

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. September 2007 (20.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/104528 A1

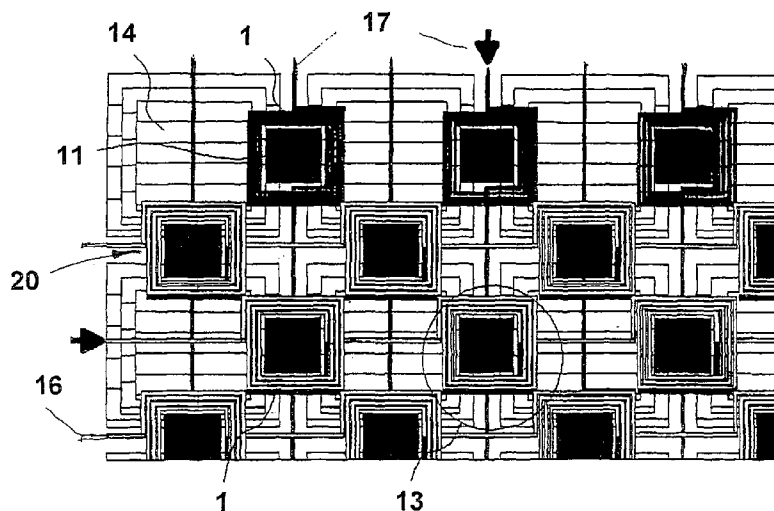
- (51) Internationale Patentklassifikation:
H01H 50/00 (2006.01) *H01H 67/24* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/002185
- (22) Internationales Anmeldedatum:
8. März 2007 (08.03.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 011 199.0 10. März 2006 (10.03.2006) DE
10 2006 029 024.0 14. Juni 2006 (14.06.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE). **TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ** [DE/DE]; Strasse der Nationen 62, 09107 Chemnitz (DE).

- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KURTH, Steffen** [DE/DE]; Hofackersiedlung 32, 09380 Thalheim (DE). **FRÖMEL, Jörg** [DE/DE]; Geschwister-Scholl-Str. 9, 09114 Chemnitz (DE). **VOIGT, Sebastian** [DE/DE]; Fritz-Heckert-Siedlung 11, 09337 Hohenstein-Ernstthal (DE). **LEIDICH, Stefan** [DE/DE]; Hohe Str. 15, 09112 Chemnitz (DE). **NESTLER, Jörg** [DE/DE]; Thüringer Weg 2, 09126 Chemnitz (DE). **SHAPORIN, Alexej** [DE/DE]; Augsburgsburger Str. 56, 09126 Chemnitz (DE). **DÖTZEL, Wolfram** [DE/DE]; Reinhard-Uhlig-Strasse 4D, 09127 Chemnitz (DE). **GESSNER, Thomas** [DE/DE]; Salzstrasse 111, 09113 Chemnitz (DE).
- (74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR**; Joachimstaler Str. 10-12, 10719 Berlin (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SWITCH ARRANGEMENT WITH A PLURALITY OF SWITCHES ARRANGED IN THE FORM OF A MATRIX AND METHOD FOR SWITCHING SWITCHES ARRANGED IN THE FORM OF A MATRIX

(54) Bezeichnung: SCHALTERANORDNUNG MIT EINER MEHRZAHL VON MATRIXFÖRMIG ANGEORDNETEN SCHALTERN UND VERFAHREN ZUM SCHALTEN VON MATRIXFÖRMIG ANGEORDNETEN SCHALTERN



(57) Abstract: The invention proposes a circuit arrangement having a plurality of switches, which are arranged in rows and columns and which each have at least one moveable contact which is subjected to spring prestress and at least one fixed contact, a coil arrangement being associated with each switch, wherein the respective switch can be actuated depending on a magnetic field produced via the coil arrangement. At least one coil (2) in a first plane with electrical drive connections (16) is associated with each row of switches (20), and at least one coil (1) in a second plane with electrical drive terminals (17) is associated with each column of switches (20), wherein the magnetic force required for actuating a switch lying at a node point (13) of a row and a column can be produced by applying current in the same direction to the terminals of the respective row and the respective column and adding the magnetic fields of the first and second coil (1, 2) of the respective switch (20).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/104528 A1



IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Es wird eine Schaltungsanordnung mit einer Mehrzahl von in Reihen und Spalten angeordneten Schaltern vorgeschlagen, die jeweils mindestens einen federnd vorgespannten beweglichen Kontakt und mindestens einen Festkontakt aufweisen und denen eine Spulenordnung zugeordnet ist, wobei abhängig von einem über die Spulenordnung erzeugten Magnetfeld der jeweilige Schalter betätigbar ist. Jeder Reihe von Schaltern (20) ist mindestens eine Spule (2) in einer ersten Ebene mit elektrischen Ansteueranschlüssen (16) und jeder Spalte von Schaltern (20) mindestens eine Spule (1) in einer zweiten Ebene mit elektrischen Ansteueranschlüssen (17) zugeordnet, wobei die zum Betätigen eines in einem Knotenpunkt (13) einer Reihe und einer Spalte liegenden Schalters benötigte Magnetkraft durch gleichsinniges Bestromen der Anschlüsse der jeweiligen Reihe und der jeweiligen Spalte und Addition der Magnetfelder der ersten und zweiten Spule (1, 2) des jeweiligen Schalters (20) erzeugbar ist.

