

(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
8. Dezember 2016 (08.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/192864 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16J 9/26 (2006.01) F02F 3/12 (2006.01)
C23C 18/00 (2006.01) F16J 1/10 (2006.01)
F02F 3/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/054427

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2016 (02.03.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 209 887.7 29. Mai 2015 (29.05.2015) DE

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

(72) Erfinder: KÖRNER, Stephan; Entengasse 3, 74354
Besigheim (DE). ROSE, Reinhard; Reußensteinstraße
28/2, 70736 Fellbach (DE). HAMMEN, Andreas;
Klopstockstr. 28, 70736 Fellbach (DE).

(74) Anwalt: BRP RENAUD UND PARTNER MBB;
Rechtsanwälte Patentanwälte Steuerberater, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PISTON FOR A CYLINDER OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : KOLBEN FÜR EINEN ZYLINDER EINER BRENNKRAFTMASCHINE

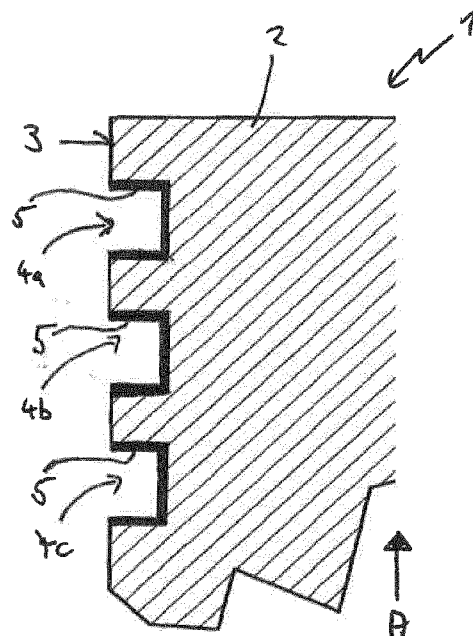


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a piston (1) for a cylinder (11) of an internal combustion engine (10), comprising - a piston base (2) in the peripheral face (3) of which at least one peripheral groove (4a, 4b, 4c) for receiving a piston ring is formed, and - a protective coating (5), present at least in the region of the at least one peripheral groove (4a, 4b, 4c) in the peripheral face (3), the layer material of said coating comprising nickel phosphorus and tungsten.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kolben (1) für einen Zylinder (11) einer Brennkraftmaschine (10), - mit einem Kolbenkörper (2), auf dessen Umfangsseite (3) wenigstens eine Umfangsnut (4a, 4b, 4c) zur Aufnahme eines Kolbenrings ausgebildet ist, - mit einer wenigstens im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut (4a, 4b, 4c) auf der Umfangsseite (3) vorhandenen Schutzbeschichtung (5), deren Schichtmaterial Nickel-Phosphor und Wolfram umfasst.



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)

Kolben für einen Zylinder einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft einen Kolben für einen Zylinder einer Brennkraftmaschine sowie eine Brennkraftmaschine mit einem solchen Kolben. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Kolbens.

In den Zylindern einer Brennkraftmaschine verwendete Kolben sind im Betrieb der Brennkraftmaschine erheblichen mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Dies gilt insbesondere für Kolben aus einem Kolbenmaterial mit geringem Eigengewicht wie beispielsweise Aluminium, wie es aus Gewichtsgründen in Kolbenkörpern moderner Brennkraftmaschinen eingesetzt wird. Gerade diejenigen Bereiche der Kolbenoberfläche, an welchen in bekannter Weise Dichtungsringe zum Abdichten des Brennraums gegen die Umgebung des Zylinders gelagert sind, unterliegen jedoch erheblichen thermischen und mechanischen Belastungen. Diese werden durch starke Temperaturvariationen im Brennraum und durch starke Relativbewegungen der Dichtungsringe relativ zu den am Kolben ausgebildeten Umfangsnuten in der Kolbennut im Betrieb der Brennkraftmaschine hervorgerufen. Diese Effekte können im Langzeitbetrieb der Brennkraftmaschine zu einer erheblichen Schädigung der Oberfläche des Kolbens führen.

Aus dem Stand der Technik ist es daher bekannt, den Bereich der Kolbenoberfläche, welcher mechanisch mit besagten Dichtungsringen in Kontakt steht - typischerweise handelt es sich dabei um auf der Umfangsseite des Kolbens vorgesehene Umfangsnuten - mit einer Schutzbeschichtung zu versehen, welche die Verschleißbeständigkeit des Kolbenmaterials erhöht. Ein derartiger Kolben mit einer Schutzbeschichtung aus einer Nickel-Phosphor-Legierung ist beispielsweise aus der JP 11-072042-A bekannt.

Als nachteilig bei derartigen Kolben mit einer Schutzbeschichtung auf Nickel-Phosphor-Basis erweist sich jedoch deren für einen Langzeitbetrieb in einer Brennkraftmaschine oftmals immer noch nicht zufriedenstellende Schutzwirkung.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausführungsform für einen Kolben zu schaffen, der sich insbesondere durch eine gegenüber herkömmlichen Kolben mit Schutzbeschichtung eine nochmals verbesserte Verschleißbeständigkeit auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche.

