

(19)



(11)

EP 2 657 360 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.02.2014 Patentblatt 2014/09

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

(21) Anmeldenummer: **12165829.8**

(22) Anmeldetag: **26.04.2012**

(54) **Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium**

Pressure cast alloy on an Al-Si basis, comprising secondary aluminium

Alliage à coulée sous pression à base d'Al-Si présentant en particulier un aluminium secondaire

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.2013 Patentblatt 2013/44

(73) Patentinhaber:

- **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)
- **AMAG casting GmbH**
5282 Braunau am Inn-Ranshofen (AT)

(72) Erfinder:

- **Hauck, Jan**
69118 Heidelberg (DE)
- **Hummel, Marc**
74363 Göglingen (DE)

- **Suppan, Helmut**
5280 Braunau (AT)
- **Böttcher, Holm**
84375 Kirchdorf am Inn (DE)
- **Fragner, Werner**
4531 Kematen an der Krems (AT)
- **Uggowitz, Peter, Prof. Dr.**
8913 Ottenbach (CH)
- **Bösch, Dominik**
90607 Rückersdorf (DE)
- **Höppel, Heinz Werner**
91058 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: **Jell, Friedrich**
Bismarckstrasse 9
4020 Linz (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 111 077 DE-A1-102005 061 668
DE-A1-102009 012 073

EP 2 657 360 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 Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium.

[0002] Preiswerte Druckgusslegierungen können beispielsweise aus Aluminium-Schrotten gewonnen werden, enthalten in der Regel jedoch nachteilig unerwünscht hohe Verunreinigungen, in Form von Eisen-, Kupfer- und Zink-Legierungsanteilen (EP1111077A1). Dies führt nicht nur zu einem reduzierten Duktilitätspotential, sondern kann auch negative Einflüsse auf Festigkeit sowie Abschreckempfindlichkeit der Druckgusslegierung haben. Verschiedenste Maßnahmen zur gegenseitigen Gewichtung der Legierungselemente, sowie diverse Vorschläge für Zulegierungen sind aus dem Stand der Technik bekannt - insbesondere um damit die negativen Einflüsse der Verunreinigungen zu kompensieren.

[0003] So ist aus der JP9-003610 eine Druckgusslegierung mit 5 bis 13 Gew.-% Si, mit maximal 0,5 Gew.-% Mg, mit 0,1 bis 1,0 Gew.-% Mn und mit 0,1 bis 2,0 Gew.-% Fe bekannt. Mn soll dabei etwa die Ausbildung von Al-Fe-Si-Nadelkristallen unterdrücken, um eine Festigkeitsreduktion zu vermeiden. Des Weiteren soll, um die Gusseigenschaften zu erhalten, Mg auf einem möglichst geringen Gehalt von maximal 0,5 Gew.-% gehalten werden. Cu- und Zn-Verunreinigungen, wie diese bei Sekundäraluminium üblicherweise in erheblichen Mengen vorkommen, berücksichtigt die Druckgusslegierung in der JP9-003610 nicht.

[0004] Die DE102004013777B4 schlägt eine Gusslegierung mit 5 bis 18 Gew.-% Si, mit 0,15 bis 0,45 Gew.-% Mn, mit 0,2 bis 0,6 Gew.-% Fe, mit 0,3 bis 0,5 Gew.-% Mg, mit eventuell 0,1 bis 0,5 Gew.-% Cu und mit 4 bis 5 Gew.-% Zn vor. Der Gehalt von maximal 0,5 Gew.-% Magnesium soll die Entstehung von Mg-Fe-'pi'-Phasen vermeiden, um damit die Dehnbarkeit zu erhalten. Cu soll die Warmfestigkeit der Legierung verbessern, wobei der Gehalt an Zink auf 4 bis 5 Gew.-% beschränkt werden soll, um so die Festigkeit und Abschreckempfindlichkeit der Legierung einzustellen. Nachteilig kann eine derartige Komposition an Legierungselementen, insbesondere durch den vergleichsweise hohen Zinkgehalt, jedoch eine geringe Korrosionsbeständigkeit aufweisen, was zu sicherheitstechnischen Einschränkungen von daraus hergestellten Druckgussteilen führen kann.

