

(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
24. Mai 2018 (24.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/091119 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F02F 1/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/001179

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Oktober 2017 (06.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102016013600.6 15. November 2016 (15.11.2016) DE

(71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstraße
137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: BEHR, Thomas; Brunnengässle 5, 89275 El-
chingen (DE). GEIGER, Klaus; Goethestraße 18, 73329
Kuchen (DE). GRIMMER, Udo; Lehle 73, 89075 Ulm

(DE). HANSCHKE, Tobias; Gartenstraße 29, 89198 Wes-
terstetten (DE). LAGEMANN, Volker; Mummelweg 25,
89079 Ulm (DE). HARTWEG, Martin; Am Wall 5, 89155
Erbach (DE). SCHEIB, Harald; Franz-Leharstraße 30,
89134 Blaustein (DE). STRÖER, Martin; Söntisweg 4,
88090 Immenstaad (DE). TOMASCHKO, Silvia; Mährin-
ger Straße 25, 89081 Ulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: CYLINDER HOUSING FOR A RECIPROCATING PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE, IN PARTICULAR
OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: ZYLINDERGEHÄUSE FÜR EINE HUBKOLBEN-VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINE, INSBESONDERE
EINES KRAFTFAHRZEUGS

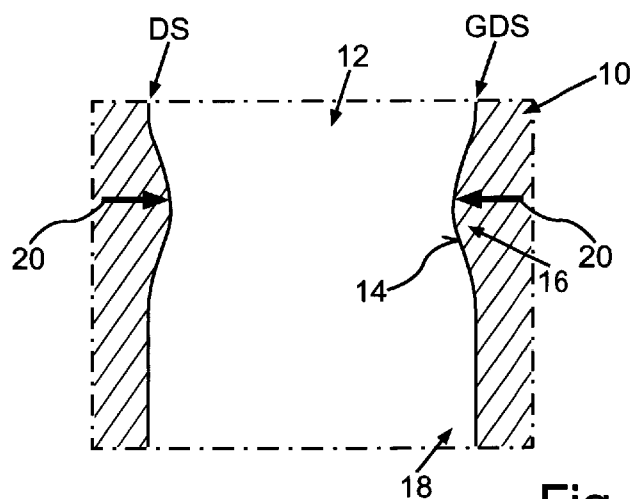


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a cylinder housing (10) for a reciprocating piston internal combustion engine, in particular of a motor vehicle, having at least one combustion chamber formed as a cylinder (12) and at least partly delimited by a cylinder liner (14), in which, during fired operation of the reciprocating piston internal combustion engine, combustion processes proceed, wherein the cylinder liner (14) is widened over the entire axial extent thereof or in an off-center subregion (16) in the axial direction of the cylinder (12), which subregion comprises a changeover zone, in which, during operation of the reciprocating piston internal combustion engine, a piston contact change takes place.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Zylindergehäuse (10) für eine Hubkolben- Verbrennungskraftmaschine, insbe-
sondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem als Zylinder (12) ausgebildeten und zumindest teilweise durch eine Zylinderlauf-
bahn (14) begrenzten Brennraum, in welchem während eines gefeuerten Betriebs der Hubkolben- Verbrennungskraftmaschine Ver-
brennungsvorgänge ablaufen, wobei die Zylinderlaufbahn (14) über ihre gesamte axiale Erstreckung oder in einem in axialer Richtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2018/091119 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Zylindergehäuse für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Zylindergehäuse für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 beziehungsweise 2.

Ein solches Zylindergehäuse für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, ist beispielsweise bereits der DE 10 2008 026 146 A1 als bekannt zu entnehmen. Das Zylindergehäuse weist wenigstens einen als Zylinder ausgebildeten und zumindest teilweise durch eine Zylinderlaufbahn begrenzten Brennraum auf, in welchem während eines gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine Verbrennungsvorgänge ablaufen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Zylindergehäuse der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders effizienter Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisierbar ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Zylindergehäuse mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 beziehungsweise 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den übrigen Ansprüchen angegeben.

Um ein Zylindergehäuse für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders effizienter und somit kraftstoffverbrauchsarmer Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisierbar ist, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Zylinderlaufbahn über ihre gesamte axiale Erstreckung aufgeweitet ist.

Um ein Zylindergehäuse für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, der im Oberbegriff des Patentanspruchs 2 angegebenen Art derart weiterzuentwickeln, dass ein besonders effizienter und somit kraftstoffverbrauchsarmer Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisierbar ist, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Zylinderlaufbahn in einem in axialer Richtung des Zylinders außermittigen Teilbereich aufgeweitet ist, welcher eine Wechselzone, in der ein bei einem Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ein Kolbenanlagewechsel stattfindet, umfasst. Durch die erfindungsgemäße Aufweitung der Zylinderlaufbahn kann die Reibleistung der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine besonders gering gehalten werden.

