

(19)



(11)

EP 2 811 497 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
31.08.2016 Patentblatt 2016/35

(51) Int Cl.:
H01H 1/00 (2006.01) **H01H 37/14 (2006.01)**
H01H 1/54 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14171600.1**

(22) Anmeldetag: **06.06.2014**

(54) **Bistabiles Mikrorelais und Mikrorelaismatrix**

Bistable micro-relay and micro-relay matrix

Micro-relais bistable et matrice de micro-relais

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **07.06.2013 DE 102013105939**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.2014 Patentblatt 2014/50

(73) Patentinhaber: **Technische Universität Darmstadt 64289 Darmstadt (DE)**

(72) Erfinder:
• **Staab, Matthias**
63762 Großostheim (DE)
• **Schlaak, Helmut**
64372 Ober-Ramstadt (DE)

(74) Vertreter: **Katscher Habermann Patentanwälte Dolivostraße 15A 64293 Darmstadt (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 207 541 DE-A1-102008 027 325
US-A- 5 467 067 US-A1- 2009 040 008

EP 2 811 497 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein bistabiles Mikrorelais. Solche miniaturisierten und mikrosystemtechnisch gefertigten Relais werden vor allem in den Bereichen der Telekommunikationstechnik, der Medizintechnik, der Datenverarbeitung, der Messtechnik und im Kfz-Bereich benötigt.

[0002] Aus dem Stand der Technik, insbesondere aus den Druckschriften US5467067A und US2009/040008A1, sind beispielsweise Mikrorelais bekannt, die zum Umschalten zwischen stabilen Schaltzuständen des Mikrorelais zwei parallel zueinander angeordnete, U-förmig ausgestaltete, eine pseudo-bimorphe Struktur bildende, elektrothermische Mikroaktoren aufweisen.

[0003] Jeder einzelne U-förmige Mikroaktor weist jeweils zwei parallel zueinander angeordnete Schenkel auf, wobei die Schenkel an einem Ende über einen Verbindungsabschnitt miteinander verbunden sind. Jeweils einer der beiden Schenkel der Mikroaktoren kann erwärmt werden und dehnt sich bei der Erwärmung aus. Die Erwärmung wird üblicherweise durch ein in oder an dem betreffenden Schenkel angeordnetes Widerstandselement erzeugt, das in geeigneter Weise bestromt werden kann. Durch die erwärmungsbedingte Ausdehnung eines ersten Schenkels eines Mikroaktors relativ zu einem zweiten Schenkel des Mikroaktors wird der Verbindungsabschnitt des Mikroaktors verlagert. Der zweite Schenkel dient zur Führung des erwärmbaren ersten Schenkels. Es ist ebenfalls möglich, einen Schenkel des Mikroaktors teilweise oder vollständig aus einem Material herzustellen, das sich bei einem elektrischen Stromfluss oder bei Anlegen einer elektrischen Spannung ausdehnen oder zusammenziehen kann.

[0004] Um zwischen zwei Schaltzuständen umschalten zu können, werden zwei elektrothermische Mikroaktoren eingesetzt, wobei die beiden elektrothermischen Mikroaktoren nebeneinander angeordnet und in entgegengesetzte Richtungen auslenkbar sind. Die beiden elektrothermischen Mikroaktoren sind im Bereich der jeweiligen Verbindungsabschnitte miteinander gekoppelt oder verbunden und bilden dort einen Schalter, der je nach Bestromung zwischen zwei Schaltzuständen hin und her bewegt werden kann. Die üblicherweise mechanisch realisierte Verbindung bildet eine hystereseebehaftete mechanische Kopplung der beiden Mikroaktoren. Mit Hilfe einer Permanentmagnetanordnung kann der in einen vorgegebenen Schaltzustand verlagerte Schalter dort magnetisch gehalten werden, bis durch eine Aktivierung des entsprechenden Mikroaktors der Schalter in den anderen Schaltzustand verlagert wird.

[0005] Die Lebensdauer herkömmlicher Mikrorelais ist im Wesentlichen durch die maximale Anzahl von Schaltvorgängen bestimmt, die mit Hilfe der herkömmlichen Mikroaktoren durchgeführt werden können. Sofern große mechanische Kräfte für eine Betätigung des Schalters ausgeübt werden müssen, ist eine entsprechende Aus-

legung und Stabilität der Verbindung bzw. Kopplung der beiden Mikroaktoren erforderlich.

[0006] Als Aufgabe der Erfindung wird es deshalb angesehen, ein bistabiles Mikrorelais bereitzustellen, das günstig herstellbar ist, für eine Vielzahl von Anwendungen verwendbar ist und eine hohe Lebensdauer aufweist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein bistabiles Mikrorelais gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0007] Die Permanentmagnetanordnung besteht aus zwei beabstandet zueinander angeordneten Permanentmagneten zwischen denen sich ein magnetisches Feld ausbildet. Das Flusselement des Schaltkontakts ist innerhalb dieses magnetischen Feldes angeordnet. Vorteilhafterweise besteht das Flusselement aus einem ferromagnetischen und elektrisch leitfähigen Material.

[0008] Je nach Lage des Flusselements innerhalb des magnetischen Feldes wird das Flusselement von einem der Permanentmagneten stärker angezogen und in einer stabilen Position gehalten. Da das Flusselement an dem schwenkbar gelagerten Schaltkontakt angeordnet ist, kann die Lage des Flusselements innerhalb des magnetischen Feldes durch Verschwenken des Schaltkontakts verändert werden und von einer ersten stabilen Lage in eine zweite stabile Lage verlagert werden. In der ersten stabilen Lage wird das Flusselement stärker von einem ersten Permanentmagneten der Permanentmagnetanordnung angezogen und in der zweiten stabilen Lage wird das Flusselement stärker von einem zweiten Permanentmagneten der Permanentmagnetanordnung angezogen.

[0009] Der Schaltkontakt kann mit Hilfe des Mikroaktors verlagert werden. Der Mikroaktor steht mit dem Schaltkontakt in Wirkverbindung und ist vorteilhafterweise mit dem Schaltkontakt mechanisch gekoppelt.

[0010] Dadurch, dass beide Aktorschenkel des U-förmig ausgeschalteten Mikroaktors beheizbar sind, kann der Mikroaktor ausgehend von einer Ausgangsposition in zwei entgegengesetzte Richtungen ausgelenkt werden. Eine Richtung der jeweiligen Auslenkung ist davon bestimmt, welcher der Aktorschenkel jeweils beheizt wird.

[0011] Um mit Hilfe des erfindungsgemäßen Mikroaktors zwei Schaltvorgänge durchführen zu können, müssen beide Aktorschenkel üblicherweise nacheinander jeweils einmal erwärmt werden. Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass durch die abwechselnde Erwärmung beider Aktorschenkel eine maximale Anzahl der mit Hilfe des Mikroaktors durchführbaren Umschaltvorgänge deutlich erhöht wird. Durch die gleichmäßige Belastung der beiden Aktorschenkel wird im Gegensatz zu den herkömmlichen Aktoreinrichtungen mit zwei parallel angeordneten Mikroaktoren verhindert, dass einer der beiden Aktorschenkel für jeden entsprechenden Schaltvorgang erwärmt und dadurch besonders mechanisch belastet wird, während der andere Aktorschenkel ausschließlich zur Führung verwendet und nicht in gleicher Weise mechanisch beansprucht wird. Die einseitige Belastung derartiger herkömmlicher Mikroaktoren führt

wesentlich schneller bzw. nach erheblich weniger Schaltvorgängen zu einer Beschädigung oder zu einem Bruch des erwärmbaren Aktorschenkels, als es bei dem symmetrisch ausgestalteten Mikroaktor mit gleichermaßen erwärmten und beanspruchten Aktorschenkeln der Fall ist. Die einseitige Belastung führt bei herkömmlichen Mikroaktoren oftmals frühzeitig zu einer Verkürzung des betreffenden Schenkels, wodurch die Funktionalität des Mikroaktors eingeschränkt und gegebenenfalls vollständig zerstört wird.

[0012] Bei einer Auslenkung der Aktorschenkel wird der Verbindungsabschnitt näherungsweise parallel verschoben, während die Aktorschenkel bogenförmig verformt werden. Makroskopisch betrachtet wird der U-förmige Mikroaktor näherungsweise parallelenkerförmig ausgelenkt.

[0013] Um das mit Hilfe der Permanentmagnetanordnung erzeugte magnetische Feld zu beeinflussen, eine Baugröße des Mikrorelais weiter zu reduzieren und um das für das Mikrorelais benötigte Material zu reduzieren ist erfindungsgemäß vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Permanentmagnetanordnung zwei Polschuhe aufweist und dass Kontaktstellen an den Polschuhen ausgebildet sind. Die Polschuhe bestehen vorteilhafterweise aus einem elektrisch leitenden und magnetisch leitenden Material.

