



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 335 398 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **H01H 59/00**

(21) Anmeldenummer: **02002963.3**

(22) Anmeldetag: **11.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI
(71) Anmelder: **TELEFONAKTIEBOLAGET LM
ERICSSON (publ)
126 25 Stockholm (SE)**

(72) Erfinder: **Meixner, Michael
90481 Nürnberg (DE)**
(74) Vertreter: **Mohsler, Gabriele et al
Ericsson Eurolab Deutschland GmbH,
Patent Department,
Neumeyerstrasse 50
90411 Nürnberg (DE)**

(54) **Mikroschalter**

(57) Mikroschalter bestehend aus einem Grundelement (G) mit einer Kontaktfläche (KG) und einer Elektrode (EG), und einem Schaltelement (S) mit einer Kontaktfläche (KS) und einer Elektrode (ES) die der Elektrode (EG) des Grundelements (G) in einem Abstand (g) gegenüberliegt. Das Schaltelement (S) weist eine Federkonstante auf und ist zumindest mit einem Teil seines Randbereichs mit dem Grundelement (G) fest verbunden. Die Kontaktflächen (KG,KS) bilden einen Schaltkontakt, der mittels einer an den Elektroden (EG,ES) anliegenden Spannung gegen eine, durch die Federkonstante bewirkte, Rückstellkraft schließbar ist. Das Grundelement (G) und das Schaltelement (S) wei-

sen jeweils, in einem Abstand (a) von der Elektrode (EG,ES), eine Hilfselektrode (HG,HS) auf, an die eine Spannung anlegbar ist. Zum Öffnen des Schaltkontakts liegt an den Elektroden (EG,ES) ein erstes Spannungspotential (U1) und an den Hilfselektroden (HG,HS) ein zweites Spannungspotential (U2) der Spannung an. Die Spannungspotentiale (U1,U2) bewirken eine Ansammlung von positiven bzw. negativen Ladungsträgern an Oberflächenbereichen der Elektroden (EG,ES) und Hilfselektroden (HG,HS), wobei sich dann in lateraler Richtung Oberflächenbereiche mit positiven und negativen Ladungsträgern und in orthogonaler Richtung dazu Oberflächenbereiche mit gleichen Ladungsträgern gegenüberliegen.

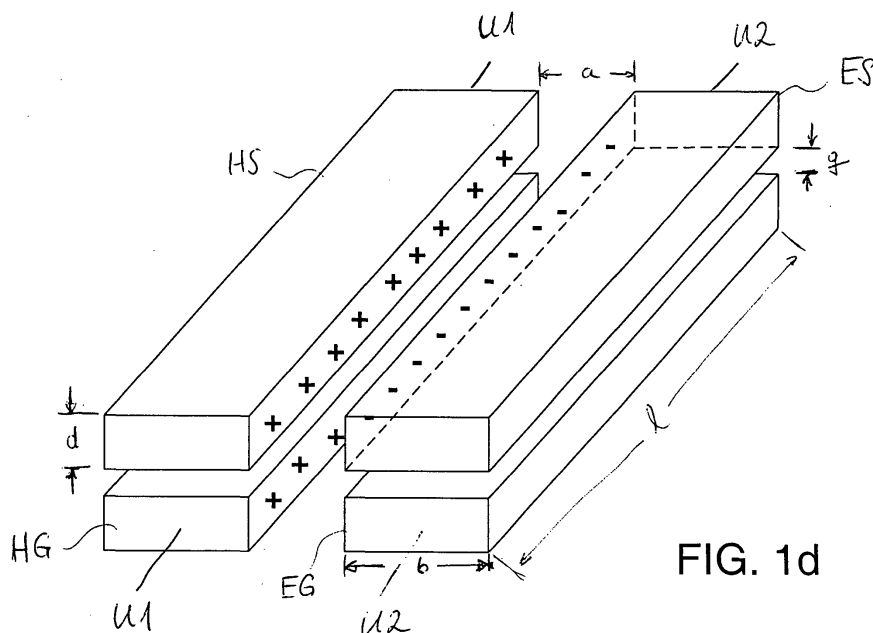


FIG. 1d

EP 1 335 398 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Mikroschalter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Insbesondere betrifft die Erfindung einen Mikroschalter in Mikroelektromechanischen Systemen.

[0002] Als mikroelektromechanische bzw. mikromechanische Systeme (MEMS) werden Bauelemente bezeichnet, die mittels spezieller Verfahren und Prozesse wie beispielsweise das Lithographieverfahren hergestellt werden. Sie erlauben die Realisierung von elektrischen oder auch mechanischen Funktionen auf kleinstem Raum im μm -Bereich. So sind beispielsweise aus: Brown, Elliott R.; RF-MEMS Switches for Reconfigurable Integrated Circuits; IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques; Vol.46; No11; Nov98, Mikroschalter für die Anwendung im Radioteil von Mobilfunktelefonen bekannt.

[0003] Mikroelektromechanische Bauelemente bestehen aus mehreren, in vertikaler Richtung, übereinanderliegenden dünnen Schichten unterschiedlichster lateraler Strukturen und Materialeigenschaften. Je nach gewünschter Funktion bestehen die einzelnen Schichten beispielsweise aus leitenden oder isolierenden Materialien oder aus Materialien die bestimmte mechanische Eigenschaften wie beispielsweise eine Federkonstante aufweisen. Durch entsprechende Prozesse lassen sich auch komplexere dreidimensionale Strukturen erzeugen. Vereinfacht kann ein Mikroschalter als im wesentlichen aus drei lateralen Schichten aufgebaut dargestellt werden, wobei am Ende des Herstellungsverfahrens die mittlere Schicht wieder entfernt wird. Dadurch entsteht ein Mikroschalter, der aus einem Grundelement als unterste Schicht und einem flexiblen Schaltelement als oberste Schicht besteht. Die beiden Schichten bzw. die dadurch gebildeten Elemente des Mikroschalters liegen sich mit einem definierten Abstand gegenüber, der durch die entfernte dazwischen liegende Schicht erreicht wird. Dieser Abstand entspricht weitgehend dem Hub, den das flexible Schaltelement zu überwinden hat, um einen Schaltkontakt zwischen Grundelement und Schaltelement zu schließen. Ist das Grundelement beispielsweise ein Silizium Substrat, wird sich auf ihm eine zusätzliche leitende Schicht als Kontaktfläche befinden, an die eine Spannung angelegt werden kann. Das Schaltelement kann aus einem metallischen Material bestehen, und bildet damit selbst die Kontaktfläche, an die dann eine Spannung angelegt werden kann. Dieses Material des Schaltelements weist eine Federkonstante auf und das Schaltelement ist mit dem Grundelement zumindest teilweise verbunden. Wird nun zwischen den Kontaktflächen, die zusammen den Schaltkontakt bilden, eine Spannungsdifferenz angelegt, wird aufgrund der dadurch bewirkten elektrostatischen Anziehungskraft das flexible Schaltelement in Richtung des Grundelements ausgelenkt und der Schaltkontakt geschlossen. Um eine möglichst hohe Anziehungskraft zu erreichen, weisen die sich ge-

