



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 281 837 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.02.2003 Patentblatt 2003/06

(51) Int Cl.7: **F01D 5/20, F01D 5/18,
F01D 5/08**

(21) Anmeldenummer: **02405595.6**

(22) Anmeldetag: **12.07.2002**

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

(71) Anmelder: **ALSTOM (Switzerland) Ltd**
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Downs, James P.**
Jupiter, Florida 33477 (US)
• **Narcus, Andrew R.**
Loxahatchee, Florida 33470 (US)

(30) Priorität: **24.07.2001 US 307176**
29.04.2002 CH 20020736

(54) **Kühlvorrichtung für Turbinenschaufelspitzen**

(57) Eine Gasturbinenschaufel (1) mit einer Anstreifkante (7) bestehend aus Kühlkanälen (12, 13), die Kühlfluid für die Kühlung der Anstreifkante (7) vorsehen. Ein erster Abschnitt der Kühlkanäle (12) verläuft von einem inneren Hohlraum (11) durch eine Endabdeckung zu einer Aussparung der Schaufelspitze. Ein zweiter Abschnitt (13) der Kühlkanäle verläuft von der Endabdeckung teilweise durch die Schienen (8) der Anstreif-

kante (7) bis zum Scheitel (9) der Spitze. Der zweite Abschnitt (13) wird teilweise durch die Schiene (8) begrenzt und ist teilweise zur Aussparung (14) an der Schaufelspitze hin offen. Die Kühlkanäle gemäß der Erfindung sorgen für eine bessere Kühlung der Anstreifkante und haben den Vorteil, dass das Kühlfluid die Anstreifkante (7) selbst bei einer Verstopfung der zweiten Abschnitte (13) der Kanäle kühlen kann.

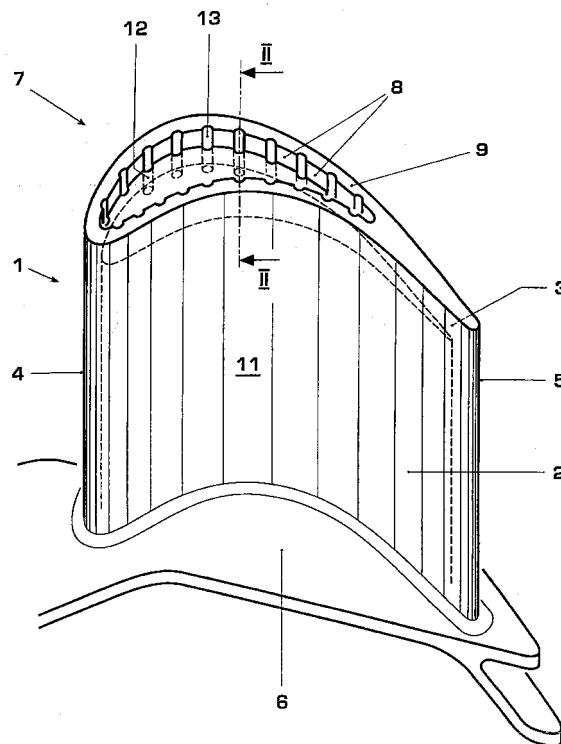


Fig. 1

EP 1 281 837 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf Gasturbinenschaufeln und insbesondere auf eine Kühlvorrichtung für deren Spitzen.

Allgemeiner Stand der Technik

[0002] Gasturbinenbauteile sind den sehr hohen Temperaturen der Gasströmung ausgesetzt, die die Turbine antreiben. Um die Metalltemperaturen der Bauteile aus Gründen konstruktiver Stabilität und Langlebigkeit innerhalb zumutbarer Grenzen zu halten, werden sie mit Hilfe eines Kühlfluids aktiv gekühlt. Üblicherweise wird als Kühlmittel Kühlluft verwendet, die dem Verdichter der Gasturbine entnommen wird.

[0003] Die Gasturbinenschaufeln, die dem Verbrennungsprozess unmittelbar nachgeschaltet sind, stellen für den Kühlvorgang eine besondere technische Herausforderung dar. Insbesondere die Kanten und Spitzen dieser Schaufeln sind schwierig zu kühlen, da der Zugang für die Kühlung eingeschränkt ist. Der Endbereich ist oft der höchsten Wärmelast ausgesetzt, da die heißesten Gase, die durch die Mitte des heißen Gasströmungspfad strömen, durch sekundäre Strömungen an der Druckseite der Tragflügel zur Schaufelspitze gezogen werden. Diese sekundären Strömungen werden gewöhnlich durch Leckage von Heißgas von der konkaven oder Hochdruckseite des Tragflügels zur konvexen oder Niederdruckseite des Tragflügels durch den Schaufelspalt angetrieben. Der Schaufelspalt ist der Abstand zwischen der Schaufelspitze und dem feststehenden Hitzeschild und dient dazu, eine gegenseitige Beeinflussung zwischen den rotierenden Schaufelspitzen und den feststehenden Hitzeschilden zu verhindern.

Gasturbinenschaufeln haben üblicherweise eine so genannte Anstreifkante, die aus einer eingelassenen Aussparung an der Schaufelspitze besteht, welche von einer hochgezogenen Wand oder Schienen umgeben ist, die entlang der Spitze der Druckseite und der Saugseite des Tragflügels und radial nach außen zum Scheitel der Schaufelspitze verlaufen. Die Anstreifkante ist am Schaufelspalt mit einer doppelten Öffnung versehen, die den Widerstand gegen die heiße Gasströmung an der Schaufelspitze erhöht. Sie bietet ebenfalls eine Reibungstoleranz für den Fall, dass sich während des Turbinenbetriebs der Schaufelspalt verkleinert und die Schaufelspitze gegen den feststehenden Hitzeschild reibt. Die Anstreifkante erhöht weiterhin die Anforderungen an die Kühlung der Spitze, weil der Zugang zu den Schienen der Anstreifkante eingeschränkt ist.

