



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 44 571 A1** 2004.08.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 44 571.4**

(22) Anmeldetag: **25.09.2003**

(43) Offenlegungstag: **05.08.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B81C 1/00**  
**H01H 29/02**

(30) Unionspriorität:

**10/349,712**      **22.01.2003**      **US**

(71) Anmelder:

**Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates  
Delaware), Palo Alto, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

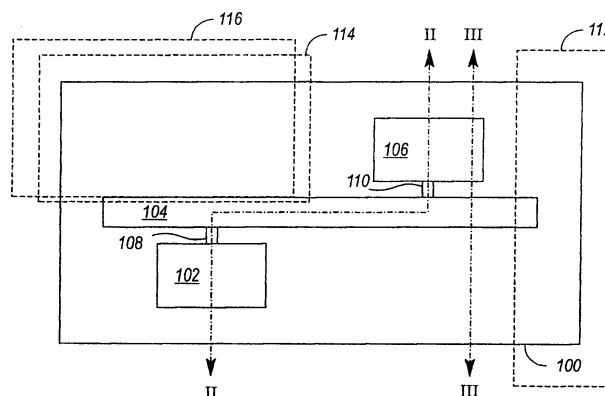
(72) Erfinder:

**Wong, Marvin Glenn, Woodland Park, Col., US;  
Carson, Paul Thomas, Colorado Springs, Col., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Registrieren eines aufgetragenen Materials mit Kanalplattenkanälen und ein Schalter, der unter Verwendung desselben erzeugt wird**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Aufbringen eines Materials auf eine Kanalplatte, so daß das Material mit einem oder mehreren Kanälen, die in der Kanalplatte gebildet sind, ausgerichtet ist, umfaßt ein Befüllen von zumindest einem der Kanäle mit einem Resist, das durch das Material nicht benetzt wird; ein Aufbringen des Materials auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte, der zumindest einen Teil des Resists umfaßt; und ein anschließendes Entfernen des Resists. Das Verfahren kann bei einem Ausführungsbeispiel verwendet werden, um ein Haftmittel oder ein Dichtungsmaterial aufzubringen, das beim Zusammenbauen eines Schalters verwendet wird.



## Beschreibung

### Stand der Technik

[0001] Fluidbasierte Schalter, wie z. B. LIMMS (LIMMS = liquid metal micro switches = Flüssigmetall-Mikroschalter) werden in dem nachstehenden Patent und den nachstehenden Patentanmeldungen (deren Lehren hierin durch Bezugnahme aufgenommen werden) offenbart: U.S.-Patent Nr. 6,323,447 von Kondoh u.a. mit dem Titel „Electrical Contact Breaker Switch, Integrated Electrical Contact Breaker Switch, and Electrical Contact Switching Method“; U.S.-Patentanmeldung von Marvin Glenn Wong mit dem Titel „A Piezoelectrically Actuated Liquid Metal Switch“ (Serien-Nr. 10/137,691, eingereicht am 2. Mai 2002) und U.S.-Patentanmeldung von Marvin Glenn Wong mit dem Titel „Laser Cut Channel Plate for a Switch“ (Serien-Nr. 10/317.932, eingereicht am 12. Dezember 2002).

[0002] Eine Möglichkeit zur Fertigung der Schalter, die in dem Patent und den Patentanmeldungen, auf die vorstehend Bezug genommen wurde, offenbart sind, ist, 1.) ein Haftmittel auf eine Kanalplatte aufzubringen und dann 2.) die gewünschte Kombination von Schaltfluiden, Betätigungsfluiden und/oder anderen Schaltkomponenten zwischen der Kanalplatte und einem Substrat zu versiegeln.

[0003] Beim Aufbringen des Haftmittels auf die Kanalplatte ist es typischerweise wünschenswert, das Haftmittel mit den Kanälen der Kanalplatte „auszurichten“. Das heißt, es ist wünschenswert, das Haftmittel auf die Kanalplatte so aufzubringen, daß es sich präzise bis zu und nicht in die Kanäle der Kanalplatte erstreckt. Auf diese Weise trägt das Haftmittel nicht zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Volumina der Hohlräume bei, die durch die Kanäle definiert sind, wenn die Kanalplatte an dem Substrat versiegelt wird.

### Aufgabenstellung

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Ausrichten eines aufgetragenen Materials mit Kanalplattenkanälen und einen Schalter, der unter Verwendung desselben erzeugt wird, zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird durch einen Schalter gemäß Anspruch 1 sowie ein Verfahren gemäß Anspruch 10 gelöst.

[0006] Ein Aspekt der Erfindung ist in einem Verfahren zum Aufbringen eines Materials auf eine Kanalplatte verkörpert, so daß das Material mit einem oder mehreren Kanälen, die in der Kanalplatte gebildet sind, ausgerichtet ist. Das Verfahren weist folgende Schritte auf: 1) Befüllen von zumindest einem der Kanäle mit einem Resist, das durch das Material nicht benetzt wird, 2) Aufbringen des Materials auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte, der zumindest an einen Abschnitt des Resist grenzt und dann 3) Entfer-

nen des Resist.

[0007] Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist in einem Schalter verkörpert, der durch 1) Bilden von zumindest einem Kanal in einer Kanalplatte, 2) Befüllen von zumindest einem der Kanäle mit einem Resist, das durch ein Material, das auf die Kanalplatte aufgebracht werden soll, nicht benetzt wird, 3) Aufbringen des Materials auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte, der zumindest an einen Abschnitt des Resist grenzt, 4) Entfernen des Resist und 5) Ausrichten des zumindest einen Kanals, der in der Kanalplatte gebildet ist, mit zumindest einem Merkmal auf einem Substrat, und Versiegeln mittels des aufgetragenen Materials, von zumindest einem Schaltfluid zwischen der Kanalplatte und dem Substrat.

[0008] Weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden ebenfalls offenbart.

### Ausführungsbeispiel

[0009] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0010] **Fig. 1** eine exemplarische Draufsicht einer Kanalplatte für einen Schalter;

[0011] **Fig. 2** einen ersten Querschnitt der Kanalplatte von **Fig. 1**;

[0012] **Fig. 3** einen zweiten Querschnitt der Kanalplatte von **Fig. 1**;

[0013] **Fig. 4** ein Verfahren zum Aufbringen eines Kanals auf eine Kanalplatte, so daß das Material mit einem oder mehreren Kanälen ausgerichtet ist, die in der Kanalplatte von **Fig. 1** gebildet sind;

[0014] **Fig. 5** und **6** wie Kanäle der Kanalplatte von **Fig. 1** mit einem Resist befüllt werden können;

[0015] **Fig. 7** die Kanalplatte von **Fig. 5** oder **6** nach einem Abschleifen;

[0016] **Fig. 8** das Aufbringen eines Materials auf die Kanalplatte von **Fig. 1**, während die Kanäle der Kanalplatte mit einem Resist befüllt werden;

[0017] **Fig. 9** das Abrunden der Ecken des aufgetragenen Materials an den Kanten eines Netzkanalplattenkanals, der mit einem Resist befüllt ist;

[0018] **Fig. 10** das Anlehen der Kanten des aufgetragenen Materials an die Kanten eines Netzkanalplattenkanals, der mit Resist befüllt ist;

[0019] **Fig. 11** den Kanalplatten-Querschnitt, der in **Fig. 8** gezeigt ist, nachdem das Resist von den Kanälen der Kanalplatte entfernt worden ist;

[0020] **Fig. 12** wie die Kanalplatte von **Fig. 1** an einem Substrat versiegelt werden kann;

[0021] **Fig. 13** ein erstes exemplarisches Ausführungsbeispiel eines Schalters;

[0022] **Fig. 14** ein exemplarisches Verfahren zum Erzeugen des in **Fig. 13** dargestellten Schalters;

[0023] **Fig. 15** und **16** die Metallisierung von Abschnitten der Kanalplatte von **Fig. 1**; und

[0024] **Fig. 17** ein zweites exemplarisches Ausführungsbeispiel eines Schalters.