genüberliegenden Kontaktflächen möglichst große Abmessungen auf. Auf die Kontaktflächen kann zur Isolation eine zusätzliche Oxydschicht aufgebracht sein. Dann kann gleichzeitig eine Gleichspannung die eine elektrostatische Anziehungskraft bewirkt und eine Wechselspannung als zu schaltendes Signal an den selben Kontaktflächen anliegen. Wie bereits erwähnt ist das flexible Schaltelement zumindest an einer Stelle seines Randes fixiert. Je nach Art der Fixierung und der Form des flexiblen Schaltelements werden die Mikroschalter in Mikroelektromechanischen Systemen dann üblicherweise als Cantileverschalter, Brückenschalter oder auch Mebranschalter bezeichnet.

[0004] Fig. 2a und 2b zeigen den prinzipiellen Aufbau eines aus dem Stand der Technik bekannten Mikroschalters in der Ausführung als Brückenschalter in Offen- und Schließstellung. Das flexible Schaltelement S ist an zwei Stellen seines Randes auf dem Grundelement G so fixiert, dass es in Offenstellung einen definierten Abstand zu dem Grundelement aufweist. Das flexible Schaltelement weist durch die Federkonstante des gewählten Materials und die Fixierung eine der Auslenkung des Schaltelements S entgegenwirkende Rückstellkraft auf. Auf dem Grundelement G befindet sich eine Kontaktfläche KG die zusammen mit dem Schaltelement S als weitere Kontaktfläche den Schaltkontakt bilden. Wird an die beiden Kontaktflächen eine Spannung angelegt, wird das Schaltelement S aufgrund der dadurch bewirkten elektrostatischen Anziehungskraft gegen die Rückstellkraft in Richtung des Grundelementes G bewegt. Übersteigt die angelegte Spannung einen bestimmten Wert, wird der Schaltkontakt S geschlossen. Wird die Spannung von den Kontaktflächen weggenommen, wird aufgrund der Rückstellkraft das Schaltelement S wieder in seine ursprüngliche Form zurückkehren und damit der Schaltkontakt geöffnet. Nachteilig bei solchen Schaltern ist, dass es aufgrund von atomaren und molekularen Oberflächenkräften beim Schließen der Kontakte zum Zusammenkleben der Oberflächen des Schaltelements und der Kontaktfläche des Grundelements kommen kann. Wenn die Oberflächenkräfte stärker als die Rückstellkraft sind kann sich der Schaltkontakt nicht mehr öffnen. Um das Zusammenkleben zu vermeiden wird eine, zusätzlich auf den Kontakt aufgebrachte dielektrische Schicht vorgeschlagen. Weiterhin ist denkbar, durch entsprechende Form und Materialwahl des Schaltkontakts dessen Rückstellkraft zu erhöhen. Dies hat zur Folge, dass zum Schließen eine höhere Anzugskraft und damit eine höhere Spannung notwendig ist, um diese größere Rückstellkraft zu überwinden. Gerade aber dann, wenn solche Mikroschalter in MEMS Bauelementen mit geringer Spannungsversorgung integriert werden sollen ist dies nicht wünschenswert und nicht anwendbar. Zudem besteht bei höheren Spannungen und der damit bewirkten höheren Anziehungskraft die Gefahr, dass der Kontakt beim Schließen durch das sogenannte Prellen der Kontaktflächen eher verklebt.

[0005] Aus US 6,143,997 ist ein Mikroschalter bekannt, der bei geringen Spannungen arbeitet. Das Grundelement weist eine Kontaktfläche sowie mehrere separate Elektroden auf. Auf dem Grundelement sind weiterhin mehrere Schichten aufgebracht, die als Klammern für das Schaltelement funktionieren. Das Schaltelement wird durch diese Klammern geführt und ist in einem Hubbereich, der durch die Klammern bestimmt ist, frei beweglich. Als weitere Schicht sind auf der dem Grundelement gegenüberliegenden Seite der Klammern zusätzliche Gegenelektroden aufgebracht. Dadurch, dass das Schaltelement beweglich ist, also nicht fest verbunden ist, steht zum Öffnen des Schaltkontakts keine mechanische Rückstellkraft zur Verfügung. Vielmehr wird hier zum Öffnen ein erstes Spannungspotential an die Gegenelektroden und ein zweites Spannungspotential an das Schaltelement angelegt und damit eine Anziehungskraft zwischen den Gegenelektroden und dem Schaltelement bewirkt. Zum Schließen des Schaltkontakts wird ein erstes Spannungspotential an die Elektroden des Grundelements und ein zweites Spannungspotential an das Schaltelement angelegt, außerdem kann hier zusätzlich die Gravitationskraft bei geeigneter Lage des Mikroschalters ausgenutzt werden. Dadurch, dass keine mechanische Rückstellkraft vorhanden ist, wirkt zum Öffnen des Schaltkontakts nur die Anziehungskraft, die durch die Spannung an den Gegenelektroden bestimmt ist und bei entsprechender Lage gegen die Gravitationskraft wirkt. Aufgrund der geringeren Kräfte ist die Gefahr des Zusammenkleben der Kontaktflächen weniger groß. Nachteilig ist aber, dass bei solchen Mikroschaltern mit den beschriebenen Strukturen in mikroelektromechanischen Systemen zusätzliche und komplexere Schichtaufbauten notwendig sind, die deren Herstellungsprozess aufwendiger und damit teurer machen.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde einen Mikroschalter anzugeben, der dem aus dem Stand der Technik bekannten Nachteil der Verklebung entgegenwirkt und einen möglichst einfachen Herstellungsprozess des mikroelektromechanischen Systems gewährleistet.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Mikroschalter mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

