



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 010 770 A1** 2009.09.10

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 010 770.3**

(22) Anmeldetag: **26.02.2009**

(43) Offenlegungstag: **10.09.2009**

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

**B41M 3/14** (2006.01)

**B42D 15/10** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**0803622.0**      **27.02.2008**      **GB**

(74) Vertreter:

**Weickmann & Weickmann, 81679 München**

(71) Anmelder:

**De La Rue International Ltd., Hampshire, GB**

(72) Erfinder:

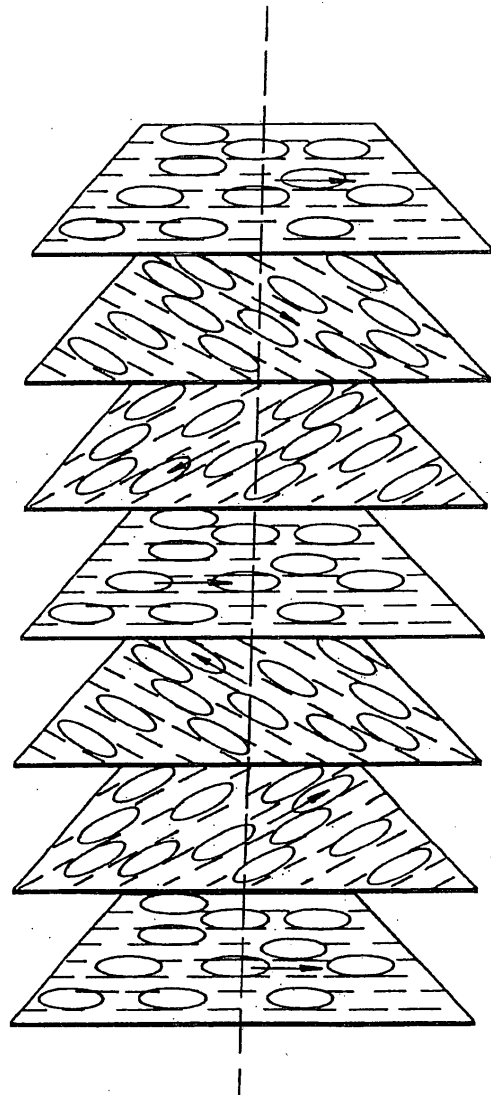
**Lister, Adam Robert, Andover, Hampshire, GB;**  
**Commander, Lawrence George, Tilehurst,**  
**Reading, GB**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Verbessertes Verfahren zur Herstellung einer optisch variablen Sicherheitsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer optisch variablen Sicherheitsvorrichtung unter Verwendung von Flüssigkristallmaterialien und die resultierende Sicherheitsvorrichtung und ein Verfahren zur Bildung einer Sicherheitsvorrichtung. Das Verfahren umfasst die Schritte Aufbringen eines im Wesentlichen transparenten Polymerharzes auf mindestens eine Region einer Seite einer cholesterischen Flüssigkristallschicht, um eine Zwischenstruktur zu bilden. Die Zwischenstruktur bei einer Temperatur halten, so dass das Harz in die Flüssigkristallschicht eindringt und den Neigungswinkel ihrer helikalen Struktur in der mindestens einen Region vergrößert, wodurch die vom Winkel abhängige Farbreflexion der Flüssigkristallschicht in der mindestens einen Region verändert wird. Die Struktur wird anschließend ausgehärtet.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer optisch variablen Sicherheitsvorrichtung unter Verwendung von Flüssigkristallmaterialien und die resultierende Sicherheitsvorrichtung.

**[0002]** Die zunehmende Beliebtheit von Farbfotokopierern und anderen Abbildungssystemen und die sich verbessernde technische Qualität von Farbfotokopien hat zu einer Steigerung bei der Fälschung von Banknoten, Pässen und Ausweisen und dergleichen geführt. Darum besteht ein Bedarf daran, zu den bestehenden Sicherheitsmerkmalen zusätzliche Authentifizierungs- oder Sicherheitsmerkmale hinzuzufügen. Es wurden bereits Schritte unternommen, um optisch variable Merkmale in Substrate einzuführen, die in solchen Dokumenten verwendet werden, die nicht mit einem Fotokopierer reproduziert werden können. Es besteht auch ein Bedarf daran, Merkmale einzuführen, die mit dem bloßen Auge erkennbar sind, die aber für einen Fotokopierer "unsichtbar" sind oder von ihm anders gesehen werden. Nachdem ein Fotokopierverfahren typischerweise umfasst, Licht mit hoher Energie von einem Originaldokument, das das zu kopierende Bild enthält, weg zu streuen, wäre es eine Lösung, ein oder mehrere Merkmal(e) in das Dokument einzufügen, das/die eine unterschiedliche Wahrnehmung in reflektiertem Licht und transmittiertem Licht hat/haben, wofür Wasserzeichen und Verbesserungen davon ein Beispiel sind.

**[0003]** Es ist bekannt, dass bestimmte Flüssigkristallmaterialien hinsichtlich der Farbe einen Unterschied aufweisen, wenn sie in Transmission und in Reflexion betrachtet werden, sowie eine vom Winkel abhängige Farbreflexion. Flüssigkristallmaterialien sind in Sicherheitsdokumente, Ausweise und Sicherheitselemente eingefügt worden, mit dem Ziel, unterscheidbare optische Eigenschaften zu schaffen. EP-A-0435029 betrifft einen Datenträger, wie einen Ausweis, der eine(n) Flüssigkristallpolymerschicht oder -film in dem Datenträger umfasst. Das Flüssigkristallpolymer ist bei Raumtemperatur fest und wird typischerweise innerhalb einer Laminatstruktur gehalten. Die Intention ist, dass die Flüssigkristallschicht, die auf einen schwarzen Hintergrund aufgebracht ist, ein hohes Maß an Farbreinheit in dem reflektierten Spektrum für alle Betrachtungswinkel zeigt. Die automatische Prüfung zum Nachweis der Authentizität ist beschrieben, unter Verwendung der Wellenlänge und Polarisierungseigenschaften des reflektierten Lichts in einer einzigen kombinierten Messung. Das hat den Nachteil, dass es optisch komplex ist, eine einzige absolute Reflexionsmessung zu verwenden, die einen einheitlichen Flüssigkristallbereich auf einem schwarzen Hintergrund erfordert.

**[0004]** AU-A-488,652 betrifft auch das Verhindern

gefälschter Kopien, indem ein unterscheidbares optisch variables Merkmal in ein Sicherheitselement mit transparentem Fenster eingeführt wird. Dieses Dokument offenbart die Verwendung einer Flüssigkristall-"Tinte", die zwischen zwei Schichten Kunststoffolie laminiert ist. Der Flüssigkristall ist auf einen schwarzen Hintergrund aufgebracht, so dass nur die reflektierten Wellenlängen des Lichts farbig gesehen werden. Das Sicherheitsmerkmal wird in erster Linie durch thermochrome Flüssigkristallmaterialien bereitgestellt, die die Eigenschaft haben, die Farbe mit Schwankung der Temperatur zu wechseln.

**[0005]** Cholesterische Flüssigkristalle haben bestimmte einzigartige Eigenschaften in der chiralen nematischen Phase. Es ist die chirale nematische Phase, die eine vom Winkel abhängige Farbreflexion erzeugt und einen Farbunterschied, wenn entweder in Transmission oder in Reflexion betrachtet. Cholesterische Flüssigkristalle bilden eine helikale Struktur, die zirkular polarisiertes Licht über einen schmalen Wellenlängenbereich reflektiert. Die Wellenlänge ist eine Funktion des Neigungswinkels der helikalen Struktur, die durch Ausrichtung innerhalb des Flüssigkristallmaterials gebildet wird. Ein Beispiel einer solchen Struktur ist in

**[0006]** [Fig. 1](#) abgebildet, mit der cholesterischen helikalen Achse in der Richtung des Pfeils X. Die Reflexionswellenlänge kann durch eine geeignete Wahl der chemischen Zusammensetzung des Flüssigkristalls eingestellt werden. Die Materialien können so gewählt werden, dass sie temperaturempfindlich oder -unempfindlich sind. Beide Händigkeiten von zirkular polarisiertem Licht können durch Auswahl der richtigen Materialien reflektiert werden und somit können hohe Reflexionsvermögen bei spezifischen Wellenlängen mit Doppelschichten von Flüssigkristallen erreicht werden. Die Wellenlänge des reflektierten Lichts ist auch vom Einfallswinkel abhängig, was zu einer vom Beobachter wahrgenommenen Farbänderung führt, wenn die Vorrichtung geneigt wird (siehe [Fig. 2](#)).

**[0007]** Auf einem schwarzen Hintergrund wird nur der Reflexionseffekt beobachtet, da wenig Licht von hinten transmittiert wird. Wenn der schwarze Hintergrund entfernt wird oder anderweitig nicht vorhanden ist und die Vorrichtung in Transmission gesehen wird, sättigt die Intensität der transmittierten Farbe die reflektierte Farbe. Von dem Licht, das nicht reflektiert wird, wird ein kleiner Anteil absorbiert und der Rest wird durch das Flüssigkristallmaterial transmittiert. Wenn richtig konfiguriert, gibt es eine drastische Änderung zwischen der transmittierten Farbe in der Richtung von Pfeil Y und der reflektierten Farbe in der Richtung von Pfeil Z (siehe [Fig. 3](#)). Der Bereich auf beiden Seiten der Flüssigkristallschicht in [Fig. 3](#) ist ein transparentes Polymer oder Glas. Um diesen Effekt zu erreichen, muss der Bereich des Substrats,

der von dem Flüssigkristall bedeckt ist transparent oder transluzent sein. Die transmittierten und reflektierten Farben sind komplementär, zum Beispiel erzeugt eine grün reflektierte Farbe eine magentarot transmittierte Farbe.

**[0008]** Flüssigkristallmaterialien können in Sicherheitsvorrichtungen entweder als Film, wie zum Beispiel in WO-A-03061980 oder in Form einer Tinte als ein Flüssigkristallpigment in einem organischen Bindemittel, wie zum Beispiel in EP-A-1156934, eingefügt werden. Der Vorteil einer Flüssigkristalltinte ist, dass sie mittels konventioneller Druckverfahren aufgebracht werden kann und es daher relativ einfach ist, das Flüssigkristallmaterial in Form eines Designs aufzubringen. Die Farbreinheit, Helligkeit und Schärfe der wahrgenommenen Farbe und die Farbverschiebung sind jedoch bei einer pigmentierten Flüssigkristalltinte, verglichen mit einem Flüssigkristallfilm, signifikant vermindert. Diese Verminderung ist aufgrund der Variabilität der Ausrichtung der cholesterischen helikalen Achse zwischen den einzelnen Flüssigkristallpigmenten, verglichen zur einheitlichen Ausrichtung des Flüssigkristallfilms. Ein Nachteil bei der Verwendung von Flüssigkristallfilmen in den im Stand der Technik beschriebenen Sicherheitsvorrichtungen ist, dass der Herstellungsweg mehrere Schritte erfordert, wie das Herstellen des Flüssigkristallpolymerfilms auf einem Trägersubstrat und dann das Überführen des Flüssigkristallpolymerfilms von dem Trägersubstrat auf das Substrat der Sicherheitsvorrichtung. Es ist weder einfach noch kosteneffizient, den zugrunde liegenden Flüssigkristallfilm für jede Sicherheitsanwendung zu individualisieren.

