

(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
20. Dezember 2012 (20.12.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/171552 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C22C 21/02 (2006.01) F02F 3/00 (2006.01)
C22C 21/04 (2006.01) F16J 1/01 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/059809

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2011 (14.06.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **FEDERAL-MOGUL NÜRNBERG GMBH**
[DE/DE]; Nopitschstr. 67, 90441 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MORGENSTERN,
Roman** [DE/DE]; Nelkenstrasse 22, 91560 Heilbronn
(DE). **WILLARD, Robert** [DE/DE]; Eckardstrasse 4,
90461 Nürnberg (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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
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:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: PISTON FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE, METHOD FOR PRODUCING A PISTON AND USE OF
AN ALLOY FOR CASTING A PISTON

(54) Bezeichnung : KOLBEN FÜR EINEN VERBRENNUNGSMOTOR, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES
KOLBENS UND VERWENDUNG EINER LEGIERUNG ZUM GIEßEN EINES KOLBENS

(57) Abstract: The invention relates to a piston for an internal combustion engine, said piston being cast from an aluminium-silicon
alloy that further contains scandium and zirconium. In a method for producing a piston for an internal combustion engine, the piston
is cast from an aluminium-silicon alloy that further contains scandium and zirconium. Furthermore, a use of an aluminium-silicon
alloy, which further contains scandium and zirconium, is proposed for casting a piston for an internal combustion engine.

(57) Zusammenfassung: Ein Kolben für einen Verbrennungsmotor wird aus einer Aluminium-Silizium-Legierung gegossen, die
ferner Scandium und Zirkonium enthält. Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor wird der
Kolben aus einer Aluminium-Silizium-Legierung gegossen, die ferner Scandium und Zirkonium enthält. Ferner wird eine
Verwendung einer Aluminium-Silizium-Legierung, die ferner Scandium und Zirkonium enthält, zum Gießen eines Kolbens für
einen Verbrennungsmotor vorgeschlagen.



WO 2012/171552 A1

Kolben für einen Verbrennungsmotor,
Verfahren zur Herstellung eines Kolbens
und Verwendung einer Legierung zum Gießen eines Kolbens

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens und eine Verwendung einer Legierung zum Gießen eines Kolbens.

Auf dem Gebiet der Kolben für Verbrennungsmotoren ergeben sich infolge der geforderten höheren Leistungen und/oder des minimierten Kraftstoffverbrauchs höhere Kompressionsdrücke und Verbrennungstemperaturen. Diejenigen Legierungen, die für die Herstellung der Kolben in derartigen modernen Verbrennungsmotoren verwendet werden, müssen eine Reihe von Anforderungen, wie beispielsweise hohe Festigkeit, eine geeignete thermische Ausdehnung, eine hohe Verschleißbeständigkeit und ein geringes Gewicht erfüllen.

Stand der Technik

Aus der DE 101 17 298 C1 geht eine Aluminium-Silizium-Legierung für einen Kolben für Verbrennungsmotoren hervor, die bis zu 3 Gew.-% aus einer Mischung von mindestens zwei Elementen der seltenen Erdenmetalle aufweist.

Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Kolben für einen Verbrennungsmotor, ein Verfahren zu dessen Herstellung sowie eine Verwendung einer Legierung hierfür zu schaffen, der in besonderer Weise den oben genannten Anforderungen gerecht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt zum einen durch den im Anspruch 1 beschriebenen Kolben.

Demzufolge ist der erfindungsgemäße Kolben aus einer Aluminium-Silizium-Legierung gegossen, die ferner Scandium und Zirkonium enthält. Für die genannten Elemente hat sich herausgestellt, dass diese in vorteilhafter Weise sekundäre Ausscheidungen bilden, diese jedoch gleichzeitig nicht nennenswert vergrößern, so dass die Legierung dauerhaft eine hohe Festigkeit auch bei den im Verbrennungsmotor auftretenden Temperaturen aufweist. In dem binären Aluminium-Scandium-System ist in vorteilhafter Weise eine nennenswerte Löslichkeit von Scandium gegeben. Diese Zustände lassen sich durch das Gießen und das nachfolgende Abkühlen und/oder eine Lösungsglühung und gegebenenfalls ein nachfolgendes Abschrecken "einfrieren". In diesem eingefrorenen Zustand bilden sich beispielsweise durch ein Anlassen sekundäre Al_3Sc -Teilchen, die eine Ausscheidungshärtung bewirken. Insbesondere nach einem Anlassen kann hierdurch die Festigkeit des Kolbens erheblich gesteigert werden. Für die Zugabe von Zirkonium ist eine weitere Verbesserung zu erwarten, da die Al_3Sc -Phase einen signifikanten Anteil Zirkonium lösen kann. Ferner verlangsamt das Zirkonium in vorteilhafter Weise die Vergrößerung der Al_3Sc -Phase. Erste Untersuchungen zeigen, dass sich Zirkonium nach der Al_3Sc -Ausscheidungsbildung als eine Art Kern um die Al_3Sc -Phase legt, und die weitere Ausscheidungsvergrößerung der $Al_3(Sc, Zr)$ -Phase durch die geringe Zirkoniumdiffusion im Aluminium bestimmt wird. Für Scandium sei erwähnt, dass es

mit etwa 3 g/cm^3 eine relativ geringe Dichte aufweist und somit das Gewicht des erfindungsgemäßen Kolbens nicht nennenswert erhöht.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Kolbens sind in den weiteren Ansprüchen beschrieben.

