



(11) **EP 1 925 682 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2008 Patentblatt 2008/22

(51) Int Cl.:
C22C 1/04 (2006.01) **B22F 3/22** (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07118021.0**

(22) Anmeldetag: **08.10.2007**

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

(30) Priorität: **20.10.2006 DE 102006049844**

(71) Anmelder: **GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH**
21502 Geesthacht (DE)

(72) Erfinder:
• **Aust, Eckard**
21039, Hamburg (DE)
• **Limberg, Wolfgang**
21037, Hamburg (DE)
• **Pieplow, Ralf**
21483, Gülzow (DE)
• **Mildner, Nils**
21220, Seevetal (DE)

(74) Vertreter: **UEXKÜLL & STOLBERG**
Patentanwälte
Beselerstrasse 4
22607 Hamburg (DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, insbesondere zur Herstellung von Hohlventilbauteilen, mit dem neben konventionellen Werkstoffen erstmals pulverförmige Titanbasislegierungen zu diesen Bauteilen verarbeitet werden können. Bei dem Verfahren werden Metallpulver und/oder Metalllegierungspulver mit einem Bindemittel und gegebenenfalls einem Zuschlagstoff in einem Knetzer vermischt, die Mischung durch Spritzgießen in Form gebracht, die in Form gebrachte Masse chemisch entbindert, chemisch entbinderte Masse bei einer Temperatur von weniger als 450°C thermisch entbindert und die chemisch und thermisch entbinderte bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls und/oder der Metalllegierung zur Herstellung des Bauteils gesintert. Die Bauteile können auf konventionelle Weise durch form- und kraftschlüssige sowie schmelzflüssige Fügeverfahren miteinander verbunden werden.

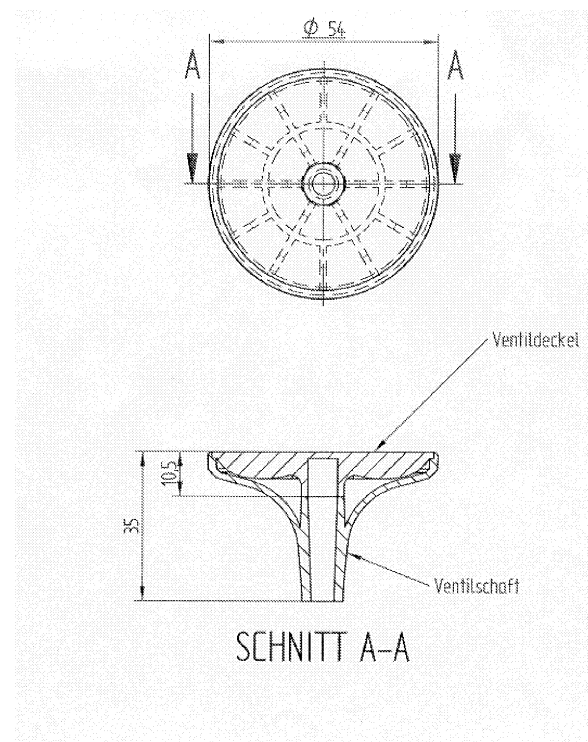


FIG. 1

EP 1 925 682 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, insbesondere zur Herstellung von Hohlventilbauteilen.

[0002] Von Verbrennungsmotoren werden heutzutage hohe Leistungen und ein geringer Kraftstoffverbrauch erwartet. Ventile zum Gasaustausch, wie sie in Verbrennungsmotoren verwendet werden, müssen sehr hohen Betriebstemperaturen und mechanischen Beanspruchungen standhalten. Einlassventile, die bei jedem Ansaugtakt von kühlen Frischgasen umströmt und gekühlt werden, erreichen Ventilteller-Temperaturen von über 500°C. Auslassventile erreichen Temperaturen von über 800°C.

