

(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
11. April 2013 (11.04.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/050464 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2012/069611
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
4. Oktober 2012 (04.10.2012)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
102011083971.2 4. Oktober 2011 (04.10.2011) DE
- (71) **Anmelder: FEDERAL-MOGUL NÜRNBERG GMBH**
[DE/DE]; Nopitschstrasse 67, 90441 Nürnberg (DE).
- (72) **Erfinder: MORGENSTERN, Roman;** Nelkenstrasse 22, 91560 Heilsbronn (DE). **KNOBLOCH, Holger;** Magnolienweg 3, 73547 Lorch (DE). **GÖKEN, Mathias;** Frankenstr. 7, 91056 Möhrendorf (DE). **HÖPPEL, Heinz Werner;** Parasolweg 1, 91058 Erlangen (DE). **KORN, Matthias;** Hertleinstr. 1, 91052 Erlangen (DE). **BECK, Tilmann;** Kirchfeldchan 2a, 52428 Jülich (DE). **HUMBERTJEAN, Alexander;** Trichtergasse 24, 52064 Aachen (DE).
- (74) **Anwälte: WIEDEMANN, Peter** et al.; Hoffmann · Eitle, Arabellastrasse 4, 81925 München (DE).
- (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:** METHOD FOR PRODUCING AN ENGINE COMPONENT, AND ENGINE COMPONENT

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES MOTORBAUTEILS UND MOTORBAUTEIL

(57) **Abstract:** The present application relates to a method for the production of an engine component, in particular a piston for an internal combustion engine, in which an aluminum alloy is cast in a diecasting process. The aluminum alloy comprises the following alloy elements: silicon: 11 to 14,5 % by weight, nickel: 1,7 to 3,5 % by weight, copper: 3,7 to 5,2 % by weight, magnesium: 1,6 to 3,5 % by weight, iron: 0,6 to 1,5 % by weight, manganese: 0,2 to 0,4 % by weight, zirconium: 0,04 to 0,1 % by weight, vanadium: 0,04 to 0,1 % by weight, the aluminum alloy otherwise comprising aluminum and unavoidable contaminants.

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Motorbauteils, insbesondere eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor, bei dem eine Aluminiumlegierung im Druckgussverfahren abgegossen wird. Dabei weist die Aluminiumlegierung die folgenden Legierungselemente auf: Silizium: 11 Gew.-% bis 14,5 Gew.-%, Nickel: 1,7 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%, Kupfer: 3,7 Gew.-% bis 5,2 Gew.-%, Magnesium: 1,6 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%, Eisen: 0,6 Gew.-% bis 1,5 Gew.-%, Mangan: 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-%, Zirkonium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%, Vanadium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%, wobei die Aluminiumlegierung im Übrigen Aluminium und nicht zu vermeidende Verunreinigungen aufweist.



WO 2013/050464 A2

Verfahren zur Herstellung eines Motorbauteils und Motorbauteil

TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Motorbauteils, insbesondere eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor, bei dem eine Aluminiumlegierung im Druckgussverfahren abgegossen wird, ein Motorbauteil, das zumindest teilweise aus einer Aluminiumlegierung besteht, und die Verwendung einer Aluminiumlegierung zur Herstellung eines solchen Motorbauteils.

STAND DER TECHNIK

In den letzten Jahren wurden zunehmend Forderungen nach besonders ökonomischen und damit ökologischen Transportmitteln laut, die hohen Verbrauchs- und Emissionsanforderungen gerecht werden müssen. Zudem besteht jeher das Bedürfnis, Motoren möglichst leistungsfähig und verbrauchsarm zu gestalten. Ein entscheidender Faktor bei der Entwicklung von leistungsfähigen und emissionsarmen Verbrennungsmotoren sind Kolben, die bei immer höheren Verbrennungstemperaturen und Verbrennungsdrücken eingesetzt werden können, was im Wesentlichen durch immer leistungsfähigere Kolbenwerkstoffe ermöglicht wird.

Grundsätzlich muss ein Kolben für einen Verbrennungsmotor eine hohe Warmfestigkeit aufweisen und dabei gleichzeitig möglichst leicht und fest sein. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, wie die mikrostrukturelle Verteilung, Morphologie, Zusammensetzung und thermische Stabilität höchstwarmfester Phasen ausgebildet sind. Eine diesbezügliche Optimierung berücksichtigt üblicherweise einen minimalen Gehalt an Poren und oxidischen Einschlüssen.

