

(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
14. November 2013 (14.11.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/167604 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 14/06 (2006.01) C23C 28/04 (2006.01)
C23C 14/32 (2006.01) C23C 14/08 (2006.01)
F16J 9/26 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/059510

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Mai 2013 (07.05.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 207 813.4 10. Mai 2012 (10.05.2012) DE

(71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: MAIER, Kurt; Glorstraße 10, 71229 Leonberg (DE).

(74) Anwalt: BRP RENAUD & PARTNER
RECHTSANWÄLTE NOTARE PATENTANWÄLTE;
Königstraße 28, 70173 Stuttgart (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:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: SLIDING BODY WITH COATING

(54) Bezeichnung : GLEITKÖRPER MIT BESCHICHTUNG

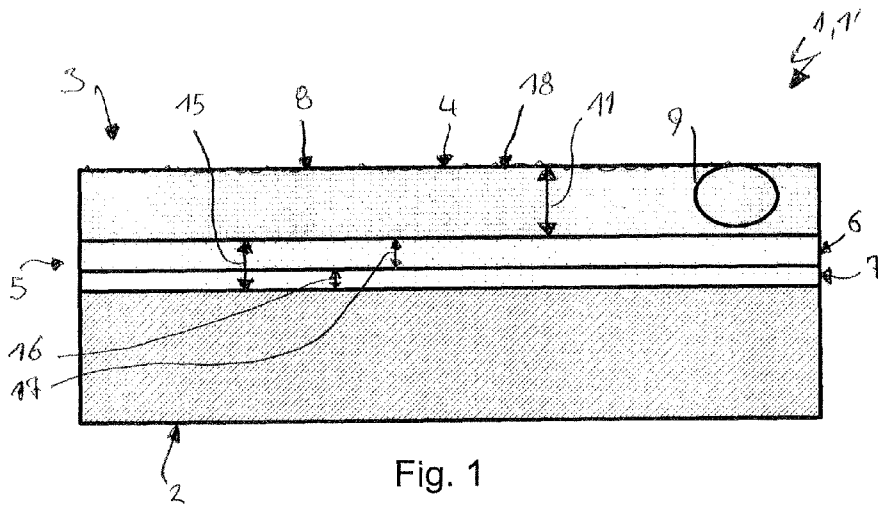
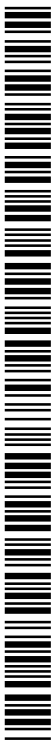


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a sliding body (1), in particular a piston ring (1') for an internal combustion engine. The sliding body (1) has a main part (2) and a coating (3). It is essential to the invention that the coating (3) has a first main layer (4) which solely has the main components of molybdenum, nitrogen, and oxygen. (Fig. 1)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gleitkörper (1), insbesondere einen Kolbenring (1') für eine Brennkraftmaschine, wobei der Gleitkörper (1) einen Grundkörper (2) und eine Beschichtung (3) aufweist. Erfindungswesentlich ist dabei, dass die Beschichtung (3) eine erste Hauptschicht (4) aufweist, welche ausschließlich die Hauptbestandteile Molybdän, Stickstoff und Sauerstoff aufweist.



WO 2013/167604 A1

Gleitkörper mit Beschichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gleitkörper, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, der einen Grundkörper und eine Beschichtung aufweist. Die Erfindung betrifft weiter ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Gleitkörpers.

Gleitkörper finden vielfältige Anwendungen und sind aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt. Ein solcher Gleitkörper für eine Brennkraftmaschine wird beispielsweise im Brennraum der Brennkraftmaschine eingesetzt und kann insbesondere als ein Kolbenring ausgebildet sein. Typisch für derartige Gleitkörper ist, dass sie entlang eines anderen Körpers gleiten, wodurch zwischen diesen Körpern Reibung entsteht. Dabei ist die Langlebigkeit derartiger Gleitkörper unter hohen mechanischen und thermodynamischen Beanspruchungen erwünscht. Zu diesem Zweck kann ein derartiger Gleitkörper eine Beschichtung aufweisen, die auf einem Grundkörper des Gleitkörpers aufgebracht ist.

