

(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
15. September 2016 (15.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/142229 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04B 1/14 (2006.01) F03C 1/06 (2006.01)
F01B 3/00 (2006.01) F03C 1/36 (2006.01)

13595 Berlin (DE). **MARLOK, Hannes**; Hombacher Str.
1, 70499 Stuttgart (DE). **SCHNEIDER, Falk**;
Alleenstraße 22, 70825 Korntal-Münchingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/054377

(74) **Anwalt: BRP RENAUD UND PARTNER MBB**;
Königsstraße 28, 70173 Stuttgart (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:

2. März 2016 (02.03.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2015 204 374.6 11. März 2015 (11.03.2015) DE

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

(72) **Erfinder: BUCHER, Michael**; Mehringdamm 63, 10961
Berlin (DE). **FIALA, Christoph**; Großbeerenstr. 29,
14482 Potsdam (DE). **GÜNTHER, Mirko**; Rönnestr. 4,
14057 Berlin (DE). **HÖTGER, Michael**; Herulerweg 16,

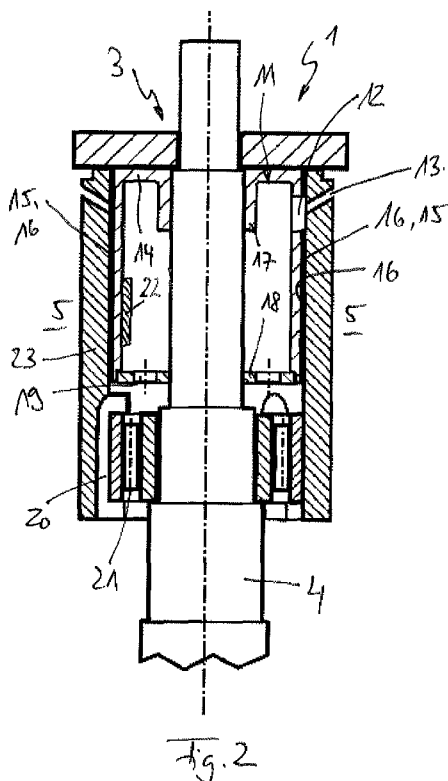
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AXIAL PISTON MACHINE

(54) Bezeichnung : AXIALKOLBENMASCHINE



(57) **Abstract:** The invention relates to an axial piston machine (1), – having a rotor (3) which is rotatably mounted in a housing (2) and which has a shaft (4), – having cylinders (5) which are arranged in ring-shaped fashion around the rotor (3) and in which pistons (6) are arranged so as to be adjustable in translational fashion, – wherein each cylinder (5) is assigned an inlet opening (9) in a cylinder head (8) and an outlet opening (10) in the housing (2), – having a secondary outlet rotary slide valve (11) which is connected rotationally conjointly to the shaft (4) and which has a secondary outlet opening (12) which, in a manner dependent on the angle of rotation, is connected to a ventilation duct (13) of one of the cylinders (5) for the ventilation thereof. Here, it is essential to the invention that the secondary outlet rotary slide valve (11) is formed at least partially from a material which reduces the sliding friction resistance and which has at least carbon or polymer.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine (1), -mit einem in einem Gehäuse (2) drehbar gelagerten Rotor (3) mit einer Welle (4), -mit ringförmig um den Rotor (3) angeordneten Zylindern (5), in welchen Kolben (6) translatorisch verstellbar angeordnet sind, -wobei jedem Zylinder (5) in einem Zylinderkopf (8) eine Einlassöffnung (9) und im Gehäuse (2) eine Auslassöffnung (10) zugeordnet ist, -mit einem drehfest mit der Welle (4) verbundenen Nebenauslassdrehchieber (11) mit einer Nebenauslassöffnung (12), die drehwinkelabhängig mit einem Entlüftungskanal (13)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/142229 A1



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)

Axialkolbenmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine mit einem in einem Gehäuse drehbar gelagerten Rotor mit einer Welle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Wärmerückgewinnungssystem in einem Kraftfahrzeug mit einer solchen Axialkolbenmaschine.

Aus der DE 10 2011 118 622 A1 ist eine gattungsgemäße Axialkolbenmaschine mit einem in einem Gehäuse drehbar gelagerten Rotor mit einer Welle bekannt, wobei ringförmig um und parallel zum Rotor angeordnete Zylinder vorgesehen sind, in welchen Kolben mittels eines Arbeitsmediums, beispielsweise Dampf, translatorisch verstellbar angeordnet sind. Jedem Zylinder ist dabei in einem Zylinderkopf eine Einlassöffnung und im Gehäuse eine Auslassöffnung zugeordnet. Um den Wirkungsgrad der Axialkolbenmaschine steigern zu können, ist ein sogenannter Nebenauslassdrehchieber vorgesehen, der beim Hochfahren des Kolbens aus der unteren Totpunktlage hin zum oberen Totpunkt ein Entlüften des Zylinders ermöglicht und dadurch ein Verdichten des sich im Zylinder noch befindlichen Arbeitsmediums aufgrund der zu diesem Zeitpunkt geschlossenen Einlassöffnung, verbunden mit der damit einhergehenden Gegenarbeit, verhindert. Hierzu weist der Nebenauslassdrehchieber eine am Umfang angeordnete Ablassöffnung auf, wobei der Nebenauslassdrehchieber selbstverständlich in der Axialkolbenmaschine derart ausgerichtet ist, dass die Ablassöffnung des Nebenauslassdrehchiebers immer mit einer korrespondierenden Ablassöffnung eines zugehörigen Zylinders zur Deckung kommt, wenn dieser Zylinder entlüftet werden soll.

