



(11)

EP 2 269 837 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.10.2016 Patentblatt 2016/41

(51) Int Cl.:
B42D 15/00 ^(2006.01) **B32B 7/06** ^(2006.01)
G06K 19/18 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10012391.8**

(22) Anmeldetag: **08.08.2005**

(54) Sicherheitselement und Verfahren zu seiner Herstellung

Security element and method of manufacturing thereof

Élément de sécurité et son procédé de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **12.08.2004 DE 102004039355**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2011 Patentblatt 2011/01

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)
nach Art. 76 EPÜ:
05784426.8 / 1 836 057

(73) Patentinhaber: **Giesecke&Devrient
81677 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Kretschmar, Friedrich, Dr.
81929 München (DE)**

- **Burchard, Theodor, Dr.
83052 Bruckmühl
OT Götting (DE)**
- **Heim, Manfred, Dr.
83646 Bad Tölz (DE)**
- **Pillo, Thorsten, Dr.
83626 Valley (DE)**
- **Hoffmüller, Winfried, Dr.
83646 Bad Tölz (DE)**
- **Ruck, Jürgen
83737 Irschenberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-03/061980 WO-A1-2005/108107
DE-A1- 10 243 650 DE-A1- 19 907 697
JP-A- 2000 255 200 US-B1- 6 570 648

EP 2 269 837 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Sicherheitselements und einen Wertgegenstand, der mit einem solchen Sicherheitselement ausgestattet ist.

[0002] Wertgegenstände, wie etwa Markenartikel oder Wertdokumente, werden zur Absicherung oft mit Sicherheitselementen ausgestattet, die eine Überprüfung der Echtheit des Wertgegenstands gestatten und die zugleich als Schutz vor unerlaubter Reproduktion dienen.

[0003] Es besteht ein ständiges Interesse daran, Wertpapiere gegen Verfälschungen und unerlaubtes Reproduzieren zu schützen. Gerade im Hinblick auf die heutigen Kopier- und Drucktechniken wird es immer schwieriger, wirksame Sicherheitsmerkmale zu finden, die eine unerlaubte Reproduktion bzw. Verfälschung, wenn nicht verhindern, so doch zumindest deutlich kenntlich machen.

[0004] 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 können rein visuell, beispielsweise durch Verkippen des Sicherheitselements, geprüft werden und sind so selbst für Laien leicht beobachtbar. Die wellenlängenselektive Reflektivität und die Polarisierungseffekte des Materials ermöglichen zwar auch eine maschinelle Überprüfung solcher Sicherheitselemente. Es sind dazu allerdings optisch relativ komplexe Prüf- und Detektoranordnungen erforderlich.

[0005] Es ist seit langem bekannt, Sicherheitsdokumente mit Sicherheitsfäden aus Kunststoff zu versehen, welche eine magnetische Beschichtung aufweisen und damit als maschinenlesbares Sicherheitsmerkmal dienen. So beschreibt beispielsweise die EP 0 407 550 A1 ein Sicherheitsdokument mit einem eingelagerten Sicherheitsfaden, der mit einem Binärcode aus magnetischem Material versehen ist.

[0006] Da derartige Sicherheitselemente allerdings keine Möglichkeit für eine schnelle visuelle Überprüfung bieten, wie sie in vielen Situationen des täglichen Lebens notwendig ist, wurde ebenfalls vorgeschlagen, maschinell prüfbare Sicherheitsmerkmale mit visuellen Merkmalen zu kombinieren. Aus der EP 0 516 790 A1 ist bereits ein Sicherheitsdokument mit einem derartigen Sicherheitselement bekannt. Der hier beschriebene Sicherheitsfaden besteht aus einer transparenten Kunststoffträgerschicht mit einer metallischen Beschichtung, in welcher Aussparungen in Form von Zeichen oder Mus-

tern, der so genannten "Negativschrift", vorgesehen sind. Diese Aussparungen und die metallische Umgebung sind, sofern der Faden in der Papiermasse vorliegt, bei Betrachtung im Auflicht kaum sichtbar. Bei Betrachtung im Durchlicht allerdings heben sich die lichtdurchlässigen Aussparungen stark kontrastierend von ihrer opaken Umgebung ab und sind damit gut erkennbar. Zugleich weist das Sicherheitselement eine magnetische Beschichtung auf, die z.B. unterhalb der Metallschicht in den Randbereichen des Fadens und symmetrisch zu den Aussparungen entlang der Laufrichtung des Elements im Dokument vorgesehen ist.

[0007] Aus der Druckschrift DE 199 07 697 A1 ist ein Sicherheitselement mit einem optisch variablen Material bekannt, wobei das optisch variable Material durch ein flüssigkristallines Polymermaterial gebildet sein kann. Zusätzlich weist das Sicherheitselement wenigstens einen maschinenlesbaren Merkmalstoff auf, der den visuell sichtbaren optisch variablen Effekt des optisch variablen Materials nicht beeinträchtigt.

[0008] In der Druckschrift DE 102 43 650 A1 ist ein Wertgegenstand mit einem Sicherheitselement beschrieben, das mindestens ein erstes und ein zweites flüssigkristallines Material aufweist, wobei das erste Material thermochrome Eigenschaften und das zweite Material einen optisch variablen Effekt aufweist.

[0009] Die Druckschrift US 6,570, 648 betrifft ferner eine Sicherheitsmarkierung, deren Fälschungssicherheit im Vergleich zu bekannten Sicherheitsmarkierungen erhöht ist. Die Sicherheitsmarkierung enthält ein flüssigkristallines Material mit chiraler Phase, wobei innerhalb der Sicherheitsmarkierung insbesondere mindestens zwei flüssigkristalline Materialien mit chiraler Phase vorhanden sind, die sich in mindestens einer Eigenschaft ausgewählt aus der Gruppe Händigkeit, Farbe und Farbflop unterscheiden und in Form einer strukturierten oder einer nicht strukturierten oder einer mehrschichtigen Markierung oder in Form von flüssigkristallinen Pigmenten in einer flüssigkristallinen Matrix angeordnet sind.

[0010] Die Druckschrift WO 03/061980 A1 befasst sich mit einem Verfahren zur Herstellung eines Substrats für Sicherheitsanwendungen, bei dem ein dunkler Resist auf einen Teil einer metallischen Schicht aufgebracht, das Metall von den nicht mit dem Resist bedeckten Bereichen entfernt und über den Resist und die demetallisierten Bereiche ein polymeres Flüssigkristallmaterial aufgebracht wird. Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement der eingangs genannten Art vorzuschlagen, das einen erhöhten Fälschungsschutz bietet und gleichzeitig die Nachteile des Standes der Technik vermeidet.

[0011] Diese Aufgabe wird durch das Sicherheitselement mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Ein Verfahren zu seiner Herstellung und ein Wertgegenstand mit einem solchen Sicherheitselement sind in den nebengeordneten Ansprüchen angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Gemäß der Erfindung weist das Sicherheitselement zumindest bereichsweise eine erste Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und zumindest bereichsweise eine zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material auf. Das Sicherheitselement enthält außerdem eine zumindest bereichsweise vorliegende weitere Schicht mit einem maschinell lesbaren Merkmal, die von der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt ist.

[0013] Dieses Sicherheitselement hat neben neuartigen, visuell prüfbaren Effekten, die die Eigenschaften der kombinierten Flüssigkristallschichten ausnutzen, den Vorteil der maschinellen Prüfbarkeit. Über die besondere gegenseitige Zuordnung auf dem Sicherheitselement wird dabei ein gegenüber den einzelnen Sicherheitsmerkmalen erhöhter Fälschungsschutz gewährleistet.

[0014] Gemäß der Erfindung weist das Sicherheitselement eine opake Schicht auf, die zumindest bereichsweise vorgesehen ist. In dieser sind in Transmission erkennbare erste Aussparungen in Form von Mustern und/oder Zeichen als eine erste Information vorgesehen. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung bedeutet der Begriff "opak" nichtdurchscheinend im Sinne einer gewissen Lichtundurchlässigkeit, so dass sich beispielsweise in der opaken Schicht vorliegende (lichtdurchlässige) Aussparungen im Durchlicht kontrastierend abheben, aber auch die Effekte der auf einer solchen Schicht angeordneten Flüssigkristallschichten gut wahrnehmbar sind.

[0015] Um die Erkennbarkeit der nachfolgend beschriebenen Farb- und Polarisierungseffekte der Schichten aus flüssigkristallinem Material noch zu erhöhen, kann die opake Schicht ferner als dunkle, vorzugsweise schwarze Schicht vorliegen. Dazu kann diese beispielsweise aus schwarzer Druckfarbe oder einem schwarz einfärbten Lack ausgebildet sein.

[0016] Mit Vorteil kann die opake Schicht ferner selbst magnetisch und/oder elektrisch leitfähig und/oder lumineszierend sein und so die weitere Schicht mit dem maschinenlesbaren Merkmal bereitstellen. Alternativ kann die opake Schicht auch als separate Schicht vorliegen.

[0017] In einer bevorzugten Ausgestaltung kann eine zweite Information in Form von zweiten Aussparungen in der opaken Schicht vorgesehen sein, die sich in der Größe von den ersten Aussparungen unterscheiden. Die Aussparungen können beispielsweise zusammen mit der ersten und/oder zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material eine zusätzliche Information, insbesondere in Form einer neuen geometrischen Form, darstellen.

[0018] In einer vorteilhaften Erfindungsvariante ist die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material selbst oder in Zusammenarbeit mit der ersten Schicht aus flüssigkristallinem Material reflektiert, gegenläufig zur zirkularen Polarisationsrichtung des von der ersten Schicht reflektierten Lichts. Damit lassen sich in eine oder mehrere der Flüssigkristallschichten Informationen codieren, die nur

unter Verwendung von Zirkular- bzw. Linearpolarisatoren ausgelesen werden können. Ist auch die zweite Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet, lässt sich daneben auch die Intensität des insgesamt reflektierten Lichts durch die Nutzung der beiden gegenläufigen zirkularen Polarisationsrichtungen erhöhen.

[0019] Die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material bildet gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung eine phasenschiebende Schicht. Vorzugsweise bildet die zweite Schicht für Licht aus dem von der ersten Schicht reflektierten Wellenlängenbereich im Wesentlichen eine $\lambda/2$ -Schicht. Dabei ist die zweite Schicht bevorzugt aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet, das aufgrund der optischen Anisotropie der ausgerichteten stäbchenförmigen Flüssigkristalle die Herstellung optisch aktiver Schichten ermöglicht.

[0020] 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 einsetzen, um beispielsweise codierte Halbtonbilder zu erzeugen.

[0021] Gemäß der Erfindung unterscheidet sich der Wellenlängenbereich, in dem die zweite Schicht Licht selektiv reflektiert, von dem Wellenlängenbereich, in dem die erste Schicht Licht selektiv reflektiert. Hierbei ist die zweite Schicht zweckmäßig aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass wenigstens eine Schicht der ersten und zweiten Schicht in eine Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert. Wie nachfolgend im Detail erläutert, erlaubt die additive Farbmischung der Reflexionsspektren der beiden Schichten aus cholesterischem flüssigkristallinem Material die Erzeugung breiterer und ungewöhnlicher Farbkippereffekte. Das Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums kann dabei beispielsweise Infrarotstrahlung oder Ultraviolettstrahlung sein.

[0022] In anderen Ausgestaltungen kann ferner wenigstens eine weitere Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen sein. Vorzugsweise liegt zumindest eine der Schichten aus flüssigkristallinem Material 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. Die pigmentbasierten Druckfarben benötigen zudem keine die Ausrichtung fördernden Maßnahmen. Darüber hinaus kann zumindest eine der Schichten aus flüssigkristallinem Material mit Vorteil in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegen.

[0023] In allen beschriebenen Ausgestaltungen kann

ferner eine separate erste magnetische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen sein. Dabei ist diese vorzugsweise von der opaken Schicht abgedeckt. Beispielsweise kann die erste magnetische Schicht in Form von voneinander beabstandeten magnetischen Bereichen vorliegen, die eine Codierung bilden. Die ersten und/oder zweiten Aussparungen der opaken Schicht sind dabei zweckmäßig in den magnetschichtfreien Zwischenbereichen angeordnet. Die Codierung kann sich ferner nur über einen Teilbereich des Sicherheitselements erstrecken. Die erste magnetische Schicht kann aber auch in Form von parallel zur Fadenrichtung verlaufenden Längsstreifen vorliegen.

[0024] Nach einer weiteren bevorzugten Erfindungsvariante ist eine zweite magnetische Schicht vorgesehen. Diese kann ebenfalls so angeordnet sein, dass die in Transmission erkennbaren Aussparungen frei bleiben. Die zweite Magnetschicht kann beispielsweise die magnetischen Bereiche der Codierung miteinander verbinden.

[0025] In allen beschriebenen Ausgestaltungen kann auch eine separate elektrisch leitfähige Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen sein. Bevorzugt liegt diese in Form einer Schicht vor, die aus parallel zur Fadenrichtung verlaufenden, elektrisch leitfähigen Streifen gebildet ist, oder die im Wesentlichen transparent ist.

[0026] Nach einer bevorzugten Erfindungsvariante kann zusätzlich oder alternativ eine separate metallische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen sein. Diese kann ebenfalls Aussparungen aufweisen. Die separate metallische Schicht kann aber auch vollflächig vorliegen, insbesondere als gerasterte Metallschicht oder als dünne, vollflächige semitransparente Metallschicht. Dabei bedeutet im Rahmen der vorliegenden Beschreibung der Begriff "semitransparent" oder "transluzent" durchscheinend im Sinne einer gewissen Lichtdurchlässigkeit, wobei jedoch, anders als bei transparenten Materialien, hinter transluzenten Materialien befindliche Objekte nur diffus oder gar nicht erkennbar sind. Die semitransparente Metallschicht weist bevorzugt eine Opazität von 40% bis 90% auf. Die gerasterte Metallschicht kann als Negativraster, insbesondere in Form von transparenten, d.h. demetallisierten Punkten, als Positivraster, insbesondere in Form von metallischen Punkten, oder als Strichraster, insbesondere in Form von metallischen Diagonalstreifen, vorliegen.

[0027] In allen Ausgestaltungen kann die separate metallische Schicht von der opaken Schicht, insbesondere von dem schwarz eingefärbten Lack, zumindest bereichsweise abgedeckt sein. Neben dem schwarz eingefärbten Lack können dabei auf der separaten metallischen Schicht auch Bereiche einer Schicht aus einem transparenten Lack aufgebracht sein. Darüber hinaus kann die separate metallische Schicht zusätzlich magnetische Eigenschaften aufweisen.

[0028] Ferner kann in den beschriebenen Ausgestaltungen zumindest eine der Schichten des Sicherheitselements zumindest ein zusätzliches Echtheitsmerkmal

enthalten, beispielsweise in Form von Lumineszenzstoffen, Farbpigmenten und Effektpigmenten, die in die entsprechende Schicht eingebracht sind. Alternativ oder zusätzlich können auch separate Schichten mit einem Lumineszenzstoff vorgesehen sein.

[0029] In allen beschriebenen Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass die Schichten des Sicherheitselements auf einer zumindest transluzenten Kunststoffschicht angeordnet sind.

[0030] In einer vorteilhaften Ausgestaltung nimmt das Sicherheitselement die Form eines Fadens oder Streifens an, der zumindest teilweise in ein Dokumentenmaterial, wie z.B. Banknotenpapier, eingebettet ist oder auch an der Oberfläche angeordnet sein kann. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung bildet das Sicherheitselement ein Etikett oder ein Transferelement.

