

(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  
28. Juni 2018 (28.06.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2018/114130 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C23C 14/32 (2006.01) C23C 28/00 (2006.01)  
C23C 14/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/078769

(22) Internationales Anmeldedatum:  
09. November 2017 (09.11.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2016 225 449.9  
19. Dezember 2016 (19.12.2016) DE

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: GUENTHER, Marcus; Ganswiesenweg 21, 70839 Gerlingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

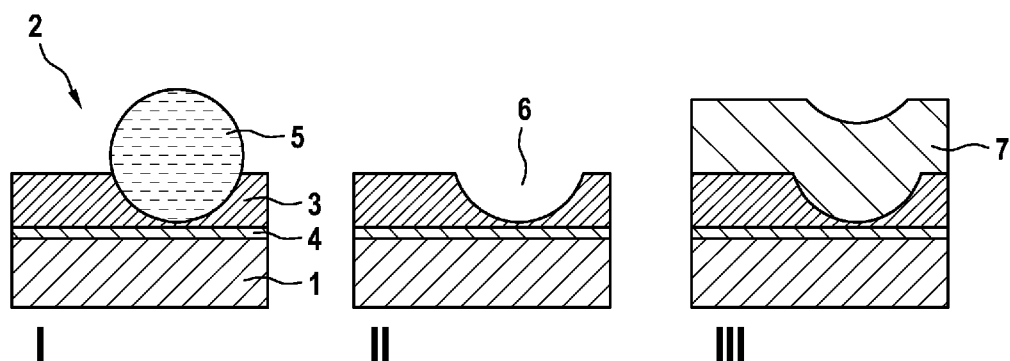
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: METHOD FOR COATING A METAL COMPONENT WITH AN ANTI-WEAR LAYER, METAL COMPONENT AND FUEL INJECTION SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESCHICHTEN EINES METALLISCHEN BAUTEILS MIT EINER VERSCHLEISSSCHUTZSCHICHT, METALLISCHES BAUTEIL SOWIE KRAFTSTOFFEINSPRITZSYSTEM

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for coating a metal component (1) with a hard anti-wear layer (3), which is applied by means of a plasma method at least in a single layer over at least part of the surface of the component (1), wherein droplets (5) deposited on the surface of the applied hard anti-wear layer (3) are mechanically removed, and then a run-in layer (7) that is softer than the anti-wear layer (3) is applied to the surface of the applied and mechanically processed anti-wear layer (3).

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Beschichten eines metallischen Bauteils (1) mit einer harten Verschleißschutzschicht (3), welche durch ein Plasmaverfahren zumindest einschichtig über zumindest einen Teil der Oberfläche des Bauteils (1) aufgetragen wird, wobei auf der Oberfläche der aufgetragenen harten Verschleißschutzschicht (3) abgeschiedene Droplets (5) mechanisch entfernt werden, und dass anschließend auf die Oberfläche der aufgetragenen und mechanisch bearbeiteten Verschleißschutzschicht (3) eine demgegenüber weichere Einlaufschicht (7) aufgetragen wird.



WO 2018/114130 A1

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

5 Beschreibung

Titel:

Verfahren zum Beschichten eines metallischen Bauteils mit einer  
Verschleißschuttschicht, metallisches Bauteil sowie Kraftstoffeinspritzsystem

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten eines metallischen Bauteils mit einer harten Verschleißschuttschicht, welche durch ein Plasmaverfahren zumindest einschichtig über zumindest einen Teil der Oberfläche es Bauteils aufgetragen wird. Weiterhin betrifft die Erfindung auch ein damit beschichtetes metallisches Bauteil sowie ein Kraftstoffeinspritzsystem eines Kraftfahrzeuges mit solchen metallischen Bauteilen als Systemkomponenten.

