



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 033 452 A1** 2007.01.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 033 452.0**

(22) Anmeldetag: **18.07.2005**

(43) Offenlegungstag: **25.01.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F15B 15/06** (2006.01)

F15B 15/12 (2006.01)

E02F 9/22 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Kinshofer Greiftechnik GmbH & Co. KG, 83666
Waakirchen, DE**

(74) Vertreter:

**Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München**

(72) Erfinder:

Friedrich, Thomas, 83707 Bad Wiessee, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:

DE 195 30 519 C2

DE 24 56 878 C3

DE 103 37 337 A1

DE 201 07 206 U1

DE 89 06 929 U1

DE 84 28 381 U1

DE 80 33 371 U1

JP 63-1 30 905 A

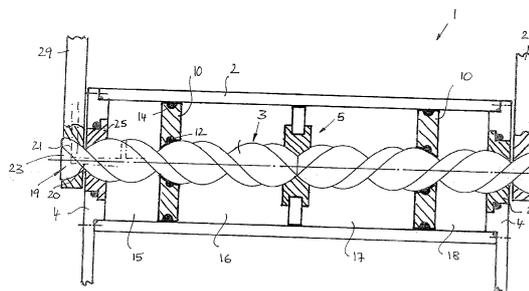
JP 61-2 78 606 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Drehmotor sowie Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drehmotor, vorzugsweise Schwenkantrieb für Baumaschinen, Lastwagen und dergleichen, mit einem länglichen, vorzugsweise etwa rohrförmigen, Gehäuse, einem in dem Gehäuse axial verschieblich aufgenommenen Kolben, der durch Beaufschlagung mit einem Druckmedium in einer Druckkammer axial verschiebbar ist, sowie einer in dem Gehäuse axial fest, drehbar aufgenommenen Welle, wobei der Kolben mit der Welle und/oder dem Gehäuse in Schraubeingriff steht. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Drehmotors. Die vorliegende Erfindung verlässt den bisherigen Ansatz, die Abdichtung des Kolbens an der Welle und dem Gehäuse von dem die Drehführung bzw. den Schraubeingriff bewirkenden Abschnitt zu trennen. Erfindungsgemäß bildet ein den Schraubeingriff bewirkendes Flächenpaar an Kolben und Welle und/oder Kolben und Gehäuse gleichzeitig ein Dichtflächenpaar zur Abdichtung der Druckkammer zur Druckbeaufschlagung des Kolbens. Derselbe Kolbenabschnitt dient gleichzeitig der Drehmomentübertragung und der Abdichtung. Hierdurch kann eine beträchtlich verkürzte Baulänge erreicht werden, da die axiale Beabstand zwischen Dichtungsabschnitt und Drehführungs- bzw. Schraubeingriffabschnitt des Kolbens entfällt. Zudem können die jeweiligen Bauteile, insbesondere Gehäuse und Welle, endlos hergestellt und bedarfs- und längengerecht konfektioniert werden.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drehmotor, vorzugsweise Schwenkantrieb für Baumaschinen, Lastwagen und dergleichen, mit einem länglichen, vorzugsweise etwa rohrförmigen Gehäuse, einem in dem Gehäuse axial verschieblich aufgenommenen Kolben, der durch Beaufschlagung mit einem Druckmedium in einer Druckkammer axial verschiebbar ist, sowie einer in dem Gehäuse axial fest, drehbar aufgenommenen Welle, wobei der Kolben mit der Welle und/oder dem Gehäuse in Schraubeingriff steht. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Drehmotors.

Stand der Technik

[0002] Ein solcher Drehmotor ist beispielsweise aus der DE 201 07 206 bekannt, bei der der Kolben einerseits drehfest an der Innenmantelfläche des zylindrischen Gehäuses geführt ist und andererseits auf einem Gewindeabschnitt der Welle in Schraubeingriff steht. Wird der Kolben durch Hydraulikbeaufschlagung in dem Gehäuse axial verschoben, wird seine Axialbewegung über den Schraubeingriff in eine Drehbewegung der Welle umgesetzt. Um den Kolben gegenüber dem Gehäuse und der Welle abzudichten und damit über die Druckkammer entsprechend mit Hydraulikdruck beaufschlagen zu können, besitzt der Kolben einen von dem Schraubeingriffabschnitt beabstandeten Dichtabschnitt, der einerseits auf einem Wellendichtabschnitt und andererseits an der Gehäuseinnenmantelfläche gleitet und abgedichtet ist. Derartige Kolbenkonstruktionen sind jedoch hinsichtlich der Baugröße nachteilig und mit hohem Fertigungsaufwand verbunden. Zudem ergeben sich für den Betrieb in unterschiedliche Drehrichtungen unterschiedliche Kräfteverhältnisse.

Aufgabenstellung

[0003] Die vorliegende Erfindung versucht hier Abhilfe zu schaffen. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Drehmotor der genannten Art zu schaffen, der Nachteile des Standes der Technik vermeidet und letzteren in vorteilhafter Weise weiterbildet. Insbesondere soll ein kompakt bauender Drehmotor geschaffen werden, der sich durch günstige Drehmomenterzeugung und -übertragung am Kolben auszeichnet.

[0004] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Drehmotor gemäß Anspruch 1 gelöst. In herstellungstechnischer Hinsicht wird die genannte Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 21 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Die vorliegende Erfindung verlässt also den

bisherigen Ansatz, die Abdichtung des Kolbens an der Welle und dem Gehäuse von dem die Drehführung bzw. den Schraubeingriff bewirkenden Abschnitt zu trennen. Erfindungsgemäß bildet ein den Schraubeingriff bewirkendes Flächenpaar an Kolben und Welle und/oder Kolben und Gehäuse gleichzeitig ein Dichtflächenpaar zur Abdichtung der Druckkammer zur Druckbeaufschlagung des Kolbens. Derselbe Kolbenabschnitt dient gleichzeitig der Drehmomentübertragung und der Abdichtung. Hierdurch kann eine beträchtlich verkürzte Baulänge erreicht werden, da die axiale Beabstandung zwischen Dichtungsabschnitt und Drehführungs- bzw. Schraubeingriffabschnitt des Kolbens entfällt. Zudem können die jeweiligen Bauteile, insbesondere Gehäuse und Welle, endlos hergestellt und bedarfs- und längengerecht konfektioniert werden.

[0006] Vorteilhafterweise weist der Kolben auf seinen beiden gegenüberliegenden Seiten gleich große effektive Kolbenflächen auf, so dass an sich kein Ölspeicher erforderlich ist. Die vollständige Kolbenfläche kann effektiv mit gleichen Kräften in beiden Richtungen genutzt werden. Faktisch steht auf beiden Kolbenseiten die gesamte Gehäuseinnendurchmesserfläche lediglich vermindert um den Wellenquerschnitt als Kolbendruckfläche zur Verfügung. Hierdurch können mit gleichen Hydraulikdrücken in beiden Antriebsrichtungen dieselben Drehmomente erzeugt werden. Zudem ergibt sich für einen gegebenen Druck eine maximale Drehmomentausbeute.

[0007] In Weiterbildung der Erfindung wird der Schraubeingriff zwischen Welle und Kolben nicht durch einen herkömmlichen Gewindeverzahnungsabschnitt der Welle und des Kolbens erzielt. Vorteilhafterweise ist die Welle in sich verdreht, so dass ihre Außenkontur ein spiralartig um die Längsachse der Welle verdrehtes Polygonprofil bildet. Dies vereinfacht nicht nur die Fertigung, sondern verbessert auch die Dichtbarkeit zwischen Welle und Kolben. Die mit dem verdrehten Polygonprofil in Schraubeingriff stehende Innenmantelfläche des Kolbens kann frei von Gewindeverzahnungen ausgebildet sein und einen kontinuierlichen, stetigen Oberflächenverlauf ohne Eindrückungen und Vorsprünge besitzen, so dass der Kolben und das verdrehte Polygonprofil der Welle nach Art eines Gleitlagerflächenpaares aufeinander sitzen.

[0008] Um eine möglichst leckagefreie Abdichtung der Druckkammer zu erreichen, kann in die mit der Welle in Schraubeingriff stehende Kolbeninnenumfangsfläche eine Dichtung eingesetzt sein, die den Kolben auf der Außenkontur der Welle abdichtet. Die Kolbeninnenumfangsfläche ist dabei vorteilhafterweise ebenfalls als Polygonprofilfläche ausgebildet, die bei axial sehr kurzer Ausbildung des Kolbens annäherungsweise zylindrisch, im übrigen um die Längsachse des Kolbens leicht in sich verdreht sein kann,

wie dies die Welle ist.

[0009] Grundsätzlich könnte auch zwischen dem Gehäuse und dem Kolben ein Schraubeingriff vorgesehen sein, insbesondere dadurch, dass auch das Gehäuse eine spiralartig um seine Längsachse verdrehtes Polygonprofil bildet. Vorteilhafterweise jedoch besitzt das Gehäuse eine zylindrische Innenmantelfläche, die vorteilhafterweise eine von der Kreisform abweichende Querschnittsgeometrie aufweist, an der der Kolben mit seiner Außenmantelfläche längsverschieblich geführt und drehfest abgestützt ist. Insbesondere kann das Gehäuse einen flachgedrückten, vorzugsweise etwa elliptischen oder ovalen Querschnitt besitzen. Hierdurch kann eine flachbauende Ausbildung des Drehmotors erreicht werden. Es können jedoch auch andere flachgedrückte Querschnitte Verwendung finden, die an die jeweilige Einbausituation angepasst sind. Insbesondere können bei Verwendung von extrudierten oder stranggepressten Profilen die Außenkontur und die Innenkontur des Gehäuses voneinander abweichen, um einerseits die Außenkontur an die Einbausituation anzupassen und andererseits im Innenraum eine möglichst große Kolbenfläche zu erreichen. Nach einer Ausführung der Erfindung kann das Gehäuse außenseitig eine im wesentlichen rechteckige Kontur besitzen. Vor allen Dingen kann mit einem flachgedrückten Querschnitt ein günstiger Momentenabtrag erzielt werden, da ein großer Hebelarm erzielt wird. Vorteilhafterweise kann das Gehäuse derart flachgedrückt ausgebildet sein, dass eine Längsachse des Querschnitts um mindestens 30 %, vorzugsweise mehr als 50 %, länger ist als die Querachse des Querschnitts.

[0010] Grundsätzlich sind verschiedene Querschnittsgeometrien an dem Gehäuse möglich. Vorteilhafterweise besitzt das Gehäuse einen Querschnitt frei von Knicken und Kanten, wodurch die Abdichtbarkeit verbessert wird. Insbesondere ein elliptischer oder ovaler Querschnitt verbindet eine gute Abdichtbarkeit mit einem günstigen Momentenabtrag. In die mit der Innenmantelfläche des Gehäuses in drehfestem Eingriff stehende Kolbenaußenmantelfläche kann eine ringförmig umlaufende Dichtung eingesetzt sein, um eine weitgehend leckagefreie Abdichtung der Druckkammer zu erzielen.

[0011] Das spiralartig verdrehte Polygonprofil der Welle kann ebenfalls vorteilhafterweise einen flachgedrückten Querschnitt besitzen, z. B. rechteckig oder oval ausgebildet sein. Um einen günstigen Momentenabtrag zu erzielen, kann der Querschnitt vorteilhafterweise eine Längsachse besitzen, die um zumindest 30 %, vorzugsweise mehr als 50 %, länger ist als die Querachse des Querschnitts. Zwar würde grundsätzlich auch ein quadratischer Querschnitt oder ein Sechseckprofil verwendbar sein, bei denen das Verhältnis von Längsachse zu Querachse des

Querschnitts im wesentlichen 1:1 beträgt. Hier ergeben sich jedoch weniger günstige Hebelverhältnisse für den Momentenabtrag als bei einem flachgedrückten Querschnitt. Vorteilhafterweise ist der Querschnitt auch bei Welle frei von scharfen Knicken oder Kanten ausgebildet, um die Dichtbarkeit zu verbessern.

[0012] Der durch flachgedrückte Querschnittsprofile des Gehäuses und/oder der Welle erreichte günstige Drehmomentabtrag durch geringere Radialkräfte verringert die der Axialverschiebung des Kolbens entgegenwirkenden Axialreibkräfte, wodurch ein höherer Wirkungsgrad erzielt werden kann.

[0013] Nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist der Kolben an dem Gehäuse und/oder an der Welle durch Gleitlager gelagert. Die Gleitlagerflächen an der Außenmantelfläche und/oder an der Innenmantelfläche des Kolbens können gleichzeitig die Dichtflächen bilden, in die ggf. separate Dichtungen eingesetzt werden können. Je nach Ausbildung des Drehmotors kann eine geringfügige Leckage über die Gleitlagerflächen des Kolbens in Kauf genommen werden. Soll diese vermieden werden, ist in jedem Fall festzustellen, dass in die Gleitlagerflächen an der Außenmantel- und/oder Innenmantelfläche des Kolbens in einfacher Weise Dichtungen eingesetzt werden können. Beispielsweise kann der Kolben gehärtete Mantelflächen besitzen, die die Gleitlager bilden. Alternativ oder zusätzlich können auch separate Gleitlagereinsätze an den Mantelflächen des Kolbens vorgesehen sein. Nach einer Ausführung der Erfindung kann der Kolben auch aus einem weichen, plastifizierenden Material gefertigt sein, wobei das Gehäuse dann aus entsprechendem Material gefertigt ist, um eine passende Gleitlagerflächenpaarung zu erzielen.

[0014] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung kann der Kolben an dem Gehäuse und/oder an der Welle durch Wälzlager abgestützt sein. Hierdurch kann eine gegenüber Gleitlagern nochmals verringerte Reibung erzielt werden. Die Wälzkörper sind hierbei an dem Kolben angeordnet und rollen auf Wälzkörper-Abrollflächen am Gehäuse und/oder an der Welle ab. Gegebenenfalls können an dem Gehäuse und/oder an der Welle vorzugsweise gehärtete Wälzlagerführungsbahnen vorgesehen sein. Vorteilhafterweise werden Konturwälzkörper angepasst, deren Lauffläche an die Kontur des Gehäuses bzw. der daran ausgebildeten Lauffläche angepasst ist. So können bei einem oval bzw. elliptisch gekrümmten Gehäuse Wälzkörper mit entsprechend ballig ausgebildeter Lauffläche verwendet werden, um möglichst eine Linienberührung zwischen den Wälzkörpern und dem Gehäuse zu erreichen.

[0015] Das verdrehte Polygonprofil der Welle kann grundsätzlich über die Länge der Welle eine gleich

bleibende Steigung aufweisen. Hierdurch wird über den gesamten Stellweg des Drehmotors eine gleich bleibende Umsetzung der Ölzufuhr in eine entsprechende Drehbewegung erzielt.

[0016] Nach einer alternativen Ausbildung der Erfindung kann das verdrehte Polygonprofil der Welle jedoch auch eine sich über die Länge der Welle ändernde Steigung aufweisen. Hierdurch können bei konstantem Ölstrom eine Momentenanpassung sowie eine Drehgeschwindigkeitsanpassung des Drehmotors erreicht werden, beispielsweise zum Ende des Fahrwegs hin eine Verringerung der Drehgeschwindigkeit vorgesehen werden.

[0017] Um eine Erhöhung des Drehmoments bei begrenztem Gehäusedurchmesser zu erzielen, können auf der Welle mehrere Kolben angeordnet werden.

[0018] Insbesondere können in Weiterbildung der Erfindung auf der Welle zumindest zwei gegenläufig zu bewegende Kolben angeordnet sein, wobei vorteilhafterweise die Welle und/oder das Gehäuse gegenläufige Schraubeingriffabschnitte aufweist, so dass der eine Kolben linksgängig und der andere Kolben rechtsgängig mit der Welle zusammenwirkt. Hierdurch kann zusätzlich zu der erzielten Verdoppelung des Drehmoments eine Axialkraftkompensation erzielt werden. Die Lager der Welle brauchen lediglich Radialkräfte aufnehmen, die von dem Kolben auf die Welle gegebenen Axialkräfte heben sich gegenseitig auf.

[0019] Alternativ oder zusätzlich kann durch zwei auf der Welle des Motors sitzende Kolben auch eine Spielfreiheit des Antriebsstrangs erreicht werden. Hierzu sitzen die beiden Kolben vorteilhafterweise auf dem gleichen verdrehten Polygonabschnitt der Welle und sind zueinander axial vorgespannt. Die axiale Vorspannung zwischen den beiden Kolben kann mechanisch beispielsweise durch eine Feder und/oder hydraulisch durch Druckbeaufschlagung des Zwischenraums zwischen den beiden Kolben bewerkstelligt werden.

[0020] Die Welle kann vorteilhafterweise mittels zweier Lagerdeckel gelagert sein, die axial stirnseitig auf den gegenüberliegenden Enden des Gehäuses sitzen. Dabei können zwischen den Lagerdeckeln und der Welle jeweils Dichtungen zur Abdichtung der Druckkammer vorgesehen sein. Vorteilhafterweise sind die Dichtungen dabei in die jeweilige Lagerfläche integriert, an der die Welle an dem Lagerdeckel abgestützt ist. Die Lagerung der Welle an dem Lagerdeckel kann dabei vorteilhafterweise eine Gleitlagerung sein. Alternativ oder zusätzlich kann auch hier eine Wälzlagerung mit Wälzkörpern zwischen dem jeweiligen Lagerdeckel und der Welle vorgesehen sein.

[0021] Vorteilhafterweise tritt die Welle beidseitig durch die Lagerdeckel hindurch. Die am jeweiligen Gehäuseende überstehenden Wellenstümpfe können die Abtriebs Elemente bilden, über die das Drehmoment abgegeben wird.