[0031] Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements der beschriebenen Art, bei dem auf eine Trägerfolie eine erste Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und eine zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material aufgebracht werden, so dass sie in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind. Die beiden Flüssigkristallschichten können dabei jeweils auf einer separaten Trägerfolie aufgebracht, insbesondere aufgedruckt, und dann übereinander auflaminiert werden. Dies gestattet es, die Flüssigkristallschichten bereits nach dem Aufbringen auf die Trägerfolie separat auf Eignung zur Weiterverarbeitung zu prüfen und gegebenenfalls auszusondern. Alternativ können die beiden Flüssigkristallschichten auch nacheinander auf derselben Trägerfolie aufgebracht werden.

[0032] Nach dem Aufbringen der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material werden diese Schichten derart auf eine zumindest bereichsweise vorliegende weitere Schicht mit einem maschinell lesbaren Merkmal aufgebracht, dass die weitere Schicht von der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt wird. Die weitere Schicht mit dem maschinell lesbaren Merkmal kann beispielsweise vor Aufbringen der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material mit einer opaken Schicht bedruckt werden.

[0033] Die Erfindung umfasst weiter einen Wertgegenstand, wie einen Markenartikel, ein Wertdokument oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art. Der Wertgegenstand kann insbesondere ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument oder eine Produktverpackung sein.

[0034] Wertgegenstände im Sinne der vorliegenden Erfindung sind insbesondere Banknoten, Aktien, Ausweise, Kreditkarten, Anleihen, Urkunden, Gutscheine, Schecks, hochwertige Eintrittskarten, aber auch andere fälschungsgefährdete Papiere, wie Pässe und sonstige Ausweisdokumente, sowie Produktsicherungselemente, wie Etiketten, Siegel, Verpackungen und dergleichen. Der Begriff "Wertgegenstand" schließt im Folgenden alle derartigen Gegenstände, Dokumente und Produktsiche-

rungsmittel ein. Unter "Sicherheitpapier" wird hingegen die noch nicht umlauffähige Vorstufe zu einem Wertdokument verstanden. Sicherheitpapier liegt üblicherweise in quasi endloser Form vor und wird zu einem späteren Zeitpunkt weiterverarbeitet.

[0035] 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.

[0036] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem eingebetteten Sicherheitsfaden und einem aufgeklebten Transferelement, jeweils nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 den allgemeinen Schichtaufbau eines Sicherheitselements im Querschnitt,

Fig. 3 ein Sicherheitselement nach einem Beispiel im Querschnitt,

Fig. 4 in (a) den Querschnitt eines Sicherheitselements nach einem anderen Ausführungsbeispiel mit einem Zirkularpolarisator zum Lesen der codierten Information, in (b) und (c) jeweils eine Ansicht dieses Sicherheitselements bei senkrechter Betrachtung mit einem Zirkularpolarisator, der nur rechtsbzw. linkszirkular polarisiertes Licht transmittiert,

Fig. 5 in (a) den Querschnitt eines Sicherheitselements nach einem anderen Ausführungsbeispiel mit einem Linearpolarisator zum Lesen der codierten Information, in (b) eine schematische Darstellung dieses Sicherheitselements bei senkrechter Betrachtung, in (c) bis (f) jeweils Ansichten dieses Sicherheitselements bei senkrechter Betrachtung mit einem jeweils um 90° gedrehten Linearpolarisator,

Fig. 6 in (a) eine schematische Darstellung der relativen Anordnung der Negativschrift und der Codierung eines Sicherheitselements nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung in Aufsicht, in (b) den Querschnitt dieses Sicherheitselements, in (c), (d) jeweils eine Ansicht dieses Sicherheitselements bei senkrechter Betrachtung mit einem Zirkularpolarisator, der nur rechts- bzw. linkszirkular polarisiertes Licht transmittiert,

Fig. 7 ein Sicherheitselement nach einem noch weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt,

Fig. 8

ein Sicherheitselement nach einem noch weiteren Ausführungsbeispiel in Aufsicht, bei dem sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisationseffekte der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden, wobei das Sicherheitselement (a) auf einem hellen Untergrund bzw. in Durchsicht, (b) auf einem schwarzen Untergrund, (c) auf einem schwarzen Untergrund bei Betrachtung mit einem Zirkularpolarisator und (d) auf einem hellen Untergrund bei Betrachtung mit einem Zirkularpolarisator gezeigt ist,

Fig. 9

ein Sicherheitselement nach noch einem weiteren Ausführungsbeispiel mit einem Zirkularpolarisator zum Lesen der codierten Information,

Fig. 10

ein Sicherheitselement nach noch einem weiteren Ausführungsbeispiel im Querschnitt,

Fig. 11

in (a) den Querschnitt eines Sicherheitselements nach einem anderen Ausführungsbeispiel in (b) eine Ansicht dieses Sicherheitselements bei senkrechter Betrachtung und in (c) eine Ansicht bei spitzwinkliger Betrachtung,

Fig. 12

eine Darstellung wie in Fig. 11 eines Sicherheitselements nach einem weiteren Ausführungsbeispiel,

Fig. 13

das Prinzip von Sicherheitselementen mit einem dreischichtigen Flüssigkristallaufbau, bei dem eine $\lambda/2$ -Schicht zwischen zwei cholesterischen Flüssigkristallschichten angeordnet ist,

Fig. 14

ein Sicherheitselement nach dem Prinzip der Fig. 13 bei Beleuchtung mit rechtszirkular polarisiertem Licht,

Fig. 15

ein weiteres Sicherheitselement nach dem Prinzip der Fig. 13 mit einer in zwei $\lambda/4$ -Schichten unterteilten $\lambda/2$ -Schicht,

Fig. 16

ein Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbeispiel, bei dem sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisationseffekte der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden, wobei (a) den Schichtaufbau des Sicherheitselements und (b) und (c) die Situation bei Betrachtung durch verschiedene Zirkularpolarisatoren zeigt.

[0037] Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Banknote näher erläutert. Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Banknote 1, die zwei Sicherheitselemente

2 bzw. 6 aufweist, die jeweils nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gebildet sind. Das erste Sicherheitselement stellt einen Sicherheitsfaden 2 dar, der in bestimmten Fensterbereichen 4 an der Oberfläche der Banknote 1 hervortritt, während er in den dazwischen liegenden Bereichen im Inneren der Banknote 1 eingebettet ist. Das zweite Sicherheitselement ist durch ein aufgeklebtes Transferelement 6 beliebiger Form gebildet, das auf einer separaten Schicht, beispielsweise einer Kunststoffolie, in der umgekehrten Reihenfolge, wie sie auf der Banknote 1 zu liegen kommt, vorbereitet wurde.

[0038] Die folgenden Beispiele werden anhand eines in Form eines Fadens vorliegenden Sicherheitselements beschrieben. Es ist allerdings im Rahmen der Erfindung ebenso möglich, dem Sicherheitselement jede beliebige andere Umrissform zu geben, sowie dieses als Transferelement auszubilden.

[0039] Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Schichtaufbau eines Sicherheitselements 10 im Querschnitt. Auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen Untergrundschicht 22 sind zwei Schichten 13, 14 aus flüssigkristallinem Material aufgebracht. Wie nachfolgend im Detail beschrieben, können die Flüssigkristallschichten 13, 14 jeweils unterschiedliche, aber auch teilweise dieselben lichtpolarisierenden bzw. lichtbrechenden Eigenschaften aufweisen.

[0040] Nach der Erfindung besteht zumindest die erste Flüssigkristallschicht 13 aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material und reflektiert selektiv Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung. Die zweite Flüssigkristallschicht 14, die in einem Überlappungsbereich mit der ersten Schicht übereinander liegend angeordnet ist, reflektiert selektiv Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung, entweder selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten Schicht. Die zweite Flüssigkristallschicht kann ebenfalls aus cholesterischem flüssigkristallinem Material oder auch aus nematischem flüssigkristallinem Material ausgebildet sein und liegt hier nur bereichsweise in Form eines Motivs, beispielsweise eines Schriftzugs, oder eines Musters vor.

[0041] Die mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehene Schicht 22 kann als opake Schicht ausgebildet sein, die elektrisch leitende, magnetische, lumineszierende Stoffe oder Stoffe mit anderen maschinell prüfbaren Eigenschaften enthält bzw. aus solchen ausgebildet ist. Um die Erkennbarkeit der nachfolgend beschriebenen Farb- und Polarisierungseffekte der Flüssigkristallschichten 13, 14 zu erhöhen, kann die opake Schicht ferner als dunkle, vorzugsweise schwarze Schicht vorliegen.

[0042] Neben den vorstehend beschriebenen Schichten können weitere Schichten vorhanden sein, die hier jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen wurden. So kann der vorstehende Schichtaufbau auf einer Folie, beispielsweise eine PET-Folie guter Oberflächen-

qualität, vorliegen. Daneben können zwischen den Flüssigkristallschichten Ausrichtungs- bzw. Alignment-schichten und/ oder Kleberschichten vorgesehen sein, die der Ausrichtung der Flüssigkristalle in den Flüssigkristallschichten bzw. der Verbindung der einzelnen flüssigkristallinen Schichten und dem Ausgleich von Unebenheiten des Untergrunds dienen. Weitere Schichten, wie beispielsweise Schutzschichten, Trenn- oder andere Hilfsschichten, können ebenfalls vorgesehen sein.

[0043] Fig. 3 zeigt ein Sicherheitselement 20 nach einem Ausführungsbeispiel bei dem auf einer opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 25 eine erste cholesterische Flüssigkristallschicht 23 und auf dieser eine zweite Flüssigkristallschicht 24 angeordnet sind. Die zweite Flüssigkristallschicht 24 liegt dabei nur bereichsweise in Form eines Motivs, beispielsweise eines Schriftzugs, oder eines Musters vor. Die opake Schicht 25 ist im Ausführungsbeispiel auf einer vollständig vorliegenden maschinenlesbaren Schicht 26 angeordnet. Diese kann beispielsweise durch eine Magnetschicht, eine elektrisch leitfähige Schicht, insbesondere eine Metallschicht, bereitgestellt werden.

[0044] Zur Herstellung des Sicherheitselements 20 können die erste und die zweite Flüssigkristallschicht 23 bzw. 24 jeweils auf eine glatte PET-Folie guter Oberflächenqualität aufgedruckt werden. Als Druckverfahren kommen dabei alle für flüssigkristalline Schichten geeigneten Druckverfahren, wie beispielsweise Tiefdruck, Flexodruck, Knifecoating, Curtain- oder Blade-Techniken, in Betracht.

[0045] Nach dem Trocknen der Flüssigkristallschichten 23, 24 kann die Qualität und das Farbspektrum der einzelnen Schichten bereits in dieser Fertigungsstufe geprüft und gegebenenfalls Ausschuss aussortiert werden. Die Flüssigkristallschichten 23 und 24 werden dann mithilfe handelsüblicher Laminierklebstoffe auf die opake Schicht 25 bzw. die erste Flüssigkristallschicht 23 aufgebracht. Die Glätte der Oberfläche beeinflusst dabei den Glanzgrad des Sicherheitselements. Durch den Laminierklebstoff können Unebenheiten des Untergrunds, wie sie beim Aufbau eines typischen Sicherheitsfadens 2 auftreten können, ausgeglichen werden, so dass auch für solche Sicherheitselemente ein guter Glanz erzielt werden kann.

[0046] Nach der Verklebung der Flüssigkristallschichten 23 und 24 können die Trägerfolien entfernt werden. Dies kann beispielsweise über so genannte Trenn- bzw. Releaseschichten erfolgen. Dabei handelt es sich insbesondere um UV-Lacke oder Wachse, die mechanisch oder thermisch aktiviert werden können. Beim Einsatz von Trennschichten können diese an der Oberfläche strukturiert sein, um eine Ausrichtung der Flüssigkristalle beim Aufbringen lokal zu fördern bzw. zu verhindern. Durch eine bereichsweise unterschiedliche Ausrichtung der Flüssigkristalle können so auch bei vollständigem Aufbringen Motive, wie Zeichen, oder Muster in die Flüssigkristallschichten eingebracht werden.

[0047] Ist keine Trennschicht vorgesehen, so wird

zweckmäßig ein Laminierklebstoff gewählt, dessen Haftung zur Trägerfolie geringer ist als seine Haftung zu der Flüssigkristallschicht, um einen Folienriss zu verhindern. Auch muss die Haftung der Flüssigkristalle zur Trägerfolie geringer sein als die Haftung des Klebstoffs zu den Flüssigkristallen, um die Trennung zu ermöglichen. Weiter muss die Haftung des Klebstoffs zu der Schicht, auf die das System transferiert werden soll, besser sein als die Haftung der Flüssigkristalle auf der Trägerfolie. Sie muss darüber hinaus auch besser sein als die Haftung des Klebstoffs zur Trägerfolie. Die vorstehenden Anforderungen an den Laminierklebstoff sind insbesondere dann von Bedeutung, wenn die zu übertragende Flüssigkristallschicht nicht vollflächig ausgebildet ist.

[0048] Nach dem Auflaminieren der ersten Flüssigkristallschicht 23 auf die opake Schicht 25 wird die zweite Flüssigkristallschicht 24 in analoger Weise auf die im Verbund nunmehr oben liegende erste Flüssigkristallschicht 23 auflaminiert.

[0049] In der Fig. 3 wie auch den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen können die Flüssigkristallschichten jeweils übereinander laminiert, übereinander gedruckt oder in anderer Weise übereinander aufgebracht sein, wobei gegebenenfalls nicht dargestellte Alignmentschichten oder Kleberschichten zwischen den Schichten vorgesehen sein können.

[0050] Die Figuren 4, 5, 6, 8, 9 sowie 13 bis 16 zeigen weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei denen neben dem Farbkippeffekt vor allem die besonderen lichtpolarisierenden Eigenschaften der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden. Die Polarisationsrichtung des Lichts ist in diesen Figuren zum Teil 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 rechtszirkulare Polarisation, die gegenläufige Polarisation als linkszirkulare Polarisation bezeichnet.

[0051] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 zeigt ein Sicherheitselement 80 mit einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 82 und einer auf der Flüssigkristallschicht 82 bereichsweise aufgetragenen $\lambda/2$ -Schicht 84, die nematisches flüssigkristallines Material enthält (Fig. 4(a)). Mit nematischen Flüssigkristallen lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Brechungsindizes der stäbchenförmigen Flüssigkristalle entlang der Kristallhauptachsen optisch aktive Schichten herstellen. Bei entsprechend gewählter Schichtdicke erhält man für den Wellenlängenbereich, in dem die erste Flüssigkristallschicht 82 selektiv reflektiert, eine $\lambda/2$ -Schicht.

[0052] In den von der $\lambda/2$ -Schicht 84 unbedeckten Bereichen 86 reflektiert die erste Flüssigkristallschicht 82 Licht mit einer vorgewählten zirkularen Polarisationsrichtung, beispielsweise linkszirkular polarisiertes Licht (L). Im Überlappungsbereich 88 der beiden Schichten reflektiert das Sicherheitselement 80 Licht mit der gegenläufigen Polarisationsrichtung, im Ausführungsbeispiel also

rechtszirkular polarisiertes Licht (R), da das einfallende unpolarisierte Licht von der $\lambda/2$ -Schicht 84 nicht beeinflusst wird, die Polarisationsrichtung des von der ersten Flüssigkristallschicht 82 reflektierten, linkszirkular polarisierten Lichts von der $\lambda/2$ -Schicht 84 jedoch durch den Gangunterschied zwischen dem ordentlichen und dem außerordentlichen Strahl in seiner Polarisationsorientierung gerade umgekehrt wird.

[0053] Ohne Hilfsmittel ist das von der $\lambda/2$ -Schicht 84 gebildete Motiv kaum zu erkennen, da das Sicherheitselement in den bedeckten wie den unbedeckten Bereichen im Wesentlichen die gleiche Lichtmenge reflektiert und das unbewaffnete Auge die zirkuläre Polarisationsrichtung des Lichts nicht unterscheiden kann.

