

(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
26. Januar 2012 (26.01.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/010376 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
C23C 4/06 (2006.01) C22C 33/02 (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/060243
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2011 (20.06.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 038 289.2 22. Juli 2010 (22.07.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **Federal-Mogul Burscheid GmbH** [DE/DE];
Bürgermeister-Schmidt-Str. 17, 51399 Burscheid (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **Kennedy, Marcus** [IE/DE];
Rochusstraße 24, 40479 Düsseldorf (DE). **Zinnbold, Michael** [DE/DE];
Egger Weg 17, 51399 Burscheid (DE). **Matz, Marc-Manuel** [DE/DE];
Metzstrasse 44, 86316 Friedberg (DE).
- (74) Anwalt: **Becker Kurig Straus**; Bavariastrasse 7, 80336 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON RING HAVING A THERMALLY SPRAYED COATING AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung : KOLBENRING MIT THERMISCH GESPRITZTER BESCHICHTUNG UND HERSTELLUNGSVERFAHREN DAVON

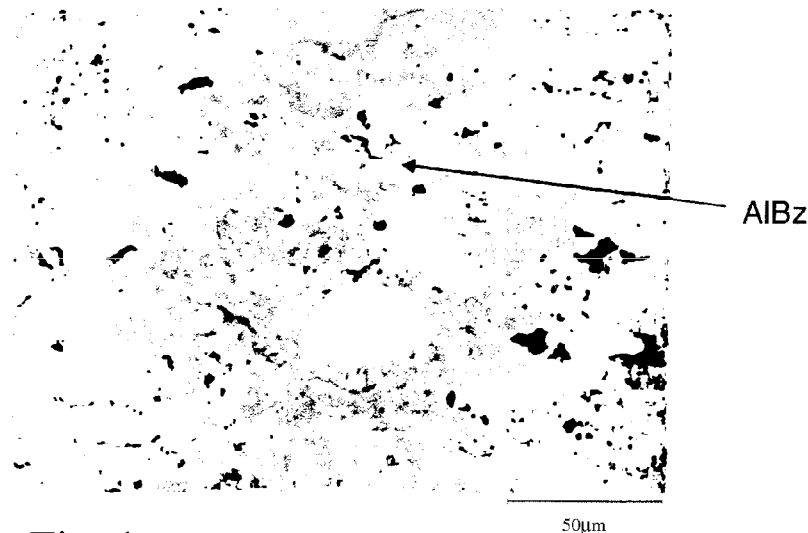


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a piston ring for an internal combustion engine, which comprises: providing a substrate; and applying a coating by means of thermal spraying of a powder, that includes solid lubricants, and comprises the elemental proportions 15-30 wt % of iron, Fe; 15-30 wt % of tungsten, W; 25-35 wt % of chromium, Cr; 10-35 wt % of nickel, Ni; 1-5 wt % of molybdenum, Mo; 0.2-3 wt % of aluminum, Al; 3-20 wt % of copper, Cu; 1-10 wt % of carbon, C; 0.1-2 wt % of sulfur, S; and 0.1-2 wt % of silicon, Si.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/010376 A1



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbenrings für eine Verbrennungskraftmaschine, welches umfasst: Bereitstellen eines Substrats; und Aufbringen einer Beschichtung durch thermisches Spritzen eines Pulvers inklusive Feststoff Schmierstoffen, umfassend die Elementanteile 15-30 Gewichtsprozent Eisen, Fe; 15- 30 Gewichtsprozent Wolfram, W; 25-35 Gewichtsprozent Chrom, Cr; 10-35 Gewichtsprozent Nickel, Ni; 1-5 Gewichtsprozent Molybdän, Mo; 0,2-3 Gewichtsprozent Aluminium, Al; 3-20 Gewichtsprozent Kupfer, Cu; 1-10 Gewichtsprozent Kohlenstoff, C; 0,1-2 Gewichtsprozent Schwefel, S; und 0, 1-2 Gewichtsprozent Silizium, Si.

Kolbenring mit thermisch gespritzter Beschichtung und Herstellungsverfahren davon

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kolbenring mit einer thermisch gespritzten Beschichtung und insbesondere Festschmierstoffe einschließend, sowie ein entsprechendes Verfahren zu seiner Herstellung.

