

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 452**

51 Int. Cl.:

<b>C04B 35/565</b>	(2006.01)	<b>C04B 41/87</b>	(2006.01)
<b>B21B 39/00</b>	(2006.01)	<b>C04B 41/00</b>	(2006.01)
<b>B65G 39/07</b>	(2006.01)	<b>C09D 1/00</b>	(2006.01)
<b>C03C 17/00</b>	(2006.01)	<b>C23C 24/08</b>	(2006.01)
<b>C04B 35/584</b>	(2006.01)	<b>F16C 13/00</b>	(2006.01)
<b>C04B 35/597</b>	(2006.01)	<b>C09D 7/61</b>	(2008.01)
<b>C04B 41/50</b>	(2006.01)	<b>C08K 3/34</b>	(2006.01)
<b>C23C 4/10</b>	(2006.01)	<b>C08K 3/36</b>	(2006.01)
<b>F27B 9/24</b>	(2006.01)	<b>C04B 35/626</b>	(2006.01)
<b>F27D 3/02</b>	(2006.01)	<b>C08K 3/22</b>	(2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2015 PCT/EP2015/065614**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2016 WO16005454**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2015 E 15735945 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3166906**

54 Título: **Rollo que comprende un recubrimiento abrasible**

30 Prioridad:

**09.07.2014 EP 14176297**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**09.06.2020**

73 Titular/es:

**VESUVIUS FRANCE S.A. (100.0%)  
68 Rue Paul Deudon  
59750 Feignies, FR**

72 Inventor/es:

**NICOLAS, JEAN-DENIS;  
RANCOULE, GILBERT y  
BERRY, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 765 452 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**

Rollo que comprende un recubrimiento abrasible

**5 Campo de la invención**

La presente solicitud se refiere a rollos transportadores que comprenden un recubrimiento abrasible para su uso en aplicaciones de alta temperatura, a un proceso de fabricación de tales rollos y a la utilización de los mismos.

**10 Antecedentes de la invención**

Láminas metálicas transportadas a menudo se tratan contra la corrosión con aluminio o aleaciones de zinc que contienen aluminio. Los rollos fabricados con materiales compuestos por sílice fundida, mullita, sillimanita, alúmina, matriz de SiC o metal como acero refractario son bien conocidos por su excelente comportamiento a altas temperaturas como su alta refractariedad y baja expansión térmica y por su relativa inercia con respecto a metales fundidos. Se utilizan ampliamente en horno de forja de rodillos. Aunque se prefieren rollos que contienen sílice, presentan un inconveniente: mientras progresa en el horno, el aluminio de láminas de metal recubierto comienza a fundirse. El aluminio parcialmente fundido reacciona con SiO<sub>2</sub> o silicatos emitidos desde el cuerpo de rollo cerámico que lleva a la oxidación del aluminio (Al=> Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y la reducción del silicato a la forma metálica (principalmente Si), reduciendo entonces drásticamente la vida de los rollos debido a la corrosión.

Se sabe que, para evitar la corrosión, los rollos pueden recubrirse con SiAlON o con nitruro de silicio sinterizado o carburo de silicio. El recubrimiento además puede comprender partículas de titanato de aluminio. Se sabe que todos estos materiales tienen propiedades no humectantes con respecto al aluminio fundido.

A pesar de que la corrosión se reduce, algunos fenómenos de acumulación todavía persisten. Utilizando un recubrimiento de nitruro de silicio duro o resistente, se oxida lentamente Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> en la superficie, dando lugar a la formación de sílice. Las fases menores, como la sílice procedente de la oxidación del nitruro de silicio, reaccionan con la producción de aluminio Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Si que se acumulan en la superficie recubierta de rollo.

Un recubrimiento duro dado a conocer en el documento US-A1-2007/089642 comprende partículas de nitruro de silicio y un aglomerante que comprende partículas sólidas a nanoescala modificadas en superficie en un disolvente orgánico. El recubrimiento se describe como duro debido a la fuerte adherencia del recubrimiento de nitruro al sustrato. Se utiliza un disolvente orgánico para evitar cualquier hidrólisis de partículas de nitruro de silicio. Este recubrimiento duro se aplica generalmente en un crisol solar, pero también puede aplicarse en tubo ascendente en la metalurgia de aluminio para evitar la corrosión del aluminio.

