

(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
17. Januar 2008 (17.01.2008)

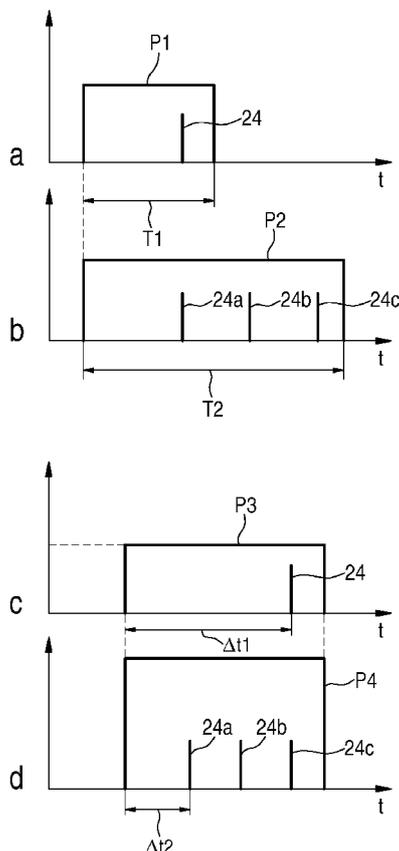
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/006638 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F02P 23/04 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/054922
- (22) Internationales Anmeldedatum:
22. Mai 2007 (22.05.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 031 768.8 10. Juli 2006 (10.07.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **VOGEL, Manfred** [DE/DE]; Lerchenstr 17, 71254 Ditzingen (DE). **HERDEN, Werner** [DE/DE]; Kappelweg 7, 70839 Gerlingen (DE). **RIDDERBUSCH, Heiko** [DE/DE]; Friedrichsberg 23, 70567 Stuttgart-Moehringen (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, 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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, [Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: A METHOD FOR OPERATING AN IGNITION FOR A COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ZÜNDEINRICHTUNG FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an ignition for a combustion engine (10), in particular a motor vehicle, with a laser device (26) that has a laser-active solid body (44) with a passive Q-switch (46). According to the invention, the duration (T1, T2) of the pump light pulse (P1, P2) that is applied to the laser device (26) is selected depending on a number of laser impulses (24, 24a, 24b, 24c) that are generated by means of the laser device (26), the number of which can be predefined.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (10), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lasereinrichtung (26), die einen laseraktiven Festkörper (44) mit einer passiven Güteschaltung (46) aufweist. Erfindungsgemäß wird die Dauer (T1, T2) eines Pumplichtpulses (P1, P2), mit dem die Lasereinrichtung (26) beaufschlagt wird, in Abhängigkeit einer vorgebbaren Anzahl von mittels der Lasereinrichtung (26) zu erzeugenden Laserimpulsen (24, 24a, 24b, 24c) gewählt.

WO 2008/006638 A1



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Beschreibung

5

Titel

Verfahren zum Betreiben einer Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

10 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lasereinrichtung, die einen laseraktiven Festkörper mit einer passiven Güteschaltung aufweist.

Die Erfindung betrifft ferner eine derartige Zündeinrichtung.

15 Offenbarung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Betriebsverfahren und eine Zündeinrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass deren Flexibilität und Zuverlässigkeit gesteigert werden.

20 Diese Aufgabe wird bei einem Betriebsverfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Dauer eines Pumplichtpulses, mit dem die Lasereinrichtung beaufschlagt wird, in Abhängigkeit einer vorgebbaren Anzahl von mittels der Lasereinrichtung zu erzeugenden Laserimpulsen gewählt wird.

Vorteilhafte Wirkungen

25 Durch die erfindungsgemäße Auswahl bzw. Vorgabe der Dauer von Pumplichtpulsen ist es vorteilhaft möglich, während eines einzigen Pumplichtpulses gleich mehrere, zeitlich aufeinander folgende Laserimpulse mit der Lasereinrichtung zu erzeugen. Die mehreren in verhältnismäßig kurzer zeitlicher Folge erzeugten Laserimpulse können vorteilhaft beispielsweise zur Reinigung eines Brennraumfensters der Lasereinrichtung verwendet werden, durch das die von der Lasereinrichtung erzeugten Laserimpulse üblicherweise in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingestrahlt

werden.

