



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.10.2006 Patentblatt 2006/42

(51) Int Cl.: **F04C 18/16**^(2006.01) **F04C 18/12**^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: 06111992.1

(22) Anmeldetag: **30.03.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
 SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(72) Erfinder: **Giebmanns, Wolfgang**
50374, Erftstadt (DE)

(74) Vertreter: **Selting, Günther
Von Kreisler Selting Werner
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)**

(30) Priorität: 06.04.2005 DE 102005015685

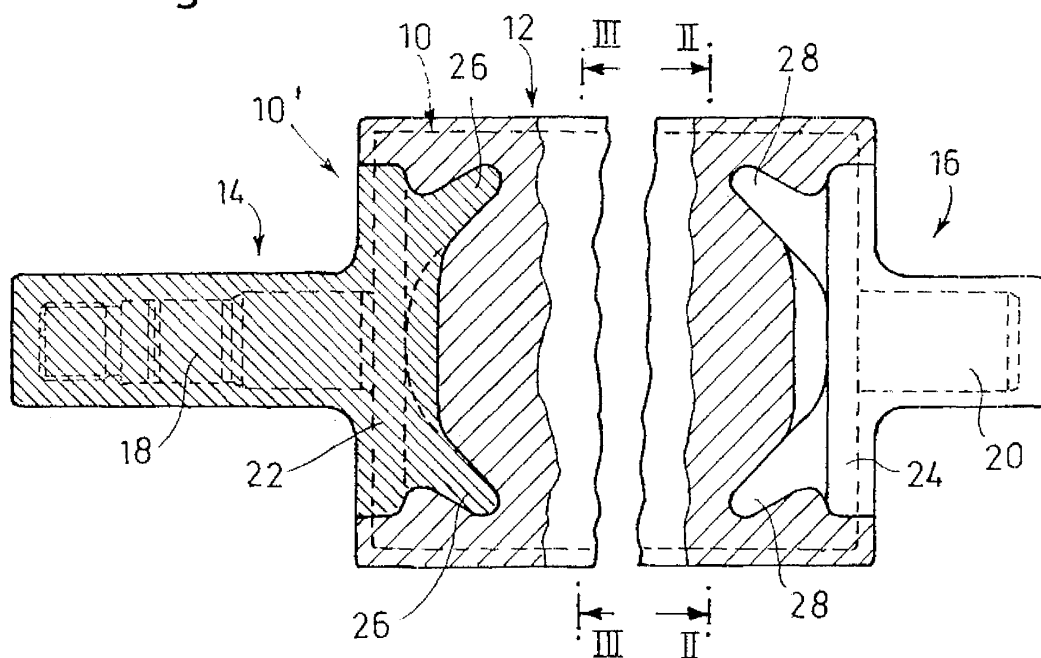
(71) Anmelder: **Leybold Vacuum GmbH**
50968 Köln (DE)

(54) **Vakuumpumpen-Rotor**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf einen Vakuum-pumpen-Rotor (10) mit einem einstückigen Verdränger (12) und zwei den Verdränger (12) haltenden Wellenzapfen (18,20) an den beiden Längsenden des Verdrängers (12). Die beiden Wellenzapfen (18,20) sind Teil eines jeweiligen separaten Endstückes (14,16) aus Stahl. Der Verdränger (12) besteht aus einem von dem Endstück-Stahl verschiedenen Material. Die Endstücke (14,16) sind formschlüssig und/oder kraftschlüssig mit dem Ver-

dränger (12) verbunden. Durch die Mehrteiligkeit des Rotors kann für die Wellenzapfen (18,20) einerseits und den Verdränger (12) jeweils ein Material gewählt werden, das den jeweiligen Anforderungen am besten entspricht, beispielsweise für den Verdränger (12) Aluminium, das geringes Gewicht aufweist, leicht zerspanbar und relativ korrosionsbeständig ist, und für die Endstücke bzw. die Wellenzapfen eine gegossene oder geschmiedete Eisen-Legierung, die hohe Festigkeit aufweist.

Fig.1a



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Vakuumpumpen-Rotor mit einem Verdränger, der an den beiden axialen Längsenden einen Wellenzapfen zur Lagerung des Rotors aufweist.

