

(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
30. Juli 2020 (30.07.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/150759 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02M 21/02 (2006.01) *F02F 1/36* (2006.01)
F02B 19/10 (2006.01) *F02M 55/00* (2006.01)
F02B 19/12 (2006.01) *F02M 61/14* (2006.01)
F02F 1/24 (2006.01) *F02B 23/10* (2006.01)

(72) Erfinder: **PUSCHNIK, Andreas**; Keplerstrasse 57/18,
8020 GRAZ (AT). **KNOLLMAYR, Christof**; Hauffgasse
16, 8042 GRAZ (AT). **ZURK, Andreas**; Siebing 97, 8481
WEINBURG (AT). **KLAMPFER, Martin**; Neureitereg
41, 8151 HITZENDORF (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2020/060016

(74) Anwalt: **BABELUK, Michael**; Florianigasse 26/3, 1080
WIEN (AT).

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. Januar 2020 (22.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

A 50044/2019 22. Januar 2019 (22.01.2019) AT
A 50690/2019 30. Juli 2019 (30.07.2019) AT

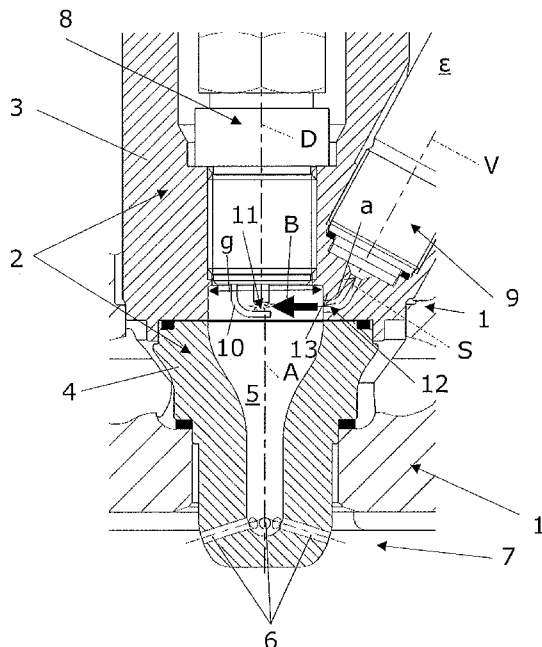
(71) Anmelder: **AVL LIST GMBH** [AT/AT]; Hans-List-Platz
1, 8020 GRAZ (AT).

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

(54) Title: CYLINDER HEAD OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: ZYLINDERKOPF EINER BRENNKRAFTMASCHINE

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a cylinder head (1) of an internal combustion engine (in particular of a gas engine) comprising at least one spark plug (8) having at least one earth electrode (10) in order to form an ignition spark (11), and a precombustion chamber component (2) which accommodates the spark plug (8) and forms a precombustion chamber (5) into which a fuel channel (12), arranged in the precombustion chamber (2), leads. The problem addressed by the present invention is that of improving ignition. This problem is solved by the above-mentioned cylinder head by orienting a flow axis (S) of the fuel channel (12) at the outlet (13) in the direction of the earth electrode (10), such that substantially the entire fuel flow (B) flows to the earth electrode (10), the axis of rotation (D) of the spark plug (8) being offset (x) from the axis (A) of the precombustion chamber (5), the offset (x) being between 0 and 15% of the greatest precombustion chamber diameter (g).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) einer Brennkraftmaschine - insbesondere eines Gasmotors - mit zumindest einer Zündkerze (8) mit mindestens einer Masseelektrode (10) zur Bildung eines Zündfunken (11) und einem die Zündkerze (8) aufnehmendes Vorkammerbauteil (2), das eine Vorkammer (5) bildet in den ein Brennstoffkanal (12) führt, der in dem Vorkammerbauteil (2) angeordnet ist. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es die Zündung zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch den obigen Zylinderkopf dadurch gelöst, dass eine Strömungsachse (S) des Brennstoffkanals (12) am Austritt (13) in Richtung der Masseelektrode (10) orientiert ist, so dass im Wesentlichen der gesamte Brenn Stoff ström (B) zu der Masseelektrode (10) strömt, wobei die Drehachse (D) der Zündkerze (8) einen Versatz (x) zu der Achse (A) der Vorkammer (5) aufweist, wobei der Versatz (x) zwischen 0 bis 15% des größten Vorkammerdurchmessers (g) beträgt.



WO 2020/150759 A1

(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)

Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine - insbesondere eines Gasmotors - mit zumindest einer Zündkerze mit mindestens einer Massenelektrode zur Bildung eines Zündfunken und einem die Zündkerze aufnehmendes Vorkammerbauteil, das eine Vorkammer bildet in den ein Brennstoffkanal führt, der in dem Vorkammerbauteil angeordnet ist, wobei eine Strömungsachse des Brennstoffkanals am Austritt des Brennstoffkanals in Richtung der Massenelektrode orientiert ist, so dass im Wesentlichen der gesamte Brennstoffstrom zu der Massenelektrode strömt.

Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Fertigung eines derartigen Zylinderkopfs und eine Brennkraftmaschine mit dem Zylinderkopf.

Dabei ist die Brennkraftmaschine und dadurch der Zylinderkopf üblicherweise flüssigkeitsgekühlt.

