



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.2004 Patentblatt 2004/10

(51) Int Cl.7: **H01H 1/00**

(21) Anmeldenummer: **02405741.6**

(22) Anmeldetag: **30.08.2002**

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

- **Kotilainen, Sami**
5200 Brugg (CH)
- **Fabian, Jan-Henning**
5314 Kleindöttingen (CH)

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG,
Intellectual Property (CH-LC/IP),
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
 • **Strümpfer, Ralf**
5412 Gebenstorf (CH)

(54) **MEMS-Kontaktanordnung und Mikro-Relais**

(57) Die mikro-elektromechanische (MEMS-) Kontakthanordnung beinhaltet mindestens ein erstes Kontaktstück (1) und ein zweites Kontaktstück (2), wobei mindestens eines der beiden Kontaktstücke (1;2) antreibbar ist. Die MEMS-Kontakthanordnung ist mittels des antreibbaren Kontaktstücks (1;2) zwischen einem ersten Schaltzustand (A) und mindestens einem zweiten Schaltzustand (B) schaltbar, wobei die beiden Kontaktstücke (1,2) in dem ersten Schaltzustand (A) voneinander getrennt sind und in dem zweiten Schaltzustand (B) einander kontaktierend sind. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens das erste Kontakt-

stück (1) mindestens ein flexibles Kontaktsegment (11) und einen Kontaktsegment-Träger (12) aufweist, sowie dadurch, dass das mindestens eine flexible Kontaktsegment (11) mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks (2) bei dem Schaltvorgang elastisch verformbar ist. Die elastische Verformbarkeit des flexiblen Kontaktsegments (11) ergibt sich aufgrund der Dünnwandigkeit des flexiblen Kontaktsegments (11). Es kann eine sichere und gute Kontaktierung erreicht werden. Grosse Kontaktflächen (5), eine vorgebbare Mehrzahl von Kontaktpunkten (5) und selbstreinigende Kontakte durch Reibung zwischen den Kontaktstücken (1,2) sind realisierbar.

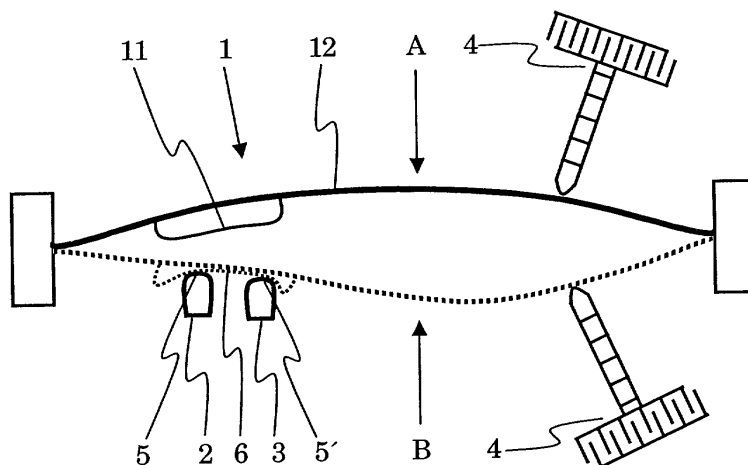


Fig. 1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der mikro-elektromechanischen Systeme (MEMS), insbesondere auf eine MEMS-Kontaktanordnung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und auf ein MEMS-Schaltgerät gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 16.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige mikro-elektromechanische (MEMS) Kontaktanordnung und ein derartiges MEMS-Schaltgerät ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 10040867 A1 bekannt. Dort ist ein substratparallel, also lateral arbeitender Mikroschalter offenbart, welcher mittels Ionentiefätzen (DRIE, deep reactive ion etching) aus einem Silizium-Substrat gefertigt ist und drei Kontaktstücke umfasst. Zwei der drei Kontaktstücke sind auf dem Substrat festgesetzt (Fixkontakte). Das andere, bewegliche Kontaktstück ist Bestandteil eines beweglichen Kontaktträgers. Dieser Kontaktträger ist substratparallel biegsam und an seinen zwei Enden auf dem Substrat festgesetzt. Die beiden Fixkontakte sind bezüglich der beiden Enden des beweglichen Kontaktträgers unsymmetrisch angeordnet, so dass der bewegliche Kontaktträger zwei stabile Positionen (Schaltzustände) aufweist. Im ausgeschalteten Zustand hat der bewegliche Kontaktträger die Form eines symmetrischen Schwingungsbauches, im eingeschalteten Zustand die Form eines asymmetrischen Schwingungsbauches. Im eingeschalteten Zustand kontaktiert das bewegliche Kontaktstück die beiden Fixkontakte. Mittels mindestens eines elektrostatischen Antriebs ist der bewegliche Kontaktträger von einem Schaltzustand in den anderen Schaltzustand schaltbar.

[0003] Die Fixkontakte sind massiv und starr. Sie sind fingerkuppenförmig und in Richtung des beweglichen Kontaktstücks gerundet geformt. Das bewegliche Kontaktstück ist, auch im eingeschalteten Zustand, trotz der Biegsamkeit des Kontaktträgers starr. Denn der an seinen beiden Enden auf dem Substrat festgesetzte Kontaktträger muss in der Lage sein, grosse Andruckkräfte auf die Fixkontakte auszuüben. Beim Erstellen der Kontakte zwischen dem beweglichen Kontaktstück und den Fixkontakten kommen darum die drei Kontaktstücke sofort zur Ruhe, und es ergibt sich pro Fixkontakt je ein punktförmiger oder zum Substrat senkrechter linienförmiger Kontakt mit dem beweglichen Kontaktstück, nämlich an den Stellen der ersten Berührung des beweglichen Kontaktstücks mit den Fixkontakten.

[0004] Ein solcher punktförmiger oder zum Substrat senkrechter linienförmiger Kontakt weist einen grossen elektrischen und thermischen Widerstand auf, da die Kontaktfläche oder die Anzahl von Kontaktpunkten sehr gering ist. Hinzu kommt, dass Verschmutzungen der

sich kontaktierenden Flächen den Kontaktwiderstand weiter erhöhen, insbesondere wenn kleine Ströme geschaltet werden, bei denen kein Lichtbogen entsteht, der Kontaminationen von den Kontaktflächen entfernen könnte.

[0005] Ausser dem geschilderten bistabil schaltbaren Aufbau ist in DE 10040867 A1 auch ein monostabiler Aufbau offenbart, bei dem nur ein Fixkontakt aufgewiesen wird, welcher von den beiden Enden des beweglichen Kontaktträgers gleich weit entfernt angeordnet ist. Die Kontaktierungsprobleme sind aber in diesem Fall dieselben wie im bistabilen Fall.

[0006] Aus US 6,057,520 ist ein MEMS-Schalter bekannt, der einen vertikal, also senkrecht zum Substrat beweglichen Kontaktträger aufweist. Dieser Kontaktträger ist zungenförmig ausgebildet und an einem Ende auf dem Substrat festgesetzt. An dem freien Ende des Kontaktträgers sind mehrere massive, starre Kontaktstücke angebracht, welche nach einem Schalten des Schalters in den eingeschalteten Zustand eine entsprechende Anzahl auf dem Substrat fixierte starre Kontaktstücke kontaktieren. Auch hier treten die oben genannten Kontaktierungsprobleme zwischen den starren Kontaktstücken auf.

Darstellung der Erfindung

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine mikro-mechanische oder mikro-elektromechanische (MEMS-) Kontaktanordnung und ein mikro-mechanisches oder mikro-elektromechanisches (MEMS-) Schaltgerät der eingangs genannten Art zu schaffen, welche die oben genannten Nachteile nicht aufweisen. Insbesondere soll eine verbesserte und sichere Kontaktierung erreicht werden.

[0008] Diese Aufgabe löst eine MEMS-Kontaktanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 und ein MEMS-Schaltgerät mit den Merkmalen des Patentanspruches 16.

[0009] Die erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung weist mindestens ein erstes Kontaktstück und ein zweites Kontaktstück auf, wobei mindestens eines der beiden Kontaktstücke antreibbar ist, und wobei die MEMS-Kontaktanordnung mittels des antreibbaren Kontaktstücks zwischen einem ersten Schaltzustand und mindestens einem zweiten Schaltzustand schaltbar ist, wobei die beiden Kontaktstücke in dem ersten Schaltzustand voneinander getrennt sind und in dem zweiten Schaltzustand einander kontaktierend sind. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens das erste Kontaktstück mindestens ein flexibles Kontaktsegment und einen Kontaktsegment-Träger aufweist, und dass das mindestens eine flexible Kontaktsegment mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks bei einem Schaltvorgang von dem ersten Schaltzustand in den zweiten Schaltzustand und/oder von dem zweiten Schaltzustand in den ersten Schaltzustand elastisch verformbar ist.

[0010] Dadurch wird eine sichere Kontaktierung erreicht. Kontaktierungsprobleme aufgrund von Fertigungstoleranzen werden verringert, da fertigungstoleranzbedingte Ungenauigkeiten ausgeglichen werden. Eventuelle Verformungen sind ausgleichbar. Der Einfluss eventueller Verschmutzungen auf die Güte der Kontaktierung kann deutlich verringert werden.

[0011] Insbesondere ist das mindestens eine flexible Kontaktsegment mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks bei einem Schaltvorgang elastisch derart verformbar, dass das mindestens eine flexible Kontaktsegment mit dem zweiten Kontaktstück in dem zweiten Schaltzustand mindestens einen flächigen Berührungsbereich oder eine vorgebbare Mehrzahl von Berührungspunkten aufweist. Die Kontaktierung ist dadurch besser und sicherer. Die effektive Grösse von Kontaktflächen und/oder die Anzahl von Kontaktpunkten ist vergrössert, so dass der elektrische und/oder thermische Widerstand an der Kontaktstelle verringert ist oder ein mit der Kontaktanordnung versehenes Mikro-Ventil dichter schliesst.

[0012] Vorteilhaft ist das flexible Kontaktsegment im zweiten Schaltzustand dem zweiten Kontaktstück angeformt. Das heisst, dass im zweiten Schaltzustand die Form des flexiblen Kontaktsegments in Bereichen, in denen sich das erste und das zweite Kontaktstück berühren, an die Form des zweiten Kontaktstücks angepasst ist. Aufgrund der elastischen Deformation, die das flexible Kontaktsegment durch den Schaltvorgang erfährt, ist die Form des flexiblen Kontaktsegments im ersten Schaltzustand verschieden von der Form des flexiblen Kontaktsegments im zweiten Schaltzustand. Dadurch wird eine sichere, da grosse Kontaktflächen und/oder viele Kontaktpunkte aufweisende Kontaktierung erreicht.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes weisen das flexible Kontaktsegment und das zweite Kontaktstück im zweiten Schaltzustand mindestens einen flächigen Berührungsbereich auf, wobei im zweiten Schaltzustand das zweite Kontaktstück in dem Berührungsbereich von dem ersten Kontaktstück flächig umschlossen ist. Dadurch wird ein sicherer, weil grossflächiger Kontakt erzielt.

