



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 21 005 T2** 2006.05.18

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 041 259 B1**

(51) Int Cl.⁸: **F02B 23/10** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 21 005.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 302 294.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.03.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.10.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.06.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.05.2006**

(30) Unionspriorität:

8648199 **29.03.1999** **JP**

24393599 **30.08.1999** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, GB

(73) Patentinhaber:

Fuji Jukogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

**Ogi, Taiichiro, Tokyo 160-0023, JP; Morikawa, Koji,
Tokyo 160-0023, JP**

(74) Vertreter:

Leine & Wagner, 30163 Hannover

(54) Bezeichnung: **Brennkammer für Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Bereich der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Struktur einer Verbrennungskammer für einen Einspritz-Reihenmotor, bei dem Kraftstoff direkt in den Zylinder eingespritzt wird.

2. Stand der Technik

[0002] Im allgemeinen bietet, da eine Schichtladungs-Verbrennungsstrategie ein leicht entzündliches, fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch in der Nähe der Zündkerze vorsieht, wobei das gesamte Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einem mageren Zustand gehalten wird, der Motor, der die Schichtladungs-Verbrennungsstrategie einsetzt, eine ausgezeichnete Wirtschaftlichkeit hinsichtlich des Kraftstoffverbrauches.

[0003] Ein in [Fig. 8](#) gezeigter Motor **1** (siehe auch JP 08021247) ist ein Beispiel eines Zweitakt-Reihenmotors mit Kraftstoffeinspritzung, der dazu bestimmt ist, die Schichtladungsverbrennung gemäß dem Stand der Technik auszuführen. Der Motor **1** weist einen Zylinderblock **3** auf, der einen Zylinder **2**, einen in dem Zylinder **2** hin- und hergehenden Kolben **4** und einen Zylinderkopf **5** aufweist. Eine Verbrennungskammer ist durch den Zylinder **1**, die obere Fläche des Kolbens **4** und den Zylinderkopf **5** gebildet.

[0004] Ein Hohlraum **4a** ist auf der oberen Fläche des Kolbens **4** gebildet, ein Kraftstoffeinspritzer **6** ist ungefähr coaxial zu der Mittelachse der Zylinderbohrung angeordnet, und eine Zündkerze **7** ist leicht diagonal in der Nähe des Kraftstoffeinspritzers **6** angeordnet.

[0005] Es sind vorgesehen eine Boosteröffnung **2a**, eine Spülöffnung **2b** und eine Auslaßöffnung **2c** auf der Wandungsfläche des Zylinders **2**, und diese Öffnungen werden durch die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens **4** geöffnet bzw. geschlossen. Die Boosteröffnung **2a** und die Spülöffnung **2b** sind Öffnungen zum Einführen von Frischluft einschließlich eines Schmieröles in den Zylinder **2**. Die Auslaßöffnung **2c** ist ein Durchgang zum Abgeben von Abgas durch die Öffnung hindurch und ist zu der Boosteröffnung **2a** gegenüberliegend vorgesehen.

[0006] Bei dieser Art von Verbrennungskammer zündet die Zündkerze **7** das hintere Ende des Kraftstoffnebels in einer Erststufen-Diffusion. Der Kraftstoffnebel in der Erststufen-Diffusion ist ein Kraftstoff in einem Zustand der Diffusion, der die obere Fläche des sich anhebenden Kolbens **4** nicht erreicht.

[0007] Wie zuvor beschrieben, ist gemäß diesem

Stand der Technik der Kraftstoffeinspritzer **6** nahe an der Zündkerze **7**, so daß das hintere Ende des vernebelten Kraftstoffs durch die Zündkerze **7** entzündet wird, bevor der vernebelte Kraftstoff auf die obere Fläche des sich nach oben bewegenden Kolbens auftrifft. Diese Anordnung der Zündkerze **7** in der Nähe des Kraftstoffeinspritzers **6** bewirkt einen Temperaturanstieg des Kraftstoffeinspritzers **6** selbst, was zu Fehlfunktionen des Kraftstoffeinspritzers **6**, einer Erhöhung von Kohlenstoffablagerungen und dergleichen führt.

[0008] Ferner neigt die Entzündung des Kraftstoffnebels in der Erststufen-Diffusion dazu, eine Feinvernebelung des vernebelten Kraftstoffes zu bewirken, und diese Feinvernebelung verursacht eine Befeuchtung der Zündkerze **7**, die häufig zu einer Verschmutzung der Zündkerze **7** führt. Ferner macht es unter der Annahme eines Falles der Verbrennung des Kraftstoffnebels in einer Zweitstufen-Diffusion, nämlich eines Zustandes des Kraftstoffnebels nach einem Auftreffen auf die Kolbenstange **4**, diese Verbrennungsstrategie schwierig, die Schichtladungs-Verbrennung zu realisieren, da der Spülfluß so wirkt, daß er den Kraftstoffnebel von der Zündkerze **7** wegrägt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Verbrennungskammerstruktur eines Direkteinspritzungs-Reihenmotors anzugeben, die geeignet ist, die Schichtladungsverbrennung umzusetzen, und eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Verbrennungsmotor anzugeben, der frei von ernsthaften Fehlfunktionen, beispielsweise Fehlzündungen, ist.

[0010] Dementsprechend sieht die vorliegende Erfindung einen Einspritz-Reihenmotor vor, mit einem Zylinder, einem Kolben, der beweglich in dem genannten Zylinder angeordnet ist für eine hin- und hergehende Bewegung, einen Zylinderkopf, der über dem genannten Zylinder und dem genannten Kolben angeordnet ist, um eine Verbrennungskammer zu bilden, einer Auslaßöffnung, einer Boosteröffnung, die relativ zu der Auslaßöffnung auf der entgegengesetzten Seite der Zylinderbohrungs-Zentralachse angeordnet ist, um einen spülenden Strom frischer Luft zu verstärken, einer Mehrzahl von Spülöffnungen, einer Zündkerze, die in dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, und einem Kraftstoffeinspritzer, der in dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, um Kraftstoff in den genannten Zylinder einzuspritzen, wobei der Motor aufweist: einen Kolbenhohlraum, der eine konkav-sphärische Fläche aufweist und an der oberen Fläche des genannten Kolbens angeordnet ist, derart, daß das Zentrum des genannten Kolbenhohlraums in einer versetzten Position auf der Seite der Auslaßöffnung ungefähr auf einer ersten Achse angeordnet ist, die das Zentrum der genannten Auslaß-

