

(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
21. Juli 2016 (21.07.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/112936 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02D 41/06 (2006.01) **F02D 13/02** (2006.01)
F02N 19/00 (2010.01) **F02D 41/12** (2006.01)
F02N 19/04 (2010.01) **F02D 41/00** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/002405

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. November 2015 (30.11.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102015000433.6 13. Januar 2015 (13.01.2015) DE

(71) Anmelder: **MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH**
[DE/DE]; Maybachplatz 1, 88045 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **LUCKAS, Christoph**; Langenargenerstrasse 50,
88079 Kressbronn (DE). **FIMML, Wolfgang**;
Backenreuter Strasse 21, 6912 Hörbranz (AT). **SCHALK,**
Johannes; Bahnhofplatz 4/1, 88045 Friedrichshafen (DE).
LIPP, Jonathan; Kurzer Weg 2, 88045 Friedrichshafen
(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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIESEL ENGINE AND METHOD FOR STARTING A DIESEL ENGINE

(54) Bezeichnung : DIESELMOTOR UND VERFAHREN ZUM STARTEN EINES DIESELMOTORS

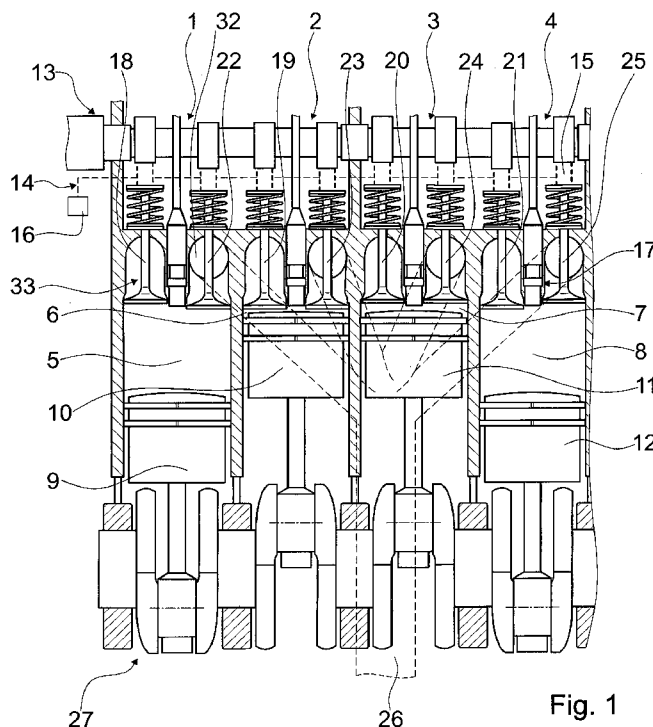


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a diesel engine, in particular a high-power diesel engine, which comprises a variable valve train (13) comprising an adjusting unit (14) for adjusting a valve opening time, a valve lift, a camshaft phase position and/or a valve steering, and a control or regulating unit (16) for controlling the adjusting unit (14). Said control and/or regulating unit (16) comprises at least one operational mode provided for starting the engine when the engine is at a low temperature, in which the control and/or regulating unit (16) is provided to adjust the valve opening time, at least during a preliminary phase for at least one inlet valve (18, 19, 20, 21), which overlaps at least with one compression stroke of an associated cylinder (1, 2, 3, 4), and to interrupt an injection of fuel at least into the cylinder (1, 2, 3, 4) associated with the inlet valve (18, 19, 20, 21). The invention also relates to a method for starting said type of diesel engine.

(57) Zusammenfassung: Es werden ein Dieselmotor, insbesondere ein Hochleistungsdieselmotor, mit einem variablen Ventiltrieb (13), der eine Verstelleinheit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(14) zur Verstellung einer Ventilöffnungszeit, eines Ventilhubes, einer Nockenwellenphasenlage und/oder einer Ventilspreizung aufweist, und mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit (16) zur Ansteuerung der Verstelleinheit (14), wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) zumindest einen, für einen Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen vorgesehenen Betriebsmodus aufweist, in dem die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) dazu vorgesehen ist, zumindest während einer Vorlaufphase für zumindest ein Einlassventil (18, 19, 20, 21) eine Ventilöffnungszeit einzustellen, die sich zumindest mit einem Kompressionstakt eines zugeordneten Zylinders (1, 2, 3, 4) überschneidet, und eine Einspritzung von Kraftstoff zumindest in dem dem Einlassventil (18, 19, 20, 21) zugeordneten Zylinder (1, 2, 3, 4) auszusetzen, und ein Verfahren zum Starten eines solchen Dieselmotors vorgeschlagen.

BESCHREIBUNG

5 **Dieselmotor und Verfahren zum Starten eines Dieselmotors**

Die Erfindung betrifft einen Dieselmotor, insbesondere einen Hochleistungsdieselmotor, und ein Verfahren zum Starten eines Dieselmotors, insbesondere ein Verfahren zum Starten eines Hochleistungsdieselmotors.

10

Dieselmotoren neigen bei kalten Umgebungsbedingungen zu einem schlechten Startverhalten. Zur Verbesserung des Startverhaltens ist es bekannt, zusätzliche Ladeluftheizungen vorzusehen. Ebenfalls bekannt sind Systeme, welche eine Variation eines geometrischen Verdichtungsverhältnisses ermöglichen.

15

Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, einen Dieselmotor mit einem verbesserten Startverhalten bei niedrigen Motortemperaturen bereitzustellen und ein Verfahren zum Starten eines Dieselmotors bei niedrigen Motortemperaturen zu verbessern. Sie wird durch einen erfindungsgemäßen Dieselmotor entsprechend dem Anspruch 1 und durch ein

20 erfindungsgemäßes Verfahren entsprechend dem Anspruch 9 gelöst. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

25

Die Erfindung betrifft einen Dieselmotor, insbesondere einen Hochleistungsdieselmotor, mit einem variablen Ventiltrieb, der eine Verstelleinheit zur Verstellung einer Ventilöffnungszeit, eines Ventilhubes, einer Nockenwellenphasenlage und/oder einer Ventilspreizung aufweist, und mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit zur Ansteuerung der Verstelleinheit, wobei die Steuer- und/oder Regeleinheit zumindest einen, für einen Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen vorgesehenen Betriebsmodus aufweist, in dem die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen ist, zumindest während einer Vorlaufphase für zumindest ein Einlassventil eine