**[0009]** Ein Verfahren, um den Bereich an verfügbaren Farben in Flüssigkristallfilmen zu erhöhen, ist in US 4,893,906 beschrieben, worin zwei oder mehr Flüssigkristallbeschichtungen überlagert werden, um neue Farben als Ergebnis der farbaddierenden Eigenschaften der Flüssigkristallbeschichtungen, die kein Licht absorbieren, zu erhalten. WO-A-2005105474 beschreibt eine Sicherheitsvorrichtung, die zwei überlagerte cholesterische Flüssigkristallschichten umfasst, in denen das additive Mischen der Farben einen breiteren Bereich an Farbverschiebungseffekten erlaubt. In einigen der Ausführungsformen in WO-A-200510546 werden durch partielle Aufbringung einer der Flüssigkristallschichten in örtlich begrenzten Bereichen Regionen erzeugt, die unterschiedliche Farbverschiebungseffekte aufweisen. Eine partielle Aufbringung eines Flüssigkristallfilms ist nicht einfach und erhöht die Komplexität des Produktionsverfahrens beträchtlich, verglichen mit dem einfachen Aufbringen eines einheitlichen Films über einen zweiten einheitlichen Film.

**[0010]** Im Stand der Technik sind Verfahren zur Herstellung von gemusterten cholesterischen Flüssigkristallfilmen, d. h. Regionen, die unterschiedliche,

vom Winkel abhängige Farbschwankungen aufweisen, beschrieben. Typischerweise tritt die Musterung während der Bildung des Flüssigkristallfilms auf, d. h. bevor oder während der Endpolymerisation des Flüssigkristallmaterials. WO-A-0034808 betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer gemusterten Schicht eines cholesterisch geordneten Polymermaterials, in dem die Musterung auftritt, indem örtlich begrenzte Regionen des cholesterischen Flüssigkristallmaterials vor der Vollpolymerisation und/oder dem Vernetzen des Films UV-Strahlung ausgesetzt werden. EP-A-0982605 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von cholesterischen Flüssigkristallpolymerfilmen mit einer räumlichen (d. h. lateralen) Verteilung der Reflexionswellenlängen. Die Filme sind so gemustert, dass sie unterschiedliche Farben in unterschiedlichen Bereichen reflektieren, indem die Bestrahlungsstärke der für die Polymerisation verwendeten aktinischen Strahlung lokal variiert wird. US 6,421,107 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines mehrlagigen cholesterischen Films, der zwei oder mehr Lagen an polymerisiertem cholesterischen Flüssigkristallmaterial mit ebener Ausrichtung umfasst, wobei die cholesterische Helixachse im Wesentlichen senkrecht zur Ebene der Schicht ausgerichtet ist, wobei der cholesterische helikale Neigungswinkel benachbarter Schichten durch die kontrollierte Migration eines nicht-polymerisierten chiralen Materials zwischen den Schichten verändert wird.

**[0011]** Der Nachteil bei der Musterung des Flüssigkristallfilms während der Bildung ist, dass es nicht kosteneffizient ist bei kurzen Fertigungsserien, die im Gebiet der Sicherheitsvorrichtungen üblich sind, die zum Schützen von Sicherheitsdokumenten verwendet werden.

**[0012]** Es ist daher ein Ziel der vorliegenden Erfindung, dieses Problem zu überwinden.

**[0013]** Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zur Bildung einer Sicherheitsvorrichtung bereitgestellt, umfassend die Schritte Aufbringen eines im Wesentlichen transparenten Polymerharzes auf mindestens eine Region einer Seite einer cholesterischen Flüssigkristallschicht, um eine Zwischenstruktur zu bilden; die Zwischenstruktur bei einer Temperatur halten, so dass das Harz in die Flüssigkristallschicht eindringt und den Neigungswinkel ihrer helikalen Struktur in der mindestens einen Region vergrößert, wodurch die vom Winkel abhängige Farbreflexion der Flüssigkristallschicht in der mindestens einen Region verändert wird; und schließlich Aushärten der Struktur.

**[0014]** Die vorliegende Erfindung überwindet das vorgenannte Problem, da die Musterung des Flüssigkristallfilms stattfindet, nachdem der Flüssigkristallfilm vollständig gebildet wurde, d. h. nach dem Vernetzen und/oder der Polymerisation. Das ermöglicht

es, den Flüssigkristallfilm im Voraus herzustellen und später in den nachfolgenden Verfahrensschritten zu individualisieren und/oder fertigzustellen. Das führt zu ökonomischen Vorteilen aufgrund der Herstellung von nicht-individualisiertem Flüssigkristallfilm im industriellen Maßstab.

**[0015]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine durch das oben erwähnte Verfahren hergestellte Sicherheitsvorrichtung bereitgestellt.

**[0016]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein aus der oben erwähnten Sicherheitsvorrichtung hergestelltes Sicherheitsdokument bereitgestellt.

**[0017]** Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun nur beispielhaft beschrieben, mit Verweis auf die beigefügten Zeichnungen, wobei:-

**[0018]** [Fig. 1](#) die chirale nematische Ausrichtung eines cholesterischen Flüssigkristallmaterials darstellt;

**[0019]** [Fig. 2](#) zeigt, wie die Reflexion von einem cholesterischen Flüssigkristallmaterial mit dem Einfallswinkel variiert;

**[0020]** [Fig. 3](#) die Transmission und Reflexion von Licht darstellt, das auf ein Flüssigkristallmaterial einfällt;

**[0021]** [Fig. 4a-Fig. 4c](#) Querschnitts-Seitenansichten eines nach dem Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellten Flüssigkristallfilms in unterschiedlichen Produktionsstadien sind;

**[0022]** [Fig. 5a-Fig. 5d](#), [Fig. 6a-Fig. 6d](#) Querschnitts-Seitenansichten eines von dem in den [Fig. 4a-Fig. 4c](#) verschiedenen, nach dem Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellten, Flüssigkristallfilms in unterschiedlichen Produktionsstadien sind;

**[0023]** [Fig. 7](#) bis [Fig. 9](#) Querschnitts-Seitenansichten von Sicherheitsvorrichtungen sind, die mit dem nach der vorliegenden Erfindung hergestellten Flüssigkristallfilm hergestellt wurden;

**[0024]** [Fig. 10](#) eine Querschnitts-Seitenansicht der Sicherheitsvorrichtung aus [Fig. 9](#) ist, die auf ein Sicherheitssubstrat aufgebracht wurde; und

**[0025]** [Fig. 11](#) eine Draufsicht eines Sicherheitsdokuments ist, das eine nach dem Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellte Sicherheitsvorrichtung umfasst.

**[0026]** Im Verfahren der vorliegenden Erfindung wird die vom Winkel abhängige Farbreflexion eines

cholesterischen Flüssigkristallfilms, der verwendet wird, um eine Sicherheitsvorrichtung zu bilden, in bestimmten Regionen variiert, indem der helikale Neigungswinkel der cholesterischen Flüssigkristallstruktur durch das Aufbringen eines Polymerharzes lokal vergrößert wird. Die Vergrößerung des helikalen Neigungswinkels tritt auf, wenn das Polymerharz in den cholesterischen Flüssigkristallfilm eindringt und dessen helikale Struktur aufquillt. Der Mechanismus des Eindringens und Aufquellens wird durch das Erhitzen des cholesterischen Flüssigkristallfilms erleichtert. Sobald das Harz in die cholesterische Flüssigkristallstruktur eingedrungen ist und sie aufgequollen hat, werden die aufgequollenen Regionen UV-Strahlung ausgesetzt, wodurch der neue helikale Neigungswinkel in den dem Polymerharz ausgesetzten Bereichen fixiert wird.

**[0027]** Es ist bevorzugt, dass das Polymerharz ein UV-aushärtbares Harz ist, das ein Lösungsmittel oder Verdünnungsmittel/Monomere mit einem geringen Molekulargewicht umfasst, das/die das Eindringen in und anschließende Aufquellen des cholesterischen Flüssigkristallfilms unterstützt/unterstützen.

**[0028]** Zum Beispiel kann eine Sicherheitsvorrichtung aus einem polymerisierten cholesterischen Flüssigkristallfilm hergestellt werden, der so einen helikalen Neigungswinkel hat, dass er eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau aufweist, wenn die Vorrichtung vom normalen Einfallswinkel weg geneigt wird. Dann wird ein Polymerharz auf den cholesterischen Flüssigkristallfilm in örtlich begrenzten Regionen aufgebracht, der Film wird erhitzt und das Harz dringt in den cholesterischen Flüssigkristallfilm ein und quillt dessen helikale Struktur auf, was zu einer Erweiterung seines helikalen Neigungswinkels führt. Während dem Erhitzungsschritt wird der Film bedeckt, um die Verdunstung des Harzes und Lösungsmittels von der Oberfläche des Flüssigkristallfilms zu unterbinden. Die Vergrößerung des helikalen Neigungswinkels führt zu einer Änderung der reflektierten Wellenlänge hin zu längeren Wellenlängen und deswegen weisen die aufgequollenen Regionen jetzt eher eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von rot zu grün als eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau auf. Die Änderung des helikalen Neigungswinkels in den aufgequollenen Regionen wird dann durch Aussetzen gegenüber UV-Strahlung fixiert. Die fertige Sicherheitsvorrichtung weist somit zwei verschiedene Regionen mit vom Winkel abhängiger Farbverschiebung auf.

**[0029]** Die Erfindung ist auch nicht auf die Verwendung von Filmen beschränkt und die Flüssigkristallschicht kann, zum Beispiel, durch eine pigmentierte Flüssigkristallbeschichtung, die auf einen Trägerstreifen aus einem geeigneten Polymersubstrat, wie Polyethylenterephthalat (PET) oder biaxial orientier-

tem Polypropylen (BOPP), aufgebracht ist, bereitgestellt werden.

**[0030]** Die [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) stellen eine Ausführungsform der Herstellung einer Sicherheitsvorrichtung **10** durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung dar. Ein cholesterischer Flüssigkristallfilm **11** wird durch ein im Stand der Technik bekanntes Verfahren hergestellt, indem eine Schicht cholesterisches Flüssigkristallmaterial auf ein Trägersubstrat **12** aufgebracht wird und so ausgerichtet wird, dass seine helikale Achse rechtwinklig zu dem Substrat **12** ist. Der Film **11** wird dann mittels Hitze oder aktinischer Strahlung polymerisiert. Der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** umfasst eine vom Winkel abhängige Farbreflexion, in diesem Fall von grün zu blau, wenn die Vorrichtung so geneigt wird, dass sich der Betrachtungswinkel vom normalen Einfallswinkel wegbewegt.

**[0031]** In Schritt 1 des Verfahrens der vorliegenden Erfindung (siehe [Fig. 4a](#)) wird ein im Wesentlichen transparentes Polymerharz **13** auf den Flüssigkristallfilm **11** in Form eines Designs aufgebracht. Bevorzugt ist das Polymerharz **13** ein UV-aushärtbares Polymerharz, das freie radikalische Polymerisation verwendet. Beispiele freier radikalischer Systeme umfassen photovernetzbares Acrylat-Methacrylat- oder aromatische Vinyl-Oligomerharze. Ein Beispiel eines typischen Polymerharzes **13** wäre ein UV-aushärtbarer Acrylatlack, wie er von Norcote unter der Produktnummer 80-049 verkauft wird. Andere geeignete Polymerharze **13** umfassen Ketone, Acryle, Acetate und Aldehyde.

**[0032]** Es ist bevorzugt, dass ein starkes Lösungsmittel zu dem UV-aushärtbaren Polymerharz **13** gegeben wird, so dass der Feststoffgehalt der Mischung etwa 50% ist. In dieser Ausführungsform umfasst die Formulierung des Polymerharzes zum Beispiel 50 Gewichts-% Norcote und 50 Gewichts-% Methyl-ethylketon (MEK). Geeignete alternative Lösungsmittel zu MEK umfassen Aceton, Ethylacetat, Ethylacrylat, Toluol und Xylol.

**[0033]** Das Polymerharz **13** wird unter Verwendung irgendeines Standard-Druckverfahrens, wie Nass- oder Trocken-Lithographie, Kupfertiefdruck, Hochdruck, Flexographie, Siebdruck und/oder Tiefdruck auf den Flüssigkristallfilm **11** aufgebracht. Bevorzugt wird das Polymerharz **13** aufgebracht, indem Tiefdruck verwendet wird.