[0054] Betrachtet man das Sicherheitselement 80 dagegen durch einen Zirkularpolarisator 89, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, so tritt das in der $\lambda/2$ -Schicht 84 gebildete Motiv mit deutlichem Kontrast hervor. Wie in Fig. 4(b) gezeigt ist, erscheinen die von der $\lambda/2$ -Schicht 84 bedeckten Bildteile 88 dabei hell bzw. farbig, die unbedeckten Bildteile 86 dunkel bzw. schwarz. Etwaige Dickenunterschiede in der $\lambda/2$ -Schicht werden dabei vom Betrachter nur bedingt wahrgenommen. Ein umgekehrter (negativer) Bildeindruck ergibt sich bei der Verwendung eines Zirkularpolarisators, der nur linkszirkular polarisiertes Licht transmittiert (Fig. 4(c)). Der Zirkularpolarisator 89 kann beispielsweise durch einen Linearpolarisator mit nachgeschaltetem $\lambda/4$ -Plättchen gebildet sein. Es versteht sich, dass auch beide Flüssigkristallschichten 82, 84 in Form von Motiven vorliegen können.

[0055] Die vorstehenden Effekte lassen sich beobachten, wenn das nematische flüssigkristalline Material achromatisch dispersiv ist, d.h., wenn die Dispersion bzw. die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindex über den gewählten Wellenlängenbereich vernachlässigbar ist. In diesem Fall wird der Drehsinn der zirkulären Polarisation in der nematischen Flüssigkristallschicht umgedreht, wobei die Phasenverschiebung $\lambda/2$ entspricht. Ist das nematische flüssigkristalline Material chromatisch dispersiv, so ist die Phasenverschiebung in der nematischen Flüssigkristallschicht nicht mehr exakt $\lambda/2$ für jede Wellenlänge und es kommt zu elliptischer Polarisation. Die nematische Schicht erscheint dann eher dunkelgrau als schwarz.

[0056] Zur Herstellung des Sicherheitselements 80 kann zunächst eine nematische Flüssigkristallschicht 84 in Form eines Motivs auf eine glatte PET-Folie guter Oberflächenqualität in einer Schichtdicke aufgedruckt werden, die so gewählt ist, dass man für den Wellenlängenbereich, in dem die erste Flüssigkristallschicht 82 selektiv reflektiert, eine $\lambda/2$ -Schicht erhält. Beispielsweise wird die Flüssigkristallschicht in einem Beschichtungsgewicht von ungefähr 2 g/m² aufgebracht. Nach physikalischem Trocknen zur Entfernung des Lösungsmittels wird die Flüssigkristallschicht mittels ultravioletter Strahlung vernetzt. Auf die mit nematischem flüssigkristallinem Material bereichsweise beschichtete PET-Folie wird

anschließend eine Schicht 82 aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vollflächig aufgedruckt, beispielsweise ebenfalls in einem Beschichtungsgewicht von ungefähr 2 g/m^2 . Es versteht sich, dass die benötigten Beschichtungsmengen dabei insbesondere von den verwendeten Lacken abhängen. Auch diese Schicht wird nach physikalischer Trocknung mittels ultravioletter Strahlung vernetzt.

[0057] Der so erzeugte zweischichtige Flüssigkristalllaufbau wird dann mithilfe handelsüblicher Laminierklebstoffe über die nun oben liegende cholesterische Flüssigkristallschicht 82 auf eine opake, vorzugsweise schwarze Schicht 22 auf laminiert, die in diesem Ausführungsbeispiel zusätzlich elektrisch leitfähig ist. Ein solcher elektrisch leitfähiger schwarzer Untergrund kann beispielsweise durch eine mit Ruß-Pigmenten eingefärbte Lackschicht bereitgestellt werden. Alternativ kann die opake Schicht 22 auch durch eine mit Magnetpigmenten versehene schwarze Druckfarbe gebildet werden. Nach der Verklebung kann schließlich die Trägerfolie entfernt werden. Dies kann beispielsweise über Trennschichten erfolgen. Dabei handelt es sich insbesondere um UV-Lacke oder Wachse, die mechanisch oder thermisch aktiviert werden können. Ist keine Trennschicht vorgesehen, so kann auch die vollflächig aufgedruckte cholesterischen Flüssigkristallschicht 82 als Hilfsschicht zwischen dem Laminierklebstoff und der PET-Folie dienen und so den ansonsten beim Abziehen der PET-Folie möglichen Folienriss, der insbesondere beim Übertragen nicht vollflächiger Schichten auftreten kann, verhindern.

[0058] Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Fig. 5 schematisch dargestellt. Bei dem Sicherheitselement 90 sind auf einer opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 eine erste Flüssigkristallschicht 92 aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und auf dieser eine zweite Flüssigkristallschicht 94 aus nematischem flüssigkristallinem Material in Form eines Motivs aufgebracht. Die Schichtdicke der zweiten nematischen Flüssigkristallschicht 94 ist so gewählt, dass diese in etwa eine $\lambda/2$ -Schicht bildet. Die opake Schicht 22 enthält in diesem Ausführungsbeispiel einen Stoff aus einem magnetischen Material, beispielsweise in Form von Magnetpigmenten oder magnetischem Eisen. Ein Schnitt entlang A - A durch dieses Sicherheitselement ist in Fig. 5(b) dargestellt.

[0059] Das in Fig. 5(a) gezeigte, von der $\lambda/2$ -Schicht 94 gebildete Motiv, das sich aus von der $\lambda/2$ -schicht bedeckten Bildteilen 98 sowie unbedeckten Bildteilen 96 zusammensetzt, ist ohne Hilfsmittel kaum zu erkennen, da das Sicherheitselement 90 in den bedeckten wie den unbedeckten Bereichen im Wesentlichen die gleiche Lichtmenge reflektiert und das unbewaffnete Auge die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts nicht unterscheiden kann.

[0060] Betrachtet man nun das Sicherheitselement 90 durch einen Linearpolarisator 91, lassen sich weitere Effekte beobachten, deren Wirkung von der optischen Hauptachse 95 des nematischen flüssigkristallinen Ma-

terials hervorgerufen wird. Die genaue Schichtdicke der nematischen Flüssigkristallschicht 94 spielt bei diesem zusätzlichen Effekt eine eher untergeordnete Rolle. Wird der Linearpolarisator 91 in eine Stellung gedreht, in der die optische Hauptachse 93 des Linearpolarisators 91 mit der optischen Hauptachse 95 des nematischen flüssigkristallinen Materials kollinear ist (Fig. 5(c), (e)), so ist der von der nematischen Flüssigkristallschicht bedeckte Bildteil 98 bzw. das damit gebildete Motiv kaum wahrnehmbar. Liegen die Hauptachsen 93 und 95 dagegen um 90° verdreht (Fig. 5(d), (f)), so erscheint der von der nematischen Flüssigkristallschicht 94 bedeckte Bildteil 98 schwarz.

[0061] Das von der cholesterischen Flüssigkristallschicht 92 reflektierte zirkular polarisierte Licht stellt eine Linearkombination aus linear polarisiertem Licht dar. Mithilfe des Linearpolarisators 91 lässt sich daher in den in Fig. 5(c), (e) dargestellten Situationen der eine Anteil des zirkular polarisierten Lichts erkennen, in den in Fig. 5(d), (f) dargestellten Situationen der andere. Der durch die unbedeckten Bildteile 96 gebildete Hintergrund erscheint dem Betrachter daher im Wesentlichen unabhängig von der Stellung des Linearpolarisators grau.

[0062] Fig. 6 zeigt prinzipiell das äußere Erscheinungsbild eines in Form eines Fadens dargestellten Sicherheitselements 160 gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung. Zur besseren Anschaulichkeit werden in Fig. 6 (a) lediglich die (verdeckte) Codierung 165 sowie die Aussparungen 163, 164 in ihrer relativen Lage zueinander auf dem Sicherheitselement 160 gezeigt.

[0063] Die Codierung 165 erstreckt sich über die gesamte Breite des Fadens. Sie setzt sich aus Bereichen 161, die mit magnetischem Material versehen sind, und magnetschichtfreien Bereichen 162 zusammen. In einer speziellen Ausgestaltung besteht die Codierung 165 aus gleich großen Bitzellen, die entweder mit magnetischem Material gefüllt (z.B. binäre "1") werden oder nicht (z.B. binäre "0"). Gemäß der Erfindung werden die magnetschichtfreien Bereiche 162 der Codierung 165 genutzt, um hier die in Transmission erkennbaren Aussparungen 163, 164 anzuordnen. Auf diese Weise können die durch die Aussparungen 163, 164 gebildete Negativschrift und die Codierung 165 gemeinsam auf einem Faden vorgesehen werden, ohne sich gegenseitig zu beeinträchtigen. Die Aussparungen 163 können daher wie bei Fäden, die nur eine Negativschrift aufweisen, in der Fadenmitte angeordnet und in der üblichen Größe erzeugt werden. Zudem weist der Faden, abgesehen von den durch Flüssigkristallschichten 172, 174 erzeugten, nachfolgend im Detail erläuterten Farbkipp- bzw. Polarisierungseffekten, das gleiche äußere Erscheinungsbild auf wie ein üblicher Negativschrift-Sicherheitsfaden. Nichts lässt von außen erkennen, dass gleichzeitig eine Magnetcodierung auf dem Faden angeordnet ist.

[0064] Ein erhöhter Fälschungsschutz wird erzielt, wenn die Aussparungen 164 als Mikroschriftzeichen ausgeführt werden, d.h. eine wesentlich geringere Größe

aufweisen als die Aussparungen 163, da sich die Mikroschriftzeichen nicht oder nur mit hohem Aufwand imitieren lassen. Beispielsweise können die Aussparungen 163 eine Größe von mehr als 1 mm und die Aussparungen 164 eine Größe von weniger als 1 mm aufweisen.

[0065] Betrachtet man das Sicherheitselement 160 durch einen hier nicht gezeigten Zirkularpolarisator, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, so tritt das in der als $\lambda/2$ -Schicht ausgebildeten nematischen Flüssigkristallschicht 174 gebildete Motiv mit deutlichem Kontrast hervor. Wie in Fig. 6(c) gezeigt ist, erscheinen die von der $\lambda/2$ -Schicht 174 bedeckten Bildteile 168 dabei hell bzw. farbig, die unbedeckten Bildteile 166 hingegen dunkel bzw. schwarz. Bei Verwendung eines Zirkularpolarisators, der nur linkszirkular polarisiertes Licht transmittiert, ergibt sich ein umgekehrter (negativer) Bildeindruck (Fig. 6(d)). Ohne Hilfsmittel ist das von der $\lambda/2$ -Schicht 174 gebildete Motiv kaum zu erkennen.

[0066] Ein Schnitt entlang B - B durch diesen Faden ist in Fig. 6(b) schematisch gezeigt. Die magnetische Codierung 165, die durch die Bereiche 161, die mit magnetischem Material versehen sind, und die magnetschichtfreien Bereiche 162 gebildet ist und von einer opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 175 vollständig bedeckt ist, liegt im Ausführungsbeispiel auf einer gerasterten Metallschicht 176 vor, die wiederum auf einer zumindest transluzenten Kunststoffschicht 170, beispielsweise einer PET-Folie, angeordnet ist. Die gerasterte Metallschicht 176, die in den Fig. 6(a), (c), (d) in den Aussparungen 163, 164 angedeutet ist, weist im Ausführungsbeispiel ein Strichraster 167 auf. Dieses erzeugt eine gewisse Semitransparenz der Metallschicht 176, wodurch die Aussparungen 163, 164 auch im Durchlicht erkennbar sind. Ein analoger Effekt lässt sich durch Verwendung einer sehr dünnen, durchgehenden Metallschicht erzielen.

[0067] Zur Herstellung des in Fig. 6 dargestellten Sicherheitselements wird das Kunststoffmaterial 170 in einem ersten Schritt mit einer Metallschicht 176 versehen, welche durch gerastertes Aufbringen einer opaken Metallschicht in Form eines Strichrasters erzeugt wird. Alternativ kann auch eine sehr dünne, durchgehende Metallschicht aufgedampft werden. Auf die Metallschicht 176 wird die Magnetcodierung 165 in den Bereichen 161 aufgebracht, welche anschließend mit einer opaken, vorzugsweise schwarzen Druckfarbe abgedeckt wird, wobei gleichzeitig die durch die Aussparungen 163, 164 gebildete Negativschriftzeichen erzeugt werden. In einem letzten Schritt werden schließlich die Flüssigkristallschichten 172, 174 über diesem Schichtaufbau vorgesehen. Aufgrund der Semitransparenz der Metallschicht bleiben die Aussparungen 163, 164 im Durchlicht nach wie vor erkennbar.

[0068] Es versteht sich, dass das Sicherheitselement gemäß anderer Ausgestaltungen noch weitere Magnetschichten aufweisen kann. Insbesondere lässt sich das erfindungsgemäße Sicherheitselement auch besonders vorteilhaft mit Magnetcodierungen kombinieren, wie sie

aus der WO 98/25236 A1 bekannt sind.

[0069] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 zeigt ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement 180 mit einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 182 und einer zweiten Flüssigkristallschicht 184, die, wie nachfolgend im Detail beschrieben, ebenfalls aus cholesterischem Material oder aber aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet ist. Das Sicherheitselement 180 umfasst ferner eine auf einer zumindest transluzenten Kunststoffschicht 181 aufgebrachte Metallschicht 185, die mit einer opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 186 bedruckt ist. Im Ausführungsbeispiel wird die opake Schicht 186 durch einen Schutzlack gebildet, der schwarze Pigmente enthält. Die schwarzen Pigmente können ferner durch Ruß-Pigmente bereitgestellt werden. Eine solcher Schutzlack weist dann zusätzlich eine gewisse elektrische Leitfähigkeit auf und ist dementsprechend maschinenlesbar. Um eine magnetisierbare opake Schicht 186 zu erhalten, kann der Schutzlack außerdem mit Magnetpigmenten versehen werden. Auf der Metallschicht 185 ist ferner eine Schicht 188 aus einem transparenten Schutzlack vorgesehen.

[0070] Zur Herstellung der Aussparungen 183, die in Form von Mustern und/oder Zeichen, insbesondere in Form einer Negativschrift, vorliegen, wird die mit der schwarz einfärbten und der transparenten Schutzlackschicht 186 bzw. 188 bedruckte Metallschicht 185 mithilfe eines der bekannten Verfahren teilweise demetallisiert, beispielsweise unter Verwendung eines Ätzmittels. Die nicht mit den Schutzlackschichten 186, 188 versehenen Bereiche werden dabei entfernt. Auf diesen Schichtaufbau werden nun die Flüssigkristallschichten wie vorstehend beschrieben aufgebracht, wobei gegebenenfalls nicht dargestellte Alignmentschichten oder Kleberschichten zwischen den Schichten vorgesehen sein können.

[0071] Wird das Sicherheitselement 180 von der Seite der Flüssigkristallschichten 182, 184 betrachtet, ist die Metallschicht 185 nur in den mit der transparenten Schutzlackschicht 188 versehenen Bereichen wahrnehmbar. In den Bereichen hingegen, in denen die schwarz eingefärbte Schutzlackschicht 186 vorliegt, weist das Sicherheitselement die hier beschriebenen Farbkippeffekte auf, die aufgrund des dunklen Untergrunds deutlich in Erscheinung treten. Bei Betrachtung von der Seite der transluzenten Kunststoffschicht 181 ist die opake Metallschicht 185 sowohl in den Bereichen mit der transparenten Schutzlackschicht 188 als auch in den Bereichen mit der schwarz eingefärbten Schutzlackschicht 186 zu sehen.

[0072] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das Sicherheitselement derart ausgestaltet, dass die Aussparungen in der opaken Schicht zusammen mit den Flüssigkristallschichten eine zusätzliche Information bilden, beispielsweise eine neue geometrische Form, wobei sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisierungseffekte der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden. Das Prinzip dieses Ausführungsbeispiels wird

nun mit Bezug auf die Figuren 8(a) bis (d) erläutert, die ein erfindungsgemäßes Sicherheitselement 190 in verschiedenen Situationen zeigen.

