



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.02.2003 Patentblatt 2003/08

(51) Int Cl.7: **F01D 5/14, B64C 21/10**

(21) Anmeldenummer: **02405661.6**

(22) Anmeldetag: **30.07.2002**

(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

- **Fried, Reinhard**
5415 Nussbaumen (CH)
- **Lötzerich, Michael**
79793 Horheim (DE)
- **Oehl, Markus**
79761 Waldshut-Tiengen (DE)
- **Schlechtriem, Stefan**
5522 Tägerig (CH)
- **Stengele, Jörg**
5406 Rütihof (CH)

(30) Priorität: **14.08.2001 CH 14992001**

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

(72) Erfinder:
 • **Anderson, Gordon**
5400 Baden (CH)

(54) **Verfahren zur Bearbeitung einer beschichteten Gasturbinenschaufel und beschichtetes Gasturbinenschaufel**

(57) Es wird ein Verfahren zum Bearbeiten einer keramischen Schutzschicht (3), welche auf der Oberfläche (2) eines Gasturbinenteils (1) aufgetragen wird, offenbart. Die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht (3) wird an mindestens einer ersten Stelle (5) reduziert und an mindestens einer zweiten Stelle (6) in der ursprüng-

lichen Rauigkeit beibehalten. Vorteilhaft wird an ablösegefährdeten Stellen (6) einer Turbinenschaufel (1) die Rauigkeit beibehalten, während die Rauigkeit der restlichen Oberfläche (2) zum Zweck eines verschlechterten Wärmeübergangs zur umgebenden Heissgasströmung reduziert wird.

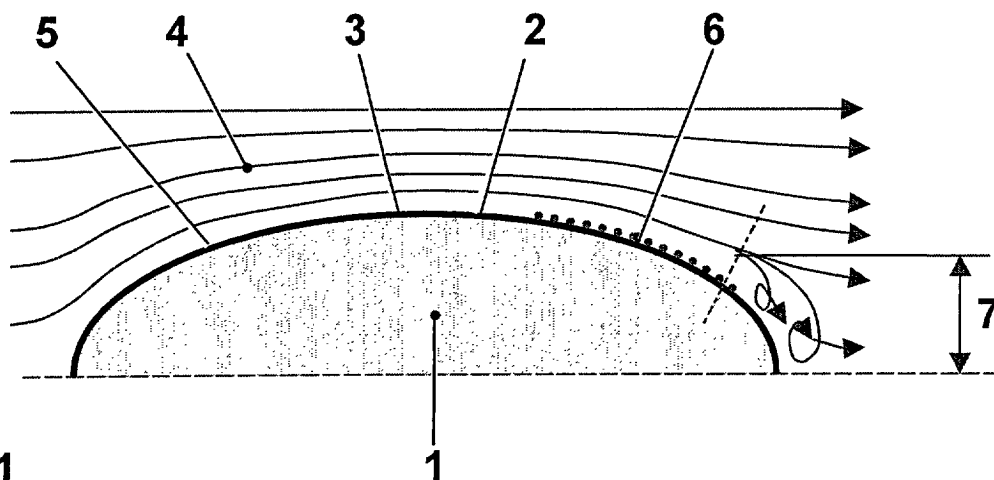


Fig. 1

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung eines mit einer keramischen Schutzschicht beschichteten Gasturbinenteils gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein beschichtetes Gasturbinenteil gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 6.

STAND DER TECHNIK

[0002] Es ist allgemein und zahlreich bekannt, Turbinenschaufeln, also Leit- oder Laufschaufeln von Gasturbinen, mit einer oder mehreren Schutzschichten zu versehen, um die Turbinenschaufel vor den thermischen und mechanischen Belastungen, vor Oxidation oder anderen, schädlichen Einflüssen während des Betriebes zu schützen und die Lebensdauer der Turbinenschaufel auf diese Weise zu verlängern. Dabei besteht eine erste Schutzschicht der Turbinenschaufel in der Regel aus einer metallischen Legierung wie MCrAlY, wobei M für Ni, Co oder Fe steht. Diese Art der metallischen Beschichtung dient als Schutz vor Oxidation. Eine zweite, rauhere Beschichtung aus MCrAlY wird mit anderen Beschichtungsparametern darauf aufgetragen. Diese Schicht wird auch als "bond-coating" bezeichnet. Solche Beschichtungen sind zahlreich aus dem Stand der Technik und beispielsweise aus US-A-3,528,861 oder US-A-4,585,481 bekannt.