[0014] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes ist das zweite Kontaktstück gegenüber dem flexiblen Kontaktsegment bei einem Schaltvorgang gleitend beweglich. Vorteilhaft ist dies der Fall sowohl bei Schaltvorgängen vom ersten in den zweiten als auch bei Schaltvorgängen vom zweiten in den ersten Schaltzustand der Fall. Beim Herstellen und/oder Lösen eines Kontaktes bewegen sich das flexible Kontaktsegment und das zweite Kontaktstück also relativ zueinander, während sie sich dabei berühren. Durch die gegenseitige Reibung der beiden Kontaktstücke können Verschmutzungen der Kontaktstücke entfernt werden. Dadurch reinigt sich die Kontaktanordnung selbsttätig durch Schaltvorgänge. Saubere Kontakte bedeuten sichere Kontakte. Die Zuverlässig-

keit der Kontaktierung ist dadurch sehr hoch. Besonders vorteilhaft ist diese Ausführungsform bei elektrischen Anwendungen und insbesondere, wenn Ströme geschaltet werden, die keinen Lichtbogen erzeugen, der eine kontaktreinigende Wirkung haben könnte.

[0015] In besonders vorteilhaften Ausführungsformen ist das flexible Kontaktsegment aufgrund seiner Dünnwandigkeit flexibel und elastisch verformbar. Das flexible Kontaktsegment weist mindestens einen flexiblen Abschnitt auf, der so dünn oder schmal ausgebildet ist, dass er dadurch eine Flexibilität aufweist. Insbesondere kann von dem flexiblen Kontaktsegment vorteilhaft ein flexibler Abschnitt mit einer Wanddicke zwischen 1 µm und 60 µm, vorzugsweise zwischen 5 µm und 25 µm aufgewiesen werden. Typischerweise verwendete Materialien weisen dann eine geeignete Flexibilität und Verformbarkeit auf, wobei trotzdem eine ausreichende Bruchfestigkeit gegeben ist. Die elastischen Verformungen, die ein flexibler Abschnitt eines flexiblen Kontaktsegments typischerweise durch das zweite Kontaktstück bei einem Schaltvorgang erfährt, ist vorteilhaft mindestens von der Grössenordnung der Wanddicke des flexiblen Abschnitts des flexiblen Kontaktsegments und/oder im Bereich des 0.1- bis 20-fachen, insbesondere des 1- bis 5-fachen der Wanddicke des flexiblen Abschnitts des flexiblen Kontaktsegments.

[0016] Vorteilhaft ist mindestens das erste Kontaktstück einstückig ausgebildet. Dadurch ist die Herstellbarkeit des ersten Kontaktstücks verbessert, und die Stabilität und Zuverlässigkeit des ersten Kontaktstücks ist besonders gross.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes weist das flexible Kontaktsegment zusätzlich zu mindestens einem flexiblen Abschnitt noch eine dem Kontaktsegment-Träger zugewandte Basis auf. Diese Basis weist vorteilhaft eine grössere Wanddicke auf als der mindestens eine flexible Abschnitt des flexiblen Kontaktsegments. Dadurch weist die Basis eine geringere Flexibilität auf. Für eine Verformung der Basis würde mehr Energie benötigt als für eine Verformung des mindestens einen flexiblen Abschnitts. Die Basis ist stabiler als der flexible Abschnitt. Die Basis weist eine grössere elektrische und/oder thermische Leitfähigkeit auf. Beispielsweise kann anfallende Wärme besser abgeführt werden, und bei kurzzeitigen grossen thermischen Lasten ist eine vergrösserte Wärmekapazität von Vorteil. Es wird eine verbesserte Kontaktierung realisiert.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch, dass zur elastischen Verformung des mindestens einen flexiblen Kontaktsegments mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks bei einem Schaltvorgang von dem ersten Schaltzustand in den zweiten Schaltzustand beziehungsweise von dem zweiten Schaltzustand in den ersten Schaltzustand eine Einführungsenergie beziehungsweise eine Ausführungsenergie aufzubringen ist, und dass im zweiten Schaltzustand von dem flexiblen Kontaktsegment auf

das zweite Kontaktstück eine Rückhaltekraft ausgeübt wird, durch welche Rückhaltekraft ein Schaltvorgang von dem zweiten Schaltzustand in den ersten Schaltzustand erschwert wird. Zur Durchführung eines Schaltvorgangs muss also ein Potentialberg überwunden werden. Die zum Schalten benötigte Energie wird im allgemeinen von einem Antrieb aufgebracht, mittels dessen das antreibbare Kontaktstück angetrieben wird. In dem zweiten Schaltzustand wird eine sichere und gute Kontaktierung dadurch unterstützt, dass das flexible Kontaktstück durch die in ihm aufgrund der Verformung beim Übergang von dem ersten in den zweiten Schaltzustand gespeicherte Deformationsenergie eine Druckkraft auf das zweite Kontaktstück ausübt. Diese Druckkraft kann auch als Rückhaltekraft bezeichnet werden. Im zweiten Schaltzustand kann eine klemmende Verbindung zwischen den beiden Kontaktstücken vorliegen.

[0019] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wirken das flexible Kontaktsegment und das zweite Kontaktstück nach Art des Druckknopf-Prinzip derart zusammen, dass der Kontaktsegment-Träger mindestens eine zusätzliche stabile Position aufweist. Wenn der Kontaktsegment-Träger ein monostabiles Schaltelement ist, kann dadurch ein bistabiles Schaltelement (und eine bistabile Kontaktanordnung) oder auch ein tristabiles Schaltelement geschaffen werden. Und aus einem bistabil schaltbaren Kontaktsegment-Träger kann ein tristabil schaltbares Schaltelement werden.

[0020] In weiteren vorteilhaften Ausführungsformen sind das flexible Kontaktsegment und das zweite Kontaktstück nach Art eines Stecker-Steckdosen-Paares ineinanderfügbar.

[0021] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform weist das flexible Kontaktsegment mindestens zwei, vorteilhaft vier, sechs oder mehr elastisch verformbare Kontaktfinger auf. Diese vorteilhaft länglich und dünn ausgebildeten, vorteilhaft spazierstockartig gekrümmten Teilsegmente sind derart geformt und angeordnet, dass jedes (oder wenigstens die meisten) der Teilsegmente im zweiten Schaltzustand das zweite Kontaktstück berührt. Dadurch ergeben sich zumindest eine (ungefähr) der Anzahl von Teilsegmenten entsprechende vorgebbare Anzahl von Kontaktpunkten oder auch eine entsprechende Mehrzahl von Kontaktflächen. Dadurch wird eine sichere Kontaktierung mit geringem Kontaktwiderstand erreicht.

[0022] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform weist das mindestens eine flexible Kontaktsegment in dem zweiten Schaltzustand mindestens einen flächigen Berührungsbereich mit dem zweiten Kontaktstück auf, und die Richtung der Relativbewegung von dem flexiblen Kontaktsegment und dem zweiten Kontaktstück bei einem Schaltvorgang schliesst mit dem flächigen Berührungsbereich im wesentlichen einen Winkel α ein mit $\alpha = 45^\circ \pm 30^\circ$, insbesondere $\alpha = 45^\circ \pm 15^\circ$. Der Winkel α liegt dabei in einer Ebene, die auf der Ebene des flächigen Berührungsbereichs senk-

recht steht. Und diejenigen Flächen des flexiblen Kontaktsegments und des zweiten Kontaktstücks, die im zweiten Schaltzustand im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und einander in dem flächigen Berührungsbereich berühren, sind im ersten Schaltzustand im wesentlichen bis auf einen Winkel ε mit $0^\circ \leq \varepsilon \leq 30^\circ$, insbesondere $0^\circ \leq \varepsilon \leq 10^\circ$, parallel zueinander ausgerichtet. Insbesondere kann der Winkel ε vorteilhaft zusätzlich noch mindestens 1° gross, mindestens 2° gross oder mindestens 4° gross gewählt werden. Bei einem Schaltvorgang vom ersten in den zweiten und/oder vom zweiten in den ersten Schaltzustand reiben die genannten Flächen aneinander, wodurch kontaktverschlechternde Verunreinigungen entfernt werden können. Auf diese Weise wird eine sichere, da grossflächige und selbstreinigende Kontaktierung erzielt.

[0023] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform beinhaltet das flexible Kontaktsegment einen membranartigen Abschnitt, der bei einem Schaltvorgang elastisch verformt wird. Eine derartige Membran passt sich flächig der Form des zweiten Kontaktstücks an und gleicht Fertigungstoleranzen aus. Geringe Kontaktwiderstände und eine sichere Kontaktierung können erzielt werden.

[0024] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform wird von dem flexiblen Kontaktsegment oder von dem flexiblen Kontaktsegment gemeinsam mit dem ersten Kontaktstück ein Volumen umschlossen wird, welches im wesentlichen mit einer elektrisch und thermisch leitfähigen, elastisch verformbaren Füllung gefüllt ist. Dadurch wird die elektrische und/oder thermische Leitfähigkeit des flexiblen Kontaktsegments erhöht.

[0025] Ein MEMS-Schaltgerät, beispielsweise ein Mikro-Relais, das eine erfindungsgemässe Kontaktanordnung beinhaltet, weist oben genannte Vorteile auf.