[0073] Das Sicherheitselement 190 weist einen Schichtaufbau auf, dessen Schichtenfolge im Wesentlichen der in Fig. 3 dargestellten Schichtenfolge entspricht. Im Ausführungsbeispiel ist allerdings die Metallschicht 191 als dünne, semitransparente oder gerasterte Metallschicht ausgestaltet, die vollflächig vorliegt. Auf der Metallschicht 191 ist eine in Fig. 8 nicht dargestellte opake, vorzugsweise schwarze Schicht angeordnet, auf der eine cholesterische Flüssigkristallschicht 192 in Überlappung vorliegt. Die Flüssigkristallschicht 192 tritt nur in den Bereichen, in denen diese mit der opaken Schicht überlappt, in Form eines Dreiecks 194 deutlich hervor. Die von der einer $\lambda/2$ -Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material bedeckten Bildteile 196 sind durch eine punktierte Linie in Fig. 8 (a) lediglich angedeutet und sind ohne Hilfsmittel kaum zu erkennen, da das Sicherheitselement in den bedeckten wie den unbedeckten Bereichen im Wesentlichen die gleiche Lichtmenge reflektiert.

[0074] Wird das Sicherheitselement 190 auf einer schwarzen Unterlage 198 angeordnet (Fig. 8(b)), tritt das durch die cholesterische Flüssigkristallschicht 192 ausgebildete sternförmige Muster im Wesentlichen vollständig in Erscheinung. Betrachtet man nun das Sicherheitselement 190 durch einen Zirkularpolarisator 199, der nur Licht einer zirkularen Polarisation, beispielsweise linkszirkular polarisiertes Licht, transmittiert, so tritt das in der als $\lambda/2$ -Schicht ausgebildeten nematischen Flüssigkristallschicht gebildete Motiv in Form eines Sechsecks deutlich hervor. Wie in Fig. 9(c) gezeigt, erscheinen die von der $\lambda/2$ -Schicht bedeckten Bildteile 196 dabei dunkel bzw. schwarz, die unbedeckten Bildteile hingegen hell bzw. farbig. Ein umgekehrter (negativer) Bildeindruck ergibt sich bei der Verwendung eines Zirkularpolarisators, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert. Die in Fig. 8(d) dargestellte Situation entspricht der in Fig. 8(c) dargestellten bis auf die Tatsache, dass das Sicherheitselement 190 hier auf einer hellen Unterlage vorliegt. Die Flüssigkristallschicht 192 tritt daher nur in den mit der opaken Schicht überlappenden Bereichen deutlich hervor.

[0075] Die Figuren 9 bis 16 zeigen schematisch weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei denen speziell die besonderen Eigenschaften der Flüssigkristallschichten genutzt werden.

[0076] Das Sicherheitselement 60 der Fig. 9 enthält zwei cholesterische Flüssigkristallschichten 62 und 64, die im Ausführungsbeispiel auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 aufgebracht sind. Selbstverständlich können auch weitere Schichten im Schichtaufbau vorgesehen sein. Die beiden Flüssigkristallschichten 62 und 64 weisen dasselbe Farbreflexionsspektrum auf, unterscheiden sich aber in der Orientierung der reflektierten zirkularen Polarisation. Während die erste Flüssig-

sigkristallschicht 62 im Ausführungsbeispiel linkszirkular polarisiertes Licht reflektiert, reflektiert die zweite Flüssigkristallschicht 64 rechtszirkular polarisiertes Licht. Linkszirkular polarisiertes Licht wird von der zweiten Flüssigkristallschicht 64 dagegen ohne wesentliche Absorption durchgelassen. Es versteht sich, dass die angegebenen Polarisationsrichtungen nur der Illustration dienen und im Rahmen der Erfindung selbstverständlich auch anders gewählt werden können.

[0077] Eine solche gegenläufige selektive Reflexion kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten 62 und 64 aus demselben nematischen Flüssigkristallsystem unter Verwendung von zueinander spiegelbildlichen Verdrehern erzeugt werden. Damit kann eine spiegelbildliche helixartige Anordnung der stäbchenförmigen Flüssigkristallmoleküle in den beiden Flüssigkristallschichten erzielt werden, so dass eine Schicht rechts-, die andere Schicht linkszirkular polarisiertes Licht reflektiert. Die Farbe des von den Flüssigkristallschichten reflektierten Lichts hängt, wie bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen, von der Betrachtungsrichtung ab, und ändert sich beim Übergang von senkrechter zu spitzwinkliger Betrachtung beispielsweise von Rot nach Grün.

[0078] Die erste Flüssigkristallschicht 62 liegt im Ausführungsbeispiel der Fig. 9 nur bereichsweise in Form eines Motivs, beispielsweise eines Schriftzugs, oder eines Musters vor. Betrachtet man das Sicherheitselement 60 ohne Hilfsmittel, so tritt in erster Linie der Farbkippereffekt der zweiten Flüssigkristallschicht 64 in Erscheinung. Im Überlappungsbereich 68 der beiden Schichten ist das Motiv mit demselben Farbeindruck, aber einer gegenüber seiner Umgebung erhöhten Helligkeit erkennbar, da im Überlappungsbereich 68 Licht beider zirkularen Polarisationsrichtungen reflektiert wird, während außerhalb nur rechtszirkular polarisiertes Licht reflektiert wird, wie durch die Pfeile 70 des reflektierten Lichts angezeigt.

[0079] Betrachtet man nun das Sicherheitselement 60 durch einen Zirkularpolarisator 72, der nur linkszirkular polarisiertes Licht durchlässt, so tritt das durch die erste Flüssigkristallschicht 62 gebildete Motiv mit starkem Helligkeitskontrast hervor, da der Zirkularpolarisator 72 das von der zweiten Flüssigkristallschicht 64 reflektierte rechtszirkular polarisierte Licht vollständig ausblendet. Wie vorstehend beschrieben, kann ein solcher Zirkularpolarisator 72 beispielsweise durch einen Linearpolarisator und ein nachgeschaltetes $\lambda/4$ -Plättchen gebildet sein.

[0080] Es versteht sich, dass in analoger Weise die zweite Flüssigkristallschicht 64 oder auch beide Flüssigkristallschichten 62, 64 in Form von Motiven vorliegen können. Ein Motiv in der zweiten Flüssigkristallschicht 64 kann entsprechend mithilfe eines Zirkularpolarisators, der rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, deutlich sichtbar gemacht werden. Mit einer Betrachtungsvorrichtung, die beide Polarisatortypen enthält, können die Motive in einer oder beiden Schichten einfach angezeigt werden.

[0081] Fig. 10 zeigt ein Sicherheitselement 30 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 eine erste cholesterische Flüssigkristallschicht 32 und auf dieser eine zweite cholesterische Flüssigkristallschicht 34 angeordnet sind. Durch das Zusammenspiel der beiden Flüssigkristallschichten 32 und 34 weist das Sicherheitselement 30 einen neuartigen Farbkippeffekt auf, der dem Betrachter einen sich mit der Betrachtungsrichtung ändernden Farbeindruck vermittelt. Bei senkrechter Betrachtung erscheint das Sicherheitselement 30 dem Betrachter im Ausführungsbeispiel blau/violett (reflektierte Strahlung 301), während es aus spitzem Winkel betrachtet einen roten Farbeindruck bietet (reflektierte Strahlung 302).

[0082] Dieses neuartige Farbwechselspiel, bei dem der Farbeindruck des Sicherheitselements beim Kippen von kurzwelligem zu längerwelligem Licht wechselt, kommt dadurch zustande, dass die erste Flüssigkristallschicht 32 blaues Licht (Pfeil 321) in die senkrechte Betrachtungsrichtung und kürzerwellige UV-Strahlung (Pfeil 322) in die spitzwinklige Betrachtungsrichtung reflektiert. Die zweite Flüssigkristallschicht 34 ist so ausgebildet, dass sie Infrarot-Strahlung (Pfeil 341) in die senkrechte Betrachtungsrichtung und kürzerwelliges rotes Licht (Pfeil 342) in die spitzwinklige Betrachtungsrichtung reflektiert. Die beiden außerhalb des sichtbaren Spektralbereichs liegenden Reflexionsanteile 321 und 342 tragen zum Farbeindruck des Sicherheitselements nichts bei, so dass sich für den Betrachter bei senkrechter Betrachtung ein blauer Farbeindruck 301 und bei spitzwinkliger Betrachtung ein langwelliger roter Farbeindruck 302 ergibt.

[0083] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 11 schematisch dargestellt. Bei dem Sicherheitselement 40 sind auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen, opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 eine erste cholesterische Flüssigkristallschicht 42 und auf dieser eine zweite cholesterische Flüssigkristallschicht 44 aufgebracht. Wie in Fig. 11 (b) gezeigt, ist die erste Flüssigkristallschicht 42 nur bereichsweise auf die opake Schicht 22 aufgebracht und bildet durch die Form bzw. den Umriss der aufgetragenen Bereiche ein Motiv, im Ausführungsbeispiel ein Wappen 46. Die zweite Flüssigkristallschicht 44 ist vollflächig auf der ersten Flüssigkristallschicht 42 bzw. in den freigelassenen Bereichen auf der opaken Schicht 22 aufgebracht.

[0084] Die beiden Flüssigkristallschichten sind so aufeinander abgestimmt, dass das Wappenmotiv 46 bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements (Fig. 11 (b)) für den Betrachter deutlich erkennbar ist und beim Kippen des Sicherheitselements 40, also beim Übergang von senkrechter zu spitzwinkliger Betrachtung verschwindet, wie in Fig. 11(c) durch den gestrichelten Umriss angedeutet. Das Verschwinden des Wappenmotivs 46 wird dadurch erreicht, dass die bereichsweise aufgetragene Flüssigkristallschicht 42 beim Kippen einen

Farbkippeffekt von Blau (Pfeil 421) nach Ultraviolett (Pfeil 422) zeigt, während die zweite Flüssigkristallschicht 44 einen zwischen zwei Farben des sichtbaren Spektralbereichs wechselnden Farbkippeffekt aufweist und beispielsweise zwischen Rot (Pfeil 441) und Grün (Pfeil 442) variiert.

[0085] Bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements 40 ergibt sich somit im Überlappungsbereich 48 der beiden Schichten ein Farbeindruck 401, der durch die additive Farbmischung des blauen Lichts 421 der ersten Flüssigkristallschicht 42 und des roten Lichts 441 der zweiten Flüssigkristallschicht 44 gegeben ist, während außerhalb des Überlappungsbereichs nur der rote Farbeindruck der zweiten Flüssigkristallschicht 44 erkennbar ist. Durch den Farbkontrast im reflektierten Licht 401 tritt das Wappenmotiv 46 für den Betrachter deutlich hervor.

[0086] Kippt der Betrachter nun das Sicherheitselement 40, so dass er es unter einem spitzen Winkel sieht, so reflektiert die erste Flüssigkristallschicht 42 im Überlappungsbereich 48 nur außerhalb des sichtbaren Spektralbereichs liegendes ultraviolettes Licht zum Betrachter. Die Flüssigkristallschicht 42 trägt somit weder im Überlappungsbereich 48 noch außerhalb des Überlappungsbereichs zum Farbeindruck 402 des Sicherheitselements 40 bei. Unter spitzem Betrachtungswinkel ist das Motiv daher nicht zu erkennen, und der Betrachter hat den Eindruck, dass das Wappenmotiv 46 beim Kippen des Sicherheitselements 40 aus der Senkrechten verschwindet.

[0087] In analoger Weise kann ein Sicherheitselement 50 mit einem beim Kippen erscheinenden Motiv erzeugt werden, wie in Fig. 12 dargestellt. Dazu wird eine bereichsweise aufgetragene cholesterische Flüssigkristallschicht 52 so ausgebildet, dass sie beim Kippen einen Farbkippeffekt von Infrarot (Pfeil 521) nach Rot (Pfeil 522) zeigt. Eine zweite cholesterische Flüssigkristallschicht 54 zeigt wieder einen Farbkippeffekt zwischen zwei Farben des sichtbaren Spektralbereichs, und variiert beispielsweise zwischen Blaugrün (Pfeil 541) und Violett (Pfeil 542).

[0088] Bei dieser Konstellation ist das Motiv 56 bei senkrechter Betrachtung im reflektierten Licht 501 nicht erkennbar, da von der ersten Flüssigkristallschicht 52 allenfalls unsichtbare infrarote Strahlung in die senkrechte Betrachtungsrichtung reflektiert wird. Erst beim Kippen des Sicherheitselements 50 wird das Motiv für den Betrachter erkennbar, da die erste Flüssigkristallschicht 52 im Überlappungsbereich 58 dann rotes Licht zum Betrachter reflektiert, und sich das Motiv 56 im reflektierten Licht 502 somit von dem violetten Farbeindruck außerhalb des Überlappungsbereichs 58 abhebt.

[0089] Bei weiteren Ausführungsbeispielen der Erfindung weist das Sicherheitselement einen dreischichtigen Flüssigkristallaufbau auf, bei dem eine $\lambda/2$ -Schicht zwischen zwei cholesterischen Flüssigkristallschichten mit denselben lichtpolarisierenden Eigenschaften angeordnet ist. Das Prinzip dieser Ausführungsbeispiele wird nun

mit Bezug auf Fig. 13 erläutert.

[0090] Das Sicherheitselement 100 weist eine auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen, opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 aufgebraachte Schichtenfolge auf, die aus einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 102, einer $\lambda/2$ -Schicht 104 aus nematischem flüssigkristallinem Material und einer zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 106 besteht. Die lichtpolarisierenden Eigenschaften der ersten und zweiten Flüssigkristallschicht 102 und 106 sind identisch, so dass die beide Schichten für sich genommen Licht in demselben vorgewählten Wellenlängenbereich und mit derselben vorgewählten zirkularen Polarisationsrichtung reflektieren. Alle Schichten können vollständig oder auch nur bereichsweise aufgebracht sein, um unterschiedliche oder sich ergänzende Motive, wie Zeichen oder Muster, zu bilden.

[0091] Die Reflexionseigenschaften der verschiedenen möglichen Schichtenabfolgen sind in Fig. 13 veranschaulicht. Dabei ist angenommen, dass die beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten 102 und 106 linkszirkular polarisiertes Licht reflektieren und die Beleuchtung des Sicherheitselements mit unpolarisiertem Licht erfolgt.

[0092] In einem ersten Bereich 110, in dem nur die erste Flüssigkristallschicht 102 vorliegt, wird linkszirkular polarisiertes Licht reflektiert. In einem zweiten Bereich 112, in dem die erste Flüssigkristallschicht 102 von der $\lambda/2$ -Schicht 104 bedeckt ist, reflektiert das Sicherheitselement, wie bereits in Zusammenhang mit Fig. 4 erläutert, rechtszirkular polarisiertes Licht. In einem dritten Bereich 114, in dem alle drei Schichten vorliegen, reflektiert die obere Flüssigkristallschicht 106 linkszirkular polarisiertes Licht und lässt rechtszirkular polarisiertes Licht durch. Das durchgelassene Licht wird von der $\lambda/2$ -Schicht 104 in linkszirkular polarisiertes Licht umgewandelt, das dann von der ersten Flüssigkristallschicht 102 reflektiert wird. Das reflektierte Licht wird von der $\lambda/2$ -Schicht 104 wieder in rechtszirkular polarisiertes Licht gewandelt, welches von der zweiten Flüssigkristallschicht 106 transmittiert wird. Somit reflektiert die Schichtenfolge 102,104,106 neben linkszirkular polarisiertem Licht auch rechtszirkular polarisiertes Licht, wie in Fig.13 dargestellt.