öffnung mit dem Zentrum der genannten Boosteröffnung verbindet; einen Verbrennungskammerdom, der zu dem genannten Kolbenhohlraum gegenüberliegend an der inneren Fläche des genannten Zylinderkopfes angeordnet ist; wobei die Elektrode der genannten Zündkerze in der Nähe der Zylinderbohrungs-Zentralachse angeordnet ist; und wobei die Einspritzdüse des genannten Kraftstoffeinspritzers ungefähr an dem Punkt angeordnet ist, an dem eine zweite Achse, die die genannte Zylinderbohrungs-Zentralachse und das genannte Zentrum des genannten Kolbenhohlraumes verbindet, die genannte Kantenlinie des äußeren Umfanges des genannten Domes schneidet.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0011] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittansicht eines Zwei-Takt-Reihenmotors mit Direkteinspritzung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0012] [Fig. 2](#) ist eine Teilansicht von oben des in [Fig. 1](#) dargestellten Motors;

[0013] [Fig. 3a](#) ist eine Erläuterungszwecken dienende Ansicht, die einen Strom von Spülluft zeigt, wenn die Spülöffnungen geöffnet sind;

[0014] [Fig. 3b](#) ist eine Erläuterungszwecken dienende Ansicht, die einen Zustand eines von dem Kraftstoffeinspritzer auf einen Kolbenhohlraum zu eingespritzten Kraftstoffes zeigt, wenn sich der Kolben seinem oberen Totpunkt nähert;

[0015] [Fig. 3c](#) ist eine Erläuterungszwecken dienende Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem Kraftstoff sich nach oben bewegt, während er mit der Frischluft vermischt wird;

[0016] [Fig. 3d](#) ist eine Erläuterungszwecken dienende Ansicht, die einen Zustand zeigt, in dem Kraftstoff um eine Zündkerze geschichtet ist;

[0017] [Fig. 4](#) ist eine Teilansicht von oben eines Zweitakt-Reihenmotors mit Direkteinspritzung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 5](#) ist eine Ansicht von unten eines Zylinderkopfes des Motors gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel;

[0019] [Fig. 6](#) ist eine Teilansicht von oben eines Zweitakt-Reihenmotors mit Direkteinspritzung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0020] [Fig. 7](#) ist eine Schnittansicht eines Zweitakt-Reihenmotors mit Direkteinspritzung gemäß ei-

nem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung und

[0021] [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht eines Zweitakt-Reihenmotors mit Direkteinspritzung gemäß dem Stand der Technik.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0022] Es wird nun auf [Fig. 1](#) Bezug genommen. Das Bezugszeichen **10** bezeichnet einen Zweitakt-Reihenmotor mit Direkteinspritzung, der ein Genspülverfahren verwendet. Der Motor **10** umfaßt einen Zylinderblock **12** mit einem Zylinder **11**, einen Kolben **13**, der in dem Zylinder **11** hin- und hergeht, und einen Zylinderkopf **14**, der zusammen mit dem Zylinder **11** und der Oberseite des Kolbens **13** eine Verbrennungskammer bildet.

[0023] In der Wandung des Zylinders **11** sind eine Boosteröffnung **11a**, eine Mehrzahl von Spülöffnungen **11b** und eine Auslaßöffnung **11c** vorgesehen, die sich durch die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens **13** öffnen und schließen. Ferner sind die Auslaßöffnungen **11c** und die Boosteröffnungen **11a** an diametral gegenüberliegenden Stellen in dem Zylinder angeordnet. Die Auslaßöffnung **11c** ist geringfügig höher als die Boosteröffnung **11a** angeordnet. Ferner sind, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, die Spülöffnungen **11b** in einer paarweise symmetrischen Weise bezüglich einer Achse L1 angeordnet, die die Boosteröffnung **11a** mit der Auslaßöffnung **11c** verbindet. In diesem Fall ist die Boosteröffnung **11a** eine der Spülöffnungen und treibt einen inversen Taumelstrom (siehe [Fig. 3a](#)) der Frischluft in dem Zylinder **11** voran.

[0024] Ferner ist die Boosteröffnung **11a** ungefähr auf derselben Höhe wie die Spülöffnung **11b** angeordnet, und diese Öffnungen **11a** und **11b** kommunizieren mit einem Kurbelgehäuse (nicht dargestellt), das in dem unteren Teil des Zylinderblocks **12** gebildet ist. Ferner kommuniziert eine Einlaßöffnung (nicht dargestellt) mit dem Kurbelgehäuse, um die Frischluft einschließlich Schmieröl in das Kurbelgehäuse einzuführen. Die in das Kurbelgehäuse eingeführte Frischluft wird der Verbrennungskammer **22** durch die Boosteröffnung **11a** und die Spülöffnungen **11b** zugeführt.

[0025] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist die Oberseite des Kolbens **13** konvex geformt, und ferner ist ein konkaver Kolbenhohlraum **13a** mit einer sphärischen Wandungsfläche **13b** auf einem Teil dieser konvexen Oberfläche geformt. Der Kolbenhohlraum **13a** ist in der Draufsicht rund geformt. Das Zentrum des Kolbenhohlraumes **13a** ist in der Draufsicht ungefähr auf der Achse L1 angeordnet und, bezogen auf die Zylinderbohrungs-Zentralachse CL leicht zu der Auslaß-

öffnung **11c** hin versetzt.

[0026] Der Zylinderkopf **14** ist auf dem Zylinderblock **12** montiert und durch eine Mehrzahl von Schrauben (nicht dargestellt) gesichert.

[0027] An der hinteren Fläche des Zylinderkopfes **14** ist ein Squish-Bereich **14A** entlang der oberen Fläche des Kolbens **13** gebildet, und ein Verbrennungskammerdom **14b**, der eine sphärische Fläche aufweist, ist an einer dem Kolbenhohlraum **13a** gegenüberliegenden Position vorgesehen.

[0028] Das Zentrum des Domes **14b** fällt in der Draufsicht ungefähr mit der Zentralachse des Kolbenhohlraumes **13a** zusammen. Ferner ist der Durchmesser des Kantenkreises des Domes **14b** so ausgelegt, daß er geringfügig größer als derjenige des Kantenkreises des Kolbenhohlraumes **13a** ist. Ferner ist eine Zündkerzenbohrung **17** in dem Zylinderkopf **14** angeordnet, derart, daß eine Elektrode **16** einer Zündkerze **15** auf dem Zylinderbohrungszentrum CL positioniert ist.