[0014] Der Schaltkontakt kann zwischen zwei Signalausgängen verlagert werden und zwei jeweils einem Signalausgang zugeordnete und daran angepasste Kontaktbereiche aufweisen. Auf diese Weise dienen die Polschuhe gleichzeitig zur Beeinflussung des von der Permanentmagnetanordnung erzeugten magnetischen Feldes und als elektrische Kontaktstellen zur Herstellung elektrisch leitender Verbindungen zwischen dem Signaleingang und den zwei Signalausgängen. Zu diesem Zweck sind die Polschuhe erfindungsgemäß so angeordnet, dass jeweils einer der Kontaktbereiche des Schaltkontakts in Abhängigkeit der jeweiligen Lage des Flusselements innerhalb des magnetischen Feldes an einem der beiden Polschuhe anliegt.

[0015] Es ist ebenfalls möglich, dass der Schaltkontakt lediglich zur Herstellung oder Unterbrechung einer elektrisch leitenden Verbindung zwischen dem Signaleingang und einem einzigen Signalausgang verwendet werden soll. In diesem Fall muss an dem Schaltkontakt lediglich ein Kontaktbereich ausgebildet sein. Weiterhin wäre es ausreichend, wenn lediglich der diesem Kontaktbereich zugeordnete Polschuh aus einem elektrisch leitenden und magnetischen Material besteht, während der andere Polschuh nur magnetische Eigenschaften aufweisen muss, ohne elektrisch leitend kontaktiert zu sein.

[0016] Zur weiteren Reduzierung der Baugröße und des für die Herstellung des Mikrorelais benötigten Materials ist erfindungsgemäß vorteilhafterweise vorgesehen, dass die Kontaktbereiche an dem Flusselement ausgebildet sind. Auf diese Weise dient das Flusselement einerseits dazu, den Schaltkontakt in einer der bei-

den stabilen Lagen zu halten und andererseits dazu, die elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Signaleingang und den Signalausgängen herzustellen.

[0017] Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das Flusselement schaltzustandsabhängig an einem der beiden Polschuhe anliegt.

[0018] Das erfindungsgemäße bistabile Mikrorelais kann besonders kostengünstig dadurch hergestellt werden, dass der Mikroaktor aus einem Polymerwerkstoff hergestellt ist. Zudem sind geeignete Polymerwerkstoffe bekannt, die materialbedingt eine große Anzahl von Schaltvorgängen, bzw. von Erwärmungen und dadurch bedingten Verformungen durchführen können, ohne dass mechanische Beeinträchtigungen oder gar eine Beschädigung des Mikroaktors befürchtet werden müssten. Bei dem Polymerwerkstoff kann es sich erfindungsgemäß um einen Negativ-Photoresisten handeln.

[0019] Die Aktorschenkel des elektrothermischen Mikroaktors können besonders wirkungsvoll dadurch erwärmt werden, dass die Aktorschenkel elektrothermische Heizelemente aus einem Nickelmetallfilm aufweisen. Vorteilhafterweise sind die elektrothermischen Heizelemente innerhalb der Aktorschenkel angeordnet und von dem Polymerwerkstoff umschlossen.

[0020] Die Heizelemente können erfindungsgemäß auch aus anderen durch ein PVD-Verfahren abscheidbaren Metallen bestehen, wie beispielsweise Chrom, Aluminium oder Kupfer.

[0021] Zur Herstellung einer mechanischen Kopplung zwischen dem Mikroaktor und dem Schaltkontakt ist erfindungsgemäß vorteilhafterweise vorgesehen, dass in dem Kopplungsbereich ein hakenförmig ausgestaltetes Kopplungselement angeordnet ist und dass an dem Mikroaktor eine an das Kopplungselement angepasste Ausnehmung ausgebildet ist, wobei das Kopplungselement in die Ausnehmung eingreift und wobei das Kopplungselement an einem Rand der Ausnehmung anliegt, wenn der Mikroaktor ausgelenkt ist. Vorteilhafterweise weist die Ausnehmung einen U-förmigen Querschnitt auf.

[0022] Vorteilhafterweise ist die Ausnehmung so ausgestaltet, dass das Kopplungselement in der Ausgangsposition in die Ausnehmung eingreift, bei einer vorgegebenen Auslenkung des Mikroaktors an einem der Auslenkung entsprechenden Rand der Ausnehmung anliegt und bei einer weiteren Auslenkung des Mikroaktors eine Kraft auf den Rand ausübt und den Schaltkontakt des Mikroaktors in Richtung der Auslenkung zieht bzw. drückt. Zu diesem Zweck ist eine von dem Mikroaktor bereitstellbare Auslenkungskraft vorteilhafterweise größer als eine von der Permanentmagnetanordnung auf das Flusselement wirkende magnetische Anziehungskraft. Durch den Eingriff des Kopplungselements in die an das Kopplungselement angepasste Ausnehmung können Ungenauigkeiten bei der Herstellung und Anordnung, bzw. bei der Justierung einzelner Lithographiemasken zur Fertigung des Mikroaktors reduziert werden.

[0023] Um eine Baugröße des bistabilen Mikrorelais

weiter zu verringern ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass das bistabile Mikrorelais zwei parallel zueinander angeordnete, U-förmige, elektrothermische Mikroaktoren mit beheizbaren Aktorschenkeln aufweist, wobei der Schaltkontakt zwischen den beiden Mikroaktoren angeordnet ist und mit beiden Mikroaktoren mechanisch gekoppelt ist. Durch eine solche symmetrische Ausgestaltung des erfindungsgemäßen bistabilen Mikrorelais ist die von den beiden Mikroaktoren jeweils aufzubringende Auslenkungskraft reduziert, da die beiden parallel zueinander angeordneten Mikroaktoren erfindungsgemäß so angesteuert werden, dass beide Mikroaktoren gleichzeitig in dieselbe Richtung ausgelenkt werden, so dass von beiden Mikroaktoren gleichzeitig eine Auslenkungskraft in eine gleiche Auslenkungsrichtung auf den Schaltkontakt ausgeübt wird. Auf diese Weise kann die erforderliche Baugröße der einzelnen Mikroaktoren verringert werden wodurch ein für das erfindungsgemäße bistabile Mikrorelais zur Verfügung stehender Bauraum besser ausgenutzt werden kann und die Baugröße des Mikrorelais verringert werden kann.

[0024] Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen bistabilen Mikrorelais ist vorgesehen, dass ein erster linker Aktorschenkel eines ersten Mikroaktors und ein zweiter linker Aktorschenkel eines zweiten Mikroaktors über eine erste elektrische Parallelschaltung mit einer ersten Steuerspannung ansteuerbar ist und dass ein erster rechter Aktorschenkel des ersten Mikroaktors und ein zweiter rechter Aktorschenkel des zweiten Mikroaktors über eine zweite elektrische Parallelschaltung mit einer zweiten Steuerspannung ansteuerbar ist, so dass bei einer Ansteuerung der Mikroaktoren mit der ersten Steuerspannung die Mikroaktoren in Richtung der jeweils rechten Aktorschenkel ausgelenkt werden und bei einer Ansteuerung der Mikroaktoren mit der zweiten Steuerspannung die Mikroaktoren in Richtung der jeweils linken Aktorschenkel ausgelenkt werden. Durch die Verwendung von Parallelschaltungen kann besonders einfach erreicht werden, dass beide Mikroaktoren gleichzeitig die Auslenkungskräfte in der gleichen Auslenkungsrichtung in dem Kopplungsbereich des Schaltkontakts bereitstellen.

[0025] Die Erfindung betrifft auch eine Mikrorelaismatrix.

[0026] Erfindungsgemäß weist die Mikrorelaismatrix mindestens ein auf einer ersten Seite einer ersten Substratschicht angeordnetes erstes wie vorangehend beschriebenes bistabiles Mikrorelais und mindestens ein auf einer ersten Seite einer zweiten Substratschicht angeordnetes zweites wie vorangehend beschriebenes bistabiles Mikrorelais auf, wobei die Substratschichten miteinander verbunden sind und wobei die erste Seite der ersten Substratschicht und die erste Seite der zweiten Substratschicht einander zugewandt sind, so dass das mindestens eine erste Mikrorelais und das mindestens eine zweite Mikrorelais einander zugewandt sind. Auf diese Weise können besonders kompakte Mikrorelaismatrixen mit einer Vielzahl bistabiler Mikrorelais her-

gestellt werden. Für die Ansteuerung der bistabilen Mikrorelais und für die Signalübertragung durch die bistabilen Mikrorelais erforderliche Leiterbahnen und Kontaktstellen können mit Hilfe bekannter Verfahren in und an den Substratschichten ausgebildet werden.

