

(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
31. Januar 2013 (31.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/013756 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02D 41/06 (2006.01) *F02D 41/40* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/002745
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2012 (29.06.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 108 332.8 22. Juli 2011 (22.07.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HEIDERICH, Volker** [DE/DE]; Birkenrain 58, 71364 Winnenden (DE). **KOCH, Thomas** [DE/DE]; Dahlienstrasse 16, 71034 Böblingen (DE). **RITZINGER, Johannes** [DE/DE]; Böcklerstrasse 9, 70199 Stuttgart (DE). **RUISINGER, Wilhelm** [DE/DE]; Schwabstrasse 32, 70734 Fellbach (DE). **SCHMID, Friedrich** [DE/DE]; Froebelstrasse 14, 71404 Korb (DE).

WEYAND, Tobias [DE/DE]; Winterstrasse 22a, 76137 Karlsruhe (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: COMBUSTION METHOD FOR PISTON COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung : BRENNVERFAHREN FÜR KOLBENBRENNKRAFTMASCHINEN

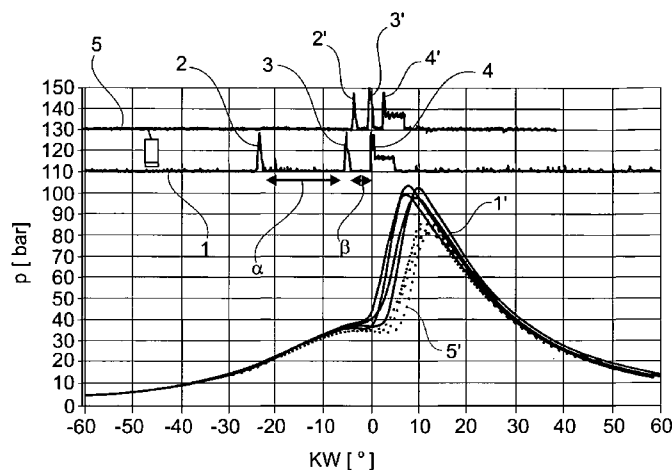


Fig. 1

(57) Abstract: The present invention relates to a combustion method for piston combustion engines, in particular for diesel combustion engines whose fuel injection system operates with pre-injection. It is essential to the invention here that during a cold start phase two pre-injections (2, 3) take place before a top dead centre of a piston is reached, specifically a first pre-injection (2) takes place at approximately 25° CA before the top dead centre and a second pre-injection (3) takes place at approximately 5° CA before the top dead centre, and in this context a crank angle interval α of approximately 20° CA is maintained between the two pre-injections (2, 3), and a crank angle interval β of approximately 5° CA is maintained between the second pre-injection (3) and a main injection (4), independently of the rotational speed. As a result, safe and reliable starting, in particular of diesel combustion engines, can be achieved even at very low temperatures.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/013756 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennverfahren für Kolbenbrennkraftmaschinen, insbesondere für Dieselmotoren, deren Kraftstoffeinspritzsystem mit Voreinspritzung arbeitet. Erfindungswesentlich ist dabei, dass während einer Kaltstartphase zwei Voreinspritzungen (2,3) vor Erreichen eines oberen Totpunkts eines Kolbens erfolgen, nämlich eine erste Voreinspritzung (2) bei ca. 25° KW vor dem oberen Totpunkt und eine zweite Voreinspritzung (3) bei ca. 5° KW vor dem oberen Totpunkt erfolgt und dabei zwischen den beiden Voreinspritzungen (2,3) ein Kurbelwinkelabstand α von ca. 20° KW und zwischen der zweiten Voreinspritzung (3) und einer Haupteinspritzung (4) ein Kurbelwinkelabstand β von ca. 5° KW drehzahlunabhängig eingehalten wird. Hierdurch lässt ein sicheres und zuverlässiges Starten insbesondere von Dieselmotoren auch bei sehr niedrigen Temperaturen erreichen.

Brennverfahren für Kolbenbrennkraftmaschinen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Brennverfahren für eine Kolbenbrennkraftmaschine, insbesondere für eine Dieselmotorkraftmaschine, deren Kraftstoffeinspritzsystem mit Voreinspritzung arbeitet, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem eine mit einem derartigen Brennverfahren arbeitende Kolbenbrennkraftmaschine.

