



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 42 110 A1** 2004.03.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 42 110.2**
(22) Anmeldetag: **11.09.2002**
(43) Offenlegungstag: **25.03.2004**

(51) Int Cl.7: **F04B 43/04**
F04B 53/10

(71) Anmelder:
thinXXS GmbH, 66482 Zweibrücken, DE

(74) Vertreter:
Dr.-Ing. W. Bernhardt u. Dipl.-Phys. Dr. R. Bernhardt, 66123 Saarbrücken

(72) Erfinder:
Weber, Lutz, Dr., 66497 Contwig, DE

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

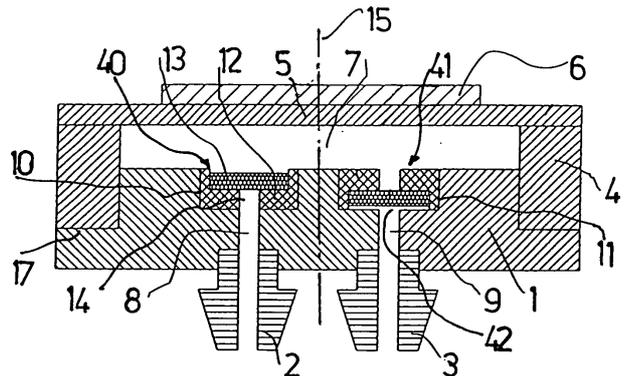
DE 197 20 482 A1
DE 43 04 238 A1
DE 41 39 668 A1
EP 12 53 320 A2
EP 04 83 469 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

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

(54) Bezeichnung: **Mikropumpe und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Mikropumpe mit einer Pumpmembran (5), die unter Änderung des Volumens einer an die Pumpmembran (5) und ein Basisteil (1) grenzenden Pumpkammer (7) bewegbar ist, und mit zwei in Ausnehmungen (10, 11) im Basisteil angeordneten, auf den Druck in der Pumpkammer ansprechenden Ventilen zum wechselseitigen Öffnen und Sperren eines Einlass- (8) und Auslasskanals (9) für das zu fördernde Medium. Gemäß der Erfindung sind die Ventile ohne gemeinsame Bauteile durch für sich funktionsfähige Ventilbaugruppen (40, 41) gebildet. Bei der Herstellung der Mikropumpen werden vorgefertigte Ventilbaugruppen, das Basisteil und Schlauchanschlüsse (2, 3) umfassende Basisbaugruppen und die Membran und den Aktor umfassende Aktorbaugruppen zusammengesetzt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Mikropumpe mit einer Pumpmembran, die unter Änderung des Volumens einer an die Pumpmembran und ein Basisteil grenzenden Pumpkammer bewegbar ist, und mit zwei in Ausnehmungen im Basisteil angeordneten, auf den Druck in der Pumpkammer ansprechenden Ventilen zum wechselseitigen Öffnen und Sperren eines Einlass- und Auslasskanals für das zu fördernde Medium. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Mikropumpe.

[0002] Die lateralen Abmessungen solcher, ganz oder überwiegend aus Kunststoffen hergestellter Mikropumpen liegen vorzugsweise zwischen 5 und 30 mm bei einer Höhe von 0,5 bis 5 mm. Die Förderraten bewegen sich für Flüssigkeiten etwa zwischen 10^{-6} und 0,05 l/min, für Gase zwischen 10^{-5} und 0,2 l/min. Hauptsächliche Einsatzgebiete sind die chemische und biochemische Analytik, die Mikroreaktionstechnik, der Transport von Gasen, der Transport und die Dosierung von pharmazeutischen Wirkstoffen, Probenflüssigkeiten, Klebstoffen, Brennstoffen oder Schmiermitteln.

[0003] Mikropumpen aus Kunststoff haben gegenüber solchen aus Silizium oder Metallen den Vorteil, dass neben der Verwendung preiswerter Ausgangsmaterialien effiziente Herstellungsverfahren, wie das Spritzgießen, angewendet werden können. Je nach Anforderungen, beispielsweise in Bezug auf optische Transparenz, Festigkeit, Hydrophilität, Hydrophobität oder chemische Resistenz, sind bei gleicher Konstruktion unterschiedliche Kunststoffe einsetzbar, wie beispielsweise Polycarbonat, Polypropylen, Polyethylen, Zykloolephincopolymer, Polyetheretherketon, Polyphenylsulfid oder Fluorkunststoffe.

Stand der Technik

[0004] Die DE 44 02 1 19 beschreibt eine Mikropumpe aus Kunststoff mit einer zwischen zwei Gehäuseteilen angeordneten Membran, die sowohl als Pumpmembran als auch zur Bildung von beweglichen Ventilkörpern dient und an Ventilsitzen durchbrochen ist.

[0005] Eine Mikropumpe der eingangs erwähnten Art geht aus der DE 197 20 482 hervor. An der Oberseite eines zweiteiligen, im Inneren Ausnehmungen für Ventile aufweisenden Basisteils ist unter Bildung einer Pumpkammer eine Pumpmembran angebracht, die durch einen Piezoaktor verformbar ist. Eine zwischen den beiden Teilen des Basisteils angeordnete Ventilmembran weist an den beiden Ventilsitzen einen Durchbruch auf und bildet so ein beiden Ventilen gemeinsames Bauteil.

[0006] Die Herstellung solcher Mikropumpen unter Verwendung verhältnismäßig großer, an der Bildung beider Ventile beteiligter Ventilmembranen ist sehr aufwendig. Insbesondere bereitet es Schwierigkeiten, die Durchbrüche in der Membran mit der für die

Funktion der Ventile erforderlichen Genauigkeit an den Ventilsitzen anzuordnen. Zum einen führen für Kunststoffmaterialien typische Verzugs- und Schwindungseffekte zu großen Positionsschwankungen der Durchbrüche auf der Membran. Zum anderen kann es bei der Montage der dünnen, schwer zu handhabenden Membranfolie leicht zu Fehlanordnungen der Durchbrüche an den Ventilsitzen kommen. Unter den Bedingungen einer Serienfertigung ist die Produktionsausbeute daher gering.

