



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**03.06.2009 Patentblatt 2009/23**

(51) Int Cl.:  
**B42D 15/00** <sup>(2006.01)</sup> **G07D 7/12** <sup>(2006.01)</sup>  
**G02F 1/1337** <sup>(2006.01)</sup> **G06K 19/06** <sup>(2006.01)</sup>  
**B32B 27/36** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **09002798.8**

(22) Anmeldetag: **29.04.2005**

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

(72) Erfinder: **Hoffmüller, Winfried**  
**83646 Bad Tölz (DE)**

(30) Priorität: **30.04.2004 DE 102004021246**

(74) Vertreter: **Zeuner, Stefan**  
**Zeuner & Summerer**  
**Hedwigstrasse 9**  
**80636 München (DE)**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:  
**05743575.2 / 1 744 903**

Bemerkungen:  
Diese Anmeldung ist am 27-02-2009 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

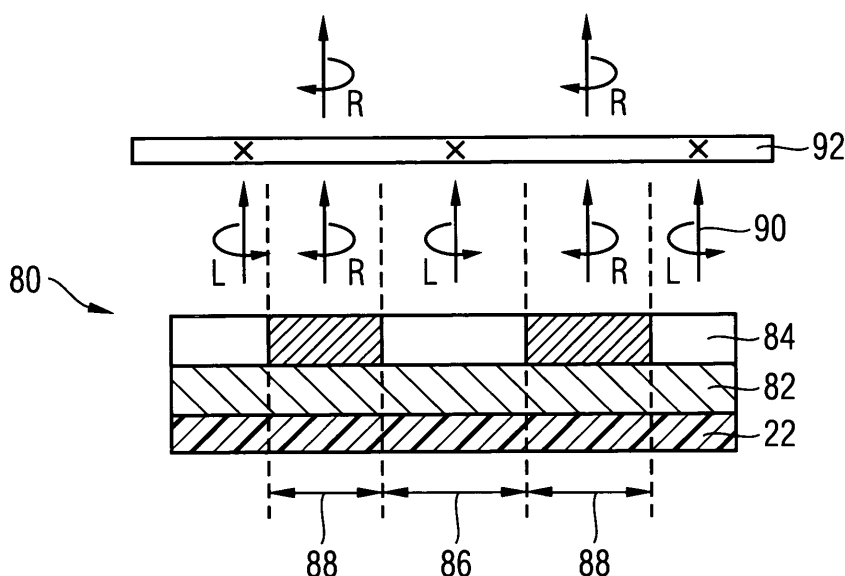
(71) Anmelder: **Giesecke & Devrient GmbH**  
**81677 München (DE)**

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

(57) Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement (80) zur Absicherung von Wertgegenständen, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten optisch aktiven Schicht (82) aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und einer zumindest bereichsweise vorliegenden zweiten optisch aktiven Schicht (84), wobei die erste und die zweite Schicht (82, 84) in einem Überlappungsbereich (88) übereinander angeordnet sind. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die erste optisch

aktive Schicht (82) Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, die zweite optisch aktive Schicht (84) entweder selbst oder im Überlappungsbereich (88) in Zusammenarbeit mit der ersten optisch aktiven Schicht (82) Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und dass die zweite optisch aktive Schicht (84) eine phasenschiebende Schicht bildet.

**Fig. 7**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten optisch aktiven Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Sicherheitselements, eine Sicherheitsanordnung, die neben einem solchen Sicherheitselement ein separates Darstellungselement umfasst, sowie ein Sicherheitspapier und einen Wertgegenstand, die mit einem solchen Sicherheitselement oder einer solchen Sicherheitsanordnung ausgestattet sind.

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

**[0004]** Bei den beschriebenen Sicherheitselementen führt der Farbkippeffekt der Flüssigkristallschichten aufgrund der physikalischen Gegebenheiten stets zu einer Verschiebung der reflektierten Lichtwellenlänge vom längerwelligen Bereich bei senkrechter Betrachtung zum kürzerwelligen Bereich bei Betrachtung der Schichten unter einem spitzen Winkel. Die Möglichkeiten zur Erzeugung unterschiedlicher Farbkippeffekte sind daher begrenzt.

**[0005]** Aus der Druckschrift EP 1156 934 B1 ist ein Sicherheitselement mit einer Flüssigkristallschicht als optisch variablem Material bekannt. Es wird ein Ausführungsbeispiel mit passerhaltiger Anordnung von Druckschichten aus rechtsdrehendem und linksdrehendem flüssigkristallinem Material beschrieben, die bei normaler Beleuchtung das gleiche Erscheinungsbild zeigen, so dass eine durch die Form bzw. den Umriss der Bereiche dargestellte Information nicht erkannt werden kann. Erst bei Betrachtung der Schichten durch einen geeigneten Polarisationsfilter kann die Information durch den Helligkeitsunterschied zwischen den Druckschichten erkannt werden. Um diesen Effekt zu erzielen, ist allerdings eine passergenaue Aufbringung der flüssigkristallinen Schichten erforderlich.

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

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

**[0008]** Gemäß der Erfindung ist bei einem gattungsgemäßen Sicherheitselement eine zumindest bereichsweise vorliegende zweite optisch aktive Schicht vorgesehen, wobei die erste und die zweite Schicht in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind. Die erste optisch aktive Schicht reflektiert dabei selektiv Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung, während die zweite optisch aktive Schicht entweder selbst oder im Überlappungsbereich in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert.

**[0009]** Dadurch lassen sich neuartige, die lichtpolarisierenden oder phasenschiebenden Eigenschaften der Flüssigkristallschichten ausnutzende Effekte erzielen, die die vorteilhafte Fälschungssicherheit bekannter Sicherheitselemente beibehalten oder sogar erhöhen. Wie nachfolgend im Detail erläutert, erlaubt die additive Farbmischung der Reflexionsspektren der beiden optisch aktiven Schichten die Erzeugung breiterer und ungewöhnlicher Farbkippeffekte. Auch lässt sich die Intensität des insgesamt reflektierten Lichts durch die Nutzung der beiden gegenläufigen zirkularen Polarisationsrichtungen erhöhen. In eine oder mehrere der Flüssigkristallschichten können darüber hinaus Informationen codiert werden, die sich nur unter Verwendung von Zirkularpolarisatoren auslesen lassen.

**[0010]** In einer vorteilhaften Erfindungsvariante ist die zweite zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, gegenläufig zur ersten zirkularen Polarisationsrichtung. In einer ebenfalls vorteilhaften Variante der Erfindung entspricht der von der zweiten optisch aktiven Schicht reflektierte Wellenlängenbereich dem ersten Wellenlängenbereich.

**[0011]** Die zweite optisch aktive Schicht bildet gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung eine phasenschiebende Schicht. Mit Vorteil bildet die zweite Schicht eine  $\lambda/2$ -Schicht für Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich. Dabei ist die  $\lambda/2$ -Schicht vorzugsweise aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet, das aufgrund der optischen Anisotropie der ausgerichteten stäbchenförmigen Flüssigkristalle die Herstellung optisch aktiver Schichten ermöglicht.

**[0012]** Um den Effekt der  $\lambda/2$ -Schicht gebietsweise ab-

zuschwächen 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.

**[0013]** In den Ausgestaltungen mit  $\lambda/2$ -Schicht kann mit Vorteil eine dritte optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen sein, die wie die erste optisch aktive Schicht Licht in dem ersten Wellenlängenbereich mit der ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert. Die  $\lambda/2$ -Schicht ist dabei zumindest bereichsweise zwischen der ersten und der dritten optisch aktiven Schicht angeordnet.

**[0014]** Nach einer weiteren bevorzugten Erfindungsvariante entspricht die zweite zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenarbeit mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, der ersten zirkularen Polarisationsrichtung. Der von der zweiten optisch aktiven Schicht reflektierte Wellenlängenbereich unterscheidet sich in einer ebenfalls vorteilhaften Variante der Erfindung von dem ersten Wellenlängenbereich.

**[0015]** Insbesondere in Verbindung mit den beiden letztgenannten Erfindungsvarianten ist die zweite optisch aktive Schicht zweckmäßig, wie die erste optisch aktive Schicht, aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material gebildet. Dabei können für die erste und zweite cholesterische Flüssigkristallschicht verschiedene Flüssigkristalle zum Einsatz kommen. Die beiden Schichten können sich aber auch nur durch die Helizität der Flüssigkristallstruktur unterscheiden, wie sie beispielsweise durch Verwendung spiegelbildlicher Verdriller erzeugt werden kann.

**[0016]** In allen beschriebenen Ausgestaltungen kann vorgesehen sein, dass die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert. Dagegen reflektiert die erste optisch aktive Schicht in eine zweite Betrachtungsrichtung vorzugsweise sichtbares Licht einer ersten Farbe. Auch die zweite optisch aktive Schicht reflektiert in einer vorteilhaften Ausgestaltung in eine oder die zweite Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums. Auch sie reflektiert mit Vorteil in eine oder die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe.

**[0017]** Insgesamt kann dann in einer besonders bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen sein, dass eine der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung, und die andere der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Ultraviolettstrahlung in die entsprechende Betrachtungsrichtung reflektiert.

**[0018]** Wenn die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums und gegebenenfalls in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe reflektiert, so kann die zweite optisch aktive Schicht auch so ausgebildet sein, dass sie in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe reflektiert.

**[0019]** In anderen Ausgestaltungen reflektiert die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe und in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der ersten Farbe unterschiedlichen zweiten Farbe. Die zweite optisch aktive Schicht kann dann in die zweite Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums und gegebenenfalls in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe reflektieren. Alternativ reflektiert die zweite optisch aktive Schicht in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der ersten Farbe verschiedenen dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe.

**[0020]** In allen Ausgestaltungen kann die erste und/ oder die zweite und/ oder gegebenenfalls die dritte optisch aktive Schicht in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegen. Auch können weitere optisch aktive Schichten aus nematischem und/ oder cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen sein. Zumindest eine der optisch aktiven Schichten aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und/ oder gegebenenfalls zumindest eine Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material liegt zweckmäßig in Form von Pigmenten vor, welche in eine Bindemittelmatrix eingebettet sind. Solche Pigmente sind einfacher zu drucken als Flüssigkristalle aus Lösung und stellen keine so hohen Anforderungen an die Glätte des Untergrunds. Darüber hinaus benötigen die pigmentbasierten Druckfarben keine die Ausrichtung fördernden Maßnahmen.

**[0021]** In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die optisch aktiven Schichten zumindest teilweise, vorzugsweise vollflächig, auf einem dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund angeordnet. Der dunkle Untergrund kann dabei selbst in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegen. Er kann insbesondere gedruckt, durch Einfärben eines Substrats oder durch Einwirkung eines Laserstrahls auf ein Substrat erzeugt sein.

**[0022]** Die optisch aktiven Schichten und gegebenenfalls der dunkle Untergrund liegen in zweckmäßigen Ausgestaltungen auf einem Substrat vor. Das Substrat ist dabei mit Vorteil aus Papier oder Kunststoff gebildet.

**[0023]** In vorteilhaften Ausgestaltungen bildet das Sicherheitselement einen Sicherheitsfaden, ein Etikett oder ein Transferelement.

**[0024]** Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements der beschriebenen Art, bei dem auf eine Trägerfolie eine erste und eine

zweite optisch aktive Schicht aufgebracht werden, so dass sie in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, wobei zur Ausbildung der ersten optisch aktiven Schicht ein cholesterisches flüssigkristallines Material aufgebracht wird. Die beiden optisch aktiven Schichten können dabei jeweils auf einer separaten Trägerfolie aufgebracht, insbesondere aufgedruckt werden und dann übereinander auflaminiert werden. Dies gestattet es, die optisch aktiven Schichten bereits nach dem Aufbringen auf die Trägerfolie separat auf Eignung zur Weiterverarbeitung zu prüfen und gegebenenfalls auszusondern. Alternativ können die beiden optisch aktiven Schichten auch nacheinander auf derselben Trägerfolie aufgebracht werden.

