



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 23 015 T2 2007.04.12**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 250 680 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 23 015.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CH01/00058**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 900 370.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/055960**

(86) PCT-Anmeldetag: **25.01.2001**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **02.08.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.10.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **13.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.04.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G06K 19/06 (2006.01)**  
**B42D 15/10 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**00300610 27.01.2000 EP**

(73) Patentinhaber:  
**Rolic AG, Zug, CH**

(74) Vertreter:  
**Mitscherlich & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 80331 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:  
**MOIA, Franco, CH-4402 Frenkendorf, CH**

(54) Bezeichnung: **OPTISCHES SICHERHEITSGERÄT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung bezieht sich auf eine optische Sicherheitsvorrichtung zur Anwendung auf oder zur Einbettung in kommerzielle Gegenstände. Solche Gegenstände sind im Prinzip in den Gebieten der Dokumentensicherheit (Banknoten, Marken, Karten und Ticketanwendungen), Brand Protection (Pharmazeutika, Getränke, Liköre), die sichere Verpackung von Artikeln, Software, Ersatzteilen von Fahrzeugen, etc., oder für dafür vorgesehene Verpackungen bekannt; dennoch ist die Erfindung nicht eingeschränkt auf solche Gebiete.

**[0002]** Optische Sicherheitsvorrichtungen werden generell dafür verwendet, Artikel zu authentifizieren, auf welchen sie aufgebracht sind. Ein erster Typ von solchen Vorrichtungen umfasst Hologramme, Kinegramme, Wasserzeichen, Mikroperforationen, optisch variable Tinten, etc. Solche Vorrichtungen können mit dem menschlichen Auge (Erststufenuntersuchung) untersucht werden, und stellen eine Authentifikation zur Verfügung in Bezug auf die Schwierigkeit, welche ein Kopierer haben würde, wenn er eine ähnliche Vorrichtung zur Verfügung stellen würde; solche Sicherheitsvorrichtungen werden im Weiteren als Erststufensicherheitsvorrichtungen bezeichnet.

**[0003]** Ein zweiter Typ von solchen Sicherheitsvorrichtungen stellt einen grösseren Grad an Sicherheit oder Authentifikation als der erste Typ zur Verfügung und kann sichtbar gemacht werden mit billigen und leicht verfügbaren Werkzeugen, bspw., mit einem Blattpolarisator, einem Vergrößerungsglas, einer schwarzen Lampe (UV), etc. (Zweitstufenuntersuchung). Beispiele von solchen Sicherheitselementen sind Mikrodruckvorrichtungen, fluoreszierende Tinten, und Vorrichtungen basierend auf Polarisierungseffekten wie offenbart in unserer früheren Anmeldung WO 98/52077. Die Anmeldung WO 98/52077 offenbart Vorrichtungen basierend auf einer fotoorientierten Polymernetzwerk (PPN)-Schicht, welche auf einem Substrat aufgebracht ist, und welche selektiv in unterschiedlichen Richtungen orientiert ist in unterschiedlichen lokalen Regionen über ihre Oberfläche. Die PPN-Schicht wird bedeckt durch eine Schicht von vernetzten Flüssigkristallmonomeren; diese Schicht, welche optisch anisotrop ist und Doppelbrechung zeigt, wirkt als optische Verzögerungsschicht. Die flüssigkristalline Natur der Verzögerungsschicht folgt der selektiven Orientierung der PPN-Schicht und ermöglicht die Herstellung von Phasenverzögerungsbildern, welche unter Zuhilfenahme von Blattpolarisatoren erkannt werden können. Solche Sicherheitselemente werden im Weiteren als Zeitstufensicherheitsvorrichtungen bezeichnet werden.

**[0004]** Die WO 00/29878, welche nach dem Prioritätsdatum dieser Patentanmeldung publiziert worden ist, offenbart ebenfalls eine Zweitstufensicherheitsvorrichtung. Die WO 00/29878 zeigt eine optische Komponente enthaltend zwei oder mehr versteckte Bilder zum Zweck der Authentifikation. Die Sicherheitsvorrichtung umfasst ein oder mehrere optische Verzögerer, in welchen die Bilder eingebettet sind in separaten Streifen oder Bereichen. Das Untersuchungswerkzeug ist ein einziger Polarisator.

**[0005]** Ein dritter Typ von Sicherheitsvorrichtungen umfasst Elemente, welche visualisiert oder detektiert werden können nur mit speziellen, teuren Werkzeugen wie bspw. Fotospektrometer, Polarisationsmikroskope, etc. (Drittstufenuntersuchung). Des Weiteren sind elektronische Techniken bekannt für die Einführung und die anschließende Identifikation von Wasserzeichen in einem Bild oder zur vollständigen Verschlüsselung eines Bildes. Weitere Beispiele von solchen Sicherheitsvorrichtungen sind Elemente, welche mit speziellen fluoreszenten Tinten oder mit digital gemischten Zeichen hergestellt sind. Alle diese Vorrichtungen haben gemeinsam, dass sie nur mit speziellen Entschlüsselungswerkzeugen detektiert werden können, und sie werden hier in der Folge als Drittstufensicherheitsselemente bezeichnet werden.

**[0006]** Das Konzept der vorliegenden Erfindung ist es, eine neue optische Sicherheitsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche Drittstufensicherheitslevels aufweist und, wenn erwünscht, in einer einzigen Vorrichtung alle drei Stufen, die erste, zweite und dritte Stufe der Sicherheit aufweist.

**[0007]** In einem ersten Aspekt stellt die Erfindung eine optische Authentifikationsvorrichtung zur Verfügung in Kombination mit einem Untersuchungswerkzeug, wobei die Authentifikationsvorrichtung wenigstens eine erste Schicht von optisch anisotropem Material aufweist, welches selektiv orientiert ist in unterschiedliche Richtungen über seine Fläche, so dass ein Objekt darin eingeschrieben ist, und welches weiter dadurch gekennzeichnet ist, dass das Untersuchungswerkzeug eine weitere Schicht von optisch anisotropem Material aufweist, welches selektiv orientiert ist in unterschiedlichen Orientierungen über seine Fläche zur Entschlüsselung des Objekts, so dass das Objekt betrachtet werden kann, wenn die Authentifikationsvorrichtung durch das Untersuchungswerkzeug hindurch betrachtet wird.

**[0008]** In einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung eine optische Authentifikationsvorrichtung zur Verfügung

wie oben angegeben, wobei die wenigstens eine erste Schicht von optisch anisotropem Material derart strukturiert ist, dass sie Erststufen, Zweitstufen und Drittstufen-Untersuchungslevels aufweist, namentlich einen Erststufenlevel, bei welchem ein optischer Effekt von Auge erkannt werden kann, eine zweite Stufe, in welcher ein verstecktes Objekt unter Zuhilfenahme eines Polarisators erkannt werden kann, und eine dritte Stufe, in welcher das eingeschriebene Objekt sichtbar gemacht werden kann mit dem entschlüsselnden optischen Inspektionswerkzeug.

**[0009]** Im Zusammenhang der vorliegenden Beschreibung wird der Begriff "Objekt" im Sinne eines Objektes verwendet, welches optisch betrachtet werden kann und welches ein Bild im Auge erzeugt. Ein solches Objekt wird normalerweise ein einfach erkennbares Objekt sein wie bspw. ein Muster oder Design, oder alphanumerische Buchstaben, Zahlen, etc., welche einen Code darstellen. Entsprechend trägt das Objekt im Wesentlichen Information, welche visuell erkannt werden kann. In Übereinstimmung mit der Erfindung stellt das eingeschriebene Objekt eine erste vorbestimmte Information dar, und das versteckte Objekt stellt eine zweite vorbestimmte Information dar, welche unterschiedlich ist von der ersten.

**[0010]** Wie bevorzugt umfasst die genannte erste Schicht von optisch anisotropem Material eine strukturierte Anordnung von phasenverzögernden Elementen, vorzugsweise umfassend benachbarte elementweise Bereiche, welche selektiv phasenverzögert sind relativ zueinander. Die resultierenden sichtbaren Objekte, welche durch einen solchen Phasenverzögerer geschaffen werden, hängen von den Polarisationsrichtungen und den spektralen Wellenlängenverteilungen des ein- und ausfallenden Lichtes ab. Ein verstecktes Objekt kann mit einem Blattpolarisator (oder mehreren) betrachtet werden. Ein eingeschriebenes Objekt kann sichtbar gemacht werden, wenn mit einem entschlüsselnden optischen Werkzeug betrachtet.

**[0011]** Wie bevorzugt umfasst die erste Schicht eine Flüssigkristallpolymer(LCP)-Schicht, welche vorzugsweise orientiert und strukturiert/gemustert sein kann durch eine weitere Schicht von linearem Fotopolymer (LPP)-Synonym mit fotoorientiertem Polymernetzwerk (PPN).

**[0012]** Die erste Schicht kann aus einem strukturell selbsttragenden Material bestehen. Alternativ kann ein Substrat zur Verfügung gestellt werden, welches die erste Schicht trägt.

**[0013]** Der Erststufenuntersuchungslevel, welcher optional sein kann, wird vorzugsweise zur Verfügung gestellt durch eine Schicht, welche dem reflektierten Licht eine bestimmte Eigenschaft aufgrund eines optischen Effektes wie bspw. Diffraktion, Refraktion, Wellenlängen selektive Reflexion, etc. gibt. Wenn die Schicht cholesterisches Material enthält (welches zusätzlich zur ersten Schicht vorgesehen sein kann), wird das einfallende Licht selektiv reflektiert mit einer von dem Betrachtungswinkel abhängigen Wellenlänge. Innerhalb eines selektiven Wellenlängenbandes ist das reflektierte Licht zirkular polarisiert, das hindurchgelassene Licht ist ebenfalls zirkular polarisiert aber mit umgekehrten helikalem Sinn (Drehsinn). Ausserhalb des selektiven Wellenlängenbandes bleibt der Polarisationszustand des Lichtes unverändert. Durch ein Kippen der cholesterischen Schicht kann eine Farbverschiebung mit blossen Auge erkannt werden, das heisst von Rot nach Grün oder von Grün nach Blau.

**[0014]** Die Zweitstufen- und Drittstufenlevels werden zur Verfügung gestellt durch LCP-Material, welches eine erste Schicht bildet. Das LCP-Material bildet eine strukturierte Phasenverzögerungsschicht. Benachbarte Bereiche der strukturierten LCP-Verzögerungsschicht zeigen von einem Bereich zum anderen wenigstens zwei unterschiedliche Orientierungen von deren optischen Achsen, in welchen wenigstens ein verschlüsseltes und optional wenigstens ein nicht-verschlüsseltes verstecktes Bild gespeichert ist. Die nicht-verschlüsselte versteckte Information/Bilder oder Objekte – falls vorhanden – können visualisiert werden mit einem normalen Blattpolarisator (Zweitstufenuntersuchung). Die verschlüsselten Bilder können erkannt werden mit einem entschlüsselungs-optischen Werkzeug wie oben erwähnt (Drittstufenuntersuchung).