**[0034]** In Schritt 2 (siehe [Fig. 4b](#)) wird die Struktur **11**, **12**, **13** mit einer temporären Schicht (nicht gezeigt), wie einem weiteren Polymerfilm, bedeckt und dann bei einer Temperatur gehalten, die es ermöglicht, dass das bedruckte Polymerharz **13** in den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** eindringt. Wenn die Struktur **11**, **12**, **13** erhitzt wird, quillt/quellen das Lö-

sungsmittel oder die Verdünnungsmittel/Monomere in dem Harz **13** die Flüssigkristallstruktur in den darunterliegenden "bedeckten" Regionen **11a** auf, wodurch das Eindringen des bedruckten Polymerharzes **13** beschleunigt wird. Die Temperatur bei der die Struktur **11**, **12**, **13** gehalten wird, ist bevorzugt im Bereich von 40°C bis 100°C, stärker bevorzugt im Bereich von 60°C bis 90°C und noch stärker bevorzugt 80°C. Das kombinierte Ergebnis des anfänglichen Aufquellens und Eindringens ist es, die helikale Struktur zu erweitern und den helikalen Neigungswinkel zu vergrößern, so dass eher eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von rot zu grün als eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau beobachtet wird.

**[0035]** In Schritt 3 (siehe [Fig. 4c](#)) werden das Polymerharz **13** und die aufgequollenen cholesterischen Flüssigkristallregionen **11a** UV-Strahlung ausgesetzt, um das Harz **13** auszuhärten und den modifizierten helikalen Neigungswinkel zu fixieren. In der resultierenden Sicherheitsvorrichtung **10** umfasst der Flüssigkristallfilm **11** zwei verschiedene Regionen mit vom Winkel abhängiger Farbverschiebung; eine Verschiebung von grün zu blau in den Regionen **11b**, die nicht von dem Polymerharz **13** bedeckt sind und eine Verschiebung von rot zu grün in den (aufgequollenen) Regionen **11a**, die von dem Polymerharz **13** bedeckt sind.

**[0036]** Die [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) stellen eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Ein cholesterischer Flüssigkristallpolymerfilm **11**, der eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau aufweist, wird auf einem Trägersubstrat **12**, wie in Bezug auf die [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) beschrieben, hergestellt. In Schritt 1 ([Fig. 5a](#)) wird ein UV-aushärtbares, im Wesentlichen transparentes Polymerharz **13** gleichmäßig auf den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** aufgetragen.

**[0037]** In Schritt 2 ([Fig. 5b](#)) wird das Polymerharz **13** durch eine Maske **14** hindurch UV-ausgehärtet. Die freiliegenden Bereiche **13a** des Polymerharzes **13** werden folglich ausgehärtet und können in den anschließenden Verfahrensschritten nicht in den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** eindringen.

**[0038]** In Schritt 3 ([Fig. 5c](#)) wird die Struktur **11**, **12**, **13**, **14** bei einer Temperatur gehalten, so dass das Polymerharz **13** in den Regionen **13b** unter der Maske **14** in die darunterliegenden bedeckten Regionen **11a** des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** eindringt, wie oben beschrieben, wodurch die helikale Struktur aufgequollen wird. Also Folge davon wird der helikale Neigungswinkel in den bedeckten Regionen **11a** vergrößert, so dass eher eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von rot zu grün als eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau beobachtet wird.

[0039] In Schritt 4 ([Fig. 5d](#)) wird die Maske **14** entfernt und das Polymerharz **13** und die aufgequollenen cholesterischen Flüssigkristallregionen **11a** werden UV-Strahlung ausgesetzt, um das Harz **13** auszuhärten und den modifizierten helikalen Neigungswinkel zu fixieren. In der resultierenden Sicherheitsvorrichtung **10** umfasst der Flüssigkristallfilm **11** zwei verschiedene Regionen **11a**, **11b** mit vom Winkel abhängiger Farbverschiebung; eine Verschiebung von grün zu blau in den nicht-maskierten Regionen **11b**, und eine Verschiebung von rot zu grün in den maskierten Regionen **11a**.

[0040] Die [Fig. 6a](#) bis [Fig. 6d](#) stellen eine dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Ein cholesterischer Flüssigkristallpolymerfilm **11**, der eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau aufweist, wird auf einem Trägersubstrat **12**, wie oben beschrieben, hergestellt. In Schritt 1 ([Fig. 6a](#)) wird ein UV-aushärtbares, im Wesentlichen transparentes Polymerharz **13** gleichmäßig auf den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** aufgetragen.

[0041] In Schritt 2 ([Fig. 6b](#)) wird die Struktur bei einer Temperatur gehalten, so dass das Polymerharz **13** in den cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** eindringt, wodurch die helikale Struktur aufgequollen wird und der helikale Neigungswinkel vergrößert wird, so dass eher eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von rot zu grün als eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau beobachtet wird. Bevorzugt wird eine temporäre Schicht, wie ein weiterer Polymerfilm, über dem Polymerharz angebracht, um zu verhindern, dass die Verdünnungsmittel/Lösungsmittel während des Erhitzungsvorgangs verdunsten.

[0042] In Schritt 3 ([Fig. 6c](#)) werden ausgewählte Regionen des Polymerharzes **13** und der aufgequollenen, vollständig bedeckten Schicht des Flüssigkristallfilms **11a** durch eine Maske **14** hindurch UV-Strahlung ausgesetzt, um das Harz **13** auszuhärten und den modifizierten helikalen Neigungswinkel zu fixieren.

[0043] In Schritt 4 ([Fig. 6d](#)) wird die Maske **14** entfernt und die Struktur **11**, **12**, **13** wird nochmals erhitzt, um zu ermöglichen, dass die aufgequollenen, bedeckten Regionen **11a** des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** in ihren nicht-aufgequollenen Zustand zurückkehren, wenn die Verdünnungsmittel und Spezies mit geringem Molekulargewicht aus der Oberfläche des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** hinausdiffundieren. Es wird dann bevorzugt ein zweites Aussetzen gegenüber UV-Strahlung durchgeführt, um die vorher nicht ausgehärteten Regionen des Polymerharzes **13** so auszuhärten, dass während der Lebensdauer der Sicherheitsvorrichtung **10** kein Eindringen des Harzes **13** in den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** auftreten kann. In der re-

sultierenden Sicherheitsvorrichtung **10** umfasst der Flüssigkristallfilm **11** zwei verschiedene Regionen **11a**, **11b** mit vom Winkel abhängiger Farbverschiebung, die zum Beispiel in den [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) invertiert sind; d. h. eine Verschiebung von grün zu blau in den maskierten Regionen **11a** und eine Verschiebung von rot zu grün in den nicht-maskierten Regionen **11b**.

[0044] In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Verfahren als ein kontinuierliches Verfahren von Rolle zu Rolle durchgeführt. Die Struktur kann erhitzt werden, indem das Material eine in Linie angeordnete Heizvorrichtung durchläuft oder indem das fertige Gewebe am Ende des Verfahrens in einen Ofen gestellt wird. Wenn das Gewebe am Ende des Verfahrens in einen Ofen gestellt wird, muss das Gewebe sorgfältig aufgewickelt werden, falls freiliegende Regionen nicht ausgehärteten Polymerharzes **13** vorhanden sind, die dazu führen können, dass das Gewebe an sich selbst anhaftet, d. h. blockiert. Das in den [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5d](#) dargestellte Verfahren kann modifiziert werden, indem Schritt 4 verändert wird, um solche potentiellen Blockierungsprobleme zu beseitigen. Bei dieser Modifikation wird das zweite Aussetzen gegenüber UV-Strahlung durch das Trägersubstrat **12** hindurch, das noch die Maske **14** trägt, durchgeführt. Die Struktur **11**, **12**, **13**, **14** wird dann in ein Gewebe gewickelt und das Vorhandensein der Maske **14** verhindert, dass das Polymerharz **13** an dem benachbarten Film **11** in dem Gewebe kleben bleibt. Die Struktur **11**, **12**, **13**, **14** wird dann nochmals erhitzt, um zu ermöglichen, dass die bedeckten Regionen **11a** des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** in ihren nicht-aufgequollenen Zustand zurückkehren und die Maske **14** wird dann entfernt.

[0045] In einer weiteren alternativen Ausführungsform, und wiederum mit Bezug auf das in den [Fig. 5a–Fig. 5d](#) dargestellte Verfahren, kann die Maske **14** auf die gegenüberliegende Seite des Trägersubstrats **12** auf den Flüssigkristallfilm **11** angebracht werden. In diesem Fall wird das erste Aussetzen gegenüber UV-Strahlung durch das Trägersubstrat **12** hindurch durchgeführt und das zweite Aussetzen gegenüber UV-Strahlung wird von derselben Seite des Polymerharzes **13** durchgeführt. Der Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass die Maske **14** überhaupt nicht entfernt werden muss, um das fertige Sicherheitsmerkmal sichtbar zu machen.

[0046] Bevorzugt bilden die resultierenden Farbverschiebungsregionen **11a**, **11b** Designs. Die Designs, die durch das Bedrucken des Polymerharzes **13** oder durch die Verwendung der Maske **14** erzeugt werden, sind bevorzugt in Form von Bildern, wie Mustern, Symbolen und alphanumerischen Zeichen und Kombinationen davon. Die Designs können durch Muster, die durchgängige oder unterbrochene Regionen um-

fassen, die zum Beispiel Linienstrukturen, feine, filigrane Linienstrukturen, Punktstrukturen und geometrische Muster enthalten, definiert werden. Mögliche Zeichen umfassen solche nicht-romanischer Schriften, Beispiele dafür schließen Chinesisch, Japanisch, Sanskrit und Arabisch ein, sind aber nicht darauf beschränkt.

**[0047]** Die durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellte Sicherheitsvorrichtung **10** kann in Reflexion oder Transmission betrachtet werden. Wenn die Sicherheitsvorrichtung **10** in Reflexion betrachtet werden soll, dann ist es bevorzugt, dass eine zusätzliche dunkle Absorptionsschicht unter dem cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** vorhanden ist. Die dunkle Absorptionsschicht kann auf jede der beiden Seiten des Trägersubstrats **12** bei den in den **Fig. 4 bis 6** gezeigten Strukturen aufgebracht werden oder der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** kann, nachdem den in den **Fig. 4 bis 6** dargestellten Verfahren gefolgt wurde, anschließend von dem Träger-substrat **12** entfernt werden und auf ein zweites Substrat, das eine dunkle Absorptionsschicht umfasst, überführt werden. Die Absorptionsschicht kann auch in Form eines Designs aufgebracht werden, so dass bei Betrachtung in Reflexion, die ersten und zweiten Farbverschiebungsregionen **11a**, **11b** nur in den Regionen des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** über der dunklen Absorptionsschicht sichtbar ist. Während die Verwendung einer schwarzen oder sehr dunklen Absorptionsschicht zu den stärksten Farbverschiebungseffekten führen kann, können andere Effekte durch die Verwendung einer Absorptionsschicht in anderen Farben oder einer Kombination von Farben erzeugt werden, was zu unterschiedlichen sichtbaren Farben der Farbverschiebung führt. Die Verwendung von Absorptionsschichten unterschiedlicher Farbe erlaubt es, die Anzahl an optisch variablen Regionen weiter zu erhöhen. Die Absorptionsschicht der vorliegenden Erfindung kann eine pigmentierte Tinte oder Beschichtung umfassen, oder alternativ kann eine nicht-pigmentierte absorbierende dunkle Farbe verwendet werden.