**[0025]** Das flüssigkristalline Material kann aus einem Lösungsmittel oder aus der Schmelze aufgebracht werden. Ferner kann insbesondere cholesterisches flüssigkristallines Material in pastöser Form als UV-härtbare cholesterische Mischung aufgebracht werden, wobei ein solches System weder typische Lösungsmittel einschließt noch auf einer Schmelze oder Pigmenten basiert, sondern stattdessen weitere UV-härtbare Lacke enthält. Je nach angewandtem Verfahren wird das flüssigkristalline Material anschließend zur Entfernung des Lösungsmittels physikalisch getrocknet, ausgerichtet und gehärtet. Die Ausrichtung kann direkt über die Trägerfolie oder über so genannte Ausrichtungs- bzw. Alignmentschichten, durch Ausübung von Scherkräften, mithilfe elektrostatischer Methoden usw. erfolgen. Zur Härtung des flüssigkristallinen Materials kann dieses vernetzt werden, beispielsweise mittels ultravioletter Strahlung oder mittels Elektronenstrahl (ESH). Das flüssigkristalline Material kann aber auch durch Zugabe bestimmter Additive fixiert werden.

**[0026]** Mit Vorteil werden nach dem Aufbringen aller optisch aktiven Schichten die eine oder gegebenenfalls beide Trägerfolien entfernt. Dies geschieht insbesondere über Trennschichten oder durch Verwendung eines Laminierklebstoffes, dessen Haftung zur Trägerfolie geringer ist, als seine Haftung in Bezug auf die zugehörige optisch aktive Schicht.

**[0027]** Alternativ kann auf die auf der Trägerfolie vorliegende optisch aktive Schicht eine vollflächige Hilfsschicht aufgebracht werden, deren Haftung zur Trägerfolie geringer ist als ihre Haftung in Bezug auf die optisch aktive Schicht, um die Trennung zu ermöglichen. Dadurch lässt sich der Laminierklebstoff vollflächig aufbringen, wobei gleichzeitig unkontrolliertes Verkleben verhindert wird. Die Hilfsschicht ist dabei mit Vorteil eine UV-Lackschicht.

**[0028]** Die Ausbildung der cholesterischen Flüssigkristallschichten kann mit Vorteil durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit einem Verdriller geschehen. Dabei können die beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit aufeinander abgestimmten ersten und zweiten Verdrillern gebildet werden, so dass sich die Flüssigkristalle der ersten und zweiten

Schicht in zueinander spiegelbildlichen Helixstrukturen anordnen.

**[0029]** Die Erfindung enthält ferner eine Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertgegenstände und dergleichen mit einem Sicherheitselement der beschriebenen Art oder einem nach dem beschriebenen Verfahren herstellbaren Sicherheitselement sowie einem separaten Darstellungselement, das in Zusammenwirkung mit dem Sicherheitselement einen Farbkippereffekt und/oder einen Polarisierungseffekt und/oder einen Helligkeitseffekt bzw. eine Intensitätsverstärkung für den Betrachter erkennbar macht.

**[0030]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Sicherheitselement dabei ohne dunkle Untergrundschrift ausgebildet, während das separate Darstellungselement einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund umfasst.

**[0031]** In einer anderen, ebenfalls bevorzugten Ausgestaltung kann das Sicherheitselement auch eine dunkle Untergrundschrift umfassen. Das separate Darstellungselement umfasst in dieser Ausgestaltung einen Linear- oder Zirkularpolarisator, mit dem die Farb- und/oder Polarisierungseffekte des Sicherheitselements sichtbar gemacht werden können.

**[0032]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das Sicherheitselement eine Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material sowie eine Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material auf, die in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind. Das separate Darstellungselement umfasst in dieser Ausgestaltung eine Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material, das in Zusammenwirkung mit dem Sicherheitselement eine bereichsweise Intensitätsverstärkung für den Betrachter erkennbar macht.

**[0033]** Ferner umfasst die Erfindung eine Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertgegenstände und dergleichen mit einem Sicherheitselement, das zumindest eine Schicht aus flüssigkristallinem Material aufweist, die zumindest bereichsweise auf einer transparenten Trägerfolie angeordnet ist, und einem separaten Darstellungselement, das in Zusammenwirkung mit dem Sicherheitselement einen Farbkippereffekt für den Betrachter erkennbar macht und einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund umfasst.

**[0034]** Die Erfindung umfasst weiter einen Wertgegenstand, wie einen Markenartikel, ein Wertdokument oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement oder einer Sicherheitsanordnung der beschriebenen Art. Der Wertgegenstand kann insbesondere ein Sicherheitspapier, ein Wertdokument oder eine Produktverpackung sein. Das Sicherheitselement ist dabei mit Vorteil in einem Fensterbereich des Wertgegenstands angeordnet.

**[0035]** Besonders bevorzugt ist ein flexibler Wertgegenstand, bei dem das Sicherheitselement und das Darstellungselement durch Biegen oder Falten des Wertgegenstands zur Selbstauthentifizierung übereinander legbar sind.

**[0036]** 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 dem Begriff "Sicherheitpapier" wird die noch nicht umlauffähige Vorstufe zu einem Wertdokument verstanden, die neben dem Sicherheitselement weitere Echtheitsmerkmale, wie z.B. im Volumen vorgesehene Lumineszenzstoffe, aufweisen kann. Sicherheitpapier liegt üblicherweise in quasi endloser Form vor und wird zu einem späteren Zeitpunkt weiterverarbeitet.

**[0037]** Bei einem Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements, einer Sicherheitsanordnung oder eines Wertgegenstands der oben beschriebenen Art wird geprüft, ob ein vorbestimmter Farbkippeffekt vorliegt und/ oder ob ein vorbestimmter Polarisierungseffekt vorliegt und/ oder ob ein vorbestimmter Helligkeitseffekt vorliegt. Die Echtheit des geprüften Elements wird dann auf Grundlage des Prüfungsergebnisses beurteilt. Vorteilhaft kann bei dem Prüfungsverfahren mithilfe eines Linear- oder Zirkularpolarisators zusätzlich eine in dem Sicherheitselement codierte Information gelesen werden und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Leseergebnisses beurteilt werden.

**[0038]** 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.

Es zeigen:

**[0039]**

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

Fig. 2 den allgemeinen Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Sicherheitselements 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, in (b) eine Ansicht dieses Sicherheitselements bei senkrechter Betrachtung und in (c) eine Ansicht bei spitzwinkliger Betrachtung,

Fig. 5 eine Darstellung wie in Fig. 4 eines Sicherheitselements nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

5 Fig. 6 ein Sicherheitselement nach noch einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem Zirkularpolarisator zum Lesen der codierten Information,

10 Fig. 7 eine Darstellung wie in Fig. 6 eines Sicherheitselements nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 8 das Prinzip von Sicherheitselementen mit einem dreischichtigen Flüssigkristallaufbau, bei dem eine  $\lambda/2$ -Schicht zwischen zwei cholesterischen Flüssigkristallschichten angeordnet ist,

20 Fig. 9 ein Sicherheitselement nach dem Prinzip der Fig. 8 bei Beleuchtung mit rechtszirkular polarisiertem Licht,

Fig. 10 ein weiteres Sicherheitselement nach dem Prinzip der Fig. 8 mit einer in zwei  $\lambda/4$ -Schichten unterteilten  $\lambda/2$ -Schicht,

Fig. 11 ein Sicherheitselement nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisierungseffekte der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden, wobei (a) den Schichtaufbau des Sicherheitselements und (b) und (c) die Situation bei Betrachtung durch verschiedene Zirkularpolarisatoren zeigt, und

Fig. 12 in (a) eine schematische Darstellung einer Banknote mit einer erfindungsgemäßen Sicherheitsanordnung aus einem Sicherheitselement und einem Darstellungselement, und in (b) eine Aufsicht auf die gefaltete Banknote von (a) mit einer durch das Aufeinanderlegen der beiden Elemente sichtbar gemachten Bildinformation.

**[0040]** Die Erfindung wird nun am Beispiel einer Banknote näher erläutert. Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Banknote 10, die zwei Sicherheitselemente 12 bzw. 16 aufweist, die jeweils nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung gebildet sind. Das erste Sicherheitselement stellt einen Sicherheitsfaden 12 dar, der an bestimmten Fensterbereichen 14 an der Oberfläche der Banknote 10 hervortritt, während er in den dazwischen liegenden Bereichen im Inneren der Banknote 10 eingebettet ist. Das zweite Sicherheitselement ist durch ein aufgeklebtes Transferelement 16 beliebiger Form gebildet.

**[0041]** Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Schichtaufbau der

Sicherheitselemente 12 und 16 im Querschnitt. Eine glatte Folie 20, beispielsweise eine PET-Folie guter Oberflächenqualität, ist mit einer absorbierenden, dunklen Untergrundschicht 22 versehen. Auf diese Untergrundschicht 22 sind zwei oder mehr, im allgemeinen Fall n optisch aktive Schichten 24-1, 24-2, ... 24-n aus flüssigkristallinem Material aufgebracht. Wie nachfolgend im Detail beschrieben, können die Flüssigkristallschichten 24-1, 24-2, ... 24-n jeweils unterschiedliche, aber auch teilweise dieselben lichtpolarisierenden oder phasenschiebenden Eigenschaften aufweisen.

**[0042]** Zwischen den Flüssigkristallschichten können Alignmentschichten und/oder Klebeschichten 26 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.

**[0043]** Nach der Erfindung besteht zumindest eine der flüssigkristallinen Schichten 24-1, 24-2, ... 24-n aus einem cholesterischen flüssigkristallinen Material und reflektiert selektiv Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung. Eine zweite Schicht, 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.

**[0044]** In manchen Ausführungsformen der Erfindung ist die dunkle Untergrundschicht 22 nicht Teil des Sicherheitselements. Die Flüssigkristallschichten 24-1, 24-2, ... 24-n und eventuelle Alignment- und Klebeschichten 26 sind dann direkt auf der Folie 20 aufgebracht. Ebenso ist es in manchen Ausführungsformen vorteilhaft, die Folie 20 nach dem Aufbringen des fertigen Sicherheitselements auf einen Wertgegenstand zu entfernen, wie weiter unten genauer erläutert.

**[0045]** Fig. 3 zeigt ein Sicherheitselement 30 nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem auf eine absorbierende, vorzugsweise schwarze Untergrundschicht 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).

**[0046]** 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.

**[0047]** Zur Herstellung des Sicherheitselements 30 können die erste und die zweite Flüssigkristallschicht 32 bzw. 34 jeweils auf eine glatte PET-Folie guter Oberflächenqualität aufgedruckt werden. Als Druckverfahren kommen dabei alle für flüssigkristalline Schichten geeignete Druckverfahren, wie beispielsweise Tiefdruck, Flexodruck, Knifecoating, Curtain- oder Blade-Techniken, in Betracht.

**[0048]** Nach dem Trocknen der Flüssigkristallschichten 32, 34 kann die Qualität und das Farbspektrum der einzelnen Schichten bereits auf dieser Fertigungsstufe geprüft und gegebenenfalls Ausschuss aussortiert werden. Die Flüssigkristallschichten 32 und 34 werden dann mithilfe handelsüblicher Laminierklebstoffe auf die Untergrundschicht 22 bzw. die erste Flüssigkristallschicht 32 auf laminiert. Die Glätte der Oberfläche beeinflusst dabei den Glanzgrad des Sicherheitselements. Durch den Laminierklebstoff können Unebenheiten des Untergrunds, wie sie beim Aufbau eines typischen Sicherheitsfadens 12 auftreten können, ausgeglichen werden, so dass auch für solche Sicherheitselemente ein guter Glanz erzielt werden kann.

**[0049]** Nach der Verklebung der Flüssigkristallschichten 32 und 34 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.

**[0050]** 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.

**[0051]** Nach dem Auflaminieren der ersten Flüssigkristallschicht 32 auf den Untergrund 22 wird die zweite Flüssigkristallschicht 34 in analoger Weise auf die im Verbund nunmehr oben liegende erste Flüssigkristallschicht 32 auflaminiert.

**[0052]** 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.

**[0053]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Bei dem Sicherheitselement 40 sind auf einer absorbierenden, vorzugsweise schwarzen Untergrundschrift 22 eine erste cholesterische Flüssigkristallschicht 42 und auf dieser eine zweite cholesterische Flüssigkristallschicht 44 aufgebracht. Wie in Fig. 4(b) gezeigt, ist die erste Flüssigkristallschicht 42 nur bereichsweise auf den Untergrund 22 aufgebracht und bildet durch die Form bzw. den Umriss der aufgetragenen Bereiche ein Motiv, im Ausführungsbeispiel ein Wappen 46. Die zweite Flüssigkristallschicht 44 ist vollflächig auf der ersten Flüssigkristallschicht 42 bzw. in den freigelassenen Bereichen auf der Untergrundschrift 22 aufgebracht.

