



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 25 251 T2 2004.12.30**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 961 138 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 25 251.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/RU98/00415**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 964 580.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/031535**

(86) PCT-Anmeldetag: **15.12.1998**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **24.06.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.12.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **28.07.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **30.12.2004**

(51) Int Cl.⁷: **G02B 5/30**
G02F 1/13

(30) Unionspriorität:

97121028	16.12.1997	RU
98101616	12.01.1998	RU
98103709	24.02.1998	RU
98103710	24.02.1998	RU
98103736	24.02.1998	RU
98103743	24.02.1998	RU
98104867	02.03.1998	RU
98104984	16.03.1998	RU

(73) Patentinhaber:

**Federalnoe Gosudarstvennoe Uni. Predpriyatie
"Gosudarstvenny Nauchny Tsentr"
Nauchno-Issledovatel'skiy Inst. Org. Poluprod...,
Moskau/Moscow, RU; Miroshin, Alexandr
Alexandrovich, Moskau/Moskva, RU; C.T.P. Cable
Technology Procurement AG, Vaduz, LI**

(74) Vertreter:

**Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, ES, FR, GB, GR, IT, LI, NL

(72) Erfinder:

**MIROSHIN, Alexandr Alexandrovich, Moscow, RU;
BELYAEV, Sergei Vasilievich, Moskovskaya obl.,
RU; KHAN, Ir Gvon, Moskovskaya obl., RU;
KARPOV, Igor Nikolaevich, Moscow, RU;
MALIMONENKO, Nikolai Vladimirovich,
Moskovskaya obl., RU; SHISHKINA, Elena
Jurievna, Moscow, RU; VOROZHTSOV, Georgy
Nikolaevich, Moscow, RU**

(54) Bezeichnung: **POLARISATOR UND FLÜSSIKRISTALLANZEIGEELEMENT**

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

Technikbereich

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf die Optik und zwar auf Lichtpolarisatoren und auf das Flüssigkristallanzeigeelement auf dessen Grundlage.

[0002] Der Lichtpolarisator, der das natürliche Licht in das polarisierte transformiert, und das LC-Element auf dessen Grundlage sind einer der notwendigsten Teile der modernen LC-Anzeigeeinrichtungen, der Überwachungssysteme und des Lichtverblockens.

Das technische Niveau

[0003] Die zur Zeit verwendeten Lichtpolarisatoren stellen eine einachsige orientierte Polymerfolie dar, die durchdringend von organischen Färbungsmitteln oder Jodzusammenfügungen gefärbt ist.

[0004] Als Polymer wird meistens der Polyvinylalkohol (PVA) verwendet, siehe z. B. US Patent N° 5 007 942 (1991).

[0005] Polarisatoren auf der Grundlage der PVA, die vom Jod gefärbt sind, haben hohe Polarisationsleistungen und werden weitestgehend bei der Herstellung der Flüssigkristalle für Bildschirme, Uhren, Rechner und Personalcomputers verwendet.

[0006] Dabei lassen der hohe Preis und die niedrige Temperaturbeständigkeit der Polarisatoren auf der Grundlage des PVA sie bei der Herstellung von Gütern des Massenbedarfs nicht verwenden, und zwar bei der Produktion des Mehrschichtenglases und der Klebefilme für die Fahrzeugindustrie, das Bauwesen und die Architektur. Das wiederum fördert die Entwicklung von neuen Typen der Polarisatoren.

[0007] Bekannt ist ein Polarisator, der ein Substrat mit der auf es aufgetragenen molekular orientierten Schicht des dichroitischen Färbungsmittels darstellt, das zur Bildung einer nematischen Phase fähig ist (siehe US Patent N° 2 544 6593 (1951) und das japanische Patent 1-183602 (A) (1989).

[0008] Der erwähnte Polarisator hat höhere Temperaturbeständigkeit im Vergleich zum Polarisator auf der Grundlage des PVA, denn die molekular orientierte Folie des Färbungsmittels besitzt höhere Dauertemperaturbeständigkeit und kann auf der Grundlage solcher hochtemperaturbeständigen Werkstoffe wie z. B. Glas gebildet werden.

[0009] Zu den Mängeln des Polarisators gemäß dem US Patent N° 2 544 6593 und dem japanischen Patent 1-183602 (A) gehören die unzureichende Polarisationsfähigkeit und der geringe Kontrast.

[0010] Höhere Polarisationscharakteristiken hat der Polarisator (siehe Anspruch PCT WO 94/28073 (1994)), der ein Substrat mit der auf es angetragenen dünnen 0,1–1,5 µm dicken Folie der molekular geordneten Schicht von wasserverdünnbaren Färbungsmitteln darstellt. Solche Färbungsmittel stellen Sulfonsäuren oder ihre anorganischen Salze der Azoverbindungen und der polyzyklischen Verbindungen oder ihre Kompositionen der Allgemeinformel (I): {Chromogen}(SO₃M)_n, wo: Chromogen ein chromophores System des Färbungsmittels ist; M – H⁺, Li⁺, Na⁺, K⁺, Cs⁺, NH₄⁺, die zur Bildung einer stabilen lyotropen Flüssigkristallphase fähig sind. Das lässt auf ihrer Grundlage stabile lyotrope Flüssigkristalle und Kompositionen auf deren Grundlage herstellen.

[0011] Für die Fertigung des Polarisators nach Anspruch PCT WO 94/28073 werden auf die Fläche des Substrats lyotrope Flüssigkristalle bei der gleichzeitigen mechanischen Orientierung mit dem nachfolgenden Abdunsten des Lösungsmittels aufgetragen. Dabei bildet sich auf der Fläche des Substrates eine dünne Folie von der molekular geordneten Schicht des Färbungsmittels – eine Polarisationsdeckschicht, die zur effektiven Lichtpolarisation fähig ist. Der genannte Polarisator hat solche Polarisationsleistungen, die doch unzureichend für die Verwendung in LC-Einrichtungen mit der hohen Auflösung sind.

[0012] Gleichzeitig sind Polarisatoren bekannt, auf Grund anderer physischer Erscheinungen funktionieren, z. B. auf Grund verschiedener Reflexionskoeffizienten, die unterschiedliche Polarisierungen besitzen. Die Polarisatoren dieses Typs werden Reflexionspolarisatoren genannt, dabei werden die Erscheinungen der Lichtpolarisation sowohl bei dem Einfall und der Reflexion der Lichtbündel von der Fläche x-beliebiger dielektrischer

Werkstoffe unter den schrägen Winkeln, die dem Brewster-Winkel nahe kommen, als auch bei dem normalen (senkrechten zur Fläche) Einfall und der normalen Lichtreflexion von der Fläche der doppelbrechenden Werkstoffe verwendet. Die Polarisationsverbesserung wird durch die Verwendung von Mehrschichtenkonstruktionen der Reflexionspolarisatoren erzielt.

[0013] So ist ein Polarisator bekannt (siehe Anspruch PCT WO 95/17691 (1995), der mindestens eine doppelbrechende Schicht enthält, die so dick ist, dass sich ein ausgangsseitiger Interferenzextremwert des Lichtpolarisators mindestens für eine linear polarisierte Lichtkomponente realisiert. Solch ein Polarisator enthält wechselnde Schichten der zwei durchsichtigen (im Betriebswellenlängenbereich nicht absorbierenden) Polymerwerkstoffe mindestens eine von denen doppelbrechend ist.

[0014] Die Doppelbrechung im erwähnten Polymerwerkstoff bildet sich bei der Dehnung der aus diesem Werkstoff ausgeführten Folie in einer Richtung um 2–10-fache. Die andere Schicht des Polymerwerkstoffes, die sich mit der doppelbrechenden Schicht wechselt, ist optisch isotrop. Die normale Brechzahl der doppelbrechenden Schicht ist gleichbedeutend mit der Brechzahl der optisch isotropen Schicht.

[0015] Das Arbeitsprinzip des bekannten Polarisators besteht im folgenden. Eine linear polarisierte Komponente des nicht polarisierten Lichtes, der eine unnormale (größere) Brechzahl der doppelbrechenden Schicht entspricht, reflektiert wesentlich von dem Mehrschichtenlichtpolarisator dank der verschiedenen Brechzahlen auf den Grenzen der doppelbrechenden und optisch isotropen Polymerschichten. Sind die Schichten so dick wie die Lichtwellenlänge, interferieren miteinander die von der Schichtengrenzen reflektierten Lichtbündel. Bei der entsprechenden Auswahl der Schichtendicke und ihrer Brechzahlen macht der optische Gangunterschied zwischen den von den Schichtengrenzen reflektierten Wellen eine Ganzzahl der Wellenlängen aus, d. h. die Interferenz der reflektierten Wellen resultiert in das Interferenzmaximum, der zu der gegenseitigen Verstärkung der Wellen führt. In diesem Fall steigert sich die Reflexion der linear polarisierten Komponente des nicht polarisierten Lichtes, der eine anomale (größere) Brechzahl der doppelbrechenden Schicht entspricht.

[0016] Die normale (kleinere) Brechzahl der doppelbrechenden Schicht wird wesentlich gleich der Brechzahl der optisch isotropen Polymerschicht ausgewählt, d. h. es gibt keinen Unterschied (keine Sprünge) zwischen den Brechzahlen auf den Grenzen der doppelbrechenden und der optisch isotropen Polymerschichten. Darum geht die andere linear polarisierte Komponente des einfallenden nicht polarisierten Lichtes, der die normale (kleinere) Brechzahl der doppelbrechenden Schicht entspricht, durch den Mehrschichtenlichtpolarisator völlig, ohne Reflexion.

[0017] Also reflektiert bei dem Einfall des nicht polarisierten Lichtes auf den bekannten Polarisator eine linear polarisierte Komponente, und die andere linear polarisierte Komponente geht durch den Polarisator, d. h. es wird sowohl das durchgehende, als auch das reflektierte Licht polarisiert.

[0018] Der bekannte Polarisator nach Anspruch PCT WO 95/17691 ist kombiniert und enthält auch zusätzlich einen dichroitischen Polarisator mit der schwachen Absorbierung und dem Dichroismus, der optisch mit dem Reflexionslichtpolarisator positioniert ist. Der zusätzliche dichroitische Polarisator, dessen Durchlaßachse waagrecht zu der Durchlaßachse des Reflexionslichtpolarisators ist, behebt «durchscheinend» die Reflexion des Außenlichtes während der Arbeit des kombinierten Polarisators.

[0019] Einer der Mängel des bekannten Polarisators ist relativ starke Spektralabhängigkeit seiner optischen Charakteristiken, d. h. Abhängigkeit der Polarisationsfähigkeit und des Reflexionskoeffizienten (und des Durchlaßkoeffizienten) von der Wellenlänge des polarisierten Lichtes. Dieser Mangel ist dadurch bedingt, dass die Brechzahlen in den verwendeten Werkstoffen bei der Steigerung der Wellenlänge des polarisierten Lichtes abnehmen.

[0020] Der andere Mangel des bekannten Polarisators nach Anspruch PCT WO 95/17691 besteht in der Notwendigkeit, eine große Zahl der wechselnden Schichten zu verwenden. Es ist dadurch bedingt, dass die Maximalgröße der Doppelbrechung (der Unterschied zwischen der anomalen und normalen Brechzahl des doppelbrechenden Werkstoffes) in den durchsichtigen Polymerwerkstoffen klein ist und gewöhnlich 0,1–0,2 nicht überschreitet. Darum ist der Koeffizient der Reflexion von den Schichtengrenzen klein, und für eine insgesamt hohe Reflexion von der Lichtpolarisator ist es notwendig, eine große Zahl der Schichten (100–600) zu verwenden, dessen Auftragen ist aber eine äußerst komplizierte Aufgabe und erfordert Präzisionseinrichtungen.

[0021] Der andere Grund, warum es notwendig ist, im Polarisator nach dem Baumuster eine große Zahl der Schichten zu verwenden, besteht im Folgenden. Für die Polarisation des Lichtes im Breitbandbereich der Wel-

lenlänge in der Mehrschichtenaufgabe braucht man viele Paare von wechselnden Schichten oder eine Paargruppe verschiedener Dicke, damit jede Paargruppe an «ihre» Wellenlänge aus dem breiten Spektralabstand anstimmen könnte.

[0022] Doch sogar bei der Verwendung großer Zahl der Paargruppen von Schichten, jede von denen an «ihre» Wellenlänge angestimmt ist, hängen die optischen Charakteristiken des bekannten Polarisators relativ stark von der Wellenlänge des polarisierten Lichtes ab.

[0023] Es ist hervorzuheben, dass die oben genannten Polarisatoren sowohl dichroitischen Typs, als auch vom Interferenztyp beabsichtigen die Verwendung von nicht mehr als 50% der Energie des einfallenden Lichtes.

[0024] Gleichzeitig sind auch Polarisatoren bekannt, die mehr als 50% der Energie des einfallenden Lichtes verwenden.

[0025] So ist ein Polarisator gemäß dem US Patent N° 3 522 985 (1970) bekannt, der in der Form mindestens einer Folie oder einer Platte ausgeführt ist, auf die das Folgende aufgetragen ist:

- das Polarisationsmittel, das unterschiedlich zwei Vielzahlen der linear polarisierten senkrecht zu einander Lichtbündel fokussiert, die das auf es einfallende nicht polarisierte Licht bilden,
- das Mittel für die Änderung der Polarisation mindestens einer der Vielzahlen von Lichtbündeln einer Polarisation aus den zwei angegebenen Komponenten des auf das Polarisator einfallenden nicht polarisierten Lichtes,
- das Mittel für die Ausrichtung des aus dem Polarisator emanierenden Lichtes, das in der Form einer Zylinderlinsenmasse ausgeführt ist.

[0026] Das genannte Polarisationsmittel besteht aus zwei Paaren der dielektrischen Schichten, eine der Schichten des erwähnten Paares ist doppelbrechend, und die andere ist optisch isotrop. Dabei sind diese Schichten miteinander durch die entsprechend formierten Oberflächen verbunden und bilden eine eindimensionale Masse von gleichen Zylindermikrolinsen.

[0027] Zwischen den genannten Paaren der erwähnten dielektrischen Schichten ist eine volle doppelbrechende Halbwellenplatte untergebracht, deren optische Achse unter dem 45°-Winkel zu der Richtung der geometrischen Achsen der obengenannten Zylinderlinsen angeordnet ist.

[0028] Das erwähnte Mittel für die Änderung der Polarisation stellt eine abgestufte doppelbrechende phasenhemmende, Halbwellen- oder Viertelwellenplatte, die waagrecht zur Polarisatorfläche ist, und diese Platte hat eine optische Achse, die unter dem 45°-Winkel zu der Richtung der geometrischen Achsen der obengenannten Zylinderlinsen angeordnet ist. Nach dem Durchgang des genannten Mittels werden zwei emanierenden Vielzahlen der Lichtbündel in den Einheiten oder in den Einheiten und in den Lücken zwischen den Einheiten dieser abgestuften doppelbrechenden phasenhemmenden Platte fokussiert. Das führt zu solcher Konversion des Polarisationszustandes mindestens einer Vielzahl der genannten fokussierten Lichtbündel einer Polarisation, dass alle Lichtbündel, die durch solche phasenhemmende Platten gegangen sind, gleiche Polarisationen bekommen, und die von ihnen transportierte Energie praktisch der Energie des auf den Polarisator einfallenden nicht polarisierten Lichtes gleich kommt.

[0029] Im Polarisator gemäß dem US Patent N° 3 522 985 sind die doppelbrechenden dielektrischen Schichten, aus denen das genannte Polarisationsmittel und das Mittel für die Polarisationsänderung mindestens einer Vielzahl der Lichtbündel von zwei linear polarisierten Komponenten des auf den Polarisator einfallenden nicht polarisierten Lichtes bestehen, aus dem Polyterephthalsäureester oder dem ihm gleichen in der vorgegebenen Richtung molekular orientierten Polymer ausgeführt.

[0030] Zu den Mängeln des Polarisators gemäß dem US Patent N° 3 522 985 gehört ein niedriger Polarisationswirkungsgrad bedingt durch:

- die Fähigkeit nur den Teil der Strahlen des einfallenden Lichtes zu polarisieren, die waagrecht zu der Fläche des Polarisators ist;
- die Verwendung als doppelbrechender Werkstoff des molekular orientierten Polyterephthalsäureesters und der ihm gleichen Werkstoffe.

[0031] Bekannt ist auch ein Polarisator gemäß dem US Patent N° 5 566 367 (1996), der das Folgende enthält: das Polarisationsmittel für die Einteilung der nicht polarisierten Lichtbündel auf polarisierte durchgehende und

reflektierte Lichtbündel mit verschiedener Polarisierung, das Mittel für die Polarisationsänderung der von dem Polarisationsmittel reflektierten Lichtbündel und das Reflexionsmittel, das die aus dem Polarisator emanierenden Lichtbündel in der selben Richtung lenkt. Im bekannten Polarisator gemäß dem US Patent N° 5 566 377 besteht das Mittel für die Verteilung der nicht polarisierten Lichtbündel auf die polarisierten durchgehenden und reflektierten Lichtbündel mit verschiedener Polarisierung aus einem Paar von dielektrischen Flächen, die unter den wesentlich schrägen Winkeln zur Achse der Lichtbündel angeordnet sind) unter den Winkeln, die dem Brewster-Winkel nahe kommen), und das Mittel für die Polarisationsänderung enthält eine Halbwellenplatte, die zwischen den genannten Flächen untergebracht ist. In dem Polarisator gemäß dem US Patent N° 5 566 367 schließt das Reflexionsmittel ein Paar von dielektrischen Flächen, die unter den wesentlich schrägen Winkel zur Achse der Lichtbündel angeordnet ist, ein (unter den Winkeln, die größer als der Winkel der totalen Reflexion sind). Der bekannte Polarisator hat eine vergleichsweise flache Konstruktion und einen hohen Energiekoeffizienten der Konversion des nicht polarisierten Lichtes in das polarisierte, d. h. beinahe alle Energie des nicht polarisierten Lichtes konvertiert in das emanierende polarisierte Licht.

[0032] Die Hauptmängel des Polarisators nach dem US Patent N° 5 566 367 sowie aller oben genannten Typen von Polarisatoren sind relativ niedriger Polarisationsnutzungsgrad, niedriger Polarisationsgrad des emanierenden Lichtes, und auch in einigen Fällen die Kompliziertheit ihrer Ausführung.

[0033] Wie schon erwähnt, können die oben angemeldeten Polarisatoren in verschiedenen Anzeigeeinrichtungen verwendet werden, und zwar für die Herstellung der Flüssigkristallanzeigeelemente.

[0034] Das typischste Flüssigkristallanzeigeelement ist eine Einrichtung, die in der Form einer flachen aus zwei waagerechten Glasplatten bestehenden Küvette gebildet ist, auf den inneren Flächen der Platten sind Elektroden aus dem optisch durchsichtigen elektrisch leitenden Werkstoff, z. B. aus dem Zinndioxyd aufgetragen. Die Fläche der Platten mit Elektroden wird einer speziellen Behandlung unterzogen, die die vorgegebene homogene Orientierung der Moleküle des Flüssigkristall bei der Plattenoberfläche und im Umfang der LC-Folie. Bei der homogenen Orientierung befinden sich die großen Achsen der LC-Moleküle bei der Plattenoberfläche waagerecht zu den Orientierungsrichtungen, die gewöhnlich gegenseitig waagerecht ausgewählt werden. Nach dem Küvetteaufbau wird sie mit dem Flüssigkristall gefüllt, der eine 5–20 µm dicke Schicht bildet, die ein aktives Medium ist und ihre optische Eigenschaften (der Drehungswinkel der Polarisationsfläche) durch die elektrische Spannung ändert. Die Änderung der optischen Eigenschaften wird in Kreuzpolarisatoren registriert, die gewöhnlich auf äußeren Küvettenflächen aufgekittet werden (siehe Л. К. Вистинь (L. K. Wistin), 1983, Band XXVII, Heft 2, S. 141–148).

[0035] Dabei sind die Strecken, deren Elektroden spannungsfrei sind, transparent und sehen hell aus, und die spannungsführenden Strecken des Bildschirms sehen wie dunkle Bereiche aus. Für das Farbbild des LC-Elementes sorgt eine zusätzliche Sonderschicht, die von organischen und anorganischen Färbungsmitteln gefärbt und in der Form der Bildelemente (zeichensyntesierende Anzeigen und Computerspielanzeigen) oder in der Form einer Matrix der Farbfilter von Typ RGB oder CMY (Matrixbildschirm) angefertigt ist, die das Licht, das durch das Element des Farbfilters geht, entsprechend färben.

[0036] Die zur Zeit verwendeten Polarisatoren, die auf der Grundlage der PVA-Folie ausgeführt sind, die von Joddämpfen oder von dichroitischen Färbungsmitteln gefärbt ist, besitzen eine niedrige mechanische Festigkeit, darum werden Sonderschutzmaßnahmen gegen mechanische Beschädigung gefordert, was betriebsschwerend und verteuern für die LC-Einrichtungen ist. Ein herkömmlicher Polarisator auf der Grundlage des PVA stellt ein kompliziertes System dar, das bis zu 10 Schichten enthält:

1. Schutzfolie
2. schwaches Klebmittel
3. erste Trägerfolie
4. Klebmittelschicht
5. Polarisationsfolie
6. Klebmittelschicht
7. zweite Trägerfolie
8. Klebmittel
9. Silikonschicht
10. Substratfolie

[0037] Beim Ankleben des Polarisators wird die silikonhaltige Folie (die Schichten **9** und **10**) entfernt, während bei der Montage des Flüssigkristallanzeigeelementes die Schutzfolie mit dem Klebstoff (die Schichten **1** und **2**) beseitigt wird und durch ein Schutzglas ersetzt werden kann.

[0038] Als Folge hiervon stellt das Flüssigkristallanzeigeelement nach dessen Montage eine Vorrichtung dar, die aus mehr als 20 Schichten besteht. Es sei hierbei angemerkt, daß eine Beschädigung zumindest einer Schicht des Polarisators diesen für die Herstellung eines Flüssigkristallanzeigeelementes unbrauchbar macht, siehe dazu A. E. Perregaux, SPIE, 1981, Vol. 307, p. 70–75.

[0039] Eines der Verfahren zum Schutz der Polarisatoren gegen mechanische Beschädigungen besteht darin, daß sie in einer Küvette untergebracht werden. Zu diesem Zweck wird nach der Herstellung der Platten der Küvette und nach dem Auftragen von transparenten Elektroden auf die Platten eine Polymerlösung, wie z. B. Polyvinylalkohol, aufgebracht, in welcher Jod oder ein dichroitischer Farbstoff enthalten sein kann. Anschließend wird die Polymerlösung einer Schubumformung beispielsweise mit Hilfe einer Rakel ausgesetzt, welche entlang der Oberfläche der Platten bewegt wird. Hierbei richten sich lineare Polymerelemente längs der Rakelbewegung. Nach Entfernen des Lösungsmittels kann die gebildete Polyvinylalkohol-Folie, in der Jod oder ein dichroitischer Farbstoff enthalten ist, gleichzeitig als Polarisator und als orientierender Flüssigkristallsubstitut eingesetzt werden. Danach wird eine Küvette montiert, mit einem Flüssigkristall aufgefüllt und hermetisch abgedichtet. Dadurch bleibt der Polarisator innerhalb der Zelle und ist somit gegen äußere mechanische Einflüsse geschützt, siehe US Patent No. 3 941 901 (1976).

[0040] Die Nachteile dieser Vorrichtung bestehen in:

- a) einer niedrigen Wärmestabilität, bedingt durch die Verwendung des Polyvinylalkohols und anderer Vinylpolymerisate bei der Herstellung des Polarisators sowie durch die Verwendung von Jod für die Färbung,
- b) der Verwendung von Jod zum Färben der Polymerfolie, welches Jod im Flüssigkristall löslich ist, wodurch der Kontrast abnimmt und sich vielfach der Energiebedarf erhöht, so daß sich die Betriebszeit der Vorrichtung verkürzt.

[0041] Als wärmestabiler und hochkontrastreich wirkt eine bekannte Vorrichtung aus der RUS-Patentanmeldung Nr. 96 10 7430, Б.И. (Erfindungsblatt), Heft 21 (1998), S. 84 bis 85, bei welcher als Polarisatoren eine dünne Folie aus einer molekular orientierten Schicht eines dichroitischen Farbstoffes eingesetzt wird, der für die Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase, also eines polarisierenden Belages, geeignet ist. Der polarisierende Belag kann gleichzeitig als Polarisator und als Matrix für eine homogene Orientierung des Flüssigkristalls dienen.

[0042] Ausgehend von den so hergestellten Platten wird in standardisierter Weise eine Flüssigkristallzelle montiert, mit dem gewünschten Flüssigkristall gefüllt und hermetisch abgedichtet.

[0043] Den Vorrichtungen dieser Art ist der Nachteil gemeinsam, der in einer niedrigen Helligkeit und einer nicht ausreichenden Farbsättigung der erzeugten Abbildung besteht. Eine der Ursachen dafür ist die Verwendung von dichroitischen Lichtpolarisatoren, welche 50 bis 60% des sichtbaren Lichtes absorbieren, und von Farbstoffen, die zusätzlich einen Teil des Lichtstromes absorbieren. Um eine hohe Farbsättigung zu erlangen ist man im vorliegenden Fall auf eine hohe Helligkeit der Lichtquelle angewiesen, was wiederum einen Anstieg des Energieverbrauches durch das Display nach sich zieht. Der Anstieg des Energieverbrauches läßt sich die Vorteile der Flüssigkristalldisplays als hochsparsamer Geräte gegenüber den alternativen Datensichtgeräten einbüßen.

Darstellung der Erfindung

[0044] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Polarisatoren verschiedener Type bereitzustellen, welche bei verhältnismäßig einfacher Bauform hohe Polarisationsseigenschaften in einem breiten Spektralbereich sicherstellen.

[0045] Aufgabe der Erfindung ist es auch, ausgehend von den genannten Polarisatoren ein Flüssigkristallanzeigeelement mit einer besseren Helligkeit und Farbsättigung der Abbildung zu schaffen.

[0046] Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei der Herstellung eines Polarisators und eines Flüssigkristallanzeigeelementes auf dessen Grundlage mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht eingesetzt wird, welche mindestens eine Brechzahl aufweist, die mit einer Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes anwächst.

[0047] Als Unterscheidungsmerkmal der Erfindung gilt hierbei mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht, die zumindest eine Brechzahl besitzt, die sich mit einer Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes erhöht. Eine solche Abhängigkeit heißt anomale Dispersion, die zur Folge hat,

daß sich im wesentlichen die Größe mindestens einer Brechzahl erhöht. Dies ergibt seinerseits einen beachtlichen Anstieg der Größe der Doppelstrahlbrechung, welche Größe vielfach die ähnliche Größe für die aus dem Stand der Technik (0,2) bekannten Polymerisate übertreffen und bei einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht für den beanspruchten Polarisator zwischen 0,7 und 0,8 liegen kann.

[0048] Mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht weist erfindungsgemäß zumindest eine Brechzahl auf, die zur Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes direkt proportional ist.

[0049] Dank der Verwendung der angegebenen doppelbrechenden Schicht können Polarisatoren verschiedener Type, darunter auch Polarisatoren vom "Interferenztyp", dichroitische Polarisatoren und Polarisatoren mit einem Energieeinsatz des einfallenden Lichtes von über 50%, hergestellt werden.

[0050] Als wesentliches Merkmal des anmeldungsgemäßen Polarisators vom "Interferentyp" gilt mindestens eine doppelbrechende Schicht mit einer Dicke, bei welcher das Interferenzextremum am Ausgang des Polarisators für mindestens eine linear polarisierte Lichtkomponente realisiert wird. Die Dicke der doppelbrechenden Schicht wird auch ausgehend von der Art des Werkstoffes gewählt, der bei der Herstellung der Schicht in Frage kommt. Dank einer solchen hohen Doppelbrechzahl nimmt heftig die notwendige Zahl der Schichten gegenüber den bekannten Polarisatoren ab.

[0051] Hinzu kommt, daß sich im wesentlichen die Abhängigkeit der Bedingungen für die Sicherstellung von Interferenzextrema (Maxima und Minima) von der Lichtwellenlänge verringert und bei einer vorteilhaften Ausführungsform voll behoben wird, so daß hohe Polarisationsseigenschaften des Polarisators in einem breiten Spektralbereich erreichbar sind.

[0052] Die Verwendung mindestens einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht geht zwar mit geringen Lichtverlusten im Polarisator vom "Interferenztyp" einher, doch sind diese Verluste gering, insbesondere bei Schichten mit einer Dicke von unter $0,1\ \mu\text{m}$, und werden durch das erreichbare Ergebnis, also die Sicherstellung hoher Polarisationsseigenschaften in einem breiten Spektralbereich bei Anwendung von höchstens 10 Schichten, ausgeglichen.

[0053] Hier und weiter unten wird unter dem Begriff Licht und (optischer) Polarisator eine elektromagnetische Strahlung des sichtbaren nahen UV- und nahen IR-Wellenbereiches, also eines Bereiches von 250–300 nm bis 1,000–2,000 nm (von $0,25\text{--}0,3$ bis $1\text{--}2\ \mu\text{m}$) verstanden.

[0054] Hier und weiter unten – eines besseren Verständnisses halber – handelt es sich um eine flache Schicht. Ohne an Folgerichtigkeit einzubüßen, wird auch ein Polarisator mit Schichten unterschiedlicher Form, wie Zylinder, Kugel und andere kompliziertere Formen, gemeint. Darüber hinaus kann der vorgeschlagene Polarisator vom "Interferenztyp" sowohl konstruktiv einheitlich und isoliert sein, als auch auf oder zwischen verschiedenen Substraten aufgetragen sein.

[0055] Als doppelbrechend sind Schichten bezeichnet, die mindestens zwei Brechzahlen, also eine außerordentliche Brechzahl n_e für eine linear polarisierte Lichtkomponente und eine ordentliche Brechzahl n_o für eine andere orthogonale, linear polarisierte Lichtkomponente, aufweisen. Die Größe $\Delta n = n_e - n_o$ heißt Anisotropie der Brechzahl oder der Einfachheit halber optische Anisotropie. Hier und weiter unten wird angenommen, daß die optischen Achsen, denen die außerordentliche und die ordentliche Brechzahl entsprechen, orthogonal und in einer Ebene der Schicht gelegen sind. Die optische Achse, mit welcher die außerordentliche Brechzahl n_e übereinstimmt, ist mittels irgendeines Verfahrens abgesondert. So kann z. B. als solche Achse die Streckrichtung einer Schicht aus einem Polymerwerkstoff oder der Direktor in einem orientierten nematischen Kristall dienen. Eine derartige doppelbrechende Schicht im Sinne der Kristalloptik entspricht einer optischen einachsigen Platte, die parallel zur Hauptachse herausgeschnitten ist. Hier und weiter unten werden beispielhaft optisch positive doppelbrechende Schichten mit $n_e > n_o$ behandelt. Sämtliche Rückschlüsse erstrecken sich, ohne an Folgerichtigkeit einzubüßen, auch auf optisch negative doppelbrechende Schichten mit $n_e < n_o$.

[0056] Im allgemeinen bestehen, beispielsweise für optische doppelachsige Schichten, drei unterschiedliche Brechzahlen $n_x = n_e$, $n_y = n_o$, n_z . Die Brechzahl n_x entspricht der Schwingungsrichtung in einer Lichtwelle, welche Schwingungsrichtung zu einer Schichtebene parallel und längs der durch irgendwelches Verfahren abgesonderten Richtung X in der Schichtebene, der n_y -Richtung Y der Schwingungen in der Lichtwelle, die ebenfalls zur Schichtebene parallel und zur Richtung X senkrecht ist, der n_z -Richtung Z der Schwingungen in der Lichtwelle, die zur Schichtebene senkrecht ist, verläuft. Je nach dem Verfahren zur Herstellung von doppelbrechenden Schichten und je nach der Art der eingesetzten Werkstoffen kann das Verhältnis zwischen den Brech-

zahlen n_x , n_y , n_z unterschiedlich sein.

[0057] Mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht kann bei dem vorgeschlagenen Polarisator eine, zwei oder alle drei Brechzahlen aufweisen, welche sich mit dem Anstieg der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes erhöhen.

[0058] Besonders vorteilhaft wird ein Polarisator vom "Interferenztyp" erfindungsgemäß eingesetzt, bei welchem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht zumindest eine Brechzahl aufweist, welcher zur Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes direkt proportional ist. Wenn beispielsweise bei der Formel $2dn_e = m\lambda$, wo d die Dicke einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht bedeutet und m die Interferenzordnung bedeutet, die die Bedingung für das Interferenzmaximum erfüllt, die außerordentliche Brechzahl n_e zur Wellenlänge des Lichtes direkt proportional ist, d. h. $n_e = A\lambda$, wobei A den Proportionalitätsfaktor bedeutet, "schrumpft" die Wellenlänge, was bedeutet, daß die Bedingung – im vorliegenden Fall ist es die Bedingung für das Interferenzmaximum – für alle Wellenlängen und mehr noch für alle Interferenzordnungen, d. h. für alle Werte von m , erfüllt wird. Überdies kann bei einer anderen Dicke der Schicht aus demselben Werkstoff eine Unabhängigkeit der Bedingung für das Interferenzminimum von der Wellenlänge des Lichtes in ähnlicher Weise erzielt werden. Eine direkte Proportionalität der Brechzahl zur Wellenlänge des Lichtes gilt als strengere Anforderung (Bedingung) als nur ein einfaches Anwachsen der Brechzahl bei einer Zunahme der Lichtwellenlänge.

[0059] Bevorzugt wird erfindungsgemäß ein Polarisator vom "Interferenztyp", bei dem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht eine maximale Größe für mindestens eine Brechzahl von min. 1,9 aufweist. Hierbei liegt die notwendige Schichtenzahl bei max. 10, indem sich das Spektralgebiet mit hohen Polarisationsseigenschaften mehr als um das Dreifache gegenüber dem Prototyp erweitert.

[0060] Versuche und Einschätzungen haben weiters ergeben, daß als bevorzugt ein Polarisator erscheint, bei dem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht einen maximalen Absorptionsindex von mindestens 0,1 im Betriebswellenbereich aufweist.

[0061] Als vorteilhaft fungiert ein Polarisator vom "Interferenztyp", bei dem die Dicke von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten davon ausgehend gewählt wird, daß am Ausgang des Polarisators ein Interferenzmaximum für eine linear polarisierte Lichtkomponente und parallel dazu ein Interferenzmaximum für eine andere orthogonale, linear polarisierte Lichtkomponente bereitgestellt werden.