**[0048]** Die Sicherheitsvorrichtung **10** kann in Sicherheitsdokumente in irgendeinem der im Stand der Technik herkömmlichen Formate eingefügt werden, zum Beispiel als Flecken, Folien, Streifen, Bänder oder Fäden. Die Sicherheitsvorrichtung **10** kann entweder vollständig auf der Oberfläche des Dokuments angeordnet sein, wie im Fall eines Streifens oder Fleckens oder kann nur teilweise auf der Oberfläche des Dokuments, in Form eines Fenster-Sicherheitsfadens sichtbar sein. Sicherheitsfäden sind nun in vielen Währungen der Welt sowie in Belegen, Pässen, Reiseschecks und anderen Dokumenten vorhanden. In vielen Fällen wird der Faden auf teilweise eingebettete oder fensterförmige Art und Weise bereitgestellt, wobei der Faden sich in das Papier hinein- und hinauszuwinden scheint und nur in Fenstern auf einer

oder beiden Oberflächen des Dokuments sichtbar ist. Ein Verfahren zur Herstellung von Papier mit so genannten Fenster-Sicherheitsfäden findet sich in EP-A-0059056. EP-A-0860298 und WO-A-03095188 beschreiben verschiedene Methoden, um breitere, teilweise freiliegende Fäden in ein Papiersubstrat einzubetten. Breite Fäden, die typischerweise eine Breite von 2 bis 6 mm haben, sind besonders nützlich, da der zusätzliche freiliegende Oberflächenbereich des Fadens eine bessere Verwendung von optisch variablen Vorrichtungen, wie die mittels der vorliegenden Erfindung hergestellten, erlaubt.

**[0049]** Die Sicherheitsvorrichtung **10** kann so in ein Sicherheitsdokument eingefügt werden, dass Regionen der Vorrichtung **10** von beiden Seiten des Dokuments sichtbar sind. Verfahren, um eine Sicherheitsvorrichtung so einzufügen, dass sie von beiden Seiten des Dokuments sichtbar ist, sind in EP-A-1141480 und WO-A-3054297 beschrieben. In dem in EP-A-1141480 beschriebenen Verfahren liegt eine Seite der Vorrichtung auf einer Oberfläche des Dokuments, in das sie teilweise eingebettet ist, vollständig frei und liegt auf der anderen Oberfläche des Substrats teilweise in Fenstern frei.

**[0050]** Im Fall eines Streifens oder Fleckens wird die Sicherheitsvorrichtung **10** auf einem Trägerband vorgefertigt und wird in einem anschließenden Arbeitsschritt auf ein Substrat übertragen. Die Sicherheitsvorrichtung **10** kann auf das Trägersubstrat aufgebracht werden, indem eine Klebeschicht verwendet wird, die entweder auf die Sicherheitsvorrichtung **10** oder auf die Oberfläche des Substrats, auf das die Sicherheitsvorrichtung **10** aufgebracht werden soll, aufgebracht wird. Nach der Überführung wird das Trägerband entfernt, wodurch die Sicherheitsvorrichtung **10** freiliegend zurückgelassen wird. Alternativ kann der Trägerstreifen an seinem Platz belassen werden, um eine äußere Schutzschicht bereitzustellen.

**[0051]** Die mittels des Verfahrens der vorliegenden Erfindung hergestellte Sicherheitsvorrichtung **10** kann in vielen verschiedenen Anwendungen verwendet werden, zum Beispiel als Anfügung an Wertgegenstände. Bevorzugt werden die Sicherheitsvorrichtungen **10** an ein Sicherheitsdokument angehängt oder werden im Wesentlichen darin aufgenommen. Solche Sicherheitsdokumente umfassen Banknoten, Schecks, Pässe, Ausweise, Echtheitszertifikate, Finanzstempel und andere Dokumente zur Sicherstellung eines Werts oder von persönlicher Identität. Sicherheitsvorrichtungen, die Flüssigkristallmaterialien umfassen, sind aufgrund der Polarisations-eigenschaften und Selektivität der Wellenlänge des Flüssigkristallmaterials von Natur aus maschinenlesbar. Der Aspekt der Maschinenlesbarkeit der vorliegenden Sicherheitsvorrichtung **10** kann durch die Einführung von nachweisbaren Materialien in den beste-

henden Flüssigkristallfilm **11** oder in die Absorptionsschichten oder durch die Einführung von separaten maschinenlesbaren Schichten weiter ausgedehnt werden.

**[0052]** Nachweisbare Materialien, die auf einen externen Stimulus reagieren, umfassen fluoreszierende, phosphoreszierende, infrarot-absorbierende, thermochrome, photochrome, magnetische, elektrochrome, leitfähige und piezochrome Materialien, sind aber nicht darauf beschränkt.

**[0053]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Pigment in den separaten Absorptionsschichten maschinenlesbar, zum Beispiel Kohlen schwarz, um eine maschinenlesbare, leitfähige oder IR-absorbierende Schicht herzustellen. Alternativ kann es ein magnetisches Material, wie Magnetit, sein, um eine maschinenlesbare magnetische Schicht herzustellen.

**[0054]** Es versteht sich für den Fachmann weiterhin, dass die Sicherheitsvorrichtung **10** in Kombination mit bestehenden Methoden zur Herstellung von Sicherheitsfäden verwendet werden kann. Beispiele geeigneter Verfahren und Einrichtungen, die verwendet werden können umfassen die in WO-A-03061980, EP-A-0516790, WO-A-9825236 und WO-A-9928852 zitierten, sind aber nicht darauf beschränkt.

**[0055]** [Fig. 7](#) stellt dar, wie die Sicherheitsvorrichtung **10** mit entmetallisierten Zeichen zur Verwendung als ein Fenster-Sicherheitsfaden kombiniert werden kann. Das Verfahren erfordert einen metallisierten Film, der einen im Wesentlichen durchsichtigen Polymerfilm **16** aus PET oder dergleichen umfasst, der eine undurchsichtige Metallschicht **17** auf einer ersten Seite davon umfasst. Ein geeigneter vor-metallisierter Film ist der metallisierte MELINEX<sup>(RTM)</sup> S-Film von DuPont mit vorzugsweise 19 µm Dicke. Die Metallschicht **17** ist mit einem Abdeckmittel **18** bedruckt, das einen schwarzen oder dunklen Farbstoff oder ein schwarzes oder dunkles Pigment enthält. Geeignete Abdeckmittel umfassen den Farbstoff BASE Neozapon X51 oder das Pigment (gut verteilt) „Kohlenschwarz 7“ gemischt in ein Material mit sowohl guter Haftung an Metall als auch Ätzbeständigkeit.

**[0056]** Der bedruckte metallisierte Film **16, 17, 18** wird dann teilweise entmetallisiert, gemäß einem bekannten Entmetallisierungsverfahren, unter Verwendung von Ätzwäsche, wodurch das Metall in den Regionen, die nicht mit dem Abdeckmittel **18** bedeckt sind, entfernt wird. Die übrigen Regionen des Metalls **17**, die mit dem Abdeckmittel **18** beschichtet sind, stellen eine schwarze Schicht bereit, die sichtbar ist, wenn der entmetallisierte Film **16, 17, 18** von seiner ersten Seite (entlang Pfeil Y), die mit durchsichtigen

Regionen **19** durchsetzt ist, betrachtet wird. Das glänzende Metall der übrigen Regionen des Metalls **17** ist nur von einer gegenüberliegenden Seite des entmetallisierten Films **16, 17, 18** (entlang Pfeil X) sichtbar. Das Abdeckmittel **18** kann in Form von Zeichen, wie Wörtern, Zahlsymbolen, Mustern und dergleichen bedruckt sein; wobei in diesem Fall die resultierenden Zeichen positiv metallisiert sind, wobei das Metall **17** noch von dem schwarzen oder dunklen Abdeckmittel **18** bedeckt ist.

**[0057]** Alternativ kann das Abdeckmittel **18** bedruckt sein, um negativ Zeichen zu bilden, wobei in diesem Fall die resultierenden Zeichen durch die entmetallisierten durchsichtigen Regionen **19** bereitgestellt werden. Die Zeichen sind, wie auch immer sie gebildet werden, von beiden Seiten deutlich zu erkennen, insbesondere in transmittiertem Licht, aufgrund des Kontrasts zwischen den durchsichtigen Regionen **19**, wo das Metall entfernt worden ist, und den übrigen undurchsichtigen Regionen des Metalls **17**.

**[0058]** Ein cholesterischer Flüssigkristallfilm **11** wird dann auf den entmetallisierten Film **16, 17, 18** aufgetragen, überführt oder laminiert. In dem Beispiel in [Fig. 7](#) wird das Polymerharz **13** vor dem Transfer auf den entmetallisierten Film **16, 17, 18** unter Verwendung irgendeines der in den [Fig. 4 bis 6](#) dargestellten Verfahren auf den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** aufgetragen. In diesem Fall werden der modifizierte Flüssigkristallfilm **11** und die Schicht des Polymerharzes **13** von dem ersten Trägersubstrat **12** entfernt und auf den entmetallisierten Film **16, 17, 18** überführt oder laminiert, wobei die fertige Struktur der Vorrichtung in [Fig. 7](#) dargestellt ist. Alternativ könnte das Polymerharz **13** nach der Überführung des Flüssigkristallfilms **11** auf den entmetallisierten Film **16, 17, 18** aufgetragen werden, unter Verwendung irgendeines der Verfahren, die in Bezug auf die [Fig. 4 bis 6](#) beschrieben sind. Eine Klebeschicht **20** kann auf die äußeren Oberflächen der Vorrichtung aufgebracht werden, um das Anhaften an das Substrat zu verbessern.

**[0059]** Die in [Fig. 7](#) dargestellte Sicherheitsvorrichtung **10** weist zwei optisch kontrastierende Sicherheitsmerkmale auf. Die Vorrichtung **10** umfasst die optischen Effekte des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11**, wenn das fertige Substrat in Reflexion von der ersten Seite (entlang Pfeil Y) betrachtet wird; und eine metallisch glänzende partielle Beschichtung, wenn es von der anderen Seite (entlang Pfeil X) betrachtet wird. Wenn es in Reflexion von der ersten Seite betrachtet wird, nimmt der Authentifizierer zwei verschiedene Farbverschiebungsregionen **11a, 11b** wahr, die vorzugsweise in Form eines Designs angeordnet sind. Wenn der überführte cholesterische Flüssigkristallfilm **11** die gleiche Struktur hat, wie diejenige, die in [Fig. 6d](#) gezeigt ist, dann weist die erste



Farbverschiebungsregion **11a** eine Farbverschiebung von grün zu blau auf und die zweite Farbverschiebungsregion **11b** weist eine Farbverschiebung von rot zu grün auf. Die zweite Farbverschiebungsregion **11b** kann in Form eines sich wiederholenden Designs aus alphanumerischen Zeichen, zum Beispiel dem Zahlsymbol „50“, angeordnet sein, so dass der Authentifizierer beim Wegneigen vom normalen Einfallswinkel wahrnimmt, dass das Zahlsymbol „50“ von rot zu grün wechselt und der Hintergrund von grün zu blau wechselt.

**[0060]** Zusätzlich können durchsichtige positive oder negative Zeichen, die durch das schwarze Abdeckmittel **18** definiert werden, in Transmission von beiden Seiten gesehen werden. In dem gezeigten Beispiel fallen die durchsichtigen Zeichen nur mit der ersten Farbverschiebungsregion **11a** zusammen. Sie können jedoch auch mit der zweiten Farbverschiebungsregion **11b** zusammenfallen, so lange sie die Sichtbarkeit des Designs nicht beeinträchtigen. Das in [Fig. 7](#) gezeigte Beispiel ist besonders vorteilhaft, wenn es in einer Sicherheitsvorrichtung **10** verwendet wird, die von beiden Seiten des Substrats oder Dokuments, in das es eingefügt ist, sichtbar ist. Die Sicherheitsvorrichtung **10** kann zum Beispiel in ein Sicherheitsdokument eingefügt werden, indem die in EP-A-1141480 oder WO-A-03054297 beschriebenen Verfahren verwendet werden.

