



(11) **EP 1 997 924 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(51) Int Cl.:
C22C 21/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07405150.9**

(22) Anmeldetag: **24.05.2007**

(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

(71) Anmelder: **ALUMINIUM RHEINFELDEN GmbH**
79618 Rheinfelden (DE)

(72) Erfinder:
• **Dragulin, Dan**
79618 Rheinfelden (DE)
• **Franke, Rüdiger**
79539 Lörrach (DE)

(74) Vertreter: **Wiedmer, Edwin et al**
Isler & Pedrazzini AG
Gotthardstrasse 53
Postfach 1772
8027 Zürich (CH)

(54) **Warmfeste Aluminiumlegierung**

(57) Eine kalt aushärtende Aluminiumgusslegierung mit guter Warmfestigkeit zur Herstellung thermisch und mechanisch beanspruchter Gussbauteile enthält
11,0 bis 12,0 Gew.-% Silizium
0,7 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
0,1 bis 1 Gew.-% Mangan
max. 1 Gew.-% Eisen
max. 2 Gew.-% Kupfer
max. 2 Gew.-% Nickel
max. 1 Gew.-% Chrom
max. 1 Gew.-% Kobalt

max. 2 Gew.-% Zink
max. 0,25 Gew.-% Titan
max. 40 ppm Bor
optional 80 bis 300 ppm Strontium
sowie Aluminium als Rest mit weiteren Elementen und herstellungsbedingten Verunreinigungen einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,2 Gew.-%. Die Legierung eignet sich insbesondere zur Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen im Druckgiessverfahren.

EP 1 997 924 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine kalt aushärtende Aluminiumgusslegierung mit guter Warmfestigkeit zur Herstellung thermisch und mechanisch beanspruchter Gussbauteile.

5 **[0002]** Die Weiterentwicklung von Dieselmotoren mit dem Ziel einer verbesserten Verbrennung des Dieselmotorkraftstoffes und einer höheren spezifischen Leistung führt u. a. zu erhöhtem Explosionsdruck und in der Folge zu einer auf das Zylinderkurbelgehäuse pulsierend einwirkenden mechanischen Last, die an den Werkstoff höchste Anforderungen stellt. Neben einer hohen Dauerfestigkeit ist eine Hochtemperatur-Wechselfestigkeit des Werkstoffes eine weitere Voraussetzung für dessen Verwendung zur Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen.

10 **[0003]** Für thermisch beanspruchte Bauteile werden heute üblicherweise AlSi-Legierungen eingesetzt, wobei die Warmfestigkeit durch Zulegieren von Cu erreicht wird. Kupfer erhöht allerdings auch die Warmrisssneigung und wirkt sich negativ auf die Giessbarkeit aus. Anwendungen, bei denen insbesondere Warmfestigkeit gefordert wird, findet man hauptsächlich im Bereich der Zylinderköpfe im Automobilbau, siehe z.B. F. J. Feikus, "Optimierung von Aluminium-Silizium-Gusslegierungen für Zylinderköpfe", Giesserei-Praxis, 1999, Heft 2, S. 50-57.

15 **[0004]** Aus der US-A-3 868 250 ist eine warmfeste AlMgSi-Legierung zur Herstellung von Zylinderköpfen bekannt. Die Legierung enthält, nebst üblichen Zusätzen, 0,6 bis 4,5 Gew.-% Si, 2,5 bis 11 Gew.-% Mg, davon 1 bis 4,5 Gew.-% freies Mg, und 0,6 bis 1,8 Gew.-% Mn.

[0005] Die WO-A-9615281 offenbart eine Aluminiumlegierung mit 3,0 bis 6,0 Gew.-% Mg, 1,4 bis 3,5 Gew.-% Si, 0,5 bis 2,0 Gew.-% Mn, max. 0,15 Gew.-% Fe, max. 0,2 Gew.-% Ti und Aluminium als Rest mit weiteren Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew.-%, insgesamt max. 0,2 Gew.-%. Die Legierung eignet sich zur Herstellung von Bauteilen mit hohen Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften. Die Verarbeitung der Legierung erfolgt bevorzugt durch Druckgiessen, Thixocasting oder Thixoschmieden.