[0062] In der Tat gilt als Besonderheit der doppelbrechenden Schichten die Tatsache, daß mindestens zwei nach ihrer Größe unterschiedliche Brechzahlen, z. B. n_x und n_y , vorliegen, die den Achsen X und Y entsprechen, welche in einer Schichtebene angeordnet sind. Davon ausgehend können die Schichtdicke und die Interferenzordnung (die Zahl m) derart gewählt werden, daß sich am Ausgang des Polarisators ein Interferenzmaximum für die eine linear polarisierte Lichtkomponente und gleichzeitig ein Interferenzmaximum für die andere orthogonale linear polarisierte Lichtkomponente einstellt. Das Interferenzminimum kann mit einer ordentlichen Brechzahl übereinstimmen, wobei das Interferenzmaximum jeweils von einer außerordentlichen Brechzahl bedingt ist. Denkbar ist aber auch eine umgekehrte Situation, bei welcher das Interferenzminimum mit einer außerordentlichen Brechzahl übereinstimmt, indem das Interferenzmaximum jeweils durch eine ordentliche Brechzahl bedingt ist.

[0063] Bevorzugt wird auch ein Polarisator vom "Interferenztyp", welcher mindestens zwei Schichten aufweist, von denen mindestens die eine Schicht eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht ist und die andere eine optisch isotrope Schicht ist, deren Brechzahl mit einer der Brechzahlen der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht übereinstimmt oder dieser am nächsten kommt. Der Unterschied zwischen der anderen Brechzahl der doppelbrechenden Schicht und derselben der optisch isotropen Schicht beträgt mehr als 0,2 und liegt zwischen 0,7 und 0,8.

[0064] Gemäß dieser Ausgestaltung wird eine linear polarisierte Komponente eines einfallenden, nicht polarisierten Lichtes, welcher eine außerordentliche (hohe) Brechzahl einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht zugeordnet ist, im wesentlichen von einem mehrschichtigen Polarisator infolge einer Differenz der Brechzahl an den Grenzen der Schichten reflektiert. Bei einer betreffenden Auswahl der Schichtdicken und deren Brechzahlen macht die optische Differenz der Wellenabstände zwischen den von den Grenzen ein und derselben doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht reflektierten Wellen eine ganze Wellenzahl aus, d. h. daß sich aus ihrer Interferenz ein Interferenzmaximum ergibt, wodurch eine gegenseitige Verstärkung der reflektierten Wellen vor sich geht. Hierbei können die optischen Schichtdicken eines optisch iso-

tropen Werkstoffes sowohl die Wellenlänge beachtlich übertreffen, als auch nahezu gleich der Wellenlänge sein. Als Folge hiervon verstärkt sich beachtlich die Reflexion der linear polarisierten Komponente des nicht polarisierten Lichtes, welcher eine außerordentliche (hohe) Brechzahl der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten zugeordnet ist.

[0065] Die ordentliche (kleinere) Brechzahl der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten trifft mit der Brechzahl einer optisch isotropen Schicht überein oder kommt dieser am nächsten, d. h. es ist keine Differenz (kein Sprung) der Brechzahlen an den Schichtgrenzen zu verzeichnen. Daher geht die andere linear polarisierte Komponente des einfallenden nicht polarisierten Lichtes, welcher eine ordentliche (kleinere) Brechzahl der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht zugeordnet ist, durch einen mehrschichtigen Polarisator restlos und ohne irgendwelche Reflexionen durch.

[0066] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist ein Polarisator vom "Interferenztyp" vorgesehen, welcher mindestens zwei unterschiedliche doppelbrechende Schichten besitzt, von denen eine Schicht mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht ist, deren die eine Brechzahl mit einer der Brechzahlen der doppelbrechenden Schicht übereinstimmt oder dieser am nächsten kommt, während sich die anderen Brechzahlen der doppelbrechenden Schicht und der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht voneinander unterscheiden, wobei der Unterschied zwischen den anderen Brechzahlen mehr als 0,2 beträgt.

[0067] Stark beeinflusst wird das Ergebnis der Interferenz durch das Verhältnis zwischen den Intensitäten und somit den Amplituden der elektrischen Felder von Interferenzstrahlen. Bekanntlich kann ein minimaler Intensitätswert bei einem Interferenzminimum (welches theoretisch gleich Null ist) unter der Voraussetzung derer Gleichheit erhalten werden. Daher ist es sinnvoll, einen maximal erreichbaren Amplitudenausgleich der Interferenzstrahlen für die Bedingung des Interferenzminimums anzustreben, wodurch eine größtmögliche "Löschung" der Strahlen der einschlägigen Komponente eines nicht polarisierten Lichtes sichergestellt wird. Um ein optimales Ergebnis der Interferenz unter den Bedingungen eines Interferenzmaximums erhalten zu können, sollen die Reflexionsfaktoren der Reflexion von einer jeden Schichtgrenze vergrößert werden.

[0068] Die Auswahl der Methoden zur Herstellung eines Polarisators gemäß der Erfindung richtet sich nach der Art der Werkstoffe, die für die doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden und anderen Schichten in Anspruch genommen werden, und beeinflusst nicht den Erfindungskern.

[0069] Das Unterscheidungsmerkmal der Erfindung besteht darin, daß mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht bestehen kann aus:

- mindestens einem organischen Salz eines dichroitischen anionischen Farbstoffes der allgemeinen Formel (II):
 $\{\text{Chromogen}\}-(\text{XO}^-\text{M}^+)_n$, wobei Chromogen ein chromophores System des Farbstoffes bedeutet, $\text{X} = \text{CO}$, SO_2 , OSO_2 , $\text{OPO}(\text{O}^-\text{M}^+)$; $\text{M} = \text{RR}'\text{NH}_2$; $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^+\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^+\text{P}$ bei R , R' , R'' , $\text{R}^+ = \text{CH}_3$, ClC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl; $\text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_m-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Y} = 0$ oder NH , $m = 0-5$; N-Alkylpyridinium-Kation, N-Alkylchinolinium-Kation, N-Alkylimidazolium-Kation, N-Alkylthiazolinium-Kation usw.; $n = 1-7$;
- oder mindestens einem asymmetrischen gemischten Salz eines dichroitischen anionischen Farbstoffes mit verschiedenen Kationen der allgemeinen Formel (III):



wobei Chromogen ein chromophores System des Farbstoffes bedeutet; $\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}$, SO_2 , CONH , CO , O , S , NH , CH_2 ; $p = 1-10$; $f = 0-9$; $g = 0-9$; $n = 0-9$, $n + f = 1-10$; $m + g = 1-10$; X , $\text{X}' = \text{CO}$, SO_2 , OSO_2 , $\text{PO}(\text{O}^-\text{M}^+)$; $\text{M} \neq \text{M}_1$, M , $\text{M}_1 = \text{H}$; anorganisches Kation der Art NH_4 , Li , Na , K , Cs , Mg , Ca , Ba , Fe , Ni , Co od. dgl.; organisches Kation der Art RNH_3 , $\text{RR}'\text{NH}_2$; $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^+\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^+\text{P}$, wobei R , R' , R'' , $\text{R}^+ = \text{Alkyl}$ oder substituiertes Alkyl der Art CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , C_4H_9 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl, $\text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_k-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-}$, $\text{Y} = 0$ bzw. NH , $k = 0-10$; heteroaromatisches Kation der Art N-alkylpyridinium, N-alkylchinolinium, N-alkylimidazolium, N-alkylthiazolinium od. dgl.;

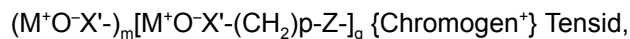
- oder mindestens einem Assoziat eines dichroitischen anionischen Farbstoffes mit einem oberflächenaktiven Kation und/oder einem amphoteren Tensid der allgemeinen Formel (IV):



wobei Chromogen ein chromophores System des Farbstoffes bedeutet; $\text{Z} = \text{SO}_2\text{NH}$, SO_2 , CONH , CO , O ,

S, NH, CH₂; p = 1–10; f = 0–4; g = 0–9; n = 0–4, m = 0–9, n + f = 1–4; m + g = 0–9; X, X' = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺); M = H; anorganisches Kation der Art NH₄⁺, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co od. dgl.; organisches Kation der Art RNH₃⁺, RR'NH₂⁺, RR'R''NH⁺; RR'R''R*N⁺; RR'R''R*P, wobei R, R', R'', R* = Alkyl oder substituiertes Alkyl der Art CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅-C₁₀H₂₁, C₆H₅CH₂, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl, YH-(CH₂-CH₂Y)_k-CH₂CH₂-, Y = O oder NH, k = 0–10; heteroaromatisches Kation der Art N-alkylpyridinium, N-alkylchinolinium, N-alkylimidazolium, N-alkylthiazolinium od. dgl.; K'Tensid⁺; Tensid = KTensid⁺, K'Tensid⁺, AmTensid, wobei KTensid⁺ und K'Tensid⁺ oberflächenaktive Kationen bedeuten, AmTensid ein amphoterer Tensid bedeutet;

– oder mindestens einem Assoziat eines dichroitischen kationischen Farbstoffes mit einem oberflächenaktiven Anion und/oder einem amphoteren Tensid der allgemeinen Formel (V):



wobei Chromogen ein chromophores System des Farbstoffes bedeutet; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂; p = 1–10; g = 0–1; m = 0–1; m + g = 1; X = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺); M = H; anorganisches Kation der Art NH₄⁺, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co od. dgl.; organisches Kation der Art RNH₃⁺, RR'NH₂⁺, RR'R''NH⁺; RR'R''R*N⁺; RR'R''R*P, wobei R, R', R'', R* = Alkyl oder substituiertes Alkyl der Art CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅-C₁₀H₂₁, C₆H₅CH₂, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl, YH-(CH₂-CH₂Y)_k-CH₂CH₂-, Y = O oder NH, k = 0–10; heteroaromatisches Kation der Art N-alkylpyridinium, N-alkylchinolinium, N-alkylimidazolium, N-alkylthiazolinium od. dgl.; KTensid⁺ (oberflächenaktives Kation); Tensid = ATensid⁻, AmTensid, wobei ATensid⁻ ein oberflächenaktives Anion bedeutet, AmTensid ein amphoterer Tensid bedeutet;

– oder mindestens einem Assoziat eines dichroitischen kationischen Farbstoffes mit einem oberflächenaktiven Anion und/oder einem amphoteren Tensid der allgemeinen Formel (VI):

{Chromogen} -[Z-(CH₂)_p-X⁺RR'R'' Tensid]_n, wobei Chromogen ein chromophores System des Farbstoffes bedeutet; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂; p = 1–10; X = N, P; R, R', R'' = Alkyl oder substituiertes Alkyl der Art CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₃H₇; Tensid = ATensid⁻, AmTensid, wobei ATensid⁻ ein oberflächenaktives Anion bedeutet und AmTensid ein amphoterer Tensid bedeutet; n = 1–4;

– oder mindestens einem wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoff und/oder einem Pigment, in denen keine ionogenen bzw. hydrophilen Gruppen enthalten sind;

– oder mindestens einem niedermolekularen thermotropen Flüssigkristallstoff der einen dichroitischen Farbstoff darstellt oder einen dichroitischen Flüssigkristall- und/oder Nichtflüssigkristall-Farbstoff als Komponente enthält und durch irgendwelches Verfahren verglast ist, z. B. durch eine Aushärtung, die nach dem Auftragen einer Schicht mit Hilfe einer UV-Strahlung vorgenommen wurde;

– oder mindestens einem Nichtflüssigkristall-Polymerwerkstoff mit einer einstellbaren Hydrophilie, der mittels eines dichroitischen Farbstoffes und/oder der Jodverbindungen gefärbt wurde;

– oder mindestens einem thermotropen Flüssigkristall- und/oder Nichtflüssigkristall-Polymerwerkstoff mit einer Dicke von unter 0,2 µm, welcher in der Masse aufgelöst und/oder mit einer Polymerkette chemisch verbundene dichroitische Farbstoffe enthält;

– oder mindestens einem dichroitischen Farbstoff, der für die Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase geeignet ist und eine Dicke von unter 0,1 µm aufweist;

– oder mindestens einem dichroitischen Farbstoff mit einem polymeren Aufbau und einer Dicke von unter 0,1 µm;

– oder mindestens einem wasserlöslichen organischen Farbstoff, der für die Bildung einer stabilen lyotropen Flüssigkristallphase geeignet ist und der allgemeinen Formel:

{Chromogen} (SO₃M)_n entspricht, wobei Chromogen ein chromophores System des Farbstoffes bedeutet und eine Dicke von unter 0,1 µm aufweist, M-H⁺ ein anorganisches Kation ist;

– oder deren Gemischen.

[0070] Mindestens ein dichroitischer anionischer Farbstoff der allgemeinen Formel (II–IV) kann ausgewählt werden aus einer Gruppe von:

– Farbstoffen, die für die Bildung einer stabilen lyotropen Flüssigkristallphase geeignet sind, wie z. B. Indanthronderivatensulfonsäuren, symmetrischen Naphtalin-1,4,5,8-, perylen- und anthanthron-3,4,9,10-tetrakarbonsäure diphenyldiimidderivatensulfonsäuren und symmetrischen Naphtalin-1,4,5,8-, perylen- und anthanthron-3,4,9,10-tetrakarbonsäure dibenzimidazolderivaten sulfonsäuren, wobei der Farbstoff direkt, gelb und lichtdurchlässig 0[4] ist, od. dgl.;

– Direktfarbstoffen, wie z. B. Benzopurpurin 4B (C. I. 488), orangefarbener C. I.-Direktfarbstoff 26, roter C. I.-Direktfarbstoff 48 oder 51, violetter C. I.-Direktfarbstoff 88, blauer C. I.-Direktfarbstoff 19 u. a.;

– aktiven Farbstoffen (Triazin-, Vinylsulfon-Farbstoffe oder Prozone T), wie z. B. aktiver roter C. I.-Farbstoff 1, aktiver gelber C. I.-Farbstoff 1, aktiver blauer C. I.-Farbstoff 4 u. a.;

– Säurefarbstoffen, wie z. B. verschiedene Bromaminsäurederivate, hochroter Anthrachinon-Säurefarbstoff

H8C, hochblauer Anthrachinon-Säurefarbstoff (C. I. 61585), grüner Anthrachinon-Säurefarbstoff H2C (C. I. 61580), hochgrüner Anthrachinon-Säurefarbstoff H4Ж, roter C. I.-Säurefarbstoff 138, gelber C. I.-Säurefarbstoff 135, roter C. I.-Säurefarbstoff 87, schwarzer C. I.-Säurefarbstoff 1 u. a.;

– Sulfonsäuren der polyzyklischen Farbstoffe, wie z. B. asymmetrische Naphtalin-1,4,5,8-perylen-antithron-3,4,9,10-tetrakarbonsäuren-phenylimide und asymmetrische Naphtalin-1,4,5,8-perylen-antithron-3,4,9,10-tetrakarbonsäuren-benzimidazole, Indigo-, Thioindigo- bzw. Chinakridonderivatendisulfonsäuren [RUS-Patentanmeldung Nr. 95 11 7403, БИ (Erfindungsblatt), Heft 26, (1997), S. 239] und anderen Sulfonsäuren auf Basis von Küpenfarbstoffen und Pigmenten.

[0071] Mindestens ein dichroitischer kationischer Farbstoff der allgemeinen Formel (V–VI) kann ausgewählt werden aus einer Gruppe von:

– Lumineszenzfarbstoffen; Polymethinfarbstoffen (Zyanin-, Hemizyanin- und anderen Farbstoffen); Arylkarboniumfarbstoffen; heterozyklischen Derivaten von Di- und Triarylphenylmethan-, Thiopyranin-, Pyronin-, Akridin-, Oxazin-, Thiazin-, Xanthen-, Azin- und anderen Farbstoffen.

[0072] Mindestens ein dichroitischer Farbstoff und/oder Pigment ohne Gehalt an ionogenen oder hydrophilen Gruppen kann ausgewählt werden aus einer Gruppe von:

– Küpenfarbstoffen; dispersen Farbstoffen; Anthrachinonfarbstoffen; Indigofarbstoffen; Azoverbindungen; Perynonfarbstoffen; polyzyklischen Farbstoffen; heterozyklischen Anthronderivaten; Metallkomplexverbindungen; heterozyklischen Aromaverbindungen; Luminiszenzfarbstoffen.

[0073] Um die gewünschten physikalisch-mechanischen, Adhäsions-, Ausgleichungs-, folienbildende und andere Eigenschaften zu sichern, kann mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht des Polarisators neben den vorerwähnten Farbstoffen zusätzlichweise ein Modifizierungsmittel aufweisen, in dessen Eigenschaft hydrophile und hydrophobe Polymerisate unterschiedlicher Art, darunter Flüssigkristall- und siliziumorganische Polymerisate, Plastifizierungsmittel und Lacke, darunter siliziumorganische Plastifizierungsmittel und Lacke, und nicht ionogene Tenside eingesetzt werden. Durch die Eingabe eines Modifizierungsmittels kann weiters die Lichtzerstreuung vermindert werden, mit welcher infolge der in der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht vorhandenen Mikrofehler zu rechnen ist.

[0074] Auf die vorstehend aufgeführten Ausgestaltungen werden die Möglichkeiten für die Verwendung anderer Werkstoffe für die Bildung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten eines erfindungsgemäßen Polarisators nicht eingeschränkt.

[0075] Die doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht für den vorgeschlagenen Polarisator kann sowohl fest, als auch flüssig sein.

[0076] Es sei weiter betont, daß die oben genannten Werkstoffe für die Bildung einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht nicht nur für einen Polarisator vom "Interferenztyp", sondern auch für weiter unten beanspruchte, auf anderen physikalischen Erkenntnissen beruhende Polarisatoren und Flüssigkristall-anzeigeelemente auf deren Grundlage eingesetzt werden können.

[0077] Um einen beanspruchten Polarisator herzustellen, können wäßrige, wäßrigorganische und organische Lösungen der betreffenden Farbstoffe (II–VI) verwendet werden, welche entweder durch eine langsame Erhöhung der Konzentration der verdünnten Lösungen (z. B. durch Verdampfen oder Membranultrafiltration) oder durch Auflösung trockener Farbstoffe in einem einschlägigen Lösungsmittel (Wasser, Wasser-Alkohol-Gemisch, bipolare aprotische Lösungsmittel vom Typ Dimethylformamid und Dimethylsulfoxid, Athylenglykoläther, Athylazetate und andere, mit Wasser vermischbare Lösungsmittel) auf die gewünschte Konzentration gebracht werden können.

[0078] Je nach dem Verfahren zur Bildung einer Schicht werden Farbstofflösungen mit einer Konzentration zwischen 1 und 30% eingesetzt.

[0079] Bei der Verwendung des Verfahrens gemäß US Patent Nr. 2 544 659 (1951) werden vorteilhafterweise auf die in gewünschter Richtung vorgeriebene Oberfläche der Unterlage dünnere Lösungen aufgetragen, während bei der Bildung einer Schicht ohne Vorreiben der Unterlage mittels der mechanischen Orientierung gemäß der Methode aus der Anmeldung PCT WO 94/28073 (1994) konzentriertere Farbstofflösungen, darunter auch solche, die eine stabile lyotrope Flüssigkristallphase bilden, in Frage kommen.

[0080] Ein mechanisches Ordnen der stabilen lyotropen Flüssigkristall-Zusammensetzungen auf Grundlage

der Farbstoffe (II–VI) kann unter Einfluß der Kräfte erreicht werden, welche eine Zugverformung auf einem Meniskus auftreten lassen, der sich bei einer abkeilenden Ablösung der einen Oberfläche von der anderen, zwischen welchen eine Schicht aus dem lyotropen Flüssigkristall verteilt ist, oder bei dem Angriff einer Schubkraft ausbildet, was gleichzeitig mit dem Auftragen des lyotropen Flüssigkristalls auf die Oberfläche der Unterlage bewerkstelligt werden kann.

[0081] Die Orientierung des lyotropen Flüssigkristalls auf der Oberfläche der Unterlage kann bei Anwendung der Schubkraft im Zuge der Auftragung des lyotropen Flüssigkristalls mit Hilfe einer Düse oder einer Rakel vorgenommen werden, wobei die letztere als Messer oder Zylinder ausführbar ist.

[0082] Die Farbstofflösungen (II–VI) können neben den mit Wasser vermischbaren organischen Lösungsmitteln auch nicht ionogene Tenside, Bindemittel und Folienbildner enthalten, in deren Eigenschaft Polyvinylalkohol, Polyvinylpyrrolidin, Polyakrylsäure und deren Ather, Polyakrylamid, Polyäthylenoxid und Polyäthylenglykole, Polypropylenglykol und deren Copolymere, Zelluloseäthyl- und -oxipropyläther, Karboxymethylzellulose-natriumsalz od. dgl. verwendbar sind. Um die Beständigkeit zu verbessern, können die Farbstofflösungen weiters hydrotrope Zusatzstoffe aus der Gruppe von Amiden, wie z. B. Dimethylformamid, Phosphorsäurealkylamide, Harnstoff und dessen N-substituierte Derivate, N-Alkylpyrrolidon, Dizyandiamid sowie deren Gemische und Gemische von Amiden und Glykolen, enthalten.

[0083] Die Farbstoffe (II–VI) können für die Bildung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten auch in Verbindung mit anorganischen Salzen der dichroitischen anionischen Farbstoffe der allgemeinen Formel (I) eingesetzt werden.

[0084] Um Farbstofflösungen (II–VI) herzustellen, kann man sich mehrerer Verfahren bedienen.

[0085] Eines der Verfahren besteht in einer sukzessiven gestuften Neutralisation der verdünnten Lösungen der betreffenden Karbon-, Phosphon- oder Sulfonsäuren der dichroitischen anionischen Farbstoffe bei Anwendung verschiedener Basen, in deren Eigenschaft Metallhydroxide, aliphatische oder heterozyklische Amine oder Hydroxide der tetrasubstituierten Ammoniumkationen in Frage kommen. Die verwendeten Farbstoffsäuren werden zuvor von Mineralsalzen gereinigt, beispielsweise mittels der Salzsäure gewaschen und anschließend bei 100°C getrocknet.

[0086] Das weitere Verfahren besteht in einer Erhitzung von Lösungen der Ammoniumsalze der dichroitischen anionischen Farbstoffe gemeinsam mit einer berechneten Menge der jeweiligen Base auf eine Temperatur von über 60°C, bei welcher sich das sich entwickelnde Ammoniak verflüchtigt und ein einschlägiges gemischtes Salz anfällt, in welchem eines der Kationen ein Ammoniumkation ist. Es können aber auch übliche Austauschreaktionen von Kationen bei Anwendung von Ionenaustauschharzen Oder einer Membrantechnik durchgeführt werden.

[0087] Das dritte universalere Verfahren zur Gewinnung asymmetrischer Salze für dichroitische Farbstoffe mit einem Gehalt an organischen Kationen besteht in einem Austausch verschiedener Ionen bei Anwendung der Methoden der Membrantechnologie, welche es gestatten, gleichzeitig auch die Reinigung von dichroitischen Farbstofflösungen durchzuführen.

[0088] Um Assoziate der dichroitischen Farbstoffe mit einem Gehalt an ionogenen Gruppen oder deren Gemischen mit mindestens 1 Mol der oberflächeaktiven Ionen oder deren Gemische zu gewinnen, können mehrere Verfahren benutzt werden.

[0089] Eines der Verfahren besteht in einer Neutralisation der verdünnten Lösungen der betreffenden Säureformen der dichroitischen anionischen Farbstoffe bei Anwendung aliphatischer oder heterozyklischer Amine oder Hydroxide der tetrasubstituierten Ammoniumkationen, in welchen als einer der Substituenten ein Kohlenwasserstoffradikal mit 8 bis 18 Kohlenstoffatomen enthalten ist. Die verwendenden Farbstoffsäuren werden von Mineralsalzen, z. B. durch Waschen mit einer Salzsäure und durch anschließende Trocknung bei 100°C gereinigt.

[0090] Das andere Verfahren besteht in einer Erhitzung von Lösungen der Ammoniumsalze der dichroitischen anionischen Farbstoffe gemeinsam mit einschlägigen oberflächenaktiven Basen auf eine Temperatur von über 60°C, bei der das sich entwickelnde Ammoniak verdunstet und ein jeweiliges Assoziat entsteht. Es können aber auch übliche Austauschreaktionen von Kationen bei Anwendung von Ionenaustauschharzen oder einer Membrantechnik durchgeführt werden.

[0091] Das dritte Verfahren zur Gewinnung von Assoziaten für beliebige dichroitische Farbstoffe mit einem Gehalt an ionogenen Gruppen oder deren Gemischen mit mindestens 1 Mol der oberflächenaktiven Ione oder deren Gemische besteht in einem Austausch verschiedener Ione gegen oberflächenaktive Ione. Der Austausch kann bei Anwendung von Methoden der Membrantechnologie vorgenommen werden, welche es gestatten, gleichzeitig auch die Assoziatlösungen der dichroitischen Farbstoffe mit einem Gehalt an ionogenen Gruppen oder deren Gemische mit mindestens 1 Mol der oberflächenaktiven Ione oder deren Gemische von fremden anorganischen und organischen Beimengungen zu reinigen. Die Eingabe verschiedenartiger Komplexe, wie z. B. Trilon B oder Kronenäther, in die Lösung während der Membranreinigung befreit von mehrwertigen Kationen (Ca, Cu, Al u. a.), die auch eine Ursache für die Bildung von Mikropartikeln und eines Sedimentes sein können.

[0092] Zur Bildung eines polarisierenden Belages aus einem wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoff und/oder Pigment, in welchen ionogene oder hydrophile Gruppen oder deren Gemische nicht enthalten sind, welche im allgemeinen in einer Mehrzahl der organischen Lösungsmittel schlechtlöslich sind, können verschiedene Verfahren verwendet werden.

[0093] So können z. B. polarisierende Beläge auf Grundlage von Küpenfarbstoffen, Anthrachinonderivaten, Perinon- und polyzyklischen Chinonverbindungen bei Anwendung folgender Verfahren gebildet werden:

- Auf die Oberfläche der Unterlage werden unter gleichzeitiger orientierender Beeinflussung Lösungen der anorganischen und organischen Schwefelsäureäther in reduzierten Formen der genannten Farbstoffe (vom Typ Küpensole) aufgetragen, die in einem lyotropen Flüssigkristallzustand verweilen können. Die auf diese Art und Weise formierte orientierte Schicht aus den Schwefelsäureäthern wird ferner einer oxydativen Hydrolyse ausgesetzt. Hierbei bildet sich auf der Oberfläche eine orientierte Schicht aus einem im Wasser nicht mehr löslichen Farbstoff.
- Auf die Oberfläche der Unterlage werden unter gleichzeitiger orientierender Beeinflussung reduzierte Formen der erwähnten Farbstoffe (vom Typ Leukoverbindungen) als Lösungsmittel verschiedener (anorganischer und organischer) Salze aufgetragen, die ebenfalls in einem lyotropen Flüssigkristallzustand verweilen können. Die in dieser Weise hergestellte Schicht wird nachher chemisch bzw. elektrochemisch unter Bildung einer orientierten Schicht aus einem im Wasser nicht mehr löslichen Farbstoff oxydiert.
- Zur Erzeugung eines polarisierenden Belages auf Grundlage von wasserunlöslichen symmetrischen und asymmetrischen 3,4,9,10-Perylentetrakarbonsäure diphenyldiimiderivaten und 3,4,9,10-Perylentetrakarbonsäure dibenzimidazololderivaten können jeweils 1,1'-Binaphtyl-4,4',5,5',8,8'-hexakarbonsäurederivate in Form der Lösungen von anorganischen und organischen Salzen verwendet werden, die ebenfalls in einem lyotropen Flüssigkristallzustand verweilen können. Bei späterer chemischer bzw. elektrochemischer reduktiver Behandlung oder einer UV-Bestrahlung werden die 1,1'-Binaphtyl-4,4',5,5',8,8'-hexakarbonsäurederivate unter Bildung einer orientierten Schicht aus den 3,4,9,10-Perylentetrakarbonsäurederivaten zyklisiert.
- Das weitere Verfahren, das auch für die Herstellung von polarisierenden Belägen auf Grundlage von Pigmenten geeignet ist, besteht darin, daß auf die Oberfläche der Unterlage unter gleichzeitiger orientierender Beeinflussung lyotrope Flüssigkristalllösungen von dichroitischen Farbstoffen und/oder Pigmenten in der Schwefelsäure oder dem Oleum verschiedener Konzentration aufgetragen werden. Die Bildung einer wasserunlöslichen orientierten Schicht geschieht unter umsichtiger Verdünnung der Schwefelsäure mit Wasser, die bei Schaffung einer 100%-igen Feuchtigkeit oberhalb der Schicht vorgenommen werden kann.

[0094] Die Bildung einer doppelbrechenden Schicht auf der Oberfläche der Unterlage unter Einwirkung einer Schubkraft kann durch das Auftragen von Lösungen mit Hilfe einer Düse oder einer Rakel realisiert werden, wobei die letztere als Messer oder Zylinder ausgeführt werden kann.

[0095] Bei der Bildung einer doppelbrechenden Schicht können als zusätzliche orientierende Beeinflussung magnetische, elektromagnetische und elektrostatische Felder mit in Kauf genommen werden, die dann eingesetzt werden, wenn die Zeit für das Auftragen nicht begrenzt ist oder wenn für die Herstellung eines polarisierenden Belages verdünnte Lösungen verwendet werden.

[0096] Bei der Herstellung einer doppelbrechenden Schicht auf Grundlage von Metallkomplex-Farbstoffen kann eine Farbstoffmetallisierung direkt auf die Oberfläche der Unterlage vorgenommen werden. Zu diesem Zweck wird zunächst auf die Unterlage (z. B. durch ein zielgerichtetes Aufdampfen) eine orientierte Metalloxidschicht aufgetragen, wonach erst die Oberfläche mit der Lösung des betreffenden Farbstoffes behandelt wird. Hierbei können sich ultrafeine orientierte Schichten aus wasserunlöslichen Metallkomplex-Farbstoffen ergeben, die für die Herstellung einer Interferenzvarietät des beanspruchten Polarisators besonders geeignet sind.

[0097] Das universalere Verfahren zur Herstellung einer doppelbrechenden Schicht auf Grundlage von was-

ser unlöslichen dichroitischen Farbstoffen und/oder Pigmenten besteht darin, daß besondere Fertigformen zubereitet werden, die durch Dispergierung der genannten Farbstoffe bis auf die Herstellung von anisometrischen Partikeln mit einer Größe von max. 0,5 µm und einem Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser der Partikel von mindestens 20 erhalten werden. Zur Stabilisierung dieser Fertigformen kommen verschiedene Tenside in Frage. Ausgehend von den hergestellten Fertigformen werden hochkonzentrierte Systeme (mit einem Gehalt an einem dichroitischen Farbstoff und/oder Pigment oder deren Gemischen von mindestens 10%) in verschiedenen Lösungsmitteln, einschl. Wasser, in Monomeren und Polymerschmelzen zubereitet. Hierbei können die erhaltenen Systeme in einem Flüssigkristallzustand weilen. Durch das Auftragen dieser hochkonzentrierten Systeme auf die Oberfläche der Unterlage bei gleichzeitiger orientierenden Beeinflussung und anschließender jeweiliger Behandlung bildet sich eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht aus. Im Falle der Entfernung des Lösungsmittels (durch Verdampfen oder Verdünnung mit anschließender Wäsche) entsteht ein polarisierender Belag, der im wesentlichen aus einem dichroitischen Farbstoff und/oder Pigment besteht. Sollte ein Monomer oder eine Polymerschmelze verwendet werden, baut sich dann ein polarisierender Belag mit größerer Dicke (bis 5 µm) auf.

[0098] Die Auswahl eines Verfahrens zum Auftragen richtet sich auch nach dem Typ der Unterlage, in deren Eigenschaft eine harte flache, kugelförmige oder zylindrische, durchsichtige oder reflektierende Oberfläche eines organischen oder anorganischen Glases, eines Silikatglases mit einer aufgedampften Halbleiterschicht und einer Siliziumplatte mit einer aufgedampften Alu-Schicht benutzt werden kann.

[0099] Für die Bildung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten eignen sich folgende genormte Verfahren: Auftragen mit Hilfe einer Walze, eines Rakelmessers, einer Rakel in Form eines drehungsfreien Zylinders, einer Schlitzdüse od. dgl. Dazu können vereinheitlichte Ausrüstungen, die für verschiedene Beschichtungen dienen, wie z. B. Anlagen aus der Lack- und Farbeindustrie, und polygraphische Anlagen verschiedener Type, einschl. Flexodruckanlagen benutzt werden.

[0100] Nach dem Auftragen einer Schicht wird diese meistens getrocknet, um die Lösungsmittel zu entfernen. In anderen Anwendungsfällen, z. B. bei thermoplastischen Polymerwerkstoffen und verglasbaren Werkstoffen, wird die aufgetragene Schicht im Anschluß an deren Auftragung abgekühlt.

[0101] Die andere Methode, die bei der Herstellung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten aus Werkstoffen, die sich im Zuge der Auftragung eine Flüssigkristallphase bilden lassen, in Frage kommt, besteht darin, daß der Werkstoff gemäß US Patent Nr. 2 524 286 auf eine Unterlage aufgebracht wird, die von vornherein auf die Orientierung der Flüssigkristallphase vorbereitet worden ist. Als eine von diesen Methoden dient ein einseitig gerichtetes Reiben der Unterlage oder einer zuvor darauf aufgetragenen dünnen Polymerschicht, welches bekannt ist und für die Orientierung von thermotropen niedermolekularen Flüssigkristallgemischen bei der Anfertigung von Flüssigkristallbildschirmen anwendbar ist.

[0102] Eine weitere Methode zur Herstellung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten ist die bekannte Methode zur Photoorientierung einer zuvor durch irgendwelches Verfahren aufgetragenen Schicht durch deren Bestrahlung mit einem linear polarisierten UV-Licht.

[0103] Um doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schichten aus thermotropen Polymerwerkstoffen aufzutragen, können Extruder, darunter auch solche, die mehrere flache Düsen aufweisen und es gestatten, in einem Arbeitstritt auf einmal mehrere Schichten aus verschiedenen Polymerwerkstoffen mit gewünschter Dicke aufzutragen, eingesetzt werden.

