

(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
07. Dezember 2017 (07.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/207633 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23B 41/12 (2006.01) F02F 1/20 (2006.01)
F16J 10/04 (2006.01) C23C 4/18 (2006.01)
B23C 3/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/063163

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Mai 2017 (31.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 110 007.2
31. Mai 2016 (31.05.2016) DE

(71) Anmelder: VOLKSWAGEN AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Berliner Ring 2, 38440 Wolfsburg

(DE). FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: BORTFELDT, Marcel; Lindenstraße 2, 39365 Eilsleben (DE). HARBS, Ulf; Mühlenring 26, 38104 Braunschweig (DE). LEHRMANN, Nils; Lachmannstr. 8, 38102 Braunschweig (DE). SCHUBERT, Andreas; Am Fuchsberg 2, 01219 Dresden (DE). RICHTER, Daniel; Jahnweg 2, 09405 Gornau (DE). SCHMIDT, Torsten; Wartburgstr. 17, 01705 Freital (DE). SCHNEIDER, Jörg; Beckerstr. 26, 09120 Chemnitz (DE).

(74) Anwalt: RGTH PATENTANWÄLTE PARTGMBB; Neuer Wall 10, 20354 Hamburg (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,

(54) Title: CYLINDER, METHOD FOR FINISHING A CYLINDER, RECIPROCATING PISTON SYSTEM AND USE OF A RECIPROCATING PISTON SYSTEM

(54) Bezeichnung: ZYLINDER, VERFAHREN ZUR ENDBEARBEITUNG EINES ZYLINDERS, HUBKOLBENSYSTEM UND VERWENDUNG EINES HUBKOLBENSYSTEMS

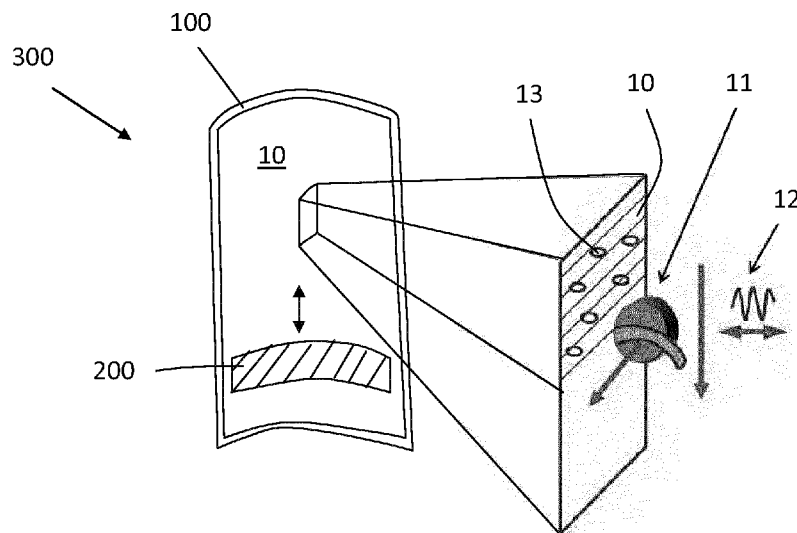


Fig. 1

(57) Abstract: The subject matter of the invention is a cylinder (100) for a reciprocating piston system (300), with a cylinder running surface (10), which is finished by machining by means of a tool with a geometrically defined cutting edge (11), wherein the finished cylinder running surface (10) has a multiplicity of pores (13) and/or cavities (15) and is formed from a grey cast iron material with a proportion of the surface area that is taken up by pores of 2 to 10% or is formed from a thermally sprayed layer of iron or a thermally sprayed layer of ceramic with a proportion of the surface area that is taken up by pores of 5 to 25%. The subject matter of the invention is also a method for finishing a cylinder (100) for a reciprocating piston system in which a cylinder running surface (10) of the cylinder (100) is finished by machining by means of a tool with a geometrically defined cutting edge (11) in such a way that, after the finishing, the cylinder running surface (10) has a multiplicity of pores (13) and/or cavities (15), wherein the finished cylinder running surface



WO 2017/207633 A1

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(10) is formed from a grey cast iron material with a proportion of the surface area that is taken up by pores of 2 to 10% or is formed from a thermally sprayed layer of iron or a thermally sprayed layer of ceramic with a proportion of the surface area that is taken up by pores of 5 to 25%.

(57) Zusammenfassung: Gegenstand der Erfindung ist ein Zylinder (100) für ein Hubkolbensystem (300) mit einer Zylinderlauffläche (10), welche durch Zerspanung mittels eines Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide (11) endbearbeitet ist, wobei die endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) eine Vielzahl von Poren (13) und/oder Lunken (15) aufweist und aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschicht mit einem Poren-Flächenteil von 8 bis 25 % ausgebildet ist. Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Endbearbeitung eines Zylinders (100) für ein Hubkolbensystem, bei welchem eine Zylinderlauffläche (10) des Zylinders (100) durch Zerspanung mittels eines Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide (11) derart endbearbeitet wird, dass die Zylinderlauffläche (10) nach der Endbearbeitung eine Vielzahl von Poren (13) und/oder Lunken (15) aufweist, wobei die endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschicht mit einem Poren-Flächenteil von bis 25 % ausgebildet ist.

Beschreibung

Zylinder, Verfahren zur Endbearbeitung eines Zylinders, Hubkolbensystem und Verwendung eines Hubkolbensystems

Die Erfindung betrifft einen Zylinder für ein Hubkolbensystem. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Endbearbeitung eines Zylinders für ein Hubkolbensystem. Ferner betrifft die Erfindung ein Hubkolbensystem und eine Verwendung eines Hubkolbensystems.

Zylinderlaufflächen von Zylindern eines Hubkolbensystems werden üblicherweise durch Honen endbearbeitet. Ein Honprozess ist beispielsweise in der EP 1 321 229 A1 beschrieben.