Aus der DE 37 36 630 A1 ist ein gattungsgemäßes Brennverfahren für Kolbenbrennkraftmaschinen, insbesondere für Dieselmotorkraftmaschinen bekannt, deren Kraftstoffeinspritzsystem mit Voreinspritzung arbeitet. Aufgrund der Tatsache, dass insbesondere Dieselmotorkraftmaschinen mit relativ niedrigem Verdichtungsverhältnis und mit Kraftstoffen relativ niedriger Cetanzahl arbeiten müssen, weisen diese Zündprobleme während einer Kaltstartphase auf, verbunden mit der Folge hoher Geräusch- und Schadstoffemissionen. Durch die vorgeschlagene Kombination von Kraftstoffeinspritzung mit Voreinspritzung sowie einer Fremdzündung sollen im gesamten Betriebsbereich der Dieselmotorkraftmaschine sichere und exakt definierte Zündverhältnisse geschaffen werden, die zu geringeren Geräusch- und Schadstoffemissionen führen.

Aus der EP 0 534 491 A2 ist ein Kraftstoffeinspritzsteuersystem bekannt, welches insbesondere ein Starten von Dieselmotorkraftmaschinen erleichtern soll. Hierzu spritzt das Kraftstoffeinspritzsteuersystem einen Kraftstoffvorstrahl in eine Brennkammer synchron zu einem Signal ein, das eine Winkelposition der Kurbelwelle der Dieselmotorkraftmaschine anzeigt. Nachdem der Kraftstoffvorstrahl eingespritzt worden ist, spritzt das Kraftstoffeinspritzsteuersystem einen Kraftstoffhauptstrahl mit größerer Menge als derjenigen des eingespritzten Kraftstoffvorstrahls ein. Sogar dann, wenn die Drehzahl niedrig ist und insbesondere wie in der Kaltstartphase oft auftretend großen Veränderungen unterworfen ist, wird durch das Kraftstoffeinspritzsteuersystem der

Kraftstoffvorstrahl verlässlich in die Brennkammer zu einem gewünschten Zeitpunkt eingespritzt. In der Kaltstartphase wird jedoch nicht nur der Kraftstoffvorstrahl vor dem Kraftstoffhauptstrahl eingespritzt, sondern zugleich auch gezündet, um einen leicht zündbaren, auslösenden Zustand in der Verbrennungskammer zu erzeugen. Der darauf folgend eingespritzte Kraftstoffhauptstrahl kann somit durch den Auslösezustand in der Verbrennungskammer leicht gezündet werden, wodurch die Dieselmotorkraftmaschine zuverlässig und sicher gestartet werden kann und insbesondere die Geräusch- und Schadstoffemissionen während der Kaltstartphase reduziert werden können.

Generell haben Dieselmotorkraftmaschinen den grundsätzlichen Nachteil von relativ hohen Zylinderspitzendrücken. Um diese zu vermeiden, wird das Verdichtungsverhältnis unter Umständen relativ niedrig gewählt, was jedoch wiederum den Nachteil hat, dass während der Kaltstartphase und bei Teillast aufgrund des dann besonders hohen Zündverzuges Schwierigkeiten auftreten können, die zum Einen zu einer Geräuschentwicklung und zum Anderen zu einer hohen Schadstoffemission von unverbrannten Kohlenwasserstoffen führen können. Ähnliche Probleme können aber auch im Normalbetrieb bei Verwendung von Kraftstoffen mit ungünstigen Zündeigenschaften auftreten. Ein probates Mittel, den Zündverzug zu verkürzen ist dabei die Voreinspritzung einer gewissen Kraftstoffmenge vor der eigentlichen Hauptkraftstoffmenge sowie deren Vorverbrennung, wodurch das Druck- und Temperaturniveau im Zylinder deutlich gesteigert und dadurch bessere Zündbedingungen geschaffen werden können.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für ein Brennverfahren und eine Kolbenmotorkraftmaschine der gattungsgemäßen Art eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch ein zuverlässiges Starten auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen und minderwertigen Kraftstoff auszeichnet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einem mit einer Kraftstoffvoreinspritzung arbeitenden Brennverfahren für Kolbenmotorkraftmaschinen während einer Kaltstartphase zwei Voreinspritzungen vor Erreichen eines oberen Totpunkts eines Kolbens vorzunehmen und zwar eine erste Voreinspritzung bei ca. 25°