Zündkerzen mit Vorkammern sind beispielsweise aus der EP 2 894 313 A1 für Gas-Otto-Motoren bekannt. Dabei ist in einer Hülse um die Zündkerze ein Brennstoffventil vorgesehen. In der Hülse befindet sich eine Bohrung, die vom Brennstoffventil bis zur Vorkammer reicht. Diese Bohrung ist zur Achse der Zündkerze geneigt angeordnet. Bei dieser Zündkerze ist zur besseren Vermischung ein Leitelement zwischen Zündkerze und Brennstoffventil und der Vorkammer vorgesehen. Über Übertrittsöffnungen ist ein Brennraum der Brennkraftmaschine mit der Vorkammer strömungsverbunden. Bei dieser speziellen Anordnung ist zwischen Vorkammer und Übertrittsöffnung eine Steigleitung vorgesehen. Nachteilig an dieser Anordnung ist, dass einerseits zur Gewährleistung einer guten Durchmischung ein zusätzliches Leitelement vorgesehen werden muss. Weiters kommt es durch die Teilung der Brennstoffströmung zu unerwünschten Strömungsverhältnissen.

Durch die Teilung des Brennstoffs durch das Leitelement ist die Strömung schwieriger vorherzubestimmen. Dadurch können dementsprechend zündfähige Gemische bei Entstehung des Zündfunken von der Massenelektrode entfernt entstehen und so zu einer verzögerten Zündung, Klopfen, ungleichmäßiger Verbrennung und dergleichen kommen. Dieser Effekt wird durch Abnutzungserscheinungen weiter verstärkt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es die Zündung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch den obigen Zylinderkopf dadurch gelöst, dass die Drehachse der Zündkerze einen Versatz zu der Achse der Vorkammer aufweist, wobei der Versatz zwischen 0 % bis 15 % des größten Vorkammerdurchmessers beträgt.

Unter Strömungsachse versteht sich hier diejenige Linie, die die Mittelpunkte der Durchmesser des Brennstoffkanals miteinander verbindet. Die Richtung der Strömungsachse entspricht unter Vernachlässigung etwaiger unerwarteter Strömungseffekte durch das Brennstoffventil oder der Strömung stromab des Brennstoffkanals in etwa der Strömungsrichtung der ungestörten Strömung im Mittelpunkt des Strömungskanals.

In Anbetracht des allgemeinen Bestrebens in der Automobilindustrie Bauteilgrößen zu reduzieren, ist es vorteilhaft, wenn eine Strömungsachse des Brennstoffkanals in zumindest einer Richtung gekrümmt ist. Durch diese Krümmung kann die Neigung des Brennstoffventils gegenüber der Vorkammerachse reduziert werden, ohne dass mit störenden Strömungseffekten zu rechnen ist.

Durch diese Reduzierung der Neigung kann die radiale Baugröße um die Achse der Vorkammer verringert werden. Durch reduzierte Baugrößen kann Gewicht minimiert werden, was in weiterer Folge zu Reduktion des Brennstoffbedarfs führt, was wiederum hinsichtlich des Umweltschutzes vorteilhaft ist. Fragen des Packagings in Fahrzeugen werden durch verringerte Baugrößen vereinfacht. Weiters kann durch die Krümmung ein Tumble oder ein Drall erzeugt werden, der positiv auf die Vermischung in der Vorkammer einwirken kann.

Durch die gezielte Anströmung der Massenelektrode ist es möglich das zündbare Gemisch schneller in die Nähe des Zündfunken zu transportieren. Dadurch kommt es zu einer schnelleren und besser kontrollierbaren Zündung in der Vorkammer. Die Verbrennung wird gleichmäßiger und die Klopfneigung in der Vorkammer wird reduziert.

Es ist weiter vorgesehen, dass die Drehachse der Zündkerze einen Versatz zu der Achse der Vorkammer aufweist, wobei der Versatz zwischen 0 % bis 15 % des größten Vorkammerdurchmessers beträgt. Dadurch wird eine Qualität der Verbrennung weiter gesteigert und ein Gas-Luftgemisch ist möglichst gleichmäßig und schnell zündbar. Ein weiterer dadurch erzielter Vorteil ist, dass ein in einem Zylinderkopf vorhandener Bauraum bestmöglich und effizient genutzt wird. Die Kombination der gezielten Anströmung der Massenelektrode mit dem kleinen Versatz der Zündkerze zur Vorkammerachse verstärkt die oben angeführten Vorteile also weiter.

Beträgt der Versatz 0 % oder nahezu 0 % ist kein Versatz zwischen der Drehachse der Zündkerze und der Achse der Vorkammer vorgesehen, das heißt diese beiden Achsen gehen im Wesentlichen versatzfrei ineinander über.

Diese Aufgabe wird auch durch eine Brennkraftmaschine mit einem erfindungsgemäßen Zylinderkopf und durch ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Fertigung eines erfindungsgemäßen Zylinderkopfs gelöst.

Es ist günstig, wenn der Versatz zwischen der Drehachse der Zündkerze und der Achse der Vorkammer zwischen 0 % bis 15 %, insbesondere zwischen 0 % und 10 %, bevorzugt zwischen 0 % und 8 %, besonders bevorzugt weniger als 7 % des größten Vorkammerdurchmessers beträgt. Dadurch kann eine Qualität der Zündung und Verbrennung weiter gesteigert werden. Die Zündkerze ist folglich zentral angeordnet.

Es ist vorteilhaft, wenn eine Drehachse der Zündkerze und die Strömungsachse des Brennstoffkanals im Wesentlichen in einer Ebene liegen und dass die Strömungsachse im Wesentlichen in dieser Ebene gekrümmt ist. Dadurch ist ein Tumble erreichbar. Wenn der Brennstoffkanal nur in einer Ebene eine Krümmung aufweist, ist dies von Nutzen in der Fertigung, da sich diese dementsprechend vereinfacht.

Unter der Wendung "im Wesentlichen" verstehen sich im Rahmen dieser Erfindung Maße und Formen des betreffenden Gegenstands, die um einen geringen Anteil - beispielsweise im Rahmen einer Fertigungstoleranz - von der exakten Form oder dem exakten Maß abweichen, da eine exakte Verwirklichung nicht möglich ist.