**[0054]** Die beiden Flüssigkristallschichten sind so aufeinander abgestimmt, dass das Wappenmotiv 46 bei senkrechter Betrachtung des Sicherheitselements (Fig. 4(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. 4(c) durch den gestrichelten Umriss angedeutet. Das Verschwinden des Wappenmotivs 46 wird dadurch erreicht, dass die bereichsweise aufgetragene Flüssigkristallschicht 42 beim Kippen einen Farbkippereffekt von Blau (Pfeil 421) nach Ultraviolett (Pfeil 422) zeigt, während die zweite Flüssigkristallschicht 44 einen zwischen zwei Farben des sichtbaren Spektralbereichs wechselnden Farbkippereffekt aufweist, und beispielsweise zwischen Rot (Pfeil 441) und Grün (Pfeil 442) variiert.

**[0055]** 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.

**[0056]** Kippt der Betrachter nun das Sicherheitsele-

ment 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.

**[0057]** In analoger Weise kann ein Sicherheitselement 50 mit einem beim Kippen erscheinenden Motiv erzeugt werden, wie in Fig. 5 illustriert. Dazu wird die bereichsweise aufgetragene Flüssigkristallschicht 52 so ausgebildet, dass sie beim Kippen einen Farbkippereffekt von Infrarot (Pfeil 521) nach Rot (Pfeil 522) zeigt. Die zweite Flüssigkristallschicht 54 zeigt wieder einen Farbkippereffekt zwischen zwei Farben des sichtbaren Spektralbereichs, und variiert beispielsweise zwischen Blaugrün (Pfeil 541) und Violett (Pfeil 542).

**[0058]** 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.

**[0059]** Die Figuren 6 bis 11 zeigen weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung, bei denen neben dem Farbkippereffekt vor allem die besonderen lichtpolarisierenden Eigenschaften der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden. Die Polarisationsrichtung des Lichts ist in diesen Figuren durch zusätzliche Pfeilsymbole an den Ausbreitungsvektoren des Lichts angegeben. Wie üblich, wird eine zirkuläre Polarisation, bei der die Kreisbewegung des elektrischen Feldstärkevektors aus Sicht eines Beobachters, auf den die Lichtwelle zuläuft, im Uhrzeigersinn erfolgt, als rechtszirkuläre Polarisation, die gegenläufige Polarisation als linkszirkuläre Polarisation bezeichnet.

**[0060]** Das Sicherheitselement 60 der Fig. 6 enthält zwei cholesterische Flüssigkristallschichten 62 und 64, die auf einer dunklen Untergrundschrift 22 aufgebracht sind. Die beiden Flüssigkristallschichten 62 und 64 weisen dasselbe Farbreflexionsspektrum auf, unterscheiden sich aber in der Orientierung der reflektierten zirkulären 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.

**[0061]** 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 Verdrellern 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.

**[0062]** Die erste Flüssigkristallschicht 62 liegt im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 nur bereichsweise in Form eines Motivs, beispielsweise eines Schriftzugs, oder eines Musters vor. Betrachtet man das Sicherheitselement 60 ohne Hilfsmittel, so tritt in erster Linie der Farbkippereffekt der zweiten Flüssigkristallschicht 64 in Erscheinung. Im Überlappungsbereich 68 der beiden Schichten ist das Motiv mit demselben Farbeindruck, aber einer gegenüber seiner Umgebung erhöhten Helligkeit erkennbar, da im Überlappungsbereich 68 Licht beider zirkularer Polarisationsrichtungen reflektiert wird, während außerhalb

nur rechtszirkular polarisiertes Licht reflektiert wird, wie durch die Pfeile 70 des reflektierten Lichts angezeigt.

**[0063]** 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. Ein solcher Zirkularpolarisator 72 kann beispielsweise durch einen Linearpolarisator und ein nachgeschaltetes  $\lambda/4$ -Plättchen gebildet sein.

**[0064]** 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 Polarisortypen enthält, können die Motive in einer oder beiden Schichten einfach angezeigt werden.

**[0065]** Das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 zeigt ein Sicherheitselement 80 mit einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 82 und einer auf der Flüssigkristallschicht 82 bereichsweise aufgetragenen  $\lambda/2$ -Schicht 84, die nematische Flüssigkristalle enthält. Mit nematischen Flüssigkristallen lassen sich aufgrund der unterschiedli-

chen Brechungsindizes der stäbchenförmigen Flüssigkristalle entlang der Kristallhauptachsen optisch aktive Schichten herstellen. Bei entsprechend gewählter Schichtdicke erhält man für den Wellenlängenbereich, in dem die erste Flüssigkristallschicht 82 selektiv reflektiert, eine  $\lambda/2$ -Schicht.

**[0066]** In den von der  $\lambda/2$ -Schicht 84 unbedeckten Bereichen 86 reflektiert die erste Flüssigkristallschicht 82 Licht mit einer vorgewählten zirkularen Polarisationsrichtung, beispielsweise linkszirkular polarisiertes Licht. Im Überlappungsbereich 88 der beiden Schichten reflektiert das Sicherheitselement 80 Licht mit der gegenläufigen Polarisationsrichtung, im Ausführungsbeispiel also rechtszirkular polarisiertes Licht, da das einfallende unpolarisierte Licht von der  $\lambda/2$ -Schicht 84 nicht beeinflusst wird, die Polarisationsrichtung des von der ersten Flüssigkristallschicht 82 reflektierten, linkszirkular polarisierten Lichts von der  $\lambda/2$ -Schicht 84 jedoch durch den Gangunterschied zwischen dem ordentlichen und dem außerordentlichen Strahl in seiner Polarisationsorientierung gerade umgekehrt wird.

**[0067]** Ohne Hilfsmittel ist das von der  $\lambda/2$ -Schicht 84 gebildete Motiv kaum zu erkennen, da das Sicherheitselement in den bedeckten wie den unbedeckten Bereichen im Wesentlichen die gleiche Lichtmenge reflektiert und das unbewaffnete Auge die zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts nicht unterscheiden kann.

**[0068]** Betrachtet man das Sicherheitselement 80 dagegen durch einen Zirkularpolarisator 92, der nur rechtszirkular polarisiertes Licht transmittiert, so tritt das in der  $\lambda/2$ -Schicht 84 gebildete Motiv mit deutlichem Kontrast hervor. Die von der  $\lambda/2$ -Schicht 84 bedeckten Bildteile 88 erscheinen dabei hell, die unbedeckten Bildteile 86 dunkel. Ein umgekehrter (negativer) Bildeindruck ergibt sich bei der Verwendung eines Zirkularpolarisators, der nur linkszirkular polarisiertes Licht transmittiert. Wie oben beschrieben, kann der Zirkularpolarisator 92 beispielsweise durch einen Linearpolarisator mit nachgeschaltetem  $\lambda/4$ -Plättchen gebildet sein.

**[0069]** Zur Herstellung des Sicherheitselements 80 kann zunächst eine nematische Flüssigkristallschicht in Form eines Motivs auf eine glatte PET-Folie guter Oberflächenqualität in einer Schichtdicke aufgedruckt werden, die so gewählt ist, dass man für den Wellenlängenbereich, in dem die erste Flüssigkristallschicht 82 selektiv reflektiert, eine  $\lambda/2$ -Schicht erhält. 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 aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vollflächig aufgedruckt. Auch diese Schicht wird nach physikalischer Trocknung mittels ultravioletter Strahlung vernetzt. Der so erzeugte zweischichtige Flüssigkristallaufbau wird dann mithilfe handelsüblicher Laminierklebstoffe über die nun oben liegende cholesterische Flüssigkristallschicht auf die Untergrundsicht 22 auf laminiert, die einen absorbierenden Untergrund bil-



det. Ein solcher absorbierender Untergrund kann beispielsweise von einem Sicherheitsfaden bereitgestellt werden, der noch weitere Sicherheitselemente aufweisen kann.

**[0070]** 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 als Hilfschicht zwischen dem Laminierklebstoff und der PET-Folie dienen und so den ansonsten beim Abziehen der PET-Folie möglichen Folienriss, der insbesondere beim Übertragen nicht vollflächiger Schichten auftreten kann, verhindern. Die gleiche Hilfsfunktion kann auch eine vollflächig aufgetragene Hilfsschicht aus einem UV-Lack oder einem anderen geeigneten Material übernehmen, das sich von der Trägerfolie leicht entfernen lässt. Da durch die vollflächige Aufbringung unter anderem unkontrolliertes Verkleben durch den Laminierklebstoff verhindert wird, kann der Laminierklebstoff vollflächig aufgedruckt werden.

**[0071]** 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. 8 erläutert.

**[0072]** Das Sicherheitselement 100 weist eine auf einer dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrundschiicht 22 aufgetragene Schichtenfolge auf, die aus einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 102, einer  $\lambda/2$ -Schicht 104 und einer zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 106 besteht. Die lichtpolarisierenden Eigenschaften der ersten und zweiten Flüssigkristallschicht 102 und 106 sind identisch, so dass die beiden 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.

**[0073]** Die Reflexionseigenschaften der verschiedenen möglichen Schichtenabfolgen sind in der Fig. 8 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.

**[0074]** In einem ersten Bereich 110, in dem nur die erste Flüssigkristallschicht 102 vorliegt, wird linkszirkular polarisiertes Licht reflektiert. In einem zweiten Bereich 112, in dem die erste Flüssigkristallschicht 102 von der  $\lambda/2$ -Schicht 104 bedeckt ist, reflektiert das Sicherheitselement, wie bereits in Zusammenhang mit Fig. 7 erläutert, rechtszirkular polarisiertes Licht. In einem dritten Be-

reich 114, in dem alle drei Schichten vorliegen, reflektiert die obere Flüssigkristallschicht 106 linkszirkular polarisiertes Licht und lässt rechtszirkular polarisiertes Licht durch. Das durchgelassene Licht wird von der  $\lambda/2$ -Schicht 104 in linkszirkular polarisiertes Licht umgewandelt, das dann von der ersten Flüssigkristallschicht 102 reflektiert wird. Das reflektierte Licht wird von der  $\lambda/2$ -Schicht 104 wieder in rechtszirkular polarisiertes Licht gewandelt, welches von der zweiten Flüssigkristallschicht 106 transmittiert wird. Somit reflektiert die Schichtenfolge 102, 104, 106 neben linkszirkular polarisiertem Licht auch rechtszirkular polarisiertes Licht, wie in Fig. 8 dargestellt.

**[0075]** 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 Untergrundschiicht 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.

**[0076]** Die zahlreichen Variationsmöglichkeiten durch die verschiedenen Schichtenfolgen erlauben eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten für Sicherheitselemente, von denen nur einige beispielhaft genauer erläutert werden.

Das Sicherheitselement 120 der Fig. 9 umfasst, wie das oben beschriebene Sicherheitselement 100 der Fig. 8, eine auf einer schwarzen Untergrundschiicht 22 aufgetragene Schichtenfolge aus einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 102, einer  $\lambda/2$ -Schicht 104 und einer zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 106. In diesem Ausführungsbeispiel ist lediglich die  $\lambda/2$ -Schicht 104 in Form eines Motivs ausgebildet, während die erste und zweite Flüssigkristallschicht 102 bzw. 106 vollflächig aufgebracht sind.

**[0077]** Bei normaler Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht erscheint das Motiv der  $\lambda/2$ -Schicht 104 zwar mit demselben Farbeindruck wie seine Umgebung, ist jedoch aufgrund der Reflexion sowohl des linkszirkular als auch des rechtszirkular polarisierten Lichts in den Bereichen 126 durch die im Wesentlichen doppelte reflektierte Lichtmenge bereits ohne Hilfsmittel erkennbar. Wird das Sicherheitselement 120 ferner über einen Zirkularpolarisator 122 mit rechtszirkular polarisiertem Licht beleuchtet, so tritt das Motiv für den Betrachter 124 ohne weitere Hilfsmittel mit starkem Kontrast in Erscheinung, da das rechtszirkular polarisierte Licht in den Bereichen 126, in denen alle drei Schichten überlappen, reflektiert wird, während es in Bereichen 128 ohne  $\lambda/2$ -Schicht 104 von der oberen und unteren Flüssigkristallschicht 106 bzw. 102 transmittiert und in der schwarzen Untergrundschiicht 22 absorbiert wird.

