



(10) **DE 10 2006 037 433 B4** 2010.08.19

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 037 433.9**  
(22) Anmeldetag: **09.08.2006**  
(43) Offenlegungstag: **28.02.2008**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **19.08.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 51/40** (2006.01)  
**H01L 51/10** (2006.01)  
**H01L 21/312** (2006.01)  
**G03F 7/20** (2006.01)  
**G03F 1/14** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**OVD Kinegram AG, Zug, CH**

(74) Vertreter:  
**LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg**

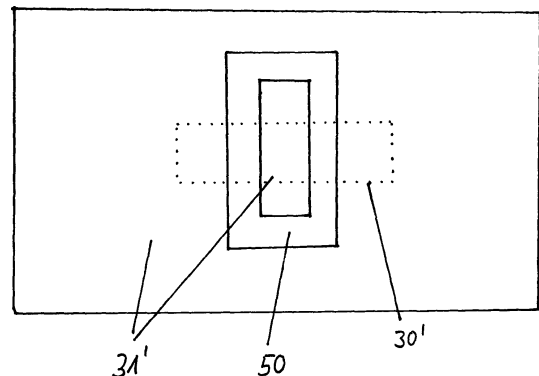
(72) Erfinder:  
**Schneider, Gernot, Baar, CH; Staub, René,  
Hagendorn, CH; Tompkin, Wayne Robert, Dr.,  
Baden, CH; Hansen, Achim, Dr., Zug, CH**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>10 2004 059467</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2004/00 09 413</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>61 33 933</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>59 32 397</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>16 24 338</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2004/0 79 833</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>01/40 836</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers sowie Mehrschichtkörper**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers, wobei der Mehrschichtkörper mindestens zwei bereichsweise ausgebildete Funktionsschichten auf einer Oberseite (10b) eines Trägersubstrats (10) umfasst, welche lagegenau im Register zueinander ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass eine Unterseite (10a) des Trägersubstrats (10) derart präpariert wird, dass in einem ersten Bereich (1) eine gegenüber einem mindestens einen zweiten Bereich (2) erhöhte Durchlässigkeit für eine erste Belichtungsstrahlung (20a) und in dem mindestens einen zweiten Bereich (2) eine gegenüber dem ersten Bereich (1) erhöhte Durchlässigkeit für mindestens eine dazu unterschiedliche zweite Belichtungsstrahlung (20b) in festgelegter Lage im Register zum ersten Bereich (1) resultiert, dass die Unterseite (10a) nacheinander mit der ersten und der mindestens einen zweiten Belichtungsstrahlung (20a, 20b) belichtet wird, und dass die erste Belichtungsstrahlung (20a) zur bereichsweisen Ausbildung einer ersten Funktionsschicht (30) und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (20b) zur bereichsweisen Ausbildung mindestens einer zweiten Funktionsschicht (31) auf der Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) verwendet...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers, insbesondere eines Mehrschichtkörpers mit mindestens einem elektronischen Bauelement, wobei der Mehrschichtkörper mindestens zwei Funktionsschichten, insbesondere elektrische Funktionsschichten, auf einer Oberseite eines Trägersubstrats umfasst, welche im Register zueinander strukturiert sind. Die Erfindung betrifft weiterhin einen danach erhältlichen Mehrschichtkörper.

**[0002]** DE 10 2004 059 467 A1 beschreibt elektronische Bauelemente in Form von organischen Feldeffekttransistoren (OFET), welche zu einem Logik-Gatter verschaltet sind sowie deren Herstellung auf einem Trägersubstrat. Die Feldeffekttransistoren sind aus mehreren funktionalen Schichten bzw. Funktionsschichten ausgebildet, die auf das Trägersubstrat insbesondere durch Drucken oder Rakeln aufgebracht werden. Das Trägersubstrat ist unter anderem als Kunststoff-Folie mit einer Stärke im Bereich von 6 bis 200 µm ausgebildet.

**[0003]** Weiter wird in der US 5,932,397 A ein Verfahren zur Herstellung von Lichtwellenleitern in einem Polymermaterial beschrieben. Durch Bestrahlung des Polymermaterials mit Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge wird der Brechungsindex des Polymermaterials gezielt verändert und die Begrenzungen des Wellenleiters erzeugt.

**[0004]** Weiter beschreibt die EP 1 624 338 A1 eine Belichtungsmaske zur Herstellung integrierter Halbleiterschaltungen, welche zur Belichtung eines Fotoresistfilm auf einem Substrat eingesetzt wird. Die Belichtungsmaske weist zur Erhöhung der Auflösung neben einem transparenten Bereich einen semi-abschirmenden Bereich und einen phasenverschiebenden Bereich auf. Durch entsprechende Überlagerung des durch diesen Bereich transmittierten Lichts wird ein besonders konturscharfes Belichtungsergebnis erzielt.

**[0005]** Dicke Trägersubstrate waren dabei bislang bevorzugt, da es sich bei der Verarbeitung dünner, kostengünstigerer Trägersubstrate mit einer Dicke im Bereich von 6 bis etwa 50 µm gezeigt hat, dass diese zu einem Verziehen während der Verarbeitung neigen, wobei der Verzug sich mit jedem Verarbeitungsschritt ändert. Wird auf das dünne Trägersubstrat eine elektrische Funktionsschicht aufgebracht und strukturiert, so ergibt sich bereits ein merklicher Verzug bzw. senkrecht zum Trägersubstrat gesehen eine Abweichung der Form der Funktionsschicht von deren Idealform. Der Verzug wirkt sich besonders störend aus, wenn nachfolgend oder nach Aufbringung einer oder mehrerer vollflächiger Funktionsschichten, verbunden mit einer weiteren Änderung der Dimensionen der bereits gebildeten strukturierten Funktionsschicht, eine weitere strukturierte Funktionsschicht zu der bereits gebildeten strukturierten Funktionsschicht im Register angeordnet werden muss.

**[0006]** Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit im Register zueinander strukturierten Funktionsschichten sowie danach herstellbare Bauelemente anzugeben, insbesondere ein verbessertes Verfahren zur Herstellung elektronischer Bauelemente auf zum Verziehen neigenden Trägersubstraten bereitzustellen.

**[0007]** Die Aufgabe wird für das Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers, der mindestens zwei insbesondere elektrische Funktionsschichten auf einer Oberseite eines Trägersubstrats umfasst, welche im Register zueinander strukturiert sind, durch ein Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

**[0008]** Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht trotz eines Verzugs des Trägersubstrats bei dessen Verarbeitung eine unproblematische Anordnung der mindestens einen zweiten Funktionsschicht im perfekten oder nahezu perfekten Register zur ersten Funktionsschicht, da der auftretende Verzug gleichermassen den ersten Bereich und den mindestens einen zweiten Bereich betrifft. Die Form des ersten Bereichs wird senkrecht zur Ebene des Trägersubstrats gesehen im Einklang mit der Form des mindestens einen zweiten Bereichs durch den Verzug verändert, so dass sich die Lage des ersten Bereichs hinsichtlich der Lage des mindestens einen zweiten Bereichs nicht verschieben kann. Die Lage des ersten Bereichs sowie des mindestens einen zweiten Bereichs wird somit bereits zu Beginn des Herstellungsverfahrens auf dem Trägersubstrat festgelegt, so dass eine Ungenauigkeit in der Ausrichtung der ersten Funktionsschicht gegenüber der mindestens einen zweiten Funktionsschicht trotz eines Verzugs des Trägersubstrats nicht mehr auftreten kann. Die mindestens eine zweite Funktionsschicht wird in einer von ihrer Idealform abweichenden und in einer an die aktuell vorliegende Form der ersten Funktionsschicht angepassten Form lagegenau zur ersten Funktionsschicht ausgebildet. Aufgrund der genauen Positionierung der Funktionsschichten zueinander ist es nun möglich, hochwertige optische und/oder elektrische Bauelemente mit verbesserten optischen bzw. elektrischen Eigenschaften bei gleichzeitig geringerem Platzbedarf auf dem Trägersubstrat auszubilden.

**[0009]** So werden bei der Herstellung von OFETs auf einem dünnen Trägersubstrat aufgrund der optimalen Ausrichtung der Source/Drain-Elektroden gegenüber der Gate-Elektrode deutlich niedrigere Gate-Kapazitäten erreicht, so dass eine Schaltgeschwindigkeit der OFETs deutlich erhöht ist. Während bei den früheren Herstellungsmethoden ca. 80% der Fläche des Trägersubstrats für die Berücksichtigung von Toleranzen bei der Herstellung der einzelnen Funktionsschichten verloren ging, ist nun eine deutlich bessere Ausnutzung der Fläche des Trägersubstrats möglich, so dass um bis zu 100% mehr elektronische Bauelemente auf einem Trägersubstrat gebildet werden können.

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren bietet sich hier weiter vor allem zur Herstellung von optischen Bauelementen an, welche zwei strukturierte, von einer Abstandsschicht voneinander getrennte Funktionsschichten umfassen. Die beiden strukturierten Funktionsschichten können hierbei metallische oder farbige Schichten sein. Bevorzugt handelt es sich bei der ersten Funktionsschicht um eine opake Maskenschicht, welche bei Betrachtung eine winkelabhängige geometrische Abschattung der zweiten strukturierten Funktionsschicht bewirkt und so je nach Blickwinkel beispielsweise ein Farbflipp oder einen Wechsel der dargestellten Bildinformation erzeugt. Auch hier ist es möglich, dass die zwei oder mehr unabhängig voneinander strukturierbaren Funktionsschichten unmittelbar aufeinander liegen und so beispielsweise ein Farbbild durch additive oder subtraktive Farbmischung bilden. Bei den Funktionsschichten kann es sich weiter auch um IR- oder UV-lumineszente unabhängig voneinander strukturierbare Schichten oder um Schichten handeln, die mit optisch variablen Pigmenten (Dünnschicht-Pigmente, Flüssigkristall-Pigmente) versehen sind. Weiter ist es auch möglich, dass die optischen Funktionsschichten im weiteren auch von einem diffraktiven Oberflächen-Relief überlagert sind und so beispielsweise metallische oder dielektrische Reflexionsschichten darstellen, die die Generierung eines partiell vorhandenen optisch variablen Effekts (beispielsweise Hologramm) ermöglichen.

**[0011]** Es kann vorgesehen sein, das Trägersubstrat auf der Unterseite direkt mit Reliefstrukturen zu versehen oder eine auf die Unterseite aufgebrachte Schicht, insbesondere aus einem thermoplastischen Material oder einem UV-Lack, mit Reliefstrukturen zu versehen. Dabei kann ein Spritzgusswerkzeug zum Einsatz kommen oder die Reliefstrukturen mittels Abformen eines Stempels in UV-Lack oder mittels eines gegebenenfalls beheizten Stempels in thermoplastischem Material gebildet werden. Auch die Verwendung einer klassischen Photolithographiemethode zur Bildung der Reliefstrukturen auf der Unterseite des Trägersubstrats, bei der ein Photoresist aufgetragen, belichtet, entwickelt und als Ätzmaske für die Unterseite verwendet wird, ist ohne weiteres möglich.

**[0012]** Die Aufgabe wird für einen Mehrschichtkörper, insbesondere umfassend ein organisches elektronisches Bauelement, welcher ein Trägersubstrat aus einem flexiblen Folienmaterial, insbesondere einem Kunststofffolienmaterial, aufweist, durch einen Mehrschichtkörper nach Anspruch 39 gelöst.

**[0013]** Das Trägersubstrat weist hierbei eine Dicke im Bereich von 3  $\mu\text{m}$  bis 250  $\mu\text{m}$ , bevorzugt 6  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$  auf.

**[0014]** Die erste und zweite Belichtungsstrahlung können sich hierbei beispielsweise durch ihre Wellenlänge, Polarisation, spektrale Zusammensetzung, den Beleuchtungseinfallwinkel, etc. unterscheiden.

**[0015]** Das Bauelement weist aufgrund der genauen Positionierung der Funktionsschichten zueinander besonders gute und reproduzierbare optische und/oder elektrische Eigenschaften bei gleichzeitig geringem Platzbedarf auf.

