



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 021 247 A1** 2005.11.24

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 021 247.3**

(22) Anmeldetag: **30.04.2004**

(43) Offenlegungstag: **24.11.2005**

(51) Int Cl.⁷: **B44F 1/12**

(71) Anmelder:

Giesecke & Devrient GmbH, 81677 München, DE

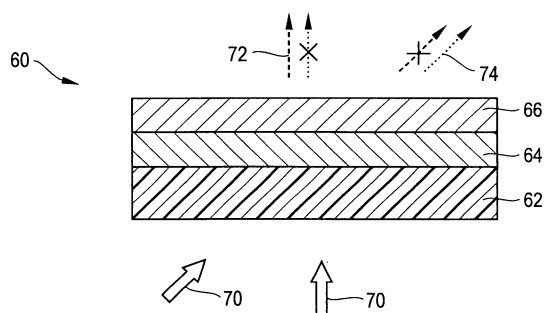
(72) Erfinder:

**Hoffmüller, Winfried, Dr., 83646 Bad Tölz, DE;
Burchard, Theodor, Dr., 83703 Gmund, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sicherheitselement und Verfahren zu seiner Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement zur Absicherung von Wertdokumenten, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden, ersten lichtpolarisierenden Schicht (64) aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material, die Licht mit einer vorbestimmten zirkularen Polarisierung selektiv reflektiert und die in eine erste Reflexionsrichtung Licht eines ersten Wellenlängenbereichs und in eine zweite, unterschiedliche Reflexionsrichtung Licht eines zweiten Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden, zweiten lichtpolarisierenden Schicht (66), die Licht mit der zur vorbestimmten zirkularen Polarisierung gegenläufigen zirkularen Polarisierung selektiv reflektiert und die in die erste bzw. zweite Reflexionsrichtung Licht des ersten bzw. zweiten Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert, sowie mit einer semitransparenten Filterschicht (62), auf der die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht (64, 66) übereinander angeordnet sind. Die Filterschicht (62) absorbiert Licht aus dem sichtbaren Spektralbereich zumindest teilweise und transmittiert Licht aus dem ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereich.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement zur Absicherung von Wertdokumenten mit einer oder mehreren Flüssigkristallschichten. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Sicherheitselements, eine Sicherheitsanordnung, die neben einem solchen Sicherheitselement ein separates Darstellungselement umfasst, sowie ein Wertdokument, das mit einem solchen Sicherheitselement oder einer solchen Sicherheitsanordnung ausgestattet ist.

[0002] Wertdokumente werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen ausgestattet, die eine Überprüfung der Echtheit des Dokuments gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dienen. Dabei kann es sich beispielsweise um ein bedrucktes Sicherheitspapier, eine Ausweiskarte aus Kunststoff oder ein sonstiges, eine Absicherung benötigendes Dokument handeln. Wertdokumente im Sinne der vorliegenden Erfindung sind daher insbesondere Banknoten, Aktien, Ausweise, Kreditkarten, Anleihen, Urkunden, Gutscheine, Schecks, hochwertige Eintrittskarten, aber auch andere fälschungsgefährdete Papiere, wie Pässe, sowie Produktsicherungselemente, wie Etiketten, Siegel, Verpackungen und dergleichen. Der Begriff „Wertdokument“ schließt im Folgenden alle derartigen Dokumente und Produktsicherungsmittel ein.

Stand der Technik

[0003] Vielfach werden als Sicherheitselemente optisch variable Elemente eingesetzt, die dem Betrachter unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln einen unterschiedlichen Bildeindruck, beispielsweise einen unterschiedlichen Farbeindruck vermitteln. Aus der Druckschrift EP 0 435 029 A2 ist ein solches Sicherheitselement mit einer kunststoffähnlichen Schicht aus einem Flüssigkristallpolymer bekannt, die bei Zimmertemperatur ein ausgeprägtes Farbwechselspiel zeigt. Die optisch variablen Effekte der Flüssigkristallpolymere lassen sich durch Einfärben beliebiger Schichten mit herkömmlichen Farben kombinieren, wodurch sich Muster erzeugen lassen, die erst beim Verkippen der Sicherheitselemente sichtbar werden. Die Farbstoffe selbst können in einer beliebigen Schicht eingebracht oder als Druckbild aufgebracht sein.

[0004] Aus der Druckschrift EP 1156 934 B1 ist ein Sicherheitselement mit einer Flüssigkristallschicht als optisch variablem Material bekannt. Es wird ein Ausführungsbeispiel mit passerhaltiger Anordnung von Druckschichten aus rechtsdrehendem und linksdrehendem flüssigkristallinem Material beschrieben, die bei normaler Beleuchtung das gleiche Erscheinungsbild zeigen, so dass eine durch die Form bzw. den Umriss der Bereiche dargestellte Information

nicht erkannt werden kann. Erst bei Betrachtung der Schichten durch einen geeigneten Polarisationsfilter kann die Information durch den Helligkeitsunterschied zwischen den Druckschichten erkannt werden. Um diesen Effekt zu erzielen, ist allerdings eine passergenaue Aufbringung der flüssigkristallinen Schichten erforderlich.

[0005] Der Farbkippereffekt der Flüssigkristallschichten führt bei den beschriebenen Sicherheitselementen aufgrund der physikalischen Gegebenheiten stets zu einer Verschiebung der reflektierten Lichtwellenlänge vom längerwelligen Bereich zu einem kürzerwelligen Bereich, wenn das Sicherheitselement aus der senkrechten Betrachtungsrichtung heraus verkippt wird. Die Möglichkeiten zur Erzeugung unterschiedlicher Farbkippereffekte sind daher begrenzt. Darüber hinaus wirken die Flüssigkristallschichten nur bei Betrachtung in Reflexion als Sicherheitselement, da der Farbkippereffekt wegen des erforderlichen dunklen oder schwarzen Hintergrunds im Durchlicht nicht beobachtet werden kann.

Aufgabenstellung

[0006] Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art mit hoher Fälschungssicherheit anzugeben, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

[0007] Diese Aufgabe wird durch das Sicherheitselement mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Verfahren zu seiner Herstellung, eine Sicherheitsanordnung und ein Wertdokument mit einem solchen Sicherheitselement sind in den nebengeordneten Ansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0008] Die Erfindung stellt ein Sicherheitselement zur Absicherung von Wertdokumenten bereit, das eine zumindest bereichsweise vorliegende erste lichtpolarisierende Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material enthält, die Licht mit einer vorbestimmten zirkularen Polarisation selektiv reflektiert, und die in eine erste Reflexionsrichtung Licht eines ersten Wellenlängenbereichs und in eine zweite, unterschiedliche Reflexionsrichtung Licht eines zweiten Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert. Das Sicherheitselement enthält weiter eine zumindest bereichsweise vorliegende zweite lichtpolarisierende Schicht, die Licht mit der zur vorbestimmten zirkularen Polarisation gegenläufigen zirkularen Polarisation selektiv reflektiert, und die in die erste bzw. zweite Reflexionsrichtung Licht des ersten bzw. zweiten Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert, sowie eine semitransparente Filterschicht, auf der die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht übereinander angeordnet sind. Die Filterschicht absorbiert dabei Licht aus dem sichtbaren Spektralbereich zumindest

teilweise und transmittiert Licht aus dem ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereich.

[0009] Durch eine derartige Gestaltung lassen sich neuartige Flüssigkristalleffekte mit erhöhter Fälschungssicherheit erzielen. Wie nachfolgend im Detail erläutert, können durch das Zusammenspiel der semitransparenten Filterschicht mit zwei oder drei aufeinander abgestimmten Flüssigkristallschichten transparente Sicherheitselemente mit einem inversen Farbkippeffekt erzeugt werden, bei denen der Farbeindruck des Sicherheitselements beim Kippen aus der Senkrechten, anders als bei üblichen Farbkippenelementen, vom kurzwelligen zu einem längerwelligen Farbeindruck wechselt.

[0010] In einer ersten vorteilhaften Erfindungsvariante ist die zweite lichtpolarisierende Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material gebildet, und reflektiert Licht mit der zur vorbestimmten zirkularen Polarisation gegenläufigen zirkularen Polarisation selektiv.

[0011] Alternativ kann die zweite lichtpolarisierende Schicht aus zwei Teilschichten gebildet sein, wobei eine erste Teilschicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material gebildet ist, und Licht mit der vorbestimmten zirkularen Polarisation selektiv reflektiert, und wobei eine zweite Teilschicht, die zwischen der ersten Teilschicht und der ersten lichtpolarisierenden Schicht angeordnet ist, eine $\lambda/2$ -Schicht bildet. Die $\lambda/2$ -Schicht ist dabei vorzugsweise aus einem nematischen flüssigkristallinen Material gebildet, das aufgrund der optischen Anisotropie der ausgerichteten stäbchenförmigen Flüssigkristalle die Herstellung optisch aktiver Schichten ermöglicht.

