



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 462 611 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.09.2004 Patentblatt 2004/40

(51) Int Cl.7: **F01D 5/28, F01D 5/18**

(21) Anmeldenummer: **03006960.3**

(22) Anmeldetag: **26.03.2003**

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

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

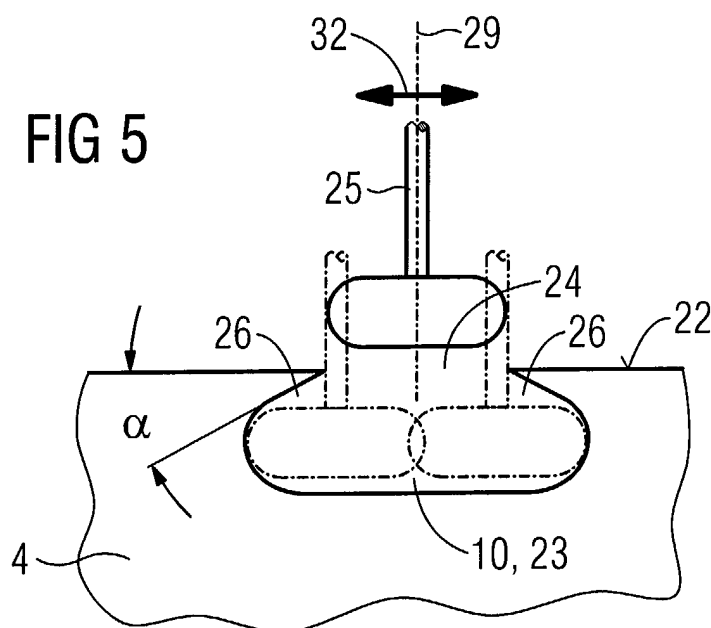
(72) Erfinder: **Gross, Heinz-Jürgen, Dr.
45478 Mülheim (DE)**

(54) **Kühlbares Schichtsystem und Verfahren zur Herstellung eines kühlbaren Schichtsystems**

(57) Auch Schichtsysteme mit Schutzbeschichtungen für den Heissgaseinsatz müssen gekühlt werden. Jedoch ist die Kühlung vielfach nicht ausreichend, da die Kühlkanäle relativ weit von der Außenoberfläche

des Schichtsystems entfernt angeordnet sind.

Ein erfindungsgemäßes gekühltes Schichtsystem (1) weist Kühlkanäle (10) auf, die zumindest eine Hinterschneidung (26) aufweisen.



EP 1 462 611 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein kühlabes Schichtsystem und Verfahren zur Herstellung eines kühlaben Schichtsystems gemäß Oberbegriff der Ansprüche 1 und 8 bzw. 11.

[0002] Aus der US-PS 5,080,557 ist ein Schichtsystem bekannt, bei dem unterhalb einer Wand eine poröse Struktur angeordnet ist, durch die ein Kühlmedium strömt. Dieser Schichtaufbau ist relativ dick und schlecht zu kühlen.

[0003] Die US-PS 5,820,337, die US-PS 5,640,767 sowie die US-PS 5,392,515 zeigen aus einem Substrat gebildete Turbinenschaufeln, bei denen unterhalb einer äußeren Wand, die dasselbe Material wie das Substrat aufweist, Kühlkanäle angeordnet sind. Die Kühlung der äußersten Beschichtung auf der äußeren Wand ist vielfach nicht ausreichend.

[0004] Die EP 1 007 271 B1 zeigt eine prallgekühlte Gasturbinenschaufel, die allerdings keine Kühlkanäle unterhalb der äußeren Wand aufweist.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Kühlung eines Schichtsystems zu verbessern.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein kühlabes Schichtsystem gemäß Anspruch 1 und durch Verfahren zur Herstellung eines kühlaben Schichtsystems gemäß Ansprüche 8 bzw. 11.

[0007] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen zur Verbesserung des gekühlten Schichtsystems aufgelistet.

[0008] Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in vorteilhafter Weise miteinander kombiniert werden.