**[0016]** In einer ersten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Unterseite des Trägersubstrats präpariert, indem im ersten Bereich eine erste Reliefstruktur und im zweiten Bereich und im Register zur ersten Reliefstruktur mindestens eine, zur ersten Reliefstruktur unterschiedliche zweite Reliefstruktur gebildet wird, dass auf die Unterseite weiterhin eine Belichtungsmaskenschicht aufgebracht wird, wobei die Belichtungsmaskenschicht mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Trägerschicht aufgespannte Ebene aufgebracht wird, dass im Register zur ersten Reliefstruktur die auf die Oberseite des Trägersubstrats aufgebrachte erste Funktionsschicht strukturiert wird und dass im Register zu der mindestens einen zweiten Reliefstruktur die mindestens eine auf die Oberseite des Trägersubstrats aufgebrachte zweite elektrische Funktionsschicht strukturiert wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird keine Belichtungsmaskenschicht benötigt.

**[0017]** Der ersten Variante des Verfahrens liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch die Reliefstrukturen im ersten und mindestens einen zweiten Bereich physikalische Eigenschaften der auf das Trägersubstrat aufgebrachten Belichtungsmaskenschicht, beispielsweise effektive Dicke oder optische Dichte, beeinflusst werden,

so dass sich die Transmissions-Eigenschaften der Belichtungsmaskenschicht im ersten und zweiten Bereich unterscheiden. Die Belichtungsmaskenschicht wird in einem Belichtungsverfahren als Maske für die Teilentfernung der ersten elektrischen Funktionsschicht und weiterhin auch für die Teilentfernung der mindestens einen zweiten elektrischen Funktionsschicht verwendet, indem jeweils eine photoempfindliche Schicht auf der Oberseite des Trägersubstrats durch die Belichtungsmaskenschicht – also auch durch das Trägersubstrat – hindurch belichtet und partiell entfernt wird, so dass eine Strukturierung der ersten bzw. der zweiten Funktionsschicht unmittelbar erfolgt oder danach erfolgen kann.

**[0018]** Hierdurch wird gegenüber den mit herkömmlichen Verfahren aufgetragenen Funktionsschichten der Vorteil erzielt, dass diese ohne zusätzlichen Justieraufwand registergenau zueinander ausgerichtet sind. Es haben nur die Toleranzen der Reliefstrukturen Einfluss auf die Toleranzen der Lage der beiden Funktionsschichten. Die Anordnung von Bereichen der Belichtungsmaskenschicht mit gleichen physikalischen Eigenschaften erfolgt exakt im Register zum ersten und mindestens einen zweiten Bereich.

**[0019]** Das Trägersubstrat ist dabei möglichst dünn zu wählen, da der Abstand zwischen der strukturierten Schicht und der z. B. photoaktiven Schicht auf der gegenüberliegenden Seite, insbesondere bei dicken Trägern, einen Einfluss auf die Qualität/Auflösung/Register der Funktionsschicht haben kann.

**[0020]** Bei der Belichtungsmaskenschicht handelt es sich um eine Schicht, die eine Doppel-Funktion erfüllt, da sie die Funktion einer hochgenauen Belichtungsmaske für den Herstellungsprozess von unterschiedlich strukturierten Funktionsschichten erbringt.

**[0021]** Die Belichtungsmaskenschicht wird auf das Trägersubstrat vorzugsweise mittels Sputtern, Aufdampfen oder Aufsprühen aufgebracht. Beim Sputtern liegt prozessbedingt ein gerichteter Materialauftrag vor, so dass bei einem Aufsputtern von Material der Belichtungsmaskenschicht in konstanter Flächendichte bezogen auf die von dem Trägersubstrat aufgespannte Ebene das Material auf das mit den Reliefstrukturen versehene Trägersubstrat lokal unterschiedlich dick abgelagert wird. Beim Aufdampfen und Aufsprühen der Belichtungsmaskenschicht wird verfahrenstechnisch vorzugsweise ebenfalls ein zumindest teilweise gerichteter Materialauftrag erzeugt. Der Materialauftrag kann dabei nicht nur senkrecht, sondern auch in einem Winkel im Bereich von 30 bis 150° zur von dem Trägersubstrat aufgespannten Ebene erfolgen. Dies ist insbesondere bei der Verwendung periodischer symmetrischer oder asymmetrischer Reliefstrukturen von Vorteil, welche gezielt partiell beschichtet werden sollen.

**[0022]** Dabei wird die Belichtungsmaskenschicht vorzugsweise von einer Metallschicht oder von einer Schicht aus einer Metalllegierung gebildet. Solche Schichten können mit bewährten Verfahren, wie Sputtern, aufgebracht werden, und sie weisen bereits bei geringen Schichtdicken eine hinreichende optische Dichte auf. Es kann sich bei der Belichtungsmaskenschicht aber auch um eine nichtmetallische Schicht handeln, die beispielsweise eingefärbt sein kann, Flüssigkristalle enthalten kann oder dotiert sein kann, beispielsweise mit Nano-Partikeln oder mit Nano-Sphären, um ihre optische Dichte zu erhöhen.

**[0023]** Weiter kann vorgesehen sein, dass die Belichtungsmaskenschicht auf das Trägersubstrat in einer Dicke aufgebracht wird, bei der die Belichtungsmaskenschicht weitgehend opak ist, vorzugsweise eine optische Dichte von grösser als 1,5 besitzt.

**[0024]** Überraschender Weise hat sich gezeigt, dass sich durch die Erhöhung der Opazität der Belichtungsmaskenschicht das Verhältnis der Transmissivitäten der Bereiche mit unterschiedlicher diffraktiver Reliefstruktur vergrössern lässt. Wird mit entsprechender Beleuchtungsstärke durch eine üblicherweise als opak bezeichnete Belichtungsmaskenschicht (beispielsweise optische Dichte von 5) belichtet, die aufgrund ihrer hohen optischen Dichte normalerweise nicht als Maskenschicht eingesetzt werden würde, lassen sich besonders gute Ergebnisse erzielen.

**[0025]** Von besonderem Vorteil ist, wenn die Belichtungsmaskenschicht auf das Trägersubstrat vollflächig in einer Dicke aufgebracht wird, bei der die Belichtungsmaskenschicht eine optische Dichte zwischen 2 und 7 besitzt. Zur Ausbildung besonders grosser Unterschiede der optischen Dichte der ersten und der zweiten Reliefstruktur kann in dem ersten Bereich als erste Reliefstruktur eine diffraktive Reliefstruktur mit einem hohem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis der einzelnen Strukturelemente, insbesondere mit einem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis  $>0,3$ , abgeformt werden und die zweite Reliefstruktur als Reliefstruktur mit niedrigerem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis ausgebildet werden.

**[0026]** Durch die Verwendung derartiger spezieller diffraktiver Reliefstrukturen ist es bei geeigneter Wahl der

Schichtdicke der Belichtungsmaskenschicht möglich, sehr grosse, bereits mit dem Auge erkennbare Unterschiede in der optischen Dichte der ersten Schicht im ersten Bereich und im zweiten Bereich zu generieren. Überraschenderweise wurde jedoch festgestellt, dass derart grosse Unterschiede in der Transmission im ersten und im zweiten Bereich für die Umsetzung des erfindungsgemässen Verfahrens nicht zwingend sind. Es kommt nur darauf an, dass sich der erste und der mindestens eine zweite Bereich durch ihre Transmissions-eigenschaften beziehungsweise eine geringere oder eine grössere optische Dichte abgrenzen.

**[0027]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die photoempfindliche Schicht durch die Belichtungsmaskenschicht hindurch mittels UV-Strahlung belichtet wird. Experimente haben gezeigt, dass die durch die unterschiedliche Gestaltung der Reliefstruktur im ersten und zweiten Bereich erzielbaren Unterschiede in den Transmissionseigenschaften der Belichtungsmaskenschicht im Bereich der UV-Strahlung besonders ausgeprägt sind. Bei der Verwendung von UV-Strahlung für die Belichtung lassen sich so besonders gute Ergebnisse erzielen.

**[0028]** Reliefstrukturen mit geringen Unterschieden im Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis weisen bei dünner Bedampfung auch üblicherweise relativ geringe Unterschiede in der Transmission auf. Selbst geringe relative Unterschiede können jedoch verstärkt werden durch Vergrösserung der Schichtdicke der Belichtungsmaskenschicht und damit der mittleren optischen Dichte. So lassen sich bereits bei recht geringen Unterschieden der Transmission der Belichtungsmaskenschicht im ersten und im zweiten Bereich gute Ergebnisse erzielen. Bei der Belichtungsmaskenschicht kann es sich um eine sehr dünne Schicht in der Grössenordnung von einigen nm handeln. Die mit gleichmässiger Flächendichte bezogen auf die von dem Trägersubstrat aufgespannte Ebene aufgetragene Belichtungsmaskenschicht ist in Bereichen mit einem hohen Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis erheblich dünner ausgebildet als in Bereichen mit niedrigerem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis.

**[0029]** Das dimensionslose Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis  $h/d$  ist ein kennzeichnendes Merkmal für die Vergrösserung der Oberfläche bei Verwendung von vorzugsweise periodischen Strukturen, beispielsweise mit sinusquadratischem Verlauf. Als Tiefe ist hier der Abstand zwischen dem höchsten und dem tiefsten aufeinander folgenden Punkt einer solchen Struktur bezeichnet, d. h. es handelt sich um den Abstand zwischen „Berg“ und „Tal“. Als Breite ist der Abstand zwischen zwei benachbarten höchsten Punkten, d. h. zwischen zwei „Bergen“, bezeichnet. Je höher nun das Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis ist, desto steiler sind die „Bergflanken“ ausgebildet und desto dünner ist die auf den „Bergflanken“ abgeschiedene erste Schicht ausgebildet. Der Effekt der Ausbildung höherer Transmission oder Transparenz bei Zunahme des Tiefen-zu-Breiten-Verhältnisses wird auch bei Strukturen mit vertikalen Flanken beobachtet, beispielsweise bei Rechteckgittern. Es kann sich aber auch um Strukturen handeln, auf die dieses Modell nicht anwendbar ist. Beispielsweise kann es sich um diskret verteilte linienförmige Bereiche handeln, die nur als ein „Tal“ ausgebildet sind, wobei der Abstand zwischen zwei „Tälern“ um ein Vielfaches höher ist als die Tiefe der „Täler“. Bei formaler Anwendung der vorstehend genannten Definition würde das so berechnete Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis annähernd Null sein und nicht das charakteristische physikalische Verhalten widerspiegeln. Deshalb ist bei diskret angeordneten Strukturen, die im wesentlichen nur aus einem „Tal“ gebildet sind, die Tiefe des „Tales“ zur Breite des „Tales“ ins Verhältnis zu setzen.

**[0030]** Der Grad der Verringerung der optischen Dichte kann in Abhängigkeit vom Untergrund, von der Beleuchtung usw. variieren. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Absorption des Lichtes in der Belichtungsmaskenschicht.

**[0031]** Tabelle 1 zeigt den ermittelten Reflexionsgrad von zwischen Plastikfolien (Brechungsindex  $n = 1,5$ ) angeordneten Belichtungsmaskenschichten aus Metall, insbesondere aus Ag, Al, Au, Cr, Cu, Rh und Ti bei einer Licht-Wellenlänge  $\lambda = 550$  nm. Das Dickenverhältnis  $\epsilon$  ist hierbei als Quotient aus der für den Reflexionsgrad  $R = 80\%$  des Maximums  $R_{\max}$  und der für den Reflexionsgrad  $R = 20\%$  des Maximums  $R_{\max}$  erforderlichen Dicke  $t$  der Metallschicht gebildet.

Metall	$R_{\text{Max}}$	t für 80% $R_{\text{Max}}$	t für 20% $R_{\text{Max}}$	$\epsilon$	h/d
Ag	0,944	31 nm	9 nm	3,4	1,92
Al	0,886	12 nm	2,5 nm	4,8	2,82
Au	0,808	40 nm	12 nm	3,3	1,86
Rh	0,685	18 nm	4,5 nm	4,0	2,31
Cu	0,557	40 nm	12 nm	3,3	1,86
Cr	0,420	18 nm	5 nm	3,6	2,05
Ti	0,386	29 nm	8,5 nm	3,3	1,86

Tabelle 1

**[0032]** Aus der heuristischen Betrachtung heraus haben Silber und Gold (Ag und Au), wie zu sehen ist, einen hohen maximalen Reflexionsgrad  $R_{\text{Max}}$  und erfordern ein relativ kleines Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis zur Reduzierung der optischen Dichte der metallischen Belichtungsmaskenschicht, in dem vorstehenden Beispiel zur Ausbildung von Transparenz. Aluminium (Al) hat zwar ein auch einen hohen maximalen Reflexionsgrad  $R_{\text{Max}}$ , erfordert aber ein höheres Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis. Vorzugsweise kann deshalb vorgesehen sein, die Belichtungsmaskenschicht aus Silber oder Gold auszubilden.