[0029] Ferner ist eine Kraftstoffeinspritzerbohrung **19** zur Befestigung eines Kraftstoffeinspritzers **18** an der äußeren Umfangskante des Domes **14b** auf der Seite der Auslaßöffnung **11c** vorgesehen, um einen maximalen Abstand zwischen der Zündkerze **15** und dem Kraftstoffeinspritzer **18** in dem Dom **14b** zu erreichen. Dies bedeutet, daß eine Einspritzdüse des Kraftstoffeinspritzers **18** ungefähr an dem Schnittpunkt der äußeren Umfangskante des Domes **14b** und der Achse L1 angeordnet ist, die das Zentrum der Boosteröffnung **11a** mit dem Zentrum der Auslaßöffnung **11b** verbindet.

[0030] Ferner ist die Kraftstoffeinspritzerbohrung **19** derart gebohrt, daß der Kraftstoff zu der Boosteröffnung **11a** hin eingespritzt wird. Da der Kraftstoff in dem späteren Zeitabschnitt eines Kompressionshubes eingespritzt wird, wird bei einer tatsächlichen Kraftstoffeinspritzung der Kraftstoff entlang der sphärischen Wandungsfläche **13b** des Kolbenhohlraumes **13a** zerstäubt.

[0031] Die Zündkerze **15** ist in die Zündkerzenbohrung **17** eingeschraubt, und der Kraftstoffeinspritzer **18** ist in der Kraftstoffeinspritzerbohrung **19** montiert. Der Kraftstoffeinspritzer **18** wird durch einen Steuerungsabschnitt (nicht dargestellt) gesteuert, um Kraftstoff in die Verbrennungskammer einzuspritzen basierend auf der Menge an einzuspritzendem Kraftstoff und der Einspritzzeit, die entsprechend den Motorbelastungen und Motorgeschwindigkeiten optimal ermittelt werden. Ferner ist eine Mehrzahl von Kühldurchgängen **20** in dem Zylinderkopf **14** vorgesehen, um durch diese hindurch eine Zirkulation zu Zwecken der Kühlung der Zylinderwandung **11** und der Verbrennungskammer zu ermöglichen.

[0032] In dem so gebildeten Motor wird die Frischluft durch den Squish-Bereich **14a**, den Dom **14b**, den Zylinder **11** und den Kolbenhohlraum **13a** des sich nach oben bewegenden Kolbens **13** komprimiert, und dann wird Kraftstoff in die komprimierte Frischluft eingespritzt. Der zerstäubte Kraftstoff trifft auf die Wandungsfläche **13b** des Kolbenhohlraumes **13a** auf, bewegt sich nach oben entlang der Wandungsfläche **13b** und bildet ein lokal verbrennbares Gemisch in der Verbrennungskammer. Wenn die Zündkerze das so gebildete brennbare Gemisch entzündet, dehnt sich die Verbrennung in Gemischschichten aus, so daß die Schichtladungsverbrennung bewirkt ist.

[0033] Bei Betrieb des so gebildeten Motors öffnet dann, wenn sich der Kolben **13** von seinem oberen Totpunkt in Richtung auf den unteren Totpunkt bewegt, zunächst das obere Ende des sich nach unten bewegenden Kolbens **13** die Auslaßöffnung **11c**, um Abgas abzulassen. Als nächstes öffnet der Kolben **13a** die Boosteröffnung **11a** und die Spülöffnung **11b**, die etwas unterhalb der Auslaßöffnung **11c** angeordnet sind. In diesem Moment wird die Frischluft, die in dem Kurbelgehäuse komprimiert wurde, durch die Boosteröffnung **11a** und die Spülöffnung **11b** in den Zylinder **11** geschickt, um den Zylinder **11** zu füllen, während sie verbleibendes Abgas durch die Auslaßöffnung **11c** aus dem Zylinder **11** herabdrückt.

[0034] Dieser Spülbetrieb setzt sich aufgrund der Trägheitskräfte der einströmenden Luft fort, bis die Boosteröffnung **11a** und die Spülöffnung **11b** durch die obere Fläche des sich anhebenden Kolbens **13** verschlossen werden. Wenn der Kolben **13** die Auslaßöffnung **11c** verschließt, wird ein umgekehrter Taumelstrom von Frischluft in dem Zylinder **11** erzeugt ([Fig. 3a](#)).

[0035] Ferner wird dann, wenn der Kolben **13** sich weiterhin nach oben zu dem oberen Totpunkt bewegt, nachdem die jeweiligen Öffnungen verschlossen sind, der Kraftstoff hinsichtlich der Menge an einzuspritzendem Kraftstoff und des Zeitpunktes der Kraftstoffeinspritzung optimiert und in Richtung auf den Kolbenhohlraum **13a** des sich nach oben bewegenden Kolbens **13** ([Fig. 3b](#)) eingespritzt. Der zerstäubte Kraftstoff trifft auf den Kolbenhohlraum **13a** auf, bewegt sich entlang der Flächenkonfiguration des Kolbenhohlraumes **13a**, während er mit dem umgekehrten Taumelstrom an Frischluft vermischt wird ([Fig. 3c](#)), und erreicht unmittelbar darunter die Elektrode **16** der Zündkerze **16**, um ein lokal fettes (geschichtetes) und brennbares Gemisch in der Nähe der Zündkerze **15** zu bilden ([Fig. 3d](#)). Zu diesem Zeitpunkt beginnt der Rand des Kolbens **13**, die Einlaßöffnung zu öffnen, um die Frischluft einzuführen.

[0036] Der Kolben **13** bewegt sich ferner weiter nach oben und gelangt nahe an den oberen Totpunkt.

Zu einem optimalen Zeitpunkt vor dem Erreichen des oberen Totpunktes durch den Kolben **13** wird das Gemisch durch die Elektrode **16** der Zündkerze **15** entzündet. Zu diesem Zeitpunkt ist, da das fette brennbare Gemisch um die Elektrode **16** herum gebildet ist, die Entzündbarkeit verbessert, so daß eine gute Schichtlagenverbrennung sichergestellt werden kann.

[0037] Da die Elektrode **16** ungefähr auf der Zylinderbohrungszentralachse CL angeordnet ist, kann dann, wenn das brennbare Gemisch entzündet wird, ferner die Verbrennungsgeschwindigkeit des brennbaren Gemisches erhöht werden, und im Ergebnis kann die Verbrennungszeit verkürzt werden. Ferner kann der Kraftstoffeinspritzer **18** weniger durch von der Zündkerze **15** ausgehende Wärme beeinträchtigt werden, weil die Zündkerze **15** in dem Dom **14b** soweit wie möglich von dem Kraftstoffeinspritzer **18** entfernt ist.