[0009] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden erläutert.

Es zeigen

[0010]

FIG 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des kühlaben Schichtsystems,
 FIG 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines kühlaben Schichtsystems, und
 die FIG 3, 4, 6 weitere Modifikationen des kühlaben Schichtsystems, und
 FIG 5 einen speziell ausgebildeten Kühlkanal.

[0011] FIG 1 zeigt ein kühlabes Schichtsystem 1. Das Schichtsystem 1 weist ein Substrat 4 auf. Das Substrat 4 ist beispielsweise eine Keramik oder ein Metall, insbesondere eine Superlegierung (nickel- oder kobaltbasiert) für Gasturbinenbauteile (Turbinenschaufel, Brennkammerauskleidung,...). Auf dem Substrat 4 ist zumindest eine Beschichtung 7 aufgebracht. Die Beschichtung 7 kann eine metallische MCrAlY-Beschichtung sein, wie sie bei Gasturbinenschaufeln verwendet

wird (M= Cr oder Fe oder Ni; Y= Yttrium oder Seltene Erde). Darüber hinaus kann auf der Beschichtung 7 noch eine keramische Beschichtung, beispielsweise eine Wärmedämmschicht 9 (FIG 6), aufgebracht sein.

[0012] Ausgehend von der Oberfläche 22 des Substrats 4 ist zumindest ein Kühlkanal 10 innerhalb der Beschichtung 7 ausgebildet, d.h. der Kühlkanal 10 entsteht durch Entfernen von Material der Beschichtung 7 oder durch Auftragen der Beschichtung 7 unter Aussparung eines entsprechenden Hohlraums.

[0013] Somit wird der größte Teil der Umfangsfläche des Kühlkanals 10 durch die Beschichtung 7 gebildet. Die Oberfläche 22 bleibt meistens unbearbeitet.

Der Kühlkanal 10 grenzt zumindest teilweise an die Beschichtung 7 an.

[0014] Eine Zufuhr von einem Kühlmedium erfolgt über eine Kühlmittelzufuhr 13, die zumindest im Substrat 4 ausgebildet ist und in zumindest einen Kühlkanal 10 führt.

Die Kühlkanäle 10 sind somit in der unmittelbaren Nähe einer äußeren Oberfläche, die mit einem Heißgas 8 in Kontakt treten kann, angeordnet. So kann die Beschichtung 7, die höheren Temperaturen ausgesetzt ist als das Substrat 4, besser gekühlt werden, da das Kühlmedium näher an der heißeren Oberfläche ist.

[0015] Die FIG 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines kühlaben Schichtsystems 1.

Hier sind die Kühlkanäle 10 nicht durch Kanäle innerhalb der Beschichtung 7, sondern durch Vertiefungen 23 im Substrat 4 angeordnet.

Die Beschichtung 7 bildet einen Teil der Innenfläche des Kühlkanals 10 und schließt diesen nach außen hin ab. Der Kühlkanal 10 grenzt zumindest teilweise an die Beschichtung 7 an.

[0016] Ebenso ist es möglich, dass die Kühlkanäle 10 sowohl im Substrat 4 als auch in der Beschichtung 7 angeordnet sind.

[0017] FIG 6 zeigt Kühlkanäle 10 zwischen zwei Beschichtungen 7, 9. Der Kühlkanal 10 kann auch durch eine Vertiefung 23 (gestrichelt angedeutet) in der Beschichtung 7 ausgebildet sein.

In beiden Fällen grenzt der Kühlkanal 10 an die Beschichtung 7 und 9 an.

[0018] Die Kühlkanäle 10 gemäß FIG 1, 6 werden beispielsweise wie folgt hergestellt.

Auf der Oberfläche 22 des Substrats 4 bzw. der Oberfläche der Beschichtung 7 werden Bahnen mit einem Füllmaterial gelegt, die im Querschnitt den herzustellenden Kühlkanälen 10 entsprechen.

