



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 103 02 720 A1 2004.08.05

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 02 720.3

(51) Int Cl.⁷: B81B 3/00

(22) Anmeldetag: 23.01.2003

B01L 3/00

(43) Offenlegungstag: 05.08.2004

(71) Anmelder:

STEAG microParts GmbH, 44227 Dortmund, DE

(72) Erfinder:

Peters, Ralf-Peter, Dr. Dipl.-Phys., 51467 Bergisch Gladbach, DE; Blankenstein, Gert, Dr., 44139 Dortmund, DE; Marquordt, Claus, Dipl.-Ing., 44139 Dortmund, DE; Bartos, Holger, Dr. Dipl.-Biol., 44287 Dortmund, DE

(74) Vertreter:

FRITZ Patent- und Rechtsanwälte, 59757 Arnsberg

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

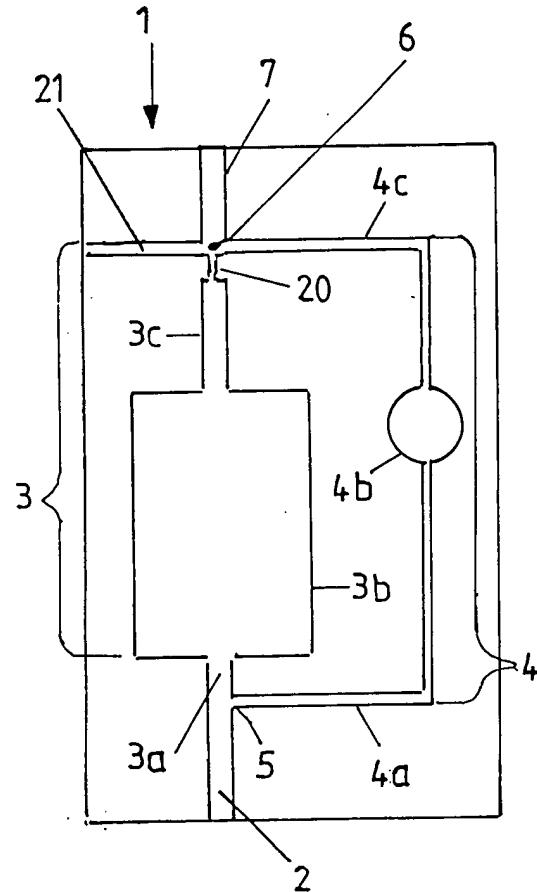
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mikrofluidischer Schalter zum Anhalten des Flüssigkeitsstroms während eines Zeitintervalls**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen mikrofluidischen Schalter (1) zum Anhalten eines Flüssigkeitsstroms während eines Zeitintervalls mit folgenden Merkmalen:

- Der Schalter weist zumindest einen ersten Kanal (3) und zumindest einen zweiten Kanal (4) auf;
- der erste Kanal (3) und der zweite Kanal (4) haben einen gemeinsamen Endbereich (6);
- der erste Kanal (3) weist im Endbereich (6) ein Mittel zum Anhalten (Anhaltemittel 20) eines in dem ersten Kanal (3) fließenden Flüssigkeitsstroms auf;
- das Anhaltemittel (20) ist mittels eines in dem zweiten Kanal (4) fließenden Flüssigkeitsstroms zum Fortsetzen des Flüssigkeitsstroms in dem ersten Kanal (3) steuerbar.

Der Transport in dem ersten und dem zweiten Kanal erfolgt vorteilhaft durch die in den Kanälen wirkenden Kapillarkräfte.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen mikrofluidischen Schalter zum Anhalten eines Flüssigkeitsstroms während eines Zeitintervalls in einem ersten Kanal. Der Flüssigkeitsstrom soll dabei am Ende des ersten Kanals von einem Anhaltemittel für das definierte Zeitintervall angehalten werden. Nach dem Ablauf des Zeitintervalls soll der Flüssigkeitsstrom fortgesetzt werden. Der erste Kanal des mikrofluidischen Schalters, wie auch andere Kanäle, kann dabei eine Aufweitung wie zum Beispiel ein Hohlraum und/oder eine Kammer sein. Es kann sich bei einem solchen Kanal um eine Nut in einer Oberfläche handeln, die vorzugsweise mit einem Deckel verschlossen ist. Ebenso ist es möglich, dass der Kanal als Röhrchen ausgebildet ist. Ein Kanal im Sinne der Erfindung kann im Grunde jede Struktur sein, welche geeignet ist eine Flüssigkeit oder ein Gas bei einem Transport in eine bestimmte Richtung zu leiten.

[0002] Ein mikrofluidischer Schalter der eingangs genannten Art kann beispielsweise in mikrofluidischen Anordnungen eingesetzt werden, wie unter anderem aus den Druckschriften WO 99/46045 und US 6,296,126 B1 bekannt ist.

[0003] Für verschiedene nasschemische, biochemische und diagnostische Analysen ist es notwendig, dass eine Probenflüssigkeit während eines definierten Zeitintervalls mit Reagenzien zum Beispiel in einer Reaktionskammer einer mikrofluidischen Anordnung vermischt wird, wobei während dieses Zeitintervalls dann die Probenflüssigkeit mit den Reagenzien zu einem Produkt umgesetzt wird. Dieses Produkt wird anschließend der Reaktionskammer entnommen, um analysiert zu werden. Die Anhaltemittel bei bekannten mikrofluidischen Anordnungen sind in der Regel als mechanische Ventile ausgeführt, welche von außen angesteuert werden müssen. Derartige Ventile werden benutzt, um einzelne Reaktionskammern oder auch Analysekammern fluidisch voneinander zu trennen. Über eine externe Zeitsteuerung, beispielsweise über einen Computer, lassen sich die entsprechenden Inkubationszeiten, d. h. die Zeitintervalle des Verweilens der Proben beziehungsweise Produkte in den Reaktionskammern und/oder Analysekammern einstellen.

[0004] Diese mikrofluidischen Schalter mit Mikroventilen haben die Eigenschaft, dass sie mechanisch bewegliche Teile aufweisen, die beispielsweise elektrisch entsprechend angesteuert werden. Dieses führt zu einem hohen Geräteaufwand. Zusätzlich ist auch eine Integration derartiger Mikroventile in die mikrofluidischen Schalter aufwendig, insbesondere dann wenn der mikrofluidische Schalter in Kunststoff realisiert ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen mikrofluidischen Schalter vorzuschlagen, welche es erlaubt, den Flüssigkeitsstrom am Ende eines ersten Kanals für ein vorbestimmtes Zeitintervall anzuhalten, ohne dass dazu elektrisch ansteuerbare Mi-

kroventile notwendig sind, um den Flüssigkeitsstrom wieder in Gang zu setzen.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem mikrofluidischen Schalter mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterentwicklungen dieses erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schalters werden anhand der Unteransprüche definiert. Ein erfindungsgemäßer mikrofluidischer Schalter weist zum Anhalten eines Flüssigkeitsstroms während eines Zeitintervalls neben dem zumindest einen ersten Kanal auch zumindest einen zweiten Kanal auf. Der erste Kanal und der zweite Kanal haben dabei einen gemeinsamen Endbereich und der erste Kanal weist im Endbereich das Mittel zum Anhalten (Anhaltemittel) eines in dem ersten Kanal fließenden Flüssigkeitsstrom auf. Dieses Anhaltemittel ist dabei mittels eines in dem zweiten Kanal fließenden Flüssigkeitsstromes zum Fortsetzen des Flüssigkeitsstroms in dem ersten Kanal steuerbar. Der in dem zweiten Kanal fließende Flüssigkeitsstrom veranlasst also das Anhaltemittel dazu, die Blockade des in dem ersten Kanal fließenden Flüssigkeitsstroms zu überwinden. Der mikrofluidische Schalter wird somit – in Analogie zu einem elektrischen Schalter – geschlossen und leitend.

[0007] Die Anhaltemittel bei einer erfindungsgemäßen mikrofluidischen Anordnung sind vorteilhaft Kapillarstopps, wie sie beispielsweise aus der Druckschrift von Hosokawa et. al. „Hydrophobic Microcapillary vent for pneumatic manipulation of liquid in μ TAS“ Proc. "Micro Total Analysis Systems '98", pp. 307–310, Banff, Canada bekannt sind. Kapillarstopps können zum Beispiel durch sich sprunghaft ändernde geometrische Eigenschaften oder Eigenschaften der Oberflächen der Wandungen des ersten Kanal zum Endbereich erzeugt werden.

[0008] Ein erfindungsgemäßer mikrofluidischer Schalter kann einen gemeinsamen Anfangsbereich für den ersten Kanal und den zweiten Kanal aufweisen. Dieser gemeinsame Anfangsbereich kann in der Transportrichtung der ersten Flüssigkeit vor oder hinter einer Kammer oder einem Hohlraum angeordnet sein. Dem gemeinsamen Anfangsbereich kann dann ein Einlasskanal vorgeschaltet sein. Es ist somit möglich, den ersten Kanal und den zweiten Kanal mit der gleichen über den Einlasskanal eingebrachten Flüssigkeit zu speisen. Es ist aber ebenso möglich das der erste und der zweite Kanal über den gemeinsamen Endbereich hinaus keine Verbindung aufweisen.

[0009] Gemäß der Erfindung kann der erste Kanal kürzer als der zweite Kanal sein. Ebenso ist es möglich, dass der erste Kanal eine größere Kapillarkraft aufweist als der zweite Kanal. Als Maß für die Kapillarkraft kann die sich auf folgende Weise berechnete Druckdifferenz genommen werden:

$$\Delta P = -2y \cos \theta (1/w + 1/h - 1/W - 1/H),$$

wobei y und θ die Oberflächenspannung der Flüssigkeit beziehungsweise den Randwinkel zwischen der

Flüssigkeit und der Kanalwandung und W und H geometrische Größen des Kanals vor und w und h geometrische Größen des Kanal hinter der Stelle des Kanals bezeichnen.

[0010] Der erste Kanal kann ein kleineres Volumen aufweisen als der zweite Kanal. Außerdem kann der zweite Kanal Mittel zur Verzögerung (Verzögerungsmittel) eines Flüssigkeitsstroms aufweisen. Die vorgenannten Maßnahmen können dazu dienen, den Flüssigkeitsstrom in dem zweiten Kanal so zu verzögern, dass die in dem zweiten Kanal fließende Flüssigkeit erst zu einem späteren Zeitpunkt den gemeinsamen Endbereich erreicht als die in dem ersten Kanal fließende Flüssigkeit. Darüber kann das Zeitintervall eingestellt werden, für welches die in dem ersten Kanal fließende Flüssigkeit von dem Anhaltemittel aufgehalten wird.

[0011] Bei den in dem zweiten Kanal eingebrachten Verzögerungsmitteln kann es sich um Drosseln handeln.

[0012] Dem gemeinsamen Endbereich des ersten und des zweiten Kanal kann ein Auslasskanal nachgeschaltet sein. Dieser Auslasskanal kann sich dabei in zumindest zwei Zweige aufteilen. Über diese beiden Zweige ist es dann möglich, die in dem zweiten Kanal fließende Flüssigkeit hinter dem gemeinsamen Endbereich im Wesentlichen wieder von der aus dem ersten Kanal in den gemeinsamen Endbereich einfließenden Flüssigkeit zu trennen. Vorzugsweise ist dann der gemeinsame Endbereich so ausgestaltet, dass sich die Flüssigkeiten des ersten Kanal und des zweiten Kanal bei einem leitenden Schalter laminar aneinanderlegen.

[0013] Gemäß der Erfindung können der erste Kanal, der zweite Kanal, der Einlasskanal und/oder der Auslasskanal Abschnitte mit einer oder mehreren Kammern und/oder Hohlräumen aufweisen und so als Kanalsystem ausgebildet sein. Bei diesen Hohlräumen beziehungsweise Kammern kann es sich beispielsweise um Reaktionskammern handeln, wozu dann in den Hohlräumen beziehungsweise Kammern vorteilhaft Reagenzien angeordnet sind.

