

(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
3. Oktober 2013 (03.10.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/143708 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01H 13/70 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/000957

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. März 2013 (28.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 102 804.4 30. März 2012 (30.03.2012) DE

(71) Anmelder: HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN MÜNCHEN [DE/DE]; Lothstr.
34, 80335 München (DE).

(72) Erfinder: MOOSHEIMER, Ulrich; Am Holzgarten 1,
85411 Hohenkammer (DE).

(74) Anwälte: LUCKE, Andreas et al.; Boehmert & Boehmert,
Pettenkoferstrasse 20-22, 80336 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: SWITCHING ELEMENTS WITH OVERLAPPING CONDUCTOR PATHS, AND METHOD FOR DESIGNING A
CIRCUIT CONFIGURATION

(54) Bezeichnung : SCHALTELEMENTE MIT ÜBERLAPPENDEN LEITERBAHNEN UND VERFAHREN ZUM AUSBILDEN
EINER SCHALTUNGSKONFIGURATION

(57) Abstract: The invention relates to a switching element that is designed such that a first conductor path, which is formed on a first substrate layer and which is connected to an electric load, overlaps with a second conductor path in the region of a spacer element, said second conductor path being formed on a second substrate layer and being connected to an electric voltage source. Said design allows switchable flexible displays to be produced at a low cost and with a high degree of precision. In particular, the switching element according to the invention does not require a subsequent electric contact, but rather can be completed in one pass. The invention also relates to methods for designing such a switching element and for designing corresponding circuit configurations.

(57) Zusammenfassung: Durch Ausbilden eines Schaltelements, bei welchem eine auf einer ersten Substratschicht ausgebildete und mit einem elektrischen Verbraucher verbundene erste Leiterbahn mit einer auf einer zweiten Substratschicht ausgebildeten und mit einer elektrischen Spannungsquelle verbundenen zweiten Leiterbahn im Bereich eines Abstandselements überlappt, lassen sich schaltbare flexible Displays zu geringen Kosten und mit großer Genauigkeit herstellen. Insbesondere erfordert das erfindungsgemäße Schaltelement keine nachfolgende elektrische Kontaktierung, sondern lässt sich in einem Arbeitsgang fertigen. Die Erfindung bezieht sich auch auf Verfahren zum Ausbilden eines solchen Schaltelements und zugehöriger Schaltungskonfigurationen.



Schaltelemente mit überlappenden Leiterbahnen und Verfahren zum Ausbilden einer
Schaltungskonfiguration

10

Gebiet der Erfindung

15 Die Erfindung bezieht sich auf druckbare Schaltungskonfigurationen, insbesondere für elektrochrome Displays, LEDs oder andere Lichtquellen, sowie Verfahren zum Ausbilden solcher Schaltungskonfigurationen.

Hintergrund und Stand der Technik

In vielen Anwendungen, beispielsweise für Kinderspielzeug und Gesellschaftsspiele ebenso
20 wie für Grußkarten oder für Magazine, besteht der Bedarf nach einem flexiblen, dünnen elektronischen Anzeigeelement, welches preisgünstig in großer Zahl hergestellt werden kann und auf Knopfdruck aktiviert werden kann, um eine Schrift, ein Bild oder einen Bewegungsablauf darzustellen. Im Stand der Technik sind zu diesem Zweck elektrochrome Displays und elektrolumineszente Displays entwickelt worden, deren Komponenten
25 einschließlich des Anzeigeelements, einer elektrochemischen Batterie zur Spannungsversorgung und der Leiterbahnen und Schaltelemente sämtlich in einem Druckverfahren, beispielsweise einem Siebdruckverfahren, ausgebildet werden können. Solche Displays und Herstellungsverfahren sind beispielsweise in der Patentschrift US 6,369,793 B1 beschrieben. Dabei werden ein Anodenelement der Batterie, das
30 elektrochrome Anzeigeelement und eine das Anodenelement und das Anzeigeelement verbindende erste Leiterbahn auf einen ersten Teilbereich eines flexiblen Kunststoffsubstrats

gedruckt. Ein Kathodenelement der Batterie und eine zweite Leiterbahn werden auf einen zweiten Teilbereich des Substrats gedruckt. Die Anode ist nach dem Drucken zunächst noch von der Kathode getrennt, so dass keine Elektrolytreaktion stattfindet und die Batterie inaktiv ist. Durch Falten des Substrats entlang einer vorbestimmten Faltlinie kann das Kathodenelement in einem nachfolgenden Schritt mit dem Anodenelement über eine auf die Anode gedruckte Elektrolytschicht in Kontakt gebracht werden, so dass die Batterie aktiviert wird. Durch Kontaktieren der zweiten Leiterbahn mit dem Anzeigeelement kann dann der Stromkreis geschlossen und das Anzeigeelement aktiviert werden. In der ersten Leiterbahn oder zweiten Leiterbahn können zusätzlich Unterbrechungen vorgesehen sein, die über Druckkontaktschalter, welche gleichfalls auf dem ersten bzw. zweiten Substrat aufgedruckt werden können, geschlossen werden können. Dies ermöglicht ein reversibles Aktivieren des elektrochromen Displays.

Der Einsatz flexibler Substrate und der Siebdrucktechnologie, wie sie in der US'793 beschrieben sind, ermöglichen eine Fertigung dünner elektrochromer Displays für eine große Vielzahl von Anwendungen und zu verhältnismäßig geringen Kosten. Nachteilig am Stand der Technik ist jedoch der zusätzliche Kontaktierungsschritt, welcher nach dem Falten des zweiten Teilbereichs des Substrats über den ersten Teilbereich des Substrats erforderlich ist, um die zweite Leiterbahn mit dem Anzeigeelement zu verbinden. Dieser Kontaktierungsschritt erhöht die Fertigungszeiten und ist in der Praxis auch fehlerbehaftet. Eine zuverlässige Kontaktierung erfordert einen großen Herstellungsaufwand, wodurch sich die Fertigungszeiten und Fertigungskosten signifikant erhöhen. Das Ausbilden der Schaltelemente erhöht den Produktionsaufwand zusätzlich.

Die Aufgabe der Erfindung liegt daher darin, Schaltelemente und zugehörige Schaltungskonfigurationen sowie Verfahren zu deren Herstellung anzugeben, die eine schnelle, kostengünstige und zuverlässige Fertigung elektrochromer oder ähnlicher Anzeigeelemente ermöglichen.

Überblick über die Erfindung

Diese Aufgabe wird durch eine Schaltgruppe nach Anspruch 1 bzw. durch die Verfahren zum Ausbilden einer Schaltgruppe bzw. zum Ausbilden einer Schaltungskonfiguration nach den Ansprüchen 7 und 13 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte
5 Weiterbildungen der Erfindung.

Eine erfindungsgemäße Schaltgruppe umfasst eine erste Substratschicht, insbesondere eine flexible erste Substratschicht, auf welcher eine erste Leiterbahn ausgebildet ist, wobei die erste Leiterbahn mit einem elektrischen Verbraucher verbunden ist, und eine zweite Substratschicht, insbesondere eine flexible zweite Substratschicht, auf welcher eine zweite
10 Leiterbahn ausgebildet ist, wobei die zweite Leiterbahn mit einer elektrischen Spannungsquelle verbunden ist und die erste Leiterbahn zumindest teilweise überlappt. Die erfindungsgemäße Schaltgruppe umfasst ferner ein Schaltelement mit einem Abstandselement, welches in einer offenen Schalterstellung des Schaltelements die zweite Leiterbahn von der ersten Leiterbahn räumlich und elektrisch trennt, wobei das
15 Abstandselement derart ausgebildet ist, dass das Schaltelement durch Ausüben einer Druckkraft auf die erste Substratschicht und/oder die zweite Substratschicht in eine geschlossene Schalterstellung übergeht, in welcher die zweite Leiterbahn die erste Leiterbahn berührt.

Die zweite Leiterbahn kann in der erfindungsgemäßen Schaltgruppe der ersten Leiterbahn
20 zugewandt sein. Insbesondere kann die erste Leiterbahn auf einer Oberseite der ersten Substratschicht ausgebildet sein, welche einer Unterseite der zweiten Substratschicht, auf der die zweite Leiterbahn ausgebildet ist, zugewandt ist bzw. gegenüberliegt. Das Abstandselement kann zwischen der ersten Leiterbahn und der zweiten Leiterbahn und/oder zwischen der ersten Substratschicht und der zweiten Substratschicht ausgebildet sein. Die
25 erste Substratschicht und die zweite Substratschicht sind vorzugsweise parallel zueinander angeordnet. Die erste Leiterbahn und die zweite Leiterbahn können also zwischen der ersten

Substratschicht und der zweiten Substratschicht in zwei verschiedenen Ebenen angeordnet sein, welche in der offenen Schalterstellung durch das im Überlappungsbereich zwischen der ersten Leiterbahn und der zweiten Leiterbahn ausgebildete Abstandselement räumlich und elektrisch getrennt sind. Durch Ausüben einer Druckkraft auf die erste Substratschicht und/oder zweite Substratschicht in eine Richtung normal zu den Substratoberflächen im Überlappungsbereich der zweiten Leiterbahn mit der ersten Leiterbahn kann der Abstand zwischen den Ebenen bzw. Leiterbahnen überwunden werden, so dass die zweite Leiterbahn die erste Leiterbahn berührt und der Schalter in die geschlossene Schalterstellung übergeht.

Ein Vorteil dieser Konfiguration gegenüber dem Stand der Technik liegt insbesondere darin, dass das erste Leiterelement und das zweite Leiterelement bei der Herstellung auf unterschiedlichen Substratschichten ausgebildet werden können, so dass sie bereits im Fertigungsprozess mit den entsprechenden elektrischen Komponenten, d.h. dem elektrischen Verbraucher bzw. der elektrischen Spannungsquelle, fest verbunden werden können. Durch das Verbinden der zweiten Substratschicht mit der ersten Substratschicht, beispielsweise durch ein Falten des Substrats, wie es vorangehend mit Bezug auf die US'793 beschrieben wurde, können die erste Leiterbahn und die zweite Leiterbahn dann in Überlapp gebracht werden, wobei sich im Überlappbereich, in welchem das Abstandselement ausgebildet ist, ein Druckschalter zum reversiblen Schalten ausbildet.

Das Schaltelement kann dabei zumindest einen Teilbereich der ersten Substratschicht mit der darauf ausgebildeten ersten Leiterbahn und zumindest einen Teilbereich der zweiten Substratschicht mit der darauf ausgebildeten zweiten Leiterbahn im Überlappungsbereich der ersten Leiterbahn und der zweiten Leiterbahn sowie das zwischen der ersten Leiterbahn und der zweiten Leiterbahn ausgebildete Abstandselement umfassen.

Die erfindungsgemäße Schaltgruppe ermöglicht es insbesondere, alle Komponenten eines elektrochromen oder elektrolumineszenten Displays, d.h. insbesondere das Anzeigeelement, die Leiterbahnen, die Batterie und den Schalter, in einem einzigen Arbeitsgang zu fertigen, in

welchem auch bereits alle notwendigen Kontaktierungen vorgenommen werden. Dadurch entfällt der aufwendige nachgelagerte Schritt einer sicheren elektrischen Kontaktierung des Anzeigeelements mit dem Schalter und/oder der Batterie. Die Erfindung ermöglicht es daher, Anzeigeelemente schneller, kostengünstiger und mit niedriger Fehlerrate bzw. hoher Genauigkeit herzustellen.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt das Abstandselement auf der ersten Leiterbahn und/oder auf der zweiten Leiterbahn auf. Insbesondere kann das Abstandselement vollständig auf der ersten Leiterbahn und/oder vollständig auf der zweiten Leiterbahn aufliegen. Auf diese Weise wird im Überlappungsbereich der Leiterbahnen in der offenen Schalterstellung eine zuverlässige räumliche und elektrische Trennung der Leiterbahnen erreicht, bei Ausüben einer Druckkraft auf die erste Substratschicht und/oder zweite Substratschicht jedoch ein ebenso zuverlässiges Schließen des Schalters ermöglicht.

Vorzugsweise überlappen die erste Leiterbahn und die zweite Leiterbahn ausschließlich im Bereich des Abstandselements. Auf diese Weise wird ein unbeabsichtigter Kurzschluss des Schaltelements wirkungsvoll vermieden.

Das Abstandselement kann insbesondere ein elektrisch isolierendes und/oder dielektrisches Abstandselement sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Abstandselement ein Ringelement, insbesondere ein Kreisringelement. Ein Ringelement im Sinne der Erfindung kann insbesondere ein einfach zusammenhängender Körper sein, welcher in seinem Inneren eine Öffnung freilässt, durch welche hindurch bei dem Ausüben der Druckkraft die Kontaktierung zwischen der zweiten und der ersten Leiterbahn erfolgt.

Das Abstandselement kann auch mehrere räumlich voneinander getrennte Abstandshalter umfassen.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Abstandselement gestanzten oder gedruckten Kunststoff.

