



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 752**

51 Int. Cl.:

**C22B 9/00** (2006.01)

**C22B 9/05** (2006.01)

**C22B 21/06** (2006.01)

**C22B 26/22** (2006.01)

**B22D 21/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01102116 .9**

86 Fecha de presentación : **31.01.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1122322**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.08.2001**

54

Título: **Recubrimiento de metales no ferrosos fundidos y aleaciones con gas fluoruro que tiene un potencial de calentamiento global reducido.**

30

Prioridad: **07.02.2000 US 499593**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.05.2007**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.05.2007**

73

Titular/es: **AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, Inc.**  
**7201 Hamilton Boulevard**  
**Allentown, Pennsylvania 18195-1501, US**

72

Inventor/es: **Hobbs, John Peter;**  
**Heffron, James Francis y**  
**Woytek, Andrew Joseph**

74

Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 273 752 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Recubrimiento de metales no ferrosos fundidos y aleaciones con gas fluoruro que tiene un potencial de calentamiento global reducido.

Recubrimiento de metales no ferrosos fundidos y aleaciones con gases que tienen un potencial de calentamiento global reducido.

**Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere al recubrimiento de metales fundidos y aleaciones con mezclas gaseosas, y en particular a un método para recubrir metales no ferrosos fundidos y aleaciones usando gases que tienen potenciales de calentamiento global reducidos respecto a la técnica antecedente.

Los recipientes de tragante abierto tales como los hornos de inducción usados para refundir metales se hacen funcionar de manera que la superficie del metal durante la fusión y la superficie del baño fundido se exponen a la atmósfera ambiente. El aire de la atmósfera tiende a oxidar el fundido, de esta manera: provoca la pérdida de metal, pérdida de adiciones de aleación y formación de escoria que provoca dificultades en el procesado del metal; se acorta la vida refractaria; y se promueven inclusiones no metálicas en las coladas finales, captación de gases no deseados en los metales, porosidad y una mala recuperación del metal. Una solución es introducir el horno de inducción en una cámara de vacío o de atmósfera para fundir y/o procesar los metales. Sin embargo, los sistemas completamente cerrados son muy caros y limitan el acceso físico y visual a los metales que se están fundiendo.

Como alternativas, las sales fundentes líquidas, escoria sintética, recubrimientos de carbón vegetal y métodos y compuestos similares se han usado en el campo de alto volumen sensible a costes del reprocesado de metales para minimizar la oxidación metálica, la captación de gases y la pérdida de adiciones de aleación. Por ejemplo, la técnica antecedente muestra que la oxidación rápida o el fuego pueden evitarse usando flujos que se funden o reaccionan para formar una capa protectora sobre la superficie del metal fundido. Sin embargo, esta capa protectora de escoria gruesa atrapa el metal bueno, dando como resultado una pérdida de hasta el 2% del fundido. Puede romperse también e incorporarse al fundido, creando inclusiones perjudiciales. Además, el metal en la escoria puede lixivarse y crea un producto residual peligroso.

Estas técnicas de la técnica antecedente necesitan también un manejo y procesado adicional, y provocan problemas de evacuación. Estas técnicas a menudo reducen la vida del horno o la vida de la cuchara refractaria, aumenta la frecuencia de cierres para volver a revestir o parchear los refractarios y producen inclusiones no metálicas que tienen que separarse del baño metálico antes de verter el metal en una forma de molde.

Buscando soluciones a los problemas descritos anteriormente, las industrias metalúrgicas se dirigieron al recubrimiento con atmósfera de gas inerte. Un tipo de sistema de recubrimiento con gas se basa en la dispersión gravitacional de gas inerte licuado criogénicamente sobre la superficie de un metal caliente a recubrir. Por ejemplo, dichos sistemas de recubrimiento criogénico se describen y reivindican en la Patente de Estados Unidos N° 4.990.183.