Besonders günstige Strömungsverhältnisse ergeben sich, wenn die Krümmung des Brennstoffkanals einen Winkel zwischen 80° und 160° einschließt. Dies hat außerdem Vorteile für die Anordnung des Brennstoffventils. Dadurch kann der Bauraum weiter verringert werden.

In einer vorteilhaften Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Strömungsachse im Bereich des Austritts im Wesentlichen normal auf eine Achse der Vorkammer angeordnet ist, so dass die Anströmung des Zündfunkens im Wesentlichen normal auf die Achse der Vorkammer ist. Dies ist für gewisse Bauräume günstig.

In einer alternativen Ausführung ist für andere Platzverhältnisse oder Bauräume hingegen vorgesehen, dass die Strömungsachse im Bereich des Austritts im Wesentlichen um einen Winkel gegenüber einer Normalebene durch die Achse der Vorkammer geneigt ist, sodass die Anströmung des Zündfunkens im Wesentlichen um einen Winkel gegenüber der Normalebene durch die Achse der Vorkammer geneigt ist, wobei der Winkel zwischen 0° und 30° beträgt.

Um die Abstände zwischen Masselektrode und Brennstoffkanal zu verkürzen, ist es günstig, wenn der Austritt des Brennstoffkanals mit der Strömungsachse auf der Höhe der Massenelektrode entlang der Achse der Vorkammer angeordnet ist.

Es ist günstig, wenn das Vorkammerbauteil eine Vorkammerhülle zur Bildung der Vorkammer und eine Hülse um die Zündkerze aufweist, wobei die Vorkammerhülle und die Hülse jeweils einstückig ausgebildet sind und/oder miteinander verbunden sind. Dadurch kann bei Problemen mit der Zündung einfach das Vorkammerbauteil aus dem Zylinderkopf entnommen werden, was Reparaturen und Austausch einfacher und kostengünstiger macht. Wenn Vorkammerhülle und Hülse miteinander verbunden sind, so kann dies beispielsweise durch eine Verschraubung mit einer Dichtung realisiert sein. Es kann also vorgesehen sein, dass die Hülse einstückig und die Vorkammerhülle einstückig ausgebildet und dann miteinander verbunden sind. Allerdings kann es auch sein, dass die Hülse und die Vorkammerhülle zusammen einstückig ausgebildet sind.

In einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass im Vorkammerbauteil ein Brennstoffventil angeordnet ist. Dadurch können Leckagen erfolgreich vermieden werden.

Um eine günstige Strömung im Brennstoffkanal zu erreichen, ist in einer günstigen Ausführung vorgesehen, dass die Strömungsachse des Brennstoffkanals in einem Bereich des Brennstoffkanals der an das Brennstoffventil angrenzt im Wesentlichen der Drehachse des Brennstoffventils entspricht. Turbulenzen nach dem Brennstoffventil können so vermieden werden. Es kann allerdings auch vorgesehen sein, dass die Drehachse des Brennstoffventils nicht koaxial mit der Achse des Brennstoffkanals 12 ist, sondern dass zwischen den beiden Achsen ein Winkel von etwa 0° bis etwa 0° vorgesehen ist.

Es ist von Vorteil, wenn das Brennstoffventil gegenüber der Achse der Vorkammer geneigt angeordnet ist, wobei diese Neigung vorzugsweise einem Winkel zwischen -10° und $+35^\circ$ entspricht. Durch die obige angesprochene Reduzierung der Neigung kann in einem extremen Fall eine Neigung von 0° , also keine Neigung vorgesehen werden. Das würde zwar zur maximalen Platzeinsparung führen. Es ist jedoch die Strömung im ersten Bereich des Brennstoffkanals, der an das Brennstoffventil grenzt ein Knick oder eine Umlenkung erforderlich, so dass die Strömung negativ beeinflusst werden könnte.

Eine weitere Steigerung dieses Effekts wird erreicht, wenn der Versatz in der Ebene liegt und die Massenelektrode durch den Versatz in Bezug auf die Achse der Vorkammer von dem Brennstoffkanal abgewandt angeordnet ist.

Um maximale Flexibilität hinsichtlich der Anordnung der Bauteile zu gewinnen, ist es vorgesehen, dass eine Drehachse der Zündkerze einen Winkel zur Achse der Vorkammer aufweist, der zwischen 0° und 30° ist.

Hinsichtlich der Dichtheit und der Robustheit der Erfindung, ist es vorteilhaft, wenn der Brennstoffkanal durch eine rohrförmige Ausnehmung entlang der Strömungsachse innerhalb des Vorkammerbauteils gebildet ist, sodass die Ausnehmung des Brennstoffkanals radial um die Strömungsachse von Material des Vorkammerbauteils umgeben ist.

Um die Fertigung zu erleichtern ist es in einer günstigen Variante des Verfahrens vorgesehen, dass das Schneiden des Kerzengewindes für die Zündkerze in dem Vorkammerbauteil derart durchgeführt wird, dass eine Massenelektrode nach dem Einschraubvorgang in einer definierten Lage zum Brennstoffkanal angeordnet ist. Grundsätzlich ist es günstig, wenn der Zylinderkopf zumindest teilweise, insbesondere die Vorkammer und/oder die Zündkerze über 3D-Druck hergestellt wird. Insbesondere wird der Zylinderkopf zumindest teilweise durch das additive Fertigungsverfahren Laseraufschmelzen hergestellt.

