

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 733 802 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.08.1998 Patentblatt 1998/35

(51) Int Cl.6: **F04B 43/00**

(21) Anmeldenummer: **96101648.2**

(22) Anmeldetag: **06.02.1996**

(54) **Membranpumpe mit einer Formmembran**

Membrane pump with a shaped membrane

Pompe à membrane façonnée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **24.03.1995 DE 19510828**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.09.1996 Patentblatt 1996/39

(73) Patentinhaber: **KNF Neuberger GmbH**
D-79112 Freiburg (DE)

(72) Erfinder: **Riedlinger, Heinz**
D-28211 Bremen (DE)

(74) Vertreter: **Schmitt, Hans, Dipl.-Ing.**
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Hans Schmitt,
Dipl.-Ing. Wolfgang Maucher,
Dipl.-Ing. RA H. Börjes-Pestalozza,
Dreikönigstrasse 13
79102 Freiburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 010 943 DE-A- 4 007 932
FR-A- 2 482 674

EP 0 733 802 B1

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

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Membranpumpe mit einer Formmembran aus elastischem Material, die in ihrem Zentralbereich in Hubrichtung verstärkt ist und um diesen herum einen flexiblen Ringbereich hat, der außenseitig mit einem Einspannrand am Pumpengehäuse gehalten ist, welche Formmembran mittels eines an ihrem Zentralbereich angreifenden Pleuels oder dergleichen Hubvorrichtung von einer oberen in eine untere Totpunktlage und umgekehrt auslenkbar ist, wobei insbesondere die dem Pumpraum zugewandte Membranoberseite im Zentralbereich sowie die benachbarte Wandung des Pumpraumes geometrisch aneinander angepaßt sind und an der dem Pumpraum abgewandten Membranunterseite zumindest im Ringbereich Radialrippen zur Stabilisierung vorgesehen sind.

Aus DE 40 07 932 C2 ist bereits eine solche Membranpumpe bekannt, bei der die der Formmembran zugewandte Wandung des Pumpraumes in ihrem zentralen Bereich etwa kugelförmig ausgebildet ist und die Formmembran in ihrem zugehörigen Zentralbereich bezüglich ihrer Oberseite geometrisch an diesen kugelförmigen Pumpraumbereich angepaßt ist, so daß die Formmembran sich mit ihrer Oberseite in der oberen Totpunktlage zumindest in ihrem Zentralbereich wenigstens nahezu vollständig an die Wandung des Pumpraumes anschmiegt. Damit die während des Pumpens in der Formmembran auftretende Walkarbeit möglichst klein gehalten werden kann und die Membranpumpe beim Förderhub dennoch ein ausreichendes Ansaugvolumen aufweist, ist der Ringbereich der Formmembran vergleichsweise dünn und flexibel ausgebildet, während der Zentralbereich in Hubrichtung verstärkt ist, um bei der Hubbewegung eine Art Kolbenwirkung zu erzielen.

Um bei einer Verwendung dieser, vorzugsweise als Vakuum-Pumpe eingesetzten Membranpumpen, während des Betriebs der Pumpe - insbesondere beim Saughub - die Gefahr einer Durchwölbung der Formmembran in Richtung der benachbarten Pumpaumwand zu vermindern, weist die vorbekannte Membranpumpe an der Unterseite des Ringbereichs Radialrippen auf, die diesen stabilisieren sollen.

Obwohl sich solche mit Radialrippen ausgestatteten Formmembranen in der Praxis in vielerlei Hinsicht bewährt haben, so hat sich doch gezeigt, daß besonders bei Vakuumpumpen, die als Vorpumpen für Turbo-Molekularpumpen verwendet werden, ein unerwünschtes Durchwölben der Membran nur dann in ausreichendem Maße verhindert werden kann, wenn an der Unterseite des Ringbereichs eine Vielzahl von Radialrippen dicht benachbart zueinander angeordnet sind. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Flexibilität des Ringbereichs entsprechend verringert wird, wodurch sich die Walkarbeit, die Erwärmung der Membran und der damit verbundene Verschleiß der Membrane erhöhen.

Sind die Radialrippen dagegen soweit voneinander beabstandet angeordnet, daß die Membrane im Ring-

bereich eine ausreichende Flexibilität aufweist, kommt es zu einem zu starken Durchwölben des Ringbereichs, so daß bei niedrigen Saugdrücken der volumetrische Wirkungsgrad und das Saugvermögen der Pumpe entsprechend verringert ist. Außerdem können Schwingungen in der Membrane auftreten, die einerseits zu einer Erwärmung der Formmembran führen und andererseits aber auch ein Anstoßen der Formmembran an der benachbarten Pumpaumwand verursachen können. Ein Anstoßen der Formmembran an der Pumpaumwand ist vor allem auch deshalb unerwünscht, da dies es außer zu einer erhöhten Geräuscentwicklung auch zu einem vorzeitigen Verschleiß der Formmembran führt. Dabei können von der Formmembran abgetragene Partikel auch die Funktion der Ein- und Auslaßventile beeinträchtigen, was die Qualität des mit der Membranpumpe erzielbare Vakuums zusätzlich vermindert.

Aus EP-A-0 010 943 ist eine Membranpumpe bekannt, die im Gegensatz zu der vorerwähnten Membran gemäß DE-40 07 932 C2 eine gute Flexibilität und somit eine in allen Bereichen gleich gute Nachgiebigkeit haben soll. Um dennoch eine vergrößerte Lebensdauer zu ermöglichen, sind an einer Seite dieser Membrane konzentrisch zueinander angeordnete ringförmige Rippen vorgesehen. Dadurch ist jedoch eine gezielte Beeinflussung der Verformbarkeit der Membrane nicht möglich.

Es besteht deshalb die Aufgabe, eine Membranpumpe der eingangs genannten Art zu schaffen, bei welcher der Ringbereich der Formmembran flexibel genug ist, um eine möglichst leichtgängige Hubbewegung mit nur geringen Walkarbeitsverlusten zu ermöglichen, bei der aber dennoch die Verformungen des Ringbereichs der Membran unter Vakuum minimiert sind, so daß das Saugvermögen der Membranpumpe entsprechend verbessert ist.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht bei einer Membranpumpe der eingangs genannten Art darin, daß an der Unterseite des Ringbereichs zwischen benachbarten Radialrippen wenigstens eine im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufende Stabilisierungsrippe angeordnet ist.

Dabei wird unter im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufend verstanden, daß die Stabilisierungsrippen entweder in Umfangsrichtung ausgerichtet sind, also konzentrisch zu Membrane-Längsachse angeordnet sind, oder daß sie tangential zur Umfangsrichtung ausgerichtet oder etwas schräg zur Umfangsrichtung, beispielsweise spiralförmig verlaufen. Der Ringbereich der Formmembran wird also bei der erfindungsgemäßen Membranpumpe sowohl durch die Radialrippen, als auch durch die quer dazu verlaufenden Stabilisierungsrippen gestützt. Die Radialrippen können deshalb in einem ausreichend großen Abstand zueinander angeordnet werden, so daß sich ein besonders flexibler Ringbereich ergibt, der beim Betrieb der Pumpe nur eine vergleichsweise geringe Walkarbeit verursacht. Dennoch werden ein Durchwölben des Ringbereichs sowie die damit einhergehenden Schwingungen, insbesondere

auch bei der Saugbewegung der Membran und bei großen Unterdrücken, wirkungsvoll vermieden.

