

(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 2016/142141 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F01B 3/00 (2006.01) **F04B 1/12** (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/053370
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. Februar 2016 (17.02.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 204 367.3 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, 13595 Berlin (DE). **SCHNEIDER, Falk**; Alleenstraße 22, 70825 Korntal-Münchingen (DE).
- (74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**;
Königstraße 28, 70173 Stuttgart (DE).

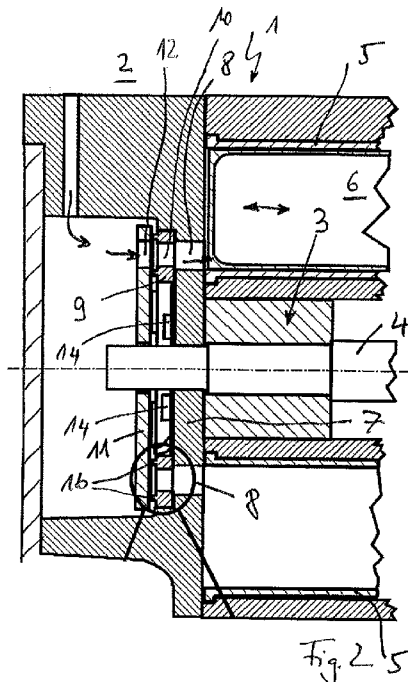
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP,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

[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) with a shaft (4), - having cylinders (5) which are arranged in an annular manner about the shaft (4) and in which pistons (6) are arranged such that they can be moved translationally, - wherein each cylinder (5) is assigned an inlet opening (8) in a cylinder head (7). It is essential to the invention here - that a sealing washer (9) is provided which has a number of passage openings (10) which corresponds to the number of inlet openings (8), and which is arranged on the cylinder head (7) in such a way that the passage openings (10) and the inlet openings (8) are arranged flush with one another, - that a valve plate (11) which is connected fixedly to the shaft (4) so as to rotate with it is provided with a valve opening (12) which can be brought into congruence with the individual passage openings (10) of the sealing washer (9) in a manner which is dependent on the rotary angle, - and that the sealing washer (9) is arranged between the inlet openings (8) and the valve plate (11) and is prestressed against the cylinder head (7) and onto the inlet openings (8).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine (1), - mit einem Rotor (3) mit einer Welle (4), - mit ringförmig um die Welle (4) angeordneten Zylindern (5), in welchen Kolben (6) translatorisch verstellbar angeordnet sind, - wobei jedem Zylinder (5) in einem Zylinderkopf (7) eine Einlassöffnung (8) zugeordnet ist. Erfindungswesentlich ist dabei, - dass eine Dichtscheibe (9) vorgesehen ist,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

die eine zur Anzahl der Einlassöffnungen (8) korrespondierende Anzahl an Durchgangsöffnungen (10) aufweist und die derart am Zylinderkopf (7) angeordnet ist, dass die Durchgangsöffnungen (10) und die Einlassöffnungen (8) fluchtend zueinander angeordnet sind, - dass eine drehfest mit der Welle (4) verbundene Ventilscheibe (11) mit einer Ventilöffnung (12) vorgesehen ist, die drehwinkelabhängig mit den einzelnen Durchgangsöffnungen (10) der Dichtscheibe (9) in Deckung bringbar ist, - dass die Dichtscheibe (9) zwischen den Einlassöffnungen (8) und der Ventilscheibe (11) angeordnet und gegen den Zylinderkopf (7) und auf die Einlassöffnungen (8) vorgespannt ist.

Axialkolbenmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine mit einer Welle, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Wärmerückgewinnungssystem mit einer derartigen Axialkolbenmaschine.

Bei Verbrennungsmotoren ist es bekannt, dass lediglich 40% der im Kraftstoff gespeicherten Energie zur Bewegung des Kolbens und damit zum Antrieb des Verbrennungsmotors genutzt werden. Die restliche im Rahmen der Verbrennung erzeugte Energie wird hauptsächlich durch entweichende Verbrennungsabgase in Form von Wärme aus dem Verbrennungsmotor abgeleitet. Zur Reduzierung derartiger Wärmeverluste und damit auch zur Steigerung der Effizienz des Verbrennungsmotors ist es bekannt, eine Axialkolbenmaschine mit dem Verbrennungsmotor zu koppeln.