[0004] In der US-Patentschrift Nr. 5,183,385 wird eine Kühlvorrichtung für eine Gasturbinenschaufelspitze offenbart. Sie enthält mehrere Kühllöcher, die von einem Kühlkanal innerhalb der Schaufel durch die Endabdek-

kung der Schaufelspitze zur Aussparung der Schaufelspitze verlaufen. Die Austrittskanäle der Kühllöcher sind neben der Innenwand der Anstreifkante angeordnet, das an die Innenwand der Schiene grenzt. Das Kühlloch besteht aus zwei Abschnitten, bei dem der erste Abschnitt eine zylindrische Form hat, und der zweite Abschnitt diffundiert ist und ein rechtwinkliges Trapezoid bildet. Bei dieser Art von Kühlvorrichtung besteht die Möglichkeit, dass sich die Kühlströmung von der Fläche der Schiene der Anstreifkante löst in der Art, dass die Wirksamkeit der Kühlung im Bereich der Schienen stark verringert wird.

[0005] In der US-Patentschrift Nr. 5,660,523 wird eine weitere Kühlvorrichtung für die Spitze einer Gasturbinenschaufel offenbart. Sie enthält mehrere Kühllöcher, die von inneren Kühlkanälen der Schaufel durch die Schienen zur Außenfläche oder zum Scheitel der Anstreifkantenschienen führen. Die Außenfläche der Schienen hat eine Nut, die die Austrittskanäle der Kühllöcher enthält. Die Kühlvorrichtung bietet eine direktere Kühlung der Schienen der Anstreifkante. Da sich jedoch die Austrittskanäle an der äußersten Fläche der Schienen befinden, besteht ein hohes Risiko, dass die Kühllöcher durch Material, das sich vom Hitzeschild oder der Schaufel selbst im Falle eines Kontakts zwischen der Schaufel und der daneben befindlichen feststehenden Bauteile abreißt, verstopft werden. Die Nut an der Außenfläche bietet bis zu einem gewissen Grad einen Schutz gegen derartige Verstopfungen. Eine robuste Kühlvorrichtung würde jedoch eine derartige Reibungstoleranz ganz bis zur Unterseite der Aussparung an der Schaufelspitze erfordern.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0006] Gegenstand der Erfindung ist es, eine Kühlvorrichtung für die Anstreifkante einer Gasturbinenschaufel zu schaffen, die eine verbesserte Kühlung der Schienen oder Wände der Anstreifkante sowie einen verbesserten Schutz der Kühllöcher gegen Verstopfung durch Abriebmaterial aufweist.

[0007] Gemäß der Erfindung besteht eine Gasturbinenschaufel aus einer Druckseitenwand und einer Saugseitenwand, die sich vom Fuß bis zur Spitze und von der Schaufelvorderkante bis zur Schaufelendkante erstrecken. Die Schaufelspitze besteht aus einer Anstreifkante mit Schienen oder hochgezogenen Wänden, die sich radial von einer Endabdeckung der Schaufel bis zu einem Scheitel der Schaufelspitze und entlang des radialen äußeren Endes der Saug- und Druckseitenwände der Schaufel erstrecken.

[0008] Die Schienen umgeben weiterhin eine Aussparung an der Schaufelspitze. Zwischen den Innenflächen der Druck- und Saugseitenwände der Schaufel ist ein Hohlraum angeordnet, durch welchen ein Kühlfluid strömen und die Schaufel von innen her kühlen kann. Die Kühlkanäle, die das Kühlfluid zur Anstreifkante gelangen lassen, haben einen ersten Abschnitt, der vom

Hohlraum über die Endabdeckung zur Aussparung an der Schaufelspitze führt, und einen zweiten Abschnitt, der sich teilweise durch die Schienen der Anstreifkante zum Scheitel der Schaufelspitze erstreckt. Der zweite Abschnitt der Kühlkanäle wird teilweise von einer Seitenwand in der Schiene begrenzt und ist teilweise zur Aussparung der Schaufelspitze hin offen.

[0009] Durch eine Kühlvorrichtung gemäß der Erfindung wird das Kühlfluid in einem Teil eingegrenzt, was eine genauer vorhersagbare Luftströmung im Vergleich zu der Kühlvorrichtung bietet, die in der US-Patentschrift Nr. 5,183,385 offenbart ist. Der Hochgeschwindigkeitsstrahl, der aus den Kühlkanälen austritt, beeinflusst direkt die Wärmeübertragung an der Begrenzungswand. Insbesondere kann das Kühlfluid durch den Kühlkanal ungehindert zur Außenfläche oder zum Schaufelspitzenscheitel der Anstreifkantenschiene strömen. Selbst wenn auf Grund eines Kontakts zwischen der Anstreifkante und den feststehenden Bauteilen Abriebmaterial vorhanden wäre, kann das Kühlfluid den Scheitel der Schaufelspitze ungehindert erreichen und die Anstreifkante wirksam kühlen.

[0010] Die Kühlung der Aussparung der Anstreifkante mittels der Kühlvorrichtung gemäß der Erfindung erfolgt durch Konvektion sowie durch Schichtkühlung. Die Konvektionswärmeübertragung zwischen der ausgestoßenen Kühlströmung und den Flächen der Anstreifkante ist umso stärker je größer die Fläche der Schienen ist. Somit ist die Konvektionswärmeübertragung zwischen der Kühlströmung und den Flächen mit den Schlitzen gemäß der Erfindung stärker als die Wärmeübertragung zwischen einer Kühlströmung und einer Schiene mit einer flachen Fläche.

Die Schichtkühlung wird erzielt durch die Verringerung der Antriebstemperaturen der Heißgase. Durch das bloße Vorhandensein der ausgestoßenen Kühlströmung werden die Heißgase bis zu einem gewissen Grad verdünnt. Die Schichtkühlwirkung wird auch verstärkt, wenn die Kühlströmung nahe der Schienenwand gehalten wird. Das wird mit Hilfe der Schlitze in der Schiene für die ausgestoßene Strömung erreicht.

[0011] Bei einer ersten besonderen Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Kühlkanäle radial vom Hohlraum für das Kühlfluid innerhalb der Schaufel zum Scheitel der Schaufelspitze. Die Kanäle verlaufen dann parallel zu den Druck- und Saugseitenwänden und den radial verlaufenden Schienen.

