



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 207 268 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**22.05.2002 Patentblatt 2002/21**

(51) Int Cl.7: **F01D 5/18, F01D 9/02**

(21) Anmeldenummer: **00125031.5**

(22) Anmeldetag: **16.11.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

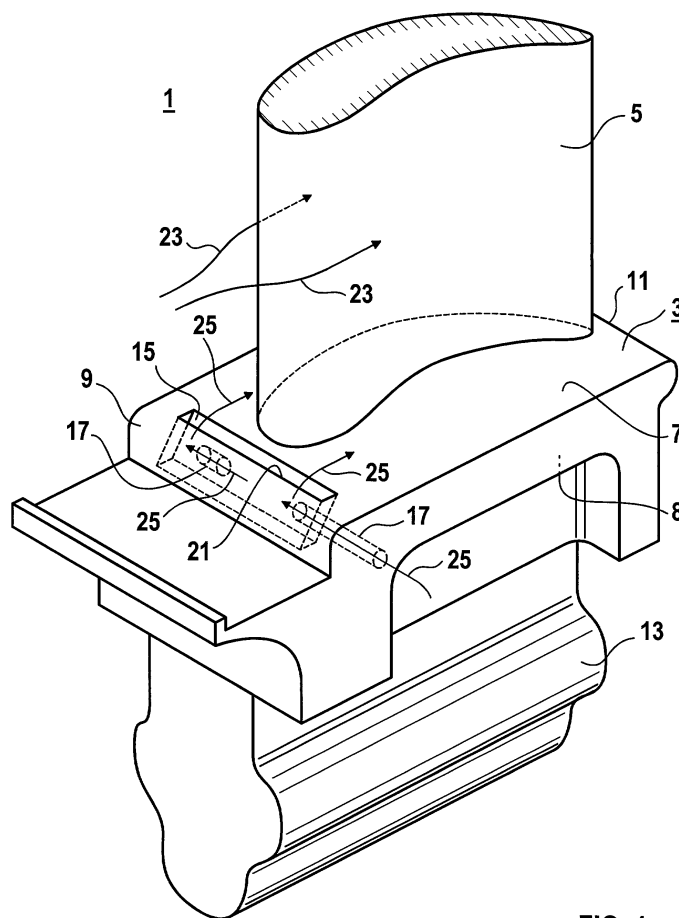
(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

(72) Erfinder: **Tiemann, Peter  
58452 Witten (DE)**

### (54) **Filmkühlung von Gasturbinenschaufeln mittels Schlitzen für Kühlluft**

(57) Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenschaufel (1) bei der im Anströmkantenbereich einer Plattform (3) ein parallel zur Anströmkante (9) verlaufender Schlitz (15) einerodiert ist, in den von der Plattformunterseite (8) Kühlluft (25) prallgekühlt eingeführt und die Plattformoberseite (7) filmkühlend abgeführt wird. Hierdurch er-

gibt sich ein wirkungsvolles Kühlsystem für den Anströmkantenbereich der Plattform (3). Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer Gasturbinenschaufel (1), bei dem die in den Schlitz (15) führenden Kanäle (17) mittels Laserbohren hergestellt werden, wobei die Schlitzwand des Schlitzes (15) durch einen Teflonstreifen (33) geschützt wird.



**FIG 1**

**EP 1 207 268 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Gasturbinenschaufel mit einer Plattform und einem sich an die Plattform anschließenden Profil. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer Gasturbinenschaufel.

**[0002]** Eine Gasturbinenschaufel offenbart die DE 26 28 807 A. Eine solche Gasturbinenschaufel ist extrem hohen Temperaturen ausgesetzt und muss daher gekühlt werden. Die Gasturbinenschaufel weist eine Plattform auf, die der Begrenzung eines Strömungskanals dient, in die die Gasturbinenschaufel eingebaut ist. An die Plattform schließt sich ein Profil an, das in den Strömungskanal ragt und vom Heißgas umströmt wird. Auch die Plattform wird dem Heißgas ausgesetzt. Die Plattform wird durch ein Prallkühlsystem gekühlt, welches ein an der Unterseite der Plattform angeordnetes Prallkühlblech umfasst, aus welchem über Prallkühlöffnungen Kühlluft auf die Unterseite der Plattform strömt. Über Filmkühlbohrungen tritt sodann diese Kühlluft an der Oberseite der Plattform aus und bildet dort einen Kühlfilm.