Beispielsweise ist der Brennraum derart gezielt gefertigt, dass die Zylinderlaufbahn bei Umgebungstemperatur eine von der zylindrischen Form abweichende, über die gesamte axiale Erstreckung des Zylinders gegenüber der zylindrischen Form aufgeweitete Innenkontur aufweist, welche sich der zylindrischen Form unter Verringerung oder Aufhebung der Aufweitung infolge einer durch den gefeuerten Betrieb bewirkten Erwärmung des Brennraums zumindest annähert.

Unter der gezielten Fertigung des als Zylinder ausgebildeten Brennraums ist zu verstehen, dass die Zylinderlaufbahn derart gezielt gefertigt, insbesondere derart gezielt bearbeitet ist, dass die Innenkontur der Zylinderlaufbahn und somit des Brennraums in einem ersten Zustand, in welchem das Zylindergehäuse und somit der Brennraum und die Zylinderlaufbahn Umgebungstemperatur aufweisen, von der zylindrischen Form, das heißt von der Form eines geraden Kreiszylinders abweicht. Diese Abweichung der Innenkontur von der Form eines geraden Kreiszylinders ist somit nicht durch fertigungsbedingte Toleranzen bedingt, sondern gezielt hergestellt. Dabei ist die Innenkontur insbesondere derart gezielt hergestellt, dass sich die Innenkontur bei zunehmender Erwärmung der Zylinderlaufbahn der Form eines geraden Kreiszylinders annähert, sodass die Innenkontur während des gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine und somit einem zweiten Zustand, in welchem das Zylindergehäuse und somit der Brennraum und die Zylinderlaufbahn gegenüber dem zuvor genannten ersten Zustand eine wesentliche höhere Temperatur aufweisen, der Form eines geraden Kreiszylinders stärker als in dem ersten Zustand ähnelt beziehungsweise der Form eines geraden Kreiszylinders zumindest im Wesentlichen entspricht.

Die von der zylindrischen Form bei Umgebungstemperatur abweichende Innenkontur beziehungsweise ihre jeweilige Aufweitung ist somit eine Formkorrektur der Zylinderlaufbahn mit dem Ziel einer möglichst idealen Zylinderform im Motorbetrieb, das heißt während des gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine. Die bei Umgebungstemperatur beziehungsweise Raumtemperatur von der idealen Zylinderform abweichende Innenkontur wird somit bewusst und gezielt hingenommen, da sich die Innenkontur mit zunehmender, durch den gefeuerten Betrieb bewirkte Erwärmung an die ideale Zylinderform annähern beziehungsweise einer Zylinderform zumindest im Wesentlichen entsprechen kann.

Der Erfindung liegt insbesondere folgende Erkenntnis zugrunde: Durch Verschraubungen des Zylindergehäuses mit weiteren Komponenten wie beispielsweise einem Zylinderkopf, durch im Brennraum herrschende Drücke sowie durch Wärmeausdehnungen des Zylindergehäuses, insbesondere der Zylinderlaufbahn, kommt es üblicherweise zu Verzügen der Zylinderlaufbahn und somit des Brennraums. Weist somit beispielsweise die Zylinderlaufbahn bereits bei Umgebungstemperatur eine zumindest im Wesentlichen ideale Zylinderform auf, so führen die genannten Verzüge dazu, dass die Innenkontur während des Motorbetriebs gerade nicht mehr der idealen Zylinderform entspricht. Dabei ist es jedoch wünschenswert, dass die Innenkontur während des Motorbetriebs zumindest besonders stark der idealen Zylinderform ähnelt beziehungsweise der idealen Zylinderform entspricht, um dadurch die Reibleistung und somit den Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gering halten zu können.

Durch die beschriebene Formkorrektur der Zylinderlaufbahn können die genannten Verzüge minimiert beziehungsweise derart kompensiert werden, dass die Innenkontur während des Motorbetriebs zumindest besonders stark der idealen Zylinderform ähnelt beziehungsweise der idealen Zylinderform entspricht, sodass die Reibleistung zwischen der Zylinderlaufbahn, welche auch als Liner bezeichnet wird, und einem beispielsweise translatorisch bewegbar in dem Brennraum aufgenommenen Kolben besonders gering gehalten werden kann. Ferner kann ein besonders vorteilhaftes Geräuschverhalten der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisiert werden, wobei das Geräuschverhalten auch als NVH-Verhalten bezeichnet wird (NVH – Noise Vibration Harshness). Durch die Kompensierung beziehungsweise Minimierung der Verzüge kann nämlich ein Spiel zwischen dem Kolben und der Zylinderlaufbahn vorteilhaft eingestellt werden, sodass die Entstehung von unerwünschten Geräuschen zumindest gering gehalten werden kann.

