



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 735 621 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.05.2014 Patentblatt 2014/22

(51) Int Cl.:
C22C 21/04 (2006.01) **B22D 21/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12193547.2**

(22) Anmeldetag: **21.11.2012**

(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

(71) Anmelder:
• **Georg Fischer Druckguss GmbH & Co. KG**
3130 Herzogenburg (AT)
• **Georg Fischer GmbH & Co KG**
8934 Altenmarkt, St. Gallen (AT)

(72) Erfinder:
• **Speckert, Leif**
8274 Gottlieben (CH)
• **Wiesner, Stuart**
8200 Schaffhausen (CH)

(74) Vertreter: **Fenner, Seraina**
Georg Fischer AG
Amsler-Laffon-Strasse 9
8201 Schaffhausen (CH)

(54) Aluminium-Druckgusslegierung

(57) Aluminium-Legierung für Bauteile mit erhöhter Festigkeit mit einer Dehngrenze $R_{p0,2} > 120$ MPa und gleichzeitiger Bruchdehnung A > 7 % im Gusszustand, einer Dehngrenze $R_{p0,2} > 200$ MPa und gleichzeitiger Bruchdehnung A > 6 % nach einer T5-Wärmebehandlung oder einer Dehngrenze $R_{p0,2} > 200$ MPa und gleichzeitig hoher Bruchdehnung A > 9 % nach einer T6-Wärmebehandlung, insbesondere für Struktur- und Fahrwerksteile eines Kraftwagens, enthaltend 9 bis 11,5 Gew.

% Silizium, 0,45 bis 0,8 Gew. % Mangan, 0,2 bis 1,0 Gew. % Magnesium, 0,1 bis 1,0 Gew. % Kupfer, max. 0,2 Gew. % Zink, max. 0,4 Gew. % Zirkon, max. 0,4 Gew. % Chrom, max. 0,3 Gew. % Molybdän, max. 0,2 Gew. % Eisen, max. 0,15 Gew. % Titan, 0,01 bis 0,02 Gew. % Strontium und als Rest Aluminium und herstellungsbedingte Verunreinigungen von insgesamt max. 0,5 Gew. %.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Aluminium-Legierung für Bauteile mit erhöhter Festigkeit mit einer Dehngrenze $R_{p0,2} > 120 \text{ MPa}$ und gleichzeitig hoher Bruchdehnung $A > 7\%$ im Gusszustand, einer Dehgrenze $R_{p0,2} > 200 \text{ MPa}$ und gleichzeitiger Bruchdehnung $A > 6\%$ nach einer T5-Wärmebehandlung, oder einer Dehgrenze $R_{p0,2} > 200 \text{ MPa}$ und gleichzeitiger Bruchdehnung $A > 9\%$ nach einer T6-Wärmebehandlung, insbesondere für Struktur- und Fahrwerksteile eines Kraftwagens.

[0002] Für im Druckgiessverfahren hergestellte Strukturauteile, insbesondere dünnwandige Bauteile, als auch bei einer Anwendung des Druckgiessverfahrens für Fahrwerksteile, sind gute Fließ- und Formfülleigenschaften und die Erstarrungscharakteristik entscheidend. Ein besonderes Interesse der Automobilindustrie liegt auf dünnwandigen Strukturauteilen, da diese bei gleicher Bauteilfunktion durch einen geringeren Materialeinsatz einen Gewichtsvorteil ermöglichen, welcher wiederum eine Senkung der Betriebskosten und eine Minderung der Umweltbelastung bedeutet.

[0003] Die Druckgiesstechnik erlaubt heute, komplizierte Bauteile mit hoher Festigkeit bei hoher Dehnung herzustellen. Gängigerweise werden Fahrwerksteile vielerorts in anderen Giessverfahren wie beispielsweise dem Kokillenguss gefertigt. Grund hierfür ist, dass diese Bauteile, im Druckgiessverfahren hergestellt, die hierfür geforderten Festigkeiten nicht oder nicht bei genügender Dehnung erreichen, um so einen sicheren Betriebsfall zu gewährleisten.

