

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 279 904 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **27.12.91**

(51) Int. Cl.⁵: **F02F 1/42, F02B 77/02,
F02F 7/00**

(21) Anmeldenummer: **87114707.0**

(22) Anmeldetag: **08.10.87**

(54) **Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper.**

(30) Priorität: **26.02.87 DE 3706208**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.88 Patentblatt 88/35

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
27.12.91 Patentblatt 91/52

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

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 3 346 394
US-A- 4 346 556

(73) Patentinhaber: **Feldmühle Aktiengesellschaft**
Fritz-Vomfelde-Platz 4
W-4000 Düsseldorf 11(DE)

(72) Erfinder: **Fingerle, Dieter, Dr.**
Kirchheimer Strasse 34
W-7311 Hochdorf(DE)
Erfinder: **Gundel, Wolf-Dieter**
Steigstrasse 24
W-7401 Pliezhausen-Rübgarten(DE)

EP 0 279 904 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen rohrförmig ausgebildeten Keramikkörper entsprechend dem Gattungsbegriff des Patentanspruchs 1. Ein solches Bauteil in Form eines hosenförmigen Rohres ist aus der DE-C 33 46 394 bekannt. Dort wird zur Abstützung der beiden Rohrabschnitte eine Verbindung vorgesehen, die den auftretenden Drücken beim Eingießen des Keramikkörpers in den Zylinderkopf einen ausreichenden Widerstand entgegenseetzen soll. Die Verbindung soll durch aus mittels Plasmaspritzen aufgebrachtem Zirkonoxid bestehen, während das Keramikrohr an sich aus Tialit (Aluminiumtitanat) bestehen soll.

Nachteilig bei diesem bekannten Keramikrohr ist die Ausbildung von Keramikrohr und Verbindung aus verschiedenen Werkstoffen mit stark unterschiedlichem thermischen Längenausdehnungskoeffizienten und Elastizitätsmodul. Dadurch entstehen bei Temperaturbeanspruchung - vor allem beim Eingießen - aber auch während des Betriebes unterschiedliche thermisch induzierte Spannungen bei den aus verschiedenen Werkstoffen bestehenden Elementen des bekannten Keramikkörpers. Es besteht daher die Gefahr der Rißbildung im gesamten Keramikkörper, insbesondere aber an den Kontaktflächen der beiden Werkstoffe. Als weitere Nachteile sind Spannungsspitzen in der Keramik aber auch im Gußmaterial zu erwarten, die beim Abkühlen der Schmelze in Verbindung mit dem stark unterschiedlichen Deformationsverhalten der verschiedenen Werkstoffe (Elastizitätsmodul) auftreten können. Aber selbst die Verwendung eines einheitlichen Werkstoffes würde bei einer einen zweiten Erhitzungsschritt erfordernden nachträglichen Anbringung der Verbindung am bereits fertig gesinterten Rohrkörper nur zu einem begrenzten Erfolg führen, weil dann infolge unterschiedlicher Schwindung des bereits fertig gesinterten Rohres bzw. der noch zu sinternden Verbindung mit dem Auftreten von Rissen gerechnet werden muß. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß zwischen Verbindung und eigentlichem Rohrkörper nur eine geringe Verbundfestigkeit resultiert. Bei einer durch Plasmaspritzen angebrachten Verbindung entsteht ebenfalls - auch bei Verwendung einer gleichen Rohstoffklasse - eine unterschiedliche Gefügestruktur zwischen dem üblicherweise durch Schlickerguß und anschließendes Sintern herstellbaren Keramikkörper und der durch Plasmaspritzen gebildeten Verbindung. Dabei entstehen die vorstehend beschriebenen Nachteile. Es hat sich auch gezeigt, daß insbesondere die Innenseiten der Rohrabschnitte, also die Stellen, an denen mittels der Verbindung eine Abstützung vorgenommen werden soll, beim Eingießen des Keramikkörpers besonders gefährdet sind.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen rohrförmig ausgebildeten Keramikkörper mit zwei getrennt verlaufenden Rohrabschnitten, die in ein einziges Rohrstück übergehen, zur Verfügung zu stellen, der den beim Eingießen des Keramikrohres auftretenden Druckkräften der Metallschmelze, insbesondere zwischen den Rohrabschnitten, einen erhöhten Widerstand entgegenseetzt.