Schalteranordnung mit einer Mehrzahl von matrixförmig
angeordneten Schaltern und Verfahren zum Schalten von
matrixförmig angeordneten Schaltern

5 Die Erfindung betrifft eine Schalteranordnung mit einer Mehrzahl von in Reihen und Spalten angeordneten Schaltern nach der Gattung des Hauptanspruchs und ein Verfahren zum Betätigen von matrixförmig angeordneten Schaltern.

10

In der mobilen Kommunikationstechnik entsteht ein wachsender Bedarf an rekonfigurierbaren Antennen, welche hier, beispielsweise durch das Verschalten von kleineren Einzelantennenelementen zu so genannten Patchantennen verschiedener Geometrien realisiert werden können. Dazu ist eine größere Anzahl von getrennt voneinander ansteuerbaren Schaltern notwendig. Die Kosten für solche intelligenten Antennen sollten jedoch die der gegenwärtig verwendeten, nicht steuerbaren Antennen nicht wesentlich übersteigen. Aus die-

15

20

sem Grund ist eine Technologie zur Massenproduktion von rekonfigurierbaren Antennen einschließlich der Schalter in kostengünstiger Weise notwendig.

5 Aus der US 2004/0 183 633 A1 ist ein bistabiler, magnetisch aktuierter Schalter in einer Einzelausführung bekannt, wobei die bistabile Anordnung ermöglicht, dass jeweils beide Schaltzustände ohne kontinuierliche Energiezufuhr stabil erhalten bleiben. Dabei ist
10 eine Mehrzahl von strukturierten Schichten vorgesehen, die mindestens eine strukturierte Schicht mit einem beweglichen Element einschließen. Dabei sind die strukturierten Schichten übereinander angeordnet und jede Schicht ist mit der benachbarten Schicht
15 verbunden. Eine der Schichten weist einen Elektromagneten oder eine Spule auf. Die bekannten Lösungen dienen der Realisierung von einzelnen bzw. wenigen Schaltern auf technisch relevanten Flächen, wie einer Chipfläche, da bei derartigen Konfigurationen der
20 Aufwand für Verschaltung und Adressierung der Spulen mit der Anzahl der Aktuatoren massiv steigt. Geometrisch dichte Arrays können so bislang nicht realisiert werden. Um eine sehr große Anzahl solcher Schalter auf geringer Fläche zu integrieren, ist es
25 nötig, die Aktuierung und Adressierung kompakt und effizient zu gestalten.

Aus der EP 0 856 866 B1 sind in einem regelmäßigen Raster organisierte, magnetisch betätigte Schalter
30 bekannt, die eine schichtweise Anordnung eines beweglichen Kontakts, einer mit Abstand dazu angeordneten Spulenplatte, einer Kontaktplatte mit einem Eisenkern und einer isolierenden Schicht aufweisen. Die bekannte Konfiguration erfordert die Verbindung der auf der
35 Spulenplatte angeordneten Spule mit orthogonal zueinander angeordneten Adressleitungen. Die lokale elekt-

rische Verbindung der sonst voneinander isolierten Leiter erfordert eine Herstellungstechnologie mit einer hohen lateralen Auflösung mit der Möglichkeit, diese Verbindungsstellen zuverlässig zu erzeugen.

5 Weiterhin muss durch Einfügen von Dioden verhindert werden, dass sich Strömpfade über nicht adressierte Spulen ausbilden. Das verhindert wiederum ein Umschalten des Schaltkontakts durch Wechsel der Stromrichtungen und stellt eine weitere Erhöhung des Herstellungsaufwands dar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Array mit geometrisch dicht angeordneten, vorzugsweise bistabilen magnetisch aktuierten Schaltern zu realisieren, welches geringe technologische Anforderungen an Adressierung und Verdrahtung stellt und dadurch eine kostengünstige Herstellung ermöglicht. Zudem besteht die Anforderung nach Eignung für die Realisierung von rekonfigurierbaren Antennen für Frequenzen
15 der GSM- und UMTS-Bänder, wobei die Frequenzen in einem Bereich liegen, in dem entsprechend dem Stand der Technik durch Schaltarrays konfigurierbare Antennen wegen der spezifischen Baugröße den Einsatz konventioneller Relais nicht gestatten und eine monolithische Integration in die Antenne ebenso nicht möglich ist.
20 Außerdem ist durch die zu erwartende Anwendung in mobilen Geräten weiterhin eine dafür geeignete Robustheit erforderlich.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs sowie durch die Merkmale des Nebenanspruchs gelöst.

