

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87114707.0**

51 Int. Cl.4: **F02F 7/00 , F02B 77/02**

22 Anmeldetag: **08.10.87**

30 Priorität: **26.02.87 DE 3706208**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
31.08.88 Patentblatt 88/35

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

71 Anmelder: **Feldmühle Aktiengesellschaft**
Fritz-Vomfelde-Platz 4
D-4000 Düsseldorf 11(DE)

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

54 **Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper.**

57 Ein rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper (1) für gasführende Kanäle im Zylinderkopf eines Verbrennungsmotors weist zwei getrennt verlaufende Rohrabschnitte (2,3) auf, die in ein einziges Rohrstück (4) übergehen, wobei der Keramikkörper (1) einstückig ausgebildet und durch Formen in einem einzigen Sinterprozeß aus einheitlichem Werkstoff hergestellt ist und die Rohrabschnitte (2,3) durch eine gemeinsame Wandung (6) miteinander verbunden sind.

EP 0 279 904 A2

Rohrförmig ausgebildeter Keramikkörper

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 entgegensetzen 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 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 entgegensetzt.

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

Unter dem in Patentansprüchen und Beschreibung verwendeten Begriff "einstückig" soll dabei verstanden werden:

Der Keramikkörper - einschließlich der zwischen den einzelnen Rohrabschnitten angeordneten Keramik - weist ein einheitliches und homogenes Gefüge aus einer einheitlichen Rohstoffzusammensetzung auf, hat überall eine in etwa gleiche Dichte und Porosität und ist durch Formen aus einer Schlickergußmasse und in einem einzigen Sinterprozeß hergestellt.

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 Umguß 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 Rohrabschnitte.

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

Vorzugsweise ist die im Bereich der Eingangsöffnungen der beiden Rohrabschnitte 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 Rohrabschnitte verläuft - an ihrer schmalsten Stelle ca. dem halben Innendurchmesser der Eintrittsöffnungen der beiden Rohrabschnitte entspricht.

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

Bohrungen zum Einsatz von Ventilführungen können bereits bei der Herstellung des erfindungsgemäßen Keramikkörpers vorgesehen sein, alterna-

tiv 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 Rohrabschnitte eine in Richtung auf den Übergangsbereich der Rohrabschnitte in das Rohrstück abnehmende Wandstärke aufweist. Es ist aber auch eine Ausführungsform möglich, bei der die Rohrabschnitte 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:

Figur 1 einen hosenförmig ausgebildeten Keramikkörper von der Seite gesehen;

Figur 2 eine Frontansicht in Richtung des Pfeiles II auf Figur 1

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 Ventilführung sowie die Austrittsöffnung;

Figur 5 einen Längsschnitt durch die Gesamtheit der Rohrstücke, in welche die Abfasströme eintreten, samt dem die Austrittsöffnung aufweisenden Rohrstück entsprechend der Linie V-V in Figur 4, also zeigend das gesamte Keramikrohr, aufgeschnitten;

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;

Figur 8 eine perspektivische Darstellung dieser weiteren Ausführungsform des Keramikrohres nach Fig. 7 schräg von unten und einer Seite gesehen;

Figur 9 einen Keramikkörper mit parallel verlaufenden Rohrabschnitten im Längsschnitt;

Figur 10 eine Untersicht in Richtung des Pfeiles X unter Fig. 9.

Figur 11 einen Längsschnitt durch die Gesamtheit der Rohrstücke bei einer weiteren Ausführungsform des Keramikkörpers.

Das in den Figuren 1 bis 6 gezeigte Keramikrohr (1) besteht aus den beiden Rohrabschnitten (2,3) sowie dem Rohrstück (4). Die Rohrabschnitte (2,3) bilden die Form einer Hose und vereinigen

sich im Übergangsbereich (9) zum Rohrstück (4). In der Flucht zu den Rohrabschnitten (2,3) sind Bohrungen (7,8) zum Einsatz von Ventiltülführungen vorgesehen.

Die Rohrabschnitte (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.

