

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 443 122 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2004 Patentblatt 2004/32

(51) Int Cl.7: **C22C 21/04**, B60B 3/06,
C22C 21/02

(21) Anmeldenummer: **04405023.5**

(22) Anmeldetag: **12.01.2004**

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

(30) Priorität: **17.06.2003 CH 10572003**
23.01.2003 CH 942003

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

(72) Erfinder: **Koch, Hubert**
79618 Rheinfelden (DE)

(74) Vertreter: **patentanwälte breiter + wiedmer ag**
Seuzachstrasse 2
Postfach 366
8413 Neftenbach/Zürich (CH)

(54) **Druckgusslegierung aus Aluminiumlegierung**

(57) Eine zum Druckgiessen von Bauteilen mit hoher Dehnung im Gusszustand geeignete Aluminiumlegierung besteht neben Aluminium und unvermeidbaren Verunreinigungen aus 8,5 bis 10,5 Gew.-% Silizium, 0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan, max. 0,06 Gew.-% Magnesium, max. 0,15 Gew.-% Eisen, max. 0,03 Gew.-% Kupfer, max. 0,10 Gew.-% Zink, max. 0,15 Gew.-% Titan, 0,05 bis 0,5 Gew.-% Molybdän und 30 bis 300 ppm Strontium oder 5 bis 30 ppm Natrium und/oder 1 bis 30

ppm Calcium zur Dauerveredelung. Wahlweise enthält die Legierung noch 0,05 bis 0,3 Gew.-% Zirkonium und zur Kornfeinung Galliumphosphid und/oder Indiumphosphid in einer Menge entsprechend 1 bis 250 ppm Phosphor und/oder Titan und Bor, zugegeben über eine Aluminium-Vorlegierung mit 1 bis 2 Gew.-% Ti und 1 bis 2 Gew.-% B.

EP 1 443 122 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung zum Druckgiessen von Bauteilen mit hoher Dehnung im Gusszustand.

[0002] Die Druckgiesstechnik hat sich heute soweit entwickelt, dass es möglich ist, Bauteile mit hohen Qualitätsansprüchen herzustellen. Die Qualität eines Druckgussteils hängt aber nicht nur von der Maschineneinstellung und dem gewählten Verfahren ab, sondern in hohem Masse auch von der chemischen Zusammensetzung und der Gefügestruktur der verwendeten Aluminiumlegierung. Diese beiden letztgenannten Parameter beeinflussen bekanntermassen die Giessbarkeit, das Speisungsverhalten (G. Schindelbauer, J. Czikel "Formfüllungsvermögen und Volumendefizit gebräuchlicher Aluminiumdruckgusslegierungen", Giessereiforschung 42, 1990, S. 88/89), die mechanischen Eigenschaften und -- beim Druckgiessen ganz besonders wichtig -- die Lebensdauer der Giesswerkzeuge (L.A. Norström, B. Klarenfjord, M. Svenson "General Aspects on Wash-out Mechanism in Aluminium Diecasting Dies", 17. International NADCA Diecastingcongress 1993, Cleveland OH).

[0003] In der Vergangenheit wurde der Entwicklung von speziell für das Druckgiessen anspruchsvoller Bauteile geeigneten Aluminiumlegierungen einige Aufmerksamkeit geschenkt. Gerade von Konstrukteuren der Automobilindustrie wird immer mehr gefordert, z. B. schweisssbare Bauteile mit hoher Duktilität im Druckguss zu realisieren, da bei hohen Stückzahlen das Druckgiessen die kostengünstigste Produktionsmethode darstellt.

[0004] Durch die Weiterentwicklung der Druckgiessstechnik ist es heute möglich, schweisssbare Bauteile von hoher Qualität herzustellen. Dies hat den Anwendungsbereich für Druckgussteile auf Komponenten im Chassis erweitert.

Der Duktilität kommt gerade bei kompliziert gestalteten Teilen immer mehr Bedeutung zu.