**[0078]** Fig. 10 zeigt ein Sicherheitselement 130 nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, das

bezüglich seiner Schichtenfolge im Wesentlichen wie das Sicherheitselement 120 der Fig. 9 aufgebaut ist. Im Unterschied zu dem dort beschriebenen Sicherheitselement ist die Zwischenschicht 132 des Sicherheitselements 130 aus zwei  $\lambda/4$ -Teilschichten 134 und 136 aufgebaut, die in ihrer Orientierung in der Schichtebene lokal gegeneinander verdreht sein können.

**[0079]** Sind die Teilschichten 134 und 136 in einem Teilbereich 138 unverdreht, also mit einem Drehwinkel  $\theta=0^\circ$  übereinander angeordnet, so bilden sie zusammen eine  $\lambda/2$ -Schicht, die wie die  $\lambda/2$ -Schicht 104 des Ausführungsbeispiels der Fig. 9 dafür sorgt, dass im Teilbereich 138 rechtszirkular polarisiertes Licht von der Schichtenfolge reflektiert wird. In einem anderen Teilbereich 140 sind die beiden  $\lambda/4$ -Schichten 134 und 136 in ihrer Orientierung um einen Drehwinkel von  $\theta = 90^\circ$  gegeneinander verdreht aufgebracht, so dass sich ihre Wirkung auf einfallendes zirkular polarisiertes Licht gerade aufhebt. Im Teilbereich 140 wird rechtszirkular polarisiertes Licht daher - analog zum Teilbereich 128 der Fig. 9 - von der Schichtenfolge transmittiert und schließlich von der Untergrundschicht 22 absorbiert.

**[0080]** Sind die beiden  $\lambda/4$ -Schichten 134 und 136 in einem Teilbereich 142 um einen Drehwinkel  $\theta$  zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  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  $\theta$  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.

**[0081]** Es versteht sich, dass in analoger Weise auch in Schichtfolgen, die keine zweite cholesterische Flüssigkristallschicht aufweisen, wie dies beispielsweise in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7 gezeigt ist, die  $\lambda/2$ -Schicht selbstverständlich ebenfalls durch zwei  $\lambda/4$ -Teilschichten ersetzt werden kann. Diese  $\lambda/4$ -Teilschichten können ferner in ihrer Orientierung in der Schichtebene lokal gegeneinander verdreht sein.

**[0082]** Fig.11 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem sowohl die Farbeffekte als auch die Polarisierungseffekte der Flüssigkristallschichten ausgenutzt werden.

Fig.11(a) zeigt den Aufbau eines Sicherheitselements 150 mit einer absorbierenden Untergrundschicht 22, einer ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht 152 und einer darauf aufgetragenen zweiten cholesterischen Flüssigkristallschicht 154.

**[0083]** 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 Flüssigkri-

stallschicht 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.

**[0084]** 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.11(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.11(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.

**[0085]** Die Prinzipien der beschriebenen Ausführungsbeispiele können auch für selbstauthentifizierende Sicherheitsanordnungen auf beliebigen Datenträgern eingesetzt werden. Fig.12 zeigt zur Erläuterung eine Banknote 160, die mit einer zweiteiligen Sicherheitsanordnung aus einem Sicherheitselement 162 und einem Darstellungselement 164 ausgestattet ist. Das Sicherheitselement 162 und das Darstellungselement 164 sind so auf der Banknote 160 angeordnet, dass sie beim Falten der Banknote entlang der Mittellinie 166 aufeinander zu liegen kommen, wie in Fig. 12(b) dargestellt. Es versteht sich, dass eine derartige Anordnung des Sicherheitselements 162 und des Darstellungselements 164 nicht zwingend ist und dass die Elemente 162, 164 selbstverständlich auch an anderen Stellen auf der Banknote 160 angeordnet sein können, solange gewährleistet ist, dass diese beim Falten der Banknote aufeinander zu liegen kommen.

**[0086]** In einem Ausführungsbeispiel besteht das Sicherheitselement 162 aus einer auf eine transparente Folie aufgetragenen Schichtenfolge aus cholesterischen und/ oder nematischen Flüssigkristallschichten, wie in Fig. 2 dargestellt, allerdings ohne die dunkle Untergrundschicht 22. Die Schichten können vollflächig oder auch nur bereichsweise aufgebracht sein, um unterschiedliche oder sich ergänzende Motive zu bilden. Auch die Schichtenfolge als solche kann auf der transparenten Folie in Form eines Motivs vorliegen. Das Sicherheitselement 162 liegt in einem papiermacherisch hergestellten oder ausgestanzten Fenster der Banknote 160 vor und erscheint in aufgefalteter Lage der Banknote im Auflicht oder Durchlicht im Wesentlichen transparent und unauffällig.

**[0087]** Die dunkle Untergrundschicht, die für die Erkennbarkeit der beschriebenen Farb- oder Polarisierungseffekte wesentlich ist, wird in diesem Ausführungsbei-

spiel durch das separate Darstellungselement 164 bereitgestellt und kann beispielsweise durch eine auf eine Seite der Banknote aufgedruckte handelsübliche Druckfarbe gebildet werden. Erst wenn die Banknote, wie in Fig. 12(b), gefaltet wird, so dass das Sicherheitselement 162 auf dem Darstellungselement 164 zu liegen kommt, können die vorgesehenen Farb- und/oder Polarisations-effekte erkannt werden. Im Ausführungsbeispiel tritt nach dem Falten der Banknote 160 ein vorher nicht erkennbares Wappenmotiv 168 in Erscheinung. Es versteht sich, dass in dem Darstellungselement 164 ebenfalls ein Motiv vorliegen kann, insbesondere zusätzlich zu dem Motiv in dem Sicherheitselement 162, wobei sich die beiden Motive gegebenenfalls ergänzen und dadurch eine Codierung bilden können.

**[0088]** In anderen erfindungsgemäßen Ausgestaltungen liegt das Sicherheitselement 162 als eines der oben beschriebenen Sicherheitselemente einschließlich der dunklen Untergrundschrift 22 vor, und das Darstellungselement 164 enthält einen Zirkularpolarisator, der beispielsweise durch einen Linearpolarisator und ein nachgeschaltetes  $\lambda/4$ -Plättchen gebildet ist. Die oben beschriebenen Erkennungsmechanismen für die in das Sicherheitselement 162 eingebrachten Motive bei Betrachtung durch einen Zirkularpolarisator lassen sich dann durch Falten der Banknote 160 realisieren, so dass der Benutzer ohne zusätzliche Hilfsmittel eine Selbstauthentifizierung des Sicherheitselements und damit der Banknote 160 vornehmen kann.

**[0089]** In einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel besteht das Sicherheitselement 162 aus einer auf eine dunkle Untergrundschrift aufgetragenen Schichtenfolge, wie in Fig. 7 dargestellt, die eine erste cholesterische Flüssigkristallschicht und eine auf diese bereichsweise aufgetragene  $\lambda/2$ -Schicht umfasst, die nematische Flüssigkristalle enthält. Das Sicherheitselement 162 kann hier beispielsweise durch ein aufgeklebtes Transferelement oder einen Sicherheitsfaden gebildet sein. In aufgefalteter Lage der Banknote zeigt das Sicherheitselement 162 im Auflicht im Wesentlichen nur einen Farbkippeffekt. Das von der  $\lambda/2$ -Schicht gebildete Motiv hingegen ist kaum zu erkennen.

**[0090]** Das Darstellungselement 164 liegt in einem papiermacherisch oder ausgestanztem Fenster der Banknote 160 vor und besteht aus einer auf eine transparente Folie aufgetragenen cholesterischen Flüssigkristallschicht, deren lichtpolarisierende Eigenschaften mit denen der ersten cholesterischen Flüssigkristallschicht des Sicherheitselement 162 identisch sind. Insbesondere reflektieren die beiden Schichten für sich genommen Licht in demselben vorgewählten Wellenlängenbereich und mit derselben vorgewählten zirkularen Polarisationsrichtung. Das Darstellungselement 164 erscheint in aufgefalteter Lage der Banknote im Auflicht oder Durchlicht im Wesentlichen transparent und unauffällig.

**[0091]** Wenn die Banknote gefaltet wird, so dass das Darstellungselement 164 auf dem Sicherheitselement 162 derart zu liegen kommt, dass die cholesterische

Flüssigkristallschicht des Darstellungselements 164 direkt an das Sicherheitselement 162 angrenzt, können die im Zusammenhang mit den Figuren 8 und 9 beschriebenen Effekte beobachtet werden. Insbesondere weist das Motiv der  $\lambda/2$ -Schicht bei normaler Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht aufgrund der Reflexion von Licht beider zirkularen Polarisationsrichtungen eine gegenüber seiner Umgebung erhöhte Helligkeit auf und ist damit ohne weitere Hilfsmittel erkennbar. Es tritt dann ein vorher nicht bzw. kaum erkennbares Motiv deutlich in Erscheinung.

**[0092]** In einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel besteht das Sicherheitselement aus einer auf eine transparente Folie aufgetragenen Flüssigkristallschicht. Das Sicherheitselement liegt ebenso wie das Sicherheitselement der in Fig. 12 dargestellten selbstauthentifizierenden Sicherheitsanordnung in einem papiermacherisch hergestellten oder ausgestanzten Fenster beispielsweise einer Banknote vor. Die in Form eines Motivs bereichsweise aufgetragene Flüssigkristallschicht erscheint sowohl im Auflicht als auch im Durchlicht transparent und unauffällig und ist von der umgebenden transparenten Folie im Wesentlichen nicht zu unterscheiden. Durch ein separates Darstellungselement, das an anderer Stelle der Banknote so angeordnet ist, dass das Sicherheitselement beim Falten der Banknote auf diesem zu liegen kommt, können die für Flüssigkristalle typischen Farbkippeffekte durch Bereitstellung einer dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrundschrift sichtbar gemacht werden. Eine solche Untergrundschrift kann beispielsweise durch Bedrucken einer Seite der Banknote mit einer handelsüblichen Druckfarbe bereitgestellt werden.

**[0093]** Selbstverständlich können die Ausführungsbeispiele zur selbstauthentifizierenden Sicherheitsanordnung auch auf einem Dokument aus Kunststoff, wie einer Kunststoffbanknote, vorgesehen werden. Hier wird das transparente Fenster vorzugsweise durch einen nicht bedruckten Bereich des Dokuments gebildet.

Illustrierende Ausgestaltungen:

**[0094]** Ausgestaltung 1: Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten optisch aktiven Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und einer zumindest bereichsweise vorliegenden zweiten optisch aktiven Schicht, wobei die erste und die zweite Schicht in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, die zweite optisch aktive Schicht entweder selbst oder im Überlappungsbereich in Zusammenarbeit mit der ersten optisch aktiven Schicht Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, dass die erste optisch aktive Schicht in eine

erste Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert und in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe reflektiert und dass die erste und/ oder die zweite optisch aktive Schicht in Form von Zeichen und/oder Mustern vorliegt.

[0095] Ausgestaltung 2: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wellenlängenbereich, in dem die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, dem ersten Wellenlängenbereich entspricht.

[0096] Ausgestaltung 3: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht eine phasenschiebende Schicht bildet.

[0097] Ausgestaltung 4: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht für Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich eine  $\lambda/2$ -Schicht bildet.

[0098] Ausgestaltung 5: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet ist.

[0099] Ausgestaltung 6: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  $\lambda/2$ -Schicht aus mehreren übereinander angeordneten und teilweise gegeneinander in der Schichtebene verdrehten Teilschichten gebildet ist.

[0100] Ausgestaltung 7: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren Teilschichten durch zwei  $\lambda/4$ -Schichten gebildet sind.

[0101] Ausgestaltung 8: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine dritte optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen ist, die Licht in dem ersten Wellenlängenbereich mit der ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und dass die phasenschiebende Schicht zumindest bereichsweise zwischen der ersten und der dritten optisch aktiven Schicht angeordnet ist.

[0102] Ausgestaltung 9: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, der ersten zirkularen Polarisationsrichtung entspricht.