15

20

Das Einsatzgebiet der Erfindung erstreckt sich vornehmlich auf die Kraftfahrzeugtechnik insbesondere auf Kraftstoffeinspritzsysteme. Deren metallische Bauteile, wie beispielsweise Ventilsitze von Kraftstoffinjektoren, Gleitlagerstellen bei Hochdruckpumpen und dergleichen sind im Betrieb starken Drücken und Reibbeanspruchungen ausgesetzt, so dass derartig tribologisch hoch beanspruchte Oberflächen hier interessierender metallischer Bauteile mit einer Verschleißschuttschicht versehen sind, welche insbesondere die Reibwerte in tribologischen Kontakten deutlichen senken. Derartige Verschleißschuttschichten enthalten beispielsweise Chromnitrit, Titanitrit oder DLC (diamond-like carbon). Derartige Verschleißschuttschichten kommen neben der Einspritztechnik auch in der Werkzeugtechnik zum Einsatz, also als Werkzeugbeschichtungen.

25

30

## Stand der Technik

5 Ein im Stand der Technik allgemein bekanntes Verfahren, um derartige Verschleißschichtanordnungen abzuscheiden ist die Vakuumbogenverdampfung oder PVD-Verfahren (PVD= physical vapor deposition).

10 Die DE 10 2009 003 192 A1 offenbart eine Verschleißschichtanordnung, die im PVD-Verfahren, vorzugsweise unter Vakuum, auf die zu schützende Oberfläche eines Bauteils aufgebracht ist. Die

Verschleißschichtanordnung weist eine aus tetraedrisch gebundenem amorphen Kohlenstoff gebildete oder einen Anteil an tetraedrisch gebundenem amorphen Kohlenstoff aufweisende Verschleißschicht sowie eine Titan aufweisende Haftschiicht zwischen dem Bauelement und der

15 Verschleißschicht auf. Die Haftschiicht weist zusätzlich neben Titan wenigstens ein oxidationsbeständiges Element auf. Hierdurch wird die hohe chemische Reaktivität von Titan vermindert und die Oxidationsbeständigkeit in der Haftschiicht erhöht, was der Beständigkeit der gesamten Verschleißschichtanordnung zu Gute kommt. Auch die Haftschiicht wird im PVD-  
20 Verfahren aufgebracht.

Prozessbedingt entstehen bei diesem Verfahren sogenannte Droplets, also grobkörnige Materialausscheidungen, die von der Oberfläche der Beschichtung hervorstehen, mit einer Korngröße von einigen  $\mu\text{m}$ . Hierdurch erhöht sich  
25 nachteilhaft die Oberflächenrauheit der so beschichteten metallischen Bauteile, was wiederum einen negativen Einfluss auf das Reib- und Verschleißverhalten des Bauteils ausübt.

30 Zwar können derartige Droplets durch eine elektromagnetische Filterung des Beschichtungsteilchenstroms vermindert werden; dieses Verfahren ist jedoch recht aufwendig, insbesondere durch einen energieintensiven Filteraufbau. Zudem ist eine Großserienanwendung systembedingt hiermit nicht realisierbar, was nachteilhaft im Hinblick auf den vorstehend angegebenen Anwendungsbereich in der Kraftfahrzeugtechnik ist.  
35

Ein Glätten der Oberfläche der Verschleißschicht zum Entfernen der Droplets hinterlässt wiederum Löcher in der Schichtoberfläche, welche ebenfalls eine hohe Rauheit erzeugen, aber auch teilweise die Bauteiloberfläche freilegen. Derartige Löcher wären Angriffspunkte für chemische Zersetzungsprozesse oder Korrosion.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Beschichten eines metallischen Bauteils mit einer Verschleißschicht der hier interessierenden Art sowie ein damit beschichtetes metallisches Bauteil dahingehend weiter zu verbessern, dass glatte dropletfreie Oberflächen machbar sind, die sich mittels eines Plasmaverfahrens in Großserie herstellen lassen.

#### Offenbarung der Erfindung

Die Aufgabe wird verfahrenstechnisch durch Anspruch 1 gelöst. Hinsichtlich eines metallischen Bauteils wird auf Anspruch 7 verwiesen. Der Anspruch 10 gibt ein Kraftstoffeinspritzsystem eines Kraftfahrzeuges mit mindestens einem derartigen Bauteil an.

