



(10) **DE 10 2009 051 829 A1** 2011.05.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 051 829.0**

(22) Anmeldetag: **04.11.2009**

(43) Offenlegungstag: **05.05.2011**

(51) Int Cl.: **H01H 1/14 (2006.01)**  
**H03K 17/96 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80686 München, DE**

(74) Vertreter:

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

(72) Erfinder:

**Haberger, Karl, 82152 Planegg, DE; Bollmann,  
Dieter, 81475 München, DE**

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

DE	102 36 436	B4
DE	44 18 609	A1
DE	89 08 815	U1
US	54 01 922	A
US	40 46 975	A
EP	0 322 515	A2

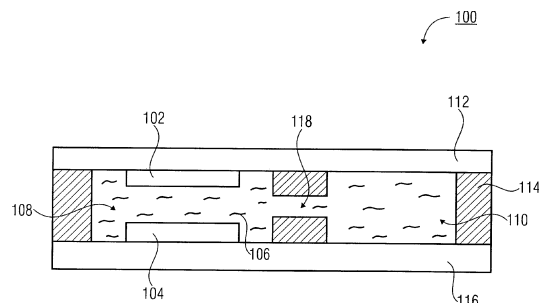
**ISO/IEC 7816-2, Identifikationskarten-  
Chipkarten- Teil 2: Karten mit Kontakten - Maße  
und Anordnung der Kontakte, 2007-10-00 (g. St.  
D. T.)**

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

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektrischer Schalter**

(57) Zusammenfassung: Ein Schalter (100) mit zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (102; 104), die in einem offenen Zustand des Schalters durch einen mit einem isolierenden Fluid (106) gefüllten Zwischenraum (108) getrennt sind und mit einem mit dem Zwischenraum (108) fluidisch verbundenen Fluidreservoir (110) zum Aufnehmen des isolierenden Fluids (106) in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanisches Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen (102; 104) aus dem Zwischenraum, wodurch der Schalter von dem offenen Zustand in einen geschlossenen Zustand wechselt, und zum Abgeben des isolierenden Fluids (106) in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir (110) an den Zwischenräumen (108), wodurch der Schalter von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand wechselt, wobei der Schalter derart ausgebildet ist, dass eine Berührung der gegenüberliegenden Kontaktflächen (102; 104) in dem geschlossenen Zustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen flachen elektrischen Schalter, wie er beispielsweise in Chipkarten, Smart-Labels oder Folientastaturen eingesetzt werden kann.

**[0002]** Ein elektrischer Schalter ist eine Baugruppe, die mit einem oder mehreren Schaltkontakten eine elektrisch leitende Verbindung herstellt oder trennt. Idealerweise führt eine Betätigung des Schalters immer eindeutig zu einem Schaltzustand „offen“ („aus“) oder „geschlossen“ („an“). Zudem sollte der Schaltzustand für einen Benutzer optisch, also ohne technische Hilfsmittel, erkennbar sein. Elektrische Schalter sind gekennzeichnet durch Kontaktwiderstand, Isolationswiderstand, Abstand von elektrischen Kontakten und die mechanische Kraft, die die Kontakte im Schließfall zusammenpresst (Kontaktkraft). Daneben sind für den praktischen Gebrauch der Isolationswiderstand nach außen und auch haptische Eigenschaften des Schaltvorgangs wichtig.

**[0003]** Übliche Schalter pressen mittels Federkraft zwei Kontakte, wie z. B. Metallteile, teilweise mit einer geringen Kontaktfläche, aufeinander und stellen so eine elektrisch leitende Verbindung zwischen den Kontakten her. Die mechanische Betätigung erfolgt entweder manuell oder über Betätigungsverrichtungen. Des Weiteren können Schalter sowohl direkt als auch indirekt betätigt werden. Bei mechanisch direkt betätigten Schaltern erfolgt die Betätigung beispielsweise mittels Fingerdruck, bei mechanisch indirekt betätigten Schaltern über Hebel, Schieber, Drehelemente, etc.

**[0004]** Herkömmliche mechanisch betätigte Schalter weisen oft relativ große räumliche Abmessungen auf, weshalb sie für bestimmte Anwendungen, wie z. B. Anwendungen in flachen Chipkarten, Smart Labels oder Folientastaturen, ungeeignet sind.

**[0005]** Daher besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, ein Konzept für einen elektrischen, mechanisch betätigten Schalter mit kleinen bzw. flachen Abmessungen bereitzustellen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch einen Schalter mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 18 gelöst.

**[0007]** Die Erkenntnis der vorliegenden Erfindung besteht darin, die oben gestellte Aufgabe zu lösen mittels eines Schalters mit zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen, die in einem offenen bzw. „Aus“-Zustand des Schalters durch einen mit einem isolierenden Fluid gefüllten Zwischenraum getrennt sind. Der Schalter weist ein mit dem Zwischenraum fluidisch verbundenen Fluidreservoir zum Aufnehmen des isolierenden Fluids in einem Fall der Verdrängung des-

selben durch mechanisches Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen aus dem Zwischenraum auf, wodurch der Schalter von dem offenen bzw. „Aus“-Zustand in einen geschlossenen bzw. „An“-Zustand wechselt. Das Fluidreservoir dient auch zum Abgeben des isolierenden Fluids in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir an den Zwischenraum, wodurch der Schalter von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand wechselt. Dabei ist der Schalter derart ausgebildet, dass eine Berührung der gegenüberliegenden Kontaktflächen in dem geschlossenen Zustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt.

**[0008]** Gemäß Ausführungsbeispielen kann der Schalter durch einen Schichtstapel von Substratschichten gebildet sein, wobei die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen auf einer obersten und einer untersten Substratschicht des Schichtstapels gebildet sind, und wobei der Zwischenraum und das Fluidreservoir durch Aussparungen in einer zwischen der obersten und untersten Substratschicht angeordneten Substratschicht gebildet werden. Dabei liegen gemäß Ausführungsbeispielen Substratschichtdicken in einem Bereich von 10 µm bis 100 µm, bevorzugt 25 µm, so dass eine vertikale Gesamtdicke des Schichtstapels und damit des Schalters von 30 µm bis 300 µm, bevorzugt 100 µm, resultiert. Die einzelnen Schichten des Schichtstapels können beispielsweise zu einer Sandwich-Struktur verklebt werden. Horizontal ist ein Schalter beispielsweise etwa so groß wie eine Fingerkuppe, d. h. ca. 10 mm.

**[0009]** Obwohl generell als isolierende Fluide sowohl isolierende Gase als auch isolierende Flüssigkeiten verwendet werden können, werden gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen isolierende Flüssigkeiten eingesetzt. Der energetisch stabile geschlossene Schalterzustand kann auf verschiedenste Weise erreicht werden. Vorstellbar ist beispielsweise ein in dem Zwischenraum gegenüber der Atmosphäre außerhalb des Schalters vorherrschender Unterdruck, wodurch die beiden gegenüberliegenden Kontaktflächen aneinandergespreßt werden. Gemäß bevorzugten Ausführungsbeispielen sind die Kontaktflächen jedoch mit magnetischem Material versehen, um eine ausreichend hohe Kontaktkraft für den geschlossenen Schalterzustand bereitzustellen.

**[0010]** Durch Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung wird ein flacher, weniger als 100 µm dicker Schalter zum Einbau vorzugsweise in Chipkarten, Smart Labels, usw., ermöglicht. Ausführungsbeispiele weisen typischerweise eine Dicke unter 100 µm bei einer Gesamtfläche von typischerweise 1–5 cm<sup>2</sup> auf. Schalterausführungsformen „Normal-On“, „Normal-Off“ Taster, verzögerter Taster sind möglich.