La Patente de Estados Unidos N° 5.581.221 describe un método y aparato para inertizar el espacio interior de un recipiente que contiene líquidos o sólidos calientes en hornos de inducción, hornos de crisol o cucharas durante la carga, fusión, aleación, tratamiento, supercalentamiento y vertido o sangrado de metales y aleaciones metálicas. El método y aparato emplea un molino de gas inerte para recubrir o cubrir la superficie del metal desde el momento de carga del horno hasta que el horno se vierte o sangra o se inertiza el metal fundido contenido en un horno o cuchara u otro recipiente. El molino de gas se confina mediante un aparato único montado sobre el horno o recipiente que contiene el material a proteger. Cualquier gas inerte que sea más pesado que el aire puede usarse para realizar la invención. Además de argón y nitrógeno, dependiendo del material a recubrir, pueden usarse gases tales como dióxido de carbono e hidrocarburos.

Aunque algunos sistemas de recubrimiento criogénico son bastante eficaces, el uso de dichos sistema se limita a instalaciones y recipientes metalúrgicos que pueden suministrarse mediante tuberías criogénicas bien aisladas o equipadas con tanques de almacenamiento criogénico muy cercanas al punto de uso del líquido criogénico. Esto no siempre es práctico y algunos sistemas de recubrimiento criogénico se han visto abrumados por una baja eficiencia debido a la ebullición prematura del líquido criogénico y un diseño sobresimplificado de las boquillas de dispersión que desaprovecharon el gas en ebullición.

Además, los dispensadores criogénicos a menudo fallan para dispersar uniformemente el líquido criogénico sobre la superficie recubierta, lo que conduce a una acumulación transitoria o atrapamiento de líquido en bolsas bajo la escoria o escoria metálica, que puede dar como resultado explosiones en una ebullición rápida posterior.

Se han intentado otros enfoques para diferentes metales fundidos y aleaciones en otros intentos para resolver los problemas descritos anteriormente. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 4.770.697 describe un proceso para proteger una aleación de aluminio-litio durante la fusión, moldeo y fabricación de formas forjadas envolviendo las superficies expuestas con una atmósfera que contiene una cantidad eficaz de un compuesto de halógeno (por ejemplo, diclorodifluorometano) que tiene al menos un átomo de flúor y un átomo de otro halógeno; seleccionándose el otro

## ES 2 273 752 T3

átomo de halógeno entre el grupo compuesto por cloro, bromo y yodo, y la proporción de flúor al otro átomo de halógeno en el compuesto de halógeno es menor de o igual a uno. Se forma una capa de líquido viscoso de pasivado y de auto-curado que protege la aleación de la pérdida de litio debido a vaporización, oxidación de la aleación y captación de hidrógeno por la aleación.

5

Otro enfoque para algunos metales fundidos, tales como magnesio, es usar inhibidores en el aire. La práctica anterior era quemar coque o azufre para producir un agente gaseoso, CO<sub>2</sub> o SO<sub>2</sub>. Se descubrió que una atmósfera de CO<sub>2</sub> era mejor que las atmósferas usadas habitualmente comercialmente de N<sub>2</sub>, Ar o He debido a la ausencia de vaporización de magnesio, la ausencia de productos de reacción excesivos y la menor necesidad de que el recinto por encima del metal fundido sea extremadamente hermético al aire.

10

Sin embargo, el uso de estos inhibidores tiene diversos inconvenientes. Por ejemplo, ambos CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> poseen problemas medioambientales y de salud tales como incomodidad respiratoria para el personal, evacuación del barro residual y una atmósfera corrosiva perjudicial tanto para la planta como para el equipo. Además el SO<sub>2</sub> es tóxico y puede provocar explosiones.

15

Aunque BF<sub>3</sub> se ha mencionado como inhibidor muy eficaz no es adecuado para procesos comerciales porque es muy tóxico y corrosivo. El hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) se ha mencionado también como uno de los muchos compuestos que contienen flúor que pueden usarse en el aire como inhibidor de la oxidación para metales fundidos, tales como magnesio. Un resumen de las prácticas industriales para usar SF<sub>6</sub> como atmósfera protectora, ideas para reducir el consumo y emisiones, y comentarios sobre cuestiones de seguridad relacionadas con la reactividad y la salud se proporcionan en "*Recommended Practices for the Conservation of Sulfur Hexafluoride in Magnesium Melting Operations*," publicado por la International Magnesium Association (1998) como "Technical Committee Report" (en lo sucesivo en este documento "IMA Technical Committee Report").

