(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: 0 210 649 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 86110453.7

(51) Int. Cl.⁴: F02F 3/04

(22) Anmeldetag: 29.07.86

(30) Priorität: 31.07.85 DE 3527447

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 04.02.87 Patentblatt 87/06

(84) Benannte Vertragsstaaten: AT BE CH DE FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: Alcan Aluminiumwerk Nürnberg GmbH
Nopitschstrasse 67
D-8500 Nürnberg(DE)

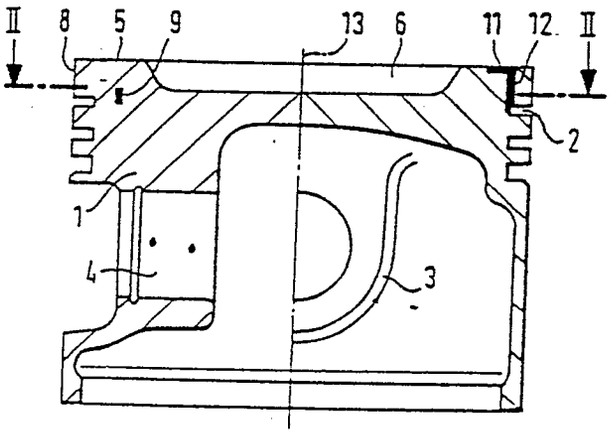
(72) Erfinder: Böhm, Gerhard, Dipl.-Ing.
Albertus-Magnus-Strasse 11
D-8504 Stein(DE)
Erfinder: Zweck, Helmut
Schillingsfürster Strasse 58
D-8500 Nürnberg 60(DE)

(74) Vertreter: Lehn, Werner, Dipl.-Ing. et al
Hoffmann, Eitle & Partner Patentanwälte
Arabellastrasse 4 (Sternhaus)
D-8000 München 81(DE)

(54) Kolben aus Leichtmetall.

(57) Kolben aus Leichtmetall für Brennkraftmaschinen mit einer seine Wärmedämmung steuernden in sich geschlossenen hülsenförmigen Einlage aus einem Metall von geringerer Wärmeausdehnung als das Kolbengrundmaterial (1). Die Einlage ist im Vollmaterial der Kolbenkrone angeordnet und erstreckt sich über den gesamten Kolbenumfang. Hinter der Einlage ist das Kolbengrundmaterial unter Bildung eines von der Einlage an einer Seite begrenzten Spaltes freigeschrumpft. An mindestens einem Rand bzw. einer Seite ist die Einlage vom Kolbengrundmaterial freigelegt, d.h. sie reicht dort an die Kolbenoberfläche (5,8) heran, dies jedoch nur in bestimmten Segmentbereichen und nicht über den gesamten Kolbenumfang hinweg. In den anderen Segmentbereichen liegt die Einlage unter der Kolbenoberfläche, wird also vom Kolbengrundmaterial (1) überdeckt. Soweit die Einlage an der Kolbenstirnfläche (5) freigeschnitten ist, ist sie mit einer die Tiefe des Freischrumpfspaltes abdeckenden Abkantung versehen.

FIG.1



EP 0 210 649 A2

Kolben aus Leichtmetall

Die Erfindung betrifft einen Kolben aus Leichtmetall für Brennkraftmaschinen mit einer seine Wärmedehnung steuernden, in sich geschlossenen hülsenförmigen Einlage aus einem Metall von geringerer Wärmeausdehnung als das Kolbengrundmaterial (der Kolbengrundkörper), welche Einlage sich über den gesamten Kolbenumfang erstreckt und an mindestens einem Rand vom Kolbenmaterial freigelegt ist, d.h. an eine Kolbenoberfläche heranreicht, wobei hinter der Einlage das Kolbengrundmaterial unter Bildung eines von der Einlage an einer Seite begrenzten Spaltes freigeschrumpft ist.

Derartige Kolben sind bereits bekannt (z.B. DE-AS 10 73 257 und DE-AS 10 78 387). Bei diesen Kolben besteht die Einlage aus einer Metallhülse, einem Metallstreifen oder einem Metallband, das in das Kolbengrundmaterial des Kolbenschaftes an derjenigen Stelle eingegossen ist, an der eine Regelungswirkung im Bereich des Kolbenschaftes gewünscht wird. Beim Abkühlen nach dem Eingießen hat sich bei diesem bekannten Kolben das innerhalb der Einlage befindliche Kolbengrundmaterial des Kolbenschaftes aufgrund seines größeren Wärmedehnungskoeffizienten von der Regeleinlage freigeschrumpft, so daß sich ein Spalt zwischen dem freigeschrumpften Kolbengrundmaterial und der Regeleinlage gebildet hat, während das auf der Außenseite der Regeleinlage befindliche Kolbengrundmaterial auf die Einlage aufgeschrumpft ist, wobei diese eine Zugvorspannung erhalten hat. Da die während des Eingießens der Regeleinlage in den Kolbenschaft in diesem aufgetretenen Temperaturen während des Motorbetriebes nicht wieder erreicht werden, geht die Schrumpfung während des Motorbetriebs nur um einen Teil zurück, wodurch sich der bei Abkühlung des frisch gegossenen Kolbens durch Schrumpfung entstandene Spalt an der Innenseite der Regeleinlage nicht völlig zurückbildet. Hierdurch wird erreicht, daß das an der Außenseite der Regeleinlage befindliche Kolbengrundmaterial durch das innerhalb der Regeleinlage liegende Kolbengrundmaterial im Regelbereich nicht beeinflußt wird. Vielmehr wird bei der beim Motorbetrieb entstehenden Temperatur und die dabei erfolgende thermische Ausdehnung des an der Außenseite der Regeleinlage befindlichen auf diese aufgeschrumpften Kolbengrundmaterials zunächst dessen Zugvorspannung abgebaut. Erst dann wird eine tatsächliche Ausdehnung dieses äußeren Kolbengrundmaterials mit einer tatsächlichen Zunahme der Außenabmessung des Kolbens im Regelbereich erfolgen, so daß sich am Kolben in dem genannten Regelbereich zwischen Kaltstart und Betriebstemperatur nur kleine Durchmesserveränderungen ergeben. Im Hinblick darauf kann das Kolbenspiel kleingehalten bleiben.

Wie bereits vorstehend erwähnt, wurden bei dem bekannten Kolben jedoch derartige Regeleinlagen nur im Kolbenschaft angeordnet, da man die Anordnung solcher Regeleinlagen in der aus Vollmaterial bestehenden Kolbenkrone für nicht praktikabel hielt. Man hielt nämlich eine Regelung des massiven Kolbenkopfs schon deshalb für unmöglich, da dieser einer starren Regeleinlage nicht elastisch nachgeben kann. Eine Regelung nach dem Prinzip des Freischrumpfens des Kolbengrundmaterials von der einen Seite der Regeleinlage hielt man im Kolbenkopf für unmöglich, weil dieses Prinzip seine einwandfreie Funktion nur bekommt, wenn die Regeleinlage im Regelbereich freigelegt ist, d.h. an der Kolbenoberfläche freiliegende Seiten oder Ränder hat, die nicht vom Kolbengrundmaterial überdeckt sind. Denn nur in diesem Fall ist das Kolbengrundmaterial an der einen Seite der Regeleinlage mit demjenigen an der anderen Seite der Regeleinlage nicht unmittelbar verbunden, so daß die Kolbenmaterialien auf den beiden Seiten der Regeleinlage unabhängig voneinander schrumpfen bzw. sich ausdehnen können, was für die Wirkung dieser Regelung Voraussetzung ist.

Durch das Freilegen der Regeleinlage an deren Seiten oder Rändern ergeben sich jedoch am Kolbenkopf Probleme bezüglich der Dauerwechselfestigkeit des an der Außenseite der Regeleinlage befindlichen relativ dünnen schalenförmigen äußeren Kolbengrundmaterials, wobei es bei Motorbetrieb zum Abspringen dieser äußeren Materialschale und evtl. sogar der diese begrenzenden Regeleinlage kommen kann. Außerdem kann in den bei diesem Regelsystem durch Freischrumpfen des Kolbengrundmaterials an der einen Seite der Regeleinlage entstehenden und auch bei Motorbetrieb bestehen bleibenden Spalt Öl eindringen, das dort bei den hohen Verbrennungstemperaturen verkokt und sich als Ölkohle ablagert, wodurch sich der Spalt nach und nach zusetzt und die Regelwirkung dabei mehr und mehr eingeschränkt bzw. letztlich verhindert wird.

Aus diesem Grunde hat man sich mit einer Regelung im Bereich des Kolbenschaftes zufrieden gegeben. Um bei Vollastbetrieb ein Fressen des ungeregelten Kolbenkörpers infolge der Temperatur bedingten Durchmesservergrößerung zu vermeiden, muß im Einbauzustand zwischen Kolbenkopf und Zylinderwand ein großes Spiel vorgesehen sein. Dies hat zur Folge, daß bei kaltem Motor der Kolben wegen fehlender Kopfführung kippt und

klappert und der Feuersteg stark von heißen Verbrennungsgasen beaufschlagt wird mit der Gefahr der Verkokung des Feuersteges und hohen Verschleißes der ersten Kolbenringnut. Man hat versucht, die erwähnten Nachteile eines notwenigerweise großen Kopfspiels durch verschiedene Maßnahmen zu vermeiden. So hat man Maßnahmen zur Kolbenkopfkühlung vorgesehen, beispielsweise in Form von wärmeableitenden Metalleinlagen (DE-PS 554 865), durch Besprühen mit Öl (DE-PS 25 39 470) oder durch Einbau von Kühlkanälen (DE-PS 24 35 377). Zum erhöhten Schutz der ersten Ringnut hat man auch eine Vergrößerung der Feuersteghöhe vorgesehen und Nutarmierungen in den Kolben eingegossen (DE-OS 24 10 140) auch in Verbindung mit Kühlkanälen. Auch sind Kolben mit vergrößerten Kolbenkopfspielen bekanntgeworden, deren Schliffbild so gestaltet ist, daß ein Abrollen des Kolbenkopfes statt seines Anschlagens erreicht wird.