[0011] Weitere Ausführungsformen und Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

[0012] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im Nachfolgenden anhand der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines elektrischen Schalters gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0014] [Fig. 2a](#) eine schematische Darstellung eines Übergangs von einem offenen in einen geschlossenen Zustand eines Schalters gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0015] [Fig. 2b](#) eine schematische Darstellung eines Übergangs von einem geschlossenen Zustand in einen offenen Zustand eines Schalters gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0016] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung eines Wechselschalters gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0017] [Fig. 4](#) Drauf- und Seitenansichten einzelner Substratschichten eines Schalters gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0018] [Fig. 5](#) eine Darstellung zur Erläuterung einer Bistabilität eines erfindungsgemäßen Schalters; und

[0019] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung eines elektrischen Schalters mit geprägten Strukturen gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0020] [Fig. 1](#) zeigt in einer schematischen Seitenansicht einen Schalter **100** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0021] Der Schalter **100** weist zwei gegenüberliegende Kontaktflächen **102**, **104** auf, die in einem offenen Zustand des Schalters (d. h. Kontaktflächen **102**, **104** berühren sich nicht) durch einen mit einem isolierenden Fluid **106** gefüllten Zwischenraum **108** getrennt sind. Außerdem weist der Schalter **100** einen mit dem Zwischenraum **108** fluidisch verbundenes Fluidreservoir **110** zum Aufnehmen des isolierenden Fluids **106** in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanisches Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen **102**, **104** aus dem Zwischenraum **108** auf, wodurch der Schalter **100** von dem offenen Zustand in einen geschlossenen Zustand wechselt (d. h. Kontaktflächen **102**, **104** berühren sich). Das Fluidreservoir **110** dient außerdem zum Abgeben des isolierenden Fluids **106** in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir **110** an den Zwischenraum **108**, wo-

durch der Schalter **100** von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand wechselt. Dabei ist der Schalter **100** derart ausgebildet, dass eine Berührung der gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** in dem geschlossenen Schalterzustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt.

[0022] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Schalter **100** durch einen Schichtstapel von Substratschichten **112**, **114**, **116** gebildet, wobei die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** jeweils auf einer obersten Substratschicht **112** und einer untersten Substratschicht **116** des Schichtstapels gebildet sind, und wobei der Zwischenraum **108** und das Flüssigkeitsreservoir **110** durch Aussparungen in einer zwischen der obersten und der untersten Substratschicht angeordneten Substratschicht **114** gebildet werden.

[0023] Die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** können jeweils streifen- oder mäanderförmig ausgebildet sein, wobei sich eine Ausrichtung von Streifen der ersten Kontaktfläche **102** von einer Ausrichtung der zweiten Kontaktfläche **104** unterscheidet. Die Längsrichtungen der Streifen können beispielsweise 90° zueinander versetzt sein. Dieser Zusammenhang ist zur besseren Übersicht in den Drauf- und Seitenansichten der einzelnen Substratschichten **112**, **114**, **116** in [Fig. 4](#) gezeigt.

[0024] Die unterschiedliche Ausrichtung der Streifenstrukturen der ersten Kontaktfläche **102** und der zweiten Kontaktfläche **104** werden anhand von [Fig. 4](#) (oben) und [Fig. 4](#) (unten) deutlich. Die streifenförmigen Strukturen der Kontaktflächen **102**, **104** können eine dauerhafte Haftung des Metalls auf beispielsweise einer Kunststoffolie verbessern, wenn diese flexibel ist und häufig gebogen wird. Außerdem ergeben strukturierte Kontaktflächen **102**, **104** beim Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen **102**, **104** eine Vielzahl von Kontaktpunkten mit jeweils hohem Druck (Kraft/Fläche) und damit einen sicheren Kontakt. Zudem ermöglicht eine Streifenstruktur optische Transparenz des Schalters **100**, worauf weiter unten noch näher eingegangen wird. Statt streifenförmig können die Kontaktflächen **102**, **104** netzförmig, wabenförmig oder dendritisch ausgebildet sein.

[0025] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel können der Zwischenraum **108** und das Fluidreservoir **110** durch einen Kanal **118** verbunden sein, durch den das Fluid **106** bei mechanischem Druck auf den Zwischenraum **108** oder das Fluidreservoir **110** hin und her strömen kann.

[0026] Um mit dem erfindungsgemäßen Schalterkonzept einen Wechselschalter zu realisieren, können zwei weitere gegenüberliegende Kontaktflächen **122** und **124** vorgesehen sein, die an gegenüberliegenden Seiten des Fluidreservoirs **110** jeweils auf

der obersten Substratschicht **112** und der untersten Substratschicht **116** des Schichtstapels gebildet sind, so dass sich die zwei weiteren gegenüberliegenden Kontaktflächen **122**, **124** in einem geschlossenen Zustand befinden, wenn sich die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** in dem offenen Zustand befinden, und umgekehrt. Ein entsprechender Wechselschalter **300** ist in einer Seitenansicht schematisch in [Fig. 3](#) gezeigt.

**[0027]** Um einen erfindungsgemäßen Schalter **100**, **300** zu implementieren, wird also gemäß einem Ausführungsbeispiel auf einem Substrat **112** eine streifenförmige Kontaktstruktur realisiert, die eine Kontaktfläche **102** darstellt. Eine zweite, ähnliche Kontaktstruktur, bestehend aus Substratschicht **116** und streifenförmiger Struktur **104**, die sich zweckmäßigerweise in der Ausrichtung der Streifen unterscheidet, wird der Substratschicht **112** gegenüber angeordnet, und zwar so, dass sich die beiden gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** ggf. berühren können. Die beiden Substratschichten **112**, **116** sind durch eine dritte Substratschicht **114** getrennt, die an den Positionen, an denen ein Kontakt zwischen den beiden gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** herstellbar sein soll, flächige Aussparungen für den Zwischenraum **108** und das Fluidreservoir **110** aufweist. Entsprechendes gilt für die weiteren gegenüberliegenden Kontaktflächen **122**, **124** an gegenüberliegenden Seiten des Fluidreservoirs **110**. Typische Substratschichtdicken liegen bei ca. 25 µm, so dass mit Kontaktflächen einer Dicke von ca. 3 µm eine Gesamtdicke der verklebten Sandwichstruktur bzw. des Schalters **100**, **300** von weniger als 100 µm resultiert. Die Gesamtdicke genügt somit den Anforderungen der Norm von Chipkarten (ISO 7816) als auch den zukünftigen, wesentlich dünneren „Smart Labels“. Die Dicke ist einerseits durch eine notwendige mechanische Stabilität des Schalters gegen Beschädigung und andererseits durch eine notwendige Flexibilität der Substratschichten, wie z. B. Folien, für ein manuelles Bedienen begrenzt.

**[0028]** In die Aussparungen der Substratschicht **114** entsprechend dem Zwischenraum **108** und dem Fluidreservoir **110** wird ein isolierendes Fluid **106** eingebracht. Dieses Fluid soll die beiden Kontaktflächen **102**, **104** bei offenem Schalter trennen. Allgemein kann es sich bei dem isolierenden Fluid **106** um ein isolierendes Gas oder eine isolierende Flüssigkeit handeln. Durch einen mechanischen Druck, beispielsweise durch manuelles Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen **102**, **104** kann das Fluid **106** durch den Kanal **118** in das Fluidreservoir **110** verbracht werden, so wie es in [Fig. 2a](#) schematisch gezeigt ist. Die beiden Kontaktflächen **102**, **104** berühren sich und stellen dadurch gemäß dem geschlossenen Schalterzustand bzw. dem „An“-Zustand eine leitende elektrische Verbindung her. Der Schalter **100** ist derart ausgebildet, dass die Berüh-

rung der gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** in dem geschlossenen Schalterzustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt. Dies kann beispielsweise durch Unterdruck in dem Zwischenraum **108** gegenüber einer außerhalb des Schalters **100** vorherrschenden Atmosphäre bewerkstelligt werden. Dazu ist allerdings in dem Kanal **118** ein Ventil vorzusehen. Des Weiteren kann gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der energetisch stabile Zustand bzw. die Kontaktkraft zwischen den beiden Kontaktflächen **102**, **104** durch Verwendung eines magnetischen, insbesondere ferromagnetischen Materials für die elektrischen Kontaktflächen **102**, **104** erreicht werden.

**[0029]** Befindet sich der Schalter **100** nun in dem geschlossenen Zustand, so kann durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir **110** das Fluid **106** wieder zwischen die beiden gegenüberliegenden Kontaktflächen **102** und **104** befördert werden, um der Kontaktkraft entgegen zu wirken und den elektrischen Kontakt zwischen den beiden Kontaktflächen **102**, **104** unterbrechen, so wie es schematisch in [Fig. 2b](#) gezeigt ist. Dadurch geht der Schalter **100** vom geschlossenen Schalterzustand wieder zurück in den offenen Schalterzustand bzw. in den „Aus“-Zustand.