Figur 11 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Keramikkörpers (1). Im wesentlichen entspricht die Ausführungsform dem zu den Figuren 1 bis 7 beschriebenen Beispiel. Unterschiedlich ist jedoch, daß die gemeinsame Wandung (6) im Bereich der Eingangsöffnungen (10,10a) nicht

durchgängig ausgebildet ist. In diesem Bereich haben die Rohrabschnitte (2,3) vielmehr innenliegende Wände (5''), die mit einer Dicke S1'' entsprechend der Wandstärke S1 der Außenwände (5) ausgebildet sind. Die beiden Rohrabschnitte (2,3) haben bei dieser Ausführungsform im Bereich der Eingangsöffnungen (10,10a) keine gemeinsame Wandung, sondern sind hier mit einer Wandstärke S1'' entsprechend der Wandstärke S1 der Außenwand (5) ausgebildet. In Richtung auf den Mündungsbereich (9) gehen die Innenwände (5'') dann in die gemeinsame Wandung (6) zunächst mit zunehmender und dann in Richtung auf den Übergangsbereich (9) abnehmender Wandstärke über.

Ansprüche

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') einstückig ausgebildet und durch Formen in einem einzigen Sinterprozeß aus einem einheitlichen Werkstoff hergestellt ist,

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) 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. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

Fig. 1

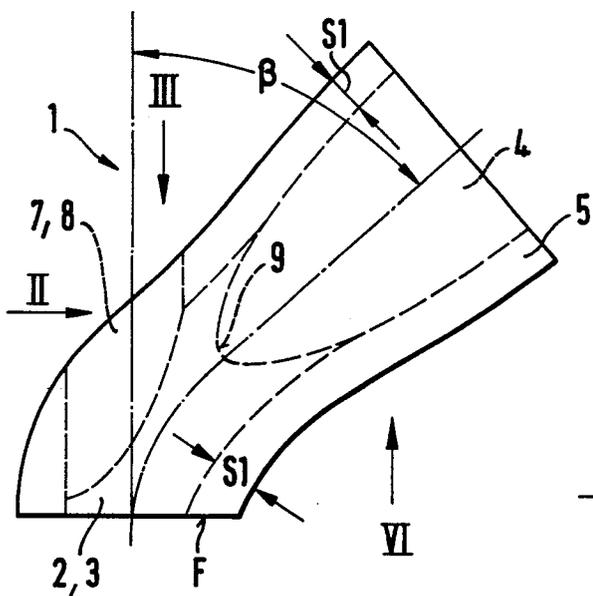


Fig. 2

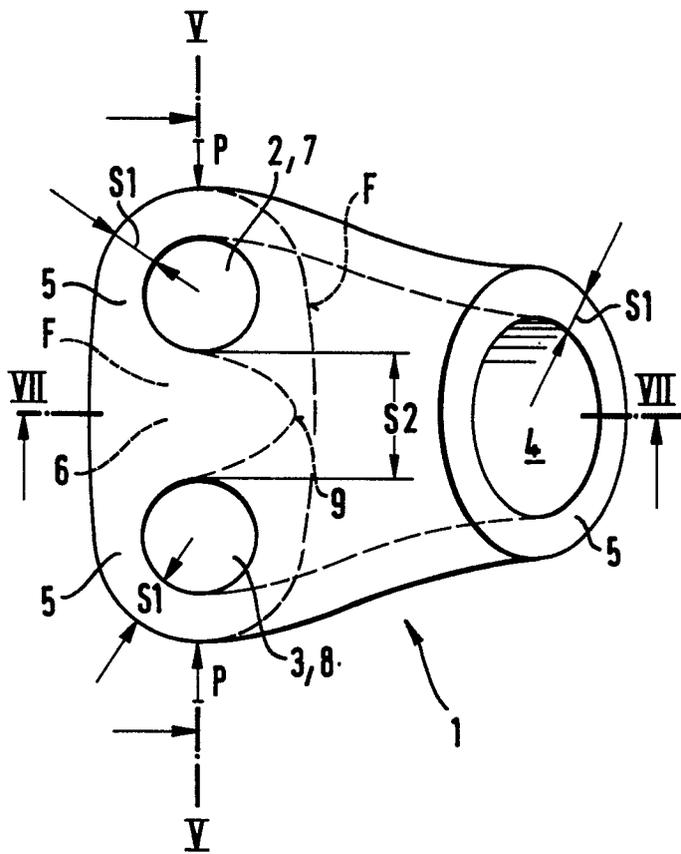
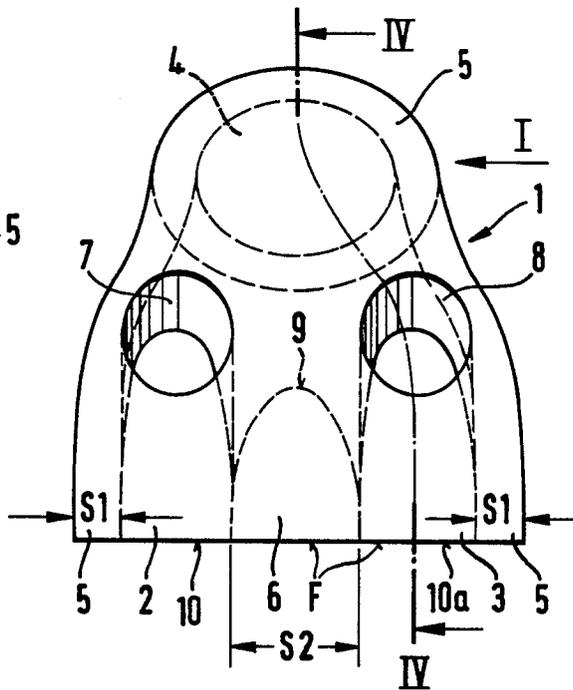


