



(11) **EP 2 331 723 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2013 Patentblatt 2013/09

(51) Int Cl.:
C23C 10/32 ^(2006.01) **F01D 5/28** ^(2006.01)
F01D 5/30 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09776056.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2009/001095

(22) Anmeldetag: **01.08.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2010/022698 (04.03.2010 Gazette 2010/09)

(54) **VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN EINER TURBINENSCHAUFEL EINER GASTURBINE**

PROCESS FOR COATING A TURBINE BLADE OR VANE OF A GAS TURBINE

PROCÉDÉ DE REVÊTEMENT D'UNE AUBE D'UNE TURBINE À GAZ

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **27.08.2008 DE 102008039969**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.2011 Patentblatt 2011/24

(73) Patentinhaber: **MTU Aero Engines GmbH
80995 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **WALTER, Heinrich
86316 Friedberg (DE)**
• **PILLHÖFER, Horst
85244 Röhrmoos (DE)**

- **STRASSER, Michael
85253 Erdweg (DE)**
- **MANIER, Karl-Heinz
85298 Scheyern (DE)**
- **MORANT, Max
83229 Aschau (DE)**
- **LANGE, Richard
85229 Markt Indersdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Schlotter, Alexander Carolus Paul
Wallinger Ricker Schlotter Tostmann
Patent- und Rechtsanwälte
Zweibrückenstrasse 5-7
80331 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A-2005/106064 GB-A- 2 421 032
GB-A- 2 439 313**

EP 2 331 723 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine ein Verfahren zum Beschichten einer Turbinenschaufel einer Gasturbine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Aus der EP 1 111 192 B1 ist eine Turbinenschaufel einer Gasturbine und ein Verfahren zum Beschichten einer Turbinenschaufel einer Gasturbine bekannt, wobei die Turbinenschaufel ein Schaufelblatt, einen Schaufelfuß und eine zwischen dem Schaufelblatt und dem Schaufelfuß positionierte Plattform aufweist. In diesem Stand der Technik wird vorgeschlagen, die Turbinenschaufel an einer Unterseite der Plattform und an einem Übergangsbereich zwischen der Unterseite der Plattform und dem Schaufelfuß mit einer Verschleißschutzbeschichtung, nämlich einer korrosionsbeständigen Schutzbeschichtung, zu beschichten, wobei die Verschleißschutzbeschichtung eine MCrAlY-Überzugsbeschichtung ist. Diese Überzugsbeschichtung weist einen Chromgehalt zwischen 10 Gew.-% und 40 Gew.-% auf.

[0003] Aus der WO 2005/106064 A1 ist eine Turbinenschaufel bekannt, deren Außenfläche mit Aluminium beschichtet ist. Eine Innenfläche, insbesondere Kühlbohrungen, weist eine Chrombeschichtung mit einer Chromkonzentration zwischen 30 und 60 Gew.-% auf.

[0004] Aus GB2424 032 A ist eine Turbinenschaufel bekannt, deren Schaufelfuß mit Chromium beschichtet ist. Anschließend wird einer direkt auf die Chromienbeschichtung Aluminium oder MCrAlY Beschichtung aufgetragen.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zum Beschichten einer Turbinenschaufel zu schaffen.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Beschichten einer Turbinenschaufel ist in Patentanspruch 1 definiert. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte: a) Bereitstellen einer Turbinenschaufel; b) Auftragen mindestens einer Lackschicht auf zumindest einen Bereich der Turbinenschaufel, wobei der Lack Chrom-Partikel und/oder Chromlegierungs-Partikel, Halogenide und Bindemittel umfasst; c) Trocken des aufgetragenen Lacks bei einer Temperatur zwischen 50°C und 600°C unter Zersetzen des Bindemittels; d) anschließendes Reaktionsverbinden bei einer Temperatur zwischen 900°C und 1160°C.

[0007] Mit der hier vorliegenden Erfindung kann die Lebensdauer von Turbinenschaufeln erhöht und ein effektiver Schutz gegen Heißgaskorrosion bzw. Sulfidation realisiert werden, wobei dieser Schutz gegenüber dem Grundwerkstoff der Turbinenschaufel um den Faktor 6 vergrößert ist. Auch bei einer komplexen Konturierung der Unterseite der Plattform sowie des Übergangsbereichs zwischen der Unterseite der Plattform und den Schaufelfuß kann eine gute Beschichtung gewährleistet werden.

[0008] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfol-

genden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

- 5 Fig. 1 eine schematisierte Ansicht einer Turbinenschaufel einer Gasturbine.