Aufgabenstellung

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Mikropumpe der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die sich gegenüber bekannten derartigen Mikropumpen mit geringerem Aufwand herstellen lässt.

[0008] Die diese Aufgabe lösende Mikropumpe nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile ohne gemeinsame Bauteile durch für sich funktionsfähige, einen Ventilsitz und Ventilkörper aufweisende Ventilbaugruppen gebildet sind.

[0009] Die Montage der als solche funktionsfähigen Ventilbaugruppen erfordert keinen mit der Montage der Ventilmembran in den Mikromembranpumpen nach dem Stand der Technik vergleichbaren Aufwand, von deren genauer Anordnung im Pumpgehäuse die Funktionsfähigkeit der Ventile abhängt.

[0010] Vorteilhaft können beide Ventilbaugruppen, d.h. die Einlassventilbaugruppe und die Auslassventilbaugruppe, baugleich sein, wobei der Ventilsitz jeweils in die Richtung des Förderstroms weist. Auch diese, den Anteil gleicher Bauteile erhöhende Maßnahmeträgt zur Verringerung des Herstellungsaufwands der Mikropumpe bei.

[0011] In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Ausnehmungen als zur Pumpkammer offene Einsenkungen gebildet, in welche sich die Ventilbaugruppen bei der Endmontage der Pumpe mit geringem Aufwand positionsgenau einsetzen lassen.

[0012] Zweckmäßig ist die Höhe der Ventilbaugruppe gleich der Tiefe der Einsenkung. So wird die Bildung von Totvolumen weitgehend vermieden.

[0013] In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ventilbaugruppe zweiteilig mit einem, vorzugsweise rotationssymmetrischen, Sitzbauteil und einem in einer Vertiefung im Sitzbauteil angeordneten Ventilkörper, vorzugsweise einem Federbauteil, zum Schließen bzw. Freigeben einer Ventilöffnung im Sitzbauteil ausgebildet. Bei rotationssymmetrischer Ausbildung des Sitzbauteils ist die Öffnung vorzugsweise coaxial zur Rotationssymmetrieachse angeordnet.

[0014] Das Federbauteil kann in einem durch den Sitzbauteil zentrierten äußeren Ringbereich mit dem Sitzbauteil verbunden sein und ein sich von dem Ringbereich nach innen erstreckendes Lippenelement zum Schließen bzw. Freigeben der Ventilöff-

nung aufweisen. Je nach Leistungsanforderungen an die Mikropumpe können unterschiedlich gestaltete Federbauteile mit dem gleichen Sitzbauteil kombinierbar sein. Pumpen mit unterschiedlichen Eigenschaften unterscheiden sich dann nur in Bezug auf die Federbauteile.

[0015] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Mikropumpe ferner aus einer vorgefertigten Basisbaugruppe, die aus dem Basisteil und Schlauchanschlüssen besteht, und einer vorgefertigten Aktorbaugruppe, welche die Membran und ggf. eine mit der Membran verbundene Piezoscheibe umfasst, zusammengesetzt.

[0016] Ein solcher modularer Aufbau trägt weiter zur Verringerung des Herstellungsaufwands bei. Separate Produktentwicklung, Produktion und Qualitätssicherung für die Komponenten der Pumpe erhöhen die Produktionssicherheit sowie die Flexibilität und den Umrüstaufwand bei der Serienfertigung verschiedener Pumpenvarianten. Die für sich funktionsfähigen Baugruppen erlauben untereinander große, die Montage erleichternde Positionierungstoleranzen.

[0017] Zweckmäßig sind die Basisbaugruppe, von den Ausnehmungen im Basisteil abgesehen, und die Aktorbaugruppe rotationssymmetrisch ausgebildet, wobei die Pumpmembran mit dem Basisteil ggf. über einen Trägerring verbunden ist, welcher auf einem Ringsitz, insbesondere einer Ringschulter, am Basisteil aufsitzt. Die rotationssymmetrischen Teile bzw. die zu ihrer Herstellung erforderlichen Werkzeuge lassen sich mit verhältnismäßig geringem Aufwand herstellen. Durch den auf dem Ringsitz aufsitzenden Trägerring ist die Aktorbaugruppe bei der Montage mit geringem Aufwand auf der Basisbaugruppe ohne Positionskontrolle zentrierbar.

[0018] Bei dem Basisteil handelt es sich vorzugsweise um ein Scheibenteil, wobei sich die Kanäle für den Zu- und Abfluss des Fördermediums zweckmäßig senkrecht zur Scheibenebene auf kürzestem Weg durch das Basisteil hindurch erstrecken. Dies ist vorteilhaft, um den Strömungswiderstand innerhalb der Mikropumpe zu minimieren.

[0019] Die Basisbaugruppe kann einstückig mit den Schlauchanschlüssen z.B. als Spritzgussteil hergestellt sein.

[0020] Wenigstens die mit dem Medium in Berührung kommenden Teile der Pumpe bestehen aus einem Kunststoff, der gegen das Fördermedium beständig ist und ggf. nicht aus Kunststoff bestehende Teile gegen aggressive Medien schützt. Zum Beispiel lässt sich die Membran, um gewünschte Verformungseigenschaften zu erreichen, aus mehreren Lagen bilden, wobei z.B. eine durch eine Kunststofflage abgeschirmte Lage aus einem Metall bestehen kann.