[0008] Die Erfindung beruht demnach auf dem Gedanken, einen Mikroschalter bereitzustellen, der aus einer Basis die im folgenden als Grundelement bezeichnet wird und einem beweglichen Element das als Schaltelement bezeichnet wird, besteht. Das Schaltelement weist eine Federkonstante auf und ist zumindest mit einem Teil seines Randbereichs mit dem Grundelement fest verbunden. Dadurch wird bei einer Auslenkung des beweglichen Schaltelements eine Rückstellkraft erzeugt, die der Auslenkung entgegengerichtet ist. Sowohl das Grundelement als auch das Schaltelement weisen jeweils mindestens zwei Elektroden, im folgenden als Elektrode und Hilfselektrode bezeichnet, auf.

Dabei liegen sich die Elektrode des Grundelements und die des Schaltelements in einem definierten Abstand gegenüber. Die Hilfselektrode ist sowohl beim Grundelement als auch beim Schaltelement in lateraler Richtung im gleichen Abstand von der jeweiligen Elektrode vorgesehen. Ferner sind sowohl bei dem Grundelement als auch bei dem Schaltelement jeweils eine Kontaktfläche vorgesehen, die zusammen den Schaltkontakt des Mikroschalters bilden. Der Abstand zwischen den Elektroden des Grundelements und des Schaltelements bestimmt im wesentlichen den Hub, den das bewegliche Schaltelement benötigt um den Schaltkontakt zu schließen. Liegt zum Öffnen des Schaltkontakts an den Elektroden eine Spannung mit einem ersten Spannungspotential und an den Hilfselektroden ein zweites Spannungspotential der Spannung, bewirkt die dadurch entstehende Spannungsdifferenz sowohl bei dem Grundelement als auch bei dem Schaltelement in lateraler Richtung ein elektrisches Feld zwischen Elektrode und Hilfselektrode. Entsprechend der Richtung des elektrischen Feldes kommt es an den Oberflächenbereichen der Elektroden und Hilfselektroden die sich jeweils in lateraler Richtung direkt gegenüberliegen zu einer Ansammlung von negativen bzw. positiven Ladungsträgern. In orthogonaler Richtung dazu, also in Richtung des Hubs des Schaltelements liegen sich dann jeweils die Elektroden mit gleichen Ladungsträgern gegenüber. Das heißt, das beispielsweise einer Ansammlung von positiven Ladungsträgern auf dem Oberflächenbereich der Elektrode des Schaltelements eine Ansammlung von positiven Ladungsträgern auf dem Oberflächenbereich der Elektrode des Grundelements gegenübersteht. Entsprechendes gilt für die Ansammlung von negativen Ladungsträgern. Dadurch kommt es zu Abstoßungskräften zwischen den Ansammlungen gleicher Oberflächenladungen auf den Elektroden mit dem gleichen Spannungspotential. Da diese Abstoßungskräfte im wesentlichen in die gleiche Richtung wie die Rückstellkraft des Schaltelements wirken, unterstützen sie gerade zum Zeitpunkt des Öffnens die Rückstellkraft des Schaltelements. Das bedeutet, dass gerade zu Beginn des Lösens bzw. Trennens der Kontaktflächen des Schaltkontakts die erzeugten Abstoßungskräfte initial in Richtung der Rückstellkraft wirken. Dadurch, dass vor dem Öffnen des Schaltkontakts die Elektroden bzw. die Hilfselektroden mit dem gleichen Spannungspotential und damit Oberflächenladungen mit gleichem Vorzeichen sehr nahe beieinander liegen sind zu diesem Zeitpunkt die Abstoßungskräfte infolge des geringen Abstands besonders groß. Dadurch, dass die Abstoßungskräfte in Richtung der Rückstellkraft wirken, unterstützen sie diese beim Öffnen des Schaltkontakts und wirken somit einem dauerhaften Verkleben des Schaltkontakts entgegen. Vorteilhaft ist, dass bei dem erfindungsgemäßen Mikroschalter auf zusätzliche mechanische Maßnahmen, wie beispielsweise die aus dem Stand der Technik bekannte Erhöhung der Federkonstante verzichtet werden kann. Außerdem

kann auf das Aufbringen zusätzlicher aufwendiger Strukturen, wie die aus dem Stand der Technik bekannten Klammern und Gegenelektroden verzichtet werden und damit können zusätzliche, aufwendige Prozessschritte vermieden werden.

[0009] Weitere vorteilhafte Ausführungen und bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Schalters sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0010] Die Erfindung soll nun anhand der folgenden Figuren näher erläutert werden.

Es zeigt:

Fig.1a: Schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform eines Mikroschalter gemäß der Erfindung;

Fig.1b: Querschnitt durch den Mikroschalter nach Fig.1a;

Fig.1c: Querschnitt durch eine weitere Ausführungsform eines Mikroschalter gemäß der Erfindung;

Fig.1d: Schematische Darstellung der Ladungsverteilung an den Elektroden des Mikroschalters;

Fig.2a: bekannter Membranschalter in Offenstellung;

Fig.2b: bekannter Membranschalter in Schließstellung.