**[0015]** In Übereinstimmung mit einer bevorzugten Form der Erfindung umfasst das optische Authentifikationselement ein Substrat, und wenigstens eine verschlüsselte, vorzugsweise fotoorientierte LCP-Schicht, welche eine Drittstufensicherheit zur Verfügung stellt. Ein solches Drittstufenelement kann erkannt werden mit einem entschlüsselnden optischen polarisierenden Untersuchungswerkzeug, welches aus einer entschlüsselnden LCP-Schicht besteht und entsprechend ebenfalls als Sicherheitselement betrachtet werden kann. Solch eine optische Authentifikationsvorrichtung kann die kombinierte Verwendung für Zweitstufen- und Drittstufenuntersuchung ermöglichen: Visualisierung des Zweitstufenfeatures kann erreicht werden mit einfachen Blattpolarisatoren. Eine solche Vorrichtung kann Erststufen-, Zweitstufen- und Drittstufensicherheit zur Verfügung stellen und erlaubt die kombinierte Verwendung einer solchen Vorrichtung für Erststufen-, Zweitstufen- und Drittstufenuntersuchung: durch ein Kippen der Vorrichtung kann eine Farbverschiebung (zum Beispiel von Rot nach

Grün, oder von Grün nach Blau) erkannt werden (Erststufenuntersuchung), die Zweitstufenfeatures können visualisiert werden durch einen billigen Blattpolarisator, und die Drittstufenfeatures können erkannt werden mit einem entschlüsselnden optischen polarisierenden Untersuchungswerkzeug.

**[0016]** In Übereinstimmung mit der Erfindung ist auch eine Sicherheitsvorrichtung machbar, welche die Kombination von nur Erststufen- und Drittstufensicherheit zur Verfügung stellt: die Sicherheitsvorrichtung besteht aus einem Substrat, und wenigstens einer verschlüsselt strukturierten LCP-Schicht. Durch ein Kippen der Vorrichtung wird eine Farbverschiebung (zum Beispiel von Rot nach Grün oder von Grün nach Blau) beobachtet, welche der Erststufensicherheit entspricht, die Drittstufenfeatures können erkannt werden mit einem entschlüsselnden optisch polarisierenden Untersuchungswerkzeug.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0017]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nun beschrieben werden unter Bezugnahme auf die angefügten Zeichnungen, wobei:

**[0018]** [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) schematische Darstellungen sind der Erscheinung einer bevorzugten optischen Authentifikationsvorrichtung der Erfindung;

**[0019]** [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) schematische Schnittdarstellungen der bevorzugten Vorrichtung sind mit entsprechenden Untersuchungswerkzeugen zur Sichtbarmachung der verschiedenen Levels;

**[0020]** [Fig. 3](#) ist eine schematische Schnittdarstellung einer modifizierten Form der bevorzugten Vorrichtung;

**[0021]** [Fig. 4](#) ist eine schematische Darstellung der bevorzugten Vorrichtung, mit entsprechenden Inspektionswerkzeugen, wobei die Polarisationszustände und die Achsen der optischen Verzögerer dargestellt sind;

**[0022]** [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, welches die Polarisationszustände und die Achsen der optischen Verzögerer der bevorzugten Vorrichtung und des Inspektionswerkzeug zeigt;

**[0023]** [Fig. 6](#) ist eine Aufsicht auf eine verschlüsselte Schicht der bevorzugten Vorrichtung, und die als Gegenstück dienende Entschlüsselungsschicht des Untersuchungswerkzeugs; und

**[0024]** [Fig. 7](#) ist eine Aufsicht auf Herstellungsmasken für die bevorzugte Vorrichtung und das Inspektionswerkzeug.

#### Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

**[0025]** Unter Bezugnahme auf die Figuren ist die Erscheinung des bevorzugten optischen Sicherheitselementes oder der optischen Authentifikationsvorrichtung, welche eine Kombination von Erststufen-, Zweitstufen- und Drittstufenuntersuchung erlaubt, in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) dargestellt. In der ersten Stufe ist eine Betrachtungswinkelabhängigkeit der Farbe des gesamten Bereiches **2** vorhanden (welche das zu betrachtende Objekt bildet), rötlich wenn von oben betrachtet und grünlich wenn von einer seitlichen Richtung betrachtet, bewirkt durch die selektive Reflexion an der cholesterischen Schicht. Für die zweite Stufe wird ein Linearpolarisator verwendet und ein entsprechendes Objekt **4** – zusätzlich zu einer zufällig angeordneten Verteilung von Mustern, das Kreuz in der oberen linken Ecke – kann erkannt werden; die Farbe ist immer noch abhängig von der Betrachtungsrichtung. Für die dritte Stufe wird eine entsprechend strukturierte optische Phasenverzögerungsschicht, der Entschlüssler oder Schlüssel, zwischen den Linearpolarisator und die optische Vorrichtung gebracht, und ein zweites, ansonsten verschlüsseltes Objekt **6** – ein "CH" – wird sichtbar: wiederum ist die Farbe immer noch abhängig von der Betrachtungsrichtung. Eine Rotation des Linearpolarisators um 90° ändert die optische Erscheinung der verschiedenen Bilder von positiv zu negativ, was in [Fig. 1b](#) dargestellt ist.

**[0026]** Wie [Fig. 2](#) entnommen werden kann, umfasst die Vorrichtung eine Folge von Schichten, namentlich ein Substrat **10** aus Glas, Plastik, Papier oder Metall, eine cholesterische Schicht oder metallische Schicht **12** als Reflektor, eine gemusterte (strukturierte) LPP/LCP-Schicht **14**. Für den Fall, dass ein metallischer Reflektor erforderlich ist und das Substrat bereits metallisch ist, kann der metallische Reflektor **12** weggelassen werden.

**[0027]** In einer Modifikation kann die Reflektorschicht **12** weggelassen werden, und eine Polarisatorschicht **16** ist eingeschlossen.

**[0028]** Wie in [Fig. 2a](#) dargestellt, umfasst das Entschlüsselungs-Inspektionswerkzeug **20** zur Betrachtung eines Drittstufen verschlüsselten Objektes einen Blattpolarisator **22** und eine strukturierte Verzögerungsplatte **24**, welche im Detail unten beschrieben wird. In [Fig. 2b](#) entspricht ein Blattpolarisator **26** einem Inspektionswerkzeug zur Betrachtung eines Zweitstufenobjektes. [Fig. 2c](#) zeigt die optische Sicherheitsvorrichtung ohne jegliche zusätzlichen Inspektionswerkzeuge. Der Erststufenaspekt kann mit blossem Auge erkannt werden durch ein Kippen der Vorrichtung oder durch schräge Betrachtung der Vorrichtung.

**[0029]** Die modifizierte optische Sicherheitsvorrichtung **30** von [Fig. 3](#) verfügt über ein transparentes Substrat **32**, welches auf der Vorrichtung vorgesehen ist, eine gemusterte (strukturierte) Verzögerungs- oder LPP/LCP-Schicht **34** und eine cholesterische Schicht **36** als Reflektor. Für durchscheinende optische Sicherheitsvorrichtungen **30** wird der Reflektor **36** weggelassen. Diese modifizierte Konfiguration **30** ist insbesondere nützlich für die Herstellung der Vorrichtung auf Transferfolien (Blocking Foils), welche anschliessend auf das endgültige Substrat in einem Heissprägevorgang übertragen werden.

**[0030]** Ein spezifisches erstes Ausführungsbeispiel der Ausführungsform gemäss den [Fig. 1](#) und [2](#) wird wie folgt gebildet:

In einem ersten Schritt wird ein cholesterisches LCP-Material in einem Spin-Coating-Prozess (andere Coating oder Druckverfahren sind ebenfalls anwendbar) auf das Substrat **10** unter Bildung einer Schicht **12** aufgebracht. Die cholesterische LCP-Schicht **12** besteht aus einer nematischen Flüssigkristallschicht, welche eine helikale Twistkonfiguration zeigt. Die Distanz für einen vollen  $360^\circ$  Umlauf bestimmt den Pitch  $p$ . Cholesterische Filter zeigen selektive Reflexion innerhalb eines wohl definierten und adjustierbaren Wellenlängenbandes und sie polarisieren gleichzeitig innerhalb dieses Bandes das Licht zirkular. So ist es möglich, in einer einzigen cholesterischen LCP-Schicht einen Farbfilter, einen Polarisator und einen Reflektor zu kombinieren. Innerhalb des selektiven Reflexionsbandes wird die zirkular polarisierte Komponente des einfallenden Lichtes, welche den gleichen Drehsinn aufweist wie die cholesterische Helix – im Fall dass die Dicke der cholesterischen Schicht genügend dick ist, das heisst mehr als 10 mal den Pitch  $p$  – total reflektiert, während die gegenläufig zirkular polarisierte Strahlung ohne Abschwächung hindurchgelassen wird. Ausserhalb des selektiven Reflexionsbandes ist der Filter vollständig durchlässig und nicht polarisierend. Die cholesterische LCP-Schicht dieses bevorzugten Ausführungsbeispiels hat ein reflektierendes Wellenlängenband im sichtbaren Bereich, obwohl für spezielle Anwendungen das reflektierende Wellenlängenband auch im IR oder im UV-Bereich sein könnte. Im Fall des sichtbaren Bereiches ist vorzugsweise das Band zwischen 400 nm und 800 nm, weiter bevorzugt zwischen 450 nm und 650 nm. Das cholesterische LCP-Material besteht aus einer LCP-Mischung, welche dotiert ist mit einem Dotierungsmittel, welches den notwendigen Pitch zur Bildung des gewünschten reflektierenden Wellenlängenbereichs induziert. Wie oben angegeben, kann der helikale Sinn der cholesterischen LCP-Schicht links- oder rechtshändig sein. Im Beispiel ist linkshändiges Material verwendet worden. Wiederum ist es so, dass, zum Erreichen einer exzellenten Helligkeit, die Dicke der cholesterischen Schicht ungefähr 10 mal den Pitch betragen sollte.

**[0031]** In Abhängigkeit der Hindergrundfarbe und der (gedruckten) Struktur des Substrates sowie auch vom Transparenzeffekt, welcher erreicht werden soll, kann die Dicke der cholesterischen Schicht auch weniger als 10 mal den Pitch betragen, um die besten Bildqualitätsresultate zu erhalten, wenn die Vorrichtung als eine darüber liegende Schicht zum Schutz von gedruckter oder anderer Information vor Fälschung oder Veränderung verwendet wird. In diesem Fall wird die Vorrichtung nicht nur als separate Sicherheitsvorrichtung verwendet, sondern auch als Sicherheitsvorrichtung in Kombination mit Schutzfunktionen der Bilder und/oder Informationen, welche gedruckt oder auf das Substrat aufgebracht sind.

