

(19)



(11)

EP 2 127 781 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.12.2009 Patentblatt 2009/49

(51) Int Cl.:
B22D 19/08 (2006.01)

B22D 19/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 08009847.8

(22) Anmeldetag: 29.05.2008

(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 MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS

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

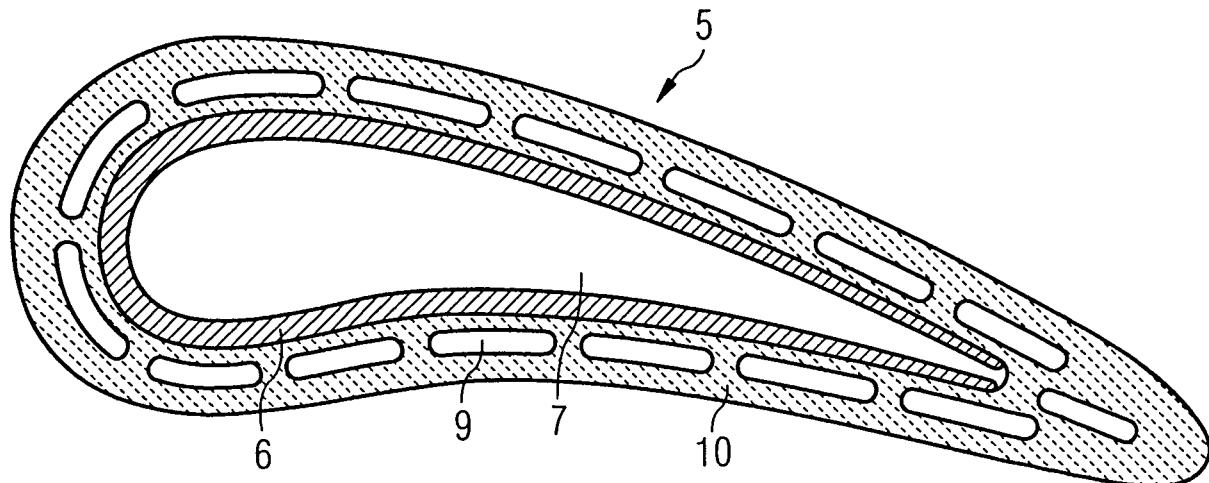
(72) Erfinder: **Ahmad, Fathi**
41564 Kaarst (DE)

(54) Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel (2, 5), bei dem zunächst eine innere Struktur (1, 6) der Turbinenschaufel (2, 5) gefertigt

und dann die innere Struktur (1, 6) mit einer Umhüllung (4, 10) unter Bildung einer äußeren Form der Turbinenschaufel (2, 5) umgossen wird.

FIG 5



EP 2 127 781 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel. Weiterhin sind eine nach dem Verfahren herstellbare Turbinenschaufel sowie ein Reparaturverfahren für diese Turbinenschaufel Gegenstand der Erfindung.

[0002] Im Stand der Technik sind Verfahren zur Herstellung von Turbinenschaufeln bekannt, die in ihrem Inneren eine Struktur von Kühlkanälen mit teils komplexer Geometrie aufweisen. Bei diesem Verfahren werden in einer Gussform Kerne angeordnet, um die Kühlkanäle in der Turbinenschaufel auszubilden, wenn die Form mit einer Schmelze des Gussmaterials gefüllt wird. Die Kerne müssen nach dem Erkalten des Gussmaterials aufwendig entfernt werden. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise in der US 5,296,308 offenbart.

[0003] Beiden bekannten Verfahren ist in vielen Fällen eine umfassende Nachbearbeitung des Gussrohlings notwendig, um insbesondere die Kühlkanäle mit der notwendigen Genauigkeit auszubilden. Dies bedeutet einen erheblichen Aufwand, da die innere Struktur bei der fertigen Turbinenschaufel nur schwer zugänglich ist.

[0004] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, dass die Herstellung von Turbinenschaufeln mit einer komplexen inneren Struktur vereinfacht.

[0005] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass zunächst eine innere Struktur der Turbinenschaufel gefertigt und dann die innere Struktur mit einer Umhüllung unter Bildung einer äußeren Form der Turbinenschaufel umgossen wird.

[0006] Grundgedanke der Erfindung ist es somit, zunächst die innere Struktur der Turbinenschaufel in einem separaten Schritt zu fertigen und dann eine Umhüllung um die innere Struktur herum zu gießen, die die äußere Form der Turbinenschaufel aufweist.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, eine Turbinenschaufel mit einer komplexen inneren Struktur auf besonders einfache Weise herzustellen. So können beispielsweise Kühlkanäle, die eine aufwendige Geometrie haben, mit hoher Präzision gefertigt werden.

