

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 307**

51 Int. Cl.:

**B64C 21/10** (2006.01)

**F15D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2010 E 10165775 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 2261117**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una lámina microestructurada**

30 Prioridad:

**12.06.2009 AT 9052009**

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

**03.06.2019**

73 Titular/es:

**LEITL, PETER ADRIAN (100.0%)  
Morellenfeldgasse 16/13  
8010 Graz, AT**

72 Inventor/es:

**LEITL, PETER ADRIAN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 715 307 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**

Procedimiento para la fabricación de una lámina microestructurada

5 La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una lámina que presenta microestructuras en forma de nervios longitudinales y que se aplica sobre un cuerpo que se ha de mover o se mueve en un medio, de modo que los nervios longitudinales quedan situados en el lado exterior para estar en contacto con el medio y reducir una resistencia al flujo del cuerpo en el medio.

10 La invención se refiere también a una utilización de una lámina.

15 Si un cuerpo se mueve o se hace mover en un medio, tal como un gas o un líquido, se produce, por lo general, un flujo con una capa límite turbulenta respecto a una superficie del cuerpo. Esta capa límite turbulenta presenta muy cerca de la superficie del cuerpo una llamada capa inferior laminar altamente viscosa. Sobre la capa inferior laminar de la capa límite turbulenta se forman vórtices que provocan flujos transversales, lo que en comparación con una capa límite exclusivamente laminar provoca una fricción elevada o una pérdida elevada por fricción.

20 Es conocido que una pérdida por fricción a causa de una capa límite turbulenta en un cuerpo que se mueve en un medio, por ejemplo, un avión que se mueve en la atmósfera, se puede reducir si la superficie del cuerpo está configurada con nervios longitudinales que discurren en dirección de flujo y presentan dimensiones y distancias en el intervalo de micrómetros. Los nervios longitudinales, que se identifican también como riblets en el lenguaje técnico, pueden reducir una fricción, aunque se han de esperar en sí una fricción mayor y, por tanto, pérdidas por fricción mayores en comparación con una superficie plana, porque los nervios longitudinales dan lugar comparativamente una superficie de mayor tamaño. En teoría parece no haber aún una explicación completa y convincente de este efecto.  
25 Una explicación teórica es que los nervios longitudinales, al estar configurados a una determinada altura más allá de la capa inferior laminar, reducen flujos transversales o un intercambio de impulsos entre vórtices en dirección transversal, lo que debe producir una fricción menor.

30 En experimentos realizados se pudo comprobar en el canal de flujo en placas planas hasta un 10 % de reducción de la fricción mediante la disposición de nervios longitudinales adecuados. Debido a este efecto significativo se intentó aplicar este concepto a los aviones con el fin de ahorrar combustible, pero también utilizarlo en otros objetos, tales como las palas de rotor de los aerogeneradores.

35 Para poder aplicar el concepto de reducción de fricción mediante la estructuración de una superficie sin grandes limitaciones en la práctica se fabrican láminas que presentan nervios longitudinales en una superficie. Las láminas se pueden fijar a continuación en objetos ya existentes, por ejemplo, aviones. En la práctica se presenta, sin embargo, el problema de que un cuerpo a modificar con una lámina en la zona superficial, por ejemplo, un ala de avión, tiene generalmente una estructura compleja con condiciones muy diferentes localmente. Por consiguiente, las láminas aplicadas resultan a menudo poco eficientes respecto a una reducción de la fricción durante el movimiento del cuerpo,  
40 por lo que los valores teóricos sobre una reducción de la fricción de hasta el 10 %, que se han obtenido en los experimentos, tampoco se obtienen a menudo sólo de una manera aproximada. Esto se puede deber en particular a que debido a una estructura compleja de un cuerpo en zonas superficiales distintas serían óptimas distancias distintas de los nervios longitudinales. Sin embargo, las láminas correspondientes no se pueden fabricar de una manera económica.

45 El documento EP0205289A1 muestra un procedimiento para la fabricación de una lámina que presenta microestructuras en forma de nervios longitudinales. Éste se considera como el estado más actual de la técnica y divulga el preámbulo de la reivindicación 1.

50 El documento DE19650439C1 da a conocer una superficie con nervios longitudinales, utilizándose una tensión cortante de pared de una superficie de referencia lisa para calcular la distancia lateral de los nervios.

55 La invención tiene aquí el objetivo de proporcionar un procedimiento del tipo mencionado al inicio que permita una fabricación eficiente de una lámina para un cuerpo de gran superficie y de estructura compleja, teniéndose en cuenta las condiciones locales del cuerpo.

60 Este objetivo se consigue en el caso de un procedimiento del tipo mencionado al inicio si una distancia de los nervios longitudinales se calcula respecto a una reducción de la resistencia al flujo del cuerpo en el medio, de acuerdo con lo que se produce al menos un componente metálico que presenta los contornos negativos de los nervios longitudinales en la distancia calculada, lo que proporciona una pieza en bruto de lámina, después de lo que se moldean mediante el al menos un componente los nervios longitudinales en o sobre la pieza en bruto de lámina con la creación de la lámina que presenta los nervios longitudinales.