30 Ventilöffnungszeit einzustellen, die sich zumindest mit einem Kompressionstakt eines zugeordneten Zylinders überschneidet, und eine Einspritzung von Kraftstoff auszusetzen. Indem das Einlassventil eine Ventilöffnungszeit aufweist, die sich mit dem Kompressionstakt überschneidet, und die Steuer- und/oder Regeleinheit die Einspritzung von Kraftstoff aussetzt, wird eine zuvor angesaugte Brennungsluft wieder in einen Ansaugtrakt des Dieselmotors

zurückgedrückt und in einem folgenden Zyklus erneut angesaugt. Dadurch kann ein wiederholter Ladungsaustausch zwischen dem Ansaugtrakt und dem Zylinder realisiert werden, durch den die Brennluft vorerwärmt werden kann, ohne dass hierfür ein zusätzliches Modul zur Ladelufterwärmung oder Ähnliches installiert werden muss. Insbesondere eine bei niedrigen

5 Motortemperaturen auftretende Weißrauchbildung kann durch die vorgeschlagene Ausgestaltung vorteilhaft reduziert werden, weshalb sich der Betriebsmodus für einen Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen eignet. Unter einem „variablen Ventiltrieb“ wird insbesondere ein Ventiltrieb verstanden, der dazu vorgesehen ist, für ein Einlassventil und/oder ein Auslassventil

10 zumindest zwei unterschiedliche Ventilöffnungszeiten und/oder unterschiedliche Ventilhube einzustellen. Unter einer „Ventilöffnungszeit“ eines Einlassventils wird insbesondere ein Winkelbereich verstanden, in welchem das Einlassventil oder Auslassventil geöffnet ist, wobei unter einem „Winkelbereich“ insbesondere ein auf einen Nockenwellenwinkel oder einen Kurbelwellenwinkel bezogener Winkelbereich verstanden wird. Unter einem „Nockenwellenwinkel“ wird insbesondere eine Drehwinkellage einer Nockenwelle, bezogen auf

15 einen definierten Null-Punkt, beispielsweise zu Beginn eines Verbrennungszyklus, verstanden. Unter einem „Kurbelwellenwinkel“ wird insbesondere eine Drehwinkellage einer Kurbelwelle, bezogen auf den gleichen definierten Null-Punkt wie der Nockenwellenwinkel, verstanden. Unter einem „Ventilhub“ wird insbesondere ein Öffnungsweg des entsprechenden Einlassventils bei einer Betätigung durch die Nockenwelle verstanden. Unter einer „Spreizung“ wird

20 insbesondere ein Winkelabstand zwischen einer Winkellage, bei der das Einlassventil maximal geöffnet ist, und einer Winkellage, bei der ein Auslassventil des gleichen Zylinders maximal geöffnet ist, verstanden. Unter einer „Steuer- und/oder Regeleinheit“ wird insbesondere eine Einheit mit zumindest einer Steuerelektronik verstanden. Unter einer „Steuerelektronik“ wird insbesondere eine Einheit mit einer Prozessoreinheit und mit einer Speichereinheit sowie mit

25 einem in der Speichereinheit gespeicherten Betriebsprogramm verstanden. Unter „vorgesehen“ wird insbesondere speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet verstanden. Unter einer „Motortemperatur“ wird hier und im Folgenden insbesondere ein auf ein Betriebsmedium bezogener Temperaturwert verstanden, wie beispielsweise eine Kühlwassertemperatur oder eine Motoröltemperatur. Unter einer „niedrigen Motortemperatur“ wird insbesondere eine unterhalb

30 einer Normalbetriebstemperatur liegende Motortemperatur verstanden. Unter einer „Normalbetriebstemperatur“ wird insbesondere ein Wert für die Motortemperatur verstanden, auf welchen die Motortemperatur in einem Dauerbetrieb eingeregelt wird. Unter einem „Zyklus“ wird insbesondere ein Vier-Takt-Zyklus mit einem Ansaugtakt, einem Kompressionstakt, einem Arbeitstakt und einem Ausstoßtakt verstanden. Unter einem „Ansaugtakt“ wird insbesondere ein

Takt verstanden, in dem ein Kolben des entsprechenden Zylinders ausgehend von einem oberen Totpunkt in Richtung eines unteren Totpunkts bewegt wird, um Brennluft aus dem Ansaugtrakt anzusaugen. Unter einem „Kompressionstakt“ wird insbesondere ein auf den Ansaugtakt nachfolgender Takt verstanden, in dem der Kolben des entsprechenden Zylinders von dem unteren Totpunkt in Richtung des oberen Totpunkts bewegt wird, um ein Luft-Kraftstoffgemisch in dem Zylinder zu komprimieren. Unter einem „Arbeitstakt“ wird insbesondere ein auf den Kompressionstakt nachfolgender Takt verstanden, in dem der Kolben des entsprechenden Zylinders von dem oberen Totpunkt in Richtung des unteren Totpunkts bewegt wird, wobei während des Arbeitstakts ein Brenngas mechanische Arbeit an dem Kolben verrichtet. Unter einem „Ausstoßtakt“ wird insbesondere ein auf den Arbeitstakt nachfolgender Takt verstanden, in dem der Kolben des entsprechenden Zylinders von dem unteren Totpunkt in Richtung des oberen Totpunkts bewegt wird, um das Brenngas als Abgas aus dem Zylinder herauszudrücken. Unter einer „Vorlaufphase“ wird insbesondere eine Phase des Motorstarts bis zu einer ersten Zündung des Dieselmotors verstanden.

Die Steuer- und/oder Regeleinheit ist vorzugsweise dazu vorgesehen, die Einspritzung von Kraftstoff für zumindest einen Zyklus auszusetzen. Wird die Einspritzung für zumindest einen gesamten Zyklus ausgesetzt, ist jedem Zylinder des Dieselmotors zumindest ein Kompressionstakt zugeordnet, wodurch für jeden Zylinder ein Ladungsaustausch zwischen dem zugeordneten Brennraum und dem Ansaugtrakt realisiert werden kann, welcher die Brennluft für den entsprechenden Zylinder vorwärmt.

Weiter kann die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen sein, lediglich für den Motorstart für das zumindest eine Einlassventil eine Ventilöffnungszeit einzustellen, die sich sowohl mit dem Ansaugtakt als auch mit dem Kompressionstakt des zugeordneten Zylinders überschneidet. Durch die sich mit dem Ansaugtakt und dem Kompressionstakt überschneidende Ventilöffnungszeit kann ein besonders hoher Ladungsaustausch zwischen dem Zylinder und dem Ansaugtrakt realisiert werden, und es kann eine gute Erwärmung der Brennluft für den Motorstart erreicht werden. Zudem kann eine solche Verstellung einfach realisiert werden, womit die Verstelleinheit besonders einfach ausgebildet werden kann. Gleichzeitig können für einen Betrieb des Dieselmotors Ventilöffnungszeiten gewählt werden, welche eine höhere Nennleistung und/oder einen geringeren Kraftstoffverbrauch ermöglichen. In dem folgenden Ausführungsbeispiel ist die Verstelleinheit als Hubumschaltung mit unterschiedlichen Nockenkurven beschrieben. Es ist alternativ auch denkbar, die Verstelleinheit durch einen