Weiterhin sind die erfindungsgemäß erzeugten mehreren Laserimpulse vorteilhaft zur Realisierung einer sogenannten Mehrfachzündung anwendbar, d.h., durch das Abstrahlen gleich mehrerer Laserimpulse in den Brennraum während eines einzigen Arbeitstakts des entsprechenden Zylinders kann die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, mit den Laserimpulsen einen entflammbar
5 Teil des in dem Brennraum befindlichen Luft/Kraftstoffgemisches zu treffen, so dass die Zuverlässigkeit der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung hierdurch gesteigert wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der
10 Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung beziehungsweise Darstellung in der Beschreibung beziehungsweise in der Zeichnung.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In der Zeichnung zeigt:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer erfindungsgemäßen Zündeinrichtung,

Figur 2 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung im Detail, und

20 Figur 3a bis 3d verschiedene zeitliche Verläufe von Pumplichtpulsen und hierdurch erzeugten Laserimpulsen entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren.

Ausführungsformen der Erfindung

Eine Brennkraftmaschine trägt in Figur 1 insgesamt das Bezugszeichen 10. Sie dient zum Antrieb eines nicht dargestellten Kraftfahrzeugs. Die Brennkraftmaschine 10 umfasst mehrere Zylinder, von
25 denen in Figur 1 nur einer mit dem Bezugszeichen 12 bezeichnet ist. Ein Brennraum 14 des Zylinders 12 wird von einem Kolben 16 begrenzt. Kraftstoff gelangt in den Brennraum 14 direkt durch einen

Injektor 18, der an einen auch als Rail beziehungsweise Common-Rail bezeichneten Kraftstoff-Druckspeicher 20 angeschlossen ist.

In den Brennraum 14 eingespritzter Kraftstoff 22 wird mittels eines Laserimpulses 24 entzündet, der von einer Lasereinrichtung 26 umfassenden Zündeinrichtung 27 in den Brennraum 14 abgestrahlt
5 wird. Hierzu wird die Lasereinrichtung 26 über eine Lichtleitereinrichtung 28 mit einem Pumplicht gespeist, welches von einer Pumplichtquelle 30 bereitgestellt wird. Die Pumplichtquelle 30 wird von einer Steuer- und Regeleinrichtung 32 gesteuert, die auch den Injektor 18 ansteuert.

Beispielsweise kann es sich bei der Pumplichtquelle 30 um eine Halbleiter-Laserdiode handeln, die in Abhängigkeit eines Steuerstroms ein entsprechendes Pumplicht über die Lichtleitereinrichtung 28 an
10 die Lasereinrichtung 26 ausgibt. Obwohl Halbleiter-Laserdioden und andere klein bauende Pumplichtquellen bevorzugt für einen Einsatz in dem Kraftfahrzeugbereich verwendet werden, ist für den Betrieb der erfindungsgemäßen Zündeinrichtung 27 prinzipiell jede Art von Pumplichtquelle verwendbar, bei der die Dauer der abgegebenen Pumplichtpulse vorgebar bzw. einstellbar ist. Bei
15 einer Halbleiter-Laserdiode als Pumplichtquelle kann die Vorgabe der Dauer der Pumplichtpulse besonders einfach durch eine entsprechende Länge der Steuerstrompulse eingestellt werden.

Figur 2 zeigt schematisch eine Detailansicht der Lasereinrichtung 26 aus Figur 1.

Wie aus Figur 2 ersichtlich, weist die Lasereinrichtung 26 einen laseraktiven Festkörper 44 auf, dem eine auch als Q-switch bezeichnete passive Güteschaltung 46 optisch nachgeordnet ist. Der laseraktive Festkörper 44 bildet hierbei zusammen mit der passiven Güteschaltung 46 sowie dem in Figur 2 links
20 hiervon angeordneten Einkoppelspiegel 42 und dem Auskoppelspiegel 48 einen Laser-Oszillator aus, dessen Schwingverhalten von der passiven Güteschaltung 46 abhängt und damit zumindest mittelbar in an sich bekannter Weise steuerbar ist.