Der gesuchte Werkstoff muss sowohl hinsichtlich isothermer Schwingfestigkeit (HCF) als auch hinsichtlich thermomechanischer Ermüdungsfestigkeit (TMF) optimiert werden. Um die TMF möglichst gut auszugestalten ist stets eine möglichst feine Mikrostruktur des Werkstoffs anzustreben. Eine feine Mikrostruktur reduziert

die Gefahr des Entstehens von Mikroplastizität bzw. von Mikrorissen an relativ großen primären Phasen (insbesondere an primären Siliziumausscheidungen) und damit auch die Gefahr von Rissinitiierung und -ausbreitung.

Grundsätzlich ist bekannt, dass sich beim Druckgussverfahren eine feinere Mikrostruktur durch eine höhere Erstarrungsgeschwindigkeit einstellen lässt. Eine hohe Erstarrungsgeschwindigkeit führt darüber hinaus dazu, dass festigkeitssteigernde Elemente mit einer höheren Konzentration eingebracht werden können. Dadurch ist es möglich, einen höheren Gehalt an hochwarmfesten, thermisch stabilen Phasen sowie einen größeren Anteil an gelösten Legierungselementen zum Aushärten im Aluminiummischkristall zu erreichen. Sowohl die feine Mikrostruktur als auch die hohe Konzentration an Festigkeit steigernden Elementen tragen dazu bei, dass die Hochtemperatureigenschaften HCF und TMF von Kolben für Verbrennungsmotoren verbessert werden.

Unter TMF-Beanspruchung treten an relativ großen primären Phasen, insbesondere an primären Siliziumausscheidungen, aufgrund unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Bestandteile der Legierung, nämlich der Matrix und der primären Phasen, Mikroplastizitäten bzw. Mikrorisse auf, die die Lebensdauer des Kolbenwerkstoffs erheblich senken können. Zur Erhöhung der Lebensdauer ist bekannt, die primären Phasen möglichst klein zu halten.

Beim Druckguss gibt es jedoch eine Konzentrationsobergrenze, bis zu der Legierungselemente eingebracht werden sollten und bei deren Überschreiten die Gießbarkeit der Legierung erschwert oder unmöglich gemacht wird und/oder wobei die Gussteile beim Entformen spröde brechen. Darüber hinaus kommt es bei zu hohen Konzentrationen von festigkeitssteigernden Elementen zur Bildung großer plattenförmiger intermetallischer Phasen, die die Ermüdungsfestigkeit drastisch absenken.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Herstellung eines Motorbauteils, insbesondere eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor bereitzustellen, bei dem eine Aluminiumlegierung im Druckgussverfahren abgegossen wird, so dass ein höchstwarmfestes Motorbauteil im Druckgussverfahren hergestellt werden kann.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gegeben. Weitere bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den diesbezüglichen Unteransprüchen.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Motorbauteil, insbesondere einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, bereitzustellen, das/der höchstwarmfest ist und dabei zumindest teilweise aus einer Aluminiumlegierung besteht.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 4 gelöst und weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den diesbezüglichen Unteransprüchen.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren weist die Aluminiumlegierung die folgenden Legierungselemente auf:

Silizium: 11 Gew.-% bis 14,5 Gew.-%,
Nickel: 1,7 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%,
Kupfer: 3,7 Gew.-% bis 5,2 Gew.-%,
Magnesium: 1,6 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%,
Eisen: 0,6 Gew.-% bis 1,5 Gew.-%,
Mangan: 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-%,
Zirkonium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%,
Vanadium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%.

Durch die gewählte Aluminiumlegierung ist es möglich, im Druckgussverfahren ein Motorbauteil herzustellen, das einen hohen Anteil fein verteilter, hochwarmfester, thermisch stabiler Phasen enthält. Somit kann ein höchstwarmfestes Motorbauteil im

Druckgussverfahren hergestellt werden. Durch das Druckgussverfahren wird ermöglicht, dass besonders endformnahe Konturen gegossen werden können, so dass Bearbeitungsaufmaße stark reduziert werden können. Außerdem wird eine hohe Erstarrungsgeschwindigkeit des Motorbauteils erreicht, was zu einer besonders feinen Mikrostruktur führt, eine hohe Konzentration an Legierungselementen erlaubt und somit deren Nutzung ermöglicht.