Die Erfindung schließt die verfahrenstechnische Lehre ein, dass nach dem Auftragen einer harten Verschleißschicht per Plasmaverfahren auf die Oberfläche eines Bauteils in einem Folgeschritt die hierbei abgeschiedenen Droplets zunächst mechanisch entfernt werden, und dass anschließend auf die Oberfläche der aufgetragenen und mechanisch bearbeiteten Verschleißschicht eine demgegenüber weichere Einlaufschicht aufgetragen wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die harte Verschleißschicht als eine tetraedrische wasserstofffreie amorphe Kohlenstoffschicht (ta-C) ausgebildet, wogegen die demgegenüber weichere Einlaufschicht als eine wasserstoffhaltige amorphe Kohlenstoffschicht (a-C:H) ausgebildet ist. Insbesondere diese spezielle Materialkombination erweist sich sowohl als reibarm als auch hochbeständig an den hier interessierenden tribologisch hochbelasteten metallischen Bauteilen.

Es wird vorgeschlagen, dass die Einlaufschicht ebenfalls durch ein Plasmaverfahren aufgetragen wird, wobei vorteilhafterweise ein Plasmareinigungs- oder Plasmaaktivierungsverfahren dem Schritt vorausgehen soll, um die Schichthaftung zu maximieren. Ferner verankert sich die Einlaufschicht auch in den in Folge des vorausgegangenen mechanischen Bearbeitungsschritts in die Verschleißschichtoberfläche eingebrachten Mikrodellen, was die Hafteigenschaft weiter verbessert.

Die durch den Verfahrenszwischenschritt durchgeführte mechanische Entfernung der Droplets der harten Verschleißschicht kann beispielsweise mittels Schleifen oder Bürsten durchgeführt werden. Besonders geeignet ist ein Band-, Schlepp-, oder Strömungsfinishen.

Zur Erzielung eines höchst möglichen Automatisierungsgrads für die Beschichtung wird vorgeschlagen, dass die per Plasmaverfahren auf die Oberfläche des Bauteils aufgetragene harte Verschleißschicht durch gepulste oder ungepulste Vakuumbogenverdampfung aufgetragen wird. Für die weichere Einlaufschicht kann das PVD-Verfahren oder das PECVD-Verfahren (PECVD= plasma enhanced chemical vapor deposition) angewendet werden.

Gemäß einer weiteren die Erfindung verbessernden Maßnahme wird vorgeschlagen, dass vor dem Auftragen der harten Verschleißschicht mindestens eine metallische Haftschrift auf die Oberfläche des Bauteils aufgetragen wird. Die Haftschrift erhöht die Beständigkeit der harten Verschleißschicht und kann ebenfalls per Plasmabeschichtung automatisiert in einer Vakuumbeschichtungsanlage durchgeführt werden, welcher zu diesem Zweck Titan abscheidet. Der aus Titan bestehenden Haftschrift kann außerdem ein oxidationsbeständiges Element zugemengt werden, um die hohe chemische Reaktivität von Titan zu vermindern. Ferner kann die Haftschrift auch mehrschichtig ausgebildet sein und beispielsweise aus einer einen Chrom-Anteil aufweisenden ersten Haftschrift und einer einen Kohlenstoff-Anteil aufweisenden zweiten Haftschrift bestehen.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von Figuren näher dargestellt.

5

Ausführungsbeispiele

Es zeigt:

10

Figur 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäß mehrschrittig bearbeiteten metallischen Bauteils in Bearbeitungsschritten I bis III, und

Figur 2 einen Ablaufplan einer vollständigen Bearbeitungsschrittfolge zum Beschichten des Bauteils mit einer Verschleißschuttschicht.

