



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.07.2014 Patentblatt 2014/28

(51) Int Cl.:
F01D 25/00 ^(2006.01) **B08B 3/04** ^(2006.01)
B08B 9/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13150507.5**

(22) Anmeldetag: **08.01.2013**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **Böttcher, Andreas**
40822 Mettmann (DE)
- **Hein, Olaf**
45481 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Hille, Thomas**
35684 Dillenburg (DE)
- **Küperkoch, Rudolf**
45219 Essen (DE)
- **Lapp, Patrick**
13359 Berlin (DE)
- **Mölders, Iris**
45468 Mülheim an der Ruhr (DE)
- **Schlott, Frank**
47228 Duisburg (DE)

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

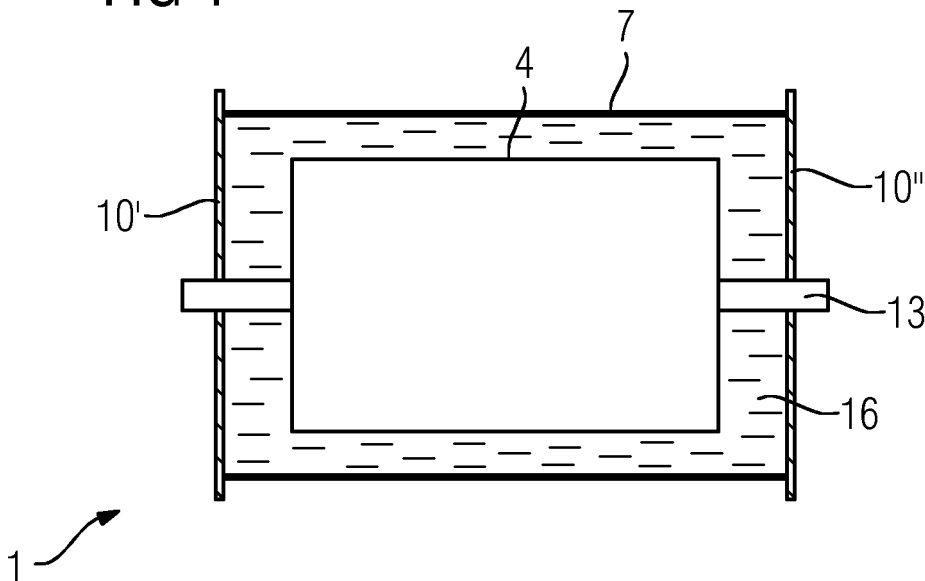
(72) Erfinder:
• **Beckmann, Björn**
47057 Duisburg (DE)

(54) **Verfahren zur Reinigung eines Rotors einer Gasturbine innerhalb eines Gehäuses**

(57) Durch die Flutung des kompletten Rotors (4) innerhalb eines Gehäuses (7) wird die Reinigung des Rotors beschleunigt, auch wenn dazu das Gehäuse kom-

plett mit einer Reinigungsflüssigkeit (16) geflutet werden muss.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft die Reinigung eines Rotors oder Rotorkomponenten innerhalb eines Gehäuses.

[0002] Als ein Beispiel für einen Rotor, der in einem Gehäuse angeordnet ist, sei hier eine Gasturbine erwähnt, bei der der Heißgastteil einen Rotor aufweist, wobei sich auf den Gasturbinenschaufeln des Rotors Verbrennungsrückstände ablegen können.

Solche Rückstände können die Beschichtung oder die Turbinenschaufel angreifen oder Kühllöcher verstopfen und müssen daher entfernt werden.

[0003] Bisher wurde das Gehäuse geöffnet und die Turbinenschaufeln einzeln entnommen und gereinigt.

[0004] Dies ist sehr aufwändig.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen, mit dem ein solcher Rotor schneller und kostengünstiger gereinigt werden kann.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

[0007] In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen aufgelistet, die beliebig miteinander kombiniert werden können, um weitere Vorteile zu erzielen.

[0008] Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung und
Figur 2 eine Gasturbine.

[0009] Die Figur und die Beschreibung stellen nur Ausführungsbeispiele der Erfindung dar.

[0010] In der Figur 1 ist die Erfindung schematisch dargestellt.

Ein Rotor 4, vorzugsweise einer Gasturbine 100 (Fig. 2), wird gereinigt. Dabei verbleibt der Rotor 4 innerhalb seines Gehäuses 7.

Der Rotor 4 ist durch eine Welle 13 gelagert.