Diese Aufgabe wird bei einem Gegenstand nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Die erfindungsgemäße "einstückige" Ausbildung des Keramikkörpers, d. h. sowohl des eigentlichen Rohrkörpers als auch der Verbindung zwischen den beiden Rohrstücken, führt infolge des Formens aus einer Schlickergußmasse und der Herstellung in einem einzigen Sinterprozeß zur Ausbildung eines einheitlichen und homogenen Gefüges aus einer einheitlichen Rohstoffzusammensetzung und dazu, daß der Keramikkörper überall eine etwa gleiche Dichte und Porosität besitzt.

Die Vorteile der Erfindung bestehen u.a. darin, daß infolge der einstückigen Ausbildung des Keramikkörpers aus einem einheitlichen Werkstoff ein Rohrkörper gebildet wird, der nur einen einzigen Sinterprozeß erfordert. Die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile einer geringen Verbundfestigkeit zwischen den einzelnen Rohrabschnitten und der zwischen ihnen bestehenden Verbindung werden dadurch ebenso vermieden wie der bisher bestehende Nachteil einer zu geringen Bauteilfestigkeit eines Keramikrohres mit Rohrabschnitten, die überall konstante Wandstärken aufweisen.

Der entscheidende Vorteil besteht aber darin, daß der Keramikkörper infolge seiner einstückigen Ausbildung überall ein gleiches Eigenschaftsspektrum aufweist, d.h. an allen Stellen zum Beispiel einen nahezu gleichen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten und nahezu gleichen Elastizitätsmodul besitzt und infolgedessen keine unterschiedlichen Spannungszustände - weder im Keramikkörper selbst noch im Metallguß, der den Keramikkörper umhüllt - entstehen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform betrifft die Ausbildung des Keramikrohres aus Aluminiumtitanat. Obwohl dieser Werkstoff im Vergleich zu anderen Werkstoffen aus Keramik, wie zum Beispiel Zirkoniumoxid, über eine erheblich geringere Festigkeit verfügt, ist er zur Ausbildung rohrartiger Keramikkörper in Abgasleitungen bereits vorgeschlagen worden, weil er über einen geringen thermischen Längenausdehnungskoeffizienten und über eine hervorragende thermische Isolierfähigkeit verfügt. In der Vergangenheit traten aber immer wieder Schwierigkeiten auf, weil insbesondere beim Umgießen mit Metallen und hier insbesondere beim Umgießen mit Eisenmetallen eine Beschädigung

des Keramikrohres eintrat.

Wenn in einzelnen die Form und Maße des Keramikrohres auch von der Konstruktion des Zylinderkopfes maßgeblich bestimmt werden, hat sich jedoch gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung eine Wandstärke der gemeinsamen Wandung als geeignet erwiesen, die bei 0,8 bis 6 cm, vorzugsweise bei 1 bis 2 cm, liegt - gemessen auf einer gedachten Linie zwischen den beiden Mittelpunkten der Eingangsöffnungen der Rohrab-

schnitte.
Durch die infolge der einstückigen Ausbildung einheitliche Struktur der zwischen den beiden Rohrab-schnitten liegenden gemeinsamen Wandung kann diese in einer hervorragenden Weise eine Stützfunktion beim Einwirken seitlicher Druckkräfte auf die Außenwände der Rohrab-schnitte übernehmen. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt zwischen der Stärke der Außenwände und der Stärke der gemeinsamen Wandung - zwischen den beiden Rohrab-schnitten - ein Verhältnis von 1 : 2,5 bis 1 : 5 vor.

Vorzugsweise ist die im Bereich der Eingangsöffnungen der beiden Rohrab-schnitte liegende ventiltseitige Abschlußfläche oval, weil dadurch das Auftreten von Spannungsspitzen im Metall und in der Keramik infolge der homogenen Übergänge von dicken zu dünnen Stellen vermieden wird. Es entstehen auch keine Materialanhäufungen im Guß, so daß beim Abkühlen keine lokal unterschiedlich abkühlenden Zonen entstehen.

Falls die Konstruktion des Zylinderkopfes es erfordert, kann gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung eine Ausbildung der ventiltseitigen Abschlußfläche mit einem Querschnitt in Form einer Acht erfolgen. Bevorzugt ist es dabei, wenn die Stegstärke - gemessen senkrecht zu einer gedachten Linie, die durch die Mittelpunkte der Eintrittsöffnungen der beiden Rohrab-schnitte verläuft - an ihrer schmalsten Stelle ca. dem halben Innendurchmesser der Eintrittsöffnungen der beiden Rohrab-schnitte entspricht.

In jedem Fall sollen die Außenkonturen der einzelnen Abschnitte des Keramikrohres harmonisch ineinanderübergehen.

Bohrungen zum Einsatz von Ventildführungen können bereits bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Keramikkörpers vorgesehen sein, alternativ ist aber auch die Anbringung solcher Bohrungen noch nachträglich am bereits eingegossenen Keramikkörper möglich.