Aus der EP 0 884 400 B1 ist eine Beschichtung bekannt, die beispielsweise auf einen Kolbenring aufgetragen ist. Die Beschichtung weist eine Mischung von kristallinem Chromnitrid und kristallinem Molybdänitrid auf, wobei die Kristallstrukturen mindestens eines der Elemente Sauerstoff und Kohlenstoff in Form einer festen Lösung enthalten.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem für einen Gleitkörper der eingangs genannten Art eine verbesserte oder zumindest alternative Ausführungsform anzugeben, die sich dadurch auszeichnet, dass der Gleitkörper eine verlängerte Lebensdauer und/oder eine bessere Gleiteigenschaft aufweist.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, einen Grundkörper eines Gleitkörpers mit einer Beschichtung zu versehen, welche eine erste Hauptschicht aufweist, deren Hauptkomponenten einerseits eine ausreichende Festigkeit bzw. Härte und andererseits eine verbesserte Gleiteigenschaft der Beschichtung, insbesondere der ersten Hauptschicht, und somit des Gleitkörpers an einem anderen Körper gewährleisten. Die erste Hauptschicht bzw. ihre Oberfläche steht beim Gebrauch des Grundkörpers mit einem anderen Körper, an dem dieser entlanggleitet in Kontakt.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem dadurch gelöst, dass die erste Hauptschicht die Hauptbestandteile Molybdän, Stickstoff sowie Sauerstoff aufweist. Dabei heißt Hauptbestandteil, dass die erste Hauptschicht vorwiegend, vorzugsweise ausschließlich, aus diesen Materialien bzw. aus Verbindungen aus diesen Materialien besteht. Jedoch kann die erste Hauptschicht auch andere, vergleichbar zu diesen Hauptbestandteilen geringere oder vernachlässigbare Bestandteile bzw. Verunreinigungen aufweisen. Die Erfindung nutzt dabei zunächst die Kenntnis, dass molybdänmonoxidartige Verbindungen, insbesondere Molybdänmonoxid, eine selbstschmierende Eigenschaft aufweisen. Dementsprechend soll die Beschichtung des Gleitkörpers an seiner äußeren, das heißt vom Grundkörper abgewandten, Oberfläche molybdänmonoxidhaltig sein, um die Gleiteigenschaften des Gleitkörpers zu verbessern und somit eine Reibung des Gleitkörpers an einem zugehörigen anderen Körper zu verringern. Dementsprechend ist die Beschichtung vorzugsweise an denjenigen Bereichen des Gleitkörpers angeordnet, die entlang dieses anderen Körpers gleiten. Der Gleitkörper kann jedoch auch gänzlich eine solche Beschichtung aufweisen.

Entlang der Dicke der ersten Hauptschicht kann die Konzentration der jeweiligen Hauptbestandteile der ersten Hauptschicht variieren. Beispielsweise kann die Sauerstoffkonzentration der ersten Hauptschicht hin zum Grundkörper stufenweise oder stufenlos abnehmen und insbesondere Null sein. In diesem Sinne handelt es sich bei der ersten Hauptschicht um eine Schicht mit den Hauptbestandteilen Molybdän und Stickstoff, welche mit Sauerstoff dotiert ist. Mit anderen Worten, die erste Hauptschicht kann insbesondere den Hauptbestandteil Molybdännitrid aufweisen und, insbesondere im Oberflächenbereich, mit Sauerstoff dotiert sein.

Die erste Hauptschicht weist bevorzugt eine Dicke von 1 μm bis 50 μm auf. Hierbei kann die Dicke der ersten Hauptschicht variieren. Zudem kann die Beschichtung den Grundkörper auch teilweise bedecken, so dass die Dicke der ersten Hauptschicht bzw. der Beschichtung in den nicht beschichteten Bereichen auch Null betragen kann. Zudem beträgt die Schichthärte der Beschichtung vorzugsweise zwischen 1.500 und 2.200 HV bei 0,05 N Prüflast.

Der Grundkörper des Gleitkörpers ist gewöhnlich aus einem metallischen Wertstoff hergestellt. Dies kann beispielsweise durch ein Gießverfahren realisiert sein, wodurch der Grundkörper als Gusskörper ausgestaltet ist und aus Eisen und/oder Stahl hergestellt sein kann. Zudem kann der Grundkörper nitriert sein. Sofern der Grundkörper aus Stahl besteht, wird dieser üblicherweise in einem Walzverfahren hergestellt. Um eine Haftung der Beschichtung an den Grundkörper zu verbessern, kann die Beschichtung optional eine zweite Hauptschicht aufweisen, die zweckmäßig zwischen dem Grundkörper und der ersten Hauptschicht angeordnet ist. Dabei kann die zweite Hauptschicht auch teilweise zwischen der ersten Hauptschicht und dem Grundkörper angeordnet sein. Die zweite Hauptschicht weist zweckmäßig einen Hauptbestandteil auf, welcher eine ausreichende Haftung der Beschichtung an den Grundkörper

gewährleistet. Insbesondere bei einem aus metallischen Werkstoffen hergestellten Grundkörper kann die zweite Beschichtung also einen metallischen Hauptanteil aufweisen. Der metallische Hauptanteil der zweiten Hauptschicht ist also insbesondere Molybdän und/oder Chrom und/oder Titan und/oder eine Chrom-Aluminium-Legierung und dergleichen.

Die Dicke der zweiten Hauptschicht ist vorzugsweise im Vergleich zur Dicke der ersten Hauptschicht klein. So beträgt die Dicke der zweiten Hauptschicht bei bevorzugten Ausbildungsformen zwischen 0,5 µm und 10 µm.

Bei bevorzugten Ausführungsformen weist die zweite Hauptschicht Stickstoff auf. Das heißt, dass die zweite Hauptschicht mit Stickstoff dotiert sein kann, so dass die zweite Hauptschicht zumindest bereichsweise metallnitridhaltig sein kann.

