

(19)



(11)

EP 2 655 866 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.03.2018 Patentblatt 2018/10

(51) Int Cl.:
F02P 23/04 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11776168.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/068906

(22) Anmeldetag: **27.10.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/084311 (28.06.2012 Gazette 2012/26)

(54) LASERZÜNDEINRICHTUNG FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE

LASER IGNITION DEVICE FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

DISPOSITIF D'ALLUMAGE AU LASER POUR UN MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **23.12.2010 DE 102010064023**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
30.10.2013 Patentblatt 2013/44

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **WEINROTTER, Martin**
70195 Stuttgart-Botnang (DE)
• **WOERNER, Pascal**
70825 Korntal-Muenchingen (DE)
• **RAIMANN, Juergen**
71263 Weil der Stadt (DE)
• **ENGELHARDT, Joerg**
71254 Ditzingen (Hirschlanden) (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2010/057904 JP-A- 9 250 438
JP-A- 2010 116 841 RU-C1- 2 362 042

EP 2 655 866 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Laserzündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine umfassend einen Zündlaser mit einem Brennraumfenster sowie eine Schutzschicht und ein Verfahren zur Inbetriebnahme nach nebengeordneten Patentansprüchen. Eine Laserzündeinrichtung, ist beispielsweise aus der WO 2005/0066488 A1 oder aus der JP 2010116841 A bekannt.

[0002] Der Zündlaser weist ein Brennraumfenster auf, welches transparent für die von dem Zündlaser emittierten Laserimpulse ist. Zum Schutz des Brennraumfensters vor Verunreinigungen oder Beschädigung während des Betriebs der Brennkraftmaschine ist aus der WO 2010/057904 eine Blende bekannt.

[0003] Nicht geschützt ist das Brennraumfenster dagegen im Zeitraum zwischen Funktionsprüfung in der Fertigung und der ersten Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine oder während längerer Stillstandsphasen vor Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine. Bei der Montage des Neuteils kann durch unsaubere Arbeitsumgebung in der Werkstatt, Verunreinigungen im Kerzenschacht, Kondenswasserbildung beim Anlassvorgang des kalten Motors oder Spritzöl aus der Brennkraftmaschine das Brennraumfenster verschmutzt werden. Nach längeren Stillstandsphasen kann vor allem Partikelbefall oder Kondenswasserbildung die Standzeit des Brennraumfensters negativ beeinflussen oder sogar eine Fehlfunktion der Laserzündeinrichtung zur Folge haben.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Das der Erfindung zugrunde liegende Problem wird durch eine Laserzündeinrichtung nach Anspruch 1 und eine Schutzschicht nach Anspruch 13 gelöst sowie ein Verfahren zur Inbetriebnahme der Laserzündeinrichtung nach Anspruch 15. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in Unteransprüchen angegeben. Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in den Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

[0005] Durch die Erfindung wird das Brennraumfenster eines Zündlasers bis zum ersten Betrieb wirksam gegen Verschmutzungen geschützt, die die Standzeit des Brennraumfensters negativ beeinflussen oder sogar eine Fehlfunktion des Laserzündsystems zur Folge haben. Außerdem kann das Brennraumfenster durch Anbringen der erfindungsgemäßen Schutzschicht vor längeren Stillstandsphasen der Brennkraftmaschine bis zu einer Wiederinbetriebnahme vor Kondenswasser oder Spritzöl geschützt werden.

[0006] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die

Schutzschicht bei einer Inbetriebnahme der Laserzündeinrichtung durch die Laserimpulse verbrannt oder zumindest soweit zerstört wird, dass die Laserimpulse ungehindert in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen. Solange die Schutzschicht intakt ist, lagern sich Verschmutzungen auf der Schutzschicht ab. Mit den ersten Laserimpulsen, d. h. mit der ersten Inbetriebnahme der Brennkraftmaschine, wird die Schutzschicht verbrannt und der Strahlengang freigegeben. Eventuell noch am Brennraumfenster anhaftende Reste der Schutzschicht werden während des Betriebs der Brennkraftmaschine durch die heißen Verbrennungsgase im Brennraum zerstört und zusammen mit dem Abgas aus dem Brennraum entfernt.