**[0061]** [Fig. 8](#) stellt eine maschinenlesbare Version der in [Fig. 7](#) dargestellten Sicherheitsvorrichtung **10** dar. Die Sicherheitsvorrichtung **10** umfasst eine metallisierte PET-Schicht **16**, die mit einem geeigneten Design entmetallisiert ist, einschließlich Metallbahnen **17**, die entlang jedes Rands der Vorrichtung **10** zurückgelassen sind. Wie in Bezug auf [Fig. 7](#) beschrieben, wird ein schwarzes Abdeckmittel **18** während des Entmetallisierungsverfahrens verwendet.

**[0062]** Eine Schutzschicht (nicht gezeigt) kann auf die Metallbahnen **17** aufgebracht werden, um zu verhindern, dass das Metall **17** durch die magnetische Schicht **21**, die daneben aufgebracht ist, angegriffen wird. Eine geeignete Schutzschicht ist VHL31534, bereitgestellt von Sun Chemical, die mit einem Strichgewicht von 2 gsm aufgebracht wird. Die Schutzschicht kann gegebenenfalls pigmentiert sein.

**[0063]** Das magnetische Material **21** wird nur über die Metallbahnen **17** aufgebracht, um die entmetallisierten Zeichen nicht zu verdecken. Der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** wird dann vorzugsweise unter Verwendung eines Transferverfahrens aufgebracht. Eine Klebeschicht **20** kann auf die äußeren Oberflächen der Vorrichtung **10** aufgebracht werden, um das Anhaften an das Substrat zu verbessern.

**[0064]** Wenn ein magnetisches Material in die Vorrichtung **10** eingeführt wird, entweder innerhalb der

Absorptionsschicht oder als eine separate Schicht **21**, kann das magnetische Material in Form irgendeines Designs aufgebracht werden, aber übliche Beispiele umfassen die Verwendung von magnetischen Bahnen oder die Verwendung von magnetischen Bereichen, um eine kodierte Struktur zu bilden. Geeignete magnetische Materialien umfassen Eisenoxidpigmente ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  oder  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), Barium- oder Strontiumferrite, Eisen, Nickel, Kobalt und Legierungen von diesen. In diesem Zusammenhang schließt der Begriff „Legierung“ Materialien wie Nickel:Kobalt, Eisen:Aluminium:Nickel:Cobalt und dergleichen ein.

**[0065]** Nickelspäne-Materialien können verwendet werden; zusätzlich sind Eisenspäne-Materialien geeignet. Typische Nickelspäne haben Querabmessungen im Bereich von 5 bis 50 Mikrometer und eine Dicke von weniger als 2 Mikrometer. Typische Eisenspäne haben Querabmessungen im Bereich von 10 bis 30 Mikrometer und eine Dicke von weniger als 2 Mikrometer.

**[0066]** In einer alternativen maschinenlesbaren Ausführungsform kann eine transparente magnetische Schicht an irgendeiner Position innerhalb der Struktur der Vorrichtung **10** eingeführt werden. Geeignete transparente magnetische Schichten, die eine Verteilung an Partikeln eines magnetischen Materials in einer Größe und in einer Konzentration verteilt enthalten, bei der die magnetische Schicht transparent bleibt, sind in WO-A-03091953 und WO-A-03091952 beschrieben.

**[0067]** [Fig. 9](#) ist eine Querschnittsansicht einer durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellten Sicherheitsvorrichtung **10**, die dazu geeignet ist, auf ein Sicherheitssubstrat als Streifen aufgebracht zu werden. Die Vorrichtung **10** ist auf einem Trägersubstrat **12** gebildet, das gegebenenfalls mit einer Freisetzungsschicht (nicht gezeigt) beschichtet sein kann, auf die ein cholesterisches Flüssigkristallmaterial aufgebracht ist, das einen einheitlichen cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** bildet. Der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** kann auf dem Trägersubstrat **12** gebildet werden, indem ein cholesterisches Flüssigkristallpolymermaterial aufgetragen wird und dann aushärtet, um einen Film zu bilden oder indem ein bereits gebildeter Flüssigkristallfilm **11** auf das Trägersubstrat **12** überführt oder laminiert wird.

**[0068]** In diesem Beispiel weist der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** eine Farbverschiebung von grün zu blau auf, wenn die Probe von der Betrachtung unter normalem Einfallswinkel weggeneigt wird. Ein im Wesentlichen transparentes Polymerharz **13** wird dann auf den cholesterischen Flüssigkristallfilm **11** in Form eines Designs aufgebracht, das, in diesem Beispiel, ein sich wiederholendes Muster des Zahlsymbols „10“ ist. Die Struktur wird dann mit einer tempo-

rären Schicht bedeckt und dann auf eine Temperatur von etwa 80°C erhitzt und das bedruckte Polymerharz **13** dringt in die benachbarten Regionen **11a** des cholesterischen Flüssigkristallfilms **11** ein. Wie vorher wird die helikale Struktur aufgequollen und der helikale Neigungswinkel vergrößert sich, aber so, dass eher eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von rot zu grün als eine vom Winkel abhängige Farbverschiebung von grün zu blau beobachtet wird. Das Polymerharz **13** und die aufgequollenen cholesterischen Flüssigkristallregionen **11b** werden UV-Strahlung ausgesetzt, um das Harz **13** auszuhärten und den modifizierten helikalen Neigungswinkel zu fixieren. Der resultierende Flüssigkristallfilm **11** umfasst dann zwei verschiedene Regionen **11a**, **11b** mit vom Winkel abhängiger Farbverschiebung; eine Verschiebung von grün zu blau in den Regionen, die nicht mit dem Polymerharz **13** bedruckt sind und eine Verschiebung von rot zu grün in den Regionen, die mit dem Polymerharz **13** bedruckt sind. Eine Absorptionsschicht **22** wird dann über den Flüssigkristallfilm **11** gedruckt. Eine Klebeschicht **20** wird auf die Absorptionsschicht **22** aufgebracht und die Vorrichtung **10** ist bereit dazu, auf ein Sicherheitssubstrat **23**, wie Banknotenpapier, übertragen zu werden. Nach dem Transfer kann das Trägersubstrat **22** entfernt werden, wodurch die Sicherheitsvorrichtung **10** als die freiliegende Schicht zurückgelassen wird ([Fig. 10](#)). Alternativ kann das Trägersubstrat als Teil der Vorrichtung **10**, der als eine äußere Schutzschicht fungiert, an Ort und Stelle belassen werden.

**[0069]** [Fig. 11](#) ist eine Draufsicht einer Sicherheitsvorrichtung **10** nach [Fig. 10](#) in Form eines Streifens auf dem Sicherheitsdokument **24**, hergestellt aus einem Sicherheitssubstrat **23**. Bei Betrachtung des Dokuments **24** unter normalem Einfallswinkel erscheint der Hintergrund der Vorrichtung **10** grün und das Zahlsymbol „10“ erscheint rot. Beim Wegneigen der Vorrichtung vom normalen Einfallswinkel wechselt der Hintergrund zu blau und das Zahlsymbol „10“ wechselt zu grün.

**[0070]** Nach dem Aufbringen der Sicherheitsvorrichtung **10** wird das Sicherheitssubstrat **23** weiteren Standard-Sicherheits-Druckverfahren unterworfen, um das Sicherheitsdokument **24** herzustellen. Diese Verfahren schließen eines oder mehrere der folgenden ein: wie Nass- oder Trocken-Lithographie, Kupfertiefdruck, Hochdruck, Flexographie, Siebdruck und/oder Tiefdruck. In einer bevorzugten Ausführungsform, und um die Wirksamkeit der Sicherheitsvorrichtung **10** gegen Fälschung zu erhöhen, wird das Design der Sicherheitsvorrichtung **10** mit dem Dokument **24**, das sie schützt verbunden durch Inhalt, Registrierung als Designs und Identifizierung der auf dem Dokument **24** bereitgestellten Informationen.

**[0071]** In den vorangehenden Ausführungsformen

ist der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** individualisiert worden, um die beiden Farbverschiebungsregionen **11a**, **11b** zu bilden, bevor die Sicherheitsvorrichtung **10** in das Sicherheitssubstrat **23** eingefügt wurde. Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist es jedoch, dass das Individualisierungsverfahren stattfinden kann, nachdem die Vorrichtung **10** in das Sicherheitssubstrat **23** eingefügt wurde. Wenn zum Beispiel eine Sicherheitsvorrichtung **10**, die einen Flüssigkristallfilm **11** umfasst, als Oberflächenflecken oder -streifen auf ein Trägersubstrat **23** aufgebracht wird, so dass der Flüssigkristallfilm **11** auf der oberen Oberfläche freiliegt, dann kann das Polymerharz **13** auf den freiliegenden Film aufgebracht oder aufgedruckt werden und die anschließenden Verfahrensschritte, wie in den [Fig. 4 bis 6](#) dargestellt, können dann durchgeführt werden.

**[0072]** In einer bevorzugten Ausführungsform findet das Aufbringen des Polymerharzes **13** zur gleichen Zeit und bevorzugt unter Verwendung der gleichen Geräte statt, wie die Standard-Sicherheits-Druckverfahren.

**[0073]** Der cholesterische Flüssigkristallfilm **11** kann weiterhin individualisiert werden, indem er überdruckt oder geprägt wird, entweder bevor oder nachdem er in das Sicherheitsdokument eingefügt wurde. Weitere Details über solche Individualisierungsverfahren sind in GB-A-2438384 und GB-A2438383 beschrieben.

**[0074]** Das Verfahren der vorliegenden Erfindung kann auch bei der Personalisierung von Dokumenten wie Pässen oder Ausweisen angewendet werden. In solchen Ausführungsformen könnte das Design, das durch das bedruckte Harz **13** oder die Maske **14** erzeugt wird, für jede individuelle Karte verändert werden, indem zum Beispiel ein Tintenstrahldrucker verwendet wird, um das Polymerharz **13** oder die Maske **14** aufzubringen. Alternativ könnte ein räumlicher Lichtmodulator verwendet werden, um die x,y-Koordinaten eines UV-Lichtstrahls zu modulieren, um ein UV-aushärtbares Polymerharz **13** zu mustern. In einer Ausführungsform könnte ein Flüssigkristalldisplay (LCD) als ein räumlicher Lichtmodulator verwendet werden. In Bezug auf das in den [Fig. 5a-Fig. 5d](#) beschriebene Verfahren ersetzt das LCD-Display die Maske **14**. Das LCD wird mit UV-Licht beleuchtet und, abhängig von der Ausrichtung der Flüssigkristallstruktur, die durch das Anlegen von elektrischer Ladung kontrolliert wird, lassen bestimmte Pixel auf dem Display Licht durch und bestimmte Pixel lassen kein Licht durch. Wenn zum Beispiel das Bild einer Person in Graustufen auf einem LCD abgebildet werden könnte, würde dieses Bild durch Bestrahlung mit UV-Licht in das Polymerharz übertragen werden und ein Bild der Person wird schließlich in dem Flüssigkristallfilm **11** gebildet. Der Vorteil hierbei ist, dass das LCD eine dynamische Maske ist, d. h. das Bild

wird für jeden Pass oder Ausweis verändert.