[0103] Ausgestaltung 10: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 1 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der zweite Wellenlängenbereich, in dem die zweite optisch aktive Schicht Licht selektiv reflektiert, von dem ersten Wellenlängenbereich unterscheidet.

[0104] Ausgestaltung 11: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet ist.

[0105] Ausgestaltung 12: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in eine oder die zweite Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert.

[0106] Ausgestaltung 13: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in eine oder die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe reflektiert.

[0107] Ausgestaltung 14: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 12 und 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung und die andere der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Ultraviolettstrahlung in die entsprechende Betrachtungsrichtung reflektiert.

[0108] Ausgestaltung 15: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe reflektiert.

[0109] Ausgestaltung 16: Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten optisch aktiven Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und einer zumindest bereichsweise vorliegenden zweiten optisch aktiven Schicht, wobei die erste und die zweite Schicht in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, die zweite optisch aktive Schicht entweder selbst oder im Überlappungsbereich in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und dass die zweite optisch aktive Schicht eine phasenschiebende Schicht bildet.

[0110] Ausgestaltung 17: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wellenlängenbereich, in dem die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, dem ersten Wellenlängenbereich entspricht.

[0111] Ausgestaltung 18: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht für Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich eine  $\lambda/2$ -Schicht bildet.

[0112] Ausgestaltung 19: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet ist.

[0113] Ausgestaltung 20: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  $\lambda/2$ -Schicht aus mehreren übereinander angeordneten und beziehungsweise gegeneinander in der Schichtebene verdrehten Teilschichten gebildet ist.

[0114] Ausgestaltung 21: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren Teilschichten durch zwei  $\lambda/4$ -Schichten gebildet sind.

[0115] Ausgestaltung 22: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine dritte optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen ist, die Licht in dem ersten Wellenlängenbereich mit der ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und dass die phasenschiebende Schicht zumindest bereichsweise zwischen der ersten und der dritten optisch aktiven Schicht angeordnet ist.

[0116] Ausgestaltung 23: Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten optisch aktiven Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und einer zumindest bereichsweise vorliegenden zweiten optisch aktiven Schicht, wobei die erste und die zweite Schicht in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, die zweite optisch aktive Schicht entweder selbst oder im Überlappungsbereich in Zusammenarbeit mit der ersten optisch aktiven Schicht Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und dass sich der zweite Wellenlängenbereich von dem ersten Wellenlängenbereich unterscheidet.

[0117] Ausgestaltung 24: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite zirkuläre Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenarbeit mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, der ersten zirkularen Polarisationsrichtung entspricht.

[0118] Ausgestaltung 25: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet ist.

[0119] Ausgestaltung 26: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht durch eine Kombination einer  $\lambda/2$ -Schicht mit einer cholesterischen Schicht gebildet ist, die Licht in dem ersten Wellenlängenbereich mit einer zur ersten zirkularen Polarisationsrichtung gegenläufigen zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert.

[0120] Ausgestaltung 27: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht durch eine Kombination einer  $\lambda/2$ -Schicht mit einer cholesterischen Schicht gebildet ist, die Licht in dem

zweiten Wellenlängenbereich mit einer zur zweiten zirkularen Polarisationsrichtung gegenläufigen zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert.

5 [0121] Ausgestaltung 28: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert.

10 [0122] Ausgestaltung 29: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe reflektiert.

15 [0123] Ausgestaltung 30: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in eine oder die zweite Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert.

20 [0124] Ausgestaltung 31: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in eine oder die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe reflektiert.

25 [0125] Ausgestaltung 32: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 28 bis 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung und die andere der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Ultraviolettstrahlung in die entsprechende Betrachtungsrichtung reflektiert.

30 [0126] Ausgestaltung 33: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 28 oder 29, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe reflektiert.

35 [0127] Ausgestaltung 34: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 bis 27, 30 oder 31, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe und in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der ersten Farbe unterschiedlichen zweiten Farbe reflektiert.

40 [0128] Ausgestaltung 35: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 34, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der ersten Farbe verschiedenen dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe reflektiert.

45 [0129] Ausgestaltung 36: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 16 bis 35, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und/ oder die zweite und/oder gegebenenfalls die dritte optisch aktive Schicht in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegt.

[0130] Ausgestaltung 37: Sicherheitselement nach

wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 36, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite zirkulare Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, gegenläufig zur ersten zirkularen Polarisationsrichtung ist.

[0131] Ausgestaltung 38: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 37, **dadurch gekennzeichnet, dass** weitere optisch aktive Schichten aus nematischem oder cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen sind.

[0132] Ausgestaltung 39: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 38, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der optisch aktiven Schichten aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und/ oder gegebenenfalls zumindest eine Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material in Form von Pigmenten vorliegt, welche in eine Bindemittelmatrix eingebettet sind.

[0133] Ausgestaltung 40: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 39, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch aktiven Schichten zumindest teilweise auf einem dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund angeordnet sind.

[0134] Ausgestaltung 41: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 40, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch aktiven Schichten vollflächig auf dem dunklen Untergrund angeordnet sind.

[0135] Ausgestaltung 42: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 40 oder 41, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dunkle Untergrund in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegt.

[0136] Ausgestaltung 43: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 40 bis 42, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dunkle Untergrund gedruckt, durch Einfärben eines Substrats oder durch Einwirkung eines Laserstrahls auf ein Substrat erzeugt ist.

[0137] Ausgestaltung 44: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 43, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch aktiven Schichten und gegebenenfalls der dunkle Untergrund auf einem Substrat vorliegen.

[0138] Ausgestaltung 45: Sicherheitselement nach Ausgestaltung 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Substrat aus Papier oder Kunststoff gebildet ist.

[0139] Ausgestaltung 46: Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 44, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement einen Sicherheitsfaden, ein Etikett oder ein Transferelement bildet.

[0140] Ausgestaltung 47: Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 46, bei dem auf eine Trägerfolie eine erste und eine zweite optisch aktive Schicht aufgebracht werden, so dass sie in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, wobei zur Ausbildung der ersten optisch aktiven Schicht ein cholesterisches flüssig-

kristallines Material aufgebracht wird.

[0141] Ausgestaltung 48: Verfahren nach Ausgestaltung 47, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite optisch aktive Schicht jeweils auf einer separaten Trägerfolie aufgebracht, insbesondere aufgedruckt werden und dann übereinander auflaminiert werden.

[0142] Ausgestaltung 49: Verfahren nach Ausgestaltung 48, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch aktiven Schichten nach dem Aufbringen auf die Trägerfolie auf Eignung zur Weiterverarbeitung geprüft werden.

[0143] Ausgestaltung 50: Verfahren nach Ausgestaltung 47, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite optisch aktive Schicht nacheinander auf derselben Trägerfolie aufgebracht werden.

[0144] Ausgestaltung 51: Verfahren nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 50, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aufbringen aller optisch aktiven Schichten eine oder gegebenenfalls beide Trägerfolien entfernt werden, insbesondere über Trennschichten oder durch Verwendung eines Laminierklebstoffes, dessen Haftung zur Trägerfolie geringer ist als seine Haftung zur optisch aktiven Schicht, oder über eine Hilfsschicht, die auf die optisch aktive Schicht vollflächig aufgebracht ist und deren Haftung zur Trägerfolie geringer ist als ihre Haftung zur optisch aktiven Schicht.

[0145] Ausgestaltung 52: Verfahren nach Ausgestaltung 51, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hilfsschicht durch eine UV-Lackschicht gebildet wird.

[0146] Ausgestaltung 53: Verfahren nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 52, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht Licht in einem ersten Wellenlängenbereich reflektiert und die zweite optisch aktive Schicht als phasenschiebende Schicht, insbesondere als  $\lambda/2$ -Schicht für Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich, ausgebildet wird.

[0147] Ausgestaltung 54: Verfahren nach Ausgestaltung 53, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet wird.

[0148] Ausgestaltung 55: Verfahren nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 52, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material gebildet wird.

[0149] Ausgestaltung 56: Verfahren nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 55, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und/ oder zweite cholesterische Flüssigkristallschicht durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit einem Verdriller gebildet wird.

[0150] Ausgestaltung 57: Verfahren nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 56, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden cholesterischen Flüssigkristallschichten durch Kombination eines nematischen Flüssigkristallsystems mit aufeinander abgestimmten ersten und zweiten Verdrillern gebildet werden, so dass sich die Flüssigkristalle der ersten und zweiten Schicht in zueinander spiegelbildlichen Helixstrukturen anord-

nen.

**[0151]** Ausgestaltung 58: Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertgegenstände und dergleichen mit

- einem Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 46 oder einem nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 57 herstellbaren Sicherheitselement, und

- einem separaten Darstellungselement, das in Zusammenarbeit mit dem Sicherheitselement einen Farbkippeffekt und/oder einen Polarisierungseffekt und/oder einen Helligkeitseffekt für den Betrachter erkennbar macht.

Ausgestaltung 59: Sicherheitsanordnung nach Ausgestaltung 58, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 39 ausgebildet ist und das Darstellungselement einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund umfasst.

Ausgestaltung 60: Sicherheitsanordnung nach Ausgestaltung 58, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 46 ausgebildet ist und das Darstellungselement einen Linear- oder Zirkularpolarisator umfasst.

Ausgestaltung 61: Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertzertifikat oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 1 bis 46 oder einem nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 57 herstellbaren Sicherheitselement.

Ausgestaltung 62: Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertzertifikat oder dergleichen, mit einer Sicherheitsanordnung nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 58 bis 60.

Ausgestaltung 63: Wertgegenstand nach Ausgestaltung 61 oder 62, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement in einem Fensterbereich des Wertgegenstands angeordnet ist.

Ausgestaltung 64: Wertgegenstand nach Ausgestaltung 62 oder 63, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wertgegenstand flexibel ist, so dass das Sicherheitselement und das Darstellungselement durch Biegen oder Falten des Wertgegenstands zur Selbstauthentifizierung übereinander legbar sind.

Ausgestaltung 65: Wertgegenstand nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 61 bis 64, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wertgegenstand ein Sicherheitspapier, ein Wertzertifikat oder eine Produktverpackung ist.

Ausgestaltung 66: Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements nach einer der Ausgestaltungen 1 bis 46, eines nach wenigstens einer der Ausgestaltungen 47 bis 57 herstellbaren Sicherheitselements, einer Sicherheitsanordnung nach einer der Ausgestaltungen 58 bis 60 oder eines Wert-

gegenstands nach einer der Ausgestaltungen 61 bis 65, **dadurch gekennzeichnet, dass** geprüft wird, ob ein vorbestimmter Farbkippeffekt vorliegt und/oder ob ein vorbestimmter Polarisierungseffekt und/oder ein vorbestimmter Helligkeitseffekt vorliegt, und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Prüfungsergebnisses beurteilt wird.

Ausgestaltung 67: Verfahren nach Ausgestaltung 66, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit Hilfe eines Linear- oder Zirkularpolarisators eine in dem Sicherheitselement codierte Information gelesen wird, und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Leseergebnisses beurteilt wird.

Ausgestaltung 68: Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertgegenstände und dergleichen mit

- einem Sicherheitselement, das zumindest eine Schicht aus flüssigkristallinem Material aufweist, die zumindest bereichsweise auf einer transparenten Trägerfolie angeordnet ist, und

- einem separaten Darstellungselement, das in Zusammenarbeit mit dem Sicherheitselement einen Farbkippeffekt für den Betrachter erkennbar macht und einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund umfasst.

**[0152]** Ausgestaltung 69: Wertgegenstand mit einer Sicherheitsanordnung nach Ausgestaltung 68, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement in einem Fensterbereich des Wertgegenstands angeordnet ist.

**[0153]** Ausgestaltung 70: Wertgegenstand nach Ausgestaltung 69, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wertgegenstand flexibel ist, so dass das Sicherheitselement und das Darstellungselement durch Biegen oder Falten des Wertgegenstands zur Selbstauthentifizierung übereinander legbar sind.

## Patentansprüche

1. Sicherheitselement zur Absicherung von Wertgegenständen, mit einer zumindest bereichsweise vorliegenden ersten optisch aktiven Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material und einer zumindest bereichsweise vorliegenden zweiten optisch aktiven Schicht, wobei die erste und die zweite Schicht in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht Licht in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, die zweite optisch aktive Schicht entweder selbst oder im Überlappungsbereich in Zusammenarbeit mit der ersten optisch aktiven Schicht Licht in einem zweiten Wellenlängenbereich mit einer zweiten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und

dass die zweite optisch aktive Schicht eine phasenschiebende Schicht bildet.

2. Sicherheitselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Wellenlängenbereich, in dem die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, dem ersten Wellenlängenbereich entspricht. 5
3. Sicherheitselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht für Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich eine  $\lambda/2$ -Schicht bildet. 10
4. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht aus nematischem flüssigkristallinem Material gebildet ist. 15
5. Sicherheitselement nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die  $\lambda/2$ -Schicht aus mehreren übereinander angeordneten und bereichsweise gegeneinander in der Schichtebene verdrehten Teilschichten gebildet ist, vorzugsweise, dass die mehreren Teilschichten durch zwei  $\lambda/4$ -Schichten gebildet sind. 20
6. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine dritte optisch aktive Schicht aus cholesterischem flüssigkristallinem Material vorgesehen ist, die Licht in dem ersten Wellenlängenbereich mit der ersten zirkularen Polarisationsrichtung selektiv reflektiert, und dass die phasenschiebende Schicht zumindest bereichsweise zwischen der ersten und der dritten optisch aktiven Schicht angeordnet ist. 25
7. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert, vorzugsweise, dass die erste optisch aktive Schicht weiter in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe reflektiert. 30
8. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in eine oder die zweite Betrachtungsrichtung nur Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums reflektiert, vorzugsweise, dass die zweite optisch aktive Schicht weiter in eine oder die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe reflektiert. 35
9. Sicherheitselement nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der beiden op- 40

tisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Infrarotstrahlung und die andere der beiden optisch aktiven Schichten als Licht aus dem nicht sichtbaren Teil des Spektrums Ultraviolettstrahlung in die entsprechende Betrachtungsrichtung reflektiert.

10. Sicherheitselement nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite optisch aktive Schicht in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe reflektiert. 45
11. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht in eine erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer ersten Farbe und in eine zweite Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der ersten Farbe unterschiedlichen zweiten Farbe reflektiert, vorzugsweise, dass weiter die zweite optisch aktive Schicht in die erste Betrachtungsrichtung sichtbares Licht einer von der ersten Farbe verschiedenen dritten Farbe und in die zweite Betrachtungsrichtung Licht einer von der dritten Farbe verschiedenen vierten Farbe reflektiert. 50
12. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und/ oder die zweite und/ oder gegebenenfalls die dritte optisch aktive Schicht in Form von Zeichen und/ oder Mustern vorliegt. 55
13. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite zirkuläre Polarisationsrichtung des Lichts, das die zweite optisch aktive Schicht selbst oder in Zusammenwirkung mit der ersten optisch aktiven Schicht reflektiert, gegenläufig zur ersten zirkulären Polarisationsrichtung ist.
14. Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optisch aktiven Schichten zumindest teilweise auf einem dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund angeordnet sind.
15. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitselements nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, bei dem auf eine Trägerfolie eine erste und eine zweite optisch aktive Schicht aufgebracht werden, so dass sie in einem Überlappungsbereich übereinander angeordnet sind, wobei zur Ausbildung der ersten optisch aktiven Schicht ein cholesterisches flüssigkristallines Material aufgebracht wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Aufbringen aller optisch



aktiven Schichten eine oder gegebenenfalls beide Trägerfolien entfernt werden, insbesondere über Trennschichten oder durch Verwendung eines Laminierklebstoffes, dessen Haftung zur Trägerfolie geringer ist als seine Haftung zur optisch aktiven Schicht, oder über eine Hilfsschicht, vorzugsweise eine UV-Lackschicht, die auf die optisch aktive Schicht vollflächig aufgebracht ist und deren Haftung zur Trägerfolie geringer ist als ihre Haftung zur optisch aktiven Schicht.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste optisch aktive Schicht Licht in einem ersten Wellenlängenbereich reflektiert und die zweite optisch aktive Schicht als phasenschiebende Schicht, insbesondere als  $\lambda/2$ -Schicht für Licht aus dem ersten Wellenlängenbereich, ausgebildet wird. 5  
10
  
18. Sicherheitsanordnung für Sicherheitspapiere, Wertgegenstände und dergleichen mit 20
  - einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14 oder einem nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17 herstellbaren Sicherheitselement, und 25
  - einem separaten Darstellungselement, das in Zusammenwirkung mit dem Sicherheitselement einen Farbkippeffekt und/ oder einen Polarisationsseffekt und/ oder einen Helligkeitseffekt für den Betrachter erkennbar macht. 30
  
19. Sicherheitsanordnung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13 ausgebildet ist und das Darstellungselement einen dunklen, vorzugsweise schwarzen Untergrund umfasst oder dass das Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14 ausgebildet ist und das Darstellungselement einen Linear- oder Zirkularpolarisator umfasst. 35  
40
  
20. Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertzokument oder dergleichen, mit einem Sicherheitselement nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14 oder einem nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17 herstellbaren Sicherheitselement. 45
  
21. Wertgegenstand, wie Markenartikel, Wertzokument oder dergleichen, mit einer Sicherheitsanordnung nach Anspruch 18 oder 19, wobei der Wertgegenstand vorzugsweise flexibel ist, so dass das Sicherheitselement und das Darstellungselement durch Biegen oder Falten des Wertgegenstands zur Selbstauthentifizierung übereinander legbar sind. 50  
55
  
22. Verfahren zur Echtheitsprüfung eines Sicherheitselements nach einem der Ansprüche 1 bis 14, eines

nach wenigstens einem der Ansprüche 15 bis 17 herstellbaren Sicherheitselements, einer Sicherheitsanordnung nach einem der Ansprüche 18 oder 19 oder eines Wertgegenstands nach einem der Ansprüche 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** geprüft wird, ob ein vorbestimmter Farbkippeffekt vorliegt und/ oder ob ein vorbestimmter Polarisationsseffekt und/ oder ein vorbestimmter Helligkeitseffekt vorliegt, und die Echtheit des geprüften Elements auf Grundlage des Prüfungsergebnisses beurteilt wird.