[0022] Vorteilhafterweise kann hierbei unmittelbar das im Querschnitt von der Kreisform abweichende Polygonprofil der Welle genutzt werden, um den Drehmomentabtrag zu erzielen. Alternativ kann an die Wellenenden jedoch auch ein Anschlussstück zum Abtrag des Drehmoments drehfest befestigt sein, beispielsweise aufgeschweißt oder aufgepresst sein.

[0023] Das in sich verdrehte Polygonprofil kann der Welle auf verschiedene Art und Weise gegeben werden. Gegebenenfalls könnte daran gedacht werden, das Polygonprofil spanend herauszuarbeiten. Gemäß einem vorteilhaften Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das in sich verdrehte Polygonprofil jedoch durch spanlose Umformung hergestellt. Die Welle kann aus einem im wesentlichen zylindrischen Wellenrohling, der einen von der Kreisform abweichenden Polygonprofilquerschnitt aufweist, geformt werden. Dieser Wellenrohling kann aus einem endlosen Stangenprofil auf die gewünschte Länge abgelenkt werden. Der Wellenrohling wird durch spanlose Umformung um seine Längsachse in sich verdreht, so dass er mit seiner Außenkontur das den Schraubeingriff mit dem Kolben bewirkende, in sich verdrehte Polygonprofil bildet. Die Umformung kann dabei durch Kaltverdrehen oder Warmverdrehen erfolgen. Es versteht sich, dass die Herstellung der Welle nicht vollständig spanlos erfolgen muss. Gegebenenfalls kann vor oder nach dem Verdrehen die Oberfläche der Welle spanend bearbeitet, insbesondere poliert werden. Gegebenenfalls kann dem Wellenrohling sein Polygonprofil auch durch spanende Bearbeitung gegeben werden. Die Verdrehung des Polygonprofils erfolgt jedoch vorteilhafterweise spanlos.

[0024] Soll die Welle in der zuvor beschriebenen Weise mit zwei gegenläufig arbeitenden Kolben zusammenwirken, wird der Wellenrohling in vorteilhafter Weise von einem Gangwechselabschnitt beginnend zu gegenüberliegenden Seiten hin gegenläufig verdreht. Die hierdurch hergestellte Welle ist aus einem integral einstückigen Wellenrohling geformt.

[0025] Alternativ können zwei gegenläufig verdrehte Wellenrohlinge starr miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschweißt und/oder verschraubt werden, so dass die hierdurch entstehende Welle zwei gegenläufig verdrehte Wellenabschnitte besitzt.

[0026] Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen und zugehöriger

Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

[0027] [Fig. 1](#): einen Längsschnitt durch einen Drehmotor nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung, bei der auf der gegenläufig verdrehten Welle zwei zueinander gegenläufig arbeitende Kolben angeordnet sind,

[0028] [Fig. 2](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor aus [Fig. 1](#), der einen der an dem ovalen Gehäuse und der Welle gleitgelagerten Kolben zeigt,

[0029] [Fig. 3](#): eine stirnseitige Draufsicht auf den Gehäusemotor aus [Fig. 1](#), die einen am Gehäuse verschraubten Lagerdeckel und einen in den Lagerdeckel integrierten Befestigungshebel sowie die über die Lagerstelle hinausgehende Welle des Motors mit Lagerring zeigt,

[0030] [Fig. 4](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor aus [Fig. 1](#), der die schwimmende Abstützung der Welle an ihrem in der Mitte befindlichen Gangwechselabschnitt zeigt,

[0031] [Fig. 5](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor aus [Fig. 1](#) im Bereich eines stirnseitigen Lagerdeckels mit durchgehender Welle und angedrehtem Wellenstumpf,

[0032] [Fig. 6](#): einen ausschnittsweisen Querschnitt im Bereich eines Lagerdeckels nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, mit einem an die Welle angeschweißten Lagerstumpf,

[0033] [Fig. 7](#): einen ausschnittsweisen Querschnitt im Bereich eines Lagerdeckels nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, bei der die verdrehte Welle durch den Lagerdeckel hindurchgeht,

[0034] [Fig. 8](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor aus [Fig. 1](#), der eine Kolbenaußenlagerung am ovalen Gehäuse mit eingesetzten Gleitlagern zeigt,

[0035] [Fig. 9](#): die Gleitlagerung des Kolbens an dem Gehäuse aus [Fig. 8](#) in einem Längsschnitt,

[0036] [Fig. 10](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor, der eine Lagerung des Kolbens an dem ovalen Gehäuse mittels Wälzlager zeigt,

[0037] [Fig. 11](#): die Wälzlagerung des Kolbens am Gehäuse aus [Fig. 10](#) in einem Längsschnitt,

[0038] [Fig. 12](#): eine Wälzlagerung des Kolbens am Gehäuse in einem Längsschnitt ähnlich [Fig. 11](#), wobei nach einer alternativen Ausführung der Erfindung axial voneinander beabstandet mehrere Wälzkörper vorgesehen sind,

[0039] [Fig. 13](#): einen Längsschnitt durch einen Kolben des Drehmotors mit druckbeaufschlagter, ventilgesteuerter Innenschmierung,

[0040] [Fig. 14](#): einen Längsschnitt durch einen Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, bei dem zwei zueinander vorgespannte Kolben eine Spielfreiheit des Antriebsstrangs bewirken, wobei die Vorspannung durch eine Feder sowie eine Druckfluidbeaufschlagung erfolgt,

[0041] [Fig. 15](#): einen Längsschnitt durch einen Drehmotor mit zwei vorgespannten Kolben ähnlich [Fig. 14](#), wobei die beiden Kolben bei dieser Ausführung allein mechanisch durch Federn vorgespannt sind,

[0042] [Fig. 16](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor, der die Lagerung des Kolbens an der Welle mittels Wälzlager zeigt,

[0043] [Fig. 17](#): die Wälzlagerung des Kolbens an der Welle aus [Fig. 16](#) in einem Längsschnitt, die Steigungsänderungen an der Welle zulässt,

[0044] [Fig. 18](#): eine Wälzlagerung des Kolbens an der Welle in einem Längsschnitt ähnlich [Fig. 17](#), wobei bei der Ausführung nach [Fig. 18](#) axial voneinander beabstandete Wälzkörper vorgesehen sind,

[0045] [Fig. 19](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer alternativen Ausführung der Erfindung, der eine kugelartige Führung des Kolbens an der Welle zeigt, die Steigungsänderungen der Welle zulässt,

[0046] [Fig. 20](#): eine Seitenansicht der kugelartigen Lagerung des Kolbens an der Welle aus [Fig. 19](#) in einem Längsschnitt,

[0047] [Fig. 21](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine alternative Wälzlagerung des Kolbens an den Flachseiten der Welle zeigt,

[0048] [Fig. 22](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine alternative Wälzlagerung des Kolbens an der Flachseite der Welle zeigt,

[0049] [Fig. 23](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine Gleitlagerung des Kolbens an der Welle mit eingesetzten Führungsstücken zeigt,

[0050] [Fig. 24](#): einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine alternative Gleitlagerung des Kolbens an den Flachseiten der Welle zeigt, wobei in die Welle eingesetzte, gehärtete Runddrahtabschnitte vorge-

sehen sind,

[0051] **Fig. 25**: einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine Vierpunktwälzlagerung des Kolbens an der Welle mit umlaufender Wälzkörperbahn zeigt,

[0052] **Fig. 26**: einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine Zweipunktwälzlagerung des Kolbens an den Flachseiten der Welle mit Kugelrückführung zeigt,

[0053] **Fig. 27**: die Wälzlagerung des Kolbens an der Welle mit Kugelrückführung aus den vorhergehenden Figuren in einem Längsschnitt,

[0054] **Fig. 28**: einen ausschnittweisen Querschnitt im Bereich eines Lagerdeckels, der die Verschraubung des Lagerdeckels mit dem rohrförmigen Gehäuse zeigt,

[0055] **Fig. 29**: einen ausschnittweisen Querschnitt im Bereich des Lagerdeckels nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der eine Verschweißung des Lagerdeckels mit dem rohrförmigen Gehäuse zeigt,

[0056] **Fig. 30**: einen ausschnittweisen Querschnitt im Bereich eines Lagerdeckels nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, der durch radial in den Gehäusedeckel eingesetzte Sicherungsringe an dem rohrförmigen Gehäuse befestigt ist,

[0057] **Fig. 31**: einen Längsschnitt durch eine durchgängig gefertigte Welle mit Gangwechsel,

[0058] **Fig. 32**: einen ausschnittweisen Längsschnitt durch eine Welle, die einen Gangwechsel aufweist und aus zwei Wellenstücken zusammengesetzt ist, die elastisch miteinander gekuppelt sind,

[0059] **Fig. 33**: einen ausschnittweisen Längsschnitt durch eine Welle nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, welche aus zwei gegenläufigen Wellenabschnitten besteht, die miteinander reibverschweißt sind,

[0060] **Fig. 34**: einen ausschnittweisen Längsschnitt durch eine Welle mit Gangwechsel, die aus zwei Wellenstücken zusammengesetzt ist, die miteinander verschraubt sind,

[0061] **Fig. 35**: einen Querschnitt durch den Drehmotor nach einer weiteren Ausführung der Erfindung, bei dem das Gehäuse aus einem extrudierten oder stranggepressten Profil besteht, dessen Außenkontur von seiner Innenkontur abweicht, um einerseits die Außenkontur an die Einbausituation anzupassen und im Innenraum eine möglichst große Kolbenfläche zu erreichen, und

[0062] **Fig. 36**: einen Querschnitt durch den Drehmotor aus **Fig. 34**, der die Lagerung der Welle an ihrem in der Mitte befindlichen Gangwechselabschnitt zeigt.

Ausführungsbeispiel

[0063] Der in **Fig. 1** gezeigte Drehmotor **1** umfasst ein zylindrisches rohrförmiges Gehäuse **2**, das aus einem endlosen Stangenmaterial gefertigt und auf die gewünschte Länge abgelenkt wurde. Eine Welle **3** ist in dem Gehäuse **2** koaxial zu dessen Längsachse angeordnet und an zwei das Gehäuse **2** stirnseitig verschließenden Lagerdeckeln **4** drehbar, jedoch axial fest gelagert. In der gezeichneten Ausführungsform ist die Welle **3** zusätzlich durch eine schwimmende Wellenlagerung **5** mittig an dem Gehäuse **2** abgestützt, um ein Durchbiegen der Welle **3** zu verhindern.

[0064] Die Welle **3** besitzt vorteilhafterweise einen flachgedrückten Querschnitt, wie ihn beispielsweise **Fig. 2** zeigt. Die Längsachse **6** des Querschnitts ist in der gezeichneten Ausführung nach **Fig. 2** mehr als doppelt so lang wie die Querachse **7** des Querschnitts. Insgesamt bildet der Querschnitt der Welle **3** ein von der Kreisform abweichendes, flachgedrücktes Polygonprofil mit zwei zueinander parallelen Flachseiten **8**, die zur Schmalseite **9** jeweils angeschrägt sind, so dass das Querschnittsprofil insgesamt frei von Knicken und Kanten ist (vgl. **Fig. 2**).

[0065] Wie **Fig. 1** zeigt, ist das Polygonprofil der Welle **3** spiralartig in sich verdreht, wobei die Welle **3** in ihrer Mitte einen Gangwechsel aufweist. Von dem mittigen Gangwechselabschnitt ist die Welle **3** zu ihren beiden Enden hin in unterschiedliche Richtungen in sich verdreht, so dass die eine Wellenhälfte linksgängig und die andere Wellenhälfte rechtsgängig ausgebildet ist.

[0066] Auf der Welle **3** sitzen zwei gegenläufig wirkende Kolben **10**, die jeweils passgenau auf dem Polygonprofil der Welle **3** sitzen, so dass sie mit dieser in Schraubeingriff stehen. Andererseits sind die Kolben **10** in dem Gehäuse **2** axial verschieblich, jedoch drehfest geführt, so dass eine Axialbewegung der Kolben **10** in eine Drehbewegung der Welle **3** relativ zum Gehäuse **2** umgesetzt wird.

[0067] Wie **Fig. 2** zeigt, wird die drehfeste Führung der Kolben **10** im Gehäuse **2** dadurch bewirkt, dass das Gehäuse **2** einen von der Kreisform abweichenden Querschnitt besitzt. Insbesondere kann es, wie **Fig. 2** zeigt, einen flachgedrückten, im wesentlichen ovalen bzw. elliptischen Querschnitt aufweisen, der im wesentlichen dem äußeren Querschnitt des Kolbens **10** entspricht.

[0068] Die Kolben **10** können durch Beaufschla-

gung mit einem Druckmedium, das grundsätzlich Luft oder ein anderes Gas sein kann, vorteilhafterweise jedoch eine Flüssigkeit, insbesondere Hydrauliköl, ist, axial angetrieben werden, so dass die Welle 3 die gewünschte Drehbewegung ausführt. Hierzu sind die Kolben 10 sowohl gegenüber der Welle 3 als auch gegenüber dem Gehäuse 2 abgedichtet. Wie [Fig. 1](#) zeigt, sitzt in der Innenmantelfläche 11 der Kolben 10 eine Wellendichtung 12, die den jeweiligen Kolben 10 gegenüber der Welle 3 abdichtet. Auf der Außenmantelfläche 13 der Kolben 10 sitzt jeweils eine Gehäusedichtung 14, die den jeweiligen Kolben 10 gegenüber dem Gehäuse 2 abdichtet. Dementsprechend ist auf jeder Seite der Kolben 10 eine Druckkammer 15, 16, 17 und 18 vorgesehen, die neben der jeweiligen Kolbenfläche durch das Gehäuse 2 und im Falle der Druckkammern 15 und 18 durch die Gehäusedeckel 4 begrenzt ist. Die Druckkammern 15, 16, 17 und 18 können in an sich bekannter Weise mit Druckfluid befüllt werden, um die Kolben 10 hin und her zu bewegen. Vorteilhafterweise umfasst das Druckzufuhrsystem 19 dabei Druckfluidspeisekanäle 20, die sich im Inneren der Welle 3 erstrecken. Diese können mit Druckfluidspeisekanälen 21 in Verbindung stehen, die sich im Inneren der Schwenkhebel 29 erstrecken, die drehfest auf den Wellenstümpfen 23 sitzen, die durch die Lagerdeckel 4 hindurch aus dem Gehäuse 2 heraustreten.

[0069] Bei der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführung sind die Kolben 10 gegenüber dem Gehäuse 2 und der Welle 3 jeweils gleitgelagert, d.h. die Außenmantelfläche und die Innenmantelfläche der Kolben 10 bildet jeweils Gleitlagerflächen.

[0070] Wie [Fig. 3](#) zeigt, können die das Gehäuse 2 stirnseitig verschließenden Lagerdeckel 4 mit dem Gehäuse 2 verschraubt sein. Befestigungshebel 24 bzw. Widerlager können vorteilhafterweise in die Lagerdeckel 4 integriert sein, um vom Gehäuse 2 eingeleitete Drehmomente abzufangen. Wie die [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) zeigen, ist die Welle 3 in den Lagerdeckeln 4 jeweils über einen Lagerring 25 gelagert, der fest mit der Welle 3 verbunden ist und drehbar in dem Lagerdeckel 4 gelagert ist. Über die Lagerringe 25 können dabei sowohl Axialkräfte als auch Radialkräfte abgefangen werden, obwohl durch die Doppelkolbenanordnung Axialkräfte an sich kompensiert und somit im wesentlichen lediglich Radialkräfte auf die Welle wirken.

[0071] [Fig. 4](#) zeigt die die Welle 3 mittig abstützende schwimmende Wellenlagerung 5 in größerem Detail. Ein Zwischenlagerring 26 sitzt dabei fest auf dem Gangwechselabschnitt der Welle 3 und ist schwimmend in einer Führungsplatte 27 abgestützt, die eine zylindrische bzw. leicht sphärisch gewölbte Innenausnehmung aufweist, in der der Zwischenlagerring 26 aufgenommen ist. An ihrem Außenumfang ist die Führungsplatte 27 an das ovale bzw. elliptische Ge-

häuseprofil angepasst und an dem Gehäuse 2 abgestützt.

[0072] Der Abgriff des Drehmoments von der Welle 3 kann grundsätzlich in verschiedener Art und Weise erfolgen. Wie [Fig. 5](#) zeigt, kann die Welle 3 an ihren beiden stirnseitigen Enden zwei angedrehte Wellenstümpfe 13 besitzen, die durch den jeweiligen Lagerdeckel 4 hindurchtreten und vorteilhafterweise jeweils zumindest eine Abflachung 28 aufweisen, auf die der jeweilige Schwenkhebel 29 aufgesteckt werden kann. Bei dieser Ausführung ist der Wellenstumpf 13 also integral aus dem Material der Welle 3 gefertigt. Der Polygonprofilabschnitt zum Schraubeingriff mit dem jeweiligen Kolben 10 erstreckt sich jedoch nur innerhalb des Gehäuses bis zu den Lagerdeckeln 4 (vgl. [Fig. 5](#)).

[0073] Alternativ kann der Wellenstumpf 13 auch, wie dies [Fig. 6](#) zeigt, zunächst als separates Bauteil gefertigt und dann an die Welle 3 angesetzt und mit dieser starr und drehfest verbunden werden. Dies besitzt den Vorteil, dass der Durchmesser des Wellenstumpfs 13 nicht durch die Geometrie des Polygonprofils der Welle 3 beschränkt ist. Insbesondere kann der Wellenstumpf gemäß [Fig. 6](#) an die Welle 3 angeschweißt sein, wobei auch hier eine Abflachung 28 vorgesehen ist.