20

El uso de SF<sub>6</sub> puro se rechazó en general debido a que ataca gravemente al equipo de hierro. Además, se había informado de que el uso de SF<sub>6</sub> puro para proteger metales fundidos tales como magnesio provocaba explosiones. Aunque el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) se considera fisiológicamente inerte es un simple asfixiante que actúa desplazando el oxígeno de la atmósfera que se respira.

30

Posteriormente se descubrió que a bajas concentraciones de SF<sub>6</sub> en el aire (<1%), una película fina protectora de MgO (y MgF<sub>2</sub>) se forma sobre la superficie fundida de magnesio. Ventajosamente, incluso a altas temperaturas en el aire, el SF<sub>6</sub> mostró reacciones insignificantes o inexistentes.

35

Sin embargo, el uso de SF<sub>6</sub> y aire tiene algunos inconvenientes. El principal inconveniente es la liberación a la atmósfera del material que tiene un alto potencial de calentamiento global (GWP).

Se ha descubierto también que el CO<sub>2</sub> puede usarse junto con SF<sub>6</sub> y aire. Una atmósfera gaseosa de aire, SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub> tiene diversas ventajas. En primer lugar, esta atmósfera no es tóxica y no es corrosiva. En segundo lugar, elimina la necesidad de usar flujos de sal y la necesidad de evacuar los lodos resultantes. En tercer lugar, el uso de dicha atmósfera da como resultado una menor pérdida de metal, eliminación de los efectos de corrosión y moldes más limpios. En cuarto lugar, un proceso de moldeo que usa dicha atmósfera proporciona un funcionamiento limpio y unas condiciones de trabajo mejoradas. En quinto lugar, la adición de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de recubrimiento reduce la concentración de SF<sub>6</sub> a la que se forma la película inerte eficaz sobre el metal. En resumen, la adición de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de aire/SF<sub>6</sub> proporciona mucha de la protección mejorada comparado con la protección obtenida con una atmósfera de aire/SF<sub>6</sub>.

45

Sin embargo, el usar una atmósfera de SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub> también tiene desventajas. Ambos SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub> son gases invernadero, es decir, tienen un potencial de calentamiento global mayor de 100 años (GWP<sub>100</sub>). Por lo tanto, hay una necesidad de reducir las cantidades de SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub> liberadas a la atmósfera. SF<sub>6</sub> tiene un potencial de calentamiento global de 100 años (GWP<sub>100</sub>) de 23.900 respecto a CO<sub>2</sub>. La preocupación internacional respecto al calentamiento global ha centrado la atención sobre la larga vida atmosférica de SF<sub>6</sub> (aproximadamente 3.200 años, comparados con los 50-200 años para CO<sub>2</sub>) junto con su alto potencial como gas invernadero (23.900 veces el GWP<sub>100</sub> de CO<sub>2</sub> en una base molar) y ha resultado en un llamamiento para reducciones voluntarias en las emisiones. Debido a esto, el uso de SF<sub>6</sub> se ha restringido y se espera que se prohíba en un futuro próximo. Además, SF<sub>6</sub> es un gas relativamente caro.

55

Algunas de las mejores alternativas para SF<sub>6</sub> para gases de recubrimiento serían perfluorocarbonos tales como CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, y C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, aunque estos materiales tienen también un alto GWP. Otras alternativas serían los clorofluorocarbonos (CFC) o hidrocarburos parcialmente fluorados (HCFC). Sin embargo, el uso de CFC y HCFC se restringe también; la mayoría de estos materiales están prohibidos como reductores de ozono bajo el Protocolo de Montreal.

60

Otra alternativa a SF<sub>6</sub> para gas de recubrimiento es SO<sub>2</sub>. Cuando se usa SO<sub>2</sub> como gas de recubrimiento, la concentración eficaz sobre un fundido está típicamente en el intervalo de aproximadamente el 30% al 70% de SO<sub>2</sub>, siendo lo normal aproximadamente el 50%. Sin embargo, como se ha analizado anteriormente, el SO<sub>2</sub> plantea problemas medioambientales y de salud, es tóxico y puede provocar explosiones. Además, el uso de SO<sub>2</sub> en dichas concentraciones relativamente altas puede provocar problemas de corrosión sobre las paredes del crisol.