Nockenwellenversteller mit einem ausreichend hohen Verstellbereich zu realisieren. Ebenfalls denkbar ist eine Ausgestaltung der Verstelleinheit mit einer hydraulischen Kopplung zwischen der Nockenwelle und den Einlassventilen, wobei die Aktuatorik dazu vorgesehen ist, eine Kopplung zwischen der Nockenwelle und den Gaswechselventilen zu verändern. Unter einer
5 „mit dem Ansaugtakt und dem Kompressionstakt überschneidenden Ventilöffnungszeit“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden, dass das Einlassventil einen Ventilöffnungszeitpunkt aufweist, der während des Ansaugtakts liegt, und einen Ventilschließzeitpunkt aufweist, der während des Kompressionstakts liegt, wodurch das Einlassventil während zumindest eines Teils des Ansaugtakts und zumindest eines Teils des
10 Kompressionstakts geöffnet ist.

Insbesondere kann die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen sein, die Vorlaufphase für zumindest zwei Zyklen einzustellen. Indem die Vorlaufphase sich über mehrere Zyklen erstreckt, kann eine besonders gute Erwärmung der Brennluft erreicht werden. Durch die gute Erwärmung
15 kann das Zündverhalten besonders vorteilhaft beeinflusst werden. Grundsätzlich kann der Ladungsaustausch dabei in einem Zwei-Takt-Zyklus erfolgen. Es ist aber auch denkbar, die Einlassventile in einem Vier-Takt-Zyklus, wie er für den Betrieb des Dieselmotors vorgesehen ist, zu betätigen.

20 Weiter wird vorgeschlagen, dass die Steuer- und/oder Regeleinheit in dem Betriebsmodus dazu vorgesehen ist, für eine Zündungsphase zur Zündung eines Luft-Kraftstoffgemischs in den Zylindern die Einspritzung von Kraftstoff zu aktivieren. Indem die Zündungsphase durch Aktivieren der Einspritzung von Kraftstoff vorgegeben wird, kann ein Zeitpunkt der ersten Zündung gut festgelegt werden. Insbesondere wenn die Aktivierung der Einspritzung von
25 weiteren Parametern, wie beispielsweise der Motortemperatur und/oder einer Umgebungstemperatur abhängt, kann die Steuer- und/oder Regeleinheit für den Betriebsmodus ein Kennfeld und/oder eine Kennlinie aufweisen, durch welche die Parameter berücksichtigt werden können. Unter einer „Zündungsphase“ wird dabei insbesondere eine Phase des Motorstarts ab der ersten Zündung bis zu einem Erreichen einer Leerlaufdrehzahl verstanden.
30 Unter einem „Zeitpunkt“ wird dabei insbesondere ein durch einen Kurbelwellenwinkel definierter Zeitpunkt verstanden.

Die Verstelleinheit kann dazu vorgesehen sein, für das zumindest eine, dem Zylinder zugeordnete Einlassventil eine Ventilöffnungszeit einzustellen, die für einen Betrieb nach einem

Miller-Zyklus vorgesehen ist. Dadurch kann ein Normalbetriebsmodus realisiert werden, in welchem der Dieselmotor einen hohen Wirkungsgrad aufweist und gleichzeitig ein gutes Motorstartverhalten bei niedrigen Motortemperaturen aufweist. Unter einem „Betrieb nach einem Miller-Zyklus“ wird dabei insbesondere verstanden, dass sich die Ventilöffnungszeit vollständig mit dem Ausstoßtakt und/oder dem Ansaugtakt des dem Einlassventil zugeordneten Zylinders überschneidet. Unter „vollständig“ wird in diesem Zusammenhang insbesondere verstanden, dass sich das zumindest eine Einlassventil während des Ausstoßtakts oder des Ansaugtakts öffnet und während des Ansaugtakts schließt. Insbesondere wird darunter verstanden, dass sich die Ventilöffnungszeit nicht mit dem Kompressionstakt oder dem Arbeitstakt überschneidet.

Weiter kann die Steuer- und/oder Regeleinheit dazu vorgesehen sein, während der Zündungsphase die für den Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehene Ventilöffnungszeit einzustellen. Dadurch kann ein besonders frühes Umschalten in die für den Normalbetriebsmodus vorgesehenen Ventilöffnungszeiten realisiert werden. Indem der Dieselmotor dazu vorgesehen ist, in einem Normalbetriebsmodus nach dem Miller-Zyklus betrieben zu werden, kann insbesondere mit einfachen Mitteln eine Leistungssteigerung realisiert werden. Durch den Betriebsmodus kann der Motorstart bei niedrigen Betriebstemperaturen sichergestellt werden.

Grundsätzlich kann der Dieselmotor Zylinder mit einer beliebigen Zylinderleistung und/oder mit einem beliebigen Hubraum aufweisen. Vorzugsweise weist der Dieselmotor eine Zylinderleistung von zumindest 50 kW und/oder einen Hubraum von zumindest 1,6 l auf. Insbesondere bei Dieselmotoren, die auf eine hohe Leistung ausgelegt sind und die ein entsprechend großes Zylindergesamtvolumen aufweisen, kann durch Verstellung des Ventiltriebs ein gutes Startverhalten bei niedrigen Motortemperaturen erreicht werden. Unter einer „Zylinderleistung“ wird dabei eine Leistung des Dieselmotors je Zylinder verstanden. Unter einem „Zylindergesamtvolumen“ wird ein Volumen des Brennraums vor einer Verdichtung, d.h. in einem unteren Totpunkt des entsprechenden Kolbens, verstanden. Demgegenüber wird unter einem „Kompressionsvolumen“ insbesondere ein Volumen des Brennraums nach einer Verdichtung, d.h. in einem oberen Totpunkt des entsprechenden Kolbens, verstanden. Unter einem „Hubraum“ wird insbesondere ein Volumen verstanden, das durch eine Kolbenquerschnittsfläche und den Kolbenhub definiert ist. Der Hubraum entspricht damit dem Zylindergesamtvolumen abzüglich des Kompressionsvolumens.

Zudem wird ein Verfahren zum Starten eines Dieselmotors vorgeschlagen, insbesondere ein Verfahren zum Starten eines Hochleistungsdieselmotors, in dem eine Steuer- und/oder Regeleinheit in einem für einen Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen vorgesehenen Betriebsmodus zumindest während einer Vorlaufphase für zumindest ein Einlassventil eine Ventilöffnungszeit einstellt, die sich zumindest mit einem Kompressionstakt eines zugeordneten Zylinders überschneidet, und eine Einspritzung von Kraftstoff zumindest in dem dem Einlassventil zugeordneten Zylinder aussetzt.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In der einzigen Figur ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Figur, die Figurenbeschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale.

