(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 269 837 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.01.2011 Patentblatt 2011/01

(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**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

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

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

(71) Anmelder: **Giesecke&Devrient**
81677 München (DE)

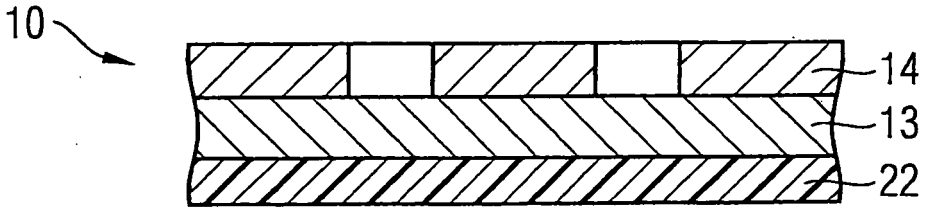
(72) Erfinder:
- **Kretschmar, Friedrich, Dr.**
  81929 München (DE)
- **Burchard, Theodor, Dr.**
  83052 Bruckmühl
  OT Götting (DE)
- **Heim, Manfred, Dr.**
  83646 Bad Tölz (DE)
- **Pillo, Thorsten, Dr.**
  83626 Valley (DE)
- **Hoffmüller, Winfried, Dr.**
  83646 Bad Tölz (DE)
- **Ruck, Jürgen**
  83737 Irschenberg (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 30-09-2010 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement (30) zur Absicherung von Wertgegenständen mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten Schicht (13) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material, einer zumindest bereichsweise vorliegenden zweiten Schicht (14) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material, und einer zumindest bereichsweise vorliegenden weiteren Schicht (22) mit einem maschinell lesbaren Merkmal, die von der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt ist.

Fig. 2



EP 2 269 837 A1

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 Polarisationseffekte 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 Mustern, 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] 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.

[0008] 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.

[0009] 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.

[0010] 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.

[0011] In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Sicherheitselement eine opake Schicht auf, die zumindest bereichsweise vorgesehen ist. In dieser können in Transmission erkennbare erste Aussparungen in Form von Mustern und/ oder Zeichen als eine erste Information vorgesehen sein. 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.

[0012] Um die Erkennbarkeit der nachfolgend beschriebenen Farb- und Polarisationseffekte 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] In einer vorteilhaften Erfindungsvariante ist die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material selbst oder in Zusammenwirkung 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.

[0016] 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.

[0017] 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.

[0018] Nach einer weiteren bevorzugten Erfindungsvariante 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 Farbkippeffekte. Das Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums kann dabei beispielsweise Infrarotstrahlung oder Ultraviolettstrahlung sein.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] In allen beschriebenen Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass die Schichten des Sicherheitselements auf einer zumindest transluzenten Kunststoffschicht angeordnet sind.

[0027] 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.

[0028] 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.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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 Produktsicherungsmittel ein. Unter "Sicherheitspapier" wird hingegen die noch nicht umlauffähige Vorstufe zu einem Wertdokument verstanden. Sicherheitspapier liegt üblicherweise in quasi endloser Form vor und wird zu einem späteren Zeitpunkt weiterverarbeitet.

[0032] 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.

[0033] Es zeigen:

Fig.1 eine schematische Darstellung einer Banknote mit einem einge- betteten Sicherheitsfaden und einem aufgeklebten Transferele- ment, jeweils nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 den allgemeinen Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Si- cherheitselements im Querschnitt,

Fig. 3 ein Sicherheitselement nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt,

Fig. 4 in (a) den Querschnitt eines Sicherheitselements nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Zirku- larpolarisator zum Lesen der codierten Information, in (b) und (c) jeweils eine Ansicht dieses Sicherheitselements bei senkrech- ter Betrachtung mit einem Zirkularpolarisator, der nur rechts- bzw. linkszirkular polarisiertes Licht transmit-

tiert,

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

Fig. 6 in (a) eine schematische Darstellung der relativen Anordnung der Negativschrift und der Codierung eines Sicherheitsele- ments nach einem weiteren 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 Ausfüh- rungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt,

Fig. 8 ein Sicherheitselement nach einem noch weiteren Ausfüh- rungsbeispiel in Aufsicht, bei dem sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisationseffekte der Flüssigkristallschichten aus- genutzt werden, wobei das Sicherheitselement (a) auf einem hellen Untergrund bzw. in Durchsicht, (b) auf einem schwarzen Untergrund, (c) auf einem schwarzen Untergrund bei Betrach- tung mit einem Zirkularpolarisator und (d) auf einem hellen Untergrund bei Betrachtung mit einem Zirkularpolarisator gezeigt ist,

Fig. 9 ein Sicherheitselement nach noch einem weiteren Ausfüh- rungsbeispiel der Erfindung mit einem Zirkularpolarisator zum Lesen der codierten Information,

Fig. 10 ein Sicherheitselement nach noch einem weiteren Ausfüh- rungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt,

Fig.11 in (a) den Querschnitt eines Sicherheitselements nach einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung, 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 der Erfindung,

Fig. 13 das Prinzip von Sicherheitselementen mit einem dreischichti- gen Flüssigkristallaufbau, bei dem eine λ/2-Schicht zwischen zwei cholesterischen Flüssigkristallschichten angeordnet ist,

Fig. 14 ein Sicherheitselement nach dem Prinzip der Fig. 13 bei Be- leuchtung mit rechtszirkular polarisiertem Licht,

Fig. 15 ein weiteres Sicherheitselement nach dem Prinzip der Fig. 13 mit einer in zwei λ4-Schichten unterteilten λ/2-Schicht,

Fig. 16 ein Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbei- spiel der Erfindung, 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.

[0034] 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 Kunststofffolie, in der umgekehrten Reihenfolge, wie sie auf der Banknote 1 zu liegen kommt, vorbereitet wurde.

[0035] 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.

[0036] Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen 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.

[0037] Nach der Erfindung besteht zumindest die erste Flüssigkristallschicht 13 aus einem cholesterischen flüs-

sigkristallinen 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.

[0038] 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 Polarisationseffekte der Flüssigkristallschichten 13,14 zu erhöhen, kann die opake Schicht ferner als dunkle, vorzugsweise schwarze Schicht vorliegen.

[0039] 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 Oberflächenqualität, vorliegen. Daneben können zwischen den Flüssigkristallschichten Ausrichtungs- bzw. Alignmentschichten 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.

[0040] Fig. 3 zeigt ein Sicherheitselement 20 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, 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 vollflächig vorliegenden maschinenlesbaren Schicht 26 angeordnet. Diese kann beispielsweise durch eine Magnetschicht, eine elektrisch leitfähige Schicht, insbesondere eine Metallschicht, bereitgestellt werden.

[0041] 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.

[0042] Nach dem Trocknen der Flüssigkristallschichten 23, 24 kann die Qualität und das Farbspektrum der einzelnen Schichten bereits in dieser Fertigungsstufegeprüft 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 auflaminiert. 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.

[0043] 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 vollflächigem Aufbringen Motive, wie Zeichen, oder Muster in die Flüssigkristallschichten eingebracht werden.

[0044] 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.

[0045] 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.

[0046] 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.

[0047] 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 Feldstärkenvektors aus Sicht eines Beobachters, auf den die Lichtwelle zuläuft, im Uhrzeigersinn erfolgt, als rechtszirkulare Polarisation, die gegenläufige Polarisation als linkszirkulare Polarisation bezeichnet.

[0048] Das Ausführungsbeispiel der Fig. 4 zeigt ein Sicherheitselement 80 mit einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 82 und einer auf der Flüssigkristallschicht 82 bereichsweise aufgebrachten λ/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 λ/2-Schicht.

[0049] In den von der λ/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 λ/2-Schicht 84 nicht beeinflusst wird, die Polarisationsrichtung des von der ersten Flüssigkristallschicht 82 reflektierten, linkszirkular polarisierten Lichts von der λ/2-Schicht 84 jedoch durch den Gangunterschied zwischen dem ordentlichen und dem außerordentlichen Strahl in seiner Polarisationsorientierung gerade umgekehrt wird.

[0050] Ohne Hilfsmittel ist das von der λ/ -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 zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts nicht unterscheiden kann.

[0051] Betrachtet man das Sicherheitselement 80 dagegen durch einen Zirkularpolarisator 89, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, so tritt das in der λ/2-Schicht 84 gebildete Motiv mit deutlichem Kontrast hervor. Wie in Fig. 4(b) gezeigt ist, erscheinen die von der λ/2-Schicht 84 bedeckten Bildteile 88 dabei hell bzw. farbig, die unbedeckten Bildteile 86 dunkel bzw. schwarz. Etwaige Dickenunterschiede in der λ/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 λ/4-Plättchen gebildet sein. Es versteht sich, dass auch beide Flüssigkristallschichten 82, 84 in Form von Motiven vorliegen können.