Fig. 3

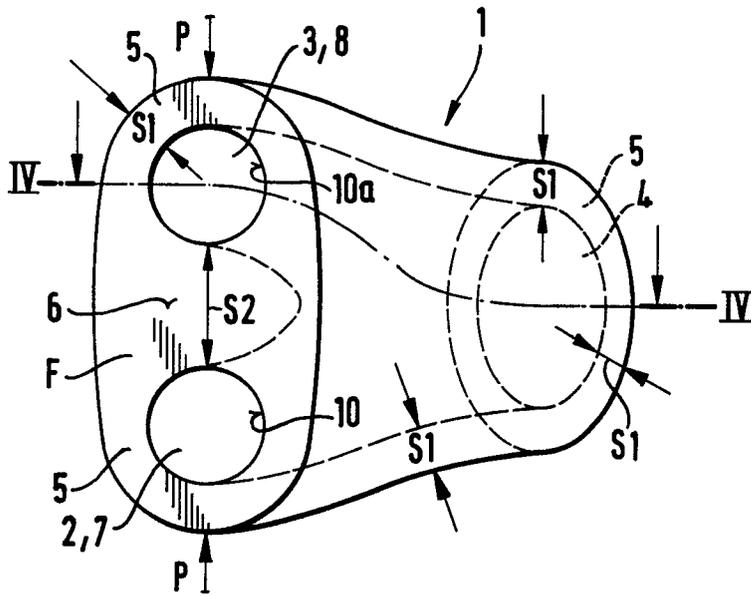


Fig. 6

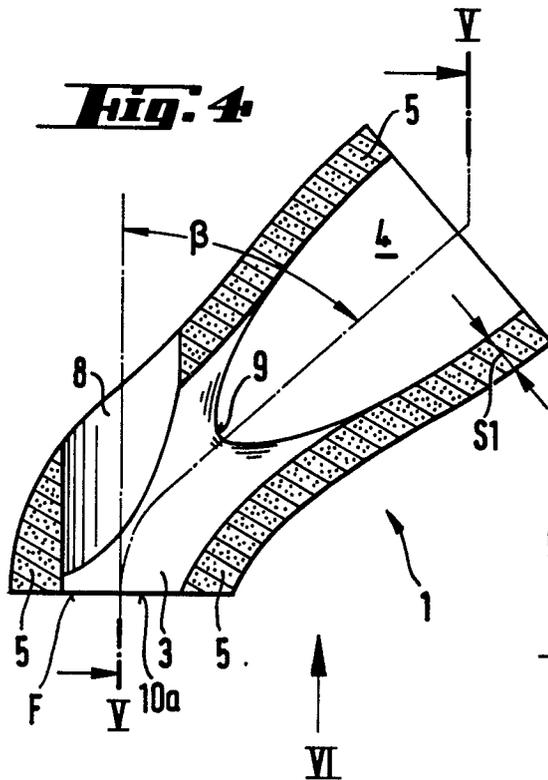