[0027] Um eine möglichst kompakte Mikrorelaismatrix herzustellen und die Herstellungskosten für die Mikrorelaismatrix weiter zu senken ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass mindestens eine Permanentmagnetkonfiguration zwischen den Substratschichten angeordnet ist, wobei die Permanentmagnetkonfiguration eine oder mehrere Anordnungen von Permanentmagneten für mindestens zwei einander zugewandte Mikrorelais bildet. Erfindungsgemäß kann es sich bei der Permanentmagnetkonfiguration um einen Permanentmagneten handeln, dessen magnetische Pole mit Polschuhen der Permanentmagneten in Wirkverbindungen stehen, so dass die erforderlichen magnetischen Felder mit Hilfe des Permanentmagneten und der Polschuhe in den einander zugewandten Mikrorelais erzeugt wird.

[0028] Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Mikrorelaismatrix ist vorgesehen, dass auf den Substratschichten Mikrorelaisreihen mit jeweils mindestens zwei parallel zueinander angeordneten Mikrorelais angeordnet sind und dass eine Ausrichtung zweier benachbarter Mikrorelaisreihen jeweils um 180° gedreht ist.

[0029] Eine Baugröße der Mikrorelaismatrix und Materialkosten der Mikrorelaismatrix können dadurch weiter reduziert werden, dass die Permanentmagnetkonfiguration eine Permanentmagnetanordnung für jeweils zwei benachbarte Mikrorelais einer ersten Mikrorelaisreihe und für jeweils zwei benachbarte Mikrorelais einer zweiten Mikrorelaisreihe bildet, wobei die erste Mikrorelaisreihe und die zweite Mikrorelaisreihe benachbart zueinander angeordnet sind und wobei die Mikrorelais der ersten Mikrorelaisreihe und die Mikrorelais der zweiten Mikrorelaisreihe einander zugewandt sind. Die Permanentmagnetkonfiguration umfasst vorteilhafterweise mehrere Permanentmagnete. Die Permanentmagneten sind erfindungsgemäß so angeordnet, dass jeder Permanentmagnet jeweils für vier bistabile Mikrorelais magnetische Nordpole bereitstellt und für vier weitere, benachbart angeordnete bistabile Mikrorelais magnetische Südpole bereitstellt. Die für den Betrieb der bistabilen Mikrorelais erforderlichen weiteren magnetischen Pole werden durch eine entsprechende Anordnung weiterer Permanentmagnete an den bistabilen Mikrorelais bereitgestellt.

[0030] Vorteilhafterweise ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Permanentmagnetkonfiguration zwei Permanentmagnete aufweist.

[0031] Um die erfindungsgemäße Mikrorelaismatrix möglichst einfach und kostengünstig herstellen zu können ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Substratschichten aus einem keramischen Substrat hergestellt sind. Bei dem keramischen Substrat kann es sich beispielsweise um Aluminiumoxid handeln. Es ist aber auch möglich und erfindungsgemäß vorgesehen, dass als Ma-

terial für die Substratschichten Polymermaterialien, wie beispielsweise Platinenmaterial FR4 verwendet wird.

[0032] Vorteilhafterweise sind für eine Kontaktierung der bistabilen Mikrorelais auf den Substratschichten erforderliche elektrische leitende Leiterbahnen und Kontaktstellen aus einem gegenüber einem Opferschichtätzmedium resistenten Metall wie beispielsweise Nickel oder Nickel-Eisen hergestellt. Eine Opferschicht ist herstellungsbedingt auf dem Substrat vorgesehen und muss während des Herstellungsprozesses von dem Substrat durch ätzen entfernt werden. Als Material für die Opferschicht ist erfindungsgemäß Kupfer vorgesehen.

[0033] Die bistabilen Mikrorelais können besonders kostengünstig und einfach dadurch gegen äußere Einflüsse wie Staub oder dergleichen geschützt werden, dass an einem umlaufenden Rand der Mikrorelaismatrix ein Dichtmaterial zwischen den Substratschichten angeordnet ist, so dass die Substratschichten und das Dichtmaterial ein Gehäuse für das mindestens eine Mikrorelais bilden.

[0034] Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Mikrorelaismatrix ist vorgesehen, dass auf einer zweiten Seite der ersten Substratschicht und/oder auf einer zweiten Seite der zweiten Substratschicht wie vorangehend beschriebene bistabile Mikrorelais angeordnet sind. Auf diese Weise können die bistabilen Mikrorelais in beliebig vielen Schichten übereinander angeordnet werden. Die Substratschichten können erfindungsgemäß durch Substratelemente gebildet werden, wobei jeweils auf gegenüberliegenden Seiten der Substratelemente Mikrorelais angeordnet sind oder durch aneinander anliegende Substratelemente gebildet werden, wobei jeweils nur auf einer Seite der Substratelemente Mikrorelais angeordnet sind und die Substratelemente mit den einer Mikrorelaisseite gegenüberliegenden Seitenfläche aneinander anliegen. Vorteilhafterweise besteht dabei jede Schicht aus einander zugewandten bistabilen Mikrorelais, wobei die einzelnen Substratschichten gleichzeitig als Gehäuseteile der bistabilen Mikrorelais dienen. Auf diese Weise können die Herstellungskosten und der für die Mikrorelaismatrix erforderliche Bauraum weiter reduziert werden.

[0035] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen bistabilen Mikrorelais und der erfindungsgemäßen Mikrorelaismatrix werden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0036] Es zeigt:

Fig. 1a eine schematische Darstellung eines U-förmig ausgestalteten Mikroaktors in einer Ausgangsposition,

Fig. 1b eine schematisch dargestellte Ansicht des in Fig. 1a dargestellten Mikroaktors in einem ausgelenkten Zustand,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines bistabi-

len Mikrorelais,

Fig. 3 eine schematisch dargestellte Ansicht auf mehrere auf einer Substratschicht angeordnete bistabile Mikrorelais einer Mikrorelaismatrix,

Fig. 4 eine schematisch dargestellte Schnittansicht einer Mikrorelaismatrix.

[0037] Fig. 1a zeigt eine schematisch dargestellte Ansicht eines U-förmig ausgestalteten Mikroaktors 1 in einer Ausgangsposition 2. Der Mikroaktor 1 weist zwei parallel zueinander angeordnete Aktorschenkel 3 auf. Die Aktorschenkel 3 sind durch einen Verbindungsabschnitt 4 des Mikroaktors 1 miteinander verbunden. Die Aktorschenkel 3 sind in Endbereichen 5 der Aktorschenkel 3 festgelegt. Beide Aktorschenkel 3 sind beheizbar ausgestaltet.

[0038] Fig. 1b zeigt eine schematisch dargestellte Ansicht des Mikroaktors 1, wobei ein erster Schenkel 6 des Mikroaktors 1 erwärmt ist und sich auf Grund der Erwärmung ausgedehnt hat. Durch die Ausdehnung ist der Mikroaktor 1 in eine durch einen Pfeil gekennzeichnete erste Richtung 7 ausgelenkt.

[0039] Der erste Aktorschenkel 6 ist mit Hilfe eines innerhalb des ersten Aktorschenkels 6 angeordneten elektrischen Heizelements beheizt. Solange das Heizelement des ersten Aktorschenkels 6 elektrisch angesteuert wird, verbleibt der Mikroaktor 1 in der dargestellten ausgelenkten Position. Wird das Heizelement des ersten Aktorschenkels 6 nicht länger elektrisch angesteuert, kühlt sich der erste Aktorschenkel 6 ab, wobei sich eine durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnete Länge 8 des ersten Aktorschenkels 6 verkürzt, wodurch der Mikroaktor 1 zurück in die in Fig. 1a dargestellte Ausgangsposition verlagert wird.

[0040] Um mit Hilfe des Mikroaktors 1 einen weiteren Schaltvorgang vornehmen zu können, muss ein Heizelement des zweiten Aktorschenkels 9 elektrisch angesteuert werden, wodurch sich eine durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnete Länge 10 des zweiten Aktorschenkels 9 verlängert und der Mikroaktor 1 in eine der Richtung 7 entgegengesetzte Richtung verlagert wird.

[0041] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines bistabilen Mikrorelais 11. Das bistabile Mikrorelais 11 besteht aus zwei parallel zueinander angeordneten Mikroaktoren 1, einem Schaltkontakt 12 und einer Permanentmagnetanordnung 13. Des Weiteren weist das bistabile Mikrorelais 11 einen ersten Signalausgang 14, einen zweiten Signalausgang 15 und einen Signaleingang 16 auf.