[0005] Des Weiteren ist aus der DE102009012073A1 eine Druckgusslegierung mit 9 bis 11 Gew.-% Si, mit maximal 0,6 Gew.-% Fe, mit 0,2 bis 0,6 Gew.-% Mn, mit 0,05 bis 0,4 Gew.-% Cu, mit 0,2 bis 0,35 Gew.-% Mg und mit maximal 0,35 Gew.-% Zn bekannt. Zwar beschäftigt sich die DE102009012073A1 mit Sekundäraluminium - durch die vergleichsweise niedrig angesetzten Untergrenzen an zulässigen Cu- und Zn-Gehalten ist die Bandbreite an verwendbarem Sekundäraluminium vergleichsweise beschränkt. Außerdem kann eine derartige Zusammensetzung keine vergleichsweise hohe Festigkeit, Duktilität und Gießbarkeit ermöglichen, zumal Zn als Verunreinigung auf ein geringes Maß begrenzt werden soll. Ähnliches ist auch aus der DE102005061668A1 bekannt, gemäß der der Zn-Gehalt in der Druckgusslegierung unter 0,05 Gew.-% zu halten ist.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ausgehend vom eingangs geschilderten Stand der Technik, eine Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis zu schaffen, die trotz Verwendung von Sekundäraluminium Druckgussteile mit hohen Ansprüchen hinsichtlich Festigkeit, Duktilität und chemischer Reaktionsbeständigkeit, insbesondere Korrosionsbeständigkeit, ermöglichen kann. Außerdem soll diese Druckgusslegierung druckgusstechnisch sowohl komplexes Verformen, als auch exzellente Entformbarkeit sicherstellen können sowie bei den daraus hergestellten Bauteilen exzellente Verarbeitbarkeit bieten.

[0007] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass die Druckgusslegierung

6 bis 12	Gew.-% Silizium (Si),
mindestens 0,3	Gew.-% Eisen (Fe),
mindestens 0,25	Gew.-% Mangan (Mn),
mindestens 0,1	Gew.-% Kupfer (Cu),
0,24 bis 0,8	Gew.-% Magnesium (Mg) und
0,40 bis 1,5	Gew.-% Zink (Zn) aufweist

und dass die Druckgusslegierung

50 bis 300	ppm Strontium (Sr) und/oder
20 bis 250	ppm Natrium (Na) und/oder
20 bis 350	ppm Antimon (Sb),

sowie wenigstens einen der folgenden Bestandteile zu

maximal 0,2	Gew.-% Titan (Ti);
-------------	--------------------

(fortgesetzt)

maximal 0,3 Gew.-% Zirkon;
 maximal 0,3 Gew.-% Vanadium (V);

und als Rest Aluminium sowie herstellungsbedingt unvermeidbare Verunreinigungen aufweist, wobei der Gesamtanteil von Fe und Mn an der Druckgusslegierung zusammen maximal 1,5 Gew.-%, der Quotient der Gewichtsprozent von Fe und Mn 0,35 bis 1,5 und der Quotient der Gewichtsprozent von Cu und Mg 0,2 bis 0,8 betragen.

[0008] Durch ein Zulassen von vergleichsweise hohen Gew.-% an Verunreinigungen, wie dies erfindungsgemäß für Eisen, Kupfer und Zink auch vorgeschlagen wird, kann eine kostengünstige Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis zur Verfügung gestellt werden, weil im Wesentlichen der Anteil an Primäraluminium reduziert bzw. sogar darauf verzichtet bzw. damit Sekundäraluminium zur Erzeugung von Gussteilen erhöht eingesetzt werden kann. Dies wird allerdings erst möglich, indem die Legierungsbestandteile der Gusslegierung erfindungsgemäß in besondere Gehaltsgrenzen gezwungen werden, um sich damit den von Primäraluminium bekannte Parametern (z.B.: Festigkeitswerte, Duktilitätswerte, chemische Reaktionsbeständigkeit, Verarbeitbarkeit und/oder Gießbarkeit) anzunähern.