[0025] Beim Aufbringen eines Materials auf eine Kanalplatte ist es manchmal wünschenswert, das Material mit einem oder mehreren Kanälen auszurichten, die in der Kanalplatte gebildet sind. Das heißt, daß es manchmal wünschenswert ist, das Material auf eine Kanalplatte so aufzubringen, daß es sich präzise bis zu und nicht in die Kanäle der Kanalplatte erstreckt.

[0026] Fluidbasierte Schalter stellen eine Anwendung dar, bei der die Kanalausrichtung eines Materials wünschenswert ist. Während der Herstellung eines Schalters gemäß dem Patent und der Patentanmeldung, die im Abschnitt Hintergrund dieser Offenbarung offenbart sind, kann beispielsweise ein Haftmittel auf eine Kanalplatte für den Zweck des Versiegeln der Kanalplatte an einem Substrat aufgebracht werden. Zwischen der Kanalplatte und dem Substrat ist eine Kombination aus Schaltfluiden, Betätigungsfluiden und/oder anderen Schaltkomponenten versiegelt. Beim Aufbringen des Haftmittels auf die Kanalplatte ist es typischerweise wünschenswert, das Haftmittel mit den Kanälen der Kanalplatte so auszurichten, daß das Haftmittel die Volumina der Hohlräume, die durch die Kanäle definiert sind, wenn die Platte an dem Substrat versiegelt wird, nicht zu vergrößern oder zu verkleinern.

[0027] Eine Möglichkeit zum Ausrichten eines Haftmittels mit den Kanälen einer Kanalplatte ist, eine Haftmittelschicht auf die Kanalplatte aufzubringen, diese teilweise aushärten zu lassen, eine Schicht aus Photoresist auf die Oberseite des Haftmittels aufzubringen, die Photoresistschicht einer Photodefinition zu unterziehen und dann das Haftmittel von den Kanälen der Kanalplatte zu sandstrahlen. Die Nachteile dieses Verfahrens umfassen jedoch 1) relativ große Toleranzen bei einer Haftmittelkanalausrichtung sowie 2) raue Kanaloberflächen infolge des Sandstrahlens. Den Typen von Substraten, die für die Kanalplatte verwendet werden, sowie den Geometrien der Kanalstrukturen, die realisiert werden können, sind durch das Verfahren auch Grenzen nach oben gesetzt.

[0028] Die Erfinder haben daher neue Verfahren zum Aufbringen eines Materials auf eine Kanalplatte sowie neue Schalter erfunden, die gemäß den Verfahren erzeugt werden. Die neuen Verfahren ermöglichen eine bessere Ausrichtung der aufgetragenen Materialien mit dem Kanal oder den Kanälen, die in der Kanalplatte gebildet worden sind.

[0029] **Fig. 1 bis 3** stellt ein erstes exemplarisches Ausführungsbeispiel einer Kanalplatte **100** dar. **Fig. 1** stellt eine Draufsicht der Kanalplatte **100** dar, während die **Fig. 2 und 3** zwei exemplarische Querschnitte der Kanalplatte **100** darstellen. Eine solche Kanalplatte könnte beispielsweise in einem fluidbasierten Schalter, wie z. B. einem LIMMS, verwendet werden. Die Kanalplatte **100** ist beispielsweise als eine Kanalplatte gezeigt, die fünf unterschiedliche Kanäle **102, 104, 106, 108, 110** von unterschiedlicher Tiefe ausweist. Man kann sich jedoch vorstellen, daß, abhängig von der Konfiguration des Schalters, in dem die

Kanalplatte verwendet werden soll, mehr oder weniger Kanäle in einer Kanalplatte gebildet sein können. Das Basismaterial für die Kanalplatte **100** kann Glas, Keramik, Metall oder Polymer sein, um nur einige zu nennen. Abhängig vom Basismaterial, das verwendet wird, und den gewünschten Kanaltoleranzen, können die Kanäle maschinell bearbeitet, spritzgegossen, preßgeformt, gesenkgeformt, geätzt, lasergeschnitten, ultraschallgefräst, laminiert, gesenkgeschmiedet oder anderweitig in einer Kanalplatte **100** gebildet werden.

[0030] Für den Zweck dieser Beschreibung ist das Wort „Kanal“ als eine beliebige Art einer Rille, Wanne, eines Grabens oder eines anderen Merkmals definiert, das in einer Kanalplatte eine Ausnehmung erzeugt, die sich unter der obersten Oberfläche der Kanalplatte erstreckt.

[0031] Erfindungsgemäß stellt **Fig. 4** ein Verfahren **400** zum Aufbringen eines Materials auf eine Kanalplatte **100** dar, so daß das aufgetragene Material mit einem oder mehreren Kanälen **102 bis 110** ausgerichtet ist, die in der Kanalplatte **100** gebildet sind. Das Verfahren **400** weist ein Befüllen **402** von zumindest einem der Kanäle **102 bis 110** der Kanalplatte mit einem Resist auf, das durch das Material, das auf die Kanalplatte **100** aufgebracht werden soll, nicht benetzt wird. Obwohl man sich vorstellen kann, daß alle Kanäle **102 bis 110** der Kanalplatte typischerweise mit dem Resist befüllt sind, kann es Anwendungen geben, in denen es wünschenswert sein könnte, einen Teil der Kanäle der Kanalplatte mit einem aufgetragenen Material zu Befüllen oder zu beschichten. Bei diesen Anwendungen werden die Kanäle, die mit dem aufgetragenen Material zu Befüllen oder zu beschichten sind, nicht mit dem Resist befüllt.

[0032] Die Kanäle **104 bis 106** können mit dem Resist **500** befüllt sein, wie beispielsweise in **Fig. 5** oder **6** gezeigt ist. In **Fig. 5** ist ein Resist **500** nur auf die Kanäle **104 bis 106** der Kanalplatte aufgebracht. Alternativ, und wie in **Fig. 8** gezeigt ist, kann ein Resist **500** auf eine ganze Oberfläche einer Kanalplatte **100** aufgebracht sein, so daß es sich über die Grenzen der Kanäle **104, 106** der Kanalplatte hinaus erstreckt. Obwohl ein Aufbringen eines Resist **500**, wie in **Fig. 6** gezeigt, voraussetzt, daß Abschnitte des Resist **500**, die sich außerhalb der Kanäle **104, 106** der Kanalplatte befinden, vor dem nächsten Schritt des Verfahrens von **Fig. 4** entfernt werden, kann das Aufbringen eines Resist **500**, wie in **Fig. 6** gezeigt ist, schneller und einfacher erfolgen als das Aufbringen eines Resist **500**, wie in **Fig. 5** gezeigt ist.

[0033] Ungeachtet dessen, wie ein Resist **500** auf eine Kanalplatte **100** aufgebracht wird, kann es wünschenswert sein, die Kanalplatte abzuschleifen, um das Resist **500** planar mit der Oberfläche der Kanalplatte **100** zu gestalten oder um Übergänge zwischen dem Resist **500** und den Kanten der Kanäle **104, 106**, die mit dem Resist **500** befüllt sind, besser zu definieren. Im Anschluß an das Abschleifen können die Kanalplatten **100** mit dem Resist **500**, die in **Fig. 5** und

6 gezeigt sind, aussehen wie in **Fig. 7** dargestellt ist. [0034] Eine Kanalplatte **100** kann beispielsweise mittels einer chemisch-mechanischen Planarisierung oder mittels Schleifen und Polieren abgeschliffen werden.