Grundgedanke der Erfindung ist demnach, die Oberfläche des Kolbens zumindest im Bereich einer auf der Umfangseite des Kolbens vorgesehenen Umfangsnut, die zur Aufnahme eines Dichtungsrings dient, mit einer Schutzbeschichtung auszustatten, deren Schichtmaterial neben Nickel-Phosphor zusätzlich Wolfram enthält. Durch die Hinzufügung von Wolfram zum Schichtmaterial kann dessen Härte gegenüber herkömmlichen Schutzbeschichtungen auf Nickel-Phosphor-Basis ohne Wolfram signifikant erhöht werden. Dies führt zu einer verbesserten Verschleißbeständigkeit des Kolbens im Langzeitbetrieb in einer Brennkraftmaschine. Insbesondere kann mit Hilfe der erfindungswesentlichen Schutzbeschichtung ein unerwünschtes lokales Verschweißen und anschließendes Wiederaufbrechen des Dichtungsrings mit dem Material des Kolbens – dieser Effekt ist dem einschlägigen Fachmann als sogenanntes „Microwelding“ bekannt – gut unterdrückt werden. Im Ergebnis kann die Lebensdauer des hier vorgestellten, erfindungsgemäßen Kolbens durch Verwendung einer Schutzbeschichtung mit Nickel, Phosphor und Wolfram gegenüber herkömmlichen Kolben signifikant erhöht werden.

Ein erfindungsgemäßer Kolben für einen Zylinder einer Brennkraftmaschine umfasst einen Kolbenkörper. Auf der Umfangsseite des Kolbenkörpers ist wenigstens eine Umfangsnut zur Aufnahme eines Kolbenrings ausgebildet. Erfindungsgemäß ist im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut auf der Umfangsseite des Kolbenkörpers eine Schutzbeschichtung vorhanden, deren Schichtmaterial Nickel-Phosphor und Wolfram umfasst.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die Schutzbeschichtung über die gesamte Oberfläche der Umfangsnut hinweg. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der gesamte Bereich der Umfangsnut, welcher im Betrieb in einer Brennkraftmaschine mechanisch mit einem sich relativ zum Kolben bewegendem Dichtungsring in Kontakt gelangt, eine erhöhte Beständigkeit gegenüber mechanischem Verschleiß aufweist.

Eine erhöhte Dichtungswirkung mit Hilfe von Dichtungsringen kann erzielt werden, wenn auf der Umfangsseite des Kolbenkörpers wenigstens zwei im Abstand zueinander angeordnete Umfangsnuten, jeweils zur Aufnahme eines Dichtungsringes, angeordnet sind. Von diesen wenigstens zwei Umfangsnuten besitzt wenigstens eine Umfangsnut eine oben beschriebene Schutzbeschichtung, die neben Nickel-Phosphor auch Wolfram aufweist. Vorzugsweise weisen alle am Kolben vorhandenen Umfangsnuten die erfindungswesentliche Schutzbeschichtung auf. Auf diese Weise kann die gewünschte verbesserte Verschleißbeständigkeit im Bereich aller Umfangsnuten sichergestellt werden.

Eine besonders hohe Verschleißbeständigkeit der Kolbenoberfläche des Kolbenkörpers über den besonders kritischen Bereich der Umfangsnuten hinaus lässt sich erzielen, wenn sich die Schutzbeschichtung in einem Längsschnitt entlang einer axialen Richtung des Kolbenkörpers beidseitig über den Rand der wenigstens einen Umfangsnut hinaus erstreckt.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform weist das Schichtmaterial zwischen 1 Gew.-% und 12 Gew.-% Wolfram auf. Auf diese Weise kann die zur Erzielung der verbesserten Verschleißbeständigkeit benötigte Erhöhung der Härte der Schutzbeschichtung gegenüber herkömmlichen Beschichtungen ohne Wolfram gewährleistet werden.

Eine hohe Beständigkeit gegen betriebsbedingten Verschleiß lässt sich auch erreichen, indem die Schutzbeschichtung gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung mit einer Härte zwischen 500 HV und 600 HV versehen wird.

Eine besonders hohe Verschleißbeständigkeit lässt sich mittels der Schutzbeschichtung erzielen, wenn deren Schichtmaterial eine Härte zwischen 600 HV und 1000 HV aufweist. Besagte Härtewerte werden dabei bevorzugt mit Hilfe einer Wärmebehandlung des Kolbenkörpers erzielt, bei welcher die Schutzbeschichtung für einen vorbestimmten Zeitraum zum Zwecke der Aushärtung auf eine Temperatur zwischen 130°C und 220°C erhitzt wird.

Experimentelle Untersuchungen haben dabei gezeigt, dass sich die gewünschte Härte zwischen 600 HV und 1000 HV besonders zuverlässig erzeugen lässt, wenn der vorbestimmte Zeitraum für die Dauer der Wärmebehandlung zwischen eineinhalb und sechs Stunden beträgt.

Eine besonders gute Dichtwirkung mittels eines in der Umfangsnut angeordneten Dichtrings lässt sich erzielen, wenn die Oberflächenrauigkeit R_a der Schutzbeschichtung einen Wert zwischen 0,1 μm und 0,4 μm aufweist.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform besitzt die Schutzbeschichtung eine Schichtdicke zwischen 3 μm und 18 μm , vorzugsweise zwischen 8 μm und

15 µm. Mit Hilfe einer Schutzbeschichtung mit einer Schichtdicke im vorangehend genannten Wertebereich kann ein besonders guter Schutz des Materials des Kolbenkörpers gegen ein sogenanntes „Microwelding“ im Betrieb des Kolbens erzielt werden.