[0052] Die vorstehenden Effekte lassen sich beobachten, wenn das nematische flüssigkristalline Material achromatisch dispersiv ist, d.h. , wenn die Dispersion bzw. die Wellenlängenabhängigkeit des Brechungsindexes über den gewählten Wellenlängenbereich vernachlässigbar ist. In diesem Fall wird der Drehsinn der zirkularen Polarisation in der nematischen Flüssigkristallschicht umgedreht, wobei die Phasenverschiebung λ/2 entspricht. Ist das nematische flüssigkristalline Material chromatisch dispersiv, so ist die Phasenverschiebung in der nematischen Flüssigkristallschicht nicht mehr exakt λ/2 für jede Wellenlänge und es kommt zu elliptischer Polarisation. Die nematische Schicht erscheint dann eher dunkelgrau als schwarz.

[0053] 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 λ/2-Schicht erhält. Beispielsweise wird die Flüssigkristallschicht in einem Beschichtungsgewicht von ungefähr 2 g/m^2 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.

[0054] Der so erzeugte zweischichtige Flüssigkristallaufbau wird dann mithilfe handelsüblicher Laminierklebstoffe über die nun oben liegende cholesterische Flüssigkristallschicht 82 auf eine opake, vorzugsweise schwarze Schicht 22 auflaminiert, 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 cholesterische 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 voll-

flächiger Schichten auftreten kann, verhindern.

[0055] Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung 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 λ/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.

[0056] Das in Fig. 5(a) gezeigte, von der λ/2-Schicht 94 gebildete Motiv, das sich aus von der λ/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.

[0057] 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 Materials 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.

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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. Polarisationseffekten, das gleiche äußere Erscheinungsbild auf wie ein üblicher Negativschrift-Sicherheitsfaden. Nichts lässt von außen erkennen, dass gleichzeitig eine Magnetcodierung auf dem Faden angeordnet ist.

[0061] 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.

[0062] Betrachtet man das Sicherheitselement 160 durch einen hier nicht gezeigten Zirkularpolarisator, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, so tritt das in der als λ/2-Schicht ausgebildeten nematischen Flüssigkristallschicht 174 gebildete Motiv mit deutlichem Kontrast hervor. Wie in Fig. 6(c) gezeigt ist, erscheinen die von der λ/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 λ/2-Schicht 174 gebildete Motiv kaum zu erkennen.

[0063] 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 Ausspa-

rungen 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.

[0064] 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.

[0065] 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.

[0066] 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.

[0067] 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.

[0068] 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.

[0069] 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 Polarisationseffekte 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.

[0070] 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.

[0071] 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 links-

zirkular polarisiertes Licht, transmittiert, so tritt das in der als λ/2-Schicht ausgebildeten nematischen Flüssigkristallschicht gebildete Motiv in Form eines Sechsecks deutlich hervor. Wie in Fig. 9(c) gezeigt, erscheinen die von der λ/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.

[0072] Die Figuren 9 bis 16 zeigen schematisch weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei denen speziell die besonderen Eigenschaften der Flüssigkristallschichten genutzt werden.

[0073] 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 Flüssigkristallschicht 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.

[0074] 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 Verdrillern 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.

[0075] 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 Farbkippeffekt 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 zirkularer Polarisationsrichtungen reflektiert wird, während außerhalb nur rechtszirkular polarisiertes Licht reflektiert wird, wie durch die Pfeile 70 des reflektierten Lichts angezeigt.

[0076] 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 λ/4-Plättchen gebildet sein.

[0077] 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.

[0078] 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).

[0079] 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.

[0080] 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 aufgebrachten 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.

[0081] 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 aufgebrachte 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.

[0082] 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.

[0083] 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.

[0084] In analoger Weise kann ein Sicherheitselement 50 mit einem beim Kippen erscheinenden Motiv erzeugt werden, wie in Fig. 12 dargestellt. Dazu wird eine bereichsweise aufgebrachte cholesterische Flüssigkristallschicht 52 so ausgebildet, dass sie beim Kippen einen Farbkippeffekt von Infrarot (Pfeil 521) nach Rot (Pfeil 522) zeigt. Eine zweite cholerische Flüssigkristallschicht 54 zeigt wieder einen Farbkippeffekt zwischen zwei Farben des sichtbaren Spektralbereichs, und variiert beispielsweise zwischen Blaugrün (Pfeil 541) und Violett (Pfeil 542).

[0085] 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.

[0086] 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.

[0087] Das Sicherheitselement 100 weist eine auf einer mit einem maschinenlesbaren Merkmal versehenen, opaken, vorzugsweise schwarzen Schicht 22 aufgebrachte 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 vollflächig oder auch nur bereichsweise aufgebracht sein, um unterschiedliche oder sich ergänzende Motive, wie Zeichen oder Muster, zu bilden.

[0088] 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.

[0089] 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 Sicherheits-

element, 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 λ/2-Schicht 104 in linkszirkular polarisiertes Licht umgewandelt, das dann von der ersten Flüssigkristallschicht 102 reflektiert wird. Das reflektierte Licht wird von der λ/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.

[0090] 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.

[0091] Die zahlreichen Variationsmöglichkeiten durch die verschiedenen Schichtenfolgen erlauben eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten für Sicherheitselemente, von denen nur einige beispielhaft genauer erläutert werden.

[0092] 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 aufgebrachte Schichtenfolge aus einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 102, einer λ/2-Schicht 104 aus nematischem flüssigkristallinem Material und einer zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 106. In diesem Ausführungsbeispiel ist lediglich die λ/2-Schicht 104 in Form eines Motivs ausgebildet, während die erste und zweite Flüssigkristallschicht 102 bzw. 106 vollflächig aufgebracht sind.

[0093] Bei normaler Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht erscheint das Motiv der λ/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 λ/2-Schicht 104 von der oberen und unteren Flüssigkristallschicht 106 bzw. 102 transmittiert und in der schwarzen Schicht 22 absorbiert wird.

[0094] 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 λ/4-Teilschichten 134 und 136 aufgebaut, die in ihrer Orientierung in der Schichtebene lokal gegeneinander verdreht sein können.

[0095] Sind die Teilschichten 134 und 136 in einem Teilbereich 138 unverdreht, also mit einem Drehwinkel $\theta = 0°$ übereinander angeordnet, so bilden sie zusammen eine λ/2-Schicht, die wie die λ/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 λ/4-Schichten 134 und 136 in ihrer Orientierung um einen Drehwinkel von $\theta = 90°$ 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.

[0096] Sind die beiden λ/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.

[0097] 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 λ/2-Schicht selbstverständlich ebenfalls durch zwei λ/4-Teilschichten ersetzt werden kann. Diese λ/4-Teilschichten können ferner in ihrer Orientierung in der Schichtebene lokal gegeneinander verdreht sein.

[0098] 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 aufgebrachten zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 154.

[0099] 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.

[0100] 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.

[0101] Selbstverständlich kann in den Ausführungsbeispielen, bei denen die Farbkippeffekte und die besonderen lichtpolarisierenden Eigenschaften der Flüssigkristallschichten 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.

Illustrierende Ausgestaltungen:

[0102]

Ausgestaltung 1: Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, umfassend

- eine zumindest bereichsweise vorliegende erste Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material,
- eine zumindest bereichsweise vorliegende zweite Schicht aus 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.

Ausgestaltung 2: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement eine opake Schicht aufweist, die zumindest bereichsweise vorgesehen ist.

Ausgestaltung 3: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der opaken Schicht in Transmission erkennbare erste Aussparungen in Form von Mustern und/ oder Zeichen als eine erste Information vorgesehen sind.

Ausgestaltung 4: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht einen dunklen Untergrund für die erste und/ oder zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material bildet.

Ausgestaltung 5: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht aus schwarzer Druckfarbe oder einem schwarz einfärbten Lack ausgebildet ist.

Ausgestaltung 6: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht magnetisch und/ oder elektrisch leitfähig und/ oder lumineszierend ist.

Ausgestaltung 7: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht die weitere Schicht mit dem maschinenlesbaren Merkmal bildet.

Ausgestaltung 8: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht als separate Schicht vorliegt.

Ausgestaltung 9: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 3 bis 8, **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.

Ausgestaltung 10: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 3 bis 9, **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.

Ausgestaltung 11: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten Schicht aus flüssigkristalli-

nem Material reflektiert, gegenläufig zur zirkularen Polarisationsrichtung des von der ersten Schicht reflektierten Lichts ist.

Ausgestaltung 12: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material eine phasenschiebende Schicht bildet.

Ausgestaltung 13: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht für Licht aus dem von der ersten Schicht reflektierten Wellenlängenbereich im Wesentlichen eine λ/2-Schicht bildet.

Ausgestaltung 14: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet ist.

Ausgestaltung 15: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Schicht aus cholesterischen flüssigkristallinen Material gebildet ist.