Fig. 1 zeigt schematisiert einen Dieselmotor, der grundsätzlich zur Verwendung in schweren Landfahrzeugen, in Schienenfahrzeugen oder in Wasserfahrzeugen geeignet ist. Der Dieselmotor umfasst mehrere Zylinder 1, 2, 3, 4, welche jeweils einen Brennraum 5, 6, 7, 8 zur Verbrennung einer Luft-Kraftstoffmischung und einen in dem Brennraum 5, 6, 7, 8 geführten Kolben 9, 10, 11, 12 aufweisen. Der Dieselmotor umfasst je Zylinder 1, 2, 3, 4 zumindest einen Injektor 17, der dazu vorgesehen ist, Kraftstoff in den Brennraum 5, 6, 7, 8 des jeweiligen Zylinders 1, 2, 3, 4 einzubringen. Zur Vereinfachung ist in Fig. 1 lediglich einer der Injektoren 17 mit einem Bezugszeichen versehen. Die Zylinder 1, 2, 3, 4 umfassen jeweils ein oder mehrere Einlassventile 18, 19, 20, 21 sowie ein oder mehrere Auslassventile 22, 23, 24, 25. Die Einlassventile 18, 19, 20, 21 sind dazu vorgesehen, dem Brennraum 5, 6, 7, 8 des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 Brennluft aus einem Ansaugtrakt 33 zuzuführen. Der Ansaugtrakt 33 umfasst eine nicht näher dargestellte Einheit zur Ladedruckerhöhung, wie beispielsweise einen Abgaslader. Der Kraftstoff wird in dem Brennraum 5, 6, 7, 8 in die Brennluft eingespritzt. Durch Kompression wird das Luft-Kraftstoffgemisch in dem Brennraum 5, 6, 7, 8 gezündet. Über die Auslassventile 22, 23, 24, 25 wird ein Abgas, welches durch Verbrennung des Luft-Kraftstoffgemischs entsteht, einem Abgassystem 26 zugeführt. Zur Betätigung der Einlassventile 18, 19, 20, 21 und der Auslassventile 22, 23, 24, 25 umfasst der Dieselmotor einen variablen Ventiltrieb 13 mit zumindest einer Nockenwelle 32, welche in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zur Vereinfachung der Zeichnung als kombinierte Ein- und Auslassnockenwelle dargestellt ist. Grundsätzlich ist es auch denkbar, für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 und die Auslassventile 22, 23, 24, 25 getrennte Nockenwellen vorzusehen.

Der Dieselmotor ist als ein Schnellläufer ausgebildet. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Dieselmotor eine Leerlaufdrehzahl von ca. 600 U/min auf. Eine Maximaldrehzahl beträgt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 2200 U/min. Jeder Brennraum 5, 6, 7, 8 des Dieselmotors weist ein Zylindervolumen von 4,77 l auf. Eine Zylinderleistung des Dieselmotors beträgt ca. 150 kW. Je nach Bauart kann der Dieselmotor zwischen 8 und 20 Zylinder 1, 2, 3, 4 aufweisen. Der Dieselmotor ist damit für eine Leistung zwischen 1200 kW und 3000 kW vorgesehen. Grundsätzlich kann der Dieselmotor aber auch andere Motordaten aufweisen.

Weiter umfasst der Dieselmotor eine Kurbelwelle 27. Die Zylinder 1, 2, 3, 4 umfassen jeweils ein Pleul, welches den Kolben 9, 10, 11, 12 des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 mit der Kurbelwelle 27 verbindet. Die Nockenwelle 32 umfasst zur Betätigung der Einlassventile 18, 19, 20, 21 und der Auslassventile 22, 23, 24, 25 eine Mehrzahl von Nocken. Jeder der Nocken ist genau einem der Einlassventile 18, 19, 20, 21 oder einem der Auslassventile 22, 23, 24, 25 zugeordnet. Jeder der Nocken weist eine Nockenkurve auf, welche für das dem Nocken zugeordnete Einlassventil 18, 19, 20, 21 oder Auslassventil 22, 23, 24, 25 eine Ventilöffnungszeit und einen Ventilhub festlegt. Ein relativer Drehwinkelabstand zwischen den Nocken, die für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 vorgesehen sind, und den Nocken, die für die Auslassventile 22, 23, 24, 25 vorgesehen sind, legt eine Ventilspreizung fest. In einer Ausgestaltung, bei der die Nockenwelle 32 als Einlassnockenwelle ausgebildet ist, weist die Nockenwelle 32 lediglich Nocken zur Betätigung der Einlassventile 18, 19, 20, 21 auf. Die Ventilspreizung hängt dann von einem Winkelversatz der Nocken, die auf der als Einlassnockenwelle ausgebildeten Nockenwelle angeordnet sind, und der Nocken, die auf der als Auslassnockenwelle ausgebildeten Nockenwelle angeordnet sind, ab.

Zur Verstellung der Ventilöffnungszeiten, des Ventilhubes und/oder der Ventilspreizung ist der Ventiltrieb 13 variabel ausgestaltet. Der Ventiltrieb 13 umfasst eine Verstelleinheit 14, welche dazu vorgesehen ist, Ventilöffnungszeiten und/oder Ventilhübe der Einlassventile 18, 19, 20, 21 und/oder die Ventilspreizung zwischen den Einlassventilen 18, 19, 20, 21 und den Auslassventilen 22, 23, 24, 25 eines Zylinders 1, 2, 3, 4 zu verändern. Zur Verstellung des Ventiltriebs 13 weist die Verstelleinheit 14 eine Aktuatorik 15 auf. Die Aktuatorik 15 umfasst in dem dargestellten Ausführungsbeispiel je Einlassventil 18, 19, 20, 21 einen Aktor und je Auslassventil 22, 23, 24, 25 einen Aktor, wobei in Fig. 1 zur Vereinfachung lediglich einer der Aktoren mit dem Bezugszeichen der Aktuatorik 15 versehen wurde. Die Aktoren, die jeweils zwischen der Nockenwelle 32 und dem zugeordneten Einlassventil 18, 19, 20, 21 oder

Auslassventil 22, 23, 24, 25 angeordnet sind, sind lediglich schematisch dargestellt. Die Aktuatorik 15 ist dazu vorgesehen, jedes Einlassventil 18, 19, 20, 21 und jedes Auslassventil 22, 23, 24, 25 einzeln zu verstellen. Alternativ ist es auch denkbar, dass die Verstelleinheit 14 dazu vorgesehen ist, Ventilöffnungszeiten, Ventilhübe und/oder Spreizungen mehrerer Einlassventile 18, 19, 20, 21 und/oder mehrerer Auslassventile 22, 23, 24, 25 gemeinsam zu verstellen, beispielsweise durch einen als Nockenwellensteller ausgebildeten Aktuator. Grundsätzlich kann der Ventiltrieb 13 auch andere Ausführungsformen aufweisen. Insbesondere sind unterschiedliche mechanische, elektrische, pneumatische und/oder hydraulische Ausgestaltungen des variablen Ventiltriebs 13 denkbar.