Alle diese bisher versuchten Lösungen konnten jedoch die vorgenannten Nachteile nicht zufriedenstellend beseitigen.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß insbesondere bei den heute in Achsrichtung relativ kurzen Kolben, also Kolben mit kurzen Schäften, eine Regelung im Schaftbereich nicht ausreicht, um das Laufspiel und insbesondere das Kippspiel des Kolbens möglichst gering zu halten, um Kipp- und Klappergeräusche und Verschleißfolgen möglichst zu vermindern oder auszuschließen sowie eine Verkokung des Feuersteges, vorzugsweise über den Bolzenaugen zu vermeiden. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Kolben der eingangs genannten Gattung zu schaffen, der nicht nur ein geringes Laufspiel im Bereich des Kolbenschaftes, sondern auch ein geringes Lauf-und Kippspiel im Bereich der Kolbenkrone hat, um ein Kippen und Klappern des Kolbens mit Verschleißfolgen sowie eine Verkokung des Feuersteges so weit als möglich auszuschließen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß beim Kolben der vorgenannten Gattung dadurch gelöst, daß eine Regeleinlage im Vollmaterial der Kolbenkrone angeordnet und wenigstens an einer ihrer Ränder bzw. Seiten nur in bestimmten Segmentbereichen des Kolbenumfanges freigelegt ist, in den anderen Segmentbereichen jedoch unter der Kolbenoberfläche liegt, d.h. vom Kolbengrundmaterial vollständig überdeckt und in diesem formschlüssig verankert ist, und daß die Einlage, soweit sie an der Kolbenstirnfläche freigelegt ist, mit einer die Tiefe des Freischrumpfspaltes abdeckenden Abkantung versehen ist.

Damit sind die folgenden Vorteile bzw. Wirkungsweisen gewährleistet:

1. Abdeckung des Freischrumpfspaltes zur Verhinderung seines Zusetzens mit Ölkohle.

2. Erzielung einer örtlich begrenzten und damit gezielten Regelung durch Freilegen der Regeleinlage nur in bestimmten Segmenten der Einlage.

3. Feste Verankerung der Regeleinlage in ihren übrigen Segmentbereichen im Kolbenmaterial durch ihre hülsenförmige Ausbildung und allseitige Einbettung im Kolbengrundmaterial unterhalb der Kolbenoberfläche, um ein Wegschleudern der Einlage oder Teilen des Kolbengrundmaterials vom Kolben zu verhindern, was bei durchgehend freigelegten Einlagen kaum zu vermeiden ist.

Durch das Freischrumpfen des Kolbengrundmaterials an der Innenseite der hülsenförmigen Regeleinlage und den im Verhältnis zum ungeregelten Kolbenkopf sehr dünnen Regelstreifen des Kolbengrundmaterials an der Außenseite der Einlage erhält die Kolbenkrone eine bisher nicht erzielbare Elastizität, wodurch ihr Anschlagen an der Zylinderwand in ein elastisch-federndes Anlaufen umgewandelt wird und die Gefahr eines Kolbenfressen weiter vermindert wird.

Die Einlage kann z.B. mit ihrem einen unteren Rand oder ihrer unteren Seite an die Kolbenseitenwand oder an eine Kolbenringnut heran freigelegt sein. Es kann auch zweckmäßig sein, daß die Einlage im Querschnitt eine Abknickung oder Rundung besitzt und mit dieser oder mit ihrer gesamten Außenseite an der Kolbenseitenwand liegt, also an dieser freigelegt ist. Auch ist es möglich, der Ringnut mit einem der freigeschnittenen Enden der Regeleinlage zumindest eine teilweise Armierung zu geben.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Kolbens ergeben sich aus den Patentansprüchen und aus der Zeichnung.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kolbens im Axialschnitt durch den Kolben, wobei die linke Zeichnungshälfte einen Schnitt darstellt, der sich senkrecht zu demjenigen der rechten Zeichnungshälfte erstreckt.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch die Ausführungsform gemäß Fig. 1 nach Linie II-II in Fig. 1.

Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Schrägansicht der Regeleinlage bei dieser Ausführungsform gemäß Fig. 1 und 2.

Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 5 ist ein Querschnitt nach Linie V-V in Fig. 4.

Fig. 6 zeigt eine dritte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 7 ist ein Querschnitt nach Linie VII-VII in Fig. 6.

Fig. 8 zeigt eine vierte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 9 ist ein Querschnitt nach Linie IX-IX in Fig. 8.

Fig. 10 zeigt eine fünfte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 11 ist ein Querschnitt nach Linie XI-XI in Fig. 10.

Fig. 12 zeigt eine sechste Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 13 ist ein Querschnitt nach Linie XIII-XIII in Fig. 12.

Fig. 14 zeigt eine siebte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 15 ist ein Querschnitt nach Linie XV-XV in Fig. 14.

Fig. 16 zeigt eine achte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 17 ist ein Querschnitt nach Linie XVII-XVII in Fig. 16.

Fig. 18 zeigt eine neunte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1.

Fig. 19 zeigt einen Querschnitt nach Linie XIX-XIX in Fig. 18,

Fig. 20 zeigt eine zehnte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1,

Fig. 21 ist eine Draufsicht auf die Kolbenstirnfläche dieser Ausführungsform,

Fig. 22 ist eine vergrößerte Schrägansicht der Einlage gemäß Fig. 20 und 21,

Fig. 23 zeigt eine elfte Ausführungsform in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1,

Fig. 24 ist eine Draufsicht auf die Kolbenstirnfläche dieser Ausführungsform,

Fig. 25 zeigt eine zwölfte Ausführungsform in gleicher Darstellung wie Fig. 1,

Fig. 26 ist ein Querschnitt nach Linie XXVI-XXVI in Fig. 25,

Fig. 27 ist eine dreizehnte Ausführungsform in gleicher Darstellung wie Fig. 1,

Fig. 28 zeigt einen Querschnitt nach Linie XXVIII-XXVIII in Fig. 27.

In den Zeichnungen ist in sämtlichen Ausführungsbeispielen der Kolben mit seinem Grundmaterial mit Bezugsziffer 1, die obere Ringnut mit Bezugsziffer 2, das Bolzenauge mit Bezugsziffer 3 und die Bolzenbohrung mit Bezugsziffer 4 versehen. In allen Ausführungsbeispielen ist die Kolbenstirnfläche 5 zur Bildung eines zentralen Brennraumes 6 vertieft. Die Kolbenseitenwand hat die Bezugsziffer 8. In den Zeichnungen ist jeweils der Freischrumpfspalt, der sich unmittelbar an der der Kolbenhochachse 13 zugewandten Innenseite der Regeleinlage befindet, nicht dargestellt.

Bei der in Fig. 1-3 dargestellten Ausführungsform erstreckt sich die Einlage 7 geringfügig innerhalb (unter) der Kolbenseitenwand 8 ringförmig über den gesamten Kolbenumfang, wobei ihre Ringform an zwei einander gegenüberliegenden Segmentbereichen 9 begradigt ist, so daß sich in diesen Segmentbereichen des Kolbenkopfes die Einlage in etwas größeren Abstand von der Kolbenseitenwand 8 befindet als in ihren kreisrunden Segmentbereichen 10. In ihren kreisrunden Segmentbereichen besitzt diese Einlage im Hülsenquerschnitt L-Form, wobei der eine Querschnittsschenkel 11 sich an der Kolbenstirnfläche 5 befindet und den an der Innenseite der Einlage entstandenen nicht gezeichneten Freischrumpfspalt abdeckt. Die hülsenförmige Einlage ist also mit diesem Schenkel 11 an der Kolbenstirnfläche freigelegt. Mit dem Rand ihres anderen Schenkels 12 ist diese Einlage im genannten Segmentbereich an der Kolbenringnut 2 freigelegt.

In ihren beiden anderen einander gegenüberliegenden begradigten Segmentbereichen 9 ist die Einlage in ihrem Querschnitt von ihrer sonstigen L-Form auf einen relativ kleinen Teil des L-Schenkels 12 reduziert, und zwar derart, daß dieser Segmentbereich 9 allseits formschlüssig im Kolbengrundmaterial 1 eingebettet und verankert ist.

Bei dem in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel befinden sich die begradigten und kleinen Querschnitt besitzenden Segmentbereiche 9 der Einlage 7 über den Bolzenaugen 3, während die L-förmigen Querschnitt aufweisenden Bereiche 10 der Einlage in bezug auf die Kolbenhochachse 13 um 90° dazu im Kolbenquerschnitt versetzt sind, so daß sie seitlich über den Bolzenaugen 3 liegen.

Bei dem in Fig. 4 und 5 dargestellten Ausführungsbeispiel hat die Einlage 14 die gleiche Form wie die Einlage 7 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2. Sie ist auch in gleicher Weise wie bei diesem Ausführungsbeispiel im Kolben angeordnet mit der Ausnahme, daß sich die Segmentbereiche 15 mit größerem L-förmigen Querschnitt über den Bolzenaugen 3 befinden, während die den reduzierten Querschnitt aufweisenden begradigten Segmentbereiche 16 in bezug auf die Kolbenhochachse um 90° dazu im Kolbenquerschnitt versetzt seitlich über den Bolzenaugen 3 liegen.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 und 7 besitzt eine Einlage 17, die in ihren kreisförmigen, sich über den Bolzenaugen 3 befindlichen Segmentbereichen 8 U-förmigen Querschnitt hat, der mit seinem oberen den Freischrumpfspalt abdeckenden Schenkel an der Kolbenstirnfläche 5 und mit seinem unteren Schenkel an der oberen Ringnut 2 freigelegt ist. In seinen begradigten Segmentbereichen 19 ist die Einlage 17 im Querschnitt auf den unteren Teil des U-Steges beschränkt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 und 9 unterscheidet sich von demjenigen gemäß Fig. 6 und 7 nur dadurch, daß die Einlage 20 sich mit ihren begradigten Segmentbereichen 21 über den Bolzenaugen 3 und mit ihren dazwischen befindlichen Segmentbereichen 22 seitlich oberhalb der Bolzenaugen befindet.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 und 11 erstreckt sich die Einlage 23 ringförmig in geringem Abstand innerhalb der Kolbenseitenwand 8 um den Kolbenumfang herum und besitzt zwei kreisrunde Segmentbereiche 24 und zwei dazwischen liegende begradigte Segmentbereiche 25. In den kreisrunden Segmentbereichen hat die Einlage 23 größeren Querschnitt als in ihren begradigten Segmentbereichen 25, wobei sie in ihrem oberen Querschnittsbereich in Richtung der Kolbenseitenwand 8 abgebogen und an dieser Kolbenseitenwand freigelegt ist. Mit ihrem unteren Rand ist sie in diesen Segmentbereichen in der Kolbenringnut 2 freigelegt. In ihren begradigten Segmentbereichen 25 hat diese Einlage 23 einen verkleinerten Querschnitt, der dem unterhalb der vorgenannten Abbiegung im kreisrunden Segmentbereich 24 befindlichen Querschnittsteil der Einlage entspricht.