65

## ES 2 273 752 T3

El documento WO 00/64614 describe una composición de gas de recubrimiento para proteger magnesio fundido o aleaciones de magnesio que incluye un agente de inhibición que contiene flúor y un gas portador. Cada componente de la composición tiene un potencial de calentamiento global de menos de 5000. Los compuestos preferidos son fluorocarbonos.

El documento US-A-1 972 317 describe un método para inhibir la oxidación de magnesio fundido que comprende mantener una atmósfera que contiene flúor en contacto con la superficie de dicho magnesio. Para los compuestos que contienen flúor, pueden nombrarse flúor elemental o compuestos que contienen flúor incluyendo elementos tales como antimonio, arsénico, bismuto, boro, bromo, carbono, cloro, hidrógeno, yodo, nitrógeno, oxígeno, fósforo, silicio, azufre, estaño y titanio. Entre los compuestos preferidos este documento muestra el uso de  $\text{NF}_3$  o  $\text{SO}_2\text{F}_2$ . Todos estos compuestos pueden usarse con un diluyente tal como aire o nitrógeno.

Se desea tener un proceso para evitar la oxidación de metales no ferrosos fundidos y aleaciones que superen las dificultades y desventajas de la técnica antecedente para proporcionar resultados mejores y más ventajosos.

Se desea también tener un método mejorado de procesado de metales no ferrosos fundidos y aleaciones usando gases de recubrimiento que tengan potenciales de calentamiento global menores que los gases usados en los métodos de la técnica antecedente.

Se desea también tener un método mejorado para procesar metales no ferrosos fundidos y aleaciones usando gases de recubrimiento que superen las dificultades y desventajas de la técnica antecedente para proporcionar resultados mejores y más ventajosos.

### Breve sumario de la invención

Una primera realización de la presente invención como se define en la reivindicación 1 es una mejora en un método de procesado de un metal no ferroso fundido y aleación de dicho metal usando un gas de recubrimiento que tiene un potencial de calentamiento global. La mejora comprende reducir dicho potencial de calentamiento global de dicho gas de recubrimiento recubriendo dicho metal no ferroso fundido y aleaciones con una mezcla gaseosa que incluye al menos un compuesto seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{SO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{SO}_2\text{ClF}$ ,  $\text{SOF}_2$ ,  $\text{SOF}_4$ ,  $\text{NOF}$  y  $\text{SF}_4$ .

El al menos un compuesto está provisto a una primera concentración de al menos de aproximadamente el 10% en una base molar de dicha mezcla gaseosa. Además, puede haber diversas variantes. En una variante, la primera concentración es de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 6%. En otra variante, la primera concentración es de aproximadamente el 3% a aproximadamente el 6%.

La mezcla gaseosa puede comprender adicionalmente  $\text{CO}_2$  y al menos un miembro seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{N}_2$ , Ar y aire, en la que el  $\text{CO}_2$  se proporciona a una segunda concentración de aproximadamente el 30% a aproximadamente el 60% en una base molar. En una variante de esta variante, dicho al menos un compuesto es  $\text{SO}_2\text{F}_2$  proporcionado a dicha primera concentración de menos de aproximadamente el 3% en una base molar. En una variante de esta variante, dicha primera concentración de  $\text{SO}_2\text{F}_2$  es de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente 2,9%.

La mezcla gaseosa puede comprender adicionalmente  $\text{SO}_2$ .

Otro aspecto de la presente invención es un método como en la primera realización de la mejora en el método, en el que al menos se realiza una operación sobre dicho metal no ferroso y aleaciones, seleccionándose dicha al menos una operación entre el grupo compuesto por fusión, conservación, aleación, extracción de fundido con la cuchara, agitación, vertido, moldeo y transferencia de dicho metal no ferroso y aleaciones.