65 Las ventajas conseguidas con un procedimiento según la invención radican en particular en que es posible una fabricación eficiente de una lámina diseñada de manera favorable para un cuerpo de gran superficie y de estructura compleja, teniéndose en cuenta las condiciones locales o una estructura del cuerpo en relación con una reducción

significativa de la fricción durante el movimiento del cuerpo en un medio. En un procedimiento según la invención se tiene en cuenta en el diseño de los nervios longitudinales una estructura o una configuración geométrica del cuerpo que determina finalmente también una resistencia al flujo durante el movimiento del cuerpo en un medio, de modo que su distancia constante está configurada de manera favorable respecto a una gran reducción de la resistencia al flujo del cuerpo en el medio. Dado que se produce al menos un componente metálico que presenta los contornos negativos de los nervios longitudinales en la distancia calculada, se consigue, por una parte, una herramienta simple y resistente al desgaste para la fabricación de una lámina para un cuerpo de gran superficie. Por la otra parte, el procedimiento según la invención se puede aplicar de una manera flexible, de modo que con un esfuerzo relativamente pequeño para un cuerpo con otra estructura se puede calcular una distancia favorable de los nervios longitudinales y sobre la base de este cálculo se puede producir al menos un nuevo componente para la fabricación de una o varias láminas.

Para conseguir una reducción eficiente de la fricción en un cuerpo de estructura o geometría compleja en todas las zonas posibles con la distancia constante prevista de los nervios longitudinales está previsto según la invención que la distancia de los nervios longitudinales se calcule al calcularse puntual o continuamente para una velocidad de flujo predefinida y una viscosidad cinemática predefinida tensiones cortantes de pared en el cuerpo y a partir de esto una tensión cortante de pared promedio durante un movimiento del cuerpo en el medio, de acuerdo con lo que se calcula para la tensión cortante de pared promedio determinada con ayuda de la ecuación

$$s + = \frac{s \sqrt{\tau_w / \rho}}{v}$$

un valor s que corresponde a una distancia de los nervios longitudinales, seleccionándose un valor s+ en el intervalo de 10 a 20, preferentemente 12 a 18, y correspondiendo  $\tau_w$  a la tensión cortante de pared promedio,  $\rho$  a la densidad del medio y v a la viscosidad cinemática del medio. La distancia de los nervios longitudinales se optimiza a continuación respecto a una tensión cortante de pared promedio, registrándose el cuerpo de manera tridimensional, lo que proporciona generalmente buenos resultados respecto a una reducción de la fricción durante el movimiento del cuerpo en un medio. El intervalo de valores de s+ de 10 a 20 se deriva de observaciones experimentales, de acuerdo con las que se obtiene una reducción satisfactoria de la fricción para objetos de distinta estructura, por ejemplo, placas o perfiles de ala planos, en este intervalo de valores. Al mismo tiempo es posible una fabricación fácil de la lámina o, dado el caso, de varias láminas, porque se ha de producir únicamente al menos un componente metálico.

A fin de poder garantizar que el cálculo con ayuda de la tensión cortante de pared promedio no provoque en una o varias zonas superficiales del cuerpo una pequeña reducción no deseada de la fricción durante el movimiento del cuerpo en un medio, puede estar previsto que mediante las tensiones cortantes de pared, determinadas puntual o continuamente, para el valor determinado s de la distancia de los nervios longitudinales se compruebe si el valor s+ está situado entre 4 y 30, preferentemente entre 7 a 25, para el 70 %, preferentemente al menos el 80 %, en particular al menos el 95 %, de los valores de las tensiones cortantes de pared y que al incumplirse este criterio se seleccione un nuevo valor s+ y, por tanto, una distancia entre los nervios longitudinales, hasta que el resultado de dicha comprobación sea positivo.

En relación con un desarrollo eficiente del procedimiento está previsto preferentemente que después de calcularse la distancia de los nervios longitudinales se creen mediante litografía de interferencia reproducciones de los nervios longitudinales sobre o en un plástico, después de lo que se crea el negativo de las reproducciones de los nervios longitudinales mediante un metal o una aleación y se forma así al menos un componente metálico con contornos negativos correspondientes, después de lo que el componente se dispone sobre una base y a partir de esto se dispone de una pieza en bruto de lámina que comprende una capa de soporte y una capa de protección de un barniz endurecible, aplicada directa o indirectamente sobre esta capa de soporte, después de lo que los nervios longitudinales se moldean con la base con el componente metálico en el barniz endurecible de la pieza en bruto de lámina y a continuación se endurece el barniz. Mediante la utilización de la litografía de interferencia para la creación del al menos un componente metálico se obtienen varias ventajas. Por una parte, es posible fácilmente utilizar datos derivados del cálculo de la distancia de los nervios longitudinales para la fabricación por ordenador de máscaras adecuadas para una exposición de un plástico. Por la otra parte, mediante la litografía de interferencia se pueden crear reproducciones particularmente exactas de los nervios longitudinales en la distancia calculada, que permiten formar el negativo exacto mediante el metal o la aleación, de modo que en el barniz se pueden producir también finalmente microestructuras o nervios longitudinales precisos. Existe además la ventaja de que con el al menos un componente metálico se pueden crear de una manera particularmente fácil en el barniz nervios longitudinales por presión. En este sentido está previsto preferentemente que el barniz se endurezca por radiación con luz ultravioleta.