[0074] Alternativ kann die Welle 3 selbst mit ihrem verdrehten Polygonprofil durch den Lagerdeckel 4 hindurchgeführt und an diesem gelagert sein. Hierzu sitzt auf dem Polygonprofil der Welle 3 ein Lagerring 30, der in dem jeweiligen Lagerdeckel 4 drehbar, jedoch axial fest gelagert ist, wie dies [Fig. 7](#) zeigt. Der Lagerring 30 kann beispielsweise an der Welle 3 angeschweißt sein. In jedem Fall ist die Welle 3 axial fest, jedoch drehbar gelagert.

[0075] Die Außenlagerung der Kolben 10 an dem Innenumfang des Gehäuses 2 kann grundsätzlich in verschiedener Weise erfolgen. Anstelle der in [Fig. 2](#) gezeigten Gleitlagerung, bei der die Gleitlagerfläche des Kolbens von dessen Material selbst gebildet wird, kann gemäß [Fig. 8](#) auch vorgesehen sein, dass in die Außenumfangsfläche des jeweiligen Kolbens 10 entsprechende Gleitlagersteine 31 aus speziellem Gleitlagermaterial eingesetzt sind. Vorteilhafterweise sind diese Gleitlagersteine 31 vom Zentrum weg zu den Flachseiten des Kolbens hin versetzt, um bei der Drehmomentabstützung an dem Gehäuse 2 einen möglichst großen Hebelarm zu erzielen, wie dies [Fig. 8](#) zeigt. Bei der in [Fig. 8](#) gezeichneten Ausführung liegen die Gleitlagersteine 31 bezogen auf die Querschnittslängsachse des Kolbens 10 im äußeren Drittel des Kolbens 10. Durch die kreisrunde Kontur können sich die Lagersteine 31 in den kugelfpannenartigen Aufnahmen im Kolben 10 ausrichten und sich dementsprechend der Kontur des Gehäuses bzw. dem Lastabtrag anpassen.

[0076] Wie [Fig. 9](#) zeigt, sind die Gleitlagersteine **31** dabei vorteilhafterweise in Axialrichtung des Kolbens **10** zu dessen Druckbeaufschlagungsseiten hin versetzt und paarweise auf gegenüberliegenden Seiten der Gehäusedichtung **14** angeordnet.

[0077] Die Anordnung der Gehäusedichtung **14** mittig zwischen den Gleitlagersteinen **31** stellt deren Schmierung sicher, da von der jeweiligen Druckkammer her Druckmedium zwischen die Kolbenaußenmantelfläche **13** und die Gehäuseinnenmantelfläche gelangen kann, bis es auf die Dichtung **14** trifft.

[0078] Alternativ zu der beschriebenen Gleitlagerung kann der jeweilige Kolben **10** auch durch eine Wälzlagerung **32** an dem Gehäuse **2** abgestützt sein. Wie die [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) zeigen, können die Wälzkörper **33** bezogen auf die Längsrichtung des Kolbens **10** mittig angeordnet und, im Querschnitt gemäß [Fig. 10](#) betrachtet, in Richtung der Querschnittslängsachse zur Schmalseite des Kolbens **10** hin nach außen gerückt sein, um einen guten Hebelarm für die Drehmomentabfangung zu erzielen. Grundsätzlich sind zumindest zwei Wälzkörper **33**, vorteilhafterweise jedoch zumindest vier Wälzkörper **33**, vorgesehen, wobei die Wälzkörper ggf. auch elastisch ausgebildet sein können. Wie [Fig. 11](#) zeigt, können an der Außenmantelfläche **13** des jeweiligen Kolbens **10** rechts und links von der Wälzlagerung **32** Gehäusedichtungen an dem Kolben **10** vorgesehen sein.

[0079] Wie [Fig. 12](#) zeigt, kann die Wälzlagerung **32** vorteilhafterweise auch mehrere Wälzkörperpaare **33** umfassen, die in Axialrichtung des Kolbens **10** betrachtet hintereinander angeordnet und zu den beiden Druckbeaufschlagungsflächen des jeweiligen Kolbens **10** hin gerückt sind. Hierdurch können in gewissem Maße Kippbewegungen des Kolbens **10** besser abgefangen werden. Zudem kann eine zentrale Dichtung **14** an der Außenmantelfläche **13** des Kolbens **10** zu dessen Abdichtung gegenüber dem Gehäuse **2** verwendet werden, die, wie [Fig. 12](#) zeigt, in Axialrichtung gesehen zwischen den Wälzkörpern **33** angeordnet ist. Hierdurch kann Druckmedium zwischen die Kolbenaußenmantelfläche **13** und die Innenmantelfläche des Gehäuses **2** dringen und hierdurch die Wälzkörper **13** schmieren.

[0080] Unabhängig davon, ob der Kolben gleitgelagert oder wälzgelagert ist, kann auch eine Innenschmierung der Lagerstellen vorgesehen sein, wie dies [Fig. 13](#) zeigt. Hierzu kann in dem jeweiligen Kolben **10** ein Druckkanalsystem **34** ausgebildet sein, das vorteilhafterweise eine Druckspeichereigenschaft oder einen tatsächlichen Druckspeicher **53** aufweisen kann, wobei das Druckkanalsystem **34** über eine Speisebohrung **35** mit der Lagerstelle des Kolbens **10** am Gehäuse **2** und/oder über eine Speisebohrung **36** mit der Lagerstelle des Kolbens **10** an

der Welle **3** verbunden ist, um dorthin Schmiermittel zu geben.

[0081] Vorteilhafterweise kann das Druckkanalsystem **34** von den Druckkammern zur Betätigung des Kolbens **10** gespeist sein, wie dies [Fig. 13](#) zeigt. Das Druckkanalsystem **34** im Inneren des Kolbens **10** kann über Zufuhrbohrungen **37** und Rückschlagventile **38** mit den Stirnseiten des Kolbens **10** kommunizieren, um bei Druckbeaufschlagung der jeweiligen Kammer mit Druckfluid versorgt zu werden. Wie [Fig. 13](#) zeigt, können bei der Innenschmierung der Lagerstellen des Kolbens **10** Dichtungen **12** und **14** beidseitig der Lagerstellen vorgesehen werden.

[0082] In ähnlicher Weise wie die Innenschmierung kann auch eine Vorspannung der Kolben **10** oder der Führungselemente **41** bzw. **42** auf der Welle **3** und damit eine Spielfreiheit erreicht werden, wie dies [Fig. 14](#) zeigt. Hierzu umfasst jeder Kolben **10** zwei Kolbenteile **10a** und **10b**, die zueinander axial verschieblich sind, jedoch beide drehfest an dem Gehäuse **2** geführt sind und mit der Welle **3** in Schraubeingriff stehen. Über eine Federeinrichtung **39**, die in der in [Fig. 14](#) gezeichneten Ausführung eine Druckfeder sein kann, sind die beiden Kolbenteile zueinander axial vorgespannt. Alternativ oder zusätzlich zu der Federeinrichtung **39** kann vorteilhafterweise auch eine Vorspannung der beiden Kolbenteile **10a** und **10b** durch das Druckmedium erfolgen.

[0083] Wie [Fig. 14](#) zeigt, kommuniziert der Zwischenraum **40** zwischen den beiden Kolbenteilen **10a** und **10b** über Rückschlagventile **38** mit der jeweilig druckbeaufschlagten Seite des Kolbens **10**, die in [Fig. 14](#) die rechte Seite ist. Über die Rückschlagventile **38** gelangt das Druckfluid mit dem Druck **P** in den Zwischenraum **40**, so dass auch in diesem der Druck **P** herrscht. Hierdurch wird sichergestellt, dass der Druck **P** über das in Bewegungsrichtung voraus-eilende Kolbenteil, also gemäß [Fig. 14](#) das Kolbenteil **10a**, abgetragen wird. Der hintere Kolbenteil **10b** folgt drucklos, da auf beiden Seiten derselbe Druck **P** anliegt. Über die Druckfeder **39** wird sichergestellt, dass der jeweils in Bewegungsrichtung vordere Kolbenteil, der den Druck abträgt, bzw. die daran vorgesehene Kolbenführung, an der jeweils vorne liegende Schraubgewindeflanke anliegt, so dass ein Spiel ausgeschlossen ist.

[0084] [Fig. 15](#) zeigt eine ähnliche Kolbenausführung **10** mit Vorspannung und damit Spielfreiheit. Im Unterschied zu [Fig. 14](#) wird hierbei der Druck **P** jedoch über den jeweils hinteren Kolbenteil abgetragen, wobei die Federeinrichtung **39** hierbei aus Zugfedern besteht, die die beiden Kolbenteile **10a** und **10b** bzw. die Führungselemente aufeinander zu ziehen versucht, so dass sie spielfrei im Schraubeingriff mit der Welle **3** stehen. Es versteht sich, dass auch bei der Ausführung nach [Fig. 15](#) beide Kolbenteile

10a und **10b** drehfest am Gehäuse **2** geführt sind und im Schraubeingriff mit der Welle **3** stehen.

[0085] Um die Reibung des Kolbens zu verringern, kann dieser nicht nur an seiner Außenseite durch eine Wälzlagerung an dem Gehäuse **2** gelagert sein, auch an der Welle **3** kann der Kolben **10** anstelle einer Gleitlagerung eine Wälzlagerung **41** aufweisen. Bei der in den [Fig. 16](#) und [Fig. 17](#) gezeichneten Ausführung kann die Welle **3** einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei die Innenwälzlagerung **41** des Kolbens **10** Wälzkörper **42** aufweist, die am Rand der Flachseiten des Wellenprofils sitzen, wie dies [Fig. 16](#) zeigt. Die Wälzkörper **42** können ggf. Randstege aufweisen, über die sie an den Schmalseiten des Polygonprofils der Welle **3** geführt sind. Wie [Fig. 17](#) zeigt, können die Wälzkörper **42** dabei in Längsrichtung betrachtet mittig an der Innenmantelfläche **11** des Kolbens **10** angeordnet sein. Wellendichtungen **12** können beidseitig der Innenwälzlagerung **41** an der Innenmantelfläche **11** des Kolbens **10** angeordnet sein.

[0086] Alternativ können auch bei der Wälzlagerung **41** am Innenumfang des Kolbens **10** in Axialrichtung beabstandet voneinander mehrere Wälzkörperpaare **42** angeordnet sein, wie dies [Fig. 18](#) zeigt. Durch die Anordnung der Wälzkörper zu den druckbeaufschlagten Stirnseiten des Kolbens **10** hin können auf den Kolben **10** wirkende Kippmomente in gewissem Maße besser abgefangen werden. Zudem ist eine zwischen den Wälzkörpern **42** angeordnete Dichtung **12** ausreichend, so dass gleichzeitig eine Außenschmierung der Lagerstellen möglich ist, da bei Druckbeaufschlagung von einer Seite her Druckmedium zwischen die Welle **3** und die Innenmantelfläche **11** des Kolbens **10** gelangen kann.

[0087] Die zuvor beschriebene Anordnung der Innenwälzlagerung **41** mit lediglich mittig angeordneten Wälzkörpern **42** nach [Fig. 17](#) besitzt hingegen den Vorteil, dass Steigungsänderungen oder -fehler des verdrehten Polygonprofils der Welle **3** möglich sind.

[0088] Um einerseits einen Ausgleich von Steigungsänderungen bzw. Steigungsfehlern im verdrehten Polygonprofil der Welle **3** zu ermöglichen, andererseits jedoch nichtsdestotrotz einen großflächigeren Lastabtrag sicherzustellen, können die Kolben **10** auch jeweils durch kugelartige Führungselemente **43** an den Flanken der Welle **3** gelagert sein. Die kugelartigen Führungselemente **43** sind dabei in Kugelpfannen in der Innenumfangsfläche **11** der Kolben **10** eingesetzt, so dass sie sich mehrachsig verdrehen und damit an Steigungsänderungen anpassen können. In der nach [Fig. 19](#) gezeichneten Ausführung können die kugelartigen Führungselemente **43** Gleitsteine bilden, die den Kolben **10** an der Welle **3** gleitlagern. Grundsätzlich denkbar ist es jedoch, dass an den kugelartigen Führungselementen **43** Wälzkörper

befestigt werden, um eine Wälzlagerung zu erreichen.

[0089] Eine Wälzlagerung der Kolben **10** an der Welle **3** muss nicht auf eine Anordnung der Wälzkörper an den Flachseiten **2** der Welle **3** beschränkt sein. Wie [Fig. 21](#) zeigt, kann die Innenwälzlagerung **41** der Kolben **10** auch Wälzkörper **42** umfassen, die auf den Schmalseiten **9** des Polygonprofils der Welle **3** laufen. Bei der in [Fig. 21](#) gezeichneten Ausführung sind in die Schmalseite **9** der Welle **3** konkave Laufbahnen für die balligen Wälzkörper **42** eingebracht, so dass diese auch quer zu ihrer Laufrichtung führen.

[0090] Eine Alternative hierzu zeigt [Fig. 22](#). Selbstverständlich können auch die Schmalseiten **9** der Welle **3** ballige Führungslaufbahnen für die Wälzkörper **42** bilden, die bei dieser Ausführung eine konvex gewölbte Lauffläche besitzen (vgl. [Fig. 22](#)).

[0091] Auch hierdurch kann eine Querführung der Wälzkörper **42** gegenüber der Welle **3** erreicht werden.

[0092] Bei Gleitlagerung der Kolben **10** auf der Welle **3** können die entsprechenden Gleitlagerflächen grundsätzlich unmittelbar von dem Material der Kolben **10** gebildet sein. Gegebenenfalls kann hierzu die Innenmantelfläche der Kolben **10** gehärtet und/oder in geeigneter Weise bearbeitet sein. Vorteilhafterweise jedoch können in die Innenmantelfläche **11** der Kolben **10** Gleitsteine **44** aus geeignetem Gleitlagermaterial eingesetzt sein, wie dies [Fig. 23](#) zeigt. Bei dieser Ausführung besitzt die Welle **3** einen im wesentlichen rechteckigen Querschnitt mit zum Rand hin abgeschrägten Seitenflanken **45**. Auf diesen geneigten Seitenflanken **45** laufen die in die Innenmantelfläche **11** des Kolbens **10** eingesetzten Gleitsteine **44**, deren Rückseite kreisrund ausgebildet sein kann, um eine Selbsteinstellung zu erzielen.

[0093] Wie [Fig. 24](#) zeigt, können die Gleitsteine **44** auch auf den Schmalseiten **9** des Polygonprofils der Welle **3** vorgesehen sein. Vorteilhafterweise können die Gleitsteine **44** hierbei eine ballige Gleitfläche besitzen, die in einer konkaven Gleitfläche in der Schmalseite **9** der Welle **3** eingesetzt ist, wie dies [Fig. 24](#) zeigt. Hierdurch wird eine Querführung erreicht. Insbesondere können die Gleitsteine **44** von gehärteten Runddrahtabschnitten gebildet sein, die in die Welle **3** eingesetzt sind und auf denen der Kolben **10** in der in [Fig. 24](#) gezeichneten Art und Weise mit seinen Schmalseiten läuft.

[0094] Bei Wälzlagerung der Kolben **10** auf der Welle **3** können die Wälzkörper **42** grundsätzlich in einem entsprechend dem Wellenkörperverlauf ausgebildeten Wälzkörperkäfig geführt sein. Alternativ kann jedoch auch eine Innenwälzlagerung **41** mit umlaufenden Wälzkörpern **42** und Rückführung der Wälzkörper

per **42** vorgesehen sein, wie dies [Fig. 25](#) zeigt. In den jeweiligen Kolben **10** kann dabei ein Wälzkörperrückführungskanal **46** vorgesehen sein, über den die Wälzkörper **42** vom Ende der Wälzkörperbahn zwischen Kolben und Welle **3** zum Anfang der genannten Wälzkörperbahn zurückgeführt werden. Es ergibt sich ein stetiger Umlauf der Wälzkörper **42**, wie durch den Pfeil **47** in [Fig. 25](#) angedeutet.

[0095] Eine solche Wälzkörperrückführung ist dabei natürlich sowohl bei Vierpunktwälzlagerungen, wie sie [Fig. 25](#) zeigt, als auch Zweipunktwälzlagerungen, wie sie [Fig. 26](#) zeigt, möglich, und auch unabhängig davon, ob die Wälzkörper **42** auf den Flachseiten **8** der Welle **3** oder auf den Schmalseiten **9** der Welle **3** laufen, wie dies [Fig. 26](#) zeigt. [Fig. 27](#) verdeutlicht dabei den Rücklauf der Wälzkörper **42** über den Wälzkörperrückführungskanal **46**. Der Rücklauf ist dabei insbesondere auch bei der in [Fig. 25](#) gezeigten Ausführung vorteilhafterweise derart ausgeführt, dass ein Abheben der Kugeln sichergestellt ist und diese mit Spiel sozusagen kräftefrei zurückgeführt werden können.

[0096] Hinsichtlich der Befestigung der Lagerdeckel **4** am Gehäuse **2** bestehen verschiedene Möglichkeiten. Neben der in [Fig. 28](#) gezeigten Verschraubung der Lagerdeckel **4** an den Stirnseiten des Gehäuses **2** können die Lagerdeckel **4**, wie dies [Fig. 29](#) zeigt, auch mit dem Gehäuse **2** verschweißt sein. Alternativ hierzu können die Lagerdeckel **4** auch in das zylindrische Gehäuse **2** eingesetzt und an dessen Innenmantelfläche durch Sicherungsringe **48** gesichert sein (vgl. [Fig. 30](#)).

