

(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
1. Dezember 2016 (01.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/187628 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/00 (2006.01) *F02D 19/02* (2006.01)
F02B 19/12 (2006.01) *F02D 19/06* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2016/050124

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Mai 2016 (04.05.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 328/2015 26. Mai 2015 (26.05.2015) AT

(71) Anmelder: GE JENBACHER GMBH & CO OG
[AT/AT]; Achenseestrasse 1-3, 6200 Jenbach (AT).

(72) Erfinder: FUCHS, Jochen; Bahnhofstrasse 4, 6112
Wattens (AT).

(74) Anwälte: GANGL, Markus et al.; Wilhelm-Greil-Str. 16,
6020 Innsbruck (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, 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.

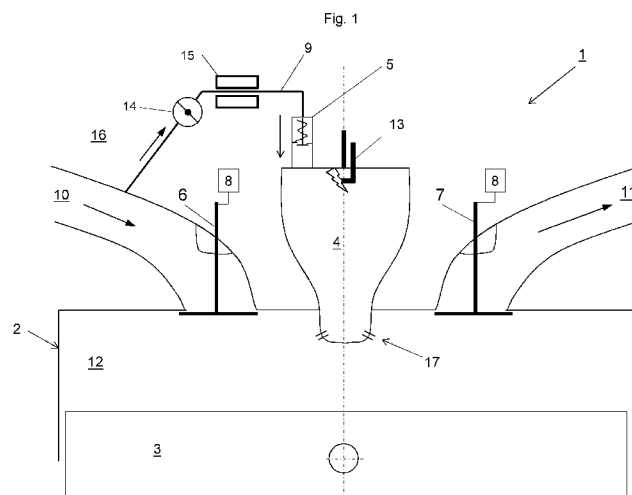
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung : BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine, comprising a cylinder head (1) and at least one piston/cylinder unit, in which a piston (3) can be moved in a cylinder (2) between a bottom dead center position and a top dead center position, wherein a main combustion chamber (12) is formed in the cylinder (2) by the piston (3) and by the cylinder head (1), which main combustion chamber is connected to a pre-chamber (4), which has a pre-chamber gas valve (5), and wherein intake and exhaust valves (6, 7) of the main combustion chamber (12) are actuated by means of an actuator (8), wherein the pre-chamber gas valve (5) is connected to a source for a gas/air mixture and the pre-chamber charge consists of a gas/air mixture having a lambda greater than 1.2, preferably greater than 1.5, especially preferably greater than 1.7, and the actuator (8) is configured in such a way that the intake valve (6) closes before the piston (3) reaches the bottom dead center position, wherein the piston (3) is designed as a flat-top piston.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/187628 A1



Brennkraftmaschine, mit einem Zylinderkopf (1) und wenigstens einer Kolben-Zylinder- Einheit, in welcher in einem Zylinder (2) ein Kolben (3) zwischen einer unteren und einer oberen Totpunktlage bewegbar ist, wobei im Zylinder (2) durch den Kolben (3) und den Zylinderkopf (16) ein Hauptbrennraum (12) ausgebildet ist, der mit einer Vorkammer (4) in Verbindung steht, die ein Vorkammergasventil (5) aufweist und wobei Ein- und Auslassventile (6, 7) des Hauptbrennraums (12) durch einen Aktuator (8) betätigt sind, wobei das Vorkammergasventil (5) mit einer Quelle für ein Gas-Luft-Gemisch verbunden ist und die Vorkammerladung aus einem Gas-Luft-Gemisch mit einem Lambda größer als 1,2, bevorzugt größer als 1,5, besonders bevorzugt größer als 1,7 besteht und dass der Aktuator (8) derart konfiguriert ist, dass das Einlassventil (6) schließt, bevor der Kolben (3) die untere Totpunktlage erreicht, wobei der Kolben (3) als Flachkolben ausgeführt ist.

Brennkraftmaschine

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 6.

