

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 828**

51 Int. Cl.:

**F01D 5/22** (2006.01)

**F01D 5/28** (2006.01)

**B23K 1/00** (2006.01)

**C23C 28/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2012 PCT/DE2012/001067**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13075688**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2012 E 12788425 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016 EP 2783076**

54 Título: **Método para el blindaje de la muesca en Z de álabes de TiAl**

30 Prioridad:

**25.11.2011 DE 102011087158**

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

**16.11.2016**

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES AG (100.0%)  
Dachauer Strasse 665  
80995 München, DE**

72 Inventor/es:

**DANIELS, BERND;  
HANRIEDER, HERBERT;  
RICHTER, KARL-HERMANN y  
STRASSER, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

ES 2 589 828 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**

Método para el blindaje de la muesca en Z de álabes de TiAl

5 **Ámbito de la invención**

(0001) La invención presente hace referencia a un método para la disposición de un revestimiento sobre un componente, así como un correspondiente componente de un grupo motor provisto de un revestimiento.

10 **Estado de la técnica**

(0002) Álabes para turbinas para turbinas de presión baja pueden presentar anillos de refuerzo que están en contacto entre sí contiguamente. Las superficies laterales contiguas se conforman normalmente en forma de Z y presentan zonas de contacto en las cuales los anillos de refuerzo chocan directamente entre sí para contribuir a la amortiguación de las vibraciones. Estas superficies de contacto de los anillos de refuerzo están normalmente provistas de un blindaje para mantener pequeña la abrasión mecánica. Según el estado de la técnica se usan para ello aleaciones de Co-Cr, especialmente las denominadas estelitas (marca registrada de la empresa Deloro Stellite), que por ejemplo, se aplican mediante soldadura TIG, soldadura de microplasma o soldadura por rayo láser o mediante otros métodos de soldadura de recargue. Mientras que para las aleaciones a base de níquel o para las superaleaciones de este tipo el blindaje es adecuado, ello es problemático en álabes de turbinas de titanio-aluminuros (aleaciones de TiAl), habida cuenta que mediante la mezcla de TiAl con estelitas surgen fases frágiles que pueden producir la formación de grietas.

(0003) Por esta razón, en los álabes de TiAl para turbinas de baja presión se emplearon capas proyectadas de plasma de la aleación de Co-Cr T-800 (marca registrada de la empresa Deloro Stellite). En efecto, estos revestimientos o blindajes no cumplen, bajo ciertas circunstancias, los requisitos de las propiedades de adhesividad. Correspondientemente, se propuso (WO 2011/009430) para el blindaje de las superficies de contacto de los anillos de refuerzo de los álabes de turbinas de baja presión de TiAl (las denominadas muescas en Z) aplicar piezas de moldeo de estelitas mediante soldadura. Efectivamente, de ello resulta la desventaja de que las piezas de moldeo tienen que satisfacer unos requisitos muy altos de exactitud de forma para garantizar la colocación exacta y por toda la superficie de la pieza de moldeo en el componente a ser revestido. Mediante ello, las piezas de moldeo correspondientes de estelitas son relativamente caras.

(0004) El documento EP1803521 manifiesta un método para la disposición de un revestimiento según el concepto general de la reivindicación 1ª.

**Manifestación de la invención****Objeto de la invención**

(0005) Por ello, es el objetivo de la invención evitar las desventajas del estado de la técnica y posibilitar un blindaje sobre un componente de un grupo motor de TiAl, especialmente, de un álabe de turbina de baja presión de TiAl, y el revestimiento debe ser ejecutable con sencillez y debe ofrecer resultados fiables respecto a un blindaje que se adhiera bien.