[0011] Fig.1a und Fig.1b zeigen schematisch den Aufbau einer ersten Ausführungsform eines Mikroschalters gemäß der Erfindung. Das Grundelement G, in der Regel als Basisschicht hergestellt, weist eine Vertiefung auf, in der sich die Kontaktfläche KG sowie die Elektrode EG und Hilfelektrode HG befinden. Die Kontaktfläche KG sowie die beiden Elektroden EG und HG können, so wie in Fig.1b dargestellt, als zusätzliche Schichten auf der Oberfläche der Vertiefung des Grundelements G aufgebracht sein oder aber auch in die, das Grundelement G bildende Schicht integriert sein. Letztere Anordnung erfordert komplexere laterale Strukturen, aber keine zusätzlichen Schichten in vertikaler Richtung. In einer weiteren Schicht ist dann das Schaltelement S so ausgebildet, dass es eine Brücke über die Vertiefung des Grundelements G spannt und an den beiden Randbereichen der Brücke fest mit dem Grundelement verbunden ist. Auf der Unterseite, das heißt auf der dem Grundelement G zugewandten Seite, des Schaltelements S befindet sich die Kontaktfläche KS sowie die Elektrode ES und die Hilfelektrode HS. Auch hier können die Elektroden ES und HS, so wie in Fig. 1b dargestellt, als zusätzliche Schicht auf dem Schaltelement S aufgebracht sein oder auch in die, das Schaltelement S bildende Schicht integriert sein. Die Elektroden EG und ES sowie die Hilfelektroden HG und HS können über

geeignete Zuführungen mit einer Spannungsquelle, nicht gezeigt, verbunden sein. Die Kontaktflächen KG und KS können über geeignete Zuführungen mit dem zu schaltenden Signalpfad verbunden sein, so dass in Schließstellung des Schaltkontaktes, das heißt wenn sich die beiden Kontaktflächen KG und KG berühren, der Signalpfad geschlossen ist. Wird nun zwischen den Elektroden EG und ES eine Spannung angelegt, entsteht aufgrund der Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden EG und ES ein elektrostatisches Feld, das eine Anziehungskraft bewirkt. Das Schaltelement S wird damit in Richtung des Grundelements G, oder genauer in Richtung der Elektrode EG die sich in der Vertiefung des Grundelements G befindet, auslenkt. Dieser, durch die angelegte Spannung erzeugten Auslenkung wirkt eine Rückstellkraft entgegen, die durch das verwendete Material und die Art der Befestigung des Schaltelements S bestimmt ist. Ist die Anziehungskraft größer als die Rückstellkraft wird der Schaltkontakt geschlossen. Wird die Spannung von den Kontakten EG und ES weggenommen, wird das Schaltelement S aufgrund der Rückstellkraft wieder in seine ursprüngliche Lage zurückkehren und damit der Schalter, bzw. Der Schaltkontakt, geöffnet. Nun kann es aber, wie eingangs schon beschrieben, beim Schließen des Schaltkontakts aufgrund von Adhäsion oder anderen Oberflächeneigenschaften zum Verkleben der Kontaktflächen KG und KS oder auch anderer Oberflächenteile des Schaltelements mit dem Grundelement kommen. Die dadurch erzeugte Oberflächenkraft wirkt der Rückstellkraft entgegen und bewirkt, dass sich der Schaltkontakt nicht mehr öffnen lässt. Deshalb wird vorgeschlagen, dass in lateraler Richtung sowohl beim Grundelement G als auch beim Schaltelement S jeweils im Abstand a neben der Elektrode EG,ES eine Hilfelektrode HG,HS vorgesehen ist, und diese Elektroden EG und ES bzw. Hilfelektroden HG und HS so mit der Spannungsquelle beschaltet sind, dass zum Öffnen des Schaltkontakts an den beiden Elektroden EG und ES ein erstes, positives Spannungspotential U1 und an den Hilfelektroden HG und HS ein zweites, negatives Spannungspotential U2 der Spannung anliegt. Aufgrund der unterschiedlichen Spannungspotentiale zwischen Elektrode EG,ES und Hilfelektrode HG,HS kommt es in lateraler Richtung an den Oberflächenbereichen der Elektroden EG,ES,HG,HS zu einer Ansammlung von Oberflächenladungen und zwar an den Flächen, die sich in lateraler Richtung direkt gegenüber liegen. Das bedeutet, dass es im vorliegenden Beispiel auf einem Oberflächenbereich der Elektroden EG,ES zu einer Ansammlung von positiven Ladungsträgern und auf einem Oberflächenbereich der Hilfelektroden HG,HS zu einer Ansammlung von negativen Ladungsträgern kommt. Als Folge davon liegen sich in orthogonaler Richtung, das heißt in vertikaler Richtung der mikroelektromechanischen Schichten, Oberflächenbereiche gegenüber, die eine Ansammlung von Oberflächenladungen mit gleichem Vorzeichen aufweisen. Dies bewirkt wiederum Abstoßungskräfte