[0035] Obwohl eine Kanalplatte **100** ausschließlich für den Zweck des Entferns von überschüssigem Resist **500** abgeschliffen werden kann, kann eine Kanalplatte **100** auch für den Zweck des Abflachens der Oberfläche oder der Oberflächen der Kanalplatte, die resistbefüllte Kanäle **104**, **106** trägt, abgeschliffen werden. Wenn das Material, das auf eine Kanalplatte **100** aufgebracht werden soll, ein Haftmittel oder ein Dichtungsmaterial ist, kann ein Abflachen der Kanalplatte **100** dazu beitragen, daß die Kanalplatte **100** eine bessere Verbindung mit (oder eine bessere Passung mit) einem Teil erreicht, mit dem es später zusammengepaßt werden soll.

[0036] Nach dem Befüllen von einem oder mehreren Kanälen **104**, **106** mit einem Resist **500** wird ein gewünschtes Material **800** auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte **100**, der zumindest an einen Abschnitt des Resist **500** grenzt (siehe **Fig. 8**), aufgebracht **404** (**Fig. 4**). In anderen Worten muß das Material **800** weder über die gesamte Oberfläche der Kanalplatte aufgebracht werden, noch muß das Material **800** über einem Bereich der Kanalplatte **100** aufgebracht werden, der die Gesamtheit der resistbefüllten Kanäle **104** umfaßt. Somit kann das Material **800** beispielsweise über einem Bereich **112** aufgebracht werden, der ein Ende eines Kanals **104** umfaßt, das mit einem Resist **500** befüllt ist (siehe **Fig. 1**), oder das Material **800** kann vorwiegend auf eine Seite **114**, **116** eines Kanals **104**, der mit einem Resist **500** befüllt ist, aufgebracht werden. Alternativ kann das Material **800** über allen Oberflächen von einer oder mehreren Kanalplatten aufgebracht werden. [0037] Eine Materialschicht **800** kann beispielsweise auf eine Kanalplatte **100** mittels einer Schleuderbeschichtung oder Sprühbeschichtung aufgebracht werden. Da das Resist **500** so ausgewählt ist, daß es durch das Material **800** nicht benetzt wird, das auf der Kanalplatte **100** aufgebracht ist, und infolge der Oberflächenspannung des aufgetragenen Materials erstreckt sich das aufgetragene Material **800** nur bis zu den Grenzen des Resist **500**. Wenn das Resist **500** somit präzise mit den Grenzen der Kanäle **104**, **106** einer Kanalplatte ausgerichtet ist, wird das aufgetragene Material **800** ebenfalls mit den Grenzen der Kanäle **104**, **106** ausgerichtet sein.

[0038] **Fig. 9** zeigt, wie sich die Ecken **900**, **902** eines aufgetragenen Materials **800** an den Grenzen eines Netzkanalplattenkanals **104** abrunden können. Dieser Effekt kann verstärkt werden, während die Dicke des aufgetragenen Materials **800** zunimmt. Nach Wunsch kann das aufgetragene Material **800** abgeschliffen werden, um diesen Abschnitt des Materials, wo die Abrundung vorliegt, zu entfernen.

[0039] **Fig. 10** stellt einen möglicherweise unerwünschten Effekt des Aufbringens von einer zu di-

cken Materialschicht **800** auf eine Kanalplatte **100** dar. Wie in **Fig. 10** gezeigt ist, kann sich eine Schicht **800**, die zu dick ist, über einen Kanalplattenkanal **104** „neigen“. Das aufgetragene Material kann wiederum abgeschliffen werden, um diesen Abschnitt des Materials, der sich zu sehr überneigt, zu entfernen. Alternativ kann eine dünnere Schicht eines Materials **800** auf der Kanalplatte **100** aufgebracht sein.

[0040] Nachdem das Material **800** aufgebracht worden ist, kann das Resist **500** entfernt werden **406** (siehe **Fig. 11**). Das Resist **500** kann beispielsweise unter Verwendung eines Ätz- oder Entwicklungsprozesses entfernt werden. Abhängig von der Beschaffenheit des aufgetragenen Materials **800** und dem zum Entfernen des Resist **500** verwendeten Verfahrens kann es notwendig sein, das aufgetragene Material **800** vor dem Entfernen des Resists **500** aushärten zu lassen. Das Aushärten kann erreicht werden, indem das aufgetragene Material **800** für einen gewissen Zeitraum Umgebungsbedingungen ausgesetzt wird, indem das aufgetragene Material **800** erwärmt wird, indem das aufgetragene Material in eine entsprechende Lösung eingetaucht wird oder mittels anderer Möglichkeiten. Nach Bedarf kann das aufgetragene Material **800** auch ausgehärtet (oder weiter ausgehärtet) werden, nachdem das Resist **500** entfernt worden ist.

[0041] Nach Wunsch kann die Kanalplatte **100** mit dem darauf befindlichen aufgetragenen Material **800** mit einem weiteren Teil zusammengepaßt werden (z. B. kann im Fall eines fluidbasierten Schalters, bei dem das aufgetragene Material **800** ein Haftmittel oder eine Dichtung ist, das Teil, mit dem die Kanalplatte **100** zusammengepaßt wird, ein Schaltsubstrat **1200** (**Fig. 12**) sein).

[0042] Angenommen, daß die Herstellung des fluidbasierten Schalters eine potentielle und beabsichtigte Anwendung für das Verfahren von **Fig. 4** ist, werden nun einige exemplarische fluidbasierte Schalter, auf die das Verfahren von **Fig. 4** angewendet werden kann, beschrieben.

[0043] **Fig. 13** stellt ein erstes exemplarisches Ausführungsbeispiel eines Schalters **1300** dar. Der Schalter **1300** weist eine Kanalplatte **1302** auf, die zumindest einen Abschnitt einer Anzahl von Hohlräumen **1306**, **1308**, **1310** definiert. Die verbleibenden Abschnitte der Hohlräume **1306** bis **1310**, wenn überhaupt vorhanden, können durch ein Substrat **1304** definiert sein, an dem die Kanalplatte **1302** versiegelt ist. Eine Mehrzahl von Elektroden **1312**, **1314**, **1316** ist in einem oder mehreren der Hohlräume freigelegt. Ein Schaltfluid **1318** (z. B. ein leitfähiges Flüssigmetall, wie z. B. Quecksilber), das in einem oder mehreren der Hohlräume gehalten wird, dient zum Öffnen und Schließen von zumindest einem Paar von der Mehrzahl von Elektroden **1312** bis **1316** ansprechend auf Kräfte, die auf das Schaltfluid **1318** ausgeübt werden. Ein Betätigungsfluid **1320** (z. B. ein Edelgas oder eine Flüssigkeit), das in einem oder mehreren der Hohlräume gehalten wird, dient zum Ausüben

der Kräfte auf das Schaltfluid **1318**.

[0044] Bei einem Ausführungsbeispiel des Schalters **1300** sind die Kräfte, die auf das Schaltfluid **1318** ausgeübt werden, eine Folge von Druckveränderungen im Betätigungsfluid **1320**. Die Druckveränderungen im Betätigungsfluid **1320** übertragen Druckveränderungen auf das Schaltfluid **1318** und bewirken dadurch, daß das Schaltfluid **1318** seine Form verändert, sich bewegt, sich teilt etc. In **Fig. 13** wendet der Druck des Betätigungsfluids **1320**, das im Hohlraum **1306** gehalten wird, eine Kraft auf einen Teil des Schaltfluids **1318** aus, wie dargestellt ist. In diesem Zustand wird das Paar von Elektroden **1314**, **1316** des Schalters **1300**, die sich ganz rechts befindet, miteinander gekoppelt. Wenn der Druck des Betätigungsfluids **1320**, das in dem Hohlraum **1306** gehalten wird, gesenkt wird und der Druck des Betätigungsfluids **1320**, das im Hohlraum **1310** gehalten wird, erhöht wird, kann das Schaltfluid **1318** dazu gebracht werden, sich zu teilen und zusammenzufließen, so daß die Elektroden **1314** und **1316** entkoppelt werden und die Elektroden **1312** und **1314** gekoppelt werden.