[0012] Um den Effekt der $\lambda/2$ -Schicht gebietsweise abzuschwächen und/oder neue Effekte zu erzeugen, kann die $\lambda/2$ -Schicht auch aus mehreren übereinander angeordneten und bereichsweise gegeneinander in der Schichtebene verdrehten Teilschichten gebildet sein. Besonders vorteilhaft sind die Teilschichten dabei durch zwei $\lambda/4$ -Schichten gebildet. Durch eine bereichsweise unterschiedliche Verdrehung der beiden $\lambda/4$ -Teilschichten lässt sich ihr Einfluss auf zirkular polarisiertes Licht gezielt steuern, um beispielsweise codierte Halbtonbilder zu erzeugen.

[0013] Die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht reflektieren in einer bevorzugten Ausgestaltung in beide Reflexionsrichtungen Licht aus dem sichtbaren Spektralbereich. In anderen, ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltungen reflektieren die beiden lichtpolarisierenden Schichten in die erste oder zweite Reflexionsrichtung Licht aus dem nicht sichtbaren Spektralbereich, insbesondere Infrarot- oder Ultraviolettstrahlung. Die Reflexion im nicht sichtbaren Spektralbereich kann beispielsweise für maschinenlesbare Echtheitsmerkmale eingesetzt werden oder

für Farbkippeffekte, bei denen ein sichtbarer Farbeindruck beim Kippen erscheint oder verschwindet.

[0014] Die erste und zweite Reflexionsrichtung können beliebig gewählt werden. Um die verschiedenen Farbeindrücke der beiden Wellenlängenbereiche visuell gut trennen zu können, sind die erste und zweite Reflexionsrichtung, bezogen auf eine Flächennormale auf die lichtpolarisierenden Schichten, vorzugsweise durch einen Polwinkel von 20° oder mehr, besonders bevorzugt von 40° oder mehr, getrennt. Beispielsweise kann die erste Reflexionsrichtung parallel zur Flächennormalen sein (Polwinkel $\theta = 0^\circ$) und die zweite Reflexionsrichtung einen Winkel von 45° mit der ersten Reflexionsrichtung einschließen (Polwinkel $\theta = 45^\circ$).

[0015] In allen Ausgestaltungen können die verschiedenen Schichten des Sicherheitselements in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegen. Auch können weitere lichtpolarisierende Schichten aus nematischem und/oder cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen sein. Zumindest eine der lichtpolarisierenden Schichten aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und/oder gegebenenfalls zumindest eine Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material liegt zweckmäßig in Form von Pigmenten vor, welche in eine Bindemittelmatrix eingebettet sind. Solche Pigmente sind einfacher zu drucken als Flüssigkristalle aus Lösung und stellen keine so hohen Anforderungen an die Glätte des Untergrunds. Darüber hinaus benötigen die pigmentbasierten Druckfarben keine die Ausrichtung fördernden Maßnahmen.

[0016] Die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht können in einer vorteilhaften Ausgestaltung beide aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet sein und in Form von Pigmenten vorliegen. Eine Mischung gleicher Anteile von Pigmenten der ersten und zweiten lichtpolarisierenden Schicht ist dabei zweckmäßig in eine Bindemittelmatrix eingebettet. Dadurch lassen sich die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht, die zusammen einen Bandsperrfilter bilden, in einem Druckvorgang als eine Schicht aufbringen.

[0017] Vorzugsweise transmittiert die semitransparente Filterschicht Licht zwischen dem ersten und zweiten Wellenlängenbereich und absorbiert sichtbares Licht außerhalb der beiden Wellenlängenbereiche. Das Durchlicht durch das Sicherheitselement wird dann im Wesentlichen nur von den Flüssigkristallschichten gesteuert, so dass intensive und kontrastreiche Durchlicht-Farbeffekte erzeugt werden können.

[0018] Es kann auch vorgesehen sein, dass die semitransparente Filterschicht nur Licht des ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereichs transmittiert

und sichtbares Licht außerhalb des ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereichs absorbiert. Dadurch können Sicherheitselemente geschaffen werden, bei denen beim Kippen einer oder mehrere sichtbare Farbeindrücke verschwinden und in dunkle Betrachtungsbereiche übergehen.

[0019] Die semitransparente Filterschicht ist in vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung durch eine mit Farbstoffen eingefärbte Folie oder Lackschicht gebildet. In letzterem Fall kann die Lackschicht auf einer transparenten und farblosen Trägerfolie aufgebracht sein. Wie die lichtpolarisierenden Schichten kann die semitransparente Filterschicht alternativ oder zusätzlich in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegen.

[0020] Die lichtpolarisierenden Schichten und die semitransparente Filterschicht können auf einem Substrat vorliegen, das mit Vorteil aus Papier oder Kunststoff gebildet ist. Zwischen benachbarten lichtpolarisierenden Schichten und/oder einer lichtpolarisierenden Schicht und der semitransparenten Filterschicht können zur Ausrichtung von flüssigkristallinen Schichten bestimmte Ausrichtungs- bzw. Alignmentschichten und/oder Klebeschichten vorliegen.

[0021] Das Sicherheitselement bildet in vorteilhaften Ausgestaltungen ein Etikett oder ein Transferelement.

[0022] Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements der beschriebenen Art, bei dem auf einer semitransparenten Filterschicht übereinander eine erste lichtpolarisierende Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material und eine zweite lichtpolarisierende Schicht, die zumindest eine (Teil-)Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material enthält, angeordnet werden. Eine oder mehrere der Flüssigkristallschichten werden dabei mit Vorteil auf eine Trägerfolie aufgebracht, insbesondere aufgedruckt. Werden verschiedene Flüssigkristallschichten auf separaten Trägerfolien aufgebracht, so können sie nach dem Aufbringen auf die Trägerfolie jeweils auf Eignung zur Weiterverarbeitung geprüft und gegebenenfalls ausgesondert werden. Alternativ können zwei oder mehr Flüssigkristallschichten übereinander auf derselben Trägerfolie aufgebracht werden.

[0023] Das flüssigkristalline Material kann aus einem Lösungsmittel oder aus der Schmelze aufgebracht werden. Ferner kann insbesondere cholesterisches flüssigkristallines Material in pastöser Form als UV-härtbare cholesterische Mischung aufgebracht werden, wobei ein solches System weder typische Lösungsmittel enthält, noch auf einer Schmelze oder Pigmenten basiert, sondern stattdessen weitere UV-härtbare Lacke enthält. Je nach angewandtem

Verfahren wird das flüssigkristalline Material anschließend zur Entfernung des Lösungsmittels physikalisch getrocknet, ausgerichtet und gehärtet. Die Ausrichtung kann direkt über die Trägerfolie oder über so genannte Alignmentschichten, durch Ausübung von Scherkräften, mithilfe elektrostatischer Methoden usw. erfolgen. Zur Härtung des flüssigkristallinen Materials kann dieses vernetzt werden, beispielsweise mittels ultravioletter Strahlung oder mittels Elektronenstrahl (ESH). Das flüssigkristalline Material kann aber auch durch Zugabe bestimmter Additive fixiert werden.

[0024] In einer zweckmäßigen Ausgestaltung des Verfahrens werden die auf einer Trägerfolie vorliegenden Flüssigkristallschichten auf die semitransparente Filterschicht oder eine weitere Flüssigkristallschicht auflaminiert. Die Trägerfolie kann nach dem Auflaminieren entfernt werden, insbesondere über Trennschichten oder durch Verwendung eines Laminierklebstoffes, dessen Haftung zur Trägerfolie geringer ist als seine Haftung zur Flüssigkristallschicht. Diese Anforderungen an den Laminierklebstoff sind insbesondere dann von Bedeutung, wenn die zu übertragende Flüssigkristallschicht nicht vollflächig ausgebildet ist.

[0025] Alternativ kann auf die auf der Trägerfolie vorliegende Flüssigkristallschicht eine vollflächige Hilfsschicht aufgebracht werden, deren Haftung zur Trägerfolie geringer ist als ihre Haftung in Bezug auf die Flüssigkristallschicht, um die Trennung zu ermöglichen. Dadurch lässt sich der Laminierklebstoff vollflächig aufbringen, wobei gleichzeitig unkontrolliertes Verkleben verhindert wird. Die Hilfsschicht ist dabei mit Vorteil eine UV-Lackschicht.

[0026] Die Ausbildung der cholesterischen Flüssigkristallschichten kann mit Vorteil durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit einem Verdriller geschehen. Dabei können die beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit aufeinander abgestimmten ersten und zweiten Verdrillern gebildet werden, so dass sich die Flüssigkristalle der ersten und zweiten Schicht in zueinander spiegelbildlichen Helixstrukturen anordnen.

[0027] Die $\lambda/2$ -Teilschicht der aus zwei Teilschichten gebildeten zweiten lichtpolarisierenden Schicht wird zweckmäßig aus einem nematischen flüssigkristallinen Material gebildet.

[0028] Die Erfindung enthält ferner eine Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art oder einem nach dem beschriebenen Verfahren herstellbaren Sicherheitselement, sowie einem separaten Darstellungselement, das in Zusammenarbeit mit dem Sicherheitselement einen

Farbkippeffekt und/oder einen Polarisierungseffekt für den Betrachter erkennbar macht. In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Darstellungselement einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund, der auch in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegen kann. In einer anderen, ebenfalls bevorzugten Ausgestaltung kann das Darstellungselement auch einen Linear- oder Zirkularpolarisator umfassen.