Bei der in Figur 2 abgebildeten Konfiguration wird die Lasereinrichtung 26 bzw. der laseraktive Festkörper 44 durch den Einkoppelspiegel 42 hindurch mit Pumplicht 28a beaufschlagt, das
25 Elektronen in dem laseraktiven Festkörper 44 anregt und damit zu einer an sich bekannten Besetzungsinversion führt.

Während die passive Güteschaltung 46 ihren Ruhezustand aufweist, in dem sie einen verhältnismäßig geringen Transmissionskoeffizienten besitzt, wird ein Laserbetrieb in dem laseraktiven Festkörper 44 beziehungsweise in dem durch den Einkoppelspiegel 42 und den Auskoppelspiegel 48 begrenzten
30 Festkörper 44, 46 vermieden. Mit steigender Pumpdauer, d.h. während einer Beaufschlagung mit dem

Pumplicht 28a, steigt jedoch auch die Strahlungsintensität in dem Laser-Oszillator 42, 44, 46, 48 an, so dass die passive Güteschaltung 46 schließlich ausbleicht. D.h., ihr Transmissionskoeffizient steigt, und ein Laserbetrieb in dem Laser-Oszillator 42, 44, 46, 48 beginnt. Dieser Zustand ist durch den Doppelpfeil 24' symbolisiert.

- 5 Auf die vorstehend beschriebene Weise entsteht ein auch als Riesenimpuls bezeichneter Laserimpuls 24, der eine verhältnismäßig hohe Spitzenleistung aufweist. Der Laserimpuls 24 wird, gegebenenfalls unter Verwendung einer weiteren Lichtleitereinrichtung (nicht gezeigt), oder auch direkt durch ein ebenfalls nicht abgebildetes Brennraumfenster der Lasereinrichtung 26 in den Brennraum 14 (Figur 1) der Brennkraftmaschine 10 eingekoppelt, so dass darin vorhandener Kraftstoff 22 bzw. ein
- 10 Luft/Kraftstoffgemisch entzündet wird.

Erfindungsgemäß wird die in Figur 2 abgebildete Lasereinrichtung 26 mit in den Figuren 3a bis 3d näher dargestellten Pumplichtpulsen P1, P2, P3, P4 beaufschlagt, deren Dauer T1, T2 vorteilhaft in Abhängigkeit einer vorgebbaren Anzahl von mittels der Lasereinrichtung 26 zu erzeugenden Laserimpulsen 24, 24a, 24b, 24c gewählt wird.

- 15 Beispielsweise kann durch Beaufschlagung der Lasereinrichtung 26 mit einem ersten, verhältnismäßig kurzen Pumplichtpuls P1 der Dauer T1, der in Figur 3a abgebildet ist, die Erzeugung genau eines Laserimpulses 24 in der Lasereinrichtung 26 realisiert werden.

- Falls mehrere aufeinanderfolgende Laserimpulse erzeugt werden sollen, wird gemäß Figur 3b ein Pumplichtpuls P2 mit einer größeren Dauer $T2 > T1$ erzeugt, der den laseraktiven Festkörper 44
- 20 (Figur 2) entsprechend länger pumpt und dementsprechend die Erzeugung mehrerer, zeitlich aufeinander folgender Laserimpulse 24a, 24b, 24c ermöglicht.

- Die Lasereinrichtung 26 kann vorteilhaft beispielsweise so ausgebildet sein, dass bei einer kontinuierlichen Beaufschlagung mit einem Pumplichtpuls P2 der zeitliche Abstand der aufeinanderfolgenden Laserimpulse 24a, 24b, 24c etwa 20 μs bis etwa 200 μs beträgt. Die Dauer des
- 25 Pumplichtpulses P1, P2 selbst kann beispielsweise bis zu einigen Millisekunden oder auch mehr betragen.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass die Leistung des Pumplichts 28a verändert wird.

Wie in den Figuren 3c, 3d ersichtlich, ist auch durch eine derartige Änderung der Leistung des Pumplichts 28a das zeitliche Verhalten bei der Erzeugung der Laserimpulse 24, 24a, 24b, 24c durch die Lasereinrichtung 26 steuerbar.

Gemäß Figur 3c, bei der eine verhältnismäßig geringe Leistung für das Pumplicht 28a gewählt ist, erfolgt die Erzeugung eines ersten Laserimpulses 24 nach einer verhältnismäßig großen Wartezeit Δt_1 bezogen auf den Beginn des Pumpvorgangs mit dem Pumplichtpuls P3.