Es ist bekannt, Brennkraftmaschinen, insbesondere Gasmotoren, bis zu einem Hubvolumen von ca. 3 Litern als Direktzündler auszuführen. Bei Direktzündern entzündet eine in den Hauptbrennraum ragende Zündkerze direkt das im Hauptbrennraum vorliegende Gas-Luft-Gemisch. Der Nachteil von Direktzündern ist, dass die Qualität der Entzündung des Gas-Luft-Gemisches vollständig von der Zündkerze abhängt. Selbst geringer Verschleiß der Zündkerze macht sich durch Zyklusschwankungen (Schwankungen der Schwerpunktlage der Verbrennung) bemerkbar. Für einen Betrieb mit maximalem Wirkungsgrad ist es jedoch wichtig, die Brennkraftmaschine möglichst nahe an der Klopfgrenze zu betreiben. Sind jedoch Zyklusschwankungen zu berücksichtigen, muss die Brennkraftmaschine mit größerem Abstand von der Klopfgrenze und damit mit verringertem Wirkungsgrad betrieben werden. Bei solchen Brennkraftmaschinen, die also keine Vorkammern aufweisen, ist es üblich durch Verwendung speziell ausgebildeter Zündkerzen, Kolben (beispielsweise Muldenkolben) und eines speziellen Zylinderkopfes sowie durch Schließen des Einlassventils nachdem der Kolben seinen unteren Totpunkt verlassen hat (spätes Miller- oder Atkinson-Verfahren) eine Verwirbelung der Ladung im Hauptbrennraum und so eine homogenere Verbrennung zu erzielen.

Es ist außerdem bekannt, bei mit Vorkammern versehenen Brennkraftmaschinen (meist ab einem Hubvolumen von ca. 3 Litern) die Vorkammern mit reinem Gas oder einem sehr fetten Gas-Luft-Gemisch (λ etwa gleich 1,1) zu spülen, damit das in der Vorkammer vorliegende Gemisch gut entflammbar ist. Zum Zündzeitpunkt stellt sich in der Vorkammer dann ein λ von etwa 1,0 bis 1,1 ein. Man spricht hier von gasgespülten Vorkammern. Das Verhältnis des Volumens der Vorkammer zum Volumen des Hauptbrennraums im oberen Totpunkt (Kompressionsvolumen) beträgt bei solchen Vorkammermotoren häufig ca. 1 %.

Gasgespülte Vorkammern weisen üblicherweise eine von der Versorgung der Hauptbrennräume separate Brenngasversorgung auf. Diese Brenngasversorgung enthält zumeist einen Vorkammerngaskompressor, welcher dazu dient, das für die Vorkammer bestimmte Brenngas auf Ladedruckniveau und größer zu bringen, um ein positives Druckgefälle über das Vorkammerngasventil (zumeist ein Rückschlagventil) zu erzeugen. Die Kosten für den Vorkammerngaskompressor und die Vorkammerngasregelstrecke sind erheblich, sodass diese

Technologie für kleinere Gasmotoren (mit einem Hubvolumen von ca. bis zu 3 Litern) nicht eingesetzt wird.

Weiters ist es bekannt ein Einlassventil zu schließen, bevor ein Kolben im Ansaugtakt seinen unteren Totpunkt erreicht hat (frühes Miller-Verfahren).

- 5 Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer gattungsgemäßen Brennkraftmaschine und eines gattungsgemäßen Verfahrens, bei welchen auch ohne die speziellen Ausbildungen von Zündkerze, Kolben und Zylinderkopf eine homogene und sehr schnelle Verbrennung erzielt werden kann.

- 10 Diese Aufgabe wird durch eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

- 15 Gemäß der Erfindung ist also vorgesehen, dass das Vorkammergasventil mit einer Quelle für ein Gas-Luft-Gemisch verbunden ist und die Vorkammerladung aus einem Gas-Luft-Gemisch mit einem Lambda größer 1,2, bevorzugt größer 1,5, besonders bevorzugt als 1,7 besteht und dass der Aktuator derart konfiguriert ist, dass das Einlassventil schließt, bevor der Kolben die untere Totpunktlage erreicht.

Beispiele für die Aktuatoren der Ein- und Auslassventiles sind eine Nockenwelle oder hydraulische Vorrichtungen. Gemeint ist der untere Totpunkt im Ansaugtakt.

- 20 Ein stöchiometrisches Verhältnis von Gas zu Luft ergibt ein Lambda von 1. Ein Luftüberschuss (mageres Gemisch) ergibt ein Lambda größer 1. Unter „Gas“ im Gas-Luft-Gemisch wird ein Brenngas verstanden, beispielsweise Erdgas.

- 25 Normalerweise weist die Ladung in der Vorkammer ein stöchiometrisches Lambda oder allenfalls ein leicht erhöhtes Lambda auf, da ja diese Ladung zur Erzeugung eines intensiven Zündimpulses dient. Die gezündete Ladung der Vorkammer tritt in Form von Zündfackeln über Übertrittsbohrungen in den Hauptbrennraum und entzündet das dort vorliegende magere Gas-Luft-Gemisch.