Kurbelwinkel (KW) vor dem oberen Totpunkt und eine zweite Voreinspritzung bei ca. 5° KW vor dem oberen Totpunkt. Im Unterschied zu bisher bekannten Brennverfahren wird nunmehr erfindungsgemäß ein definierter Kurbelwinkelabstand zwischen den einzelnen Voreinspritzungen festgelegt und nicht wie bisher ein fester zeitlicher Abstand. Die erste Voreinspritzung bei ca. 25° KW vor dem oberen Totpunkt sowie die Zündung der beiden Voreinspritzungen steigern den in der Brennkammer herrschenden Druck und die dort herrschende Temperatur, was die Bedingungen für die Gemischbildung der Haupteinspritzung deutlich verbessert und zusätzlich einen verringerten Zündverzug bewirkt, wodurch die eingespritzte Kraftstoffmenge deutlich besser umgesetzt und genutzt werden kann. Dabei wird zwischen den einzelnen Voreinspritzungen ein Kurbelwinkelabstand α von ca. 20° KW und zwischen der zweiten Voreinspritzung und einer Haupteinspritzung ein Kurbelwinkelabstand β von ca. 5° KW drehzahlunabhängig eingehalten. Bei bisherigen aus dem Stand der Technik bekannten Brennverfahren hingegen werden üblicherweise feste zeitliche Abstände eingehalten, die jedoch im Hinblick auf eine Gemischbildung in einen Zündverzug Schwierigkeiten bereitet. Durch die fixierten Kurbelwinkelabstände α von ca. 20° KW und β von ca. 5° KW zwischen den einzelnen Voreinspritzungen bzw. zwischen der zweiten Voreinspritzung und der Haupteinspritzung, erfolgen die Voreinspritzungen generell auch Drehzahl unabhängig, da die erste Voreinspritzung stets bei ca. 25° KW vor dem oberen Totpunkt und die zweite Voreinspritzung bei ca. 5° KW vor dem oberen Totpunkt erfolgt. Mit dem erfindungsgemäßen Brennverfahren können dabei insbesondere die Kaltstartphase reduziert und damit kürzere Startzeiten erreichen werden, ebenso wie eine Geräusch- und Schadstoffemission während der Kaltstartphase und im Teillastbetrieb, insbesondere während des Leerlaufs.

Zweckmäßig werden zumindest während einer Kaltstartphase die Entflammbedingungen eines Gemisches in einer Brennkammer der Kolbenbrennkraftmaschine mittels einer Glühkerze verbessert. Glühkerzen werden in bekannter Weise als elektrische Heizelemente in Brennkammern von Verbrennungsmotoren, üblicherweise Dieselmotoren, eingesetzt, wobei die Glühkerze nur kurzzeitig während des Starts der Kolbenbrennkraftmaschine bestromt und dadurch erhitzt wird. Insbesondere bei Dieselmotoren kann durch derartige Glühkerzen ein Zünden des sich in der Brennkammer befindlichen Kraftstoff-Luft-Gemisches erleichtert werden, indem die Entflammbedingungen der Kraftstoff-Luft-Gemisches zumindest an der beheizten Spitze der Glühkerze verbessert werden, was dazu beiträgt, ein zuverlässiges und sicheres Starten der Dieselmotoren zu erreichen. Insbesondere Dieselmotorkraftstoff entzündet sich nämlich bei einem Kaltstart der Dieselmotoren nur schlecht,