[0003] Zudem wird eine weitere Schutzschicht aus TBC (Thermal Barrier Coating), welche aus einem keramischen Material (Y stabilisiertes Zr-Oxid) besteht und als thermischer Schutz dient, aufgebracht. Keramische Beschichtungen und Methoden zur Beschichtung sind beispielsweise aus den Schriften EP-A2-441 095, EP-A1-937,787, US-A-5,972,424, US-A-4,055,705, US-A-4,248,940, US-A-4,321,311, US-A-4,676,994, US-A-5,894,053 bekannt. Die aufgetragenen Schutzschichten haben in der Regel eine relativ hohe Oberflächenrauigkeit. Diese Oberflächenrauigkeit beeinflusst aber den Wärmeübergang auf positive Weise, so dass das Grundmaterial mit zunehmender Rauigkeit thermisch verstärkt belastet wird. Um dies zu vermeiden ist ein Verfahren zur Glättung der Oberfläche beispielsweise aus der Schrift EP-A2-1 088 908 bekannt. Auf der anderen Seite beeinflusst eine aber geschliffene Oberfläche das Strömungsverhalten und insbesondere das Ablöseverhalten negativ.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zu schaffen, mit dem der Wärmeübergang von einem mit einer keramischen Schutzschicht beschichteten Gasturbinenteil, um welches ein Heissgas strömt, zu dem Heissgas verschlechtert wird, so dass ein verbesserter Schutz des Grundmaterials des Gasturbinenteils er-

reicht wird. Gleichzeitig soll das Strömungsverhalten um das Gasturbinenteil und damit der Wirkungsgrad der gesamten Anlage positiv beeinflusst werden. Die Aufgabe besteht weiter darin, ein entsprechendes Gasturbinenteil nach diesem Verfahren herzustellen.

[0005] Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe bei einem Verfahren gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass die Rauigkeit der bereits aufgetragenen keramischen Schicht auf dem Grundmaterial an mindestens einer ersten Stelle reduziert wird und an mindestens einer zweiten Stelle die ursprüngliche Rauigkeit der keramischen Schicht beibehalten wird.

[0006] Die Erfindung besteht auch in einem nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Gasturbinenteil, wobei die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht im Vergleich mit der ursprünglichen Durchschnitterauigkeit an mindestens einer ersten Stelle auf der Oberfläche reduziert ist und an mindestens einer zweiten Stelle auf der Oberfläche die ursprüngliche Rauigkeit der keramischen Schutzschicht beibehalten ist.

[0007] Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, die Rauigkeit durch Schleifen, Sandstrahlen, Polieren, Trowalisieren, Bürsten oder auf andere, geeignete Arten, welche aus dem Stand der Technik bekannt sind, zu reduzieren.

[0008] In einer besonderen Ausführungsform handelt es sich bei dem Gasturbinenteil um eine Turbinenschaufel, welche mit Y stabilisiertem Zr-Oxid beschichtet ist.

[0009] Um das Ablöseverhalten an der Oberfläche der Turbinenschaufel positiv zu beeinflussen, kann die Rauigkeit an nur mindestens einer stromabgelegenen Stelle der Turbinenschaufel beibehalten werden, während die restliche Oberfläche der Turbinenschaufel glatt geschliffen wird. An den glatt geschliffenen Teilen der Oberfläche wird der Wärmeübergang damit vorteilhaft reduziert, so dass der Wärmeübergang hier verschlechtert wird, und bei gleicher Kühlleistung das Grundmaterial verbessert gekühlt wird. An den Stellen jedoch, an denen Ablösung droht, bleibt die keramische Schutzschicht rau, so dass dort eine gewisse Turbulenz erzeugt wird und die Strömung länger anliegt. Der Wirkungsgrad der gesamten Anlage wird durch diese einfache Massnahmen vorteilhaft erhöht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Die Erfindung ist anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert, wobei

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Turbinenschaufel zeigt, welche nach dem erfindungsgemässen Verfahren bearbeitet wurde und

Fig. 2 einen Schnitt durch eine zweite Ausführungsform einer Turbinenschaufel zeigt, welche nach dem erfindungsgemässen Verfahren be-

arbeitet wurde.

[0011] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt. Gleiche Elemente in unterschiedlichen Figuren sind gleich bezeichnet. Strömungsrichtungen werden durch Pfeile dargestellt.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die Figur 1 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Turbinenschaufel 1 einer Gasturbine. Die Turbinenschaufel 1 ist an der Oberfläche 2 mit einer keramischen Schutzschicht 3 beschichtet worden. Die keramische Schutzschicht 3 (engl. Thermal Barrier Coating, TBC), bei der es sich um Y stabilisiertes Zr-Oxid handelt, dient als Schutz vor dem die Turbinenschaufel 1 umströmenden Heissgas 4, dessen Stromlinien in der Figur 1 sichtbar sind.