[0005] Damit die geforderten mechanischen Eigenschaften, insbesondere eine hohe Bruchdehnung, erreicht werden können, müssen die Druckgussteile üblicherweise einer Wärmebehandlung unterzogen werden. Diese Wärmebehandlung ist zur Einformung der Gussphasen und damit zur Erzielung eines zähen Bruchverhaltens notwendig. Eine Wärmebehandlung bedeutet in der Regel eine Lösungsglühung bei Temperaturen knapp unterhalb der Solidustemperatur mit nachfolgendem Abschrecken in Wasser oder einem anderen Medium auf Temperaturen $<100^{\circ}\text{C}$. Der so behandelte Werkstoff weist nun eine geringe Dehngrenze und Zugfestigkeit auf. Um diese Eigenschaften auf den gewünschten Wert zu heben, wird anschliessend eine Warmauslagerung durchgeführt. Diese kann auch prozessbedingt erfolgen, z.B. durch eine thermische Beaufschlagung beim Lackieren oder durch das Entspannungsglühen einer ganzen Bauteilgruppe.

[0006] Da Druckgussteile endabmessungsnah gegossen werden, haben sie meist eine komplizierte Geometrie mit dünnen Wandstärken. Während des Lösungsglühens und besonders beim Abschreckprozess muss mit Verzug gerechnet werden, der eine Nacharbeit z.B. durch Richten der Gussteile oder im schlimmsten Fall Ausschuss nach sich ziehen kann. Die Lösungsglühung verursacht zudem zusätzliche Kosten und die Wirtschaftlichkeit dieser Produktionsmethode könnte wesentlich erhöht werden, wenn Legierungen zur Verfügung stehen würden, welche die geforderten Eigenschaften ohne eine Wärmebehandlung erfüllen.

[0007] Eine AlSi-Legierung mit guten mechanischen Werten im Gusszustand ist aus der EP-A-0 687 742 bekannt. Auch sind beispielsweise aus der EP-A-0 911 420 Legierungen vom Typ AlMg bekannt, die im Gusszustand eine sehr hohe Duktilität aufweisen, bei kompliziertem Form-Design aber zu Warm- oder Kaltrissen neigen und deshalb ungeeignet sind. Ein weiterer Nachteil duktiler Druckgusslegierungen ist deren langsame Alterung im Gusszustand, was eine zeitliche Veränderung der mechanischen Eigenschaften -- u.a. ein Verlust an Dehnung -- zur Folge haben kann. Dieses Verhalten wird bei vielen Anwendungen toleriert, da die Eigenschaftsgrenzen nicht über- oder unterschritten werden, ist aber bei einigen Anwendungen nicht tolerierbar und kann nur durch eine gezielte Wärmebehandlung ausgeschaltet werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zum Druckgiessen geeignete Aluminiumlegierung bereitzustellen, die sehr gut giessbar ist, im Gusszustand eine hohe Dehnung aufweist und nach dem Giessen nicht mehr altert. Darüber hinaus soll die Legierung gut schweisssbar und bündelbar sein, genietet werden können und eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweisen.

[0009] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe gelöst durch eine Aluminiumlegierung mit

8,5 bis 10,5 Gew.-% Silizium

0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan

max. 0,06 Gew.-% Magnesium

max. 0,15 Gew.-% Eisen

max. 0,03 Gew.-% Kupfer

max. 0,10 Gew.-% Zink

max. 0,15 Gew.-% Titan

0,05 bis 0,5 Gew.-% Molybdän

30 bis 300 ppm Strontium oder 5 bis 30 ppm Natrium und/oder 1 bis 30 ppm Calcium zur Dauerveredelung; wahlweise noch

0,05 bis 0,3 Gew.-% Zirkonium

Galliumphosphid und/oder Indiumphosphid in einer Menge entsprechend 1 bis 250 ppm Phosphor zur Kornfeinung

Titan und Bor, zugegeben über eine Aluminium-Vorlegierung mit 1 bis 2 Gew.-% Ti und 1 bis 2 Gew.-% B, zur Kornfeinung;

und als Rest Aluminium und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0010] Mit der erfindungsgemässen Legierungszu-

sammensetzung lässt sich bei Druckgussteilen im Gusszustand bei guten Werten für die Dehngrenze und die Zugfestigkeit eine hohe Dehnung erzielen, so dass die Legierung insbesondere zur Herstellung von Sicherheitsbauteilen im Automobilbau geeignet ist. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass durch eine Zugabe von Molybdän die Dehnung ohne Einbusse bei den anderen mechanischen Eigenschaften nochmals angehoben werden kann. Die gewünschte Wirkung wird mit einer Zugabe von 0,05 bis 0,5 Gew.-% Mo erreicht, der bevorzugte Gehalt liegt bei 0,08 bis 0,25 Gew.-% Mo.