Die Verwendung von thermischen Spritzschichten als Verschleißschutzschicht für
10 Gleitelemente ist in vielen Industriebereichen üblich. Bei Anwendungen für Motoren werden unter Anderem thermische Spritzschichten bevorzugt in der ersten und zweiten Nut auf Kolbenringen eingesetzt. In zunehmendem Maße fokussiert sich die Entwicklung auf Eisenbasierte Materialien, um hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften und der Kosten den Anforderungen im Motorbetrieb gerecht zu werden.

15 Die Laufpartner für Kolbenringe basierend oft ebenfalls auf Eisen. Dies erhöht das Risiko der Brandspurbildung bis hin zum Fressen, da es durch gleichartige Metalle unter gewissen Grenzbedingungen (Mangelschmierung und hohe Temperaturen) zu adhäsivem Verschleiß kommt.

20 Demnach ist ein Schichtsystem zu entwickeln, das die mögliche Fressneigung Eisen-basierter Spritzschichten reduziert, sowie eine ausreichende Zähigkeit besitzt, um eine Materialermüdung bei konstant hoher thermischer Belastung zu vermeiden.

25 Eisen-basierte Beschichtungen, aufgetragen mittels Thermischen Spritzens finden noch keine Anwendung auf dem Kolbenring, im Bereich des Kurbeltriebs sind bisher lediglich Eisenbasierte Beschichtungen auf der Zylinderlaufbahn bekannt, hergestellt mittels Lichtbogen-Draht-Spritzens (LDS).

Die Herstellung von Verschleißschutzschichten mittels des thermischen Spritzprozesses ist ein grundsätzlich bekanntes Verfahren. Die heutigen dafür verwendeten Pulvermaterialien basieren auf Molybdän, Wolfram-Karbid, Nickel-Chrom und Cr_3C_2 . Hohe Karbidanteile führen aber zu einer Verschlechterung der Ermüdungsfestigkeit sowie der Bruchzähigkeit.

5 Aufgrund der hohen Molybdän-Marktpreise sind mittelfristig Alternativen notwendig.

Um die oben beschriebene Aufgabe zu lösen soll die Beschichtung folgende Merkmale aufweisen:

- 10
- 1) Ähnliche physikalische Eigenschaften wie das zu beschichtende Substrat;
 - 2) Ausreichende Verschleißresistenz für das System „thermisch gespritzter Kolbenring mit Eisen-basierter Zylinderlaufbahn, geschmiert“;
 - 3) Ausreichende Brandspur- und Fressbeständigkeit;
 - 4) Ausreichende Bruchzähigkeit und dadurch verbessertes Ermüdungsverhalten.

15

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird daher ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbenrings für eine Verbrennungskraftmaschine bereitgestellt, umfassend

- Bereitstellen eines Substrats; und
 - Aufbringen einer Beschichtung durch thermisches Spritzen eines Pulvers inklusive
- 20 Feststoffschmierstoffen, umfassend die Elementanteile

15-30 Gewichtsprozent Eisen, Fe;

15-30 Gewichtsprozent Wolfram, W;

25-35 Gewichtsprozent Chrom, Cr;

10-35 Gewichtsprozent Nickel, Ni;

25 1-5 Gewichtsprozent Molybdän, Mo;

0,2-3 Gewichtsprozent Aluminium, Al;

3-20 Gewichtsprozent Kupfer, Cu;

1-10 Gewichtsprozent Kohlenstoff, C;

0,1-2 Gewichtsprozent Schwefel, S; und

30 0,1-2 Gewichtsprozent Silizium, Si.

Hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften (Wärmeleitfähigkeit, thermischer Ausdehnungskoeffizient) entsteht durch einen Mindestanteil des Eisen-haltigen Basissystems von 15 Gewichtsprozent ein quasi-homogenes System zwischen Substrat und Beschichtung. Dadurch kann die während der Mischreibung, insbesondere im Bereich des oberen bzw. unteren Totpunkts (OT/UT), entstehende thermische Energie besser abgeführt und ein gleichmäßiger thermischer Relaxationsprozess durch die im Motor vorliegenden Temperaturschwankungen gewährleistet werden.