[0009] Fig. 1 zeigt eine schematisierte Darstellung einer als Laufschaufel ausgebildeten Turbinenschaufel 10 einer Gasturbine, wobei die Turbinenschaufel 10 ein Schaufelblatt 11, einen Schaufelfuß 12 und eine zwischen dem Schaufelblatt 11 und dem Schaufelfuß 12 positionierte Plattform 13 umfasst. Die Turbinenschaufel 10 ist an einer Unterseite 14 der Plattform und/oder an einem Übergangsbereich 15 zwischen der Unterseite 14 der Plattform 13 und dem Schaufelfuß 12 mit einer Korrosionsschutzbeschichtung beschichtet.

[0010] Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung ist die Korrosionsschutzbeschichtung eine Diffusionsbeschichtung mit einem Chromgehalt im Oberflächenbereich von mehr als 30 Gew.-%. Die Korrosionsschutzbeschichtung ist dabei als gradierte, duktile Inchromierschicht ausgebildet, deren Chromgehalt im Oberflächenbereich vorzugsweise zwischen 40 Gew.-% und 95 Gew.-% beträgt.

[0011] Ein α -Chrom-Phasenanteil mit einem Chromgehalt von mehr als 30 Gew.-% der Korrosionsschutzbeschichtung beträgt dabei zwischen 5 Gew.-% und 50 Gew.-%. Der Rest des Chromgehalts der Korrosionsschutzbeschichtung ist durch andere Chrom-Phasen und durch im Mischkristall des Grundwerkstoff gelöstes Chrom gebildet.

[0012] Der α -Chrom-Phasenanteil des Chromgehalts der Korrosionsschutzbeschichtung weist eine Vickershärte von weniger als 800 auf.

[0013] Die Gesamtschichtdicke der Korrosionsschutzbeschichtung beträgt zwischen 5 μm und 120 μm , vorzugsweise zwischen 15 μm und 50 μm .

[0014] Beim Beschichten einer Turbinenschaufel einer Gasturbine im Bereich der Unterseite 14 der Plattform 13 und/oder im Übergangsbereich 15 zwischen der Unterseite 14 der Plattform 13 und dem Schaufelfuß 12 wird so vorgegangen, dass zuerst eine Turbinenschaufel bereitgestellt wird.

[0015] Anschließend an das Bereitstellen der Turbinenschaufel wird mindestens eine Lackschicht auf die Unterseite 14 der Plattform 13 und/oder den Übergangsbereich 15 zwischen der Unterseite 14 der Plattform 13 und dem Schaufelfuß 12 aufgetragen, wobei der Lack Chrom-Partikel und/oder Chromlegierungs-Partikel, Halogenide und Bindemittel umfasst.

[0016] Die Partikelgröße der Chrom-Partikel und/oder Chromlegierungs-Partikel beträgt dabei insbesondere bis zu 20 μm . Bei den Halogeniden des Lacks handelt es sich vorzugsweise um Metallchlorid-Partikel, insbesondere um CrCl_2 -Partikel und/oder um CrCl_3 -Partikel. Das Bindemittel des Lacks ist vorzugsweise auf Acrylbasis oder Glycolbasis oder Polyvinylbasis ausgebildet.

[0017] Der Lack weist vorzugsweise folgende Zusam-

mensetzung auf:

- 25 bis 95 Gew.-% Bindemittel;
- 0,1 bis 10 Gew.-% CrC12-Partikel und/oder um CrC13-Partikel;
- im Rest Chrom-Partikel und/oder Chromlegierungs-Partikel.

[0018] Als Bindemittel für den Lack kann zur Bereitstellung einer wässrigen Dispersion ein Acrylsäureester oder Methacrylsäureester, eine Methyl-Cellulose-Verbindung, ein Polysaccharid, ein Polyvinylalkohol, ein Polyvinylether, ein Polyvinylacetat, ein Polyvinylpyrrolidon oder eine kolloidale Kieselsäure-Mischung verwendet werden. Es kann auch eine nichtwässrige Dispersion als Lack bereitgestellt werden.

[0019] Wie bereits erwähnt, wird mindestens eine Lackschicht aus diesem Lack auf die Unterseite 14 der Plattform 13 und/oder den Übergangsbereich 15 zwischen Plattform 13 und Schaufelfuß 12 aufgetragen, vorzugsweise werden mehrere Lackschichten auf diese Bereiche der Turbinenschaufel aufgetragen, wobei jede Lackschicht mit einer Schichtdicke zwischen 2 µm und 50 µm aufgetragen wird. Es werden vorzugsweise zwischen ein und zehn Lackschichten, insbesondere zwischen drei und sechs Lackschichten, aufgetragen.