[0045] Die Druckveränderungen in dem Betätigungsfluid **1320** können beispielsweise mittels eines Erwärmens des Betätigungsfluids **1320** oder mittels eines piezoelektrischen Pumpens erreicht werden. Ersteres ist im U.S.-Patent Nr. 6,323,447 von Kondoh u. a. mit dem Titel „Electrical Contact Breaker Switch, Integrated Electrical Contact Breaker Switch, and Electrical Contact Switching Method“ beschrieben. Letzteres ist in der U.S.-Patentanmeldung Serien-Nr. 10/137,691 von Marvin Glenn Wong, die am 2. Mai 2002 eingereicht wurde, mit dem Titel „A Piezoelectrically Actuated Liquid Metal Switch“ beschrieben. Obwohl das Patent und die Patentanmeldung, auf die vorstehend Bezug genommen wurde, die Bewegung eines Schaltfluids mittels Dual-Schub-/Zug-Betätigungsfluid-Hohlräumen offenbart, könnte ein einzelner Schub-/Zug-Betätigungsfluid-Hohlraum ausreichen, wenn deutlich genug Schub-/Zug-Druckveränderungen von einem solchen Hohlraum an ein Schaltfluid übertragen werden könnten. Bei einer solchen Anordnung könnte die Kanalplatte für den Schalter in ähnlicher Weise zur Kanalplatte **100**, die hierin offenbart ist, konstruiert sein.

[0046] Die Kanalplatte **1302** des Schalters **1300** kann eine Mehrzahl von Kanälen **102** bis **110**, die in demselben gebildet sind, aufweisen, wie in **Fig. 1** bis **3** dargestellt ist. Bei einem Ausführungsbeispiel des Schalters **1300** definiert der erste Kanal **104** in der Kanalplatte **100** (oder **1302**) zumindest einen Abschnitt des einen oder der mehreren Hohlräume **1308**, die das Schaltfluid **1318** halten. Dieser Schaltfluidkanal **104** kann beispielsweise eine Breite von etwa 200 Mikrometern, eine Länge von etwa 2600 Mikrometern und eine Tiefe von etwa 200 Mikrometern aufweisen.

[0047] Ein zweiter Kanal (oder die Kanäle **102**, **106**) kann in der Kanalplatte **100** (oder **1302**) gebildet sein,

um zumindest einen Abschnitt des einen oder der mehreren Hohlräume **1306**, **1310** zu definieren, die das Betätigungsfluid **1320** halten. Diese Betätigungsfluidkanäle **102**, **106** können beispielsweise jeweils eine Breite von etwa 350 Mikrometern, eine Länge von etwa 1400 Mikrometern und eine Tiefe von etwa 300 Mikrometern aufweisen.

[0048] Ein dritter Kanal (oder die Kanäle **108**, **110**) können in der Kanalplatte **100** (oder **1302**) gebildet sein, um zumindest einen Abschnitt von einem oder mehreren Hohlräumen zu definieren, die die Hohlräume **1306** bis **1310**, die die Schalt- und Betätigungsfluids **1318**, **1320** halten, verbinden. Die Kanäle **108**, **110**, die die Betätigungsfluidkanäle **102**, **106** mit dem Schaltfluidkanal **104** verbinden, können beispielsweise jeweils eine Breite von etwa 100 Mikrometern, eine Länge von etwa 600 Mikrometern und eine Tiefe von etwa 130 Mikrometern aufweisen.

[0049] Ein exemplarisches Verfahren **1400** zum Erzeugen des Schalters **1300**, der in **Fig. 13** dargestellt ist, ist in **Fig. 14** dargestellt. Das Verfahren **1400** beginnt mit der Bildung **1402** von zumindest einem Kanal **102** bis **110** in einer Kanalplatte **100** (oder **1302**). Zumindest einer der Kanäle **104** wird dann mit einem Resist **500** befüllt **1404**, das nicht durch das Material **800** benetzt wird, das auf die Kanalplatte **100** aufgebracht werden soll. Anschließend wird das Material **800** auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte **100** aufgebracht, der zumindest an einen Abschnitt des Resist **500** grenzt. Das Material **800** kann auf viele verschiedene Weisen aufgebracht werden, die beispielsweise eine Schleuderbeschichtung oder Sprühbeschichtung umfassen.

[0050] Nach dem Aufbringen des Materials **800** wird das Resist **500** entfernt **1408**. Optional kann das aufgebrachte Material **800** vor dem Entfernen des Resist **500** ausgehärtet werden.

[0051] Schließlich wird der zumindest eine Kanal **102** bis **110**, der in der Kanalplatte **100** (oder **1302**) gebildet ist, mit zumindest einem Merkmal auf einem Substrat **1304** ausgerichtet, und zumindest ein Schaltfluid **1318** wird zwischen der Kanalplatte **1302** und dem Substrat **1304** mittels des aufgetragenen Materials **800** versiegelt. Wie in **Fig. 13** gelehrt wird, kann ein Betätigungsfluid **1320** auch zwischen der Kanalplatte **1302** und dem Substrat **1304** versiegelt sein.

[0052] Das Material **800**, das auf die Kanalplatte **1302** aufgebracht ist, kann beispielsweise ein Haftmittel oder Dichtungsmaterial sein. Ein geeignetes Haftmittel ist Cytop™ (das durch die Firma Asahi Glass Co., Ltd. in Tokyo, Japan hergestellt wird). Cytop™ ist abhängig von der Anwendung in zwei unterschiedlichen Haftungsverstärkerpackungen erhältlich. Wenn eine Kanalplatte **100** eine anorganische Zusammensetzung aufweist, sollten die anorganischen Haftungsverstärker von Cytop™ verwendet werden, und ein organisches Resist **500** sollte verwendet werden. Wenn eine Kanalplatte **100** eine organische Zusammensetzung aufweist, sollten des-

gleichen die organischen Haftungsverstärker von Cytop<sup>TM</sup> verwendet werden, und ein anorganisches Resist **500** sollte verwendet werden (das möglicherweise ein anorganisches Resist umfaßt, wie z. B. eine dünne aufgesputterte Beschichtung aus Metall oder Glas).

[0053] Optional und wie in **Fig. 15** und **16** dargestellt ist, können Abschnitte einer Kanalplatte **100** (oder **1302**) (z. B. über Sputtern oder Aufdampfen durch eine Schattenmaske oder über Ätzen durch ein Photoresist) für den Zweck des Erzeugens von „Versiegelungsgürteln“ **1502, 1504, 1506** metallisiert werden. Die Versiegelungsgürtel **1502** bis **1506** können vor oder nach dem Aufbringen des Haftmittels oder Dichtungsmaterials auf eine Kanalplatte **100** erzeugt werden. Die Erzeugung von Versiegelungsgürteln **1502** bis **1506** innerhalb eines Schaltfluidkanals **104** liefert zusätzliche Oberflächenbereiche, die ein Schaltfluid benetzen kann. Dies unterstützt nicht nur das Einrasten der verschiedenen Zustände, die ein Schaltfluid annehmen kann, sondern unterstützt auch die Erzeugung einer versiegelten Kammer, aus der das Schaltfluid nicht entweichen kann und innerhalb der das Schaltfluid einfacher gepumpt werden kann (z. B. während der Schaltzustandsveränderungen).