[0104] Die vorstehend erwähnten Werkstoffe, Verfahren zu deren Herstellung und Methoden zur Bildung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten auf deren Grundlage eignen sich auch für die Anfertigung von Polarisatoren anderer Type und von Flüssigkristallanzeigeelementen, die nachstehend in der vorgeschlagenen Erfindung beschrieben werden.

[0105] Der beanspruchte Polarisator vom Interferenztyp kann sowohl als kombiniert, d. h. auf "Reflexion" oder auf "Durchlässigkeit" ausgelegt, als auch als geeignet nur für "Reflexion" ausgebildet sein. Im vorliegende Fall handelt es sich nunmehr um eine Ausführungsform, bei der der Polarisator mindestens eine lichtreflektierende Schicht aufweist. Die lichtreflektierende Schicht kann metallisch sein. Durch die Auftragung der lichtreflektierenden Schicht können für die Interferenz optimale Reflexionskoeffizienten für die Reflexion von den Polarisatorgrenzen gewählt werden.

[0106] Bei der Anfertigung eines Polarisators kann auf die Unterlage als erste dieser zugewandte Schicht so-

wohl eine lichtreflektierende Schicht (ein voll oder teilweise reflektierender Spiegel) als auch eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht aufgebracht werden.

[0107] Die reflektierende Schicht kann sowohl aus einem Metall als auch aus mehrschichtigen dielektrischen Spiegeln aus abwechselnden Stoffschichten mit jeweils hohen und niedrigen Brechzahlen bestehen.

[0108] Metallische Beläge lassen sich verhältnismäßig leicht z. B. durch ein thermisches Aufdampfen im Vakuum auftragen, wobei jedoch darin eine Lichtabsorption stattfindet, wodurch die Durchlässigkeit (Reflexion) des Polarisators abnimmt. Zur Herstellung reflektierender Metallbeläge eignen sich Aluminium (Al), Silber (Ag) und andere Metalle.

[0109] Bei mehrschichtigen dielektrischen Spiegeln handelt es sich um keine Lichtabsorption, jedoch ist der Prozeß für deren Beschichtung recht kompliziert und arbeitsaufwendig. für diese Beschichtungen eignen sich TiO_2 , MgO , ZnS , ZnSe , ZrO_2 , Kryolith und Polymerisate als Werkstoffe mit hohen Brechzahlen, wobei Werkstoffe mit einem niedrigen Brechzahl SiO_2 , Al_2O_3 , CaF_2 , BaF_2 , MgF_2 , AlN , BN oder Polymerisate sind.

[0110] Um eine reflektierende Schicht auf eine Unterlage oder einen Polarisator aufzutragen, können folgende genormte Verfahren, z. B. thermisches Aufdampfen im Vakuum, Bedampfung mit anschließender thermischer Behandlung, Magnetronzerstäubung eingesetzt werden.

[0111] Als Werkstoff für die Unterlage, auf welche ein Polarisator aufgetragen werden kann, der für die Betriebsweise "Transparenz" und möglicherweise zusätzlich für "Reflexion" ausgelegt ist, können beliebige, im Betriebswellenband transparente Werkstoffe, wie z. B. Quarz, Glas, Polymerisate od. dgl. eingesetzt werden.

[0112] Als Werkstoff für die Unterlage, auf die ein Polarisator auftragbar ist, der nur für die "Reflexion" ausgelegt ist, können neben den im Betriebswellenband transparenten Werkstoffen, wie z. B. Quarz, Glas und Polymerisate, auch beliebige andere im Betriebswellenband nicht transparente Werkstoffe, wie z. B. Metalle, Halbleitermaterialien, kristallisierte Gläser, Kunststoffe od. dgl., zum Einsatz gelangen.

[0113] Durch die Verwendung der genannten doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht mit einer beliebigen Dicke, bei welcher kein Interferenzextremum am Ausgang des Polarisators bei mindestens einer linear polarisierten Lichtkomponente feststellbar ist, wird des weiteren die Schaffung eines Polarisators vom dichroitischen Typ ermöglicht.

[0114] Die doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht ist eine in einer bestimmten Richtung orientierte, molekular verstärkte Farbstoffschicht, bei welcher die Molekülebenen und die darin liegenden Dipolmomente bezüglich der Richtung, die entweder durch die Oberflächenanisotropie oder durch die Richtung der mechanischen Orientierung definiert ist, homogen orientiert sind.

[0115] Die Wirkungsweise des erwähnten Polarisators beruht darauf, daß ein nicht polarisiertes Licht bei dessen Durchgang durch die genannte Schicht durch das chromophore System des Farbstoffes teilweise absorbiert wird. Hierbei geht lediglich ein Teil der Wellen durch, in denen die Schwingungsrichtung der elektrischen Komponente des elektromagnetischen Feldes senkrecht zum Dipolmoment des optischen Überganges (**Fig. 4**) verläuft.

[0116] Es sei darauf angewiesen, daß je nach dem eingesetzten Farbstoff der beanspruchte Polarisator in der Lage ist, die Polarisation nicht nur im sichtbaren Bereich des Spektrums sondern auch im UV-Bereich und einem naheliegenden UR-Bereich sicherzustellen. Für den Fall, daß dichroitische Farbstoffe mit einer Absorption nur im UV-Bereich verwendet werden, kann die doppelbrechende Schicht auch als phasenhemmende Schicht benutzt werden.

[0117] Der wesentliche Unterschied des erfindungsgemäßen Polarisators vom dichroitischen Typ besteht darin, daß mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht aus einem Farbstoff (II-VI) und/oder einem wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoff und/oder einem Pigment besteht, die keine ionogenen oder hydrophilen Gruppen enthalten.

[0118] Bei der Verwendung der genannten Farbstoffe wird ermöglicht:
 – die Polarisationseigenschaften zu verbessern und einen hocheffizienten mangelfreien Polarisator zu schaffen, welcher im Unterschied zum aus der Patentanmeldung PCT WO 94/28073 (1994) bekannten Polarisator neben einer niedrigen elektrischen Leitfähigkeit auch ein kontrollierbares Vermögen zur Orientie-

lung des Flüssigkristalls besitzt;

- einen Polarisator zu schaffen, der neben den guten dielektrischen Eigenschaften auch eine hohe Feuchtigkeitsbeständigkeit besitzt;
- die Palette der Farbstoffe zu erweitern, die für die Herstellung hocheffizienter Polarisatoren geeignet sind.

[0119] Im Unterschied zu den Farbstoffen, die bei der Herstellung des aus der PCT WO 94/28073 (1994) bekannten Polarisators verwendet werden, ermöglicht der Einsatz der genannten Farbstoffe (II–VI) den hydrophoben und hydrophilen Haushalt des Moleküls eines dichroitischen Farbstoffes einzustellen, was für die Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase ausschlaggebend ist. So ist z. B. die Schaffung eines definierten hydrophoben und hydrophilen Haushaltes eine der Voraussetzungen für die Bildung von übermolekularen Aggregaten aus solchen Farbstoffmolekülen, indem bei der Erreichung derer bestimmter Konzentration die Lösung in einen geordneten Flüssigkristallzustand übergeht. Während der Auftragung der im Flüssigkristallzustand weilenden Lösung auf die Oberfläche der Unterlage bei gleichzeitiger orientierender Beeinflussung kann eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht erhalten werden, in welcher die Ebenen der chromophoren Systeme der Moleküle eines dichroitischen Farbstoffes und die darin liegenden Dipolmomente des optischen Überganges in bezug auf die Richtung homogen orientiert sind, welche Richtung entweder durch die Oberflächenanisotropie oder durch die Richtung der mechanischen Orientierung oder durch die Wirkung der magnetischen bzw. elektromagnetischen Felder eingestellt werden kann.

[0120] Ein besonders starker Einfluß auf den hydrophilen und hydrophoben Haushalt wird bei Anwendung eines organischen Iones (der Farbstoffe II–VI) als mindestens eines der Ione beobachtet. Dadurch gelingt es, stabile lyotrope Flüssigkristallphasen auch für Farbstofflösungen bereitzustellen, die in Form von anorganischen, symmetrischen Salzen oder Säuren für die Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase ungeeignet sind.

[0121] So fallen beispielsweise bei einer Kondensation der Farbstoffe gemeinsam mit Tensiden Assoziate an, die die Eigenschaften der Tenside besitzen, deren besonderes Verhalten darin besteht, daß sie zu einer Aggregation unter Bildung von Mizellen (Aggregaten), darunter auch in anisometrischer Form, geneigt sind.

[0122] In Abhängigkeit von der Zahl der ionogenen Gruppen, dem Molverhältnis und der Art des oberflächenaktiven Iones kann das Molekül eines dichroitischen Farbstoffes sowohl die Rolle einer hydrophilen (polaren) Komponente spielen als auch die Funktion des hydrophoben Anteiles eines Tensids ausüben. So bildet sich z. B. bei Vorhandensein zweier ionogenen Gruppen im Molekül des dichroitischen Farbstoffes bei dessen Kondensation mit einem Mol des oberflächenaktiven Iones ein oberflächenaktives Assoziat, bei welchem der hydrophile Teil mit dem Molekül des Farbstoffes direkt gekoppelt ist. Bei der Kondensation des dichroitischen Farbstoffes mit nur einer ionogenen Gruppe entsteht bei einem Mol eines amphoteren Tensides ein Assoziat, bei dem das Molekül des Farbstoffes im hydrophoben Teil angesiedelt ist. Weiter unten werden verschiedene Kombinationen der verschiedenen Type der Farbstoffe mit verschiedenen Typen der oberflächenaktiven Ione und Stoffe dargestellt. Als Folge einer solchen Kondensation entstehen Assoziate mit den Tensideigenschaften, deren besondere Eigenschaft sich in einer Neigung zur Aggregation unter Bildung von Mizellen (Aggregaten), darunter auch in anisometrischer Form, ausdrückt. Die Moleküle eines dichroitischen Farbstoffes können dabei sowohl an der Peripherie als auch im Innern der Aggregate oder Mizellen angeordnet sein.

[0123] Für den Fall, daß die Moleküle des Farbstoffes im Innern angeordnet sind, befinden sich dann auf der Oberfläche der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht Kohlenstoffradikale des Tensides, die sich als gute orientierende Gruppe gegenüber dem Flüssigkristall verhalten. Durch die Variation der Radikalstruktur kann die orientierende Fähigkeit des polarisierenden Belages verändert werden, was bei der Anfertigung der Flüssigkristallanzeigen verschiedener Type von großer Bedeutung ist.

[0124] Das Vorhandensein wenig beweglicher organischer Ione in den polarisierenden Belägen des beanspruchten optischen Polarisators hat eine niedrige elektrische Leitfähigkeit zur Folge, wodurch seinerseits der Energieverbrauch verringert und somit die Lebensdauer der Flüssigkristallgeräte verbessert wird.

[0125] Die Tenside sorgen auch für eine gute Benetzbarkeit und Adhäsion der Zusammensetzungen, nach deren Auftragung sich auf der Oberfläche der Unterlage nach der Trocknung mangelfreie homogene polarisierende Beläge ausbilden, deren Dickendifferenz bei max. 5% gelegen ist.

[0126] Dank der Verwendung der Assoziate der dichroitischen Farbstoffe (IV–VI) mit einem Gehalt an ionogenen Gruppen oder deren Gemischen mit mindestens einem Mol der oberflächenaktiven Ione oder deren Gemischen kann der hydrophobe und hydrophile Haushalt des Moleküls des Farbstoffes eingestellt werden, was

für die Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase Ausschlag gibt. So gilt z. B. die Schaffung eines definierten hydrophoben und hydrophilen Haushaltes als eine der Voraussetzungen für die Bildung von übermolekularen Aggregaten, wobei bei Erreichung derer bestimmten Konzentration die Lösung in einen geordneten Flüssigkristallzustand übergeht.

[0127] Die Besonderheit der Assoziat auf Grundlage der dichroitischen Farbstoffe mit oberflächenaktiven Ionen besteht darin, daß sie befähigt sind, dank der Solubilisierung die Löslichkeit der wasserunlöslichen Farbstoffe in Wasser und wäßrig-organischen Medien zu verbessern, so daß ein Polarisator herstellbar ist, bei dem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht zusätzlichweise einen solubilisierten dichroitischen Farbstoff aufweist. Je nach der Struktur kann sich das Dipolmoment des optischen Überganges eines solubilisierten Farbstoffes entweder mit demselben des optischen Überganges eines assoziierten Farbstoffes decken oder in einem definierten Winkel dazu angeordnet sein. Dies hängt sowohl mit der Struktur des oberflächenaktiven Iones als auch mit dem Molverhältnis Farbstoff/Tensid im Assoziat zusammen.

[0128] Neben der Wirkung auf den hydrophoben und hydrophilen Haushalt übt die Natur des organischen Iones, insbesondere des Tensides, einen starken Einfluß auf die Löslichkeit der Assoziat in verschiedenen Lösungsmitteln aus, wodurch auch die Größe der Aggregate und der Prozeß der Bildung der lyotropen Flüssigkristallphase beeinflußt werden.

[0129] Somit wird ermöglicht, daß durch die Variation zweier Einflußgrößen, also des hydrophoben und hydrophilen Haushaltes und der Löslichkeit der Assoziat der dichroitischen Farbstoffe, in denen ionogene Gruppen oder deren Gemische mit mindestens einem Mol des organischen Iones und/oder der oberflächenaktiven Ione oder deren Gemische enthalten sind, sowohl der Prozeß der Bildung als auch der Typ der lyotropen Flüssigkristallphase geregelt werden. Davon hängt bzw. hängen auch der Grad der molekularen Ordnung und somit die Polarisationswerte des polarisierenden Belages ab, der sich nach der Auftragung einer lyotropen Flüssigkristall-Zusammensetzung auf die Oberfläche der Unterlage bei späterer Entfernung des Lösungsmittels ausbildet.

[0130] Dem Fehlen der Ione in der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht auf Grundlage eines wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoffes und/oder eines Pigmentes ohne Gehalt an ionogenen oder hydrophilen Gruppen oder deren Gemischen sind hohe dielektrische Werte des beanspruchten Polarisators zu verdanken, so daß sich der Energieverbrauch verringert und folglich sich die Lebensdauer der Flüssigkristallgeräte verbessert.

[0131] Die Inanspruchnahme der wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoffe oder Pigmente für die Bildung einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht gewährleistet neben einer niedrigen elektrischen Leitfähigkeit eine hohe Feuchtigkeitsbeständigkeit. Dabei entfällt bei der Herstellung des vorgeschlagenen Polarisators die Synthese der besonderen Farbstoffe oder Pigmente und können handelsübliche Farbstoffe und Pigmente verwendet werden.

[0132] Die Verwendung der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht aus den Farbstoffen (II–VI) und/oder aus einem wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoff und/oder Pigment, in denen keine ionogenen oder hydrophilen Gruppen oder deren Gemische enthalten sind, ermöglicht die Herstellung eines thermostabilen und lichtbeständigen Polarisators:

- bei dem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht auf der Oberfläche der Unterlage in Form einer Folie oder einer Platte aus organischen und anorganischen Werkstoffen herstellbar ist;
- der eine doppelbrechende Platte oder Folie als Unterlage aufweist, wobei mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht in einem Winkel von 45° zur optischen Hauptachse der besagten Platte oder der Folie gebildet ist;
- bei dem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht mindestens zwei Fragmente einer willkürlichen Form aufweist, die sich durch die Farbe und/oder die Richtung der Polarisationsachse unterscheiden;
- der zusätzlich mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht aufweist, die mindestens zwei Fragmente einer willkürlichen Form besitzt, die sich durch die Farbe und/oder die Richtung der Polarisationsachse unterscheiden;
- der zusätzlich Schichten aus transparenten farblosen oder gefärbten Werkstoffen aufweist, welche Schichten zwischen den doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten angeordnet sind;
- der zusätzlich eine Orientierungsschicht aufweist, die aus anorganischen und/oder verschiedenen Polymerwerkstoffen besteht;
- der zusätzlich eine lichtreflektierende Schicht aufweist;

– bei dem die lichtreflektierende Schicht aus einem Metall besteht.

[0133] Um einen Polarisator herzustellen, bei dem mindestens eine doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht mindestens zwei Fragmente einer willkürlichen Form vorgesehen ist, welche Fragmente sich durch die Farbe und/oder die Richtung der Polarisationsachse unterscheiden, kann man sich der folgenden Methode bedienen: durch einen Druck (einen Flexo-, Hoch- oder Tiefdruck) wird auf eine Schicht mit einem einseitig gerichteten Polarisationsvektor eine Abbildung in Form einer Schicht aus einem wasserunlöslichen Lack der gewünschten Gestalt aufgetragen. Nach Aushärtung des Lackes wird die nicht geschützte Schicht mit Hilfe eines geeigneten Lösungsmittels (des Wassers oder eines wäßrig-organischen Lösungsmittels) gewegewaschen. Danach wird auf die Unterlage erneut eine andere Schicht aufgebracht, die sich durch ihre Farbe und die Richtung des Polarisationsvektors von der anhaftenden doppelbrechenden Lackschicht unterscheidet. Im Anschluß daran wird wiederum eine Lackschicht der gewünschten Gestalt aufgetragen, durch die die vorherige Abbildung nicht geschützt wird. Nach der Aushärtung und der nachfolgenden Waschung durch ein Lösungsmittel wird eine Polarisationsabbildung erhalten, bei welchem sich die Abschnitte durch die Farbe und die Richtung des Polarisationsvektors unterscheiden.

[0134] Mit Hilfe verschiedener Techniken des Mehrwalzendruckes können mehrfarbige Polarisationsabbildungen gemäß der Methode "roll-to-roll" erhalten werden.

[0135] Durch die Verwendung verschiedener Klebstoffe statt des Lackes kann ein Polarisator in Form von Selbstklebe-Polarisationsfolien hergestellt werden. Das Auftragen einer Klebstoffschicht auf die doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht in Form einer Abbildung mit späterer Übertragung der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht auf eine beliebige Oberfläche bietet sich sowohl bei der Produktion von Flüssigkristallanzeigen mit einer äußeren Anordnung der Polarisatoren als auch bei verschiedenen Schutzarten der Warenzeichen oder bei der Herstellung aller möglicher Farbeffekte beispielsweise bei der Werbung an. Bei der Anfertigung eines Polarisators ausgehend von der Klebetechnologie eignet sich auch die Methode der Rückwärtsübertragung, bei der auf die erforderliche Oberfläche eine Klebstoffschicht der gewünschten Gestalt aufgetragen und eine Folie mit einer darauf aufgetragenen doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht auf den Klebstoff aufgelegt und abgerissen wird. Von der Folienoberfläche weg wird die doppelbrechende, anisotrop absorbierende Schicht entfernt und auf die erforderliche Oberfläche aufgetragen, welche Schicht nur der Form der Klebstoffschicht entspricht.

[0136] Die Verwendung der Farbstoffe (II–VI) und/oder eines wasserunlöslichen dichroitischen Farbstoffes und/oder Pigmentes, in denen keine ionogenen oder hydrophilen Gruppen oder deren Gemische enthalten sind, ermöglicht die Realisierung der Technologie für die schichtweise Auftragung von doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten. Dabei kann ein Polarisator geschaffen werden, der aus mehreren, aufeinander aufgetragenen doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schichten besteht, von denen jede Schicht sich aus mehreren Fragmenten der gewollten Form zusammensetzt, die sich durch die Farbe und die Richtung des Polarisationsvektors voneinander unterscheiden können.

[0137] Eine weitere Schicht desselben oder eines anderen Farbstoffes kann unmittelbar auf die vorangehende Schicht oder auf die Zwischenschicht aus einem durchsichtigen Werkstoff aufgetragen werden, die entweder farblos oder gefärbt sein kann. Dabei kann sich die Richtung des Polarisationsvektors der darauf folgenden Schicht bezüglich der Richtung der Polarisationsachsen der vorangehenden Schicht undefiniert ändern.

[0138] Bei Rotation der Ebene des polarisierten Lichtes im Polarisator kann eine Aufhellung der einen Abschnitte und eine Färbung der anderen eintreten (dies trifft für monochrome Polarisatoren zu, bei denen verschiedene Abschnitte ein und derselben Farbe eine unterschiedliche Richtung des Polarisationsvektors aufweisen). Für den Fall, daß verschiedene Farbstoffe während der Rotation der Ebene des polarisierten Lichtes verwendet werden, geschieht dann entweder das Verschwinden der in verschiedenen Farben gefärbten Abbildung (wenn die Abschnitte unterschiedlicher Färbung eine gleiche Richtung des Polarisationsvektors aufweisen) oder das sukzessive Verschwinden der unterschiedlich gefärbten Abschnitte, die sich durch die Richtung des Polarisationsvektors unterscheiden. Die aufgeführten Ausführungsbeispiele für die Polarisatoren sind bei der Erzeugung spezieller Farbeffekte (Werbung, show-business), für den Schutz von Warenzeichen und Wertpapieren von Interesse.

[0139] Die Oberfläche der Unterlage kann bei der Bildung einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht zusätzlich mittels verschiedener Unterschichten, einschl. der optisch aktiven, z. B. lichtreflektierenden, insbesondere diffusreflektierenden, doppelbrechenden oder phasenhemmenden Schichten, modifiziert werden. In dieser Weise wird ein Polarisator hergestellt, der dadurch gekennzeichnet ist, daß zwischen der Unter-

lage und dem polarisierenden Belag zusätzlich eine lichtreflektierende Schicht vorgesehen ist, die gleichzeitig als elektrisch leitende Schicht dienen kann.

[0140] Bei der Inanspruchnahme einer doppelbrechenden Viertelwellenplatte oder einer Folie beispielsweise aus Polyvinylalkohol oder Polyäthylenterephthalat und bei der Auftragung der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht in einem Winkel von 45° bezüglich der optischen Hauptachse der Unterlage kann ein zirkularer Polarisator hergestellt werden (**Fig. 5**, a und b: jeweils die Richtung des ordentlichen und des außerordentlichen Strahles; n: Richtung des Polarisationsvektors der polarisierenden Schicht). Die Dicke der doppelbrechenden Folie soll die folgende Bedingung erfüllen:

$$d(n_o - n_e) = \lambda/4 + m\lambda/2,$$

wobei d die Dicke der Polymerfolie bedeutet; n_o und n_e die ordentliche und die außerordentliche Brechzahl bedeuten; λ die Wellenlänge bedeutet; m eine ganze Zahl bedeutet.

[0141] Bei der Bildung einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht auf Polymerfolien (Polyäthylenterephthalat, Polycarbonat, Triazetylzellulose, andere transparente Folienmaterialien) können Polarisatoren in Form von flexiblen polarisierenden Folien, darunter Selbstklebefolien, hergestellt werden.

[0142] Bei der Herstellung des beanspruchten Polarisators können darüber hinaus verschiedene Klebstoffe, einschl. Polyvinylbutyral, eingesetzt werden, um verschiedenartige laminierte Strukturen, wie z. B. Triplexglas oder mehrschichtige Folien, zu fertigen, was in der Kraftfahrzeugindustrie und der Architektur von Interesse ist.

[0143] Wie aus den Tabellen 1 bis 3 ersichtlich, weisen die Polarisatoren vom dichroitischen Typ gemäß der Erfindung neben einer niedrigen elektrischen Leitfähigkeit, einer hohen Feuchtigkeitsbeständigkeit auch ein besseres dichroitisches Verhältnis gegenüber dem Polarisator aus der PCT WO 94/28073 (1994) auf.

[0144] Hinzu kommt, daß die anmeldungsgemäßen Polarisatoren homogene flächenbezogene Eigenschaften besitzen, von denen eines der Kriterien die Dickendifferenz der doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht von höchstens 5% ist.

Tabelle I

Charakteristiken der Lichtpolarisatoren auf der Grundlage der organischen Salze der anionischen Allgemein-
formelfärbungsmittel (II)

No.	Färbungsmittel	M	n	Dickendifferenz, %
1.	das direkte Gelb lichtbeständig O	$(\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}$ NH_4^*	7	5
			7	15
2.	Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Naphthalan-1,4,5,8-der Tetrakarbonsäure	N-Methylpyridinium NH_4^*	2	5
			2	18 (starke Streuung)
3.	3-Chlorindanthron-4,4'- Disulfonsäure	$(\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}$ NH_4^*	2	3
			2	10
4.	das säurehaltige Anthrachinonhochrot - H8C	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}$ NH_4^*	2	5
			2	15 (streut das Licht)
5.	C.I. das direkte Rot 48	N-Äthylmidasolinium Na^*	2	5
			2	15
6.	C.I. das aktive Gelb 1	N-Methyltiasolinium Na^*	2	5
			2	15
7.	C.I. das säurehaltige Gelb 1	$\text{NH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3$ NH_4^*	1	5
			1	15
8.	C.I. das direkte Blau 19	$[\text{OH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_3\text{CH}_2\text{CH}_2]_2\text{NH}_2$ NH_4^*	2	5
			2	15
9.	Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Perylen-3,4,9,10- der Tetrakarbonsäure	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2(\text{CH}_3)_3\text{P}$ NH_4^*	2	5
			2	10
10.	C.I. das direkte Violett 88	$\text{CH}_3(\text{C}_3\text{H}_7)\text{NH}$ NH_4	2	5
			2	15
11.	das säurehaltige Anthrachinonhellblau	N-Äthylchinolinium NH_4	2	5
			2	15
12.	C.I. das direkte Violett 56	$\text{C}_6\text{H}_5(\text{CH}_3)\text{NH}_2$ Na^*	2	5
			2	20
13.	C.I. das aktive Blau 4	N-Äthyltiasolinium Na^*	2	5
			2	18
14.	C.I. das direkte Gelb 73	$[\text{OH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_5\text{CH}_2\text{CH}_2]_2\text{NH}_2$ NH_4^*	4	5
			4	15
15.	Disulfonsäure des Dimethylchynakridons	$(\text{C}_4\text{H}_9)_3(\text{CH}_3)\text{P}$ NH_4^*	2	5
			2	10
		$\text{NH}_2(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3$	2	5

No.	Färbungsmittel	M	n	Dickendifferenz, %
16.	Disulfonsäure Thioindigo	NH_4^*	2	15
17.	Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Naphthalan-1,4,5,8- der Tetrakarbonsäure + 3-Chlorindantron- 4,4'-Disulfonsäure	$(\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}$ NH_4^*	- -	5 15
18.	Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Naphthalan-1,4,5,8- der Tetrakarbonsäure + 3-Chlorindantron- 4,4'-Disulfonsäure + Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Perylen-3,4,9,10- der Tetrakarbonsäure	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2(\text{CH}_3)_3\text{P}$ NH_4^*	- -	5 18

*Der bekannte Polarisator nach Anspruch PCT WO 94/28073 (1994).

Tabelle 2

Charakteristiken der Lichtpolarisatoren auf der Grundlage der asymmetrischen gemischten Salze der dichroitischen anionischen Allgemeinmelfärbungsmittel (III)

No.	Färbungsmittel	Formel	Dichroitisches Verhältnis D_{\perp}/D_{\parallel}
1.	das direkte Gelb lichtbeständig O	$f = g = 0; X = X' = \text{SO}_2;$ $M = (\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}; n = 3;$ $M_1 = \text{NH}_4; m = 3.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 6$	15.0 10.0
2.	Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Naphthalan-1,4,5,8- der Tetrakarbonsäure	$f \text{ und } g = 0; X = X' = \text{SO}_2; n = 1,$ $M = (\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$; $M_1 = \text{NH}_4; m = 1.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 6$	16.0 10.0
3.	3-Chlorindanthron- 4,4'-Disulfonsäure	$f \text{ und } g = 0; n = 1; X = X' = \text{SO}_2;$ $M = \text{Cs}; m = 1; M_1 = \text{NH}_4.$ (I)*, $M = \text{NH}_4; n = 6$	35.0 23.0
4.	C.I. das direkte Gelb 73	$f \text{ und } g = 0; X = \text{SO}_2, n = 2; M = \text{N-}$ Methylpyridinium; $m = 2; X' = \text{CO}, M_1 = \text{NH}_4.$ (I)*, $M = \text{NH}_4, n = 4$	14.0 8.0

No.	Färbungsmittel	Formel	Dichroitisches Verhältnis D_{\perp}/D_{\parallel}
5.	Trisulfonsäure Thioindigo (himbeerfarbig)	$f \text{ und } n \text{ g} = 0; X=X' = \text{SO}_2; M =$ Okthylammonium; $n=1;$ $M_1 = \text{Na}; m=2$	16.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=3$	0
6.	Komposition der Disulfonsäuren der Dibenzimidazole Perylen-3,4,9,10- der Tetrakarbonsäure	$f \text{ und } g = 0; n=1; X=X' = \text{SO}_2; M =$ N- Methyltiasolinium; $m=1; M_1 = \text{NH}_4.$	17.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=2$	10.0
7.	das säurehaltige Anthrachinonhellblau	$f \text{ und } g = 0; n=1; X=X' = \text{SO}_2; M =$ $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCH}_2\text{CH}_2)_2\text{NH}_2;$ $m=1; M_1 = \text{NH}_4.$	18.5
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=2$	3.0
8.	C.I. 43320 das säurehaltige Hellblau	$n=m=0; X=X' = \text{SO}_2; Z=\text{NH},$ $p=1; M = (\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}; f=1;$ $M_1 = \text{NH}_4; g=1$	19.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=2$	2.0
9.	das aktive Hellviolett IT	$f=0; n=2; X = \text{SO}_2; M = \text{NH}_4;$ $m=0; Z=\text{SO}_2, p=2; X=\text{OSO}_2;$ $M_1 = \text{K}; g=1$	15.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=3$	0
10.	das aktive Hellblau 2KT	$f=0; n=1; X = \text{SO}_2; M =$ $(\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}; m=0; g=1;$ $Z=\text{SO}_2, p=2; X=\text{OSO}_2; M_1 =$ $\text{NH}_4;$	16.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=3$	5.0
11.	das aktive Gelb 13- 181	$n=0; f=1; Z=\text{SO}_2\text{NH}, p=2;$ $X=X'=\text{OSO}_2; M =$ $(\text{OHCH}_2\text{CH}_2)_3\text{NH}; m=0; g=1;$ $M_1 = \text{NH}_4;$	14.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=2$	3.5
12.	C.I. 14865 das säurehaltige Schwarz 3M	$f \text{ und } g = 0; X=X' = \text{SO}_2; M_1 = \text{N-}$ Methyltiasolinium; $n=1;$ $M = \text{NH}_4; m=1$	15.0
		$(I)^*, M = \text{NH}_4, n=2$	3.0

*Der bekannte Polarisator nach Anspruch PCT WO 94/28073 (1994).

Tabelle 3

Charakteristiken der Lichtpolarisatoren auf der Grundlage der Allgemeinformelassoziierten der dichroitischen Färbungsmittel, die ionogene Gruppen mit oberflächenaktiven Substanzen enthalten

№	Färbungsmittel	Formel	Leitungsfähigkeit $\times 10^{-10} \text{ } \Omega \text{ m}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
1.	das direkte Gelb lichtbeständig O	(IV), PAV – Dodezylammonium; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$; $m = 6$ (I)*, $m=7$; $M=\text{NH}_4$	0.1 15.0
2.	Disulfonsäure Indigo (blau)	(IV), PAV-Dezyltrimethylammonium Kation; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{Na}$; $m=1$; (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$	0.5 10.0
3.	Trisulfonsäure Thioindigo (himbeerfarbig)	(IV), PAV-Dezylpyridinium Kation; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{N-Methylpyridinium}$; $m=2$ (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$ - III ist nicht aufzubauen.	0.05 -
4.	C.I. das direkte Orange 138	(IV), PAV-Oktyltrimethylammonium Kation; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$; $m=1$; (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$, $n=0$	0.04 13.0
5.	C.I. das aktive Gelb 1	(IV), PAV-Dodezylammonium Kation; $X, X' = \text{SO}_2$; $n=1$; $M = \text{NH}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3$; $m=1$ (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=2$; $n=0$	0.05 15.0
6.	C.I. das säurehaltige Gelb 135	(IV), PAV- Dodezyltrimethylammoniumessigsäure Triäthanolaminosalz; $Z=\text{O}$; $p=2$; $X=\text{OSO}_2$; $n=1$; $m=0$ (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=1$, $n=0$	0.5 20.0
7.	C.I. das direkte Gelb 73	(IV), PAV-Dodezylmidasolinium Kation; $X=\text{SO}_2$, $n=2$; $X'=\text{CO}$, $M = \text{Ba}$, $m=2$; (I)*, $M=\text{NH}_4$, $m=4$, $n=0$	0.5 20.0
8.	C.I. das aktive	(IV), PAV-Zethyltrimethylammonium	0.3

Nº	Färbungsmittel	Formel	Leitungsfähigkeit $\times 10^{-10} \text{ } \Omega \text{ m}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
	Hellviolett IT	Kation; Z=NH, p=1, X=SO ₂ , f=1, n=0; X'=SO ₂ , M = Cs, g=1; m=0. (I)*, M=NH ₄ , m=2, n=0	25.0
9.	C.I. 63320 das säurehaltige Hellblau	(IV), PAV-Dodezylmidasolinium Kation; Z=SO ₂ , p=2, X=OSO ₂ , f=1, n=0; X'=SO ₂ , M = Na, m=2; g=0. (I)*, M=NH ₄ , m=3, n=0	0.7 20.0
10.	C.I. 50315 das säurehaltige Dunkelblau	(V), PAV- Oktylsulfat; g=0, m=2; X=SO ₂ , M = NH ₄ ;	1.0
11.	C.I. 44025 das säurehaltige Grün Zh	(V), PAV- Dodezylsulfonat; g=0, m=2; X=SO ₂ , M = NH ₄ ;	0.5
12.	C.I. Stammblau 41	(VI), PAV - 2-Hydroxy-3- (Dodezyltrimethylammonium)- Propansulfat, Triäthanolaminosalz; n=1	0.5
13.	C.I. Stammblau 4	(VI), PAV - 2- (Dimethyloktylamidopropylammonium)- Äthansulfat, N-Methylpyridinium; n=1	0.2
14.	Methylenblau	(VI), PAV – Triäthanolaminosalz der Dimethyldodezylammoniumessigsäure; n=1	0.5
15.	C.I. Stammfarbe 22	(VI), PAV - Oktyldimethylammoniumäthansulfat, Ammoniumsalz; n=1	1.0

*Der bekannte Polarisator nach Anspruch PCT WO 94/28073 (1994).

