



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 884 475 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.1998 Patentblatt 1998/51

(51) Int. Cl.⁶: F04B 43/04

(21) Anmeldenummer: 98110233.8

(22) Anmeldetag: 04.06.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 09.06.1997 DE 19724240

(71) Anmelder:
• Schwesinger, Norbert
D-98693 Ilmenau (DE)
• Bechtel, Sascha, Dipl.-Ing.
63110 Rodgau (DE)

• Schilling, Cornelius, Dr.
98527 Suhl-Neundorf (DE)

(72) Erfinder:
• Schwesinger, Norbert
D-98693 Ilmenau (DE)
• Bechtel, Sascha, Dipl.-Ing.
63110 Rodgau (DE)
• Schilling, Cornelius, Dr.
98527 Suhl-Neundorf (DE)

(74) Vertreter:
Koch, Günther, Dipl.-Ing. et al
Garmischer Strasse 4
80339 München (DE)

(54) **Förderpumpe**

(57) Bei einer Förderpumpe, insbesondere Mikroförderpumpe für hochviskose Medien, zur Förderung von Medien in einer Förderrichtung (R) mit einem Medieneinlaß (1) und einem Medienauslaß (2), mit zumindest zwei ausbildbaren Kammern (3,4,5), die in Förderrichtung (R) im wesentlichen hintereinander angeordnet und miteinander verbindbar sind, wird der bezogen auf die Förderrichtung (R) ersten Kammer (3) das zu fördernde Medium über den Medieneinlaß (1) zugeführt und die bezogen auf die Förderrichtung (R) letzte Kammer (5) steht mit dem Medienauslaß in Verbindung. Dabei weisen die Kammern (3,4,5) variable Volumen auf, die über Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) eingestellt werden. Die Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) sind durch elektromagnetische Hubelemente und/oder durch Über- und/oder Unterdruckerzeugungseinrichtungen gebildet. Die Verbindung von jeweils zwei benachbarten Kammern (3,4,5) erfolgt über Überströmkanäle (6,7), und das zu fördernde Medium gelangt über die Überströmkanäle (6,7) in die bezogen auf die Förderrichtung (R) jeweils nächste Kammer, wenn das Volumen von zumindest einer von zwei benachbarten Kammern (3,4,5) verändert wird.

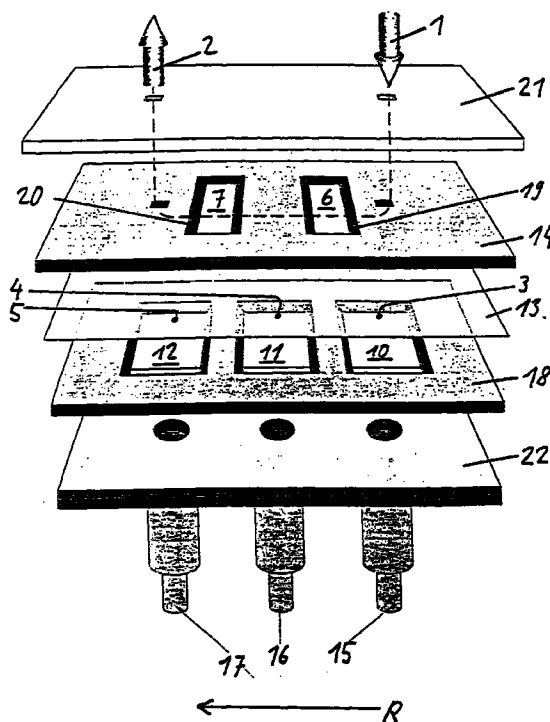


Fig. 2

EP 0 884 475 A2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Förderpumpe und die Anwendung einer Förderpumpenkammer als Ventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 21.

Eine derartige Förderpumpe bzw. eine derartige Anwendung einer Förderpumpenkammer als Ventil sind aus der EP 0 134 614 A1 bekannt. Diese Druckschrift betrifft eine piezoelektrische Mikropumpe, die zumindest drei Kammern aufweist, von denen zumindest zwei durch Ventile (siehe Oberbegriff von Anspruch 22) und zumindest eine durch ein Verschiebeelement gebildet werden. Diese Kammern werden bei Bedarf durch die Aktivierung von piezoelektrischen Stellgliedern ausgebildet und sie sind dann durch längere Kanäle miteinander verbunden.