[0013] Derartige keramische Beschichtungen und Verfahren zur Beschichtung sind beispielsweise aus den Schriften EP-A2-441 095, EP-A1-937,787, US-A-5,972,424, US-A-4,055,705, US-A-4,248,940, US-A-321, 311, US-A-4,676,994, US-A-5,894,053 bekannt. Es dabei bekannt, dass die aufgetragene Schutzschicht eine gewisse Oberflächenrauigkeit aufweist.

[0014] Erfindungsgemäss wird daher vorgeschlagen, die Rauigkeit der bereits aufgetragenen keramischen Schicht 3 an mindestens einer ersten Stelle 5 an der Oberfläche zu reduzieren, während die Rauigkeit an mindestens einer zweiten Stelle 6 wie nach dem Beschichtungsvorgang erhalten bleibt. Beispielsweise kann also die Durchschnitterauigkeit (R_a , average roughness) an der ersten Stelle 5 auf maximal 1/3 der ursprünglichen Durchschnitterauigkeit reduziert werden. Die Rauigkeit R_T wird sich damit beispielsweise von etwa 50 μm auf 20 μm reduzieren. Eine solche Glättung der TBC Oberfläche senkt die Wärmeübergangszahl um 20% bis 30%. Dies bringt also einen deutlich verbesserten Schutz des eingesetzten Grundmaterials 1 vor den Heissgasen 4 an diesen Stellen 5.

[0015] Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, die Rauigkeit durch Schleifen, Sandstrahlen, Polieren, Trowalisieren, Bürsten oder auf andere, geeignete Arten, welche aus dem Stand der Technik bekannt sind, zu reduzieren. Zu Schleifen besonders geeignet sind Siliziumkarbid oder Diamanten, welche mit einer Kunststoffbindung auf Bändern oder Scheiben befestigt sind.

[0016] In einer ersten Ausführungsform (Fig. 1) kann die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht 3 an mindestens einer stromabgelegenen Stelle 6, an der die Ablösung der Heissgasströmung stattfindet, beibehalten werden. Das Ablösegebiet 7 wird somit insgesamt kleiner ausfallen im Vergleich mit einer gänzlich geglätteten Oberfläche, da an der ablösegefährdeten Stelle 6 eine gewisse Turbulenz, die der Ablösung entgegenwirkt, erhalten bleibt.

[0017] Die restliche keramische Schutzschicht 3 wird zum Zwecke eines verschlechterten Wärmeübergangs

glattschliffen, d.h. auf maximal 1/3 der ursprünglichen Rauigkeit reduziert. Dies bedeutet für die Praxis, dass die Durchschnitterauigkeit R_a kleiner als 5 μm ist. An den glatt geschliffenen Teilen der Oberfläche wird der Wärmeübergang damit vorteilhaft reduziert, so dass der Wärmeübergang hier weiter verschlechtert wird, und somit — bei gleicher Kühlleistung — das Grundmaterial verbessert gekühlt wird.

[0018] Der Wirkungsgrad der gesamten Anlage wird durch diese einfache Massnahmen vorteilhaft erhöht.

[0019] In der zweiten Ausführungsform der Turbinenschaufel 1 gemäss der Figur 2 wird die Rauigkeit der keramischen Schutzschicht 3 an verschiedenen Stellen 6 an der stromabgelegenen Seite der Turbinenschaufel 1 beibehalten. Die Stellen 6 sind jedoch nicht zusammenhängend, sondern unabhängig voneinander. Diese Massnahme dient weiter dazu, das Ablöseverhalten positiv zu beeinflussen. Zwischen diesen Stellen 6 wird zum Zwecke des verschlechterten Wärmeübergangs die Rauigkeit wiederum ganz reduziert.

[0020] Die Erfindung ist nicht auf die beschriebene Ausführungsbeispiele reduziert, sondern bezieht sich allgemein auf Gasturbinenteile 1, die mit einer keramischen Schutzschicht 3 beschichtet sind.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0021]

- 1 Turbinenschaufel, Gasturbinenteil
- 2 Oberfläche der Turbinenschaufel 1
- 3 Keramische Schutzschicht
- 4 Heissgas
- 5 Stellen der Schutzschicht 3, bearbeitet
- 6 Stellen der Schutzschicht 3, unbearbeitet
- 7 Ablösegebiet