Erfindungsgemäß kann der rohrförmig ausgebildete Keramikkörper als sogenanntes Hosenrohr ausgebildet sein, so daß die gemeinsame Wandung der beiden Rohrab-schnitte eine in Richtung auf den Übergangsbereich der Rohrab-schnitte in das Rohrstück abnehmende Wandstärke aufweist. Es ist aber auch eine Ausführungsform möglich,

bei der die Rohrab-schnitte weitestgehend parallel verlaufen und die gemeinsame Wandung eine nahezu konstante Wandstärke hat. Die zuletzt beschriebene Form findet Einsatz, wenn die Auslaßventile bei einem Zylinder nebeneinander angeordnet sind. Die zuerst genannte Form wird verwendet, wenn die Auslaßventile hintereinander angeordnet sind, jeweils gesehen in Richtung des Motorblocks.

Es zeigen:

- | | | |
|----|----------|--|
| 10 | Figur 1 | einen hosenförmig ausgebildeten Keramikkörper von der Seite gesehen; |
| | Figur 2 | eine Frontansicht in Richtung des Pfeiles II auf Figur 1 |
| 15 | Figur 3 | eine Draufsicht in Richtung des Pfeiles III auf Figur 1; |
| | Figur 4 | einen Schnitt längs der Linie IV-IV in Figur 2, zum einen zeigend eine Eingangsöffnung samt dazugehöriger Bohrung für eine Ventildführung sowie die Austrittsöffnung; |
| 20 | Figur 5 | einen Längsschnitt durch die Gesamtheit der Rohrstücke, in welche die Abgasströme eintreten, samt dem die Austrittsöffnung aufweisenden Rohrstück entsprechend der Linie V-V in Figur 4, also zeigend das gesamte Keramikrohr, aufgeschnitten; |
| 25 | Figur 6 | eine Unteransicht in Richtung VI unter Figur 1 bzw. unter Figur 4; |
| | Figur 7 | einen ebenen Vertikalschnitt gemäß Ebene VII-VII der Figur 8, zeigend zwei Einschnitte je einen ober- und unterhalb der gemeinsamen Wandung zwischen beiden Rohrstücken einer weiteren Ausführungsform; |
| 30 | Figur 8 | eine perspektivische Darstellung dieser weiteren Ausführungsform des Keramikrohres nach Fig. 7 schräg von unten und einer Seite gesehen; |
| 35 | Figur 9 | einen Keramikkörper mit parallel verlaufenden Rohrab-schnitten im Längsschnitt; |
| 40 | Figur 10 | eine Untersicht in Richtung des Pfeiles X unter Fig. 9. |
| 45 | | |
| 50 | | |
| 55 | | |

Das in den Figuren 1 bis 6 gezeigte Keramikrohr (1) besteht aus den beiden Rohrab-schnitten (2,3) sowie dem Rohrstück (4). Die Rohrab-schnitte (2,3) bilden die Form einer Hose und vereinigen sich im Übergangsbereich (9) zum Rohrstück (4). In der Flucht zu den beiden Rohrab-schnitten (2,3) sind Bohrungen (7,8) zum Einsatz von Ventildführungen vorgesehen.

Die Rohrab-schnitte (2,3) verlaufen in einem durch die Form des Zylinderkopfes bestimmten Winkel β gekrümmt (Figur 4).

Die Rohrabschnitte (2,3) besitzen gleich starke Außenwände (5) mit der Stärke S1. Auch Rohrstück (4) ist mit der gleichen Wandstärke S1 ausgebildet. Zwischen den beiden Rohrabschnitten (2,3) ist eine gemeinsame Wandung (6) angeordnet, welche im Bereich der Eingangsöffnungen (10,10a) der Rohrabschnitte (2,3) die Wandstärke S2 im Maximum aufweist. Die durch das Gießen auftretenden Druckkräfte sind in Figur 6 durch den Pfeil P bezeichnet.

Der die Eingangsöffnungen (10,10a) umfassende Bereich bildet die ventiltseitige Abschlußfläche F und ist in einer im Querschnitt ovalen Form ausgebildet (Fig. 6).

Bei dem in Figur 7 und 8 gezeigten Keramikkörper, der im übrigen dem in den Figuren 1 bis 6 gezeigten Ausführungsbeispiel entspricht, sind zwischen den Eintrittsöffnungen (10,10a) der Rohrstücke (2,3) Einschnitte E1, E2 angebracht, so daß die Außenwände (5) der Rohrabschnitte (2,3) zu einer Acht eingeschnitten werden und auch die ventiltseitige Abschlußfläche F' die Form einer Acht aufweist.