[0029] Die Erfindung umfasst weiter ein Wertdokument mit einem Sicherheitselement oder einer Sicherheitsanordnung der beschriebenen Art. Das Sicherheitselement ist dabei mit Vorteil in einem Fensterbereich des Wertdokuments angeordnet, also in einem transparenten oder zumindest transluzenten Bereich des Wertdokuments, oder über einer ausgestanzten oder papiermacherisch erzeugten Öffnung. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung bezeichnet der Begriff „Transparenz“ dabei die volle Durchsichtigkeit eines Materials, „transluzent“ bedeutet durchscheinend im Sinne einer gewissen Lichtdurchlässigkeit, d.h. das Material weist insbesondere eine Lichtdurchlässigkeit von unter 90 %, zumeist zwischen 80 % und 20 %, auf. Wesentlich ist nur, dass durch den Fensterbereich Licht auf die Rückseite des Sicherheitselements fallen kann, so dass es im Durchlicht betrachtet werden kann. Besonders bevorzugt ist das Wertdokument flexibel ausgebildet, so dass das Sicherheitselement und das Darstellungselement durch Biegen oder Falten des Wertdokuments zur Selbstauthentifizierung übereinander gelegt werden können.

[0030] Bei einem Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements, einer Sicherheitsanordnung oder eines Wertdokuments der oben beschriebenen Art wird im Durchlicht geprüft, ob ein vorbestimmter Farbkippeffekt vorliegt und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Prüfungsergebnisses beurteilt. Bei einem weiteren Prüfungsverfahren wird das Sicherheitselement auf einen, gegebenenfalls durch das Darstellungselement gebildeten, dunklen Untergrund gelegt. Mithilfe eines Zirkularpolarisators wird dann eine in dem Sicherheitselement codierte Information gelesen und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Leseergebnisses beurteilt.

Ausführungsbeispiel

[0031] Weitere Ausführungsbeispiele sowie Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert, bei deren Darstellung auf eine maßstabs- und proportionsgetreue Wiedergabe verzichtet wurde, um die Anschaulichkeit zu erhöhen.

[0032] Es zeigen:

[0033] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem über einer ausgestanzten Öff-

nung aufgeklebten Transferelement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0034] [Fig. 2](#) den allgemeinen Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements im Querschnitt,

[0035] [Fig. 3](#) eine Prinzipskizze eines aus zwei cholesterischen Flüssigkristallschichten und einer semitransparenten Filterschicht gebildeten Bandsperrfilters,

[0036] [Fig. 4](#) in (a) ein Sicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt, in der linken Bildreihe (b)–(d) die Transmissionscharakteristiken der semitransparenten Filterschicht, der Flüssigkristallschichten und die gesamte Transmission des Sicherheitselements für senkrechte Betrachtung, und in der rechten Bildreihe (e)–(g) die entsprechenden Transmissionscharakteristiken für eine Betrachtung unter spitzem Winkel,

[0037] [Fig. 5](#) in (a) den Querschnitt eines Sicherheitselements nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung, und in (b) bis (d) Ansichten dieses Sicherheitselements bei verschiedenen Kippwinkeln,

[0038] [Fig. 6](#) ein Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

[0039] [Fig. 7](#) das Sicherheitselement der [Fig. 6](#) auf einem dunklen Untergrund und mit einem Zirkularpolarisator zum Auslesen der codierten Information, und

[0040] [Fig. 8](#) ein Sicherheitselement wie in [Fig. 4\(a\)](#), bei dem eine der cholesterischen Flüssigkristallschichten durch eine Kombination aus einer $\lambda/2$ -Schicht und einer gegenläufigen cholesterischen Flüssigkristallschicht ersetzt ist.

[0041] Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Banknote erläutert. [Fig. 1](#) zeigt eine schematische Darstellung einer Banknote **10**, die mit einem aufgeklebten Transferelement **12** nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung versehen ist. Die Banknote **10** weist eine durchgehende gestanzte Öffnung **14** auf, die auf der Vorderseite der Banknote von dem Transferelement **12** vollständig bedeckt ist. Selbstverständlich können die nachstehenden Ausführungsbeispiele zu erfindungsgemäßen Sicherheitselementen auch auf einem Dokument aus Kunststoff, wie einer Kunststoffbanknote, vorgesehen werden. Hier wird die transparente Öffnung vorzugsweise durch einen nicht bedruckten Bereich des Dokuments gebildet. Im Durchlicht zeigt das Transferelement **12** einen inversen Farbkippeffekt, bei dem der Farbeindruck des Transferelements beim Kippen aus der Senkrechten vom kurzweiligen Farbeindruck (im

Ausführungsbeispiel Blau) zu einem längerwelligen Farbeindruck (im Ausführungsbeispiel Grün) wechselt.

[0042] [Fig. 2](#) zeigt den prinzipiellen Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements **20**, wie etwa des Transferelements **12**, im Querschnitt. Eine semitransparente Filterschicht **22**, beispielsweise eine eingefärbte, glatte PET-Folie guter Oberflächenqualität, ist mit zwei oder mehreren, im allgemeinen Fall n lichtpolarisierenden Schichten **24-1**, **24-2**, ... **24-n** aus flüssigkristallinem Material versehen, die in verschiedenen Ausführungsformen jeweils unterschiedliche oder auch teilweise die gleichen lichtpolarisierenden Eigenschaften aufweisen können.

[0043] Zwischen zwei benachbarten Schichten bzw. zwischen der ersten lichtpolarisierenden Schicht **24-1** und der semitransparenten Filterschicht **22** können Alignmentschichten und/oder Klebeschichten **26** vorgesehen sein, die der Ausrichtung der Flüssigkristalle in den Flüssigkristallschichten bzw. der Verbindung der einzelnen Schichten und dem Ausgleich von Unebenheiten des Untergrunds dienen.

[0044] Zwei der flüssigkristallinen Schichten **24-1**, **24-2**, ... **24-n** bestehen erfindungsgemäß aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material und reflektieren jeweils selektiv Licht mit einer vorbestimmten zirkularen Polarisation. Dabei reflektieren sie in eine erste Reflexionsrichtung selektiv Licht eines ersten Wellenlängenbereichs und in eine zweite, unterschiedliche Reflexionsrichtung selektiv Licht eines zweiten Wellenlängenbereichs. In den nachfolgenden Ausführungsbeispielen wird stets angenommen, dass die flüssigkristallinen Schichten bei senkrechtem Lichteinfall grünes Licht und bei spitzwinkligem Lichteinfall blaues Licht reflektieren. Es versteht sich, dass diese Farbwahl nur der Illustration dient und dass im Rahmen der Erfindung selbstverständlich auch Flüssigkristallschichten mit anderen Farbcharakteristiken verwendet werden können.

[0045] Die zirkularen Polarisationsrichtungen des von den beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten reflektierten Lichts können gegenläufig oder gleichläufig sein. Im letzteren Fall ist zwischen den beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten eine $\lambda/2$ -Schicht vorgesehen, die im relevanten Wellenlängenbereich die Polarisationsrichtung zirkular polarisierten Lichts gerade umkehrt. Insgesamt reflektiert die Schichtenfolge aus den beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten und gegebenenfalls der zwischenliegenden $\lambda/2$ -Schicht somit Licht beider zirkularen Polarisationsrichtungen und wirkt daher in Transmission als Bandsperrfilter für den jeweiligen Wellenlängenbereich.

[0046] Die semitransparente Filterschicht kann aus einer mit Farbstoffen eingefärbten Folie bestehen,

die zugleich als Trägerfolie für die Flüssigkristallschichten dient. Sie kann auch durch eine mit Farbstoffen eingefärbte Lackschicht gebildet sein, die beispielsweise auf einer transparenten und farblosen Trägerfolie aufgedruckt ist. Die Trägerfolie kann nach dem Aufbringen des Sicherheitselements auf ein Werdokument entfernt werden, beispielsweise wenn das Sicherheitselement einen transparenten, undurchbrochenen Fensterbereich eines Werdokuments bedeckt.

[0047] Das Prinzip eines durch zwei cholesterische Flüssigkristallschichten und die semitransparente Filterschicht gebildeten Bandsperrfilters wird nun anhand der Darstellung der [Fig. 3](#) näher erläutert. [Fig. 3](#) zeigt zwei übereinander liegende cholesterische Flüssigkristallschichten **30** und **32** sowie eine semitransparente Filterschicht **34**, die zur Illustration der transmittierten und reflektierten Lichtstrahlen voneinander beabstandet dargestellt sind. Die Polarisationsrichtung des Lichts ist durch zusätzliche Pfeilsymbole an den Ausbreitungsvektoren des Lichts angegeben. Wie üblich, wird eine zirkulare Polarisation, bei der die Kreisbewegung des elektrischen Feldstärkevektors aus Sicht eines Beobachters, auf den die Lichtwelle zuläuft, im Uhrzeigersinn erfolgt, als rechtszirkuläre Polarisation, die gegenläufige Polarisation als linkszirkuläre Polarisation bezeichnet.