Ausführungsbeispiel

[0021] Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen und der beiliegenden, sich auf diese

Ausführungsbeispiele beziehenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

[0022] **Fig. 1** eine Schnittansicht einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung, **Fig. 2** die Mikromembranpumpe von **Fig. 1** in einer Draufsicht,

[0023] **Fig. 3** weitere Ausführungsbeispiele für Aktorbaugruppen, die in einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung verwendbar sind,

[0024] **Fig. 4** ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine in einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung verwendbare Basisbaugruppe,

[0025] **Fig. 5** eine in der Mikromembranpumpe von **Fig. 1** und **2** verwendete Ventilbaugruppe in einer geschnittenen Seitenansicht,

[0026] **Fig. 6** und **7** weitere Ausführungsbeispiele für Ventilbaugruppen, die in einer Mikromembranpumpe nach der Erfindung verwendbar sind,

[0027] **Fig. 8** weitere Ausführungsbeispiele für Ventildfederbauteile, die in einer Mikromembranpumpe nach der vorliegenden Erfindung verwendbar sind.

[0028] In **Fig. 1** weist das Bezugszeichen **1** auf ein scheibenförmiges Basisteil mit einer Ringschulter **17** am Umfang hin. An dem Basisteil **1** sind ein Einlassanschluss **2** und ein Auslassanschluss **3** angebracht. Auf dem Basisteil **1** sitzt über einen Ringträger **4** eine mit dem Ringträger **4** an ihrem Außenrand durch Kleben oder Schweißen verbundene Membran **5** auf, die ihrerseits mit einer Piezoscheibe **6** verklebt ist. Der Ringträger **4** könnte auch einstückig mit der Membran **5** verbunden sein.

[0029] Zwischen der Membran **5** und dem mit der Membran durch Kleben oder Schweißen verbundenen Basisteil **1** ist eine Pumpkammer **7** gebildet.

[0030] An den Einlassanschluss **2** schließt sich ein Einlasskanal **8** und an den Auslassanschluss **3** ein Auslasskanal **9** an, wobei die beiden Kanäle jeweils in eine rundzylindrische Ausnehmung **10** bzw. **11** in dem Basisteil **1** einmünden. Die Kanäle **8** und **9** sind konzentrisch zu den jeweiligen Ausnehmungen **10** und **11** angeordnet. In den Ausnehmungen **10** und **11**, die als zur Pumpkammer **7** offene Einsenkungen ausgebildet sind, sitzen baugleiche Ventilbaugruppen **40** und **41** mit einem Sitzbauteil **12** und einem Federbauteil **13**, wobei das Federbauteil der Einlassventilbaugruppe **40** in der Ausnehmung **10** der Pumpkammer **7** zugewandt und das Federbauteil der Auslassventilbaugruppe **41** in der Ausnehmung **11** der Pumpkammer **7** abgewandt ist. Das Sitzbauteil **12** weist eine zu dem Einlasskanal **8** ausgerichtete Öffnung **14** auf.

[0031] Abgesehen von den Anschlüssen, Kanälen und Ventilbaugruppen ist die in **Fig. 1** und **2** gezeigte Mikropumpe rotationssymmetrisch zu einer Achse **15** ausgebildet.

[0032] Wie **Fig. 2** erkennen lässt, sind die Anschlüsse, Kanäle und Ventilbaugruppen symmetrisch zu einer die Rotationssymmetrieachse **15** enthaltenden, die Pumpe in Hälften teilenden Ebene **16** angeordnet.

[0033] Bei der Herstellung der in den **Fig. 1** und **2**

gezeigten Mikromembranpumpe werden vor deren Endmontage drei verschiedene Baugruppen unabhängig voneinander vorgefertigt, nämlich durch die Piezoscheibe **6**, die Membran **5** und den Trägerring **4** gebildete Aktorbaugruppen, aus dem einstückigen Basisteil **1** und den Anschlüssen **2** und **3** bestehende Basisbaugruppen und aus dem Sitzbauteil **12** und dem Federbauteil **13** bestehende Ventilbaugruppen.

[0034] Die einzelnen Teile der genannten Baugruppen sind, wie auch die Baugruppen untereinander, vorzugsweise miteinander verschweißt, wobei neben Schweiß- auch Klebverbindungen in Betracht kommen.

[0035] In dem betreffenden Ausführungsbeispiel bestehen mit Ausnahme der keramischen Piezoscheibe **6** alle Teile der Pumpe aus Kunststoff.

[0036] Die aus den Baugruppen zusammengesetzte Pumpe lässt sich leicht fertigen. Der Ringabsatz **17** sorgt für eine Zentrierung der Aktorbaugruppe. Indem die Ventilbaugruppen als für sich funktionsfähige Teile vorgefertigt sind, hängt die Funktion der Ventile nicht von der Genauigkeit ihrer Anordnung ab.

[0037] Zum Ansaugen eines zu fördernden Fluids lenkt die Piezoscheibe **6** die Membran **5** aus, wodurch sich das Volumen der Pumpkammer **7** vergrößert. Zu Beginn der Ansaugphase ist in dem betreffenden Ausführungsbeispiel die Membran **5** eingebault. Durch entstehenden Unterdruck hebt das Federbauteil **13** der Einlassventilbaugruppe **40** von deren Öffnung **14** ab. Über den Einlasskanal **8** durch die freigegebene Öffnung **14** und Ausschnitte im Federbauteil (**Fig. 5**) hindurch strömt zu förderndes Medium in die Pumpkammer **7**. Am Ende der Ansaugphase hat, in diesem Ausführungsbeispiel, die Membran **5** ihre ebene, in **Fig. 1** dargestellte Form. Beim erneuten Einbeulen der Membran **5** durch die Piezoscheibe **6** und Erzeugen von Überdruck in der Pumpkammer **7** schließt das Federbauteil **13** der Einlassventilbaugruppe **40**. Hingegen hebt das Federbauteil **13** der Auslassventilbaugruppe **41** von deren Öffnung **14** ab. Im abgehobenen Zustand bleibt das Federbauteil **13** der Auslassventilbaugruppe **41** gegenüber dem Boden der Ausnehmung **11** zurückversetzt. Ein zu förderndes Medium kann nun durch die Öffnung **14** der Auslassventilbaugruppe **41**, einen zwischen dem Federbauteil **13** und dem Boden der Ausnehmung **11** gebildeten Zwischenraum **42** und den Auslasskanal **9** hindurch abfließen. Der Aktor bewegt sich periodisch mit Frequenzen, die typischerweise zwischen 10^0 und einigen 10^2 Hz liegen.