Fig. 4

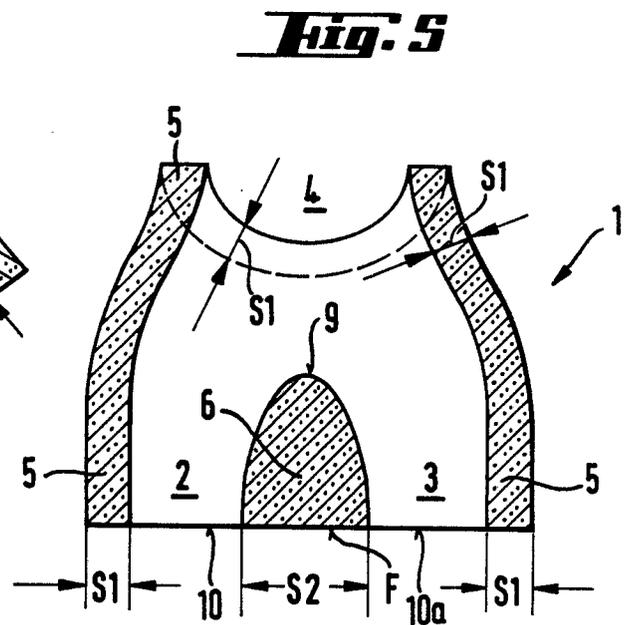


Fig. 5

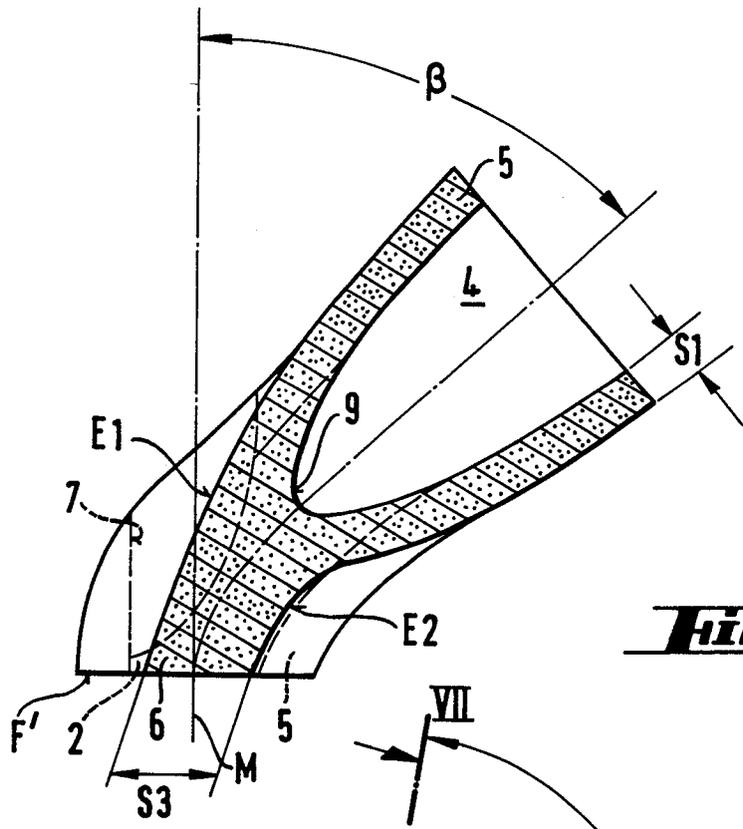


Fig. 7