Bevorzugt nimmt die Konzentration von Stickstoff innerhalb der zweiten Hauptschicht hin zur ersten Hauptschicht zu. Dies dient insbesondere dem Zweck, eine Haftung der ersten Hauptschicht an der zweiten Hauptschicht und somit eine Adhäsion zwischen diesen Hauptschichten zu verbessern.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem metallischen Hauptbestandteil der zweiten Hauptschicht um Chrom. Dementsprechend weist die Beschichtung zwischen der zweiten Hauptschicht und der ersten Hauptschicht einen Übergang vom Chromnitrid zu Molybdän-Nitrid auf, um eine besonders vorteilhafte Adhäsion zu erreichen.

Die Zunahme der Stickstoffkonzentration der zweiten Hauptschicht hin zur ersten Hauptschicht kann gestuft oder stufenlos erfolgen. Dementsprechend kann die zweite Hauptschicht eine erste Unterschicht aufweisen, die metallnitridhaltig, insbesondere chromnitridhaltig, und der ersten Hauptschicht benachbart ist. Eine zweite, dem Grundkörper benachbarte, Unterschicht der zweiten Hauptschicht kann zudem stickstoffarm oder stickstofffrei sein. Während die zweite Unterschicht der zweiten Hauptschicht also die Haftung zum Grundkörper

gewährleistet, dient die erste Unterschicht der zweiten Hauptschicht dem Zweck, eine möglichst hohe Adhäsion zwischen der zweiten Hauptschicht und der ersten Hauptschicht zu schaffen.

Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Adhäsion zwischen der ersten Hauptschicht und der zweiten Hauptschicht besteht darin, die Konzentration von Molybdän in der ersten Hauptschicht hin zum Grundkörper bzw. zur zweiten Hauptschicht zu reduzieren. Dementsprechend kann auch die Konzentration des metallischen Hauptanteils der zweiten Hauptschicht hin zur ersten Hauptschicht abnehmen. Bevorzugt nimmt die Konzentration von Molybdän in der ersten Hauptschicht hin zur zweiten Hauptschicht ab, während die Konzentration des metallischen Hauptbestandteils der zweiten Hauptschicht hin zu ersten Hauptschicht abnimmt. Somit wird also ein fließender Übergang zwischen der zweiten Hauptschicht und der ersten Hauptschicht erreicht, um eine stabile Beschichtung zu schaffen. Durch die Anpassung der Konzentrationen von Molybdän in der ersten Hauptschicht und des metallischen Hauptanteils in der zweiten Hauptschicht in einem Übergangsbereich zwischen diesen Hauptschichten ist insbesondere eine Gitterfehlpassung zwischen der zweiten Hauptschicht und der ersten Hauptschicht vermieden oder zumindest reduziert. Handelt es sich beim metallischen Hauptanteil der zweiten Hauptschicht um Molybdän, so ist ein derartiger Übergang nicht notwendig.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die erste Hauptschicht entlang ihrer Dicke zumindest zwei unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen auf. Das heißt, dass Ausführungsformen vorstellbar sind, bei denen die Sauerstoffkonzentration innerhalb der ersten Hauptschicht mehrmals zu und wieder abnimmt. Bevorzugt sind hierbei Ausführungsformen, bei denen die Sauerstoffkonzentration entlang der Dicke der ersten Hauptschicht zumindest bereichsweise oszilliert. Das heißt insbesondere, dass sich die

Sauerstoffkonzentration periodisch zwischen einem Maximalwert und Null ändert. Mit anderen Worten, die erste Hauptschicht weist entlang ihrer Dicke Einzellagen auf, die mit Sauerstoff dotiert sind, die sich mit anderen Einzellagen abwechseln, welche nicht mit Sauerstoff dotiert sind. Somit wird also eine Multilagenschicht geschaffen, welche vorzugsweise innerhalb einer ersten Unterschicht der ersten Hauptschicht angeordnet ist, welche in einem vom Grundkörper abgewandten Bereich der ersten Hauptschicht bzw. im Bereich der Oberfläche der ersten Hauptschicht angeordnet ist. Die Periodizität dieser Multilagenschicht beträgt vorzugsweise zwischen 50 nm und 300 nm. Hierbei ist die Periodizität insbesondere durch die Summe einer Einzellagendicke einer sauerstoffdotierten Einzellege und der Einzellagendicke der benachbarten Einzellege mit geringerem Sauerstoffgehalt, insbesondere der sauerstofffreien Einzellege, gegeben. Die jeweiligen Einzellagendicken können dabei variieren und insbesondere zwischen den sauerstoffdotierten Einzellagen und den Einzellagen mit geringerem Sauerstoffgehalt, insbesondere den sauerstofffreien Einzellagen, unterschiedlich sein. Bei dieser periodischen Ausgestaltung der ersten Hauptschicht wird die Kenntnis genutzt, dass Molybdännitrid eine größere Härte aufweist als Molybdänmonoxid bzw. als die jeweilige mit Sauerstoff dotierte Einzellege, während die mit Sauerstoff dotierte Einzellege, welche bevorzugt molybdänmonoxidhaltig ist, eine bessere Schmiereigenschaft aufweist. Dementsprechend wird durch die abwechselnde Anordnung von molybdänmonoxidhaltigen Einzellagen und sauerstofffreien bzw. sauerstoffärmeren Einzellagen sowohl eine ausreichende Härte als auch eine ausreichende selbstschmierende Eigenschaft der ersten Hauptschicht erreicht.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Oberfläche der ersten Hauptschicht der Beschichtung eine Rauigkeit auf, welche beispielsweise durch Feinschleifen und/oder Läppen und/oder Honen und/oder Polieren in diese Oberfläche eingearbeitet ist. Eine mittlere Rautiefe Rz beträgt dabei bevorzugt