[0145] Es ist anzumerken, dass die oben genannten Polarisatoren sowohl dichroitischen Typs, als auch vom Interferenztyp auf der Grundlage der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten, die mindestens einen Brechungswert haben, der bei der Wellenlängeverlängerung annimmt, die Verwendung von nicht mehr als 50% der Energie des einfallenden Lichtes vorsehen.

[0146] Die Verwendung der doppelbrechenden Schicht mit der anomalen Dispersion läßt auch einen Polarisator entwickeln, der die Verwandlung in die polarisierte Ausstrahlung beinahe aller Energie von der Quelle der nicht polarisierten Ausstrahlung gewährleistet. Der vorgeschlagene Polarisator des angegebenen Typs umfaßt:

- ein polarisierendes Mittel zur Einteilung einer Menge der nicht polarisierten Lichtbündel, die das auf den Polarisator einfallenden, nicht polarisierten Licht bilden, in dieselbe Menge der gleichen Paare der verschiedenartig polarisierten Lichtbündel und
- ein Mittel zur Polarisationsänderung mindestens einer Menge der gleich polarisierten Lichtbündel, die Bestandteil der erwähnten Menge der Paare verschiedenartig polarisierter Lichtbündel sind.

[0147] Das genannte polarisierende Mittel in Form optischer Fokussierelemente, von denen jedes Fokussierelement aus mindestens einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht besteht, die an mindestens einer optisch isotropen Schicht anliegt, ist an das angegebene Mittel zur Polarisationsänderung, das als unterteilte durchsichtige doppelbrechende Platte ausgebildet ist, optisch angepaßt.

- [0148]** Der Einfachheit halber wird der erwähnte Polarisator als Polarisator auf Basis des polarisierenden Mittels vom durchlässigen Typ bezeichnet.
- [0149]** Unterscheidungsmerkmal des vorliegenden Polarisators ist auch die Verwendung mindestens einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht als Bestandteiles des angegebenen polarisierenden Mittels, die zumindest einen Brechungsindex aufweist, der mit der Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes anwächst.
- [0150]** Das vorerwähnte optische Fokussierelement des vorgeschlagenen Polarisators kann als Zonenplatte ausgebildet sein, die ihrerseits die Form einer Amplitudenzonenplatte haben kann, deren gerade Zonen mit mindestens einer doppelbrechenden, anisotrop absorbierenden Schicht versehen sind, die an mindestens einer optisch isotropen Schicht anliegt, während die ungeraden Zonen aus einem optisch isotropen Werkstoff bestehen.
- [0151]** Als Weiterbildung der Zonenplatte des beanspruchten Polarisators kann eine Phasenzonenplatte dienen.
- [0152]** Die Phasenzonenplatte kann mindestens einen Brechungsindex aufweisen, der mindestens längs einer der Richtungen, darunter auch längs einer Plattenebene, schwanken kann.
- [0153]** Mindestens ein Brechungsindex der Phasenzonenplatte kann sich in Richtung längs der Plattenebene gemäß einem bestimmten Gesetz, darunter in nicht monotoner Weise, ändern.
- [0154]** Das Mittel zur Änderung der Polarisierung des anzumeldenden Polarisators kann auch eine sektionierte doppelbrechende anisotrop absorbierende Durchsichtsschicht enthalten, die mindestens eine Brechzahl besitzt, die bei Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunimmt.
- [0155]** Mindestens eine Brechzahl mindestens einer doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht im Polarisator auf Basis des polarisierenden Durchgangsmittels linear polarisierte Lichtkomponente kann zur Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes direkt proportional sein.
- [0156]** Mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht des anzumeldenden Polarisators kann eine Dicke aufweisen, bei der ein Interferenzextremum am Ausgang des Polarisators für mindestens eine linear polarisierte Lichtkomponente realisiert wird. Dabei genügt die Dicke mindestens einer doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht der Bedingung, am Ausgang des optischen Polarisators ein Interferenzextremum für eine linear polarisierte Lichtkomponente und ein Interferenzextremum für eine andere orthogonale linear polarisierte Lichtkomponente zu erhalten.
- [0157]** Bei der Herstellung des anzumeldenden Polarisators werden die Schichten so gewählt, daß die Brechzahl der optisch isotropen Schicht mit einer der Brechzahlen der doppelbrechenden Schicht zusammenfällt oder ihr maximal nahekommt.
- [0158]** Bevorzugt ist ein Polarisator, der sich dadurch kennzeichnet, daß das Mittel zur Änderung der Polarisierung in Form von einer sektionierten doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtsplatte oder -schicht mit Sektionen ausgebildet ist, die in den Brennpunkten oder außerhalb der Brennpunkte der optischen Fokussierelemente angeordnet sind.
- [0159]** Wenn in dem Mittel zur Änderung der Polarisierung ein achromatisches Halbwellen- oder Viertelwellenplättchen (für eine zirkulare Polarisierung) verwendet wird, in dem der Phasenaufbau (oder der Gangunterschied) eine Hälfte oder beziehungsweise ein Viertel der Wellenlänge beträgt, wird die Polarisierung beim Durchgang durch ein solches Plättchen bei allen Wellenlängen des Arbeitsbereichs verändert.
- [0160]** Eine andere Variante ist der Polarisator, der sich dadurch kennzeichnet, daß das Mittel zur Änderung der Polarisierung in Gestalt einer sektionierten doppelbrechenden Durchsichtsplatte mit Sektionen in Form von Viertelwellenplättchen, die außerhalb der Brennpunkte der optischen Fokussierelemente angeordnet sind, und in Form von Platten, die eine Phasendifferenz zwischen einem ordentlichen und einem außerordentlichen Strahl vorgeben, welche sich um n von einer Phasendifferenz unterscheidet, die durch die genannten Sektionen in Form von Viertelwellenplättchen, die in den Brennpunkten der optischen Fokussierelemente angeordnet sind, vorgegeben wird.

[0161] Das Mittel zur Änderung der Polarisation des anzumeldenden Polarisators kann in Form einer sektionierten polymerisierten planaren Durchsichts-Flüssigkristallschicht, die eine Twist-Struktur aufweist, mit Drehung der optischen Achse des Flüssigkristalls innerhalb der Dicke der genannten Schicht um einen Winkel von 90° mit Sektionen, die in den Brennpunkten oder außerhalb der Brennpunkte der optischen Fokussierelemente angeordnet sind, ausgebildet sein.

[0162] Der anzumeldende Polarisator kann in Gestalt einer Folie oder einer Platte ausgeführt werden, das das genannte Polarisationsstoff in Form der optischen Fokussierelemente enthält, die verschiedene Brechkraft für jede polarisierte Komponente des auf den Polarisator auffallenden unpolarisierten Lichtes besitzen und die dem genannten Mittel zur Änderung der Polarisation mindestens einer Vielzahl von gleich polarisierten Lichtbündeln optisch angepasst sind. Die genannten optischen Fokussierelemente können Volumen- oder Phasensammellinsen oder verschiedene Abarten der in der Optikbereich bekannten Zonenplatten darstellen. s. G. S. Landsberg, Optik, 5. verbesserte und erweiterte Auflage, Nauka-Verlag, Moskau, 1976.

[0163] Eine Variante des anzumeldenden Polarisators, für den sich der Wellenlängenbereich mit einer anomalen Dispersion der Wellen vom Arbeitsbereich der Wellenlängen unterscheidet, ist der Polarisator, der mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht enthält, die eine Gesamtheit von Volumen- oder Phasenlinsen darstellt. In diesem Fall kann unter Verwendung von entsprechend Farbstoffen zur Gestaltung der genannten Linsen ein Polarisator erzeugt werden, der die Polarisation auch im Infrarotbereich ermöglicht.

[0164] Es muß betont werden, daß die optischen Fokussierelemente nicht nur Linsenelemente, sondern auch Spiegel- und kombinierte Elemente sein können.

[0165] Das Unterscheidungsmerkmal der Erfindung ist die Anwendung für die Herstellung des Polarisators mindestens einer doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht mit einer anomalen Dispersion, die zum polarisierenden Mittel gehört und in verschiedenen Ausführungsvarianten ein Mittel zur Änderung der Polarisation mindestens einer polarisierten Lichtkomponente sein kann.

[0166] Für die Gestaltung der genannten doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht mit einer anomalen Dispersion können Werkstoffe und Verfahren benutzt werden, die man für die obenangemeldeten Interferenz- und dichroischen Polarisatoren verwendet. Die aufgezählten Varianten begrenzen nicht die Möglichkeiten der Benutzung von anderen Werkstoffen für Gestaltung der doppelbrechenden Schichten für den vorgeschlagenen optischen Polarisator.

[0167] Die Wahl von Auftragsverfahren der orientierten Schicht des doppelbrechenden Materials hängt vom Typ des zu verwendeten Materials ab und beeinflusst nicht das Wesen der Erfindung. Die polarisierenden Schichten aus dem doppelbrechenden Material können erfindungsmäßig nicht nur flach, sondern auch selbst fokussierend sein, z. B. in Form von Linsen und/oder Spiegeln.

[0168] Zur Gestaltung von Sektionierten doppelbrechenden Schichten ist die Anwendung von Photolithographieverfahren möglich. Zur Auftragung von thermotropen Polymerwerkstoffen können Extruder benutzt werden, darunter auch solche, die eine große Anzahl (10–100) von flachen Gießtrichtern besitzen und die in einem Durchgang gleichzeitig mehrere Schichten gewünschter Dicke von unterschiedlichen Polymerwerkstoffen aufbringen können.

[0169] Als Endergebnis einer beliebigen verwendeten Verfahren muss eine orientierte Schicht des doppelbrechenden Materials erscheinen, die neben den Brechzahlen, deren Werte an verschiedenen Achsen unterschiedlich sind, auch einen Dichroismus mit Optimalwert des Absorptionskoeffizienten aufweisen.

[0170] Das Funktionsprinzip des anzumeldenden Polarisators kann folgenderweise dargestellt werden. Der unpolarisierte Lichtstrahl fällt auf die erste Ebene des Polarisators, der in Form einer Folie oder einer Platte ausgeführt ist, die mit dem Polarisationswerkstoff beschichtet ist. Beim Durchgehen durch den Polarisationswerkstoff, der in Gestalt von optischen Fokussierelementen mit verschiedener Brechkraft für jede polarisierte Komponente des unpolarisierten Einfalllichtes ausgeführt ist, wird der genannte unpolarisierte Lichtstrahl in eine Vielzahl von unterschiedlich polarisierten Lichtbündel-Paaren verteilt. Die entstandene Vielzahl von unterschiedlich polarisierten Lichtbündel-Paaren stellt gleichzeitig zwei Vielzahlen von polarisierten Lichtbündeln dar, in einem jeden von denen das Licht für alle zu dieser Vielzahl gehörenden Bündel gleich polarisiert ist. Eine dieser Vielzahl von Lichtbündeln, die zur genannten Vielzahl von unterschiedlich polarisierten Lichtbündel-Paaren gehört, kann dabei eine Form von z. B. parallelen Lichtbündeln haben, die in einer Ebene linear polarisiert sind, und die andere Vielzahl von Lichtbündeln kann eine Form von z. B. Lichtbündeln haben mit

dem Licht, das linear polarisiert in der Ebene ist, die zur Polarisationssebene der ersten Vielzahl von den in den Brennpunkten der optischen Fokussierelemente orthogonal angeordnet ist. Die Brennpunkte werden regelmäßig an der zweiten Ebene des Polarisators angeordnet, die mit dem Mittel zur Änderung der Polarisation mindestens einer Vielzahl von gleich polarisierten Lichtbündeln, das in Gestalt einer sektionierten doppelbrechenden Durchsichtplatte ausgeführt wird, beschichtet ist. Beim Durchgehen durch das genannte Mittel zur Änderung der Polarisation, das an der zweiten Ebene des Polarisators angeordnet ist, verändert mindestens eine Vielzahl von gleich polarisierten Lichtbündeln so ihre Polarisation, daß sein Polarisationszustand gleich mit dem Polarisationszustand einer anderen Vielzahl von auch gleich polarisierten Lichtbündeln ist, die ebenso durch die zweite Grenze des Polarisators durchgegangen sind. Als Ergebnis sind beide genannten Vielzahl von Lichtbündeln, die aus dem Polarisator auf Basis des Durchgangs-Polarisationswerkstoffs ausstrahlen, gleich polarisiert, und obendrein übertagen die beiden dieser Vielzahl von den aus dem Polarisator ausstrahlenden Lichtbündeln die Lichtmenge, die quantitativ mindestens mehr als 50% der Lichtenergie des auf den Polarisator auffallendes Lichtes beträgt, und wesentlich in derselben Richtung.

[0171] Eine andere Abart des anzumeldenden Polarisators, der mehr als 50% der ganzen Energie der unpolarisierten Strahlung in eine polarisierte Strahlung umwandelt, ist der Polarisator auf Basis des reflektiven Polarisationswerkstoffs.

[0172] Der genannte Polarisator wird in Gestalt von mindestens einer Folie oder einer Platte ausgeführt, die mit dem Mittel zur Umwandlung des unpolarisierten Eingangslichtes in eine Vielzahl von gleichen Lichtbündeln, dem Polarisationswerkstoff zur Teilung des unpolarisierten Lichtbündeln auf polarisierte Durchgangs- und reflektierte Lichtbündel mit verschiedener Polarisation, und dem Mittel zur Änderung der Polarisation und Führung der von dem Polarisationswerkstoff reflektierten Lichtbündel beschichtet.

[0173] Das Unterscheidungsmerkmal des Polarisators ist Polarisationswerkstoff, der mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht besitzt, die mindestens eine bei Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunehmende Brechzahl hat, oder eine doppelbrechende Schicht mit den Richtungen der optischen Achsen, die sich mit der Schichtdicke nach einem bestimmten Gesetz verändern, enthält.

[0174] Je nach der Art des zu benutzten doppelbrechenden Schicht können die unpolarisierten Lichtbündel entweder auf die linear polarisierten Durchgangs- und reflektiertes Lichtbündel mit der orthogonalen Polarisation oder auf die zirkular polarisierten Durchgangs- und reflektierten Lichtbündel mit den entgegengesetzten Zeichen der Polarisationsdrehung geteilt werden.

[0175] Das Mittel zur Änderung der Polarisation und Führung der reflektierten Lichtbündel des anzumeldenden Polarisators kann einen sektionierten Metallspiegel enthalten.

[0176] Bevorzugt ist ein Polarisator, dessen Polarisationswerkstoff mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht oder eine doppelbrechende Schicht mit den Richtungen der optischen Achsen, die eine konstante Schichtdicke aufweisen, besitzt, und vor dem sektionierten Metallspiegel ein Viertelwellenplättchen angeordnet ist.

[0177] Bevorzugt ist auch ein Polarisator, der mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht enthält, die mindestens eine Brechzahl aufweist, die mit Vergrößerung von Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunimmt.

[0178] Bevorzugt ist ein Polarisator, in dem der Wellenlängenbereich, wo eine anisotrope Absorbierung der doppelbrechenden Schicht zu vermerken und folglich die Bedingung einer anomalen Dispersion gehalten ist, mit dem Arbeitsbereich der Wellenlängen zusammenfällt.

[0179] Besonders bevorzugt ist, die doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten mit mindestens einer Brechzahl, die zur Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes direkt proportional ist, zu benutzen.

[0180] Als mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht kann der Polarisator erfindungsgemäß eine Schicht aus den Materialien enthalten, die zur Herstellung des anzumeldenden Interferenz-Polarisators verwendet werden.

[0181] Die aufgezählten Varianten begrenzen nicht die Möglichkeiten der Benutzung von anderen Werkstoffen zur Gestaltung von anisotrop absorbierenden doppelbrechenden Schichten für den vorgeschlagenen Polarisator.

[0182] Die anisotrop absorbierende doppelbrechende Schicht kann an dem vorgeschlagenen Polarisator sowohl hart, als auch flüssig sein.

[0183] Zur Gestaltung der doppelbrechenden Schicht mit über die Schichtdicke konstanten Richtungen der optischen Achsen können die durch eine einachsige oder zweiachsige Dehnung orientierten Polymerfolien, die im Arbeitsbereich der Wellenlängen durchsichtig sind (kein Licht absorbieren), benutzt werden.

[0184] Ein Beispiel der doppelbrechenden Schichten mit der sich über die Schichtdicke nach einem bestimmten Gesetz ändernden Richtung der optischen Achsen sind Schichten von cholesterischen Flüssigkristallen. In solchen Schichten dreht sich die optische Achse, die den langen Achsen von stäbchenförmigen Molekülen und beziehungsweise einer größeren Brechzahl entspricht, hypothetisch durch die Dicke und bleibt dabei parallel zur Schichtebene. Die Dickenstrecke, in dem die optische Achse eine Gesamtdrehung von 360° vollzieht, nennt sich Steigung einer cholesterischen Spirale. Die Drehung der optischen Achse kann sowohl im Uhrzeigersinn (rechte Spirale), als auch entgegen dem Uhrzeigersinn (linke Spirale) erfolgen. Solche Struktur (Textur) der doppelbrechenden Schicht von cholesterischen Flüssigkristallen heißt planare Textur oder Grand-jean-Textur. Die wesentlichen optischen Eigenschaften der Schicht von cholesterischen Flüssigkristallen mit einer planaren Textur sind:

1. Beim Auffallen des Lichtes auf die Schicht gibt es einen Bereich der selektiven Lichtreflexion, deren spektrale Lage zur Spiralensteigung einer cholesterischen Spirale proportional ist.
2. Die spektrale Breite des Bereichs der selektiven Lichtreflexion ist proportional zur Anisotropie der Brechzahl (d. h. zum Unterschied zwischen einer ordentlichen und einer außerordentlichen Brechzahl).
3. Innerhalb des Bereichs der selektiven Lichtreflexion wird eine zirkular polarisierte Komponente des unpolarisierten Lichtes, deren Drehrichtung mit der Drehrichtung der cholesterischen Spirale zusammenfällt, völlig reflektiert, und die andere zirkular polarisierte Komponente des unpolarisierten Lichtes, deren Drehrichtung zur Drehrichtung der cholesterischen Spirale entgegengesetzt ist, völlig durch die Schicht durchgeht.

[0185] Auf solche Weise ist die Schicht der cholesterischen Flüssigkristalle mit einer planaren Textur ein zirkularer reflektierender Polarisator sowohl für das Durchgangs-, als auch für das reflektierte Licht. Solche Schicht kann als das polarisierende Mittel zur Teilung der unpolarisierten Lichtbündel auf das Durchgangs- und das reflektierte Lichtbündel, die eine unterschiedliche Polarisation aufweisen, dienen oder dazu gehören. Falls notwendig, kann die bekannte Viertelwellenplatte für die Umwandlung der zirkularen Polarisationen in die linearen benutzt werden.

[0186] Bevorzugt ist der erfindungsmäßige Polarisator, dessen Polarisationswerkstoff mindestens eine Schicht des cholesterischen Flüssigkristalls enthält.

[0187] Mehr bevorzugt ist der erfindungsmäßige Polarisator, der mindestens eine Schicht des cholesterischen Flüssigkristalls enthält, die aus einem cholesterischen Polymer-Flüssigkristall ausgefertigt ist.

[0188] Mindestens eine cholesterische Flüssigkristallschicht weist über die Dicke einen Gradienten der Steigung einer cholesterischen Spirale und als Ergebnis eine spektrale Bandbreite der selektiven Lichtreflexion nicht unter 100 Nanometer auf.

[0189] Der reflektive Polarisationswerkstoff kann mindestens drei Schichten von cholesterischen Flüssigkristallen enthalten, die Bänder der selektiven Lichtreflexion in drei verschiedenen Spektralbereichen aufweisen.

[0190] Das Mittel zur Umwandlung des eintretenden unpolarisierten Lichtes in eine Vielzahl von gleichen Lichtbündeln kann als System von Mikrolinsen oder Mikroprismen ausgebildet ist, welche die aus ihnen austretenden Lichtbündel ins Innere des Polarisators fokussieren. Das System von Mikrolinsen kann insbesondere in Form von positiven Zylinder-Mikrolinsen ausgebildet werden, welche die Oberfläche des Polarisators vollständig bedecken.

[0191] Die Wahl der Herstellungsverfahren des erfindungsmäßigen Polarisators hängt von den Werkstoffen ab, die für die doppelbrechenden Schichten benutzt werden, und beeinflusst nicht das Wesen der Erfindung.

[0192] Zur Gestaltung auf der Oberfläche des vorzuschlagenden Polarisators einer Bedeckung, die mindestens eine doppelbrechende Schicht einschließt, können folgende Standardverfahren benutzt werden: Laminieren von vorläufig durch Zug orientierten Polymer-Folien, Anbringen von Verwendungswerkstoffen in flüssiger

Form mit Hilfe einer Walze, eines Abstreichers, eines Absteifmessers in Form des drehfesten Zylinders, Beschichten unter Verwendung von Schlitz-Gießtrichter u. a. m. In einer Reihe von Fällen wird die Schicht nach der Beschichtung für die Behebung der Lösungsmittel getrocknet. In anderen Fällen, z. B. für thermoplastischen Polymerwerkstoffe und zu verglasenden Werkstoffe, wird die aufgetragene Schicht nach dem Aufbringen abgekühlt.

[0193] Andere Verfahren, die zur Herstellung der doppelbrechenden Schichten aus den Werkstoffen, welche beim Aufbringen Flüssigkristallphase ausbilden, verwendet werden können, sind das Beschichten mit diesem Werkstoff des Substrats, das ursprünglich für Orientierung der Flüssigkristallphase vorbereitet ist. S. US Patent No. 2 524 286 (1950). Als eines solcher Verfahren dient das Einrichtungsreiben des Substrats oder seiner vorläufig aufgetragenen dünnen Polymerschicht, das zur Orientierung von thermotropen niedermolekularen Flüssigkristallgemischen beim Herstellen von LC-Displays verwendet wird.

[0194] Noch ein Verfahren für die Herstellung der doppelbrechenden Schichten ist das bekannte Verfahren von Photo-Orientierung der vorläufig mit einem oder dem anderen Verfahren aufgetragenen Schicht mit Hilfe ihrer Bestrahlung durch das linear polarisierte UV-Licht.

[0195] Für das Aufbringen der doppelbrechenden Schichten aus thermotropen Polymerwerkstoffen können auch Extruder benutzt werden, darunter auch solche, die mehrere flache Gießtrichter besitzen und die es ermöglichen, in einem Durchgang gleichzeitig mehrere Schichten von unterschiedlichen Werkstoffen von erforderlicher Dicke aufzubringen.

[0196] Für das Herstellen der Schicht von cholesterischen Flüssigkristallen mit planaren Textur können Cholesterin-Ether, nematische Flüssigkristalle mit eingebrachtem Zusatz von optisch aktiven Zusammensetzungen, sogenannte chirale Nematiker, in welchen das optisch aktive Zentrum mit den Molekülen des nematischen Flüssigkristalls chemisch zusammengefügt ist, cholesterische Polymerflüssigkristalle, liotrope cholesterische Flüssigkristalle, z. B. Polypeptid- und Zellulosenether-Flüssigkristalle verwendet werden.

[0197] Die hergestellten Schichten können hart oder flüssig sein. Die Schichtenverhärtung kann bei Temperaturniedrigung, Lösungsmittel-Verdunstung, Polymerisation, darunter auch bei Photoinduktionspolymerisation, erfolgen.

[0198] Als Mittel zur Umwandlung des eintretenden unpolarisierten Lichtes in die Vielzahl von gleichen Lichtbündeln können ein System von Mikrolinsen, sowie Volumen-, als auch flache Fresnel-Linsen, dazu auch andere Mittel zur Lichtstrahlen-Fokussierung, System von Mikroprismen, Volumenmikroprismen, z. B. dreieckigen, oder flachen, z. B. mit der über Dicke und über Oberfläche verteilten Brechzahl, sowohl als andere Mittel zur Lichtstrahlenablenkung benutzt werden.

[0199] Zur Herstellung der Mikrolinsen- und Mikroprismensystem können Pressenverfahren, Gießverfahren, z. B. Eingießen von vorläufig ausgedrückten Vertiefungen von genutzter Form in einer Polymerfolie mit dem Polymerwerkstoff mit einer größeren Brechzahl, Verfahren der Photoinduktionspolymerisation und andere Verfahren verwendet werden.

[0200] Zur Beschichtung des sektionierten Metallspiegels können die nachfolgenden Standartverfahren verwendet werden: thermische Verdampfung im Vakuum, Beschichten im Dampf mit darauffolgender Wärmebehandlung, Magnetronzerstäubung und andere.

[0201] Zum Spiegelaufbringen können Aluminium (Al), Silber (Ag) und andere Metalle verwendet werden.

[0202] Der Funktionsprinzip des anzumeldenden Polarisators auf Basis des reflektierenden Polarisationswerkstoffs wird bei Erörterung der konkreten Beispielen dieses Polarisators klargestellt.

[0203] Wie es schon erwähnt wurde, können die obenangemeldeten Polarisatoren in verschiedenen Einrichtungen zur Informationsdarstellung, insbesondere für die Herstellung von LCD-Elementen, darunter auch für flache Displays benutzt werden.

[0204] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist Gewährleistung einer erhöhten Leuchtdichte, Farbsättigung des Abbildunges von LCD-Element.

[0205] Die gesetzte Aufgabe wird durch ein Flüssigkristall-Anzeigeelement (LCD-Element) gelöst, das eine

Schicht des Flüssigkristalls enthält, welcher zwischen der ersten und der zweiten Platten angeordnet ist, mindestens auf einer von welchen die Elektroden und der Polarisator angeordnet sind, der mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht besitzt, welche mindestens eine bei Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunehmende Brechzahl aufweist.

[0206] Zur Gestaltung der genannten Schicht werden dieselben Werkstoffe und Verfahren verwendet, welche für die obenangemeldeten Polarisatoren benutzt werden.

[0207] Eine erhöhte Abbildungsqualität wird dank dem LCD-Element erreicht, das mindestens einen Interferenzpolarisator mit erhöhter Polarisationscharakteristik enthält.

[0208] Das anzumeldende LCD-Element kann an einer Platte zusätzlich eine diffus reflektierende Schicht enthalten, die gleichzeitig als Elektrode dient, und mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht unmittelbar auf der Reflexionsschicht oder auf der dielektrischen Unterschicht angeordnet ist, mit welcher die Reflexionsbedeckung beschichtet ist.

[0209] Eine andere Variante des LCD-Elements kennzeichnet sich dadurch, daß eine der Platten zusätzlich eine ausgebildete Farbelementenschicht besitzt, welche zwischen dem Polarisator und der Platte angeordnet ist.

[0210] Der Polarisator des anzumeldenden LCD-Elementes kann zusätzlich mindestens eine Schicht aufweisen, die das Licht mindestens teilweise reflektiert. Die genannte lichtreflektierende Schicht kann auch aus Metall ausgeführt sein.

[0211] Mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mindestens eines Polarisators des anzumeldenden LCD-Elementes kann in Gestalt von Elementen ausgebildet sein, die sich voneinander durch die Phasenverzögerungsgröße und/oder die Richtung der Polarisationsachse unterscheiden.

[0212] Ein Polarisator des anzumeldenden LCD-Elementes enthält mindestens zwei doppelbrechende anisotrop absorbierende Schichten von verschiedener Farbe mit gegenseitig senkrechter Richtung der Polarisationsachsen, welche aufeinander oder auf mindestens eine sie trennende Zwischenschicht angebracht sind, und auf einer anderen Platte enthält der Polarisator mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht von grauer Farbe mit der Richtung der Polarisationsachse, welche mit der Richtung der Polarisationsachse einer der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten auf der ersten Platte zusammenfällt.

[0213] Die Verwendung des Polarisators auf Basis des reflektierenden Polarisationswerkstoffs, das mehr als 50% des unpolarisierten Lichtes benutzt, ermöglicht eine erhöhte Leuchtdichte und Energieverbrauchsminderung des LCD-Elementes.

[0214] Das vorzuschlagende LCD-Element enthält eine Flüssigkristallschicht, die zwischen der ersten und der zweiten Platte angeordnet ist, mindestens an einer von denen Elektroden und der Polarisator untergebracht sind. Mindestens ein Polarisator besitzt:

- Polarisationswerkstoff zur Teilung von Vielzahl der unpolarisierten Lichtbündel des auf den Polarisator auffallenden Lichtes auf dieselbe Vielzahl von gleichen unterschiedlich polarisierten Lichtbündelpaare, die als optische Fokussierelemente ausgebildet ist, ein jedes von welchen mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht besitzt, die mindestens eine mit Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunehmende Brechzahl aufweist, welche an mindestens eine optisch isotrope Schicht angrenzt; das genannte Polarisationsstoff grenzt dabei dem Mittel zur Änderung von Polarisation mindestens einer Vielzahl von gleich polarisierten Lichtbündeln, die zur genannten Paarmenge der unterschiedlich polarisierten Lichtbündel gehören, optisch an.

[0215] Mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht des optischen Fokussierelementes des anzumeldenden LCD-Elementes kann in Gestalt von einer Zusammensetzung der Volumen- oder Phasenlinsen ausgebildet sein.

[0216] Das optische Fokussierelement des LCD-Elementes kann in Form einer Zonenplatte ausgestaltet sein.

[0217] Eine Abart der Zonenplatte ist Amplituden-Zonenplatte, deren geradzahligen Zonen mindestens eine

doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht enthalten, die mindestens an eine optisch isotrope Schicht angrenzt, und die ungeradzahlig Zonen aus einem optisch isotropen Werkstoff hergestellt sind.

[0218] Eine andere Abart der Zonenplatte ist Phasen-Zonenplatte.

[0219] Das Mittel zur Änderung der Polarisierung des LCD-Elementes kann eine sektionierte doppelbrechende anisotrop absorbierende Durchgangsschicht, die mindestens eine mit Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunehmende Brechzahl enthalten.

[0220] Das Mittel zur Änderung der Polarisierung kann in Form von einer sektionierten doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Halbwellen-Durchgangsplatte oder einer Schicht mit Sektionen ausgebildet sein, die in den Brennpunkten oder außerhalb der Brennpunkten der optischen Fokussierelemente angeordnet sind.

[0221] Das Mittel zur Änderung der Polarisierung des anzumeldenden LCD-Elementes kann in Gestalt von einer sektionierten doppelbrechenden Durchgangsplatte mit Sektionen in Form von Viertelwellenplatten ausgeAbbildunget sein, welche außerhalb der Brennpunkte der optischen Fokussierelemente angeordnet sind, und mit Sektionen in Form von Platten, die die Phasendifferenz zwischen dem ordentlichen und dem außerordentlichen Strahl aufgeben, welche sich um n von der Phasendifferenz unterscheidet, die von den genannten Sektionen in Gestalt von Viertelwellenplatten, welche in den Brennpunkten der optischen Fokussierelemente angeordnet ist, aufgegeben wird.

[0222] Das Mittel zur Änderung der Polarisierung des anzumeldenden LCD-Elementes kann in Gestalt von einer sektionierten polymerisierten planaren durchsichtigen Flüssigkristallschicht, die eine Twist-Struktur aufweist, ausgeAbbildunget sein, mit Drehung der optischen Achse des Flüssigkristalls innerhalb der Dicke der genannten Schicht um den Winkel von 90° mit den Sektionen, die in den Brennpunkten oder außerhalb der Brennpunkte von optischen Fokussierelementen angeordnet sind.

[0223] Das Mittel zur Änderung der Polarisierung des anzumeldenden LCD-Elementes kann in Gestalt von einer sektionierten durchlässigen achromatischen doppelbrechenden Platte ausgeAbbildunget sein.

[0224] Eine erhöhte Leuchtdichte und Energieverbrauchsminderung wird auch durch das LCD-Element mit Verwendung des Polarisators auf Basis von einem polarisierenden Reflexionsmittel ermöglicht.

[0225] Das vorzuschlagende LCD-Element enthält eine Flüssigkristallschicht, die zwischen der ersten und der zweiten Platte angeordnet ist, mindestens auf einer von denen die Elektroden und der Polarisator untergebracht sind. Mindestens ein Polarisator ist in Form von mindestens einer Folie oder Platte ausgeAbbildunget, die mit dem Mittel zur Umwandlung des eintretenden unpolarisierten Lichtes in eine Vielzahl von gleichen Lichtbündeln, dem Polarisationswerkstoff zur Teilung der unpolarisierten Lichtbündel auf durchgehende und reflektierte Lichtbündel mit verschiedener Polarisierung, der mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht, die eine mit Vergrößerung der Wellenlänge des zu polarisierenden Lichtes zunehmende Brechzahl, oder eine doppelbrechende Schicht mit über die Schichtdicke konstanten Richtungen der optischen Achsen oder eine doppelbrechende Schicht mit sich über die Schichtdicke nach einem bestimmten Gesetz ändernden Richtungen der optischen Achsen enthält, und dem Mittel zur Änderung der Polarisierung und Führung der von dem Polarisationsstoff reflektierten Lichtbündel beschichtet ist.

[0226] Das Mittel zur Änderung der Polarisierung und Führung der reflektierten Lichtbündel des vorzuschlagenden LCD-Elementes kann einen sektionierten Metallspiegel enthalten.

[0227] Das Polarisationswerkstoff des LCD-Elementes kann mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht oder eine doppelbrechende Schicht mit über die Schichtdicke konstanten Richtungen der optischen Achsen enthalten, und vor dem sektionierten Metallspiegel eine Viertelwellenplatte besitzen.

[0228] Als mindestens eine doppelbrechende Schicht mit sich über die Schichtdicke nach einem bestimmten Gesetz ändernden Richtungen der optischen Achsen kann der Polarisationswerkstoff des anzumeldenden LCD-Elementes mindestens eine cholesterische Flüssigkristallschicht enthalten, die aus der polymeren cholesterischen Flüssigkristallschicht hergestellt ist.

[0229] Mindestens eine Schicht des cholesterischen Flüssigkristalls kann über die Dicke einen Gradienten der Steigung einer cholesterischen Spirale und als Ergebnis eine spektrale Bandbreite der selektiven Lichtreflexion nicht unter 100 Nanometer aufweisen.