35 Durch die in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen

rungen möglich.

Die Erfindung betrifft ein mikromechanisches Schalterarray mit vorzugsweise bistabilen, magnetisch aktuierten Schaltern. Die zum Schalten notwendige Kraft wird elektromagnetisch erzeugt. Die Haltekraft in den Endzuständen wird durch Federn bzw. Permanentmagnete aufgebracht. Die Anordnung mit zwei getrennten Spulenlagen ermöglicht durch Überlagerung von Magnetkräften eine aus technologischer Sicht deutliche Reduzierung der Ansteuerkomplexität der in einem Raster angeordneten Einzelschalter. Die Möglichkeit der Verwendung preiswerter Herstellungstechnologien erlaubt es, neue Anwendungsfelder zu erschließen.

Die angegebene Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die von Ferritkernspeichern bekannte Verschaltung von Spulen durch Überlagerung des magnetischen Flusses weiter entwickelt wird. Die Feldüberlagerung wird nicht zur Magnetisierung eines Speicherbits verwendet, sondern zur Überlagerung der Kraftwirkung zwischen zwei von Strom durchflossenen Spulen und einer Permanentmagneten genutzt, um einen Wechsel des Schaltzustandes jeweils eines bistabilen, magnetisch aktuierten Schalters zu bewirken. Die Addition der Magnetfelder bzw. die Überlagerung der Kraftwirkung der zwei übereinander liegenden Spulen hat den Vorteil, dass nicht alle Aktuatorspulen lokal mit Adressierungsleitungen verbunden werden müssen, sondern dass jeweils alle Spulen einer Reihe bzw. einer Spalte aus einem durchgehenden, isolierten Leiter, z.B. einem isolierten Draht, hergestellt werden können. Es ist somit möglich, eine von der konventionellen makroskopischen Spulenherstellung abgeleitete Mikrowickeltechnologie einzusetzen und somit Mehrlagenmetallisierungen mit lateraler hoher Strukturauflö-

sung zu vermeiden. Die Verwendung kostenintensiver Substratmaterialien wie z.B. hochohmiger Halbleiterwafer oder Nichtleiter, wie Glas, Saphir oder Aluminiumoxidkeramik für die Herstellung von MEMS-Elementen ist weniger durch die vorteilhaften Materialeigenschaften bestimmt, als zur Erfüllen der für mikro-technologischen Prozesse üblichen hohen Anforderungen an Materialebenheit und Reproduzierbarkeit. Die erfindungsgemäße Verbindung moderner Mikrostrukturierung, wie z.B. Mikroprägen und modifizierten konventionellen Verfahren, wie z.B. Mikrospulenwicklung, stellt einen wesentlichen Entwicklungsschritt für die Realisierung vergleichsweise großflächiger, mechanisch komplexer, rekonfigurierbarer Bauelemente dar. Die Erfindung ermöglicht somit völlig neue Möglichkeiten in vielen Bereichen der Informations- und Kommunikationstechnologie, bei welchen Funktionselemente aus physikalischen Gründen nicht weiter verkleinert werden können. Es wird dabei als wesentlich erachtet, die Bauelementequalität bezüglich Funktionalität und Flexibilität unter der Maßgabe einer marktbestimmenden Kostengrenze deutlich zu verbessern.

Die erfindungsgemäße Schalteranordnung lässt sich aufgrund der zwei geschlossenen Materiallagen, nämlich Trägersubstrat und Aktuatorsubstrat einfach hermetisieren und genügt dadurch den gerätetechnischen Anforderungen mobiler Kommunikationstechnik.

Vorzugsweise ist der bewegliche Kontakt jedes Schalters und gegebenenfalls auch der jedem Schalter zugeordnete Dauermagnet an einer Folienmembran befestigt, wobei aufgrund der als Folienmembran ausgeführten Aufhängung und der geringen Masse der bewegten Teile die erforderliche mechanische Robustheit für mobile Anwendungen gegeben ist.

Vorteilhafterweise können die zwei in unterschiedlichen Ebenen vorgesehenen Spulenlagen des Schalterarrays so ausgebildet sein, dass für jede Reihe bzw. jede Spalte nur eine lang gestreckte schmale Spule vorgesehen ist, die die verschiedenen Spulenkerne einschließt. Es kann jedoch um jeden Spulenkernel eine ihm zugeordnete Spule der entsprechenden Reihe und der entsprechenden Spalte angeordnet sein.