- 30 Die Erfindung wählt die an sich paradoxe Maßnahme, die Vorkammer mit einem sehr mageren Gas-Luft-Gemisch (Lambda größer als 1,2, bevorzugt größer als 1,5, besonders bevorzugt größer als 1,7) zu laden und diese Maßnahme mit einem frühen Miller-Verfahren (bzw. Atkinson-Verfahren) zu kombinieren.

Überraschenderweise kann so die Vorkammer auf eine Weise verwendet werden, die aufgrund der in den Hauptbrennraum eintretenden Fackeln eine Homogenisierung der Verbrennung des

im Hauptbrennraum befindlichen Gemisches erzeugt, welche im Stand der Technik bei Direktzündern nur durch die oben beschriebenen aufwendigen konstruktiven Maßnahmen (Muldenkolben etc.) möglich war. Das frühe Miller-Verfahren stellt ein vollständiges Ausspülen der Vorkammer durch den sich noch zurückziehenden Kolben sicher.

- 5 Somit kann beispielsweise auf speziell ausgestaltete Kolben, wie etwa Muldenkolben verzichtet werden und stattdessen, erfindungsgemäß ein Flachkolben eingesetzt werden. Flachkolben neigen weniger zum Aufbau von Ablagerungen und sind leichter zu reinigen als Muldenkolben.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass das Verhältnis eines Volumens der Vorkammer zu dem Volumen des Hauptbrennraums im oberen Totpunkt (dem Kompressionsvolumen) in einem
10 Bereich von 1% bis 5 % liegt, besonders bevorzugt in einem Bereich von 2 % bis 4 %. Die Wahl einer gegenüber dem Stand der Technik unüblich großen Vorkammer bewirkt, dass trotz des mageren Gemisches in der Vorkammer dennoch genügend chemische Energie für den Zündimpuls zur Entflammung des Hauptbrennraums zur Verfügung steht.

Durch die Erfindung wird erreicht, dass auch kleinere Gasmotoren (bis etwa einem Hubvolumen
15 pro Zylinder von etwa 3 Litern), die üblicherweise nicht mit einer Vorkammer ausgestattet werden, mit einer gegenüber gasgespülten Vorkammern vergleichsweise günstigen Vorkammerzündung ausgestattet werden können.

Dies bewirkt, dass die solchermaßen ausgestatteten kleineren Gasmotoren einen gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Wirkungsgrad erzielen. Zyklusschwankungen sind
20 reduziert und die Brennkraftmaschine kann näher an der Klopfgrenze betrieben werden.

Bevorzugt wird die Quelle für das Gas-Luft-Gemisch durch einen Ansaugkanal des Hauptbrennraumes gebildet und es ist eine Verbindungsleitung zwischen dem Ansaugkanal und dem Vorkammerngasventil vorgesehen. Damit kann die Vorkammer mit dem im Ansaugkanal vorliegenden Gas-Luft-Gemisch versorgt werden. Ein aufwendiges
25 Vorkammerngasversorgungssystem mit Vorkammerngaskompressor etc. ist somit nicht erforderlich, da das Gemisch direkt aus dem Ansaugkanal entnommen wird.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Verbindungsleitung als Hohlraum im Zylinderkopf ausgebildet ist und vorzugsweise eine Temperiertvorrichtung für die Verbindungsleitung vorgesehen ist. Indem die Verbindungsleitung direkt im Zylinderkopf
30 ausgebildet ist, kann die Leitung bei der Herstellung des Zylinderkopfs angelegt werden.

Alternativ dazu kann die Verbindungsleitung als vom Zylinderkopf baulich getrennte Zweigleitung ausgeführt sein.

Die Temperiertvorrichtung ist vorgesehen, um die Verbindungsleitung auf einer Temperatur zu halten, bei welcher ein Auskondensieren des Gas-Luft-Gemisches verhindert wird.

Ist die Verbindungsleitung als Hohlraum im Zylinderkopf ausgebildet, kann auf einfache Weise Motorkühlwasser zur Vorwärmung des Gas-Luft-Gemisches in der Verbindungsleitung genutzt werden.

Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Brennkraftmaschine als stationärer Gas-Motor ausgebildet ist, der vorzugsweise mit einem Generator zur Stromerzeugung koppelbar oder gekoppelt ist.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der für die Erfindung relevanten Teile einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine,

Fig. 2 Verlauf des sich beim erfindungsgemäßen Verfahren einstellenden Druckes im Hauptbrennraum und des im Ansaugkanal vorherrschenden Ladedruckes (oberes Diagramm)

Ventilerhebungskurven für unterschiedliche Einlassventil-Steuerzeiten (mittleres Diagramm)

Differenzdruck zwischen dem Druck in der Vorkammer und dem Druck im Ansaugkanal, d.h. Vorkammerdifferenzdruck (unteres Diagramm), jeweils über dem Kurbelwellenwinkel.