- [0230]** Der Polarisationswerkstoff kann mindestens drei cholesterische Flüssigkristallschichten enthalten, die Bänder der selektiven Lichtreflexion in drei verschiedenen Spektralbereichen aufweisen.
- [0231]** Elementes kann in Form von System der Mikrolinsen oder Mikroprismen ausgeAbbildunget sein, die die aus ihnen austretenden Lichtbündel ins Innere des Polarisators fokussieren.
- [0232]** Das Mikrolinsensystem kann in Gestalt von positiven Zylinder-Mikrolinsen ausgeAbbildunget werden, die die Oberfläche des Polarisators vollständig bedecken.
- [0233]** Auf der ersten Oberfläche der Folie oder Platte kann der Polarisator des beanspruchten Flüssigkristallanzeigeelements ein System von Mikrolinsen und einen sektionierten Metallspiegel, der mit dem genannten Mikrolinsensystem optisch kongruiert, und auf der zweiten Oberfläche der Folie oder Platte mindestens eine Schicht von cholesterischem Flüssigkristall enthalten.
- [0234]** Auf der ersten Oberfläche der Folie oder Platte kann der Polarisator des beanspruchten Flüssigkristallanzeigeelements ein System von Mikrolinsen, einen sektionierten Metallspiegel, der mit dem genannten Mikrolinsensystem optisch kongruiert, und ein Viertelwellenplättchen enthalten, und auf der zweiten Oberfläche enthält der Polarisator dabei mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht oder eine doppelbrechende Schicht mit über die Dicke der Schicht konstanten Richtungen der optischen Achsen.
- [0235]** Auf der ersten Oberfläche der Folie oder der Platte kann der Polarisator ebenfalls einen sektionierten Metallspiegel enthalten, und auf der zweiten Oberfläche der Folie oder der Platte sind nacheinander ein Mikrolinsensystem, das mit den Sektionen des Metallspiegels optisch kongruiert, und mindestens eine Schicht des cholesterischen Flüssigkristalls aufgebracht.
- [0236]** Bevorzugt wird ein Flüssigkristallanzeigeelement, dessen Polarisator auf der ersten Oberfläche der Folie oder Platte einen sektionierten Metallspiegel und ein Viertelwellenplättchen enthält, und auf der zweiten Oberfläche der Folie oder der Platte nacheinander ein Mikrolinsensystem, das mit den Sektionen des Metallspiegels optisch kongruiert, und mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht oder eine doppelbrechende Schicht mit über die Dicke konstanten Richtungen der optischen Achsen aufgebracht sind.
- [0237]** Der Polarisator des beanspruchten Flüssigkristallanzeigeelements kann mindestens zwei laminierte Folien oder Platten enthalten, auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte ist ein erstes Mikrolinsensystem aufgebracht, auf der inneren Oberfläche der ersten oder zweiten Folie oder Platte ist ein sektionierter Metallspiegel aufgebracht, und auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder Platte sind zusätzlich ein zweites Mikrolinsensystem, das mit den Sektionen des Metallspiegels und mit dem ersten Mikrolinsensystem optisch kongruiert, und mindestens eine Schicht des cholesterischen Flüssigkristalls aufgebracht.
- [0238]** Bevorzugt wird ein Flüssigkristallanzeigeelement, dessen Polarisator mindestens zwei laminierte Folien oder Platten enthält, auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte ist ein erstes Mikrolinsensystem aufgebracht, auf der inneren Oberfläche der ersten oder zweiten Folie oder Platte sind ein sektionierter Metallspiegel und ein Viertelwellenplättchen aufgebracht, auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder Platte sind zusätzlich ein zweites Mikrolinsensystem, das mit den Sektionen des Metallspiegels und mit dem ersten Mikrolinsensystem optisch kongruiert, und mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mit über die Dicke konstanten Richtungen der optischen Achsen aufgebracht.
- [0239]** Bevorzugt wird ein Flüssigkristallanzeigeelement, dessen Polarisator mindestens zwei laminierte Folien oder Platten enthält, auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte ist ein Mikroprismensystem aufgebracht, auf der inneren Oberfläche der ersten oder zweiten Folie oder Platte ist ein sektionierter Metallspiegel aufgebracht, der mit dem Mikroprismensystem optisch kongruiert, auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder Platte ist mindestens eine Schicht des cholesterischen Flüssigkristalls aufgebracht.
- [0240]** Bevorzugt wird ein Flüssigkristallanzeigeelement, dessen Polarisator mindestens zwei laminierte Folien oder Platten enthält, auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte ist ein Mikroprismensystem aufgebracht, auf der inneren Oberfläche der ersten Folie oder Platte sind nacheinander ein sektionierter Metallspiegel, der mit dem Mikroprismensystem optisch kongruiert, und ein Viertelwellenplättchen aufgebracht, auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder Platte ist mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht oder eine doppelbrechende Schicht mit über die Dicke der Schicht konstanten Richtungen der optischen Achsen aufgebracht.

[0241] Bevorzugt wird ein Flüssigkristallanzeigeelement, bei dem mindestens ein Polarisator zusätzlich eine orientierende Schicht enthält, welche aus anorganischen Stoffen auf der Grundlage von Polymerestoffen ausgebildet ist.

[0242] Dabei kann die orientierende Schicht sowohl auf der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht als auch zwischen dem Träger und der genannten Schicht ausgebildet sein.

[0243] Eine andere Variante ist ein Flüssigkristallanzeigeelement, das dadurch gekennzeichnet ist, dass mindestens auf einer von den Platten mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht von mindestens einem Polarisator auf einer transparenten Elektrode oder zwischen der Platte und der Elektrode oder auf einer dielektrischen Folie, die die transparente Elektrode bekleidet, oder zwischen der den Flüssigkristall orientierenden Schicht und der Elektrode oder zwischen der den Flüssigkristall orientierenden Schicht und einer dielektrischen Unterschicht, die die Elektrode umkleidet oder auf der Rückseite der Platten untergebracht ist.

[0244] Bevorzugt wird ein Flüssigkristallanzeigeelement, das dadurch gekennzeichnet ist, dass auf einer Platte ein diffus spiegelnder Überzug ausgebildet ist, welcher zugleich eine Elektrode sein kann, und mindestens eine anisotrop absorbierende doppelbrechende Schicht ist unmittelbar angeordnet auf der spiegelnden Oberfläche oder auf der dielektrischen Unterschicht, die auf den spiegelnden Überzug aufgebracht ist, oder zwischen der den Flüssigkristall orientierenden Schicht und den anderen Schichten, die auf den spiegelnden Überzug aufgebracht sind.

[0245] Mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht, die in allen oben genannten Varianten des Flüssigkristallanzeigeelements verwendet wird, kann mindestens eine Brechzahl haben, der zur Wellenlänge des polarisierten Lichts direkt proportional ist.

[0246] Mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht von mindestens einem Polarisator kann bei allen oben genannten Varianten des Flüssigkristallanzeigeelements eine Dicke haben, bei der das Interferenzextremum am Ausgang des Polarisators mindestens für eine linear polarisierte Komponente des Lichts realisiert wird.

[0247] Die Dicke von mindestens einer doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht von mindestens einem Polarisator bei allen oben genannten Varianten des Flüssigkristallanzeigeelements kann der Bedingung genügen, dass am Ausgang des Polarisators ein Interferenzminimum für eine linear polarisierte Lichtkomponente und ein Interferenzmaximum für eine andere orthogonale linear polarisierte Lichtkomponente vorliegt.

[0248] Mindestens ein Polarisator bei allen oben genannten Varianten des Flüssigkristallanzeigeelements, der mindestens zwei Schichten enthält, enthält als mindestens eine von ihnen eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht, und die andere Schicht ist optisch isotrop, und bei ihr entspricht die Brechzahl einem von den Werten der doppelbrechenden Schicht oder ist einem von diesen Werten maximal nahe.

[0249] Mindestens ein Polarisator bei allen oben genannten Varianten des Flüssigkristallanzeigeelements, der mindestens zwei doppelbrechende Schichten enthält, enthält als mindestens eine von ihnen eine anisotrop absorbierende, bei der eine von den Brechzahlen einem von den Werten der doppelbrechenden Schicht gleich oder maximal nahe ist, und die zweiten Brechzahlen der doppelbrechenden Schicht und der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht unterscheiden sich voneinander.

[0250] Durch Variation der Farbstoffe in der Flüssigkristallanzeige-Komposition kann man flüssigkristalline Vorrichtungen mit verschiedener Farbe, darunter auch in Grau bauen. Das Grau kann auch bei nacheinander folgender Auftragung der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten in Gelb, Rot und Blau bei ihrer Ausbildung auf den Platten der Schale erzielt werden.

[0251] Die Verwendung eines Assoziats von dichroitischen Farbstoffen, die ionogene Gruppen enthalten, mit mindestens einem Mol eines organischen, besonders oberflächenaktiven Ions zur Ausbildung der anisotrop absorbierenden Schicht ergibt eine gute Orientierungsfähigkeit des Polarisators bei seiner internen Anordnung im Flüssigkristallanzeigeelement, wodurch die Notwendigkeit entfällt, zusätzliche orientierende flüssigkristalline Schichten aufzutragen. Dabei kann man durch Variieren der Struktur des organischen Ions die Orientierungs- und Benetzungsfähigkeit der Lösungen bei der Fertigung des Polarisators verändern, was bei der Fertigung von Flüssigkristallanzeigeelementen verschiedener Typen von großer Bedeutung ist.

[0252] Außerdem gewährleistet das Vorhandensein wenig beweglicher organischer Ione in den polarisierenden Überzügen eine niedrige elektrische Leitfähigkeit, was wiederum die Energieaufnahme verringert und dadurch die Lebensdauer der Flüssigkristallanzeige-Vorrichtungen verlängert. Dabei entfällt die Notwendigkeit des Auftragens zusätzlicher isolierender Schichten bei der inneren Anordnung der Polarisatoren.

[0253] Die Verschiedenartigkeit der Farbausführungen des beanspruchten Flüssigkristallanzeigeelements ist gewährleistet durch die Verwendung für die Fertigung der Polarisatoren von verschiedensten Farbstoffen, z. B. der Formel (II–VI).

[0254] Die Verwendung von Interferenzpolarisatoren auf der Grundlage von doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten gewährleistet eine starke Helligkeit und Homogenität über die Fläche des beanspruchten Flüssigkristallanzeigeelements sowie gute Winkelwerte und das Fehlen von Schatten bei Reflexionsbetrieb.

[0255] Die erhöhte Helligkeit des Flüssigkristallanzeigeelements bei gleichzeitiger Reduzierung der Energieaufnahme wird bei der Verwendung eines Polarisators erreicht, der über 50% des einfallenden Lichtes verwendet.

[0256] Die Verwendung der oben genannten Stoffe zur Ausbildung der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten bietet die Möglichkeit sowohl monochrome als auch mehrfarbige Flüssigkristallanzeigeelemente und Displays auf ihrer Grundlage herzustellen.

[0257] Zur Erzielung hoher Helligkeit und hohen Kontrastes des Bildes in der vorgeschlagenen Vorrichtung, die für die Herstellung von hochauflösenden Displays bestimmt ist, können neben den doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten zusätzliche orientierende und klärende Schichten verwenden.

[0258] Die Anwendung der beanspruchten Polarisatoren auf der Grundlage der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten schließt die Anwendung traditioneller Polarisationsfolien, insbesondere der Jodpolarisatoren auf der Grundlage von PVA nicht aus. Zum Beispiel, die Kombination des inneren Polarisators auf der 1. Platte mit dem reflektierenden oder durchlässigen Jodpolarisator, der auf die äußere Seite der 2. Platte aufgeklebt ist, gestattet die Herstellung einer Vorrichtung mit starker Helligkeit und hohem Kontrast des Bildes, die kein zusätzliches Glas braucht, welches gewöhnlich zum Schutz des Polarisators verwendet wird, der auf die äußere Seite des ersten Glases aufgeklebt ist.

[0259] Außerdem können unter Verwendung eines Polarisators auf der Grundlage von doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten Flüssigkristallanzeigeelemente mit äußerer Anordnung der Polarisatoren hergestellt werden. Dafür werden die doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten auf eine transparente isotrope Polimerefolie aufgebracht, wonach der gewonnene Folienpolarisator auf die äußere Seite der Platten aufgeklebt wird. Dabei ist zu bemerken, dass die so hergestellte Vorrichtung viel weniger Schichten enthält im Vergleich zu einer Flüssigkristallanzeige-Vorrichtung mit traditionellen Polarisatoren auf der Grundlage von PVA-Folien.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0260] Der Polarisator vom Interferenztyp gemäß Erfindung ist veranschaulicht durch einzelne Beispiele konkreter Ausführung auf den **Abb. 1–3**. Auf **Abb. 1** ist das Schema eines einschichtigen Polarisators gemäß Erfindung vom Reflexionstyp gezeigt. Auf **Abb. 2** sind Abhängigkeiten der Brechzahlen der Schichten in den Polarisatoren von der Lichtwellenlänge schematisch dargestellt. Auf **Abb. 3** ist das Schema eines mehrschichtigen Polarisators gemäß Erfindung gezeigt.

[0261] Ein Polarisator vom dichroitischen Typ und ein Kreispolarisator auf seiner Grundlage ist auf den **Abb. 4–5** dargestellt.

[0262] Ein Polarisator auf der Grundlage eines polarisierenden Mittels vom durchlässigen Typ gemäß Erfindung ist durch einzelne Beispiele der konkreten Ausführung auf den **Abb. 6–12** veranschaulicht.

[0263] Auf **Abb. 6** ist schematisch dargestellt der Querschnitt einer von den Varianten des vorgeschlagenen Polarisators, der in Form einer Folie ausgeführt ist, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: das polarisierende Mittel in der Form von Volumenlinsen aus einem doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Stoff und das Mittel für die Veränderung der Polarisation der polarisierten Lichtbündel, ausgeführt als sektionierte doppelbre-

chende Durchsichtplatte, deren Sektionen in den Brennpunkten der genannten Volumenlinsen liegen. Auf **Abb. 7** ist schematisch dargestellt die allgemeine Ansicht des vorgeschlagenen Polarisators nach **Abb. 6**. Auf **Abb. 8** ist schematisch gezeigt der Querschnitt einer von den Varianten des vorgeschlagenen Polarisators, ausgeführt als eine Folie, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: das polarisierende Mittel, ausgeführt als genannte Volumenlinsen, und das Mittel zur Veränderung der Polarisation der polarisierten Lichtbündel, ausgeführt als sektionierte doppelbrechende Durchsichtplatte, deren Sektionen außerhalb der Brennpunkte der genannten Volumenlinsen liegen. Auf **Abb. 9** ist schematisch dargestellt der Querschnitt einer Variante des vorgeschlagenen Polarisators, der als eine Folie ausgebildet ist, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: das polarisierende Mittel, ausgeführt als Amplituden-Zonenplatten, welche hergestellt sind aus abwechselnden Schichten von doppelbrechendem Stoff und optisch isotropem Stoff, und das Mittel zur Änderung der Polarisation der polarisierten Lichtbündel, ausgeführt als sektionierte doppelbrechende Durchsichtplatte mit Sektionen in der Form von Viertelwellenplättchen, angeordnet außerhalb der Brennpunkte der genannten Amplituden-Zonenplatten, und mit Sektionen als Platten, welche die Phasendifferenz zwischen den normalen und den anomalen Strahlen bestimmen, die sich um das π -fache von der Phasendifferenz unterscheidet, die von den genannten Sektionen in der Form von Viertelwellenplättchen, die sich in den Brennpunkten der genannten Amplituden-Zonenplatten befinden, bestimmt wird. **Abb. 10** zeigt den Querschnitt einer möglichen Konstruktion einer Amplituden-Zonenplatte, die in der Variante des vorgeschlagenen Polarisators nach **Abb. 9** verwendet ist. Auf **Abb. 11** ist der Querschnitt einer Phasenzonenplatte gezeigt, hergestellt aus drei Schichten, eine von denen eine doppelbrechende anisotrop absorbierende ist, und die zwei anderen optisch isotrope mit unterschiedlichen Brechzahlen sind: die eine ist die normale Brechzahl der doppelbrechenden Schicht und die andere der anomalen gleich. Die Grenzen dieser Schichten haben ein Relief, welches ihnen erlaubt, bei den genannten Beziehungen zwischen ihren Brechzahlen die Rolle von Gesamtheiten gleicher Phasenzonenplatten zu spielen, die imstande sind, Strahlen zu fokussieren, die in den gegenseitig orthogonalen Ebenen linear polarisiert sind. Diese Gesamtheiten von Phasenzonenplatten sind gegeneinander um die Hälfte der Breite einer dieser Zonenplatten verschoben. **Abb. 12** zeigt den Querschnitt einer Variante des vorgeschlagenen Polarisators, ausgeführt als Folie, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: das polarisierende Mittel, ausgeführt als Phasenzonenplatten, hergestellt aus abwechselnd angeordneten doppelbrechendem anisotrop absorbierenden und optisch isotropem Stoff, deren Konstruktion aus **Abb. 11** ersichtlich ist, und das Mittel zur Veränderung der Polarisation der polarisierten Lichtbündel, ausgeführt als sektionierte doppelbrechende Durchsichtplatte, deren Sektionen in den Brennpunkten der genannten Volumenlinsen liegen.

[0264] Der Polarisator auf der Grundlage des polarisierenden Mittels vom Reflexionstyp gemäß Erfindung ist durch einzelne Beispiele der konkreten Ausführung auf den **Abb. 13–21** veranschaulicht.

[0265] Auf **Abb. 13** ist der Querschnitt des vorgeschlagenen Polarisators schematisch dargestellt, der sich dadurch auszeichnet, dass er als eine Schicht oder Platte ausgeführt ist, auf deren erster Seite ein Mikrolinsensystem und eine sektionierter Metallspiegel aufgebracht sind, und auf der zweiten – ein polarisierendes Mittel, welches mindestens eine Schicht cholesterischen Flüssigkristalls hat. **Abb. 14** zeigt schematisch die allgemeine Ansicht des vorgeschlagenen Polarisators nach **Abb. 13**. **Abb. 15** zeigt schematisch den Querschnitt des vorgeschlagenen Polarisators, der sich dadurch auszeichnet, dass er als eine Folie oder eine Platte ausgeführt ist, auf deren erster Oberfläche ein Mikrolinsensystem, ein sektionierter Metallspiegel und ein Viertelwellenplättchen aufgebracht sind, und auf der zweiten Oberfläche – ein polarisierendes Mittel mit mindestens einer doppelbrechenden Schicht mit in der Schichtdicke konstanten Richtungen der optischen Achsen. Auf **Abb. 16** und **Abb. 17** ist der Querschnitt des vorgeschlagenen Polarisators schematisch gezeigt, der sich dadurch auszeichnet, dass er als eine Folie oder Platte ausgeführt ist, auf deren erster Oberfläche ein sektionierter Metallspiegel aufgebracht ist, und auf der zweiten Oberfläche – ein polarisierendes Mittel und ein Mikrolinsensystem. **Abb. 18** und **19** zeigen schematisch den Querschnitt von Varianten des vorgeschlagenen Polarisators, welcher ausgeführt ist als zwei laminierte Folien oder Platten, auf deren äußeren Oberflächen das polarisierende Mittel und zwei Mikrolinsensysteme aufgebracht sind, und auf den inneren Oberflächen – ein sektionierter Metallspiegel **37**. **Abb. 20** und **21** zeigen schematisch den Querschnitt von Varianten des vorgeschlagenen Polarisators, welcher ausgeführt ist als zwei laminierte Folien oder Platten, auf deren äußeren Oberflächen das polarisierende Mittel und ein Mikropismensystem aufgebracht sind, und auf den inneren Oberflächen – ein sektionierter Metallspiegel **37**.

[0266] Beispiele der beanspruchten Flüssigkristallanzeigeelemente in den meist typischen Konfigurationen sind auf den **Abb. 22–27** gezeigt. Auf **Abb. 22** ist schematisch dargestellt ein Element vom Durchlasstyp auf gewöhnlicher twist-nematischer Grundlage, **Abb. 23** – zeigt die schematische Darstellung eines Flüssigkristallanzeigeelements vom Durchlasstyp auf gewöhnlicher twist-nematischer Grundlage mit einer anderen Anordnung der polarisierenden Schicht und der Elektroden, **Abb. 24** zeigt die schematische Darstellung einer Flüssigkristallanzeige vom Reflexionstyp auf gewöhnlicher twist-nematischer Grundlage, und **Abb. 25** ist eine

schematische Darstellung einer Flüssigkristallanzeige vom Durchlasstyp auf supertwist-nematischer Grundlage, **Abb. 26** zeigt die schematische Abbildung einer Flüssigkristallanzeige mit Farbschalteffekt, und **Abb. 27** ist eine schematische Darstellung einer farbigen Matrix-Flüssigkristallanzeige.

Beschreibung der bevorzugten Varianten des beanspruchten Polarisators und des flüssigkristallinen Anzeigeelements

Der Polarisator vom Interferenztyp

[0267] **Abb. 1** zeigt das Schema eines einschichtigen Polarisators gemäß Erfindung vom Reflexionstyp, welcher eine doppelbrechende Schicht **1** in sich einschließt, die sich dadurch kennzeichnet, dass beide ihre Brechzahlen (die anomale n_e und die normale n_o) zur Wellenlänge des polarisierenden Lichts proportional sind. Bei der einfachsten Variante grenzt die Schicht **1** auf beiden Seiten an die Luft. In mehr komplizierten Varianten ist auf einer ihrer Seiten zusätzlich eine lichtreflektierende Schicht aufgebracht. Die Schicht **1** kann auch auf eine Unterlage aufgebracht werden, z. B. aus durchsichtigem Glas (auf **Abb. 1** mit Punktlinie gezeigt).

[0268] Die Funktion des vorgeschlagenen Polarisators kann folgenderweise erläutert werden: Das unpolarisierte Licht besteht aus zwei linear polarisierten Komponenten **2** und **5**, deren Polarisierungsebenen gegenseitig senkrecht angeordnet sind (diese zwei Komponenten sind in **Abb. 1** zur Anschaulichkeit und zwecks besseren Verständnisses getrennt dargestellt). Die Komponente **2**, die zur optischen Achse der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht **1** parallel polarisiert ist, wird teilweise von der Grenze der Schicht **1** reflektiert und bildet den Strahl **3**. Die teilweise Reflexion von der Grenze der Trennung der Schicht **1** und der Umgebung geschieht durch den Sprung (die Differenz) der Brechzahlen an dieser Grenze. Zur teilweisen Reflexion des Lichtes kann auch ein auf die Schicht **1** zusätzlich aufgebrachter lichtreflektierender Überzug verwendet werden. Der andere Energieteil der Komponente **2** wird beim Durchgehen der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht **1** von der zweiten Grenze der Schicht **1** reflektiert und durchgeht wiederholt die Schicht **1**, den Strahl **4** bildend. Die reflektierten Strahlen **3** und **4** sind genau so polarisiert wie die Komponente **2**.

[0269] Die Dicke der Schicht **1** wird so gewählt, dass die optische Gangdifferenz Δ_e für die Strahlen **3** und **4**, die der größeren Brechzahl n_e entspricht, eine ungerade Zahl der Halbwellen des polarisierenden Lichts beträgt, $\Delta_e = \lambda/2 + m\lambda$, wo λ die Lichtwellenlänge ist, m – die Ordnung der Interferenz. Wenn die Umgebungen beider Seiten der Schicht **1** transparent (nicht absorbierend) sind und kleinere Brechzahlen haben als die Brechzahlen der Schicht **1**, dann ist die optische Gangdifferenz $\Delta_e = 2dn_e + \lambda/2$, wo d die Dicke der Schicht **1** ist, und der Wert $\lambda/2$ – der Phasensprung bei der Reflexion von der ersten Grenze als von der optisch dichteren Umgebung. In diesem Fall ist das Ergebnis der Interferenz der Strahlen **3** und **4** ihre gegenseitige Abschwächung, und optimal ihre völlige Löschung. Die vollständige Löschung der Strahlen **3** und **4** wird erreicht, wenn die Intensitäten (Amplituden) der Strahlen **3** und **4** gleich oder einander nahe sind, was durch die optimale Wahl der Reflexionswerte von den Grenzen der Schicht **1** erreicht werden kann, z. B. dank eines zusätzlich aufgebrachten Licht reflektierenden Überzuges. Der lichtreflektierende Überzug kann als metallisch oder dielektrisch ausgeführt und ein- oder mehrschichtig sein. Falls die Bedingung der Proportionalität der anomalen Brechzahl der anisotrop absorbierenden doppelbrechenden Schicht **1** zur Lichtwellenlänge ($n_e \sim \lambda$) erfüllt ist, ist die Gleichung $\Delta_e = 2dn_e + \lambda/2 = \lambda/2 + m\lambda$ für den gesamten Bereich der Betriebslichtwellenlängen erfüllt, was hohe Polarisationscharakteristika in einem weiten Spektralbereich ergibt.

[0270] Die andere linear polarisierte Komponente **5**, welche senkrecht zur optischen Achse der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht **1** polarisiert ist, wird teilweise von der ersten Grenze der Schicht **1** reflektiert und bildet den Strahl **6**. Der andere Energieteil der Komponente **5**, durch die Schicht **1** durchdringend, wird von der zweiten Grenze der Schicht **1** reflektiert, geht wiederholt durch die Schicht **1** und bildet den Strahl **7**. Die reflektierten Strahlen **6** und **7** sind genau so polarisiert, wie die ankommende Komponente **5**. Das Ergebnis der Interferenz der Strahlen **6** und **7** ist ihre gegenseitige Verstärkung, d. h. ein Interferenzmaximum, denn die optischen Gangdifferenz zwischen ihnen Δ_o , die der normalen (niedrigeren) Brechzahl n_o entspricht, beträgt eine ganze Wellenlängenzahl $\Delta_o = 2dn_o + \lambda/2 = m\lambda$ (der Phasensprung $\lambda/2$ bei der Spiegelung des Strahles **6** von der ersten Grenze der Schicht **1** erfolgt auch für diese Komponente). Bei Erfüllung der Bedingung der Proportionalität der normalen Brechzahl der anisotrop absorbierenden doppelbrechenden Schicht **1** zur Lichtwellenlänge ($n_o \sim \lambda$) ist die Bedingung des Interferenzmaximums $\Delta_o = 2dn_o + \lambda/2 = m\lambda$ ebenfalls für den gesamten Bereich der Lichtwellenlängen erfüllt, was die Beseitigung der spektralen Abhängigkeit der Polarisationscharakteristika des Polarisators bedeutet.

[0271] Damit ist in einem weiten Spektralbereich im Ergebnis der Interferenz die summierte Reflexion der Komponente **2**, die parallel zur schnellen Achse der Schicht **1** des doppelbrechenden Stoffes polarisiert ist, wesent-

lich geringer als die Reflexion der Komponente **5**, die senkrecht zur schnellen Achse der Schicht **1** polarisiert ist.

[0272] Möglich ist auch die Realisierung der umgekehrten Situation, wenn im Ergebnis der Interferenz die summare Reflexion der Komponente **2**, die parallel zur optischen Achse der Schicht des doppelbrechenden Stoffes **1** polarisiert ist, wesentlich höher ist als die Reflexion der Komponente **5**, die senkrecht zur optischen Achse der Schicht **1** polarisiert ist. Diese Situation findet statt, wenn die Dicke der Schicht **1** so gewählt wird, dass die optische Gangdifferenz Δ_e für die Strahlen **3** und **4**, die der anomalen (größeren) Brechzahl n_e entspricht, eine gerade Zahl von Halbwellen des polarisierenden Lichtes $\Delta_e = m\lambda$ beträgt. In diesem Fall ist das Ergebnis der Interferenz der Strahlen **3** und **4** das Interferenzmaximum, d. h. ihre gegenseitige Verstärkung. Zugleich beträgt die optische Gangdifferenz Δ_o für die Strahlen **6** und **7**, die der normalen (kleineren) Brechzahl n_o entspricht, eine ungerade Zahl der Halbwellen des polarisierenden Lichts $\Delta_o = \lambda/2 + m\lambda$. In diesem Fall ist das Ergebnis der Interferenz der Strahlen **6** und **7** das Interferenzminimum, d. h. ihre gegenseitige Abschwächung. Im Ergebnis der Interferenz ist jetzt die summare Reflexion der Komponente **2**, die parallel zur optischen Achse der Schicht **1** des doppelbrechenden Stoffes polarisiert ist, wesentlich höher als die Reflexion der Komponente **5**, die senkrecht zur optischen Achse der Schicht **1** des doppelbrechenden Stoffes polarisiert ist.

[0273] **Abb. 2** zeigt schematisch die Abhängigkeiten der Brechzahl der Schichten in den Polarisatoren von der Wellenlänge des sichtbaren Lichtes, d. h. im Bereich von 400 bis 700 nm. Die Kurve **8** entspricht einem Polarisator gemäß dem Prototyp, bei dem die Brechzahl der Schichten mit zunehmender Lichtwellenlänge abnimmt. Eine solche Abhängigkeit wird in der Optik normale Dispersion genannt und ist transparenten Stoffen eigen. Die Kurve **9** entspricht einem Polarisator gemäß Erfindung, bei dem mindestens eine Brechzahl der Schichten mit zunehmender Lichtwellenlänge zunimmt. Eine solche Abhängigkeit nennt man in der Optik anomale Dispersion und zur Erzeugung einer solchen Abhängigkeit muss der Polarisator speziell aufgebaut sein. Versuche und Berechnungen haben gezeigt, dass dafür ein Polarisator bevorzugt ist, der sich dadurch kennzeichnet, dass mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht einen maximalen Absorptionswert von mindestens 0,1 im Betriebsbereich der Wellenlängen hat. Wie in der Optik, ist hier der Absorptionswert der erzeugten Schicht k definiert (s. GOST 7601-78) als Koeffizient beim imaginären Teil des komplexen Brechungskennwertes der erzeugten Schicht des Stoffes $Z = n - ik$. Die Kurve **10** entspricht der bevorzugten Variante des Polarisators gemäß Erfindung, die sich dadurch kennzeichnet, dass mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mindestens eine Brechzahl hat, die zur Wellenlänge des polarisierenden Lichts wenigstens in einem gewissen Arbeitsbereich der Wellenlängen direkt proportional ist. Die direkte Proportionalität der Brechzahl zur Lichtwellenlänge ist eine strengere Bedingung (Forderung) als eine einfache Zunahme der Brechzahl bei zunehmender Lichtwellenlänge. Die hohen Polarisationscharakteristika in einem weiten Spektralbereich werden im Polarisator gewährleistet, der sich dadurch kennzeichnet, dass die Brechzahl mit zunehmender Wellenlänge des polarisierenden Lichts sowohl in einem gewissen Arbeitsbereich der Wellenlängen als auch bei allen Wellenlängen zunimmt.

[0274] Es ist zu bemerken, dass der Bereich der Wellenlängen, in dem die anisotrope Absorption erfolgt und dementsprechend eine anomale Dispersion zur Geltung kommt, mit dem Arbeitsbereich der Wellenlängen zusammengehen oder nicht zusammengehen kann. Für die beanspruchten Polarisatoren vom Interferenztyp ist ein Arbeitsbereich der Wellenlängen bevorzugt, in dem die anomale Dispersion zur Geltung kommt, d. h. mindestens die Brechzahl mit zunehmender Lichtwellenlänge zunimmt.

[0275] **Abb. 3** zeigt das Schema eines mehrschichtigen Polarisators gemäß Erfindung, der 4 doppelbrechende anisotrop absorbierende Schichten **1** hat, der sich dadurch kennzeichnet, dass die anomale Brechzahl n_e dieser Schichten mit zunehmender Wellenlänge des polarisierenden Lichts zunimmt. Die genannten Schichten **1** sind im Wechsel mit vier Schichten **11** eines optisch isotropen Stoffes aufgebracht, wobei die normale Brechzahl n_o des doppelbrechenden Stoffes mit der Brechzahl n_i des optisch isotropen Stoffes zusammenfällt oder ihm nahe ist. Die anisotrop absorbierenden doppelbrechenden Schichten **1** können untereinander gleich ausgefertigt sein oder aus unterschiedlichen Stoffen, die sich beispielsweise durch die Spektralbereiche unterscheiden, in denen die anomale Brechzahl n_e mit zunehmender Wellenlänge zunimmt.

[0276] Die Funktion des vorgeschlagenen Polarisators kann folgenderweise erklärt werden: Das unpolarisierte Licht besteht aus zwei linear polarisierten Komponenten **2** und **5**, deren Polarisations Ebenen gegenseitig senkrecht verlaufen (diese zwei Komponenten sind auf **Abb. 3** bedingt auseinandergehalten zur besseren Anschaulichkeit und Verständlichkeit). Die Komponente **2**, die parallel zur optischen Achse der anisotrop absorbierenden doppelbrechenden Schichten **1** polarisiert ist, wird von den Grenzen der Schichten **1** und den optisch isotropen Schichten **11** teilweise reflektiert und bildet die Strahlen **3**. Die reflektierten Strahlen **3** sind genau so polarisiert wie die eintreffende Komponente **2**.

[0277] Die Dicke der Schichten **1** wird so gewählt, dass das Ergebnis der Interferenz aller Strahlen **3** das Interferenzmaximum ist, d. h. ihre gegenseitige Verstärkung. Dabei erreicht der Reflexionswert 98 bis 99,9%, was bedeutet, dass die linear polarisierte Komponente **2** praktisch völlig vom Polarisator reflektiert wird, den Strahl **12** bildend. Bei der Erfüllung einer strengeren Bedingung als eine einfache Zunahme, nämlich der Bedingung der direkten Proportionalität der anomalen Brechzahl der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten **1** zur Lichtwellenlänge ($n_e \sim \lambda$), ist die Bedingung des Interferenzmaximums für den gesamten Bereich der Lichtwellenlängen erfüllt.

[0278] Der anderen Komponente **5** des unpolarisierten Lichts, die senkrecht zur optischen Achse der Schichten **1** polarisiert ist, entspricht die normale Brechzahl n_o der Schichten **1**, die der Brechzahl n_i der optisch isotropen Schicht gleich ist ($n_o = n_i$). Dabei fehlt jede Reflexion von den Grenzen der Schichten **1** und **11**, und die linear polarisierte Komponente **5** passiert den mehrschichtigen Polarisator vollständig, ohne jede Reflexion, den Strahl **13** bildend. Die Reflexion der Komponente **5** von den äußeren Oberflächen des Polarisators kann durch gewöhnliche Mittel der Vergütung beseitigt werden, d. h. durch das Auftragen auf die äußeren Oberflächen von optisch isotropen Schichten mit einer optischen Dicke von einem Viertel der Wellenlänge und einer Brechzahl, die $n_o^{1/2}$ gleich ist.

[0279] Im Ergebnis teilt sich das unpolarisierte Licht beim Auftreffen auf dem mehrschichtigen Polarisator in zwei Teile und verwandelt sich in den linear polarisierten Strahl **12**, der durch den Polarisator durchgeht, und den orthogonal polarisierten Strahl **13**, der von dem Polarisator reflektiert wird.