Der Dieselmotor weist eine Steuer- und Regeleinheit 16 auf, die dazu vorgesehen ist, die Verstelleinheit 14 anzusteuern. Die Steuer- und Regeleinheit 16 ist dazu vorgesehen, in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Dieselmotors die Aktuatorik 15 der Verstelleinheit 14 anzusteuern. Die Steuer- und Regeleinheit 16 ist mit den Aktoren der Verstelleinheit 14 verbunden und stellt für diese ein Steuersignal bereit, in dessen Abhängigkeit die Aktoren dann die Verstellung des entsprechenden Einlassventils 18, 19, 20, 21 oder Auslassventils 22, 23, 24, 25 bewirken.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Verstelleinheit 14 des Dieselmotors als eine Ventilhubumschaltung ausgebildet. Die Nocken umfassen jeweils mehrere Nockenkurven. Die Verstelleinheit 14 ist dazu vorgesehen, die Einlassventile 18, 19, 20, 21 mit jeweils einer der unterschiedlichen Nockenkurven des dem entsprechenden Einlassventil 18, 19, 20, 21 zugeordneten Nockens zu koppeln, wodurch für jedes der Einlassventile 18, 19, 20, 21 zumindest zwei unterschiedliche Ventilbetätigungen eingestellt werden können. Zusätzlich oder alternativ zu der Ausgestaltung mit mehreren Nockenkurven können die Aktoren dazu vorgesehen sein, eine Kopplung zwischen der Nockenwelle 32 und dem entsprechenden Einlassventil 18, 19, 20, 21 oder dem Auslassventil 22, 23, 24, 25 zu verändern. In Abhängigkeit von einer Einstellung der Aktoren wird die Nockenkurve vollständig in eine Öffnung des Einlassventils 18, 19, 20, 21 oder des Auslassventils 22, 23, 24, 25 umgesetzt oder das Einlassventil 18, 19, 20, 21 bzw. das Auslassventil 22, 23, 24, 25 wird nur teilweise geöffnet. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Verstelleinheit 14 insbesondere zur Verstellung der Ventilöffnungszeiten der Einlassventile 18, 19, 20, 21 vorgesehen. Auf die in dem Ausführungsbeispiel dargestellten Aktoren zur Verstellung der Auslassventile 22, 23, 24, 25

kann verzichtet werden. Grundsätzlich ist auch eine andere Ausgestaltung der Verstelleinheit 14 denkbar.

5 Jeder der Aktoren umfasst in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel zwei Nockenfolger, wobei jeder der Nockenfolger einer der Nockenkurven des entsprechenden Nockens zugeordnet ist. Die Aktoren umfassen weiter zumindest eine Hydraulikkammer, über welche wahlweise der eine Nockenfolger oder der andere Nockenfolger mit dem zugeordneten Einlassventil 18, 19, 20, 21 gekoppelt werden kann. Weiter umfasst die Aktuatorik 15 wenigstens ein Steuerventil, über das eine Betriebsmittelmenge und/oder ein Betriebsmitteldruck innerhalb der Hydraulikkammern der 10 Aktoren verändert werden kann. Die Ventilhubumschaltung wird durch Ansteuerung des zumindest einen Steuerventils gesteuert.

In einem Normalbetriebsmodus ist der Dieselmotor für einen Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehen. Die Kurbelwelle 27 weist einen Kurbelwellenwinkel auf, welcher in einem Zyklus 15 des Dieselmotors einen Winkelbereich von 0 Grad bis 720 Grad durchläuft. Die Nockenwelle 32 weist einen Nockenwellenwinkel auf, welcher in dem Zyklus des Dieselmotors einen Winkelbereich von 0 Grad bis 360 Grad durchläuft. Da der Ventiltrieb 13 ein Übersetzungsverhältnis von 2:1 aufweist, d.h. zwei Umdrehungen der Kurbelwelle 27 entsprechen einer Umdrehung der Nockenwelle 32, entspricht ein Nockenwellenwinkel von 20 360 Grad einem Kurbelwellenwinkel von 720 Grad.

Die Kolben 9, 10, 11, 12 durchlaufen in dem Zyklus jeweils einen oberen Totpunkt und einen unteren Totpunkt. Anhand einer Bewegungsumkehr der Kolben 9, 10, 11, 12 in den Totpunkten sind in dem Zyklus des Dieselmotors für jeden Zylinder 1, 2, 3, 4 ein Ansaugtakt, ein 25 Kompressionstakt, ein Arbeitstakt und ein Ausstoßtakt definiert. Jeder Takt entspricht einem Kolbenhub des korrespondierenden Kolbens 9, 10, 11, 12. Bei einem Betrieb des Dieselmotors nach dem Miller-Zyklus weisen die Einlassventile 18, 19, 20, 21 einen Ventilöffnungszeitpunkt auf, der einem Kurbelwellenwinkel entspricht, der dem Ausstoßtakt des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 zugeordnet ist. Der Ventilöffnungszeitpunkt liegt damit vor einem Zeitpunkt, 30 an dem der entsprechende Kolben 9, 10, 11, 12 den unteren Totpunkt durchläuft. Die Einlassventile 18, 19, 20, 21 weisen weiter einen Ventilschließzeitpunkt auf, der einem Kurbelwellenwinkel entspricht, der dem Ansaugtakt des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 zugeordnet ist. Der Ventilschließzeitpunkt liegt damit nach einem Zeitpunkt, an dem der

entsprechenden Kolben 9, 10, 11, 12 den unteren Totpunkt durchläuft. Die Einlassventile 18, 19, 20, 21 öffnen damit während des Ausstoßtakts und schließen während des Ansaugtakts.

Die Steuer- und Regeleinheit 16 weist einen für einen Motorstart bei niedrigen

5 Motortemperaturen vorgesehenen Betriebsmodus auf. In dem Betriebsmodus unterteilt die Steuer- und Regeleinheit 16 den Motorstart in eine Vorlaufphase und eine Zündungsphase. Die Steuer- und Regeleinheit 16 ist in dem Betriebsmodus dazu vorgesehen, durch Ansteuerung der Aktuatorik 15 der Verstelleinheit 14 während der Vorlaufphase für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 Ventilöffnungszeiten einzustellen, die sich mit dem Kompressionstakt des zugeordneten
10 Zylinders 1, 2, 3, 4 überschneiden, und eine Einspritzung von Kraftstoff auszusetzen. Der Betriebsmodus ist dabei lediglich für den Motorstart vorgesehen. Die Ventilöffnungszeiten, zu deren Einstellung die Steuer- und Regeleinheit 16 in dem Betriebsmodus vorgesehen ist, sind insbesondere nicht für den Normalbetriebsmodus vorgesehen.