**[0075]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer optisch variablen Sicherheitsvorrichtung unter Verwendung von Flüssigkristallmaterialien und die resultierende Sicherheitsvorrichtung und ein Verfahren zur Bildung einer Sicherheitsvorrichtung. Das Verfahren umfasst die Schritte Aufbringen eines im Wesentlichen transparenten Polymerharzes auf mindestens eine Region einer Seite einer cholesterischen Flüssigkristallschicht, um eine Zwischenstruktur zu bilden. Die Zwischenstruktur bei einer Temperatur halten, so dass das Harz in die Flüssigkristallschicht eindringt und den Neigungswinkel ihrer helikalen Struktur in der mindestens einen Region vergrößert, wodurch die vom Winkel abhängige Farbreflexion der Flüssigkristallschicht in der mindestens einen Region verändert wird. Die Struktur wird anschließend ausgehärtet.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 0435029 A [0003]
- AU 488652 A [0004]
- WO 03061980 A [0008, 0054]
- EP 1156934 A [0008]
- US 4893906 [0009]
- WO 2005105474 A [0009]
- WO 200510546 A [0009]
- WO 0034808 A [0010]
- EP 0982605 A [0010]
- US 6421107 [0010]
- EP 0059056 A [0048]
- EP 0860298 A [0048]
- WO 03095188 A [0048]
- EP 1141480 A [0049, 0049, 0060]
- WO 3054297 A [0049]
- EP 0516790 A [0054]
- WO 9825236 A [0054]
- WO 9928852 A [0054]
- WO 03054297 A [0060]
- WO 03091953 A [0066]
- WO 03091952 A [0066]
- GB 2438384 A [0073]
- GB 2438383 A [0073]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Bildung einer Sicherheitsvorrichtung, umfassend die Schritte Aufbringen eines im Wesentlichen transparenten Polymerharzes auf mindestens eine Region einer Seite einer cholesterischen Flüssigkristallschicht, um eine Zwischenstruktur zu bilden; die Zwischenstruktur bei einer Temperatur halten, so dass das Harz in die Flüssigkristallschicht eindringt und den Neigungswinkel ihrer helikalen Struktur in der mindestens einen Region vergrößert, wodurch die vom Winkel abhängige Farbreflexion der Flüssigkristallschicht in der mindestens einen Region verändert wird; und anschließend Aushärten der Struktur.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Harz ein ultraviolett aushärtbares Harz umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei das Harz ein Lösungsmittel, ein Verdünnungsmittel mit einem geringen Molekulargewicht oder ein Monomer umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei der Feststoffgehalt des Harzes etwa 50% ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Harz freie radikalische Polymerisation verwendet.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Harz auf die Flüssigkristallschicht mittels eines Druckverfahrens aufgebracht wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Aushärteverfahren ultraviolette Strahlung umfasst.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zwischenstruktur auf die Temperatur erhitzt wird und während des Erhitzens bedeckt wird, um Verdunstung zu vermeiden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Zwischenstruktur durch eine Schicht Polymerfilm bedeckt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zwischenstruktur auf eine Temperatur, die im Bereich von 40°C bis 100°C liegt, erhitzt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Zwischenstruktur auf eine Temperatur, die im Bereich von 60°C bis 90°C liegt, erhitzt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Zwischenstruktur auf eine Temperatur von etwa 80°C er-

hitzt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flüssigkristallschicht durch Aufbringen eines Flüssigkristallmaterials auf ein Trägersubstrat gebildet wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Harz auf die gesamte Flüssigkristallschicht aufgebracht wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend den Schritt, die Oberfläche des Harzes mit einer Maske, die Lücken darin hat, zumindest teilweise zu bedecken und anschließend das Harz durch die Maske hindurch zu erhitzen, so dass nur Regionen, die durch die Lücken freiliegen, ausgehärtet werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, weiterhin umfassend den Schritt, die Oberfläche des Harzes mit einer Maske, die Lücken darin hat, zumindest teilweise zu bedecken, nachdem die Zwischenstruktur erhitzt wurde, Aushärten der Struktur durch die Maske hindurch, so dass nur Regionen, die durch die Lücken freiliegen, ausgehärtet werden und Entfernen der Maske, bevor die Struktur weiterhin ultravioletter Strahlung unterworfen wird, so dass die nicht-ausgehärteten Regionen in ihren ursprünglichen Zustand zurückkehren.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren als ein kontinuierliches Verfahren von Rolle zu Rolle durchgeführt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Harz als Zeichen oder als ein Design aufgebracht wird.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lücken in der Maske Zeichen oder ein Design bilden.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend das Aufbringen einer dunklen Absorptionsschicht auf eine Seite der Flüssigkristallschicht, die der, auf die das Harz aufgebracht ist, gegenüberliegt.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 20, weiterhin umfassend das Aufbringen einer dunklen Absorptionsschicht auf eine Seite des Trägersubstrats, die der, auf die die Flüssigkristallschicht aufgebracht ist, gegenüberliegt.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 oder 21, wobei die Absorptionsschicht gefärbt ist.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei eine Vielzahl an unterschiedlich gefärbten Absorptionsschicht-

ten aufgebracht wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23, wobei die dunkle(n) Absorptionsschicht(en) in Form eines Designs aufgebracht wird/werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 24, weiterhin umfassend das Hinzufügen eines maschinenlesbaren Bestandteils zu der/den Absorptionsschicht(en).

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend das Hinzufügen eines maschinenlesbaren Bestandteils auf die Flüssigkristallschicht.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 26, weiterhin umfassend das Bilden von entmetallisierten Zeichen auf dem Trägersubstrat vor dem Aufbringen auf die Flüssigkristallschicht.

28. Verfahren nach Anspruch 26 oder Anspruch 27, wobei der maschinenlesbare Bestandteil einer oder mehrere aus einem fluoreszierenden, phosphoreszierenden, infrarot-absorbierenden, thermochromen, photochromen, magnetischen, elektrochromen, leitfähigen und/oder piezochromen Material ist/sind.

29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiterhin umfassend das Aufbringen einer Klebeschicht auf die äußeren Oberflächen der Sicherheitsvorrichtung.

30. Sicherheitsvorrichtung, hergestellt durch das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

31. Sicherheitssubstrat, umfassend ein Basissubstrat und eine Sicherheitsvorrichtung nach Anspruch 30.

32. Sicherheitssubstrat nach Anspruch 31, wobei die Sicherheitsvorrichtung auf die Oberfläche des Basissubstrats aufgebracht wird.

33. Sicherheitssubstrat nach Anspruch 31, wobei die Sicherheitsvorrichtung zumindest teilweise in das Basissubstrat eingebettet ist und zumindest teilweise auf zumindest einer Oberfläche des Trägersubstrats sichtbar ist.

34. Sicherheitsdokument, hergestellt aus dem Sicherheitssubstrat nach einem der Ansprüche 31 bis 33.

35. Sicherheitsdokument, hergestellt aus dem Sicherheitssubstrat nach einem der Ansprüche 31 bis 34, weiterhin umfassend das Drucken auf die Oberfläche des Dokuments.

36. Sicherheitsdokument nach Anspruch 35, wobei die auf der Sicherheitsvorrichtung gebildeten Designs durch den Inhalt oder Registrierung mit dem Druck auf dem Dokument verbunden sind.

37. Sicherheitsdokument nach Anspruch 34, umfassend eine Banknote, einen Scheck, Pass, Ausweis, ein Echtheitszertifikat, einen Finanzstempel und anderes Dokument zur Sicherstellung eines Werts oder von persönlicher Identität.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