Fe, Mn:

[0009] So kann ein Quotient der Gewichtsprozent von Fe und Mn 0,35 bis 1,5 dazu führen, dass trotz eines vergleichsweise hohen Eisengehaltes die Bildung der β -Phase (z.B.: $\text{Al}_5\text{FeSiAl}_{8,9}\text{Fe}_2\text{Si}_2$) im Gefüge, welche sich in Form feiner Nadeln ausscheidet, deutlich verringert werden kann. Mit einem vermehrten Auftreten der α -Phase kann gerechnet werden, die aufgrund des erfindungsgemäßen Mangangehalts von mindestens 0,25 Gew.-% als $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$ vorliegen kann. Diese α -Phase kristallisiert in globulitischer Form und kann durch ihre kompakte Struktur einen deutlich günstigeren Einfluss auf die Duktilität nehmen, als dies von den nadelförmigen β -Phasen bekannt ist. Eine Druckgusslegierung mit einer vergleichsweise hohen Duktilität kann so sichergestellt werden. Im Allgemeinen wird noch erwähnt, dass durch dieses Verhältnis von Fe/Mn in Kombination mit hohen Abkühlgeschwindigkeiten (z.B.: durch eine beschleunigte Kühlung) deren Phasen und damit deren Einfluss auf das Gefüge vergleichsweise gering gehalten werden kann. Wird zusätzlich der Gesamtanteil von Fe und Mn an der Druckgusslegierung auf maximal 1,5 Gew.-% beschränkt, kann auch die Ausbildung grober α -Phasen weiter reduziert werden, selbst wenn die bei Druckgussverfahren üblicherweise durchgeführten hohen Abkühlgeschwindigkeiten angewendet werden. Die Konzentrationsvorschriften zu Fe und Mn können daher besonders der Duktilität der Druckgusslegierung förderlich sein.

Cu, Mg:

[0010] Durch ein Einbringen und/oder Einstellen eines Magnesiumüberschusses, indem der Quotient der Gewichtsprozent von Cu und Mg 0,2 bis 0,8 beträgt, und unter Berücksichtigung, dass mindestens 0,1 Gew.-% Cu und 0,24 bis 0,8 Gew.-% Mg vorgesehen werden, kann im Wesentlichen das vorhandene Kupfer in der sich bevorzugt bildenden Q-Phase ($\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_6$) gebunden werden. Diese Konzentrationsvorschrift kann daher die Bildung korrosionsanfälliger Phasen, wie beispielsweise die Tao-Phase ($\text{Al}_5\text{Cu}_4\text{Zn}$) oder die Theta-Phase (Al_2Cu), im Gefüge verhindern, so dass trotz vergleichsweise hoher Gewichtsprozent an Cu, was erfindungsgemäß zur Verbesserung der Warmaushärtung der Druckgusslegierung genützt wird, auch eine hohe Korrosionsbeständigkeit beibehalten werden kann. Außerdem kann durch diesen Magnesiumüberschuss der Aushärtemechanismus der Legierung verbessert werden, weil ein Teil des Mg in der Q-Phase ($\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_6$) gebunden wird und damit diesbezüglich bekannte Grenzen überwunden werden können, die sich durch eine übermäßige Ausscheidung von Mg_2Si Vorphasen einstellen. Die Konzentrationsvorschriften zu Cu und Mg können daher besonders hohen Ansprüchen der Druckgusslegierung hinsichtlich Festigkeit und chemischer Reaktionsbeständigkeit genügen. Zudem konnte durch das vorgeschlagene Konzentrationsverhältnis von Cu und Mg eine verbesserte Verarbeitbarkeit, beispielsweise hinsichtlich Schweiß- und Nietbarkeit von Bauteilen aus dieser Druckgusslegierung, erreicht werden.

