

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 243**

51 Int. Cl.:

B22F 3/115 (2006.01)

B22D 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2012 E 12780401 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016 EP 2773476**

54 Título: **Lámina de reducción de la fricción y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

05.10.2011 DE 102011114832

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

27.06.2016

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE**

72 Inventor/es:

**GAMMEL, FRANZ y
ROHR, OLIVER**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 575 243 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

Lámina de reducción de la fricción y procedimiento para su fabricación

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a una lámina de ranura estrecha y a un procedimiento para su fabricación. En particular, la lámina perfilada reductora de la fricción es de material metálico y está constituida por una estructura estratificada sobre un molde de referencia. La lámina de reducción de la fricción presenta una estructura de reducción de la fricción, que reduce la resistencia al aire.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La disminución del consumo de combustible y la reducción de las emisiones de dióxido de carbono / óxido de nitrógeno (CO₂/NO_x) son objetivos importantes de cumplir, en particular por la industria aeronáutica o la industria del automóvil. Además de la construcción ligera para la reducción del peso y la mejora del rendimiento de accionamientos, la reducción de la resistencia al aire representa un componente esencial para la consecución de estos objetivos.

15

Se conocen procedimientos para la fabricación de superficies, que reducen la resistencia a la circulación del aire. Ya se conoce desde hace mucho tiempo y se ha comprobado en ensayos del canal de aceite, que a través de la estructuración adecuada de superficies firmes se puede reducir la resistencia de medios líquidos o gaseosos que circulan sobre ellas. La estructuración de la superficie firma tiene en este caso diferentes formas y tamaños. Se conoce a partir de Bechert, D.W. y col., Experiments on drag-reducing surfaces and their optimization with adjustable geometry, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 338, páginas 59-97, 1997 encolar una lamina de plástico estructurada sobre cuerpos.

20

25

Sobre esta base, se han realizado ensayos por empresas aeronáuticas como Airbus y Boeing, en los que se han encolado láminas de plástico de estructuración correspondiente de la Firma 3M sobre la superficie exterior de un avión. En los ensayos en vuelo con un avión grande, cuya superficie estaba encolada hasta el 70 % con una lámina de plástico de este tipo se ha podido verificar una reducción de la resistencia del 2 % ((Szodruich J., Dziomba, B., Aircraft Drag Reduction Technologies, 29th Aerospace Science Meeting, Reno, Nevada, 07-10 Enero 1991). Esto condujo a un ahorro de combustible de 1,5 % (Roberts J.P., Drag Reduction: An Industrial Challenge, Special Course on Skin Friction Drag Reduction, AGARD Report 786, 1992).

30

Pero las láminas de plástico estructuradas utilizadas hasta ahora no sólo tienen resistencia mecánica deficiente, sino que presentan también una degradación de la lámina de plástico y del adhesivo, con el que se adhieren las láminas de plástico en el avión. Una consecuencia de la resistencia mecánica deficiente es, por ejemplo, el redondeo del radio de las puntas de una estructuración en forma de diente de sierra, que puede conducir a una anulación de la acción reductora de la fricción. Hage, W., Zur Widerstandsverminderung von dreidimensionalen Ribletstrukturen und anderer Oberflächen, Dissertation TU Berlin 2004). La degradación puede conducir también a un desprendimiento de láminas de plástico durante el funcionamiento.

35

40

En una solicitud de patente no publicada todavía de la solicitante se describe que a través de la utilización de láminas metálicas estructuradas por ejemplo en un componente estructural de un avión o helicóptero, se puede reducir claramente la resistencia a la circulación del aire. A tal fin, la estructura presente la lámina metálica unas ranuras estrechas, que son muescas microscópicamente pequeñas sobre la superficie de la lámina metálica. Tales láminas metálicas estructuradas se designan a continuación como lámina de reducción de la fricción. La resistencia mecánica de la lámina de reducción de la fricción es más alta que en láminas de plástico. En el caso de utilización de láminas perfiladas de ranura estrecha sobre estructuras de plástico reforzadas con fibras se da al mismo tiempo también la conductividad eléctrica para preparar la protección contra rayos.