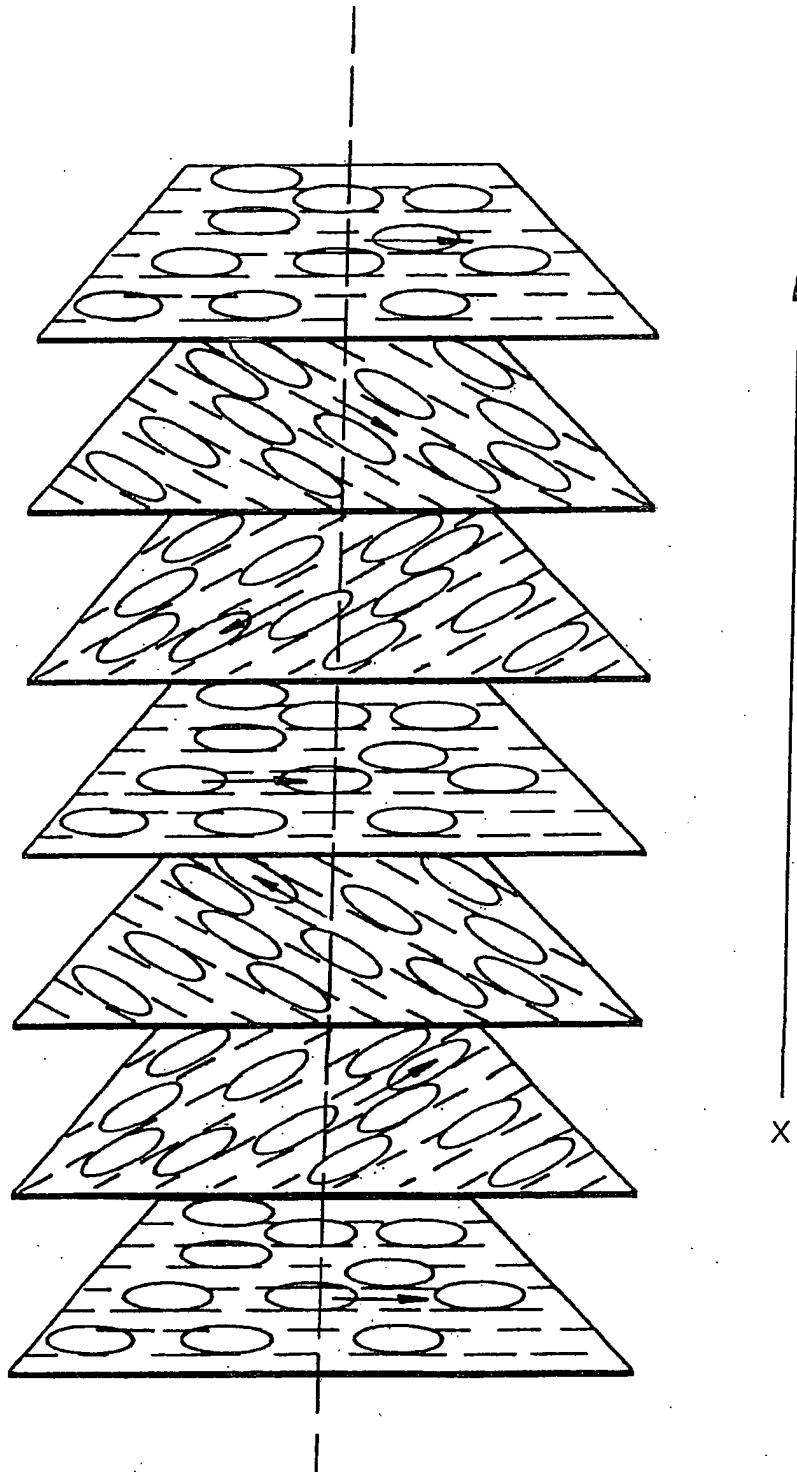


FIG. 1

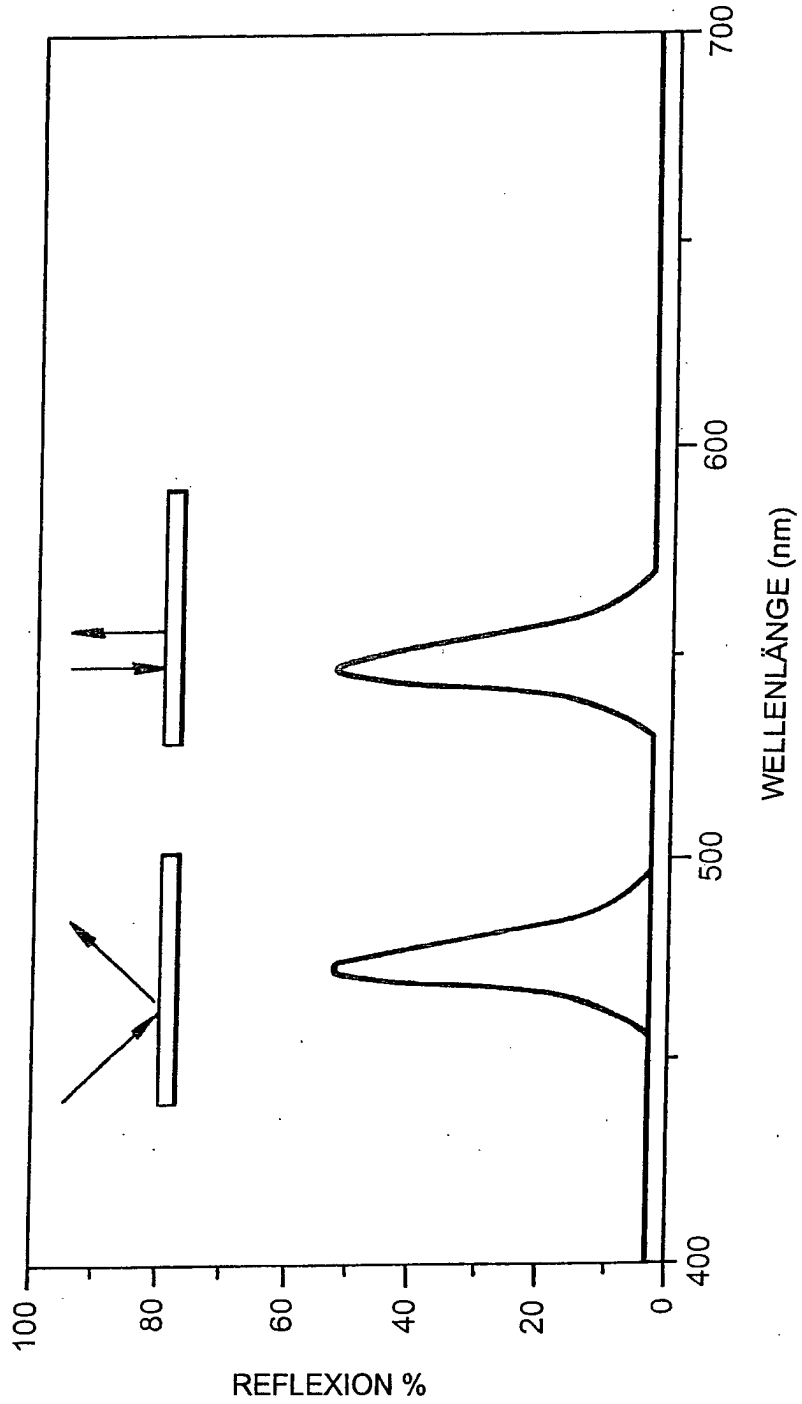


FIG. 2



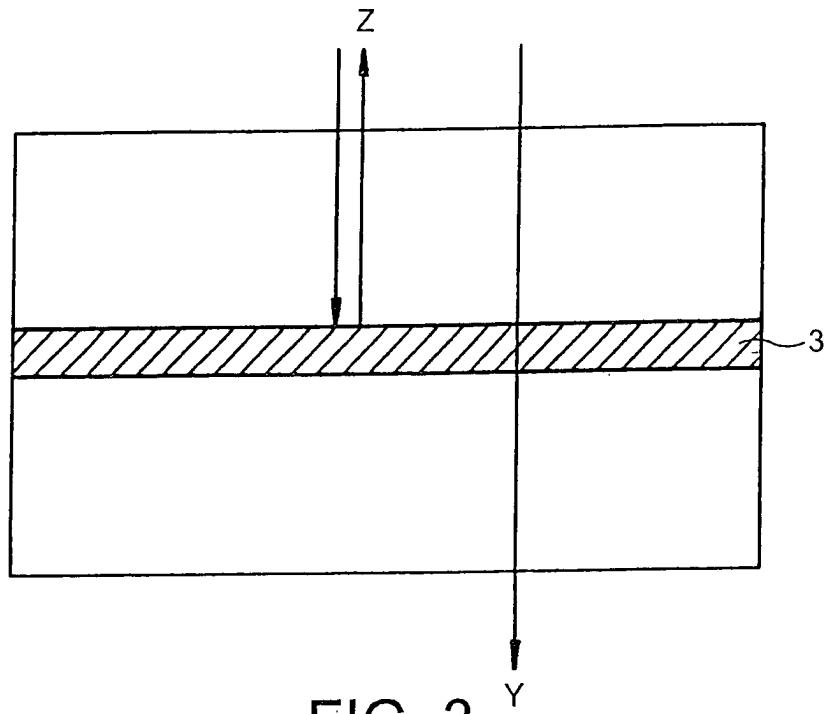


FIG. 3

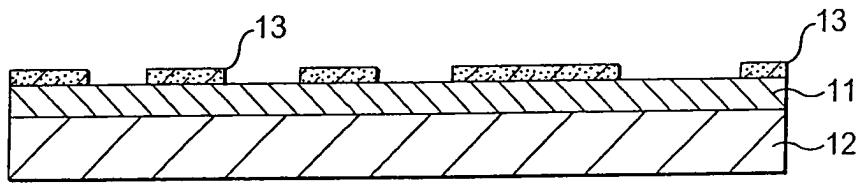


FIG. 4a

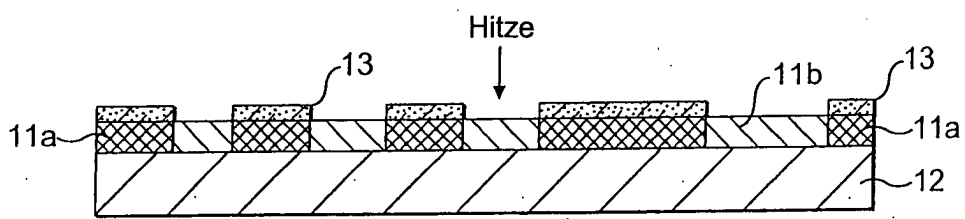


FIG. 4b

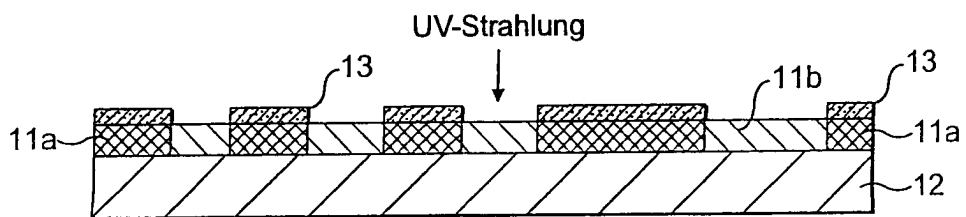


FIG. 4c

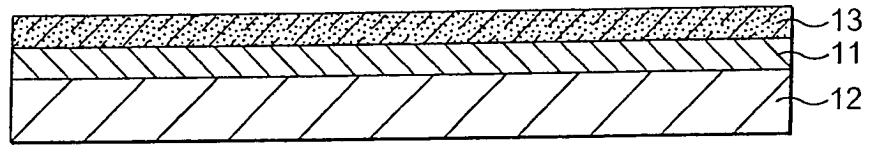


FIG. 5a

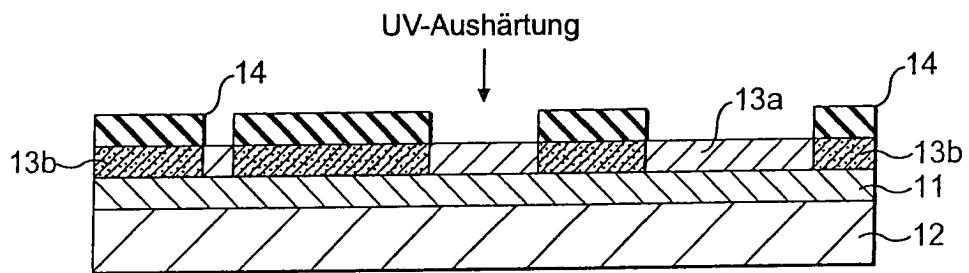


FIG. 5b

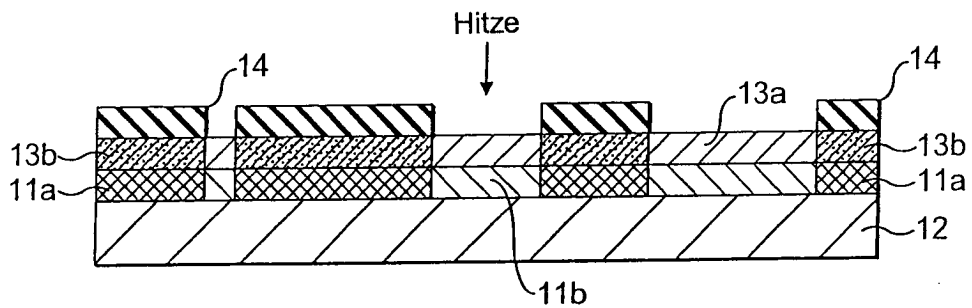


FIG. 5c

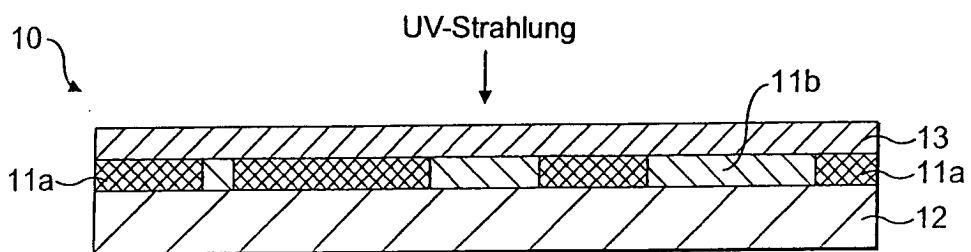