Üblicherweise ist ein solcher Nebenauslassdrehchieber massiv aus Stahl ausgeführt, wodurch dieser nicht nur vergleichsweise schwer, sondern zudem auch teuer ist. Zudem ergibt sich oft die Problematik, dass der Nebenauslassdrehchieber

durch Toleranzprobleme öfters am Gehäuse schleift oder sogar festsitzt, was im ungünstigsten Fall zu einer Beschädigung der Axialkolbenmaschine führen kann.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem für eine Axialkolbenmaschine der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, welche insbesondere hinsichtlich ihres Gewichts leichter und zudem kostengünstiger zu fertigen ist.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken einen an sich bereits aus gattungsgemäßen Axialkolbenmaschinen bekannten Nebenauslassdrehchieber nicht mehr als vergleichsweise schweres und teures Stahlteil auszuführen, sondern diesen zumindest teilweise aus Kohlenstoff oder aus einem Polymer auszubilden und dadurch nicht nur deutlich leichter und kostengünstiger, sondern auch mit einem im Vergleich zu einem Nebenauslassdrehchieber aus Stahl erheblich reduzierten Gleitwiderstand, was zur Steigerung des Wirkungsgrades der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine beiträgt. Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine weist dabei einen in einem Gehäuse drehbar gelagerten Rotor mit einer Welle auf, wobei ringförmig um und winkelig zum Rotor bzw. zur Welle Zylinder angeordnet sind, in welchen Kolben translatorisch verstellbar angeordnet sind. Dabei sind die Zylinder in einem Bereich von $\pm 30^\circ$ zum Rotor, insbesondere 0° , also parallel zum Rotor angeordnet. Diese Kolben werden mit einem Arbeitsmedium, beispielsweise mittels von Abgas erhitzten Dampfs angetrieben. Jedem dieser Zylinder ist dabei in einem Zylinderkopf eine Einlassöffnung und im Gehäuse mindestens eine zugehörige Auslassöffnung zugeordnet, wobei das Arbeitsmedium über die Einlassöffnung in den Zylinder und über die Auslass-

öffnung aus diesem herausströmen kann. Um den Wirkungsgrad der Axialkolbenmaschine zu erhöhen, ist zudem der mit der Welle verbundene Nebenauslassdrehchieber mit einer Nebenauslassöffnung vorgesehen, wobei die Nebenauslassöffnung, kurz auch Ablassöffnung genannt, drehwinkelabhängig mit einem der Zylinder zu dessen Entlüftung verbindbar bzw. verbunden ist. Soll somit das expandierte Arbeitsmedium, beispielsweise der expandierte Dampf wieder aus dem Zylinder ausgeschoben werden, so sorgt der Nebenauslassdrehchieber mit seiner Nebenauslassöffnung für ein vergleichsweise widerstandsarmes Ausschieben des Arbeitsmediums, ohne dass hierfür viel Arbeit aufgewendet werden müsste. Erfindungsgemäß weist nun dieser Nebenauslassdrehchieber einen, den Gleitreibungswiderstand reduzierenden Werkstoff auf, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff oder aus einem Polymer ausgebildet ist. Der Nebenauslassdrehchieber kann somit entweder gänzlich aus einem Kohlenstoff oder polymerhaltigen Werkstoff ausgebildet sein, oder aber eine kohlenstoffhaltige bzw. polymerhaltige Beschichtung aufweisen. Der erfindungsgemäße Nebenauslassdrehchieber ist durch die Werkstoffauswahl sowohl temperaturbeständig als auch feinverschleißfähig und kann sich dadurch in einem gleichbleibenden Betriebszustand "einschleifen". Mit dem Ersatz des bisherigen Stahlbauteils durch einen Nebenauslassdrehchieber, der zumindest teilweise aus einem kohlenstoffhaltigen oder einem polymerhaltigen Werkstoff ausgebildet ist, kann der erfindungsgemäße Nebenauslassdrehchieber auch deutlich leichter ausgebildet werden, was insbesondere bei einem Einsatz der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine in einem Kraftfahrzeug von besonderer Bedeutung ist. Denkbar ist hierbei insbesondere auch der Einsatz eines metallischen Werkstoffs mit einem vergleichsweise hohen Kohlenstoffgehalt, der ebenfalls temperaturbeständig ist und selbstschmierende Eigenschaften aufweist. Ein derartiger Nebenauslassdrehchieber könnte beispielsweise durch Urformen, also Verpressen zu einem Grünling und Glühen, kostengünstig und mit hoher Maßhaltigkeit hergestellt werden

und ist trotzdem deutlich leichter als ein vergleichbarer Nebenauslassdrehchieber aus Stahl.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist der Nebenauslassdrehchieber einen aus Blech tiefgezogenen topfförmigen Grundkörper auf, der eine kohlenstoffhaltige oder eine polymerhaltige Beschichtung aufweist. In diesem Fall ist somit nicht der gesamte Nebenauslassdrehchieber aus dem, den Gleitwiderstand reduzierenden kohlenstoffhaltigen bzw. polymerhaltigen Werkstoff ausgebildet, sondern weist lediglich eine solche Beschichtung auf, die jedoch ebenfalls die im vorherigen Absatz beschriebenen Eigenschaften besitzt und dadurch sowohl ein "Einschleifen" ermöglicht, als auch ein deutlich reduziertes Gewicht.