**[0030]** Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung können zwei derartige Schalterflächen bzw. Schalterteile kombiniert werden, so dass ein Wechselschalter erhalten wird, der schematisch in [Fig. 3](#) dargestellt ist. Durch das „Umpumpen“ des Fluids **106** vom Zwischenraum **108** in das Fluidreservoir **110** und umgekehrt, wird jeweils einer der beiden Schalterteile geöffnet oder geschlossen. D. h., der Wechselschalter **300** weist zwei weitere gegenüberliegende Kontaktflächen **122**, **124** auf, die an gegenüberliegenden Seiten des Fluidreservoirs **110** angebracht sind, so dass sich die zwei weiteren gegenüberliegenden Kontaktflächen **122**, **124** in einem geschlossenen Zustand befinden, wenn sich die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** in dem offenen Zustand befinden, und umgekehrt.

**[0031]** Vorteilhafterweise kann die Schalterstruktur **100**, **300** transparent oder zumindest einseitig transparent ausgeführt werden. Durch Anfärben des Arbeitsfluids **106** kann dann in den jeweiligen Reservoirs **108**, **110** der Schaltzustand ohne optische und/oder elektrische Hilfsmittel erkannt werden. Durch An- oder Abwesenheit eines gefärbten Fluids **106** kann beispielsweise durch eine Formgebung der Kontaktfläche **102** und/oder der Kontaktfläche **104** ein Symbol, ein Buchstabe, eine Zahl oder ein Piktogramm erkennbar oder unsichtbar werden. Eine streifenförmige Metallisierung der Kontaktflächen **102**, **104** ermöglicht auch einen Kontrast ohne eingefärbtes Fluid **106**, weil zwei nahe aneinander liegende Streifenmuster ein auffälliges Moiré-Muster erzeugen.

gen. Dieses Muster wird jedoch unsichtbar, sobald die Streifen ein Abstand haben, der größer ist als das Rastermaß der Streifen.

**[0032]** Die Transparenz ist vorteilhaft, weil dadurch der Status des Schalters **100** ohne technische Hilfsmittel unmittelbar ablesbar ist, was für den praktischen Einsatz wichtig ist. Dünne Folien sind meist durchsichtig, dünne Metallbeläge ab nur einigen nm Dicke nicht mehr – darum auch die streifen- oder gitterförmige Metallisierung der Kontaktflächen **102**, **104**. Man kann die Schalterflächen, also die manuell zu drückenden Schalter-Positionen auf einer Chipkarte entsprechend grafisch gestalten, beispielsweise mit Piktogrammen, Positionsmarkierungen bis hin zu alphanumerischen Zeichen.

**[0033]** Eine geometrische Form bzw. Breite des Fluidkanals **118** bestimmt zusammen mit einer Viskosität des Fluids **106** eine mögliche Austauschgeschwindigkeit des Fluids und somit in gewissen Grenzen sowohl ein haptisches Gefühl beim manuellen Schalten der Schalteranordnung **100**, **300** als auch deren Bistabilität. D. h., sowohl der offene als auch der geschlossene Schalterzustand sollen für sich energetisch stabile Zustände darstellen. Unter bistabil versteht man einen Schalter, der seine Position (offen oder geschlossen) auch ohne Strom so lange beibehält, bis er ein zweites Mal betätigt wird. D. h., ein bistabiler Schalter sollte zweimal geschaltet werden, damit er wieder in seiner Ausgangsstellung steht. Für den geschlossenen Schalterzustand kann die Kontaktkraft der beiden Kontaktflächen **102**, **104** beispielsweise durch Verwendung eines magnetischen bzw. ferromagnetischen Materials für die elektrischen Kontaktflächen **102**, **104** erzeugt werden, wie es oben bereits erwähnt wurde. Als Beispiel für ein Kontaktflächenmaterial soll hier Nickel angeführt werden. Eine Ausführungsform stellt die Kontaktflächen **102**, **104** mittels „stromlos-Nickel“ her, das bei geeigneter Prozessführung ferromagnetisch ist. Damit lassen sich Kontaktkräfte von typisch 1 mN/mm<sup>2</sup> realisieren. Das ist für einen zuverlässigen elektrischen Kontakt im geschlossenen Schalterzustand ausreichend. Außerdem ist Nickel bezüglich seiner Oberflächeneigenschaft durch Fehlen einer nichtleitenden Oxidschicht als Kontaktmetall für die Kontaktflächen **102**, **104** (ebenso **122**, **124**) geeignet.

**[0034]** Aufgrund des magnetischen Materials der Kontaktflächen **102**, **104** hält die magnetische Kontaktkraft den Schalter **100**, **300** auch ohne manuelles Drücken geschlossen. Durch eine Ausführung entsprechend [Fig. 5](#) kann eine Bistabilität des Schalters erreicht werden, da eine Haltekraft des geschlossenen Schalters ([Fig. 5](#), unten) eine Stellkraft des geöffneten Schalters ([Fig. 5](#), Mitte) übertrifft. Unterstützt werden kann dies durch eine Verwendung einer magnetischen Flüssigkeit als Fluid **106**, die in Zwischenräumen zwischen den Streifen (z. B. Nickel-

streifen) der Kontaktflächen **102**, **104** beider Substrate **112**, **116** reversibel fixiert werden kann. Derartige magnetische Flüssigkeiten weisen beispielsweise Suspensionen von ferromagnetischen Nanoteilchen in Öl auf. Solche magnetischen Flüssigkeiten sorgen für einen guten magnetischen Schluss, sind elektrisch isolierend, nicht transparent und zudem frostsicher.

**[0035]** Die Bistabilität des Schalters **100**, **300** kann gemäß anderen Ausführungsbeispielen beispielsweise auch durch Verwendung einer tixotropen Flüssigkeit erreicht werden. Tixotropie bezeichnet bei nicht-Newtonschen Fluiden eine Abhängigkeit der Viskosität (Zähflüssigkeit) von einer mechanischen Krafteinwirkung und deren Dauer (Zeit). Manche nicht-Newtonschen Fluide bauen bei einer konstanten Scherung mit der Zeit die Viskosität ab. Nach Aussetzung der Scherbeanspruchung wird die Ausgangsviskosität wieder aufgebaut. Vereinfacht heißt das, je länger man eine tixotrope Flüssigkeit umrührt, desto dünnflüssiger wird sie. Nach Beendigung der Scherbelastung steigt die Viskosität zeitabhängig wieder an. Tixotrope Flüssigkeiten zeigen also eine niedrige Viskosität solange sie durch eine ausreichend große äußere Kraft von einer Kammer **108** bzw. **110** in die andere **110** bzw. **108** bewegt werden und eine hohe Viskosität (z. B. wie ein Gel), sobald sie in Ruhe sind.

**[0036]** Das erfindungsgemäße Schalterkonzept kann beispielsweise auch zur Realisierung eines Relais, insbesondere eines magnetisch betätigten, hermetisch dichten Reed-Relais, eingesetzt werden. Ein Reed-Relais ist ein Relais zum Schalten eines Stromkreises, welches mit einem Reed-Kontakt arbeitet. Reed-Schaltkontakte sind unter Vakuum oder Schutzgas in einen Glaskolben eingeschmolzene Kontaktzungen, die zugleich Kontaktfeder und Magnetanker bilden. Die Kontaktzungen werden herkömmlich aus mit Edelmetall beschichtetem ferromagnetischem Material (z. B. Weicheisen) hergestellt. Die Kontaktbetätigung erfolgt durch ein von außen einwirkendes Magnetfeld, das von einem in die Nähe gebrachten Dauermagneten (Reed-Kontakt) oder in einer zugehörigen Magnetspule elektrisch erzeugt wird (Reed-Relais). Durch das Magnetfeld ziehen sich die beiden Kontaktzungen an und schließen somit die Schaltung. Sobald das Magnetfeld abfällt oder eine bestimmte Feldstärke im Relais unterschritten wird, öffnet sich der Kontakt aufgrund der Federwirkung wieder.