Der Honprozess wird abhängig vom verwendeten Material in verschiedenen Verfahrensausführungen durchgeführt. Bei Leichtmetalllegierungen (Aluminium-Silizium-Legierungen) wird beispielsweise ein Freilegungshonen oder Fluid-Freilegungshonen eingesetzt, um die Aluminium-Matrix um wenige Mikrometer zurückzusetzen, so dass ein mit der Zylinderlauffläche des Zylinders in Gleitkontakt tretender Kolbenring auf den Silizium-Partikeln der Leichtmetalllegierung gleiten kann. Bei Graugusswerkstoffen wird ein Spiralgleithonen bzw. Plateauhonen angewandt. Die beim Honen eingebrachte Struktur in Gestalt von Mikrokanälen in die Oberfläche mittels eines Werkzeugs mit geometrisch unbestimmter Schneide dient u. a. der Schmiermittelversorgung zwischen Zylinderwand und Kolbenring im Betrieb. Untersuchungen haben ergeben, dass diese Honstruktur verschleißbedingt nach einer gewissen Betriebszeit nicht mehr in der Zylinderlauffläche vorhanden ist, was zu einer Beeinträchtigung im Betrieb des Hubkolbensystems führen kann, da dann so gut wie kein Ölrückhaltevolumen mehr an der Zylinderlauffläche vorhanden ist. Die Oberflächengüte und auch die tribologischen Eigenschaften der Zylinderlauffläche sind damit stark reduziert. Zudem erfordert ein Honprozess eine komplexe Prozess- und Anlagentechnik, und der Honprozess ist zeitintensiv und erfordert eine große Menge an Kühlschmierstoff.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Zylinder, ein Verfahren zur Endbearbeitung eines Zylinders sowie ein Hubkolbensystem und eine Verwendung eines Hubkolbensystems zur Verfügung zu stellen, bei welchen eine verbesserte Oberflächengüte einer Zylinderlauffläche des Zylinders erreicht werden kann bei gleichzeitiger Vereinfachung des Prozesses der Endbearbeitung der Zylinderlauffläche.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche. Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Der erfindungsgemäße Zylinder für ein Hubkolbensystem weist eine Zylinderlauffläche auf, welche durch Zerspanung, insbesondere Aufbohren, mittels eines Werkzeugs mit einer oder mehreren geometrisch bestimmten Schneiden endbearbeitet ist, wobei die endbearbeitete Zylinderlauffläche eine Vielzahl von Poren und/oder Lunker aufweist und aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht mit einem Poren-Flächenanteil von 5 bis 25 % ausgebildet ist.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Endbearbeitung eines Zylinders für ein Hubkolbensystem wird eine Zylinderlauffläche des Zylinders durch Zerspanung, insbesondere Aufbohren, mittels eines Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide derart endbearbeitet, dass die Zylinderlauffläche nach der Endbearbeitung eine Vielzahl von Poren und/oder Lunker aufweist, wobei die endbearbeitete Zylinderlauffläche aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht mit einem Poren-Flächenteil von 5 bis 25 % ausgebildet ist.

Erfindungsgemäß ist es nunmehr vorgesehen, dass die Zylinderlauffläche nicht mehr durch einen Honprozess endbearbeitet wird, sondern dass die Endbearbeitung der Zylinderlauffläche nunmehr durch einen Zerspanungsprozess, insbesondere einen Aufbohrprozess, erfolgt, welcher mittels eines Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide durchgeführt wird. Die durch Zerspanung, insbesondere Aufbohren, endbearbeitete Zylinderlauffläche weist keine Kreuzriefenstruktur mehr auf, wie dies bei einer Endbearbeitung durch Honen der Fall wäre, sondern eine Oberfläche mit einer Vielzahl von Poren und/oder Lunkern. Untersuchungen haben gezeigt, dass eine eine Vielzahl von Poren und/oder Lunkern aufweisende Zylinderlauffläche wesentlich bessere tribologische Eigenschaften und damit auch eine höhere Oberflächengüte aufweist als eine Zylinderlauffläche mit einer Kreuzriefenstruktur. Beispielsweise können die durch die Zerspanung erzeugten Poren und/oder Lunker als Öltaschen dienen und damit ein Ölrückhaltevolumen schaffen, auf dem der Kolbenring bei der Bewegung sozusagen „aufschwimmen“ kann. Ein besonders vorteilhaftes Ölrückhaltevolumen

ist erreichbar bei einer endbearbeiteten Zylinderlauffläche aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder bei einer endbearbeiteten Zylinderlauffläche aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht mit einem Poren-Flächenteil von 5 bis 25 %. Der Poren-Flächenanteil gibt das Verhältnis der Fläche der Poren pro Zylinderlauffläche an. Durch eine Endbearbeitung der Zylinderlauffläche mittels der Zerspanung mit bestimmter Schneide, insbesondere dem Aufbohren, kann zudem der Prozess der Endbearbeitung vereinfacht werden. Zum einen ist der Aufbau der Prozess- und Anlagentechnik weniger komplex und zum anderen ist auch das Verfahren einfacher und mit kürzeren Prozesszeiten durchführbar. Mittels des Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide werden zwei Arbeitsschritte, nämlich eine spanende Oberflächenbearbeitung (Trennen) wie auch eine geringe Glättbearbeitung (Umformen) realisiert, die zu einer sehr hohen Oberflächengüte niedriger Rauheit der Oberfläche der Zylinderlauffläche führt. In Verbindung mit der Spanbildung kann auf die Arbeitsschritte Trennen und Umformen durch eine gezielte Gestaltung und Lage der einen oder mehreren Schneide(n) des Werkzeugs Einfluss genommen werden. Es werden vorzugsweise eine oder mehrere Schneide(n) eingesetzt, welche einen Schneidkantenradius $< 10 \mu\text{m}$ aufweisen und dabei eine scharfe Schneide aufweisen, um einen besonders korrekten Trennschnitt zwischen der Zylinderlauffläche und dem Span erreichen zu können. Eine scharfe Schneide ist dadurch gekennzeichnet, dass bei einem korrekten Trennschnitt geringe Passivkräfte und dadurch bedingt eine geringe Umformarbeit an der Schneide resultiert. Dies führt zu einer guten, niedrigen Basisrauheit und kann bei inhomogenen Werkstoffen mit harten, spröden Phasen zum Herausreißen von Partikeln führen. Im Gegensatz dazu führt eine verrundete Schneide zu höheren Passivkräften und einer höheren Umformarbeit, wodurch die Zylinderlauffläche teilweise geglättet werden würde, Partikel in die Oberfläche eingebettet werden würden und Verschuppungen (Blechmantelbildung) durch umgelegte Rauheitsspitzen auftreten können. Im schlechtesten Fall werden Poren mit Material zugeschmiert und somit die Schmiermittelaufnahmefähigkeit der Zylinderlauffläche reduziert. Der Arbeitsschritt der Glättbearbeitung wird durch die gezielte Justierung eines geringen Einstellwinkels einer Nebenschneide am Werkzeug beeinflusst, der eine Verringerung der kinematischen Rauheit sowie das Glätten verbliebender Rauheitsspitzen durch mehrfaches Überfahren mit der Schneide ermöglicht.

Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die aus einem Graugusswerkstoff ausgebildete, endbearbeitete Zylinderlauffläche einen Poren-Volumenanteil von 4 bis 25 ml/m² aufweist. Der

Poren-Volumenanteil ist definiert als die Menge des Öls, das die Poren auf einer bestimmten Fläche aufnehmen können. Durch einen Poren-Volumenanteil von 4 bis 25 ml/m² kann ein besonders gutes Ölhaltevolumen an der aus einem Graugusswerkstoff ausgebildeten Zylinderlauffläche erreicht werden, wodurch eine an der Zylinderlauffläche auftretende Reibung reduziert werden kann, und damit der Verschleiß der Zylinderlauffläche reduziert werden kann.

Ist die endbearbeitete Zylinderlauffläche aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder aus einer thermisch gespritzten Keramiksicht ausgebildet, ist es bevorzugt vorgesehen, dass die endbearbeitete Zylinderlauffläche einen Poren-Volumenanteil von 20 bis 60 ml/m² aufweist. Durch einen Poren-Volumenanteil von 20 bis 60 ml/m² kann ein besonders gutes Ölhaltevolumen an der aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder aus einer thermisch gespritzten Keramiksicht ausgebildeten Zylinderlauffläche erreicht werden, wodurch eine an der Zylinderlauffläche auftretende Reibung reduziert werden kann, und damit der Verschleiß der Zylinderlauffläche reduziert werden kann.

Die endbearbeitete Zylinderlauffläche zeichnet sich vorzugsweise durch eine besonders glatte Oberfläche mit vielen Poren und/oder Lunkern auf der Oberfläche aus. Bevorzugt ist es daher vorgesehen, dass die endbearbeitete Zylinderlauffläche eine Rauheit mit einer Kernrautiefe $R_k < 1,0 \mu\text{m}$ mit einer reduzierten Spitzenhöhe $R_{pk} < 0,5 \mu\text{m}$ und einer reduzierten Riefentiefe R_{vk} von 0,5 bis 8 μm aufweist. Besonders bevorzugt weist die endbearbeitete Zylinderlauffläche eine Rauheit mit einer Kernrautiefe $R_k < 0,6 \mu\text{m}$ auf. Die Kernrautiefe R_k gibt die Tiefe des Rauheitskernprofils an. Die endbearbeitete Zylinderlauffläche weist weiter bevorzugt in Bezug auf die Rauheit eine reduzierte Spitzenhöhe $R_{pk} < 0,5 \mu\text{m}$, besonders bevorzugt $R_{pk} < 0,3 \mu\text{m}$ auf. Ferner weist die endbearbeitete Laufflächenschicht weiter bevorzugt in Bezug auf die Rauheit eine reduzierte Riefentiefe R_{vk} von 0,5 μm bis 8 μm auf.

Ist die Zylinderlauffläche aus einem Graugusswerkstoff ausgebildet, ist die aus einem Graugusswerkstoff ausgebildete Zylinderlauffläche vorzugsweise derart endbearbeitet, dass in dem Graugusswerkstoff enthaltene Hartstoffpartikel herausgerissen sind. In dem Graugusswerkstoff bilden sich beim Gießen Hartstoffphasen, ein sogenanntes Steaditnetz bzw. Phosphiteutektikum, das sich gleichmäßig im Graugusswerkstoff verteilt. Darüber hinaus bilden sich über die Zugabe des Legierungselements Titan in dem Graugusswerkstoff sogenannte Titancarbid und Titanitride. Bei der Endbearbeitung durch Zerspanung, insbesondere Aufbohren, des Graugusswerkstoffs werden die oberflächennahen Hartstoffpartikel, die

Titancarbid und Titanitrid, herausgerissen und bilden dadurch einen Teil der Poren und/oder Lunker an der Oberfläche der Zylinderlauffläche aus. Der restliche Teil der Poren und/oder Lunker an der Oberfläche der Zylinderlauffläche wird durch das spröde Steaditnetz bzw. Phosphiteutektikum gebildet. Bei der Zerspanung, insbesondere dem Aufbohren, werden Teile des Steaditnetzes bzw. Phosphiteutektikums ausgebrochen, wenn sie sich an einer Graphitlamelle befinden. Die Graphitlamellen bilden dann eine Art Sollbruchstelle aus. Hierdurch können besonders gute tribologische Eigenschaften und damit eine hohe Oberflächengüte bei einer aus einem Graugusswerkstoff ausgebildeten Zylinderlauffläche erreicht werden.