**[0003]** Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Gasturbinenschaufel, bei die Plattform besonders hohen Temperaturen widersteht, bei einem vergleichsweise geringen Kühlluftbedarf. Weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe eines Verfahrens zur Herstellung einer solchen Gasturbinenschaufel.

**[0004]** Erfindungsgemäß wird die auf eine Gasturbinenschaufel gerichtete Aufgabe gelöst durch Angabe einer Gasturbinenschaufel mit einer Plattform und einem sich an eine Plattformoberseite der Plattform anschließenden Profil, wobei die Plattform eine Anströmkannte und eine Abströmkannte für ein die Gasturbinenschaufel umströmendes Heißgas aufweist und wobei die Plattform einen sich parallel zur Eintrittskante erstreckenden Schlitz aufweist, in den Kanäle münden, die durch die Plattform hindurch zu einer der Plattformoberseite gegenüberliegenden Plattformunterseite führen.

**[0005]** Die Plattform ist insbesondere an ihrer Anströmkannte besonders hohen Temperaturen ausgesetzt. Die Anströmkannte ist die dem anströmenden Heißgas entgegengerichtete Kannte der Plattform. Dieser Bereich der Plattform ist nur schwer zu kühlen, da das davorliegende Profil und ein aufgedickter, da abgerundeter Übergangsbereich zwischen Profil und Plattform eine schwer kühlbare Geometrie ergeben. Mit der Erfindung ist es nunmehr in einer fertigungstechnisch einfachen Weise möglich, die Plattformanströmkannte effizient zu kühlen. Dies geschieht dadurch, dass Kühlluft von der Plattformunterseite durch die Kanäle in den Schlitz geleitet wird, wo sie die Plattform im Eintrittskantenbereich effizient kühlt. Die zwischen dem Schlitz und der Eintrittskante gebildete Wand ist dabei vorzugsweise 1-3 mm dick. Durch diese vergleichsweise dünne Ausführung ergibt sich eine gute Kühlbarkeit, ohne eine negative Beeinflussung tragender Bereiche.

**[0006]** Vorzugsweise ist der Schlitz in einer Richtung von der Plattformunterseite zur Plattformoberseite zum Profil hin so geneigt, dass ein aus dem Schlitz austretendes Kühlfluid eine Filmkühlung der Plattformoberseite bewirkt. Der Schlitz ist also über seine Höhe in einer Richtung von der Anströmkannte zur Abströmkannte gekippt. Die Neigung ist dabei so dimensioniert, dass unter üblichen Betriebsbedingungen austretendes Kühlfluid, insbesondere Kühlluft, einen Film bildend auf der Plattformoberseite entlangstreicht und somit eine Filmkühlung bewirkt. Nach der Kühlung der Anströmkannte der Plattform durch das Kühlfluid dient dieses somit anschließend auch noch einer Filmkühlung der Plattformoberseite.

**[0007]** Bevorzugt sind die Kanäle so gerichtet, dass sie in den Schlitz in einer Richtung auf die Eintrittskante hin münden.

**[0008]** Hierdurch wird das aus den Kanälen austretende Kühlfluid gegen die Wand des Schlitzes prallkühlend geführt, die der Anströmkannte benachbart ist. Diese Prallkühlung bewirkt eine besonders effiziente Kühlung der Plattformanströmkannte.

**[0009]** Bevorzugt ist die Gasturbinenschaufel als eine Laufschaufel ausgeführt.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird die auf ein Verfahren gerichtete Aufgabe gelöst durch Angabe eines Verfahrens zur Herstellung einer Gasturbinenschaufel mit einer Plattform und einem sich an eine Plattformoberseite der Plattform anschließenden Profil, wobei die Plattform eine Anströmkannte und eine Abströmkannte für ein die Gasturbinenschaufel umströmendes Heißgas aufweist, wobei in die Plattform ein sich parallel zur Eintrittskante erstreckender Schlitz eingebracht wird und wobei in die Plattform Kanäle eingebracht werden, die in den Schlitz münden und die durch die Plattform hindurch zu einer der Plattformoberseite gegenüberliegenden Plattformunterseite führen.

**[0011]** Die Vorteile eines solchen Verfahrens ergeben sich entsprechend den Ausführungen zu den Vorteilen der Gasturbinenschaufel.

