

(19)



(11)

EP 2 187 005 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.05.2010 Patentblatt 2010/20

(51) Int Cl.:
F01D 25/28^(2006.01) G01M 19/00^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08019938.3**

(22) Anmeldetag: **14.11.2008**

(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

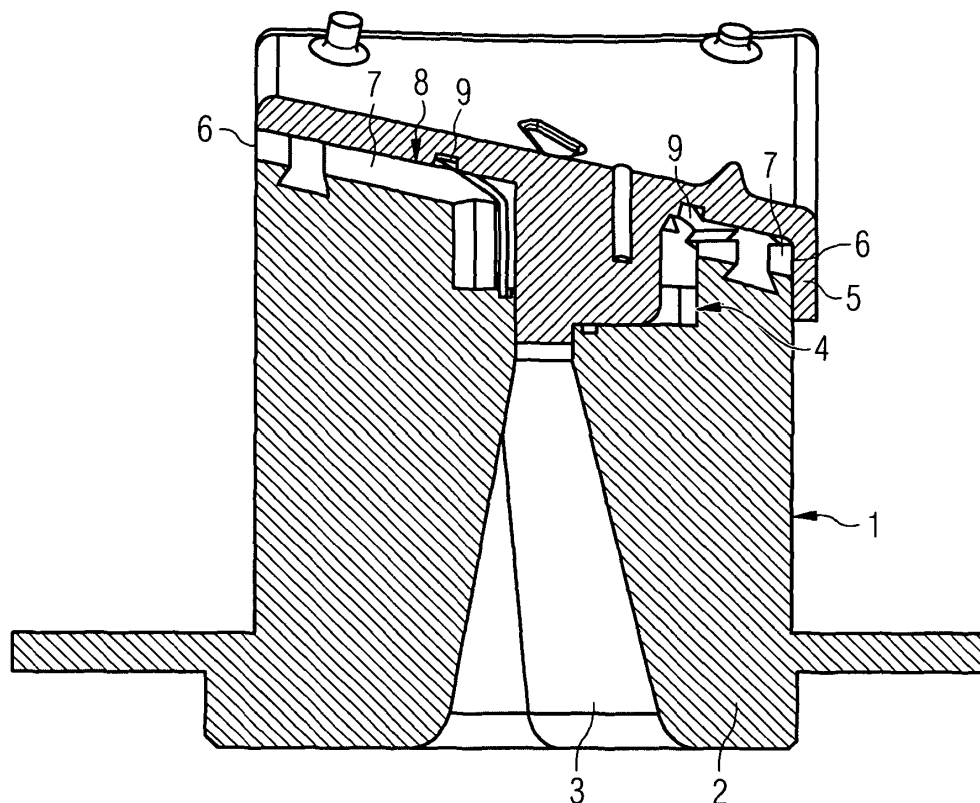
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Beyer, Roman, Dr.
10715 Berlin (DE)**
• **Dunkel, Uwe
13591 Berlin (DE)**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufelhalterung für eine Durchflussmengenbestimmungseinrichtung**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufelhalterung (1) für eine Durchflussmengenbestimmungseinrichtung, bei dem ein Grundkörper (2) der Turbinenschaufelhalterung (1) mit darin ausgebildetem Einströmkanal (3) und ein dreidimensionales Modell (5) einer Turbinenschaufel mit einer Aussparung (6), die die negative Geometrie eines herzustellenden Dichtungselements (8) aufweist, er-

stellt, das dreidimensionale Modell (5) auf den Grundkörper (2) aufgesetzt und in einem von der Kontur der Aussparung (6) und vom Grundkörper (2) begrenzten Hohlraum (7) um den Einströmkanal (3) herum das Dichtungselement (8) auf den Grundkörper (2) aufgebracht wird. Weiterhin ist eine nach dem Verfahren herstellbare Turbinenschaufelhalterung (1) Gegenstand der Erfindung.

**EP 2 187 005 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufelhalterung für eine Durchflussmengenbestimmungseinrichtung sowie eine nach dem Verfahren herstellbare Turbinenschaufelhalterung.

[0002] Turbinenschaufeln werden während des Betriebs in chemisch aggressiver Atmosphäre hohen Temperaturen ausgesetzt, was zu ihrer Beschädigung führen kann. Es ist daher notwendig, die Schaufeln durch Kühlung zu schützen. Dazu sind im Inneren der Turbinenschaufeln Kühlluftkanäle ausgebildet, die mit Kühlluftbohrungen durch die Außenwandung der Turbinenschaufel kommunizieren. Während des Betriebs wird Kühlluft durch Öffnungen der Kühlluftkanäle im Schaufelfuß eingeblasen, die durch die Kanäle zu den Kühlluftbohrungen und aus diesen heraus strömt. Die ausströmende Kühlluft reduziert die Temperatur der Turbinenschaufel.