[0038] Wenn das auf diese Weise entzündete Gemisch in der Verbrennungskammer **22** verbrannt wird, drückt das durch die Verbrennung erzeugte, unter hohem Druck stehende Gas den Kolben **13** nach unten, wodurch der vorgenannte Zyklus wiederholt wird. Die Bewegung des Kolbens **13** wird auf eine Kurbelwelle (nicht dargestellt) übertragen, von der das Drehmoment erzeugt wird.

[0039] Wenn der Motor **12** in einem Zustand hoher Last betrieben wird, ändert sich die Verbrennungsstrategie von der Schichtladungsverbrennung in eine Verbrennung mit homogener Konzentration. Da der Kraftstoffeinspritzer zu der Boosteröffnung **11a** und der Spülöffnung **11b** gerichtet ist, ist es unter diesen Umständen möglich, Kraftstoff zu dem in Strömungsrichtung hinteren Bereich der eintretenden Frischluft einzuspritzen, und im Ergebnis ist es möglich, mehr Zeit für eine Diffusion, Verdampfung und Verteilung des eingespritzten Kraftstoffes zu gewinnen.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0040] Als nächstes wird ein Motor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) beschrieben.

[0041] Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird, wie oben beschrieben, der Kraftstoffeinspritzer **18** leicht durch Wärme beeinflusst, weil der Kraftstoffeinspritzer **18** oberhalb der Auslaßöffnung **11c** angeordnet ist und sich in der gleichen Richtung wie die Auslaßöffnung **11c** erstreckt.

[0042] Um dieses Problem zu lösen, zielt das zweite Ausführungsbeispiel darauf ab, den Einfluß von Wärme auf den Kraftstoffeinspritzer **18** dadurch zu verringern, daß der Kraftstoffeinspritzer **18** soweit wie mög-

lich von der Auslaßöffnung **11c** entfernt angeordnet wird.

[0043] Es wird nun auf [Fig. 4](#) Bezug genommen. Der Kolben **13'** weist einen Kolbenhohlraum **13a'** auf, der versetzt angeordnet ist einerseits bezogen auf das Zylinderbohrungszentrum CL zu der Auslaßöffnung **11c** hin und andererseits bezogen auf die Achse L1 zu der oberen Seite hin. Nimmt man eine Achse L2 an, die das Zylinderbohrungszentrum CL mit einem Zentrum des Kolbenhohlraumes **13a'** verbindet, ist ein Winkel θ , der durch die Achsen L1 und L2 eingeschlossen ist, innerhalb eines Bereiches von $0 < \theta < 90^\circ$. Der Winkel beträgt in etwas bevorzugter Weise 30° oder ähnlich in Berücksichtigung eines Freiheitsgrades bei der Auslegung eines Zylinderkopfes **14'**. Der Kolbenhohlraum **13a'** hat die gleiche Konfiguration wie der Kolbenhohlraum **13a** des ersten Ausführungsbeispiels.

[0044] [Fig. 5](#) zeigt eine Unterseite des Zylinderkopfes **14'**, die mit dem Zylinderblock **12** verbunden ist. In der Zeichnung ist ein Dom **14b'** in einem Squish-Bereich **14a'** des Zylinderkopfes **14'** vorgesehen. Der Dom **14b'** ist zu dem Kolbenhohlraum **13a'** gegenüberliegend angeordnet, und sein Zentrum liegt auf der Achse L2, die die Achse L1 unter einem Winkel θ schneidet. Ferner ist eine Einspritzerbohrung **19** ungefähr an einem Schnittpunkt der Achse L1 und der äußeren Umfangskante des Domes **14b'** vorgesehen, derart, daß der Kraftstoffnebel von dem in die Einspritzerbohrung **19** eingeschraubten Kraftstoffeinspritzer **18** auf die Wandfläche **13b'** des Kolbenhohlraumes **13a'** gerichtet ist.

[0045] Ferner ist eine Zündkerzenbohrung **17** in dem Dom **14b'** in der Nähe der Zylinderbohrungszentralachse CL vorgesehen, derart, daß die Elektrode **16** der Zündkerze **15**, die in die Zündkerzenbohrung **17** eingeschraubt ist, ungefähr auf der Zylinderbohrungszentralachse angeordnet ist. In der Zeichnung bezeichnet das Bezugszeichen **20** Kühlturchgänge, und das Bezugszeichen **21** bezeichnet Schraubendurchgangslöcher für die Befestigungsschrauben **21** des Zylinderkopfes **14'**.

[0046] In der auf diese Weise gebildeten Verbrennungskammer wird auf die gleiche Weise wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel der umgekehrte Taumelstrom gebildet, der zerstäubte Kraftstoff bewegt sich nach oben entlang der sphärischen Wandungsfläche **13b'** zu der Zylinderbohrungszentralachse CL und das fette, brennbare Gemisch wird in der Nähe der Zündkerze **15** gebildet. Das Gemisch wird durch die Zündkerze **15** entzündet, um eine Schichtladungsverbrennung zu erzielen.

[0047] Auf der anderen Seite kann der Kraftstoffeinspritzer **18** soweit wie möglich entfernt von der Auslaßöffnung **11c** angeordnet werden, da die Zentren

des Kolbenhohlraumes **13a'** und des Domes **14b'** jeweils zu der Achse L1 versetzt sind. Dies kann den Kraftstoffeinspritzer **18** vor einer Erwärmung durch die Auslaßöffnung **11c** schützen.

[0048] Als nächstes wird ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) beschrieben. Im allgemeinen ist eine Mehrzahl von Spülöffnungen **11b** an der Wandungsfläche des Zylinderblocks **12** in paarweise symmetrischer Weise bezogen auf die Achse L1 gebildet. Wenn der tatsächliche Spülstrom visualisiert wird, stellt man fest, daß der Spülstrom manchmal plötzlich beginnt, in einer bestimmten Richtung zu rotieren, und manchmal plötzlich beginnt, in einer entgegengesetzten Richtung zu rotieren. Daher sorgt die symmetrische Struktur der Spülöffnungen nicht stets für einen stabilen Spülstrom und die Zündkerze **15**.

[0049] Das dritte Ausführungsbeispiel zielt darauf ab, einen stabilen Spülstrom in der Nähe der Zündkerze **15** zu bilden.