Das Substrat 4 bzw. die Beschichtung 7 wird dann mit der Beschichtung 7 bzw. der Beschichtung 9 beschichtet (Plasmaspritzen, Physical Vapour Deposition (PVP), Chemical Vapour Deposition (CVD),...).

Anschließend werden die Bahnen mit dem Füllmaterial entfernt. Das Material für die Bahnen besteht beispielsweise aus Graphit, das nach der Beschichtung mit der Beschichtung 7, 9 ausgebrannt oder ausgelaugt werden kann.

Andere Materialien für das Füllmaterial sind möglich.

[0019] Für die Herstellung der Kühlkanäle 10 gemäss FIG 2 werden in die Oberfläche 22 des Substrats entsprechende Vertiefungen 23 eingebracht. Die Vertiefungen 23 werden bspw. mit einem Füllmaterial aufgefüllt, das verhindert, dass Material der Beschichtung 7 bei der Beschichtung des Substrats 4 in die Kühlkanäle 10 eindringt.

Nach der Aufbringung der Beschichtung 7 wird das Füllmaterial wieder entfernt, so dass die Kühlkanäle 10 entstehen.

[0020] FIG 3 zeigt die Anordnung von Kühlkanälen 10 gemäss FIG 1, 2 und 6 auf einer Oberfläche eines Bauteils 1 (Schichtsystem). Das Schichtsystem 1 ist beispielsweise eine Turbinenschaufel, die sich entlang einer radialen Richtung 16 erstreckt.

Zumindest ein, bzw. alle Kühlkanäle 10 erstrecken sich in einer axialen Richtung 19 senkrecht zur radialen Richtung 16. Die Kühlkanäle 10 können auch parallel zueinander in einem von 90° abweichenden Winkel zur radialen Achse 16 verlaufen (FIG 4), bspw. etwa parallel zur radialen Richtung 16 (0°).

[0021] FIG 4 zeigt eine weitere Anordnungsmöglichkeit von Kühlkanälen 10 auf einer Oberfläche 22 eines Bauteils 1.

Die Kühlkanäle 10 sind hier beispielsweise in Gruppen kreuzweise zueinander angeordnet, wobei die Kühlkanäle 10 innerhalb einer Gruppe parallel zueinander verlaufen.

[0022] Andere Anordnungen von Kühlkanälen 10 sind denkbar.

[0023] FIG 5 zeigt ein speziell ausgebildeten Kühlkanal 10, bspw. ausgehend von FIG 2.

Da der Kühlkanal 10 zumindest teilweise an die hier nicht dargestellte Beschichtung 7 oder an eine äußere Wand angrenzt, weist der Kühlkanal 10 des herzustellenden Schichtsystems 1 ohne Beschichtungen oder ohne äußere Wand an der Oberfläche 22 eine Öffnung 24 auf.

Der Winkel α zwischen der Oberfläche 22 und der Innenoberfläche des Kühlkanals 10 an der Öffnung 24 weist erfindungsgemäss einen von 90° verschiedenen Wert auf, bspw. bis 80°, insbesondere 5 bis 45°. Dies bedeutet, dass der Kühlkanal 10 gegenüber der Oberfläche 22 zumindest eine Hinterschneidung 26 aufweist. In Figur 5 sind es zwei Hinterschneidungen 26. Nicht alle Kühlkanäle 10 und nicht überall müssen Hinterschneidungen 26 aufweisen.

Dadurch werden bei einem hohen thermischen Gradient zwischen äußerer heißer Beschichtung 7, 9 oder der Wand und Kühlkanal 10 thermische Spannungen zwischen den Beschichtungen 7, 9 oder der Wand und dem Substrat 4 reduziert.

Ein solcher Kühlkanal 10 mit Hinterschneidungen 26 kann auch in der Beschichtung 7, 9 angeordnet sein (FIG 1, 6).