Besonders zweckmäßig kann das Kolbenmaterial des Kolbenkörpers aus Aluminium bestehen. Alternativ dazu kann das Kolbenmaterial neben Aluminium weitere Bestandteile, insbesondere zur Bildung einer Aluminium-Legierung, aufweisen. Dies erlaubt in Verbindung mit der erfindungswesentlichen Schutzbeschichtung die Realisierung eines Kolbens mit besonders geringem Eigengewicht, ohne dass damit eine Minderung der Verschleißbeständigkeit des Kolbens einherginge.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform besitzt der Kolbenkörper im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut ein mittels Laserauftragschweißen geändertes Materialgefüge. Hierzu kann das Materialgefüge der wenigstens einen Umfangsnut vor dem Auftragen der Schutzbeschichtung mittels Laserauftragschweißen bearbeitet werden. Beim Laserauftragschweißen wird schichtweise Metallpulver in denjenigen Oberflächenbereich des Kolbenkörpers eingebracht, in welchem wenigstens eine Umfangsnut erzeugt werden soll, und durch Bestrahlung mittels Laserstrahlung aufgeschmolzen. Dadurch wird die Materialhärte im Nutengrund der noch zu erzeugenden Umfangsnut erhöht. Die wenigstens eine Umfangsnut wird also im Nachgang zum Laserauftragschweißen erzeugt. Danach kann die vorangehend bereits beschriebene, stromlose Schutzbeschichtung aufgebracht werden. Somit kann ein unerwünschtes Ausschlagen der Umfangsnut vermieden werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das geänderte Materialgefüge ein mittels Laserauftragsschweißens geschmolzenes, ein Metall enthal-

tendes Pulver. Die Umwandlung des Materialgefüges erfolgt also bei dieser Variante durch Bereitstellen und Einschmelzen eines Pulvers in den Kolbenkörper.

Zweckmäßig kann dieses Pulver Aluminium und/oder Silizium und/oder Kupfer enthalten. Je nachdem, welches Material im Pulver für das Laserauftragschweißen verwendet wird, kann das ursprünglich im Nutengrund vorhandene Aluminium des Kolbenkörpers ersetzt werden. Je mehr Aluminium ersetzt wird, desto stärker ist der Gewinn an zusätzlicher Materialhärte.

Besonders bevorzugt umfasst das Pulver Al₁₂Si und enthält zusätzlich 30 vol. % bis vol. 60% reines Silizium. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass sich als Pulver bzw. Pulvermischung Al₁₂Si, Al₁₂Si mit Silizium-Karbid, Al₁₂Si mit einem Nickel-Gehalt von 20-30 vol-% sowie Al₁₂Si mit einem Gehalt von 30 vol. % bis 60 vol.% Silizium besonders gute Härteeigenschaften besitzt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung besitzt das mittels Laserauftragschweißen behandelte Materialgefüge ausgehend von der Oberfläche der Umfangsnut eine Materialtiefe zwischen 1 mm und 10mm. In diesem Tiefenbereich lässt sich das Laserauftragschweißen besonders wirksam einsetzen.

Besonders bevorzugt weist die mittels Umschmelzung des Materialgefüges erzielte Härte nach Vickers einen Wert zwischen 130 HV_{0,1} bis 260 HV_{0,1} auf.

Die Erfindung betrifft ferner eine Brennkraftmaschine mit wenigstens einem einen Brennraum teilweise begrenzenden Zylinder. Eine Umfangsseite des Brennraums mit zylindrischer Geometrie ist zusätzlich durch eine hohlzylindrische Zylinderlaufbuchse begrenzt. Im Brennraum ist ein vorangehend vorgestellter Kolben angeordnet, der im Brennraum entlang seiner axialen Richtung linear verstellbar ist. In der wenigstens einen am Kolbenkörper des Kolbens ausgebildeten Umfangsnut

ist ein Dichtungsring angeordnet. Besagter Dichtungsring stützt sich radial innen an der Schutzbeschichtung des Kolbenkörpers und radial außen an der Innenseite der Zylinderlaufbuchse ab.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform begrenzt der Kolben den Brennraum in der axialen Richtung. Der Kolben weist wenigstens zwei, vorzugsweise drei, in der axialen Richtung im Abstand zueinander angeordnete Umfangsnuten auf. In dieser Variante ist wenigstens in der axial dem Brennraum am nächsten gelegen, also benachbarten Umfangsnut die erfindungswesentliche Schutzbeschichtung vorgesehen. Auf diese Weise lässt sich eine besonders hohe Verschleißbeständigkeit erreichen.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens, insbesondere des vorangehend vorgestellten Kolbens. In einem ersten Verfahrensschritt a) wird auf einer Umfangsseite eines Kolbenkörpers wenigstens eine Umfangsnut in den Kolbenkörper eingebracht, die zur Aufnahme eines Kolbenrings ausgebildet ist. In einem zweiten Verfahrensschritt b) wird wenigstens im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut eine Schutzbeschichtung auf der Umfangsseite aufgebracht, deren Schichtmaterial Nickel-Phosphor und Wolfram umfasst.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird vor dem Verfahrensschritt b) ein weiterer Verfahrensschritt b0) durchgeführt, gemäß welchem ein ein Metall enthaltendes Pulver mittels Laserauftragschweißens wenigstens in denjenigen Oberflächenbereich der Umfangsseite des Kolbenkörpers eingebracht wird, in welchen nachfolgend die Umfangsnuten erzeugt werden.

Das Laserauftragschweißen ist dem Fachmann dabei auch unter dem Begriff "Laser Cladding" bekannt.

Beim Laserauftragschweißen wird das Metall enthaltende Pulver, vorzugsweise schichtweise, auf den Kolbenkörper aufgebracht und durch Bestrahlung mit Hilfe eines Lasers aufgeschmolzen. Dies führt dazu, dass die Materialhärte in demjenigen Bereich des Kolbenkörpers, in welchem im Nachgang die wenigstens eine Umfangsnut erzeugt wird, gegenüber den dazu komplementären Bereichen des Kolbenkörpers signifikant erhöht ist. Nach dem Erzeugen der wenigstens einen Umfangsnut in dem mittels Laserauftragschweißen behandelten Bereich des Kolbenkörpers wird die erfindungswesentliche Schutzbeschichtung auf die wenigstens eine Umfangsnut aufgebracht. Auf diese Weise kann ein unerwünschtes Ausschlagen der Umfangsnut verhindert werden.