[0007] Weiterhin wird vorgeschlagen, eine Schutzschicht zu verwenden, die den Laserimpuls absorbiert. Dadurch erhitzt sich die Schutzschicht durch die mit dem Laserimpuls transportierte Energie stark und verbrennt schon bei den ersten Laserimpulsen thermisch. Nachfolgende weitere Laserimpulse zünden dann das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Brennraum ohne Energieverluste.

[0008] Ergänzend wird vorgeschlagen, dass die Schutzschicht für den Laserimpuls transparent ist. Bei dieser erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird die Schutzschicht nicht durch den Laserimpuls verbrannt sondern erst durch die einsetzende Verbrennung des Kraftstoffes beim Betrieb der Brennkraftmaschine. Dadurch ist sichergestellt, dass der Zündlaser bei einer ersten Inbetriebnahme mit geringem Energieverlust den Kraftstoff im Brennraum zündet und anschließend die Schutzschicht zusammen mit dem Kraftstoffrückstandsfrei abbrennt.

[0009] Günstig ist es ferner, wenn die Schutzschicht aus einem saugfähigem Material besteht. Mit dem saugfähigem Material werden flüssige, ölige oder pastöse Verunreinigungen aufgesaugt und zusammen mit der Schutzschicht, beispielsweise Cellophanpapier, verbrannt.

[0010] Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, dass die Schutzschicht aus schmutzabweisendem Material (zum Beispiel durch den sogenannten Lotoseffekt) besteht. Wird eine Schutzschicht, zum Beispiel eine Kunststoffolie an deren Oberfläche flüssige Verunreinigungen abperlen, verwendet, lagern sich nur geringste Mengen der Substanzen darauf ab und der Laserimpuls kann das Brennraumfenster mit geringem Energieverlust seinen Weg beim ersten Betrieb freibrennen.

[0011] Besonders hilfreich ist es, wenn die Schutzschicht aus einem elastischen Material besteht und diese Schutzfolie radial vorgespannt am Zündlaser angebracht wird. Brennt nun der Zündlaser ein Loch in die Folienmitte, zerreißt die Schutzfolie durch ihre Eigenspannung. Die radiale Vorspannung verursacht eine Rissbildung von innen nach außen und es werden die an der Schutzfolie haftenden Verschmutzungen und die Schutzfolie selbst nach außen weggeschleudert. Dadurch können die Laserimpulse ungehindert in den Brennraum gelangen.

[0012] Eine fertigungstechnisch einfache Lösung besteht darin, die Schutzschicht als Flüssigkeit aufzubringen. Eine Flüssigkeit kann einfach auf das Brennraumfenster aufgesprüht werden oder das Brennraumfenster wird durch Eintauchen des Zündlasers in die Flüssigkeit mit dieser benetzt. Wird eine Flüssigkeit mit entsprechender Viskosität verwendet, ist es auch möglich, eine Schutzschicht in der Blendenöffnung auszubilden. Durch die Oberflächenspannung der Flüssigkeit bildet sich eine Membran, ähnlich einer Seifenblase, zwischen den Rändern der Blendenöffnung. Nach dem Trocknen oder Aushärten bildet die Flüssigkeit dann eine Schutzschicht mit den erforderlichen Eigenschaften.

[0013] Das erfindungsgemäße Laserzündsystem arbeitet noch besser, wenn zwischen Schutzschicht und Brennraumfenster eine Blende angeordnet ist. Somit ist erstens die Schutzschicht in einem Abstand vom Brennraumfenster angeordnet, so dass dieses beim Freibrennvorgang geschützt ist und zweites ist die Schutzschicht dadurch näher am Zündpunkt. Weil die Energiedichte des Laserimpulses im Zündpunkt am größten ist, wird gewährleistet, dass die Schutzschicht schnell und rückstandsfrei abbrennt. Je größer der Abstand vom Zündpunkt, desto dünner sollte die Schutzschicht ausgeführt sein.

[0014] Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Laserzündsystems sieht vor, dass die Schutzschicht in einem Zündpunkt angeordnet ist. Dadurch wird, wie bereits voranstehend erläutert, das sichere Abbrennen der Schutzschicht sichergestellt.