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bearbeiten einer keramischen Schutzschicht (3), welche auf der Oberfläche (2) eines Gasturbinenteils (1) aufgetragen wird, wobei die keramische Schutzschicht (3) nach dem Auftragen auf der Gasturbinenteil (1) eine gewisse Rauigkeit aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rauigkeit der bereits aufgetragenen keramischen Schicht (3) auf dem Grundmaterial (1) an mindestens einer ersten Stelle (5) reduziert wird und an mindestens einer zweiten Stelle (6) die ursprüngliche Rauigkeit der keramischen Schicht (3) beibehalten wird.
2. Bearbeitungsverfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rauigkeit der aufgetragenen keramischen Schicht (3) an der ersten Stelle (5) auf bis maximal

1/3 der ursprünglichen Durchschnitterauhgkeit re-
duziert wird.

3. Bearbeitungsverfahren nach einem der Ansprüche
1 oder 2, 5
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gasturbinenteil (1) eine Turbinenschaufel (1)
ist und die Rauhgkeit nur an mindestens einer der
Strömung abgewandten und ablösegefährdeten
Stelle (6) auf der Turbinenschaufel (1) beibehalten 10
wird und auf der restlichen Oberfläche (2) der Tur-
binenschaufel (1) die Rauhgkeit reduziert wird.

4. Bearbeitungsverfahren Anspruch 3, 15
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gasturbinenteil (1) mit Y stabilisiertem Zr-Oxid
beschichtet wird.

5. Bearbeitungsverfahren nach einem der vorange-
henden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rauhgkeit durch Schleifen, Sandstrahlen, Po-
lieren, Trowalisieren, Bürsten oder auf andere, ge-
eignete Art reduziert wird. 25

6. Gasturbinenteil (1) mit einer keramischen Schutz-
schicht (3), wobei die Schutzschicht (3) nach dem
Auftragen auf das Gasturbinenteil (1) eine be-
stimmte Rauhgkeit aufweist, hergestellt nach ei-
nem Verfahren der Ansprüche 1 bis 5, 30
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rauhgkeit der keramischen Schutzschicht (3)
im Vergleich mit der ursprünglichen Durchschnitter-
rauhgkeit an mindestens einer ersten Stelle (5) auf
der Oberfläche reduziert ist und an mindestens ei- 35
ner zweiten Stelle (6) auf der Oberfläche die ur-
sprüngliche Rauhgkeit der keramischen Schutz-
schicht (3) beibehalten ist.

7. Gasturbinenteil (1) nach Anspruch 6, 40
dadurch gekennzeichnet, dass
die Rauhgkeit der keramischen Schutzschicht (3)
an der ersten Stelle (5) auf bis maximal 1/3 der ur-
sprünglichen Durchschnitterauhgkeit reduziert ist. 45

8. Gasturbinenteil (1) nach einem der Ansprüche 6
oder 7, 50
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gasturbinenteil (1) eine Gasturbinenschaufel
(1) ist und die Rauhgkeit der keramischen Schutz-
schicht (3) lediglich an mindestens einer der Strö-
mung abgewandten und ablösegefährdeten Stelle
(6) der Turbinenschaufel (1) beibehalten ist und
Rauhgkeit der restlichen Oberfläche der kerami- 55
schen Schicht (3) reduziert ist.

9. Gasturbinenteil (1) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Rauhgkeit der keramischen Schutzschicht (3)
an verschiedenen, unzusammenhängenden Stel-
len (6) der Turbinenschaufel (1) beibehalten ist und
zwischen diesen Stellen (6) und die Rauhgkeit der
restlichen Oberfläche der keramischen Schicht (3)
reduziert ist.

10. Gasturbinenteil (1) nach einem der Ansprüche 6 bis
9,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Gasturbinenteil (1) mit Y stabilisiertem Zr-Oxid
beschichtet ist.

