



(11) **EP 1 972 695 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.09.2008 Patentblatt 2008/39

(51) Int Cl.:
C22C 1/02^(2006.01) C22C 1/03^(2006.01)
C22C 21/04^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08002908.5**

(22) Anmeldetag: **16.02.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Bayerische Motorenwerke Aktiengesellschaft**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Klinkenberg, Franz-Josef Dr.**
84030 Ergolding (DE)
• **Wolf, Johann**
85662 Hohenbrunn (DE)

(30) Priorität: **15.03.2007 DE 102007012424**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Aluminium-Legierung**

(57) Zur Herstellung einer Aluminium-Legierung folgender Zusammensetzung:
9,5 bis 11,5 Gew.% Silizium,
0,3 bis 1,0 Gew.% Mangan,
0,1 bis 0,6 Gew.% Magnesium,
max. 0,25 Gew.% Eisen,
maximal 0,15 Gew.% Titan,
maximal 0,10 Gew.% Zink,
maximal 0,05 Gew.% Kupfer,
50 - 300 ppm Strontium, sowie
Aluminium als Rest und Verunreinigungen einzeln

max. 0,03 Gew. %, insgesamt max. 0,1 Gew.%,
wird einer erschmolzenen Aluminium-Basislegierung,
die mindestens 9 Gew.% Silizium und zumindest einen
Teil des Magnesiums der herzustellenden Aluminium-
Legierung enthält, eine Aluminium-Vorlegierung, die das
restliche Mangan, das gesamte Strontium sowie ggf. Ei-
sen und ggf. Magnesium enthält, in einer solchen Menge
beigegeben, dass eine Aluminium-Legierung der vorste-
henden Zusammensetzung gebildet wird.

EP 1 972 695 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Aluminium-Legierung, insbesondere für den Druckguss.

[0002] Zur Herstellung von Druckgussbauteilen werden meist AlSiMg-Legierungen verwendet, vor allem die Legierung AlSi9MgMnSr, die unter unterschiedlichen Handelsnamen wie "Silafont 36", "Aural 2" und dergleichen vertrieben werden. Bei diesen Legierungen ist das Eisen weitgehend durch Mangan ersetzt. Bei noch ausreichender Verringerung der Klebeneigung sollen aufgrund des reduzierten Eisengehalts und der Strontiumzugabe Verbesserungen in der Dehnung erzielt werden. Damit zeichnen sich diese Druckgusslegierungen neben einer ausgezeichneten Giessbarkeit durch eine sehr gute Dehnung im Gusszustand, höchste Dehnung nach Wärmebehandlung und darüber hinaus durch eine sehr gute Korrosionsbeständigkeit aus.

[0003] In der Automobilindustrie ist es von Bedeutung, eine bestimmte Legierung nicht nur von einem sondern von verschiedenen Herstellern beziehen zu können, damit z. B. bei Ausfall eines Herstellers kein Lieferengpass entsteht. Ferner sollen die Legierungen einzelner Hersteller miteinander vermischt werden können, ohne dass schmelzmetallurgische Probleme entstehen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass, wenn die AlSi9MgMnSr-Legierungen verschiedener Hersteller vermischt werden, mitunter Legierungen entstehen können, die sowohl in gefügetechnischer Hinsicht wie in ihren dynamischen und statischen Eigenschaften unzureichend sind, und dies trotz gleicher chemischer Zusammensetzung.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein einfaches Verfahren zur Herstellung einer AlSi9MgMnSr-Legierung bereitzustellen, die zumindest gleich gute Eigenschaften wie die handelsüblichen AlSi9MgMnSr-Legierungen aufweist.

[0005] Dies wird erfindungsgemäß durch das im Anspruch 1 gekennzeichnete Verfahren erreicht. In den Ansprüchen 2 und 3 sind bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens angegeben. Der Anspruch 4 hat die Verwendung der erfindungsgemäßen hergestellten Legierung zur Herstellung von Druckgussbauteilen zum Gegenstand.