[0050] Es wird auf [Fig. 6](#) Bezug genommen. Eine Mehrzahl von Spülöffnungen **11b** ist auf der oberen Seite der Achse L1 angeordnet, und eine Mehrzahl von Spülöffnungen **11d** ist auf der unteren Seite der Achse L1 angeordnet. Die Spülöffnungen **11b** stehen zu den Spülöffnungen **11d** in unsymmetrischer Beziehung. Dies bedeutet, daß der Öffnungsbereich der Spülöffnungen **11d** größer (oder kleiner) als derjenige der Spülöffnungen **11b** ist und daß die Auslaßrichtung der Spülöffnungen **11d** sich von derjenigen der Spülöffnungen **11b** unterscheidet.

[0051] Dementsprechend hat der von diesen unsymmetrisch angeordneten Spülöffnungen in den Zylinder **11** eingeführte Spülstrom eine definierte Richtwirkung, und im Ergebnis kann ein stetiges brennbares Gemisch sicher in der Nähe der Zündkerze **15** gebildet werden, wenn der Kraftstoffeinspritzer **18** Kraftstoff in Richtung auf den Spülstrom einspritzt.

[0052] Als nächstes wird ein viertes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) beschrieben.

[0053] Bei dem ersten Ausführungsbeispiel weist der Kolben **13** einen in eine sphärische Fläche **13b** eingeformten Kolbenhohlraum **13a** auf. Auf der anderen Seite ist der Kolbenhohlraum **13a'** bei dem vierten Ausführungsbeispiel teilweise in eine sphärische Fläche und teilweise in eine steile Böschung eingeformt. Dies bedeutet, daß der Kolbenhohlraum **13a'** gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel in eine sphärische Fläche von der äußeren Umfangskante zu dem zentralen Teil des Kolbens **13** und in eine steile Böschung **13b'** in dem zentralen Teil des Kolbens **13** eingeformt ist. Die steile Böschung **13b'** hat eine definiertere Richtwirkung zu der Elektrode **16**

der Zündkerze **15** hin als die sphärische Fläche **13b** des ersten Ausführungsbeispiels. Dies bedeutet, daß ein fettes Gemisch einfacher um die Elektrode **16** herum gebildet werden kann, da der Kraftstoffnebel konzentriert durch die steile Böschung **13b'** geführt wird. Mit anderen Worten kann der Umfang der Schichtenbildung der Mischung intensiviert werden.

Patentansprüche

1. Einspritz-Reihenmotor (**10**), mit einem Zylinder (**11**), einem Kolben (**13**), der beweglich in dem genannten Zylinder angeordnet ist für eine hin- und hergehende Bewegung, einem Zylinderkopf (**14**), der über dem genannten Zylinder und dem Kolben angeordnet ist, um eine Verbrennungskammer (**22**) zu bilden, einer Auslaßöffnung (**11c**), einer Boosteröffnung (**11a**), die relativ zu der Auslaßöffnung auf der entgegengesetzten Seite der Zylinderbohrungs-Zentralachse angeordnet ist, um einen spülenden Strom frischer Luft zu verstärken, einer Mehrzahl von Spülöffnungen (**11b**), einer Zündkerze (**15**), die in dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, und einem Kraftstoffeinspritzer (**18**), der in dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, um Kraftstoff in den genannten Zylinder einzuspritzen, wobei der genannte Motor **dadurch gekennzeichnet** ist, daß ein Kolbenhohlraum (**13a**) eine konkav-sphärische Fläche aufweist und an der oberen Fläche des genannten Kolbens angeordnet ist, derart, daß das Zentrum des genannten Kolbenhohlraumes in einer versetzten Position auf der Seite der genannten Auslaßöffnung ungefähr auf einer ersten Achse (L1) angeordnet ist, die das Zentrum der genannten Auslaßöffnung mit dem Zentrum der genannten Boosteröffnung verbindet; ein Verbrennungskammerdom (**14b**) zu dem genannten Kolbenhohlraum gegenüberliegend an der inneren Fläche des genannten Zylinderkopfes angeordnet ist; die Elektrode (**16**) der genannten Zündkerze in der Nähe der genannten Zylinderbohrungs-Zentralachse angeordnet ist; und die Einspritzdüse (**19**) des genannten Kraftstoffeinspritzers ungefähr an dem Punkt angeordnet ist, wo eine zweite Achse (L2), die die genannte Zylinderbohrungs-Zentralachse und das genannte Zentrum des genannten Kolbenhohlraumes verbindet, die genannte Kantenlinie des äußeren Umfanges des genannten Domes schneidet.

2. Ein Einspritz-Reihenmotor (**10**), mit einem Zylinder (**11**), einem Kolben (**13**), der beweglich in dem genannten Zylinder angeordnet ist für eine hin- und hergehende Bewegung, einem Zylinderkopf (**14**), der über dem genannten Zylinder und dem Kolben angeordnet ist, um eine Verbrennungskammer (**22**) zu bilden, einer Auslaßöffnung (**11c**), einer Boosteröffnung (**11a**), die auf der gegenüberliegenden Seite der Zylinderbohrungs-Zentralachse relativ zu der Auslaß-

öffnung angeordnet ist, um einen spülenden Strom von frischer Luft zu verstärken, einer Mehrzahl von Spülöffnungen (**11b**), einer Zündkerze (**15**), die in dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, und einem Kraftstoffeinspritzer (**18**), der in dem genannten Zylinderkopf angeordnet ist, um Kraftstoff in den genannten Zylinder einzuspritzen, wobei der genannte Motor dadurch gekennzeichnet ist, daß ein Kolbenhohlraum (**13a**) eine konkav-sphärische Fläche aufweist und an der oberen Fläche des genannten Kolbens angeordnet ist, derart, daß das Zentrum des genannten Kolbenhohlraumes auf einer Seite einer ersten Achse (L1) angeordnet ist, die das Zentrum der genannten Auslaßöffnung mit dem Zentrum der genannten Boosteröffnung verbindet; ein Verbrennungskammerdom (**14b**) zu dem genannten Kolbenhohlraum gegenüberliegend an der inneren Fläche des genannten Zylinderkopfes angeordnet ist; die Elektrode (**16**) der genannten Zündkerze in der Nähe der genannten Zylinderbohrungs-Zentralachse angeordnet ist; und die Einspritzdüse (**19**) des genannten Kraftstoffeinspritzers ungefähr an dem Punkt angeordnet ist, wo eine zweite Achse (L2), die die genannte Zylinderbohrungs-Zentralachse und das genannte Zentrum des genannten Kolbenhohlraumes verbindet, die Kantenlinie des äußeren Umfanges des genannten Domes schneidet.