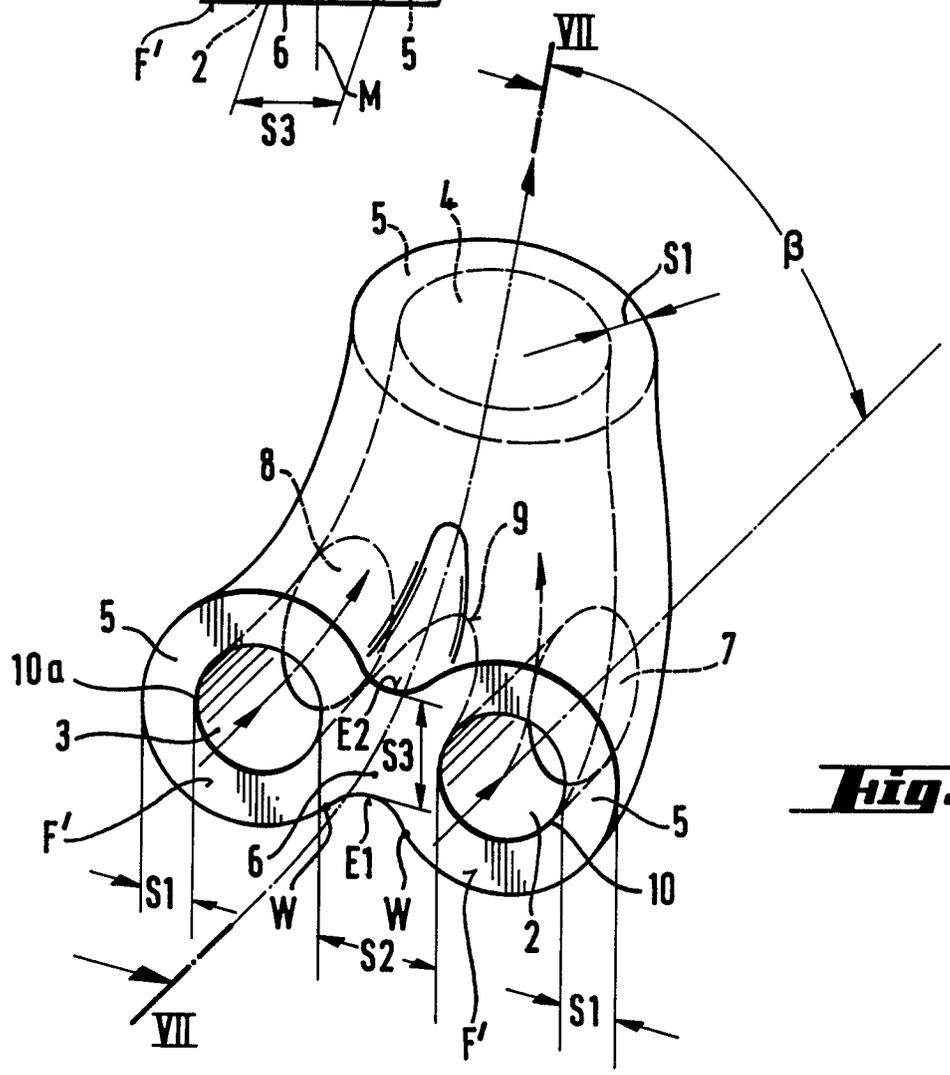


Fig. 8

Fig. 10

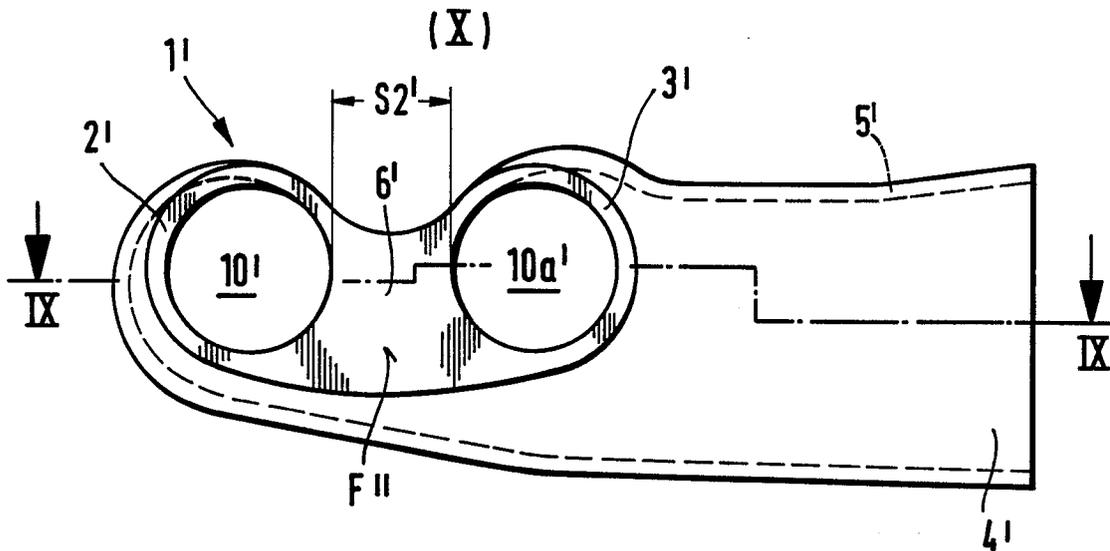