Die zwischen den Radialrippen liegenden Membranbereiche werden also durch die Stabilisierungsrippen in Umfangsrichtung abgestützt. Die Stabilisierungsrippen sind also gezielt so angeordnet, daß der Ringbereich der Formmembran um eine Umfangslinie flexibel ist, jedoch in einer quer dazu verlaufenden Richtung eine vergleichsweise große Biegesteifigkeit aufweist. Somit ergibt sich eine leichtgängig betätigbare Formmembran, die nur einen sehr kleinen Anteil der aufgebrachten Hubenergie in Walkarbeit umsetzt und bei der dennoch Schwingungen sowie ein Anstoßen der Formmembran im oberen Totpunkt an die benachbarte Pumpwand vermieden werden. Die Formmembran weist dadurch einerseits eine höhere Lebensdauer auf und andererseits wird die Wirkung der Ventile der Membranpumpe nicht so schnell durch von der Formmembran abgeriebene Membranpartikel beeinträchtigt. Vorteilhaft ist auch, daß durch die geringe Durchwölbung des Ringbereichs während der Saug- beziehungsweise Hubbewegung der volumetrische Wirkungsgrad und das Saugvermögen der Membranpumpe insbesondere bei niedrigen Drücken verbessert wird. Die erfindungsgemäße Membranpumpe eignet sich deshalb besonders für eine Verwendung als Vakuumpumpe. Dabei ermöglichen die Stabilisierungsrippen speziell im Bereich der Einlaß- und Auslaßöffnung des Pumpdraumes eine deutliche Reduzierung der Verformung der Membran.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß zwischen benachbarten Radialrippen mehrere, radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen angeordnet sind. Die auf den Ringbereich unter Vakuum einwirkenden Kräfte können dann noch gleichmäßiger von den Stabilisierungsrippen aufgenommen und über die Radialrippen in das Pumpengehäuse beziehungsweise den Zentralbereich der Formmembran eingeleitet werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das Biegemoment der Radialrippen um eine Umfangslinie der Formmembran jeweils größer ist als das einer einzelnen Stabilisierungsrippe um einen diese kreuzenden Radius der Formmembran. Die Radialrippen sind also biegesteifer ausgeführt als die Stabilisierungsrippen, wobei jeweils mehrere Stabilisierungsrippen mit einer gemeinsamen Radialrippe zusammenwirken und an dieser abgestützt sind. Die Anzahl der Radialrippen kann somit reduziert werden, so daß sich ein um eine Umfangslinie flexibler, aber dennoch um eine Durchmesserlinie vergleichsweise biegesteifer Ringbereich ergibt, der trotz geringer Walkarbeitsverluste auch bei Arbeitsdrücken im Hubraum von nur wenigen Millibar noch ein gutes Saugvermögen ermöglicht.

Das im Vergleich zu den Stabilisierungsrippen größere Biegemoment der Radialrippen kann besonders einfach dadurch erzielt werden, daß die in Richtung der Membran-Längsachse orientierte Höhe der Radialrippen größer ist als die Höhe wenigstens einer, insbesondere der in Radialrichtung außen angeordneten Stabili-

sierungsrippe.

Damit die Membrankräfte besonders gut von den Stabilisierungsrippen auf die Radialrippen übertragen werden können und von dort einerseits radial nach innen in den Zentralbereich der Formmembran und andererseits aber auch radial nach außen in das Pumpengehäuse eingeleitet werden können, ist es vorteilhaft, wenn die Stabilisierungsrippen in Umfangsrichtung an der Membranunterseite geschlossen umlaufen und die Radialrippen kreuzen bzw. durchdringen.

Zweckmäßigerweise weist zumindest die in Radialrichtung innen angeordnete Stabilisierungsrippe des Ringbereichs in Axialrichtung der Formmembran eine größere Höhe auf, als wenigstens eine im Vergleich dazu weiter außen angeordnete Stabilisierungsrippe. Dadurch ergibt sich ein gleichmäßiger Übergang von dem vergleichsweise dünnen Ringbereich zu dem in Hubrichtung verstärkten Zentralbereich der Formmembran, so daß die Zug- und Druckspannungen in der Formmembran möglichst gleichmäßig verteilt werden. Dadurch kann auch die Dehnung des elastischen Membranmaterials reduziert werden, was insbesondere bei teflon-beschichteten Formmembranen vorteilhaft ist, da Teflon aufgrund seiner geringen Elastizität leicht zu Rißbildung neigt.

Eine Ausführungsform sieht vor, daß die Unterseite der in Radialrichtung innen angeordneten Stabilisierungsrippe etwa bündig an die Unterseite der Radialrippen anschließt. Das für die Formmembran verwendete Kautschuk-Material kann dann während des Vulkanisationsprozesses besser in die Eckbereiche zwischen den Stabilisierungs- und den Radialrippen fließen.

Zweckmäßig ist, wenn die in Axialrichtung der Formmembran orientierte Höhe der inneren Stabilisierungsrippe etwa genau so groß oder etwas kleiner ist als die Dicke des dieser Stabilisierungsrippe benachbarten äußeren Randbereichs des Zentralbereichs. Dadurch ergibt sich ein besonders gleichmäßiger Übergang zwischen dem Zentralbereich und dem Ringbereich, durch den die während des Betriebs der Membranpumpe in der Formmembran auftretenden mechanischen Spannungen reduziert werden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß der Zentralbereich an der Membranunterseite einen Absatz aufweist, der einen vorzugsweise stufenförmig ausgebildeten Übergangsbereich zum Ringbereich bildet. Für die Übertragung der insbesondere bei Vakuumpumpen in der Formmembran auftretenden Zugkräfte vom Ringbereich auf den Zentralbereich der Formmembran steht dann im Zentralbereich trotz des in diesem Bereich verkleinerten Membrandurchmessers eine ausreichende Krafteinleitungsfläche zur Verfügung, so daß die in diesem Bereich auftretenden Zugspannungen reduziert sind.

Ein besonders gleichmäßiger und für den Kraftfluß günstiger Übergang zwischen Zentralbereich und Ringbereich kann dadurch erreicht werden, daß die Unterseite der Radialrippen bündig die Unterseite des Absat-

zes anschließt und daß die Höhe der Radialrippen zumindest zwischen dem Absatz und der in Radialrichtung inneren Stabilisierungsrippe radial nach außen hin abnimmt.