[0002] Vakuumpumpen-Rotore sind in verschiedenen Bauformen bekannt, beispielsweise als Schrauben-Rotor oder Wälzkolben-Rotor. Vakuumpumpen-Rotoren werden mit relativ hohen Drehzahlen betrieben, so dass große radiale Fliehkräfte auftreten können. Für den relativ großvolumigen Verdränger wird daher ein möglichst geringes Gewicht angestrebt. Leichtgewichtige Werkstoffe, wie beispielsweise Aluminium oder Kunststoffe weisen jedoch relativ schlechte Festigkeit auf, und sind daher für die den Verdränger haltenden Wellenzapfen schlecht oder überhaupt nicht geeignet.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es, einen leichten Vakuumpumpen-Rotor mit guter Wellenzapfen-Steifigkeit und ein Verfahren zu seiner Herstellung zu schaffen.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 8 oder 9 gelöst.

[0005] Bei dem erfindungsgemäßen Vakuumpumpen-Rotor gemäß Patentanspruch 1 sind zwei separate Endstücke aus Stahl vorgesehen, die jeweils einen axialen Wellenzapfen aufweisen und an den beiden axialen Enden des Verdrängers befestigt sind. Der Verdränger besteht aus einem von dem Endstück-Stahl verschiedenen Material. Die beiden Endstücke sind jeweils formschlüssig und/oder kraftschlüssig, jedoch nicht stoffschlüssig, mit dem Verdränger verbunden.

[0006] Der Rotor besteht also aus drei Teilen, nämlich einem einstückigen Verdränger und an den Längsenden jeweils einem Stahl-Endstück mit einem Wellenzapfen. Es gibt also keine durchgehende Welle, die sich axial über die gesamte Rotorlänge erstreckt. Mit diesem dreiteiligen Aufbau des Vakuumpumpen-Rotors kann sowohl für die Wellenzapfen als auch für den Verdränger jeweils ein optimales Material gewählt werden. Für den Verdränger kann ein möglichst leichtes Material gewählt werden, das die Fliehkräfte und die daraus resultierenden Vibrationen möglichst klein ausfallen lässt. Für die Endstücke dagegen kann ein sehr steifer und harter Stahl gewählt werden, der für die Lagerung und Übertragung der auftretenden hohen mechanischen Kräfte optimal geeignet ist.

[0007] Auf diese Weise wird ein Vakuumpumpen-Rotor geschaffen, der relativ leicht ist, und dennoch hochfeste Wellenzapfen aus Stahl aufweist.

[0008] Vorzugsweise weist jedes Endstück proximal, d.h. verdrängerseitig, mindestens einen Fixierzahn auf. Der Fixierzahn ist im Querschnitt derart ausgebildet, dass er auch größere Drehmomente übertragen kann, was insbesondere an dem angetriebenen Längsende des Rotors wichtig ist.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Fixierzähne bezogen auf die Rotor-Axiale hinter-

schnitten. Die Fixierzähne sind so hinterschnitten, dass sowohl bezogen auf die Radiale als auch auf die Axiale eine formschlüssige unlösbare Verbindung vorliegt. Die Endstücke müssen also nicht durch Befestigungsmittel, wie Schrauben u.ä. mit dem Verdränger verbunden werden. Auf diese Weise wird eine feste und dauerhafte Verbindung zwischen den Endstücken und dem Verdränger geschaffen, die sich beispielsweise im Schmiede- oder Gussverfahren realisieren lässt.

[0010] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weisen die Endstücke jeweils eine Stirnscheibe auf, die an der jeweiligen Stirnseite des Verdrängers axial anliegt. Die Stirnscheibe des Endstückes nimmt auf der Stirnseite des Verdrängers einen relativ großen Flächenanteil ein.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Stirnscheibe so groß, dass sie den Verdränger axial vollständig abdeckt, d.h. mindestens genau so groß ist, wie die angrenzende Stirnfläche des Verdrängers. Der Spalt zwischen dem Rotor und einem Stator-Gehäuse wird rotorseitig alleine durch die Stirnscheibe begrenzt, ist also stufen- und spaltfrei, und damit relativ gut abdichtend.

[0012] Gemäß dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren des Vakuumpumpen-Rotors durch Gießen sind die folgenden Verfahrensschritte vorgesehen:

Einlegen der Endstücke in eine Rotor-Gussform,

30 Einfüllen des Verdränger-Gussmaterials in die Rotor-Gussform, und

Entnahme des Rotors aus der Rotor-Gussform.

[0013] Mit diesem Herstellungsverfahren lassen sich formschlüssige Verbindungen zwischen dem Verdränger und den beiden Endstücken herstellen. Hierdurch kann auf weitere Bauteile zur Herstellung einer formschlüssigen und/oder kraftschlüssigen Verbindung zwischen den Endstücken und dem Verdränger verzichtet werden. Das Verfahren ist relativ einfach und preiswert realisierbar.