[0011] Mit einer kombinierten Zugabe von Molybdän und 0,05 bis 0,3 Gew.-% Zr kann die Dehnung sogar noch weiter verbessert werden. Der bevorzugte Gehalt liegt bei 0,15 bis 0,20 Gew.-% Zr.

[0012] Der relativ grosse Anteil eutektischen Siliziums wird durch Strontium veredelt. Gegenüber körnigen Druckgusslegierungen mit höheren Verunreinigungen besitzt die erfindungsgemässe Legierung auch Vorteile hinsichtlich der Dauerschwingfestigkeit. Die Risszähigkeit ist aufgrund der sehr klein vorliegenden Mischkristalle und des veredelten Eutektikums höher. Der Strontiumgehalt liegt bevorzugt zwischen 50 und 150 ppm und sollte im allgemeinen nicht unter 50 ppm fallen, da sonst das Giessverhalten verschlechtert werden kann. Anstelle von Strontium kann Natrium und/oder Calcium zugegeben werden.

[0013] Die Beschränkung des Magnesiumgehaltes auf vorzugsweise max. 0,05 Gew.-% Mg bewirkt, dass das eutektische Gefüge nicht vergrößert wird und die Legierung kein Aushärtungspotential hat, was zu einer hohen Dehnung beiträgt.

[0014] Durch den Anteil an Mangan wird das Kleben in der Form vermieden und eine gute Entformbarkeit gewährleistet. Der Mangangehalt gibt dem Gussteil eine hohe Gestaltfestigkeit bei erhöhter Temperatur, so dass beim Entformen mit sehr geringem bis gar keinem Verzug zu rechnen ist.

[0015] Die erfindungsgemässe Legierung lässt sich im Gusszustand nieten.

[0016] Mit einer Stabilisierungsglühung während 1 bis 2 h in einem Temperaturbereich von etwa 280 bis 320° C können sehr hohe Dehnungswerte erreicht werden.

[0017] Die erfindungsgemässe Legierung wird bevorzugt als Horizontal-Stranggussmassel hergestellt. Damit kann ohne aufwendige Schmelzereinigung eine Druckgusslegierung mit geringer Oxidverunreinigung erschmolzen werden: eine wichtige Voraussetzung zur Erzielung hoher Dehnungswerte im Druckgussteil.

[0018] Beim Einschmelzen ist jede Verunreinigung der Schmelze, insbesondere durch Kupfer oder Eisen, zu vermeiden. Die Reinigung der erfindungsgemässen dauerveredelten AlSi-Legierung erfolgt bevorzugt mittels einer Spülgasbehandlung mit inerten Gasen mittels Impeller.

[0019] Bevorzugt wird bei der erfindungsgemässen Legierung eine Kornfeinung durchgeführt. Hierzu kann der Legierung Galliumphosphid und/oder Indiumphosphid in einer Menge entsprechend 1 bis 250 ppm, vorzugsweise 1 bis 30 ppm Phosphor zugeführt werden.

Alternativ oder zusätzlich kann die Legierung zur Kornfeinung auch Titan und Bor enthalten, wobei die Zugabe von Titan und Bor über eine Vorlegierung mit 1 bis 2 Gew.-% Ti und 1 bis 2 Gew.-% B, Rest Aluminium, erfolgt. Bevorzugt enthält die Aluminium-Vorlegierung 1,3 bis 1,8 Gew.-% Ti und 1,3 bis 1,8 Gew.-% B und weist ein Ti/B-Gewichtsverhältnis von etwa 0,8 bis 1,2 auf. Der Gehalt der Vorlegierung in der erfindungsgemässen Legierung wird bevorzugt auf 0,05 bis 0,5 Gew.-% eingestellt.