[0014] Gemäß der Erfindung können der erste und/oder zweite Kanal und/oder Einlass- und/oder Auslasskanal mäanderförmige Abschnitte aufweisen.

[0015] Neben dem Transport der Flüssigkeiten in den Kanälen durch Kapillarkräfte können die Flüssigkeiten auch durch Druckunterschiede (Überdruck oder Unterdruck am jeweiligen Kanalende) an dem Anfang und Ende eines Kanals transportiert werden, die durch Druckerzeugungsmittel hervorgerufen werden. Damit die Funktion der Anhaltemittel erhalten bleibt, müssen die Druckerzeugungsmittel so ausgelegt oder zumindest eingestellt sein, dass der von den Druckerzeugungsmitteln erzeugte Druck allein nicht ausreicht, um die Flüssigkeit aus dem ersten Kanal über die Anhaltemittel zu transportieren. Außerdem kommen als Kräfte, welche den Transport der Flüssigkeiten in den Kanälen des Schalter ermöglichen, elektroosmotische, elektrophoretische

oder elektrostatische Kräfte in Frage.

[0016] Der erfindungsgemäße Schalter kann Teil eines Trägers, insbesondere eines Probenträgers sein. [0017] Erfindungsgemäße mikrofluidische Anordnungen sind anhand der Zeichnung näher erläutert. Darin zeigt

[0018] **Fig.** 1a bis 8d ein erstes bis siebtes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schalter,

[0019] **Fig.** 9a bis 9c eine Einzelheit eines erfindungsgemäßen Schalters,

[0020] **Fig.** 10a bis 10d eine Einzelheit eines alternativen erfindungsgemäßen Schalters und

[0021] **Fig.** 11 eine Einzelheit eines weiteren alternativen erfindungsgemäßen Schalters.

[0022] Die in den **Fig.** 1a bis 8d dargestellten Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schaltern weisen alle zumindest einen ersten Kanal 3 und zumindest einen zweiten Kanal 4 auf, welche einen gemeinsamen Endbereich 6 haben. An diesen gemeinsamen Endbereich 6 schließt sich ein Auslasskanal 7 an.

[0023] Ein gemeinsamer Endbereich 6 und die sich daran anschließenden Kanäle 3, 4, 7 und ist in den **Fig.** 9a bis 9c beispielhaft vergrößert und ausschnittsweise dargestellt. Anhand dieser Figuren soll zunächst das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip erläutert werden.

[0024] Wie bereits ausgeführt münden in den Endbereich 6 sowohl der erste Kanal 3 und der zweite Kanal 4, während der Auslasskanal 7 in dem Endbereich 6 beginnt. In dem Endbereich 6 ist an den ersten Kanal 3 anschließend ein Kapillarstopp 20 vorgesehen. Der Kapillarstopp 20 ist dabei durch eine sprunghafte Änderung der geometrischen Eigenschaften hergestellt. Ein derartiger Kapillarstopp 20 bildet ein Hindernis für eine aus dem ersten Kanalsystem 3 einströmende Flüssigkeit. Diese tritt zwar an den Kapillarstopp 20 heran, um jedoch über den Kapillarstopp 20 in den übrigen Endbereich 6 eintreten zu können, muss die Flüssigkeit einen Druckunterschied Δp überwinden. Dieser Druckunterschied Δp kann über die folgende mathematische Formel beschrieben werden.

$$\Delta p = -2y \cos \Theta(1/w + 1/h - 1/W - 1/H),$$

wobei

w die Breite des den Kapillarstopp 20 bildenden Kanals,

h die Höhe des den Kapillarstopp 20 bildenden Kanals,

W die Breite des übrigen Endbereichs 6 im Anschluss an den Kapillarstopp 20 und

H die Höhe des übrigen Endbereichs 6 im Anschluss an den Kapillarstopp 20 ist.

[0025] Über Θ und y gehen Materialfaktoren, nämlich der Randwinkel und die Oberflächenspannung, in die Berechnung ein. (siehe auch Hoskoma et. al. aaO). In Abhängigkeit von dem Benetzungsverhalten

der Flüssigkeit können dabei die sich sprunghaft ändernden geometrischen Eigenschaften durch eine Änderung von einem großen auf einen kleinen Querschnitt erfolgen oder umgekehrt.

[0026] Der an dem Kapillarstopp **20** zu überwindende Druckunterschied Δp kann aufgrund der Transportkräfte, welche die Strömung der Flüssigkeit in dem ersten Kanal **3** bewirken, nicht zur Verfügung gestellt werden. Der Kapillarstopp **20** stellt daher aufgrund des Druckunterschieds Δp , welchen es zu überwinden gilt, ein Hindernis für eine in dem ersten Kanal **3** einströmende Flüssigkeit dar. Der Kapillarstopp **20** kann dadurch überwunden werden, dass der Kapillarstopp **20** von dem übrigen gemeinsamen Endbereich **6** aus mit einer Flüssigkeit benetzt wird. Durch diese Flüssigkeit wird die Oberflächenspannung der an dem Kapillarstopp anstehenden Flüssigkeit herabgesetzt und die in dem Kapillarstopp **20** aufgestaute Flüssigkeit kann austreten. Bei der vorliegenden Erfindung wird eine zweite Flüssigkeit gewählt, welche von außen an den Kapillarstopp **20** in den übrigen gemeinsamen Endbereich herangeführt wird. Diese Flüssigkeit tritt in Kontakt mit der in dem Kapillarstopp aufgestauten Flüssigkeit, wodurch die Strömung der ersten Flüssigkeit wieder einsetzt. Bei den in den **Fig.** 1a bis 8d dargestellten Ausführungsbeispielen wird also die Wirkung des Kapillarstopps **20** mittels einer über den zweiten Kanal **4** herangeführte Flüssigkeit aufgehoben.

[0027] Der zweite Kanal **4** hat, wie in **Fig.** 9c dargestellt, eine gleiche Tiefe wie der gemeinsame Endbereich **6** und der sich daran anschließende Auslasskanal **7**. Dadurch wird eine Unterbrechung des Flüssigkeitstransports aus dem zweiten Kanal **4** in den gemeinsamen Endbereich **6** verhindert. Hat der zweite Kanal **4** vor seinem Ende eine Höhe, die kleiner ist als die Höhe des gemeinsamen Endbereichs **6**, kann die Höhe des Endbereichs **6** am Ende des zweiten Kanals **4** durch konstruktive Maßnahmen erreicht werden. Dazu gehören zum Beispiel Rampen, Treppen oder Kerben, welche den Boden des zweiten Kanals **4** auf das Niveau des Bodens des Endbereichs **6** bringen. Derartige Kerben sind zum Beispiel in der Patentschrift US 6,296,126 B1 beschrieben. Dadurch kann die Unterbrechung der Strömung im zweiten Kanal **4** beim Übergang in den gemeinsamen Endbereich **6** verhindert werden.

[0028] Der gemeinsame Endbereich **6** weist dagegen zu dem ersten Kanal hin einen Absatz auf (**Fig.** 9b, 9c). Der gemeinsame Endbereich hat dadurch eine größere Tiefe als der erste Kanal **3**. Durch diese sprunghafte Änderung der Geometrie wird der Kapillarstopp gebildet.

[0029] Die in den **Fig.** 10a bis 10d dargestellte Einzelheit eines alternativen erfindungsgemäßen Schalters weist im Unterschied zu dem in **Fig.** 9a bis 9c dargestellten Schalters einen Kapillarstopp **20** auf, welcher sich als gegenüber ersten Kanal **3** verjüngter Kanal an den ersten Kanal **3** anschließt. Das Ende des verjüngten Kanals am Übergang zum gemeinsa-

men Endbereich **6** ist ein Kapillarstopp. Ein weiterer Unterschied besteht in einer sackartigen Einkerbung im Übergangsbereich zwischen dem zweiten Kanal **4** und dem Endbereich **6**. Im übrigen entspricht der Schalter dem in den **Fig.** 9a bis 9c dargestellten Schalter.

[0030] In **Fig.** 10a ist dargestellt wie ein Flüssigkeitsstrom über den ersten Kanal **3** in den Kapillarstopp **20** eingedrungen ist und dort an der Grenze des Kapillarstopps **20** zu dem übrigen Endbereich **6** aufgrund der Oberflächenspannung, wie bereits beschrieben, zum Stehen kommt. Über den in den Endbereich **6** beispielsweise rechtwinklig oder geneigt zum ersten Kanal **3** einmündende zweite Kanal **4** wird ein Flüssigkeitsstrom aufgrund von Transportkräften zum Beispiel Kapillarkräften zu dem Endbereich **6** transportiert. Sobald diese in dem zweiten Kanal **4** transportierte Flüssigkeit den aufgeweiteten Bereich des Endbereichs **6** erreicht hat, fließt die Flüssigkeit aufgrund der Kapillarkräfte in den Endbereich **6**, in welchen der Kapillarstopp **20** einmündet (**Fig.** 10b). Sobald die Flüssigkeit die Austrittsöffnung des Kapillarstopps **20** erreicht hat (**Fig.** 10c), wird die Austrittsöffnung von außen benetzt und die Wirkung des Kapillarstopps **20** wird aufgehoben. Die Flüssigkeitsfront der aus dem zweiten Kanal **4** austretenden Flüssigkeit berührt dabei den Flüssigkeitsmeniskus im Mündungsbereich des Kapillarstopps **20**. Die Flüssigkeit aus dem zweiten Kanal **4** und dem Kapillarstopp **20** treten in Kontakt und die Oberflächenspannung, welche am Ausgang des Kapillarstopps **20** hätte überwunden werden müssen, ist dadurch herabgesetzt. Daher kann dann die über den ersten Kanal **3** herangeführte Flüssigkeit, wie auch die über den zweiten Kanal **4** herangeführte Flüssigkeit, den Endbereich **6** vollständig befüllen und von dort aus über den Auslasskanal **7** weitergeführt werden.

[0031] Das durch den Kapillarstopp **20** gebildete Anhaltemittel ist also über den in dem zweiten Kanal **4** herangeführten Flüssigkeitsstrom derart steuerbar, dass der durch das Anhaltemittel (Kapillarstopp **20**) unterbrochene Flüssigkeitsstrom im ersten Kanal **3** fortgesetzt werden kann. Durch konstruktive Maßnahmen kann bei einem erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schalter erreicht werden, dass zunächst der Flüssigkeitsstrom den ersten Kanal **3** vollständig befüllt hat, bevor der Flüssigkeitsstrom in dem zweiten Kanal **4** zeitverzögert die Unterbrechung des Flüssigkeitsstroms im ersten Kanal **3** aufhebt.

[0032] Die in der **Fig.** 11 dargestellte Einzelheit eines weiteren alternativen erfindungsgemäßen Schalters weist im Unterschied zu den in den **Fig.** 9a bis 9c beziehungsweise in den **Fig.** 10a bis 10d dargestellten Schaltern einen Kapillarstopp **20** auf, welcher durch einen Wechsel der Oberflächeneigenschaften der Wandungen im Bereich des gemeinsamen Endbereichs **6** gegenüber dem angrenzenden ersten Kanal **3** ausgebildet ist. Während die Oberfläche der Wandung des ersten Kanals **3** hydrophile Eigenschaften hat, ist die Oberfläche der Wandung im ge-

meinsamen Endbereich mit hydrophoben Eigenschaften ausgestattet. Durch den sprunghaften Wechsel der Oberflächeneigenschaften beim Übergang von dem ersten Kanal **3** zum gemeinsamen Endbereich **6** wird der Kapillarstopp **20** ausgebildet, an welchem eine über den ersten Kanal **3** herangeführte Flüssigkeitsfront anhält, da die Transportkräfte nicht ausreichen, um den Kapillarstopp **20** zu überwinden. Das so durch den Kapillarstopp **20** gebildete Unterbrechungsmittel kann dann auf die bekannte Art und Weise über eine in dem zweiten Kanal **4** herangeführte Flüssigkeit so angesteuert werden, dass der Flüssigkeitstransport der Flüssigkeit im ersten Kanal **3** fortgesetzt wird.