[0014] Gemäß einem hierzu alternativen Herstellungsverfahren zur Herstellung eines Vakuumpumpen-Rotors durch Schmieden werden die beiden Endstücke zunächst in ein Rotor-Schmiedegesenk eingelegt, wird das glühende Verdränger-Schmiedematerial in das Schmiedegesenk eingeschmiedet, und wird der Rotor nach dem Auskühlen schließlich aus dem Schmiedegesenk entnommen. Bei diesem alternativen Herstellungsverfahren wird ebenfalls auf einfache Weise eine formschlüssige Verbindung zwischen den beiden Endstücken und dem Verdränger geschaffen.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung werden die vorgenannten Herstellungsverfahren ergänzt durch den Verfahrensschritt: Spanabhebende Bearbeitung der Kontur des Rohlings des Rotors. Nach dem Gießen bzw. Schmieden des Rotor-Rohlings kann dieser als

ganzes Teil spanabhebend bearbeitet werden, um dem Wellenzapfen der Stirnscheibe und dem Verdränger die endgültige Form zu geben. Diese Bearbeitung kann in einem einzigen Durchgang erfolgen, d.h. ohne Werkzeugwechsel. Auf diese Weise ist die Bearbeitung trotz der Mehrteiligkeit des Rotors relativ einfach, schnell und preiswert durchführbar.

[0016] Im Folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen drei Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Vakuumpumpen-Rotors näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

- Figur 1a einen Vakuumpumpen-Rotor als Wälzkolben-Rotor mit eingegossenen Endstücken im Längsschnitt,
- Figur 1b eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumpumpen-Rotors,
- Figur 2 einen Querschnitt II-II des Vakuumpumpen-Rotors der Figur 1, als Ansicht auf das Endstück dargestellt,
- Figur 3 einen weiteren Querschnitt III-III des Vakuumpumpen-Rotors der Figur 1,
- Figur 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Vakuumpumpen-Rotors in Form eines Wälzkolben-Rotors mit eingegossenen Endstücken,
- Figur 5 einen Querschnitt V-V des Vakuumpumpen-Rotors der Figur 4,
- Figur 6 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Vakuumpumpen-Rotors in Form eines Wälzkolben-Rotors, mit angeschmiedeten Endstücken,
- Figur 7 einen Querschnitt VII-VII des Vakuumpumpen-Rotors der Figur 6,
- Figur 8 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Vakuumpumpen-Rotors mit mehreren Wellenzapfen und Rotor-Axialbohrungen,
- Figur 9 einen Querschnitt VIII-VIII des Vakuumpumpen-Rotors der Fig. 8,
- Figur 10 ein sechstes Ausführungsbeispiel eines Vakuumpumpen-Rotors mit Endstücken mit einem einzigen Fixierzahn,
- Figur 11a einen Querschnitt XI-XI des Vakuumpumpen-Rotors der Figur 10, und
- Figur 11b einen Querschnitt einer anderen Ausführungsform eines Fixierzahnes.

[0018] In der Figur 1a ist ein Vakuumpumpen-Rotor 10 dargestellt, der als Wälzkolben-Rotor ausgebildet ist und in einer Wälzkolben-Vakuumpumpe einen von zwei ineinander greifenden Rotoren bildet.

[0019] Der Vakuumpumpen-Rotor 10 besteht aus drei Teilen, nämlich einem einstückigen Verdränger 12 aus Aluminium und zwei Endstücken 14,16 aus Stahl. Die beiden Endstücke 14,16 weisen jeweils einen axialen Wellenzapfen 18,20, eine in einer Querebene stehende Stirnscheibe 22,24 sowie jeweils zwei axial-radiale Fixierzähne 26,28 auf. Die Fixierzähne 26, die Stirnscheibe 22 sowie der Wellenzapfen 18 eines Endstückes 14,16 sind einstückig und bevorzugt in einem Guss- oder Schmiedeverfahren auf Eisen-Basis hergestellt und günstigerweise ohne besondere zerspanende Bearbeitung verwendbar.

[0020] Die beiden Fixierzähne 26,28 stehen in ungefähr 45° zur Axialen und dringen in diesem Winkel in den Verdränger 12 hinein. In Bezug auf die Axiale sind die Fixierzähne 26,28 also hinterschnitten.

