



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 010 291 A1** 2006.09.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 010 291.3**

(22) Anmeldetag: **02.03.2005**

(43) Offenlegungstag: **07.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F04B 43/06** (2006.01)
F04B 43/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

**AMI-Agrolinz Melamine International GmbH, Linz,
AT**

(74) Vertreter:

Maikowski & Ninnemann, Pat.-Anw., 10707 Berlin

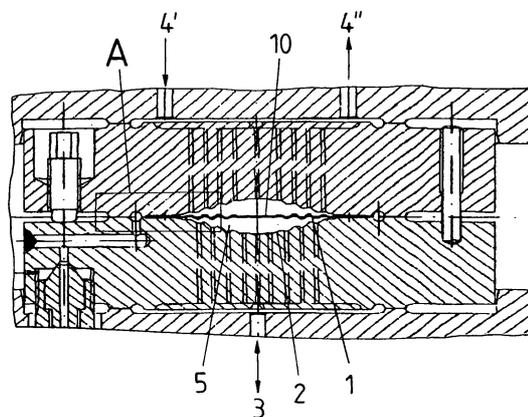
(72) Erfinder:

Schröder, Frank, Dr., 04683 Naunhof, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Membranpumpe und ein Verfahren zur Herstellung einer Pumpenmembran**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Membranpumpe mit einer ausschließlich hydraulischen Kraftübertragung durch eine Membranvorrichtung (10) als Druckmittler zwischen mindestens zwei Fluiden in einer Pumpkammer, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranvorrichtung (10) mindestens eine wellenförmige Struktur (1) zur Verbesserung der Beweglichkeit der Membranvorrichtung (10) aufweist. Damit können große Förderströme bei hohen Drücken und hohen Temperaturen sowie aggressive Medien gefördert werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Membranpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ein Verfahren zur Herstellung einer Pumpenmembran nach Anspruch 10 und eine Verwendung der Membranpumpe gemäß Anspruch 13.

Stand der Technik

[0002] Bei Membranpumpen mit ausschließlich hydraulischer Kraftübertragung werden Membranen verwendet, die Kräfte zwischen zwei Fluiden übertragen, d.h. die Membran wird insbesondere nicht durch ein Gestänge angetrieben. Die Membran trennt dabei zwei Fluide bei gleichem Druck voneinander dicht ab.

[0003] Es ist bekannt, dass bei der Verwendung hoher Temperaturen und/oder aggressiver Medien bzw. extremen Reinheitsanforderungen bei solchen Membranpumpen ebene Membranen aus sehr dünnen, wenig elastisch dehnbaren Werkstoffen, wie z.B. Metallen, Glas, Silizium oder PEEK verwendet werden. Bei der Verwendung einer ebenen Membran geht der Vorteil, dass die Membranen völlig zugspannungsfrei arbeiten können, verloren, da jede Auslenkung (von einer ebenen Membran ausgehend) mit einer Dehnung verbunden ist. Damit ist die maximale Auslenkung durch die elastische Dehnbarkeit des Membranmaterials begrenzt. Außerdem können diese Membranen nicht ohne weiteres durch die Nulllage (ebene Membran) gedrückt werden, da die Werkstoffe nach einiger Betriebszeit etwas fließen, damit zu groß werden und beim Nulllagendurchgang knittern würden, was zur Zerstörung führt. Damit wird das theoretisch beim entsprechenden Membrandurchmesser erreichbare Fördervolumen noch einmal verringert bzw. der Durchmesser vergrößert. Insbesondere bei hohen Drücken und Temperaturen kommt man schon Fördervolumen von etwas über 1 m³/h zu Druckkörpergrößen an der Grenze des bautechnisch Realisierbaren.

[0004] Dem Knittern der Membran kann man durch Vorspannen der Membran entgegenwirken, in dem man die bei erhöhter Temperatur arbeitende Membran aus einem Material mit geringerer thermischer Dehnung als die Einspannung fertigt. Dann ist die Membran im erhitzten Zustand vorgespannt. Diese Vorgehensweise erweist sich doch im praktischen Betrieb, bei Probelaufen, beim An- und Abfahren und bei Störungen als recht impraktikabel, so dass man meist auf den Nulldurchgang verzichtet.