15

Gemäß Figur 1 ist ein hier nur schematisch dargestelltes metallisches Bauteil 1 seitens einer tribologisch beanspruchten Oberfläche 2 mit einer Verschleißschuttschicht 3 überzogen, welche als eine tetraedrische wasserstofffreie amorphe Kohlenstoffschicht (ta-C) ausgebildet ist. Diese harte Verschleißschuttschicht 3 wird mittels einer metallischen Haftschiht 4 per Plasmaverfahren auf die Oberfläche des Bauteils 1 aufgetragen. Die bei diesem ersten Verfahrensschritt I aufgebraachte harte Verschleißschuttschicht 3 weist von der Oberfläche hervorstehende Droplets 5 auf, welche durch das verwendete Plasmaverfahren anstehen und die Oberflächenrauigkeit stark erhöhen.

25

Im nachfolgenden Verfahrensschritt II werden diese Droplets 5 mechanisch durch Schleifen entfernt. Hierdurch entstehen Mikrodellen 6 in der mit der Verschleißschuttschicht 3 versehenen Oberfläche des Bauteils 1.

30

Im nachfolgenden Verfahrensschritt III wird auf die Oberfläche der aufgetragenen und mechanisch bearbeiteten Verschleißschuttschicht 3 eine demgegenüber weichere Einlaufschicht 7 per Plasmaverfahren aufgetragen. Die gegenüber der Verschleißschuttschicht 3 hinsichtlich der Materialhärte weichere Einlaufschicht 7 ist bei diesem Ausführungsbeispiel als ein wasserstoffhaltige amorphe

35

Kohlenstoffschicht (a-C:H) ausgebildet. Hierdurch verflachen sich auch die Mikrodellen 6, so dass sich eine insgesamt glattere und damit reibärmere Verschleißschicht ergibt.

5            Gemäß Figur 2 erfolgt die Beschichtung des – hier nicht dargestellten –  
metallischen Bauteils, indem in einer Vakuumbeschichtungsanlage 8 zunächst  
per PVD-Verfahren eine metallische Haftschrift 4 auf die Oberfläche des  
unbeschichteten metallischen Bauteils 1 aufgetragen wird. Anschließend wird in  
dem Verfahrensschritt I mittels PVD-Verfahren die harte Verschleißschicht  
10            3 auf die Haftschrift 4 aufgetragen. Nach der mechanischen Bearbeitung erfolgt  
ein Plasmareinigungs-Verfahrenszwischenschritt. Nachfolgend erfolgt ein  
mechanisches Entfernen von auf der harten Verschleißschicht 3  
abgeschiedenen Droplets 5 durch Schleifen im Verfahrensschritt II. Nachfolgend  
wird im PVD- oder PECVD-Verfahren innerhalb derselben  
15            Vakuumbeschichtungsanlage 8 die gegenüber der harten  
Verschleißschicht 3 weichere Einlaufschicht 7 im Verfahrensschritt III  
aufgetragen. Es ergibt sich im Ergebnis dessen die erfindungsgemäße  
Beschichtung des metallischen Bauteils 1.