[0033] Anhand der nun folgenden Darstellung werden die verschiedenen erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schalter näher beschrieben, wobei auf die Unterschiede zwischen den verschiedenen Ausführungsformen näher eingegangen wird. Die einzelnen Kanäle **2**, **3**, **4**, **7** der Schalter weisen überwiegend Hohlräume auf und sind so als Kanalsysteme ausgebildet und im Folgenden auch als solche bezeichnet. [0034] Im Weiteren wird auf die **Fig. 1a bis 1b** Bezug genommen. Das in den **Fig. 1a bis 1b** dargestellte erste Ausführungsbeispiel **1** weist ein Einlasskanalsystem **2** auf. Dieses Einlasskanalsystem **2** mündet in einen Anfangsbereich **5**, in welchem das ersten Kanalsystem **3** und das zweite Kanalsystem **4** beginnen. Das erste Kanalsystem **3** weist im Anschluss an den Anfangsbereich **5** einen ersten Abschnitt **3a** in Form eines Kanals auf. An diesen ersten Abschnitt **3a** schließt sich ein zweiter Abschnitt **3b** an. Dieser zweite Abschnitt **3b** ist als Hohlraum ausgeführt und wobei in diesen Hohlraum Chemikalien zum Beispiel Reagenzien eingebracht sein können. Der zweite Abschnitt **3b** kann somit eine Reaktionskammer in der mikrofluidischen Anordnung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel **1** bilden. Der zweite Abschnitt **3b** des ersten Ausführungsbeispiels **1** ist über einen dritten Abschnitt **3c**, der ebenfalls wie der erste Abschnitt als Kanal ausgebildet ist, mit dem Endbereich **6** und dort insbesondere mit dem Kapillarstopp **20** verbunden.

[0035] Im Anschluss an den Anfangsbereich **5** weist das zweite Kanalsystem **4** einen ersten Abschnitt **4a** auf, der als Kanal ausgebildet ist. An diesen ersten Abschnitt schließt sich ein zweiter Abschnitt **4b** an, welcher als Hohlraum ausgebildet ist und an welchen sich dann ein dritter Abschnitt **4c** anschließt, welcher in den Endbereich **6** mündet.

[0036] Anhand der **Fig. 1b bis 1d** ist das Funktionieren des erfindungsgemäßen Schalters gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel **1** dargestellt. Der erfindungsgemäße mikrofluidische Schalter wird dabei über das Einlasskanalsystem **2** gefüllt. Die in das Einlasskanalsystem **2** eintretende Flüssigkeit wird dazu aufgrund der Kapillarkräfte in dem Einlasskanalsystem **2** zum Anfangsbereich **5** transportiert. Von dort aus teilt sich der Flüssigkeitsstrom, wobei sich das Kanalsystem **3** schneller mit Flüssigkeit gefüllt als

das Kanalsystem **4**. Es befüllt sich im ersten Kanalsystem **3** mit einem Teil der Flüssigkeit nacheinander der erste Abschnitt **3a**, der als Reaktionskammer ausgebildete zweite Abschnitt **3b** und der dritte Abschnitt **3c**. Von dem dritten Abschnitt **3c** des ersten Kanalsystems **3** aus wird dann auch der Kapillarstopp **20** gefüllt, bis der Flüssigkeitsmeniskus am Ende des Kapillarstopps **20** zum Stehen kommt.

[0037] Der andere Teil der Flüssigkeit wird in das zweite Kanalsystem **4** transportiert (**Fig. 1b**, **Fig. 1c**). Zunächst wird dabei der erste Abschnitt **4a** und dann der den zweiten Abschnitt **4b** bildende Hohlraum gefüllt. Anschließend tritt die Flüssigkeit aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte in den dritten Abschnitt **4c** des zweiten Kanalsystems **4** ein und gelangt zeitlich verzögert in den Endbereich **6**. In diesem Endbereich **6** wird dann auf die beschriebene Art und Weise der Kapillarstopp **20** aufgehoben. Während der bis zum Aufheben des Kapillarstopps **20** durch die aus dem zweiten Kanalsystem **4** austretenden Flüssigkeit vergangenen Zeit haben die in der Reaktionskammer des zweiten Abschnitts **3b** des ersten Kanalsystems eingebrachten Reagenzien mit der in diesen zweiten Abschnitt **3b** eingeströmten Flüssigkeit reagiert. Durch das Aufheben des Kapillarstopps **20** kann nun die Flüssigkeit aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte aus der Reaktionskammer heraustransportiert werden und über den Auslasskanal **7** aus der mikrofluidischen Anordnung entnommen werden.

[0038] Nachfolgend wird weiter auf die **Fig. 2a bis 2d** Bezug genommen anhand derer das zweite Ausführungsbeispiel **11** erläutert wird. Wie das erste Ausführungsbeispiel **1** weist auch das zweite Ausführungsbeispiel **11** ein Einlasskanalsystem **2** auf. Das Einlasskanalsystem **2** besteht dabei aus einem ersten Abschnitt **2a**, welcher als Kanal ausgeführt ist. An diesen ersten Abschnitt **2a** schließt sich ein zweiter Abschnitt **2b** an. Dieser zweite Abschnitt **2b** wird durch einen Hohlraum gebildet. Über einen dritten Abschnitt **2c** des Einlasskanalsystems ist der zweite Abschnitt **2b** mit einem Anfangsbereich **5** verbunden, in dem das erste Kanalsystem **3** und das zweite Kanalsystem **4** beginnen. Sowohl das erste Kanalsystem **3** als auch das zweite Kanalsystem **4** werden bei dem zweiten Ausführungsbeispiel **11** durch einfache Kanäle gebildet. Durch entsprechende Ausgestaltung der Kanäle des ersten Kanalsystems **3** und des zweiten Kanalsystems **4** wird erreicht, dass ein Flüssigkeitstransport in dem ersten Kanalsystem **3** wesentlich schneller erfolgt als in dem zweiten Kanalsystem **4**. Die beiden Kanalsysteme **3**, **4** münden in einem gemeinsamen Endbereich, wobei sich die in den beiden Kanalsystemen **3**, **4** transportierten Flüssigkeiten ersten hinter dem in dem Endbereich **6** angeordneten Kapillarstopp **20** vereinigen können.

[0039] Das zweite Ausführungsbeispiel **11** eines mikrofluidischen Schalters wird über den ersten Abschnitt **2a** des Einlasskanalsystems gefüllt. Die eintretende Flüssigkeit wird aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte in den zweiten Abschnitt **2b** des Einlass-

kanalsystems befördert. Die Flüssigkeit wird über den dritten Abschnitt **2c** des Einlasskanalsystems **2** zum gemeinsamen Anfangspunkt **5** des ersten Kanalsystems **3** und des zweiten Kanalsystems **4** transportiert. Ein erster Teil der Flüssigkeit wird von dem Anfangspunkt **5** in das erste Kanalsystem **3** transportiert und dringt von dort aus aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte in den Kapillarstopp **20** ein. Am Ende des Kapillarstopps **20** zum übrigen Endpunkt **6** hin bleibt die Flüssigkeit stehen. Ein zweiter Teil der Flüssigkeit der am Anfangspunkt **5** angelangten Flüssigkeit wird durch den Kanal des zweiten Kanalsystems **4** zum Endbereich **6** transportiert (**Fig.** 2b, 2c). Sobald die in dem zweiten Kanalsystem **4** transportierte Flüssigkeit den Endbereich **6** erreicht hat, wird der Kapillarstopp **20** auf die beschriebene Art und Weise aufgehoben. Die Flüssigkeit kann dann über das erste Kanalsystem **3**, das zweite Kanalsystem **4** und das Auslasskanalsystem **7** abgeführt werden. Hierbei wird der Transport der Flüssigkeit mittels der wirkenden Kapillarkräfte erreicht.

[0040] Das dritte Ausführungsbeispiel **12** eines erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schalters wird nun anhand der **Fig.** 3a bis 3c erläutert. Das in den **Fig.** 3a bis 3c dargestellte dritte Ausführungsbeispiel **12** unterscheidet sich von dem in den **Fig.** 1a bis 1e dargestellten ersten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen dadurch, dass das zweite Kanalsystem **4** nicht in verschiedene Abschnitte unterteilt ist. Vielmehr erstreckt sich das zweite Kanalsystem **4** als ein Kanal vom Anfangsbereich **5** zum Endbereich **6**. Der Querschnitt dieses Kanals ist dabei deutlich geringer ausgeführt als der Querschnitt des ersten Kanalsystems **3** in den Abschnitten **3a** und **3c**. Dieses hat den Vorteil, dass das Volumen der für die Ansteuerung des Unterbrechungsmittels (Kapillarstopp **20**) notwendigen in dem zweiten Kanalsystem **4** transportierten Flüssigkeit deutlich geringer ist. Die über das Einlasskanalsystem **2** einströmende Flüssigkeit wird also fast vollständig in das erste Kanalsystem **3** und somit auch in die Reaktionskammer, die durch den zweiten Abschnitt **3b** gebildet wird, transportiert. Dieser in das erste Kanalsystem **3** transportierte weitaus größere Anteil der in die mikrofluidische Anordnung **12** einströmende Flüssigkeitsmenge kann somit in das Produkt umgesetzt werden ohne dass dieses Produkt anschließend im Endbereich **6** durch die über das zweite Kanalsystem **4** einströmende Flüssigkeitsmenge verdünnt wird.

[0041] Im Folgenden wird auf die **Fig.** 4a Bezug genommen. In dieser Figur ist eine erfindungsgemäße mikrofluidische Anordnung **13a** dargestellt. Die mikrofluidische Anordnung **13a** entspricht einer Kombination von drei mikrofluidischen Schaltern gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12**, wobei die mikrofluidischen Schalter gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12** parallel zueinander angeordnet sind und über einen gemeinsamen Zuleitungskanal **8** mit Flüssigkeit versorgt werden. Von diesem gemeinsamen Zuleitungskanal **8** zweigen die Einlasskanalsysteme

2 der drei parallel geschalteten mikrofluidischen Schalter gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12** ab. Die gesamte mikrofluidische Anordnung **13a** wird somit durch die Schalter gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12** und der Zuleitungskanäle **8** gebildet. Im übrigen funktioniert jeder der Schalter des Ausführungsbeispiels **13a** wie ein einzelner mikrofluidischer Schalter gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12**.

[0042] Die in der **Fig.** 4b dargestellte mikrofluidische Anordnung **13b** weist drei mikrofluidische Schalter gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12** auf. Die mikrofluidischen Schalter sind dabei seriell hintereinander geschaltet, d. h. in der Transportrichtung der Flüssigkeiten schließt sich an das Auslasskanalsystem **7** eines ersten Schalters das Einlasskanalsystem **2** eines zweiten Schalters an und an den Auslasskanal **7** des zweiten Schalters schließt sich der Einlasskanal **2** eines dritten Schalters an. Die einzelnen Schalter entsprechen dabei den Schaltern gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12**, wie er in den **Fig.** 3a bis 3c dargestellt ist. Lediglich der dritte Schalter der mikrofluidischen Anordnung gemäß **Fig.** 4b ist im Bereich des zweiten Kanalsystems **4** anders ausgebildet. Das zweite Kanalsystem **4** weist drei in Transportrichtung der Flüssigkeit hintereinanderliegende Abschnitte auf. Der erste Abschnitt **4a** und der dritte Abschnitt **4c** sind dabei als einfache Kanäle ausgebildet, während der mittlere und zweite Abschnitt **4b** mäanderförmig ausgebildet ist. Durch das Mäandrieren des zweiten Abschnitts **4b** wird das zweite Kanalsystem des dritten Schalters gegenüber den zweiten Kanalsystemen des ersten und zweiten Schalters verlängert. Dadurch ist das Zeitintervall, welches beim dritten Schalter vergeht, bis die Flüssigkeit aus dem zweiten Kanalsystem **4** den gemeinsamen Endbereich **6** erreicht, größer als bei dem ersten und bei dem zweiten Schalter der mikrofluidischen Anordnung **13b**. Im übrigen funktionieren die einzelnen Schalter der mikrofluidischen Anordnung **13b** wie die einzelnen Schalter gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel **12**.