zwischen den gleichgerichteten Ladungsträgern und somit zwischen Elektrode ES des Schaltelements S und der Elektrode EG des Grundelements G und entsprechend für die Hilfselektroden HG und HS. Die Abstoßungskräfte sind gerade zum Zeitpunkt des Öffnens des Schaltkontakts S, also gerade dann, wenn sich die Elektroden EG und ES bzw. Hilfselektroden HG und HS am nächsten sind, am größten. Sie wirken in die gleiche Richtung wie die mechanische Rückstellkraft und unterstützen diese beim Öffnen des Schaltkontakts. Idealerweise sind die Elektroden EG, ES, HG, HS so ausgeführt, dass sie wie in Fig. 1a schematisch dargestellt als Streifenleiter ausgebildet sind. Diese weisen eine Breite b und Länge 1 auf, wobei der dadurch bestimmte Oberflächenbereich der Elektroden EG, ES, HG, HS für die aufgrund des elektrischen Feldes bewirkten Anziehungskräfte zum Schließen des Schalters ausreichend groß dimensioniert sein sollte. Die Streifenleiter weisen außerdem eine Dicke d auf, die wesentlich kleiner als die Längsabmessung 1 ist. Die Streifenelektroden EG, ES, HG, HS sind auf dem Grundelement G und dem Schaltelement S so zueinander angeordnet, dass sie in ihrer Längenabmessung 1 parallel zueinander liegen. Dadurch kommt es zu einer Ansammlung von Ladungsträgern an dem Oberflächenbereich der Elektroden EG, ES, HG, HS, der durch die Längenabmessung 1 und die Dicke d bestimmt ist. Das heißt, durch Anlegen einer Spannung an die Elektroden EG, ES und Hilfselektroden HG, HS werden sich, wie in Fig. 1d schematisch dargestellt, auf den Elektroden EG und ES an der Oberfläche positive Ladungen ansammeln, die der jeweiligen Hilfselektrode am nächsten liegt. Entsprechend werden sich negative Ladungen an der Oberfläche der Hilfselektroden HG und HS ansammeln, die der jeweiligen Elektrode am nächsten liegt. Dadurch, dass diese Flächen in gleichem Abstand a zueinander liegen, werden sich die Ladungsansammlungen auch in vertikaler Richtung gegenüberliegen und es entsteht ein orthogonales System von Oberflächenbereichen mit jeweils einer Ansammlungen von gleichen Ladungsträgern. Die dadurch bewirkten Abstoßungskräfte in vertikaler Richtung unterstützen die Rückstellkraft. Zweckmäßigerweise befindet sich zwischen der Elektrode EG, ES und der Hilfselektrode HG, HS ein dielektrisches Material mit der Dielektrizitätskonstanten ϵ_r . Dadurch wird zwischen der Elektrode und Hilfselektrode ein noch größeres elektrostatisches Feld erzeugt, was zu einer vermehrten Ansammlung von Oberflächenladungen an den Oberflächenbereichen der Elektroden EG, ES, HG, HS führt. Dadurch lassen sich die in vertikale Richtung wirkenden Abstoßungskräfte weiter erhöhen. Idealerweise lässt sich eine solche Anordnung als laterale Struktur in einer einzigen Schicht realisieren. Das bedeutet, dass die Elektroden EG, ES, HG, HS und das dielektrische Material im wesentlichen das Schaltelement S bilden.

[0012] Zum Schließen des Schaltkontakts muss an wenigstens einer der Elektroden das Spannungspotential zwischen U_1 und U_2 umschaltbar sein, damit es wie

Eingangs beschrieben aufgrund der unterschiedlichen Spannungspotentiale zu einer Anziehung der Elektroden EG, ES, HG, HS zwischen Grundelement G und Schaltelement S kommt. Diese Anziehungskräfte können noch erhöht werden, wenn zusätzlich das Spannungspotential an einer weiteren Elektrode EG, ES, HG, HS umgeschaltet wird, so dass dann beispielsweise an der Elektrode ES und der Hilfselektrode HS des Schaltelements S das erste Spannungspotential U_1 und an der Elektrode EG und der Hilfselektrode HG des Grundelements G das zweite Spannungspotential U_1 anliegt oder umgekehrt.

[0013] Wie in Fig. 1a dargestellt, können die Kontaktflächen KS, KG des Schaltelements S und des Grundelements G zwischen den Elektroden EG, ES bzw. Hilfselektroden HG, HS angeordnet sein. Dabei liegen sich die Kontaktfläche KS und KG aber nur in einem Teilbereich, der den Schaltkontakt bildet, direkt gegenüber. Die hier gezeigte Ausführungsform der Kontaktflächen KS, KG eines Mikroschalters eignet sich besonders für Anwendungen bei denen RF-Signale zu schalten sind, wie beispielsweise im Radioteil von tragbaren Endgeräten. Bei RF-Signalen ist es vorteilhaft, dass sich die Signalfade, hier die Kontaktflächen, möglichst wenig überlappen um kapazitive Kopplungen zu vermeiden. Zudem lassen sich Mikroschalter gemäß der vorliegenden Erfindung gerade hier vorteilhafterweise einsetzen, da in solchen tragbaren Endgeräten die zur Verfügung stehende Spannungsversorgung gering ist, also die verwendeten Komponenten möglichst geringe Versorgungsspannungen aufweisen sollten.

[0014] Fig. 1c zeigt schematisch eine weitere Ausführungsform eines Mikroschalters gemäß der Erfindung. Wie aus Fig. 1c ersichtlich, können die Kontaktflächen KS, KG des Schaltelements S und des Grundelements G auch zwischen zwei Paaren von jeweils einer Elektrode und Hilfselektrode angeordnet sein. Das heißt, das Grundelement G sowie das Schaltelement S weisen jeweils eine weitere Elektrode EG1 und ES1 sowie eine weitere Hilfselektrode HG1 und HS1 auf. Diese sind wiederum im Abstand a zueinander parallel angeordnet. Die Kontaktflächen KG und KS befinden sich hier zwischen dem ersten Paar aus Elektrode EG, ES und Hilfselektrode HG, HS und dem zweiten Paar aus der weiteren Elektrode EG1, ES1 und Hilfselektrode HG1, HS1. Auch hier liegen sich die Kontaktflächen KG und KS nur in einem Teilbereich gegenüber, der den Schaltkontakt bildet. Solch eine Anordnung ist besonders dann vorzuziehen, wenn die Kontaktflächen eine Breite aufweisen, die es nicht erlaubt diese zwischen einer Elektrode und Hilfselektrode anzuordnen, das heißt wenn beispielsweise die Breite der Kontaktfläche größer als der Abstand a zwischen Elektrode und Hilfselektrode ist. Um die gleiche Wirkung wie im ersten Ausführungsbeispiel zu erzielen, das heißt die Generierung von Abstoßungskräften zum Öffnen des Kontakts, ist zumindest immer ein Paar von Elektrode und Hilfselektrode notwendig.