Zweckmäßig weist der Grundkörper einen umgeformten Kragen auf, über welchen er drehfest mit der Welle verbunden, beispielsweise verschweißt, verlötet, verpresst oder verklebt ist. Besonders eine Verpressung oder eine Verlötung stellt dabei eine einerseits kostengünstige und leicht zu fertigende und andererseits einfache Möglichkeit dar, den Grundkörper drehfest mit der Welle zu verbinden. Um diesen Grundkörper zusätzlich in Bezug auf die Welle fixieren zu können, kann auch ein Deckel vorgesehen werden, der den topfförmigen Grundkörper an dem dem Kragen abgewandten Ende verschließt, wobei der Deckel selbst ebenfalls eine Durchgangsöffnung aufweist und im Bereich dieser mit der Welle verbunden, beispielsweise verschweißt, verlötet, verpresst oder verklebt ist. Selbstverständlich ist auch hierbei denkbar, dass der Deckel einen entsprechenden Kragen aufweist, über welchen die Verbindung der Welle erfolgt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist zumindest eine mit dem Nebenauslassdrehchieber in Kontakt stehende Gehäusewand mit einer den Gleitreibungswiderstand reduzierenden, polymerhaltigen Beschich-

tung versehen. Hierdurch kann insbesondere ein Festsetzen des Nebenauslassdrehtriebers zuverlässig verhindert werden, wobei zugleich aufgrund des reduzierten Gleitreibungswiderstandes eine erhöhte Leichtgängigkeit der Axialkolbenmaschine erreicht werden kann.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist die polymerhaltige Beschichtung bzw. der polymerhaltige Werkstoff, aus dem der Nebenauslassdrehtrieber zumindest teilweise besteht, eine Matrix aus einem Kunststoff aus polymerischem Polyimid/-amidmaterial auf, das über die gesamte Matrix verteilt folgende Zusammensetzung aufweist: 10 – 25 Vol.-% Aluminiumpulver, bevorzugt 12,5 Vol.-% Aluminiumpulver, 2 bis 8 Vol.-% Fluorpolymer, bevorzugt bis 6 - 8 Vol.-% Fluorpolymer, 2 bis 10 Vol.-% Silan, bevorzugt 3 bis 8 Vol.-% Silan, besonders bevorzugt bis 3 - 6 Vol.-% Silan und zu übrigen Teilen das Polyimid/-amidharz ohne zufällige Verunreinigungen. Durch den Zusatz von Silanen kann insbesondere die Stabilität der Polyimid/-amidmatrix verbessert werden, ohne die hierfür bislang erforderlichen Füllstoffe. Durch die Polyimid/-amidharzmatrix kann auch eine hohe chemische Beständigkeit, sowie eine hohe mechanische und thermische Belastbarkeit erreicht werden. Der Zusatz von ca. 2 bis 8 Vol.-% Fluorpolymer, bevorzugt bis 6 - 8 Vol.-% Fluorpolymer, bewirkt die gewünschte Verringerung des Reibungskoeffizienten, wobei als Fluorpolymer beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE) verwendet werden kann. Selbstverständlich können auch weitere Fluorpolymere, wie beispielsweise fluoriertes Ethylenpropylen (FEP) eingesetzt werden. Mittels dieser Fluorpolymere lassen sich insbesondere die Gleiteigenschaften deutlich verbessern.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist das Aluminiumpulver Teilchen in Form von dünnen Schuppen mit einer Größe von ca. 1 bis 40 µm, vorzugsweise 1 bis 5 µm, auf. Durch eine derartige Größenverteilung der Aluminiumteilchen kann die Verschleißbeständigkeit deutlich erhöht werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist die polymerhaltige Beschichtung Farbpigmente, insbesondere 5-20 Vol.-% Kupferphthalocyanin, auf, die die Polymerbeschichtung blau einfärbt. So lässt sich eventueller Abrieb bei Verschleiß schnell und sicher feststellen.

Zweckmäßig ist die polymerhaltige Beschichtung aufgespritzt. Das Aufbringen der Beschichtung mittels Spritzverfahren stellt nicht nur eine fertigungstechnisch einfache und hocheffiziente, sondern zudem auch kostengünstige Möglichkeit dar.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist in dem Nebenauslassdrehchieber ein Gewicht angeordnet, welches durch seine Fliehkraft beim Betrieb der Axialkolbenmaschine einer Druckkraft in einem sich im Arbeitstakt befindlichen Zylinder entgegenwirkt. Ein derartiges Gewicht kann beispielsweise in den kohlenstoffhaltigen oder polymerhaltigen Werkstoff eingeschlossen oder am Grundkörper befestigt werden, wobei durch die im Betrieb auftretende Fliehkraft das Gewicht eine durch zwischen Zylinderwandung und Nebenauslassdrehchieber wirkende und eine Verformung der Welle bzw. des Nebenauslassdrehchiebers bewirkende Druckkraft, zumindest teilweise kompensiert wird. Wie gesagt, kann ein derartiges Gewicht entweder am Nebenauslassdrehchieber befestigt oder zumindest teilweise in dessen Material eingebettet sein. Das Gewicht, das in dem Nebenauslassdrehchieber angeordnet ist, kann als zusätzliches Bauteil oder auch als Materialanhäufung des Nebenauslassdrehchiebers ausgebildet sein.