Um einen noch günstigeren und homogenen Kraftfluß in dem Ringbereich der Membran zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß die vorzugsweise in gleichen Abständen radial zueinander versetzt angeordneten Stabilisierungsrippen in Radialrichtung ein etwa wellenförmiges Profil mit gerundeten Übergängen zwischen den einzelnen Stabilisierungsrippen bilden. Für die Stabilisierungsrippen und/oder die Stabilisierungsvorsprünge wird dagegen ein in Umfangsrichtung der Formmembran gesehen rechteckiger Querschnitt bevorzugt, um eine größere Biegesteifigkeit zu erreichen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, daß sich der Zentralbereich an seiner Unterseite nach unten hin verengt und dort vorzugsweise etwa kegelförmig ausgebildet ist, daß der Zentralbereich an seiner Unterseite im wesentlichen radial-axial angeordnete Stabilisierungsvorsprünge aufweist und daß sich diese nach außen hin in den Radialrippen des Ringbereichs fortsetzen. Die von den Stabilisierungsrippen auf die Radialrippen übertragenen Stützkkräfte können dann besser in den Zentralbereich eingeleitet werden, so daß einem Durchbiegen oder Wölben des Ringbereichs in Richtung des Pumpdraumes bei Beaufschlagung der Formmembran mit Vakuum noch wirkungsvoller entgegengewirkt wird.

Als besonders günstig für das Saugvermögen der Membranpumpe hat sich in der Praxis erwiesen, wenn die Radialrippen etwa im Abstand von 20° zueinander versetzt gleichmäßig über den Umfang der Formmembran verteilt angeordnet sind und wenn jeweils zwischen benachbarten Radialrippen vier radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen vorgesehen sind.

Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen in unterschiedlichen Maßstäben und zum Teil stärker schematisiert:

Fig. 1 eine im Schnitt gehaltene Teilansicht einer Membranpumpe mit einer Formmembran, deren äußerer Membran-Randbereich zwischen dem Kurbelgehäuse der Membranpumpe und dem Pumpenkopf eingespannt ist und die mit einem nur teilweise dargestellten Pleuel in Antriebsverbindung steht,

Fig. 2 eine Ansicht auf die Unterseite der Formmembran nach Figur 1, welche die in Umfangsrichtung verlaufenden Stabilisierungsrippen sowie die Radialrippen des Ringbereichs besonders gut erkennen lassen, welche sich nach innen hin in den Stabilisierungsvorsprüngen des Zentralbereichs fortsetzen,

Fig. 3 eine Seitenansicht der in Figur 1 gezeigten Formmembran in Ruhestellung, wobei der Ringbereich teilweise im Schnitt dargestellt ist, damit die Anordnung der Stabilisierungsrippen sichtbar ist,

Fig. 4 eine Detailvergrößerung des in Figur 3 mit X gekennzeichneten Membranebereichs, wobei die unterschiedliche Höhe der einzelnen Stabilisierungsrippen und der Absatz des Zentralbereichs besonders gut erkennbar sind, der den Übergang zum Ringbereich bildet und

Fig. 5 das Saugvermögen der erfindungsgemäßen Membranpumpe als Funktion des Saugdruckes, wobei zum Vergleich auch die Saugvermögenskurve der aus DE-40 07 932 C2 bekannten Membranpumpe in das Diagramm eingezeichnet ist.

Eine im ganzen mit 1 bezeichnete Membranpumpe (Fig. 1) weist eine Formmembran 2 aus elastischem Material auf, die in ihrem Zentralbereich 3 in Hubrichtung 4 verstärkt ist und um diesen Zentralbereich 3 herum einen flexiblen Ringbereich 5 hat. Dieser ist an seinem Außenumfang mit einem Einspannrand 6 am Pumpengehäuse zwischen dem Kurbelgehäuse 7 und dem Pumpenkopf 8 eingespannt. In die Formmembran 2 ist ein als Mitnehmerkern ausgebildeter Formkern 9 einvulkanisiert, an dessen Gewindestutzen 10 ein Pleuel 11 angreift, mit dem die Formmembran 2 aus einer oberen in eine untere Totpunktlage und umgekehrt auslenkbar ist. Der Pumpenkopf 8 weist einen Einlaßkanal 12 und einen Auslaßkanal 13 für das zu fördernde oder abzugsaugende Medium auf, die jeweils in den durch die Pumpenwand 14 des Pumpenkopfs 8 und die Membranoberseite 15 begrenzten Pumpdraum 16 einmünden. Die Ein- und Auslaßkanäle 12, 13 sind in bekannter Weise mit Einbeziehungsweise Auslaßventilen versehen, die aus Gründen der Übersichtlichkeit in Figur 1 nicht dargestellt sind.

Um in der oberen Totpunktstellung der Formmembran 2 einen möglichst kleinen Totraum zu erreichen, sind die dem Pumpdraum 16 zugewandte Membranoberseite 15 im Zentralbereich 3 sowie die benachbarte Pumpdraumwand 14 geometrisch aneinander angepaßt. Dabei sind sowohl die Pumpdraumwand 14, als auch die Formmembran 2 jeweils in ihrem zentralen Bereich kugelförmig ausgebildet.

Die Formmembran 2 weist an ihrer dem Pumpdraum 16 abgewandten Unterseite 17 im Ringbereich 5 insgesamt 18 gleichmäßig über den Umfang des Ringbereichs 5 verteilte Radialrippen 18 auf, die kombiniert sind mit vier konzentrisch und in gleichen Abständen voneinander an der Unterseite 17 des Ringbereichs 5 umlaufenden Stabilisierungsrippen 19. Dabei ermöglichen die Stützrippen 19 durch die zwischen ihnen be-

findlichen Aussparungen, an denen die Formmembran 2 nur eine vergleichsweise geringe Wandstärke aufweist, eine um eine Umfangslinie im Ringbereich 5 besonders flexible Formmembran 2, die bei der Hubbewegung nur einen sehr kleinen Anteil der aufgebrachten Hubenergie in Walkarbeit umsetzt.

Um eine Durchmesserlinie weisen die Stabilisierungsrippen 19 dagegen eine vergleichsweise hohe Biegesteifigkeit auf, so daß unter Vakuum die Durchbiegung oder die Wölbung des Ringbereichs 5 in Richtung des Pumpraums 16 vermindert ist. Zusätzlich verhindern die Radialrippen 18, daß sich der Ringbereich 5 unter Beaufschlagung mit Unterdruck oder Vakuum im Pumpraum 16 um eine Umfangslinie der Formmembran 2 unzulässig stark krümmt.

Die während des Betriebs der Membranpumpe 1 an dem Ringbereich 5 angreifenden Kräfte werden also durch die Stabilisierungsrippen 19 in Umfangsrichtung abgestützt und dadurch auf die Radialrippen 18 übertragen, die wiederum einerseits die Kräfte nach außen in das Pumpengehäuse abführen und andererseits diese aber auch nach innen hin in den im Vergleich zum Ringbereich 5 wesentlich dicker und daher besonders formstabil ausgebildeten Zentralbereich 3 einleiten.