**[0032]** Entsprechend variiert die Dicke der cholesterischen Schicht zwischen 1 bis 10 Mikron, insbesondere bevorzugt zwischen 2 bis 8 Mikron, in Abhängigkeit des cholesterischen LCP-Materials welches verwendet wird und des Transparenzeffekts, welcher erreicht werden soll. Die cholesterische Schicht wird nicht-polarisiertem (isotropem) UV-Licht von geeigneter Wellenlänge ausgesetzt, um vernetzt zu werden.

**[0033]** Auf der cholesterischen Schicht **12** wird in einem Spin-Coating-Prozess (andere Druck- oder Beschichtungstechniken sind auch anwendbar) eine orientierbare linear-fotopolymerisierbare (LLP)-Schicht **141** aufgebracht. Geeignete LPP-Materialien, wie bspw. Zimtsäurederivate oder Ferulasäurederivate sind zum Beispiel in den Patentpublikationen EP-A-611786, WO 96/10049 und EP-A-763552 illustriert.

**[0034]** Diese LPP-Schicht mit einer Dicke von ungefähr 50 nm wird durch eine Fotomaske linear polarisiertem UV-Licht von geeigneter Wellenlänge ausgesetzt. Durch Verwendung von unterschiedlichen Polarisationsrichtungen, bspw.  $0^\circ$  und  $90^\circ$  ( $0^\circ$  bedeutet parallel zu einer Kante des Substrats) für unterschiedliche Bereiche (Pixel) (**60**) wird ein Orientierungsmuster kreiert (vergleiche [Fig. 6](#), oberes Muster), welches ein verschlüsseltes

Objekt oder Bild enthält, falls erforderlich kombiniert mit nicht-verschlüsselten Objekten oder Bildern.

**[0035]** Dies erlaubt die Speicherung von Bildern und/oder anderer Information in der LPP-Schicht in verschlüsselter Form sowie in Kombination mit nicht-verschlüsselter Form. Verschlüsselung bedeutet eine spezifische LPP – und entsprechend auch LCP – Musterauswahl mit einer gegebenen Orientierung von jedem Bereich (Pixel) des Musters, so dass ohne eine zusätzliche darüber gelegte LPP/LCP-Dekodierschicht die primäre verborgene Bildinformation nicht erkannt oder verstanden werden kann. Die LCP-Schicht wird in einem weiteren Schritt auf die LPP-Schicht aufgetragen und wird in Details unten erläutert.

**[0036]** Auch ein komplexeres Orientierungsmuster des strukturierten Phasenverzögerers des Verschlüsselungsdevice könnte für die Verschlüsselung verwendet werden. Andere Winkel, das heisst eine Vielzahl von Polarisationsrichtungen (zum Beispiel 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° und 90°) würden insbesondere leicht möglich sein, wenn eine entsprechend strukturierte LPP/LCP-Schicht anstelle von konventionellen Fotomasken verwendet wird. Solche LPP/LCP-Master strukturieren das einfallende polarisierte UV-Licht in Bereiche mit unterschiedlichen Polarisationsrichtungen wie bspw.

**[0037]** 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° und 90°, so dass ein ganzes Muster von verschiedenen Polarisationsrichtungen in einem einzigen Belichtungsschritt angewendet werden kann.

**[0038]** Wenn für die Belichtung der LPP-Schicht ein LPP/LCP-Master verwendet wird, kann der Verschlüsselungslevel mit nur einem Belichtungsschritt erheblich erhöht werden, was bedeutet, dass eine Erhöhung der Pattern-Komplexität des strukturierten Verzögerers in Kombination mit einem leichteren, schnelleren und billigeren Herstellungsprozess erreicht wird. Die Sicherheit einer solchen Vorrichtung ist dann extrem hoch und kann kaum nachgemacht werden.

**[0039]** Am Ende wird die orientierte LPP-Schicht beschichtet mit einem vernetzbaren Flüssigkristallmonomer oder einer Präpolymersmischung (LCP) **142**, welches Doppelbrechung zeigt. Eine solche LCP-Mischung  $M_{LCP}$  wird später detaillierter beschrieben werden.  $M_{LCP}$  hat eine optische Anisotropie  $\Delta n$  von 0.13, was eine Filmdicke von 1  $\mu\text{m}$  für  $\lambda/4$  Verzögerungsplatten ergibt. Das LCP-Material wird auf die LPP-Schicht in einem Spin-Coating-Prozess aufgebracht, aber auch andere Druck- oder Beschichtungstechniken sind anwendbar.

**[0040]** Die Orientierung (falls vorhanden) der LPP-Schicht **141** in den unterschiedlichen Bereichen richtet das LCP-Material **142** (und damit seine optischen Achsen) entsprechend aus, und die LCP-Schicht wird dann nicht-polarisiertem (isotropem) UV-Licht von einer geeigneten Wellenlänge ausgesetzt, um vernetzt zu werden.

**[0041]** Als ein Beispiel für das Untersuchungsdevice von [Fig. 2a](#) wird die LPP/LCP-Schicht **24** auf ein transparentes Substrat aufgebracht (nicht dargestellt in [Fig. 2a](#)) wie bspw. Glas oder Plastik. Es ist möglich, die LPP/LCP-Schicht **24** direkt auf den Linearpolarisator **22** aufzubringen, aber dann ist generell nur ein Beobachtungsmodus (das heisst positiver Modus) für Drittleveluntersuchung möglich, weil – um den negativen Modus zu erreichen – eine Rotation des Polarisators, welcher auch die gemusterte LPP/LCP-Schicht umfasst, nicht mehr dazu führt, dass die Entschlüsselungsbereiche mit den entsprechenden verschlüsselten Bereichen des Sicherheitsmerkmals übereinstimmen und entsprechend ist dann die Drittstufeninformation nicht erkennbar. Die verwendeten Techniken sind die gleichen wie für das optische Authentifikationsdevice. Sie sind bspw. in den oben angegebenen Patentpublikationen offenbart und werden ebenfalls in mehr Detail beschrieben werden.

**[0042]** Eine orientierbare linear fotopolimerisierbare (LPP)-Schicht **241** wird in einem Spin-Coating-Prozess (andere Druck- oder Beschichtungstechniken sind auch anwendbar) auf ein transparentes Substrat aufgebracht. Geeignete LPP-Materialien, wie bspw. Zimtsäurederivate oder Ferulasäurederivate sind bspw. illustriert in den Patentpublikationen EP-A-611786, WO 96/10049 und EP-A-763552.

**[0043]** Diese LPP-Schicht mit einer Dicke von ungefähr 50 nm wird durch eine Fotomaske mit polarisiertem UV-Licht von geeigneter Wellenlänge belichtet. Durch Verwendung von unterschiedlichen Polarisationsrichtungen, bspw. 0° und 45° (0° bedeutet parallel zu einer Kante des Substrats), für unterschiedliche Bereiche (Pixel) (**62**) wird ein Orientierungsmuster kreiert (vergleiche [Fig. 6](#), unteres Muster), welches das Dekodiermuster ist, welches zum im optischen Device verschlüsselten Bild gehört.

**[0044]** Dies bedeutet die Speicherung von Dekodiermustern in der LPP-Schicht. Dekodiermuster bedeutet eine spezifische LPP – und entsprechend auch LCP – Musterauswahl mit einer gegebenen Orientierung von

jedem Bereich (Pixel) des Musters, dies derart, dass, wenn der Dekoder über das verschlüsselte optische Device rübergelegt wird, für jedes Pixel die Orientierung und Verzögerung des LCP des optischen Device kombiniert mit der Orientierung und Verzögerung des LCP des Dekoders eine spezifische optische Verzögerung ergibt, welche, wenn durch einen Linearpolarisator betrachtet, einen spezifischen Grauton oder eine Farbe des verschlüsselten Bildes ergibt, was am Ende die Bildinformation des Sicherheitselementes dekodiert und visualisiert.

**[0045]** Zusätzlich könnte ein noch komplexeres Orientierungsmuster des strukturierten Phasenverzögerers des Untersuchungsdevices (Dekoder oder Schlüssel) sowie auch der optischen Vorrichtung verwendet werden für die Verschlüsselung und die Dekodierung. Andere Winkel von Polarisationsrichtungen könnten insbesondere leicht möglich sein, wenn eine geeignet strukturierte LPP/LCP-Schicht anstelle einer konventionellen Fotomaske verwendet wird. Ein solcher LPP/LCP-Master mustert das einfallende polarisierte UV-Licht in Bereiche mit unterschiedlichen Polarisationsrichtungen, sodass ein ganzes Muster von unterschiedlichen Polarisationsrichtungen in einem einzigen Schritt angewendet werden kann.

**[0046]** Wenn für die Belichtung der LPP-Schicht des Entschlüsselungsinspektionsdevice ein LPP/LCP-Master verwendet wird, kann der Verschlüsselungslevel wesentlich erhöht werden in nur einem Belichtungsschritt, was bedeutet, dass eine Erhöhung der Musterkomplexität des strukturierten Verzögerers kombiniert wird mit einem leichteren, schnelleren und billigeren Herstellungsprozess. Die Sicherheit eines solchen optischen Authentifikationsdevices ist dann extrem hoch und kann kaum nachgemacht werden.

**[0047]** Wie auch beim optischen Device wird die orientierte LPP-Schicht am Ende beschichtet mit einem vernetzbaren flüssigkristallinen Monomer oder einer Prepolymersmischung (LCP) **242**, welche Doppelbrechung zeigt, wie bspw. die LCP-Mischung  $M_{LCP}$ , wie sie später detaillierter beschrieben werden wird. Die LPP-Schicht wird in einem Spin-Coating-Prozess aufgebracht, aber auch andere Druck- oder Beschichtungstechniken sind anwendbar.  $M_{LCP}$  hat eine optische Anisotropie  $\Delta n$  von 0.13, was zu einer Filmdicke von  $2 \mu\text{m}$  für  $\lambda/2$  Verzögerungsplatten führt.

**[0048]** Die Orientierung (falls vorhanden) der LPP-Schicht in den unterschiedlichen Bereichen richtet das LCP-Material (und damit auch seine optische Achse) entsprechend aus, und die LCP-Schicht wird dann nicht-polarisiertem (isotropem) UV-Licht von einer geeigneten Wellenlänge ausgesetzt, um vernetzt zu werden.

**[0049]** Die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen schematisch die Konfiguration der optischen Authentifikationsvorrichtung und sein Arbeitsprinzip.