[0042] Der Schaltkontakt 12 ist in einem Lagerbereich 17 des Schaltkontakts 12 schwenkbar federnd gelagert. In einem Kopplungsbereich 18 des Schaltkontakts 12 sind zwei hakenförmig ausgestaltete Kopplungselemente 19 angeordnet, die in U-förmig ausgestaltete Ausnehmungen 20 der Mikroaktoren 1 eingreifen. Der Schaltkontakt 12 weist zudem ein Flusselement 21 auf, wobei

an gegenüberliegenden Seiten des Flusselements 21 Kontaktbereiche 22 ausgebildet sind. Das Flusselement 21 besteht aus einem ferromagnetischen Material und ist innerhalb eines durch die Permanentmagnetanordnung 13 hervorgerufenen magnetischen Felds angeordnet.

[0043] Die Permanentmagnetanordnung 13 besteht aus zwei Permanentmagneten 23 und zwei den Permanentmagneten 23 zugeordneten Polschuhen 24. An den Polschuhen 24 sind Kontaktstellen 25 ausgebildet, wobei die Kontaktstellen 25 an die Kontaktbereiche 22 des Flusselements 21 angepasst sind. Die Polschuhe 24 bestehen aus einer elektrisch und magnetisch leitenden Materialzusammensetzung, beispielsweise aus einem Polschuhkern aus einem magnetisch leitfähigen Material, der mit einer dünnen Schicht aus einem elektrisch leitfähigen Material überzogen ist. Die Polschuhe 24 könnten auch aus einem elektrisch und magnetisch leitenden Material hergestellt sein, wobei die Polschuhe 24 zusätzlich auch mit dem elektrisch leitfähigen Material beispielsweise mit Gold überzogen werden könnten.

[0044] Der Schaltkontakt 12 weist eine Stange 26 aus einem elektrisch leitenden Material auf, wobei die Stange 26 mit dem Signaleingang 16 elektrisch leitend verbunden ist. Zudem ist die Stange 26 elektrisch leitend mit dem elektrisch leitenden Flusselement 21 verbunden. Auch das Flusselement 21 besteht zweckmäßigerweise aus einem magnetisch leitfähigen Material mit einer dünnen Beschichtung aus einem elektrisch leitfähigen Material. Das Flusselement 21 könnte auch aus einem elektrisch und magnetisch leitenden Material hergestellt sein, wobei das Flusselement 21 zusätzlich auch eine dünne Beschichtung aus dem elektrisch leitfähigen Material aufweisen könnte. Die Beschichtung kann beispielsweise aus Gold hergestellt werden.

[0045] Sobald einer der Kontaktbereiche 22 des Flusselements 21 an einem der an die Kontaktbereiche 22 angepassten Kontaktstellen 25 der Polschuhe 24 anliegt, wird eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Flusselement 21 und dem jeweiligen Polschuh 24 hergestellt. Die Polschuhe 24 stehen jeweils mit einem der Signalausgänge 14 und 15 in einer elektrisch leitenden Verbindung. Auf diese Weise wird eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Signaleingang 16 über die Stange 26, das Flusselement 21, einen der Polschuhe 24 hin zu einem der Signalausgänge 14 oder 15 hergestellt.

[0046] In der dargestellten Position ist eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Signaleingang 16 und dem Signalausgang 14 dargestellt. Nach einem Schaltvorgang befände sich der Schaltkontakt in der gestrichelt dargestellten Position 27, in der eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Signaleingang 16 und dem Signalausgang 15 hergestellt wäre.

[0047] Würde eine abweichend ausgestaltete Mikroaktorordnung lediglich einen mit dem Schaltkontakt kontaktierbaren elektrisch leitenden Signalausgang 14 aufweisen und der gegenüberliegende Polschuh keine

elektrisch leitende Kontaktstelle aufweisen, so würde die Verlagerung des Schaltkontakts in die gestrichelt dargestellte Position 27 eine Unterbrechung der Kontaktierung des Signalausgangs 14 bewirken, ohne dass ein weiterer Signalausgang kontaktiert wird.

[0048] Die Aktorschenkel 3 der Mikroaktoren 1 sind beheizbar ausgestaltet. Innerhalb der Aktorschenkel 3 sind elektrothermische Heizelemente 28 angeordnet. Die elektrothermischen Heizelemente 28 werden über eine elektrische Ansteuerschaltung 29 elektrisch angesteuert, um die Mikroaktoren 1 auszulenken, den Schaltkontakt 12 zu verschwenken und dadurch einen Schaltvorgang auszuführen.

[0049] Damit die Mikroaktoren 1 bei einem Schaltvorgang in dieselbe Richtung verlagert werden, ist ein Heizelement 30 eines ersten linken Aktorschenkels 31 eines ersten Mikroaktors 32 und ein Heizelement 33 eines zweiten linken Aktorschenkels 34 eines zweiten Mikroaktors 35 über eine erste elektrische Parallelschaltung 36 über elektrische Kontakte 37 mit einer ersten Steuerungspannung ansteuerbar. Des Weiteren ist ein Heizelement 38 eines ersten rechten Aktorschenkels 39 des ersten Mikroaktors 32 und ein Heizelement 40 eines zweiten rechten Aktorschenkels 41 des zweiten Mikroaktors 35 über eine zweite elektrische Parallelschaltung 42 über die elektrischen Kontakte 43 mit einer zweiten Steuerungspannung ansteuerbar.

[0050] Das Flusselement 21 wird durch das von dem Permanentmagneten 23 erzeugte und durch Feldlinien 44 angedeutete magnetische Feld von den sich gegenüberliegenden Permanentmagneten 23 angezogen, wobei eine Anziehungskraft der Permanentmagneten 23 umso größer ist, umso näher sich das Flusselement 21 dem jeweiligen Permanentmagneten 23 nähert. Auf diese Weise wird der jeweilige Schaltzustand des Schaltkontakts 12 stabilisiert bis die Mikroaktoren 1 angesteuert werden, wodurch sich eine Länge der angesteuerten Aktorschenkel 3 verlängert, die Mikroaktoren 1 in die gleiche Richtung ausgelenkt werden und den Schaltkontakt 12 verschwenken. Auf diese Weise wird das Flusselement 21 entgegen der magnetischen Anziehungskraft des jeweiligen Permanentmagneten 23 verlagert bis eine auf das Flusselement 21 wirkende magnetische Anziehungskraft des jeweils anderen Permanentmagneten 23 stärker ist und das Flusselement 21 zu sich heranzieht. Nach diesem Schaltvorgang kann die Ansteuerung der jeweiligen Heizelemente aufgehoben werden, wodurch die Mikroaktoren zurück in die Ausgangsposition verlagert werden.

[0051] Fig. 3 zeigt eine schematisch dargestellte Ansicht auf eine erste Substratschicht 50 auf der mehrere bistabile Mikrorelais 11 in mehreren Mikrorelaisreihen 51 angeordnet sind. In der Darstellung ist ein bistabiles Mikrorelais 11 exemplarisch mit einem Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0052] An der ersten Substratschicht 50 sind zudem Permanentmagnetkonfigurationen 52 angeordnet, die gemeinsam mit Polschuhen 24 Permanentmagnetan-

ordnungen 13 der bistabilen Mikrorelais 11 bilden. In der Darstellung sind jeweils ein Polschuh 24 und eine Permanentmagnetanordnungen 13 exemplarisch mit einem Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0053] Die Permanentmagnetkonfigurationen 52 bestehen aus Permanentmagneten 53 und den den Permanentmagneten 53 jeweils zugeordneten Polschuhen 24. Auf die erste Substratschicht 50 kann eine zweite Substratschicht mit weiteren bistabilen Mikrorelais angeordnet werden, wobei die zweite Substratschicht so an der ersten Substratschicht 50 angeordnet wird, dass die an der ersten Substratschicht 50 angeordneten bistabilen Mikrorelais 11 und die an der zweiten Substratschicht angeordneten bistabilen Mikrorelais einander zugewandt angeordnet sind. Dabei werden die bistabilen Mikrorelais an der zweiten Substratschicht so angeordnet, dass die Polschuhe der bistabilen Mikrorelais entsprechend der bistabilen Mikrorelais 11 der ersten Substratschicht 50 mit den Permanentmagneten 53 in Wirkverbindung stehen und gemeinsam mit den Permanentmagneten 53 Permanentmagnetanordnungen bilden.