Die Einlage ist in allen ihren Segmentbereichen unterhalb der Kolbenstirnfläche 5 im Kolbengrundmaterial 1 gelagert und daher von diesem überdeckt. Ein zum Feuerraum hin offener Freischrumpfspalt ist daher auch bei dieser Ausführungsform nicht gegeben. In ihren begradigten Segmentbereichen 25 liegt die Einlage vom Kolbengrundmaterial vollständig umgeben innerhalb der Kolbenseitenwand und ist auch nicht an einer Kolbenringnut freigelegt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel befinden sich die allseitig im Kolbengrundmaterial 1 eingebetteten begradigten Segmentbereiche 25 der Einlage 23 oberhalb der Bolzenaugen 3, während die freigelegten Segmentbereiche 24 in bezug auf die Kolbenhochachse 13 um 90° dazu im Kolbenquerschnitt versetzt sind.

Bei dem in Fig. 12 und 13 dargestellten Ausführungsbeispiel hat die Einlage 26 gleiche Form wie die Einlage 23 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10 und 11. Sie ist jedöch so in der Kolbenkrone angeordnet, daß sich ihre freigelegten kreisförmigen Segmentbereiche 27 über den Bolzenaugen 3 befinden.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 14 und 15 unterscheidet sich von demjenigen gemäß Fig. 10 und 11 nur dadurch, daß die Einlage 28 in ihren ringförmigen Segmentbereichen 29 noch einen unternalb der oberen Kolbenringnut 2 befindlichen, diese Nut armierenden Querschnittsteil 30 besitzt, der ebenso wie der obere Querschnittsteil 31 mit den begradigten Segmentbereichen 32 verbunden ist.

Bei diesem Ausführungsbeispiel befinden sich die ringförmigen Segmentbereiche 29 der Einlage 28 mit ihrem vollen Querschnitt seitlich oberhalb der Bolzenaugen 3, während die begradigten kleinen Querschnitt besitzenden Segmentbereiche 32 über den Bolzenaugen 3 liegen. Es ist aber auch eine umgekehrte Lage der verschiedenartigen Segmentbereiche 28,32 möglich.

Auch beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 16 und 17 ist die Regeleinlage 33 nicht an der Kolbenstirnfläche 5 sondern an der Kolbenseitenwand 8 freigelegt, wodurch eine Abdeckung des Freischrumpfspaltes gegenüber dem Feuerraum durch das Kolbengrundmaterial 1 gegeben ist. Die Einlage ist in zwei einander gegenüberliegenden, sich über den Bolzenaugen 3 befindlichen Segmentbereichen 34 im Querschnitt U-förmig ausgebildet, wobei die Ränder der U-Schenkel an der Kolbenseitenwand 8 freigelegt sind. Der untere U-Schenkel ist auch an der oberen Kolbenringnut 2 freigelegt.

In den beiden anderen Segmentbereichen 35, die sich seitlich oberhalb der Bolzenaugen 3 befinden, ist die Einlage 33 in ihrem Querschnitt etwa auf die untere Querschnittshälfte der beiden anderen Segmentbereichen 34 reduziert, so daß die Einlage in diesen Segmentbereichen nur mit ihrem unteren Rand in der Kolbenringnut 2 und an der Kolbenseitenwand 8 freigelegt ist.

Die Ausführungsform gemäß Fig. 18 und 19 unterscheidet sich nur dadurch von derjenigen der Fig. 16 und 17, daß die Einlage 36 mit ihrem U-förmigen Querschnitt besitzenden Segmentbereich 37 seitlich oberhalb der Bolzenaugen 3 und mit ihrem etwa auf die untere Hälfte dieses U-Querschnitts reduzierten Querschnitt besitzenden Segmentbereichen 38 sich über den Bolzenaugen 3 befindet.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 20 bis 22 unterscheidet sich von demjenigen gemäß Fig. 16 und 17 nur dadurch, daß dort die Einlage 39 in den beiden über den Bolzenaugen 3 befindlichen Segmentbereichen S-Form hat, wobei der obere S-Schenkel 40 an der Kolbenstirnfläche 5 freigelegt ist und der untere S-Schenkel an der Kolbenseitenwand 8 und in der oberen Ringnut 2. In ihren beiden anderen Segmentbereichen 41, die sich seitlich oberhalb der Bolzenaugen 3 befinden, ist die Einlage 39 im Querschnitt auf die untere Hälfte des in den vorgenannten Segmentbereichen gegebenen S-förmigen Querschnitts reduziert, so daß dort die Einlage nur an der Kölbenseitenwand 8 und in der oberen Ringnut 2 freigelegt ist. Der Freischrumpfspalt ist somit in den beiden Segmentbereichen mit S-Querschnitt durch den oberen S-Schenkel 40 und in den beiden anderen Segmentbereichen 41 durch das Kolbengrundmaterial 1 überdeckt.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 23 und 24 besitzt eine gleichgestaltete Einlage 42 wie das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 20 und 21, jedoch ist diese Einlage mit ihren vollen S-Querschnitt besitzenden Segmentbereichen 43 seitlich über den Bolzenaugen 3 angeordnet, während ihre reduzierten Querschnitt besitzenden Segmentbereiche 44 sich direkt über den Bolzenaugen 3 befinden.

Fig. 25 und 26 zeigen ein Ausführungsbeispiel, bei welchem die Einlage 45 in den beiden seitlich oberhalb der Bolzenaugen 3 liegenden Segmentbereichen 46 U-förmigen Querschnitt hat und mit ihrer gesamten Außenseite an der Kolbenseitenwand 8 freigelegt ist, wobei ihr oberer U-Schenkel an der Kolbenstirnfläche und ihr unterer U-Schenkel an der oberen Ringnut 2 freigelegt sind.

Ihre über den Bolzenaugen 3 befindlichen Segmentbereiche 47 liegen in einem gewissen Abstand innerhalb der Kolbenseitenwand 8. In diesen Segmentbereichen hat die Einlage rechteckförmigen Querschnitt von geringeren Abmessungen als in ihren anderen Segmentbereichen 46, wobei sie allseitig vom Kolbengrundmaterial 1 umgeben und damit in diesem fest verankert ist.

Die wesentliche angestrebte Wirkung dieser Art von Einlage beruht auf dem Freischrumpfen des an der Innenseite der Einlage befindlichen Kolbengrundmaterials. Die zweite Wirkung einer derartigen Regelhülse, nämlich die an der Außenseite der Regeleinlage befindliche Schicht des Kolbengrundmaterials durch Aufschrumpfen auf die Einlage bei niedrigeren Temperaturen unter Zugspannung zu setzen und damit einen Teil ihrer Ausdehnung bei anschließender Erwärmung im Motorbetrieb unwirksam zu machen, wird bei der letztgenannten Ausführungsform dahingehend verbessert, daß die außenliegende Schicht des Kolbengrundkörpers segmentartig völlig entfällt und im Hinblick auf das Spiel zwischen Kolbenkrone und Zylinderwand im Motor dort nur noch der geringere Ausdehnungskoeffizient des Materials der Regeleinlage wirksam wird.

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 27 und 28 besitzt die Regeleinlage 48 zwei kreisförmig gebogene Segmentbereiche 49, in welchen die Einlage rechteckigen Querschnitt hat und mit ihrer gesamten Außenseite an der Kolbenaußenfläche 8 freigelegt ist. Ferner besitzt sie zwei über den Bolzenaugen 3 befindliche Segmentbereiche 50, ebenfalls von rechteckigem Querschnitt, die sich geradlinig innerhalb der Kolbenseitenwand 8 erstrecken und allseitig vom Kolbengrundkörper umgeben und damit in diesem fest verankert sind.

Die obere Ringnut 2 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel mit einer zusätzlichen im Ringquerschnitt U-förmigen Armierung 51 versehen, wie sie nach dem Stand der Technik insbesonders bei Kolben für Dieselmotoren üblich ist.

Ansprüche

1. Kolben aus Leichtmetall für Brennkraftmaschinen mit einer seine Wärmedehnung steuernden, in sich geschlossenen, hülsenförmigen Einlage aus einem Metall von geringerer Wärmeausdehnung als das Kolbengrundmaterial, welche Einlage sich über den gesamten Kolbenumfang erstreckt und an mindestens einem Rand bzw. einer Seite vom Kolbenmaterial freigelegt ist (d.h. an eine Kolbenoberfläche heranreicht), wobei hinter der Einlage das Kolbenmaterial unter Bildung eines von der Einlage an einer Seite begrenzten Spaltes freigeschrumpft ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Einlage (7, 14, 17, 20, 23, 26, 28, 33, 36, 39, 42, 45, 48) im Vollmaterial der Kolbenkrone angeordnet ist und wenigstens einen Rand bzw. eine Seite hat, der bzw. die nur in bestimmten Segmentbereichen (10, 15, 18, 22, 24, 27, 29, 34, 37, 40, 43, 45, 49) des Kolbenumfangs freigelegt ist, in den anderen Segmentbereichen jedoch unter der Kolbenoberfläche (5, 8) liegt, d.h. vom Kolbengrundmaterial (1) vollständig überdeckt und in diesem formschlüssig verankert ist, und daß die Einlage, soweit sie an der Kolbenstirnfläche (5) freigelegt ist, mit einer die Tiefe des Freischrumpfspaltes abdeckenden Abkantung versehen ist.

2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlage an die Kolbenseitenwand (8) heran freigelegt ist (Fig. 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 27, 28).