15 Die Steuer- und Regeleinheit 16 ist dazu vorgesehen, die Einspritzung von Kraftstoff für zumindest einen Zyklus auszusetzen. Insbesondere kann die Steuer- und Regeleinheit 16 dazu vorgesehen sein, die Einspritzung von Kraftstoff für mehrere Zyklen auszusetzen. Eine Anzahl der Zyklen, in denen beim Motorstart die Einspritzung von Kraftstoff ausgesetzt werden kann, kann von unterschiedlichen Parametern abhängen. Beispielsweise kann die Steuer- und
20 Regeleinheit 16 dazu vorgesehen sein, die Anzahl der Zyklen, in denen die Einspritzung von Kraftstoff ausgesetzt wird, in Abhängigkeit von der Motortemperatur vorzugeben. Alternativ oder zusätzlich kann die Steuer- und Regeleinheit 16 auch dazu vorgesehen sein, die Einspritzung von Kraftstoff so lange auszusetzen, bis eine Motordrehzahl des Dieselmotors eine in der Steuer- und Regeleinheit 16 hinterlegte Startdrehzahl erreicht.

25 Die Verstelleinheit 14 ist in dem Betriebsmodus dazu vorgesehen, für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 Ventilöffnungszeiten einzustellen, die sich sowohl mit dem Ansaugtakt als auch mit dem Kompressionstakt des zugehörigen Zylinders 1, 2, 3, 4 überschneiden. Die Verstelleinheit 14 ist dazu vorgesehen, für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 einen Ventilöffnungszeitenpunkt
30 einzustellen, der vor einem Zeitpunkt liegt, an dem der entsprechende Kolben 9, 10, 11, 12 den oberen Totpunkt durchläuft, und einen Ventilschließzeitpunkt einzustellen, der nach einen Zeitpunkt liegt, an dem der entsprechende Kolben 9, 10, 11, 12 den oberen Totpunkt durchläuft. Der Ventilöffnungszeitenpunkt entspricht in diesem Betriebsmodus einem Kurbelwellenwinkel zwischen 40 Grad und 0 Grad vor dem oberen Totpunkt. Der Ventilschließzeitpunkt entspricht in

diesem Betriebsmodus einem Kurbelwellenwinkel zwischen 100 Grad und 0 Grad vor dem unteren Totpunkt.

Der Betriebsmodus ist insbesondere für den Motorstart vorgesehen. Die Steuer- und Regeleinheit 5 16 ist dazu vorgesehen, lediglich für den Motorstart für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 die Ventilöffnungszeiten einzustellen, die sich mit dem Ansaugtakt und mit dem Kompressionstakt des zugeordneten Zylinders 1, 2, 3, 4 überschneiden. Durch Einstellung dieser Ventilöffnungszeiten wird die während des Ansaugtakts angesaugte Brennluft in dem Kompressionstakt wieder in den Ansaugtrakt 33 zurückgeführt. Die Brennluft wird dadurch in 10 der Vorlaufphase mehrfach zwischen dem Brennraum 5, 6, 7, 8 des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 und dem Ansaugtrakt 33 hin- und hergeschoben. Indem in der Vorlaufphase die Einspritzung von Kraftstoff ausgesetzt wird, wird die Brennluft lediglich erwärmt. Erst in der an die Vorlaufphase anschließenden Zündungsphase wird die Brennluft mit Kraftstoff versetzt.

15 Die Steuer- und Regeleinheit 16 ist dazu vorgesehen, die Vorlaufphase für zumindest zwei Zyklen einzustellen. Während der gesamten Vorlaufphase ist die Einspritzung von Kraftstoff ausgesetzt. Zudem sind während der gesamten Vorlaufphase für die Einlassventile 18, 19, 20, 21 die Ventilöffnungszeiten eingestellt, die sich mit dem Ansaugtakt und mit dem Kompressionstakt des zugeordneten Zylinders 1, 2, 3, 4 überschneiden.

20 Der Betriebsmodus ist für den Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen vorgesehen. Der Dieselmotor weist eine Normalbetriebstemperatur auf, bei der eine Kühlwassertemperatur typischerweise in einem Bereich zwischen 70 Grad und 95 Grad liegt. Die niedrigen Motortemperaturen, für die der Betriebsmodus vorgesehen ist, liegen unterhalb der 25 Normalbetriebstemperatur. Der Betriebsmodus ist insbesondere für einen Motorstart bei Motortemperaturen vorgesehen, bei dem die Kühlwassertemperatur kleiner als 50 Grad ist. Zusätzlich ist es auch denkbar, den Betriebsmodus zu nutzen, um einen Zylinder 1, 2, 3, 4 nach einer Zylinderabschaltung wieder zu reaktivieren.

30 Die Steuer- und Regeleinheit 16 ist in dem Betriebsmodus dazu vorgesehen, für die Zündungsphase zur Zündung des Luft-Kraftstoffgemischs die Einspritzung von Kraftstoff zu aktivieren. Durch die Aktivierung der Einspritzung während des Kompressiontakts wird in den Brennraum 5, 6, 7, 8 des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 Kraftstoff eingespritzt. In Verbindung mit der in der Vorlaufphase erwärmten Brennluft bildet sich dadurch in den

Zylindern 1, 2, 3, 4 ein zündfähiges Luft-Kraftstoffgemisch, welches sich in dem Kompressionstakt des entsprechenden Zylinders 1, 2, 3, 4 entzündet. Sobald alle Zylinder 1, 2, 3, 4 zumindest einmal gezündet haben und die Motordrehzahl des Dieselmotors die Leerlaufdrehzahl erreicht hat, ist der Motorstart abgeschlossen und die Steuer- und Regeleinheit 16 geht in den Normalbetriebsmodus über.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Steuer- und Regeleinheit 16 dazu vorgesehen, während der Zündungsphase die für den Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehenen Ventilöffnungszeiten einzustellen. Die Ventilöffnungszeiten werden auf die für den Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehenen Ventilöffnungszeiten verstellt, bevor der Dieselmotor die Leerlaufdrehzahl erreicht hat. Alternativ ist es aber auch denkbar, dass die Steuer- und Regeleinheit 16 dazu vorgesehen ist, die für den Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehenen Ventilöffnungszeiten erst während des Normalbetriebsmodus einzustellen. Beispielsweise kann die Steuer- und Regeleinheit 16 dazu vorgesehen sein, die für den Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehenen Ventilöffnungszeiten einzustellen, wenn die Motortemperatur die Normalbetriebstemperatur erreicht hat. Für den Normalbetriebsmodus ist die Steuer- und Regeleinheit 16 dazu vorgesehen, für die den Zylindern 1, 2, 3, 4 zugeordneten Einlassventile 18, 19, 20, 21 Ventilöffnungszeiten einzustellen, welche sich vollständig mit dem Ausstoßtakt und dem Ansaugtakt des zugeordneten Zylinders 1, 2, 3, 4 überschneiden.