- 5 Das Abstandselement kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass das Schaltelement beim Zurücknehmen der Druckkraft in die offene Schalterstellung zurückkehrt. Dadurch lässt sich der Schalter reversibel öffnen und schließen.

Insbesondere können die erste Substratschicht und/oder die zweite Substratschicht zumindest im Überlappungsbereich der zweiten Leiterbahn mit der ersten Leiterbahn ein
10 Formgedächtnis-Material, insbesondere ein Formgedächtnis-Polymer, umfassen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst die Schaltgruppe ein Arretierelement zum Arretieren des Schaltelements in der geschlossenen Schalterstellung. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft, wenn das Schaltelement nur zum einmaligen oder erstmaligen Aktivieren des elektrischen Verbrauchers eingesetzt werden soll, der elektrische
15 Verbraucher nach dem Zurücknehmen der Druckkraft aktiviert bleiben soll und ein reversibles Schalten nicht erforderlich oder nicht erwünscht ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Arretierelement ein Klebeelement, beispielsweise einen Klebstoff, umfassen. Der Klebstoff kann beispielsweise zwischen der ersten Substratschicht und der zweiten Substratschicht im Überlappungsbereich der
20 Leiterbahnen angeordnet sein, um die erste Leiterbahn und die zweite Leiterbahn auch nach dem Zurücknehmen der Druckkraft dauerhaft in Kontakt zu halten.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist die erste Leiterbahn über ein zweites Schaltelement mit dem elektrischen Verbraucher verbunden, wobei das zweite Schaltelement vorzugsweise ein erfindungsgemäßes Schaltelement mit einem oder allen der vorgenannten Merkmale ist.

Alternativ oder zusätzlich kann die zweite Leiterbahn über ein drittes Schaltelement mit der elektrischen Spannungsquelle verbunden sein, wobei das dritte Schaltelement vorzugsweise ein erfindungsgemäßes Schaltelement mit einem oder allen der vorangehend genannten Merkmale ist.

Das zweite Schaltelement bzw. das dritte Schaltelement kann insbesondere ein Abstandselement umfassen, welches in einer offenen Schalterstellung die erste Leiterbahn bzw. die zweite Leiterbahn von einer weiteren Leiterbahn räumlich und elektrisch trennt. Das Abstandselement kann derart ausgebildet sein, dass das zweite Schaltelement bzw. dritte Schaltelement durch Ausüben einer Druckkraft auf die erste Substratschicht und/oder zweite Substratschicht in eine geschlossene Schalterstellung übergeht, in welcher die zuvor getrennten Leiterbahnen einander berühren.

Das Abstandselement kann auf den entsprechenden Leiterbahnen aufliegen, insbesondere vollständig auf ihnen aufliegen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Abstandselement ein Ringelement, insbesondere ein Kreisringelement.

Das Abstandselement kann auch mehrere räumlich voneinander getrennte Abstandshalter umfassen.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Abstandselement gestanzten oder gedruckten Kunststoff.

Das Abstandselement kann insbesondere derart ausgebildet sein, dass das Schaltelement beim Zurücknehmen der Druckkraft in die offene Schalterstellung zurückkehrt. Dadurch lässt sich der Schalter reversibel öffnen und schließen.

Insbesondere können die erste Substratschicht und/oder die zweite Substratschicht zumindest
5 im Überlappungsbereich der Leiterbahnen ein Formgedächtnis-Material, insbesondere ein Formgedächtnis-Polymer, umfassen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das zweite und/oder dritte Schaltelement auch ein Arretierelement zum Arretieren des zweiten bzw. dritten Schaltelements in der geschlossenen Schalterstellung. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft,
10 wenn das Schaltelement nur zum einmaligen oder erstmaligen Aktivieren des elektrischen Verbrauchers eingesetzt werden soll, der elektrische Verbraucher nach dem Zurücknehmen der Druckkraft aktiviert bleiben soll und ein reversibles Schalten nicht erforderlich oder nicht erwünscht ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Arretierelement ein Klebeelement,
15 beispielsweise einen Klebstoff, umfassen. Der Klebstoff kann beispielsweise zwischen der ersten Substratschicht und der zweiten Substratschicht im Überlappungsbereich der Leiterbahnen angeordnet sein, um die erste Leiterbahn und die zweite Leiterbahn auch nach dem Zurücknehmen der Druckkraft dauerhaft in Kontakt zu halten.

Der Einsatz mehrerer erfindungsgemäßer Schaltelemente ermöglicht beispielsweise UND-
20 Schaltungen oder ODER-Schaltungen, wie sie für einige kombinatorische Anwendungen gewünscht sein können.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind das Schaltelement und das zweite Schaltelement bzw. das Schaltelement und das dritte Schaltelement zwischen dem elektrischen Verbraucher

und der elektrischen Spannungsquelle in Reihe geschaltet. Auf diese Weise lässt sich eine UND-Schaltung bereitstellen.

In einer weiteren Ausführungsform sind mehrere Schaltelemente auf der ersten Substratschicht und/oder auf der zweiten Substratschicht parallel geschaltet. Auf diese Weise
5 lassen sich ODER-Schaltungen ausbilden.

Die Schaltgruppe kann eine dritte Leiterbahn umfassen, welche auf der ersten Substratschicht ausgebildet ist und den elektrischen Verbraucher mit der Spannungsquelle elektrisch verbindet. Die dritte Leiterbahn kann dann im Zusammenwirken mit der ersten und der zweiten Leiterbahn den Stromkreis zwischen dem elektrischen Verbraucher und der
10 elektrischen Spannungsquelle schließen.

Die erste Substratschicht und/oder die zweite Substratschicht können ein Polycarbonat und/oder Papier umfassen. Als Substratschicht besonders geeignet sind beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET), Polycarbonat (PC), Polyethylenaphthalat (PEN) und Polypropylen (PP) ebenso wie Papier, Pappe oder Karton und deren Verbundmaterialien.
15 Diese Stoffe sind flexibel, leicht und einfach zu bedrucken und daher für die erfindungsgemäße Schaltgruppe sehr geeignet. Die erste Substratschicht und/oder die zweite Substratschicht können jeweils aus mehreren Teilschichten ausgebildet sein, die aufeinander und/oder nebeneinander angeordnet sind. Neben den vorangehend genannten Materialien können die Teilschichten auch Barrierschichten aus Aluminium, Siliziumoxid, Ethylen-
20 Vinylalkohol-Kopolymeren (EVOH) und/oder Polyvinylidenchlorid (PVDC) umfassen.

Die erste Substratschicht und die zweite Substratschicht können Teilbereiche einer zusammenhängenden gefalteten bzw. faltbaren Substratschicht sein. Die Komponenten der Schaltgruppe können dann alle in einem Arbeitsgang auf der Substratschicht ausgebildet werden. Zum Herstellen des Schaltelements können dann die erste Leiterbahn und die zweite

Leiterbahn durch Falten der Substratschicht entlang einer vorbestimmten Faltlinie zuverlässig, schnell und genau in Überlapp gebracht werden.

Die erste Leiterbahn und/oder die zweite Leiterbahn und/oder die dritte Leiterbahn können Kohlenstoff und/oder Silber und/oder Kupfer umfassen. Solche Leiterbahnen lassen sich im
5 Druckverfahren, insbesondere im Siebdruckverfahren, schnell und zuverlässig ausbilden. Weitere druckbare Materialien sind leitfähige Polymere, beispielsweise Poly-3,4-Ethylendioxy-Thiophen (PEDOT:PSS). Die Leiterbahnen können auf der ersten Substratschicht und/oder der zweiten Substratschicht auch auf Basis von aufgedampftem Indiumzinnoxid (ITO) mit anschließender Strukturierung durch Abdecken oder Lasern
10 hergestellt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der elektrische Verbraucher ein elektrisches Anzeigeelement, vorzugsweise ein elektrochromes Display oder ein elektrolumineszentes Display oder eine organische Leuchtdiode (OLED). Der elektrische Verbraucher kann auch eine Leuchtdiode, ein audiovisuelles Element oder einen Sensor umfassen.

15 Die elektrische Spannungsquelle umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform eine elektrochemische Spannungsquelle, vorzugsweise eine gedruckte Batterie.

In einer Weiterbildung der Erfindung ist der elektrische Verbraucher zumindest teilweise auf der ersten Substratschicht ausgebildet. Ebenso kann auch die elektrische Spannungsquelle zumindest teilweise auf der zweiten Substratschicht ausgebildet sein. Diese Konfiguration
20 ermöglicht das Ausbilden eines kompakten elektrochromen Displays, bei welchem alle Komponenten in einem Arbeitsgang gefertigt werden können.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die elektrische Spannungsquelle eine erste Komponente mit einer ersten Elektrode, welche auf der ersten Substratschicht ausgebildet ist,

und eine zweite Komponente mit einer zweiten Elektrode, welche auf der zweiten Substratschicht ausgebildet ist. Eine solche elektrische Spannungsquelle lässt sich aktivieren, indem die erste Substratschicht derart mit der zweiten Substratschicht verbunden wird, dass die erste Komponente mit der zweiten Komponente elektrisch in Kontakt tritt, insbesondere
5 die erste Elektrode über eine Elektrolytschicht mit der zweiten Elektrode in Kontakt tritt.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Schaltgruppe mehrere elektrische Spannungsquellen, welche auf der ersten Substratschicht und/oder auf der zweiten Substratschicht ausgebildet sind. Die mehreren elektrischen Spannungsquellen können über Leiterbahnen miteinander verbunden sein, insbesondere in Reihe geschaltet sein.

10 Diese Ausführungsform ermöglicht es, durch Reihenschaltungen mehrerer Spannungsquellen höhere Betriebsspannungen zu erreichen.

In einer Weiterbildung der Erfindung umfasst die Schaltgruppe mindestens drei Spannungsquellen, wobei jeweils zwei Spannungsquellen, insbesondere jeweils zwei benachbarte Spannungsquellen, durch eine Leiterbahn miteinander verbunden sind, wobei
15 eine erste Teilmenge der Leiterbahnen, welche Spannungsquellen miteinander verbinden, auf der ersten Substratschicht ausgebildet ist und eine zweite Teilmenge der Leiterbahnen, welche Spannungsquellen miteinander verbinden, auf der zweiten Substratschicht ausgebildet ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die elektrische Spannungsquelle einen Abnehmer, welcher auf der zweiten Substratschicht ausgebildet ist und mit der zweiten
20 Leiterbahn verbunden ist, sowie ein Siegelelement, wobei das Siegelelement rings um den Abnehmer herum auf der zweiten Substratschicht ausgebildet ist.

Durch Siegeln des Abnehmers direkt mit dem Substrat lässt sich gewährleisten, dass der Elektrolyt der Spannungsquelle nur mit der Anode beziehungsweise mit der Kathode und nicht mit dem Abnehmer in Berührung kommt.

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Verfahren zum Ausbilden einer Schaltgruppe mit den
5 Schritten des Ausbildens einer ersten Leiterbahn und eines elektrischen Verbrauchers auf einer ersten Substratschicht, des Ausbildens einer zweiten Leiterbahn und zumindest eines Teils einer elektrischen Spannungsquelle auf einer zweiten Substratschicht, des Aufbringens eines Abstandselements auf die erste Leiterbahn und/oder zweite Leiterbahn sowie des Verbindens zumindest eines Teils der zweiten Substratschicht mit zumindest einem Teil der
10 ersten Substratschicht derart, dass die zweite Leiterbahn mit der ersten Leiterbahn im Bereich des Abstandselements zumindest teilweise überlappt.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verbinden der zweiten Substratschicht mit der ersten Substratschicht das Ausbilden eines Schaltelements, insbesondere eines Druckkontaktschalters im Überlappungsbereich der zweiten Leiterbahn mit der ersten
15 Leiterbahn.

In einer Weiterbildung wird nur ein Teil der Fläche der zweiten Substratschicht mit nur einem Teil der Fläche der ersten Substratschicht unter Überlappung der entsprechenden Leiterbahnen verbunden.

Die erste Substratschicht und/oder die zweite Substratschicht können in einer Weiterbildung
20 auch jeweils als Verbund aus mehreren aufeinander angeordneten Teilschichten ausgebildet sein. Das teilweise Verbinden der zweiten Substratschicht mit der ersten Substratschicht kann sich dann auch auf einzelne dieser Teilschichten beziehen.

Vorzugsweise werden die erste Leiterbahn und/oder der elektrische Verbraucher auf die erste Substratschicht gedruckt.

Ebenso können die zweite Leiterbahn und/oder die elektrische Spannungsquelle auf die zweite Substratschicht gedruckt werden.

- 5 In einer Weiterbildung wird das Abstandselement auf die erste Leiterbahn und/oder zweite Leiterbahn gedruckt.

Das Drucken kann jeweils vorzugsweise ein Siebdrucken umfassen. Das Drucken kann alternativ auch im Flexodruck, Offsetdruck, Tiefdruck oder Inkjetdruck erfolgen.

Die Leiterbahnen können auch geprägt, insbesondere kaltgeprägt, werden.

- 10 In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verfahren zusätzlich den Schritt des Verklebens und/oder Verschweißens der zweiten Substratschicht mit der ersten Substratschicht.