[0021] Während die Fixierzähne 26,28 und die Stirnscheiben 22,24 der beiden Endstücke 14,16 identisch miteinander ausgebildet sind, sind die beiden Wellenzapfen 18,20 der beiden Endstücke 14,16 verschieden voneinander ausgebildet. Der längere Wellenzapfen 18 dient dem Antrieb des Rotors 10, und nimmt daher neben einem Wälzlager ein Zahnrad auf.

[0022] Die Stirnscheiben 22,24 sind langgestreckt und nehmen ungefähr 50% der Fläche der betreffenden Stirnseite des Verdrängers 12 ein, wie insbesondere in Figur 3 erkennbar ist.

[0023] Der Vakuumpumpen-Rotor 10 wird hergestellt durch Einlegen der gegossenen Grauguss-Endstücke 14,16 in eine Rotor-Gussform, Einfüllen des Verdränger-Gussmaterials Aluminium in die Rotor-Gussform und die Entnahme des Rotors 10 aus der Gussform. Schließlich wird aus dem Rohling des Rotors 10' der fertige Rotor 10 spanabhebend erstellt.

[0024] Durch die Mehrteiligkeit des Vakuumpumpen-Rotors 10 kann für die die Wellenzapfen 18,20 aufweisenden Endstücke 14,16 ein sehr fester Werkstoff gewählt werden, beispielsweise Stahl. Für den Verdränger 12 dagegen kann ein leichter und leicht zerspanbarer Werkstoff gewählt werden, beispielsweise Aluminium. Je nach konkreter Werkstoffwahl kann die Außenfläche des gesamten Rotors 10 durch Eloxieren oder Hartanodisieren noch mit einem verbesserten Korrosionsschutz versehen werden.

[0025] Um für den gesamten Rotor eine hohe Korrosionsbeständigkeit zu erzielen und/oder um geringere Unterschiede zwischen den Wärmedehnungen von Aluminium und Stahl zu erhalten, können die Endstücke aus Edelstahl hergestellt werden.

[0026] Zur Vorbeugung von Korrosionsproblemen kann der Verdränger 12 die Stirnscheibe radial über den gesamten Umfang umfassen, wie in Figur 1b gezeigt. Hierbei umschließt das Verdrängermaterial 12' die Endstücke 14,16 bis zum Nabenbereich, so dass beim Pum-

pen von korrosiv wirkenden Gasen ein Kontakt zu den Stahl-Wellenzapfen 18,20 verhindert wird.

[0027] Bei dem in Figuren 4 und 5 dargestellten Ausführungsbeispiel eines Vakuumpumpen-Rotors 50, der ebenfalls in einem Gussverfahren hergestellt bzw. zusammengefügt wird, sind die Endstücke 52 sowohl in Bezug auf die Stirnscheibe 54 als auch auf die Fixierzähne 56 anders ausgebildet, als bei dem Rotor 10 der Figuren 1-3. Die Stirnscheibe 54 des Rotors 50 überragt als Rohling den Rohling des Verdrängers vollständig, so dass die Stirnscheibe 54 den Verdränger 60 axial vollständig abdeckt. Auch nach der spanabhebenden Bearbeitung des Rohlings des Rotors 50' zu einem fertiggestellten Rotor 50 deckt die Stirnscheibe 54 den Verdränger 60 vollständig ab, da sie exakt die gleiche Außenkontur aufweist, wie der Verdränger 60. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung gegenüber der des ersten Ausführungsbeispiels ist, dass der Spalt zwischen einem Vakuumpumpen-Gehäuse und der gehäuseseitigen Stirnfläche des Rotors ausschließlich von der Stirnscheibe 54 begrenzt wird und dadurch sehr gleichmäßig ausfällt. Hierdurch wiederum sind kleine Spaltmaße möglich und werden insbesondere die Rückströmverluste gering gehalten.

[0028] Die Fixierzähne 56 sind jeweils vollständig hinterschnitten, d.h. ragen pilzförmig in den Verdränger 60 hinein.

[0029] Bei hohen mechanischen und/oder thermischen Belastungen können gegossene Rotoren an ihre Festigkeitsgrenzen gelangen, so dass derartige Rotoren im Schmiedeverfahren hergestellt werden müssen.

[0030] In den Figuren 6 und 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Vakuumpumpen-Rotors 70 dargestellt, der im Schmiedeverfahren hergestellt bzw. zusammengebaut wurde. Die Fixierzähne 74 sind nahezu zylindrisch und nur geringfügig hinterschnitten.

