



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 037 431 A1** 2008.04.17

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 037 431.2**

(22) Anmeldetag: **09.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **17.04.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B44F 1/12** (2006.01)  
**B42D 15/10** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**OVD Kinegram AG, Zug, CH**

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

(72) Erfinder:  
**Staub, René, Hagendorn, CH; Hansen, Achim, Dr., Zug, CH; Brehm, Ludwig, Dr., 91325 Adelsdorf, DE; Seitz, Mathias, Dr., 91054 Buckenhof, DE; Wild, Heinrich, 91074 Herzogenaurach, DE**

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

**DE10 2005 006277 A1**

**DE10 2005 006231 A1**

**DE 103 33 704 A1**

**DE 103 28 760 A1**

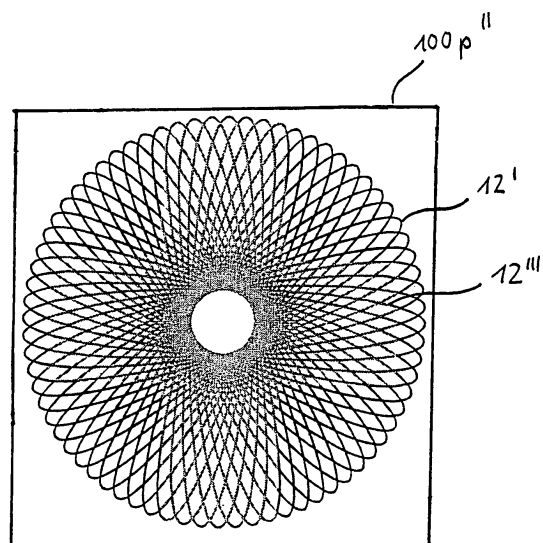
**DE 103 18 157 A1**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(57) Zusammenfassung: Es werden unterschiedliche Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtkörpern mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht und mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht sowie die auf diese Weise hergestellten Mehrschichtkörper beschrieben. Der Mehrschichtkörper weist mindestens eine partielle ausgeformte Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht auf, welche sich vorzugsweise gegenseitig zu einer geometrischen, alphanumerischen, bildlichen, graphischen oder figurlichen farbigen Darstellung ergänzen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, sowie einen danach erhältlichen Mehrschichtkörper. Die Erfindung betrifft weiterhin insbesondere ein Sicherheitselement für Sicherheits- und Wertdokumente mit einem derartigen Mehrschichtkörper.

**[0002]** Optische Sicherheitselemente werden häufig dazu verwendet, das Kopieren und den Missbrauch von Dokumenten oder Produkten zu erschweren und möglichst zu verhindern. So finden optische Sicherheitselemente häufig Verwendung zur Sicherung von Dokumenten, von Banknoten, von Kreditkarten, von Geldkarten, von Ausweisen, von Verpackungen und dergleichen. Hierbei ist es bekannt, optisch variable Elemente zu verwenden, die mit herkömmlichen Kopierv Verfahren nicht dupliziert werden können. Es ist auch bekannt, Sicherheitselemente mit einer strukturierten Metallschicht auszustatten, die in Form eines Textes, Logos oder sonstigen Musters ausgebildet ist.

**[0003]** Das Erzeugen einer strukturierten Metallschicht aus einer beispielsweise durch Sputtern flächig aufgetragenen Metallschicht erfordert eine Vielzahl von Prozessen, insbesondere wenn feine Strukturen erzeugt werden sollen, die eine hohe Fälschungssicherheit aufweisen. So ist es beispielsweise bekannt, eine vollflächig aufgetragene Metallschicht durch Positiv-/Negativ-Ätzen oder durch Laser-Ablation partiell zu demetallisieren und damit zu strukturieren. Alternativ dazu ist es möglich, Metallschichten mittels Verwendung von Bedampfungsmasken bereits in strukturierter Form auf einen Träger aufzubringen.

**[0004]** Je mehr Fertigungsschritte zur Herstellung des Sicherheitselements vorgesehen sind, desto größere Bedeutung erhält die Passergenauigkeit der einzelnen Verfahrensschritte bzw. die Genauigkeit der Positionierung der einzelnen Werkzeuge bei der Bildung des Sicherheitselements in Bezug auf am Sicherheitselement bereits vorhandene Merkmale oder Strukturen.

**[0005]** Die GB 2 136 352 A beschreibt ein Herstellungsverfahren zur Herstellung einer mit einem Hologramm als Sicherheitsmerkmal ausgestatteten Siegelfolie. Hierbei wird eine Kunststoff-Folie nach dem Einprägen einer diffraktiven Reliefstruktur vollflächig metallisiert und sodann passergenau zu der eingepprägten diffraktiven Reliefstruktur bereichsweise demetallisiert. Das passergenaue Demetallisieren ist kostenaufwendig und die erreichbare Auflösung ist durch die Justiertoleranzen und den verwendeten Prozeß begrenzt.

**[0006]** EP 0 537 439 B2 beschreibt Verfahren zur Herstellung eines Sicherheitselement mit filigranen Mustern. Die Muster sind aus mit einer Metallschicht bedeckten diffraktiven Strukturen gebildet und von transparenten Bereichen, in denen die Metallschicht entfernt ist, umgeben. Es ist vorgesehen, den Umriß des filigranen Musters als Vertiefung in ein metallbeschichtetes Trägermaterial einzubringen, dabei zugleich den Boden der Vertiefungen mit den diffraktiven Strukturen zu versehen und sodann die Vertiefungen mit einem Schutzlack zu verfüllen. Überschüssiger Schutzlack soll mittels eines Abstreichmessers entfernt werden. Nach dem Auftragen des Schutzlacks ist vorgesehen, die Metallschicht in den ungeschützten Bereichen durch Ätzen zu entfernen.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen besonders schwer zu reproduzierenden Mehrschichtkörper und ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Mehrschichtkörpers anzugeben, bei dem im perfekten oder nahezu perfekten Register zu einer weiteren partiell ausgeformten Schicht eine partiell ausgeformte Funktionsschicht ausgeformt wird.

**[0008]** Die Aufgabe wird für ein erstes Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht gelöst, indem in einem ersten Bereich einer Replizierschicht des Mehrschichtkörpers eine erste Reliefstruktur abgeformt wird, wobei eine erste Schicht auf die Replizierschicht in dem ersten Bereich und in mindestens einem zweiten Bereich, in dem die erste Reliefstruktur nicht in der Replizierschicht abgeformt ist, aufgebracht und durch die erste Reliefstruktur bestimmt strukturiert wird, indem die erste Schicht im ersten Bereich, nicht jedoch im mindestens einen zweiten Bereich oder im mindestens einen zweiten Bereich, nicht jedoch im ersten Bereich entfernt wird, und wobei unmittelbar die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird und/oder unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskenschicht nachfolgend die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird. Die erste Schicht wird dabei insbesondere vollflächig auf die Replizierschicht aufgebracht, es kann aber auch ein lediglich bereichsweiser Auftrag, beispielsweise in Form von Streifen oder ähnlichem, erfolgen.

**[0009]** Ein derartiges Verfahren ermöglicht die Ausbildung besonders fälschungssicherer Mehrschichtkörper.

**[0010]** Die Aufgabe wird weiter gelöst durch einen ersten Mehrschichtkörper, erhältlich nach dem ersten erfindungsgemäßen Verfahren, mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, wobei in einem ersten Bereich einer Replizierschicht des Mehrschichtkörpers eine erste Reliefstruktur abgeformt ist, wobei die mindestens eine Funktionsschicht auf die Replizierschicht in dem ersten Bereich oder in mindestens einem zweiten Bereich, in dem die erste Reliefstruktur nicht in der Replizierschicht abgeformt ist, durch die erste Reliefstruktur bestimmt strukturiert aufgebracht ist.

**[0011]** Mittels der Erfindung ausgebildete partiell ausgeformte Funktionsschichten oder weitere Schichten können in einer sehr hohen Auflösung erzielt werden. Die erzielbare Registrierung und Auflösung ist etwa um den Faktor 100 besser als durch bekannte Verfahren erzielbar. Da die Breite von Strukturelementen der ersten Reliefstruktur im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes (circa 380 bis 780 nm), aber auch darunter liegen kann, können sehr feine Konturen, Muster oder Linien ausgebildet werden. Damit werden auch in dieser Hinsicht große Vorteile gegenüber den bisher verwendeten Verfahren erzielt, und es ist mit der Erfindung möglich, Sicherheitselemente mit bedeutend höherer Kopier- und Fälschungssicherheit als bisher herzustellen.

**[0012]** Es können Linien und/oder Pixel bzw. Bildpunkte mit hoher Auflösung erzeugt werden, beispielsweise mit einer Breite bzw. einem Durchmesser von weniger als 50 µm, insbesondere im Bereich von 0,5 µm bis 10 µm, im Extremfall aber sogar bis etwa 200 nm. Vorzugsweise werden Auflösungen im Bereich von etwa 0,5 µm bis 5 µm, insbesondere im Bereich von etwa 1 µm, erzeugt. Demgegenüber sind mit Verfahren, die eine Justierung von Werkzeugen im Register vorsehen, Linienbreiten kleiner als 10 µm nur mit sehr hohem Aufwand realisierbar.

**[0013]** Die Aufgabe wird für ein zweites Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht gelöst, indem auf einer Trägerschicht eine erste Schicht in Form einer ersten Photoresist-Lackschicht gebildet und partiell belichtet wird, insbesondere mittels eines Bandmaskenbelichters oder ähnlichem, dass die belichtete erste Schicht entwickelt und strukturiert wird, und dass nachfolgend unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskenschicht, die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird.

**[0014]** Ein derartiges Verfahren ermöglicht ebenfalls die Ausbildung besonders fälschungssicherer Mehrschichtkörper.

**[0015]** Die Aufgabe wird weiter gelöst durch einen zweiten Mehrschichtkörper, erhältlich nach dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren, mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, wobei auf einer Trägerschicht eine erste Schicht in Form einer ersten Photoresist-Lackschicht musterförmig strukturiert ausgebildet ist, und unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskenschicht, die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht ausgebildet ist.

**[0016]** Unter einer Funktionsschicht wird hier eine solche verstanden, die entweder bei bestimmten Wellenlängen einen sichtbaren Farbeindruck zeigt oder deren Vorhandensein elektrisch, magnetisch oder chemisch detektiert werden kann. Beispielsweise kann es sich um eine Schicht handeln, die Farbmittel wie farbige Pigmente oder Farbstoffe enthält und bei normalem Tageslicht farbig, insbesondere bunt ist. Es kann sich aber auch um eine Schicht handeln, die spezielle Farbmittel beinhaltet, wie photochrome oder thermochrome Stoffe, lumineszierende Stoffe, einen optisch variablen Effekt erzeugende Stoffe, wie Interferenzpigmente, Flüssigkristalle, metamere Pigmente usw., reaktive Farbstoffe, Indikator-Farbstoffe, welche unter reversibler oder irreversibler Farbänderung mit anderen Stoffen reagieren, Ampelpigmente, welche bei Anregung mittels Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge unterschiedliche Farbemissionen zeigen, magnetische Stoffe, elektrisch leitfähige Stoffe, im elektrischen oder magnetischen Feld einen Farbwechsel zeigende Stoffe, sogenannte E-ink® und ähnliches.

**[0017]** Unter einer Replizierschicht wird allgemein eine oberflächlich mit einer Reliefstruktur herstellbare Schicht verstanden. Darunter fallen beispielsweise organische Schichten wie Kunststoff- oder Lackschichten oder anorganische Schichten wie anorganische Kunststoffe (z.B. Silikone), Glasschichten, Halbleiterschichten, Metallschichten usw., aber auch Kombinationen daraus.

**[0018]** In eine als Kunststoff- oder Lackschicht, insbesondere aus einem unter UV-Bestrahlung härtenden Lack ausgebildete Replizierschicht wird insbesondere mittels eines Werkzeuges, insbesondere eines Stempels oder einer Walze, oberflächlich eine Reliefstruktur eingeprägt. Auch eine Bildung einer oberflächlichen Reliefstruktur mittels Spritzguss oder die Verwendung eines Photolithographieprozesses ist möglich. Auf einer als Glas-, Halbleiter- oder Metallschicht ausgebildeten Replizierschicht wird insbesondere oberflächlich eine Reliefstruktur gebildet, indem ein Photolithographieprozess angewandt wird, indem eine photoempfindliche Schicht aufgebracht, über eine Maske belichtet und entwickelt wird. Die Bereiche der photoempfindlichen Schicht, welche auf der Replizierschicht verbleiben, werden als Ätzmaske verwendet und durch Ätzen eine Reliefstruktur in der Replizierschicht gebildet. Anschließend wird die photoempfindliche Schicht vorzugsweise entfernt. Je nach eingesetztem Herstellungsverfahren und dem späterem Verwendungszweck des gebildeten Mehrschichtkörpers sind transmissive oder nicht-transmissive Replizierschichten, insbesondere für das menschliche Auge transparente oder opake Replizierschichten einsetzbar.

**[0019]** In dem mindestens einen zweiten Bereich der Replizierschicht wird vorzugsweise mindestens eine zweite Reliefstruktur ausgebildet, welche ein zur ersten Reliefstruktur unterschiedliches Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis  $h/d$  aufweist. Die Bildung der zweiten Reliefstruktur erfolgt insbesondere analog zur Bildung der ersten Reliefstruktur. In dem mindestens einen zweiten Bereich können zudem mindestens zwei unterschiedliche zweite Reliefstrukturen ausgebildet werden.

**[0020]** Es hat sich bewährt, wenn die erste Reliefstruktur mit einem größeren Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis ausgebildet wird als die mindestens eine zweite Reliefstruktur und eine Transmission, insbesondere eine Transparenz der ersten Schicht im ersten Bereich gegenüber der Transmission, insbesondere der Transparenz der ersten Schicht in dem mindestens einen zweiten Bereich erhöht ist.

**[0021]** Vorzugsweise wird die erste und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur als eine diffraktive Reliefstruktur ausgebildet. Insbesondere ist es bevorzugt, in dem ersten Bereich als erste Reliefstruktur eine diffraktive Reliefstruktur mit einem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis der einzelnen Strukturelemente von  $> 0,3$  auszubilden. Eine Spatialfrequenz der ersten Reliefstruktur wird insbesondere in einem Bereich von  $> 300$  Linien/mm, insbesondere in einem Bereich von  $> 1000$  Linien/mm gewählt. Weiter kann vorgesehen sein, dass das Produkt aus Spatialfrequenz und Relieftiefe der ersten Reliefstruktur größer als das Produkt aus Spatialfrequenz und Relieftiefe der zweiten Reliefstruktur ist. Auch hierdurch ist es möglich, dass durch die Gestaltung der Reliefstrukturen in der Replizierschicht im ersten Bereich und im zweiten Bereich die Transmission der auf die Replizierschicht im ersten Bereich aufgetragenen ersten Schicht gegenüber der im zweiten Bereich aufgetragenen Schicht erhöht wird.

**[0022]** Die erste Reliefstruktur und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur können als lichtbeugende und/oder lichtbrechende und/oder lichtstreuende und/oder lichtfokussierende Mikro- oder Nanostruktur, als isotrope oder anisotrope Mattstruktur, als binäre oder kontinuierliche Fresnellinse, als Mikroprismenstruktur, als Blazegitter, als Makrostruktur oder als Kombinationsstruktur aus diesen ausgebildet werden.

**[0023]** Weiter ist es auch möglich, dass die erste Reliefstruktur und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur ein lineares oder gekreuztes Sinusgitter ist. Die Spatialfrequenz des Sinusgitters liegt hierbei im Bereich von  $> 300$  Linien/mm. Weiter ist es möglich, dass das Sinusgitter auch auf einem transformierten Liniengitter basiert, beispielsweise an einem wellenförmigen oder kreisförmigen Raster orientiert ist. Bei einem gekreuzten Sinusgitter beträgt die Differenz der Azimutwinkel bevorzugt  $90^\circ$ , kann jedoch auch einen Winkelbereich von  $5^\circ$  bis  $85^\circ$  einschließen. Sinusgitter bedeutet hierbei, dass das Oberflächenrelief der Reliefstruktur eine sinusförmige Form hat. Neben sinusförmigen Oberflächenreliefs sind auch Reliefstrukturen mit anders gearteten Oberflächen-Reliefformen möglich, beispielsweise binäre (rechteckförmige), dreieckförmige usw. Reliefformen.

**[0024]** Die in die Replizierschicht eingebrachten Reliefstrukturen können auch so gewählt sein, dass sie der Ausrichtung von Flüssigkristall(-Polymeren) dienen können. So kann dann die Replizierschicht und/oder die erste Schicht als Orientierungsschicht für Flüssigkristalle verwendet werden. In solche Orientierungsschichten werden beispielsweise rillenförmige Strukturen eingebracht, an denen sich die Flüssigkristalle ausrichten, bevor sie in dieser Lage durch Vernetzung oder in sonstiger Weise in ihrer Ausrichtung fixiert werden. Es kann vorgesehen sein, dass die vernetzte Flüssigkristallschicht die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht bildet.

**[0025]** Die Orientierungsschichten können Bereiche aufweisen, in denen sich die Orientierungsrichtung der Struktur stetig ändert. Wird ein mittels einer solchen diffraktiven Struktur ausgebildeter Bereich durch einen Po-

larisator mit beispielsweise rotierender Polarisationsrichtung betrachtet, so lassen sich aufgrund der sich linear ändernden Polarisationsrichtung des Bereiches verschiedene gut erkennbare Sicherheitsmerkmale, beispielsweise Bewegungseffekte, erzeugen. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Orientierungsschicht diffraktive Strukturen zur Orientierung der Flüssigkristalle aufweist, die lokal unterschiedlich so ausgerichtet sind, so dass die Flüssigkristalle unter polarisiertem Licht betrachtet eine Information, wie beispielsweise ein Logo, darstellen.

**[0026]** Durch die Verwendung diffraktiver Reliefstrukturen ist es bei geeigneter Wahl der Schichtdicke der ersten Schicht 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. Strukturen mit geringen Unterschieden im Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis weisen bei geringer Schichtdicke üblicherweise relativ geringe Unterschiede in der Transmission auf. Selbst geringe relative Unterschiede können jedoch verstärkt werden durch Vergrößerung der Schichtdicke der ersten Schicht und damit der mittleren optischen Dichte. So lassen sich bereits bei recht geringen Unterschieden der Transmission der ersten Schicht im ersten und im zweiten Bereich gute Ergebnisse erzielen.

**[0027]** Das dimensionslose Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis ist ein kennzeichnendes Merkmal für die Vergrößerung der Oberfläche vorzugsweise periodischer Strukturen, beispielsweise mit sinusquadratischem Verlauf. Als Tiefe ist hier der Abstand zwischen dem höchsten und dem tiefsten aufeinanderfolgenden 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, insbesondere 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.

**[0028]** Wie sich zeigte, kommt es dabei nicht darauf an, dass die erste Schicht in Bereichen mit hohem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis transparent ausgebildet wird. Es kann sich dabei um Strukturen handeln, die beispielsweise optisch aktive Bereiche eines Hologramms oder Kinegram®-Sicherheitsmerkmals bilden. Es kommt nur darauf an, dass sich diese Bereiche zu anderen Bereichen durch ihre Transmissionseigenschaften beziehungsweise eine geringere oder eine größere optische Dichte abgrenzen.

**[0029]** Bei der ersten und der zweiten Reliefstruktur handelt es sich um verschiedene Reliefstrukturen, beispielsweise um ein Kinegram®, bei dem eine oder mehrere Reliefparameter, beispielsweise Orientierung, Feinheit oder Profilform variieren, um die gewünschten diffraktiven Eigenschaften zu erzeugen. Derartige Strukturen haben so nicht nur die Aufgabe, eine Veränderung der Transmissionseigenschaften der ersten Schicht in dem Bereich zu erzielen, in dem die Reliefstruktur in die Replizierschicht abgeformt ist, sondern zusätzlich noch die Funktion, bei Hinterlegung mit einer Reflektionsschicht oder einer optischen Trennschicht als optisch variables Designelement zu wirken. Wird neben einer derartigen ersten Reliefstruktur noch eine derartige zweite Reliefstruktur in die Replizierlackschicht abgeformt, so unterscheiden sich die erste und die zweite Reliefstruktur vorzugsweise in einem oder mehreren für die Transmissionseigenschaften der ersten Schicht relevanten Parametern, unterscheiden sich so beispielsweise in der Relieftiefe oder in dem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis. So ist es beispielsweise möglich, zwei Kinegram®-Sicherheitsmerkmale mit filigranem Linienmuster teilweise überlappend in die Replizierschicht abzuformen. Das erste Kinegram® bildet die erste Reliefstruktur und das zweite Kinegram® bildet die zweite Reliefstruktur. Die Reliefstrukturen der beiden Designs unterscheiden sich im typischen Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis, während die übrigen Strukturparameter ähnlich sind. Es sind somit drei „Gruppen“ von Strukturen, nämlich Strukturen der Gruppe I im ersten Kinegram®, Strukturen der Gruppe II im zweiten Kinegram® und Strukturen der Gruppe III bzw. keine Strukturen im Hintergrund vorhanden. In einem ersten Schritt verbleibt die erste Schicht, beispielsweise eine aufgedampfte Metallschicht, wie eine Kupferschicht, im Kinegram®-Bereich des ersten Designs, der Rest wird entfernt. Anschließend wird beispielsweise eine farbige Funktionsschicht ganzflächig aufgebracht und durch geeignete Prozeßführung in den Hintergrundbereichen entfernt. Auf diese Weise erhält man zwei registerhaltige Designs.

**[0030]** Experimente haben gezeigt, dass die durch die unterschiedliche Gestaltung der Reliefstrukturen im ersten und zweiten Bereich erzielbaren Unterschiede in den Transmissionseigenschaften der ersten Schicht im Bereich der UV-Strahlung besonders ausgeprägt sind. Bei der Verwendung von UV-Strahlung für die Belichtung lassen sich so besonders gute Ergebnisse erzielen.

**[0031]** Bei der ersten Schicht kann es sich um eine sehr dünne Schicht in der Größenordnung von einigen nm handeln. Die erste Schicht wird bei Abscheidung der ersten Schicht mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf die von der Replizierschicht aufgespannte Ebene in Bereichen mit einem hohen Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis aufgrund der höheren Oberfläche erheblich dünner ausgebildet als in Bereichen mit niedrigem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis. Vorteilhafterweise ist vorgesehen, die erste Schicht als Metallschicht oder Schicht aus einer Metallegierung auszubilden. 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 ersten Schicht aber auch um eine ein Funktionsschichtmaterial enthaltende Schicht oder eine nicht-metallische Schicht handeln, die beispielsweise eingefärbt, insbesondere bunt eingefärbt sein kann, die dotiert sein kann, oder die mit Nano-Partikeln oder mit Nano-Sphären versetzt sein kann, um ihre optische Dichte zu erhöhen. Weiterhin hat es sich bewährt, die erste Schicht aus einer, ein Flüssigkristallmaterial enthaltenden Substanz zu bilden.

**[0032]** Es hat sich für das erste Verfahren bewährt, wenn die erste Schicht mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht aufgespannte Ebene aufgebracht wird und die erste Schicht in einem Ätzprozess sowohl in dem ersten Bereich als auch in dem mindestens einen zweiten Bereich solange einem Ätzmittel, insbesondere einer Säure oder Lauge, ausgesetzt wird, bis die erste Schicht im ersten Bereich entfernt ist oder zumindest bis die Transmission, insbesondere die Transparenz der ersten Schicht im ersten Bereich gegenüber der Transmission, insbesondere der Transparenz der ersten Schicht in dem mindestens einen zweiten Bereich erhöht ist, oder umgekehrt.

**[0033]** Als Ätzmittel für die erste Schicht können beispielsweise Laugen oder Säuren vorgesehen sein. Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass die erste Schicht nur teilweise abgetragen wird und die Ätzung abgebrochen wird, sobald eine vorbestimmte Transparenz erreicht ist. Dadurch können beispielsweise Sicherheitsmerkmale erzeugt werden, die auf lokal unterschiedlicher Transparenz beruhen. Wird beispielsweise Aluminium als erste Schicht verwendet, so können Laugen wie NaOH oder KOH als isotrop wirkende Ätzmittel eingesetzt werden. Auch der Einsatz saurer Medien, wie PAN (eine Mischung aus Phosphorsäure, Salpetersäure und Wasser), ist möglich.

**[0034]** Die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt typischerweise mit der Konzentration der Lauge und der Temperatur zu. Die Wahl der Prozessparameter richtet sich nach der Reproduzierbarkeit des Prozesses und der Beständigkeit des Mehrschichtkörpers. Einflussfaktoren beim Ätzen mit Lauge sind typischerweise die Zusammensetzung des Ätzbades, insbesondere die Konzentration an Ätzmittel, die Temperatur des Ätzbades und die Anströmbedingungen der zu ätzenden Schicht im Ätzbad. Typische Parameterbereiche der Konzentration des Ätzmittels im Ätzbad liegen im Bereich von 0,1% bis 10% und der Temperatur liegen im Bereich von 20°C bis 80°C.

**[0035]** Der Ätzvorgang der ersten Schicht kann elektrochemisch unterstützt werden. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung wird der Ätzvorgang verstärkt. Die Wirkung ist typischerweise isotrop, sodass die strukturabhängige Oberflächenvergrößerung den Ätzeffekt zusätzlich verstärkt. Typische elektrochemische Additive wie Netzmittel, Puffersubstanzen, Inhibitoren, Aktivatoren, Katalysatoren und ähnliches, um beispielsweise Oxidschichten zu entfernen, können den Ätzprozess unterstützen.

**[0036]** Während des Ätzprozesses kann es zu einer Verarmung an Ätzmedium, respektive Anreicherung der Ätzprodukte, in der Grenzschicht zur ersten Schicht kommen, wodurch die Geschwindigkeit des Ätzens verlangsamt wird. Eine forcierte Durchmischung des Ätzmediums, gegebenenfalls durch eine Ausbildung einer geeigneten Strömung oder eine Ultraschallanregung, verbessert das Ätzverhalten.

**[0037]** Der Ätzprozess kann weiterhin ein zeitliches Temperaturprofil aufweisen, um das Ätzergebnis zu optimieren. So kann zu Beginn kalt und mit zunehmender Einwirkdauer wärmer geätzt werden. Im Ätzbad wird dies vorzugsweise durch einen räumlichen Temperaturgradienten realisiert, wobei der Mehrschichtkörper durch ein langgestrecktes Ätzbad mit unterschiedlichen Temperaturzonen gezogen wird.

**[0038]** Die letzten Nanometer der ersten Schicht können sich im Ätzprozess als relativ hartnäckig und beständig gegen das Ätzen erweisen. Zur Entfernung von Resten der ersten Schicht ist daher eine geringfügige me-

chanische Unterstützung des Ätzprozesses vorteilhaft. Die Hartnäckigkeit basiert auf einer gegebenenfalls geringfügig anderen Zusammensetzung der ersten Schicht, vermutlich aufgrund von Grenzschichtphänomenen beim Bilden der ersten Schicht auf der Replizierschicht. Die letzten Nanometer der ersten Schicht werden in diesem Fall vorzugsweise mittels eines Wischprozesses entfernt, indem der Mehrschichtkörper über ein mit einem feinen Tuch bespannte Walze geführt wird. Das Tuch wischt die Reste der ersten Schicht ab, ohne den Mehrschichtkörper zu beschädigen.

**[0039]** Beim Ätzen muss es sich nicht um einen Fertigungsschritt handeln, der mit Flüssigkeiten durchgeführt wird. Es kann sich auch um einen „Trockenprozess“ handeln, wie beispielsweise Plasmaätzen.

**[0040]** Es kann aber auch vorgesehen sein, die erste Schicht nicht vollständig partiell zu entfernen, sondern nur ihre Schichtdicke zu verringern. Eine solche Ausführung kann besonders vorteilhaft sein, wenn Bereiche mit einander sich überlagernden Schichten ausgebildet werden sollen, beispielsweise um optische und/oder elektrische Eigenschaften zu variieren oder um dekorative Effekte auszubilden.

**[0041]** Es hat sich für das erste Verfahren weiterhin bewährt, wenn die erste Schicht mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht aufgespannte Ebene aufgebracht wird und die erste Schicht als eine Absorptionsschicht für die teilweise Entfernung der ersten Schicht selbst eingesetzt wird, indem die erste Schicht sowohl in dem ersten Bereich als auch in dem zweiten Bereich einem Laserlicht ausgesetzt wird.

**[0042]** Bei Strukturen mit einem hohem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis und insbesondere Reliefstrukturen, bei denen der typische Abstand zwischen zwei benachbarten Erhebungen kleiner als die Wellenlänge des einfallenden Lichts ist, sogenannten Zero-Order-Strukturen, kann ein Grossteil des einfallenden Lichts absorbiert werden, auch wenn der Reflexionsgrad einer Reflexionsschicht in einem spiegelnd reflektierenden Bereich hoch ist. Mittels eines fokussierten Laserstrahls wird eine als Reflexionsschicht ausgebildete erste Schicht bestrahlt, wobei in den stark absorbierenden Bereichen, welche die erwähnten Reliefstrukturen mit hohem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis aufweisen, die Laserstrahlung vermehrt absorbiert und die Reflexionsschicht entsprechend erwärmt wird. Bei hohen Energieeinträgen kann die Reflexionsschicht lokal abplatzen, wobei ein Abtrag beziehungsweise eine Ablation der als Reflexionsschicht ausgebildeten ersten Schicht oder eine Koagulation des Materials der Reflexionsschicht bzw. ersten Schicht auftritt. Erfolgt der Energieeintrag durch den Laser lediglich kurzzeitig und ist der Effekt der Wärmeleitung somit nur gering, so erfolgt die Ablation oder Koagulation nur in den durch die Reliefstruktur vordefinierten Bereichen.

**[0043]** Einflussfaktoren bei der Laserablation sind die Gestaltung der Reliefstruktur (Periode, Tiefe, Orientierung, Profil), die Wellenlänge, die Polarisierung und der Einfallswinkel der einfallenden Laserstrahlung, die Dauer der Einwirkung (zeitabhängige Leistung) und die lokale Dosis der Laserstrahlung, die Eigenschaften und das Absorptionsverhalten der ersten Schicht, sowie eine eventuelle Über- und Unterdeckung der ersten Schicht mit weiteren Schichten, wie der strukturierten photosensitiven Schicht oder Waschlagschicht.

**[0044]** Für die Laserbehandlung haben sich unter anderem Nd:YAG-Laser als geeignet erwiesen. Diese strahlen bei etwa 1064 nm und werden vorzugsweise auch gepulst betrieben. Weiterhin können Diodenlaser verwendet werden. Mittels einer Frequenzveränderung, z.B. einer Frequenzverdoppelung, kann die Wellenlänge der Laserstrahlung geändert werden.