[0097] Auch hinsichtlich der Fertigung der Welle **3** bestehen grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten. Nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann die Welle **3** aus einem Stück gefertigt sein, und zwar auch dann, wenn sie einen Gangwechsel aufweist und zumindest einen rechtsgängigen und zumindest einen linksgängigen Abschnitt aufweist, wie dies [Fig. 31](#) zeigt. Hierzu kann von einem Gangwechselabschnitt **49** ausgehend der zunächst zylindrische, im Querschnitt von der Kreisform abweichende Wellenrohling zu seinen Enden hin gegenläufig verdreht werden, beispielsweise durch Kaltumformen oder Warmumformen, so dass die gemäß [Fig. 31](#) gezeigten rechtsgängigen und linksgängigen Schraubeingriffabschnitte **50a** und **50b** entstehen. Zum Ende hin kann die in-sich-Verdrehung des Wellenprofils abgebrochen werden, um nicht verdrehte Wellenstümpfe **23** zu erhalten, die den Anschluss entsprechender Schwenkhebel zum Drehmomentabgriff erleichtern. Auf die einstückig gefertigte Welle **3** können die zuvor beschriebenen Lagerringe **20** aufgeschweißt werden, um die Welle **3** in den Lagerdeckeln **4** lagern zu können.

[0098] Alternativ kann die zweigängige Welle **3**

auch aus zwei Stücken gefertigt werden, wie dies die [Fig. 32](#) bis [Fig. 34](#) verdeutlichen. Zwei in sich verdrehte Wellenstücke können stirnseitig miteinander verschraubt werden, vorzugsweise über zwei Kuppelungsstücke **51**, die axial fest auf den Wellenstücken sitzen und elastisch ausgebildet sein bzw. eine elastische Kupplung bewirken können (vgl. [Fig. 32](#)).

[0099] Alternativ können die beiden Wellenstücke der Welle **3** auch stoffschlüssig miteinander verbunden sein, insbesondere durch eine Reibverschweißung **52** (vgl. [Fig. 33](#)).

[0100] Wie [Fig. 34](#) zeigt, ist auch eine Schraub- bzw. Stoßverbindung der rechts- und linksgängigen Wellenstücke möglich. Hierzu können die beiden Wellenstücke in eine Verschraubungshülse eingesteckt werden, in der sie durch Querverschraubung fixiert werden.

[0101] Bei der in den [Fig. 35](#) und [Fig. 36](#) gezeigten Ausführung ist das Gehäuse **2** extrudiert bzw. als Strangpressprofil ausgeführt. Hierdurch kann insbesondere ein Gehäuse hergestellt werden, dessen Außenkontur von seiner Innenkontur abweicht. Die Außenkontur, die nach den [Fig. 35](#) und [Fig. 36](#) im wesentlichen rechteckig ausgebildet ist, kann an die jeweilige Einbausituation angepasst sein. Gleichzeitig kann bei der von der Einbausituation vorgegebenen Außenkontur die Innenkontur des Gehäuses **2** so ausgebildet sein, dass eine möglichst große Kolbennutzfläche erzielt wird. Wie [Fig. 35](#) zeigt, besitzt das Gehäuseprofil mehrere Axialbohrungen, in denen Zugstangen bzw. Schraubbolzen aufgenommen werden, um beispielsweise die stirnseitigen Deckel zu befestigen. Die Innenkontur des Gehäuses **2** schmiegelt sich um diese Axialbohrungen herum und folgt im übrigen durch die notwendige Wandstärke vorgegeben der Außenkontur, um eine möglichst große Kolbenquerschnittsfläche zu erreichen.

[0102] Vorteilhafterweise kann an den Gewindestangen auch die mittige Wellenlagerung **5** befestigt sein, die die Welle **3** mittig an ihrem Gangwechselabschnitt abstützt. Vorteilhafterweise kann die mittige Wellenlagerung **5** auch als Axiallager ausgebildet sein, um sich beispielsweise durch Steigungsfehler der Welle ergebende Restaxialkräfte aufnehmen zu können. Durch eine mittige Axiallagerung der Welle **3** können Vorteile hinsichtlich der Knicklänge des Gehäuses **2** und/oder der Welle **3** erreicht werden.

[0103] Im übrigen zeigt [Fig. 36](#) in der Führungsplatte **27** zwei Durchgangsbohrungen **50**, durch die hindurch die Druckkammern **16** und **17** miteinander verbunden sind.

Patentansprüche

1. Drehmotor, vorzugsweise Schwenkantrieb für

Baumaschinen, Lastwagen und dergleichen, mit einem länglichen, vorzugsweise etwa rohrförmigen Gehäuse (2), zumindest einem in dem Gehäuse (2) axial verschieblich aufgenommenen Kolben (10), der durch Beaufschlagung mit einem Druckmedium in einer Druckkammer (15, 16, 17, 18) axial verschiebbar ist, sowie einer in dem Gehäuse (2) axial fest, drehbar aufgenommenen Welle (3), wobei der Kolben (10) mit der Welle (3) und/oder dem Gehäuse (2) in Schraubeingriff steht, dadurch gekennzeichnet, dass ein den Schraubeingriff bewirkendes Flächenpaar (8, 9; 11) an Kolben (10) und Welle (3) und/oder Kolben (10) und Gehäuse (2) gleichzeitig ein Dichtflächenpaar zur Abdichtung der Druckkammer (15, 16, 17, 18) zur Druckbeaufschlagung des Kolbens (10) bildet.

2. Drehmotor nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Kolben (10) auf seinen beiden gegenüberliegenden Seiten gleich große effektive Kolbenflächen zur Druckbeaufschlagung durch die Druckkammern (15, 16, 17, 18) aufweist.

3. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (3) in zumindest einem Schraubeingriffabschnitt (50) einen von der Kreisform abweichenden Polygonprofilquerschnitt aufweist und sich spiralartig um ihre Längsachse verdreht ist.

4. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in die mit der Welle (3) in Schraubeingriff stehende Innenmantelfläche (11) des Kolbens (10) eine Dichtung (12) eingesetzt ist.

5. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolben (10) eine Innenaufnahme aufweist, die eine dem Querschnitt der Welle (3) im wesentlichen entsprechende Polygonprofilfläche bildet.

6. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (2) eine zylindrische, von der Kreiszyylinderform abweichende Innenmantelfläche aufweist, an der der Kolben (10) mit seiner Außenmantelfläche (13) geführt und drehfest abgestützt ist.

7. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (2) einen flachgedrückten, vorzugsweise etwa elliptischen oder ovalen Querschnitt besitzt.

8. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Gehäuse (2) als Extrusions- und/oder Strangpressprofil ausgebildet ist und/oder einen Querschnitt besitzt, dessen Außenkontur von dessen Innenkontur abweicht.

9. Drehmotor nach einem der vorhergehenden

Ansprüche, wobei in die mit der Innenmantelfläche des Gehäuses (2) in verdrehfestem Eingriff stehende Außenmantelfläche (13) des Kolbens (10) eine Dichtung (14) eingesetzt ist.

10. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolben (10) an dem Gehäuse (2) und/oder an der Welle (3) durch Gleitlager gelagert ist.

11. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Kolben (10) an dem Gehäuse (2) und/oder an der Welle (3) durch Wälzlager (32; 41) gelagert ist.

12. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das verdrehte Polygonprofil der Welle (3) über deren Länge eine gleich bleibende Steigung aufweist.

13. Drehmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das verdrehte Polygonprofil der Welle (3) eine sich über die Länge der Welle (3) ändernde Steigung aufweist.

14. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf der Welle (3) mehrere Kolben (10) in Schraubeingriff sitzen.

15. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei auf der Welle (3) zwei gegenläufig zu bewegende Kolben (10) angeordnet sind und die Welle (3) und/oder das Gehäuse (2) gegenläufige Schraubeingriffabschnitte aufweisen.

16. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (3) an einem Gangwechselabschnitt (49) radial gelagert ist.

17. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (3) an einem Gangwechselabschnitt (49) und/oder etwa mittig axial gelagert ist.

18. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwei zueinander axial vorge-spannte Kolben (10) oder Kolbenteile (10a, 10b) auf der Welle (3) sitzen.

19. Drehmotor nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei eine Vorspannvorrichtung zur Vorspannung der beiden Kolben (10) bzw. Kolbenteile (10a, 10b) einen hydraulischen Druckspeicher zwischen den beiden Kolben (10) bzw. Kolbenteilen (10a, 10b) umfasst und/oder durch Druckmedium aus den Druckkammern (15, 16, 17, 18) zur Betätigung des Kolbens (10) speisbar ist.

20. Drehmotor nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die beiden Kolben (10)

bzw. Kolbenteile (**10a**, **10b**) durch eine mechanische Federeinrichtung (**39**) zueinander bzw. auseinander vorspannbar sind.

21. Drehmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Welle (**3**) mittels Lagerdeckel (**4**) gelagert ist, die axial stirnseitig an den Enden des Gehäuses (**2**) sitzen und dieses verschließen.

22. Drehmotor nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei zwischen den Lagerdeckeln (**4**) und der Welle (**3**) Dichtungen zur Abdichtung der Druckkammern (**15**, **18**) vorgesehen sind, wobei vorzugsweise die Dichtung jeweils in der Lagerfläche integriert ist, an der die Welle (**3**) am Lagerdeckel (**4**) drehbar abgestützt ist.

23. Verfahren zur Herstellung eines Drehmotors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (**3**) aus einem im wesentlichen zylindrischen Wellenrohling, der einen von der Kreisform abweichenden Polygonprofilquerschnitt aufweist, geformt wird, wobei der Wellenrohling um seine Längsachse durch spanlose Umformung in sich verdreht wird, so dass seine Außenkontur ein in sich verdrehtes Polygonprofil bildet.

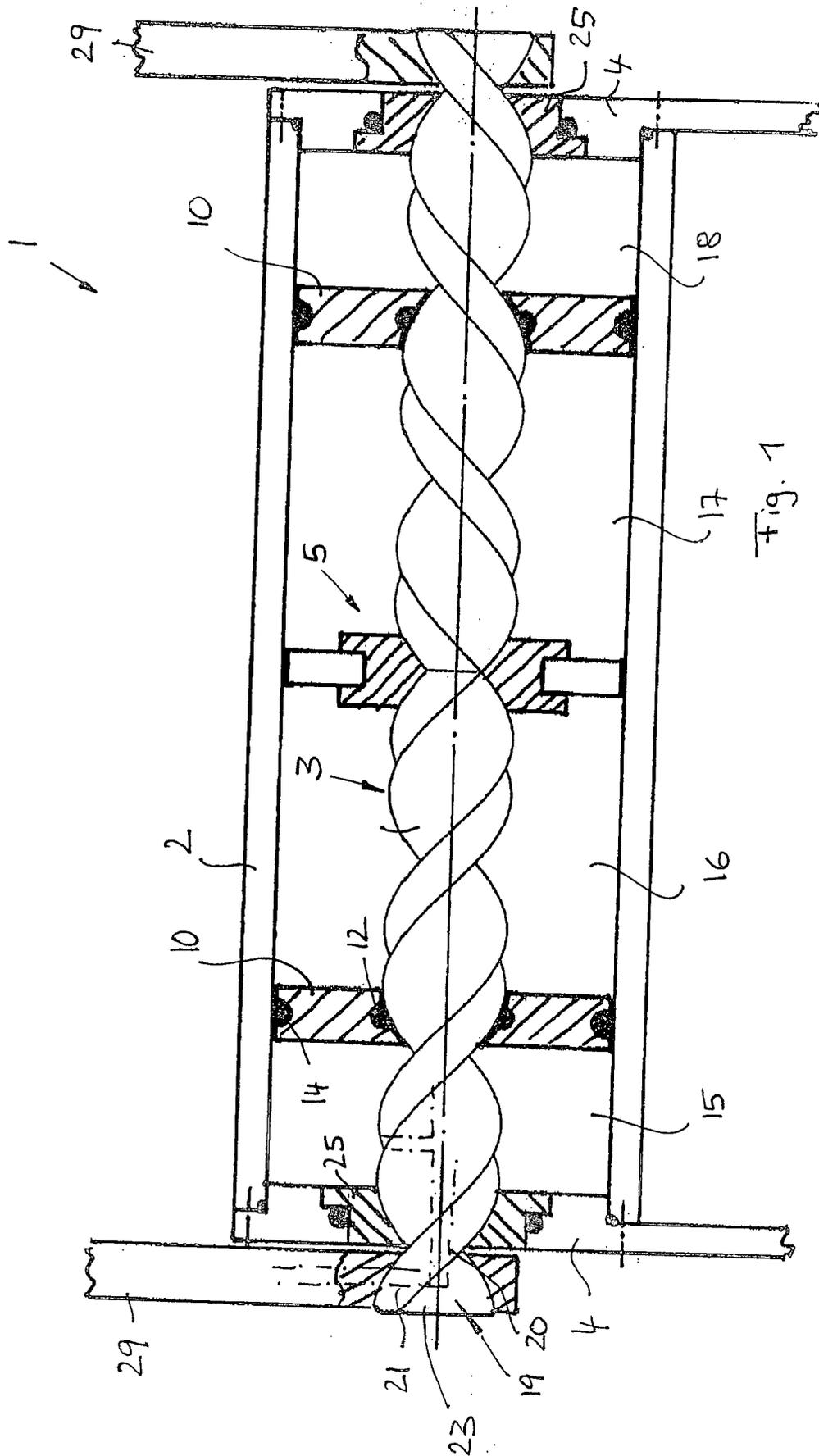
24. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Wellenrohling von einem Gangwechselabschnitt (**49**) beginnend zu gegenüberliegenden Seiten hin gegenläufig verdreht wird.

25. Verfahren nach dem vorvorhergehenden Anspruch, wobei zwei gegenläufig verdrehte Wellenrohlinge drehfest miteinander verbunden, vorzugsweise miteinander verschraubt und/oder miteinander verschweißt werden.

26. Verwendung des Drehmotors nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Verschwenken einer Ladebordwand eines Lastkraftwagens.