**[0033]** Tabelle 2 zeigt nun die Berechnungsergebnisse, gewonnen aus strengen Beugungsberechnungen für als lineare, sinusförmige Gitter mit einem Gitterabstand von 350 nm ausgebildete Reliefstrukturen mit unterschiedlichen Tiefen-zu-Breiten-Verhältnissen. Die Reliefstrukturen sind mit Silber beschichtet mit einer nominalen Dicke  $t_0 = 40$  nm. Das Licht, das auf die Reliefstrukturen auftrifft, hat die Wellenlänge  $\lambda = 550$  nm (grün) und ist TE-polarisiert bzw. TM-polarisiert.

Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis	Gitterabstand in nm	Tiefe in nm	Reflexionsgrad (OR) TE	Transparenzgrad (OT) TE	Reflexionsgrad (OR) TM	Transparenzgrad (OT) TM
0	350	0	84,5%	9,4%	84,5%	9,4%
0,3	350	100	78,4%	11,1%	50,0%	21,0%
0,4	350	150	42,0%	45,0%	31,0%	47,0%
1,1	350	400	2,3%	82,3%	1,6%	62,8%
2,3	350	800	1,2%	88,0%	0,2%	77,0%

Tabelle 2

**[0034]** Wie sich zeigte, ist die Transmission ausser vom Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis auch abhängig von der Polarisation des aufgestrahlten Lichtes. Diese Abhängigkeit ist in Tabelle 2 für das Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis  $h/d = 1,1$  dargestellt. Es kann vorgesehen sein, diesen Effekt für die selektive Ausbildung von Funktionsschichten zu nutzen.

**[0035]** Weiterhin zeigte sich, dass der Transparenzgrad bzw. der Reflexionsgrad der Belichtungsmasken wellenlängenabhängig ist. Dieser Effekt ist besonders gut für TE-polarisiertes Licht ausgeprägt.

**[0036]** Weiterhin zeigte sich, dass der Transparenzgrad bzw. die Transmission abnimmt, wenn der Einfallswinkel des Lichtes sich vom normalen Einfallswinkel unterscheidet, d. h. der Transparenzgrad nimmt ab, wenn das Licht nicht senkrecht einfällt. Das bedeutet, dass die Belichtungsmaskenschicht nur in einem begrenzten Einfallswinkel des Lichtes transparent bzw. transparenter ausgebildet sein kann. Es kann also vorgesehen sein, dass die Belichtungsmaskenschicht bei schräger Beleuchtung opak oder undurchlässig ausgebildet ist, wobei auch dieser Effekt für die selektive Ausbildung weiterer Funktionsschichten nutzbar ist.

**[0037]** Neben dem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis einer Reliefstruktur wird die Veränderung der optischen Dichte auch durch die Spatialfrequenz der Reliefstruktur beeinflusst. So hat sich weiter gezeigt, dass eine Veränderung des Transmissionsverhaltens einer auf eine Reliefstruktur aufgetragenen Belichtungsmaskenschicht

erzielt werden kann, wenn das Produkt aus Spatialfrequenz und Relieftiefe in einem ersten Bereich der Reliefstruktur grösser als das Produkt aus Spatialfrequenz und Relieftiefe in einem zweiten Bereich der Reliefstruktur ist.

**[0038]** Die Ausbildung von Bereichen unterschiedlicher Transparenz bzw. Transmission kann aber auch durch andere Effekte erreicht werden, beispielsweise durch

- die Polarisationsabhängigkeit der Transmission infolge unterschiedlich orientierter Strukturen;
- den Formfaktor der Strukturen, d. h. Strukturen mit rechteckförmigem, sinusförmigem, sägezahnförmigem oder sonstigem Profil können bei gleichem Produkt aus Spatialfrequenz und Relieftiefe eine unterschiedliche Transmission aufweisen;
- gerichtetes Aufdampfen der Belichtungsmaskenschicht in Kombination mit speziellen Strukturen bzw. Strukturkombinationen oder Strukturarrangements.

**[0039]** Wenn es sich bei der ersten Reliefstruktur um eine Struktur mit einem stochastischen Profil handelt, beispielsweise um eine Mattstruktur, können Korrelationslänge, Rauhtiefe und statistische Verteilung des Profils typische Kenngrößen sein, welche die Transmission beeinflussen.

**[0040]** Zur Ausbildung von Bereichen mit unterschiedlicher Transparenz oder Transmission ist es so auch möglich, im ersten Bereich und im zweiten Bereich Reliefstrukturen zu verwenden, die sich in ein oder mehreren der oben aufgeführten Parameter unterscheiden.

**[0041]** In einer zweiten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Unterseite des Trägersubstrats präpariert, indem in dem ersten Bereich eine erste Reliefstruktur und in dem zweiten Bereich und im Register zur ersten Reliefstruktur mindestens eine, zur ersten Reliefstruktur unterschiedliche zweite Reliefstrukturen gebildet wird, dass im Register zur ersten Reliefstruktur die auf die Oberseite des Trägersubstrats aufgebrachte erste Funktionsschicht strukturiert wird und dass im Register zu der mindestens einen zweiten Reliefstruktur die mindestens eine auf die Oberseite des Trägersubstrats aufgebrachte zweite Funktionsschicht strukturiert wird.

**[0042]** Die unterschiedlichen Belichtungseigenschaften ergeben sich hier aufgrund der unterschiedlichen Beugung, Brechung oder Reflexion der Belichtungsstrahlung an den gebildeten Reliefstrukturen.

**[0043]** Die erste und zweite Belichtungsstrahlung unterscheidet sich bei diesem Ausführungsbeispiel bevorzugt in ihrem Einfallswinkel und/oder in ihrer Wellenlänge. So ist es beispielsweise möglich, als erste und zweite Reliefstrukturen Linsenstrukturen, beispielsweise Zylinder-Linsen oder Freiform-Linsen, vorzusehen, die bei unterschiedlichem Einfall der Belichtungsstrahlung das einfallende Licht im ersten Bereich oder im zweiten Bereich fokussieren und so die Durchlässigkeit des Trägersubstrats im ersten und zweiten Bereich abhängig von der Belichtungsrichtung erhöhen. Weiter ist es möglich, diffraktive Reliefstrukturen auf der Unterseite des Trägersubstrats vorzusehen, welche das Licht in Abhängigkeit von Einfallswinkel und/oder von der Wellenlänge durch Beugung in unterschiedlichen Bereichen fokussieren. So ist es zum einen möglich, diffraktive Linsen vorzusehen, die abhängig von der Wellenlänge des einfallenden Lichts einen unterschiedlichen Fokus besitzen und so das Licht bei einer ersten Belichtungsstrahlung im ersten Bereich und bei einer zweiten Belichtungsstrahlung, die sich von der ersten Belichtungsstrahlung in ihrer Wellenlänge unterscheidet, im zweiten Bereich fokussieren. Weiter ist es möglich, Blazegitter zu verwenden, die sich durch ein sägezahnförmiges Reliefprofil auszeichnen. Hierbei ist es möglich, den Einfallswinkel bezüglich der Flanken des Sägezahns so zu wählen, dass bei einem ersten Einfallswinkel des Lichts eine Totalreflexion (bei Aufbringen einer speziellen LRI-Schicht (auf die Blazestruktur) – (LRI = Low Refractive Index) – an der Flanke des Sägezahns stattfindet und bei einem zweiten Einfallswinkel des Lichts die Lichtstrahlen auf den durch den Brechungswinkel bestimmten Bereich gelenkt werden. Weiter ist es möglich, durch geeignete Wahl der Blazeparameter (Tiefe, Periode, Material, etc.) zu erreichen, dass zumindest ein signifikanter Unterschied in der transmittierten Intensität für die beiden Einfallswinkel existiert.

**[0044]** Weiter ist es auch möglich, dass die ersten und zweiten Reliefstrukturen mit einer optischen Trennschicht, beispielsweise einer HRI-Schicht (z. B. ZnS) versehen werden.

**[0045]** Mittels der ersten und zweiten Variante des Verfahrens lassen sich strukturierte Funktionsschichten sehr hoher Auflösung erzielen. Die erzielbare Registrierung und Auflösung ist etwa um den Faktor 100 besser als durch bekannte Strukturierungsverfahren erzielbar. Da die Breite der Strukturelemente der ersten Reliefstruktur im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes (circa 380 bis 780 nm), aber auch darunter liegen kann, können Funktionsschichtbereiche mit sehr feinen Konturen ausgebildet werden. Damit werden auch in

dieser Hinsicht grosse Vorteile gegenüber den bisher verwendeten Verfahren erzielt, da eine weitere Miniaturisierung des Bauelements erfolgen kann.

**[0046]** Es können Linien und/oder Punkte mit hoher Auflösung erzeugt werden, beispielsweise mit einer Breite bzw. einem Durchmesser von weniger als 5  $\mu\text{m}$ , insbesondere bis etwa 200 nm. Vorzugsweise werden Auflösungen im Bereich von etwa 0,5  $\mu\text{m}$  bis 5  $\mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von etwa 1  $\mu\text{m}$ , erzeugt. Demgegenüber sind mit Verfahren, die eine Justierung der strukturierten Funktionsschichten im Register vorsehen, Liniengrößen kleiner als 10  $\mu\text{m}$  nur mit sehr hohem Aufwand realisierbar.

**[0047]** Es ist bevorzugt, wenn die erste und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur als diffraktive Reliefstrukturen ausgebildet werden. Dabei hat es sich bewährt, wenn sich die erste und die mindestens eine zweite Reliefstruktur in ihrem Azimut unterscheiden.

**[0048]** Die erste und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur werden insbesondere als Gitterstruktur, wie Lineargitter oder Kreuzgitter, als isotrope oder anisotrope Mattstruktur, als binäre oder kontinuierliche Fresnellinse, als Mikroprisma, als Blazegitter, als Kombinationsstruktur oder als Makrostruktur ausgebildet:

Lineargitter: z. B. Sinusgitter mit Linienzahlen von 100 l/mm bis 5000 l/mm und Strukturtiefen von 50 nm bis 5  $\mu\text{m}$ .

Kreuzgitter: z. B. Sinusgitter mit Linienzahlen von 100 l/mm bis 5000 l/mm und Strukturtiefen von 50 nm bis 5  $\mu\text{m}$ .

Mattstrukturen (isotrop/anisotrop): Korrelationslängen von 0,5  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$  und Strukturtiefen von 50 nm bis 10  $\mu\text{m}$ .

Blazegitter oder Mikroprismen: Linienzahlen von 10 l/mm bis 3000 l/mm und Strukturtiefen von 25 nm bis 10  $\mu\text{m}$ .

Makrostruktur: beliebig geformte Oberflächenstrukturen, charakterisiert durch maximale Tiefe von 100 nm bis 10  $\mu\text{m}$ , mit grossen Entfernungen ( $\geq 100 \mu\text{m}$ ) zwischen Unsteigkeitsstellen des Oberflächenprofils.

Kombinationsstrukturen: ergeben sich aus Kombinationen oben genannter Strukturen.

**[0049]** Gemäss einer dritten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Unterseite des Trägersubstrats präpariert, indem in dem ersten Bereich eine erste Farbschicht und in dem zweiten Bereich und im Register zur ersten Farbschicht mindestens eine, zur ersten Farbschicht farblich unterschiedliche zweite Farbschicht angeordnet wird, und dass im Register zur ersten Farbschicht die auf die Oberseite des Trägersubstrats aufgebrachte erste Funktionsschicht strukturiert wird und dass im Register zu der mindestens einen zweiten Farbschicht die mindestens eine auf die Oberseite des Trägersubstrats aufgebrachte zweite elektrische Funktionsschicht strukturiert wird. Die unterschiedlichen Farbschichten wirken dabei als Filter für Belichtungsstrahlungen unterschiedlicher Wellenlängen.

**[0050]** Dabei wird beispielsweise im ersten Bereich musterförmig eine rote Farbschicht aufgedruckt, welche für eine blaue erste Belichtungsstrahlung durchlässig ist, und in einem zweiten Bereich eine blaue Farbschicht aufgedruckt, welche für eine rote zweite Belichtungsstrahlung durchlässig ist. Von der ersten und zweiten Farbschicht freie Bereiche des Trägersubstrats lassen beide Belichtungsstrahlungen durch, während Bereiche, welche mit beiden Farbschichten bedeckt sind, keine der beiden Belichtungsstrahlungen durchlassen.