[0012] Bei einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Kühlkanäle in einem Winkel in Bezug auf die Radialrichtung entweder in der Ebene senkrecht zu den Schaufelwänden oder in der Ebene der Schaufelseitenwände und Schienen oder in einem Gesamtwinkel in diesen beiden Ebenen. Die Kühlkanäle, die in einem Winkel in der Ebene der Schaufelseitenwände und Schienen verlaufen, können entweder zur Schaufelvorderkante oder zur Schaufelendkante der Turbinenschaufel ausgerichtet werden. Die Kühlkanäle mit derartigen Ausrichtungen haben ei-

nen längeren Weg zum Scheitel der Schaufelspitze, und die benetzte oder wirksame Fläche für die Konvektionskühlung ist im Vergleich zu der Ausführungsform mit den radial verlaufenden Kühlkanälen vergrößert.

[0013] Bei einer weiteren Ausführungsform hat der erste Abschnitt der Kühlkanäle eine zylindrische Form, beginnend beim Hohlraum zwischen den Innenflächen der Saugund Druckseitenwand durch die Endabdeckung der Schaufel bis hin zur Aussparung an der Schaufelspitze. Der zweite Abschnitt des Kühlkanals hat die Form eines Teilzylinders, der sich durch die Schienen erstreckt.

[0014] Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung sind der erste und zweite Abschnitt der Kühlkanäle in Richtung entlang des Scheitels der Anstreifkante geformt oder verlängert.

Diese verlängerte oder ovale Form bietet eine weitere Vergrößerung der benetzten Fläche, die dem Kühlfluid ausgesetzt ist.

[0015] Bei einer weiteren besonderen Ausführungsform der Erfindung hat der erste Abschnitt der Kühlkanäle parallel verlaufende Seitenwände über einen ersten Teil ihrer Länge und eine diffundierte Form über einen zweiten Teil ihrer Länge. Der erste Teil mit der zylindrischen oder verlängerten Form dient als Dosierungsabschnitt, um das Kühlfluid zu glätten. Der zweite Abschnitt des Kühlkanals hat Seitenwände, die in einem Winkel zur Längsachse des Kanals diffundieren. Dies ermöglicht eine Verringerung der Fließgeschwindigkeit des Kühlfluids entlang der Schienen und eine Ausbreitung der Strömung über eine größere Oberfläche, was die Schichtkühlwirkung verstärkt. Auch in diesem Fall steht für die Konvektionswärmeübertragung eine größere Fläche zur Verfügung.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0016]

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Gasturbinenschaufel mit einer Anstreifkante und Kühlkanälen an der Anstreifkante gemäß der Erfindung.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt der Schaufel von Figur 1 entlang der Linie II-II und die Kühlkanäle, die radial durch die Endabdeckung und durch die Schienen bis zum Scheitel der Schaufelspitze verlaufen.

Figur 3 zeigt in einem weiteren Querschnitt einer Gasturbinenschaufel eine Variante von Kühlkanälen, die in einem Winkel in Bezug auf die Radialrichtung und in der Ebene senkrecht zu den Schaufelwänden verlaufen.

Figur 4 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Gasturbinenschaufel mit einer weiteren Variante der Kühlkanäle gemäß der Erfindung, die in einem Winkel in Bezug zur Radialrichtung und in der Ebene der Schaufelwände und Schienen verlaufen.

Figur 5 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Gasturbinschaufel mit Kühlkanälen mit einer verlängerten Form.

Figur 6a zeigt einen Querschnitt einer Gasturbinschaufel mit Kühlkanälen, die über einen Abschnitt ihrer Länge diffundierte Seitenwände haben, und Figur 6b zeigt einen weiteren Querschnitt derselben Kühlkanäle entlang der Linie B-B.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0017] Figur 1 zeigt eine Gasturbinschaufel 1 gemäß der Erfindung, bestehend aus einer Druckseitenwand 2 und einer Saugseitenwand 3, die sich von der Schaufelvorderkante 4 bis zur Schaufelendkante 5 und von einem Fußabschnitt 6 bis zu einer Spitze mit einer Anstreifkante 7 erstrecken. Die Anstreifkante 7 besteht aus einer Schiene 8, die sich radial von der Druckseitenwand 2 und Saugseitenwand 3 aus erstreckt und am Scheitel 9 der Spitze endet. Die Anstreifkante 7 besteht weiterhin aus einer Aussparung der Spitze, die von der Spitzenoder Endabdeckung und an den Seiten von den Schienen 8 begrenzt wird.

Zwischen der Druckseitenwand 2 und der Saugseitenwand 3 enthält die Schaufel ein Hohlraum 11, die durch die gestrichelte Linie angezeigt wird. Der Hohlraum enthält zum Beispiel mehrere Kanäle für ein Kühlfluid, damit dieses durchströmen und die Schaufel konvektiv auf eine Temperatur kühlen kann, bei welcher das Schaufelmaterial keinen Schaden nimmt. Vom inneren Hohlraum 11 führen mehrere Kühlkanäle 12 radial nach außen zur Endabdeckung und zur Aussparung an der Spitze. Dieselben Kanäle 12 verfügen jeweils über eine Verlängerung 13 durch die Schienen 8 und bis zum Scheitel 9 der Schaufelspitze. Die Kanalverlängerungen 13 werden auf einer Seite durch eine Seitenwand in der Schiene 8 begrenzt. Auf der anderen Seite sind sie teilweise bis zur Aussparung der Spitze offen. Die in Figur 1 dargestellten Kühlkanäle sind eine erste Variante der Erfindung. Die Kanäle erstrecken sich radial nach außen und haben eine streng zylindrische Form in ihrem ersten Abschnitt und eine teilweise zylindrische Form in ihrem zweiten Abschnitt oder ihrer Verlängerung 13. Das Kühlfluid, üblicherweise einem Verdichter entnommene Luft, strömt vom Hohlraum 11 durch die Kanäle 12 zur Aussparung der Spitze, während die Endabdeckung von innen her gekühlt wird. Von der Aussparung der Spitze her passiert das Kühlfluid die Kanalverlängerung 13 bis zum Scheitel 9 der Spitze und kühlt die Schienen durch Konvektion und Schichtkühlung.

