



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.05.2012 Patentblatt 2012/21

(51) Int Cl.:
C22C 21/00 ^(2006.01) **C22C 21/02** ^(2006.01)
C22C 21/04 ^(2006.01) **C22F 1/04** ^(2006.01)
C22F 1/043 ^(2006.01) **F02F 1/00** ^(2006.01)
F02F 1/24 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11189488.7**

(22) Anmeldetag: **17.11.2011**

(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

(30) Priorität: **19.11.2010 DE 102010060670**

(71) Anmelder:
• **Martinrea Honsel Germany GmbH**
59872 Meschede (DE)
• **Trimet Aluminium AG**
45356 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **Pithan, Ansgar**
59872 Meschede (DE)
• **Koch, Hubert**
46282 Dorsten (DE)
• **Rosefort, Marcel**
47051 Duisburg (DE)
• **Kleine, Andreas**
38889 Blankenburg/Harz (DE)

(74) Vertreter: **Christophersen & Partner**
Patentanwälte
Feldstrasse 73
40479 Düsseldorf (DE)

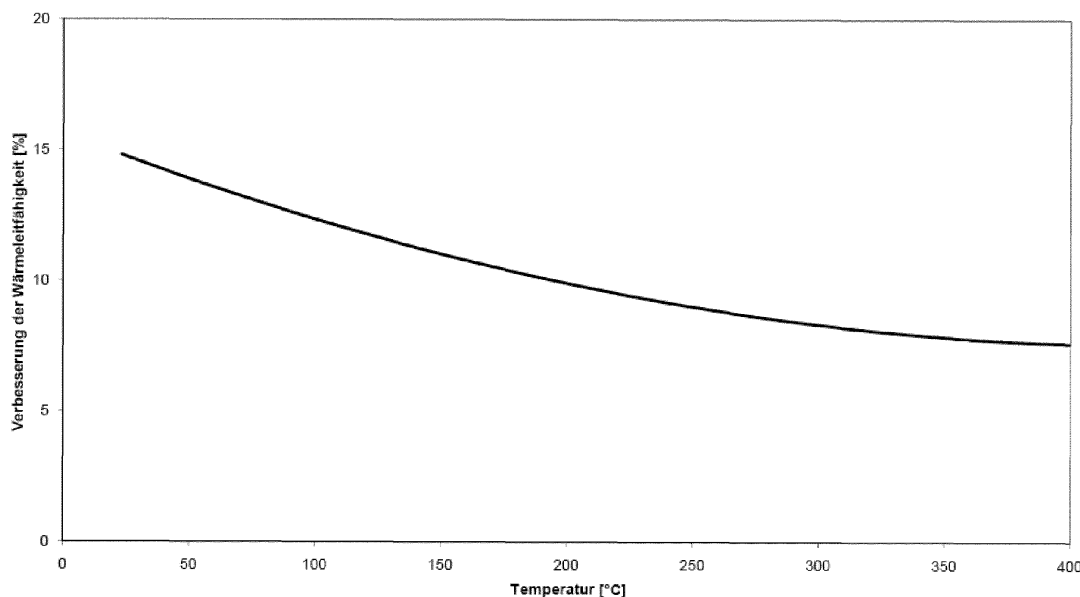
(54) **Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren aus einer Aluminiumlegierung**

(57) Vorgeschlagen wird ein Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren aus einer Aluminiumlegierung aus Aluminium und Legierungselementen.

Der Zylinderkopf ist gemäß dem verbreiteten T6- oder T7-Standard wärmebehandelt, die Aluminiumlegierung weist Legierungselemente mit Si von 6 bis 12 Gew.-%, Fe kleiner 0,5 Gew.-%, Cu von 0,0015 bis 3 Gew.-%,

Mn kleiner 0,4 Gew.-%, Mg von 0,05 bis 1 Gew.-%, Zn kleiner 0,4 Gew.-%, B von 0,0005 bis 0,025 Gew.-% sowie Ti und Zr in Addition kleiner 0,008 Gew.-% auf. Durch diese Maßnahmen lässt sich ein Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren aus einer Aluminiumlegierung herstellen, die besser an die steigenden Anforderungen an einen Zylinderkopf angepasst ist.