Die Erfindung geht dabei davon aus, dass üblicherweise eine Honung der Zylinderlaufbahn vorgesehen ist, sodass der Brennraum beziehungsweise die Innenkontur im Fertigteilzustand des beispielsweise als Kurbelgehäuse beziehungsweise Zylinderkurbelgehäuse ausgebildeten Zylindergehäuses eine zylindrische Form aufweist. Bedingt durch die Konstruktion des Zylindergehäuses, den Anzug von Zylinderkopfschrauben, unterschiedliche Wärmeausdehnungen im gefeuerten Betrieb sowie durch Zylinderdrücke während der Verbrennungsvorgänge kommt es dann zum Teil zu deutlichen Abweichungen der Innenkontur vom idealen Zylinder, was mit Reibleistungs- und Verbrauchsnechten verbunden ist. Derartige übermäßige Abweichungen der Innenkontur von der idealen Zylinderform können bei dem erfindungsgemäßen Zylindergehäuse vermieden werden, sodass ein besonders effizienter Betrieb darstellbar ist.

Bei der gezielten Herstellung der Zylinderlaufbahn und somit der Innenkontur wird insbesondere auch ein Einfluss eines beispielsweise als Wassermantel ausgebildeten Kühlmantels berücksichtigt, welcher von einem beispielsweise als Kühlfluid, insbesondere als Kühlflüssigkeit, ausgebildeten Kühlmedium durchströmbar ist. Mittels des Kühlmediums wird zumindest ein Teilbereich des Zylindergehäuses gekühlt, wobei insbesondere zumindest ein Teilbereich der Zylinderlaufbahn mittels des Kühlmediums gekühlt wird. Ferner werden beispielsweise bei der Herstellung, insbesondere Formgebung, der Innenkontur Steifigkeitssprünge insbesondere am unteren Ende des Kühlmantels berücksichtigt, wobei ein solcher Steifigkeitssprung auch als Kühleprung bezeichnet wird. Es wurde gefunden, dass es durch den Einfluss des Kühlmantels und durch Steifigkeitssprünge insbesondere am unteren Ende des Kühlmantels zu einer Einschnürung der Zylinderlaufbahn kommen kann.

Unter der zuvor beschriebenen Formkorrektur der Zylinderlaufbahn ist eine Abweichung der Innenkontur von der idealen Zylinderform zu verstehen, wobei die Innenkontur diese Abweichung im Fertigteilzustand aufweist. Die Abweichung wird beispielsweise durch eine Aufweitung, insbesondere durch eine radialsymmetrische Aufweitung oder durch eine Aufweitung zweiter Ordnung, realisiert. Die Zylinderlaufbahn ist erfindungsgemäß über die gesamte axiale Erstreckung des Zylinders gegenüber der zylindrischen Form aufgeweitet, sodass die Zylinderlaufbahn die Aufweitung über ihre gesamte Höhe, das heißt über die gesamte axiale Erstreckung des Zylinders aufweist. Alternativ ist es denkbar, dass die Zylinderlaufbahn die Aufweitung nur in einem Teilbereich oder in mehreren Teilbereichen aufweist, wobei beispielsweise die Aufweitung zum Beispiel in einem Bereich zwischen dem oberen Totpunkt und dem unteren Totpunkt des Kolbens

und dabei vorzugsweise bezogen auf die axialer Erstreckung des Zylinders außermittig angeordnet sein kann.

Als vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn die Zylinderlaufbahn durch wenigstens ein von dem Honen unterschiedliches, vor dem Honen durchgeführtes Bearbeitungsverfahren bearbeitet ist. Es ist denkbar, dass die Form der Zylinderlaufbahn durch das Honen hergestellt wird. Bei einer weiteren Ausführungsform jedoch wird die Form der Zylinderlaufbahn durch das genannte, von dem Honen unterschiedliche Bearbeitungsverfahren hergestellt. Daran anschließend wird die Zylinderlaufbahn gehont, wobei ein Honwerkzeug beispielsweise der zuvor mittels des Bearbeitungsverfahrens hergestellten Form nachgeführt wird.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Die Zeichnung zeigt in:

- Fig. 1 ausschnittsweise eine schematische Schnittansicht eines Zylindergehäuses für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine bei einem gefeuerten Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, wobei Fig. 1 der Erläuterung des Hintergrunds der Erfindung dient;
- Fig. 2 ausschnittsweise eine schematische Querschnittsansicht des Zylindergehäuses gemäß Fig. 1 im Bereich des Brennraums, wobei Fig. 2 der Erläuterung des Hintergrunds der Erfindung dient;
- Fig. 3 ausschnittsweise eine schematische Schnittansicht eines Zylindergehäuses für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine bei Umgebungstemperatur, wobei eine Zylinderlaufbahn eines als Zylinder

ausgebildeten Brennraums der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine eine Formkorrektur aufweist;

Fig. 4 ausschnittsweise eine schematische Querschnittsansicht des Zylindergehäuses gemäß Fig. 3 im Bereich des Brennraums;

Fig. 5 ausschnittsweise eine schematische Schnittansicht der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gemäß Fig. 3 und 4 bei einem gefeuerten Betrieb der Verbrennungskraftmaschine; und

Fig. 6 ausschnittsweise eine schematische Querschnittsansicht des Zylindergehäuses gemäß Fig. 5 im Bereich des Brennraums.