Si se utiliza una pieza en bruto de lámina con una capa de protección hecha de un barniz endurecible, se recomienda que la pieza en bruto de lámina disponga de una capa de protección con un grosor máximo de 50  $\mu\text{m}$ .

El al menos un componente metálico se produce preferentemente por deposición electroquímica. En principio es suficiente producir un componente metálico, con el que se moldean los nervios longitudinales en o sobre la pieza en bruto de lámina con la creación de la lámina que presenta los nervios longitudinales. Sin embargo, está previsto preferentemente, sobre todo porque el componente metálico se puede fabricar de una manera simple, que se produzcan varios componentes metálicos y que estos se dispongan sobre un rodillo como base. Una pieza en bruto

de lámina se puede guiar así continuamente por debajo de un rodillo durante la fabricación de la lámina. El rodillo rota, pero está dispuesto fijamente en el lugar. En principio es posible también, sin embargo, disponer el al menos un componente metálico sobre un punzón y moldear con el punzón nervios longitudinales en una pieza en bruto de lámina.

5 La pieza en bruto de lámina se proporciona preferentemente con una capa de soporte termoplástica que está hecha de un polímero o un copolímero y comprende opcionalmente un revestimiento adhesivo en un lado inferior. La capa de soporte termoplástica garantiza una estabilidad de la lámina y soporta al mismo tiempo la capa de protección, hecha preferentemente de un barniz, con los nervios longitudinales. El revestimiento adhesivo sirve para poder colocar la lámina sobre una superficie de un cuerpo.

10 Otro objetivo de la invención consiste en posibilitar una utilización de una lámina, que presenta en una superficie microestructuras en forma de nervios longitudinales, sobre una superficie de un cuerpo, que se mueve en un medio, para la reducción de una resistencia al flujo del cuerpo al estar diseñada favorablemente la lámina respecto a una reducción de la fricción durante el movimiento del cuerpo en el medio.

15 Este objetivo se consigue mediante la utilización de una lámina, que presenta en una superficie microestructuras en forma de nervios longitudinales, sobre una superficie de un cuerpo, que se mueve en un medio, para la reducción de una resistencia al flujo del cuerpo, si la lámina comprende una capa de soporte de un material termoplástico y una capa de protección aplicada directa o indirectamente sobre la misma, estando moldeados sobre o en la capa de protección los nervios longitudinales que presentan una distancia que corresponde a un valor  $s_+$  en la ecuación

$$s_+ = \frac{s\sqrt{\tau_w / \rho}}{v}$$

seleccionándose un valor  $s_+$  en el intervalo de 10 a 20, preferentemente 12 a 18, y correspondiendo  $\tau_w$  a la tensión cortante de pared promedio,  $\rho$  a la densidad del medio y  $v$  a la viscosidad cinemática del medio.

25 Una ventaja conseguida mediante una utilización según la invención radica en particular en que se utiliza una lámina que en amplias zonas de una superficie del cuerpo da lugar a una reducción eficiente de la fricción durante el movimiento del cuerpo en el medio, incluso al tenerse en cuenta de manera aproximada simplemente una tensión cortante de pared promedio para calcular una distancia de los nervios longitudinales. Aunque sería posible en principio obtener mejores resultados si se utilizaran una o varias láminas que proporcionan localmente una reducción máxima de la fricción, esto multiplicaría los costes de fabricación, lo que no sería conveniente.

30 La capa de protección de la lámina está hecha preferentemente de un barniz endurecido y puede presentar un grosor máximo de 50  $\mu\text{m}$ , preferentemente 15  $\mu\text{m}$ . Con preferencia, la capa de protección cubre también esencialmente por completo una capa de agente adhesivo, dispuesta de manera opcional entre la capa de soporte y la capa de protección, o la capa de soporte, de modo que las últimas capas quedan protegidas contra las influencias medioambientales.

35 La capa de soporte presenta ventajosamente un grosor máximo de 5 a 75  $\mu\text{m}$ , preferentemente 10 a 25  $\mu\text{m}$ , para proporcionarle una estabilidad suficiente a la lámina, sin que una densidad de área promedio de la lámina tenga un valor grande no deseado.