[0018] Bei zufälligem oder beabsichtigtem Kontakt der Schaufel mit den feststehenden Bauteilen der Gasturbine kann ein Materialabrieb erfolgen und das Material der radial äußersten Abschnitte der Anstreifkante verschmieren. Die Verlängerungen 13 der Kühlkanäle können dann mit diesem Material gefüllt werden. In einem derartigen Fall kann jedoch das Kühlfluid den Scheitel der Spitze ungehindert erreichen, indem es um

das abgeriebene Material herum strömt.

[0019] Der Querschnitt in Figur 2 zeigt eine erste Variante der Kühlkanäle gemäß dieser Erfindung. Sie bestehen aus einem ersten Abschnitt 12, der vom Hohlraum 11 zwischen der Druckseitenwand 2 und der Saugseitenwand 3 durch die Endabdeckung 10 zur Aussparung 14 der Spitze führt.

[0020] Von da verlaufen die Kühlkanäle durch die Schiene 8 zum Scheitel 9 der Spitze in einem zweiten Abschnitt oder einer Verlängerung 13 mit einer Seitenwand 15 in der Schiene 8 und sind bis zur Aussparung 14 an der Spitze teilweise offen.

[0021] Üblicherweise bildet sich in der Aussparung 14 an der Spitze infolge der durch die Endabdeckung 10 getriebenen Strömung ein Wirbel. Die Wirbelströmung erfolgt in derselben Richtung wie die ausgestoßene Kühlströmung auf der Druckseitenschiene 2 und ist der ausgestoßenen Kühlströmung auf der Saugseitenschiene 3 entgegengesetzt. An der Druckschiene 2 wirkt die Wirbelströmung dahingehend, die ausgestoßene Strömung in dem in der Schiene gebildeten Schlitz zu halten, was vorteilhaft für die Schichtkühlung in diesem Bereich ist. An der Saugseitenschiene 3 tendiert die entgegengesetzte Strömung des Wirbels dazu, den Kühlstrahl von der Schienenwand wegzuziehen. Das Vorhandensein der Schlitz 13 dient jedoch dazu, diese Strömung entlang der Schienenwand zurückzuhalten, was wiederum vorteilhaft für die Schichtkühlung der Schiene ist.

[0022] Figur 3 zeigt eine zweite Variante der Kühlkanäle gemäß der Erfindung. Sie sind in einem ähnlichen Querschnitt wie in Figur 2 dargestellt. Die Längsachse 16 der Kanäle erstreckt sich vom Hohlraum 11 in einem Winkel θ zur Innenfläche der Druckseitenwand 2 oder Saugseitenwand 3 der Schaufel und in einer Ebene senkrecht zu den Schaufelseitenwänden. Der erste Abschnitt 12 der Kanäle weist wiederum eine zylindrische Form auf, während der zweite Abschnitt 13 eine teilweise zylindrische Form hat. Der Winkel θ beträgt zum Beispiel $5-15^\circ$ und ist vorzugsweise für spezifische Anwendungen optimiert, um die Kühlung innerhalb festgelegter Kriterien für die Fertigung zu maximieren.

[0023] Figur 4 zeigt eine weitere Variante der Kühlkanäle 12, 13 gemäß der Erfindung. Ihre Längsachsen 16 sind in einem Winkel ϕ in Bezug auf die Radialrichtung und in der Ebene der Schiene 8 ausgerichtet. Diese Ausrichtung ergibt eine größere Fläche, über die das Kühlfluid die Anstreifkante kühlen kann. Bei diesem Beispiel sind die Kanäle in Richtung der Schaufelendkante ausgerichtet.

Der Winkel ϕ zwischen der Radialrichtung und der Längsachse der Kanäle beträgt vorzugsweise ca. 45° .

[0024] Weiterhin kann die Längsachse der Kühlkanäle auch in einem Gesamtwinkel in Bezug auf die Radialrichtung ausgerichtet werden, wobei dieser Gesamtwinkel in der Ebene senkrecht zur Ebene des Winkels θ sowie in der Ebene des Winkels ϕ liegt.

[0025] Figur 5 zeigt eine weitere Variante der Kühlka-

näle. Bei diesem Beispiel sind die Kühlkanäle radial nach außen ausgerichtet. Sie haben eine Längsform in Richtung entlang der Schiene. Bei dieser Variante ist die Fläche, über welche das Kühlfluid die Anstreifkante kühlen kann, im Vergleich zu den Varianten in den Figuren 3 oder 4 noch vergrößert.

[0026] Die Figuren 6a und b zeigen eine weitere Variante der Kanäle gemäß der Erfindung. Figur 6a zeigt einen ähnlichen Querschnitt der Schaufel wie die Figuren 2 und 3. Figur 6b zeigt einen Querschnitt entlang der Linie B-B. Die Kanäle für das Kühlfluid sind über einen ersten Teil 12' innerhalb der Endabdeckung 10 zylindrisch geformt und besitzen eine diffundierte Form über einen zweiten Teil, das sich vom ersten Teil bis zum Scheitel der Schaufel erstreckt. Die Seitenwände des diffundierten Teils erstrecken sich in einem Winkel α in Bezug auf die Längsachse der Kühlkanäle und in der Ebene senkrecht zur Schiene 8. Die Seitenwände sind in einem weiteren Winkel β in der Ebene tangential zur Schiene gemäß Figur 6b diffundiert. Die Winkel α und β liegen jeweils vorzugsweise in dem Bereich von 5 bis 10°.

[0027] Bei weiteren Varianten der Erfindung können die in den Figuren beschriebenen Merkmale kombiniert werden.

