

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 780/2008

(22) Anmeldetag: 15.05.2008

(45) Veröffentlicht am: 15.06.2011

(51) Int. Cl. : **G01M 15/04**

(2006.01)

(30) Priorität:
06.06.2007 DE 102007026351 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
DE 4434695A1 DE 19813671C1
US 4587839A

(73) Patentinhaber:
BAYERISCHE MOTOREN WERKE
AKTIENGESELLSCHAFT
D-80809 MÜNCHEN (DE)

(72) Erfinder:
HERMANN BERND
KÖNIGSBRUNN (DE)
TIPKEMPER ULF DR.
MÜNCHEN (DE)
RIBBE THOMAS
MÜHLDOERF (DE)
SCHNEIDER PETER
MÜNCHEN (DE)

(54) PRÜFSTAND

(57) Die Erfindung betrifft einen Prüfstand (1) für Motorkomponenten, aufweisend:

- ein Kurbelgehäuse (2) zur freidrehenden Aufnahme einer Kurbelwelle (3) mit mindestens einem Hubzapfen (4);
- einen Antriebsmotor (6) zum Antreiben der Kurbelwelle (3); und einen Zylinder (9) zur Aufnahme eines Kolbens (8), wobei der Zylinder (9, 9A, 10; 22; 23) und der Kolben (8) einen geschlossenen Gasraum (11) bilden;
- wobei der Kolben (8) und die Kurbelwelle (3) mittels eines Pleuels (7) verbindbar sind, dessen Pleuellager (18) an dem Hubzapfen (4) angreift; und
- ferner aufweisend eine steuerbare Gaszuleitung (13) in den Gasraum (11).

Weiter betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Prüfen von Motorkomponenten.

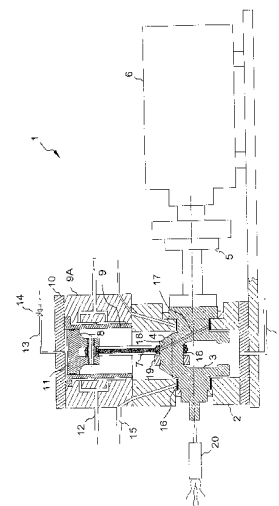


FIG 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Prüfstand für Motorkomponenten, insbesondere von Pleuellagern, sowie ein Verfahren zum Prüfen von Motorkomponenten.

[0002] Zur Prüfung von Pleuellagern ist ein Gleitlagerprüfstand bekannt, bei dem ein an einer glatten Welle angreifendes Pleuel durch einen Hydropulser beansprucht wird. Es ist ein Pleuelagerprüfstand der Firma Federal Mogul bekannt, bei welchem eine Kurbelwelle über ein Pleuel einen in einem geschlossenen Zylinder laufenden Kolben unter einem Verdichtungsverhältnis von 2:1 antreibt. Nachteilig hierbei ist, dass erstens das Verdichtungsverhältnis fest ist und zweitens eine konstruktionsbedingte obere Drehzahlgrenze von ca. 7000 U/min vorliegt. Zudem müssen bei diesem Prüfstand der Firma Federal Mogul die verwendeten Kurbelwellen gebaute Kurbelwellen sein.

[0003] Die DE 44 54 695 A betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Testen von Motoren, wobei hier eine Brennkraftmaschine auf einem Prüfstand fremd angetrieben untersucht wird. Vorbestimmte Belastungskurven für die Bauteile sind bei einer solchen Lösung nur sehr schwierig realisierbar, da die Öffnungs- und Schließbewegung der Ein- bzw. Auslassventile zu einer erheblichen Komplexität des Systems führt. Die Durchführung von Versuchen ist dementsprechend aufwändig.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zur realistischen, vergleichsweise preiswerten und einfach zu handhabenden Prüfung von Motorkomponenten, insbesondere Pleuellagern, bereitzustellen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Prüfstand nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 16 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind insbesondere den Unteransprüchen entnehmbar.