Da die Kammervolumen aufgrund der Verwendung von piezoelektrischen Stellgliedern bei dieser Pumpe nicht variable sind und da die Kammervolumen im Verhältnis zum Volumen der Verbindungskanäle klein sind, kann die Förderleistung dieser Pumpe lediglich durch die Veränderung der Kammer-Ausbildungsfrequenz beeinflusst werden, und es ist erforderlich, daß die Verbindungskanäle vor der Inbetriebnahme der Pumpe entlüftet werden.

Bezüglich der Ventilwirkung der Kammern ist festzustellen, daß die Verwendung der piezoelektrischen Stellglieder dazu führt, daß ein derartiges Ventil lediglich zwei Stellungen einnehmen kann. In der ersten Stellung ist die Kammer ausgebildet und das Ventil ist offen, während die Kammer in der zweiten Stellung nicht ausgebildet und das Ventil geschlossen ist.

Der Erfindung liegt daher zum einen die Aufgabe zugrunde, eine Förderpumpe der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß die Förderleistung in größeren Bereichen und genauer eingestellt werden kann, und daß eine Entlüftung der Pumpe vor Betriebsbeginn entfallen kann.

Zum anderen liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Anwendung einer Förderpumpenkammer als Ventil dahingehend zu verbessern, daß das Ventil neben seinen Offen- und Geschlossenstellungen auch in Zwischenstellungen gebracht werden kann.

Diese Aufgaben werden durch die im kennzeichnenden Teil der Patentansprüche 1 bzw. 21 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung besteht darin, daß als Volumeneinstelleinrichtungen bzw. (Ventil-)Einstelleinrichtungen anstelle der aus dem Stand der Technik bekannten piezoelektrischen Stellglieder elektromagnetische Hubelemente oder Über- und/oder Unterdruckerzeugungseinrichtungen verwendet werden.

Bei Förderpumpen erlauben derartige Stellglieder innerhalb großer Bereiche ein praktisch stufenloses

Einstellen bzw. Verändern der Kammervolumen, wodurch die Förderleistung entsprechend angepaßt werden kann.

Durch die Verwendung von Überströmkkanälen werden die großen Volumen von Verbindungskanälen vermieden und ein Entlüften der Förderpumpe vor der Inbetriebnahme kann in den meisten Fällen entfallen.

Bei der Anwendung einer Förderpumpenkammer als Ventil zum zumindest teilweisen Absperren eines Medienflusses entsprechend Anspruch 22, kann das Ventil praktisch beliebig weit geöffnet bzw. geschlossen werden, indem der Ventilaufbau bzw. -ablauf durch das elastisch verformbare Element entsprechend stark bzw. in entsprechendem Ausmaß abgedeckt wird, wodurch der gewünschte Medien(durch)fluß genau eingestellt werden kann. Selbstverständlich ist auch weiterhin (zusätzlich) eine lediglich schaltende Betriebsart des Ventils möglich.

Beim Betrieb der Förderpumpe wird das zu fördernde Medium der bezogen auf die Förderrichtung ersten Kammer zugeführt und von dieser über jeweils benachbarte Kammern verbindende Überströmkkanäle bis zur bezogen auf die Förderrichtung letzten Kammer weitergeleitet, die mit dem Medienauslaß in Verbindung steht.

Die Weiterleitung des zu fördernden Mediums von Kammer zu Kammer erfolgt dabei durch Veränderung der Kammervolumen, bzw. dadurch daß der fluidische Widerstand in Förderrichtung verringert und in entgegengesetzter Richtung vergrößert wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Förderrichtung der Förderpumpe beliebig umkehrbar, wobei sich die Funktionen des Medien-einlasses und des Medienauslasses entsprechend ändern.

Diese Umkehr der Förderrichtung erfolgt vorzugsweise ausschließlich dadurch, daß die Reihenfolge verändert wird, mit der die Volumeneinstellvorrichtungen die Volumen der Kammern verändern.