Ausgestaltung 16: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Wellenlängenbereich, in dem die zweite Schicht Licht selektiv reflektiert, von dem Wellenlängenbereich, in dem die erste Schicht Licht selektiv reflektiert, unterscheidet.

Ausgestaltung 17: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Schicht der ersten und zweiten Schicht in eine Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert.

Ausgestaltung 18: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung oder Ultraviolettstrahlung ist.

Ausgestaltung 19: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement wenigstens eine weitere Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material aufweist.

Ausgestaltung 20: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Schichten aus flüssigkristallinem Material in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegt.

Ausgestaltung 21: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Schichten aus flüssigkristallinem Material in Form von Pigmenten vorliegt, welche in eine Bindemittelmatrix eingebettet sind.

Ausgestaltung 22: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine separate erste magnetische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist.

Ausgestaltung 23: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate erste magnetische Schicht von der opaken Schicht abgedeckt ist.

Ausgestaltung 24: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate erste magnetische Schicht in Form von voneinander beabstandeten magnetischen Bereichen vorliegt, die eine Codierung bilden.

Ausgestaltung 25: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten und/ oder zweiten Aussparungen in den magnetschichtfreien Zwischenbereichen angeordnet sind.

Ausgestaltung 26: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 22 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Codierung nur über einen Teilbereich des Sicherheitselements erstreckt.

Ausgestaltung 27: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate erste magnetische Schicht in Form von parallel zur Fadenrichtung verlaufenden Längsstreifen vorliegt.

Ausgestaltung 28: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine zweite magnetische Schicht vorgesehen ist.

Ausgestaltung 29: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Magnetschicht die magnetischen Bereiche der von der separaten ersten magnetischen Schicht gebildeten Codierung miteinander verbindet.

Ausgestaltung 30: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine separate elektrisch leitfähige Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist.

Ausgestaltung 31: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 30, **dadurch gekennzeichnet, 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.

Ausgestaltung 32: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine separate metallische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist.

Ausgestaltung 33: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 32, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate metallische Schicht Aussparungen aufweist.

Ausgestaltung 34: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 32 oder 33, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate metallische Schicht eine gerasterte Metallschicht oder eine dünne, vollflächige semitransparente Metallschicht ist.

Ausgestaltung 35: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gerasterte Metallschicht ein Negativraster, insbesondere in Form von transparenten Punkten, ein Positivraster, insbesondere in Form von metallischen Punkten, oder ein Strichraster, insbesondere in Form von metallischen Diagonalstreifen, aufweist.

Ausgestaltung 36: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** die semitransparente Metallschicht eine Opazität von 40% bis 90% aufweist.

Ausgestaltung 37: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 32 bis 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate metallische Schicht von der opaken Schicht zumindest bereichsweise abgedeckt ist.

Ausgestaltung 38: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 32 bis 37, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate metallische Schicht von dem schwarz einfärbten Lack zumindest bereichsweise abgedeckt ist.

Ausgestaltung 39: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 38, **dadurch gekennzeichnet, dass** neben dem schwarz eingefärbten Lack auch Bereiche einer Schicht aus einem transparenten Lack auf der separaten metallischen Schicht aufgebracht sind.

Ausgestaltung 40: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 32 bis 39, **dadurch gekennzeichnet, dass** die separate metallische Schicht magnetische Eigenschaften aufweist.

Ausgestaltung 41: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 40, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Schichten des Sicherheitselements zumindest ein zusätzliches Echtheitsmerkmal enthält.

Ausgestaltung 42: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 41, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zusätzliche Echtheitsmerkmal ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Lumineszenzstoffen, Farbpigmenten und Effektpigmenten.

Ausgestaltung 43: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 42, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine separate Schicht mit einem Lumineszenzstoff vorgesehen ist, die bereichsweise vorliegt.

Ausgestaltung 44: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 42 oder 43, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lumineszenzstoff nach Anregung mit einer außerhalb des sichtbaren Spektralbereichs liegenden Anregungsstrahlung im sichtbaren Wellenlängenbereich emittiert.

Ausgestaltung 45: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schichten des Sicherheitselements auf einer transluzenten Kunststoffschicht oder Kunststofffolie angeordnet sind.

Ausgestaltung 46: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 45, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement die Form eines Streifens aufweist.

Ausgestaltung 47: Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 46, 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, wobei die erste und zweite Schicht 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 aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt wird.

Ausgestaltung 48: Verfahren nach Ausgestaltung 47, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die weitere Schicht mit dem maschinell lesbaren Merkmal vor Aufbringen der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material eine opake Schicht aufgebracht wird.

Ausgestaltung 49: Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertdokument oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 46 oder einem nach Ausgestaltung 47 oder 48 herstellbaren Sicherheitselement.

Ausgestaltung 50: Wertgegenstand nach Ausgestaltung 49, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wertgegenstand ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument oder eine Produktverpackung ist.

Patentansprüche

1. Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, umfassend

- eine zumindest bereichsweise vorliegende erste Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material,
- eine zumindest bereichsweise vorliegende zweite Schicht 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.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement eine opake Schicht aufweist, die zumindest bereichsweise vorgesehen ist.

3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der opaken Schicht in Transmission erkennbare erste Aussparungen in Form von Mustern und/oder Zeichen als eine erste Information vorgesehen sind.

4. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht einen dunklen Untergrund für die erste und/oder zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material bildet.

5. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht aus schwarzer Druckfarbe oder einem schwarz einfärbten Lack ausgebildet ist.

6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht magnetisch und/ oder elektrisch leitfähig und/ oder lumineszierend ist.

7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die opake Schicht die weitere Schicht mit dem maschinenlesbaren Merkmal bildet, oder dass die opake Schicht als separate Schicht vorliegt.

8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 7, **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.

9. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 3 bis 8, **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.

10. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite Schicht aus flüssigkristallinem Material selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten Schicht aus flüssigkristallinem Material reflektiert, gegenläufig zur zirkularen Polarisationsrichtung des von der ersten Schicht reflektierten Lichts ist.

11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Wellenlängenbereich, in dem die zweite Schicht Licht selektiv reflektiert, von dem Wellenlängenbereich, in dem die erste Schicht Licht selektiv reflektiert, unterscheidet.

12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Schicht der ersten und zweiten Schicht in eine Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert.

13. Sicherheitselement nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung oder Ultraviolettstrahlung ist.

14. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Schichten aus flüssigkristallinem Material in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegt.

15. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **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.

16. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, **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.

17. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine separate metallische Schicht zumindest bereichsweise vorgesehen ist, insbesondere dass die separate metallische Schicht Aussparungen aufweist.

18. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, **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.

19. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, bei dem auf eine Trägerfolie eine erste Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und eine zweite Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material aufgebracht werden, so dass sie in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, wobei die erste und zweite Schicht 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 aus flüssigkristallinem Material zumindest bereichsweise abgedeckt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die weitere Schicht mit dem maschinell lesbaren Merkmal vor Aufbringen der ersten und zweiten Schicht aus flüssigkristallinem Material eine opake Schicht aufgebracht wird.

21. Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertdokument oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18 oder einem nach Anspruch 19 oder 20 herstellbaren Sicherheitselement, wobei der Wertgegenstand insbesondere ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument oder eine Produktverpackung ist.