Im Unterscheid hierzu tritt bei Beaufschlagung der Lasereinrichtung 26 mit einem Pumplichtpuls P4 größerer Leistung, vgl. Figur 3d, bereits nach einer kürzeren Wartezeit $\Delta t_2 < \Delta t_1$ der erste Laserimpuls 24a auf. Gemäß Figur 3d folgen während der Dauer des Pumplichtpulses P4 weitere Laserimpulse 24b, 24c mit einem näherungsweise konstanten Zeitabstand auf den ersten Laserimpuls 24a.

Eine Kombination der Variation der Dauer T1, T2 eines Pumplichtpulses P1, P2 mit der Variation der Leistung des Pumplichtpulses ist ebenfalls denkbar.

Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass durch eine entsprechende Vorgabe des Pumplichtpulses gezielt mehrere Laserimpulse 24a, 24b, 24c erzeugt werden, wodurch beispielsweise ein nicht abgebildetes Brennraumfenster gereinigt werden kann, das ausgangsseitig der Lasereinrichtung 26 angeordnet ist, und durch das die Laserimpulse 24 in den Brennraum 14 der Brennkraftmaschine 10 (Figur 1) hindurchtreten.

Da ein einzelner Laserimpuls 24, der die zur Reinigung des Brennraumfensters notwendige Energie aufweist, unter Umständen aufgrund der entsprechenden hohen Strahlungsdichte das Brennraumfenster zerstören kann, ist die erfindungsgemäße Reinigung des Brennraumfensters durch die Anwendung mehrerer aufeinanderfolgender schwächerer Laserimpulse 24a, 24b, 24c, günstig zur Steigerung der Lebensdauer des Brennraumfensters.

Die erfindungsgemäß erzeugten mehreren Laserimpulse 24, 24a, 24b, 24c können besonders vorteilhaft auch zur zuverlässigeren Zündung des in dem Brennraum 14 befindlichen Kraftstoffs 22 verwendet werden. Da insbesondere bei stark inhomogenen Luft-/Kraftstoffgemischen 22 die Gefahr besteht, dass der verhältnismäßig kurze Laserimpuls 24 zufällig einen nicht oder zumindest schlecht entflammaren Bereich trifft, wird durch die erfindungsgemäße Nutzung mehrerer Laserimpulse 24a, 24b, 24c zur Zündung die Wahrscheinlichkeit, mit wenigstens einem der Laserimpulse einen entflammaren Bereich in dem Luft-/Kraftstoffgemisch zu treffen, deutlich gesteigert.

Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Leistung des Pumplichts 28a während eines Pumplichtpulses P1, P2 verändert wird.

Durch eine derartige Veränderung der Leistung des Pumplichts 28a während der Dauer des
5 betreffenden Pumplichtpulses ist vorteilhaft die Möglichkeit gegeben, das zeitliche Verhalten, insbesondere den Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Laserimpulsen 24a, 24b, auch während der Erzeugung von Laserimpulsen durch die Beaufschlagung mit Pumplicht zu beeinflussen. Beispielsweise kann auf diese Weise eine erste Anzahl von Laserimpulsen mit einer verhältnismäßig kurzen Wiederholzeit erzeugt werden, und nach einer entsprechenden Verringerung der Leistung des
10 Pumplichts können weitere Laserimpulse mit einer entsprechend größeren Folgezeit erzeugt werden.

Die Anpassung der Leistung des Pumplichts kann ferner dazu dienen, die Betriebssicherheit der verwendeten Pumplichtquelle 30 zu steigern bzw. diese vor einer thermischen Überlastung oder dergleichen zu schützen.

Insbesondere bei der Verwendung eines Halbleiter-Diodenlasers als Pumplichtquelle 30 ist eine sehr
15 einfache Anpassung der Leistung des Pumplichts 28a durch die entsprechende Vorgabe des Steuerstroms für die Laserdiode erzielbar.

Das erfindungsgemäße Prinzip ist nicht auf die Anwendung bei Brennkraftmaschinen 10 von Kraftfahrzeugen begrenzt, sondern kann insbesondere auch bei Stationärmotoren vorteilhaft eingesetzt werden.

