evitan inclusiones en el metal.

15. Según el invento, se puede realizar una reducción metalotérmica, según la definición general dada anteriormente, en la que se emplea una cantidad global del referido producto reductor metálico, por lo menos igual a la proporción estequiométrica, con relación al conjunto de los compuestos oxidados que intervienen en la expresada reducción.

20. También se puede realizar una reducción metalotérmica según el párrafo anterior, en la que se emplean sucesiva o simultáneamente, como producto reductor metálico, varios componentes de entre los que se han indicado en la definición general del invento.

25. Según esta última modalidad, se puede, por ejemplo, utilizar en primer lugar, un reductor poco

30.

284850



- 11 -

oneroso para reducir la mayor parte del óxido y terminar la reducción por el empleo de un reductor más costoso, pero más activo.

5. Con arreglo al invento, se puede someter en primer lugar, el compuesto oxidado, como queda expresado, a una reducción carbotérmica parcial correspondiente para este a la obtención parcial o total de un grado de oxidación inferior a su grado de oxidación corriente, efectuar, después, sobre el producto líquido de esta reducción carbotérmica parcial, la reducción metalotérmica conforme a la definición general del invento.

10. Esta pre-reducción permite, entre otras, realizar una gran economía de reductor no carbonado costoso.

15. Se puede aprovechar esta pre-reducción o simple fusión, para tratar materias primas impuras y purificarlas con objeto de extraer de ellas una pequeña aleación cargada de impurezas: cobre, plomo, fósforo, etc., mientras que el baño purificado se utiliza para la reducción según la definición general del invento.

20. Esta purificación puede ser el resultado de un tratamiento térmico combinado con la fusión: desulfuración, eliminación de arsénico, de antimonio, etc.,

25. Se puede incorporar, conforme a la reacción, una substancia a base de óxido de hierro, de preferencia a base de óxido férrico, al compuesto oxidado "A" y luego efectuar la reacción de reducción metalotérmica,
30. que comprende el empleo de una proporción de reductor

284856



- 12 -

- por lo menos igual a la estequiométrica, siendo "A" conforme a la anterior definición. La reducción del referido óxido de hierro, que desempeña particularmente un papel calorífico, interviene con ventaja en la producción de ferro-aleaciones según el invento.
5. También se puede, con arreglo a la invención, poner el compuesto oxidado "A" parcial o totalmente, a un grado de oxidación superior a su grado de oxidación corriente, y luego efectuar la reacción de reducción por el empleo de una proporción de agente reductor por lo menos igual a la proporción estequiométrica, siendo "A" tal como se ha definido precedentemente. Así pues, se puede, en primer lugar, transformar el óxido de cromo trivalente en cromato antes de proceder a la reducción.
10. También se puede según el invento, llevar a cabo el procedimiento descrito en el párrafo precedente, por insuflación de oxígeno o de vapor de agua sobrecalentado, en la masa líquida del compuesto oxidado "A" antes definido.
15. Es posible igualmente elevar la temperatura de la masa en estado líquido sometida a la reducción metalotérmica, conforme a la definición general del invento, insuflando en la referida masa, una mezcla exotérmica pulverulenta, preparada, según cualesquiera medios conocidos y compuesta principalmente, por una parte, de un producto oxidado que puede encerrar cuerpos tales como: óxido férrico, nitrato de sosa, perclorato de potasa, compuesto oxidado "A" etc., y, por otra parte, de un producto reductor metálico "B" al que se
- 20.
- 25.
- 30.

284850⁵ rCB



- 13 -

adiciona eventualmente un compuesto escorificante "F", siendo "A", "B" y "F" tales como se ha definido anteriormente.

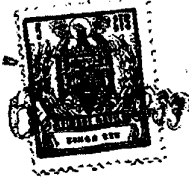
5. Mediante el empleo, designado anteriormente de óxido férrico y/o de compuesto a un grado de oxidación superior al grado de oxidación corriente y/o de una mezcla exotérmica, se efectúa "in situ" una reacción exotérmica auxiliar cuyo efecto calorífico se añade al de la reacción de reducción metalotérmica según la definición general del invento.