[0015] Eine fertigungstechnisch einfache Lösung ist es, wenn die Schutzschicht gewölbt ist. Durch Verwendung einer konvex geformten Schutzschicht, wird es auf besonders einfache Art und Weise möglich, die Schutzschicht im Zündpunkt anzuordnen. Dazu wird die Schutzschicht, beim Anbringen oder als vorgefertigtes Bauteil, so ausgewölbt, dass ein Scheitelpunkt im Zündpunkt des Laserpulses liegt. Daraus ergeben sich die vorangehend ausgeführten Vorteile.

[0016] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Schutzschicht in eine Vorkammerkappe integriert ist. Bei Vorkammerzündlaser wird eine Vorkammerkappe stirnseitig an einem, dem Brennraum zugewandten Ende der Laserzündeinrichtung aufgeschraubt oder aufgeschweißt, die eine Art Vorkammer bildet, in welcher das Kraftstoff-Luft-Gemisch gezündet wird. Der Zündpunkt liegt somit innerhalb der Vorkammerkappe und es stellt eine relativ einfache Lösung dar, die Schutzschicht in der Vorkammerkappe zu integrieren und damit direkt im Zündpunkt anzuordnen. Da im Zündpunkt die Energiedichte des Laserpulses am größten ist, brennt die erfindungsgemäße Schutzschicht mit Inbetriebnahme sicher ab.

[0017] Weiterhin wird ein Verfahren zur Inbetriebnahme vorgeschlagen für eine Laserzündeinrichtung der oben bezeichneten Art. Es gelten die gleichen Vorteile wie oben.

[0018] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nach-

folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der 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 bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

[0019] In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit einer Laserzündeinrichtung und
- Figur 2 eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zündlasers mit Schutzschicht.
- Figur 3 eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zündlasers
- Figur 4 eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zündlasers

[0020] Es werden für funktionsäquivalente Elemente und Größen in allen Figuren auch bei unterschiedlichen Ausführungsformen die gleichen Bezugszeichen verwendet.

[0021] Eine Brennkraftmaschine trägt in Figur 1 das Bezugszeichen 10. Die Brennkraftmaschine 10 umfasst mehrere Zylinder, von denen in der Figur nur einer mit dem Bezugszeichen 12 dargestellt 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 mit einer Kraftstoffversorgungseinrichtung 20 verbunden ist. Oder wird in einem Ansaugkanal (nicht dargestellt) mit der Luft vorvermischt. Das Kraftstoff-Luft-Gemisch 22 wird im Brennraum 14 mittels eines Laserimpulses 24 in einem Zündpunkt ZP entzündet. Der Laserimpuls 24 wird von einem Zündlaser 26 in den Brennraum 14 abgestrahlt. Hierzu wird der Zündlaser 26 über eine Lichtleitereinrichtung 28 von einer Pumplichtquelle 30 gespeist. Ein Steuergerät 32 steuert unter anderem die Pumplichtquelle 30 und den Injektor 18.

[0022] Figur 2 zeigt einen schematischen Längsschnitt durch das dem Brennraum 14 zugewandten Ende des Zündlasers 26. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Gehäuse 34 des Zündlasers 26 zweiteilig ausgeführt. Es umfasst eine Innenhülse 36 und eine Außenhülse 38. Die Außenhülse 38 weist an ihrem, dem Brennraum 14 zugewandten Ende einen Abschluss 40 auf. Der Abschluss 40 dient dazu, ein Brennraumfenster 42 gegen die Innenhülse 36 zu pressen und so ein Inneres 44 der Innenhülse 36 und die darin angeordneten Komponenten (nicht dargestellt) des Zündlasers 26, wie eine Auslenk- bzw. Fokussieroptik oder einen laseraktiven Festkörper, gegen den Brennraum 14 abzudichten. Zu diesem Zweck ist die Außenhülse 38 mit einem Innengewinde versehen, welches mit einem entsprechenden Außengewinde an der Innenhülse 36 zusammenwirkt. Die Gewindeverbindung bestehend aus Innenge-

winde und Außengewinde ist in seiner Gesamtheit mit dem Bezugszeichen 46 gekennzeichnet.