**Solución técnica**

(0006) Este objetivo se cumple mediante un método con las características de la reivindicación 1ª y un componente de un grupo motor con las características de la reivindicación 13ª. Ejecuciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

(0007) La invención propone, para la creación de un blindaje en una muesca en Z de álabes de turbinas de baja presión de TiAl, un nuevo método para el revestimiento, en el cual un comprimido no sinterizado se dispone sobre el componente a ser revestido con el material de revestimiento (material de revestimiento) con la presencia de una soldadura y mediante un proceso combinado de soldadura-sinterización se forma el revestimiento en forma de un cuerpo sinterizado y se une con el componente. Mediante la combinación de la soldadura y la sinterización en una etapa del método se da una posibilidad de producción sencilla con poco esfuerzo y al mismo tiempo se garantiza una unión metalúrgica y una colocación por toda la superficie del revestimiento de un componente a ser revestido.

(0008) Esto se garantiza proporcionando una soldadura, y la soldadura puede estar contenida ya en el comprimido no sinterizado, es decir, en el cuerpo de moldeo a ser sinterizado del material de revestimiento. Especialmente, la soldadura puede estar presente en el comprimido no sinterizado de forma graduada de manera que, por ejemplo, en el lado en el que el comprimido no sinterizado se dispone en el componente a ser revestido, la proporción de la soldadura es alta y disminuye con una distancia que aumenta del componente a ser revestido.

(0009) Alternativamente o adicionalmente, la soldadura puede proporcionarse también mediante una costra en la que la soldadura se acoge mediante una sustancia aglutinante y/o un disolvente. Mediante la sustancia aglutinante y/o el disolvente, el material de soldadura puede ser dispuesto de manera sencilla mediante la aplicación de la

costra fluida sobre el componente a ser revestido, por ejemplo, mediante frotación, moldeo por inyección o similar.

5 (0010) La costra puede contener un agente adhesivo para garantizar, en la disposición del comprimido no sinterizado sobre el componente a ser revestido mediante la costra, una buena adhesividad del comprimido no sinterizado y/o de la costra sobre el componente a ser revestido.

10 (0011) En la costra está contenida la soldadura en forma de un polvo o en forma de partículas, y la partícula pueden ser escogidas en forma de grano fino para garantizar tanto unas capas de costra delgadas, como también una colocación del revestimiento por toda la superficie del componente a ser revestido. Correspondientemente, el tamaño de partícula de la soldadura en la costra puede ser menor o igual a 50  $\mu\text{m}$ , preferiblemente, menor o igual que 25  $\mu\text{m}$ . En este caso, el tamaño de partícula puede escogerse en forma de un tamaño de partícula mediano o en forma de un tamaño de partícula máximo.

15 (0012) La sustancia aglutinante y/o el disolvente puede ser una sustancia aglutinante y/o un disolvente orgánico, por ejemplo, un aceite de serigrafía que garantiza una distribución homogénea y que se adhiere bien de la costra, y con ello, de la soldadura sobre el componente a ser revestido.

20 (0013) El comprimido no sinterizado que comprende el material de revestimiento en forma de partículas y/o la soldadura, igualmente en forma de partículas, para formar el revestimiento o el blindaje mediante sinterización de la partícula del material de revestimiento, puede presentar un espesor de 0,2 mm hasta 2 mm., preferiblemente 0,3 mm hasta 0,6 mm.

25 (0014) Después de aplicar la costra sobre el componente a ser revestido y/o el agente adhesivo sobre el comprimido no sinterizado, así como la disposición del comprimido no sinterizado sobre la capa de la costra, puede secarse la sustancia aglutinante y/o el disolvente y/o un agente adhesivo en una primera temperatura de tratamiento, y el componente a ser revestido con la costra y con el comprimido no sinterizado se calienta localmente o en su conjunto total a temperaturas en el ámbito de 60°C hasta 100°C. Mediante ello, se lleva a cabo una fijación provisional del comprimido no sinterizado sobre el componente a ser revestido.