Fig. 3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Zylinderköpfe von Verbrennungsmotoren bilden den oberen Abschluss des Verbrennungsraumes. Eine Abdichtung des Verbrennungsraumes zwischen den Auflageflächen des Zylinderblocks und des Zylinderkopfes wird durch die Zylinderkopfdichtung gewährleistet. Vor dem Hintergrund steigenden Umweltbewusstseins und verschärfter gesetzlicher Vorschriften gibt es einen Trend zum "Downsizing" bei Motoren. Darunter wird verstanden, dass Motoren bei immer kleiner werdenden Bauraum zumindest die gleiche bzw. sogar noch mehr Leistung abgeben. Dies führt zu stärkeren Belastungen im Brennraumbereich und somit auch des Zylinderkopfes, was hohe Anforderungen an die Warmbeständigkeit und die dynamische Festigkeit des Zylinderkopfes zur Folge hat.

[0003] Zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften von Zylinderköpfen aus Aluminiumlegierungen kommen Wärmebehandlungen wie z. B. die bekannten T6-Verfahren und T7-Verfahren zum Einsatz. Es ist bekannt, dass die Zugabe von Legierungselementen unterschiedlichen Einfluss auf die einzelnen Eigenschaften des aus der jeweiligen Aluminiumlegierung bestehenden Bauteils hat. So kann eine Verbesserung von Festigkeit und Kriechbeständigkeit z. B. durch Kupfer- und Magnesiumzusätze erreicht werden. Ein niedriger Eisengehalt kann die Duktilität sowie Zr-, Cu-, Ni- und Ti-Zusätze die Warmbeständigkeit verbessern. Ein Cu-Zusatz führt zu einem ungünstigeren Verhalten in Bezug auf Korrosion und Duktilität.

[0004] In der europäischen Patentanmeldung 2 014 780 A1 wird eine Aluminiumlegierung für einen Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren offenbart. Die Legierung enthält neben Aluminium 4,0 bis 7,0 % Si, 0,5 bis 2,0 % Cu, 0,25 bis 0,5 % Mg, nicht mehr als 0,5 % Fe, nicht mehr als 0,5 % Mn und mindestens ein Element ausgewählt aus der Gruppe von 0,002 bis 0,02 % Na, 0,02 bis 0,02 % Ca und 0,002 bis 0,02 % Sr sowie unvermeidbare Verunreinigungen. Darüber hinaus kann die Legierung auch Ti, B und/oder Zr enthalten, die jeweils in einer Menge von 0,005 bis 0,2 Gew.-% vorliegen können. Es wird offenbart, dass die beschriebene Legierung wegen der Si-, Cu- und Mg-Gehalte eine hohe Zeit- und Dauerfestigkeit sowie thermische Dauerfestigkeit aufweist.

[0005] Eine weitere Aluminiumlegierung wird in der EP 1 331 281 A1 offenbart, die von 10 bis 12 Gew.-% Si, von 0,15 bis 0,5 Gew.-% Mg, 0,5 bis 1,0 Gew.-% Mn, nicht mehr als 0,15 Gew.-% Fe, nicht mehr als 0,1 Gew.-% Ti, von 0,05 bis 0,2 Gew.-% Sb, 0,005 bis 0,2 Gew.-% B sowie unvermeidbare Verunreinigungen und einen Rest Al enthält. Die offenbarte Legierung soll für den Druckguss geeignet sein, ohne dass die mechanischen Eigenschaften der Legierung durch das Herstellungsverfahren bzw. Verarbeitungsverfahren beeinträchtigt werden.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren aus einer solchen Aluminiumlegierung bereitzustellen, die besser an die steigenden Anforderungen an einen Zylinderkopf angepasst ist.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Zylinderkopf mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 vorgeschlagen.