wofür hauptsächlich kalte Wände der Brennkammer und des Kolbens mit deren hoher spezifischer Wärmekapazität verantwortlich sind. Zudem ist beim Kaltstart die durch einen elektrischen Starter erzeugte Kolbengeschwindigkeit gering, wodurch auch die Kompressionswärme reduziert ist. Auch geht die Kompressionswärme vergleichsweise schnell an die noch kalten Zylinderwände bzw. an einen noch kalten Kolbenboden über. Darüber hinaus tragen unterschiedliche Kraftstoffqualitäten und insbesondere zündunwillige Kraftstoffe zusätzlich zu den genannten Schwierigkeiten beim Kaltstart der Dieselmotorkraftmaschine bei. Aus diesen Gründen ist bereits seit langem der Einsatz von elektrisch beheizbaren Glühkerzen in der Brennkammer bekannt, wobei die Glühkerze nach Ablauf der Kaltstartphase noch zumindest eine gewisse genau definierte Zeit bestromt und dadurch weiter beheizt wird, um die Schadstoffemissionen im Abgas weiter senken zu können. Die Zeitdauer, in welcher die Glühkerze bestromt wird und dadurch auch eine Fahrzeugbatterie in nicht unerheblichem Umfang belastet, kann bei modernen Glühkerzen auf wenige Sekunden beschränkt werden. Generell kommen zwei unterschiedliche Arten von Glühkerzen zum Einsatz, nämlich einerseits Metall-Glühkerzen und andererseits Keramik-Glühkerzen, die sich insbesondere in der Temperatur eines Glühschaftes, wie bei Metall-Glühkerzen 1.000°C und bei Keramik-Glühkerzen bis zu 1.300°C beträgt, unterscheiden.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, bei einer an sich bekannten Kolbenmotorkraftmaschine, insbesondere bei einer Dieselmotorkraftmaschine, ein Kraftstoffeinspritzsystem einzusetzen, welches während einer Kaltstartphase eine erste Voreinspritzung bei ca. 25°KW vor dem oberen Totpunkt des Kolbens und eine zweite Voreinspritzung bei ca. 5°KW vor dem oberen Totpunkt bewirkt und dabei zwischen den einzelnen Voreinspritzungen ein Kurbelwinkelabstand α von ca. 20°KW und zwischen der zweiten Voreinspritzung und der Haupteinspritzung einen Kurbelwinkelabstand β von ca. 5°KW drehzahlunabhängig einhält. Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzsystem arbeitet dabei nach dem im allgemeinen Gedanken formulierten und erläuterten Brennverfahren für Kolbenmotorkraftmaschinen und erzielt dadurch die durch das erfindungsgemäße Brennverfahren erreichbaren Vorteile, die insbesondere kürzerer Startzeiten bei tiefen Temperaturen, sichere Starts der Kolbenmotorkraftmaschine bei sehr tiefen Temperaturen bis zu -30°C , eine Reduzierung von Startzeitenstreuungen sowie eine Geräuschminderung im Leerlauf bei kalter Kolbenmotorkraftmaschine. Vor allem die Fähigkeit die Kolbenmotorkraftmaschine bei tiefen Außentemperaturen von weniger als -15°C sicher starten zu können, bietet gegenüber bisher bekannten Brennverfahren und gegenüber bisher bekannten Kolbenmotorkraftmaschinen einen wesentlichen Vorteil. Aufgrund der stetig steigenden

Umweltschutzaufgaben und Emissionsvorschriften wirkt sich selbstverständlich auch eine Reduzierung der Schadstoffemissionen, insbesondere während der Kaltstartphase, positiv aus.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 ein Diagramm zur Darstellung eines Drucks P in einer Brennkammer einer Kolbenbrennkraftmaschine in Abhängigkeit eines Kurbelwinkels KW bei Durchführung eines erfindungsgemäßen Brennverfahrens und zum Vergleich bei Durchführung eines herkömmlichen Brennverfahrens,

Fig. 2 ein Diagramm zur Veranschaulichung einer Startzeit t_s in Abhängigkeit einer Kühlwasser-Temperatur bei herkömmlichen Kolbenbrennkraftmaschinen und bei mit dem erfindungsgemäßen Brennverfahren betriebenen Kolbenbrennkraftmaschinen.

Entsprechend der Fig. 1 kann man an einer Kurve 1 den Verlauf eines erfindungsgemäßen Brennverfahrens für Kolbenbrennkraftmaschinen, insbesondere für Dieselmotoren, ablesen, deren Kraftstoffeinspritzsystem mit zwei Voreinspritzungen arbeitet. Klar ersichtlich ist dabei, dass eine erste Voreinspritzung 2 bei ca. 25° KW vor dem oberen Totpunkt eines Kolbens erfolgt, wogegen eine zweite Voreinspritzung 3 bei ca. 5° KW vor dem oberen Totpunkt erfolgt. Der obere Totpunkt liegt bei 0° KW. Am oberen Totpunkt erfolgt dann eine Haupteinspritzung 4. Zwischen den beiden Voreinspritzungen 2, 3 wird dabei nach dem erfindungsgemäßen Brennverfahren ein Kurbelwinkelabstand α von ca. 20° KW eingehalten, wogegen