[0020] Anschließend an das Auftragen der oder jeder Lackschicht auf die entsprechenden Bereiche der Turbinenschaufel erfolgt ein Trocknen des aufgetragenen Lacks bei einer Temperatur zwischen 50°C und 600°C unter Zersetzen des Bindemittels. Dieses Trocknen erfolgt dabei für eine Zeitspanne zwischen 5 min und 240 min.

[0021] Anschließend an das Trocknen des Lacks erfolgt ein Reaktionsverbinden der Chrom-Partikel und/oder Chromlegierungs-Partikel mit schmelzflüssigen Chromchlorid-Partikeln bei einer Temperatur zwischen 900°C und 1160°C, wobei das Reaktionsverbinden für eine Zeitspanne zwischen 15 min und 15 h erfolgt.

[0022] Anschließend an das Reaktionsverbinden erfolgt vorzugsweise ein Diffusionsglühen der sich ausgebildeten Rein-Chrom-Schicht bei einer Temperatur zwischen 950°C und 1200°C zur Eindiffusion des Chroms in die Oberfläche der zuvor mit dem Lack beschichteten Bereiche der Turbinenschaufel, wobei hierbei vorzugsweise Cl-Verbindungen entzogen werden.

[0023] Das Diffusionsglühen erfolgt für eine Zeitspanne zwischen 30 min und 12 h. Das Diffusionsglühen wird vorzugsweise in einer Wasserstoffatmosphäre oder in einer Inertgas-Partialdruckatmosphäre mit einem Druck zwischen Umgebungsdruck, also in etwa 1000 mbar, und 0,01 mbar durchgeführt.

[0024] Das Diffusionsglühen erfolgt vorzugsweise in einer Halogenidatmosphäre, wobei dann die Wasserstoffatmosphäre oder die Inertgas-Partialdruckatmosphäre einen gasförmigen Zusatz von Metallchlorid-Partikeln, insbesondere einen gasförmigen Zusatz von CrCl₂-Partikeln und/oder CrCl₃-Partikeln aufweist. Als

Inertgas findet vorzugsweise Argon Verwendung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten einer Turbinenschaufel (10) einer Gasturbine, wobei die Turbinenschaufel ein Schaufelblatt (11), einen Schaufelfuß (12) und eine zwischen Schaufelblatt und Schaufelfuß positionierte Plattform (13) aufweist, nämlich zum Aufbringen einer Korrosionsschutzbeschichtung auf zumindest einen Bereich der Turbinenschaufel, insbesondere auf eine Unterseite (14) der Plattform und/oder einen Übergangsbereich (15) zwischen der Unterseite der Plattform und dem Schaufelfuß, mit zumindest den folgenden Schritten:

- a) Bereitstellen einer Turbinenschaufel (10);
- b) Auftragen mindestens einer Lackschicht auf zumindest einen Bereich der Turbinenschaufel, wobei der Lack Chrom-Partikel und/oder Chromlegierungs-Partikel, Halogenide und Bindemittel umfasst;
- c) Trocken des aufgetragenen Lacks bei einer Temperatur zwischen 50°C und 600°C unter Zersetzen des Bindemittels;
- d) anschließendes Reaktionsverbinden bei einer Temperatur zwischen 900°C und 1160°.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in Schritt b) aufgetragene Lack als Halogenide Metallchlorid-Partikel.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in Schritt b) aufgetragene Lack als Metallchlorid-Partikel CrCl₂-Partikel und/oder CrCl₃-Partikel umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in Schritt b) aufgetragene Lack ein Bindemittel auf Acrylbasis oder Glycolbasis oder Polyvinylbasis umfasst.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trocknen in Schritt c) für eine Zeitspanne zwischen 5 min und 240 min erfolgt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Reaktionsverbinden in Schritt d) für eine Zeitspanne zwischen 15 min und 15 h erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass nach dem Reaktionsverbinden ein Diffusionsglühen erfolgt. 5
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Diffusionsglühen für eine Zeitspanne zwischen 30 min und 12 h bei einer Temperatur zwischen 950°C und 1200°C erfolgt. 10
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Diffusionsglühen in einer Halogenidatmosphäre erfolgt. 15
10. Verfahren nach Anspruch 7, 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Diffusionsglühen in einer Wasserstoffatmosphäre oder einer Inertgas-Partialdruckatmosphäre mit einem gasförmigen Zusatz von Metallchlorid-Partikeln mit einem Druck zwischen Umgebungsdruck, also in etwa 1000 mbar, und 0,01 mbar erfolgt. 20
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wasserstoffatmosphäre oder Inertgas-Partialdruckatmosphäre einen gasförmigen Zusatz von CrCl_2 -Partikeln und/oder CrCl_3 -Partikeln aufweist. 25
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass 1 bis 10 Lackschichten mit einer Dicke von $2\mu\text{m}$ bis $50\mu\text{m}$ je Lackschicht aufgetragen werden. 30
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass 3 bis 6 Lackschichten aufgetragen werden. 35
14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Chromgehalt im Oberflächenbereich auf einen Wert zwischen 40 Gew.-% und 95 Gew.-% eingestellt wird. 40
- of the turbine vane, in particular on a lower side (14) of the platform and/or a transition region (15) between the lower side of the platform and the vane foot, with at least the following steps:
- a) providing a turbine vane (10);
b) applying at least a lacquer coating on at least one region of the turbine vane, wherein the lacquer comprises chrome particles and/or chrome-alloy particles, halogenides, and binding material;
c) drying of the applied lacquer at a temperature between 50°C and 600°C while decomposing the binding material;
d) subsequently reaction binding at a temperature between 900°C and 1160°C.
2. Method according to claim 1,
characterized in that
the lacquer applied in step b) comprises metal chloride particles as halogenides.
3. Method according to claim 1 or 2,
characterized in that
the lacquer applied in step b) comprises CrCl_2 -particles and/or CrCl_3 -particles as metal chloride particles.
4. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the lacquer applied in the step b) comprises a binding material on acrylic basis or glycol basis or polyvinyl basis.
5. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that,
the drying in step c) is carried out for a time period between 5 min and 240 min.
6. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
the reaction binding in step d) is carried out for a time period between 15 min and 15 hours.
7. Method according to one of the preceding claims,
characterized in that
after the reaction binding a diffusion glowing is carried out.
8. Method according to claim 7,
characterized in that
the diffusion glowing occurs for a time period between 30 min and 12 hours at a temperature between 950°C and 1200°C.
9. Method according to claim 7 or 8,
characterized in that
the diffusion glowing is carried out in a halogenide

Claims

1. Method for coating a turbine vane (10) of a gas turbine, wherein the turbine vane has a vane blade (11), a vane foot (12), and a platform (13) located between the vane blade and the vane foot, namely to apply a corrosion protection coating on at least one region 55

atmosphere.

10. Method according to claim 7, 8 or 9

characterized in that,

the diffusion glowing is carried out in a hydrogen atmosphere or in an inert gas partial pressure atmosphere with a gaseous add-on of metal chloride particles with a pressure between ambient pressure, thus circa 1000 mbar, and 0.01 mbar.

11. Method according to claim 10,

characterized in that

the hydrogen atmosphere or the inert gas partial pressure atmosphere has a gaseous add-on of CrCl_2 -particles and/or CrCl_3 -particles.

12. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**

1 to 10 lacquer layers are applied with a thickness of 2 μm to 50 μm of each lacquer layer.

13. Method according to claim 12

characterized in that

3 to 6 lacquer layers are applied.

14. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**

the content of chrome in the surface region is adjusted to a value between 40% by mass and 95% by mass.

Revendications

1. Procédé de revêtement d'une aube (10) d'une turbine à gaz, l'aube de turbine comprenant une pale (11), un pied (12) et une plateforme (13) positionnée entre la pale et le pied, destiné en l'occurrence à appliquer un revêtement anticorrosion sur au moins une zone de l'aube de turbine, en particulier sur une face inférieure (14) de la plateforme et/ou une zone de transition (15) entre la face inférieure de la plateforme et le pied de l'aube, comprenant au moins les étapes suivantes consistant à :

- a) fournir une aube de turbine (10) ;
- b) appliquer au moins une couche de vernis sur au moins une zone de l'aube de turbine, le vernis comprenant des particules de chrome et/ou des particules d'alliage de chrome, des halogénures et des liants ;
- c) sécher le vernis appliqué à une température comprise entre 50°C et 600°C, ce qui permet au liant de se décomposer ;
- d) mettre ensuite en oeuvre une liaison réactive à une température comprise entre 900°C et 1160°C.

2. Procédé selon la revendication 1,

caractérisé en ce que le vernis appliqué à l'étape b) comprend comme halogénures des particules de chlorure métallique.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2,

caractérisé en ce que le vernis appliqué à l'étape b) comprend comme particules de chlorure métallique des particules de CrCl_2 et/ou des particules de CrCl_3 .