Grundsätzlich besteht das gesamte System aus den folgenden Elementen: Eisen (Fe), Wolfram (W, als WC oder WS_2), Chrom (Cr, als Cr und Cr_3C_2), Nickel (Ni), Molybdän (als Mo oder MoS_2), Silizium (Si) und Kohlenstoff (C, teilweise gebunden in Fe, W und Cr als Karbid). Die Anwendung von Fe-Basis-Legierungen als Kolbenringbasisbeschichtungsmaterial zusammen mit einem karbidischen System führt zur Herstellung eines neuen Kolbenringtyps.

Gemäß einer Ausführungsform enthält das Pulver einen Anteil von 20-50 Gewichtsprozent Karbide mit den folgenden Konzentrationen:

10-30 Gewichtsprozent Wolframkarbid, WC; und
5-20 Gewichtsprozent Cr_3C_2 .

Gemäß einer Ausführungsform enthält das Pulver Festschmierstoffe, die AlCuFe, MoS_2 , WS_2 oder Gemische daraus umfassen. Bevorzugt beträgt der Anteil an Festschmierstoffen an dem Pulver 5-20 Gewichtsprozent, aufgeteilt in die folgenden Anteile:

0-20 Gewichtsprozent AlCuFe;
0-5 Gewichtsprozent MoS_2 ; und
0-5 Gewichtsprozent WS_2 .

Die Eisenbasislegierung ohne Karbide oder mit höheren Feststoffschmieranteilen ist nicht zu empfehlen, da der Verschleißwiderstand zu gering wird.

Gemäß einer Ausführungsform enthalten die Festschmierstoffe AlCuFe mit den folgenden Konzentrationen:

80-95 Gewichtsprozent Cu;

5-20 Gewichtsprozent Al;

5 1-5 Gewichtsprozent Fe; und

0,1-3 Gewichtsprozent Sauerstoff, O.

Gemäß einer Ausführungsform beträgt der WS₂-Anteil 1,5-3,5 Gewichtsprozent und das WS₂ ist in eine Nickelmatrix eingebettet.

10

Gemäß einer Ausführungsform beträgt der MoS₂-Anteil 1-2,5 Gewichtsprozent und das MoS₂ ist in eine Nickelmatrix eingebettet.

Gemäß einer Ausführungsform liegen die Partikelgrößen des Pulvers im Bereich 1-100 µm.

15

Gemäß einer Ausführungsform liegen die Partikelgrößen der Festschmierstoffe im Bereich 1-150 µm.

Gemäß einer Ausführungsform sind die Karbide in einer NiCr-Matrix eingebettet und weisen eine Partikelgröße von 0,5-5 µm auf.

20

Gemäß einer Ausführungsform liegt die Schichtdicke der Beschichtung im Bereich von 20-1000 µm.

25 Gemäß einer Ausführungsform umfasst das thermische Spritzverfahren Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen oder Plasmaspritzen.

Gemäß einer Ausführungsform liegt die Härte einer erfindungsgemäß hergestellten Beschichtung im Bereich von 500-1000 HV0.1 µm.

30

Gemäß einer Ausführungsform liegt die Bruchzähigkeit einer erfindungsgemäß hergestellten Beschichtung im Bereich von 2,5-7,5 (MPa m)^{1/2}.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Kolbenring ein Guss- oder Stahlkolbenring.

5
Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Kolbenring bereitgestellt, hergestellt mit einem Verfahren wie vorstehend beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

- 10
Fig. 1 zeigt eine Mikrostrukturaufnahme (500:1) einer thermisch gespritzten Schicht gemäß einer ersten Ausführungsform;
- 15
Fig. 2 zeigt eine Mikrostrukturaufnahme (500:1) einer thermisch gespritzten Schicht gemäß einer zweiten Ausführungsform;
- Fig. 3 zeigt eine Mikrostrukturaufnahme (500:1) einer thermisch gespritzten Schicht gemäß einer dritten Ausführungsform; und
- 20
Fig. 4 zeigt eine Mikrostrukturaufnahme (500:1) einer thermisch gespritzten Schicht gemäß einer vierten Ausführungsform.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

25 Durchgeführte Versuche:

Das Pulver wurde mittels Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (high velocity oxy fuel, HVOF) thermisch gespritzt und für verschiedene Varianten wurden die chemische Zusammensetzung (Tab. 1), Mikrostruktur (Fig. 1-4), Porosität und Härte (Tab. 2) gemessen.