Der Übergang der Außenwände (5) der Rohrstücke (2,3) in die gemeinsame Wandung (6) erfolgt an deren Außenkonturen in dem mit W bezeichneten Wendepunkt (Wendepunkt der Konturenverläufe).

Die Stegstärke S3 entspricht ca. dem halben Wert des Innendurchmessers der Eintrittsöffnungen (10,10a).

Der in den Figuren 9 und 10 gezeigte rohrförmige Keramikkörper (1') hat parallel verlaufende Rohrabschnitte (2',3'), die im Übergangsbereich (9') in das Rohrstück (4') münden. Die Rohrabschnitte (2',3') werden durch eine gemeinsame Wandung (6') mit der Wandstärke S2' verbunden, wobei die Wandung (6') vom Bereich der Eingangsöffnungen (10',10a') bis zum Übergangsbereich (9') in konstanter Wandstärke ausgebildet ist. Die Außenwände (5') der Rohrabschnitte (2',3') und des Rohrstückes (4') haben eine konstante Wandstärke S1'. Die ventiltseitige Abschlußfläche F'' ist bei dieser Ausführungsform nierenförmig.

Patentansprüche

1. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper (1,1') für gasführende Kanäle im Zylinderkopf eines Verbrennungsmotors mit:
 - a) zwei getrennt verlaufenden, endseitig Öffnungen aufweisenden Rohrabschnitten (2,2';3,3'), die in ein einziges, eine Öffnung aufweisendes Rohrstück (4,4') übergehen,
 - b) einer zwischen den beiden Rohrabschnitten zumindest im Übergangsbereich (9,9') der beiden Rohrabschnitte (2,2';3,3') in das Rohrstück (4,4') ausgebildeten Verbindung,

gekennzeichnet dadurch, daß:

1. der Keramikkörper (1,1') einschließlich der Verbindung zwischen den beiden Rohrabschnitten (2, 2', 3, 3') einstückig ausgebildet und durch Formen in einem einzigen Sinterprozeß hergestellt ist und ein einheitliches und homogenes Gefüge aus einer einheitlichen Rohstoffzusammensetzung aufweist,
2. die Verbindung der Rohrabschnitte (2,2',3,3') durch eine gemeinsame Wandung (6,6') gebildet wird.
2. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des Keramikkörpers (1,1') Aluminiumtitanat ist.
3. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Keramikkörper (1,1') im Bereich der Eingangsöffnungen (10,10',10a,10a') der Rohrabschnitte (2,2',3,3') eine eben ausgebildete ventiltseitige Abschlußfläche F,F',F'' aufweist (Figur 2,6,8,9,10).
4. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ventiltseitige Abschlußfläche F, F' mit einem ovalförmigen Querschnitt ausgebildet ist. (Fig.6)
5. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die ventiltseitige Abschlußfläche F,F' einen Querschnitt in Form einer Acht aufweist.
6. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Wandung (6) in Richtung auf den Übergangsbereich (9) eine abnehmende Wandstärke aufweist. (Fig.5)
7. Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Wandung (6') in Richtung auf den Übergangsbereich (9') eine gleichbleibende Wandstärke aufweist.

Claims

1. Tubular ceramic body (1, 1') for gas-conducting channels in the cylinder head of an internal combustion engine having:
 - a) two separate tube sections (2, 2'; 3, 3'),

- having openings at their ends, which pass into a single piece of tube (4, 4') having an opening,
- b) a connection constructed between the two tube sections at least in the transition region (9, 9') of the two tube sections (2, 2'; 3, 3') into the piece of tube (4, 4'),
- characterised in that
1. the ceramic body (1, 1') including the connection between the two tube sections (2, 2', 3, 3') is constructed in one piece and is manufactured by moulding in a single sintering process and has a uniform and homogeneous structure consisting of a uniform raw material composition,
 2. the connection of the tube sections (2, 2', 3, 3') is formed by a common wall (6, 6').
2. Tubular ceramic body according to claim 1, characterised in that the material of the ceramic body (1, 1') is aluminium titanate.
3. Tubular ceramic body according to claim 1 or 2, characterised in that the ceramic body (1, 1') has in the region of the inlet openings (10, 10', 10a, 10a') of the tube sections (2, 2', 3, 3') a planar valve-side end surface F, F', F'' (Figures 2, 6, 8, 9, 10).
4. Tubular ceramic body according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the valve-side end surface F, F' is constructed to have an oval cross-section (Fig. 6).
5. Tubular ceramic body according to any one of claims 1 to 3, characterised in that the valve-side end surface F, F' has a cross-section in the form of a figure eight.
6. Tubular ceramic body according to any one of claims 1 to 3 and 4 or 5, characterised in that the common wall (6) decreases in thickness in the direction towards the transition region (9) (Figure 5).
7. Tubular ceramic body according to any one of claims 1 to 3 and 4 or 5, characterised in that the common wall (6') has a constant thickness in the direction towards the transition region (9').