20 **[0006]** Aus der WO-A-0043560 ist eine ähnliche Aluminiumlegierung zur Herstellung von Sicherheitsbauteilen im Druckguss-, Squeezecasting-, Thixofforming- oder Thixoforging-Verfahren bekannt. Die Legierung enthält 2,5 - 7,0 Gew.-% Mg, 1,0 - 3,0 Gew.-% Si, 0,3 - 0,49 Gew.-% Mn, 0,1 - 0,3 Gew.-% Cr, max. 0,15 Gew.-% Ti, max. 0,15 Gew.-% Fe, max. 0,00005 Gew.-% Ca, max. 0,00005 Gew.-% Na, max. 0,0002 Gew.-% P, sonstige Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew.-% und Aluminium als Rest.

[0007] Eine aus der EP-A-1 234 893 bekannte Gusslegierung vom Typ AlMgSi enthält 3,0 bis 7,0 Gew.-% Mg, 1,7 bis 3,0 Gew.-% Si, 0,2 bis 0,48 Gew.-% Mn, 0,15 bis 0,35 Gew.-% Fe, max. 0,2 Gew.-% Ti, wahlweise noch 0,1 bis 0,4 Gew.-% Ni sowie Aluminium als Rest und herstellungsbedingte Verunreinigungen einzeln max. 0,02 Gew.-%, insgesamt max. 0,2 Gew.-%, mit der weiteren Massgabe, dass Magnesium und Silizium in der Legierung im wesentlichen in einem Gewichtsverhältnis Mg : Si von 1,7 : 1 entsprechend der Zusammensetzung des quasi-binären Eutektikums mit den festen Phasen Al und Mg₂Si vorliegen. Die Legierung eignet sich zur Herstellung von Sicherheitsteilen im Fahrzeugbau durch Druckgiessen, Rheo- und Thixocasting.

35 **[0008]** Aus der EP-A-1 645 647 ist eine kalt aushärtende Gusslegierung bekannt. Die Legierung auf der Basis von Hüttenmetall der Reinheit Al 99,9 enthält 6 - 11 Gew.-% Si, 2,0 - 4,0 Gew.-% Cu, 0,65 - 1,0 Gew.-% Mn, 0,5 - 3,5 Gew.-% Zn, max. 0,55 Gew.-% Mg, 0,01 - 0,04 Gew.-% Sr, max. 0,2 Gew.-% Ti, max. 0,2 Gew.-% Fe sowie wahlweise mindestens eines der Elemente Silber 0,01 - 0,08, Samarium 0,01 - 1,0, Nickel 0,01 - 0,40, Cadmium 0,01 - 0,30, Indium 0,01 - 0,20 und Beryllium bis zu 0,001 Gew.-%. Eine beispielhaft angegebene Legierung weist folgende Zusammensetzung auf: Si 9%, Cu 2,7%, Mn 1%, Zn 2%, Sr 0,02%, Mg 0,5%, Fe 0,1%, Ti 0,1 %, Ag 0,1 %, Ni 0,45%, In 0,1 %, Be 0,0005%. Eine genormte Gusslegierung des Typs AlSi9Cu3(Fe) ist als Legierung 226 (EN AC-46000) mit 8 - 11 Gew.-% Si, max. 1,30 Gew.-% Fe, 2 - 4 Gew.-% Cu, max. 0,55 Gew.-% Mn, 0,05 - 0,55 Gew.-% Mg max. 0,015 Gew.-% Cr, max. 0,55 Ni Gew.-%, max. 1,20 Gew.-% Zn, max. 0,35 Gew.-% Pb, max. 0,25 Gew.-% Sn, max. 0,25 Gew.-% Ti, andere einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,25 Gew.-%, Rest Aluminium, bekannt.

40 **[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Aluminiumlegierung mit guter Warmfestigkeit zur Herstellung thermisch und mechanisch beanspruchter Bauteile zu schaffen. Die Legierung soll sich vor allem für den Druckguss, aber auch für den Schwerkraft-Kokillenguss, den Niederdruck-Kokillenguss und den Sandguss eignen.

[0010] Ein spezielles Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung einer Aluminiumlegierung für im Druckgiessverfahren hergestellte Zylinderkurbelgehäuse von Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren.

50 **[0011]** Die aus der Legierung gegossenen Bauteile sollen nach einer Kaltaushärtung eine hohe Festigkeit aufweisen.