10. También se puede realizar la reacción metalotérmica según esta definición general, en la que se pone la masa reaccional, a la que se ha añadido eventualmente un compuesto escorificante "F", a una temperatura superior de varias centenas de grados C a la temperatura de fusión de dicha masa, por medio de un horno eléctrico.

15. También se puede realizar una reducción metalotérmica según el párrafo precedente, en la que se pone, en primer lugar, la masa en estado líquido formada por el compuesto oxidado tal como se ha definido anteriormente a una temperatura superior en varias centenas de grados C a la temperatura de fusión de la referida masa, por medio de un horno eléctrico y después se somete esta masa a la reducción metalotérmica conforme a la definición general del invento.

20. Por los diferentes medios enumerados en los párrafos precedentes, se pueden obtener temperaturas de reacción de varias centenas de grados C
- 25.
- 30.

284850



- 14 -

superiores al punto de fusión del metal o aleación producida por la reacción, pudiendo las referidas temperaturas designarse como "hiper-temperaturas".

5. La elección de hiper-temperaturas es particularmente ventajosa, según como ha indicado la Sociedad solicitante, cuando se desea, por ejemplo, suprimir los falsos equilibrios resultantes de una falta de homogeneidad de los componentes de una mezcla destinada a una reacción de reducción metalotérmica.

10. También se puede hacer descender la temperatura de la masa en estado líquido, sometida a la reducción metalotérmica conforme a la definición general del invento, añadiendo a la expresada masa un compuesto oxidado "A", elegido entre los que se han enumerado anteriormente, en estado sólido.

15. También se puede realizar el descenso de temperaturas, según el párrafo anterior, insuflando el referido compuesto oxidado, en estado sólido dividido, en la referida masa en estado líquido.

20. Se puede igualmente, con arreglo al invento, insuflar en la masa líquida del compuesto oxidado, y al mismo tiempo que el producto reductor metálico "B", hierro en estado sólido dividido.

25. Según las diversas modalidades antedichas, se puede hacer variar a voluntad la aportación de calorías por unidad de tiempo, gracias a una elección apropiada de la naturaleza del reductor y/o de un compuesto oxidado auxiliar y/o la proporción de reductor insuflado por unidad de tiempo y/o por la relación
30. del peso de reductor insuflado al peso correspondiente

284856



- 15 -

de fluido portador.

- Se tiene, pues, de un modo general, la posibilidad de hacer variar rápidamente y en límites muy amplios, la temperatura, ya sea elevándola o ya sea haciéndola descender, lo cual representa una de las ideas esenciales del presente invento; el límite superior de la temperatura se da únicamente, con arreglo al invento, por la resistencia a las temperaturas elevadas de los materiales utilizados para el revestimiento interior del aparato que contiene la masa reaccional.
- 5.
- 10.

- Se puede pues, a voluntad, ya sea realizar una reacción de un modo muy rápido - lo cual resulta económicamente ventajoso - o ya sea, por el contrario, si el estado de equilibrio no se alcanza, prolongar esta reacción tanto tiempo como se desee.
- 15.

- Se puede trabajar bajo cubierta de una capa sólida sobrenadando la escoria líquida y, por consiguiente, reducir al mínimo las pérdidas de calorías por radiación, así como la nitruración y/o la oxidación del metal producido por la reacción.
- 20.

- La elección de las temperaturas de reacción del punto de fusión de la escoria suelta y de su composición, contribuyen, por su parte, a suprimir la nitruración así como las inclusiones.
- 25.

- Se puede pues, poner el rendimiento de la reacción - el cual está condicionado por el producto "P" según se define anteriormente - a un valor próximo al valor de compensación, a la temperatura que se habrá elegido para la realización de la reacción. Se
- 30.