45

50

Para la fabricación de laminas metálicas estructuradas se conoce, por ejemplo a partir de DE10314373A1 un procedimiento de fundición fina, con el que se fabrican palas de turbinas de aluminuros de titanio (TiAl) con superficie estructurada, También la estructuración de superficies metálicas a través de mecanización por láser o rectificado se conoce, por ejemplo, a partir de Oehlert y col., Exploratory Experiments on Machined Riblets for 2-D Compressor Blades, Proceeding of IMECE2007, 2007 ASME Internation Mechanical Engineering Congress and Exposition, Noviembre 11-15, 2007, Seattle, Washington, USA.

55

Sin embargo, tal estructuración directa a través de procedimientos de fundición o procedimientos de erosión (estructuración a través de láser o microfresado, etc.) no se puede aplicar ni técnica ni económicamente en el tamaño necesario de las superficies de los aviones, helicópteros u otros aparatos de vuelo.

60

En cambio, para la fabricación de láminas perfiladas de ranura estrecha en cantidad y/o tamaño necesarios se conocen procedimientos de fabricación, en los que se estructuran láminas metálicas a través de procesamiento mecánico. Por ejemplo, éstos son procedimientos de transformación como laminación (incluyendo procedimientos

incrementales como la llamada "laminación incremental") o estampación.

Para generar en estos procedimientos de fabricación conocidos estructuras de arista viva sobre la lámina metálica, las herramientas utilizadas, por ejemplo rodillos, deben presionarse con alta presión sobre la lámina metálica. Tales herramientas están formadas normalmente de un cuerpo macizo, por ejemplo de acero. También tales herramientas deben fabricarse de material correspondiente, cuando son necesarias, por ejemplo, temperaturas elevadas para modificar la lámina metálica a través de deformación plástica, de tal manera resulta una lámina de reducción de la fricción. Materiales de alta resistencia, como por ejemplo aleaciones de beta-titanio, cuyas resistencias alcanzan valores de hasta 1700 MPa, no se pueden plastificar ya suficientemente a través de presión de transformación, de manera que la estructura de reducción de la fricción no se puede generar o sólo aproximadamente sobre la lámina metálica.

Se conoce a este respecto a partir del documento WO 2010/017289 A1 chapas metálicas y placas metálicas con superficies estructuradas de reducción de la fricción y un procedimiento de fabricación. En este caso se publica una lámina de aluminio con estructura de reducción de la fricción, que se fabrica por medio de laminación. La superficie de la lámina de reducción de la fricción de aluminio fabricada de esta manera se puede bonificar, además, por medio de una capa de protección.

En el documento WO 01/09405 A1 se describe una reducción de la resistencia al aire para componentes de turbinas de gas. En este caso, se aplica una capa de reducción de la fricción a través de inyección térmica utilizando una máscara sobre un sustrato.

El documento US 3 608 615 A se refiere a una deposición de material evaporado sobre una superficie de condensación para la formación de láminas. En particular, esta publicación describe la condensación continua de vapores metálicos sobre un tambor rotatorio y el desprendimiento continuo de la lámina solidificada desde el tambor. En este caso, se describe, en general, la fabricación de láminas metálicas a través de compactación por pulverización utilizando un molde negativo.

En el documento JP 63 286563 A se publica, en general, la producción de productos moldeados finos. En este caso, se realiza, además, la fabricación de láminas metálicas a través de compactación por pulverización. A este respecto, se pulveriza el chorro de material sobre la superficie de un rodillo, de manera que se puede fabricar una película sin fin.

Un problema de la invención es indicar una lámina de reducción de la fricción y un procedimiento para su fabricación, que soluciona los inconvenientes del estado de la técnica y se puede emplear económicamente con gasto técnico reducido.

COMPENDIO DE LA INVENCION

Este problema se soluciona con un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Las formas de realización preferidas se indican en las reivindicaciones dependientes. Una lámina de reducción de la fricción se indica en la reivindicación 9.