- In einer Weiterbildung der Erfindung wird eine erste Komponente der elektrischen Spannungsquelle, welche eine erste Elektrode umfasst, auf der ersten Substratschicht
15 ausgebildet, vorzugsweise gedruckt, und eine zweite Komponente der elektrischen Spannungsquelle, welche eine zweite Elektrode umfasst, wird auf der zweiten Substratschicht ausgebildet, vorzugsweise gedruckt, wobei die zweite Komponente der elektrischen Spannungsquelle vorzugsweise elektrisch mit der zweiten Leiterbahn verbunden wird.

- Die zweite Substratschicht kann dabei mit der ersten Substratschicht derart verbunden
20 werden, dass die zweite Komponente zumindest teilweise mit der ersten Komponente in

elektrischen Kontakt gebracht wird, um auf diese Weise die elektrische Spannungsquelle zu aktivieren. Die elektrische Spannungsquelle kann insbesondere eine elektrochemische Spannungsquelle sein, welche durch das Inkontaktbringen der zweiten Komponente mit der ersten Komponente aktiviert wird.

- 5 In einer Weiterbildung umfasst das Verfahren zusätzlich das Ausbilden, vorzugsweise Drucken, einer dritten Leiterbahn auf die erste Substratschicht, sowie das elektrische Verbinden der ersten Komponente der Spannungsquelle mit der dritten Leiterbahn an einem ersten Ende der dritten Leiterbahn und das elektrische Verbinden des Verbrauchers mit der dritten Leiterbahn an einem dem ersten Ende entgegengesetzten zweiten Ende der dritten
10 Leiterbahn.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die erste Substratschicht und die zweite Substratschicht Teilbereiche einer zusammenhängenden Substratschicht, wobei der Schritt des Verbindens das zumindest teilweise Falten des zweiten Teilbereichs der Substratschicht über den ersten Teilbereich der Substratschicht umfasst.

- 15 Das zumindest teilweise Falten kann das Falten eines Teilabschnitts des zweiten Teilbereichs der Substratschicht über einen Teilabschnitt des ersten Teilbereichs der Substratschicht umfassen. Das teilweise Falten kann sich auch auf ein Falten einer Teilschicht des zweiten Teilbereichs der Substratschicht über den ersten Teilbereich der Substratschicht beziehen, wenn beispielsweise die zweite Substratschicht mehrere aufeinanderliegende Teilschichten
20 umfasst. Beispielsweise kann die zweite Substratschicht einen PET-Al-PP-Verbund umfassen, wobei die Aluminium-Schicht als Barriere für die Batterie verwendet wird. Beim Falten der gesamten Substratschicht würde sie jedoch das Display abdecken. Im Bereich des Displays kann daher beispielsweise ausschließlich die PP-Teilschicht über den zweiten Teilbereich der Substratschicht gefaltet werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird ein erster Teil des elektrischen Verbrauchers auf der ersten Substratschicht ausgebildet und ein zweiter Teil des elektrischen Verbrauchers auf der zweiten Substratschicht ausgebildet, wobei der Schritt des Verbindens das Verbinden des ersten Teils des elektrischen Verbrauchers mit dem zweiten des elektrischen Verbrauchers umfasst.

Vorzugsweise umfasst das Verbinden des ersten Teils des elektrischen Verbrauchers mit dem zweiten Teil des elektrischen Verbrauchers das zumindest teilweise Falten des zweiten Teilbereichs der Substratschicht über den ersten Teilbereich der Substratschicht.

Ähnlich wie es vorangehend für die elektrische Spannungsquelle beschreiben wurde, kann zusätzlich oder alternativ der elektrische Verbraucher zweiteilig ausgebildet werden, wobei der Stromkreis durch Zusammensetzen der beiden Teile des elektrischen Verbrauchers, vorzugsweise durch Falten der Substratschicht, geschlossen werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Ausbilden zumindest eines Teils der elektrischen Spannungsquelle auf der zweiten Substratschicht den Schritt des Siegelns beziehungsweise Versiegelns eines mit der zweiten Leiterbahn verbundenen Abnehmers der elektrischen Spannungsquelle mit der zweiten Substratschicht.

Das Siegeln erfolgt vorzugsweise rings um den Abnehmer herum.

Der Teil der elektrischen Spannungsquelle auf der ersten Substratschicht kann entsprechend versiegelt werden.

In einer Weiterbildung umfasst das erfindungsgemäße Verfahren die Schritte des Ausbildens zumindest einer elektrischen Spannungsquelle auf der ersten und/oder zweiten Substratschicht, des Ausbildens mehrerer elektrischer Verbraucher auf der ersten und/oder

zweiten Substratschicht, des Ausbildens mehrerer Leiterbahnen auf der ersten und/oder zweiten Substratschicht, wobei die Leiterbahnen die jeweiligen elektrischen Verbraucher mit der elektrischen Spannungsquelle elektrisch verbinden, und den Schritt des selektiven Durchtrennens einzelner vorbestimmter Leiterbahnen.

5 Diese Ausführungsform ermöglicht das einfache und kostengünstige Ausbilden elektrochromer Displays mit mehreren Anzeigeelementen, welche jeweils über eigene Leiterbahnen von der elektrischen Spannungsquelle versorgt werden. Die Anzeigeelemente können Segmente eines zusammengesetzten Displays, beispielsweise Segmente einer 7-Segmentanzeige sein, wie sie zur Darstellung von Zahlen und Buchstaben in elektrochromen
10 oder elektrolumineszenten Displays weite Verbreitung finden. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, solche Anzeigeelemente zunächst in einem Arbeitsschritt und daher mit geringem Aufwand in einer Konfiguration herzustellen, in welcher alle Segmente aktiviert sind. Dafür kann ein standardisiertes Verfahren eingesetzt werden. In dem Beispiel der 7-Segmentanzeige können nach diesem Schritt beispielsweise alle Segmente aktiviert sein. Die
15 Anpassung des Displays an den darzustellenden Schriftzug bzw. ein darzustellendes Bild kann dann in einem nachgelagerten Produktionsschritt, welcher räumlich und/oder zeitlich von dem Drucken des Displays und der Schaltungskonfiguration getrennt sein kann, erfolgen, bei welchem einzelne Leiterbahnen selektiv getrennt werden, um dadurch einzelne Segmente der 7-Segmentanzeige zu deaktivieren. Dieses Verfahren ist für eine Massenproduktion
20 elektrochromer und elektrolumineszenter Anzeigeelemente besonders geeignet. Darin liegt ein unabhängiger Aspekt der Erfindung.

Die Erfindung bezieht sich daher auch auf ein Verfahren zum Ausbilden einer Schaltungskonfiguration mit den Schritten des Ausbildens zumindest einer elektrischen Spannungsquelle auf einer Substratschicht, insbesondere einer flexiblen Substratschicht, des
25 Ausbildens mehrerer elektrischer Verbraucher auf der Substratschicht, des Ausbildens mehrerer Leiterbahnen, welche die jeweiligen elektrischen Verbraucher mit der elektrischen Spannungsquelle verbinden, und des selektiven Trennens einzelner vorbestimmter Leiterbahnen.

Das Trennen einzelner vorbestimmter Leiterbahnen kann beispielsweise mittels Schaltelementen erfolgen, insbesondere mittels der erfindungsgemäßen Druckkontaktschalter.

In einer alternativen Ausführungsform erfolgt das Durchtrennen der Leiterbahnen mittels eines Lasers, insbesondere mittels eines Festkörperlaser, vorzugsweise mittels eines YAG-Lasers.

Durch Einsatz geeigneter Festkörperlaser, insbesondere die Verwendung von YAG-Lasern, in Verbindung mit geeigneten Substratmaterialien, lässt sich erreichen, dass der Laser nur auf die gedruckten Leiterbahnen wirkt, während das Substratmaterial nicht verletzt wird. Die Einkapselung der gesamten Display-Einheit bleibt daher auch bei der Strukturierung erhalten.

Eine Strukturierung des Displays mittels eines Lasers lässt sich schnell, kostengünstig und dennoch mit großer Genauigkeit ausführen. Sie ist deshalb für eine Massenproduktion elektrochromer oder elektrolumineszenter Displays in besonderer Weise geeignet.

In einer bevorzugten Ausführungsform bilden die mehreren elektrischen Verbraucher einzelne Komponenten eines elektrischen Anzeigeelements, insbesondere eines elektrochromen Displays oder eines elektrolumineszenten Displays.

Vorzugsweise werden die elektrische Spannungsquelle und/oder die elektrischen Verbraucher und/oder die Leiterbahnen auf die Substratschicht gedruckt. Das Drucken umfasst vorzugsweise ein Siebdrucken.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

Die Merkmale und zahlreiche Vorteile der erfindungsgemäßen Schaltgruppe bzw. der erfindungsgemäßen Fertigungsverfahren lassen sich am besten anhand einer detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die anliegenden Figuren
5 verstehen, in denen:

Fig. 1 eine schematische Aufsicht einer auf einem Substrat aufgedruckten Schaltgruppe gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in einem Zwischenschritt vor dem Falten des Substrats zeigt;

Fig. 2 eine schematische Aufsicht der erfindungsgemäßen Schaltgruppe der Figur 1 nach
10 dem Falten zeigt;

Fig. 3 einen schematischen Querschnitt der erfindungsgemäßen Schaltgruppe der Figur 2 zeigt;

Fig. 4 einen schematischen Querschnitt einer UND-Schaltung gemäß einer Weiterbildung der Erfindung zeigt;

15 Fig. 5a eine schematische Aufsicht einer Schaltungskonfiguration gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt, bei welcher mehrere elektrische Anzeigeelemente zu einem Display zusammengesetzt sind;

Fig. 5b die Schaltungskonfiguration der Figur 5a nach dem selektiven Trennen einzelner Leiterbahnen zeigt;

20 Fig. 6 schematisch den Aufbau eines gedruckten Batterieelements gemäß einer Ausführungsform der Erfindung zeigt;

Fig. 7a eine schematische Aufsicht einer erfindungsgemäßen Schaltgruppe gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung zeigt;

Fig. 7b eine schematische Aufsicht einer Schaltgruppe mit einer UND-Schaltung und zwei
25 Faltlinien gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung zeigt; und

Fig. 8 eine schematische Aufsicht eines Teils einer erfindungsgemäßen Schaltgruppe mit einer Reihenschaltung von drei Batterieelementen zeigt, wobei Teilbild 8a die

elektrischen Verbindungsleiterbahnen und Teilbild 8b die Anoden- und Kathodenelemente zeigt.

Die erfindungsgemäße Schaltgruppe mit überlappenden Leiterbahnen bzw. die Verfahren zum
5 Ausbilden einer solchen Schaltungskonfiguration werden nachfolgend am Beispiel eines
gedruckten elektrochromen Displays beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht darauf
beschränkt, sondern überall dort mit Gewinn einsetzbar, wo die Fertigung einer
Schaltungskonfiguration mit Spannungsquellen und elektrischen Verbrauchern auf einem
Substrat, insbesondere einem flexiblen Substrat, vereinfacht werden soll. Insbesondere ist die
10 Erfindung auch auf andere Arten von Displays, beispielsweise auf elektrolumineszente
Displays oder organische Leuchtdioden, anwendbar. Gegenüber LEDs und organischen LEDs
haben elektrochrome Displays jedoch gegenwärtig den Vorteil, dass sie besser an Luft
gedruckt werden und besser mit Leiterbahnen verbunden werden können.

Figur 1 zeigt eine Schaltgruppe 10 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung in einem
15 Zwischenschritt der Fertigung. Die fertiggestellte Schaltgruppe 10 ist in Figur 2 gezeigt. Auf
einem Substrat 12, welches durch eine gedachte oder vorgestanzte Faltlinie 14 in einen ersten
Teilbereich 12a und einen zweiten Teilbereich 12b geteilt ist, sind ein elektrochromes
Anzeigeelement 16 sowie eine erste Komponente 18a einer elektrochemischen
Spannungsquelle, welche eine Anode enthält, und eine zweite Komponente 18b einer
20 elektrochemischen Spannungsquelle, welche eine Kathode enthält, ausgebildet. Das Substrat
12 kann beispielsweise ein Papiersubstrat oder auch ein Kunststoffmaterial, insbesondere ein
Polycarbonat, Polyethylen (PE), Polyethylenterephthalat (PET) oder Polypropylen (PP) sein.
Insbesondere kann das Substrat 12 vollständig oder teilweise aus einem durchscheinenden
oder durchsichtigen Kunststoffmaterial ausgebildet sein. Alternativ kann auch im Bereich des
25 Anzeigeelements 16 ein passendes Fenster im ersten Teilbereich 12a des Substrats 12
und/oder im zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 teilweise oder vollständig ausgestanzt
werden. Auch eine Abtrennung des opaken Anteils des Substratmaterials in diesem Bereich
ist möglich.