**[0045]** Der Laserstrahl wird mittels einer sogenannten Scanvorrichtung, z.B. mittels galvanometrischer Spiegel und Fokussierlinse, über den Mehrschichtkörper geführt. Pulse mit einer Dauer im Bereich von Nano- bis Mikrosekunden werden während des Scanvorgangs ausgesendet und führen zu der oben beschriebenen, durch die Struktur vorbestimmte Ablation oder Koagulation der ersten Schicht. Die Pulsdauern liegen typischerweise unterhalb von Millisekunden, vorteilhafterweise im Bereich weniger Mikrosekunden oder darunter. So können durchaus auch Pulsdauern von Nanosekunden bis Femtosekunden eingesetzt werden. Eine genaue Positionierung des Laserstrahls ist nicht notwendig, da der Prozess selbstreferenzierend ist, sofern die strukturiert vorliegende photoempfindliche Schicht oder Waschlagschicht einen Zugang der Laserstrahlung zur ersten Schicht partiell verhindert. Der Prozess wird vorzugsweise durch eine geeignete Wahl des Laserstrahlprofils und der Überlappung angrenzender Pulse weiter optimiert.

**[0046]** Es ist aber ebenso möglich, den Weg des Lasers über den Mehrschichtkörper im Register zu in der Replizierschicht angeordneten Reliefstrukturen oder Öffnungen in der photoempfindlichen Schicht oder Waschlagschicht zu steuern, so dass lediglich Bereiche mit gleicher Reliefstruktur oder mit/ohne Öffnungen in der photoempfindlichen Schicht oder Waschlagschicht bestrahlt werden. Für eine solche Steuerung können

beispielsweise Kamerasysteme eingesetzt werden.

**[0047]** Anstelle eines auf einen Punkt oder eine Linie fokussierten Lasers können auch flächige Strahler eingesetzt werden, welche einen kurzzeitigen, kontrollierten Puls aussenden, wie beispielsweise Blitzlampen.

**[0048]** Zu den Vorteilen des Laserablations-Verfahrens gehört unter anderem, dass die partielle und zu einer Reliefstruktur registrierte Entfernung der ersten Schicht auch erfolgen kann, wenn diese auf beiden Seiten mit einer oder mehreren weiteren, für die Laserstrahlung durchlässigen Schichten bedeckt und somit für Ätzmedien nicht direkt zugänglich ist. Die erste Schicht wird durch den Laser lediglich aufgebrochen. Das Material der ersten Schicht setzt sich in der Form von kleinen Konglomeraten oder kleinen Kügelchen wieder ab, welche für den Betrachter optisch nicht in Erscheinung treten und die Transparenz im bestrahlten Bereich nur unwesentlich beeinflussen.

**[0049]** Nach der Laserbehandlung noch auf der Replizierschicht verbliebene Rückstände der ersten Schicht im ersten Bereich können gegebenenfalls mittels eines anschließenden Wasch- oder Ätzprozesses entfernt werden, sofern die erste Schicht dort direkt zugänglich ist. Nach der Ätzung der ersten Schicht kann vorgesehen sein, dass die Überreste der Ätzmasken entfernt werden.

**[0050]** Für das erste Verfahren ist es besonders bevorzugt, wenn die erste Schicht mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht aufgespannte Ebene aufgebracht wird und die erste Schicht bereits in einer Schichtdicke gebildet wird, so dass eine Transmission, insbesondere eine Transparenz der ersten Schicht im ersten Bereich gegenüber der Transmission, insbesondere der Transparenz der ersten Schicht in dem mindestens einen zweiten Bereich erhöht ist, oder umgekehrt.

**[0051]** Besonders bevorzugt ist es für das erste Verfahren, wenn die erste Schicht mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht aufgespannte Ebene aufgebracht wird und auf die erste Schicht eine erste photoempfindliche Lackschicht aufgebracht wird oder die Replizierschicht durch eine erste photoempfindliche Waschlackschicht gebildet wird, wobei die erste photoempfindliche Lackschicht oder die erste Waschlackschicht durch die erste Schicht hindurch belichtet wird, so dass die erste photoempfindliche Lackschicht oder die erste Waschlackschicht durch die erste Reliefstruktur bedingt im ersten und im mindestens einen zweiten Bereich unterschiedlich belichtet wird, wobei eine Strukturierung der belichteten ersten photoempfindlichen Lackschicht oder der ersten Waschlackschicht erfolgt, und dass entweder gleichzeitig, oder nachfolgend unter Verwendung der strukturierten ersten photoempfindlichen Lackschicht oder Waschlackschicht als einer ersten Maskenschicht, die erste Schicht im ersten Bereich, nicht jedoch im mindestens einen zweiten Bereich oder im mindestens einen zweiten Bereich, nicht jedoch im ersten Bereich entfernt und somit strukturiert wird.

**[0052]** Das Verfahren kann im weiteren so ausgebildet sein, dass als photoempfindliche Schicht oder als photoempfindliche Waschlackschicht ein photoempfindliches Material mit einer binären Charakteristik aufgebracht wird und dass die photoempfindliche Schicht bzw. die photoempfindliche Waschlackschicht durch die erste Schicht hindurch in einer Belichtungsstärke und Belichtungsdauer belichtet werden, dass die photoempfindliche Schicht bzw. die photoempfindliche Waschlackschicht im ersten Bereich, in dem die Transmission der ersten Schicht durch die erste Reliefstruktur erhöht ist, aktiviert wird und im zweiten Bereich nicht aktiviert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren ist auch anwendbar, wenn sich die optischen Dichten des ersten Bereiches und des zweiten Bereiches nur wenig voneinander unterscheiden, wobei wie weiter oben bereits erläutert, überraschenderweise von einer hohen mittleren optischen Dichte ausgegangen werden kann.

**[0053]** Bei der photoempfindlichen Schicht oder Waschlackschicht kann es sich um einen Photoresist handeln, der als positiver oder als negativer Photoresist ausgebildet sein kann. Auf diese Weise können bei sonst gleicher Ausbildung der Replizierschicht unterschiedliche Bereiche der ersten Schicht entfernt werden.

**[0054]** Es kann weiter vorgesehen sein, dass die photoempfindliche Schicht als ein Photopolymer ausgebildet wird.

**[0055]** Je nachdem, ob es sich bei der photoempfindlichen Schicht oder Waschlackschicht um einen positiven oder negativen Photoresist handelt, wird diese in den ersten Bereichen ausgehärtet oder in einem Entwickler löslich gemacht. Es können dabei auch positive und negative Photoresistschichten nebeneinander aufgebracht sein und gleichzeitig belichtet werden. Die erste Schicht dient dabei als Maske und ist vorzugsweise in direktem Kontakt mit dem Photoresist angeordnet, so dass eine präzise Belichtung erfolgen kann. Beim Entwickeln des Phototresists werden schließlich die nicht ausgehärteten Bereiche ausgewaschen oder die zer-



störten Bereiche entfernt. Je nach verwendetem Photoresist liegt der entwickelte Photoresist nun entweder genau in den Bereichen vor, in denen die erste Schicht für die UV-Strahlung durchlässig ist oder undurchlässig ist. Um die Beständigkeit der verbliebenen, gemäß der ersten Schicht strukturierten Photoresistschicht zu erhöhen, werden verbliebene Bereiche nach dem Entwickeln vorzugsweise nachgehärtet.

**[0056]** Die erste Schicht wird insbesondere als Maskenschicht für die partielle Entfernung der ersten Schicht selbst verwendet, indem die an die erste Schicht angrenzende photoempfindliche Schicht oder Waschlackschicht durch die erste Schicht hindurch belichtet wird. Hierdurch wird gegenüber den mit herkömmlichen Verfahren aufgetragenen Maskenschichten der Vorteil erzielt, dass die Maskenschicht ohne Justieraufwand registertgenau ausgerichtet ist. Nur die Toleranzen der Reliefstruktur haben einen Einfluss auf die Toleranzen der Lage der unterschiedlich transmissiven Bereiche der ersten Schicht. Eine seitliche Verschiebung zwischen der ersten Reliefstruktur und diesen Bereichen der ersten Schicht tritt nicht auf. Die Anordnung von Bereichen der ersten Schicht mit gleichen physikalischen Eigenschaften ist daher exakt im Register mit der ersten Reliefstruktur.

**[0057]** Im Hinblick auf die Verfahrensweise unter Verwendung einer photosensitiven Schicht ist es weiterhin möglich, wenn als photosensitive Schicht auf die erste Schicht eine photoaktivierbare Schicht aufgebracht wird, dass die photoaktivierbare Schicht durch die erste Schicht und die Replizierschicht hindurch belichtet und im ersten Bereich aktiviert wird, und dass die aktivierten Bereiche der photoaktivierbaren Schicht ein Ätzmittel für die erste Schicht bilden, so dass die erste Schicht im ersten Bereich entfernt und somit strukturiert wird.

**[0058]** Die photosensitive Schicht oder Waschlackschicht kann weiterhin partiell entfernt werden, wenn die belichteten Bereiche strukturell geschwächt werden, so dass zur Entfernung der belichteten Bereiche ein Abstreifen, Abbürsten, Abwischen, eine Ultraschall- oder Laserbehandlung oder ähnliches erfolgen kann. Wirkt sich die Belichtung der photosensitiven Schicht oder Waschlackschicht in einer partiell erhöhten Sprödigkeit der Schicht aus, so kann die Replizierschicht, sofern diese flexibel bzw. biegsam ausgebildet ist, über eine scharfe Kante oder Schneide gezogen und die spröden Bereiche abgesprengt werden.

**[0059]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die photoempfindliche Schicht bzw. Waschlackschicht durch die erste Schicht hindurch mittels UV-Strahlung belichtet wird.

**[0060]** Somit lässt sich die erste Schicht durch unterschiedliche Verfahren unmittelbar oder nach Durchführung weiterer Verfahrensschritte strukturieren bzw. partiell entfernen. Dabei wird unmittelbar die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet und/oder nachfolgend unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskenschicht die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet.

**[0061]** Der Erfindung liegt im Hinblick auf das erste Verfahren und den ersten Mehrschichtkörper zum einen die Erkenntnis zugrunde, dass durch die erste Reliefstruktur im ersten Bereich der Replizierschicht bedingt physikalische Eigenschaften der auf die Replizierschicht in diesem Bereich aufgetragenen ersten Schicht, beispielsweise effektive Dicke oder optische Dichte, beeinflusst werden, so dass sich die Transmissions-Eigenschaften der ersten Schicht im ersten und zweiten Bereich unterscheiden. Die erste Schicht wird auf die Replizierschicht vorzugsweise mittels Sputtern, Aufdampfen, Aufpulvern oder Aufsprühen aufgebracht. Beim Sputtern liegt prozessbedingt ein gerichteter Materialauftrag vor, so dass bei einem Aufsputtern von Material der ersten Schicht in konstanter Flächendichte bezogen auf die von der Replizierschicht aufgespannte Ebene auf die mit der Reliefstruktur versehene Replizierschicht das Material lokal unterschiedlich dick abgelagert wird. Beim Aufdampfen, Aufpulvern oder Aufsprühen der ersten Schicht wird verfahrenstechnisch vorzugsweise ebenfalls ein zumindest teilweise gerichteter Materialauftrag erzeugt.

**[0062]** Bei Durchführung des ersten Verfahrens bildet die erste Schicht vorzugsweise unmittelbar die partiell ausgeformte Funktionsschicht aus. Weiterhin ist es auch von Vorteil, wenn die strukturierte erste photoempfindliche Schicht oder erste Waschlackschicht unmittelbar die partiell ausgeformte Funktionsschicht ausbildet.

**[0063]** Schließlich hat es sich für das erste Verfahren bewährt, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird, indem nachfolgend eine erste positive oder negative Photoresist-Lackschicht aufgebracht wird, dass die erste Photoresist-Lackschicht durch die strukturierte erste Schicht hindurch belichtet wird, und dass eine Strukturierung der belichteten ersten Photoresist-Lackschicht erfolgt.

**[0064]** Bevorzugt ist es, wenn im Register zu der ersten Reliefstruktur und zu mindestens einer zweiten Reliefstruktur jeweils eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird, wobei unterschiedliche Photore-

sist-Lackschichten, insbesondere unterschiedlich farbige Photoresist-Lackschichten zur Bildung der partiell ausgeformten Funktionsschichten verwendet werden. Es können Photoresist-Lackschichten mit deutlich unterschiedlichen Eigenschaften verwendet werden, wie beispielsweise spektraler Empfindlichkeit, chemischer Zusammensetzung, positiver oder negativer Charakteristik usw.. Aber auch eine Verwendung von ähnlichen Photoresist-Lackschichten, die jedoch unterschiedlich belichtet werden, ist möglich. Die Unterscheidung der beiden Photoresist-Lackschichten kann insbesondere durch die Eigenschaften der Belichtung erfolgen, wie Wellenlänge, Einfallswinkel, Polarisation usw..

**[0065]** Mittels der Ausgestaltung der ersten Reliefstruktur, gegebenenfalls auch der Ausgestaltung der ersten Schicht oder weiteren Schichten, wird möglicherweise auch eine Adhäsionseigenschaft und/oder ein Diffusionswiderstand und/oder eine Oberflächenreaktivität der Replizierschicht oder weiterer Schichten lokal beeinflusst, so dass ein Material zur Bildung der ersten Schicht, oder weiterer Schichten, lokal unterschiedlich an der Replizierschicht, oder weiteren Schichten, haftet, in diese eindiffundiert oder mit diesen reagiert. Beim Eindiffundieren von Material in die Replizierschicht wird ein Teil der Replizierschicht inklusive dem eindiffundierten Material zu der ersten Schicht.

**[0066]** Alternativ dazu wird die Replizierschicht partiell durch Eindiffundieren eines Farbmittels selbst teilweise als partiell ausgeformte Funktionsschicht ausgebildet, wobei eine auf der Replizierschicht partiell ausgeformte weitere Schicht, beispielsweise eine strukturierte photoempfindliche, metallische oder anorganische dielektrische Schicht, lokal als Diffusionssperre fungiert. Die photoempfindliche Schicht kann nach dem partiellen Einfärben der Replizierschicht oder vor dem Auftrag einer weiteren Schicht entfernt werden.

**[0067]** Es hat sich für das erste Verfahren weiterhin bewährt, wenn die erste Schicht durch Auftragen eines Pulvers oder eines flüssigen Mediums gebildet wird, dass anschließend die erste Schicht, gegebenenfalls nach einer physikalischen oder chemischen Behandlung des Pulvers oder des flüssigen Mediums, strukturiert wird, und dass entweder unmittelbar die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird und/oder unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskierungsschicht nachfolgend die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird.

**[0068]** Das Pulver wird insbesondere aufgestäubt oder aufgestrichen, während das flüssige Medium insbesondere aufgegossen, gedruckt oder aufgesprüht wird. Nachfolgend kann ein mechanisches Einarbeiten in die Reliefstruktur erfolgen, beispielsweise durch Rütteln, Bürsten oder ähnliches. Anschließend erfolgt eine partielle Entfernung der ersten Schicht in den Bereichen, in denen die Haftung geringer ist oder der Diffusionswiderstand erhöht ist, indem ein mechanisches Abziehen, insbesondere mittels eines Abziehrakels, Luftrakels oder Abziehmessers, eines chemischen Ablösens, eines Waschprozesses oder einer Kombination dieser Verfahren. Die Strukturierung der ersten Schicht erfolgt vorzugsweise durch ein Abziehmesser oder Abziehrakel, das über die Replizierschicht bewegt wird, wobei die Bereiche der ersten Schicht, die nicht in Vertiefungen der Reliefstruktur eingedrungen sind, entfernt werden. Nachfolgend kann sich ein zeitgesteuertes Ätzverfahren zur Entfernung von Resten der ersten Schicht in ebenen Bereichen oder von Farbschleiern anschließen. Das Ätzverfahren kann lokal auch dazu genutzt werden, die Schichtdicke der ersten Schicht innerhalb der Reliefstruktur zu beeinflussen, um unterschiedliche Farbsättigungen einzustellen oder das Farbenspiel einer ersten Schicht mit einem blickwinkelabhängigen Interferenzeffekt einzustellen.

**[0069]** Aber auch ein Waschverfahren kann sich zur Strukturierung der ersten Schicht eignen, insbesondere wenn die Kapillarkräfte innerhalb der Reliefstruktur ausreichen, um das darin befindliche Material der ersten Schicht beim Waschprozess zu fixieren. Hier können insbesondere Reliefstrukturen vorteilhaft sein, welche makroskopische Vertiefungen und in den Vertiefungen zusätzlich eine Mikrostruktur aufweisen.

**[0070]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltungsform wird die erste Reliefstruktur mit mindestens zwei unterschiedlich tiefen Gräben ausgebildet oder auf dem Grund von mindestens zwei unterschiedlich tiefen Gräben vorgesehen, wobei die Gräben jeweils insbesondere eine Tiefe im Bereich von 1 bis 10 µm und eine Breite im Bereich von 5 bis 100 µm aufweisen. Werden die Gräben beispielsweise mit farbigem Photoresist gefüllt und die Replizierschicht in Bereichen ohne Gräben vom Photoresist befreit, zeigen sich unterschiedliche Farbsättigungen abhängig von der Grabentiefe und gegebenenfalls weitere optische Effekte.

**[0071]** Auch hier ist es weiterhin möglich, dass mittels der Ausgestaltung der ersten Reliefstruktur, gegebenenfalls auch der Ausgestaltung der ersten Schicht oder weiterer Schichten, eine Adhäsionseigenschaft und/oder ein Diffusionswiderstand und/oder eine Oberflächenreaktivität der Replizierschicht oder weiterer Schichten lokal beeinflusst wird, so dass das Pulver oder das flüssige Medium lokal unterschiedlich an der Replizierschicht oder weiteren Schichten haftet, in diese eindiffundiert oder mit diesen reagiert.

**[0072]** Nachfolgend wird in einer bevorzugten Ausführungsform die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet, indem eine erste positive oder negative Photoresist-Lackschicht aufgebracht wird, dass die erste Photoresist-Lackschicht durch die strukturierte erste Schicht hindurch belichtet wird, und dass eine Strukturierung der belichteten ersten Photoresist-Lackschicht erfolgt.

**[0073]** Weiterhin wird gegebenenfalls die Replizierschicht noch partiell durch Eindiffundieren eines Farbmittels als partiell ausgeformte Funktionsschicht ausgebildet, wobei die Replizierschicht selbst oder eine darauf partiell ausgeformte Schicht lokal als Diffusionssperre fungiert.

**[0074]** Die Replizierschicht wird im Hinblick auf das erste Verfahren insbesondere in dem mindestens einen zweiten Bereich zumindest teilweise eben ausgebildet. Dies erleichtert beispielsweise ein Abziehen der Oberfläche mit einem Abziehrakel oder Abziehmesser, da der ebene Bereich optimal als Auflage dafür dient. Weiterhin können die ebenen Bereiche mit einer metallischen Reflektionsschicht hinterlegt ausgebildet werden, so dass optisch der Effekt von Spiegelflächen erzeugt wird.

**[0075]** Schließlich hat es sich für das erste Verfahren zur Bildung relativ dicker partiell ausgeformter Schichten bewährt, wenn in freiliegende Bereiche der Replizierschicht mit der ersten Reliefstruktur oder der mindestens einen zweiten Reliefstruktur, welche senkrecht zur Ebene der Replizierschicht gesehen von einer partiell ausgeformten Funktionsschicht oder weiteren Schicht umgeben sind, ein Material eingerakelt wird und mindestens eine weitere partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird.

**[0076]** Für das zweite Verfahren hat es sich bewährt, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird, indem eine mit Farbmittel versetzte zweite positive oder negative Photoresist-Lackschicht aufgebracht wird, wenn die zweite Photoresist-Lackschicht durch die strukturierte erste Schicht hindurch belichtet wird, und wenn eine Strukturierung der belichteten zweiten Photoresist-Lackschicht erfolgt. Dabei ist es bevorzugt, wenn die erste oder die zweite Photoresist-Lackschicht die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht ausbildet. Nachfolgend wird gegebenenfalls die Trägerschicht partiell durch Eindiffundieren eines Farbmittels als partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere Schicht ausgebildet, wobei mindestens die erste und/oder zweite strukturierte Photoresist-Lackschicht als Diffusionssperre fungiert.

**[0077]** In freiliegende Bereiche der Trägerschicht, welche senkrecht zur Ebene der Trägerschicht gesehen von einer partiell ausgeformten Funktionsschicht oder weiteren partiell ausgeformten Schicht umgeben sind, wird gegebenenfalls ein Material eingerakelt und mindestens eine weitere partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet.

**[0078]** Mittels der Ausgestaltung der Photoresist-Schichten, gegebenenfalls auch der Ausgestaltung weiterer Schichten, wird möglicherweise auch eine Adhäsionseigenschaft und/oder ein Diffusionswiderstand und/oder eine Oberflächenreaktivität der Trägerschicht oder weiterer Schichten lokal beeinflusst, so dass ein Material zur Bildung einer partiell ausgeformten Funktionsschicht oder weiterer Schichten lokal unterschiedlich an der Trägerschicht oder weiteren Schichten haftet, in diese eindiffundiert oder mit diesen reagiert. Beim Eindiffundieren von Material in die Trägerschicht wird ein Teil der Trägerschicht inklusive dem eindiffundierten Material zu einer partiell ausgeformten Funktionsschicht oder weiteren partiell ausgeformten Schicht.

**[0079]** Weiterhin hat es sich bewährt, wenn als Replizierschicht oder Trägerschicht Polyester und als erste Schicht eine Metallschicht verwendet wird und wenn die so verbliebenen Bereiche einem elektrostatischen Feld ausgesetzt werden und durch die unterschiedliche Feldcharakteristik das Pulver, ähnlich eines Toners, in den verbliebenen Bereichen selektiv angelagert wird. Anschließend erfolgt eine thermische Konsolidierung des Pulvers zu einer geschlossenen, fest haftenden partiell ausgebildeten Funktionsschicht oder weiteren Schicht.

**[0080]** Bei der ersten Schicht handelt es sich also generell um eine Schicht, die eine Doppel-Funktion erfüllen kann. Sie kann zum einen die Funktion einer hochgenauen Belichtungsmaske für den Herstellungsprozess der partiell ausgeformten Funktionsschicht und/oder weiteren Schicht erbringen, andererseits bildet sie am Ende des Herstellungsprozesses gegebenenfalls selbst eine hochgenau positionierte partiell ausgeformte Schicht, beispielsweise die partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere Schicht, gegebenenfalls in Form einer OVD-Schicht, einer Leiterbahn oder einer Funktionsschicht eines elektrischen Bauelements, etwa eines organischen Halbleiter-Bauelements, einer Dekorschicht, wie einer bunten Farbschicht oder ähnliches.

**[0081]** Es ist bevorzugt, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht als eine Lackschicht

oder eine Polymerschicht ausgebildet wird. In eine derartige Schicht lassen sich die oben genannten, bevorzugten Funktionsschichtmaterialien, wie Pigmente oder Farbstoff, besonders einfach integrieren.

**[0082]** Insbesondere wird die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht unter Zugabe von einem oder mehreren, insbesondere nicht-metallischen Funktionsschichtmaterialien ausgebildet wird.

**[0083]** Besonders vorteilhaft im Hinblick auf die dekorative Wirkung der partiell ausgeformten Funktionsschicht ist es, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht unter Zugabe von einem oder mehreren farbigen, insbesondere bunten Funktionsschichtmaterialien ausgebildet wird.

**[0084]** Die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht wird insbesondere durch die erste Schicht und/oder mindestens eine farbige positive oder negative Photoresist-Lackschicht und/oder durch mindestens eine optisch variable Schicht mit blickwinkelabhängig unterschiedlichem optischem Effekt und/oder durch mindestens eine metallische Reflektionsschicht und/oder durch mindestens eine dielektrische Reflektionsschicht gebildet. Es kann vorgesehen sein, dass das Dielektrikum beispielsweise aus  $\text{TiO}_2$  oder  $\text{ZnS}$  ist. Die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht können mit unterschiedlichen Brechzahlen ausgebildet sein, so dass dadurch optische Effekte ausbildbar sind.

**[0085]** Bei der ersten Schicht und/oder der zweiten Schicht kann es sich auch um ein Polymer handeln, so dass beispielsweise die eine Schicht als ein elektrischer Leiter und die andere Schicht als ein elektrischer Isolator ausgebildet sein kann, wobei beide Schichten als transparente Schichten ausgebildet sein können.

**[0086]** Die optisch variable Schicht wird bevorzugt derart ausgebildet, dass diese mindestens einen Stoff mit blickwinkelabhängig unterschiedlichem optischem Effekt enthält und/oder durch mindestens eine Flüssigkristallschicht mit blickwinkelabhängig unterschiedlichem optischem Effekt und/oder durch einen Dünnschicht-Reflektionsschichtstapel mit blickwinkelabhängigem Interferenzfarbeffekt gebildet wird.

**[0087]** Weiterhin hat es sich bewährt, wenn die strukturierte erste Schicht zumindest teilweise entfernt und durch die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht ersetzt wird. Auch eine vollständige Entfernung der strukturierten ersten Schicht kann erfolgen.

**[0088]** Ebenso kann über eine hydrophobe oder hydrophile Anlagerungsschicht, welche durch das Verfahren partiell ausgeformt ist, in einem folgenden Schritt über z.B. Druck-, Tauch- oder Sprühverfahren ein hydrophiles oder hydrophobes Medium mit funktionellen Komponenten (z.B. Farbstoffen, Pigmenten) partiell angelagert werden.

**[0089]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann in die Bereiche, in denen die erste Schicht entfernt worden ist, eine erste weitere partiell ausgeformte Schicht eingebracht werden. Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Reste der ersten Schicht nach vollständiger Entfernung durch eine zweite weitere partiell ausgeformte Schicht ersetzt werden. Der Mehrschichtkörper kann für den Betrachter nun lediglich einen hochauflösenden "Farbdruck" aus Photoresist aufweisen, ansonsten jedoch transparent sein. Der Photoresist fungiert dabei als Ätzmaske für die erste Schicht.

**[0090]** Das erfindungsgemäße Verfahren beschränkt sich also nicht auf die teilweise Entfernung einer Schicht, sondern es kann weitere Verfahrensschritte aufweisen, die den Austausch von Schichten vorsehen oder die Wiederholung von Verfahrensschritten bei Ausnutzung von Unterschieden der optischen Dichte zur Bildung bzw. Differenzierung von Bereichen.

**[0091]** Vorteilhafterweise können so hochauflösende Anzeigeelemente ausgebildet werden. Ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen, ist es möglich, unterschiedlich gefärbte Anzeigeelemente registergenau aufzubringen und sie beispielsweise in einem Bildpunktraster anzuordnen. Da mit einem Ausgangslayout der ersten Schicht unterschiedliche Mehrschichtkörper erzeugbar sind, indem beispielsweise unterschiedliche Belichtungs- und Ätzverfahren miteinander kombiniert werden bzw. nacheinander ausgeführt werden, ist die registergenaue Positionierung der nacheinander aufgetragenen Schichten bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens trotz Erhöhung der Verfahrensschritte möglich.

**[0092]** Es kann weiter vorgesehen sein, dass die erste Schicht und/oder die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht galvanisch verstärkt werden, wenn es sich dabei um elektrisch leitfähige Schichten handelt oder um Schichten, die für strom-

loses Galvanisieren geeignet sind.

**[0093]** Es ist bevorzugt, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht senkrecht zur Ebene der Replizierschicht oder Trägerschicht gesehen deckungsgleich ober- oder unterhalb der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht angeordnet wird.

**[0094]** Alternativ dazu ist es aber ebenso günstig, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht senkrecht zur Ebene der Replizierschicht oder Trägerschicht gesehen alternierend oder mit einem gleichmäßigen Abstand zur mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht angeordnet wird.

**[0095]** Besonders ansprechende optische Effekte lassen sich erzielen, wenn mindestens eine erste transparente Abstandshalterschicht zwischen der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht angeordnet wird. Alternativ oder in Kombination dazu wird mindestens eine zweite transparente Abstandshalterschicht zwischen mindestens zwei weiteren partiell ausgeformten Schichten angeordnet. Dadurch können unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln unterschiedliche Farbeffekte und/oder Muster sichtbar sein oder ein dreidimensionaler Eindruck oder optische Tiefe erzielt werden. Der Effekt kann noch dadurch verstärkt werden, dass die erste und/oder die zweite Abstandshalterschicht lokal in mindestens zwei unterschiedlichen Schichtdicken ausgebildet wird. In Kombination dazu können die mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht jeweils Linienförmig ausgebildet werden, wobei insbesondere eine kontinuierlich variierende Linienbreite einen zusätzlichen optischen Effekt bereitstellen kann.

**[0096]** Es hat sich bewährt, die erste und/oder die zweite Abstandshalterschicht lokal mit einer Schichtdicke im Bereich von  $< 100 \mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von 2 bis  $50 \mu\text{m}$ , auszubilden.

**[0097]** Besonders bevorzugt ist es, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht derart ausgebildet sind, dass sich mindestens ein, gegebenenfalls blickwinkelabhängiger, optischer Überlagerungseffekt, insbesondere ein Moiré-Effekt oder Abschattungseffekt zeigt.

**[0098]** Die erste Schicht wird bevorzugt vollflächig in einer Dicke auf die Replizierschicht oder die Trägerschicht aufgebracht, bei der die erste Schicht für das menschliche Auge opak ist, insbesondere eine optische Dichte von größer als 1,5 besitzt, insbesondere eine optische Dichte im Bereich von 2 und 7 besitzt. Überraschender Weise hat sich nämlich gezeigt, dass sich durch die Erhöhung der Opazität der ersten Schicht das Verhältnis der Transmissivitäten der Bereiche mit diffraktiver Reliefstruktur vergrößern lässt. Wird so mit entsprechender Beleuchtungsstärke durch eine üblicherweise als opak bezeichnete Schicht (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.

**[0099]** Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei welcher die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht derart ausgebildet werden, dass diese sich senkrecht zur Ebene der Replizierschicht oder Trägerschicht gesehen gegenseitig zu einer dekorativen und/oder informativen geometrischen, alphanumerischen, bildlichen, graphischen oder figürlichen Darstellung ergänzen.