Como se indica en la reivindicación 2, la presente invención incluye también un proceso para evitar la oxidación de un metal no ferroso fundido y aleaciones de dicho metal que comprende el recubrimiento de dicho metal no ferroso fundido y aleaciones con una atmósfera que contiene una cantidad eficaz de al menos un compuesto seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{SO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{SO}_2\text{ClF}$ ,  $\text{SOF}_2$ ,  $\text{SOF}_4$ ,  $\text{NOF}$  y  $\text{SF}_4$ , proporcionado a una primera concentración de menos de aproximadamente el 10% en una base molar de dicha atmósfera. Además, puede haber diversas variantes de esta variación. En una variante, dicha primera concentración es de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 6%. En otra variante, dicha primera concentración es de aproximadamente el 3% a aproximadamente el 6%.

La atmósfera comprende adicionalmente  $\text{CO}_2$  y al menos un miembro seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{N}_2$ , Ar y aire, donde el  $\text{CO}_2$  se proporciona a una segunda concentración de aproximadamente el 30% a aproximadamente el 60% en una base molar. En una variante de esta variante, dicho al menos un compuesto es  $\text{SO}_2\text{F}_2$  provisto a dicha primera concentración de menos de aproximadamente el 3% en una base molar. En una variante de esta variante, dicha primera concentración de  $\text{SO}_2\text{F}_2$  es de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 2,9%.

La mezcla gaseosa puede comprender adicionalmente  $\text{SO}_2$ .

Otro aspecto de la presente invención es un proceso como en la primera realización del proceso, donde al menos se realiza una operación sobre dicho metal no ferroso y aleaciones, seleccionándose al menos una operación entre el grupo compuesto por fusión, conservación, extracción de fundido con la cuchara, agitación, vertido, moldeo y transferencia de dichos metales no ferrosos y aleaciones.

**Descripción detallada de la invención**

La invención proporciona un proceso para evitar la oxidación de metales no ferrosos fundidos o aleaciones recubriendo los metales fundidos o aleaciones con una atmósfera que contiene una cantidad eficaz de al menos un compuesto que tiene un GWP reducido seleccionados entre el grupo compuesto por SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, SOF<sub>2</sub>, SOF<sub>4</sub>, NF<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>ClF, NOF y SF<sub>4</sub>.

La invención puede aplicarse en muchos tipos de operaciones, incluyendo aunque sin limitación fusión, conservación, aleación, extracción de fundido con la cuchara, agitación, vertido, moldeo y transferencia de los metales no ferrosos y aleaciones de los mismos. Las aplicaciones adicionales incluyen operaciones tales como protección de arañazos cuando se compacta, preparación de polvo para mejorar la aleación, proteger a los metales reactivos durante el recubrimiento por pulverización con arco eléctrico y mejorar la resistencia a corrosión y desgaste de artículos de magnesio o aleaciones basadas en magnesio. Las personas especialistas en la técnica reconocerán otras operaciones en las que puede aplicarse también la invención.

Los gases usados en la presente invención tienen un menor GWP y/o son menos tóxicos que los gases usados en la técnica antecedente. Como los gases usados en la presente invención son más reactivos que el SF<sub>6</sub>, estos gases pueden usarse en concentraciones que suministran un nivel equivalente o menor de flúor. En otras palabras, si SF<sub>6</sub> puede usarse beneficiosamente a una concentración del 1%, entonces el SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> tendrá una utilidad similar a concentraciones de aproximadamente ≤3%.

El compuesto seleccionado se proporciona a una concentración de menos de aproximadamente el 10% (en una base molar) de dicha mezcla gaseosa. Es más preferible que la concentración esté en el intervalo de aproximadamente el 1% a aproximadamente el 6% y es aún más preferible que esté en el intervalo de aproximadamente el 3% a aproximadamente el 6%.

La mezcla gaseosa comprende adicionalmente CO<sub>2</sub> y al menos un miembro seleccionado entre el grupo compuesto por N<sub>2</sub>, Ar y aire como diluyente (puede usarse también SO<sub>2</sub> como diluyente, pero es menos deseable debido a los problemas potenciales de corrosión asociados con el SO<sub>2</sub>). Las mezclas más eficaces para recubrimiento de metales no ferrosos contienen concentraciones significativas de CO<sub>2</sub> en el intervalo de aproximadamente el 30% a aproximadamente el 60%. Algunos metales no ferrosos pueden beneficiarse también de la adición de cloro o especies que contienen cloro (tales como SO<sub>2</sub>-ClF) a la mezcla de gas de recubrimiento.