El documento US-A1-2009160108 describe un rollo de sílice fundida sin recubrimiento, en el que la porosidad de la superficie se ha llenado, por ejemplo, con nitruro de silicio utilizando un disolvente orgánico. Esto evita en cierta medida la acumulación de superficie. Como la sílice fundida sigue siendo la fase principal en la superficie, también se observa corrosión cuando está en contacto con aluminio.

**Sumario de la invención**

El objeto de la invención es proporcionar un rollo que es resistente a la corrosión de aluminio y además que soluciona el problema de acumulación. La superficie del rodillo está recubierta, pero al contrario que en el documento US-A1-2007/0089642, el recubrimiento no es duro. En la presente invención, el recubrimiento es abrasible y se retira parcialmente por desgaste junto con las sustancias de acumulación dejando una superficie limpia al tiempo que se mantiene una buena resistencia a la corrosión de aluminio. La presente invención se refiere a un rollo con al menos una capa de un recubrimiento abrasible que consiste en

a) 83-98% en peso de un agregado que comprende partículas de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, SiC o SiAlON o una mezcla de los mismos, y opcionalmente de partículas de Al<sub>2</sub>TiO<sub>5</sub>,

b) 2-17% en peso de partículas submicrométricas de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, CeO<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o una mezcla de las mismas.

El tamaño de partícula promedio de partículas submicrométricas es superior a 100 nm, pero inferior a 1000 nm.

Estos rollos se utilizan principalmente en un horno de forja de rollos donde la temperatura de uso está por encima de 800°C. Las partículas de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> del recubrimiento tienden a caerse por fricción de las láminas metálicas transportadas en el rodillo cuando la acumulación de metal u óxido metálico, como aluminio parcialmente oxidado o alúmina se acumulan en la superficie de rollo. Los enlaces entre partículas de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/partículas de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, así como los enlaces entre partículas de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/sustrato son realmente débiles. Después de un determinado tiempo a alta temperatura (hasta varias semanas en el horno del cliente), la cohesión entre partículas de nitruro de silicio y las partículas de aglomerante aumenta y el recubrimiento se densifica, pero mantiene sus propiedades abrasibles. Sin embargo, las sustancias de acumulación todavía se desprenden porque la porción del recubrimiento densificado finalmente se desprende bajo el