In den Figuren verwendete Begriffe

[0028]

1	Gasturbinenschaufel
2	Druckseitenwand
3	Saugseitenwand
4	Schaufelvorderkante
5	Schaufelendkante
6	Fußabschnitt
7	Anstreifkante
8	Schiene
9	Scheitel der Spitze
10	Endabdeckung
11	Hohlraum innerhalb der Schaufel
12	erster Abschnitt des Kühlkanals
12'	erster Teil des ersten Abschnitts, Dosierabschnitt
13	zweiter, teilweise begrenzter, teilweise offener Abschnitt des Kühlkanals
14	Aussparung an der Schaufelspitze
15	Seitenwand des zweiten Abschnitts des Kühlkanals
16	Längsachse des Kühlkanals
α	Diffusionswinkel der Seitenwand in Bezug auf die Längsachse in Richtung der Schaufelseitenwand
β	Diffusionswinkel der Seitenwand in Bezug auf die Längsachse in Richtung entlang der Schiene
θ	Ausrichtungswinkel der Längsachse in Bezug auf die Radialrichtung in der Ebene senkrecht zu den Schienen 8
φ	Ausrichtungswinkel der Längsachse in Bezug auf die Radialrichtung in der Ebene der Schiene 8

Patentansprüche

1. Gasturbinenschaufel (1), bestehend aus einer Druckseitenwand (2) und einer Saugseitenwand (3), die sich von einer Schaufelvorderkante (4) bis zu einer Schaufelendkante (5) und von einem Fuß (6) bis zu einer Spitze erstrecken, wobei die Spitze versehen ist mit einer Endabdeckung (10) und einer Anstreifkante (7) mit Schienen (8), die radial von der Endabdeckung (10) bis zum Scheitel (9) einer Spitze und entlang der Saugseitenwand (3) und der Druckseitenwand (2) verlaufen und eine Aussparung (14) an der Schaufelspitze umgeben, und weiterhin bestehend aus einem inneren Hohlraum (11) zwischen den Innenflächen der Druckseitenwand (2) und der Saugseitenwand (3), durch welche ein Kühlfluid strömen kann, und Kühlkanälen zur Leitung des Kühlfluids zur Anstreifkante (7),
dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle einen ersten Abschnitt (12) haben, der vom inneren Hohlraum (11) durch die Endabdeckung (10) zur Aussparung (14) an der Schaufelspitze führt, und einen zweiten Abschnitt, der sich teilweise durch die Schienen (8) bis zum Spitzenscheitel (9) der Anstreifkante (7) erstreckt, wobei der zweite Abschnitt (13) zum einen Teil durch eine Seitenwand (15) in der Schiene sich erstreckt und zum anderen Teil zur Aussparung (14) an der Schaufelspitze hin offen ist.
2. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste und zweite Abschnitt (12, 13) der Kühlkanäle sich radial vom Hohlraum (11) innerhalb der Schaufel zum Scheitel (9) der Spitze erstreckt.
3. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des ersten und zweiten Abschnitts (12, 13) der Kühlkanäle in einem Winkel (θ) in Bezug auf die Radialrichtung entweder in der Ebene senkrecht zu den Schaufelseitenwänden (2, 3) oder in einem Winkel (φ) in Bezug auf die Radialrichtung in der Ebene der Schaufelseitenwände (2, 3) oder in einem Gesamtwinkel in Bezug auf die Radialrichtung in jeder dieser Ebenen ausgerichtet ist.
4. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass der Ausrichtungswinkel (θ) der Längsachse des ersten und zweiten Abschnitts (12, 13) der Kühlkanäle in der Ebene senkrecht zu den Schaufelseitenwänden (2, 3) im Bereich von 0 bis 45° liegt.
5. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Ausrichtungswinkel (φ) der Längsachse des ersten und zweiten Abschnitts (12, 13) der Kühlkanäle in der Ebene der Schaufelseitenwände (2, 3) im Bereich von 0 bis 60° liegt.

5

6. Gasturbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

der erste Abschnitt der Kühlkanäle (12) eine zylindrische Form hat, die vom Hohlraum (11) zwischen den Innenflächen der Saugseitenwand (2) und der Druckseitenwand (3) durch die Endabdeckung (10) bis zur Aussparung (14) an der Schaufelspitze führt, und der zweite Abschnitt des Kühlkanals die Form eines teilweisen Zylinders innerhalb der Schienen (8) der Anstreifkante (7) hat.

10

15

7. Gasturbinenschaufel (1) nach einem vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

der erste und der zweite Abschnitt der Kühlkanäle (12, 13) eine Längs- oder ovale Form in Richtung entlang der Schienen (8) der Anstreifkante (7) haben.

25

8. Gasturbinenschaufel (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Kühlkanäle parallel verlaufende Seitenwände über einen ersten Teil (12') des ersten Abschnitts (12) innerhalb der Endabdeckung (10) und eine diffundierte Form über einen zweiten Teil ihres ersten Abschnitts (12) innerhalb der Endabdeckung (10) und über ihren zweiten Teil oder ihre Verlängerung (13) haben.

30

35

9. Gasturbinenschaufel (1) nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

die diffundierte Form der Kühlkanäle definiert wird durch Winkel (α , β) zwischen den Kanalseitenwänden und der Längsachse der Kühlkanäle, die im Bereich von 5 bis 10° liegen.