Die Volumeneinstellvorrichtungen und insbesondere die Reihenfolge der mit diesen erzielten Volumenänderungen der Kammern werden vorzugsweise von irgendeiner geeigneten Regel- und/oder Steuerungsvorrichtung koordiniert, wobei vorzugsweise zumindest für einzelne Zeitabschnitte ein periodischer Betrieb vorgesehen ist.

Insbesondere dann, wenn die Förderpumpe in Form einer Mikroförderpumpe verwirklicht werden soll, kann diese zumindest teilweise aus Silizium hergestellt werden, das mit den aus der Halbleitertechnik bekannten Verfahren bearbeitet werden kann.

Gleiches gilt selbstverständlich entsprechend für die Anwendung einer Förderpumpenkammer als Ventil.

Die erfindungsgemäße Förderpumpe wird nachfolgend anhand der Zeichnungen noch näher erläutert.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine stark vereinfachte schematische Dar-

stellung der erfindungsgemäßen Förderpumpe;

Fig. 2 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Förderpumpe in Form einer Mikroförderpumpe.

In Fig. 1 ist ein stark vereinfachtes Beispiel für den Aufbau einer Förderpumpe gemäß der Erfindung dargestellt. Die dargestellte Förderpumpe weist drei Kammern 3,4,5 auf, die bezüglich der Förderrichtung R im wesentlichen hintereinander angeordnet sind. Das Volumen der Kammern 3,4,5 kann über Volumeneinstelleinrichtungen 15,16,17 verändert bzw. eingestellt werden, was durch die gestrichelten Linien in Fig. 1 schematisch angedeutet ist.

Die bezogen auf die Förderrichtung R erste Kammer 3 weist einen Medieneinlaß 1 auf, über den das zu fördernde Medium der ersten Kammer 3 zugeführt wird. Zwei benachbarte Kammern sind jeweils über ebenfalls nur schematisch dargestellte Überströmkanäle 6,7 verbindbar.

Das zu fördernde Medium wird von der ersten Kammer 3 bis zur letzten Kammer 5 über die Überströmkanäle 6,7 weitergeleitet, wobei es die Kammer 5 über einen Medienauslaß 2 verläßt. Die Weiterleitung des zu fördernden Mediums von einer Kammer zur nächsten wird dadurch erreicht, daß das Volumen von zumindest einer von zwei benachbarten Kammern 3,4,5 mit Hilfe der Volumeneinstelleinrichtung 15,16,17 verändert wird.

Die Volumeneinstelleinrichtungen 15,16,17 sind durch elektromagnetische Hubelemente und/oder Über- und/oder Unterdruckerzeugungseinrichtungen gebildet.

Die Veränderung der Kammervolumen kann dabei in den Kammern einen Über- oder Unterdruck erzeugen, mit dessen Hilfe das zu fördernde Medium aus der Kammer ausgestoßen bzw. in die entsprechende Kammer eingesaugt werden kann.

Je nachdem, ob eine möglichst gleichmäßige oder eine impulsartige Förderung des Mediums erwünscht ist, können die Volumenänderungen der Kammern 3,4,5 in den unterschiedlichsten Reihenfolgen und Kombinationen erfolgen, wobei vorzugsweise eine nicht dargestellte Regel- und/oder Steuerungsvorrichtung den Betrieb der Volumeneinstellvorrichtung koordiniert.

Weiterhin ist die Förderrichtung R beim Betrieb der Förderpumpe vorzugsweise beliebig umkehrbar, wobei diese Umkehr der Förderrichtung R und der damit verbundene Wechsel der Funktionen des Medieneinlasses 1 und des Medienauslasses 2 dadurch erzielt wird, daß die Reihenfolge verändert wird, mit der die Volumen der Kammern 3,4,5 durch die Volumeneinstelleinrichtungen 15,16, 17 verändert werden.

Für den einfachsten Fall, in dem nur zwei Kammern 3,4 vorgesehen sind, könnten die Volumenveränderungen beispielsweise derart erfolgen, daß zu Anfang

beide Kammervolumen beispielsweise auf 0 verringert sind, wonach das Volumen der Kammer 3 so lange vergrößert wird, bis sich die gewünschte Menge des zu fördernden Mediums in der Kammer 3 befindet, wonach bei gleichzeitiger Vergrößerung des Volumens der Kammer 4 das Volumen der Kammer 3 wieder verringert wird, so daß das Medium über den Überströmkanal 6 in die Kammer 4 gelangt, aus der es durch eine erneute Verringerung des Volumens der Kammer 4 wieder ausgestoßen wird.