**[0012]** Vorzugsweise wird der Schlitz in die Plattform erodiert.

**[0013]** Weiter bevorzugt werden die Kanäle in die Plattform mittels Laserbohren eingebracht. Bevorzugtermaßen wird dabei auf die der Eintrittskante benachbarte Wand des Schlitzes vor dem Fertigstellen des Laserbohrens ein lichtstreuender Schutz aufgebracht, so dass diese Wand des Schlitzes nicht durch die Laserstrahlung beschädigt wird. Weiter bevorzugt ist dieser lichtstreuende Schutz ein Teflonstreifen. Bei der besonders materialschonenden und effizienten Fertigung der Kanäle durch Laserbohren besteht zunächst die Gefahr, dass beim Durchbohren der Kanäle letztlich die der Eintrittskante benachbarte Wand des Schlitzes durch die am Ende des Fertigungsprozesses aus den Kanälen austretende Laserstrahlung beschädigt wird. Dies wird durch den lichtstreuenden Schutz verhindert, wobei insbesondere das Aufbringen des Teflonstreifens eine ein-

fache und schnelle Methode darstellt.

**[0014]** Die Erfindung wird in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Gasturbinenschaufel und

FIG 2 einen Längsschnitt durch den Anströmkantenbereich der Plattform der Gasturbinenschaufel aus Figur 1.

**[0015]** Gleiche Bezugszeichen haben in den Figuren die gleiche Bedeutung.

**[0016]** Figur 1 zeigt eine Gasturbinenschaufel 1, die als Laufschaufel ausgebildet ist. An eine Plattform 3 schließt sich ein Profil 5 an. Die Plattform 3 weist eine Plattformoberseite 7 auf, die das Profil 5 umgibt. Der Plattformoberseite 7 gegenüberliegend ist eine Plattformunterseite 8. Die Plattform 3 weist eine Anströmkante 9 und eine Abströmkante 11 auf. An die Plattformunterseite 8 schließt sich ein Schaufelfuß 13 an, mit dem die Gasturbinenschaufel 1 mit einem nicht näher dargestellten Rotor einer Gasturbine verwendbar ist.

**[0017]** Zwischen der Anströmkante 9 und dem Profil 5 ist parallel zur Anströmkante 9 in die Plattform 3 zur Plattformoberseite 7 geöffnet ein Schlitz 15 in die Plattform 3 einerodiert. In diesen Schlitz 15 münden Kanäle 17, die durch die Plattform 3 von der Plattformunterseite 8 bis zum Schlitz 15 führen. Der Schlitz 15 ist in einer Richtung von der Anströmkante 9 zur Abströmkante 11 in seiner Höhe geneigt. Die Kanäle 17 führen etwa senkrecht in Richtung auf die Wand 21 des Schlitzes 15, die der Anströmkante 9 benachbart ist.

**[0018]** Beim Einsatz der Gasturbinenschaufel 1 umströmt ein Heißgas 23 die Gasturbinenschaufel 1, wodurch unter anderem auch die Plattform 3 und dort besonders die Anströmkante 9 thermisch hoch belastet wird. Eine besonders effektive Kühlung der Anströmkante 9 ergibt sich durch die Führung von einem Kühlfluid 25, insbesondere Kühlluft, aus einem Bereich unterhalb der Plattform 3 durch die Kanäle 17 hindurch und in den Schlitz 15 hinein. Durch die Orientierung der Kanäle 17, von denen auch mehr als die gezeigten zwei Kanäle 17 vorgesehen sein können, wird das Kühlfluid 25 senkrecht auf die Wand 21 des Schlitzes 15 geleitet und kühlt somit diese Wand 21 und damit die Anströmkante 9 effizient mit einer Prallkühlung. Nach einer Strömungsberuhigung im Schlitz 15 tritt sodann das Kühlfluid 25 durch die Neigung des Schlitzes 15 so aus dem Schlitz 15 aus, dass es einen Kühlfilm bildend über die Plattformoberseite 7 abströmt.