20

## 5 Ansprüche

1. Verfahren zum Beschichten eines metallischen Bauteils (1) mit einer harten Verschleißschutzschicht (3), welche durch ein Plasmaverfahren zumindest einschichtig über zumindest einen Teil der Oberfläche des Bauteils (1) aufgetragen wird,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass auf der Oberfläche der aufgetragenen harten Verschleißschutzschicht (3) abgeschiedene Droplets (5) mechanisch entfernt werden, und dass anschließend auf die Oberfläche der aufgetragenen und mechanisch bearbeiteten Verschleißschutzschicht (3) eine demgegenüber  
15 weichere Einlaufschicht (7) aufgetragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaufschicht (7) ebenfalls durch ein Plasmaverfahren aufgetragen wird, wobei dem ein Plasmareinigungs- oder  
20 Plasmaaktivierungsverfahrensschritt vorausgeht.
3. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die mechanische Entfernung der Droplets (5) mittels Schleifen oder Bürsten durchgeführt wird.  
25
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die per Plasmaverfahren auf die Oberfläche des Bauteils (1) aufgetragene harte Verschleißschutzschicht (3) und/oder die  
weiche Einlaufschicht (7) durch PVD- oder PECVD-Verfahren, insbesondere  
30 Vakuumbogenverdampfung, aufgetragen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Auftragen der harten Verschleißschutzschicht (3) mindestens eine metallische Haftschrift (4) auf die  
35 Oberfläche des Bauteils (1) aufgetragen wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtungsschritte zum Aufbringen der  
Einlaufschicht (7), der Verschleißschuttschicht (3) und der optionalen Haftschi-  
cht (4) in derselben Vakuumbeschichtungsanlage (8) durchgeführt werden.
- 10 7. Metallisches Bauteil (1), insbesondere Bauteil eines  
Kraftstoffeinspritzsystems, dessen tribologisch beanspruchte Oberfläche (2) per  
Plasmaverfahren zumindest teilweise mit einer harten Verschleißschuttschicht  
(3) überzogen ist,  
dadurch gekennzeichnet, dass auf deren dropletfreien Oberfläche eine  
demgegenüber weichere Einlaufschicht (7) angeordnet ist.
- 15 8. Metallisches Bauteil (1) nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass die weichere Einlaufschicht (7) als eine  
wasserstoffhaltige amorphe Kohlenstoffschicht (a-C:H) ausgebildet ist.
- 20 9. Metallisches Bauteil (1) nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass die harte Verschleißschuttschicht (3) als eine  
tetraedrische wasserstofffreie amorphe Kohlenstoffschicht (ta-C) ausgebildet ist.
- 25 10. Kraftstoffeinspritzsystem eines Kraftfahrzeuges mit mindestens einem  
tribologisch belasteten metallischen Bauteil (1) nach einem der Ansprüche 7 bis  
9.

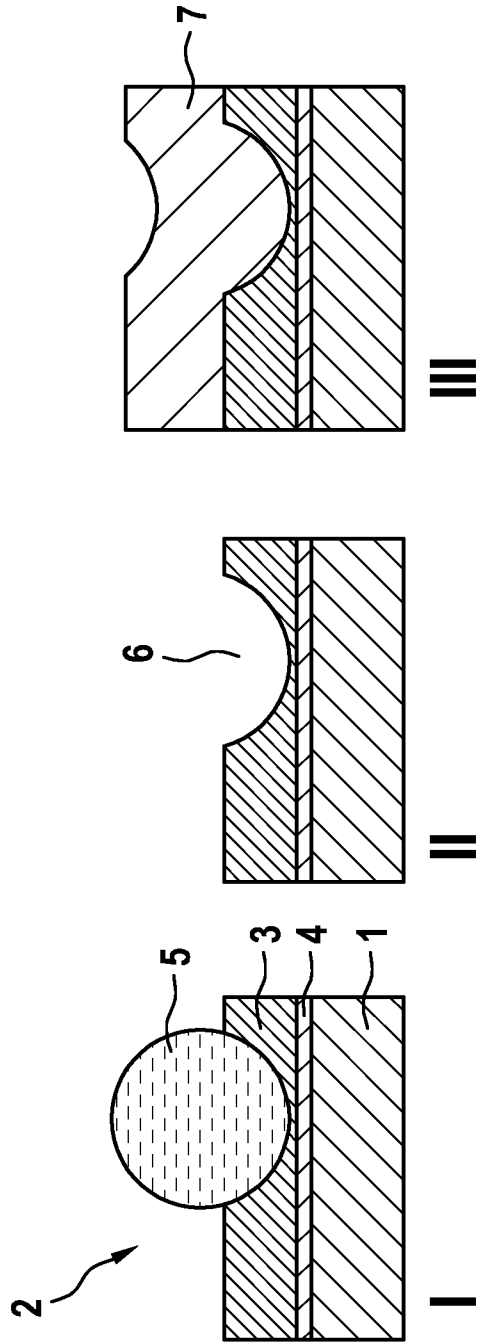
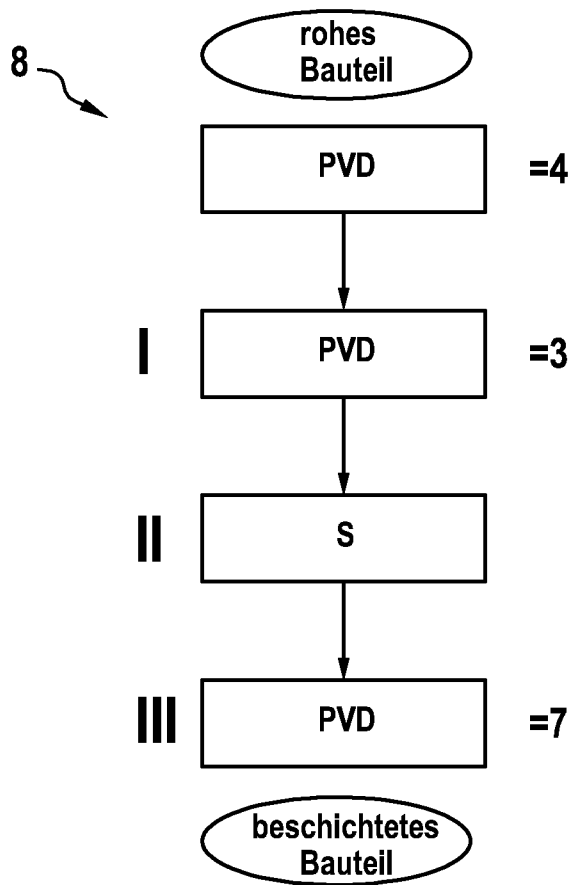