Besonders vorteilhaft ist, dass aufgrund des Vorhandenseins der zwei Spulenlagen es möglich ist, jeweils nur eine Spulenlage zu bestromen und die induzierte Spannung in der anderen Spulenlage zu messen, wodurch die Funktionsfähigkeit diagnostiziert werden kann und der aktuelle Schaltzustand detektiert werden kann, da die gemessene Spannung vom Schaltzustand abhängt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Aufsicht auf das erfindungsgemäße Schalterarray, angewendet für ein Array von Antennenelementen, und

Fig. 2 einen Teilschnitt durch das erfindungsgemäße Schalterarray.

Entsprechend den Fign. 1 und 2 weist die erfindungsgemäße Schalteranordnung ein Trägersubstrat 4 und ein in der Zeichnung darüber liegendes Aktuatorsubstrat 3 auf, wobei beide Substrate im Ausführungsbeispiel aus einem für die Verwendung der Hochfrequenztechnik geeigneten Material bestehen, wie Liquid Crystal Polymere, Polyamid, Kapton und dergleichen. Auf dem Trä-

germaterial 4 ist entsprechend Fig. 1 ein Feld von einzelnen Antennenelementen 14 reihen- und spaltenweise mit Abstand zueinander aufgebracht. Jedes Antennenelement ist reihenweise und spaltenweise über
5 Schalter 20 mit dem jeweils benachbarten Antennenelement 14 verbunden, so dass die Schalter 20 ebenfalls ein Matrixfeld bilden.

Wie aus Fig. 2 zu erkennen ist, sind in dem Träger-
10 substrat 4 Mulden 5 vorgesehen, die beispielsweise durch Abformen strukturiert sind und in denen durch Abscheidung geeigneter Materialschichten Kontaktflächen als Festkontakte 6 vorgesehen sind. Diese Kontaktflächen sind mit den Einzelantennenelementen 14
15 verbunden.

Eine Folienmembran 7 ist auf das Trägersubstrat 4 bzw. auf die Antennenelementenschicht aufgebracht, wobei gegenüber liegend zu den Festkontakten 6 auf
20 der Folienmembran 7 Kontaktelemente 8 strukturiert sind. Die Folienmembran 7 wird so mit dem Träger 4 befestigt, dass eine Vorspannung auf die Kontaktelemente 8 ausgeübt wird, derart, dass sie auf die Festkontakte 6 gedrückt werden. Im Bereich der Mulde 5
25 ist die Folienmembran 7 frei beweglich. Mit Hilfe der Vorspannung wird die funktionswichtige Membransteifigkeit erreicht. Auf der Oberseite der Folienmembran 7, d.h., auf der Seite, die entgegengesetzt zu den Kontaktelementen 8 liegt, ist die Folienmembran beispielsweise durch ein Siebdruckverfahren mit strukturiertem, magnetisiertem hartmagnetischem Material im
30 Bereich der Schalter 20 belegt, derart, dass jedem Schalter 20 ein Dauermagnet 9 zugeordnet ist. Der Dauermagnet kann aber auch als in die Folie eingebrachte magnetische Nano- oder Mikropartikel ausgebildet sein. Wie in Fig. 2 zu erkennen ist, ist die
35

Folienmembran 7 für einen Schalter 20 im geschlossenen Zustand 10 bereits ausgelenkt, wobei aufgrund der Vorspannung die nötige Kontaktkraft erzeugt wird.

5 Auf das Aktuatorsubstrat 3 sind gegenüberliegend zu den auf die Folienmembran 7 aufgebrachten Dauermagneten 9 ebenfalls strukturierte Elemente eines magnetischen Materials als Spulenkerne 11 aufgebracht. Um die Spulenkerne 11 herum trägt das Aktuatorsubstrat
10 3, das ebenfalls durch Abformung strukturiert sein kann, zwei getrennte Lagen jeweils spaltenweise in Serie geschaltete Spulen 1 und reihenweise in Serien geschaltete Spulen 2, die jeweils in unterschiedlichen Ebenen übereinander liegen. Die Spulen 1, 2 und
15 die Spulenkerne 11 sind insgesamt in ein isolierendes Material 15 eingebettet, das als Isolierschicht mit dem Aktuatorsubstrat verbunden ist und auch zum mechanischen Fixieren der Spulen dient.