[0006] Ein Prüfstand nach einem Gesichtspunkt der Erfindung weist ein Kurbelgehäuse zur freidrehenden Aufnahme einer (gebauten oder originalen) Kurbelwelle auf, wobei die Kurbelwelle mindestens einen Hubzapfen aufweisen kann, also gekröpft ist. Der Prüfstand umfasst weiterhin einen Antriebsmotor zum Antreiben der Kurbelwelle sowie mindestens einen Zylinder zur Aufnahme eines Kolbens, wobei der Zylinder und der Kolben einen geschlossenen Gasraum bilden. Kolben und Kurbelwelle sind mittels eines Pleuels verbindbar, dessen Pleuellager auf einem Hubzapfen der Kurbelwelle sitzt. Durch diesen Prüfstand wird somit ein befeuerter Verbrennungsmotor simuliert. Durch Verwendung der gekröpften Kurbelwelle wird eine Verlagerungsbahn des Pleuels erzeugt, welche im Wesentlichen der im Motorverlauf entspricht. Zudem können durch die Massen- und Gaskräfte realistische Beanspruchungen aufgegeben werden, wodurch z.B. Verschleiß und Tragbilder des Pleuellagers realitätsnah abbildbar sind.

[0007] Beim Betrieb wird durch die Bewegung der Kurbelwelle der Kolben im Zylinder auf- und abbewegt und komprimiert bzw. entspannt entsprechend den geschlossenen Gasraum. Jedoch wird während jedes Kompressionsvorgangs ein geringer Teil des im Gasraum eingeschlossenen Gases entweichen, sodass nach einer bestimmten, und zum Beispiel vom Kompressionsdruck abhängigen, Umdrehungszahl so viel Gas aus dem Gasraum entwichen sein wird, dass dieser zur realistischen Prüfung keinen ausreichenden Gasdruck mehr aufbauen kann. Dadurch wird die Prüfzeit eines Prüfablaufs beschränkt. Um die Betriebszeit zu erhöhen und um ein Brennraumverhalten eines Verbrennungsmotors noch realistischer nachempfinden zu können, führt eine Gaszufuhr in den Gasraum, welcher über eine geeignete Steuerventileinrichtung bezüglich ihres Öffnungsverhaltens steuerbar, insbesondere regelbar, ist. So kann mittels des Steuerventils vorzugsweise ein auf die Lage des Pleuels bzw. des Kolbens abgestimmtes Druckprofil auf den Gasraum aufgegeben werden. Dies kann für die gesamte Umdrehung oder einen Teil davon wirksam sein. Beispielsweise kann im unteren Totpunkt Gas in den Gasraum stossförmig eingeblasen werden. Alternativ kann Gas zu mehreren Zeitpunkten einer Umdrehung zugeführt werden, ggf. auch kontinuierlich mit einem bestimmten Druckprofil. Dabei ist der Prüfstand nicht auf die Zufuhr eines bestimmten Gases beschränkt, welches beispielsweise Luft, Stickstoff, Helium oder andere geeignete Gase oder Mischungen davon umfassen kann.

[0008] Der Zylinderkopf ist vorzugsweise austauschbar. Dadurch können verschieden geformte Zylinderköpfe zur Prüfung verwendet werden, die insbesondere ein unterschiedliches Verdichtungsverhältnis durch Einstellung eines Volumens des Gasraums definieren. Beispielsweise kann der Zylinderkopf mit einem in den Zylinder/Gasraum ragenden Vorsprung ausgebildet sein (verkleinertes Gasraumvolumen), oder mit einer sich vom Zylinder/ Gasraum nach außen erstreckenden Aussparung (vergrößertes Gasraumvolumen). Dadurch wird eine Flexibilität und einfache Einstellung der Anpassung an reale Motorbedingungen erhöht.

[0009] Vorzugsweise wird eine Gaszuleitung zum Gasraum durch den Zylinderkopf und/oder durch eine Bohrung in der Zylinderwand geführt, z. B. mittels einer Durchführung.

[0010] Die Prüfstände weisen vorzugsweise ferner mindestens eine steuerbare Ölversorgung zum Pleuellager auf.

[0011] Es ist zur Prüfung der Pleuellager weiterhin vorteilhaft, wenn der Prüfstand eine steuerbare Ölzuleitung zum Pleuellager aufweist, wodurch beispielsweise ein Einfluss einer Schmierung auf den Zustand der Pleuellager geprüft werden kann. Steuerbare Ölparameter sind beispielsweise und vorzugsweise ein Öldruck (z.B. zwischen 0 und 10 bar) und eine Öltemperatur (z.B. zwischen -40°C und + 180°C, insbesondere zwischen -30 °C und + 150°C).