Das elektrochrome Anzeigeelement 16 kann auf dem Substrat 12 im Siebdruckverfahren ausgebildet werden. Ein solches elektrochromes Anzeigeelement 16 kann beispielsweise zwei planare transparente Elektroden aus ITO (Indium-Zinn-Oxid) umfassen, zwischen denen ein elektrochrom aktives Material aufgenommen ist.

- 5 Das Anodenelement 18a und das Kathodenelement 18b der elektrochemischen Batterie können auf dem Substrat 12 gleichfalls im Siebdruckverfahren ausgebildet werden. Das Anodenelement 18a kann beispielsweise unter Verwendung einer Mangandioxid (MnO_2)-Tinte ausgebildet werden und an seiner Oberseite eine Elektrolytschicht, beispielsweise ein polymerisches Gel oder ein Hydrogel, umfassen. Das Kathodenelement 18b kann
10 beispielsweise unter Verwendung einer Zinn-basierten Tinte gedruckt werden.

Das Drucken elektrochromer Displays und das Drucken von Batterieelementen auf flexible Substrate sind dem Fachmann geläufig, so dass hier auf eine detailliertere Beschreibung verzichtet werden kann. Zu den Einzelheiten der Ausbildung elektrochromer Anzeigeelemente bzw. räumlich getrennter Batterieelemente wird auf die Patentschrift
15 US 6,369,793 B1 verwiesen. Ein elektrochromes organisches Anzeigeelement samt Herstellungsverfahren ist auch in der Offenlegungsschrift DE 10 2008 024 641 A1 beschrieben. Zur Ausbildung von Batterieelementen im Siebdruckverfahren wird ergänzend auf die Patentschrift US 6,576,364 B1 verwiesen.

Eine erste Leiterbahn 20 erstreckt sich von dem elektrochromen Anzeigeelement 16 aus im
20 ersten Teilbereich 12a und steht an einem ersten Ende 20a mit einem Anschlusselement (nicht gezeigt) des elektrochromen Anzeigeelements 16 in elektrischem Kontakt, während das dem ersten Ende 20a entgegengesetzte zweite Ende 20b der ersten Leiterbahn 20 frei im ersten Teilbereich 12a endet. Entsprechend ist auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 eine zweite Leiterbahn 22 ausgebildet, welche an einem ersten Ende 22a mit einem
25 Anschlusselement (nicht gezeigt) des Kathodenelements 18b elektrisch in Kontakt steht. Das dem ersten Ende 22a entgegengesetzte zweite Ende 22b der zweiten Leiterbahn 22 ragt in den

zweiten Teilbereich 12b des Substrats hinein und endet dort frei. Die Längen der ersten Leiterbahn 20 und der zweiten Leiterbahn 22 sind dabei derart gewählt, dass sich die Projektionen ihrer freien Enden 20b und 22b überlappen.

In dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ist darüber hinaus auch eine dritte Leiterbahn 24 ausgebildet, welche an einem ersten Ende 24a mit einem Anschlusselement (nicht gezeigt) des Anodenelements 18a und an einem dem ersten Ende 24a entgegengesetzten zweiten Ende 24b der dritten Leiterbahn 24 über ein weiteres Anschlusselement (nicht gezeigt) mit dem elektrochromen Anzeigeelement 16 elektrisch verbunden ist.

Die Leiterbahnen 20, 22 und 24 sind jeweils voneinander beabstandet und durch das nichtleitende Substrat 12 elektrisch isoliert. Sie können auf dem Substrat 12 zusammen mit den Anschlusselementen, dem Anzeigeelement 16 und den Batterieelementen 18a, 18b im Siebdruckverfahren ausgebildet werden. Das Drucken der Leiterbahnen kann beispielsweise mit silberhaltiger oder kupferhaltiger Tinte erfolgen. Auch Kohlenstoff-basierte Leiterbahnen können gedruckt werden.

Leiterbahnen können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in unterschiedlichen Abmessungen auf dem ersten Teilbereich 12a bzw. auf dem zweiten Teilbereich 12b ausgebildet werden. Ihre Länge kann von einigen Mikrometern über wenige Zentimeter bis zu einigen Metern variieren, je nach der Größe des Substrats und der Anwendung. Typische Breiten liegen für die Leiterbahn zwischen 20 μm und 10 mm, wobei die Breite im Allgemeinen sowohl unter Berücksichtigung der Anwendung und des auf dem Substrat 12 zur Verfügung stehenden Raumes als auch in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit des eingesetzten Materials gewählt werden kann. Typische Höhen der Leiterbahnen hängen vom Druckverfahren und der Zahl der Druckdurchgänge ab und liegen üblicherweise zwischen 0,7 μm und 30 μm . Bevorzugt sind Höhen/Dicken zwischen 5 μm und 15 μm .

Zu den Einzelheiten des Druckens von Leiterbahnen, welche dem Fachmann wohlbekannt sind, wird ergänzend wiederum auf die Patentschrift US 6,369,793 B1 verwiesen.

Das elektrochrome Anzeigeelement 16, das Anodenelement 18a, die erste Leiterbahn 20 und die dritte Leiterbahn 24 sind alle auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildet, während das Kathodenelement 18b und die zweite Leiterbahn 22 auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 ausgebildet sind. Die Anordnung des Anodenelements 18a und des Kathodenelements 18b kann auch vertauscht sein, d.h. das Anodenelement 18a kann anstelle des Kathodenelements 18b im zweiten Teilbereich 12b auf dem Substrat 12 ausgebildet sein, und das Kathodenelement 18b kann anstelle des Anodenelements 18a im ersten Teilbereich 12a auf dem Substrat 12 ausgebildet sein.

Nach dem Ausbilden der ersten Leiterbahn 20 wird im Bereich des freien zweiten Endes 20b der ersten Leiterbahn 20 ein Abstandselement 26 auf dem Substrat 12a und/oder auf der ersten Leiterbahn 20 ausgebildet. Das Abstandselement 26 kann auf das Substrat 12a und/oder die erste Leiterbahn 20 aufgedruckt werden, insbesondere mittels eines Siebdruckverfahrens. Das Abstandselement 26 kann jedoch auch ein separates Bauteil sein, welches nach dem Drucken der ersten Leiterbahn 20 auf die erste Leiterbahn 20 und/oder das Substrat 12 aufgelegt und dort gegebenenfalls durch Kleben befestigt wird. Das Abstandselement 26 kann aus einem dielektrischen Material, insbesondere aus einem Kunststoffmaterial ausgebildet bzw. gedruckt sein. In der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform ist das Abstandselement 26 ein Kreisringelement, welches mit seinem Umfangsbereich teilweise auf der ersten Leiterbahn 20 im Bereich des zweiten Endes 20b und teilweise auf der benachbarten Substratoberfläche aufliegt. Das Ringelement 26 weist eine Öffnung 28 auf, welche einen Teil der ersten Leiterbahn 20 im Bereich des zweiten Endes 20b der ersten Leiterbahn 20 freigibt.

Alternativ könnte das Abstandselement 26 auch in gleicher Weise im Bereich des freien zweiten Endes 22b der zweiten Leiterbahn 22 auf dem zweiten Teilbereich 12b und/oder auf der zweiten Leiterbahn 22 ausgebildet werden.

5 Zum Fertigstellen des elektrochromen Displays wird nun der zweite Teilbereich 12b des Substrats entlang der Faltlinie 14 mitsamt dem Kathodenelement 18b und der zweiten Leiterbahn 22 auf den ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 gefaltet. Das Anodenelement 18a, das Kathodenelement 18b, die erste Leiterbahn 20 und die zweite Leiterbahn 22 sind derart auf dem Substrat positioniert, dass beim Falten entlang der Faltlinie 14 das Kathodenelement 18b auf der Oberseite des Anodenelements 18a zu liegen kommt und die
10 zweite Leiterbahn 22 im Bereich des zweiten Endes 22b der zweiten Leiterbahn 22 und des zweiten Endes 20b der ersten Leiterbahn 20 mit der ersten Leiterbahn 20 überlappt. In der in Figur 2 gezeigten überlappenden Konfiguration kommt die zweite Leiterbahn 22 im Bereich des zweiten Endes 22b der zweiten Leiterbahn 22 auf der Oberseite des Abstandselements 26 zu liegen und wird daher im Überlappungsbereich durch das Abstandselement 26 räumlich
15 und elektrisch von der darunterliegenden ersten Leiterbahn 20 getrennt.

Nach dem Falten entlang der Faltlinie 14 kann der zweite Teilbereich 12b des Substrats entlang einer Umfanglinie mit dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 fest verbunden werden, beispielsweise entlang des Randes geschweißt oder geklebt werden.

Eine schematische Schnittansicht durch die gefaltete Konfiguration der Figur 2 im Bereich
20 der ersten Leiterbahn 20 und zweiten Leiterbahn 22 ist in Figur 3 gezeigt. Der erste Teilbereich 12a des Substrats 12 und der zweite Teilbereich 12b des Substrats 12 liegen nach dem Falten annähernd parallel zueinander und formen einen Zwischenbereich, in welchem das elektrochrome Anzeigeelement 16, das Anodenelement 18a und das Kathodenelement 18b sowie die erste Leiterbahn 20 und die zweite Leiterbahn 22 aufgenommen sind. Die erste
25 Leiterbahn 20 ist auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildet und liegt daher nach dem Falten unterhalb der auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12

ausgebildeten zweiten Leiterbahn 22. Die erste Leiterbahn 20 ist im Überlappungsbereich von der zweiten Leiterbahn 22 durch das Abstandselement 26 getrennt. Die Höhe des Abstandselements 26 bzw. der Abstand zwischen der ersten Leiterbahn 20 und der zweiten Leiterbahn 22 im Überlappungsbereich kann im Allgemeinen 20 bis 1000 μm , vorzugsweise 100 bis 600 μm betragen.

Beim Falten wird das Kathodenelement 18b über einen auf der Oberseite des Anodenelements 18a ausgebildeten Elektrolytbereich (nicht gezeigt) mit dem Anodenelement 18a in Kontakt gebracht. Wie in der US 6,369,793 B1 in weiteren Einzelheiten beschrieben ist, wird dadurch die elektrochemische Spannungsquelle aktiviert. Der Stromkreis zu dem elektrochromen Anzeigeelement 16 ist jedoch in der in Figur 3 gezeigten Konfiguration noch nicht geschlossen, weil die zweite Leiterbahn 22 von der ersten Leiterbahn 20 im Bereich des Abstandselements 26 durch die Öffnung bzw. den Spalt 28 getrennt ist. Der Stromkreis kann geschlossen werden, indem durch Ausüben einer Druckkraft auf den ersten Teilbereich 12a und/oder den zweiten Teilbereich 12b im Bereich des Abstandselements 26 entlang der in Figur 3 gezeigten Pfeile der Spalt 28 überwunden wird und die zweite Leiterbahn 22 mit der ersten Leiterbahn 20 in räumlichen und elektrischen Kontakt gebracht wird. Das Inkontaktbringen stellt einen geschlossenen Stromkreis von dem Kathodenelement 18b über die zweite Leiterbahn 22 und die erste Leiterbahn 20 zu dem elektrochromen Anzeigeelement 16 und zurück über die dritte Leiterbahn 24 zu dem Anodenelement 18a der elektrochemischen Spannungsquelle her.

Beim Zurücknehmen der Druckkraft bewegen sich der erste Teilbereich 12a und der zweite Teilbereich 12b des Substrats 12 mit der ersten Leiterbahn 20 und der zweiten Leiterbahn 22 aufgrund einer von der ersten Substratschicht 12a und/oder der zweiten Substratschicht 12b ausgeübten Rückstellkraft wieder in die in der Figur 3 dargestellte Ausgangsposition zurück, so dass der Stromkreis erneut unterbrochen wird. Durch Ausüben der Druckkraft entlang der in Figur 3 gezeigten Pfeile lässt sich daher das Anzeigeelement 16 reversibel aktivieren und deaktivieren. Durch das Falten des Substrats wird auf diese Weise im Bereich der überlappenden Leiterbahnen ein Schaltelement als Druckkontaktschalter 30 ausgebildet,

welcher einen Teilbereich der ersten Substratschicht 12a und der ersten Leiterbahn 20 sowie einen Teilbereich der zweiten Substratschicht 12b und der zweiten Leiterbahn 22 im Bereich des Überlappens sowie das Abstandselement 26 umfasst.