[0026] Weitere bevorzugte Ausführungsformen und Vorteile gehen aus den abhängigen Patentansprüchen und den Figuren hervor.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Im folgenden wird der Erfindungsgegenstand anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen, welche in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, näher erläutert. Es zeigen schematisch und in Aufsicht:

- Fig. 1 ein erfindungsgemässes MEMS-Relais mit membranförmigem flexiblen Kontaktsegment und elektrostatischen Antrieben;
- Fig. 2a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit zwei Kontaktstücken und mit membranförmigem flexiblen Kontaktsegment, geöffnet;
- Fig. 2b wie Fig. 2a, geschlossen;
- Fig. 3a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit drei Kontaktstücken, mit membranförmigem flexiblen Kontakt-

- segment, geöffnet;
 Fig. 3b wie Fig. 3a, geschlossen;
 Fig. 4a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit zwei Kontaktstücken und mit asymmetrischem membranförmigem flexiblen Kontaktsegment, geöffnet;
 Fig. 4b, 4c wie Fig. 4a, geschlossen;
 Fig. 5 eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit drei Kontaktstücken und mit membranförmigem flexiblen Kontaktsegment auf einer Basis, geöffnet;
 Fig. 6 wie Fig. 5, zusätzlich noch mit Federmechanismus;
 Fig. 7a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit zwei Kontaktstücken nach Art eines Stecker-Steckdosenpaares und mit zwei Kontaktfingern, geöffnet;
 Fig. 7b wie Fig. 7a, geschlossen;
 Fig. 8a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit zwei Kontaktstücken nach Art eines Stecker-Steckdosenpaares und mit zwei Kontaktfingern, geöffnet;
 Fig. 8b wie Fig. 8a, geschlossen;
 Fig. 9a wie Fig. 8a, zusätzlich noch mit Basis;
 Fig. 9b wie Fig. 9a, geschlossen;
 Fig. 10a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit zwei Kontaktstücken und mit einer Mehrzahl von spiegelsymmetrisch angeordneten Kontaktfingern, geöffnet;
 Fig. 10b wie Fig. 10a, geschlossen;
 Fig. 11a eine erfindungsgemässe MEMS-Kontaktanordnung mit drei Kontaktstücken und mit gewinkelten, reibungserzeugenden Berührungsflächen, geöffnet;
 Fig. 11b wie Fig. 11a, geschlossen;
 Fig. 12a ein erfindungsgemässes MEMS mit zwei Kontaktstücken, wobei mittels des Druckknopf-Prinzips eine bistabile Schaltbarkeit erreicht wird, geöffnet;
 Fig. 12b wie Fig. 12a, geschlossen;

[0028] Die in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche oder zumindest gleichwirkende Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebenen Ausführungsbeispiele stehen beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und haben keine beschränkende Wirkung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0029] Fig. 1 zeigt schematisch ein erfindungsgemässes mikro-elektromechanisches Relais (MEMS-Relais, Mikro-Relais) in Aufsicht. Der Aufbau dieses MEMS-Schaltgerätes entspricht in weiten Teilen dem eingangs beschriebenen MEMS-Relais, wie es in der

genannten Offenlegungsschrift DE 10040867 A1 beschrieben ist. Ein derartiges MEMS-Relais ist mittels Ionentiefätzen (DRIE) aus einem Halbleitermaterial, vorzugsweise einkristallinem Silizium, herstellbar. Die Liniendimension eines solchen MEMS-Schaltgerätes ist typischerweise von der Grössenordnung 0.4 mm bis 5 mm. Die mittels DRIE erstellten Strukturen sind meist prismenförmig, wobei die Prismen-Seitenflächen sich senkrecht zu der Oberfläche des Substrates erstrecken, aus dem sie mittels Ätzen und gegebenenfalls Opferschicht-Technologie geformt wurden. Die Höhe der Prismen ist typischerweise von der Grössenordnung 50 µm bis 500 µm. In dem genannten Dokument DE 10040867 A1 sind weitere Details zu derartigen und ähnlichen Mikro-Schaltern beschrieben. Um diese hier nicht zu wiederholen, wird der Offenbarungsgehalt dieses Textes hiermit ausdrücklich in die vorliegende Beschreibung übernommen.

[0030] Das in Fig. 1 dargestellte MEMS-Relais weist ein erstes Kontaktstück 1, ein zweites Kontaktstück 2 und ein drittes Kontaktstück 3 auf. Das erste Kontaktstück 1 umfasst ein flexibles Kontaktsegment 11 und einen mit dem flexiblen Kontaktsegment verbundenen Kontaktsegment-Träger 12. Der Kontaktsegment-Träger 12 ist horizontal, also senkrecht zur Substrat-Normalen biegsam und weist zwei stabile Positionen auf. An seinen beiden Enden ist der Kontaktsegment-Träger 12 auf dem Substrat festgesetzt. In der ersten, durch durchgezogene Linien dargestellten Position des Kontaktsegment-Trägers befindet sich das Relais in einem ersten Schaltzustand A, in welchem das Relais geöffnet ist: Die Kontaktstücke 2 und 3 sind nicht leitend miteinander verbunden. Mittels des oben rechts in Fig. 1 angedeuteten elektrostatischen Antriebs kann der Kontaktsegment-Träger 12 in seine zweite bistabile Position gebracht werden, in welcher sich das Relais in einer zweiten, geschlossenen Position B befindet: Mittels des flexiblen Kontaktsegments 11, welches eine metallische Beschichtung aufweist, werden die ebenfalls metallisch beschichteten Kontaktstücke 2 und 3 leitend miteinander verbunden. Mittels des unten rechts in Fig. 1 dargestellten Antriebs 4 kann das Relais wieder in den geöffneten Schaltzustand 2 geschaltet werden.

[0031] Details zu dem erfindungswesentlichen flexiblen Kontaktsegment 11 werden im Zusammenhang mit den weiteren Figuren diskutiert. In den weiteren Figuren ist meist jeweils nur die Kontaktanordnung und kein komplettes Schaltgerät dargestellt.

[0032] In der noch unveröffentlichten europäischen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 02405334.0 sind verschiedene mikro-elektromechanische Systeme, insbesondere Schalter und Relais beschrieben, die mit einer erfindungsgemässen Kontaktanordnung ausgestattet werden können. Es wird an dieser Stelle auf die Aufführung der in dieser unveröffentlichten europäischen Patentanmeldung genannten Einzelheiten verzichtet. Stattdessen wird hiermit diese unveröffentlichte europäische Patentanmeldung ausdrücklich mit ihrem

gesamten Offenbarungsgehalt in die Beschreibung übernommen.

[0033] In Fig. 2a,b ist schematisch eine Kontaktanordnung dargestellt, die ähnlich der in Fig. 1 dargestellten ist. Sie weist aber nur ein erstes Kontaktstück 1 und ein zweites Kontaktstück 2 auf. In dem ersten Schaltzustand A (Fig. 2a) sind die beiden Kontaktstücke 1 und 2 voneinander getrennt, im zweiten Schaltzustand B berühren (kontaktieren) sich die beiden Kontaktstücke 1 und 2 (Fig. 2b). Das erste Kontaktstück 1 ist einstückig ausgebildet und weist ein flexibles Kontaktsegment 11 und einen Kontaktsegment-Träger 12 auf. Letzterer kann beispielsweise ausgebildet sein wie in Fig. 1. Das flexible Kontaktsegment 11 ist membranartig ausgebildet. Es stellt eine dünne Wandung dar, die mit dem Kontaktsegment-Träger 12 ein Volumen 114 umschliesst. Da das flexible Kontaktsegment 11 und der Kontaktsegment-Träger 12 wie praktisch alle mittels DRIE hergestellten Mikro-Elemente prismenartig sind, wobei sich die Prismen-Seitenwände senkrecht zur Substratebene erstrecken, ist auch das umschlossene Volumen 114 prismenartig und wird seitlich umschlossen, während es in substratparalleler Richtung nicht umschlossen ist. Dieses nicht-ingeschlossene, aber umschlossene Volumen 114 kann mit einer leitfähigen Füllung ganz oder teilweise gefüllt werden. Oberflächeneffekte tragen dazu bei, dass die Füllung in dem Volumen 114 verbleibt. Je nach Anwendung kann die Füllung beispielsweise eher eine gute elektrische und/oder gute thermische Leitfähigkeit aufweisen. Als Füllung eignen sich unter anderem Flüssigmetalle, beispielsweise Quecksilber, Indium, Gallium oder Legierungen dieser Metalle, oder auch (elektrisch) leitfähige Polymere, beispielsweise konjugierte Polymere. Mittels einer derartigen Füllung kann ein verringerter Kontaktwiderstand erzielt werden. Vorteilhaft weisen auch die ungefüllten Kontaktstücke schon eine gute Leitfähigkeit auf, beispielsweise im Falle von halbleitenden Materialien durch entsprechende Dotierung.

[0034] Im ersten Schaltzustand A weist das flexible Kontaktsegment 11 (in Aufsicht) etwa die Form eines unten konkav eingebogenen Buchstaben "U" auf. Bei einem Schaltvorgang in den zweiten Schaltzustand B wird das flexible Kontaktsegment 11 durch das vorn fingerkuppenförmige zweite Kontaktstück 2 elastisch verformt. Das flexible Kontaktsegment 11 ist flexibel und elastisch verformbar weil es dünnwandig ausgebildet ist. Im Falle von Silizium haben die Wandflächen dann typischerweise eine Dicke d von $1\ \mu\text{m}$ bis $60\ \mu\text{m}$; beste Ergebnisse wurden im Dickenbereich von $5\ \mu\text{m}$ bis $25\ \mu\text{m}$ erzielt. Im zweiten Schaltzustand B weisen die beiden Kontaktstücke 1,2 einen flächigen Berührungsbereich 5 auf. In dem Berührungsbereich 5 passt sich die Form des flexiblen Kontaktsegments 11 der Form des zweiten Kontaktstücks 2 an. Die Form des flexiblen Kontaktsegments 11 ist im zweiten Schaltzustand B anders als im ersten Schaltzustand A. Im Berührungsbereich 5 ist das zweite Kontaktstück 2 von dem flexiblen Kontakt-

segment 11 und somit von dem ersten Kontaktstück 1 flächig umschlossen. Durch die Formgebung der zwei Kontaktstücke 1,2 wird weiterhin ein Zentrierungseffekt erzielt, wodurch Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden können. Bei einem Wechsel der Schaltzustände kommt es zu einer leichten Gleitreibung zwischen dem flexiblen Kontaktsegment 11 und dem zweiten Kontaktstück 2. Dadurch kann eine Reinigungswirkung der Kontaktstücke 1,2 erzielt werden.

[0035] An den Stellen, an denen dünnwandige Abschnitte des flexiblen Kontaktsegments 11 befestigt sind oder in einen breiteren Abschnitt übergehen, wie beispielsweise in Fig. 2a und b an den Übergängen von dem flexiblen Kontaktsegment 11 zu dem Kontaktsegment-Träger 12, werden vorteilhaft allmähliche, beispielsweise ungefähr parabelförmige Übergänge gewählt (siehe Fig. 2a,b). Dadurch wird eine verbesserte Stabilität und Haltbarkeit erreicht.