Der Anteil von Scandium und Zirkonium beträgt jeweils bevorzugt bis zu 5 Gew.-% und weiter bevorzugt bis zu 0,6 Gew.-%. Eine Untergrenze ist bei einem technisch relevanten Wert, beispielsweise 0,001 Gew.-% zu sehen. Mit anderen Worten sind die beiden Elemente nicht lediglich als unvermeidbare Verunreinigungen, sondern als Legierungsbestandteile vorgesehen. Eine bevorzugte Untergrenze für die genannten Elemente liegt bei 0,05 Gew.-%. Hierbei können die genannten Grenzwerte beliebig miteinander kombiniert und beliebig für die beiden genannten Elemente unabhängig variiert werden. Im Folgenden ist unter % stets Gew.-% zu verstehen.

Bei ersten Versuchen hat sich herausgestellt, dass das Verhältnis von Scandium und Zirkonium einen Einfluss auf die Eigenschaften des Kolbens hat. Dieses Verhältnis (Scandium:Zirkonium) soll höchstens bei 3:1 liegen. Derzeit wird ein Verhältnis von etwa 1:1 bevorzugt.

Silizium ist bevorzugt mit einer Untergrenze von 0,001 %, weiter bevorzugt mehr als 0,1 %, besonders bevorzugt 7 % und insbesondere mit mindestens 12 % vorhanden. Die Obergrenze liegt bei 25 %, bevorzugt bei 14,5 %. Hierbei können die genannten Grenzwerte beliebig miteinander kombiniert werden.

Bevorzugt weist der erfindungsgemäße Kolben ferner Titan mit einem Anteil von 0,001 % bis 0,3 % auf. Für Titan wurde festgestellt, dass es in Kombination mit Scandium eine vorteilhafte Kornfeinung bewirkt.

Für den erfindungsgemäßen Kolben wird derzeit ferner bevorzugt, dass er mit Ausnahme von unvermeidbaren Verunreinigungen kein Lithium aufweist.

Die Lösung der oben genannten Aufgabe erfolgt ferner durch ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens, bei dem der Kolben aus einer Legierung in einer der oben genannten Ausführungsformen gegossen wird. Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den vorangehenden Erläuterungen.

Für das Herstellungsverfahren wird derzeit ferner bevorzugt, dass die Erstarrung mit einer Rate von mindestens 12 K/min, bevorzugt 18 K/min und weiter bevorzugt 70 K/min vorgenommen wird. Dies begünstigt in vorteilhafter Weise die Lösung von Scandium in der Aluminiummatrix.

Für die Nutzung der vorteilhaften Eigenschaften von Scandium im Rahmen der Ausscheidungshärtung wird ferner ein Anlassen des Kolbens für 10 Minuten bis 24 Stunden, bevorzugt 4 bis 8 Stunden bei 200°C bis 360°C bevorzugt. Im Hinblick auf die Vorgehensweise bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Kolbens werden die Aufsätze von M. Ocko et al. in J. Phys. F: Metall Phys., Volume 6, 1976, Seiten 703 bis 707 und M. E. Drits et al. in Russ. Metall. 1983, Nr. 1, Seiten 150 bis 153 zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht.

Es wird ferner bevorzugt, nach dem Gießen und bevorzugt vor dem Anlassen eine Lösungsglühung und ein nachfolgendes Abschrecken, beispielsweise in Wasser, durchzuführen. Auch hierdurch lässt sich der sogenannte "eingefrorene" Zustand erzeugen. Für die Lösungsglühung wird derzeit eine Temperatur von 410°C bis 560°C, insbesondere 480°C bis 515°C und/oder eine Zeitdauer von 1 bis 12 Stunden, bevorzugt 2 bis 5 Stunden favorisiert. Im Rahmen des Abschreckens kann ein partielles oder vollständiges Eintauchen in Wasser erfolgen. Hierbei wird für die Wassertemperatur ein Maximum von 90°C bevorzugt.

Die Erfindung manifestiert sich schließlich in der Verwendung einer Legierung in einer der oben genannten Ausführungsformen zum Gießen eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor. Auch hierdurch können die oben genannten Vorteile im Hinblick auf den dadurch erzeugten Kolben erreicht werden.