30 (0015) Después, el proceso combinado de soldadura-sinterización puede llevarse a cabo a temperaturas correspondientemente altas, con las cuales la sustancia aglutinante y/o el disolvente se evaporan, el material de revestimiento se sinteriza en el comprimido no sinterizado y la soldadura se funde en la capa de costra antigua y/o en el comprimido no sinterizado. El tratamiento de temperatura puede realizarse especialmente mediante calentamiento inductivo, local de la zona del revestimiento. Después del proceso de soldadura-sinterización combinado, las partículas del material de revestimiento se forman en el comprimido no sinterizado en un cuerpo sinterizado, el cual forma el revestimiento o el blindaje y la soldadura proporciona una unión que se adhiere bien entre el cuerpo sinterizado, las partículas y el componente a ser revestido.

40 (0016) El proceso de soldadura-sinterización puede llevarse a cabo al vacío, especialmente, al alto vacío, o con gas inerte, por ejemplo, en un atmósfera de argón.

45 (0017) Como material de revestimiento se pueden usar aleaciones Co-Cr, especialmente, aleaciones a base de Co con proporción de cromo de más del 25% en peso y proporciones de W de 4 hasta 20% en peso o aleaciones de Co-Cr con aleaciones de Co con una proporción de Cr por debajo de 20% en peso y proporciones de Mo de más del 20% en peso. Ejemplos de ello son especialmente aleaciones de T-800 o las aleaciones de estelita de la empresa Decoro Stellite.

50 (0018) La soldadura para la costra y/o el comprimido no sinterizado puede ser una soldadura a base de níquel, especialmente, una soldadura del estándar SAE AMS4777.

### Breve descripción de las figuras

(0019) Las figuras adjuntas muestran en una representación puramente esquemática

55 Fig. 1 una vista superior de un anillo de refuerzo de un álabe de rodete de un motor de avión;

Fig. 2 un corte transversal parcial a través del anillo de refuerzo de la Fig. 1 en la zona de blindaje del anillo de refuerzo; y

60 Fig. 3 un corte transversal a través del anillo de refuerzo de la Fig. 1 en la zona de blindaje del anillo de refuerzo en otra forma de ejecución.

### Ejemplo de ejecución

65 (0020) Otras ventajas, indicaciones y características de la invención presente se exponen claramente en la siguiente descripción detallada de los ejemplos de ejecución. La invención no se limita, sin embargo, a estos ejemplos de ejecución.

(0021) La Fig. 1 muestra una vista superior de un anillo de refuerzo (1) de un álabe de rodete, como se puede emplear, por ejemplo, en una turbina de baja presión de un motor de avión. El álabe de rodete y el anillo de refuerzo (1) consisten en una aleación de titanio-aluminio de alta resistencia y resistente a las altas temperaturas, es decir, una aleación que esté formada fundamentalmente de fases intermetálicas, como  $Ti_3Al$  o  $TiAl$ , y que en general, aquí se denomina aleación de  $TiAl$ . El anillo de refuerzo una forma, en general, en forma de placa con dos faldas obturadoras o nervios obturadores (4, 5) distanciados entre sí, que se extienden en la dirección de la rotación y que se encuentran en el exterior, así como dos superficies laterales (2, 3) en forma de Z que están en contacto con los álabes de rodete o anillos de refuerzo contiguos. Las superficies laterales (2, 3) en forma de Z presentan respectivamente una superficie de contacto (6, 7) para el apoyo mutuo con álabes de rodete o anillos de refuerzo contiguos para la amortiguación de las vibraciones. Para reducir la abrasión en las superficies de contacto (6, 7), las mismas están provistas respectivamente de un blindaje (8, 9).

(0022) La Fig. 2 muestra un corte transversal a través de una parte del anillo de refuerzo (1) en la zona de la superficie de contacto (6) con el blindaje (8). Según una primera forma de ejecución de la Fig. 2, el blindaje (8) está formado por un cuerpo sinterizado (10) soldado, que por ejemplo, como material de blindaje comprende una aleación de Co-Cr, como por ejemplo, la aleación Tribaloy T-800 (marca registrada de la empresa Deloro Stellite), así como una soldadura a base de níquel según el estándar SAES AMS4777.