**[0100]** Als besonders fälschungssicher hat sich dabei eine Ausführungsform erwiesen, bei der die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht jeweils zumindest bereichsweise linienförmig ausgebildet werden, wobei die Linien ohne Versatz ineinander übergehen, insbesondere zudem mit einem kontinuierlichen Farbverlauf, beispielsweise einem Regenbogenfarbverlauf, ineinander übergehen. Die unterschiedlichen Linien können alternativ oder zusätzlich auch nebeneinander angeordnet sein und ein konzentrisches Kreislinienmuster bilden.

**[0101]** Besonders feine Linien haben sich dabei als günstig erwiesen, insbesondere wenn die Linien senkrecht zur Ebene der Replizierschicht oder Trägerschicht gesehen mit einer Breite im Bereich von  $< 50 \mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von 0,5 bis  $10 \mu\text{m}$  ausgebildet werden.

**[0102]** Für einen nach dem beschriebenen Verfahren hergestellten Mehrschichtkörper kann aber auch vorgesehen sein, dass der zweite Bereich aus zwei oder mehr vom ersten Bereich umschlossenen Teilbereichen besteht, dass in dem zweiten Bereich eine diffraktive zweite Reliefstruktur in der Replizierschicht abgeformt ist, und dass die erste Schicht eine Reflexionsschicht ist, die in dem ersten Bereich entfernt ist und so passerge-

nau zur zweiten Reliefstruktur angeordnet ist. Solche Mehrschichtkörper können vorteilhafterweise als fälschungssichere Sicherheitselemente vorgesehen sein. Sie sind bereits deshalb besonders fälschungssicher, weil mit dem erfindungsgemäßen Verfahren besonders kleine Linienbreiten ausbildbar sind. Außerdem können diese feinen Linien wegen ihrer diffraktiven Struktur und ihrer passergenauen Ausrichtung zur Reflexionsschicht optische Effekte ausbilden, die nur extrem schwierig nachahmbar sind.

**[0103]** Es kann weiter vorgesehen sein, dass der erste Bereich aus zwei oder mehr vom zweiten Bereich umschlossenen Teilbereichen besteht oder umgekehrt, und dass die erste Schicht eine Reflexionsschicht ist, die in dem zweiten Bereich entfernt ist und so passergenau zur ersten Reliefstruktur angeordnet ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen sehen vor, dass die Teilbereiche des zweiten Bereichs bzw. die Teilbereiche des ersten Bereichs eine Breite von weniger als 2 mm, vorzugsweise von weniger als 1 mm aufweisen.

**[0104]** Die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht wird bevorzugt mit mindestens einem opaken und/oder mindestens einem transparenten Farbmittel eingefärbt wird, welches zumindest in einem Wellenlängenbereich des elektromagnetischen Spektrums farbig oder farberzeugend ist, insbesondere bunt farbig oder bunt farberzeugend ist. Insbesondere hat es sich bewährt, wenn ein Farbmittel in der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht enthalten ist, welches außerhalb des sichtbaren Spektrums, beispielsweise unter UV- oder IR-Bestrahlung, angeregt werden kann und einen visuell erkennbaren farbigen Eindruck erzeugt. Es ist so möglich, dass mindestens eine partiell ausgebildete Funktionsschicht mit mindestens einem rot, grün und/oder blau fluoreszierenden strahlungsanregbaren Pigment oder Farbstoff versehen ist und dadurch eine additive Farbe bei Bestrahlung erzeugt.

**[0105]** Das mindestens eine Farbmittel wird bevorzugt aus der Gruppe der anorganischen oder organischen Farbmittel, insbesondere der Pigmente oder der Farbstoffe gewählt.

**[0106]** Besonders ansprechend ist eine Ausbildung der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht in Komplementärfarben, wie in den Farben rot und grün, zumindest unter einem bestimmten Blickwinkel oder unter einer bestimmten Bestrahlungsart gesehen.

**[0107]** Für den ersten Mehrschichtkörper werden besonders auffällige und ansprechende Effekte erzielt, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht mit einer diffraktiven Reliefstruktur hinterlegt ist und einen holographischen oder kinegraphischen optisch variablen Effekt zeigt.

**[0108]** Eine bevorzugte erste Ausführungsform des Mehrschichtkörpers wird gebildet, indem die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine, insbesondere opake, Metallschicht ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine eingefärbte Lackschicht ist, oder umgekehrt.

**[0109]** Eine bevorzugte zweite Ausführungsform des Mehrschichtkörpers wird gebildet, indem die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine Schicht enthaltend Flüssigkristalle ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine eingefärbte Lackschicht ist, oder umgekehrt.

**[0110]** Eine bevorzugte dritte Ausführungsform des Mehrschichtkörpers wird gebildet, indem die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht durch einen Dünnschicht-Reflektionsschichtstapel mit blickwinkelabhängigem Interferenzfarbeffekt gebildet ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine eingefärbte Lackschicht ist, oder umgekehrt.

**[0111]** Eine bevorzugte vierte Ausführungsform des Mehrschichtkörpers wird gebildet, indem dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine erste eingefärbte Lackschicht ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine weitere, unterschiedlich eingefärbte Lackschicht ist.

**[0112]** Eine bevorzugte fünfte Ausführungsform des Mehrschichtkörpers wird gebildet, indem die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine erste eingefärbte Lackschicht ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine dielektrische Reflektionsschicht ist, oder umgekehrt.

**[0113]** Vorzugsweise werden die Lackschichten dabei mit mindestens einem opaken und/oder mindestens einem transparenten Stoff eingefärbt. Insbesondere hat es sich bewährt, wenn die eingefärbte Lackschicht mit mindestens einem Farbmittel der Farbe gelb, magenta, cyan oder schwarz (CMYK) oder der Farbe rot, grün und blau (RGB) eingefärbt ist. Es sind somit sowohl durch subtraktive wie auch durch additive Farbmischung,

welche z.B. durch strahlungsanregbare (z.B. UV, IR) Pigmente oder Farbstoffe erzeugt werden kann, unterschiedliche Farbeindrücke erzeugbar.

**[0114]** Weiterhin hat es sich bewährt, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht zumindest bereichsweise ein, aus für das menschliche Auge nicht einzeln auflösbaren Pixeln, Bildpunkten oder Linien aufgebautes Rasterbild bildet/bilden.

**[0115]** Eine Rasterung der ersten Schicht ist auch dahingehend möglich, dass neben Rasterelementen, die mit einer Reflexionsschicht unterlegt sind und die – gegebenenfalls unterschiedliche – diffraktive Beugungsstrukturen aufweisen, neben Rasterelementen vorgesehen werden, die transparente Bereiche ohne Reflexionsschicht darstellen. Als Rasterung kann dabei eine amplituden- oder flächenmodulierte Rasterung gewählt sein. Durch eine Kombination von derartigen reflektiven/diffraktiven Bereichen und nicht-reflektiven, transparenten – unter Umständen ebenfalls diffraktiven – Bereichen lassen sich interessante optische Effekte erzielen. Wird ein solches Rasterbild beispielsweise in einem Fenster eines Werdokuments angeordnet, so ist im Durchlicht ein transparentes Rasterbild erkennbar. Im Auflicht ist dieses Rasterbild nur bei einem bestimmten Winkelbereich sichtbar, in den kein Licht durch die reflektierenden Flächen gebeugt/reflektiert wird. Weiter ist auch möglich, derartige Elemente nicht nur in einem transparenten Fenster einzusetzen, sondern auch auf einen farbigen Aufdruck aufzubringen. In einem bestimmten Winkelbereich ist der farbige Aufdruck beispielsweise in Form des Rasterbildes sichtbar, während es in einem anderen Winkelbereich aufgrund des von den Beugungsstrukturen oder sonstigen (Makro-)Strukturen reflektierten Lichtes nicht sichtbar ist. Weiterhin ist es auch möglich, dass durch eine entsprechend gewählte Rasterung mehrere in ihrer Reflektivität abnehmende, auslaufende Reflexionsbereiche ausgebildet werden.

**[0116]** Schließlich hat es sich als optisch ansprechend erwiesen, wenn mindestens zwei weitere partiell ausgeformte Schichten vorhanden sind.

**[0117]** Die Replizierschicht kann auf einer Trägerschicht angeordnet werden, beispielsweise wenn die Replizierschicht eine nicht selbsttragende Schicht oder zumindest eine sehr dünne Schicht ist. Die Trägerschicht wird insbesondere vom gebildeten Mehrschichtkörper ablösbar bzw. entfernbar ausgebildet.

**[0118]** Eine Ausbildung des Mehrschichtkörpers als ein Folienelement, insbesondere als eine Transferfolie, eine Heißprägefolie oder eine Laminierfolie, ist vorteilhaft. Dabei weist das Folienelement vorzugsweise auf mindestens einer Seite eine Kleberschicht auf.

**[0119]** Bei dem Mehrschichtkörper kann es sich aber nicht nur um ein Folienelement, sondern auch um einen starren Körper handeln. Folienelemente werden beispielsweise verwendet, um Dokumente, Banknoten o.ä. mit Sicherheitsmerkmalen zu versehen. Es kann sich dabei auch um Sicherheitsfäden für das Einweben in Papier oder Einbringen in eine Karte handeln, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit einer partiell ausgeformten Funktionsschicht in perfektem Register zu einer weiteren partiell ausgeformten Schicht ausbildbar sind. Vorteilhafterweise können auch starre Körper, wie eine Ausweiskarte, eine Grundplatte für ein Sensorelement, Halbleiterchips oder um Oberflächen von elektronischen Geräten, beispielsweise eine Gehäuseschale für ein Mobiltelefon, mit einem erfindungsgemäßen Mehrschichtkörper versehen werden.

**[0120]** Ein Sicherheitselement für Sicherheits- oder Werdokumente, welches mit einem erfindungsgemäßen Mehrschichtkörper versehen ist oder zumindest teilweise aus dem Mehrschichtkörper gebildet ist, ist besonders fälschungssicher und optisch ansprechend ausgebildet. Als Sicherheits- oder Werdokument wird insbesondere ein Ausweis, ein Reisepass, eine Bankkarte, eine Identitätskarte, eine Banknote, ein Wertpapier, ein Ticket, eine Sicherheitsverpackung oder ähnliches angesehen. Zum Sichern von solchen Dokumenten wird insbesondere in kritischen Bereichen des Dokuments, wie dem Passbild oder der Unterschrift des Inhabers, oder über das gesamte Dokument oder einen Fensterausschnitt im Dokument hinweg ein, vorzugsweise ein zumindest teilweise transparenter Mehrschichtkörper als Sicherheitselement angeordnet. Weiterhin ist es möglich, in einem solchen Fenster in Reflexion eine erste Information und im Durchlicht eine zweite Information sichtbar werden zu lassen. Es lassen sich neue Sicherheitselemente mit besonders brilliantem und filigranem Erscheinungsbild generieren. So ist es beispielsweise möglich, durch Bildung einer Rasterung der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und/oder weiteren partiell ausgeformten Schicht im Durchlicht halbtransparente Bilder zu erzeugen.

**[0121]** Aber auch elektronische Bauelemente können mit einem erfindungsgemäßen Mehrschichtkörper ausgebildet sein. Beispielsweise können die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die

mindestens eine weitere Schicht ein elektronisches Bauelement bilden, beispielsweise eine Antenne, einen Kondensator, eine Spule oder ein organisches Halbleiterbauelement. Bei der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und/oder der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht kann es sich auch um ein Polymer handeln, so dass beispielsweise die eine Schicht als ein elektrischer Leiter und die andere Schicht als ein elektrischer Isolator ausgebildet sein kann, wobei beide Schichten als transparente Schichten ausgebildet sein können.

**[0122]** Wie weiter oben erläutert, können weitere Schichten vorgesehen sein, die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren registergenau auf dem Mehrschichtkörper anordenbar sind. Erfindungsgemäße Mehrschichtkörper eignen sich beispielsweise als optische Bauelemente, wie Linsensysteme, Belichtungs- und Projektionsmasken. Sie sind auch als Bauelemente oder Dekorationselemente im Bereich der Telekommunikation einsetzbar.

**[0123]** Weitere optische Effekte können erzeugt werden, wenn die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere Schicht aus mehreren Teilschichten ausgebildet sind bzw. ist, insbesondere wenn die Teilschichten ein Dünnschichtsystem bilden.

**[0124]** Es kann vorgesehen sein, dass die Teilschichten aus unterschiedlichen Materialien gebildet sind. Eine solche Ausbildung kann nicht nur für das vorstehend genannte Dünnschichtsystem vorgesehen sein. Auf diese Weise können beispielsweise auch nanotechnologische Funktionselemente ausgebildet werden, z.B. kann aus zwei unterschiedlichen metallischen Schichten ein Bimetallschalter mit Abmessungen im  $\mu\text{m}$ -Bereich erzeugt werden.

**[0125]** Die erfindungsgemäßen Verfahren bieten vielfältige Möglichkeiten, Mehrschichtkörper auszubilden und die Verfahrensschritte sind nicht auf eine einmalige Anwendung begrenzt, um beispielsweise einen noch komplexeren Mehrschichtkörper zu bilden. Weiterhin können die Schichten des Mehrschichtkörpers an irgendeiner Stelle des Verfahrensablaufs chemisch, physikalisch oder elektrisch behandelt werden, um beispielsweise eine chemische oder mechanische Beständigkeit zu verändern oder eine andere Eigenschaft der jeweiligen Schicht zu beeinflussen.

**[0126]** Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen beispielhaft erläutert.

**[0127]** Es zeigen

**[0128]** [Fig. 1](#) eine schematische Schnittdarstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Mehrschichtkörpers;

**[0129]** [Fig. 2](#) eine schematische Schnittdarstellung der ersten Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers in [Fig. 1](#);

**[0130]** [Fig. 3](#) eine schematische Schnittdarstellung der zweiten Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers in [Fig. 1](#);

**[0131]** [Fig. 4](#) eine schematische Schnittdarstellung der dritten Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers in [Fig. 1](#);

**[0132]** [Fig. 5](#) eine schematische Schnittdarstellung der vierten Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers in [Fig. 1](#);

**[0133]** [Fig. 5a](#) eine schematische Schnittdarstellung einer abgewandelten Ausführung der in [Fig. 5](#) dargestellten Fertigungsstufe;

**[0134]** [Fig. 5b](#) eine schematische Schnittdarstellung der auf die Fertigungsstufe nach [Fig. 5a](#) folgenden Fertigungsstufe;

**[0135]** [Fig. 6](#) eine schematische Schnittdarstellung der fünften Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers in [Fig. 1](#);

**[0136]** [Fig. 7](#) eine schematische Schnittdarstellung der sechsten Fertigungsstufe des Mehrschichtkörpers in [Fig. 1](#);



- [0137] [Fig. 8](#) eine schematische Schnittdarstellung eines weiteren Mehrschichtkörpers;
- [0138] [Fig. 9](#) eine schematische Schnittdarstellung eines weiteren Mehrschichtkörpers;
- [0139] [Fig. 10](#) bis [Fig. 13](#) schematische Schnittdarstellungen weiterer Verfahrensschritte zum ersten Verfahren; [Fig. 14](#) eine schematische Schnittdarstellung zum ersten Verfahren;
- [0140] [Fig. 15\(A\)](#) bis (F) weitere schematische Schnittdarstellungen zum ersten Verfahren;
- [0141] [Fig. 15\(G\)](#) einen gemäß dem Verfahren nach [Fig. 15\(A\)](#) bis (F) gebildeten Mehrschichtkörper in der Draufsicht;
- [0142] [Fig. 16\(A\)](#) bis (C) weitere schematische Schnittdarstellungen zum ersten Verfahren;
- [0143] [Fig. 17\(A\)](#) bis [Fig. 17\(H\)](#) weitere schematische Schnittdarstellungen zum ersten Verfahren;
- [0144] [Fig. 18\(A\)](#) bis [Fig. 18\(H\)](#) weitere schematische Schnittdarstellungen zum ersten Verfahren;
- [0145] [Fig. 18\(K\)](#) einen gemäß dem Verfahren nach [Fig. 18\(A\)](#) bis (H) gebildeten ersten Mehrschichtkörper in der Draufsicht;
- [0146] [Fig. 18\(M\)](#) einen gemäß dem Verfahren nach [Fig. 18\(A\)](#) bis (H) gebildeten zweiten Mehrschichtkörper in der Draufsicht;
- [0147] [Fig. 19](#) eine schematische Schnittdarstellung durch einen weiteren Mehrschichtkörper;
- [0148] [Fig. 20\(A\)](#) bis [Fig. 20\(C\)](#) weitere schematische Schnittdarstellungen zum ersten Verfahren;
- [0149] [Fig. 21](#) in Schnittdarstellung einen nach dem ersten Verfahren gebildeten Mehrschichtkörper;
- [0150] [Fig. 22\(a\)](#) bis [Fig. 23\(B\)](#) in Schnittdarstellung diverse Sicherheitsdokumente enthaltend Mehrschichtkörper; und
- [0151] [Fig. 24\(A\)](#) bis (E) schematische Schnittdarstellungen zum zweiten Verfahren.
- [0152] In [Fig. 1](#) ist ein Mehrschichtkörper **100** dargestellt, bei dem auf einer Trägerfolie **1** eine funktionelle Schicht **2**, eine Replizierschicht **3**, eine strukturierte erste Schicht **3m** aus Aluminium und zwei unterschiedlich farbige, transparente Photoresistschichten **12a**, **12b** im Register zur ersten Schicht **3m** angeordnet sind. Bei der funktionellen Schicht **2** handelt es sich um eine Schicht, die vornehmlich der Erhöhung der mechanischen und chemischen Stabilität des Mehrschichtkörpers dient, die aber auch in bekannter Weise zur Erzeugung optischer Effekte ausgebildet sein kann, wobei auch vorgesehen sein kann, die Schicht aus mehreren Teilschichten auszubilden. Es kann sich auch um eine Schicht handeln, die aus Wachs ausgebildet ist oder die als Ablöseschicht ausgebildet ist. Es kann aber auch vorgesehen sein, auf diese Schicht zu verzichten und die Replizierschicht **3** direkt auf der Trägerfolie **1** anzuordnen. Weiter kann vorgesehen sein, die Trägerfolie **1** selbst als Replizierschicht auszubilden.
- [0153] Der Mehrschichtkörper **100** kann ein Abschnitt einer Transferfolie, beispielsweise einer Heißprägefolie sein, der mittels einer hier nicht gezeigten Kleberschicht auf ein Substrat aufgebracht werden kann. Bei der Kleberschicht kann es sich um einen Schmelzkleber handeln, der bei thermischer Einwirkung schmilzt und den Mehrschichtkörper dauerhaft mit der Oberfläche des Substrats verbindet.
- [0154] Die Trägerfolie **1** kann als eine mechanisch und thermisch stabile Folie aus PET ausgebildet sein.
- [0155] In die Replizierschicht **3** können Bereiche mit unterschiedlichen Reliefstrukturen mittels bekannter Verfahren abgeformt sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind erste Bereiche **4** mit diffraktiven Reliefstrukturen und zweite Bereiche die ebenen Bereichen **6** vorhanden.
- [0156] Die auf der Replizierschicht **3** angeordnete erste Schicht **3m** weist demetallisierte Bereiche **10d** auf, die deckungsgleich mit den ersten Bereichen **4** angeordnet sind. In den Bereichen **10d** erscheint der Mehrschichtkörper **100** transparent bzw. teiltransparent.

[0157] Die [Fig. 2](#) bis [Fig. 8](#) zeigen nun die Fertigungsstufen des Mehrschichtkörpers **100**. Gleiche Elemente wie in [Fig. 1](#) sind mit gleichen Positionen bezeichnet.

[0158] [Fig. 2](#) zeigt einen Mehrschichtkörper **100a**, bei dem auf der Trägerfolie **1** die funktionelle Schicht **2** und die Replizierschicht **3** angeordnet sind.

[0159] Die Replizierschicht **3** ist durch bekannte Verfahren oberflächlich strukturiert. Hierzu wird beispielsweise als Replizierschicht **3** ein thermoplastischer Replizierlack durch Drucken, Sprühen oder Verlacken aufgebracht und eine Reliefstruktur in den Replizierlack mittels eines beheizten Stempels oder einer beheizten Replizierwalze abgeformt.

[0160] Bei der Replizierschicht **3** kann es sich auch um einen UV-härtbaren Replizierlack handeln, der beispielsweise durch eine Replizierwalze strukturiert ist. Die Strukturierung kann aber auch durch eine UV-Bestrahlung durch eine Belichtungsmaske hindurch erzeugt sein. Auf diese Weise können die Bereiche **4** und **6** in die Replizierschicht **3** abgeformt sein. Bei dem Bereich **4** kann es sich beispielsweise um die optisch aktiven Bereiche eines Hologramms oder eines Kinegram®-Sicherheitsmerkmals handeln.

[0161] [Fig. 3](#) zeigt nun einen Mehrschichtkörper **100b**, der aus dem Mehrschichtkörper **100a** in [Fig. 2](#) gebildet ist, indem die erste Schicht **3m** auf die Replizierschicht **3** mit gleichmäßiger Flächendichte bezogen auf die von der Replizierschicht **3** aufgespannte Ebene aufgebracht ist, beispielsweise durch Sputtern. Die erste Schicht **3m** weist in diesem Ausführungsbeispiel eine Schichtdicke von einigen 10 nm auf. Die Schichtdicke der ersten Schicht **3m** kann vorzugsweise so gewählt sein, dass die Bereiche **4** und **6** eine geringe Transmission aufweisen, beispielsweise zwischen 10% und 0,001%, d.h. eine optische Dichte zwischen 1 und 5, vorzugsweise zwischen 1,5 und 3. Die optische Dichte der ersten Schicht **3m**, d.h. der negative dekadische Logarithmus der Transmission, liegt demnach in den Bereichen **4** und **6** zwischen 1 und 3. Vorzugsweise kann vorgesehen sein, die erste Schicht **3m** mit einer optischen Dichte zwischen 1,5 und 2,5 auszubilden. Die Bereiche **4** und **6** erscheinen dem Auge des Betrachters deshalb undurchsichtig.

[0162] Besonders vorteilhaft ist es hier, die erste Schicht **3m** in einer Schichtdicke aufzubringen, bei der die erste Schicht **3m** bei Aufbringung auf einer planaren Oberfläche, also wie in den Bereichen **6**, weitgehend opak ist und eine optische Dichte von größer als 2 besitzt. Je dicker die auf die Replizierschicht **3** aufgebrachte erste Schicht **3m** ist, umso stärker wirkt sich die durch die in den Bereichen **4** vorgesehene diffraktive Reliefstruktur bewirkte Änderung der effektiven optischen Schichtdicke auf das Transmissionsverhalten der ersten Schicht **3m** aus. Untersuchungen haben gezeigt, dass die durch die diffraktive Reliefstruktur bewirkte Änderung der effektiven optischen Dicke der ersten Schicht **3m** in etwa proportional zur aufgedampften Schichtdicke und damit etwa proportional zur optischen Dichte ist. Da die optische Dichte den negativen Logarithmus der Transmission darstellt, wird so durch Erhöhung des Flächenauftrags an Material der ersten Schicht **3m** der Transmissionsunterschied zwischen den Bereichen **4** und **6** überproportional erhöht.

[0163] Allerdings unterscheiden sich die optischen Dichten der ersten Schicht **3m** in den Bereichen **4** und **6** so, dass sie in den Bereichen **4** vermindert ist gegenüber den Bereichen **6**. Verantwortlich dafür ist die Oberflächenvergrößerung in den Bereichen **4** wegen des von Null verschiedenen Tiefen-zu-Breiten-Verhältnisses der Strukturelemente und die dadurch verringerte Dicke der ersten Schicht **3m**. Das dimensionslose Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis sowie die Spatalfrequenz sind kennzeichnende Merkmale für die Oberflächenvergrößerung vorzugsweise periodischer Strukturen. Eine solche Struktur bildet in periodischer Abfolge „Berge“ und „Täler“ aus. Als Tiefe ist hier der Abstand zwischen „Berg“ und „Tal“ bezeichnet, als Breite der Abstand zwischen zwei „Bergen“. 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 **3m** ausgebildet. Dieser Effekt ist auch zu beobachten, wenn es sich um diskret verteilte „Täler“ handelt, die in einem Abstand zueinander angeordnet sein können, der um ein Vielfaches größer als die Tiefe der „Täler“ ist. In einem solchen Fall ist die Tiefe des „Tales“ zur Breite des „Tales“ ins Verhältnis zu setzen, um durch Angabe des Tiefen-zu-Breiten-Verhältnisses die Geometrie des „Tales“ zutreffend zu beschreiben.

[0164] Bei der Ausbildung von Bereichen mit verringerter optischer Dichte ist es wichtig, die einzelnen Parameter in ihren Abhängigkeiten zu kennen und zweckmäßig zu wählen. 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 ersten Schicht.

[0165] Beispielsweise reflektieren Chrom und Kupfer unter Umständen weitaus weniger.

**[0166]** Tabelle 1 zeigt den ermittelten Reflexionsgrad von zwischen Plastikfolien (Brechungsindex  $n = 1,5$ ) angeordneten ersten Schichten aus Metall, hier aus Ag, Al, Au, Cr, Cu, Rh und Ti bei einer Licht-Wellenlänge  $\lambda = 550$  nm. Das Dickenverhältnis  $\varepsilon$  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	$R_{\max}$	$t$ für 80% $R_{\max}$	$t$ für 20% $R_{\max}$	$\varepsilon$	$h/d$
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

**[0167]** Aus der heuristischen Betrachtung heraus haben Silber und Gold (Ag und Au), wie zu sehen ist, einen hohen maximalen Reflexionsgrad  $R_{\max}$  und erfordern ein relativ kleines Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis einer Reliefstruktur zur Reduzierung der optischen Dichte der ersten Schicht, in dem vorstehenden Beispiel zur Ausbildung von Transparenz. Aluminium (Al) besitzt zwar auch einen hohen maximalen Reflexionsgrad  $R_{\max}$ , erfordert aber ein höheres Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis der Reliefstruktur. Vorzugsweise kann deshalb vorgesehen sein, die erste Schicht aus Silber oder Gold auszubilden. Es kann aber auch vorgesehen sein, die erste Schicht aus anderen Metallen, Metalllegierungen oder Funktionsschichtmaterialien auszubilden.

**[0168]** 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 (0R) TE	Transparenzgrad (0T) TE	Reflexionsgrad (0R) TM	Transparenzgrad (0T) 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

**[0169]** Wie sich zeigte, ist insbesondere der Transparenzgrad bzw. die Transmission außer vom Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis 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 weiterer partiell ausgeformter Schichten zu nutzen.

**[0170]** Weiterhin zeigte sich, dass der Transparenzgrad bzw. der Reflexionsgrad der Metallschicht wellenlängenabhängig ist. Dieser Effekt ist besonders gut für TE-polarisiertes Licht ausgeprägt.

**[0171]** 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 erste Schicht **3m** nur in einem begrenzten Einfallswinkel des Lichtes transparent bzw. weniger opak als in den spiegelnden Bereichen **6** ausgebildet sein kann. Es kann also vorgesehen sein, dass die erste Schicht **3m** bei schräger Beleuchtung opak ausgebildet ist, wobei auch dieser Effekt für die selektive Ausbildung weiterer partiell ausgeformter Schichten nutzbar ist.

**[0172]** Neben dem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis einer Reliefstruktur wird die Veränderung der optischen Dichte auch durch die Spatalfrequenz der Reliefstruktur beeinflusst. So hat sich weiter gezeigt, dass eine Veränderung des Transmissionsverhaltens einer auf eine Reliefstruktur aufgetragenen ersten Schicht erzielt werden kann, wenn das Produkt aus Spatalfrequenz und Relieftiefe in einem ersten Bereich der Reliefstruktur größer als das Produkt aus Spatalfrequenz und Relieftiefe in einem zweiten Bereich der Reliefstruktur ist.

**[0173]** 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 Reliefstrukturen;
- den Formfaktor der Reliefstrukturen, d.h. Reliefstrukturen mit rechteckförmigem, sinusförmigem, sägezahnförmigem oder sonstigem Profil können bei gleichem Produkt aus Spatalfrequenz und Relieftiefe eine unterschiedliche Transmission aufweisen;
- gerichtetes Aufdampfen der ersten Schicht in Kombination mit speziellen Reliefstrukturen bzw. Reliefstrukturkombinationen oder -anordnungen.

**[0174]** Wenn es sich bei der ersten Reliefstruktur um eine Reliefstruktur mit einem stochastischen Profil handelt, beispielsweise um eine Mattstruktur, können Korrelationslänge, Rauhtiefe und statistische Verteilung des Profils typische Kenngrößen sein, welche die Transmission beeinflussen.

**[0175]** 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.

**[0176]** [Fig. 4](#) zeigt einen Mehrschichtkörper **100c**, gebildet aus dem in [Fig. 3](#) dargestellten Mehrschichtkörper **100b** und einer photoempfindlichen Schicht **8**. Dabei kann es sich um eine organische Schicht handeln, die durch klassische Beschichtungsverfahren, wie Tiefdruck, in flüssiger Form aufgebracht wird. Es kann auch vorgesehen sein, dass die photoempfindliche Schicht **8** aufgedampft wird oder als trockener Film auflaminiert wird.

**[0177]** Bei der photoempfindlichen Schicht **8** kann es sich beispielsweise um einen positiven Photoresist, wie AZ 1512 oder AZ P4620 von Clariant oder S1822 von Shipley, handeln, welcher in einer Flächendichte von  $0,1\text{g/m}^2$  bis  $50\text{g/m}^2$  auf die erste Schicht **3m** aufgebracht wird. Die Schichtdicke richtet sich nach der gewünschten Auflösung und dem Prozess. So sind bei Lift-off-Prozessen eher dickere Schichten mit einer Schichtdicke  $> 1\text{ }\mu\text{m}$  gefragt, entsprechend einer Flächendichte von ca.  $1\text{ g/m}^2$ . Bevorzugte Flächengewichte liegen im Bereich von  $0,2\text{ g/m}^2$  bis  $10\text{ g/m}^2$ .

**[0178]** 5 Der Auftrag wird hier ganzflächig vorgesehen. Es kann aber auch ein Auftrag in Teilbereichen vorgesehen sein, beispielsweise in Bereichen, die außerhalb der vorstehend genannten Bereiche **4** und **6** angeordnet sind. Es kann sich dabei um Bereiche handeln, die nur relativ grob im Register zum Design angeordnet sein müssen, beispielsweise um dekorative bildliche Darstellungen, wie z.B. Zufallsmuster oder aus wiederholten Bildern oder Texten gebildete Muster.