Revendications

1. Corps céramique tubulaire (1, 1') pour conduite acheminant des gaz dans la culasse de cylindre d'un moteur à combustion interne comprenant :
 - a) deux segments tubulaires (2, 2' ; 3, 3')

qui s'étendent séparément, présentent des ouvertures à leur extrémité et se prolongent par un unique tronçon tubulaire (4, 4') présentant une ouverture,

b) une liaison réalisée entre les deux segments tubulaires, au moins dans la zone de transition (9, 9') des deux segments tubulaires (2, 2' ; 3, 3') vers le tronçon tubulaire (4, 4'),

caractérisé en ce que :

1. le corps céramique (1, 1') est réalisé d'une seule pièce y compris la liaison entre les deux segments tubulaires (2, 2' ; 3, 3') et est fabriqué par moulage au cours d'une seule opération de frittage et présente une structure uniforme et homogène d'une composition de produits de départ homogène,
 2. la liaison des segments tubulaires (2, 2' ; 3, 3') est formée par une paroi commune (6, 6').
2. Corps céramique tubulaire selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau du corps céramique (1, 1') est du titanate d'aluminium.
3. Corps céramique tubulaire selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le corps céramique (1, 1') présente une surface terminale F, F', F'' côté soupape réalisée plane dans la zone des ouvertures d'entrée (10, 10', 10a, 10a') des segments tubulaires (2, 2', 3, 3') (figures 2, 6, 8, 9, 10).
4. Corps céramique tubulaire selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la surface terminale F, F' côté soupape présente une section transversale ovale (fig. 6).
5. Corps céramique tubulaire selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la surface terminale F, F' côté soupape présente une section transversale en forme de huit.
6. Corps céramique tubulaire selon l'une des revendications 1 à 3 et 4 ou 5, caractérisé en ce que la paroi commune (6) présente une épaisseur de paroi qui diminue en direction de la zone de transition (9) (fig. 5).
7. Corps céramique tubulaire selon l'une des revendications 1 à 3 et 4 ou 5, caractérisé en ce que la paroi commune (6') présente une épaisseur de paroi constante en direction de la zone de transition (9').

