

(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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/077943

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Dezember 2014 (16.12.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 021 059.3
18. Dezember 2013 (18.12.2013) DE

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

(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).

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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

(54) Bezeichnung : DOUBLE / TRIPLE LAYER VENTILFÜHRUNG

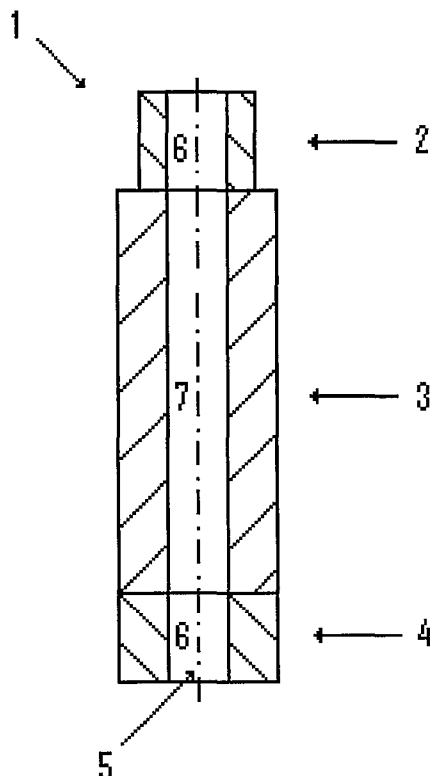


Fig. 1

(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, einem nockenseitigen 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.

WO 2015/091467 A2



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.

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).

- (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,

Veröffentlicht:

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

Double/Triple layer Ventilfehrung

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

Ventilfehrungen 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 Ventilfehrungen pulvermetallurgisch hergestellt. Unter anderem stellt die herstellungsbedingte Porosität einen besonderen Vorteil dar, da die Poren sich mit Öl füllen und die Schmierwirkung zwischen Ventilfehrung 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 Ventilfehrung 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 Ventilfehrung 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.

Dasnockenseitige 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 verschleifestes 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 Ventilfehrungen zu vermeiden. Dies geschieht durch einen korrosionsresistenten metallischen Mantel, der durch Beschichtung auf die Ventilfehrung oder auf Teile derselben angebracht wird.

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

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

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

Diese Aufgabe wird durch eine pulvermetallurgisch hergestellte Ventilfehrung 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 Ventilfehrung den unterschiedlichen (Werkstoff-)Anforderungen angepasst sind.

Dasnockenseitige 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
- 20 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.

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 Verschleißfestigkeit aus.

Als Verschleißmechanismen bei Ventildführungen für Verbrennungsmotoren treten häufig Adhäsion und Abrasion auf. Diese wirken zwischen Ventildführung und Ventilschaft und sind kanalseitig stärker ausgeprägt alsnockenseitig. Besonders problematisch sind Verschleißerscheinungen bei Auslassventildführungen. Diese führen dort zur Vergrößerung der Spaltbreite zwischen Ventildführung 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 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 und Temperaturbeständigkeit mit sich bringt.

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

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

Die Dichte für pulvermetallurgisch hergestellte Ventildführungen auf Fe-Basis 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 Ölaufnahmefähigkeit und hat Einfluss auf die tribologischen Eigenschaften.

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

- Die Fertigung der erfindungsgemäßen Ventilfehrung kann in fünf Schritten erfolgen. In einem ersten Schritt wird das Pulver für das aus dem zweiten
- 15 Material bestehende kanalseitige Endstück in eine Matrize, die coaxial 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
- 20 Material bestehende nockenseitige Endstück in die Matrize gefüllt und ggf. mit dem Presswerkzeug vorverdichtet, in einem vierten Schritt wird die gesamte Ventilfehrung 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 Ventilfehrung
- 25 gesintert. Dabei kann die Reihenfolge der zu verdichtenden Ventilfehrungsabschnitte 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.
- 30 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 Ventilfehrung.

- 5 Im Gegensatz zu Verfahren, bei denen Ventilfehrungen 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 Ventilfehrung und ein Kupferkörper miteinander gesintert werden, wobei der
10 Kupferkörper eng an der Nockenseite der verdichteten Ventilfehrung 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 Ventilfehrung und der Kupferkörper, der die Öl- und Gasdichtigkeit
15 erhöht, in einem Arbeitsschritt - dem Sintern - miteinander verbunden werden.

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

Die Abbildung zeigt eine Schnittansicht für eine beispielhafte Ausführungsform
20 der erfindungsgemäßen Ventilfehrung 1. Die Ventilfehrung besteht aus einemnockenseitigen 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 Ventilfehrung 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. Ventilfehrung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass das nockenseitige Endstück aus dem ersten, aus dem zweiten oder einem dritten Material besteht.
3. Ventilfehrung 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
15 1 Gew.-% Mn, 0,4 bis 0,6 Gew.-% S, 0,8 bis 1 Gew.-% C bis zu 4 Gew.-% weiteren Elementen besteht.
4. Ventilfehrung 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
20 Gew.-% C und 0,9 bis 1,1 Gew.-% Sn besteht.
5. Ventilfehrung 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. Ventilfehrung 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. Ventilfehrung nach einem der vorstehenden Ansprüche gekennzeichnet durch eine Kupferinfiltrierung der Außenseite und / oder Stirnseite desnockenseitigen Endes der Ventilfehrung, um die Öl- und Gasdichtigkeit zu erhöhen.

10 8. Ventilfehrung nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass die Kupferinfiltrierung den Bereich von der Außenseite bis zur Wandungsmittle, bevorzugt den 1 bis 3 mm tiefen Randschichtbereich, desnockenseitigen Endstücks umfasst.

15 9. Verfahren zur Herstellung einer Ventilfehrung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst nacheinander die Pulver für die einzelnen Abschnitte der Ventilfehrung in eine Matrize, die koaxial zu einem Dorn angeordnet ist, gefüllt werden und anschließend die gesamte Ventilfehrung 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 Ventilfehrung 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 Ventilfehrung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die einzelnen Abschnitte der Ventilfehrung pulvermetallurgisch durch Verdichten und Sintern gefertigt werden und durch Reibschweißen zur Ventilfehrung verbunden werden.

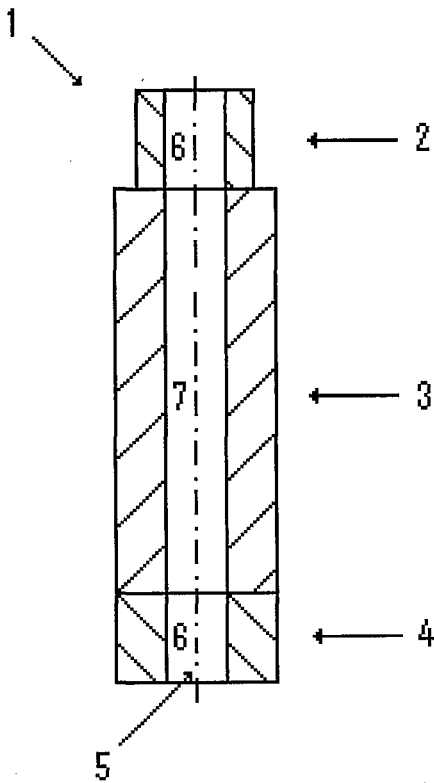


Fig. 1