**[0037]** Ein erfindungsgemäßer Schalter **100**, **300** kann beispielsweise auch in Chipkarten, z. B. mit einer Dicke von 700 µm nach ISO 7816, oder auch Smart Labels einsetzbar sein. Seine Funktion kann dabei zum einen eine galvanische Verbindung oder Trennung von einer in der Chipkarte zum Betrieb integrierten Batterie sein. Solche Batterien sind aufgrund des geringen Energieinhalts nur beschränkt zum Be-



trieb einer CMOS-Standby-Schaltung in der Lage. Ein erfindungsgemäßer Schalter **100, 300** kann durch seinen extrem hohen Off-Widerstand, d. h. sein Widerstand in offenem Zustand, die Batterie vollkommen galvanisch von einer elektronischen Komponente, wie beispielsweise einer integrierten Schaltung, der Chipkarte trennen.

**[0038]** Ein erfindungsgemäßer Schalter kann gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel in Laminieretechnik, etwa durch das Zusammenführen von zwei oder drei Teilbahnen entsprechend den Substratschichten **112, 114, 116** hergestellt werden. Besonders gut geeignet dafür kann die sogenannte Rolle-zu-Rolle-Technologie sein, die seit einiger Zeit für die Fertigung von flachen, preiswerten elektronischen Geräten entwickelt wird. Gemäß dieser Technologie sind große Mengen zu günstigen Preisen mittels Druckverfahren zu erreichen. Dafür sind die meisten Polymere ideal. Sie lassen sich gut in Lösung bringen. So können Elektroden oder Schaltungen auf die Substratschichten einfach aufgedruckt werden – sogar mit Strukturbreiten von lediglich einigen 10 µm. Als Substrate können Folien verwendet werden, die durch mehrere Beschichtungs- und Strukturierungsschritte laufen und am Ende wieder aufgerollt werden. Eine Folienrolle kann so an weiteren Stationen bearbeitet werden, bis alle benötigten Schichten inklusive Verkapselung aufgebracht sind. D. h., gemäß der Rolle-zu-Rolle-Technologie ist ein damit gefertigter Schalter **100, 300** flexibel bzw. biegsam. Entsprechend seiner Flexibilität muss das sichere Kontaktverhalten (off und on) auch beim Biegen gewährleistet sein. Dies lässt sich durch die Strukturierung der beiden Kontaktflächen **102, 104** erreichen.

**[0039]** Insbesondere bei dicken Substraten **112** und/oder **116** ist eine Modifikation dahingehend möglich, dass in einem oder beiden Substraten **112, 116** mittels eines Prägeprozesses Vertiefungen hergestellt werden, die als Aufnahmeraum **108, 110** für das Fluid **106** und als Verbindungskanal **118** der Zwischenräume **108, 110** dienen. Ein derartiger Schalter **600** ist schematisch in [Fig. 6](#) gezeigt. Dadurch kann die Zwischenschicht **114** eingespart werden. Die Fertigung der Kontaktflächen **102, 104** wird auf dem geprägten Substrat **116** und/oder **112** wie oben beschrieben durchgeführt. Unebenheiten spielen für den Fertigungsprozess (Kanten-Bedeckung, Fokus der Strukturdefinition/Lithographie) keine einschränkende Rolle.

**[0040]** Ein erfindungsgemäßer Schalter **100, 300, 600** weist typisch eine Fläche von 1–5 cm<sup>2</sup> auf. Schaltspannungen bis 10 V, Schaltströme bis zu einigen mA, Off-Widerstände von mehr als 100 MOhm und On-Widerstände von weniger als 1 Ohm sind mit dem erfindungsgemäßen Schaltkonzept realisierbar. Damit eröffnen sich mit einem derartigen Schalter auch weitere Chipkarten-relevante Anwendungen.

gen. Ein viel diskutiertes Problem im Zusammenhang mit Chipkarten, Smart Labels, Electronic Data Paper, E-Tickets und ähnlichem, ist eine unbefugte Datenkommunikation mit diesen elektronischen Datenträgern. Prinzipiell sind die in den Smart Labels etc. gespeicherten Daten verschlüsselbar. Dies ist aber bei der sehr begrenzten Energiemenge, der sehr preiswerten und damit auch ultimativ kleinen ICs und auch aufgrund der Hacker-Problematik in den meisten Fällen unzureichend. Auswege sind etwa ein Verbringen der Smart Labels in Faraday'sche Käfige (RFID-Blocking Envelope), Abdecken mit Leitfolien und einiges mehr.

**[0041]** Ein weiterer, sehr wirkungsvoller Abschaltmechanismus, insbesondere für eine passive Chipkarte, ist das Abtrennen der Antenne bzw. Antennenspule.

**[0042]** Ein erfindungsgemäßer Schalter **100, 300, 600** kann als Öffner oder Schließer in einen Stromkreis der Antennenspule einer Chipkarte bzw. eines RFID-Labels integriert werden. Ein Benutzer hat dann die Möglichkeit, bei einem gerechtfertigten Lesevorgang die Antenne bewusst zuzuschalten oder sie abzuschalten. Diese bewusste Aktion ermöglicht es, die Chipkarte in einem juristisch einwandfreien Kaufvorgang zu benutzen, weil sie ein unbemerktes Abbuchen durch versteckte Lesegeräte verhindert. Dazu kann auf der Chipkarte beispielsweise eine zusätzliche Bestätigungstaste vorgesehen werden. Eine Anwendung dafür kann beispielsweise der Ticket-Bereich sein. Bei UHF- (Ultra high frequency) oder noch höherfrequenten Labels oder Chipkarten wäre eine Umkehrung des Prinzips (manuelles Kurzschließen des offenen Dipols) eine Möglichkeit, eine unerwünschte Kommunikation zu unterdrücken.

**[0043]** Zusammenfassend kann ein erfindungsgemäßer Schalter **100, 300, 600** durch Substrate bzw. Folien mit gegenüberliegenden Kontaktstrecken **102, 104** realisiert werden, wobei diese durch ein weiteres Substrat **114** bzw. eine Folie mit einer Dicke von ca. 10–50 µm getrennt sind. Die strukturierten Folienschichten **112, 114, 116** können beispielsweise mittels einer Rolle-zu-Rolle-Technologie zusammengeführt und hermetisch abgedichtet werden. Dabei wird ein Arbeitsfluid **106** in ein Fluidreservoir **110** gedrückt, wobei das Fluidreservoir **110** auch als zweite Schaltstruktur, gemäß einem Wechselschalter (siehe [Fig. 3](#)) fungieren kann. Gemäß Ausführungsbeispielen kann das Fluidreservoir **110** durch das Fluid **106** aufgebläht, d. h. mechanisch vorgespannt sein. Die Verbindung **118** zwischen Reservoir **110** und Zwischenraum **108** wirkt als eine Art Fluidbremse. Gemäß Ausführungsbeispielen kann wenigstens eines der Substrate **112, 116** transparent oder opak ausgebildet sein, wobei die Gegenseite gefärbt ist. Das Fluid **106** ist ein nichtleitendes, organisches Medium, wie beispielsweise Glycerin oder Öl. Die Elektro-

den bzw. Kontaktflächen **102**, **104** sind gemäß Ausführungsbeispielen aus einem Ferromagnetikum gefertigt und können zumindest teilweise vormagnetisiert sein. Nach der Herstellung können die Elektroden **102**, **104** permanentisiert werden. Als Kontaktflächen- bzw. Elektrodenmaterial kommen beispielsweise Nickel, Eisen mit einer Goldoberfläche oder Kobalt in Frage. Um die magnetische Kontaktkraft zu unterstützen, kann das Arbeitsfluid **106** gemäß Ausführungsbeispielen ein Ferro-Fluid sein.

**[0044]** Wird der Schalter **100**, **300**, **600** als manueller Schalter eingesetzt, so wird das Arbeitsfluid **106** manuell durch mechanische Druckkraft bewegt. Wird das erfindungsgemäße Schalterkonzept bei einem Relais angesetzt, so kann das Arbeitsfluid **106** auch magnetisch bewegt werden, ähnlich wie bei einem Reed-Relais.

**[0045]** Eine weitere Einsatzmöglichkeit eines erfindungsgemäßen Schalters ist ein Taster oder ein verzögerter Taster, beispielsweise für eine Tastatur. Dabei ergibt sich ein verzögertes Schließen der Kontaktflächen durch die Viskosität des Fluids **106**. Das Fluid ist in diesem Fall viskositätskompensiert.