[0093] Im vierten Bereich 116, in dem nur die beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten 102 und 106 vorliegen, reflektiert die obere Flüssigkristallschicht 106 linkszirkular polarisiertes Licht. Das durchgelassene rechtszirkular polarisierte Licht wird von der unteren Flüssigkristallschicht 102 ebenfalls durchgelassen und in der schwarzen Schicht 22 absorbiert. Das Sicherheitselement reflektiert in diesem Bereich somit nur linkszirkular polarisiertes Licht. Das gleiche gilt für den fünften Bereich 118, in dem die zweite Flüssigkristallschicht 106 allein vorliegt.

[0094] Die zahlreichen Variationsmöglichkeiten durch die verschiedenen Schichtenfolgen erlauben eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten für Sicherheitselemente, von denen nur einige beispielhaft genauer erläut-

tert werden.

[0095] Das Sicherheitselement 120 der Fig. 14 umfasst, wie das oben beschriebene Sicherheitselement 100 der Fig. 13, eine auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen, opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 aufgebraachte Schichtenfolge aus einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 102, einer $\lambda/2$ -Schicht 104 aus nematischem flüssigkristallinem Material und einer zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 106. In diesem Ausführungsbeispiel ist lediglich die $\lambda/2$ -Schicht 104 in Form eines Motivs ausgebildet, während die erste und zweite Flüssigkristallschicht 102 bzw. 106 vollflächig aufgebracht sind.

[0096] Bei normaler Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht erscheint das Motiv der $\lambda/2$ -Schicht 104 zwar mit demselben Farbeindruck wie seine Umgebung, ist jedoch aufgrund der Reflexion sowohl des linkszirkular als auch des rechtszirkular polarisierten Lichts in den Bereichen 126 durch die im Wesentlichen doppelte reflektierte Lichtmenge bereits ohne Hilfsmittel erkennbar. Wird das Sicherheitselement 120 ferner über einen Zirkularpolarisator 122 mit rechtszirkular polarisiertem Licht beleuchtet, so tritt das Motiv für den Betrachter 124 ohne weitere Hilfsmittel mit starkem Kontrast in Erscheinung, da das rechtszirkular polarisierte Licht in den Bereichen 126, in denen alle drei Schichten überlappen, reflektiert wird, während es in Bereichen 128 ohne $\lambda/2$ -Schicht 104 von der oberen und unteren Flüssigkristallschicht 106 bzw. 102 transmittiert und in der schwarzen Schicht 22 absorbiert wird.

[0097] Fig. 15 zeigt ein Sicherheitselement 130 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, das bezüglich seiner Schichtenfolge im Wesentlichen wie das Sicherheitselement 120 der Fig. 14 aufgebaut ist. Im Unterschied zu dem dort beschriebenen Sicherheitselement ist die Zwischenschicht 132 des Sicherheitselements 130 aus zwei $\lambda/4$ -Teilschichten 134 und 136 aufgebaut, die in ihrer Orientierung in der Schichtebene lokal gegeneinander verdreht sein können.

[0098] Sind die Teilschichten 134 und 136 in einem Teilbereich 138 unverdreht, also mit einem Drehwinkel $\theta = 0^\circ$ übereinander angeordnet, so bilden sie zusammen eine $\lambda/2$ -Schicht, die wie die $\lambda/2$ -Schicht 104 des Ausführungsbeispiels der Fig. 14 dafür sorgt, dass im Teilbereich 138 rechtszirkular polarisiertes Licht von der Schichtenfolge reflektiert wird. In einem anderen Teilbereich 140 sind die beiden $\lambda/4$ -Schichten 134 und 136 in ihrer Orientierung um einen Drehwinkel von $\theta = 90^\circ$ gegeneinander verdreht aufgebracht, so dass sich ihre Wirkung auf einfallendes zirkular polarisiertes Licht gerade aufhebt. Im Teilbereich 140 wird rechtszirkular polarisiertes Licht daher - analog zum Teilbereich 128 der Fig. 14 - von der Schichtenfolge transmittiert und schließlich von der schwarzen Schicht 22 absorbiert.

[0099] Sind die beiden $\lambda/4$ -Schichten 134 und 136 in einem Teilbereich 142 um einen Winkel Drehwinkel θ zwischen 0° und 90° in ihrer Orientierung gegeneinander verdreht, so bewirkt die Zwischenschicht 132, dass ein

bestimmter Anteil an rechtszirkular polarisiertem Licht von der Schichtenfolge reflektiert wird. Die Größe des reflektierten Anteils nimmt mit zunehmenden Drehwinkel kontinuierlich ab. Durch einen unterschiedlichen Drehwinkel θ in verschiedenen Flächenbereichen der Zwischenschicht 132 lassen sich so beispielsweise Halbtonmotive in dem Sicherheitselement codieren, die bei Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht kaum in Erscheinung treten, bei Beleuchtung mit zirkular polarisiertem Licht aber für den Betrachter ohne weitere Hilfsmittel als Graustufenbilder in Erscheinung treten.

[0100] Es versteht sich, dass in analoger Weise auch in Schichtfolgen, die keine zweite cholesterische Flüssigkristallschicht aufweisen, wie dies beispielsweise in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 gezeigt ist, die $\lambda/2$ -Schicht selbstverständlich ebenfalls durch zwei $\lambda/4$ -Teilschichten ersetzt werden kann. Diese $\lambda/4$ -Teilschichten können ferner in ihrer Orientierung in der Schichtebene lokal gegeneinander verdreht sein.

[0101] Fig. 16 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisationseffekte der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden. Fig. 16(a) zeigt den Aufbau eines Sicherheitselements 150 mit einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen, opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22, einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 152 und einer darauf aufgebracht zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 154.

[0102] Die erste Flüssigkristallschicht 152 weist einen ersten Farbkippeffekt, beispielsweise von Grün nach Blau, auf und reflektiert zudem nur Licht einer vorgewählten zirkularen Polarisationsrichtung, beispielsweise rechtszirkular polarisiertes Licht. Die zweite Flüssigkristallschicht 154 weist einen zweiten Farbkippeffekt, beispielsweise von Magenta nach Grün, auf und reflektiert zudem nur Licht der zur ersten Flüssigkristallschicht gegenläufigen zirkularen Polarisationsrichtung, im Ausführungsbeispiel linkszirkular polarisiertes Licht. Wird das Sicherheitselement 150 bei Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht und ohne Hilfsmittel betrachtet, so überlagern sich die beiden Farbkippeffekte durch additive Farbmischung des reflektierten Lichts.

[0103] Betrachtet man das Sicherheitselement 150 durch einen Zirkularpolarisator 156, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, so lässt sich beim Kippen des Sicherheitselements der Farbkippeffekt der ersten Flüssigkristallschicht 152 alleine beobachten, wie in Fig. 16(b) illustriert. Durch einen Zirkularpolarisator 158, der nur linkszirkular polarisiertes Licht durchlässt, tritt dagegen nur der Farbkippeffekt der zweiten Flüssigkristallschicht 154 in Erscheinung, wie in Fig. 16(c) dargestellt. Es versteht sich, dass jede der Flüssigkristallschichten 152, 154 auch durch eine Kombination einer $\lambda/2$ -Schicht mit einer zur ursprünglichen Schicht spiegelbildlichen cholesterischen Schicht ersetzt werden kann.

[0104] Selbstverständlich kann in den Ausführungsbeispielen, bei denen die Farbkippeffekte und die besonderen lichtpolarisierenden Eigenschaften der Flüssig-

kristallschichten ausgenutzt werden, statt einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen, opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 auch eine der mit Bezug auf die Figuren 3, 6 bzw. 7 beschriebenen Schichtfolgen vorgesehen werden.

Patentansprüche

1. Sicherheitselement (180) zur Absicherung von Wertgegenständen, umfassend
 - eine zumindest bereichsweise vorliegende erste Schicht (182) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material,
 - eine zumindest bereichsweise vorliegende zweite Schicht (184) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material, und
 - eine zumindest bereichsweise vorliegende weitere Schicht mit einem maschinell lesbaren Merkmal, die von der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt ist,
 wobei sich der Wellenlängenbereich, in dem die zweite Schicht (184) Licht selektiv reflektiert, von dem Wellenlängenbereich, in dem die erste Schicht (182) Licht selektiv reflektiert, unterscheidet, und wobei zumindest eine der Schichten (182, 184) aus flüssigkristallinem Material in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegt, wobei das Sicherheitselement eine opake Schicht (186) aufweist, die zumindest bereichsweise vorgesehen ist und die die weitere Schicht mit dem maschinenlesbaren Merkmal bildet, wobei in der opaken Schicht (186) in Transmission erkennbare erste Aussparungen in Form von Mustern und/oder Zeichen als eine erste Information vorgesehen sind.
2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht einen dunklen Untergrund für die erste und/oder zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material bildet.
3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht aus schwarzer Druckfarbe oder einem schwarz eingefärbten Lack ausgebildet ist.
4. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht magnetisch und/oder elektrisch leitfähig und/oder lumineszierend ist.
5. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite Information in Form von zweiten Aussparungen in der

opaken Schicht vorgesehen ist, die sich in der Größe von den ersten Aussparungen unterscheiden.

6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und/oder zweiten Aussparungen in der opaken Schicht zusammen mit der ersten und/oder zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material eine zusätzliche Information darstellen. 5
7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material selbst oder in Zusammenarbeit mit der ersten Schicht aus flüssigkristallinem Material reflektiert, gegenläufig zur zirkularen Polarisationsrichtung des von der ersten Schicht reflektierten Lichts ist. 10
8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine Schicht der ersten und zweiten Schicht in eine Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert. 15
9. Sicherheitselement nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung oder Ultraviolettstrahlung ist. 20
10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass eine separate erste magnetische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist, insbesondere dass die separate erste magnetische Schicht von der opaken Schicht abgedeckt ist. 25
11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass eine separate elektrisch leitfähige Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist, insbesondere dass die separate elektrisch leitfähige Schicht in Form einer Schicht vorliegt, die aus parallel zur Fadenrichtung verlaufenden elektrisch leitfähigen Streifen gebildet ist oder die im Wesentlichen transparent ist. 30
12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass eine separate metallische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist, insbesondere dass die separate metallische Schicht Aussparungen aufweist. 35

13. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Schichten des Sicherheitselements zumindest ein zusätzliches Echtheitsmerkmal enthält, insbesondere dass das zusätzliche Echtheitsmerkmal ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Lumineszenzstoffen, Farbpigmenten und Effektpigmenten.

14. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements (180) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, bei dem auf eine Trägerfolie eine erste Schicht (182) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und eine zweite Schicht (184) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material aufgebracht werden, so dass sie in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, wobei die erste und zweite Schicht (182,184) aus flüssigkristallinem Material derart auf eine zumindest bereichsweise vorliegende weitere Schicht mit einem maschinell lesbaren Merkmal aufgebracht werden, dass die weitere Schicht von der ersten und zweiten Schicht (182,184) aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt wird, wobei die weitere Schicht mit dem maschinenlesbaren Merkmal durch eine opake Schicht gebildet wird, die zumindest bereichsweise vorgesehen wird, wobei in der opaken Schicht in Transmission erkennbare erste Aussparungen in Form von Mustern und/oder Zeichen als eine erste Information vorgesehen werden und wobei sich der Wellenlängenbereich, in dem die zweite Schicht (184) Licht selektiv reflektiert, von dem Wellenlängenbereich, in dem die erste Schicht (182) Licht selektiv reflektiert, unterscheidet, und wobei zumindest eine der Schichten (182,184) aus flüssigkristallinem Material in Form von Zeichen und/oder Mustern aufgebracht wird. 40

15. Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertdokument oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13 oder einem nach Anspruch 14 herstellbaren Sicherheitselement, wobei der Wertgegenstand insbesondere ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument oder eine Produktverpackung ist. 45

Claims

1. A security element (180) for securing valuable articles, comprising
 - a first layer (182), composed of cholesteric liquid crystal material, that is present at least in some regions,
 - a second layer (184), composed of cholesteric liquid crystal material, that is present at least in

some regions,

- a further layer, having a machine-readable feature, that is present at least in some regions and that is covered at least in some regions by the first and second layer composed of liquid crystal material,

the wavelength range in which the second layer (184) selectively reflects light differing from the wavelength range in which the first layer (182) selectively reflects light, and at least one of the layers (182,184) composed of liquid crystal material being present in the form of characters and/or patterns, the security element comprising an opaque layer (186) that is provided at least in some regions and forms the further layer having the machine-readable feature, first gaps in the form of patterns and/or characters that are perceptible in transmission being provided in the opaque layer (186) as a first piece of information.

2. The security element according to claim 1, **characterized in that** the opaque layer forms a dark background for the first and/or second layer composed of liquid crystal material.
3. The security element according to claim 1 or 2, **characterized in that** the opaque layer is formed from black printing ink or a black colored lacquer.
4. The security element according to at least one of claims 1 to 3, **characterized in that** the opaque layer is magnetically and/or electrically conductive and/or luminescent.
5. The security element according to at least one of claims 1 to 4, **characterized in that** a second piece of information is provided in the form of second gaps in the opaque layer that differ in size from the first gaps.
6. The security element according to at least one of claims 1 to 5, **characterized in that** the first and/or second gaps in the opaque layer constitute, together with the first and/or second layer composed of liquid crystal material, an additional piece of information.
7. The security element according to at least one of claims 1 to 6, **characterized in that** the circular polarization direction of the light that the second layer composed of liquid crystal material reflects, itself or in coaction with the first layer composed of liquid crystal material, is opposite to the circular polarization direction of the light reflected by the first layer.
8. The security element according to at least one of claims 1 to 7, **characterized in that**, in one viewing direction, at least one layer of the first and second

layer reflects only light from the non-visible part of the spectrum.

9. The security element according to claim 8, **characterized in that** the light from the non-visible part of the spectrum is infrared radiation or ultraviolet radiation.
10. The security element according to at least one of claims 1 to 9, **characterized in that** a separate first magnetic layer is provided at least in some regions, especially **in that** the separate first magnetic layer is covered by the opaque layer.
11. The security element according to at least one of claims 1 to 10, **characterized in that** a separate electrically conductive layer is provided at least in some regions, especially **in that** the separate electrically conductive layer is present in the form of a layer that is formed from electrically conductive strips that run parallel to the thread direction, or that is substantially transparent.
12. The security element according to at least one of claims 1 to 11, **characterized in that** a separate metallic layer is provided at least in some regions, especially **in that** the separate metallic layer comprises gaps.
13. The security element according to at least one of claims 1 to 12, **characterized in that** at least one of the layers of the security element includes at least one additional authenticating feature, especially **in that** the additional authenticating feature is selected from the group consisting of luminescent substances, color pigments and effect pigments.
14. A method for manufacturing a security element (180) according to at least one of claims 1 to 13, in which are applied to a substrate foil a first layer (182) composed of cholesteric liquid crystal material, and a second layer (184) composed of cholesteric liquid crystal material, such that they are stacked in an overlap region, the first and second layer (182,184) composed of liquid crystal material being applied in such a way to a further layer that is present at least in some regions and that has a machine-readable feature, that the further layer is covered at least in some regions by the first and second layer (182,184) composed of liquid crystal material, the further layer having the machine-readable feature being formed by an opaque layer that is provided at least in some regions, first gaps in the form of patterns and/or characters that are perceptible in transmission being provided in the opaque layer as a first piece of information, and the wavelength range in which the second layer (184) selectively reflects light differing from the wavelength range in which the first layer (182) se-

lectively reflects light, and at least one of the layers (182,184) composed of liquid crystal material being applied in the form of characters and/or patterns.

15. A valuable article, such as a branded article, value document or the like, having a security element according to at least one of claims 1 to 13 or a security element manufacturable according to claim 14, the valuable article especially being a security paper, a value document or a product packaging.