ANSPRÜCHE

1. Dieselmotor, insbesondere Hochleistungsdieselmotor, mit einem variablen Ventiltrieb (13),
5 der eine Verstelleinheit (14) zur Verstellung einer Ventilöffnungszeit, eines Ventilhubs, einer
Nockenwellenphasenlage und/oder einer Ventilspreizung aufweist, und mit einer Steuer-
und/oder Regeleinheit (16) zur Ansteuerung der Verstelleinheit (14), wobei die Steuer- und/oder
Regeleinheit (16) zumindest einen, für einen Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen
vorgesehenen Betriebsmodus aufweist, in dem die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) dazu
10 vorgesehen ist, zumindest während einer Vorlaufphase für zumindest ein Einlassventil (18, 19,
20, 21) eine Ventilöffnungszeit einzustellen, die sich zumindest mit einem Kompressionstakt
eines zugeordneten Zylinders (1, 2, 3, 4) überschneidet, und eine Einspritzung von Kraftstoff
zumindest in dem dem Einlassventil (18, 19, 20, 21) zugeordneten Zylinder (1, 2, 3, 4)
auszusetzen.
- 15 2. Dieselmotor nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) dazu vorgesehen, die Einspritzung von Kraftstoff für
zumindest einen Zyklus auszusetzen.
- 20 3. Dieselmotor nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) dazu vorgesehen ist, lediglich für den Motorstart für das
zumindest eine Einlassventil (18, 19, 20, 21) eine Ventilöffnungszeit einzustellen, die sich mit
25 einem Ansaugtakt und mit dem Kompressionstakt des zugeordneten Zylinders (1, 2, 3, 4)
überschneidet.
4. Dieselmotor nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) dazu vorgesehen ist, die Vorlaufphase für zumindest zwei
Zyklen einzustellen.

5. Dieselmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) in dem Betriebsmodus dazu vorgesehen ist, für eine
Zündungsphase zur Zündung eines Luft-Kraftstoffgemischs in den Zylindern (1, 2, 3, 4) die
5 Einspritzung von Kraftstoff zu aktivieren.
6. Dieselmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Verstelleinheit (14) dazu vorgesehen ist, für das zumindest eine Einlassventil (18, 19, 20, 21)
10 eine Ventilöffnungszeit einzustellen, die für einen Betrieb nach einem Miller-Zyklus vorgesehen
ist.
7. Dieselmotor nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die Steuer- und/oder Regeleinheit (16) dazu vorgesehen ist, während der Zündungsphase die für
den Betrieb nach dem Miller-Zyklus vorgesehene Ventilöffnungszeit einzustellen.
8. Dieselmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
gekennzeichnet durch
20 eine Zylinderleistung von zumindest 50 kW und/oder einen Hubraum von zumindest 1,6 l.
9. Verfahren zum Starten eines Dieselmotors, insbesondere zum Starten eines
Hochleistungsdieselmotors, in dem eine Steuer- und/oder Regeleinheit (16) in einem für einen
Motorstart bei niedrigen Motortemperaturen vorgesehenen Betriebsmodus zumindest während
einer Vorlaufphase für zumindest ein Einlassventil (18, 19, 20, 21) eine Ventilöffnungszeit
einstellt, die sich zumindest mit einem Kompressionstakt eines zugeordneten Zylinders (1, 2, 3,
4) überschneidet, und eine Einspritzung von Kraftstoff zumindest in dem dem Einlassventil (18,
19, 20, 21) zugeordneten Zylinder (1, 2, 3, 4) aussetzt.