[0003] Da es sich bei Ventilen um bewegliche Bauteile handelt, wächst die aufzubringende Antriebsleistung exponentiell mit dem Gewicht der oszillierenden Massen, d. h. der Ventile. Daraus ergibt sich die Forderung, Ventile bezüglich des Gewichts ohne Einbußen der mechanischen und thermischen Festigkeit weiter zu optimieren.

[0004] Hohlventile mit einem Schaft, einem Ventilkegel und einem Ventilteller, wobei Ventilkegel und Ventilteller gemeinsam einen Hohlraum bilden, sind beispielsweise aus der DE 198 04 053 A1 bekannt. Nach dem derzeitigen Stand werden derartige Hohlventile oder Hohlventilteile entweder durch Warmfließpressen oder Stauchen und Schmieden geformt. Dabei werden für den Ventilkegel und Ventilteller überwiegend hitzebeständige Stähle wie Werkstoff-Nr. 1.4882 (X 50 CrMnNiNbN 21 9), 1.4871 (X 53 CrMnNiNbN 21 9) oder 2.4955 (NiFe 25 Cr 20 NbTi) verwendet. Andere Werkstoffe, insbesondere Leichtbauwerkstoffe auf Titanbasis in Pulverform lassen sich mit den genannten Verfahren auf Grund der hohen Reaktivität von Titan gegenüber Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff und der damit verbundenen Versprödung des Materials nicht oder nicht wirtschaftlich zu Hohlventilbauteilen verarbeiten.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, insbesondere zur Herstellung von Hohlventilbauteilen wie Ventilkägeln oder Ventiltellern bereitzustellen, mit dem wirtschaftlich auch andere Materialien verarbeitet werden können.

[0006] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen gelöst, bei dem

- (a) Metallpulver und/oder Metalllegierungspulver mit einem Bindemittel und gegebenenfalls einem Zuschlagstoff in einem Knetter vermischt werden,
- (b) die Mischung durch Spritzgießen in Form gebracht wird,
- (c) die in Form gebrachte Masse chemisch entbindert wird,
- (d) chemisch entbinderte Masse bei einer Temperatur von weniger als 450°C thermisch entbindert wird,

(e) die chemisch und thermisch entbinderte bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls und/oder der Metalllegierung zur Herstellung des Bauteils gesintert wird.

[0007] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich neben den martensitisch-ferritischen und austenitischen Stählen oder Nickelbasislegierungen insbesondere auch Titanbasiswerkstoffe wirtschaftlich zu Hohlventilbauteilen verarbeiten, womit eine weitere Gewichtersparnis gegenüber bekannten Hohlventilen erreicht werden kann. Bevorzugt werden Titanlegierungen verwendet, die Aluminium und/oder Vanadium als zusätzliche Bestandteile enthalten. Diese zusätzlichen Legierungsbestandteile sind jeweils vorzugsweise in einer Menge von 2 bis 10 Gew.-% auf Basis des Gesamtgewichts der Legierung enthalten.

[0008] Das Bindemittel ist vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Polyamiden, Polyoxymethylen, Polycarbonat, Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat, Polyimid, natürlichen Wachsen und Ölen, Duroplasten, Cyanaten, Polypropylen, Polyacetat, Polyethylen, Ethylen-Vinylacetat, Polyvinylalkohol, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polymethylmethacrylat, Anilinen, Mineralölen, Wasser, Agar, Glycerin, Polyvinylbutyryl, Polybutylmethacrylat, Cellulose, Ölsäure, Phtalaten, Paraffinwachsen, Carnaubwachs, Ammoniumpolyacrylat, Diglyceridstearat und -oleat, Glycerylmonostearat, Isopropyltitannat, Lithiumstearat, Monoglyceriden, Formaldehyd, Octylsäurephosphat, Olefinsulfonaten, Phosphateestern, Stearinsäure und Mischungen derselben. Der Volumanteil des Bindemittels ist vorzugsweise kleiner als 60%, bevorzugter 20 bis 50%.