[0008] Überraschenderweise konnte durch die Beschränkung der Ti- und Zr-Gehalte bei gleichzeitig verhältnismäßig hohen Borgehalten nach einer Wärmebehandlung des Zylinderkopfes nach T6 und insbesondere dem T7-Standard im Vergleich zu derzeitigen Standard-AluminiumLegierungen für Zylinderköpfe eine Steigerung der Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitiger Steigerung der Duktilität erzielt werden.

[0009] In einer möglichen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Legierung neben Aluminium und unvermeidbaren Verunreinigungen Legierungselemente, jeweils bezogen auf das Gewicht der Legierung, in den nachfolgend genannten Anteilen:

[0010] Der Anteil an Si beträgt 6 bis 12 Gew.-%.

[0011] Der Anteil an Fe beträgt kleiner 0,5 Gew.-% und vorzugsweise kleiner 0,1 Gew.-%.

[0012] Der Anteil an Cu beträgt 0,0015 bis 3 Gew.-% und vorzugsweise 0,003 bis 1,0 Gew.-%.

[0013] Der Anteil an Mn beträgt kleiner 0,4 Gew.-% und vorzugsweise kleiner 0,02 Gew.-%.

[0014] Der Anteil an Mg beträgt 0,05 bis 1 Gew.-% und vorzugsweise 0,15 bis 0,45 Gew.-%.

[0015] Der Anteil an Zn beträgt kleiner 0,4 Gew.-% und vorzugsweise kleiner 0,04 Gew.-%.

[0016] Der Anteil an B beträgt 0,0005 bis 0,025 Gew.-% und vorzugsweise 0,0025 bis 0,01 Gew.-%.

[0017] Der Anteil an Ti und Zr in Addition beträgt kleiner 0,008 Gew.-%. Vorteilhaft kann eine weitere Reduktion der so bereits stark reduzierten Legierungselemente Ti und Zr auf in Summe weniger als 0,0015 Gew.-% sein. Durch diese weitere Reduzierung konnte eine Steigerung der erfindungsgemäßen Wirkungen, wie die Steigerung der Wärmeleitfähigkeit sowie der Duktilität des Zylinderkopfes erzielt werden.

[0018] Die erfindungsgemäße Legierung kann auch V enthalten, das beispielsweise auch durch Verunreinigungen der Ausgangsmaterialien eingebracht werden kann. Es ist vorteilhaft den Gehalt an V in der Legierung möglichst gering zu halten. Die Gesamtmenge an Ti, Zr und V sollte vorzugsweise 0,008 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,0030 Gew.-% nicht überschreiten.

[0019] Die Anteile der Legierungselemente können jeweils unabhängig voneinander ausgewählt und eingestellt werden.

[0020] Neben den Legierungselementen können auch geringe Anteile an Verunreinigungen enthalten sein, die z. B. über die verwendeten Rohstoffe eingebracht sein können.

EP 2 455 505 A1

[0021] Trotz der geringen Mengen der üblicherweise als Kornfeinungsmittel eingesetzten Legierungselemente Ti und Zr zeigt die erfindungsgemäße Legierung ein sehr feines Gefüge, wodurch auch eine Steigerung der Wärmeleitfähigkeit erzielt wird.

[0022] Ein weiterer Vorteil der Legierung ist, dass ein sehr feines Gefüge erhalten wird. Dieses feine Gefüge ist auf einen verringerten Dendritenarmabstand zurückzuführen. Dendriten sind Kristallstrukturen, die sogenannte Sekundärarme aufweisen. Je geringer dieser Abstand ist, also je enger die Arme aneinanderliegen, desto feiner ist das Gefüge. Die beanspruchte Legierung zeigt einen geringeren Dendritenarmabstand bei gleicher Abkühlungsgeschwindigkeit verglichen mit den Standardlegierungen, die Ti, Zr und/oder V enthalten. Der Unterschied beträgt 10 bis 15 %.