Mg, Fe, Mn:

[0011] Zudem konnte festgestellt werden, dass das Einbringen und/oder Einstellen des vorgenannten Magnesiumüberschusses gegenüber Cu auch dazu genützt werden kann, den erhöhten Fe-Gehalt der Druckgusslegierung in einer pi-Phase ($\text{Al}_8\text{FeMg}_3\text{Si}_6$) zu binden. Damit kann auf der einen Seite die, die Duktilität beeinträchtigende β -Phase (z.B.: $\text{Al}_5\text{FeSi}/\text{Al}_{8,9}\text{Fe}_2\text{Si}_2$) reduziert werden, weil weniger Fe zur Bildung dieser β -Phase zur Verfügung steht, insbesondere aber konnte damit auf der anderen Seite auch der Mn-Gehalt in der Druckgusslegierung reduziert werden, weil die pi-Phase (z.B.: $\text{Al}_8\text{FeMg}_3\text{Si}_6$) zur Aufnahme von Fe herangezogen werden kann. Druckgießprobleme, meist in Kauf zu nehmen aufgrund eines erhöhten Mn-Gehalts zur Kompensation von Fe Effekten, können so reduziert werden. Ein

komplexes Verformen und auch eine exzellente Entformbarkeit können durch die besonderen Gehaltsgrenzen von Mg, Fe, Mn in Verbindung mit deren Konzentrationsvorschriften sichergestellt werden.

Zn:

[0012] Die Festigkeit der Legierung, zum Beispiel durch ein Zusammenwirken der Vorphasen Mg_2Si und Q-Phase ($Al_5Cu_2Mg_8Si_6$) geprägt, kann durch Mischkristallhärtung mit Hilfe einer Zinkeinlagerung noch weiter verbessert werden. Hierfür ist Zink in den Gehaltsgrenzen von 0,40 bis 1,5 Gew.-% einzustellen. Zudem kann dies der Duktilität der Druckgusslegierung förderlich sein. Bei der Druckgusslegierung kann damit ein eventueller negativer Einfluss eines vergleichsweise hohen Mg-Gehalts auf ihre Duktilität verringert werden. Außerdem können sich die erfindungsgemäßen Gehaltsgrenzen an Zn bei der Verbesserung der Gießbarkeit der Druckgusslegierung auszeichnen, wodurch diesbezügliche Beeinträchtigungen aufgrund der vorgeschlagenen Gehaltsgrenzen an Mn in der Druckgusslegierung weitgehend kompensiert werden können.

[0013] Die in den Legierungsbestandteilen Fe, Mn, Cu, Mg und Zn ausgewogene Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis kann daher eine vergleichsweise hohe Duktilität, Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit, Gießbarkeit und Verarbeitbarkeit miteinander kombinieren und so aus dem Stand der Technik bekannte Parametergrenzen überwinden, selbst wenn die Druckgusslegierung Sekundäraluminium aufweist und/oder dieser zugefügt wird bzw. dadurch vergleichsweise hohe Gehalte an Verunreinigungen führt.

[0014] Zu Zwecken der Dauerveredelung kann die Druckgusslegierung 50 bis 300 ppm Strontium (Sr) und/oder 20 bis 250 ppm Natrium (Na) und/oder 20 bis 350 ppm Antimon (Sb) aufweisen. Optional zur Kornfeinung der Druckgusslegierung können sich maximal 0,2 Gew.-% Titan (Ti) und/oder maximal 0,3 Gew.-% Zirkon und/oder maximal 0,3 Gew.-% Vanadium (V) als vorteilhaft herausstellen. Die Druckgusslegierung kann jeweils auf 100 Gew.-% mit Al ergänzt werden, wobei diese Druckgusslegierung auch herstellungsbedingt unvermeidbare Verunreinigungen führen kann. Im Allgemeinen wird erwähnt, dass die Druckgusslegierung Verunreinigungen mit jeweils maximal 0,1 Gew.-% und gesamt höchstens 1 Gew.-% aufweisen kann.