[0008] Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, die innere Struktur und die Umhüllung aus verschiedenen Materialien herzustellen. Insbesondere können sie aus verschiedenen Metallen und/oder Legierungen ausgebildet werden. Dies ermöglicht es, die Materialien so auszuwählen, dass sie jeweils optimal an die Anforderungen an die innere Struktur bzw. an die Umhüllung angepasst sind. So sieht eine besonders bevorzugte Ausführungsform vor, die innere Struktur aus einem Material mit hoher Kriechfestigkeit und die Umhüllung aus einem Material mit hoher Oxidationsbeständigkeit herzustellen. Eine derartige Turbinenschaufel weist eine besonders hohe Haltbarkeit und Belastbarkeit auf. Ebenso können Materialien unterschiedlicher Kristallinität, beispielsweise ein- oder mehr kristalline Materialien eingesetzt werden.

[0009] Bei der Fertigung der inneren Struktur können in dieser Kühlkanäle ausgebildet werden. Dies ist besonders einfach möglich, da die innere Struktur gut zugänglich ist.

[0010] Es ist ebenfalls möglich, die innere Struktur während des Umgießens zu kühlen, indem ein Kühlfluid durch die Kühlkanäle geleitet wird. Bei dem Kühlfluid kann es sich beispielsweise um Wasser oder um Luft handeln. Das Kühlfluid kühlst die innere Struktur, so dass deren Beschädigung insbesondere dann verhindert wird, wenn ein hochschmelzendes Umgussmaterial verwendet wird. Auf diese Weise wird vor allem unterbunden, dass die innere Struktur erweicht oder sogar schmilzt.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, vor dem Umgießen der inneren Struktur Maskierungselemente, insbesondere solche aus Keramik, an der inneren Struktur zu befestigen. Die Maskierungselemente dienen dazu, beim Umgießen Kanäle in der Umhüllung auszuformen. Mit den Maskierungselementen können insbesondere auch Kanäle in der Umhüllung ausgebildet werden, die mit Kühlkanälen in der inneren Struktur kommunizieren. Es ist ebenfalls möglich Kanäle mit einer Diffusoröffnung in der Umhüllung zu formen.

[0012] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, die innere Struktur der Turbinenschaufel zu gießen.

[0013] Die Erfindung hat auch eine Turbinenschaufel zum Gegenstand, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar ist.

[0014] Weiterhin umfasst die Erfindung ein Reparaturverfahren für die Turbinenschaufel. Bei diesem wird zunächst die vorhandene Umhüllung der Turbinenschaufel von der inneren Struktur entfernt. Dann wird eine neue Umhüllung mit der äußeren Form der Turbinenschaufel um die innere Struktur gegossen.

[0015] Mit Hilfe dieses Reparaturverfahrens können Beschädigungen der Umhüllung insbesondere im Rahmen des Refurbishments repariert werden.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung an Hand von zwei Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im Detail erläutert. In den Zeichnungen zeigen

Figur 1 eine schematische Schnittansicht einer inneren Struktur einer Turbinenschaufel,

Figur 2 eine schematische Schnittansicht einer Turbinenschaufel, die in einer Umhüllung die innere Struktur der Figur 1 enthält,

Figur 3 eine schematische Schnittansicht einer weiteren inneren Struktur einer Turbinenschaufel,

Figur 4 eine schematische Schnittansicht der inneren Struktur der Figur 3 mit daran befestigten Maskierungselementen, und

Figur 5 eine schematische Schnittansicht einer Tur-

binenschaufel, die in einer Umhüllung die innere Struktur der Figur 3 enthält.

[0017] Die Figuren 1 und 2 illustrieren ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Dabei zeigt Figur 1 schematisch im Schnitt eine innere Struktur 1 einer herzustellenden Turbinenschaufel 2. Die innere Struktur 1 besteht aus einer Legierung mit hoher Kriechfestigkeit und weist drei Kühlkanäle 3 auf, die sich durch die innere Struktur 2 erstrecken.

[0018] Die Figur 2 zeigt die Turbinenschaufel 2 im fertigen Zustand. Dabei ist die innere Struktur 1 in eine Umhüllung 4 aus einer Legierung mit hoher Oxidationsbeständigkeit eingegossen.