(0023) Para la producción del revestimiento o blindaje (8) sobre la superficie de contacto (6) del anillo de refuerzo (1), como se muestra en la Fig. 1, en la zona de la superficie de contacto (6) hay conformada una escotadura (13) en el anillo de refuerzo (1), en la cual se dispone un comprimido no sinterizado del material de revestimiento, es decir, de la aleación de Co-Cr, y de la soldadura, es decir, de la soldadura a base de níquel. El comprimido no sinterizado se conforma de tamaño mayor que la escotadura, para compensar el encogimiento del comprimido no sinterizado durante la sinterización posterior. El comprimido no sinterizado puede ser moldeado de forma exacta dentro de la escotadura (13) del anillo de refuerzo (1), y por ejemplo, puede ocupar un radio del reborde (14) de la escotadura (13) completamente y por toda la superficie para, en el posterior tratamiento combinado de soldadura-sinterización, producir un compuesto del material por toda la superficie y exento de poros. Alternativamente, puede prescindirse también de la conformación de la escotadura (13) y se puede aplicar el revestimiento o el blindaje (8) sobre la superficie sin preparar del componente.

(0024) Después de situar el comprimido no sinterizado en la escotadura (13), se ejecuta un proceso combinado de soldadura-sinterizado, en el cual la soldadura contenida en el comprimido no sinterizado se funde y se encarga de que se produzca una unión sólida de las partículas del material de revestimiento con el material de  $TiAl$  del anillo de refuerzo (1). Al mismo tiempo, mediante el tratamiento con calor, la aleación de Co-Cr que está presente en el comprimido no sinterizado en partículas se convierte mediante la sinterización en un cuerpo sinterizado.

(0025) Para prever toda la soldadura posible en la zona de la superficie de unión entre el comprimido no sinterizado y el componente a ser revestido, es decir, el anillo de refuerzo (1), el comprimido no sinterizado puede estar conformado como material gradiente, de forma que en el lado del comprimido no sinterizado que debe ser unido con el componente, está presente una alta proporción de soldadura, mientras que en el lado opuesto se reduce la proporción de soldadura. En lugar de una graduación continua con el gradiente, también pueden conformarse capas, por ejemplo, dos capas ("banda de soldadura de 2 capas"). El comprimido no sinterizado puede estar conformado también de forma que una capa intermedia se compone de una mezcla de material de soldadura/ revestimiento (material duro), que está envuelta por 2 capas exteriores de pura soldadura ("banda de soldadura de 3 capas").

(0026) El comprimido no sinterizado que también puede ser denominado como "banda de soldadura", presenta normalmente un espesor de 0,2 hasta 2 mm., especialmente, de 0,3 mm. hasta 0,6 mm.

(0027) Según otra forma de ejecución que está representada en la Fig. 3, puede conformarse adicionalmente una capa de soldadura (11) entre el comprimido no sinterizado (10) y el componente (1) a ser revestido. La producción se lleva a cabo de tal modo que el comprimido no sinterizado, el cual se transforma en el cuerpo sinterizado (10) mediante el tratamiento posterior de soldadura-sinterización, se dispone mediante una capa de costra sobre el componente a ser revestido. La capa de costra se forma mediante una costra que se aplica de modo adecuado sobre el componente a ser revestido, por ejemplo, mediante frotación, moldeo por inyección o similar. La costra comprende un agente disolvente y/o aglutinante, así como una soldadura en forma de polvo que se absorbe por el agente disolvente y/o por el agente aglutinante. El agente disolvente y/o aglutinante es, por ejemplo, un aceite de serigrafía. Adicionalmente, la costra puede comprender un agente adhesivo, que mejora la adhesividad de la costra sobre el componente a ser revestido y del comprimido no sinterizado sobre el componente. Además, el comprimido no sinterizado (10) puede ser recubierto de una sustancia adhesiva.

(0028) Las partículas del polvo de soldadura pueden presentar un tamaño de partícula menor o igual que  $50 \mu m$ , especialmente, menor o igual que  $25 \mu m$ , para garantizar mediante la conformación en granos finos, a su vez, una colocación de la costra por toda la superficie y exenta de poros, o bien, de la capa de soldadura que se forma a continuación, en el componente a ser revestido. La soldadura puede ser del mismo material que la soldadura que se usa en el comprimido no sinterizado.