Aus der DE 10 2011 118 622 A1 ist beispielsweise eine gattungsgemäße Axialkolbenmaschine mit einer Welle bekannt, welche drehfest mit einer Schrägscheibe verbunden ist. Koaxial zur Welle und ringförmig um diese sind dabei mehrere Zylinder angeordnet, in welchen jeweils Kolben translatorisch verstellbar angeordnet sind. Jeder dieser Kolben ist über ein zugehöriges Kalottenlager und einen Gleitstein mit der Schrägscheibe gekoppelt, wodurch eine Bewegung des jeweiligen Kolbens einen Antrieb der Schrägscheibe und damit ein Antreiben der Welle bewirkt. Über eine Steuerscheibe mit einer exzentrisch angeordneten Durchgangsöffnung wird dabei jede Einlassöffnung eines Zylinders bei jeder Umdrehung einmal überstrichen und dabei dem jeweiligen Zylinder Arbeitsmedium zugeführt. Im Zentralbereich der Axialkolbenmaschine ist um die Welle herum ein Hohlraum vorgesehen, der von der Steuerscheibe begrenzt ist, wobei die zu den Zylindern gehörenden Auslassöffnungen derart durch den Zylinderkopf geführt

sind, dass über die außeraxiale Durchgangsöffnung in der umlaufenden Steuerscheibe eine temporäre Verbindung zwischen dem Hohlraum und dem Expansionsvolumen des Zylinders herstellbar ist. Hierdurch soll insbesondere der Wirkungsgrad gesteigert werden können.

Generell werden in Wärmerückgewinnungssystemen Axialkolbenmaschinen verwendet, in denen ein durch Abgas verdampftes und komprimiertes Medium expandiert und dadurch mechanische Energie erzeugt. Um dabei einen möglichst hohen Wirkungsgrad erzielen zu können, muss sichergestellt werden, dass auch wirklich nur einer der Zylinder gefüllt wird, während die anderen Einlassöffnungen der restlichen Zylinder absolut dicht verschlossen sind. Da als Einlassregelventil üblicherweise eine rotierende Ventilscheibe verwendet wird, welche eine Ventilöffnung aufweist, muss also an einem Kreisumfang dieser Ventilscheibe abgedichtet werden. Die Abdichtung erfolgt hierbei üblicherweise über sogenannte leicht erhabene "Dichtaugen", die die Einlassöffnungen ringförmig umschließen und deshalb auch Dichtringe genannt werden.

Da eine Axialkolbenmaschine ein thermisch hoch belastetes System darstellt und sich im Betrieb sowohl ein Gehäuse derselben als auch ein Zylinderkopf unterschiedlich stark erwärmen können, kann es zu unterschiedlichen Axialdehnungen kommen, welche im Extremfall zu einem sich Aufwölben des Zylinderkopfes und verbunden damit zu einem Abheben der Ventilscheibe von den Dichtaugen führt, wodurch sich Undichtigkeiten ergeben, die den Wirkungsgrad reduzieren.

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 durch eine verbesserte Abdichtung einen erhöhten Wirkungsgrad aufweist.

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, eine Dichtscheibe zum Abdichten einzelner Einlassöffnungen einzelner Zylinder einer Axialkolbenmaschine in Bezug auf eine rotierende Ventilscheibe gegen einen Zylinderkopf der Axialkolbenmaschine und auf die Einlassöffnungen vorzuspannen, wodurch ein sich Wölben bzw. ein anderweitiges sich Verformen der Dichtscheibe aufgrund von beispielsweise unterschiedlichen temperaturbedingten Axialdehnungen vermieden und dadurch eine plane Dichtfläche zur Ventilscheibe gewährleistet werden kann, welche deutlich einfacher abzudichten ist. Die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine weist dabei einen Rotor mit einer Welle auf sowie ringförmig um und winkelig zur Welle angeordnete Zylinder, 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. Eine Achse der ringförmig angeordneten Zylinder verläuft dabei coaxial zur Welle. Jedem Zylinder ist dabei in einem Zylinderkopf eine Einlassöffnung zugeordnet. Erfindungsgemäß ist nun eine Dichtscheibe vorgesehen, welche eine zur Anzahl der Einlassöffnungen korrespondierende Anzahl an Durchgangsöffnungen aufweist und welche derart auf den Einlassöffnungen angeordnet ist, dass die Durchgangsöffnungen der Dichtscheibe und die Einlassöffnungen der Zylinder fluchtend zueinander angeordnet sind. Die Dichtscheibe ist dabei drehfest mit dem Zylinderkopf verbunden, so dass die Durchgangsöffnungen stets fluchtend zu den Einlassöffnungen der Zylinder angeordnet sind. Des Weiteren vorgesehen ist eine drehfest mit der Welle verbundene Ventilscheibe mit einer einzigen Ventilöffnung vorgesehen, die drehwinkelabhängig mit den einzelnen Durchgangsöffnungen der Dichtscheibe in Deckung bringbar ist und dadurch je nach Drehstellung ein Einströmen von Arbeitsmedium in den jeweiligen Zylinder ermöglicht,