[0031] Der Rotor 70 wird hergestellt, indem die Endstücke 72 zunächst in ein Rotor-Schmiedegesenk eingelegt werden, anschließend Aluminium in dem Gesenk heiß ausgeschmiedet wird und schließlich der Rotor 70' aus dem Schmiedegesenk entnommen wird. Schließlich wird die endgültige Kontur des Rotors 70 durch ein spanabhebendes Verfahren erzeugt, so dass sich die endgültige in unterbrochenen Linien dargestellte Form des Rotors 70 ergibt.

[0032] Wie in den Figuren 8 und 9 dargestellt, kann bei größeren Rotoren 80 zur Gewichtsreduzierung beim Verdränger 90' der achsparallele Bereich, in den die Fixierzähne 94 eingreifen, teilweise oder durchgehend gelocht sein, im vorliegenden Beispiel durch zwei Axialbohrungen 96. Anstatt zerspanenden Bohrens von Vollmaterial kann bevorzugt ein Pressstrangprofil oder ein Rohr für den Verdränger 90 verwendet und durch Schmieden mit den Endstücken 72 verbunden werden.

[0033] Bei Rotoren, die keine achsversetzten Konturen besitzen, muss ein entsprechend geformter Fixierzahn im Bereich der Rotationsachse vorgesehen werden. Figur 10 zeigt einen beidseitig gelagerten Schrau-

benrotor 100 mit einem Verdränger 110', in dessen Endflächen die Endstücke 112, 114 mit jeweils einem Fixierzahn 116, 118 eingeformt sind.

[0034] In den Figuren 11a und 11b sind zwei Möglichkeiten der Gestaltung dieser einzelnen Fixierzähne 116,118;116',118' dargestellt, wobei diese mit den Wellenzapfen 120,122;120',122' integral als Endstücke 112,114;112',114' gegossen oder geschmiedet sein können.

[0035] In allen dargestellten Ausführungsbeispielen bestehen die Endstücke jeweils aus einer gegossenen oder geschmiedeten Eisen-Legierung und die Verdränger aus Aluminium. Grundsätzlich sind jedoch auch andere Werkstoffkombinationen möglich, wobei das Verdränger-Material stets verschieden ist von dem Endstück-Material.

Patentansprüche

1. Vakuumpumpen-Rotor (10) mit einem einstückigen Verdränger (12) und zwei den Verdränger (12) haltenden Wellenzapfen (18,20) an den beiden axialen Längsenden des Verdrängers (12), wobei die beiden Wellenzapfen (18,20) Teil eines jeweils separaten Endstückes (14,16) aus Stahl sind, der Verdränger (12) aus einem von dem Endstück-Stahl verschiedenen Material besteht, und die Endstücke (14,16) formschlüssig und/oder kraftschlüssig mit dem Verdränger verbunden sind.
2. Vakuumpumpen-Rotor (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Endstück (14,16) verdrängerseitig mindestens einen Fixierzahn (26,28) aufweist.
3. Vakuumpumpen-Rotor (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Fixierzähne (26,28) des Endstückes (14,16) bezogen auf die Rotor-Axiale hinterschnitten ausgebildet sind.
4. Vakuumpumpen-Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endstücke (14,16) jeweils eine Stirnscheibe (22,24) aufweisen, die an der jeweiligen Stirnseite des Verdrängers (12) axial anliegt.
5. Vakuumpumpen-Rotor (50) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stirnscheibe (54) den Verdränger (60) axial vollständig abdeckt.
6. Vakuumpumpen-Rotor (10,50) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endstücke (14,16,52) in einem Guss- oder Schmiedeverfahren formvollendet, ohne besondere zerspanende Bearbeitung, hergestellt sind.
7. Vakuumpumpen-Rotor (60,80) nach einem der An-

sprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdränger (70,90) teilweise oder durchgehend gelocht ist.

8. Vakuumpumpen-Rotor (80) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdränger (90) aus einem Strangpressprofil oder aus einem Rohr hergestellt ist. 5

9. Vakuumpumpen-Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdränger ein Schrauben-Verdränger ist. 10

10. Vakuumpumpen-Rotor (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdränger (12) ein Wälzkolben-Verdränger ist. 15

11. Verfahren zur Herstellung eines Vakuumpumpen-Rotors (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durch Gießen, mit den Verfahrensschritten 20
 Einlegen der Endstücke (14,16) in eine Rotor-Gussform,
 Einfüllen des Verdränger-Gussmaterials in die Rotor-Gussform, und
 Entnahme des Rotors (10') aus der Gussform. 25