[0023] Die Legierung kann neben den oben genannten Legierungselementen noch weitere Elemente enthalten, durch welche sich die Eigenschaften der Legierung, weiter beeinflussen und veredeln lassen, wie Natrium, Strontium oder Phosphor. Der Fachmann kann Art und Mengen dieser Elemente entsprechend auswählen.

[0024] Die Legierung kann zur Herstellung von komplizierten Gussteilen, wie Zylinderköpfen verwendet werden. Die Herstellung erfolgt üblicherweise durch Sandguss oder Kokillenguss. Eine Verarbeitung über Druckgussverfahren ist weniger bevorzugt.

Beispiele

[0025] In Tabelle 1 ist eine tabellarische Aufstellung der Legierungselemente in Gew.-% von zwei Standardlegierungen, die für Zylinderköpfe eingesetzt werden, sowie zwei erfindungsgemäßen Legierungen dargestellt. In Tabelle 2 sind die Eigenschaften der Legierungen wiedergegeben.

Tabelle 1

Legierungsbestandteile jeweils in Gew.-%													
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Zr	V	B	Sr	Al und unvermeidbare Verunreinigungen
Standard	1	7,3	0,080	0,004	0,014	0,330	0,005	0,12	0,0030	0,0090	0,0002	0,030	auf 100
Erfindung	2	7,1	0,060	0,005	0,010	0,303	0,014	0,0001	0,0002	0,0001	0,0060	0,030	auf 100
Standard	3	9,81	0,35	0,26	0,31	0,26	0,17	0,12	0,003	0,002	0,003	0,0161	auf 100
Erfindung	4	10,5	0,09	0,53	0,00	0,30	0,01	2ppm	2ppm	3ppm	0,009	155ppm	auf 100

Tabelle 2

Werte in T7: Lösungsglühen 535°C / 6h / in Wasser abschrecken, warmauslagern / 220°C					
			Rp0.2 MPa	Rm MPa	A %
Standard	1	Kokille (300°C)	186	227	5
Erfindung	2	Kokille (300°C)	177	228	11
Standard	3		240	300	5
Erfindung	4		250	310	9

[0026] Die in Tabelle 1 gegenübergestellten Aluminiumlegierungen umfassen beide dieselben Legierungselemente. Die Gewichtsanteile an Si, Fe, Cu, Mn, Mg, Sr, V und Zn befinden sich bei der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung und der Standardaluminiumlegierung für Zylinderköpfe in einer vergleichbaren Größenordnung. Der größte Unterschied der Gewichtsanteile dieser Legierungselemente besteht in Bezug auf Zn mit einem Verhältnis von nahezu 3:1 (Erfindung/Standard). Besonders weichen die Gewichtsanteile der Legierungselemente Ti, Zr und B sehr viel stärker voneinander ab und weisen stark unterschiedliche Größenordnungen auf. Das Verhältnis der Gewichtsanteile von Ti ist 1 : 12, von Zr 1 : 15 und B 30 : 1 (jeweils im Vergleich Erfindung/Standard).

[0027] Tabelle 2 gibt verschiedene Werte der beiden in Tabelle 1 gegenübergestellten Aluminiumlegierungen, welche aussagekräftig für die Duktilität der beiden nach dem üblichen T7-Standard wärmebehandelten Aluminiumlegierungen sind. So bleiben die Dehngrenze sowie die Zugfestigkeit in einem vergleichbaren Bereich, wohingegen die Bruchdehnung der erfindungsgemäßen Aluminiumlegierung mit 11 % im Vergleich zu 5 % bei der Standardlegierung einen mehr als doppelt so großen Wert einnimmt. Somit weist der erfindungsgemäße Zylinderkopf aus dieser Aluminiumlegierung eine stark erhöhte Duktilität auf.

[0028] Die Figuren 1 und 2 zeigen das Gefüge der Standardlegierung 1 und der erfindungsgemäßen Legierung 2 aus Tabelle 1. Diese Darstellungen zeigen, dass das Gefüge der erfindungsgemäßen Legierung feiner ist als das Gefüge der Standardlegierung. So beträgt der Dendritenarmabstand der Standardlegierung 47 µm und der der erfindungsgemäßen Legierung nur 21 µm, bei gleichen Erstarrungsgeschwindigkeiten.