Der Nebenauslassdrehchieber kann mittels einer Passfeder auf der Welle fixiert werden so das eine Drehmitnahme des Nebenauslassdrehchiebers durch die Welle sichergestellt ist.

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

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

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

Dabei zeigen, jeweils schematisch,

- Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine,
- Fig. 2 eine Detaildarstellung aus Figur 1 im Bereich eines Nebenauslassdrehtriebs mit einer polymer- oder kohlenstoffhaltigen Beschichtung,
- Fig. 3 eine Darstellung wie in Figur 2, jedoch mit einem Nebenauslassdrehtriebs aus einem Werkstoff, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff oder aus einem Polymer ausgebildet ist.
- Fig. 4 eine Ansicht auf einen erfindungsgemäßen Nebenauslassdrehtriebs.

Entsprechend der Figur 1, weist eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 einen in einem Gehäuse 2 drehbar gelagerten Rotor 3 mit einer Welle 4 auf. Ringförmig um und parallel zum Rotor 3 sind dabei Zylinder 5 angeordnet, in welchen Kolben 6 translatorisch, mittels eines expandierenden Arbeitsmediums 7, verstellbar sind. Jedem Zylinder 5 ist dabei in einem Zylinderkopf 8 eine Einlassöffnung 9 und im Gehäuse 2 Auslassöffnungen 10 zugeordnet, wobei über die Einlassöffnung 9 das Arbeitsmedium 7 in den Zylinder 5 einströmen und über die Auslassöffnung 10 wieder aus diesem entweichen kann. Drehfest mit der Welle 4 verbunden ist ein Nebenauslassdrehchieber 11 mit einer Nebenauslassöffnung 12 (Ablassöffnung), die drehwinkelabhängig über einen Entlüftungskanal 13 mit einem der Zylinder 5 zu dessen Entlüftung verbunden ist bzw. verbindbar ist (vgl. auch die Figuren 2 bis 4). Erfindungsgemäß weist nun dieser Nebenauslassdrehchieber 11 einen, den Gleitreibungswiderstand reduzierenden Werkstoff auf, der zumindest teilweise aus Kohlenstoff oder aus einem Polymer ausgebildet ist. Da der Nebenauslassdrehchieber 11 quasi kraftfrei mit dreht und keine großen Kräfte übertragen muss, kann somit der komplette Nebenauslassdrehchieber 11 aus einem Werkstoff mit einem hohen Kohlenstoffgehalt gefertigt werden. Solch ein Werkstoff ist nicht nur temperaturbeständig und hat selbstschmierende Eigenschaften, sondern er ist darüber hinaus auch feinverschleißfähig und kann sich dadurch in einen gleichbleibenden Betriebszustand "einschleifen". Solch ein Nebenauslassdrehchieber 11 kann beispielsweise durch Urformen, also Verpressen zu einem Grünling und anschließendem Glühen kostengünstig und mit hoher Maßhaltigkeit hergestellt werden, und ist zudem deutlich leichter als ein aus dem Stand der Technik bekannter Nebenauslassdrehchieber aus Stahl. Ein solcher Nebenauslassdrehchieber 11 ist beispielsweise in der Detaildarstellung der Figuren 3 und 4 gezeigt. Der Nebenauslassdrehchieber 11 kann mit einer Passfeder 25 in Umfangsrichtung auf der Welle 4 gesichert sein.

Alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, dass der Nebenauslassdrehchieber 11 einen aus Blech tiefgezogenen, topfförmigen Grundkörper 14 aufweist (vgl. Figur 2), der eine kohlenstoffhaltige Beschichtung 15 oder eine polymerhaltige Beschichtung 16 besitzt. Diese beiden Beschichtungen 15, 16 ermöglichen ebenfalls ein sich Einschleifen und reduzieren zudem den Gleitwiderstand, was vorteilhaft für den Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine 1 ist.

Der Grundkörper 14 weist gemäß den Figuren 2 und 3 einen umgeformten Kragen 17 auf, über welchen der Grundkörper 14 mit der Welle 4 verschweißt, verlötet, verpresst oder verklebt ist. Ein solcher Kragen 17 kann selbstverständlich auch bei einem Nebenauslassdrehchieber 11 vorgesehen werden, der komplett aus einem kohlenstoffhaltigen oder einem polymerhaltigen Werkstoff ausgebildet ist, wie dies gemäß der Figur 3 dargestellt ist.

Um den Nebenauslassdrehchieber 11 besser und stabiler lagern zu können, kann der topfförmige Grundkörper 13 bzw. ein in dieser Weise ausgestalteter topfförmiger Nebenauslassdrehchieber 11 mit einem Deckel 18 (vgl. die Figuren 2 und 3) verschlossen sein, wobei dieser Deckel 18 ebenfalls mit der Welle 4 verbunden, beispielsweise verschweißt, verlötet, verpresst oder verklebt sein kann. In dem Deckel 18 selbst sind Öffnungen 19 vorgesehen, über welche das aus dem jeweiligen Zylinder 5 über den Entlüftungskanal 13 und die Nebenauslassöffnung 12 ausgestoßene Arbeitsmedium 7 abgeleitet werden kann. Hierzu ist beispielsweise zusätzlich ein Hinterschnitt 20 an einem dem Deckel 18 benachbarten Lager 21 vorgesehen. Der Strömungsquerschnitt durch das Lager 21 selbst wäre unter Umständen zu gering.