[0003] Bei neu hergestellten oder reparierten Turbinenschaufeln ist es notwendig zu überprüfen, ob die Kühlluftkanäle und -bohrungen eine hinreichende Kühlung der Turbinenschaufel während des Betriebs sicherstellen können. Aus diesem Grund wird vor der Verwendung die Durchflussmenge an Kühlluft durch die Turbinenschaufel bestimmt.

[0004] Im Stand der Technik sind Durchflussmengenbestimmungseinrichtung bekannt, die zur Durchführung eines derartigen Prüfverfahrens verwendet werden können. Diese Einrichtungen weisen eine Halterung auf, in der die zu untersuchende Turbinenschaufel mit ihrem Schaufelfuß fixiert werden kann. In der Halterung ist ein Einströmkanal ausgebildet, durch den Luft in die Öffnungen der Kühlluftkanäle im Schaufelfuß eingeblasen werden kann. Weiterhin ist eine Einrichtung vorgesehen, welche die aus den Kühlluftbohrungen ausströmende Luft vollständig sammelt und einer Messeinrichtung zuleitet. Mit Hilfe der Messeinrichtung kann dann die Durchflussmenge an Luft durch die Turbinenschaufel ermittelt werden.

[0005] Bei den bekannten Vorrichtungen stellt sich das Problem einer ausreichenden Abdichtung zwischen der Halterung und der darin fixierten Turbinenschaufel. Außerdem muss sichergestellt werden, dass die Turbinenschaufel axial und radial gegen eine Drehen oder Verkippen gesichert ist. Schließlich ist es auch notwendig, strömungstechnischen Besonderheiten der einzelnen Turbinenschaufeln Rechnung zu tragen.

[0006] Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ist bei der bekannten Halterung um den Einströmkanal herum eine Dichtung vorgesehen, auf der die Turbinenschaufel im fixierten Zustand flächig aufliegt. Es ist jedoch schwierig eine solche Dichtung herzustellen, die in ausreichendem Maße an die komplexe Geometrie des Schaufelfußes der jeweils zu prüfenden Turbinenschaufel angepasst ist.

[0007] Zur Herstellung der Halterung wird bisher eine

Turbinenschaufel auf einen metallischen Grundkörper positioniert. Dann wird um den Schaufelfuß herum auf den Grundkörper form- und kraftschlüssig ein flexibler Dichtkörper mit der negativen Geometrie des Schaufelfußes aus einem Zweikomponentenharz gegossen. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, die Turbinenschaufel vorher zu präparieren. So müssen Teile der Schaufel weggefräst bzw. weggeschnitten, Öffnungen verschlossen, Gieskerne montiert und Abdichtungen angebracht werden.

[0008] Trotz des hiermit einhergehenden großen Aufwands gelingt es jedoch nicht, eine Dichtung herzustellen, die den hohen Anforderungen bezüglich der Abdichtung und der Stütz- und Positionierungsfunktion genügt.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufelhalterung für eine Durchflussmengenbestimmungseinrichtung anzugeben, mit dessen Hilfe eine Turbinenschaufelhalterung erhalten werden kann, die allen Dichtungs-, Positionierungs- und Stützansforderungen genügt.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem ein Grundkörper der Turbinenschaufelhalterung mit darin ausgebildetem Einströmkanal und ein dreidimensionales Modell einer Turbinenschaufel mit einer Aussparung, die die negative Geometrie eines herzustellenden Dichtungselements aufweist, erstellt, das dreidimensionale Modell auf den Grundkörper aufgesetzt und in einem von der Kontur der Aussparung und vom Grundkörper begrenzten Hohlraum um den Einströmkanal herum das Dichtungselement auf den Grundkörper aufgebracht wird.

[0011] Erfindungsgemäß wird also ein Grundkörper der Halterung hergestellt, in dem ein Einströmkanal für Luft oder ein anderes Prüffluid ausgebildet ist. Außerdem wird ein dreidimensionales Modell der mit Hilfe der Einrichtung zu überprüfenden Turbinenschaufel erstellt, das eine Aussparung mit der negativen Geometrie des herzustellenden Dichtungselements aufweist. Das Modell wird auf den Grundkörper aufgesetzt, wobei die Kontur der Aussparung und der Grundkörper einen Hohlraum um den Einströmkanal herum begrenzen, in dem das Dichtungselement auf den Grundkörper aufgebracht wird.