3. Kolben nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage in bestimmten Segmenten mit ihrer gesamten Außenseite an die Kolbenseitenwand heran freigelegt ist (Fig. 25).

4. Kolben nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage im Hülsenquerschnitt eine Abknickung aufweist und mit dieser an die Kolbenseitenwand (8) heran freigelegt ist (Fig. 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 23).

5. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage mit ihrem einen Rand zur Kolbenstirnfläche (5) und mit ihrem anderen Rand zur Kolbenseitenwand (8) hin freigelegt ist.

6. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage mit ihrem unteren Rand an eine Kolbenringnut (2) heran freigelegt ist (Fig. 1, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 23, 25).

7. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Oberfläche der Ringnut (2) hin freigelegte Rand der hülsenförmigen Einlage über den ganzen Umfang der Ringnut freigelegt ist (Fig. 16 bis 24).

8. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage in zwei zueinander senkrechten, die Kolbenachse (13) enthaltenden Schnitten jeweils in bezug auf die Kolbenachse symmetrisch geformt ist.

9. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die freigelegten Segmentbereiche der hülsenförmigen Einlage unsymmetrisch in bezug auf die Kolbenachse (13) angeordnet sind.

10. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage nur an einer einzigen Stelle des Kolbenumfanges segmentartig freigelegt ist.

11. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage an zwei gegenüberliegenden Segmentbereichen freigelegt ist und jeweils dazwischen unter der Kolbenoberfläche (5,8) liegt.

12. Kolben nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die unter der Kolbenoberfläche (5,8) liegenden Segmentbereiche der hülsenförmigen Einlage sich im wesentlichen über den Bolzenaugen (3) befinden.

13. Kolben nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die freigeschnittenen Segmentbereiche der hülsenförmigen Einlage sich im wesentlichen über den Bolzenaugen (3) befinden.

14. Kolben nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils einander gegenüberliegenden freigelegten Segmentbereiche und die unter der Kolbenoberfläche (5,8) liegenden Segmentbereiche sich jeweils über etwa 1/4 des Hülsenumfanges der Einlage erstrecken.

15. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage in ihren unter der Oberfläche (5,8) des Kolbens liegenden Segmentbereichen geringere Abmessungen im Hülsenquerschnitt hat als in ihren freigelegten Segmentbereichen.

16. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die freigelegten Segmentbereiche der hülsenförmigen Einlage gegenüber den vom Kolbengrundmaterial (1) völlig umschlossenen Segmentbereiche in axialer und/oder in radialer Richtung von einem kreisförmigen Verlauf abweichen.

17. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage in ihren freigelegten Segmentbereichen etwa kreisförmig und ihren unter der Kolbenoberfläche befindlichen Segmentbereichen etwa geradlinig verläuft.

18. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage in ihren freigelegten Segmentbereichen im Ringquerschnitt L-, U-oder S-Form od.dgl. hat, wobei in ihren nicht freigelegten Segmentbereichen ein Teil der L-, U- oder S-Form nicht ausgebildet ist.

19. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage aus Stahlblech gebildet ist.

20. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die hülsenförmige Einlage aus einer Gußeisenlegierung hergestellt ist.

21. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der hülsenförmigen Einlage mit einer Riffelung, z.B. in Form eines Waffelmusters, versehen ist.