**[0046]** Für die Anwendung des Schalters **100**, **300**, **600** zum Abtrennen einer Spannungsversorgung oder einer Antenne von einer integrierten Schaltung einer Chipkarte ist ein erfindungsgemäßer Schalter beispielsweise mit einer Spule eines 13,56 MHz-Chips in Serie oder parallel geschaltet. Ebenso könnte ein erfindungsgemäßer Schalter mit einem Dipol eines UHF-Chips oder eines EAS-Etiketts (Electronical Article Surveillance) zum elektronischen Diebstahlschutz parallel oder in Serie geschaltet sein.

**[0047]** Natürlich kann eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen Schaltern auf einem gemeinsamen Substrat auch als Schaltungs-Array verschaltet sein. Dadurch lassen sich, im Zusammenhang mit Symbolen und äquivalenten graphischen Ausgestaltungen, logische Verknüpfungen zwischen einzelnen Schaltern darstellen.

**[0048]** Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung bzw. einem Schalter beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung eines entsprechenden Verfahrens zum Herstellen eines Schalters darstellen, so dass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschritts zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmal zu einer entsprechenden Vorrichtung dar.

**[0049]** Ausführungsbeispiele umfassen also auch ein Verfahren zum Herstellen eines Schalters **100**, **300**, **600**. Dazu werden zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen **102**, **104** angeordnet, die in einem offenen Zustand des Schalters durch einen mit einem isolierenden Fluid **106** gefüllten Zwischenraum **108** getrennt sind. Ein mit dem Zwischenraum **108** fluidisch verbundenen Fluidreservoirs **110** wird vorgesehen zum Aufnehmen des isolierenden Fluids **106** in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanisches Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen **102**, **104** aus dem Zwischenraum **108**, wodurch der Schalter von dem offenen Zustand in einen geschlossenen Zustand wechselt, und zum Abgeben des isolierenden Fluids **106** in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir **110** an den Zwischenraum **108**, wodurch der Schalter von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand wechselt, wobei eine Berührung der gegenüberliegenden Kontaktflächen in dem geschlossenen Zustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt.

**[0050]** Ein bevorzugter Fertigungsprozess lässt sich wie folgt skizzieren: Substrate **116** und **112** werden mit lateral strukturierten Metallbahnen versehen, die später die beiden Kontaktflächen **102**, **104** darstellen. Dies kann nach im wesentlichen aus Verfahren zur Herstellung von Leiterplatten (PCBs) bekannten Strukturierungsverfahren geschehen. D. h., ganzflächiges Metallisieren, Beschichten mit Fotolack, Fotolithographie, Ätzen und Lack entfernen. Die erwähnte ferromagnetische Schicht kann mittels Elektrolyse oder auch stromlos Galvanisieren (Ionenaustausch) aufgebracht werden. Vorzugsweise wird die Prozessierung mittels Endlos-Prozessen (Rolle-zu-Rolle) durchgeführt. Dies wird durch die Flexibilität des Substrates **116** oder **112** erleichtert. In der Zwischenschicht **114** können durch Schneiden oder Stanzen die Aussparungen **108**, **110**, **118** erzeugt werden. Das Substrat **116**, welches auch beliebig dick sein kann, kann mit der Zwischenschicht **114** zusammengefügt und flächig verklebt (laminiert) werden. Alternativ können die Aussparungen **108**, **110**, **118** durch Prägen des Substrates **116** erzeugt werden. Nach dem mengenmäßig definierten Befüllen der Struktur mit dem Fluid **106**, beispielsweise mittels eines Dispenser-Nadel, kann das Decks substrat **112** aufgeklebt werden. Danach können einzelne Schalter **100** durch Schneiden oder Stanzen vereinzelt werden.

**[0051]** Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die

anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert wurden, beschränkt sei.



**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Nicht-Patentliteratur**

- ISO 7816 [\[0027\]](#)
- ISO 7816 [\[0037\]](#)

## Patentansprüche

1. Schalter (**100; 300, 600**), mit:  
zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**), die in einem offenen Zustand des Schalters durch einen mit einem isolierenden Fluid (**106**) gefüllten Zwischenraum (**108**) getrennt sind; und  
einem mit dem Zwischenraum (**108**) fluidisch verbundenen Fluidreservoir (**110**) zum Aufnehmen des isolierenden Fluids (**106**) in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanisches Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen (**102; 104**) aus dem Zwischenraum, wodurch der Schalter von dem offenen Zustand in einen geschlossenen Zustand wechselt, und zum Abgeben des isolierenden Fluids (**106**) in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir (**110**) an den Zwischenräumen (**108**), wodurch der Schalter von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand wechselt,  
wobei der Schalter derart ausgebildet ist, dass eine Berührung der gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**) in dem geschlossenen Zustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt.
2. Schalter gemäß Anspruch 1, wobei der Schalter durch einen Schichtstapel von Substratschichten (**112; 114; 116**) gebildet ist, wobei die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**) auf einer obersten (**112**) und einer untersten Substratschicht (**116**) des Schichtstapels gebildet sind, und wobei der Zwischenraum (**108**) und das Flüssigkeitsreservoir (**110**) durch Aussparungen in einer zwischen der obersten und der untersten Substratschicht angeordneten Substratschicht (**114**) gebildet werden.
3. Schalter gemäß Anspruch 1, wobei der Schalter durch einen Schichtstapel von Substratschichten (**112; 116**) gebildet ist, wobei die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**) auf einer obersten (**112**) und einer untersten Substratschicht (**116**) des Schichtstapels gebildet sind, und wobei der Zwischenraum (**108**) und das Flüssigkeitsreservoir (**110**) durch eingeprägte Vertiefungen in der obersten und/oder der untersten Substratschicht gebildet werden.
4. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**) jeweils streifenförmig ausgebildet sind, wobei sich eine Ausrichtung von benachbarten Streifen der ersten Kontaktfläche (**102**) von einer Ausrichtung benachbarter Streifen einer zweiten Kontaktfläche (**104**) der beiden gegenüberliegenden Kontaktflächen unterscheidet.
5. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Zwischenraum (**108**) und das Fluidreservoir (**110**) durch einen Kanal (**118**) verbunden sind, durch den das Fluid (**106**) bei mechanischem Druck auf den Zwischenraum (**108**) oder das Fluidreservoir (**110**) strömen kann.
6. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, der zwei weitere gegenüberliegende Kontaktflächen (**122; 124**) aufweist, die an den gegenüberliegenden Seiten des Fluidreservoirs (**110**) angebracht sind, so dass sich die zwei weiteren gegenüberliegenden Kontaktflächen (**122; 124**) in einem geschlossenen Zustand befinden, wenn sich die zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**) in dem offenen Zustand befinden, und umgekehrt.
7. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, der zumindest teilweise transparent ausgeführt ist, um einen Schaltzustand zu erkennen.
8. Schalter gemäß Anspruch 7, bei dem das Fluid (**106**) gefärbt ist, um den Schaltzustand zu erkennen.
9. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**) jeweils magnetisches Material aufweisen, um den energetisch stabilen geschlossenen Zustand herzustellen.
10. Schalter gemäß Anspruch 9, wobei die Kontaktflächen (**102; 104**) aus einem ferromagnetischen Material gebildet sind.
11. Schalter gemäß Anspruch 9 oder 10, wobei die Kontaktflächen (**102; 104**) aus Nickel gebildet sind.
12. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das isolierende Fluid (**106**) eine isolierende Flüssigkeit ist.
13. Schalter gemäß Anspruch 12, wobei die isolierende Flüssigkeit eine magnetische Flüssigkeit ist.
14. Schalter gemäß Anspruch 13, wobei die magnetische Flüssigkeit eine Suspension von ferromagnetischen Nanoteilchen in Öl aufweist.
15. Schalter gemäß Anspruch 12, wobei die isolierende Flüssigkeit eine tixotrope Flüssigkeit ist.
16. Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, der eine Dicke von weniger als 100 µm aufweist.
17. Chipkarte, mit einem Schalter gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche zum Abtrennen einer Spannungsversorgung oder einer Antenne von einer integrierten Schaltung der Chipkarte.
18. Verfahren zum Herstellen eines Schalters (**100; 300, 600**), mit folgenden Schritten:  
Anordnen von zwei gegenüberliegenden Kontaktflächen (**102; 104**), die in einem offenen Zustand des

Schalters durch einen mit einem isolierenden Fluid (106) gefüllten Zwischenraum (108) getrennt sind; und