La invención se basa en la idea de indicar un procedimiento sencillo para la fabricación de láminas metálicas de reducción de la fricción, pudiendo adaptarse las propiedades mecánicas y funcionales de la lámina de reducción de la fricción a los requerimientos de la aplicación respectiva a través de la selección adecuada de los más diferentes metales y/o aleaciones. La lámina de reducción de la fricción se fabrica a través de una estructura estratificada sobre un molde de referencia y luego se desprende de éste. El molde de referencia presenta sobre al menos una superficie una estructura, que corresponde a una forma negativa del al menos una estructura de reducción de la fricción. La forma negativa presenta cavidades microscópicamente pequeñas sobre la superficie del molde de referencia. Después del desprendimiento del molde de referencia, las láminas de reducción de la fricción están presentes como elevaciones / puntas microscópicamente pequeñas sobre la lámina de reducción de la fricción formadas. Las láminas de reducción de la fricción pueden estar configuradas sobre toda la lámina de reducción de la fricción o pueden estar presentes en zonas parciales seleccionadas. De manera correspondiente, la superficie del molde de referencia está estructurada.

Con otras palabras, se piensa indicar, independientemente del tamaño, forma o naturaleza necesarios de la lámina de reducción de la fricción, un procedimiento sencillo, con el que a partir de un polvo metálico discrecional se puede fabricar la forma, tamaño y naturaleza deseados de la lámina de reducción de la fricción. Tanto el espesor de la lámina de reducción de la fricción propiamente dicha como también el tamaño y la forma de las láminas de reducción de la fricción se pueden fabricar de manera variable con el procedimiento según la invención. De manera ventajosa, el espesor de la lámina de reducción de la fricción es inferior a 500 µm y tiene con ventaja un espesor entre 50 – 400 µm, en particular al menos 200 µm. El espesor de la lámina de reducción de la fricción garantiza con un peso lo más reducido posible una adaptación sencilla al componente respectivo sobre el que se aplica.

- De acuerdo con la invención, está previsto un procedimiento, que sirve para la fabricación de una lámina de reducción de la fricción, en el que la lámina de reducción de la fricción se constituye de forma estratificada. Un molde de referencia presenta sobre al menos una superficie una estructura, que corresponde a una forma negativa de al menos una estructura de lámina de reducción de la fricción. Sobre esta superficie se aplica al menos una sección de
- 5 capa de un polvo metálico de tal manera que se forma un material metálico. La aplicación de otras secciones de capa de polvo metálico en dirección vertical u horizontal sobre la superficie del molde de referencia se puede repetir con frecuencia discrecional. La al menos una sección de capa formada de esta manera se desprende del molde de referencia, de manera que se forma la lámina metálica de reducción de la fricción. Ésta presenta una estructura de lámina de reducción de la fricción sobre al menos una superficie.
- 10 El polvo de metal o la aleación de metal comprenden al menos todos los metales ligeros en los grupos principales o grupos secundarios del sistema periódico, en particular aluminio o titanio y mezclas de ellos, pudiendo mezclarse también partículas de refuerzo en el polvo de la aleación de metal, como también metales duros. Los metales duros comprenden al menos un material compuesto de una fase de refuerzo como carburo de wolframio (WC) y una matriz
- 15 o aglutinante como cobalto. Evidentemente, los metales comprenden también aleaciones metálicas, que contienen al menos uno de los metales mencionados, incluyendo cobre, cinc, litio, berilio, escandio, vanadio o itrio y en particular también aleaciones de acero, con preferencia titanio / aleaciones de titanio o aleaciones de acero, en particular aluminio / aleaciones de aluminio.
- 20 El molde de referencia puede estar formado de los más diferentes materiales. Con preferencia, el molde de referencia o la superficie, que presenta dicha estructura, están formados de materiales que tienen una resistencia alta y apenas de arañan, por ejemplo acero X45NiCrMo4, que se emplea como se conoce para herramientas de estampación y de transformación y se puede pulir bien.
- 25 La superficie del molde de referencia comprende una estructura, que corresponde a una forma negativa de al menos una estructura de lámina de reducción de la fricción, que está formada por varias láminas de reducción de la fricción de forma trapezoidal, de forma semicircular, de forma de línea de corriente o en forma de diente de sierra o una combinación de ellas. La forma negativa de la lámina de reducción de la fricción comprende un intervalo de tamaños con una anchura de la lámina de reducción de la fricción desde aproximadamente 20 μm hasta aproximadamente 30
- 30 μm , con preferencia desde 30 μm hasta 80 μm , en particular desde 50 μm hasta 60 μm , especialmente 60 μm . Al menos una forma negativa de una lámina de reducción de la fricción presenta una altura, que es la mitad del tamaño que la distancia hasta una lámina de reducción de la fricción adyacente a la misma.
- La aplicación de una sección de capa sobre la superficie del molde de referencia se realiza por capas. De forma sucesiva se pueden aplicar una o varias capas del mismo o de distinto polvo metálico. De manera más preferida, la primera sección de capa se puede aplicar de un polvo de titanio (o aleación de titanio) y las restantes secciones de capas de polvo de aluminio. La lámina de reducción de la fricción formada de esta manera tiene láminas robustas muy resistentes de reducción de la fricción y una base, que está fabricada económicamente de aluminio. Además, se puede configurar el aluminio de procedimientos conocidos por el técnico como anodización con una superficie
- 40 adecuada de forma ideal para un encolado.
- La naturaleza de la superficie estructurada, en particular la buena capacidad de pulido, posibilita un desprendimiento sencillo de la(s) sección(es) de capas aplicadas desde el molde de referencia.
- 45 La aplicación del polvo metálico sobre la pieza del molde de referencia se realiza con preferencia a través de inyección del polvo metálico. Por ejemplo, el polvo metálico se aplica por capas a través de inyección de gas frío ("cold gas spray"), inyección termocinética (por ejemplo, Flamecon® de la Firma Leoni), aplicación asistida por plasma (por ejemplo, Plasmadust® de la Firma Reinhausen Plasma) o procedimientos de inyección térmica conocidos como inyección por plasma o HVOF (High Velocity Oxygen Fuel). En este caso, es posible formar
- 50 estructuras con geometrías de pocas μm . Las estructuras de láminas de reducción de la fricción formadas comprenden un intervalo de tamaños con una anchura de la lámina de reducción de la fricción desde aproximadamente 20 μm hasta 130 μm , con preferencia desde 30 μm hasta 80 μm , en particular desde 50 μm hasta 60 μm . La altura de la lámina de reducción de la fricción comprende un intervalo de 50-100 % de la anchura de la lámina de reducción de la fricción. La altura de la lámina de reducción de la fricción puede ser igual a la anchura de
- 55 la lámina de reducción de la fricción o una combinación de uno de los intervalos de tamaños indicados. De manera correspondiente, la estructura de la forma negativa está configurada sobre el molde de referencia.
- Durante la formación de la al menos una sección de capa a través de inyección se acelera el polvo metálico con alta energía sobre la superficie del molde de referencia. Durante el impacto de las partículas metálicas, éstas se conectan a través de deformación plástica o soldadura en frío para forman un material metálico. Durante el proceso de gas frío se acelera a tal fin un gas caliente y el polvo metálico se inyecta en el chorro de gas y se acelera a través de éste. Durante la inyección con plasma como ejemplo de procedimientos de inyección térmica se genera en una atmósfera normal o inerte o vacío un arco voltaico del cátodo y ánodo del quemador de plasma. El gas que circula a través del quemador de plasma se conduce y se ioniza a través del arco voltaico. En este gas caliente se inyecta el

