



(11) **EP 1 418 247 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.12.2007 Patentblatt 2007/50**

(51) Int Cl.:  
**C22C 23/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **03022658.3**

(22) Anmeldetag: **07.10.2003**

(54) **Magnesiumlegierung**

Magnesium alloy

Alliage de magnésium

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **06.11.2002 DE 10251663**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.05.2004 Patentblatt 2004/20**

(73) Patentinhaber: **Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft  
80809 München (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Hentschel, Olaf  
84034 Landshut (DE)**

- **Wolf, Johann  
85662 Hohenbrunn (DE)**
- **Dörnenburg, Frank, Dr.  
84066 Mallersdorf-Pfaffenberg (DE)**
- **Fent, Andreas, Dr.  
94315 Straubing (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 549 998 EP-A- 1 048 743**  
**US-A- 5 143 564 US-A- 5 223 215**  
**US-A- 5 613 999 US-B1- 6 322 644**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no.  
04, 31. Mai 1995 (1995-05-31) & JP 07 018364 A  
(TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC;  
OTHERS: 01), 20. Januar 1995 (1995-01-20)**

**EP 1 418 247 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

% auf:

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Magnesiumlegierung. Magnesiumlegierungen, die Aluminium enthalten, werden zum Gießen unterschiedlichster Bauteile verwendet. Um ihre Kriech- und Warmzugfestigkeit zu erhöhen, werden als weitere Legierungsbestandteile Calcium, Strontium und Selten-Erdelemente zugesetzt.

**[0002]** So ist aus US 6,322,644 eine Magnesiumlegierung bekannt, die 2 - 9 % Aluminium und 0,5 - 7 % Strontium enthält, ferner gegebenenfalls bis 0,60 % Mangan und bis 0,35 % Zink.

**[0003]** Allerdings sind die Guseigenschaften der bekannten Legierung noch nicht zufriedenstellend, d.h. sie besitzt eine zu hohe Warmrissneigung und ein zu hohes Volumendefizit. Auch lässt die Kriech- und Warmzugfestigkeit der bekannten Legierung noch zu wünschen übrig.

**[0004]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine hinsichtlich ihrer Kriech-, Warmzug- und Gießeigenschaften verbesserte Magnesiumlegierung bereitzustellen.

**[0005]** Dies wird erfindungsgemäß durch die Legierung nach dem Anspruch 1 erreicht. Der Aluminiumgehalt der erfindungsgemäßen Legierung beträgt vorzugsweise 5 - 8, insbesondere 5,6 - 6,4 Gewichts-%, der Strontiumgehalt vorzugsweise 1,5 - 3,5, insbesondere 2,0 - 2,6 Gewichts-%, und der Bariumgehalt vorzugsweise 0,1 - 1,5, insbesondere 0,2 - 1 Gewichts-%.

**[0006]** Al erhöht die Festigkeit und Härte von Mg. Während bei einem Aluminiumgehalt von weniger als 4 % sich durch die hohe Viskosität die Gießbarkeit der Legierung verschlechtert, treten bei einem Aluminiumgehalt von über 9 % Phasen auf, die zu einer Versprödung führen.

**[0007]** Die Kombination der Legierungselemente Aluminium, Strontium und Barium in den o. a. Mengen führt zu einer deutlichen Verbesserung der Kriech-, Warmzug- und Gießeigenschaften der Legierung. Bei einem Strontiumgehalt von weniger als 0,5 % und einem Bariumgehalt von weniger als 0,03 % ist jedoch keine spürbare Erhöhung dieser Eigenschaften mehr festzustellen. Demgegenüber führt ein Strontiumgehalt von mehr als 4 % und ein Bariumgehalt von mehr als 2,5 % zu einer deutlichen Verschlechterung der Gießbarkeit.