284856

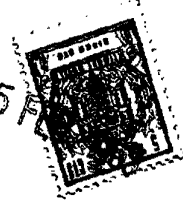


- 16 -

obtiene tal rendimiento, mucho más elevado que según las técnicas anteriores conocidas, precisamente gracias al hecho de que se puede hacer variar a voluntad, la duración de la reacción y la temperatura.

5. También se puede, según el invento realizar un ciclo de fabricación que comprenda las dos etapas sucesivas siguientes:
10. a) Se insufla en la masa líquida de un compuesto oxidado "A" un defecto de producto metálico reductor "B", en estado sólido dividido, de modo que se obtiene, por una parte, el metal o aleación requerida, prácticamente exenta del producto "B" y, por otra parte una escoria líquida pobre en los óxidos tales como "A".
15. b) Se extrae esta escoria líquida empobrecida, luego se insufla en su masa un producto reductor metálico, en proporción por lo menos igual a la proporción estequiométrica de modo que se obtiene una escoria suelta prácticamente agotada y, eventualmente, una aleación "A" que contiene este producto reductor metálico; se puede poner esta aleación "R" en estado sólido dividido, luego reciclarla
20. en a); siendo "A" y "B" tales como se ha indicado anteriormente; según se ha descrito, se puede, eventualmente, en la fase b) de este procedimiento, utilizar
25. otra aleación que en la fase a), por
- 30.

34856



ejemplo, por razones de costo del reductor.

Se puede utilizar, como componente que interviene en la reducción metalotérmica según la definición general del invento, productos prácticamente exentos de carbono, de modo que se obtiene a la salida o término de la referida reducción, productos de una calidad requerida para numerosas utilizaciones, en razón de la ausencia prácticamente completa de carbono en estos últimos.

5.

10.

Se puede utilizar para efectuar la insuflación conforme a la definición general del invento, un gas tal como: aire, oxígeno, vapor de agua sobrecalentado, nitrógeno, gas carbónico, óxido de carbono, un gas compuesto principalmente de óxido de carbono y/o de gas carbónico, el metano, un gas compuesto principalmente de metano, argón, etc., pudiendo efectuarse esta insuflación con ayuda de un solo gas entre los indicados anteriormente o con ayuda de varios de estos gases tomados simultánea o sucesivamente.

15.

20.

Los ejemplos que se citan a continuación se dan con objeto de que la invención pueda comprenderse con más facilidad y no deben en modo alguno considerarse como limitativos.

EJEMPLO 1

25.

Una escoria de manganeso cuya composición es la siguiente:

30.

MnO	18	%
SiO ₂	31	%
CaO	32	%
MgO	5	%

284856-5 FEB.



Al ₂ O ₃	10	%
FeO	0,40	%

se cuele de un alto horno y se recoge en un horno eléctrico a una temperatura de 1.300°C alrededor. Se

5. introducen en 80 partes en peso de esta escoria, 18 partes de cal y 2 partes de espatofluor y se recalienta hasta que se alcanza una temperatura de 1.450°C alrededor. En esta masa fundida, se insuflan 6 partes en peso, alrededor, de ferrosilicio, a 98% de silicio por medio de aire comprimido. Se obtiene un metal de la composición siguiente:
- 10.

Silicio	30	% en peso
Manganeso	64	% en peso
Hierro	5,9	% en peso

15. Carbono
- inferior a 0,10 % en peso y una escoria suelta residual que contenga menos de 2 % de MnO.

EJEMPLO 2

- a) Se funde en el horno eléctrico un mineral de manganeso de la composición ponderal siguiente:
- 20.

MnO ₂	50	%
MnO	24	%
SiO ₂	9	%
FeO	3	%
CaO	1	%
Al ₂ O ₃	1	%
MgO	1	%

25. Se añaden a 73 partes en peso de este mineral, 24 partes de cal y 3 partes de espatofluor; se inyecta en la masa fundida 25 partes en peso de sílico-manganeso
- 30.