polvo metálico y se funde / plastifica a través de la temperatura alta del plasma. La corriente de plasma acelera las partículas metálicas en la dirección de la superficie del molde de referencia. Después del impacto se conectan las partículas metálicas para formar una capa hermética, fijamente adherente entre sí a través de transformación plástica y/o soldadura en frío o bien solidificación.

5 La inyección de la al menos una sección de capa tiene la ventaja de que se puede conseguir una velocidad de separación mucho más alta sobre el molde de referencia que en el estado de la técnica, por ejemplo, en el caso de una separación galvánica. Esto posibilita una fabricación económicamente rentable especialmente de láminas de reducción de la fricción grandes, por ejemplo para la superficie de sustentación de un avión como el A380 de la Firma Airbus Operations GmbH. También se puede utilizar casi cualquier polvo metálico, pudiendo variarse el tamaño del grano y siendo seleccionado el tamaño de la estructuras de lámina de reducción de la fricción de manera correspondiente desde pocos nm hasta varios cientos de μm .

15 La al menos una sección de capa puede presentar un espesor diferente. El espesor de capa puede ser variable, por ejemplo las zonas marginales pueden estar formadas más gruesas o más finas que el centro de la sección de capa, También toda la sección de capa se puede formar con un espesor esencialmente constante.

20 El molde de referencia puede utilizarse una vez o puede estar previsto para usos múltiples. Un molde de referencia reutilizable es económico y puede servir para la fabricación de láminas de reducción de la fricción de diferentes polvos metálicos, siendo idéntica la estructura de la lámina de reducción de la fricción.