Der Hohlraum zwischen den Wänden 10', 10" in dem Gehäuse 7 wird über entsprechende Zugänge im Gehäuse 7 oder der Wände 10', 10" möglichst vollständig mit einer Reinigungsflüssigkeit 16 geflutet.

Die Reinigungsflüssigkeit 16 dient zur Entfernung der Verschmutzungen auf dem Rotor 4, hier Turbinenschaufeln 120, 130 (Fig. 2) des Rotors 4.

[0011] Es wird vorzugsweise eine Ultraschallanregung der Reinigungsflüssigkeit 16 im Gehäuse 7 durchgeführt, die auch die Verschmutzungen erfassen.

[0012] Vorzugsweise kann der Rotor 4 durch die Welle 13 gedreht werden, weil er vorzugsweise noch mit einem Generator verbunden ist oder angekoppelt wird.

[0013] Bei einer Gasturbinenmaschine kann man die Verbrennungskammer strömungsaufwärts von der Gasturbine trennen und den Zugang zur Gasturbine mit einer Wand 10' verschließen, wobei ebenfalls das andere Ende der Gasturbine durch eine Wand 10" verschlossen wird.

[0014] Die Figur 1 zeigt nur den Rotor 4, aber bei einer Gasturbinenmaschine können die Wände 10', 10" auch am Eingang des Kompressors und am Heißgasausgang,

d. h. nach der Gasturbine eingebracht werden. So können auch die Kompressorschauflern gereinigt werden.

[0015] Das Gehäuse 7 muss nicht vollständig geflutet werden, sondern nur zur Hälfte, wenn nur die Laufschaufeln gereinigt werden sollen.

[0016] Ebenso kann die Reinigungsflüssigkeit 16 für eine verbesserte Reinigung ausgetauscht und/oder gespült werden, auch während der Ultraschallanregung.

[0017] Die Figur 2 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 mit einer Welle 101 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer, mit mehreren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

Die Ringbrennkammer 110 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

Jede Turbinenstufe 112 ist beispielsweise aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

[0018] Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 133 am Rotor 103 angebracht sind.

An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

[0019] Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt. Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 110 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

[0020] Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 110 auskleidenden Hitzeschildelementen am meisten thermisch belastet.

Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, können diese mittels eines Kühlmittels gekühlt werden.

Ebenso können Substrate der Bauteile eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur).

Als Material für die Bauteile, insbesondere für die Turbinenschaufel 120, 130 und Bauteile der Brennkammer 110 werden beispielsweise eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

Solche Superlegierungen sind beispielsweise aus der EP 1 204 776 B1, EP 1 306 454, EP 1 319 729 A1, WO 99/67435 oder WO 00/44949 bekannt.

[0021] Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (MCrAlX; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X ist ein Aktivelement und steht für Yttrium (Y) und/oder Silizium (Si), Scandium (Sc) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden bzw. Hafnium). Solche Legierungen sind bekannt aus der EP 0 486 489 B1, EP 0 786 017 B1, EP 0 412 397 B1 oder EP 1 306 454 A1.

[0022] Auf der MCrAlX kann noch eine Wärmedämmschicht vorhanden sein, und besteht beispielsweise aus ZrO_2 , $Y_2O_3-ZrO_2$, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid.

Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmschicht erzeugt.