Fig. 1

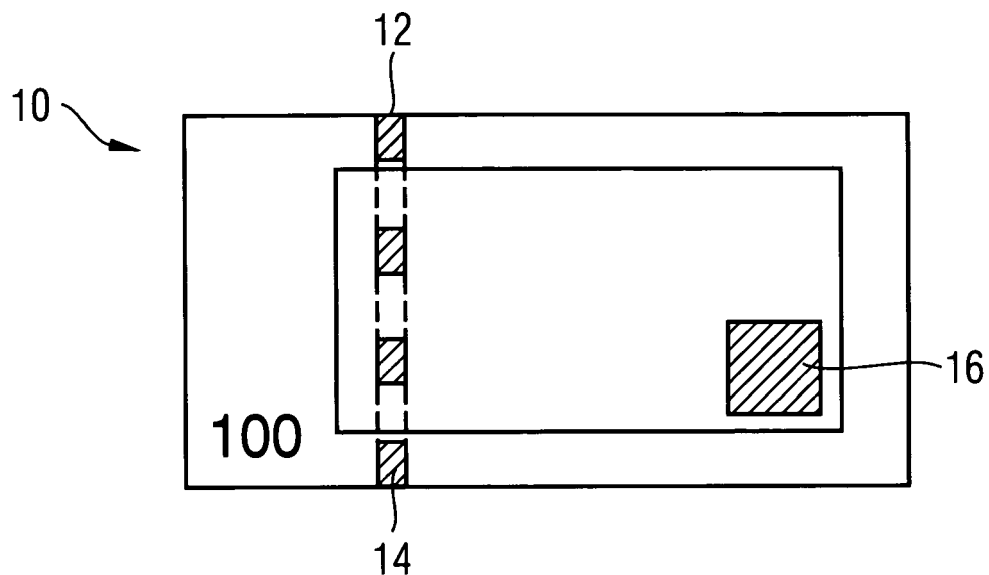


Fig. 2

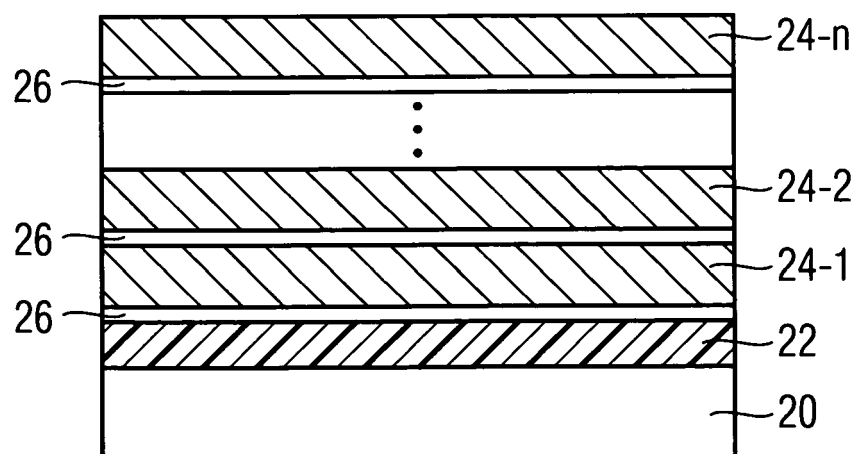


Fig. 3

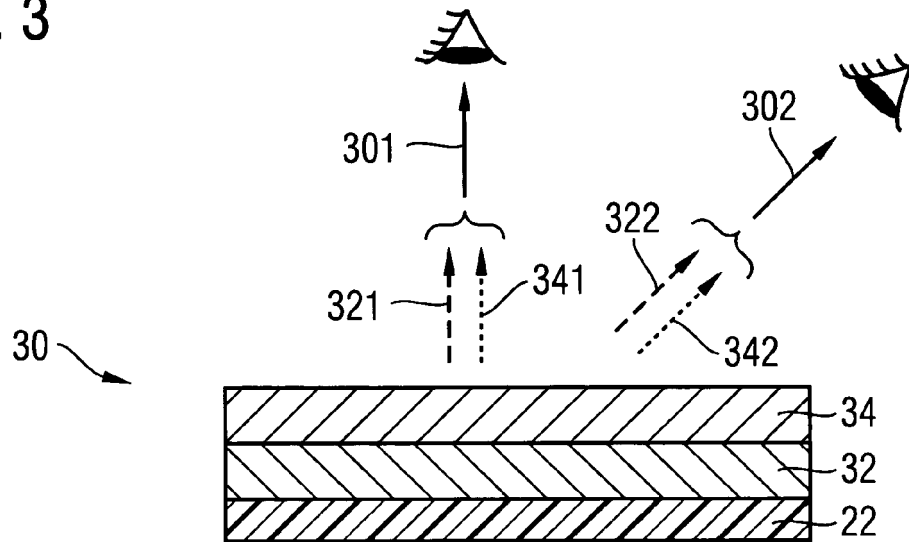


Fig. 4a

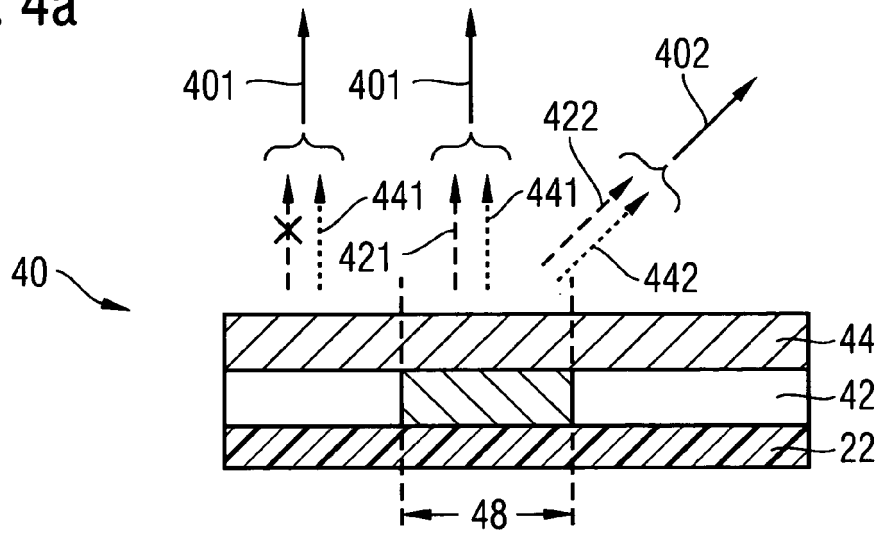


Fig. 4b

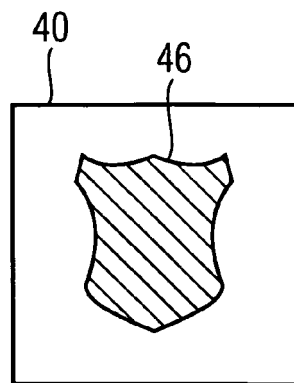


Fig. 4c

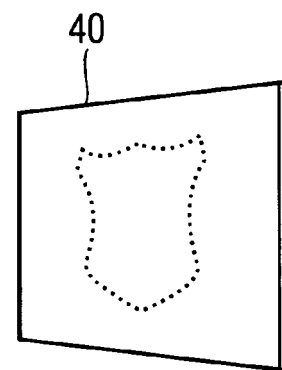


Fig. 5a

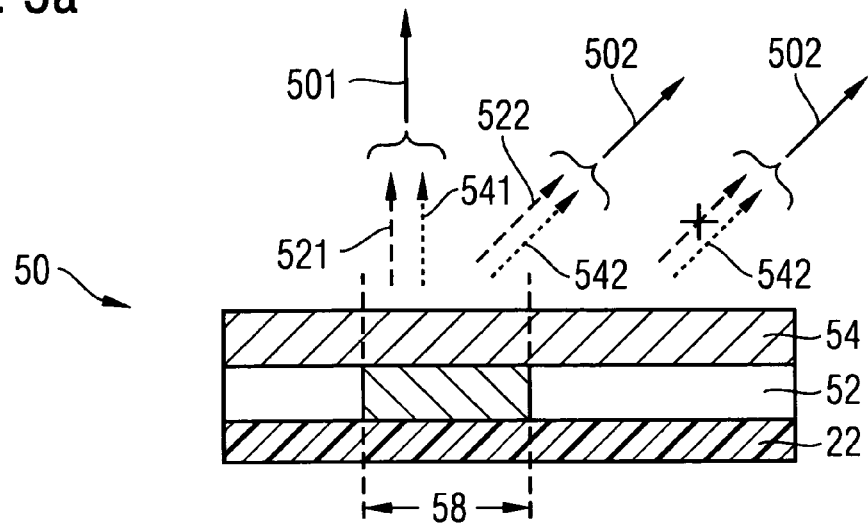


Fig. 5b

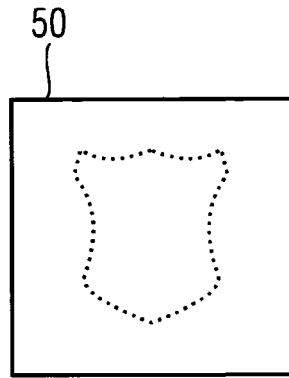


Fig. 5c

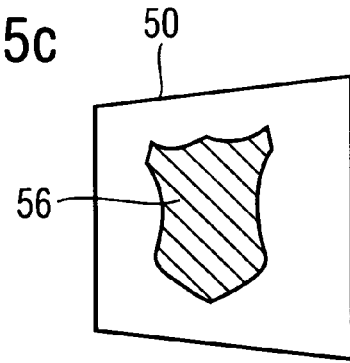


Fig. 6

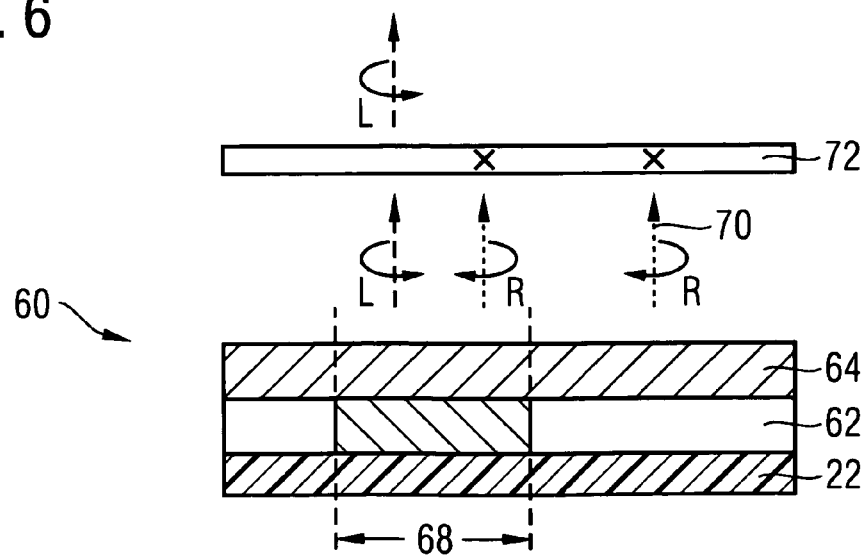


Fig. 7

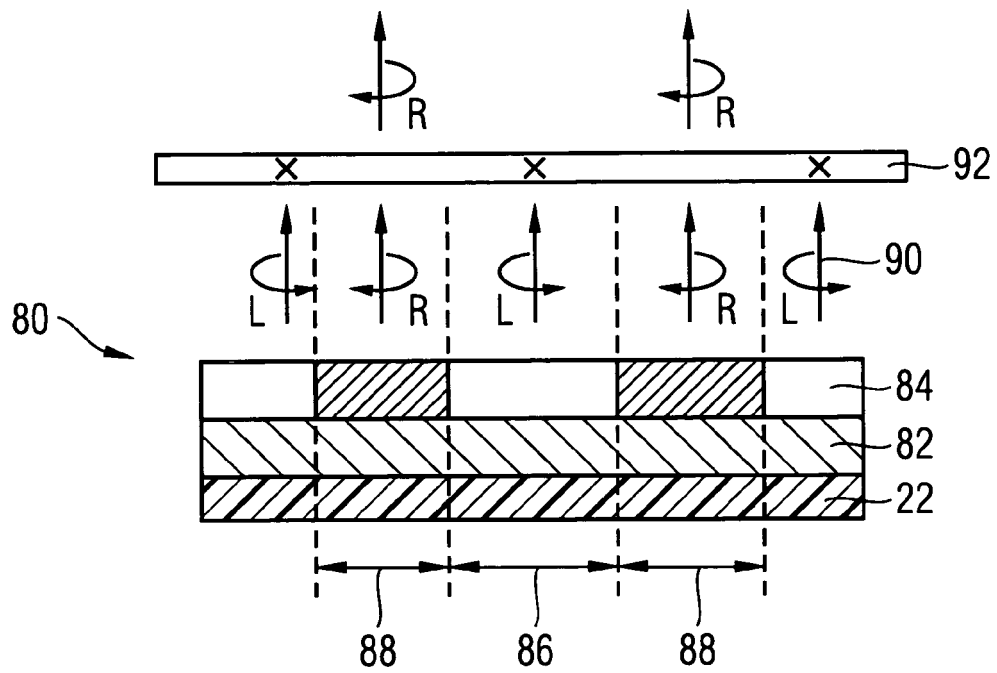


Fig. 8

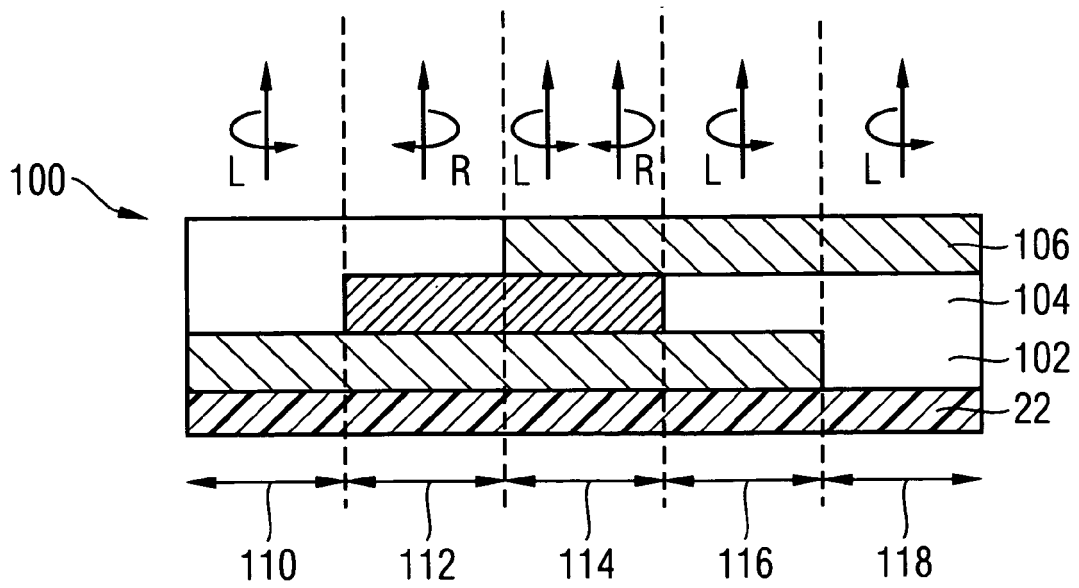


Fig. 9

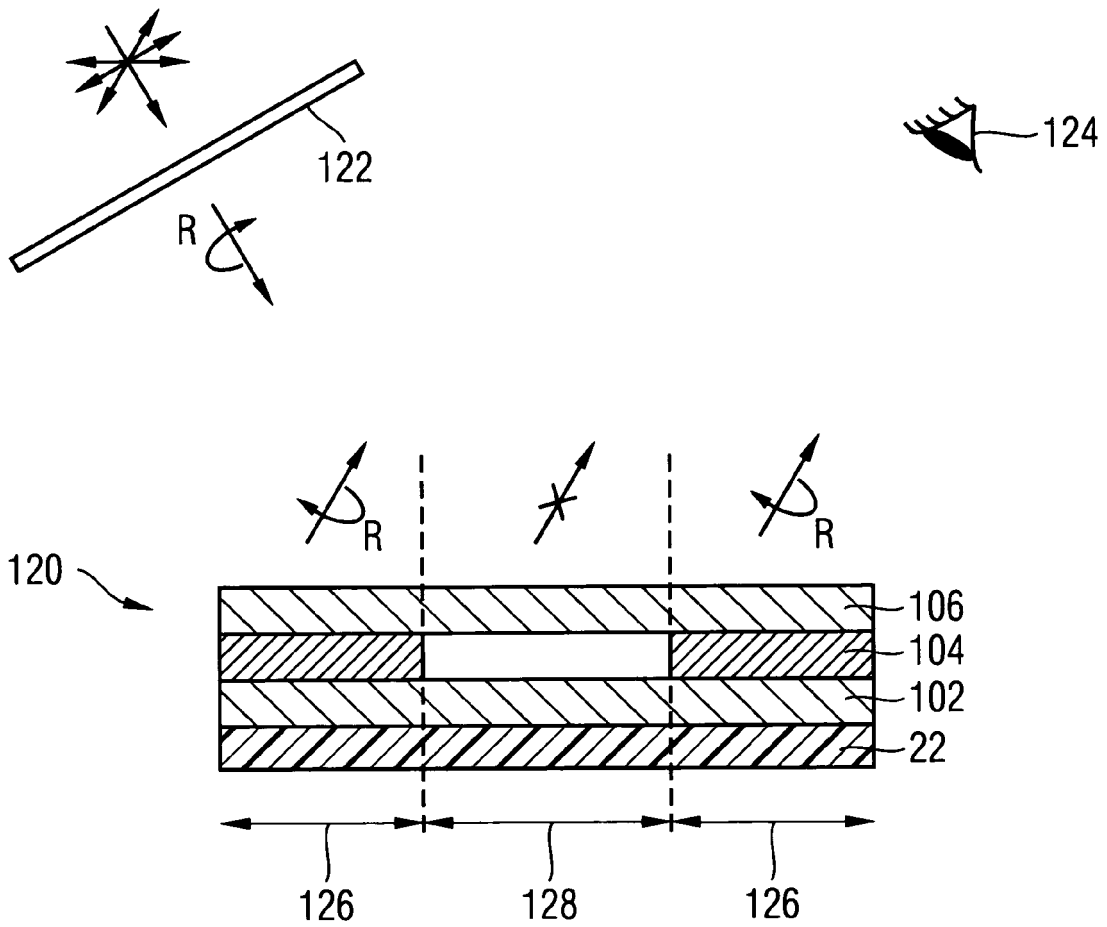


Fig. 10

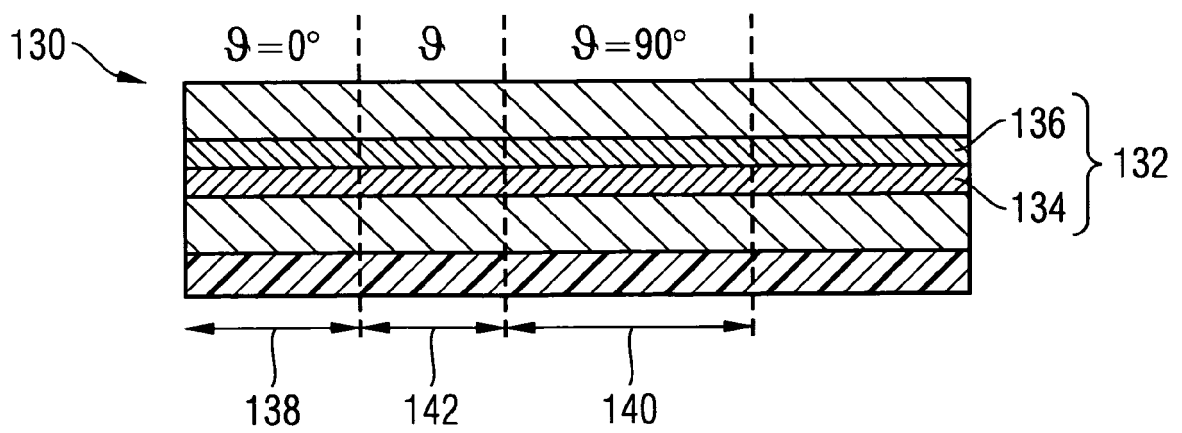


Fig. 11a

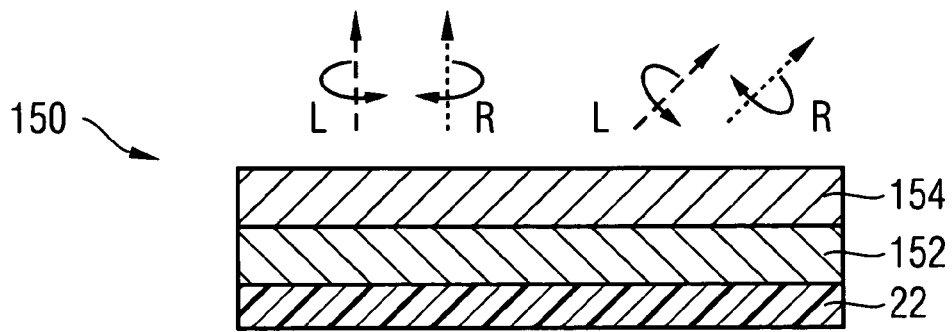


Fig. 11b

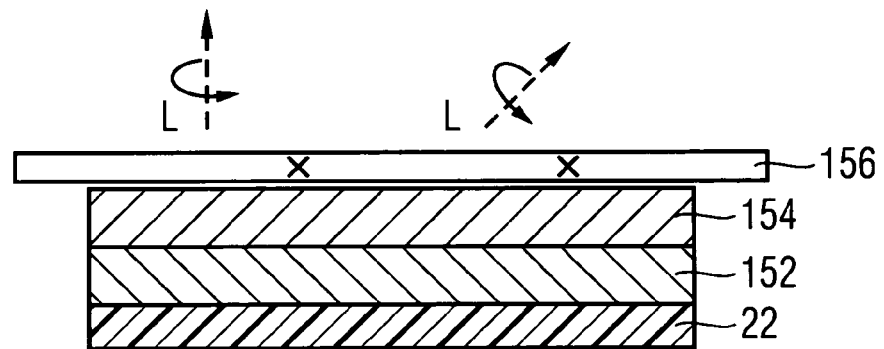


Fig. 11c

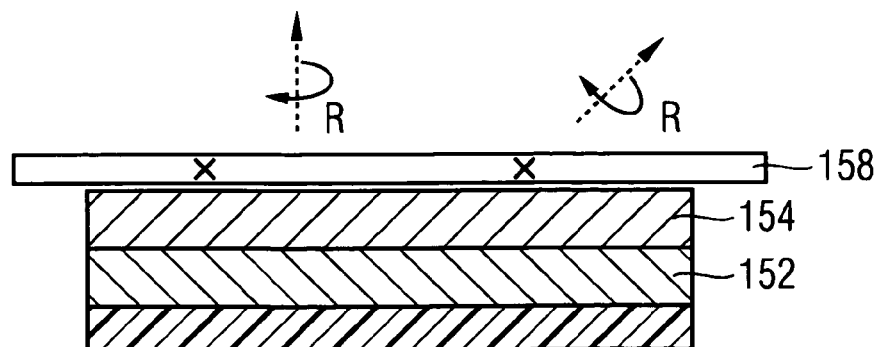


Fig. 12a

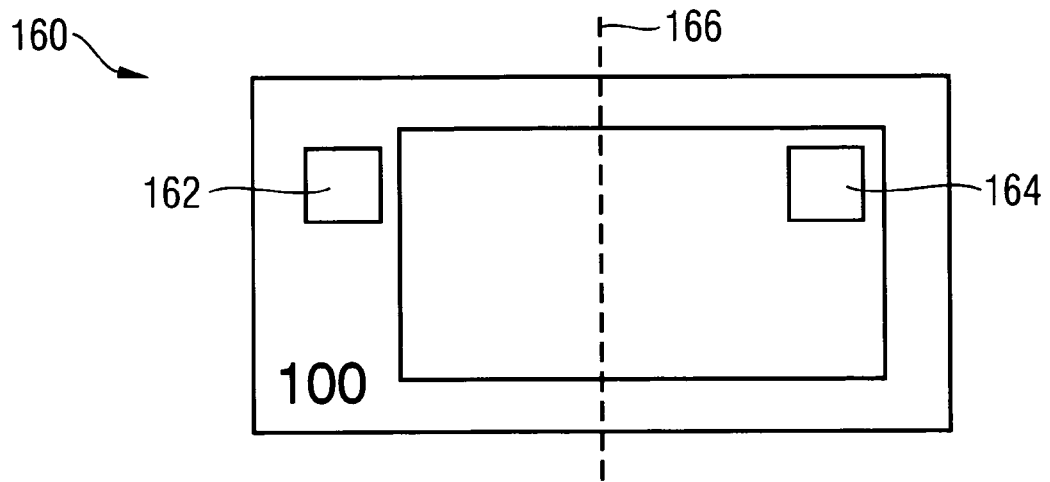
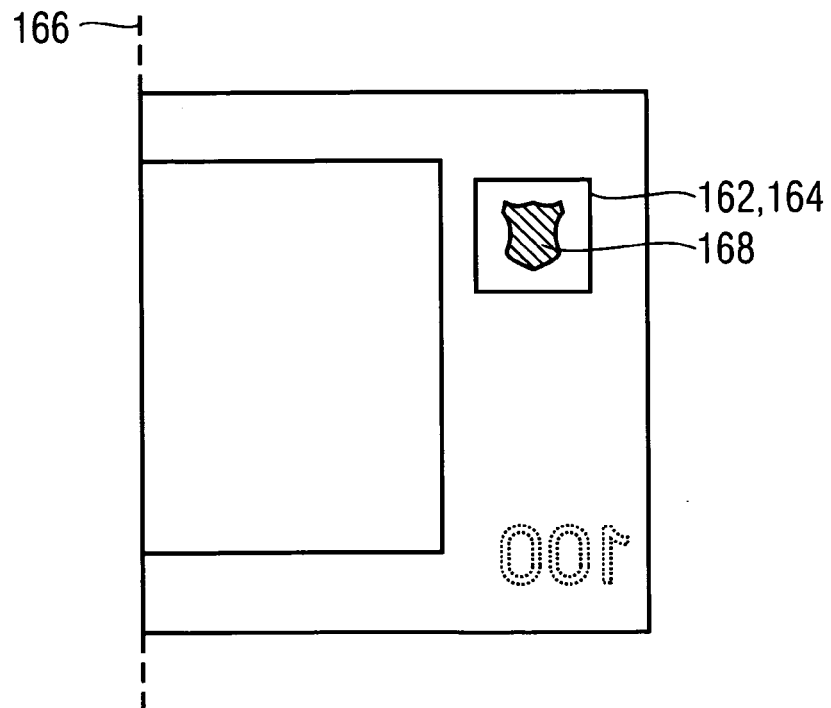


Fig. 12b







## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 00 2798

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)                                    |
| X   | WO 98/52077 A (ROLIC AG [CH]; SCHADT MARTIN [CH]; SEIBERLE HUBERT [DE])<br>19. November 1998 (1998-11-19)<br>* Seite 14; Abbildung 9a *                 | 1,4,5,<br>15,16,<br>18,20-22  | INV.<br>B42D15/00<br>G07D7/12<br>G02F1/1337<br>G06K19/06<br>B32B27/36 |
| X   | JP 2003 145912 A (TOPPAN PRINTING CO LTD)<br>21. Mai 2003 (2003-05-21)<br>* Absatz [0031]; Abbildungen 3,5,6 *  | 1,3   |   |
| X   | JP 2000 255200 A (DAINIPPON PRINTING CO LTD) 19. September 2000 (2000-09-19)<br>* das ganze Dokument *  | 1   |   |
| E   | EP 1 628 147 A (NHK SPRING CO LTD [JP])<br>22. Februar 2006 (2006-02-22)<br>* das ganze Dokument *  | 1,3,4,<br>18-22   |   |
| E   | WO 2005/101101 A (KURZ LEONHARD FA [DE]; KATSCHOREK HAYMO [DE]; SCHILLING ANDREAS [CH];) 27. Oktober 2005 (2005-10-27)<br>* Seiten 20,21; Abbildung 7 * | 1,15,21   |   |
|   |   |   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)                                       |
|   |   |   | B42D<br>G07D<br>G02B  |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |   |   |   |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>  |   | Abschlußdatum der Recherche<br><b>23. April 2009</b>  | Prüfer<br><b>Curt, Denis</b>  |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |

 4  
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 00 2798

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.

23-04-2009

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 9852077 A                                       | 19-11-1998                    | AU 7070898 A                      | 08-12-1998                    |
|  |                               | CN 1255203 A                      | 31-05-2000                    |