[0005] Die hydraulische Energie, die bei Membranpumpen mit ausschließlich hydraulischer Druckübertragung übertragen werden kann, berechnet sich aus dem Produkt aus Druck mal Volumenstrom. Der Volumenstrom berechnet sich aus dem Produkt bewegter Membranfläche mal Geschwindigkeit der Membran-

ranbewegung. Der Arbeitsweg der Membran kann ein- oder beidseitig durch Lochplatten begrenzt sein, um das Zerreißen der Membran durch zu starke Auslenkung zu verhindern.

[0006] Die beschriebenen technischen Lösungen erfüllen nicht die Anforderungen, die zum Beispiel für das Pumpen von aggressiven Medien und/oder bei hohen Drücken wie z.B. in Melaminschmelzen erforderlich sind. Auch lassen sich die bekannten Membranen nicht ohne weiteres durch die Nulllage drücken, ohne Schaden zu nehmen.

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Membranpumpe zu schaffen, die für große Förderströme, für hohe Drücke, hohe Temperaturen und aggressive Medien bzw. extreme Reinheitsanforderungen geeignet ist.

[0008] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Gegenstand mit dem Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Dadurch, dass die Membranvorrichtung eine wellenförmige Struktur zur Verbesserung der Beweglichkeit der Membranvorrichtung aufweist, wird sichergestellt, dass hohe Drücke bei relativ kleiner Baugröße der Membranvorrichtung erreicht werden können. Unter einer Membranvorrichtung werden hier eine einzelne Membran, aber auch eine Kombination von Membranen verstanden, die in einer Pumpkammer der Membranpumpe zwei Flüssigkeiten trennen.

[0010] Die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Membranvorrichtung bringt den Vorteil, dass die Membranvorrichtung deutlich tiefer in eine Kalotte der Pumpkammer gedrückt werden kann als dies bei einer ebenen Ausbildung der Membran gemäß dem Stand der Technik möglich wäre; dies führt zu einer kleineren Bauform. Die im Membranmaterial durch die Deformation hervorgerufene Spannung ist auch im Maximum deutlich geringer. Zum Verdrängen gleichen Volumens kann in diesem Fall der Membrandurchmesser auf ein Drittel und stärker reduziert werden, was den Aufwand für den Druckkörper entscheidend senkt. Neben dem Vorteil der Verkleinerung der Baugröße, werden auch Pumpen mit viel größerer Förderkapazität technisch möglich bzw. wirtschaftlich. Ein weiterer Vorteil einer derart gestalteten Membranvorrichtung besteht darin, dass sie durch die Nulllage gedrückt werden kann ohne sie durch Temperierung vorspannen zu müssen und ohne dass die Membranvorrichtung Schaden nimmt. Auf Dehnungskoeffizienten des Membranmaterials muss keine Rücksicht genommen werden.

[0011] Auch ist es vorteilhaft, wenn die Membran-

vorrichtung zumindest teilweise aus Stahl, Edelstahl, Nickel-Basislegierungen und/oder Titan- bzw. Titanlegierungen, insbesondere Titan Grade **5** oder **2** besteht.

[0012] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Struktur der Wellenform einer Kalotte der Pumpkammer der Membranpumpe entspricht. Damit kann sich eine Membran der Membranvorrichtung in den Endlagen der Auslenkung an der Begrenzung der Pumpkammer, d.h. der Kalotte, abstützen.

[0013] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Membranpumpe weist mindestens eine Membran eine Dicke zwischen 0,05 und 2 mm, insbesondere eine Dicke von 1 mm auf.

[0014] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Membranvorrichtung mehr als eine Membran aufweist, wobei zwischen jeweils zwei Membranen ein Raum mit vorbestimmbarem Druck angeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Raum mit dem vorbestimmbaren Druck mit einer Druckmessvorrichtung zur Überwachung der Stabilität der Membranvorrichtung gekoppelt ist.

[0015] Vorteilhafte Ausbildungen der Membranvorrichtung sind kreisförmig, ellipsenförmig, oval oder polygonal. Diese Bauformen lassen sich in Membranpumpen gut einbauen.