30 Bei allen verwendeten Pulvern lag der Gesamtkarbidanteil bei ca. 40 Gewichtsprozent.

Tabelle 1 zeigt die chemische Zusammensetzung sowie des Anteil an Festschmierstoffen der im Test verwendeten Schichtsysteme.

Versuch	Festschmierstoff	Anteil Fest- schmierstoff (Gew%)	Chemische Zusammensetzung									
			Fe	W	Cr	Ni	Mo	Al	Cu	S	C	Si
#		(Gew%)	(Gew%)									
1	-	-	24	23	33	12	2,6	-	-	-	4,9	0,5
2	AlCuFe	10	22	20	30	11	2,3	1	9	-	4,4	0,5
3	Ni-MoS ₂	10	22	20	30	21	3,0	-	-	0,5	3,1	0,8
4	Ni-WS ₂	10	22	22	30	19	2,3	-	-	0,5	4,9	0,5
5	AlCuFe + Ni-MoS ₂	je 5	22	20	30	15	2,7	0,5	4,5	0,2	4,9	0,5

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung der verschiedenen Schichtsysteme

5 In Tabelle 2 sind die ermittelten Werte hinsichtlich Porosität und mechanischer Eigenschaften dargestellt.

Versuch	Karbid- anteil Soll	Fest- schmierstoff	Anteil Schmier- stoff	Härte	Bruchzähigkeit	Porosität
#	(Gew%)		Gew. %	HV0.1	K_{IC} (MPa m) ^{1/2}	%
1	40	-	0	695	2,3	<1
2	40	AlCuFe	10	705	5,9	<2
3	40	Ni-MoS ₂	10	715	2,6	<2
4	40	Ni-WS ₂	10	670	2,9	<2
5	40	AlCuFe + Ni-MoS ₂	je 5	643	3,5	<2

10 Tabelle 2: Schichteigenschaften nach dem HVOF-Spritzen

Die Mikrostrukturaufnahmen (Fig. 1-4) einer gemäß Versuch #1 bis #4 erzeugten Schicht zeigt homogen verteilte Karbide, keine unaufgeschmolzenen Partikel und eine sehr dichte Schicht mit einer sehr geringen Porosität von < 2%.

15 Anhand von Tabelle 2 werden die folgenden Sachverhalte deutlich:

1. Die Porosität der mit Festschmierstoffen versehenen Eisen-basierten Schicht ändert sich nur sehr geringfügig.
2. Durch die Zugabe von Festschmierstoffen ändert sich ebenfalls die Härte nicht

20 deutlich.

3. Die Zugabe von Festschmierstoffe verbessert die Bruchzähigkeit, wobei die Zugabe von 10 Gewichtsprozent AlCuFe die höchste Zunahme der Bruchzähigkeit, und damit den besten Widerstand gegen Materialermüdung liefert.

5 Eine Erhöhung der Schmierstoffkonzentration für WS_2 und MoS_2 je > 5 Gewichtsprozent sowie eine Erhöhung der AlCuFe-Konzentration > 20 Gewichtsprozent ist nicht zu empfehlen, da hier erwartet wird, dass der Verschleißwiderstand dadurch geringer wird.

10 Aus den Versuchsergebnissen wird deutlich, dass mittels dieses neuen Schichtsystems ein neuer Kolbenringtyp hergestellt wurde. Der Abscheidewirkungsgrad (DE-Wert) aller Schichtsysteme dieser Erfindung liegt bei ca. 50%.

15 Zu den vorstehend genannten Vorteilen eines mit einem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kolbenrings kommt hinzu, dass das neue Pulver etwa 30% günstiger als das heute zur Verfügung gestellte Mo-basierte Pulver ist.