In den Fig. sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt ausschnittsweise in einer schematischen Schnittansicht ein Zylindergehäuse 10 für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Kraftwagens wie beispielsweise eines Personenkraftwagens. Das Kraftfahrzeug ist mittels der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine antreibbar. Die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine weist eine als Kurbelwelle ausgebildete Abtriebswelle auf, welche um eine Drehachse relativ zu dem Zylindergehäuse 10 drehbar ist. Dabei ist die Kurbelwelle beispielsweise drehbar an einem Kurbelgehäuse der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gelagert. Das Kurbelgehäuse kann einstückig mit dem Zylindergehäuse 10 ausgebildet sein, sodass das Zylindergehäuse 10 beispielsweise als Zylinderkurbelgehäuse ausgebildet ist.

Das Zylindergehäuse 10 weist wenigstens einen als Zylinder 12 ausgebildeten Brennraum auf, in welchem während eines gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine Verbrennungsvorgänge ablaufen. Der gefeuerte Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine wird auch als befeuerter Betrieb bezeichnet.

In vollständig hergestelltem Zustand der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ist in dem Zylinder 12 ein in den Fig. nicht dargestellter Kolben translatorisch bewegbar aufgenommen. Der Kolben ist über ein Pleuel gelenkig mit der Kurbelwelle gekoppelt, sodass die translatorischen Bewegungen des Kolbens in dem Zylinder 12 in eine

rotatorische Bewegung der Kurbelwelle um die Drehachse umgewandelt werden. Durch die in dem Zylinder 12 während des gefeuerten Betriebs ablaufenden Verbrennungsvorgänge wird der Kolben in dem Zylinder 12 angetrieben, sodass die Kurbelwelle über das Pleuel von dem Kolben angetrieben und somit um die Drehachse gedreht wird.

Aus Fig. 1 ist erkennbar, dass der Zylinder 12 durch eine durch das Zylindergehäuse 10 gebildete Zylinderlaufbahn 14 gebildet beziehungsweise begrenzt ist, wobei die Zylinderlaufbahn 14 auch als Zylinderwand oder Liner bezeichnet wird. Während des gefeuerten Betriebs kann sich der Kolben, insbesondere über sein Kolbenhemd, in radialer Richtung des Kolbens an der Zylinderlaufbahn 14 abstützen und insbesondere entlang der Zylinderlaufbahn 14 sich translatorisch im Zylinder 12 bewegen. Fig. 2 zeigt ausschnittsweise in einer schematischen Querschnittsansicht das Zylindergehäuse 10 im Bereich des Zylinders 12, wobei aus Fig. 2 die Druckseite DS und die Gegendruckseite GDS des Zylinders 12 erkennbar sind.

In dem Zylindergehäuse 10 verläuft beispielsweise wenigstens ein in den Fig. nicht erkennbarer Kühlmantel, welcher von einem Kühlmedium durchströmbar ist. Bei dem Kühlmedium handelt es sich vorzugsweise um ein Kühlfluid, insbesondere um eine Kühlflüssigkeit, wobei die Kühlflüssigkeit auch als Kühlwasser bezeichnet wird. Daher wird der Kühlmantel auch als Wassermantel bezeichnet. Mittels des Kühlmantels und mittels des den Kühlmantel durchströmenden Kühlmediums kann das Zylindergehäuse 10, insbesondere die Zylinderlaufbahn 14, gekühlt werden, indem ein Wärmeübergang von dem Zylindergehäuse 10 an das den Kühlmantel durchströmende Kühlmedium erfolgen.

Ist die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine beispielsweise eine längere Zeit deaktiviert, so nimmt Zylindergehäuse 10 einen ersten Zustand ein, in welchem das Zylindergehäuse 10 und somit der Zylinder 12 und die Zylinderlaufbahn 14 Umgebungstemperatur aufweisen. Mit anderen Worten entspricht die Temperatur des Zylindergehäuses 10 und somit des Zylinders 12 und der Zylinderlaufbahn 14 der Umgebungstemperatur, welche in der Umgebung der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere des Kraftfahrzeugs, herrscht.

Wird die Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ausgehend von dem ersten Zustand aktiviert, sodass in dem Zylinder 12 Verbrennungsvorgänge ablaufen, so werden das Zylindergehäuse 10 und somit der Zylinder 12 und die Zylinderlaufbahn 14 durch die

Verbrennungsvorgänge erwärmt. Dadurch kommen das Zylindergehäuse 10 und somit der Zylinder 12 und die Zylinderlaufbahn 14 in einen zweiten Zustand beziehungsweise nehmen einen zweiten Zustand ein, in welchem das Zylindergehäuse 10 und somit der Zylinder 12 und die Zylinderlaufbahn 14 eine Temperatur aufweisen, welche wesentlich höher als die Umgebungstemperatur ist. Insbesondere weisen das Zylindergehäuse 10, der Zylinder 12 und die Zylinderlaufbahn 14 die gegenüber der Umgebungstemperatur höhere Temperatur während des gefeuerten Betriebs auf. Dabei zeigen Fig. 1 und 2 den zweiten Zustand.