[0016] Mit Vorteil ist mindestens eine Membran ermüdungsfrei durch die Nulllage drückbar.

[0017] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

[0018] Dabei wird ein zumindest teilweise plastisch verformbares Membranmaterial in einer Pumpkammer mit Fluiddruck derart beaufschlagt, dass das Membranmaterial mindestens teilweise in eine Kalotte der Pumpkammer gedrückt wird. Da die Kalotte eine wellenförmige Struktur aufweist, wird das Membranmaterial mit der wellenförmigen Struktur versehen.

[0019] Dies geschieht vorteilhafterweise unter einer Temperaturerhöhung oberhalb der Fließtemperatur des Membranmaterials, wobei das Membranmaterial dann unter Druck abgekühlt wird, wodurch die Struktur fixiert wird.

[0020] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Druckkammer extern von der Membranpumpe angeordnet ist oder die Druckkammer die Pumpkammer der Membranpumpe ist. Wenn die Druckkammer die Pumpkammer der Membranpumpe ist, wird die Membranvorrichtung in-situ hergestellt.

[0021] Ferner löst auch eine Verwendung der Mem-

branpumpe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Fördern von Melaminschmelze die Aufgabe.

[0022] Verwendet man als Membran ein plastisch verformbares Elastomer wie Teflon, würde sich die Kreiswellenstruktur nach Ende der Fluidbeaufschlagung rückbilden, so dass mit diesen Materialien nur dergestalt gearbeitet werden kann, dass die erfindungsgemäßen Kreiswellen vor dem Einsatz der Membran in diese eingepresst werden.

[0023] Eine derart erhaltene Membran hat den Vorteil, dass sie vor Ort hergestellt werden kann, indem die Fluidbeaufschlagung auf die Membran nach deren Einspannen oder Einschweißen geschieht. Ein weiterer erfindungsgemäßer Vorteil besteht in der Strukturierung der Membran durch Kreiswellen, bevorzugt konzentrisch angeordnet, die bewirken, dass ein störungsfreies Durchschreiten der Nulllage gesichert ist.

[0024] Die Membranen arbeiten zuverlässig bei Temperaturen um 400°C und bei Drücken bis 700 bar.

Ausführungsbeispiel

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnungen an mehreren Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

[0026] [Fig. 1](#) eine Detailansicht einer Pumpkammer einer Ausführungsform einer erfinderischen Membranpumpe;

[0027] [Fig. 2](#) eine Detailansicht einer Ausführungsform einer Membranvorrichtung mit zwei Membranlagen;

[0028] [Fig. 3](#) eine schematische Draufsicht auf eine runde Membranvorrichtung;

[0029] [Fig. 4](#) eine schematische Draufsicht auf eine elliptische Membranvorrichtung.

[0030] In [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht eines Details einer Membranpumpe dargestellt. Hier geht es vor allem um die Pumpkammer **5**, in der eine Membranvorrichtung **10** angeordnet ist. Die Membranvorrichtung **10** ist hier als eine einzelne Membran ausgebildet, die zwei Fluidräume voneinander trennt. Der untere Fluidraum ist über einem Zugang **3** mit einem Druckmedium (z.B. Öl) oszillierend beaufschlagbar. Das Druckmedium verteilt sich auf zahlreiche Bohrungen und erreicht den unteren Fluidraum.

[0031] Der obere Fluidraum weist einen Zufluss **4'** und einen Abfluss **4''** für ein Fluid auf der Druckseite auf.

[0032] Die Membranvorrichtung **10** ist hier seitlich im Schnitt dargestellt. Konzentrisch ist in dieser eine wellenartige Struktur **1** ausgebildet, die der Verbesserung der Beweglichkeit der Membranvorrichtung **10** im Inneren der Pumpkammer **5** dient.

[0033] Die Pumpkammer **5** selbst weist an der Ober- und Unterseite Kalotten auf, die wellenförmig ausgebildet sind.

[0034] Die Membranvorrichtung **10** ist hier aus dünnem Blech gefertigt. Grundsätzlich sind aber auch andere Metalle oder zumindest teilweise plastisch verformbare Materialien für die Membranvorrichtung **10** denkbar.