Fig. 1

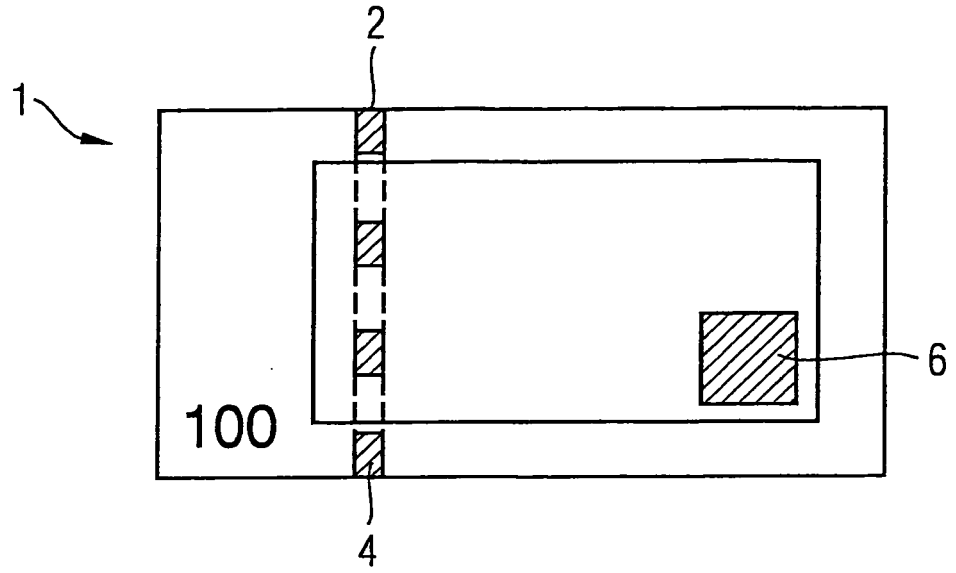


Fig. 2

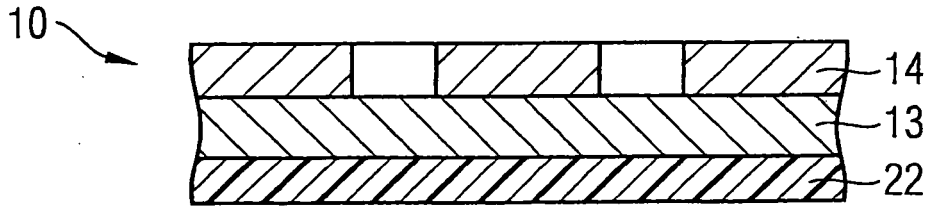


Fig. 3

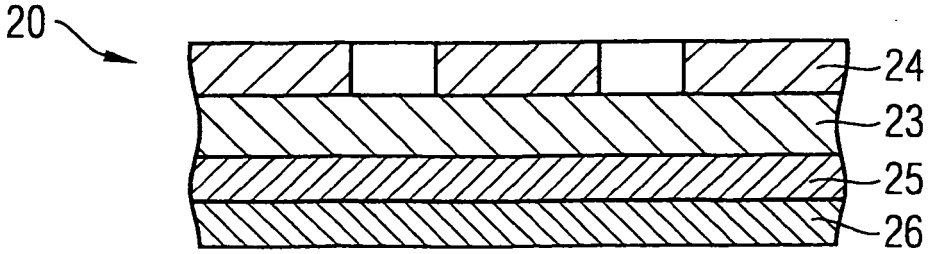


Fig. 4a

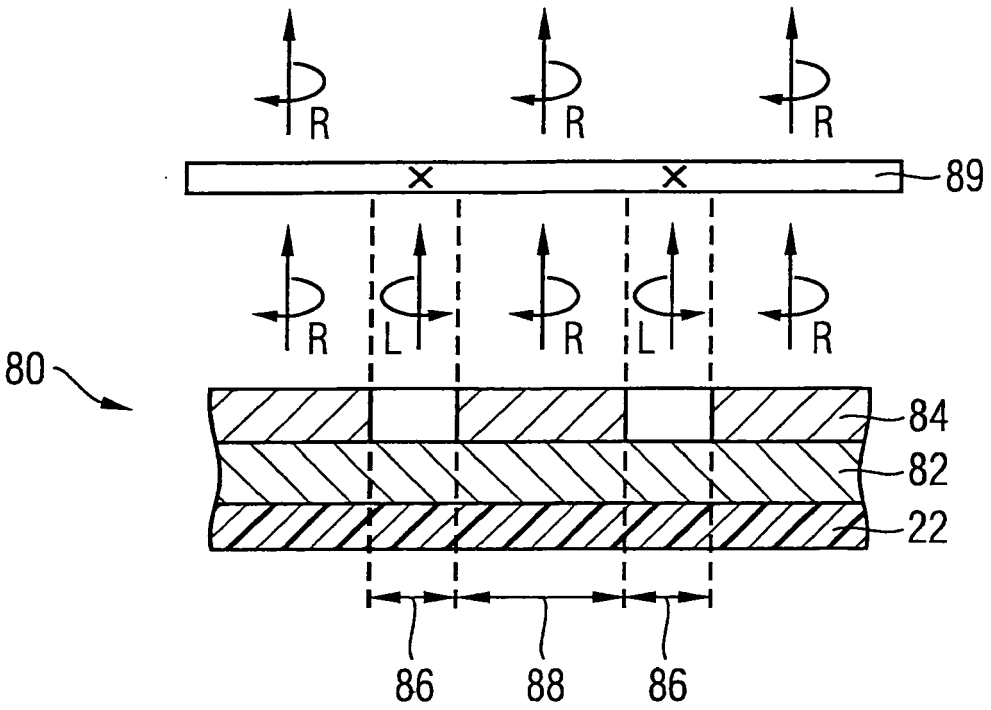


Fig. 4b

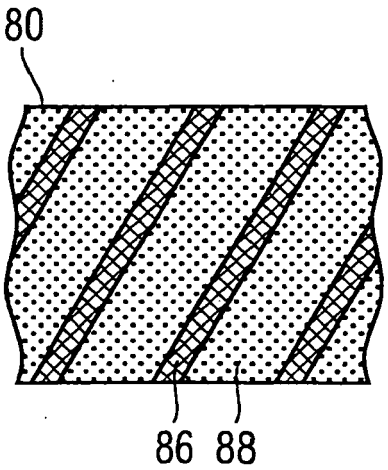


Fig. 4c

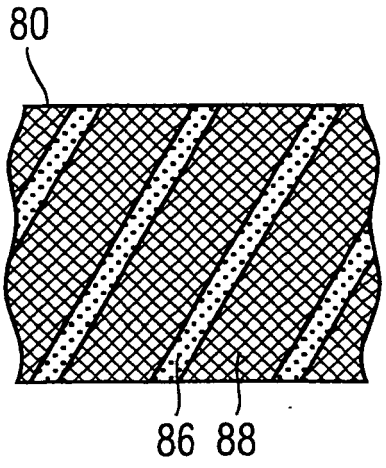


Fig. 5a

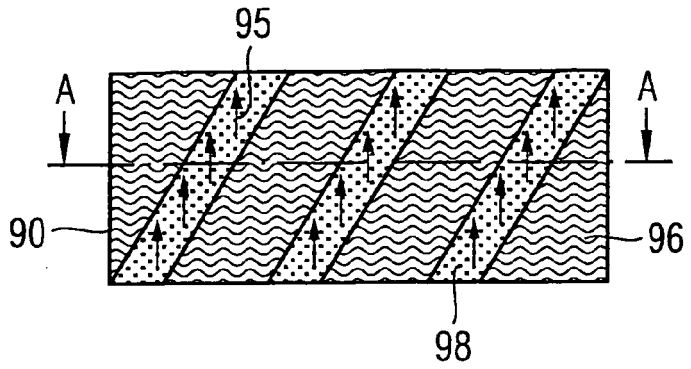


Fig. 5b

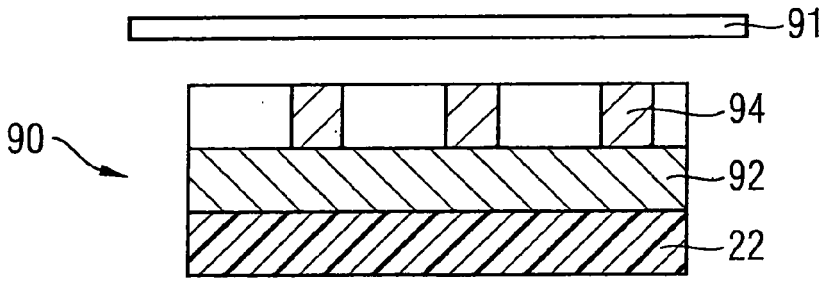


Fig. 5c Fig. 5d Fig. 5e Fig. 5f

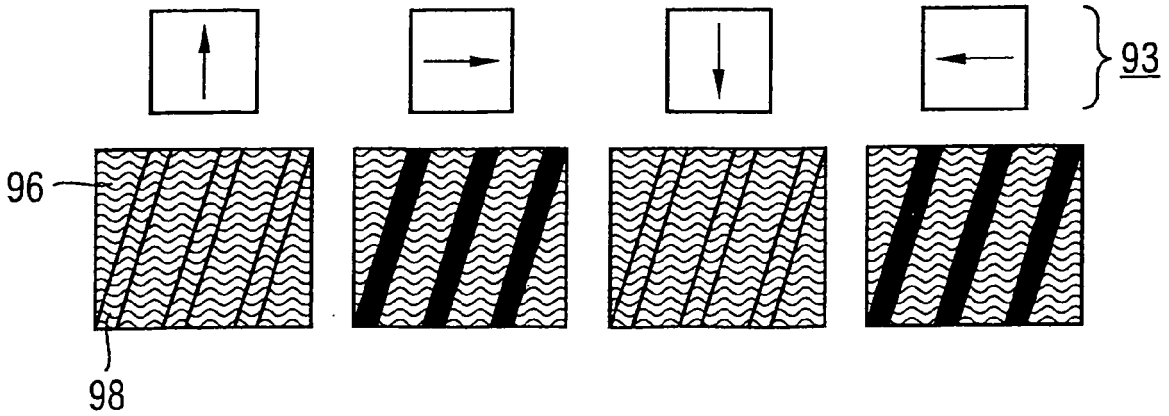


Fig. 6a

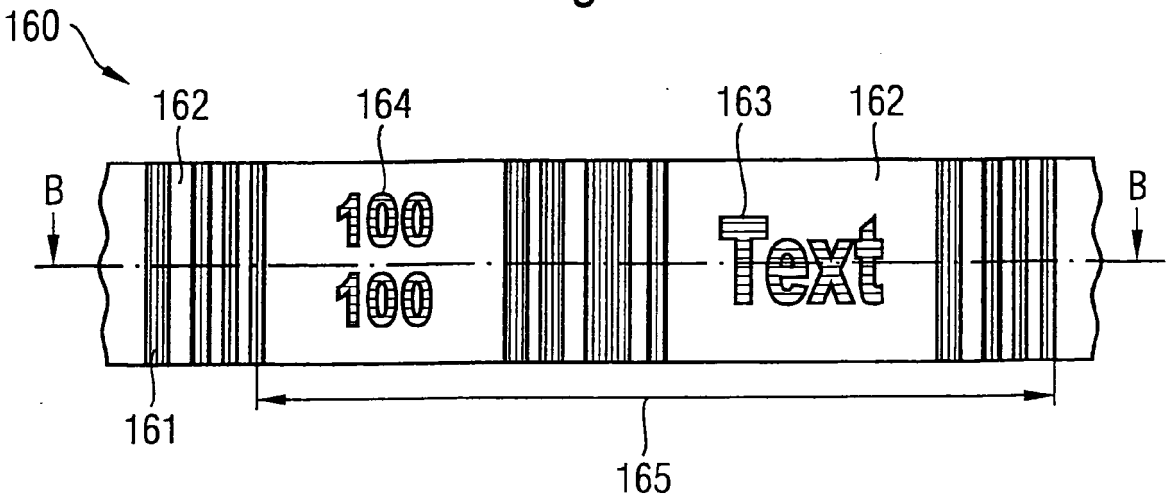


Fig. 6c

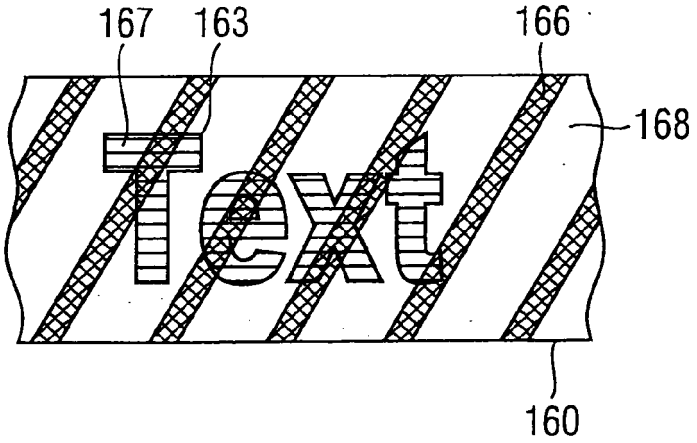


Fig. 6d

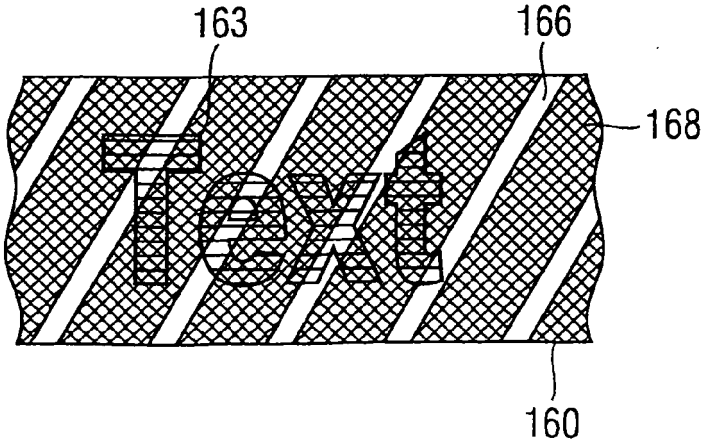


Fig. 6b

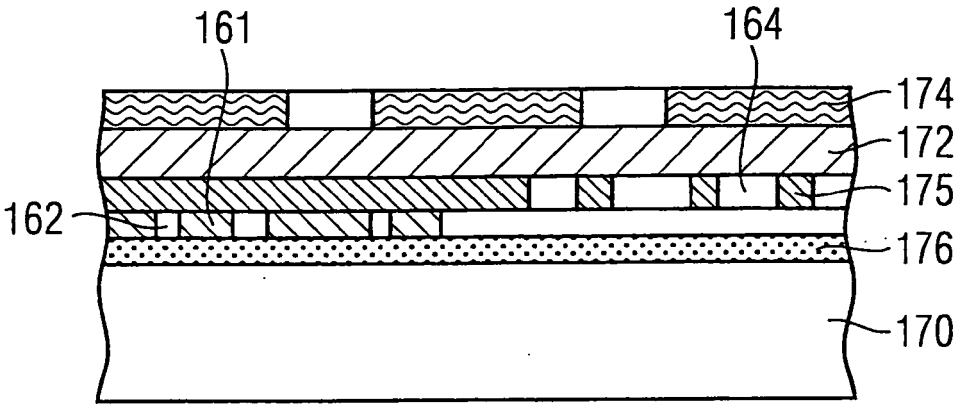


Fig. 7

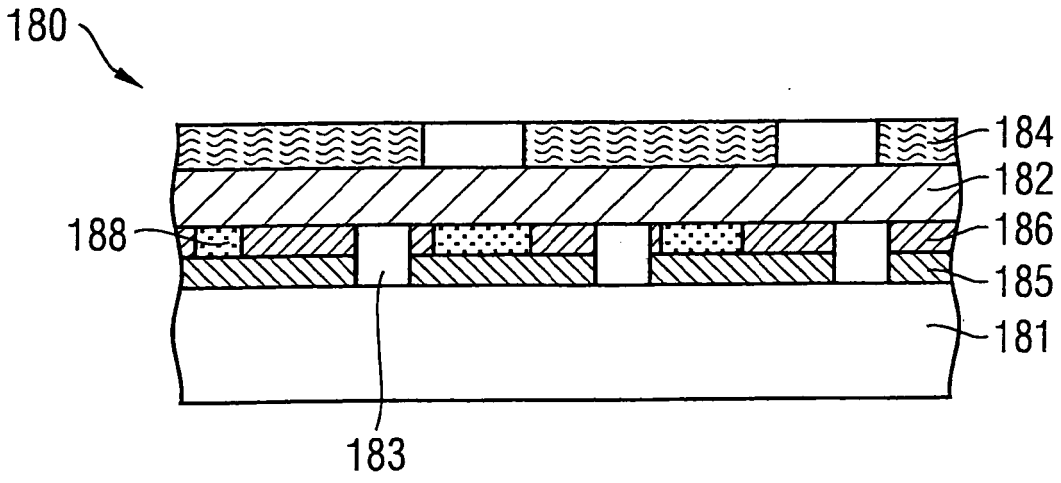


Fig. 8a

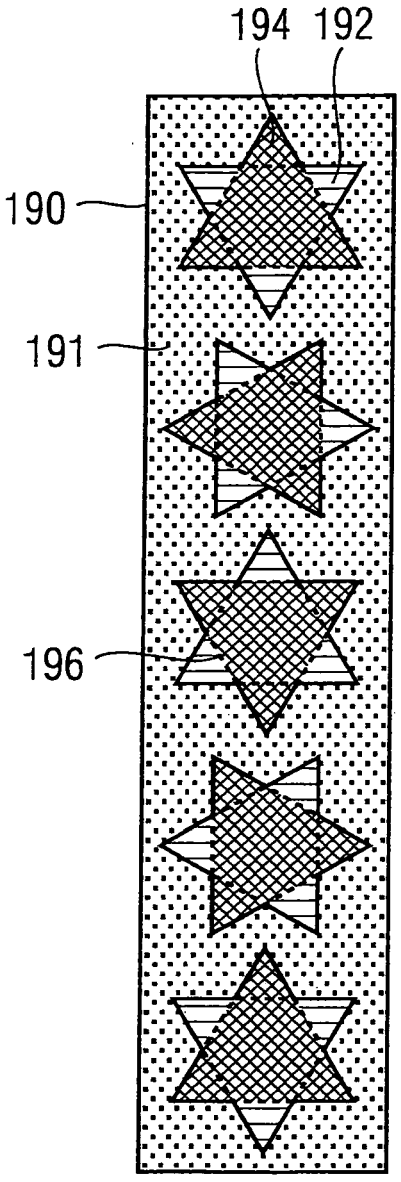