**[0050]** Ohne das Drittstufenuntersuchungsdevice wird ein Linearpolarisator **26** verwendet, um das normalerweise verborgene Bild zu visualisieren. Das normalerweise nicht polarisierte Licht durchtritt den Linearpolarisator und ist entsprechend linear polarisiert, zum Beispiel  $45^\circ$  zu einer Kante der optischen Vorrichtung (vergleiche [Fig. 5](#)). Das linear polarisierte Licht wird dann beim Hindurchtreten durch den strukturierten Verzögerer **14** der optischen Vorrichtung mit einer optischen Verzögerung von  $\lambda/4$  konvertiert in links- oder rechtshändig zirkular polarisiertes Licht innerhalb des selektiven Wellenlängenbandes in Abhängigkeit der Richtung der optischen Achse des Phasenverzögererelementes **60** in Bezug auf die Richtung des einfallenden polarisierten Lichtes (vergleiche [Fig. 5](#)). Die cholesterische Schicht **12** wird dann das entsprechende zirkular polarisierte Licht innerhalb des reflektierenden Wellenlängenbandes reflektieren, das heißt ein linkshändiger cholesterischer Filter wird linkshändig zirkular polarisiertes Licht reflektieren und wird rechtshändig polarisiertes Licht hindurch lassen innerhalb des reflektierenden Wellenlängenbandes – während die anderen Wellenlängen durch den cholesterischen Filter hindurch treten werden ohne jegliche Veränderung und entsprechend absorbiert werden zusammen mit dem rechtshändigen zirkular polarisierten Licht im Substrat **10**. Das reflektierte zirkular polarisierte Licht wird linear polarisiert, wenn es wiederum durch die  $\lambda/4$  Platte **14** hindurch tritt. Dieses linear polarisierte Licht hat die gleiche Polarisationsrichtung wie der Eingangslinarpolarisator, was zu hell eingefärbten Segmenten oder Pixeln führt. Die Segmente, für welche der helikale Sinn des zirkular polarisierten Lichtes einen entgegengesetzten helikalen Sinn hat, so dass keine Reflexion an der cholesterischen Schicht **12** resultiert, sind dunkel oder schwarz. Entsprechend können normalerweise versteckte Objekte und Informationen mit einem Linearpolarisator visualisiert werden, welcher auf das optische Device aufgelegt wird. Dies entspricht einem Zweitstufensicherheitselement. Wenn der Linearpolarisator um  $90^\circ$  gedreht wird wechselt die Erscheinung von positiv zu negativ. Zusätzlich kann durch ein Kippen der optischen Vorrichtung eine Farbverschiebung zu kürzeren Wellenlängen beobachtet werden (zum Beispiel von Rot nach Grün oder von Grün nach Blau).

**[0051]** Wenn eine zusätzliche, entsprechend strukturierte  $\lambda/2$  Verzögerungsplatte **24** (welche den Entschlüsseler oder Schlüssel darstellt) zwischen den Linearpolarisator und die optische Vorrichtung gebracht wird, wird das normalerweise versteckte und verschlüsselte Objekt oder Informationen visualisiert. Dies entspricht einem Drittstufensicherheitsselement. Wiederum wechselt durch Rotation des Polarisators um  $90^\circ$  das Bild vom positiv zu seinem negativen Gegenstück. Auch kann durch ein Kippen der optischen Vorrichtung eine Farbverschiebung zu kürzeren Wellenlängen beobachtet werden (zum Beispiel von Rot nach Grün oder von Grün nach Blau).

**[0052]** Die Lichtpropagation durch die optische Vorrichtung in Kombination mit dem darüber gelegten Inspektionsdevice kann wie folgt beschrieben werden:

Das normale, nicht-polarisierte Licht tritt durch den Linearpolarisator **26** hindurch und wird entsprechend linear polarisiert. Dann tritt das linear polarisierte Licht durch den Dekoder **24** hindurch, welcher aus einem strukturierten Phasenverzögerer mit einer optischen Verzögerung von  $\lambda/2$  besteht. Wenn die optische Achse eines Pixels des Dekoders parallel liegt zur Polarisationsrichtung des Lichtes, bleibt das Licht unverändert. Wenn aber ein Winkel zwischen der Richtung der optischen Achse des Dekoders und der Richtung der Linearpolarisation  $45^\circ$  beträgt, wird eine Rotation von  $90^\circ$  des linear polarisierten Lichtes beobachtet.

**[0053]** Dann tritt das Licht durch die strukturierte  $\lambda/4$  Platte **14**, welche zum Sicherheitsdevice gehört, hindurch und wird – in Abhängigkeit von den Richtungen der optischen Achse der  $\lambda/4$  Platten-Elemente **60** in Bezug auf die Polarisationsrichtung des einfallenden polarisierten Lichtes (plus oder minus  $45^\circ$ ) – rechts- oder linkshändig zirkular polarisiert. Alle möglichen Richtungen und/oder helikalen Sinne sind in [Fig. 5](#) beschrieben. Das links- oder rechtshändige zirkular polarisierte Licht wird dann in den cholesterischen Filter **12** eintreten. Wenn der cholesterische Filter linkshändig ist, wird, innerhalb des reflektiven Wellenlängenbandes des cholesterischen Filters, das linkshändig zirkular polarisierte Licht reflektiert werden und das andere Licht wird durch den cholesterischen Filter hindurchtreten und wird im Wesentlichen durch das Hintergrundssubstrat absorbiert werden.

**[0054]** Ein linkshändiger cholesterischer Filter zeigt überhaupt keine reflektierenden Eigenschaften wenn rechthändig zirkular polarisiertes Licht in den cholesterischen Filter eintritt, was bedeutet, dass das gesamte Licht – nicht nur das isotrope (nicht-polarisierte) Licht ausserhalb des selektiven Wellenlängenbandes aber auch Licht innerhalb des selektiven reflektiven Bandes mit dem entgegengesetzten helikalen Sinn (zum helikalen Sinn des cholesterischen Filters) – wird durch den cholesterischen Filter hindurchtreten und wird im Wesentlichen durch das Hintergrundssubstrat absorbiert werden. So werden Muster, für welche das Licht im Wesentlichen absorbiert wird, dunkel oder schwarz erscheinen, und Muster, bei welchen das zirkular polarisierte Licht reflektiert werden wird, werden hell und normalerweise farbig erscheinen. Analog wird, wenn der cholesterische Filter rechtshändig ist, das rechtshändige zirkular polarisierte Licht innerhalb des reflektiven Wellenlängenbandes des cholesterischen Filters reflektiert und das andere Licht wird durch das Hintergrundssubstrat **10** absorbiert werden. Für den linkshändigen cholesterischen Filter wird das reflektierte linkshändig zirkular polarisierte farbiges Licht durch den cholesterischen Filter reflektiert und wird wiederum durch das gleiche Element der strukturierten  $\lambda/4$  Platte wie vorher hindurchtreten und wird entsprechend in linear polarisiertes Licht transformiert.

**[0055]** Wiederum, in Abhängigkeit der Richtungen der optischen Achse des Dekoder **24 (62)** (strukturierte  $\lambda/2$  Platte), wird linear polarisiertes Licht entweder rotiert oder nicht um  $90^\circ$ . Am Ende wird das gefärbte polarisierte Licht durch den linearen Blattpolarisator **26** hindurchtreten, wenn seine Polarisationsrichtung parallel ist zur Polarisationsrichtung des Blattpolarisators. Dadurch erhält das entsprechende Bildmuster eine helle und farbiges Erscheinung. Auf der anderen Seite, wenn das linear polarisierte farbiges Licht senkrecht ist zur Polarisationsrichtung des Blattpolarisators, hat das entsprechende Bildmuster eine dunkle Erscheinung.

**[0056]** Zusätzlich, abhängig von der reflektiven Wellenlängenbandbreite des cholesterischen Filters, kann das reflektierte Licht seine Farberscheinung ändern. Die selektiv reflektive Wellenlänge und seine Bandbreite kann so adjustiert werden, dass Farben zwischen Rot und Blau ausgewählt werden, für spezielle Anwendungen können sogar reflektierende Bänder im IR oder UV gewählt werden. Durch Erhöhung der Bandbreite des cholesterischen Filters beinahe über den sichtbaren Wellenlängenbereich ist es sogar möglich, zirkular polarisiertes Licht mit weissem oder weisslichem Licht zu schaffen.

**[0057]** Am Ende wird zusätzlich, ohne jegliches zusätzliches Untersuchungswerkzeug – zum Beispiel mit blossen Auge – eine Farbverschiebung zu kürzeren Wellenlängen beobachtet durch ein Kippen der optischen Vorrichtung (in Abhängigkeit der selektiv reflektiven Wellenlänge des cholesterischen Filters zum Beispiel von Rot nach Grün oder Grün nach Blau). Dies entspricht zu einem Erststufensicherheitsmerkmal.



**[0058]** [Fig. 6](#) zeigt schematisch die Richtungen der optischen Achsen eines Beispiels des optischen Devices und des Entschlüsslers. Das optische Device umfasst einen rechteckigen Gitter Array von Elementbereichen **60** mit optischen Achsen nur parallel zu den Kanten der Vorrichtung, in ersten und zweiten Belichtungen, die erste mit einer Fotomaske, und die zweite ohne eine Maske. Die Entschlüsselungsvorrichtung umfasst ein rechteckiges Gitter Array von Elementbereichen **62**, selektiv orientiert entweder parallel zur unteren Kante der Vorrichtung in einer ersten Fotomaskenoperation, oder bei 45° dazu in einer zweiten Belichtungsoperation ohne Maske. Selbstverständlich ist es auch möglich für den zweiten Belichtungsschritt eine entsprechende Fotomaske zu verwenden. Wiederum, wenn ein LPP/LCP-Master für den Belichtungsprozess der LPP-Schicht mit linear polarisiertem Licht verwendet wird, ist nur ein Belichtungsschritt schon genug um die Bildinformation in den Entschlüssler oder die optische Vorrichtung einzuschreiben, dies sogar für sehr komplexe Anordnungen – einschliesslich mehrfache Richtungen der optischen Achse (zwei oder mehr). Betreffend die Anordnung der Pixel ist es möglich, nicht nur eine regelmässige rechteckige Anordnung zu wählen sondern auch jegliche Art von regulären oder irregulären Pixelgrössen, Formen und Anordnungen wie bspw. rhombisch, dreieckig, hexagonal oder zufällig organisierte Anordnungen, etc. Sehr komplexe Pixelanordnungen können vorzugsweise durch digitale Bilderzeugung mit entsprechender Software erzeugt werden.

**[0059]** [Fig. 7](#) zeigt schematisch die Masken, wie sie für die vorliegenden optischen Vorrichtungen und für die Entschlüssler verwendet wurden.

**[0060]** Es ist auch möglich, andere Typen von verborgenen optischen LLP/LCP-Vorrichtungen zu verwenden, wie bspw. nicht cholesterische LPP/LCP-Vorrichtungen, Bild-in-Bild konfigurierte LPP/LCP-Vorrichtungen etc. Solche Vorrichtungen sind bspw. beschrieben in den Patentanmeldungen EP-A-0 689 084, EP-A-0 689 065, WO 98/52077, WO 00/29878 und WO 00/57356. Ein solches alternatives Device ist unten beschrieben.