weniger als 1 μm . Zudem ist der Materialanteil Rmr in einer Tiefe von 0,2 μm , also ein Rmr 02-Wert, größer als 60% und in einer Tiefe von 0,3 μm , also ein Rmr 03-Wert größer als 80%. Die Definition und Bestimmung des Materialanteils Rmr ist dabei insbesondere der Norm DIN EN ISO 4287 zu entnehmen.

Der Gleitkörper kann grundsätzlich jeder an einem anderen Körper gleitende Gegenstand sein. Insbesondere kann der Gleitkörper als ein Kolbenring für einen Kolben einer Brennkraftmaschine ausgestaltet sein, wobei die Beschichtung insbesondere an einem dem zugehörigen Körper, an dem der Kolbenring gleitet, insbesondere einem zugehörigen Zylinder, zugewandten Außenumfang des Kolbenrings aufgebracht ist. Die Beschichtung verbessert hierbei die Verschleißbeständigkeit des Kolbenrings und verringert die Reibung zwischen dem Kolbenring und dem zugehörigen Zylinder der Brennkraftmaschine.

Die Beschichtung des Gleitkörpers kann grundsätzlich auf beliebige Art auf den Grundkörper aufgebracht werden. Als Beispiele seien hier auf gasförmige, flüssige sowie gelöste und feste Beschichtungsverfahren hingewiesen. Die Beschichtung kann insbesondere mittels eines chemischen Gasphasenabscheidens bzw. einer Flammenbeschichtung erfolgen. Auch kann die Beschichtung im Rahmen eines Spritzverfahrens auf den Grundkörper aufgebracht werden.

Bevorzugt erfolgt die Beschichtung mit Hilfe eines physikalischen Gasphasenabscheidungsverfahrens (physical vapor deposition: PVD). Hierbei wird der Grundkörper, der typischerweise als Substrat bezeichnet wird, in eine entsprechende Kammer eingebracht. Das physikalische Gasphasenabscheidungsverfahren erfolgt dabei üblicherweise unter vakuumähnlichen Bedingung, wobei der Grundkörper vor dem Aufdampfen der Beschichtung präpariert, das heißt gereinigt und/oder aufgeheizt werden kann.

Die jeweiligen metallischen Anteile der Beschichtung, das heißt der metallische Hauptbestandteil der zweiten Hauptschicht und Molybdän der ersten Hauptschicht, werden durch das Verdampfen eines entsprechenden metallischen Targets in der Kammer auf den Grundkörper aufgebracht. Bevorzugt erfolgt das Verdampfen des jeweiligen Targets mittels eines Lichtbogens, also etwa durch das sogenannte Arc-PVD-Verfahren. Weist die Beschichtung sowohl die erste Hauptschicht als auch die zweite Hauptschicht auf, so erfolgt zunächst das Aufdampfen der zweiten Hauptschicht, gefolgt vom Aufdampfen der ersten Hauptschicht. Bevorzugt erfolgt das Aufdampfen der zweiten Hauptschicht zunächst unter Argon-Atmosphäre und anschließend in Stickstoffatmosphäre, wobei unter Argon-Atmosphäre und/oder Stickstoffatmosphäre typischerweise das Vorhandensein von Argon und/oder Stickstoff unter niedrigen Drücken zu verstehen ist. Dabei bildet sich auf den Grundkörper während des Aufdampfens in Stickstoffatmosphäre eine Metallnitridschicht, während beim Aufdampfen in der Argonatmosphäre eine metallische, insbesondere nitridfreie Schicht aufgedampft wird.

Bevorzugt geht das Aufdampfen der zweiten Hauptschicht unmittelbar in das Aufdampfen der ersten Hauptschicht über. Hierbei wird die erste Hauptschicht zunächst in Stickstoffatmosphäre und anschließend zusätzlich in Sauerstoffatmosphäre aufgedampft.