[0024] Ein Kühlkanal 10 mit Hinterschneidungen 26 in dem Substrat 4 wird beispielsweise mit einem Fräser

oder einem Schleifkopf 25 hergestellt, der an einem Ende kugel-, halbkugel- oder kegelförmig ausgebildet ist, hergestellt, d.h. das Ende hat einen grösseren Durchmesser als ein Schaft eines Schleifers oder Fräasers.

[0025] Zuerst wird mit dem Fräser 25 oder einem anderen zylindrischen Bohrer eine zylindrische Vertiefung in dem Substrat 4 erzeugt, indem er in einer Bohrrichtung 29 nahezu senkrecht zur Oberfläche 22 des Substrats 4 bewegt wird.

Dann erfolgt ein durch Hin- und Herbewegen des Fräasers 25 in einer Richtung 32 senkrecht zur Bohrrichtung 29, wie durch den Pfeil angedeutet, wodurch die Hinterschneidungen 26 der Vertiefung 23 im Substrat 4 erzeugt werden.

Die verschiedenen Stellungen des Fräasers 25 bei der Hin- und Herbewegung sind gestrichelt angedeutet.

Patentansprüche

1. Kühlbares Schichtsystem (1),
zumindest bestehend aus
einem Substrat (4),
zumindest einer Beschichtung (7, 9) oder einer
Wand auf dem Substrat, und
zumindest einen Kühlkanal (10), der an die Beschichtung (7, 9) oder die Wand zumindest teilweise angrenzt,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Kühlkanal (10) zumindest eine Hinterschneidung (26) aufweist.
2. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das kühlbare Schichtsystem (1) sich in einer radialen Richtung (16) erstreckt, und
dass zumindest ein Kühlkanal (10) einen Winkel von 0° zur radialen Ausrichtung (16) aufweist.
3. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das kühlbare Schichtsystem (1) sich in einer radialen Richtung (16) erstreckt, und
dass zumindest ein Kühlkanal (10) einen Winkel von 90° zur radialen Ausrichtung (16) aufweist.
4. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1, 2 oder 3
dadurch gekennzeichnet, dass
das kühlbare Schichtsystem (1) sich in einer radialen Richtung (16) erstreckt, und
dass zumindest ein Kühlkanal (10) einen Winkel von grösser 0° und kleiner 90° zur radialen Ausrichtung (16) aufweist.
5. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Kühlkanäle (10) sich kreuzen.

6. Kühlbares Schichtsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Kühlkanal (10) zwischen zwei Be- 5
schichtungen (7, 9) angeordnet ist.

7. Kühlbares Schichtsystem (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
zumindest ein Kühlkanal (10) zumindest teilweise 10
innerhalb der Beschichtung (7) angeordnet ist.

8. Verfahren zur Herstellung eines kühlbaren Schicht-
systems (1) mit zumindest einem Kühlkanal (10),
bei dem in dem Substrat (4) zumindest eine Vertie- 15
fung (23) erzeugt wird,
die nach außen hin eine Öffnung (24) und
die zumindest eine Hinterschneidung (26) aufweist,
wobei in einem nachfolgenden Schritt das Substrat
(4) mit zumindest einer Beschichtung (7) versehen 20
wird,
so dass die Vertiefung (23) den zumindest einen
nach außen hin abgeschlossenen Kühlkanal (10)
bildet. 25

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
in der Vertiefung (23) ein Füllmaterial vor dem Auf-
bringen der zumindest einen Beschichtung (7) ein-
gebracht wird. 30

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Füllmaterial nach dem Aufbringen der zumin-
dest einen Beschichtung (7) entfernt wird, 35
wodurch der Kühlkanal (10) gebildet wird.

11. Verfahren zur Herstellung eines kühlbaren Schicht-
systems (1) ,
zumindest bestehend aus einem Substrat (4), 40
bei dem ein Fräser (25),
der an einem Ende kegelförmig, kugelförmig oder
halbkugelförmig ausgebildet ist,
verwendet wird,
wobei der Fräser (25) in einer Bohrrichtung (29) 45
senkrecht zur Oberfläche (22) in eine Vertiefung
(23) gebracht wird,
und dann in einer Richtung (32) senkrecht zur Bohr-
richtung (29) hin- und herbewegt wird,
um zumindest eine Hinterschneidung (26) im Sub- 50
strat (4) für einen Kühlkanal (10) zu erzeugen.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Fräser (25) verwendet wird, 55
um die Vertiefung (23) zu erzeugen,
bevor die zumindest eine Hinterschneidung (26) in
der Vertiefung (23) erzeugt wird.