40 Los nervios longitudinales pueden estar situados uno junto al otro en forma de un perfil de diente de sierra, pero también pueden estar separados entre sí por superficies planas de la capa de protección.

45 La lámina está configurada de la manera más ligera posible y presenta, por ejemplo, una masa promedio o una densidad de área inferior a 300  $\text{gm}^{-2}$ , preferentemente inferior a 50  $\text{gm}^{-2}$ .

50 Se prefiere que los nervios longitudinales presenten adicionalmente, además del perfil de acanaladura propio, una subestructura que reduzca o evite, por ejemplo, una adherencia de partículas de polvo u otras partículas, así como de un líquido, de manera similar al efecto loto.

Otros efectos, características y ventajas de la invención se derivan de la descripción siguiente de un ejemplo de realización. En los dibujos muestran:

55 Fig. 1 una lámina aplicada sobre un cuerpo con nervios longitudinales en el corte transversal en perpendicular a los nervios longitudinales;

Fig. 2 una distribución de la velocidad alrededor de un cuerpo para un plano individual;

Fig. 3 una distribución de una tensión cortante de pared para el cuerpo según la figura 2; y

Fig. 4 una distribución de un valor adimensional  $s_+$  en dependencia de una distancia seleccionada de nervios longitudinales para el cuerpo según la figura 2.

60

En la figura 1 está representada una lámina 2, aplicada sobre un cuerpo 1, con nervios longitudinales 7 en el corte transversal en perpendicular a los nervios longitudinales 7. En el caso del cuerpo 1 se puede tratar de un objeto cualquiera que se mueve o se hace mover en un gas o un líquido, por ejemplo, un avión, un bote o un barco, una tabla de surf, un vehículo de motor o una pala de rotor de un aerogenerador. La lámina 2 comprende primero, visto a partir del cuerpo 1, un revestimiento adhesivo 3, mediante el que la lámina 2 se sujeta permanentemente en el cuerpo 1, incluso a altas velocidades que se pueden generar, por ejemplo, en aviones. El revestimiento adhesivo 3 se ha representado a escala ampliada en la figura 1 en relación con las demás capas de la lámina 2. En la práctica se mantiene lo más pequeño posible el grosor del revestimiento adhesivo 3, porque el revestimiento adhesivo sirve sólo para fijar la lámina 2 en el cuerpo 1. A continuación del revestimiento adhesivo 3 se encuentra una capa de soporte 4 que proporciona estabilidad a la lámina 2 y está hecha generalmente de un polímero o un copolímero, por ejemplo, polietileno, polipropileno, poliestireno, polivinilacetato, cloruro de polivinilo o cloruro de etileno-vinilacetato. La selección del polímero o del copolímero no es crítica en sí. Sin embargo, el polímero o el copolímero debe tener una larga duración y debe ser resistente en condiciones, tales como la radiación solar intensa y/o los cambios de temperatura, a las que puede estar sometida la lámina 2 durante el uso. La capa de soporte 4 no es importante para una reducción de la fricción y, por tanto, debe estar diseñada de manera similar al revestimiento adhesivo 3 con el menor grosor posible, pero debe proporcionarle la estabilidad requerida a la lámina 2, como ya se mencionó. En este sentido resulta conveniente que la capa de soporte 4 esté configurada con un grosor de 5 a 75  $\mu\text{m}$ , preferentemente 10 a 25  $\mu\text{m}$ . Sobre la capa de soporte 4 puede haber una capa de agente adhesivo 5 que mejora una adherencia de una capa de protección 6 de cierre. La capa de protección 6, hecha a partir de un barniz endurecido, cubre completamente la capa de agente adhesivo 5. En la capa de protección 6 están moldeados nervios longitudinales 7 que se encuentran en contacto con un medio, en el que se mueve o se hace mover el cuerpo 1, y reducen una pérdida por fricción en el cuerpo 1 durante el movimiento en un medio debido a una distancia adecuada de las puntas de los nervios longitudinales 7. La capa de protección 6 presenta asimismo el menor grosor posible para mantener así lo más pequeña posible una masa promedio o una densidad de área de la lámina 2 y no compensar, por ejemplo, un ahorro de combustible potencial debido a la lámina 2, mediante un gran peso adicional de la lámina 2. Un grosor de la capa de protección 6 es preferentemente inferior a 50  $\mu\text{m}$ , preferentemente inferior a 15  $\mu\text{m}$ . De acuerdo con la representación, los nervios longitudinales 7 pueden tener un perfil de sección transversal, por ejemplo, triangular y pueden estar separados entre sí. No obstante, los nervios longitudinales 7 pueden estar situados uno junto al otro y formar un perfil de diente de sierra en la sección transversal. Son posibles también otros perfiles de sección transversal.