[0012] Grundgedanke der Erfindung ist es, anstelle der Turbinenschaufel selbst ein dreidimensionales Modell von dieser zur Herstellung der Turbinenschaufelhalterung zu verwenden. Dabei ist insbesondere vorteilhaft, dass in dem Modell bereits die negative Geometrie des Dichtungselements integriert ist. Dies ermöglicht es auf einfache Weise ein Dichtungselement auf dem Grundkörper aufzubringen, das exakt jeweils den räumlichen Anforderungen der zu untersuchenden Turbinenschaufel entspricht. Aus diesem Grund erfüllt das Dichtungselement auch alle Dichtungs-, Positionierungs- und Stützansforderungen. Außerdem entfällt die aufwendige Beschaffung von Turbinenschaufeln aus der Serienfertigung. Schließlich kann das Modell auch auf einfache

Weise zu geringen Kosten beliebig oft reproduziert werden.

[0013] In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, für die Erstellung des dreidimensionalen Modells ein CAD-Modell, insbesondere ein STL-Modell der Turbinenschaufel zu verwenden, dem die Aussparung hinzugefügt wird. Dann wird auf Grundlage des so modifizierten CAD-Modells das dreidimensionale Modell erstellt. Hier kann das üblicherweise bereits während des Entwurfs von Turbinenschaufeln entwickelte CAD-Modell verwendet werden, um nach entsprechender Modifikation, d.h. der Ergänzung der Aussparung, mit dessen Hilfe das dreidimensionale Modell zu erstellen. Besonderer Vorteil ist dabei, dass schnell und einfach Modifikationen an dem dreidimensionalen Modell bzw. an dem mit seiner Hilfe herzustellenden Dichtungselement vorgenommen werden können, indem das CAD-Modell angepasst wird.

[0014] Das dreidimensionale Modell der Turbinenschaufel kann durch Stereolithografie, Lasersintern oder und / oder durch Oriol-Fräsen hergestellt wird. Insbesondere wenn ein modifiziertes CAD-Modell der Turbinenschaufel verwendet wird, kann das dreidimensionale Modell so schnell, automatisiert und mit hoher Präzision erstellt werden.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Dichtungselement auf den Grundkörper gegossen werden. Dabei wirkt der von der Kontur der Aussparung und dem Grundkörper begrenzte Hohlraum als Form für das Gussmaterial.

[0016] Vorteilhafter Weise kann ein Dichtungselement aus Silikon auf den Grundkörper aufgebracht werden. Ein Dichtungselement aus diesem Material zeigt eine besonders hohe Dichtwirkung.

[0017] Es ist ebenfalls möglich, dass die Aussparung zumindest abschnittsweise mit der negativen Form einer Dichtungslippe auszubilden. Mit Hilfe eines dreidimensionalen Modells, das eine solche Aussparung aufweist, kann ein Dichtungselement mit einer Dichtungslippe erhalten werden. Die Dichtungslippe ragt von dem Dichtungselement vor und realisiert so einen hohen spezifischen Pressdruck an der Dichtfläche, wenn die Turbinenschaufel in der Halterung fixiert ist.

[0018] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, die Aussparung abschnittsweise mit der negativen Form von Stütz- und / oder Positionierungselementen auszubilden. Auf diese Weise kann eine Turbinenschaufelhalterung hergestellt werden, bei der die Turbinenschaufel axial und radial gegen Drehen oder Verkippen gesichert ist.

[0019] Weiterhin ist eine Turbinenschaufelhalterung einer Durchflussmengenbestimmungseinrichtung Gegenstand der Erfindung, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellbar ist.

[0020] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung im Detail erläutert.

[0021] Die einzige Figur der Zeichnung zeigt im Schnitt eine erfindungsgemäße Turbinenschaufelhalterung 1 während der Herstellung.

[0022] Die Turbinenschaufelhalterung 1 umfasst einen Grundkörper 2, insbesondere aus Metall oder aus einer metallischen Legierung, mit darin ausgebildetem Einströmkanal 3 und einem Aufnahmebereich 4 für einen Schaufelfuß einer zu fixierenden Turbinenschaufel.