12. Verfahren zur Herstellung eines Vakuumpumpen-Rotors (70) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 durch Schmieden, mit den Verfahrensschritten 30
 Einlegen der beiden Endstücke (72) in ein Rotor-Schmiedegesenk,
 Einschmieden des glühenden Verdränger-Schmiedematerials in das Rotor-Schmiedegesenk, und
 Entnahme des Rotors (70') aus dem Schmiedegesenk. 35

13. Verfahren zur Herstellung eines Vakuumpumpen-Rotors nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **gekennzeichnet durch** den Verfahrensschritt: Spanabhebende Bearbeitung der Kontur des Rohlings des Rotors (10';50';70';90';110'). 40

45

50

55

Fig.1a

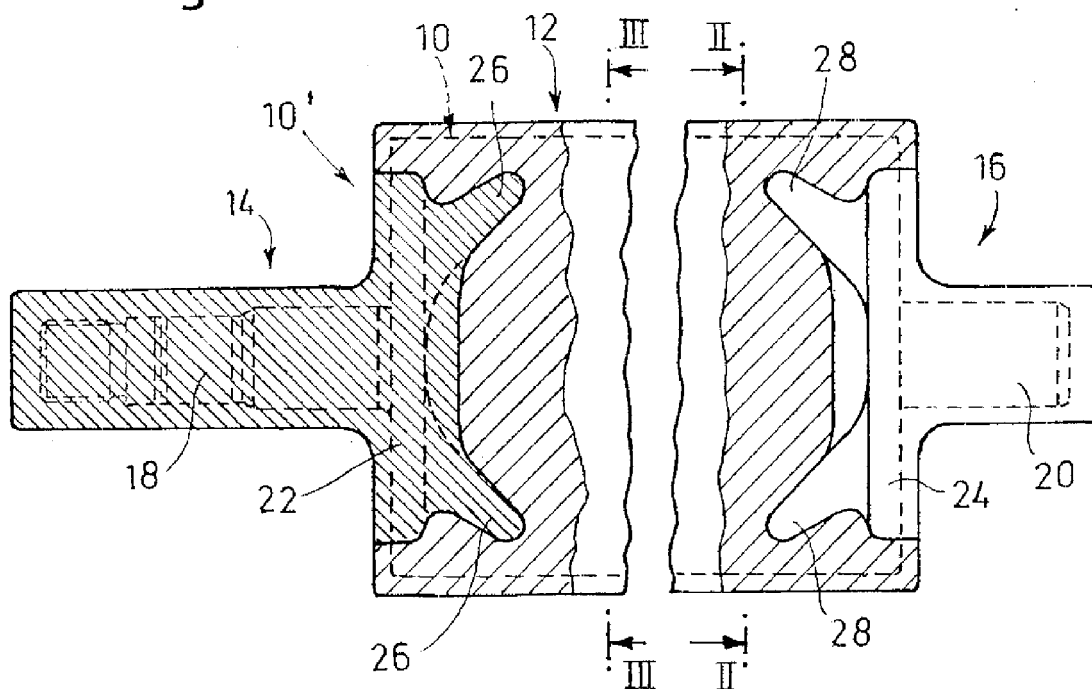


Fig.3

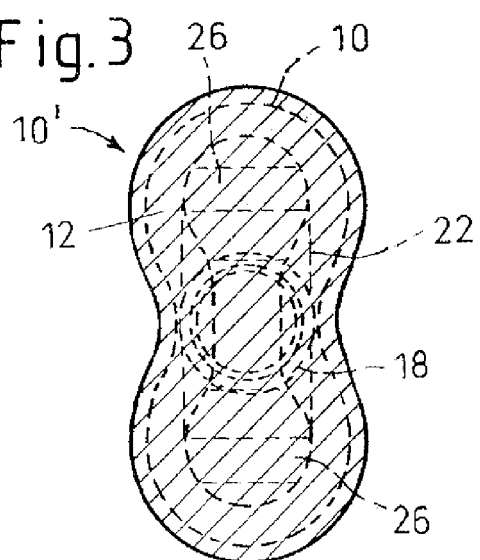


Fig.2

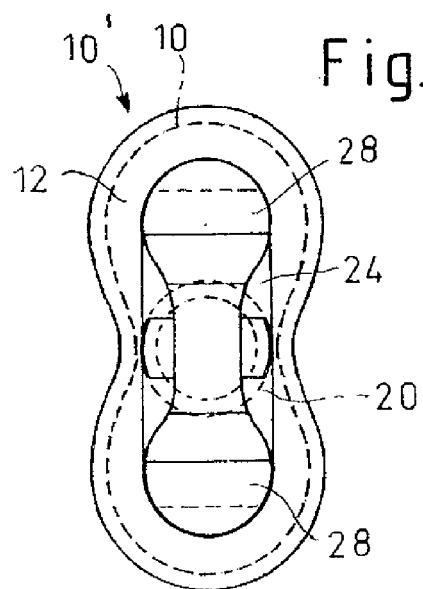
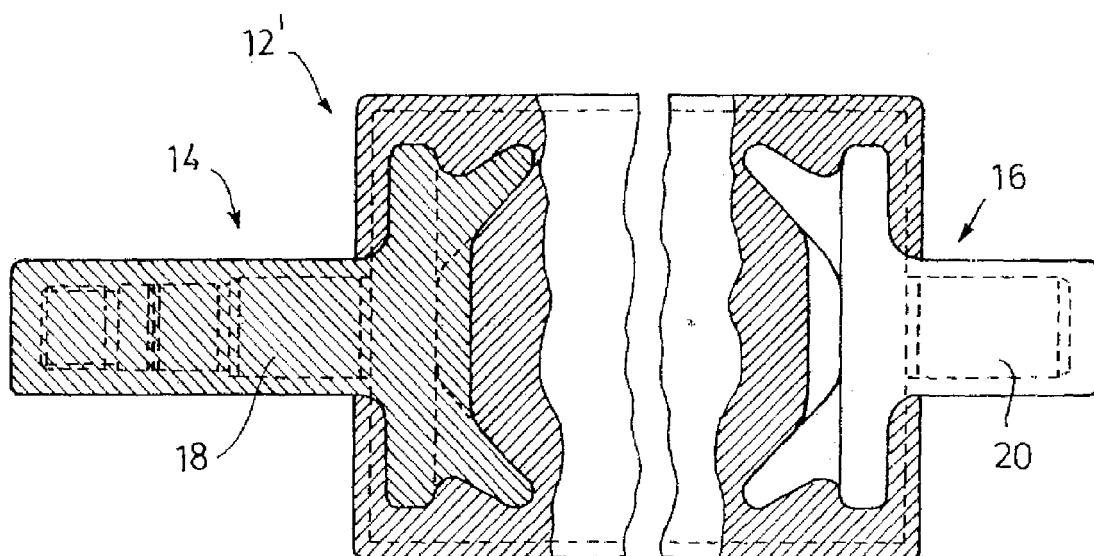