[0043] Das vierte Ausführungsbeispiel **14** eines erfindungsgemäßen mikrofluidischen Schalters ist anhand der **Fig.** 5a bis 5h dargestellt. Dabei zeigen die **Fig.** 5f, 5g und 5h Einzelheiten der **Fig.** 5a, 5c beziehungsweise 5e.

[0044] Im Unterschied zu den bisher beschriebenen Ausführungsbeispielen ist bei dem vierten Ausführungsbeispiel **14** das zweite Kanalsystem **4** in einem spitzen Winkel zu dem ersten Kanalsystem **3** auf den gemeinsamen Endbereich **6** geführt. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass das Auslasskanalsystem **7** sich beabstandet vom gemeinsamen Endbereich in einen ersten Zweig **7a** und einen zweiten Zweig **7b** aufteilt. Dabei hat der erste Zweig **7a** eine Querschnittsfläche, die im Wesentlichen der Querschnittsfläche des ersten Kanalsystems **3** entspricht. Der zweite Zweig hat dagegen eine Querschnittsfläche, welche im Wesentlichen der Querschnittsfläche des

zweiten Kanalsystems **4** entspricht.

[0045] Der diesem vierten Ausführungsbeispiel eine erfundungsgemäße mikrofluidischen Anordnung zugrundeliegende Gedanke ist, dass die über das erste Kanalsystem **3** beziehungsweise das zweite Kanalsystem **4** herangeführten Flüssigkeiten sich unmittelbar an den gemeinsamen Endbereich **6** anschließenden Bereich des Auslasskanalsystems **7** ohne sich nennenswert zu vermischen „aneinanderlegen“ und dann laminar zu dem Verzweigungspunkt des ersten Zweigs **7a** und des zweiten Zweigs **7b** strömen, wo dann die über das erste Kanalsystem **3** herangeführte Flüssigkeit in den ersten Zweig **7a** und die über das zweite Kanalsystem **4** hereinströmende Flüssigkeit über den zweiten Zweig **7b** abgeführt wird. Die Eigenschaft laminarer Strömungen von verschiedenen Flüssigkeiten ist beispielsweise bereits in der Druckschrift DE 195 36 858 C2 beschrieben.

[0046] Strömt nun ein Produkt aus einer Reaktionskammer in das erste Kanalsystem **3** und von dort aus in den Kapillarstopp **20** ein, bleibt dieses Produkt aufgrund des Kapillarstopps **20** im gemeinsamen Endbereich **6** stehen. Zeitverzögert zu dem Einströmen des Produktes in das erste Kapillarsystem **3** beziehungsweise dem Kapillarstopp **20** fließt dann (**Fig. 5c**) eine zweite Flüssigkeit über das zweite Kanalsystem **4** heran, um dann in den gemeinsamen Endbereich **6** einzutreten (**Fig. 5d**). Dabei benetzt die aus dem zweiten Kanalsystem **4** einströmende Flüssigkeit die Austrittsöffnung des Kapillarstopps **20** und hebt die Funktion des Kapillarstopps **20** auf. Das Produkt, welches in dem Kapillarstopp **20** und dem ersten Kanalsystems **3** aufgestaut ist, wird nun aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte in den Endbereich beziehungsweise in das Auslasskanalsystem **7** transportiert. Gleichzeitig erfolgt auch ein weiterer Transport der Flüssigkeit aus dem zweiten Kanalsystem **4**. Die beiden Flüssigkeiten, welche annähernd parallel in den gemeinsamen Endbereich einströmen legen sich aufgrund fehlender Turbulenzen laminar aneinander und werden über das Auslasskanalsystem **7** nebeneinanderliegend transportiert, bis an dem Verzweigungspunkt das Produkt im Wesentlichen über den ersten Zweig **7a** und die aus dem zweiten Kanalsystem **4** eingeströmte Flüssigkeit im Wesentlichen in dem zweiten Zweig **7b** abgeführt wird.

[0047] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel **14** ist eine bevorzugte Ausführung, wenn das Volumen des zweiten Kanalsystems **4** dem Volumen des Kanals **7b** angeglichen ist, um so die Flüssigkeit, welche über das zweite Kanalsystem **4** einströmt im Auslasskanalsystem **7** vollständig von dem Produkt zu entfernen.

[0048] Im Folgenden wird auf **Fig. 6a** bis **6d** Bezug genommen. In dem in der **Fig. 6a** bis **6d** dargestellten fünften Ausführungsbeispiel **15** wird die Flüssigkeit, welche über das zweite Kanalsystem **4** einströmt nicht zuvor von der Ausgangsflüssigkeit des Produkts abgezweigt, wie dies in dem ersten, dem zweiten und dem dritten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

Vielmehr ist beim sechsten Ausführungsbeispiel **15** das zweite Kanalsystem **4** ein separates Kanalsystem, welches unmittelbar im gemeinsamen Endbereich **6** hinter dem Kapillarstopp **20** mündet. Eine derartige mikrofluidische Anordnung ist beispielsweise dazu geeignet, über das zweite Kanalsystem **4** einen Stoff für eine weitere biochemische Reaktion heranzuführen (Reagenzlösung), die nach dem Aufheben des Kapillarstopps **20** zusammen mit dem Produkt, welches über das erste Kanalsystem **3** und dem Kapillarstopp **20** einströmt, zu weiteren Reaktions-, Analysekammern oder ähnlichem geführt werden kann. Ebenso kann aber auch eine das Produkt nicht beeinflussende inerte Flüssigkeit in dem zweiten Kanalsystem **4** zum Steuern des Kapillarstopps **20** transportiert werden.

[0049] Im Folgenden wird auf die **Fig. 7a** bis **7d** Bezug genommen. Für eine große Zahl an chemischen und biochemischen Analysen ist es erforderlich, dass das Produkt mit einer weiteren Flüssigkeit versetzt wird, um weitere Reaktionen zur Erzeugung eines neuen Produkts hervorzurufen. Ebenso ist es möglich, dass das Produkt für eine weitere Analyse verdünnt werden muss. Für solche Vorgehensweisen ist eine mikrofluidische Anordnung gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel **16** geeignet. Bei diesem Ausführungsbeispiel **16** wird nämlich die über das zweite Kanalsystem **4** einströmende Flüssigkeit zum Schalten zweier weiterer Kanalsysteme genutzt. In den gemeinsamen Endbereich **6** mündet nämlich neben dem ersten Kanalsystem **3** und dem zweiten Kanalsystem **4** ein drittes Kanalsystem **17**, **18**. Dieses Kanalsystem weist einen Hohlraum **17** und einen von dem Hohlraum **17** zu dem gemeinsamen Endbereich **6** führenden Kanal **18** auf. In den Hohlräumen **17** kann von außen über eine nicht dargestellte Öffnung eine zweite Flüssigkeit eingefüllt werden. Diese Flüssigkeit wird aufgrund der wirkenden Kapillarkräfte über den Kanal **18** zum gemeinsamen Endbereich **6** transportiert. Die Mündung des Kanals **18** in den gemeinsamen Endbereich ist dabei, wie auch die Mündung des ersten Kanalsystems **3** in den gemeinsamen Endbereich **6** als Kapillarstopp **20** ausgeführt.

[0050] Wird nun zeitverzögert zu dem Flüssigkeitstransport in dem ersten Kanalsystem **3** und dem dritten Kanalsystem **17**, **18** über das zweite Kanalsystem **4** eine Flüssigkeit herangeführt, wird neben dem Kapillarstopp **20** am Ende des ersten Kanalsystems **3** auch der Kapillarstopp **20** am Ende dritten Kanalsystems **17**, **18** von außen mit der aus dem zweiten Kanalsystem **4** einströmenden Flüssigkeit benetzt. Die beiden Kapillarstopps werden aufgehoben und in dem gemeinsamen Endbereich **6** und daran anschließend in dem Auslasskanalsystem **7** werden die verschiedenen Flüssigkeiten, über dem Auslasskanalsystem **7** in eine weitere Reaktionskammer oder in eine Analysekammer **19** übertragen. Da das zweite Kanalsystem **4** die gleiche Tiefe hat, wie der gemeinsame Endbereich **6** beziehungsweise das Auslasskanalsystem **7**, kann die von dem zweiten Kanalsys-

tem **4** einströmende Flüssigkeit ungehindert in den gemeinsamen Endbereich **6** einfließen und so die beiden Kapillarstopps **20** für das erste Kanalsystem **3** und das dritte Kanalsystem **27, 18** benetzen und die Kapillarstopps aufheben.

[0051] Anhand der **Fig. 8a bis 8d** soll nun ein siebtes Ausführungsbeispiel **27** für einen erfindungsgemäßen Schalter betrieben werden. Dieser erfindungsgemäße Schalter weist zwei erste Kanalsysteme **3** auf, welche an einen gemeinsamen Endbereich **6** herangeführt werden. Die Mündung der ersten Kanalsysteme **3** ist dabei als Kapillarstopp **20** ausgebildet, so dass eine in den ersten Kanalsystemen **3** transportierte Flüssigkeit an den Kapillarstopps **20** anhält und nicht in den gemeinsamen Endbereich **6** eindringt.

[0052] In den gemeinsamen Endbereich mündet ferner ein zweites Kanalsystem **4**. Mittels einer in dem zweiten Kanalsystem **4** transportierten Flüssigkeit, können die Kapillarstopps **20** mit einer Flüssigkeit benetzt werden, wodurch die Kapillarstopps **20** aufgehoben werden und die in den ersten Kanälen **3** herangeführte Flüssigkeiten in den gemeinsamen Endbereich **6** eindringen. Mittels eines Auslasskanalsystems **7** werden dann die sich in dem gemeinsamen Endbereich **6** befindenden Flüssigkeiten der beiden ersten Kanalsysteme und die Flüssigkeit des zweiten Kanalsystems **4** von dem gemeinsamen Endbereich wegtransportiert.

Patentansprüche

1. Mikrofluidischer Schalter (**1**) zum Anhalten eines Flüssigkeitsstroms während eines Zeitintervalls mit folgenden Merkmalen:

- der Schalter weist zumindest einen ersten Kanal (**3**) und zumindest einen zweiten Kanal (**4**) auf;
- der erste Kanal (**3**) und der zweite Kanal (**4**) haben einen gemeinsamen Endbereich (**6**);
- der erste Kanal (**3**) weist am Übergang zum gemeinsamen Endbereich (**6**) ein Mittel zum Anhalten (Anhaltemittel **20**) eines in dem ersten Kanal (**3**) fließenden Flüssigkeitsstroms auf;
- das Anhaltemittel (**20**) ist mittels eines in dem zweiten Kanal (**4**) fließenden Flüssigkeitsstroms zum Fortsetzen des Flüssigkeitsstroms in dem ersten Kanal (**3**) steuerbar.

2. Schalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anhaltemittel flüssigkeitsgesteuerte Mikroventile sind.

3. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anhaltemittel Kapillarstopps (**20**) sind.

4. Schalter nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Kapillarstopp sich sprunghaft ändernde geometrische Eigenschaften aufweist.

5. Schalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kapillarstopp sich sprunghaft ändernde Eigenschaften der Oberfläche aufweist.

6. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**) und der zweite Kanal (**4**) einen gemeinsamen Anfangsbereich (**5**) aufweisen.

