

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

25. Juni 2015 (25.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2015/091467 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(72) Erfinder: HÜNSCHE, Ingwar; Am Varenholt 91a, 44797 Bochum (DE). BLECKING, Christian; Espeu 15, 58455 Witten (DE). KÖHLER, Ekkehard; Unterm Rathaus 12, 58300 Wetter / Ruhr (DE). EMDE, Dirk; Elsternweg 6, 58256 Ennepetal (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/077943

(22) Internationales Anmeldedatum:

16. Dezember 2014 (16.12.2014)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(74) Anwälte: SCHNEIDERS & BEHRENDT et al.; Huestr. 23, 44787 Bochum (DE).

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2013 021 059.3

18. Dezember 2013 (18.12.2013)

DE

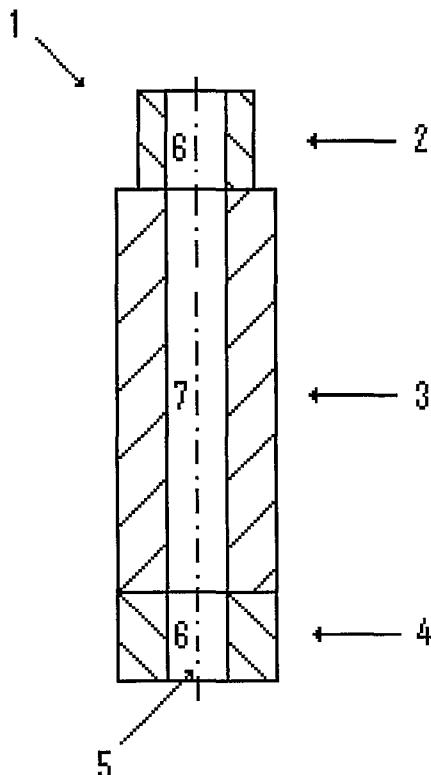
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(71) Anmelder: BLEISTAHL-PRODUKTIONS GMBH & CO KG. [DE/DE]; Osterfeldstr. 51, 58300 Wetter/Ruhr (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DOUBLE/TRIPLE-LAYER VALVE GUIDE

(54) Bezeichnung : DOUBLE / TRIPLE LAYER VENTILFÜHRUNG



(57) Abstract: The invention relates to a valve guide for internal combustion engines which is manufactured by powder metallurgical processes and comprises a central section, an end piece facing the cam, and an end piece facing the duct. The central section is made of a first material and the end piece facing the duct is made of a second material which has a hardness of more than 70 HRB, while the first material has a hardness that is at least 10 HRB lower than that of the second material.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführung für Verbrennungsmotoren mit einem Mittelteil, einemnockenseitigen und einem kanalseitigen Endstück, bei welcher der Mittelteil aus einem ersten Material und das kanalseitige Endstück aus einem zweiten Material besteht, wobei das zweite Material eine Härte von mehr als 70 HRB aufweist, und das erste Material eine um wenigstens 10 HRB geringere Härte.

Fig. 1



SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Double/Triple layer Ventilführung

- 5 Die Erfindung betrifft eine pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführung für Verbrennungsmotoren mit einem Grundkörper, einemnockenseitigen und einem kanalseitigen Endstück.

Ventilführungen für Verbrennungsmotoren befinden sich im Zylinderkopf und haben die Aufgabe, das oszillierende Ventil so zu führen, dass es an dem
10 Ventilsitzring dicht anliegen und dadurch den Gaskanal verschließen kann.

Bereits seit vielen Jahrzehnten werden Ventilführungen pulvermetallurgisch hergestellt. Unter anderem stellt die herstellungsbedingte Porosität einen besonderen Vorteil dar, da die Poren sich mit Öl füllen und die Schmierwirkung zwischen Ventilführung und Ventilschaft verbessert wird. Eine gute Schmierung
15 ist zwischen diesen Komponenten notwendig, da durch die oszillierende Bewegung Reibung entsteht.

Grundsätzlich kann man eine in einem Verbrennungsmotor eingebaute Ventilführung in einen Mittelteil, ein nockenseitiges und ein kanalseitiges Endstück unterteilen. Jeder dieser Abschnitte ist anderen
20 Umgebungsbedingungen ausgesetzt und hat andere Funktionen zu erfüllen.

So ist das kanalseitige Endstück (insbesondere bei Auslassventilen) hohen Temperaturen ausgesetzt und muss daher temperaturbeständig sowie korrosions- und verschleißfest sein.