[0015] Die vorliegende Erfindung ist nicht beschränkt auf die beschriebenen Ausführungsformen. Vielmehr ist sie unabhängig von der Art und Form der Aufhängung des Schaltelements. Das bedeutet, dass beispielsweise bei Cantilever- oder Membran-Schaltern das erfindungsgemäße Konzept entsprechend anwendbar ist. Gleiches gilt für die Ausgestaltung der Kontaktflächen. So ist beispielsweise denkbar, dass zwei Kontaktflächen auf dem Grundelement vorgesehen sind, die durch eine Kontaktfläche des Schaltelements überbrückt werden. Gleiches gilt für die Form der Elektroden, Hilfselektroden oder Kontaktflächen. So ist vorstellbar, dass diese beispielsweise meanderförmig oder spiralförmig ausgebildet sind. Wesentlich bei allen Ausführungsformen ist, dass entsprechend dem erfindungsgemäßen Konzept der Anordnung und Ausgestaltung und Beschaltung der Elektroden und Hilfselektroden beim Öffnen des Schaltkontakts durch die Generierung von Abstoßungskräften eine Unterstützung der Rückstellkraft bewirkt wird, um die Gefahr des Verklebens zu verringern.

[0016] Die in den Figuren 1a-d gezeigten Mikroschalter sind sehr abstrakt gehalten um nur das wesentliche der Erfindung zu zeigen. Je nach Anwendungszweck oder benutzter Technologie wird der Fachmann dabei verschiedenste Ausführungsformen unterschiedlichster Strukturen erhalten, ohne dabei vom Grundprinzip der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Mikroschalter bestehend aus

- einem Grundelement (G) mit einer Kontaktfläche (KG) und einer Elektrode (EG), und
- einem Schaltelement (S) mit einer Kontaktfläche (KS) und einer Elektrode (ES), die der Elektrode (EG) des Grundelements (G) in einem Abstand (g) gegenüberliegt,
- wobei das Schaltelement (S) eine Federkonstante aufweist und zumindest mit einem Teil seines Randbereichs mit dem Grundelement (G) fest verbunden ist, und
- wobei die Kontaktflächen (KG,KS) einen Schaltkontakt bilden und der Schaltkontakt mittels einer an den Elektroden (EG,ES) anliegenden Spannung gegen eine, durch die Federkonstante bewirkte, Rückstellkraft schließbar ist

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Grundelement (G) und das Schaltelement (S) in lateraler Richtung, im Abstand (a) von der Elektrode (EG,ES) eine Hilfselektrode (HG,HS) aufweisen, an die eine Spannung anlegbar ist, und

- zum Öffnen des Schaltkontakts an den Elektroden (EG,ES) und Hilfselektroden (HG,HS) die Spannung anlegbar ist, so dass die Elektroden (EG,ES) ein erstes Spannungspotential (U1) und die Hilfselektroden (HG,HS) ein zweites Spannungspotential (U2) aufweisen, die eine Ansammlung von positiven bzw. negativen Ladungsträgern an Oberflächenbereichen der Elektroden (EG,ES) und Hilfselektroden (HG,HS) derart bewirken, dass sich in lateraler Richtung Oberflächenbereiche mit positiven und negativen Ladungsträgern und in orthogonaler Richtung dazu Oberflächenbereiche mit gleichen Ladungsträgern gegenüberliegen.

2. Mikroschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum Schließen des Schaltkontaktes eine der Elektroden (EG,ES) oder Hilfselektroden (HG,HS) zwischen dem ersten (U1) und dem zweiten (U2) Spannungspotential umschaltbar ist.

3. Mikroschalter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Schließen des Schaltkontaktes eine weitere der Elektroden (EG,ES) oder Hilfselektroden (HG,HS) zwischen dem ersten (U1) und zweiten (U2) Spannungspotential umschaltbar ist, so dass an der Elektrode (ES) und Hilfselektrode (HS) des Schaltelements (S) das erste Spannungspotential (U1) und an der Elektrode (EG) und Hilfselektrode (HG) des Grundelements (G) das zweite Spannungspotential (U2) anliegt.

4. Mikroschalter nach Anspruch 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (EG,ES) und Hilfselektroden (HG,HS) jeweils einen Oberflächenbereich aufweisen, der bestimmt ist durch deren Dicke (d) und Länge (1), wobei die Länge (1) größer als die Dicke (d) ist, und wobei jeweils bei dem Grundelement (G) und dem Schaltelement (S) die Elektrode (EG,ES) und die entsprechende Hilfselektrode (HG,HS) mit diesem Oberflächenbereich parallel zueinander angeordnet sind.

5. Mikroschalter nach Anspruch 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Grundelement (G) und/oder dem Schaltelement (S) zwischen der Elektrode (EG,ES) und dem der Hilfselektrode (HG,HS) ein dielektrisches Material angeordnet ist.

6. Mikroschalter nach Anspruch 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfläche (KG,KS) zwischen der Elektrode (EG,ES) und der Hilfselektrode (HG,HS) angeordnet ist, wobei sich die Kontaktflächen (KG,KS) nur

in einem Teilbereich gegenüberliegen, der den Schaltkontakt bildet.

7. Mikroschalter nach Anspruch 1-5,
dadurch gekennzeichnet, dass 5
die Kontaktfläche (KG,KS) ein Teil der Elektrode (EG,ES) oder Hilfselektrode (HG,HS) ist.
8. Mikroschalter nach Anspruch 1-5,
dadurch gekennzeichnet, dass 10
 - das Grundelement (G) und das Schaltelement (S) jeweils, eine weitere Elektrode (EG1,ES1) und eine weitere Hilfselektrode (HG1,HS1) aufweisen, die wiederum im Abstand (a) zueinander parallel angeordnet sind, und wobei die Kontaktfläche (KG,KS) zwischen dem ersten Paar aus Elektrode (EG,ES) und Hilfselektrode (HG,HS) und dem zweiten Paar aus der weiteren Elektrode (EG1,ES1) und Hilfselektrode (HG1,HS1) angeordnet ist, wobei sich die Kontaktflächen (KG,KS) nur in einem Teilbereich gegenüberliegen, der den Schaltkontakt bildet. 15 20
9. Tragbares Endgerät mit einem Mikroschalter nach einem der Ansprüche 1-8. 25
10. Tragbares Endgerät nach Anspruch 9,
wobei das tragbare Endgerät ein Mobiltelefon ist. 30