während sämtliche andere Zylinder von der Dichtscheibe verschlossen sind. Um nun ein zuverlässiges Abdichten der einzelnen Zylinder bewirken zu können, ist die zwischen den Einlassöffnungen und der Ventilscheibe angeordnete Dichtscheibe erfindungsgemäß gegen den Zylinderkopf und auf die Einlassöffnungen vorgespannt. Dies kann entweder dadurch erfolgen, dass die Dichtscheibe mittels eines mit dem Zylinderkopf verschraubten Niederhalters gegen den Zylinderkopf und auf die Einlassöffnungen vorgespannt ist oder aber dadurch, dass die Dichtscheibe direkt mit dem Zylinderkopf verschraubt ist. Ein derartiger Niederhalter kann beispielsweise in der Art eines Blechsterns ausgebildet sein und verhindert eine Verformung der Dichtscheibe. Beiden Ausführungsformen ist dabei jedoch gemein, dass hierdurch ein Anpressen der Dichtscheibe auf den Zylinderkopf und dadurch ein Abdichten im Bereich der Einlassöffnungen in die Zylinder erreicht werden kann, wodurch ein besonders hoher Wirkungsgrad erreichbar ist. Von besonderem Vorteil bei der Fixierung der Dichtscheibe am Zylinderkopf ist darüber hinaus, dass selbst bei einem temperaturbedingten oder druckbedingten Verformen und insbesondere Aufbauchen des Zylinderkopfes die Dichtscheibe so dicht wie möglich auf den Einlassöffnungen verbleibt. Das Abheben der Dichtscheibe wird reduziert, da sich die Dichtscheibe nicht achsnah, sondern in der direkten Nähe der Einlassöffnungen abstützt. Daraus resultiert eine deutlich reduzierte Leckage.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung weist die Dichtscheibe die jeweiligen Durchgangsöffnungen umgebende Dichtringe auf, die der Ventilscheibe zugewandt sind und in Gleitkontakt zu dieser stehen. Die Dichtringe werden hierbei landläufig auch als Dichtaugen bezeichnet. Die Ventilscheibe gleitet somit über die Dichtringe und dichtet die Durchgangsöffnungen und die damit fluchtenden Einlassöffnungen in die Zylinder ab, sofern nicht die Ventilöffnung in der Ventilscheibe über die jeweilige Durchgangsöffnung der Dichtscheibe streicht.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist die Dichtscheibe zumindest teilweise aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff ausgebildet oder aber die Dichtscheibe ist aus Metall und die Dichtringe sind aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff ausgebildet. Kohlenstoff stellt dabei einen feinverschleißfähigen Werkstoff dar, der es darüber hinaus ermöglicht, dass die Ventilscheibe sich einen ideal engen Spalt mit maximaler Dichtwirkung freischleift. Selbstverständlich könnte anstelle des kohlenstoffhaltigen Werkstoffes auch ein anderer dichtender und temperaturbeständiger Werkstoff verwendet werden, wie beispielsweise ein Kunststoff, insbesondere Polytetrafluorethylen (PTFE).

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung wird die Dichtscheibe mittels eines Niederhalters gegen den Zylinderkopf und auf die Einlassöffnungen vorgespannt, wobei der Niederhalter Radialarme aufweist, die in Umfangsrichtung zwischen den Durchgangsöffnungen gegen die Dichtscheibe vorgespannt sind und diese gegen den Zylinderkopf drücken. Bei dieser zum direkten Verschrauben der Dichtscheibe mit dem Zylinderkopf alternativen Ausführungsform erfolgt die Fixierung der Dichtscheibe am Zylinderkopf mittels des Niederhalters, wobei die Radialarme desselben je nach Steifigkeit einen zumindest geringfügigen Toleranzausgleich ermöglichen. Der Niederhalter mit seinen Radialarmen kann dabei als kostengünstiges und temperaturbeständiges Blechstanzteil ausgebildet sein und mittels Schrauben mit dem Zylinderkopf, d.h. durch die Dichtscheibe hindurch, verschraubt werden. In diesem Fall ist es denkbar, dass die Dichtscheibe ringförmig ausgebildet ist und die Schrauben innerhalb des Rings die Dichtscheibe durchstoßen.

Zweckmäßig ist die Ventilöffnung in der Ventilscheibe ringsegmentförmig ausgebildet und besitzt konvexe Seitenwände. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung entspricht dabei ein Radius der konvexen Seitenwände einem Radius der Durchgangsöffnungen in der Dicht-

scheibe. Hierdurch kann bei einem Überstreichen der Ventilöffnung über die Durchgangsöffnung ein vergleichsweise schnelles, insbesondere sogar schlagartiges Öffnen und Schließen der Durchgangsöffnungen bzw. Einlassöffnungen in den jeweiligen Zylinder erreicht werden, wodurch ein schlagartiges Beaufschlagen des jeweiligen Kolbens mit Dampf bzw. dem verwendeten Arbeitsmedium erfolgt.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, ein Wärmerückgewinnungssystem in einem Kraftfahrzeug mit einer solchen Axialkolbenmaschine auszustatten. Ein derartiges Wärmerückgewinnungssystem kann beispielsweise das von einer Brennkraftmaschine ausgestoßene und sehr heiße Abgas zur Erhitzung bzw. zum Verdampfen eines Arbeitsmediums verwenden, wobei dieses Medium anschließend in der Axialkolbenmaschine expandiert und diese antreibt und dadurch die Energie des heißen Abgases in mechanische Energie umwandelt.

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 Stirnansicht auf eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine,
- Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch die erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine,
- Fig. 3 eine Ansicht auf eine Ventilscheibe,
- Fig. 4 eine Darstellendung einer Dichtscheibe aus Figur 2,
- Fig. 5 eine Darstellung wie in Figur 4, jedoch bei einer anderen Dichtscheibe
- Fig. 6 eine Darstellung wie in Fig. 1, jedoch bei anders ausgebildeten Dichtringen.