zwischen der zweiten Voreinspritzung 3 und der Haupteinspritzung 4 ein Kurbelwinkelabstand β von ca. 5° KW eingehalten wird. Der Kurbelwinkelabstand α von ca. 20° C zwischen den beiden Voreinspritzungen 2, 3 und/oder der Kurbelwinkelabstand β von ca. 5° zwischen der zweiten Voreinspritzung 3 und der Haupteinspritzung 4 wird dabei drehzahlunabhängig eingehalten. Eine Kurve 5 zeigt im Vergleich zur Kurve 1 ein herkömmliches Brennverfahren, bei welchem sich die Kurbelwinkelabstände zwischen den einzelnen Voreinspritzungen 2' und 3' sowie zwischen der zweiten Voreinspritzung 3' und der Haupteinspritzung 4' in Abhängigkeit der jeweils vorhandenen Drehzahl der Kolbenbrennkraftmaschine ändern. Entsprechend den Kurven 1' und 5' ist dabei ein Druckverlauf in Abhängigkeit des jeweiligen Kurbelwinkels dargestellt, wobei hier die Kurve 1' dem erfindungsgemäßen Brennverfahren entspricht, wogegen die Kurve 5' einem Verlauf ohne Verwendung des erfindungsgemäßen Brennverfahrens entspricht. Klar erkennbar ist hierbei, dass zumindest der Druck in der Brennkammer bei Verwendung des erfindungsgemäßen Brennverfahrens, das heißt bei der Kurve 1' deutlich gegenüber den Kurven 5' gesteigert werden kann, wodurch die Zündfähigkeit des Gemisches und damit auch die Zündung in der Brennkammer an sich bei gleicher eingespritzter Kraftstoffmenge verbessert werden können.

Zumindest während einer Kaltstartphase der Kolbenbrennkraftmaschine werden die Entflammbedingungen eines Gemisches in einer Brennkammer mittels einer Glühkerze verbessert, die beispielsweise ca. 2 Sek. vorglüht. Die Glühkerze wird dabei nach der Kaltstartphase noch für eine definierte Zeit bestromt, um insbesondere Schadstoffemissionen weiter senken zu können.

Bei dem Diagramm gemäß der Fig. 2 ist auf der Abszisse eine Kühlwasser-Temperatur T in $^\circ\text{C}$ aufgetragen, wogegen auf der Ordinate eine Startzeit t_s der Kolbenbrennkraftmaschine abgebildet ist, wobei die Startzeit im Wesentlichen den Beginn des Startvorgangs bis zum Erreichen eines Leerlaufs entspricht. Die quadratischen Messpunkte entsprechen dabei einer Kolbenbrennkraftmaschine mit Voreinspritzung, die jedoch nicht nach dem erfindungsgemäßen Brennverfahren arbeitet, wogegen die runden Messpunkte für eine mit dem erfindungsgemäßen Brennverfahren arbeitende Kolbenbrennkraftmaschine stehen. Klar ersichtlich ist dabei, dass beispielsweise bei einer Kühlwasser-Temperatur T von -30°C mit dem erfindungsgemäßen Brennverfahren eine Reduzierung der Startzeit t_s von 23,4 Sek. auf 6,9 sek. und damit auf ca. 25% der ursprünglich bei herkömmlichen Kolbenbrennkraftmaschinen erforderlichen Startzeit t_s erreicht werden kann. Bei dazu vergleichsweise wärmerem Kühlwasser mit einer

Temperatur T von ca. -23°C kann die Startzeit t_s mit dem erfindungsgemäßen Brennverfahren noch von 7,2 auf 3,1 sek. reduziert und damit mehr als halbiert werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Brennverfahren und einer mit diesem Brennverfahren arbeitenden erfindungsgemäßen Kolbenbrennkraftmaschine können somit deutlich kürzerer Startzeiten t_s auch bei tiefen Temperaturen T erreicht werden, wobei insbesondere auch bei sehr tiefen Temperaturen T von beispielsweise -30°C zuverlässige und sichere Starts der Kolbenbrennkraftmaschine gewährleistet werden können, was bisher nur vereinzelt gelang. Zu dem kann auch eine Reduzierung der Startzeitenstreuung erreicht werden, ebenso wie eine Geräusch- und Schadstoffemission der Kolbenbrennkraftmaschine während der Kaltstartphase und im Teillastbetrieb, insbesondere im Leerlauf. Die beiden erfindungsgemäß bei 25° und 5° KW erfolgenden Einspritzungen können der Druck und die Temperatur in der Brennkammer gesteigert und dadurch die Bedingungen für die Gemischbildung der Haupteinspritzung 4 deutlich verbessert werden. Durch die verbesserte Gemischbildung wiederum verringert sich ein Zündverzug und die eingespritzte Kraftstoffmenge kann besser umgesetzt werden.