20

25

Ansprüche

1. Spritzpulver für thermisches Spritzen, wobei das Pulver inklusive eines Anteils von 5-
5 20 Gewichtsprozent an Feststoffschmierstoffen die Elementanteile umfasst
15-30 Gewichtsprozent Eisen, Fe;
15-30 Gewichtsprozent Wolfram, W;
25-35 Gewichtsprozent Chrom, Cr;
10-35 Gewichtsprozent Nickel, Ni;
10 1-5 Gewichtsprozent Molybdän, Mo;
0,2-3 Gewichtsprozent Aluminium, Al;
3-20 Gewichtsprozent Kupfer, Cu;
1-10 Gewichtsprozent Kohlenstoff, C;
0,1-2 Gewichtsprozent Schwefel, S; und
15 0,1-2 Gewichtsprozent Silizium, Si.
2. Spritzpulver nach Anspruch 1, wobei das Pulver einen Anteil von 20-50
Gewichtsprozent Karbide mit den folgenden Konzentrationen enthält:
10-30 Gewichtsprozent Wolframkarbid, WC; und
20 5-20 Gewichtsprozent Cr_3C_2 .
3. Spritzpulver nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Pulver
Festschmierstoffe enthält, die AlCuFe, MoS₂, WS₂ oder Gemische daraus umfassen,
wobei der Anteil an Festschmierstoffen von 5-20 Gewichtsprozent aufgeteilt ist in die
25 folgenden Anteile:
0-20 Gewichtsprozent AlCuFe;
0-5 Gewichtsprozent MoS₂; und
0-5 Gewichtsprozent WS₂.

4. Spritzpulver nach Anspruch 3, wobei die Festschmierstoffe AlCuFe mit den folgenden Konzentrationen enthalten:
80-95 Gewichtsprozent Cu;
5 5-20 Gewichtsprozent Al;
1-5 Gewichtsprozent Fe; und
0,1-3 Gewichtsprozent Sauerstoff, O.
5. Spritzpulver nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei der WS₂-Anteil 1,5-3,5
10 Gewichtsprozent beträgt und das WS₂ in eine Nickelmatrix eingebettet ist.
6. Spritzpulver nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei der MoS₂-Anteil 1-2,5 Gewichtsprozent beträgt und das MoS₂ in eine Nickelmatrix eingebettet ist.
- 15 7. Spritzpulver nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Partikelgrößen des Pulvers im Bereich 1-100 µm liegen.
8. Spritzpulver nach einem der Ansprüche 4 bis 9, wobei die Partikelgrößen der Festschmierstoffe im Bereich 1-150 µm liegen.
- 20 9. Spritzpulver nach einem der Ansprüche 2 bis 8, wobei die Karbide in einer NiCr-Matrix eingebettet sind und eine Partikelgröße von 0,5-5 µm aufweisen.
10. Kolbenring, umfassend ein Substrat und eine Beschichtung, die durch thermisches
25 Spritzen eines Pulvers aufgebracht ist, wobei das Pulver inklusive eines Anteils von 5-20 Gewichtsprozent an Feststoffschmierstoffen die Elementanteile umfasst
15-30 Gewichtsprozent Eisen, Fe;
15-30 Gewichtsprozent Wolfram, W;
25-35 Gewichtsprozent Chrom, Cr;
30 10-35 Gewichtsprozent Nickel, Ni;

- 1-5 Gewichtsprozent Molybdän, Mo;
0,2-3 Gewichtsprozent Aluminium, Al;
3-20 Gewichtsprozent Kupfer, Cu;
1-10 Gewichtsprozent Kohlenstoff, C;
5 0,1-2 Gewichtsprozent Schwefel, S; und
0,1-2 Gewichtsprozent Silizium.
11. Kolbenring nach Anspruch 10, wobei die Schichtdicke der Beschichtung im Bereich von 20-1000 μm liegt.
- 10 12. Kolbenring nach einem der Ansprüche 10 oder 11, wobei das thermische Spritzverfahren Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen oder Plasmaspritzen umfasst.
13. Kolbenring nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Härte der Beschichtung
15 im Bereich von 600-1000 HV0.1 μm liegt.
14. Kolbenring nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei die Bruchzähigkeit der Beschichtung im Bereich von 2,6-7,0 (MPa m)^{1/2} liegt.
- 20 15. Kolbenring nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei der Kolbenring ein Guss- oder Stahlkolbenring ist.