Es folgen 30 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



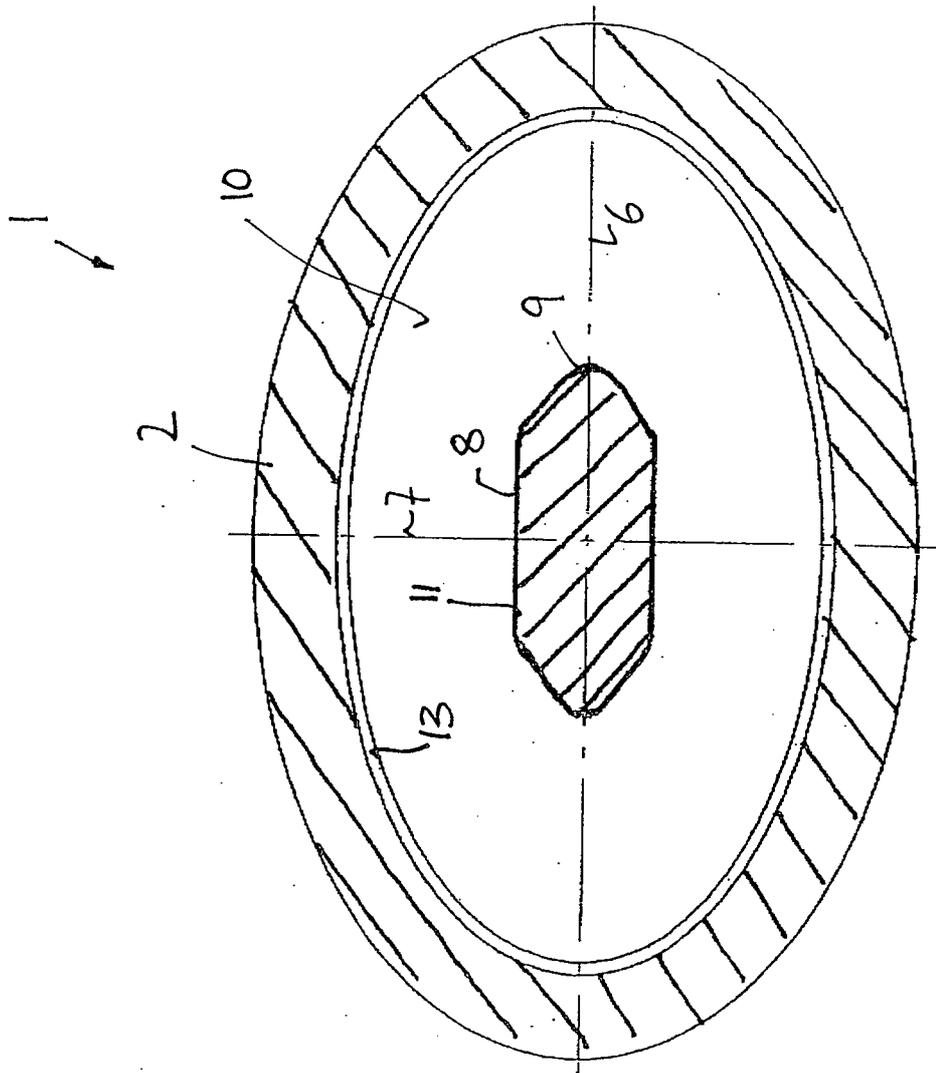


Fig. 2

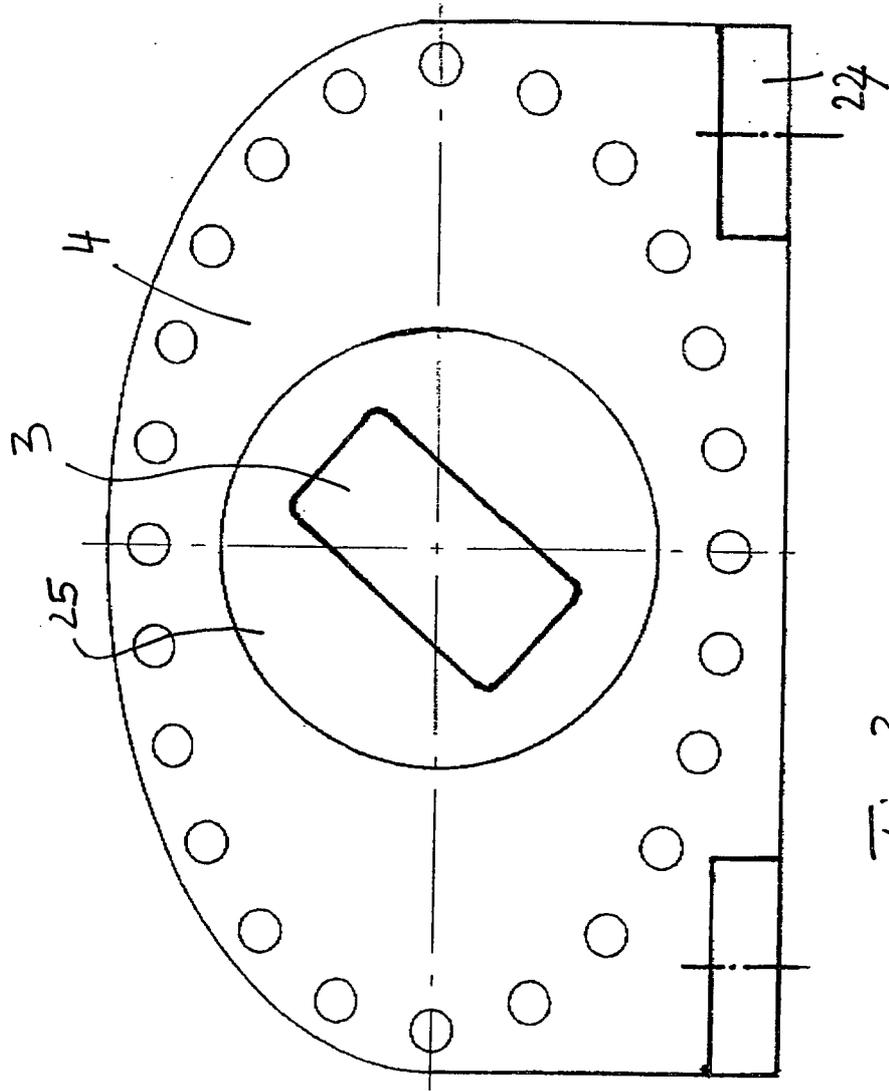


Fig. 3

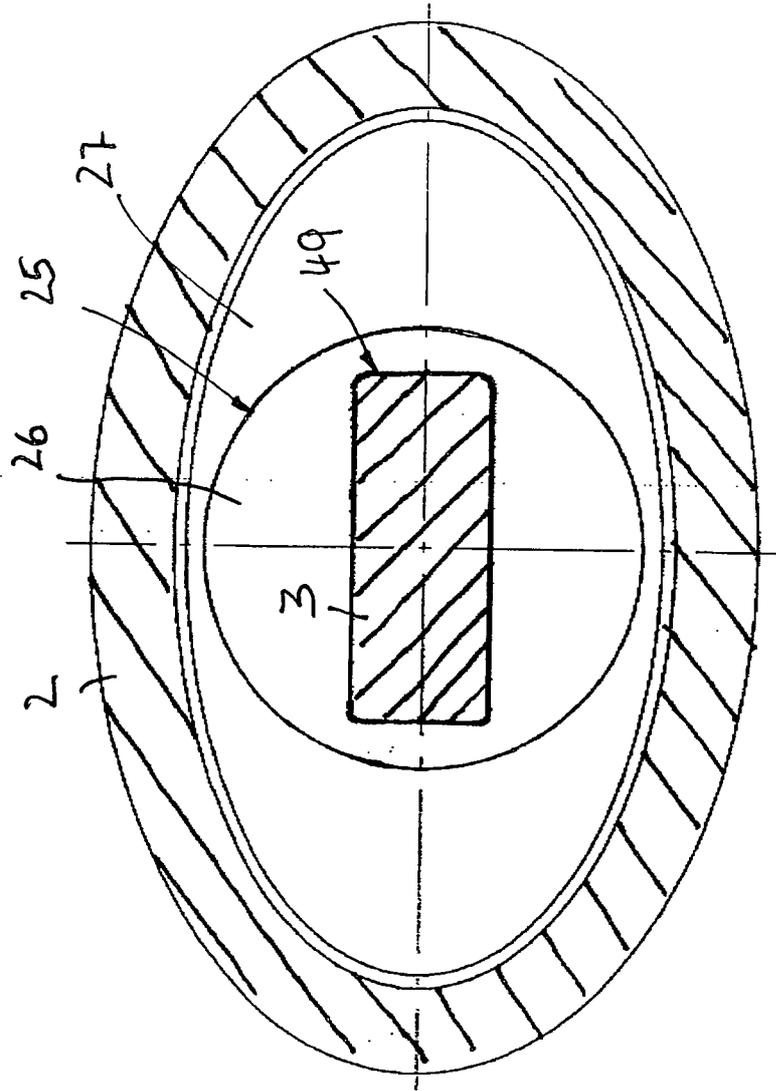
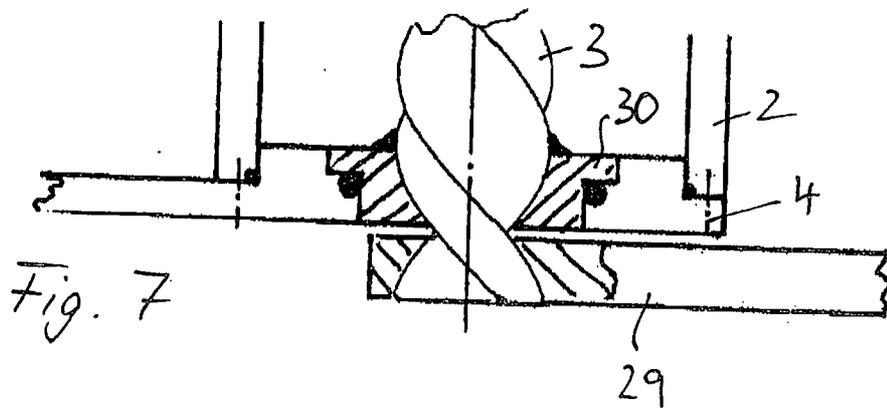
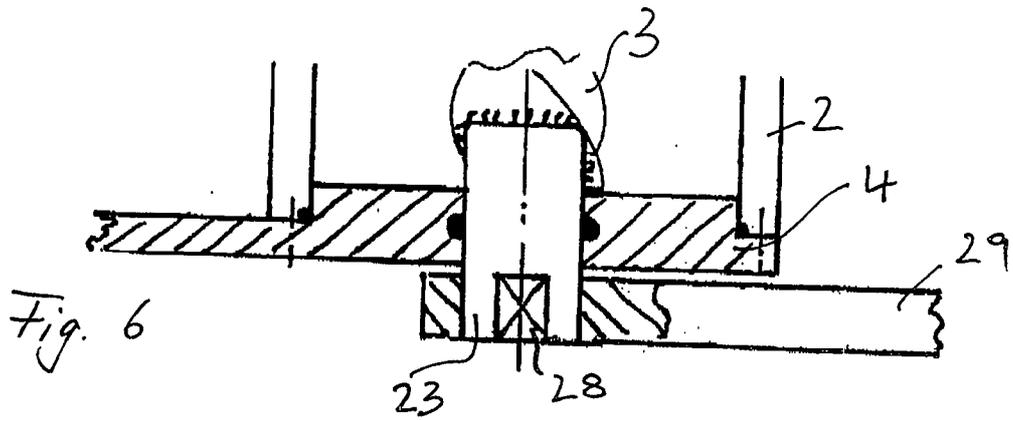
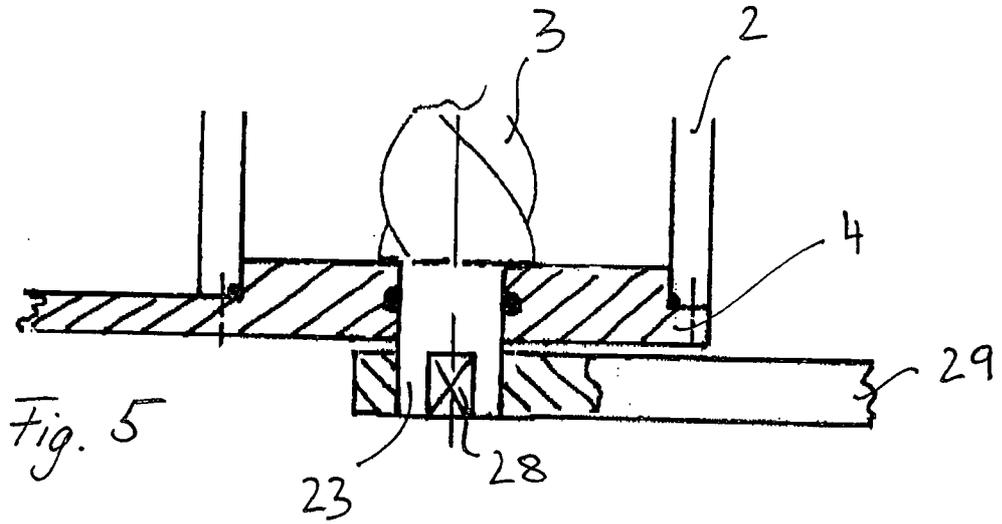