Patentansprüche

1. Brennverfahren für Kolbenbrennkraftmaschinen, insbesondere für Dieselmotoren, deren Kraftstoffeinspritzsystem mit Voreinspritzung arbeitet, dadurch gekennzeichnet, dass während einer Kaltstartphase zwei Voreinspritzungen (2,3) vor Erreichen eines oberen Totpunkts eines Kolbens erfolgen, nämlich eine erste Voreinspritzung (2) bei ca. 25° KW (Kurbelwinkel) vor dem oberen Totpunkt und eine zweite Voreinspritzung (3) bei ca. 5° KW vor dem oberen Totpunkt erfolgt und dabei zwischen den beiden Voreinspritzungen (2,3) ein Kurbelwinkelabstand α von ca. 20° KW und zwischen der zweiten Voreinspritzung (3) und einer Haupteinspritzung (4) ein Kurbelwinkelabstand β von ca. 5° KW drehzahlunabhängig eingehalten wird.
2. Brennverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest während einer Kaltstartphase ein Gemisch in einer Brennkammer der Kolbenbrennkraftmaschine mittels einer Glühkerze die Entflammbedingungen verbessert werden.
3. Brennverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Glühkerze nach der Kaltstartphase noch für eine definierte Zeit bestromt wird, um eine Schadstoffemission zu senken.
4. Kolbenbrennkraftmaschine, insbesondere eine Dieselmotoren, deren Kraftstoffeinspritzsystem mit Voreinspritzung arbeitet,

dadurch gekennzeichnet, dass
das Kraftstoffeinspritzsystem derart ausgebildet ist, dass es während einer Kaltstartphase eine erste Voreinspritzung (2) bei ca. 25° KW vor dem oberen Totpunkt und eine zweite Voreinspritzung (3) bei ca. 5° KW vor dem oberen Totpunkt veranlasst und dabei das Kraftstoffeinspritzsystem zwischen den beiden Voreinspritzungen (2,3) ein Kurbelwinkelabstand α von ca. 20 °KW und zwischen der zweiten Voreinspritzung (3) und einer Haupteinspritzung (4) ein Kurbelwinkelabstand β von ca. 5° KW drehzahlunabhängig einhält.

5. Kolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
je Brennkammer zumindest eine Glühkerze vorgesehen ist, die die Entflammbedingungen eines Gemisches in der Brennkammer der Kolbenbrennkraftmaschine zumindest während einer Kaltstartphase verbessert.
6. Kraftfahrzeug, insbesondere ein Personenkraftwagen oder ein Nutzfahrzeug, mit einer Kolbenbrennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 4 oder 5.