Wie bereits erwähnt, und insbesondere für den Fall, daß mehrere Kammern hintereinander angeordnet sind, kann das Ausstoßen des Mediums aus einer Kammer dadurch unterstützt werden, daß das Volumen der benachbarten Kammer vergrößert wird, um eine Ansaugwirkung zu erzielen.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Förderpumpe weist die Förderpumpe einen schichtförmigen Aufbau auf. Wie dies aus der auseinandergezogenen Darstellung in Fig. 2 zu erkennen ist, besteht die Förderpumpe bezüglich der Darstellung von oben nach unten aus einem Siliziumplättchen 21, das einen Medieneinlaß 1 und einen Medienauslaß 2 aufweist, einem Siliziumplättchen 14, das zur Bildung der Überströmkanäle 6,7 zwei Durchbrüche 19,20 sowie bezüglich des Medienein- und -auslasses zwei weitere kleinere Durchbrüche aufweist, einem elastisch verformbaren Material 13 in Form einer Polymerfolie, einem Siliziumplättchen 18, das Durchbrüche 10,11,12 aufweist, in die sich die Polymerfolie 13 erstrecken kann, um zwischen dem Siliziumplättchen 14 und der Polymerfolie 13 die Kammern 3,4,5 zu bilden, und einem Element 22, das die Volumeneinstellvorrichtungen 15,16,17 aufweist.

Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Volumeneinstellvorrichtungen in Form von Über- und/oder Unterdruckerzeugungseinrichtungen 15,16,17 ausgebildet, die in den Ausnehmungen 10,11,12 einen Unterdruck erzeugen können, wodurch sich die entsprechenden Abschnitte der Polymerfolie 13 in diese Ausnehmungen 10,11,12 erstrecken und somit zwischen dem Siliziumplättchen 14 und der Polymerfolie 13 die Kammern 3,4,5 bilden.

Die Überströmkanäle 6,7 werden durch durch das Siliziumplättchen 21 begrenzte und in dem Siliziumplättchen 14 angeordnete Durchbrüche 19,20 gebildet, die derart angeordnet sind, daß jeder von ihnen zwei benachbarte Durchbrüche 10,11,12 und damit zwei benachbarte Kammern 3,4,5 überlappt.

Obwohl dies nicht dargestellt ist, kann das zu fördernde Medium über Strömungsdioden und/oder Strömungsdrosseln zu- bzw. abgeführt werden, um ein unerwünschtes Zurückströmen des Mediums zu verhindern, wobei insbesondere Strömungsdioden vorzugsweise nur für den Fall eingesetzt werden, daß die beliebige Umkehrbarkeit der Förderrichtung R nicht erwünscht bzw. erforderlich ist.

Weiterhin sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen kein elastisch verformbares Material 13 ver-

wendet wird, wobei in diesem Fall die Volumenänderung der Kammern 3,4,5 direkt über die Volumeneinstelleinrichtungen 15,16,17 erfolgt.