FIG 1

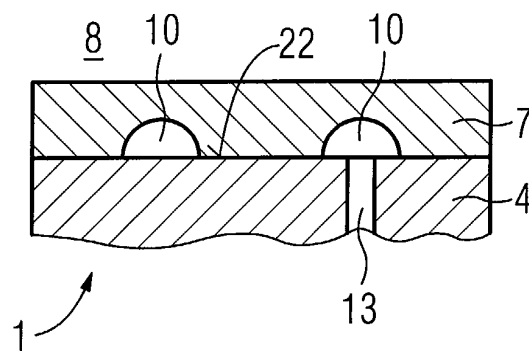


FIG 2

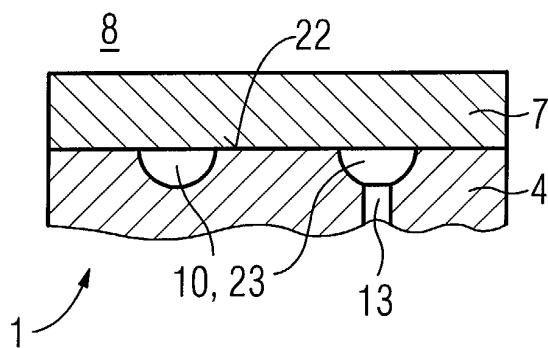


FIG 3

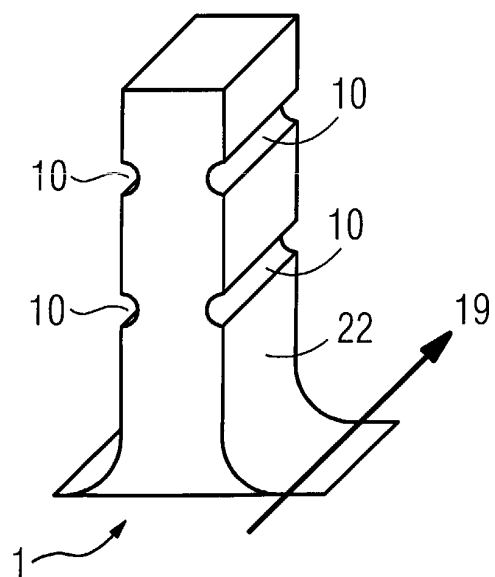


FIG 4

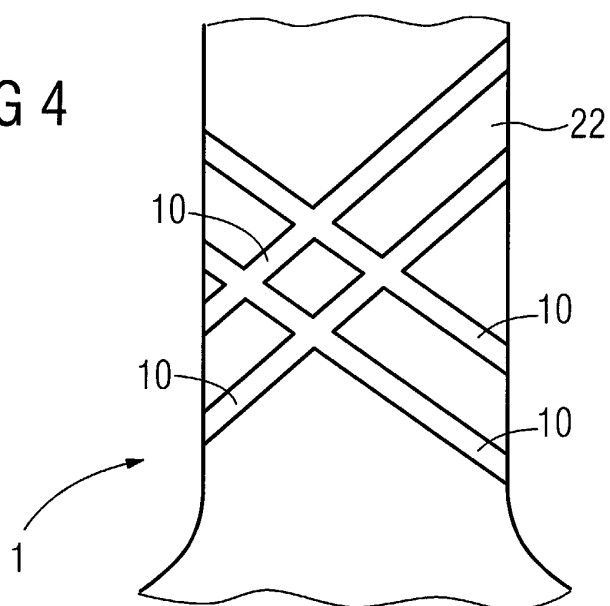


FIG 5

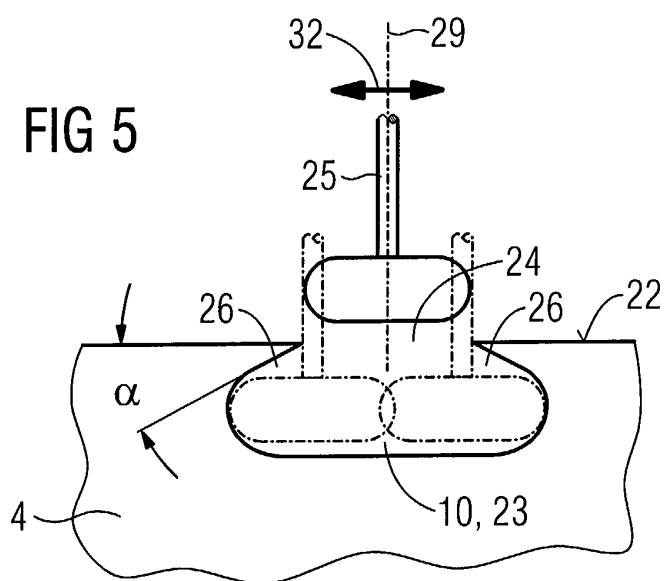
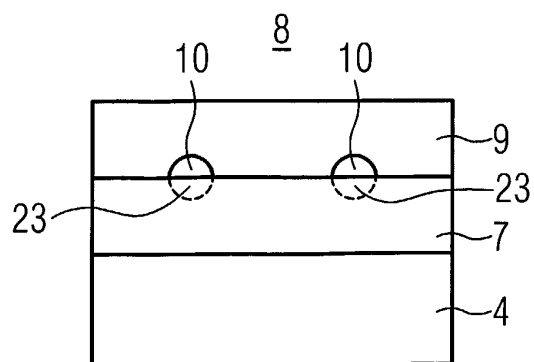


FIG 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 00 6960

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 6 214 248 B1 (BROWNING JANEL KOCA ET AL) 10. April 2001 (2001-04-10)	1,2,8-10	F01D5/28 F01D5/18
A	* Spalte 2, Zeile 12 - Zeile 28 * * Spalte 6, Zeile 5 - Zeile 31 * * Zusammenfassung; Anspruch 14; Abbildungen *	11	
X	GB 803 650 A (BIRMINGHAM SMALL ARMS CO LTD) 29. Oktober 1958 (1958-10-29)	1,2,8-10	
A	* Seite 2, Zeile 92 - Zeile 115 * * Seite 3, Zeile 9 - Zeile 125 * * Anspruch 1; Abbildungen *	11,12	
A	EP 1 065 026 A (ALSTOM POWER SCHWEIZ AG) 3. Januar 2001 (2001-01-03) * Seite 3, Zeile 38 - Seite 4, Zeile 43 * * Zusammenfassung; Abbildungen 4-10 *	1,8,11	
A	US 2002/141872 A1 (LEE CHING-PANG ET AL) 3. Oktober 2002 (2002-10-03) * Absatz '0029! - Absatz '0030! * * Absatz '0032! - Absatz '0033! * * Absatz '0037! - Absatz '0039! * * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,5,6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F01D F02K
A	US 2 641 439 A (WILLIAMS SAMUEL B) 9. Juni 1953 (1953-06-09) * Spalte 2, Zeile 6 - Zeile 55 * * Abbildungen *	2-4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 14. August 2003	Prüfer O'Shea, G
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C03)

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

EP 03 00 6960

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.

14-08-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6214248	B1	10-04-2001	KEINE		

GB 803650	A	29-10-1958	BE	552543 A	23-09-1958
			FR	1163161 A	
			NL	212036 A	

EP 1065026	A	03-01-2001	EP	1065026 A1	03-01-2001
			US	6405435 B1	18-06-2002

US 2002141872	A1	03-10-2002	KEINE		

US 2641439	A	09-06-1953	KEINE		

EPO FORM P0461

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