[0048] Die beiden Flüssigkristallschichten **30** und **32** sind so ausgebildet, dass sie dasselbe selektive Farbreflexionsspektrum aufweisen und beispielsweise in die senkrechte Reflexionsrichtung grünes Licht und in eine spitzwinklige Reflexionsrichtung blaues Licht reflektieren. Die beiden Flüssigkristallschichten **30** und **32** unterscheiden sich allerdings in der zirkularen Polarisationsrichtung der reflektierten Strahlung. Während die erste Flüssigkristallschicht **30** im Ausführungsbeispiel rechtszirkular polarisiertes Licht reflektiert, reflektiert die zweite Flüssigkristallschicht **32** linkszirkular polarisiertes Licht der jeweiligen Wellenlänge. Die jeweils gegenläufige Polarisationsrichtung sowie Licht mit Wellenlängen außerhalb des Bereichs selektiver Reflexion werden von den Flüssigkristallschichten ohne wesentliche Absorption durchgelassen. Die semitransparente Filterschicht ist mit Farbstoffen eingefärbt, so dass sie im sichtbaren Spektralbereich nur für blaues und grünes Licht durchlässig ist und längerwelliges Licht absorbiert.

[0049] Wird die Schichtenfolge **30**, **32**, **34** mit weißem Licht **40**, **50** bestrahlt, so ergibt sich für die transmittierte und reflektierte Strahlung folgendes Bild: Von dem senkrecht einfallenden weißen Licht **40** wird der rechtszirkular polarisierte grüne Anteil **41** von der ersten Flüssigkristallschicht **30** reflektiert, der linkszirkular polarisierte grüne Anteil sowie alle anderen Wellenlängen werden durchgelassen. Von der durchgelassenen Strahlung **42** reflektiert dann die zweite Flüssigkristallschicht **32** den linkszirkular polarisier-

ten grünen Anteil **43** des Lichts und lässt Licht der anderen Wellenlängen durch. Der grüne Spektralanteil **44** des weißen Lichts wird somit von der Schichtenfolge **30**, **32** im Wesentlichen vollständig reflektiert, da seine beiden zirkularen Polarisationsrichtungen reflektiert werden. Von der nach den beiden Flüssigkristallschichten verbleibenden Strahlung **45**, die weißes Licht ohne den grünen Spektralanteil **44** darstellt, lässt die semitransparente Filterschicht **34** nun lediglich den blauen Anteil **46** durch. Die anderen Wellenlängen des weißen Lichts werden absorbiert.

[0050] Für das unter einem spitzen Winkel einfallende weiße Licht **50** verschiebt sich der reflektierte Wellenlängenbereich aufgrund der physikalischen Gegebenheiten in den kürzerwelligen Bereich, im Ausführungsbeispiel von grünem zu blauem Licht. Entsprechend reflektiert die erste Flüssigkristallschicht **30** den rechtszirkular polarisierten blauen Lichtanteil **51**, während der linkszirkular polarisierte blaue Anteil, sowie die anderen Wellenlängen durchgelassen werden. Die zweite Flüssigkristallschicht **32** reflektiert von der durchgelassenen Strahlung **52** den linkszirkular polarisierten blauen Anteil **53** des Lichts und lässt Licht der anderen Wellenlängen durch. In die spitzwinklige Richtung wird somit der blaue Spektralanteil **54** des weißen Lichts von der Schichtenfolge **30**, **32** vollständig reflektiert. Von der nach den beiden Flüssigkristallschichten verbleibenden Strahlung **55** lässt die semitransparente Filterschicht **34** nun lediglich den grünen Anteil **56** durch, die anderen Wellenlängen des weißen Lichts werden absorbiert.

[0051] Im Durchlicht zeigt die Schichtenfolge **30**, **32**, **34** somit insgesamt einen umgekehrten Farbkippereffekt, bei dem der Farbeindruck für den Betrachter von kurzwelligem Blau **46** bei senkrechter Betrachtung zu längerwelligem Grün **56** bei spitzwinkliger Betrachtung wechselt. Wie unmittelbar ersichtlich, tritt der beschriebene Durchlicht-Farbkippeffekt unabhängig davon auf, ob die Beleuchtung von oben, also der Seite der Flüssigkristallschichten **30**, **32**, oder von unten, also der Seite der semitransparenten Filterschicht **34**, her erfolgt.

[0052] Fig. 4(a) zeigt ein Sicherheitselement **60** nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das das geschilderte Prinzip ausnutzt. Auf einer mit Farbstoffen eingefärbten semitransparenten Folie **62** sind zwei cholesterische Flüssigkristallschichten **64** und **66** aufgebracht, die dieselben lichtpolarisierenden Eigenschaften wie die oben beschriebenen Flüssigkristallschichten **32** bzw. **30** aufweisen, also in die senkrechte Reflexionsrichtung grünes Licht und in eine spitzwinklige Reflexionsrichtung blaues Licht jeweils gegenläufiger zirkularer Polarisation reflektieren. Bei Beleuchtung des Sicherheitselements **60** von hinten, wie sie beispielsweise bei Betrachtung gegen das Tageslicht **70** auftritt, lässt das Sicherheitselement, wie in Zusammenhang mit der Fig. 3 erläutert, in senk-

rechter Richtung nur den blauen Anteil **72** des Tageslichts durch, während bei spitzwinkliger Betrachtung nur der grüne Anteil **74** erscheint. Der Betrachter beobachtet somit beim Kippen des Sicherheitselements **60** einen umgekehrten Durchlicht-Farbkippeffekt.

[0053] Die Fig. 4(b) bis 4(g) zeigen die Transmissionscharakteristiken der semitransparenten Filterschicht **62**, der Flüssigkristallschichten **64**, **66** und die gesamte Transmission des Sicherheitselements **60** für senkrechte Betrachtung (linke Bildreihe, Fig. 4(b)–(d)) und für eine Betrachtung unter spitzem Winkel (rechte Bildreihe, Fig. 4(e) bis (g)).

[0054] Wie die in Fig. 4(b) und (e) dargestellte Transmissionscharakteristik **80** zeigt, lässt die eingefärbte Folie **62** im sichtbaren Spektralbereich nur blaues und grünes Licht durch und absorbiert längerwelliges Licht. Bei senkrechter Betrachtung wirken die cholesterischen Flüssigkristallschichten **64**, **66** als Bandsperrfilter für grünes Licht, wie durch den Transmissionsverlauf **82** gezeigt. Die Kombination der beiden Kurven **80** und **82** ergibt die gesamte senkrechte Transmission **84** des Sicherheitselements **60**, die, wie oben beschrieben, lediglich im Blauen einen nennenswerten Wert aufweist.

[0055] Unter spitzwinkliger Betrachtung bilden die cholesterischen Flüssigkristallschichten **64**, **66** einen Bandsperrfilter für blaues Licht, wie durch den Transmissionsverlauf **86** angegeben. Die gesamte Transmission **88** ergibt sich wieder durch Kombination der Kurven **80** und **86** und zeigt erwartungsgemäß einen Transmissionspeak im grünen Spektralbereich.

[0056] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 5(a) dargestellt. Das Sicherheitselement **90** weist eine transparente Trägerfolie **92** auf, auf der in Teilbereichen eine mit Farbstoffen eingefärbte Lackschicht **94** aufgedruckt ist. In anderen Bereichen ist die Trägerfolie mit einer dunklen Untergrundschrift **96** versehen. Die von der Lackschicht **94** bedeckten Bereiche bilden dabei durch ihre Form oder Umriss ein Motiv, im Ausführungsbeispiel ein Wappen **98**.

[0057] Auf die Lackschicht **94** bzw. die dunkle Untergrundschrift **96** sind zwei cholesterische Flüssigkristallschichten **100** und **102** aufgebracht, die in die senkrechte Reflexionsrichtung Licht eines ersten Wellenlängenbereichs, in eine zweite Reflexionsrichtung mit mittlerem Polwinkel Licht eines zweiten, kürzerwelligen Wellenlängenbereichs und in eine dritte, spitzwinklige Reflexionsrichtung Licht eines dritten, kürzestwelligen Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert.

[0058] Die als semitransparente Filterschicht wirkende Lackschicht **94** ist in diesem Ausführungsbeispiel mit zwei Farbstoffen versehen, die Licht des

ersten und dritten Wellenlängenbereichs absorbieren, so dass im Wesentlichen nur Licht des zweiten, mittleren Wellenlängenbereichs durchgelassen wird.

[0059] Bei Beleuchtung des Sicherheitselements **90** von hinten (Bezugszeichen **104**) ergibt sich für den Betrachter im Durchlicht folgendes Bild: Bei senkrechter Betrachtung **106** tritt das Wappen **98** für den Betrachter deutlich in Erscheinung, wie in **Fig. 5(b)** gezeigt. In diese Betrachtungsrichtung reflektieren die Flüssigkristallschichten **100** und **102** Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich und transmittieren daher Licht des zweiten und dritten Wellenlängenbereichs. Da Licht des dritten Wellenlängenbereichs von der semitransparenten Filterschicht **94** absorbiert wird und diese daher lediglich für Licht aus dem zweiten Wellenlängenbereich durchlässig ist, gelangt allerdings nur letzteres durch die Flüssigkristallschichten **100**, **102** zum Betrachter. Der mit der Untergrundschicht **96** versehene Bereich des Sicherheitselements bleibt dagegen dunkel, so dass das Wappenmotiv **98** mit deutlichem Kontrast aufleuchtet.