Fig. 4



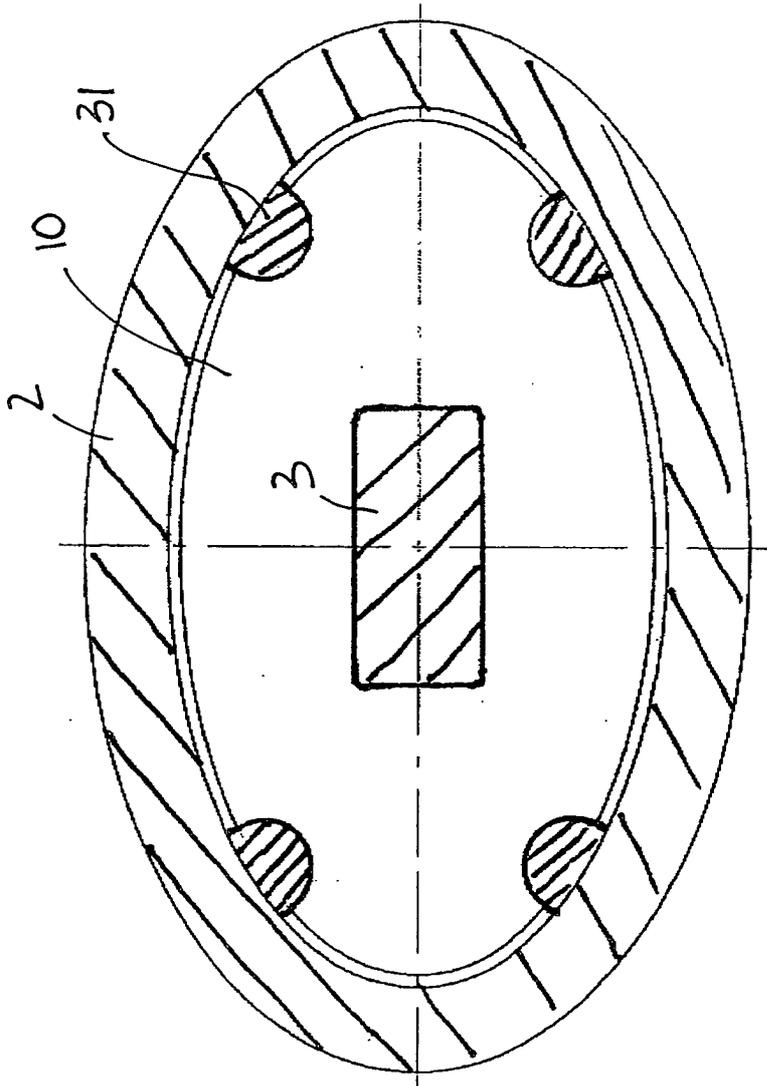


Fig. 8

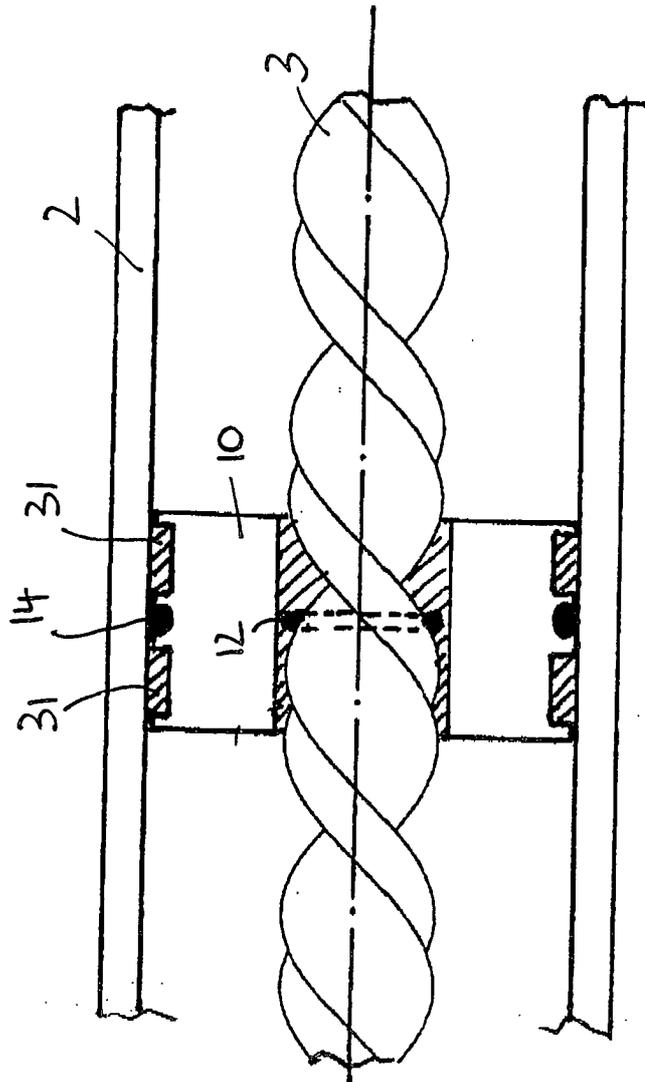


Fig. 9

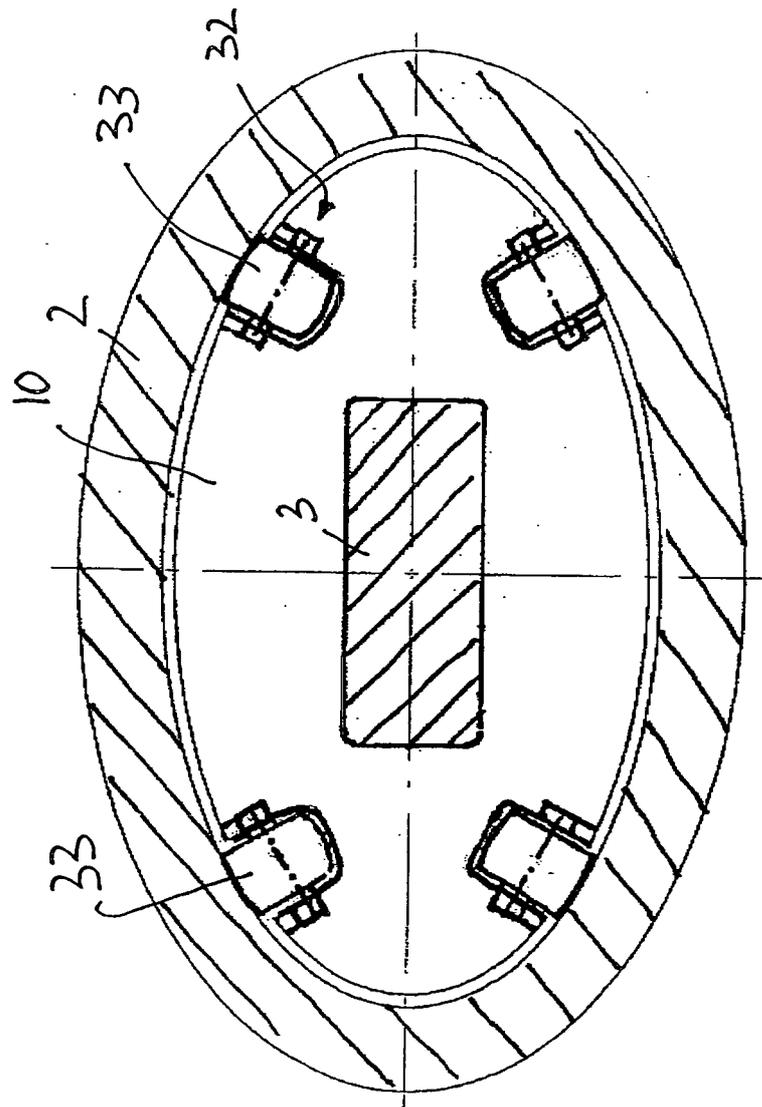


Fig. 10

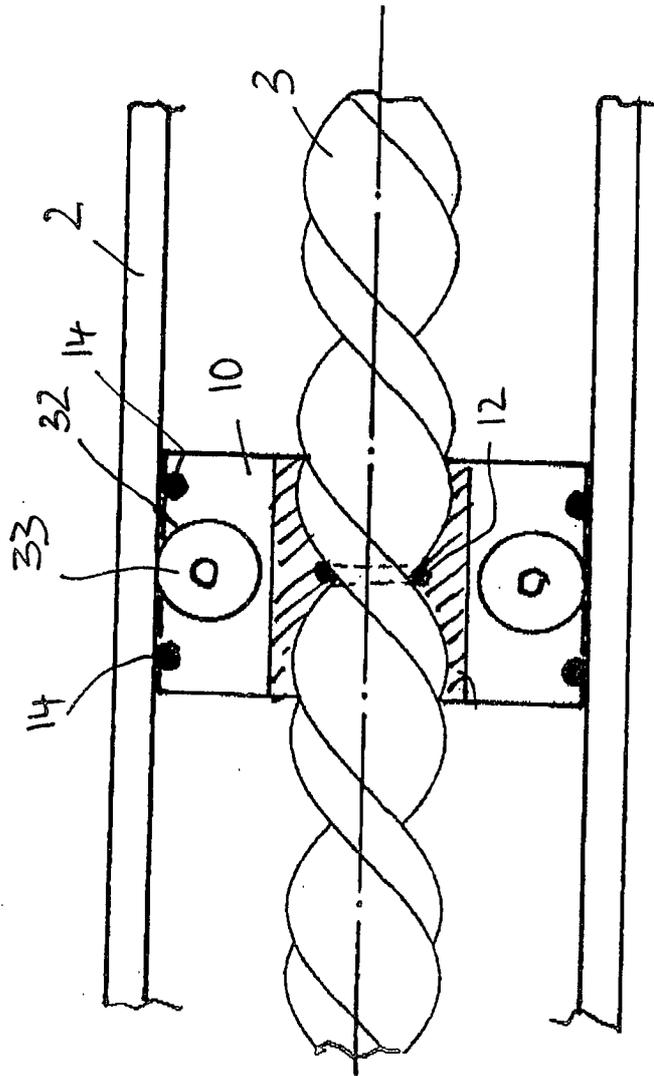


Fig. 11

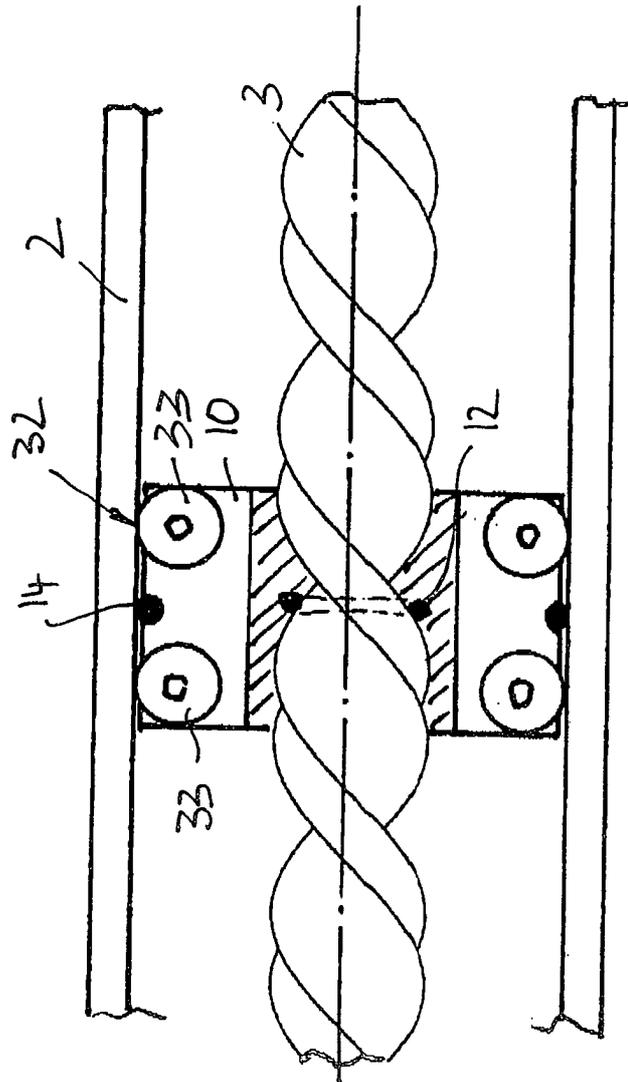


Fig. 12

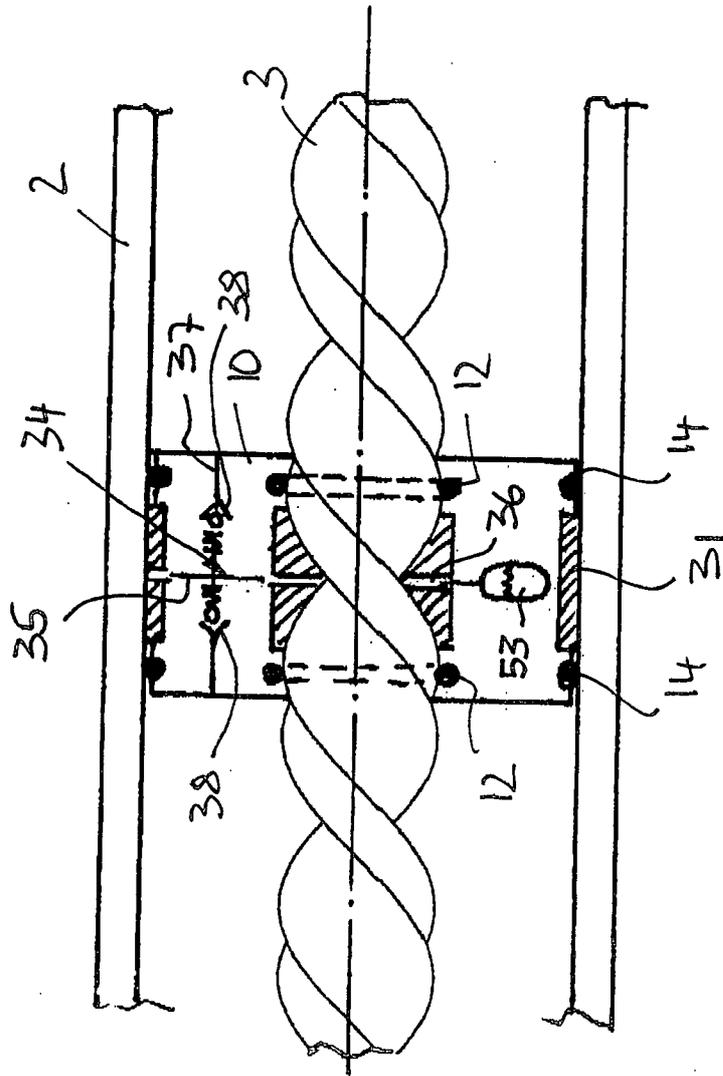


Fig. 13

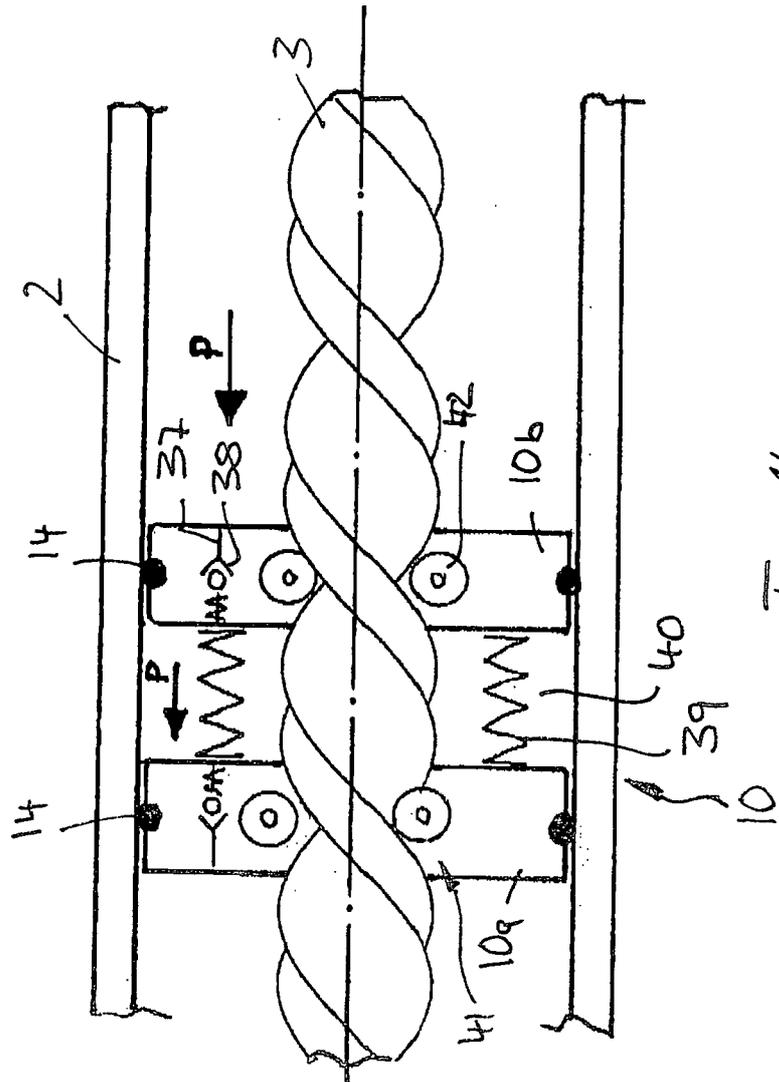


Fig. 14

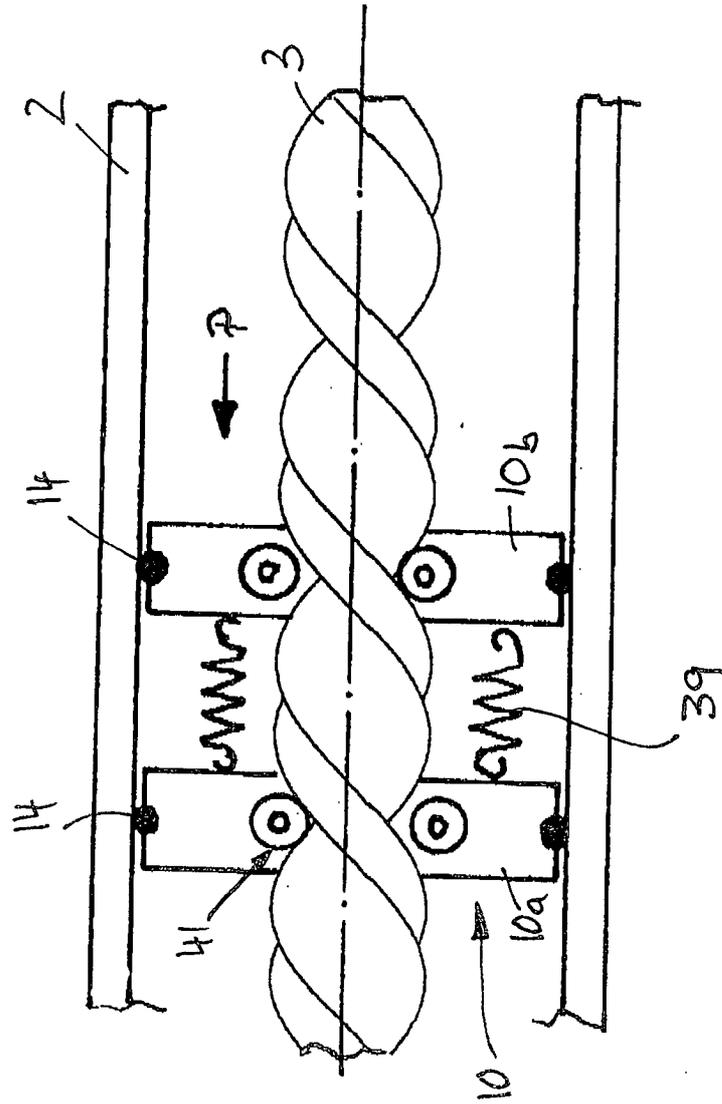


Fig. 15

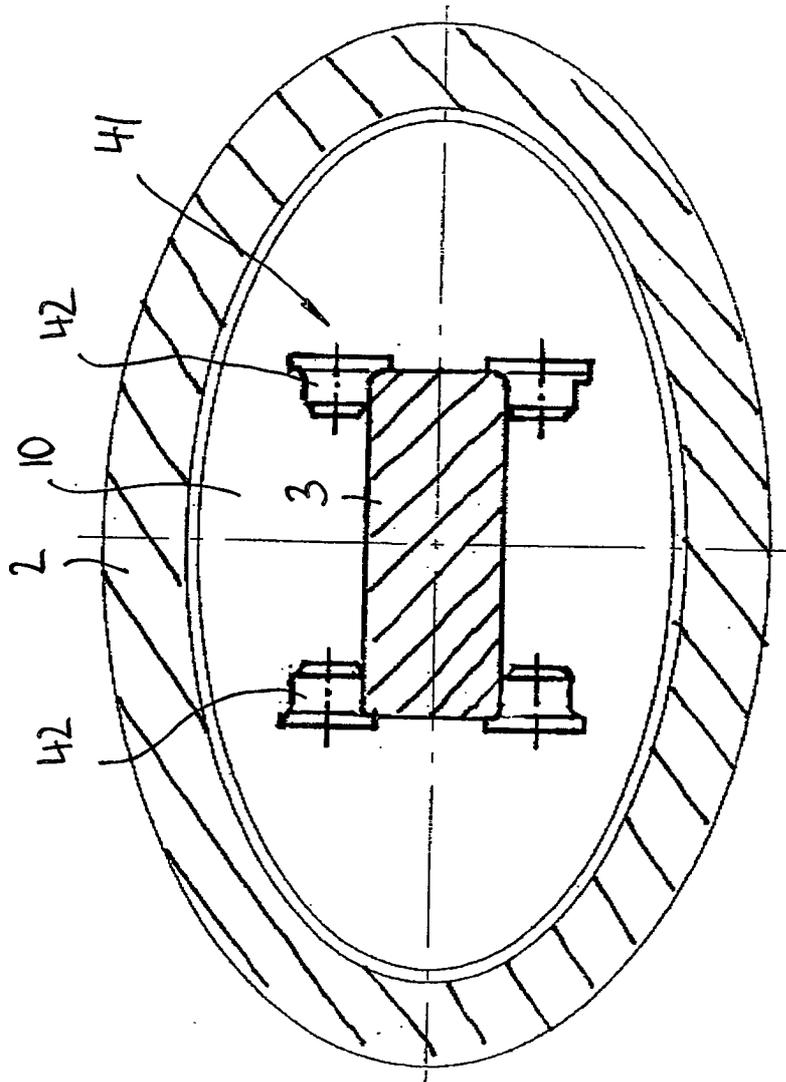