En otro ejemplo de realización, el molde de referencia está configurado como cilindro. Esto posibilita una fabricación continua de la lámina de reducción de la fricción de acuerdo con la invención.

25 De manera más ventajosa, el espesor de la lámina de reducción de la fricción se puede ajustar a través de la velocidad de rotación del rodillo. A baja velocidad de rotación se forma un espesor de por ejemplo 400 μm . En cambio, si la lámina de reducción de la fricción debe ser fina, por ejemplo 200 μm , se eleva fácilmente la velocidad de rotación del rodillo. De esta manera se posibilita una regulación sencilla del espesor de la lámina de reducción de la fricción.

30 La lámina metálica de reducción de la fricción se puede bonificar al menos parcialmente. Esto comprende por ejemplo un recubrimiento del lado trasero con un adhesivo, la funcionalización de las superficies a través de un recubrimiento o una modificación de la superficie, de manera que éstas son repelentes de la suciedad o impiden la congelación,

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se describe la invención de forma ejemplar con la ayuda de ejemplos de realización representados en las figuras. Para la comprensión más sencilla se ha prescindido de una reproducción a escala exacta.

40 La figura 1a muestra la fabricación de una lámina de reducción de la fricción de acuerdo con un primer ejemplo de realización.

La figura 1b muestra la lámina de reducción de la fricción desprendida con estructura de la lámina de reducción de la fricción de forma trapezoidal.

45 La figura 2 muestra la fabricación de una lámina de reducción de la fricción de acuerdo con un segundo ejemplo de realización.

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

50 En la figura 1a se muestra en esbozo la fabricación de una lámina de reducción de la fricción. Un molde de referencia 11 presenta sobre una superficie una estructura de lámina de reducción de la fricción 13. Con una instalación de recubrimiento 16 se aceleran partículas metálicas 15 de un polvo metálico con alta velocidad hacia la superficie 12. Durante el impacto se deforman las partículas metálicas 15 y se conectan con un material metálico. Durante la inyección continua de partículas metálicas 16 sobre la superficie 12 se forma por capas la sección de capas 14. La inyección del polvo metálico se termina cuando el espesor de la sección de capa 14 ha alcanzado el espesor necesario para una aplicación.

55 La instalación de recubrimiento 16 es en este ejemplo de realización una instalación para inyección de gas frío. El gas portador se comprime y se acelera a través de expansión en una tobera a una velocidad que está por debajo de la velocidad del sonido del gas portador. El polvo metálico se inyecta en el chorro de gas. El gas portador tiene una temperatura, que está por debajo de la temperatura de fusión de las partículas metálicas 15, de manera que éstas no se funden. Las partículas metálicas 15 se deforman durante el impacto sobre la superficie 12, de manera que la liberación de calor local que resulta de ello para la cohesión y adhesión se ocupa de la formación de la sección de capa 14, de modo que se forma un material metálico.

60 La figura 1b muestra la lámina de reducción de la fricción desprendida con estructura de lámina de reducción de la

fricción de forma trapezoidal.

5 La lámina de reducción de la fricción 10 tiene una base 18 así como una estructura de lámina de reducción de la fricción 17 con lámina de reducción de la fricción de forma trapezoidal. El molde de referencia 11 es reutilizable para la fabricación de otra lámina metálica de reducción de la fricción 10.

10 La figura 2 muestra la fabricación de una lámina de reducción de la fricción con un rodillo 11 como molde de referencia. El rodillo 11 tiene sobre la superficie 12 una forma negativa no mostrada por razones de claridad de una estructura de lámina de reducción de la fricción 13.

15 Con la instalación de recubrimiento 16, como se describe en la figura 1, se aceleran partículas metálicas 15 a altas velocidades y rebotan con alta energía cinética sobre la superficie 12 del rodillo 11. A través de deformación plástica de las partículas metálicas 15 y la soldadura en frío se conectan las partículas metálicas 15 para formar una sección de capa hermética 14, de manera que se forma un material metálico.