[0038] In den folgenden Figuren werden gleiche oder gleichwirkende Teile mit der gleichen Bezugszahl wie in den vorangehenden Figuren bezeichnet, wobei den betreffenden Bezugszahlen von Figur zu Figur fortlaufend der Buchstabe a, b usw. beigefügt ist.

[0039] **Fig. 3a** zeigt eine Aktorbaugruppe mit einem Trägerring **4a**, einer Membran **5a** und einer Piezoscheibe **6a**, wobei die Membran **5a** aus zwei Lagen **18** und **19** zusammengesetzt ist. Die Lage **18** besteht

aus einem Metall, z.B. Stahl oder Messing. Die an die Pumpkammer und damit das Medium angrenzende Lage **19** besteht aus einem Kunststoff. Durch die Metalllage wird ein gewünschtes Verformungsverhalten der Membran erreicht. Die Kunststofflage sichert die Metalllage gegen aggressives Fördergut und ist gegen das Fördermedium beständig. Teilkristalline Kunststoffe, wie Polypropylen, amorphe Kunststoffe, wie Polycarbonat, oder Hochleistungskunststoffe, wie Polyphenylensulfid, Polyetheretherketon oder fluorhaltige Kunststoffe sind hierfür einsetzbar.

[0040] Eine in **Fig. 3b** gezeigte Aktorbaugruppe weist eine aus zwei solchen Lagen **18b** und **19b** bestehende Membran **5b** und eine Piezoscheibe **6b** auf. Die Baugruppe wird ohne Trägerring direkt auf ein Basisteil aufgesetzt, das sich von dem Basisteil von **Fig. 1** dadurch unterscheidet, dass keine Ringschulter **17** vorgesehen ist. Stattdessen könnte eine Randerhöhung einen Zentriersitz bilden. Somit entsteht eine selbstansaugende, zur Förderung kleiner Volumenströme geeignete Pumpe mit einem zwischen 0 und einem Maximalwert schwankenden Volumen der Pumpkammer, wobei die Membran **5b** durch die Piezoscheibe **6b** nur ausgebeult wird.

[0041] Eine weitere Aktorbaugruppe für eine solche Pumpe mit einem zwischen 0 und einem Maximalwert schwankenden Pumpkammervolumen zeigt **Fig. 3c**. Eine mit einer Piezoscheibe **6c** verbundene Membran **5c** weist an ihrer der Pumpkammer zugewandten Seite eine dem maximalen Pumpkammervolumen entsprechende Ausnehmung auf, welche beim Einbeulen der Membran **5c** durch die Piezoscheibe **6c** verschwindet.

[0042] **Fig. 3d** zeigt eine Aktorbaugruppe mit einer kappenartig geformten Membran **5d** aus Kunststoff, die über einen Flansch **36** mit einer Basisbaugruppe verbindbar ist. Die rückstellfähige Membran **5d** lässt sich z.B. direkt von Hand mit dem Daumen oder durch einen geeigneten Stößel eines vorübergehend oder dauerhaft mit der Pumpe verbundenen Antriebes einbeulen. Gegenüber einer Aktorbaugruppe mit einer Piezoscheibe lassen sich längere Membranhübe und entsprechend größere Änderungen des Pumpkammervolumens erreichen. Eine Mikropumpe mit einer solchen Membran könnte z.B. im Rahmen des Umweltschutzes zur Gewinnung von Proben eingesetzt werden.

[0043] **Fig. 4** zeigt eine alternative Ausführungsform einer Basisbaugruppe mit einem Basisteil **1c**, das einstückig mit einem Einlassanschluss **2c** und einem Auslassanschluss **3c** ausgebildet ist.

[0044] Die **Fig. 5** und **6** zeigen detaillierter den Aufbau der in der Mikromembranpumpe von **Fig. 1** und **2** verwendeten Ventilbaugruppen **40** und **41**.

[0045] Das Sitzbauteil **12** der Ventilbaugruppe weist eine Bodenplatte **20** und eine ringförmige Randerhöhung **21** auf, durch die eine gefäßartige Vertiefung für das Federbauteil **13** gebildet ist. Die Höhe der Randerhöhung ist gleich der Tiefe der Ausnehmungen **10** und **11**. Die Oberseite des Federbauteils ist gegen

die Randerhöhung **21** rückversetzt. Das Federbauteil **13** ist über einen ringförmigen Randbereich **22** mit dem Sitzbauteil **12** verklebt oder verschweißt. Wie aus **Fig. 6** hervorgeht, weist das Federbauteil **13** ein den ringförmigen Randbereich **22** diametral überspannendes Lippenelement **23** mit einer Aufweitung **24** im Bereich eines Ventilsitzes **29** auf. Das Federbauteil **13** lässt sich aus einer Kunststoffolie herstellen, wobei die Foliendicke zwischen 0,01 und 0,3 mm liegen kann.

[0046] Unter dem Einfluss des Drucks in der Pumpkammer **7** hebt sich das Lippenelement **23**, insbesondere dessen Aufweitung **24**, unter Freigabe der Öffnung **14** von dem Sitzbereich ab bzw. liegt unter Verschluss der Öffnung gegen den Sitzbereich an. Bei geöffnetem Ventil kann aus der Öffnung **14** austretendes Medium durch Ausschnitte **25** und **26** gebildete Öffnungen im Federbauteil **13** durchströmen und in die Pumpkammer **7** bzw. den Auslasskanal **9** gefangen.