1 / 1

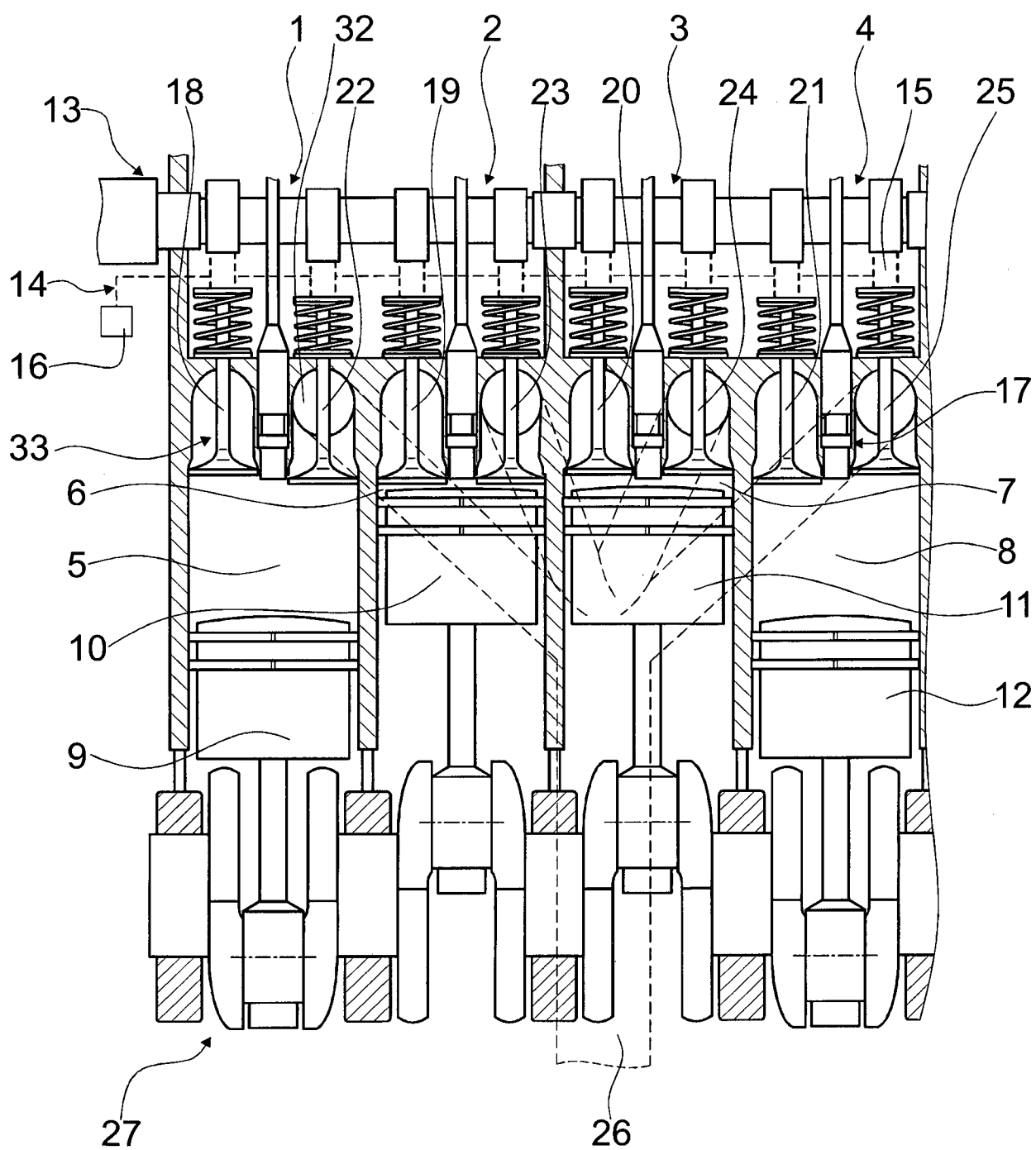


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/002405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F02D41/06 F02N19/00 F02N19/04 F02D13/02
ADD. F02D41/12 F02D41/00

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 F02N

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	EP 1 777 398 A2 (HITACHI LTD [JP]) 25 April 2007 (2007-04-25)	1-5,8,9
Y	paragraph [0066]; figure 8 -----	6,7
X	US 5 117 790 A (CLARKE JOHN M [US] ET AL) 2 June 1992 (1992-06-02) abstract; figure 6 column 7 -----	1,2,4,5, 8,9
X	EP 2 077 382 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 8 July 2009 (2009-07-08) abstract paragraphs [0026] - [0039] ----- -/-	1,2,4,5, 9



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

25 February 2016

Date of mailing of the international search report

03/03/2016

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

Röttger, Klaus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/002405

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2009/096947 A1 (MACK TRUCKS [US]; SVENSSON KENTH I [US]) 6 August 2009 (2009-08-06) page 5, line 3 - page 6, line 19 figure 3 -----	1-5,8,9
X	JP 2011 038448 A (ISUZU MOTORS LTD) 24 February 2011 (2011-02-24) abstract; figures 2,4,6 -----	1,2,4,5, 8,9
Y	JP 2013 053610 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21 March 2013 (2013-03-21) abstract; figure 4 -----	6,7
A	JP H11 153045 A (NISSAN MOTOR) 8 June 1999 (1999-06-08) abstract; figures 3,4 -----	6,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/002405

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1777398	A2	25-04-2007	EP 1777398 A2 25-04-2007
		JP 2007113485 A	10-05-2007
		US 2007089697 A1	26-04-2007

US 5117790	A	02-06-1992	AU 639399 B2 22-07-1993
			AU 7772991 A 15-09-1992
			CA 2073329 A1 20-08-1992
			DE 69132728 D1 18-10-2001
			DE 69132728 T2 11-07-2002
			EP 0610222 A1 17-08-1994
			EP 1096114 A2 02-05-2001
			JP 2954350 B2 27-09-1999
			JP H05505663 A 19-08-1993
			US 5117790 A 02-06-1992
			WO 9214919 A1 03-09-1992

EP 2077382	A1	08-07-2009	AT 501346 T 15-03-2011
			EP 2077382 A1 08-07-2009
			FR 2924767 A1 12-06-2009

WO 2009096947	A1	06-08-2009	CN 101932817 A 29-12-2010
			EP 2247841 A1 10-11-2010
			JP 2011511203 A 07-04-2011
			US 2010294224 A1 25-11-2010
			WO 2009096947 A1 06-08-2009

JP 2011038448	A	24-02-2011	NONE

JP 2013053610	A	21-03-2013	NONE

JP H11153045	A	08-06-1999	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F02D41/06	F02N19/00 F02N19/04 F02D13/02
ADD.	F02D41/12	F02D41/00
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F02D F02N		
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	EP 1 777 398 A2 (HITACHI LTD [JP]) 25. April 2007 (2007-04-25)	1-5,8,9
Y	Absatz [0066]; Abbildung 8 -----	6,7
X	US 5 117 790 A (CLARKE JOHN M [US] ET AL) 2. Juni 1992 (1992-06-02) Zusammenfassung; Abbildung 6 Spalte 7 -----	1,2,4,5, 8,9
X	EP 2 077 382 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 8. Juli 2009 (2009-07-08) Zusammenfassung Absätze [0026] - [0039] -----	1,2,4,5, 9
	-/-	
☒ 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
25. Februar 2016		03/03/2016
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 Röttger, Klaus

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2009/096947 A1 (MACK TRUCKS [US]; SVENSSON KENTH I [US]) 6. August 2009 (2009-08-06) Seite 5, Zeile 3 - Seite 6, Zeile 19 Abbildung 3 -----	1-5,8,9
X	JP 2011 038448 A (ISUZU MOTORS LTD) 24. Februar 2011 (2011-02-24) Zusammenfassung; Abbildungen 2,4,6 -----	1,2,4,5, 8,9
Y	JP 2013 053610 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21. März 2013 (2013-03-21) Zusammenfassung; Abbildung 4 -----	6,7
A	JP H11 153045 A (NISSAN MOTOR) 8. Juni 1999 (1999-06-08) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 -----	6,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/002405

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1777398	A2	25-04-2007	EP 1777398 A2 25-04-2007
			JP 2007113485 A 10-05-2007
			US 2007089697 A1 26-04-2007
US 5117790	A	02-06-1992	AU 639399 B2 22-07-1993
			AU 7772991 A 15-09-1992
			CA 2073329 A1 20-08-1992
			DE 69132728 D1 18-10-2001
			DE 69132728 T2 11-07-2002
			EP 0610222 A1 17-08-1994
			EP 1096114 A2 02-05-2001
			JP 2954350 B2 27-09-1999
			JP H05505663 A 19-08-1993
			US 5117790 A 02-06-1992
			WO 9214919 A1 03-09-1992
EP 2077382	A1	08-07-2009	AT 501346 T 15-03-2011
			EP 2077382 A1 08-07-2009
			FR 2924767 A1 12-06-2009
WO 2009096947	A1	06-08-2009	CN 101932817 A 29-12-2010
			EP 2247841 A1 10-11-2010
			JP 2011511203 A 07-04-2011
			US 2010294224 A1 25-11-2010
			WO 2009096947 A1 06-08-2009
JP 2011038448	A	24-02-2011	KEINE
JP 2013053610	A	21-03-2013	KEINE
JP H11153045	A	08-06-1999	KEINE