**[0179]** [Fig. 5](#) zeigt nun einen Mehrschichtkörper **100d**, der durch die Belichtung des Mehrschichtkörpers **100c** in [Fig. 4](#) durch die Trägerfolie **1** hindurch gebildet ist. Zur Belichtung kann UV-Licht **9** vorgesehen sein. Weil nun, wie vorstehend beschrieben, die mit diffraktiven Strukturen mit einem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis größer als Null versehenen Bereiche **4** der ersten Schicht **3m** eine geringere optische Dichte aufweisen als die spiegelnden Bereiche **6** der ersten Schicht **3m**, werden durch die UV-Bestrahlung in der photoempfindlichen Schicht **8** stärker belichtete Bereiche **10** erzeugt, die sich von geringer belichteten Bereichen **11** in ihren chemischen Eigenschaften unterscheiden.

**[0180]** In dem in [Fig. 5](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine homogene Belichtung vorgesehen, die in allen Bereichen des Mehrschichtkörpers **100d** mit gleicher Intensität ausgebildet ist. Es kann jedoch auch eine partielle Belichtung vorgesehen, beispielsweise um

- a) Strukturen mit hohem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis als Designelemente zu belassen und nicht zu demetallisieren;
- b) eine zusätzliche Information einzubringen, beispielsweise durch eine bandförmige Maske, die während der Belichtung mit dem Mehrschichtkörper **100d** mitläuft,
- c) eine individuelle Information, wie beispielsweise eine Laufnummer, einzubringen.

**[0181]** Es kann dabei vorgesehen sein, über eine kurzzeitige Belichtung mittels eines programmierbaren räumlichen Lichtmodulators oder eines gesteuerten Lasers eine Kennzeichnung einzubringen.

**[0182]** Wellenlänge und Polarisation des Lichts sowie der Einfallswinkel des Lichts sind Beleuchtungsparameter, die es erlauben, gezielt Reliefstrukturen hervorzuheben und selektiv zu bearbeiten.

**[0183]** Auch chemische Eigenschaften können dazu genutzt werden. Die Bereiche **10** und **11** können sich beispielsweise durch ihre Löslichkeit in Lösungsmitteln unterscheiden. Auf diese Weise kann die photoempfindliche Schicht **8** nach der Belichtung mit UV-Licht „entwickelt“ werden, wie im weiteren in [Fig. 6](#) gezeigt ist. Bei der „Entwicklung“ der photoempfindlichen Schicht **8** wird in der photoempfindlichen Schicht **8** die Entfernung von Bereichen **10** oder **11** erreicht.

**[0184]** Wenn in den Bereichen **4** zur Ausbildung einer dem menschlichen Auge sichtbaren Transparenz üblicherweise ein Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis  $> 0,3$  vorgesehen ist, hat sich überraschenderweise gezeigt, dass das für die Entwicklung der photoempfindlichen Schicht **8** ausreichende Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis wesentlich kleiner sein kann. Es ist auch nicht notwendig, die erste Schicht **3m** so dünn auszubilden, dass die Bereiche **4** bei visueller Betrachtung transparent erscheinen. Die bedampfte Trägerfolie kann also opak ausgebildet sein, denn die verringerte Transparenz kann durch eine erhöhte Belichtungs-dosis der photoempfindlichen Schicht **8** ausgeglichen werden. Weiter ist zu berücksichtigen, dass die Belichtung der photoempfindlichen Schicht **8** typischerweise im nahen UV-Bereich vorgesehen ist, so dass der visuelle Betrachtungseindruck für die Beurteilung der optischen Dichte nicht entscheidend ist.

**[0185]** In den [Fig. 5a](#) und [Fig. 5b](#) ist ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel dargestellt. Bei dem Mehrschichtkörper **100d'** in [Fig. 5a](#) ist die in [Fig. 5](#) dargestellte photoempfindliche Schicht **8** nicht vorgesehen. Statt dessen ist eine Replizierschicht **3'** vorgesehen, bei der es sich um eine mit einem thermochromen Stoff eingefärbte photoempfindliche Waschackschicht handelt. Der Mehrschichtkörper **100d'** wird von unten durch die erste Schicht **3m** hindurch belichtet, wodurch in den stärker belichteten Bereichen **10** die Replizierschicht **3'** so verändert wird, dass sie auswaschbar ist.

**[0186]** [Fig. 5b](#) zeigt nun einen Mehrschichtkörper **100d''**, der nach dem Waschprozess aus dem Mehrschichtkörper **100d'** resultiert. In den Bereichen **10** ist während des Waschprozesses mit der Replizierschicht **3'** gleichzeitig die erste Schicht **3m** entfernt worden. Die strukturierte Replizierschicht **3'** bildet eine erste partiell ausgeformte thermochrome Funktionsschicht, die erste Schicht **3m** bildet im perfektem Register dazu eine erste weitere partiell ausgeformte Schicht aus Aluminium.

**[0187]** [Fig. 6](#) zeigt den „entwickelten“ Mehrschichtkörper **100e**, der aus dem Mehrschichtkörper **100d** durch Einwirkung eines auf die Oberfläche der belichteten photoempfindlichen Schicht **8** aufgetragenen Lösungsmittels gebildet ist. Dadurch sind nun Bereiche **10e** ausgebildet, in denen die photoempfindliche Schicht **8** entfernt ist. Es handelt sich bei den Bereichen **10e** um die in [Fig. 3](#) beschriebenen Bereiche **4** mit einem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis größer Null der Strukturelemente. In Bereichen **11** ist die photoempfindliche Schicht **8** erhalten, weil es sich dabei um die in [Fig. 3](#) beschriebenen Bereiche **6** handelt, in denen die Strukturelemente ein Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis gleich Null aufweisen. Wird als photoempfindliche Schicht **8** ein mit blauem Farbpigment eingefärbter transparenter positiver Photoresist eingesetzt, so bildet sich eine partiell ausgeformte transparente blaue Funktionsschicht im Register zur Reliefstruktur aus.

**[0188]** In dem in den [Fig. 6](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ist die photoempfindliche Schicht **8** also aus einem positiven Photoresist ausgebildet. Bei einem solchen Photoresist sind die belichteten Bereiche im Entwickler löslich. Im Gegensatz dazu sind bei einem negativen Photoresist die unbelichteten Bereiche im Entwickler löslich, wie weiter unten in dem in [Fig. 9](#) bis [Fig. 12](#) dargestellten Ausführungsbeispiel ausgeführt.

**[0189]** Nunmehr kann, wie anhand eines Mehrschichtkörpers **100f** in [Fig. 7](#) gezeigt, die erste Schicht **3m** in den Bereichen **10e** entfernt werden, die nicht durch die als Ätzmaste dienende entwickelte photoempfindliche Schicht **8** vor dem Angriff des Ätzmittels geschützt sind. Bei dem Ätzmittel kann es sich beispielsweise um eine Säure oder Lauge handeln. Auf diese Weise werden die auch in [Fig. 1](#) gezeigten Bereiche **10d** ausgebildet.



Die strukturierte photoempfindlichen Schicht **8** bildet die erste partiell ausgeformte transparente blaue Funktionsschicht, die erste Schicht **3m** bildet nach dem Ätzen in perfektem Register dazu eine erste weitere partiell ausgeformte Schicht aus Aluminium.

**[0190]** Auf diese Weise kann also die erste Schicht **3m** ohne zusätzlichen technologischen Aufwand registergenau strukturiert werden. Dazu sind keine aufwendigen Vorkehrungen zu treffen, wie beispielsweise beim Aufbringen einer Ätzmaske durch Maskenbelichtung oder Druck. Bei einem solchen herkömmlichen Verfahren sind Toleranzen  $> 0,2$  mm üblich. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind dagegen Toleranzen im  $\mu\text{m}$ -Bereich bis in den nm-Bereich möglich, d.h. Toleranzen, die nur durch das zur Strukturierung der Replizierschicht gewählte Replizierverfahren und die Origination bestimmt sind.

**[0191]** Es kann vorgesehen sein, die erste Schicht **3m** als Abfolge verschiedener Metalle auszubilden und die Unterschiede der physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften der metallischen Teilschichten zu nutzen. Beispielsweise kann vorgesehen sein, als erste metallische Teilschicht Aluminium abzuscheiden, das eine hohe Reflexion aufweist und deshalb bei Betrachtung des Mehrschichtkörpers von der Trägerseite her reflektierende Bereiche gut hervortreten läßt. Als zweite metallische Teilschicht kann Chrom abgeschieden sein, das eine hohe chemische Resistenz gegenüber verschiedenen Ätzmitteln aufweist. Der Ätzbvorgang der ersten Schicht **3m** kann nun in zwei Stufen vorgesehen sein. Es kann vorgesehen sein, in der ersten Stufe die Chromschicht zu ätzen, wobei die entwickelte photoempfindliche Schicht **8** als Ätzmaske vorgesehen ist und anschließend in der zweiten Stufe die Aluminiumschicht zu ätzen, wobei die Chromschicht nun als Ätzmaske vorgesehen ist.

**[0192]** Solche Mehrschichtsysteme erlauben eine größere Flexibilität bei der Auswahl der im Fertigungsprozeß verwendeten Materialien für den Photoresist, für die Ätzmittel und für die erste Schicht.

**[0193]** [Fig. 8](#) zeigt die optionale Möglichkeit, nach dem in [Fig. 7](#) dargestellten Fertigungsschritt eine Schicht **8a** aus transparenter, lumineszierende Pigmente enthaltender Druckfarbe in die ersten Bereiche **10d** einzurakeln. In [Fig. 8](#) ist ein Mehrschichtkörper **100g** dargestellt, gebildet aus der Trägerfolie **1**, der funktionellen Schicht **2**, der Replizierschicht **3**, der strukturierten ersten Schicht **3m** aus Aluminium als einer ersten weiteren partiell ausgeformten Schicht, der strukturierten transparenten blauen photoempfindlichen Schicht **8** als einer ersten partiell ausgeformten Funktionsschicht und der partiell ausgeformten weiteren Schicht **8a** aus transparenter lumineszierender Druckfarbe als einer zweiten partiell ausgeformten Funktionsschicht.

**[0194]** In der [Fig. 9](#) ist nun ein zweites Ausführungsbeispiel eines Mehrschichtkörpers **100e'** dargestellt, bei dem anstelle der photoempfindlichen Schicht **8** aus positivem Photoresist (gemäß [Fig. 5](#), [Fig. 6](#), [Fig. 6](#) und [Fig. 8](#)) eine photoempfindliche Schicht **8** aus negativem Photoresist verwendet wurde. Wie in [Fig. 9](#) zu erkennen, weist ein Mehrschichtkörper **100e'** Bereiche **10e'** auf, in denen die unbelichtete photoempfindliche Schicht **8** durch die Entwicklung entfernt wurde. Bei den Bereichen **10e'** handelt es sich um opake Bereiche der ersten Schicht **3m**. In Bereichen **11'** ist die belichtete photoempfindliche Schicht **8** nicht entfernt, es handelt sich dabei um transmissivere Bereiche der ersten Schicht **3m**, also um Bereiche mit geringerer optischer Dichte, als die Bereiche **10e'** aufweisen.

**[0195]** In [Fig. 10](#) ist ein Mehrschichtkörper **100f'** dargestellt, der durch Entfernen der ersten Schicht **3m** durch einen Ätzprozeß aus dem Mehrschichtkörper **100e'** ([Fig. 9](#)) gebildet ist. Die entwickelte photoempfindliche Schicht **8** ist dafür als Ätzmaske vorgesehen, die in den Bereichen **10e'** ([Fig. 9](#)) entfernt ist, so dass das Ätzmittel dort die erste Schicht **3m** zersetzen kann. Auf diese Weise sind Bereiche **10d'** gebildet, die keine erste Schicht **3m** mehr aufweisen. Die partiell ausgeformte Schicht **8** kann dabei als opake, schwarz eingefärbte Lackschicht ausgebildet sein und die partiell ausgeformte Funktionsschicht bilden, während die partiell ausgeformte erste Schicht **3m** die weitere Schicht bildet.

**[0196]** Wie in [Fig. 11](#) dargestellt, ist nun aus dem Mehrschichtkörper **100f'** ein Mehrschichtkörper **100f''** gebildet, indem vollflächig eine reflektierende Schicht **3p** aus einem Dielektrikum, wie  $\text{TiO}_2$  oder  $\text{ZnS}$ , aufgebracht wird. Eine solche Schicht kann beispielsweise flächig aufgedampft sein, wobei vorgesehen sein kann, diese Schicht aus mehreren übereinander angeordneten Dünnschichten auszubilden, die sich beispielsweise in ihrer Brechzahl unterscheiden können und auf diese Weise im aufscheinenden Licht Interferenzfarbeffekte ausbilden können. Eine Farbeffekte aufweisende Dünnschichtfolge kann beispielsweise aus drei Dünnschichten mit High-Low-High-Index-Verlauf gebildet sein. Der Farbeffekt erscheint im Vergleich mit metallischen reflektierenden Schichten weniger auffällig, was beispielsweise vorteilhaft ist, wenn auf diese Weise Muster auf Pässen oder ID-Cards ausgebildet werden. Die Muster können dem Betrachter beispielsweise als transparentes Grün oder Rot erscheinen.

[0197] **Fig. 12** zeigt nun einen Mehrschichtkörper **100f''**, gebildet aus dem Mehrschichtkörper **100f'** (**Fig. 11**) nach der Entfernung der restlichen photoempfindlichen Schicht B. Es kann sich dabei um einen herkömmlichen „Lift-off“-Prozeß handeln. Auf diese Weise wird zugleich mit der photoempfindlichen Schicht **8** die im vorigen Schritt darauf aufgebraute dielektrische Schicht **3p** wieder entfernt. Nunmehr sind also auf dem Mehrschichtkörper **100f''** benachbarte Bereiche mit der dielektrischen Schicht **3p** und der ersten Schicht **3m** aus Aluminium gebildet, die sich beispielsweise in ihrer optischen Brechzahl und/oder ihrer elektrischen Leitfähigkeit voneinander unterscheiden.

[0198] Es kann nun vorgesehen sein, die erste Schicht **3m** galvanisch zu verstärken und auf diese Weise die Bereiche **11** beispielsweise als Bereiche mit besonders guter elektrischer Leitfähigkeit auszubilden. Nachfolgend kann vollflächig ein transparenter, UV-härtbarer Flüssigkristall als quasi negativer Photoresist aufgetragen und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet werden. Die weniger belichteten bzw. unbelichteten Bereiche der Photoresistschicht befinden sich über der partiell ausgeformten ersten Schicht **3m** und werden entfernt. Es resultiert ein hier nicht gesondert gezeigter Mehrschichtkörper, der eine erste partiell ausgeformte Funktionsschicht aus transparentem Photoresist, eine erste weitere partiell ausgeformte Schicht in Form der dielektrischen Schicht **3p** und eine zweite partiell ausgeformte weitere Schicht in Form der ersten Schicht **3m** aufweist.

[0199] Es kann alternativ oder nachfolgend vorgesehen sein, die Bereiche **11** transparent auszubilden und dazu die erste Schicht **3m** durch Ätzen zu entfernen. Es kann ein Ätzmittel vorgesehen sein, das die in den übrigen Bereichen aufgebraute dielektrische Schicht **3p** nicht angreift. Es kann aber auch vorgesehen sein, das Ätzmittel nur so lange einwirken zu lassen, bis die erste Schicht **3m** vom visuellen Eindruck her nicht mehr erkennbar ist.

[0200] **Fig. 13** zeigt nun einen Mehrschichtkörper **100'**, der aus dem Mehrschichtkörper **100f''** (**Fig. 12**) durch das Hinzufügen der in **Fig. 1** dargestellten Photoresistschichten **12a**, **12b** gebildet ist. Der Mehrschichtkörper **100'** ist wie der in **Fig. 1** dargestellte Mehrschichtkörper **100** durch Verwendung der gleichen Replizierschicht **3** hergestellt worden. Es ist also mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, ausgehend von einem einheitlichen Layout unterschiedlich ausgebildete Mehrschichtkörper zu erzeugen.

[0201] Das erfindungsgemäße Verfahren kann ohne Qualitätseinbuße weiter fortgesetzt werden, um weitere Schichten registergenau zu strukturieren. Dazu kann vorgesehen sein, weitere optische Effekte, wie Totalreflexion, Polarisation und spektrale Durchlässigkeit der zuvor aufgebrauten Schichten zur Ausbildung von Bereichen unterschiedlicher optischer Dichte zu nutzen, um registergenaue Belichtungsmasken auszubilden.

[0202] Es kann auch vorgesehen sein, unterschiedliche lokale Absorptionsfähigkeit durch übereinander angeordnete Schichten auszubilden und durch lasergestützte thermische Ablation Belichtungs- bzw. Ätzmasken auszubilden.

[0203] In **Fig. 14** ist nun der für die Ausbildung der unterschiedlichen Transmission, insbesondere Transparenz, verantwortliche Schichtdickenänderungseffekt für die erste Schicht **3m** im einzelnen dargestellt.

[0204] **Fig. 14** zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung einen vergrößerten Ausschnitt aus einem Schichtaufbau gemäß **Fig. 3**. Die Replizierschicht **3** weist im Bereich **5** eine erste Reliefstruktur **5h** mit hohem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis  $> 0,3$  und im Bereich **6** keine Reliefstruktur bzw. einen ebenen Bereich auf. Pfeile **3s** bezeichnen die Auftragsrichtung der ersten Schicht **3m**, die hier durch Sputtern aufgebracht wird. Die erste Schicht **3m** ist im ebenen Bereich **6n** mit der nominalen Dicke  $t_0$  ausgebildet und im Bereich der ersten Reliefstruktur **5h** mit der Dicke  $t$  ausgebildet, die kleiner als die nominale Dicke  $t_0$  ist. Dabei ist die Dicke  $t$  als ein Mittelwert zu verstehen, denn die Dicke  $t$  bildet sich in Abhängigkeit von dem Neigungswinkel der Oberfläche der ersten Reliefstruktur **5h** gegenüber der Waagrechten aus. Dieser Neigungswinkel ist mathematisch durch die erste Ableitung der Funktion der ersten Reliefstruktur **5h** beschreibbar.

[0205] Wenn also der Neigungswinkel gleich Null ist, wird die erste Schicht **3m** mit der nominalen Dicke  $t_0$  abgeschieden, wenn der Betrag des Neigungswinkels größer als Null ist, wird die erste Schicht **3m** mit der Dicke  $t$  abgeschieden, d.h. mit einer geringeren Dicke als die nominale Dicke  $t_0$ .

[0206] **Fig. 15a** zeigt im Querschnitt eine Trägerschicht **1** aus PET, mindestens eine funktionelle Schicht **2** und eine Replizierschicht **3**. In den ersten Bereichen C ist eine erste kinematische Reliefstruktur in der Replizierschicht **3** ausgeformt. In den zweiten Bereichen D ist keine Reliefstruktur ausgeformt. Die Replizierschicht **3** wird daraufhin vollflächig mit einer ersten Schicht **3m** aus Silber bedampft, wobei unterschiedlich transmis-

sive Bereiche in der ersten Schicht **3m** im Register zu den Bereichen C und D ausgebildet werden.

[0207] Gemäß [Fig. 15\(B\)](#) wird auf den Schichtverbund gemäß [Fig. 15\(A\)](#) vollflächig eine positive Photoresistschicht **12** aufgebracht und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet. Die stärker belichteten oder generell belichteten Bereiche C der Photoresistschicht **12** werden entfernt und die darunter angeordnete erste Schicht **3m** im Bereich der Reliefstruktur freigelegt.

[0208] Gemäß [Fig. 15\(C\)](#) wird nun die erste Schicht **3m** in den Bereichen C durch Ätzen entfernt, wobei die strukturierte Photoresistschicht **12** als Ätzmaske dient. Nach dem Ätzen liegt lediglich zwischen der Photoresistschicht **12** und der Replizierschicht die strukturierte erste Schicht **3m** vor.

[0209] Gemäß [Fig. 15\(D\)](#) wird nun eine dielektrische Reflektionsschicht R aus ZnS mit hohem Brechungsindex oder ein Dünnschicht-Reflektionsschichtstapel mit blickwinkelabhängigem Interferenzfarbeffekt vollflächig aufgedampft. Die Photoresistschicht **12** kann gegebenenfalls vorher entfernt werden.

[0210] Der Schichtstapel gemäß [Fig. 15\(D\)](#) wird nun mit einer rot eingefärbten negativen Photoresistschicht **12'** vollflächig bedeckt und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet. Das Ergebnis nach Entfernung der negativen Photoresistschicht **12'** in den nicht belichteten Bereichen D zeigt die [Fig. 15\(E\)](#).

[0211] Zuletzt werden nun gegebenenfalls nicht mehr benötigte Schichten im ebenen zweiten Bereich D entfernt, indem die strukturierte Photoresistschicht **12** abgelöst und die darauf angeordneten Bereiche der dielektrischen Reflektionsschicht R ebenfalls entfernt werden. Das Ergebnis zeigt [Fig. 15\(F\)](#). Es liegt nun ein Mehrschichtkörper **100k** vor, der eine Trägerschicht **1**, eine funktionale Schicht **2**, eine Replizierschicht **3**, im ersten Bereich C eine partiell ausgeformte Funktionsschicht in Form der strukturierten roten Photoresistschicht **12'** sowie eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form der dielektrischen strukturierten Reflektionsschicht R im Register zur Photoresistschicht **12'**, neben einer spiegelnden Fläche aus Silber gebildet durch die partiell ausgeformte erste Schicht **3m** in den ebenen zweiten Bereichen D.

[0212] [Fig. 15\(G\)](#) zeigt einen Mehrschichtkörper **100k'**, welcher gemäß einem Verfahren nach den [Fig. 15\(A\)](#) bis [Fig. 15\(F\)](#) gebildet wird, in der Draufsicht. Es wurde ein kinematisches Designelement D, welches beim Kippen einen Pumpeffekt zeigt, aus einer Vielzahl von feinen Linien mit einer Linienbreite von jeweils 20 µm ausgebildet. Die Linien selbst entsprechen den ersten Bereichen C mit Reliefstruktur, während die Bereiche zwischen den Linien den zweiten Bereichen D ohne Reliefstruktur entsprechen. Die Linien zeigen demnach den kinematischen Effekt aufgrund der Reliefstruktur und der dielektrischen Schicht R und sind zudem mit roter Farbe aufgrund der Photoresistschicht **12'** hinterlegt. Daneben befinden sich im Bereich D spiegelnde Silberflächen.

[0213] [Fig. 16\(A\)](#) bis (C) zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel für das erste Verfahren in Schnittdarstellung. [Fig. 16\(A\)](#) zeigt eine Trägerschicht **1** aus PET, eine funktionale Schicht **2** sowie eine Replizierschicht **3**, in welche in den ersten Bereichen C eine Reliefstruktur eingepreßt wurde. In den zweiten Bereichen D liegt keine Reliefstruktur vor, die Replizierschicht **3** ist hier eben ausgebildet. Darauf wird eine erste Schicht **3m** aus Gold vollflächig und opak aufgesputtert, wobei sich in den ersten Bereichen C eine höhere Transmission für UV-Strahlung ergibt als in den Bereichen D.

[0214] Darauf wird gemäß [Fig. 16\(B\)](#) vollflächig eine opak blau eingefärbte negative Photoresistschicht **12** aufgebracht und diese durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet. Die unbelichteten oder weniger belichteten Bereiche der Photoresistschicht **12** werden entfernt, wobei die erste Schicht **3m** in den Bereichen D freigelegt wird. Nun kann die erste Schicht **3m** in den Bereichen D durch Ätzen von der Replizierschicht **3** entfernt werden.

[0215] Das Ergebnis zeigt [Fig. 16\(C\)](#). Es liegt ein Mehrschichtkörper **100m** vor, der eine Trägerschicht **1**, eine funktionale Schicht **2**, eine Replizierschicht **3**, eine partiell ausgeformte Funktionsschicht in Form einer blauen Photoresistschicht **12** und in perfektem Register dazu eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form der ersten Schicht **3m** aus Gold aufweist. Wird der Mehrschichtkörper **100m** von Seiten der Trägerschicht **1** aus betrachtet, zeigt sich im ersten Bereich C ein goldenes Linienmuster überlagert mit einer diffraktiven Reliefstruktur, die einen optisch variablen Effekt, insbesondere einen holographischen Effekt erzeugt. Von der anderen Seite gesehen zeigt der Mehrschichtkörper **100m** ein völlig anderes Erscheinungsbild. So sieht der Betrachter von Seiten der Photoresistschicht **12** in den Bereichen C lediglich ein filigranes opakes blaues Linienmuster. Das goldene Linienmuster ist perfekt damit bedeckt und somit nicht sichtbar. In den Bereichen D ist der Mehrschichtkörper **100m** transparent.



[0216] Die [Fig. 17\(A\)](#) bis [Fig. 17\(H\)](#) zeigen den Ablauf eines komplexen ersten Verfahren in der Schnittdarstellung auf. [Fig. 17\(A\)](#) zeigt eine Trägerschicht **1**, eine funktionale Schicht **2** und eine Replizierschicht **3**, in welche drei verschiedene Reliefstrukturen eingeprägt wurden. So wurde in den Bereichen A eine erste Reliefstruktur gebildet, in den Bereichen B eine zweite Reliefstruktur gebildet und in den Bereichen C eine dritte kinematische Reliefstruktur gebildet, während im Bereich D keine Reliefstruktur ausgebildet wurde. Die erste und die zweite Reliefstruktur sind hochfrequente Gitterstrukturen mit unterschiedlichen Aspektverhältnissen.

[0217] Nachfolgend wurde auf die Replizierschicht **3** gemäß [Fig. 17\(B\)](#) eine erste Schicht **3m** aus Aluminium vollflächig und opak aufgesputtert, wobei sich in den Bereichen A eine höhere Transmission für UV-Strahlung ergibt als in den Bereichen B, in den Bereichen B eine höhere Transmission für UV-Strahlung ergibt als in den Bereichen C und Bereichen C eine höhere Transmission für UV-Strahlung ergibt als in den Bereichen D.

[0218] Darauf wurde gemäß [Fig. 17\(C\)](#) eine positive Photoresistschicht **12** vollflächig aufgebracht und durch die erste Schicht **3m** hindurch belichtet, wobei die Bereiche A mit der ersten Reliefstruktur am stärksten belichtet werden und danach entfernt werden können.

[0219] [Fig. 17\(D\)](#) zeigt die Photoresistschicht **12** nach deren Strukturierung und nach einer Entfernung der ersten Schicht **3m** in den Bereichen A durch Ätzen, wobei der strukturierte Photoresist **12** als Ätzmaske dient. Die erste Schicht **3m** befindet sich somit nur noch in den Bereichen B, C und D.

[0220] Nun wird der positive Photoresist **12** entfernt, eine blau eingefärbte negative Photoresistschicht **12'** vollflächig aufgetragen und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet. In den weniger belichteten Bereichen B, C und D ist die negative Photoresistschicht **12'** nachfolgend entfernbar, während in den Bereichen A eine Aushärtung erfolgt. [Fig. 17\(E\)](#) zeigt den Schichtaufbau in diesem Stadium nach Strukturierung der negativen Photoresistschicht **12'**.

[0221] Gemäß [Fig. 17\(F\)](#) wird daraufhin eine weitere positive Photoresistschicht **12''** vollflächig ausgebildet und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet.

[0222] Die weitere positive Photoresistschicht **12''** wird daraufhin in den Bereichen B entfernt. Das Ergebnis zeigt [Fig. 17\(G\)](#).

[0223] Die freigelegte erste Schicht **3m** wird nun in den Bereichen B durch Ätzen entfernt. Das Ergebnis zeigt [Fig. 17\(H\)](#). Es ergibt sich ein Mehrschichtkörper **100n** mit einer Trägerschicht **1**, einer funktionellen Schicht **2**, einer Replizierschicht **3**, einer partiell ausgeformten blauen Funktionsschicht in Form der negativen Photoresistschicht **12'**, einer weiteren partiell ausgeformten Schicht in Form der ersten Schicht **3m**, welche einerseits als Spiegelfläche in den Bereichen D wirkt und andererseits mit dem kinematischen Effekt im Bereich C überlagert ist.

[0224] Die weitere positive Photoresistschicht **12''** wird gegebenenfalls entfernt und vollflächig eine Kleberschicht aufgebracht. Falls eine gefärbte positive Photoresistschicht **12''** eingesetzt wird, kann diese aber auch auf dem Mehrschichtkörper verbleiben.

[0225] [Fig. 18\(A\)](#) bis [Fig. 18\(H\)](#) zeigen im Schnittbild schematisch ein weiteres erstes Verfahren zur Herstellung eines filigranen Druckmusters aus zwei unterschiedlichen Farben in perfektem Register zueinander. [Fig. 18\(A\)](#) zeigt eine Trägerschicht **1**, eine funktionale Schicht **2** und eine Replizierschicht **3**, in welche zwei verschiedene Reliefstrukturen eingeprägt wurden. So wurde in den Bereichen A eine erste Reliefstruktur gebildet, in den Bereichen B eine zweite Reliefstruktur gebildet, während im Bereich D keine Reliefstruktur ausgebildet wurde. Die erste und die zweite Reliefstruktur sind hochfrequente Gitterstrukturen mit unterschiedlichen Aspektverhältnissen. Auf die Replizierschicht **3** ist eine erste Schicht **3m** aus Aluminium vollflächig und opak aufgesputtert, wobei sich in den Bereichen A eine höhere Transmission für UV-Strahlung ergibt als in den Bereichen B und in den Bereichen B eine höhere Transmission für UV-Strahlung ergibt als in den Bereichen D.

[0226] Darauf wurde gemäß [Fig. 18\(B\)](#) eine positive Photoresistschicht **12** vollflächig aufgebracht und durch die Trägerschicht **1** und die erste Schicht **3m** hindurch belichtet, wobei die Bereiche A mit der ersten Reliefstruktur am stärksten belichtet werden und danach gezielt entfernt werden können. Die partiell ausgeformte positive Photoresistschicht **12** wird nun als Ätzmaske verwendet und die freiliegenden Bereiche A der ersten Schicht **3m** durch Ätzen entfernt. Das Ergebnis zeigt [Fig. 18\(C\)](#).

[0227] Nun wird eine blau eingefärbte negative Photoresistschicht **12'** vollflächig aufgebracht und durch die

Trägerschicht hindurch belichtet, wobei eine Härtung in den Bereichen A erfolgt. In den Bereichen B und D wird die negative Photoresistschicht **12'** entfernt. Das Ergebnis ist in [Fig. 18\(D\)](#) dargestellt.

**[0228]** Nun wird die positive Photoresistschicht **12** komplett entfernt und die erste Schicht **3m** ebenfalls komplett durch Ätzen entfernt.