Zweckmäßig kann das Pulver Aluminium und/oder Silizium und/oder Kupfer enthalten. Je nachdem, welches Material im Pulver für das Laserauftragschweißen verwendet wird, kann das ursprünglich im Nutengrund vorhandene Aluminium ersetzt werden. Je mehr Aluminium ersetzt wird, desto stärker ist der Gewinn an zusätzlicher Materialhärte.

Besonders bevorzugt umfasst das Pulver Al₁₂Si und enthält zusätzlich 30 vol. % bis vol. 60% reines Silizium. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass sich als Pulver bzw. Pulvermischung Al₁₂Si, Al₁₂Si mit Silizium-Karbid, Al₁₂Si mit einem Nickel-Gehalt von 20-30 vol-% sowie Al₁₂Si mit einem Gehalt von 30 vol. % bis 60 vol.% Silizium besonders gute Härteeigenschaften besitzt.

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, son-

dem 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.

Es zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 1 in einer Teildarstellung,
- Fig. 2 eine Detaildarstellung des Kolbens der Figur 1 im Bereich einer am Kolbenkörper des Kolbens ausgebildeten Umfangsnut,
- Fig. 3 den Kolben der Figur 1 in einem Zylinder einer Brennkraftmaschine.

Figur 1 zeigt ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens 1 in einer Teildarstellung. Dieser umfasst einen Kolbenkörper 2 mit im Wesentlichen zylindrischer Geometrie, auf dessen Umfangsseite 3 im Abstand zueinander drei Umfangsnuten 4a, 4b, 4c, jeweils zur Aufnahme eines Kolbenrings (in Figur 1 nicht gezeigt) ausgebildet sind. Vorzugsweise weist das Kolbenmaterial des Kolbenkörpers 2 Aluminium auf oder besteht aus Aluminium.

Vor einem Einbringen der Umfangsnuten 4a, 4b, 4c in den Kolbenkörper, vorzugsweise mittels Drehen oder Fräsen, kann in einem zusätzlichen Verfahrensschritt mittels Laserauftragschweißens ein ein Metall enthaltendes Pulver wenigstens in denjenigen Oberflächenbereich der Umfangsseite 3 des Kolbenkörpers 2 eingebracht werden, in welchem anschließend die Umfangsnuten 4a, 4b, 4c er-

zeugt werden. Beim Laserauftragschweißen wird das metallische Pulver, vorzugsweise schichtweise, auf den Kolbenkörper 2 aufgebracht und durch Bestrahlung mit Laserstrahlung, also unter Verwendung einer Laser-Lichtquelle, aufgeschmolzen. Dies führt dazu, dass die Materialhärte in demjenigen Bereich des Kolbenkörpers 2, in welchen im Nachgang die drei Umfangsnuten 4a, 4b, 4c gefräst, oder gedreht werden, gegenüber den dazu komplementären Bereichen des Kolbenkörpers 2 signifikant erhöht ist. Erst danach wird die Schutzbeschichtung mit Wolfram und Nickel-Phosphor als Schichtmaterial auf die Umfangsnuten 4a, 4b, 4c aufgebracht. Auf diese Weise kann ein unerwünschtes Ausschlagen der Umfangsnuten 4a, 4b, 4c verhindert werden. Das beim Laserauftragschweißen verwendete Pulver kann bevorzugt Aluminium und/oder Silizium und/oder Kupfer enthalten. Je nachdem, welches Material im Pulver für das Laserauftragschweißen verwendet wird, kann das ursprünglich im Nutengrund vorhandene Aluminium ersetzt werden. Je mehr Aluminium ersetzt wird, desto stärker ist der Gewinn an zusätzlicher Materialhärte. Besonders bevorzugt umfasst das Pulver $Al_{12}Si$ und enthält zusätzlich 30 vol. % bis vol. 60% reines Silizium. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass sich als Pulver bzw. Pulvermischung $Al_{12}Si$, $Al_{12}Si$ mit Silizium-Karbid, $Al_{12}Si$ mit einem Nickel-Gehalt von 20-30 vol.-% sowie $Al_{12}Si$ mit einem Gehalt von 30 vol. % bis 60 vol.% Silizium besonders gute Härteeigenschaften besitzt.

Die Figur 1 zeigt den zylindrischen Kolbenkörper 2 des Kolbens 1 in einem Längsschnitt entlang seiner axialen Richtung A. Im Bereich der drei Umfangsnuten 4a, 4b, 4c, deren Materialhärte wie vorangehend beschrieben mittels Laserauftragsschweißen erhöht wurde, ist jeweils eine in Figur 1 nur schematisch angedeutete und stark vergrößert dargestellte Schutzbeschichtung 5 vorgesehen, deren Schichtmaterial Nickel-Phosphor und Wolfram umfasst. Das Schichtmaterial enthält dabei vorzugsweise zwischen 1 Gew. % und 12 Gew. % Wolfram.

Die Schutzbeschichtung 5 kann beispielsweise durch Eintauchen des Kolbenkörpers 2 in eine wässrige Lösung aus Nickel-Phosphor und Wolfram auf der Umfangsseite 3 des Kolbenkörpers 2 aufgebracht werden, wobei Bereiche außerhalb der Umfangsnuten 4a, 4b, 4c, die nicht mit der Schutzbeschichtung 5 ausgestattet werden sollen, durch Abkleben oder Abdecken oder auf andere geeignete Weise maskiert werden können. Durch Eintauchen des Kolbenkörpers 2 in besagte wässrige Lösung für eine vorbestimmte Zeitdauer – typischerweise für mehrere Minuten – lässt sich eine Schutzbeschichtung 5 mit einer Schichtdicke zwischen 3 μm und 18 μm , vorzugsweise zwischen 8 μm und 15 μm , auf der Umfangsseite 3 des Kolbenkörpers 2 aufbringen. Nach der Entnahme des Kolbenkörpers 2 aus der wässrigen Lösung kann besagte Maskierung – falls vorhanden – wieder vom Kolbenkörper 2 entfernt werden. Da die erfindungsgemäße Schutzbeschichtung 5 mit Hilfe des vorangehend beschriebenen Eintauchens in eine wässrige Lösung aus Nickel-Phosphor und Wolfram besonders gleichmäßig auf den Kolbenkörper 2 aufgebracht werden kann, weist die Schutzbeschichtung 5 eine gegenüber herkömmlichen Schutzbeschichtungen ohne Wolfram-Zusatz reduzierte Oberflächenrauigkeit R_a zwischen 0,1 μm und 0,4 μm auf.

