

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
31. Oktober 2013 (31.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/160108 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
C22C 21/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/057521

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2013 (10.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
12165829.8 26. April 2012 (26.04.2012) EP

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).
AMAG CASTING GMBH [AT/AT];
Lamprechtshausener Straße 61, A-5282 Ranshofen (AT).

(72) Erfinder: HAUCK, Jan; Sitzbuchweg 60, 69118
Heidelberg (DE). BÖSCH, Dominik, Nicolas; Mühlweg
16, 90607 Rückersdorf (DE). HÖPPEL, Heinz, Werner;
Parasolweg 1, 91058 Erlangen (DE). UGGOWITZER,
Peter, J.; Widenospen 31, CH-8913 Ottenbach (CH).
HUMMEL, Marc; Vogelsangstraße 27, 74363 Güglingen
(DE). FRAGNER, Werner; Schachenerstraße 4, A-4531
Kematen an der Krems (AT). SUPPAN, Helmut;
Schüdlbauerstraße 18, A-5280 Braunau (AT).
BÖTTCHER, Holm; Teichstraße 5, 84375 Kirchdorf am
Inn (DE).

(74) Anwalt: JELL, Friedrich; Bismarckstraße 9, A-4020 Linz
(AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: DIECASTING ALLOY BASED ON AL-SI, COMPRISING PARTICULARLY SECONDARY ALUMINIUM

(54) Bezeichnung : DRUCKGUSSLEGIERUNG AUF AL-SI-BASIS, AUFWEISEND INSBESONDERE
SEKUNDÄRALUMINIUM

(57) Abstract: A diecasting alloy based on Al-Si, comprising especially secondary aluminium, is disclosed. In order to be able to meet high demands on strength, ductility and corrosion resistance, it is proposed that the diecasting alloy comprise 6 to 12% by weight of silicon (Si), at least 0.3% by weight of iron (Fe), at least 0.25% by weight of manganese (Mn), at least 0.1% by weight of copper (Cu), 0.24 to 0.8% by weight of magnesium (Mg) and 0.40 to 1.5% by weight of zinc (Zn), and that the diecasting alloy comprise 50 to 300 ppm of strontium (Sr) and/or 20 to 250 ppm of sodium (Na) and/or 20 to 350 ppm of antimony (Sb), and at least one of the following constituents: titanium (Ti) to an extent of not more than 0.2% by weight; not more than 0.3% by weight of zirconium; not more than 0.3% by weight of vanadium (V); and as the remainder aluminium and unavoidable impurities resulting from the production, where the total content of Fe and Mn in the diecasting alloy together is not more than 1.5% by weight, the quotient of the percentages by weight of Fe and Mn is 0.35 to 1.5, and the quotient of the percentages by weight of Cu and Mg is 0.2 to 0.8.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium, gezeigt. Um hohen Ansprüchen 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.-% 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 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.

WO 2013/160108 A2

Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Druckgusslegierung auf Al-Si-Basis, aufweisend insbesondere Sekundäraluminium.

Stand der Technik

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.

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.

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- ϵ -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.

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.

Darstellung der Erfindung

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 Ent-

formbarkeit sicherstellen können sowie bei den daraus hergestellten Bauteilen exzellente Verarbeitbarkeit bieten.

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);
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.

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:

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.: $\text{Al}_5\text{FeSi}/\text{Al}_{8,9}\text{Fe}_2\text{Si}_2$) 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:

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:

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:

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.

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.

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.

Der Vollständigkeit halber wird erwähnt, dass als Sekundäraluminium Aluminium bzw. eine Aluminiumlegierung, gewonnen aus Aluminiumschrott, verstanden werden kann. Des Weiteren halber wird erwähnt, dass unter der Maßeinheit ppm Gewichts-ppm zu verstehen sind.

Festigkeit, Duktilität, Verarbeitbarkeit und chemische 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.

Erfüllt die Druckgusslegierung in ihrer Zusammensetzung die Ordnungsrelation

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

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.

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.

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.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Im Folgenden wird die Erfindung beispielhaft 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.

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

Tabelle 1: Übersicht zu den untersuchten Legierungen

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.

Die Legierungen bzw. die daraus hergestellten Druckgussteile bzw. Prüfkörper wurden 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.

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

Tabelle 2: Mechanische Kennwerte der untersuchten Legierungen

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.

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.

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

P a t e n t a n s p r ü c h e:

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 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 Gewichtsprozentage von Fe und Mn 0,5 bis 1,25 und der Quotient der Gewichtsprozentage 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.