Durch die Kombination der Radialrippen 18 mit den Umfangsrichtung verlaufenden Stützrippen 19 weist die Membranpumpe 1 besonders bei niedrigen Ansaugdrücken einen verbesserten volumetrischen Wirkungsgrad auf, der in einem größeren Saugvermögen resultiert.

Figur 5 zeigt die Saugvermögenskurve 24 der erfindungsgemäßen Membranpumpe 1 im Vergleich zu der Saugvermögenskurve 25 der aus DE-PS 40 07 932 C2 bekannten Membranpumpe, die zwar Radialrippen 18, jedoch keine in Umfangsrichtung orientierten Stabilisierungsrippen 19 aufweist. Aufgetragen ist das Saugvermögen in Liter pro Stunde als Funktion des in Millibar absolut angegebenen Ansaugdrucks der Membranpumpe 1.

Figur 5 läßt erkennen, daß die mit Radial- und Stabilisierungsrippen ausgestattete Membranpumpe 1 gegenüber der nur Radialrippen 18 aufweisenden Membranpumpe besonders bei Ansaugdrücken unterhalb von 10 mbar absolut ein deutlich verbessertes Saugvermögen aufweist. Außerdem ist der Mindest-Unterdruck, gegen den die Membranpumpe 1 gerade noch ansaugen kann, gegenüber der bekannten Membranpumpe um etwa ein Drittel vermindert. Die erfindungsgemäße Membranpumpe 1 eignet sich deshalb noch besser als Vakuumpumpe und kann insbesondere auch als Vorpumpe für eine Turbo-Molekularpumpe verwendet werden.

Erwähnt werden soll noch, daß durch die mit den Radialrippen 18 kombinierten Stabilisierungsrippen 19 auch Schwingungen in der Formmembran 2, die zu einem Anstoßen der Formmembran 2 an die benachbarte Pumpraumwand 14 führen können, verringert werden. Dadurch ergibt sich einerseits eine größere Lebensdauer

er der Membran, was besonders bei relativ teuren, teflon-beschichteten Formmembranen vorteilhaft ist, und andererseits wird aber auch eine Beeinträchtigung der Funktion der Ein- und Auslaßventile durch bei einem Anstoßen an der Pumpraumwand 14 von der Formmembran 2 abgetragene Partikel weitestgehend vermieden.

Damit die an der Formmembran 2 angreifenden Betriebskräfte möglichst gleichmäßig abgestützt werden können, sind an der Unterseite 17 des Ringbereichs 5 insgesamt vier konzentrische und gleichmäßig voneinander beabstandete Stabilisierungsrippen 19 angeordnet. Die Stabilisierungsrippen 19 laufen an der Membran-Unterseite 17 geschlossen um und kreuzen die Radialrippen 18. Die Membrankräfte können dadurch besonders gut von den Stabilisierungsrippen 19 auf die Radialrippen 18 übertragen werden. Da jede Radialrippe 18 jeweils mehrere Stabilisierungsrippen 19 abstützt, ist das Biegemoment der Radialrippen 18 um eine Umfangslinie der Formmembran 2 jeweils größer als das der einzelnen Stabilisierungsrippen 19 um eine Durchmesserlinie der Formmembran 2. Die Radialrippen 18 weisen dazu eine größere Höhe a auf als die Höhe b der drei äußeren Stabilisierungsrippen 19 auf.

Um den Übergang zu dem im Vergleich zu dem Ringbereich 5 dicker ausgebildeten Zentralbereich 3 gleichmäßiger zu gestalten, weist die innere Stabilisierungsrippe 19 eine größere Höhe c auf als die Höhe b der äußeren Stabilisierungsrippen 19. Dadurch ergibt sich bei der Hubbewegung der Formmembran 2 im Übergangsbereich zwischen Ring- und Zentralbereich eine gleichmäßigere Belastung des elastischen Membranmaterials. Gegebenenfalls können für die Höhe der einzelnen Stabilisierungsrippen 19 zusätzliche Abstufungen vorgesehen sein, wobei diese Höhe mit zunehmendem Abstand vom Zentralbereich 3 immer kleiner wird. Dabei ist die Höhe c der inneren Stabilisierungsrippen 19 vorzugsweise etwas kleiner gewählt als die Dicke d des diesen Stabilisierungsrippen 19 benachbarten Außenrands des Zentralbereichs 3.

Damit die mechanischen Spannungen am Außenrand des Zentralbereichs 3 trotz des an dieser Stelle bereits vergleichsweise kleinen Membrandurchmessers auf einen ausreichend großen Materialquerschnitt verteilt werden können, ist am Außenrand des Zentralbereichs 3 ein Absatz 20 vorgesehen, der den Übergang zum Ringbereich 5 bildet. Die Dicke d dieses Absatzes 20 entspricht etwa der vierfachen Höhe b der äußeren Stabilisierungsrippen 19. Die Dicke des Ringbereichs an der höchst Stelle der inneren Stabilisierungsrippe 19 ist etwas kleiner als die Dicke d des Absatzes 20. Die Radialrippen 18 gehen an ihrem inneren, der Längsmittelachse 21 der Formmembran 2 zugewandten Ende unmittelbar in den Absatz 20 über und reichen mit ihrem äußeren Endbereich bis in den verdickt ausgebildeten Einspannrand 6.

Damit die an dem Ringbereich 5 angreifende Betriebskräfte noch besser in den Zentralbereich 3 abge-

leitet werden können, sind die Radialrippen 18 zwischen der inneren Stabilisierungsrippe 19 und dem Absatz 20 an ihrer Unterseite abgeschrägt, so daß in diesem Bereich die Höhe der Radialrippen 18 radial nach außen hin abnimmt. Zwischen der inneren Stabilisierungsrippe 19 und dem Einspannrand 6 weisen die Radialrippen 18 dagegen eine konstante Rippenhöhe auf.

Wie aus Figur 4 besonders gut erkennbar ist, haben die zueinander versetzt angeordneten Stabilisierungsrippen 19 in Radialrichtung ein etwa wellenförmiges Profil mit gerundeten Übergängen. Der Kraftfluß in der Formmembran 2 soll dadurch besonders gleichmäßig auf dem zur Verfügung stehenden Materialquerschnitt verteilt werden. Für die Radialrippen 18 ist dagegen ein rechteckiger Querschnitt vorgesehen, da diese praktisch nur in Längsrichtung auf Biegung beansprucht werden.

Um einen möglichst leichten und materialsparenden Zentralbereich 3 zu ermöglichen, sind an dessen Unterseite radial-axial angeordnete Stabilisierungsvorsprünge 22 vorgesehen, die von dem Flansch 23 für das Pleuel 11 bis an den Absatz 20 reichen und sich nach außen hin in den Radialrippen 18 fortsetzen (Figur 1). Dadurch wird einerseits die Formsteifigkeit des Zentralbereichs 3 erhöht und andererseits können aber auch die von den Radialrippen 18 aufgenommenen Stützkkräfte noch besser auf den Zentralbereich übertragen werden.