Fig. 1

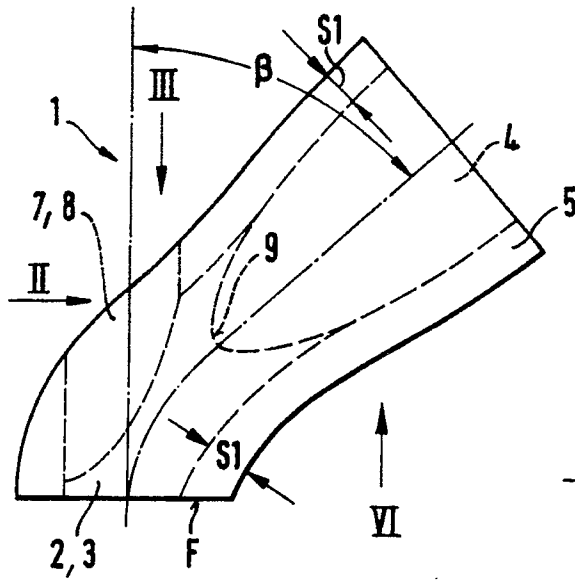


Fig. 2

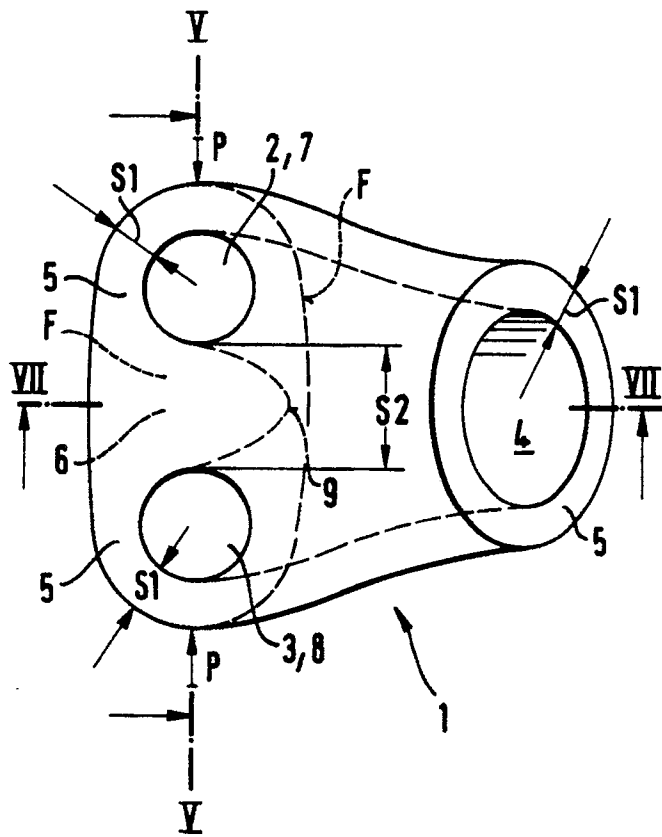
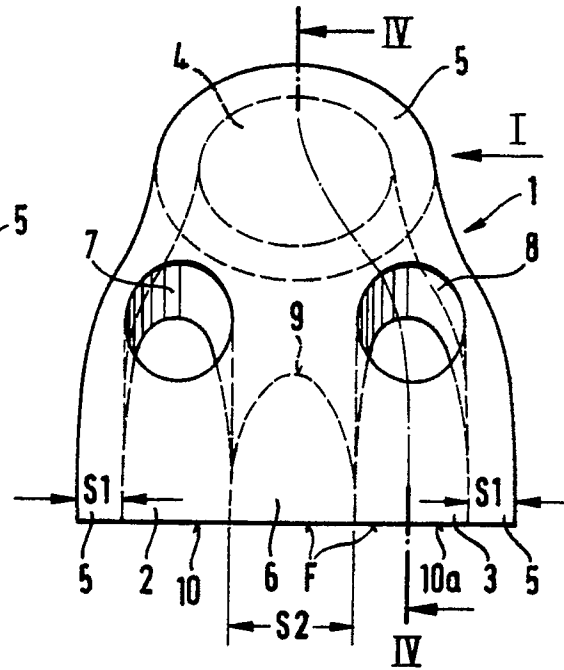