Aus Fig. 1 ist erkennbar, dass die Zylinderlaufbahn eine Innenkontur 18 aufweist, welche in dem zweiten Zustand zumindest in einem Teilbereich 16 gegenüber der zylindrischen Form eingeschnürt ist und somit in dem zweiten Zustand eine von der zylindrischen Form abweichende Form aufweist. Hierdurch kommt es im gefeuerten Betrieb zu einer hohen Reibleistung, zu einem hohen Kraftstoffverbrauch und zu einem ungünstigen Geräuschverhalten der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine kommen kann. Die zylindrische Form wird auch als ideale Form oder als ideale Zylinderform bezeichnet.

Mit anderen Worten ist aus Fig. 1 und 2 erkennbar, dass die Innenkontur 18 bei dem gefeuerten Betrieb in dem Teilbereich 16 eingeschnürt ist, was in Fig. 1 durch Pfeile 20 veranschaulicht ist. Infolge dieser Einschnürung der Innenkontur 18 weist die Zylinderlaufbahn 14 wenigstens eine in dem Zylinder 12 in radialer Richtung hineinragende Ausbuchtung auf, welche beispielsweise auch als Buckel bezeichnet wird. Somit weicht die Innenkontur 18 bei Umgebungstemperatur sehr stark von der idealen Zylinderform ab.

Fig. 3 bis 6 zeigen ein Zylindergehäuse 10 einer Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine. Dabei zeigen Fig. 3 und 4 den zuvor beschriebenen ersten Zustand, sodass das Zylindergehäuse 10 in Fig. 3 und 4 Umgebungstemperatur aufweist. Fig. 5 und 6 zeigen das Zylindergehäuse 10 gemäß Fig. 3 und 4 im zweiten Zustand, das heißt bei dem gefeuerten Betrieb.

Um nun einen besonders effizienten und somit kraftstoffverbrauchsarmen Betrieb und ein vorteilhaftes Geräuschverhalten der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisieren zu können, ist es bei dem Zylindergehäuse 10 gemäß Fig. 3 und 4 vorgesehen, dass die Zylinderlaufbahn 14 lediglich in einem in axialer Richtung des Zylinders 12 außermittigen Teilbereich 16 aufgeweitet ist, welcher eine Wechselzone, in der bei einem Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ein Kolbenanlagewechsel stattfindet, umfasst.

Um nun einen besonders effizienten und somit kraftstoffverbrauchsarmen Betrieb und ein vorteilhaftes Geräuschverhalten der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisieren zu können, ist es bei dem Zylindergehäuse 10 gemäß Fig. 5 und 6 vorgesehen, dass die Zylinderlaufbahn 14 über ihre gesamte axiale Erstreckung aufgeweitet ist.

Beispielsweise ist der Brennraum (Zylinder 12) derart gezielt gefertigt, das heißt derart gezielt hergestellt, dass die Zylinderlaufbahn 14 bei Umgebungstemperatur (Fig. 3 und 4) eine von der zylindrischen Form abweichende, über die gesamte axiale Erstreckung des Zylinders 12 gegenüber der zylindrischen Form aufgeweitete Innenkontur 18 aufweist, welche sich der zylindrischen Form unter Verringerung oder Aufhebung der Aufweitung infolge einer durch den gefeuerten Betrieb bewirkten Erwärmung des Brennraums zumindest annähert. Mit anderen Worten weicht die Innenkontur 18 im ersten Zustand und somit bei Umgebungstemperatur gezielt von der idealen Zylinderform und somit von der Form eines geraden Kreiszylinders abt.

Aus Fig. 3 und 4 ist erkennbar, dass die Innenkontur 18 bei Umgebungstemperatur in dem Teilbereich 16 eine Aufweitung aufweist, welche in Fig. 3 durch Pfeile 22 veranschaulicht ist. Dies bedeutet, dass die Innenkontur 18 bei Umgebungstemperatur gegenüber der idealen Zylinderform in dem Teilbereich 16 aufgeweitet ist, sodass die Zylinderlaufbahn 14 im Teilbereich 16 eine Einbuchtung aufweist. Aus Fig. 3 ist erkennbar, dass die Innenkontur 18 beispielsweise lediglich in dem Teilbereich 16 oder in mehreren Teilbereichen gegenüber der idealen Zylinderform aufgeweitet werden kann. Bei dem in Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsbeispiel ist es vorgesehen, dass die Innenkontur 18 bei Umgebungstemperatur über die gesamte axiale Erstreckung der Zylinderlaufbahn 14 gegenüber der idealen Zylinderform aufgeweitet sein kann.

Infolge einer durch die Verbrennungsvorgänge und somit durch den gefeuerten Betrieb bewirkten Erwärmung des Zylindergehäuses 10 und somit des Zylinders 12 und der Zylinderlaufbahn 14 nähert sich die Innenkontur 18 der idealen Zylinderform an, wobei sich die Innenkontur 18 insbesondere so weit an die ideale Zylinderform annähern kann, dass die Innenkontur 18 während des gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine der idealen Zylinderform zumindest im Wesentlichen entspricht.