[0004] Um die geforderten mechanischen Eigenschaften, speziell eine hohe Duktilität, zu erreichen, wird bei Struktur- und Fahrwerksteilen aus Druckgusslegierungen vom Typ AlSi10MnMg meist eine Wärmebehandlung, beispielsweise nach T6 (lösungsgeglüht, abgeschreckt und warmausgelagert) oder T7 (lösungsgeglüht, abgeschreckt und überaltert), durchgeführt. Hierdurch ändert sich das Gussgefüge eines beliebigen Bauteils, welches nun höheren Anforderungen bezüglich Festigkeit und Bruchdehnung genügt. Während eine Legierung dieses Typs im Gusszustand eine Dehgrenze $R_{p0,2}$ etwa 110 MPa bei einer Bruchdehnung A von 4-5 % aufweist, kann durch eine T6-Wärmebehandlung eine Steigerung auf über 150 MPa bei mindestens 7 % Dehnung erreicht werden. Dies basiert auf der verfestigenden Wirkung der Ausscheidungshärtung, an welcher die Legierungselemente Mg und Si beteiligt sind. Durch eine Einformung des Si-Eutektikums wird außerdem die Duktilität gesteigert. Eine solche Wärmebehandlung wird beispielsweise wie folgt durchgeführt: einem Lösungsglühen in einem Temperaturbereich von 450 bis 535 °C folgt ein Abschrecken in Wasser oder an Luft auf Temperaturen unterhalb etwa 100 °C. Durch das Lösungsglühen werden die Legierungselemente durch Diffusionsvorgänge homogen fein verteilt und durch das Abschrecken im α -Al zwangsgebunden. Zudem wird das Si-Eutektikum sphäroidisiert. Die Legierung besitzt nun eine hohe Duktilität, aber nur geringe Festigkeit. Durch die anschließende Warmauslagerung bei 150-250 °C werden feine gleichmäßig verteilte Mg_2Si -Ausscheidungen gebildet, die wiederum die Materialfestigkeit erhöhen. Je nach Temperaturbild der T6-Wärmebehandlung lassen sich die mechanischen Eigenschaften auf entweder Festigkeiten oder Bruchdehnung optimieren, wodurch ein sehr breites Eigenschafts- und damit Produktofferto durch eine Legierung abgebildet werden kann. Um die Produktionskosten zu mindern, kann auch eine T5-Wärmebehandlung genügen, das heisst eine Warmauslagerung bei 150 - 250 °C ohne vorhergehende Lösungsglühung. Auch hierbei wird der Festigkeitsanstieg durch Bildung von Mg_2Si -Ausscheidungen hervorgerufen, allerdings in einem geringeren Maße, da die Abschreckwirkung eines aus dem Giesswerkzeug entnommenen Bauteils weniger stark ist und somit auch der Anteil zwangsgelösten Magnesiums im α -Al herabsinkt.

[0005] Weitaus höhere Festigkeiten von bis zu 600 MPa für die Dehgrenze $R_{p0,2}$ werden aufgrund ihres höheren Aushärtungspotentials von AlZnMg- und AlMgCu-Knetlegierungen erreicht. Bei diesen Legierungstypen beruht die verfestigende Wirkung auf der Ausscheidungshärtung der Legierungselemente Mg, Cu und Zn (W. Hufnagel et al., "Aluminium-Taschenbuch 14. Auflage", Aluminium-Verlag Düsseldorf, 1988, S.46ff). Allerdings sind diese Legierungen aufgrund ihrer Anfälligkeit zu Warmrissen als auch ihrer Klebeneigung im Giesswerkzeug nicht druckgussgeeignet.

[0006] Als weitere Anforderungen eines im Druckgiessverfahren hergestellten Struktur- oder Fahrwerksteil sind neben den hohen Ansprüchen an Festigkeit und Dehnung auch Korrosionsbeständigkeit, Schweißeignung und Lebensdauer der Giesswerkzeuge zu nennen. Eine weitere Vorgabe besteht in der Maßhaltigkeit der Bauteile nach einer Wärmebehandlung, um einen problemfreien Zusammenbau der Karosserie gewährleisten zu können.

[0007] Aufwendige Lösungsglühbehandlungen haben neben wirtschaftlichen Mehrkosten der Wärmebehandlung selbst auch den Nachteil, dass Bauteile durch die schroffe Abschreckung zu Verzug neigen, welcher zu mechanischer Nacharbeit und erhöhtem Ausschuss führen kann.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Aluminium-Druckgusslegierung zu schaffen, welche durch eine erhöhte Festigkeit bei gleichzeitig hoher Dehnung ermöglicht, sowohl Struktur- als auch Fahrwerksteile im Druckgiessverfahren abzubilden. Dies beinhaltet bevorzugt Fahrwerksteile, welche aufgrund der hohen mechanischen Anforderungen (z.B. Dehgrenze $R_{p0,2} > 200 \text{ MPa}$ bei einer Bruchdehnung von $A > 6\%$) und der Bauteilgeometrie eher in anderen Verfahren denn dem Druckgiessverfahren hergestellt werden. Zudem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gute Giessbarkeit und Formfüllung zu gewährleisten. Weiterhin soll die Legierung möglichst viele Fügetechniken erlauben, von hoher Maßhaltigkeit sein und eine gute Korrosionsbeständigkeit aufweisen.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Aluminium-Legierung aus 9 bis 11,5 Gew. % Silizium, 0,45 bis 0,8 Gew. % Mangan, 0,2 bis 1 Gew. % Magnesium, 0,1 bis 1,0 Gew. % Kupfer, max. 0,2 Gew. % Zink,