**[0061]** Ein alternatives Ausführungsbeispiel würde ein reflektives Zweit- und Drittstufen LPP/LCP-Sicherheitsselement sein. In diesem Fall könnte die Vorrichtung bestehen aus einer gemusterten verschlüsselten  $\lambda/4$  Platte auf einem metallischen Reflektor. Mögliche Orientierungsrichtungen sind bspw. 0 oder 45 Grad. Das Untersuchungswerkzeug für Zweitstufenuntersuchung ist ein Linearpolarisator. Für Drittstufenuntersuchung könnte das Untersuchungswerkzeug bspw. aus ein oder zwei überlagerten strukturierten  $\lambda/4$  Platte(n) hergestellt werden (Ausrichtungen: z. B. 0, -45 oder 90 Grad) entsprechend dem Verschlüsselungsmuster der optischen Vorrichtung, oder, insbesondere bevorzugt, eine überlagerte  $\lambda/4$  Platte (Ausrichtungen: 0 und 67.5 oder 112.5 Grad) zwischen dem optischen Device und dem Linearpolarisator.

**[0062]** Das weitere Ausführungsbeispiel von [Fig. 3](#) kann verwendet werden auch als transmissives optisches Device. Bspw. arbeitet das oben angegebene Beispiel mit einem cholesterischen LPP/LCP optischen Device mit einem entsprechenden LPP/LCP-Dekoder auch im transmissiven Modus.

**[0063]** Weiterhin können reine nicht-cholesterische LPP/LCP-Konfigurationen als kodierte optische Vorrichtungen verwendet werden und auch als entsprechende LPP/LCP-Entschlüssler.

**[0064]** Ein anderes Ausführungsbeispiel des Entschlüsslers – anstelle von  $\lambda/4$  Platte plus Linearpolarisator – wäre ein strukturierter Linearpolarisator, vorzugsweise hergestellt mit dichroischen Farbstoffen in der LCP-Schicht. Das Kontrastverhältnis von einem solchen Untersuchungswerkzeug ist aber nicht so hoch wie die Kombination von einem relativ billigen kommerziell erhältlichen linearen Blattpolarisator und einer entsprechenden dekodierenden strukturierten Phasenverzögerer LPP/LCP-Platte wie oben angegeben.

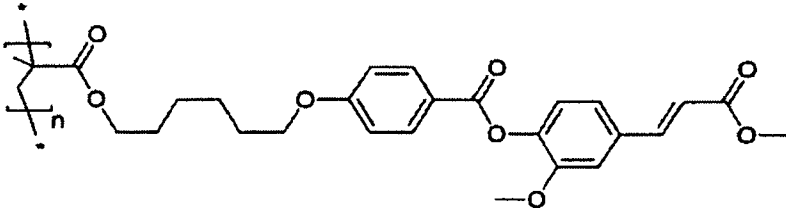
**[0065]** Weiterhin hat der bevorzugt verwendete Entschlüssler (Kombination von einem optischen Phasenverzögerer und einem Linearpolarisator) ein zusätzliches Feature: durch Rotation des Mono-Axialen Linearpolarisators über dem optischen Device mit darüber gelegtem strukturiertem LPP/LCP-Dekoder wechselt die optische Erscheinung alternativ von "positiv" zu seinem "negativ".

**[0066]** Die Herstellung von einer LPP, LCP und cholesterischen LCP-Schicht, welche verwendet werden können in Übereinstimmung mit der Erfindung, werden detaillierter unten beschrieben werden, dies immer noch im Sinne eines Beispiels.

#### 1. Herstellung von einer LPP-Schicht **141**

**[0067]** Geeignete LPP-Materialien werden bspw. beschrieben in den Patentpublikationen EP-A-611786, WO 96/10049 und EP-A-763552, und schliessen Zimtsäurederivate und Ferulasäurederivate ein. Für die obengenannten Beispiele wurde das folgende LPP-Material verwendet:

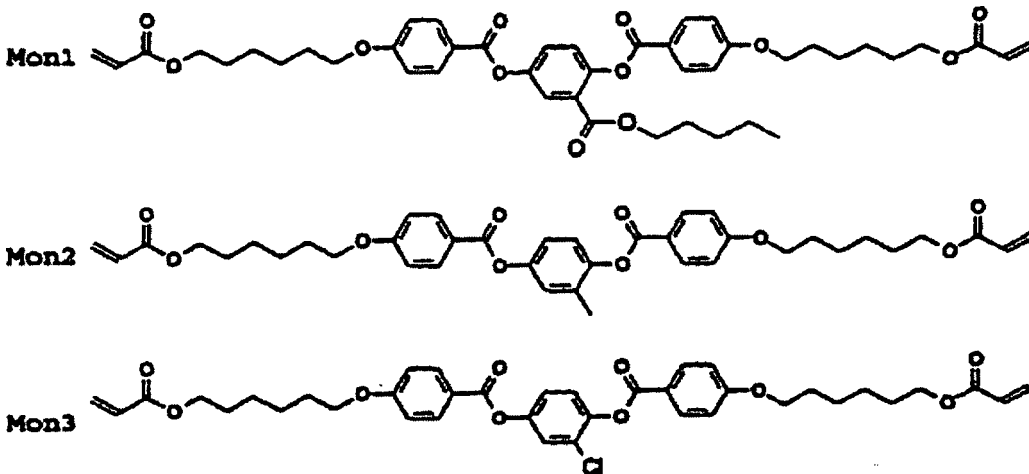
Polymer:



**[0068]** Eine 2% starke Lösung des LPP-Materials in MPK (Methyl Propyl Keton) wurde in einem Spin-Coating-Prozess für eine Minute bei 2'000 Umdrehungen pro Minute aufgebracht. Die Schicht wurde dann während 5 bis 10 Minuten bei 130°C auf einer Heizplatte getrocknet. Die Schicht wurde dann linear polarisiertem Licht aus einer Hochdruckquecksilberdampfampe während 10 bis 550 Sekunden ausgesetzt (in Abhängigkeit der Stärke der Lampe und der Charakteristik der LPP- und LCP-Schichten der optischen Vorrichtung) bei Raumtemperatur. Die Schicht wurde dann als Orientierungsschicht für ein Flüssigkristallmaterial verwendet.

## 2. Mischung $M_{LCP}$ von vernetzbaren Flüssigkristallmonomeren für die LCP-Schicht **142**

**[0069]** In den Beispielen wurden die folgenden Diakrylatkomponenten verwendet als vernetzbare Flüssigkristallmonomere:



**[0070]** Unter Verwendung dieser Komponenten wurde eine superkühlbare nematische Mischung  $M_{LCP}$  mit besonders niedrigem Schmelzpunkt ( $T_M \sim 35^\circ\text{C}$ ) entwickelt, was es möglich macht, die LCP-Schicht bei Raumtemperatur herzustellen. Die Diakrylatmonomere waren anwesend in folgender Zusammensetzung in der Mischung:

Mon1	80%
Mon2	15%
Mon3	5%

**[0071]** Zusätzlich wurden weitere 2% des von Ciba-Geigy erhältlichen Fotoinitiators IRGACURE (trade mark) der Mischung beigegeben.

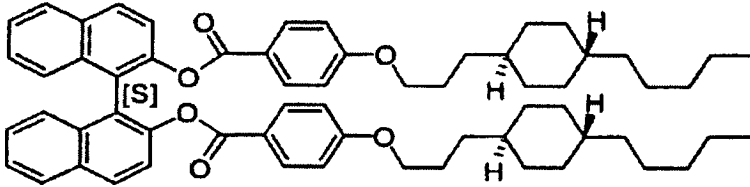
**[0072]** Die Mischung  $M_{LCP}$  wurde dann aufgelöst in Anisol. Durch Variation der  $M_{LCP}$  Konzentration in Anisol war es möglich, die LCP-Schichtdicke über einen weiten Bereich zu adjustieren. Insbesondere für die Beispiele der optischen Vorrichtungen wie hier beschrieben, konnten optische Verzögerungswerte  $\Delta n d$  von 0.13 bis 0.14  $\mu\text{m}$  erreicht werden. Um die Helligkeit zu optimieren, sollte die Verzögerung angepasst werden an das reflektierende Wellenlängenband der cholesterischen Schicht.

**[0073]** Für die photoinitierte Vernetzung des LC-Monomers wurden die Schichten isotropem Licht von einer Xenon-Lampe ausgesetzt während ungefähr 1 bis 30 Minuten (in Abhängigkeit der Stärke der Lampe) in einer Inert-Atmosphäre.

## 3. Cholesterische LCP-Schicht 12

[0074] Zur Herstellung der cholesterischen LCP-Schicht wurde ein Verfahren ähnlich zu jenem der nematischen LCP-Schicht verwendet. Die  $M_{LCP}$  Mischung wurde aber zusätzlich mit einem cholesterischen Material dotiert, was einen Pitch induzierte. Ein geeignetes chirales Dotierungsmittel war bspw. ST31L, welches einen linkshändigen helikalen Sinn zeigt.

ST31L:



[0075] Die Konzentration des chiralen Dotierungsmittels war für ST31L ungefähr 4% bis 9%, bevorzugt 5 bis 6%. Dies induziert das gewünschte reflektive Wellenlängenband im sichtbaren Bereich, aber durch Änderung der Konzentration sind auch reflektive Wellenlängenbänder im UV- oder IR-Bereich realisierbar. Das Substrat wurde mit diesem cholesterischen Material in einem Spin-Coating-Prozess beschichtet. Die Spin-Parameter sind ähnlich zu jenen, wie sie oben angewendet wurden. Selbstverständlich können auch andere Druck- oder Beschichtungstechniken angewendet werden, zum Beispiel Slot-Coating, Kbar-Coating, etc.

[0076] Die Dicke der cholesterischen Schicht ist 1 bis 10 Mikrons, in Abhängigkeit des Wellenlängenbereiches, insbesondere bevorzugt von 2 bis 8 Mikron. Anisol wurde als Lösungsmittel verwendet. Nach dem Trocknungsprozess auf einer Heizplatte (siehe oben) wird das cholesterische LCP-Material, welches einen Fotoinitiator enthält, vernetzt mit isotropem UV-Licht aus einer Xenonlampe während ungefähr 1 bis 30 Minuten (in Abhängigkeit der Stärke der Lampe) unter einer Inert-Atmosphäre.

[0077] Die oben beschriebenen optischen Effekte sowie auch die entsprechenden Schichtstrukturen und Materialzusammensetzungen repräsentieren nur eine von vielen Möglichkeiten entsprechend der Erfindung, und können insbesondere kombiniert werden in einer grossen Vielzahl von Wegen zur Entwicklung von Authentifikationselementen.

[0078] Somit ist es selbstverständlich möglich, jede andere Art von doppelbrechender Schicht anstelle der beschriebenen LCP-Schicht zu verwenden zur Erzeugung eines optischen Effektes, der in optischen Vorrichtungen verwendet werden kann, bspw. für Authentifikationselemente.