Ihre vorteilhafte Wirkung entfaltet die erfindungsgemäße Schutzbeschichtung in besonderem Maße bei Kolbenkörpern 2 aus Aluminium, in welchen auch Silizium enthalten ist. Da in diesem Fall besagtes Silizium auch auf der Oberfläche des Kolbenkörpers 2 vorhanden sein kann, lässt sich eine solche stromlose Nickel-Phosphor-Schicht mittels herkömmlichen Anodisierens der Oberfläche des Kolbenkörpers 2 zumindest im Bereich des Siliziums nicht erzeugen. Dies führt zu einer erhöhten Oberflächenrauigkeit der Schutzbeschichtung; im Extremfall wird überhaupt keine Schutzbeschichtung gebildet. Demgegenüber bewirkt das oben beschriebene Eintauchen des Kolbenkörpers 2 in eine wässrige Lösung aus Nickel-Phosphor und Wolfram ein gleichmäßiges Aufbringen der Schutzbeschich-

tung 5. Dies gilt insbesondere im Bereich etwaig auf der Oberfläche des Kolbenkörpers 2 vorhandenen Siliziums.

Das in der Schutzbeschichtung 5 enthaltene Wolfram führt gegenüber herkömmlichen Schutzbeschichtungen 5 auf Nickel-Phosphor-Basis ohne Wolfram zu einer deutlich erhöhten Härte des Schichtmaterials, was eine erhebliche Verbesserung der Verschleißbeständigkeit der Schutzbeschichtung 5 und somit des gesamten Kolbenkörpers 2 im Betrieb in einer Brennkraftmaschine zur Folge hat. Im Beispielszenario besitzt die Schutzbeschichtung 5 eine Härte zwischen 500 HV und 600 HV, deren Wert deutlich erheblich über jenem herkömmlicher Schutzbeschichtungen ohne Wolfram liegt. Eine besonders hohe Härte der Schutzbeschichtung 5 zwischen 600 HV und 1000 HV lässt sich erzielen, wenn die Schutzbeschichtung 5 nach dem Aufbringen auf den Kolbenkörper 2 einer Wärmebehandlung unterzogen wird, bei welcher die Schutzbeschichtung 5 zum Zwecke der Aushärtung auf eine Temperatur zwischen 130°C und 220°C erhitzt wird. Experimentelle Untersuchungen haben dabei gezeigt, dass sich die gewünschte Härte zwischen 600 HV und 1000 HV besonders zuverlässig erzeugen lässt, wenn die Dauer der Wärmebehandlung zwischen eineinhalb und sechs Stunden beträgt. Dabei gilt, dass mit zunehmender Temperatur die zur Erzielung derselben Härte erforderliche Dauer der Wärmebehandlung abnimmt.

Nun sei das Augenmerk auf die Darstellung der Figur 2 gerichtet: Die Figur 2 zeigt den Kolbenkörper 2 der Figur 1 in einer vergrößerten Darstellung im Bereich der Umfangsnut 4a. Man erkennt, dass die Schutzbeschichtung 5 sich über die gesamte Oberfläche 6 der Umfangsnut 4a hinweg erstreckt. In analoger Weise können auch die beiden in Figur 2 nicht dargestellten Umfangsnuten 4b, 4c der Figur 1 ausgebildet sein. Im Beispielszenario sind alle am Kolbenkörper 2 vorhandenen Umfangsnuten 4a, 4b, 4c mit der erfindungswesentlichen Schutzbeschichtung 5 ausgestattet. In einer vereinfachten Variante können – um die Her-

stellungskosten des Kolbens 1 zu reduzieren - auch nur einige, im Extremfall nur eine einzige, der vorhandenen Umfangsnuten 4a, 4b, 4c mit der Schutzbeschichtung 5 aus Nickel-Phosphor und Wolfram versehen werden. In letzterem Fall wird bevorzugt diejenige Umfangsnut 4a, die von allen vorhandenen Umfangsnuten 4a, 4b, 4c den geringsten Abstand zu dem vom Kolben 1 axial begrenzten Brennraum einer Brennkraftmaschine besitzt, mit der Schutzbeschichtung 5 ausgestattet, da diese Umfangsnut im Betrieb der Brennkraftmaschine unter allen vorhandenen Umfangsnuten 4a, 4b, 4c den höchsten mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt ist.

Wie die Darstellung der Figur 2 anschaulich belegt, kann sich die Schutzbeschichtung 5 in dem Längsschnitt entlang der axialen Richtung A des Kolbenkörpers 2 unter Ausbildung eines außerhalb der Umfangsnut 4a angeordneten Randabschnitts 8 beidseitig über den Rand 7 der Umfangsnut 4a hinaus erstrecken.