max. 0,4 Gew. % Zirkon, max. 0,4 Gew. % Chrom, max. 0,3 Gew. % Molybdän, max. 0,2 Gew. % Eisen, max. 0,15 Gew. % Titan, 0,01 bis 0,02 Gew. % Strontium und als Rest Aluminium und herstellungsbedingte Verunreinigungen bis insgesamt max. 0,5 Gew. % besteht, wodurch die erhöhten Festigkeiten bei gleichzeitig hoher Dehnung gewährleistet sind, sei es im Gusszustand oder nach einer Wärmebehandlung, beispielsweise nach einer T5, T6, T7 oder anderen bekannten Wärmebehandlungen. Die Warmauslagerung kann auch innerhalb eines weiteren Prozessschrittes, beispielsweise einem Lackievorgang, in das Bauteil eingebracht werden.

[0010] Das Erreichen der geforderten Qualität, u.a. hinsichtlich Festigkeit und Dehnung, lässt sich massiv durch die Wahl der Legierung beeinflussen. Die erfindungsgemäße Legierungszusammensetzung mit dem Ziel erhöhter Festigkeiten hat hier einen Zielkorridor für die Dehnngrenze $R_{p0,2} > 200 \text{ MPa}$ und einer Bruchdehnung $A > 10 \%$.

[0011] Erfindungsgemäß besitzt die Legierung ein hohes Aushärtungspotential, welches durch eine Warmauslagerung bei Temperaturen zwischen 150 und 250 °C genutzt wird. Als Ergebnis der Entwicklung stellte sich heraus, dass durch die Beimengung geringer Mengen an Kupfer oder Zink eine signifikante festigkeitssteigernde Wirkung ohne Einbussen der Dehnung bei ausreichender Korrosionsbeständigkeit erreicht wird. Die gewünschte Wirkung wird durch eine Zugabe von 0,1 bis 1,0 Gew. % Kupfer vorzugsweise 0,15 bis 0,5 Gew. % Kupfer (und nochmals bevorzugt 0,3 bis 0,5 Gew. % Kupfer) und bis zu 0,2 Gew. % Zink erzielt. Die Zugabe von Zink verbessert zudem das Giessverhalten und die Formfüllung.

[0012] Eine kombinierte Zugabe von Kupfer und Zink in günstigem Verhältnis innerhalb der oben genannten Anteile erlaubt eine nochmalige Steigerung der Festigkeit bei ausreichender Korrosionsbeständigkeit.

[0013] Der Legierungsanteil an Silizium beträgt 9 bis 11,5 Gew. %. Das Zulegieren von Silizium mindert die Erstarungsschwindung und dient somit einem guten Giessverhalten und guter Formfüllung.

[0014] Die Zugabe von 0,2 bis 1,0 Gew. % Magnesium, vorzugsweise 0,2 bis 0,8 Gew. % Magnesium, bewirkt eine festigkeitssteigernde Wirkung aufgrund der oben beschriebenen Ausscheidungshärtung. Zudem senkt eine Zugabe in günstigem Verhältnis zu Kupfer die Korrosionsanfälligkeit der erfindungsgemäßen Aluminium-Druckgusslegierung.

[0015] Eine Beimengung von Zirkonium bewirkt eine Steigerung der Dehnung ohne gleichzeitigen Abfall der Festigkeit, da hierdurch ein feineres eutektisches Gefüge vorliegt. Der Zirkoniumgehalt der erfindungsgemäßen Druckgusslegierung liegt bei max. 0,4 Gew. %. Auch eine Zugabe von bis zu 0,3 Gew. % Molybdän erhöht die Dehnung bei gleichbleibender Festigkeit. Eine kombinierte Beimengung von Molybdän und Zirkonium innerhalb der angegebenen Toleranzen wirkt sich nochmals steigernd auf die erreichten Bruchdehnungswerte aus.