[0012] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt, dass die Legierung

- 11,0 bis 12,0 Gew.-% Silizium
- 0,7 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
- 55 0,1 bis 1 Gew.-% Mangan
- max. 1 Gew.-% Eisen
- max. 2 Gew.-% Kupfer
- max. 2 Gew.-% Nickel

max. 1 Gew.-% Chrom
max. 1 Gew.-% Kobalt
max. 2 Gew.-% Zink
max. 0,25 Gew.-% Titan
max. 40 ppm Bor
optional 80 bis 300 ppm Strontium
sowie Aluminium als Rest mit weiteren Elementen und herstellungsbedingten Verunreinigungen einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,2 Gew.-% enthält.

[0013] Eine erste bevorzugte Variante der erfindungsgemässen Legierung weist die folgenden bevorzugten Gehaltsbereiche für die nachfolgend angeführten Legierungselemente auf:

11,2 bis 11,8 Gew.-% Silizium
0,6 bis 0,9 Gew.-% Mangan
max. 0,15 Gew.-% Eisen
1,8 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
1,8 bis 2,0 Gew.-% Kupfer
1,8 bis 2,0 Gew.-% Nickel
0,08 bis 0,25 Gew.-% Titan
20 bis 30 ppm Bor.

[0014] Eine zweite bevorzugte Variante der erfindungsgemässen Legierung weist die folgenden bevorzugten Gehaltsbereiche für die nachfolgend angeführten Legierungselemente auf:

11,2 bis 11,8 Gew.-% Silizium
0,6 bis 0,9 Gew.-% Mangan
max. 0,15 Gew.-% Eisen
1,8 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
1,8 bis 2,0 Gew.-% Kupfer
1,8 bis 2,0 Gew.-% Nickel
0,6 bis 1,0 Gew.-% Kobalt
0,08 bis 0,25 Gew.-% Titan
20 bis 30 ppm Bor.

[0015] Eine dritte bevorzugte Variante der erfindungsgemässen Legierung weist die folgenden bevorzugten Gehaltsbereiche für die nachfolgend angeführten Legierungselemente auf:

11,2 bis 11,8 Gew.-% Silizium
0,6 bis 0,9 Gew.-% Mangan
max. 0,15 Gew.-% Eisen
0,7 bis 1,0 Gew.-% Magnesium
1,8 bis 2,0 Gew.-% Kupfer
0,5 bis 1,0 Gew.-% Chrom
1,7 bis 2,0 Gew.-% Zink
0,08 bis 0,25 Gew.-% Titan
20 bis 30 ppm Bor.

[0016] Durch Zugabe von Mangan kann das Kleben der Gussteile in der Form verhindert werden. Mangan trägt auch wesentlich zur Warmhärtung bei. Ein tiefer Eisengehalt führt zu einer hohen Dehnung und zur Reduzierung der Entstehungsgefahr von Fe-haltigen Platten, die zu einer erhöhten Lunkerbildung führen und das mechanische Bearbeitungsvermögen verschlechtern.

[0017] Der hohe Si-Gehalt führt zu einer sehr guten Giessbarkeit und zur Reduzierung der Lunkerbildung. Die naheutektische Al-Si Zusammensetzung erlaubt auch eine Reduzierung der Giesstemperatur und dadurch eine Erhöhung der Lebensdauer einer metallischen Form. Das hypoeutektische Si-Niveau wurde so gewählt, dass keine Si-Primärkristalle auftreten.

[0018] Durch Zugabe von Chrom können das Ausformverhalten der Legierung weiter verbessert und die Festigkeitswerte erhöht werden. Kobalt dient der Erhöhung der Warmfestigkeit. Titan und Bor dienen der Kornfeinung. Eine gute Kornfeinung trägt wesentlich zur Verbesserung der Giesseigenschaften und der mechanischen Eigenschaften bei.

EP 1 997 924 A1

[0019] Ein bevorzugter Anwendungsbereich der erfindungsgemässen Aluminiumlegierung ist die Herstellung thermisch und mechanisch beanspruchter Bauteile als Druck-, Kokillen- oder Sandguss, insbesondere für im Druckgiessverfahren hergestellte Zylinderkurbelgehäuse im Automobilbau.

[0020] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele.

[0021] Die erfindungsgemässen Legierungen wurden im Druckgiessverfahren zu Flachzugproben mit einer Wanddicke von 3 mm vergossen. Nach der Entnahme aus der Druckgiessform wurden die Proben in ruhiger Luft abgekühlt.