[0036] Fig. 3a und 3b zeigen eine ähnliche Kontaktanordnung wie die aus den Fig. 1 und Fig. 2a,b. Die Kontaktanordnung entspricht der aus Fig. 2, nur dass statt eines zweiten Kontaktsegments 2 zwei Kontaktstücke 2 und 3 aufgewiesen werden. Jedes der beiden Kontaktstücke 2 und 3 weist die Form einer abgerundeten Hälfte eines der Länge nach geteilten, in Fig. 2a,b dargestellten, fingerkuppenförmigen Kontaktstücks auf. Die oben erwähnte gleitreibungsbedingte Selbstreinigungswirkung ist bei dieser Ausführungsform noch stärker als bei der Ausführungsform von Fig. 2. Denn für jedes der Kontaktstücke 2 und 3 ergibt sich bei einem Einschaltvorgang (A nach B) ein deutlich asymmetrisch, seitlich (nicht frontal) liegender erster Berührungspunkt mit dem flexiblen Kontaktsegment 11. Bis dann eine Endposition der Kontaktstücke 1,2,3 erreicht ist, erfolgt eine reibende Relativbewegung der Kontaktstücke 2 und 3 gegenüber dem flexiblen Kontaktsegment 11.

[0037] Generell ist bei den meisten elektrischen Anwendungen eine gerundete Ausführung der Kontaktstücke ohne Spitzen bevorzugt, da dadurch elektrischer Feldstress und Spitzeneffekte vermieden werden.

[0038] Fig. 4a, b und c ist eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes dargestellt. Sie entspricht weitgehend der in Fig. 2a,b dargestellten Ausführungsform und wird ausgehend davon beschrieben. Das membranartige flexible Kontaktsegment 11 ist in Fig. 4 nicht, wie in Fig. 2 im wesentlichen symmetrisch geformt, sondern hat eine asymmetrische Form in Bezug auf die Richtung der gegenseitigen Bewegung von dem flexiblen Kontaktsegment 11 und dem zweiten Kontaktstück 2. Dadurch ergibt sich, wie im Zusammenhang mit Fig. 3 beschrieben, eine intensive Reibung des zweiten Kontaktstücks 2 mit dem flexiblen Kontaktsegment 11, welche zur Entfernung etwaiger Verunreinigungen im Berührungsbereich 5 führen kann.

[0039] Fig. 4a skizziert den ersten Schaltzustand A. Fig. 4b zeigt einen Schaltzustand während eines Schaltvorgangs von A nach B. Das erste Kontaktstück 1 kontaktiert bereits das zweite Kontaktstück 2. Man kann die

Kontaktanordnung so gestalten, dass der in Fig. 4b gezeigte Schaltzustand dem letztendlich erreichten Schaltzustand B entspricht. Vorteilhaft kann aber die Kontaktanordnung so dimensioniert werden, dass erst die in Fig. 4c dargestellte Position die Endposition, also der Schaltzustand B ist. Dann weist das flexible Kontaktsegment 11 nicht nur an den zwei Enden der Membran je eine Kontaktstelle mit dem Kontaktsegment-Träger 12 auf, sondern zusätzlich noch einen weiteren, im ersten Schaltzustand A nicht vorhandenen Berührungspunkt 6 (oder eine Berührungsfläche 6). Daraus ergibt sich ein geringerer Kontaktwiderstand. Eventuelle Kontaktierungsprobleme aufgrund von Fertigungstoleranzen können unter anderem dadurch zumindest vermindert werden, dass dasjenige Kontaktstück, das angetrieben ist, stets eine Restbeweglichkeit, meist durch eine federartige Aufhängung, aufweist. Überträgt man den Aufbau aus Fig. 4 auf das Schaltgerät von Fig. 1, so ist das erste Kontaktstück 1 das angetriebene Kontaktstück.

[0040] Fig. 5 zeigt eine weitere erfindungsgemässe Kontaktanordnung, welche der aus Fig. 3 ähnlich ist und ausgehend davon beschrieben wird. Das flexible Kontaktsegment 11 weist in Fig. 5 ausser einem membranartigen flexiblen Abschnitt noch eine Basis 113 auf. Und das flexible Kontaktsegment 11 weist ungefähr die Form eines gleichschenkligen Dreiecks auf, wobei die Grundseite des Dreiecks von dem zweiten Kontaktstück 2 und dem dritten Kontaktstück 3 abgewandt ist und von der Basis 113 gebildet wird. Es ist der erste Schaltzustand A dargestellt. Das von dem flexiblen Kontaktsegment 11 umschlossene Volumen 114 kann bei Bedarf, wie im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben, mit einer Füllung gefüllt werden.

[0041] Vorzugsweise ist das flexible Kontaktsegment 11, insbesondere an der den Kontaktstücken 2 und 3 zugewandten Seite (Spitze des Dreiecks), abgerundet (nicht dargestellt). Durch einen Schaltvorgang wird der flexible Abschnitt des flexiblen Kontaktsegments 11 elastisch verformt, und es kommt zu einer gleitreibenden Bewegung zwischen den flexible Kontaktsegment 11 und den Kontaktstücken 2 und 3.

[0042] Die Basis 113 des flexiblen Kontaktsegments 11 vergrössert die Leitfähigkeit der Kontaktanordnung. Elektrische und/oder thermische Widerstände werden dadurch reduziert. Und es wird eine grössere Wärmekapazität realisiert.

[0043] Fig. 6 zeigt eine Kontaktanordnung, die weitgehend der aus Fig. 5 entspricht. Es ist zusätzlich noch ein Mittel zur Federung 13 zwischen dem flexiblen Kontaktsegment 11 und dem Kontaktsegment-Träger 12 angeordnet. Dadurch werden Kontaktierungsprobleme aufgrund von Fertigungstoleranzen verringert. Das Kontaktsegment 11 kann sich optimal an die Kontaktstücke 2 und 3 anschmiegen

[0044] In Fig. 7 ist eine Kontaktanordnung mit einem ersten Kontaktstück 1 und einem zweiten Kontaktstück 2 dargestellt, bei denen die beiden Kontaktstücke 1,2

nach Art eines Stecker-Buchse-Paares zusammenwirken. Das zweite Kontaktstück 2 weist eine Nase auf, die ungefähr die Form eines abgerundeten Rechtecks hat, das zudem eine kleine Taillierung aufweist.

[0045] Das erste Kontaktstück 1 beinhaltet ausser dem Kontaktsegment-Träger 12 noch ein flexibles Kontaktsegment 11, das zwei flexible Kontaktfinger 111, 112 aufweist. Die Kontaktfinger 111, 112 sind jeweils an einem Ende mit dem Kontaktsegment-Träger 12 verbunden und an einem anderen Ende frei, und dem zweiten Kontaktsegment 2 zugewandt. Die länglichen Kontaktfinger 111, 112 sind im wesentlichen parallel zueinander sowie senkrecht zum Kontaktsegment-Träger 12 ausgerichtet. Sie sind leicht S-förmig gekrümmt, wobei die freien Enden voneinander weggebogen sind.

[0046] Im zweiten Schaltzustand B (Fig. 7b) ist das steckerartige zweite Kontaktstück 2 mit seiner Nase zwischen den beiden Kontaktfingern 111, 112 angeordnet. Mit jedem der beiden Kontaktfinger 111, 112 weist das Kontaktstück 2 einen flächigen Berührungsbereich 5 auf. Ausserdem weist das Kontaktstück 2 vorteilhaft auch noch einen flächigen Berührungsbereich 5' mit dem Kontaktsegment-Träger 12 auf. Im zweiten Schaltzustand B sind die Kontaktfinger 111, 112 ausser an ihren am Kontaktsegment-Träger 12 befestigten Ende weiter voneinander beabstandet als im ersten Schaltzustand A.

[0047] Bei einem Schaltvorgang von A nach B werden die Kontaktfinger 111, 112 elastisch verformt, und es findet eine gleitreibende Bewegung zwischen dem zweiten Kontaktstück 2 und dem flexiblen Kontaktsegment 11 statt. Dazu muss eine Einführungsenergie oder Kontaktfinder-Deformationsenergie aufgebracht werden. Diese Einführungsenergie wird im allgemeinen von einem Antrieb geliefert. Im zweiten Schaltzustand B üben die Kontaktfinger 111, 112 eine Rückhaltekraft auf das zweite Kontaktstück 2 aus. Sie drücken das zweite Kontaktstück 2 seitlich zusammen und halten es dadurch fest in der kontaktierenden Position. Dadurch ist eine minimale zur Trennung der Kontaktstücke 1 und 2 erforderliche Kraft vorgebar. Bei einem Schaltvorgang B nach A muss eine Ausführungsenergie aufgebracht werden, um die Kontakte voneinander zu trennen. Die Kontaktanordnung ist in der oben bereits beschriebenen Weise selbstreinigend.

[0048] Die Formen der Kontaktstücke 1, 2 sind derart gewählt, dass das flexible Kontaktsegment 11 im zweiten Schaltzustand dem ersten Kontaktstück 1 angeformt ist.

[0049] In Fig. 8a, b ist eine Kontaktanordnung gezeigt, die der aus Fig. 7a, b ähnlich ist und ausgehend von dieser beschrieben wird. Statt dass das zweite Kontaktstück 2 im zweiten Schaltzustand B zwischen den beiden Kontaktfingern 111, 112 angeordnet ist (Fig. 7b), kontaktiert es in Fig. 8b die beiden Kontaktfinger 111, 112 von aussen, also von denjenigen Seiten der Kontaktfinger 111, 112, die dem jeweils anderen Kontaktfinger 112, 111 abgewandt sind. Dazu weist das

zweite Kontaktstück 2 eine ungefähr U-förmige, dem ersten Kontaktstück zugewandte Ausnehmung auf.

[0050] Fig. 9a, b zeigt eine Kontakthanordnung, die der aus Fig. 8a, b ähnlich ist und ausgehend von dieser beschrieben wird. Statt eines zweiten Kontaktstücks 2 wird im zweiten Schaltzustand B das erste Kontaktstück 1 von einem zweiten Kontaktstück 2 und einem weiteren Kontaktstück 3 kontaktiert. Jedes der beiden Kontaktstücke 2 und 3 weist die Form einer abgerundeten Hälfte eines der Länge nach geteilten in Fig. 8a, b dargestellten Kontaktstücks auf. Zusätzlich ist das flexible Kontaktsegment 11 auch noch mit einer Basis 113 ausgestattet, die gleichwirkend ist wie die Basen 113 in Fig. 5 und Fig. 6. Im zweiten Schaltzustand B (Fig. 9b) werden Berührungsflächen 5 der Kontaktstücke 2 und 3 mit dem flexiblen Abschnitt des flexiblen Kontaktsegments 11 und auch Berührungsflächen 5' der Kontaktstücke 2 und 3 mit der Basis 113 aufgewiesen. Vorteilhaft können die freien Enden der Kontaktfinger 111, 112 auch noch weiter zueinander hingebogen sein als in Fig. 9a, b dargestellt. Dadurch wird bei elektrischen Anwendungen der Einfluss von Feldstress und Spitzeneffekten reduziert.

