



(11) **EP 2 657 360 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.10.2013 Patentblatt 2013/44

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

(21) Anmeldenummer: **12165829.8**

(22) Anmeldetag: **26.04.2012**

(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

(71) Anmelder:
• **AUDI AG**
85045 Ingolstadt (DE)

• **AMAG casting GmbH**
5282 Ranshofen (AT)

(72) Erfinder: **Hauck, Jan**
69118 Heidelberg (DE)

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

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

(57) Es wird eine Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium, gezeigt. Um hohe Ansprüche an Festigkeit, Duktilität und Korrosionsbeständigkeit gerecht werden zu können, wird vorgeschlagen, 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.-% Ma-

gnesium (Mg) und 0,40 bis 1,5 Gew.-% Zink (Zn) 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.

EP 2 657 360 A1

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. 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- 00361 0 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] Desweiteren 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,

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.: $\text{Al}_5\text{FeSi}/\text{Al}_{89}\text{Fe}_2\text{Si}_2$) 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.: $\text{Al}_5\text{FeSi}/\text{Al}_{89}\text{Fe}_2\text{Si}_2$) 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 ($\text{Al}_5\text{Cu}_2\text{Mg}_8\text{Si}_6$) 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] Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass als Sekundäraluminium Aluminium bzw. eine Aluminiumlegierung, gewonnen aus Aluminiumschrott, verstanden werden kann.

[0015] 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.

[0016] 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.: $\text{Al}_8\text{FeMg}_3\text{Si}_6$) 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.

[0017] 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.

[0018] 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.

[0019] 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.

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

[0021] 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, 5De0, 1Mg0, 4	0,2	0
2	AlSi10Mn0, 5Fe0, 5Mg0, 4Cu0, 25Zn0, 75	1	0,63

[0022] 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.

[0023] 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 Warmlagerung 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

[0024] Untersuchungen an der Druckgusslegierung Nr. 2 zeigten, dass durch den eingestellten Eisenanteil und Mangan-
gehalt 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 Kor-
rosionsbeständigkeit 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.

[0025] 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.

[0026] Es ist somit gezeigt, dass die erfindungsgemäß vorgeschlagenen Konzentrationsverhältnisse für eine Druck-
gusslegierung es zulassen, vergleichsweise hohe Duktilität, Korrosionsbeständigkeit, Festigkeit, Gießbarkeit und Ver-
arbeitbarkeit 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,

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.

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 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.

EP 2 657 360 A1

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.

11. Druckgusslegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, 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.



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 16 5829

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 111 077 A1 (RHEINFELDEN ALUMINIUM GMBH [DE]) 27. Juni 2001 (2001-06-27) * Absätze [0016] - [0018] * -----	1-11	INV. C22C21/02 C22C21/04
A,D	DE 10 2009 012073 A1 (DAIMLER AG [DE]) 9. September 2010 (2010-09-09) * Ansprüche 1-7 * -----	1-11	
A,D	DE 10 2005 061668 A1 (NIPPON LIGHT METAL CO [JP]; DENSO CORP [JP]) 3. August 2006 (2006-08-03) * Abbildungen 1-7 * -----	1-11	
			RECHERCHIerte SACHGEBIETE (IPC)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Juli 2012	Prüfer González Junquera, J
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)

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

EP 12 16 5829

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.

20-07-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1111077 A1	27-06-2001	BR 0006375 A	24-07-2001
		CA 2329561 A1	24-06-2001
		EP 1111077 A1	27-06-2001
		JP 2001254128 A	18-09-2001
		MX PA00012836 A	23-05-2002
		NO 20006644 A	25-06-2001
		US 2001006606 A1	05-07-2001
		US 2003129077 A1	10-07-2003

DE 102009012073 A1	09-09-2010	KEINE	

DE 102005061668 A1	03-08-2006	DE 102005061668 A1	03-08-2006
		GB 2421735 A	05-07-2006
		JP 2006183122 A	13-07-2006
		KR 20060076720 A	04-07-2006
		US 2006137774 A1	29-06-2006
		US 2009032209 A1	05-02-2009
		US 2012073796 A1	29-03-2012

EPO FORM P0461

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

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

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