In einer Weiterbildung kann auch ein Arretierelement (nicht gezeigt) vorgesehen werden, um
5 die erste Leiterbahn 20 und die zweite Leiterbahn 22 nach dem ersten Ausüben der Druckkraft in der geschlossenen Schalterstellung des Schalters 30 zu arretieren. Beispielsweise kann die Arretierung mit Hilfe eines Klebemittels erfolgen, welches im Bereich des Abstandselements 26 bzw. in Nähe des Überlappungsbereichs auf den ersten Teilbereich 12a und/oder den zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 aufgebracht,
10 insbesondere gedruckt, wird und den ersten Teilbereich 12a des Substrats und den zweiten Teilbereich 12b des Substrats in der geschlossenen Schalterstellung fixiert.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungskonfiguration gegenüber dem Stand der Technik besteht darin, dass das elektrochrome Anzeigeelement 16, die Leiterbahnen 20, 22, 24, die Batterieelemente 18a und 18b sowie das Abstandselement 26 in der entfalteten
15 Konfiguration der Figur 1 sämtlich in einem Arbeitsgang gefertigt werden können. Das Aktivieren der elektrochemischen Spannungsquelle erfolgt dann durch Falten entlang der Faltlinie 14, wobei durch Überlappen der zweiten Leiterbahn 22 mit der ersten Leiterbahn 20 im Bereich des Abstandselements 26 gleichzeitig der Druckschalter 30 in seiner offenen Schalterstellung ausgebildet wird. Die Überwindung des Höhenunterschieds bzw. vertikalen
20 Abstands zwischen der im ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildeten ersten Leiterbahn 20 und der im zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 ausgebildeten zweiten Leiterbahn 22 erfolgt im Bereich des Schaltelements 30 und wird synergetisch zum reversiblen Schalten des elektrochromen Anzeigeelements 16 genutzt. Eine nachfolgende elektrische Kontaktierung des elektrochromen Anzeigeelements 16 mit einem Schaltelement
25 30 und der Batterie 18a/18b ist nicht erforderlich. Dadurch werden bei der Fertigung Prozessschritte eingespart und die Herstellungskosten gesenkt. Zudem kann bereits im Produktionsprozess die Qualität der gesamten Einheit kontrolliert werden.

Im Rahmen der erfindungsgemäßen Lösung können auch mehrere der vorangehend mit Bezug auf die Figuren 1 bis 3 beschriebenen Schaltelemente 30 auf einem gemeinsamen Substrat 12 ausgebildet sein. Dadurch lassen sich komplexere Schaltungskonfigurationen erzeugen. Das Beispiel einer UND-Schaltung mit zwei erfindungsgemäßen Schaltelementen 30, 30' in Reihenschaltung ist in Figur 4 in einer schematischen Querschnittsansicht gezeigt. Figur 4 zeigt nur die Leiterbahnen und Schalter; die elektrische Spannungsquelle und die elektrischen Verbraucher sind in Figur 4 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt. Im ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ist die erste Leiterbahn 20 ausgebildet, welche teilweise mit einer zweiten Leiterbahn 22, welche auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats ausgebildet ist, überlappt und von der zweiten Leiterbahn 22 im Überlappungsbereich durch das Abstandselement 26 getrennt ist, wie vorangehend mit Bezug auf die Figuren 1 und 3 beschrieben wurde. Im Gegensatz zu der Konfiguration der Figuren 1 bis 3 ist die zweite Leiterbahn 22 an ihrem ersten Ende 22a jedoch nicht mit einem Batterieelement verbunden, sondern endet frei auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 und überlappt in diesem Bereich mit einer vierten Leiterbahn 32, welche wiederum auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12, aber getrennt von der ersten Leiterbahn 20, ausgebildet ist. Im Überlappungsbereich der zweiten Leiterbahn 22 mit der vierten Leiterbahn 32 ist ein zweites Abstandselement 26' ausgebildet, welches in seinem Aufbau und seiner Ausbildung dem Abstandselement 26 vollständig entspricht und einen Spalt 28' zwischen der zweiten Leiterbahn 22 und der vierten Leiterbahn 32 freilässt, durch den die zweite Leiterbahn 22 von der vierten Leiterbahn 30 räumlich und elektrisch getrennt ist. Dadurch wird ein zweites Schaltelement 30' ausgebildet, welches in seinem Aufbau und seiner Funktion dem ersten Schaltelement 30 entspricht. Ein Schließen des Stromkreises erfordert nun das Schließen beider Schaltelemente 30, 30', d.h. das Ausüben einer Druckkraft an zwei Stellen, nämlich in dem durch das erste Pfeilpaar angedeuteten Bereich des ersten Abstandselements 26 und gleichzeitig in dem durch das zweite Pfeilpaar angedeuteten Bereich des zweiten Abstandselements 26'. Auf diese Weise lässt sich eine UND-Schaltung implementieren.

Auf ähnliche Weise lässt sich durch Parallelschaltung zweier Schaltelemente 30, 30' eine ODER-Schaltung ausbilden.

Eine Displayeinheit kann in der Praxis eine Vielzahl von Anzeigeelementen umfassen, welche jeweils mit eigenen Spannungsquellen über Leiterbahnen und gegebenenfalls zusätzlich über
5 jeweils zugehörige Schaltelemente verbunden sein können und die Komponenten eines zusammengesetzten Displays bilden. In Figur 5a ist ein Beispiel gezeigt, bei welchem sieben separate elektrochrome Anzeigeelemente 34a bis 34g zusammen eine 7-Segmentanzeige ausbilden. Die elektrochromen Anzeigeelemente 34a bis 34g sind auf dem flexiblen Substrat 12 ausgebildet und über jeweils separate Leiterbahnen 36a bis 36g mit entsprechenden
10 elektrochemischen Spannungsquellen 38a bis 38g verbunden. Anstelle separater Spannungsquellen 38a bis 38g kann auch eine gemeinsame Spannungsquelle vorgesehen werden, welche mehrere oder alle Anzeigeelemente 34a bis 34g über die Leiterbahnen 36a bis 36b versorgt.

Die elektrochromen Anzeigeelemente 34a bis 34g, Leiterbahnen 36a bis 36g und die
15 elektrochemischen Spannungsquellen 38a bis 38g können auf dem Substrat 12 durch Drucken ausgebildet werden, vorzugsweise mittels des vorangehend mit Bezug auf die Figuren 1 bis 4 beschriebenen Verfahrens im Siebdruck mit nachfolgender Faltung zur Aktivierung der Batterie. In jeder der Leiterbahnen 36a bis 36g können erfindungsgemäße Schaltelemente 30, 30' ausgebildet sein, wie sie vorangehend mit Bezug auf die Figuren 1 bis 4 beschrieben
20 wurden. Sie sind in der Darstellung der Figur 5a aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gezeigt. Anstelle von oder zusätzlich zu den Schaltelemente in jeder der Leiterbahnen 36a bis 36g kann auch ein globaler Schalter zum gemeinsamen Verbinden aller Leiterbahnen 36a bis 36g mit der gemeinsamen Spannungsquelle ausgebildet sein. Diese Ausführungsform ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn sich ein nachfolgender Strukturierungsschritt erst mit
25 einiger zeitlicher Verzögerung an das Drucken der elektrischen Komponenten und das Falten des Substrates bzw. die Aktivierung der Batterie/Batterien anschließt und ein vorzeitiges Erschöpfen der Batterie verhindert werden soll.

Die Ausbildung der 7-Segmentanzeige der Figur 5a kann derart erfolgen, dass nach der Fertigstellung des Anzeigeelements bzw. nach der Aktivierung der elektrochemischen Spannungsquellen 38a bis 38g zunächst alle elektrochromen Anzeigeelemente 34a bis 34g aktiviert, d.h. mit Strom versorgt werden bzw. über die Schaltelemente oder den globalen Schalter aktivierbar sind. Dieser Zustand ist in Figur 5a gezeigt. Die elektrochromen Anzeigeelemente 34a bis 34g zeigen dann in der Zusammenschau die Zahl 8. Im Allgemeinen können auf diese Weise, gegebenenfalls durch zusätzliche 7-Segmentanzeigen, eine Vielzahl von Ziffern und/oder Mustern und/oder Buchstaben auf dem Substrat 12 dargestellt werden.

In einem nachfolgenden Prozessschritt kann die Displayeinheit mit Hilfe eines Lasers strukturiert werden, um einzelne der elektrochromen Anzeigeelemente 34a bis 34g selektiv zu deaktivieren und mit den verbliebenen Anzeigeelementen ein gewünschtes Muster bzw. eine gewünschte Konfiguration darzustellen. Zur Strukturierung werden mit Hilfe des Lasers einzelne der Verbindungen zwischen den Anzeigeelementen 34a bis 34g und den zugehörigen elektrochemischen Spannungsquellen 38a bis 38g getrennt. Der Laser kann entweder die Schichten des Displays oder die entsprechenden Leiterbahnen 36a bis 36g durchtrennen. Bei Einsatz eines geeigneten Lasers, insbesondere eines YAG-Lasers (Yttrium-Aluminium-Granat-Lasers), lässt sich erreichen, dass der Laser nur die entsprechenden gedruckten Schichten, nicht jedoch das Substratmaterial 12 strukturiert. YAG-Laserstrahlen zeigen im Allgemeinen keine Wechselwirkung mit transparenten Materialien, wie beispielsweise PET-Folie, PP-Folie oder PE-Folie, werden jedoch durch schwarze oder metallische Leiterschichten absorbiert. Die Leiterbahnen werden daher durchtrennt, während die darüber liegende durchsichtige Folie unbeschädigt bleibt. Eine ähnliche Technik, jedoch für den Einsatz in Laserdruckern, und geeignete Folien sind in der Gebrauchsmusterschrift DE 200 17 501 U1 in weiteren Einzelheiten beschrieben. Die Strukturierung des Displayelements kann auf diese Weise ohne Oberflächenverletzung erfolgen, und die Einkapselung der gesamten Display-Einheit bleibt erhalten.

Ein selektives Trennen einzelner Leiterbahnen kann auch unter Verwendung eines CO₂-Lasers oder durch Stanzen erfolgen. Die vorangehend mit Bezug auf den YAG-Laser

beschriebene Materialselektion besteht hier nicht. Jedoch kann die Eindringtiefe gesteuert werden, so dass selektiv jeweils nur einzelne Schichten eines Verbundes durchtrennt werden können.

Die Trennung einzelner Leiterbahnen 36a bis 36g kann anstelle unter Verwendung eines Lasers oder durch Stanzen auch unter Verwendung von elektrischen Schaltelementen erfolgen, welche die entsprechenden Anzeigeelemente 34a bis 34g mit den elektrochemischen Spannungsquellen 38a bis 38g verbinden.

In der in Figur 5b gezeigten Darstellung sind mit Hilfe eines YAG-Lasers oder Schalters beispielhaft die erste Leiterbahn 36a und die zweite Leiterbahn 36b unterbrochen, so dass die zugehörigen Anzeigeelemente 34a und 34b deaktiviert werden. Die 7-Segmentanzeige stellt dann anstelle der Zahl 8, die in Figur 5a als Ausgangskonfiguration gezeigt ist, die Zahl 6 dar.

Fig. 6 zeigt schematisch in einer auseinandergezogenen Darstellung den Aufbau eines aus zwei Teilelementen 18a und 18b aufgebauten gedruckten Batterieelements 18, wie es in Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann.

Das Anodenelement 18a umfasst einen auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildeten ersten Abnehmer 40a, welcher eine gedruckte Metallschicht umfasst, die mit der dritten Leiterbahn 24 verbunden ist. Das Anodenelement 18a umfasst ferner eine Anodenschicht 42a, welche auf dem ersten Abnehmer 40a ausgebildet ist und mit ihm elektrisch in Kontakt steht. Die Anodenschicht 42a kann beispielsweise eine Schicht von Mangandioxid (MnO_2)-Tinte sein, welche auf dem Abnehmer 40a aufgebracht ist. Ferner umfasst das Anodenelement 18a eine Elektrolytschicht 44, beispielsweise ein in Kochsalzlösung getränktes Vlies, welches mit der Anodenschicht 42a in elektrischem Kontakt steht. Die Elektrolytschicht 44 kann sowohl der Anodengruppe 18a als auch der Kathodengruppe 18b zugeordnet werden.

Das Kathodenelement 18b ist entsprechend aufgebaut und umfasst einen metallischen, auf den zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 gedruckten zweiten Abnehmer 40b, welcher elektrisch mit der zweiten Leiterbahn 22 verbunden ist. Unterhalb des zweiten Abnehmers 40b und mit diesem elektrisch in Kontakt schließt sich die Kathodenschicht 42b an,
5 beispielsweise eine gedruckte Zinn-Schicht oder Aluminium-Schicht.

Gute Ergebnisse konnten in einer Konfiguration erzielt werden, in welcher die Anodenschicht 42a Mangandioxid umfasst und die Kathodenschicht 42b eine Aluminium-Folie umfasst. In diesem Fall konnten stabile Spannungen im Bereich von 0,7 V erhalten werden.

Optional und vorzugsweise umfasst das Anodenelement 18a und/oder das Kathodenelement
10 18b jeweils Siegelschichten 46a und 46b, welche ringsum den ersten Abnehmer 40a beziehungsweise rings um den zweiten Abnehmer 40b ausgebildet sind und den ersten Abnehmer 40a beziehungsweise den zweiten Abnehmer 40b direkt mit dem entsprechenden Substrat 12a, 12b versiegeln. Eine solche Versiegelung gewährleistet, dass die Elektrolytschicht 44 nur mit der Anodenschicht 42a beziehungsweise der Kathodenschicht
15 42b in Berührung kommt, nicht dagegen mit den Abnehmern 40a, 40b.