35

40

45

50

55

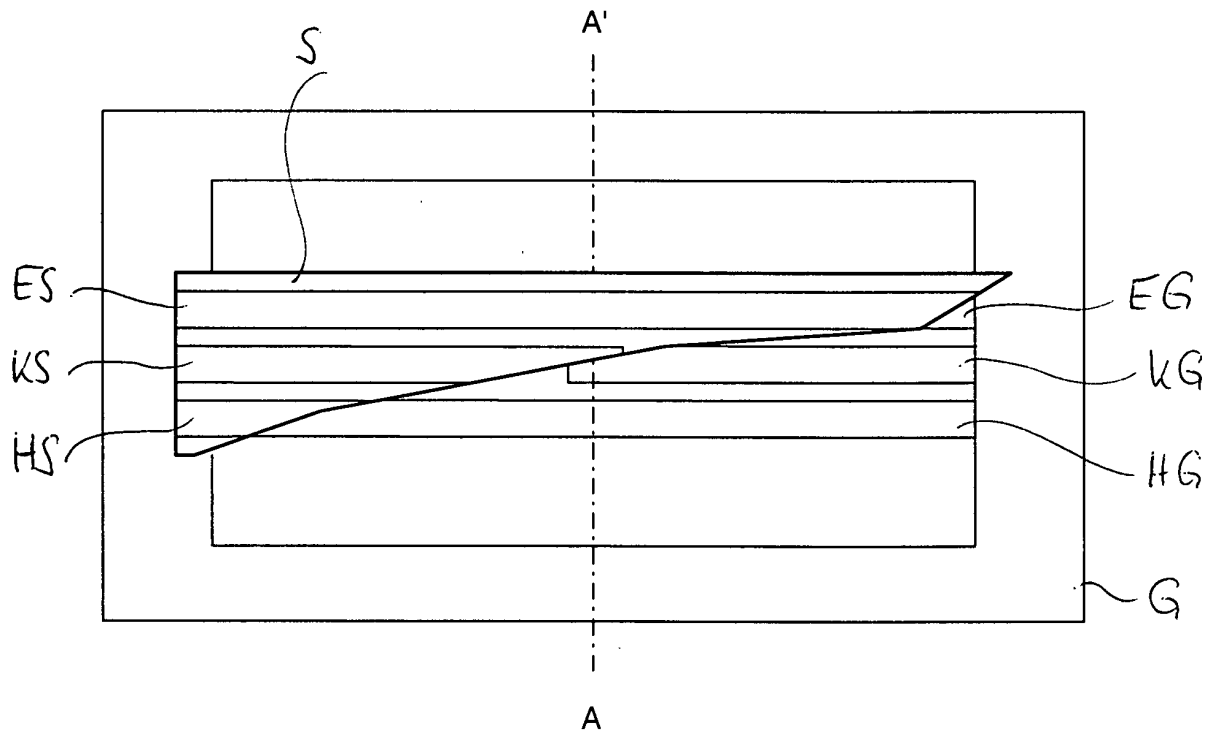


FIG. 1a

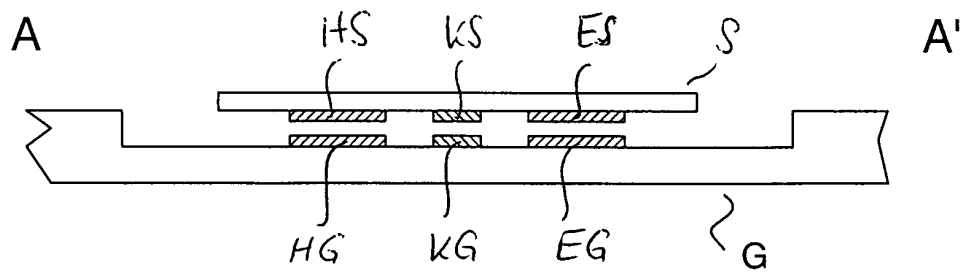


FIG. 1b

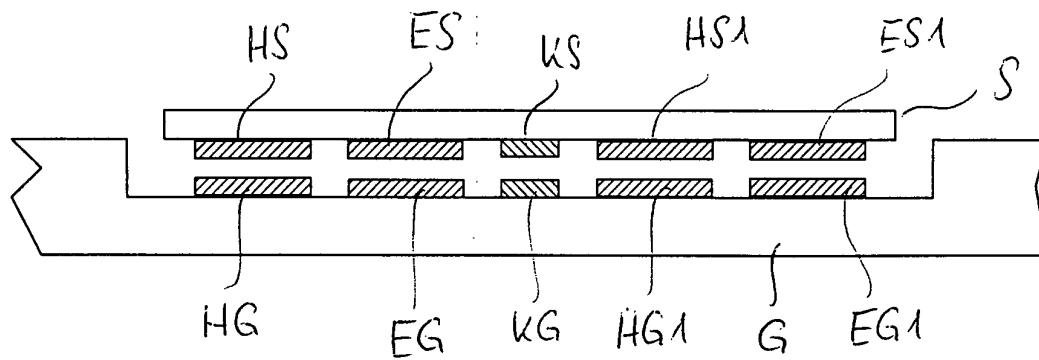


FIG. 1c

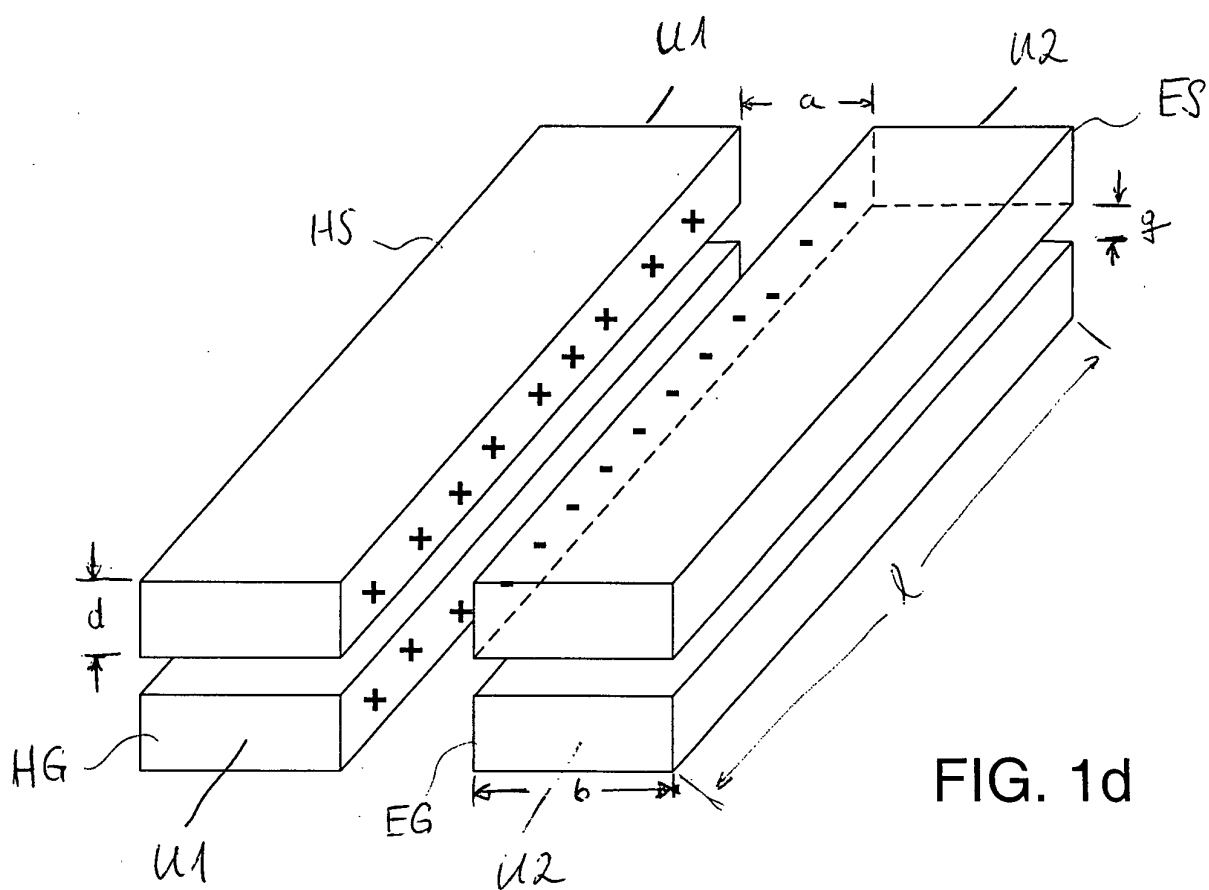


FIG. 1d

Fig. 2A
(PRIOR ART)

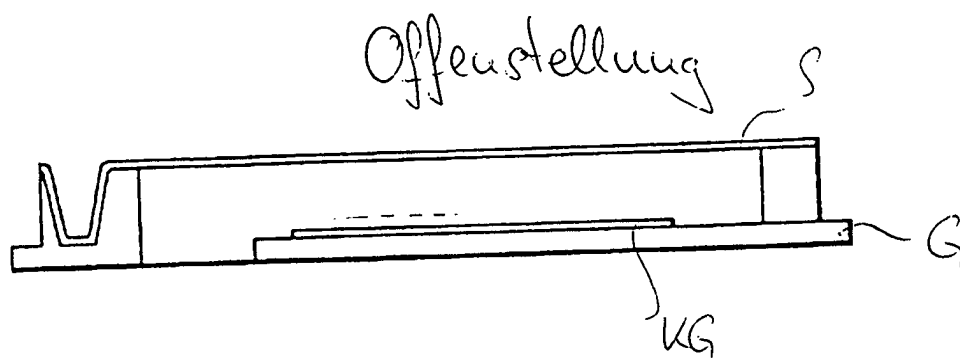
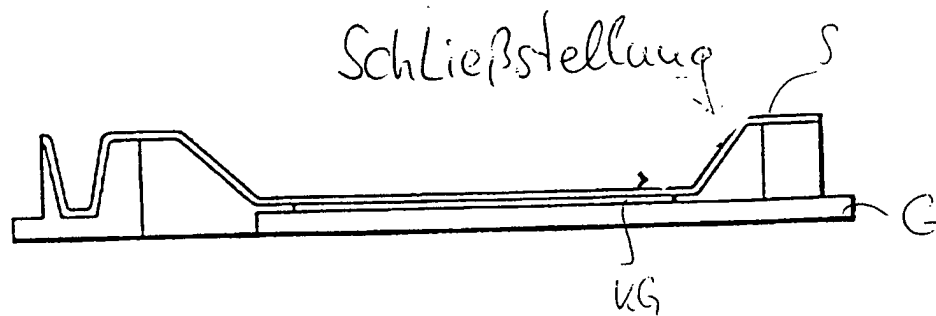


Fig. 2B
(PRIOR ART)





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 00 2963

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 677 823 A (SMITH CHARLES GORDON) 14. Oktober 1997 (1997-10-14) * Spalte 2, Zeile 33 - Spalte 3, Zeile 12; Abbildungen *	1-10	H01H59/00
A	US 6 127 744 A (STREETER ROBERT D ET AL) 3. Oktober 2000 (2000-10-03) * Spalte 1, Zeile 50 - Zeile 61; Abbildungen 5-7 * * Spalte 8, Zeile 38 - Zeile 59 *	1-10	
D,A	US 6 143 997 A (FENG MILTON ET AL) 7. November 2000 (2000-11-07) * das ganze Dokument *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
DEN HAAG		18. April 2002	
		Prüfer	
		Findeli, L	
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 00 2963

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.

18-04-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5677823 A	14-10-1997	AT 160645 T	15-12-1997
		CA 2161340 A1	24-11-1994
		DE 69407040 D1	08-01-1998
		DE 69407040 T2	16-04-1998
		EP 0698279 A1	28-02-1996
		ES 2111302 T3	01-03-1998
		WO 9427308 A1	24-11-1994
		JP 8510350 T	29-10-1996
US 6127744 A	03-10-2000	KEINE	
US 6143997 A	07-11-2000	KEINE	

EPO FORM P0461

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