[0019] Um die Turbinenschaufel 2 mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens herzustellen, wird in einem ersten Schritt die innere Struktur 1 aus einer Legierung mit hoher Kriechfestigkeit hergestellt. Dies kann beispielsweise durch spanende Bearbeitung eines Rohlings erfolgen. Alternativ kann die innere Struktur 1 auch mit Hilfe bekannter Verfahren gegossen werden. Bei der Herstellung der inneren Struktur werden die Kühlkanäle 3 mit ausgebildet.

[0020] Anschließend wird die innere Struktur 1 in einer geeigneten Gussform angeordnet, die die negative Form der herzustellenden Turbinenschaufel 2 aufweist. Dann wird die innere Struktur 1 in der Form mit einer Schmelze der Legierung für die Umhüllung 4 umgossen, wobei gleichzeitig Wasser als Kühlfluid durch die Kühlkanäle 3 geleitet wird, um die innere Struktur 1 zu kühlen. Nach dem Erstarren der Umgusslegierung kann zuletzt die fertige Turbinenschaufel 2 aus der Form entfernt werden.

[0021] Vorteilhafter Weise treten beim Guss durch die Kühlung auf Grund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der jeweiligen Legierungen Kompressionsspannungen in der Übergangszone zwischen der inneren Struktur 1 und der Umhüllung 3 auf, die eine Rissausbreitung verhindern.

[0022] In den Figuren 3 bis 5 ist die Herstellung einer Turbinenschaufel 5 gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Dabei zeigt die Figur 3 schematisch im Schnitt eine innere Struktur 6 der Turbinenschaufel 5, die einen Kühlkanal 7 aufweist und aus einer ersten Legierung besteht.

[0023] In der Figur 4 ist die innere Struktur 6 mit daran befestigten keramischen Maskierungselementen 8 gezeigt. Schließlich ist in der Figur 5 die fertige Turbinenschaufel 5 dargestellt, bei der Kanäle 9 in der Umhüllung 10 der inneren Struktur 6 ausgebildet sind.

[0024] Zur Herstellung der Turbinenschaufel 5 wird in einem ersten Schritt die innere Struktur 6 gefertigt, indem sie beispielsweise aus der ersten Legierung unter Zuhilfenahme einer geeigneten Form gegossen wird. Anschließend werden die Maskierungselemente 8 an der inneren Struktur 6 befestigt. Dann wird die innere Struktur 6 mit den Maskierungselementen 8 in eine Gussform eingesetzt, die die negative Form der Turbinenschaufel 5

aufweist. Die Form wird mit einer Schmelze der zweiten Legierung gefüllt, wobei auch in diesem Fall gleichzeitig ein Kühlfluid wie Luft durch den Kühlkanal 7 geleitet wird, um die innere Struktur 6 zu kühlen. Nachdem die Umhüllung 10 ausgekühlt ist, wird die Turbinenschaufel 5 aus der Form entnommen und die Maskierungselemente 8 aus der Umhüllung 10 entfernt.

10 Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufel (2, 5),

dadurch gekennzeichnet, dass

zunächst eine innere Struktur (1, 6) der Turbinenschaufel (2, 5) gefertigt und dann die innere Struktur (1, 6) mit einer Umhüllung (4, 10) unter Bildung einer äußeren Form der Turbinenschaufel (2, 5) umgossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die innere Struktur (1, 6) und die Umhüllung (4, 10) aus verschiedenen Materialien, insbesondere aus verschiedenen Metallen und/oder Legierungen hergestellt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die innere Struktur (1, 6) aus einem Material mit hoher Kriechfestigkeit und die Umhüllung (4, 10) aus einem Material mit hoher Oxidationsbeständigkeit hergestellt werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

bei der Fertigung in der inneren Struktur (1, 6) Kühlkanäle (3, 7) ausgebildet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

dadurch gekennzeichnet, dass

die innere Struktur (1, 6) während des Umgießens gekühlt wird, indem ein Kühlfluid durch die Kühlkanäle (3, 7) geleitet wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

vor dem Umgießen der inneren Struktur (1, 6) Maskierungselemente (8) an der inneren Struktur (1, 6) befestigt werden, um beim Umgießen Kanäle (9) in der Umhüllung (4, 10) auszuformen.