Fig.1b



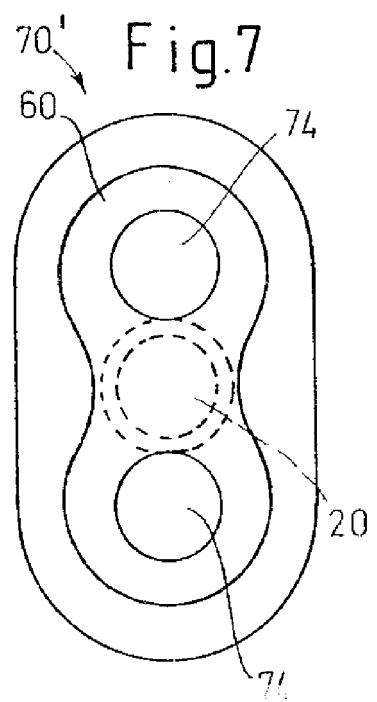
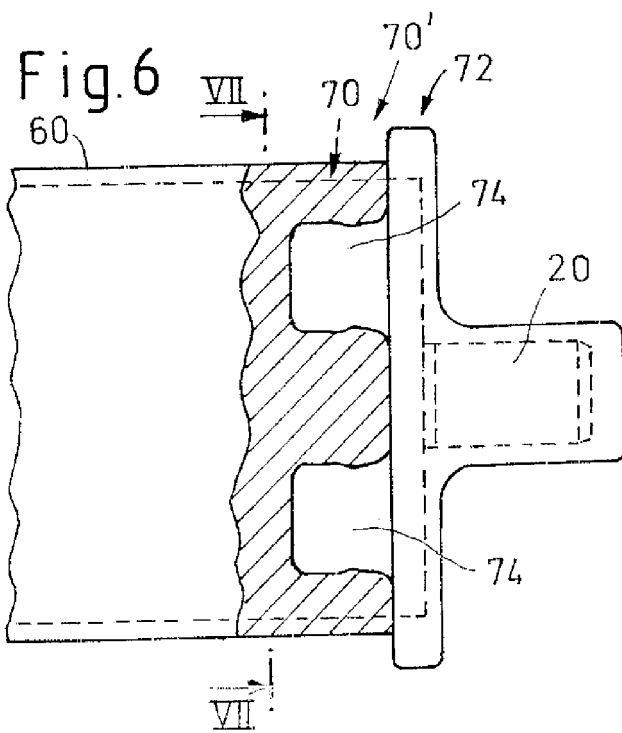
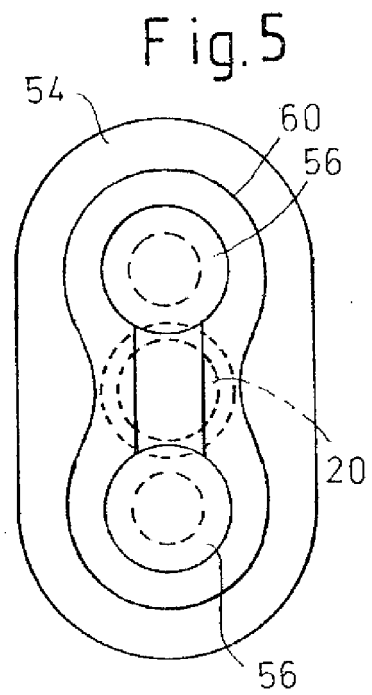
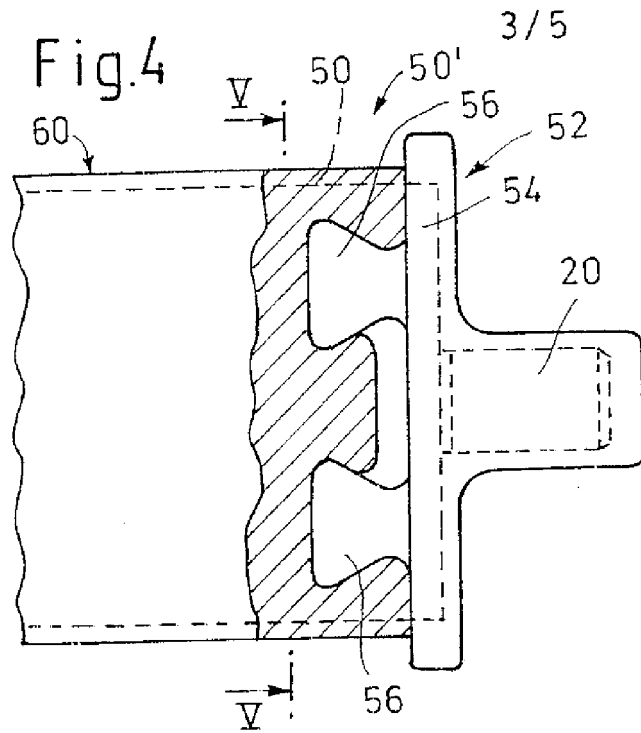


Fig.8

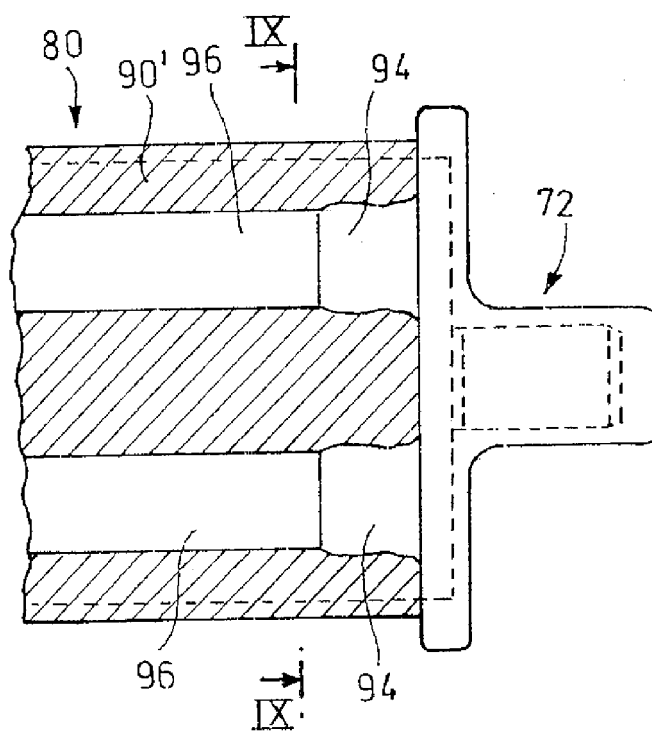


Fig.9