(0029) Sobre la capa de la costra se coloca el comprimido no sinterizado y se mantiene mediante la capa de la

costra dentro de la escotadura (13). En lugar de una capa de costra, también puede usarse una lámina de soldadura.

5 (0030) A continuación, el aceite de serigrafía, y dado el caso, un agente adhesivo se evapora en un tratamiento de temperatura en el ámbito de 60°C hasta 500°C, de manera que en la capa de la costra sólo permanecen partículas de soldadura.

10 (0031) En el proceso de soldadura-sinterización iniciado posteriormente, la soldadura de la capa de costra antigua se funde y forma un compuesto de material sólido entre el material básico del componente y el revestimiento en forma de un comprimido no sinterizado, que al mismo tiempo se sinteriza en el cuerpo sinterizado (10).

15 (0032) En esta forma de ejecución, el comprimido no sinterizado puede presentar sólo una pequeña proporción de soldadura (normalmente 20%), habida cuenta que la soldadura se proporciona mediante la capa de costra para la unión del material de revestimiento con el componente. El comprimido no sinterizado puede consistir en este caso, esencialmente, en partículas de polvo del material de revestimiento, que en el proceso combinado de soldadura-sinterización se sinteriza en un cuerpo sinterizado (10). Eventualmente, el comprimido no sinterizado puede contener igualmente un agente aglutinante.

20 (0033) El proceso de soldadura/sinterización se lleva a cabo al vacío, especialmente, en alto vacío, y/o con gas inerte, por ejemplo, en un atmósfera de argón. Bajo el concepto del vacío o del alto vacío se entienden aquí los estados que se pueden alcanzar según el estado de la técnica mediante los medios técnicos apropiados, es decir, estados con correspondientes presiones residuales pequeñas.

25 (0034) El proceso de soldadura-sinterización puede llevarse a cabo mediante calentamiento inductivo de la correspondiente zona del componente.

**REIVINDICACIONES**

- 1<sup>a</sup>.- Método para la disposición de un revestimiento (8, 9) sobre un componente (1), comprendiendo el revestimiento un material de revestimiento metálico, y un comprimido no sinterizado se forma con el material de revestimiento, que en la presencia de una soldadura se dispone sobre el componente (1), que se caracteriza por que mediante un proceso combinado de soldadura-sinterización se sinteriza el material de revestimiento y se convierte en un revestimiento (8, 9) y, mediante el proceso combinado de soldadura-sinterización, la soldadura (11) se funde y mediante ello, el revestimiento (8, 9) se une con el componente (1).
- 2<sup>a</sup>.- Método según la reivindicación 1<sup>a</sup>, que se caracteriza por que la soldadura está contenida dentro del comprimido no sinterizado.
- 3<sup>a</sup>.- Método según la reivindicación 1<sup>a</sup> ó 2<sup>a</sup>, que se caracteriza por que el comprimido no sinterizado se dispone sobre el componente (1) mediante una costra que comprende un agente aglutinante y/o un disolvente y una soldadura y/o una lámina de soldadura.
- 4<sup>a</sup>.- Método según la reivindicación 3<sup>a</sup>, que se caracteriza por que la costra presenta la soldadura en forma de partículas, especialmente, con un tamaño de partícula menor o igual que 50 µm o menor o igual que 25 µm, y/o el agente aglutinante y/o el agente disolvente es un agente aglutinante y/o un agente disolvente orgánico, especialmente, un aceite de serigrafía.
- 5<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el comprimido no sinterizado comprende un agente adhesivo y/o provisto de un agente adhesivo se dispone sobre el componente.
- 6<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones 3<sup>a</sup> hasta 5<sup>a</sup>, que se caracteriza por que antes de la soldadura se evaporan componentes volátiles de la costra.
- 7<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el comprimido no sinterizado presenta un espesor de 0,2 mm hasta 2 mm, o 0,3 mm hasta 0,6 mm.
- 8<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el proceso de soldadura-sinterización se ejecuta mediante un calentamiento inductivo.
- 9<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el proceso de soldadura-sinterización se lleva a cabo al vacío o con gas inerte.
- 10<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el material de revestimiento presenta una aleación de Co-Cr, especialmente, aleaciones a base de Co con proporciones de cromo de más del 25% en peso y proporciones de W de 4 hasta 20% en peso o con proporciones de Cr por debajo de 20% en peso y proporciones de Mo de más del 20% en peso.
- 11<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la soldadura es una soldadura a base de níquel.
- 12<sup>a</sup>.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el comprimido no sinterizado es una banda de soldadura de 3 capas o de varias capas, que en la capa intermedia contiene una mezcla de soldadura/ mezcla de material de revestimiento y en las capas exteriores contiene un material puro de soldadura.
- 13<sup>a</sup>.- Componente de un grupo motor con un revestimiento, que se fabrica según una de las reivindicaciones anteriores.