[0023] Die nicht dargestellte Fokussieroptik fokussiert den Laserimpuls 24 auf einen Zündpunkt ZP. Die Kontur des fokussierten Laserimpulses 24 ist durch kegelförmige strichpunktierte Hülllinien 50 angedeutet. Diese Hülllinien 50 treten aus dem Brennraumfenster 42 aus und schneiden sich im Zündpunkt ZP. Damit die dem Brennraum 14 zugewandte Seite des Brennraumfensters 42 geschützt ist, weist die Außenhülse 38 stirnseitig eine Blende 52 auf. Diese kann konisch oder zylindrisch sein. Ein Kegelwinkel bzw. ein Durchmesser der Blende 52 ist dabei so gewählt, dass er in etwa einem Kegelwinkel bzw. einem Durchmesser des Laserimpulses 24 entspricht.

[0024] Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass eine Schutzschicht 54 oder Membran stirnseitig an der Außenhülse 38 angebracht wird, so dass sie die Blende 52 bis zu einer ersten Inbetriebnahme des Zündlasers 26 verschließt und damit das dahinter liegende Brennraumfenster 42 vor Ablagerungen und Verschmutzungen schützt. Die Schutzschicht 54 kann dabei aus Papier, Kunststoff, Metall oder Kautschuk bestehen. Denkbar ist auch eine Aufbringung einer öligen oder pastösen Flüssigkeit, die direkt auf dem Brennraumfenster 42 eine Schutzschicht bildet und durch den ersten Laserimpuls 24 oder bei Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches 22 weggebrannt wird.

[0025] In Figur 3 ist ein Ausschnitt aus dem, dem Brennraum 14 zugewandten, Ende der erfindungsgemäßen Laserzündeinrichtung im Längsschnitt dargestellt. Der Ausschnitt zeigt das Brennraumfenster 42 mit davor angeordnetem Abschluss 40 der Außenhülse 38. In den Abschluss 40 ist die Blende 52 eingebracht. Die Hülllinien 50 des Laserimpulses 24 treten durch die Blende 52 aus der Außenhülse 38 und schneiden sich im Zündpunkt ZP. Die Erfindungsgemäße Schutzschicht 54 weist eine Wölbung auf, so dass ein Scheitelpunkt SP der Schutzschicht 54 im Zündpunkt ZP liegt. Die gewölbte Schutzschicht 54 kann dabei als vorgefertigtes Bauteil aufgebracht werden oder erst beim Aufbringen entsprechend ausgeformt werden. Zur Befestigung bietet sich in beiden Fällen ein Klebverfahren an, beispielsweise mit Sekundenkleber.

[0026] Eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Laserzündeinrichtung ist in Figur 4 dargestellt. Die Zeichnung zeigt einen Längsschnitt durch einen Vorkammerzündlaser 56. Diese umfasst wie die vorangehend beschriebenen Ausführungsformen des Zündlasers 26 ein Brennraumfenster 42 und einen Abschluss 40 in dem eine Blende 52 angeordnet ist, so dass der Laserimpuls 24, angedeutet durch seine Hülllinien 50, auf den Zündpunkt ZP fokussiert hindurchtreten kann. Weiterhin verfügt die Vorkammerlaserzündkerze 56 über eine Stirnkappe 58. Diese ist so angeordnet, dass sie zusammen mit der, dem Brennraum zugewandten, Stirnseite des Zündlasers 24 eine Vorkammer 59 bildet, die den Zündpunkt ZP umschließt. In der Stirnkappe 58 sind

Ausnehmungen 60 angeordnet, die einen Gasaustausch der Vorkammer 59 mit dem Brennraum 14 zulassen. Die Stirnkappe 58 wird auf die Außenhülse 38 des Zündlasers 26 aufgeschraubt oder aufgeschweißt. Die Schutzschicht 54, wird so in der Stirnkappe 58 angeordnet, dass sie eine Ebene zwischen Abschluss 40 und den Ausnehmungen 60 bildet, auf der der Zündpunkt ZP liegt.