[0051] Fig. 10a, b zeigt eine Kontakthanordnung mit einem ersten Kontaktstück 1 und einem zweiten Kontaktstück 2. Das erste Kontaktstück 1 weist ein flexibles Kontaktsegment 11 auf, das eine Mehrzahl nebeneinander angeordneter flexibler Kontaktfinger 111, 112 umfasst. Die in Fig. 10a, b dargestellten sechs Kontaktfinger 111, 112 sind (hälftig) in zwei Gruppen aus je drei Kontaktfingern 111 beziehungsweise 112 aufgeteilt, die vorzugsweise im wesentlichen spiegelbildlich angeordnet sind. Es können aber auch 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10 oder mehr, beispielsweise 12, 14, 16 oder 18 Kontaktfinger 111, 112 aufgewiesen werden. Die Kontaktfinger 111, 112 sind länglich ausgebildet und spazierstockförmig oder nach Art eines gekrümmten Fingers gebogen. Das Verhältnis von Länge zu Wanddicke der Kontaktfinger 111, 112 liegt vorteilhaft im Bereich von 5:1 bis 100:1, insbesondere vorteilhaft im Bereich von 12:1 bis 40:1 oder vorteilhaft auch im Bereich von 20:1 bis 30:1. Diese Längen-zu-Wanddicken-Verhältnisse sind auch für die anderen in dieser Beschreibung dargestellten Kontaktfinger (siehe Figs. 7, 8, 9, 12). An einem Ende sind die Kontaktfinger 111, 112 mit dem Kontaktsegment-Träger 12 verbunden. An ihrem anderen Ende (entsprechend dem Griff des Spazierstocks oder der Spitze des Fingers) sind sie frei. Die Richtung der Krümmung der Kontaktfinger 111 (an ihrem freien Ende) ist vorteilhaft der Krümmung der Kontaktfinger 112 entgegengesetzt. In Fig. 10a ist der erste Schaltzustand A (geöffnet) dargestellt. Die Länge der einzelnen Kontaktfinger 111, 112 ist vorteilhaft derart gewählt, dass eine Einhüllende ihrer freien Enden im wesentlichen der den Kontaktfingern 111, 112 zugewandten Oberfläche des zweiten Kontaktstücks 2 entspricht. Zumindest hat die genannte Einhüllende im zweiten Schaltzustand (Fig. 10b) vorteilhaft eine solche Form, so dass sich die Kontaktfinger 111, 112 dann an das zweite Kontaktstück 2

anschlüssen.

[0052] Im zweiten Schaltzustand B (Fig. 10b, geschlossen) weisen das erste Kontaktstück 1 und das zweite Kontaktstück 2 eine Mehrzahl von Kontaktpunkten 5 auf. Es kann sich auch um eine Mehrzahl von Kontaktflächen 5 handeln. Die einzelnen Kontaktfinger 111, 112 des flexiblen Kontaktsegments 11 sind durch das zweite Kontaktstück 2 elastisch verformt. Das flexible Kontaktsegment 11 ist dem zweiten Kontaktstück 2 angeformt. Bei einem Schaltvorgang bewegen sich die Kontaktfinger 111, 112 des flexiblen Kontaktsegments 11 gleitend gegenüber dem zweiten Kontaktstück 2, so dass es zu dem oben erwähnten Selbstreinigungseffekt kommt.

[0053] Eine Kontakthanordnung entsprechend Fig. 10a, b hat den Vorteil, dass eine minimale Anzahl von Kontaktpunkten 5 oder Kontaktflächen 5 vorgebar ist, so dass stets ein sicherer Kontakt mit geringem Kontaktwiderstand erzielbar ist.

[0054] Fig. 11a, b veranschaulicht eine weitere vorteilhafte Ausführungsform. In Fig. 11a dargestellt ist der erste Schaltzustand A, in Fig. 11b der zweite Schaltzustand B. Die Kontakthanordnung weist drei Kontaktstücke 1, 2, 3 auf. Das erste Kontaktstück 1 umfasst ein flexibles Kontaktsegment 11 und einem Kontaktsegment-Träger 12. Das dritte Kontaktstück 3 umfasst ein flexibles Kontaktsegment 31 und einem Kontaktsegment-Träger 32. Das dritte Kontaktstück 3 ist vorzugsweise spiegelsymmetrisch zum ersten Kontaktstück 1 ausgebildet und angeordnet. Das zweite Kontaktstück 2 umfasst einen starren Abschnitt und einen mit dem starren Abschnitt verbundenen Kontakt-Träger 22.

[0055] In Fig. 11a, b ist das zweite Kontaktstück 2 das angetriebene Kontaktstück. Die Richtung der relativen Bewegung des zweiten Kontaktstücks 2 gegenüber den Kontaktstücken 2 und 3 ist durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Der starre Abschnitt des zweiten Kontaktstücks 2 weist zwei im wesentlichen ebene Flächen auf, die mit der Richtung der relativen Bewegung des zweiten Kontaktstücks 2 gegenüber den Kontaktstücken 1 und 3 einen Winkel α' einschließen. Im zweiten Schaltzustand B (Fig. 11b) weisen das erste und das dritte Kontaktstück 1, 3 an ihren flexiblen Kontaktsegmenten 11, 31 Berührungsflächen 5 mit dem zweiten Kontaktstück 2 auf. Diese Berührungsflächen 5 im zweiten Schaltzustand B schliessen mit der Richtung der relativen Bewegung des zweiten Kontaktstücks 2 gegenüber den Kontaktstücken 1 und 3 einen Winkel α ein. Dieser Winkel α liegt vorzugsweise im Bereich von etwa $45^\circ \pm 30^\circ$, insbesondere im Bereich von $45^\circ \pm 15^\circ$. Aufgrund der Starrheit des starren Abschnitts des zweiten Kontaktstücks 2 wird der starre Abschnitt bei Schaltvorgängen im wesentlichen nicht elastisch verformt. Darum sind die Winkel α und α' im wesentlichen gleich gross.

[0056] Im ersten Schaltzustand A (Fig. 11a) sind diejenigen Flächen des zweiten Kontaktstücks 2 und des ersten beziehungsweise dritten Kontaktstücks 1, 3, die im zweiten Schaltzustand die flächigen Berührungsbe-

reich 5 bilden, in einem Winkel ε zueinander angeordnet. Für diesen Winkel ε gilt vorzugsweise $0^\circ \leq \varepsilon \leq 30^\circ$ und insbesondere $0^\circ \leq \varepsilon \leq 10^\circ$. Besonders vorteilhaft sind auch kleine Winkel ε mit $0^\circ \leq \varepsilon \leq 5^\circ$. Durch die beschriebene Anordnung und mit den angegebenen Winkeln kann ein sicherer, grossflächiger Kontakt mit ausgeprägter Reib- und entsprechend guter Reinigungswirkung realisiert werden.

[0057] Zumindest für elektrische Anwendungen werden bevorzugt Kontaktanordnungen eingesetzt, die stärker abgerundete Ecken und Kanten aufweisen als in Fig. 11 dargestellt.

[0058] In Fig. 12a,b ist eine Kontaktanordnung gezeigt, die ähnlich der in Fig. 7a,b dargestellten ist. Sie wird ausgehend davon beschrieben. In Fig. 12 weist das zweite Kontaktstück 2 eine deutliche Verjüngung, insbesondere eine Taille auf. Die Kontaktfinger 111, 112 des flexiblen Kontaktsegments 11 sind deutlich S-förmig gebogen, und zwar so, dass die von dem Kontaktsegment-Träger 12 weiter entfernt liegenden Bäuche der beiden "S" im zweiten Schaltzustand B (Fig. 12b) in die genannte Verjüngung eingreifen. Die zum Einschalten (A nach B) aufzubringende Einführungsenergie und auch die zum Ausschalten (B nach A) aufzubringende Ausführungsenergie ist gross. Die Ausführungsenergie ist so gross, dass ein monostabil schaltbarer Kontaktsegment-Träger 12, wie der in Fig. 12a,b dargestellte, dadurch bistabil schaltbar wird. Die erste stabile Position ist dabei die natürliche, herstellungsbedingte stabile Position des an sich monostabilen biegbaren Kontaktsegment-Trägers 12 (Fig. 12a, Schaltzustand A). Die zweite stabile Position (Fig. 12b, zweiter Schaltzustand) ist die an sich nicht-stabile, gebogene Position des biegbaren Kontaktsegment-Trägers 12, in welcher die Kontaktanordnung allerdings verbleibt, bis in geeigneter Weise die Ausführungsenergie aufgebracht wird. Durch das flexible Kontaktsegment 11 wird die Kontaktanordnung also in der zweiten stabilen Schaltposition B gehalten. Mittels des Druckknopf-Prinzips wird eine bistabil schaltbare Kontaktanordnung realisiert. Die Zahl der stabilen Positionen für den Kontaktsegment-Träger kann also um mindestens eins erhöht werden. Ein nicht-dargestelltes Beispiel für eine Erhöhung um zwei stabile Positionen ist ein an einem Ende eingespannter Balken, der an seinem freien Ende auf jeder Seite ein flexibles Kontaktsegment nach Art des in Fig. 12a,b dargestellten flexiblen Kontaktsegments aufweist, wobei jedes dieser flexiblen Kontaktsegmente mit je einem weiteren Kontaktstück nach Art des Druckknopf-Prinzips zusammenwirkt. So ergeben sich drei stabile Positionen des Kontaktsegment-Trägers statt nur einer einzigen.

[0059] In den vorgestellten Ausführungsformen werden dadurch verbesserte, sicherere Kontaktanordnungen geschaffen, dass ein aufgrund seiner Dünnwandigkeit flexibles Kontaktsegment 11 bei einem Schaltvorgang mittels des meist starren zweiten Kontaktsegments 2 elastisch verformt wird. Im allgemeinen ist das flexible Kontaktsegment 11 von dem Antrieb 4 verschie-

den und wird auch nicht direkt durch den Antrieb 4 verformt. Im allgemeinen wird sich das flexible Kontaktsegment sowohl bei einem Schaltvorgang von dem ersten in den zweiten also auch bei einem Schaltvorgang von dem zweiten in den ersten Schaltzustand elastisch deformieren. Es ist aber auch denkbar, dass eine dieser (Re-) Deformationen erst (kurz) nach dem Schaltvorgang (und vor einem weiteren Schaltvorgang) stattfindet, wobei eine solche (Re-) Deformation auch induziert sein kann, also nicht von selbst, sondern stimuliert, beispielsweise durch elektrostatische Kräfte, passiert.

[0060] Die weiter oben und im folgenden aufgeführten alternativen oder zusätzlichen Merkmale sind optional und untereinander sowie mit den in der Beschreibung dargestellten Ausführungsbeispielen beliebig kombinierbar.