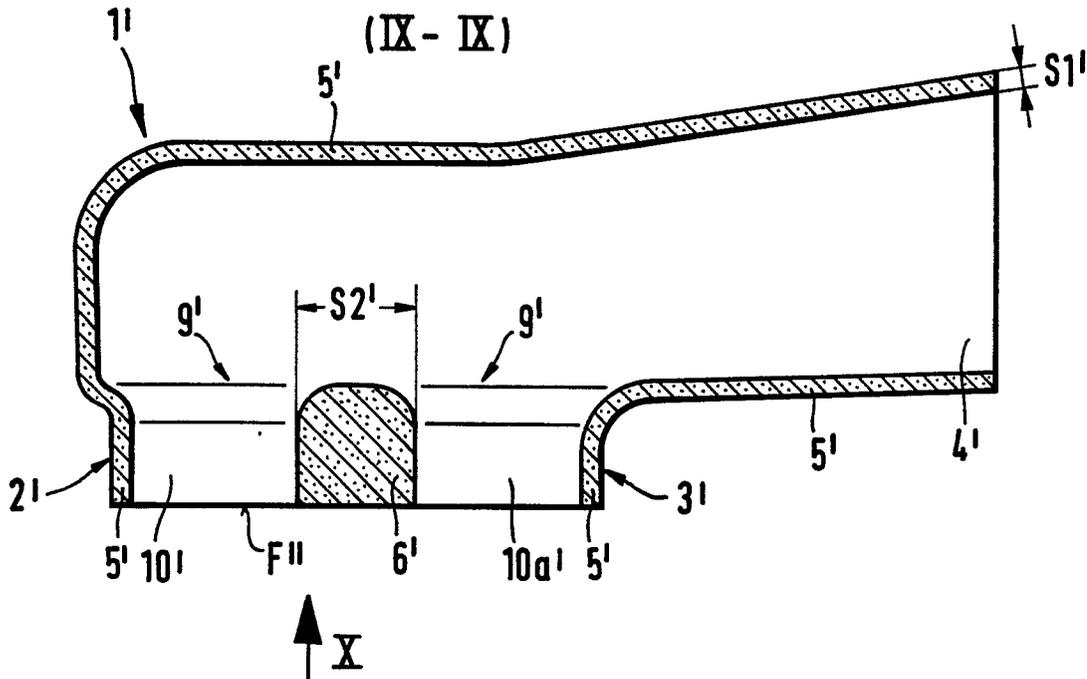
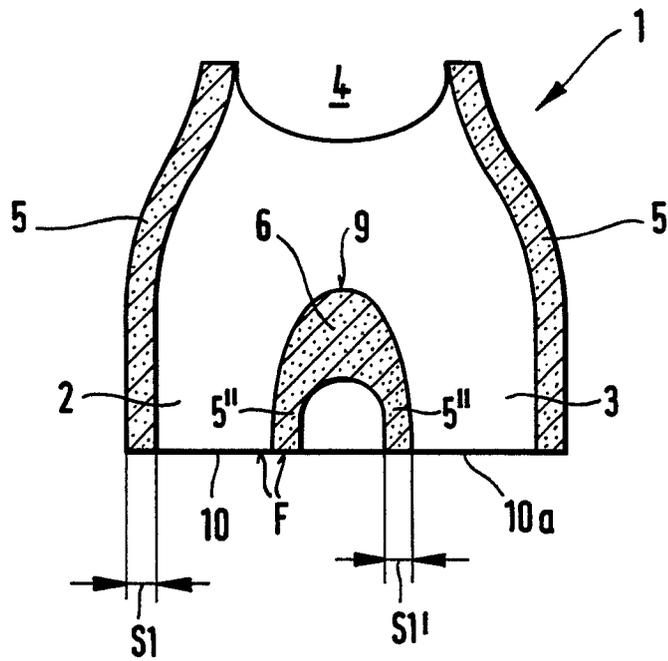


Fig. 9



***Fig. 11***