Entsprechend den Figuren 1, 2 und 6, weist eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine 1, welche beispielsweise in einem Wärmerückgewinnungssystem 2 eines nicht näher gezeigten Kraftfahrzeugs eingesetzt werden kann, einen Rotor 3 mit einer Welle 4 auf. Ringförmig um und parallel zur Welle 4 sind dabei Zylinder 5 angeordnet, in welchen Kolben 6 translatorisch verstellbar angeordnet sind. Jedem der Zylinder 5 ist dabei in einem Zylinderkopf 7 eine Einlassöffnung 8 zugeordnet. Darüber hinaus ist eine Dichtscheibe 9 vorgesehen, die eine zur Anzahl der Einlassöffnungen 8 korrespondierende Anzahl an Durchgangsöffnungen 10 aufweist und die derart am Zylinderkopf 7 angeordnet ist, dass die Durchgangsöffnungen 10 und die Einlassöffnungen 8 fluchtend zueinander angeordnet sind. Zur abwechselnden Beaufschlagung der einzelnen Zylinder 5 mit einem Arbeitsmedium ist eine drehfest mit der Welle 4 verbundene Ventilscheibe 11 (vgl. auch

Figur 3) mit einer einzigen Ventilöffnung 12 vorgesehen, die drehwinkelabhängig mit den einzelnen Durchgangsöffnungen 10 der Dichtscheibe 9 in Deckung bringbar ist. Fluchtet dabei die Ventilöffnung 12 mit den Durchgangsöffnungen 10 der Dichtscheibe 9, kann das Arbeitsmedium in den jeweils zugehörigen Zylinder 5 eingelassen und der Kolben 6 mit Hilfe des Arbeitsmediums bewegt werden. Erfindungsgemäß ist zudem die Dichtscheibe 9 zwischen den Einlassöffnungen 8 und der Ventilscheibe 11 angeordnet und gegen den Zylinderkopf 7 direkt oder indirekt mittels eines Niederhalters 13 vorgespannt. In gleicher Weise ist die Dichtscheibe 9 auf die Einlassöffnungen 8 im Zylinderkopf 7 vorgespannt.

Wie erwähnt, kann dabei die Dichtscheibe 9 mittels eines mit dem Zylinderkopf 7 verschraubten Niederhalters 13 gegen den Zylinderkopf 7 und auf die Einlassöffnungen 8 vorgespannt sein, oder aber die Dichtscheibe 9 ist direkt mit dem Zylinderkopf 7 verschraubt. In beiden Fällen werden hierzu Schrauben 14 eingesetzt.

Das Vorspannen der Dichtscheibe 9 gegen den Zylinderkopf 7 und auf die Einlassöffnungen 8 bietet den großen Vorteil, dass selbst bei einem Aufbauchen des Zylinderkopfs 7 durch unterschiedlich starke Temperaturdehnungen kein Abheben der Dichtscheibe 9 vom Zylinderkopf 7 und von den Einlassöffnungen 8, einhergehend mit den daraus folgenden Undichtigkeiten, erfolgen kann.

Wie der Name bereits sagt, kann die Dichtscheibe 9 als Scheibe ausgebildet sein und in diesem Fall direkt mit dem Zylinderkopf 7 über die entsprechenden Schrauben 14 verschraubt werden. Alternativ hierzu ist auch denkbar, dass die Dichtscheibe 9 ringförmig ausgestaltet ist, wie dies beispielsweise gemäß den Figuren 1, 2 sowie 4 und 5 ausgeführt ist. In diesem Fall wird zum Vorspannen der Niederhalter 13 verwendet, welcher Radialarme 15 (vgl. Figur 1) aufweist, die in Umfangsrichtung zwischen den Durchgangsöffnungen 10 gegen die Dichtscheibe 9 vorgespannt sind und diese gegen den Zylinderkopf 7 drücken. Der Niederhal-

ter 13 kann dabei als einfach und kostengünstig herzustellendes Blechumformteil ausgebildet sein.

Die Dichtscheibe 9 selbst weist unabhängig von ihrer Ausführungsform, entweder scheibenartig oder ringartig, die jeweiligen Durchgangsöffnungen 10 umgebende Dichtringe 16 (vgl. auch die Figuren 1, 2 sowie 4 und 5) auf, die der Ventilscheibe 11 zugewandt sind in Gleitkontakt zu dieser stehen. Die Ventilscheibe 11 schleift bzw. gleitet somit im Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 über die Dichtringe 16. Die Dichtscheibe 9 selbst kann dabei zumindest teilweise aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff 17 ausgebildet sind, wobei selbstverständlich auch eine komplette Ausbildung aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff 17 denkbar ist. Alternativ hierzu ist auch vorstellbar, dass die Dichtscheibe 9 aus Metall 18 und die Dichtringe 16 aus dem kohlenstoffhaltigen Werkstoff 17 ausgebildet sind, wie dies beispielsweise gemäß der Figur 5 dargestellt ist. Wiederum alternativ ist selbstverständlich anstelle des kohlenstoffhaltigen Werkstoffs 17 auch die Verwendung eines Kunststoffes, insbesondere eines temperatur- und verschleißbeständigen Stoffes, wie beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE) vorstellbar.