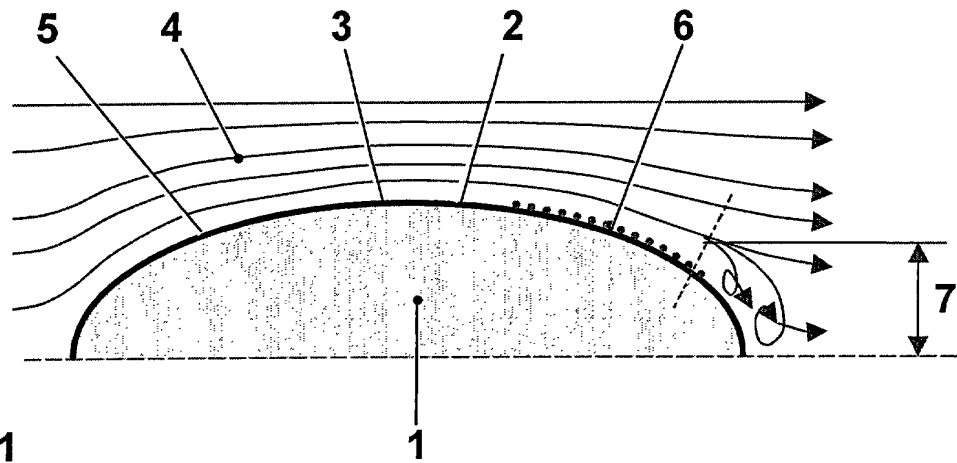


Fig. 1

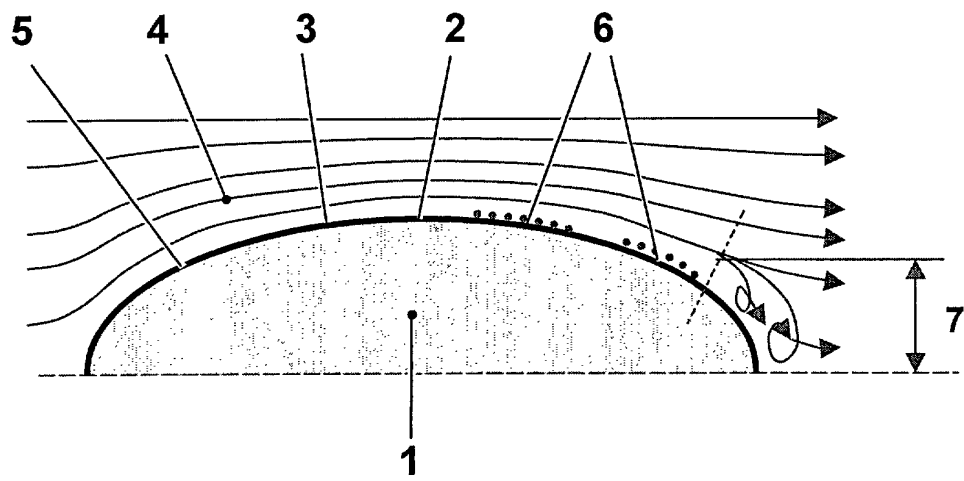


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 40 5661

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	EP 1 081 332 A (ROLLS ROYCE PLC) 7. März 2001 (2001-03-07) * das ganze Dokument *	1-8,10	F01D5/14 B64C21/10
Y	US 4 576 874 A (SPENGLER CHARLES J ET AL) 18. März 1986 (1986-03-18) * Spalte 3, Zeile 25 – Zeile 40 * * Spalte 4, Zeile 43 – Zeile 46 * * Spalte 4, Zeile 55 – Zeile 60 *	1-8,10	
A	GB 1 579 349 A (SULZER AG) 19. November 1980 (1980-11-19) * Seite 3, Zeile 96 – Zeile 102 *	1	
A	WO 97 21907 A (ABB PATENT GMBH ;KUEFNER GUSTAV (DE); MUELLER HORST (DE); BREINDL) 19. Juni 1997 (1997-06-19) * Seite 5, Absatz 1; Abbildung 1 *		
A	GB 580 806 A (ALAN ARNOLD GRIFFITH) 20. September 1946 (1946-09-20) * Seite 2, Zeile 48 – Zeile 54 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F05D F01D B64C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4. Dezember 2002	
		Prüfer Petrucci, L	
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 : mündliche 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	

EPC FORM 1500-03-02 (P4/C03)

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

EP 02 40 5661

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.

04-12-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1081332	A	07-03-2001	EP 1081332 A1	07-03-2001
			US 6416289 B1	09-07-2002
US 4576874	A	18-03-1986	CA 1233705 A1	08-03-1988
			CN 85107317 A ,B	09-07-1986
			DE 3569264 D1	11-05-1989
			EP 0181087 A1	14-05-1986
			IE 56777 B1	04-12-1991
			IT 1185371 B	12-11-1987
			JP 1666743 C	29-05-1992
			JP 2040730 B	13-09-1990
			JP 61096064 A	14-05-1986
GB 1579349	A	19-11-1980	CH 616960 A5	30-04-1980
			FR 2342402 A1	23-09-1977
			JP 52103334 A	30-08-1977
WO 9721907	A	19-06-1997	DE 19546008 A1	12-06-1997
			WO 9721907 A1	19-06-1997
			JP 11500808 T	19-01-1999
			US 6004102 A	21-12-1999
GB 580806	A	20-09-1946	KEINE	

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