[0022] An den Zugproben wurden die mechanischen Eigenschaften Dehngrenze (Rp0.2), Zugfestigkeit (Rm) und Bruchdehnung (A) im Gusszustand bei Raumtemperatur (RT), 150 °C, 225 °C und 300 °C, sowie nach verschiedenen einstufigen Wärmebehandlungen von jeweils 500 Stunden bei 150 °C, 225 °C und 300 °C bei Raumtemperatur (RT) und bei der Wärmebehandlungstemperatur (WBT) bestimmt.

[0023] Die untersuchten Legierungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

[0024] In den Tabellen 2, 3 und 4 sind die Ergebnisse der an Zugproben der Legierungen von Tabelle 1 im Gusszustand bei verschiedenen Temperaturen ermittelten mechanischen Eigenschaften zusammengestellt.

[0025] In den Tabellen 5, 6 und 7 sind die Ergebnisse der an Zugproben der Legierungen von Tabelle 1 nach einer Wärmebehandlung von 500 Stunden bei verschiedenen Temperaturen bei Raumtemperatur (RT) und bei der Wärmebehandlungstemperatur (WBT) ermittelten mechanischen Eigenschaften zusammengestellt.

[0026] Die Ergebnisse der Langzeitversuche belegen die gute Warmfestigkeit der erfindungsgemässen Legierung.

Tabelle 1: chemische Zusammensetzung der Legierungen in Gew.-%

Legierung	Si	Mg	Mn	Fe	Cu	Ni	Cr	Co	Zn	Ti
AlSi11Mg2Cu2Ni2	11,5	2,0	0,7	0,1	2,0	2,0				0,19
AlSi11Mg2Cu2Ni2Co	11,7	1,9	0,7	0,1	1,9	1,9		0,9		0,18
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn2	11,6	0,9	0,7	0,1	2,0		0,7		2,0	0,15

Tabelle 2: Dehngrenze (Rp0.2) bei unterschiedlichen Temperaturen

Legierung	Rp0.2 [MPa]			
	RT	150 °C	225 °C	300 °C
AlSi11Mg2Cu2Ni2	300	315	243	117
AlSi11Mg2Cu2Ni2Co	300	320	254	124
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn2	250	260	210	97

Tabelle 3: Zugfestigkeit (Rm) bei unterschiedlichen Temperaturen

Legierung	Rm [MPa]			
	RT	150 °C	225 °C	300 °C
AlSi11Mg2Cu2Ni2	320	350	280	160
AlSi11Mg2Cu2Ni2Co	349	340	290	180
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn2	370	340	240	120

Tabelle 4: Bruchdehnung (A) bei unterschiedlichen Temperaturen

Legierung	A[%]			
	RT	150 °C	225 °C	300 °C
AlSi11Mg2Cu2Ni2	0,3	0,6	1,2	10,7
AlSi11Mg2Cu2Ni2Co	0,4	0,4	0,8	7
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn2	2	3,6	8,1	48

EP 1 997 924 A1

Tabelle 5: Dehngrenze (Rp0.2) nach 500 h Wärmebehandlung bei unterschiedlichen Temperaturen, Prüfung bei RT und bei WBT

Legierung	Rp0.2 [MPa]					
	150°C RT	225°C RT	300 °C RT	150°C WBT	225 °C WBT	300 °C WBT
AlSi11Mg2Cu2Ni2	300	200	110	310	150	55
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn 2	300	175	100	275	135	50

Tabelle 6: Zugfestigkeit (Rm) nach 500 h Wärmebehandlung bei unterschiedlichen Temperaturen, Prüfung bei RT und bei WBT

Legierung	Rm [MPa]					
	150°C RT	225°C RT	300 °C RT	150°C WBT	225 °C WBT	300 °C WBT
AlSi11Mg2Cu2Ni2	310	270	250	330	220	105
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn 2	380	300	230	325	180	70

Tabelle 7: Bruchdehnung (A) nach 500 h Wärmebehandlung bei unterschiedlichen Temperaturen, Prüfung bei RT und bei WBT

Legierung	A[%]					
	150°C RT	225°C RT	300 °C RT	150°C WBT	225 °C WBT	300 °C WBT
AlSi11Mg2Cu2Ni2	0,2	0,7	3,1	0,4	1,8	32
AlSi11Mg1Cu2Cr1Zn 2	1,3	2,9	4,7	2,7	12	63

Patentansprüche

1. Kaltaushärtende Aluminiumgusslegierung mit guter Warmfestigkeit zur Herstellung thermisch und mechanisch beanspruchter Gussbauteile, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Legierung

11,0 bis 12,0 Gew.-% Silizium
 0,7 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
 0,1 bis 1 Gew.-% Mangan
 max. 1 Gew.-% Eisen
 max. 2 Gew.-% Kupfer
 max. 2 Gew.-% Nickel
 max. 1 Gew.-% Chrom
 max. 1 Gew.-% Kobalt
 max. 2 Gew.-% Zink
 max. 0,25 Gew.-% Titan
 max. 40 ppm Bor
 optional 80 bis 300 ppm Strontium
 sowie Aluminium als Rest mit weiteren Elementen und herstellungsbedingten Verunreinigungen einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,2 Gew.-% enthält.