55 7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

keramische Maskierungselemente (8) verwendet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
mit den Maskierungselementen (8) Kanäle (9) in der
Umhüllung (4, 10) ausgebildet werden, die mit Kühl-
kanälen (3, 7) in der inneren Struktur (1, 6) kommu- 5
nizieren.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
Kanäle (9) mit einer Diffusoröffnung in der Umhül- 10
lung (4, 10) ausgebildet werden.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprü-
che,
dadurch gekennzeichnet, dass 15
die innere Struktur (1, 6) gegossen wird.
11. Turbinenschaufel (2, 5),
herstellbar nach einem Verfahren gemäß einem der
Ansprüche 1 bis 10. 20
12. Reparaturverfahren für eine Turbinenschäufel (2, 5)
nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die vorhandene Umhüllung (4, 10) der Turbinen- 25
schaufel (2, 5) von der inneren Struktur (1, 6) entfernt
und dann die innere Struktur (1, 6) mit einer neuen
Umhüllung (4, 10) unter Bildung einer äußeren Form
der Turbinenschaufel (2, 5) umgossen wird. 30

35

40

45

50

55

FIG 1

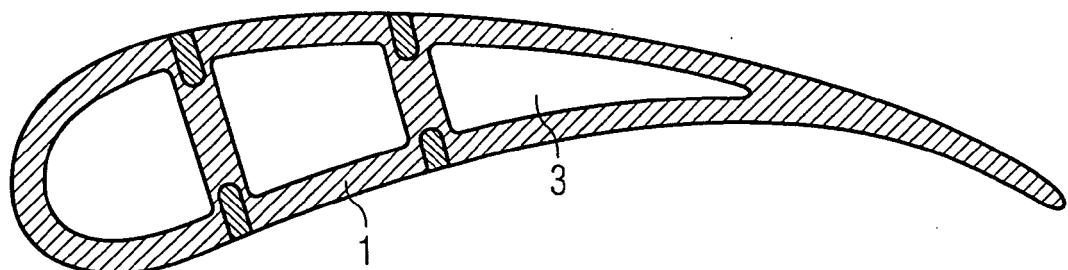


FIG 2

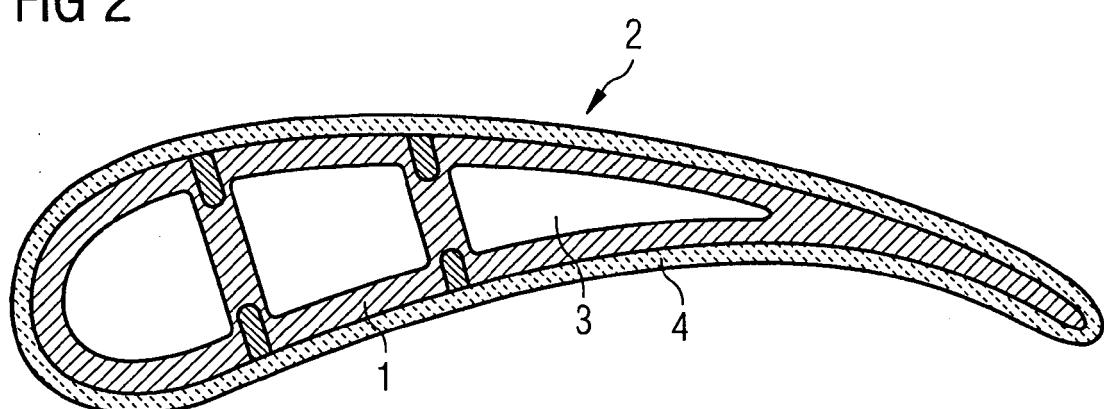


FIG 3

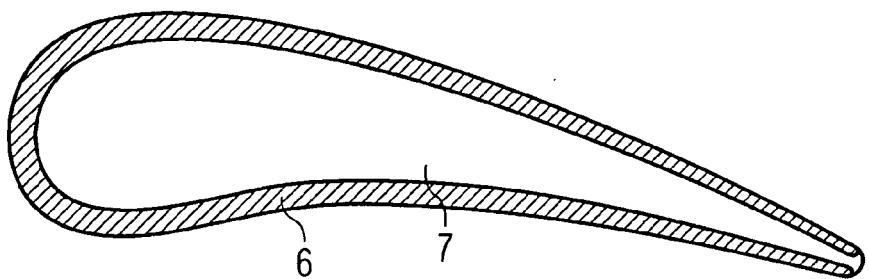


FIG 4

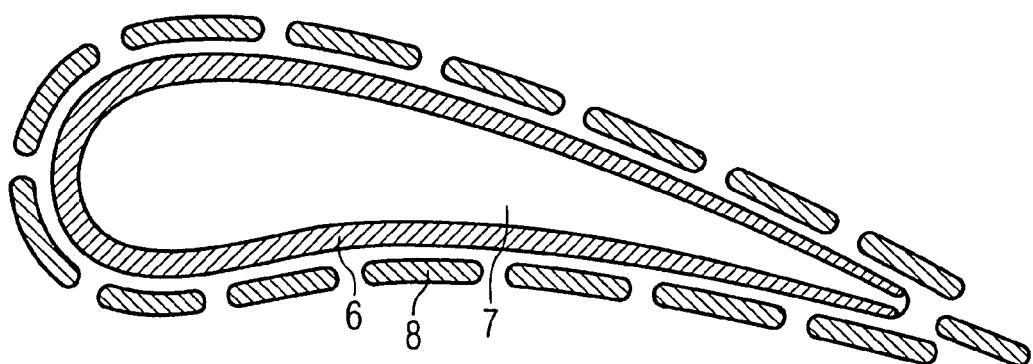
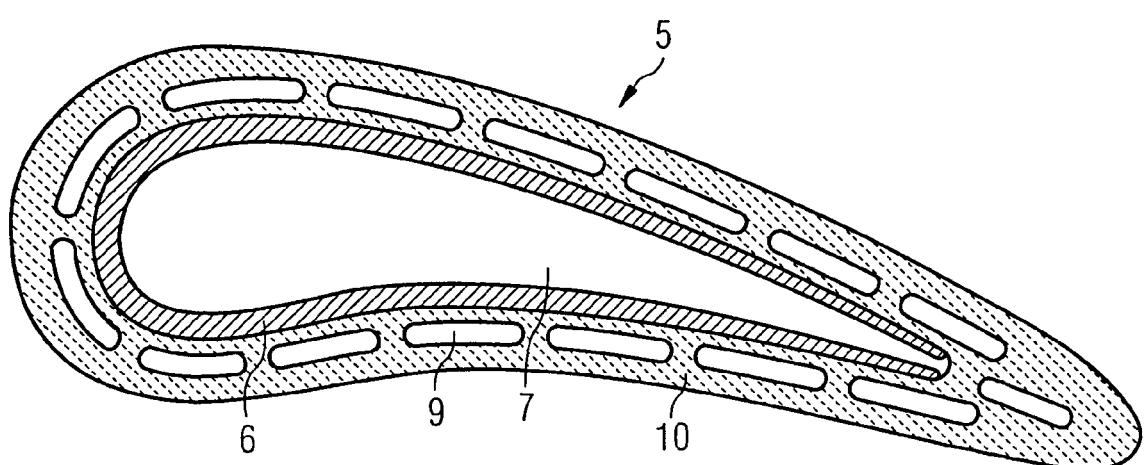


FIG 5





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 9847

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	
X	EP 1 634 665 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 15. März 2006 (2006-03-15) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-11 * -----	1-4,6-8, 11	INV. B22D19/08 B22D19/10