Ist die Zylinderlauffläche aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht ausgebildet, ist die aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht ausgebildete Zylinderlauffläche vorzugsweise derart endbearbeitet, dass die in der Zylinderlauffläche ausgebildeten Poren und/oder Lunker freigelegt sind. Beim thermischen Spritzen wird ein Pulver oder ein Draht aufgeschmolzen, auf die Oberfläche des Zylinders aufgebracht und erstarrt auf dieser Oberfläche, wodurch die Zylinderlauffläche ausgebildet wird. Da bei diesem Prozess das aufgeschmolzene Material in Form vieler einzelner Tropfen auf die Oberfläche des Zylinders zur Ausbildung der Zylinderlauffläche aufgebracht wird, können zwischen diesen Tropfen Gase eingeschlossen werden. Dadurch bilden sich Poren zwischen den Lagen der Schichten. Bei der Zerspanung, insbesondere dem Aufbohren, können die oberflächennahen Poren geöffnet werden und bilden Mulden aus, welche ein verbessertes Ölrückhaltevolumen ermöglichen. Hierdurch können besonders gute tribologische Eigenschaften und damit eine hohe Oberflächengüte bei einer aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht ausgebildeten Zylinderlauffläche erreicht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich ferner vorzugsweise dadurch aus, dass die Endbearbeitung ohne Kühlschmierstoff erfolgen kann. Das Verfahren kann dadurch besonders umweltfreundlich durchgeführt werden, da eine ansonsten erforderliche Kühlschmierstoffaufbereitung und auch Entsorgung des Kühlschmierstoffs entfallen kann. Ferner entfallen dadurch schädliche Öldämpfe und hautreizende Medien, so dass ein sauberes Arbeitsumfeld geschaffen werden kann. Anstelle eines Kühlschmierstoffs kann beispielsweise ein Luft-Emulsions-Gemisch oder ein Luft-Öl-Gemisch zur Kühlung eingesetzt werden.

Um eine besonders gute und saubere Zerspanung der Zylinderlauffläche erreichen zu können, weist die Schneide des Werkzeugs vorzugsweise einen Schneidkantenradius $< 10 \mu\text{m}$ auf. Durch einen Schneidkantenradius $< 10 \mu\text{m}$ kann verhindert werden, dass die Schneide über die Oberfläche der Zylinderlauffläche rutscht und die Zylinderlauffläche dadurch verdichtet, anstatt sie zu zerspanen.

Um eine kostengünstige präventive Unrundbearbeitung zur Kompensation von montage- und betriebsbedingten Verzügen bei der Endbearbeitung realisieren zu können, ist es bevorzugt vorgesehen, dass das Werkzeug zusammen mit einer adaptronischen, radial auslenkbaren Spindel für eine Formbearbeitung zur Verzugskompensation eingesetzt wird. Hierdurch kann eine besonders definierte Oberfläche der Zylinderlauffläche mit sehr genauen Konturen erzeugt werden. Die adaptronische Spindel kann eine hochdynamische Auslenkung durch Piezoaktuatoren von bis zu $120 \mu\text{m}$ radial ermöglichen. In Kombination mit der Zerspanung durch die geometrisch bestimmte Schneide des Werkzeugs kann eine dreidimensionale Formbearbeitung ermöglicht werden.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe erfolgt ferner mittels eines Hubkolbensystems, welches einen Zylinder und einen beweglich in dem Zylinder gelagerten Kolben (ggf. mit einem integrierten Kolbenring) aufweist, wobei der Zylinder wie vorstehend beschrieben aus- und weitergebildet ist.

Erfindungsgemäß kann das wie vorstehend beschrieben aus- und weitergebildete Hubkolbensystem bei einem Verbrennungsmotor, einem Verdichter, einem Kompressor oder einer Pumpe verwendet werden. Die Verwendung des erfindungsgemäßen Hubkolbensystems ist ferner in weiteren Anlagen, Vorrichtungen, etc. denkbar.

Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend anhand der Beschreibung einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Hubkolbensystems mit einem Zylinder und einem beweglich in dem Zylinder gelagerten Kolben, wobei schematisch eine erfindungsgemäße Endbearbeitung einer Zylinderlauffläche des Zylinders dargestellt ist,

Fig. 2 eine auf einer REM-Aufnahme basierende Darstellung einer in einem Honprozess bearbeiteten Zylinderlauffläche,

Fig. 3 eine auf einer REM-Aufnahme basierende Darstellung einer durch Zerspanung, insbesondere Aufbohren, bearbeiteten Zylinderlauffläche gemäß der Erfindung,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Kompressors mit einem Hubkolbensystem gemäß der Erfindung, und

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Verbrennungsmotors mit einem Hubkolbensystem gemäß der Erfindung

Fig. 1 zeigt ein Hubkolbensystem 300, mit einem Zylinder 100 und einem in dem Zylinder 100 beweglich gelagerten Kolben 200. Die Bewegungsrichtung des Kolbens 200 innerhalb des Zylinders 100 ist mit den Pfeilen angedeutet. Angetrieben werden kann der Kolben 200 beispielsweise mittels eines Pleuels.

Der Zylinder 100 weist eine an seiner Innenumfangsfläche ausgebildete Zylinderlauffläche 10 auf. Die Zylinderlauffläche 10 kann aus einem Graugusswerkstoff oder einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht ausgebildet sein.

Um eine hohe Oberflächengüte mit guten tribologischen Eigenschaften zu erreichen, erfolgt eine Endbearbeitung der Zylinderlauffläche 10 durch Zerspanung mit bestimmter Schneide, insbesondere Aufbohren. Die Zerspanung erfolgt mittels eines Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide 11, durch das eine Vielzahl von Poren 13 und/oder Lunker in die Zylinderlauffläche 10 eingebracht werden, die ein Mikrodruckkammer-System erzeugen können, wodurch beispielsweise der Ölverbrauch des Hubkolbensystems 300 verringert werden kann.

Die Zerspanung kann den üblicherweise angewendeten Honprozess zur Endbearbeitung einer Zylinderlauffläche 10 ersetzen. Ein Honprozess, der üblicherweise ein Vorhonen, Zwischenhonen, Fluidstrahlen und Fertighonen umfasst, kann dadurch vollständig entfallen.

Zusätzlich zu dem Werkzeug mit geometrisch bestimmter Schneide 11 zur Ausführung der Zerspanung, insbesondere des Aufbohrens, kann eine adaptronische Spindel 12 verwendet werden, wodurch in Kombination mit der Schneide 11 eine optimierte Formbearbeitung zur Verzugskompensation ermöglicht werden kann, wodurch wiederum eine Honbrille entfallen kann.

Die Zerspanung in Kombination mit der adaptronischen Spindel ermöglicht eine dreidimensionale Formbearbeitung als Endbearbeitung der Zylinderlauffläche 10 zur optimierten Verzugskompensation.