Die Figur 3 zeigt die Verwendung des vorangehend erläuterten Kolbens 1 in einer Brennkraftmaschine 10, die in Figur 3 nur schematisch und stark vereinfacht dargestellt ist. Im Beispiel der Figur 2 umfasst die Brennkraftmaschine 10 einen Zylinder 11, der einen im Wesentlichen zylindrischen Brennraum 12 teilweise begrenzt. Die Umfangsseite des Brennraums 12 wird in bekannter Weise durch eine hohlzylindrische Zylinderlaufbuchse 13 verstärkt und begrenzt. Wie Figur 3 erkennen lässt, ist im Brennraum 12 der vorangehend anhand von Figur 1 erläuterte Kolben 1 entlang der axialen Richtung A linear verstellbar angeordnet. Besagte axiale Verstellbarkeit des Kolbens 1 ist in Figur 3 durch einen mit 14 bezeichneten Doppelpfeil angedeutet.

Entsprechend Figur 3 ist in jeder der drei Umfangsnuten 4a, 4b, 4c, die in der axialen Richtung A im Abstand zueinander angeordnet sind und jeweils eine erfin-

derungswesentliche Schutzbeschichtung 5 aufweisen, ein jeweiliger Dichtungsring 9a, 9b, 9c angeordnet. Jeder der drei Dichtungsringe 9a, 9b, 9c stützt sich radial innen an der Schutzbeschichtung 5 des Kolbenkörpers 2 und radial außen an einer Innenseite 14 der Zylinderlaufbuchse 13 ab. Im Betrieb der Brennkraftmaschine dichten die Dichtungsringe 9a, 9b, 9c den Brennraum 12 nach außen, gegen die äußere Umgebung des Zylinders 11 ab. Im Betrieb der Brennkraftmaschine 10, bei welchem die Dichtungsringe 9a, 9b, 9c typischerweise eine Relativbewegung relativ zum Kolbenkörper 2 ausführen, führen diese Relativbewegungen bei herkömmlichen Kolben zu einem Verschleiß des Kolbenkörpers 2 im Bereich der Umfangsnuten 4a, 4b, 4c durch sogenanntes „Microwelding“. Mittels der erfindungsgemäßen Schutzbeschichtung 5, die im Beispiel der Figur 3 in allen drei Umfangsnuten 4a, 4b, 4c vorgesehen ist, kann ein solches „Microwelding“ des Kolbenkörpers 2 erheblich reduziert oder sogar vollständig vermieden werden.

In einer vereinfachten Variante des Beispiels der Figur 3 mit reduzierten Herstellungskosten kann nur eine einzige der drei Umfangsnuten 4a, 4b, 4c mit der Schutzbeschichtung 5 aus Nickel-Phosphor und Wolfram ausgestattet sein. In diesem Fall bietet es sich an, die dem Brennraum 12 axial am nächsten gelegene Umfangsnut 4a mit einer solchen Schutzbeschichtung 5 auszustatten, da diese – aufgrund ihrer Nähe zum Brennraum 12 - im Betrieb der Brennkraftmaschine 10 den höchsten thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt ist. Daher sollte gerade diese Umfangsnut 4a eine besonders hohe Verschleißresistenz aufweisen.

Ansprüche

1. Kolben (1) für einen Zylinder (11) einer Brennkraftmaschine (10),
 - mit einem Kolbenkörper (2), auf dessen Umfangsseite (3) wenigstens eine Umfangsnut (4a, 4b, 4c) zur Aufnahme eines Kolbenrings (9a, 9b, 9c) ausgebildet ist,
 - mit einer wenigstens im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut (4a, 4b, 4c) auf der Umfangsseite (3) vorhandenen Schutzbeschichtung (5), deren Schichtmaterial Nickel-Phosphor und Wolfram umfasst.
2. Kolben nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Schutzbeschichtung (5) sich über die gesamte Oberfläche der Umfangsnut (4a, 4b, 4c) hinweg erstreckt.
3. Kolben nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Umfangsseite (3) wenigstens zwei im Abstand zueinander angeordnete Umfangsnuten (4a, 4b, 4c) vorhanden sind, von welchen wenigstens eine Umfangsnut (4a, 4b, 4c), vorzugsweise alle Umfangsnuten (4a, 4b, 4c), die Schutzbeschichtung (5) aufweist.
4. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass

sich die Schutzbeschichtung (5) in einem Längsschnitt entlang einer axialen Richtung (A) des Kolbenkörpers (2) beidseitig über den Rand (7) der wenigstens einen Umfangsnut (4a, 4b, 4c) hinaus erstreckt.

5. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schichtmaterial zwischen 1 Gew. % und 12 Gew. % Wolfram aufweist.
6. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzbeschichtung (5) eine Härte zwischen 500 HV und 600 HV aufweist.
7. Kolben nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzbeschichtung (5) eine Härte zwischen 600 HV und 1000 HV aufweist und mittels einer Wärmebehandlung erzeugt ist, bei welcher die Schutzbeschichtung zum Aushärten für einen vorbestimmten Zeitraum auf eine Temperatur zwischen 130° und 220°C erhitzt wird.
8. Kolben nach einem Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der vorbestimmte Zeitraum zwischen 1,5 Stunden und 6 Stunden beträgt.
9. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzbeschichtung (5) eine Oberflächenrauigkeit R_a zwischen 0,1 μm und 0,4 μm besitzt.

10. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzbeschichtung (5) eine Schichtdicke zwischen 3 μm und 18 μm , vorzugsweise zwischen 8 μm und 15 μm , aufweist.
11. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kolbenmaterial des Kolbenkörpers (2) Aluminium umfasst oder ist.
12. Kolben nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolbenkörper (2) im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut (4a, 4b, 4c) ein mittels Laserauftragschweißen geändertes Materialgefüge aufweist.
13. Kolben nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das geänderte Materialgefüge ein mittels Laserauftragsschweißens geschmolzenes, ein Metall enthaltendes Pulver umfasst.
14. Kolben nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Pulver Aluminium, Silizium und/oder Kupfer enthält.
15. Kolben nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Pulver Al_{12}Si umfasst und zusätzlich 30 vol. % bis vol. 60% reines Silizium enthält.
16. Kolben nach einem der Ansprüche 13 bis 15,

dadurch gekennzeichnet, dass

das mittels Laserauftragschweißens behandelte Materialgefüge ausgehend von der Oberfläche der Umfangsnut (4a, 4b, 4c) eine Materialtiefe zwischen 1 mm und 10mm besitzt.