[0047] Bei dem Ausführungsbeispiel für eine Ventilbaugruppe von **Fig. 7a** ist im Bereich des Ventilsitzes eine sich von einer Bodenplatte **20a** erstreckende Ringerhöhung **27** gebildet, die für eine geeignete Vorspannung eines federnden Lippenelements **23a** sorgt und somit ein sicheres Verschließen des Ventils ermöglicht.

[0048] Bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 7b** ist neben einer Ringerhöhung **27b** am Ventilsitz ein erhöhter Randsitz **28** gebildet, durch den ein Lippenelement **23b** über seine gesamte Länge von einer Bodenplatte **20b** abgehoben ist. Letztere Ausführungsform hat den Vorteil, dass sich im Fördergut mitgeführte Partikel nicht zwischen der Unterseite des Lippenelements und der Bodenplatte festsetzen können.

[0049] Im folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele für kreisrunde Federbauteile beschrieben, die wahlweise in das Sitzbauteil **12** einsetzbar sind.

[0050] Bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 8a** ist ein Lippenelement **23c** mit einer Aufweitung **24c** im Sitzbereich nur an einem Ende mit dem übrigen Federbauteil verbunden, und es ist ein Schlitzausschnitt **30** gebildet. Durch eine solche Bauweise lassen sich geringe Federkonstanten des Lippenelements erreichen.

[0051] Bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 8b** ist durch Schlitzausschnitte **31** und **32** ein an beiden Enden mit dem übrigen Federbauteil verbundenes Lippenelement **23d** mit einer Aufweitung **24d** im Bereich des Ventilsitzes gebildet. Die Federkonstante dieses beiderseitig mit dem übrigen Federbauteil verbundenen Lippenelements kann höher als bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel sein. Die Aufweitung **24d** neigt weniger zu Verkippen und sitzt daher gleichmäßiger als bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel auf dem Ventilsitz auf.

[0052] Eine noch größere Federkonstante und Gleichmäßigkeit des Aufsitzens wird bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 8c** erzielt, bei dem durch drei

Schlitzausschnitte **33**, **34** und **35** ein dreiarmliges Lippenelement **23e** mit einer Aufweitung **24e** gebildet ist. Die Verbindungsstellen des Lippenelements mit der übrigen Folie sind gleichmäßig über den Umfang eines zur Verbindung mit dem Sitzbauteil vorgesehenen Ringbereichs verteilt.

[0053] Bei dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 8d** sind zwei ineinander verschachtelte Schlitzausschnitte **31f** und **32f** vorgesehen, durch die ein annähernd ringförmiges Lippenelement mit einer nach innen vorstehenden Aufweitung **24f** gebildet ist. Bei dieser Ausführungsform lässt sich eine verhältnismäßig geringe Federkonstante des Lippenelements **23f** mit einer gleichmäßigen Anlage der Aufweitung **24f** im Ventilsitzbereich verbinden.

[0054] **Fig. 8e** zeigt ein Federbauteil mit einem durch zwei Schlitzausschnitte **31g** und **32g** gebildeten geraden Lippenelement **23g** mit einer seitlich zur Mitte des Federbauteils vorstehenden Aufweitung **24g**.

[0055] Allen in **Fig. 8** gezeigten Federbauteilen sind schmale, den Konturen des Lippenelements folgende Öffnungen gemeinsam, die vorteilhaft kein großes Totvolumen bilden. Je nach Bauweise betragen die Federkonstanten des Lippenelements zwischen 0,8 mN und 0,0005 mN pro Mikrometer Auslenkung.

Patentansprüche

1. Mikropumpe mit einer Pumpmembran (**5**), die unter Änderung des Volumens einer an die Pumpmembran (**5**) und ein Basisteil (**1**) grenzenden Pumpkammer (**7**) bewegbar ist, und mit zwei in Ausnehmungen (**10,11**) im Basisteil angeordneten, auf den Druck in der Pumpkammer ansprechenden Ventilen zum wechselseitigen Öffnen und Sperren eines Einlass- (**8**) und Auslasskanals (**9**) für das zu fördernde Medium, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ventile ohne gemeinsame Bauteile durch als solche funktionsfähige, einen Ventilsitz (**29**) und Ventilkörper (**13**) aufweisende Ventilbaugruppen (**40,41**) gebildet sind.

2. Mikropumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Ventilbaugruppen (**40,41**) baugleich sind.

3. Mikropumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als Ausnehmungen zur Pumpkammer (**7**) offene Einsenkungen (**10,11**) ausgebildet sind.

4. Mikropumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Ventilbaugruppe (**40,41**) gleich der Tiefe der sie aufnehmenden Einsenkung (**10,11**) ist.

5. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilbaugruppe (**40,41**) zweiteilig mit einem, vorzugsweise rotations-symmetrischen, Sitzbauteil (**12**) und einem, vor-

zugsweise als Federbauteil (**13**) ausgebildeten, Ventilkörper zum Schließen bzw. Freigeben einer, vorzugsweise zentralen, Öffnung (**14**) im Sitzbauteil (**12**) ausgebildet ist.

6. Mikropumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Federbauteil (**13**) eine Folie aufweist, in der durch wenigstens einen Ausschnitt (**25,26;30-35**) ein an einem Ende oder an mehreren Enden mit der übrigen Folie verbundenes Lippenelement (**23**) gebildet ist.

7. Mikropumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausschnitt ein der Kontur des Lippenelements (**23**) folgender Schlitzausschnitt (**30-35**) ist.