Una lámina 2, diseñada favorablemente respecto a una pérdida por fricción en un cuerpo 1, se fabrica de la manera siguiente: En una primera etapa se calcula para el cuerpo 1 una distribución de la tensión cortante de pared, teniéndose en cuenta completamente una estructura tridimensional del cuerpo 1. Para obtener una distribución de la tensión cortante de pared o de las tensiones cortantes de pared alrededor del cuerpo 1 es conveniente primero analizar por ordenador estados de flujo y en particular una distribución de la velocidad o la velocidad de flujo alrededor del cuerpo 1. En este sentido se predefinen condiciones marco para el análisis por ordenador al tenerse en cuenta en qué medio o en qué intervalo de velocidad se mueve o se hace mover el cuerpo 1 a adaptar mediante la lámina 2 durante la utilización, y se adoptan valores promedios adecuados. Con ayuda del análisis de la velocidad de flujo o de la distribución de la velocidad de flujo, representada en la figura 2 a modo de ejemplo para un perfil de ala de un avión, y con la adopción de una viscosidad cinemática para el medio en el campo de utilización se puede calcular una distribución de la tensión cortante de pared alrededor del cuerpo 1. El resultado de este tipo de cálculo está representado en la figura 3. Por medio de la distribución calculada de la tensión cortante de pared se calcula en una segunda etapa una tensión cortante de pared promedio y sobre la base de la misma se calcula con ayuda de la ecuación

$$s_+ = \frac{s\sqrt{\tau_w / \rho}}{\nu}$$

un valor  $s_+$  que corresponde a una distancia de los nervios longitudinales 7 en la figura 1, seleccionándose un valor  $s_+$  en el intervalo de 10 a 20, preferentemente 12 a 18, y correspondiendo  $\tau_w$  a la tensión cortante de pared promedio,  $\rho$  a la densidad del medio y  $\nu$  a la viscosidad cinemática del medio. La selección del valor  $s_+$  en el intervalo mencionado se deriva de valores de experiencia, a partir de los que se obtienen en principio con la selección correspondiente para distintos perfiles distancias de los nervios longitudinales 7 que proporcionan resultados aceptables. Por ejemplo, investigaciones experimentales han dado a conocer que los nervios longitudinales 7 en placas planas consiguen un efecto óptimo, si  $s_+$  es igual a 17. Para perfiles de ala, en cambio, se ha comprobado que  $s_+$  se selecciona ventajosamente en el intervalo de 12,5. Si la distancia de los nervios longitudinales 7 está fijada, se comprueba en otra etapa si en el caso de la distancia determinada de los nervios longitudinales 7 hay valores individuales  $s_+$  de 3 a 40, preferentemente 7 a 25, cuando no se tiene en cuenta la tensión cortante de pared promedio calculada, sino las tensiones cortantes de pared determinadas puntual o continuamente. Es ventajoso que la mayor cantidad posible de los valores de las tensiones cortantes de pared, en particular al menos el 95 %, esté situada en el intervalo mencionado, por ejemplo, como en la figura 4. Si el resultado de esta comprobación es positivo, los nervios longitudinales 7 están diseñados para un estado de flujo del cuerpo 1 a una velocidad de flujo promedio determinada, con una viscosidad cinemática promedio determinada y teniéndose en cuenta la estructura del cuerpo 1. Para definir una estructura de los nervios longitudinales 7 es necesario también por último determinar su altura, así como el perfil de sección transversal. La altura de los nervios longitudinales 7 se determina convenientemente respecto a la distancia determinada de los nervios longitudinales 7. Una altura ventajosa de los nervios longitudinales 7 es 0,1 a 1,5 veces,

preferentemente 0,3 a 0,6 veces, la distancia de los nervios longitudinales 7. Mediante una variación de una relación de la altura de los nervios longitudinales 7 respecto a su distancia se puede realizar también un ajuste preciso del perfil de los nervios longitudinales a un intervalo de velocidad predefinido, en el que se debe mover el cuerpo 1. De manera similar, mediante una variación del perfil de sección transversal de los nervios longitudinales 7, sobre todo, del radio de cabeza, del radio de base, así como del ángulo de ataque, se puede realizar un ajuste preciso del perfil de los nervios longitudinales. Después de ejecutarse estas etapas se obtiene favorablemente una lámina con una superficie microestructurada para una utilización sobre un cuerpo 1.