[0015] Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass als Sekundäraluminium Aluminium bzw. eine Aluminiumlegierung, gewonnen aus Aluminiumschrott, verstanden werden kann.

[0016] Festigkeit, Duktilität, Verarbeitbarkeit und chemischer Reaktionsbeständigkeit der Druckgusslegierung können weiter verbessert werden, wenn diese 0,3 bis 1,0 Gew.-% Eisen (Fe), 0,25 bis 1,0 Gew.-% Mangan (Mn) und 0,1 bis 0,6 Gew.-% Kupfer (Cu) aufweist.

[0017] Erfüllt die Druckgusslegierung in ihrer Zusammensetzung die Ordnungsrelation

$$\text{Gew.}\% \text{ Mg} > 0,2 + 0,12 \times (\text{Gew.}\% \text{ Fe} / \text{Gew.}\% \text{ Mn})$$

kann eine einfache Verfahrensvorschrift zur Erhöhung des Anteils an pi-Phase (z.B.: $Al_8FeMg_3Si_6$) im Gefüge der Druckgusslegierung gegeben werden. Erhöhte Fe-Anteile können so kompensiert werden, wodurch mit vermindertem Mn-Anteil beste Gießbarkeit der Druckgusslegierung gewahrt bleiben kann. Außerdem kann diese pi-Phase mit einem Lösungsglühen in eine für die geforderten Eigenschaften der Druckgusslegierung harmlose α -Phase umgewandelt werden.

[0018] Die Druckgusslegierung kann hinsichtlich ihrer erreichbaren Duktilitäts-, Festigkeits- und Korrosionsbeständigkeit weiter verbessert werden, wenn der Gesamtanteil von Fe und Mn an der Druckgusslegierung zusammen maximal 1,2 Gew.-%, der Quotient der Gewichtsprozent von Fe und Mn 0,5 bis 1,25 und der Quotient der Gewichtsprozent von Cu und Mg 0,2 bis 0,5 betragen.

[0019] Weist die Druckgusslegierung 9,5 bis 11,5 Gew.-% Silizium (Si) und/oder 0,35 bis 0,6 Gew.-% Eisen (Fe) und/oder 0,3 bis 0,75 Gew.-% Mangan (Mn) und/oder 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kupfer (Cu) und/oder 0,24 bis 0,5 Gew.-% Magnesium (Mg) und/oder 0,40 bis 1,0 Zink (Zn) auf, ergeben sich engere Grenzbereiche für eine in ihrer mechanischen und/oder chemischen Beständigkeit verbesserten Druckgusslegierung auf Al-Si Basis. Im Allgemeinen wird erwähnt, dass durch den vorgeschlagenen Gehalt an Si die Fließeigenschaften der Schmelze verbessert und spröde Primärsiliziumphasen vermieden werden können. Dadurch kann es auch möglich werden, selbst vergleichsweise dünnwandige Bauteile druckzugießen. Hierzu kann sich 9,5 bis 11,5 Gew.-% Silizium (Si) besonders vorteilhaft herausstellen.

[0020] Im Folgenden wird die Erfindung beispielsweise anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert:

Zum Nachweis der erzielten Effekte wurden aus verschiedenen Druckgusslegierungen dünnwandige Gussbauteile im Druckgussverfahren hergestellt. Die Zusammensetzungen der untersuchten Legierungen sind in der Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1: Übersicht zu den untersuchten Legierungen

Legierungs-Nr.	Zusammensetzung	Fe/Mn	Cu/Mg
1	AlSi10Mn0,5Fe0,1Mg0,4	0,2	0
2	AlSi10Mn0,5Fe0,5Mg0,4Cu0,25Zn0,75	1	0,63

[0021] Bei der Legierung 1 handelt es sich um eine Druckgusslegierung aus Primäraluminium mit geringem Verunreinigungsgrad. Legierung 2 hingegen zeigt einen erheblichen Grad an Verunreinigungen an Eisen- und Kupfer-Legierungsanteilen, welche beispielsweise durch Sekundäraluminium eingetragen werden können.