Die Dichtscheibe 9 kann auch insgesamt aus einem metallischen Werkstoff gefertigt sein, insbesondere aus einem Cu-Basis Werkstoff mit Zink und/oder Zinn und/oder Blei, oder aus Messing. Das ganze kann als gegossenes Werkstück oder als Halbzeug vorliegen, das dann bearbeitet wird.

Betrachtet man noch die Figuren 3 und 4, so kann man erkennen, dass die Ventilöffnung 12 ringsegmentförmig ausgebildet ist und konvexe Seitenwände 19 aufweist. Von besonderem Vorteil ist dabei, sofern ein Radius R_S der konvexen Seitenwände 19 einem Radius R_D der Durchgangsöffnungen 10 bzw. einem Radius R_{DR} der Dichtringe 16 entspricht. Beiden Ausführungsformen ist dabei gemein, dass durch die konvex geformten Seitenwände 19 ein vergleichsweise schnelles,

insbesondere sogar schlagartiges Öffnen des jeweiligen Zylinders 5 sowie ein schnelles bzw. schlagartiges Beaufschlagen des jeweiligen Kolbens mit Arbeitsmedium erfolgen kann.

Die Dichtringe 16 können auch durch eine Dreh-/Fräsbearbeitung hergestellt sein (vgl. Fig. 6), wobei ein innerer Durchmesser D1 und ein äußerer Durchmesser D2 die Drehbearbeitung bestimmen und damit eine Innenkante 20 und eine Außenkante 21 des Dichtrings 16 bestimmt. Die beiden Seitenkanten 22, 22' werden dann mit einer Fräsbearbeitung erzeugt. In diesem Fall besitzt der Dichtring 16 keine ringförmige Gestalt im eigentlichen Sinne, sondern eine viereckige Außenkontur mit der kreissegmentbogenförmigen Innenkante 20 und Außenkante 21 und den in Radialrichtung gerade verlaufenden Seitenkanten 22, 22'.

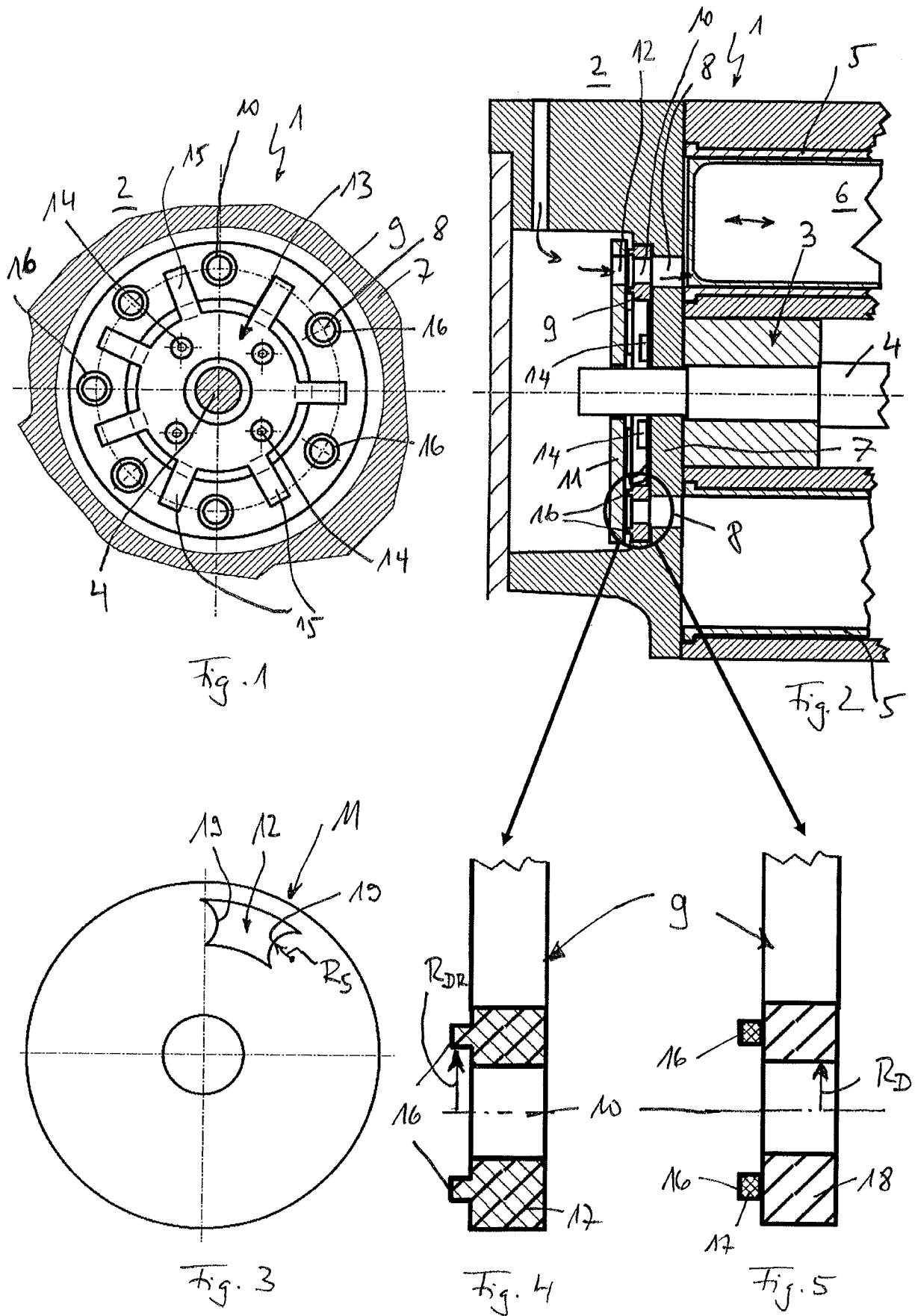
Mit der erfindungsgemäß am Zylinderkopf 7 fixierten Dichtscheibe 9 kann auch bei eventuell auftretenden Wölbungen im Bereich des Zylinderkopfes 7 eine dichte Anlage der Dichtscheibe 9 auf den Einlassöffnungen 8 erreicht werden, was besonders vorteilhaft für den Wirkungsgrad der Axialkolbenmaschine 1 ist, da selbst bei gewölbtem Zylinderkopf 7 kein Abheben der Dichtscheibe 9 vom Zylinderkopf 7 befürchtet werden muss. Die stets dichte Auflage der Dichtscheibe 9 auf den Zylinderkopf 7 können insbesondere bisher dort bei einem sich Wölben des Zylinderkopfes 7 auftretende Undichtigkeiten zuverlässig vermieden werden.