Die Erfindung wird in weiterer Folge anhand nicht einschränkender Ausführungsbeispiele in den Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Detail eines erfindungsgemäßen Zylinderkopfs im Schnitt in einer ersten Ausführung;
- Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht des Details in Fig. 1;
- Fig. 3 eine alternative vergrößerte Ansicht aus Fig. 1;
- Fig. 4 ein Detail eines erfindungsgemäßen Zylinderkopfs im Schnitt in einer zweiten Ausführung; und
- Fig. 5 ein Vorkammerbauteil mit einer Zündkerze und einem Brennstoffventil eines erfindungsgemäßen Zylinderkopfs in der ersten Ausführung und der schematischen Andeutung einer dritten Ausführung.

Fig. 1 zeigt ein Detail eines flüssigkeitsgekühlten Zylinderkopfs 1 in einer ersten Ausführung. Dabei ist der Zylinderkopf 1 Teil einer Brennkraftmaschine, die als Gas-Ottomotor betrieben wird. Das Detail zeigt ein Vorkammerbauteil 2 genauer. Das Vorkammerbauteil 2 weist in der gezeigten Ausführung eine Hülse 3 und eine mit der Hülse 3 verbundene Vorkammerhülle 4 auf. Dabei weist die Vorkammerhülle 4 ein Außengewinde auf und die Hülse 3 weist ein Innengewinde auf. Die Vorkammerhülle 4 ist mit der Hülse 3 verschraubt. Zwischen Vorkammerhülle 4 und Hülse 3 ist eine Dichtung vorgesehen.

Die Vorkammerhülle 4 umschließt einen großen Teil einer Vorkammer 5, die über Überströmöffnungen 6 mit einem Brennraum 7 strömungsverbunden sind. Der Brennraum 7 grenzt an den Zylinderkopf 1 unter anderem mit dem Vorkammerbauteil 2 und wird von ihm im Wesentlichen in Richtung der Vorkammer 5 abgeschlossen.

Innerhalb der Hülse 3 ist eine Zündkerze 8 und ein Gasventil 9 angeordnet. Die Zündkerze 8 reicht mit einer Massenelektrode 10 in die Vorkammer 5. Ein Bereich in dem Zündfunken von der Zündkerze 8 gebildet werden ist mit Bezugszeichen 11 versehen.

Die Zündkerze 8 ist in der ersten Ausführung mit seiner Drehachse D parallel zu einer Achse A der Vorkammer 5 ausgerichtet. In der gezeigten ersten Ausführung sind die Drehachse D und die Achse A versetzt angeordnet. Diese Drehachse D und die Achse A sind in einer alternativen Ausführung identisch.

Das Brennstoffventil 9 ist entlang einer Achse V, die der Drehachse des Brennstoffventils 9 entspricht, angeordnet. Dabei ist diese Achse V geneigt zu der Achse A der Vorkammer ausgerichtet.

Das Brennstoffventil 9 ist erfindungsgemäß über einen Brennstoffkanal 12 mit der Vorkammer 5 verbunden. Der Brennstoffkanal 12 verläuft entlang einer Strömungsachse S. Dabei entspricht diese in ihrer Richtung dem Strömungsvektor der ungestörten Strömung im inneren des Brennstoffkanals 12.

Der Brennstoffkanal 12 weist einen Austritt 13 in die Vorkammer 5 auf. Der Brennstoffkanal 12 ist zumindest am Austritt 13 in Richtung des Zündfunkens 11 und der Massenelektrode 10 orientiert. Der Brennstoff strömt daher in Richtung des Zündfunkens 11, wie durch den Pfeil B signalisiert werden soll.

Das Brennstoffventil 9 ist von der Vorkammer 5 einen Abstand a entfernt. Dabei ist dieser Abstand a die Entfernung des Abgabepunktes von Brennstoff aus dem Brennstoffventil 9 in den Brennstoffkanal 12, dem Eintritt des Brennstoffkanals, von dem Austritt 13 des Brennstoffkanals 12 in die Vorkammer 5.

Der größte Vorkammerdurchmesser g ist in den gezeigten Ausführungen am Übergang zur Zündkerze 8 zu finden. Der größte Vorkammerdurchmesser g ist bei diesen Ausführungen etwas größer als der Durchmesser der Zündkerze 8. In alternativen Ausführungen können diese Durchmesser gleich sein.

In Fig. 2 ist diese Anordnung leicht vergrößert dargestellt. Daraus geht hervor, dass die Drehachse D und die Achse A der Vorkammer 5 einen geringen Versatz x zueinander aufweisen. Dabei ist die Zündkerze 8 durch den Versatz x weiter von

dem Brennstoffventil 9 entfernt. In der gezeigten Ausführung liegen die Achse V des Brennstoffventils 9 und die Drehachse D der Zündkerze 8 in einer Ebene ε , die auch die Schnittebene für den Schnitt der Figuren 1 bis 5 bildet. Daher ist die Bildebene mit dem Bezugszeichen für die Ebene ε gekennzeichnet. Der Versatz x in der Fig. 2 kleiner als 10 % des größten Vorkammerdurchmessers g.

Der Brennstoffkanal 12 weist zwischen einem Eintritt, mit dem der Brennstoffkanal 12 an das Gasventil 9 grenzt, und dem Austritt 13 eine Krümmung 12a auf. Dabei ist die Strömungsachse S in der Ebene ε gekrümmt. In alternativen Ausführungen sind auch komplexere Formen für den Brennstoffkanal 12 möglich.

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten wurden nicht alle Bauteile in Fig. 2 beschriftet. Die fehlenden Bezugszeichen können der Fig. 1 entnommen werden.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus Fig. 1 und Fig. 2. Dabei ist die Zündkerze 8 mit der Massenelektrode 10, sowie der Zündfunke 11 gut erkennbar.