- efecto de la fricción. Esto también es consecuencia de la fricción de las láminas metálicas sobre la superficie de rollo y la adherencia en la interfaz entre rollo y recubrimiento densificado, que es más débil que la adherencia en la interfaz entre las sustancias de acumulación y el recubrimiento densificado. Según la concentración o la naturaleza de las partículas submicrométricas, la adhesión y cohesión con el sustrato se mejora adicionalmente y a pesar de la fricción, las sustancias de acumulación no se caen, sino que permanecen en el rollo. Sin embargo, si es necesario, estas sustancias de acumulación todavía pueden desprenderse mecánicamente mediante una acción externa. En este caso, el rollo debe desmontarse y las sustancias de acumulación se limpian aplicando fricción suficiente. Otra opción es retirar completamente el recubrimiento y volver a aplicar un nuevo recubrimiento al rollo.
- El término abrasible se utiliza para describir un recubrimiento que se desgasta bajo la fricción de las láminas metálicas transportadas o mediante la aplicación de una acción externa como un proceso de rectificación. La consecuencia es que la superficie del recubrimiento se regenera por sí misma y se aumenta el tiempo de vida del rollo.
- El recubrimiento comprende opcionalmente un aglomerante temporal como un aglomerante orgánico. El aglomerante orgánico puede ser un acrílico o un polímero epoxídico, almidón, alcohol polivinilo, etc. La ventaja del aglomerante orgánico es aumentar sobre una base temporal las propiedades mecánicas necesarias, por ejemplo, para transportar y/o para instalar el rodillo sin daños. Una vez que el rodillo está utilizándose en el horno, el aglomerante orgánico desaparece debido a la alta temperatura dejando el rodillo con su recubrimiento abrasible.
- El área de superficie específica de las partículas de nitruro es inferior o igual a  $8 \text{ m}^2/\text{g}$  y está preferiblemente entre  $0,5$  y  $5 \text{ m}^2/\text{g}$ . Si el área de superficie específica es superior a  $8 \text{ m}^2/\text{g}$  se observan grietas debido a la tensión generada durante el secado del recubrimiento. Por ejemplo, se ha realizado un recubrimiento que comprende partículas que tienen un área de superficie específica de  $10 \text{ m}^2/\text{g}$  y el número de grietas fue tremendamente alto hasta tal punto que el artículo recubierto no era utilizable.
- El uso de diversos tipos de partículas que presentan diferentes áreas superficiales específicas permite adaptar la densidad y las propiedades de recubrimiento mediante la optimización del apilamiento de polvo cuando la composición se aplica sobre un sustrato.
- La invención además proporciona un rollo en el que el recubrimiento abrasible está hecho de una pluralidad de capas de composiciones que comprenden
- 83-98% en peso de un agregado de partículas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$  o  $\text{SiAlON}$  o una mezcla de los mismos, y opcionalmente de partículas de  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ ,
  - 2-17% en peso de partículas submicrométricas  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  o una mezcla de las mismas.
- El agregado puede además comprender partículas de  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ .
- Dado que el recubrimiento se retira bajo fricción, la vida útil del rollo puede adaptarse de acuerdo con las condiciones utilizadas para la fabricación del recubrimiento.
- Para que el rollo sea transportable, el rollo recubierto se calienta preferiblemente al menos a  $800^\circ\text{C}$  durante al menos 3 horas.
- El grosor promedio del recubrimiento es ventajosamente al menos de  $150 \mu\text{m}$ .
- El recubrimiento abrasible puede realizarse utilizando una composición como se describe a continuación. El objeto de la invención es también una composición para producir un recubrimiento abrasible sobre rollo que comprende
- 50-75% en peso de un agregado de partículas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$  o  $\text{SiAlON}$  o de una mezcla de los mismos, y opcionalmente de partículas de  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ ,
  - 1,5-10% en peso, preferiblemente 1,5-5% en peso de partículas submicrométricas de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  o de una mezcla de las misma
  - 15-48,5% en peso de  $\text{H}_2\text{O}$ ,
- caracterizada porque las partículas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{SiAlON}$  y de  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$  tienen un área de superficie específica (BET) inferior o igual a  $8 \text{ m}^2/\text{g}$ , y preferiblemente entre  $0,5$  y  $5 \text{ m}^2/\text{g}$ .
- La optimización de la distribución de granos basada en área de superficie específica de polvo permite fluidez de composición a medida con altas densidades de recubrimiento. Los rollos son entonces más fáciles de recubrir.
- A medida que las partículas de nitruro de silicio se suspenden o disuelven en agua, se observa una hidrólisis de la partícula superficial. Esta es la razón por la que el documento US-A1-2007/0089642 especifica que no debe estar

presente agua para obtener un recubrimiento duro. Sin embargo, los actuales inventores han observado sorprendentemente que esta hidrólisis crea una afinidad química optimizada de las superficies de grano hacia el aglomerante, reduciendo significativamente la necesidad de aglomerante, para lograr una adherencia mínima de recubrimiento con respecto al sustrato.

5 El tamaño de partícula promedio de las partículas submicrométricas como  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{SiO}_2$ , es superior a 100 nm. Se utilizan comúnmente bajo la forma de una solución coloidal acuosa. Una solución coloidal acuosa es fácil y segura de manejar.

10 Otro objeto de la invención es un proceso de fabricación de un rollo que comprende las etapas de

a) proporcionar un rollo compuesto de sílice fundida, mullita, sillimanita, alúmina, matriz de SiC o metal como acero refractario que tiene un núcleo y una superficie;

15 b) aplicar al menos una porción de al menos una superficie del artículo con la composición descrita anteriormente,

c) secar el rollo,

20 d) opcionalmente, calentar el rollo a  $800^\circ\text{C}$  durante al menos 3 horas.

El recubrimiento se aplica al rollo mediante pulverización, inmersión, inundación o pulverización por plasma de la composición.

25 Los rollos descritos anteriormente pueden utilizarse ventajosamente para transportar láminas de acero tratadas con aluminio.

La invención se ilustrará ahora mediante ejemplos según la invención y el ejemplo comparativo.