In Figur 1 erkennt man einen Zylinder 2 in welchem ein Kolben 3 auf- und abbewegbar angeordnet ist, wobei zwischen dem Kolben 3 und Zylinder 2 ein Hauptbrennraum 12 ausgebildet ist. An seinem oberen Totpunkt bildet der Kolben 3 mit dem Zylinder 2 das sogenannte Kompressionsvolumen.

Ein Ansaugkanal 10 ist durch ein Einlassventil 6 und ein Auslasskanal 11 ist durch ein Auslassventil 7 gegenüber dem Hauptbrennraum 12 verschließbar.

Eine Vorkammer 4 steht über Überströmbohrungen 17 mit dem Hauptbrennraum 12 in Verbindung und weist eine Zündquelle 13 und ein als Rückschlagventil ausgebildetes Vorkammergasventil 5 auf, welches mit einer Quelle für ein Gas-Luft-Gemisch verbunden ist. In diesem Ausführungsbeispiel dient der Ansaugkanal 11 selbst als diese Quelle und es ist eine im Zylinderkopf 15 als Hohlraum ausgebildete Verbindungsleitung 9 zum Vorkammergasventil 5 vorgesehen. Zur Mengenregelung des der Vorkammer 4 zuführbaren Gas-Luft-Gemisches ist in diesem Ausführungsbeispiel eine einstellbare Drossel in der Verbindungsleitung 9 angeordnet.

Weiters ist eine Temperiervorrichtung 15 in Form einer Vorwärmung durch Motorkühlwasser vorgesehen, um die Verbindungsleitung 9 auf einer Temperatur zu halten, bei welcher ein Auskondensieren des Gas-Luft-Gemisches verhindert wird.

- 5 Figur 2 zeigt im oberen Teil des Diagramms den Zylinderdruckverlauf für verschiedene Einlassventilsteuerzeiten.

Darunter gezeigt sind die Ventilerhebungskurven der Ein- und Auslassventile für verschiedene Einlassventilsteuerzeiten.

- 10 Im Diagramm darunter ist der Verlauf des Differenzdruckes über das Vorkammergasventil über den Kurbelwinkel dargestellt.

Die Kurvenscharen sind wie folgt zu unterscheiden:

- Kurven „1“ bezeichnen die Druckverläufe für das früheste Einlassventil-Schließen („früher Miller“)
- Kurven „2“ bezeichnen die Druckverläufe für ein späteres Einlassventil-Schließen als Kurven „1“
- 15 - Kurven „3“ bezeichnen die Druckverläufe für ein späteres Einlassventil-Schließen als Kurven „2“. Es ist dies die füllungsoptimierte Ventilhubkurve, gekennzeichnet durch den geringsten aufzuwendenden Ladedruck bei gleicher Motorleistung.
- Kurven „4“ bezeichnen die Druckverläufe für ein späteres Einlassventil-Schließen als Kurven „3“ („später Miller“)
- 20

Die verschiedenen Einlassventilerhebungskurven 1 bis 4 sind in den Ventilhubkurven in mm dargestellt. Die Reihenfolge ist 1, 2, 3, 4.

- 25 An die Einlassventilsteuerzeiten angepasst ist der Ladedruck. Die angepassten Ladedrücke sind darüber als Ladedrücke 1 bis 4 dargestellt, wobei der höchste Ladedruck für die Ventilsteuerzeiten „1“ aufgebracht wird. Es folgt als zweithöchster Ladedruck der zu den Ventilsteuerzeiten „4“ aufgebrachte. Der nächsthöchste Ladedruck ist der zu den Ventilsteuerzeiten „2“ aufgebrachte. Der niedrigste Ladedruck wird für die Ventilsteuerzeiten „3“ aufgebracht. Die Reihenfolge der Ladedrücke von hoch zu niedrig ist also 1, 4, 2, 3.

Die resultierenden Zylinderdruckverläufe sind wieder mit den Zahlen 1 bis 4 markiert.