20 La velocidad de rotación del rodillo 11 determina el espesor de la sección de capa 14. Cuando la velocidad de rotación del rodillo 11 es baja, las partículas metálicas 15 inciden sobre una capa formada anteriormente, de manera que se incrementa en general el espesor de la sección de capa 14. El espesor de la sección de capa 14 depende de varios factores, por ejemplo la periferia del rodillo 11, la velocidad de la instalación de recubrimiento con relación a la anchura del rodillo 11.

25 Durante la rotación continua del rodillo 11 y la inyección del polvo metálico a través de la instalación de recubrimiento 16 se fabrica una sección de capa continua 14. Ésta es recibida por un rodillo de rodadura 19 y se desprende del rodillo a través de rotación del rodillo de rodadura 19 en contra del sentido horario del rodillo 11.

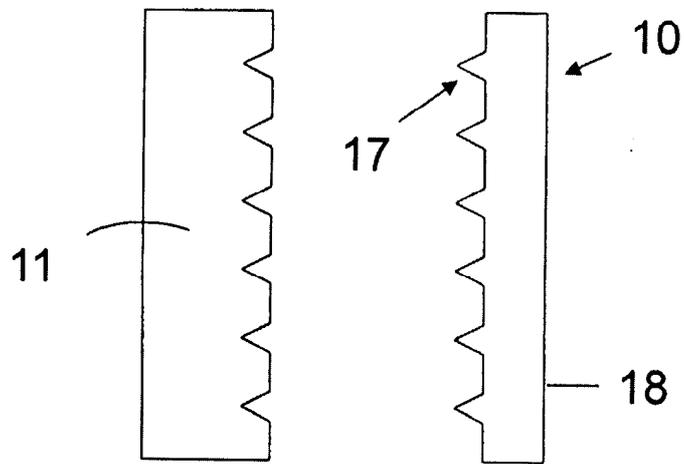
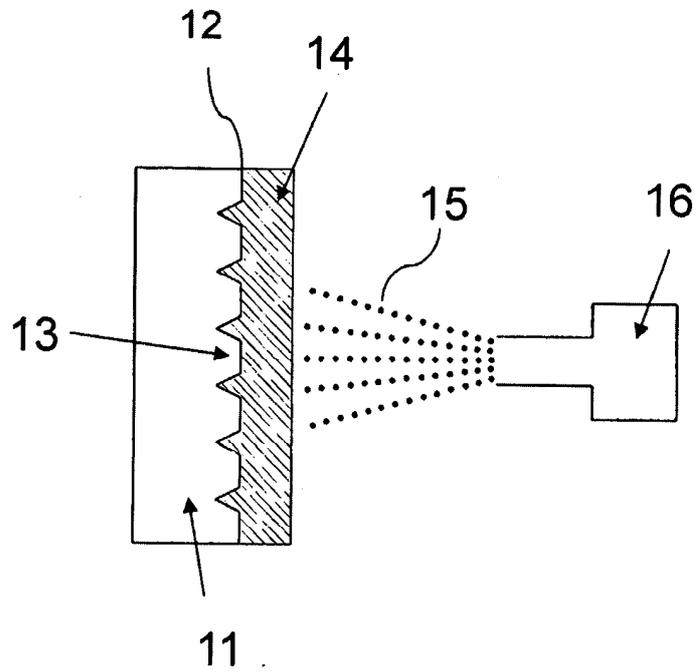
La lámina de reducción de la fricción continua 10 tiene una base 18 y una estructura de lámina de reducción de la fricción 17, que no se muestran en la figura 2 por razones de claridad, pero son comparables con la estructura lámina de reducción de la fricción 17 de la figura 1b.

30 LISTA DE SIGNOS DE REFERENCIA

- 10 Lámina de reducción de la fricción
- 11 Molde de referencia, rodillo
- 12 Superficie
- 13 Estructura de reducción de la fricción
- 35 14 Sección de capa
- 15 Partícula de metal
- 16 Instalación de recubrimiento
- 17 Estructura de reducción de la fricción
- 18 Base
- 40 19 Rodillo de laminación