10 Patentansprüche

1. Laserzündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine (10) umfassend einen Zündlaser (26) mit einem Brennraumfenster (42) sowie einer Schutzschicht (54) zum Schutz des Brennraumfensters (42), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) bei einer Inbetriebnahme der Laserzündeinrichtung verbrennt.
2. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) einen Laserimpuls (24) absorbiert.
3. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) für einen Laserimpuls (24) transparent ist.
4. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) aus einem saugfähigen Material besteht.
5. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) aus einem schmutzabweisenden Material besteht.
6. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) aus einem elastischen Material besteht.
7. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) als Flüssigkeit aufgebracht wird.
8. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen Schutzschicht (54) und Brennraumfenster (42) eine Blende (52) angeordnet ist.
9. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) in einem Zündpunkt (ZP) angeordnet ist.

10. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) gewölbt ist.
11. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) in eine Stirnkappe (58) integriert ist.
12. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) eine Metall- und/oder Kunststoffolie, Papier, bevorzugt Cellophanpapier, Öl und/oder eine Paste umfasst.
13. Laserzündeinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) für Laserlicht transparent oder opak ist.
14. Verfahren zur Inbetriebnahme einer Laserzündeinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einem Brennraumfenster (42) das mit einer Schutzschicht (54) versehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Schutzschicht (54) ein Loch gebrannt wird durch Laserimpulse der Laserzündeinrichtung in Abwesenheit eines zündfähigen Kraftstoff-Luftgemisches.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schutzschicht (54) beim Betrieb der Brennkraftmaschine vollständig abgebrannt wird.

Claims

1. Laser ignition device for an internal combustion engine (10), comprising an ignition laser (26) with a combustion chamber window (42) and a protective layer (54) for protecting the combustion chamber window (42), **characterized in that** the protective layer (54) burns when the laser ignition device is put into operation.
2. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) absorbs a laser pulse (54).
3. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is transparent to a laser pulse (24).
4. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is composed of an absorbent material.
5. Laser ignition device according to one of the preceding

ing claims, **characterized in that** the protective layer (54) is composed of a dirt-repelling material.

6. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is composed of an elastic material.
7. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is applied as a liquid.
8. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a diaphragm (52) is arranged between the protective layer (54) and the combustion chamber window (42).
9. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is arranged at an ignition point (ZP).
10. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is curved.
11. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is integrated into an end cap (58).
12. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) comprises a metal foil and/or plastic film, paper, preferably cellophane paper, oil and/or a paste.
13. Laser ignition device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the protective layer (54) is transparent or opaque to laser light.
14. Method for putting into operation a laser ignition device for an internal combustion engine having a combustion chamber window (42) which is provided with a protective layer (54), **characterized in that** a hole is burnt into the protective layer (54) by means of laser pulses of the laser ignition device in absence of an ignitable fuel/air mixture.
15. Method according to Claim 14, **characterized in that** the protective layer (54) is burnt off during the operation of the internal combustion engine.

Revendications

1. Dispositif d'allumage à laser pour un moteur à combustion interne (10), comprenant un laser d'allumage (26) muni d'une fenêtre de chambre de combustion (42) ainsi qu'une couche de protection (54) destinée à protéger la fenêtre de chambre de combustion (42), **caractérisé en ce que** la couche de pro-

- tection (54) brûle lors d'une mise en service du dispositif d'allumage à laser.
2. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) absorbe une impulsion laser (24). 5
 3. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est transparente pour une impulsion laser (24). 10
 4. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) se compose d'un matériau absorbant. 15
 5. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) se compose d'un matériau antisalissant. 20
 6. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) se compose d'un matériau élastique. 25
 7. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est appliquée sous forme de liquide. 30
 8. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** écran (52) est disposé entre la couche de protection (54) et la fenêtre de chambre de combustion (42). 35
 9. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est disposée dans un point d'allumage (ZP). 40
 10. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est cintrée. 45
 11. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est intégrée dans un chapeau frontal (58). 50
 12. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) comprend un film en métal et/ou en matière plastique, du papier, de préférence du papier cellophane, de l'huile et/ou une pâte. 55
 13. Dispositif d'allumage à laser selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est transparente ou opaque pour la lumière laser.
 14. Procédé pour mettre en service un dispositif d'allumage à laser pour un moteur à combustion interne comprenant une fenêtre de chambre de combustion (42) qui est munie d'une couche de protection (54), **caractérisé en ce qu'un** trou est brûlé dans la couche de protection (54) par des impulsions laser du dispositif d'allumage à laser en présence d'un mélange carburant/air inflammable.
 15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la couche de protection (54) est entièrement consumée lors du fonctionnement du moteur à combustion interne.