An den Absatz 20 schließt sich radial nach innen ein kreisringförmiger, konzentrisch zur Membranelängsachse 21 angeordneter Membrane-Zwischenbereich 27 an, der sowohl in Umfangsrichtung, als auch entlang seiner Radialerstreckung eine etwa konstante Dicke aufweist. Die radiale Breite dieses Zwischenbereichs 27 entspricht etwa seiner Dicke. An den Zwischenbereich 27 schließen sich radial nach innen hin Aussparungen 26 an, die zwischen den Stabilisierungsvorsprüngen 22 angeordnet sind. Im Bereich dieser Aussparungen 26 weist die Formmembrane 2 - in Richtung der Längsmittelachse 21 betrachtet - eine etwa 10% geringere Dicke auf als im Zwischenbereich 27.

Patentansprüche

1. Membranpumpe (1) mit einer Formmembran (2) aus elastischem Material, die in ihrem Zentralbereich (3) in Hubrichtung (4) verstärkt ist und um diesen herum einen flexiblen Ringbereich (5) hat, der außenseitig mit einem Einspannrand (6) am Pumpengehäuse gehalten ist, welche Formmembran (2) mittels eines an ihrem Zentralbereich (3) angreifenden Pleuels (11) oder dergleichen Hubvorrichtung von einer oberen in eine untere Totpunktlage und umgekehrt auslenkbar ist, wobei insbesondere die dem Pumpraum (16) zugewandte Membran-Oberseite (15) im Zentralbereich (3) sowie die benachbarte Pumpraumwand (14) geometrisch an-

einander angepaßt sind und an der dem Pumpraum (16) abgewandten Membran-Unterseite (17) zumindest im Ringbereich (5) Radialrippen (18) zur Stabilisierung vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß an der Unterseite (17) des Ringbereichs (5) zwischen benachbarten Radialrippen (18) wenigstens eine im wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufende Stabilisierungsrippe (19) angeordnet ist.

2. Membranpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Radialrippen (18) mehrere, radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen (19) angeordnet sind.
3. Membranpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Biegemoment der Radialrippen (18) um eine Umfangslinie der Formmembran (2) jeweils größer ist als das einer einzelnen Stabilisierungsrippe (19) um einen diese kreuzenden Radius der Formmembran (2).
4. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die in Richtung der Membran-Längsachse (21) orientierte Höhe (a) der Radialrippen größer ist als die Höhe (b) wenigstens einer, insbesondere der in Radialrichtung außen angeordneten Stabilisierungsrippe (19).
5. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stabilisierungsrippen (19) in Umfangsrichtung an der Membranunterseite (17) geschlossen umlaufen und die Radialrippen (18) kreuzen.
6. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die in Radialrichtung innen angeordnete Stabilisierungsrippe (19) des Ringbereichs (5) in Axialrichtung der Formmembran (2) eine größere Höhe (c) aufweist als wenigstens eine im Vergleich dazu weiter außen angeordnete Stabilisierungsrippe (19).
7. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite der in Radialrichtung innen angeordneten Stabilisierungsrippe (19) etwa bündig an die Unterseite der Radialrippe (18) anschließt.
8. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die in Axialrichtung der Formmembran (2) orientierte Höhe (c) der inneren Stabilisierungsrippe (19) etwa genau so groß oder etwas kleiner ist als die Dicke (d) des dieser Stabilisierungsrippe (19) benachbarten äußeren Randbereichs des Zentralbereichs (3).
9. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis

8, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite der Radialrippen (18) bündig an die Unterseite des Absatzes (20) anschließt und daß die Höhe der Radialrippen (18) zumindest zwischen dem Absatz (20) und der in Radialrichtung inneren Stabilisierungsrippe (19) radial nach außen abnimmt.

10. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterseite der Radialrippen (18) an die Unterseite des Absatzes (20) anschließt und daß die Höhe der Radialrippen (18) zumindest zwischen dem Absatz (20) und der in Radialrichtung inneren Stabilisierungsrippe (19) radial nach außen hin abnimmt.

11. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die vorzugsweise in gleichen Abständen radial zueinander versetzt angeordneten Stabilisierungsrippen (19) in Radialrichtung etwa ein wellenförmiges Profil mit gerundeten Übergängen zwischen den einzelnen Stabilisierungsrippen (19) bilden.

12. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Zentralbereich (3) an seiner Unterseite (17) nach unten hin verengt und dort vorzugsweise etwa kegelförmig ausgebildet ist, daß der Zentralbereich (3) an seiner Unterseite (17) im wesentlichen radial-axial angeordnete Stabilisierungsvorsprünge (22) aufweist und daß sich diese nach außen hin in den Radialrippen (18) des Ringbereichs (5) fortsetzen.

13. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Stabilisierungsrippen (19) und/oder die Stabilisierungsvorsprünge (22) in Umfangsrichtung der Formmembran (2) gesehen einen etwa rechteckigen Querschnitt aufweisen.

14. Membranpumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Radialrippen (18) etwa im Abstand von 20° zueinander versetzt gleichmäßig über den Umfang der Formmembran (2) verteilt angeordnet sind und daß jeweils zwischen benachbarten Radialrippen (18) vier radial zueinander versetzte Stabilisierungsrippen (19) vorgesehen sind.

Claims

1. Diaphragm pump (1) having a shaped diaphragm (2) of resilient material which is reinforced in its central area (3) in the direction of lifting (4) and has around this area a flexible annular region (5) which is externally held on the pump housing by a clamping rim (6), the shaped diaphragm (2) being adapted

to be deflected from a top to a bottom dead centre position and *vice versa* by means of a piston rod (11) or similar lifting means engaging on its central area (3), whilst in particular the central area (3) of the top (15) of the diaphragm facing the pumping chamber (16) and the adjacent pumping chamber wall (14) are constructed to fit each other geometrically and radial stabilising ribs (18) are provided at least in the annular region (5) on the underside (17) of the diaphragm remote from the pumping chamber (16), characterised in that on the underside (17) of the annular region (5) between adjacent radial ribs (18) there is at least one stabilising rib (19) extending substantially in the circumferential direction.

2. Diaphragm pump according to claim 1, characterised in that, between adjacent radial ribs (18), there are a plurality of stabilising ribs (19) radially offset from one another.

3. Diaphragm pump according to claim 1 or 2, characterised in that the bending moment of the radial ribs (18) about a circumferential line of the shaped diaphragm (2) is greater than that of an individual stabilising rib (19) about a radius of the shaped diaphragm (2) which intersects therewith.

4. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 3, characterised in that the height (a) of the radial ribs oriented in the direction of the longitudinal axis (21) of the diaphragm is greater than the height (b) of at least one stabilising rib (19), particularly the one arranged on the outside in the radial direction.

5. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 4, characterised in that the stabilising ribs (19) run in closed configuration round the underside of the diaphragm (17) in the circumferential direction and intersect with the radial ribs (18).

6. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 5, characterised in that at least the radially inner stabilising rib (19) of the annular region (5) has a greater height (c) in the axial direction of the shaped diaphragm (2) than at least one stabilising rib (19) which is mounted further out than said aforementioned rib.

7. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 6, characterised in that the underside of the radially inner stabilising rib (19) lies substantially flush against the underside of the radial rib (18).

8. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 7, characterised in that the height (c) of the inner stabilising rib (19), oriented in the axial direction of the shaped diaphragm (2), is virtually identical to or

somewhat less than the thickness (d) of the outer edge region of the central area (3) adjacent to this stabilising rib (19).

9. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 8, characterised in that the underside of the radial ribs (18) lies flush against the underside of the step (20) and the height of the radial ribs (18) decreases radially outwards at least between the step (20) and the radially inner stabilising rib (19). 5
10. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 9, characterised in that the underside of the radial ribs (18) is adjacent to the underside of the step (20) and the height of the radial ribs (18) decreases in the radially outward direction at least between the step (20) and the radially inner stabilising rib (19). 10
11. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 10, characterised in that the stabilising ribs (19) which are preferably arranged radially offset from each other at equal intervals form a wave-like profile, in the radial direction, with rounded points of transition between the individual stabilising ribs (19). 15
12. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 11, characterised in that the central area (3) tapers downwardly on its underside (17) and is preferably substantially frustoconical in shape there, the central area (3) has substantially radial/axial stabilising projections (22) on its underside (17) and these projections (22) continue outwards into the radial ribs (18) of the annular region (5). 20
13. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 12, characterised in that the stabilising ribs (19) and/or the stabilising projections (22), viewed in the circumferential direction of the shaped diaphragm (2), have a substantially rectangular cross section. 25
14. Diaphragm pump according to one of claims 1 to 13, characterised in that the radial ribs (18) are uniformly distributed over the circumference of the shaped diaphragm (2), offset from one another at intervals of about 20°, and four stabilising ribs (19) radially offset from one another are provided between adjacent radial ribs (18). 30

Revendications

1. Pompe à membrane (1), avec une membrane façonnée (2) en matériau élastique, qui est renforcée dans sa région centrale (3) dans la direction de déplacement (4) et possède tout autour de cette région centrale une région annulaire flexible (5) qui est maintenue extérieurement sur le carter de pom-

pe par un bord de serrage (6), la membrane façonnée (2) pouvant, au moyen d'une bielle (11) ou dispositif de déplacement similaire agissant sur sa région centrale (3), être déviée d'une position de point mort haut dans une position de point mort bas et réciproquement, la face supérieure (15), tournée vers la chambre de pompage (16), de la membrane dans la région centrale (3) et la paroi voisine (14) de la chambre de pompage étant notamment géométriquement adaptées l'une à l'autre, et des nervures radiales (18) étant prévues aux fins de stabilisation sur la face inférieure (17), opposée à la chambre de pompage (16), de la membrane, au moins dans la région annulaire (5), **caractérisée** en ce qu'au moins une nervure de stabilisation (19) s'étendant essentiellement en direction circonférentielle est disposée entre des nervures radiales voisines (18) sur la face inférieure (17) de la région annulaire (5).

2. Pompe à membrane selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que plusieurs nervures de stabilisation (19), radialement décalées les uns par rapport aux autres, sont disposées entre des nervures radiales voisines (18). 35

3. Pompe à membrane selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée** en ce que le moment de flexion des nervures radiales (18) autour d'une ligne circonférentielle de la membrane façonnée (2) est chaque fois supérieur à celui d'une nervure de stabilisation individuelle (19) autour d'un rayon de la membrane façonnée (2) croisant cette ligne. 40

4. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée** en ce que la hauteur (a) des nervures radiales, dans la direction de l'axe longitudinal (21) de la membrane, est supérieure à la hauteur (b) d'au moins une nervure de stabilisation (19), notamment de celle disposée à l'extérieur en direction radiale. 45

5. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 4, **caractérisée** en ce que les nervures de stabilisation (19) s'étendent sur la face inférieure (17) de la membrane en en faisant le tour complet en direction circonférentielle, et croisent les nervures radiales (18). 50

6. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 5, **caractérisée** en ce qu'au moins la nervure de stabilisation (19) de la région annulaire (5) qui est disposée à l'intérieur en direction radiale présente, dans la direction axiale de la membrane façonnée (2), une hauteur (c) supérieure à celle d'au moins une nervure de stabilisation (19) disposée plus à l'extérieur qu'elle. 55

7. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 6, **caractérisée** en ce que la face inférieure de la nervure de stabilisation (19) disposée à l'intérieur en direction radiale se raccorde environ en affleurement à la face inférieure de la nervure radiale (18). 5
8. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 7, **caractérisée** en ce que l'épaisseur (c), dans la direction axiale de la membrane façonnée (2), de la nervure de stabilisation intérieure (19) est environ égale ou légèrement inférieure à l'épaisseur (d) de la région de bord extérieur de la région centrale (3) qui est voisine de cette nervure de stabilisation (19). 10
9. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 8, **caractérisée** en ce que la face inférieure des nervures radiales (18) se raccorde en affleurement à la face inférieure du décrochement (20), et en ce que la hauteur des nervures radiales (18), au moins entre le décrochement (20) et la nervure de stabilisation (19) intérieure en direction radiale, diminue radialement vers l'extérieur. 15
10. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 9, **caractérisée** en ce que la face inférieure des nervures radiales (18) se raccorde à la face inférieure du décrochement (20), et en ce que la hauteur des nervures radiales (18), au moins entre le décrochement (20) et la nervure de stabilisation (19) intérieure en direction radiale, diminue radialement vers l'extérieur. 20
11. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 10, **caractérisée** en ce que les nervures de stabilisation (19), disposées en étant radialement décalées les unes par rapport aux autres de façon équidistante de préférence, forment en direction radiale un profil environ ondulé avec des transitions arrondies entre les nervures de stabilisation individuelles (19). 25
12. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 11, **caractérisée** en ce que la région centrale (3) se rétrécit vers le bas sur sa face inférieure (17) et y présente, de préférence, une forme environ tronconique, en ce que la région centrale (3) présente, sur sa face inférieure (17), des saillies de stabilisation (22) en disposition essentiellement radiale/axiale, et en ce que ces saillies se poursuivent vers l'extérieur par les nervures radiales (18) de la région annulaire (5). 30
13. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 12, **caractérisée** en ce que les nervures de stabilisation (19) et/ou les saillies de stabilisation (22) présentent, considérées dans la direction circonférentielle de la membrane façonnée (2), une section 35

environ rectangulaire.