20 Wie im Ausführungsbeispiel nach den Fign. 1 und 2 zu erkennen ist, sind jedem Kern zwei übereinander liegende Spulen 1, 2 zugeordnet. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann für jede Reihe bzw. jede Spalte anstelle der einzelnen Spulen eine lange Spule gebildet werden, die dann alle Spulenkerne 11 der jeweiligen Reihe bzw. Spalte umschließt. Grundsätzlich können die Spulen jeder Spalte bzw. jeder Reihe beider Ausführungsformen aus einem durchgehenden Draht gewickelt sein und es ist lokal am Schalter kein Wechsel
25 zwischen den Ebenen bzw. keine Kontaktierung nötig.
30

Für die Ansteuerung der Spulen, d.h. für ihre Bestromung, sind für jede Reihe Anschlüsse 16 und für jede Spalte Anschlüsse 17 vorgesehen.

35

Im nichtbestromten Zustand der Spulen 1, 2 können die

Schalter zwei Zustände haben, wie sie in Fig. 2 dargestellt sind, nämlich der geschlossene Zustand 10 des Schalters 20 und der geöffnete Zustand 12. Der stabile Haltezustand bei geöffnetem Schalter 12 wird durch den jeweiligen Spulenkern 11 in Zusammenhang mit dem Dauermagneten 9 erzielt. In diesem Fall ist die zwischen dem Dauermagneten 9 und dem Spulenkern 11 erzeugte Haltekraft größer als die Rückstellkraft oder Federkraft der Folienmembran 7. Der geschlossene Zustand 10 des Schalters 20, links in der Fig. 2, ist ebenfalls stabil, da die Magnetkraft zwischen Spulenkern 11 und Dauermagnet 10 durch den größeren Spaltabschnitt nicht mehr ausreicht, um die Folienmembran 7 nach oben zu ziehen.

Wenn ein Schalter von dem einen Schaltzustand 10 in den anderen Schaltzustand 12 gebracht werden soll, werden über die jeweiligen Anschlüsse 16 und 17, die als Adressleitungen bezeichnet werden können, die Spulen 1 der jeweiligen Spalte und die Spulen 2 der jeweiligen Reihe gleichsinnig bestromt, wodurch durch jede Spule der jeweiligen Spalte und der jeweiligen Reihe ein Magnetfeld erzeugt wird. Es wird aber nur eine Addition der jeweiligen zwei Spulen 1, 2 des im Kreuzungspunkt 13 liegenden Schalters erreicht. Nur in diesem Kreuzungspunkt 13 führen zwei übereinander liegende Spulen 1, 2 die Ansteuerung bzw. die Bestromung geschieht in der jeweiligen Reihe bzw. Spalte gleichsinnig, wobei jeweils abhängig von dem vorhergehenden Schaltzustand die gleichsinnige Bestromung in positiver oder negativer Stromrichtung stattfindet. Somit können alle Schalter sequentiell oder auch gruppenweise im Zustand verändert werden. Aufgrund der Addition der Magnetfelder bzw. der Magnetkraft ist es möglich die magnetische Haltekraft bzw. die Rückstellkraft der Folienmembran in den Endzuständen

zu überwinden und somit den Schalter in den jeweils anderen Zustand zu überführen. Bei den nicht im Kreuzungspunkt 13 liegenden Schaltern 20 reicht die von den jeweiligen Spulen einer Ebene erzeugte Magnetkraft nicht aus, um den Schaltzustand zu ändern.

Das Trägersubstrat 4, gegebenenfalls auch das Aktuatorsubstrat 3 kann die Funktion eines Chipgehäuses oder einer Außenwand eines Gerätes haben. Ein derartiges Chipgehäuse lässt sich aufgrund der zwei geschlossenen Materiallagen einfach hermetisieren. Im Fall einer Anwendung des Schalterarrays zur Rekonfiguration von Patchantennen erfolgt die Abstrahlung vorzugsweise durch das Trägersubstrat 4.

Beispiel:

Im Folgenden wird ein genaueres Beispiel der Anordnung nach Fig. 1 und Fig. 2 beschrieben. Das Trägersubstrat besteht aus Liquid Crystal Polymer und wird durch Heißprägen strukturiert. Die Einzelantennenelemente 14 und die Kontaktbereiche 6 werden mittels Sputtertechnik und Lithographie definiert und nachfolgend galvanisch verstärkt. Die Folienmembran 7 eine Mylarfolie, welche auf der dem Trägersubstrat 4 zugewandeten Seite galvanotechnisch gefertigte Kontaktelemente 8 und auf der anderen Seite mittels Siebdruck aufgebrachte und anschließend magnetisierte NdFeB Permanentmagnete 9 trägt. Die Folienmembran 7 wird gespannt und mittels eines Haftmittels mit dem Trägersubstrat 4 verbunden. Die Bearbeitung des Aktuatorsubstrats 3 beginnt mit dem Aufdrucken und Aushärten der Spulenkerne 11 aus MnZn-Ferrit. Die spalten- und reihenweise organisierten Spulen 1, 2 werden durch Wickeln eines dünnen Kupferlackdrahtes hergestellt. Der aus der Ebene stehende Spulenkern dient

5

dabei jeweils als Wickeldorn. Das Wickeln der einzelnen Spulen 1, 2 wird sequentiell, übereinander beginnend, wahlweise mit der Zeile oder Spalte durchgeführt. Schließlich wird die Isolierschicht 15 aufgebracht.