**[0229]** Darauf wird vollflächig eine weitere erste Schicht **3m'** aus Aluminium aufgesputtert und vollflächig eine weitere positive Photoresistschicht **12''** aufgetragen. Das Ergebnis zeigt [Fig. 18\(E\)](#). Es erfolgt eine Belichtung der weiteren positiven Photoresistschicht **12''** durch die Trägerschicht **1** hindurch und anschließend eine Entfernung des weiteren positiven Photoresistschicht **12''** in den am stärksten belichteten Bereichen B. Nachdem die negative Photoresistschicht **12'** die erste Reliefstruktur im Bereich A verfüllt, ist die Transmission durch die weitere erste Schicht **3m'** im Bereich A nun gleichwertig mit der im Bereich D und sowohl Bereich A als auch D der positiven Photoresistschicht **12''** bleiben erhalten. Die weitere erste Schicht **3m'** wird in den Bereichen B freigelegt und durch Ätzen entfernt, siehe [Fig. 18\(F\)](#).

**[0230]** Es wird nun eine rot eingefärbte weitere negative Photoresistschicht **12'''** vollflächig aufgetragen und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet, wobei in den Bereichen B eine Härtung erfolgt. In den übrigen Bereichen wird die rot eingefärbte weitere negative Photoresistschicht **12'''** entfernt. Das Ergebnis zeigt [Fig. 18\(G\)](#).

**[0231]** Schließlich wird die weitere positive Photoresistschicht **12''** entfernt und die weitere erste Metallschicht **3m'** durch Ätzen komplett abgelöst. Das Ergebnis zeigt [Fig. 18\(H\)](#), wo ein Mehrschichtkörper **100p** mit einer Trägerschicht **1**, einer funktionalen Schicht **2**, einer partiell ausgeformten Funktionsschicht in Form der blauen negativen Photoresistschicht **12'** und eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form der weiteren roten negativen Photoresistschicht **12'''** ausgebildet ist. Die rote und die blaue Schicht **12'**, **12'''** sind in perfektem Register zueinander positioniert.

**[0232]** [Fig. 18\(K\)](#) zeigt einen gemäß einem Verfahren nach den [Fig. 18\(A\)](#) bis (H) gebildeten Mehrschichtkörper **100p'** in der Draufsicht. Es sind blaue Linien, gebildet aus der negativen Photoresistschicht **12'** sowie rote Linien, gebildet aus der weiteren Photoresistschicht **12'''** erkennbar, die gemeinsam ein farbiges filigranes Sicherheits-Designelement vor einem transparenten Hintergrund bilden. Es ist ein elliptischer Bereich mittels einer Strichpunktlinie angedeutet, der die Ausdehnung der roten Linien zeigt. An all den Stellen, an denen die virtuelle Strichpunktlinie eine farbiges Linie des Designelements schneidet, wechselt die Farbe von rot nach blau, wobei die Linie ohne jeglichen Versatz gerade weitergeführt wird. Derartige Designelemente sind äußerst schwer nachahmbar. Eine derart registergenaue Anordnung von unterschiedlichen Farben entlang einer Linie ist mit bekannten Verfahren bisher nicht erreicht worden. Nach den erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Designelemente können aber ebenso nebeneinander liegende Farblinien oder ineinander greifende Farblinien aufweisen.

**[0233]** [Fig. 18\(M\)](#) zeigt einen weiteren gemäß einem Verfahren nach den [Fig. 18\(A\)](#) bis (H) gebildeten Mehrschichtkörper **100p''** in der Draufsicht. Es sind blaue Linien, gebildet aus der negativen Photoresistschicht **12'** sowie rote Linien, gebildet aus der weiteren Photoresistschicht **12'''** erkennbar, die gemeinsam ein farbiges rundes Sicherheits-Designelement vor einem transparenten Hintergrund bilden. Die Ausdehnung der roten Linien zeigt eine Kreuzform. An all den Stellen des Umfangs des Kreuzes wechselt die Farbe innerhalb des Linienverlaufs unmittelbar von rot nach blau, wobei die Linie ohne jeglichen Versatz weitergeführt wird. Derartige Designelemente sind ebenfalls äußerst schwer nachahmbar. Alternativ dazu kann ein derartiges Sicherheits-Designelement auch anstelle der blauen Linien mit einer reflektierenden Metallschicht, anstelle der roten Linien mit einer lumineszierenden Schicht oder Flüssigkristallschicht usw. ausgebildet werden, sowie vieles andere mehr. Gleichzeitig kann von der Vorder- und der Rückseite des Mehrschichtkörpers an einem solchen Sicherheitselement ein unterschiedlicher Farbeindruck erzeugt werden.

**[0234]** [Fig. 19](#) zeigt eine weitere Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Mehrschichtkörper **100r**. Es ist eine Trägerschicht **1** und eine Replizierschicht **3** vorhanden, in welche in ersten Bereichen A eine erste Reliefstruktur eingebracht ist. In den zweiten Bereichen B dagegen befindet sich keine Reliefstruktur. In die erste Reliefstruktur wurde eine grüne Druckfarbe eingerakelt, welche eine strukturierte erste Schicht **3m''** ausbildet, welche hier in übertriebener Dicke dargestellt ist. Nun kann auf zwei Arten weiter verfahren werden.

**[0235]** Soll ein Aufbau wie im linken Bereich A<sub>1</sub> erzeugt werden, so wird eine transparente Abstandshalerschicht **2'** ausgebildet und auf dieser eine rot eingefärbte positive Photoresistschicht **12** vollflächig aufgebracht. Die Photoresistschicht **12** wird durch die Trägerschicht **1** und die erste Schicht **3m''**, welche als Belichtungs-

maske fungiert, hindurch belichtet. Anschließend erfolgt eine Entfernung der Photoresistschicht **12** in den Bereichen B. Es ergibt sich eine partiell ausgeformte Funktionsschicht in Form der grünen Druckfarbe, welche mit einer weiteren partiell ausgeformten Schicht in Form der roten strukturierten Photoresistschicht **12** exakt hinterlegt ist. Aufgrund der Abstandshalterschicht **2'** ergeben sich zudem optische Überlagerungseffekte wie blickwinkelabhängige Moiré-Effekte oder lokale Abschattungseffekte.

**[0236]** Soll ein Aufbau wie im rechten Bereich  $A_2$  erzeugt werden, so wird eine rot eingefärbte positive Photoresistschicht **12** vollflächig aufgebracht. Die Photoresistschicht **12** wird durch die Trägerschicht **1** und die erste Schicht **3m**, welche als Belichtungsmaske fungiert, hindurch belichtet. Anschließend erfolgt eine Entfernung der Photoresistschicht **12** in den Bereichen B. Es ergibt sich eine partiell ausgeformte Funktionsschicht in Form der grünen Druckfarbe, welche mit einer weiteren partiell ausgeformten Schicht in Form der roten strukturierten Photoresistschicht **12** exakt hinterlegt ist.

**[0237]** Schließlich kann noch eine Kleberschicht **2''** vorgesehen sein.

**[0238]** [Fig. 20\(A\)](#) bis (C) zeigen im Schnittbild schematisch ein weiteres erstes Verfahren. Dabei wird gemäß [Fig. 20\(A\)](#) eine Trägerschicht **1**, eine funktionale Schicht **2** und eine Replizierschicht **3** vorgesehen, in welche in ersten Bereichen A eine Reliefstruktur eingebracht ist, während zweite Bereiche D eben verbleiben. Darauf wird vollflächig eine erste Schicht **3m** aus Aluminium aufgesputtert, welche in den Bereichen A transparent und in den Bereichen D bereits opak ist.

**[0239]** Darauf wird eine gelb eingefärbte transparente negative Photoresistschicht **12** vollflächig aufgebracht und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet. Nachfolgend werden die unbelichteten Bereiche der Photoresistschicht **12**, also in den Bereichen D, entfernt und die erste Schicht **3m** dort freigelegt.

**[0240]** Anschließend wird eine weitere opak blau eingefärbte negative Photoresistschicht **12'** vollflächig aufgetragen und durch die Trägerschicht **1** hindurch belichtet. Nachfolgend werden die unbelichteten Bereiche der weiteren Photoresistschicht **12'**, also in den Bereichen D, entfernt und die erste Schicht **3m** dort freigelegt. Das Ergebnis zeigt [Fig. 20\(B\)](#).

**[0241]** Anschließend wird die erste Schicht **3m** in den Bereichen D durch Ätzen entfernt, wobei die beiden Photoresistschichten **12**, **12'** als Ätzmaske dienen. Das Ergebnis zeigt [Fig. 20\(C\)](#). Der Mehrschichtkörper **100s** weist eine Trägerschicht **1**, eine funktionale Schicht **2**, eine Replizierschicht **3**, eine gelbe Photoresistschicht **12** als partiell ausgeformte Funktionsschicht und im perfekten Register dazu eine blaue Photoresistschicht **12'** als weitere partiell ausgeformte Schicht vor einem transparenten Hintergrund auf. Die transparente erste Schicht **3m**, welche in den Bereichen A noch vorhanden ist, ermöglicht bei Betrachtung des Mehrschichtkörpers **100s** von Seiten der Trägerschicht **1** eine Erkennung der Reliefstruktur, ohne selbst eine Farbwirkung zu entfalten.

**[0242]** [Fig. 21](#) zeigt einen weiteren erfindungsgemäßen Mehrschichtkörper, welcher nach dem ersten Verfahren gebildet wurde, mit einer Trägerschicht **1**, einer Replizierschicht **3**, einer strukturierten ersten Schicht **3m** aus Aluminium, einer transparenten Abstandshalterschicht **2'** und zwei unterschiedlich farbigen Photoresistschichten **12**, **12'**. Dabei erfolgte die Ausrichtung der Photoresistschichten **12**, **12'** in Abhängigkeit von der ersten Schicht direkt unterhalb der ersten Schicht **3m** oder versetzt dazu, wobei durch eine Schrägbelichtung durch die erste Schicht **3m** hindurch auch gezielt ein schräger Versatz ausgebildet werden kann, wie für die Photoresistschicht **12'** erkennbar. Schließlich ist eine transparente Kleberschicht **2''** vorgesehen.

**[0243]** Die [Fig. 22\(A\)](#) bis [Fig. 23\(B\)](#) zeigen Schnittdarstellungen von nach dem ersten Verfahren hergestellten Sicherheitsdokumenten.

**[0244]** [Fig. 22\(A\)](#) zeigt eine transparente Ausweiskarte **1'**, auf welcher ein transparenter Mehrschichtkörper **100t** mittels der Kleberschicht **2''** aufgeklebt wurde. Es ist eine transparente Schutzlackschicht in Form einer funktionalen Schicht **2**, eine Replizierschicht **3** aus transparentem Lack mit einer ersten Reliefstruktur, eine partiell ausgeformte erste Schicht **3m** in Form einer opaken Aluminiumschicht, eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form einer transparenten dielektrischen Reflexionsschicht aus ZnS sowie eine partiell ausgeformte Funktionsschicht **12** in Form einer opaken grünen Druckfarbe vorhanden. Die Funktionsschicht **12** ist in perfektem Register zu den weiteren partiell ausgeformten Schichten **3m**, **3m'** und zu der ersten Reliefstruktur in der Replizierschicht **3** ausgeformt. Dem Betrachter zeigt sich somit durch die funktionale Schicht **2** eine linienförmige holographische Darstellung, welche einerseits mit feinen Aluminiumlinien hinterlegt und andererseits mit einer transparenten ZnS-Schicht und grüner Farbe hinterlegt ist. Von der anderen Seite gesehen zeigt sich

dem Betrachter durch die Ausweiskarte **1'** hindurch lediglich ein filigranes grünes Druckbild aus feinen Linien.

[0245] [Fig. 22\(B\)](#) zeigt eine transparente Ausweiskarte **1'**, auf welcher ein transparenter Mehrschichtkörper **100t'** mittels der Kleberschicht **2''** aufgeklebt wurde. Es ist eine transparente Schutzlackschicht in Form einer funktionalen Schicht **2**, eine Replizierschicht **3** aus transparentem Lack mit einer ersten Reliefstruktur, eine partiell ausgeformte erste Schicht **3m** in Form einer opaken Aluminiumschicht, eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form einer transparenten dielektrischen Reflexionsschicht aus ZnS sowie eine partiell ausgeformte Funktionsschicht **12** in Form einer opaken grünen Druckfarbe vorhanden. Die Funktionsschicht **12** ist in perfektem Register zu den weiteren partiell ausgeformten Schichten **3m**, **3m'** und zu der ersten Reliefstruktur in der Replizierschicht **3** ausgeformt. Dem Betrachter zeigt sich somit durch die funktionale Schicht **2** ein filigranes grünes Druckbild aus feinen Linien. Von der anderen Seite gesehen zeigt sich dem Betrachter durch die Ausweiskarte **1'** hindurch eine linienförmige holographische Darstellung, welche einerseits mit feinen Aluminiumlinien hinterlegt und andererseits mit einer transparenten ZnS-Schicht und grüner Farbe hinterlegt ist.

[0246] [Fig. 23\(A\)](#) zeigt eine transparente Ausweiskarte **1'**, auf welcher ein transparenter Mehrschichtkörper **100t''** mittels einer transparenten Kleberschicht **2''** aufgeklebt wurde. Es ist eine transparente Schutzlackschicht in Form einer funktionalen Schicht **2**, eine Replizierschicht **3** aus transparentem Lack mit einer ersten Reliefstruktur, eine partiell ausgeformte erste Schicht **3m** in Form einer opaken Aluminiumschicht, die Kleberschicht **2''**, welche hier als Abstandshalterschicht fungiert, eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form einer transparenten roten Photoresistschicht **12** sowie eine partiell ausgeformte Funktionsschicht **12'** in Form einer opaken grünen Druckfarbe vorhanden. Die rote Photoresistschicht **12** ist senkrecht zur Ebene der Ausweiskarte **1'** gesehen teils deckungsgleich mit der partiell ausgeformten ersten Schicht **3m** und teils versetzt dazu angeordnet. Die partiell ausgeformte Funktionsschicht **12'** ist versetzt zu der ersten Schicht **3m** ausgeformt. Dem Betrachter zeigt sich somit durch die funktionale Schicht **2** hindurch ein filigranes Dekorbild aus feinen grünen, roten und metallischen Linien, wobei die metallischen Linien aufgrund der ersten Reliefstruktur einen holographischen Effekt zeigen. Von der anderen Seite gesehen zeigt sich dem Betrachter durch die Ausweiskarte **1'** hindurch ebenfalls ein filigranes Dekorbild aus feinen grünen, roten und metallischen Linien, wobei die metallischen Linien aufgrund der ersten Reliefstruktur einen holographischen Effekt zeigen. Allerdings sind einige der metallischen Linien durch die transparente rote Photoresistschicht **12** überlagert. Wird der Mehrschichtkörper **100t''** von einem Fälscher von der Ausweiskarte **1'** abgelöst, um personenbezogene Daten auf der Oberfläche der Ausweiskarte **1'** zu manipulieren, verbleiben die rote und die grüne Schicht **12**, **12'** auf der Ausweiskarte **1'**, während sich die übrigen Schichten **2''**, **3m**, **3**, **2** ablösen lassen. Nach einer Manipulation der Daten muss der abgelöste Schichtstapel wieder so auf die Ausweiskarte **1'** aufgebracht werden, dass sich das filigrane Dekorbild ergibt. Aufgrund der feinen Linien ist dies aber nahezu aussichtslos und es bleiben Abweichungen von der ursprünglichen Lage erkennbar. Die Ausweiskarte **1'** ist durch den Mehrschichtkörper **100t''** besonders effektiv vor Fälschungsversuchen geschützt.

[0247] [Fig. 23\(B\)](#) zeigt eine transparente Ausweiskarte **1'**, auf welcher ein transparenter Mehrschichtkörper **100t'''** mittels einer transparenten Kleberschicht **2''** aufgeklebt wurde. Es ist eine transparente Schutzlackschicht in Form einer funktionalen Schicht **2**, eine Replizierschicht **3** aus transparentem Lack mit einer ersten Reliefstruktur, eine partiell ausgeformte erste Schicht **3m** als Funktionsschicht in Form einer transparenten roten Photoresistschicht **12**, die Kleberschicht **2''**, welche als Abstandshalterschicht fungiert, und eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Form einer opaken grünen Photoresistschicht **12'** vorhanden. Die rote Photoresistschicht **12** ist senkrecht zur Ebene der Ausweiskarte **1'** gesehen deckungsgleich zur ersten Reliefstruktur ausgebildet und bereichsweise deckungsgleich mit der partiell ausgeformten grünen Photoresistschicht **12'** angeordnet. Dem Betrachter zeigt sich somit durch die funktionale Schicht **2** hindurch ein filigranes Dekorbild aus feinen transparenten roten und opaken schwarzen Linien. Von der anderen Seite gesehen zeigt sich dem Betrachter durch die Ausweiskarte **1'** hindurch ein filigranes Dekorbild aus feinen opaken grünen und transparenten roten Linien. Wird der Mehrschichtkörper **100t'''** von einem Fälscher von der Ausweiskarte **1'** abgelöst, um personenbezogene Daten auf der Oberfläche der Ausweiskarte **1'** zu manipulieren, verbleibt die grüne Schicht **12'** auf der Ausweiskarte **1'**, während sich die übrigen Schichten **2''**, **12**, **3**, **2** ablösen lassen. Nach einer Manipulation der Daten muss der abgelöste Schichtstapel wieder so auf die Ausweiskarte **1'** aufgebracht werden, dass sich das filigrane Dekorbild ergibt. Aufgrund der feinen Linien ist dies aber nahezu aussichtslos und es bleiben Abweichungen von der ursprünglichen Lage erkennbar. Die Ausweiskarte **1'** ist durch den Mehrschichtkörper **100t'''** ebenfalls besonders effektiv vor Fälschungsversuchen geschützt.

[0248] Die [Fig. 24\(A\)](#) bis (E) zeigen im Schnittbild schematisch ein zweites Verfahren zur Herstellung eines filigranen Druckmusters aus zwei unterschiedlichen Farben in perfektem Register zueinander.

[0249] [Fig. 24\(A\)](#) zeigt eine transparente Trägerschicht **1** aus PET, auf dessen einer Seite eine rot eingefärbte



negative Photoresistschicht **12** vollflächig aufgebracht wurde. Die negative Photoresistschicht **12** wird anschließend über eine Maske **200**, welche strahlungsdurchlässige Öffnungen **200a** aufweist, musterförmig belichtet (die Pfeile zeigen die Bestrahlungsrichtung). Nach Entfernen der Maske werden die nicht belichteten Bereiche der Photoresistschicht **12** entfernt, während die belichteten Bereiche auf der Trägerschicht **1** verbleiben und ein rotes Linienmuster bilden. Das Ergebnis zeigt [Fig. 24\(B\)](#).

[0250] Nun wird entweder eine transparente Lackschicht als Abstandshalterschicht und anschließend eine grün eingefärbte positive Photoresistschicht **12'** oder aber gemäß [Fig. 24\(C\)](#) unmittelbar eine grün eingefärbte positive Photoresistschicht **12'** aufgebracht. Es erfolgt eine Belichtung der positiven Photoresistschicht **12'** durch die Trägerschicht **1** und die als Maskenschicht fungierende partiell ausgeformte rote Photoresistschicht **12** hindurch (die Pfeile zeigen die Bestrahlungsrichtung).

[0251] Nun werden die belichteten Bereiche der grünen Photoresistschicht **12'** entfernt, während die nicht belichteten Bereiche auf der partiell ausgeformten roten Photoresistschicht **12** verbleiben. Schließlich wird eine Kleberschicht vollflächig aufgetragen.

[0252] [Fig. 24\(D\)](#) zeigt ein mit dem derart gebildeten "Mehrschichtkörper gebildetes Sicherheitsdokument, bei welchem der gebildete Mehrschichtkörper **100v** auf eine transparente Ausweiskarte **1'** aufgeklebt gezeigt ist. Der Mehrschichtkörper **100v** umfasst die transparente Trägerschicht **1**, die als partiell ausgeformte Funktionsschicht fungierende rote Photoresistschicht **12**, in perfektem Register dazu die als weitere partiell ausgeformte Schicht vorliegende grüne Photoresistschicht **12'** und eine transparente Kleberschicht **2''**. Das Sicherheitsdokument zeigt einem Betrachter von der Trägerschicht **1** aus gesehen ein filigranes rotes Linienmuster und von der Ausweiskarte **1'** aus gesehen ein filigranes grünes Linienmuster.

[0253] [Fig. 24\(E\)](#) zeigt ein Sicherheitsdokument, welches mit dem inklusive Abstandshalterschicht gebildeten Mehrschichtkörper gebildet ist und bei welchem der gebildete Mehrschichtkörper **100v'** auf eine transparente Ausweiskarte **1'** aufgeklebt gezeigt ist. Der Mehrschichtkörper **100v'** umfasst die transparente Trägerschicht **1**, die als partiell ausgeformte Funktionsschicht fungierende rote Photoresistschicht **12**, die transparente Abstandshalterschicht **2'** und in perfektem Register zur roten Photoresistschicht **12** die als weitere partiell ausgeformte Schicht vorliegende grüne Photoresistschicht **12'** sowie eine transparente Kleberschicht **2''**. Das Sicherheitsdokument zeigt einem Betrachter von der Trägerschicht **1** aus gesehen ein filigranes rotes Linienmuster und von der Ausweiskarte **1'** aus gesehen ein filigranes grünes Linienmuster, wobei sich je nach Dicke der Abstandshalterschicht **2'** beim Verkippen des Sicherheitsdokuments die jeweils andere Farbe und/oder optische Überlagerungseffekte zeigen.

[0254] Es ist selbstverständlich, dass bei der Fülle an möglichen Verfahrensabläufen und bildbaren Mehrschichtkörpern und Sicherheitsdokumenten oder Bauelementen es nicht möglich ist, hier alle erschöpfend aufzuzeigen. Der Fachmann ist jedoch in Kenntnis der Erfindung ohne weiteres in der Lage, die Verfahrensschritte abzuwandeln oder zu kombinieren, um zum gewünschten Ergebnis zu gelangen. So kann der Fachmann auch ohne weiteres das erste erfindungsgemäße Verfahren mit dem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren kombinieren, um weitere Ausführungsformen, insbesondere dekorative Effekte mit filigranen Linienmustern bei gleichzeitig hoher Sicherheit gegen Nachahmung zu erhalten.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers (**100t**) mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, wobei in einem ersten Bereich einer Replizierschicht (**3**) des Mehrschichtkörpers (**100t**) eine erste Reliefstruktur abgeformt wird, wobei eine erste Schicht (**3m**) auf die Replizierschicht (**3**) in dem ersten Bereich und in mindestens einem zweiten Bereich, in dem die erste Reliefstruktur nicht in der Replizierschicht abgeformt ist, aufgebracht und durch die erste Reliefstruktur bestimmt strukturiert wird, indem die erste Schicht (**3m**) im ersten Bereich, nicht jedoch im mindestens einen zweiten Bereich oder im mindestens einen zweiten Bereich, nicht jedoch im ersten Bereich entfernt wird, und wobei unmittelbar die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird und/oder unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht (**3m**) als einer Maskenschicht nachfolgend die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem mindestens einen zweiten Bereich mindestens eine zweite Reliefstruktur ausgebildet wird, welche ein zur ersten Reliefstruktur unterschiedliches Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem mindestens einen zweiten Bereich mindestens zwei unterschiedliche zweite Reliefstrukturen ausgebildet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Reliefstruktur mit einem größeren Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis ausgebildet wird als die mindestens eine zweite Reliefstruktur und somit eine Transmission, insbesondere eine Transparenz der ersten Schicht (**3m**) im ersten Bereich gegenüber der Transmission, insbesondere der Transparenz der ersten Schicht (**3m**) in dem mindestens einen zweiten Bereich erhöht ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur als eine diffraktive Reliefstruktur ausgebildet wird/werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in dem ersten Bereich als erste Reliefstruktur eine diffraktive Reliefstruktur mit einem Tiefen-zu-Breiten-Verhältnis der einzelnen Strukturelemente von  $> 0,3$  gebildet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Spatialfrequenz der ersten Reliefstruktur in einem Bereich  $> 300$  Linien/mm, insbesondere in einem Bereich  $> 1000$  Linien/mm gewählt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Reliefstruktur und/oder die mindestens eine zweite Reliefstruktur als lichtbeugende und/oder lichtbrechende und/oder lichtstreuende und/oder lichtfokussierende Mikro- oder Nanostruktur, als isotrope oder anisotrope Mattstruktur, als binäre oder kontinuierliche Fresnellinse, als Mikroprismenstruktur, als Blazegitter, als Makrostruktur oder als Kombinationsstruktur aus diesen ausgebildet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht (**3**) aufgespannte Ebene aufgebracht wird und die erste Schicht (**3m**) in einem Ätzprozess sowohl in dem ersten Bereich als auch in dem mindestens einen zweiten Bereich solange einem Ätzmittel, insbesondere einer Säure oder Lauge, ausgesetzt wird, bis die erste Schicht (**3m**) im ersten Bereich entfernt ist oder zumindest bis die Transmission, insbesondere die Transparenz der ersten Schicht (**3m**) im ersten Bereich gegenüber der Transmission, insbesondere der Transparenz der ersten Schicht (**3m**) in dem mindestens einen zweiten Bereich erhöht ist, oder umgekehrt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht (**3**) aufgespannte Ebene aufgebracht wird und dass die erste Schicht (**3m**) als eine Absorptionsschicht für die teilweise Entfernung der ersten Schicht (**3m**) selbst eingesetzt wird, indem die erste Schicht (**3m**) sowohl in dem ersten Bereich als auch in dem zweiten Bereich einem Laserlicht ausgesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht (**3**) aufgespannte Ebene aufgebracht wird und die erste Schicht (**3m**) in einer Schichtdicke gebildet wird, so dass eine Transmission, insbesondere eine Transparenz der ersten Schicht (**3m**) im ersten Bereich gegenüber der Transmission, insbesondere der Transparenz der ersten Schicht (**3m**) in dem mindestens einen zweiten Bereich erhöht ist, oder umgekehrt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) mit einer konstanten Flächendichte bezogen auf eine von der Replizierschicht (**3**) aufgespannte Ebene aufgebracht wird und auf die erste Schicht (**3m**) eine erste photoempfindliche Lackschicht aufgebracht wird oder die Replizierschicht (**3**) durch eine erste photoempfindliche Waschlackschicht gebildet wird, wobei die erste photoempfindliche Lackschicht oder die erste Waschlackschicht durch die erste Schicht (**3m**) hindurch belichtet wird, so dass die erste photoempfindliche Lackschicht oder die erste Waschlackschicht durch die erste Reliefstruktur bedingt im ersten und im mindestens einen zweiten Bereich unterschiedlich belichtet wird, wobei eine Strukturierung der belichteten ersten photoempfindlichen Lackschicht oder der ersten Waschlackschicht erfolgt, und dass entweder gleichzeitig, oder nachfolgend unter Verwendung der strukturierten ersten photoempfindlichen Lackschicht als einer Maskenschicht, die erste Schicht (**3m**) im ersten Bereich, nicht jedoch im mindestens einen zweiten Bereich oder im mindestens einen zweiten Bereich, nicht jedoch im ersten Bereich entfernt und somit strukturiert wird.

13. Verfahren Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass als photosensitive Schicht auf die erste Schicht (**3m**) eine photoaktivierbare Schicht aufgebracht wird, dass die photoaktivierbare Schicht durch die erste Schicht (**3m**) und die Replizierschicht (**3**) hindurch belichtet und im ersten Bereich aktiviert wird, und dass die aktivierten Bereiche der photoaktivierbaren Schicht ein Ätzmittel für die erste Schicht (**3m**) bilden, so dass die erste Schicht (**3m**) im ersten Bereich entfernt und somit strukturiert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass unmittelbar die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass erste Schicht (**3m**) unmittelbar die partiell ausgeformte Funktionsschicht ausbildet.

16. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte erste photoempfindliche Schicht oder erste Waschlackschicht unmittelbar die partiell ausgeformte Funktionsschicht ausbildet.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird, indem eine, insbesondere mit einem Farbmittel versetzte, erste positive oder negative Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) aufgebracht wird, dass die erste Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) durch die strukturierte erste Schicht (**3m**) hindurch belichtet wird, und dass eine Strukturierung der belichteten ersten Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass im Register zu der ersten Reliefstruktur und zu mindestens einer zweiten Reliefstruktur jeweils eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird, wobei unterschiedliche Photoresist-Lackschichten (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**), insbesondere unterschiedlich farbige Photoresist-Lackschichten zur Bildung der partiell ausgeformten Funktionsschichten verwendet werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Ausgestaltung der ersten Reliefstruktur eine Adhäsionseigenschaft und/oder ein Diffusionswiderstand und/oder eine Oberflächenreaktivität der Replizierschicht (**3**) lokal beeinflusst wird, so dass ein Material zur Bildung der ersten Schicht (**3m**) lokal unterschiedlich an der Replizierschicht (**3**) haftet, in diese eindiffundiert oder mit dieser reagiert.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Replizierschicht (**3**) partiell durch Eindiffundieren eines Farbmittels als partiell ausgeformte Funktionsschicht ausgebildet wird, wobei eine auf der Replizierschicht (**3**) partiell ausgeformte weitere Schicht lokal als Diffusionssperre fungiert.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) durch Auftragen eines Pulvers oder eines flüssigen Mediums gebildet wird, dass anschließend die erste Schicht (**3m**), gegebenenfalls nach einer physikalischen oder chemischen Behandlung des Pulvers oder des flüssigen Mediums, strukturiert wird, und dass entweder unmittelbar die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird und/oder unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht (**3m**) als einer Maskierungsschicht nachfolgend die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht gebildet wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Ausgestaltung der ersten Reliefstruktur eine Adhäsionseigenschaft und/oder ein Diffusionswiderstand und/oder eine Oberflächenreaktivität der Replizierschicht (**3**) lokal beeinflusst wird, so dass das Pulver oder das flüssige Medium lokal unterschiedlich an der Replizierschicht (**3**) haftet, in diese eindiffundiert oder mit dieser reagiert.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird, indem eine erste positive oder negative Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) aufgebracht wird, dass die erste Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) durch die strukturierte erste Schicht (**3m**) hindurch belichtet wird, und dass eine Strukturierung der belichteten ersten Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) erfolgt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Replizierschicht (**3a**) partiell durch Eindiffundieren eines Farbmittels als partiell ausgeformte Funktionsschicht ausgebildet wird, wobei die Replizierschicht (**3**) selbst oder eine darauf partiell ausgeformte Schicht lokal als Diffusionssperre

fungiert.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Replizierschicht (**3**) in dem mindestens einen zweiten Bereich zumindest teilweise eben ausgebildet wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25 in Verbindung mit einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) durch Abziehen mit einem Abziehmesser oder einem Abziehrakel strukturiert wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass in freiliegende Bereiche der Replizierschicht (**3**) mit der ersten Reliefstruktur oder der mindestens einen zweiten Reliefstruktur, welche senkrecht zur Ebene der Replizierschicht (**3**) gesehen von einer partiell ausgeformten Funktionsschicht oder weiteren Schicht umgeben sind, ein Material eingerakelt wird und mindestens eine weitere partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird.