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que le vernis appliqué à l'étape b) comprend un liant à base d'acrylique ou à base de glycol ou à base de polyvinyle.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que le séchage à l'étape c) s'effectue pendant un laps de temps compris entre 5 min et 240 min.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que la liaison réactive à l'étape d) s'effectue pendant un laps de temps compris entre 15 min et 15 h.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce qu'un recuit de diffusion s'effectue après la liaison réactive.

8. Procédé selon la revendication 7,

caractérisé en ce que le recuit de diffusion s'effectue pendant un laps de temps compris entre 30 min et 12 h à une température comprise entre 950°C et 1200°C.

9. Procédé selon la revendication 7 ou 8,

caractérisé en ce que le recuit de diffusion s'effectue dans une atmosphère d'halogénures.

10. Procédé selon la revendication 7, 8 ou 9,

caractérisé en ce que le recuit de diffusion s'effectue dans une atmosphère d'hydrogène ou une atmosphère de pression partielle et de gaz inerte avec un ajout gazeux de particules de chlorure métallique à une pression comprise entre la pression ambiante, par conséquent sensiblement 1000 mbar, et 0,001 mbar.

11. Procédé selon la revendication 10,

caractérisé en ce que l'atmosphère d'hydrogène ou l'atmosphère de pression partielle et de gaz inerte comprend un ajout gazeux de particules de CrCl_2 et/ou de particules CrCl_3 .

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que 1 à 10 couches de vernis d'une épaisseur de 2 μm à 50 μm par couche de vernis sont appliquées. 5
13. Procédé selon la revendication 12,
caractérisé en ce que 3 à 6 couches de vernis sont appliquées. 10
14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la teneur en chrome dans la zone superficielle est réglée sur une valeur comprise entre 40 % en poids et 95 % en poids. 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

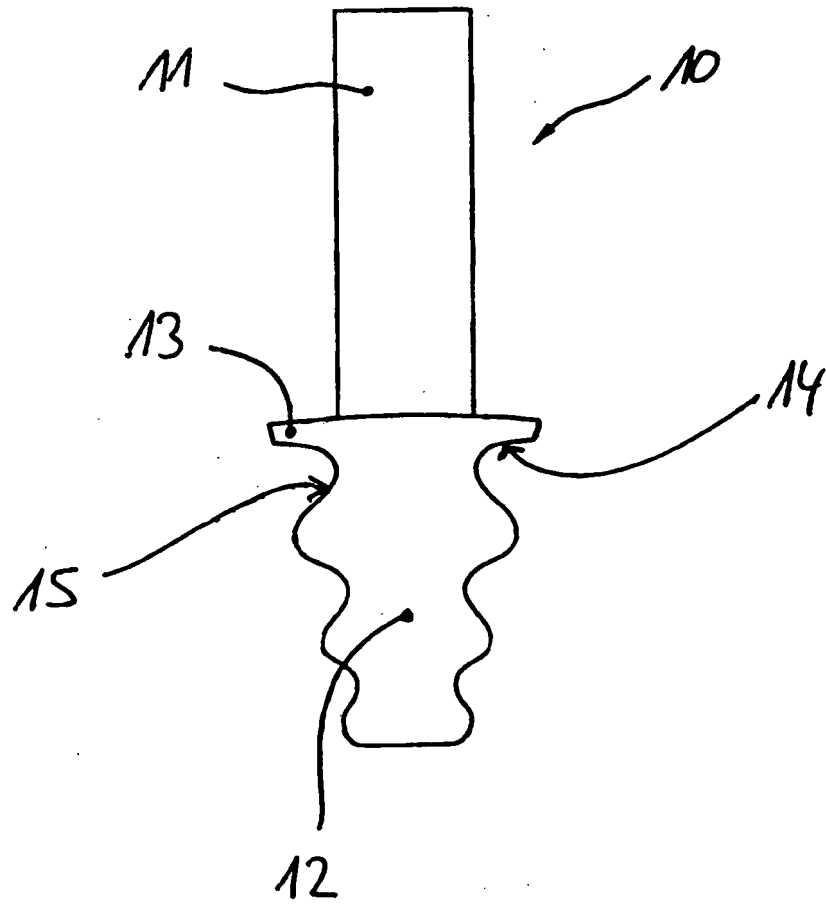


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1111192 B1 [0002]
- WO 2005106064 A1 [0003]
- GB 2424032 A [0004]