[0012] Im Folgenden wird die Erfindung in einem Ausführungsbeispiel schematisch näher dargestellt.

[0013] Fig. 1 zeigt als Querschnittsdarstellung in Seitenansicht einen Prüfstand nach einer ersten Ausführungsform;

[0014] Fig. 2 zeigt als Querschnittsdarstellung in Seitenansicht einen Ausschnitt aus dem Prüfstand von Fig. 1 im Bereich des Zylindergehäuses nach einer zweiten Ausführungsform;

[0015] Fig. 3 zeigt als Querschnittsdarstellung in Seitenansicht einen Ausschnitt aus dem Prüfstand von Fig. 1 im Bereich des Zylindergehäuses nach einer dritten Ausführungsform.

[0016] Fig. 1 zeigt einen Pleuellagerprüfstand 1 mit einem Kurbelgehäuse 2, in dem eine gekröpfte Kurbelwelle 3 mit einem Hubzapfen 4 freidrehend gelagert ist. Die Kurbelwelle 3 ist über einen Drehzahl- und Drehmoment-Messflansch 5 mit einem Antriebsmotor 6 verbunden. Am Hubzapfen 4 greift ein Pleuel 7 an, dessen dem Hubzapfen 4 entgegengesetztes Ende mit einem Kolben 8 verbunden ist, der in einem Zylinder 9 läuft. Durch den Zylinder 9, das heißt, dessen Seitenwände und dessen Zylinderkopf 10 wird zusammen mit dem Kolben 8 ein geschlossener Gasraum 11 definiert. In dem Zylinder 9 laufen Kühlwasserbohrungen 12, um den Zylinder 9 abzukühlen, wenn sich der Kolben 8 darin bewegt. Ferner wird hier durch den Zylinderkopf 10 eine Druckluftbohrung 13 geführt, welche durch ein Druckluft-Steuerventil 14 regelbar ist. Durch den Zylinder 9 führen weiterhin Ölversorgungsbohrungen 15 zu den Kurbelwellenlagern 16, um diese schmieren zu können. Vom Kurbelwellenlager 16 führt wiederum eine in der Kurbelwelle 3 befindliche Ölbohrung 17 zum Pleuellager 18, um dieses mit Öl versorgen zu können. Das Pleuel 7 wird am Hubzapfen 4 mittels eines Distanzrings (nur bei V-Motor notwendig) 19 auf Lage gehalten. Auf der dem Antriebsmotor 6 entgegengesetzt liegenden Seite der Kurbelwelle 3 werden Signalleitungen 20 herausgeführt, welche mit Sensoren des Prüfstands 1 verbunden sind und deren Signale weiterleiten. In einem unteren Bereich des Kurbelgehäuses 2 ist zudem ein Ölabfluss 21 vorhanden, um von den Lagern 16, 18 leckendes Öl entfernen zu können.

[0017] Der Prüfstand 1 simuliert einen befeuerten Verbrennungsmotor und arbeitet dabei nach dem Zweitaktprinzip. Nach Anschalten des Antriebsmotors 6 treibt dieser die Kurbelwelle 3 an, wodurch wiederum das Pleuel 7 seine typische Bewegungsbahn durchläuft, die einem herkömmlichen Motorverlauf entspricht. Die dabei entstehende Verlagerungsbahn entspricht im Wesentlichen der im Motorbetrieb. Dadurch wird der Kolben 8 im Zylinder 9 auf und ab bewegt und komprimiert bzw. entspannt abwechselnd den geschlossenen Gasraum 11. Um Undichtigkeiten des Gasraums 11 auszugleichen und um eine noch realistischere Prüfung zu erreichen,

wird gleichzeitig mittels des Steuerventils 14 eine Luftdruckzufuhr gesteuert, insbesondere geregelt. Insbesondere wird während des unteren Totpunkts Luft in den Gasraum 11 eingeblasen. Durch die Höhe des Luftdrucks im unteren Totpunkt und ein entsprechendes Verdichtungsverhältnis lässt sich auch der maximale Verbrennungsdruck aus dem Motorbetrieb darstellen. Durch die mittels des Antriebsmotors 6 aufgebrachte Drehzahl stellen sich Massenkräfte ein, und durch den Gasdruck stellen sich Gaskräfte ein. Dies stellt eine realitätsnahe Beanspruchung am Pleuellager 18, genauer gesagt: an den Pleuellagerschalen, dar.