[0280] Die beschriebenen Beispiele schränken die möglichen Varianten der konkreten Ausführung des vorgeschlagenen Polarisators nicht ein.

[0281] Somit werden in allen angeführten Beispielen hohe Polarisationscharakteristika des Polarisators in einem weiten Spektralbereich, bei einer Zahl der verwendeten Schichten, die nicht höher als 10 ist, gewährleistet.

Polarisator vom dichroitischen Typ

[0282] Das Wirkungsprinzip des genannten Polarisators beruht darauf, dass das unpolarisierte Licht beim Passieren der genannten Schicht teilweise vom chromophoren System des Farbstoffes absorbiert wird. Dabei kommt nur jener Teil der Lichtwellen durch, bei denen die Schwingungsrichtung der elektrischen Komponente des elektromagnetischen Feldes zum Dipolmoment des optischen Übergangs senkrecht ist (**Abb. 4**).

[0283] Beim Aufbringen einer doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht auf eine doppelbrechende Viertelwellen-Platte oder -Folie unter einem Winkel von 45° zur optischen Hauptachse des Trägers kann ein Kreispolarisator hergestellt werden (**Abb. 5**, a und b – Richtung des normalen bzw. anomalen Strahls, n – Richtung des Polarisationsvektors der polarisierenden Schicht). Die Dicke der doppelbrechenden Folie muß der folgenden Bedingung genügen:

$$d(n_o - n_e) = \lambda/4 + m\lambda/2,$$

wo d – die Dicke der Polymerefolie ist, n_o und n_e – die normale bzw. anomale Brechzahl, λ – die Wellenlänge, m – eine ganze Zahl.

Polarisator auf der Grundlage eines polarisierenden Mittels vom Durchlasstyp

[0284] **Abb. 6** zeigt schematisch den Querschnitt einer Variante des vorgeschlagenen Polarisators, ausgeführt als eine Folie **11**, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: ein polarisierendes Mittel, das als Volumenlinsen **15** ausgebildet ist, die aus einem doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Stoff gefertigt sind, und ein Mittel zur Änderung der Polarisation des Bündels **18** des polarisierten Lichts, hergestellt als sektionierte doppelbrechende Halbwellen-Durchsichtplatte, deren Sektionen **19** in den Brennpunkten der genannten Volumenlinsen **15** liegen. Das Mittel zur Änderung der Polarisation des Bündels **18** des polarisierten Lichts kann auch als eine sektionierte durchleuchtete doppelbrechende flüssigkristalline polymerisierte Schicht ausgeführt werden, die eine Twiststruktur hat mit der Verdrehung der optischen Achse des Flüssigkristalls im Bereich der Dicke der genannten Schicht um einen Winkel von 90°, deren Sektionen auch in den Brennpunkten der genannten Volumenlinsen **15** liegen.

[0285] Die Wirkungsweise des vorgeschlagenen Polarisators kann wie folgt erklärt werden (zwecks eines kla-

renen Verstehens ist auf **Abb. 6** der Verlauf der Strahlen verschiedener Polarisationen **17** und **18** bzw. auch ihrer Fortsetzungen **13** und **20** an den anschließenden Elementarzellen des betrachteten Polarisators gezeigt): Das unpolarisierte Licht **14** fällt auf die erste Oberfläche des Polarisators mit den darauf befindlichen Volumenlinsen **15**. Beim Passieren der Volumenlinse **15**, die aus einem doppelbrechendem Stoff hergestellt ist, mit der Anordnung der optischen Achse **16** in der Ebene des Bildes und mit einer normalen Brechzahl, die der Brechzahl des isotropen Stoffes der Folie **11** gleich ist, wird die senkrecht zur Bildebene linear polarisierte Komponente **17**, die die Linse passiert hat, an der Grenze zwischen der Linse **15** und der Folie **11** nicht gebrochen, weshalb das Lichtstrahlenbündel **17**, die Richtung und die Form des fallenden Lichtbündels **14** bewahrend, die zweite Grenze der Folie **11** passiert, indem er das parallele Lichtbündel **13** bildet, das senkrecht zum Bild polarisiert ist. Die sektionierte doppelbrechende Halbwellen-Durchsichtplatte beeinflusst die Polarisation der parallelen Lichtbündel **13** praktisch nicht, da die Querabmessungen ihrer Sektionen **19** viel kleiner bemessen sind als die Querabmessungen der Volumenlinsen **15** (z. B. betragen die Querabmessungen der Sektionen **19** der Halbwellenplatte 10 µm, und die der Mikrolinsen 100–200 µm). Beim Passieren der Volumenlinse **15**, die aus einem doppelbrechenden Stoff mit in der Bildebene angeordneter optischen Achse **16** und mit einer anomalen Brechzahl gefertigt ist, die die Brechzahl des isotropen Stoffes der Folie **11** übertrifft, wird die in der Bildebene linear polarisierte Komponente **18**, die die Linse **15** passiert hat, auf der zweiten Oberfläche der Folie **11** fokussiert, wo sich die Sektion **19** der sektionierten doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte befindet, die beim Durchlassen des konvergierenden Lichtbündels **18** seine Polarisation ändert und das divergierende Lichtbündel **20** bildet, der senkrecht zur Bildebene linear polarisiert ist. Diese Änderung der Polarisationsebene ist bedingt durch die bekannten optischen Eigenschaften der doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte mit einer optischen Achse, die unter einem Winkel von 45° zur Ebene der Polarisation des auf sie fallenden Lichtes gerichtet ist. Auf diese Weise, im Ergebnis der Wirkung des Polarisators, verwandelt sich die Energie des unpolarisierten Lichts **14** zu mehr als 50% in die Energie der ausgehenden, in hohem Maße polarisierten Bündel **13** und **20** mit gleicher linearer Polarisation.

[0286] **Abb. 7** zeigt schematisch die allgemeine Ansicht des vorgeschlagenen Polarisators, dessen Querschnitt auf **Abb. 6** gezeigt ist. Der Polarisator ist als Folie oder Platte **11** ausgeführt, auf deren erster Oberfläche ein System von zylindrischen Mikrolinsen **15** aufgebracht ist, die aus einem doppelbrechenden Stoff hergestellt sind, und auf der zweiten Oberfläche der Folie oder Platte **11** ist ein Mittel zur Änderung der Polarisation des darauf fallenden linear polarisierten Lichtbündels aufgebracht als ein System von doppelbrechenden Durchsicht-Streifen **19**, welches mit dem genannten System der zylindrischen Mikrolinsen **15** optisch kongruiert ist. **Abb. 7** zeigt auch den Verlauf des Bündels **14** des auf den Polarisator einfallenden unpolarisierten Lichts und den Verlauf der in ihrer Richtung übereinstimmenden Bündel **13** und **20** des den Polarisator verlassenden Lichtes, das in einer Ebene linear polarisiert ist.

[0287] **Abb. 8** zeigt schematisch den Querschnitt einer von den Varianten des vorgeschlagenen Polarisators, ausgeführt als Folie **11**, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: das polarisierende Mittel, ausgeführt als genannte Volumenlinsen **15**, und das Mittel zur Änderung der Polarisation der Bündel **17** des polarisierten Lichts, ausgeführt als sektionierte doppelbrechende Halbwellen-Durchsichtplatte, deren Sektionen **21** außerhalb der Brennpunkte der genannten Volumenlinsen **15** liegen. Das Mittel zur Änderung der Polarisation der Bündel **17** des polarisierten Lichts kann auch als eine sektionierte polymerisierte doppelbrechende flüssigkristalline Durchsichtsschicht ausgeführt sein, die eine Twiststruktur hat mit Verdrehung der optischen Achse des Flüssigkristalls im Bereich der Dicke der genannten Schicht um einen Winkel von 90°, dessen Sektionen ebenfalls außerhalb der Brennpunkte der genannten Volumenlinsen **15** liegen.

[0288] Die Wirkungsweise des vorgeschlagenen Polarisators kann wie folgt erläutert werden (zur besseren Verständlichkeit ist auf **Abb. 8** der Verlauf der Strahlen unterschiedlicher Polarisation **17** und **18** bzw. ihrer Fortsetzungen **22** und **23** an den angrenzenden Elementarzellen des betrachteten Polarisators gezeigt): Das unpolarisierte Licht **14** fällt auf die erste Oberfläche des Polarisators mit den darauf aufgetragenen Volumenlinsen **15** ein.

[0289] Beim Durchgang durch die Volumenlinse **15**, gefertigt aus einem doppelbrechenden Stoff, mit Anordnung der optischen Achse **16** in der Bildebene und mit einer normalen Brechzahl, die der Brechzahl des isotropen Stoffes der Folie **11** gleich ist, erfährt die durch die Linse **15** durchgegangene, senkrecht zur Bildebene linear polarisierte Komponente **17** keine Brechung an der Grenze zwischen der Linse **15** und der Folie **11**, wodurch das Lichtbündel **17** die Richtung und die Form des einfallenden Lichtbündels beibehält. Beim Passieren der zweiten Grenze der Folie **11** mit den darauf befindlichen Sektionen **21** der sektionierten doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte ändert das Lichtbündel seine Polarisation, indem es das parallele Lichtbündel **22** bildet, das in der Ebene des Bildes polarisiert ist. Eine solche Änderung der Polarisationsebene ist bedingt durch die bekannten optischen Eigenschaften der doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte mit einer

unter dem Winkel von 45° zur Ebene der Polarisation des auf sie einfallenden Lichts gerichteten optischen Achse. Die Lücken zwischen den Sektionen **21** der sektionierten doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte beeinflussen die Polarisation der parallelen Lichtbündel **46** praktisch nicht, da die Querabmessungen dieser Lücken viel kleiner bemessen werden als die Querabmessungen der Volumenlinsen **15** (z. B. betragen die Querabmessungen der Lücken zwischen den Sektionen **21** der Halbwellenplatte $10\text{ }\mu\text{m}$, und die Querabmessungen der Mikrolinsen $100\text{--}200\text{ }\mu\text{m}$). Beim Durchgehen der Volumenlinse **15**, gefertigt aus doppelbrechendem Stoff, mit in der Bildebene angeordneter optischer Achse **16** und mit einer anomalen Brechzahl, die die Brechzahl des isotropen Stoffes der Folie **11** übertrifft, wird die in der Bildebene linear polarisierte Komponente **18**, die durch die Linse **15** durchgegangen ist, auf der zweiten Oberfläche der Folie **11** fokussiert, trifft auf die Lücke zwischen zwei benachbarten Sektionen **21** der sektionierten doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte und verlässt den Polarisator als divergierendes Lichtbündel **23**, das wie das Bündel **18** in der Ebene des Bildes polarisiert ist. Somit verwandelt sich im Ergebnis der Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** zu mehr als 50% in die Energie der abgehenden, höchst polarisierten Bündel **22** und **23** mit der gleichen linearen Polarisation.

[0290] **Abb. 9** zeigt schematisch den Querschnitt einer von den Varianten des vorgeschlagenen Polarisators, ausgeführt als Folie **11**, auf deren Oberfläche aufgebracht sind: das polarisierende Mittel, das als Amplituden-Zonenplatten **24** ausgeführt ist, welche aus abwechselnden Schichten eines doppelbrechenden und eines optisch isotropen Stoffes gefertigt sind, und ein Mittel zur Änderung der Polarisation der Bündel **17** und **18** des polarisierten Lichts, das als sektionierte doppelbrechende Durchsichtplatte mit Sektionen **25** als Viertelwellenplättchen gefertigt ist, die außerhalb der Brennpunkte der genannten Amplituden-Zonenplatten **24** liegen, und mit Sektionen **26** als Platten, welche die Phasendifferenz zwischen dem normalen und dem anomalen Strahl bestimmen, die sich um das π -fache von der Phasendifferenz unterscheidet, welche von den genannten Sektionen **25** als Viertelwellenplättchen bestimmt wird, die sich in den Brennpunkten der genannten Amplituden-Zonenplatten **24** befinden.

[0291] Die Wirkungsweise des vorgeschlagenen Polarisators kann wie folgt erläutert werden (zur besseren Verständlichkeit ist auf **Abb. 9** der Verlauf der Strahlen mit unterschiedlicher Polarisation **17** und **18** und damit auch ihrer Fortsetzungen **27** und **28** an den benachbarten Elementarzellen des in Betracht kommenden Polarisators gezeigt): Das unpolarisierte Licht **14** fällt auf die erste Oberfläche des Polarisators mit den auf ihr angeordneten Amplituden-Zonenplatten **24**. Beim Passieren der Amplituden-Zonenplatte **24**, welche hergestellt ist aus wechselnden Schichten eines doppelbrechenden anisotrop absorbierenden und eines optisch isotropen Stoffes mit Anordnung der optischen Achse **16** des genannten doppelbrechenden Stoffes in der Bildebene und mit einer normalen Brechzahl, die die Brechzahl des genannten isotropen Stoffes gleich ist, wird die senkrecht zur Bildebene linear polarisierte Komponente **17**, die durch die Zonenplatte **24** durchgegangen ist, an den Trennungsgrenzen der abwechselnden doppelbrechenden und isotropen Schichten nicht reflektiert, wodurch das Lichtbündel **17** die Richtung und die Form des einfallenden Lichtbündels **14** beibehält. Beim Durchgehen der zweiten Grenze der Folie **11** mit den darauf außerhalb des Brennpunktes der genannten Amplituden-Zonenplatte **24** befindlichen Sektionen **25** der sektionierten doppelbrechenden Viertelwellen-Durchsichtplatte, ändert das zur Bildebene linear polarisierte Lichtbündel **17** seine Polarisation und bildet ein paralleles Bündel **27** von kreispolarisiertem Licht. Die doppelbrechende Durchsichtplatte mit Sektionen **26**, die in den Zwischenräumen zwischen den genannten Sektionen **25** der doppelbrechenden Viertelwellen-Durchsichtplatte untergebracht sind, welche die Phasendifferenz zwischen dem normalen und dem anomalen Strahl bestimmt, die sich um das π -fache von der Phasendifferenz unterscheidet, die von den genannten Sektionen **25** der doppelbrechenden Viertelwellen-Durchsichtplatte bestimmt wird, beeinflusst dabei die Polarisation der parallelen Lichtbündel **27** praktisch nicht, da ihre Querabmessungen viel kleiner bemessen sind als die Querabmessungen der Amplituden-Zonenplatte **24** (z. B. betragen die Querabmessungen der doppelbrechenden Platte **26** $10\text{ }\mu\text{m}$, und die Querabmessungen der Amplituden-Zonenplatte betragen $100\text{--}200\text{ }\mu\text{m}$). Beim Durchgehen der Amplituden-Zonenplatte **24**, gefertigt aus abwechselnden Schichten eines doppelbrechenden anisotrop absorbierenden und eines optisch isotropen Stoffes mit Anordnung der optischen Achse **16** des genannten doppelbrechenden Stoffes in der Bildebene und mit einer anomalen Brechzahl, die die Brechzahl des genannten isotropen Stoffes übertrifft, wird die in der Bildebene linear polarisierte Komponente **18**, die die Zonenplatte **24** passiert hat, auf der zweiten Oberfläche der Folie **11** fokussiert, wo sich die Sektionen **26** der doppelbrechenden Durchsichtplatte befinden, die die Phasendifferenz zwischen dem normalen und dem anomalen Strahl bestimmen, welche sich um das π -fache von der Phasendifferenz, die von den Sektionen **25** der doppelbrechenden Durchsichtplatte bestimmt ist, unterscheidet, welche Viertelwellen sind, die bei dem Durchgang durch sie des in der Bildebene linear polarisierten konvergierenden Lichtbündels **18** seine Polarisation ändern und ein divergierendes Bündel **28** von kreispolarisiertem Licht desselben Zeichens wie auch beim kreispolarisierten Licht im Bündel **27** formen. Eine solche Veränderung der Polarisationsebene der Bündel **17** und **18** ist bedingt durch die bekannten Eigenschaften der entsprechenden doppelbrechenden Durchsichtplatten mit einer unter dem

Winkel von 45° zur Polarisationssebene des auf sie fallenden Lichtes gerichteten optischen Achse. Somit wird im Ergebnis der Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** zu mehr als 50% in die Energie der abgehenden höchst polarisierten Bündel **27** und **28** mit gleicher Kreispolarisation verwandelt.

[0292] Abb. 10 zeigt den Querschnitt einer möglichen Konstruktion der Amplituden-Zonenplatte, die bei der Variante des vorgeschlagenen Polarisators nach **Abb. 9** verwendet ist. Bei der Konstruktion der Amplituden-Zonenplatte **24**, deren Querschnitt auf **Abb. 10** dargestellt ist, werden die Abschnitte **1** des doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Stoffes mit der Brechzahl des normalen Strahls n_o und der des anomalen Strahls n_e , deren bedingt dargestellten optischen Achsen in der Bildebene liegen, verwendet, die sich zwischen den Schichten des optisch isotropen Stoffes **30**, **31** und **32** mit einer Brechzahl von n_o befinden. Durch diesen Umstand lässt die Amplituden-Zonenplatte ohne Änderung der Bündelgeometrie und der Lichtintensität die Lichtbündel **5**, die senkrecht zur Bildebene polarisiert sind, durch und bildet am Ausgang aus der genannten Amplituden-Zonenplatte ein paralleles Lichtbündel **17**, das senkrecht zur Bildebene linear polarisiert ist, und lässt die Bündel **29** durch, indem sie die Bündel **2** zurückhält, wobei die einen wie die anderen in der Bildebene linear polarisiert sind, und bildet aufgrund des Diffraktionseffekts aus den Strahlen **29** ein konvergierendes Bündel **18**, das ebenfalls in der Bildebene linear polarisiert ist. Damit die Amplituden-Zonenplatte die beschriebenen Funktionen erfüllt, müssen bestimmte Relationen zwischen den Brechzahlen n_e , n_o , der Lichtwellenlänge λ , der Dicke der Schicht **1**, sowie zwischen den Dicken der Schichten **30** und **32** eingehalten werden, welche das Fehlen des Durchlassens der in der Bildebene polarisierten Bündel **2** von der genannten Amplituden-Zonenplatte mit den Abschnitten **1** der Schichten aus doppelbrechendem Stoff aufgrund des Interferenzeffekts in dünnen Folien gewährleisten. Zum Beispiel, für den auf **Abb. 10** gezeigten Fall ist diese Relation $2d_2 n_e + \lambda/2 = m\lambda$, wo m – eine ganze Zahl ist, die die Interferenzordnung genannt wird. Somit werden am Ausgang aus der Amplituden-Zonenplatte zwei Lichtbündel – ein paralleles **17** und ein konvergierendes **18**, die eine lineare Polarisation in zwei gegenseitig orthogonalen Ebenen haben.

[0293] Abb. 11 zeigt den Querschnitt einer Phasenzonenplatte aus drei Schichten, eine von denen **11** isotrop ist und die Brechzahl n_1 hat, die andere **1** ist doppelbrechend anisotrop absorbierend mit den Brechzahlen n_1 entlang der Achse **16**, die in der Bildebene liegt, und $n_2 > n_1$ entlang der Achse **33**, die zur Bildebene senkrecht verläuft, und die darauffolgende **30** ist wie die erste isotrop, hat aber die Brechzahl n_2 . Die Grenzen der Schichten **11** und **1**, sowie der Schichten **1** und **30** haben ein Relief, das unter der Bedingung der Einhaltung der genannten Relationen zwischen ihren Brechzahlen es ihnen erlaubt die Rolle von Gesamtheiten von Phasenzonenplatten zu spielen, die imstande sind, die in gegenseitig orthogonal polarisierten Ebenen Strahlen unterschiedlich zu fokussieren. Diese Gesamtheiten von Phasenzonenplatten **34** und **35** sind gegeneinander um die Hälfte der Breite einer solchen Phasenzonenplatte verschoben.

[0294] Die Wirkungsweise der Phasenzonenplatte, die auf **Abb. 11** gezeigt ist, kann wie folgt erläutert werden: Der unpolarisierte Lichtstrahl **14**, der eine Superposition der zwei linear polarisierten zueinander orthogonalen Strahlen **2** und **5** ist, nachdem er die flache Oberfläche der Schicht **11** passiert hat und an der Grenze **34** zwischen den Schichten **11** und **1** der Phasenzonenplatte angekommen ist, geht durch sie hindurch und wird in der Schicht **1** in zwei Strahlen geteilt: den Strahl **18**, der in der Bildebene polarisiert ist, und den Strahl **17**, der senkrecht zur Bildebene polarisiert ist. Wobei, dadurch, dass die Brechzahl der isotropen Schicht **11** und die Brechzahl der doppelbrechenden **1** für die entlang der Achse **16** polarisierte Lichtwelle gleich sind, geht der ebenfalls entlang der Achse **16** polarisierte Strahl **2** durch die Phasenzonenplatte mit der Grenze **34** der Schichten **11** und **1** und verwandelt sich in den Strahl **18**, der genau so gerichtet ist, wie der Strahl **2**, d. h. er verläuft senkrecht zur Polarisatorebene und hat, wie er, dieselbe Polarisation. Im Zusammenhang damit, dass die Brechzahl der isotropen Schicht **11** und die Brechzahl der doppelbrechenden Schicht **1** für die entlang der Achse **33** polarisierte Lichtwelle nicht gleich sind, passiert der entlang der Achse **33** polarisierte Strahl **5** die Grenze **34** der Schichten **11** und **1** der Phasenzonenplatte und verwandelt sich dabei in den Strahl **17**, der sich von der Fortpflanzungsrichtung des Strahls zum Brennpunkt der genannten Phasenzonenplatte ablenkt. Ferner setzt der senkrecht zur Bildebene polarisierte Strahl **17** seine zur Ebene der Schichten geneigte Bewegung in der Schicht **1** fort, erreicht die andere Phasenzonenplatte mit der Grenze **35** zwischen den Schichten **1** und **30**, und geht durch sie hindurch, sich verwandelnd in den Strahl **13**, der genau so wie der Strahl **17** senkrecht zur Bildebene polarisiert ist und der sich in der Schicht ohne Richtungsveränderung fortbewegt, d. h. entlang der Richtung des Verlaufes des Strahles **17**, denn die Brechzahl der isotropen Schicht **30** und die Brechzahl der doppelbrechenden Schicht **1** sind für das entlang der zur Bildebene senkrechten Achse **33** polarisierte Licht einander gleich. Im Zusammenhang damit, dass die Brechzahl der isotropen Schicht **30** und die Brechzahl der doppelbrechenden Schicht **1** für die entlang der Achse **16** polarisierte Lichtwelle einander nicht gleich sind, passiert der entlang der Achse **16** polarisierte Strahl **18** die Grenze **35** der Schichten **1** und **30** der Phasenzonenplatte, und verwandelt sich in den Strahl **22**, der sich von der Richtung der Fortbewegung des Strahls **18** zum Brennpunkt der Phasenzonenplatte mit der Grenze **35** zwischen den Schichten **1** und **30** ablenkt.

[0295] **Abb. 12** zeigt schematisch den Querschnitt einer Variante des vorgeschlagenen Polarisators, bei der das polarisierende Mittel als eine Gesamtheit von Phasenzonenplatten **34** und **35** ausgeführt ist, deren Aufbau auf **Abb. 11** erläutert ist. Die Strahlen **22** und **13**, die von den Phasenzonenplatten **35** bzw. **34** fokussiert werden, sammeln sich in den Brennpunkten, die sich auf der Ausgangsoberfläche des Polarisators befinden, welche jener Oberfläche gegenüberliegt, auf die das unpolarisierte Licht **14** fällt. Auf der Ausgangsoberfläche des Polarisators befinden sich ebenfalls die Sektionen **19** der sektionierten doppelbrechenden Halbwellen-Durchsichtplatte, die das Mittel zur Änderung der Polarisation der linear polarisierten Lichtstrahlen ist, mit einer Polarisationsebene, die unter dem Winkel von 45° zur Richtung der optischen Achse der genannten Halbwellenplatte orientiert ist. Sie ändern die Polarisation der in der Bildebene polarisierten Strahlen **22** zur orthogonalen und wandeln sie zu Lichtbündeln **20**. Durch die Wirkung des genannten Mittels zur Änderung der Polarisation werden die den Polarisator verlassenen Strahlen **20** und **36** gleich polarisiert, d. h. in diesem Fall senkrecht zur Bildebene. Somit verwandelt sich durch die Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** zu mehr als 50% in die Energie der abgehenden höchst polarisierten Bündel **20** und **36**, die in derselben Ebene linear polarisiert sind.

[0296] Die auf den **Abb. 6–9** und **12** gezeigten Konstruktionen der Mittel zur Trennung eines jeden von den unpolarisierten Lichtbündeln in zwei linear polarisierte Lichtbündel mit unterschiedlichen gegenseitig orthogonalen linearen Polarisationen und der Mittel zur Veränderung der Polarisation von mindestens einem von den genannten linear polarisierten Lichtbündeln können miteinander in allen möglichen Varianten kombiniert werden.

[0297] Somit gestattet die Verwendung des doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Stoffes mit mindestens einer Brechzahl, der mit zunehmender Wellenlänge des polarisierenden Lichts zunimmt, die Herstellung eines Polarisators, welcher gewährleistet, dass mehr als 50% der gesamten Energie der unpolarisierten Strahlung in eine polarisierte verwandelt werden, bei einer relativ einfachen Konstruktion, welche eine Folie oder Platte darstellt mit auf ihre Oberfläche aufgebrachtem polarisierendem Mittel als fokussierende optische Elemente, hergestellt aus der genannten doppelbrechenden Schicht, und optisch kongruiert mit dem auf die Oberfläche der Folie oder Platte aufgetragenen Mittel zur Änderung der Polarisation, ausgeführt als sektionierte doppelbrechende Durchsichtplatte oder -schicht.

Polarisator auf der Grundlage eines polarisierenden Mittels vom Reflexionstyp

[0298] **Abb. 13** zeigt schematisch den Querschnitt des vorgeschlagenen Polarisators nach Variante **1**, ausgeführt als eine Folie oder Platte **11**, auf deren erste Oberfläche abwechselnd ein System von Mikrolinsen **38** und ein Metallspiegel **37**, welcher mit dem genannten Mikrolinsensystem optisch kongruiert ist, aufgebracht sind, und auf deren zweiter Oberfläche ein Mittel **39** zur Trennung der unpolarisierten Lichtbündel in einen polarisierten durchgehenden und einen reflektierten Lichtbündel aufgebracht ist, das mindestens eine Schicht von cholesterischem Flüssigkristall enthält.

[0299] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 13** vereinfacht gezeigt, ohne Rücksicht auf die Brechung an den Grenzen verschiedener Schichten und nur für eine Mikrolinse). Das unpolarisierte Licht **14** fällt auf die erste Oberfläche des Polarisators und wird sich von den Mikrolinsen in den Polarisator hinein gebündelt, wobei sich Lichtbündel **41** bildet. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** schirmt das unpolarisierte Licht **14** praktisch nicht ab, da die Querabmessungen seiner lichtreflektierenden Elemente viel kleiner als Querabmessungen der Mikrolinsen gewählt werden (zum Beispiel, Querabmessungen der lichtreflektierenden Elemente sind $10\text{ }\mu\text{m}$, während Querabmessungen der Mikrolinsen $100\text{--}200\text{ }\mu\text{m}$ ausmachen). Die von den Mikrolinsen **38** fokussierte Lichtbündel **41** geraten auf das Mittel **39** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallsschicht enthält. Dabei wird ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41** in die Energie der hindurchgehenden Lichtbündel **27**, zum Beispiel, mit der rechten Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der durchgehenden Lichtbündel ist dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls entgegengesetzt). Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41** wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **40**, in diesem Beispiel mit der linken Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der reflektierten Lichtbündel stimmt mit dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls überein). Die reflektierten Lichtbündel **40** mit der linken Zirkularpolarisation werden in einem Punkt auf den lichtreflektierenden Elementen des Metallspiegels **37** fokussiert (dafür wird eine entsprechende Brennweite oder, anders gesagt, optische Kraft der Mikrolinsen **38** gewählt). Die von dem Metallspiegel **37** reflektierten Lichtbündel **28** haben rechte Zirkularpolarisation, d. h. der Polarisation der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **40** entgegengesetzt. Solche Veränderung der Polarisation ist mit be-

kannten optischen Eigenschaften des Metallspiegels bedingt. Lichtbündel **28** mit der rechten Zirkularpolarisation gehen durch die cholesterinische Flüssigkristallsschicht ohne Veränderung durch. Somit wird im Ergebnis der Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **27** und **28** mit gleicher hochgradigen Zirkularpolarisation umgewandelt.

[0300] Zwecks Erweiterung des Arbeitslängenbereichs der Wellen des Polarisators enthält das Mittel für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht darstellt, wenigstens drei Schichten der cholesterinischen Flüssigkristalle mit selektiven Lichtreflexionsbändern in drei verschiedenen Spektralbereichen haben.

[0301] In dieser oder anderer Version des Polarisators mit dem erweiterten Wellenarbeitslängenband hat wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht ihre Dicke hindurch einen Gradienten des Schritts der cholesterinischen Spirale und, als Ergebnis, spektrale Breite des selektiven Lichtreflexionsbands nicht weniger als 100 nm.

[0302] Es wird ein Polarisator bevorzugt, wo wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht aus cholesterinischem Polymerflüssigkristall hergestellt ist.

[0303] Zwecks energieverlustfreier Umwandlung des aus dem Polarisator ausgehenden zirkulär polarisierten Lichts in das linear polarisierte Licht am Ausgang des Polarisators kann man zusätzlich eine Viertelwellenplatte einrichten.

[0304] Auf der **Fig. 14** ist die Gesamtansicht des angebotenen Polarisators schematisch vorgestellt, dessen Querschnitt auf der **Fig. 13** gezeigt ist. Der Polarisator ist als eine Folie oder Platte **11** hergestellt, auf deren erster Oberfläche aufeinanderfolgend das Mikrolinsensystem **38** und der aufgeteilte Metallspiegel **37**, optisch mit dem erwähnten Mikrolinsensystem vereint, aufgetragen sind, und auf der zweiten Folieoberfläche ist das Mittel **39** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, das wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält, aufgetragen. Als Ergebnis der Wirkung des Polarisators wird die Energie des unpolarisierten Lichts **14** praktisch vollständig in die Energie der polarisierten Bündel **27** und **28** mit gleicher Zirkularpolarisation umgewandelt.

[0305] Auf der **Fig. 15** ist der Querschnitt einer anderen Version des angebotenen Polarisators schematisch gezeigt, die als eine Folie oder Platte **11** verwirklicht ist, auf deren ersten Oberfläche das Mikrolinsensystem **38** und der aufgeteilte Metallspiegel **37**, optisch mit dem erwähnten Mikrolinsensystem vereint, aufgetragen sind. Vor dem aufgeteilten Metallspiegel **37** befindet sich die Viertelwellenplatte **25**, aufgeteilt, d. h. wenigstens ganze Oberfläche des aufgeteilten Metallspiegels **37** abdeckend (s. **Fig. 15**), oder nicht aufgeteilt, d. h. vollständig die erste Oberfläche des Polarisators abdeckend. Auf der zweiten Oberfläche der Folie **11** ist das Mittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel aufgetragen, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält.

[0306] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 15** vereinfacht gezeigt, ohne Rücksicht auf Brechung auf den Grenzen verschiedener Schichten und nur für eine Mikrolinse). Das unpolarisierte Licht **14** fällt auf die erste Oberfläche des Polarisators und wird sich von den Mikrolinsen in den Polarisator hinein gebündelt, wobei sich Lichtbündel **41** bildet. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** schirmt das unpolarisierte Licht **14** praktisch nicht ab, da die Querabmessungen seiner lichtreflektierenden Elemente viel kleiner als Querabmessungen der Mikrolinsen gewählt werden (zum Beispiel, Querabmessungen der lichtreflektierenden Elemente sind 10 µm, während Querabmessungen der Mikrolinsen 100–200 µm ausmachen). Die von den Mikrolinsen **38** fokussierte Lichtbündel **41** geraten auf das Mittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält. Dabei wird ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41** in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **17**, zum Beispiel, mit der zur Figurebene senkrechten linearen Polarisation umgewandelt. Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41** wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **3**, in diesem Beispiel mit linearer Polarisation, die zur Figurebene parallel ist, umgewandelt. Die reflektierten Lichtbündel **3** mit der linearen, der Figurebene parallelen Polarisation gehen durch die Viertelwellenplatte **25** und werden in einem Punkt auf den lichtreflektierenden Elementen des Metallspiegels **37** gebündelt (dafür wird eine entsprechende Brennweite oder, anders gesagt, optische Kraft der Mikrolinsen **38** gewählt). Die von dem Metallspiegel **37** reflektierten und wieder durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangenen Lichtbündel **13** haben lineare Polarisation, die zur Figurebene senkrecht

ist, d. h. sie ist orthogonal zur linearen Polarisierung der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **7**. Solche Veränderung der Polarisierung ist mit bekannten optischen Eigenschaften der Kombination von Viertelwellenplatte und Metallspiegel bedingt. Die Lichtbündel **13**, welche lineare Polarisierung senkrecht zur Figurebene haben, gehen durch die doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen ohne Veränderung. Somit wird im Ergebnis der Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **17** und **13** mit der gleichen linearen hochgradigen Polarisierung (in diesem Beispiel senkrecht zur Figurebene) umgewandelt.

[0307] Auf der **Fig. 16** ist der Querschnitt des angebotenen Polarisators schematisch gezeigt, der als eine Folie oder Platte **11** hergestellt wird, auf deren erster Oberfläche der aufgeteilte Metallspiegel **37** aufgetragen ist, und auf der zweiten Oberfläche der Folie sind aufeinanderfolgend Mikrolinsensystem **38**, optisch mit Sektionen des Metallspiegels **37** vereint, und das Mittel **39** für die Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält, aufgetragen.