Fig. 8b

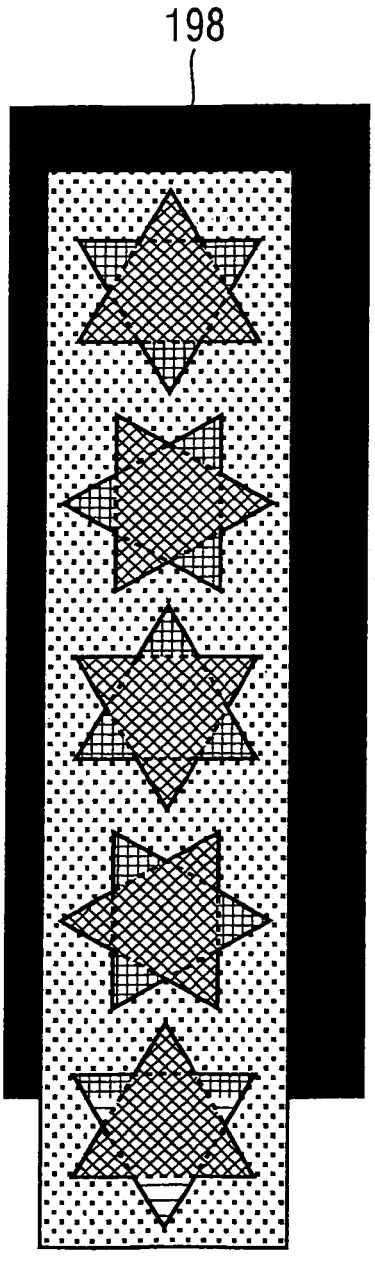


Fig. 8c

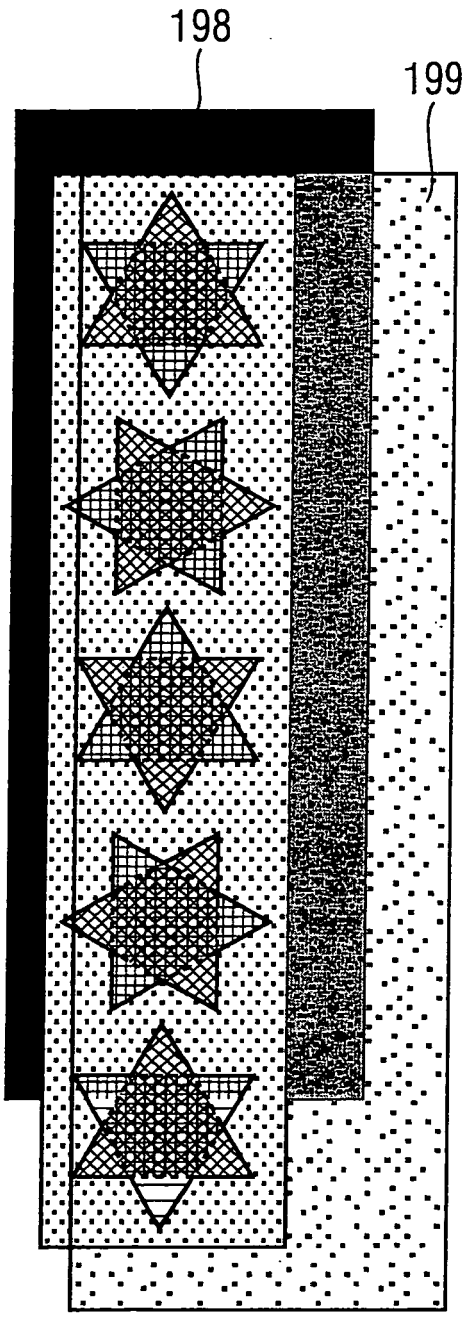


Fig. 8d

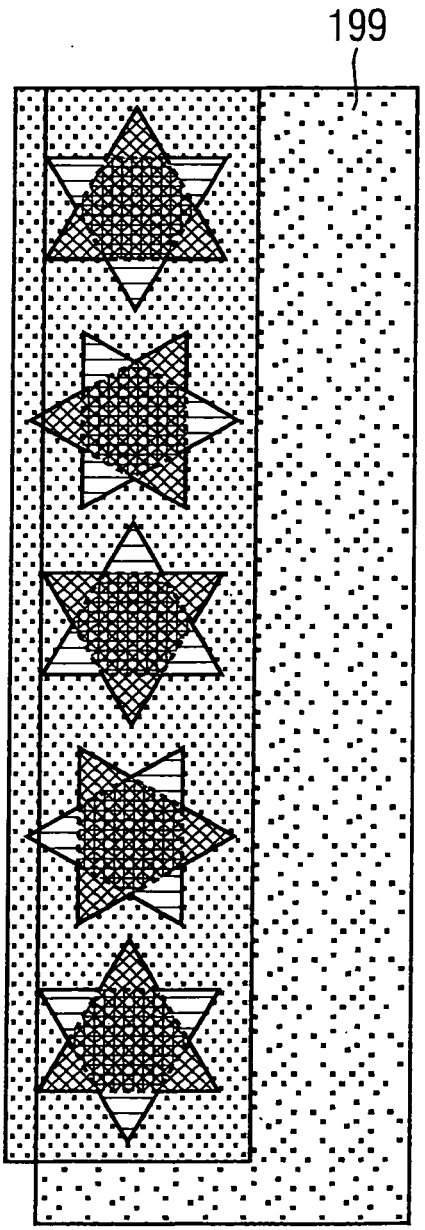


Fig. 9

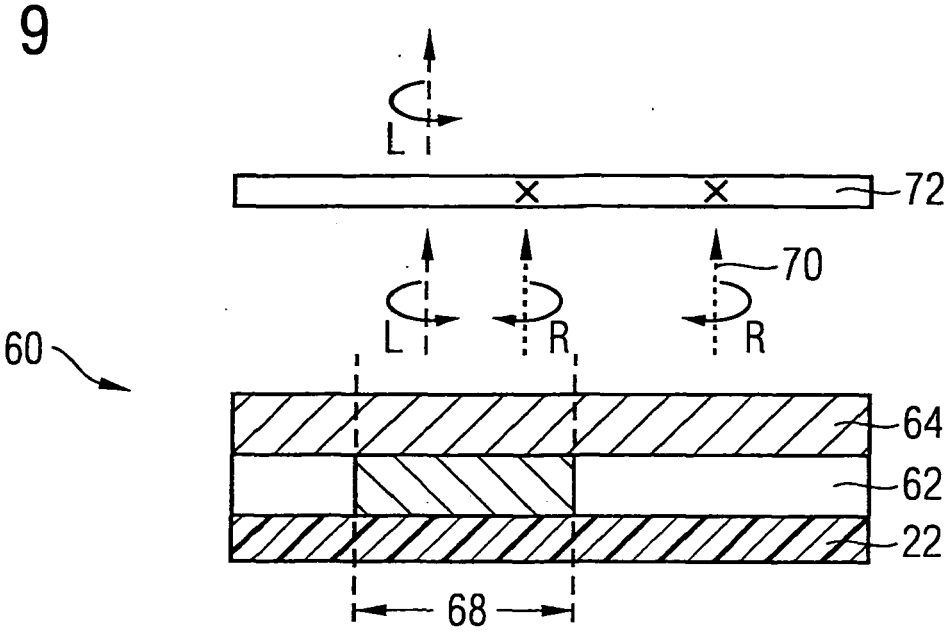


Fig. 10

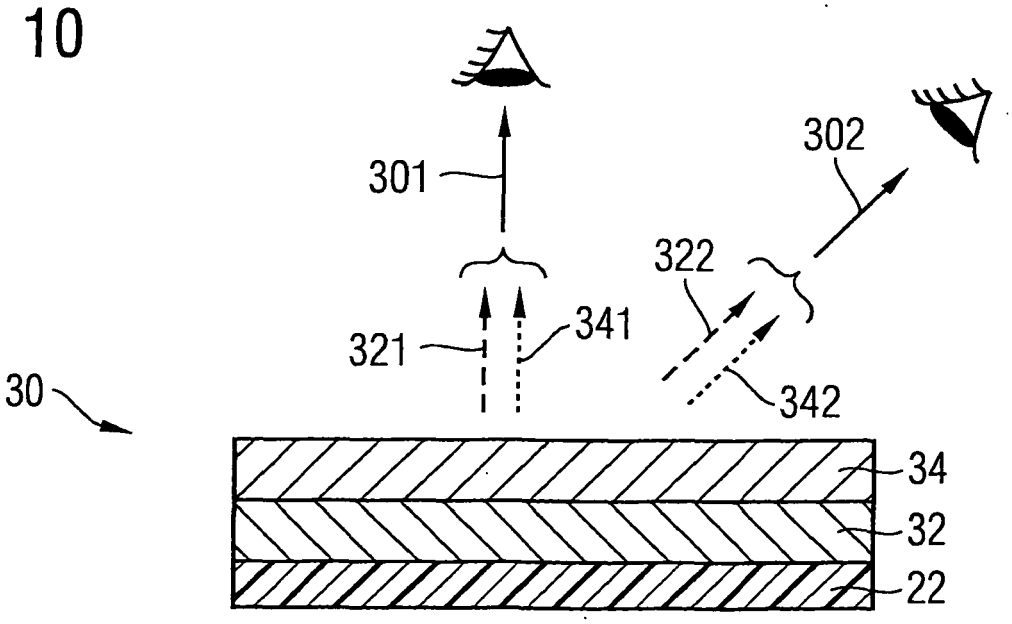


Fig. 11a

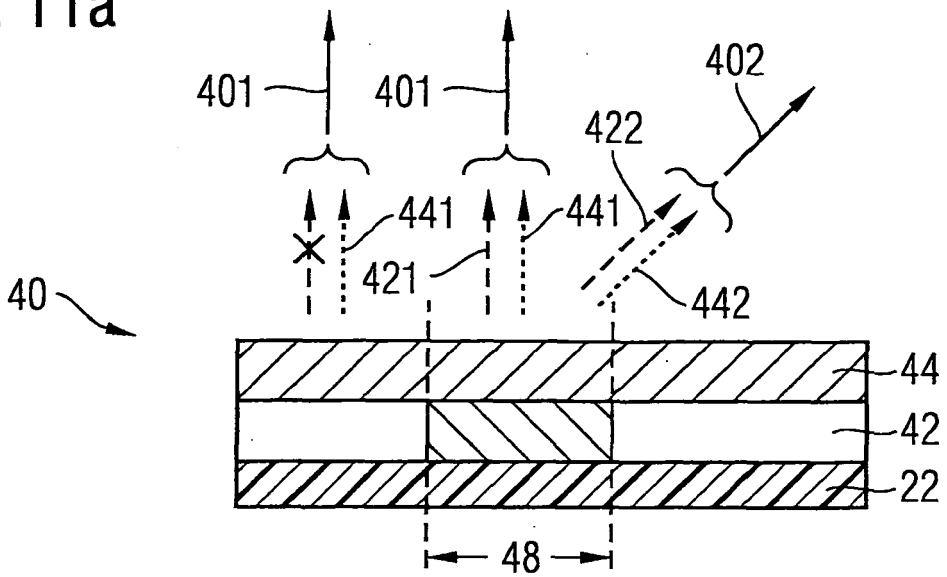


Fig. 11b

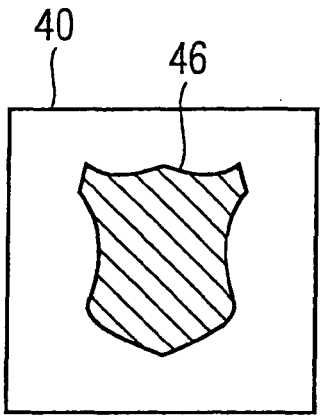


Fig. 11c

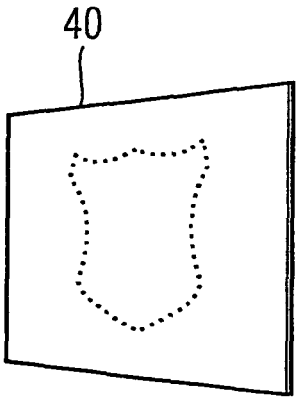


Fig. 12a

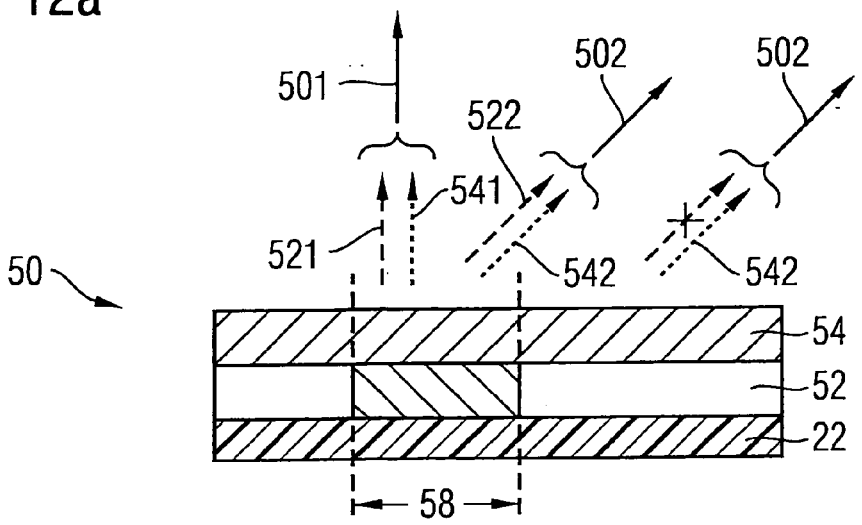


Fig. 12b

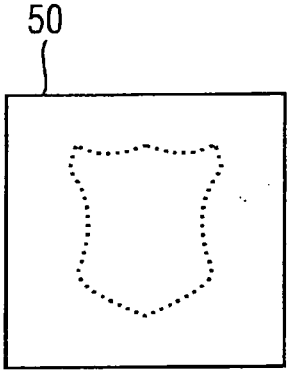


Fig. 12c

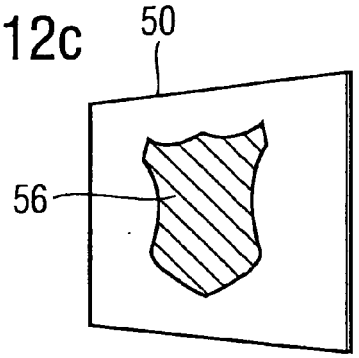


Fig. 13

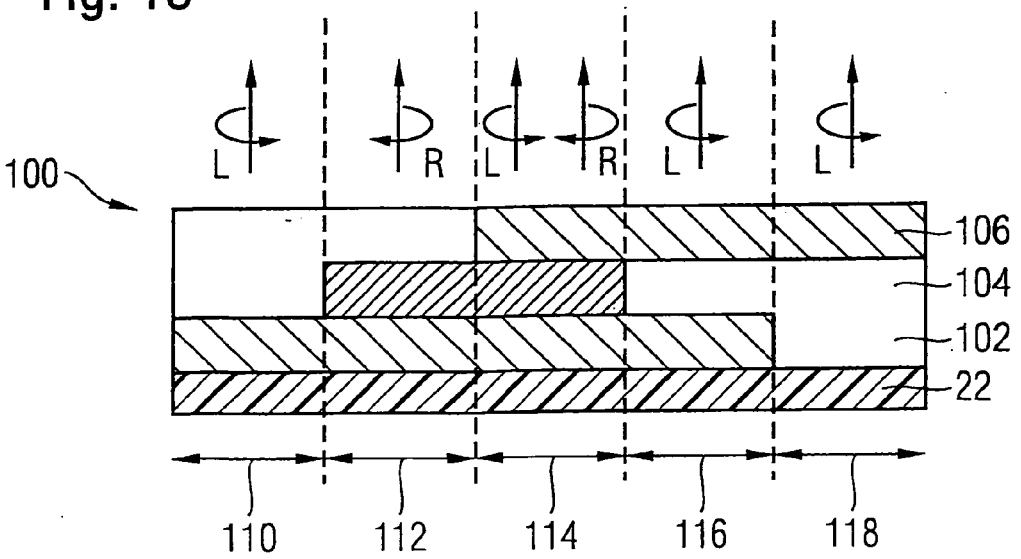


Fig. 14

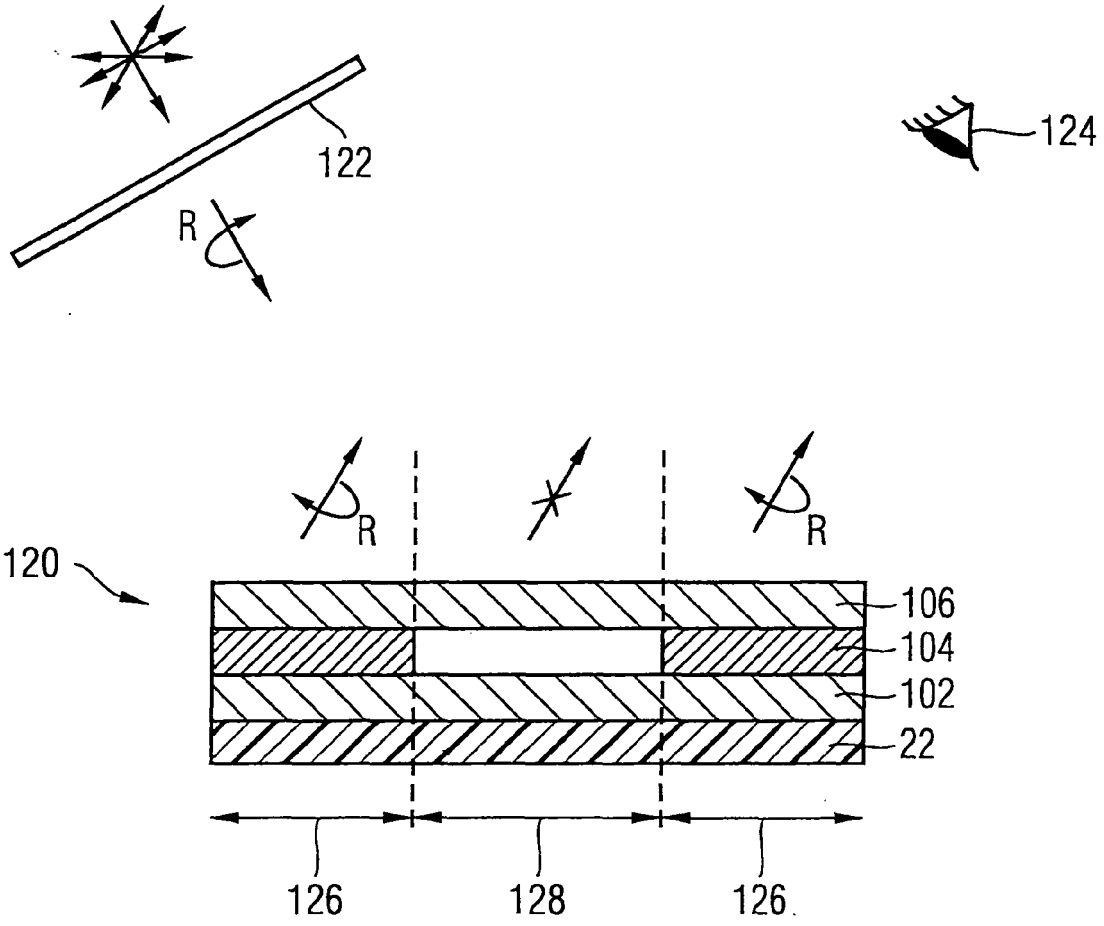

122
124
R
R
R
120
106
104
102
22
126
128
126

Fig. 15

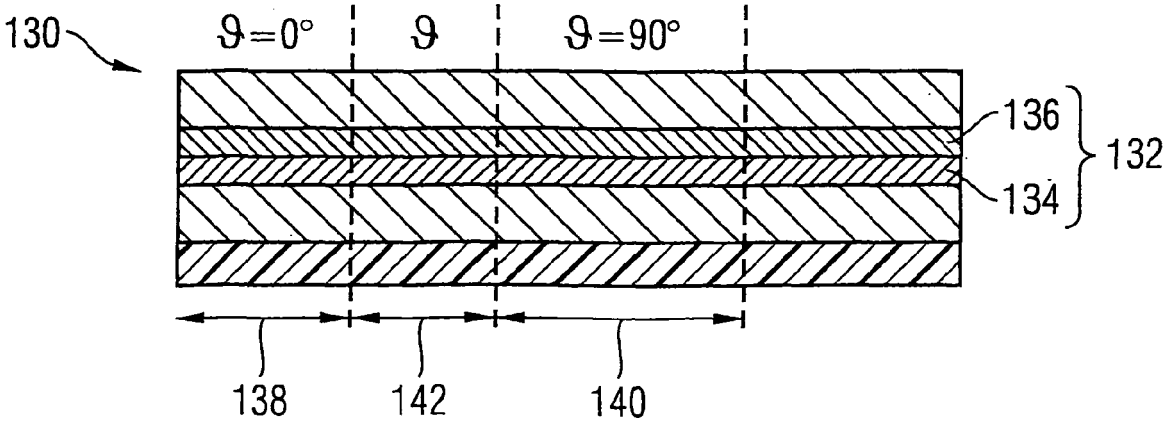