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**

11,2 bis 11,8 Gew.-% Silizium

0,6 bis 0,9 Gew.-% Mangan
max. 0,15 Gew.-% Eisen
1,8 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
1,8 bis 2,0 Gew.-% Kupfer
1,8 bis 2,0 Gew.-% Nickel
0,08 bis 0,25 Gew.-% Titan
20 bis 30 ppm Bor.

5

3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**

10

11,2 bis 11,8 Gew.-% Silizium
0,6 bis 0,9 Gew.-% Mangan
max. 0,15 Gew.-% Eisen
1,8 bis 2,0 Gew.-% Magnesium
1,8 bis 2,0 Gew.-% Kupfer
1,8 bis 2,0 Gew.-% Nickel
0,6 bis 1,0 Gew.-% Kobalt
0,08 bis 0,25 Gew.-% Titan
20 bis 30 ppm Bor.

15

20

4. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch**

11,2 bis 11,8 Gew.-% Silizium
0,6 bis 0,9 Gew.-% Mangan
max. 0,15 Gew.-% Eisen
0,7 bis 1,0 Gew.-% Magnesium
1,8 bis 2,0 Gew.-% Kupfer
0,5 bis 1,0 Gew.-% Chrom
1,7 bis 2,0 Gew.-% Zink
0,08 bis 0,25 Gew.-% Titan
20 bis 30 ppm Bor.

25

30

5. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für im Druck- Kokillen- oder Sandgiessverfahren hergestellte, thermisch und mechanisch beanspruchte Bauteile.

35

6. Verwendung nach Anspruch 5 für im Druckgiessverfahren hergestellte Zylinderkurbelgehäuse im Automobilbau.

7. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 für im Druckgiessverfahren hergestellte Sicherheitsteile im Automobilbau.

40

8. Gussbauteil aus einer kalt aushärtenden Aluminiumgusslegierung mit guter Warmfestigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

45

50

55



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2005/163647 A1 (DONAHUE RAYMOND J [US] ET AL) 28. Juli 2005 (2005-07-28) * Absätze [0088], [0100] * -----	1-8	INV. C22C21/04
A	DE 103 33 103 A1 (TOYODA CHUO KENKYUSHO KK [JP]) 12. Februar 2004 (2004-02-12) * Anspruch 15; Tabelle 3 * -----	1-8	
A	FR 2 859 484 A1 (PECHINEY ALUMINIUM [FR]) 11. März 2005 (2005-03-11) * Seite 2, Zeile 14 - Zeile 29; Anspruch 1; Tabelle 1 * -----	1-8	
A,D	FEIKUS F J: "OPTIMIERUNG VON ALUMINIUM-SILICIUM-GUSSLEGIERUNGEN FUER ZYLINDERKOEPFEN OPTIMIZATION OF ALUMINUM-SILICON-CAST ALLOYS FOR CYLINDER HEADS" GIESSEREIPRAXIS, FACHVERLAG SCHIELE UND SCHON GMBH, BERLIN, DE, Nr. 2, 1999, Seiten 50-57, XP009057734 ISSN: 0016-9781 * das ganze Dokument * -----	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C
3	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 18. September 2007	Prüfer GONZALEZ JUNQUERA, J
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	

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

EP 07 40 5150

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.

18-09-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005163647 A1	28-07-2005	US 6923935 B1	02-08-2005
DE 10333103 A1	12-02-2004	US 2004057865 A1	25-03-2004
FR 2859484 A1	11-03-2005	KEINE	

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

- US 3868250 A [0004]
- WO 9615281 A [0005]
- WO 0043560 A [0006]
- EP 1234893 A [0007]
- EP 1645647 A [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **F. J. FEIKUS.** Optimierung von Aluminium-Silicium-Gusslegierungen für Zylinderköpfe. *Giesserei-Praxis*, 1999, 50-57 [0003]