**[0019]** Ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Gasturbinenschaufel 1 ist näher in Figur 2 dargestellt, welche in einem Längsschnitt den Anströmkantenbereich der Plattform 3 zeigt. Die zwischen dem Schlitz 15 und der Anströmkante 9 gebildete Wand 21 weist eine maximale Dicke D von 1 - 3 mm auf. Die im Schlitz 15 liegende Oberfläche 31 der Wand 21 ist mit einem Teflonstreifen 33 versehen, der einen lichtstreuenden

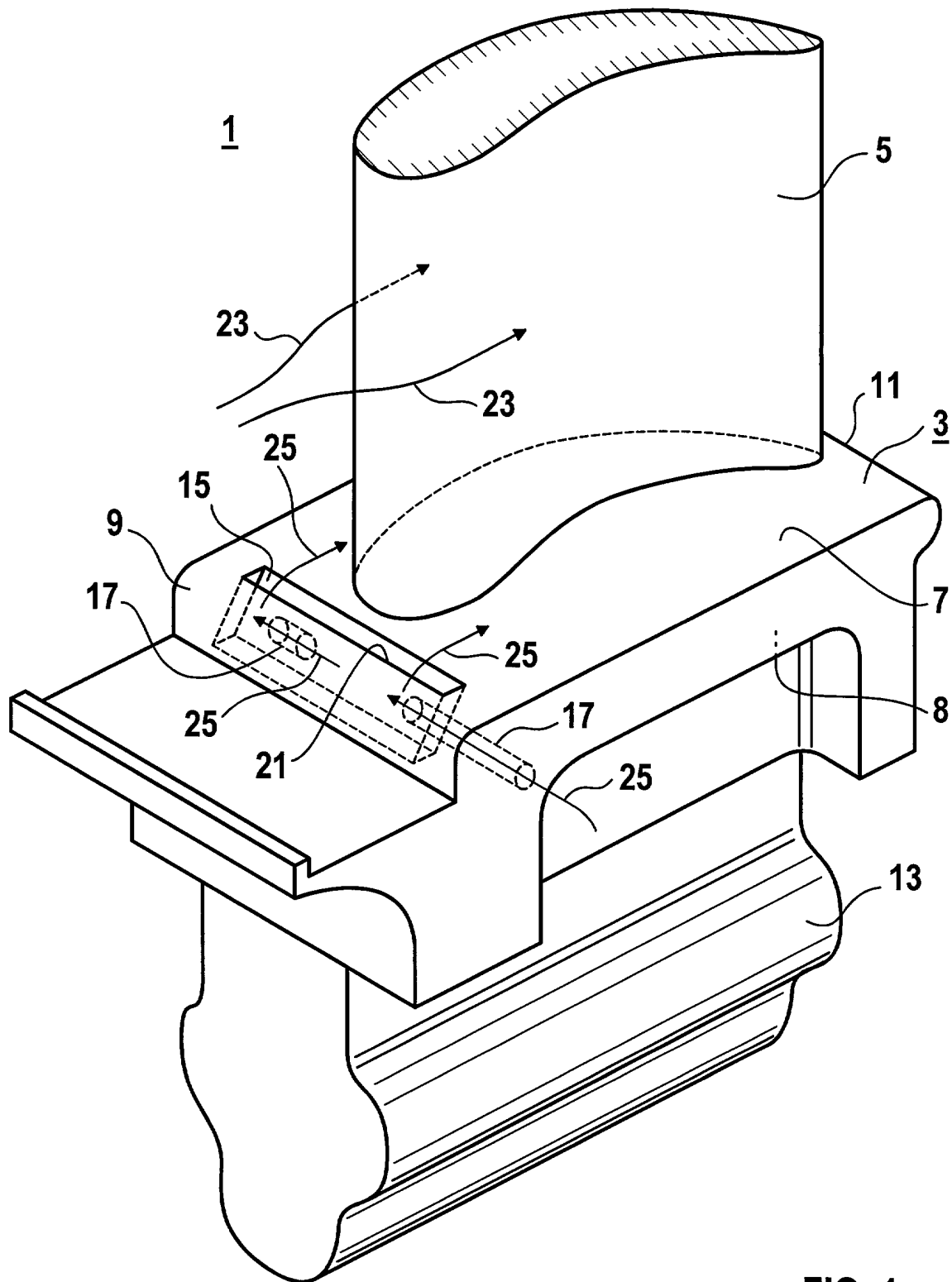
Schutz darstellt. Dieser lichtstreuende Schutz 33 dient zum Schutz vor einer Laserstrahlung 37 aus einem Laser 35, mit dem die Bohrungen 17 mittels Laserbohren hergestellt werden. Beim Durchtritt der Laserstrahlung 37 durch den fertig gebohrten Kanal 17 wird die Wand 21 nicht beschädigt, da der Teflonstreifen 33 diese Strahlung 37 streut.