FIG. 1

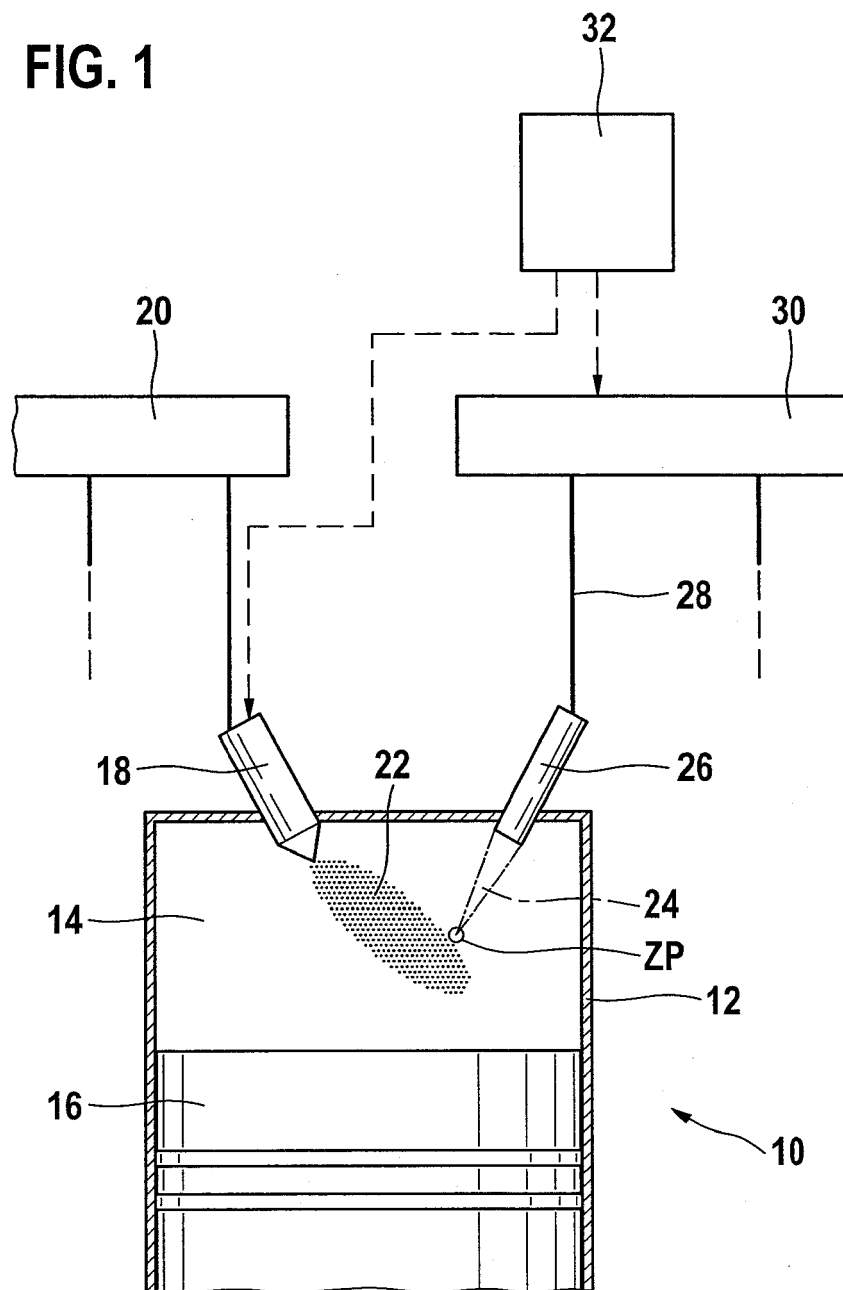
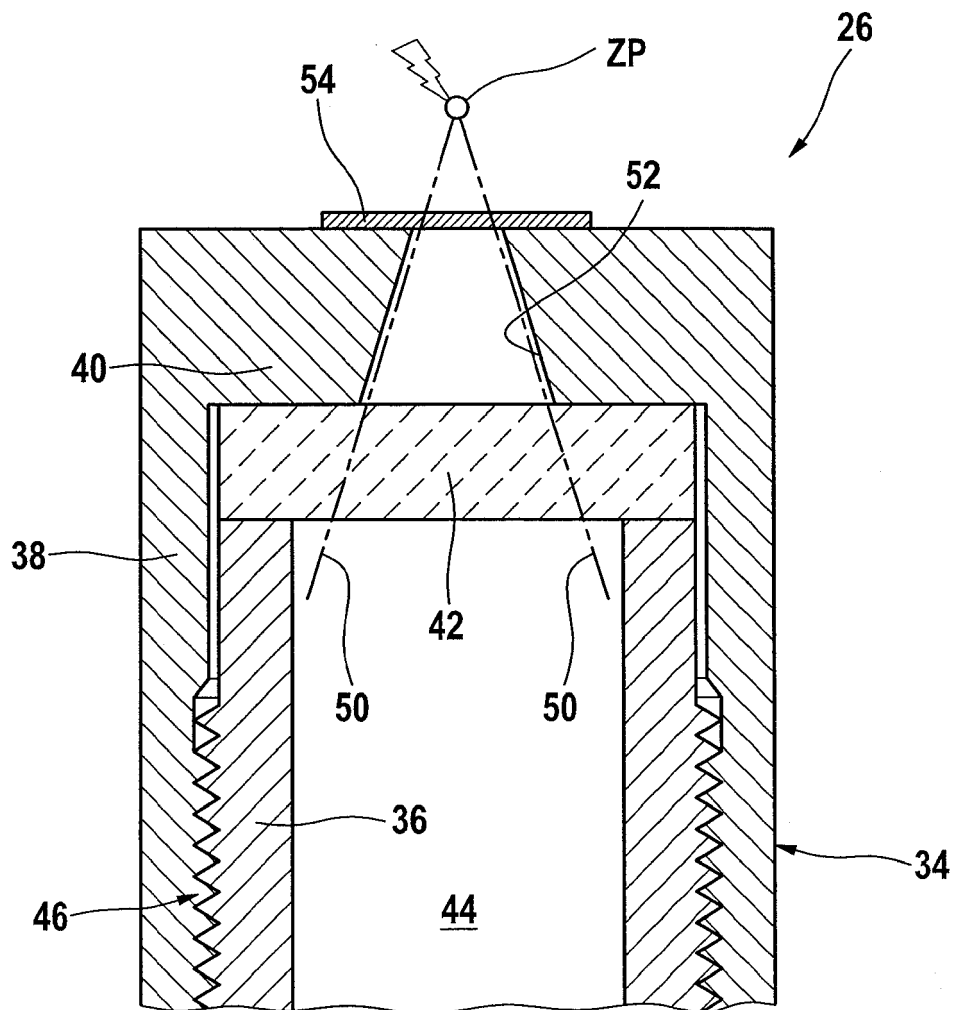