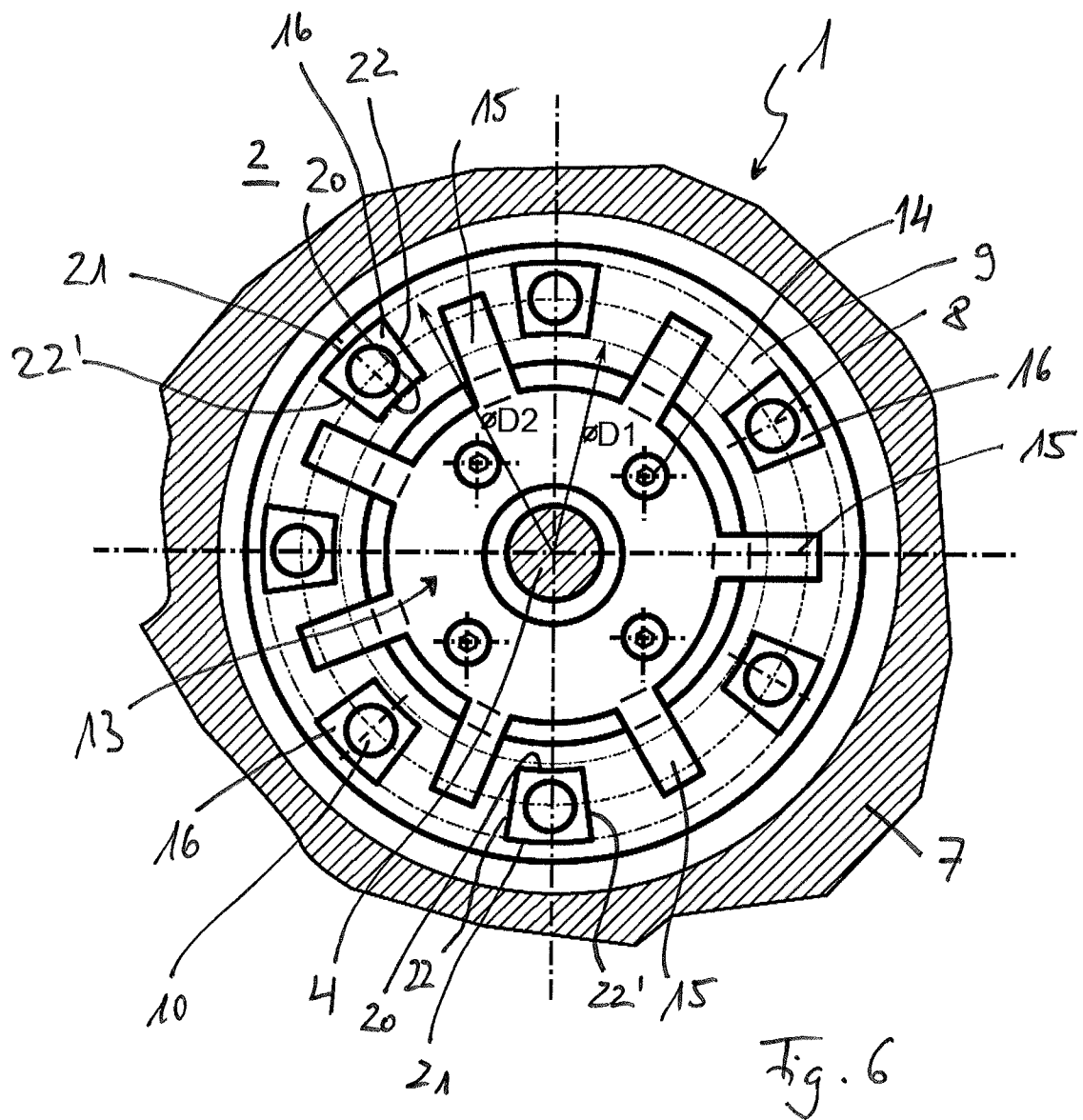
Ansprüche

1. Axialkolbenmaschine (1),
 - mit einem Rotor (3) mit einer Welle (4),
 - mit ringförmig um die zur Welle (4) angeordneten Zylindern (5), in welchen Kolben (6) translatorisch verstellbar angeordnet sind,
 - wobei jedem Zylinder (5) in einem Zylinderkopf (7) eine Einlassöffnung (8) zugeordnet ist,dadurch gekennzeichnet,
 - dass eine Dichtscheibe (9) vorgesehen ist, die eine zur Anzahl der Einlassöffnungen (8) korrespondierende Anzahl an Durchgangsöffnungen (10) aufweist und die derart am Zylinderkopf (7) angeordnet ist, dass die Durchgangsöffnungen (10) und die Einlassöffnungen (8) fluchtend zueinander angeordnet sind,
 - dass eine drehfest mit der Welle (4) verbundene Ventilscheibe (11) mit einer Ventilöffnung (12) vorgesehen ist, die drehwinkelabhängig mit den einzelnen Durchgangsöffnungen (10) der Dichtscheibe (9) in Deckung bringbar ist,
 - dass die Dichtscheibe (9) zwischen den Einlassöffnungen (8) und der Ventilscheibe (11) angeordnet und gegen den Zylinderkopf (7) und auf die Einlassöffnungen (8) vorgespannt ist.
2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- dass die Dichtscheibe (9) mittels eines mit dem Zylinderkopf (7) verschraubten Niederhalters (13) gegen den Zylinderkopf (7) und auf die Einlassöffnungen (8) vorgespannt ist, oder
 - dass die Dichtscheibe (9) direkt über Schrauben (14) mit dem Zylinderkopf (7) verschraubt ist.
3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtscheibe (9) die jeweiligen Durchgangsöffnungen (10) umgebende erhabene Dichtringe (16) aufweist, die der Ventilscheibe (11) zugewandt sind und in Gleitkontakt zu dieser stehen.