[0018] Der Prüfstand 1 zeichnet sich durch verschiedene Vorteile aus: Gleitlageruntersuchungen sind einfach darstellbar. Es sind Versuche in einer frühen Phase einer Motorentwicklung möglich; es werden im Wesentlichen nur das Pleuel, die Lagerschalen und eventuell die Pleuellagerschalen benötigt. Es können sowohl gebaute als auch originale Pleuellager 3 bzw. Teile davon zur Prüfung verwendet werden. So können bei dem gezeigten Prüfstand 1 viele Bauteile auch bei einem Wechsel der Motorkomponenten, insbesondere der Pleuellager 3 und des Pleuels 7, beibehalten werden, z. B. der Zylinder. Die Ölversorgung ist zudem von extern beliebig regelbar.

[0019] Der Prüfstand 1 ist somit zur Prüfung von Motorkomponenten über einen weiten Bereich von Einflussgrößen einsetzbar. Es können beispielsweise zur außermotorischen Pleuellagererprobung deren Verschleiß, Fressneigung, Belastbarkeiten (Ermüdung), Notlaufeigenschaften, Tragbilder (Steifigkeit am Pleuel 7), neue Materialien, ein Einfluss einer Oberfläche der Pleuellagerschalen 3 und/oder ein Einfluss einer Lage der Ölversorgungsbohrung u. v. m. untersucht werden. Ferner kann auf einfache Weise das Pleuellager 18 variiert werden, nämlich zum Beispiel bezüglich einer Lagerschalengeometrie, einer Pleuellagerschalenoberfläche (Rücken- und Lauffläche), eines Pleuellagerspiels, von Pleuellagerschalenmaterialspezifikationen, einer Pleuellagerschalenoberfläche der Pleuellagerschalen (gebauter Pleuellager) oder bezüglich der Lage der Pleuellagerschalenbohrung 17 (gebauter Pleuellager). Beim gezeigten Prüfstand 1 sind beispielsweise folgende Größen einstellbar: ein Öldruck von 0 bis 10 bar, eine Ölvolumenstromreduzierung von 0 bis 1 l/min, eine Öltemperatur von -30 bis + 150°C, die Ölart, eine Drehzahl bis 13.000 min⁻¹, eine Last (Gasdruck, Massekraft) bis ca. 125 bar bzw. bis ca. 55 kN und/oder ein Zusatz von Medien im Öl (z. B. Schmutz, Kraftstoff, Wasser). Messbare Prozessgrößen umfassen beispielsweise: einen Zylinderdruckverlauf, einen Öldruck in der Ölversorgung, einen Öldruck in der Ölversorgungsbohrung in der Pleuellagerschale vor Eintritt ins Lager, eine Öltemperatur in der Ölversorgung, eine Öltemperatur in der Ölversorgungsbohrung in der Pleuellagerschale vor Eintritt ins Lager, eine Ölvolumenstrommessung, eine Temperatur am Pleuellagerschalenrücken, eine Temperatur am Pleuellagerschalenrücken, eine Pleuellagerschalenkraft, ein Drehmoment und/oder eine Drehzahl. Eine originale Pleuellagerschale sorgt für eine realitätsnahe Ölversorgung. Eine gebaute Pleuellagerschale kann hingegen insbesondere eine variable Oberflächenrauigkeiten, variable Oberflächengeometrien und eine variable Lage der Ölversorgungsbohrung bereitstellen.

[0020] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt aus dem Prüfstand 1 von Fig. 1 im Bereich des Pleuellagers 22 nach einer zweiten Ausführungsform. Der austauschbare Pleuellager 22 nun in Richtung des Gasraums 11 so ausgestaltet, dass er in den Zylinder 9 hineinragt und so das Volumen des Gasraums 11 im Vergleich zu der Ausführung von Fig. 1 verringert. Dadurch kann ein höheres Verdichtungsverhältnis simuliert werden. Die Gaszuführung 13 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel durch den Pleuellager 22 geführt.