Patentansprüche

1. Förderpumpe, insbesondere Mikroförderpumpe für hochviskose Medien, zur Förderung von Medien in einer Förderrichtung (R) mit einem Medieneinlaß (1) und einem Medienauslaß (2), mit zumindest zwei ausbildbaren Kammern (3,4,5), die in Förderrichtung (R) im wesentlichen hintereinander angeordnet und miteinander verbindbar sind (3,4,5), wobei der bezogen auf die Förderrichtung (R) ersten Kammer (3) das zu fördernde Medium über den Medieneinlaß (1) zugeführt wird und die bezogen auf die Förderrichtung (R) letzte Kammer (5) mit dem Medienauslaß (2) in Verbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (3,4,5) variable Volumen aufweisen, die über Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) eingestellt werden, daß die Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) durch elektromagnetische Hubelemente und/oder durch Über- und/oder Unterdruckerzeugungseinrichtungen gebildet sind, daß die Verbindung von jeweils zwei benachbarte Kammern (3,4,5) über Überströmkanäle (6,7) erfolgt, und daß das zu fördernde Medium über die Überströmkanäle (6,7) in die bezogen auf die Förderrichtung (R) jeweils nächste Kammer gelangt, wenn das Volumen von zumindest einer von zwei benachbarten Kammern (3,4,5) verändert wird.
2. Förderpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen schichtförmigen Aufbau aufweist.
3. Förderpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammern (3,4,5) zumindest teilweise durch ein elastisch verformbares Material (13) gebildet sind, und daß die Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) eine Verformung des Materials (13) bewirken.
4. Förderpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich das elastisch verformbare Material (13) zur Erzielung einer Volumenvergrößerung der Kammern (3,4,5) in Ausnehmungen (10,11,12) ausdehnen kann, die auf der den Kammern (3,4,5) abgewandten Seite des elastisch verformbaren Materials (13) angeordnet sind.
5. Förderpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Über- und/oder Unterdruck den Ausnehmungen (10,11,12) zugeführt wird.
6. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Volumen der Kammern (3,4,5) im wesentlichen auf Null verringert ist, wenn sich das elastisch verformbare Material (13) in seiner Ruhestellung befindet.
7. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen (10,11,12) in einem ersten platten- oder plättchenförmigen Element (18) ausgebildet sind.
8. Förderpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung der Überströmkanäle (6,7) weitere Ausnehmungen (19,20) in einem zweiten plättchen- oder plattenförmigen Element (14) vorgesehen sind, daß das elastisch verformbare Element (13) platten- oder plättchenförmig oder folienartig ausgebildet und zwischen dem ersten Element (18) und dem zweiten Element (14) angeordnet ist, und daß die weiteren Ausnehmungen (19,20) derart angeordnet sind, daß jeweils eine weitere Ausnehmung (19,20) jeweils zwei benachbarte Kammern (3,4,5) überlappt, wobei die Überströmkanäle (6,7) auf der den Kammern (3,4,5) zugewandten Seite des elastisch verformbaren Elementes (13) gebildet werden.
9. Förderpumpe nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen in dem Element (18) in Form von Durchbrüchen (10,11,12) gebildet sind, und daß auf der dem elastisch verformbaren Material (13) abgewandten Seite des Elementes (18) ein Element (22) vorgesehen ist, das die Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) aufweist.
10. Förderpumpe nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die weiteren Ausnehmungen in dem zweiten Element (14) in Form von Durchbrüchen (19,20) gebildet sind, daß auf der dem elastisch verformbaren Material (13) abgewandten Seite des zweiten Elementes (14) ein drittes platten- oder plättchenförmiges Element (21) angeordnet ist, das die Durchbrüche (19,20) begrenzt, und daß sich sowohl der Medieneinlaß (1) als auch der Medienauslaß (2) durch das Element (21) und das Element (14) erstrecken.
11. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Mikroförderpumpe ist, die zumindest teilweise aus Silizium gebildet ist, wobei das elastisch verformbare Material (13) durch eine Polymerfolie gebildet ist.
12. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (14,18,21) Siliziumplättchen sind.

13. Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Medieneinlaß (1) und/oder der Medienauslaß (2) über Strömungsdi-
oden und/oder Strömungsdröseln mit den Kam- 5
mern verbunden ist.
14. Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Medieneinlaß (1) 10
und der Medienauslaß (2) den gleichen Strömungs-
widerstand aufweisen.
15. Förderpumpe nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet, daß der Medieneinlaß (1) 15
und der Medienauslaß (2) den gleichen Querschnitt
aufweisen.
16. Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet, daß die Förderrichtung
(R) beim Betrieb der Förderpumpe beliebig
umkehrbar ist.
17. Förderpumpe nach Anspruch 16, 25
dadurch gekennzeichnet, daß die Umkehr der För-
derrichtung (R) dadurch erzielt wird, daß die Rei-
henfolge verändert wird, mit der die
Volumeneinstellvorrichtungen (15,16,17) die Volu-
menänderungen der Kammern (3,4,5) bewirken. 30
18. Förderpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Regel- und/oder 35
Steuerungsvorrichtung vorgesehen ist, die die
Volumeneinstelleinrichtungen (15,16,17) und damit
die Volumenänderungen der Kammern (3,4,5)
regelt bzw. steuert.
19. Förderpumpe nach einem der vorhergehenden 40
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der
Kammern (3,4,5) zumindest zeitweise als Ventil
betrieben wird, das bei Aktivierung die Weiterlei-
tung der Medien vom Medieneinlaß (1) zum Medi- 45
enauslaß (2) verhindert oder einschränkt.
20. Förderpumpe nach einem der Ansprüche 3 bis 18
und Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, daß das elastisch ver- 50
formbare Material (13) durch die Volumeneinstell-
einrichtungen (15,16,17) derart verformt wird, daß
der Medieneinlaß (1) und/oder der Medienauslaß
(2) und/oder zumindest ein Überstromkanal (6,7)
zumindest teilweise abgedeckt werden. 55
21. Anwendung einer Förderpumpenkammer nach
einem der vorhergehenden Ansprüche als Ventil,