Beim Aufdampfen der ersten Hauptschicht in der Stickstoffatmosphäre wird der Stickstoffdruck so eingestellt, dass der Stickstoffgehalt in der abgeschiedenen Schicht zwischen 20 Atom% und 60 Atom-% beträgt. Bevorzugt wird der Stickstoffdruck so gewählt, dass der Stickstoffgehalt zwischen 25 Atom-% und 40 Atom-%, ganz besonders zwischen 30 Atom-% und 35 Atom-% eingestellt ist.

Wird beim Aufdampfen der ersten Hauptschicht eine Sauerstoffdotierung vorgenommen, also insbesondere beim Aufdampfen der obersten Lagen der Beschichtung, so wird bei bevorzugt gleichbleibendem Stickstoffpartialdruck zusätzlich etwas Sauerstoff in die Beschichtungskammer eingelassen. Der Sauerstoffpartialdruck wird dabei so eingestellt, dass die Molybdänitridschicht zusätzlich mit einem Sauerstoffgehalt zwischen 0,5 Atom-% und 5 Atom-%, vorzugsweise jedoch zwischen 0,5 Atom-% und 2 Atom-%, dotiert wird. So wird die Bildung von Molybdänmonooxid gewährleistet und die Bildung von höheren Molybdänoxid-Verbindungen, welche ungünstige tribologische Eigenschaften aufweisen, verhindert.

Zur Veränderung der Sauerstoffdotierung in der ersten Hauptschicht bzw. zur Änderung der Sauerstoffkonzentration innerhalb der Dicke der ersten Hauptschicht kann dabei der Sauerstoffgehalt, insbesondere in oszillierender Weise, geändert werden.

Der Anteil an Molybdän als letzter Hauptbestandteil der ersten Hauptschicht ergibt sich als Restanteil aus dem Stickstoffgehalt und dem Sauerstoffgehalt. Der Molybdängehalt der ersten Hauptschicht beträgt also im Fall einer homogenen Schicht zwischen 35 Atom-% und 79,5 Atom-%, bevorzugt zwischen 58 Atom-% und 75,5 Atom-%, und besonders bevorzugt zwischen 63 Atom-% und 69,5 Atom-%. Weist die erste Hauptschicht eine solche Multilagenschicht mit oszillierender Sauerstoffkonzentration auf, so gilt der vorgenannte Molybdängehalt für die sauerstoffdotierten Einzellagen.

Zum Aufdampfen der ersten Hauptschicht wird ein Molybdäntarget benutzt, das insbesondere mittels des besagten Lichtbogenverdampfens verdampft wird. Bevorzugt wird beim Übergang zwischen der zweiten Hauptschicht zur ersten Hauptschicht das Verdampfen des metallischen Targets der zweiten

Hauptschicht reduziert, während das Verdampfen des Molybdäntargets aktiviert und verstärkt wird. Somit wird ein fließender Übergang zwischen der zweiten Hauptschicht und der ersten Hauptschicht erreicht, wobei die jeweilige Abnahme bzw. Zunahme der Verdampfungsrate des jeweiligen Targets bevorzugt linear erfolgt. Zudem erfolgt der Übergang bevorzugt in Stickstoffatmosphäre.

Es versteht sich, dass die erfindungsgemäße Beschichtung des Grundkörpers und die damit verbundenen Vorteile sich nicht auf Gleitkörper begrenzt und auf beliebige Bauelemente bzw. Gegenstände aufgebracht werden kann, um diese Vorteile zu erzielen. So kann die Beschichtung auch auf nicht gleitende Bauelemente aufgebracht, insbesondere aufgedampft, werden, um beispielsweise eine erwünschte Härte zu erzielen oder die Beschichtung als Schutzschicht zu verwenden.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Gleitkörper gemäß einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 einen Schnitt durch einen Gleitkörper gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Entsprechend der Fig. 1, weist ein Gleitkörper 1, der insbesondere als ein Kolbenring 1' für eine Brennkraftmaschine ausgestaltet sein kann, einen Grundkörper 2 auf, der beispielsweise als Gusskörper ausgestaltet und aus Eisen bzw. Stahl hergestellt ist, wobei der Grundkörper 1 auch nitriert sein kann. Der Gleitkörper 1 weist zudem eine Beschichtung 3 auf, die auf den Grundkörper 2 aufgedampft ist. Die Beschichtung 3 auf dem Grundkörper 2 erfolgt bevorzugt mittels eines physikalischen Gasphasenabscheidens, bei dem entsprechende Targets mittels eines Lichtbogenverdampfens verdampft werden und sich auf den Grundkörper 2 absetzen, um die Beschichtung 3 zu bilden.

Die Beschichtung 3 weist dabei eine erste Hauptschicht 4 und eine zweite Hauptschicht 5 auf, wobei die zweite Hauptschicht 5 zwischen dem Grundkörper 2 und der ersten Hauptschicht 4 angeordnet ist. Die zweite Hauptschicht 5 umfasst zwei Unterschichten 6, 7, von denen die erste Unterschicht 7 der ersten Hauptschicht 4 benachbart ist, während die zweite Unterschicht 7 dem Grundkörper 2 benachbart ist.