FIG.1

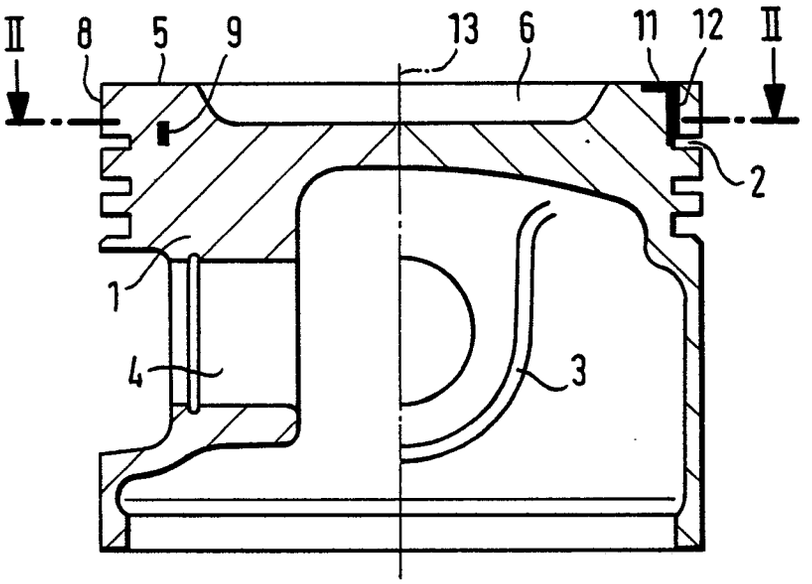


FIG.2

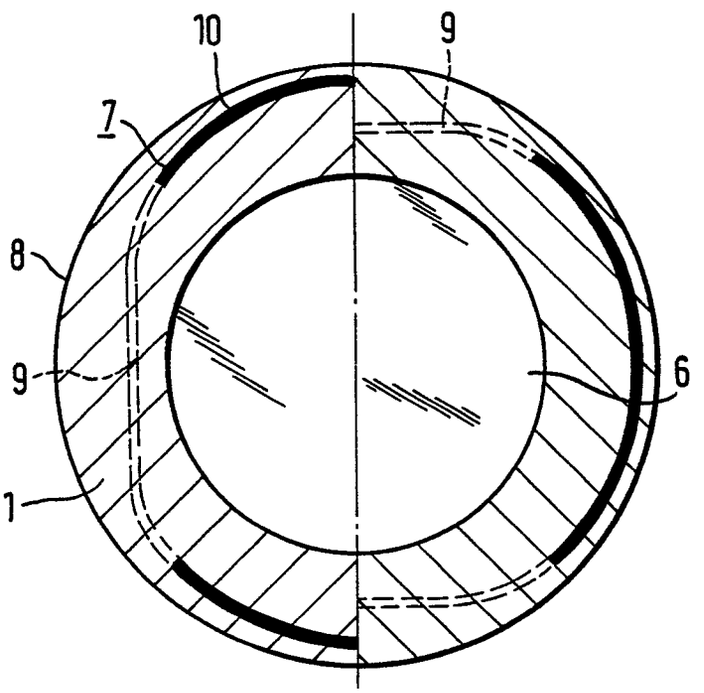


FIG. 3

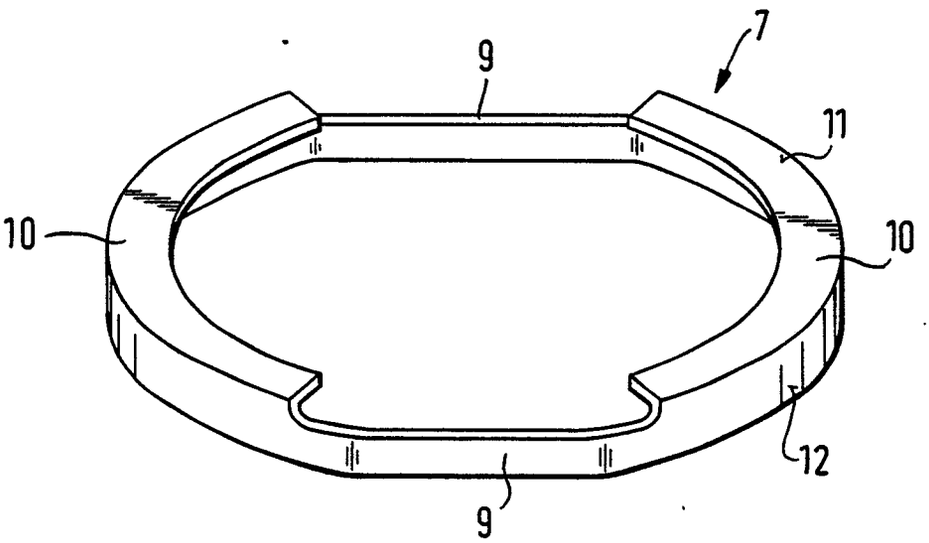


FIG.4

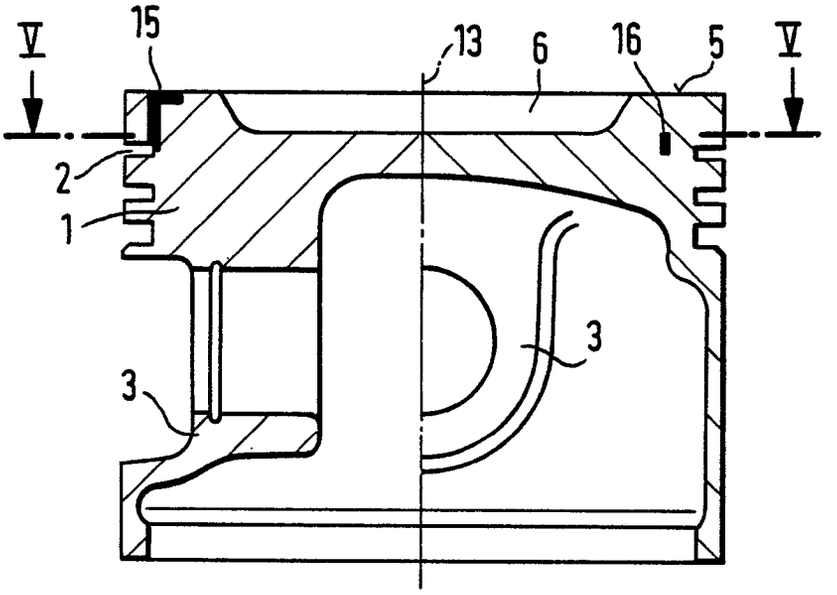


FIG.5

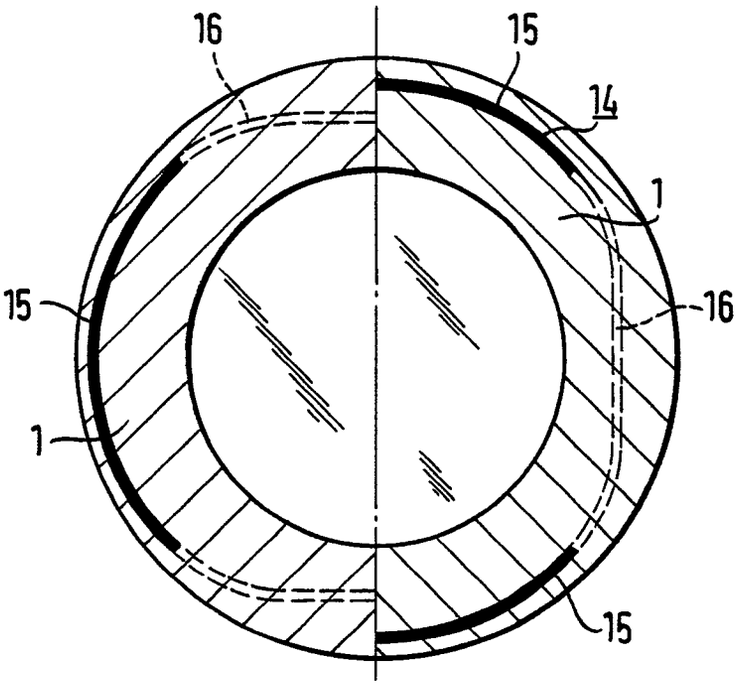


FIG.6

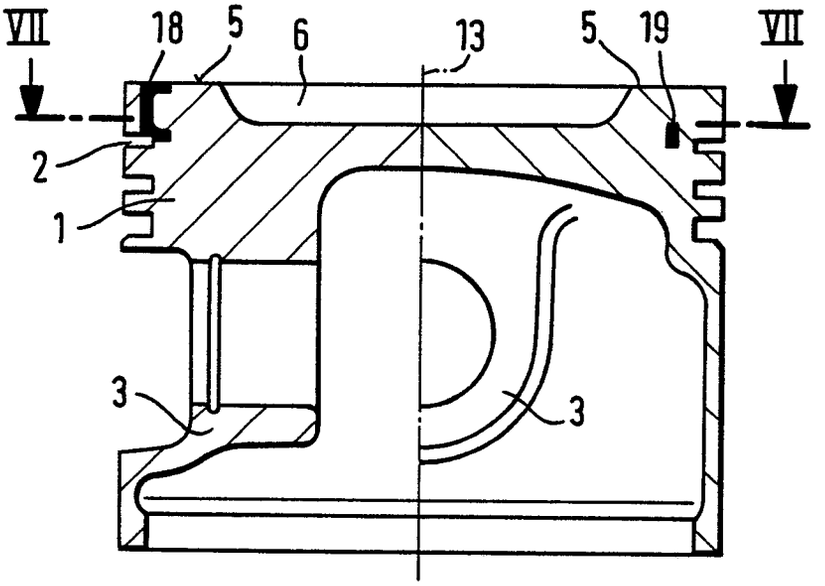


FIG.7

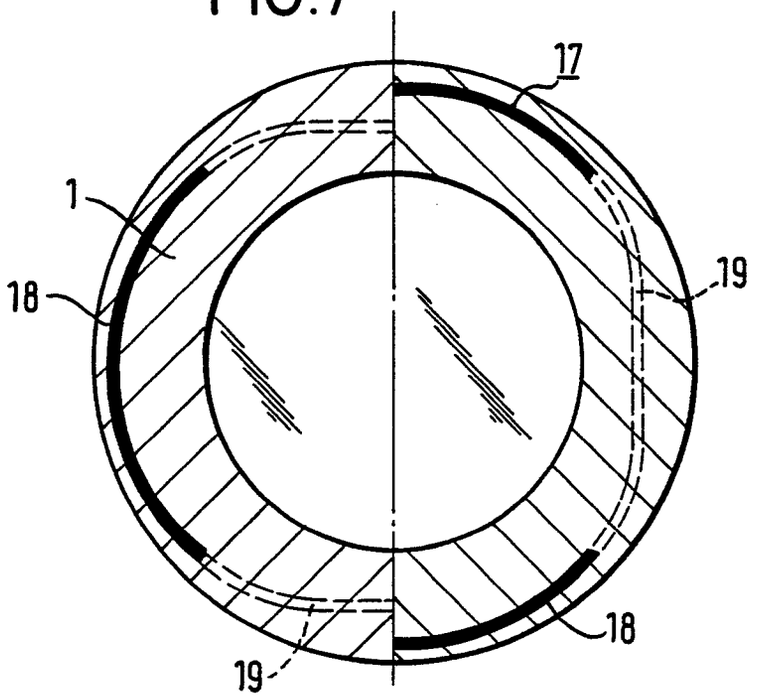


FIG.8