40

45

50

55

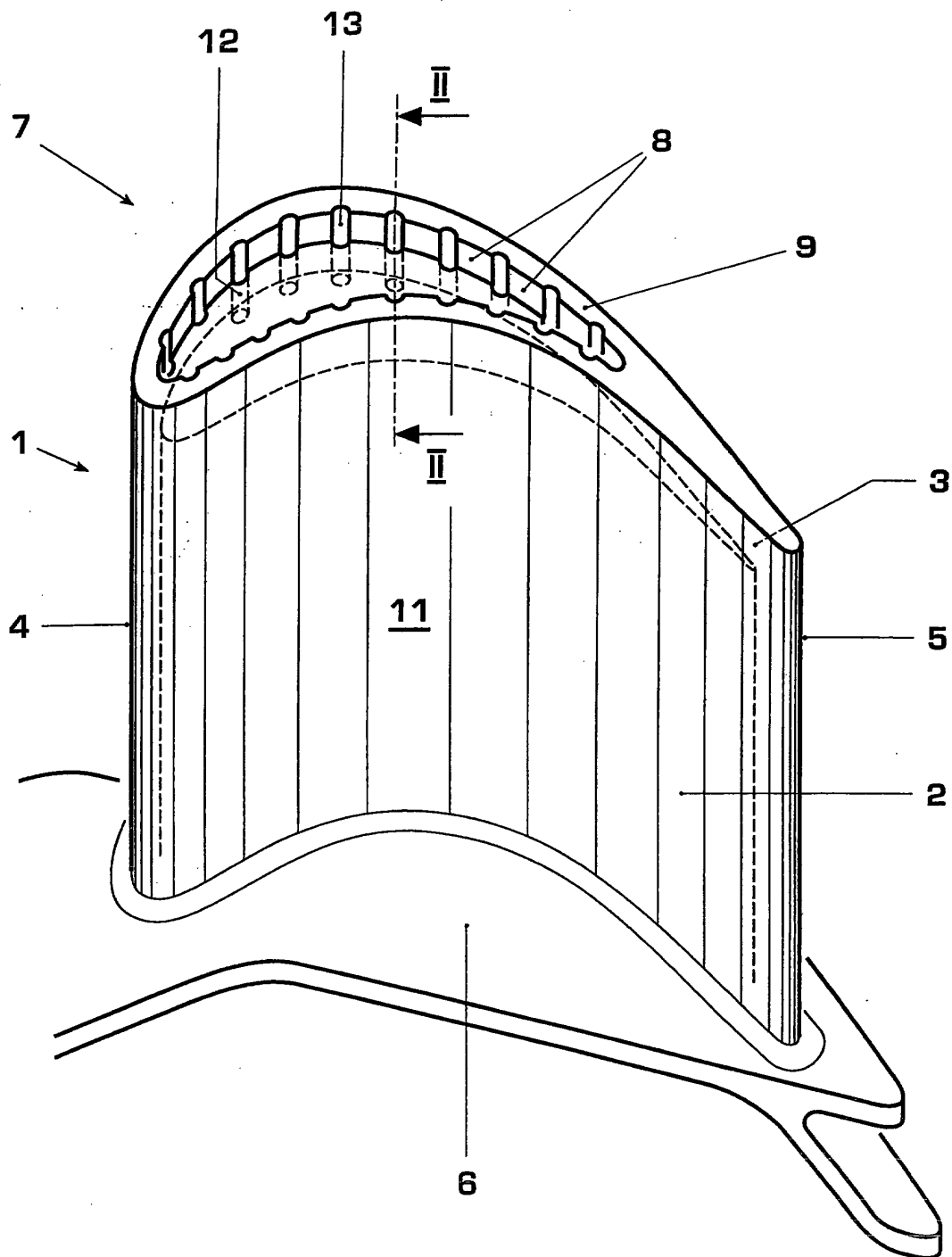


Fig. 1

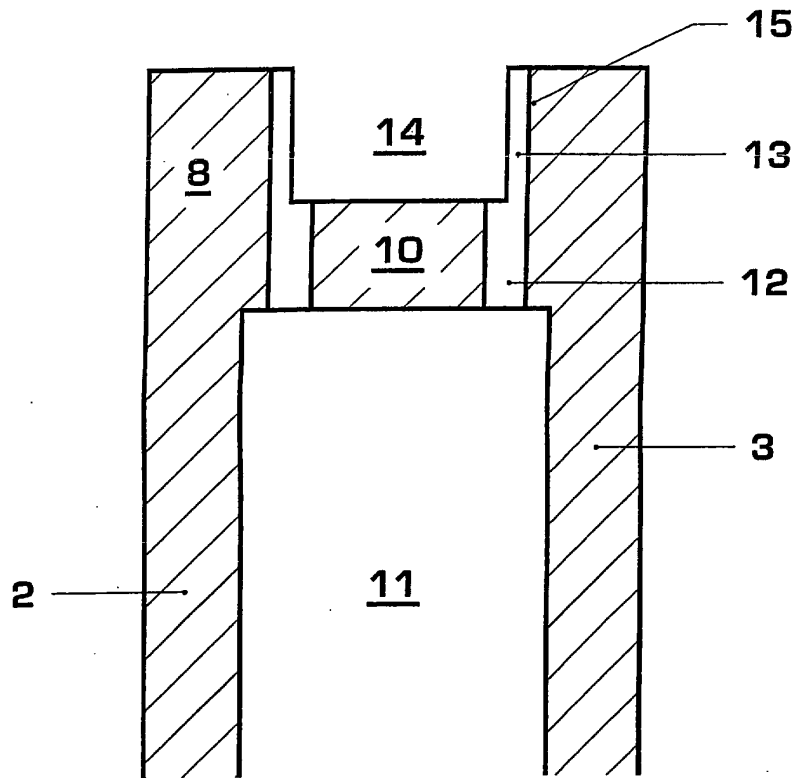


Fig. 2

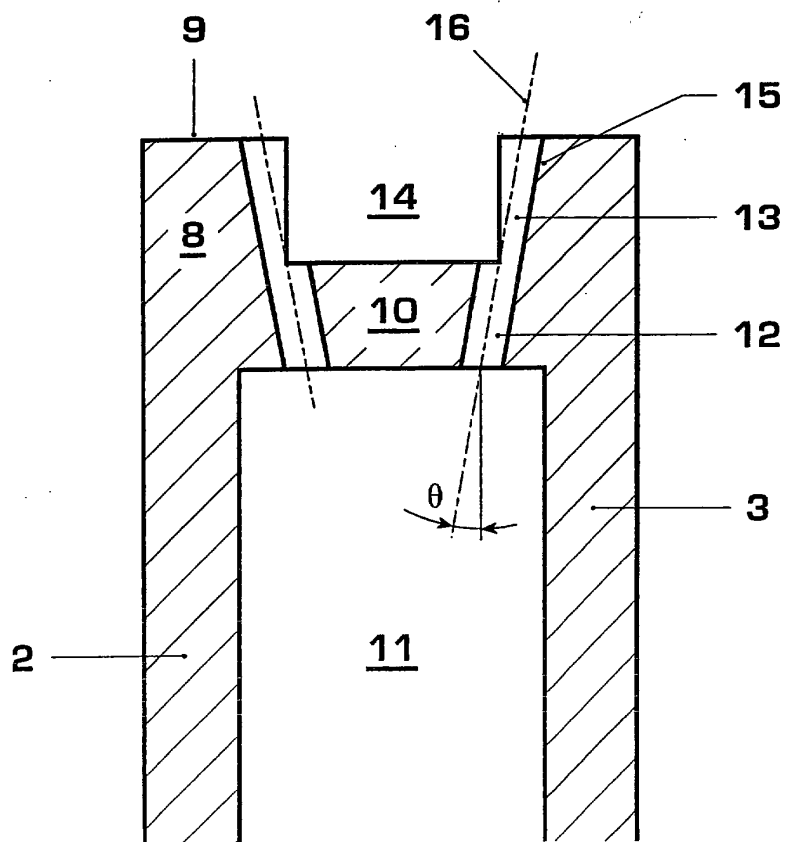


Fig. 3

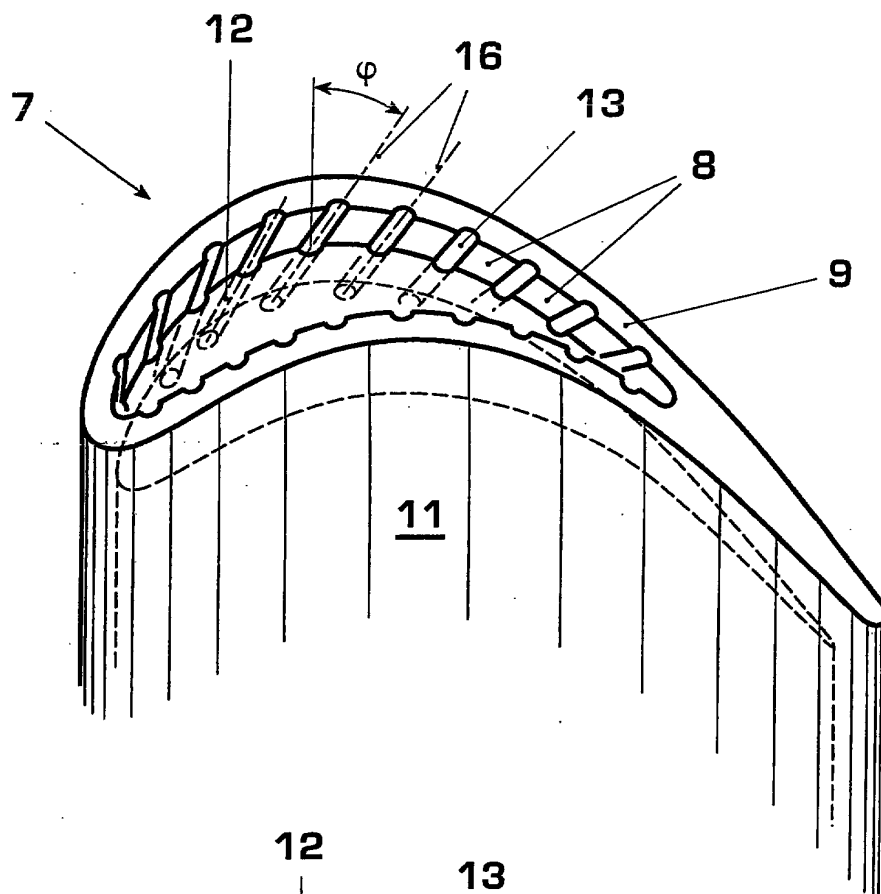


Fig. 4

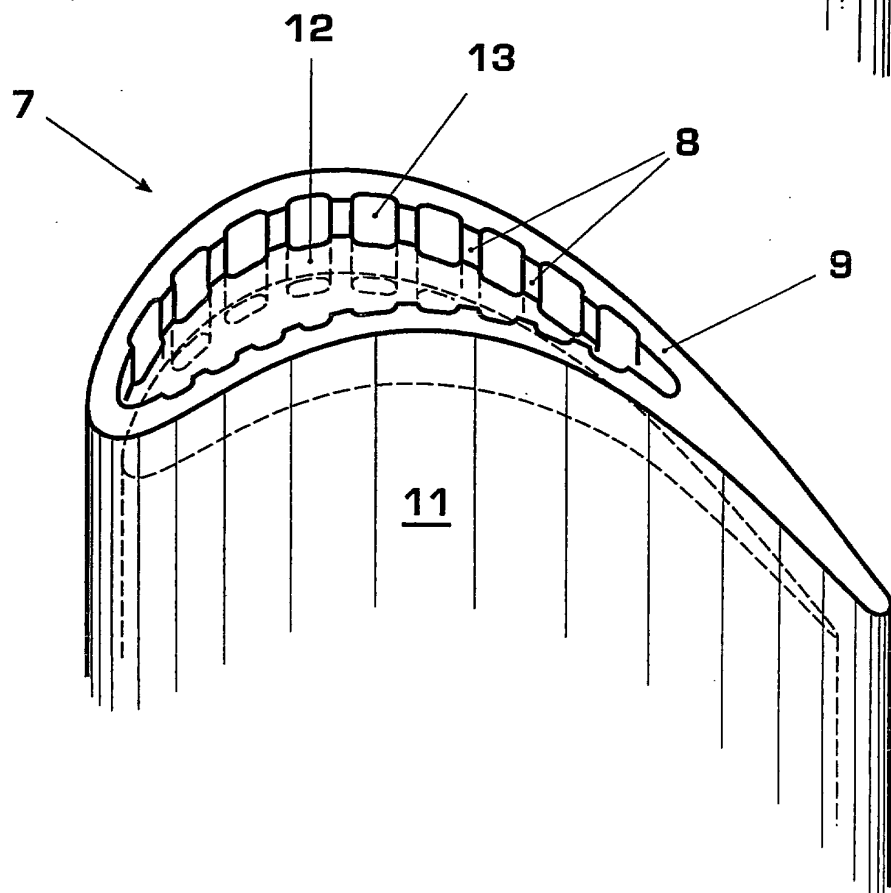


Fig. 5

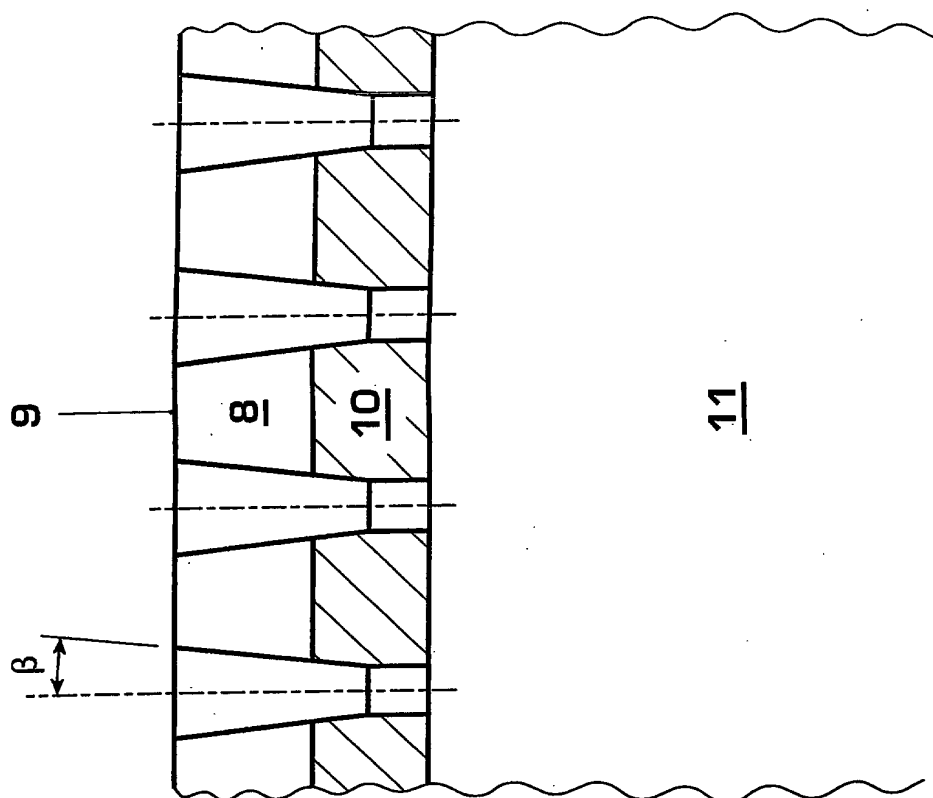


Fig. 6a

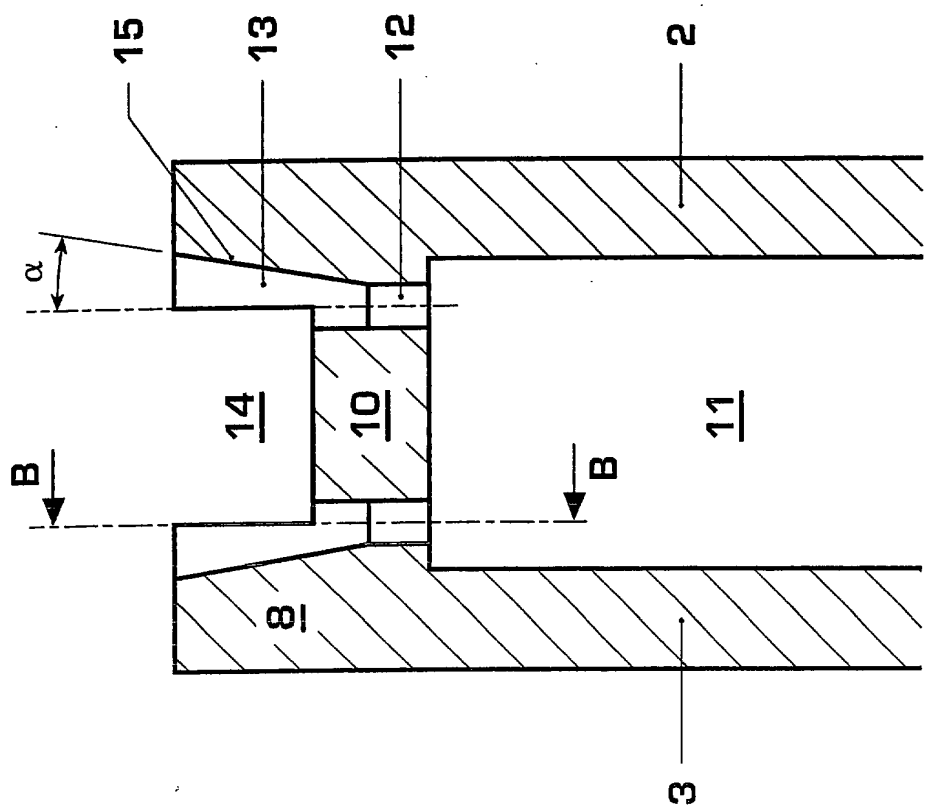


Fig. 6b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 40 5595

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 326 224 A (LEE CHING-PANG ET AL) 5. Juli 1994 (1994-07-05) * das ganze Dokument *	1-9	F01D5/20 F01D5/18 F01D5/08
A	EP 1 059 419 A (GEN ELECTRIC) 13. Dezember 2000 (2000-12-13) * Spalte 6 - Spalte 7; Abbildungen 2,3,6 *	1-9	