4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtringe (16) durch eine Dreh-/Fräsbearbeitung hergestellt sind und eine ringförmige Gestalt aufweisen oder eine viereckige Außenkontur mit einer kreissegmentbogenförmigen Innenkante (20) und Außenkante (21) und in Radialrichtung gerade verlaufenden Seitenkanten (22, 22').
5. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtscheibe (9) zumindest teilweise aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff (17) oder aus Polytetrafluorethylen (PTFE) ausgebildet ist.
6. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtscheibe (9) aus Metall (18) und die Dichtringe (16) aus einem kohlenstoffhaltigen Werkstoff (17) oder aus Polytetrafluorethylen (PTFE) ausgebildet sind.

7. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
- dass die Dichtscheibe (9) insgesamt aus einem metallischen Werkstoff gefertigt ist, insbesondere aus einem Cu-Basis Werkstoff mit Zink und/oder Zinn und/oder Blei, oder
- dass die Dichtscheibe (9) insgesamt aus Messing ausgebildet ist.
8. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Niederhalter (13) Radialarme (15) aufweist, die in Umfangsrichtung zwischen den Durchgangsöffnungen (10) gegen die Dichtscheibe (9) vorgespannt sind und diese gegen den Zylinderkopf (7) drücken.
9. Axialkolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ventilöffnung (12) ringsegmentförmig ausgebildet ist und konvexe Seitenwände (19) aufweist.
10. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Radius R_S der konvexen Seitenwände (19) einem Radius R_D der Durchgangsöffnungen (10) oder einem Radius R_{DR} der Dichtringe (16) entspricht.
11. Wärmerückgewinnungssystem (2) in einem Kraftfahrzeug mit einer Axialkolbenmaschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10.