Por ejemplo en una realización, el CO<sub>2</sub> es el diluyente en la atmósfera de recubrimiento a una concentración de aproximadamente el 30% a aproximadamente el 60% en una base molar, y el SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> se proporciona a una concentración de menos de aproximadamente el 3% en una base molar y preferiblemente de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 2,9%.

La Tabla 1 compara los gases preferidos usados en la presente invención con los diversos gases usados en la técnica antecedente con respecto al GWP y otras características.

TABLA 1

Nombre	Fórmula	Número CAS <sup>(1)</sup>	OSHA PEL/Límite Superior/Pico Máximo <sup>(2)</sup>	ACGIH TWA/STEL <sup>(3)</sup>	GWP <sub>100</sub> <sup>(4)</sup>	Años de Vida Atmosférica
Hexafluoruro de Azufre	SF <sub>6</sub>	2551-62-4	1.000/x/x	1.000/1.250	24.900	3.200
Dióxido de Azufre	SO <sub>2</sub>	7446-09-5	2/5/x	10/15	-1 <sup>(5)</sup>	NC <sup>(6)</sup>
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	124-38-9	5.000/30.000	asfixiante	1	50-200
Perfluorometano	CF <sub>4</sub>	75-73-0	X	asfixiante	6.500	50.000
Perfluoroetano	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	76-16-4	X	asfixiante	9.200 a 12.500	10.000
Perfluoropropano	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	76-19-7	X	asfixiante	6.950	7.000

## ES 2 273 752 T3

5	Fluoruro de Sulfurilo	SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	2699-79-8	5/10/x	tóxico	~1	NC
10	Fluoruro de Sulfonilo	SOF <sub>2</sub>	7783-84-8	X	tóxico	~1	NC
15	Oxifluoruro de Azufre	SOF <sub>4</sub>	13709-54-1	X	tóxico	~1	NC
20	Tetrafluoruro de Azufre	SF <sub>4</sub>	7783-60-0	x/0,1/x	0,1/0,3	~1	NC
25	Trifluoruro de Nitrógeno	NF <sub>3</sub>	7783-54-2	10/x/x	10/15	8.000 a 9.720	180 a 740
30	Fluoruro de Nitrosilo	NOF	7789-25-5	X	tóxico	~1	NC
35	Fluoruro de Cloruro de Sulfurilo	SO <sub>2</sub> ClF	13637-84-8	X	tóxico	~1	NC

- (1) "CAS" es Chemical Abstract Services.
- (2) "OSHA" es Administración de Seguridad y Salud Ocupacional; y "PEL" es Límite de Exposición Permisible en partes por millón (ppm), 29 CFR 1910.1000.
- (3) "ACGIH" es Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno; "TWA" es la Media Ponderada en el Tiempo en partes por millón (ppm); y "STEL" es Límite de Exposición a Corto Plazo en partes por millón (ppm).
- (4) "GWP<sub>100</sub>" es el Potencial de Calentamiento Global respecto al del CO<sub>2</sub> estimado sobre 100 años; por ejemplo, el GWP<sub>100</sub> de SF<sub>6</sub> es de 24.900 veces el GWP<sub>100</sub> de CO<sub>2</sub>. Los solicitantes no son concientes de ningún dato publicado respecto al GWP para los compuestos para los que se indica GWP<sub>100</sub> de ~1.
- (5) Las reacciones atmosféricas de SO<sub>2</sub> producen aerosoles sulfato. Estos aerosoles dan como resultado una fuerza radiactiva negativa, es decir, tienden a enfriar la superficie de la tierra, pero también son una fuente principal de lluvia ácida.
- (6) "no conocido (NC)"; la vida atmosférica de estas especies no es conocida para los solicitantes, pero se cree que es comparable a la del CO<sub>2</sub>.