Um einen Gleitreibungswiderstand im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 weiter reduzieren zu können, kann auch zumindest eine mit einem Nebenauslassdreh-

schieber 11 in Kontakt stehende Gehäusewand 22 mit einer den Gleitreibungswiderstand reduzierenden polymerhaltigen Beschichtung 16 versehen sein.

Eine derartige polymerhaltige Beschichtung 16 kann beispielsweise eine Matrix aus einem Kunststoff aus polymerischem Polyimid/-amidmaterial aufweisen, das über die gesamte Matrix verteilt folgende Zusammensetzung aufweist: 10 – 25 Vol.-% Aluminiumpulver, bevorzugt 12,5 Vol.-% Aluminiumpulver, 2 bis 8 Vol.-% Fluorpolymer, bevorzugt bis 6 - 8 Vol.-% Fluorpolymer, 2 bis 10 Vol.-% Silan, bevorzugt 3 bis 8 Vol.-% Silan, besonders bevorzugt bis 3 - 6 Vol.-% Silan und zu übrigen Teilen das Polyimid/-amidharz ohne zufällige Verunreinigungen. Durch den Zusatz von Silanen kann insbesondere die Stabilität der Polyimid/-amidmatrix verbessert werden, ohne die hierfür bislang erforderlichen Füllstoffe. Durch die Polyimid/-amidharzmatrix kann auch eine hohe chemische Beständigkeit, sowie eine hohe mechanische und thermische Belastbarkeit erreicht werden. Der Zusatz von ca. 2 bis 8 Vol.-% Fluorpolymer, bevorzugt bis 6 - 8 Vol.-% Fluorpolymer, bewirkt die gewünschte Verringerung des Reibungskoeffizienten, wobei als Fluorpolymer beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE) verwendet werden kann. Selbstverständlich können auch weitere Fluorpolymere, wie beispielsweise fluoriertes Ethylenpropylen (FEP) eingesetzt werden. Mittels dieser Fluorpolymere lassen sich insbesondere die Gleiteigenschaften deutlich verbessern.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist das Aluminiumpulver Teilchen in Form von dünnen Schuppen mit einer Größe von ca. 1 bis 40 µm, vorzugsweise 1 bis 5 µm, auf. Durch eine derartige Größenverteilung der Aluminiumteilchen kann die Verschleißbeständigkeit deutlich erhöht werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist die polymerhaltige Beschichtung Farbpigmente, insbesondere 5-20 Vol.-%

Kupferphthalocyanin, auf die, die Polymerbeschichtung blau einfärbt. So lässt sich eventueller Abrieb bei Verschleiß schnell und sicher feststellen.

An Stelle der polymerhaltigen Beschichtung 16 kann selbstverständlich auf den Grundkörper 14 oder generell auf den Nebenauslassdrehchieber 11 eine kohlenstoffhaltige Beschichtung 15 aufgebracht sein oder aber der Nebenauslassdrehchieber 11 ist gänzlich aus einem solchen Werkstoff 15 oder 16 ausgebildet.

Betrachtet man nochmals die Figur 4, so kann man an dieser eine Ansicht des Nebenauslassdrehchiebers 11 mit der Nebenauslassöffnung 12 erkennen, über welche eine Entlüftung eines jeweiligen Zylinders 5 gesteuert wird.

Mit dem erfindungsgemäß ausgestalteten Nebenauslassdrehchieber 11 kann nicht nur ein im Vergleich zu einem aus dem Stand der Technik bekannten und aus Stahl ausgebildeten Nebenauslassdrehchieber deutlich leichteres Bauteil geschaffen werden, sondern es können auch größere Fertigungstoleranzen kompensiert werden, erfindungsgemäße Nebenauslassdrehchieber 11 aufgrund seiner Feinverschleißfähigkeit in der Lage ist, sich in einen gleichbleibenden Betriebszustand "einzuschleifen".

Darüber hinaus kann in dem Nebenauslassdrehchieber 11 ein Gewicht 22 angeordnet sein, welches einseitig angeordnet ist und durch seine Fliehkraft bei Rotation derart auf die Welle 4 und den Nebenauslassdrehchieber 11 wirkt, dass eine durch zwischen Wandung 23 und Nebenauslassdrehchieber 11 wirkende Druckkraft, welche eine Verformung des Nebenauslassdrehchiebers 11 bzw. der Welle 4 bewirken möchte, zumindest teilweise kompensieren kann (vgl. Figur 2). Das Gewicht 22 kann dabei als Zusatzgewicht ausgebildet sein und am Nebenauslassdrehchieber 11 befestigt werden bzw. in dessen Material zumindest teilweise eingebettet werden. Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass an Stelle

des Gewichts 22 eine Materialanhäufung des Werkstoffs des Nebenauslassdreh-schiebers 11 vorgesehen wird, die dann die gewünschten Fliehkräfte bewirkt.

Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1 kann dabei Bestandteil eines Wärmerückgewinnungssystems 24 in einem nicht näher bezeichneten Kraftfahrzeug sein, so dass beispielsweise eine Erhitzung der Arbeitsmediums 7 beispielsweise mittels heißem Abgas einer Brennkraftmaschine erfolgt. Hierdurch ist es möglich, thermische Energie in mechanische Energie umzuwandeln und dadurch Energie rückzugewinnen.