**[0008]** Eisen, Kupfer und Nickel führen zu einer deutlichen Herabsetzung der Korrosionsfestigkeit. Andererseits sind geringe Fe-, Cu- und Ni-Gehalte in Magnesiumlegierungen meist als unvermeidbare Verunreinigungen enthalten. Vorzugsweise liegt der Fe-Gehalt jedoch bei maximal 0,004 %, der Cu-Gehalt bei maximal 0,01 % und der Ni-Gehalt bei maximal 0,001 %.

**[0009]** Zudem kann die erfindungsgemäße Legierung 0 - 0,3 % Zink und 0 - 0,60 % Mangan enthalten. Zink führt in Kombination mit Al zur Erhöhung der Festigkeit. Zudem kann die Legierung maximal 0,05 % Silizium enthalten.

**[0010]** Vorzugsweise weist die erfindungsgemäße Legierung also folgende Zusammensetzung in Gewichts-

|    |            |
|----|------------|
| Al | 4 - 9      |
| Sr | 0,5 - 4    |
| Ba | 0,03 - 2,5 |
| Zn | max. 0,30  |
| Mn | max. 0,60  |
| Si | max. 0,05  |
| Fe | > 0,004    |
| Cu | > 0,01     |
| Ni | > 0,001    |

Rest Mg und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

**[0011]** Die erfindungsgemäße Legierung weist eine hohe Kriechfestigkeit und Warmzugfestigkeit auf. Zudem besitzt sie hervorragende Gießeigenschaften. So wurde mit Computertomographie ein sehr geringes Volumendefizit in den gegossenen Bauteilen festgestellt. Auch besitzt sie eine deutliche reduzierte Warmrissneigung.

**[0012]** Die erfindungsgemäße Legierung ist insbesondere für den Druckguss geeignet. Sie kann jedoch auch in anderen Gießverfahren eingesetzt werden, insbesondere auch im Sandguss oder Kokillenguss.

**[0013]** Die erfindungsgemäße Legierung ist vor allem für Kraftfahrzeugkomponenten geeignet, insbesondere im Antriebsstrang, beispielsweise für das Zylinderkurbelgehäuse einer flüssig gekühlten Brennkraftmaschine oder für das Getriebegehäuse.

**[0014]** Das nachstehende Beispiel dient der weiteren Erläuterung der Erfindung.

Beispiel:

**[0015]** Einer handelsüblichen AM60-Legierung (4,6 - 5,4 % Al; 0,26 - 0,50 % Mn; max. 0,20 % Zn; max. 0,05 % Si; max. 0,008 % Cu; max. 0,001 % Ni; max. 0,004 % Fe; Rest Mg) wurden mit einer Ba/Al-Vorlegierung (50 % Ba; 50 % Al) und mit Strontium-Metall (99,99 %) die übrigen Legierungsbestandteile so zulegiert, dass eine Legierung mit der nachstehenden Zusammensetzung erhalten wurde:

|    |                      |
|----|----------------------|
| Al | 5,6 - 6,4 Gewichts-% |
| Sr | 2,1 - 2,5 Gewichts-% |
| Ba | 0,2 - 1,0 Gewichts-% |
| Mn | 0,3 - 0,4 Gewichts-% |

Rest Magnesium

**[0016]** Zur Durchführung der Warmzugfestigkeitsversuche wurden aus der Legierung Zugproben nach DIN 50125-B6x30 hergestellt. Die Warmzugfestigkeit wurde bei der Prüftemperatur 100°C und 150°C mit jeweils drei Proben bestimmt. Bei 100°C beträgt die Zugfestigkeit 290 MPa, bei 150°C 163 MPa, die 0,2 % Dehn-Grenze beträgt bei 100°C 131 MPa und bei 150°C 108 Mpa.

**[0017]** Demgegenüber weist die handelsübliche Ma-

gnesiumlegierung AM60 mit 4,6 - 5,4 % Al und den angegebenen weiteren Bestandteilen in den angegebenen Mengen (jedoch ohne Barium und ohne Strontium) eine Zugfestigkeit von 200 MPa bei 100°C und 150 MPa bei 150°C und eine 0,2 % Dehn-Grenze bei 100°C von 120 MPa und bei 150°C von 70 MPa auf.