[0021] Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus dem Prüfstand 1 von Fig. 1 im Bereich des Pleuellagers 23 nach einer dritten Ausführungsform. Nun weist der austauschbare Pleuellager 23 am Gasraum 11 eine Aussparung auf, wodurch das Volumen des Gasraums 11 im Vergleich zu der Ausführung von Fig. 1 vergrößert wird. Dadurch kann ein geringeres Verdichtungsverhältnis simuliert werden. Die Gaszuführung 13 ist auch in diesem Ausführungsbeispiel durch den Pleuellager 23 geführt.

[0022] Durch die Variation des Gasraumvolumens kann eine Simulation eines realen befeuerten Motors noch realistischer durchgeführt werden.

[0023] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die gezeigte Ausführungsform beschränkt, sondern lediglich durch den Umfang der angehängten Ansprüche bestimmt. So kann beispielsweise statt Luft auch Stickstoff in den Gasraum 11 eingeführt werden. Auch kann der Prüfstand auf die Verwendung einer Kurbelwelle mit mehr als einem Hubzapfen erweitert werden. Auch können Messdaten telemetrisch nach außen geliefert werden. Auch kann der Zylinderdeckel abgenommen und der Kolben bzw. das Pleuel damit ohne geschlossenen Gasraum und folglich auch ohne Einfluss einer Gaskraft, also nur durch Massenkräfte, bewegt werden.

[0024] Auch ist die Lage der Öl(versorgungs)bohrungen nicht auf die gezeigte Anordnung beschränkt und brauchen z. B. nicht durch das Zylindergehäuse geführt werden. Ferner muss die Gaszufuhr nicht durch den Zylinderkopf geführt werden, sondern kann beispielsweise auch durch eine Zylinderwand geführt werden und mehrere Einzelzuleitungen umfassen. Zudem kann ein geschlossener und variabel dimensionierter Gasraum auch anders als durch Aufsatz eines Zylinderkopfs erreicht werden, z. B. durch Einführen eines höhenverschieblichen Einsatzes in einen nach oben offenen Zylinder, z. B. eines eng passenden Hubkolbens.

Patentansprüche

1. Prüfstand (1) für Motorkomponenten, aufweisend:
 - ein Kurbelgehäuse (2) zur freidrehenden Aufnahme einer Kurbelwelle (3) mit mindestens einem Hubzapfen (4);
 - einen Antriebsmotor (6) zum Antreiben der Kurbelwelle (3); und einen Zylinder (9) zur Aufnahme eines Kolbens (8), wobei der Zylinder (9, 9A, 10; 22; 23) und der Kolben (8) einen geschlossenen Gasraum (11) bilden;
 - wobei der Kolben (8) und die Kurbelwelle (3) mittels eines Pleuels (7) verbindbar sind, dessen Pleuellager (18) an dem Hubzapfen (4) angreift; und
 - ferner aufweisend eine steuerbare Gaszuleitung (13) in den Gasraum (11).
2. Prüfstand (1) nach Anspruch 1, bei dem der Zylinder (9, 9A, 10; 22; 23) einen austauschbaren Zylinderkopf (10, 22, 23) aufweist, so dass der Gasraum (11) durch Seitenwände des Zylinders (9), den austauschbaren Zylinderkopf (10, 22, 23) und den Kolben (8) gebildet wird.
3. Prüfstand (1) nach Anspruch 2, bei dem die Gaszuleitung (13) zum Gasraum (11) durch den austauschbaren Zylinderkopf (10, 22, 23) und/oder durch eine Zylinderwand geführt ist.
4. Prüfstand (1) nach Anspruch 1, aufweisend einen Einsatz zum variablen Einführen in den Gasraum (11) zu dessen Dimensionierung.
5. Prüfstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner aufweisend eine steuerbare Ölversorgung (15, 17) zum Pleuellager (18).
6. Prüfstand (1) nach Anspruch 5, bei dem eine Öltemperatur, ein Ölvolume und/oder ein Zusatz von Medien in dem Öl einstellbar ist.
7. Prüfstand (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kurbelwelle (3) austauschbar ist.
8. Prüfstand (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Kurbelwelle (3) eine gebaute Kurbelwelle ist.
9. Prüfstand (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Pleuel (7) austauschbar ist.
10. Prüfstand (1) einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher nach dem Zweitakt-Prinzip betreibbar ist.