**[0051]** Gemäss der ersten, zweiten oder dritten Variante wird auf die Oberseite des Trägersubstrats bevorzugt die erste Funktionsschicht vollflächig aufgebracht wird, wobei vor oder nach Bildung der ersten Funktionsschicht auf der Oberseite vollflächig eine erste photoempfindliche Schicht gebildet wird. Danach erfolgt eine Belichtung der ersten photoempfindlichen Schicht mittels der ersten Belichtungsstrahlung durch das Trägersubstrat und gegebenenfalls die Belichtungsmaskenschicht hindurch, welche im ersten Bereich für die erste Belichtungsstrahlung durchlässig ist/sind, und die erste photoempfindliche Schicht wird im Register zum ersten Bereich partiell entfernt, wobei unmittelbar oder nachfolgend eine Strukturierung der ersten Funktionsschicht erfolgt. Weiterhin wird die mindestens eine zweite Funktionsschicht vollflächig auf die Oberseite aufgebracht, wobei vor oder nach Bildung der mindestens einen zweiten Funktionsschicht vollflächig mindestens eine zweite photoempfindliche Schicht auf der Oberseite gebildet wird. Nun erfolgt eine Belichtung der mindestens einen zweiten photoempfindlichen Schicht mittels mindestens der zweiten Belichtungsstrahlung durch das Trägersubstrat und gegebenenfalls die Belichtungsmaskenschicht hindurch, welche(s) im zweiten Bereich für die zweite Belichtungsstrahlung durchlässig ist/sind, und die mindestens eine zweite photoempfindliche Schicht wird im Register zum zweiten Bereich partiell entfernt, wobei unmittelbar oder nachfolgend eine Strukturierung der mindestens einen zweiten Funktionsschicht erfolgt.

**[0052]** Es hat sich bewährt, wenn die Unterseite des Trägersubstrats in einem dritten Bereich derart präpariert

wird, dass der dritte Bereich sowohl für die erste als auch für die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung durchlässig ist. Dadurch lassen sich Bereiche der strukturierten ersten und der mindestens einen strukturierten zweiten Funktionsschicht deckungsgleich übereinander anordnen. Im Falle der ersten und zweiten Variante mit Reliefstrukturen werden die unterschiedlichen Reliefstrukturen im dritten Bereich nebeneinander oder sich überlagernd ausgebildet. Im Fall der dritten Variante werden im dritten Bereich keine Farbschichten angeordnet.

**[0053]** Weiterhin hat es sich bewährt, wenn die Unterseite des Trägersubstrats in einem vierten Bereich derart präpariert wird, dass der vierte Bereich undurchlässig für die erste und mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung ist. Im Falle der ersten und zweiten Variante mit Reliefstrukturen werden keine oder ausgewählte Reliefstrukturen im dritten Bereich ausgebildet. Im Fall der dritten Variante werden im dritten Bereich alle Farbschichten angeordnet.

**[0054]** Somit lassen sich mindestens vier unterschiedliche Belichtungszustände realisieren:

- a) Belichten nur im ersten Bereich;
- b) Belichten nur im mindestens einen zweiten Bereich;
- c) Belichten im ersten und im mindestens einen zweiten Bereich;
- d) nicht Belichten;

**[0055]** Es hat sich bewährt, wenn das unpräparierte Trägersubstrat aus einem Material und/oder in einer Dicke ausgebildet wird, so dass es für die erste und/oder die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung durchlässig ist. Das unpräparierte Trägersubstrat kann aber auch so ausgebildet werden, dass es für die erste und/oder die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung undurchlässig ist und erst durch die Präparation, beispielsweise durch das Einbringen von Reliefstrukturen, oder beim Belichten, beispielsweise durch chemische Reaktionen usw., zumindest partiell für die Belichtungsstrahlung durchlässig wird.

**[0056]** Es hat sich bewährt, wenn die erste und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung sich in ihrer Wellenlänge und/oder ihrer Polarisierung und/oder ihrem Auftreffwinkel auf die vom Trägersubstrat aufgespannte Ebene unterscheiden.

**[0057]** So werden für die dritte Variante des erfindungsgemässen Verfahrens insbesondere Belichtungsstrahlungen unterschiedlicher Wellenlänge eingesetzt, beispielsweise rote Strahlung als erste Belichtungsstrahlung und blaue Strahlung als die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung in Kombination mit einer blauen und mit einer roten Farbschicht als erste und zweite Farbschichten.

**[0058]** Zwischen der strukturierten ersten und der mindestens einen strukturierten zweiten Funktionsschicht kann vollflächig oder teilweise unterbrochen mindestens eine dritte Funktionsschicht ausgebildet werden. Dabei hat es sich bewährt, wenn die mindestens eine dritte Funktionsschicht aus einem halbleitenden oder einem elektrisch isolierenden Funktionsschichtmaterial gebildet wird.

**[0059]** Generell müssen Funktionsschichten, wie auch das Trägersubstrat, welche zwischen der Bestrahlungslichtquelle und einer photoempfindlichen Schicht im Strahlengang liegen, eine Mindest-Durchlässigkeit für die jeweilige Belichtungsstrahlung aufweisen, damit eine partielle Belichtung der photoempfindlichen Schicht erfolgen kann. Dabei ist nicht nur der visuelle Eindruck (opak-transparent) entscheidend, sondern lediglich die Transmission der jeweiligen Schicht.

**[0060]** Bevorzugt wird die erste Funktionsschicht aus einem elektrisch leitenden Funktionsschichtmaterial gebildet, um insbesondere Leiterbahnen und/oder Elektrodenflächen auszubilden.

**[0061]** Die strukturierte zweite Funktionsschicht wird, je nach Erfordernis des gebildeten Bauelements, aus einem elektrisch leitenden oder einem halbleitenden oder einem dielektrischen Funktionsschichtmaterial gebildet.

**[0062]** Generell können elektrisch leitende Funktionsschichten in einem Zwischenschritt galvanisch verstärkt werden, um die elektrische Leitfähigkeit zu erhöhen.

**[0063]** Für die drei Varianten hat es sich weiterhin bewährt, wenn mindestens eine photoempfindliche Schicht als elektrische Funktionsschicht verwendet wird. Die photoempfindliche Schicht kann nach ihrer Strukturierung beispielsweise ein elektrisch leitende Schicht, eine halbleitende Schicht oder eine dielektrische Schicht ausbilden. Weiterhin kann mindestens eine photoempfindliche Schicht während oder nach Durchführung des Ver-

fahrens entfernt werden.

**[0064]** Es ist bevorzugt, wenn als photoempfindliche Schicht eine photoempfindliche Waschackschicht oder eine positive oder negative Photoresistschicht oder eine Photopolymerschicht eingesetzt wird. Positive Photoresiste lassen sich im belichteten Bereich, negative Photoresiste im unbelichteten Bereich entfernen. Auch eine photoempfindliche Schicht, welche durch die Belichtung aktiviert wird und in den aktivierten Bereichen ein Ätzmittel für die erste und/oder die mindestens eine zweite Funktionsschicht bildet, hat sich bewährt.

**[0065]** Vorzugsweise wird als elektronisches Bauelement ein Kondensator ausgebildet, wobei die erste Funktionsschicht elektrisch leitend ausgebildet und in Form von zwei Kondensatorelektroden strukturiert wird und die mindestens eine zweite Funktionsschicht in Form einer strukturierten dielektrischen Schicht ausgebildet wird.

**[0066]** Weiterhin ist es bevorzugt, wenn als elektronisches Bauelement ein Feldeffekttransistor, insbesondere ein OFET, ausgebildet wird, wobei die erste Funktionsschicht elektrisch leitend und in Form von Source/Drain-Elektroden strukturiert ausgebildet wird, wobei eine zweite Funktionsschicht elektrisch leitend und in Form einer Gate-Elektrode strukturiert ausgebildet wird, oder umgekehrt, und wobei zwischen der ersten und der mindestens einen zweiten Funktionsschicht vollflächig eine dritte Funktionsschicht aus einer halbleitenden Schicht und vollflächig eine vierte Funktionsschicht aus einer dielektrischen Schicht gebildet werden. Dabei kann somit ein Top-Gate- oder ein Bottom-Gate-Aufbau gewählt werden.

**[0067]** Der Feldeffekttransistor wird insbesondere gebildet, indem auf die Oberseite des Trägersubstrats eine photoempfindliche Waschackschicht vollflächig aufgebracht wird, indem darauf vollflächig die erste Funktionsschicht gebildet wird, dass nun die Belichtung mit der ersten Belichtungsstrahlung erfolgt, wobei die Waschackschicht im ersten Bereich unlöslich wird, dass die Waschackschicht inklusive der ersten Funktionsschicht in den übrigen Bereichen abgewaschen und die erste Funktionsschicht strukturiert wird, dass anschliessend die dritte und die vierte Funktionsschicht gebildet werden, dass weiterhin die zweite Funktionsschicht und darauf eine Photoresistschicht vollflächig aufgebracht werden, dass nun die Belichtung mit der zweiten Belichtungsstrahlung erfolgt und die Photoresistschicht im Register zum zweiten Bereich strukturiert wird, und dass unter Verwendung der strukturierten Photoresistschicht als Ätzmaske ein Ätzen und Strukturieren der zweiten Funktionsschicht erfolgt.

**[0068]** Alternativ kann der Feldeffekttransistor gebildet werden, indem auf der Oberseite des Trägersubstrats vollflächig die erste Funktionsschicht gebildet und eine erste Photoresistschicht vollflächig aufgebracht wird, dass nun die Belichtung mit der ersten Belichtungsstrahlung erfolgt, dass die erste Photoresistschicht im Register zum ersten Bereich strukturiert und als Ätzmaske zum Ätzen und Strukturieren der ersten Funktionsschicht verwendet wird, dass die Ätzmaske entfernt wird, dass anschliessend die dritte Funktionsschicht und die vierte Funktionsschicht gebildet werden, dass weiterhin die zweite Funktionsschicht und darauf eine zweite Photoresistschicht vollflächig aufgebracht werden, dass nun die Belichtung mit der zweiten Belichtungsstrahlung erfolgt und die zweite Photoresistschicht im Register zum zweiten Bereich strukturiert wird, und dass unter Verwendung der strukturierten zweiten Photoresistschicht als Ätzmaske ein Ätzen und Strukturieren der zweiten Funktionsschicht erfolgt.

**[0069]** Es hat sich besonders bewährt, wenn ein organisches elektrisches Bauelement enthaltend zumindest eine organische Funktionsschicht gebildet wird.

**[0070]** Die organische Funktionsschicht wird vorzugsweise aus einer Flüssigkeit, insbesondere durch Drucken oder Rakeln, aufgebracht. Organische Funktionsschichtmaterialien können unter anderem Polymere sein, die in der Flüssigkeit gelöst sind. Die, die organischen Funktionsschichtmaterialien enthaltende Flüssigkeit kann auch eine Suspension oder Emulsion sein.

**[0071]** Eine organische elektrische Funktionsschicht kann alle Arten von Stoffen mit Ausnahme der klassischen Halbleiter (kristallines Silizium oder Germanium) und der typischen metallischen Leiter beinhalten. Eine Beschränkung im dogmatischen Sinne auf organisches Material im Sinne der Kohlenstoff-Chemie ist demnach nicht vorgesehen. Der Begriff des Polymers schliesst hier ausdrücklich polymeres Material und/oder oligomeres Material und/oder Material aus „small molecules“ und/oder Material aus „Nano-Partikeln“ ein. Schichten aus Nano-Partikeln können beispielsweise mittels einer Polymersuspension aufgebracht werden. Es kann sich also bei dem Polymer auch um einen hybriden Werkstoff handeln, beispielsweise um einen n-leitenden polymeren Halbleiter auszubilden. Vielmehr sind auch beispielsweise Silicone eingeschlossen. Weiterhin soll der Begriff nicht im Hinblick auf die Molekülgrösse beschränkt sein, sondern wie weiter oben ausgeführt, „small

molecules" oder „Nano-Partikel" einschliessen. Es kann vorgesehen sein, dass die organische Funktionsschicht mit unterschiedlichem organischen Material ausgebildet wird.

**[0072]** Als p-leitende organische Halbleitermaterialien können Pentacen, Polyalkylthiophen etc. vorgesehen sein, als n-leitende organische Halbleitermaterialien z. B. lösliche Fulleren-Derivate.

**[0073]** Auf dem Trägersubstrat werden bevorzugt mindestens zwei elektronische Bauelemente gebildet. Diese können auch als Bestandteil einer elektronischen Schaltung miteinander verschaltet ausgebildet werden.