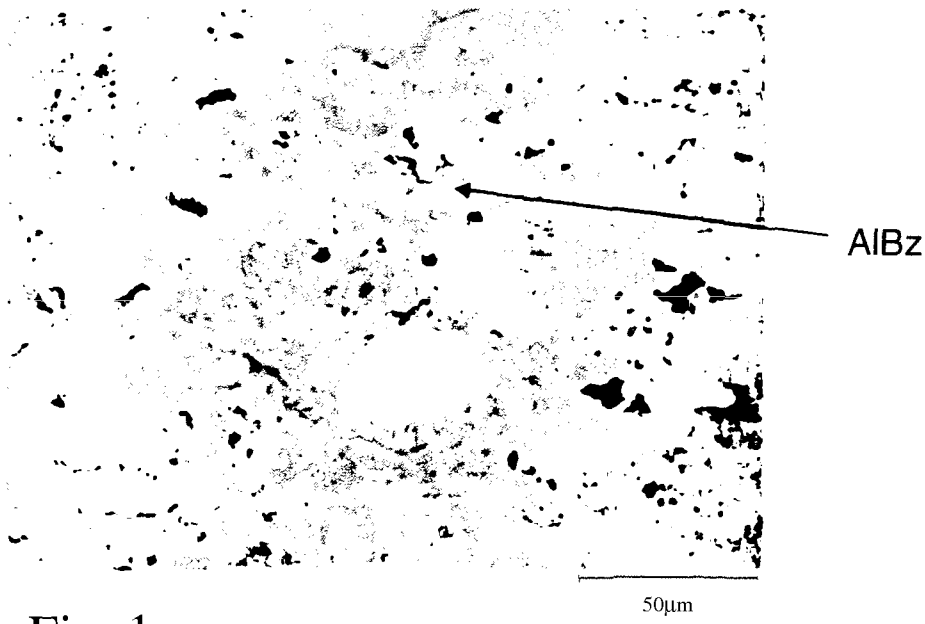


Fig. 1

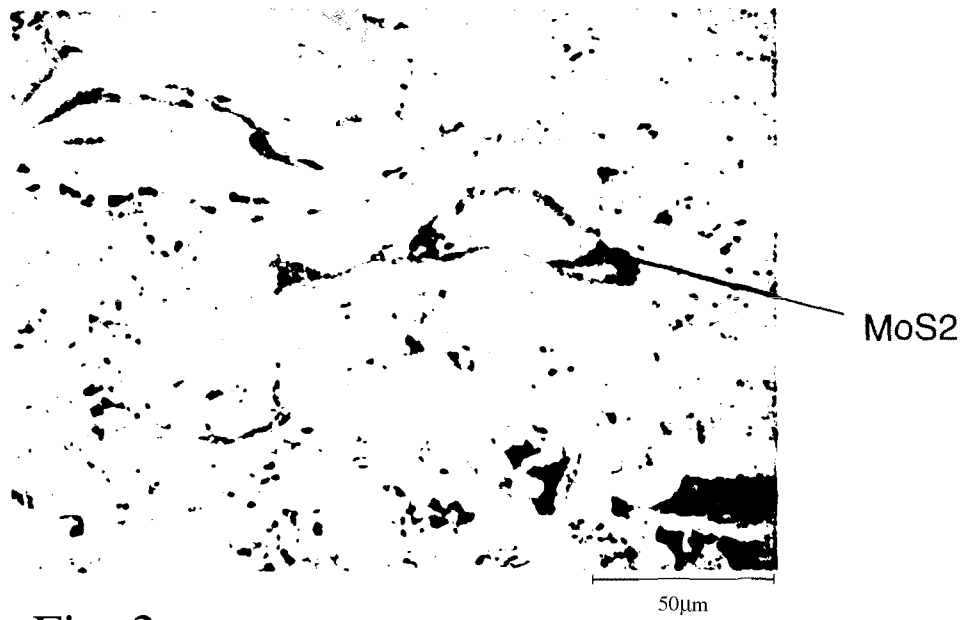


Fig. 2

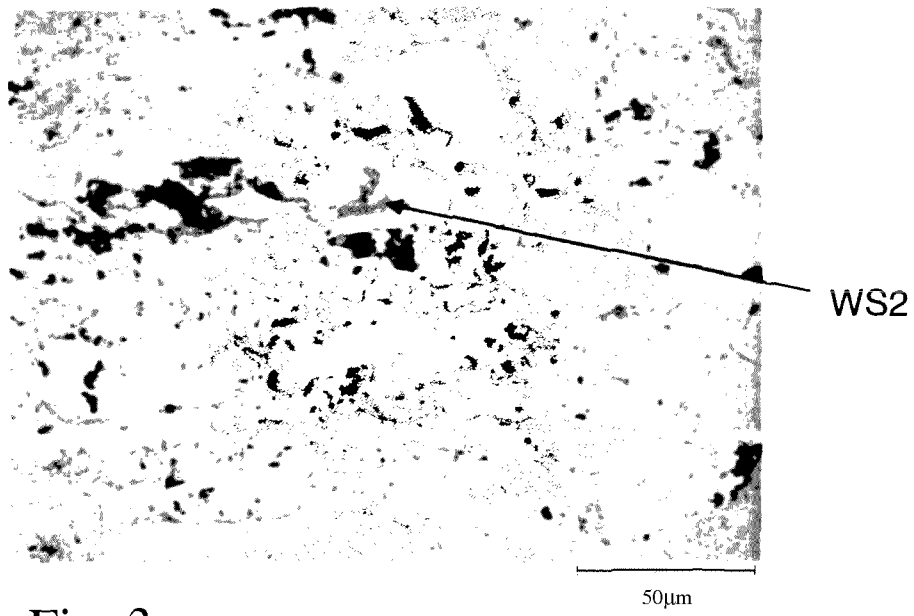


Fig. 3

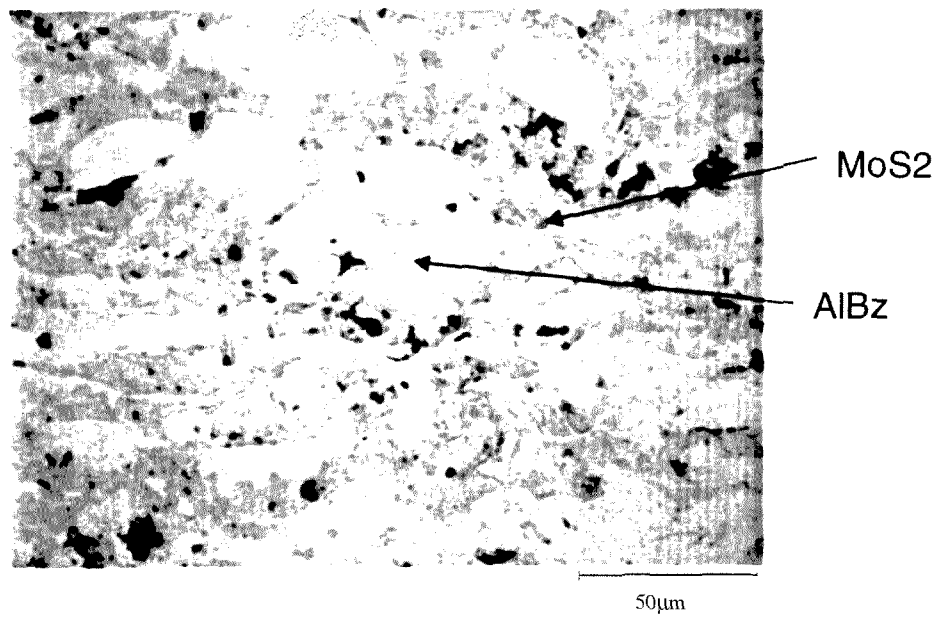


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/060243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C23C4/06 C22C38/42 C22C33/02 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) C23C C22C		
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 practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/017848 A1 (FEDERAL MOGUL SINTERED PROD [GB]; FARTHING LESLIE JOHN [GB]; MAULIK PA) 14 February 2008 (2008-02-14) page 5 - page 7; claims 1,2 -----	1-9
X	WO 02/24970 A2 (FEDERAL MOGUL BURSCHEID GMBH [DE]; HERBST DEDERICHS CHRISTIAN [DE] FED) 28 March 2002 (2002-03-28) page 5; claims 1,2 -----	10-15
A	US 3 617 349 A (PRASSE HERBERT F) 2 November 1971 (1971-11-02) column 3, line 1 - line 12 column 4, line 20 - line 39 -----	1-15
A	WO 03/104511 A2 (WESTAIM CORP [CA]; FIALA PETR [CA]; CHILKOWICH ANTHONY PETER [CA]; HAJ) 18 December 2003 (2003-12-18) abstract -----	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"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 "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 "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. "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 19 August 2011		Date of mailing of the international search report 26/08/2011
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 Oliveras, Mariana