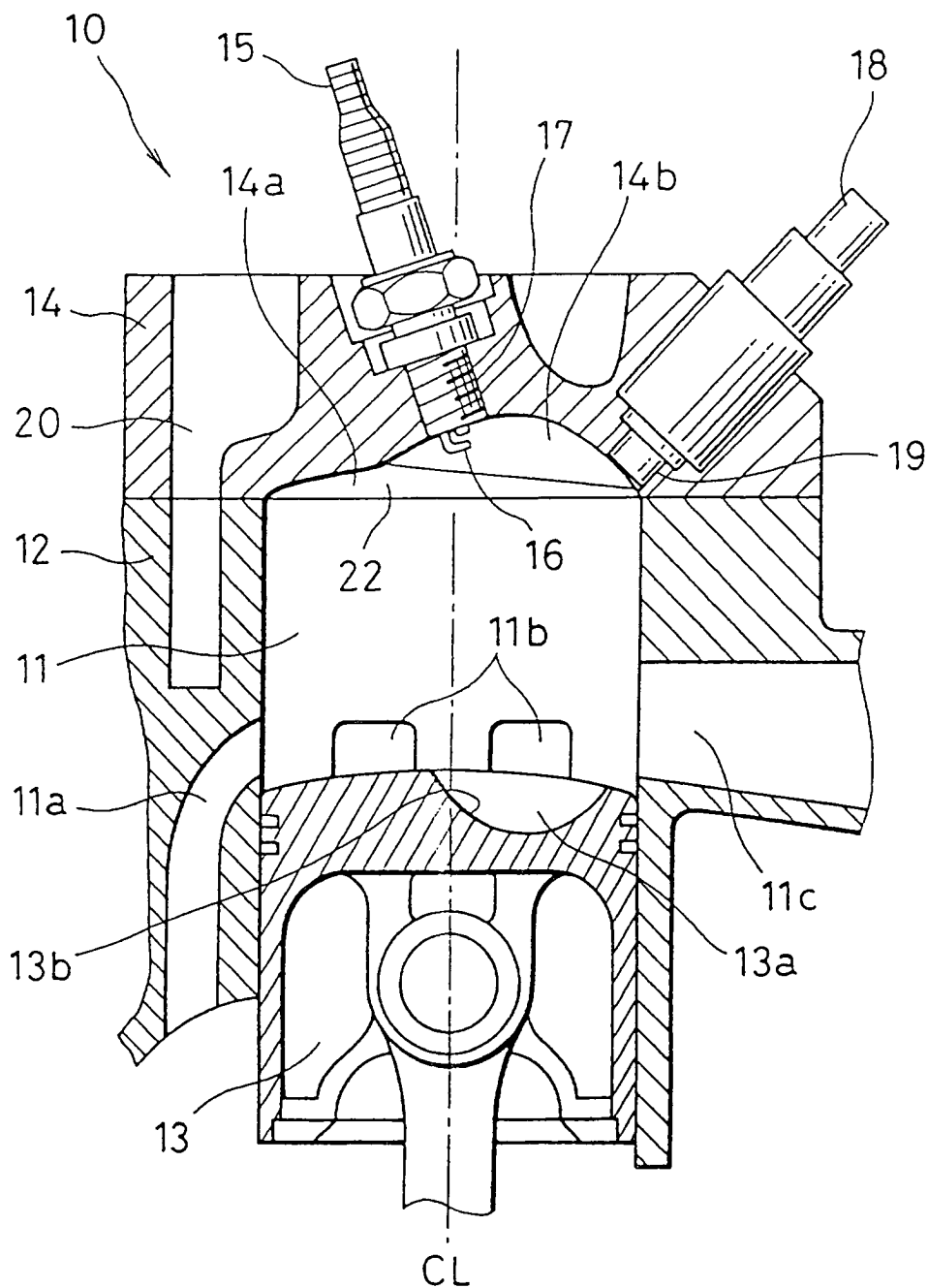
3. Motor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die genannte Mehrzahl von Spülöffnungen (**11b**) bezüglich der genannten ersten Achse (L1), die das Zentrum der genannten Auslaßöffnung mit dem Zentrum der genannten Boosteröffnung verbindet, symmetrisch angeordnet ist.

4. Motor nach Anspruch 1 oder 2, wobei die genannte Mehrzahl von Spülöffnungen (**11b**) bezüglich der genannten ersten Achse (L1), die das Zentrum der genannten Auslaßöffnung mit dem Zentrum der genannten Boosteröffnung verbindet, asymmetrisch angeordnet ist.

5. Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der genannte Kolbenhohlraum (**13a**) zusätzlich zu der genannten konkav-sphärischen Fläche (**13a'**) eine Fläche (**13b'**) mit einer steilen Böschung aufweist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



10: MOTOR
 11: ZYLINDER
 11a: BOOSTERÖFFNUNG
 11b: SPÜLÖFFNUNG
 11c: AUSLASSÖFFNUNG
 13: KOLBEN
 13a: KOLBENHOHLRAUM
 13b: SPHÄRISCHE FLÄCHE