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053370

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01B3/00 F04B1/12
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

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2011 118622 A1 (AMOVIS GMBH [DE]) 16 May 2013 (2013-05-16) cited in the application	1,3-5,11
Y	paragraph [0037]	2,6,7,9, 10
X	----- DE 10 2013 213614 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 15 January 2015 (2015-01-15)	1,3-5,11
Y	figures 3,4,12	2,6,7,9, 10
X	----- DE 197 54 593 A1 (KLEINEDLER PETER [SK]; KAPITANCIKOVA EMILIA [SK]; KANIS LUBOMIR [SK]) 1 July 1999 (1999-07-01)	1
Y	column 2, line 65 - column 3, line 9; figure 4	6,7
	----- -/--	



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

13 June 2016

Date of mailing of the international search report

24/06/2016

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

Yates, John

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053370

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 674 197 A (DUDLEY EDWARD C) 6 April 1954 (1954-04-06) figures 8,11,12 -----	1
X	US 4 181 067 A (ORTELLI AURELIS [IT]) 1 January 1980 (1980-01-01)	1
Y	column 2, line 8 - line 9 -----	2
X	GB 552 547 A (RAYMOND LESLIE KENT; JOHN NEVILLE MORRIS) 13 April 1943 (1943-04-13) page 4 -----	1
A	US 3 011 452 A (TADEUSZ BUDZICH) 5 December 1961 (1961-12-05) column 2, line 60 - line 62; figures 2,4 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/053370

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011118622 A1	16-05-2013	NONE	
DE 102013213614 A1	15-01-2015	CN 105378224 A	02-03-2016
		DE 102013213614 A1	15-01-2015
		EP 3019702 A1	18-05-2016
		WO 2015003954 A1	15-01-2015
DE 19754593 A1	01-07-1999	AU 1254799 A	28-06-1999
		BR 9813460 A	24-10-2000
		CN 1281533 A	24-01-2001
		CZ 20001991 A3	15-08-2001
		DE 19754593 A1	01-07-1999
		EP 1038104 A1	27-09-2000
		JP 2002500307 A	08-01-2002
		PL 340793 A1	26-02-2001
		SK 8642000 A3	18-01-2001
		US 6425314 B1	30-07-2002
		WO 9930032 A1	17-06-1999
US 2674197 A	06-04-1954	NONE	
US 4181067 A	01-01-1980	AT 356034 B	10-04-1980
		CH 621180 A5	15-01-1981
		DE 2802504 A1	24-08-1978
		ES 466077 A1	16-10-1978
		FR 2381173 A1	15-09-1978
		GB 1595549 A	12-08-1981
		IT 1076119 B	24-04-1985
		US 4181067 A	01-01-1980
GB 552547 A	13-04-1943	NONE	
US 3011452 A	05-12-1961	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F01B3/00 F04B1/12
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F01B F04B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2011 118622 A1 (AMOVIS GMBH [DE]) 16. Mai 2013 (2013-05-16) in der Anmeldung erwähnt	1,3-5,11
Y	Absatz [0037]	2,6,7,9, 10

X	DE 10 2013 213614 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 15. Januar 2015 (2015-01-15)	1,3-5,11
Y	Abbildungen 3,4,12	2,6,7,9, 10

X	DE 197 54 593 A1 (KLEINEDLER PETER [SK]; KAPITANCIKOVA EMILIA [SK]; KANIS LUBOMIR [SK]) 1. Juli 1999 (1999-07-01)	1
Y	Spalte 2, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 9; Abbildung 4	6,7

	-/-	

☒ 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

13. Juni 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/06/2016

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

Yates, John

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 674 197 A (DUDLEY EDWARD C) 6. April 1954 (1954-04-06) Abbildungen 8,11,12 -----	1
X	US 4 181 067 A (ORTELLI AURELIS [IT]) 1. Januar 1980 (1980-01-01)	1
Y	Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 9 -----	2
X	GB 552 547 A (RAYMOND LESLIE KENT; JOHN NEVILLE MORRIS) 13. April 1943 (1943-04-13) Seite 4 -----	1
A	US 3 011 452 A (TADEUSZ BUDZICH) 5. Dezember 1961 (1961-12-05) Spalte 2, Zeile 60 - Zeile 62; Abbildungen 2,4 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/053370

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011118622 A1	16-05-2013	KEINE	
DE 102013213614 A1	15-01-2015	CN 105378224 A	02-03-2016
		DE 102013213614 A1	15-01-2015
		EP 3019702 A1	18-05-2016
		WO 2015003954 A1	15-01-2015
DE 19754593 A1	01-07-1999	AU 1254799 A	28-06-1999
		BR 9813460 A	24-10-2000
		CN 1281533 A	24-01-2001
		CZ 20001991 A3	15-08-2001
		DE 19754593 A1	01-07-1999
		EP 1038104 A1	27-09-2000
		JP 2002500307 A	08-01-2002
		PL 340793 A1	26-02-2001
		SK 8642000 A3	18-01-2001
		US 6425314 B1	30-07-2002
		WO 9930032 A1	17-06-1999
US 2674197 A	06-04-1954	KEINE	
US 4181067 A	01-01-1980	AT 356034 B	10-04-1980
		CH 621180 A5	15-01-1981
		DE 2802504 A1	24-08-1978
		ES 466077 A1	16-10-1978
		FR 2381173 A1	15-09-1978
		GB 1595549 A	12-08-1981
		IT 1076119 B	24-04-1985
		US 4181067 A	01-01-1980
GB 552547 A	13-04-1943	KEINE	
US 3011452 A	05-12-1961	KEINE	