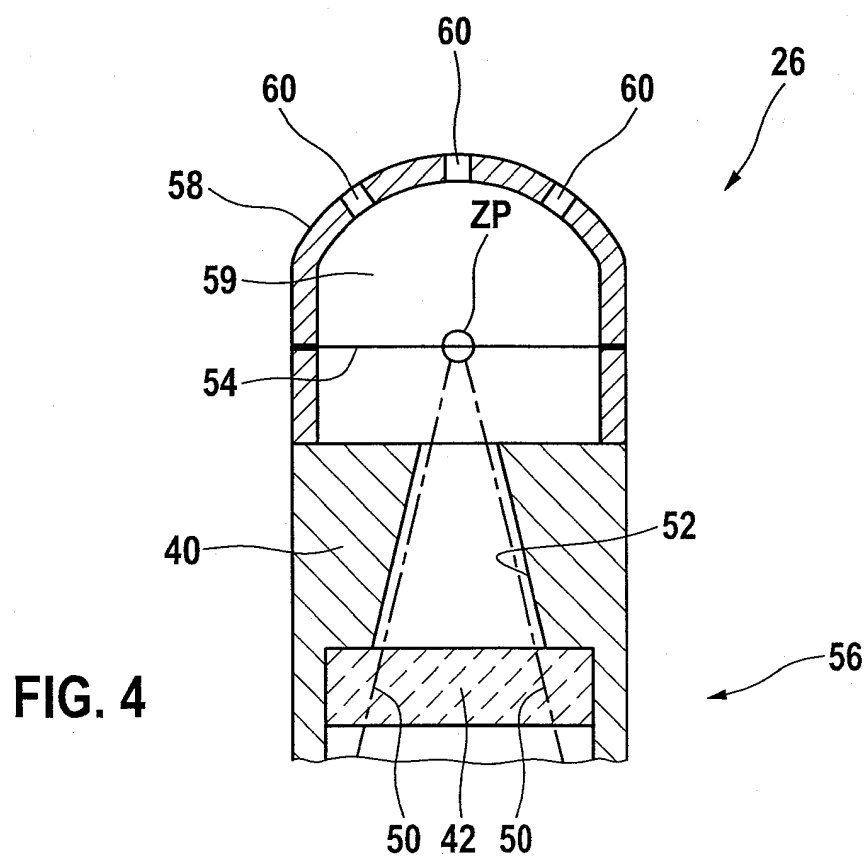
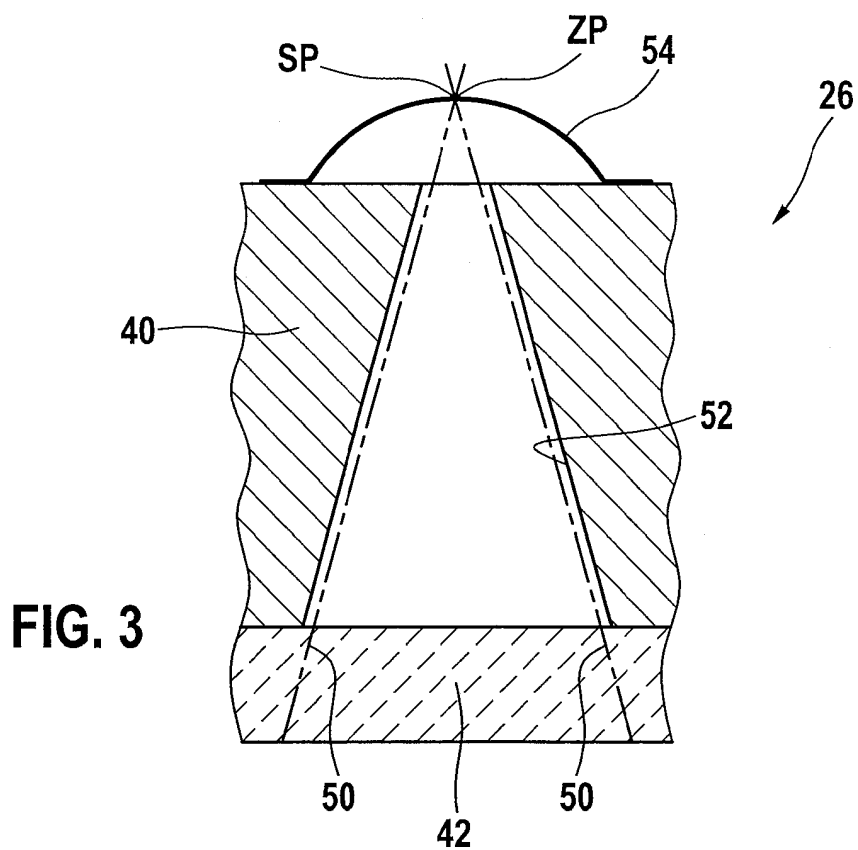


FIG. 2





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 20050066488 A1 [0001]
- JP 2010116841 A [0001]
- WO 2010057904 A [0002]