Der Mittelteil, der im Wesentlichen den mittleren Bereich der Ventilführung umfasst, hat zum einen die Aufgabe, die Wärme aus dem kanalseitigen Endstück in Richtung Zylinderkopf (der gekühlt wird) zu leiten. Zum anderen muss er aber auch eine gute Schmierung zwischen Führung und Schaft gewährleisten. Außerdem soll der Mittelteil eine gute Bearbeitbarkeit ermöglichen, damit nach der Endbearbeitung durch den Motorenbauer im Zylinderkopf eine hohe Maßhaltigkeit für die Fluchtung der Ventile gewährleistet ist.

Das nockenseitige Endstück, das aus dem Zylinderkopf hinausragt, sollte ebenfalls verschleißfest sein, obwohl sich die Verschleißmechanismen Abrasion und Adhäsion aufgrund der niedrigeren Umgebungstemperatur nicht so stark auswirken wie beim kanalseitigen Endstück. Idealerweise wird der nockenseitige Austritt von Öl und Gas aus dem Zylinderkopf vermieden.

Ventilführungen, die aus einem Material hergestellt werden, können nicht alle Funktionen der drei unterschiedlichen Abschnitte gleichzeitig erfüllen. So ist beispielsweise ein Material mit hoher Porosität geeignet, Öl aufzunehmen. Andererseits ist es aufgrund der Poren besonders anfällig für Korrosion. Solch ein Material wäre geeignet für den Mittelteil, aber weniger für die Kanalseite. Durch die Poren kann weiterhin Öl austreten. Ein weiteres Beispiel ist ein besonders verschleißfestes Material, dass sich jedoch nicht gut bearbeiten lässt, was dem kanalseitigen Material entspricht.

In der Druckschrift GB 780 073 A wird eine Lösung vorgeschlagen, Oxidation und Korrosion bei pulvermetallurgisch hergestellten Ventilführungen zu vermeiden. Dies geschieht durch einen korrosionsresistenten metallischen Mantel, der durch Beschichtung auf die Ventilführung oder auf Teile derselben angebracht wird.

Die Druckschrift DE 103 43 680 A1 offenbart eine Lösung zur Erhöhung der Öl- und Gasdichtigkeit von Ventilführungen durch eine Kupferinfiltrierung des nockenseitigen Endes.

Die genannten Druckschriften bieten lediglich Teillösungen für die diversen Aufgaben der drei genannten Abschnitte der Ventilführung. Zudem handelt es sich nicht um der Ventilführung inhärente Eigenschaften. Vielmehr muss durch einen zusätzlichen Arbeitsschritt ein korrosionsbeständiger Mantel oder eine 5 Kupferhülse an der Ventilführung angebracht werden, um die gewünschte Wirkung zu erzielen.

Dementsprechend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführung bereitzustellen, die 10 abschnittsweise aus verschiedenen Materialien besteht, um dadurch die unterschiedlichen und besonderen Anforderungen der jeweiligen Abschnitte gleichzeitig erfüllen zu können.

Diese Aufgabe wird durch eine pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführung der eingangs bezeichneten Art gelöst, bei der der Grundkörper aus einem ersten Material und das kanalseitige Endstück aus einem zweiten Material besteht, 15 wobei das zweite Material eine Härte von mehr als 70 HRB aufweist und das erste Material eine um wenigstens 10 HRB geringere Härte.

Der Vorteil der Erfindung ist, dass die einzelnen Abschnitte der Ventilführung den unterschiedlichen (Werkstoff-)Anforderungen angepasst sind.

Das nockenseitige Endstück kann aus dem ersten; aus dem zweiten oder einem 20 dritten Material bestehen. Die Verwendung des ersten oder zweiten Materials erleichtert insbesondere das Herstellverfahren. Insbesondere der Pressvorgang kann dadurch vereinfacht und verkürzt werden. Bevorzugt besteht auch das nockenseitige Endstück aus dem zweiten Material.

Bei den Materialien handelt es sich beispielsweise um Sinterstähle, die die 25 jeweils gewünschten Eigenschaften aufweisen.

Das erste Material setzt sich beispielsweise zusammen aus

- 78 bis 88 Gew.-% Fe,
- 10 bis 20 Gew.-% Cu,

- 0,8 bis 1 Gew.-% Mn,
- 0,4 bis 0,6 Gew.-% S und
- 0,8 bis **2** Gew.-% C

Die Zusammensetzung bezieht sich auf eine Analyse des gesinterten Materials.

- 5 Weitere Elemente/Legierungsbestandteile können in einem Anteil von zusammen bis zu 4 Gew.-% vorhanden sein.