[0022] Die Legierungen bzw. die daraus hergestellten Druckgussteile bzw. Prüfkörper wurde einer T7-Wärmebehandlung mit einer Stunde bei 460°C Lösungsglühen, einem Abschrecken mit Wasser und einer zweistündigen Warmauslagerung bei 220°C unterworfen. Die fertigen Prüfkörper wurden schließlich auf ihre mechanischen Eigenschaften hin untersucht. Hierzu wurden die Zugfestigkeit R_m , die Streckgrenze $R_{p0,2}$ und die Bruchdehnung A_5 im Zugversuch bestimmt. Die erhaltenen Messwerte sind in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Mechanische Kennwerte der untersuchten Legierungen

Legierungs-Nr.	$R_{p0,2}$ [MPa]	R_m [MPa]	A_5 [%]
1	155	230	14,3
2	160	240	13,8

[0023] Untersuchungen an der Druckgusslegierung Nr. 2 zeigten, dass durch den eingestellten Eisenanteil und Mangangehalt die Bildung einer unerwünschten Betaphase bei der Erstarrung vermieden werden kann. Auch der Kupferanteil kann durch einen Magnesiumanteil vollständig in der Q-Phase gebunden werden, wodurch vergleichsweise hohe Korrosionsbeständigkeit erreicht wird. Aufgrund dieser Elementkombinationen können trotz eines Eisengehaltes von 0,5 Gew.-% eine erhöhte Festigkeit und Bruchdehnung von 13,8% erreicht werden. Der vergleichsweise hohe Zinkgehalt führt zu einer Festigkeitssteigerung, ohne die mechanischen Eigenschaften negativ zu beeinflussen.

[0024] Wie nun im Vergleich der beiden Druckgusslegierungen 1 und 2 nach Tabelle 2 erkannt werden kann, zeigen diese beiden Legierungen ähnliche mechanische Eigenschaften, obwohl Legierung 2 einen deutlich höheren Eisen- und Kupfergehalt gegenüber Legierung 1 aufweist.

[0025] Es ist somit gezeigt, dass die erfindungsgemäß vorgeschlagenen Konzentrationsverhältnisse für eine Druckgusslegierung es zulassen, vergleichsweise hohe Duktilität, Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit, Gießbarkeit und Verarbeitbarkeit sicherzustellen.

Patentansprüche

1. Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung

6 bis 12 Gew.-% Silizium (Si),
mindestens 0,3 Gew.-% Eisen (Fe),
mindestens 0,25 Gew.-% Mangan (Mn),
mindestens 0,1 Gew.-% Kupfer (Cu),
0,24 bis 0,8 Gew.-% Magnesium (Mg) und
0,40 bis 1,5 Gew.-% Zink (Zn) aufweist und dass

die Druckgusslegierung

50 bis 300 ppm Strontium (Sr) und/oder
20 bis 250 ppm Natrium (Na) und/oder
20 bis 350 ppm Antimon (Sb),

sowie wenigstens einen der folgenden Bestandteile zu

maximal 0,2 Gew.-% Titan (Ti);
 maximal 0,3 Gew.-% Zirkon;
 maximal 0,3 Gew.-% Vanadium (V);

und als Rest Aluminium sowie herstellungsbedingt unvermeidbare Verunreinigungen aufweist, wobei der Gesamtanteil von Fe und Mn an der Druckgusslegierung zusammen maximal 1,5 Gew.-%, der Quotient der Gewichtsprocente von Fe und Mn 0,35 bis 1,5 und der Quotient der Gewichtsprocente von Cu und Mg 0,2 bis 0,8 betragen.