**[0074]** Insbesondere wird das Trägersubstrat aus einem kostengünstigen flexiblen Folienmaterial, insbesondere einem transparenten Kunststofffolienmaterial, mit einer Schichtdicke im Bereich von 3 µm bis 150 µm ausgebildet. Besonders bevorzugt sind hierbei Folien aus PET, PC, PEN. Aber auch die Verwendung starrer Trägersubstrate, beispielsweise aus Glas, ist möglich.

**[0075]** Besonders bevorzugt ist es, wenn das Trägersubstrat bandförmig ausgebildet und in einem kontinuierlichen Verfahren von Rolle-zu-Rolle verarbeitet wird. Dabei wird das Trägersubstrat auf eine Vorratsrolle aufgewickelt bereitgestellt, von dieser abgezogen und in dem erfindungsgemässen Verfahren mit den Funktionsschichten des mindestens einen elektrischen Bauelements beschichtet und schliesslich wieder auf eine weitere Vorratsrolle aufgewickelt oder in einzelne Bauelemente, Bauelementgruppen oder Schaltungen zerteilt, insbesondere durch Stanzen.

**[0076]** Das Trägersubstrat kann in einer weiteren Ausgestaltung von den elektrischen Funktionsschichten des Bauelements ablösbar ausgebildet sein. Dazu wird insbesondere eine Ablöseschicht zwischen dem Trägersubstrat und den elektrischen Funktionsschichten des mindestens einen elektrischen Bauelements vorgesehen. Ein Bauelement oder eine Bauelementgruppe kann mittels einer Kleberschicht, welche auf der dem Trägersubstrat gegenüberliegenden Seite des Bauelements angeordnet wird, auf einem separaten Träger befestigt und anschliessend das Trägersubstrat abgezogen werden. Die Verarbeitung kann dabei mittels für Transferfolien bekannten Verfahren erfolgen. Dabei fungieren die Funktionsschichten inklusive der Kleberschicht als Transferlage.

**[0077]** Ein erfindungsgemässes elektronisches Bauelement bzw. dessen strukturierte Funktionsschichten können aufgrund der geringen Dicke des Trägersubstrats einen Verzug im Bereich von 0 bis 10% aufweisen. Der Verzug berechnet sich dabei aus der Formabweichung der strukturierten Funktionsschicht im Hinblick auf ihre Idealform.

**[0078]** Das gebildete elektronische Bauelement passt sich insbesondere flexibel einer Gerätekontur oder ähnlichem an, so dass insbesondere eine Verwendung für RFID-Tags, auf Verpackungsmaterial, Etiketten oder ähnlichem möglich ist.

**[0079]** Das elektronische Bauelement ist vorzugsweise als ein Kondensator, ein Feldeffekttransistor, insbesondere ein OFET, eine LED, insbesondere eine OLED, oder als Diode ausgebildet.

**[0080]** Die Bildung elektronischer Schaltungen, insbesondere organischer elektronischer Schaltungen, mit mindestens einem erfindungsgemässen elektronischen Bauelement ist ideal. Dabei kann auch die Schaltung derart ausgebildet werden, dass diese sich flexibel einer Gerätekontur oder ähnlichem anpasst.

**[0081]** Die [Fig. 1a](#) bis [Fig. 2f](#) sollen das erfindungsgemässe Verfahren beispielhaft erläutern. So zeigt:

**[0082]** [Fig. 1a](#) eine präparierte Unterseite eines Trägersubstrats;

**[0083]** [Fig. 1b](#) das Trägersubstrat aus **Fig. 1** im Schnitt A-A';

**[0084]** [Fig. 1c](#) die Oberseite des Trägersubstrats aus [Fig. 1a](#) bei Belichtung mit einer ersten Belichtungsstrahlung;

**[0085]** [Fig. 1d](#) die Oberseite des Trägersubstrats aus [Fig. 1a](#) bei Belichtung mit einer zweiten Belichtungsstrahlung;

**[0086]** [Fig. 2a](#) das Trägersubstrat aus **Fig. 1** im Schnitt A-A' mit darauf aufgebracht erster Funktionsschicht und erster negativer Photoresistschicht;

- [0087] [Fig. 2b](#) das Trägersubstrat aus [Fig. 2a](#) nach Strukturierung der Photoresistschicht und Ätzen der ersten Funktionsschicht;
- [0088] [Fig. 2c](#) das Trägersubstrat aus [Fig. 2a](#) nach Entfernung der ersten Photoresistschicht in der Draufsicht;
- [0089] [Fig. 2d](#) das Trägersubstrat aus [Fig. 2c](#) mit darauf aufgebracht zweiter Funktionsschicht und zweiter positiver Photoresistschicht;
- [0090] [Fig. 2e](#) das Trägersubstrat aus [Fig. 2d](#) nach Strukturierung der zweiten Photoresistschicht und Ätzen der zweiten Funktionsschicht; und
- [0091] [Fig. 2f](#) das Trägersubstrat aus [Fig. 2e](#) nach Entfernung der zweiten Photoresistschicht in der Draufsicht.
- [0092] [Fig. 1a](#) zeigt ein Trägersubstrat **10** aus transparentem PET, welches eine präparierte Unterseite **10a** aufweist. [Fig. 1b](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 1a](#) im Schnitt A-K. Die Oberseite des Trägersubstrats **10** ist mit dem Bezugszeichen **10b** bezeichnet. Die Unterseite **10a** ist in einem ersten Bereich **1** mit einer ersten diffraktiven Reliefstruktur und in einem zweiten Bereich **2** mit einer zweiten diffraktiven Reliefstruktur versehen. Hierzu wird, wie bereits oben erläutert, in die Unterseite **10a** des Trägersubstrats die erste und zweite Reliefstruktur direkt abgeformt oder die erste und zweite Reliefstruktur in eine auf der Unterseite vorgesehene Replizierlackschicht abgeformt. Bei der ersten und zweiten Reliefstruktur handelt es sich beispielsweise jeweils um Sinusgitter mit einer Relieftiefe von 400 nm und einer Gitterperiode von 350 nm, wobei die Gitterlinien des Sinusgitters der ersten Reliefstruktur zu den Gitterlinien des Sinusgitters der zweiten Reliefstruktur zueinander im wesentlichen senkrecht angeordnet sind. Wie aus der Tabelle 2 erkennbar ist, ergibt sich für derartige Sinusgitter ein Transparenzgrad von 82,3% für die TE-Polarisationsrichtung und 62,8% für die TM-Polarisationsrichtung. Bei einer Beleuchtung der ersten und zweiten Reliefstruktur ergibt sich so für die beiden unterschiedlichen Polarisationsrichtungen ein relativer Transparenzunterschied von 30%.
- [0093] Weiter ist es auch möglich, für die erste und zweite Reliefstruktur andere Beugungsstrukturen mit einer Gitterperiode kleiner als der Wellenlänge des für die Bestrahlung verwendeten Lichts einzusetzen, bei denen sich der Azimutwinkel der ersten und zweiten Reliefstruktur unterscheidet und das Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis der Reliefstruktur bevorzugt grösser als 0,3 ist. Insbesondere können hier die in der Tabelle 2 beispielhaft aufgeführten Reliefstrukturen mit einer Gitterperiode von 350 nm und einer Tiefe von 100 nm oder 800 nm verwendet werden, wobei hierbei bevorzugt der Azimutwinkel der ersten und zweiten Reliefstruktur eine Winkel-differenz von etwa 90° aufweisen.
- [0094] Auf die ersten und zweiten Reliefstrukturen ist eine Beschichtungsmaskenschicht **100** aus Silber in einer konstanten Flächendichte bezogen auf die vom Trägersubstrat **10** aufgespannte Ebene vollflächig aufgesputtert.
- [0095] Der erste Bereich **1** ist so für eine gemäss den Gitterlinien der ersten Reliefstruktur orientiert, TE-polarisiertes Licht transparenter als der zweite Bereich. Umgekehrt ist der zweite Bereich für ein 90° hierzu polarisiertes Licht durchlässiger als der erste Bereich. Im dritten Bereich, in dem eine Überlagerung der ersten und zweiten Reliefstruktur vorgesehen ist (hier kreuzförmiges Sinusgitter mit einer Tiefe von 400 nm und einer Gitterperiode von 350 nm) besteht die höhere Durchlässigkeit für beide Polarisationsrichtungen. Wird so als erste Belichtungsstrahlung **20a** eine Belichtung mit linear polarisiertem Licht einer Wellenlänge  $\lambda = 550$  nm gewählt, deren Polarisationsrichtung so gewählt ist, dass das Licht bezüglich der ersten Reliefstruktur TE-polarisiert ist, so besteht eine höhere Durchlässigkeit (Transparenz) für die erste Belichtungsstrahlung **20a** im ersten und dritten Bereich. Für eine zweite Belichtungsstrahlung **20b**, bei der es sich um eine Belichtung mit linear polarisiertem Licht einer Wellenlänge von 550 nm und mit einer zu der Polarisationsrichtung der Belichtungsstrahlung **20a** um 90° verdrehten Polarisationsrichtung handelt, ergibt sich eine erhöhte Durchlässigkeit in dem zweiten Bereich **2** und dem dritten Bereich **3**.
- [0096] In einem vierten Bereich **4** ohne Reliefstruktur liegt die Belichtungsmaskenschicht **100** opak und in einer Schichtdicke vor, so dass der vierte Bereich **4** undurchlässig für die erste und die zweite Belichtungsstrahlung **20a**, **20b** ausgebildet ist.
- [0097] [Fig. 1c](#) zeigt die Oberseite **10b** des Trägersubstrats **10** aus [Fig. 1a](#) bei Belichtung der Unterseite **10a** mit der ersten Belichtungsstrahlung **20a**. Im ersten Bereich **1** weist die Belichtungsmaskenschicht **100** auf der

Unterseite **10a** eine erhöhte Durchlässigkeit für die erste Belichtungsstrahlung **20a** auf.

[0098] [Fig. 1d](#) zeigt die Oberseite **10b** des Trägersubstrats **10** aus [Fig. 1a](#) bei Belichtung der Unterseite **10a** mit der zweiten Belichtungsstrahlung **20b**. Lediglich im zweiten Bereich **2** weist die Belichtungsmaskenschicht **100** auf der Unterseite **10a** eine erhöhte Durchlässigkeit für die zweite Belichtungsstrahlung **20b** auf.

[0099] [Fig. 2a](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 1a](#) im Schnitt A-A' mit vollflächig darauf aufgebrachtter erster Funktionsschicht **30** aus Kupfer in einer Schichtdicke von 0,1 µm bis 0,5 µm und weiterhin einer vollflächig aufgetragenen ersten negativen Photoresistschicht **40**. Von der Unterseite **10a** des Trägersubstrats **10** her dringt die erste Belichtungsstrahlung **20a** verstärkt im ersten Bereich **1** durch die Belichtungsmaskenschicht **100**, die Trägerschicht **10** sowie die erste Funktionsschicht **30** hindurch und führt zu einer partiell stärkeren Belichtung der ersten Photoresistschicht **40**. Die Belichtungsdauer und die Belichtungsstärke wird hierbei so auf den für die Photoresistschicht **40** verwendeten Photoresist abgestimmt, dass das Photoresist in dem partiell stärker belichteten Bereich **1** aktiviert wird, in den schwächer belichteten Bereich **2** und **4** jedoch nicht aktiviert wird.

[0100] Die aktivierten Photoresist-Bereiche **40'** verbleiben bei der Entwicklung und Strukturierung des Photoresists auf der ersten Funktionsschicht **30** und bilden eine Ätzmaske für die erste Funktionsschicht **30**.

[0101] [Fig. 2b](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 2a](#) nach einem Ätzen der ersten Funktionsschicht **30**. Es wurden die Bereiche der ersten Funktionsschicht **30** entfernt, welche nicht von der Ätzmaske bedeckt waren, so dass eine strukturierte erste Funktionsschicht **30'** gebildet wurde.

[0102] [Fig. 2c](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 2b](#) nach Entfernung der Ätzmaske in der Draufsicht. Die strukturierte erste Funktionsschicht **30'** liegt auf der Oberseite **10a** des Trägersubstrats **10** im Register zum ersten Bereich **1** vor (vergleiche [Fig. 1c](#)).