Durch das Brennstoffventil 9 wird Gas in den Brennstoffkanal 12 abgegeben. Der Brennstoffkanal 12 lenkt die Brennstoffströmung B im Wesentlichen entlang der Strömungsachse S ab und am Austritt 13 ist die Strömung B auf die Massenelektrode 10 gerichtet. Der Zündfunken 11 entsteht zwischen Massenelektrode 10 und dem Hauptteil der Zündkerze 8. Durch die Strömung B in Richtung des Zündfunken B wird das Gas, der Brennstoff sofort gezündet.

Der Austritt 13 des Brennstoffkanals 12 ist dabei mit der Strömungsachse S auf Höhe des Zündfunken 11 angeordnet und die Strömung B des Brennstoffes wird in etwa entlang einer nicht gekennzeichneten Normalebene der Achse A der Vorkammer 5 in Richtung des Zündfunken 11 abgegeben.

Die Krümmung 12a lenkt dabei die Strömungsachse S um einen Winkel δ um.

Fig. 4 zeigt ein Detail analog zu Fig. 3 einer zweiten Ausführung des erfindungsgemäßen Zylinderkopfs 1. In der Folge werden nur die Unterschiede zu der ersten Ausführung erläutert. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen dabei Bauteile mit gleichen Funktionen.

Im Unterschied zur ersten Ausführung ist in der zweiten Ausführung der Austritt 13 nicht auf derselben Höhe entlang der Achse A der Vorkammer 5 angeordnet. Dabei ist die Strömungsachse S am Austritt 13 im Vergleich zu der ersten Ausführung näher der Zündkerze 8 zugeordnet.

Die Strömungsachse S ist im Bereich des Austritts 8 um einen Winkel β geneigt. Dabei ist die Strömung des Brennstoffs B ebenfalls um den Winkel β geneigt und auf den Zündfunken 11 gerichtet.

In Fig. 5 ist eine alternative Drehachse d der Zündkerze 8 für eine dritte Ausführung angedeutet. Diese Drehachse d weist zu der Achse A der Vorkammer eine Neigung α auf.

Zusätzlich ist in dieser Figur ein Winkel γ eingezeichnet, den die Achse V des Brennstoffventils 9 zu einer Geraden aufweist, die parallel zu der Achse A der Vorkammer ist. Das Brennstoffventil 9 ist um den Winkel γ gegenüber dieser Geraden geneigt.

Der Zylinderkopf 1 ist flüssigkeitsgekühlt. Aus den Fig. 1 und Fig. 2 sind Kühlräume erkennbar, die an das Vorkammerbauteil 2 angrenzen. Dadurch sind die Zündkerze 8, das Vorkammerbauteil 2 sowie die Umgebung dieser Bauteile des Zylinderkopfs 2 vor thermischen Schäden geschützt und Wärme kann abtransportiert werden.