[0016] Durch Zugabe von Strontium wird eine grobe und nadelförmige Ausbildung des AlSi-Eutektikums vermieden. Durch eine Beimengung von 0,01 bis 0,02 Gew. % Strontium wird das Eutektikum dahingehend modifiziert, dass es sich in einer feinen und eher lamellaren Struktur ausbildet sowie zur Vermeidung einer Nicht- wie auch einer Überveredelung dient.

[0017] Eine Zugabe von Chrom bewirkt eine weitere Steigerung der mechanischen Eigenschaften, der Gehalt liegt hier bei max. 0,4 Gew. %, vorzugsweise bei max. 0,3 Gew. %.

[0018] Der kombinierte Gehalt von Mangan und Eisen beeinflusst wesentlich die Lebensdauer der Giesswerkzeuge und die Entformbarkeit. Die gewünschte Wirkung wird mit einer Zugabe von max. 0,2 Gew. % Eisen und einem Mangangehalt von 0,45 bis 0,8 Gew. % erreicht. Es ist von Vorteil, den Eisengehalt gering zu halten, um ein Versprödung des Materials durch die Bildung nadelförmiger AlFeSi-Phasen im Gefüge zu vermeiden. Durch gleichzeitige Zugabe von Mangan wird einem übermäßigen Angriff der eisenarmen Schmelze auf das Giesswerkzeug entgegengewirkt und durch eine Minderung der Klebeneigung die Entformbarkeit und damit die Maßhaltigkeit erhöht. Allerdings ist bei einer gleichzeitigen Zugabe von Eisen, Mangan und Chrom ein günstiges Verhältnis einzustellen, um die Bildung von Schwerkraftseigerungen zu vermeiden, da diese sowohl das Fließvermögen als auch die Klebeneigung negativ beeinflussen.

[0019] Die Zugabe von Titan bewirkt eine Kornfeinung des α -Al durch das Bereitstellen von Nuclei während der Bildung der Aluminium-Dendriten. Der Titangehalt liegt bei max. 0,15 Gew. %.

[0020] Weitere Vorteile und Merkmale der neuen Aluminium-Legierung zeigen sich in den nachfolgenden Ausführungsbeispielen, wobei sich die Erfindung nicht nur auf die Ausführungsbeispiele beschränkt.

[0021] Eine Mehrzahl an Probebauteilen in Form eines Druckguss-Bauteils und zweier Kugelformproben wurden in einem Druckgiessverfahren zwei Aluminium-Legierungen mit folgenden Legierungszusammensetzungen hergestellt:

	Legierung 1	Legierung 2
Si [Gew.-%]	10,9	10,5
Fe [Gew.-%]	0,17	0,1
Mn [Gew.-%]	0,45	0,46
Cu [Gew.-%]	0,35	0,26
Zn [Gew.-%]	0,07	0,1

(fortgesetzt)

	Legierung 1	Legierung 2
5	Mg [Gew.-%]	0,5
	Ti [Gew.-%]	0,08
10	Cr [Gew.-%]	0,08
	Sr [Gew.-%]	0,014
15	Mo [Gew.-%]	0,08
	Zr [Gew.-%]	0,13
		0,15

[0022] Im Anschluss an das Druckgiessen wurden verschiedene Wärmebehandlungen, sowohl T5 als auch T6 wie beschrieben, durchgeführt und Zugproben aus dem Druckguss-Bauteil entnommen. Die ermittelten Kennwerte der mechanischen Eigenschaften nach diesen Wärmebehandlungen und im Gusszustand sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

	R _{p0,2} [MPa]	R _m [MPa]	A [%]
20	Legierung 1 As cast	147	306
	Legierung 1 T5	225	338
25	Legierung 1 T6	262	363
	Legierung 2 As cast	145	301
	Legierung 2 T5	223	332
30	Legierung 2 T6	261	355
			11,3

[0023] Aus der Tabelle geht hervor, dass Proben der Legierungen 1 und 2 nach einer T5-Wärmebehandlung eine Dehngrenze R_{p0,2} > 220 MPa bei einer gleichzeitigen Bruchdehnung von A > 6 % und nach einer T6-Wärmebehandlung eine Dehngrenze R_{p0,2} > 260 MPa bei einer erhöhten Bruchdehnung > 9 % aufweisen. Es ist offensichtlich, dass die erfindungsgemäße Aluminium-Legierung je nach Wärmebehandlung insbesondere für die Herstellung von crash- und festigkeitsrelevanten Fahrwerks- und Strukturteilen eines Kraftwagens im Druckgiessverfahren geeignet ist. Bei der Herstellung von Fahrwerksbauteilen eines Kraftwagens im Druckgiessverfahren sollte eine Dehngrenze R_{p0,2} von > 200 MPa bei gleichzeitiger Bruchdehnung von > 6 % erreicht werden. Die oben genannte Aluminium-Legierung ermöglicht die Abbildung solcher Fahrwerksteile im Druckgiessverfahren anstelle anderer Verfahren wie Kokillen- oder Sandguss, welche gängigerweise für solche Teile genutzt werden, aufgrund der erfindungsgemäßen Steigerung der Festigkeit bei gleichbleibend hoher Dehnung.