[0060] Kippt der Betrachter nun das Sicherheitselement **90** aus der Senkrechten, so dass das einfallende Licht **104** unter der zweiten Reflexionsrichtung auf die Flüssigkristallschichten fällt (Bezugszeichen **108**), so verschwindet das Wappen **98**, wie in **Fig. 5(c)** angedeutet. In diese Betrachtungsrichtung reflektieren nämlich die Flüssigkristallschichten **100**, **102** das von der semitransparenten Filterschicht **94** transmittierte Licht aus dem zweiten Wellenlängenbereich. Die mit der semitransparenten Filterschicht **94** und der dunklen Untergrundschicht **96** versehenen Bereiche des Sicherheitselements sind daher gleichermaßen opak, so dass das Wappenmotiv für den Betrachter nicht erkennbar ist.

[0061] Bei einer weiteren Verkipfung (Bezugszeichen **110**) des Sicherheitselements **90** erscheint das Motiv **98** wieder, wie in **Fig. 5(d)** gezeigt, da die Flüssigkristallschichten **100**, **102** unter dem spitzeren Einfallswinkel nur Licht des dritten Wellenlängenbereichs selektiv reflektieren und daher, ebenso wie die semitransparente Filterschicht **94**, für Licht aus dem zweiten Wellenlängenbereich durchlässig sind.

[0062] Das Sicherheitselement **120** des weiteren Ausführungsbeispiels der **Fig. 6** enthält eine semitransparente Filterschicht **122**, auf die eine erste und zweite cholesterische Flüssigkristallschicht **124** bzw. **126** aufgebracht sind, die wieder die gleichen lichtpolarisierenden Eigenschaften wie die Flüssigkristallschichten **32** bzw. **30** aufweisen sollen. Im Ausführungsbeispiel ist die erste cholesterische Flüssigkristallschicht **124** nur bereichsweise in Form eines Motivs, etwa eines Schriftzugs, aufgebracht. Die Transmissionscharakteristik der semitransparenten Filterschicht **122** ist im Ausführungsbeispiel so gewählt,

dass nur blaues Licht transmittiert, längerwelliges grünes und rotes Licht dagegen absorbiert wird.

[0063] Die von beiden Flüssigkristallschichten **124** und **126** bedeckten Bereiche **128** des Sicherheitselements **120** erscheinen im Durchlicht daher bei senkrechter Betrachtung blau, unter spitzem Betrachtungswinkel dagegen dunkel, da das von der semitransparenten Filterschicht **122** durchgelassene blaue Licht von den Flüssigkristallschichten **124**, **126** in dieser Richtung vollständig ausgeblendet wird.

[0064] In dem ausgesparten Bereich **130** ohne erste Flüssigkristallschicht tritt das blaue Licht jedoch auch unter spitzem Betrachtungswinkel in Erscheinung, da von der zweiten Flüssigkristallschicht **126** nur noch eine der beiden zirkularen Polarisationsrichtungen des blauen Lichts reflektiert wird. Insgesamt geht die gleichförmige blaue Erscheinung des Sicherheitselements **120** im Durchlicht beim Kippen aus der Senkrechten in eine Motivdarstellung in Form der von der zweiten Flüssigkristallschicht freigelassenen Bereiche **130** über.

[0065] Das Sicherheitselement **120** der **Fig. 6** erlaubt noch eine weitere Sichtbarmachung des eincodierten Motivs, die nun mit Bezug auf **Fig. 7** erläutert wird. Für diese Prüfmethode wird das Sicherheitselement **120** zur Ausblendung des Durchlichts auf eine dunkle, absorbierende Hintergrundschicht **132** gelegt und bei Beleuchtung von vorne in Reflexion betrachtet. Eine solche Hintergrundschicht kann beispielsweise durch ein separates Darstellungselement bereitgestellt werden, das ebenso wie das Sicherheitselement **120** auf einem Wertdokument, z.B. einer Banknote, zur Selbstauthentifizierung vorliegt.

[0066] Betrachtet man das Sicherheitselement **120** ohne Hilfsmittel, so tritt in erster Linie der Farbkippereffekt der zweiten Flüssigkristallschicht **126** in Erscheinung. In den ausgesparten Bereichen **130** ist das Motiv jeweils mit demselben Farbeindruck, aber einer gegenüber seiner Umgebung verringerten Helligkeit erkennbar, da im Überlappungsbereich **128** Licht beider zirkularen Polarisationsrichtungen **134**, **136** reflektiert wird, während in den ausgesparten Bereichen **130** nur Licht einer zirkularen Polarisationsrichtung, im Ausführungsbeispiel rechtszirkular polarisiertes Licht **138**, reflektiert wird.

[0067] Betrachtet man nun das Sicherheitselement **120** durch einen Zirkularpolarisator **140**, der nur linkszirkular polarisiertes Licht durchlässt, so tritt das durch die erste Flüssigkristallschicht **124** gebildete Motiv mit deutlichem Helligkeitskontrast hervor, da der Zirkularpolarisator **140** das von der zweiten Flüssigkristallschicht **126** reflektierte, rechtszirkular polarisierte Licht vollständig ausblendet. Ein solcher Zirkularpolarisator **140** kann beispielsweise durch einen Linearpolarisator und ein nachgeschaltetes $\lambda/4$ -Plätt-

chen gebildet sein. Ferner kann dieser als separates Darstellungselement bereitgestellt werden, das zur Selbstauthentisierung ebenso wie das Sicherheitselement **120** und gegebenenfalls die dunkle Hintergrundschicht auf dem Wertdokument vorliegt.

[0068] In allen geschilderten Ausführungsbeispielen kann eine der beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten durch eine Kombination aus einer $\lambda/2$ -Schicht und einer gegenläufig orientierten cholesterischen Flüssigkristallschicht ersetzt sein. Dies wird beispielhaft für das Ausführungsbeispiel der **Fig. 4(a)** erläutert.

[0069] **Fig. 8** zeigt ein Sicherheitselement **150**, bei dem die zweite Flüssigkristallschicht **66** der **Fig. 4(a)** durch eine Kombination aus einer $\lambda/2$ -Schicht **156** und einer zur Flüssigkristallschicht **66** gegenläufig orientierten, d.h. einer zur Flüssigkristallschicht **154** gleichläufig orientierten cholesterischen Flüssigkristallschicht **158** ersetzt ist. Die auf der semitransparenten Filterschicht **152** angeordnete Flüssigkristall-Schichtenfolge enthält somit zwei cholesterische Flüssigkristallschichten **154** und **158** mit den gleichen lichtpolarisierenden Eigenschaften, so dass die beiden Schichten für sich genommen jeweils Licht derselben zirkularen Polarisation reflektieren.

[0070] Die zwischen den beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten **154** und **158** angeordnete $\lambda/2$ -Schicht **156** ist aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet. Die Wirkung der $\lambda/2$ -Schicht **156** und der zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht **158** zusammen genommen entspricht gerade der Wirkung der zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht **66**. Im jeweils relevanten Wellenlängenbereich wird nämlich der von der ersten Flüssigkristallschicht **154** durchgelassene rechtszirkular polarisierte Anteil des Lichts von der $\lambda/2$ -Schicht **156** in linkszirkular polarisiertes Licht umgewandelt und von der zweiten Flüssigkristallschicht **158** reflektiert. Das reflektierte Licht wird von der $\lambda/2$ -Schicht **156** dann wieder in rechtszirkular polarisiertes Licht umgewandelt und von der ersten Flüssigkristallschicht **154** transmittiert.

[0071] Das Sicherheitselement **150** der **Fig. 8** weist somit dieselben Reflexions- und Transmissionseigenschaften wie das Sicherheitselement **60** der **Fig. 4(a)** auf. Durch die zusätzliche $\lambda/2$ -Schicht **156** ergeben sich neue Variationsmöglichkeiten, beispielsweise können Motivaussparungen lediglich in die $\lambda/2$ -Schicht und nicht in die cholesterischen Flüssigkristallschichten **154, 158** eingebracht sein. Die $\lambda/2$ -Schicht kann auch aus zwei $\lambda/4$ -Teilschichten bestehen, die zur lokalen Schwächung des lichtpolarisierenden Effekts in der Schichtebene gegeneinander verdreht sein können. Durch einen unterschiedlichen Drehwinkel in verschiedenen Flächenbereichen einer solchen aus zwei $\lambda/4$ -Teilschichten bestehen-

den Zwischenschicht lassen sich so beispielsweise Halbtonmotive in dem Sicherheitselement codieren, die sowohl bei Betrachtung im Durchlicht als auch bei Betrachtung durch einen Zirkularpolarisator als Graustufenbilder in Erscheinung treten.