A	US 5 733 102 A (BRAINCH GULCHARAN S ET AL) 31. März 1998 (1998-03-31) * Spalte 4 - Spalte 5; Abbildungen 2-5 * * Spalte 6 *	1-5,7	
A	EP 1 057 970 A (GEN ELECTRIC) 6. Dezember 2000 (2000-12-06) * Spalte 4, Zeile 25-40; Abbildungen 1,2 *	1-5,7	
A	US 5 261 789 A (BUTTS DON ET AL) 16. November 1993 (1993-11-16) * Spalte 6 - Spalte 7; Abbildungen 2,3 *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F01D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 30. Oktober 2002	Prüfer Chatziapostolou, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EP FORM 1503 03 02 (P4C03)

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

EP 02 40 5595

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

30-10-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5326224	A	05-07-1994	DE	69210862 D1	27-06-1996
			DE	69210862 T2	23-01-1997
			EP	0501813 A1	02-09-1992
			JP	1987676 C	08-11-1995
			JP	5071302 A	23-03-1993
			JP	7006364 B	30-01-1995
EP 1059419	A	13-12-2000	US	6224336 B1	01-05-2001
			EP	1059419 A1	13-12-2000
			JP	2001098904 A	10-04-2001
US 5733102	A	31-03-1998	GB	2322167 A ,B	19-08-1998
			JP	10252407 A	22-09-1998
EP 1057970	A	06-12-2000	US	6231307 B1	15-05-2001
			EP	1057970 A2	06-12-2000
			JP	2000345803 A	12-12-2000
US 5261789	A	16-11-1993	FR	2695162 A1	04-03-1994
			GB	2270125 A ,B	02-03-1994

EPO FORM P0461

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