[0054] Fig. 4 zeigt eine schematisch dargestellte Schnittansicht einer zweilagigen Mikrorelaismatrix 54. Die zweilagige Mikrorelaismatrix 54 weist eine erste Substratschicht 50 mit einer ersten Lage der Mikrorelaismatrix 54 und eine zweite Substratschicht 55 mit einer zweiten Lage der Mikrorelaismatrix auf, wobei zwischen der ersten Substratschicht 50 und der zweiten Substratschicht 55 ein Permanentmagnet 53 angeordnet ist, der mit nicht dargestellten Polschuhen der bistabilen Mikrorelais 11 Permanentmagnetanordnungen bildet.

[0055] An einem Rand 56 der Mikrorelaismatrix 54 ist ein Dichtmaterial 57 angeordnet, wobei durch die erste Substratschicht 50, die zweite Substratschicht 55 und das Dichtmaterial 57 ein Gehäuse 58 für die bistabilen Mikrorelais 11 gebildet wird. Der Abstand zwischen der ersten Substratschicht 50 und der zweiten Substratschicht 55 kann zweckmäßigerweise durch die Abmessungen des Permanentmagneten 53 vorgegeben werden. Der Permanentmagnet 53 kann in vorab hergestellte und dadurch bereits vorgegebene Strukturen der mit einer Lage der Mikrorelaismatrix 54 versehenen ersten und zweiten Substratschichten 50, 55 eingebracht und positioniert werden.

Patentansprüche

1. Bistabiles Mikrorelais (11) mit einem schwenkbar gelagerten Schaltkontakt (12), mit mindestens einem elektrothermischen Mikroaktor (1, 32, 35), mit einer Permanentmagnetanordnung (13), mit einem Signaleingang (16) und mit mindestens einem Signalausgang (14, 15), wobei die Permanentmagnetanordnung (13) mit einem Flusselement (21) des Schaltkontakts (12) in Wirkverbindung steht, wobei der Schaltkontakt (12) mindestens einen Kontaktbereich (22) zur schaltzustandsabhängigen Herstel-

lung einer elektrischen Verbindung zwischen dem Signaleingang (16) und dem mindestens einen Signalausgang (14, 15) aufweist, wobei der Mikroaktor (1, 32, 35) U-förmig ausgestaltet ist, wobei der U-förmige Mikroaktor (1, 32, 35) zwei parallel zueinander angeordnete und mit einem Verbindungsabschnitt (4) des Mikroaktors (1, 32, 35) miteinander verbundene Aktorschenkel (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) aufweist, wobei dem Verbindungsabschnitt (4) gegenüberliegende Endbereiche (5) der Aktorschenkel (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) festgelegt sind, wobei eine Länge (8, 10) der Aktorschenkel (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) durch Erwärmung veränderbar ist, wobei beide Aktorschenkel (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) abwechselnd beheizbar ausgestaltet sind, so dass den Endbereichen (5) der Aktorschenkel (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) benachbarte Schenkelabschnitte und der Verbindungsabschnitt (4) beheizungsabhängig ausgehend von einer Ausgangsposition (2) in zwei entgegengesetzte Richtungen auslenkbar sind, wobei der Mikroaktor (1, 32, 35) in einem Kopplungsbereich (18) mit dem Schaltkontakt (12) in Wirkverbindung steht.

2. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permanentmagnetanordnung (13) zwei Polschuhe (24) aufweist und dass den Signalausgängen (14, 15) zugeordnete und an den Kontaktbereich (22) oder an Kontaktbereiche (22) angepasste Kontaktstellen (25) an den Polschuhen (24) ausgebildet sind.

3. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kontaktbereich (22) oder die Kontaktbereiche (22) an dem Flusselement (21) ausgebildet sind.

4. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikroaktor (1, 32, 35) aus einem Polymerwerkstoff hergestellt ist.

5. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aktorschenkel (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) elektrothermische Heizelemente (30, 33, 38, 40) aus einem Nickelmetallfilm aufweisen.

6. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Kopplungsbereich (18) ein hakenförmig ausgestaltetes Kopplungselement (19) angeordnet ist und dass an dem Mikroaktor (1, 32, 35) eine an das Kopplungselement (19) angepasste Ausnehmung (20) ausgebildet ist, wobei das Kopplungselement (19) in die Ausnehmung (20) eingreift und

wobei das Kopplungselement (19) an einem Rand der Ausnehmung (20) anliegt, wenn der Mikroaktor (1, 32, 35) ausgelenkt ist.

7. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das bistabile Mikrorelais (11) zwei parallel zueinander angeordnete, U-förmige, elektrothermische Mikroaktoren (1, 32, 35) mit beheizbaren Aktorschenkeln (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) aufweist, wobei der Schaltkontakt (12) zwischen den beiden Mikroaktoren (1, 32, 35) angeordnet ist und mit beiden Mikroaktoren (1, 32, 35) mechanisch gekoppelt ist.
8. Bistabiles Mikrorelais (11) gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster linker Aktorschenkel (31) eines ersten Mikroaktors (32) und ein zweiter linker Aktorschenkel (34) eines zweiten Mikroaktors (35) über eine erste elektrische Parallelschaltung (36) mit einer ersten Steuerspannung ansteuerbar ist und dass ein erster rechter Aktorschenkel (39) des ersten Mikroaktors (32) und ein zweiter rechter Aktorschenkel (41) des zweiten Mikroaktors (35) über eine zweite elektrische Parallelschaltung (42) mit einer zweiten Steuerspannung ansteuerbar ist, so dass bei einer Ansteuerung der Mikroaktoren (1, 32, 35) mit der ersten Steuerspannung die Mikroaktoren (1, 32, 35) in Richtung der jeweils rechten Aktorschenkel (39, 41) ausgelenkt werden und bei einer Ansteuerung der Mikroaktoren (1, 32, 35) mit der zweiten Steuerspannung die Mikroaktoren (1, 32, 35) in Richtung der jeweils linken Aktorschenkel (31, 34) ausgelenkt werden.
9. Mikrorelaismatrix (54) mit mindestens einem auf einer ersten Seite einer ersten Substratschicht (50) angeordneten ersten bistabilen Mikrorelais (11) entsprechend der Ansprüche 1-8 und mit mindestens einem auf einer ersten Seite einer zweiten Substratschicht (55) angeordneten zweiten bistabilen Mikrorelais entsprechend der Ansprüche 1-8, wobei die Substratschichten (50, 55) miteinander verbunden sind und wobei die erste Seite der ersten Substratschicht (50) und die erste Seite der zweiten Substratschicht (55) einander zugewandt sind, so dass das mindestens eine erste Mikrorelais (11) und das mindestens eine zweite Mikrorelais (11) einander zugewandt sind.
10. Mikrorelaismatrix (54) gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Permanentmagnetkonfiguration (52) zwischen den Substratschichten (50, 55) angeordnet ist, wobei die Permanentmagnetkonfiguration (52) Permanentmagnetanordnungen (13) für mindestens zwei einander gegenüberliegenden Mikrorelais (11) bildet.
11. Mikrorelaismatrix (54) gemäß Anspruch 9 oder An-

spruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Substratschichten (50, 55) Mikrorelaisreihen (51) mit jeweils mindestens zwei parallel zueinander angeordneten Mikrorelais (11) angeordnet sind und dass eine Ausrichtung zweier benachbarter Mikrorelaisreihen (51) jeweils um 180° gedreht ist.

12. Mikrorelaismatrix (54) gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permanentmagnetkonfiguration (52) Permanentmagnetanordnung (13) für jeweils zwei benachbarte Mikrorelais (11) einer ersten Mikrorelaisreihe (51) und für jeweils zwei benachbarte Mikrorelais (11) einer zweiten Mikrorelaisreihe (51) bildet, wobei die erste Mikrorelaisreihe (51) und die zweite Mikrorelaisreihe (51) benachbart zueinander angeordnet sind und wobei die Mikrorelais (11) der ersten Mikrorelaisreihe (51) und die Mikrorelais (11) der zweiten Mikrorelaisreihe (51) einander zugewandt sind.
13. Mikrorelaismatrix (54) gemäß einem der Ansprüche 10-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Permanentmagnetkonfiguration (52) zwei Permanentmagnete (23, 53) aufweist.
14. Mikrorelaismatrix (54) gemäß einem der Ansprüche 9-13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Substratschichten (50, 55) aus einem Keramiksubstrat hergestellt sind.
15. Mikrorelaismatrix (54) gemäß einem der Ansprüche 9-14, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem umlaufenden Rand (56) der Mikrorelaismatrix (54) ein Dichtmaterial (57) zwischen den Substratschichten (50, 55) angeordnet ist, so dass die Substratschichten (50, 55) und das Dichtmaterial (57) ein Gehäuse (58) für das mindestens eine Mikrorelais (11) bilden.
16. Mikrorelaismatrix (54) gemäß einem der Ansprüche 9-15, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf einer zweiten Seite der ersten Substratschicht (50) und/oder auf einer zweiten Seite der zweiten Substratschicht (55) bistabile Mikrorelais (11) gemäß einem der Ansprüche 1-8 angeordnet sind.