Revendications

1. Élément de sécurité (180) pour la protection d'objets de valeur, comprenant :

- une première couche (182), présente au moins par zones, en un matériau cristal liquide cholestérique,
- une deuxième couche (184), présente au moins par zones, en un matériau cristal liquide cholestérique,
- une couche supplémentaire, présente au moins par zones, comportant une caractéristique lisible par une machine, qui est recouverte au moins par zones par les première et deuxième couches en un matériau cristal liquide, la plage de longueurs d'onde dans laquelle la deuxième couche (184) reflète sélectivement de la lumière étant différente de la plage de longueurs d'onde dans laquelle la première couche (182) reflète sélectivement de la lumière et au moins une des couches (182, 184) en un matériau cristal liquide étant présente sous forme de signes et/ou de modèles, l'élément de sécurité présentant une couche opaque (186) qui est prévue au moins par zones et qui constitue l'autre couche comportant la caractéristique lisible par une machine, étant prévus, dans la couche opaque (186), de premiers évidements détectables en transmission sous forme de modèles et/ou de signes servant de première information.

2. Élément de sécurité selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la couche opaque constitue un fond foncé pour la première et/ou la deuxième couche en matériau cristal liquide.

3. Élément de sécurité selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la couche opaque est configurée comme une encre d'imprimerie noire ou une peinture colorée en noir dans la masse.

4. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la couche opaque est magnétique et/ou conductrice de l'élec-

tricité et/ou luminescente.

5. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'une** seconde information est prévue sous forme de seconds évidements dans la couche opaque, lesquels évidements se distinguent par leur taille des premiers évidements.

6. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les premiers et/ou seconds évidements constituent dans la couche opaque, avec la première et/ou deuxième couche de matériau cristal liquide, une information supplémentaire.

7. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le sens de polarisation circulaire de la lumière que la deuxième couche en un matériau cristal liquide réfléchit elle-même ou en coopération avec la première couche en un matériau cristal liquide, est opposé au sens de la polarisation circulaire de la lumière réfléchie par la première couche.

8. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** qu'au moins une couche sur les première et deuxième couches reflète, dans un sens d'observation, seulement de la lumière provenant de la partie non visible du spectre.

9. Élément de sécurité selon au moins la revendication 8, **caractérisé en ce que** la lumière provenant de la partie non visible du spectre est un rayonnement infrarouge ou un rayonnement ultraviolet.

10. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'une** première couche magnétique séparée est prévue du moins par zones, en particulier que la première couche magnétique séparée est recouverte par la couche opaque.

11. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'une** couche conductrice d'électricité séparée est prévue du moins par zones, en particulier que la couche conductrice d'électricité séparée est présente sous forme d'une couche qui est constituée de bandes conductrices d'électricité orientées parallèlement au sens du fil ou qui est sensiblement transparente.

12. Élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce qu'une** couche métallique séparée est prévue du moins par zones, en particulier que la couche métallique séparée présente des évidements.

13. Elément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'**au moins une des couches de l'élément de sécurité contient au moins une caractéristique d'authenticité supplémentaire, en particulier que la caractéristique d'authenticité est sélectionnée dans le groupe composé des substances luminescentes, des pigments colorés et des pigments à effet. 5
14. Procédé de fabrication d'un élément de sécurité (180) selon au moins l'une des revendications 1 à 13, dans lequel on applique sur une feuille support une première couche (182) en un matériau cristal liquide cholestérique et une deuxième couche (184) en un matériau cristal liquide cholestérique, de façon qu'elles soient disposées l'une au-dessus de l'autre dans une zone de chevauchement, la première et la deuxième couches (182, 184) en un matériau cristal liquide étant appliquées sur une couche supplémentaire présente au moins par zones et comportant une caractéristique lisible par une machine de manière à ce que la couche supplémentaire soit recouverte au moins par zones par les première et deuxième couches (182, 184) en un matériau cristal liquide, la couche supplémentaire comportant une caractéristique lisible par une machine étant constituée par une couche opaque qui est prévue du moins par zones, étant prévus, dans la couche opaque, de premiers évidements détectables en transmission sous forme de modèles et/ou de signes faisant office de première information et la plage de longueur d'ondes dans laquelle la deuxième couche (184) reflète sélectivement de la lumière étant différente de la plage de longueur d'ondes dans laquelle la première couche (182) reflète sélectivement de la lumière et au moins une des couches (182, 184) en matériau cristal liquide étant appliquée sous forme de signes et/ou de modèles. 10
15
20
25
30
35
15. Objet de valeur, tel qu'un article de marque, un document de valeur ou analogues, comportant un élément de sécurité selon au moins l'une des revendications 1 à 13 ou un élément de sécurité pouvant être fabriqué selon la revendication 14, l'objet de valeur étant en particulier un papier de sécurité, un document de valeur ou un emballage de produit. 40
45