130
ϑ=0°
ϑ
ϑ=90°
136
132
134
138
142
140

Fig. 16a

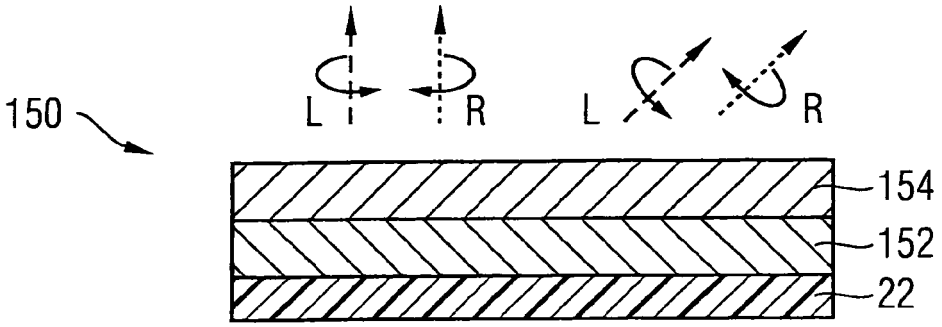


Fig. 16b

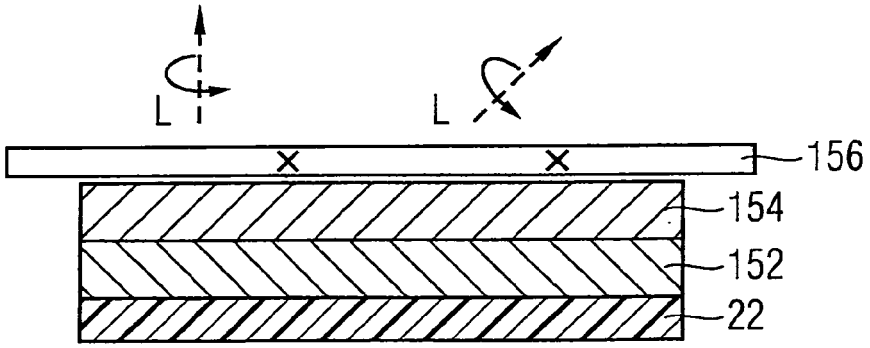
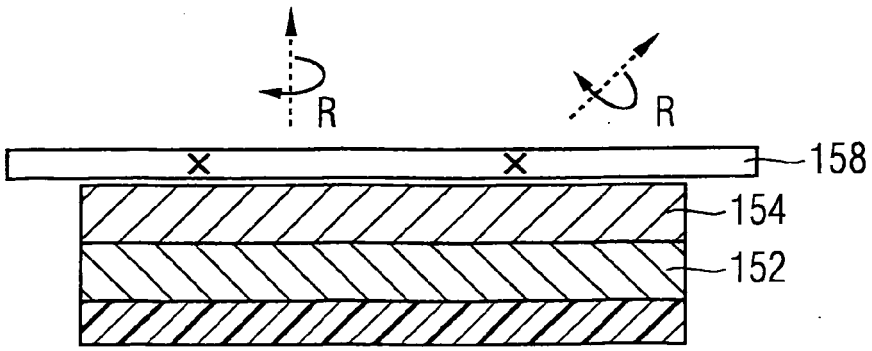


Fig. 16c



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 01 2391

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 102 43 650 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 1. April 2004 (2004-04-01) * Absätze [0035], [0036], [0040], [0041]; Abbildung 6 * -----	1-7,10, 18-21	INV. B42D15/00 B32B7/06 G06K19/18
E	WO 2005/108107 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]; HOFFMUELLER WINFRIED [DE]; BURCHARD THE) 17. November 2005 (2005-11-17) * Ansprüche 1,2; Abbildung 6 * -----	1,2,19, 21	