30 La propiedad abrasible se evalúa mediante la prueba de resistencia al desgaste y la resistencia al rayado. Se requiere un mínimo de resistencia al rayado para manipular el rollo sin daños. Además, la resistencia al desgaste no debe ser demasiado baja para garantizar un mínimo de vida útil del recubrimiento, pero no demasiado alta, para permitir que las sustancias de acumulación se retiren por fricción. Los inventores han observado que la propiedad abrasible resulta de una combinación de los dos valores de resistencia. La resistencia al desgaste se determina según el siguiente protocolo. La figura 1 representa una vista lateral de las condiciones de prueba. Se ponderará un rollo de sílice fundida (1) de 50 mm de longitud y con un diámetro de 50 mm y se dotará de un recubrimiento de  $200\ \mu\text{m}$  (4) de la composición que va a evaluarse. Una vez que el recubrimiento (4) se ha secado ( $60^\circ\text{C}$  durante 2 horas), se vuelve a ponderar el rollo recubierto y se determina el peso del recubrimiento.

40 El rollo (1) está montado sobre un eje (5) y una placa metálica (3) (lámina de acero USIBOR1500 de  $200 \times 100 \times 1$  mm, 150 g) retenida horizontalmente entre dos patas (8a, 8b) de  $20(\text{c}) \times 60$  mm sobre un eje (6) montado de manera perpendicular a un soporte (2), se dispone para entrar en contacto tangencial con el rollo recubierto. Los dos ejes (5) y (6) son paralelos. La placa (3) se retiene entre las patas (8a, 8b) por un perno (7) para no desplazarse por la rotación del rollo. La placa se inclina progresivamente sobre el eje (6) a medida que se desgasta el recubrimiento. La distancia (a) entre el eje (6) y el punto de contacto placa (3)/rollo recubierto se establece en 150 mm. La distancia (b) entre el punto de contacto placa (3)/rollo recubierto y el extremo de la placa (3) más cercano al soporte 2 se establece en 125 mm. El rollo se hace rotar a 220 rpm. La rotación se interrumpe periódicamente y se determina el peso de recubrimiento restante. Las operaciones se repiten hasta que el 30% en peso del recubrimiento se ha desgastado.

50 Se marca un recubrimiento con (--) si el 30% en peso del recubrimiento se desgasta en menos de 250 minutos. Se marca un recubrimiento con (++) si más de 500 minutos se requieren para desgastar un 30% en peso del recubrimiento. Se marca un recubrimiento con (+-) si el 30% en peso del recubrimiento se desgasta en un tiempo comprendido entre 250 y 500 minutos.

La resistencia al desgaste representa la fuerza de enlace entre los componentes de recubrimiento.

55 La resistencia al rayado representa la resistencia adhesiva al sustrato. Es la carga (en Newton) requerida para rayar la superficie recubierta. Se encontró sorprendentemente que la resistencia al rayado puede ser relativamente alta mientras que la resistencia al desgaste es baja.

60 Por debajo de un valor de 1 N, la resistencia adhesiva es demasiado débil. El recubrimiento se daña cuando se transporta o manipula el rollo.

Cuando la resistencia al rayado es superior a 7N, se considera que el recubrimiento tiene una fuerte adherencia. El recubrimiento aún puede, sin embargo, experimentar abrasión.

65 Como ejemplos, tres composiciones (composición 1-3 utilizada para producir los ejemplos 1 a 9) se realizan mezclando

polvos de nitruro de silicio con una solución coloidal de SiO<sub>2</sub> o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y agua. El rollo se sumerge en la solución de composición y luego se seca a 60°C durante 2 horas.

En la tabla 1 se muestran ejemplos de composiciones de recubrimiento

5

	Composición 1	Composición 2	Composición 3
% en peso de Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	62	62	50
% en peso de SiO <sub>2</sub> submicrométrico	3	0	0
% en peso de Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> submicrométrico	0	2	4
% en peso de agua	35	36	46

A continuación, los rollos (ejemplos 1-9) se evalúan en tres condiciones diferentes.

10 En primer lugar (ejemplos 1-3), los rollos no se someten a un tratamiento térmico adicional que la temperatura de secado.

15 En segundo lugar (ejemplos 4-6), se añade un aglomerante orgánico en la composición de recubrimiento a una concentración del 2% en peso. Los rollos se sumergen en la solución de recubrimiento y luego se secan y se someten a prueba.

En tercer lugar (ejemplos 7-9), los rollos, recubiertos utilizando una composición que comprende el aglutinante orgánico, se calientan a 800°C durante 3 horas.