Ansprüche

1. Axialkolbenmaschine (1),
 - mit einem in einem Gehäuse (2) drehbar gelagerten Rotor (3) mit einer Welle (4),
 - mit ringförmig um den Rotor (3) angeordneten Zylindern (5), in welchen Kolben (6) translatorisch verstellbar angeordnet sind,
 - wobei jedem Zylinder (5) in einem Zylinderkopf (8) eine Einlassöffnung (9) und im Gehäuse (2) mindestens eine Auslassöffnung (10) zugeordnet ist,
 - mit einem drehfest mit der Welle (4) verbundenen Nebenauslassdreh-schieber (11) mit einer Nebenauslassöffnung (12), die drehwinkelabhängig mit einem Entlüftungskanal (13) einem der Zylinder (5) zu dessen Entlüftung verbunden ist,dadurch gekennzeichnet,

dass der Nebenauslassdreh-schieber (11) zumindest teilweise aus einem, den Gleitreibungswiderstand reduzierenden Werkstoff ausgebildet ist, der zumindest Kohlenstoff oder Polymer aufweist.
2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Nebenauslassdreh-schieber (11) einen aus Blech tiefgezogenen, topfförmigen Grundkörper (14) aufweist, der eine kohlenstoffhaltige Beschichtung (15) oder eine polymerhaltige Beschichtung (16) aufweist.
3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Grundkörper (14) einen umgeformten Kragen (17) aufweist, über welchen er drehfest mit der Welle (4) verbunden, insbesondere verschweißt, verlötet, verpresst oder verklebt, ist.

4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der topfförmige Grundkörper (14) mit einem Deckel (18) verschlossen ist, der drehfest mit der Welle (4) verbunden, insbesondere verschweißt, verlötet, verpresst oder verklebt, ist.
5. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Nebenauslassdrehchieber (11) komplett aus dem kohlenstoffhaltigen oder polymerhaltigen Werkstoff ausgebildet ist, oder
 - dass der Nebenauslassdrehchieber (11) komplett aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff ausgebildet ist und eine polymerhaltige Beschichtung (16) aufweist.
6. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Nebenauslassdrehchieber (11) mit einer Passfeder (25) in Umfangsrichtung auf der Welle (4) gesichert ist.
7. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest eine mit dem Nebenauslassdrehchieber (11) in Kontakt stehende Gehäusewand mit einer den Gleitreibungswiderstand reduzierenden polymerhaltigen Beschichtung (16) versehen ist.

8. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
die polymerhaltige Beschichtung (16) eine Matrix aus einem Kunststoff aus polymerischem Polyimid/-amidmaterial aufweist, das über die gesamte Matrix verteilt folgende Zusammensetzung aufweist:
- 5 bis 25 Vol.-% Aluminiumpulver, vorzugsweise 10 bis 20 Vol.-% Aluminiumpulver,
 - 2 bis 8 Vol.-% Fluorpolymer, vorzugsweise 6 bis 8 Vol.-% Fluorpolymer,
 - 2 bis 10 Vol.-% Silan, vorzugsweise 3 bis 8 Vol.-% Silan
 - und zu übrigen Teilen das Polyimid/-amidharz ohne zufällige Verunreinigungen.
9. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die polymerhaltige Beschichtung (16) noch Farbpigmente, insbesondere 5-20 Vol.-% Kupferphthalocyanin, aufweist.
10. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Aluminiumpulver Teilchen in Form von dünnen Schuppen mit einer Größe von 1 bis 40 μm aufweist.
11. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Fluorpolymer ausgewählt ist aus einer Gruppe, die umfasst: Polytetrafluorethylen (PTFE) und fluorierten Ethylen-Propylen (FEP).
12. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 8 bis 11,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Silanmaterial ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus:
gamma-Aminopropyl-triethoxysilan und Bis-(gamma-Trimethoxy-silylpropyl)-
amin.

13. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die polymerhaltige Beschichtung (16) aufgespritzt ist.

14. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Nebenauslassdrehschieber (11) ein Gewicht (22) angeordnet ist,
welches durch seine Fliehkraft einer Druckkraft in einem sich im Arbeitstakt
befindlichen Zylinder (5) entgegen wirkt.

15. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Gewicht (22) als zusätzliches Bauteil oder auch als Materialanhäu-
fung des Nebenauslassdrehschiebers (11) ausgebildet ist.

16. Wärmerückgewinnungssystem (24) in einem Kraftfahrzeug mit einer Axialkol-
benmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15.