**[0018]** Die Kriechdehnungsmessung wurde nach DIN EN10291 an Zeitstandproben ohne Wärmebehandlung mit einem Durchmesser von 6 mm und einer parallelen Messlänge von 25 mm durchgeführt. Das Spannungsniveau liegt bei 50 MPa, die Prüftemperatur bei 150°C. Bei einer Prüfdauer von 120 Stunden wurde eine Kriechdehnung von 0,14 % gemessen. Demgegenüber beträgt die Kriechdehnung bei der erwähnten handelsüblichen Magnesiumlegierung ohne Barium und ohne Strontium unter den gleichen Bedingungen nach einer Prüfdauer von 120 Std. 2,2 %.

#### Patentansprüche

1. Legierung auf Magnesiumbasis, enthaltend in Gewichts-%:

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| Aluminium | 4 - 9 %                        |
| Strontium | 0,5 - 4 %                      |
| Barium    | 0,03 - 2,5 %, sowie fakultativ |
| Zink      | 0 - 0,30 %                     |
| Mangan    | 0 - 0,60 %                     |
| Silizium  | 0 - 0,05 %,                    |

Rest Magnesium und herstellungsbedingte Verunreinigungen.

2. Legierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aluminiumgehalt 5 - 8 Gewichts-% beträgt.
3. Legierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strontiumgehalt 1,5 - 3,5 Gewichts-% beträgt.
4. Legierung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bariumgehalt 0,2 - 1,5 Gewichts-% beträgt.
5. Legierung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Verunreinigungen die Elemente Fe  $\leq$  0,004 %, Cu  $\leq$  0,01 % und Ni  $\leq$  0,001 % begrenzt werden.
6. Verwendung der Legierung nach einem der vorstehenden Ansprüche zum Druckgießen des Kurbelgehäuses oder Getriebegehäuses eines Kraftfahrzeuges.

#### Claims

1. A magnesium-based alloy containing the following in percentages by weight:
  - aluminium 4 - 9%
  - strontium 0.5 - 4 %
  - barium 0.03 - 2.5%
  - and optionally
  - zinc 0 - 0.30%
  - manganese 0 - 0.60%
  - silicon 0 - 0.05%
  - remainder magnesium and impurities due to production.
2. An alloy according to claim 1, **characterised in that** the aluminium content is 5 - 8 wt.%.
3. An alloy according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the strontium content is 1.5 - 3.5 wt.%.
4. An alloy according to any of the preceding claims, **characterised in that** the barium content is 0.2 - 1.5 wt.%.
5. An alloy according to any of the preceding claims, **characterised in that** the impurities are limited to the elements Fe 0.004%, Cu 0.01 % and Ni 0.001 %.
6. Use of the alloy according to any of the preceding claims for die-casting the crankcase or gearbox of a motor vehicle.

#### Revendications

1. Alliage à base de magnésium, contenant en % en poids :
  - de l'aluminium 4 à 9 %
  - du strontium 0,5 à 4 %
  - du baryum 0,03 à 2,5 %
  - ainsi que de façon facultative
  - du zinc 0 à 0,30 %
  - du manganèse 0 à 0,60 %
  - du silicium 0 à 0,05 %

le reste étant du magnésium et des impuretés liées à la fabrication.
2. Alliage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la teneur en aluminium est de 5 à 8 % en poids.
3. Alliage selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que**

la teneur en strontium est de 1,5 à 3,5 % en poids.

4. Alliage selon l'une quelconque des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** 5  
la teneur en baryum est de 0,2 à 1,5 % en poids.
5. Alliage selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce qu'** 10  
en tant qu'impuretés, on limite les éléments Fe à  $\leq 0,004$  %, Cu  $\leq 0,01$  % et Ni  $\leq 0,001$  %.
6. Utilisation de l'alliage selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour la coulée sous pression du carter de vilebrequin ou du carter de boîte de vitesses d'un véhicule automobile. 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**

- US 6322644 B [0002]