20 Como ejemplo comparativo (ejemplo 10), un rollo está recubierto con la composición descrita en el documento US-A1-2008-260608. Debido a la granulometría de las partículas de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (los granos son principalmente de ≤1 micra), el recubrimiento se forma mediante pulverización. Después de una etapa de secado, el rollo se calienta a 1000°C durante 3 horas. La composición es la siguiente:

Muestra comparativa	Ejemplo 10
% en peso de Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	40
% en peso de SiO <sub>2</sub> submicrométrico	10
% en peso de agua	45
Alcohol polivinílico	5

25

Las realizaciones dan los siguientes resultados (tabla2).

Composición	Sin calentamiento			Sin calentamiento/aglomerante orgánico temporal			Calentamiento de 800°C (3h)			Cocción de 1000°C (3h)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Muestra comparativa
Ejemplo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resistencia al desgaste	--	--	--	++	++	++	+/-	--	+/-	--
Resistencia al rayado (N)	<1	<1	<1	>10	>10	>10	2	4,5	7	<1

30

Como puede observarse en la tabla 2, los ejemplos (1-3) que no se cuecen, tienen un bajo desgaste y resistencia al rayado. Estos recubiertos son de aluminio resistente a la corrosión, pero los rollos no son transportables.

35 Añadir un aglomerante orgánico a la composición aumenta la resistencia al desgaste y al rayado de todas las composiciones (ejemplos 4 a 6).

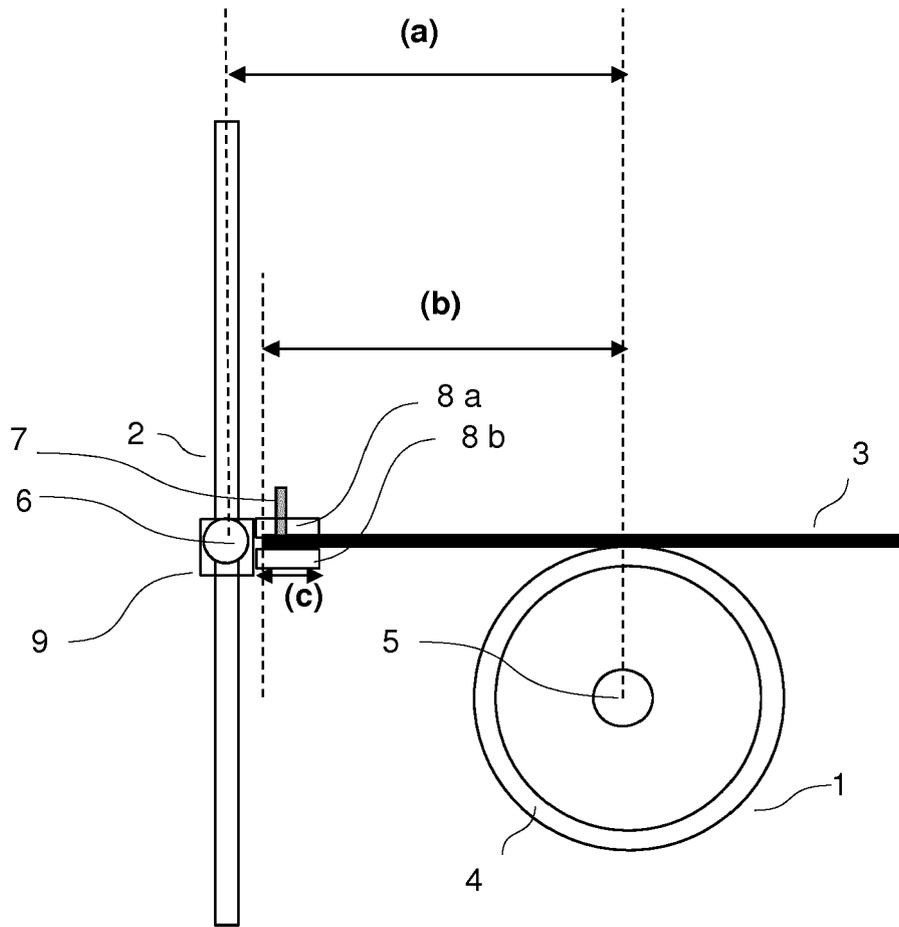
40 Al calentar los rollos a 800°C durante al menos 3 horas (ejemplos 7 a 9), el aglomerante orgánico desaparece sin dañar la capa de nitruro de silicio. La resistencia al desgaste se mejora ligeramente en comparación con los rollos no calentados. Con una débil resistencia al desgaste (-), las sustancias de acumulación tenderán a caer con las partículas de nitruro de silicio cuando se someten a fricción. Al aumentar la resistencia al desgaste (+/-) y la resistencia al rayado, las sustancias de acumulación tenderán a caer con partículas aisladas de nitruro de silicio, pero también con las mismas formando una porción de recubrimiento. Un mayor valor de resistencia al rayado puede conducir a más sustancias de acumulación que requieren entonces fuerza adicional para retirar las mismas.