7. Schalter nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Anfangsbereich (**5**) vor oder hinter einem Hohlraum oder einer Kammer angeordnet ist.

8. Schalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**) und der zweite Kanal (**4**) getrennte Anfangsbereiche aufweisen.

9. Schalter nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**) und der zweite Kanal (**4**) voneinander getrennt mit Flüssigkeiten gefüllt werden.

10. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**) kürzer ist als der zweite Kanal (**4**).

11. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**) eine größere Kapillarkraft aufweist als der zweite Kanal (**4**).

12. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Kanal (**4**) ein vorzugsweise einstellbares Mittel zur Verzögerung (Verzögerungsmittel) eines Flüssigkeitsstroms aufweist.

13. Schalter nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Verzögerungsmittel Drosseln sind.

14. Schalter nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem gemeinsamen Anfangsbereich (**5**) ein Einlasskanal (**2**) vorgeschaltet ist.

15. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem gemeinsamen Endbereich ein Auslasskanal (**7**) nachgeschaltet ist.

16. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**), der zweite Kanal (**4**), der Einlasskanal (**2**) und/oder der Auslasskanal (**7**) Abschnitte mit einem oder mehreren Hohlräumen (**2b, 3b, 4b**), Kammern und/oder Kavitäten aufweist und so Kanalsysteme bilden.

17. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kanal (**3**), der zweite Kanal (**4**), der Einlasskanal (**2**) und/oder der Auslasskanal (**7**) mäanderförmige Abschnitte aufweist.

18. Schalter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass in einem oder mehreren der Hohlräume (**2b**, **3b**, **4b**) Reagenzien angeordnet sind.

19. Schalter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslasskanalsystem eine Verzweigung aufweist.

20. Schalter nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der gemeinsame Endbereich so ausgebildet ist, dass sich die aus dem ersten Kanal austretende und die aus dem zweiten Kanal austretende Flüssigkeit laminar aneinanderlegen.

21. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter mehrere erste Kanäle aufweist.

22. Schalter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter mehrere zweite Kanäle aufweist.

23. Träger insbesondere Probenträger, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger einen Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

24. Verfahren zum Betreiben eines Schalters nach einem der Ansprüche 1 bis 23, gekennzeichnet durch

- einen Transport einer ersten Flüssigkeit in dem ersten Kanal (**3**) bis zum Anhaltemittel (**20**),
- einen zeitlich verzögerten Transport einer zweiten Flüssigkeit in dem zweiten Kanal (**4**) zum gemeinsamen Endbereich (**6**)
- ein Ansteuern des Anhaltemittels durch die zweite Flüssigkeit zum Weitertransport der ersten Flüssigkeit über das Anhaltemittel hinaus.

25. Verfahren nach Anspruch 24, gekennzeichnet durch

- einen Transport der Flüssigkeit im ersten Kanal und/oder im zweiten Kanal durch Kapillarkraft.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 24 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Flüssigkeit eine stark benetzte Flüssigkeit ist.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