Die Aufweitung der Innenkontur 18 bei Umgebungstemperatur ist somit eine Formkorrektur, mittels welcher Verzüge des Zylindergehäuses 10 minimiert beziehungsweise kompensiert werden können. Die Innenkontur 18 wird während des

gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine auch als Warmkontur bezeichnet, da die Zylinderlaufbahn 14 in dem zweiten Zustand wesentlich wärmer als in dem ersten Zustand ist. Somit zeigen Fig. 5 und 6 die Innenkontur 18 bei dem gefeuerten Betrieb. Bei der Ausgestaltung der Innenkontur 18 insbesondere im ersten Zustand werden beispielsweise Steifigkeitssprünge, die beispielsweise durch den Kühlmantel bewirkt sind, und/oder Verbindungen, insbesondere Verschraubungen, des Zylindergehäuses 10 mit wenigstens einer weiteren Komponente der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine und/oder in dem Zylinder 12 auftretende Verbrennungsdrücke berücksichtigt. Bei der Komponente handelt es sich beispielsweise um einen Zylinderkopf, der mit dem Zylindergehäuse 10 verbunden ist.

Dadurch, dass die Innenkontur 18 in ihrem zweiten Zustand der idealen Zylinderform stärker ähnelt als in dem ersten Zustand oder der idealen Zylinderform sogar entspricht, können die Reibleistung der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine sowie die Entstehung von unerwünschten Geräuschen besonders gering gehalten werden, sodass der Kraftstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine gering gehalten werden können und ein besonders vorteilhaftes Geräuschverhalten der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine realisiert werden kann.

Patentansprüche

1. Zylindergehäuse (10) für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem als Zylinder (12) ausgebildeten und zumindest teilweise durch eine Zylinderlaufbahn (14) begrenzten Brennraum, in welchem während eines gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine Verbrennungsvorgänge ablaufen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufbahn (14) über ihre gesamte axiale Erstreckung aufgeweitet ist.
2. Zylindergehäuse (10) für eine Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit wenigstens einem als Zylinder (12) ausgebildeten und zumindest teilweise durch eine Zylinderlaufbahn (14) begrenzten Brennraum, in welchem während eines gefeuerten Betriebs der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine Verbrennungsvorgänge ablaufen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufbahn (14) in einem in axialer Richtung des Zylinders (12) außermittigen Teilbereich (16) aufgeweitet ist, welcher eine Wechselzone, in der bei einem Betrieb der Hubkolben-Verbrennungskraftmaschine ein Kolbenanlagewechsel stattfindet, umfasst.
3. Zylindergehäuse (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufbahn (14) durch Honen bearbeitet ist.
4. Zylindergehäuse (10) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

die Zylinderlaufbahn (14) durch wenigstens ein von dem Honen unterschiedliches, vor dem Honen durchgeführtes Bearbeitungsverfahren bearbeitet ist.