Patentansprüche

1. Sicherheitselement zur Absicherung von Wertdokumenten, mit

- einer zumindest bereichsweise vorliegenden, ersten lichtpolarisierenden Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material, die Licht mit einer vorbestimmten zirkularen Polarisation selektiv reflektiert, und die in eine erste Reflexionsrichtung Licht eines ersten Wellenlängenbereichs und in eine zweite, unterschiedliche Reflexionsrichtung Licht eines zweiten Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert,
- einer zumindest bereichsweise vorliegenden, zweiten lichtpolarisierenden Schicht, die Licht mit der zur vorbestimmten zirkularen Polarisation gegenläufigen zirkularen Polarisation selektiv reflektiert, und die in die erste bzw. zweite Reflexionsrichtung Licht des ersten bzw. zweiten Wellenlängenbereichs selektiv reflektiert, und
- einer semitransparenten Filterschicht, auf der die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht übereinander angeordnet sind, wobei die Filterschicht Licht aus dem sichtbaren Spektralbereich zumindest teilweise absorbiert und Licht aus dem ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereich transmittiert.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite lichtpolarisierende Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material gebildet ist, und Licht mit der zur vorbestimmten zirkularen Polarisation gegenläufigen zirkularen Polarisation selektiv reflektiert.

3. Sicherheitselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite lichtpolarisierende Schicht aus zwei Teilschichten gebildet ist, wobei eine erste Teilschicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material gebildet ist, und Licht mit der vorbestimmten zirkularen Polarisation selektiv reflektiert, und wobei eine zweite Teilschicht, die zwischen der ersten Teilschicht und der ersten lichtpolarisierenden Schicht angeordnet ist, eine $\lambda/2$ -Schicht bildet.

4. Sicherheitselement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die $\lambda/2$ -Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet ist.

5. Sicherheitselement nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die $\lambda/2$ -Schicht aus mehreren übereinander angeordneten und bereichsweise gegeneinander in der Schichtebene verdrehten Teilschichten gebildet ist.

6. Sicherheitselement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mehreren Teilschichten durch zwei $\lambda/4$ -Schichten gebildet sind.

7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht in beide Reflexionsrichtungen Licht aus dem sichtbaren Spektralbereich reflektieren.

8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht in die erste oder zweite Reflexionsrichtung Licht aus dem nicht sichtbaren Spektralbereich reflektieren.

9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite Reflexionsrichtung, bezogen auf eine Flächennormale auf die lichtpolarisierenden Schichten, durch einen Polwinkel von 20° oder mehr, vorzugsweise von 40° oder mehr, getrennt sind.

10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und/oder die zweite lichtpolarisierende Schicht und/oder gegebenenfalls die erste und/oder zweite Teilschicht der zweiten lichtpolarisierenden Schicht in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegt.

11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass weitere lichtpolarisierende Schichten aus nematischem oder cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen sind.

12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der lichtpolarisierenden Schichten aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und/oder gegebenenfalls zumindest eine Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material in Form von Pigmenten vorliegt, welche in eine Bindemittelmatrix eingebettet sind.

13. Sicherheitselement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und zweite lichtpolarisierende Schicht, die Licht gegenläufiger zirkularer Polarisation reflektieren, aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet sind und in Form von Pigmenten vorliegen, wobei eine Mischung gleicher Anteile von Pigmenten der ersten und zweiten lichtpolarisierenden Schicht in eine Bindemittelmatrix eingebettet sind.

14. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die semitransparente Filterschicht Licht zwi-

schen dem ersten und zweiten Wellenlängenbereich transmittiert und sichtbares Licht außerhalb der beiden Wellenlängenbereiche absorbiert.

15. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die semitransparente Filterschicht nur Licht des ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereichs transmittiert und sichtbares Licht außerhalb des ersten und/oder zweiten Wellenlängenbereichs absorbiert.

16. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die semitransparente Filterschicht durch eine mit Farbstoffen eingefärbte Lackschicht oder Folie gebildet ist.

17. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die semitransparente Filterschicht in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegt.

18. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtpolarisierenden Schichten und gegebenenfalls die semitransparente Filterschicht auf einem Substrat vorliegen, wobei das Substrat vorzugsweise aus Papier oder Kunststoff gebildet ist.

19. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten lichtpolarisierenden Schichten und/oder einer lichtpolarisierenden Schicht und der semitransparenten Filterschicht zur Ausrichtung von flüssigkristallinen Schichten bestimmte Alignmentschichten und/oder Klebeschichten vorliegen.

20. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement ein Etikett oder ein Transferelement bildet.

21. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20, bei dem auf einer semitransparenten Filterschicht übereinander eine erste lichtpolarisierende Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material und eine zweite lichtpolarisierende Schicht, die zumindest eine (Teil-)Schicht aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material enthält, angeordnet werden.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere der Flüssigkristallschichten auf eine Trägerfolie aufgebracht, insbesondere aufgedruckt werden.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch ge-

kennzeichnet, dass die Flüssigkristallschichten nach dem Aufbringen auf die Trägerfolie auf Eignung zur Weiterverarbeitung geprüft werden.

24. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr Flüssigkristallschichten übereinander auf derselben Trägerfolie aufgebracht werden.

25. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die auf einer Trägerfolie vorliegenden Flüssigkristallschichten auf die semitransparente Filterschicht oder eine weitere Flüssigkristallschicht auflaminiert werden.

26. Verfahren nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerfolie nach dem Auflaminieren entfernt wird, insbesondere über Trennschichten oder durch Verwendung eines Laminierklebstoffes, dessen Haftung zur Trägerfolie geringer ist als seine Haftung zur Flüssigkristallschicht, oder über eine Hilfsschicht, die auf der Flüssigkristallschicht vollflächig aufgebracht ist und deren Haftung zur Trägerfolie geringer ist als ihre Haftung zur Flüssigkristallschicht.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsschicht durch eine UV-Lackschicht gebildet wird.

28. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 21 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die cholesterischen Flüssigkristallschichten durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit einem Verdriller gebildet werden.

29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste und eine zweite, Licht gegenläufiger zirkularer Polarisationsrichtung reflektierende, cholesterische Flüssigkristallschicht durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit aufeinander abgestimmten ersten und zweiten Verdrillern gebildet werden, so dass sich die Flüssigkristalle der ersten und zweiten Schicht in zueinander spiegelbildlichen Helixstrukturen anordnen.

30. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 21 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die $\lambda/2$ -Teilschicht der zweiten lichtpolarisierenden Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet wird.

31. Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen mit

- einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20 oder einem nach wenigstens einem der Ansprüche 21 bis 30 herstellbaren Sicherheitselement, und
- einem separaten Darstellungselement, das in Zu-

sammenwirkung mit dem Sicherheitselement einen Farbkippeffekt und/oder einen Polarisierungseffekt für den Betrachter erkennbar macht.

32. Sicherheitsanordnung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass das Darstellungselement einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund umfasst.

33. Sicherheitsanordnung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Untergrund in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegt.

34. Sicherheitsanordnung nach Anspruch 31, 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Darstellungselement ferner einen Linear- oder Zirkularpolarisator umfasst.

35. Wertdokument, wie Banknote, Scheck, Urkunde, Ausweiskarte oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 20 oder einem nach wenigstens einem der Ansprüche 21 bis 30 herstellbaren Sicherheitselement.

36. Wertdokument, wie Banknote, Scheck, Urkunde, Ausweiskarte oder dergleichen, mit einer Sicherheitsanordnung nach wenigstens einem der Ansprüche 31 bis 34.

37. Wertdokument nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement in einem Fensterbereich des Wertdokuments angeordnet ist.

38. Wertdokument nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass das Wertdokument flexibel ist, so dass das Sicherheitselement und das Darstellungselement durch Biegen oder Falten des Wertdokuments zur Selbstauthentifizierung übereinander legbar sind.

39. Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements nach einem der Ansprüche 1 bis 30, einer Sicherheitsanordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 34 oder eines Wertdokuments nach einem der Ansprüche 35 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass im Durchlicht geprüft wird, ob ein vorbestimmter Farbkippeffekt vorliegt, und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Prüfungsergebnisses beurteilt wird.

40. Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements nach einem der Ansprüche 1 bis 30, einer Sicherheitsanordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 34 oder eines Wertdokuments nach einem der Ansprüche 35 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass das Sicherheitselement auf einen gegebenenfalls durch das Darstellungselement gebildeten, dunklen Untergrund gelegt wird, mithilfe eines Zirku-

larpolarisators eine in dem Sicherheitselement codierte Information gelesen wird und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Leseergebnisses beurteilt wird.