**[0020]** Zur Verbesserung einer Filmkühlung ist die Öffnung des Schlitzes 15 in Richtung auf das Profil 5 mit einer Schräge 41 abgeschrägt.

## Patentansprüche

1. Gasturbinenschaufel (1) mit einer Plattform (3) und einem sich an eine Plattformoberseite (7) der Plattform (3) anschließenden Profil (5), wobei die Plattform (3) eine Anströmkante (9) und eine Abströmkante (11) für ein die Gasturbinenschaufel (1) umströmendes Heißgas (23) aufweist und wobei die Plattform (3) einen sich parallel zur Eintrittskante (9) erstreckenden Schlitz (15) aufweist, in den Kanäle (17) münden, die durch die Plattform (3) hindurch zu einer der Plattformoberseite (7) gegenüberliegenden Plattformunterseite (8) führen.
2. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, bei der zwischen dem Schlitz (15) und der Eintrittskante (9) eine Wand gebildet ist, die 0,53 mm dick ist.
3. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, bei der der Schlitz (15) in einer Richtung von der Plattformunterseite (8) zur Plattformoberseite (7) zum Profil (5) hin so geneigt ist, daß ein aus dem Schlitz (15) austretendes Kühlfluid (25) eine Filmkühlung der Plattformoberseite (7) bewirkt.
4. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 1, bei der die Kanäle (17) in den Schlitz (15) in einer Richtung auf die Eintrittskante (9) hin münden.
5. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 1 ausgeführt als Laufschaufel.
6. Verfahren zur Herstellung einer Gasturbinenschaufel (1) mit einer Plattform (3) und einem sich an eine Plattformoberseite (7) der Plattform (3) anschließenden Profil (5), wobei die Plattform (3) eine Anströmkante (9) und eine Abströmkante (11) für ein die Gasturbinenschaufel (1) umströmendes Heißgas (23) aufweist, wobei in die Plattform (3) ein sich parallel zur Eintrittskante (9) erstreckender Schlitz (15) eingebracht wird, und wobei in die Plattform (3) Kanäle (17) eingebracht werden, die in den Schlitz (15) münden und die durch die Plattform (3) hindurch zu einer der Plattformoberseite (7) gegenüberliegenden Plattformunterseite (8) führen.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
bei dem der Schlitz (15) in die Plattform (3) erodiert  
wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, 5  
bei dem die Kanäle (17) in die Plattform (3) mittels  
Laserbohren eingebracht werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, 10  
bei dem auf die der Eintrittskante (9) benachbarte  
Wand (21) des Schlitzes (15) vor dem Fertigstellen  
des Laserbohrens ein lichtstreuender Schutz (33)  
aufgebracht wird, so dass diese Wand (21) des  
Schlitzes (15) nicht durch die Laserstrahlung (37)  
beschädigt wird. 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55



