



(11) **EP 1 612 286 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.07.2011 Patentblatt 2011/28

(51) Int Cl.:
C22C 21/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05405361.6**

(22) Anmeldetag: **26.05.2005**

(54) **Aluminium-Druckgusslegierung**

Aluminium alloy for pressure die casting

Alliage d'aluminium pour moulage sous pression

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

(30) Priorität: **29.06.2004 CH 10912004**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.01.2006 Patentblatt 2006/01

(73) Patentinhaber: **ALUMINIUM RHEINFELDEN GmbH
79618 Rheinfelden (DE)**

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

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 687 742 EP-A1- 0 301 472
EP-A1- 0 997 550 FR-A- 2 827 305
GB-A- 605 282**

EP 1 612 286 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

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 Druckgiesstechnik 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 Einförmung der Gusphasen 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 Geome-

trie 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 AISi-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] Aus GB-A-605 282 ist es bekannt, einer AISi-Legierung zur Kornfeinung 0,02 bis 0,5 gew.-% Molybdän zuzugeben.

[0009] 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 bördelbar sein, genietet werden können und eine hohe Korrosionsbeständigkeit aufweisen.

[0010] Erfindungsgemäss wird die Aufgabe gelöst durch eine Aluminiumlegierung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0011] Mit der erfindungsgemässen Legierungszusammensetzung 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 0,08 bis 0,25 Gew.-% Mo erreicht.

[0012] 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 0,10 bis 0,18 Gew.-% Zr.

[0013] 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 Risszähig-

keit 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.

[0014] Der bevorzugte Siliziumgehalt beträgt 8,0 bis 10,0 Gew.-% Si.

[0015] Die Beschränkung des Magnesiumgehaltes auf 0,08 bis 0,25 Gew.-% Mg bewirkt, dass das eutektische Gefüge nicht nennenswert vergrößert wird und die Legierung nur ein geringes Aushärtungspotential hat, was zu einer hohen Dehnung beiträgt.

[0016] 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.

Der Eisengehalt wird vorzugsweise auf max. 0,25 Gew.-% Fe beschränkt.

[0017] Die erfindungsgemässe Legierung lässt sich im Gusszustand nieten.

[0018] Mit einer Stabilisierungsglühung während 1 bis 2 h in einem Temperaturbereich von etwa 280 bis 320° C können sehr hohe Dehnungswerte erreicht werden.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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

8,0 bis 11,5 Gew.-% Silizium
 0,3 bis 0,8 Gew.-% Mangan
 0,08 bis 0,25 Gew.-% Magnesium
 max. 0,4 Gew.-% Eisen
 max. 0,1 Gew.-% Kupfer
 max. 0,1 Gew.-% Zink
 max. 0,15 Gew.-% Titan
 0,08 bis 0,25 Gew.-% Molybdän
 wahlweise noch
 0,05 bis 0,3 Gew.-% Zirkonium
 30 bis 300 ppm Strontium oder 5 bis 30 ppm Natrium und/oder 1 bis 30 ppm Calcium zur Dauerveredelung
 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** 8,0 bis 10,0 Gew.-% Silizium.

4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **gekennzeichnet durch** max. 0,25 Gew.-% Eisen.

5. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** 0,10 bis 0,18 Gew.-% Zirkonium.

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

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.

8. Aluminiumlegierung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** 0,05 bis 0,5 Gew.-% Aluminium-Vorlegierung.

9. Verwendung einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 zum Druckgiessen von Si-

cherheitsbauteilen im Automobilbau.