Fig. 3

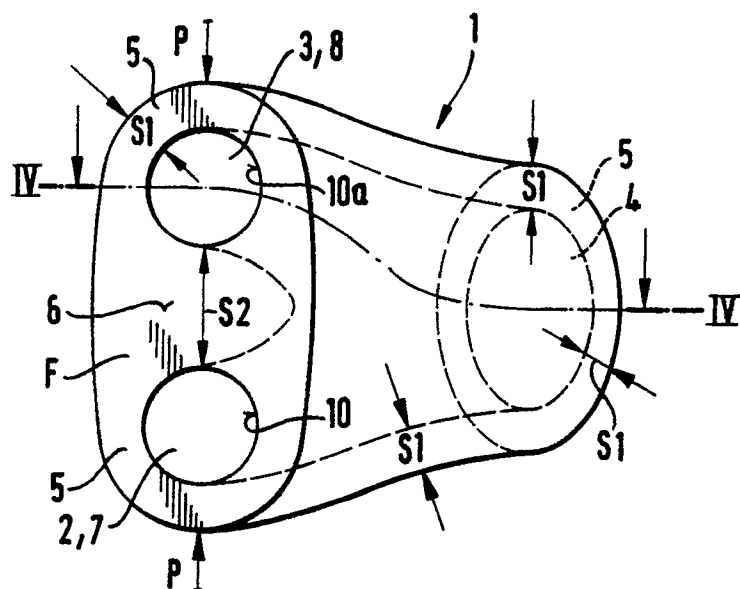


Fig. 6

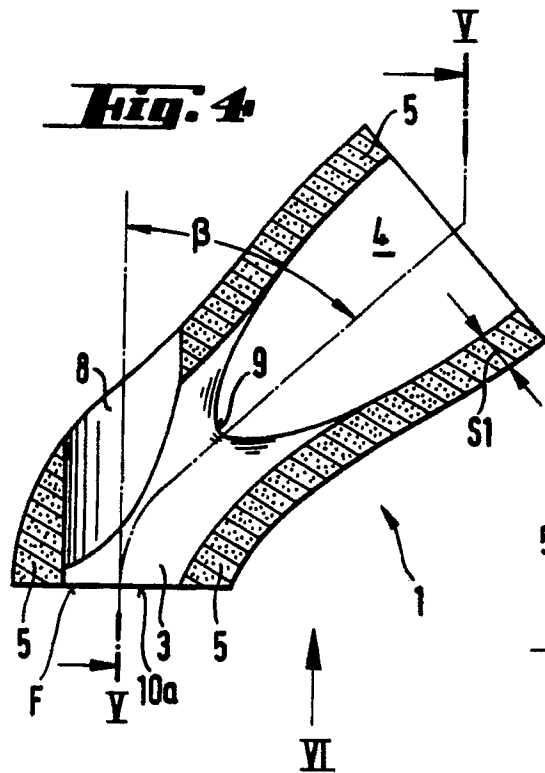


Fig. 4

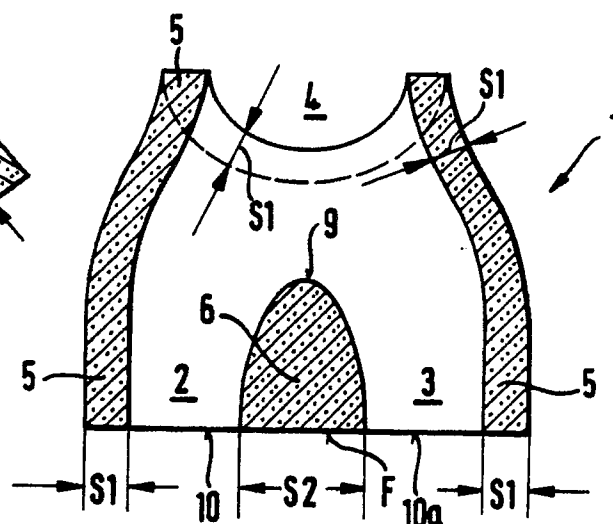


Fig. 5