28. Verfahren zur Herstellung eines Mehrschichtkörpers (**100v**) mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, wobei auf einer Trägerschicht (**1**) eine erste Schicht in Form einer ersten Photoresist-Lackschicht (**12**) gebildet und partiell belichtet wird, dass die belichtete erste Schicht entwickelt und strukturiert wird, und dass nachfolgend unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskenschicht, die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird, indem eine mit Farbmittel versetzte zweite positive oder negative Photoresist-Lackschicht (**12'**) aufgebracht wird, dass die zweite Photoresist-Lackschicht (**12'**) durch die strukturierte erste Schicht hindurch belichtet wird, und dass eine Strukturierung der belichteten zweiten Photoresist-Lackschicht (**12'**) erfolgt.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass die erste oder die zweite Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**) die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht ausbildet.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass nachfolgend die Trägerschicht (**1**) partiell durch Eindiffundieren eines Farbmittels als partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere Schicht ausgebildet wird, wobei mindestens die erste und/oder zweite strukturierte Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**) als Diffusionssperre fungiert.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass in freiliegende Bereiche der Trägerschicht (**1**), welche senkrecht zur Ebene der Trägerschicht (**1**) gesehen von einer partiell ausgeformten Funktionsschicht oder weiteren partiell ausgeformten Schicht umgeben sind, ein Material eingerakelt wird und mindestens eine weitere partiell ausgeformte Funktionsschicht oder weitere partiell ausgeformte Schicht gebildet wird.

33. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht als eine Lackschicht oder eine Polymerschicht ausgebildet wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht unter Zugabe von einem oder mehreren, insbesondere nicht-metallischen Funktionsschichtmaterialien ausgebildet wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht unter Zugabe von einem oder mehreren farbigen, insbesondere bunten Funktionsschichtmaterialien ausgebildet wird, und/oder dass mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht als hydrophobe oder hydrophile Schicht ausgebildet wird.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht durch die erste Schicht (**3m**) und/oder mindestens eine farbige positive oder negative Photoresist-Lackschicht (**12**, **12'**, **12''**, **12'''**) und/oder durch mindestens eine optisch variable Schicht mit blickwinkelabhängig unterschiedlichem optischem Effekt und/oder durch mindestens eine metallische Reflexionsschicht und/oder durch mindestens eine dielektrische Reflexionsschicht (**3m''**) gebildet wird.



37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass die optisch variable Schicht derart ausgebildet wird, dass diese mindestens einen Stoff mit blickwinkelabhängig unterschiedlichem optischem Effekt enthält und/oder durch mindestens eine Flüssigkristallschicht mit blickwinkelabhängig unterschiedlichem optischem Effekt und/oder durch einen Dünnsfilm-Reflektionsschichtstapel mit blickwinkelabhängigem Interferenzfarbeffekt gebildet wird.

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die strukturierte erste Schicht (**3m**) zumindest teilweise entfernt und durch die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht ersetzt wird.

39. Verfahren nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass eine vollständige Entfernung der strukturierten ersten Schicht (**3m**) erfolgt.

40. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht senkrecht zur Ebene der Replizierschicht (**3**) oder Trägerschicht (**1**) gesehen deckungsgleich Ober- oder unterhalb der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht angeordnet wird.

41. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht senkrecht zur Ebene der Replizierschicht (**3**) oder Trägerschicht (**1**) gesehen alternierend oder mit einem gleichmäßigen Abstand zur mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht angeordnet wird.

42. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine erste transparente Abstandshalterschicht (**2'**) zwischen der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht angeordnet wird.

43. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine zweite transparente Abstandshalterschicht zwischen mindestens zwei weiteren partiell ausgeformten Schichten angeordnet wird.

44. Verfahren nach einem der Ansprüche 42 oder 43, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Abstandshalterschicht lokal in mindestens zwei unterschiedlichen Schichtdicken ausgebildet wird.

45. Verfahren nach einem der Ansprüche 42 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite Abstandshalterschicht lokal mit einer Schichtdicke im Bereich von  $< 100 \mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von 2 bis  $50 \mu\text{m}$  ausgebildet wird.

46. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) vollflächig in einer Dicke auf die Replizierschicht (**3**) oder die Trägerschicht (**1**) aufgebracht wird, bei der die erste Schicht (**3m**) für das menschliche Auge opak ist, insbesondere eine optische Dichte im Bereich von größer als 1,5 besitzt.

47. Verfahren nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht (**3m**) in einer Dicke aufgebracht wird, bei der die erste Schicht (**3m**) eine optische Dichte im Bereich von 2 bis 7 besitzt.

48. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht derart ausgebildet werden, dass diese sich senkrecht zur Ebene der Replizierschicht (**3**) oder der Trägerschicht (**1**) gesehen gegenseitig zu einer dekorativen und/oder informativen geometrischen, alphanumerischen, bildlichen, graphischen oder figürlichen Darstellung, insbesondere einem Dekorelement aus mindestens zwei Linien enthaltend unterschiedliches Funktionsschichtmaterial, ergänzen.

49. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 48, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht jeweils zumindest bereichsweise linienförmig ausgebildet werden, wobei die Linien ohne seitlichen Versatz ineinander übergehen und/oder ein konzentrisches Kreislinienmuster bilden.

50. Verfahren nach Anspruch 49, dadurch gekennzeichnet, dass die Linien mit einem kontinuierlichen Farbverlauf ineinander übergehend ausgebildet werden.

51. Verfahren nach einem der Ansprüche 49 oder 50, dadurch gekennzeichnet, dass die Linien senkrecht zur Ebene der Replizierschicht (3) oder Trägerschicht (1) gesehen mit einer Breite im Bereich von  $< 100 \mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von  $0,5$  bis  $50 \mu\text{m}$  ausgebildet werden.

52. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 51, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht mit mindestens einem opaken und/oder mindestens einem transparenten Farbmittel eingefärbt wird, welches zumindest in einem Wellenlängenbereich des elektromagnetischen Spektrums farbig oder farberzeugend ist, insbesondere bunt farbig oder bunt farberzeugend ist, insbesondere dass ein Farbmittel in der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht enthalten ist, welches außerhalb des sichtbaren Spektrums angeregt werden kann und einen visuell erkennbaren farbigen Eindruck erzeugt.

53. Verfahren nach Anspruch 52, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht in Komplementärfarben ausgebildet werden.

54. Verfahren nach einem der Ansprüche 52 oder 53, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Farbmittel aus der Gruppe der anorganischen oder organischen Farbmittel, insbesondere der Pigmente oder der Farbstoffe gewählt wird.

55. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Replizierschicht (1) auf einer Trägerschicht (1) angeordnet wird.

56. Verfahren nach einem der Ansprüche 28 oder 55, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerschicht (1) vom gebildeten Mehrschichtkörper ablösbar ausgebildet wird.

57. Mehrschichtkörper (100t), erhältlich nach Anspruch 1 oder Anspruch 1 in Verbindung mit einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, wobei in einem ersten Bereich einer Replizierschicht (3) des Mehrschichtkörpers (100t) eine erste Reliefstruktur abgeformt ist, wobei die mindestens eine Funktionsschicht auf die Replizierschicht (3) in dem ersten Bereich oder in mindestens einem zweiten Bereich, in dem die erste Reliefstruktur nicht in der Replizierschicht (3) abgeformt ist, in Abhängigkeit von der ersten Reliefstruktur strukturiert aufgebracht ist.

58. Mehrschichtkörper nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht mit einer diffraktiven Reliefstruktur hinterlegt ist und einen holographischen oder kinegraphischen optisch variablen Effekt zeigt.

59. Mehrschichtkörper, erhältlich nach Anspruch 28 oder Anspruch 28 in Verbindung mit einem der darauf rückbezogenen Ansprüche, mit mindestens einer partiell ausgeformten Funktionsschicht im Register zu mindestens einer weiteren partiell ausgeformten Schicht, wobei auf einer Trägerschicht (1) eine erste Schicht in Form einer ersten Photoresist-Lackschicht (12) musterförmig strukturiert ausgebildet ist, und dass unter Verwendung der strukturierten ersten Schicht als einer Maskenschicht, die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht ausgebildet ist.

60. Mehrschichtkörper einem der Ansprüche 57 bis 59, dadurch gekennzeichnet, dass sich die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht gegenseitig zu einer dekorativen und/oder informativen geometrischen, alphanumerischen, bildlichen, graphischen oder figürlichen farbigen Darstellung ergänzen.

61. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 60, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder zumindest die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht als mindestens eine Linie mit einer Linienbreite im Bereich  $< 50 \mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von  $0,5$  bis  $10 \mu\text{m}$  ausgebildet ist, und/oder als mindestens ein Pixel mit einem Pixeldurchmesser im Bereich von  $< 50 \mu\text{m}$ , insbesondere im Bereich von  $0,5$  bis  $10 \mu\text{m}$  ausgebildet ist.

62. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine, insbesondere opake, Metallschicht ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine eingefärbte Lackschicht ist, oder umgekehrt.

63. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine Schicht enthaltend Flüssigkristalle ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine eingefärbte Lackschicht ist, oder umgekehrt.

64. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht durch einen Dünnschicht-Reflektionsschichtstapel mit blickwinkelabhängigem Interferenzfarbeffekt gebildet ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine eingefärbte Lackschicht ist, oder umgekehrt.

65. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine erste eingefärbte Lackschicht ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine weitere, unterschiedlich eingefärbte Lackschicht ist.

66. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 61, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht eine erste eingefärbte Lackschicht ist und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht eine dielektrische Reflektionsschicht ist.

67. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 62 bis 66, dadurch gekennzeichnet, dass die Lackschicht mit mindestens einem opaken und/oder mindestens einem transparenten Stoff eingefärbt ist.

68. Mehrschichtkörper nach Anspruch 67, dadurch gekennzeichnet, dass die eingefärbte Lackschicht mit mindestens einem Farbmittel der Farbe gelb, magenta, cyan oder schwarz (CMYK) oder der Farbe rot, grün oder blau (RGB) eingefärbt ist, und/oder dass mindestens eine partiell ausgebildete Funktionsschicht mit mindestens einem rot, grün und/oder blau fluoreszierenden strahlungsanregbaren Pigment oder Farbstoff versehen ist und dadurch eine additive Farbe bei Bestrahlung erzeugt.

69. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 68, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht, zumindest unter einem bestimmten Blickwinkel oder unter einer bestimmten Bestrahlungsart gesehen, in Komplementärfarben ausgebildet sind.

70. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 69, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht jeweils derart linienförmig ausgebildet sind, dass die Linien ohne seitlichen Versatz ineinander übergehen.

71. Mehrschichtkörper nach Anspruch 70, dadurch gekennzeichnet, dass die Linien mit einem kontinuierlichen Farbverlauf ineinander übergehen.

72. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 71, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und/oder die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht zumindest bereichsweise ein, aus für das menschliche Auge nicht einzeln auflösbaren Pixeln, Bildpunkten oder Linien aufgebautes Rasterbild bildet/bilden.

73. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 72, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei weitere partiell ausgeformte Schichten vorhanden sind.

74. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 73, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste transparente Abstandshalterschicht (2') zwischen der mindestens einen partiell ausgeformten Funktionsschicht und der mindestens einen weiteren partiell ausgeformten Schicht ausgebildet ist.

75. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 74, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite transparente Abstandshalterschicht zwischen mindestens zwei weiteren partiell ausgeformten Schichten ausgebildet ist.

76. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 74 oder 75, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine partiell ausgeformte Funktionsschicht und die mindestens eine weitere partiell ausgeformte Schicht derart ausgebildet sind, dass sich mindestens ein, gegebenenfalls blickwinkelabhängiger, optischer Überlagerungseffekt zeigt.

77. Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 76, dadurch gekennzeichnet, dass der Mehr-

schichtkörper (**100t**, **100v**) als ein Folienelement, insbesondere als eine Transferfolie, eine Heißprägefolie oder eine Laminierfolie ausgebildet ist.

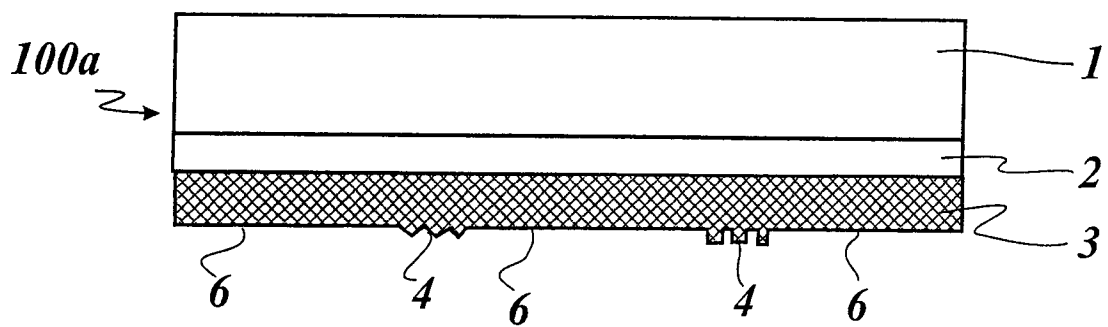
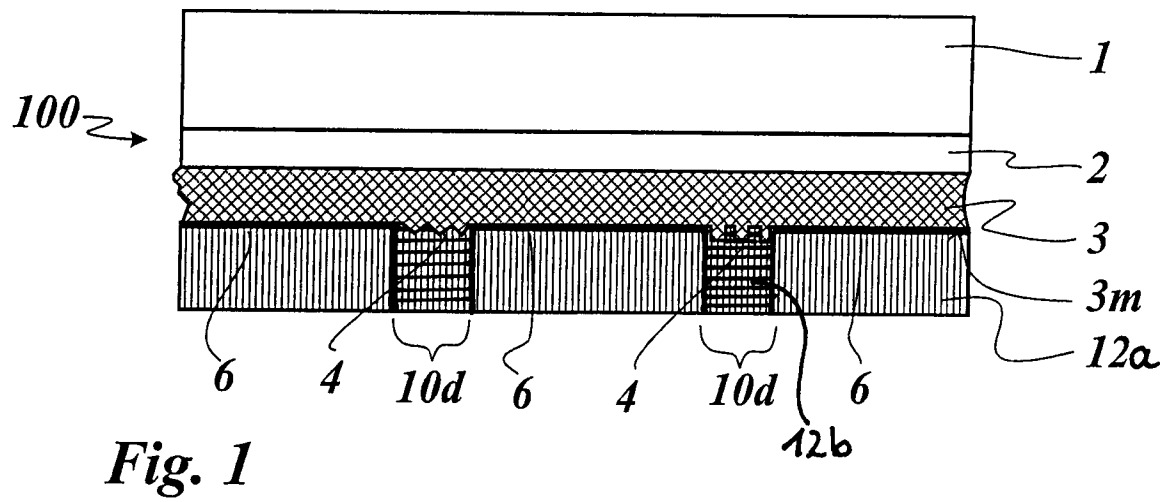
78. Mehrschichtkörper nach Anspruch 77, dadurch gekennzeichnet, dass das Folienelement auf mindestens einer Seite eine Kleberschicht (**2''**) aufweist.

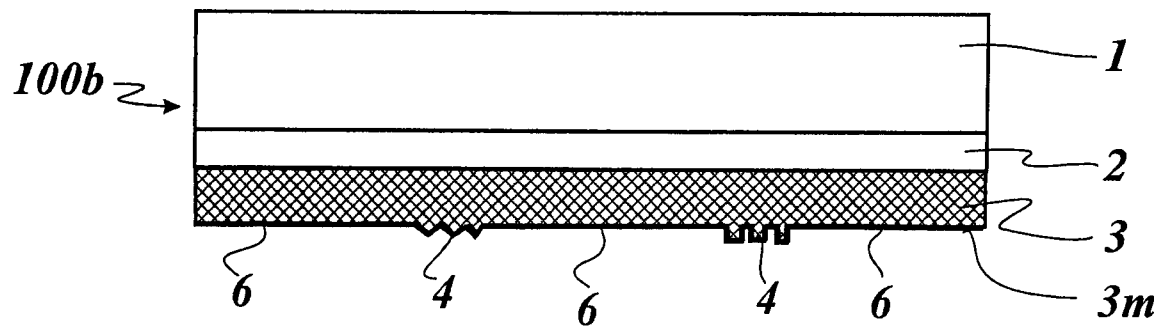
79. Sicherheitselement für Sicherheits- oder Wertdokumente, welches einen Mehrschichtkörper (**100t**, **100v**) nach einem der Ansprüche 57 bis 78 aufweist.

80. Sicherheitselement nach Anspruch 79, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheits- oder Wertdokument ein Ausweis, ein Reisepass, eine Bankkarte, eine Identitätskarte, eine Banknote, ein Wertpapier, ein Ticket oder eine Sicherheitsverpackung ist.

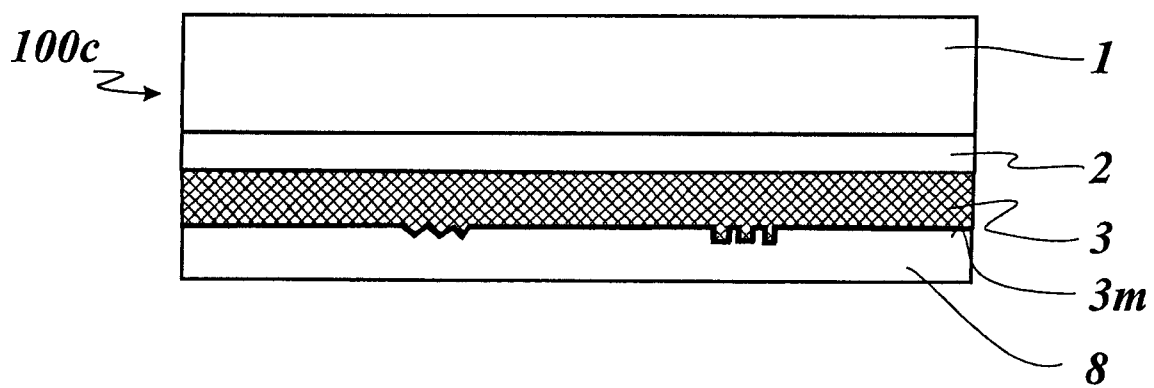
81. Elektronisches Bauelement mit einem Mehrschichtkörper nach einem der Ansprüche 57 bis 78.