284856



de la composición siguiente:

- Silicio 25 %
- Manganeso 65 %
- Hierro 9 %
- 5. Carbono inferior a 0,4 %

Se obtiene después de función o colada en una lingotera, un ferromanganeso refinado, de composición:

- Manganeso 90-95 %
- 10. Hierro 5-10 %
- Silicio inferior a 1 %
- Carbono inferior a 0,30%

y una escoria suelta intermedia que contiene 30% de MnO.

- 15. b) Esta escoria suelta intermedia se refunde con 20 partes de cal y se somete a la inyección de 14 partes de ferrosilicio a 98% de silicio refiriéndose estas partes en peso a 100 partes de esta escoria suelta intermedia.

Se obtiene un silico-manganeso que contiene:

- 20. Silicio 25-30 %
- Manganeso 60-65 %
- Carbono menos de 0,40%

y una escoria suelta que contiene de 1 a 2% de MnO residual.

25. EJEMPLO 3

- a) Se prepara al horno eléctrico cromita de calcio a 28% en peso de Cr_2O_3 , con ayuda de mineral de cromo y de cal; se inyectan en 100 partes de cromita :
 - 30. 16 partes de silicoferrocromo a 44% de silicio y 37% de cromo en estado dividido; se impide que la temperatura



exceda de 1.800°C insuflando cromita (mineral de cromo) seca, pulverulenta, al mismo tiempo que se continúa la inyección del reductor.

5. b) Luego se inyecta 0,5 parte de aluminio en estado dividido. Se obtiene una aleación de la composición siguiente:
- | | | |
|-------------------|-------------------|---|
| Cromo | 70 | % |
| Hierro | 30 | % |
| Silicio | inferior a 0,60 % | |
| Nitrógeno | inferior a 0,02 % | |
| 10. Carbono | inferior a 0,02 % | |
| Fósforo | inferior a 0,01 % | |

y una escoria suelta que contenga menos de 1% de Cr_2O_3 residual.

EJEMPLO 4

15. a) Se efectúa la fusión de la cromita del ejemplo 3; se inyecta en 100 partes de esta cromita de cal líquida, 16 partes de silicoferrocromo a 33% de silicio. Se separa un ferrocromo que tenga la composición siguiente:

20. Cromo	69-70	%
Hierro	29,30	%
Silicio	0,20	%
Carbono	0,02	%
Nitrógeno	0,02	%
Fósforo	0,01	%

25. b) Se inyecta, en la escoria suelta que sale de a): sílice-ferrocromo standard : 5 partes a:

Silicio	44	%
---------------	----	---

Se obtiene una escoria que contenga menos de 1 % de Cr_2O_3 y un sílice-ferro-cromo a:

Silicio	33	%
---------------	----	---

30. que se recicla en a).

284856



EJEMPLO 5

5. Se funden 2.000 partes de rutilo y 380 partes de cal, en el horno eléctrico, luego se insuflan 980 partes de polvo de aluminio y 1.500 partes de polvo de hierro así como 110 partes de cal. Se ajusta el título con ayuda de 2.700 partes de desechos de hierro fino, y se obtiene una aleación a:

10.	Titanio	26	%
	Aluminio	20	%
	Hierro	54	%

y una escoria a 5 % de TiO_2 .

EJEMPLO 6

15. Se obtiene de una operación metalúrgica anterior, una escoria en estado líquido, que contenga 25 % de TiO_2 .

Se recoge esta escoria en una bolsa y se inyecta para 2.000 partes de escoria:

20.	Polvo de hierro	160 partes
	polvo de aluminio	200 partes
	cal	100 partes

Se funde la escoria que contiene 2 % de TiO_2 residual, así como una aleación de la composición siguientes:

25.	Titanio	42	%
	Aluminio	30	%
	Hierro	25-26	%

EJEMPLO 7

30. a) Se tratan 100 partes de ilmenita con 15 partes de carbono y 10 partes de cal y 6 partes de alumina, según cualesquiera medios conocidos.