Die zweite Hauptschicht 5 weist einen metallischen Hauptanteil, insbesondere Chrom, auf. Die zweite Unterschicht 7 der zweiten Hauptschicht 5 ist hauptsächlich bzw. ausschließlich metallisch und besteht insbesondere aus Chrom, während die erste Unterschicht 6 der zweiten Hauptschicht 5 stickstoffhaltig ist und dementsprechend insbesondere aus einem Metallnitrid,

vorzugsweise Chromnitrid, besteht. Hierbei dient die zweite Unterschicht 7 der zweiten Hauptschicht 5 der Haftung der Beschichtung 3 an den Grundkörper 2, während die erste Unterschicht 6 der zweiten Hauptschicht 5 insbesondere eine Adhäsion zwischen der zweiten Hauptschicht 5 und der ersten Hauptschicht 4 verbessern soll.

Die erste Hauptschicht 4 weist die Hauptbestandteile Molybdän, Stickstoff und Sauerstoff auf. Hierbei ist der Sauerstoff in vom Grundkörper 2 abgewandten Bereich der ersten Hauptschicht 4 und somit insbesondere im Bereich einer Oberfläche 8 der ersten Hauptschicht 4 und somit der Oberfläche 8 des Gleitkörpers 1 angeordnet. Zudem ist die Sauerstoffkonzentration im Vergleich zur Molybdän-Konzentration und Stickstoffkonzentration der ersten Hauptschicht 4 gering, so dass die erste Hauptschicht 4 mit Sauerstoff dotiert ist. Wichtig ist, dass die erste Hauptschicht 4 vor allem an der Oberfläche 8 bzw. unmittelbar an der Oberfläche 8 sauerstoffhaltig ist, wobei die erste Oberschicht 4 in diesem Bereich vorzugsweise molybdänmonoxidartige Verbindungen aufweist, um eine Reibung des Gleitkörpers 1 an einem zugehörigen Gegenstand, insbesondere an einem Zylinder einer Brennkraftmaschine, zu verringern.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des mit 9 bezeichneten Bereichs in Fig. 1 bei einer weiteren Ausführungsform, die im Übrigen der in Fig. 1 gezeigten gleicht. Hierbei ist eine Multilagenschicht 10 zu sehen, welche im Bereich der Oberfläche 8 der ersten Hauptschicht 4 angeordnet ist. Die Multilagenschicht 10 besteht aus abwechselnd entlang einer Dicke 11 der ersten Hauptschicht 4 angeordneten sauerstofffreien bzw. sauerstoffarmen ersten Einzellagen 12 und sauerstoffhaltigen bzw. sauerstoffdotierten zweiten Einzellagen 13. Dabei ist die direkt an der Oberfläche 8 angeordnete zweite Einzellage 13 sauerstoffhaltig, um besagte Reibungsminderung durch eine selbstschmierende Eigenschaft zu gewährleisten. Die Periodizität der Multilagenschicht, das heißt die Summe aus

der Einzellagendicke 14 einer solchen Einzellage 12 und der Einzellagendicke 14 einer solchen benachbarten Einzellage 13 beträgt zwischen 50 nm und 300 nm. Die Einzellagen 12 und 13 können unterschiedliche Einzellagendicken 14 aufweisen. Dabei beträgt der Anteil der Einzellagendicke 14 einer solchen Einzellage 13 an der Periodizität bevorzugt zwischen 20% und 60%.

Der Stickstoffgehalt der ersten Hauptschicht 4 ist 20 Atom-% und 60 Atom-% beträgt, vorzugsweise zwischen 25 Atom-% und 40 Atom-%, besonders bevorzugt zwischen 30 Atom-% und 35 Atom-%. Zudem beträgt der Sauerstoffgehalt in der ersten Hauptschicht 4, insbesondere in den sauerstoffdotierten Einzellagen 13, zwischen 0,5 Atom-% und 5 Atom-%, vorzugsweise zwischen 0,5 Atom-% und 2 Atom-%. Der Molybdängehalt der ersten Hauptschicht 4 beträgt zwischen 35 Atom-% und 79,5 Atom-%.

Wie in Fig. 1 weiter zu sehen ist, ist eine Dicke 15 der zweiten Hauptschicht 5, die zwischen 0,5 μm und 10 μm beträgt, kleiner als die Dicke 11 der ersten Hauptschicht 4, welche zwischen 1 μm und 50 μm ist. Zudem ist eine Dicke 16 der zweiten Unterschicht 7 der zweiten Hauptschicht 5 kleiner als eine Dicke 17 der ersten Unterschicht 6 der zweiten Hauptschicht 5.

Die Oberfläche 8 der ersten Hauptschicht 4 weist eine Rauigkeit 18 auf, welche eine mittlere Rautiefe Rz aufweist, die kleiner als 1 μm ist. Darüber hinaus ist der Materialanteil in 0,2 μm Tiefe größer als 60%, während und der Materialanteil in 0,3 μm Tiefe größer als 80% ist.