Fig. 16

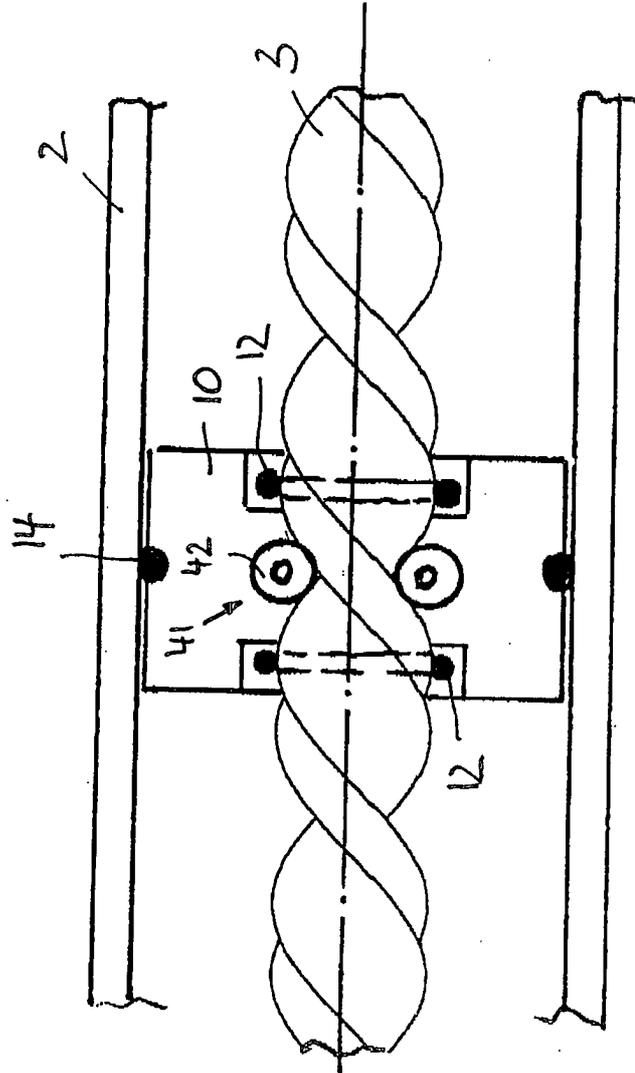


Fig. 17

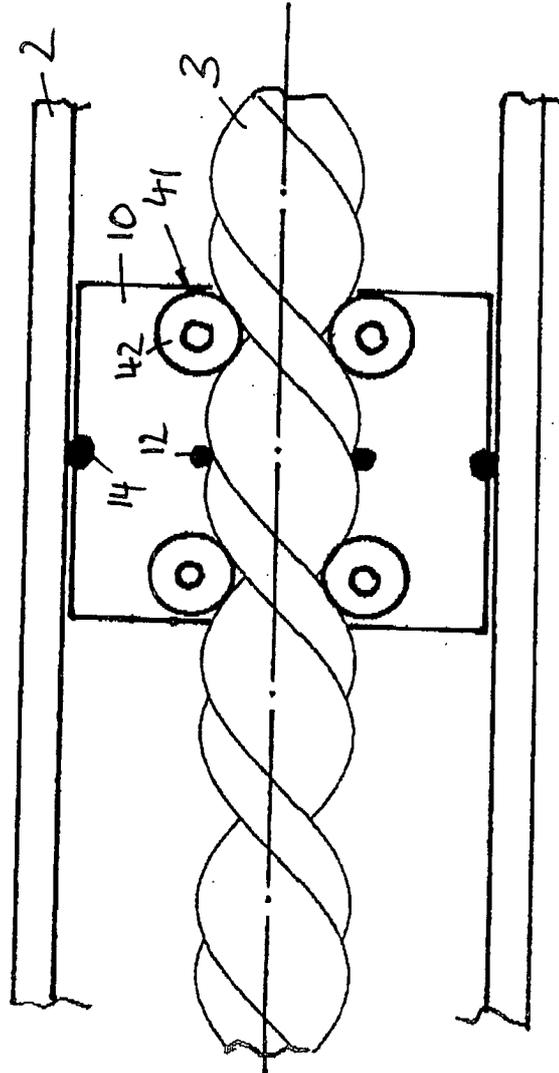


Fig. 18

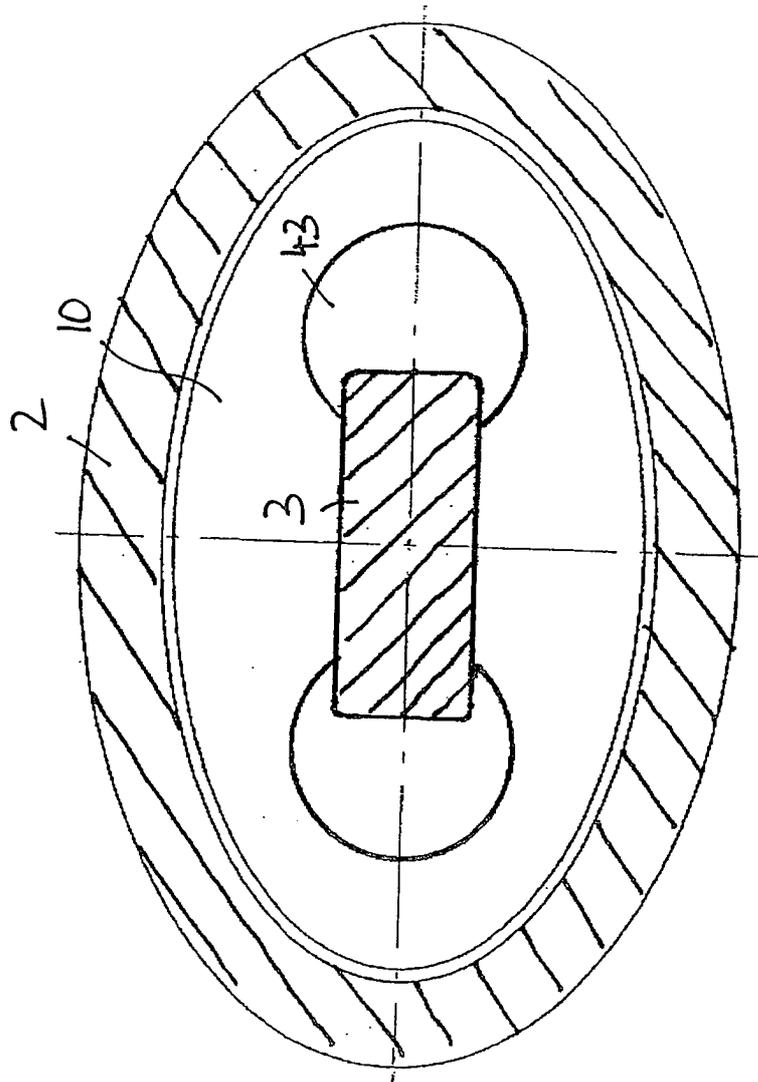


Fig. 19

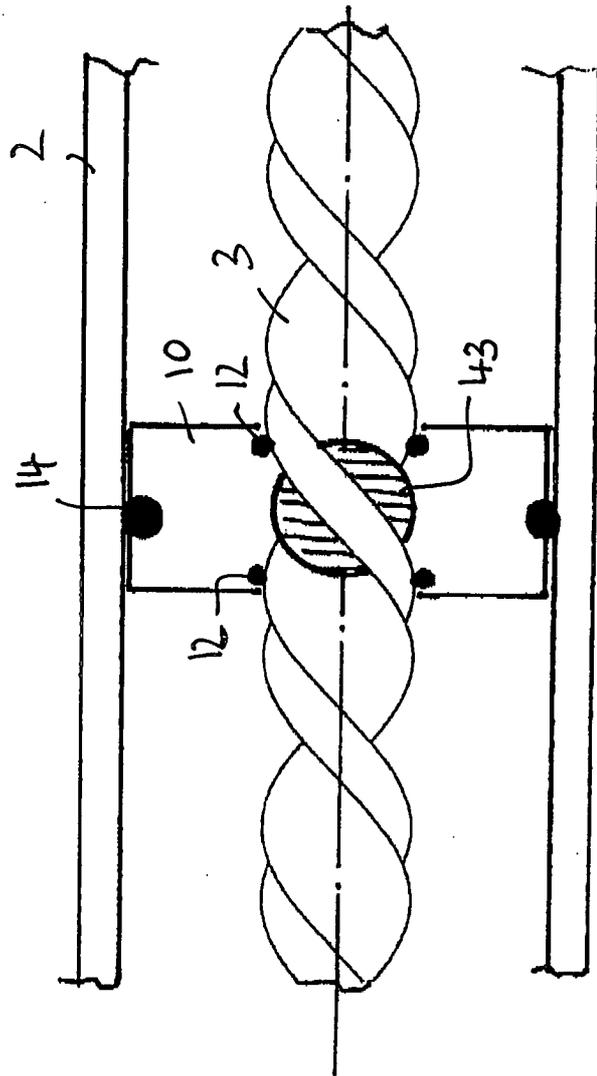


Fig. 20

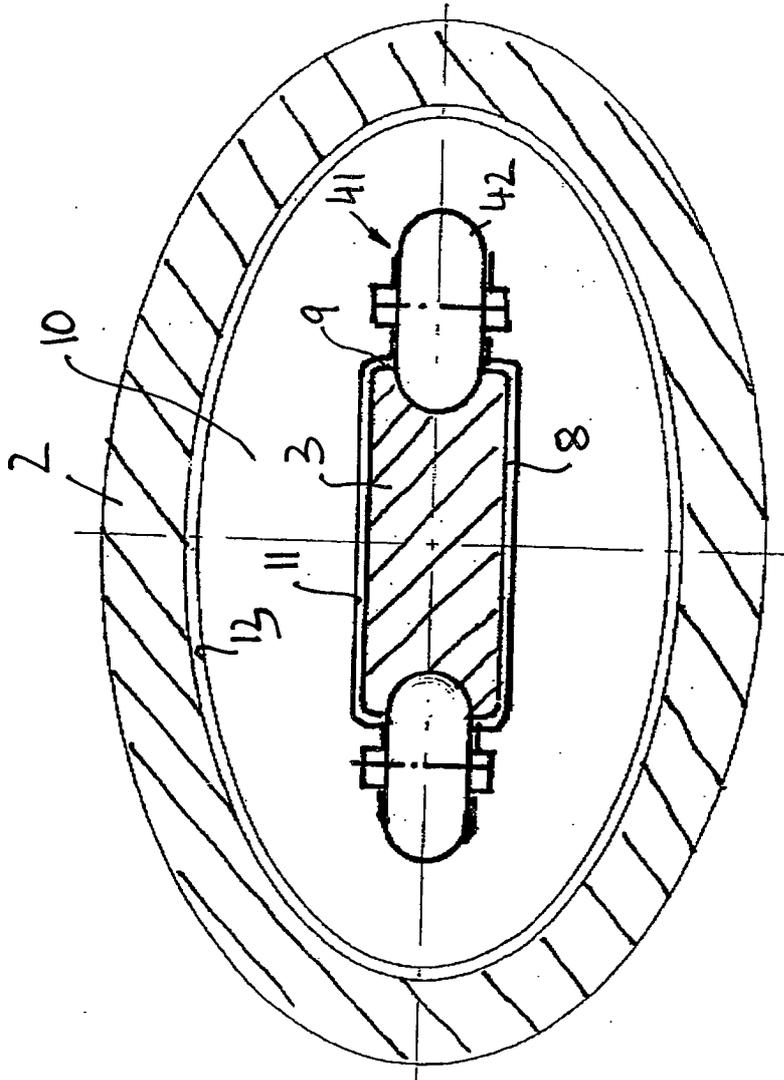


Fig. 21

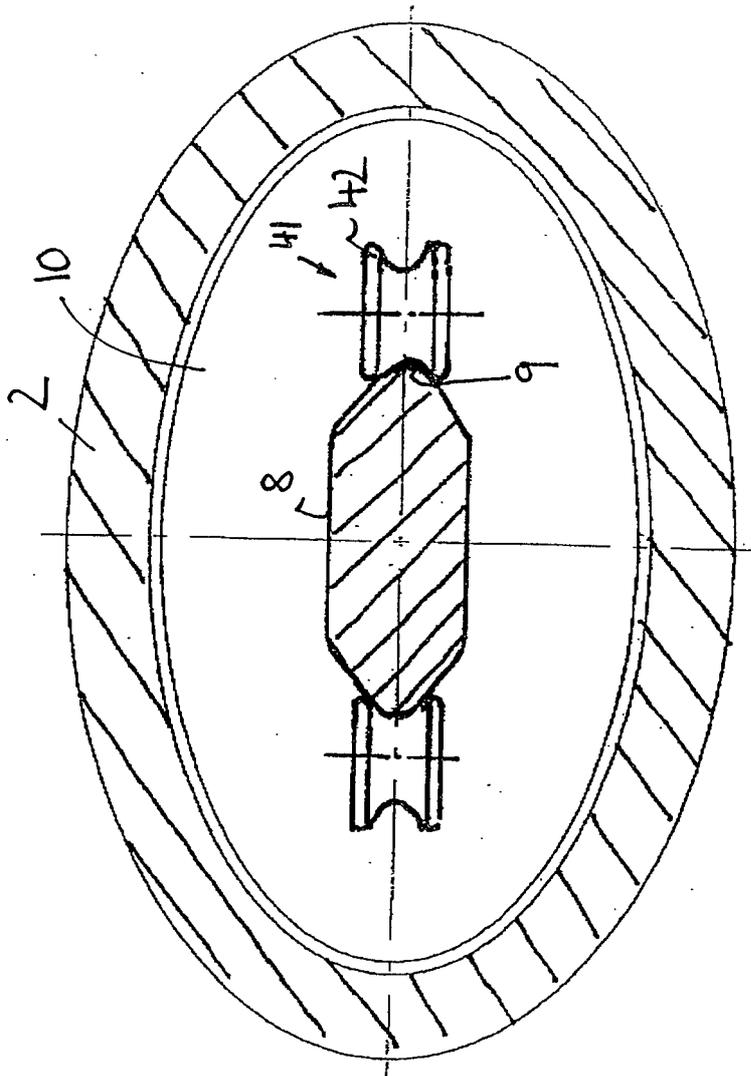


Fig. 22

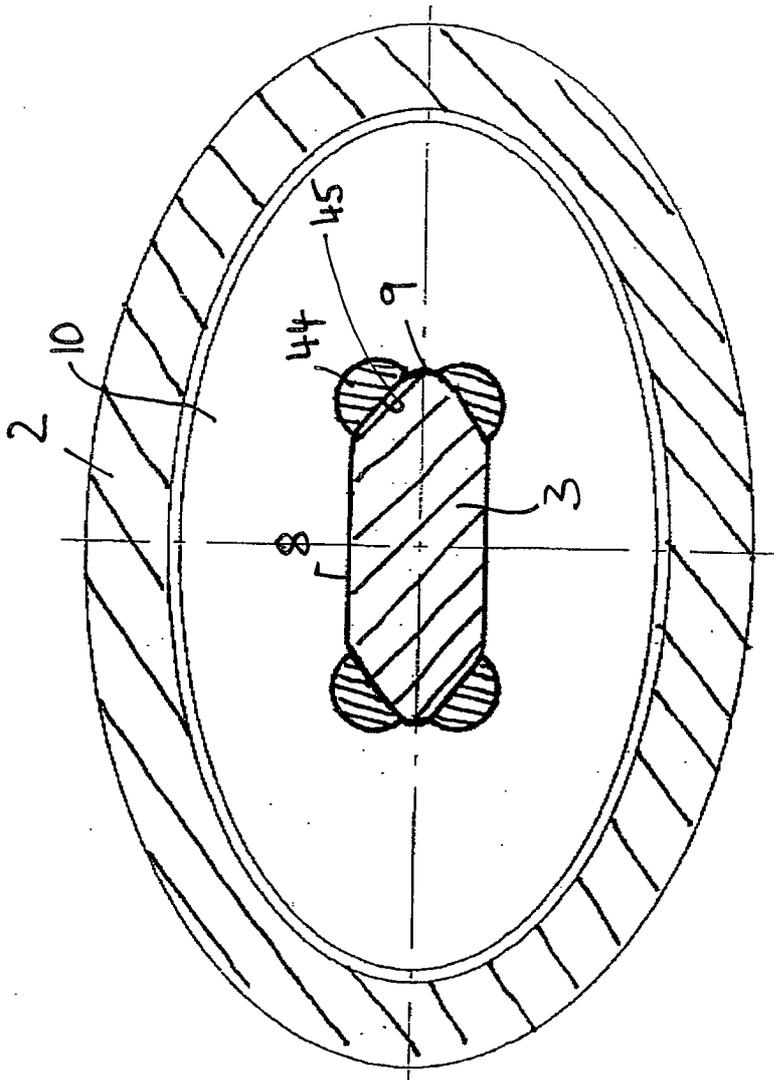


Fig. 23

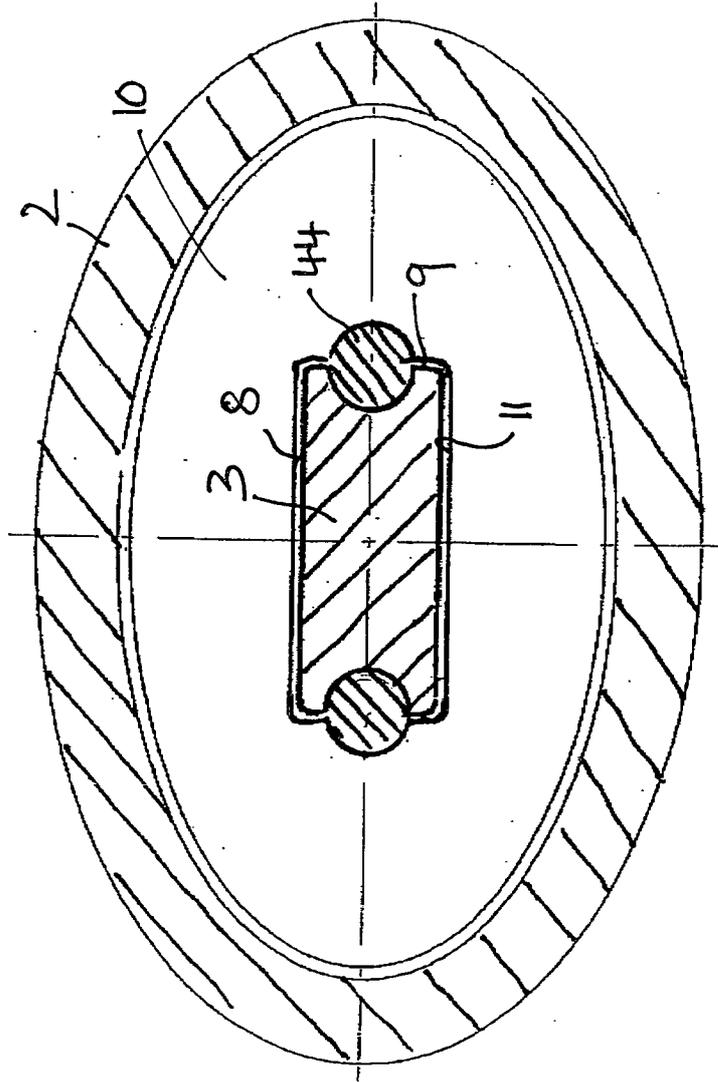


Fig. 24

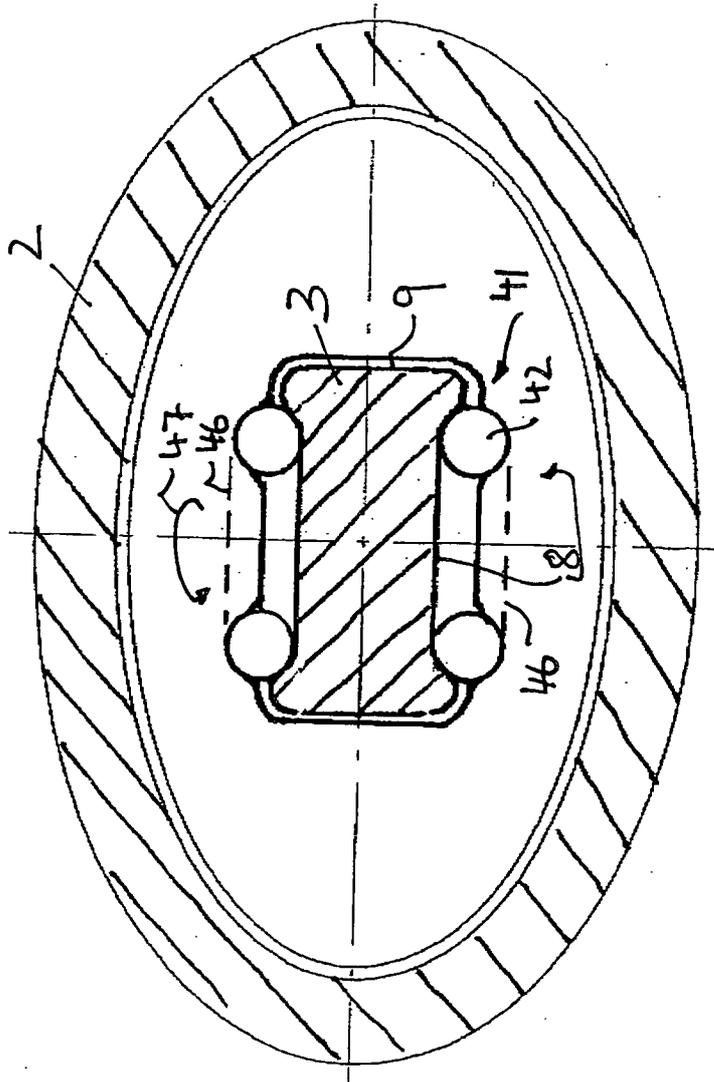