Es folgen 27 Blatt Zeichnungen

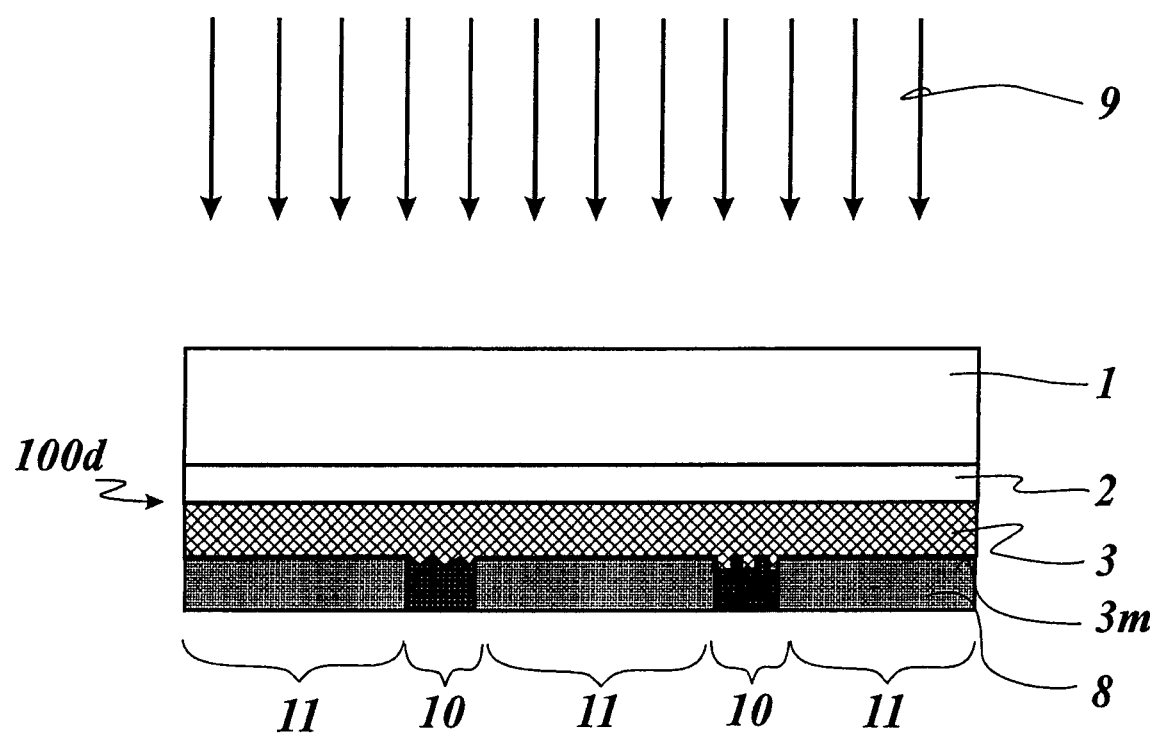




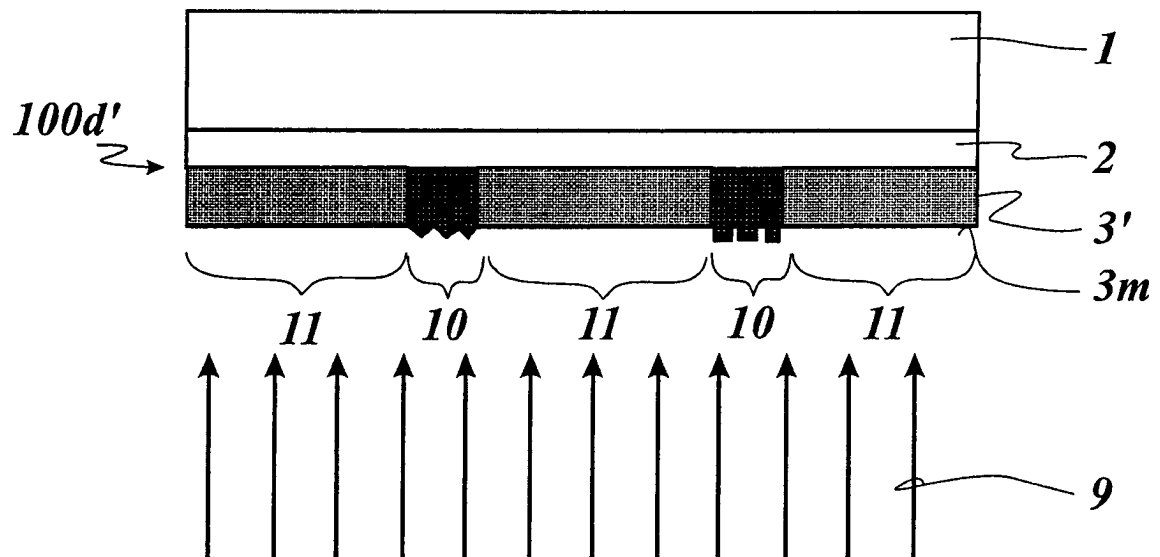
**Fig. 3**



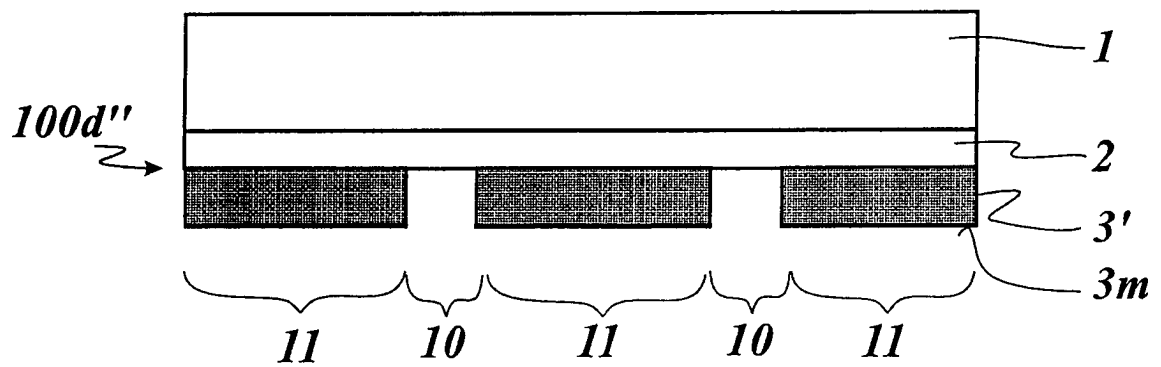
**Fig. 4**



**Fig. 5**

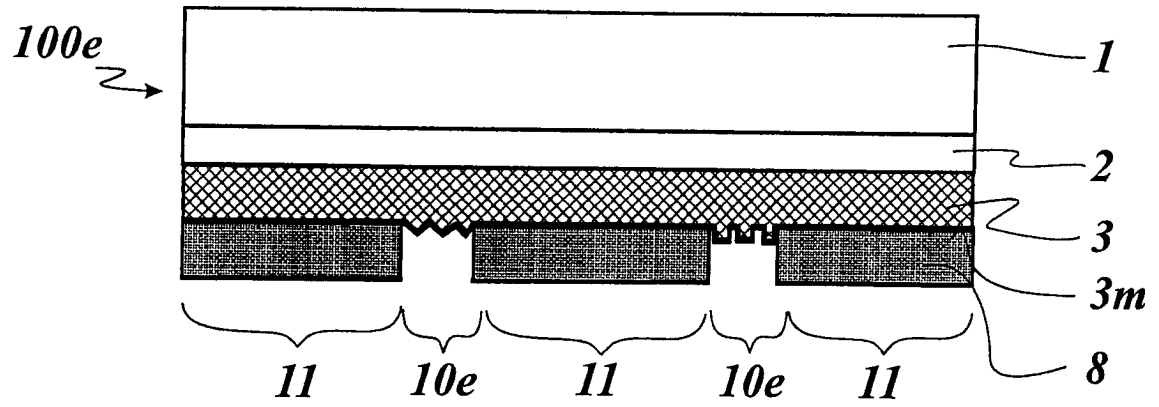


**Fig. 5a**

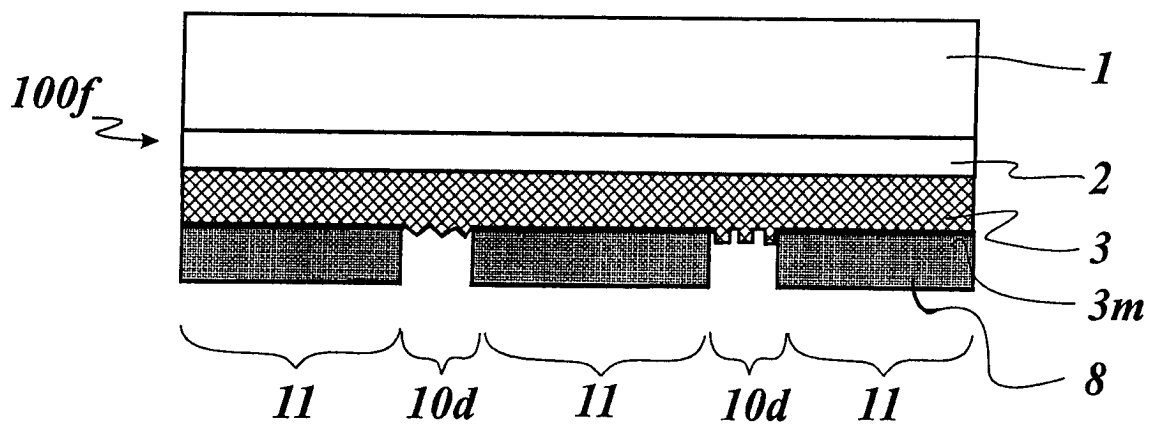


**Fig. 5b**

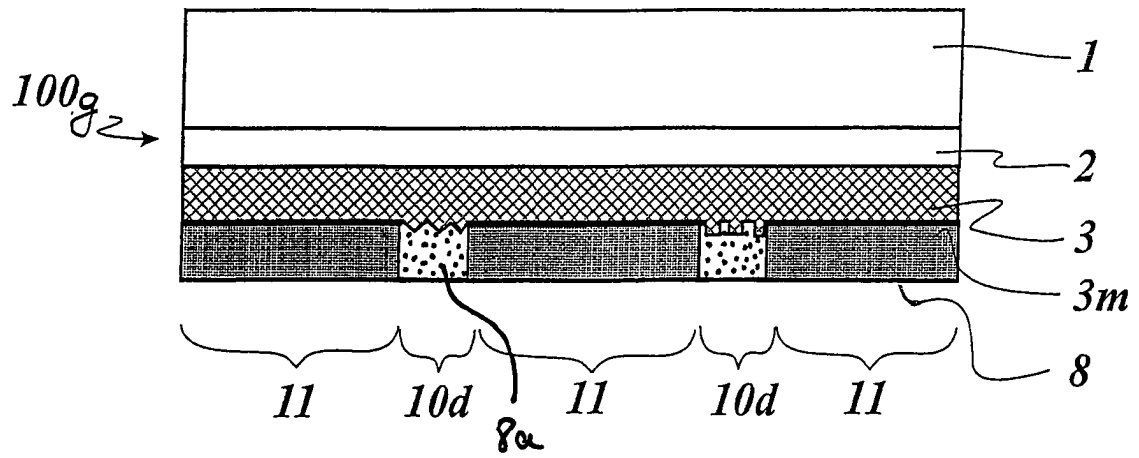




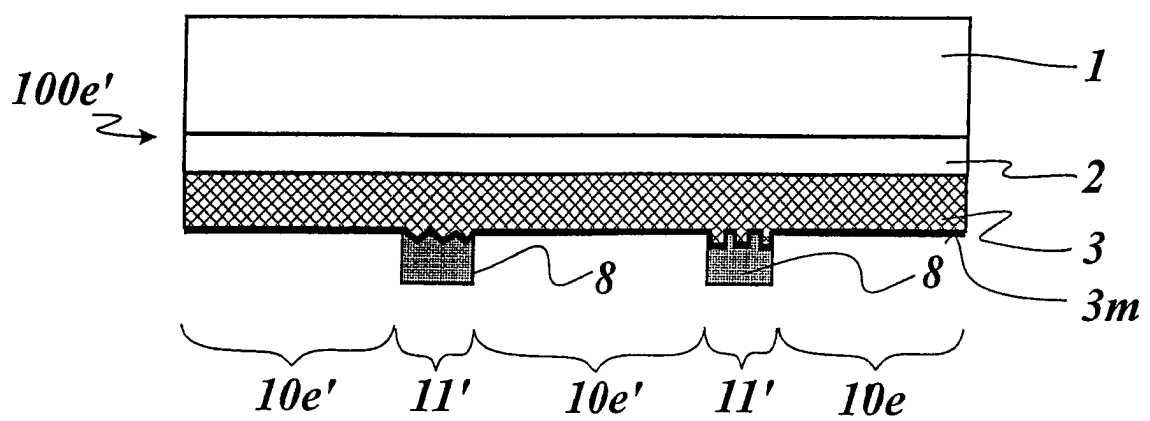
**Fig. 6**



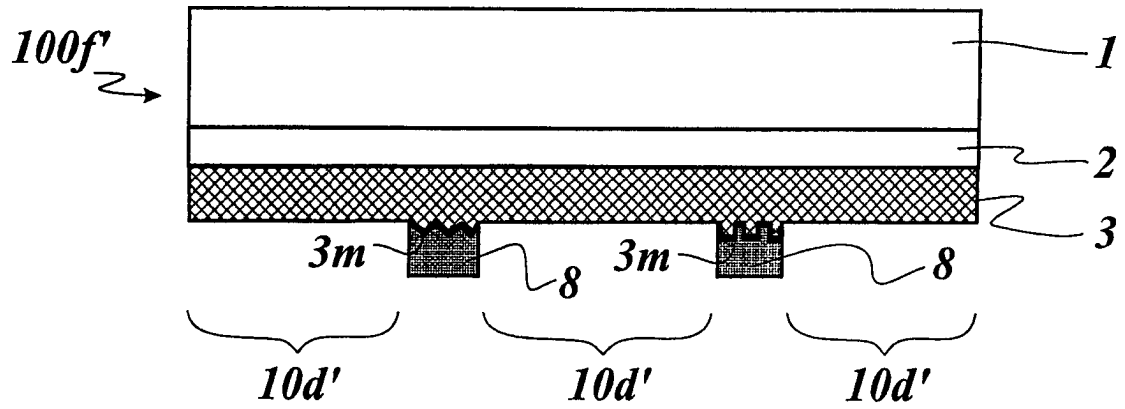
**Fig. 7**



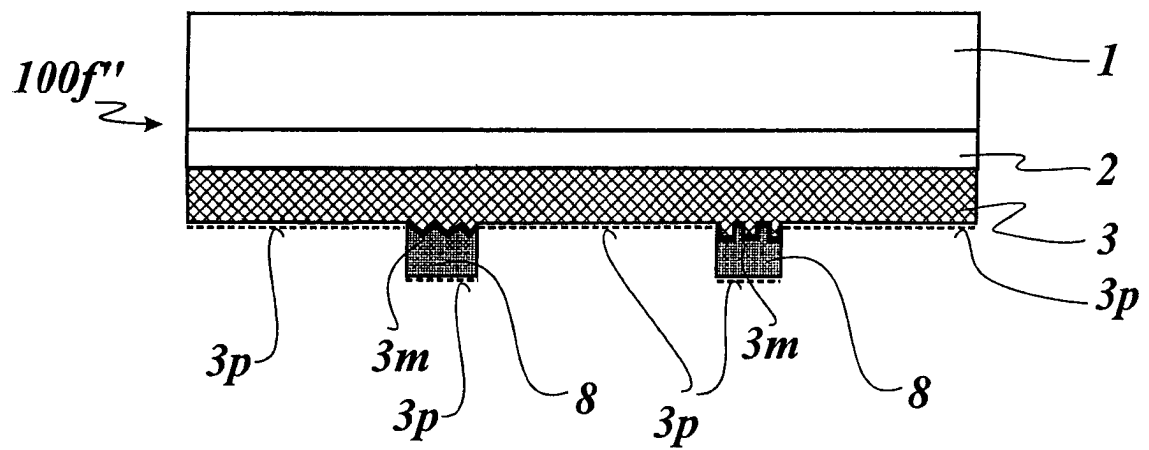
**Fig. 8**



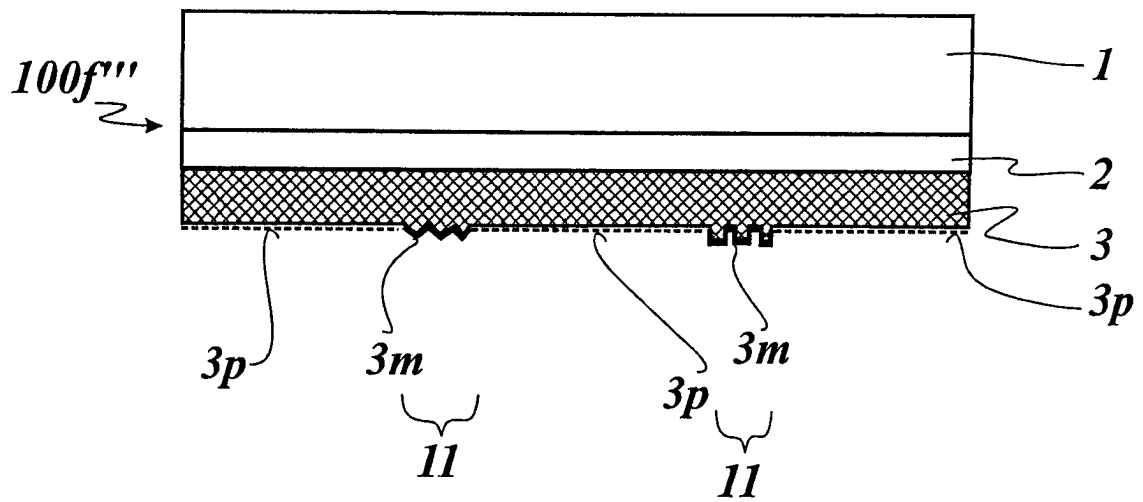
**Fig. 9**



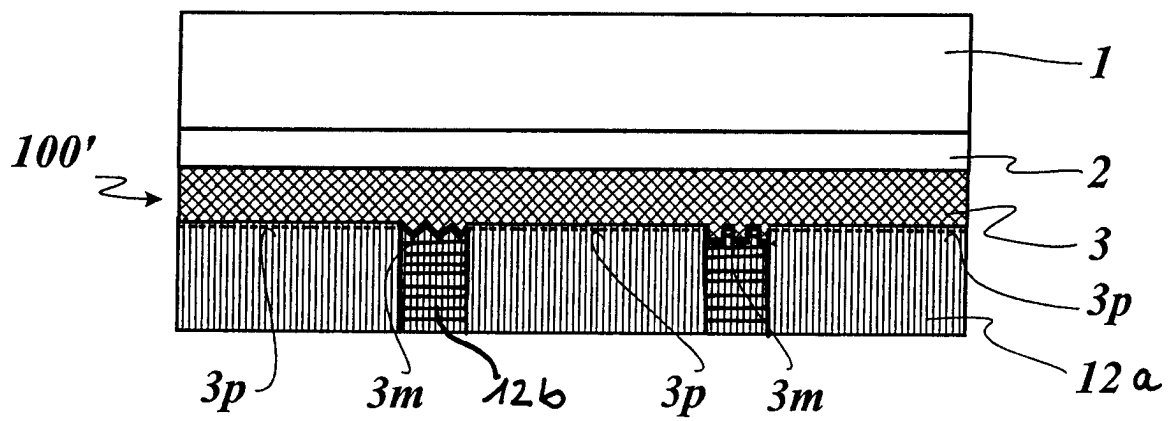
**Fig. 10**



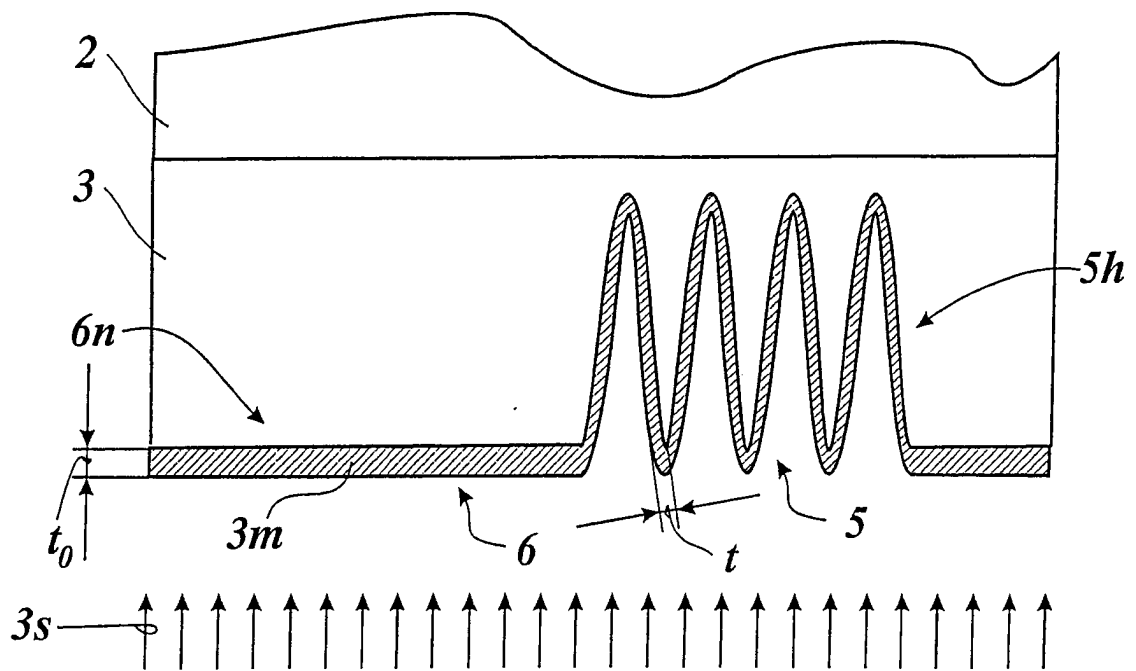
**Fig. 11**



**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**

Fig. 15 (A)

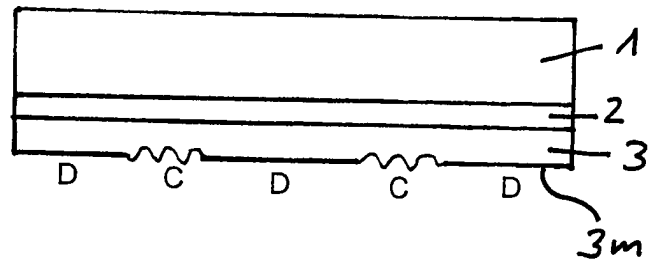


Fig. 15 (B)

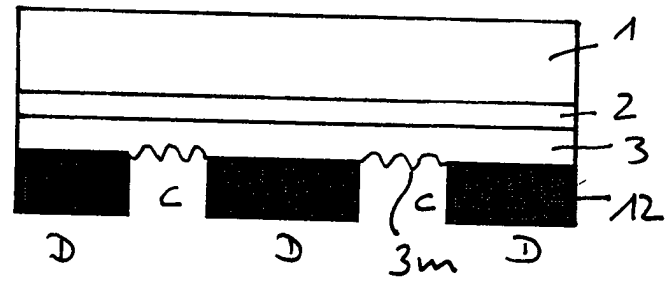


Fig. 15 (C)

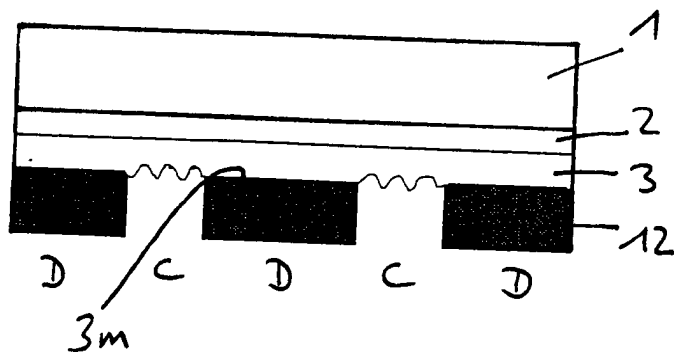


Fig. 15

(D)

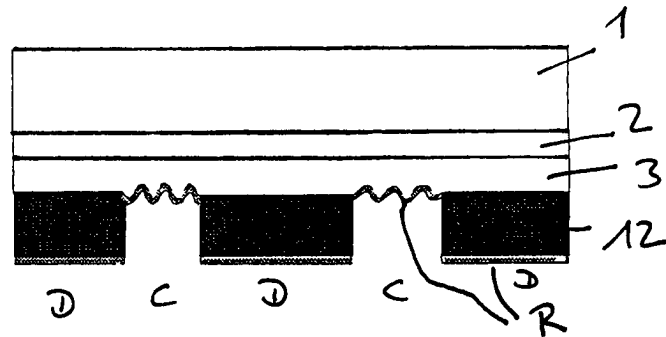


Fig. 15

(E)

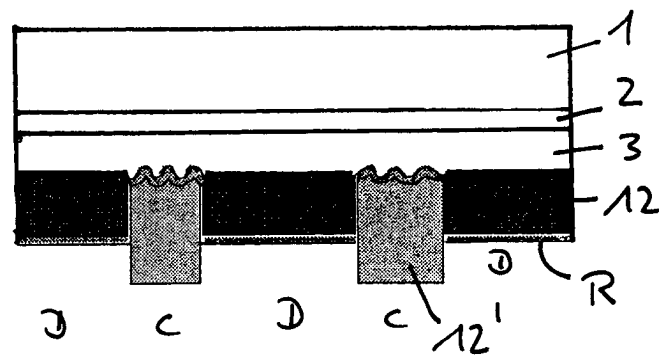
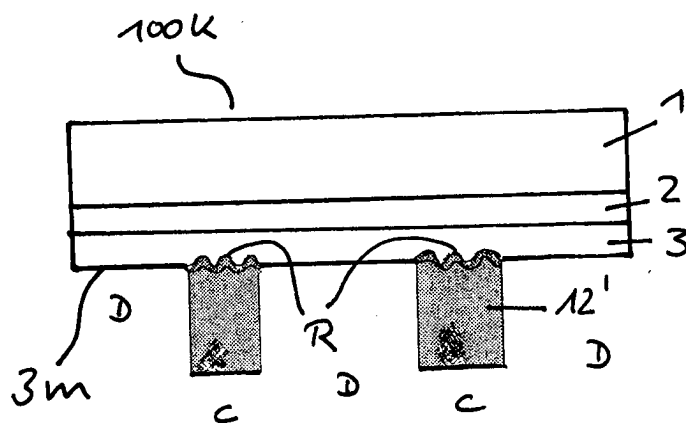


Fig. 15

(F)



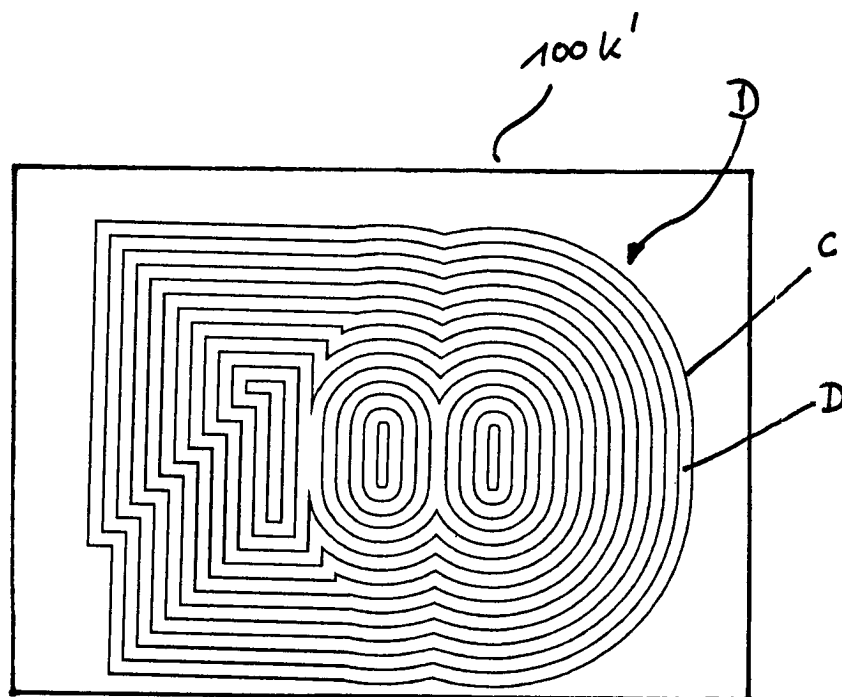


Fig. 15 (G)



Fig. 16 (A)

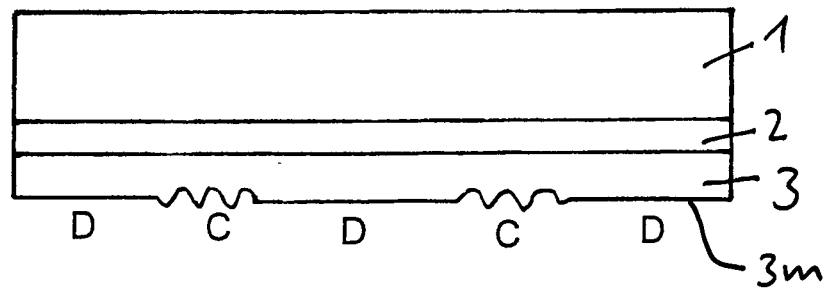


Fig. 16 (B)

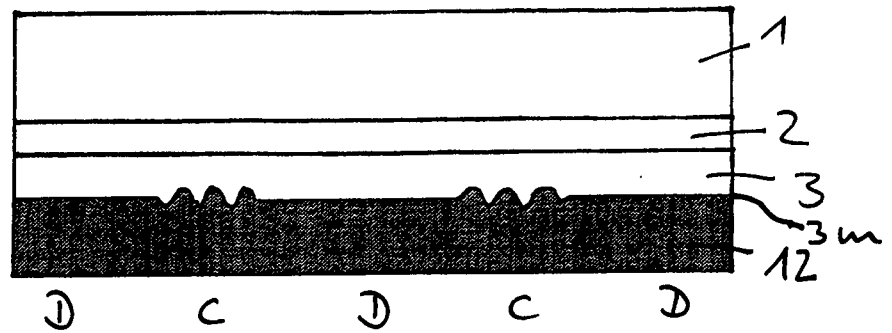


Fig. 16 (C)

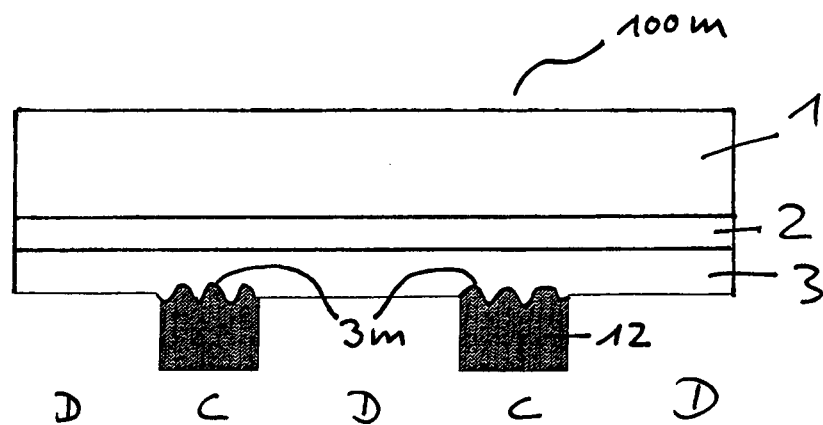


Fig. 17(A)

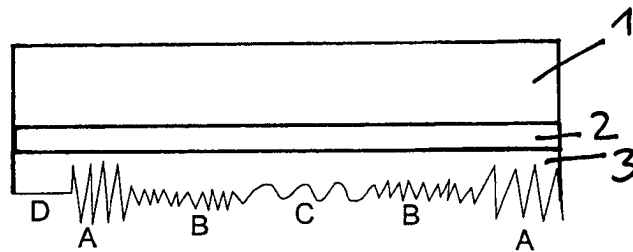


Fig. 17(B)

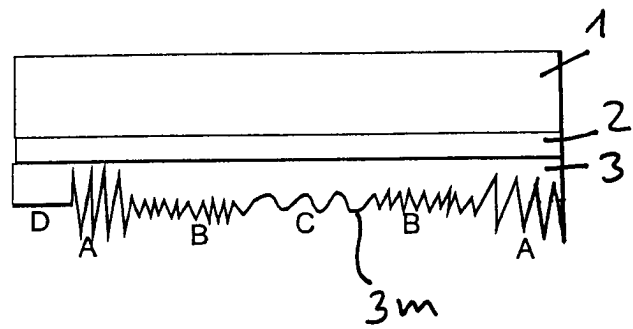


Fig. 17(C)

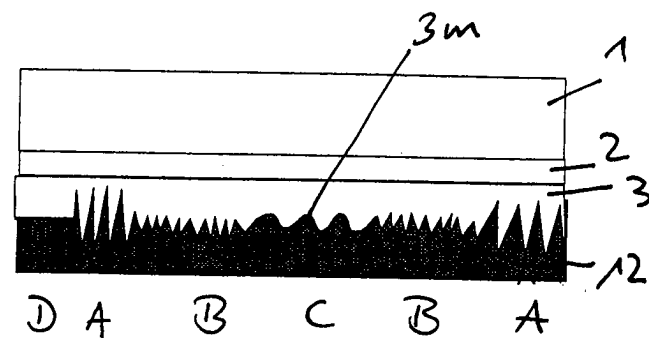


Fig. 17 (D)

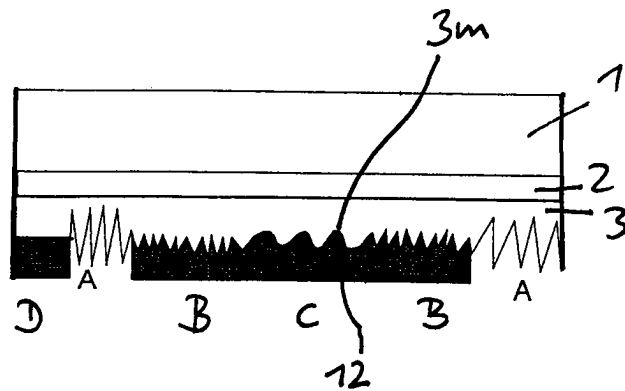


Fig. 17 (E)

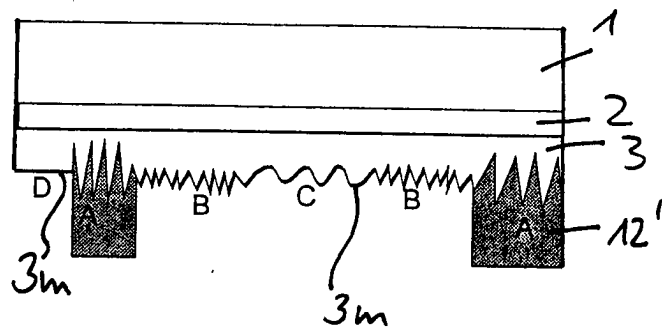


Fig. 17 (F)

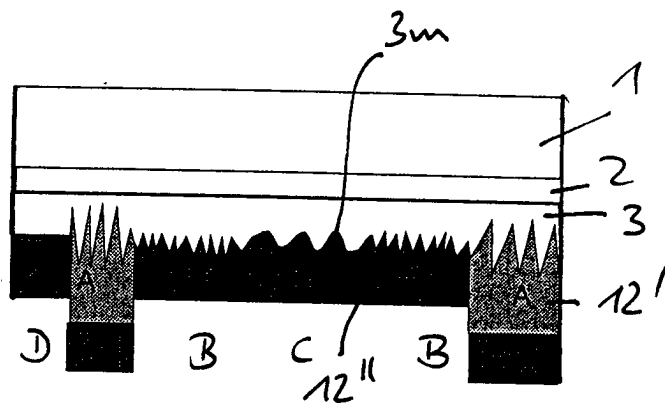


Fig. 17(G)

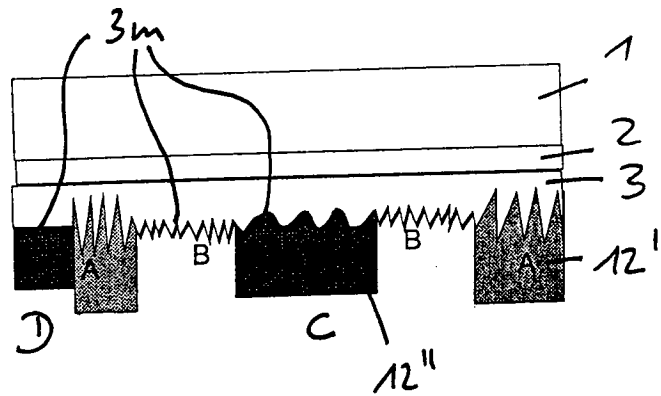


Fig. 17 (H)

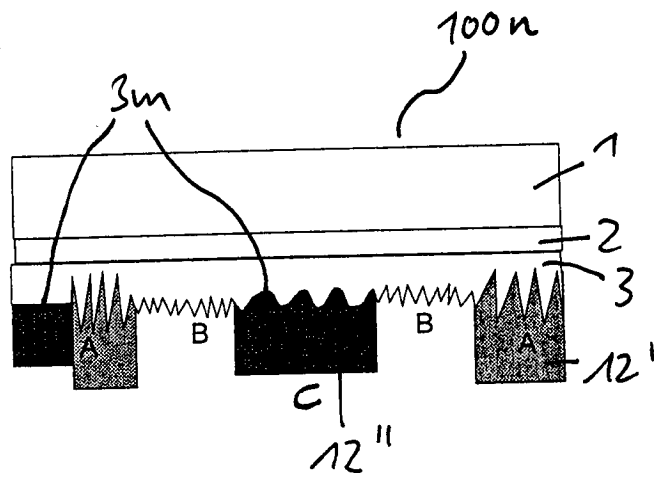


Fig. 18 (A)

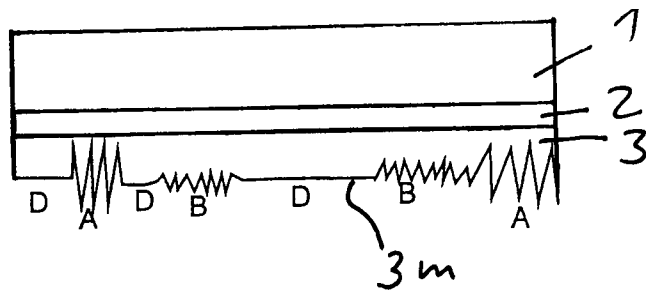


Fig. 18 (B)

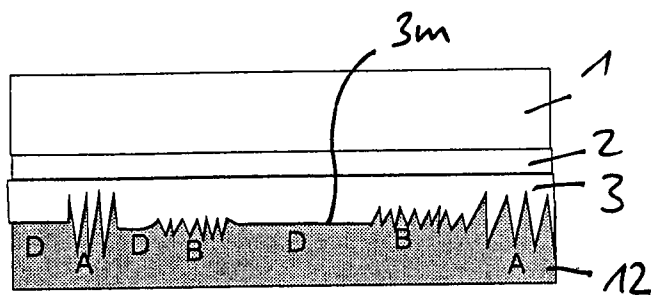


Fig. 18 (C)

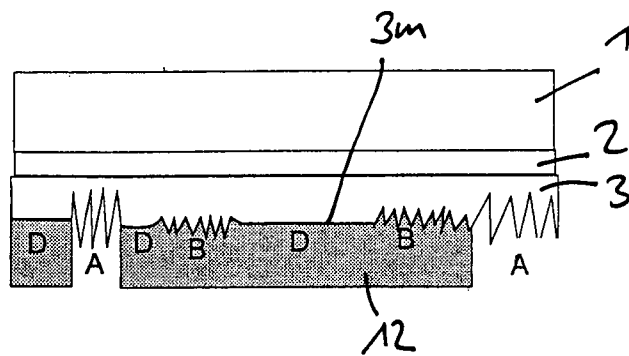


Fig. 18 (D)

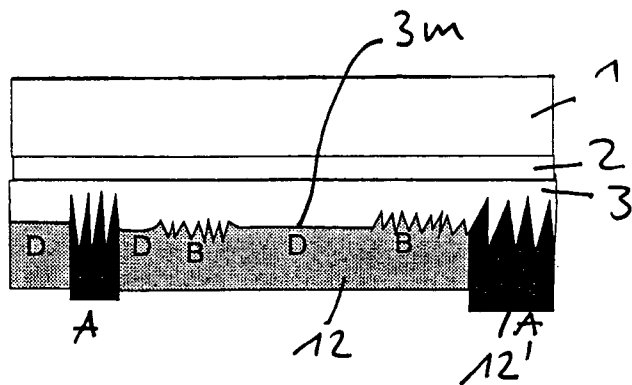


Fig. 18 (E)

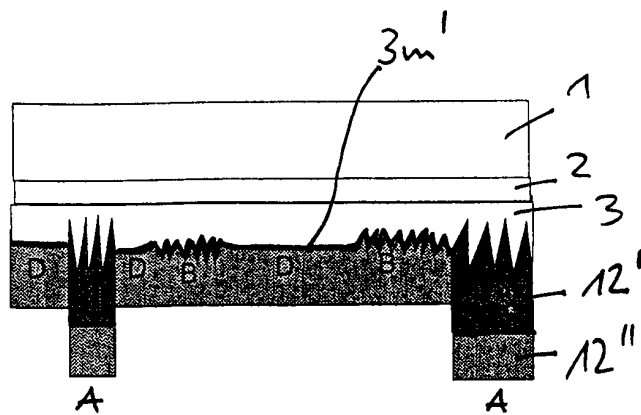


Fig. 18 (F)

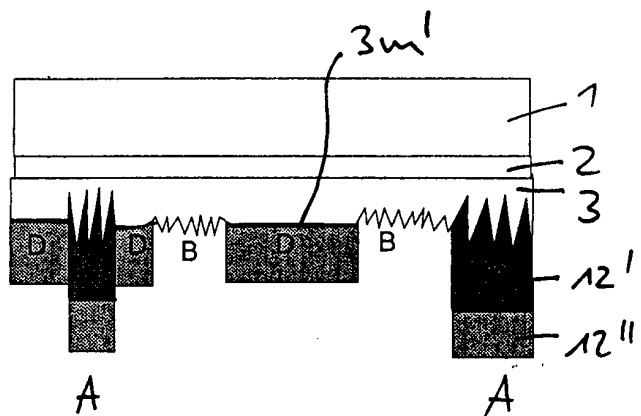


Fig. 18 (G)