Ansprüche

1. Gleitkörper (1), insbesondere für eine Brennkraftmaschine, mit einem Grundkörper (2) und einer Beschichtung (3), die den Grundkörper (2) zumindest teilweise bedeckt, wobei die Beschichtung (3) eine erste Hauptschicht (4) aufweist, deren Hauptbestandteile ausschließlich Molybdän, Stickstoff und Sauerstoff sind.
2. Gleitkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Hauptschicht (4) eine Dicke (11) von 1 µm bis 50 µm aufweist.
3. Gleitkörper nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Hauptschicht (4) zumindest im vom Grundkörper (2) abgewandten Bereich, insbesondere an einer Oberfläche (8), molybdänmonooxid-artige Verbindungen aufweist.
4. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung (3) zumindest teilweise zwischen der ersten Hauptschicht (4) und dem Grundkörper (2) eine zweite Hauptschicht (5) aufweist, die einen metallischen Hauptanteil, insbesondere Molybdän und/oder Chrom und/oder Titan und/oder eine Chrom-Aluminium-Legierung, aufweist.

5. Gleitkörper nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Hauptschicht (5) eine Dicke (15) zwischen 0,5 μm und 10 μm aufweist.
6. Gleitkörper nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Hauptschicht (5) Stickstoff aufweist, wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Stickstoffkonzentration hin zur ersten Hauptschicht (4) zunimmt.
7. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sauerstoffkonzentration der ersten Hauptschicht (4) hin zum Grundkörper (2) abnimmt.
8. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Konzentration vom Molybdän in der ersten Hauptschicht (4) hin zum Grundkörper (2) abnimmt und/oder die Konzentration des metallischen Hauptanteils der zweiten Hauptschicht (5) hin zur ersten Hauptschicht (4) abnimmt.
9. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Hauptschicht (4) einen Stickstoffgehalt zwischen 20 Atom-% und 60 Atom-%, insbesondere zwischen 25 Atom-% und 40 Atom-%, ganz insbesondere zwischen 30 Atom-% und 35 Atom-%, aufweist.

10. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Hauptschicht (4) entlang ihrer Dicke (11) zumindest zwei unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen aufweist, wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die Sauerstoffkonzentration entlang der Dicke (11) zumindest bereichsweise oszilliert.
11. Gleitkörper nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine durch die Oszillation der Sauerstoffkonzentration ausgebildete Multilagenschicht (10) eine Periodizität zwischen 50 nm und 300 nm aufweist.
12. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sauerstoffkonzentration der ersten Hauptschicht (4) zwischen 0,5 Atom-% und 5 Atom-%, insbesondere zwischen 0,5 Atom-% und 2 Atom-% beträgt.
13. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Oberfläche (8) der ersten Hauptschicht (4) eine Rauigkeit (18) aufweist, wobei insbesondere vorgesehen sein kann, dass die mittlere Rautiefe Rz kleiner als 1 μm ist und/oder der Materialanteil Rmr in 0,2 μm Tiefe größer als 60% ist und/oder der Materialanteil Rmr in 0,3 μm Tiefe größer als 80% ist (nach DIN EN ISO 4287).
14. Gleitkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Grundkörper (2) ein Kolbenring (1') für eine Brennkraftmaschine ist.

15. Verfahren zur Herstellung eines Gleitkörpers (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die erste Hauptschicht (4) und/oder die zweite Hauptschicht (5) mittels eines physikalischen Gasphasenabscheidungsverfahrens, insbesondere mittels Lichtbogenverdampfens, auf den Grundkörper (2) des Gleitkörpers (1) aufgedampft werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Hauptschicht (4) in Stickstoff-Atmosphäre und zusätzlich in Sauerstoff-Atmosphäre aufgedampft wird.