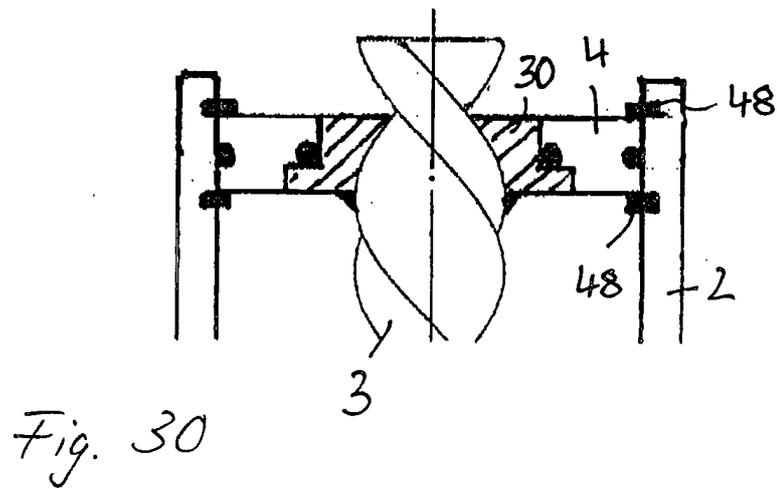
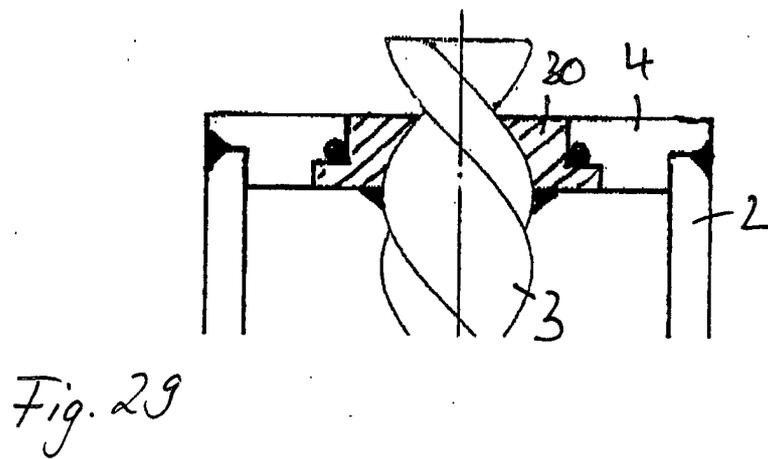
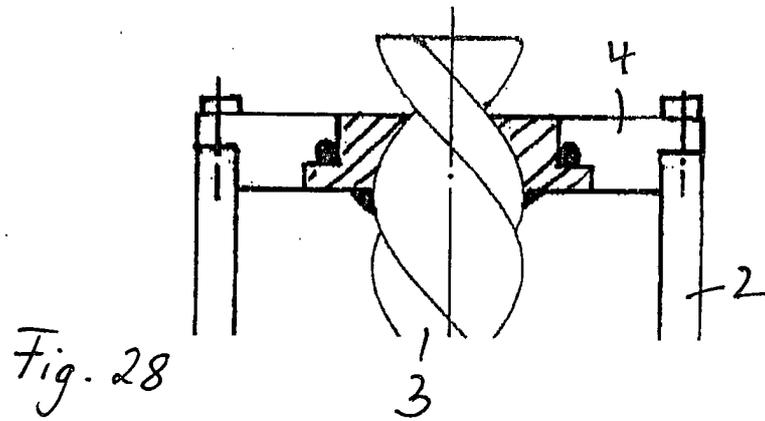


Fig. 25



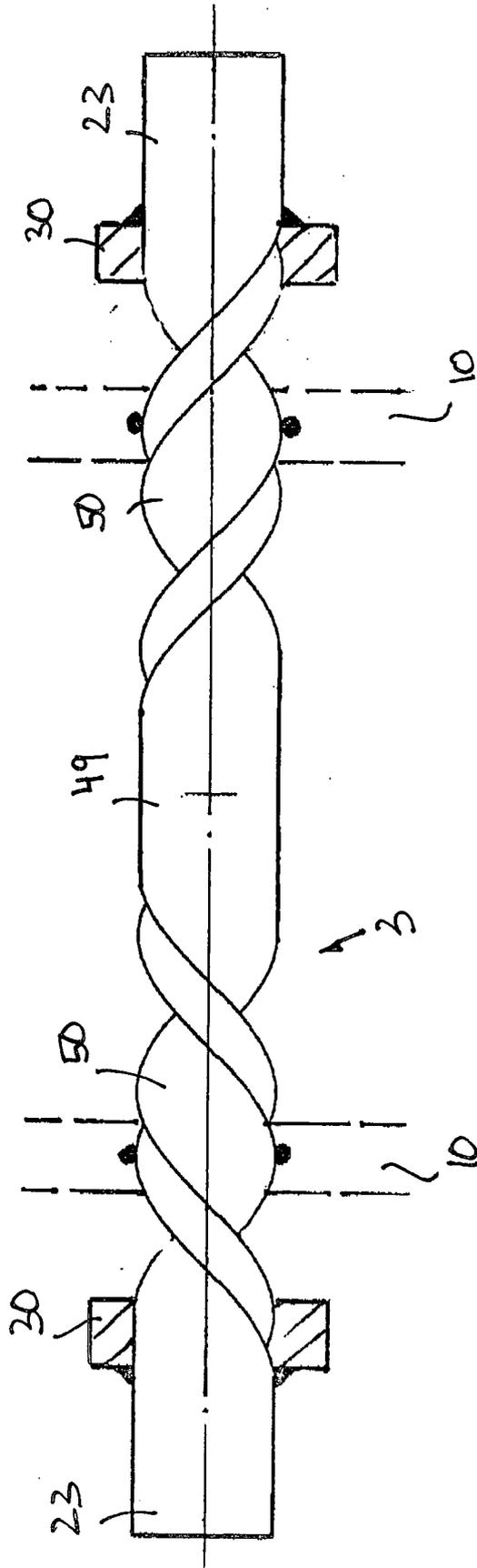


Fig. 31

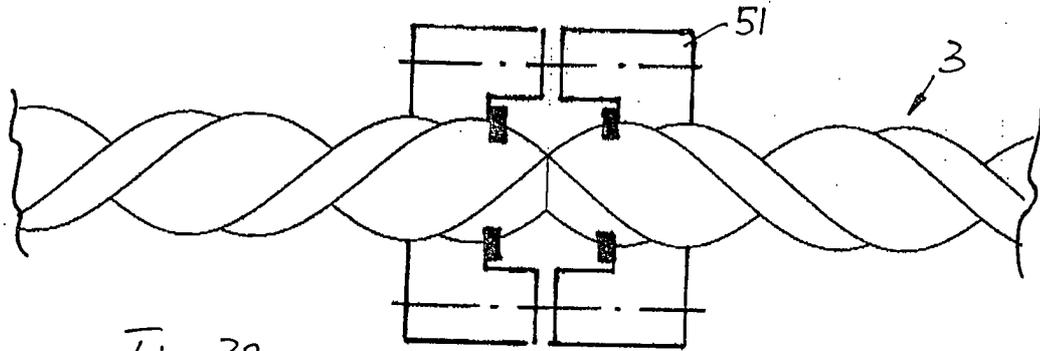


Fig. 32

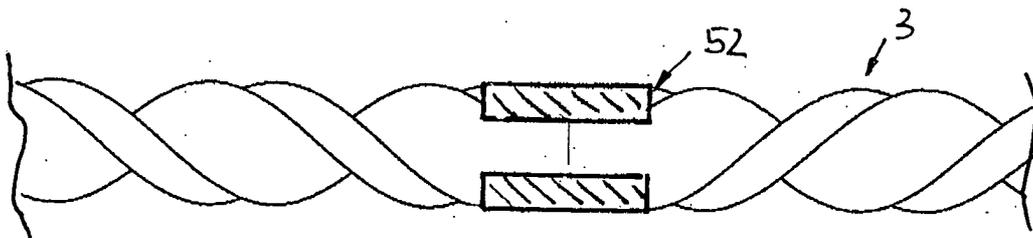


Fig. 33

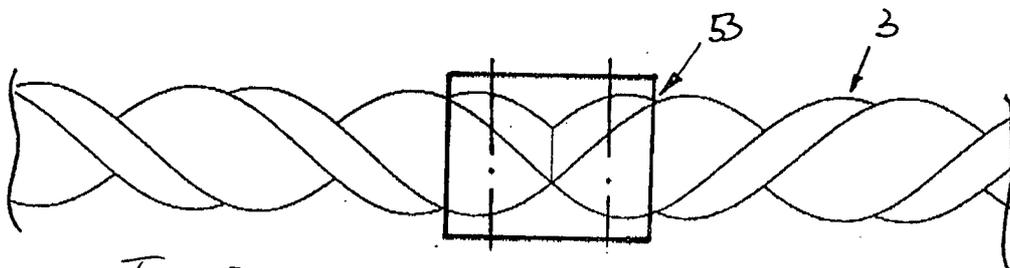


Fig. 34

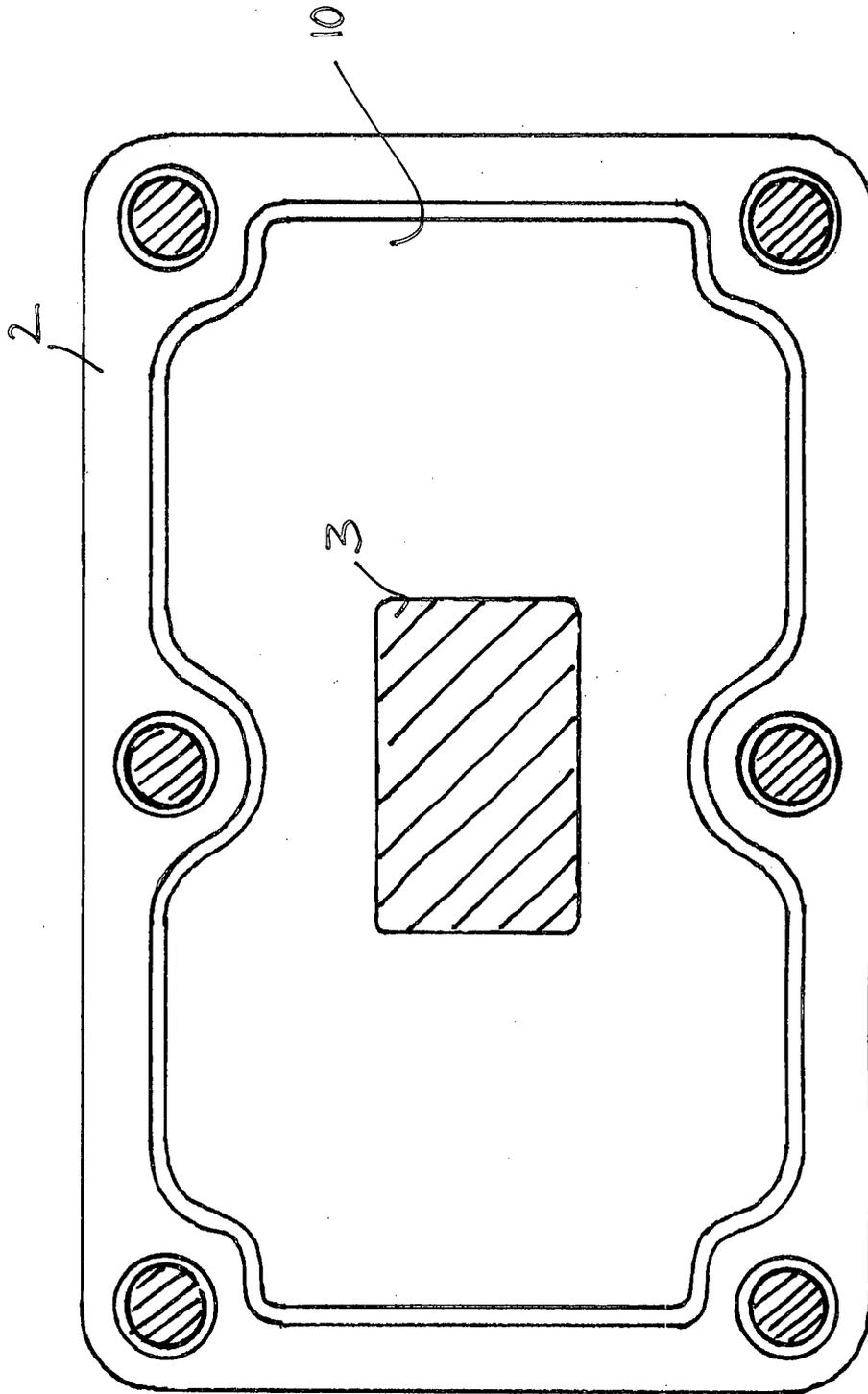


Fig. 35

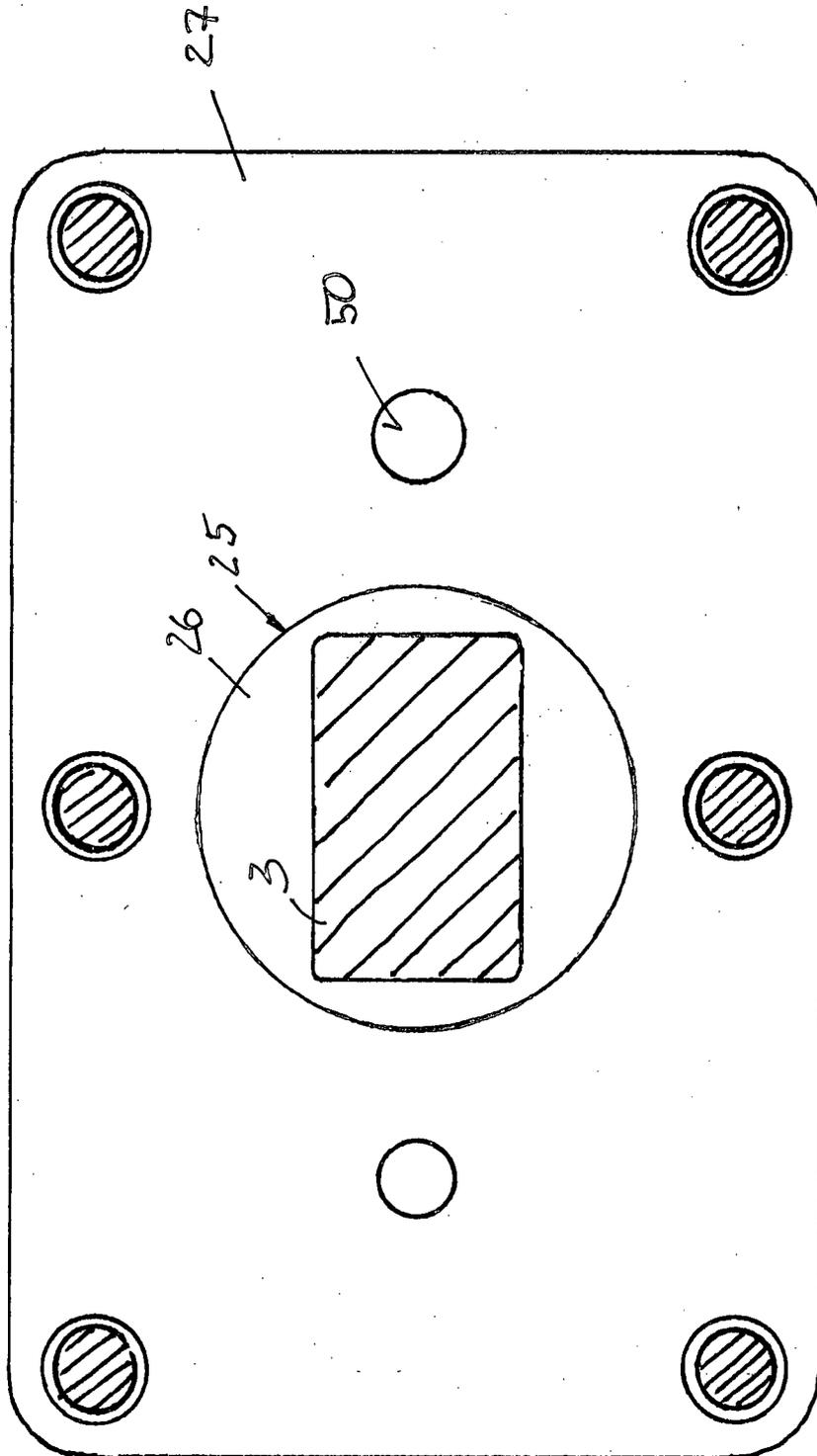


Fig. 36