20 Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in Form eines Computerprogramms, das auf einer Recheneinheit des Steuergeräts 32 ablauffähig ist.

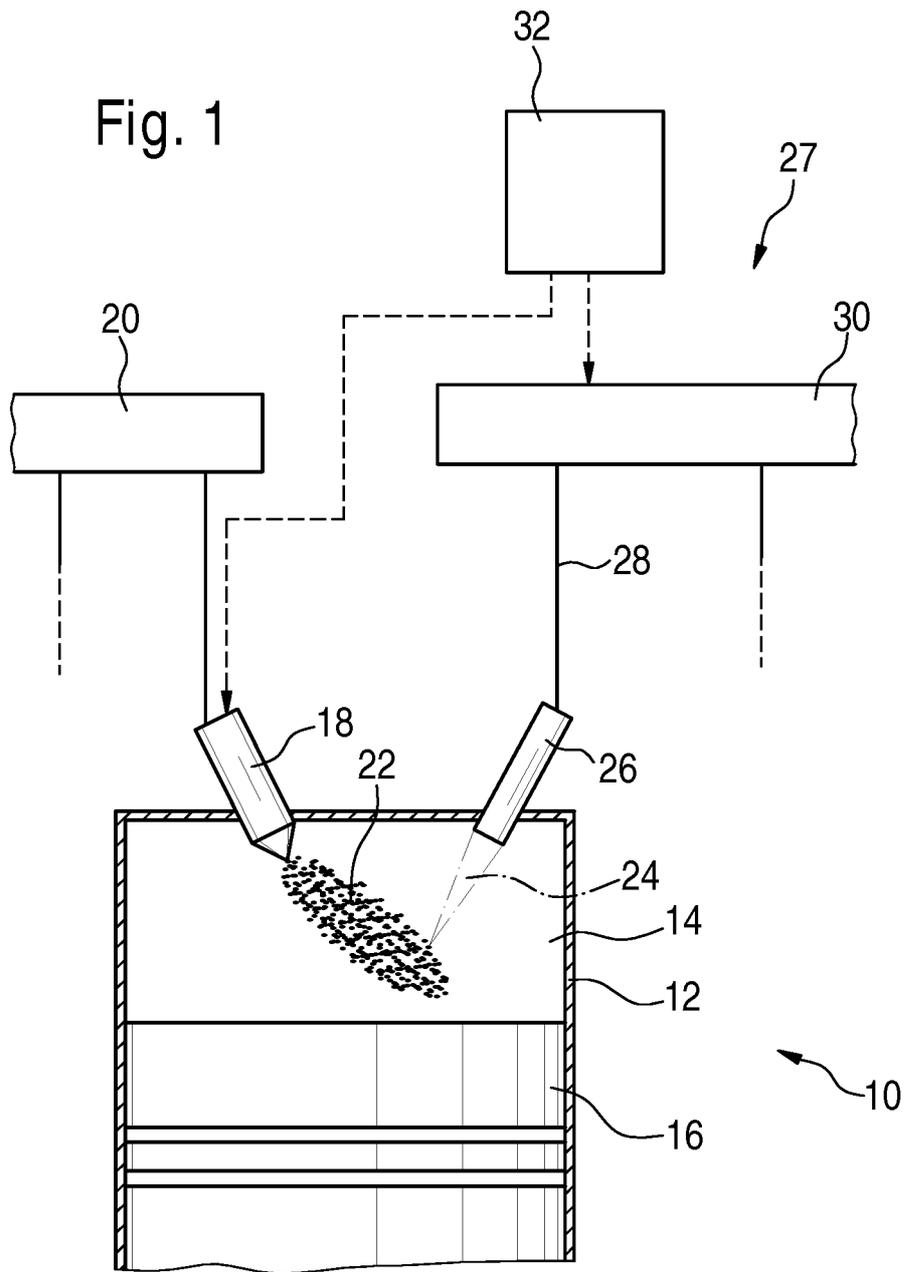
Ansprüche

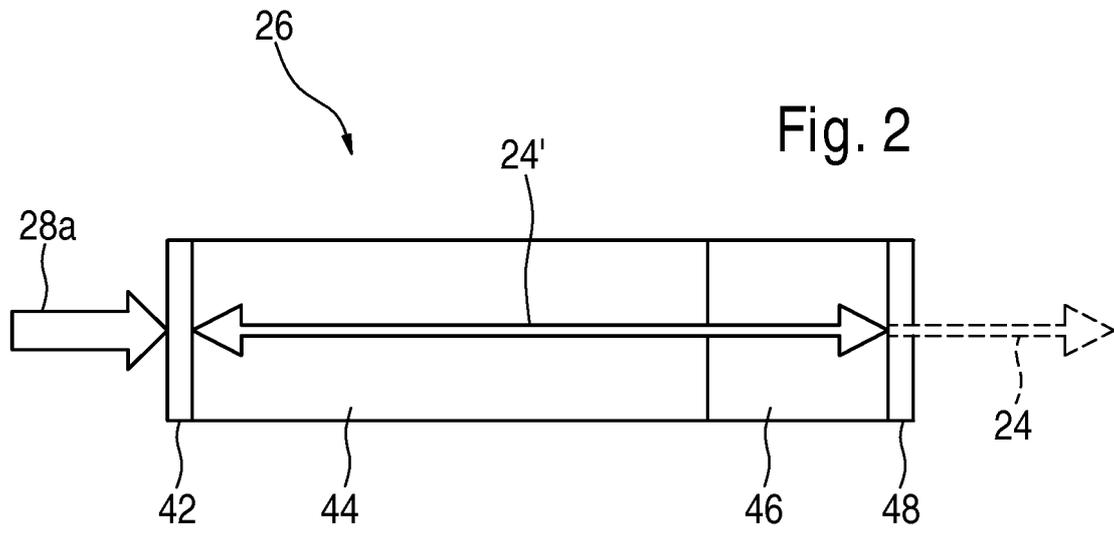
5

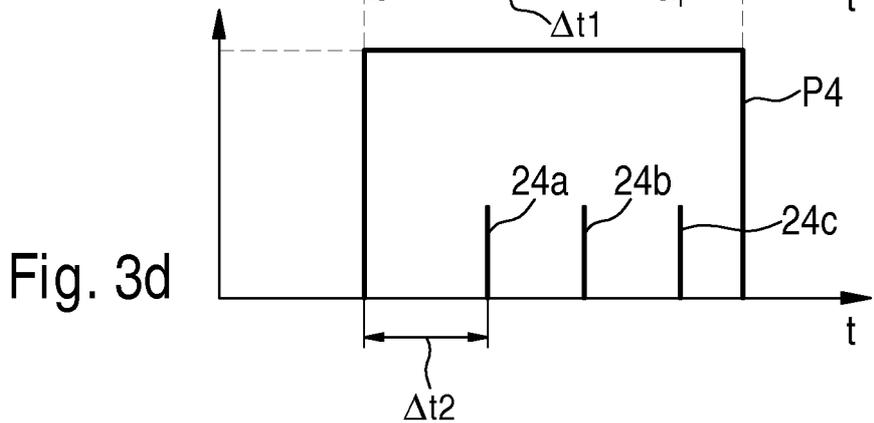
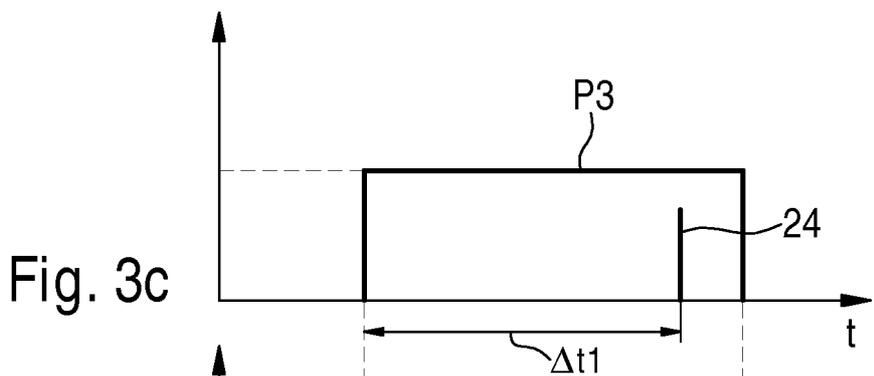
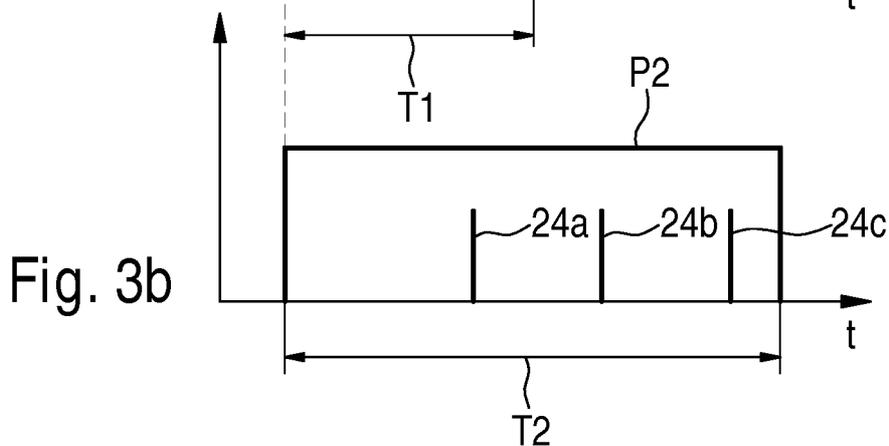
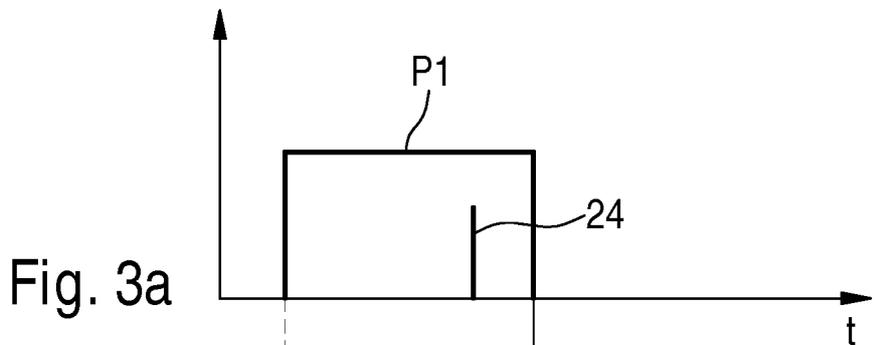
1. Verfahren zum Betreiben einer Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (10), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lasereinrichtung (26), die einen laseraktiven Festkörper (44) mit einer passiven Güteschaltung (46) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer (T1, T2) eines Pumplichtpulses (P1, P2), mit dem die Lasereinrichtung (26) beaufschlagt wird, in