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/060243

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008017848	A1	14-02-2008	AT 483830 T 15-10-2010
			CN 101517112 A 26-08-2009
			EP 2057297 A1 13-05-2009
			GB 2440737 A 13-02-2008
			JP 2010500474 A 07-01-2010
			KR 20090039835 A 22-04-2009
			US 2010190025 A1 29-07-2010

WO 0224970	A2	28-03-2002	DE 10046956 A1 25-04-2002
			EP 1322794 A2 02-07-2003
			JP 2004510050 A 02-04-2004
			PT 1322794 E 30-07-2008
			US 2003180565 A1 25-09-2003

US 3617349	A	02-11-1971	CA 921726 A1 27-02-1973
			DE 2030556 A1 29-04-1971
			FR 2065826 A5 06-08-1971
			GB 1291294 A 04-10-1972

WO 03104511	A2	18-12-2003	AT 419409 T 15-01-2009
			AU 2003238318 A1 22-12-2003
			EP 1509631 A2 02-03-2005
			JP 2005529238 A 29-09-2005
			TW I244436 B 01-12-2005
			US 2005158572 A1 21-07-2005
			US 2005155454 A1 21-07-2005
			US 2005233160 A1 20-10-2005
			US 2003228483 A1 11-12-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/060243

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C23C4/06 C22C38/42 C22C33/02
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C23C C22C

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/017848 A1 (FEDERAL MOGUL SINTERED PROD [GB]; FARTHING LESLIE JOHN [GB]; MAULIK PA) 14. Februar 2008 (2008-02-14) Seite 5 - Seite 7; Ansprüche 1,2 -----	1-9
X	WO 02/24970 A2 (FEDERAL MOGUL BURSCHEID GMBH [DE]; HERBST DEDERICHS CHRISTIAN [DE] FED) 28. März 2002 (2002-03-28) Seite 5; Ansprüche 1,2 -----	10-15
A	US 3 617 349 A (PRASSE HERBERT F) 2. November 1971 (1971-11-02) Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 12 Spalte 4, Zeile 20 - Zeile 39 -----	1-15
A	WO 03/104511 A2 (WESTAIM CORP [CA]; FIALA PETR [CA]; CHILKOWICH ANTHONY PETER [CA]; HAJ) 18. Dezember 2003 (2003-12-18) Zusammenfassung -----	1-15

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen 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" älteres Dokument, 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 anderen 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
19. August 2011	26/08/2011

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 Oliveras, Mariana
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/060243

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008017848 A1	14-02-2008	AT 483830 T	15-10-2010
		CN 101517112 A	26-08-2009
		EP 2057297 A1	13-05-2009
		GB 2440737 A	13-02-2008
		JP 2010500474 A	07-01-2010
		KR 20090039835 A	22-04-2009
		US 2010190025 A1	29-07-2010
WO 0224970 A2	28-03-2002	DE 10046956 A1	25-04-2002
		EP 1322794 A2	02-07-2003
		JP 2004510050 A	02-04-2004
		PT 1322794 E	30-07-2008
		US 2003180565 A1	25-09-2003
US 3617349 A	02-11-1971	CA 921726 A1	27-02-1973
		DE 2030556 A1	29-04-1971
		FR 2065826 A5	06-08-1971
		GB 1291294 A	04-10-1972
WO 03104511 A2	18-12-2003	AT 419409 T	15-01-2009
		AU 2003238318 A1	22-12-2003
		EP 1509631 A2	02-03-2005
		JP 2005529238 A	29-09-2005
		TW I244436 B	01-12-2005
		US 2005158572 A1	21-07-2005
		US 2005155454 A1	21-07-2005
		US 2005233160 A1	20-10-2005
US 2003228483 A1	11-12-2003		