41. Verwendung eines Sicherheitselements nach einem der Ansprüche 1 bis 20 oder einem nach einem der Ansprüche 21 bis 30 herstellbaren Sicherheitselement oder einer Sicherheitsanordnung nach einem der Ansprüche 31 bis 34 zur Absicherung von Wertgegenständen, wie Markenartikeln oder Wertdokumenten.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

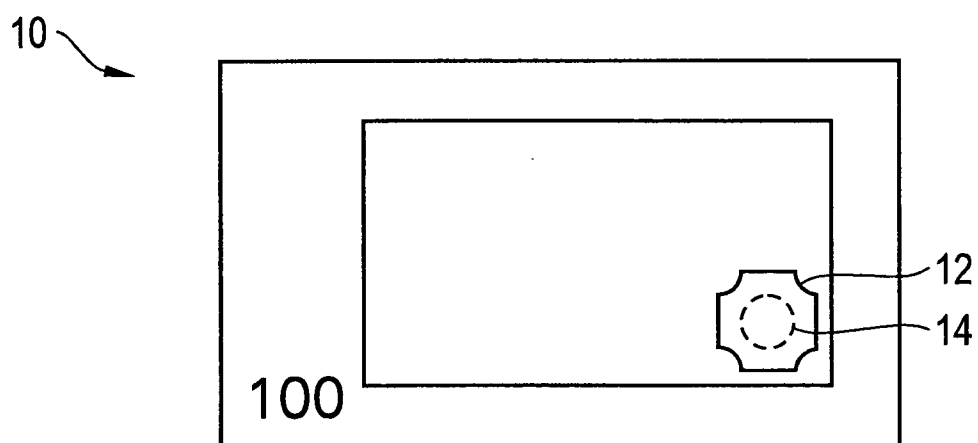


Fig. 2

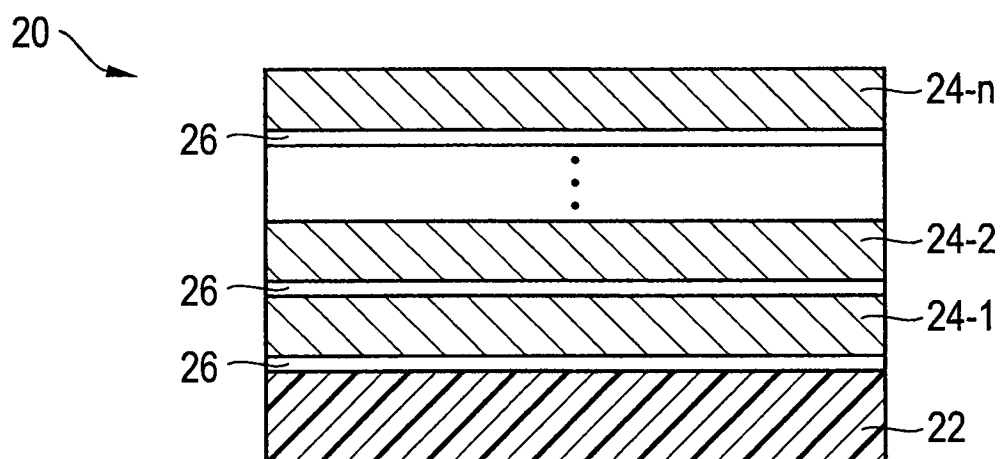


Fig. 3

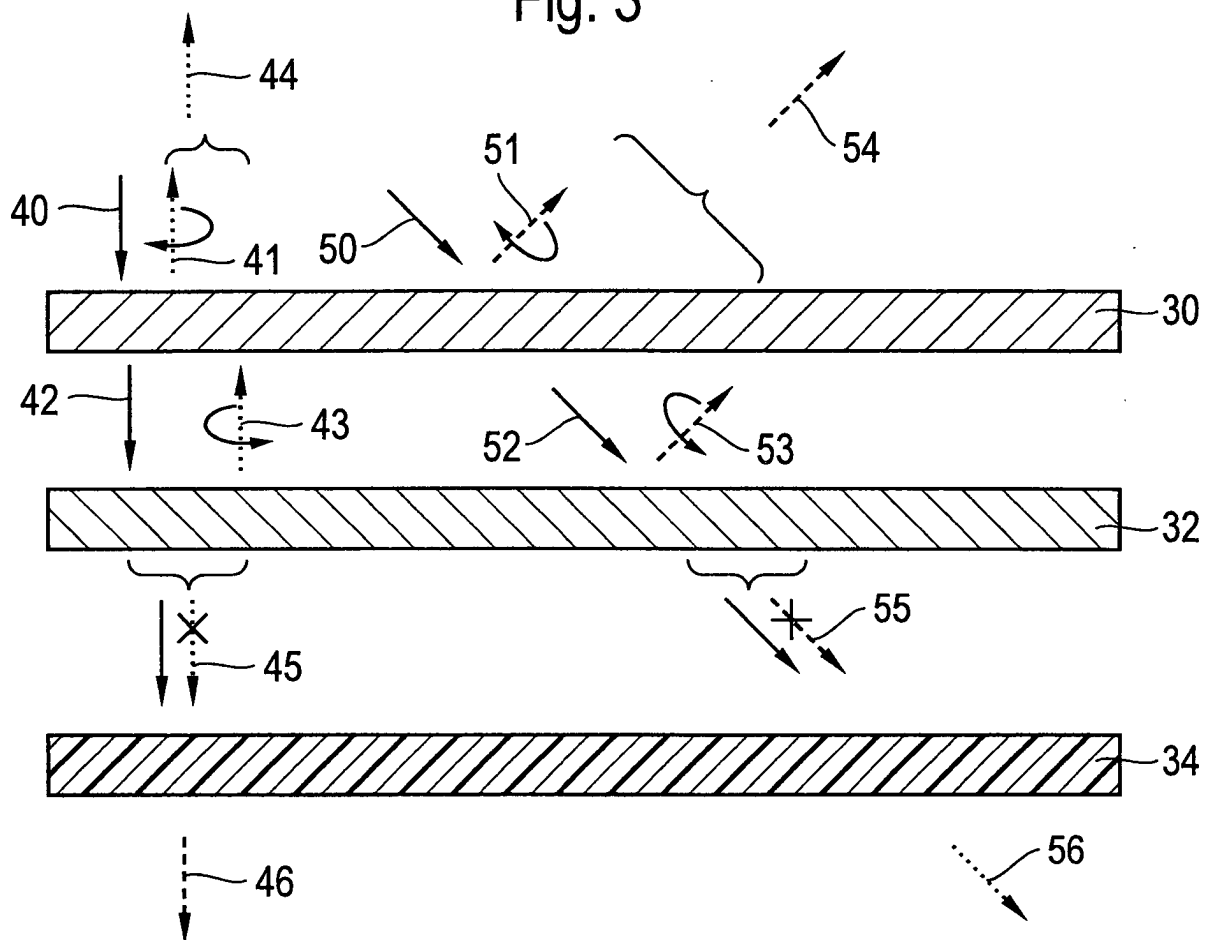


Fig. 4a

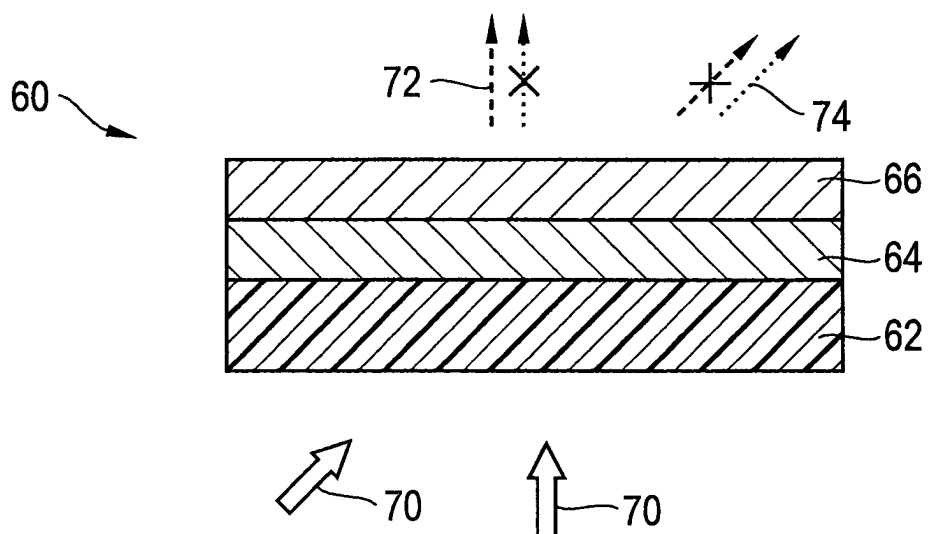


Fig. 4b

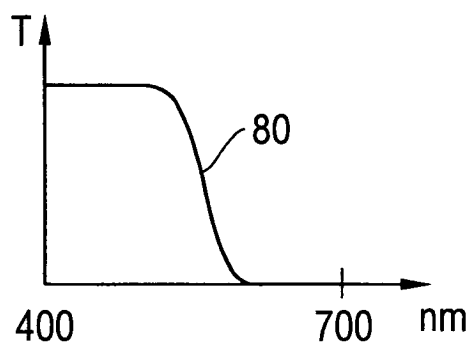