[0009] Die Vermischung im Knetter erfolgt vorzugsweise bei einer Temperatur von 50 bis 250°C, besonders bevorzugt 90 bis 150°C.

[0010] Auch das Spritzgießen erfolgt vorzugsweise bei einer Temperatur der Mischung von 90 bis 150°C und bevorzugt bei einem Druck von 400 bis 800 bar.

[0011] Die chemische Entbinderung erfolgt bevorzugt in einem Paraffinbad, vorzugsweise in einem Hexanbad. Die chemische Entbinderung erfolgt bei einer Temperatur von vorzugsweise 10 bis 65°C, bevorzugter von 30 bis 50°C.

[0012] Die thermische Entbinderung erfolgt bei einer Temperatur von weniger als 450°C, bevorzugt 200 bis 350°C und vorzugsweise im Vakuum bei einem Druck von vorzugsweise 2 bis 20 mbar.

[0013] Die Sinterung erfolgt vorzugsweise bei 80 bis 90% der Schmelztemperatur des Metalls bzw. der Metalllegierung und bevorzugter in einer Schutzgasatmosphäre. Vorzugsweise ist das Schutzgas Argon. Alternativ kann die Sinterung auch im Vakuum erfolgen. In diesem Fall beträgt der Druck vorzugsweise 10^{-3} bis 10^{-5} mbar.

[0014] Derartig hergestellte Hohlventilbauteile lassen sich auf konventionelle Weise durch form- und kraftschlüssige sowie schmelzflüssige Fügeverfahren mitein-

ander verbinden. Beispielsweise können Ventilteller und Ventilkegel durch eine Schrumpfverbindung zusammengefügt werden. Ventilkegel und Ventilschaft können durch ein schmelzflüssiges Fügeverfahren verbunden werden.

Bevorzugte Ausführung:

[0015] Mit dem oben beschriebenen Verfahren wurde eine Titanlegierung mit 6 Gew.-% Aluminium und 4 Gew.-% Vanadium zu einem Ventilteller und einem Ventilkegel verarbeitet. Ventilkegel und -teller wurden durch eine Schrumpfverbindung zusammengefügt.

[0016] Figur 1 zeigt eine Abbildung des zusammengefügt Ventiltellers und -kegels in Aufsicht und als Schnitt entlang der Linie A-A.

[0017] Figur 2 zeigt ein hergestelltes Hohlventilbauteil gemäß der bevorzugten Ausführung als ganzes Bauteil (rechts) und aufgeschnitten (links).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen für Verbrennungsmotoren oder Turbinen, bei dem

- (a) Metallpulver und/oder Metalllegierungspulver mit einem Bindemittel und gegebenenfalls einem Zuschlagstoff in einem Knetter vermischt werden,
- (b) die Mischung durch Spritzgießen in Form gebracht wird,
- (c) die in Form gebrachte Masse chemisch entbindert wird,
- (d) chemisch entbinderte Masse bei einer Temperatur von weniger als 450°C thermisch entbindert wird,
- (e) die chemisch und thermisch entbinderte bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur des Metalls und/oder der Metalllegierung zur Herstellung des Bauteils gesintert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei dem Bauteil um ein Hohlventilbauteil handelt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei es sich bei dem Hohlventilbauteil um einen Ventilkegel handelt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei es sich bei dem Hohlventilbauteil um einen Ventilteller handelt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Metalllegierungspulver eine Titanlegierung verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Titanlegierung Aluminium und/

oder Vanadium als zusätzliche Bestandteile enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Titanlegierung 2 bis 10 Gew.-% Aluminium und/oder 2 bis 10 Gew.-% Vanadium auf Basis des Gesamtgewichts der Legierung enthält.

8. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bindemittel ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus: Polyamiden, Polyoxymethylen, Polycarbonat, Styrol-Acrylnitril-Copolymerisat, Polyimid, natürlichen Wachsen und Ölen, Duroplasten, Cyanaten, Polypropylen, Polyacetat, Polyethylen, Ethylen-Vinylacetat, Polyvinylalkohol, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polymethylmethacrylat, Anilinen, Mineralölen, Wasser, Agar, Glycerin, Polyvinylbutyryl, Polybutylmethacrylat, Cellulose, Ölsäure, Phtalaten, Paraffinwachsen, Carnaubwachs, Ammoniumpolyacrylat, Diglyceridstearat und -oleat, Glycerylmonostearat, Isopropyltitanat, Lithiumstearat, Monoglyceriden, Formaldehyd, Octylsäurephosphat, Olefinsulfonaten, Phosphateestern, Stearinsäure und Mischungen derselben.

9. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenanteil des Binders am Gemisch weniger als 60% beträgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumanteil des Bindemittels am Gemisch 20% bis 50% beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vermischung im Knetter bei einer Temperatur im Bereich von 50 bis 250°C erfolgt.

12. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spritzgießen bei einer Temperatur der Mischung von 90 bis 150°C erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spritzgießen bei einem Druck von 400 bis 800 bar erfolgt.

14. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chemische Entbinderung in einem Hexanbad erfolgt.

15. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chemische Entbinderung bei einer Temperatur von 10 bis 65°C erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chemische Entbinderung bei ei-

ner Temperatur von 30 bis 50°C erfolgt.

17. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die thermische Entbinderung bei einem Druck von 2 bis 20 mbar erfolgt. 5
18. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sinterung bei 80% bis 90% der Schmelztemperatur des Metalls bzw. der Metalllegierung erfolgt. 10
19. Verfahren nach einem der vorgehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sinterung in einer Schutzgasatmosphäre erfolgt. 15
20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schutzgas Argon ist.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sinterung im Vakuum erfolgt. 20
22. Hohlventilbauteil, das mit einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 21 hergestellt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** es aus einer Titanbasislegierung besteht. 25
23. Hohlventilbauteil gemäß Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die titanbasislegierung neben Titan 2 bis 10 Gew.-% Aluminium und/oder 2 bis 10 Gew.-% Vanadium enthält. 30