Claims

1. Bistable micro-relay (11) with a pivotably mounted switch contact (12), with at least one electro-thermal micro actuator (1, 32, 35), with a permanent magnet arrangement (13), with a signal input (16) and with at least one signal output (14, 15), wherein the permanent magnet arrangement (13) is in operative connection with a flow element (21) of the switch contact (12), wherein the switch contact (12) comprises at least one contact area (22) for establishing

- a switch-state-dependent electrical connection between the signal input (16) and the at least one signal output (14, 15), wherein the micro actuator (1, 32, 35) has a U-shaped design, wherein the U-shaped micro actuator (1, 32, 35) comprises two actuator legs (3, 6, 9, 31, 34) arranged parallel to one another and connected to a connection portion (4) of the micro actuator (1, 32, 35), wherein end regions (5) of the actuator legs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) opposite the connection portion (4) are fixed, wherein a length (8, 10) of the actuator legs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) can be changed by heating, wherein both actuator legs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) are configured to be alternately heatable, so that leg portions neighboring the end regions (5) of the actuator legs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) and the connection portion (4) can be deflected in two opposite directions starting from an initial position (2) depending on the heating, wherein the micro actuator (1, 32, 35) is in operative connection with the switch contact (12) in a coupling region (18).
2. Bistable micro-relay (11) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the permanent magnet arrangement (13) comprises two pole shoes (24) and **in that** contact points (25) assigned to the signal outputs (14, 15) and adapted to the contact region (22) or to the contact regions (22) are formed on the pole shoes (24).
 3. Bistable micro-relay (11) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the contact region (22) or the contact regions (22) are formed on the flow element (21).
 4. Bistable micro-relay (11) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the micro-actuator (1, 32, 35) is produced from a polymeric material.
 5. Bistable micro-relay (11) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the actuator legs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) comprise electro-thermal heating elements (30, 33, 38, 40) of a nickel metal foil.
 6. Bistable micro-relay (11) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a coupling element (19) designed as a hook is arranged in the coupling region (19) and **in that** a recess (20) adapted to the coupling element (19) is formed on the micro-actuator (1, 32, 35), wherein the coupling element (19) engages into the recess (20) and wherein the coupling element (19) butts against an edge of the recess (20), when the micro-actuator (1, 32, 35) is deflected.
 7. Bistable micro-relay (11) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the bistable micro-relay (11) comprises two U-shaped electro-thermal micro actuators (1, 32, 35) arranged parallel to one another and having heatable actuator legs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41), wherein the switch contact (12) is arranged between the two micro actuators (1, 32, 35) and is mechanically coupled to both micro actuators (1, 32, 35).
 8. Bistable micro-relay (11) according to claim 7, **characterized in that** a first left actuator leg (31) of a first micro actuator (32) and a second left actuator leg (34) of a second micro-actuator (35) can be controlled via a first electrical parallel switch (36) with a first control voltage and **in that** a first right actuator leg (39) of the first micro-actuator (32) and a second right actuator leg (41) of the second actuator (35) can be controlled via a second electrical parallel switch (42) with a second control voltage, so that the micro actuators (1, 32, 35) are deflected in direction of the respectively right actuator legs (39, 41) and are deflected in direction of the respectively left actuator legs (31, 34) by the second control voltage.
 9. Micro-relay matrix (54) with at least one first bistable micro-relay (11) according to claims 1-8 arranged on a first side of a first substrate layer (50) and with a at least one second bistable micro-relay according to claims 1-8 arranged on a first side of a second substrate layer (55), wherein the substrate layers (50, 55) are connected to one another and wherein the first side of the first substrate layer (50) and the first side of the second substrate layer (55) face each another, so that the at least one first micro-relay (11) and the at least one second micro-relay (11) are facing one other.
 10. Micro-relay matrix (54) according to claim 9, **characterized in that** at least one permanent magnet configuration (52) is arranged between the substrate layers (50, 55), wherein the permanent magnet configuration (52) forms permanent magnet arrangements (13) for at least two micro-relays (11) opposing one other.
 11. Micro-relay matrix (54) according to claim 9 or claim 10, **characterized in that** micro-relay rows (51) including at least two micro-relays arranged in parallel to one another are arranged on the substrate layers (50, 55) and that an orientation of two neighboring micro-relay rows (51) is rotated by in each case 180°.
 12. Micro-relay matrix (54) according to claim 11, **characterized in that** the permanent magnet configuration (52) forms permanent magnet arrangements (13) for in each case two neighboring micro-relays (11) of a first micro-relay row (51) and for in each case two neighboring micro-relays (11) of a second

micro-relay row (51), wherein the first micro-relay row (51) and the second micro-relay row (51) are arranged as to neighbor one another and wherein the micro-relays (11) of the first micro-relay row (51) and the micro-relays (11) of the second micro-relay row (51) face each other.

13. Micro-relay matrix (54) according to one of claims 10-12, **characterized in that** the permanent magnet configuration (52) comprises two permanent magnets (23, 53).
14. Micro-relay matrix (54) according to one of claims 9-13, **characterized in that** the substrate layers (50, 55) are made of a ceramic substrate.
15. Micro-relay matrix (54) according to one of claims 9-14, **characterized in that** a sealing material (57) is arranged between the substrate layers (50, 55) on a circumferential edge (56) of the micro-relay matrix (54) such that the substrate layers (50, 55) and the sealing material (57) form a casing (58) for the at least one micro-relay.
16. Micro-relay matrix (54) according to one of claims 9-15, **characterized in that** bistable micro-relays (11) according to one of claims 1-8 are arranged on a second side of the first substrate layer (50) and/or on a second side of the first substrate layer (55).

Revendications

1. Microrelais bistable (11) avec un contact de commutation de commande tourné sur paliers pivotants (12), avec au moins un microacteur électrothermique (1, 32, 35), avec une disposition d'aimants permanents (13), avec une entrée de signal (16) et avec au moins une sortie de signal (14, 15), la disposition d'aimants permanents (13) se trouvant en liaison active avec un élément de flux (21) du contact de commutation de commande (12), le contact de commutation de commande (12) présentant au moins une zone de contact (22) en vue de l'établissement en fonction de l'état de commutation d'une liaison électrique entre l'entrée de signal (16) et au moins l'une des sorties de signal (14, 15), le microacteur (1, 32, 35) étant configuré en forme de U, le microacteur en forme de U (1, 32, 35) présentant deux branches d'acteurs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) disposées en parallèle l'une par rapport à l'autre et avec une section de liaison (4) du microacteur (1, 32, 35), des zones d'extrémité (5) des branches d'acteurs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) situées face à la section de liaison (4) étant fixées, une longueur (8, 10) des branches d'acteurs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) étant modifiable par réchauffement, les deux branches d'acteurs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) étant configurées de manière chauff-

fable en alternance, de sorte que des sections de branche avoisinantes des zones d'extrémité (5) des branches d'acteurs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) et la section de liaison (4) étant déviable en fonction du chauffage dans deux directions opposées en partant d'une position initiale (2), le microacteur (1, 32, 35) se trouvant en liaison active dans une zone de couplage (18) avec le contact de commutation de commande (12).

2. Microrelais bistable (11) selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la disposition d'aimants permanents (13) présente deux épanouissements polaires (24) et **en ce que** des zones de contact (25) affectées aux sorties de signaux (14, 15) et adaptées à la zone de contact (22) ou aux zones de contact (22) sont constituées sur les épanouissements polaires (24).
3. Microrelais bistable (11) selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la zone de contact (22) ou les zones de contact (22) sont constituées sur l'élément de flux (21).
4. Microrelais bistable (11) selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le microacteur (1, 32, 35) est fabriqué en un matériau de polymère.
5. Microrelais bistable (11) selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les branches d'acteurs (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41) présentent des éléments chauffants électrothermiques (30, 33, 38, 40) en un film métallique de nickel.
6. Microrelais bistable (11) selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, dans la zone de couplage (18), un élément de couplage agencé en forme de crochet (19) est disposé et **en ce que** sur le microacteur (1, 32, 35), un creux (20) adapté à l'élément de couplage (19) est constitué, l'élément de couplage (19) s'engrenant dans le creux (20) et l'élément de couplage (19) étant collé sur un bord du creux (20), lorsque le microacteur (1, 32, 35) est dévié.
7. Microrelais bistable (11) selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le microrelais bistable (11) présente deux microacteurs électrothermiques en forme de U disposés en parallèle l'un par rapport à l'autre (1, 32, 35) avec des branches d'acteurs chauffables (3, 6, 9, 31, 34, 39, 41), le contact de commutation (12) étant disposé entre les deux microacteurs (1, 32, 35) et étant couplé mécaniquement avec les deux microacteurs (1, 32, 35).
8. Microrelais bistable (11) selon la revendication 7, **ca-**