[0006] Nach der Erfindung wird von einer handelsüblichen AlSi9Mg-Gusslegierung als Basislegierung ausgegangen, z. B. einer Gusslegierung die folgende Zusammensetzung aufweist: 9,0 bis 12,5 Gew.% Silizium, 0,1 bis 0,5 Gew.%, insbesondere mindestens 0,3 Gew.% Magnesium und maximal 0,25 Gew.%, insbesondere maximal 0,15 Gew.% Eisen, maximal 0,15 Gew.% Titan, maximal 0,10 Gew.% Zink, maximal 0,10 Gew.% Mangan, maximal 0,05 Gew.% Kupfer, wobei Aluminium den Rest bildet und die Verunreinigungen einzeln maximal 0,03 Gew.%, insgesamt maximal 0,1 Gew.% ausmachen.

[0007] Vorzugsweise wird als Basislegierung folgende Legierung verwendet:

Si 9,0 - 12,5 Gew.%
 Fe 0,15 Gew.%
 Cu 0,02 Gew.%
 Mn 0,10 Gew.%
 5 Mg 0,10 - 0,45 Gew.%
 Zn 0,07 Gew.%
 Ti 0,15 Gew.%

10 sowie Al als Rest und Verunreinigungen einzeln maximal 0,03 Gew.%, insgesamt maximal 0,1 Gew.%. Das heißt, die bevorzugte Basislegierung entspricht einer Legierung nach DIN EN AB-43300, jedoch kann der Si-Gehalt statt 9,0 bis 10,0 Gew.% bei der Legierung nach dieser Norm erfindungsgemäß mehr als 10,0 Gew.% bis zu 12,5 Gew.% und der Mg-Gehalt statt 0,30 bis 0,45 Gew.% entsprechend dieser Norm erfindungsgemäß 0,10 - 0,45 Gew.% betragen.

15 **[0008]** Die Basislegierung, auch mit mehr als 10,0 Gew.% Silizium bzw. weniger als 0,30 Gew.% Magnesium wird als Gusslegierung im Handel angeboten. Die Basislegierung wird dann in die gewünschte Druckgusslegierung übergeführt. Dazu wird die Basislegierung geschmolzen und innig mit der Vorlegierung vermischt, und zwar in einer solchen Menge, dass eine AlSi9MgMnSr-
 20 Druckgusslegierung der gewünschten, nachstehend angegebenen Zusammensetzung entsteht:

9,5 bis 11,5 Gew.% Silizium,
 0,3 bis 1,0, insbesondere 0,4 bis 0,8 Gew.% Mangan,
 30 0,1 bis 0,6, insbesondere 0,3 bis 0,5 Gew.% Magnesium,
 max. 0,25 Gew.% Eisen,
 maximal 0,15, vorzugsweise maximal 0,10 Gew.% Titan,
 35 maximal 0,10, vorzugsweise maximal 0,08 Gew.% Zink,
 maximal 0,05 Gew.% Kupfer,
 50 50 bis 300, insbesondere 150 bis 250 ppm Strontium sowie Aluminium als Rest und Verunreinigungen einzeln max. 0,03 Gew.%, insgesamt max. 0,1 Gew.%.
 %.

45 **[0009]** Die Vorlegierung ist eine Aluminiumlegierung, die das gesamte Mangan, das gesamte Strontium sowie ggf. Eisen und ggf. das restliche Magnesium der herzustellenden Aluminium-Legierung enthält, also eine AlMnSr-Legierung, die zusätzlich ggf. Fe und/oder Mg enthält, d. h. z. B. eine AlMnSrFe-, AlMnSrMg- oder
 50 AlMnSrFeMg-Legierung.

[0010] Der Mangan-Gehalt der Vorlegierung wird dabei vorzugsweise derart gewählt, dass sich der Mangan-Gehalt in der herzustellenden Legierung in weiten Grenzen von 0,3 bis 1 Gew.% unter Berücksichtigung des Abbrandes in der Basislegierung einstellen lässt. Gleichmaßen wird der Strontium-Gehalt der Vorlegierung vorzugsweise so gewählt, dass der Strontium-Gehalt in der herzustellenden Legierung 50 - 300, vorzugsweise

150 - 250 ppm beträgt.