Patentansprüche

1. Kolben für einen Verbrennungsmotor, der aus einer Aluminium-Silizium-Legierung gegossen ist, die ferner Scandium und Zirkonium enthält.
2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieser jeweils bis zu 5 %, bevorzugt bis zu 0,6 % Scandium und Zirkonium enthält.
3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis Scandium:Zirkonium maximal 3:1, bevorzugt etwa 1:1 beträgt.
4. Kolben nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser mindestens 0,001 %, bevorzugt mehr als 0,1 %, weiter bevorzugt 7 % und insbesondere 12 % bis zu 25 %, bevorzugt bis zu 14,5 % Silizium enthält.
5. Kolben nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser ferner Titan mit einem Anteil von 0,001 % bis 0,3 % enthält.
6. Kolben nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser mit Ausnahme von unvermeidlichen Verunreinigungen kein Lithium enthält.
7. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens für einen Verbrennungsmotor, bei dem der Kolben aus einer Aluminium-Silizium-Legierung gegossen wird, die ferner Scandium und Zirkonium enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erstarrung mit einer Rate von mindestens 12 K/min,
bevorzugt 18 K/min und weiter bevorzugt 70 K/min
erfolgt.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Kolben für 10 Minuten bis 24 Stunden, bevorzugt 4
bis 8 Stunden bei 200°C bis 360°C angelassen wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Gießen und bevorzugt vor dem Anlassen eine
Lösungsglühung bei 410°C bis 560°C, bevorzugt 480°C bis
515°C für 1 bis 12 Stunden, bevorzugt 2 bis 5 Stunden
und ein nachfolgendes Abschrecken in Wasser bei einer
bevorzugten Wassertemperatur von maximal 90°C
durchgeführt wird.
11. Verwendung einer Aluminium-Silizium-Legierung, die
ferner Scandium und Zirkonium enthält, zum Gießen eines
Kolbens für einen Verbrennungsmotor.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/059809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C22C21/02 C22C21/04 F02F3/00 F16J1/01
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C22C F02F F16J
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, CHEM ABS Data, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CA 2 190 951 A1 (ASHURST CORP [US]) 30 November 1995 (1995-11-30) pages 70-72; claim 249 -----	1-11
X	JP 9 095750 A (KOBE STEEL LTD) 8 April 1997 (1997-04-08) the whole document -----	7-10
X	EP 2 112 242 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 28 October 2009 (2009-10-28) paragraphs [0017], [0020], [0027], [0046] -----	7-10
A	WO 2010/025919 A2 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE]; BUSCHKAMP UDO [DE]) 11 March 2010 (2010-03-11) the whole document -----	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 23 October 2012	Date of mailing of the international search report 05/11/2012
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Badcock, Gordon
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/059809

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CA 2190951	A1	30-11-1995	AU 2651595 A
			CA 2190951 A1
			EP 0760727 A1
			JP H10505282 A
			NO 964958 A
			WO 9532074 A2

JP 9095750	A	08-04-1997	NONE

EP 2112242	A1	28-10-2009	EP 2112242 A1
			US 2009260724 A1

WO 2010025919	A2	11-03-2010	CN 102177266 A
			DE 102009039838 A1
			EP 2318560 A2
			JP 2012502176 A
			WO 2010025919 A2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/059809

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C22C21/02 C22C21/04 F02F3/00 F16J1/01 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C22C F02F F16J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, CHEM ABS Data, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CA 2 190 951 A1 (ASHURST CORP [US]) 30. November 1995 (1995-11-30) Seiten 70-72; Anspruch 249 -----	1-11
X	JP 9 095750 A (KOBE STEEL LTD) 8. April 1997 (1997-04-08) das ganze Dokument -----	7-10
X	EP 2 112 242 A1 (UNITED TECHNOLOGIES CORP [US]) 28. Oktober 2009 (2009-10-28) Absätze [0017], [0020], [0027], [0046] -----	7-10
A	WO 2010/025919 A2 (KS KOLBENSCHMIDT GMBH [DE]; BUSCHKAMP UDO [DE]) 11. März 2010 (2010-03-11) das ganze Dokument -----	1-11
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 23. Oktober 2012		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 05/11/2012
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Badcock, Gordon

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/059809

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 2190951	A1	30-11-1995	AU 2651595 A
			CA 2190951 A1
			EP 0760727 A1
			JP H10505282 A
			NO 964958 A
			WO 9532074 A2

JP 9095750	A	08-04-1997	KEINE

EP 2112242	A1	28-10-2009	EP 2112242 A1
			US 2009260724 A1

WO 2010025919	A2	11-03-2010	CN 102177266 A
			DE 102009039838 A1
			EP 2318560 A2
			JP 2012502176 A
			WO 2010025919 A2