Claims

1. Aluminium alloy for diecasting of components with high elongation in the cast state with
 - 8.0 to 11.5 w.% silicon
 - 0.3 to 0.8 w.% manganese
 - 0.08 to 0.25 w.% magnesium
 - max 0.4 w.% iron
 - max 0.1 w.% copper
 - max 0.1 w.% zinc
 - max 0.15 w.% titanium
 - 0.08 to 0.25 w.% molybdenum
 - optionally also
 - 0.05 to 0.3 w.% zirconium
 - 30 to 300 ppm strontium or 5 to 30 ppm sodium and/or 1 to 30 ppm calcium for permanent refinement,
 - gallium phosphide and/or indium phosphide in a quantity corresponding to 1 to 250 ppm phosphorus for grain refinement
 - titanium and boron added by way of an aluminium master alloy with 1 to 2 w.% Ti and 1 to 2 w.% B for grain refinement,
 - and as the remainder aluminium and unavoidable impurities.
2. Aluminium alloy according to claim 1, **characterised by** 50 to 150 ppm strontium.
3. Aluminium alloy according to claim 1 or 2, **characterised by** 8.0 to 10.0 w.% silicon.
4. Aluminium alloy according to claim 1 to 3, **characterised by** max 0.25 w.% iron.
5. Aluminium alloy according to claim 1 or 4, **characterised by** 0.10 to 0.18 w.% zirconium.
6. Aluminium alloy according to any of claims 1 to 5, **characterised by** gallium phosphide and/or indium phosphide in a quantity corresponding to 1 to 30 ppm phosphorus.
7. Aluminium alloy according to any of claims 1 to 6, **characterised by** an aluminium master alloy with 1.3 to 1.8 w.% titanium and 1.3 to 1.8 w.% boron and a titanium/boron weight ratio between 0.8 and 1.2.
8. Aluminium alloy according to claim 7, **characterised by** 0.05 to 0.5 w.% aluminium master alloy.
9. Use of an aluminium alloy according to any of claims 1 to 8 for diecasting of safety components in car manufacture.

Revendications

1. Alliage d'aluminium pour le moulage sous pression de composants à allongement élevé à l'état moulé, avec
 - 8,0 à 11,5 % en poids de silicium
 - 0,3 à 0,8 % en poids de manganèse
 - 0,08 à 0,25 % en poids de magnésium
 - max. 0,4 % en poids de fer
 - max. 0,1 % en poids de cuivre
 - max. 0,1 % en poids de zinc
 - max. 0,15 % en poids de titane
 - 0,08 à 0,25 % en poids de molybdène
 - au choix encore
 - 0,05 à 0,3 % en poids de zirconium
 - 30 à 300 ppm de strontium ou 5 à 30 ppm de sodium et/ou 1 à 30 ppm de calcium pour l'amélioration durable du phosphore de gallium et/ou du phosphore d'indium en une quantité correspondant à 1 à 250 ppm de phosphore pour l'affinement du grain
 - du titane et du bore, ajoutés via un pré-alliage d'aluminium avec 1 à 2 % en poids de Ti et 1 à 2 % en poids de B, pour l'affinement du grain et le reste étant de l'aluminium et des impuretés inévitables.
2. Alliage d'aluminium selon la revendication 1, **caractérisé par** 50 à 150 ppm de strontium.
3. Alliage d'aluminium selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par** 8,0 à 10,0 % en poids de silicium.
4. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé par** max. 0,25 % en poids de fer.
5. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé par** 0,10 à 0,18 % en poids de zirconium.
6. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par** du phosphore de gallium et/ou du phosphore d'indium en une quantité correspondant à 1 à 30 ppm de phosphore.
7. Alliage d'aluminium selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé par** un pré-alliage d'aluminium avec 1,3 à 1,8 % en poids de titane et 1,3 à 1,8 % en poids de bore, et un rapport pondéral titane/bore compris entre 0,8 et 1,2.
8. Alliage d'aluminium selon la revendication 7, **caractérisé par** 0,05 à 0,5 % en poids du pré-alliage d'aluminium.
9. Utilisation d'un alliage d'aluminium selon l'une quel-

conque des revendications 1 à 8 pour le moulage sous pression de composants de sécurité dans la construction automobile.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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 0687742 A [0007]
- EP 0911420 A [0007]
- GB 605282 A [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **G. Schindelbauer ; J. Czikel.** Formfüllungsvermögen und Volumendefizit gebräuchlicher Aluminiumdruckgusslegierungen. *Giessereiforschung*, 1990, vol. 42, 88-89 [0002]
- **Giesswerkzeuge ; L.A. Norström ; B. Klarenfjord ; M. Svenson.** General Aspects on Wash-out Mechanism in Aluminium Diecasting Dies. 17. *International NADCA Diecastingcongress*, 1993 [0002]