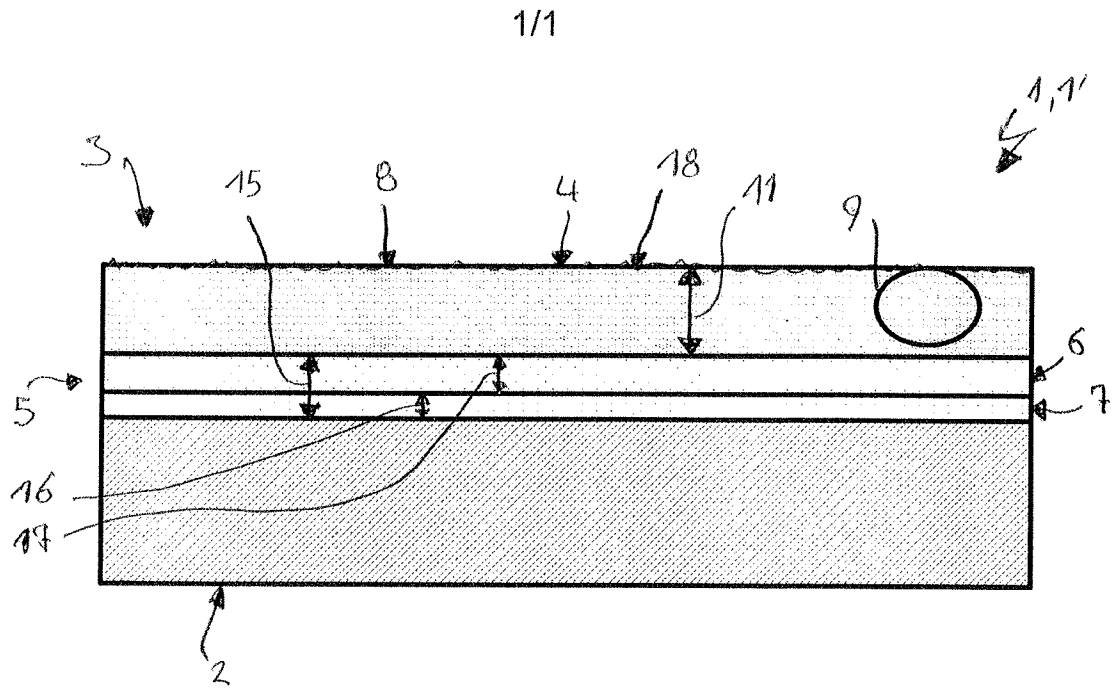


Fig. 1

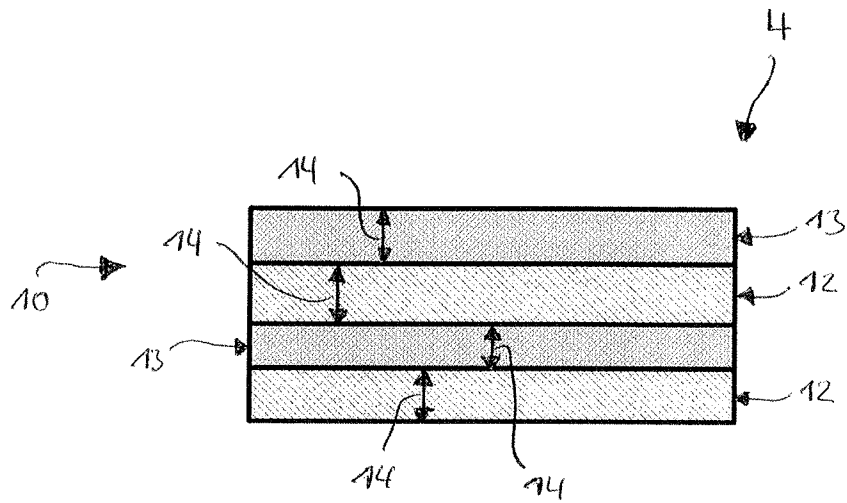


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/059510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C23C14/06 C23C14/32 F16J9/26 C23C28/04 C23C14/08
 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 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, 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	DE 10 2010 053751 A1 (OERLIKON TRADING AG [CH]) 3 May 2012 (2012-05-03) the whole document -----	1-16
X	JP H08 144046 A (TEIKOKU PISTON RING CO LTD) 4 June 1996 (1996-06-04) paragraphs [0019], [0023] -----	1
A	US 6 149 162 A (TANAKA SHOJI [JP] ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21) column 3, line 10 -----	5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 3 July 2013	Date of mailing of the international search report 10/07/2013
---	---

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 Schumacher, Jörg
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2013/059510

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010053751 A1	03-05-2012	CA 2815911 A1 DE 102010053751 A1 WO 2012055485 A1	03-05-2012 03-05-2012 03-05-2012

JP H08144046 A	04-06-1996	JP 3452664 B2 JP H08144046 A	29-09-2003 04-06-1996

US 6149162 A	21-11-2000	JP 3514963 B2 JP H11189860 A US 6149162 A	05-04-2004 13-07-1999 21-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/059510

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. C23C14/06 C23C14/32 F16J9/26 C23C28/04 C23C14/08
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
C23C 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 053751 A1 (OERLIKON TRADING AG [CH]) 3. Mai 2012 (2012-05-03) das ganze Dokument -----	1-16
X	JP H08 144046 A (TEIKOKU PISTON RING CO LTD) 4. Juni 1996 (1996-06-04) Absätze [0019], [0023] -----	1
A	US 6 149 162 A (TANAKA SHOJI [JP] ET AL) 21. November 2000 (2000-11-21) Spalte 3, Zeile 10 -----	5

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" 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
3. Juli 2013	10/07/2013

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 Schuhmacher, Jörg
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/059510

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010053751 A1	03-05-2012	CA 2815911 A1	03-05-2012
		DE 102010053751 A1	03-05-2012
		WO 2012055485 A1	03-05-2012

JP H08144046 A	04-06-1996	JP 3452664 B2	29-09-2003
		JP H08144046 A	04-06-1996

US 6149162 A	21-11-2000	JP 3514963 B2	05-04-2004
		JP H11189860 A	13-07-1999
		US 6149162 A	21-11-2000