- 30 Im Diagramm darunter sind die Verläufe des Differenzdruckes zwischen Ladedruck (das heißt dem im Ansaugkanal 10 anliegenden Druck) und Druck in der Vorkammer 4 über den Kurbelwinkel für die verschiedenen Ventilsteuerzeiten 1 bis 4 dargestellt und mit den Zahlen 1 bis 4 markiert.

Ein positiver Differenzdruck (über der Null-Linie) bedeutet, dass der Druck im Ansaugkanal 10 (Ladedruck) größer als der Druck in der Vorkammer 4 ist und somit Gas-Luft-Gemisch aus dem Ansaugkanal über das Vorkammerngasventil in die Vorkammer einströmen kann. Der Differenzdruck muss natürlich darüber hinaus noch die Federkraft des als Rückschlagventil ausgebildeten Vorkammerngasventils 5 überwinden, also dementsprechend größer als Null sein.

Die Fläche unter der Differenzdruckkurve (zwischen der Differenzdruckkurve und der Null-Linie) ist proportional zur Menge an in die Vorkammer 4 eingeströmtem Gas-Luft-Gemisch in einem Arbeitstakt.

Erkennbar ist, dass bei frühen Einlassventilschließzeiten („früher Miller“) wesentlich mehr Gas-Luft-Gemisch in die Vorkammer 4 einströmt als bei den sonst für Brennkraftmaschinen dieser Gattung üblichen späten Einlassventilschließzeiten („später Miller“).

Damit wird erreicht, dass auch bei Verwendung eines mageren Gas-Luft-Gemisches aus dem Ansaugkanal 10 der Brennkraftmaschine 1 dieselbe chemische Energie in die Vorkammer 4 einbringbar ist wie sonst nur durch die Verwendung eines fetten Gas-Luft-Gemisches zur Spülung der Vorkammer (d.h. bei einer gasgespülten Vorkammer).

Zudem wird vor dem nächsten Verbrennungszyklus Restgas aus der Vorkammer wirkungsvoll herausgespült.

Im Verbindungskanal 9 kann in einer Variante eine einstellbare Drossel vorgesehen sein, über welche die zugeführte Menge reguliert und gegebenenfalls reduziert werden kann.

Liste der verwendeten Bezugszeichen:

	1	Brennkraftmaschine
	2	Zylinder
5	3	Kolben
	4	Vorkammer
	5	Vorkammergasventil
	6	Einlassventil
	7	Auslassventil
10	9	Verbindungsleitung
	10	Ansaugkanal
	11	Auslasskanal
	12	Hauptbrennraum
	13	Zündquelle
15	14	Drossel
	15	Temperiervorrichtung
	16	Zylinderkopf
	17	Überströmbohrung(en)

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine, mit einem Zylinderkopf (1) und wenigstens einer Kolben-Zylinder-Einheit, in welcher in einem Zylinder (2) ein Kolben (3) zwischen einer unteren und einer oberen Totpunktlage bewegbar ist, wobei im Zylinder (2) durch den Kolben (3) und den Zylinderkopf (16) ein Hauptbrennraum (12) ausgebildet ist, der mit einer Vorkammer (4) in Verbindung steht, die ein Vorkammergasventil (5) aufweist und wobei Ein- und Auslassventile (6, 7) des Hauptbrennraums (12) durch einen Aktuator (8) betätigt sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorkammergasventil (5) mit einer Quelle für ein Gas-Luft-Gemisch verbunden ist und die Vorkammerladung aus einem Gas-Luft-Gemisch mit einem Lambda größer als 1,2, bevorzugt größer als 1,5, besonders bevorzugt größer als 1,7 besteht und dass der Aktuator (8) derart konfiguriert ist, dass das Einlassventil (6) schließt, bevor der Kolben (3) die untere Totpunktlage erreicht, wobei der Kolben (3) als ein Flachkolben ausgeführt ist.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, wobei das Verhältnis eines Volumens der Vorkammer (4) zu einem Kompressionsvolumen des Hauptbrennraums (12) in einem Bereich von 1% bis 5% liegt, vorzugsweise in einem Bereich von 2 % bis 4 %.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Quelle für das Gas-Luft-Gemisch der Vorkammer (4) durch einen Ansaugkanal (10) des Hauptbrennraumes gebildet wird und eine Verbindungsleitung (9) zwischen dem Ansaugkanal (10) und dem Vorkammergasventil (5) vorgesehen ist.
4. Brennkraftmaschine nach Anspruch 3, wobei die Verbindungsleitung (9) als Hohlraum im Zylinderkopf (1) ausgebildet ist und vorzugsweise eine Temperiertvorrichtung (15) für die Verbindungsleitung (9) vorgesehen ist.
5. Brennkraftmaschine nach wenigstens einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Brennkraftmaschine als stationärer Gas-Motor ausgebildet ist, der vorzugsweise mit einem Generator zur Stromerzeugung koppelbar oder gekoppelt ist.