[0054] Zusätzliche Einzelheiten betreffend die Konstruktionen und den Betrieb eines Schalters, wie z. B. jenes Schalters, der in **Fig. 13** dargestellt ist, sind in dem vorstehend erwähnten Patent von Kondoh u. a. und der Patentanmeldung von Marvin Wong zu finden.

[0055] **Fig. 17** stellt ein weiteres exemplarisches Ausführungsbeispiel eines Schalters **1700** dar. Der Schalter **1700** weist eine Kanalplatte **1702** auf, die zumindest einen Abschnitt von einer Anzahl von Hohlräumen **1706, 1708, 1710** definiert. Die verbleibenden Abschnitte der Hohlräume **1706** bis **1710**, wenn solche überhaupt vorhanden sind, können durch ein Substrat **1700** definiert sein, an dem die Kanalplatte **1702** versiegelt ist. Innerhalb von einem oder mehreren Hohlräumen ist eine Mehrzahl von benetzbaren Anschlußflächen **1712** bis **1716** freigelegt. Ein Schaltfluid **1718** (z. B. ein Flüssigmetall, wie z. B. Quecksilber) ist mit den Anschlußflächen **1712** bis **1716** benetzbar und wird in einem oder mehreren der Hohlräume gehalten. Das Schaltfluid **1718** dient zum Öffnen und Blockieren von Lichtwegen **1722/1724, 1726/1728** durch einen oder mehrere der Hohlräume ansprechend auf Kräfte, die auf das Schaltfluid **1718** ausgeübt werden. Die Lichtwege können beispielsweise durch Wellenleiter **1722** bis **1728** definiert sein, die mit lichtdurchlässigen Fenstern im Hohlraum **1708** ausgerichtet sind, der das Schaltfluid hält. Das Blockieren der Lichtwege **1722/1724, 1726/1728** kann mittels des Schaltfluids **1718**, das lichtundurchlässig ist, erreicht werden. Ein Betätigungsfluid **1720** (z. B. ein Edelgas oder eine Flüssigkeit), das in einem oder mehreren der Hohlräume gehalten wird, dient dazu, die Kräfte auf das Schaltfluid **1718** auszuüben.

[0056] Die Kräfte können auf die Schalt- und Betätigungsfluids **1718, 1720** in der gleichen Weise ausgeübt werden, wie sie auf die Schalt- und Betätigungsfluids **1718, 1720** in **Fig. 13** ausgeübt werden.

[0057] Die Kanalplatte **1702** des Schalters **1700** kann eine Mehrzahl von Kanälen **102** bis **110** aufweisen, die in derselben gebildet sind, wie in **Fig. 1** bis **3** dargestellt ist. Bei einem Ausführungsbeispiel des Schalters **1700** definiert der erste Kanal **104** in der Kanalplatte **100** (oder **1702**) zumindest einen Abschnitt des einen oder der mehreren Hohlräume **1708**, die das Schaltfluid **1718** halten.

[0058] Ein zweiter Kanal (oder Kanäle **102, 106**) kann in der Kanalplatte **100** (oder **1702**) gebildet sein, um zumindest einen Abschnitt des einen oder der mehreren Hohlräume **1706, 1710**, die das Betätigungsfluid **1720** halten, zu definieren.

[0059] Ein dritter Kanal (oder Kanäle **108, 110**) kann in der Kanalplatte **100** (oder **1702**) gebildet sein, um zumindest einen Abschnitt des einen oder der mehreren Hohlräume zu definieren, die die Hohlräume **1706** bis **1710** verbinden, die die Schalt- und Betätigungsfluids **1718, 1720** halten.

[0060] Zusätzliche Einzelheiten betreffend die Konstruktion und den Betrieb eines Schalters, wie z. B. des Schalters, der in **Fig. 17** dargestellt ist, sind in dem zuvor erwähnten Patent von Kondoh u. a. und der Patentanmeldung von Marvin Wong zu finden. Ferner können eine Haftmittel- oder Dichtungsschicht sowie Versiegelungsgürtel auf die Kanalplatte **1702** des Schalters aufgebracht werden, wie oben beschrieben wurde, und wie in **Fig. 14** bis **16** gezeigt ist.

[0061] Die Verwendung von Kanalplatten ist nicht auf die Schalter **1300, 1700** beschränkt, die in **Fig. 13** und **17** dargestellt sind, und kann mit anderen Formen von Schaltern vorgenommen werden, die beispielsweise 1) eine Kanalplatte aufweisen, die zumindest einen Abschnitt von einer Anzahl von Hohlräumen definiert, von denen ein erster Hohlraum durch einen ultraschallgefrästen Kanal in der Kanalplatte definiert ist, und 2) ein Schaltfluid aufweisen, das in einem oder mehreren der Hohlräume gehalten wird, das zwischen dem zumindest ersten und dem zweiten Schaltzustand ansprechend auf Kräfte, die auf das Schaltfluid ausgeübt werden, beweglich ist.

## Patentansprüche

1. Schalter (**1300**), hergestellt durch:

- Bilden (**1402**) von zumindest einem Kanal (**104, 106**) in einer Kanalplatte (**100**);
- Befüllen (**1404**) von zumindest einem der Kanäle (**104**) mit einem Resist (**500**), das durch ein Material (**800**), das auf die Kanalplatte (**100**) aufgebracht werden soll, nicht benetzt wird;
- Aufbringen (**1406**) des Materials (**800**) auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte (**100**), der zumindest an einen Abschnitt des Resist (**500**) grenzt;
- Entfernen (**1408**) des Resist (**500**); und

e) Ausrichten (**1410**) des zumindest einen Kanals (**104**), der in der Kanalplatte (**100**) gebildet ist, mit zumindest einem Merkmal auf einem Substrat (**1200**), und Versiegeln, mittels des aufgetragenen Materials, von zumindest einem Schaltfluid (**1318**) zwischen der Kanalplatte (**100**) und dem Substrat.

2. Schalter (**1300**) gemäß Anspruch 1, bei dem das aufgetragene Material (**800**) vor dem Entfernen (**1408**) des Resist (**500**) ausgehärtet wird.

3. Schalter gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem das aufgetragene Material (**800**) ein Haftmittel ist.

4. Schalter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das aufgetragene Material (**800**) ein Dichtungsmaterial ist.

5. Schalter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Material (**800**) mittels einer Schleuderbeschichtung aufgebracht ist.

6. Schalter (**1300**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem das Material (**800**) mittels einer Sprühbeschichtung aufgebracht ist.

7. Schalter (**1300**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem:

- a) ein erster Kanal (**104**), der in der Kanalplatte (**100**) gebildet ist, ein Kanal zum Halten des Schaltfluids (**1318**) ist; und
- b) der Kanal zum Halten des Schaltfluids mit dem Resist (**500**) befüllt ist.

8. Schalter (**1300**) gemäß Anspruch 7, bei dem:

- a) ein zweiter Kanal (**106**), der in der Kanalplatte (**100**) gebildet ist, ein Betätigungsfluidkanal ist;
- b) der Betätigungsfluidkanal mit dem Resist (**500**) befüllt ist; und
- c) das Verfahren ferner ein Versiegeln eines Betätigungsfluids (**1320**) zwischen der Kanalplatte (**100**) und dem Substrat (**1200**) aufweist.

9. Schalter (**1300**) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem:

- a) der zumindest eine Kanal (**104**, **106**), der in der Kanalplatte (**100**) gebildet ist, einen Kanal (**104**) zum Halten des Schaltfluids (**1318**), ein Paar von Kanälen (**102**, **106**) zum Halten eines Betätigungsfluids (**1320**) und ein Paar von Kanälen (**108**, **110**) aufweist, die entsprechende der Kanäle, die das Betätigungsfluid (**1320**) halten, mit dem Kanal verbinden, der das Schaltfluid (**1318**) hält; und
- b) alle der Kanäle mit dem Resist (**500**) befüllt sind.