[0023] Auf den Grundkörper 2 ist ein dreidimensionales Modell 5 der zu fixierenden Turbinenschaufel aufgesetzt, dass eine Aussparung 6 mit der negativen Geometrie eines herzustellenden Dichtungselements aufweist. Die Aussparung 6 hat hier abschnittsweise die negative Form einer Dichtungslippe.

[0024] Die Kontur der Aussparung 6 und der Grundkörper 2 begrenzen einen Hohlraum 7 um den Einströmkanal 3 herum. In dem Hohlraum 7 ist ein Dichtungselement 8 aus Silikon form- und kraftschlüssig auf den Grundkörper 2 gegossen. Das Dichtungselement 8 füllt den Hohlraum 7 aus. Dies bedeutet, dass der Hohlraum die Form des Dichtungselements 8 bestimmt. Folglich ist Dichtungselement 8 im Übergangsbereich zu dem dreidimensionalen Modell 5 vorragenden umlaufenden Dichtungslippe 9 versehen.

[0025] Um die Turbinenschaufelhalterung 1 herzustellen, wird zunächst der Grundkörper 2 mit Hilfe von im Stand der Technik bekannten Verfahren, beispielsweise unter Verwendung einer CNC-Maschine produziert. Dann wird das dreidimensionale Modell 5 erstellt. Dabei kann insbesondere ein schon aus dem Konstruktionsprozess vorhandenes (virtuelles) CAD-Modell der Turbinenschaufel als Ausgangspunkt dienen. Diesem CAD-Modell wird die Aussparung 6 hinzugefügt. Anschließend wird auf Grundlage des so modifizierten CAD-Modells das dreidimensionale Modell 5 in an sich bekannter Weise beispielsweise durch Stereolithografie erstellt.

Das dreidimensionale Modell 5 wird auf den Grundkörper 2 aufgesetzt. Anschließend wird Silikon in den Hohlraum 7 eingebracht, bis dieser vollständig ausgefüllt ist. Das Silikon bildet dann in dem Hohlraum 7 das Dichtungselement 8.

[0026] Nachdem das Dichtungselement 8 so auf den Grundkörper 2 gegossen worden ist, kann das dreidimensionale Modell 5 vom Grundkörper 2 abgenommen werden. Der Grundkörper 2 mit dem daran angebrachten Dichtungselement 8 bildet die Turbinenschaufelhalterung 1.

[0027] In die Turbinenschaufelhalterung 1 kann die zu fixierende Turbinenschaufel mit ihren Fußbereich eingesetzt werden. Dabei liegt die Turbinenschaufel auf dem Dichtungselement 8 auf. Insbesondere im Bereich der Dichtungslippe 9 resultiert ein besonders hoher Pressdruck, wodurch eine hohe Dichtungswirkung sichergestellt wird.