|  |                               | CN 1550799 A                      | 01-12-2004                    |
|  |                               | CN 1928646 A                      | 14-03-2007                    |
|  |                               | DE 69824173 D1                    | 01-07-2004                    |
|  |                               | DE 69824173 T2                    | 23-06-2005                    |
|  |                               | EP 0980536 A1                     | 23-02-2000                    |
|  |                               | HK 1028452 A1                     | 18-02-2005                    |
|  |                               | JP 2001525080 T                   | 04-12-2001                    |
|  |                               | JP 2008242466 A                   | 09-10-2008                    |
|  |                               | US 6734936 B1                     | 11-05-2004                    |
| JP 2003145912 A                                    | 21-05-2003                    | KEINE                             |                               |
| JP 2000255200 A                                    | 19-09-2000                    | KEINE                             |                               |
| EP 1628147 A                                       | 22-02-2006                    | CN 1791816 A                      | 21-06-2006                    |
|  |                               | JP 2004338257 A                   | 02-12-2004                    |
|  |                               | WO 2004102234 A1                  | 25-11-2004                    |
|  |                               | KR 20060021845 A                  | 08-03-2006                    |
|  |                               | US 2007159671 A1                  | 12-07-2007                    |
| WO 2005101101 A                                    | 27-10-2005                    | AU 2005233672 A1                  | 27-10-2005                    |
|  |                               | BR PI0509956 A                    | 25-09-2007                    |
|  |                               | CA 2563529 A1                     | 27-10-2005                    |
|  |                               | CN 1960882 A                      | 09-05-2007                    |
|  |                               | DE 102004018702 A1                | 10-11-2005                    |
|  |                               | EP 1737677 A2                     | 03-01-2007                    |
|  |                               | JP 2007532959 T                   | 15-11-2007                    |
|  |                               | US 2008280107 A1                  | 13-11-2008                    |

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 [0003]
- EP 1156934 B1 [0005]