[0029] Anhand einer Grafik veranschaulicht die Figur 3 die Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit in Prozent in einem Temperaturbereich von 0 bis 400 °C. Während bei Raumtemperatur die Steigerung der Wärmeleitfähigkeit bei über 14 % liegt, verringert sich dieser Prozentsatz relativ konstant bis zu einem Prozentsatz von ca. 9 bei einer Temperatur von 300 °C.

[0030] Eine derart verbesserte Wärmeleitfähigkeit ermöglicht eine ebenfalls verbesserte Wärmeabfuhr in den Zylinderkopf. Auf diese Weise kann eine Verringerung der thermischen Belastung erzielt werden.

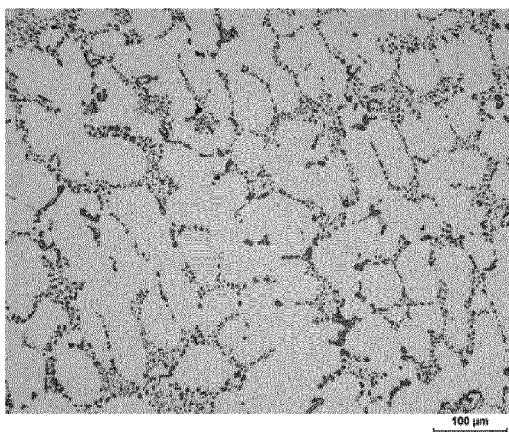
Patentansprüche

1. Zylinderkopf für Verbrennungsmotoren, bestehend aus einer Aluminiumlegierung aus Aluminium und Legierungselementen, wobei der Zylinderkopf nach T6 oder T7 wärmebehandelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung, die neben Aluminium und unvermeidbaren Verunreinigungen, als Legierungselemente, jeweils bezogen auf die Legierung,
 - Si von 6 bis 12 Gew.-%,
 - Fe kleiner 0,5 Gew.-%,
 - Cu von 0,0015 bis 3 Gew.-%,
 - Mn kleiner 0,4 Gew.-%,
 - Mg von 0,05 bis 1 Gew.-%,
 - Zn kleiner 0,4 Gew.-%,
 - B von 0,0005 bis 0,025 Gew.-%,
 - Ti und Zr in Addition kleiner 0,008 Gew.-% aufweist.
2. Zylinderkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung Fe in einer Menge kleiner 0,1 Gew.-% aufweist.
3. Zylinderkopf nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung Cu in einer Menge von 0,003 bis 1,0 Gew.-% aufweist.

EP 2 455 505 A1

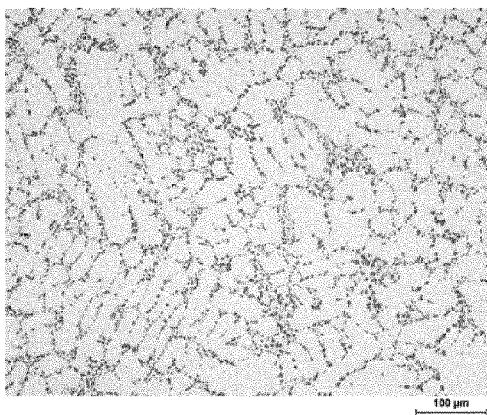
4. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung Mn in einer Menge kleiner 0,02 Gew.-% aufweist.
5. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung Mg in einer Menge von 0,15 bis 0,45 Gew.-% aufweist.
6. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung Zn in einer Menge kleiner 0,04 Gew.-% aufweist.
10. 7. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung B in einer Menge von 0,0025 bis 0,01 Gew.-% aufweist.
15. 8. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aluminiumlegierung, jeweils bezogen auf die Aluminiumlegierung, Ti und Zr in Addition in einer Menge kleiner 0,0015 Gew.-%, bezogen auf die Aluminiumlegierung, aufweist.
20. 9. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** V in der Aluminiumlegierung enthalten ist, wobei die Gesamtsumme der Elemente Ti, Zr und V, bezogen auf die Aluminiumlegierung 0,008 Gew.-%, nicht überschreitet.
25. 10. Zylinderkopf nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesamtsumme der Elemente Ti, Zr und V, bezogen auf die Aluminiumlegierung 0,0030 Gew.-%, nicht überschreitet.
30. 11. Zylinderkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** er mittels Kokillenguss- und/oder Sandgussverfahren hergestellt wird.