[0079] Es ist weiterhin möglich bei den oben angegebenen Beispielen nicht eine LPP-Orientierungsschicht sondern eine andere Orientierungsschicht zu verwenden, welche, in Entsprechung zu der gewünschten optischen Eigenschaft und Auflösung, gleiche oder ähnliche Eigenschaften hat zur LPP-Schicht. Es ist auch denkbar, die Orientierung erforderlich für die Verzögerungsschicht zu produzieren unter Verwendung eines entsprechend strukturierten Substrates. Ein strukturiertes Substrat von diesem Typ kann bspw. hergestellt werden durch Embossing, Etching und Scratching.

[0080] Die vorliegende Erfindung hat Anwendungen in vielen Gebieten, zum Beispiel:

- Dokumentensicherheit, Reisepässe, Identifikationskarten
- zur Erhöhung der Sicherheit und des Handling im Bereich von Brand Protection
- sichere Verpackung (Pharmazeutika, Schnäpse, Weine, Gerüche, Software, Nahrungsmittel, ...)
- Banknoten, Marken, Checks, Aktien
- Flugzeug- und Fahrzeugteile.

### Patentansprüche

1. Eine optische Authentifikationsvorrichtung in Kombination mit einem Überprüfungswerkzeug (20), wobei die Authentifikationsvorrichtung eine erste Schicht (14) eines optisch anisotropen Materials aufweist, welches selektiv in unterschiedlichen Orientierungen über seine Fläche orientiert ist, sodass ein Objekt darin eingeschrieben ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Überprüfungswerkzeug eine weitere Schicht (24) von optisch anisotropem Material aufweist, welches selektiv orientiert ist in unterschiedlichen Orientierungen über seine Fläche zur Dechiffrierung des Objekts, sodass das Objekt betrachtet werden kann, wenn die Authentifika-

tionsvorrichtung durch das Untersuchungswerkzeug hindurch betrachtet wird.

2. Eine Kombination nach Anspruch 1, wobei die wenigstens eine erste Schicht von optisch anisotropem Material (**14**) derart strukturiert ist, dass sie erste, zweite und dritte optische Inspektionsstufen zur Verfügung stellt, namentlich eine erste Inspektionsstufe (**2**), bei welcher der optische Effekt mit bloßem Auge erkannt werden kann, eine zweite Stufe (**4**), in welcher ein verstecktes Objekt mit einem Polarisator (**26**) erkannt werden kann, und eine dritte Stufe (**6**), in welcher das eingeschriebene Objekt erkannt werden kann mit einem entschlüsselnden optischen Untersuchungswerkzeug (**20**).

3. Eine Kombination nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (**14**) aufgeteilt ist in einen Array oder eine Vielzahl von elementweisen Bereichen, wobei jeder dieser Bereiche eine vorbestimmte Orientierung aufweist.

4. Eine Kombination nach einem der voranstehenden Ansprüche, wobei die erste Schicht (**14**) aus optischem Phasenverzögerungsmaterial gebildet ist.

5. Eine Kombination nach Anspruch 4, wobei die genannte erste Schicht (**14**) doppelbrechendes Flüssigkristallmaterial (LCP) aufweist, vorzugsweise ein Monomer und/oder Prepolymer.

6. Eine Kombination nach Anspruch 5, wobei das LCP Material seine selektive Orientierung fixiert hat, da es einer Energiequelle ausgesetzt war.

7. Eine Kombination nach Anspruch 5 oder 6, einschliessend eine Schicht (**141**) von linear photopolymerisierbarem Material (LPP), welches selektive Orientierung zeigt zur Ausrichtung des LCP Materials.

8. Eine Kombination nach Anspruch 7, wobei das LPP Material durch Photomaskenmittel polarisiertem Licht ausgesetzt worden ist, um einen Array oder eine Vielzahl von elementweisen Bereichen zu definieren, von welchen jeder eine vorbestimmte Orientierung hat.

9. Eine Kombination nach Anspruch 5 oder 6, wobei das Substrat (**10**) eine Oberflächenkonfiguration hat zur Definition der Orientierung des LCP Materials.

10. Eine Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, eine zweite Schicht (**12**) einschliessend, enthaltend cholesterisches Material von kelikal links- oder rechtshändigem Material zur Reflexion von Licht mit einem entsprechenden Drehsinn der zirkularen Polarisation.

11. Eine Kombination nach Anspruch 10, wobei das cholesterische Material ein cholesterischer Flüssigkristall (cholesterisches LCP) ist, und eine cholesterische LCP Schicht bildet.

12. Eine Kombination nach Anspruch 11, wobei das cholesterische LCP Material vernetzt ist, da es einer Energiequelle ausgesetzt war.

13. Eine Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, einschliessend eine zweite Schicht (**36**) für die Reflexion von Licht über einen vorbestimmten Bereich von Wellenlängen.

14. Eine Kombination nach einem der vorhergehenden Ansprüche, einschliessend ein Substrat (**10**), welches die genannte wenigstens eine Schicht (**14**) trägt.

15. Eine Kombination nach Anspruch 1, wobei die genannte weitere Schicht (**24**) aus einem optischen Phasenverzögerungsmaterial gebildet ist.

16. Eine Kombination nach Anspruch 1 oder 15, wobei die weitere Schicht (**24**) aufgeteilt ist in einen Array oder eine Vielzahl von elementweisen Bereichen, wobei jeder eine vorbestimmte Orientierung aufweist.

17. Eine Kombination nach Anspruch 1, 15 oder 16, wobei die genannte weitere Schicht (**24**) doppelbrechendes Flüssigkristallmaterial (LCP) aufweist, vorzugsweise ein Monomer und/oder Pre-Polymer.

18. Eine Kombination nach Anspruch 17, wobei das LCP Material seine selektive Orientierung fixiert hat, da es einer Energiequelle ausgesetzt war.

19. Eine Kombination nach Anspruch 17 oder 18, einschliessend eine weitere Schicht (**24**) von linear photopolymerisierbarem Material (LPP) mit selektiver Orientierung zur Ausrichtung des LCP Materials.

20. Eine Kombination nach Anspruch 19, wobei das LPP Material polarisiertem Licht durch Photomaskenmittel exponiert worden ist, um einen Array oder eine Vielzahl von elementweisen Bereichen zu definieren, wobei jeder eine vorbestimmte Orientierung aufweist.

21. Eine Kombination nach Anspruch 17 oder 18, wobei ein Substrat des Entschlüsselungswerkzeugs eine Oberflächenkonfiguration aufweist, zur Definition der Orientierung des LCP Materials.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

**Fig. 1a und 1b:** Erscheinung eines Beispiels eines Erststufen, Zweitstufen und Drittstufen cholesterischen LPPC/LCP-Sicherheitsdevice