17. Kolben nach einem der Ansprüche 13 bis 16,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Umschmelzung des Materialgefüges erzielte Härte nach Vickers einen Wert zwischen 130 HV0,1 bis 260HV0,1 aufweist.

18. Brennkraftmaschine (10),

- mit wenigstens einem einen Brennraum (12) teilweise begrenzenden Zylinder (11), wobei die Umfangsseite des Brennraums (12) zusätzlich durch eine hohlzylindrische Zylinderlaufbuchse (13) begrenzt ist,
- mit einem im Brennraum (12) entlang seiner axialer Richtung (A) linear verstellbar angeordneten Kolben (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- wobei in der wenigstens einen Umfangsnut (4a, 4b, 4c) ein Dichtungsring (9a, 9b, 9c) angeordnet ist, der sich radial innen an der Schutzbeschichtung (5) des Kolbenkörpers (2) und radial außen an der Innenseite (14) der Zylinderlaufbuchse (13) abstützt.

19. Brennkraftmaschine nach Anspruch 18,

dadurch gekennzeichnet, dass

der Kolben (1) den Brennraum (12) in der axialen Richtung (A) begrenzt und wenigstens zwei, vorzugsweise drei, in der axialen Richtung (A) im Abstand zueinander angeordnete Umfangsnuten (4a, 4b, 4c) aufweist,

wobei wenigstens in der axial dem Brennraum (12) benachbarten Umfangsnut (4a) eine Schutzbeschichtung (5) vorgesehen ist.

20. Verfahren zur Herstellung eines Kolbens (1), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 17, umfassend die folgenden Schritte:
- a) Einbringen wenigstens einer Umfangsnut (4a, 4b, 4c), die zur Aufnahme eines Kolbenrings (9a, 9b, 9c) ausgebildet ist, in eine Umfangsseite (3) eines Kolbenkörpers (2) des Kolbens (1),
 - b) Aufbringen einer Schutzbeschichtung (5), deren Schichtmaterial Nickel-Phosphor und Wolfram umfasst, auf der Umfangsseite (3) wenigstens im Bereich der wenigstens einen Umfangsnut (4a, 4b, 4c).
21. Verfahren nach Anspruch 20,
gekennzeichnet durch folgenden, vor dem Verfahrensschritt a) durchgeführten Verfahrensschritt a0):
- a0) Laserauftragschweißen eines ein Metall enthaltendes Pulvers wenigstens in denjenigen Oberflächenbereich des Kolbenkörpers (2), in welchem im nachfolgenden Schritt a) die wenigstens eine Umfangsnut (4a, 4b, 4c) eingebracht wird.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Material des Kolbenkörpers (2) Aluminium umfasst oder ist.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Pulver Aluminium, Silizium und/oder Kupfer enthält.
24. Verfahren nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, dass

das Pulver Al_{12}Si umfasst und zusätzlich 30 vol. % bis vol. 60% reines Silizium enthält.