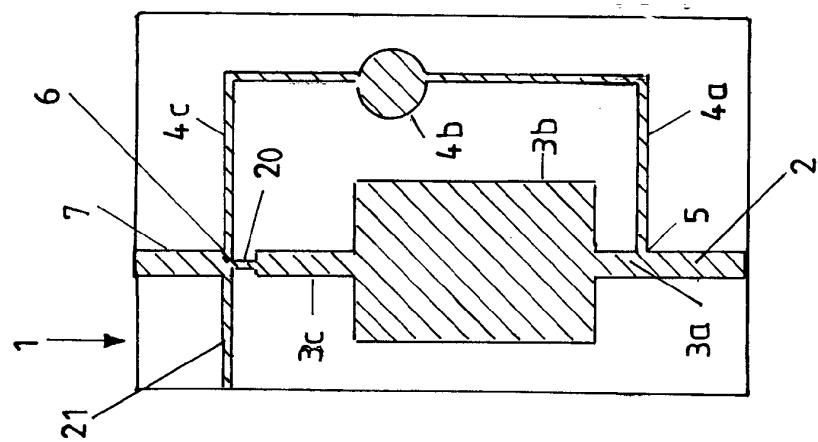


Fig.1d

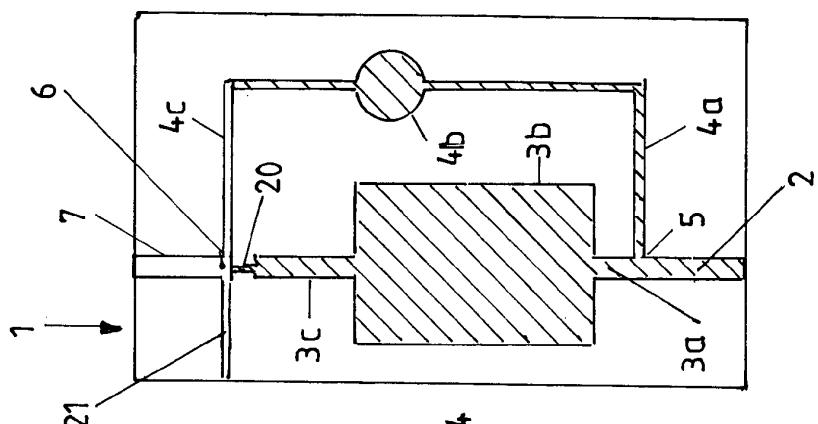


Fig.1c

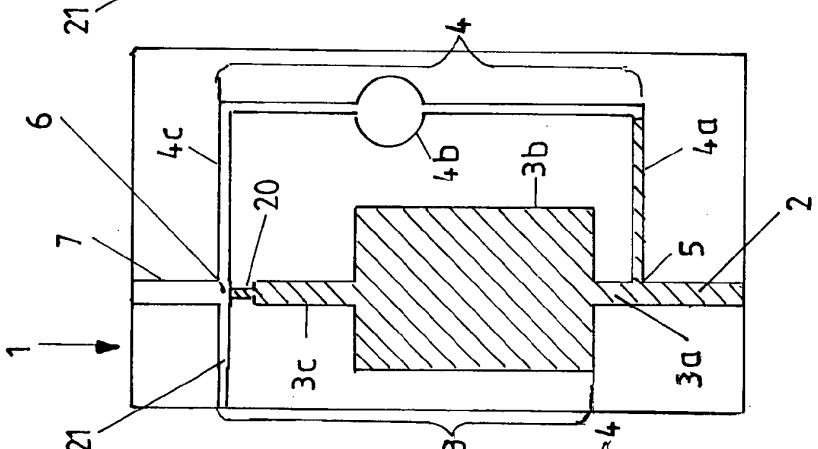


Fig.1b

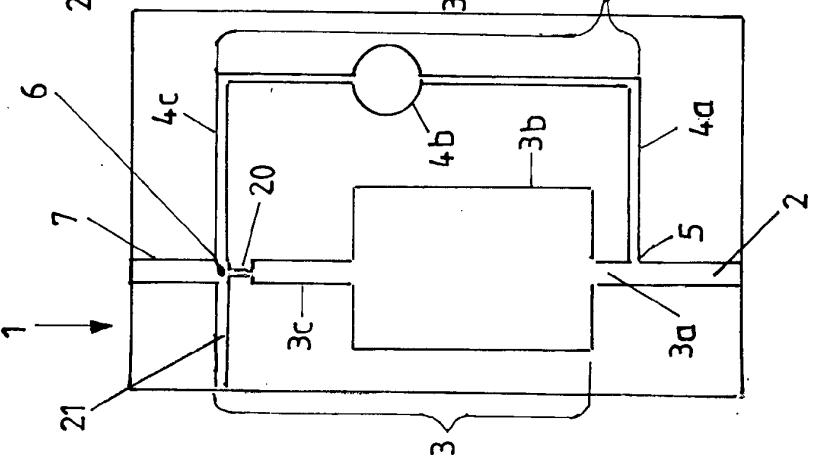


Fig.1a

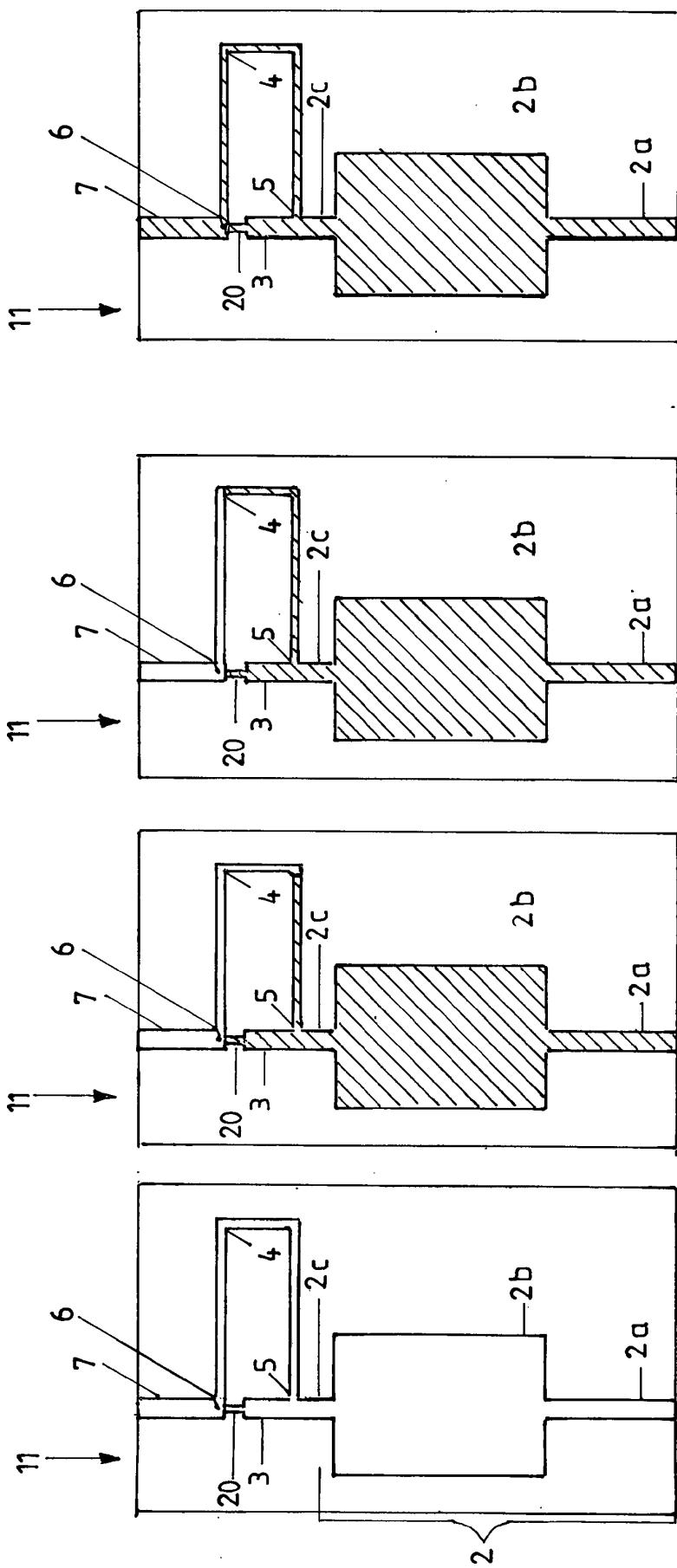
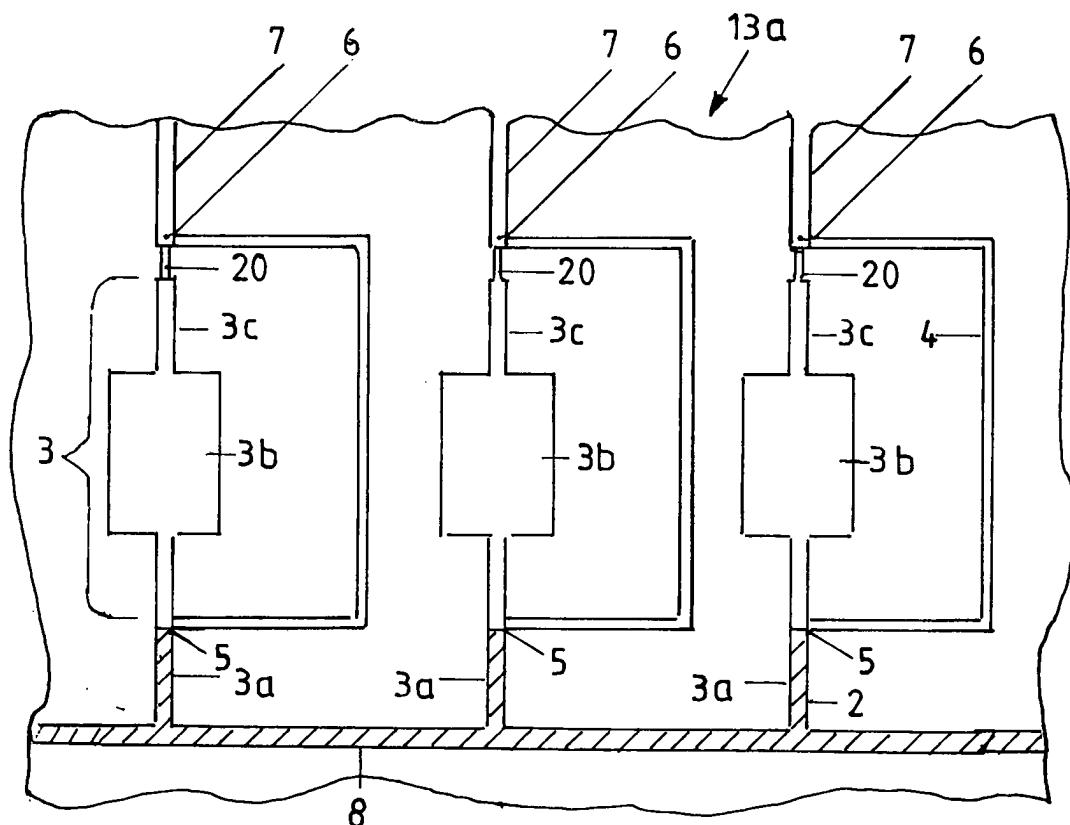
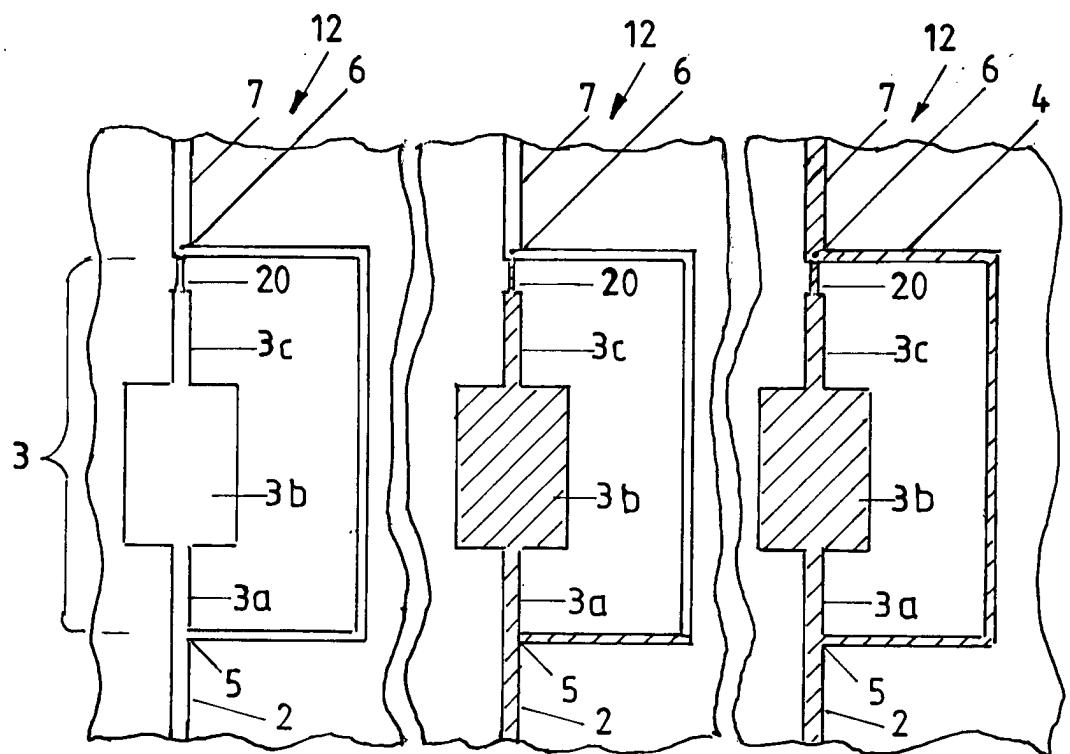