8. Mikropumpe nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Federbauteil (**13**) in einem äußeren, durch das Sitzbauteil (**12**) zentrierten Ringbereich (**22**) mit dem Sitzbauteil (**12**) verbunden ist, von dem sich nach innen das Lippenelement (**23**) erstreckt.

9. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Sitzbauteil im Bereich des Ventilsitzes eine sich von einer Bodenplatte (**20**) erstreckende Ringerhöhung (**27**) aufweist, die das Lippenelement im Ruhezustand unter Vorspannung setzt.

10. Mikropumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sitzbauteil einen erhöhten Randsitz (**28**) aufweist, durch den das Lippenelement (**23b**) über seine gesamte Länge von einer Bodenplatte (**20b**) abgehoben ist.

11. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Lippenelement (**23**) mit dem Ringbereich (**22**) an zwei Diametralen oder drei, gleichmäßig über den Ringbereich (**22**) verteilten Stellen mit dem Ringbereich (**22**) verbunden ist.

12. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einer, die Ventilbaugruppen aufnehmenden Basisbaugruppe, die aus dem Basisteil (**1**) und Schlauchanschlüssen (**2,3**) besteht, und einer Aktorbaugruppe, welche die Membran (**5**) und eine mit der Membran verbundene Piezoscheibe (**6**) umfasst, zusammengesetzt ist.

13. Mikropumpe nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisbaugruppe (**1-3**), von den Ausnehmungen (**10,11**) abgesehen, und/oder die Aktorbaugruppe (**4,5,6**) rotationssymmetrisch ausgebildet sind/ist.

14. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Basisteil (**1**)

scheibenförmig ausgebildet ist und der Ein- und Auslasskanal (**8,9**) sich senkrecht zur Scheibenebene erstrecken.

15. Mikropumpe nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass für die Aktorbaugruppe auf dem Basisteil (**1**) ein Sitz gebildet ist und vorzugsweise die Pumpmembran (**5**) über einen Trägerring (**4**) auf einer Ringschulter (**17**) am Basisteil (**1**) aufsitzt.

16. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisbaugruppe (**1c**) einstückig mit den Schlauchanschlüssen (**2c,3c**) ausgebildet ist.

17. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die mit dem Medium in Berührung kommenden Teil der Pumpe aus einem Kunststoff bestehen.

18. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (**5**) einstückig aufgebaut ist oder mehrere Lagen (**18,19**) aus unterschiedlichem Material aufweist.

19. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (**5c**) eine der Pumpkammer zugewandte, vorzugsweise dem maximalen Pumpkammervolumen entsprechende Ausnehmung aufweist.

20. Mikropumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (**5d**) kappenartig ausgebildet ist und manuell oder mit Hilfe eines vorübergehend oder dauerhaft mit der Membran verbundenen Antriebs bewegbar ist.

21. Verfahren zur Serienherstellung von Mikropumpen nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilbaugruppen (**40,41**), Basisbaugruppen, welche das Basisteil (**1**) und die Anschlüsse (**2,3**) umfassen, sowie Aktorbaugruppen, welche die Membran (**5**) umfassen, unabhängig voneinander vorgefertigt und die Mikropumpen aus diesen Baugruppen zusammengesetzt werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