Um die Unterschiede zwischen einer durch einen Honprozess endbearbeiteten Zylinderlauffläche 10 und einer durch eine erfindungsgemäße Zerspanung, insbesondere einem Aufbohren, endbearbeiteten Zylinderlauffläche 10 zu verdeutlichen, ist in Fig. 2 eine REM-Aufnahme einer in einem Honprozess endbearbeiteten Zylinderlauffläche 10 und in Fig. 3 eine REM-Aufnahme einer mittels einer Zerspanung, insbesondere einem Aufbohren, endbearbeiteten Zylinderlauffläche 10 gezeigt.

Die in Fig. 2 gezeigte, in einem Honprozess ausgebildete Zylinderlauffläche 10 weist eine Kreuzriefenstruktur 14 auf, wobei kaum oder gar keine Poren und/oder Lunker in der Oberfläche der Zylinderlauffläche 10 ausgebildet sind.

Fig. 3 zeigt dagegen eine Zylinderlauffläche 10, welche erfindungsgemäß durch Zerspanung, insbesondere Aufbohren, mit einem Werkzeug mit einer geometrisch bestimmten Schneide 11 endbearbeitet ist. Diese Zylinderlauffläche 10 weist keine Kreuzriefenstruktur auf. Stattdessen sind auf der Zylinderlauffläche 10 eine Vielzahl von Poren 13 und/oder Lunkern 15 ausgebildet, welche ein hohes Ölrückhaltevolumen ermöglichen, da diese Poren 13 und/oder Lunker 15 muldenförmige Ausnehmungen ausbilden, in welchen sich das Öl des Hubkolbensystems 300 anstauen kann und damit an der Zylinderlauffläche 10 gehalten werden kann.

In Fig. 4 und 5 sind zwei Beispiele für eine Verwendung eines Hubkolbensystems 300 gemäß Fig. 1 gezeigt. Dabei zeigt Fig. 4 einen Kompressor 400 mit einem wie in Fig. 1 gezeigten Hubkolbensystem 300. Fig. 5 zeigt ferner einen Verbrennungsmotor 500 mit einem wie in Fig. 1 gezeigten Hubkolbensystem 300.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebene bevorzugte Ausgestaltungen. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von den dargestellten Lösungen auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Sämtliche aus den Ansprüchen der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehende Merkmale und/oder Vorteile einschließlich konstruktiven Einzelheiten räumlicher Anordnungen und Verfahrensschritte können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

100	Zylinder
10	Zylinderlauffläche
11	Schneide
12	Adaptronische Spindel
13	Pore
14	Kreuzriefenstruktur
15	Lunker
200	Kolben
250	Kolbenring
300	Hubkolbensystem
400	Kompressor
500	Verbrennungsmotor

Patentansprüche

1. Zylinder (100) für ein Hubkolbensystem (300), mit einer Zylinderlauffläche (10), welche durch Zerspanung mittels eines Werkzeugs mit einer oder mehreren geometrisch bestimmten Schneiden (11) endbearbeitet ist, wobei die endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) eine Vielzahl von Poren (13) und/oder Lunken (15) aufweist und aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramiksicht mit einem Poren-Flächenanteil von 5 bis 25 % ausgebildet ist.
2. Zylinder (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus einem Graugusswerkstoff ausgebildete, endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) ein Poren-Volumenanteil von 4 bis 25 ml/m² aufweist.
3. Zylinder (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder die aus einer thermisch gespritzten Keramiksicht ausgebildete, endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) ein Poren-Volumenanteil von 20 bis 60 ml/m² aufweist.
4. Zylinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) eine Rauheit mit einer Kernrautiefe $R_K < 1,0 \mu\text{m}$ und einer reduzierten Spitzenhöhe $R_{pk} < 0,5 \mu\text{m}$ und einer reduzierten Riefentiefe R_{vk} von 0,5 bis 8 μm aufweist.
5. Zylinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die aus Graugusswerkstoff ausgebildete Zylinderlauffläche (10) derart endbearbeitet ist, dass in dem Graugusswerkstoff enthaltene Hartstoffpartikel herausgerissen sind.
6. Zylinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramiksicht ausgebildete Zylinderlauffläche (10) derart endbearbeitet ist, dass die in der Zylinderlauffläche (10) ausgebildeten Poren (13) und/oder Lunken (15) freigelegt sind.

7. Verfahren zur Endbearbeitung eines Zylinders (100) für ein Hubkolbensystem (300), bei welchem eine Zylinderlauffläche (10) des Zylinders (100) durch Zerspanung mittels eines Werkzeugs mit einer geometrisch bestimmten Schneide (11) derart endbearbeitet wird, dass die Zylinderlauffläche (10) nach der Endbearbeitung eine Vielzahl von Poren (13) und/oder Lunker (15) aufweist, wobei die endbearbeitete Zylinderlauffläche (10) aus einem Graugusswerkstoff mit einem Poren-Flächenanteil von 2 bis 10 % oder aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht mit einem Poren-Flächenteil von 5 bis 25 % ausgebildet ist.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die aus Graugusswerkstoff ausgebildete Zylinderlauffläche (10) derart endbearbeitet wird, dass in dem Graugusswerkstoff enthaltene Hartstoffpartikel herausgerissen werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die aus einer thermisch gespritzten Eisenschicht oder einer thermisch gespritzten Keramikschiicht ausgebildete Zylinderlauffläche (10) derart endbearbeitet wird, dass die in der Zylinderlauffläche (10) ausgebildeten Poren (13) und/oder Lunker (15) freigelegt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Endbearbeitung ohne Kühlschmierstoff erfolgen kann.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schneide (11) einen Schneidkantenradius $< 10 \mu\text{m}$ aufweist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug zusammen mit einer adapttronischen, radial auslenkbaren Spindel (12) für eine Formbearbeitung zur Verzugskompensation eingesetzt wird.
13. Hubkolbensystem (300) mit einem Zylinder (100) und einem beweglich in dem Zylinder (100) gelagerten Kolben (200), dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ausgebildet ist.
14. Verwendung eines nach Anspruch 13 ausgebildeten Hubkolbensystems bei einem Verbrennungsmotor (500), einem Verdichter, einem Kompressor (400) oder einer Pumpe.