Fig.2a

Fig.2b

Fig.2c

Fig.2d



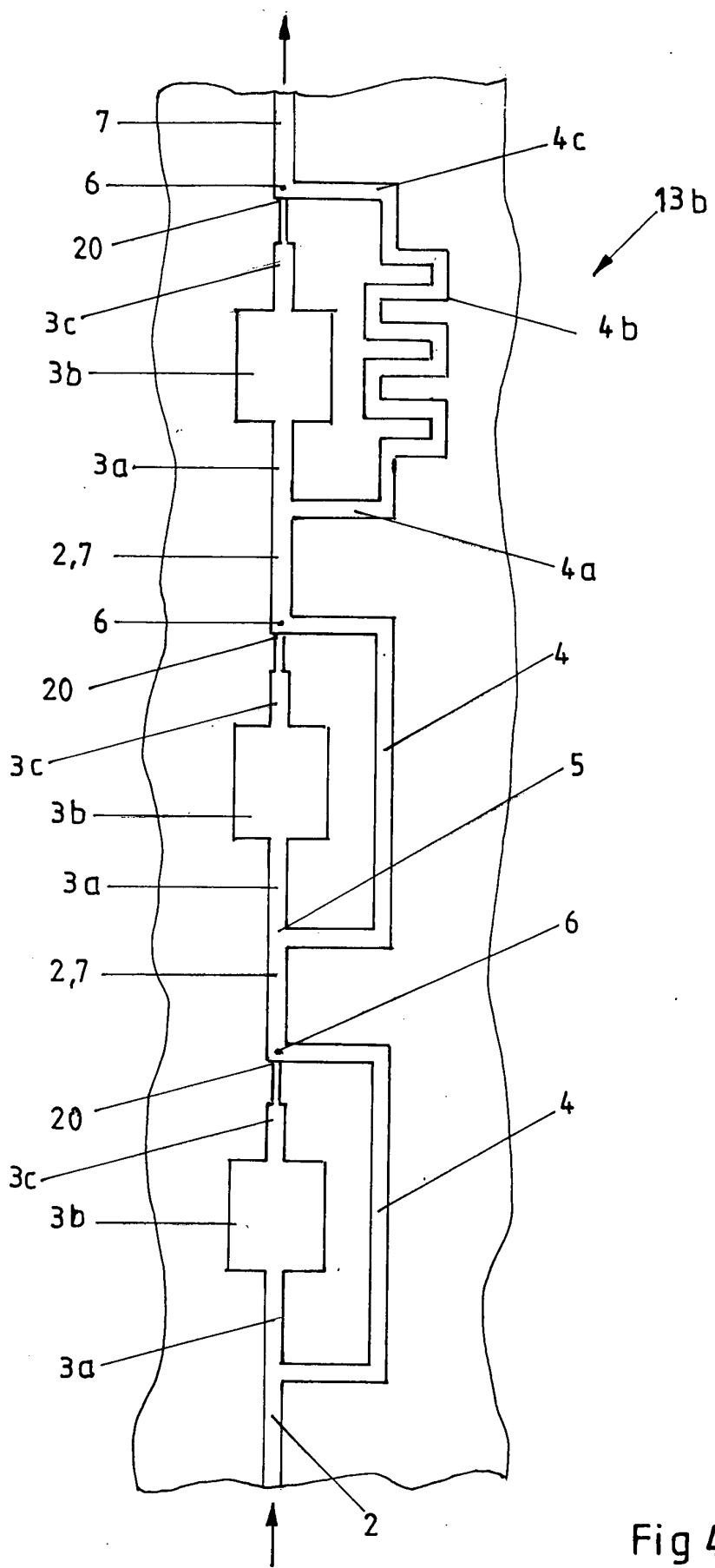


Fig 4b

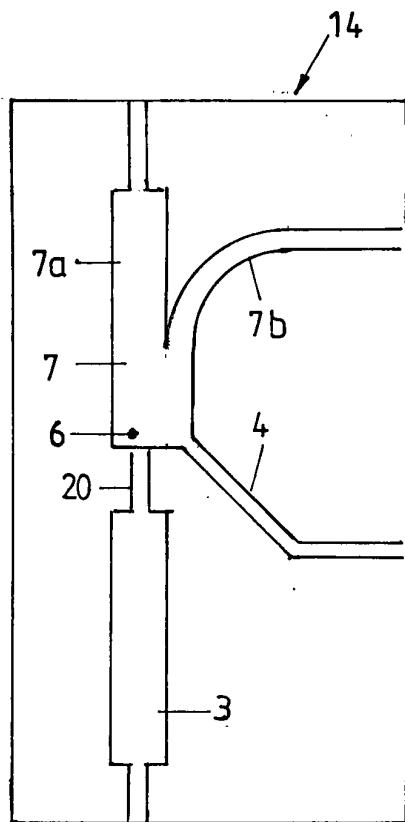


Fig. 5a

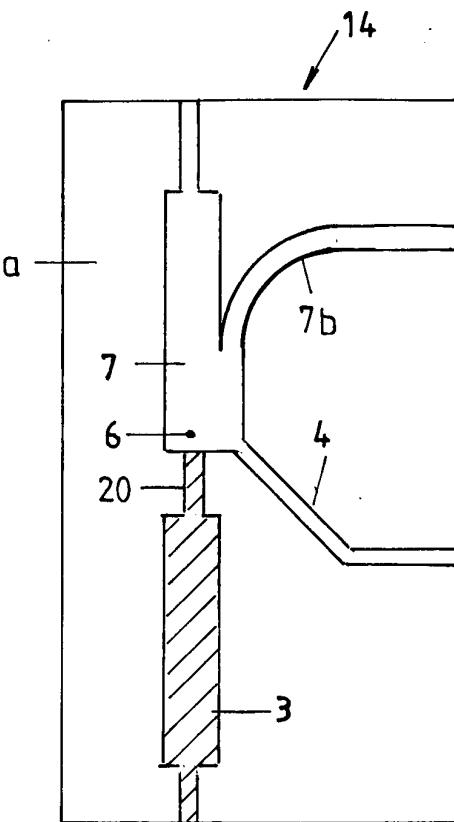


Fig. 5b

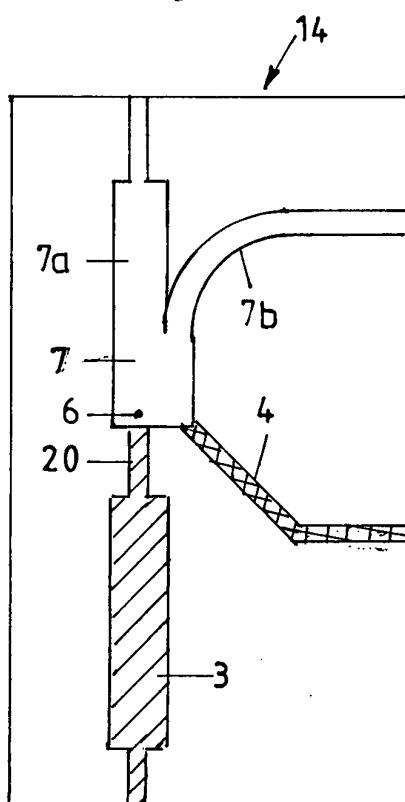


Fig. 5c

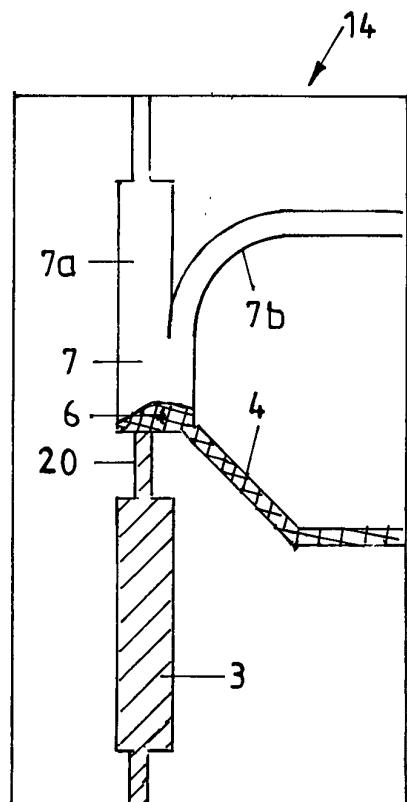


Fig. 5d

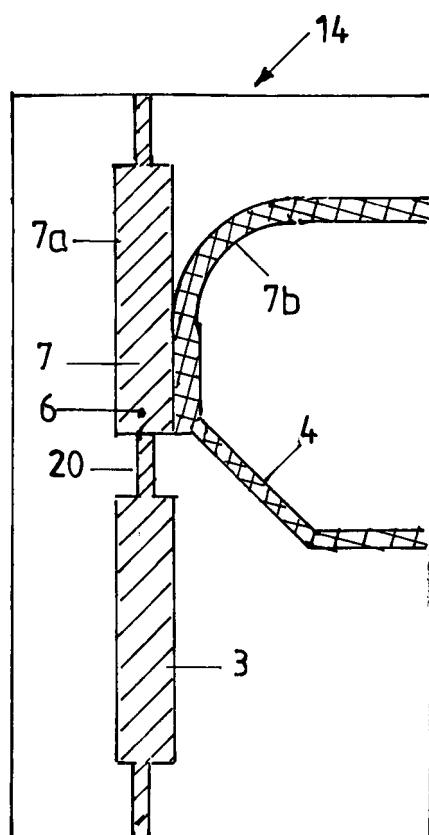
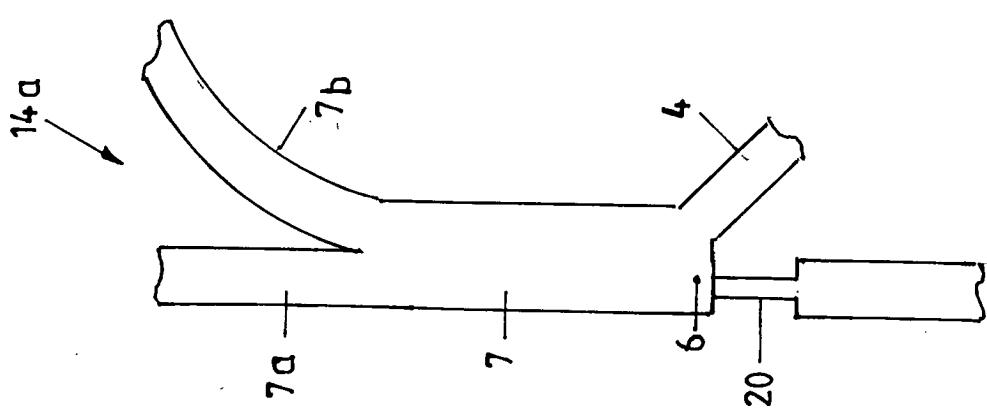
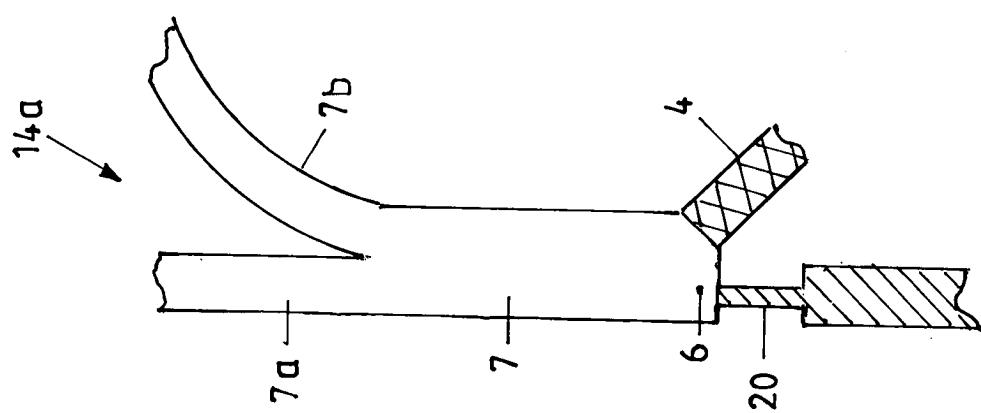
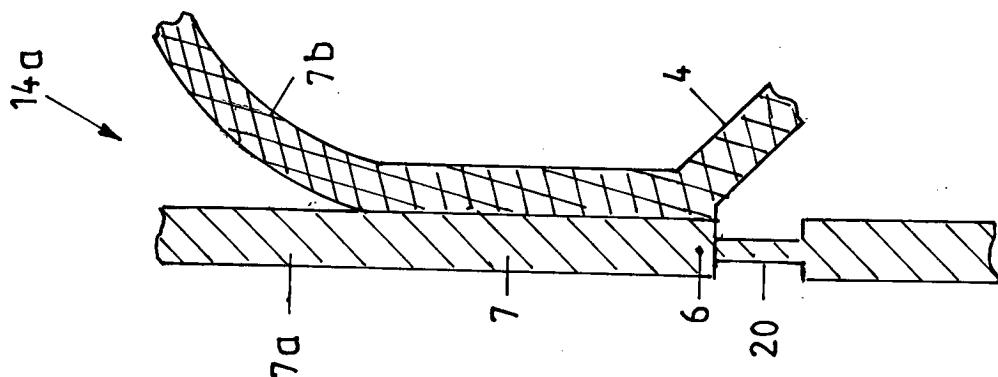