[0103] [Fig. 2d](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 2c](#) im Querschnitt, mit einer vollflächig auf der strukturierten ersten Funktionsschicht **30'** und davon freien Bereichen des Trägersubstrats **10** aufgetragenen dritten Funktionsschicht **50** aus einem transparenten organischen dielektrischen Material. Darauf ist vollflächig eine zweite Funktionsschicht **31** aus Kupfer in einer Schichtdicke von 0,1 µm bis 0,5 µm und auf diese ebenfalls vollflächig eine zweite positive Photoresistschicht **41** aufgebracht. Von der Unterseite **10a** des Trägersubstrats **10** her dringt die zweite Belichtungsstrahlung **20b** verstärkt im zweiten Bereich **2** durch die Belichtungsmaskenschicht **100**, die Trägerschicht **10**, die erste Funktionsschicht **30**, die dritte Funktionsschicht **50** und die zweite Funktionsschicht **31** hindurch und führt zu einer partiell stärkeren Belichtung der zweiten Photoresistschicht **41**. Die Belichtungsdauer und die Belichtungsstärke wird hierbei so auf den für die Photoresistschicht **41** verwendeten Photoresist abgestimmt, dass das Photoresist in dem partiell stärker belichteten Bereich **2** aktiviert wird, in den schwächer belichteten Bereichen **1** und **4** jedoch nicht aktiviert wird.

[0104] Die nicht aktivierten Photoresist-Bereiche **41'** verbleiben bei der Entwicklung und Strukturierung des positiven Photoresists auf der zweiten Funktionsschicht **31** und bilden eine Ätzmaske für die zweite Funktionsschicht **31**.

[0105] [Fig. 2e](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 2d](#) nach Entwicklung und Strukturierung der zweiten Photoresistschicht, bzw. deren verbliebenen unbelichteten Bereiche **41'**, und nach einem Ätzen der zweiten Funktionsschicht **31**, wobei die strukturierte zweite Funktionsschicht **31'** gebildet wurde.

[0106] [Fig. 2f](#) zeigt das Trägersubstrat **10** aus [Fig. 2e](#) nach Entfernung der strukturierten zweiten Photoresistschicht **41'** in der Draufsicht. Es ist die strukturierte zweite Funktionsschicht **31'** auf der dritten Funktionsschicht **50** erkennbar. Die Lage der strukturierten ersten Funktionsschicht **30'** unter der dritten Funktionsschicht **50** ist durch eine gepunktete Linie angedeutet. Die strukturierte erste Funktionsschicht **30'** ist in perfektem Register zur strukturierten zweiten Funktionsschicht **31'** angeordnet.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers, wobei der Mehrschichtkörper mindestens zwei bereichsweise ausgebildete Funktionsschichten auf einer Oberseite (**10b**) eines Trägersubstrats (**10**) umfasst, welche lagegenau im Register zueinander ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Unterseite (**10a**) des Trägersubstrats (**10**) derart präpariert wird, dass in einem ersten Bereich (**1**) eine gegenüber einem mindestens einen zweiten Bereich (**2**) erhöhte Durchlässigkeit für eine erste Belichtungsstrahlung (**20a**) und in

dem mindestens einen zweiten Bereich (2) eine gegenüber dem ersten Bereich (1) erhöhte Durchlässigkeit für mindestens eine dazu unterschiedliche zweite Belichtungsstrahlung (20b) in festgelegter Lage im Register zum ersten Bereich (1) resultiert, dass die Unterseite (10a) nacheinander mit der ersten und der mindestens einen zweiten Belichtungsstrahlung (20a, 20b) belichtet wird, und dass die erste Belichtungsstrahlung (20a) zur bereichsweisen Ausbildung einer ersten Funktionsschicht (30) und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (20b) zur bereichsweisen Ausbildung mindestens einer zweiten Funktionsschicht (31) auf der Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (10a) des Trägersubstrats (10) präpariert wird, indem im ersten Bereich (1) eine erste Reliefstruktur und im zweiten Bereich (2) und im Register zur ersten Reliefstruktur mindestens eine, zur ersten Reliefstruktur unterschiedliche zweite Reliefstruktur gebildet wird, dass auf die Unterseite (10a) weiterhin eine Belichtungsmaskenschicht (100) aufgebracht wird, wobei die Belichtungsmaskenschicht (100) mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine vom Trägersubstrat (10) aufgespannte Ebene aufgebracht wird, dass im Register zur ersten Reliefstruktur die auf die Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) aufgebrachte erste Funktionsschicht (30) bereichsweise ausgebildet wird und dass im Register zu der mindestens einen zweiten Reliefstruktur die mindestens eine auf die Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) aufgebrachte zweite elektrische Funktionsschicht (31) bereichsweise ausgebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsmaskenschicht (100) von einer Metallschicht oder von einer Schicht aus einer Metallegierung gebildet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Reliefstruktur von diffraktiven Reliefstrukturen mit einem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis der einzelnen Strukturelemente von  $\geq 0,3$  gebildet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Reliefstrukturen von Reliefstrukturen mit einer Gitterperiode  $\leq 800$  nm, bevorzugt  $\leq 500$  nm gebildet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich die erste und die zweite Reliefstruktur in ihrem Azimut um etwa  $90^\circ$  unterscheiden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (10a) des Trägersubstrats (10) präpariert wird, indem in dem ersten Bereich (1) eine erste Reliefstruktur und in dem zweiten Bereich (2) und im Register zur ersten Reliefstruktur mindestens eine, zur ersten Reliefstruktur unterschiedliche zweite Reliefstruktur gebildet wird, dass im Register zur ersten Reliefstruktur die auf die Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) aufgebrachte erste Funktionsschicht (30) bereichsweise ausgebildet wird und dass im Register zu der mindestens einen zweiten Reliefstruktur die mindestens eine auf die Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) aufgebrachte zweite elektrische Funktionsschicht (31) bereichsweise ausgebildet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur als diffraktive Reliefstrukturen ausgebildet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass sich die erste und die mindestens eine zweite Reliefstruktur in ihrem Azimut unterscheiden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9 dadurch gekennzeichnet, die erste und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur als Gitterstruktur, wie Lineargitter oder Kreuzgitter, als isotrope oder anisotrope Mattstruktur, als binäre oder kontinuierliche Fresnellinse, als Mikroprisma, als Blazegitter, als Kombinationsstruktur oder als Makrostruktur ausgebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (10a) des Trägersubstrats (10) präpariert wird, indem in dem ersten Bereich (1) eine erste Farbschicht und in dem zweiten Bereich (2) und im Register zur ersten Farbschicht mindestens eine, zur ersten Farbschicht farblich unterschiedliche zweite Farbschicht angeordnet wird, und dass im Register zur ersten Farbschicht die auf die Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) aufgebrachte erste Funktionsschicht (30) bereichsweise ausgebildet wird und dass im Register zu der mindestens einen zweiten Farbschicht die mindestens eine auf die Oberseite (10b) des Trägersubstrats (10) aufgebrachte zweite Funktionsschicht (31) bereichsweise ausgebildet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Ober-

seite (**10b**) die erste Funktionsschicht (**30**) vollflächig aufgebracht wird, dass vor oder nach Bildung der ersten Funktionsschicht (**30**) auf der Oberseite (**10b**) vollflächig eine erste photoempfindliche Schicht (**40**) gebildet wird, dass eine Belichtung der ersten photoempfindlichen Schicht (**40**) mittels der ersten Belichtungsstrahlung (**20a**) durch das Trägersubstrat (**10**) und gegebenenfalls die Belichtungsmaskenschicht (**100**) hindurch erfolgt, dass die erste photoempfindliche Schicht (**40**) im Register zum ersten Bereich (**1**) partiell entfernt wird, wobei unmittelbar oder nachfolgend eine bereichsweise Ausbildung der ersten Funktionsschicht (**30**) erfolgt, dass weiterhin die mindestens eine zweite Funktionsschicht (**31**) vollflächig auf die Oberseite (**10b**) aufgebracht wird, dass vor oder nach Bildung der mindestens einen zweiten Funktionsschicht (**31**) vollflächig mindestens eine zweite photoempfindliche Schicht (**41**) auf der Oberseite (**10b**) gebildet wird, dass eine Belichtung der mindestens einen zweiten photoempfindlichen Schicht (**41**) mittels mindestens der zweiten Belichtungsstrahlung (**20b**) durch das Trägersubstrat (**10**) und gegebenenfalls die Belichtungsmaskenschicht (**100**) hindurch erfolgt, dass die mindestens eine zweite photoempfindliche Schicht (**41**) im Register zum zweiten Bereich (**2**) partiell entfernt wird, wobei unmittelbar oder nachfolgend eine bereichsweise Ausbildung der mindestens einen zweiten Funktionsschicht (**31**) erfolgt.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (**10a**) des Trägersubstrats (**10**) in einem dritten Bereich (**3**) derart präpariert wird, dass die Durchlässigkeit des dritten Bereichs (**3**) sowohl für die erste als auch für die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (**20a**, **20b**) erhöht ist.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (**10a**) des Trägersubstrats (**10**) in einem vierten Bereich (**4**) derart präpariert wird, dass der vierte Bereich (**4**) undurchlässig für die erste und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (**20a**, **20b**) ist.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das unpräparierte Trägersubstrat (**10**) aus einem Material und in einer Dicke ausgebildet wird, so dass es für die erste und/oder die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (**20a**, **20b**) durchlässig ist.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (**20a**, **20b**) sich in ihrer Wellenlänge unterscheiden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (**20a**, **20b**) sich in ihrer Polarisierung unterscheiden.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die mindestens eine zweite Belichtungsstrahlung (**20a**, **20b**) in unterschiedlichen Winkeln auf die vom Trägersubstrat (**10**) aufgespannte Ebene auftreffen.

19. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsmaskenschicht (**100**) auf das Trägersubstrat (**10**) in einem Winkel im Bereich von 30 bis 150° zur von dem Trägersubstrat (**10**) aufgespannten Ebene aufgebracht, insbesondere aufgesputtert wird.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der bereichsweise ausgebildeten ersten und der mindestens einen bereichsweise ausgebildeten zweiten Funktionsschicht (**30'**, **31'**) vollflächig mindestens eine dritte Funktionsschicht (**50**) ausgebildet wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine dritte Funktionsschicht (**50**) aus einem halbleitenden oder einem elektrisch isolierenden Funktionsschichtmaterial gebildet wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die bereichsweise ausgebildete erste Funktionsschicht (**30'**) aus einem elektrisch leitenden Funktionsschichtmaterial gebildet wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die bereichsweise ausgebildete zweite Funktionsschicht (**31'**) aus einem elektrisch leitenden oder einem halbleitenden oder einem dielektrischen Funktionsschichtmaterial gebildet wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine elektrisch leitende Funktionsschicht (**30'**, **31'**) galvanisch verstärkt wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der photoempfindlichen Schichten **(40, 41)** als elektrische Funktionsschicht verwendet wird.
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der photoempfindlichen Schichten **(40, 41)** während oder nach Durchführung des Verfahrens entfernt wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass als photoempfindliche Schichten **(40, 41)** eine photoempfindliche Waschlacksschicht oder eine Photoresistschicht oder eine Photopolymerschicht eingesetzt werden.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 21 dadurch gekennzeichnet, dass die photoempfindliche Schichten **(40, 41)** durch die Belichtung aktiviert werden und dass die aktivierten photoempfindlichen Schichten ein Ätzmittel für die erste und/oder mindestens eine zweite Funktionsschicht **(30, 31)** bilden.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kondensator ausgebildet wird, dass die erste Funktionsschicht **(30)** elektrisch leitend ausgebildet und in Form von zwei Kondensatorelektroden bereichsweise ausgebildet wird und dass die mindestens eine zweite Funktionsschicht **(31)** in Form einer bereichsweise ausgebildeten dielektrischen Schicht ausgebildet wird.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass ein Feldeffekttransistor, insbesondere ein OFET, ausgebildet wird, dass die erste Funktionsschicht **(30)** elektrisch leitend und in Form von Source/Drain-Elektroden bereichsweise ausgebildet wird, dass eine zweite Funktionsschicht **(31)** elektrisch leitend und in Form einer Gate-Elektrode bereichsweise ausgebildet wird, oder umgekehrt, und dass zwischen der ersten **(30)** und der mindestens einen zweiten Funktionsschicht **(31)** vollflächig eine dritte Funktionsschicht **(50)** aus einer halbleitenden Schicht und vollflächig eine vierte Funktionsschicht aus einer dielektrischen Schicht gebildet werden.
31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Feldeffekttransistor gebildet wird, indem auf die Oberseite **(10b)** des Trägersubstrats **(10)** eine photoempfindliche Waschlacksschicht vollflächig aufgebracht wird, dass darauf vollflächig die erste Funktionsschicht **(30)** gebildet wird, dass nun die Belichtung mit der ersten Belichtungsstrahlung **(20a)** erfolgt, wobei die Waschlacksschicht im ersten Bereich **(1)** unlöslich wird, dass die Waschlacksschicht inklusive der ersten Funktionsschicht **(30)** in den übrigen Bereichen abgewaschen und erste Funktionsschicht **(30)** bereichsweise entfernt wird, dass anschliessend die dritte **(50)** und die vierte Funktionsschicht gebildet werden, dass weiterhin die zweite Funktionsschicht **(31)** und darauf eine Photoresistschicht vollflächig aufgebracht werden, dass nun die Belichtung mit der zweiten Belichtungsstrahlung **(20b)** erfolgt und die Photoresistschicht im Register zum zweiten Bereich **(2)** bereichsweise entfernt wird, und dass unter Verwendung der bereichsweise ausgebildeten Photoresistschicht als Ätzmaske ein Ätzen und bereichsweises Ausbilden der zweiten Funktionsschicht **(31)** erfolgt.
32. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass der Feldeffekttransistor gebildet wird, indem auf der Oberseite des Trägersubstrats **(10)** vollflächig die erste Funktionsschicht **(30)** gebildet und eine erste Photoresistschicht vollflächig aufgebracht wird, dass nun die Belichtung mit der ersten Belichtungsstrahlung **(20a)** erfolgt, dass die erste Photoresistschicht im Register zum ersten Bereich **(1)** entfernt und als Ätzmaske zum Ätzen und bereichsweisen Entfernen der ersten Funktionsschicht **(30)** verwendet wird, dass die Ätzmaske entfernt wird, dass anschliessend die dritte Funktionsschicht **(50)** und die vierte Funktionsschicht gebildet werden, dass weiterhin die zweite Funktionsschicht **(31)** und darauf eine zweite Photoresistschicht vollflächig aufgebracht werden, dass nun die Belichtung mit der zweiten Belichtungsstrahlung **(20b)** erfolgt und die zweite Photoresistschicht im Register zum zweiten Bereich entfernt wird, und dass unter Verwendung der bereichsweise ausgebildeten zweiten Photoresistschicht als Ätzmaske ein Ätzen und bereichsweises Entfernen der zweiten Funktionsschicht **(31)** erfolgt.
33. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein organisches Bauelement enthaltend zumindest eine organische Funktionsschicht gebildet wird.
34. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Trägersubstrat **(10)** mindestens zwei elektronische Bauelemente gebildet werden.
35. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei elektronischen Bauelemente als Bestandteil einer elektronischen Schaltung ausgebildet werden.

36. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat **(10)** aus einem flexiblen Folienmaterial, insbesondere einem transparenten Kunststofffolienmaterial, mit einer Schichtdicke im Bereich von 3 bis 250 µm ausgebildet wird.

37. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat **(10)** bandförmig ausgebildet und in einem kontinuierlichen Verfahren von Rolle-zu-Rolle verarbeitet wird.

38. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat **(10)** von den elektrischen Funktionsschichten **(30, 31', 50)** des Bauelements ablösbar ausgebildet wird.

39. Mehrschichtkörper, erhältlich nach einem der Ansprüche 1 bis 38, welcher ein Trägersubstrat **(10)** aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Unterseite **(10a)** des Trägersubstrats **(10)** derart präpariert ist, dass in einem ersten Bereich **(1)** eine gegenüber einem mindestens einen zweiten Bereich **(2)** erhöhte Durchlässigkeit für eine erste Belichtungsstrahlung **(20a)** und in dem mindestens einem zweiten Bereich **(2)** eine gegenüber dem ersten Bereich **(1)** erhöhte Durchlässigkeit für mindestens eine dazu unterschiedliche zweite Belichtungsstrahlung **(20b)** im Register in festgelegter Lage zum ersten Bereich **(1)** ausgebildet ist, und dass auf einer Oberseite **(10b)** des Trägersubstrats **(10)** mindestens zwei bereichsweise ausgebildete Funktionsschichten **(30', 31')** im Register zueinander und weiterhin lagegenau im Register zu dem ersten und dem mindestens einen zweiten Bereich **(1, 2)** angeordnet sind.

40. Mehrschichtkörper nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Bereich **(1)** eine erste Reliefstruktur und in dem zweiten Bereich **(2)** und im Register zur ersten Reliefstruktur mindestens eine, zur ersten Reliefstruktur unterschiedliche zweite Reliefstruktur angeordnet ist.

41. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 39 oder 40, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Unterseite **(10a)** weiterhin eine Belichtungsmaskenschicht **(100)** angeordnet ist.

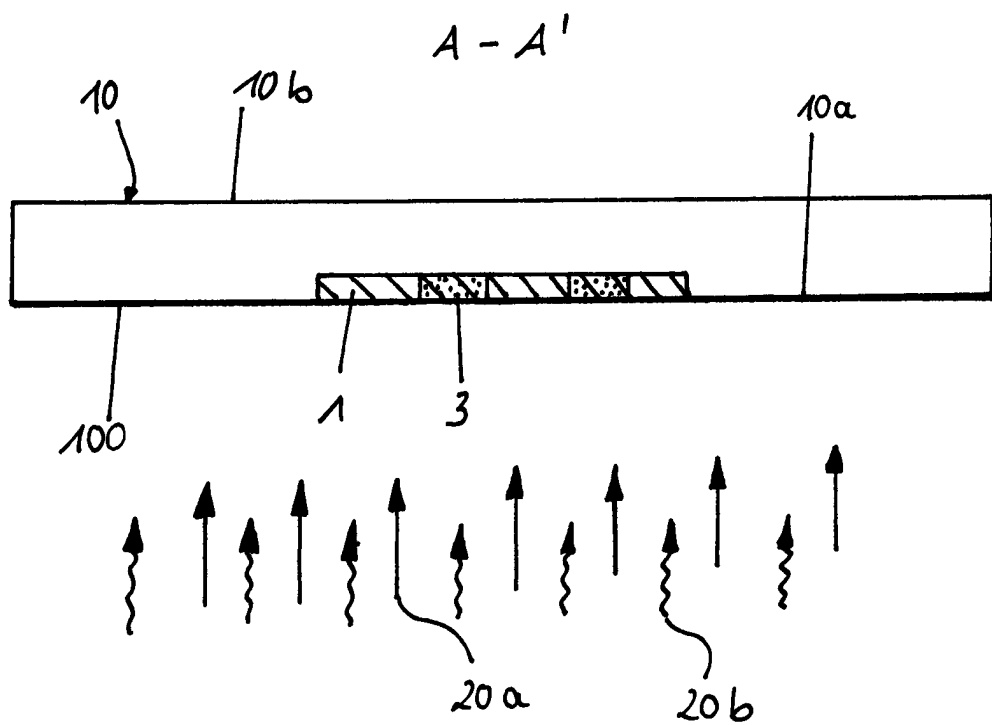
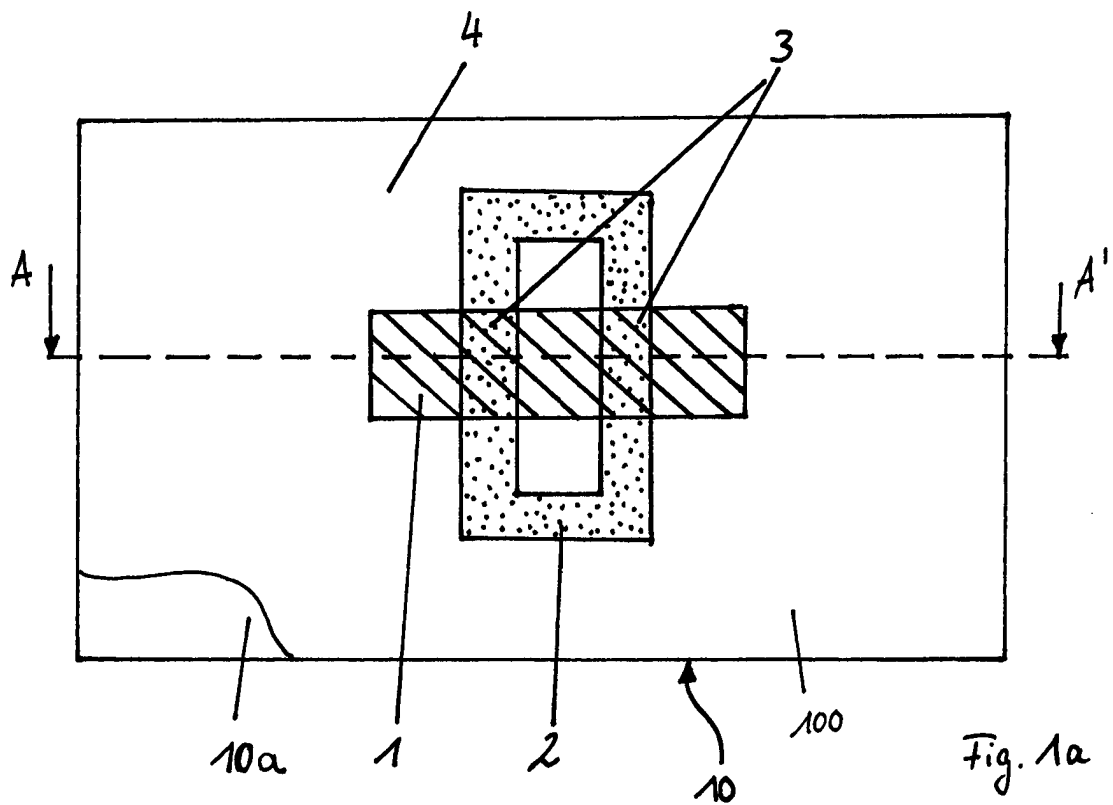
42. Mehrschichtkörper nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Bereich **(1)** eine erste Farbschicht und in dem zweiten Bereich **(2)** und im Register zur ersten Farbschicht mindestens eine, zur ersten Farbschicht farblich unterschiedliche zweite Farbschicht angeordnet ist.

43. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass der Mehrschichtkörper ein oder mehrere elektrische Bauelemente, insbesondere einen Kondensator, einen Feldeffekttransistor, eine Solarzelle, ein eine photosensitive Schicht enthaltenes Bauelement, einen Widerstand, eine Antenne, eine LED, insbesondere eine OLED, oder eine Diode aufweist.

44. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 39 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass der Mehrschichtkörper als Trägers-Substrat **(10)** eine Glasschicht aufweist, und dass der Mehrschichtkörper im Bereich der Unterseite **(10a)** eine Replizierlackschicht aufweist, in die im ersten Bereich **(1)** eine erste diffraktive Reliefstruktur abgeformt ist, und in die in dem mindestens einen weiteren zweiten Bereich **(2)** eine davon unterschiedliche zweite diffraktive Reliefstruktur abgeformt ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