[0024] In weiteren Untersuchungen haben sich ausserdem die gute Korrosionsbeständigkeit und Schweißbarkeit solcher Legierungen gezeigt.

[0025] Die erfindungsgemäße Aluminium-Legierung eignet sich speziell zur Herstellung von festigkeits- und crashrelevanten Bauteilen eines Kraftwagens.

Patentansprüche

1. Aluminium-Legierung für Bauteile mit erhöhter Festigkeit mit einer Dehngrenze R_{p0,2} > 120 MPa und gleichzeitiger Bruchdehnung A > 7 % im Gusszustand, einer Dehngrenze R_{p0,2} > 200 MPa und gleichzeitiger Bruchdehnung A > 6 % nach einer T5-Wärmebehandlung oder einer Dehngrenze R_{p0,2} > 200 MPa und gleichzeitig hoher Bruchdehnung A > 9 % nach einer T6-Wärmebehandlung, insbesondere für Struktur- und Fahrwerksteile eines Kraftwagens, enthaltend 9 bis 11,5 Gew. % Silizium, 0,45 bis 0,8 Gew. % Mangan, 0,2 bis 1,0 Gew. % Magnesium, 0,1 bis 1,0 Gew. % Kupfer, max. 0,2 Gew. % Zink, max. 0,4 Gew. % Zirkon, max. 0,4 Gew. % Chrom, max. 0,3 Gew. % Molybdän, max. 0,2 Gew. % Eisen, max. 0,15 Gew. % Titan, 0,01 bis 0,02 Gew. % Strontium und als Rest Aluminium und herstellungsbedingte Verunreinigungen von insgesamt max. 0,5 Gew. %.
2. Aluminium-Legierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Aluminium-Legierung 0,15 bis 0,5

Gew. % Kupfer aufweist.

3. Aluminium-Legierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminium-Legierung 0,3 bis 0,5 Gew. % Kupfer aufweist.
- 5
4. Aluminium-Legierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminium-Legierung 0,2 bis 0,8 Gew. % Magnesium aufweist.
- 10
5. Aluminium-Legierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminium-Legierung max. 0,3 Gew. % Chrom aufweist.
6. Verwendung einer Aluminium-Legierung nach Anspruch 1 zum Druckgiessen von crash- und festigkeitsrelevanten Struktur- und Fahrwerksbauteilen eines Kraftwagens.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 19 3547

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	
A	EP 0 997 550 A1 (ALUSUISSE LONZA SERVICES AG [CH] ALCAN TECH & MAN AG [CH]) 3. Mai 2000 (2000-05-03) * Anspruch 1; Tabelle 1 *	1-6	INV. C22C21/04 B22D21/00
A	EP 1 331 281 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; NIPPON LIGHT METAL CO [JP]) 30. Juli 2003 (2003-07-30) * Anspruch 1; Tabellen 1,3,4 *	1-6	
A	US 2012/148444 A1 (NAGAISHI YUSUKE [JP] ET AL) 14. Juni 2012 (2012-06-14) * Zusammenfassung; Tabelle 1 *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22C B22D
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	München	18. April 2013	González Junquera, J
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 12 19 3547

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.

18-04-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0997550	A1	03-05-2000	EP SI	0997550 A1 997550 T1	03-05-2000 30-04-2003	
EP 1331281	A1	30-07-2003	DE DE EP JP JP US	60300659 D1 60300659 T2 1331281 A1 4007488 B2 2003213354 A 2003136477 A1	23-06-2005 17-11-2005 30-07-2003 14-11-2007 30-07-2003 24-07-2003	
US 2012148444	A1	14-06-2012	CN EP JP US WO	102575323 A 2475794 A1 2011058056 A 2012148444 A1 2011030500 A1	11-07-2012 18-07-2012 24-03-2011 14-06-2012 17-03-2011	

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 Nicht-Patentliteratur

- **W. HUFNAGEL et al.** Aluminium-Taschenbuch. Aluminium-Verlag, 1988, 46ff [0005]