Die Siegelschichten 46a, 46b lassen sich durch Verschmelzen versiegelbarer Folien unter Druck und Hitze ausbilden. Der dabei entstehende Verbund ist feuchtigkeits- und luftundurchlässig. Durch Siegeln rund um den ersten Abnehmer 40a beziehungsweise den zweiten Abnehmer 40b entsteht eine Kammer, die von äußeren Einflüssen geschützt ist und in
20 welche die Elektroden-schichten 42a, 42b und die Elektrolytschicht 44 aufgenommen sind. Die Erfinder konnten guten Siegel-ergebnisse mit ver-streckten/orientierten Polypropylen-folien (OPP-Folien) bei 90° Celsius, Polyethylen-Verbundfolien bei 115° Celsius und Verbund-Aluminium-folien bei 190° Celsius erreichen. Der Siegel-druck betrug dabei 1,8kp/cm² und die Anpress-dauer circa eine Sekunde.

Die Elektrolytschicht 44 kann beim Ausbilden des Batterieelements 18 auch als letzter Schritt hinzugefügt werden, bevor das Modul versiegelt wird. Ein Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass die Elektrolytschicht 44 nicht durch nachfolgende Trocknungsprozesse thermisch belastet wird.

5 Fig. 7a zeigt eine Schaltgruppe 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, welche der in den Fig. 1 bis 3 beschriebenen Schaltgruppe sehr ähnlich ist. Die Schaltgruppe 10 der Fig. 7a unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Schaltgruppe zum einen dadurch, dass nicht das Batterieelement 18, sondern das Anzeigeelement 16 zweiteilig ausgebildet ist. Zum anderen verläuft die Faltlinie 14 quer statt längs zu den Leiterbahnen. Im
10 Übrigen wird auf die Beschreibung der Fig. 1 bis 3 verwiesen.

Ein erstes Teilelement 16a des Anzeigeelements 16 ist auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildet und mit dem Batterieelement 18, welches einteilig auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildet ist, über die dritte Leiterbahn 24 auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 verbunden. Das Batterieelement 18 ist ferner über eine
15 zweite Leiterbahn 22, welche ebenfalls auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildet ist, mit einem Abstandselement 26 verbunden.

Ein zweites Teilelement 16b des Anzeigeelements 16 ist auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 ausgebildet und mit einer ersten Leiterbahn 20 verbunden, so dass sich beim Falten des zweiten Teilbereichs 12b über den ersten Teilbereich 12a entlang der Faltlinie 14
20 das zweite Teilelement 16b des Anzeigeelements 16 mit dem ersten Teilelement 16a des Anzeigeelements 16 überlappt und die erste Leiterbahn 20 im Bereich des Abstandselements 26 mit dem Ende der zweiten Leiterbahn 22 überlappt. Durch Falten entlang der Faltlinie 14 und Verbinden des ersten Teilelements 16a des Anzeigeelements 16 mit dem zweiten Teilelement 16b des Anzeigeelements 16 wird das elektrochrome Anzeigeelement ausgebildet
25 und gleichzeitig die erste Leiterbahn 20 mit der zweiten Leiterbahn 22 zumindest abschnittsweise in Deckung gebracht. Beim Ausüben eines Drucks auf den ersten Teilbereich

12a des Substrats 12 und/oder den zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 im Bereich des Abstandselements 26 können anschließend die erste Leiterbahn 20 und die zweite Leiterbahn 22 miteinander in Kontakt gebracht werden, so dass der Stromkreis geschlossen wird.

Fig. 7b zeigt eine Schaltgruppe 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, welche sich von der Schaltgruppe der Fig. 7a dadurch unterscheidet, dass sowohl das elektrochrome Anzeigeelement 16 als auch das Batterieelement 18 zweiteilig ausgebildet sind und das Substrat 12 in drei Teilbereiche 12a, 12b, 12c unterteilt ist.

Der erste Teilbereich 12a des Substrats 12 umfasst ein erstes Teilelement 16a des Anzeigeelements 16 und ein Anodenelement 18a des Batterieelements 18. Das erste Teilelement 16a des Anzeigeelements 16 ist über eine auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildete fünfte Leiterbahn 48 mit einem Abstandselement 26' verbunden, während das Anodenelement 18a des Batterieelements 18 über die zweite Leiterbahn 22 auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 mit dem Abstandselement 26 verbunden ist.

Der zweite Teilbereich 12b des Substrats 12 umfasst das zweite Teilelement 16b des Anzeigeelements 16, welches mit einer auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 ausgebildeten ersten Leiterbahn 20 verbunden ist. Entsprechend umfasst der dritte Teilbereich 12c des Substrats 12 das Kathodenelement 18b des Batterieelements 18, welches mit einer auf dem dritten Teilbereich 12c des Substrats 12 ausgebildeten sechsten Leiterbahn 50 verbunden ist. Durch Falten des zweiten Teilbereichs 12b des Substrats 12 über den ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 entlang der Faltlinie 14 wird das zweite Teilelement 16b des Anzeigeelements 16 mit dem ersten Teilelement 16a des Anzeigeelements 16 in Deckung gebracht. Gleichzeitig fluchtet das Ende der ersten Leiterbahn 20 mit dem Ende der zweiten Leiterbahn 22 und wird von ihr durch das Abstandselement 26 räumlich und elektrisch getrennt.

Entsprechend wird durch Falten des dritten Teilbereichs 12c des Substrats 12 über den ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 entlang der Faltlinie 14' das Kathodenelement 18b des Batterieelements 18 mit dem Anodenelement 18a des Batterieelements 18 in Deckung gebracht und verbunden. Gleichzeitig fluchtet das Ende der sechsten Leiterbahn 50 mit dem Ende der fünften Leiterbahn 48 und wird von ihm durch Abstandselement 26' räumlich und elektrisch getrennt.

Das Schließen des Stromkreises erfordert in der Ausführungsform der Fig. 7b das gleichzeitige Überwinden des Abstands zwischen den Leiterbahnen 20 und 22 und zwischen den Leiterbahnen 48 und 50 im Bereich der Abstandselemente 26, 26'. Auf diese Weise wird wiederum eine UND-Schaltung realisiert.

Fig. 8 zeigt eine Reihenschaltung von drei Batterieelementen 18, 18', 18'', wie sie im Rahmen aller vorangehend beschriebenen Ausführungsformen eingesetzt werden kann, um höhere Spannungswerte zu erzielen.

In dem in Fig. 8a gezeigten ersten Fertigungsschritt werden auf den ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 beziehungsweise auf den zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 Verbindungsleiterbahnen 52, 52' zur Verbindung zwischen den (später aufgedruckten) Batterieelementen 18, 18', 18'' sowie Versorgungsleiterbahnen 54, 54' zum Anschluss eines elektrischen Verbrauchers, beispielsweise eines Anzeigeelements (nicht gezeigt), aufgedruckt. Auch werden in diesem Schritt an den vorbestimmten Positionen auf dem ersten Teilbereich 12a und dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12, an welchen die Batterieelemente 18, 18', 18'' vorgesehen sind, elektrische Abnehmer 40 zusammen mit den Verbindungsleiterbahnen 52, 52' beziehungsweise den Versorgungsleiterbahnen 54, 54' aufgedruckt.

Nach dem Drucken der Verbindungsleiterbahnen 52, 52', Versorgungsleiterbahnen 54, 54' und Abnehmer 40 werden in einem zweiten Teilschritt, welcher in Fig. 8b veranschaulicht ist,

Anodenelemente 18a, 18'a, 18''a und Kathodenelemente 18b, 18'b, 18''b auf den ersten Teilbereich 12a beziehungsweise auf den zweiten Teilbereich 12b des Substrats auf die elektrischen Abnehmer 40 gedruckt, so dass sie mit den Verbindungsleiterbahnen 52, 52' beziehungsweise Versorgungsleiterbahnen 54, 54' elektrisch in Kontakt stehen. Nach dem
5 zweiten Teilschritt sind die Kathodenelemente 18b und 18'b durch die Verbindungsleiterbahn 52' verbunden, welche auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 ausgebildet ist. Die Anodenelemente 18'a und 18''a sind in ähnlicher Weise durch die Verbindungsleiterbahn 52 verbunden, welche auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 ausgebildet ist. Das Anodenelement 18a und das Kathodenelement 18''b sind über die Versorgungsleiterbahn 54
10 beziehungsweise 54', welche auf dem ersten Teilbereich 12a des Substrats 12 beziehungsweise auf dem zweiten Teilbereich 12b des Substrats 12 ausgebildet sind, mit dem elektrischen Verbraucher (in Fig. 8 nicht gezeigt) verbunden. Durch Falten des zweiten Teilbereichs 12b über den ersten Teilbereich 12a entlang der Faltlinie 14 werden die Kathodenelemente 18b, 18'b, 18''b mit den Anodenelementen 18a, 18'a, 18''a in Deckung
15 gebracht, und der Stromkreis kann geschlossen werden.

Die Erfinder haben in Versuchen mit einer Reihenschaltung von drei Batterieelementen 18, 18', 18'', deren Anodenelement jeweils Mangandioxid (MnO_2) und deren Kathodenelement jeweils Aluminium-Folie umfasst, stabile Spannungen im Bereich von 2,3 V erhalten.

Die Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen und die Figuren dienen nur der
20 Veranschaulichung der Erfindung und der mit ihr erzielten vorteilhaften Effekte, sollen die Erfindung aber nicht beschränken. Der Umfang der Erfindung ergibt sich allein aus den nachfolgenden Ansprüchen.

5

Bezugszeichen

10

10	10	Schaltelement
	12	Substrat
	12a	erster Teilbereich des Substrats 12
	12b	zweiter Teilbereich des Substrats 12
15	12c	dritter Teilbereich des Substrats 12
	14, 14'	Faltlinie
	16	elektrochromes Anzeigeelement
	16a	erstes Teilelement des Anzeigeelements 16
	16b	zweites Teilelement des Anzeigeelements 16
20	18, 18', 18''	Batterieelement
	18a, 18'a, 18''a	Anodenelement
	18b, 18'b, 18''b	Kathodenelement
	20	erste Leiterbahn
	20a	erstes Ende der ersten Leiterbahn 20
25	20b	zweites Ende der ersten Leiterbahn 20
	22	zweite Leiterbahn
	22a	erstes Ende der zweiten Leiterbahn 22
	22b	zweites Ende der zweiten Leiterbahn 22
	24	dritte Leiterbahn
30	24a	erstes Ende der dritten Leiterbahn 24
	24b	zweites Ende der dritten Leiterbahn 24
	26, 26'	Abstandselement
	28, 28'	Öffnung/Spalt des Abstandselements 26 bzw. 26'

	30, 30'	Schaltelemente
	32	vierte Leiterbahn
	32a	erstes Ende der vierten Leiterbahn 30
	34a – 34g	elektrochrome Anzeigeelemente
5	36a – 36g	Leiterbahnen
	38a – 38g	elektrochemische Spannungsquellen
	40	Abnehmer
	40a	erster Abnehmer
	40b	zweiter Abnehmer
10	42a	Anodenschicht
	42b	Kathodenschicht
	44	Elektrolytschicht
	46a	erste Siegelschicht
	46b	zweite Siegelschicht
15	48	fünfte Leiterbahn
	50	sechste Leiterbahn
	52, 52'	Verbindungsleiterbahnen
	54, 54'	Versorgungsleiterbahnen

Ansprüche

1. Schaltgruppe (10) mit:
einer ersten Substratschicht (12a), auf welcher eine erste Leiterbahn (20) ausgebildet ist, wobei die erste Leiterbahn (20) mit einem elektrischen Verbraucher (16) verbunden ist;
einer zweiten Substratschicht (12b), auf welcher eine zweite Leiterbahn (22) ausgebildet ist, wobei die zweite Leiterbahn (22) mit einer elektrischen Spannungsquelle (18a, 18b) verbunden ist und die erste Leiterbahn (20) zumindest teilweise überlappt;
einem Schaltelement (30, 30') mit einem Abstandselement (26, 26'), welches in einer offenen Schalterstellung des Schaltelements (30, 30') die zweite Leiterbahn (22) von der ersten Leiterbahn (20) räumlich und elektrisch trennt;
wobei das Abstandselement (26, 26') derart ausgebildet ist, dass das Schaltelement (30, 30') durch Ausüben einer Druckkraft auf die erste Substratschicht (12a) und/oder zweite Substratschicht (12b) in eine geschlossene Schalterstellung übergeht, in welcher die zweite Leiterbahn (22) die erste Leiterbahn (20) berührt.
2. Schaltgruppe nach Anspruch 1, bei welchem das Abstandselement (26, 26') auf der ersten Leiterbahn (20) und/oder auf der zweiten Leiterbahn (22) aufliegt.
3. Schaltgruppe nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem das Abstandselement (26, 26') ein Ringelement, insbesondere ein Kreisringelement, ist.
4. Schaltgruppe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die erste Leiterbahn (20) über ein zweites Schaltelement (30, 30') mit dem elektrischen Verbraucher (16) verbunden ist und/oder die zweite Leiterbahn (22) über ein drittes Schaltelement (30, 30') mit der elektrischen Spannungsquelle (18a, 18b) verbunden ist, wobei das zweite Schaltelement (30, 30') und/oder das dritte Schaltelement (30, 30') vorzugsweise ein Schaltelement nach einem der vorangehenden Ansprüche ist.