[0035] Das Einpressen der wellenartigen Struktur **1**, z.B. Kreiswellen, erfolgt in einer Ausführungsform der Erfindung vor Ort in der Pumpkammer **5**, in einer anderen Ausführungsform auch gesondert, wobei die Einpressung im Pumpenkörper in die gewellten Anlaufflächen (Kalotte) **2** der Pumpkammer bevorzugt ist.

[0036] Die eingespannte oder eingeschweißte Membranvorrichtung **10** wird mit einem Fluiddruck beaufschlagt (gegebenenfalls bei spezieller Temperatur), der die Membranvorrichtung **10** in eine Kalotte **2** drückt. Dabei werden die Strukturen **1** in der Membranvorrichtung **10** erzeugt und stabilisiert (gegebenenfalls durch Abkühlung), so dass die Membranvorrichtung **10** die erzeugte Form behält.

[0037] Das ist erfolgreich bei metallischem Material für die Membranvorrichtung wie Stahl, Edelstahl, Nickel-Basislegierungen und Titan- bzw. Titanlegierungen.

[0038] Bei plastisch nicht deformierbaren Materialien wie Siliziumkristall oder Glas muss die Form den Materialeigenschaften entsprechend anders erzeugt werden.

[0039] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, können auch mehrlagige Membranvorrichtungen eingesetzt werden. In [Fig. 2](#) ist der Bereich A in [Fig. 1](#) vergrößert dargestellt, wobei hier eine Ausführungsform der Membranvorrichtung **1** gewählt wurde, die eine erste Membran **11** und eine zweite Membran **12** aufweist. Zwischen den Membranen **11**, **12** ist ein Zwischenraum **20** angeordnet, wobei im Zwischenraum **20** ein Vakuum oder ein geringerer Druck als der minimale Fluiddruck eingesperrt wird.

[0040] Dieser Druck im Zwischenraum **20** wird permanent überwacht, denn wenn dieser plötzlich auf den Fluiddruck ansteigt, zeigt das den Bruch einer Membranschicht an. In [Fig. 2](#) ist rechts der Anschluss für diese Membranbruchanzeige dargestellt. Da beide dichten Membranlagen **11**, **12** nur unwahr-

scheinlich zum exakt gleichen Zeitpunkt brechen kann durch rechtzeitiges Abfahren meist ein Schaden im Hydraulik- und Triebwerksteil durch Produkt oder umgekehrt eine Verunreinigung der Anlage durch Hydraulikmedium vermieden werden.

[0041] Im Folgenden werden Anwendungsbeispiele für Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Membranpumpe beschrieben.

[0042] Eine Verwendung wäre eine Schmelzepumpe für Melamin und Melaminnebenprodukte. Die Betriebstemperatur beträgt dabei zwischen ca. 360 bis 450 °C. Die Drücke auf der Saugseite liegen zwischen 70 und 300 bar, auf der Druckseite zwischen 360 bis 500 bar.

[0043] Grundsätzlich kann mit der Pumpe auch ein Druck von 2.000 bis 3.000 bar auf der Druckseite eingesetzt werden. Gerade in Verbindung mit überkritischen Betriebsbedingungen können sehr hohe Drücke sinnvoll sein.

[0044] Als Fördergut können auch Harnstoff, Nebenprodukte, Ammoniak, Kohlendioxid bei entsprechenden Temperaturen dienen.

[0045] Das Pumpengehäuse, insbesondere die Pumpenkammer wird z.B. aus Titan oder Ni-Basislegierungen hergestellt.

[0046] In den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) sind unterschiedlich ausgebildete Membranvorrichtungen **10** in einer Draufsicht dargestellt.

[0047] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, die von der erfindungsgemäßen Membranpumpe, dem Verfahren zur Herstellung der Pumpenmembran und der Verwendung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Membranpumpe mit einer ausschließlich hydraulischen Kraftübertragung durch eine Membranvorrichtung als Druckmittler zwischen mindestens zwei Fluiden in einer Pumpkammer **dadurch gekennzeichnet**, dass die Membranvorrichtung (**10**) mindestens eine wellenförmige Struktur (**1**) zur Verbesserung der Beweglichkeit der Membranvorrichtung (**10**) aufweist.

2. Membranpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranvorrichtung (**10**) zumindest teilweise aus Metall, einem steifen Elastomer, einem Glaswerkstoff und/oder einem Keramikwerkstoff besteht.

3. Membranpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranvorrichtung (10) zumindest teilweise aus Stahl, Edelstahl, Nickel-Basislegierungen und/oder Titan- bzw. Titanlegierungen, insbesondere Titan Grade 5 oder 2 besteht.

4. Membranpumpe nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur (1) der Wellenform mindestens teilweise einer Kalotte (2) der Pumpkammer der Membranpumpe entspricht.

5. Membranpumpe nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranvorrichtung (10) mindestens eine Membran mit einer Dicke zwischen 0,05 und 2 mm, insbesondere eine Dicke von 0,1 mm aufweist.

6. Membranpumpe nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranvorrichtung (10) mehr als eine Membran aufweist, wobei zwischen jeweils zwei Membranen ein Raum mit vorbestimmbarem Druck angeordnet ist.

7. Membranpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum mit vorbestimmbarem Druck mit einer Druckmessvorrichtung zur Überwachung der Stabilität der Membranvorrichtung (10) gekoppelt ist.

8. Membranpumpe nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Membranvorrichtung (10) kreisförmig, ellipsenförmig, oval oder polygonal ausgebildet ist.

9. Membranpumpe nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Membran ermüdungsfrei durch die Nulllage drückbar ist.

10. Verfahren zur Herstellung einer Membran einer Membranvorrichtung zur Verwendung in einer Membranpumpe gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein zumindest teilweise plastisch verformbares Membranmaterial in einer Pumpkammer (5) mit Fluiddruck derart beaufschlagt wird, dass das Membranmaterial in eine Kalotte (2) der Druckkammer mit einer wellenförmigen Struktur zur Einbringung der wellenförmigen Struktur (1) in die Membranvorrichtung (2) gedrückt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Eindrücken des Membranmaterials in die Kalotte (2) oberhalb der Fließtemperatur des Membranmaterials erfolgt, wobei anschließend das Membranmaterial unter Druck abgekühlt wird, wodurch die Struktur (1) im Membranmaterial fixiert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckkammer extern von der Membranpumpe angeordnet ist oder die Druckkammer die Pumpkammer der Membranpumpe ist.

13. Verwendung der Membranpumpe nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 zum Fördern von Melaminschmelze.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