Después de calcularse la estructura de la lámina 2 se crea una herramienta para la fabricación de una lámina 2, recurriéndose a los datos de cálculo. En este sentido se procede de manera que un material fotosensible, por ejemplo, un plástico, se somete a un rayo de un láser ultravioleta de superficie ampliada a través de una máscara. La máscara está diseñada de manera que en el plástico se obtienen reproducciones de los nervios longitudinales 7 de acuerdo con el cálculo o el diseño. Después de retirarse las zonas del plástico no expuestas se observan reproducciones de los nervios longitudinales 7 en el plástico que se moldean mediante un plástico o una aleación. A tal efecto resulta adecuado en particular un procedimiento que se conoce bajo el nombre de galvanización y se basa en la deposición química de un metal como el níquel a partir de una solución. Con este método de moldeo se pueden fabricar uno o varios componentes metálicos de níquel o cromo que tienen generalmente un grosor de 50  $\mu\text{m}$  a 3 mm y presentan contornos negativos de los nervios longitudinales 7. Estos componentes se disponen a continuación sobre un rodillo, mediante el que se moldean los nervios longitudinales 7 en o sobre una pieza en bruto de lámina. En este sentido se procede de modo que se dispone de una pieza en bruto de lámina que está configurada, hasta respecto a la capa de agente adhesivo 5, de manera análoga a la lámina 2 representada en la figura 1, pero presenta en el exterior una capa plana de un barniz endurecible. En este barniz endurecible se moldean los nervios longitudinales 7 al pasarse la pieza en bruto de lámina por debajo del rodillo con los componentes con los contornos negativos de los nervios longitudinales 7, ejerciendo presión el rodillo al rotar sobre la pieza en bruto de lámina. A continuación del rodillo está dispuesta al menos una fuente de radiación que permite aplicar una luz ultravioleta sobre el barniz no endurecido aún, de modo que la capa de protección 6 con los nervios longitudinales 7 pasa finalmente a un estado sólido operativo.

Los componentes metálicos se pueden disponer alternativamente también sobre uno o varios punzones, con los que se estampan las piezas en bruto de lámina para moldear los nervios longitudinales 7 con dimensiones y distancias entre sí en el intervalo de micrómetros. En este caso, entre las estructuras de estampado de los punzones individuales o las etapas de estampado sucesivas se mantienen pequeñas zonas sin nervios longitudinales 7 a lo largo de una trayectoria de una pieza en bruto de lámina, lo que no resulta en principio un problema, aunque para aplicaciones con la máxima calidad de lámina se prefiere moldear los nervios longitudinales 7 con un rodillo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una lámina (2) que presenta microestructuras en forma de nervios longitudinales (7) y que se aplica sobre un cuerpo (1) que se ha de mover o se mueve en un medio, de modo que los nervios longitudinales (7) quedan situados en el lado exterior para estar en contacto con el medio y reducir una resistencia al flujo del cuerpo (1) en el medio, **caracterizado por que** una distancia de los nervios longitudinales (7) se calcula respecto a una reducción de la resistencia al flujo del cuerpo (1) en el medio al calcularse puntual o continuamente para una velocidad de flujo predefinida y una viscosidad cinemática predefinida tensiones cortantes de pared en el cuerpo (1) y a partir de esto una tensión cortante de pared promedio durante un movimiento del cuerpo (1) en el medio, de acuerdo con lo que se calcula para la tensión cortante de pared promedio determinada con ayuda de la ecuación

$$s + = \frac{s \sqrt{\tau_w / \rho}}{v}$$

un valor s que corresponde a una distancia de los nervios longitudinales (7), seleccionándose un valor s+ en el intervalo de 10 a 20, preferentemente 12 a 18, y correspondiendo  $\tau_w$  a la tensión cortante de pared promedio,  $\rho$  a la densidad del medio y v a la viscosidad cinemática del medio, de acuerdo con lo que se produce al menos un componente metálico que presenta los contornos negativos de los nervios longitudinales (7) en la distancia calculada, lo que proporciona una pieza en bruto de lámina, después de lo que se moldean mediante el al menos un componente los nervios longitudinales (7) sobre o en la pieza en bruto de lámina con la creación de la lámina (2) que presenta los nervios longitudinales (7).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** mediante las tensiones cortantes de pared, determinadas puntual o continuamente, para el valor determinado s de la distancia de los nervios longitudinales (7) se comprueba si el valor s+ está situado entre 4 y 30, preferentemente entre 7 a 25, para al menos el 70 %, preferentemente al menos el 80 %, en particular al menos el 95 %, de los valores de las tensiones cortantes de pared y por que al incumplirse este criterio se selecciona un nuevo valor s+ y, por tanto, una distancia entre los nervios longitudinales (7), hasta que el resultado de dicha comprobación sea positivo.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** después de calcularse la distancia de los nervios longitudinales (7) se crean mediante litografía de interferencia reproducciones de los nervios longitudinales (7) sobre o en un plástico, después de lo que se crea el negativo de las reproducciones de los nervios longitudinales (7) mediante un metal o una aleación y se forma así al menos un componente metálico con contornos negativos correspondientes, después de lo que el componente se dispone sobre una base y a partir de esto se dispone de una pieza en bruto de lámina que comprende una capa de soporte (4) y una capa de protección (6) de un barniz endurecible, aplicada directa o indirectamente sobre esta capa de soporte (4), después de lo que los nervios longitudinales (7) se moldean con la base con el componente metálico en el barniz endurecible de la pieza en bruto de lámina y a continuación se endurece el barniz.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** el barniz se endurece por radiación con luz ultravioleta.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, **caracterizado por que** la pieza en bruto de lámina se proporciona con una capa de protección (6) de barniz endurecible con un grosor máximo de 50  $\mu\text{m}$ .