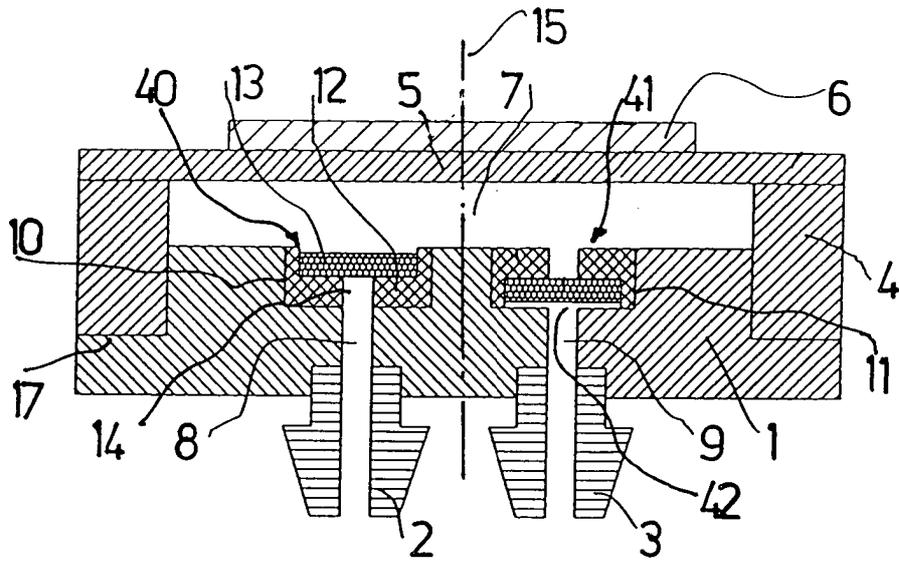


FIG. 1

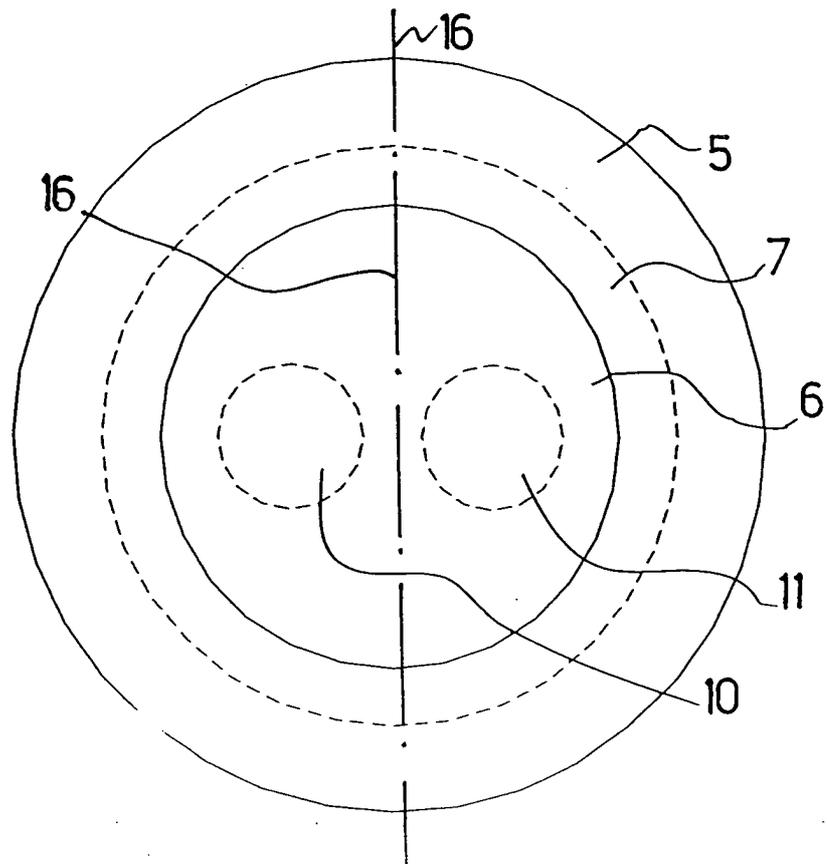


FIG. 2

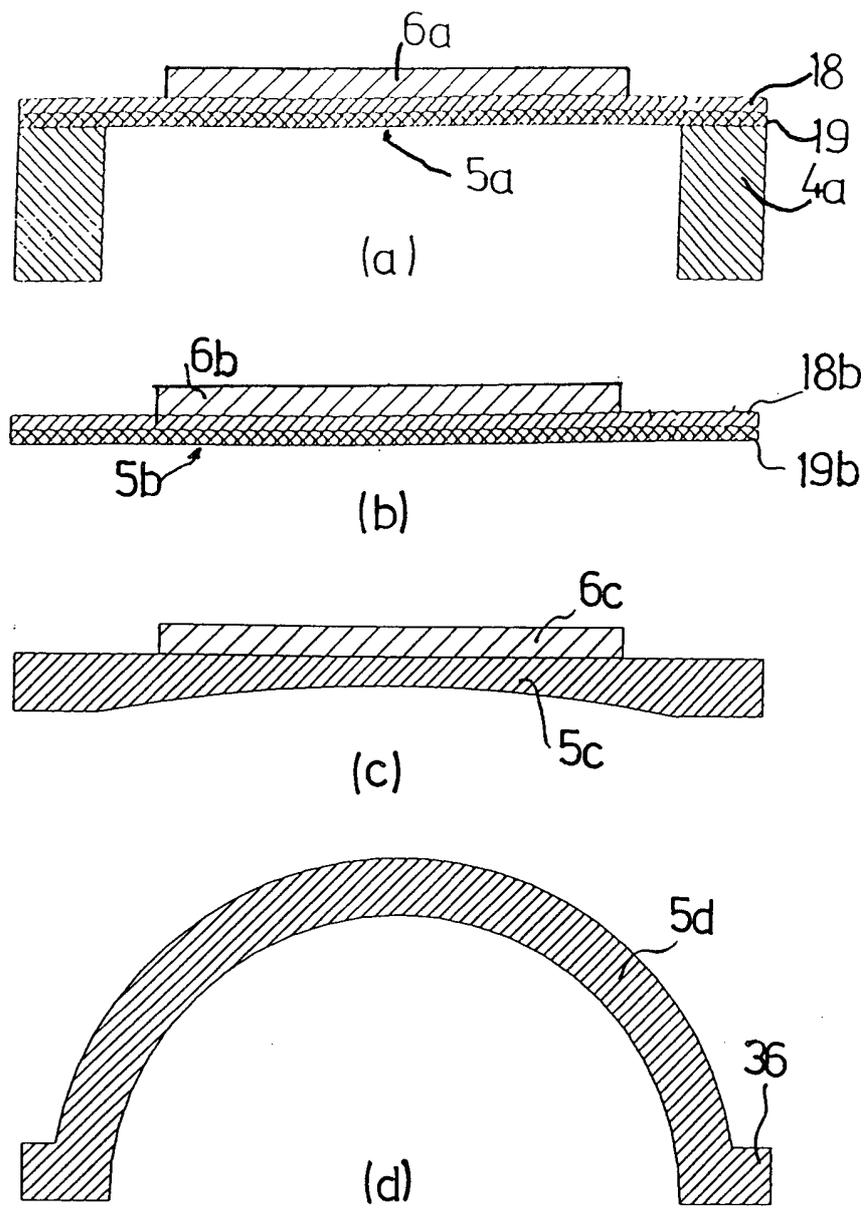


FIG. 3

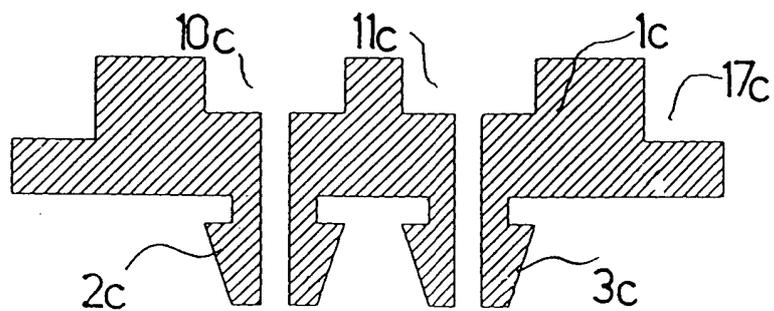


FIG. 4

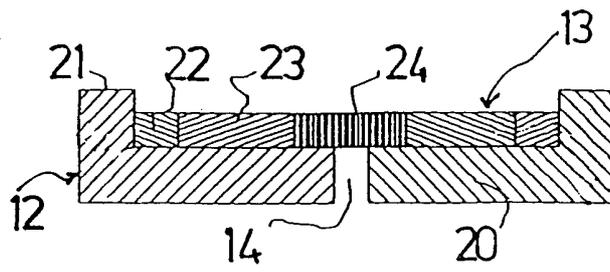