X	JP 2000 255200 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD) 19. September 2000 (2000-09-19) * Zusammenfassung * -----	1,19	
A	WO 03/061980 A (DE LA RUE INTERNATIONAL LIMITED; ISHERWOOD, ROLAND; COMMANDER, LAWRENC) 31. Juli 2003 (2003-07-31) * Seite 3 * * Seite 6, Zeilen 30-35 * * Seite 7, Zeilen 24-31 * * Seite 10, Zeilen 3-10,28-35 * -----	1,19	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

B42D
B32B
G06K

1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	18. November 2010	Curt, Denis

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 10 01 2391

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-11-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10243650 A1	01-04-2004	AT 396060 T	15-06-2008
		AU 2003270224 A1	19-04-2004
		CA 2499279 A1	08-04-2004
		CN 1688452 A	26-10-2005
		WO 2004028824 A2	08-04-2004
		EP 1549501 A2	06-07-2005
		ES 2305489 T3	01-11-2008
		JP 2005538878 T	22-12-2005
		PL 205932 B1	30-06-2010
		RU 2322358 C2	20-04-2008
		US 2006023132 A1	02-02-2006
WO 2005108107 A1	17-11-2005	AT 375259 T	15-10-2007
		DE 102004021248 A1	24-11-2005
		EP 1744901 A1	24-01-2007
JP 2000255200 A	19-09-2000	JP 4335352 B2	30-09-2009
WO 03061980 A	31-07-2003	AT 341452 T	15-10-2006
		BR 0307084 A	28-12-2004
		CA 2474332 A1	31-07-2003
		CN 1622883 A	01-06-2005
		DE 60308813 T2	09-08-2007
		EP 1467873 A1	20-10-2004
		ES 2272937 T3	01-05-2007
		GB 2386584 A	24-09-2003
		HU 0500023 A2	28-09-2005
		MX PA04006620 A	04-10-2004
		US 2005118396 A1	02-06-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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]**
- WO 9825236 A1 **[0065]**