[0061] Die Kontaktanordnungen können mittels einer oder mehrerer Strukturierungsverfahren, wie beispielsweise DRIE, 3D-UV-Tiefenlithographie, LIGA-Technik oder sonstigen Strukturierungsverfahren aus der Halbleiter-Herstellung (Beschichten, Ätzen) hergestellt werden.

[0062] Als Materialien, aus denen die Kontaktanordnungen oder MEMS hergestellt werden, kommen ausser Silizium (Si) noch weitere Materialien, vor allem Halbleitermaterialien in Frage. Insbesondere geeignet sind Siliziumkarbid (SiC), Germanium (Ge), Galliumarsenid (GaAs), Galliumnitrid (GaN), InSb (Indiumantimonid), InP (Indiumphosphid), Quarz und Diamant. Wichtig ist eine hohe Zugfestigkeit, eine hohe Abriebfestigkeit und eine geringe mechanische Ermüdung.

[0063] Vorzugsweise werden Materialien mit einer Zugfestigkeit von mindestens 40 N/m², besser mindestens 50 N/m² oder noch besser mindestens 60 N/m² eingesetzt. Silizium hat eine Zugfestigkeit von 69 N/m², während Stahl typischerweise 21 N/m², maximal 42 N/m² aufweist. Wolfram (W): 40 N/m², Aluminium (Al): 1.7 N/m².

[0064] Zur Vergrösserung der Zugfestigkeit können auch Beschichtungen auf die Kontaktstücke, insbesondere auf das flexible Kontaktsegment aufgebracht werden. Dafür kommen insbesondere Karbide, Nitride und Oxide in Frage. SiC weist eine Zugfestigkeit von 210 N/m², Si₃N₄ eine von 140 N/m² und SiO₂ eine von 84 N/m² auf.

[0065] Die Härte ist bezüglich der Abriebfestigkeit eine wichtige Grösse. Silizium hat eine Knoop-Härte von 850 kg/mm², während rostfreier Stahl 660 kg/mm², Wolfram 400 kg/mm² und Aluminium nur 130 kg/mm² hat. Beschichtungen können auch zur Erzielung einer verbesserten Abriebfestigkeit vorteilhaft sein, zum Beispiel mit SiC (Knoop-Härte 2480 kg/mm²) oder Si₃N₄ (3486 kg/mm²).

[0066] In dem Fall, dass die Kontaktanordnung elektrische Ströme schaltet, sind metallische Beschichtungen zur Reduktion des Kontaktwiderstandes (elektrisch, aber auch thermisch) von Vorteil. Die Kontaktstücke 1, 2 weisen dann metallische Oberflächen auf, welche ein-

ander im zweiten Schaltzustand B berühren. Vorteilhaft sind halbleitende Materialien dotiert, so dass sie eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen.

[0067] Weiter ist es vorteilhaft, Material einzusetzen, dass eine geringe mechanische Ermüdung aufweist. Ermüdungsbrüche werden fast ausschliesslich an Oberflächen initiiert. Ein Material mit einer rauen Oberfläche ermüdet sehr viel schneller als ein Material mit einer glatten (polierten) Oberfläche. Massgeblich für die Materialermüdung ist die Defektdichte an der Oberfläche. Darum wird vorteilhaft einkristallines oder hochkristallines Material eingesetzt. Und es werden vorteilhaft glatte Oberflächen hergestellt, was beispielsweise mittels Ätzverfahren einfach zu erzielen ist.

[0068] Einkristallines Silizium hat aufgrund seiner Herstellung eine extrem kleine Defektdichte. Dazu kommt, dass die Erzeugung glatter Oberflächen bei einkristallinem Silizium simpel ist. So kann eine, mit gewöhnlichen Metallen wie mit polykristallinem Stahl oder Aluminium verglichen, extrem geringe Materialermüdung erzielt werden.

[0069] Die Kontakthanordnungen können vorteilhaft zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr Kontaktstücke umfassen. Davon können eines, zwei oder mehr angetrieben oder beweglich sein. Eines, zwei oder mehr weisen je eines oder mehrere flexible Kontaktsegmente 11 auf, wobei es sich dabei um angetriebene (bewegliche) oder auch nicht-angetriebene (nicht-bewegliche) Kontaktstücke handeln kann, und wobei auch eines oder mehrere angetrieben (beweglich) sein kann, während eines oder mehrere andere nichtangetrieben (nicht-beweglich) sein können. Vorteilhaft berühren sich im zweiten Schaltzustand B ein erstes, mit einem flexiblen Kontaktsegment versehenes Kontaktstück und ein zweites, im wesentlichen nicht verformbares Kontaktstück. Anstelle eines starren zweiten Kontaktstücks kann aber auch ein solches zweites Kontaktstück eingesetzt werden, das ein flexibles Kontaktsegment oder einen elastisch verformbaren Abschnitt aufweist. Vorzugsweise sind die mit einem flexiblen Kontaktsegment versehenen Kontaktstücke jeweils einstückig ausgebildet.

[0070] Eine erfindungsgemässe Kontakthanordnung kann auch mehrere erste Schaltzustände A und/oder mehrere zweite Schaltzustände B aufweisen. Beispielsweise im Falle eines Wechselschalt-Relais mit einer geöffneten und zwei geschlossenen Zuständen, siehe beispielsweise auch die erwähnte unveröffentlichte europäische Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 02405334.0.

[0071] Der Antrieb 4 sowie eventuelle weitere Antriebe 4 können elektrostatisch, beispielsweise aber auch elektromagnetisch, piezoelektrisch oder thermisch arbeiten.

[0072] Bei der Kontakthanordnung beziehungsweise dem MEMS kann es sich um einen lateralen Aufbau handeln, bei dem Bewegungen im wesentlichen substratparallel (horizontal) verlaufen. Es kann aber auch ein vertikaler Aufbau sein, bei dem Bewegungen im we-

sentlichen senkrecht zum Substrat verlaufen.

[0073] Die Kontakthanordnungen können vorteilhaft in Schaltgeräten eingesetzt werden, die einen hohen Kontaktdruck zu erzeugen in der Lage sind, wie es beispielsweise bei den genannten biegbaren Kontaktsegment-Trägern der Fall ist.

[0074] Vorteilhaft können elektrische Mikro-Schalter und Mikro-Relais mit einer erfindungsgemässen Kontakthanordnung ausgestattet werden. Mit solchen Schaltern können vorteilhaft Automatisierte Testvorrichtungen (ATE, automated test equipment) ausgerüstet werden. Es ist auch möglich, mechanische Schalter oder Unterbrecher oder Mikro-Ventile mit einer erfindungsgemässen Kontakthanordnung zu versehen.

[0075] Die genannten Merkmale können gemeinsam oder auch einzeln oder in beliebiger Kombination vorteilhaft sein.

[0076] Bezugszeichenliste

1	erstes Kontaktstück
11	flexibles Kontaktsegment
1 11,112	Kontaktfinger des flexiblen Kontaktsegments
113	Basis des flexiblen Kontaktsegments
114	Volumen
12	Kontaktsegment-Träger
13	Mittel zur Federung
2	zweites Kontaktstück
22	Kontakt-Träger des zweiten Kontaktstücks
3	drittes Kontaktstück
31	flexibles Kontaktsegment des dritten Kontaktstücks
32	Kontaktsegment-Träger des dritten Kontaktstücks
4	Antrieb
5,5'	Berührungsbereich, Berührungsfläche, Berührungspunkt zwischen erstem Kontaktstück und zweitem Kontaktstück
6	zusätzlicher Berührungspunkt im zweiten Schaltzustand zwischen flexiblem Kontaktsegment und Kontaktsegment-Träger oder Basis
A	erster Schaltzustand (geöffnet)
B	zweiter Schaltzustand (geschlossen)
d	Wanddicke (des flexiblen Abschnitts) des flexiblen Kontaktsegments
α	Winkel
ε	Winkel

Patentansprüche

1. MEMS-Kontakthanordnung, mit mindestens einem ersten Kontaktstück (1) und einem zweiten Kontaktstück (2), wobei mindestens eines der beiden Kontaktstücke (1;2) antreibbar ist, und wobei die MEMS-Kontakthanordnung mittels des antreibbaren Kontaktstücks (1;2) bei einem Schaltvorgang zwi-

schen einem ersten Schaltzustand (A) und mindestens einem zweiten Schaltzustand (B) schaltbar ist, wobei die beiden Kontaktstücke (1,2) in dem ersten Schaltzustand (A) voneinander getrennt sind und in dem zweiten Schaltzustand (B) einander kontaktierend sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens das erste Kontaktstück (1) mindestens ein flexibles Kontaktsegment (11) und einen Kontaktsegment-Träger (12) aufweist, und **dass** das mindestens eine flexible Kontaktsegment (11) mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks (2) bei dem Schaltvorgang elastisch verformbar ist.

2. MEMS-Kontaktanordnung gemäss Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine flexible Kontaktsegment (11) mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks (2) bei einem Schaltvorgang von dem ersten Schaltzustand (A) in den zweiten Schaltzustand (B) elastisch derart verformbar ist, dass das mindestens eine flexible Kontaktsegment (11) mit dem zweiten Kontaktstück (2) in dem zweiten Schaltzustand (B) mindestens einen flächigen Berührungsbereich (5) oder eine vorgebbare Mehrzahl von Berührungspunkten (5,5') aufweist.

3. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Schaltzustand (A) die Form des flexiblen Kontaktsegments (11) verschieden ist von der Form des flexiblen Kontaktsegments (11) im zweiten Schaltzustand (B), und **dass** im zweiten Schaltzustand (B) das flexible Kontaktsegment (11) dem zweiten Kontaktstück (2) angeformt ist.

4. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Schaltzustand (A) die Form des flexiblen Kontaktsegments (11) verschieden ist von der Form des flexiblen Kontaktsegments (11) im zweiten Schaltzustand (B), **dass** das mindestens eine flexible Kontaktsegment (11) mit dem zweiten Kontaktstück (2) in dem zweiten Schaltzustand (B) mindestens einen flächigen Berührungsbereich (5) aufweist, **dass** im zweiten Schaltzustand (B) das flexible Kontaktsegment (11) in dem Berührungsbereich (5) dem zweiten Kontaktstück (2) angeformt ist, und **dass** im zweiten Schaltzustand (B) das zweite Kontaktstück (2) in dem Berührungsbereich (5) von dem ersten Kontaktstück (1) flächig umschlossen ist.

5. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vor-

angehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Schaltvorgang das zweite Kontaktstück (2) gegenüber dem flexiblen Kontaktsegment (11) gleitreibend beweglich ist.

6. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Kontaktsegment (11) aufgrund seiner Dünnwandigkeit flexibel und elastisch verformbar ist, insbesondere dass das flexible Kontaktsegment (11) einen flexiblen Abschnitt mit einer Wanddicke zwischen 1 μm und 60 μm , vorzugsweise mit einer Wanddicke zwischen 5 μm und 25 μm , aufweist, und insbesondere dass die elastischen Verformungen mindestens von der Grössenordnung der Wanddicke des flexiblen Abschnitts des flexiblen Kontaktsegments (11) sind und/oder im Bereich des 0.5- bis 20-fachen, insbesondere des 1- bis 5-fachen der Wanddicke eines flexiblen Abschnitts des flexiblen Kontaktsegments (11) liegen.
7. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Kontaktstück (1) einstückig ausgebildet ist.
8. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Kontaktsegment (11) zusätzlich zu mindestens einem flexiblen Abschnitt noch eine dem Kontaktsegment-Träger (12) zugewandte Basis (113) beinhaltet, welche Basis (113) eine grössere Wanddicke aufweist als der mindestens eine flexible Abschnitt.
9. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur elastischen Verformung des mindestens einen flexiblen Kontaktsegments (11) mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks (2) bei einem Schaltvorgang von dem ersten Schaltzustand (A) in den zweiten Schaltzustand (B) eine Einführungsenergie aufzubringen ist, **dass** zur elastischen Verformung des mindestens einen flexiblen Kontaktsegments (11) mittels mindestens des zweiten Kontaktstücks (2) bei einem Schaltvorgang von dem zweiten Schaltzustand (B) in den ersten Schaltzustand (A) eine Ausführungsenergie aufzubringen ist, und **dass** im zweiten Schaltzustand (B) von dem flexiblen Kontaktsegment (11) auf das zweite Kontaktstück (2) eine Rückhaltekraft ausübbar ist, durch welche Rückhaltekraft ein Schaltvorgang von dem

zweiten Schaltzustand (B) in den ersten Schaltzustand (A) erschwert ist.

10. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Kontaktsegment-Träger (12) ein Schaltelement mit mindestens einer stabilen Position ist, und
dass das flexible Kontaktsegment (11) und das zweite Kontaktstück (2) nach Art des Druckknopf-Prinzips derart zusammenwirken, dass der Kontaktsegment-Träger (12) mindestens eine weitere stabile Position aufweist. 5
11. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Kontaktsegment (11) und das zweite Kontaktstück (2) nach Art eines Stecker-Steckdosen-Paares ineinanderfügbar sind. 10
12. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Kontaktsegment (11) eine Mehrzahl von elastisch verformbaren Kontaktfingern (111, 112) aufweist. 20
13. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine flexible Kontaktsegment (11) in dem zweiten Schaltzustand (B) mindestens einen flächigen Berührungsbereich (5) mit dem zweiten Kontaktstück (2) aufweist, 30
dass die Richtung der Relativbewegung von dem flexiblen Kontaktsegment (11) und dem zweiten Kontaktstück (2) bei dem Schaltvorgang mit dem flächigen Berührungsbereich (5) im wesentlichen einen Winkel $\alpha = 45^\circ \pm 30^\circ$, insbesondere $\alpha = 45^\circ \pm 15^\circ$, einschliesst, und 35
dass diejenigen Flächen des flexiblen Kontaktsegments (11) und des zweiten Kontaktstücks (2), die im zweiten Schaltzustand (B) im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sind und einander in dem flächigen Berührungsbereich (5) berühren, im ersten Schaltzustand (A) im wesentlichen bis auf einen Winkel ε mit $0^\circ \leq \varepsilon \leq 30^\circ$, insbesondere $0^\circ \leq \varepsilon \leq 10^\circ$, parallel zueinander ausgerichtet sind. 40
45
50
14. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Kontaktsegment (11) einen membranartigen Abschnitt beinhaltet, der bei dem Schaltvorgang elastisch verformbar ist. 55
15. MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vor-

angehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass von dem flexiblen Kontaktsegment (11) oder von dem flexiblen Kontaktsegment (11) gemeinsam mit dem ersten Kontaktstück (1) ein Volumen (114) umschlossen wird, welches im wesentlichen mit einer elektrisch und thermisch leitfähigen, elastisch verformbaren Füllung gefüllt ist.

16. MEMS-Schaltgerät **dadurch gekennzeichnet, dass** das MEMS-Schaltgerät eine MEMS-Kontaktanordnung gemäss einem der vorangehenden Ansprüche beinhaltet. 10
17. MEMS-Schaltgerät gemäss Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das MEMS-Schaltgerät ein Mikro-Relais mit einem Antrieb (4) ist, und insbesondere dass der Antrieb (4) ein elektrostatischer Antrieb (4) ist. 15