Abhängigkeit einer vorgebbaren Anzahl von mittels der Lasereinrichtung (26) zu erzeugenden Laserimpulsen (24, 24a, 24b, 24c) gewählt wird.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung des Pumplichts (28a) verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistung des Pumplichts (28a)
15 während eines Pumplichtpulses (P1, P2) verändert wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch entsprechende Auswahl der Dauer (T2) eines Pumplichtpulses (P2) gezielt mehrere Laserimpulse (24a, 24b, 24c) erzeugt werden, insbesondere um ein Brennraumfenster der Lasereinrichtung (26) zu reinigen.
- 20 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer (T2) eines Pumplichtpulses (P2) mindestens so groß gewählt wird, dass während der Dauer (T2) mindestens zwei Laserimpulse (24a, 24b) erzeugt werden.
6. Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (10), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, mit einer Lasereinrichtung (26), die einen laseraktiven Festkörper (44) mit einer passiven Güteschaltung (46)
25 aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Dauer (T1, T2) eines Pumplichtpulses (P1, P2), mit dem die Lasereinrichtung (26) beaufschlagt wird, in Abhängigkeit einer vorgebbaren Anzahl von mittels der Lasereinrichtung (26) zu erzeugenden Laserimpulsen (24, 24a, 24b, 24c) wählbar ist.
7. Zündeinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Lasereinrichtung (26) so ausgebildet ist, dass während einer Beaufschlagung mit Pumplicht (28a) Laserimpulse (24a, 24b, 24c)
30 mit einem zeitlichen Abstand von etwa 20 μ s bis etwa 200 μ s erzeugt werden.