- 5 6. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die eine Vorkammer (4) und einen durch einen Kolben (3), welcher als Flachkolben ausgeführt ist, mitgebildeten Hauptbrennraum aufweist, bei welchem die Vorkammer (4) mit einem Gas-Luft-Gemisch mit einem Lambda größer als 1,2, bevorzugt größer als 1,5, besonders bevorzugt größer als 1,7 geladen wird und ein Einlassventil (6) des mit der Vorkammer (4) in Verbindung stehenden Hauptbrennraums (12) in einem frühen Millerverfahren betrieben wird.

Fig. 1

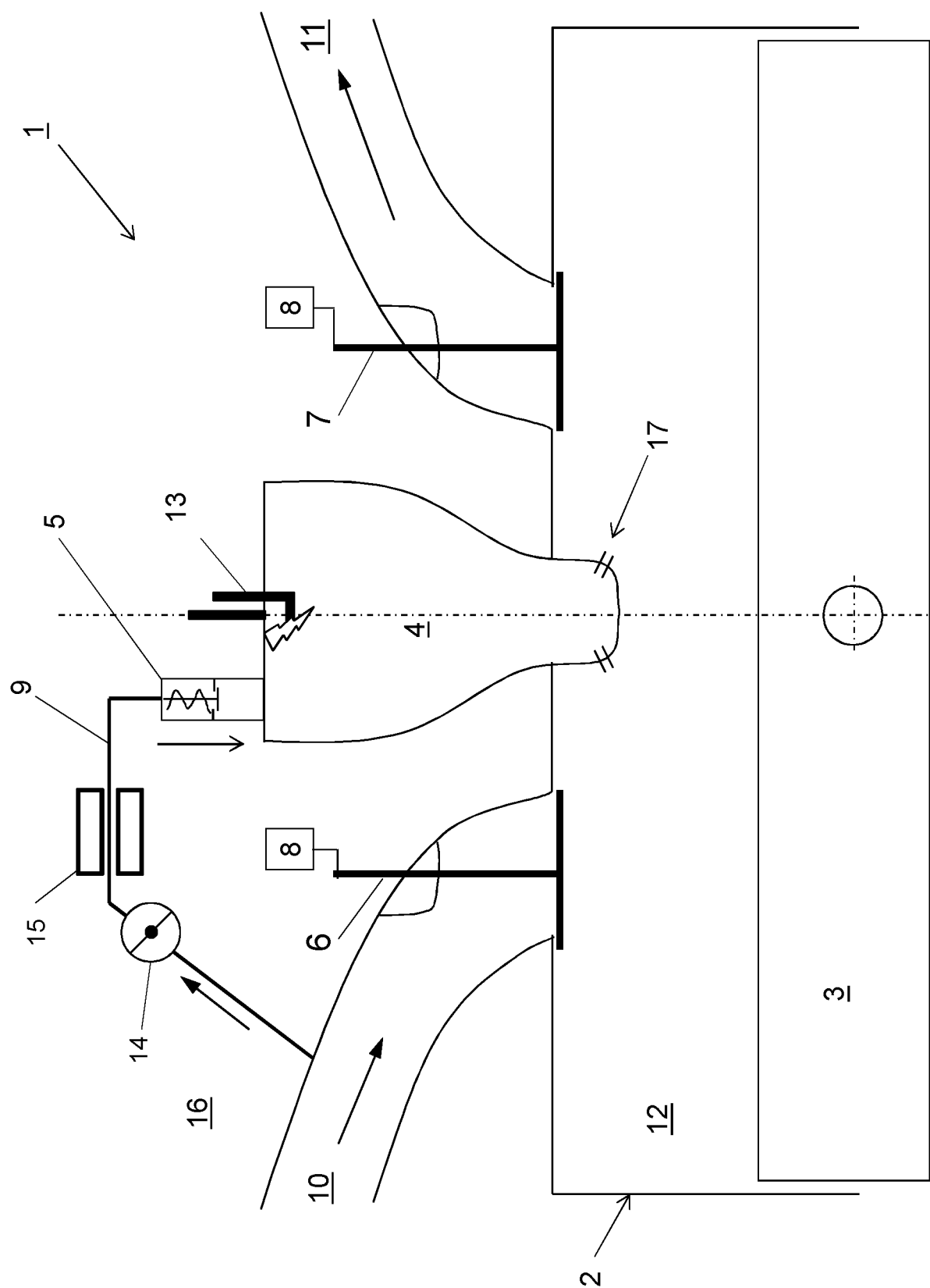