[0308] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 16** vereinfacht gezeigt, ohne Rücksicht auf die Brechung an den Grenzen verschiedener Schichten und nur für eine Mikrolinse). Das unpolarisierte Licht **14** geht durch die Folie **11** und Mikrolinsensystem **38**, welches mittels Fokussierung das eingehende unpolarisierte Licht **14** in eine Menge identischer Lichtbündel umwandelt. Diese Bündel geraten auf das Mittel **39** für die Teilung der unpolarisierten Lichtbündel für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** schirmt das unpolarisierte Licht **14** praktisch nicht ab, da die Querabmessungen seiner lichtreflektierenden Elemente viel kleiner als Querabmessungen der Mikrolinsen gewählt werden (zum Beispiel, Querabmessungen der lichtreflektierenden Elemente sind 10 µm, während Querabmessungen der Mikrolinsen 100–200 µm ausmachen). Deshalb wird ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel, nachdem sie durch das Polarisationsmittel **39** durchgegangen sind, in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **27**, zum Beispiel, mit der rechten Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der durchgehenden Lichtbündel ist dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls entgegengesetzt). Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **40**, in diesem Beispiel mit der linken Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der reflektierten Lichtbündel stimmt mit dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls überein). Die vom Polarisationsmittel **39** reflektierten und noch einmal durch die Mikrolinsensystem **38** durchgegangenen Lichtbündel **40** mit der linken Zirkularpolarisation werden in einem Punkt auf den lichtreflektierenden Elementen des Metallspiegels **37** fokussiert (dafür wird eine entsprechende Brennweite oder, anders gesagt, optische Kraft der Mikrolinsen **38** gewählt). Die von dem Metallspiegel **37** reflektierten Lichtbündel **28** haben rechte Zirkularpolarisation, d. h. sie ist der Polarisierung der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **40** entgegengesetzt. Solche Veränderung der Polarisierung ist mit bekannten optischen Eigenschaften des Metallspiegels bedingt. Lichtbündel **28** mit der rechten Zirkularpolarisation gehen durch die cholesterinische Flüssigkristallschicht ohne Veränderung durch. Somit wird im Ergebnis der Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **27** und **28** mit gleicher hochgradigen Zirkularpolarisation umgewandelt.

[0309] Es wird der erfundene Polarisator bevorzugt, wo wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht ihre Dicke hindurch einen Gradienten des Schritts der cholesterinischen Spirale und, als Ergebnis, spektrale Breite des selektiven Lichtreflexionsbands nicht weniger als 100 nm hat.

[0310] Auf der **Fig. 17** ist der Querschnitt des angebotenen Polarisators dieser Version schematisch gezeigt, der als eine Folie oder Platte **11** hergestellt ist, auf deren ersten Oberfläche der aufgeteilte Metallspiegel **37** aufgetragen ist. Vor dem aufgeteilten Metallspiegel **37** ist die Viertelwellenplatte **25**, aufgeteilt, d. h. wenigstens ganze Oberfläche des aufgeteilten Metallspiegels **37** abdeckend, wie gezeigt in der **Fig. 17**, oder nicht aufgeteilt, d. h. vollständig die erste Oberfläche des Polarisators abdeckend, aufgetragen. Auf die zweite Oberfläche der Folie sind aufeinanderfolgend Mikrolinsensystem **38**, optisch mit Sektionen des Metallspiegels **37** vereint, und das Mittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält, aufgetragen.

[0311] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 17** vereinfacht gezeigt, ohne Rücksicht auf die Brechung an den Grenzen verschiedener Schichten und nur für eine Mikrolinse). Das unpolarisierte Licht **14** geht durch die Folie oder Platte

11 und Mikrolinsensystem **38**, die mittels Fokussierung das eingehende unpolarisierte Licht **14** in eine Menge identischer Lichtbündel umwandelt. Diese Bündel geraten auf das Mittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** schirmt das unpolarisierte Licht **14** praktisch nicht ab, da die Querabmessungen seiner lichtreflektierenden Elemente viel kleiner als Querabmessungen der Mikrolinsen gewählt werden (zum Beispiel, Querabmessungen der lichtreflektierenden Elemente sind 10 µm, während Querabmessungen der Mikrolinsen 100–200 µm ausmachen).

[0312] Deshalb wird ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel, nachdem sie durch das Polarisationsmittel **42** durchgegangen sind, in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **17**, zum Beispiel, mit der zur Figurebene senkrechten linearen Polarisation umgewandelt. Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **3**, in diesem Beispiel mit linearer Polarisation, die zur Figurebene parallel ist, umgewandelt. Die vom Polarisationsmittel **42** reflektierten und noch einmal durch die Mikrolinsensystem **38** durchgegangenen Lichtbündel **3** gehen durch die Viertelwellenplatte **25** und werden in einem Punkt auf den lichtreflektierenden Elementen des Metallspiegels **37** gebündelt (dafür wird eine entsprechende Brennweite oder, anders gesagt, optische Kraft der Mikrolinsen **38** gewählt). Die durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangenen, vom Metallspiegel **37** reflektierten und wieder durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangenen Lichtbündel **13** haben lineare Polarisation, die zur Figurebene senkrecht ist, d. h. sie ist orthogonal zur linearen Polarisation der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **3**. Solche Veränderung der Polarisation ist mit bekannten optischen Eigenschaften der Kombination von Viertelwellenplatte und Metallspiegel bedingt. Die Lichtbündel **13**, welche lineare Polarisation senkrecht zur Figurebene haben, gehen durch die doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen ohne Veränderung. Somit wird im Ergebnis der Wirkung des Polarisators die Energie des unpolarisierten Lichts **14** praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **17** und **13** mit der gleichen linearen hochgradigen Polarisation (in diesem Beispiel senkrecht zur Figurebene) umgewandelt.

[0313] Auf der **Fig. 18** ist der Querschnitt des angebotenen Polarisators der nächsten Version schematisch gezeigt, der als zwei, zum Beispiel, kaschierte Folien oder Platten **11** und **30** hergestellt ist, wobei auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte das erste Mikrolinsensystem **38**, auf der inneren Oberfläche der ersten oder zweiten Folie oder Platte der aufgeteilte Metallspiegel **37**, und auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder Platte aufeinanderfolgend das zweite Mikrolinsensystem **38**, optisch mit Sektionen des Metallspiegels **37** und mit dem ersten Mikrolinsensystem vereint, und das Mittel **39** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält, aufgetragen sind.

[0314] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 18** vereinfacht gezeigt, nur für eine Mikrolinse). Das unpolarisierte Licht **14** geht durch das erste Mikrolinsensystem **38**, die das eingehende unpolarisierte Licht **14** in eine Menge identischer Lichtbündel **41** umwandelt und diese auf jene Stellen der inneren Oberfläche der ersten Folie oder Platte, die mit den Sektionen des Metallspiegels **37** nicht abgedeckt sind, fokussiert. Nach dem Durchgang des Brennpunkts gehen die Bündel **41** durch das zweite Mikrolinsensystem und geraten auf das Mittel **39** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält. Ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel, nachdem sie durch das Polarisationsmittel **39** durchgegangen sind, wird in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **27**, zum Beispiel, mit der rechten Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der durchgehenden Lichtbündel ist dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls entgegengesetzt). Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **40**, in diesem Beispiel mit der linken Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der reflektierten Lichtbündel stimmt mit dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls überein). Die vom Polarisationsmittel **39** reflektierten und noch einmal durch das zweite Mikrolinsensystem **38** durchgegangene Lichtbündel **40** mit der linken Zirkularpolarisation haben parallele Strahlen, d. h. die Bündel **40** fokussieren sich in Unendlichkeit (dafür wird eine entsprechende Brennweite oder, anders gesagt, optische Kraft des zweiten Mikrolinsensystems **38** gewählt).

[0315] Nach der Widerspiegelung vom Metallspiegel **37** werden Lichtbündel **40** in die Lichtbündel **28** umgewandelt, die die rechte Zirkularpolarisation, d. h. entgegengesetzt der Polarisation der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **40**, haben. Solche Veränderung der Polarisation ist mit bekannten optischen Eigenschaften des Metallspiegels bedingt. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** reflektiert die Bündel **40** praktisch voll-

ständig, d. h. ohne Verluste der Lichtenergie, da die Querabmessungen der Stellen, wo keine lichtreflektierenden Elemente vorhanden sind, viel kleiner als Querabmessungen der Mikrolinsen gewählt werden (zum Beispiel, Querabmessungen dieser Stellen sind 10 µm, und Querabmessungen der Mikrolinsen machen 100–200 µm aus). Die Lichtbündel **28** mit der rechten Zirkularpolarisation und parallelen Strahlen gehen durch das zweite Mikrolinsensystem und cholesterinische Flüssigkristallschicht ohne Veränderung der Polarisation und Intensität, werden aber in konvergente Bündel nach dem Durchgang durch das zweite Mikrolinsensystem umgewandelt. So wird die Energie des unpolarisierten Lichts **14** bei der Wirkung des Polarisators praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **27** und **28** mit gleicher hochgradigen Zirkularpolarisation umgewandelt.

[0316] Auf der **Fig. 19** ist der Querschnitt des angebotenen Polarisators der nächsten Version schematisch gezeigt, der als zwei, zum Beispiel, kaschierte Folien oder Platten **11** und **30** hergestellt ist. Auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte wird das erste Mikrolinsensystem **38** aufgetragen, auf der inneren Oberfläche, zum Beispiel, der ersten Folie befindet sich der aufgeteilte Metallspiegel **37** mit einer darauf aufgetragenen Viertelwellenplatte, die notwendigerweise alle Sektion des Metallspiegels **37** und möglicherweise, um die Auftragungstechnik zu vereinfachen, auch die nicht von den Spiegelsektionen **37** belegten Stellen abdeckt. Auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder Platte sind aufeinanderfolgend das zweite Mikrolinsensystem **38**, optisch mit Sektionen des Metallspiegels **37** und mit dem ersten Mikrolinsensystem vereint, und das Mittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält, aufgetragen.

[0317] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 19** vereinfacht gezeigt, nur für eine Mikrolinse). Das unpolarisierte Licht **14** geht durch die Mikrolinsensystem **38**, die das eingehende unpolarisierte Licht **14** in eine Menge identischer Lichtbündel **41** umwandelt und diese auf jene Stellen der inneren Oberfläche der ersten Folie, die mit den Sektionen des Metallspiegels **37** nicht abgedeckt sind, fokussiert. Nach dem Durchgang des Brennpunkts gehen die Bündel **41** durch das zweite Mikrolinsensystem und geraten auf das Mittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält. Ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel, nachdem sie durch das Polarisationsmittel **42** durchgegangen sind, wird in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **17**, zum Beispiel, mit der zur Figurebene senkrechten linearen Polarisation umgewandelt. Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **3**, in diesem Beispiel mit der zur Figurebene parallelen linearen Polarisation umgewandelt. Durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangen, vom Metallspiegel **37** reflektiert und noch einmal durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangen, haben die Lichtbündel **13** lineare zur Figurebene senkrechte Polarisation, d. h. sie ist orthogonal zur Polarisation der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **3**. Solche Veränderung der Polarisation ist mit bekannten optischen Eigenschaften der Kombination der Viertelwellenplatte und des Metallspiegels bedingt. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** reflektiert die Bündel **3** praktisch vollständig, d. h. ohne Verluste der Lichtenergie, da die Querabmessungen der Stellen, wo keine lichtreflektierende Elemente vorhanden sind, viel kleiner als Querabmessungen der Mikrolinsen gewählt werden (zum Beispiel, Querabmessungen dieser Stellen sind 10 µm, und Querabmessungen der Mikrolinsen machen 100–200 µm aus). Die Lichtbündel **13** mit der linearen zur Figurebene senkrechten Polarisation gehen durch die doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen ohne Veränderung der Polarisation und Intensität, werden aber in konvergente Bündel nach dem Durchgang durch das zweite Mikrolinsensystem umgewandelt. So wird die Energie des unpolarisierten Lichts **14** bei der Wirkung des Polarisators praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **17** und **13** mit gleicher hochgradigen linearen Polarisation (in diesem Beispiel zur Figurebene senkrecht) umgewandelt.

[0318] Auf der **Fig. 20** ist der Querschnitt der angebotenen Version des Polarisators schematisch gezeigt, der als zwei, zum Beispiel, kaschierte Folien oder Platten **11** und **30** hergestellt ist. Auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder Platte wird das erste Mikrolinsensystem **38** aufgetragen, auf der inneren Oberfläche der ersten oder der zweiten Folie oder Platte befindet sich der aufgeteilte Metallspiegel **37**, optisch mit dem Mikropismensystem **43** vereint. Auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie oder der Platte ist das Polarisationsmittel **39** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält, aufgetragen.

[0319] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 20** vereinfacht gezeigt). Das unpolarisierte Licht **14** geht durch das System der

Mikroprismen **43**, die das eingehende unpolarisierte Licht **14** in eine Menge identischer Lichtbündel **41** mit parallelen Strahlen umwandelt. Die Bündel **41** werden von der Senkrechte zur Ebene der Folie vom linken und rechten Abhang der Prismen **43** auf die identischen Winkel entsprechend nach rechts und nach links abgelenkt (in dieser Version wird der Brechungsindex des Stoffs der Mikroprismen größer als Brechungsindex des Stoffs der Folie gewählt), und gehen durch die Stellen im aufgeteilten Metallspiegel **37**, die nicht von lichtreflektierenden Elementen des Spiegel **37** belegt sind. Dann geraten die unpolarisierten Bündel **41** auf das Polarisationsmittel **39** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine cholesterinische Flüssigkristallschicht enthält. Ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41**, nachdem sie durch das Polarisationsmittel **39** durchgegangen sind, wird in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **27**, zum Beispiel, mit der rechten Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der durchgehenden Lichtbündel ist dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls entgegengesetzt). Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41** wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **40**, in diesem Beispiel mit der linken Zirkularpolarisation umgewandelt (Richtung der Zirkularpolarisation der reflektierten Lichtbündel stimmt mit dem Vorzeichen der Spirale des verwendeten cholesterinischen Flüssigkristalls überein). Nach der Widerspiegelung vom Metallspiegel **37** werden Lichtbündel **40** in die Lichtbündel **28** umgewandelt, die die rechte Zirkularpolarisation, d. h. entgegengesetzt der Polarisation der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **40**, haben. Solche Veränderung der Polarisation ist mit bekannten optischen Eigenschaften des Metallspiegels bedingt. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** reflektiert die Bündel **40** praktisch vollständig, d. h. ohne Verluste der Lichtenergie, da die Querabmessungen der lichtreflektierenden Elemente gleich und ein wenig größer als Querabmessungen der Bündel **40** gewählt werden. Lichtbündel **28** mit der rechten Zirkularpolarisation gehen durch die cholesterinische Flüssigkristallschicht ohne Veränderung der Polarisation und Intensität. So wird die Energie des unpolarisierten Lichts **14** bei Wirkung des Polarisators praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **27** und **28** mit gleicher hochgradigen Zirkularpolarisation umgewandelt.

[0320] Das System der Mikroprismen **43**, das auf die äußere Oberfläche der ersten Folie aufgetragen ist, kann mit den Spitzen der Mikroprismen nach außen hin der Folie gewandt werden. Die Mikroprismen können auch andere, nicht dreieckige Form haben.

[0321] Auf der **Fig. 21** ist der Querschnitt der angebotenen Version des Polarisators schematisch gezeigt, der als zwei, zum Beispiel, kaschierte Folien oder Platten **11** und **30** hergestellt ist. Auf der äußeren Oberfläche der ersten Folie oder der Platte ist das System der Mikroprismen **43** aufgetragen, auf der inneren Oberfläche der ersten Folie oder Platte sind aufeinanderfolgend der aufgeteilte Metallspiegel **37**, optisch mit dem System der Mikroprismen **43** vereint, die Viertelwellenplatte **25**, die notwendigerweise alle Sektion des Metallspiegels **37** und möglicherweise, um die Auftragungstechnik zu vereinfachen, auch die nicht von den Spiegelsektionen **37** belegten Stellen abdeckt, aufgetragen. Auf der äußeren Oberfläche der zweiten Folie ist das Polarisationsmittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält, aufgetragen.

[0322] Die Arbeit des angebotenen Polarisators kann man auf folgende Weise erklären (zwecks Klarheit ist der Strahlengang auf der **Fig. 21** vereinfacht gezeigt). Das unpolarisierte Licht **14** geht durch das System der Mikroprismen **43**, die das eingehende unpolarisierte Licht **14** in eine Menge identischer Lichtbündel **41** mit parallelen Strahlen umwandelt. Die Bündel **41** werden von der Senkrechte zur Ebene der Folie vom linken und rechten Abhang der Prismen **43** auf die identischen Winkel nach rechts und nach links entsprechend abgelenkt, und gehen durch die Stellen im aufgeteilten Metallspiegel **37**, die nicht von lichtreflektierenden Elementen des Spiegel **37** belegt sind. Dann geraten die unpolarisierten Bündel **41** auf das Polarisationsmittel **42** für Teilung der unpolarisierten Lichtbündel in polarisierte durchgehendes und reflektiertes Lichtbündel, welches wenigstens eine doppelbrechende Schicht mit den Schichtdicke hindurch konstanten Richtungen der optischen Achsen enthält. Ungefähr eine Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41**, nachdem sie durch das Polarisationsmittel **42** durchgegangen sind, wird in die Energie der durchgehenden Lichtbündel **17**, zum Beispiel, mit der zur Figurebene senkrechten linearen Polarisation umgewandelt. Zweite Hälfte der Lichtenergie der unpolarisierten Lichtbündel **41** wird in die Energie der reflektierten Lichtbündel **3**, in diesem Beispiel mit linearer Polarisation, die zur Figurebene parallel ist, umgewandelt. Durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangen, vom Metallspiegel **37** reflektiert und noch einmal durch die Viertelwellenplatte **25** durchgegangen, haben die Lichtbündel **13** lineare zur Figurebene senkrechte Polarisation, d. h. sie ist orthogonal zur Polarisation der auf den Metallspiegel **37** fallenden Lichtbündel **3**. Solche Veränderung der Polarisation ist mit bekannten optischen Eigenschaften der Kombination der Viertelwellenplatte und des Metallspiegels bedingt. Der aufgeteilte Metallspiegel **37** reflektiert die Bündel **3** praktisch vollständig, d. h. ohne Verluste der Lichtenergie, da die Querabmessungen der lichtreflektierenden Elemente gleich und ein wenig größer als Querabmessun-

gen der Bündel **3** gewählt werden. Die Lichtbündel **13** mit der linearen zur Figurebene senkrechten Polarisation gehen durch das Polarisationsmittel **42** ohne Veränderung der Polarisation und Intensität.

[0323] Auf diese Weise wird, die Energie des unpolarisierten Lichts **14** bei der Wirkung des Polarisators praktisch vollständig in die Energie der ausgehenden polarisierten Bündel **17** und **13** mit gleicher hochgradigen linearen Polarisation umgewandelt.

[0324] Die beschriebenen Beispiele beschränken andere möglichen Versionen der konkreten Ausführung des angebotenen Polarisators nicht.

Beispiele der beschriebenen Flüssigkristallanzeigenelemente in den meisttypischen Konfigurationen.

[0325] Die auf der **Fig. 22** dargestellte Flüssigkristallanzeige besteht aus zwei Platten **44** und **45**, die aus dem Glas, Kunststoff oder anderen harten oder flexiblen durchsichtigen Stoff hergestellt werden können. Auf die inneren Oberflächen dieser Platten, die zur Schicht des nematischen Flüssigkristalls **52** gewandt sind, werden durchsichtige Elektroden **46**, **47** aufgetragen. Über die durchsichtigen Elektroden sind Isolierfolien **48**, **49** aus Polymer oder anderem Stoff aufgetragen, die das Relief glätten und ganz der Oberfläche der Platte die gleichartigen Eigenschaften geben. Polarisationsbeschichtungen **50**, **51** werden auf diese Folien aufgetragen und sind von den Durchleitungsachsen auf den Platten **44** und **45** gegenseitig senkrecht orientiert. Dabei orientieren die Polarisationsbeschichtungen selbst die Moleküle des nematischen Flüssigkristalls.

[0326] Auf der **Fig. 23** ist eine andere Version des durchlässigen Flüssigkristallanzeige gezeigt, in der auf die Oberfläche der Platten **44** und **45** zuerst die mit den Folien **48**, **49** geschützte Polarisationsbeschichtungen **50**, **51** aufgetragen, und dann durchsichtige Elektroden **46**, **47** plaziert sind. Über die Elektroden werden der Folie **53**, **54**, die die nematische Flüssigkristalle orientieren, aufgetragen. In dieser Konstruktion wird die für die Polarisationsbeschichtung notwendige Glattheit der Oberfläche und Isolierung von der Flüssigkristallschicht des gewährleistet, so daß keine Ione oder Moleküle anderer Stoffe, die die Polarisationsbeschichtung enthalten kann, garantiert nicht auf die Oberfläche geraten.

[0327] In der Reflexionsversion Flüssigkristallanzeige (**Fig. 24**) kann man die zweite Platte wie aus einem durchsichtigen, als auch aus einem undurchsichtigen Stoff, zum Beispiel, aus dem Kristallsilizium hergestellt werden. Darauf wird die lichtreflektierende Schicht **55** gebildet. Die Reflexionsschicht kann man entweder durch Auftragen auf den Aluminiumspiegel der Polymerfolie bilden, die die Teilchen einer willkürlichen oder bestimmten Form und Größe enthält, deren Brechungsindex vom Brechungsindex des Polymers sich unterscheidet, oder durch Auftragen der Polymerfolie, die Suspension der Aluminiumpuder oder anderes Stoffe enthält, welche das Licht gut reflektiert, oder auch durch Bildung eines Reliefs auf die Oberfläche der Platte, auf welches dann die Reflexionsschicht **55**, zum Beispiel, eine Aluminiumfolie aufgetragen wird. Das Relief kann man mittels der Bearbeitung der Oberfläche mit einem Schleifstoff, des Gravierens, der Prägung, des Auftragens des Polymerfolie, die die Teilchen einer bestimmten Form und der Größe enthält, oder der selektiven Ätzung durch die Maske der Plattenoberfläche oder der auf sie aufgetragen Folie aus einem Polymer oder anderem Stoff bilden. Die Aluminiumfolie kann gleichzeitig als eine ununterbrochene Elektrode dienen. Mittels der fotolithografischen Ätzung eines engen Aluminiumstreifens nach der aufgegebenen Kontur der Breite 10–100 µm kann man Elektroden der notwendigen Konfiguration, zum Beispiel, Matrizen der Rechtecke für die flachen Displaymatrixbildschirme bilden, dabei einen gleichen Reflexionshintergrund im ganzen Arbeitsfeld der Flüssigkristallanzeige sichernd. Die Polarisationsbeschichtung wird unmittelbar auf die reflektierende Deckung oder die planierende und isolierende Unterschicht aufgetragen, die auf dem Reflektor gebildet wird.

[0328] Wenn die Reflexionsschicht aus irgendwelchen Gründen als eine Elektrode nicht zu verwenden ist oder aus dem nichtleitenden Stoff hergestellt wird, trägt man in diesem Fall die Elektroden auf die Isolierunterschicht oder unmittelbar auf den Reflektor auf. Als eine Isolierschicht kann man Polymerfolie, Aluminiumoxid, Siliziumoxid oder andere dielektrische Stoffe verwenden. Dabei kann die Polarisationsbeschichtung wie auf den Reflektor, als auch auf die Elektroden aufgetragen werden.

[0329] Für die Farbenkompensation in der durchlässigen Version der Flüssigkristallanzeige mit dem stark gedrehten Nematiker **52** wird zusätzlich die optisch anisotrope Schicht **1** mit der aufgegebenen optischen Dicke eingeführt, die auf der zweiten Platte (**Fig. 25**) plaziert. Er kann unmittelbar entweder auf die Polarisationsbeschichtung **51**, oder auf diese Beschichtung aufgetragenen Schichten **49**, **47** oder **54** (**Fig. 23**) gelegt werden. Die optisch anisotrope Schicht wird mittels des Auftragens der Polymerfolie oder des Polymerflüssigkristalls mit den in der aufgegebenen Richtung orientierten Molekülen unter der Wirkung der elektromagnetischen Kräfte oder mittels des mechanischen Dehnens während des Schichtauftragens oder nach dem Auftragen gebildet.

Außerdem kann man einen fotoanisotropen Stoff verwenden, der es ermöglicht, anisotrope Folien mit bestimmter Differenz des optischen Gangs und bestimmter Richtung der Achsen des Ellipsoids der doppelten Strahlenbrechung mittels der Fotopolymerisation des Foliestoffs mit dem polarisierten Licht zu bekommen. Siehe Patent der Russischen Föderation No. 2 013 794 (1994).

[0330] In der Reflexionsversion der Flüssigkristallanzeige mit dem Supertvist-Nematiker können zwei zusätzlichen auf beiden Platten zwischen den Polarisatoren gelegten optisch anisotropen Schichten notwendig werden. Man kann sie unmittelbar auf die Polarisationsbeschichtungen oder auf die Schichten, die auf diese Polarisationsbeschichtungen aufgetragen sind, aufbringen.

[0331] Mit Hilfe der Methoden der Fotolithografie oder Drucktechnik des Farbstoffenauftrags und Farbstoffe verschiedener Farben verwendend, kann man eine polarisierende Schicht mit verschiedenen gefärbten Gebieten bekommen, was die informativen und ergonomischen Möglichkeiten der Flüssigkristallanzeige erweitern wird.

[0332] Die Flüssigkristallzelle kann zu einem Farbumschalter auch dadurch umwandeln? Wenn man auf eine der Platten eine Polarisationsbeschichtung der neutralen grauen Farbe, und auf andere Platte zwei Polarisationsbeschichtungen **51** und **56** (**Fig. 26**), unmittelbar eine auf andere oder mit einer teilenden nicht absorbierenden Schicht **11** zwischen ihnen, aufbringt. Dabei haben die Polarisationsbeschichtungen **51** und **56** verschiedene Farbe und die gegenseitig senkrechte Richtung der Polarisationsachsen.

[0333] Anordnung der polarisierenden Elemente innerhalb der Zelle ermöglicht es auch, eine Farbversion der Matrix-Flüssigkristallanzeige (**Fig. 27**) zu verwirklichen. In einer der Versionen wird die Polarisationsbeschichtung unmittelbar auf die Farbmatrix **57** aufgetragen, die sich auf der Matrix der durchsichtigen Elektroden **47** oder auf der Unterschicht **49** befindet.

[0334] Eine Farbmatrix oder Zeichnung kann entweder mittels Aufdampfens durch die Fotoresistmaske mit dem selektiven Durchfärben der Polymerschicht mit dem entsprechenden Farbstoff, oder mittels Auftrags einer Farbstoffschicht mit Hilfe der Rasterdruckmethode oder anderer Drucktechniken hergestellt werden. Es ist offensichtlich, daß die gegenseitige Anordnung des Polarisators und der Farbmatrix nicht prinzipiell ist und von technologischen Faktoren des Schichtenauftrags bestimmt wird.

[0335] Wollen wir das Wirkungsprinzip einer Flüssigkristallanzeige mit polarisierenden Elementen, die innerhalb einer Zelle angeordnet werden, auf dem Beispiel der durchlässigen Version der Flüssigkristallanzeige aufgrund eines um 90° gedrehten Nematikers (**Fig. 22**) untersuchen. Der unpolarisierte Lichtstrom fällt auf die Flüssigkristallanzeige seitens der ersten Platte. Nach dem Durchgang durch das Substrat **44**, die durchsichtige Elektrode **46** und die planierende Unterschicht **48** wird das Licht bei dem Durchgang durch die Polarisationsbeschichtung **50** polarisiert. Wenn die Spannung auf den Elektroden fehlt, geht das polarisierte Licht durch die Flüssigkristallschicht **52**, während seine Polarisationssebene um 90° umgedreht wird, und geht ohne Abschwächung durch die zweite polarisierende Schicht **51**, Unterschicht **49**, durchsichtige Elektrode **47** und Platte **45**. Dabei wird das Gebiet der Elektroden hell aussehen. Bei der Spannungsgabe in die Elektroden umwandelt sich die gedrehte Form des Nematikers unter der Wirkung des elektrischen Feldes in eine homeotropische Form, wo die optische Achse des Nematikers senkrecht zur Ebenen der Platten **44** und **45** orientiert ist, und er hört auf, die Polarisationssebene des durch ihn durchgehenden Lichts zu drehen. Es bedeutet, daß die vom Polarisator **50** bestimmte Richtung der Polarisationssebene des Lichts während des Durchgangs des Lichts durch die Nematikerschicht nicht verändert und am Ausgang aus dem Nematiker **52** zur Richtung der Polarisation des zweiten Polarisators **51** senkrecht sein wird. Beim Durchgang des Lichts durch den Polarisator **51** wird das Licht absorbiert, und dieses Gebiet wird beim Durchscheinen dunkel aussehen. In jenen Gebieten der Flüssigkristallanzeige, wo es keine Elektroden gibt, wird die gedrehte Form des Nematikers immer gesichert, und diese Gebiete sehen immer hell aus.

[0336] Da sich bei der Lichtreflexion die Richtung des flach polarisierten Lichts nicht ändert, wird in den Flüssigkristallanzeigen des Reflexionstyps dasselbe Wirkungsprinzip erhalten. Der Unterschied besteht nur darin, daß das Licht nicht durch das Substrat **45** durchgeht, sondern zweimal durch alle anderen Elemente.

[0337] Im Falle der Flüssigkristallanzeige aufgrund eines Supertvist-Nematikers (**Fig. 25**) geht das Licht, das vom ersten Polarisator **50** flach polarisiert ist, durch den stark gedrehten Nematiker und wird in ein elliptisch polarisiertes Licht umgewandelt. Dabei erwirbt er eine bestimmte Färbung wegen der Abhängigkeit des optischen Unterschieds Gangs von der Wellenlänge. Die optisch anisotrope Schicht kompensiert die Färbung des durchgehenden Lichts so, daß am Ausgang aus der Zelle er ungefärbt wird, oder, im Gegenteil, ermöglicht es, sowohl mittels der entsprechenden Ausgangsorientierung der Achsen der Polarisationsbeschichtung gegen-

einander und zur anisotropen Schicht als auch die Dicke der anisotropen Schicht nutzend, eine nötige Färbung zu bekommen. Bei der Spannungsgabe in die Elektroden Elemente wird der Flüssigkristall aus gedrehtem Zustand in einen Einachs Zustand umgewandelt und hört auf, die Polarisations Ebene des Lichts zu drehen. Deshalb geht das Licht durch ihn ohne Veränderung der Richtung der Polarisations Ebene. Bei dem Durchgang durch die anisotrope Schicht erwirbt das Licht kreisförmige oder elliptische Polarisation, und nach dem Ausgang durch zweite polarisierende Schicht hat es eine Färbung, die zusätzlich zu seiner Färbung im ausgeschalteten Zustand ist.

[0338] Die Wirkung des Lichtumschalters wird auf der **Fig. 26** erklärt. Nach dem Durchgang durch die erste polarisierende Schicht **50** geht das Licht im Ausschaltenzustand durch den Nematiker mit der Wendung der Polarisations Ebene um 90° und durch die polarisierende Schicht **56**, deren Achse senkrecht zur Achse der ersten Polarisationsbeschichtung **50** ist, und wird von der zweiten Schicht des dichroitischen Polarisators **51** absorbiert, dessen Polarisationsachse zur Richtung der Achse der Schicht **56** senkrecht ist. Beim Einschalten der Zelle wird die Richtung der Lichtpolarisationsebene beim Durchgang durch den Flüssigkristall nicht verändert, und das Licht wird vom dichroitischen Polarisator **56** absorbiert und in andere Farbe gefärbt.

[0339] Im Falle eines Farbmatrix-Flüssigkristallanzeigeelements (**Fig. 27**) geht das Licht bei dem ausgeschalteten Element durch den Polarisator **50**, Flüssigkristall, zweiten neutralen Polarisator **51** und wird vom Farbstoff **57** selektiv absorbiert. Dabei sieht das Element entsprechend gefärbt aus. Bei dem Einschalten des Elements wird das Licht vom Polarisator **50** polarisiert, geht ohne Wendung der Polarisations Ebene durch die Flüssigkristallschicht und wird vom Polarisator **51** gesperrt. Daraufhin sieht dieses Element dunkel aus.

[0340] Wenigstens eine Polarisationsbeschichtung, die in einer beliebigen aus den auf **Fig. 22–27** angeführten Konstruktionen der Flüssigkristallanzeige verwendet ist, kann als Polarisator des Interferenztyps hergestellt werden.

[0341] In den Konstruktionen der durchscheinenden Flüssigkristallanzeigen, wo die Polarisatoren auf der äußeren Oberfläche der durchsichtigen Platten **44** und **45** untergebracht werden sollen (**Fig. 22, 23, 25–27**), kann man wenigstens einen Polarisator verwenden, der mehr als 50% des unpolarisierten auf ihn fallenden Lichts in das Licht mit linearer Polarisation umwandelt.

[0342] Auf solche, Weise ermöglicht die Nutzung eines hocheffektiven Polarisators, der wenigstens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mit wenigstens einem bei der Vergrößerung der Wellenlänge des polarisierten Lichts ansteigenden Brechungsindex enthält, sowohl ein farbiges, als auch monochromes Flüssigkristallanzeigeelement herzustellen, dessen Arten von den obenbeschriebenen Versionen nicht begrenzt werden, der sich durch erhöhte Helligkeit, Farbensättigung, gute Winkelcharakteristiken und Schattenabwesenheit auszeichnet.

Anwendungsgebiet der Erfindung

[0343] Dieser Polarisator kann in der Leuchtapparatur, optischen Modulatoren, Matrix-Systeme der Lichtmodulation, für den Schutz der wertvollen Papiersorten, Warenzeichen, in der Produktion der Polarisationsfolien, Gläser, einschließlich kaschierte Gläser für Autoindustrie, Bau, in der Architektur, Werbung, und auch für die Produktion der Massenbedarfsartikel wie Schutzbrillen, Schilde usw. verwendet werden.

[0344] Der beschriebene Flüssigkristallanzeigeelement kann man in den Mitteln der Anzeigetechnik verschiedener Bestimmung, zum Beispiel, in den flachen Flüssigkristalldisplays, einschließlich Projektionsdisplays, verwendet werden.