Fig. 5e



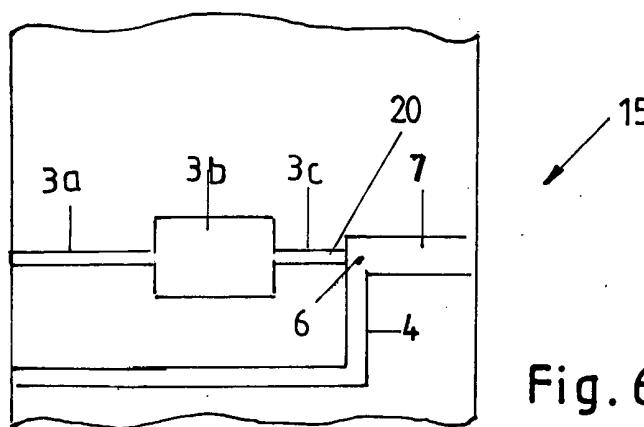


Fig. 6a

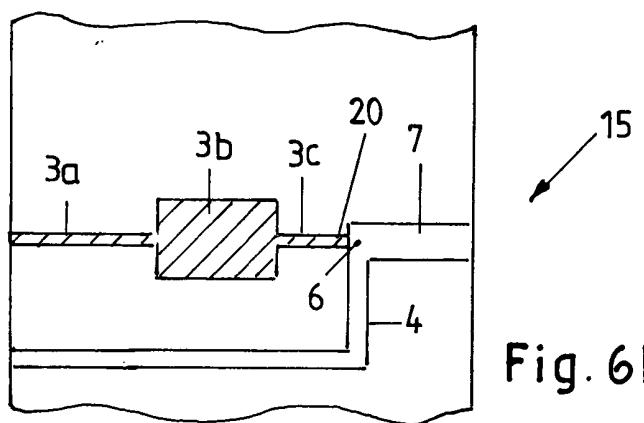


Fig. 6b

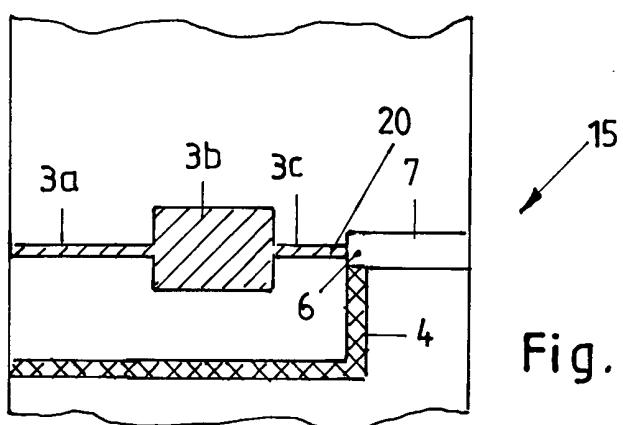


Fig. 6c

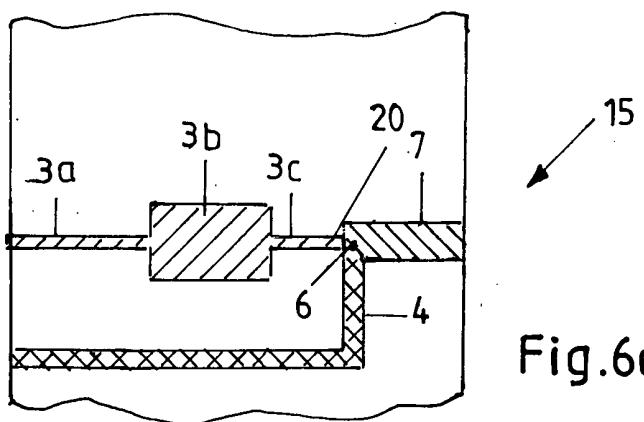


Fig. 6d

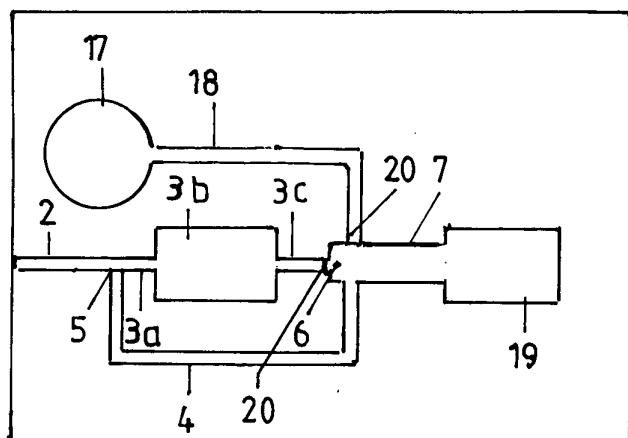


Fig.7a

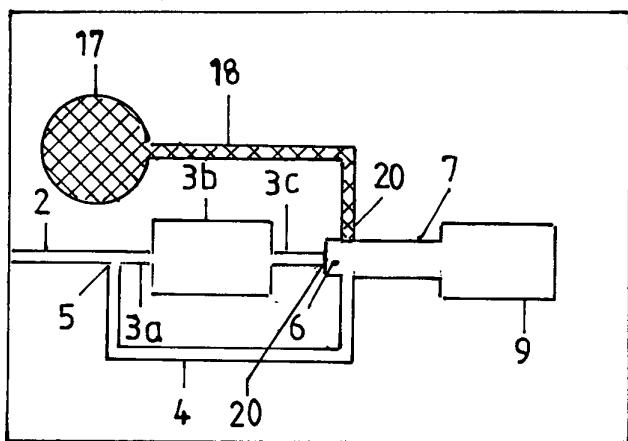


Fig.7b

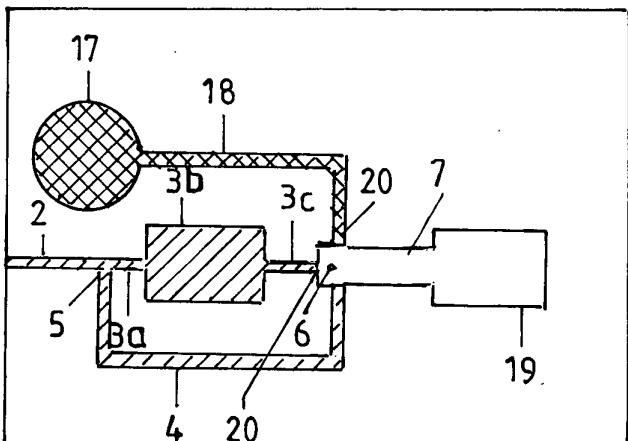


Fig.7c

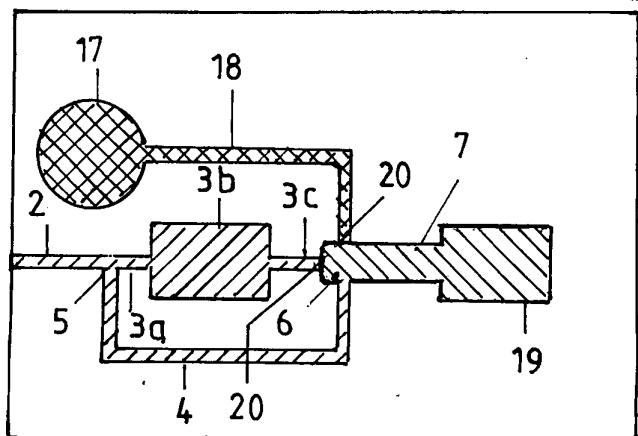


Fig.7d

Fig. 8a

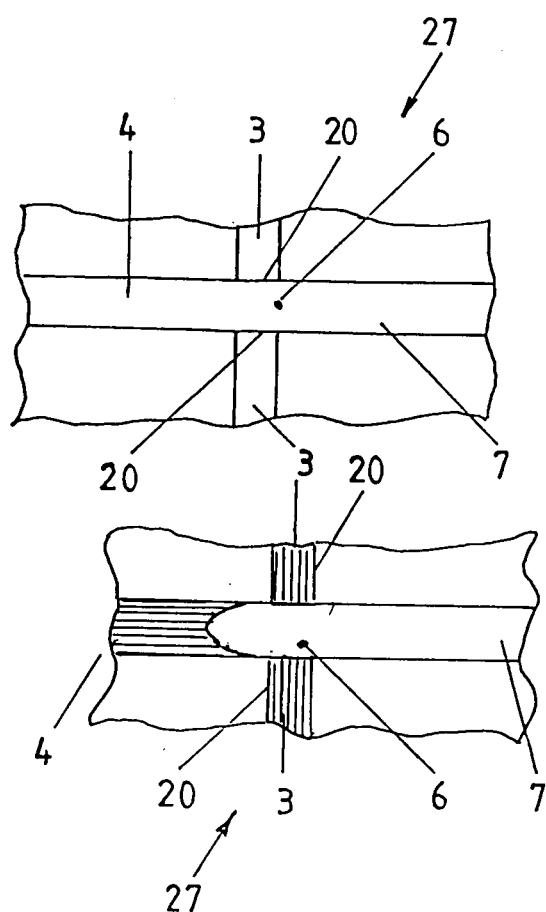


Fig. 8b

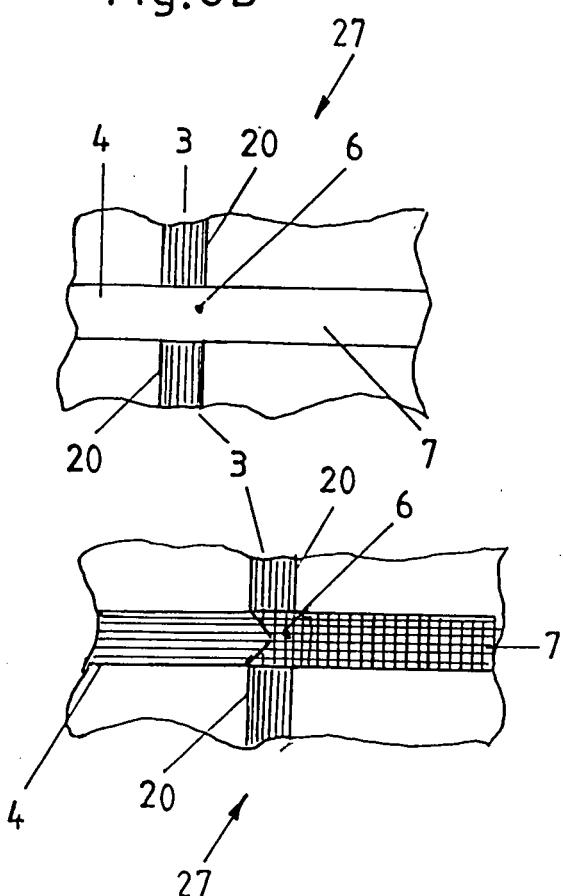


Fig. 8c

Fig. 8d

Fig.9a

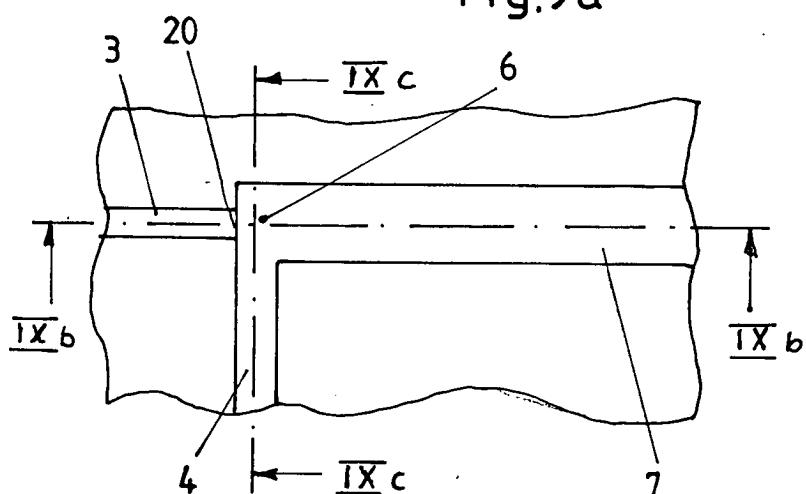


Fig.9c

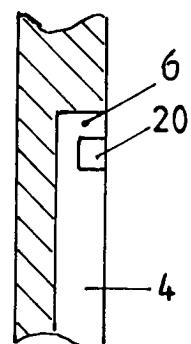


Fig.9b

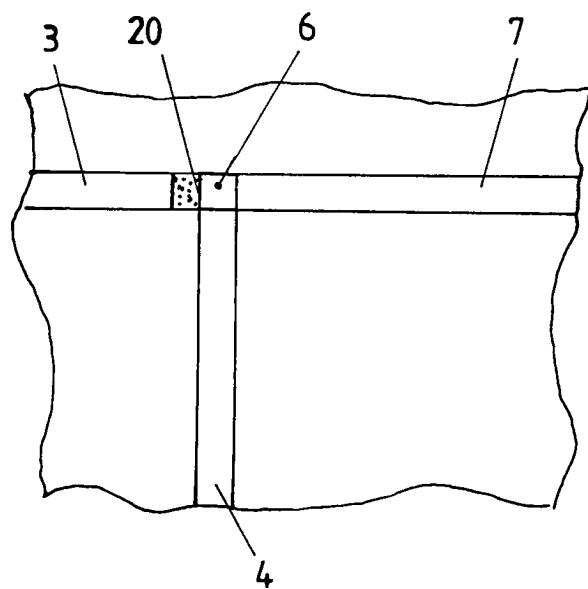
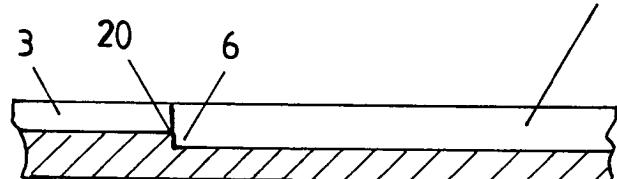


Fig.11

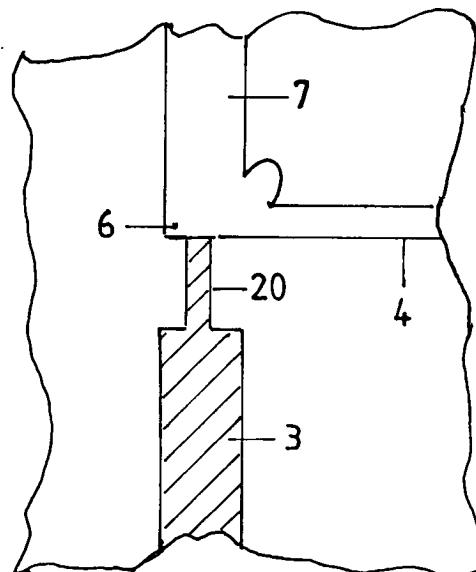


Fig.10a

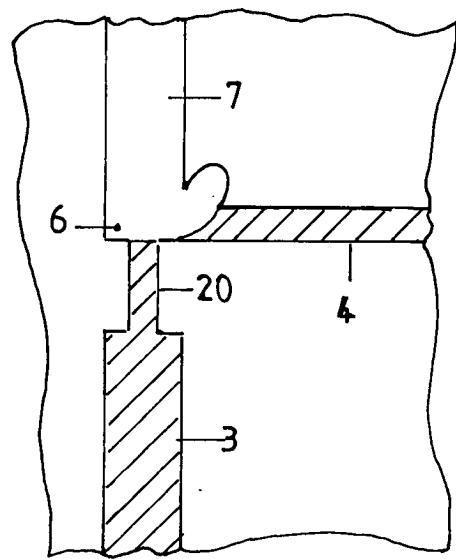


Fig.10b

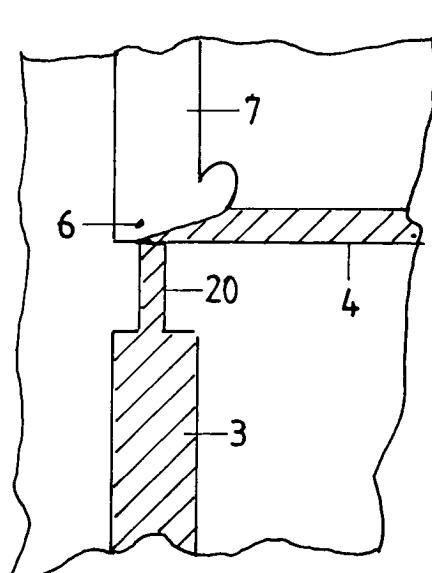


Fig.10c

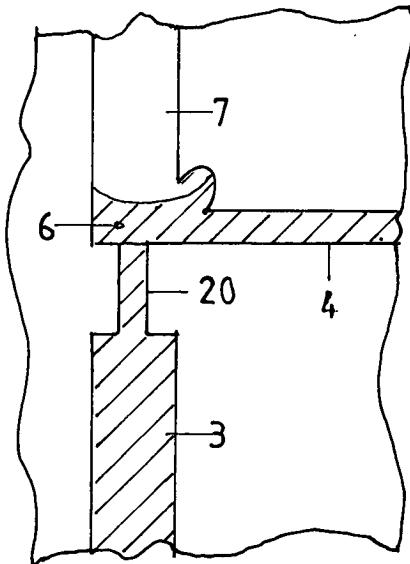


Fig.10d