2016P01390WO

1/3

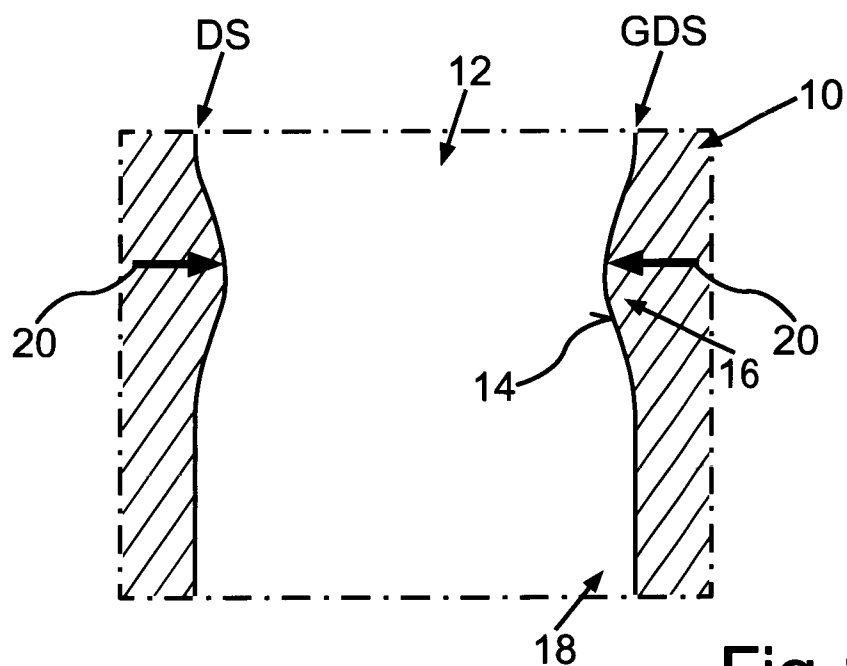


Fig.1

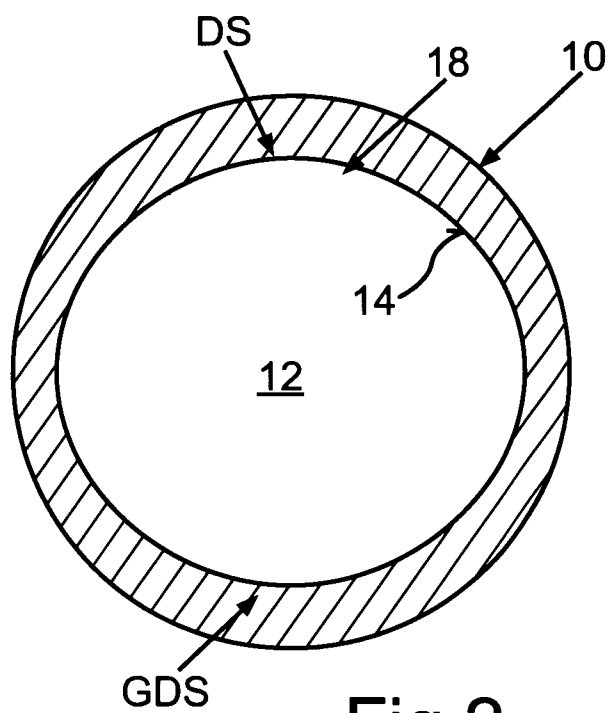


Fig.2

2016P01390WO

2/3

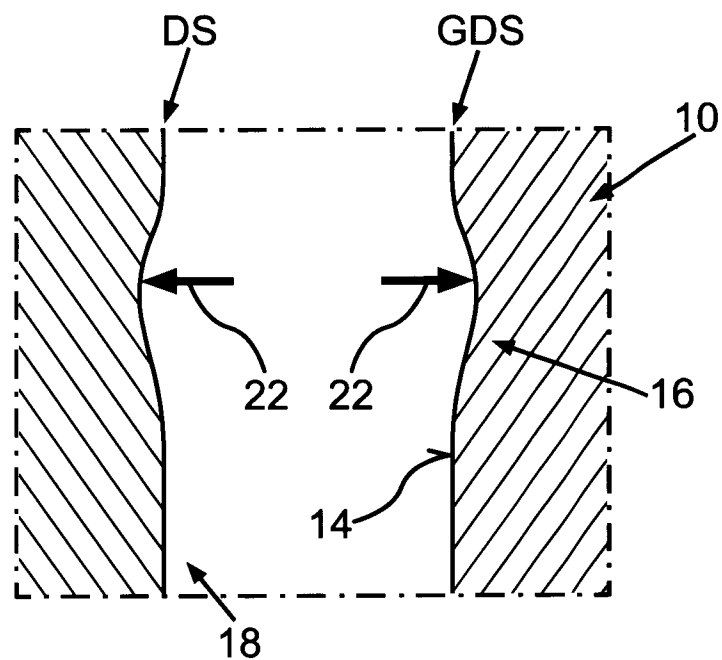


Fig.3

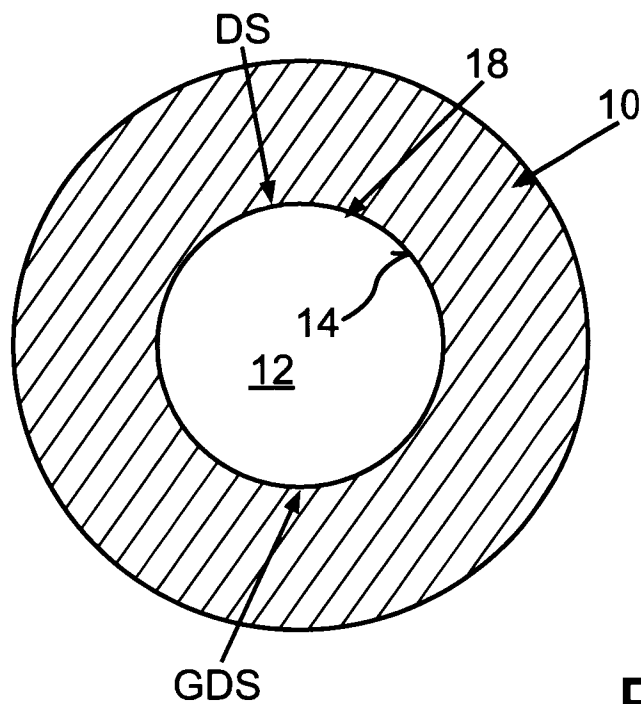


Fig.4

2016P01390WO

3/3

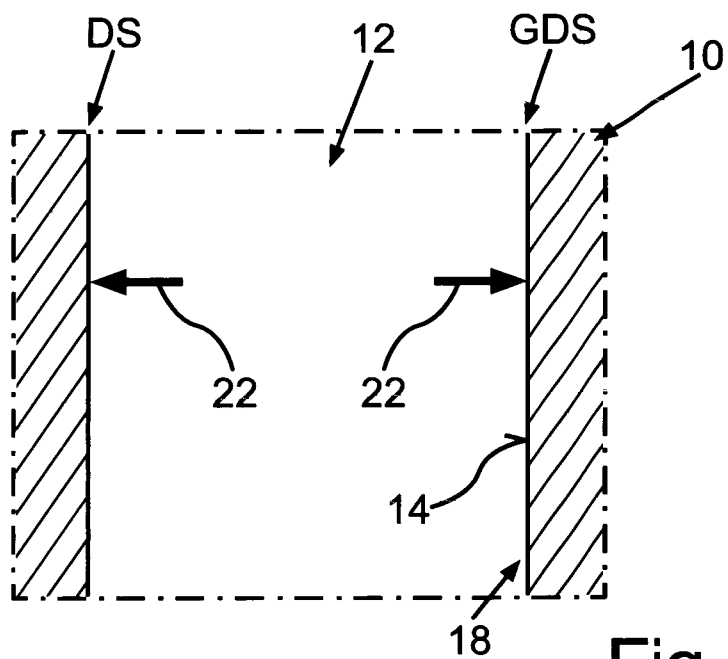


Fig.5

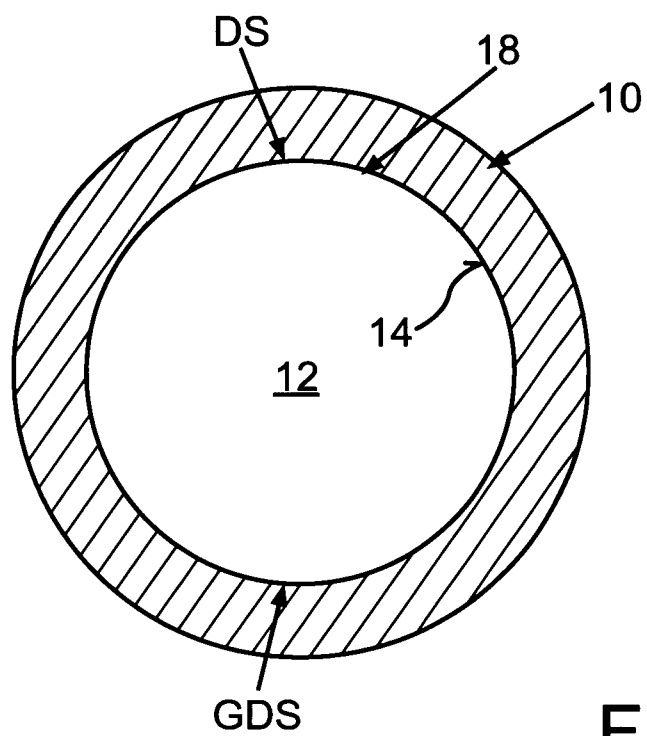


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/001179

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F02F1/18
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
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, 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	JP S57 126539 A (NISSAN MOTOR) 6 August 1982 (1982-08-06) figures 9, 10 -----	1,3
X	FR 2 457 744 A1 (CITROEN SA) 26 December 1980 (1980-12-26) figure 9 -----	1,3
X	JP 2004 036511 A (TOYOTA MOTOR CORP) 5 February 2004 (2004-02-05) abstract paragraph [0024] figures -----	2,4
X	DE 15 76 404 A1 (RHEINSTAHL HANOMAG AG) 5 March 1970 (1970-03-05) figures 1-4 -----	1,3



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

15 January 2018

Date of mailing of the international search report

22/01/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Matray, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/001179