50

55

Fig. 1

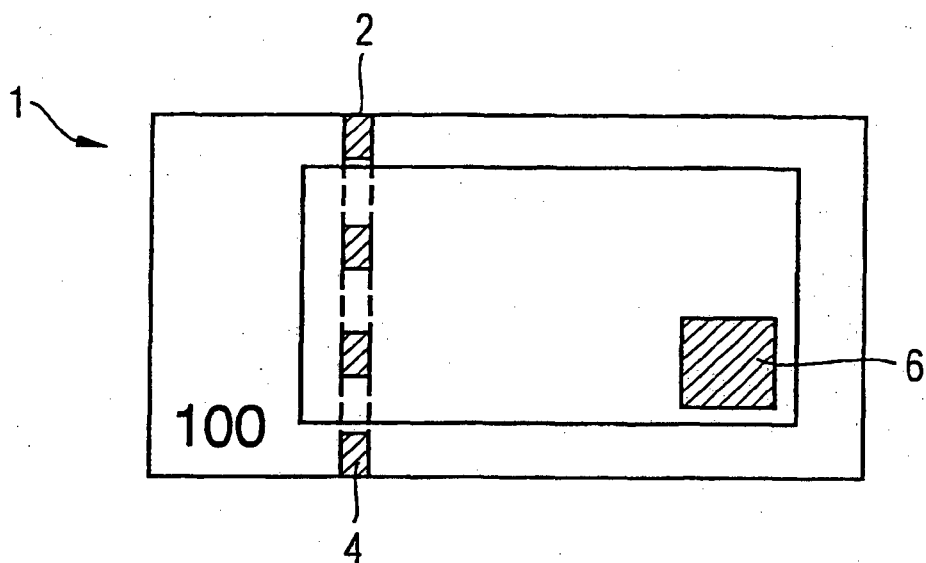


Fig. 2

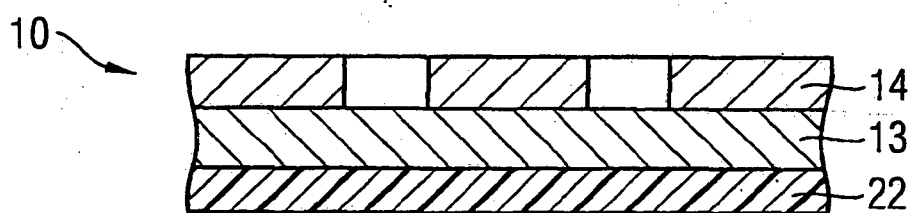


Fig. 3

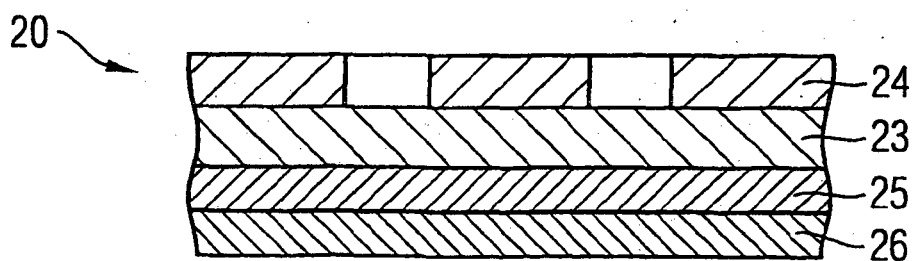


Fig. 4a

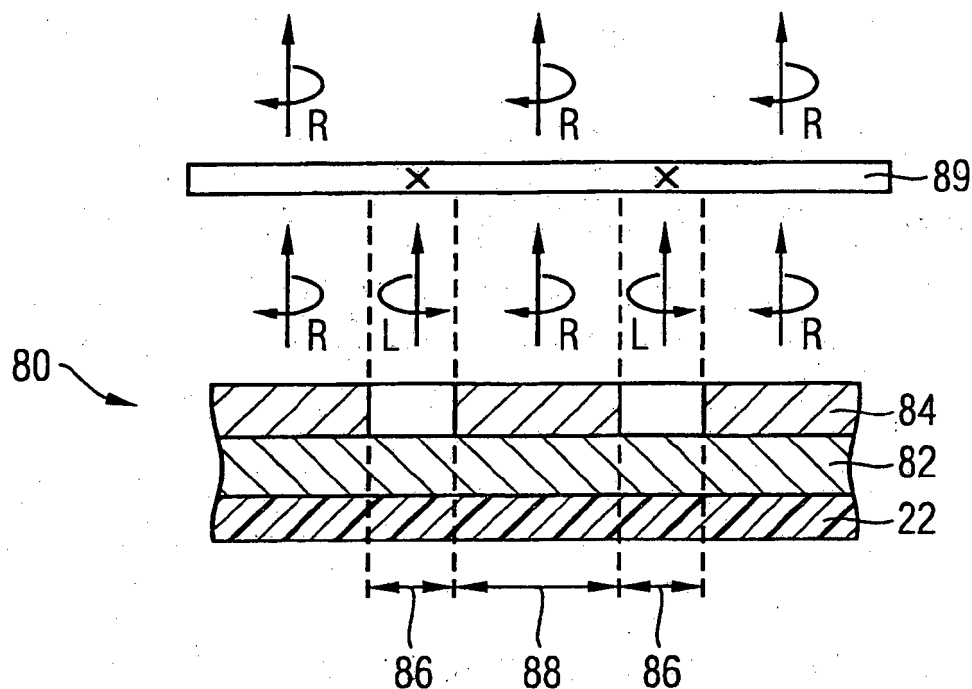


Fig. 4b

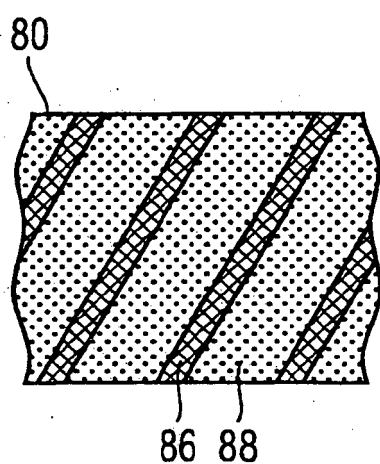


Fig. 4c

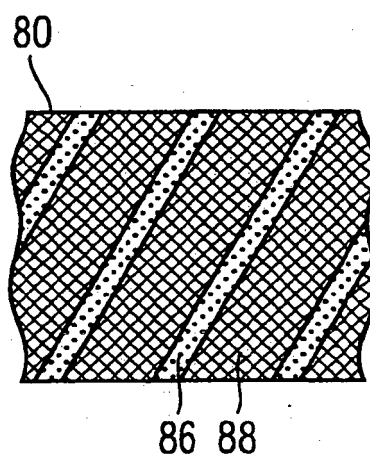


Fig. 5a

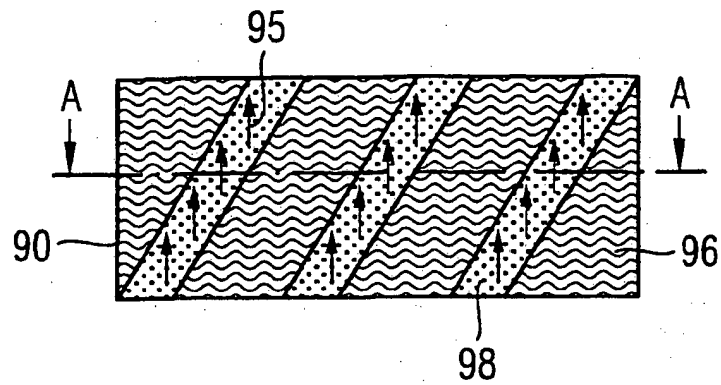


Fig. 5b

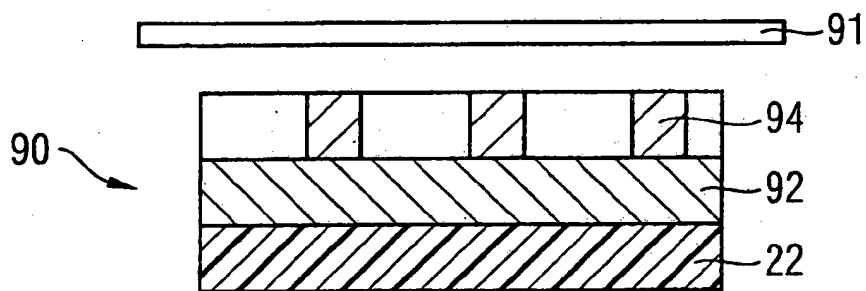


Fig. 5c

Fig. 5d

Fig. 5e

Fig. 5f

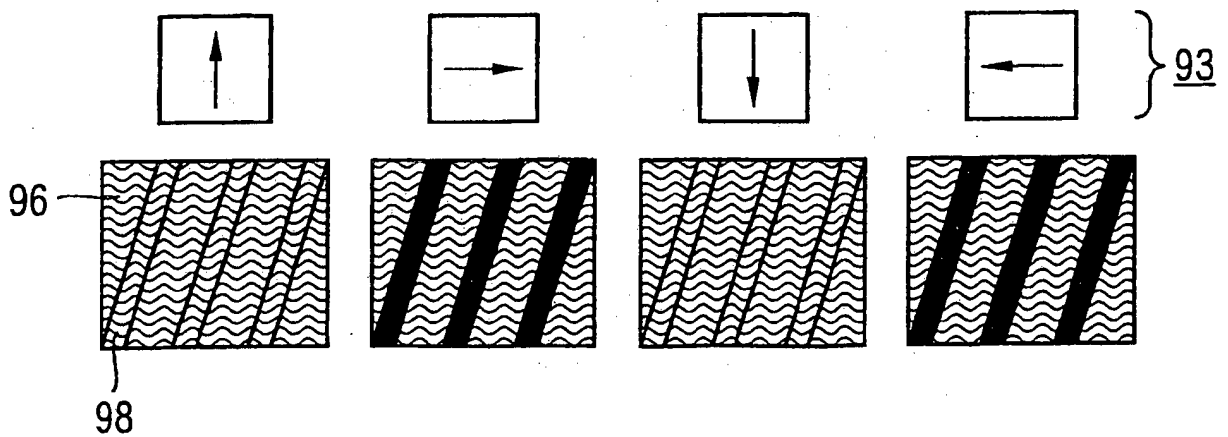


Fig. 6a

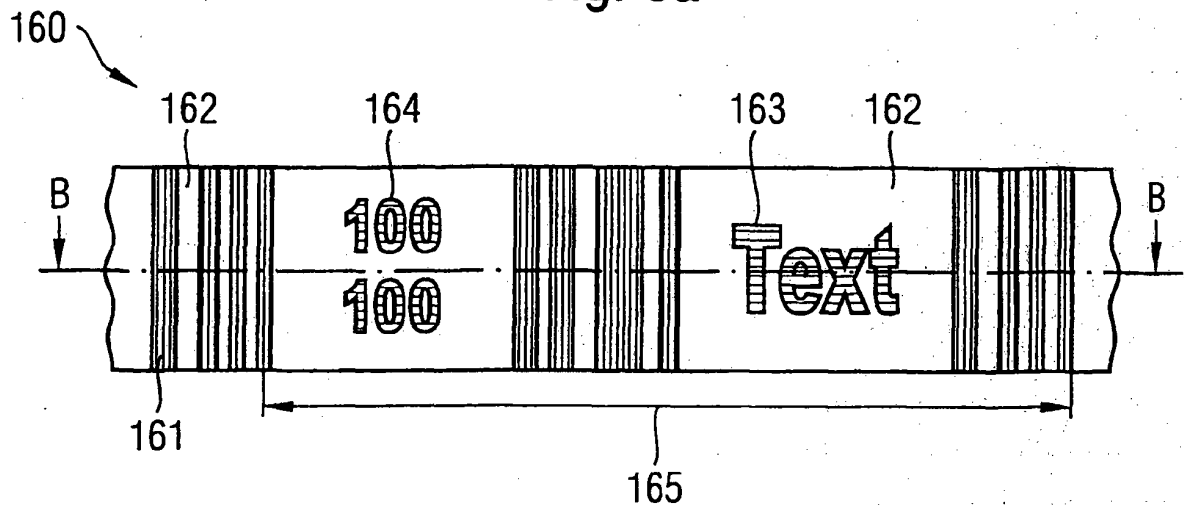


Fig. 6c

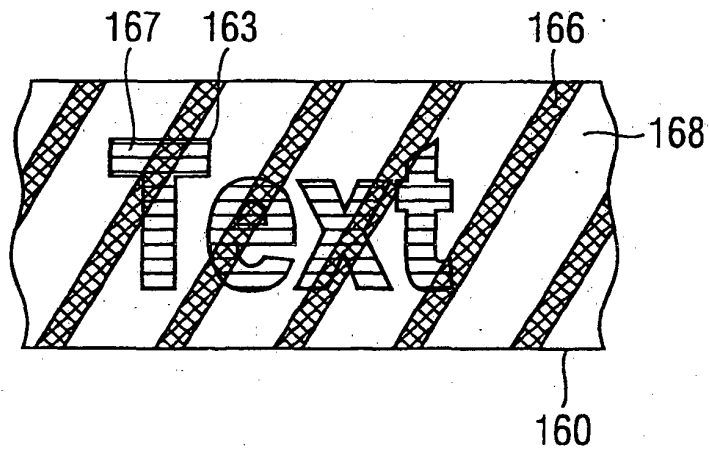


Fig. 6d

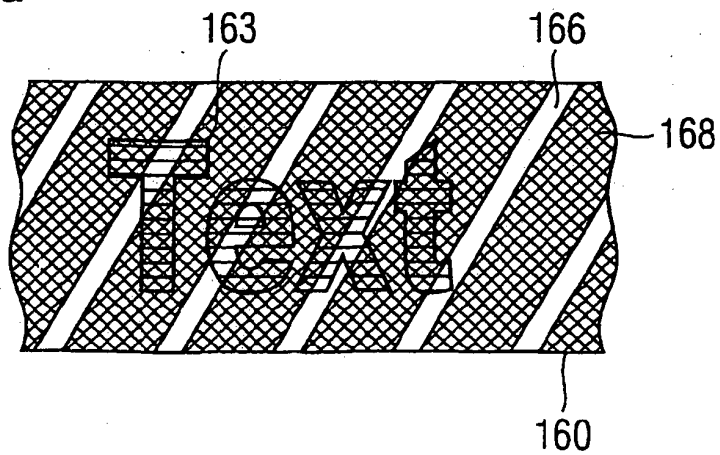


Fig. 6b

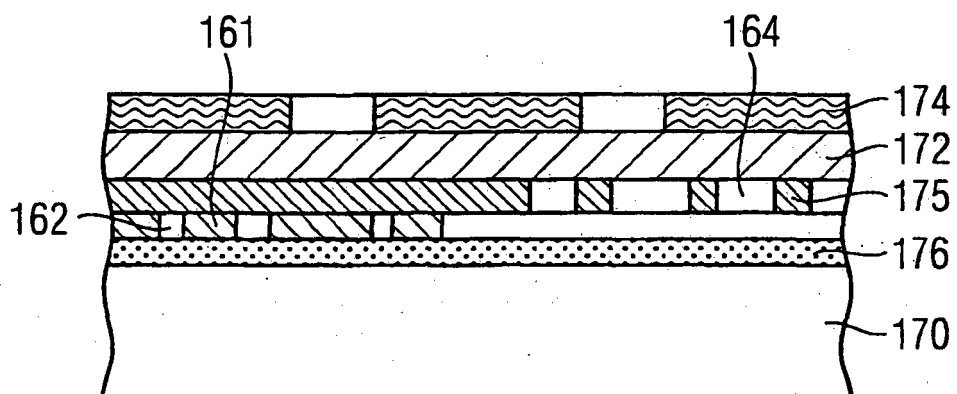


Fig. 7

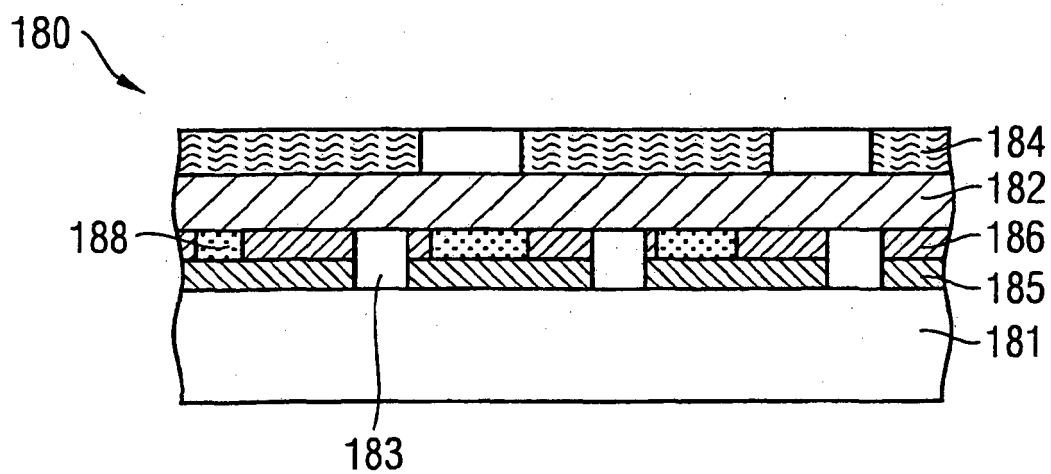


Fig. 8a

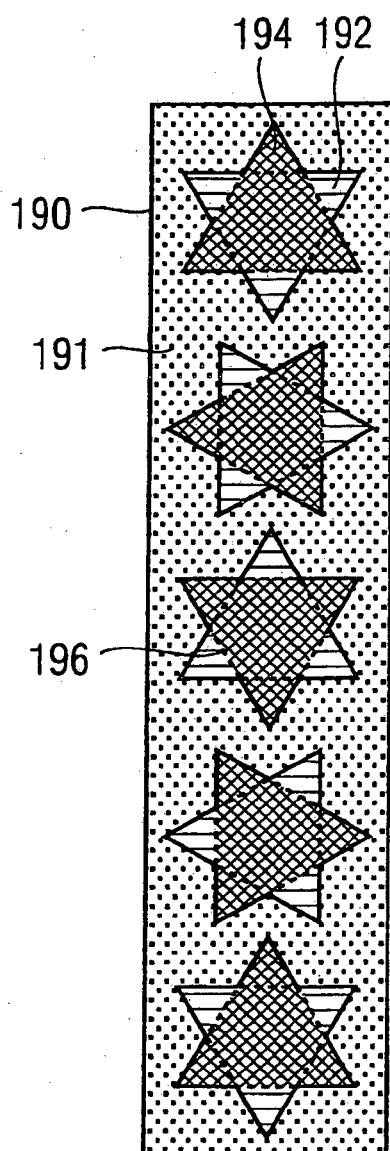


Fig. 8b

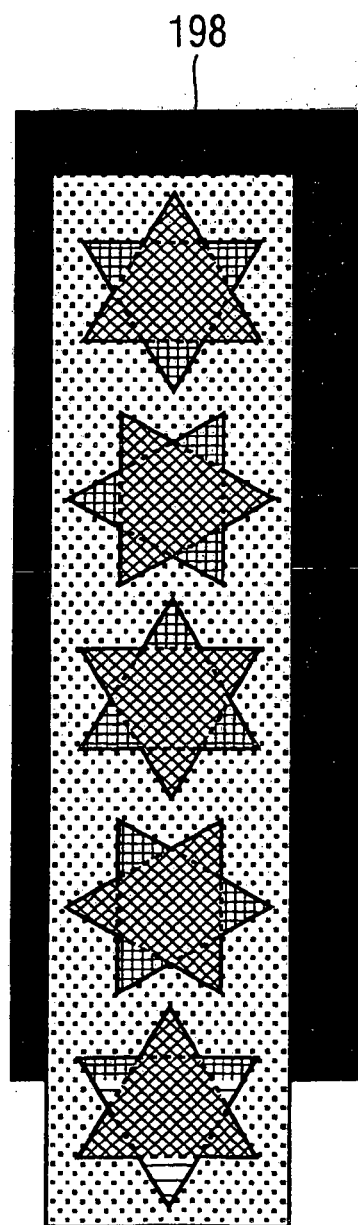


Fig. 8c

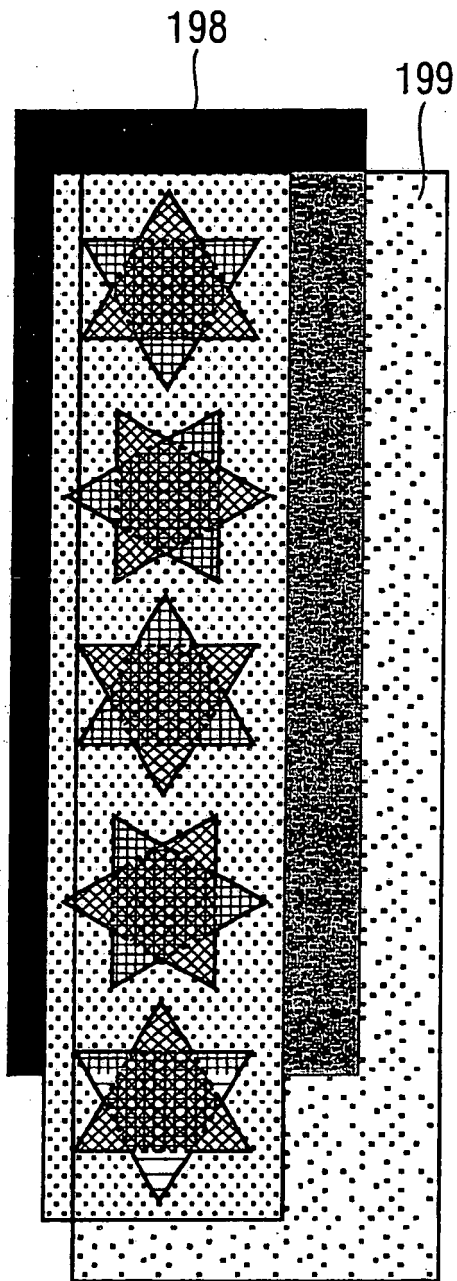


Fig. 8d

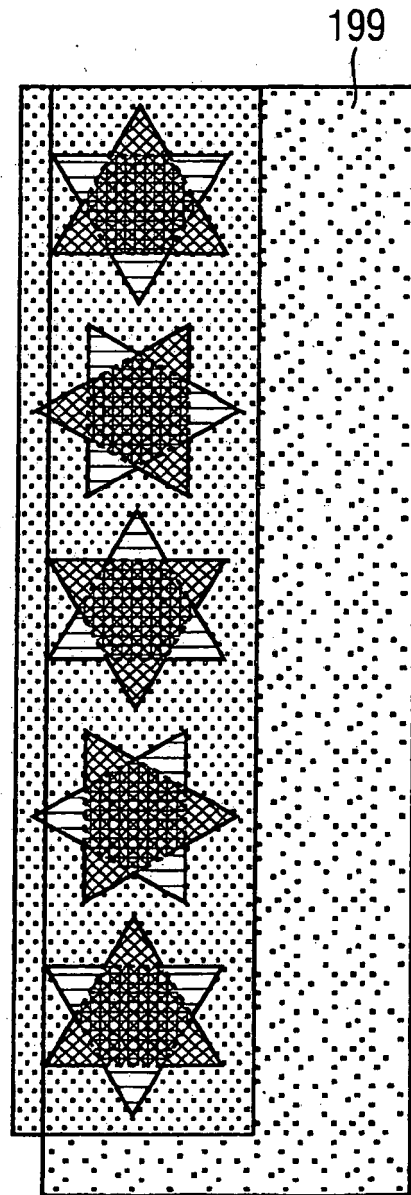


Fig. 9

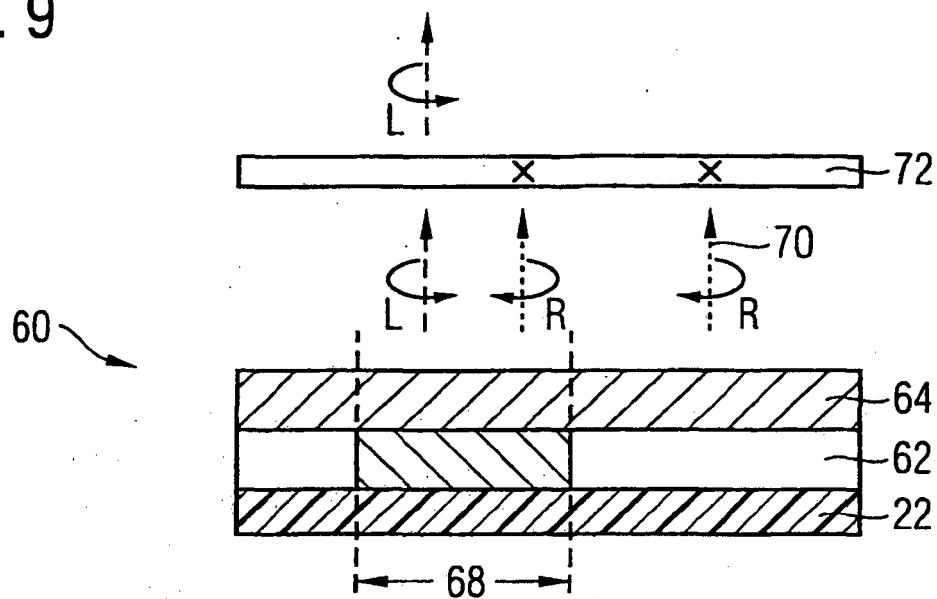