FIG 1

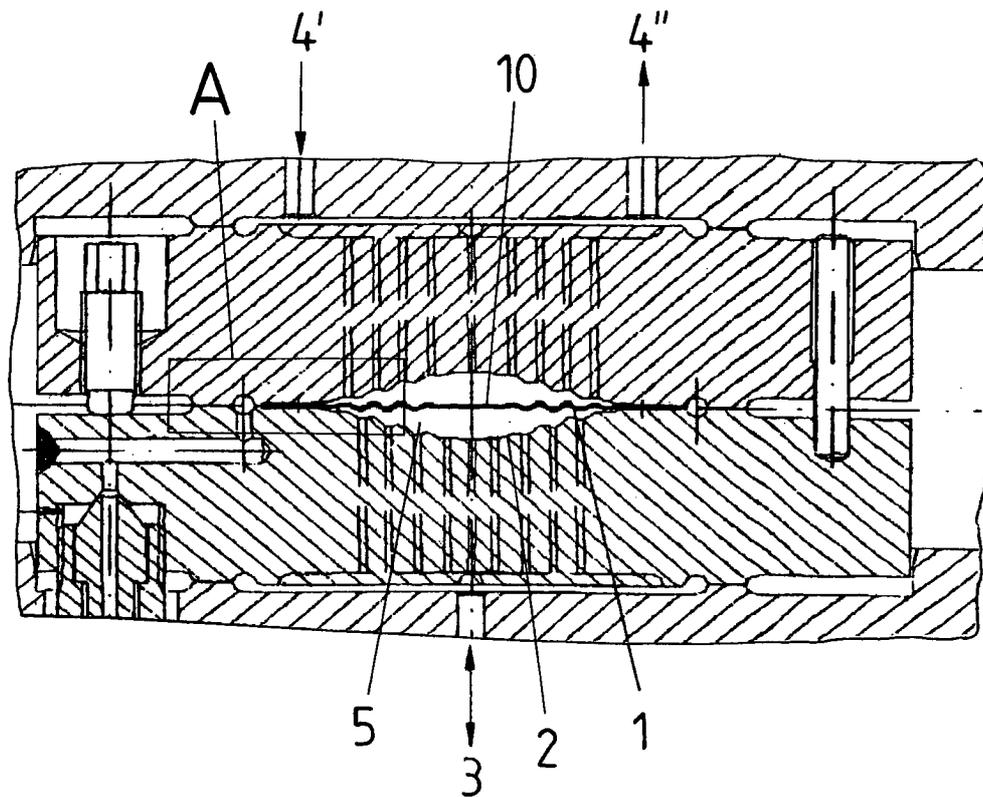


FIG 2

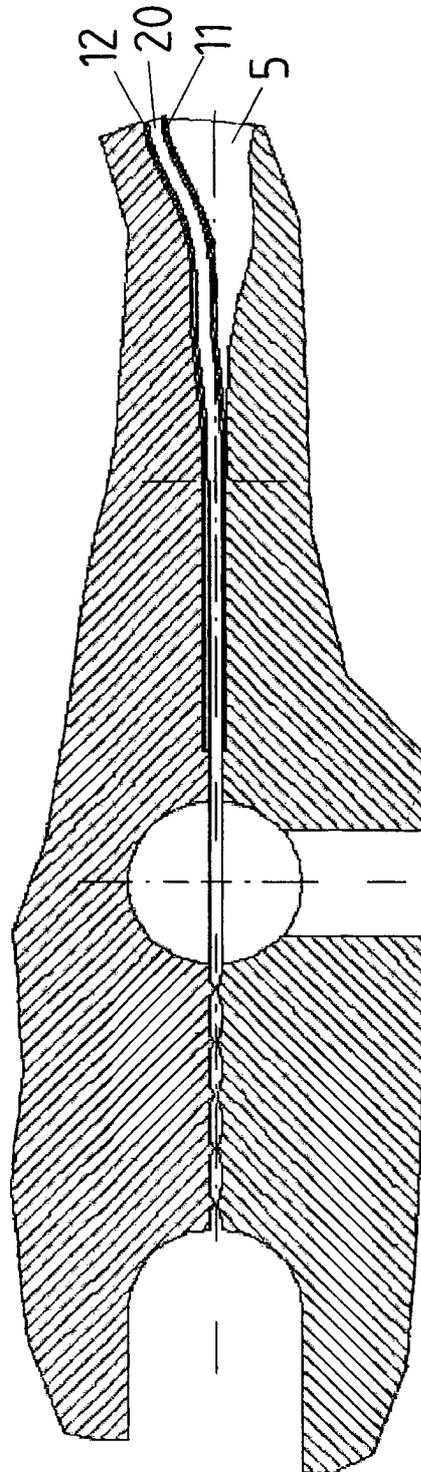


FIG 3

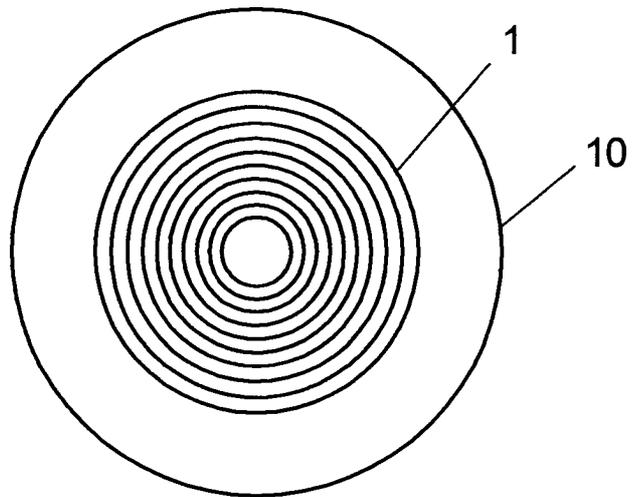


FIG 4