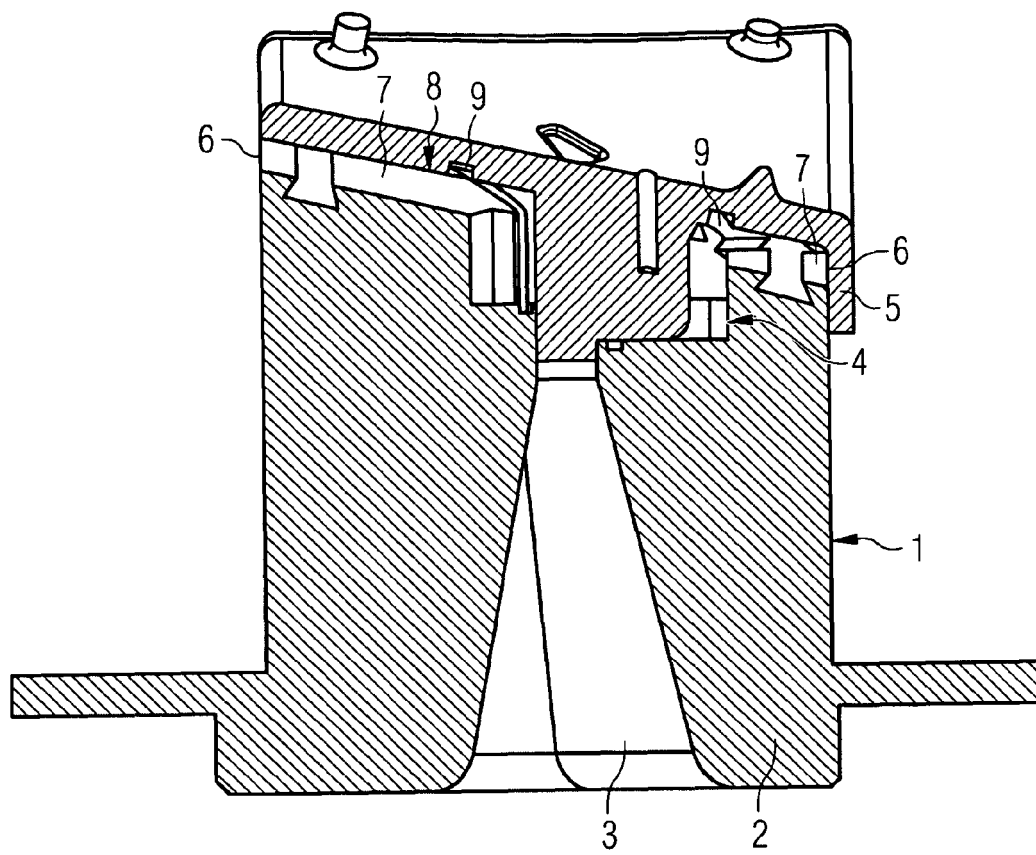
Wird die erfindungsgemäße Turbinenschaufelhalterung 1 bei einer Durchflussmengenbestimmung verwendet, entweicht zwischen der Turbinenschaufel und der Turbinenschaufelhalterung 1 keine Luft.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Turbinenschaufelhalterung (1) für eine Durchflussmengenbestimmungseinrichtung, bei dem ein Grundkörper (2) der Turbinenschaufelhalterung (1) mit darin ausgebildetem Einströmkanal (3) und ein dreidimensionales Modell (5) einer Turbinenschaufel mit einer Aussparung (6), die die negative Geometrie eines herzustellenden Dichtungselements (8) aufweist, erstellt, das dreidimensionale Modell (5) auf den Grundkörper (2) aufgesetzt und in einem von der Kontur der Aussparung (6) und vom Grundkörper (2) begrenzten Hohlraum (7) um den Einströmkanal (3) herum das Dichtungselement (8) auf den Grundkörper (2) aufgebracht wird. 5 10 15
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
für die Erstellung des dreidimensionalen Modells (5) ein CAD-Modell, insbesondere ein STL-Modell der Turbinenschaufel verwendet wird, dem die Aussparung (6) hinzugefügt und dann auf Grundlage des so modifizierten CAD-Modells das dreidimensionale Modell (5) erstellt wird. 20 25
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das dreidimensionale Modell (5) der Turbinenschaufel durch Stereolithografie, Lasersintern oder und/oder durch Oriol-Fräsen erstellt wird. 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Dichtungselement (8) auf den Grundkörper (2) gegossen wird. 35 40
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein Dichtungselement (5) aus Silikon auf den Grundkörper (2) aufgebracht wird. 45
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aussparung (6) zumindest abschnittsweise mit der negativen Form einer Dichtungslippe (9) ausgebildet wird. 50
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Aussparung (6) abschnittsweise mit der negativen Form von Stütz- und / oder Positionierungsele-

menten ausgebildet wird.

8. Turbinenschaufelhalterung (1) einer Durchflussmengenbestimmungseinrichtung, herstellbar nach einem Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 01 9938

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/221659 A1 (SATO YOICHI [JP]) 11. November 2004 (2004-11-11)	8	INV. F01D25/28 G01M19/00
A	* Absätze [0008], [0009], [0024], [0025]; Abbildungen 1-7 *	1,5	
A	US 2002/136637 A1 (POWERS JOHN MATTHEW [US] ET AL) 26. September 2002 (2002-09-26) * Absätze [0003], [0016]; Abbildungen 1-7 *	1,5,8	
A	EP 1 980 366 A (SIEMENS AG [DE]) 15. Oktober 2008 (2008-10-15) * Abbildung 1 *	1,8	
A	EP 1 640 134 A (EMS CHEMIE AG [CH]) 29. März 2006 (2006-03-29) * Absatz [0028]; Abbildungen 1,2 *	2-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01D G01M G01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. April 2009	Prüfer Koch, Rafael
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 01 9938

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

23-04-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004221659 A1	11-11-2004	JP 2004332718 A	25-11-2004
US 2002136637 A1	26-09-2002	KEINE	
EP 1980366 A	15-10-2008	US 2008295557 A1	04-12-2008
EP 1640134 A	29-03-2006	AT 417720 T	15-01-2009
		CA 2517940 A1	24-03-2006
		CN 1751865 A	29-03-2006
		JP 2006088701 A	06-04-2006
		KR 20060051600 A	19-05-2006

EPO FORM P0461

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