- ractérisée en ce qu'**une première branche d'acteur gauche (31) d'un premier microacteur (32) et une seconde branche d'acteur gauche (34) d'un second microacteur (35) est amorçable par l'intermédiaire d'une première commutation parallèle électrique (36) avec une première tension de commande et **en ce qu'**une première branche d'acteur droit (39) du premier microacteur (32) et une seconde branche d'acteur droit (41) du second microacteur (35) est amorçable par l'intermédiaire d'une seconde commutation parallèle électrique (42) avec une seconde tension de commande, de sorte que dans le cas d'une amorce des microacteurs (1, 32, 35) avec la première tension de commande, les microacteurs (1, 32, 35) sont déviés dans la direction de la branche d'acteur droite respective (39, 41) et dans le cas d'une amorce des microacteurs (1, 32, 35) avec la seconde tension de commande, les microacteurs (1, 32, 35) sont déviés dans la direction de la branche d'acteur gauche (31, 34) respective.
9. Matrice de microrelais (54) avec au moins un premier microrelais bistable (11) disposé sur un premier côté d'une première couche de substrat (50) selon les revendications 1-8 et avec au moins un second microrelais bistable disposé sur un premier côté d'une seconde couche de substrat (55) selon les revendications 1-8, les couches de substrat (50, 55) étant reliées l'une avec l'autre, et le premier côté de la première couche de substrat (50) et le premier côté de la seconde couche de substrat (55) étant tournés l'un vers l'autre, de sorte qu'au moins l'un des premiers microrelais (11) et au moins l'un des seconds microrelais (11) sont tournés l'un vers l'autre.
10. Matrice de microrelais (54) selon la revendication 9, **caractérisée en ce qu'**au moins une configuration d'aimants permanents (52) est disposée entre les couches de substrat (50, 55), la configuration d'aimants permanents (52) constituant des dispositions d'aimants permanents (13) pour au moins deux microrelais (11) étant situés face à face.
11. Matrice de microrelais (54) selon la revendication 9 ou la revendication 10, **caractérisée en ce que** sur les couches de substrat (50, 55), des rangées de microrelais (51) sont disposées avec respectivement au moins deux microrelais (11) disposés en parallèle l'un par rapport à l'autre et **en ce qu'**un alignement de deux rangées de microrelais (51) avoisinantes est tourné respectivement de 180°.
12. Matrice de microrelais (54) selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la configuration d'aimants permanents (52) constitue une disposition d'aimants permanents (13) pour respectivement deux microrelais avoisinants (11) d'une première rangée de microrelais (51) et pour respectivement deux microrelais avoisinants (11) d'une seconde rangée de microrelais (51), la première rangée de microrelais (51) et la seconde rangée de microrelais (51) étant disposées de manière avoisinante l'une par rapport à l'autre, et les microrelais (11) de la première rangée de microrelais (51) et les microrelais (11) de la seconde rangée de microrelais (51) étant tournés les uns vers les autres.
13. Matrice de microrelais (54) selon une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisée en ce que** la configuration d'aimants permanents (52) présente deux aimants permanents (23, 53).
14. Matrice de microrelais (54) selon une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisée en ce que** les couches de substrat (50, 55) sont fabriquées en un substrat de céramique.
15. Matrice de microrelais (54) selon une quelconque des revendications 9 à 14, **caractérisée en ce que**, sur un bord périmétrique (56) de la matrice de microrelais (54), un matériau d'étanchéité (57) est disposé entre les couches de substrat (50, 55), de sorte que les couches de substrat (50, 55) et le matériau d'étanchéité (57) constituent un boîtier (58) pour l'au moins un des microrelais (11).
16. Matrice de microrelais (54) selon une quelconque des revendications 9 à 15, **caractérisée en ce que**, sur un second côté de la première couche de substrat (50) et/ou sur un second côté de la seconde couche de substrat (55) sont disposés des microrelais bistables (11) selon une quelconque des revendications 1 à 8.