[0011] Die so hergestellte Druckgusslegierung weist die gleichen Eigenschaften wie die handelsüblichen AlSi9MgMnSr-Druckgusslegierungen auf. Sie ist sowohl in gefügetechnischer Hinsicht wie in ihren dynamischen und statischen Eigenschaften den handelsüblichen AlSi9MgMnSr-Druckgusslegierungen zumindest gleichwertig.

[0012] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, wirtschaftlich sinnvoll eine handelsübliche Basislegierung in eine hochwertige Druckgussvariante überzuführen, ohne metallurgische Probleme in Kauf zu nehmen. Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Druckgusslegierung ist insbesondere im Kraftfahrzeug- und Motorenbau hervorragend verwendbar.

max. 0,10 Gew.% Zink,
max. 0,10 Gew.% Mangan
max. 0,05 Gew.% Kupfer,
Aluminium als Rest und Verunreinigungen einzeln max. 0,03 Gew.%, insbesondere max. 0,1 Gew.%.

4. Verwendung der nach einer der Ansprüche 1 bis 3 hergestellten Aluminium-Legierung als Druckgusslegierung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Aluminium-Legierung folgender Zusammensetzung:

9,5 bis 11,5 Gew.% Silizium,
0,3 bis 1, 0 Gew.% Mangan,
0,1 bis 0,6 Gew.% Magnesium,
max. 0,25 Gew.% Eisen,
max. 0,15 Gew.% Titan,
max. 0,10 Gew.% Zink,
max. 0,05 Gew.% Kupfer,
50 - 300 ppm Strontium, sowie
Aluminium als Rest und Verunreinigungen einzeln max. 0,03 Gew. %, insgesamt max. 0,1 Gew.%, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer erschmolzenen Aluminium-Basislegierung, die mindestens 9 Gew.% Silizium und zumindest einen Teil des Magnesiums der herzustellenden Aluminium-Legierung enthält, eine Aluminium-Vorlegierung, die das restliche Mangan, das gesamte Strontium sowie ggf. Eisen und ggf. Magnesium enthält, in einer solchen Menge beigegeben wird, dass eine Aluminium-Legierung der vorstehenden Zusammensetzung gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die herzustellende Aluminium-Legierung 0,4 bis 0,8 Gew.% Mangan, 0,3 bis 0,5 Gew.% Magnesium und/oder 150 bis 250 ppm Strontium aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminium-Basislegierung folgende Zusammensetzung aufweist:

9,0 bis 12,5 Gew.% Silizium,
0,1 bis 0,45 Gew.% Magnesium,
max. 0,25 Gew.% Eisen,
max. 0,15 Gew.% Titan,



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 2908

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KOCH H ET AL: "SILAFONT-36 THE NEW LOW-IRON HIGH-PRESSURE DIE-CASTING ALLOY" LIGHT METALS,, 1. Januar 1995 (1995-01-01), Seiten 1011-1018, XP008053123 ISSN: 0147-0809 * das ganze Dokument *	1-4	INV. C22C1/02 C22C1/03 C22C21/04
X	FRANKE ALOIS J ET AL: "L duttilità nei pressocolati in alluminio // Ductility in aluminium pressure die casting" 20030101, Bd. 7, Nr. 26, 1. Januar 2003 (2003-01-01), Seiten 83-85, XP009099391 * das ganze Dokument *	1-4	
X	HIELSCHER U ET AL: "Eine neue eisenarme Druckgusslegierung//A new low-iron pressure die casting alloy" ALUMINIUM, ALUMINIUM VERLAG, DUESSELDORF, DE, Bd. 71, Nr. 6, 1. Januar 1995 (1995-01-01), Seiten 676-686, XP009099392 ISSN: 0002-6689 * das ganze Dokument *	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C C22F
X	KOCH HUBERT: "Ductility optimization in the as-cast state of Silafont-36 (Al Si9MgMn)" GIESSEREI, GIESSEREI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 91, Nr. 4, 1. April 2004 (2004-04-01), Seiten 20-25, XP009099455 ISSN: 0016-9765 * das ganze Dokument *	1-4	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2008	Prüfer Patton, Guy
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	