Patentansprüche

5

1. Schaltungsanordnung mit einer Mehrzahl von in Reihen und Spalten angeordneten Schaltern, die jeweils mindestens einen federnd vorgespannten beweglichen Kontakt und mindestens einen Festkontakt aufweisen und denen eine Spulenordnung zugeordnet ist, wobei abhängig von einem über die Spulenordnung erzeugten Magnetfeld der jeweilige Schalter betätigbar ist,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass in einer ersten Ebene jeder Reihe von Schaltern (20) mindestens eine Spule (2) mit elektrischen Ansteueranschlüssen (16) und in einer zweiten Ebene jeder Spalte von Schaltern (20) mindestens eine Spule (1) mit elektrischen Ansteueranschlüssen (17) zugeordnet ist, wobei die zum Betätigen eines in einem Knotenpunkt (13) einer Reihe und einer Spalte liegenden Schalters benötigte Magnetkraft durch Bestromen der Anschlüsse der jeweiligen Reihe und der jeweiligen Spalte und Addition der Magnetfelder der ersten und zweiten Spule (1, 2) des jeweiligen Schalters (20) erzeugbar ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkontakte (6) der Schalter (20) auf einem ersten Träger (4) und die Spulen (1, 2) auf einem zweiten, mit Abstand zum ersten Träger (4) vorgesehenen Träger (3) angeordnet sind.

30

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Schalter (20) ein magnetischer Kern (11) zugeordnet ist.
- 5 4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Schalter (20) eine Spule (1, 2) in der ersten und zweiten Ebene zugeordnet ist, die übereinander liegen, wobei die Spulen jeder Reihe (2) und die
10 Spulen jeder Spalte (1) jeweils elektrisch in Reihe geschaltet sind.
- 15 5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spulen (2) jeder Reihe und die Spulen (1) jeder Spalte aus einem durchgehend isolierten Leiter, vorzugsweise Draht, um die Kerne herum hergestellt sind.
- 20 6. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der bewegliche Kontakt (8) mit einem Teil (9) aus magnetischem Material verbunden ist.
- 25 7. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (20) als bistabiler Schalter mit zwei stabilen Schalterzuständen ausgebildet ist.
- 30 8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster stabiler Schalterzustand durch eine auf das bewegliche Element wirkende Federkraft gegeben ist.
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Teil aus magnetischem Material ein Dauermagnet (9) ist,

der in einem zweiten stabilen Schalterzustand mit dem Kern (11) in Halteverbindung tritt.

- 5 10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der bewegliche Kontakt (8) jedes Schalters (20) mit einer Folienmembran (7) fest verbunden, und dass die Folienmembran (7) mit Vorspannung derart an einem die Festkontakte (6) tragenden Träger (4) befestigt ist, dass die beweglichen Kontakte (8) und die Festkontakte (6) in den ersten Schalterzustand (10) in elektrische Verbindung treten.
- 10
- 15 11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Dauermagnet (9) jedes Schalters (20) mit der entgegengesetzt zum beweglichen Kontakt (8) liegenden Seite der Folienmembran (7) fest verbunden ist.
- 20 12. Schaltungsanordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Dauermagnet als in die Folie eingebrachte magnetische Partikel ausgebildet ist.
- 25 13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Folienmembran (7) zwischen den Schaltern mit dem Träger verbunden ist.
- 30 14. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13 mit einer Mehrzahl auf dem Träger (4) angeordneten getrennten Antennenelementen (14), die über die Vielzahl von Schaltern (20) verbindbar sind.
15. Schaltungsanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Träger (4) aus einem

Material besteht, der die Abstrahlung der Antennenelemente (14) durch ihn hindurch gestattet.