Fig. 1

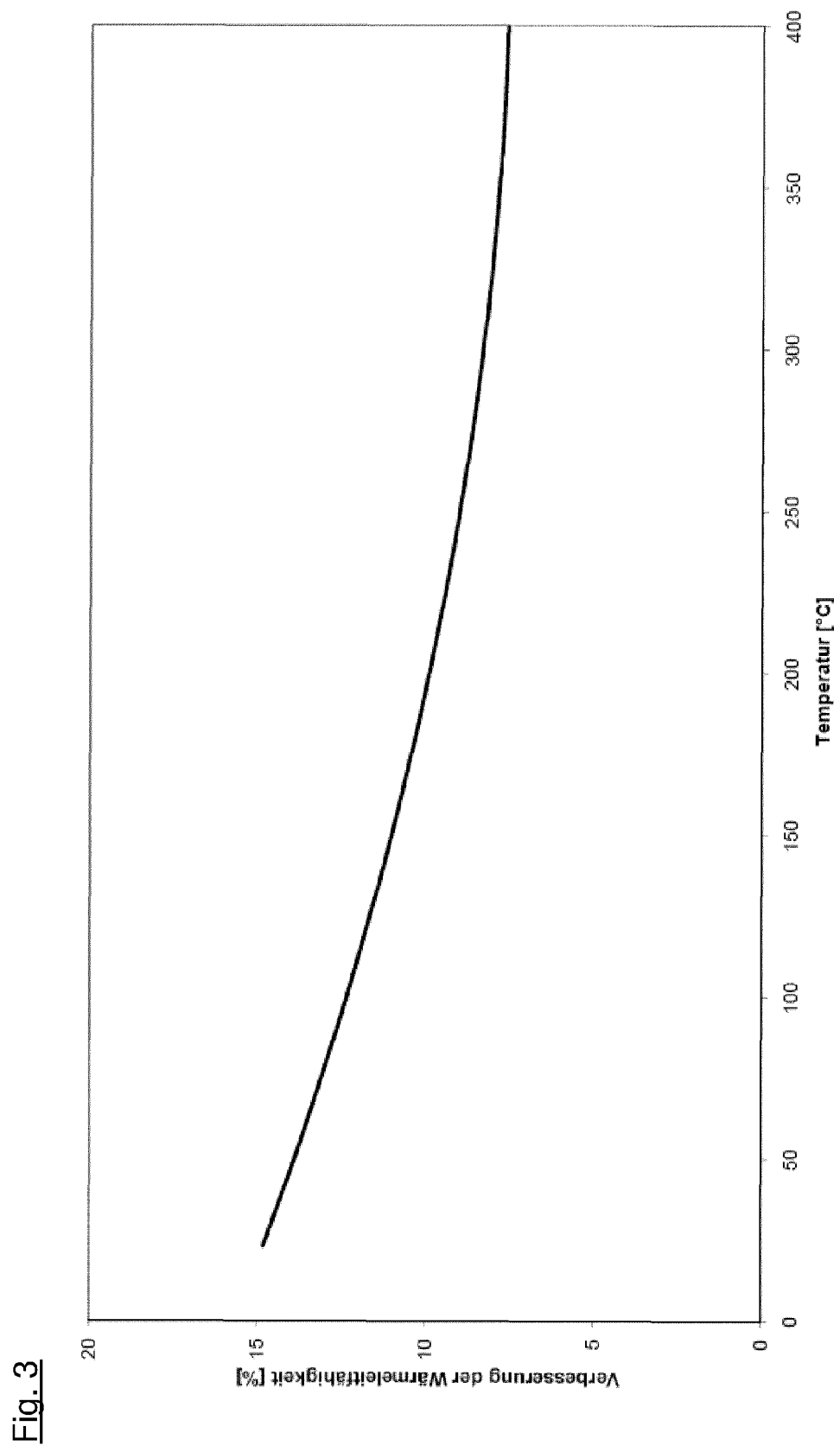


Dendritenarmabstand 47 μm
bei Standardlegierung

Fig. 2



Dendritenarmabstand 21 μm
Erfindung





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 11 18 9488

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2007/051162 A2 (ALCOA INC [US]; LIN JEN C [US]; MBAYE MOUSTAPHA [US]; LOELAND JAN OVE) 3. Mai 2007 (2007-05-03) * Seite 15; Ansprüche 1,7; Tabelle 1 *	1-11	INV. C22C21/00 C22C21/02 C22C21/04 C22F1/04 C22F1/043 F02F1/00 F02F1/24
X	EP 1 331 281 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; NIPPON LIGHT METAL CO [JP]) 30. Juli 2003 (2003-07-30) * Absätze [0017], [0028], [0040], [0042]; Tabellen 1, 3, 4 *	1-11	
A	US 2006/133949 A1 (LASLAZ GERARD [FR]) 22. Juni 2006 (2006-06-22) * Absätze [0037], [0042]; Ansprüche 1,12; Tabelle 1 *	1-11	
A	EP 1 972 696 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24. September 2008 (2008-09-24) * Absätze [0008], [0013]; Anspruch 2 *	1-11	
A	DE 10 2006 059899 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 26. Juni 2008 (2008-06-26) * Seiten 2/4-3/4, Absatz 0009; Anspruch 2 *	1-11	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C C22F F02F
A	EP 2 041 328 B1 (BDW TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 27. Januar 2010 (2010-01-27) * Anspruch 1 *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. März 2012	Prüfer Chebeleu, Alice
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 11 18 9488