2
EPO FORM 1503 03.82 (P/4C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KOCH HUBERT ET AL: "Ductile high-pressure die casting alloy with low iron content" GIessereI, GIessereI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 82, Nr. 15, 31. Juli 1995 (1995-07-31), Seiten 517-523, XP009099456 ISSN: 0016-9765 * das ganze Dokument *	1-4	
X	KLOS RALF ET AL: "Silafont-36 - optimizing the manganese and magnesium content for structural part application" LIVARSKI VESTNIK, DRUSTVO LIVARJEV SLOVENIJE, Bd. 51, Nr. 1, 1. Januar 2004 (2004-01-01), Seiten 22-36, XP009099390 ISSN: 0024-5135 * das ganze Dokument *	1-4	
X	FRANKE ALOIS J ET AL: "Drei Jahre Erfahrung mit eisenarmen Druckgusslegierungen // Three years' of experience with low iron die casting alloys" GIessereI PRAXIS, FACHVERLAG SCHIELE UND SCHON GMBH, BERLIN, DE, Nr. 2, 1. Januar 1998 (1998-01-01), Seiten 72-76, XP009099395 ISSN: 0016-9781 * das ganze Dokument *	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
2	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2008	Prüfer Patton, Guy
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 : nichtschriftliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	KOCH H ET AL: "Eisenarme Aluminium-Druckgusslegierungen als Substitutionswerkstoff fuer Stahlblechkonstruktionen im Automobilbau // Low-iron aluminum die cast alloys as substitute material for steel sheet constructions in automobile manufacture" GIESSEREIPRAXIS, FACHVERLAG SCHIELE UND SCHON GMBH, BERLIN, DE, Nr. 4, 1. Januar 2000 (2000-01-01), Seiten 148-152, XP009099393 ISSN: 0016-9781 * das ganze Dokument *	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
X	HIELSCHER ET AL: "Sicherheitsbauteile aus eisenarmen Aluminium-Druckgusslegierungen // Safety components from die-cast low-iron aluminum alloys" WERKSTOFFWOCHE, XX, XX, 1. Januar 1998 (1998-01-01), Seiten 185-190, XP009099394 * das ganze Dokument *	1-4	
X	KOCH HUBERT ET AL: "Ductile pressure castings for automotive applications. A status report" AUTOMOTIVE ALLOYS. PROCEEDINGS PF THE SYMPOSIUM PRESENTED AT THETMS ANNUAL MEETING, XX, XX, 1. Januar 1997 (1997-01-01), Seiten 185-194, XP009099396 * das ganze Dokument *	1-4	
X	EP 0 687 742 A (RHEINFELDEN ALUMINIUM GMBH [DE]) 20. Dezember 1995 (1995-12-20) * das ganze Dokument *	1-4	
-/--			
2	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2008	Prüfer Patton, Guy
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 4 937 044 A (CLOSSET BERNARD [CA]) 26. Juni 1990 (1990-06-26) * das ganze Dokument *	1-4	
A	MAHMOUDI MORTEZA ET AL: "Simultaneous grain refining and modification of 356 aluminium alloy using aluminium base master alloys containing strontium, titanium and boron" LIGHT METALS,, 1. Januar 2005 (2005-01-01), Seiten 1129-1133, XP009099414 ISSN: 0147-0809 * das ganze Dokument *	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 16. Mai 2008	Prüfer Patton, Guy
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	

2
EPO FORM 1503 03.02 (P04C03)

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

EP 08 00 2908

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.

16-05-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0687742 A	20-12-1995	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
		CH 689143 A5	30-10-1998
		DE 59500630 D1	16-10-1997
		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
		-----	-----
US 4937044 A	26-06-1990	AU 634292 B2	18-02-1993
		AU 6444890 A	28-04-1991
		BR 9007718 A	01-09-1992
		CA 2059651 A1	06-04-1991
		WO 9105069 A1	18-04-1991
		DE 69007114 D1	07-04-1994
		DE 69007114 T2	09-06-1994
		EP 0494900 A1	22-07-1992
		ES 2051521 T3	16-06-1994
		JP 6049913 B	29-06-1994
		MX 169568 B	12-07-1993
		-----	-----