- 5 16. Verfahren zum Schalten von matrixförmig in Reihen und Spalten angeordneten Schaltern, die jeweils einen beweglichen Kontakt und mindestens einen Festkontakt aufweisen und gegenüberliegend zu den Kontakten mit Abstand matrixförmig erste und zweite Spulen in unterschiedlichen Ebenen zueinander angeordnet sind, wobei die ersten und
10 zweiten Spulen jeweils reihen- und/oder spaltenweise derart angesteuert werden, dass die dem zu schaltenden Schalter zugeordneten ersten und zweiten Spulen zwei Magnetfelder erzeugen, die durch Überlagern eine starke Magnetkraft hervorrufen und den Schalter (20) von einem Schalterzustand in den anderen bringt, während für die
15 übrigen Schalter der angesteuerten Reihe und Spalte nur ein Magnetfeld mit geringer Stärke erzeugt wird und die hervorgerufene Kraft nicht
20 ausreicht, um die zugehörigen Schalter (20) von einem Schalterzustand in den anderen zu bringen.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Spulen reihen- und spaltenweise zur Erzeugung der Überlagerung der Magnetfelder im Kreuzungspunkt der Ansteuerung gleichsinnig bestromt werden, wobei zum Überführen des Schalters von den ersten in den
25 zweiten Schalterzustand die Bestromung in der einen Richtung und von dem zweiten in den ersten
30 Schalterzustand die Bestromung in der anderen Richtung durchgeführt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der Funktionsfähigkeit oder des aktuellen Schaltzu-

stands nur die Spulen einer Ebene bestromt und die induzierte Spannung in den Spulen der anderen Ebene gemessen wird.