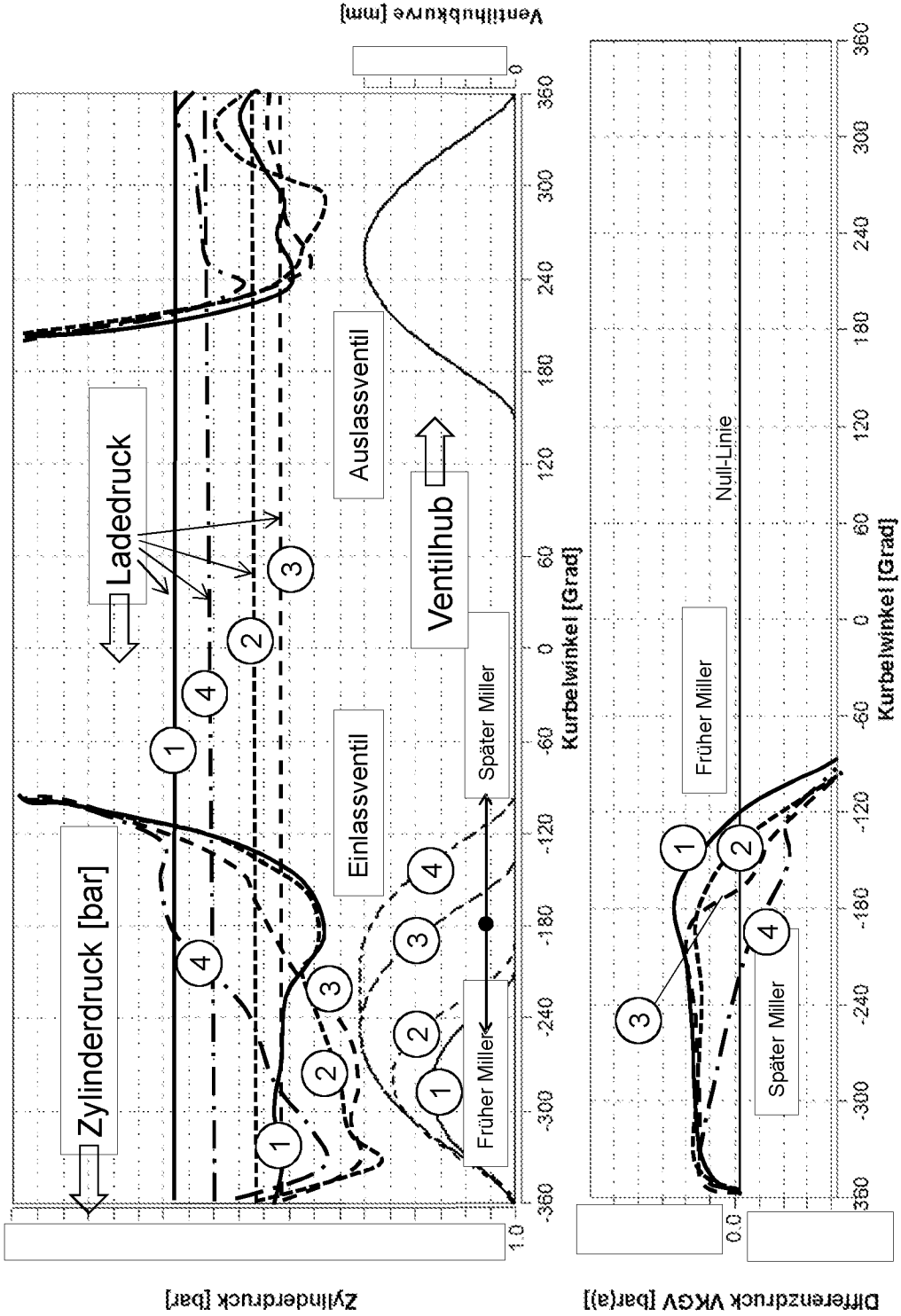


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2016/050124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/00 F02B19/12 F02D19/02 F02D19/06
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)

F02D F02B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 893 673 A1 (RENAULT SAS [FR]) 25 May 2007 (2007-05-25)	1,3-6
A	page 2, line 7 - line 20; figures 1-2 page 2, line 29 - page 3, line 4 page 5, line 3 - line 9 page 6, line 13 - line 21 page 6, line 30 - line 32 page 7, line 13 - line 15 page 8, line 5 - line 7 ----- -/--	2