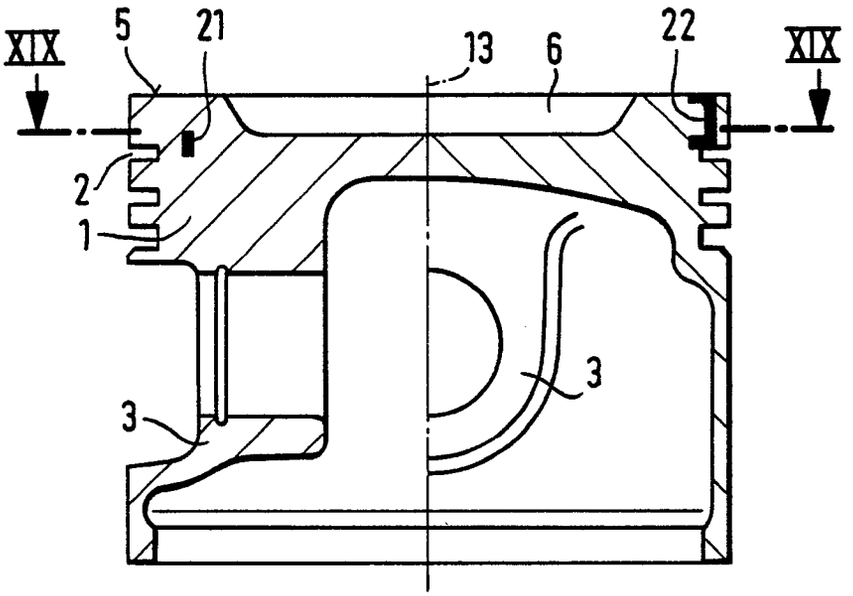


FIG.9

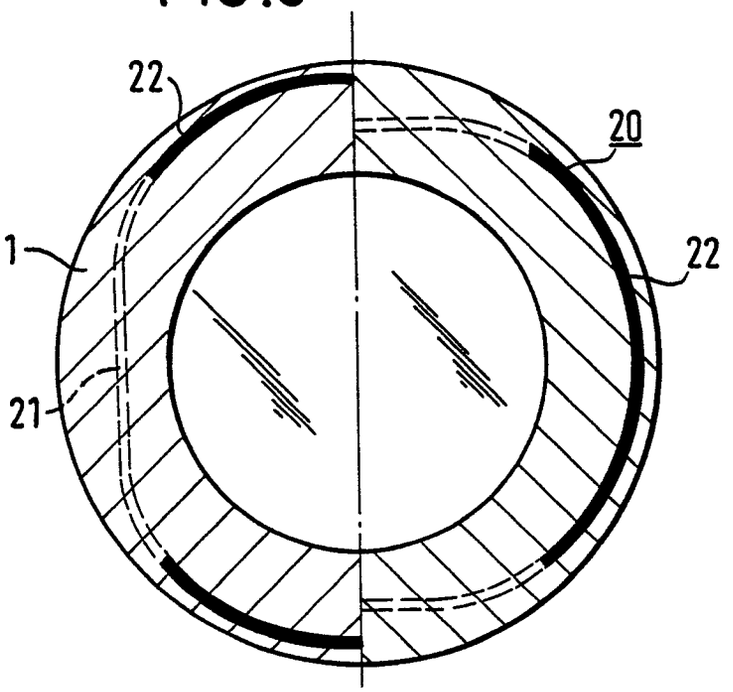


FIG. 10

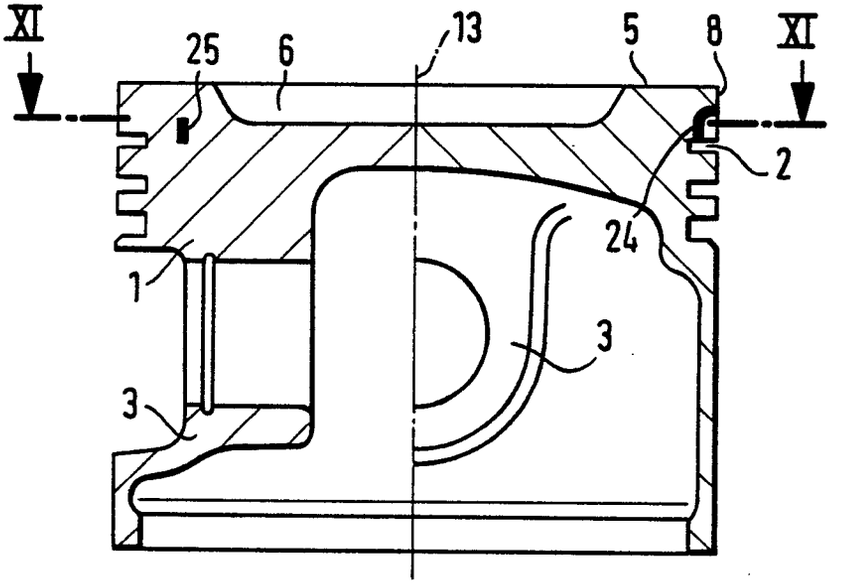


FIG. 11

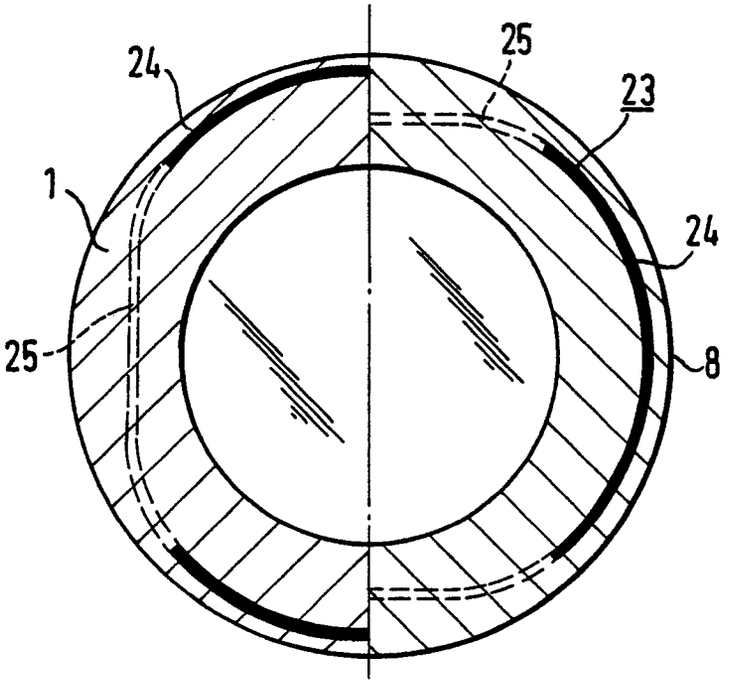


FIG.12

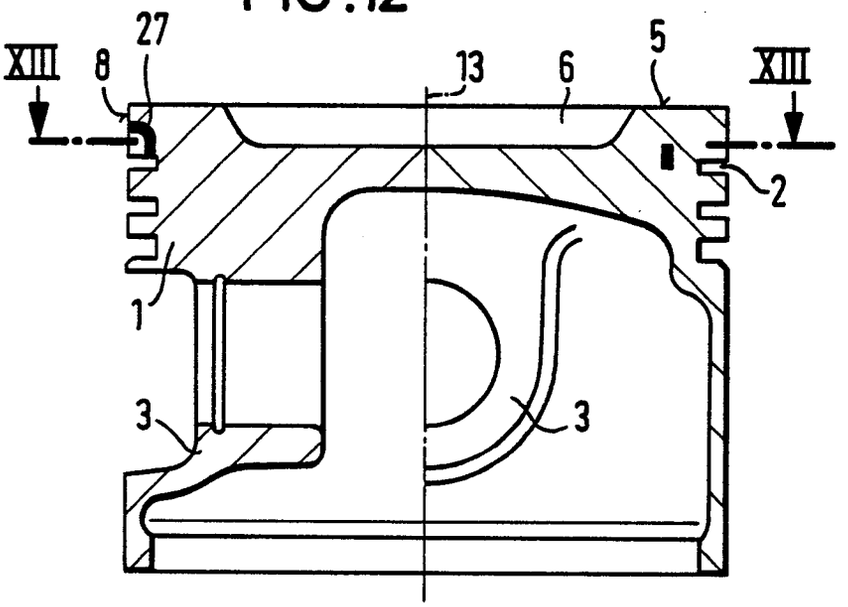


FIG.13

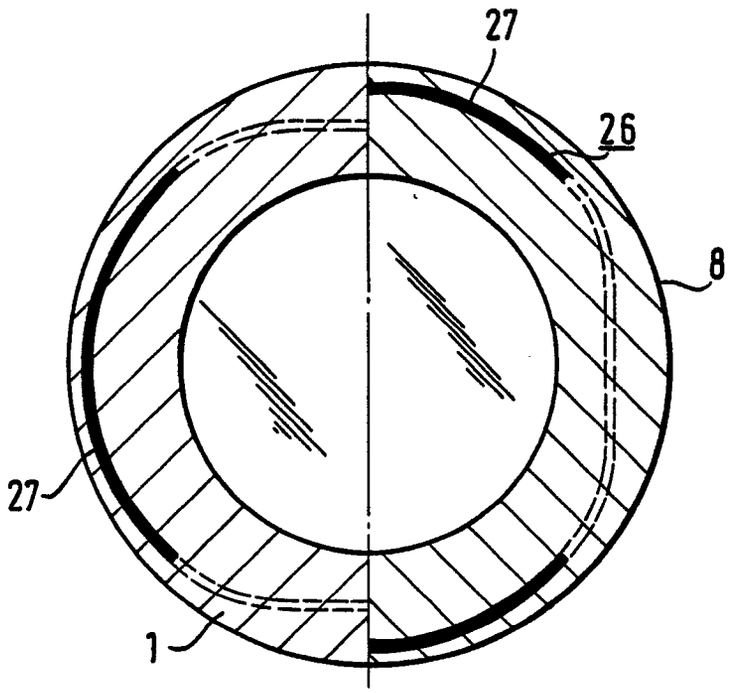


FIG. 14

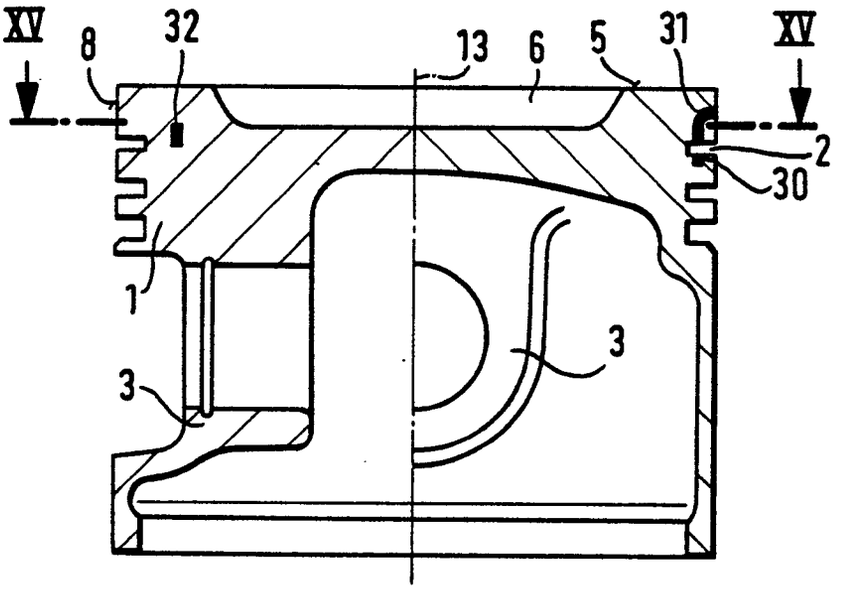