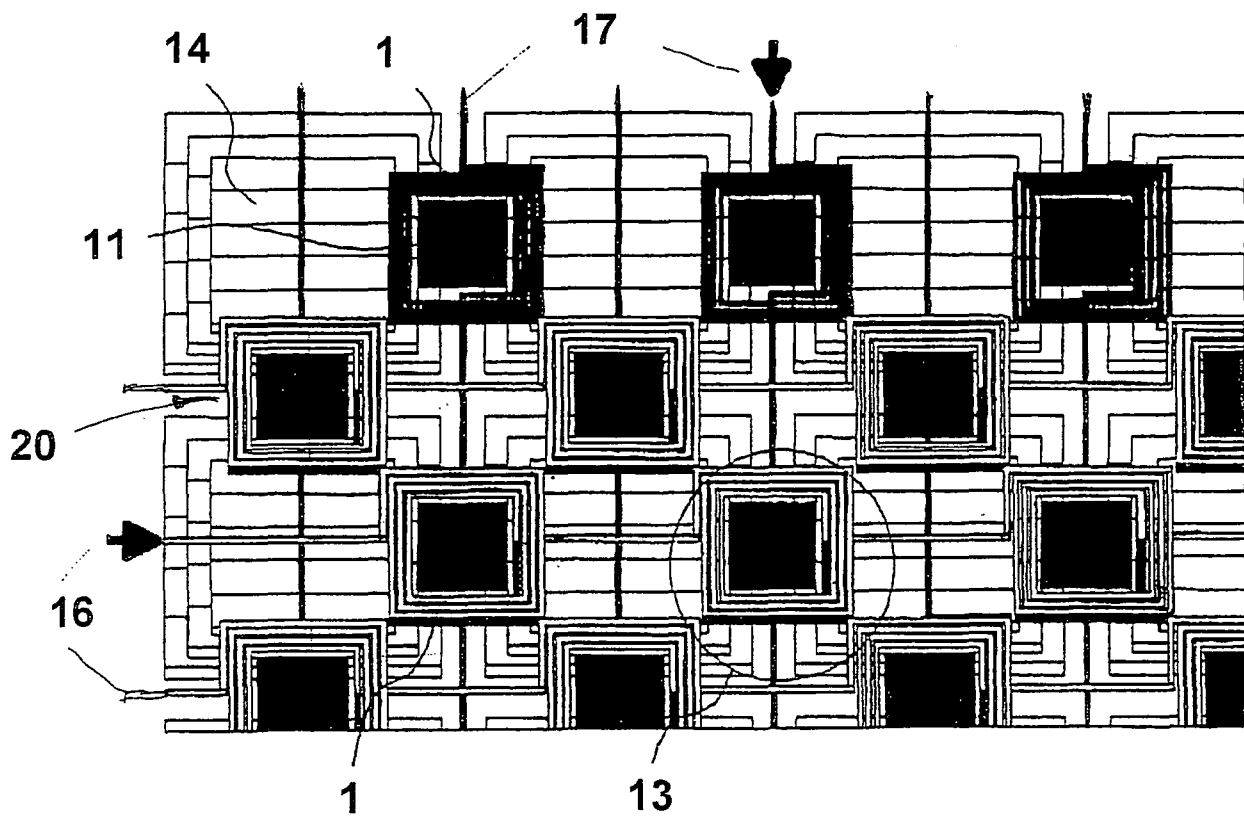


Fig. 1

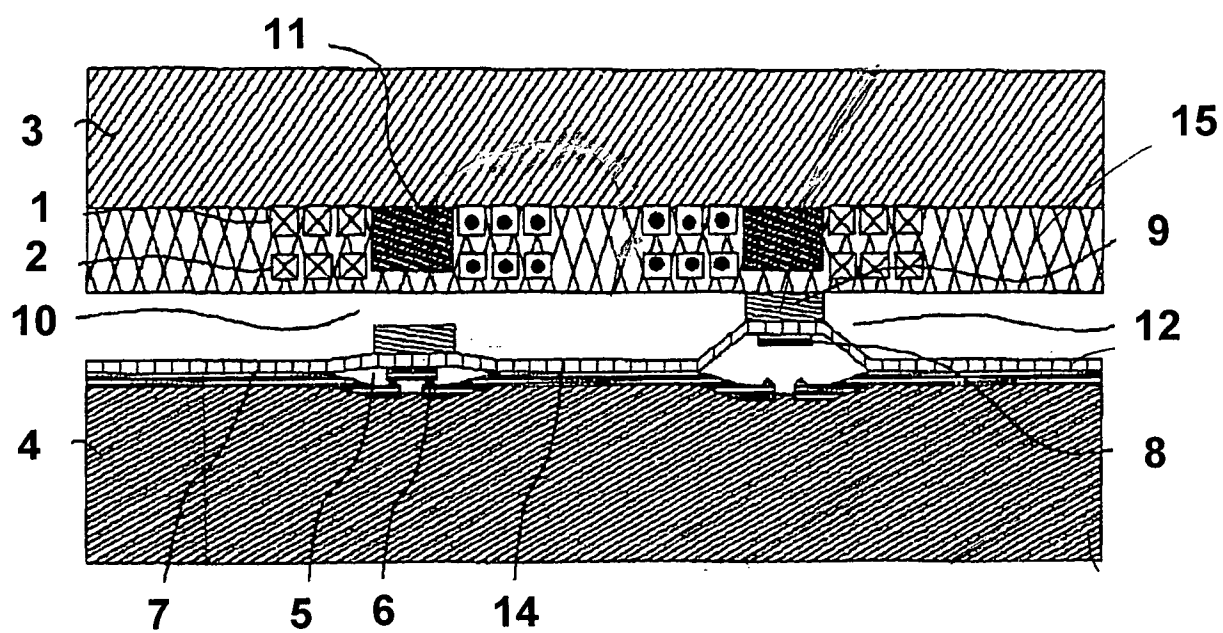


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/002185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01H50/00 H01H67/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 856 866 A1 (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]) 5 August 1998 (1998-08-05) cited in the application	1, 3-6, 8, 16, 17
A	column 16, line 53 - line 57; figures 12A, 12B, 18A, 18b the whole document	2
X	DE 25 26 030 A1 (NIPPON ELECTRIC CO) 2 January 1976 (1976-01-02) claim 2	1, 16
A	DE 10 81 059 B (SIEMENS AG) 5 May 1960 (1960-05-05) claim 2	1, 16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 May 2007

Date of mailing of the international search report

05/06/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Socher, Günther

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/002185

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0856866	A1	05-08-1998	CN 1200195 A 25-11-1998
			DE 69630042 D1 23-10-2003
			DE 69630042 T2 09-06-2004
			WO 9715062 A1 24-04-1997
			US 6078233 A 20-06-2000
DE 2526030	A1	02-01-1976	BE 830197 A1 01-10-1975
			JP 50159907 A 24-12-1975
			US 3996541 A 07-12-1976
DE 1081059	B	05-05-1960	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01H50/00 H01H67/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 856 866 A1 (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO [JP]) 5. August 1998 (1998-08-05) in der Anmeldung erwähnt	1, 3-6, 8, 16, 17
A	Spalte 16, Zeile 53 - Zeile 57; Abbildungen 12A, 12B, 18A, 18b das ganze Dokument	2
X	DE 25 26 030 A1 (NIPPON ELECTRIC CO) 2. Januar 1976 (1976-01-02) Anspruch 2	1, 16
A	DE 10 81 059 B (SIEMENS AG) 5. Mai 1960 (1960-05-05) Anspruch 2	1, 16

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Mai 2007

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/06/2007

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Socher, Günther

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/002185

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0856866	A1	05-08-1998	CN 1200195 A 25-11-1998
		DE 69630042 D1 23-10-2003	
		DE 69630042 T2 09-06-2004	
		WO 9715062 A1 24-04-1997	
		US 6078233 A 20-06-2000	
DE 2526030	A1	02-01-1976	BE 830197 A1 01-10-1975
		JP 50159907 A 24-12-1975	
		US 3996541 A 07-12-1976	
DE 1081059	B	05-05-1960	KEINE