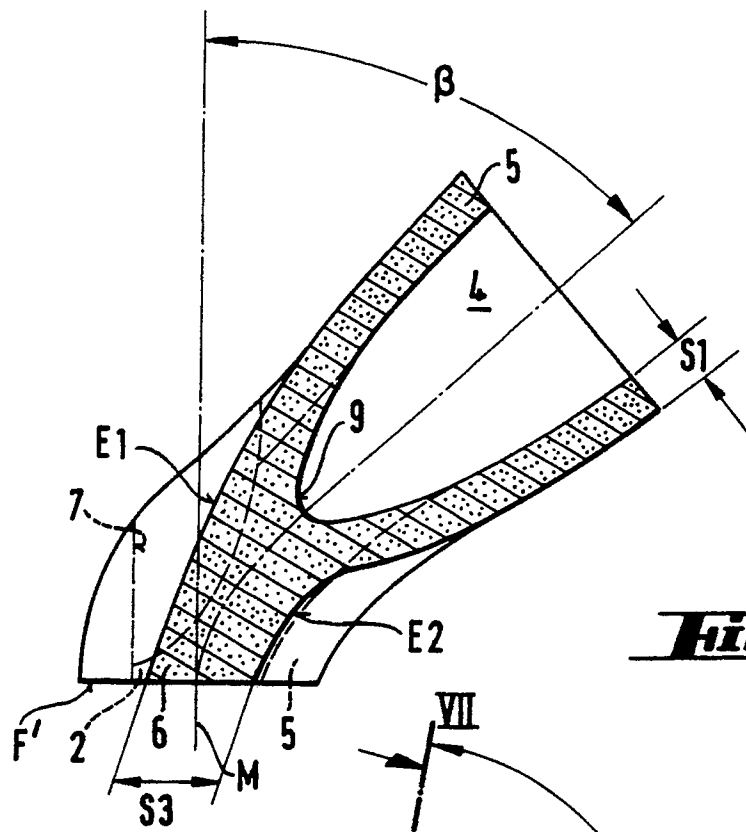


Fig. 7

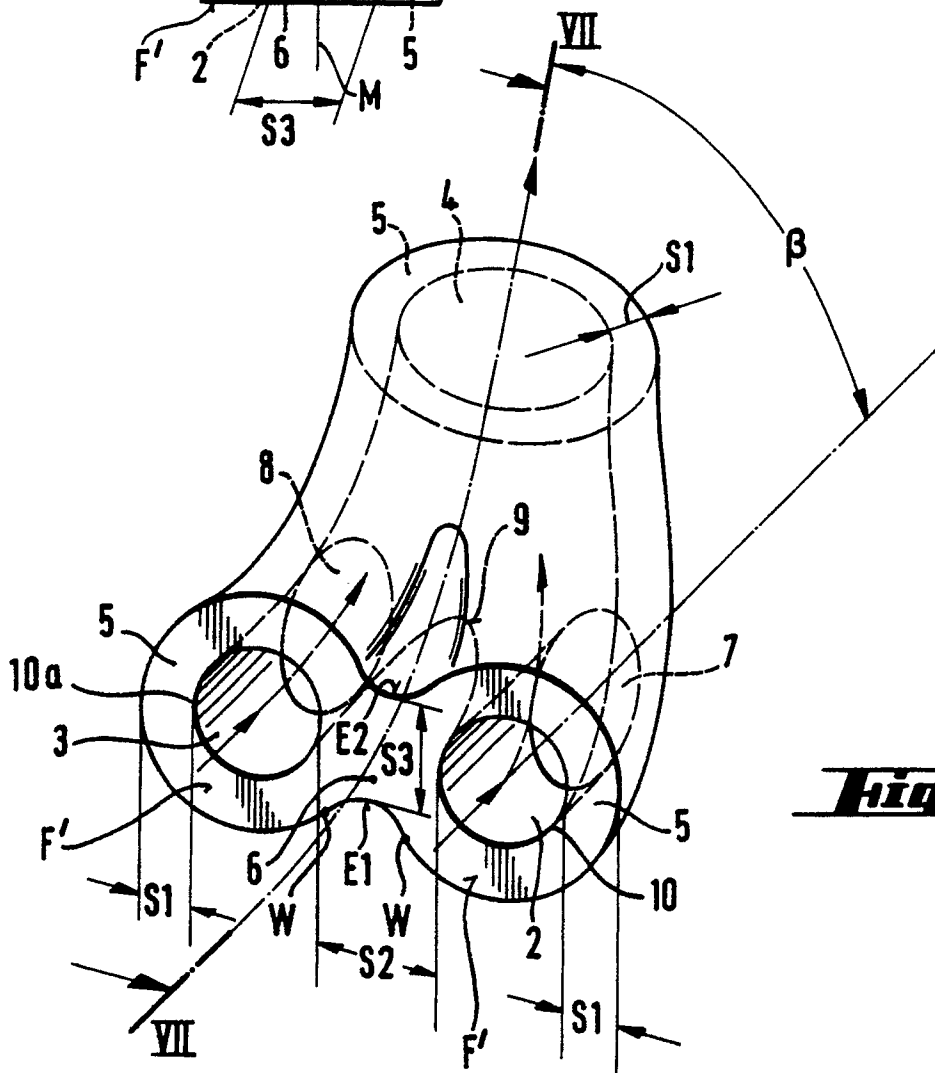


Fig. 8

Fig. 10

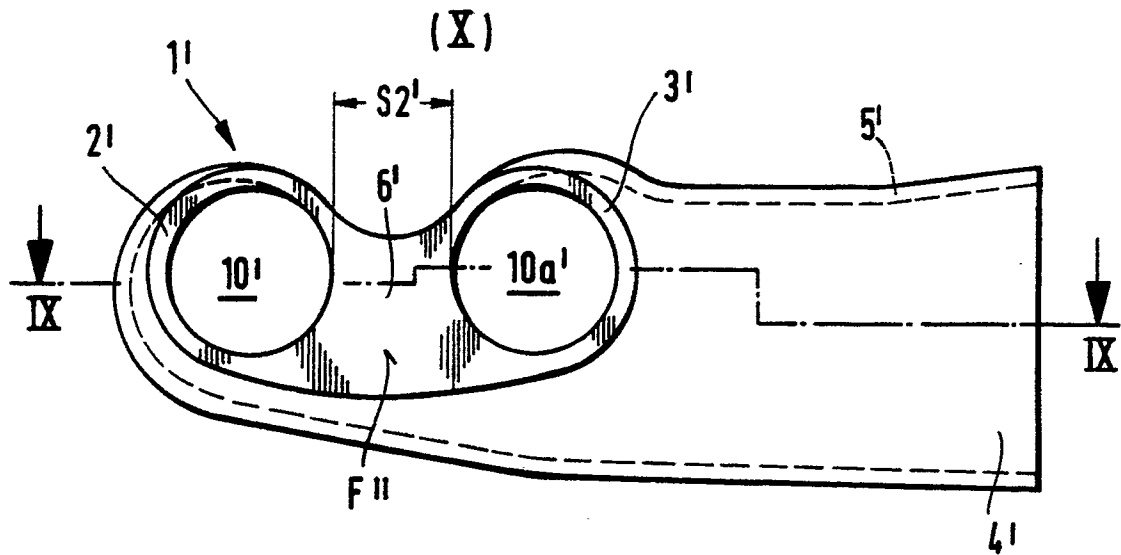


Fig. 9