La comparación de los GWP<sub>100</sub> muestra que seis de cada siete gases preferidos usados en la presente invención (SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, NF<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>ClF, SF<sub>4</sub>, SOF<sub>2</sub>, NOF y SOF<sub>4</sub>) tienen GWP<sub>100</sub> significativamente menores que los gases usados en la técnica antecedente. (De los siete gases, únicamente NF<sub>3</sub> tiene un GWP<sub>100</sub> mayor de ~1; aunque el GWP<sub>100</sub> de NF<sub>3</sub> es aún varias veces menor que el GWP<sub>100</sub> de SF<sub>6</sub>, y la vida atmosférica de NF<sub>3</sub> también es más corta que la de SF<sub>6</sub>). Además, la técnica antecedente no muestra ni siquiera menciona el posible uso de estos gases para recubrimiento. Por ejemplo, el Informe del Comité Técnico IMA muestra que SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> y SF<sub>4</sub> son subproductos de la química de protección con SF<sub>6</sub> para magnesio, pero este informe no muestra que ambos SO<sub>2</sub>F<sub>2</sub> y SF<sub>4</sub> pueden ser fuentes potenciales de flúor para proteger el fundido.

Aunque la presente invención se ha descrito con detalle con referencia a ciertas realizaciones específicas, la invención no pretende de ninguna manera limitarse a los detalles descritos. En lugar de ello, resultará evidente para las personas especialistas en la técnica que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en los detalles dentro del alcance e intervalo de las reivindicaciones y sin alejarse del alcance de las reivindicaciones.

## ES 2 273 752 T3

### REIVINDICACIONES

5 1. Un método de procesado de un metal no ferroso fundido y aleaciones de dicho metal usando un gas de recubrimiento que tiene un potencial de calentamiento global que comprende las etapas de reducir dicho potencial de calentamiento global de dicho gas de recubrimiento mediante

a) recubrir dicho metal no ferroso fundido y aleaciones con una mezcla gaseosa que incluye al menos un compuesto seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{SO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{SO}_2\text{ClF}$ ,  $\text{SOF}_2$ ,  $\text{SOF}_4$ ,  $\text{NOF}$  y  $\text{SF}_4$ ,

10 b) proporcionar dicho al menos un compuesto a una primera concentración de menos del 10% en una base molar de dicha mezcla gaseosa,

15 c) comprendiendo adicionalmente dicha mezcla gaseosa  $\text{CO}_2$  proporcionado a una segunda concentración del 30% al 60% en una base molar, y

d) la parte restante de dicho gas de recubrimiento comprende al menos un miembro seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{N}_2$ , Ar y aire como diluyente.

20 2. Un método para evitar la oxidación de un metal no ferroso fundido y aleaciones de dicho metal que comprende recubrir dicho metal no ferroso fundido y aleaciones con una atmósfera que contiene una cantidad eficaz de al menos un compuesto seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{SO}_2\text{F}_2$ ,  $\text{NF}_3$ ,  $\text{SO}_2\text{ClF}$ ,  $\text{SOF}_2$ ,  $\text{SOF}_4$ ,  $\text{NOF}$  y  $\text{SF}_4$ ,

25 donde dicho al menos un compuesto se proporciona a una primera concentración de menos del 10% en una base molar de dicha atmósfera,

en el que dicha atmósfera comprende adicionalmente  $\text{CO}_2$  proporcionado a una segunda concentración del 30% al 60% en una base molar, y

30 en el que la parte restante de dicha atmósfera comprende al menos un miembro seleccionado entre el grupo compuesto por  $\text{N}_2$ , Ar y aire como diluyente.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha primera concentración es del 1% al 6%.

35 4. Un método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha primera concentración es del 3% al 6%.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha mezcla gaseosa comprende adicionalmente  $\text{SO}_2$ .

40 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho al menos un compuesto es  $\text{SO}_2\text{F}_2$  proporcionado a dicha primera concentración de menos del 3% en una base molar.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha primera concentración de  $\text{SO}_2\text{F}_2$  es del 0,5% al 2,9%.

45 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que se realiza al menos una operación sobre dicho metal no ferroso y aleaciones, seleccionándose dicha al menos una operación entre el grupo compuesto por fusión, conservación, aleación, extracción de fundido con la cuchara, agitación, vertido, moldeo y transferencia de dicho metal no ferroso y aleaciones.

50

55

60

65