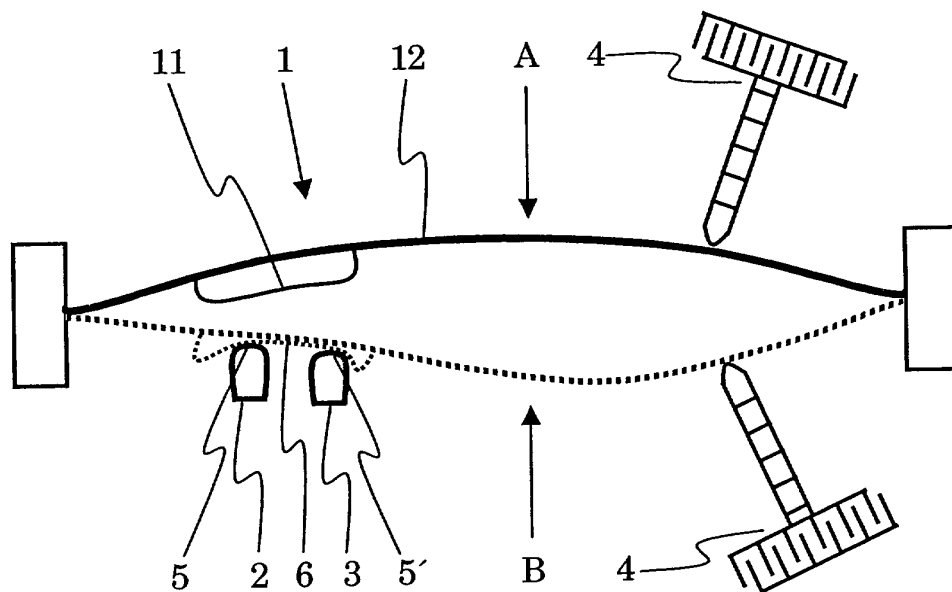


Fig. 1

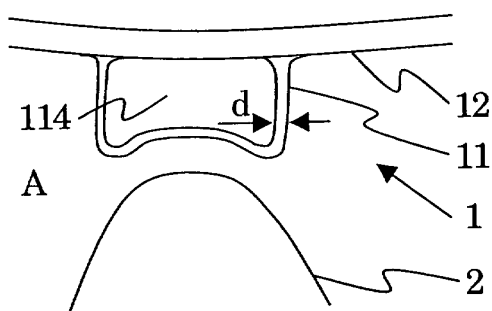


Fig. 2a

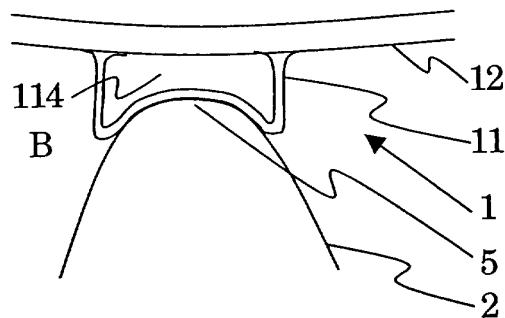


Fig. 2b

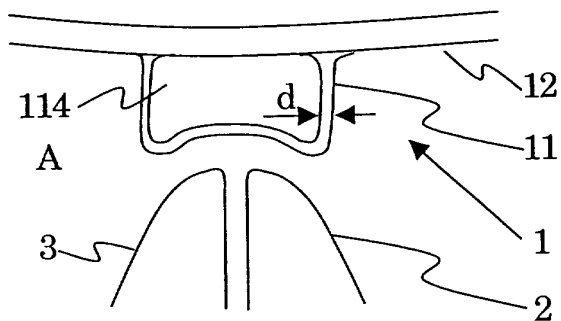


Fig. 3a

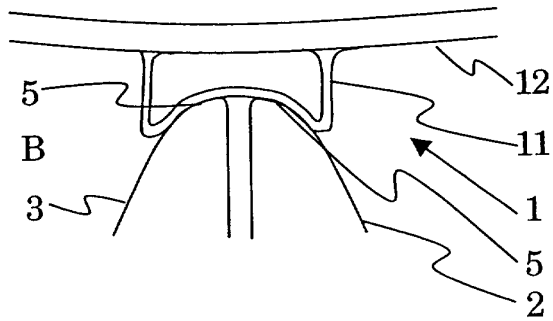


Fig. 3b

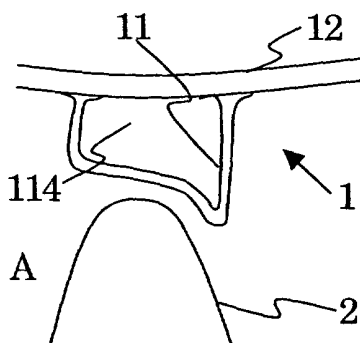


Fig. 4a

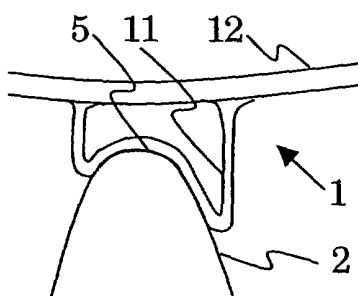


Fig. 4b

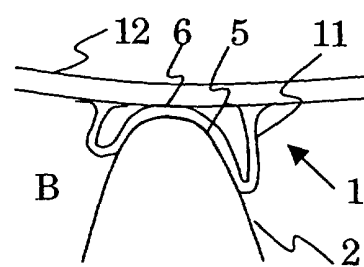


Fig. 4c

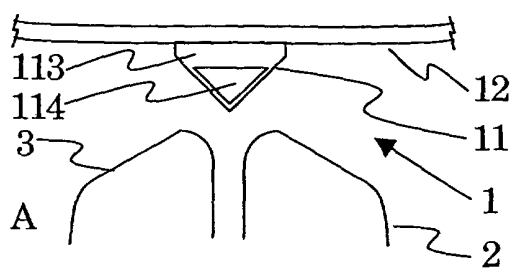


Fig. 5

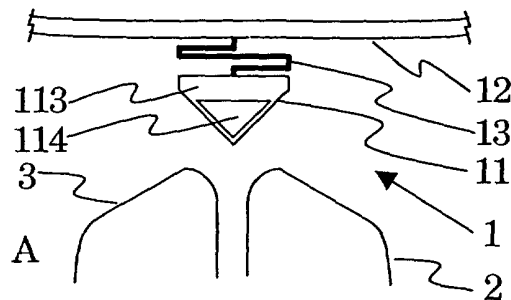


Fig. 6

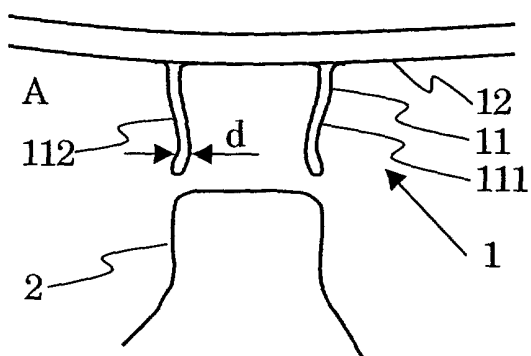


Fig. 7a

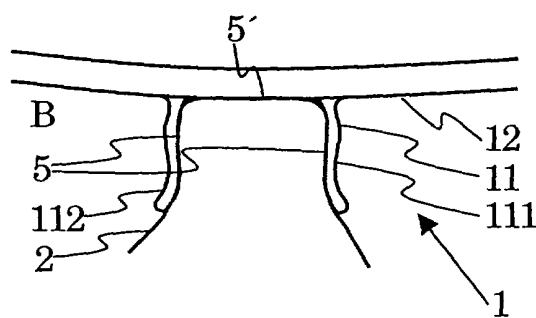


Fig. 7b

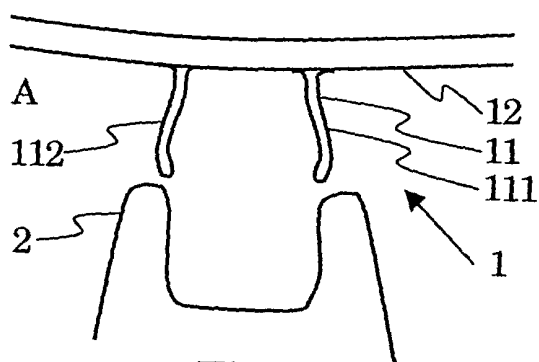


Fig. 8a

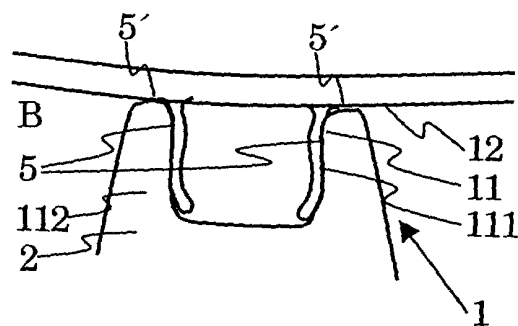


Fig. 8b

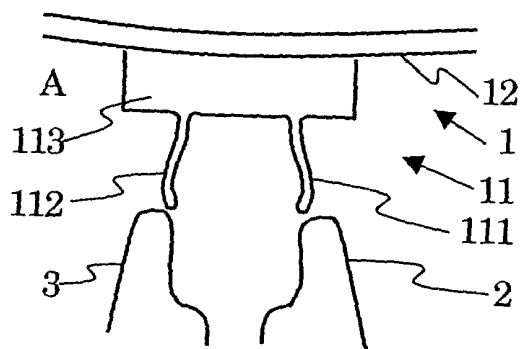


Fig. 9a

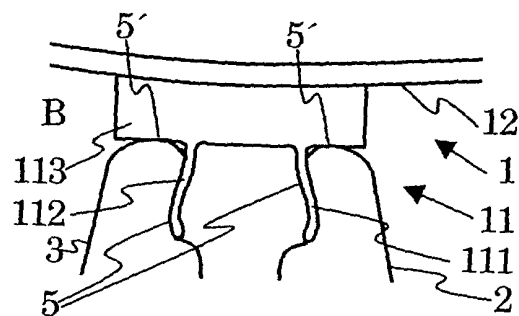


Fig. 9b

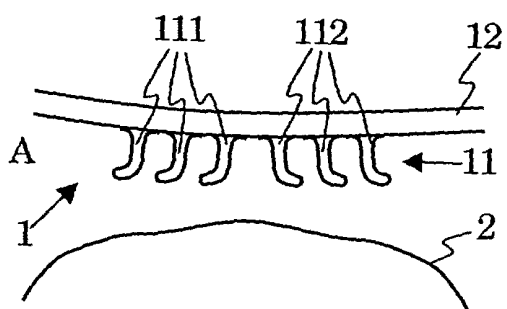


Fig. 10a

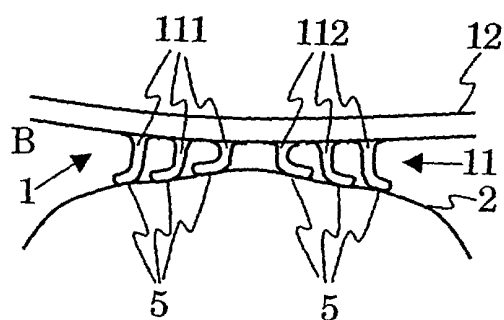


Fig. 10b

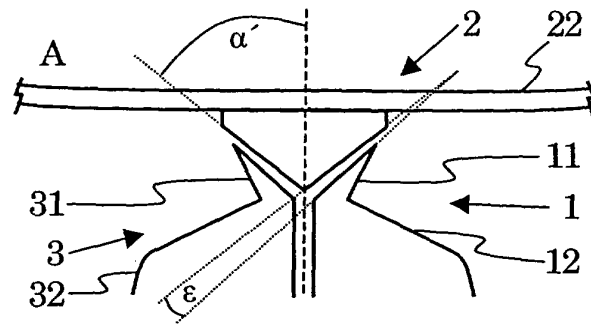


Fig. 11a

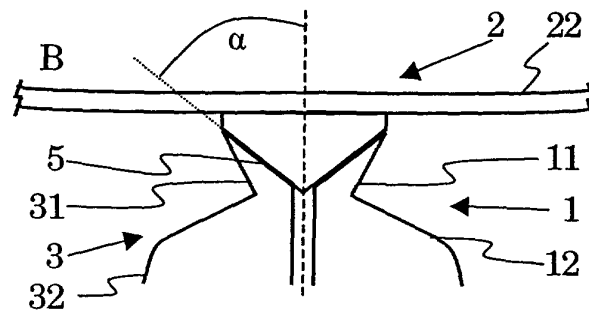


Fig. 11b

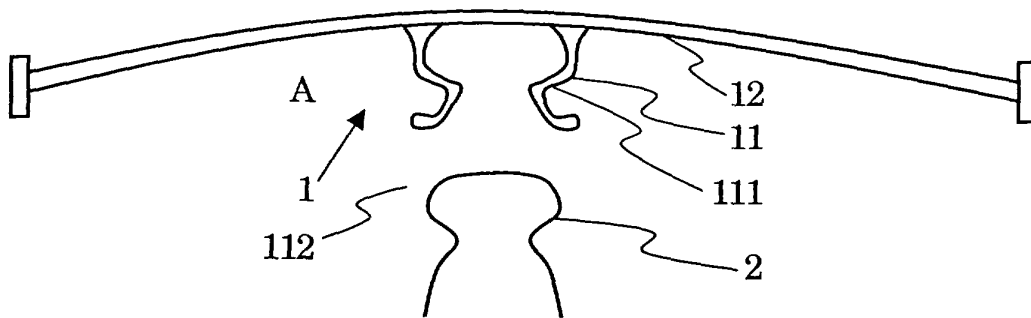


Fig. 12a

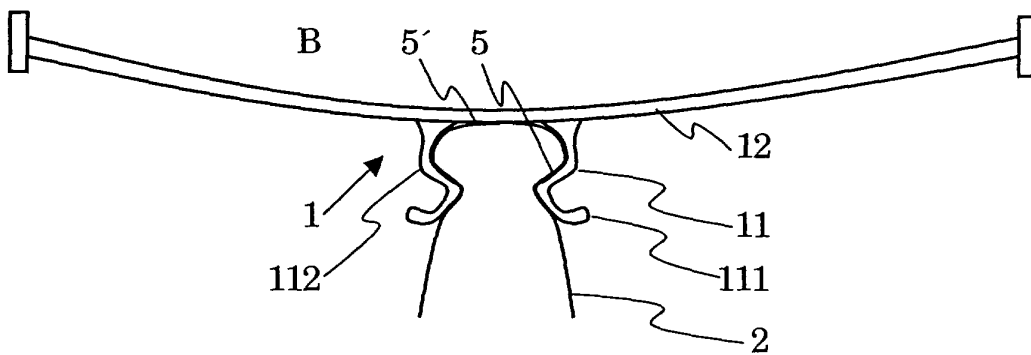


Fig. 12b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 40 5741

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X A	DE 199 50 964 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 18. Mai 2000 (2000-05-18) * Spalte 7, Zeile 58 - Spalte 8, Zeile 12; Abbildungen 1C,3,4 *	1-5,14, 16,17 7-13,15	H01H1/00
X	WO 02 39472 A (RAYTHEON CO) 16. Mai 2002 (2002-05-16) * Seite 8, Zeile 18 - Zeile 30; Abbildungen 1A-1D * * Seite 16, Zeile 12 - Seite 19, Zeile 22; Abbildungen 5A-5D *	1,2,7,12	
X	WO 02 058089 A (MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY) 25. Juli 2002 (2002-07-25) * Seite 55, Zeile 14 - Seite 56, Zeile 2; Abbildung 19 *	1	
X	US 6 020 564 A (THOMPSON GREGORY T ET AL) 1. Februar 2000 (2000-02-01) * das ganze Dokument *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 5. November 2002	Prüfer Ramírez Fueyo, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 40 5741

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-11-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
DE 19950964	A	18-05-2000	DE	19950964	A1	18-05-2000	
			DE	19950373	A1	27-04-2000	
			WO	0025337	A1	04-05-2000	
WO 0239472	A	16-05-2002	AU	2872102	A	21-05-2002	
			WO	0239472	A1	16-05-2002	
WO 02058089	A	25-07-2002	WO	02058089	A1	25-07-2002	
US 6020564	A	01-02-2000	WO	9963562	A1	09-12-1999	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82