FIG. 15

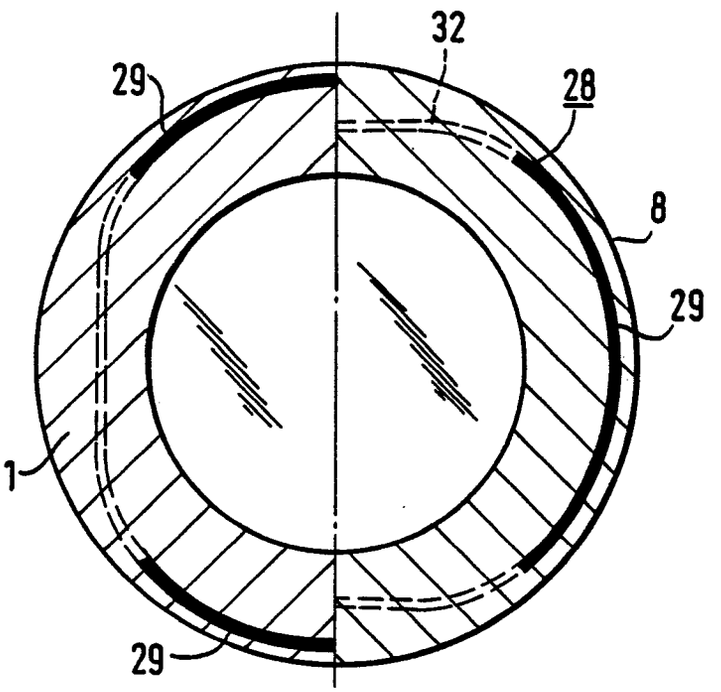


FIG.16

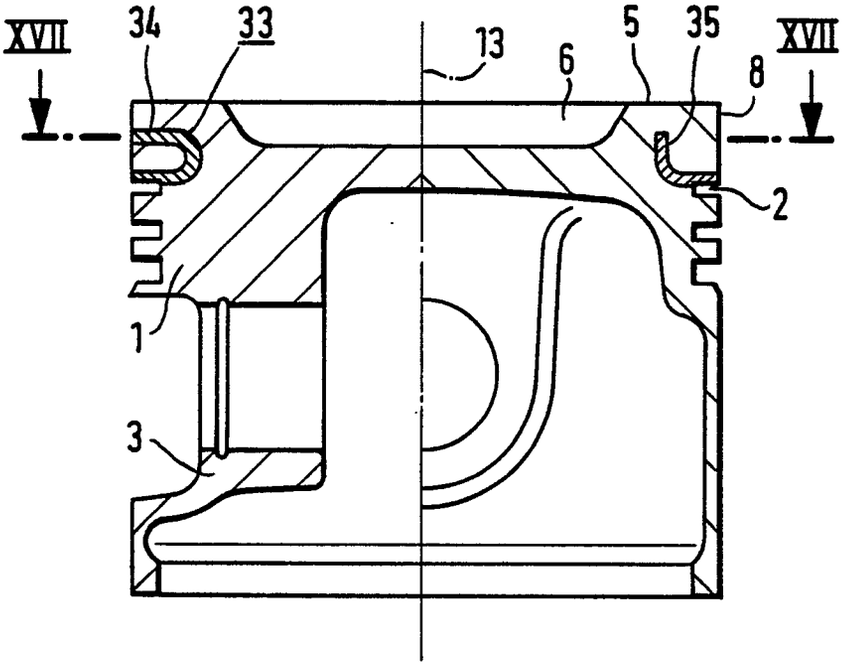


FIG.17

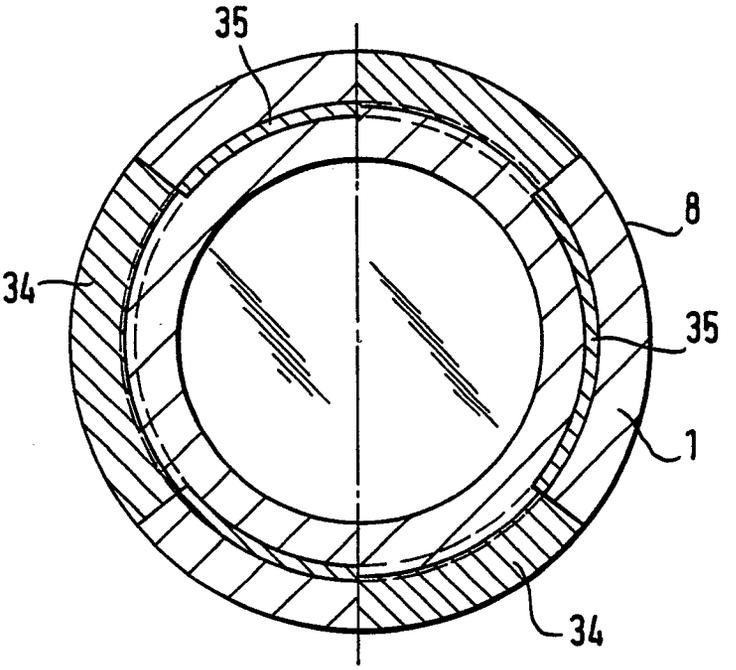


FIG.18

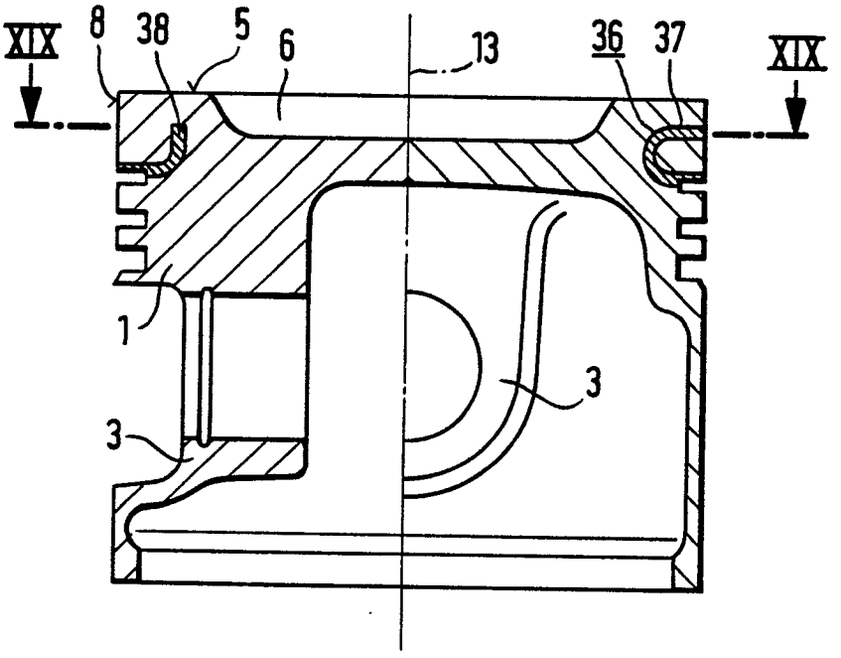


FIG.19

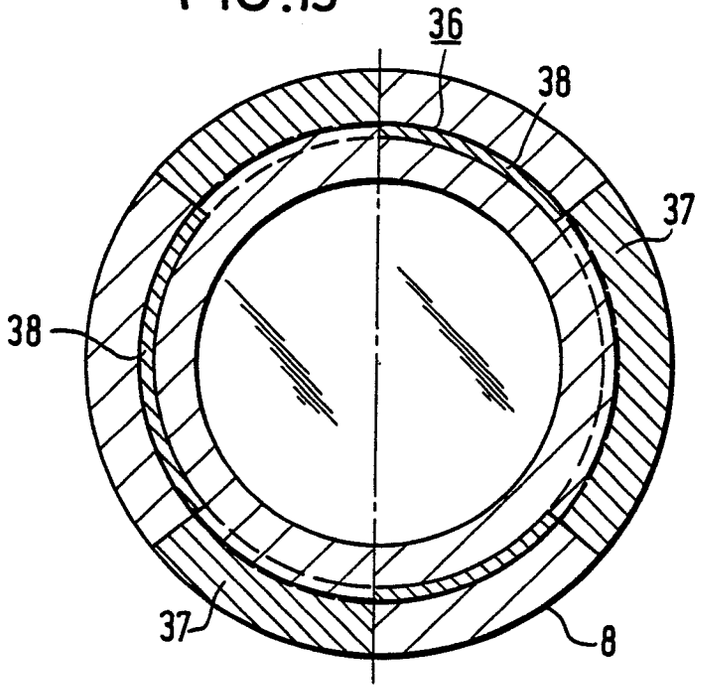


FIG.20

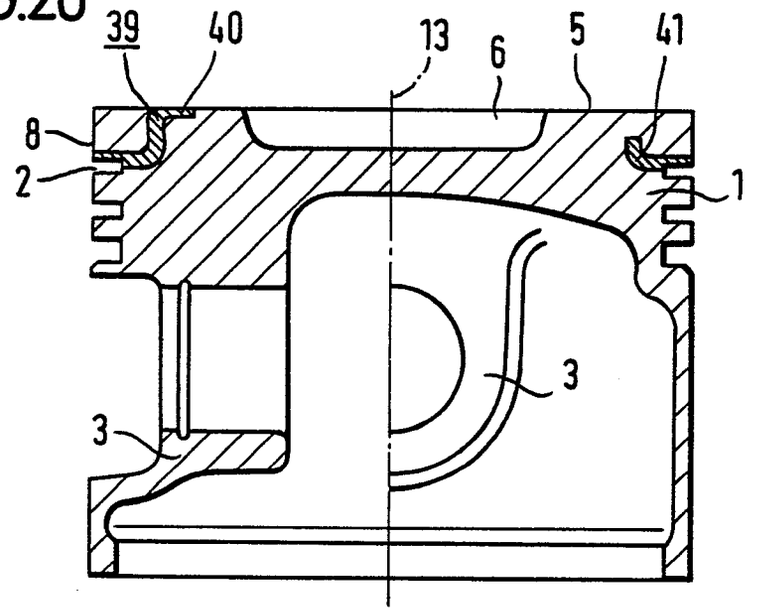


FIG.21

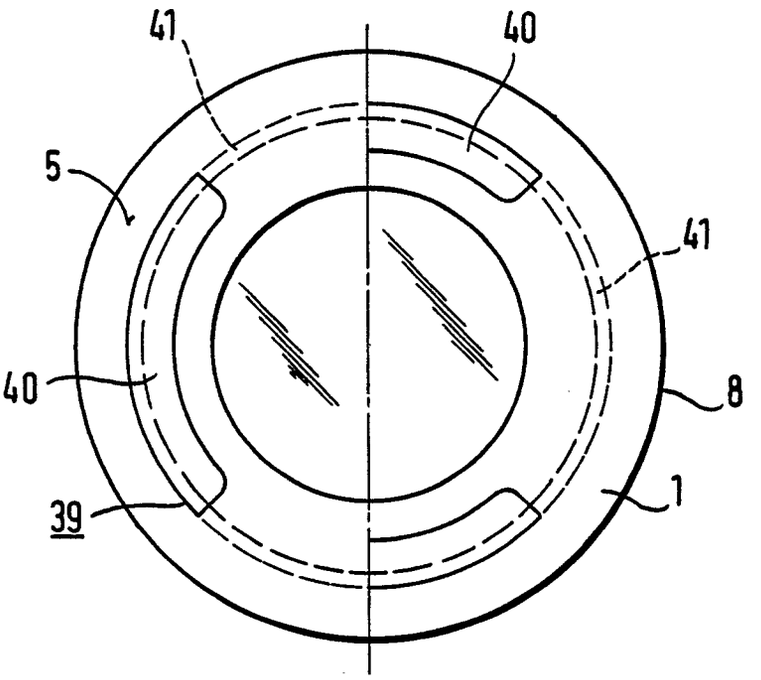