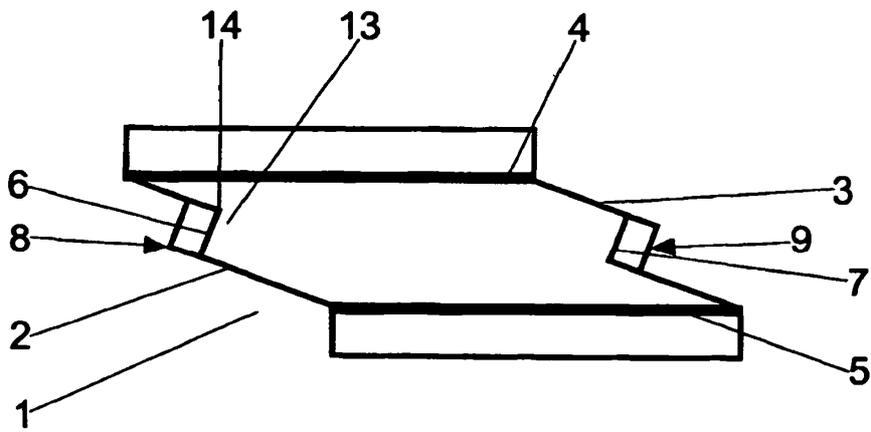


Fig. 1

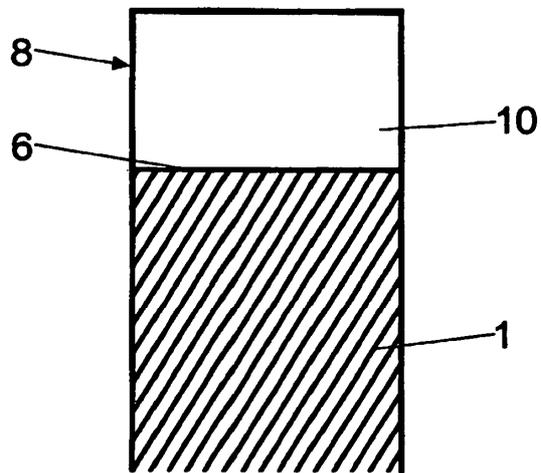


Fig. 2

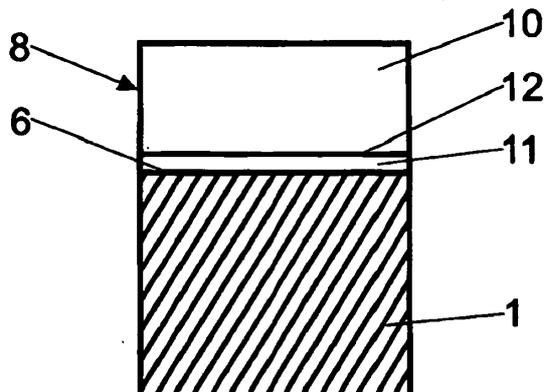


Fig. 3