**Fig. 1a: "Positiver Modus"** (Polarisator +45° zur x-Achse)

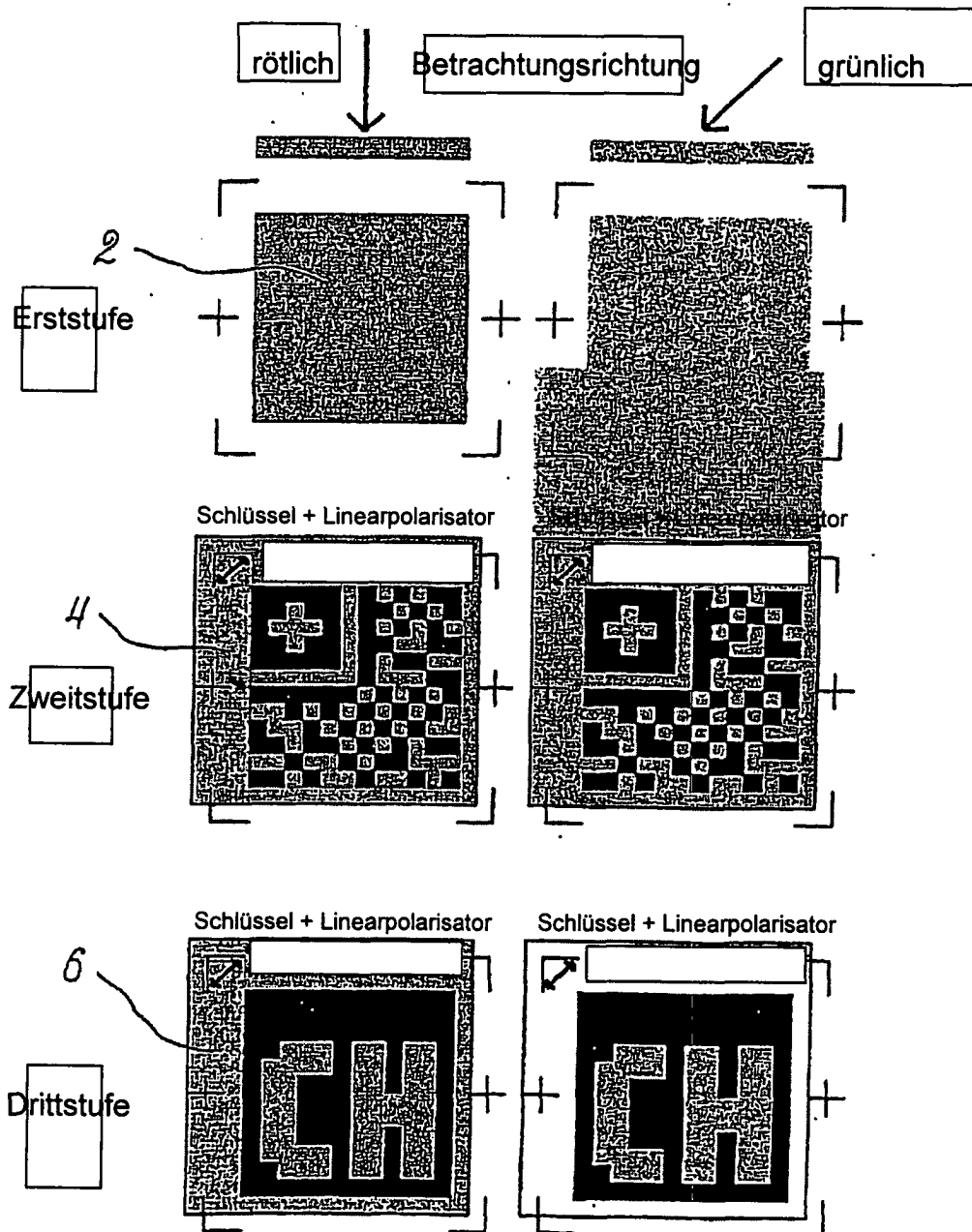
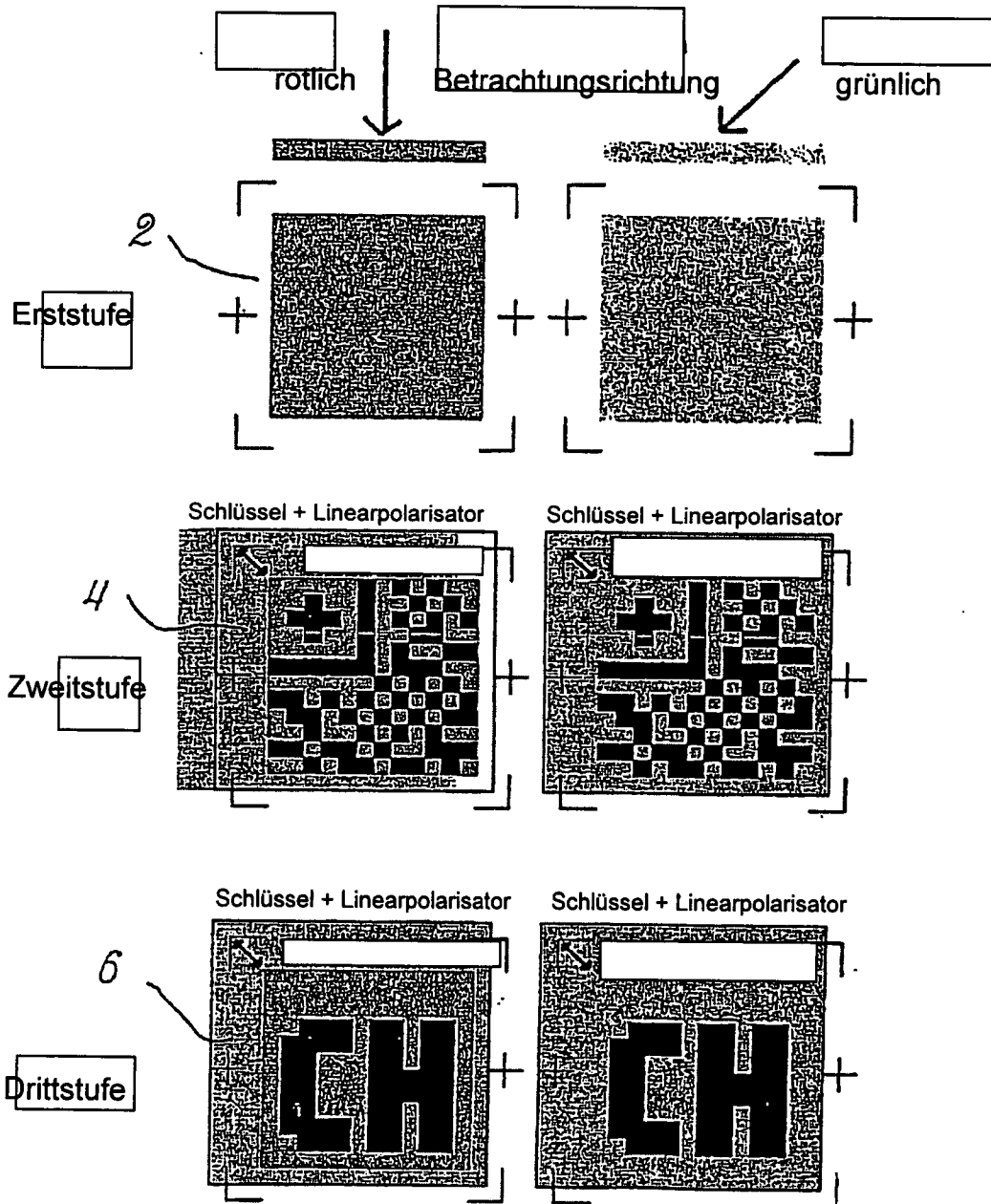
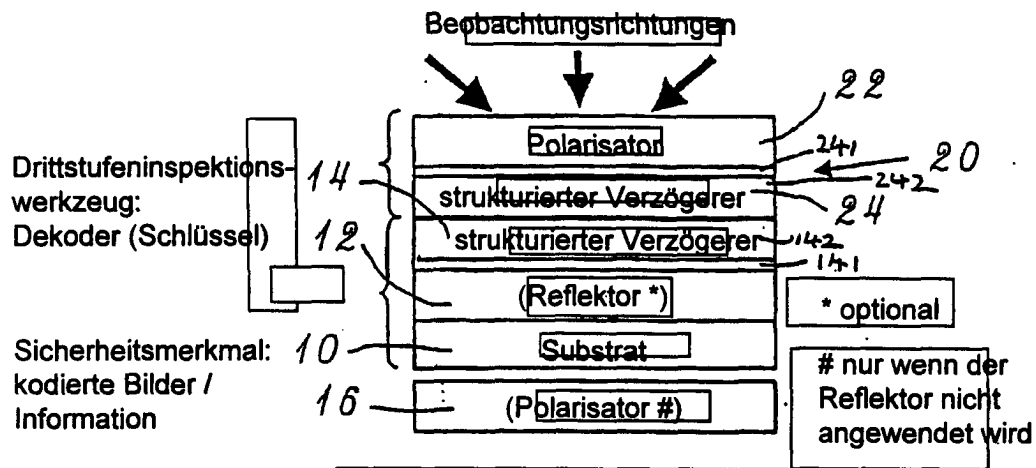


Fig. 1b: "Negativer Modus" (Polarisator +45° zur x-Achse)

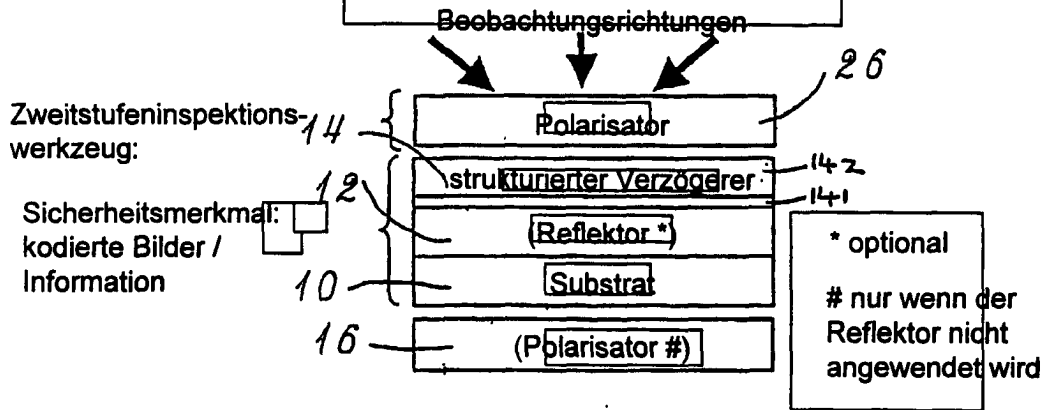


**Fig. 2a, b und c:** Schematische Ansicht des "Optischen Device" zusammen mit dem Untersuchungswerkzeug für Erststufen-, Zweistufen- und Drittstufen-Level

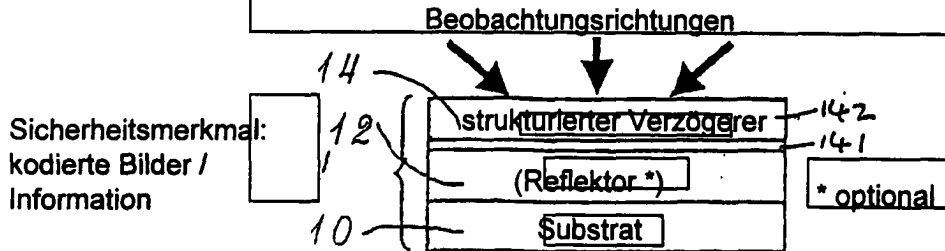
**Fig. 2a: Drittstufenuntersuchungsmodus**