14. Pompe à membrane selon une des revendications 1 à 13, **caractérisée** en ce que les nervures radiales (18) sont disposées en répartition uniforme sur la circonférence de la membrane façonnée (2) en étant décalées d'environ 20° les unes par rapport aux autres, et en ce que quatre nervures de stabilisation (19) radialement décalées les unes par rapport aux autres sont chaque fois prévues entre des nervures radiales voisines (18). 40

Fig. 1

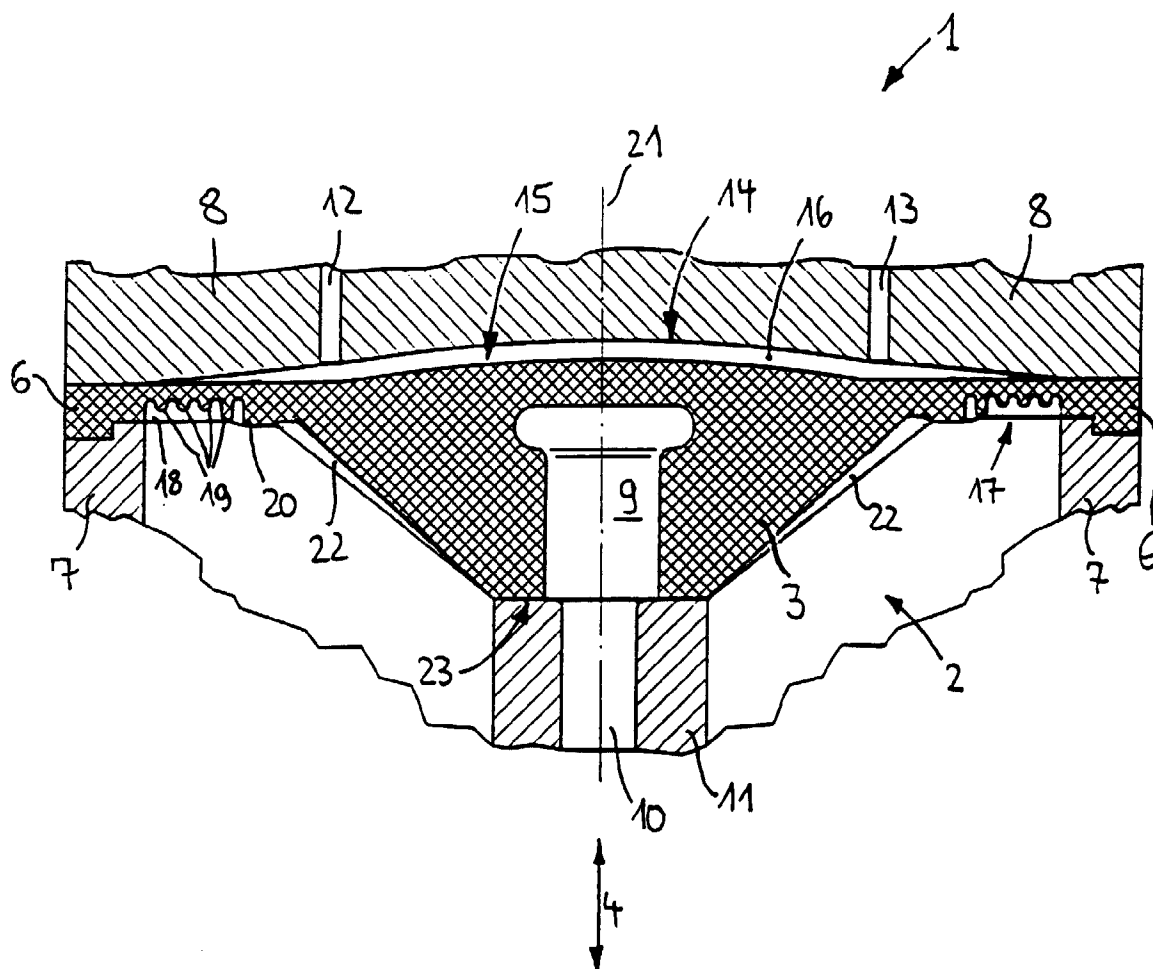


Fig. 2

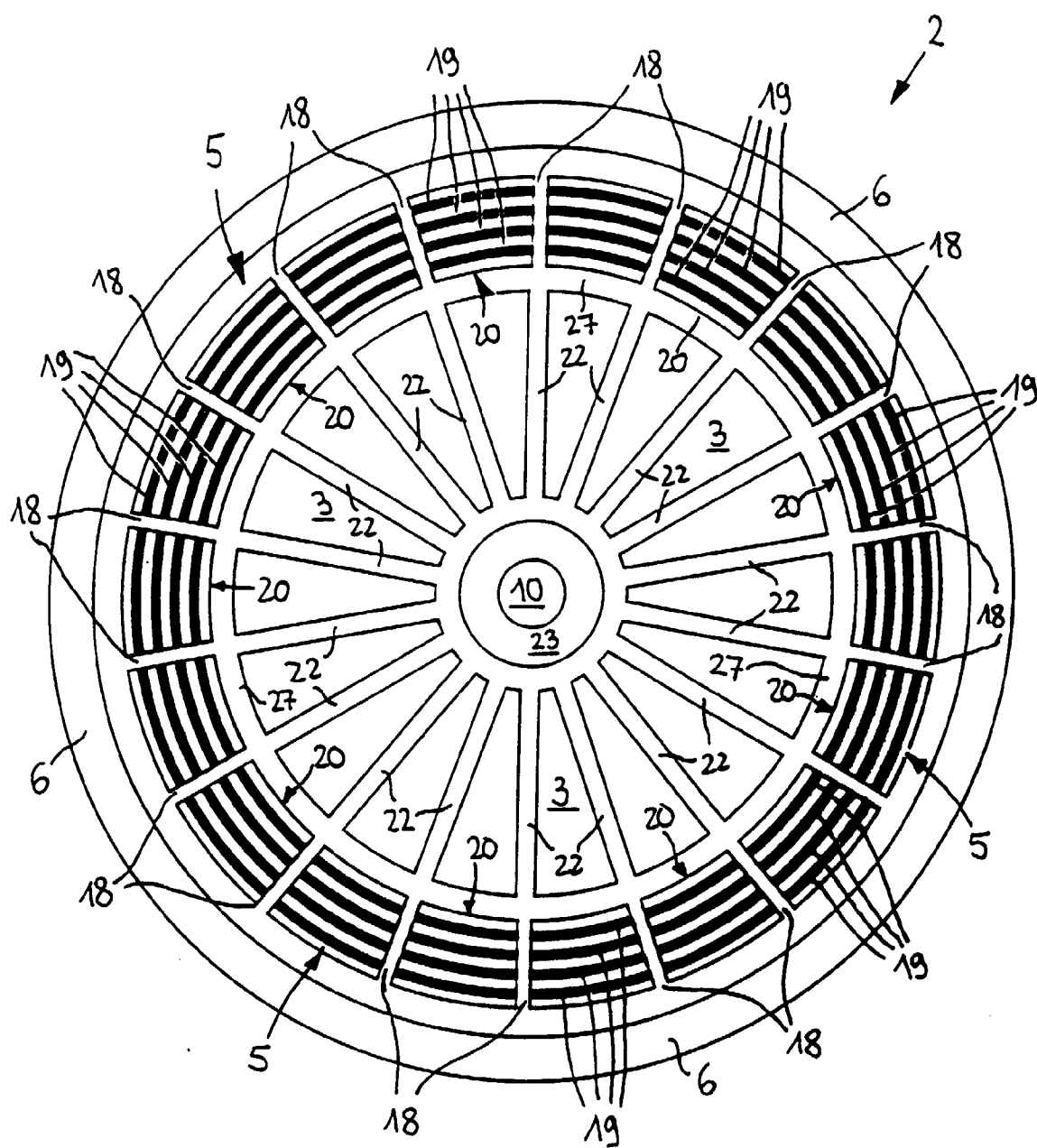


Fig. 3

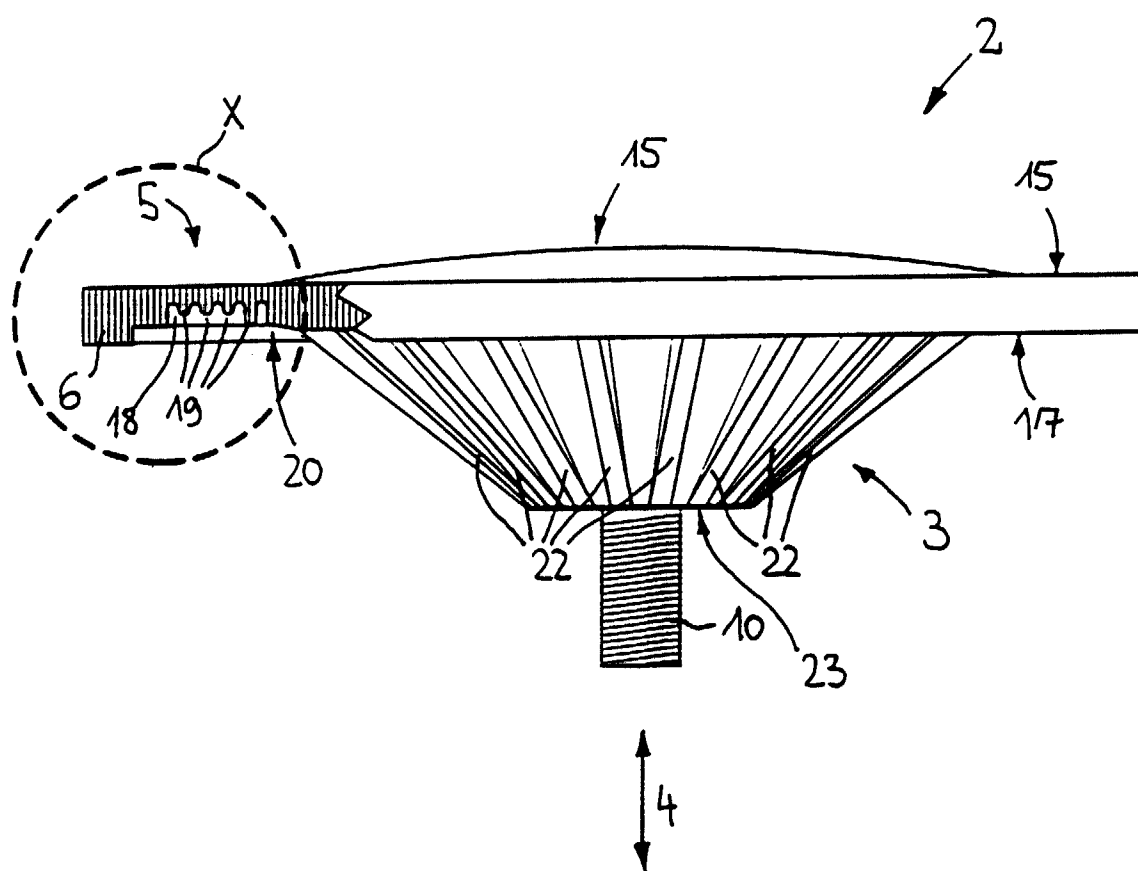


Fig. 4

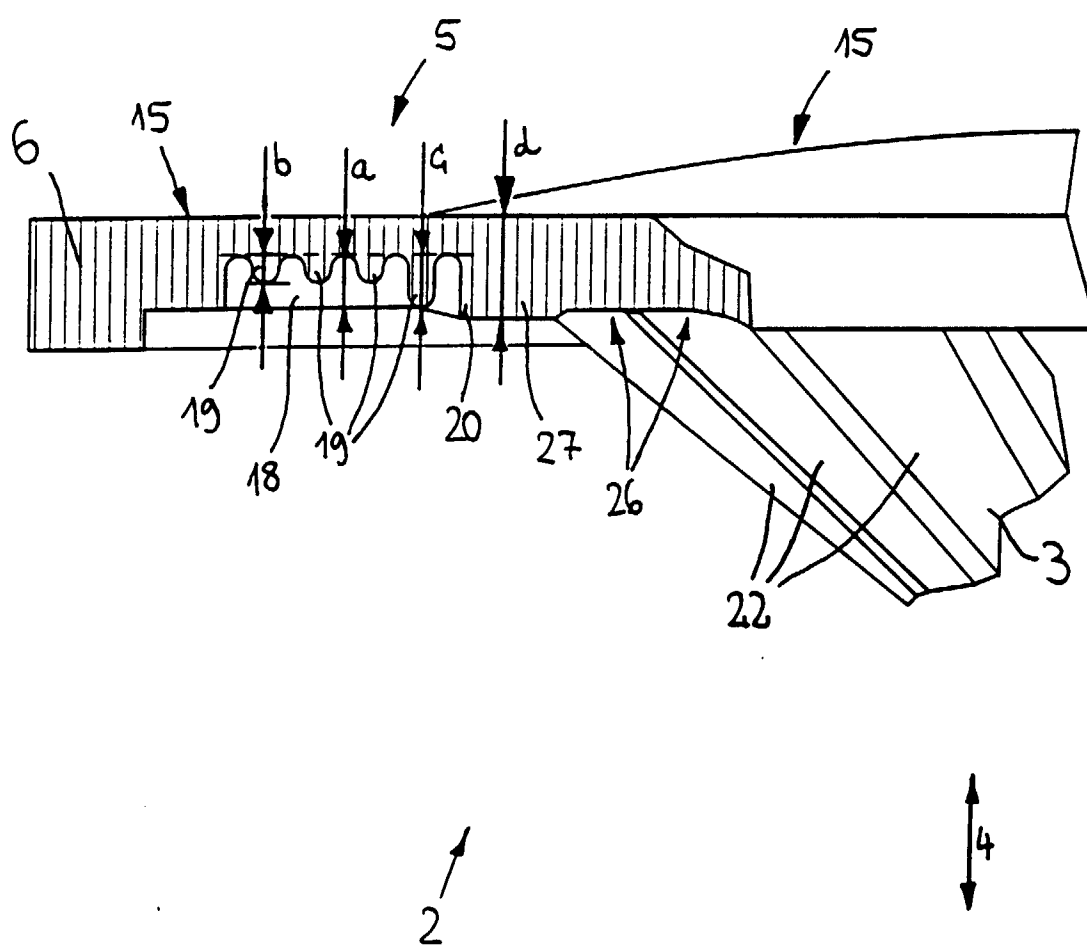


Fig. 5