Fig. 1a

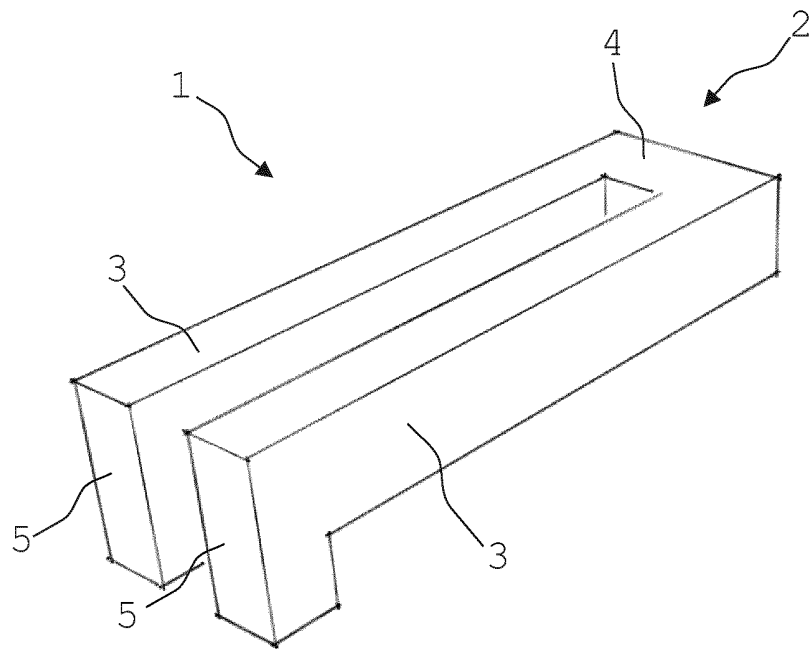


Fig. 1b

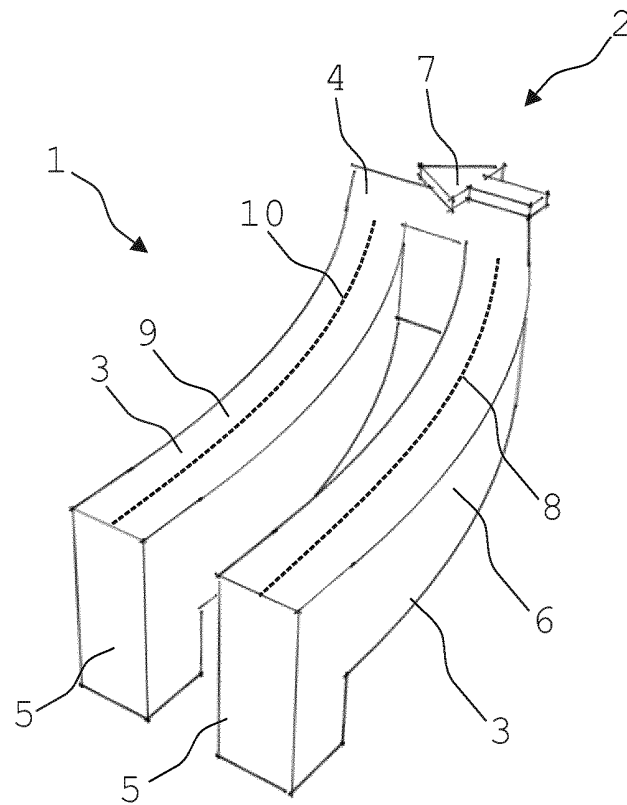


Fig. 2

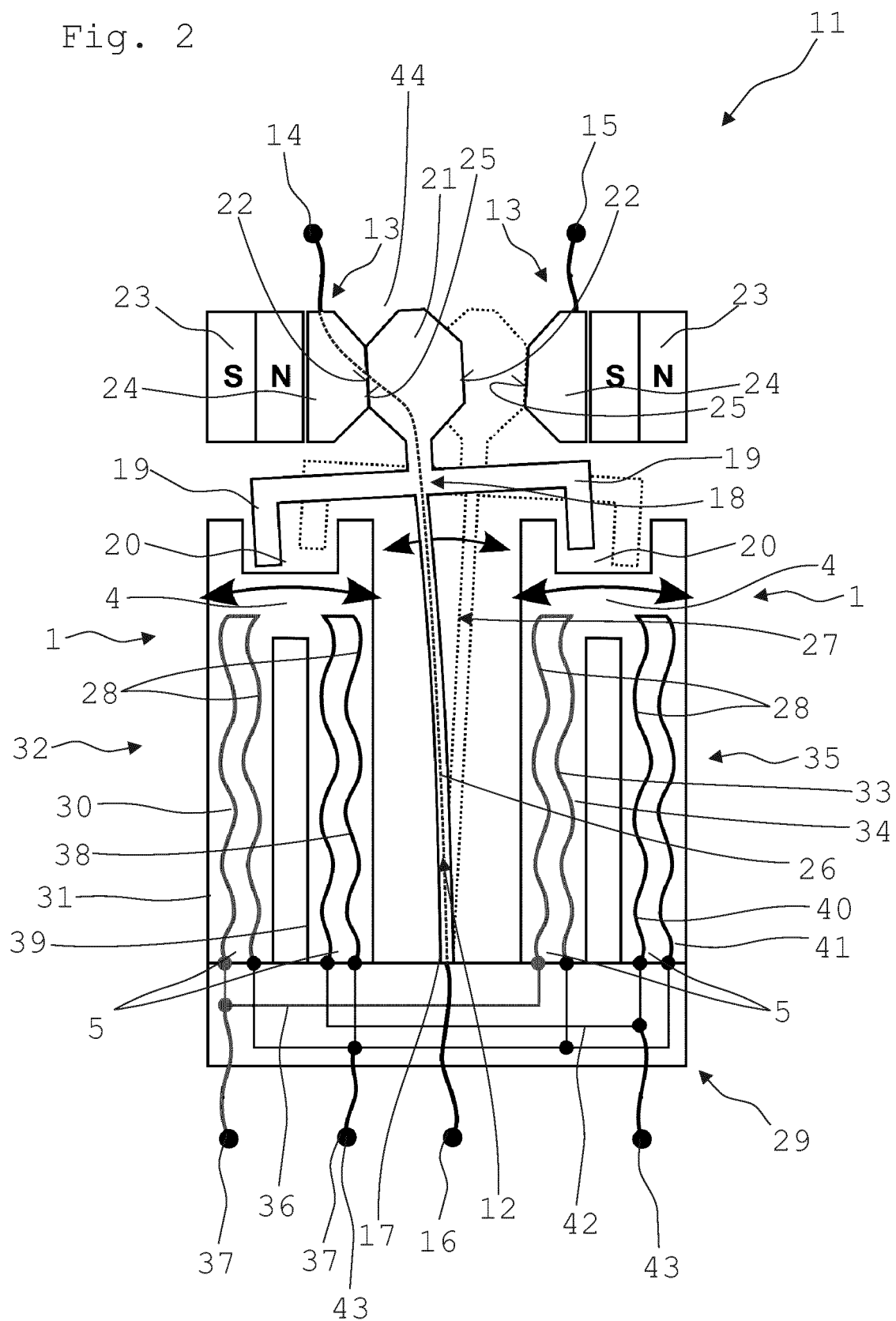


Fig. 3

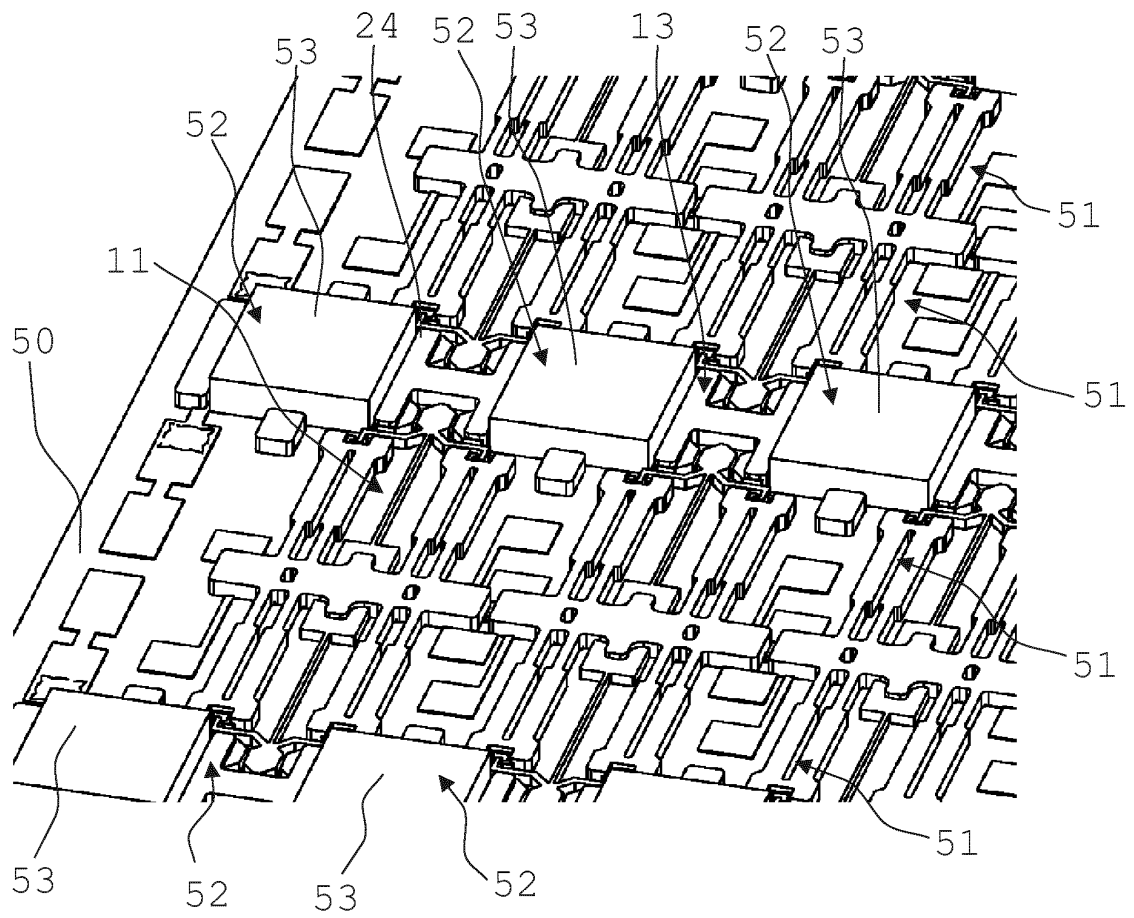
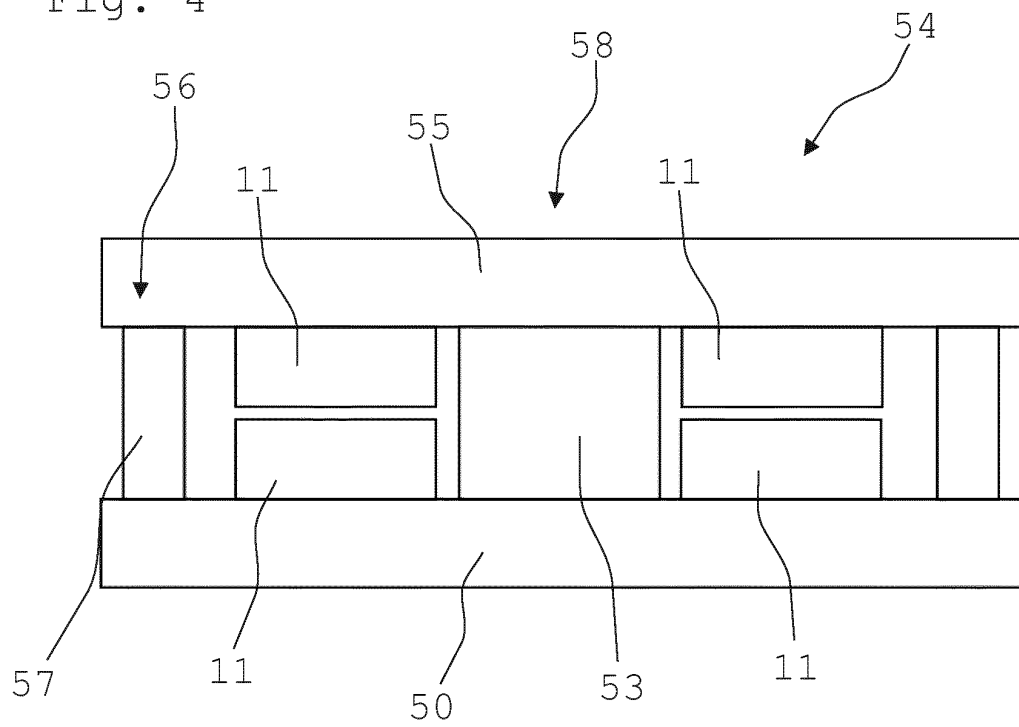


Fig. 4



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5467067 A [0002]
- US 2009040008 A1 [0002]