6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado por que** el al menos un componente metálico se produce por deposición electroquímica.

7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** varios componentes metálicos se producen y se disponen sobre un rodillo como base.

8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la pieza en bruto de lámina se proporciona con una capa de soporte termoplástica (4) que está hecha de un polímero o un copolímero y comprende opcionalmente un revestimiento adhesivo (3) en un lado inferior.

9. Utilización de una lámina (2), que en una superficie presenta microestructuras en forma de nervios longitudinales (7), sobre una superficie de un cuerpo (1), que se mueve en un medio, para la reducción de una resistencia al flujo del cuerpo (1), comprendiendo la lámina (2) una capa de soporte (4) de un material termoplástico y una capa de protección (6) aplicada directa o indirectamente sobre la misma, estando moldeados sobre o en la capa de protección (6) los nervios longitudinales (7) que presentan una distancia que corresponde a un valor s en la ecuación

$$s + = \frac{s \sqrt{\tau_w / \rho}}{v}$$

seleccionándose un valor s+ en el intervalo de 10 a 20, preferentemente 12 a 18, y correspondiendo  $\tau_w$  a la tensión

cortante de pared promedio,  $\rho$  a la densidad del medio y  $\nu$  a la viscosidad cinemática del medio.

- 5 10. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la capa de protección (6) está hecha de un barniz endurecido.
- 5 11. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con la reivindicación 10, en la que la capa de protección presenta un grosor máximo de 50  $\mu\text{m}$ , preferentemente 15  $\mu\text{m}$ .
- 10 12. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, en la que la capa de protección (6) cubre esencialmente por completo una capa de agente adhesivo (5), dispuesta entre la capa de soporte (4) y la capa de protección (6), o la capa de soporte (4).
- 15 13. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, en la que la capa de soporte (4) presenta un grosor máximo de 5 a 75  $\mu\text{m}$ , preferentemente 10 a 25  $\mu\text{m}$ .
- 15 14. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, en la que los nervios longitudinales (7) están separados entre sí por superficies planas de la capa de protección (6).
- 20 15. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14, en la que la lámina (2) presenta una masa promedio inferior a 300  $\text{gm}^{-2}$ , preferentemente inferior a 50  $\text{gm}^{-2}$ .
16. Utilización de una lámina (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 15, en la que los nervios longitudinales (7) presentan una subestructura.