2. Druckgusslegierung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung

0,3 bis 1,0 Gew.-% Eisen (Fe),
 0,25 bis 1,0 Gew.-% Mangan (Mn) und
 0,1 bis 0,6 Gew.-% Kupfer (Cu) aufweist.

3. Druckgusslegierung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung in ihrer Zusammensetzung die Ordnungsrelation

$$\text{Gew.-% Mg} > 0,2 + 0,12 \times (\text{Gew.-% Fe} / \text{Gew.-% Mn})$$

erfüllt.

4. Druckgusslegierung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gesamtanteil von Fe und Mn an der Druckgusslegierung zusammen maximal 1,2 Gew.-%, der Quotient der Gewichtsprocente von Fe und Mn 0,5 bis 1,25 und der Quotient der Gewichtsprocente von Cu und Mg 0,2 bis 0,5 betragen.

5. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung 9,5 bis 11,5 Gew.-% Silizium (Si) aufweist.

6. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung 0,35 bis 0,6 Gew.-% Eisen (Fe) aufweist.

7. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung 0,3 bis 0,75 Gew.-% Mangan (Mn) aufweist.

8. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung 0,1 bis 0,4 Gew.-% Kupfer (Cu) aufweist.

9. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung 0,24 bis 0,5 Gew.-% Magnesium (Mg) aufweist.

10. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgusslegierung 0,40 bis 1,0 Gew.-% Zink (Zn) aufweist.

Claims

1. Al-Si based die-casting alloy comprising in particular secondary aluminium, **characterized in that** the die-casting alloy comprises

6 to 12 wt. % silicon (Si),
 at least 0.3 wt. % iron (Fe),

(continued)

at least 0.25 wt. % manganese (Mn),
 at least 0.1 wt. % copper (Cu),
 0.24 to 0.8 wt. % magnesium (Mg) and
 0.40 to 1.5 wt. % zinc (Zn) and that

the die-casting alloy comprises

50 to 300 ppm strontium (Sr) and/or
 20 to 250 ppm sodium (Na) and/or
 20 to 350 ppm antimony (Sb),

as well as at least one of the following components

maximum 0.2 wt. % titanium (Ti);
 maximum 0.3 wt. % zirconium;
 maximum 0.3 wt. % vanadium (V);

and as the remainder, aluminium as well as unavoidable impurities caused by production, wherein the total fraction of Fe and Mn in the die-casting alloy together is a maximum of 1.5 wt.%, the quotient of the percentage weights of Fe and Mn is 0.35 to 1.5 and the quotient of the percentage weights of Cu and Mg is 0.2 to 0.8.

2. Die-casting alloy according to claim 1, **characterized in that** the die-casting alloy comprises

0.3 to 1.0 wt. % iron (Fe),
 0.25 to 1.0 wt. % manganese (Mn) and
 0.1 to 0.6 wt. % copper (Cu).

3. Die-casting alloy according to claim 1 or 2 **characterized in that** the die-casting alloy in its composition satisfies the order relationship

$$\text{wt. \% Mg} > 0.2 + 0.12 \times (\text{wt. \% Fe} / \text{wt. \% Mn}).$$

4. Die-casting alloy according to claim 1, 2 or 3 **characterized in that** the total fraction of Fe and Mn in the die-casting alloy together is a maximum of 1.2 wt. %, the quotient of the percentage weights of Fe and Mn is 0.5 to 1.25 and the quotient of the percentage weights of Cu and Mg is 0.2 to 0.5.

5. Die-casting alloy according to one of claims 1 to 4, **characterized in that** the die-casting alloy comprises 9.5 to 11.5 wt. % silicon (Si).