[0023] Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

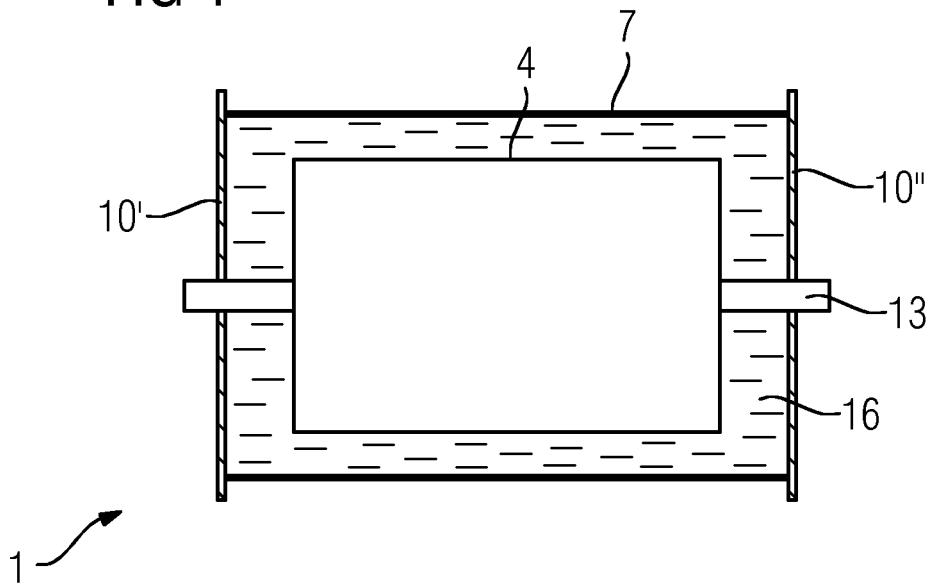
Patentansprüche

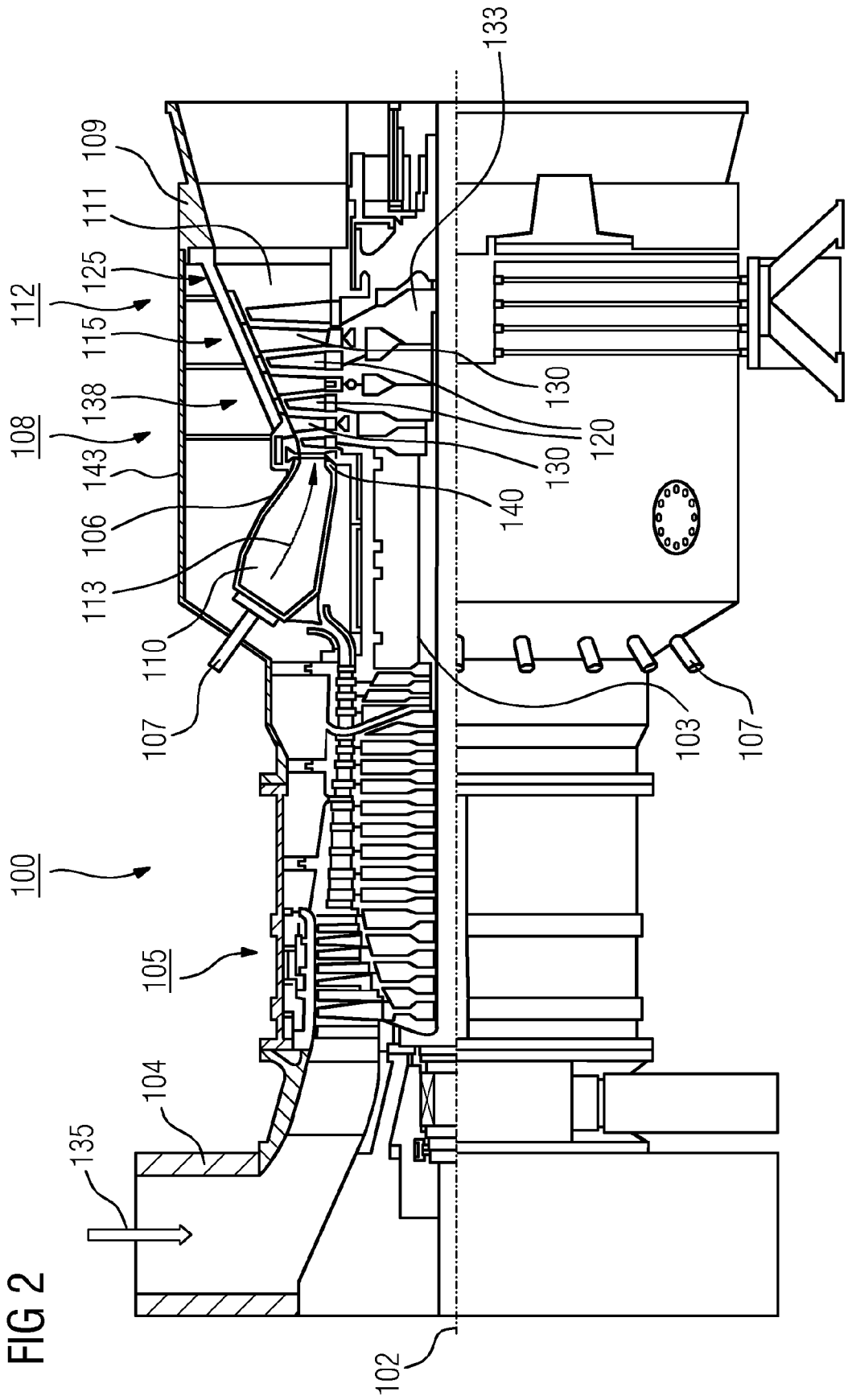
1. Verfahren zur Reinigung zumindest eines Rotors (4) innerhalb seines Gehäuses (7), bei dem der Rotor (4) direkt nach seinem Einsatz innerhalb seines Gehäuses (7) verbleibt und das Gehäuse (7) mit dem Rotor (4) mit einer Reinigungsflüssigkeit (16) geflutet wird, insbesondere komplett geflutet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Reinigungsflüssigkeit (16) durch Ultraschall erregt wird.
3. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 1 oder 2, bei dem der Rotor (4) in der Reinigungsflüssigkeit (16) gedreht wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprü-