8. Computerprogramm, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 programmiert ist.
9. Steuergerät (32) für eine Zündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (10), insbesondere eines Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass es zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der
5 Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist.

Fig. 1







INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/054922

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F02P23/04		
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) F02P H01T H01S		
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 practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	DE 10 2006 000205 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]; INTER UNIVERSITY RES INST CORP [JP]) 9 November 2006 (2006-11-09) figures 1-9 paragraphs [0006] - [0011] paragraphs [0034], [0035] paragraph [0039] paragraphs [0044] - [0046]	1-9
Y	US 6 382 957 B1 (EARLY JAMES W [US] ET AL) 7 May 2002 (2002-05-07) abstract column 2, line 13 - column 3, line 14 column 4, lines 35-51 column 5, lines 9-15	1-9
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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 9 August 2007		Date of mailing of the international search report 17/08/2007
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Parmentier, Hélène

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/054922

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 842 466 B1 (TAM SIU CHUNG [SG] ET AL) 11 January 2005 (2005-01-11) column 1, lines 6-16 column 2, lines 17-34	1-9
A	----- US 5 756 924 A (EARLY JAMES W [US]) 26 May 1998 (1998-05-26) figures 1,2 column 2, line 61 - column 3, line 15 column 3, line 56 - column 4, line 9 column 6, line 49 - column 7, line 24 column 8, lines 54,55	
A	----- US 2006/037572 A1 (YALIN AZER [US] ET AL) 23 February 2006 (2006-02-23) paragraph [0130]	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2007/054922

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006000205 A1	09-11-2006	US 2006243238 A1	02-11-2006
US 6382957	B1 07-05-2002	US 6428307 B1	06-08-2002
		US 6413077 B1	02-07-2002
		US 6514069 B1	04-02-2003
		US 6676402 B1	13-01-2004
US 6842466	B1 11-01-2005	NONE	
US 5756924	A 26-05-1998	NONE	
US 2006037572	A1 23-02-2006	EP 1789761 A2	30-05-2007
		US 2006055925 A1	16-03-2006
		WO 2007011361 A2	25-01-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/054922

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02P23/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02P H01T H01S

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	DE 10 2006 000205 A1 (DENSO CORP [JP]; NIPPON SOKEN [JP]; INTER UNIVERSITY RES INST CORP [JP]) 9. November 2006 (2006-11-09) Abbildungen 1-9 Absätze [0006] - [0011] Absätze [0034], [0035] Absatz [0039] Absätze [0044] - [0046]	1-9
Y	US 6 382 957 B1 (EARLY JAMES W [US] ET AL) 7. Mai 2002 (2002-05-07) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 13 - Spalte 3, Zeile 14 Spalte 4, Zeilen 35-51 Spalte 5, Zeilen 9-15 ----- -/--	1-9

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* älteres Dokument, 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 anderen 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
9. August 2007	17/08/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5318 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Parmentier, Hélène
---	---

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/054922

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 842 466 B1 (TAM SIU CHUNG [SG] ET AL) 11. Januar 2005 (2005-01-11) Spalte 1, Zeilen 6-16 Spalte 2, Zeilen 17-34 -----	1-9
A	US 5 756 924 A (EARLY JAMES W [US]) 26. Mai 1998 (1998-05-26) Abbildungen 1,2 Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 15 Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 4, Zeile 9 Spalte 6, Zeile 49 - Spalte 7, Zeile 24 Spalte 8, Zeilen 54,55 -----	
A	US 2006/037572 A1 (YALIN AZER [US] ET AL) 23. Februar 2006 (2006-02-23) Absatz [0130] -----	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/054922

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006000205 A1	09-11-2006	US 2006243238 A1	02-11-2006
US 6382957 B1	07-05-2002	US 6428307 B1	06-08-2002
		US 6413077 B1	02-07-2002
		US 6514069 B1	04-02-2003
		US 6676402 B1	13-01-2004
US 6842466 B1	11-01-2005	KEINE	
US 5756924 A	26-05-1998	KEINE	
US 2006037572 A1	23-02-2006	EP 1789761 A2	30-05-2007
		US 2006055925 A1	16-03-2006
		WO 2007011361 A2	25-01-2007