FIG. 5d

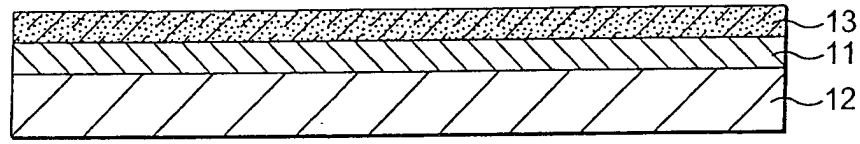


FIG. 6a

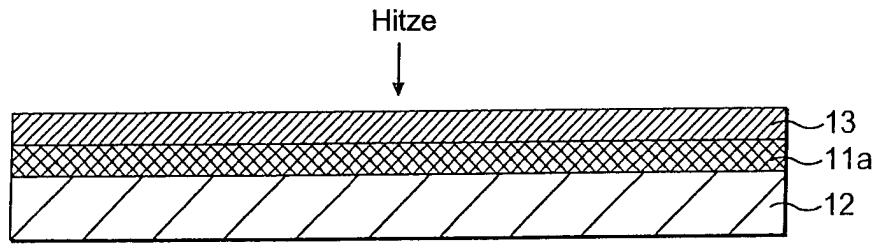


FIG. 6b

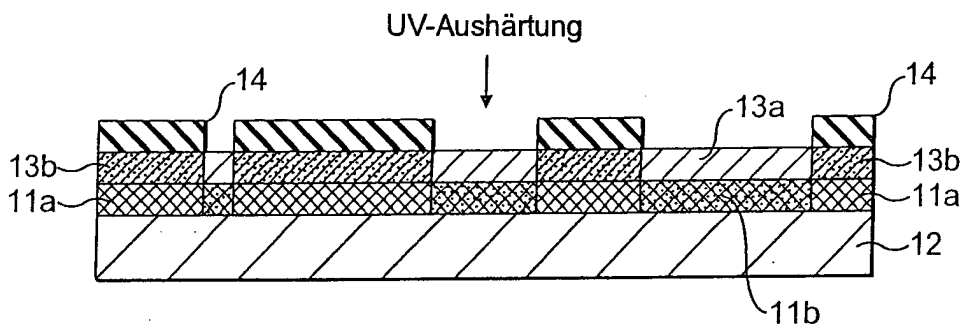


FIG. 6c

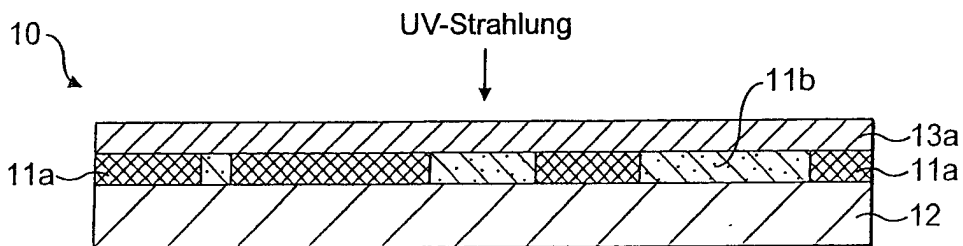


FIG. 6d

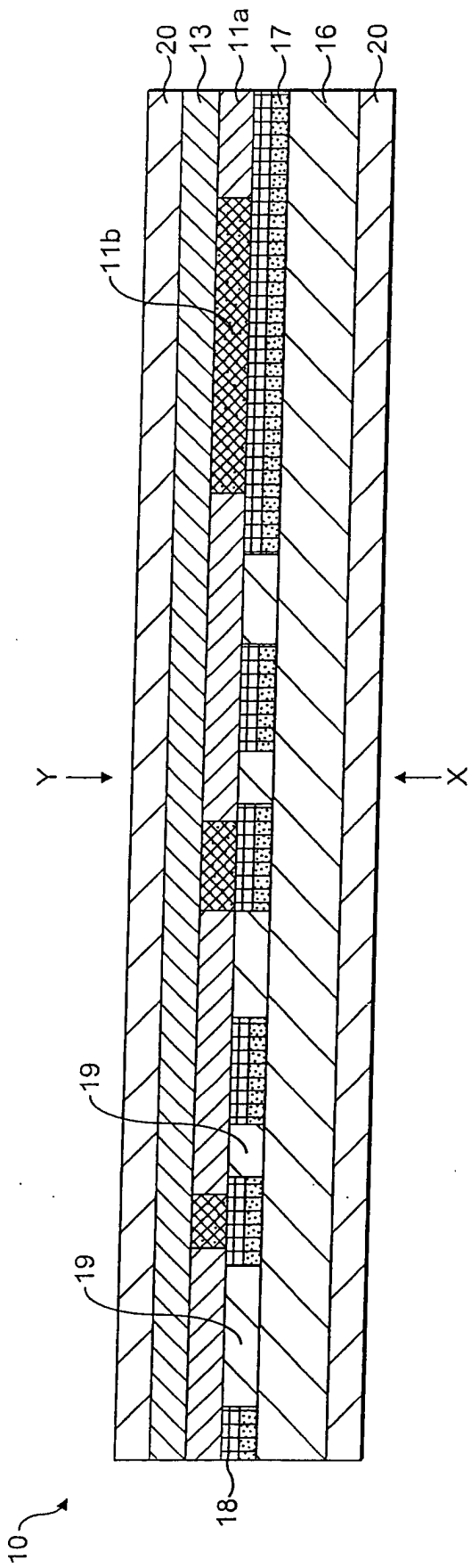


FIG. 7

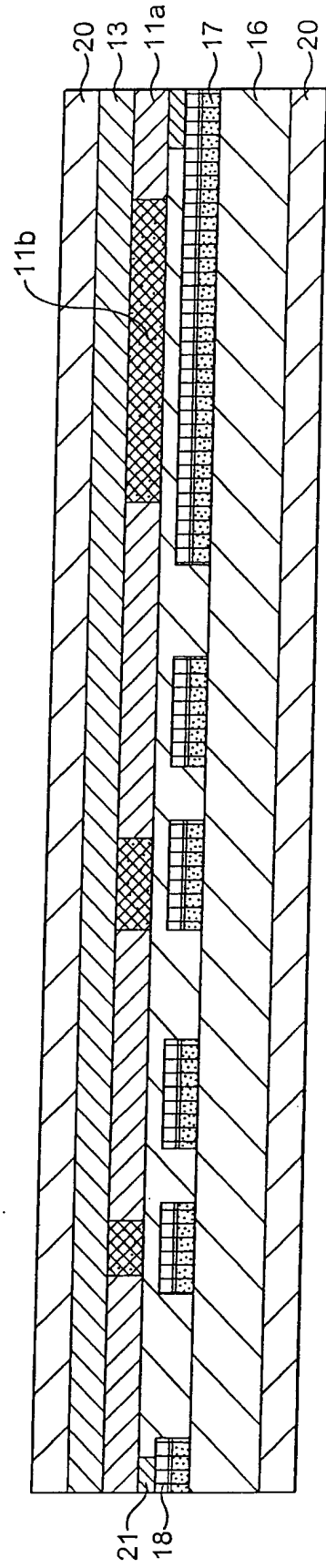


FIG. 8

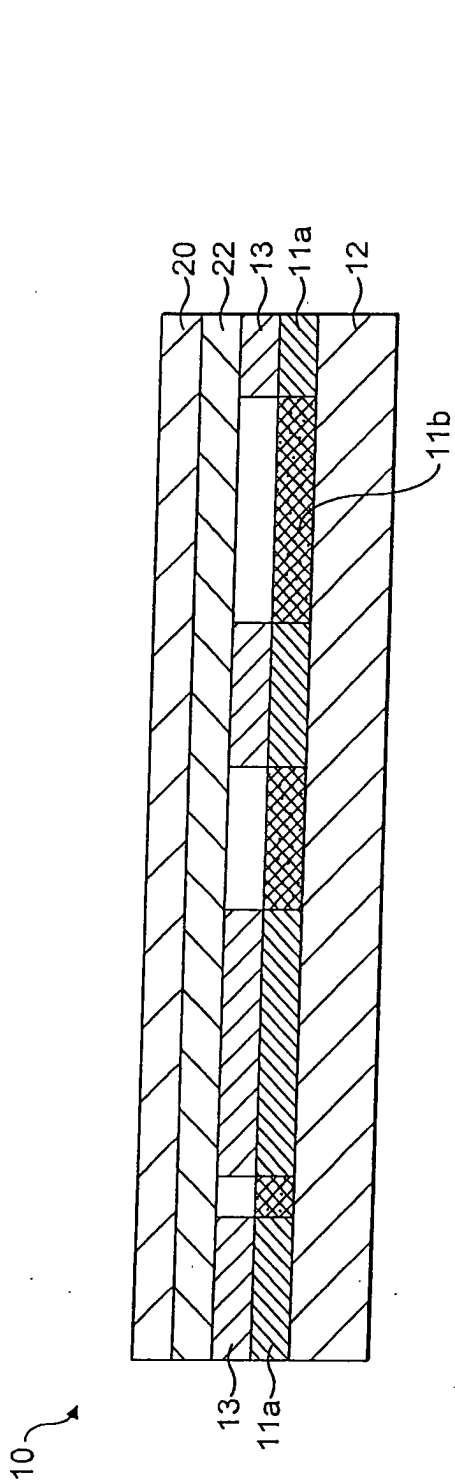


FIG. 9

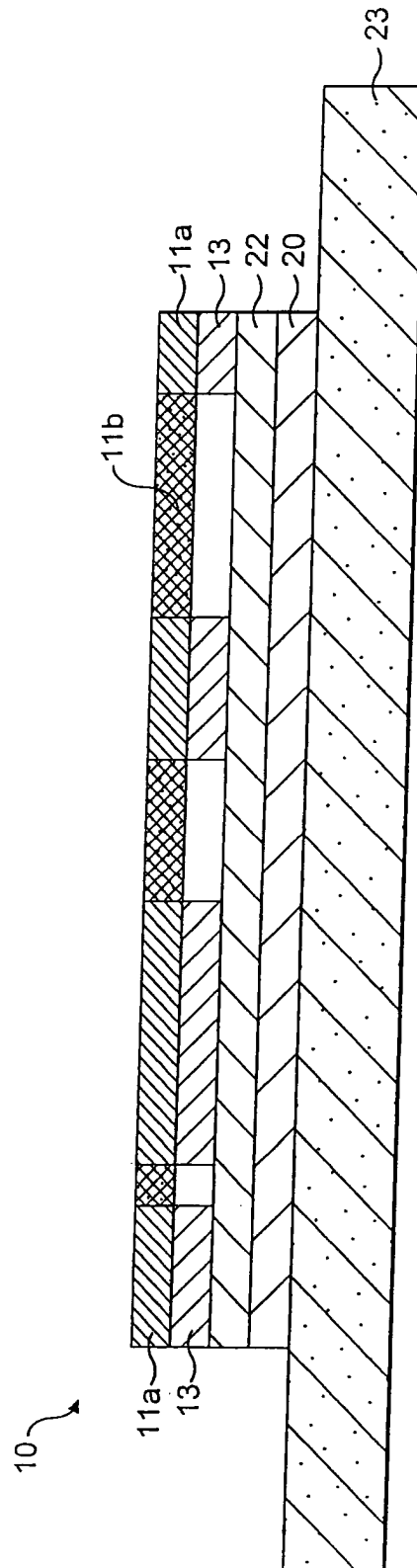


FIG. 10

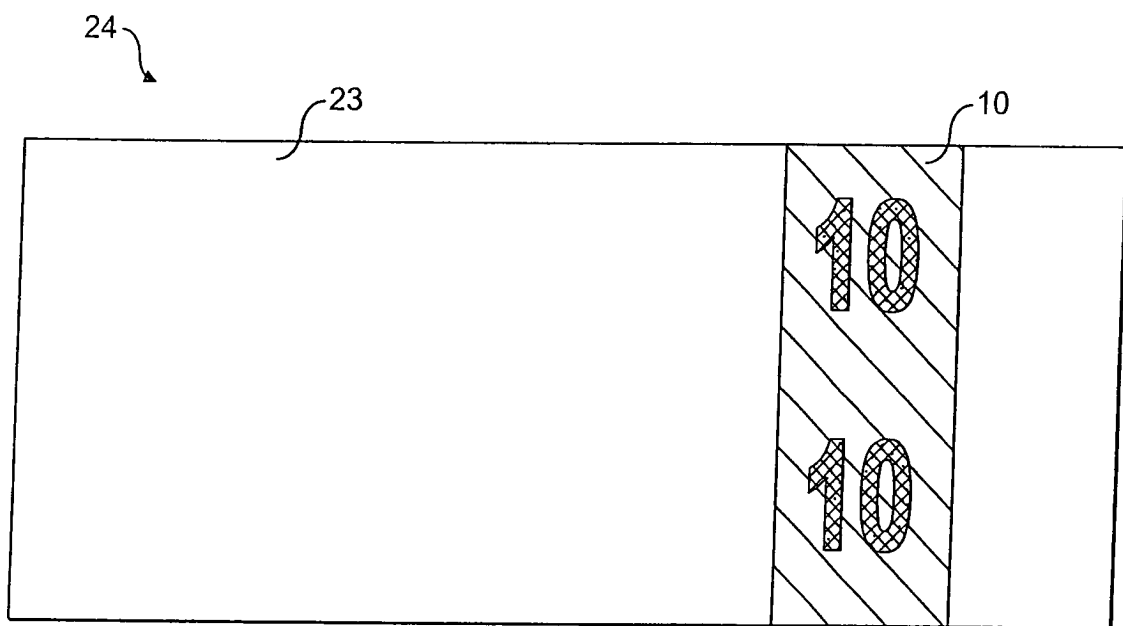


FIG. 11