5. Schaltgruppe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der elektrische Verbraucher (16) zumindest teilweise auf der ersten Substratschicht (12a) ausgebildet ist und/oder die elektrische Spannungsquelle (18a, 18b) zumindest teilweise auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet ist.
6. Schaltgruppe nach einem der vorangehenden Ansprüche mit mehreren elektrischen Spannungsquellen (18, 18', 18''), welche auf der ersten Substratschicht (12a) und/oder auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet sind, wobei die mehreren elektrischen Spannungsquellen (18, 18', 18'') über Leiterbahnen (52, 52') miteinander verbunden sind, insbesondere in Reihe geschaltet sind.
7. Schaltgruppe nach Anspruch 6 mit mindestens drei Spannungsquellen (18, 18', 18''), wobei jeweils zwei Spannungsquellen (18, 18', 18'') durch eine Leiterbahn (52, 52') miteinander verbunden sind, wobei eine erste Teilmenge der Leiterbahnen (52, 52') auf der ersten Substratschicht (12a) ausgebildet ist und eine zweite Teilmenge der Leiterbahnen (52, 52') auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet ist.
8. Schaltgruppe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die elektrische Spannungsquelle (18b) einen Abnehmer (40b) aufweist, welcher auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet und mit der zweiten Leiterbahn (22) verbunden ist, und eine Siegelschicht (46b) aufweist, wobei die Siegelschicht (46b) vorzugsweise rings um den Abnehmer (40b) auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet ist.
9. Schaltgruppe nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die erste Substratschicht (12a) und die zweite Substratschicht (12b) Teilbereiche einer zusammenhängenden gefalteten Substratschicht (12) sind.
10. Verfahren zum Ausbilden einer Schaltgruppe mit folgenden Schritten:
Ausbilden einer ersten Leiterbahn (20) und eines elektrischen Verbrauchers (16) auf einer ersten Substratschicht (12a);
Ausbilden einer zweiten Leiterbahn (22) und zumindest eines Teils (18b) einer elektrischen Spannungsquelle auf einer zweiten Substratschicht (12b);
Aufbringen eines Abstandselement (26, 26') auf die erste Leiterbahn (20) und/oder zweite Leiterbahn (22); und

Verbinden zumindest eines Teils der zweiten Substratschicht (12b) mit zumindest einem Teil der ersten Substratschicht (12a) derart, dass die zweite Leiterbahn (22) mit der ersten Leiterbahn (20) im Bereich des Abstandselements (26, 26') zumindest teilweise überlappt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei welchem die erste Leiterbahn (20) und/oder der elektrische Verbraucher (16) auf die erste Substratschicht (12a) gedruckt werden und/oder bei welchem die zweite Leiterbahn (20) und/oder die elektrische Spannungsquelle (18b) auf die zweite Substratschicht (12b) gedruckt werden und/oder bei welchem das Abstandselement (26, 26') auf die erste Leiterbahn (20) und/oder zweite Leiterbahn (22) gedruckt wird, wobei das Drucken jeweils vorzugsweise ein Siebdrucken umfasst.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, bei welchem eine erste Komponente (18a) der elektrischen Spannungsquelle, welche eine erste Elektrode umfasst, auf der ersten Substratschicht (12a) ausgebildet wird, vorzugsweise gedruckt wird, und eine zweite Komponente (18b) der elektrischen Spannungsquelle, welche eine zweite Elektrode umfasst, auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet wird, vorzugsweise gedruckt wird, wobei die zweite Komponente (18b) der elektrischen Spannungsquelle mit der zweiten Leiterbahn (22) verbunden wird und die zweite Substratschicht (12b) mit der ersten Substratschicht (12a) derart verbunden wird, dass die zweite Komponente (18b) zumindest teilweise mit der ersten Komponente (18a) in Kontakt gebracht wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12 mit zusätzlich den Schritten des Ausbildens, vorzugsweise Druckens, einer dritten Leiterbahn (24) auf der ersten Substratschicht (12a) und des elektrischen Verbindens der ersten Komponente (18a) der Spannungsquelle mit der dritten Leiterbahn (24) an einem ersten Ende (24a) der dritten Leiterbahn (24) und des elektrischen Verbindens des Verbrauchers (16) mit der dritten Leiterbahn (24) an einem dem ersten Ende (24a) entgegengesetzten zweiten Ende (24b) der dritten Leiterbahn (24).
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, bei welchem die erste Substratschicht (12a) und die zweite Substratschicht (12b) Teilbereiche einer zusammenhängenden Substratschicht (12) sind, wobei der Schritt des Verbindens das zumindest teilweise

Falten des zweiten Teilbereichs (12b) der Substratschicht (12) über den ersten Teilbereich (12a) der Substratschicht (12) umfasst.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, bei welchem ein erster Teil (16a) des elektrischen Verbrauchers (16) auf der ersten Substratschicht (12a) ausgebildet wird und ein zweiter Teil (16b) des elektrischen Verbrauchers (16) auf der zweiten Substratschicht (12b) ausgebildet wird, wobei der Schritt des Verbindens das Verbinden des ersten Teils (16a) des elektrischen Verbrauchers (16) mit dem zweiten Teil (16b) des elektrischen Verbrauchers (16) umfasst, vorzugsweise durch zumindest teilweises Falten des zweiten Teilbereichs (12b) der Substratschicht (12) über den ersten Teilbereich (12a) der Substratschicht (12).
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei das Ausbilden zumindest eines Teils (18b) der elektrischen Spannungsquelle (18) auf der zweiten Substratschicht (12b) das Siegeln eines Abnehmers (40b), welcher mit der zweiten Leiterbahn (22) verbunden ist, mit der zweiten Substratschicht (12b) umfasst, wobei das Siegeln vorzugsweise rings um den Abnehmer (40b) erfolgt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16 mit folgenden Schritten:
Ausbilden zumindest einer elektrischen Spannungsquelle (18a, 18b; 38a – 38g) auf der ersten (12a) und/oder zweiten (12b) Substratschicht;
Ausbilden mehrerer elektrischer Verbraucher (16; 34a – 34g) auf der ersten (12a) und/oder zweiten (12b) Substratschicht;
Ausbilden mehrerer Leiterbahnen (20, 22, 24; 36a – 36g) auf der ersten (12a) und/oder zweiten (12b) Substratschicht, wobei die Leiterbahnen (20, 22, 24; 36a – 36g) die jeweiligen elektrischen Verbraucher (16; 34a – 34g) mit der elektrischen Spannungsquelle (18a, 18b; 38a – 38g) verbinden; und
selektives Trennen einzelner vorbestimmter Leiterbahnen (20, 22, 24; 36a – 36g).
18. Verfahren zum Ausbilden einer Schaltungskonfiguration mit folgenden Schritten:
Ausbilden zumindest einer elektrischen Spannungsquelle (18a, 18b; 38a – 38g) auf einer Substratschicht (12);
Ausbilden mehrerer elektrischer Verbraucher (16; 34a – 34g) auf der Substratschicht (12);

Ausbilden mehrerer Leiterbahnen (20, 22, 24; 36a – 36g), welche die jeweiligen elektrischen Verbraucher (16; 34a – 34g) mit der elektrischen Spannungsquelle (18a, 18b; 38a – 38g) verbinden; und

selektives Trennen einzelner vorbestimmter Leiterbahnen (20, 22, 24; 36a – 36g).

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, bei welchem das Trennen der Leiterbahnen (20, 22, 24; 36a – 36g) mittels eines Lasers, insbesondere mittels eines Festkörperlaser, besonders vorzugsweise mittels eines YAG-Lasers, erfolgt.
20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, bei welchem die mehreren elektrischen Verbraucher einzelne Komponenten (34a – 34g) eines elektrischen Anzeigeelements, insbesondere eines elektrochromen Displays oder eines elektrolumineszenten Displays, bilden.