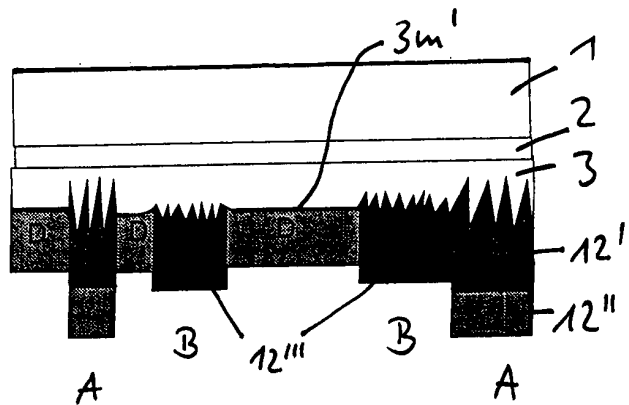
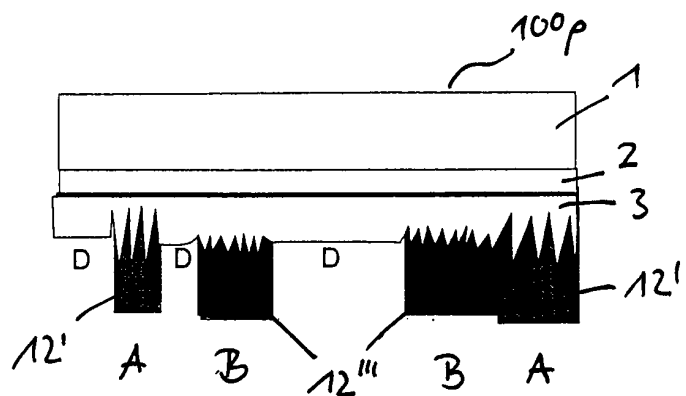


Fig. 18 (H)



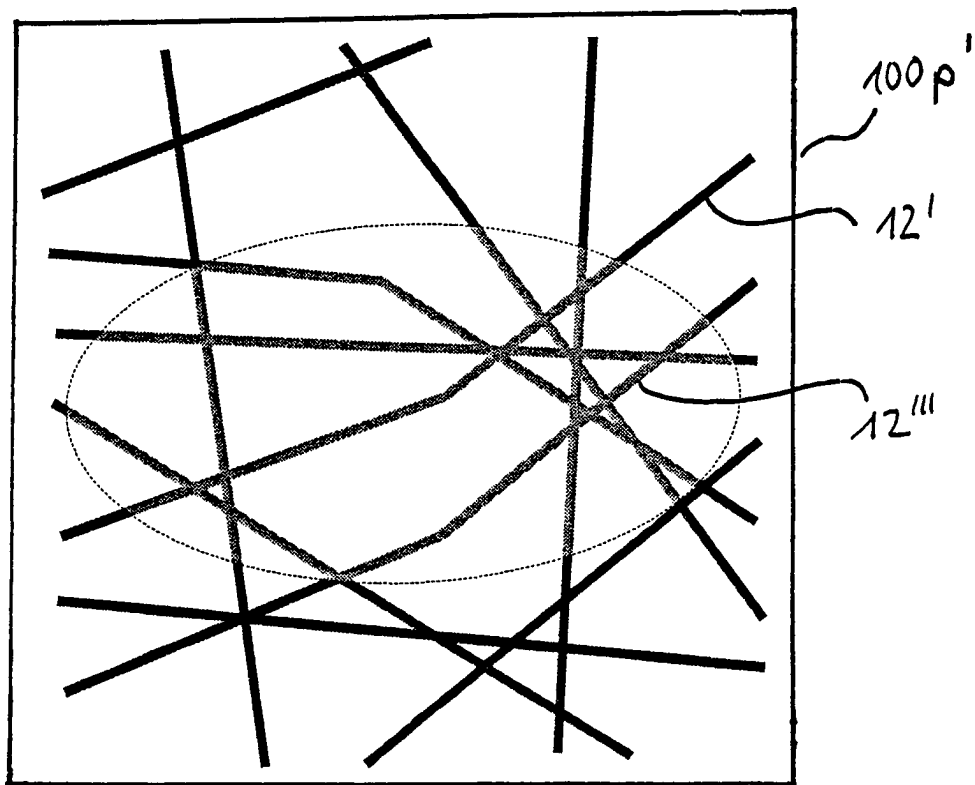


Fig. 18(k)

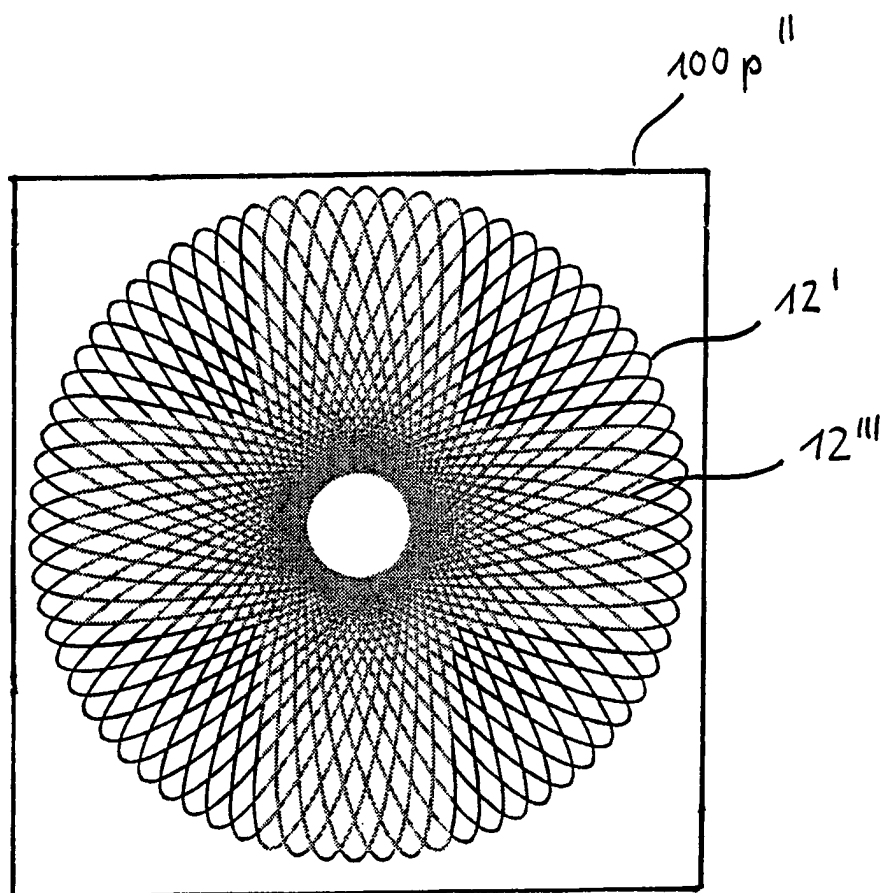


Fig. 18 (M)



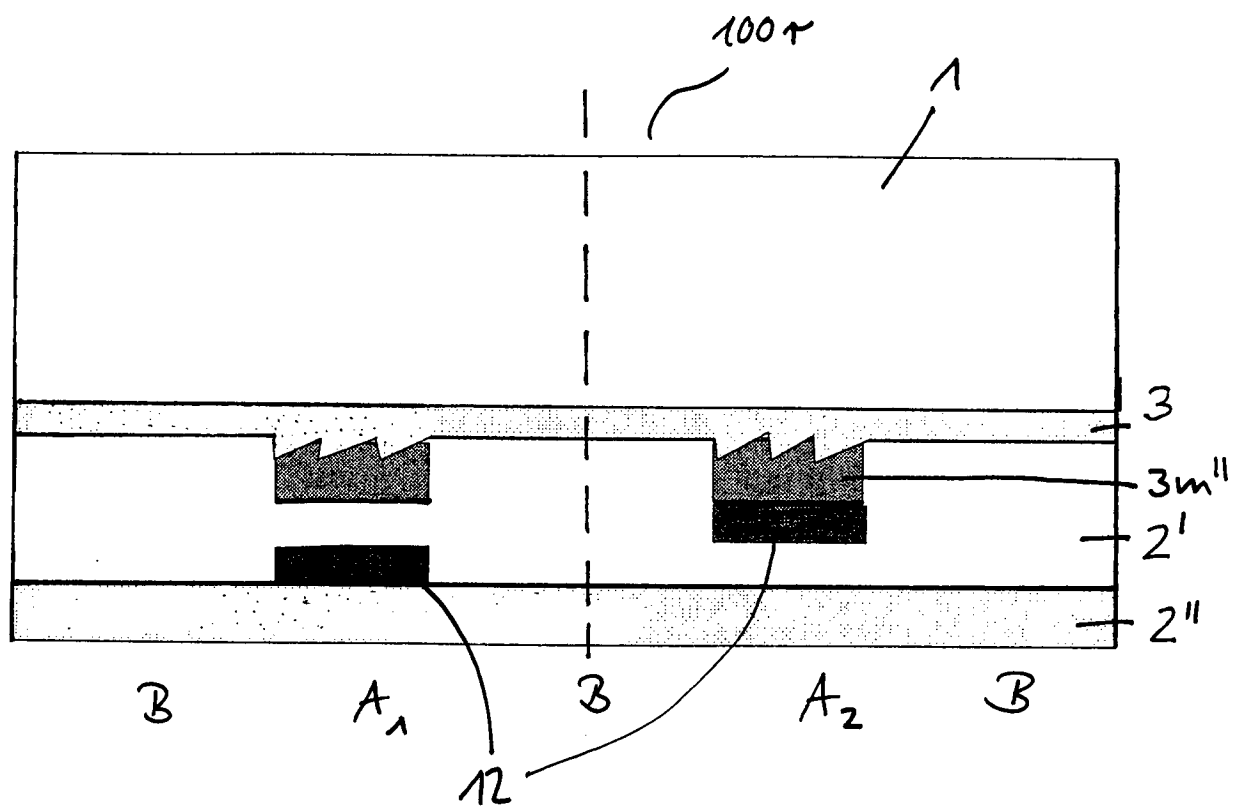


Fig. 19

Fig. 20 (A)

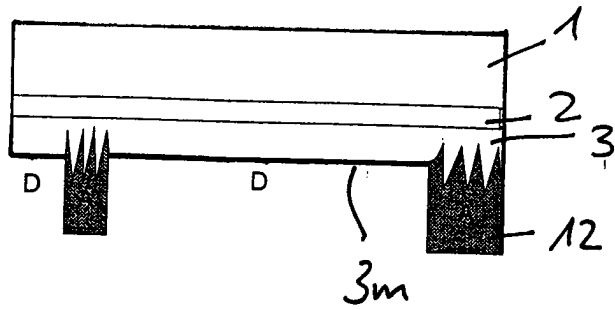


Fig. 20 (B)

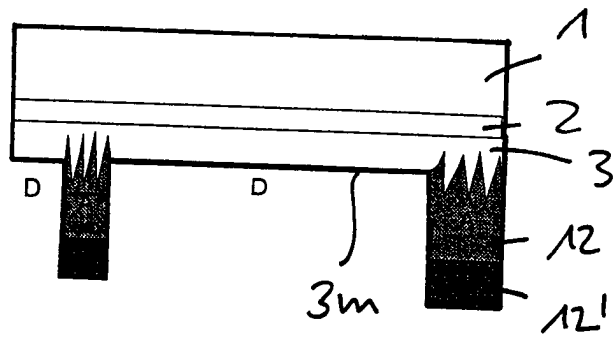
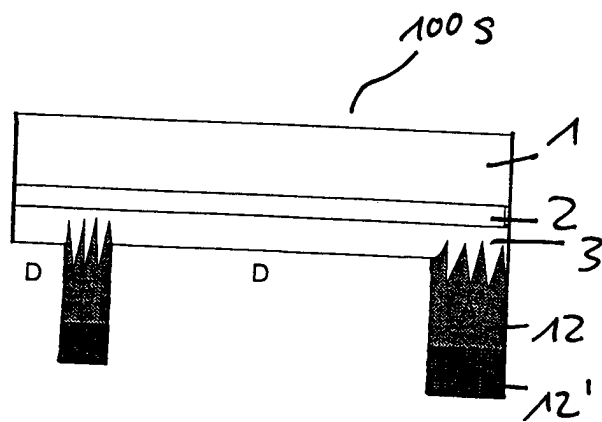


Fig. 20 (C)



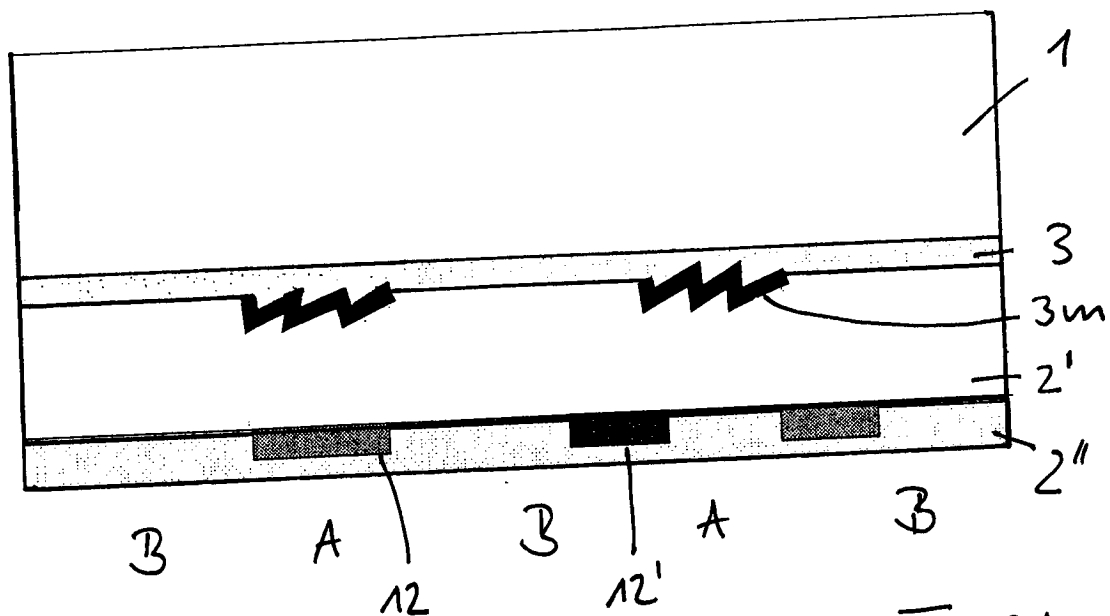
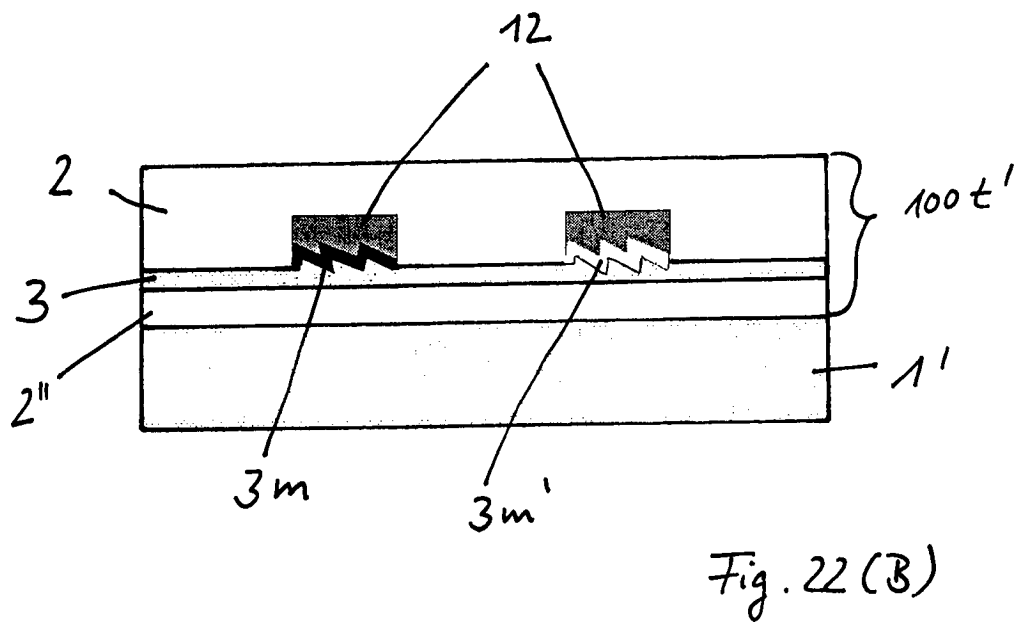
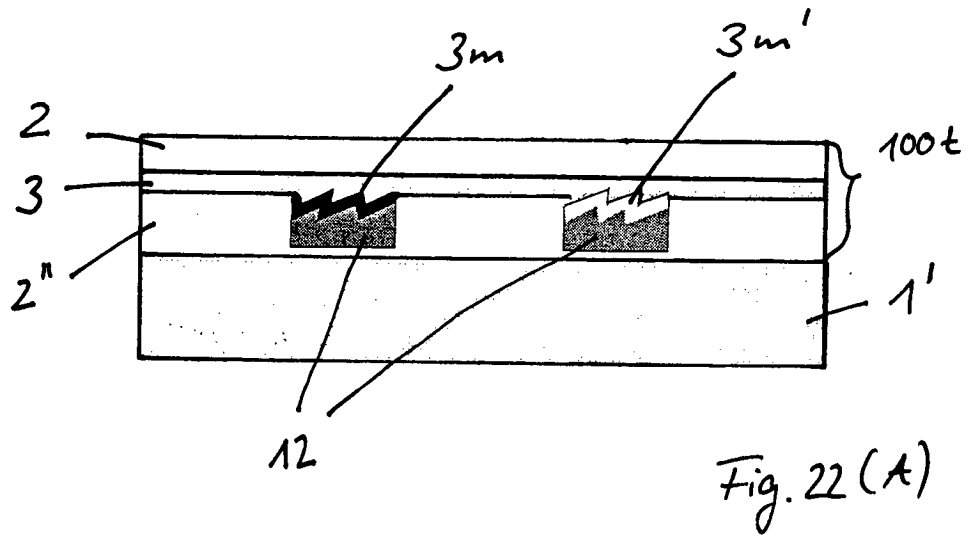
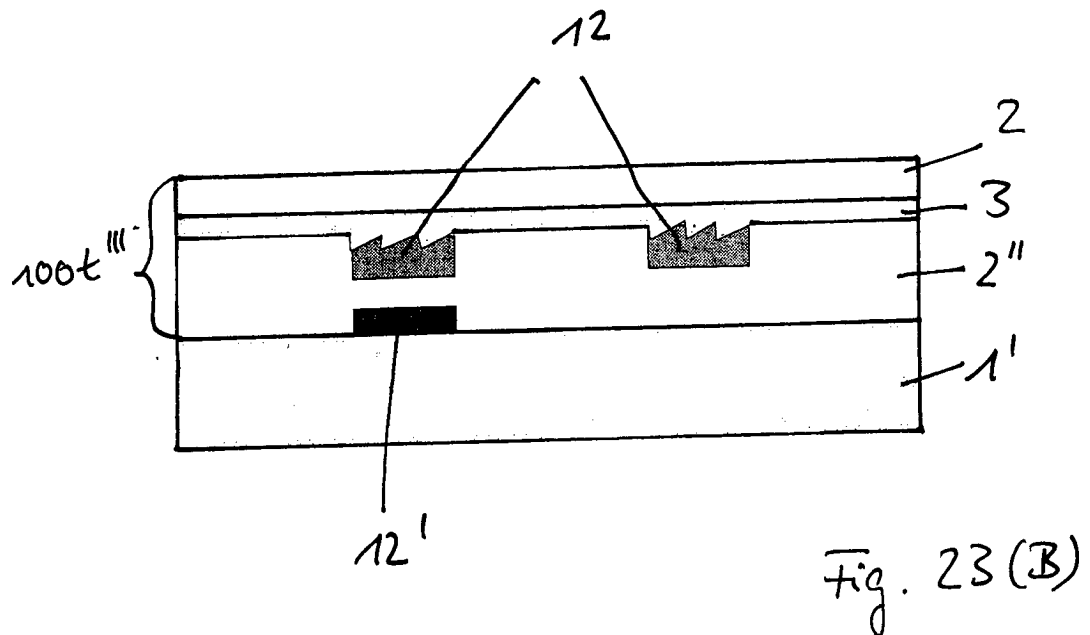
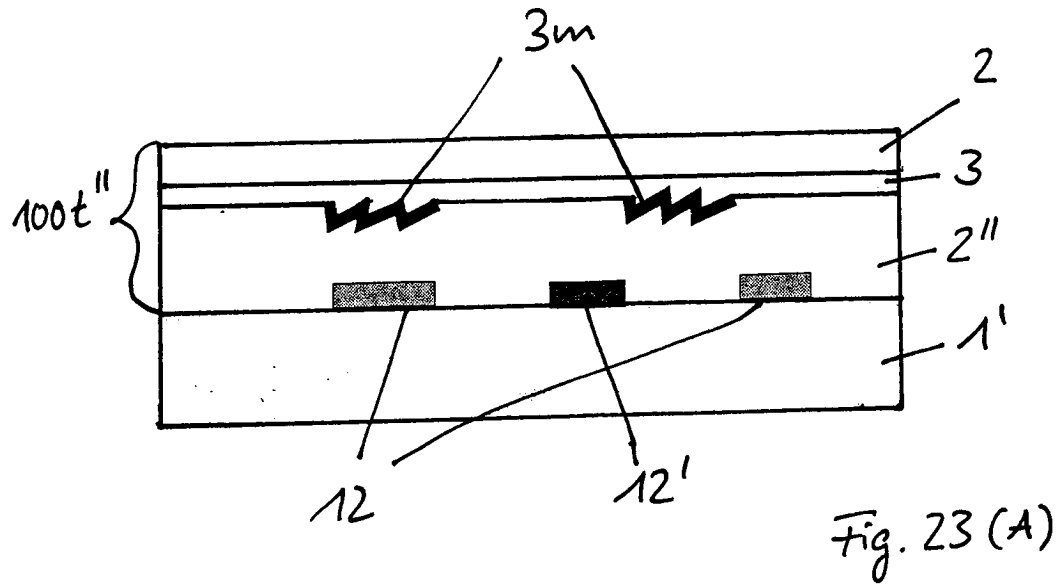


Fig. 21





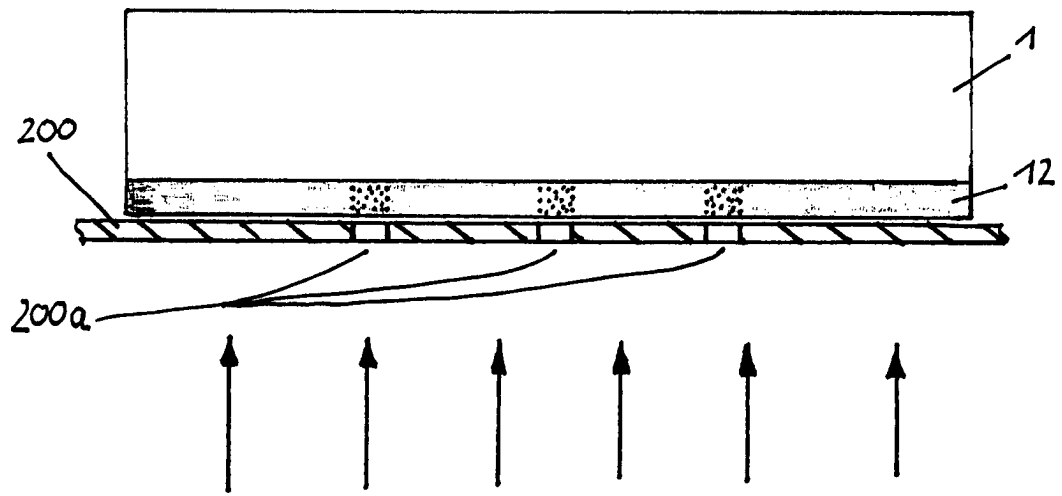


Fig. 24 (A)

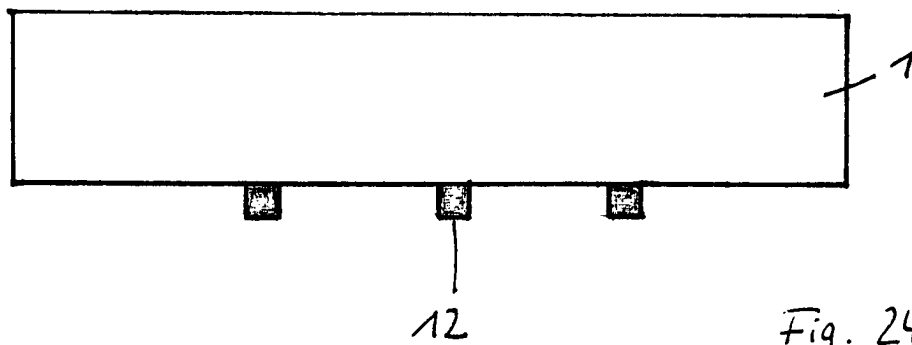


Fig. 24 (B)

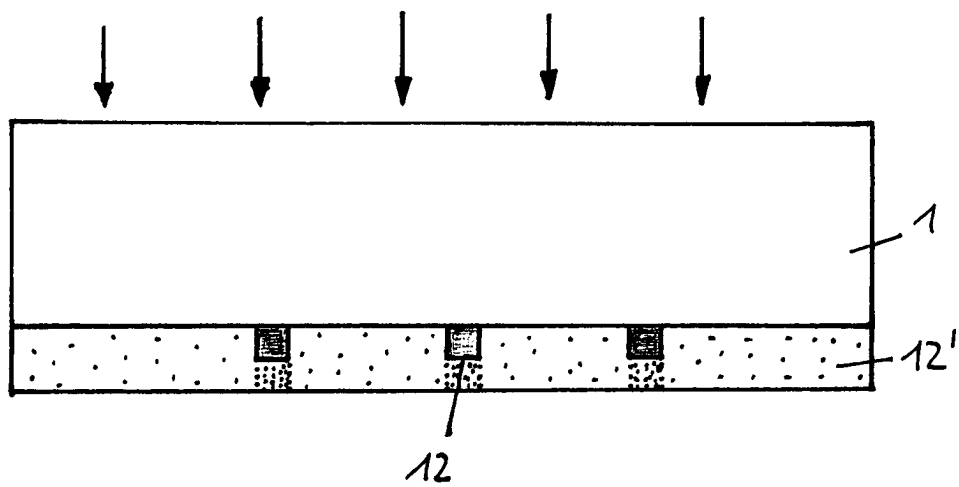


Fig. 24 (C)

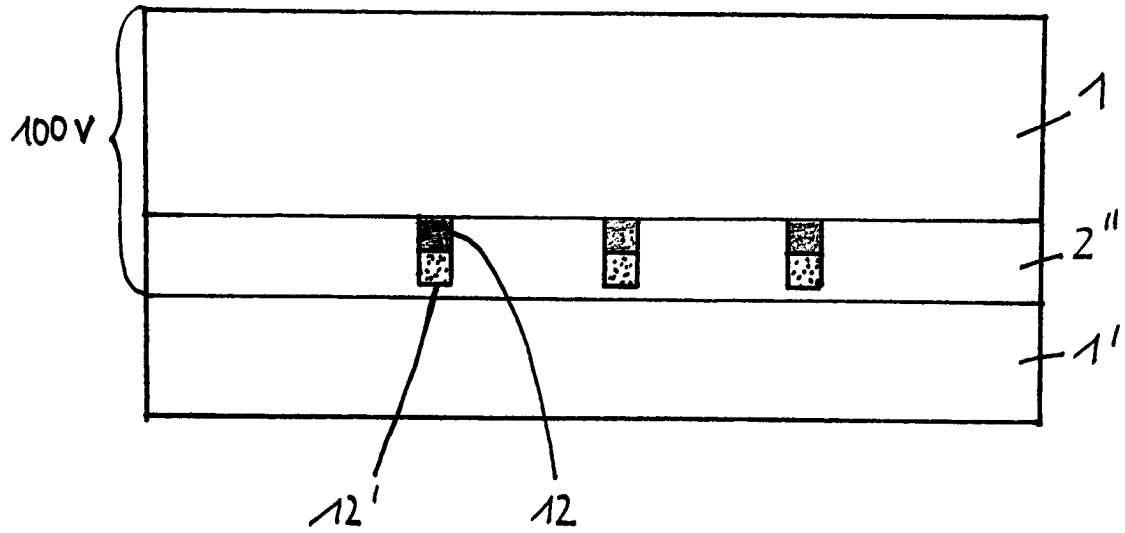


Fig. 24 (D)

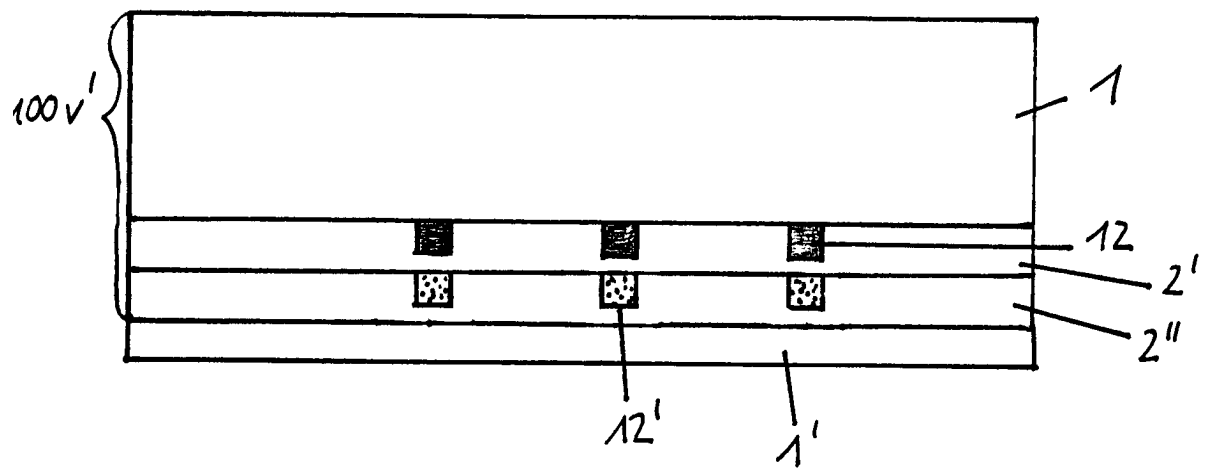


Fig. 24 (E)