14: ZYLINDERKOPF
 14b: DOM
 15: ZÜNDKERZE
 16: ELEKTRODE
 18: KRAFTSTOFFEINSPRITZER

FIG. 2

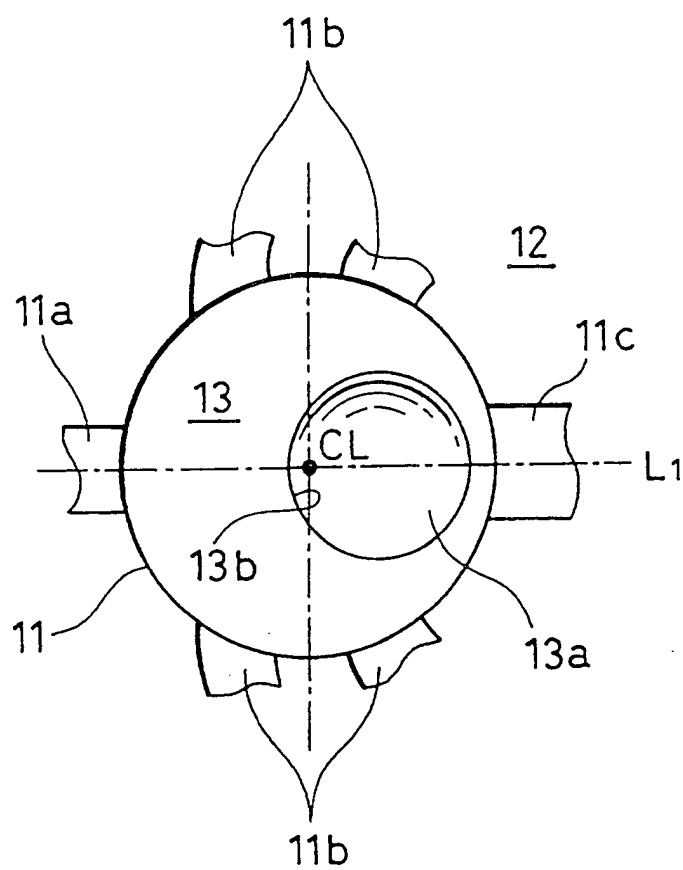


FIG. 3a

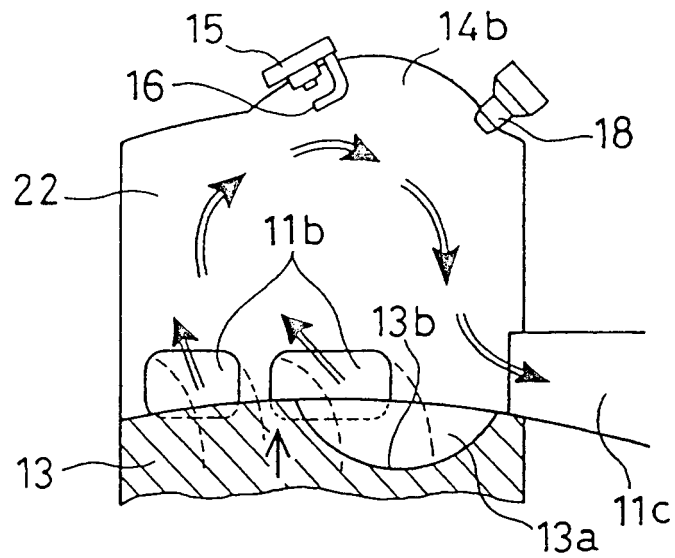


FIG. 3b

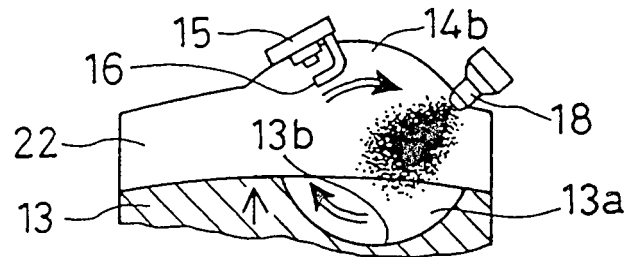


FIG. 3c

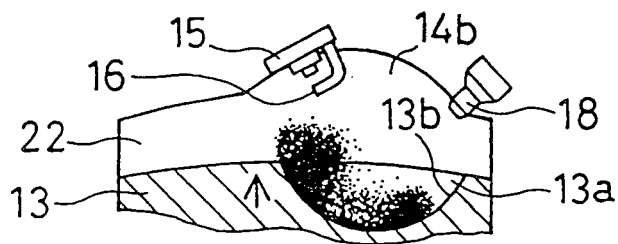