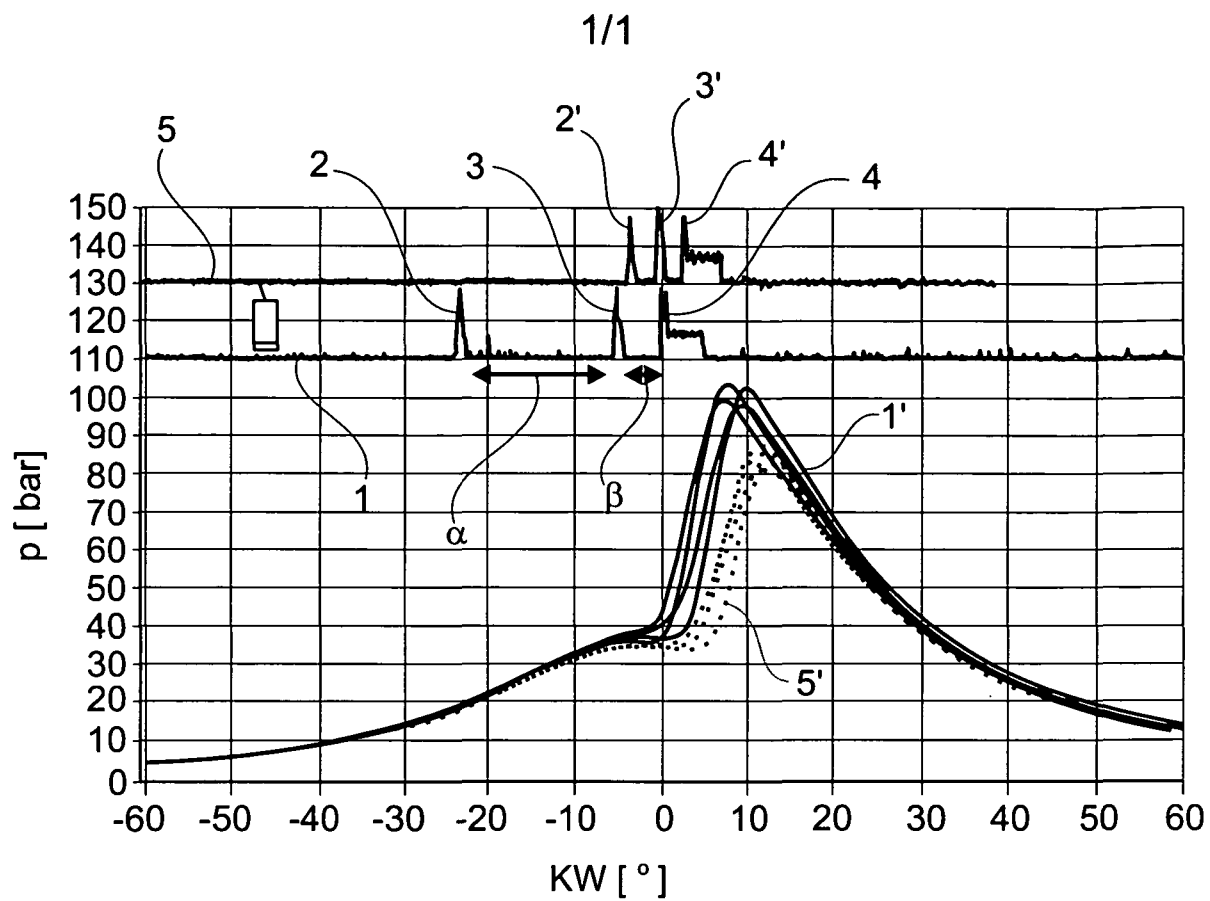


Fig. 1

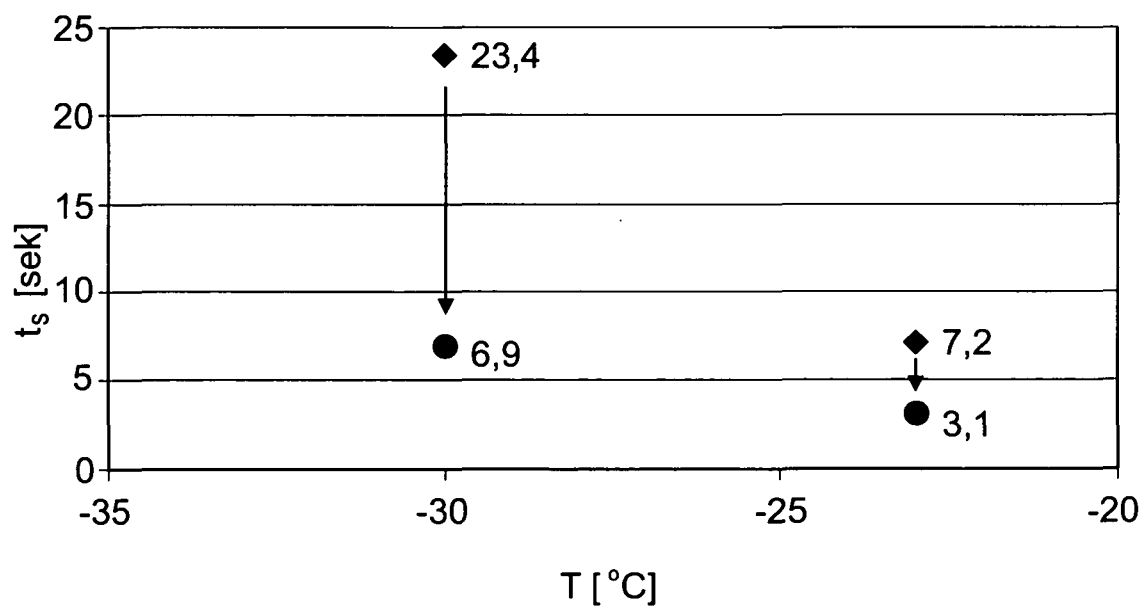


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/002745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02D41/06 F02D41/40 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		
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 0 534 491 A2 (NIPPON DENSO CO [JP]) 31 March 1993 (1993-03-31) cited in the application the whole document -----	1-6
A	DE 37 36 630 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]) 11 May 1989 (1989-05-11) cited in the application the whole document -----	1-6
A	EP 1 035 314 A2 (FIAT RICERCHE [IT]) 13 September 2000 (2000-09-13) the whole document -----	1-6
A	EP 0 982 489 A2 (MAZDA MOTOR [JP]) 1 March 2000 (2000-03-01) the whole document -----	1-6
☐ 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 24 October 2012		Date of mailing of the international search report 08/11/2012
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 Calabrese, Nunziante

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/002745

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0534491	A2	31-03-1993	DE 69212754 D1 19-09-1996
		DE 69212754 T2 27-02-1997	
		EP 0534491 A2 31-03-1993	
		US 5231962 A 03-08-1993	

DE 3736630	A1	11-05-1989	NONE

EP 1035314	A2	13-09-2000	EP 1035314 A2 13-09-2000
		EP 1965063 A1 03-09-2008	
		EP 1965065 A1 03-09-2008	
		ES 2307475 T3 01-12-2008	
		IT T0990172 A1 05-09-2000	
		JP 4503770 B2 14-07-2010	
		JP 2000303892 A 31-10-2000	
		JP 2009133322 A 18-06-2009	
		US 6491016 B1 10-12-2002	

EP 0982489	A2	01-03-2000	DE 69912368 D1 04-12-2003
		DE 69912368 T2 06-05-2004	
		EP 0982489 A2 01-03-2000	
		JP 3613023 B2 26-01-2005	