Vorsehen eines mit dem Zwischenraum (108) fluidisch verbundenen Fluidreservoirs (110) zum Aufnehmen des isolierenden Fluids (106) in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanisches Zusammendrücken der beiden Kontaktflächen (102; 104) aus dem Zwischenraum (108), wodurch der Schalter von dem offenen Zustand in einen geschlossenen Zustand wechselt, und zum Abgeben des isolierenden Fluids (106) in einem Fall der Verdrängung desselben durch mechanischen Druck auf das Fluidreservoir (110) an den Zwischenraum (108), wodurch der Schalter von dem geschlossenen Zustand in den offenen Zustand wechselt,

wobei eine Berührung der gegenüberliegenden Kontaktflächen in dem geschlossenen Zustand einen energetisch stabilen Zustand darstellt.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

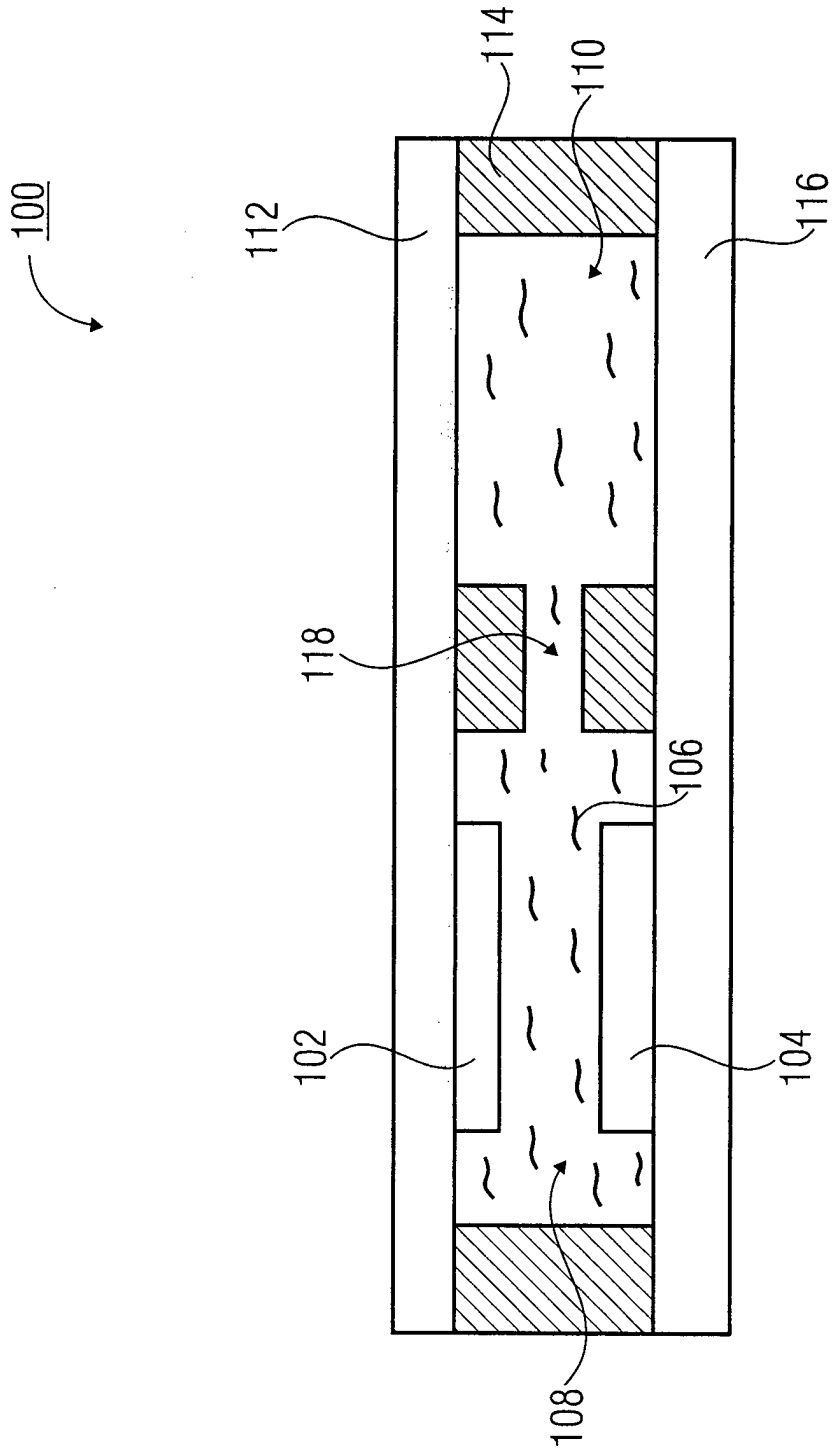


FIG 1

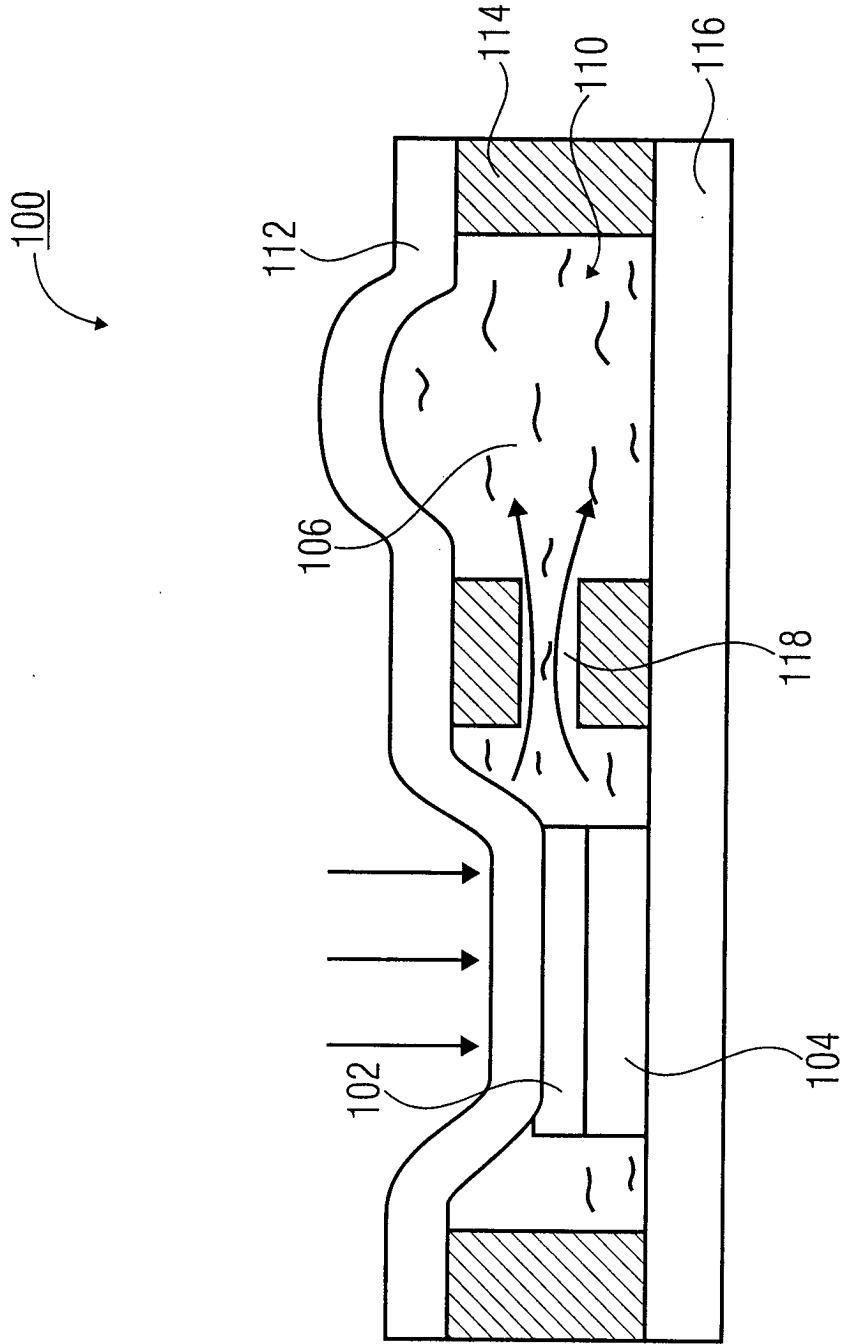


FIG 2A

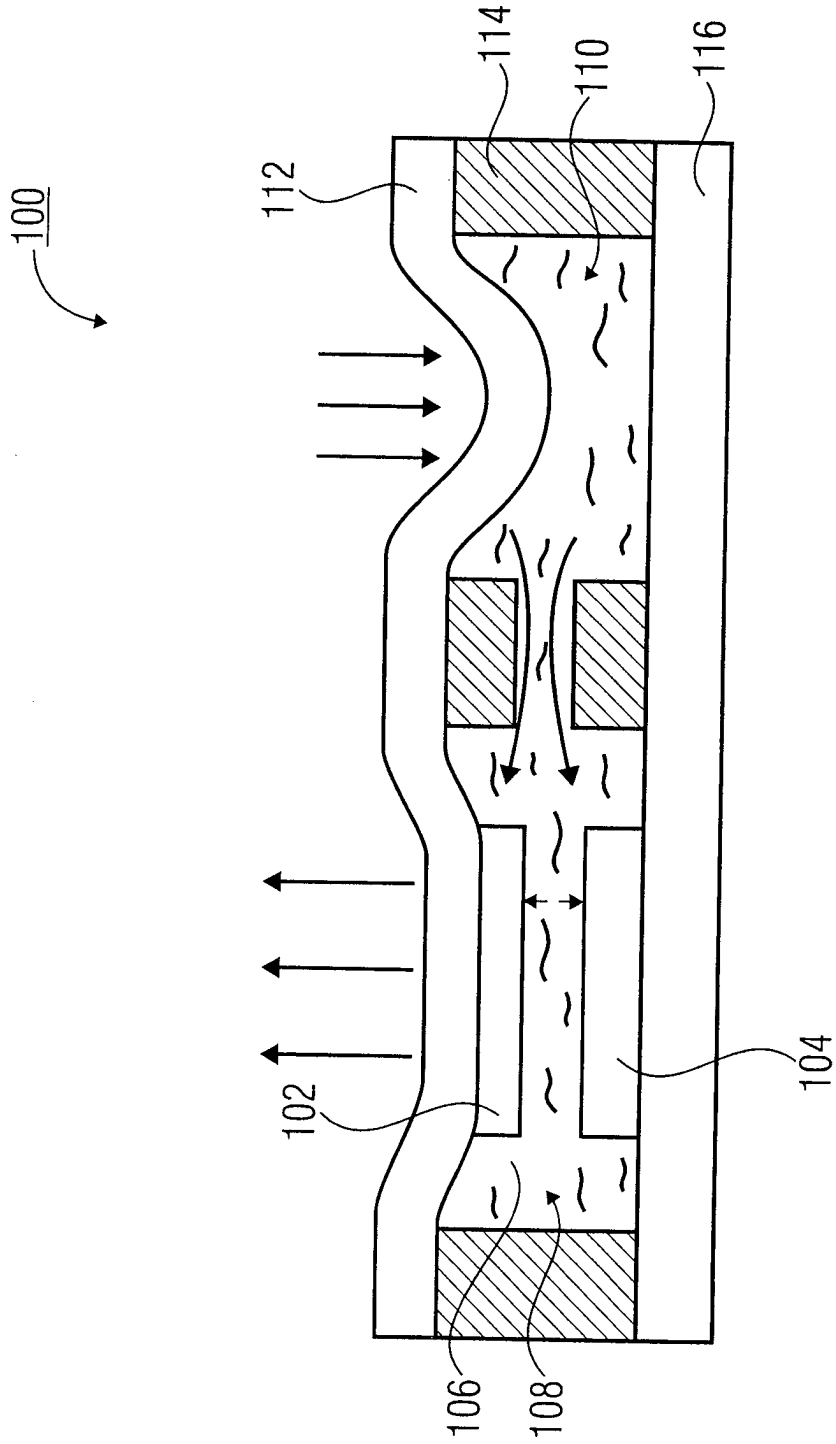


FIG 2B



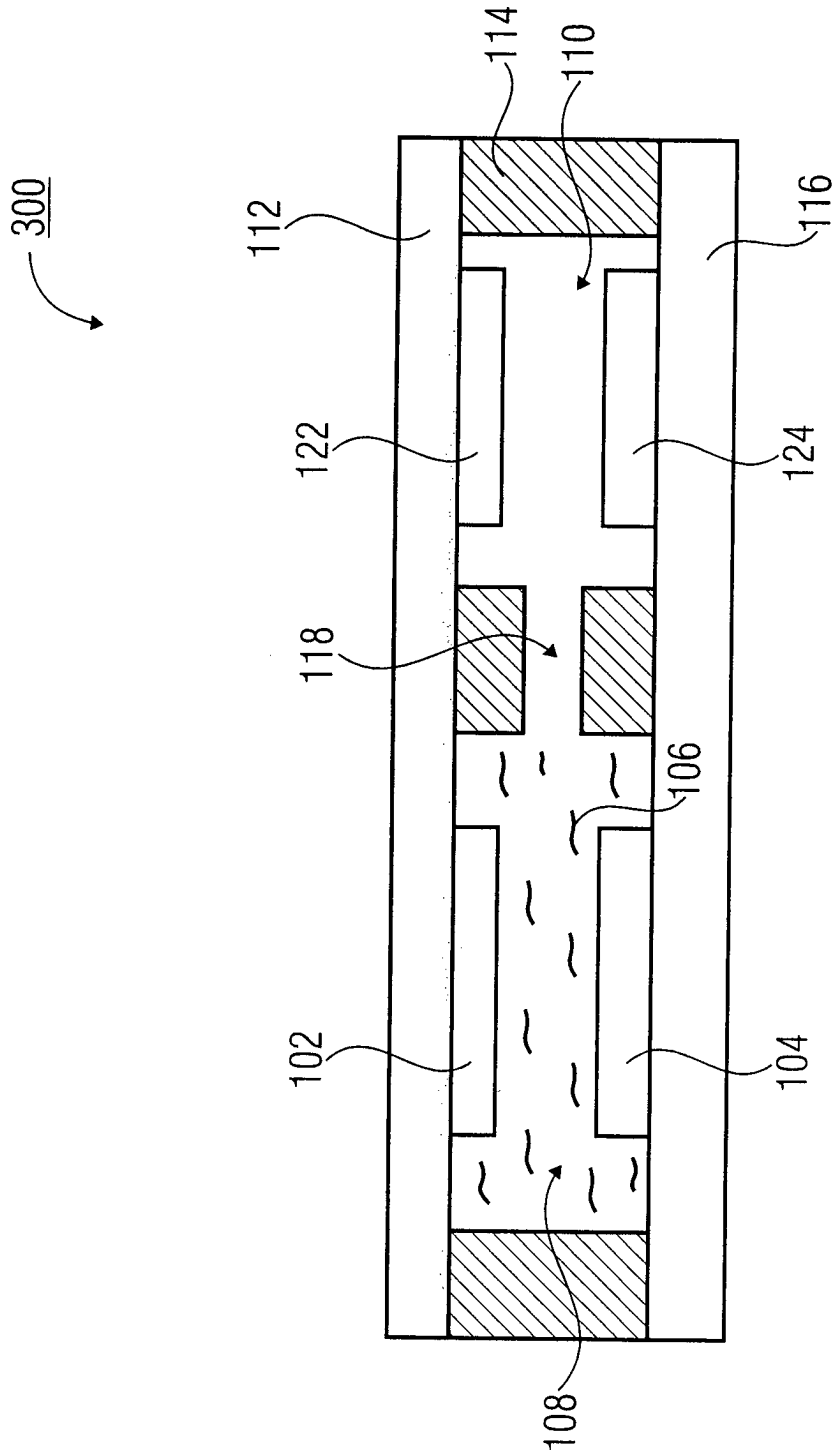


FIG 3

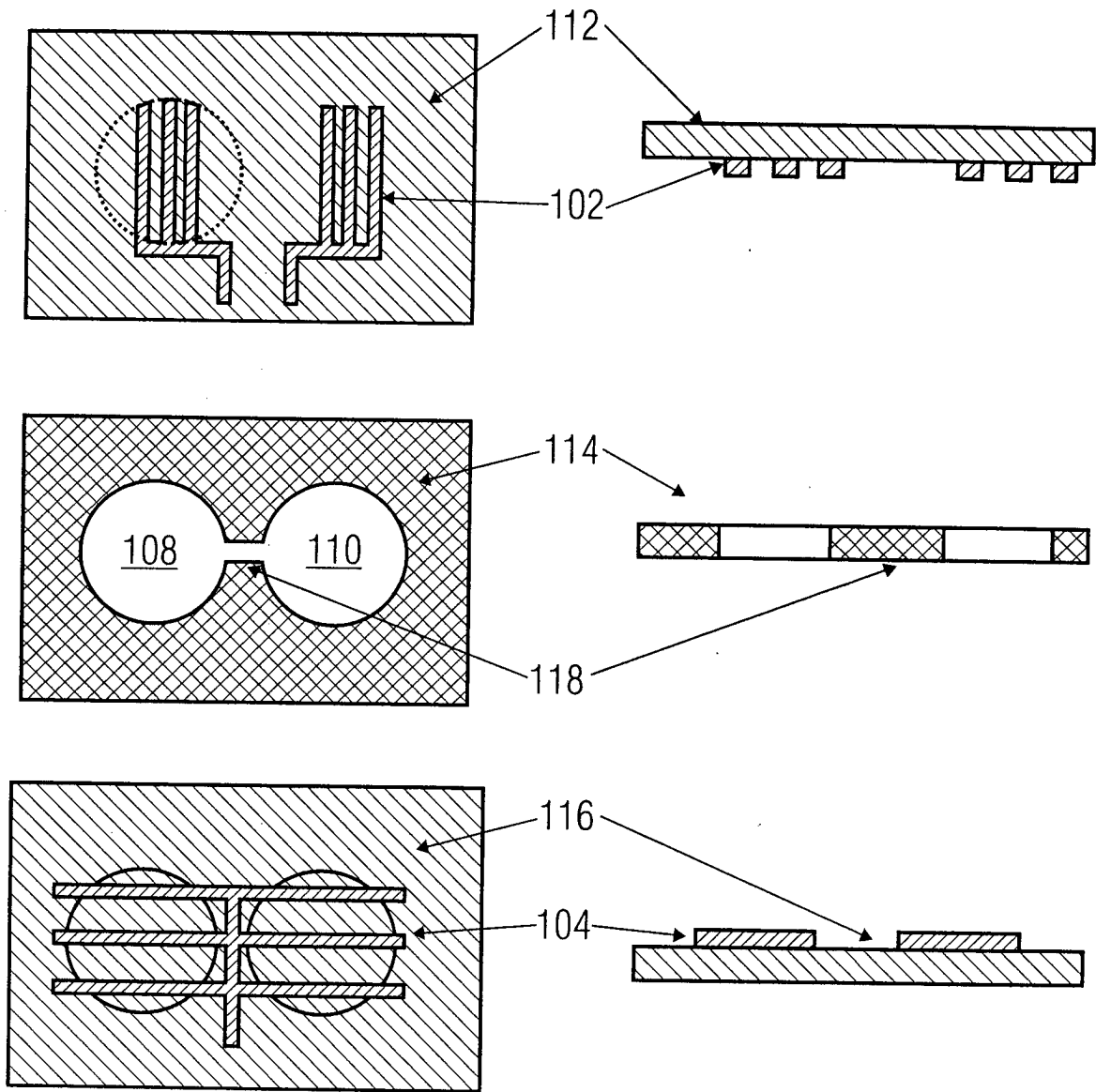


FIG 4

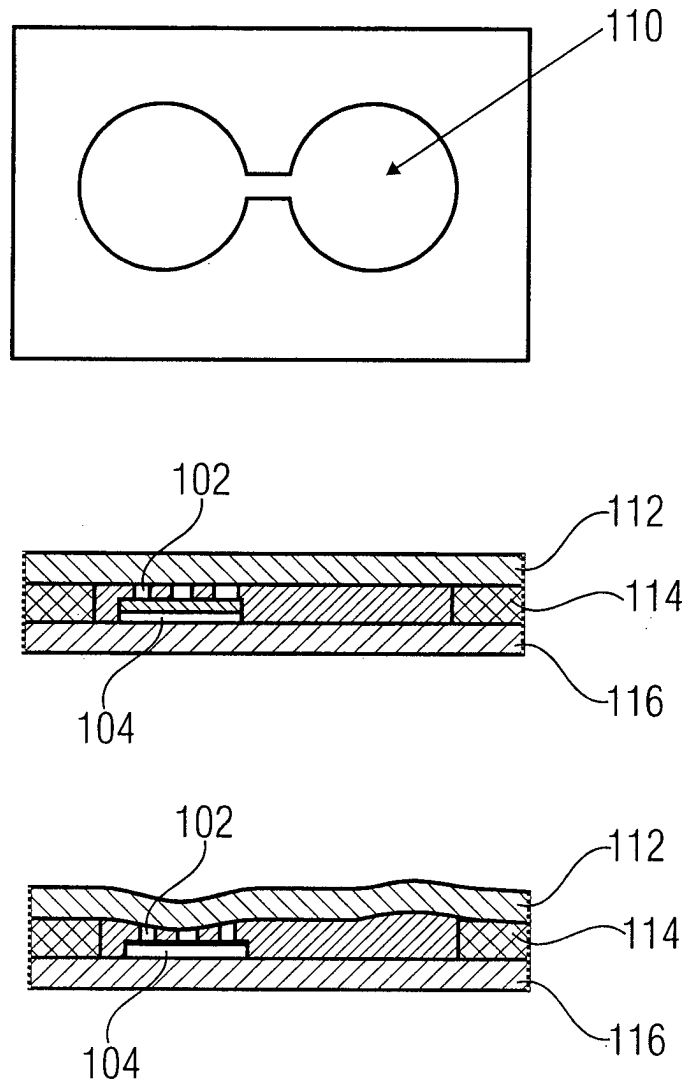


FIG 5

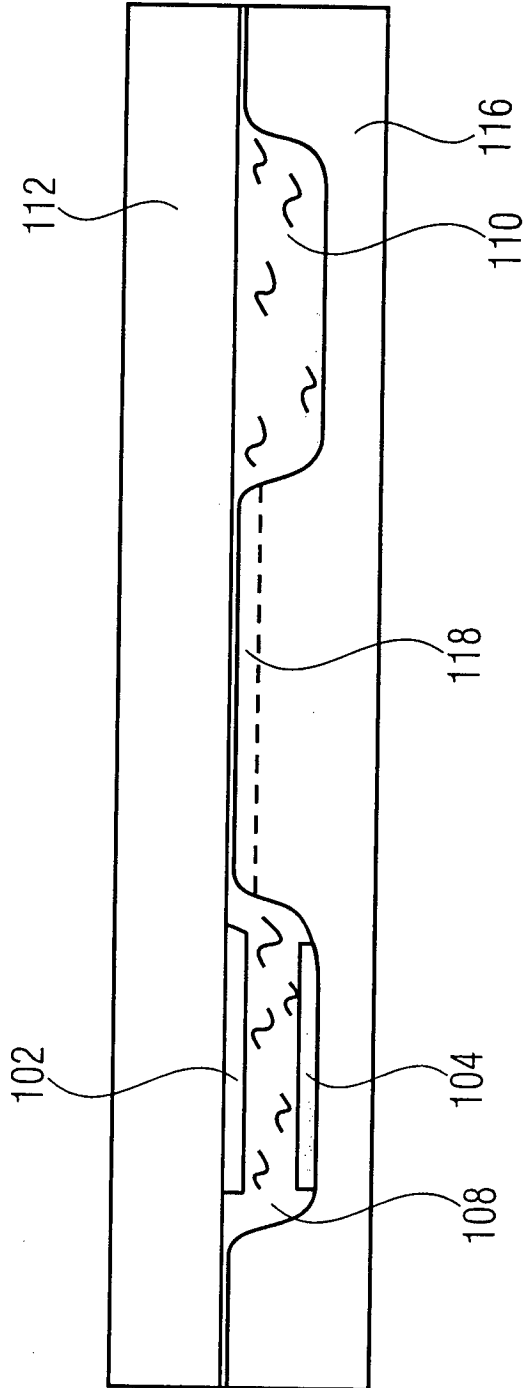


FIG 6