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la fabricación de una lámina metálica de reducción de la fricción (10) por medio de estructura estratificada, en el que la lámina de reducción de la fricción (10) está constituida por la realización al menos una vez de las siguientes etapas, que comprende:
- 10 - preparación de un molde de referencia (11), que presenta sobre al menos una superficie (12) una estructura que corresponde a una forma negativa de al menos una estructura de reducción de la fricción (13);
 - 10 - aplicación de al menos una sección de capa (14) de un polvo metálico sobre la al menos una superficie (12) del molde de referencia (11) de tal manera que la al menos una sección de capa (14) se forma como material metálico;
 - 15 - desprendimiento de la al menos una sección de capa (14) desde el molde de referencia (11), de manera que se forma la lámina metálica de reducción de la fricción (10), que presenta sobre al menos una superficie una estructura lámina de reducción de la fricción (10).
- 15 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la aplicación de la al menos una sección de capa (14) se forma a través de inyección de un polvo metálico.
- 20 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** se aplica una primera sección de capa (14) de un polvo metálico, que comprende titanio o sus aleaciones y se aplica una segunda sección de capa (14) de un polvo metálico, que comprende aluminio o sus aleaciones.
- 25 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el espesor de la al menos una sección de capa (14) es diferente.
- 25 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde de referencia (11) es reutilizable.
- 30 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el molde de referencia (11) está configurado como rodillo (11).
- 35 7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** el espesor de la al menos una sección de capa (14) es regulable a través de la velocidad de rotación del rodillo (11).
- 35 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la superficie de la lámina metálica de reducción de la fricción (10) se bonifica al menos parcialmente.
- 40 9.- Lámina de reducción de la fricción (10), cuya al menos una superficie presenta una estructura, que reduce la resistencia a la circulación del aire, en la que la lámina de reducción de la fricción (10) está fabricada con un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.



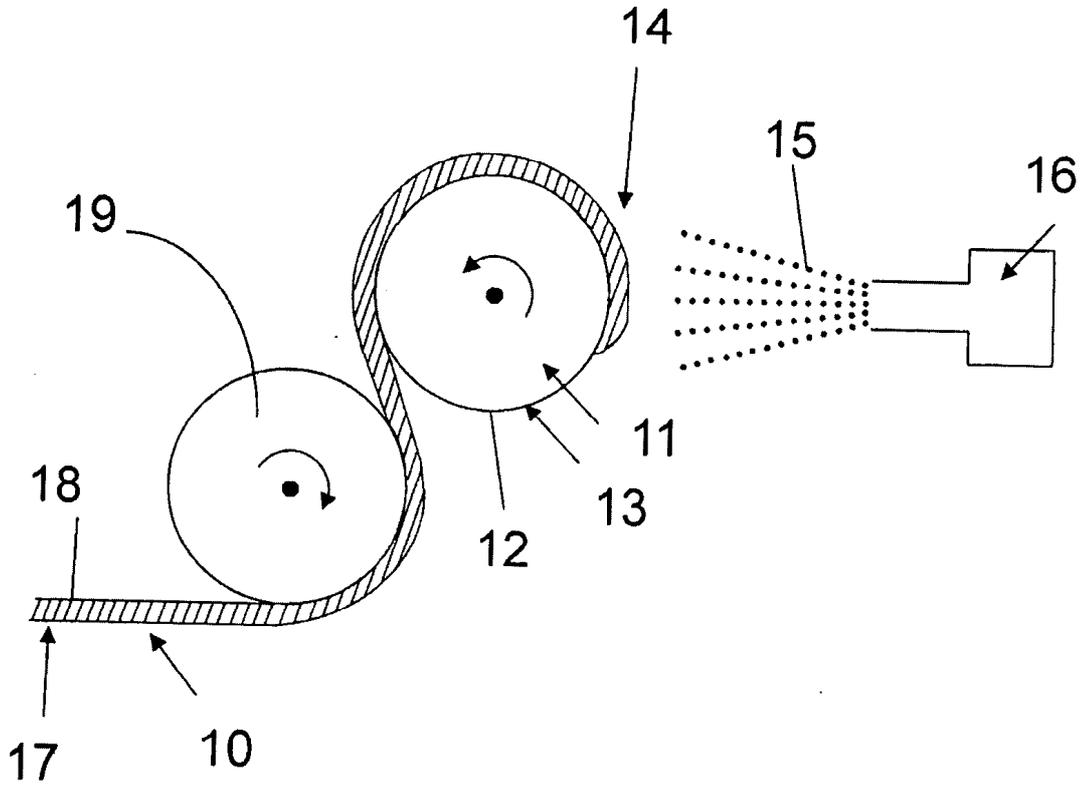


Fig. 2