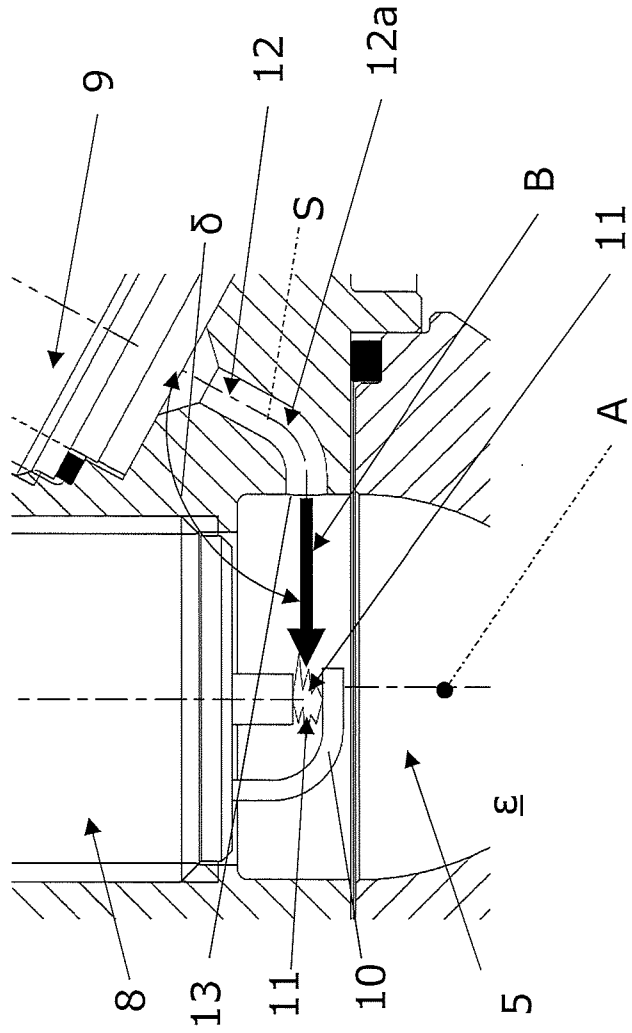
PATENTANSPRÜCHE

1. Zylinderkopf (1) einer Brennkraftmaschine - insbesondere eines Gasmotors - mit zumindest einer Zündkerze (8) mit mindestens einer Massenelektrode (10) zur Bildung eines Zündfunken (11) und einem die Zündkerze (8) aufnehmendes Vorkammerbauteil (2), das eine Vorkammer (5) bildet in den ein Brennstoffkanal (12) führt, der in dem Vorkammerbauteil (2) angeordnet ist, wobei eine Strömungsachse (S) des Brennstoffkanals (12) am Austritt (13) in Richtung der Massenelektrode (10) orientiert ist, so dass im Wesentlichen der gesamte Brennstoffstrom (B) zu der Massenelektrode (10) strömt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehachse (D) der Zündkerze (8) einen Versatz (x) zu der Achse (A) der Vorkammer (5) aufweist, wobei der Versatz (x) zwischen 0 bis 15% des größten Vorkammerdurchmessers (g) beträgt.
2. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Versatz zwischen der Drehachse (D) der Zündkerze (8) und der Achse (A) der Vorkammer (5) zwischen 0 % bis 15 %, insbesondere zwischen 0 % und 10 %, bevorzugt zwischen 0 % und 8 %, besonders bevorzugt weniger als 7 % des größten Vorkammerdurchmessers (g) beträgt.
3. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Strömungsachse (S) des Brennstoffkanals (12) in zumindest einer Richtung gekrümmt ist.
4. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Drehachse (D) der Zündkerze (8) und die Strömungsachse (S) des Brennstoffkanals (12) im Wesentlichen in einer Ebene (ϵ) liegen und dass die Strömungsachse (S) im Wesentlichen in dieser Ebene (ϵ) gekrümmt ist.
5. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Krümmung (12a) des Brennstoffkanals (12) einen Winkel (δ) zwischen 80° und 160° einschließt.
6. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsachse (S) im Bereich des Austritts (13) im Wesentlichen normal auf eine Achse (A) der Vorkammer (5) angeordnet ist, so dass die Anströmung des Zündfunken (11) im Wesentlichen normal auf die Achse (A) der Vorkammer (5) ist.
7. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsachse (S) im Bereich des Austritts (13) im Wesentlichen um einen Winkel (β) gegenüber einer Normalebene durch die Achse (A) der Vorkammer (5) geneigt ist, sodass die Anströmung des Zündfunken

- (11) im Wesentlichen um einen Winkel (β) gegenüber der Normalebene durch die Achse (A) der Vorkammer geneigt ist, wobei der Winkel (β) zwischen 0° und 30° beträgt.
8. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Austritt (13) des Brennstoffkanals (12) mit der Strömungsachse (S) auf der Höhe der Massenelektrode (10) entlang der Achse (A) der Vorkammer (5) angeordnet ist.
 9. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorkammerbauteil (2) eine Vorkammerhülle (4) zur Bildung der Vorkammer (5) und eine Hülse (3) um die Zündkerze (8) aufweist, wobei die Vorkammerhülle (4) und die Hülse (3) jeweils einstückig ausgebildet sind und/oder miteinander verbunden sind.
 10. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Vorkammerbauteil (2) ein Brennstoffventil (9) angeordnet ist.
 11. Zylinderkopf (1) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsachse (S) des Brennstoffkanals (12) in einem Bereich des Brennstoffkanals (12) der an das Brennstoffventil (9) angrenzt im Wesentlichen der Drehachse (V) des Brennstoffventils entspricht.
 12. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Brennstoffventil (9) gegenüber einer Geraden, die parallel zu der Achse (A) der Vorkammer ist, geneigt angeordnet ist, wobei diese Neigung vorzugsweise einem Winkel (γ) zwischen -10° und $+35^\circ$ entspricht.
 13. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Versatz (x) in der Ebene (ϵ) liegt und die Massenelektrode (10) durch den Versatz (x) in Bezug auf die Achse (A) der Vorkammer (5) von dem Brennstoffkanal (12) abgewandt angeordnet ist.
 14. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Drehachse (D) der Zündkerze (8) einen Winkel (α) zur Achse (A) der Vorkammer (5) aufweist, der zwischen 0° und 30° ist.
 15. Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Brennstoffkanal (12) durch eine rohrförmige Ausnehmung entlang der Strömungsachse (S) innerhalb des Vorkammerbauteils (2) gebildet ist, sodass die Ausnehmung des Brennstoffkanals (12) radial um die Strömungsachse (S) von Material des Vorkammerbauteils (2) umgeben ist.

16. Brennkraftmaschine mit einem Zylinderkopf (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15.
17. Verfahren zur Fertigung eines Zylinderkopfs (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zylinderkopf (1) zumindest teilweise durch 3D-Druck hergestellt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schneiden des Kerzengewindes für die Zündkerze (8) in dem Vorkammerbauteil (2) derart durchgeführt wird, dass eine Massenelektrode (10) nach dem Einschraubvorgang in einer definierten Lage zum Brennstoffkanal (12) angeordnet ist.