284856⁵



b) Se insufla en la escoria el líquido obtenido:

5.	Aluminio	24 partes
	Hierro	35 partes
	CaI	5 partes
	CaF ₂	2 partes

y se obtiene una aleación:

10.	Titanio	40 %
	Hierro	52 %
	Aluminio	4 %

así como una escoria prácticamente agotada que contiene 4 % de TiO₂.

EJEMPLO 8

Se obtiene, por una reacción aluminotérmica, una aleación líquida que contiene:

15.	Titanio	50 %
	Hierro	42 %
	Aluminio	4,20%
	Silicio	0,50%
20.	Oxígeno	1,30%

Se insufla, en este líquido, una mezcla pulverulenta de silico-calcio, a:

25.	Silicio	66,60 %	} 11 partes
	Calcio	33,40 %	
	CaF ₂		6 partes

Se obtiene una aleación de la composición siguiente:

30.	Titanio	48 %
	Hierro	42 %
	Silicio	5 %



Aluminio	4	%
Oxígeno	0,25	%

La aleación obtenida contiene pues 1/7 solamente del oxígeno presente en la aleación que sale de la primera reacción aluminotérmica.

5.

EJEMPLO 9

Se tratan 100 partes de una aleación obtenida en estado líquido al final de una reacción aluminotérmica, de composición:

10.	Titanio	69	%
	Aluminio	29	%
	Oxígeno	2	%

por insuflación de 6 partes de una aleación que contiene:

	Calcio	96	%
15.	Aluminio	4	%

y se la mezcla a la de la cal y del fluoruro de calcio.

Se obtiene una aleación que contiene:

	Titanio	70	%
	Aluminio	29	%
20.	Oxígeno	0,1	%

La cantidad de oxígeno en la aleación finalmente obtenida no es más que el 5% de la primitivamente existente.

EJEMPLO 10

Se funden en un horno eléctrico 100 partes de colomita a 70 % Nb_2O_5 con 5 partes de aluminio y 3 partes de CaF_2 y se separa la escoria del metal que es un ferro-estaño resultante de la purificación del mineral.

Se insuflan después 54 partes de una mezcla de:

30.	27	partes de aluminio
-----	----	--------------------

284856



- 24 -

12 partes CaO.
3 partes Ca.
12 partes de mineral de hierro

Se obtiene una aleación de la composición:

5.	Nb + Ta	70	%
	Fe	27	%
	Al	0,5	%
	Oxígeno	0,1	%

y una escoria de título 0,50 % de niobio + tántalo.

10. En los diferentes ejemplos antedichos, los % y las partes deben comprenderse en peso.

Es evidente que cualquier ejecución que ponga en práctica los medios del nuevo procedimiento, e medios equivalentes, entra dentro del área de la presente invención.

15.

N O T A

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 se refiere a una solicitud de patente presentada en Francia con fecha 6 de febrero de 1.962, nº PV.887.133, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "PROCEDIMIENTO DE FABRICACION DE METALES Y ALEACIONES POR REDUCCION METALOTERMICA"; caracteri-

20.

25.

30.

284856



- 25 -

zándose por lo siguiente:

5. 1ª.- Procedimiento de fabricación de metales y aleaciones por reducción metalotérmica o puesta en contacto íntima de compuestos "A": escorias, escorias sueltas, mineral, producto intermedio metalúrgico con un producto reductor "B" caracterizado porque estos compuestos "A" contienen por lo menos uno de los metales (metales "D") siguientes: cobalto, níquel, manganeso, cromo, molibdeno, tungsteno, uranio, vanadio,
10. niobio, tántalo, estaño, titanio, circonio, torio, boro, itriun, mischmetal, berilio, un metal alcalinoterroso, un metal alcalino en un estado de valencia positivo: sulfuro, halogenuro o, de preferencia, óxido, que el reductor "B" contiene por lo menos uno de los elementos siguientes: silicio, aluminio, magnesio, boro,
15. titanio, berilio, un metal alcalinoterroso, un metal alcalino y porque se insufla el reductor "B" en estado sólido dividido en la masa líquida del compuesto "A".
20. 2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª, caracterizado porque se añade a la masa líquida de estos compuestos "A", por lo menos un componente escorificante (compuesto "F") entre los siguientes: óxido de calcio, carbonato de calcio, óxido de magnesio, carbonato de magnesio, óxido de manganeso, sílice,
25. espatofluor.
- 3ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque el reductor "B" es una ferrosaleación.
30. 4ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se toma el expresado compuesto

284850

- 5 FEB



"A" en estado disuelto en una escoria suelta.

5. 5ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se toma como compuesto oxidado "A" una escoria suelta o una escoria compacta obtenida en estado líquido durante una operación metalúrgica previa y se somete esta escoria suelta o escoria compacta, mantenida en estado líquido, a la reducción metalotérmica descrita anteriormente.

10. 6ª.- Procedimiento según la reivindicación 5ª, caracterizado porque se efectúa una reducción metalotérmica en la que se toma, como compuesto oxidado "A", una escoria suelta o escoria compacta obtenida en estado líquido al final de una o varias operaciones denominadas de transvasado o trasiego.

15. 7ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se toma un mineral, como compuesto oxidado "A", pudiendo contener el citado mineral también óxido de hierro.

20. 8ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque el compuesto oxidado "A" es una masa líquida constituida por lo menos por un metal "D" y/o ferrocación formada con un metal "D", manchada con su óxido, pudiendo eventualmente este óxido reemplazarse por el sulfuro o halogenuro correspondiente de modo que se obtenga al final de la reducción metalotérmica según la definición general del invento, el metal "D" en estado desoxidado o, eventualmente, desulfurado o deshalogenado.

25. 9ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque, en la referida reducción

30.

284856



- 27 -

metalotérmica, se emplea una cantidad global del citado producto reductor "B", por lo menos igual a la proporción estequiométrica, con relación al conjunto de los compuestos oxidados que intervienen en la expresada reducción.

5.

10^a.- Procedimiento según la reivindicación 9^a, caracterizado porque se efectúa una reducción metalotérmica en la que se emplea sucesiva o simultáneamente, como producto reductor metálico, varios componentes entre los enumerados en la expresada definición general del invento.

10.

15^a.- Procedimiento según la reivindicación 2^a, caracterizado porque se somete en primer lugar, el compuesto oxidado "A" a una reducción carbotérmica parcial correspondiente, para este compuesto oxidado, a la obtención parcial o total de un grado de oxidación inferior a su grado de oxidación corriente, y se efectúa después sobre el producto líquido de esta reducción carbotérmica parcial, la reducción metalotérmica conforme a la definición general del invento.

15.

20.

25^a.- Procedimiento según la reivindicación 2^a, caracterizado porque se incorpora una substancia a base de óxido de hierro, de preferencia a base de óxido férrico, al compuesto oxidado "A" y luego se efectúa la reducción metalotérmica según la reivindicación 9^a.

25.

30^a.- Procedimiento según la reivindicación 2^a, caracterizado porque se conduce el compuesto oxidado "A" parcial o totalmente, a un grado de oxidación superior a su grado de oxidación corriente, y luego se

30.

284856

- 28 -



efectúa la reacción de reducción metalotérmica según la reivindicación 9ª anterior.

5. 14ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se efectúa el mismo mediante insuflación de un gas oxidante tal como: oxígeno, vapor de agua sobrecalentado, etc. en la masa líquida del compuesto oxidado "A".