Fig. 4e

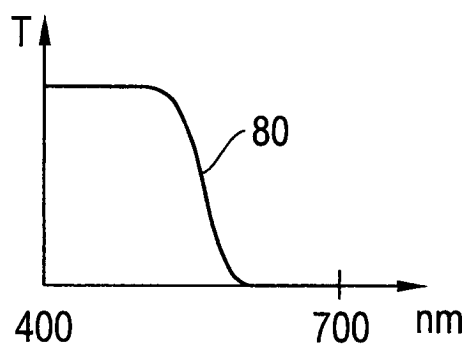


Fig. 4c

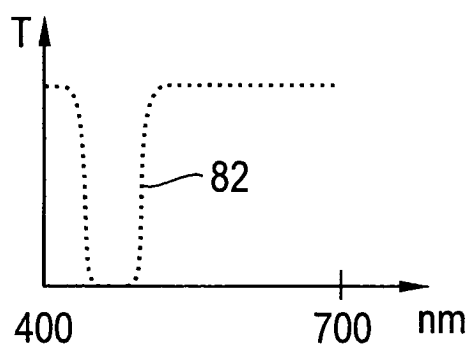


Fig. 4f

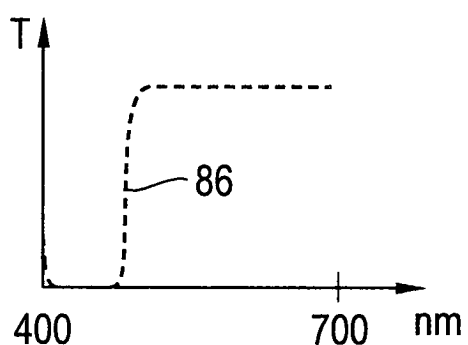


Fig. 4d

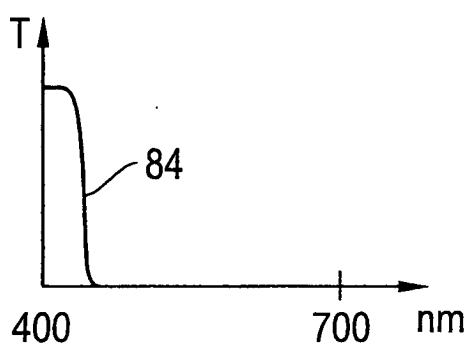


Fig. 4g

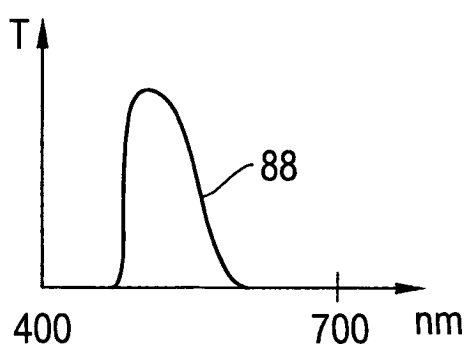


Fig. 5a

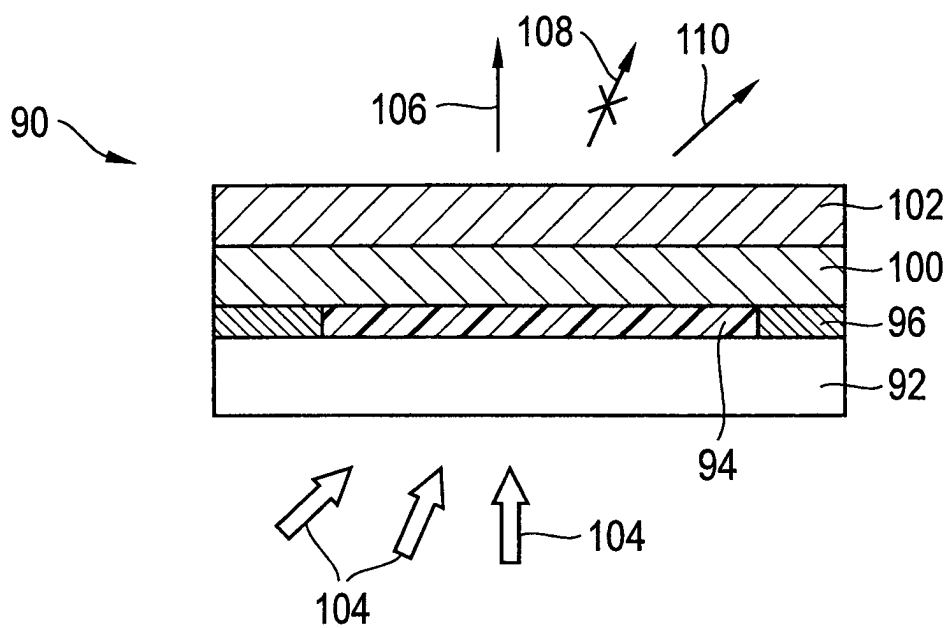


Fig. 5b

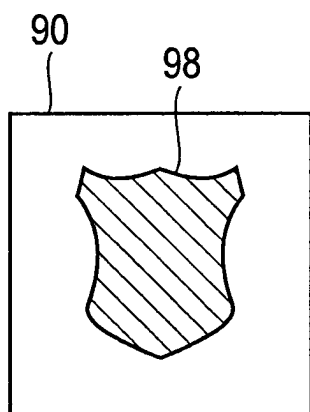


Fig. 5c

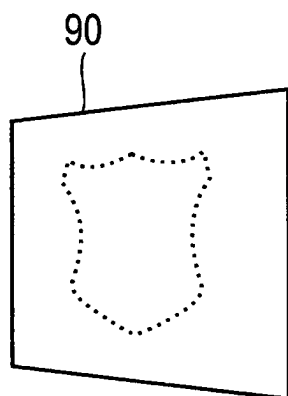


Fig. 5d

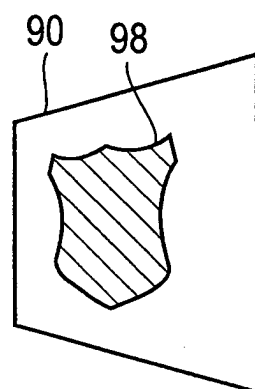


Fig. 6

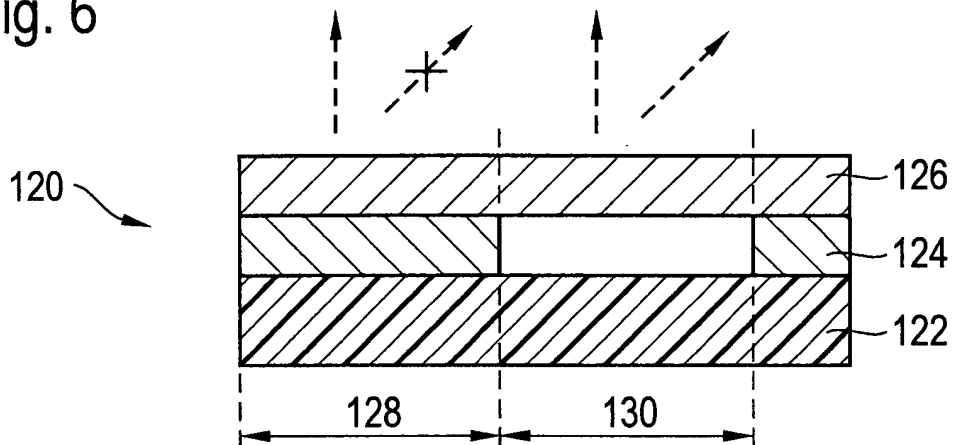


Fig. 7

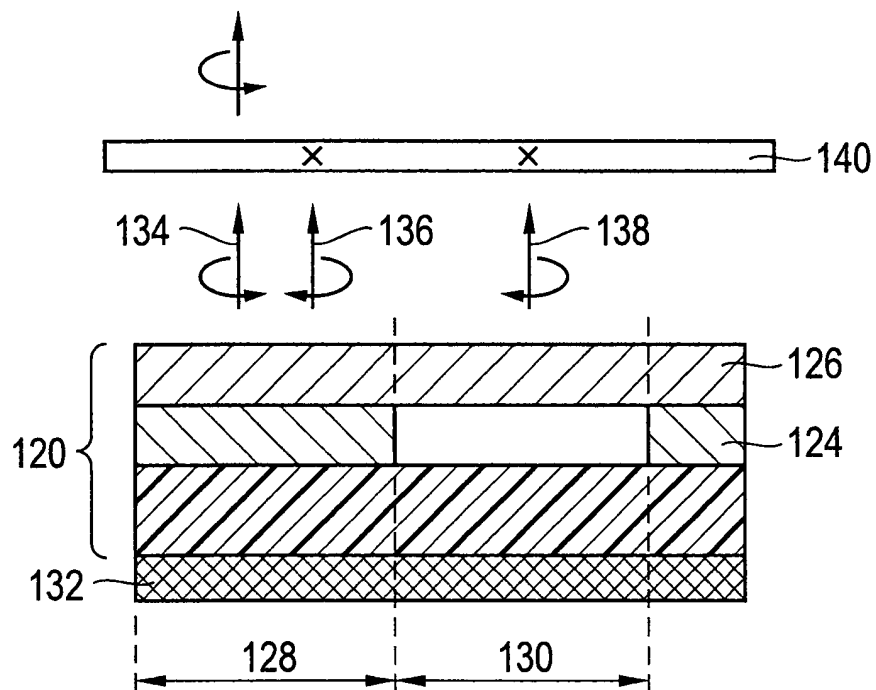


Fig. 8