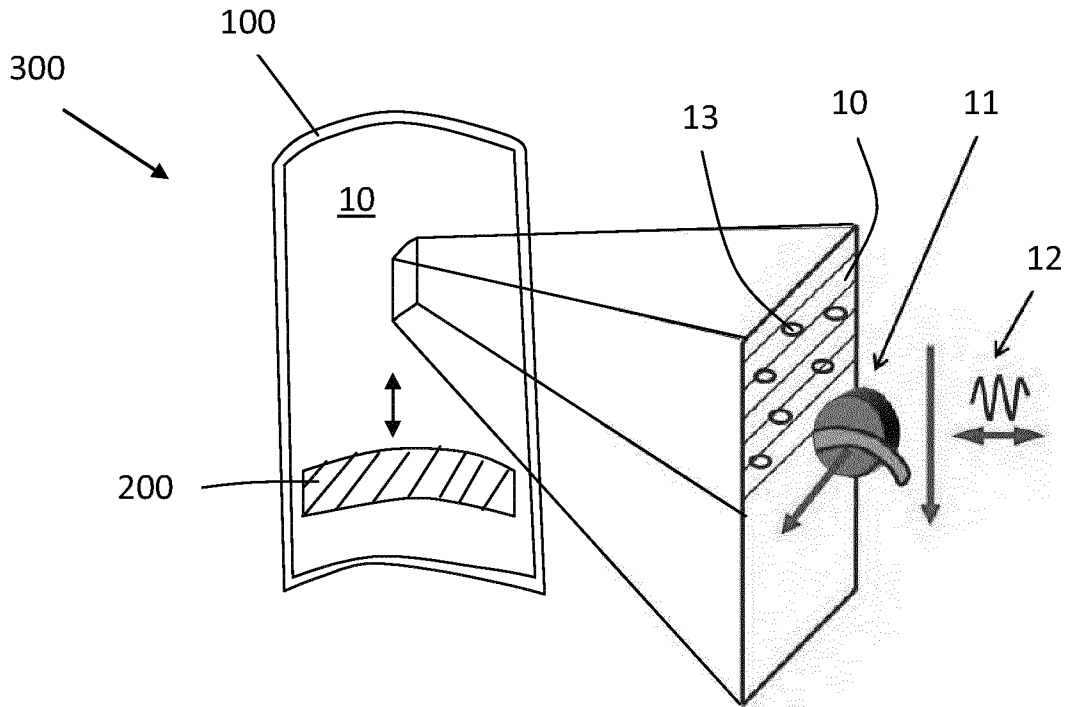


Fig. 1

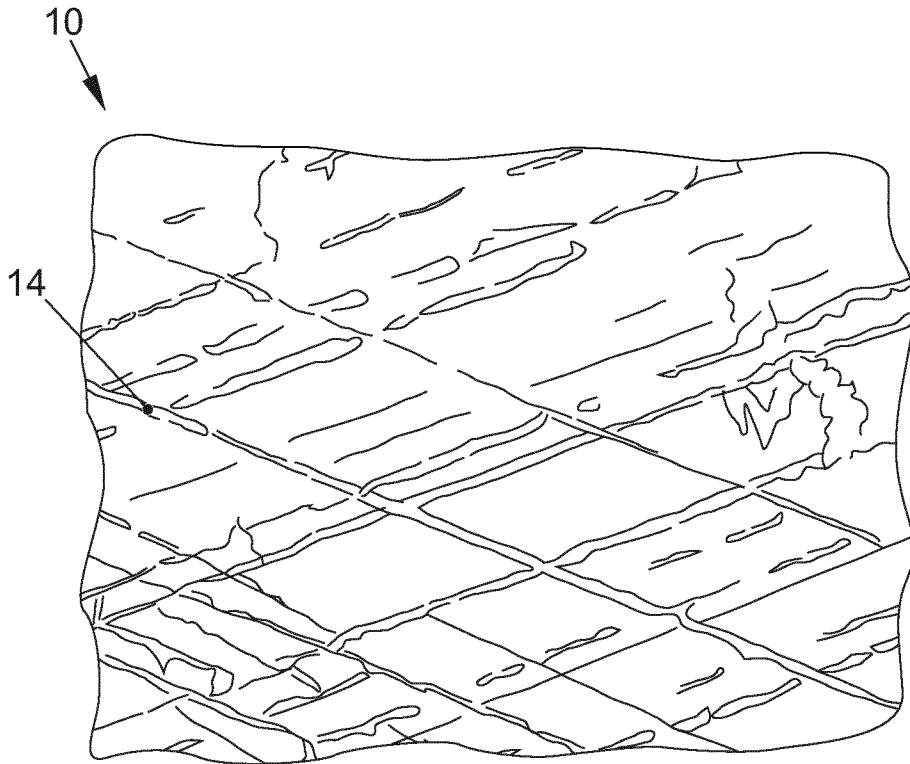


FIG. 2

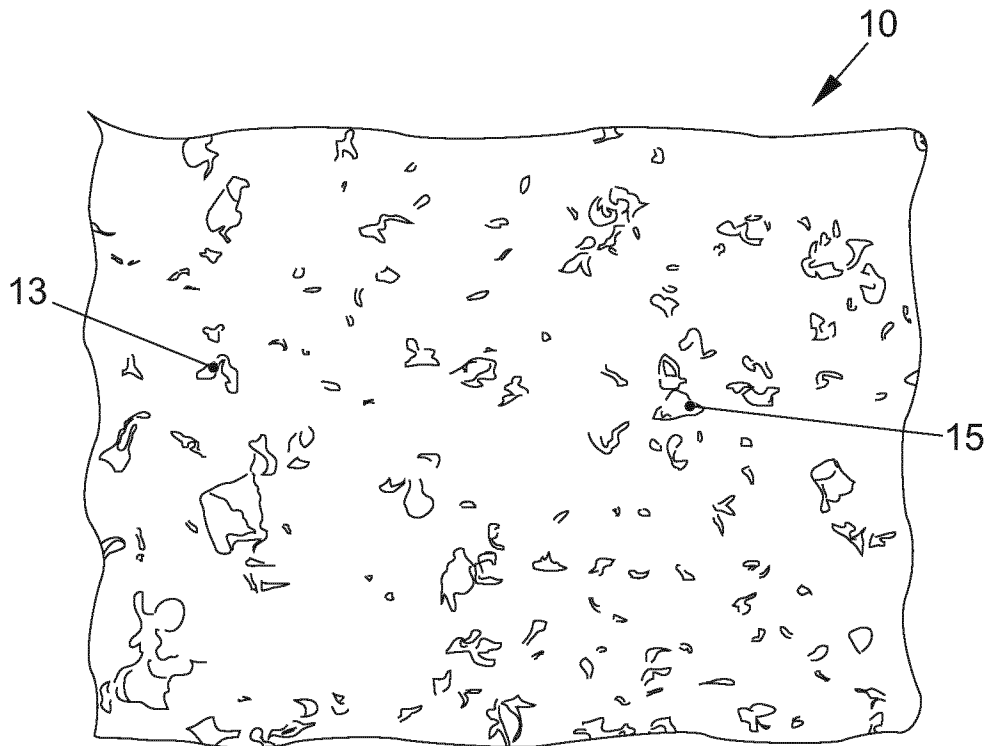


FIG. 3

3/3

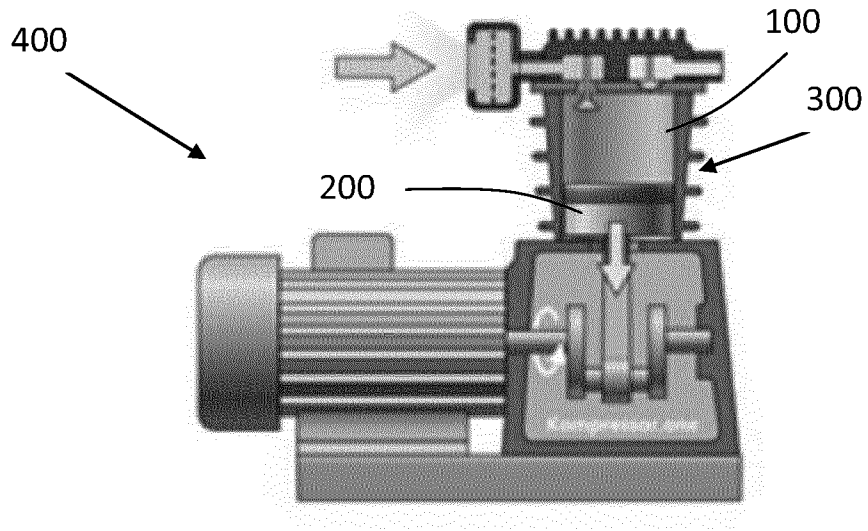


Fig. 4

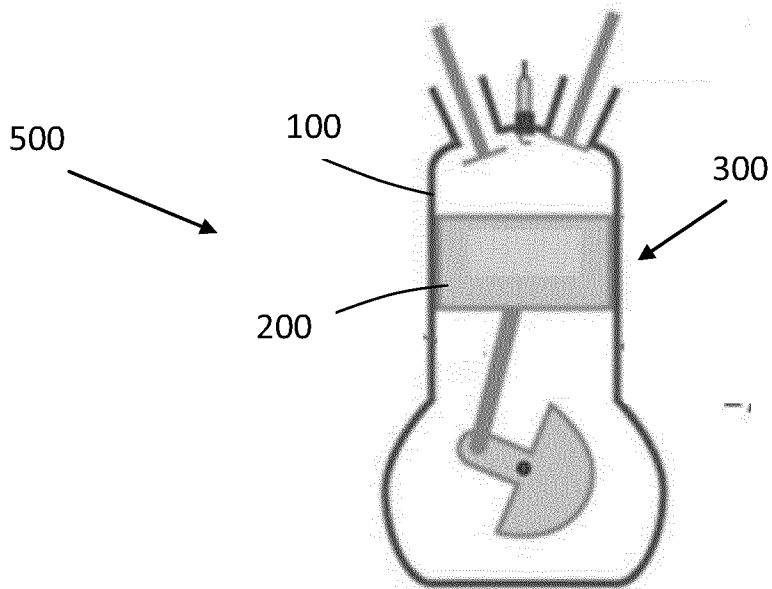


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/063163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23B41/12 F16J10/04 B23C3/02 F02F1/20 C23C4/18
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)
B23B F16J B23C F02F C23C F02M
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 A	DE 10 2009 051262 A1 (DAIMLER AG [DE]) 12 May 2011 (2011-05-12) paragraph [0009] paragraph [0020] paragraph [0022] abstract; figure 2 claim 1 paragraph [0025]	1,3,6,7, 9,13,14 5,8
X	DE 10 2014 008922 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 17 December 2015 (2015-12-17) claims 1,2,4,5 abstract; figures 1,2,4 paragraph [0017] paragraph [0021] - paragraph [0027] paragraph [0044] - paragraph [0045]	1,4,7,9, 13,14
	----- -/--	

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 31 August 2017	Date of mailing of the international search report 13/09/2017
---	--

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 Barunovic, Robert