10. Verfahren (**400**) zum Aufbringen eines Materials (**800**) auf eine Kanalplatte (**100**), so daß das Material (**800**) mit einem oder mehreren Kanälen (**104**, **106**), die in der Kanalplatte (**100**) gebildet sind, ausgerichtet ist, wobei das Verfahren folgende Schritte

aufweist:

- a) Befüllen (**402**) von zumindest einem der Kanäle (**104**) mit einem Resist (**500**), das durch das Material (**800**) nicht benetzt wird;
- b) Aufbringen (**404**) des Materials (**800**) auf zumindest einen Bereich der Kanalplatte (**100**), der zumindest an einen Abschnitt des Resist (**500**) grenzt; und
- c) Entfernen (**406**) des Resist (**500**).

11. Verfahren (**400**) gemäß Anspruch 10, bei dem das Material (**800**) ein Haftmittel ist.

12. Verfahren (**400**) gemäß Anspruch 11, das ferner ein Aushärten des Haftmittels vor dem Entfernen des Resist (**500**) aufweist.

13. Verfahren (**400**) gemäß Anspruch 11, bei dem das Haftmittel Cytop ist.

14. Verfahren (**400**) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 13, bei dem das Material (**800**) mittels einer Schleuderbeschichtung aufgebracht wird.

15. Verfahren (**400**) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 14, bei dem das Material (**800**) mittels einer Sprühbeschichtung aufgebracht wird.

16. Verfahren (**400**) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 15, bei dem das Resist (**500**) mittels Ätzens entfernt wird.

17. Verfahren (**400**) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 16, bei dem das Resist (**500**) mittels Entwickeln entfernt wird.

18. Verfahren (**400**) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 17, das ferner, nach dem Befüllen (**402**) des zumindest einen Kanals mit dem Resist, ein Abschleifen der Kanalplatte aufweist, um Übergänge zwischen dem Resist (**500**) und den Kanten der Kanäle, die mit dem Resist (**500**) befüllt sind, besser zu definieren.

19. Verfahren (**400**) gemäß Anspruch 18, bei dem das Abschleifen mittels einer chemisch-mechanischen Planarisierung erreicht wird.

20. Verfahren (**400**) gemäß Anspruch 18, bei dem das Abschleifen mittels Polieren erreicht wird.

21. Verfahren (**400**) gemäß einem der Ansprüche 10 bis 20, das ferner, nach dem Befüllen (**402**) des zumindest einen Kanals mit dem Resist (**500**), ein Abflachen einer Oberfläche der Kanalplatte (**100**), die resistbefüllte Kanäle trägt, aufweist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