10. 15ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se eleva la temperatura de la masa en estado líquido, sometida a la reducción metalotérmica según la definición general del invento, a varias centenas de grados C por encima de su punto de fusión, insuflando en la expresada masa una mezcla exotérmica pulverulenta, preparada según cualquier medio en uso y
15. compuesta principalmente, por una parte, de un producto oxidado que puede contener cuerpos tales como: óxido férrico, nitrato de sosa, perclorato de potasa, compuestos oxidados tales como "A", etc. y por otra parte, de un producto reductor metálico "B", al que se añade
20. eventualmente por lo menos un compuesto escorificante "F".

25. 16ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se efectúa la reducción metalotérmica según la definición general del invento, en la que se pone la masa reaccional, eventualmente adicionada de un compuesto escorificante "F" a una temperatura superior de varios cientos de grados a la temperatura de fusión de esta masa, por medio de un horno eléctrico.

30. 17ª.- Procedimiento según la reivindicación

284856



- 29 -

5. 16ª, caracterizado porque se realiza una reducción metalotérmica en la que se pone, en primer lugar, la masa en estado líquido formada por el compuesto oxidado "A" a una temperatura superior de varios cientos de grados C a la temperatura de fusión de la mencionada masa, por medio de un horno eléctrico y luego se somete esta masa a reducción metalotérmica, según la definición general de la invención.
10. 18ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se hace descender la temperatura de la masa al estado líquido, sometida a la reducción metalotérmica conforme a la definición general del invento añadiendo a la expresada masa un compuesto oxidado "A" en estado sólido.
15. 19ª.- Procedimiento según la reivindicación 18ª, caracterizado porque se efectúa el descenso de temperatura insuflando el mencionado compuesto oxidado, en estado sólido dividido, en la citada masa en estado líquido.
20. 20ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se insufla en la masa líquida del compuesto oxidado y al mismo tiempo que el producto reductor metálico "B" del horno en estado sólido dividido.
25. 21ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se realiza un ciclo de fabricación que comprende las dos etapas sucesivas siguientes: a) se insufla en la masa líquida de un compuesto "A", un defecto de producto metálico reductor "B" en estado sólido dividido, de modo que se obtiene, por
- 30.



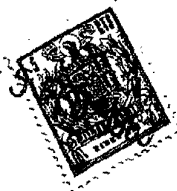
- una parte el metal o la aleación requerida prácticamente exento del citado producto metálico reductor y, por otra parte, una escoria líquida empobrecida en los óxidos metálicos mencionados en la reivindicación 1ª; b) se extrae esta escoria líquida empobrecida y luego se insufla en su masa, un producto reductor metálico según la reivindicación 9ª, de modo que se obtenga una escoria prácticamente agotada y, eventualmente, una aleación "R" que contiene este producto reductor metálico, pudiéndose poner esta aleación "R" en estado sólido dividido y luego reciclarla en a).
- 5.
- 10.

- 22ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se toma como componentes que intervienen en la reducción metalotérmica según la definición general del invento, productos prácticamente exentos de carbono.
- 15.

- 23ª.- Procedimiento según la reivindicación 2ª, caracterizado porque se utiliza, para efectuar la insuflación conforme a la definición general del invento, un gas tal como: aire, oxígeno, vapor de agua sobrecalentado, nitrógeno, gas carbónico, óxido de carbono, un gas compuesto principalmente de óxido de carbono y/o de gas carbónico, el metano, un gas compuesto principalmente de metano, argón, etc., pudiendo efectuarse esta insuflación con ayuda de un solo gas de entre los enumerados anteriormente o de varios de estos gases tomados simultánea o sucesivamente.
- 20.
- 25.

- 24ª.- "Procedimiento de fabricación de metales y aleaciones por reducción metalotérmica"; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria.
- 30.

284856



- 31 -

Esta memoria consta de treinta y una hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 5 FEB. 1963

PECHINEY, Compagnie de Produits Chimiques et Electrometallurgiques.-

S. GOMEZ ACEBO Y MOSES