**Fig. 2b: Zweitstufeninspektionsmodus**

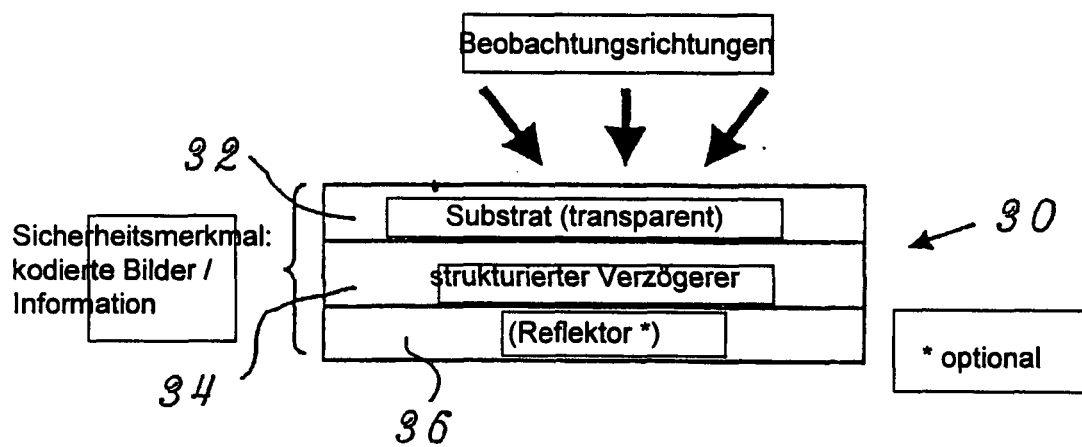


**Fig. 2c: Erststufeninspektionsmodus durch Kippen des Sicherheitselementes**

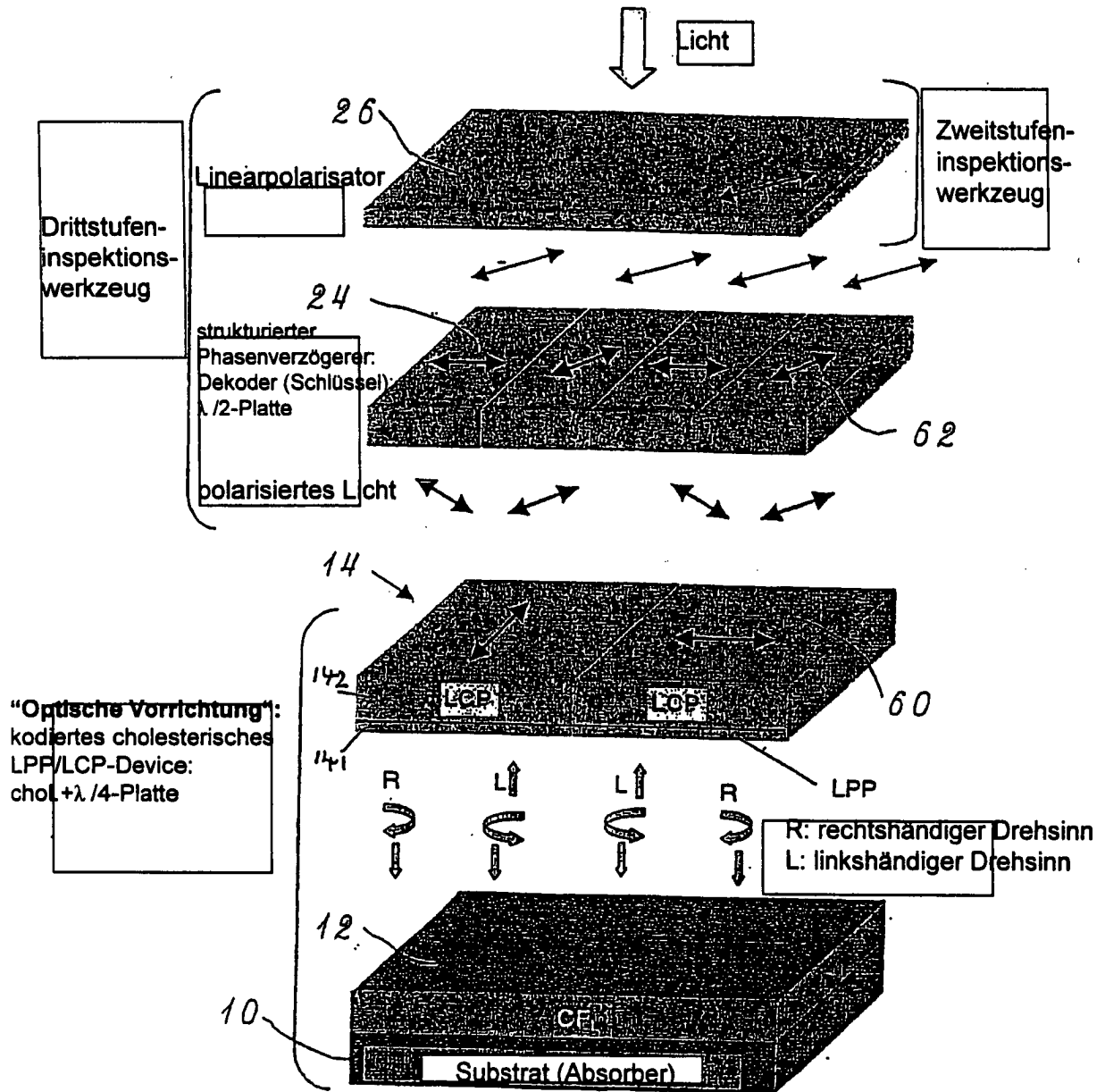




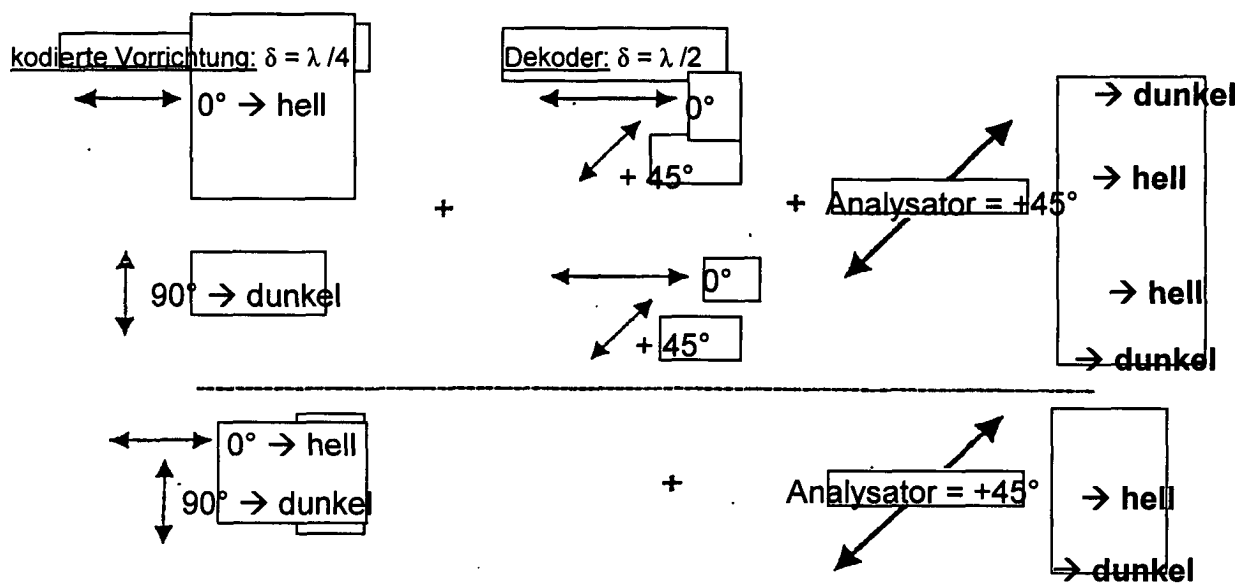
**Fig. 3:** Alternative schematische Ansicht des "Optischen Device" (umgekehrte Sicherheitsreihenfolge z. B. für Transferfolien oder ähnliche Substrate); nur das Sicherheitsmerkmal ohne Untersuchungswerkzeug ist dargestellt



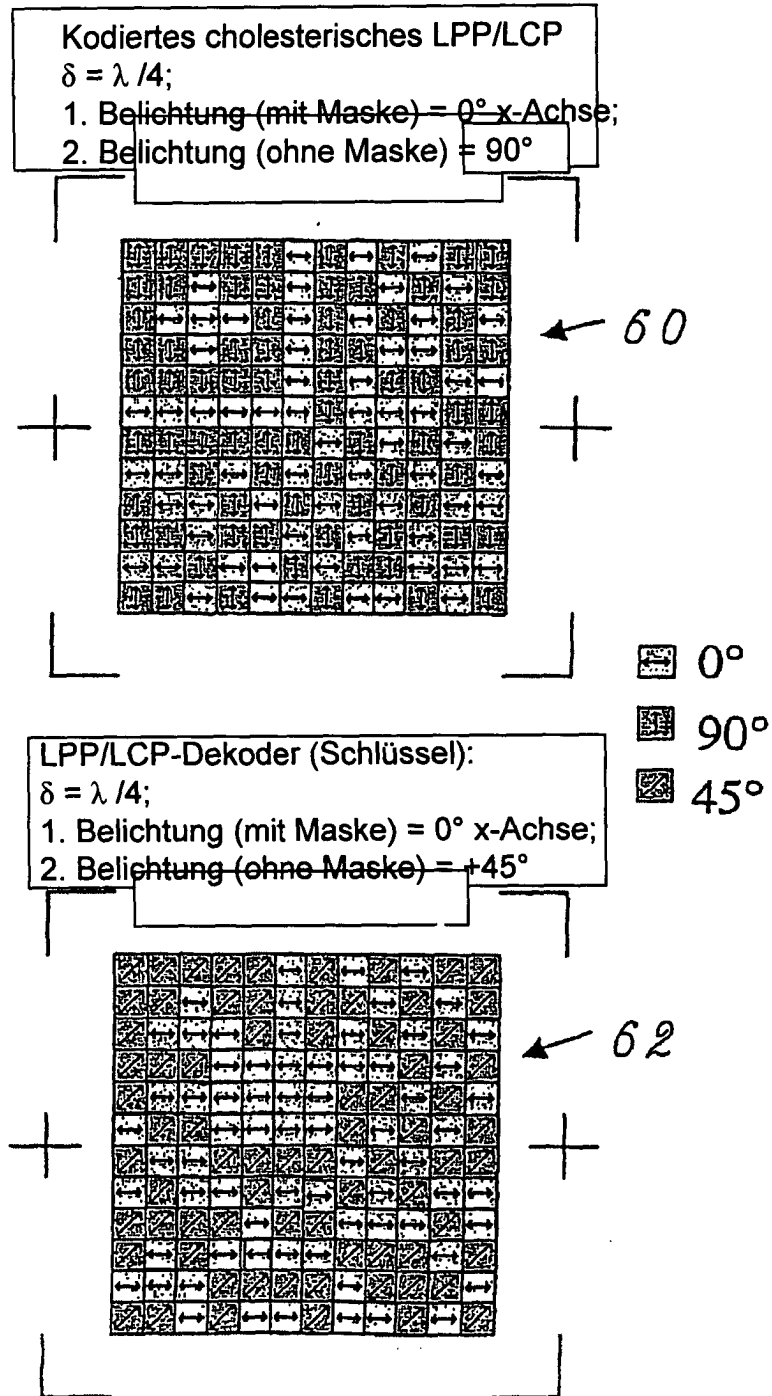
**Fig. 4:** Drittstufen LPP/LCP-Sicherheitsvorrichtung: Cholesterischer Typ



**Fig. 5: Einige typische Verzögererkonfigurationen für die kodierte  
Vorrichtung und für die Dekodiervorrichtung (cholesterischer Typ)  
(cholesterischer Typ)**



**Fig. 6:** Schematische Darstellung der Geometrie eines kodierten LPP/LCP-Devices und seinem entsprechenden Dekoder (Beispiel)

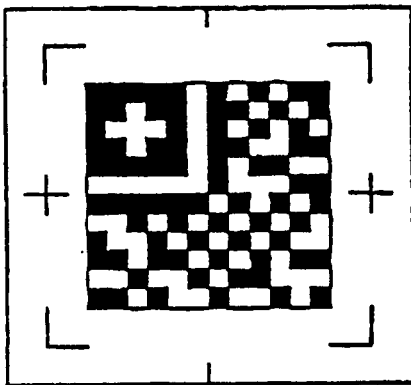


**Fig. 7: Masken für die Herstellung von einem "Optischen Device" (Beispiel)**

**Masken für kodierte Drittstufen chol. LPP/LCP-Sicherheit**

Maske: Chol. LPP/LCP-Device (kodiert): Verzögerung  $\delta = \lambda / 4$

1. Belichtung (mit Maske) =  $0^\circ = x$ -Achse; 2. Belichtung (ohne Maske) =  $90^\circ$

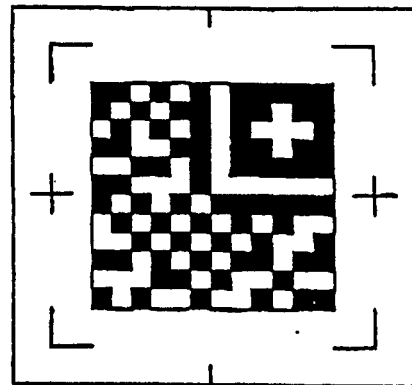


für umgekehrte Konfiguration:

1. LPP – 2. LCP – 3. CF

(auch umgekehrte Ansicht:

zuerst Substrat, dann LPP, dann LCP, dann CF)



für normale Konfiguration:

1. CF – 2. LPP – 3. LCP

(normale Ansicht:

zuerst LCP, dann LPP, dann CF, dann)

Maske LPP/LCP-Dekoder (Schlüssel): Verzögerung  $\delta = \lambda / 2$ ;

1. Belichtung (mit Maske) =  $0^\circ = x$ -Achse; 2. Belichtung (ohne Maske) =  $+45^\circ$