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

10 August 2016

Date of mailing of the international search report

17/08/2016

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

Eitner, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2016/050124

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2008/106722 A1 (POWERGEN INTERNAT PTY LTD [AU]; STANDKE TIMOTHY [US]) 12 September 2008 (2008-09-12)	1,3-6
A	page 1, line 18 - line 23 page 2, line 6 - line 17 page 4, line 31 - page 5, line 20 page 13, line 4 - line 14 page 16, line 26 - line 30 page 25, line 20 - line 23 -----	2
A	JP 2003 278548 A (OSAKA GAS CO LTD; MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 2 October 2003 (2003-10-02) paragraphs [0013], [0015]; figure 1 -----	2
A	DE 10 2007 060560 A1 (MAN DIESEL SE [DE]) 18 June 2009 (2009-06-18) paragraphs [0001], [0008], [0016] -----	4
A	DE 44 19 429 A1 (MAN B & W DIESEL AG [DE]) 14 December 1995 (1995-12-14) the whole document -----	1-6
A	JP H09 158729 A (ISUZU CERAMICS RES INST) 17 June 1997 (1997-06-17) the whole document -----	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2016/050124

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2893673	A1	25-05-2007	NONE
WO 2008106722	A1	12-09-2008	NONE
JP 2003278548	A	02-10-2003	JP 3953346 B2 08-08-2007 JP 2003278548 A 02-10-2003
DE 102007060560	A1	18-06-2009	CN 101457687 A 17-06-2009 CN 103590952 A 19-02-2014 DE 102007060560 A1 18-06-2009 FI 20086183 A 16-06-2009 JP 2009144707 A 02-07-2009 KR 20090064298 A 18-06-2009
DE 4419429	A1	14-12-1995	NONE
JP H09158729	A	17-06-1997	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/00 F02B19/12 F02D19/02 F02D19/06
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D F02B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	FR 2 893 673 A1 (RENAULT SAS [FR]) 25. Mai 2007 (2007-05-25)	1,3-6
A	Seite 2, Zeile 7 - Zeile 20; Abbildungen 1-2 Seite 2, Zeile 29 - Seite 3, Zeile 4 Seite 5, Zeile 3 - Zeile 9 Seite 6, Zeile 13 - Zeile 21 Seite 6, Zeile 30 - Zeile 32 Seite 7, Zeile 13 - Zeile 15 Seite 8, Zeile 5 - Zeile 7 ----- -/-	2



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

10. August 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/08/2016

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

Eitner, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2008/106722 A1 (POWERGEN INTERNAT PTY LTD [AU]; STANDKE TIMOTHY [US]) 12. September 2008 (2008-09-12)	1,3-6
A	Seite 1, Zeile 18 - Zeile 23 Seite 2, Zeile 6 - Zeile 17 Seite 4, Zeile 31 - Seite 5, Zeile 20 Seite 13, Zeile 4 - Zeile 14 Seite 16, Zeile 26 - Zeile 30 Seite 25, Zeile 20 - Zeile 23 -----	2
A	JP 2003 278548 A (OSAKA GAS CO LTD; MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 2. Oktober 2003 (2003-10-02) Absätze [0013], [0015]; Abbildung 1 -----	2
A	DE 10 2007 060560 A1 (MAN DIESEL SE [DE]) 18. Juni 2009 (2009-06-18) Absätze [0001], [0008], [0016] -----	4
A	DE 44 19 429 A1 (MAN B & W DIESEL AG [DE]) 14. Dezember 1995 (1995-12-14) das ganze Dokument -----	1-6
A	JP H09 158729 A (ISUZU CERAMICS RES INST) 17. Juni 1997 (1997-06-17) das ganze Dokument -----	1-6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2016/050124

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2893673	A1	25-05-2007	KEINE
WO 2008106722	A1	12-09-2008	KEINE
JP 2003278548	A	02-10-2003	JP 3953346 B2 08-08-2007 JP 2003278548 A 02-10-2003
DE 102007060560	A1	18-06-2009	CN 101457687 A 17-06-2009 CN 103590952 A 19-02-2014 DE 102007060560 A1 18-06-2009 FI 20086183 A 16-06-2009 JP 2009144707 A 02-07-2009 KR 20090064298 A 18-06-2009
DE 4419429	A1	14-12-1995	KEINE
JP H09158729	A	17-06-1997	KEINE