		JP 2000073820 A 07-03-2000	
		KR 20000017462 A 25-03-2000	
		US 6318074 B1 20-11-2001	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F02D41/06 F02D41/40
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F02D

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 0 534 491 A2 (NIPPON DENSO CO [JP]) 31. März 1993 (1993-03-31) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-6
A	DE 37 36 630 A1 (KLOECKNER HUMBOLDT DEUTZ AG [DE]) 11. Mai 1989 (1989-05-11) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-6
A	EP 1 035 314 A2 (FIAT RICERCH [IT]) 13. September 2000 (2000-09-13) das ganze Dokument	1-6
A	EP 0 982 489 A2 (MAZDA MOTOR [JP]) 1. März 2000 (2000-03-01) das ganze Dokument	1-6



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

24. Oktober 2012

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/11/2012

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

Calabrese, Nunziante

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/002745

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0534491	A2	31-03-1993	DE 69212754 D1 19-09-1996
			DE 69212754 T2 27-02-1997
			EP 0534491 A2 31-03-1993
			US 5231962 A 03-08-1993

DE 3736630	A1	11-05-1989	KEINE

EP 1035314	A2	13-09-2000	EP 1035314 A2 13-09-2000
			EP 1965063 A1 03-09-2008
			EP 1965065 A1 03-09-2008
			ES 2307475 T3 01-12-2008
			IT T0990172 A1 05-09-2000
			JP 4503770 B2 14-07-2010
			JP 2000303892 A 31-10-2000
			JP 2009133322 A 18-06-2009
			US 6491016 B1 10-12-2002

EP 0982489	A2	01-03-2000	DE 69912368 D1 04-12-2003
			DE 69912368 T2 06-05-2004
			EP 0982489 A2 01-03-2000
			JP 3613023 B2 26-01-2005
			JP 2000073820 A 07-03-2000
			KR 20000017462 A 25-03-2000
			US 6318074 B1 20-11-2001