Eine konkrete beispielhafte Zusammensetzung des ersten Materials ist:

- 84 Gew.-% Fe,
- 12 Gew.-% Cu,
- 10 - 0,8 Gew.-% Mn,
- 0,5 Gew.-% S,
- 0,9 Gew.-% C
- ggf. weitere Elemente/Legierungsbestandteile auf 100 Gew.-%,

wobei der Kupferanteil des ersten Materials kein infiltriertes Kupfer beinhaltet.

- 15 Der Kupferanteil von mindestens 10 % gewährleistet eine hohe Wärmeleitfähigkeit. Der Mittelteil kann somit die hohen Temperaturen der Kanalseite und des Ventils zur Nockenseite weiterleiten. Das Kupfer wird in Form von Kupfer- bzw. Kupferlegierungspulver in die Mischung vor dem Pressen eingebracht. Schwefel (S) und weiche Mangansulfide (MnS) wirken als Festschmierstoffe und verbessern die Notlaufeigenschaft des tribologischen Systems aus Führung und Schaft, für den Fall, dass zu wenig Motoröl für die Schmierung vorhanden ist. Die Zusammensetzung des ersten Materials gewährleistet eine gute mechanische Bearbeitbarkeit.
- 20

Das zweite Material setzt sich beispielsweise zusammen aus:

- 82 bis 86 Gew.-% Fe,
- 1,0 bis 1,5 Gew.-% Cr,
- 12 bis 16 Gew.-% Cu,
- 5 - 0,6 bis 0,8 Gew.-% Mn,
- 0,4 bis 0,6 Gew.-% S,
- 0,5 bis 2,0 Gew.-% C und
- ggf. weiteren Elementen/Legierungsbestandteilen, die bis zu 3,5 Gew.-% ausmachen können.

10 Die Zusammensetzung bezieht sich auf eine Analyse des gesinterten Materials.

Eine konkrete beispielhafte Zusammensetzung des zweiten Materials ist:

- 84 Gew.-% Fe,
- 1,2 Gew.-% Cr,
- 12 Gew.-% Cu,
- 15 - 0,7 Gew.-% Mn,
- 0,5 Gew.-% S,
- 0,6 Gew.-% C und
- ggf. weitere Elemente/Legierungsbestandteile auf 100 Gew.-%,

wobei der Kupferanteil des zweiten Materials kein infiltriertes Kupfer beinhaltet.

20 Ein Unterschied zum ersten Material ist der Chromanteil, der zu einer höheren Verschleißbeständigkeit durch Ausbildung von Chromcarbiden führt. Zudem ist

das zweite Material geeignet, hohen Temperaturen über einen langen Zeitraum standzuhalten. In der Regel weist das kanalseitige Endstück aufgrund der höheren Temperaturen stärkere Verschleißerscheinungen auf als die Nockenseite. Das zweite Material zeichnet sich daher durch eine hohe 5 Verschleißfestigkeit aus.

Als Verschleißmechanismen bei Ventilführungen für Verbrennungsmotoren treten häufig Adhäsion und Abrasion auf. Diese wirken zwischen Ventilführung und Ventilschaft und sind kanalseitig stärker ausgeprägt als nockenseitig. Besonders problematisch sind Verschleißerscheinungen bei 10 Auslassventilführungen. Diese führen dort zur Vergrößerung der Spaltbreite zwischen Ventilführung und Ventilschaft. Partikel können dadurch in den Gleitbereich gelangen und zum Klemmen des Ventilschafts führen. Die Folge ist das Versagen des Motors. Der Kupferanteil im zweiten Material trägt daher zusätzlich zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften wie Härte und 15 Festigkeit bei.

Das erste und das zweite Material unterscheiden sich in der Härte, wobei die im Vergleich zum zweiten Material des kanalseitigen Endstücks geringere Härte des ersten Materials des Mittelteils eine gute Bearbeitbarkeit gewährleistet und das härtere Material des kanalseitigen Endstücks eine hohe Verschleißfestigkeit 20 und Temperaturbeständigkeit mit sich bringt.

Eine typische Wärmeleitfähigkeit für den Mittelteil pulvermetallurgisch hergestellter Ventilführungen liegt in einem Bereich von 21 bis 48 W/(mK).

Pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführungen zeichnen sich gegenüber anderen (z. B. gegossenen) Ventilführungen dadurch aus, dass sie über Poren 25 verfügen, die eine gewisse Ölmenge aufnehmen können. Ein höherer Ölgehalt führt zu verbesserten Schmiereigenschaften der Ventilführung. Dies ist im Hinblick auf die ständige Reibung zwischen Ventilführung und Ventilschaft ein wesentlicher Vorteil.