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/063163

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 103 08 422 B3 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 15 July 2004 (2004-07-15) figures 1,2,3 claims 1,2,4,5 paragraph [0001] paragraph [0005] paragraph [0010] paragraph [0025] -----	1,3,10, 13,14
X	DE 10 2010 035641 A1 (DAIMLER AG [DE]) 1 March 2012 (2012-03-01)	1,3,7,9, 10,13,14
Y	abstract; figure 3 paragraph [0032] paragraph [0028] paragraph [0029] paragraph [0002] paragraph [0025] paragraph [0005] -----	11,12
Y	EP 0 041 266 A1 (MAPAL FAB PRAEZISION [DE]) 9 December 1981 (1981-12-09) abstract; figure 1 page 2, line 18 - page 3, line 2 page 2, line 13 - line 17 -----	11
Y	JP 2011 011293 A (HONDA MOTOR CO LTD) 20 January 2011 (2011-01-20) abstract; figures 1,3 paragraph [0004] paragraph [0013] paragraph [0020] -----	12
A	DE 103 20 397 A1 (HALLBERG GUSS GMBH [DE]) 2 December 2004 (2004-12-02) paragraph [0002] paragraph [0014] -----	1-14
A	WO 2015/041215 A1 (RIKEN CO LTD) 26 March 2015 (2015-03-26) abstract; figure 1; table 2 -----	1-14
A	US 5 191 864 A (SANTI JOHN [US]) 9 March 1993 (1993-03-09) abstract; figures 1,2,7 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/063163