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.

19-03-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007051162 A2		03-05-2007	CA 2627361 A1	03-05-2007
			EP 1960561 A2	27-08-2008
			JP 2009513833 A	02-04-2009
			KR 20080064984 A	10-07-2008
			US 2007125460 A1	07-06-2007
			WO 2007051162 A2	03-05-2007

EP 1331281 A1		30-07-2003	DE 60300659 D1	23-06-2005
			DE 60300659 T2	17-11-2005
			EP 1331281 A1	30-07-2003
			JP 4007488 B2	14-11-2007
			JP 2003213354 A	30-07-2003
			US 2003136477 A1	24-07-2003

US 2006133949 A1		22-06-2006	AT 373113 T	15-09-2007
			BR PI0412436 A	05-09-2006
			CA 2531403 A1	27-01-2005
			DE 602004008934 T2	12-06-2008
			EP 1651787 A1	03-05-2006
			ES 2294533 T3	01-04-2008
			FR 2857378 A1	14-01-2005
			JP 2007516344 A	21-06-2007
			KR 20060034288 A	21-04-2006
			MX PA06000195 A	11-04-2006
			US 2006133949 A1	22-06-2006
			WO 2005007911 A1	27-01-2005

EP 1972696 A1		24-09-2008	DE 102007012423 A1	18-09-2008
			EP 1972696 A1	24-09-2008

DE 102006059899 A1		26-06-2008	KEINE	

EP 2041328 B1		27-01-2010	AT 456682 T	15-02-2010
			CA 2657731 A1	17-01-2008
			DE 102006032699 A1	17-01-2008
			EP 2041328 A1	01-04-2009
			ES 2340218 T3	31-05-2010
			JP 2009543944 A	10-12-2009
			SI 2041328 T1	30-04-2010
			US 2009297393 A1	03-12-2009
			WO 2008006908 A1	17-01-2008

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

- EP 2014780 A1 [0004]
- EP 1331281 A1 [0005]