35

40

45

50

55

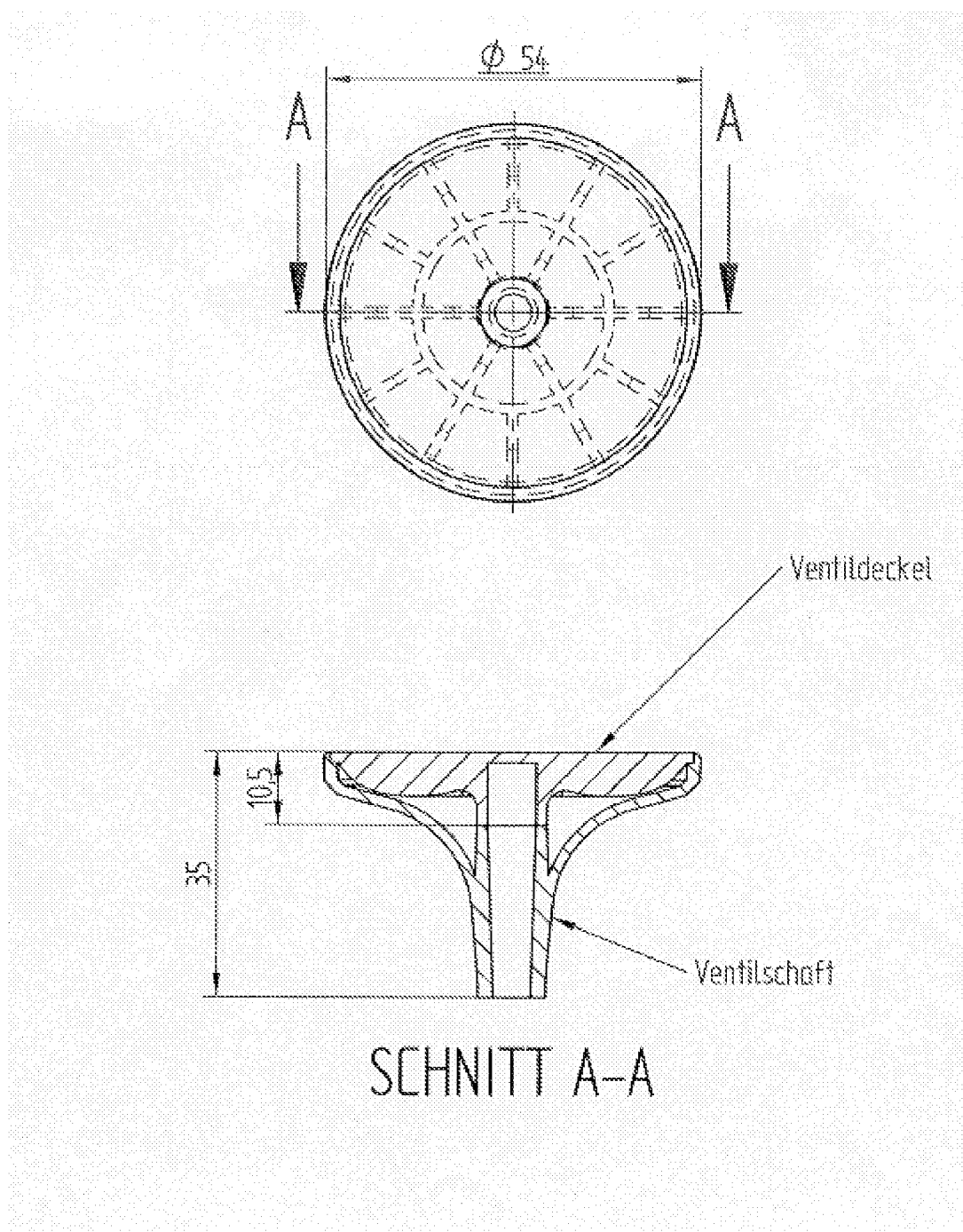


FIG. 1



FIG. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 11 8021

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 103 36 701 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 3. März 2005 (2005-03-03) * Ansprüche *	1,5-21	INV. C22C1/04 B22F3/22 B22F5/00
Y	WO 2006/048075 A (GEESTHACHT GKSS FORSCHUNG [DE]; HORT NORBERT [DE]; DIERINGA HAJO [DE];) 11. Mai 2006 (2006-05-11) * Seiten 5,6,8; Anspruch 6 *	1,5-21	
X	IVASISHIN O M: "Cost-effective manufacturing of titanium parts with powder metallurgy approach" MATERIALS FORUM, PERGAMON PRESS, OXFORD, GB, Bd. 29, 2005, Seiten 1-8, XP009092097 ISSN: 0160-7952 * Zusammenfassung *	22,23	
A		1	
X	YONG LIU ET AL: "Processing TiAl-based alloy by elemental powder metallurgy" JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGY, SHENYANG, CN, Bd. 16, Nr. 6, November 2000 (2000-11), Seiten 605-610, XP009092103 ISSN: 1005-0302 * Abbildung 6 *	22	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C B22F
A	GUO SHIBO ET AL: "Powder injection molding of Ti-6Al-4V alloy" JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY ELSEVIER SWITZERLAND, Bd. 173, Nr. 3, 20. April 2006 (2006-04-20), Seiten 310-314, XP002458939 ISSN: 0924-0136 * Zusammenfassung *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. November 2007	Prüfer ALVAZZI DELFRATE, M
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	

1
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 07 11 8021

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.

19-11-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10336701 A1	03-03-2005	KEINE	

WO 2006048075 A	11-05-2006	DE 102004053874 A1	11-05-2006
		EP 1809433 A2	25-07-2007

EPO FORM P0461

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

- DE 19804053 A1 [0004]