insbesondere als Mikroventil für hochviskose Medien, zum zumindest teilweisen Absperren eines Medienflusses, mit einem Ventilzulauf und einem Ventilablauf, und mit einem durch eine Einstelleinrichtung elastisch verformbaren Element, mit dem der Ventilzulauf und/oder der Ventilablauf zumindest teilweise abgedeckt werden kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Einstelleinrichtung durch ein elektromagnetisches Hubelement und/oder eine Über- und/oder eine Unterdruckerzeugungseinrichtung gebildet ist.

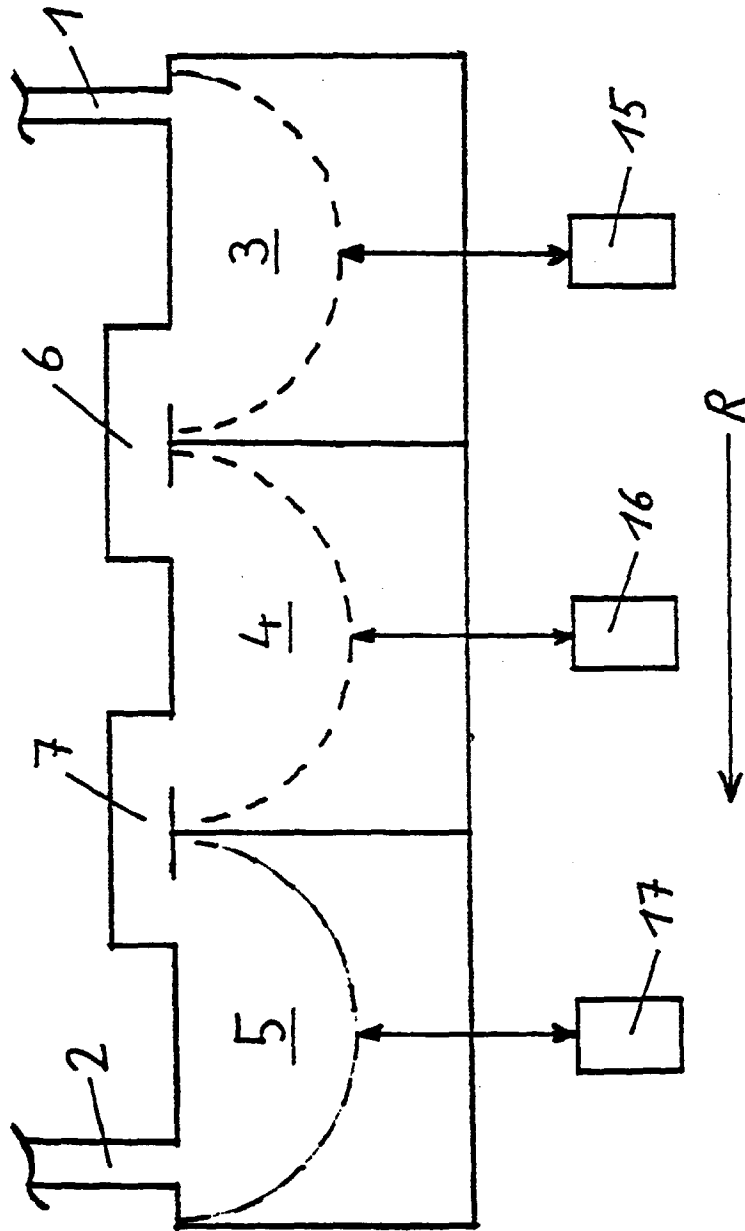


Fig. 1

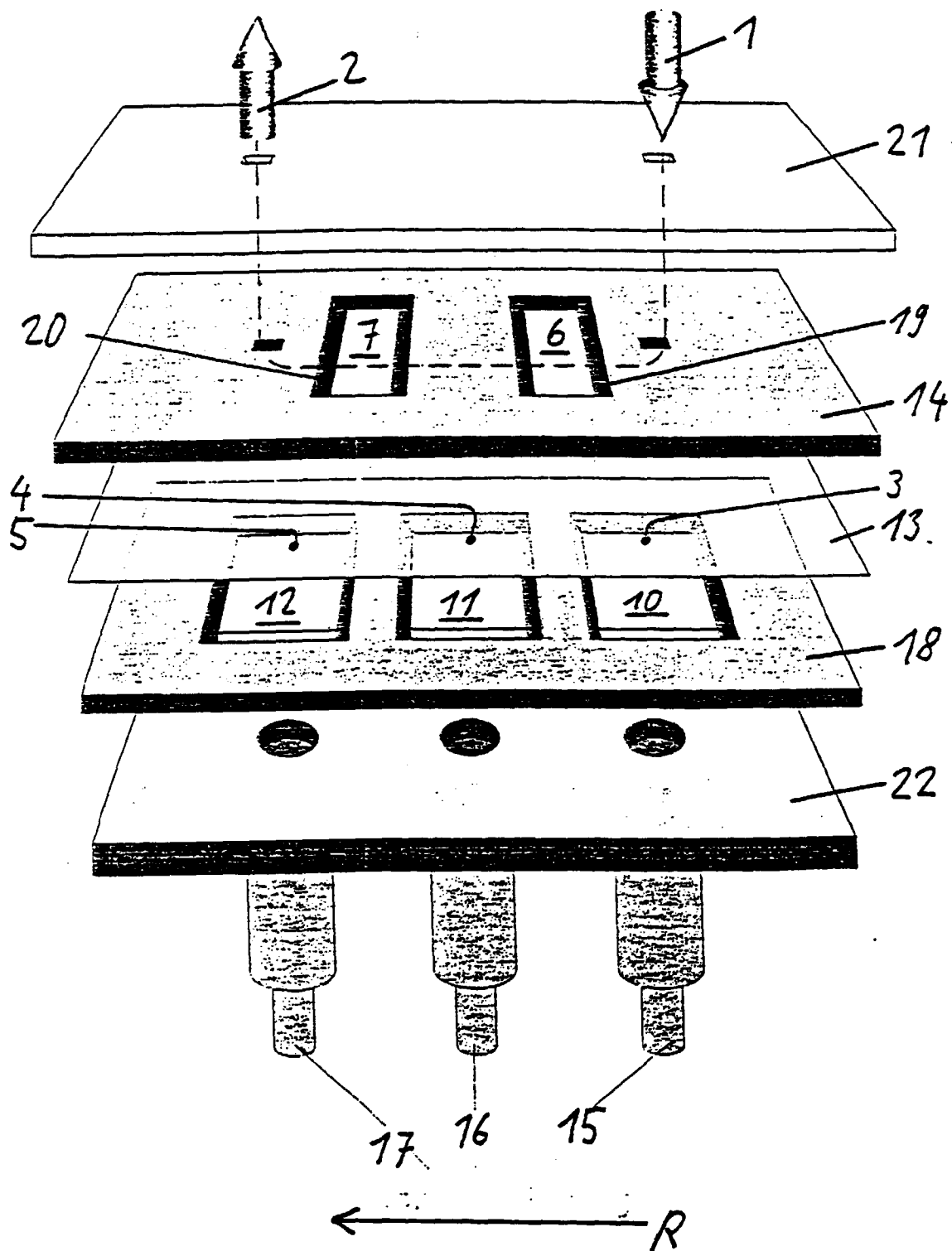


Fig. 2