Fig. 3



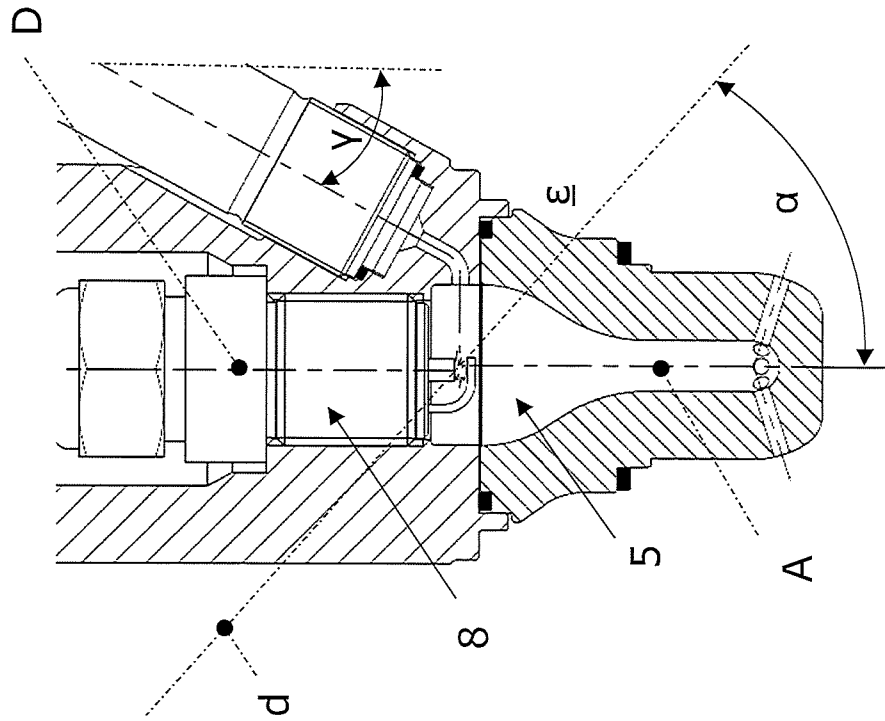


Fig. 5

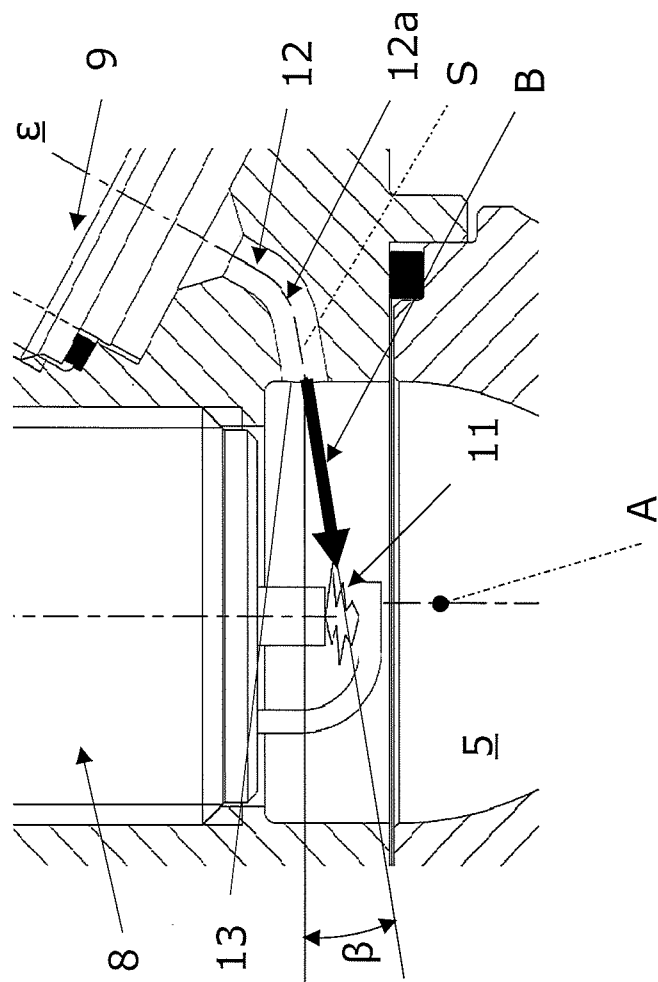


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2020/060016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M 21/02(2006.01)i; **F02B 19/10**(2006.01)i; **F02B 19/12**(2006.01)i; **F02F 1/24**(2006.01)i; **F02F 1/36**(2006.01)i;
F02M 55/00(2006.01)i; **F02M 61/14**(2006.01)i; **F02B 23/10**(2006.01)n

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)

F02M; F02B; 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 Y	WO 2015093309 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 25 June 2015 (2015-06-25) paragraph [0042]; figures 1, 2	1,2,6-13,15,16,18 17
X,P Y,P	DE 102019001163 A1 (FEV EUROPE GMBH [DE] ET AL.) 11 April 2019 (2019-04-11) paragraphs [0016] - [0025]; figures 1, 4	1,2,6-13,15,16,18 17
X Y	WO 2017029323 A1 (HOERBIGER KOMPRESSORTECH HOLD [AT]) 23 February 2017 (2017-02-23) page 6 - page 11; figures 2, 3	1-13,15,16,18 17
X Y	EP 2735717 A2 (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD [KR]) 28 May 2014 (2014-05-28) paragraphs [0035] - [0056]; figures 1-3	1-13,15,16,18 17
X Y	US 2017074184 A1 (KIM CHARLIE [US]) 16 March 2017 (2017-03-16) paragraph [0038]; figure 3	1-13,15,16,18 17
X Y	JP S63162922 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO) 06 July 1988 (1988-07-06) the whole document	1-13,15,16,18 17

☒ 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

03 April 2020

Date of mailing of the international search report

15 April 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Karstens, Thede

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/AT2020/060016

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 102009016466 A1 (MAN DIESEL SE [DE]) 07 October 2010 (2010-10-07) paragraphs [0011] - [0017]; figure 1	1,2,6-13,15,16,18 17
X Y	JP 2001003753 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 09 January 2001 (2001-01-09) the whole document	1,2,6-16,18 17
X Y	WO 2017082953 A1 (CUMMINS INC [US]) 18 May 2017 (2017-05-18) paragraphs [0022], [0035] - [0048]; figure 5	1,2,6-12,15,16,18 17
X	DE 69521204 T2 (UNIV MELBOURNE PARKVILLE [AU]) 06 June 2002 (2002-06-06) paragraph [0055]; figure 4	14
Y	DE 202016106469 U1 (CATERPILLAR INC [US]) 20 April 2017 (2017-04-20) paragraphs [0036] - [0038]	17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/AT2020/060016