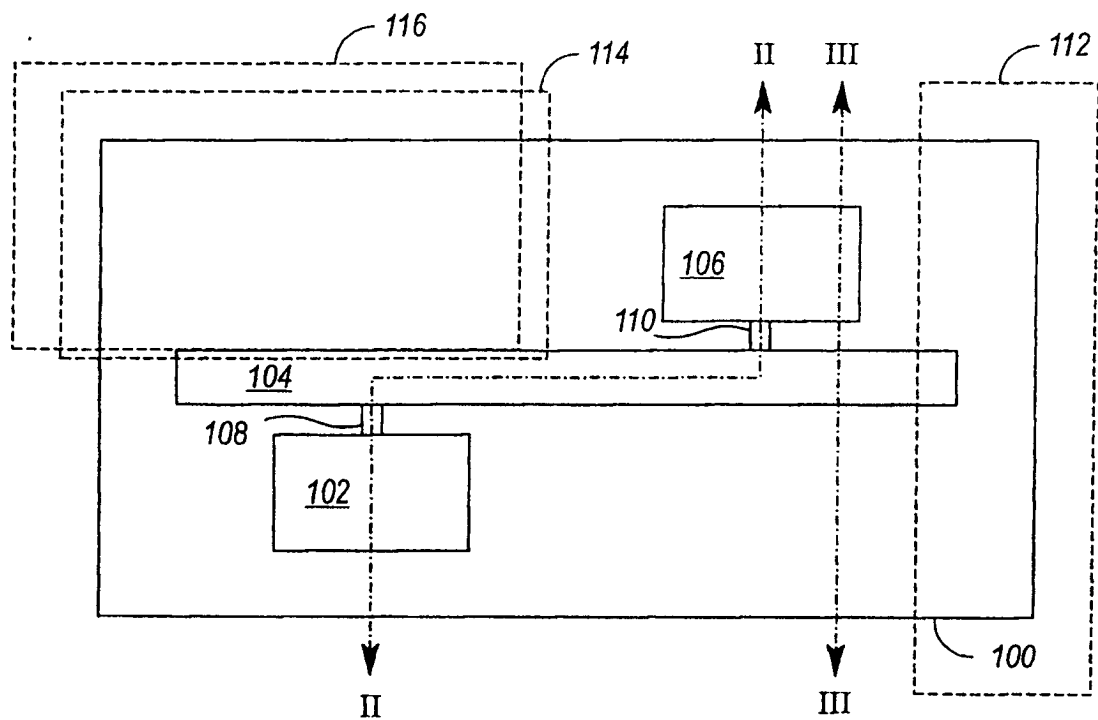


FIG. 1

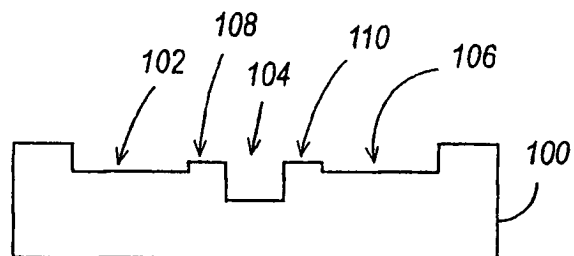


FIG. 2

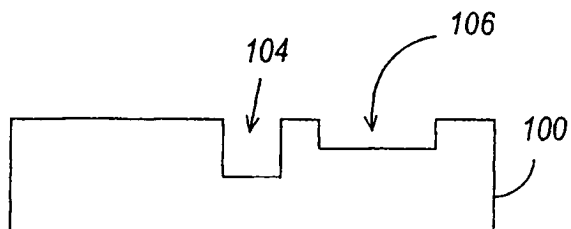


FIG. 3



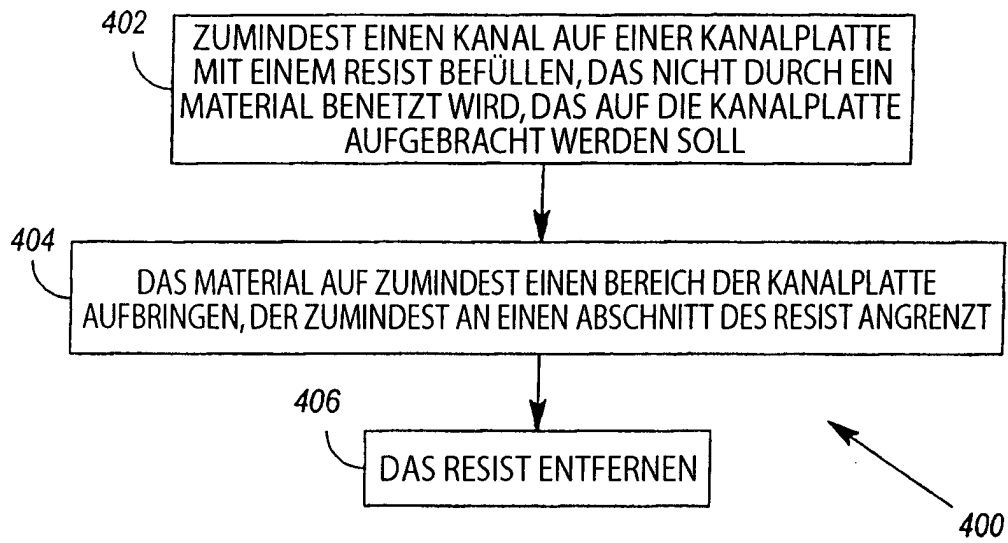


FIG. 4

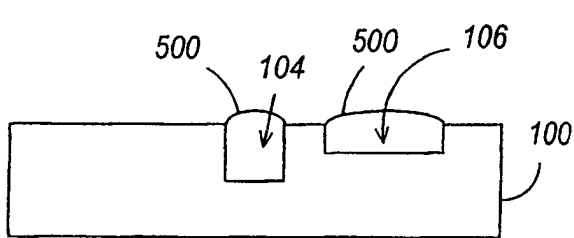


FIG. 5

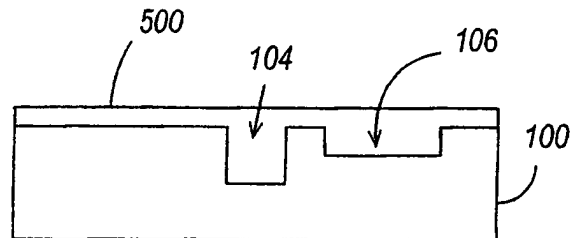


FIG. 6

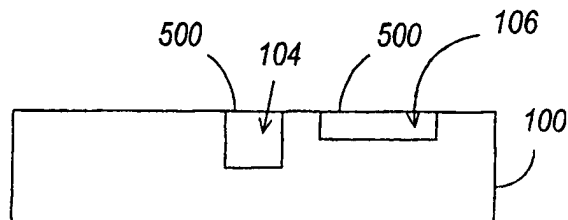


FIG. 7

FIG. 8

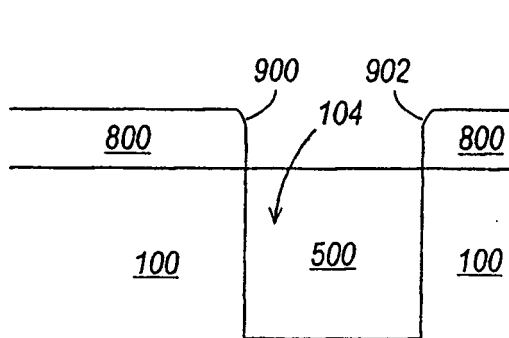
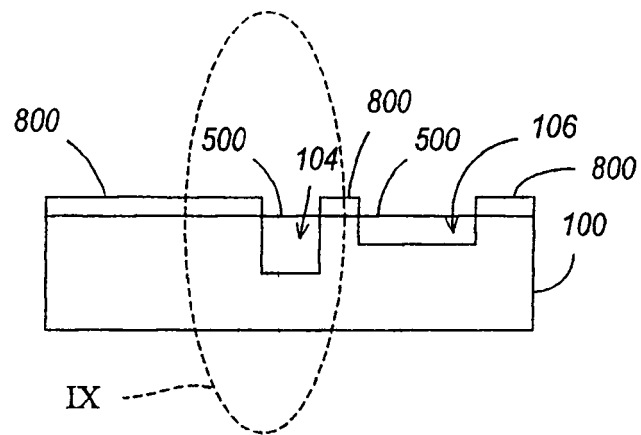