FIG. 3d

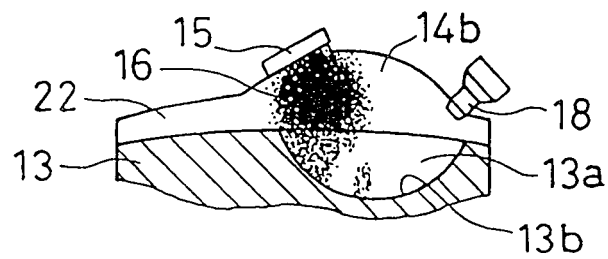


FIG. 4

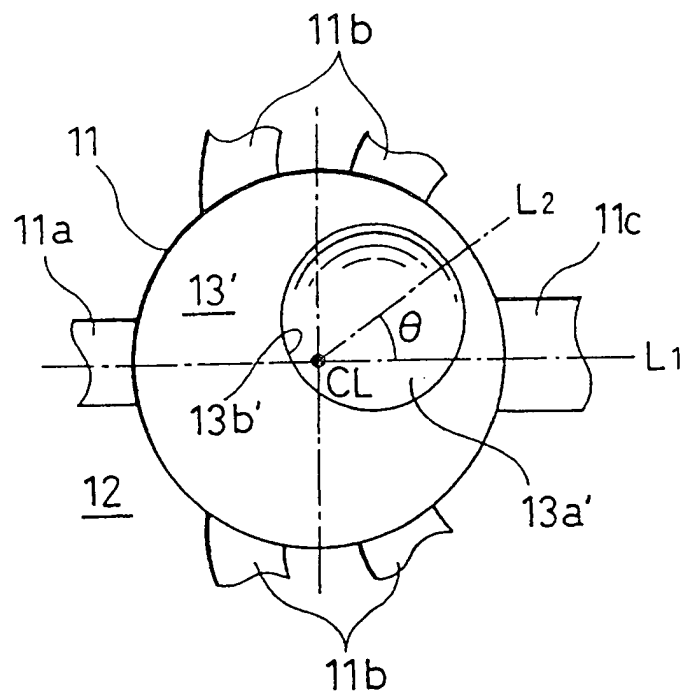


FIG. 5

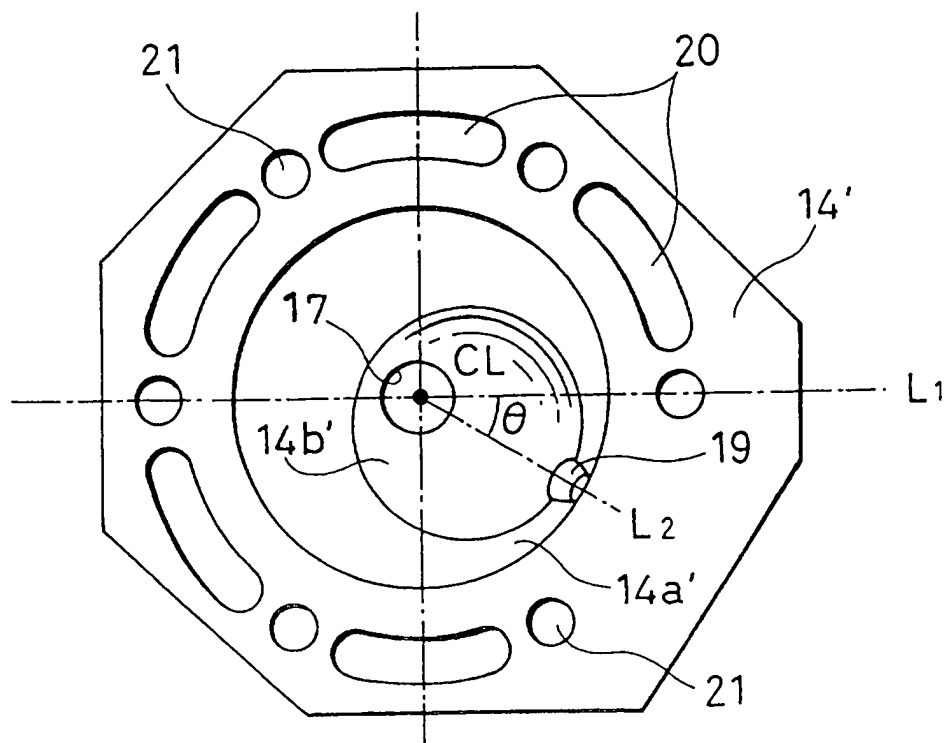


FIG. 6

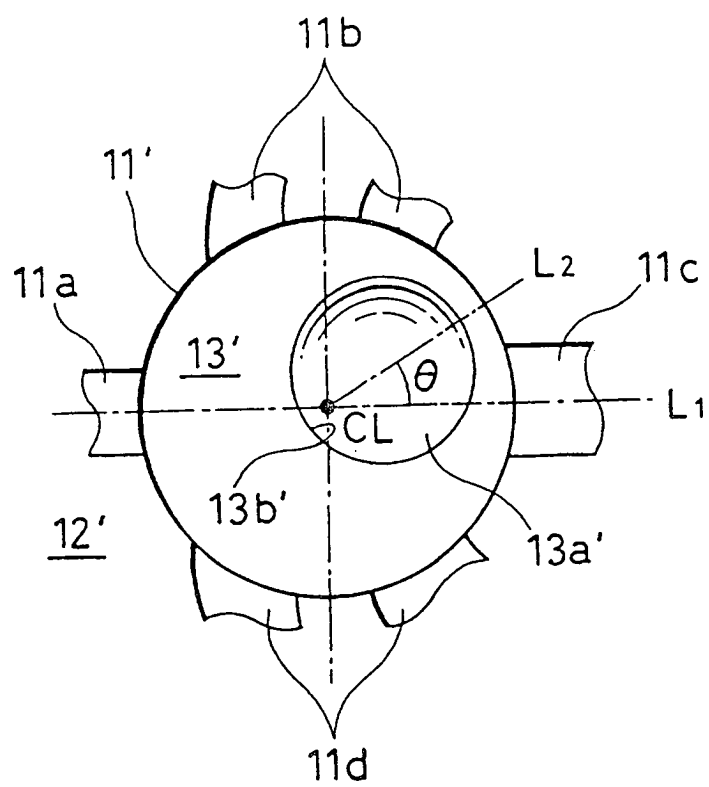


FIG. 7

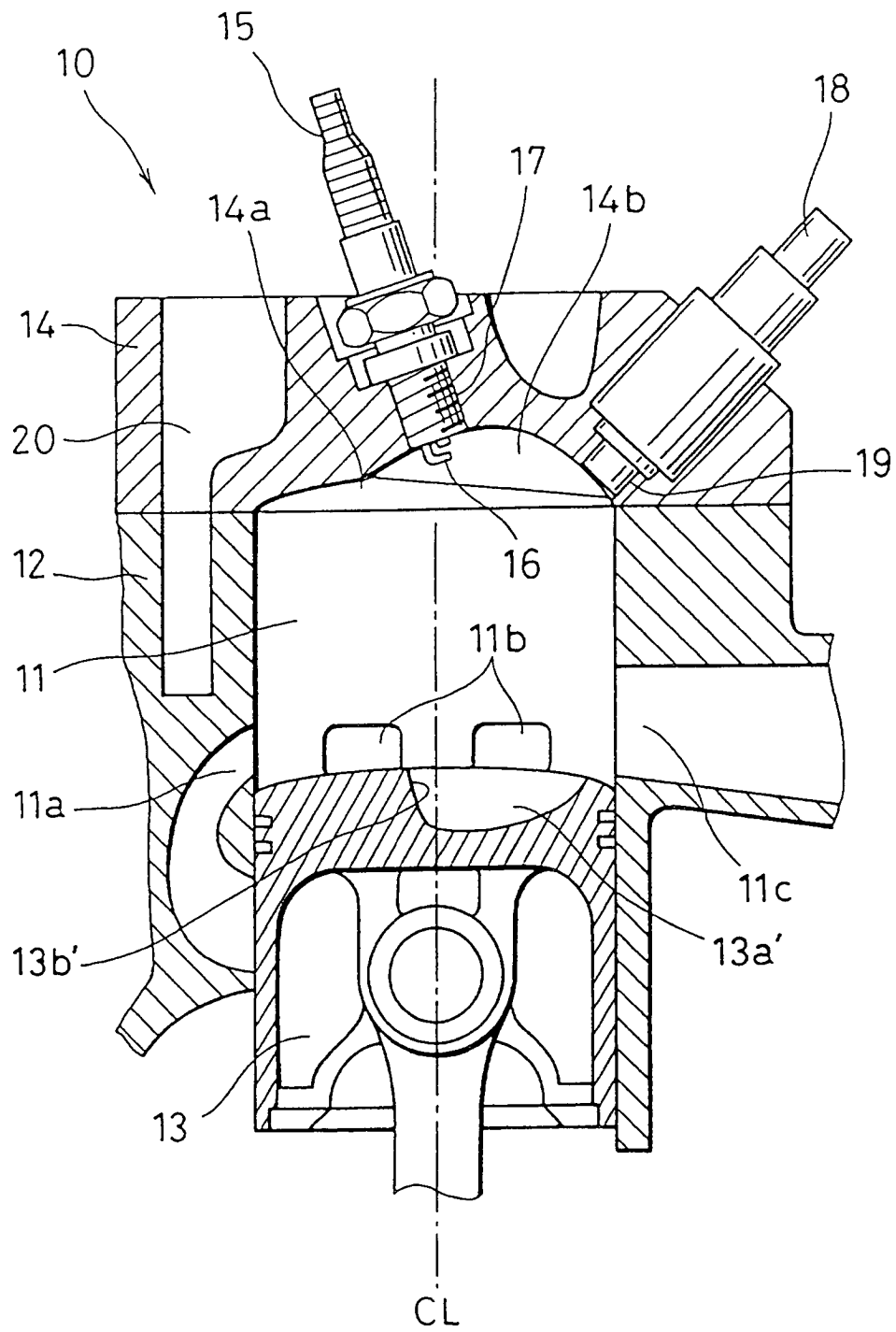


FIG. 8

STAND DER TECHNIK