Die Dichte für pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführungen auf Fe-Basis 30 liegt im Bereich von 6,5 bis 7 g/cm³. Daraus folgt eine Porosität von etwa 10 bis

20%. Da für den Mittelteil eine hohe Porosität erforderlich ist, liegt die Porosität für das erste Material im Bereich zwischen 15 und 20% und bevorzugt zwischen 17 und 20%. Die Porosität des Mittelteils steht für die Ölausnahmefähigkeit und hat Einfluss auf die tribologischen Eigenschaften.

- 5 In einer Ausführungsform kann die pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführung zusätzlich an der Nockenseite mit einer Kupferfiltrierung versehen werden. Bevorzugt sind dabei die Außenseiten und/oder die Stirnseite des nockenseitigen Endes infiltriert. Dies erhöht die Öl- und Gasdichtigkeit und reduziert zusätzlich den umweltschädlichen Verbrauch von Motoröl. Die
10 Kupferfiltrierung umfasst dabei den Bereich von den Außenflächen bis maximal zur Wandungsmitte des nockenseitigen Endstücks, bevorzugt jedoch den eins bis drei Millimeter dünnen Randschichtbereich.

Die Fertigung der erfindungsgemäßen Ventilführung kann in fünf Schritten erfolgen. In einem ersten Schritt wird das Pulver für das aus dem zweiten Material bestehende kanalseitige Endstück in eine Matrize, die koaxial zu einem Dorn angeordnet ist, gefüllt und ggf. mit Presswerkzeug vorverdichtet, in einem zweiten Schritt wird das Pulver für den aus dem ersten Material bestehenden Mittelteil in die Matrize gefüllt und ggf. mit dem Presswerkzeug vorverdichtet, in einem dritten Schritt wird das Pulver für das aus dem zweiten oder einem dritten Material bestehende nockenseitige Endstück in die Matrize gefüllt und ggf. mit dem Presswerkzeug vorverdichtet, in einem vierten Schritt wird die gesamte Ventilführung in der Matrize mit dem Presswerkzeug verdichtet, wobei die Form des Presslings insbesondere durch die Form der Matrize und des Dorns bestimmt wird, und in einem fünften Schritt wird die gesamte Ventilführung gesintert. Dabei kann die Reihenfolge der zu verdichtenden Ventilführungsabschnitte umgekehrt werden, sodass zunächst das kanalseitige Endstück, dann der Mittelteil und zuletzt das nockenseitige Endstück verdichtet wird. Es versteht sich von selbst, dass ein Arbeitsschritt entfallen kann, wenn der Mittelteil und das nockenseitige Endstück aus demselben Material bestehen.
25 Des Weiteren ist es möglich, dass das nockenseitige Endstück aus einem dritten Material hergestellt werden kann. Die Verdichtungsschritte können in einem Schritt zusammengefasst werden, das bedeutet, dass Zwischenverdichtungen entfallen können.

Der Pulvermischung können Presshilfsmittel, beispielsweise Wachs, hinzugefügt werden, um den Zusammenhalt des Presslings zu verstärken. Durch das spätere Sintern verdampft das Wachs vollständig und ist somit nicht mehr Bestandteil der gesinterten Ventilführung.

- 5 Im Gegensatz zu Verfahren, bei denen Ventilführungen aus einem Material gefertigt werden, hat dieses Verfahren den Vorteil, dass durch das Pressen die Dichte und die Porosität des Mittelteils gut eingestellt werden kann.

In einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens können die verdichtete Ventilführung und ein Kupferkörper miteinander gesintert werden, wobei der

- 10 Kupferkörper eng an der Nockenseite der verdichteten Ventilführung anliegt oder darauf aufliegt und gewichtsmäßig auf die Menge an zu infiltrierendem Kupfer abgestimmt wird. Bevorzugt handelt es sich bei dem Kupferkörper um eine Hülse. Vorteilhaft wirkt sich aus, dass die aus mehreren Materialien bestehende Ventilführung und der Kupferkörper, der die Öl- und Gasdichtigkeit erhöht, in einem Arbeitsschritt - dem Sintern - miteinander verbunden werden.

15 Die einzelnen Elemente bzw. Abschnitte der Ventilführung können auch für sich pulvermetallurgisch gefertigt werden und anschließend durch Reibschweißen miteinander verbunden werden.