FIG. 9

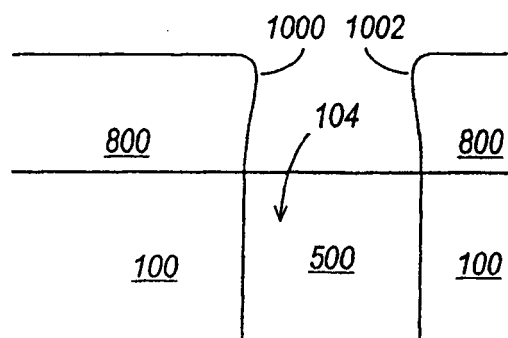


FIG. 10

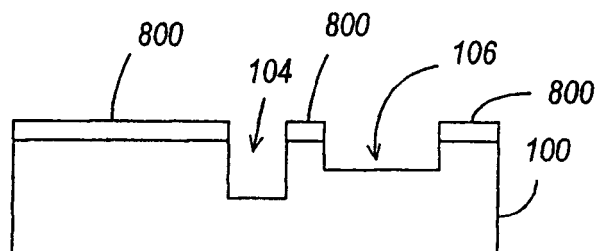


FIG. 11

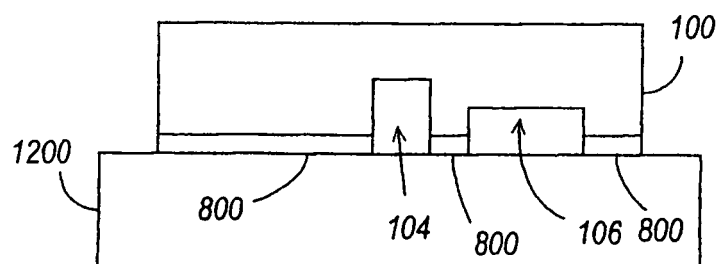


FIG. 12

FIG. 13

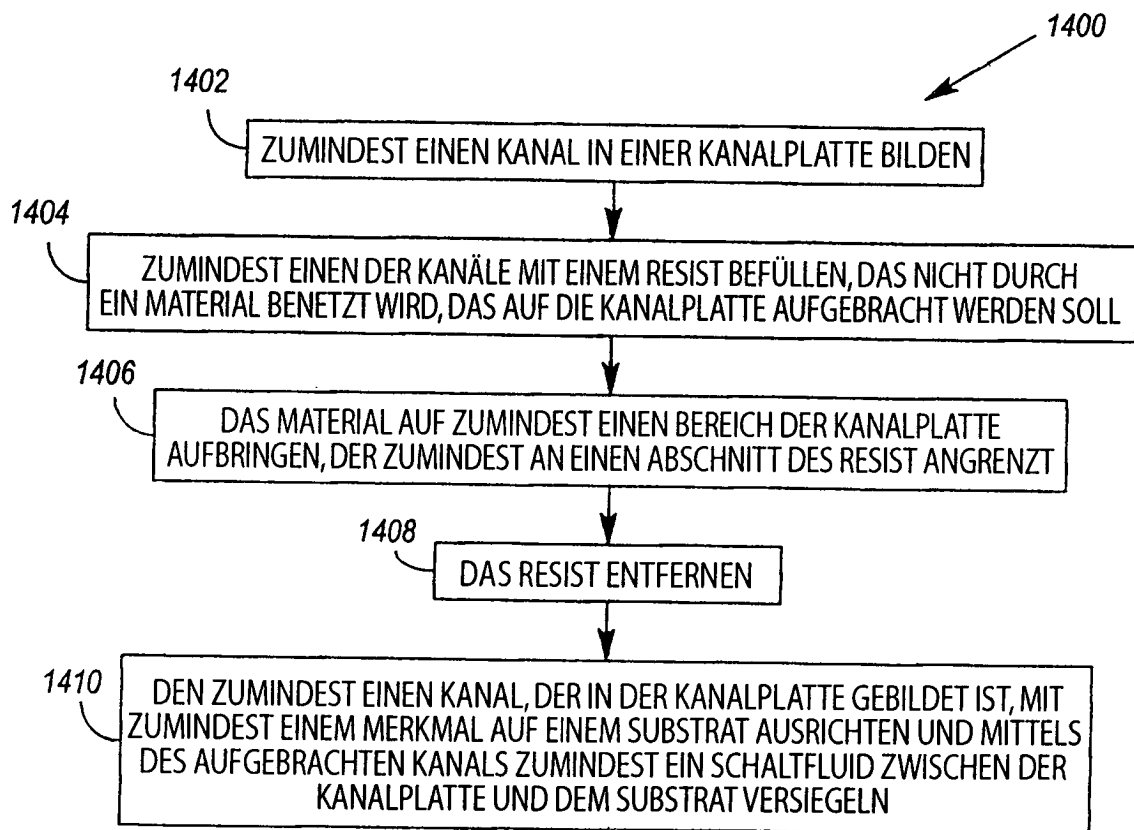
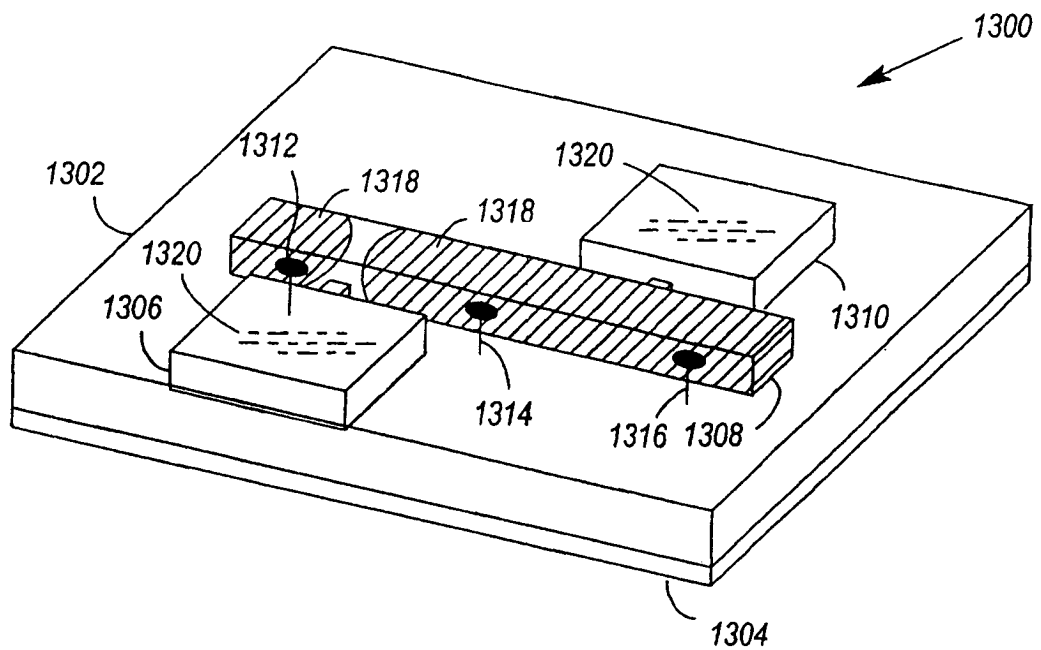


FIG. 14

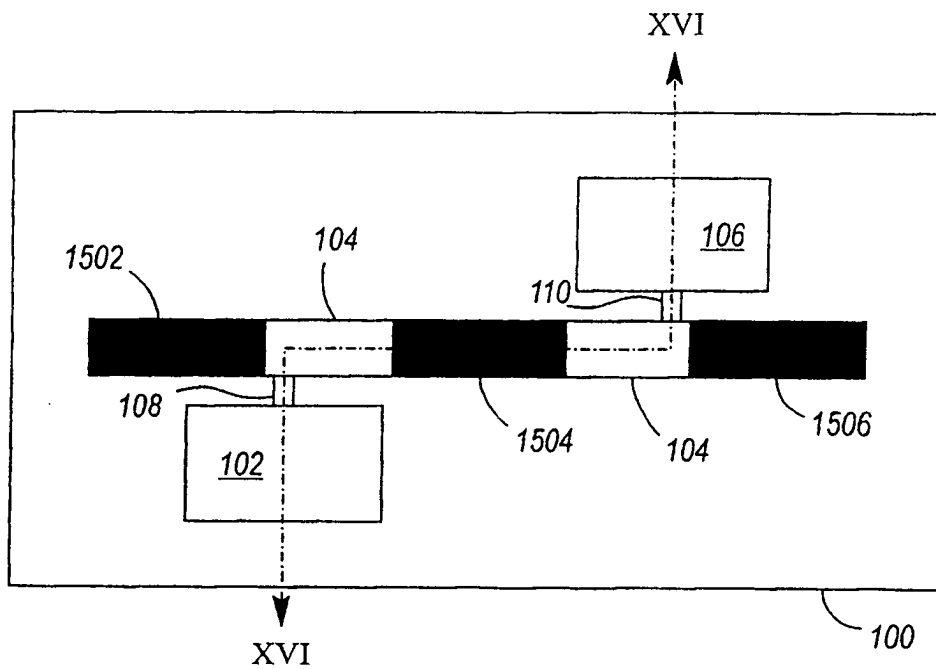


FIG. 15

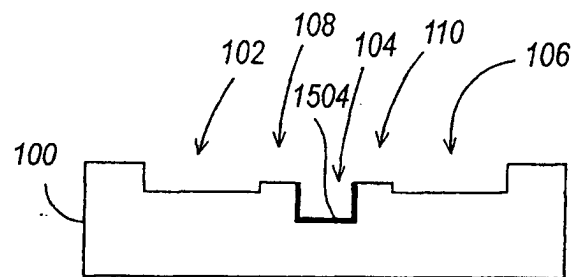


FIG. 16

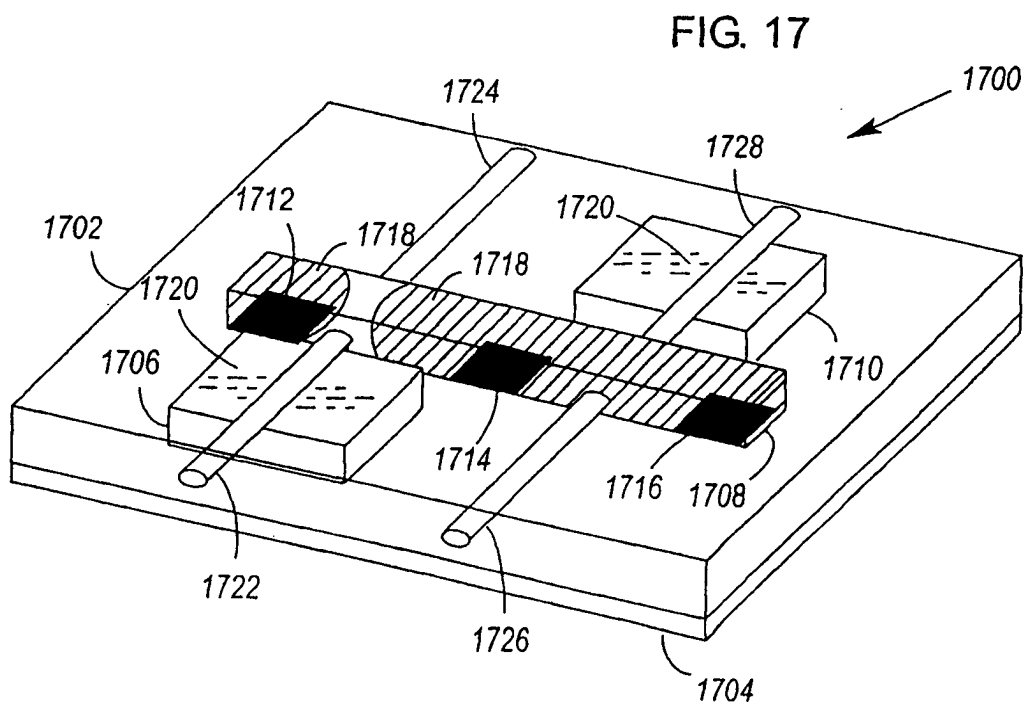


FIG. 17