[0020] Die erfindungsgemässe Aluminiumlegierung eignet sich insbesondere zur Herstellung von Sicherheitsbauteilen im Druckgiessverfahren.

Patentansprüche

1. Aluminiumlegierung zum Druckgiessen von Bauteilen mit hoher Dehnung im Gusszustand, mit 8,5 bis 10,5 Gew.-% Silizium
0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan
max. 0,06 Gew.-% Magnesium
max. 0,15 Gew.-% Eisen
max. 0,03 Gew.-% Kupfer
max. 0,10 Gew.-% Zink
max. 0,15 Gew.-% Titan
0,05 bis 0,5 Gew.-% Molybdän
30 bis 300 ppm Strontium oder 5 bis 30 ppm Natrium und/oder 1 bis 30 ppm Calcium zur Dauerveredelung;
wahlweise noch
0,05 bis 0,3 Gew.-% Zirkonium
Galliumphosphid und/oder Indiumphosphid in einer Menge entsprechend 1 bis 250 ppm Phosphor zur Kornfeinung
Titan und Bor, zugegeben über eine Aluminium-Vorlegierung mit 1 bis 2 Gew.-% Ti und 1 bis 2 Gew.-% B, zur Kornfeinung;
und als Rest Aluminium und unvermeidbaren Verunreinigungen.
2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** 50 bis 150 ppm Strontium.
3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** max. 0,05 Gew.-% Magnesium.
4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** 0,10 bis 0,20 Gew.-% Zirkonium.
5. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** 0,08 bis 0,25 Gew.-% Molybdän.

6. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **gekennzeichnet durch** Galliumphosphid und/oder Indiumphosphid in einer Menge entsprechend 1 bis 30 ppm Phosphor.

5

7. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine Aluminium-Vorlegierung mit 1,3 bis 1,8 Gew.-% Titan und 1,3 bis 1,8 Gew.-% Bor und ein Titan/Bor-Gewichtsverhältnis zwischen 0,8 und 1,2.

10

8. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** 0,05 bis 0,5 Gew.-% Aluminium-Vorlegierung.

15

9. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Druckgießen von Sicherheitsbauteilen im Automobilbau.

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 40 5023

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A,D	EP 0 687 742 A (RHEINFELDEN ALUMINIUM GMBH) 20. Dezember 1995 (1995-12-20) * Ansprüche 1-5,8 *	1-9	C22C21/04 B60B3/06 C22C21/02
A	EP 0 301 472 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 1. Februar 1989 (1989-02-01) * Ansprüche 1,3 *	1-9	
A	EP 0 601 972 A (RHEINFELDEN ALUMINIUM GMBH) 15. Juni 1994 (1994-06-15) * Zusammenfassung *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			C22C B60B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 21. April 2004	Prüfer Rolle, S
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 04 40 5023

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

21-04-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0687742 A	20-12-1995	CH 689143 A5	30-10-1998
		AT 158025 T	15-09-1997
		AU 689872 B2	09-04-1998
		AU 2011595 A	04-01-1996
		BR 9502816 A	16-01-1996
		CA 2151884 A1	17-12-1995
		DE 29522065 U1	02-09-1999
		DE 59500630 D1	16-10-1997
		EP 0687742 A1	20-12-1995
		ES 2109798 T3	16-01-1998
		JP 3255560 B2	12-02-2002
		JP 8041575 A	13-02-1996
		NO 952344 A	15-12-1995
		US 6364970 B1	02-04-2002
		ZA 9504057 A	19-01-1996
EP 0301472 A	01-02-1989	DE 3724928 A1	16-02-1989
		AT 62938 T	15-05-1991
		DE 3862543 D1	29-05-1991
		WO 9314234 A1	22-07-1993
		EP 0301472 A1	01-02-1989
		ES 2022957 T5	01-04-1998
		US 4995917 A	26-02-1991
EP 0601972 A	15-06-1994	EP 0601972 A1	15-06-1994
		NO 934418 A	08-06-1994
		ZA 9308824 A	30-06-1994

EPO FORM P0461

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