Fig. 1

Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/078769

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. C23C14/32 C23C14/58 C23C28/00  
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 F02M 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	US 2008/220257 A1 (DEKEMPENEER ERIK [BE]) 11 September 2008 (2008-09-11)	7-9
Y	paragraphs [0017], [0019], [0038], [0040]	10
Y	----- DE 10 2009 003192 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 November 2010 (2010-11-25) cited in the application paragraph [0010]	10
Y	----- WO 2016/042945 A1 (RIKEN KK [JP]) 24 March 2016 (2016-03-24) paragraphs [0031], [0033], [0058] - [0060]	1-9
Y,P	-& EP 3 196 332 A1 (KK RIKEN [JP]) 26 July 2017 (2017-07-26) paragraphs [0031], [0033], [0058] - [0060]	1-9
	----- -/--	

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
- "E" earlier application or patent 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  17 January 2018	Date of mailing of the international search report  25/01/2018
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  Schuhmacher, Jörg

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/078769

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 2012 0120471 A (HITACHI [JP]) 1 November 2012 (2012-11-01) paragraph [0028] -----	1-9
Y	JP S53 33777 A (NISHIDA TSUNEO) 29 March 1978 (1978-03-29) claim 1 -----	1-9
A	EP 1 772 532 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 11 April 2007 (2007-04-11) column 9, paragraphs 45,46; claim 11 -----	1-10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2017/078769