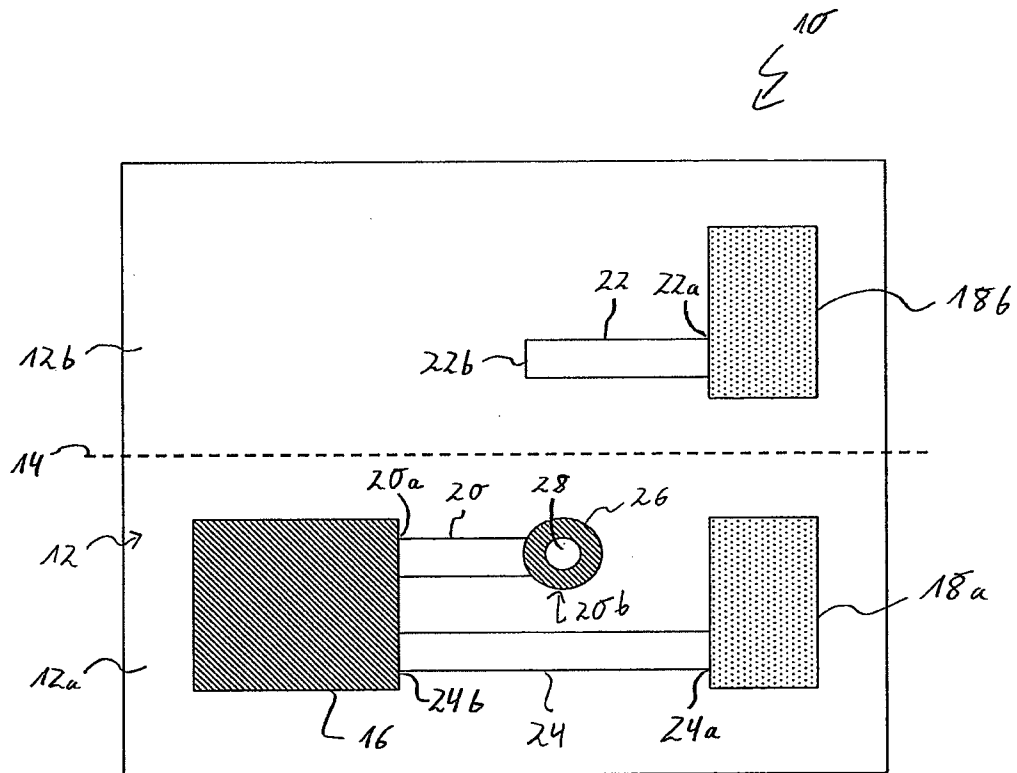


Fig. 1

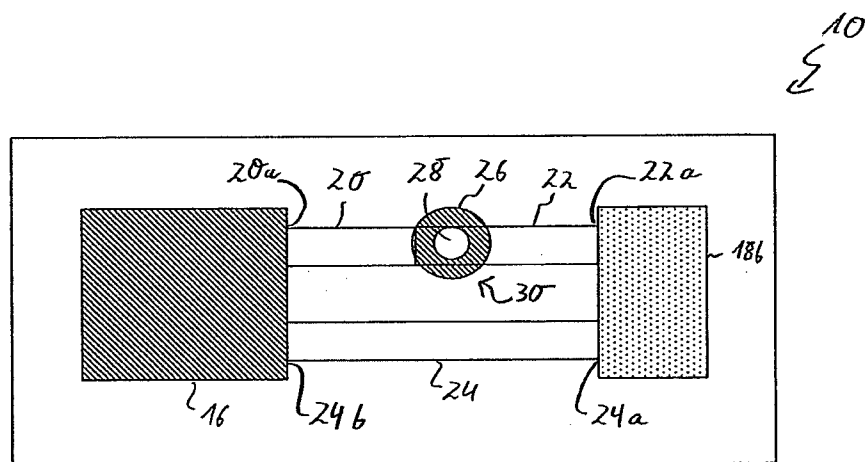


Fig. 2

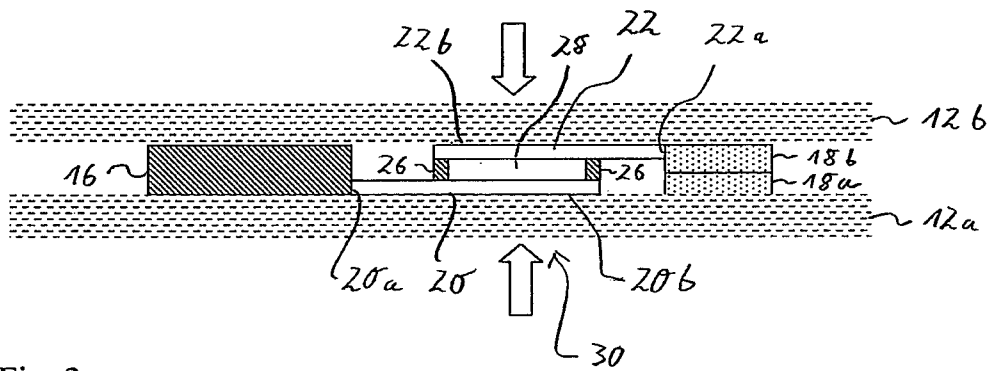


Fig. 3

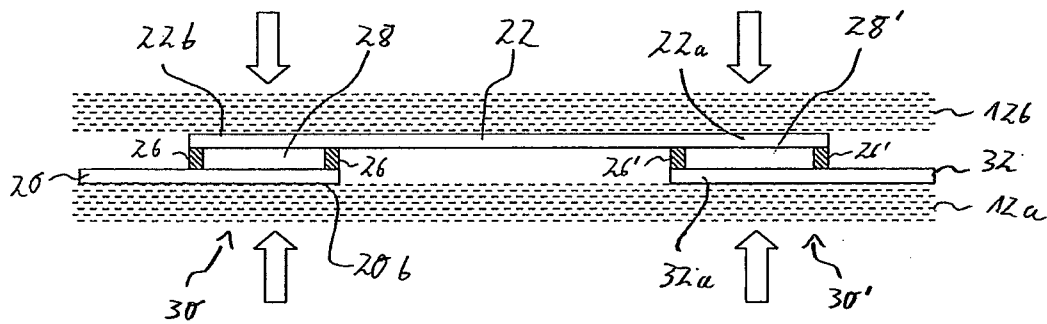


Fig. 4

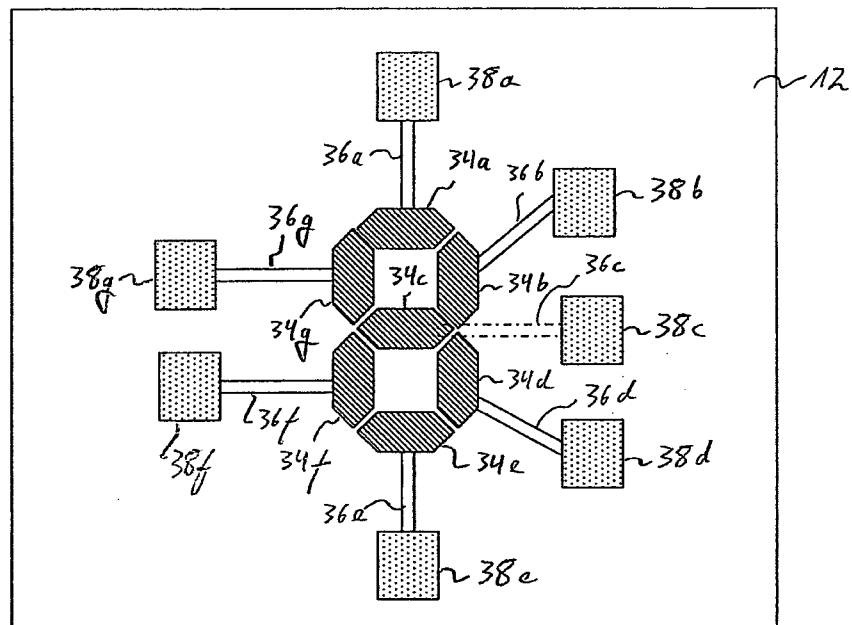


Fig. 5a

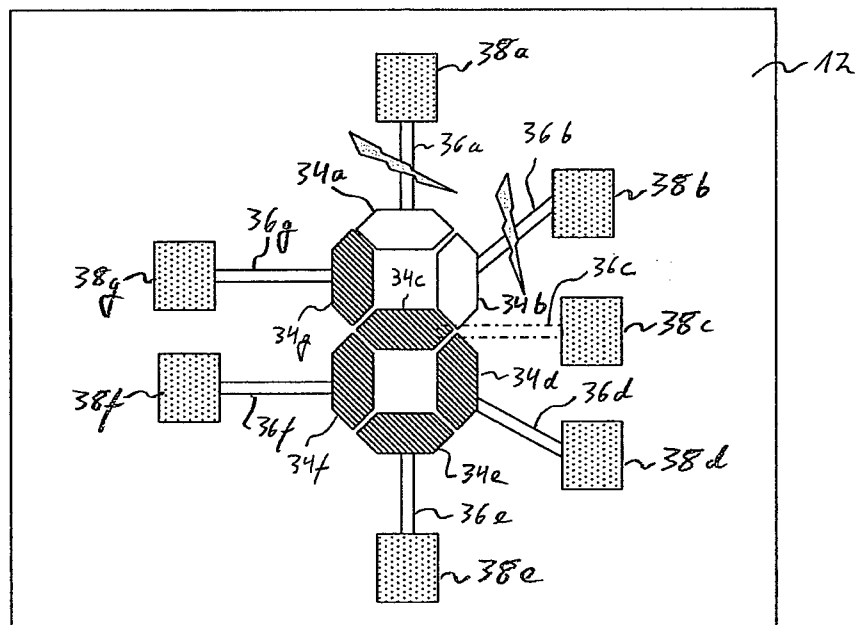


Fig. 5b

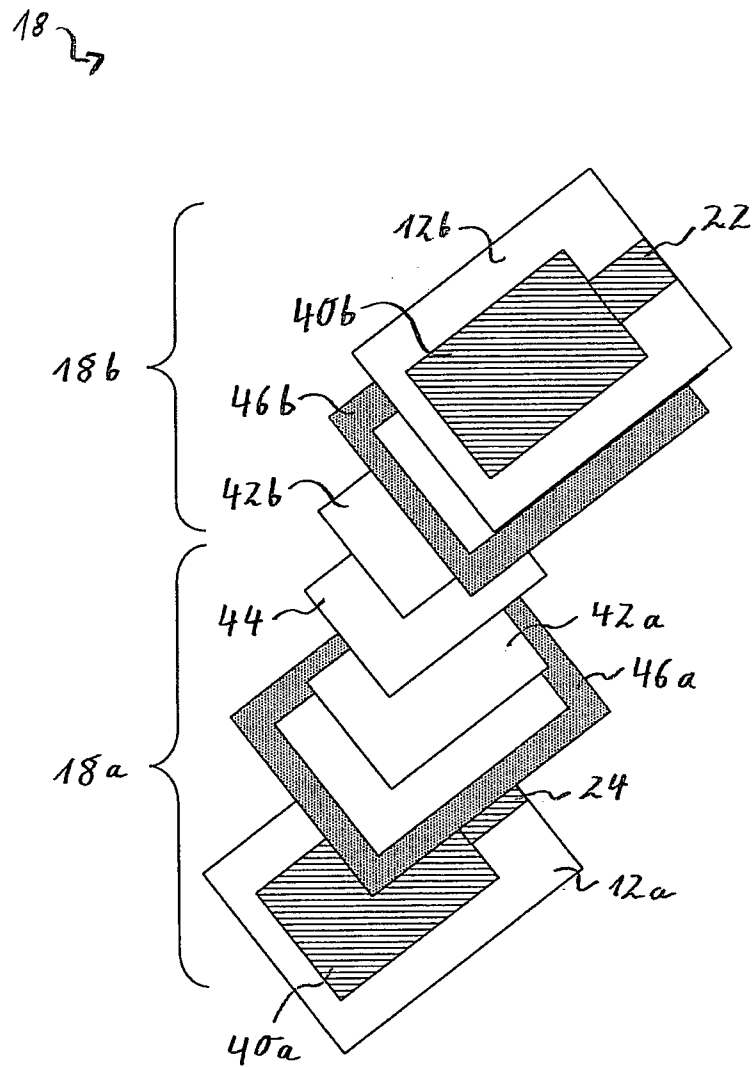


Fig. 6

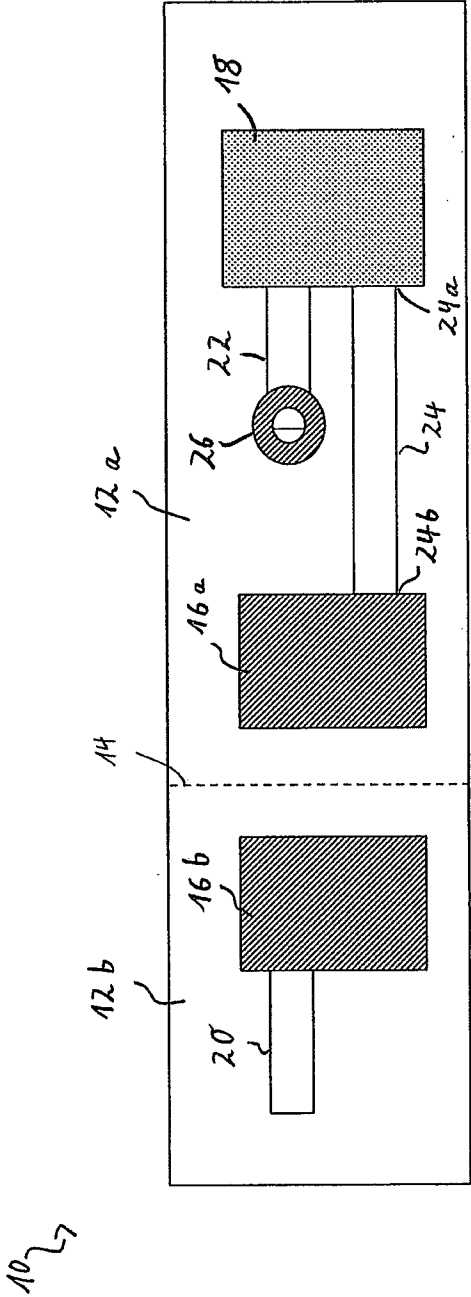


Fig. 7a

1027

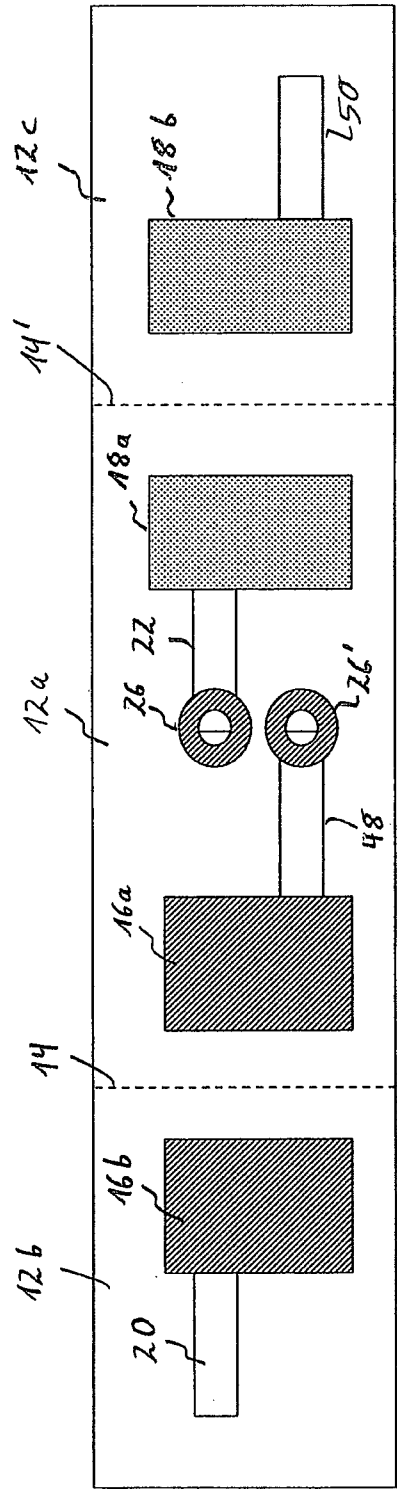


Fig. 7b

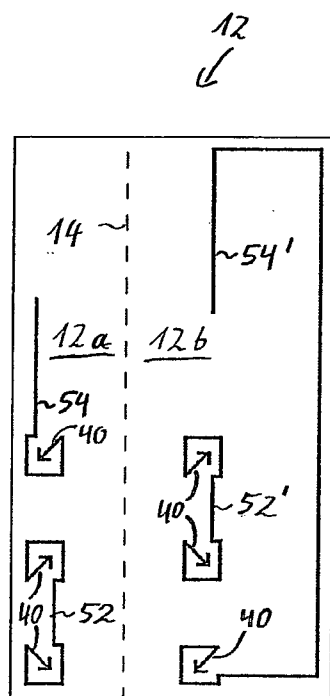


Fig. 8a

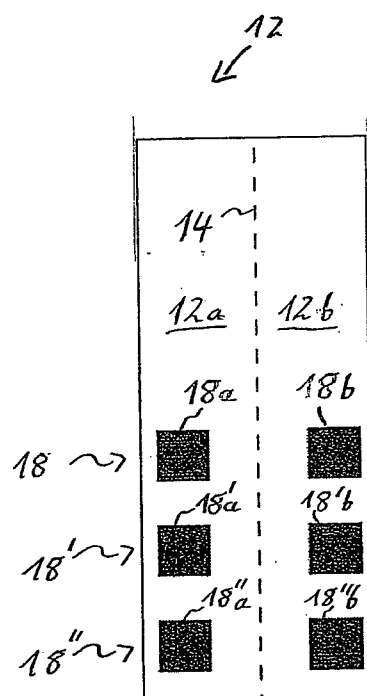


Fig. 8b