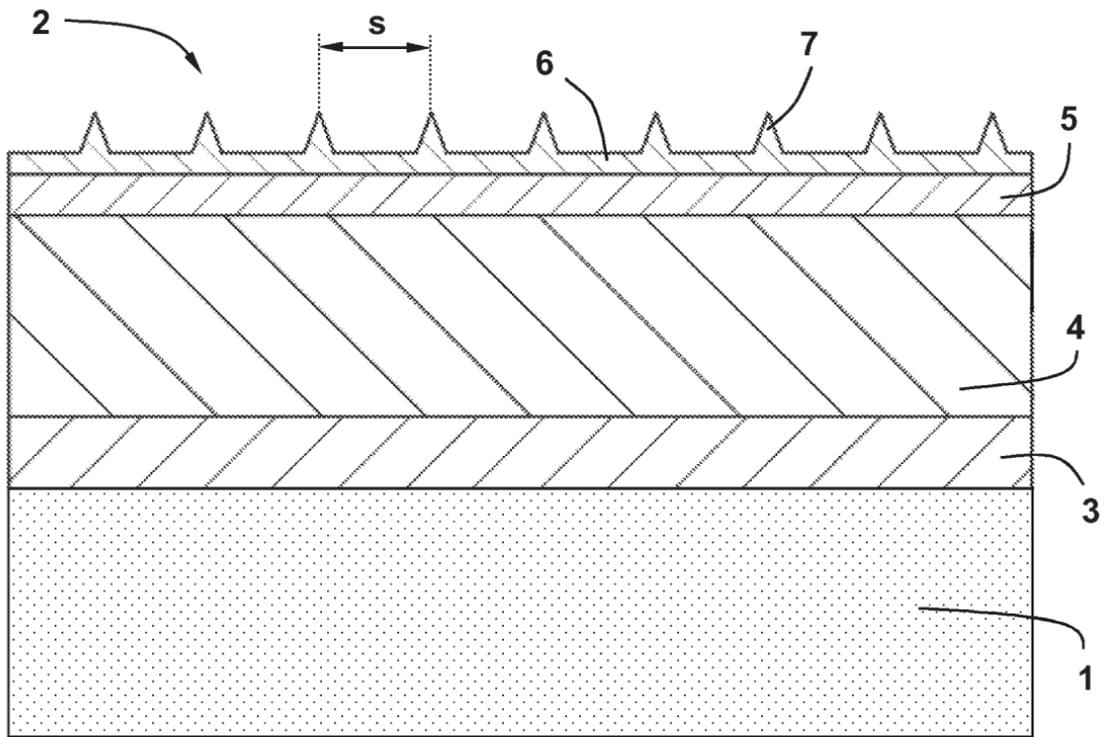


Fig. 1

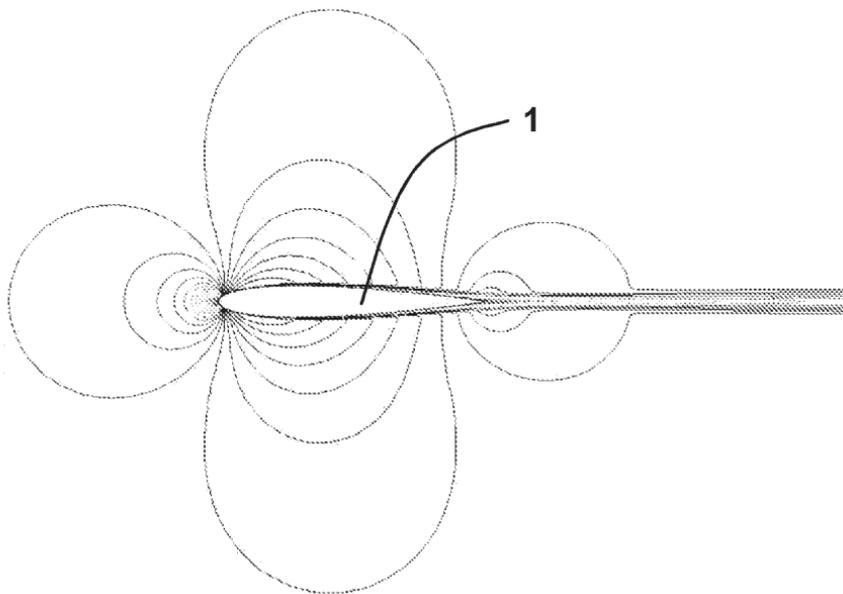
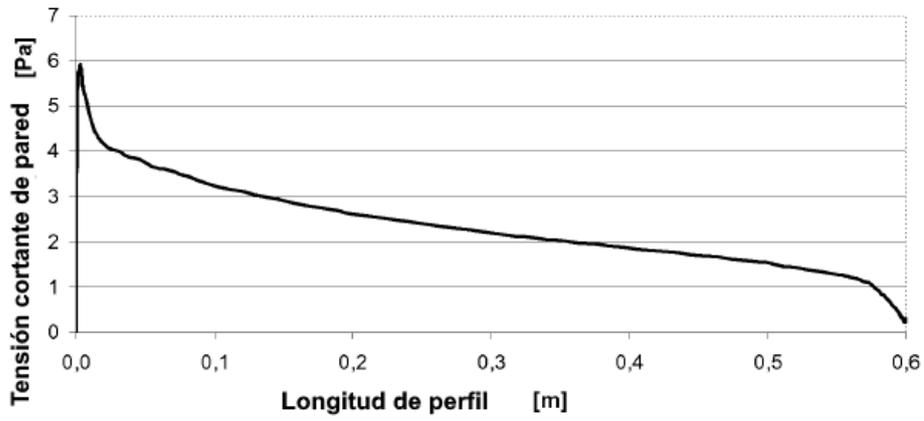
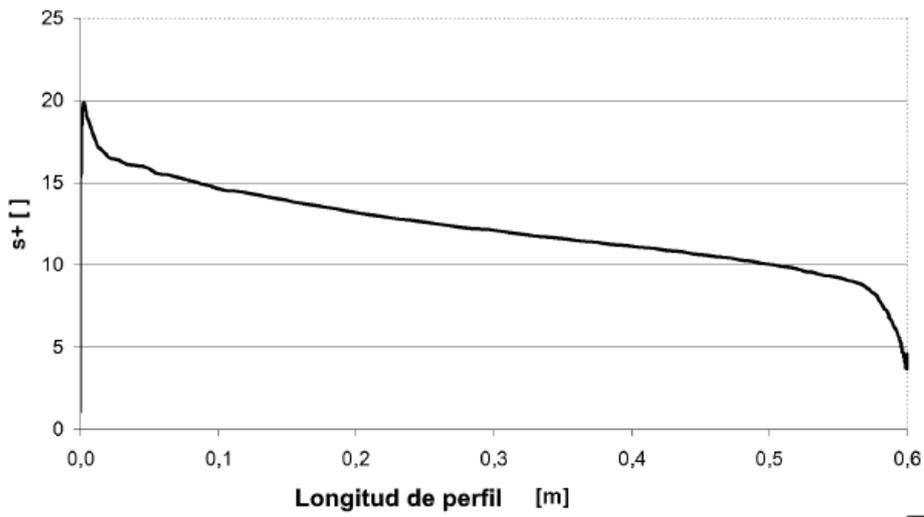


Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4**