FIG.5

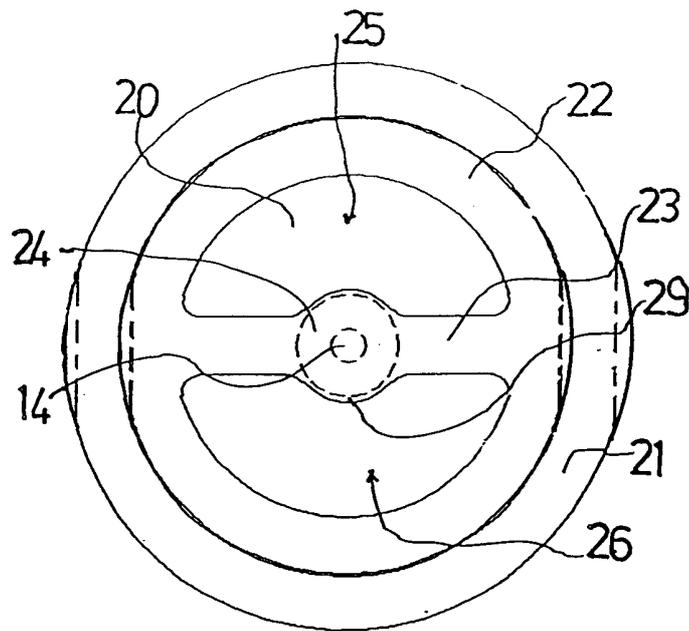


FIG.6

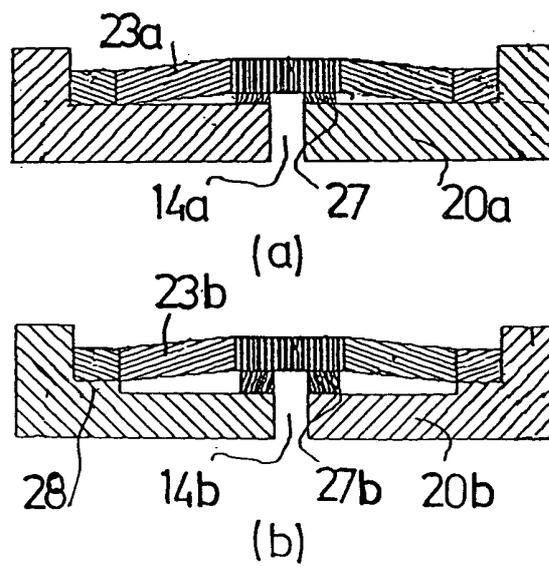


FIG.7

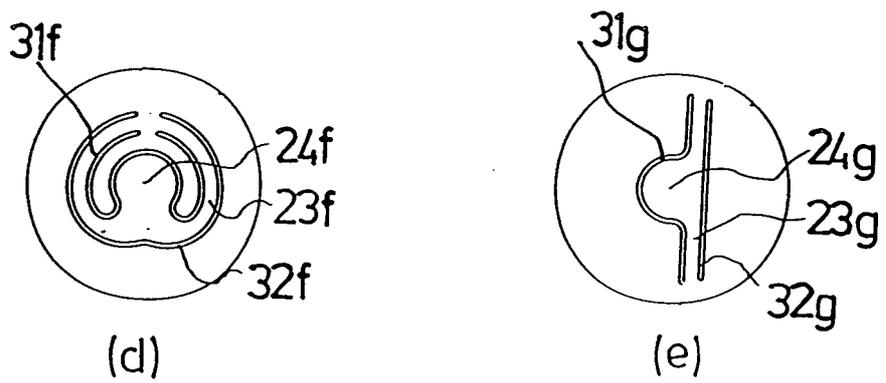
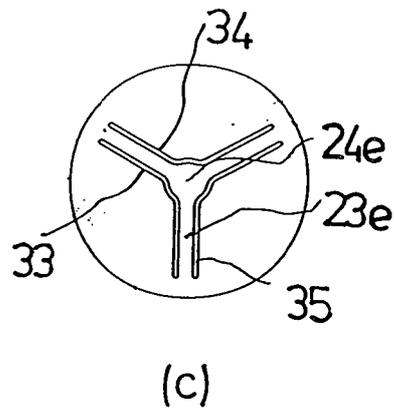
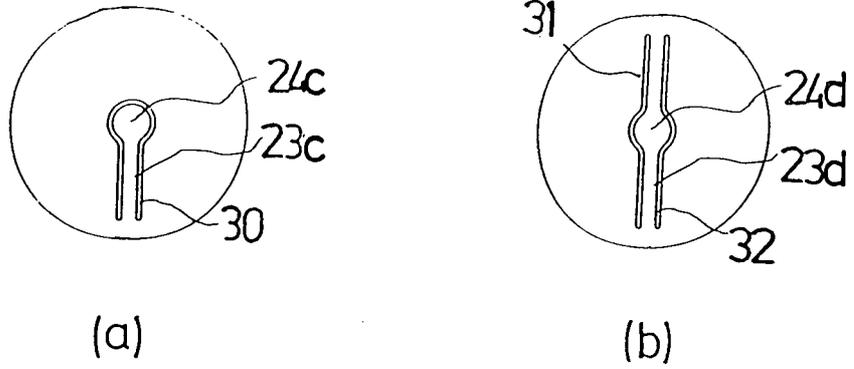


FIG. 8