che 1 bis 3, bei dem Wände (10', 10'') verwendet werden, um das Gehäuse (7) beidseitig zu verschließen.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, bei dem der Rotor (4) einer Gasturbinenmaschine gereinigt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem Wände vor dem Kompressor und hinter der Gasturbine angebracht werden.
7. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 5 oder 6, bei dem auch die Kompressorschaukeln gereinigt werden.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Reinigungsflüssigkeit (16) während der Reinigung gespült und/oder ausgetauscht wird.

FIG 1







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 15 0507

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2008 053522 A1 (OERLIKON LEYBOLD VACUUM GMBH [DE]; OERLIKON SOLAR AG [CH]) 29. April 2010 (2010-04-29)	1,3	INV. F01D25/00 B08B3/04 B08B9/00
Y	* Absätze [0008], [0017], [0019]; Abbildung 1 *	2,8	
Y	----- US 4 940 494 A (PETIT NICAISE [FR] ET AL) 10. Juli 1990 (1990-07-10) * Ansprüche 1,6 *	2,8	
X	----- MORRIS E B ET AL: "Chemical cleaning of turbines for removal of copper oxide deposits", ASME MEETING WA/BFS, Bd. 1964, 1. November 1964 (1964-11-01), Seiten 1-8, XP008163249, * das ganze Dokument *	1,4-8	
A	----- DE 10 2005 045839 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 12. April 2007 (2007-04-12) * Absatz [0011]; Anspruch 1 *	1-8	
A	----- EP 0 451 512 A1 (ASEA BROWN BOVERI [CH]) 16. Oktober 1991 (1991-10-16) * Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 9; Abbildungen 3,4 *	1-8	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 25. Juni 2013	Prüfer Steinhauser, Udo
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	

EPO FORM 1503_03.82 (F04C03)

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

EP 13 15 0507

5

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.

25-06-2013

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102008053522 A1	29-04-2010	CN 102202805 A	28-09-2011
		DE 102008053522 A1	29-04-2010
		EP 2344282 A1	20-07-2011
		JP 2012506765 A	22-03-2012
		KR 20110084519 A	25-07-2011
		TW 201024547 A	01-07-2010
		US 2011232689 A1	29-09-2011
		WO 2010049407 A1	06-05-2010

US 4940494 A	10-07-1990	AT 30858 T	15-12-1987
		DE 3374526 D1	23-12-1987
		EP 0131080 A1	16-01-1985
		US 4940494 A	10-07-1990
		WO 9204993 A1	02-04-1992

DE 102005045839 A1	12-04-2007	DE 102005045839 A1	12-04-2007
		EP 1926564 A1	04-06-2008
		JP 4987005 B2	25-07-2012
		JP 2009509082 A	05-03-2009
		US 2009084408 A1	02-04-2009
		WO 2007033648 A1	29-03-2007

EP 0451512 A1	16-10-1991	CA 2039944 A1	12-10-1991
		DE 59100238 D1	09-09-1993
		DK 0451512 T3	27-12-1993
		EP 0451512 A1	16-10-1991
		ES 2044634 T3	01-01-1994
		JP 3027214 B2	27-03-2000
		JP H04225865 A	14-08-1992
		PL 289795 A1	02-12-1991
		RU 2062303 C1	20-06-1996

EPO FORM P0461

55

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

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

- EP 1204776 B1 [0020]
- EP 1306454 A [0020]
- EP 1319729 A1 [0020]
- WO 9967435 A [0020]
- WO 0044949 A [0020]
- EP 0486489 B1 [0021]
- EP 0786017 B1 [0021]
- EP 0412397 B1 [0021]
- EP 1306454 A1 [0021]