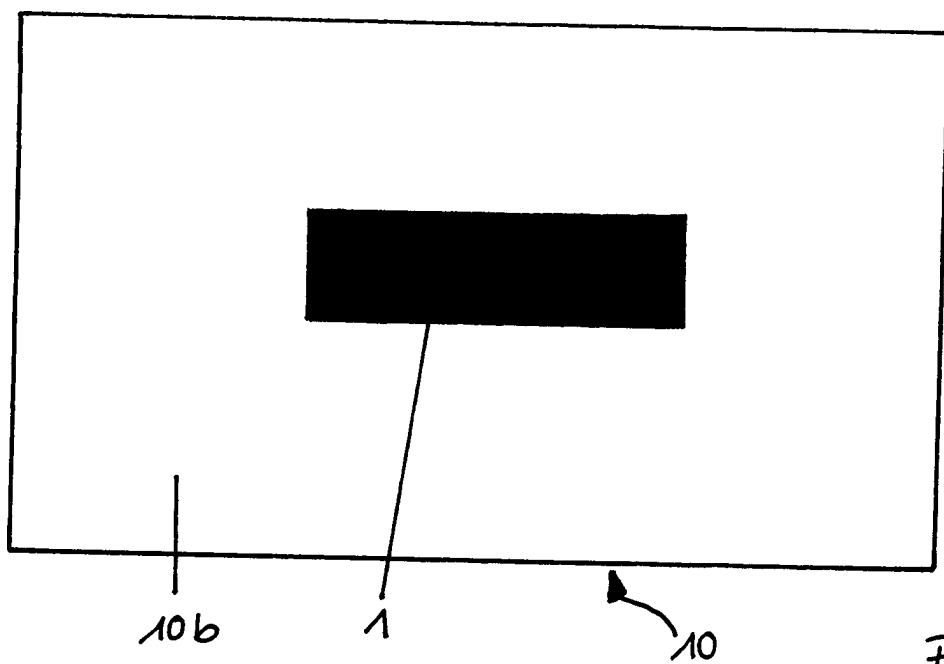


Fig. 1c

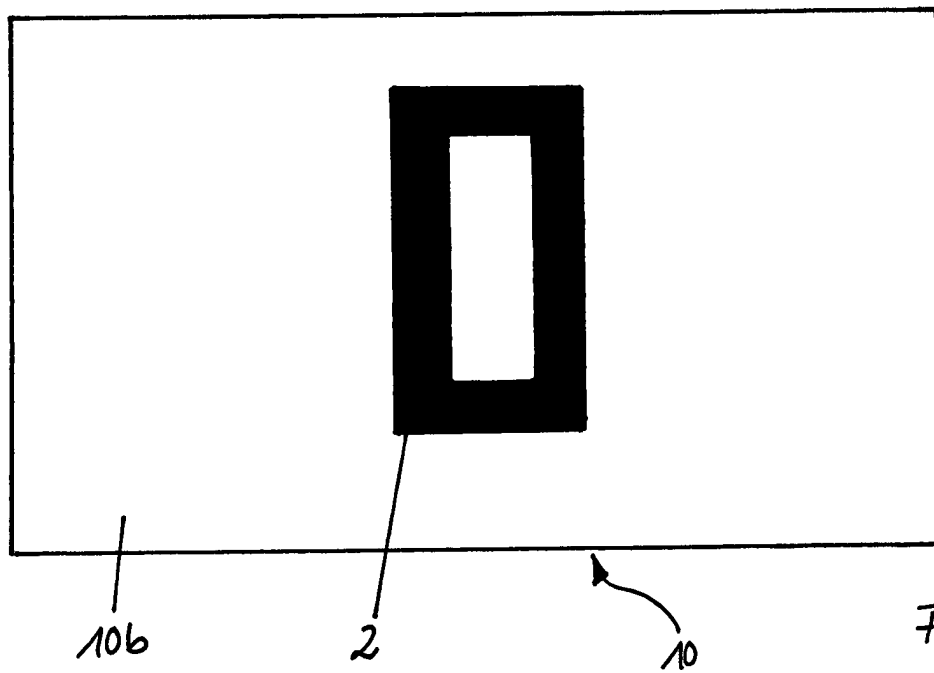
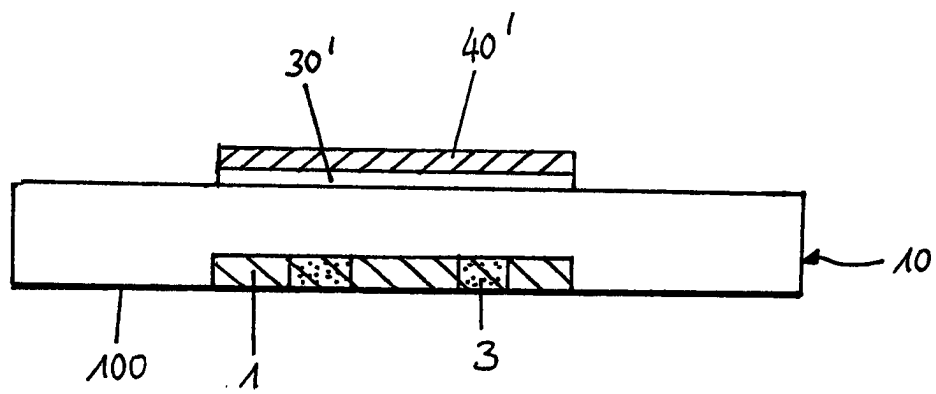
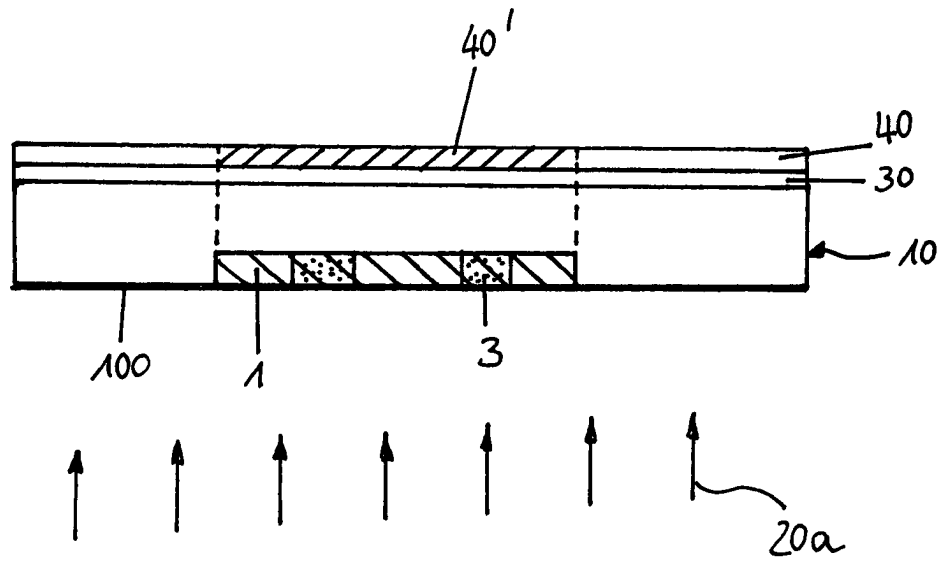


Fig. 1d



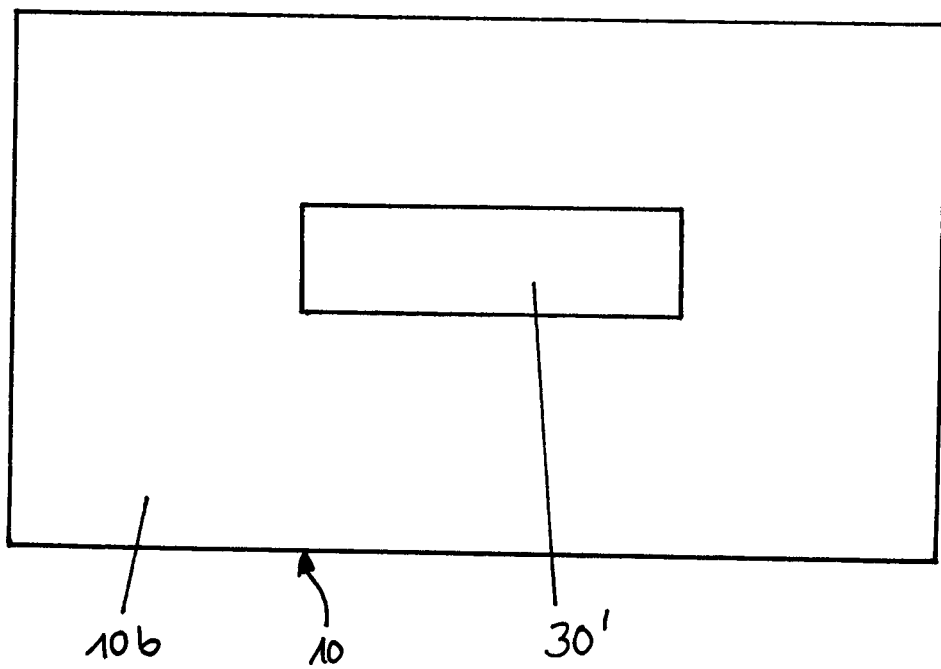


Fig. 2c

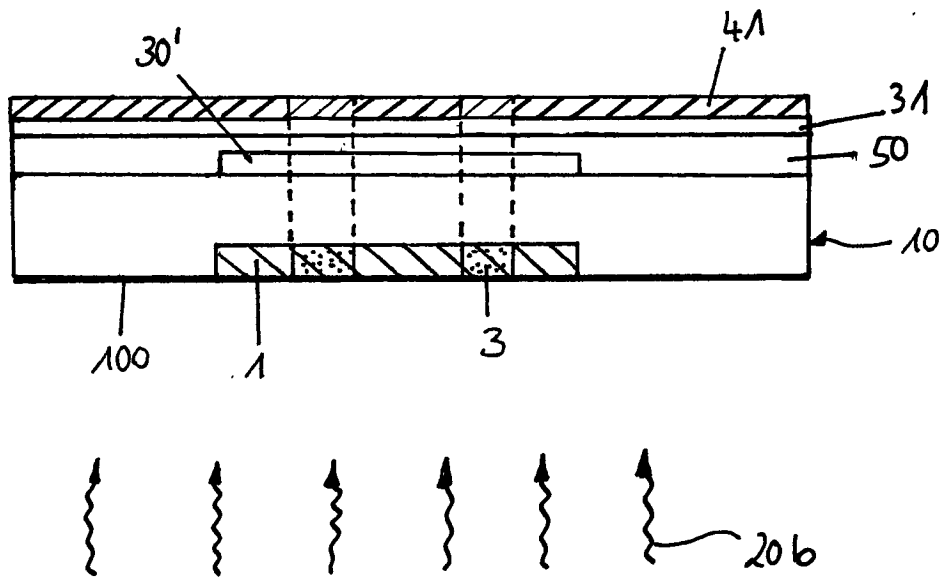


Fig. 2d

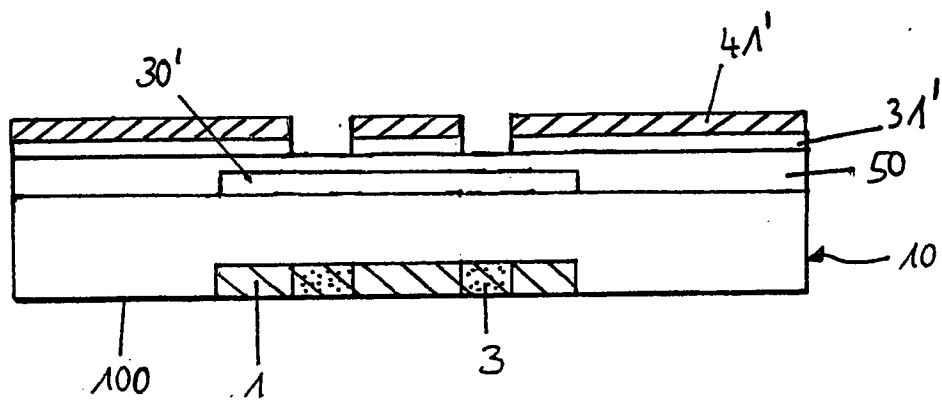


Fig. 2e

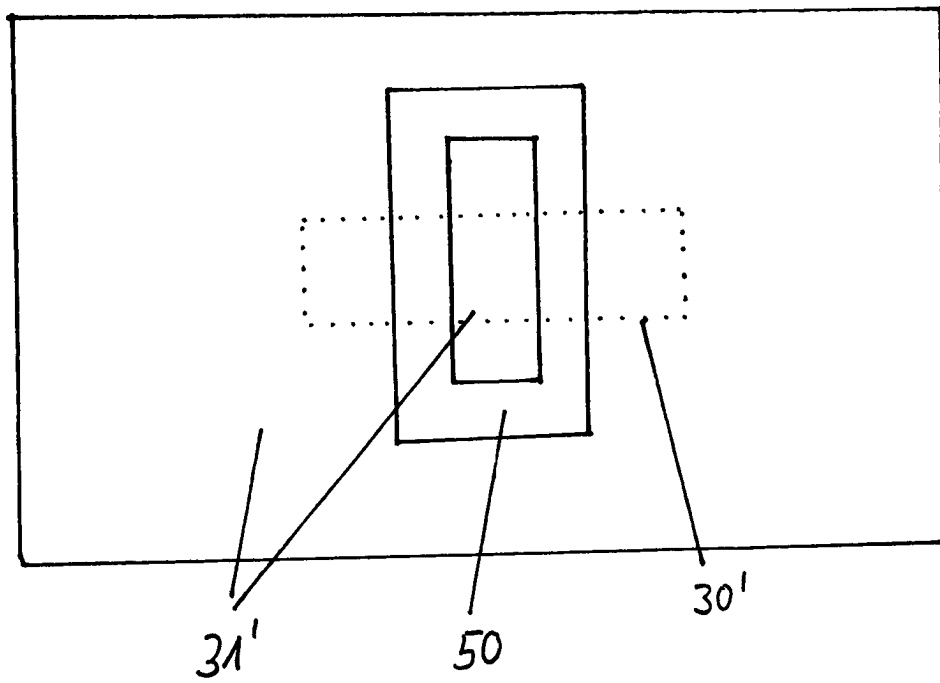


Fig. 2f