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102009051262 A1	12-05-2011	NONE	

DE 102014008922 A1	17-12-2015	DE 102014008922 A1	17-12-2015
		WO 2015192943 A1	23-12-2015

DE 10308422 B3	15-07-2004	DE 10308422 B3	15-07-2004
		DE 102004009928 A1	23-09-2004
		EP 1601811 A1	07-12-2005
		JP 2006519304 A	24-08-2006
		US 2007092749 A1	26-04-2007
		WO 2004076708 A1	10-09-2004

DE 102010035641 A1	01-03-2012	NONE	

EP 0041266 A1	09-12-1981	BR 8103486 A	24-02-1982
		CS 8103921 A2	14-08-1989
		DD 159303 A1	02-03-1983
		DE 3020929 A1	10-12-1981
		EP 0041266 A1	09-12-1981
		ES 258752 U	16-03-1982
		JP S5721211 A	03-02-1982
		PL 231338 A1	23-12-1981
		SU 1192598 A3	15-11-1985
		US 5074721 A	24-12-1991

JP 2011011293 A	20-01-2011	JP 5350104 B2	27-11-2013
		JP 2011011293 A	20-01-2011

DE 10320397 A1	02-12-2004	NONE	

WO 2015041215 A1	26-03-2015	CN 105555989 A	04-05-2016
		EP 3048287 A1	27-07-2016
		JP 5903085 B2	13-04-2016
		JP 2015059544 A	30-03-2015
		KR 20160060668 A	30-05-2016
		US 2016230697 A1	11-08-2016
		WO 2015041215 A1	26-03-2015

US 5191864 A	09-03-1993	CA 2088285 A1	04-08-1993
		EP 0559328 A2	08-09-1993
		JP H05277815 A	26-10-1993
		US 5191864 A	09-03-1993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23B41/12 F16J10/04 B23C3/02 F02F1/20 C23C4/18 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23B F16J B23C F02F C23C F02M		
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 A	DE 10 2009 051262 A1 (DAIMLER AG [DE]) 12. Mai 2011 (2011-05-12) Absatz [0009] Absatz [0020] Absatz [0022] Zusammenfassung; Abbildung 2 Anspruch 1 Absatz [0025]	1,3,6,7, 9,13,14 5,8
X	DE 10 2014 008922 A1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) Ansprüche 1,2,4,5 Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4 Absatz [0017] Absatz [0021] - Absatz [0027] Absatz [0044] - Absatz [0045] ----- -/--	1,4,7,9, 13,14
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
31. August 2017		13/09/2017
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 Barunovic, Robert

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 103 08 422 B3 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]) 15. Juli 2004 (2004-07-15) Abbildungen 1,2,3 Ansprüche 1,2,4,5 Absatz [0001] Absatz [0005] Absatz [0010] Absatz [0025]	1,3,10, 13,14
X	DE 10 2010 035641 A1 (DAIMLER AG [DE]) 1. März 2012 (2012-03-01)	1,3,7,9, 10,13,14
Y	Zusammenfassung; Abbildung 3 Absatz [0032] Absatz [0028] Absatz [0029] Absatz [0002] Absatz [0025] Absatz [0005]	11,12
Y	EP 0 041 266 A1 (MAPAL FAB PRAEZISION [DE]) 9. Dezember 1981 (1981-12-09) Zusammenfassung; Abbildung 1 Seite 2, Zeile 18 - Seite 3, Zeile 2 Seite 2, Zeile 13 - Zeile 17	11
Y	JP 2011 011293 A (HONDA MOTOR CO LTD) 20. Januar 2011 (2011-01-20) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 Absatz [0004] Absatz [0013] Absatz [0020]	12
A	DE 103 20 397 A1 (HALLBERG GUSS GMBH [DE]) 2. Dezember 2004 (2004-12-02) Absatz [0002] Absatz [0014]	1-14
A	WO 2015/041215 A1 (RIKEN CO LTD) 26. März 2015 (2015-03-26) Zusammenfassung; Abbildung 1; Tabelle 2	1-14
A	US 5 191 864 A (SANTI JOHN [US]) 9. März 1993 (1993-03-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,7	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/063163

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009051262 A1	12-05-2011	KEINE	
DE 102014008922 A1	17-12-2015	DE 102014008922 A1 WO 2015192943 A1	17-12-2015 23-12-2015
DE 10308422 B3	15-07-2004	DE 10308422 B3 DE 102004009928 A1 EP 1601811 A1 JP 2006519304 A US 2007092749 A1 WO 2004076708 A1	15-07-2004 23-09-2004 07-12-2005 24-08-2006 26-04-2007 10-09-2004
DE 102010035641 A1	01-03-2012	KEINE	
EP 0041266 A1	09-12-1981	BR 8103486 A CS 8103921 A2 DD 159303 A1 DE 3020929 A1 EP 0041266 A1 ES 258752 U JP S5721211 A PL 231338 A1 SU 1192598 A3 US 5074721 A	24-02-1982 14-08-1989 02-03-1983 10-12-1981 09-12-1981 16-03-1982 03-02-1982 23-12-1981 15-11-1985 24-12-1991
JP 2011011293 A	20-01-2011	JP 5350104 B2 JP 2011011293 A	27-11-2013 20-01-2011
DE 10320397 A1	02-12-2004	KEINE	
WO 2015041215 A1	26-03-2015	CN 105555989 A EP 3048287 A1 JP 5903085 B2 JP 2015059544 A KR 20160060668 A US 2016230697 A1 WO 2015041215 A1	04-05-2016 27-07-2016 13-04-2016 30-03-2015 30-05-2016 11-08-2016 26-03-2015
US 5191864 A	09-03-1993	CA 2088285 A1 EP 0559328 A2 JP H05277815 A US 5191864 A	04-08-1993 08-09-1993 26-10-1993 09-03-1993