FIG. 22

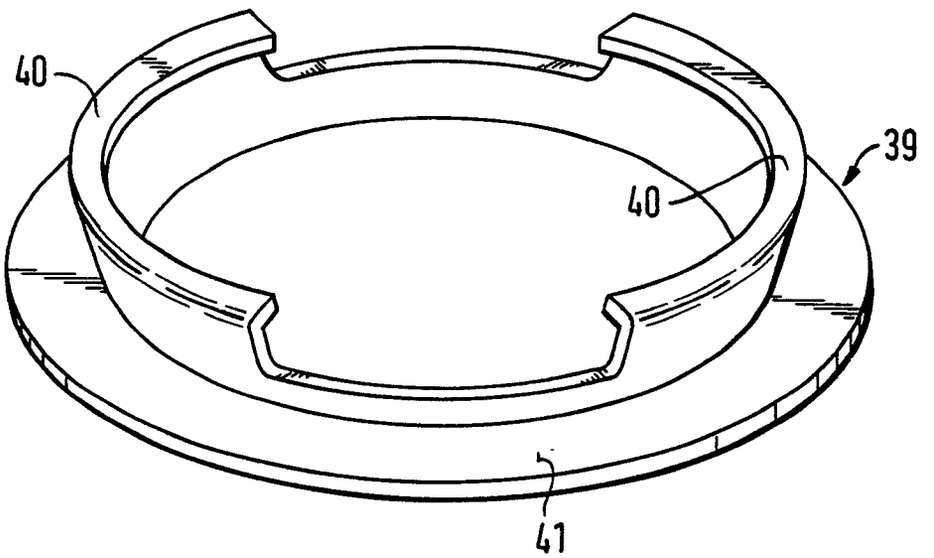


FIG. 23

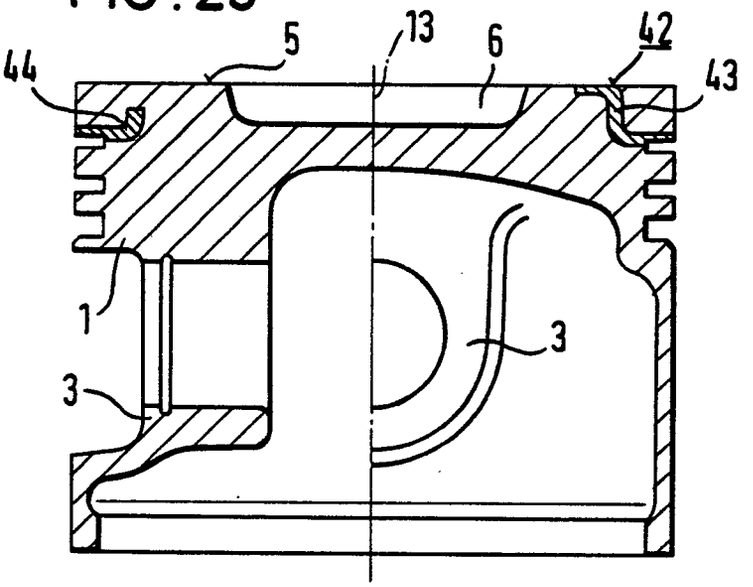


FIG. 24

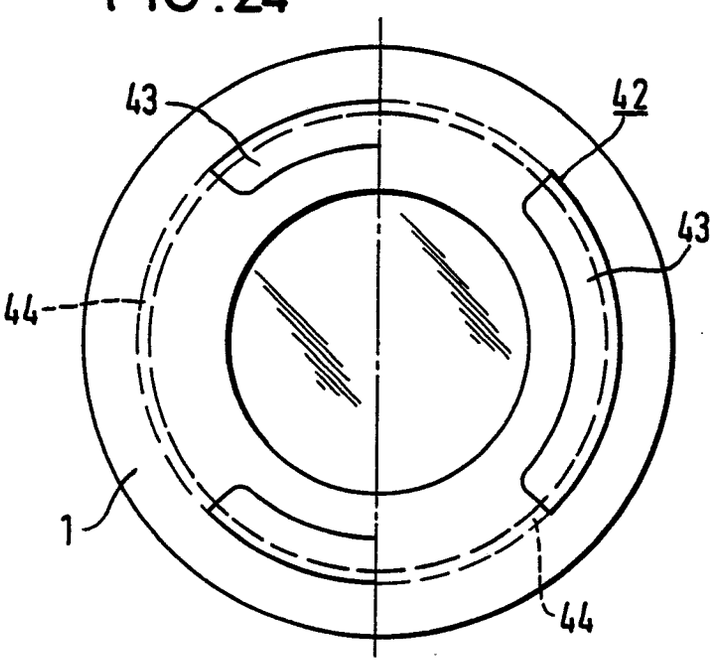


FIG.25

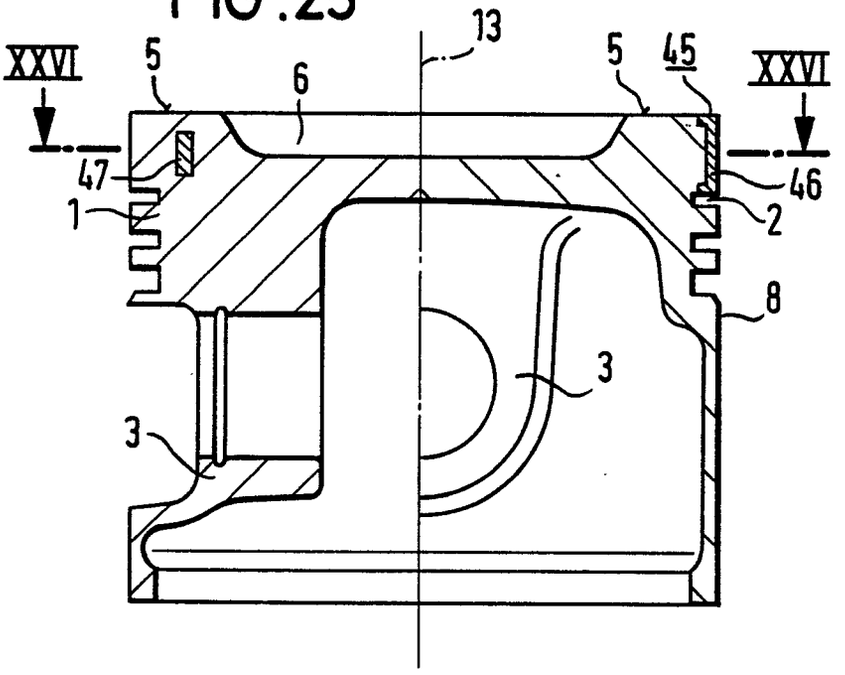


FIG.26

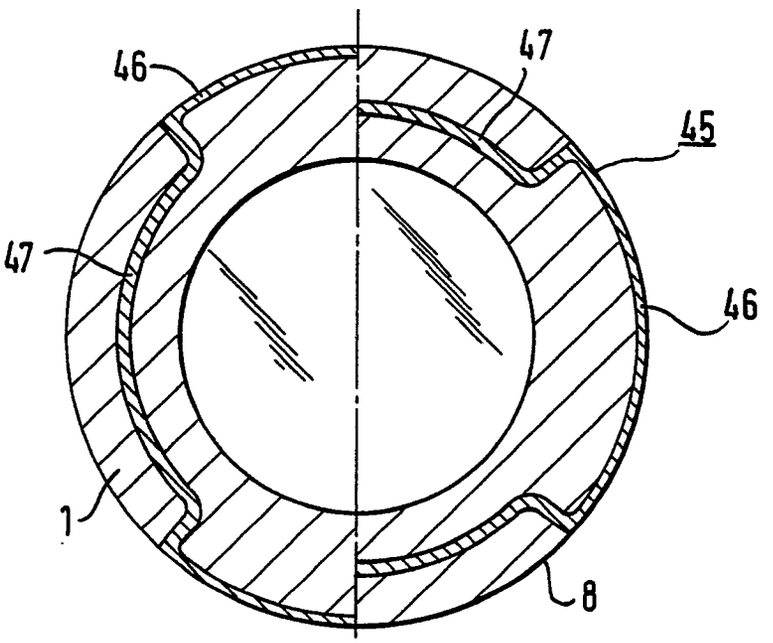


FIG.27

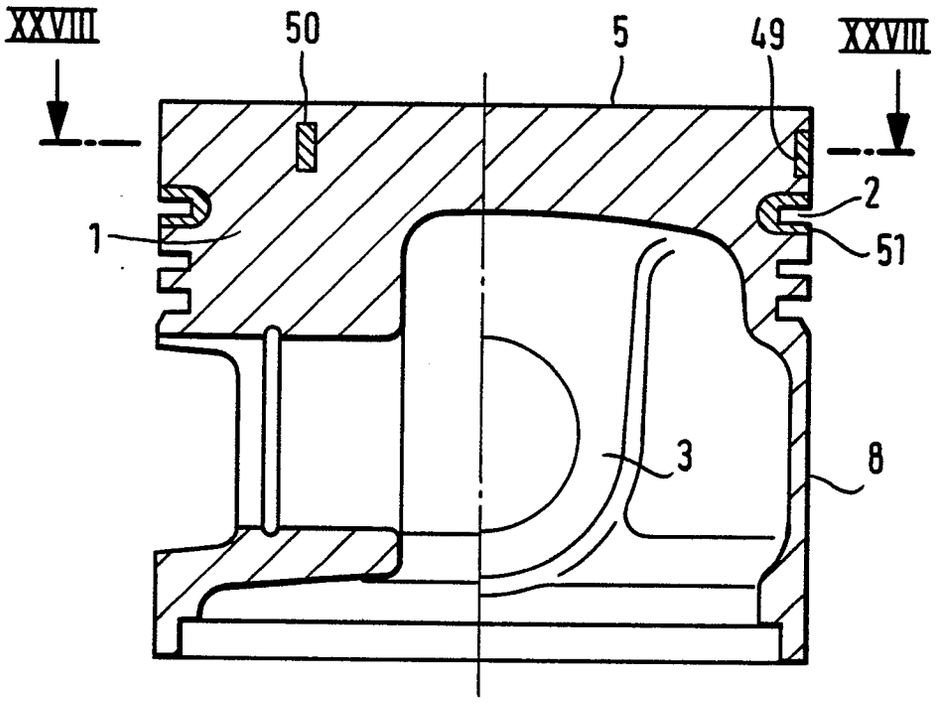
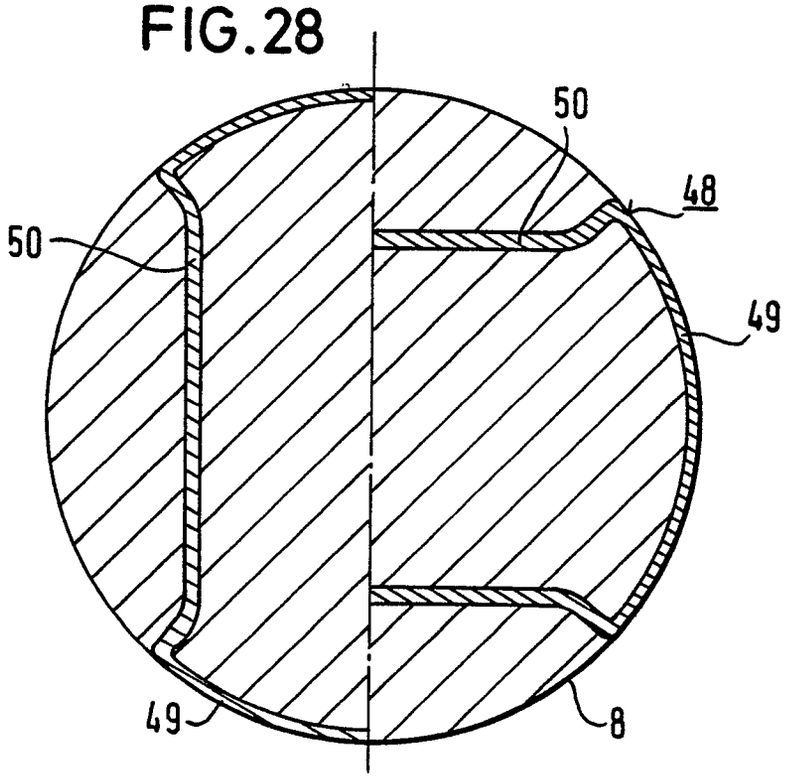



FIG.28