Mit Vorteil weist die Aluminiumlegierung 0,9 Gew.-% bis 1,1 Gew.-% Eisen auf. Dieser Eisengehalt wirkt sich besonders vorteilhaft auf die Gießbarkeit der Legierung im Druckgussverfahren aus.

Die erfindungsgemäße Zusammensetzung bewirkt einen großen Anteil an festigkeitssteigernden Ausscheidungen ohne die Bildung großer plattenförmiger intermetallischer Phasen und führt damit zu besonders vorteilhaften Festigkeitseigenschaften des Motorbauteils.

Mit Vorteil beträgt in der Aluminiumlegierung das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Mangan höchstens 5:1 bevorzugt etwa 3:1. In dieser Ausführungsform enthält die Aluminiumlegierung also höchstens fünf Teile Eisen gegenüber einem Teil Mangan, bevorzugt etwa drei Teile Eisen gegenüber einem Teil Mangan. Durch dieses Verhältnis werden besonders vorteilhafte Festigkeitseigenschaften des Motorbauteils erzielt.

Im Übrigen weist die Aluminiumlegierung Aluminium und nicht zu vermeidende Verunreinigungen auf.

Ein erfindungsgemäßes Motorbauteil besteht zumindest teilweise aus einer der oben genannten Aluminiumlegierungen. Ein weiterer unabhängiger Aspekt der Erfindung liegt in der Verwendung der oben ausgeführten Aluminiumlegierung für die Herstellung eines Motorbauteils, insbesondere eines Kolbens eines Verbrennungsmotors. Insbesondere wird die aufgefundenene Aluminiumlegierung dabei im Druckgussverfahren verarbeitet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Motorbauteils, insbesondere eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor, bei dem eine Aluminiumlegierung im Druckgussverfahren abgegossen wird, wobei die Aluminiumlegierung die folgenden

Legierungselemente aufweist:

Silizium: 11 Gew.-% bis 14,5 Gew.-%,

Nickel: 1,7 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%,

Kupfer: 3,7 Gew.-% bis 5,2 Gew.-%,

Magnesium: 1,6 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%,

Eisen: 0,6 Gew.-% bis 1,5 Gew.-%,

Mangan: 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-%,

Zirkonium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%,

Vanadium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%,

wobei die Aluminiumlegierung im Übrigen Aluminium und nicht zu vermeidende Verunreinigungen aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Aluminiumlegierung 0,9 Gew.-% bis 1,1 Gew.-% Eisen aufweist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in der Aluminiumlegierung das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Mangan höchstens 5:1, bevorzugt das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Mangan etwa 3:1 beträgt.

4. Motorbauteil, insbesondere Kolben für einen Verbrennungsmotor, das zumindest teilweise aus einer Aluminiumlegierung besteht,

wobei die Aluminiumlegierung die folgenden Legierungselemente aufweist:

Silizium: 11 Gew.-% bis 14,5 Gew.-%,

Nickel: 1,7 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%,

Kupfer: 3,7 Gew.-% bis 5,2 Gew.-%,

Magnesium: 1,6 Gew.-% bis 3,5 Gew.-%,

Eisen: 0,6 Gew.-% bis 1,5 Gew.-%,

Mangan: 0,2 Gew.-% bis 0,4 Gew.-%,

Zirkonium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%,

Vanadium: 0,04 Gew.-% bis 0,1 Gew.-%,

wobei die Aluminiumlegierung im Übrigen Aluminium und nicht zu vermeidende Verunreinigungen aufweist.

5. Motorbauteil nach Anspruch 4, wobei die Aluminiumlegierung 0,9 Gew.-% bis 1,1 Gew.-% Eisen aufweist.

6. Motorbauteil nach einem der Ansprüche 4 und 5, wobei in der Aluminiumlegierung das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Mangan höchstens 5:1, bevorzugt das Gewichtsverhältnis von Eisen zu Mangan etwa 3:1 beträgt.