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2015093309	A1	25 June 2015	JP	2015117581	A	25 June 2015
				WO	2015093309	A1	25 June 2015
DE	102019001163	A1	11 April 2019	NONE			
WO	2017029323	A1	23 February 2017	AT	517703	A4	15 April 2017
				DE	112016003750	A5	03 May 2018
				WO	2017029323	A1	23 February 2017
EP	2735717	A2	28 May 2014	CN	104040138	A	10 September 2014
				EP	2735717	A2	28 May 2014
				JP	5828037	B2	02 December 2015
				JP	2014521005	A	25 August 2014
				KR	20130010679	A	29 January 2013
				US	2014165958	A1	19 June 2014
				WO	2013012258	A2	24 January 2013
US	2017074184	A1	16 March 2017	NONE			
JP	S63162922	A	06 July 1988	JP	H07116991	B2	18 December 1995
				JP	S63162922	A	06 July 1988
DE	102009016466	A1	07 October 2010	CN	101858246	A	13 October 2010
				DE	102009016466	A1	07 October 2010
				FI	20105270	A	05 October 2010
				JP	2010242740	A	28 October 2010
				KR	20100110713	A	13 October 2010
JP	2001003753	A	09 January 2001	NONE			
WO	2017082953	A1	18 May 2017	US	2018258835	A1	13 September 2018
				WO	2017082953	A1	18 May 2017
DE	69521204	T2	06 June 2002	AT	201918	T	15 June 2001
				DE	69521204	D1	12 July 2001
				DE	69521204	T2	06 June 2002
				EP	0770171	A1	02 May 1997
				ES	2161296	T3	01 December 2001
				JP	H10502717	A	10 March 1998
				WO	9602742	A1	01 February 1996
DE	202016106469	U1	20 April 2017	CN	206309468	U	07 July 2017
				DE	202016106469	U1	20 April 2017
				US	2017145900	A1	25 May 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02M21/02	F02B19/10
	F02M55/00	F02M61/14
ADD.	F02B23/10	
F02B19/12		
F02F1/24		
F02F1/36		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F02M F02B 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	WO 2015/093309 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 25. Juni 2015 (2015-06-25)	1,2, 6-13,15, 16,18
Y	Absatz [0042]; Abbildungen 1, 2	17
X,P	DE 10 2019 001163 A1 (FEV EUROPE GMBH [DE] ET AL.) 11. April 2019 (2019-04-11)	1,2, 6-13,15, 16,18
Y,P	Absätze [0016] - [0025]; Abbildungen 1, 4	17
X	WO 2017/029323 A1 (HOERBIGER KOMPRESSORTECH HOLD [AT]) 23. Februar 2017 (2017-02-23)	1-13,15, 16,18
Y	Seite 6 - Seite 11; Abbildungen 2, 3	17
X	EP 2 735 717 A2 (HYUN DAI HEAVY IND CO LTD [KR]) 28. Mai 2014 (2014-05-28)	1-13,15, 16,18
Y	Absätze [0035] - [0056]; Abbildungen 1-3	17
	-/-	
☒ 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
3. April 2020		15/04/2020
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 Karstens, Thede

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2017/074184 A1 (KIM CHARLIE [US]) 16. März 2017 (2017-03-16)	1-13,15, 16,18
Y	Absatz [0038]; Abbildung 3 -----	17
X	JP S63 162922 A (YANMAR DIESEL ENGINE CO) 6. Juli 1988 (1988-07-06)	1-13,15, 16,18
Y	das ganze Dokument -----	17
X	DE 10 2009 016466 A1 (MAN DIESEL SE [DE]) 7. Oktober 2010 (2010-10-07)	1,2, 6-13,15, 16,18
Y	Absätze [0011] - [0017]; Abbildung 1 -----	17
X	JP 2001 003753 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 9. Januar 2001 (2001-01-09)	1,2, 6-16,18
Y	das ganze Dokument -----	17
X	WO 2017/082953 A1 (CUMMINS INC [US]) 18. Mai 2017 (2017-05-18)	1,2, 6-12,15, 16,18
Y	Absätze [0022], [0035] - [0048]; Abbildung 5 -----	17
X	DE 695 21 204 T2 (UNIV MELBOURNE PARKVILLE [AU]) 6. Juni 2002 (2002-06-06)	14
	Absatz [0055]; Abbildung 4 -----	
Y	DE 20 2016 106469 U1 (CATERPILLAR INC [US]) 20. April 2017 (2017-04-20)	17
	Absätze [0036] - [0038] -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2020/060016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 2015093309	A1	25-06-2015	JP	2015117581	A		25-06-2015	
			WO	2015093309	A1		25-06-2015	

DE 102019001163	A1	11-04-2019	KEINE					

WO 2017029323	A1	23-02-2017	AT	517703	A4		15-04-2017	
			DE	112016003750	A5		03-05-2018	
			WO	2017029323	A1		23-02-2017	

EP 2735717	A2	28-05-2014	CN	104040138	A		10-09-2014	
			EP	2735717	A2		28-05-2014	
			JP	5828037	B2		02-12-2015	
			JP	2014521005	A		25-08-2014	
			KR	20130010679	A		29-01-2013	
			US	2014165958	A1		19-06-2014	
			WO	2013012258	A2		24-01-2013	

US 2017074184	A1	16-03-2017	KEINE					

JP S63162922	A	06-07-1988	JP	H07116991	B2		18-12-1995	
			JP	S63162922	A		06-07-1988	

DE 102009016466	A1	07-10-2010	CN	101858246	A		13-10-2010	
			DE	102009016466	A1		07-10-2010	
			FI	20105270	A		05-10-2010	
			JP	2010242740	A		28-10-2010	
			KR	20100110713	A		13-10-2010	

JP 2001003753	A	09-01-2001	KEINE					

WO 2017082953	A1	18-05-2017	US	2018258835	A1		13-09-2018	
			WO	2017082953	A1		18-05-2017	

DE 69521204	T2	06-06-2002	AT	201918	T		15-06-2001	
			DE	69521204	D1		12-07-2001	
			DE	69521204	T2		06-06-2002	
			EP	0770171	A1		02-05-1997	
			ES	2161296	T3		01-12-2001	
			JP	H10502717	A		10-03-1998	
			WO	9602742	A1		01-02-1996	

DE 202016106469	U1	20-04-2017	CN	206309468	U		07-07-2017	
			DE	202016106469	U1		20-04-2017	
			US	2017145900	A1		25-05-2017	