45 Una resistencia al rayado alta permite sustituir el rollo sin disminuir la temperatura del horno que puede requerirse cuando se necesita mantenimiento o sustitución de rollo.

5 A pesar del calentamiento, los valores de la resistencia al desgaste y resistencia al rayado de la muestra comparativa son bajos (ejemplo 10). El comportamiento de este recubrimiento es completamente diferente. El motivo es que el tamaño de partícula de las partículas de nitruro es inferior a  $1\ \mu\text{m}$ . Aunque el recubrimiento se calentó a  $1000^\circ\text{C}$ , un rollo con este recubrimiento no puede utilizarse en esta aplicación industrial ya que la baja resistencia al desgaste está conduciendo a un recubrimiento altamente abrasible. Después de un corto tiempo, no queda más recubrimiento en la superficie de rollo, lo que induce a la aparición de acumulación y corrosión del cuerpo de rollo.

**REIVINDICACIONES**

1. Rollo con al menos una capa de un recubrimiento que es abrasible después de 3 horas a 800°C que comprende
  - a) 83-98% en peso de un agregado que consiste en partículas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , SiC o SiAlON o una mezcla de los mismos, y opcionalmente en partículas de  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ ,
  - b) 2-17% en peso de partículas submicrométricas que tienen un tamaño promedio  $>100$  nm y  $< 1000$  nm de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  o una mezcla de las mismas.
2. Rollo según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el área de superficie específica (BET) del agregado de partículas es inferior o igual a  $8 \text{ m}^2/\text{g}$  y está preferiblemente entre  $0,5$  y  $5 \text{ m}^2/\text{g}$ .
3. Rollo según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el agregado de partículas comprende partículas que tienen diferentes áreas de superficie específicas.
4. Rollo según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el recubrimiento está hecho de una pluralidad de capas como se describe en la reivindicación 1.
5. Rollo según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el grosor promedio del recubrimiento es al menos  $150 \mu\text{m}$ .
6. Rollo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el rollo está hecho de sílice fundida, mullita, sillimanita, alúmina, matriz de SiC o metal como acero refractario.
7. Rollo según cualquiera de las anteriores reivindicaciones, en el que el recubrimiento comprende un aglomerante temporal como un polímero epoxídico o acrílico o alcohol polivinílico.
8. Proceso de fabricación de un rollo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 que comprende las etapas de
  - a) proporcionar un rollo hecho de sílice fundida, mullita, sillimanita, alúmina, matriz de SiC o metal como acero refractario que tiene un núcleo y una superficie;
  - b) aplicar sobre al menos una porción de una superficie del rollo, la composición que comprende
    - 50-75% en peso de un agregado de partículas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , SiC o SiAlON o una mezcla de los mismos, y opcionalmente de partículas de  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ ,
    - 1,5-10% en peso, preferiblemente 1,5-5% en peso de partículas submicrométricas de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  o de una mezcla de los mismos,
    - 15-48,5% en peso de  $\text{H}_2\text{O}$ , en el que las partículas de  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , SiC, SiAlON y  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$  tienen un área de superficie específica (BET) inferior o igual a  $8 \text{ m}^2/\text{g}$ , y preferiblemente comprendido entre  $0,5$  y  $5 \text{ m}^2/\text{g}$ ;
  - c) secar el rollo.
9. Proceso según la reivindicación 8, en el que la composición se recubre por pulverización, inmersión, inundación o pulverización por plasma.
10. Proceso según la reivindicación 8 que comprende además una etapa de calentar el rollo a una temperatura de al menos  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  durante al menos 3 horas.
11. Uso de un rollo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para transportar láminas de acero tratadas con aluminio.



**FIG.1**