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP S57126539	A	06-08-1982	NONE

FR 2457744	A1	26-12-1980	DE 3019998 A1 11-12-1980
			FR 2457744 A1 26-12-1980
			JP S55157477 A 08-12-1980

JP 2004036511	A	05-02-2004	NONE

DE 1576404	A1	05-03-1970	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02F1/18
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP S57 126539 A (NISSAN MOTOR) 6. August 1982 (1982-08-06) Abbildungen 9, 10 -----	1,3
X	FR 2 457 744 A1 (CITROEN SA) 26. Dezember 1980 (1980-12-26) Abbildung 9 -----	1,3
X	JP 2004 036511 A (TOYOTA MOTOR CORP) 5. Februar 2004 (2004-02-05) Zusammenfassung Absatz [0024] Abbildungen -----	2,4
X	DE 15 76 404 A1 (RHEINSTAHL HANOMAG AG) 5. März 1970 (1970-03-05) Abbildungen 1-4 -----	1,3



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

15. Januar 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/01/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Matray, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/001179

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S57126539 A	06-08-1982	KEINE	
FR 2457744 A1	26-12-1980	DE 3019998 A1	11-12-1980
		FR 2457744 A1	26-12-1980
		JP S55157477 A	08-12-1980
JP 2004036511 A	05-02-2004	KEINE	
DE 1576404 A1	05-03-1970	KEINE	