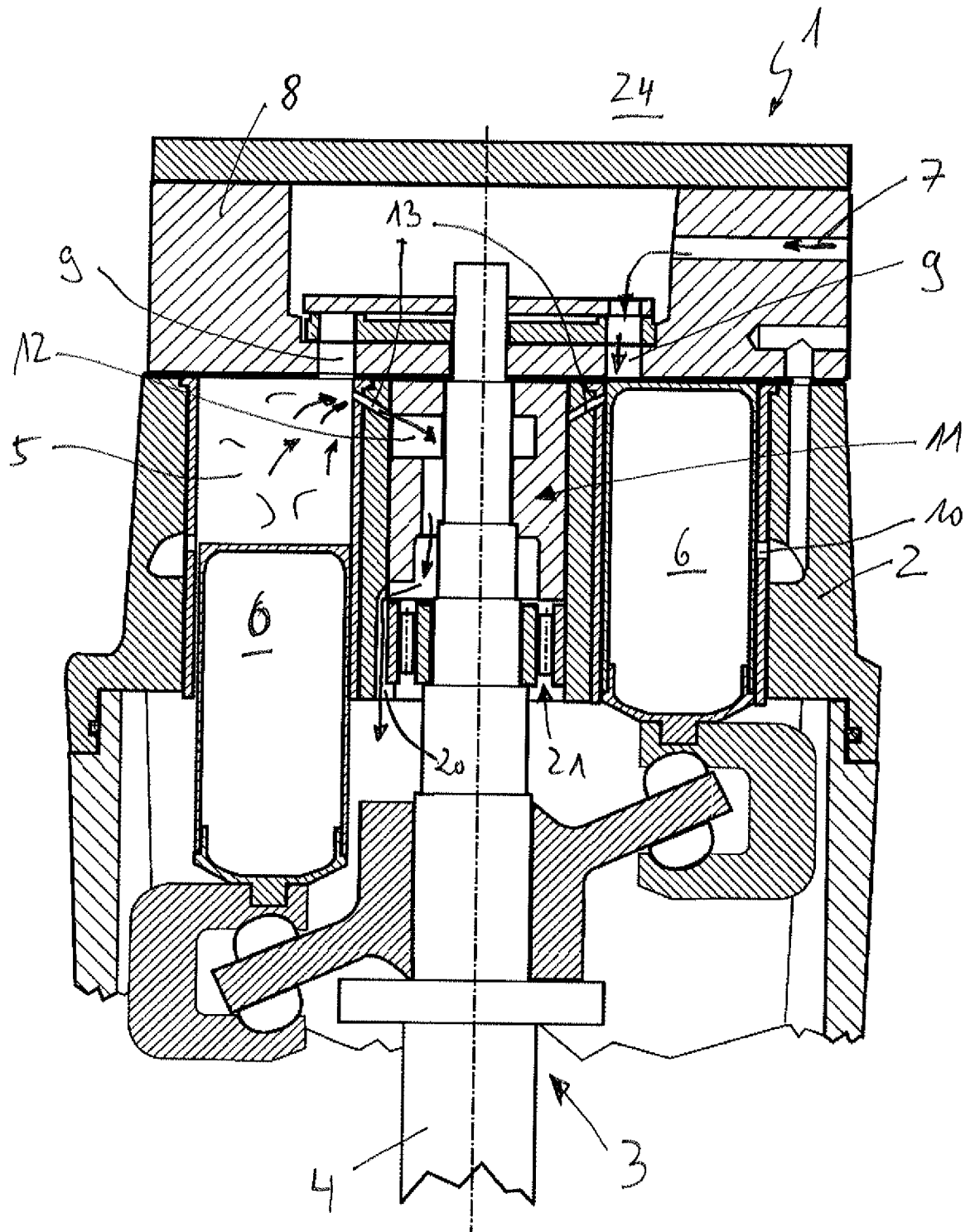


Fig. 1

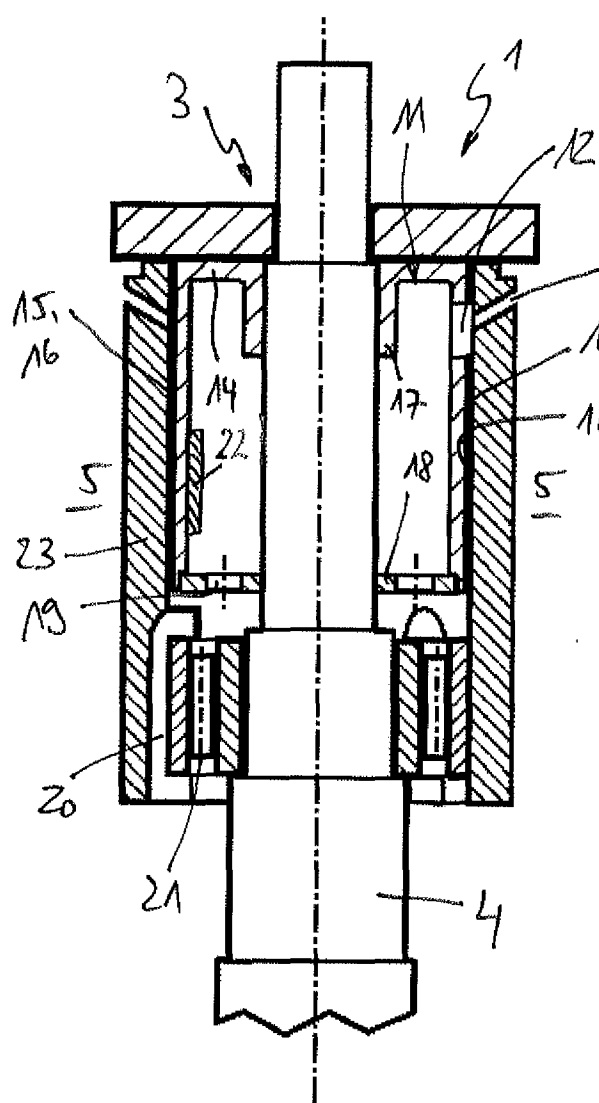


fig. 2

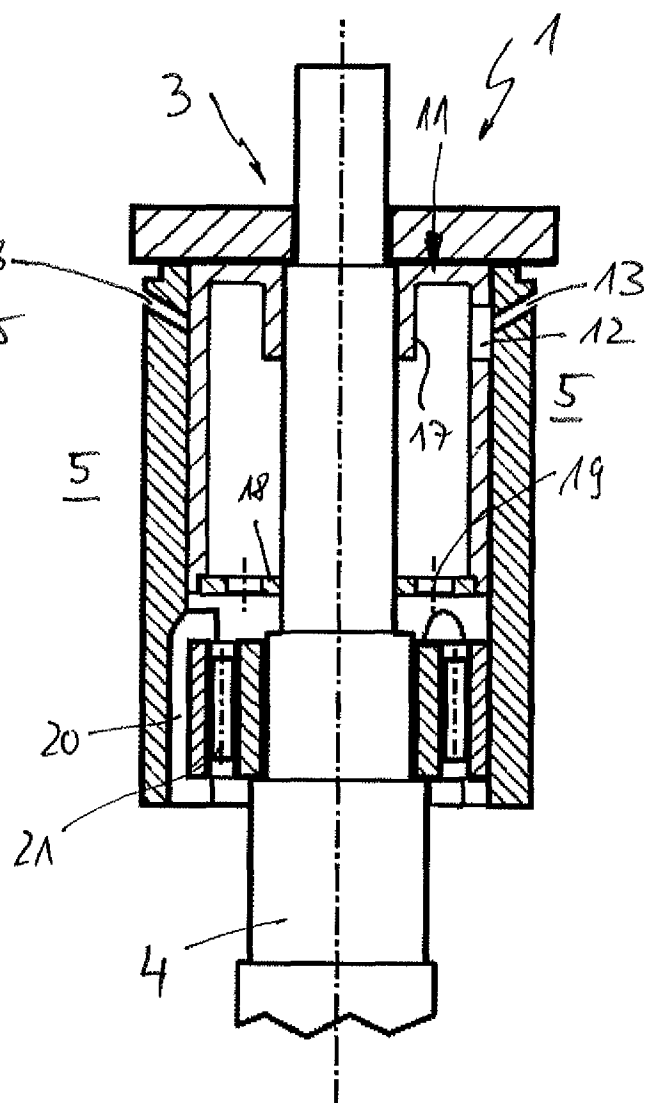


Fig. 3

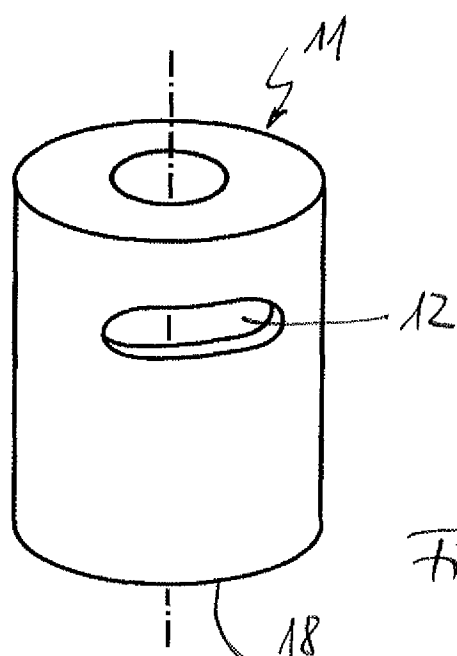


fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054377

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F04B1/14 F01B3/00 F03C1/06 F03C1/36 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) F01B F04B F03C		
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.
Y	DE 10 2011 118622 A1 (AMOVIS GMBH [DE]) 16 May 2013 (2013-05-16) paragraph [0001] - paragraph [0053]; figures 1-14 -----	1-16
Y	EP 1 544 409 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 22 June 2005 (2005-06-22) paragraph [0036]; figures 6, 7, 12, 13 -----	1-16
Y	US 4 363 294 A (SEARLE RUSSELL J) 14 December 1982 (1982-12-14) column 5, line 25 - line 40; figure 1 -----	1-16
☐ 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 7 June 2016		Date of mailing of the international search report 14/06/2016
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 Jurado Orenes, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/054377

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011118622 A1	16-05-2013	NONE	

EP 1544409	A1	22-06-2005	
		AU 2003254991 A1	30-04-2004
		DE 60305945 T2	23-11-2006
		EP 1544409 A1	22-06-2005
		JP 2004080937 A	11-03-2004
		US 2006101817 A1	18-05-2006