Die Abbildung zeigt eine Schnittansicht für eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ventilführung 1. Die Ventilführung besteht aus einem nockenseitigen Endstück 2, einem Mittelteil 3 und einem kanalseitigen Endstück 4. Die Bohrung, in welcher der Ventilschaft läuft, ist mit 5 bezeichnet. In dieser Ausführungsform besteht der Mittelteil aus dem ersten Material 7 und das nockenseitige sowie kanalseitige Endstück aus dem zweiten Material 6.

Patentansprüche

1. Pulvermetallurgisch hergestellte Ventilführung für Verbrennungsmotoren mit einem Mittelteil, einem nockenseitigen und einem kanalseitigen Endstück,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass der Mittelteil aus einem ersten Material und das kanalseitige Endstück aus einem zweiten Material besteht, wobei das zweite Material eine Härte von mehr als 70 HRB aufweist und das erste Material eine um wenigstens 10 HRB geringere Härte.

10 2. Ventilführung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das nockenseitige Endstück aus dem ersten, aus dem zweiten oder einem dritten Material besteht.

15 3. Ventilführung nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material aus 78 bis 88 Gew.-% Fe, 10 bis 20 Gew.-% Cu, 0,8 bis 1 Gew.-% Mn, 0,4 bis 0,6 Gew.-% S, 0,8 bis 1 Gew.-% C bis zu 4 Gew.-% weiteren Elementen besteht.

20 4. Ventilführung nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Material aus 82 bis 86 Gew.-% Fe, 1,1 bis 1,3 Gew.-% Cr, 12 bis 16 Gew.-% Cu, 0,6 bis 0,8 Gew.-% Mn, 0,4 bis 0,6 Gew.-% S, 0,5 bis 0,7 Gew.-% C und 0,9 bis 1,1 Gew.-% Sn besteht.

5. Ventilführung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material für den Mittelteil eine Wärmeleitfähigkeit von 21 bis 48 W/(mK) aufweist.

6. Ventilführung nach Anspruch 1, 2, 3 dadurch gekennzeichnet, dass das erste Material eine Porosität von 10 bis 20 % und bevorzugt von 15 bis 20% aufweist.

5 7. Ventilführung nach einem der vorstehenden Ansprüche gekennzeichnet durch eine Kupferinfiltrierung der Außenseite und / oder Stirnseite des nockenseitigen Endes der Ventilführung, um die Öl- und Gasdichtigkeit zu erhöhen.

10 8. Ventilführung nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass die Kupferinfiltrierung den Bereich von der Außenseite bis zur Wandungsmitte, bevorzugt den 1 bis 3 mm tiefen Randschichtbereich, des nockenseitigen Endstücks umfasst.

15 9. Verfahren zur Herstellung einer Ventilführung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst nacheinander die Pulver für die einzelnen Abschnitte der Ventilführung in eine Matrize, die koaxial zu einem Dorn angeordnet ist, gefüllt werden und anschließend die gesamte Ventilführung in der Matrize mit einem Presswerkzeug verdichtet wird, wobei die Form des Presslings insbesondere durch die Form der Matrize und des Dorns bestimmt wird, und in einem letzten Schritt die gesamte Ventilführung gesintert wird.

20 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Füllschritte mit einer Vorverdichtung verbunden ist.

25 11. Verfahren zur Herstellung einer Ventilführung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Abschnitte der Ventilführung pulvermetallurgisch durch Verdichten und Sintern gefertigt werden und durch Reibschweißen zur Ventilführung verbunden werden.

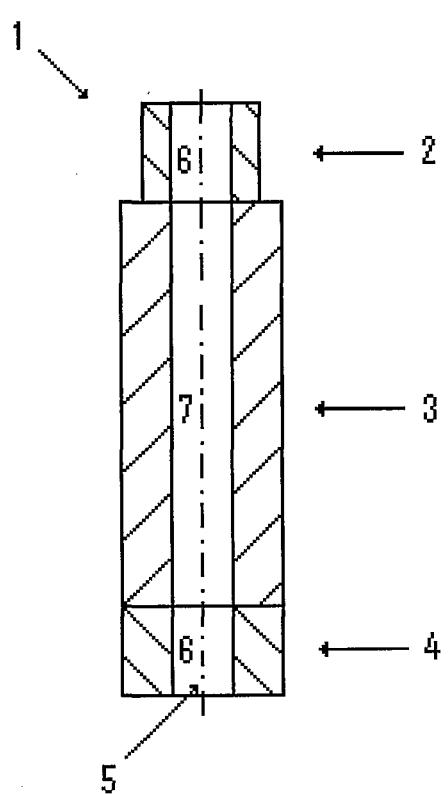


Fig. 1