X	EP 1 715 139 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 25. Oktober 2006 (2006-10-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 * -----	1-4,11	
X	EP 1 543 896 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 22. Juni 2005 (2005-06-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-10 * -----	1-3,6,7, 11	
X	EP 1 652 603 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 3. Mai 2006 (2006-05-03) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-8 * -----	1-3,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			B22D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 30. September 2008	Prüfer Baumgartner, Robin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

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

EP 08 00 9847

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.

30-09-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1634665	A	15-03-2006	CN 1745938 A JP 2006075901 A SG 120222 A1 US 2007144702 A1 US 2006048914 A1	15-03-2006 23-03-2006 28-03-2006 28-06-2007 09-03-2006
EP 1715139	A	25-10-2006	CN 1851239 A JP 2006300056 A KR 20060111373 A SG 126818 A1 US 2006239819 A1	25-10-2006 02-11-2006 27-10-2006 29-11-2006 26-10-2006
EP 1543896	A	22-06-2005	CA 2486052 A1 CN 1628922 A JP 2005177863 A MX PA04012692 A RU 2280530 C1 US 2005133193 A1 US 2007089850 A1	19-06-2005 22-06-2005 07-07-2005 09-03-2006 27-07-2006 23-06-2005 26-04-2007
EP 1652603	A	03-05-2006	CN 1765543 A JP 2006123008 A MX PA05011652 A US 2007114001 A1 US 2008169412 A1 US 2006090871 A1	03-05-2006 18-05-2006 04-05-2006 24-05-2007 17-07-2008 04-05-2006

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

- US 5296308 A [0002]