		WO 2004025083 A1	25-03-2004

US 4363294	A	14-12-1982	
		DE 2921291 A1	29-11-1979
		FR 2426800 A1	21-12-1979
		US 4363294 A	14-12-1982

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F04B1/14 F01B3/00 F03C1/06 F03C1/36 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F01B F04B F03C		
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.
Y	DE 10 2011 118622 A1 (AMOVIS GMBH [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) Absatz [0001] - Absatz [0053]; Abbildungen 1-14	1-16
Y	EP 1 544 409 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 22. Juni 2005 (2005-06-22) Absatz [0036]; Abbildungen 6, 7, 12, 13	1-16
Y	US 4 363 294 A (SEARLE RUSSELL J) 14. Dezember 1982 (1982-12-14) Spalte 5, Zeile 25 - Zeile 40; Abbildung 1	1-16
☐ 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
7. Juni 2016		14/06/2016
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 Jurado Orenes, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/054377

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011118622 A1	16-05-2013	KEINE	

EP 1544409	A1	22-06-2005	
		AU 2003254991 A1	30-04-2004
		DE 60305945 T2	23-11-2006
		EP 1544409 A1	22-06-2005
		JP 2004080937 A	11-03-2004
		US 2006101817 A1	18-05-2006
		WO 2004025083 A1	25-03-2004

US 4363294	A	14-12-1982	
		DE 2921291 A1	29-11-1979
		FR 2426800 A1	21-12-1979
		US 4363294 A	14-12-1982