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008220257 A1	11-09-2008	CN 101432462 A	13-05-2009
		EP 1915472 A1	30-04-2008
		JP 5503145 B2	28-05-2014
		JP 2009504448 A	05-02-2009
		JP 2014088024 A	15-05-2014
		US 2008220257 A1	11-09-2008
		WO 2007020139 A1	22-02-2007
		-----	
DE 102009003192 A1	25-11-2010	CN 102428207 A	25-04-2012
		DE 102009003192 A1	25-11-2010
		EP 2432914 A1	28-03-2012
		JP 2012527527 A	08-11-2012
		US 2012175434 A1	12-07-2012
		WO 2010133388 A1	25-11-2010
		-----	
WO 2016042945 A1	24-03-2016	CN 106661717 A	10-05-2017
		EP 3196332 A1	26-07-2017
		JP 5918326 B2	18-05-2016
		JP 2016060921 A	25-04-2016
		US 2017253825 A1	07-09-2017
		WO 2016042945 A1	24-03-2016
		-----	
EP 3196332 A1	26-07-2017	CN 106661717 A	10-05-2017
		EP 3196332 A1	26-07-2017
		JP 5918326 B2	18-05-2016
		JP 2016060921 A	25-04-2016
		US 2017253825 A1	07-09-2017
		WO 2016042945 A1	24-03-2016
		-----	
KR 20120120471 A	01-11-2012	CN 102803546 A	28-11-2012
		JP 5498572 B2	21-05-2014
		JP WO2011125657 A1	08-07-2013
		KR 20120120471 A	01-11-2012
		WO 2011125657 A1	13-10-2011
		-----	
JP S5333777 A	29-03-1978	JP S5333777 A	29-03-1978
		JP S5945517 B2	07-11-1984
-----			
EP 1772532 A1	11-04-2007	CA 2562727 A1	06-04-2007
		EP 1772532 A1	11-04-2007
		JP 4696823 B2	08-06-2011
		JP 2007100189 A	19-04-2007
		US 2007082129 A1	12-04-2007
		-----	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. C23C14/32 C23C14/58 C23C28/00  
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 C23C F02M 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	US 2008/220257 A1 (DEKEMPENEER ERIK [BE]) 11. September 2008 (2008-09-11)	7-9
Y	Absätze [0017], [0019], [0038], [0040] -----	10
Y	DE 10 2009 003192 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. November 2010 (2010-11-25) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0010] -----	10
Y	WO 2016/042945 A1 (RIKEN KK [JP]) 24. März 2016 (2016-03-24)	1-9
Y,P	Absätze [0031], [0033], [0058] - [0060] -& EP 3 196 332 A1 (KK RIKEN [JP]) 26. Juli 2017 (2017-07-26) Absätze [0031], [0033], [0058] - [0060] ----- -/--	1-9

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

17. Januar 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/01/2018

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

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	KR 2012 0120471 A (HITACHI [JP]) 1. November 2012 (2012-11-01) Absatz [0028] -----	1-9
Y	JP S53 33777 A (NISHIDA TSUNEO) 29. März 1978 (1978-03-29) Anspruch 1 -----	1-9
A	EP 1 772 532 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 11. April 2007 (2007-04-11) Spalte 9, Absätze 45,46; Anspruch 11 -----	1-10

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/078769

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008220257 A1	11-09-2008	CN 101432462 A	13-05-2009
		EP 1915472 A1	30-04-2008
		JP 5503145 B2	28-05-2014
		JP 2009504448 A	05-02-2009
		JP 2014088024 A	15-05-2014
		US 2008220257 A1	11-09-2008
		WO 2007020139 A1	22-02-2007
-----			
DE 102009003192 A1	25-11-2010	CN 102428207 A	25-04-2012
		DE 102009003192 A1	25-11-2010
		EP 2432914 A1	28-03-2012
		JP 2012527527 A	08-11-2012
		US 2012175434 A1	12-07-2012
		WO 2010133388 A1	25-11-2010
-----			
WO 2016042945 A1	24-03-2016	CN 106661717 A	10-05-2017
		EP 3196332 A1	26-07-2017
		JP 5918326 B2	18-05-2016
		JP 2016060921 A	25-04-2016
		US 2017253825 A1	07-09-2017
		WO 2016042945 A1	24-03-2016
-----			
EP 3196332 A1	26-07-2017	CN 106661717 A	10-05-2017
		EP 3196332 A1	26-07-2017
		JP 5918326 B2	18-05-2016
		JP 2016060921 A	25-04-2016
		US 2017253825 A1	07-09-2017
		WO 2016042945 A1	24-03-2016
-----			
KR 20120120471 A	01-11-2012	CN 102803546 A	28-11-2012
		JP 5498572 B2	21-05-2014
		JP WO2011125657 A1	08-07-2013
		KR 20120120471 A	01-11-2012
		WO 2011125657 A1	13-10-2011
-----			
JP S5333777 A	29-03-1978	JP S5333777 A	29-03-1978
		JP S5945517 B2	07-11-1984
-----			
EP 1772532 A1	11-04-2007	CA 2562727 A1	06-04-2007
		EP 1772532 A1	11-04-2007
		JP 4696823 B2	08-06-2011
		JP 2007100189 A	19-04-2007
		US 2007082129 A1	12-04-2007
-----			