Fig. 10

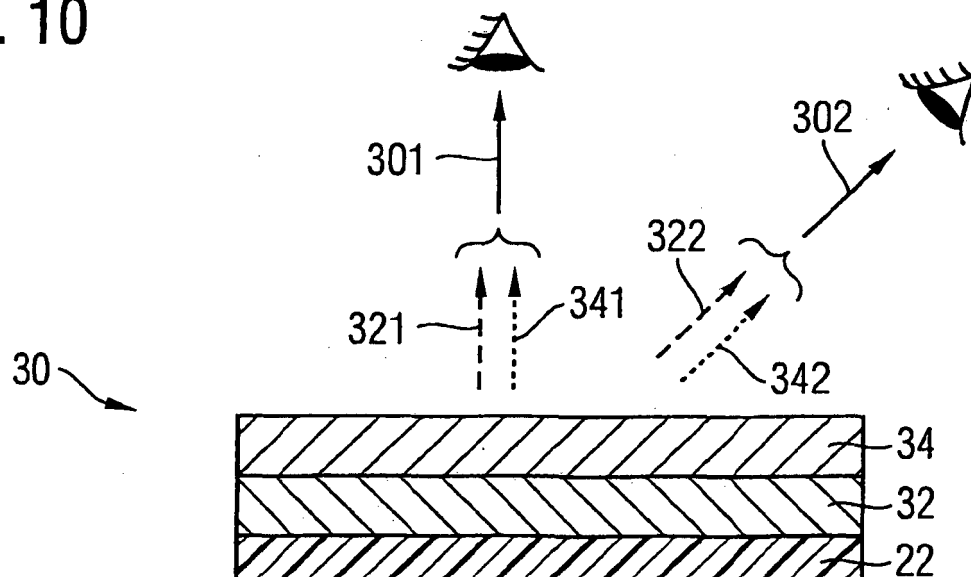


Fig. 11a

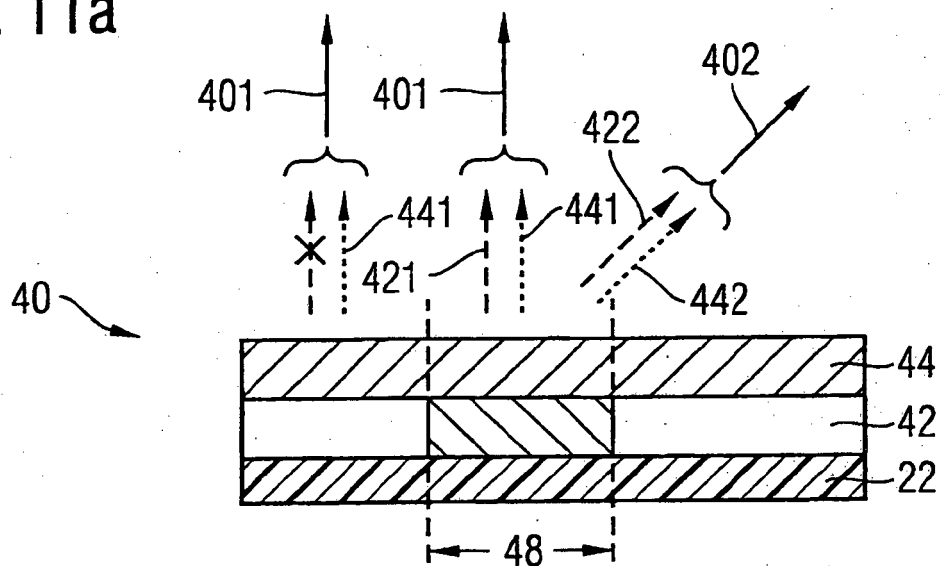


Fig. 11b

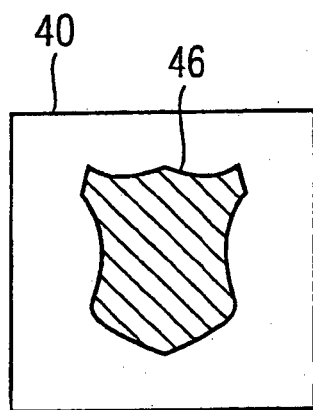


Fig. 11c

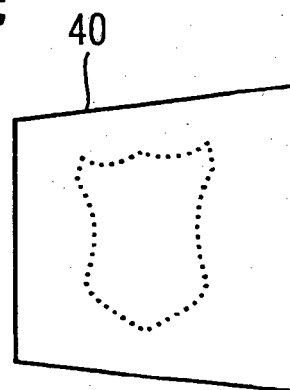


Fig. 12a

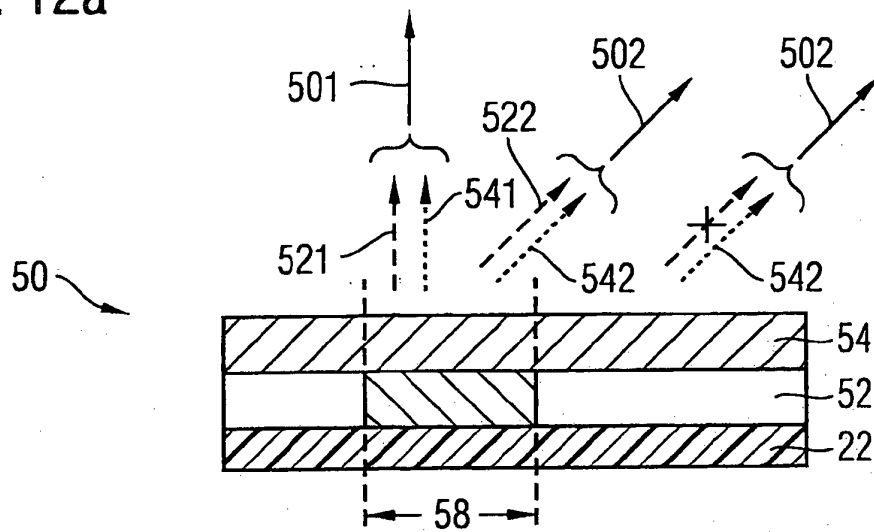


Fig. 12b

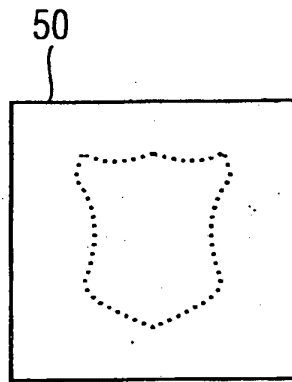


Fig. 12c

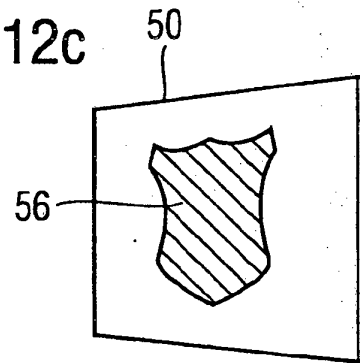


Fig. 13

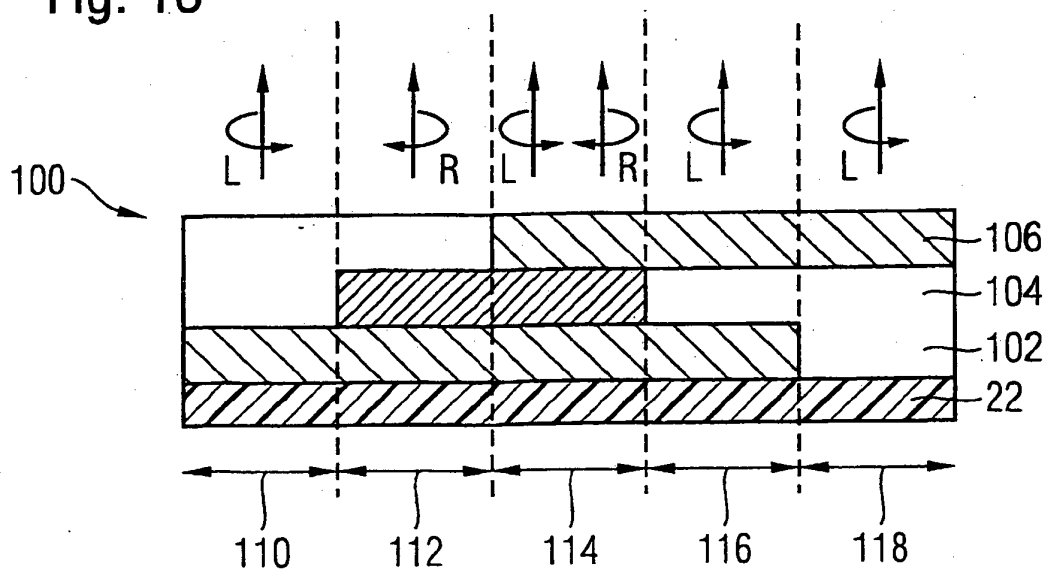


Fig. 14

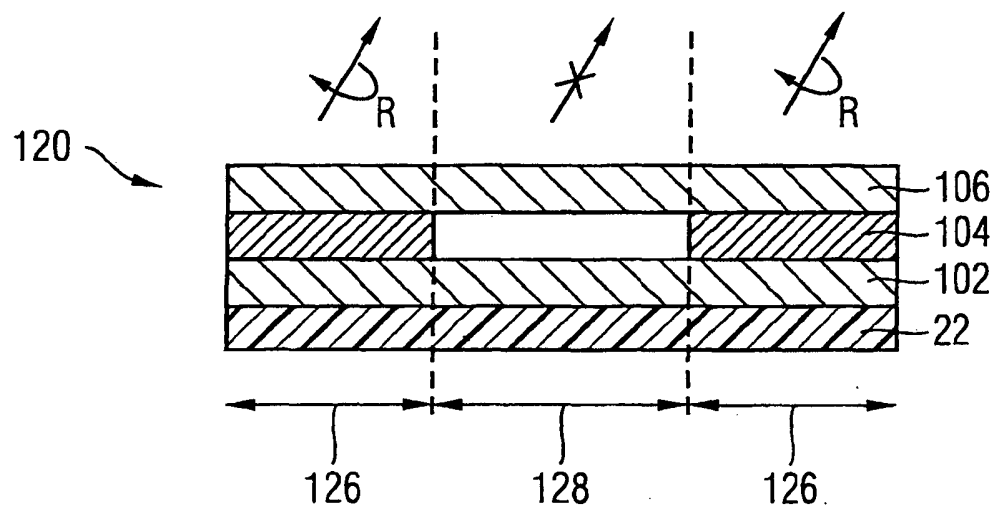
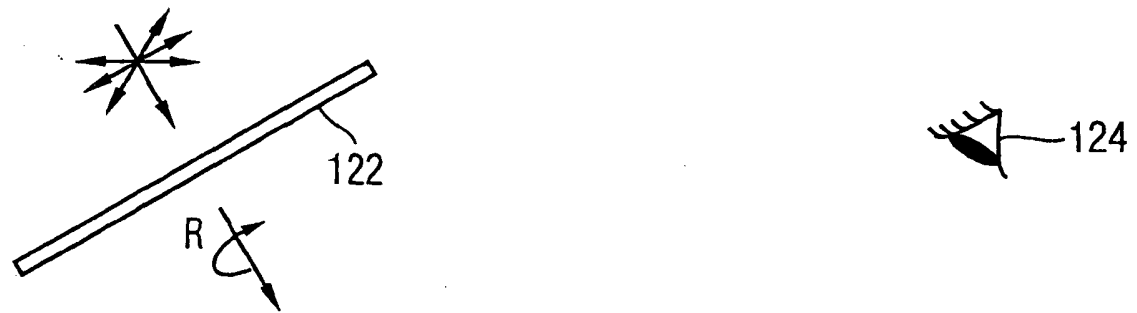


Fig. 15

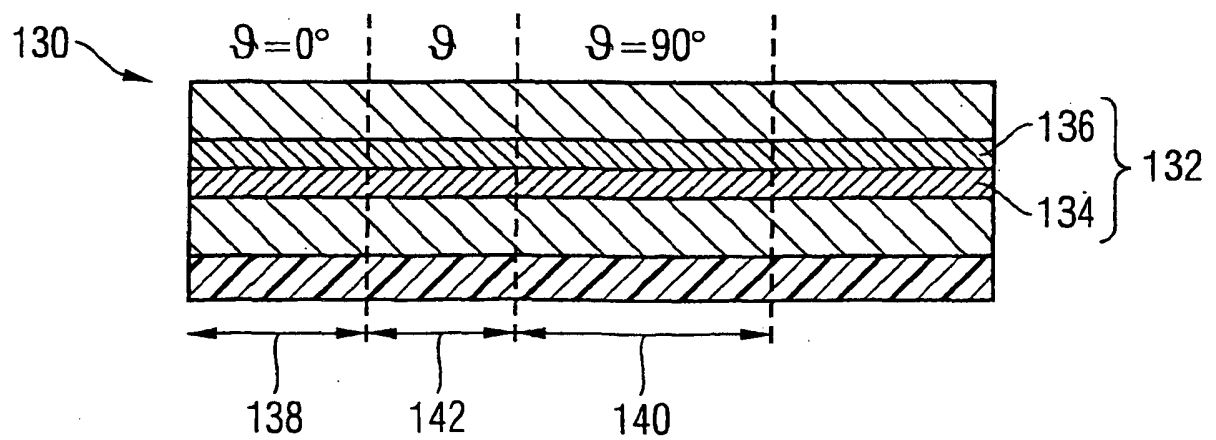


Fig. 16a

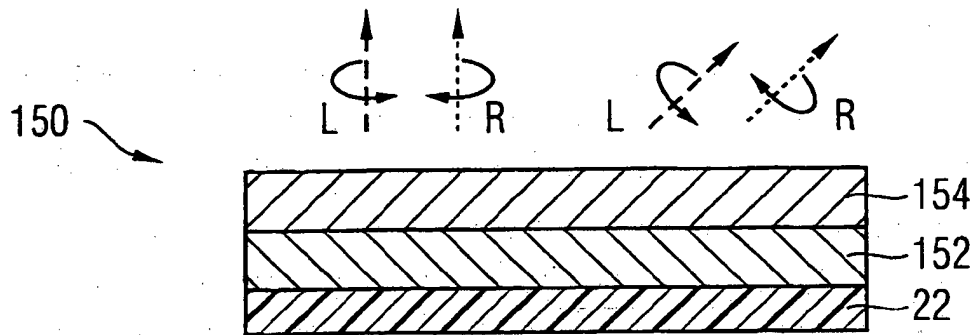


Fig. 16b

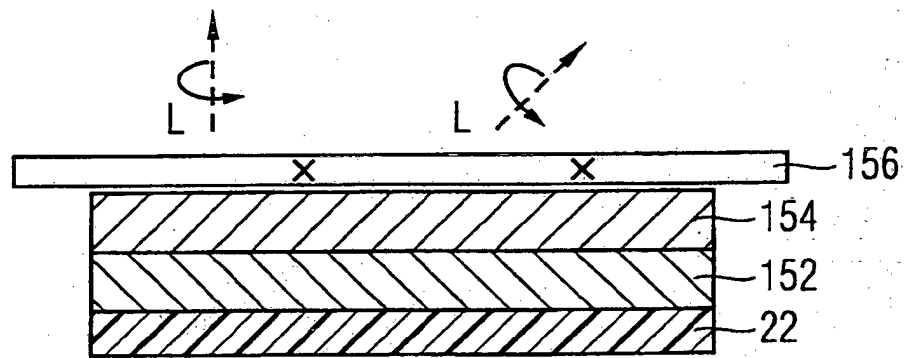
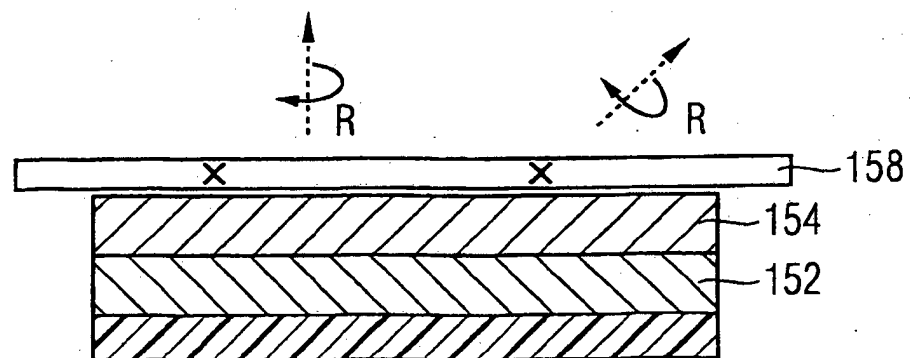


Fig. 16c



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0435029 A2 **[0004]**
- EP 0407550 A1 **[0005]**
- EP 0516790 A1 **[0006]**
- DE 19907697 A1 **[0007]**
- DE 10243650 A1 **[0008]**
- US 6570648 A **[0009]**
- WO 03061980 A1 **[0010]**
- WO 9825236 A1 **[0068]**