6. Die-casting alloy according to one of claims 1 to 5, **characterized in that** the die-casting alloy comprises 0.35 to 0.6 wt. % iron (Fe).

7. Die-casting alloy according to one of claims 1 to 6, **characterized in that** the die-casting alloy comprises 0.3 to 0.75 wt. % manganese (Mn).

8. Die-casting alloy according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the die-casting alloy comprises 0.1 to 0.4 wt. % copper (Cu).

9. Die-casting alloy according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the die-casting alloy comprises 0.24 to 0.5 wt. % magnesium (Mg).

10. Die-casting alloy according to one of claims 1 to 9, **characterized in that** the die-casting alloy comprises 0.40 to 1.0 wt. % zinc (Zn).

Revendications

1. Alliage pour moulage sous pression à base d'aluminium et de silicium, contenant en particulier de l'aluminium secondaire, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient

de 6 à 12	% en poids de silicium (Si),
au moins 0,3	% en poids de fer (Fe),
au moins 0,25	% en poids de manganèse (Mn),
au moins 0,1	% en poids de cuivre (Cu),
de 0,24 à 0,8	% en poids de magnésium (Mg) et
de 0,40 à 1,5	% en poids de zinc (Zn)

et **en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient

de 50 à 300	ppm de strontium (Sr) et/ou
de 20 à 250	ppm de sodium (Na) et/ou
de 20 à 350	ppm d'antimoine (Sb),

ainsi qu'au moins un des éléments suivants, à raison de

au maximum 0,2	% en poids de titane (Ti) ;
au maximum 0,3	% en poids de zirconium (Zr) ;
au maximum 0,3	% en poids de vanadium (V),

le reste étant de l'aluminium ainsi que des impuretés inévitables dans la fabrication, la proportion totale de Fe et Mn additionnés dans l'alliage pour moulage sous pression représentant au maximum 1,5 % en poids, le quotient des pourcentages en poids de Fe et Mn étant de 0,35 à 1,5 et le quotient des pourcentages en poids de Cu et Mg étant de 0,2 à 0,8.

2. Alliage pour moulage sous pression selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient

de 0,3 à 1,0	% en poids de fer (Fe),
de 0,25 à 1,0	% en poids de manganèse (Mn) et
de 0,1 à 0,6	% en poids de cuivre (Cu).

3. Alliage pour moulage sous pression selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression respecte dans sa composition la relation d'ordre :

$$\% \text{ en poids de Mg} > 0,2 + 0,12 \times (\% \text{ en poids de Fe} / \% \text{ en poids de Mn}).$$

4. Alliage pour moulage sous pression selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la proportion totale de Fe et Mn additionnés dans l'alliage pour moulage sous pression est au maximum de 1,2 % en poids, le quotient des pourcentages en poids de Fe et Mn est de 0,5 à 1,25 et le quotient des pourcentages en poids de Cu et Mg est de 0,2 à 0,5.

5. Alliage pour moulage sous pression selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'alliage pour

EP 2 657 360 B1

moulage sous pression contient entre 9,5 et 11,5 % en poids de silicium (Si).

- 5 6. Alliage pour moulage sous pression selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient entre 0,35 et 0,6 % en poids de fer (Fe).

7. Alliage pour moulage sous pression selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient entre 0,3 et 0,75 % en poids de manganèse (Mn).

- 10 8. Alliage pour moulage sous pression selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient entre 0,1 et 0,4 % en poids de cuivre (Cu).

9. Alliage pour moulage sous pression selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient entre 0,24 et 0,5 % en poids de magnésium (Mg).

- 15 10. Alliage pour moulage sous pression selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'alliage pour moulage sous pression contient entre 0,40 et 1,0 % en poids de zinc (Zn).

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 1111077 A1 [0002]
- JP 9003610 A [0003]
- DE 102004013777 B4 [0004]
- DE 102009012073 A1 [0005]
- DE 102005061668 A1 [0005]