11. Prüfstand (1) einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Prüfstand (1) dazu eingerichtet ist, an einem unteren Totpunkt Gas durch die Gaszuleitung (13) in den Gasraum (11) einzublasen.
12. Prüfstand (1) einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Gaszuleitung (13) für eine Zufuhr von Gas in den geschlossenen Gasraum (11) zum Ausgleich von Undichtigkeiten des Gasraums (11) vorgesehen ist.
13. Prüfstand (1) einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein Entweichen von Gas aus dem geschlossenen Gasraum (11) nur durch Undichtigkeiten auftritt.
14. Prüfstand (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welcher ein Prüfstand zum Prüfen von Pleuellagern (18) ist.
15. Verfahren zum Prüfen von Motorkomponenten, insbesondere Pleuellagern (18), bei dem eine gekröpfte Kurbelwelle (3) mittels eines Antriebsmotors (6) angetrieben wird, wobei die Kurbelwelle (3) über ein Pleuel (7) einen in einem Zylinder (9, 9A, 10; 22, 23) laufenden Kolben (8) antreibt, wobei der Zylinder (9, 9A, 10; 22, 23) und der Kolben (8) einen geschlossenen Gasraum (11) bilden und wobei das Pleuel (7) über Pleuellager (18) an einem Hubzapfen (4) der Kurbelwelle (3) angreift, und wobei eine Gaszufuhr in den Gasraum (11) gesteuert wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem ein den Gasraum (11) begrenzender Zylinderkopf (10; 22; 23) zur Einstellung eines Verdichtungsverhältnisses ausgetauscht wird.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, bei dem Gas bei einem unteren Totpunkt in den Gasraum (11) eingeblasen wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem eine Öltemperatur, ein Ölvolumen und/oder ein Zusatz von Medien in dem Öl eingestellt werden.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen



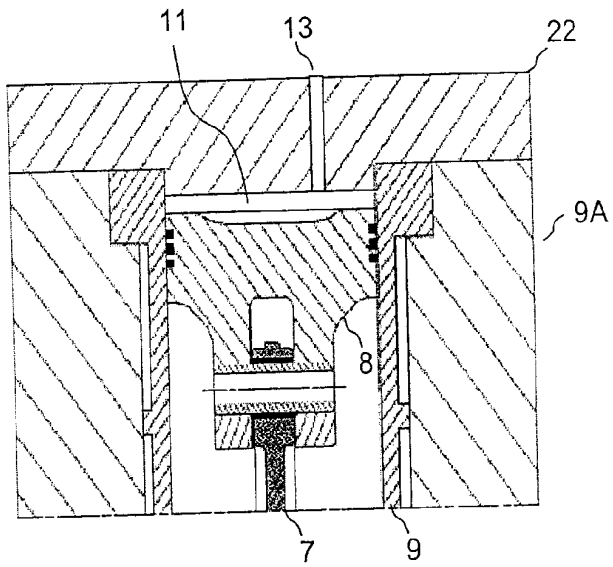


FIG 2

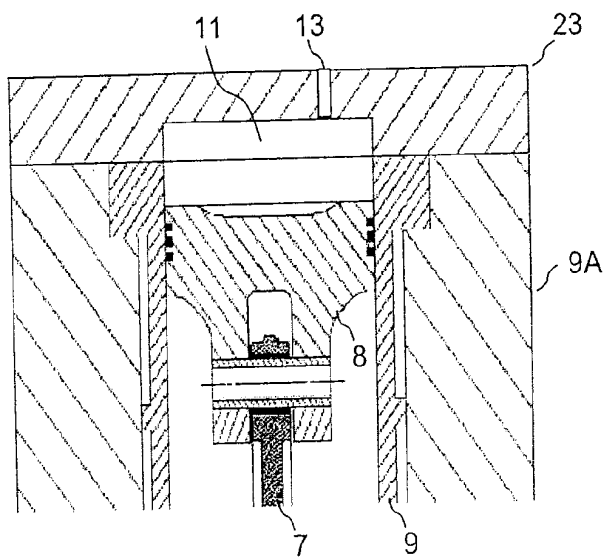


FIG 3