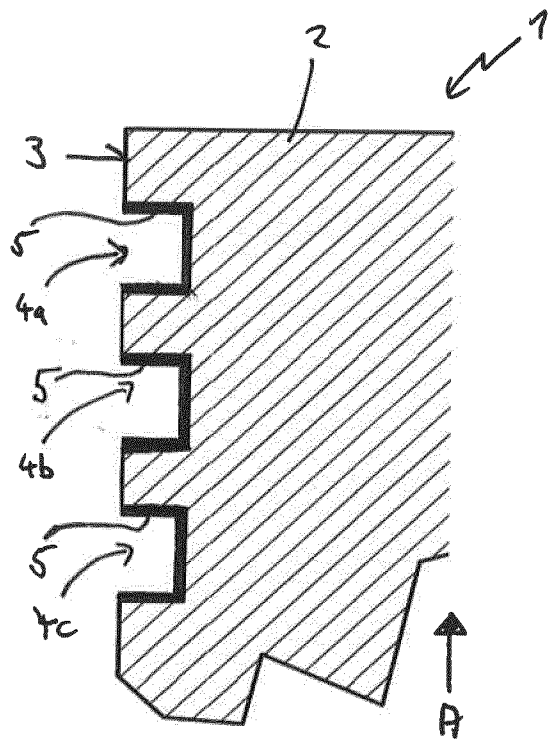


Fig. 1

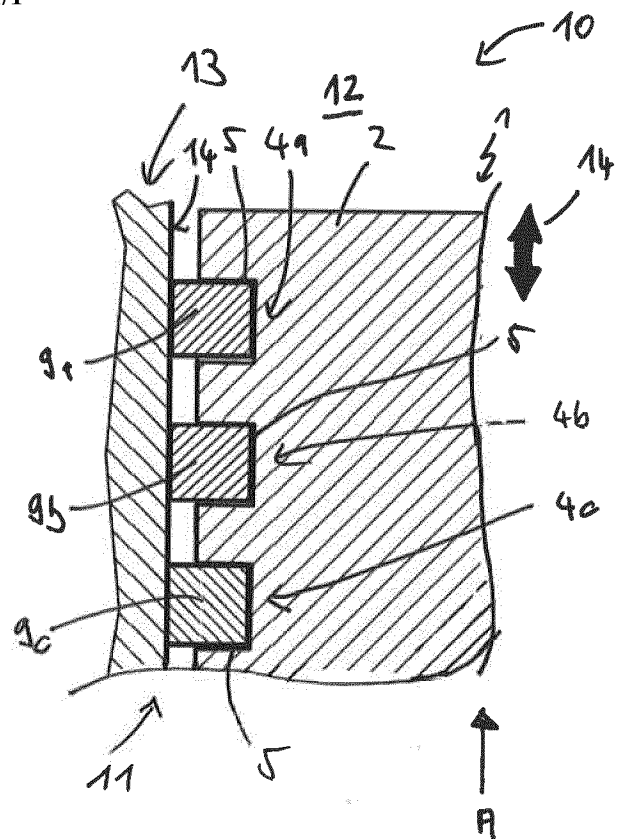


Fig. 3

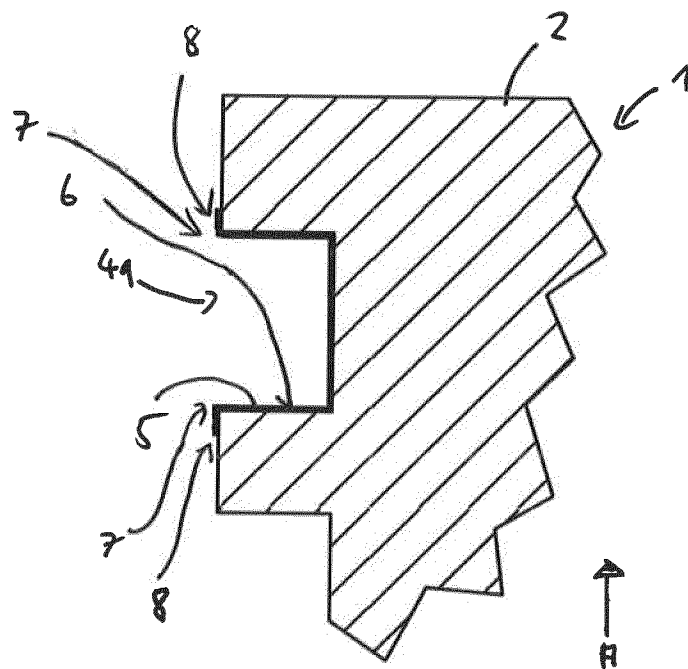


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054427

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F16J9/26 C23C18/00 F02F3/10 F02F3/12 F16J1/10
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)
F16J C23C F02F

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2013 204084 A (HONDA MOTOR CO LTD; NIPPON KANIZEN KK) 7 October 2013 (2013-10-07) paragraphs [0021] - [0022], [0029] - [0030]; claim 1; figures 1-3 -----	1-24
X	JP 5 254959 B2 ((MAUG) MAN B & W DIESEL AS) 7 August 2013 (2013-08-07) paragraphs [0026] - [0027]; claims 1-19; figures 3-5 -----	1-24
X	JP 2000 202612 A (RIKEN KK) 25 July 2000 (2000-07-25) paragraphs [0013], [0016] - [0017], [0021] - [0023]; claims 1-8; figures 3-6 -----	1-24
X	JP H05 141533 A (NIPPON MEKKI KOGYO KK) 8 June 1993 (1993-06-08) abstract; figure 1 -----	1-24



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

25 April 2016

Date of mailing of the international search report

03/05/2016

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

Regaud, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/054427

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2013204084 A	07-10-2013	CN 103361638 A	23-10-2013
		JP 5700846 B2	15-04-2015
		JP 2013204084 A	07-10-2013

JP 5254959 B2	07-08-2013	CN 101473066 A	01-07-2009
		DE 102006023396 A1	22-11-2007
		EP 2021526 A2	11-02-2009
		HR P20080583 A2	28-02-2009
		JP 5254959 B2	07-08-2013
		JP 2009537694 A	29-10-2009
		KR 20090023602 A	05-03-2009
		RU 2008149687 A	27-06-2010
		SG 171643 A1	29-06-2011
		WO 2007131743 A2	22-11-2007

JP 2000202612 A	25-07-2000	NONE	

JP H05141533 A	08-06-1993	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F16J9/26 C23C18/00 F02F3/10 F02F3/12 F16J1/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F16J C23C F02F		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2013 204084 A (HONDA MOTOR CO LTD; NIPPON KANIZEN KK) 7. Oktober 2013 (2013-10-07) Absätze [0021] - [0022], [0029] - [0030]; Ansprüche 1; Abbildungen 1-3 -----	1-24
X	JP 5 254959 B2 ((MAUG) MAN B & W DIESEL AS) 7. August 2013 (2013-08-07) Absätze [0026] - [0027]; Ansprüche 1-19; Abbildungen 3-5 -----	1-24
X	JP 2000 202612 A (RIKEN KK) 25. Juli 2000 (2000-07-25) Absätze [0013], [0016] - [0017], [0021] - [0023]; Ansprüche 1-8; Abbildungen 3-6 -----	1-24
X	JP H05 141533 A (NIPPON MEKKI KOGYO KK) 8. Juni 1993 (1993-06-08) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-24
☐ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
25. April 2016		03/05/2016
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 Regaud, Christian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/054427

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 2013204084	A	07-10-2013	CN	103361638 A		23-10-2013
			JP	5700846 B2		15-04-2015
			JP	2013204084 A		07-10-2013

JP 5254959	B2	07-08-2013	CN	101473066 A		01-07-2009
			DE	102006023396 A1		22-11-2007
			EP	2021526 A2		11-02-2009
			HR	P20080583 A2		28-02-2009
			JP	5254959 B2		07-08-2013
			JP	2009537694 A		29-10-2009
			KR	20090023602 A		05-03-2009
			RU	2008149687 A		27-06-2010
			SG	171643 A1		29-06-2011
			WO	2007131743 A2		22-11-2007

JP 2000202612	A	25-07-2000	KEINE			

JP H05141533	A	08-06-1993	KEINE			