**FIG 1**

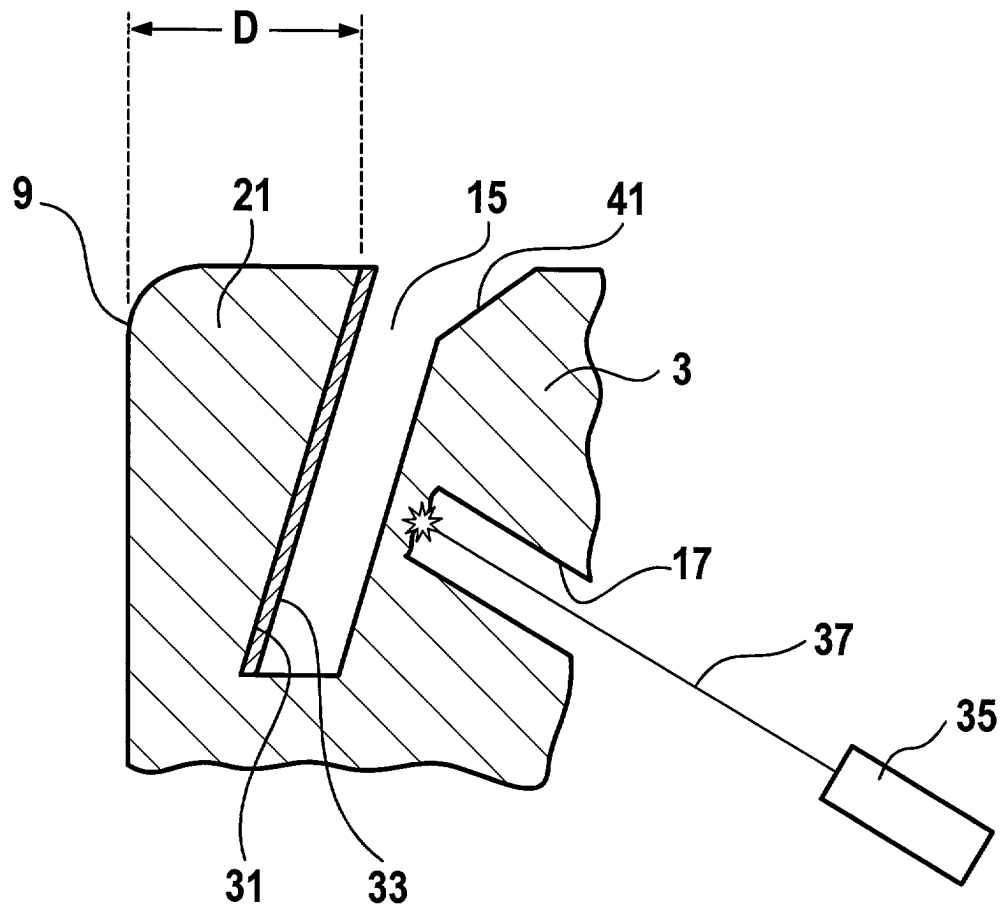


FIG 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 00 12 5031

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                       | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)                 |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 6 082 961 A (ANDERSON GORDON ET AL)<br>4. Juli 2000 (2000-07-04)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 2, Zeile 7 - Zeile 27 *<br>* Abbildungen 2-5 *                     | 1,3-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | F01D5/18<br>F01D9/02                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | * das ganze Dokument *                                                                                                                                                    | 8,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                         | EP 0 615 055 A (ROLLS ROYCE PLC)<br>14. September 1994 (1994-09-14)<br>* Seite 3, Zeile 48 - Zeile 49 *<br>* Anspruch 1 *<br>* Abbildungen 2,3 *                          | 1,3-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | * das ganze Dokument *                                                                                                                                                    | 8,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 2000, no. 08,<br>6. Oktober 2000 (2000-10-06)<br>& JP 2000 141069 A (TOSHIBA CORP),<br>23. Mai 2000 (2000-05-23)<br>* Zusammenfassung * | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                         |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 5 222 617 A (GREGORY OWEN ET AL)<br>29. Juni 1993 (1993-06-29)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 1, Zeile 26 - Spalte 2, Zeile 12 *<br>* Abbildungen 1-3 *            | 8,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int.Cl.7)<br>F01D<br>B23K |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 199 08 630 A (BOSCH GMBH ROBERT)<br>31. August 2000 (2000-08-31)<br>* das ganze Dokument *                                                                             | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                         |
| Recherchenort<br><b>DEN HAAG</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br><b>3. April 2001</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfer<br><b>Mielimonka, I</b>                          |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                           | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                         |

EPO FORM 1503 03.82 (P/4C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 5031

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-04-2001

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patendokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 6082961 A                                      | 04-07-2000                    | EP 0902164 A                      | 17-03-1999                    |
| EP 0615055 A                                      | 14-09-1994                    | CA 2118557 A                      | 12-09-1994                    |
|                                                   |                               | DE 69400065 D                     | 21-03-1996                    |
|                                                   |                               | DE 69400065 T                     | 27-06-1996                    |
|                                                   |                               | JP 6317102 A                      | 15-11-1994                    |
|                                                   |                               | US 5417545 A                      | 23-05-1995                    |
| JP 2000141069 A                                   | 23-05-2000                    | KEINE                             |                               |
| US 5222617 A                                      | 29-06-1993                    | GB 2249279 A                      | 06-05-1992                    |
| DE 19908630 A                                     | 31-08-2000                    | WO 0051778 A                      | 08-09-2000                    |

EPC FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82