Bezugszeichenliste

Verzeichnis der Bezeichnungen und Benennungen der Elemente in den Figuren

1	doppelbrechende Schicht
2; 29	in der Figurebene linear polarisierte Einfalllichtkomponente
3; 4; 12	in der Figurebene linear polarisierte Komponente des reflektierten Lichts
5	senkrecht zur Figurebene linear polarisierte Einfalllichtkomponente
6; 7	senkrecht zur Figurebene linear polarisierte Komponente des reflektierten Lichts
8; 9; 10	Abhängigkeitsdiagramme "Brechungsindex/Lichtwellenlänge"
11; 30; 31; 32	isotrope Schicht

14; 41	unpolarisierter (einfallender oder durchgehender) Strahl
15	Linsen aus doppelbrechendem Stoff
16; 33	Kurzbezeichnung der optischen Achse der doppelbrechenden Schicht
17; 13; 20; 36	senkrecht zur Figurebene linear polarisierte Komponente des Durchgangslichtes
18; 23; 22	in der Figurebene linear polarisierte Komponente des Durchgangslichtes
19; 21	Sektionen der phasenhemmenden Halbwellenplatten
24	Amplitudenzonenplatte
25; 26	Sektionen der phasenhemmenden Viertelwellenplatten
27; 28	zirkular polarisiertes Durchgangslicht
34; 35	Reliefgrenze der nichtleitenden Schichten einer Phasenzonenplatte
37	Metallspiegel
38	Linsen aus dem isotropen Stoff
39	cholesterinische Flüssigkristallschicht
40	zirkulär polarisiertes reflektierte Licht
42	Polarisationsmittel zur Teilung des unpolarisierten Lichts in durchgehendes und reflektiertes linear-polarisierte Komponente (ein- oder mehrschichtig)
43	Mikroprismen
44; 45	Wandung der Flüssigkristallzelle (des Substrats)
46; 47	Elektroden der Flüssigkristallzelle
48; 49	Isolierfilme der Flüssigkristallanzeige
50; 51; 56	dichroitischer Polarisator in der Flüssigkristallzelle
52	nematische Flüssigkristallschicht der Flüssigkristallzelle
53; 54	orientierende Schicht der Flüssigkristallzelle
55	reflektierende Schicht der Flüssigkristallzelle
57	Farbmatrix der Flüssigkristallanzeige

Das Referat

[0345] Die Erfindung wird auf die Polarisatoren des Lichts und Anzeigeeinheiten auf ihrer Grundlage, insbesondere auf Flüssigkristallanzeigeelementen bezogen und kann in flachen Flüssigkristalldisplays, einschließlich Projektionsdisplays, Leuchtapparatur, optischen Modulatoren, Matrix-Systemen der Lichtmodulation usw. verwendet werden.

[0346] Die Aufgabe der Erfindung ist einen hocheffektiven Polarisator zu schaffen, welcher hohe Helligkeit und Farbensättigung des Bildes des auf seiner Grundlage hergestellten Flüssigkristallanzeigeelements gewährleisten wird.

[0347] Die gestellte Aufgabe wird durch die Nutzung bei der Herstellung des Polarisators und des die auf seiner Grundlage hergestellten Flüssigkristallanzeigeelements einer wenigstens doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht mit wenigstens einem bei der Vergrößerung der Wellenlänge des polarisierten Lichts ansteigenden Brechungsindex, d. h. mit anomaler Dispersion, gelöst.

[0348] Die Nutzung solcher Schicht ermöglicht es, sowohl dichroitische, als auch Interferenzpolarisatoren herzustellen. Außerdem ermöglicht es die Anwendung solcher Schicht, einen Polarisator zu schaffen, der bei der verhältnismäßig einfachen Konstruktion die Umwandlung praktischer Energie der Quelle der unpolarisierten Ausstrahlung in die polarisierte Ausstrahlung gewährleistet.

[0349] Die obengenannten Besonderheiten des erfundenen Polarisators aufgrund der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht mit anomaler Dispersion erlauben es, sowohl ein farbiges als auch ein monochromes Flüssigkristallanzeigeelement zu schaffen, das sich durch die erhöhte Helligkeit, Farbensättigung, guten Winkelcharakteristiken und Schattenabwesenheit unterscheidet.

Patentansprüche

1. Polarisator, der mindestens eine doppelbrechende Schicht (1) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine doppelbrechende Schicht anisotrop absorbierend ist und mindestens einen Refraktionsindex aufweist, der mit zunehmender polarisierbarer Wellenlänge des Lichts zumindest innerhalb eines bestimmten Bereichs der Wellenlängen steigt.

2. Polarisator nach Anspruch 1, der außerdem mindestens eine optisch isotrope Schicht umfasst, deren

Refraktionsindex mit einem der Indizes der doppelbrechenden Schicht zusammenfällt oder sich maximal daran annähert.

3. Polarisator nach Anspruch 1, der außerdem mindestens eine doppelbrechende Schicht umfasst, wobei ein Refraktionsindex dieser Schicht mit einem der Indizes der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht zusammenfällt oder sich maximal daran annähert, und die zweiten Refraktionsindizes der doppelbrechenden Schicht und der doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht voneinander abweichen.

4. Polarisator nach Anspruch 1, wobei mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mindestens zwei Fragmente einer unspezifizierten Form umfasst, die voneinander bezüglich der Farbe und/oder der Polarisationsachsenrichtung abweichen.

5. Polarisator nach Anspruch 4, der außerdem mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht umfasst, die mindestens zwei Fragmente einer unspezifizierten Form enthält, die voneinander bezüglich der Farbe und/oder der Polarisationsachsenrichtung abweichen.

6. Polarisator nach Anspruch 5, wobei zwischen zwei doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schichten dieser Polarisator außerdem Schichten aus transparenten, farblosen oder gefärbten Materialien umfasst.

7. Polarisator nach Anspruch 1, der außerdem eine Orientierungsschicht umfasst, bestehend aus anorganischen Materialien und/oder verschiedenen polymeren Materialien.

8. Polarisator nach Anspruch 1, der außerdem eine lichtreflektierende Schicht umfasst.

9. Polarisator nach Anspruch 8, worin die lichtreflektierende Schicht metallisch ist.

10. Polarisator nach Anspruch 1, worin mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht auf eine Oberfläche eines Substrats aufgebracht ist.

11. Polarisator nach Anspruch 10, wobei der Polarisator als dem Substrat eine doppelbrechende Platte oder Film umfasst, wobei mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht in einem Winkel von 45° zur optischen Hauptachse der Platte oder des Films gebildet ist.

12. Polarisator nach Anspruch 1, worin die doppelbrechende Schicht als eine Anordnung von Mikrolinsen oder Zonenplatten mit unterschiedlichen Brennweiten für jede der beiden orthogonal linearen Polarisationen zur Zerlegung einer Vielzahl von nicht-polarisierten Lichtstrahlen, die den Lichteinfall auf den Polarisator darstellen, zu einer Vielzahl identischer Paare von unterschiedlich polarisierten Lichtstrahlen gebildet wird, und der außerdem eine Anordnung von unterteilten doppelbrechenden oder twist-nematischen Filmen als einer Vorrichtung zur Änderung der Polarisation zumindest einer Vielzahl von identisch polarisierten Lichtstrahlen umfasst, wobei im wesentlichen alle Lichtstrahlen zu einer einzigen Polarisation umgewandelt werden, welche Anordnung der unterteilten doppelbrechenden oder twist-nematischen Filme in zumindest eine Vielzahl der transmittierten Strahlen eingebracht wird und mit der Anordnung der doppelbrechenden Mikrolinsen oder Zonenplatten der ersten doppelbrechenden Schicht optisch koordiniert wird.

13. Polarisator nach Anspruch 12, worin eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht als eine Anordnung von Volumen- oder Phasenlinsen gebildet ist.

14. Polarisator nach Anspruch 12, worin die Zonenplatte in Form einer Amplitudenzonenplatte ausgeführt ist, deren geradzahlige Zonen mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht angrenzend an mindestens eine optisch isotrope Schicht umfassen und deren ungeradzahlige Zonen aus dem optisch isotropen Material bestehen.

15. Polarisator nach Anspruch 12, worin die Zonenplatte in Form einer Phasenzonenplatte ausgeführt ist, von der mindestens ein Refraktionsindex sich entlang mindestens einer der Richtungen entsprechend einer bestimmten Gesetzmäßigkeit, einschließlich in einer nicht-monotonen Weise, ändert.

16. Polarisator nach Anspruch 12, wobei die Vorrichtung zur Änderung einer Polarisation eine unterteilte lichtdurchlässige doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mit mindestens einem Refraktionsindex umfasst, der mit zunehmender polarisierbarer Wellenlänge des Lichts zumindest innerhalb eines bestimmten

Bereichs der Wellenlängen steigt.

17. Polarisator nach Anspruch 12, wobei die Vorrichtung zur Änderung einer Polarisation in Form einer unterteilten lichtdurchlässigen doppelbrechenden Halbwellenplatte oder -schicht mit Abschnitten ausgeführt ist, die sich in Brennpunkten oder außerhalb der Brennpunkte der Anordnung der doppelbrechenden Mikrolinsen oder Zonenplatten befinden.

18. Polarisator nach Anspruch 12, worin die Vorrichtung zur Änderung der Polarisation in Form einer unterteilten lichtdurchlässigen polymerisierten ebenflächigen Schicht eines Flüssigkristalls mit der Twiststruktur, bei einer Drehung der optischen Achse des Flüssigkristalls innerhalb der Dicke dieser Schicht bei einem Winkel von 90° , ausgeführt ist, wobei sich Abschnitte in den Brennpunkten oder außerhalb der Brennpunkte der Anordnung der doppelschichtigen Mikrolinsen oder Zonenplatten befinden.

19. Polarisator nach Anspruch 12, worin die Vorrichtung zur Änderung der Polarisation in Form einer unterteilten lichtdurchlässigen achromatischen doppelbrechenden Platte ausgeführt ist.

20. Polarisator nach Anspruch 1, der außerdem eine Mikrolinsen-Anordnung oder Mikroprismen-Anordnung als einer Vorrichtung zur Umwandlung eines einfallenden nicht-polarisierten Lichts zu einer Vielzahl identischer nicht-polarisierter Lichtstrahlen umfasst, worin mindestens eine doppelbrechende Schicht als eine polarisierende Vorrichtung zur Zerlegung dieser Vielzahl von nicht-polarisierten Lichtstrahlen zu polarisierten transmittierten und reflektierten Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Polarisationen verwendet wird, und der außerdem umfasst:

eine Vorrichtung zum Ändern der Polarisation und Richtung der aus der polarisierenden Vorrichtung reflektierten Lichtstrahlen, wobei die aus der Vorrichtung zur Änderung der Polarisation rückreflektierten Lichtstrahlen im wesentlichen zur gleichen Polarisation und Richtung wie die transmittierten Lichtstrahlen umgewandelt werden; welche Vorrichtung zur Änderung der Polarisation und Richtung der Lichtstrahlen einen unterteilten Metallspiegel umfasst, der durch eine Viertelwellenplatte bedeckt ist; welcher durch eine Viertelwellenplatte bedeckte unterteilte Metallspiegel mit der Mikrolinsen-Anordnung oder Mikroprismen-Anordnung optisch koordiniert ist, und

mindestens einen Film oder Platte, auf dem all diese Vorrichtungen angebracht sind.

21. Polarisator nach Anspruch 20, worin die Mikrolinsen-Anordnung in Form von positiven zylindrischen Mikrolinsen ausgeführt ist, die die Oberfläche des Polarisators komplett bedecken.

22. Polarisator nach Anspruch 20, worin auf der ersten Oberfläche des Films oder der Platte er Mikrolinsen, einen unterteilten Metallspiegel, der mit der Mikrolinsen-Anordnung optisch koordiniert ist, und eine Viertelwellenplatte umfasst, und auf der zweiten Oberfläche er mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht umfasst.

23. Polarisator nach Anspruch 20, worin auf einer ersten Oberfläche eines Films oder einer Platte er einen unterteilten Metallspiegel und eine Viertelwellenplatte umfasst, und auf der zweiten Oberfläche eines Films oder einer Platte mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht und eine Mikrolinsen-Anordnung, die mit Abschnitten des Metallspiegels optisch koordiniert ist, aufgebracht wird.

24. Polarisator nach Anspruch 20, der außerdem mindestens zwei laminierte Filme oder Platten umfasst, wobei auf der äußeren Oberfläche des ersten Films oder Platte die erste Mikrolinsen-Anordnung angebracht wird, auf der inneren Oberfläche des ersten oder zweiten Films oder Platte der unterteilte Metallspiegel und die Viertelwellenplatte angebracht werden, auf der äußeren Oberfläche des zweiten Films oder Platte zusätzlich die zweite Mikrolinsen-Anordnung angebracht wird, die mit Abschnitten des Metallspiegels und mit der ersten Mikrolinsen-Anordnung optisch koordiniert ist, und mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht angebracht wird.

25. Polarisator nach Anspruch 20, der außerdem mindestens zwei laminierte Filme oder Platten umfasst, wobei auf der äußeren Oberfläche des ersten Films oder Platte die Mikrolinsen-Anordnung angebracht wird, auf der inneren Oberfläche des ersten Films oder Platte der unterteilte Metallspiegel angebracht wird, der mit der Mikrolinsen-Anordnung und einer Viertelwellenplatte optisch koordiniert ist, auf der äußeren Oberfläche des zweiten Films oder Platte mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht angebracht wird.

26. Polarisator nach einem der Ansprüche 1, 12 oder 20, worin mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht mindestens einen Refraktionsindex aufweist, der zur polarisierbaren Wellenlänge des Lichts zumindest innerhalb eines bestimmten Bereichs der Wellenlängen direkt proportional ist.

27. Polarisator nach einem der Ansprüche 1 oder 20 bis 25, worin mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht jene Dicke aufweist, bei der der Interferenz-Extremwert bei Ausgang aus dem Polarisator zumindest für eine linear polarisierte Lichtkomponente realisiert ist.

28. Polarisator nach Anspruch 27, worin eine Dicke mindestens einer doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht die Bedingung der Erzielung, bei Ausgang aus dem Polarisator, des Interferenz-Minimums für eine linear polarisierte Lichtkomponente und des Interferenz-Maximums für die andere orthogonal linear polarisierte Lichtkomponente erfüllt.

29. Polarisator nach einem der Ansprüche 12 oder 20, worin die polarisierende Vorrichtung mindestens zwei Schichten umfasst, von welchen Schichten mindestens eine eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht ist, und die andere eine optisch isotrope Schicht ist, deren Refraktionsindex mit einem der Indizes der doppelbrechenden Schicht zusammenfällt oder sich maximal daran annähert.

30. Polarisator nach einem der Ansprüche 12 oder 20, worin die polarisierende Vorrichtung mindestens zwei doppelbrechende Schichten umfasst, von welchen Schichten eine die anisotrop absorbierende Schicht ist, wobei ein Refraktions-Index dieser Schicht mit einem der Indizes der doppelbrechenden Schicht zusammenfällt oder sich maximal daran annähert, und die zweiten Refraktionsindizes der doppelbrechenden Schicht und doppelbrechenden anisotrop absorbierenden Schicht voneinander abweichen.

31. Polarisator nach einem der Ansprüche 1, 12 oder 20, worin zumindest ein Refraktionsindex von mindestens einer doppelbrechenden und anisotrop absorbierenden Schicht einen Maximalwert von nicht weniger als 1,9 aufweist.

32. Polarisator nach einem der Ansprüche 1, 12 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht erzeugt wird:

– aus mindestens einem organischen Salz eines dichromatischen anionischen Farbstoffs mit der allgemeinen Formel:

{Chromogen} – (XO⁻M⁺)_n, worin Chromogen ein chromophores Farbstoffsystem ist; X = CO, SO₂, OSO₂, OPO(O⁻M⁺); M = RR'NH₂; RR'R''NH; RR'R''R⁺N; RR'R⁺P, wenn R, R', R'', R⁺ = CH₃, ClC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl; YH-(CH₂-CH₂Y)_m-CH₂CH₂, Y = O, oder NH, m = 0–5; N-Alkylpyridinium-Kation, N-Alkylchinolinium-Kation, N-Alkylimidazolium-Kation, N-Alkylthiazolium-Kation etc.; n = 1–7;

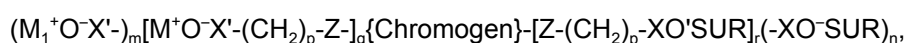
– oder aus mindestens einem asymmetrischen Salzgemisch eines dichromatischen anionischen Farbstoffs mit verschiedenen Kationen der allgemeinen Formel:



worin:

Chromogen ein chromophores Farbstoffsystem ist; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂; p = 1–10; f = 0–9; g = 0–9; n = 0–9; m = 0–9, n + f = 1–10; m + g = 1–10; X, X' = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺); M ≠ M₁, M, M₁ = H; anorganisches Kation des folgenden Typs: NH₄, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co etc.; organisches Kation des folgenden Typs: RNH₃, RR'NH₂, RR'R''NH; RR'R''R⁺N; RR'R''R⁺P, worin R, R', R'', R⁺ = Alkyl oder substituiertes Alkyl des folgenden Typs: CH₃, ClC₂H₄, HOC₂H₄, C₂H₅, C₃H₇, C₄H₉, C₆H₅CH₂, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl, YH-(CH₂-CH₂Y)_k-CH₂CH₂, Y = O, oder NH, k = 0–10; heteroaromatisches Kation des folgenden Typs: N-Alkylpyridinium, N-Alkylchinolinium, N-Alkylimidazolium, N-Alkylthiazolium etc.;

– oder aus mindestens einem Verbindungsprodukt eines dichromatischen anionischen Farbstoffs mit einem grenzflächenaktiven Kation und/oder amphoteren grenzflächenaktiven Substanz (Surfactant) der allgemeinen Formel:

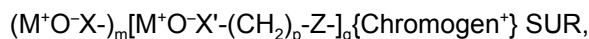


worin:

Chromogen ein chromophores Farbstoffsystem ist; Z = SO₂NH, SO₂, CONH, CO, O, S, NH, CH₂; p = 1–10; f = 0–4; g = 0–9; n = 0–4; m = 0–9, n + f = 1–4; m + g = 0–9; X, X' = CO, SO₂, OSO₂, PO(O⁻M⁺); M = H; anorganisches Kation des folgenden Typs: NH₄, Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co etc.; organisches Kation des fol-

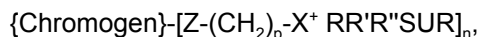
genden Typs: RNH_3 , $\text{RR}'\text{NH}_2$, $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{P}$, worin R, R', R'', R* = Alkyl oder substituiertes Alkyl des folgenden Typs: CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 - $\text{C}_{10}\text{H}_{21}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl, $\text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_k-\text{CH}_2\text{CH}_2$, Y = O, oder NH, k = 0–10; heteroaromatisches Kation des folgenden Typs: N-Alkylpyridinium, N-Alkylchinolinium, N-Alkylimidazolium, N-Alkylthiazolium etc.; $\text{K}'\text{SUR}^+$ SUR = KSUR^+ , $\text{K}'\text{SUR}^+$, AmSUR, worin: KSUR^+ und $\text{K}'\text{SUR}^+$ grenzflächenaktive Kationen sind, AmSUR eine amphotere grenzflächenaktive Substanz ist;

– oder aus mindestens einem Verbindungsprodukt eines dichromatischen anionischen Farbstoffs mit einem grenzflächenaktiven Anion und/oder einer amphoteren grenzflächenaktiven Substanz der allgemeinen Formel:



worin Chromogen ein chromophores Farbstoffsystem ist; Z = SO_2NH , SO_2 , CONH , CO, O, S, NH, CH_2 ; p = 1–10; g = 0–1; m = 0–1, m + g = 1; X = CO, SO_2 , OSO_2 , $\text{PO}(\text{O}^-\text{M}^+)$; M = N; anorganisches Kation des folgenden Typs: NH_4 , Li, Na, K, Cs, Mg, Ca, Ba, Fe, Ni, Co etc.; organisches Kation des folgenden Typs: RNH_3 , $\text{RR}'\text{NH}_2$, $\text{RR}'\text{R}''\text{NH}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{N}$; $\text{RR}'\text{R}''\text{R}^*\text{P}$, worin R, R', R'', R* = Alkyl oder substituiertes Alkyl des folgenden Typs: CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 - $\text{C}_{10}\text{H}_{21}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$, substituiertes Phenyl oder Heteroaryl, $\text{YH}-(\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Y})_k-\text{CH}_2\text{CH}_2$, Y O, oder NH, k = 0–10; heteroaromatisches Kation des folgenden Typs: N-Alkylpyridinium, N-Alkylchinolinium, N-Alkylimidazolium, N-Alkylthiazolium etc.; KSUR^+ (grenzflächenaktives Kation), SUR = ASUR^- , AmSUR, worin: ASUR^- ein grenzflächenaktives Kation ist, AmSUR eine amphotere grenzflächenaktive Substanz ist;

– oder aus mindestens einem Verbindungsprodukt eines dichromatischen anionischen Farbstoffs mit einem grenzflächenaktiven Kation und/oder einer amphoteren grenzflächenaktiven Substanz der allgemeinen Formel:



worin: Chromogen ein chromophores Farbstoffsystem ist; Z = SO_2NH , SO_2 , CONH , CO, O, S, NH, CH_2 ; p = 1–10; X = N, P; R, R', R'' = Alkyl oder substituiertes Alkyl des folgenden Typs: CH_3 , ClC_2H_4 , HOC_2H_4 , C_2H_5 , C_3H_7 , SUR = ASUR^- , AmSUR, worin: ASUR^- ein grenzflächenaktives Anion ist, AmSUR eine amphotere grenzflächenaktive Substanz ist; n = 1–4;

– oder aus mindestens einem wasserunlöslichen dichromatischen Farbstoff und/oder einem Pigment, die keine ionogenen oder hydrophilen Gruppen enthalten;

– oder aus mindestens einer niedermolekularen thermotropen flüssigkristallinen Substanz, welche ein dichromatischer Farbstoff ist oder als einer Komponente einen flüssigkristallinen und/oder einen anderen dichromatischen Farbstoff als den flüssigkristallinen Farbstoff enthält und in dieser oder einer anderen Weise, zum Beispiel nach Aufbringung einer Schicht durch Aushärten unter Anwendung von Ultraviolettbestrahlung glasiert wird;

– oder aus mindestens einem anderen polymeren Material als dem flüssigkristallinen, mit einem kontrollierten Grad an Hydrophilie, gefärbt mit einem dichromatischen Farbstoff und/oder einer Iodverbindung;

– oder aus mindestens einer polymeren thermotropen flüssigkristallinen und/oder nicht-flüssigkristallinen Substanz, umfassend in Masse gelöste und/oder mit einer Polymerkette chemisch gebundene dichromatische Farbstoffe;

– oder aus mindestens einem dichromatischen Farbstoff, der zur Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase fähig ist;

– oder aus mindestens einem dichromatischen Farbstoff der polymeren Struktur;

– oder aus mindestens einen wasserlöslichen organischen Farbstoff, der zur Bildung einer stabilen lyotropen Flüssigkristallphase der allgemeinen Formel $\{\text{Chromogen}\}(\text{SO}_3\text{M})_n$ fähig ist, worin Chromogen ein chromophores Farbstoffsystem ist; M = H^+ , ein anorganisches Kation;

– oder aus deren Gemischen.

33. Polarisator nach Anspruch 32, worin mindestens ein dichromatischen Farbstoff oder Pigment gewählt ist aus einer Reihe von Farbstoffen, die zur Bildung einer lyotropen Flüssigkristallphase fähig sind, oder aus einer Reihe von Farbstoffen, die zur Bildung einer stabilen lyotropen Flüssigkristallphase fähig sind; oder aus einer Reihe von lumineszenten Farbstoffen; oder aus der Direktfarbstoff-Klasse; oder aus der Aktivfarbstoff-Klasse; oder aus der Säurefarbstoff-Klasse; oder aus einer Reihe von Sulfosäuren der polycyclischen Farbstoffe; oder vom Typ der Polymethyn-, Cyanin-, Hemicyanin-Farbstoffe; oder vom Typ der Arylcarbon-Farbstoffe; oder vom Typ der heterocyclischen Derivate der Di- und Triarylmethane, oder der Thiopyranin-, Pyronin-, Acrydin-, Oxazin-, Thiazin-, Xanthen-, Azin-Farbstoffe; oder aus der Reihe der Küpenfarbstoffe; oder aus der Reihe der Dispersionsfarbstoffe; oder aus der Reihe der Anthrachinonfarbstoffe; oder aus der Reihe der indigoiden Farbstoffe; oder aus der Reihe der Mono- oder Polyazoverbindungen; oder aus der Reihe der Perinonfarbstoffe; oder aus der Reihe der polycyclischen Verbindungen; oder aus der Reihe der heterocyclischen Verbindungen.

schen Derivate von Anthron; oder aus der Reihe der Metallkomplex-Verbindungen; oder aus der Reihe der aromatischen heterocyclischen Verbindungen, oder aus deren Gemischen.

34. Polarisator nach einem der Ansprüche 1, 12 oder 20, worin mindestens eine doppelbrechende anisotrop absorbierende Schicht zusätzlich einen Modifikator umfasst, wobei innerhalb des Volumens des Modifikators hydrophile oder hydrophobe Polymere verschiedener Arten verwendet werden, einschließlich flüssigkristalliner, Siliciumdioxid-organischer Polymere; und/oder Weichmacher und Glasuren, einschließlich Siliciumdioxid-organischer und/oder nicht-ionogener grenzflächenaktiver Substanzen.

35. Flüssigkristall-Anzeigeelement, welches eine Schicht aus einem Flüssigkristall umfasst, die zwischen eine erste und eine zweite Platte eingebracht ist, wobei auf mindestens einer dieser Platten Elektroden und mindestens ein Polarisator nach einem der vorangegangenen Ansprüche angebracht sind.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

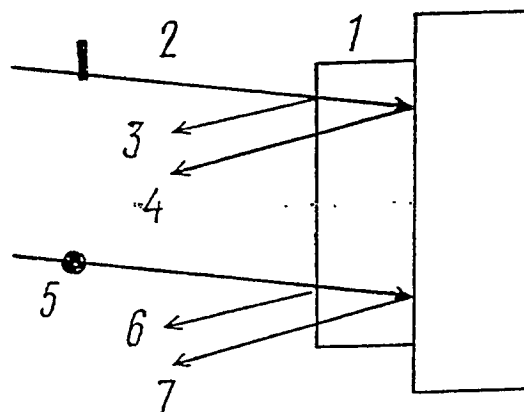


FIG. 1

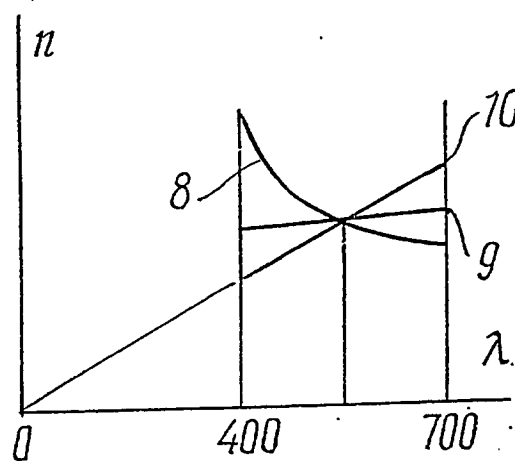


FIG. 2

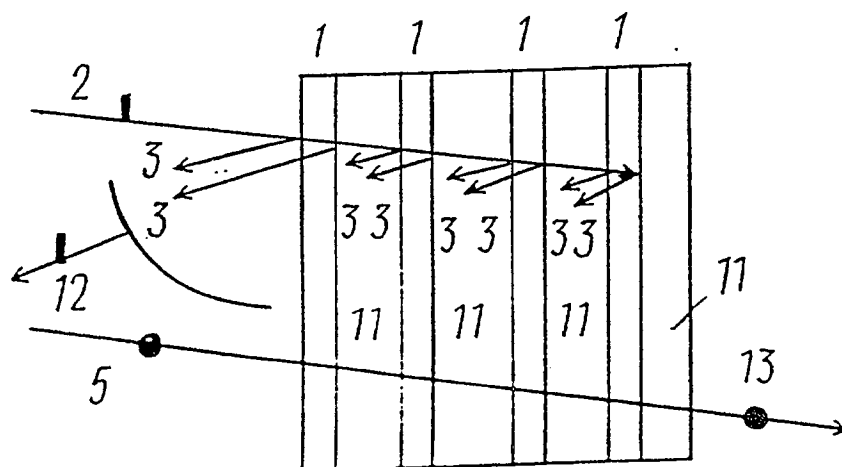


FIG. 3

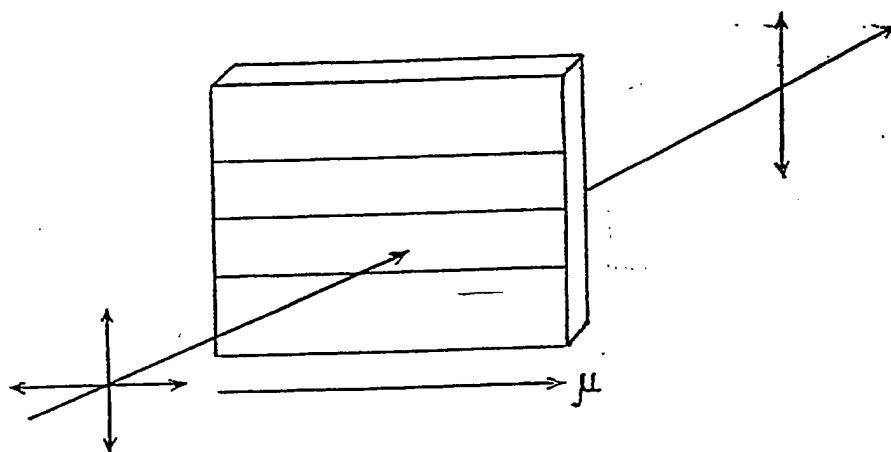


FIG. 4

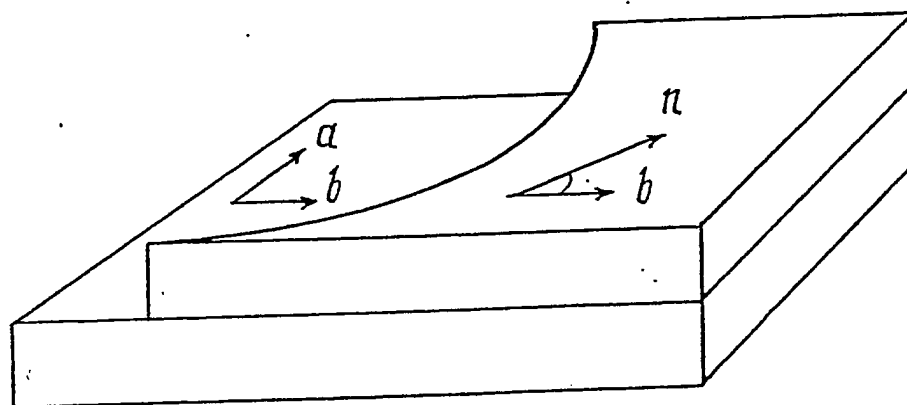


FIG. 5

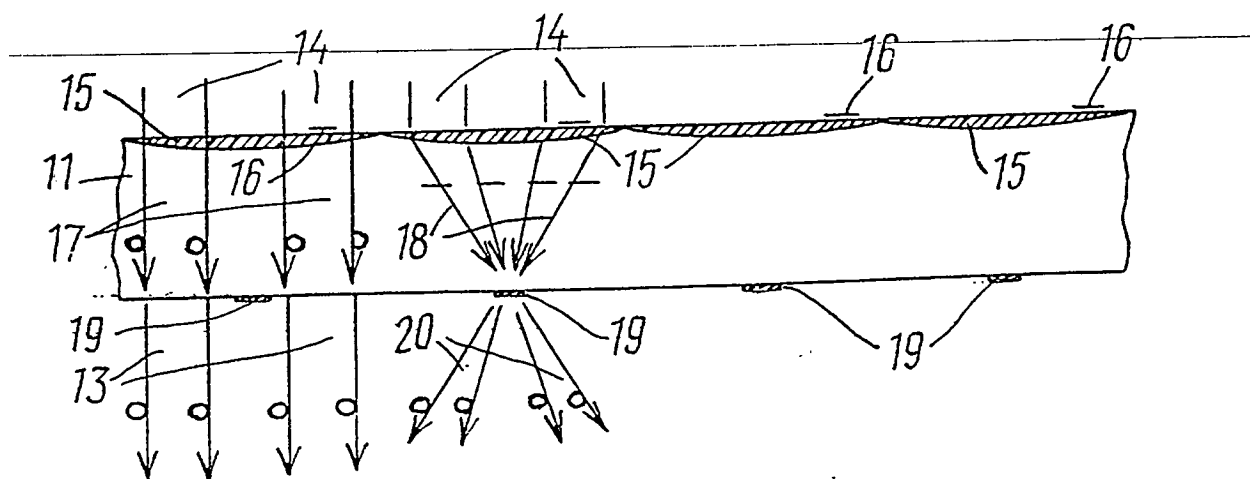


FIG. 6

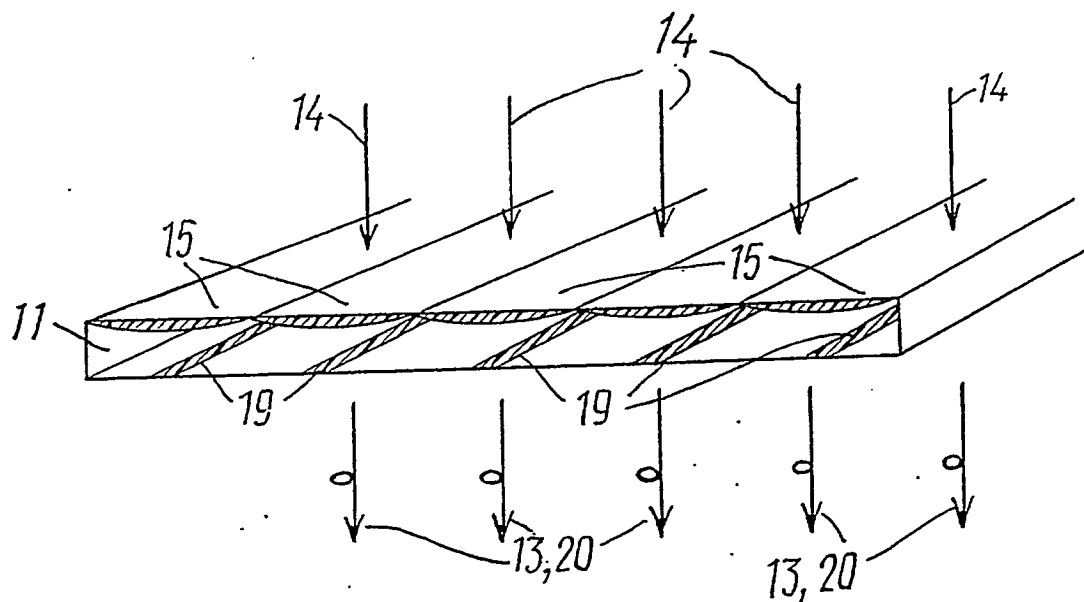


FIG. 7

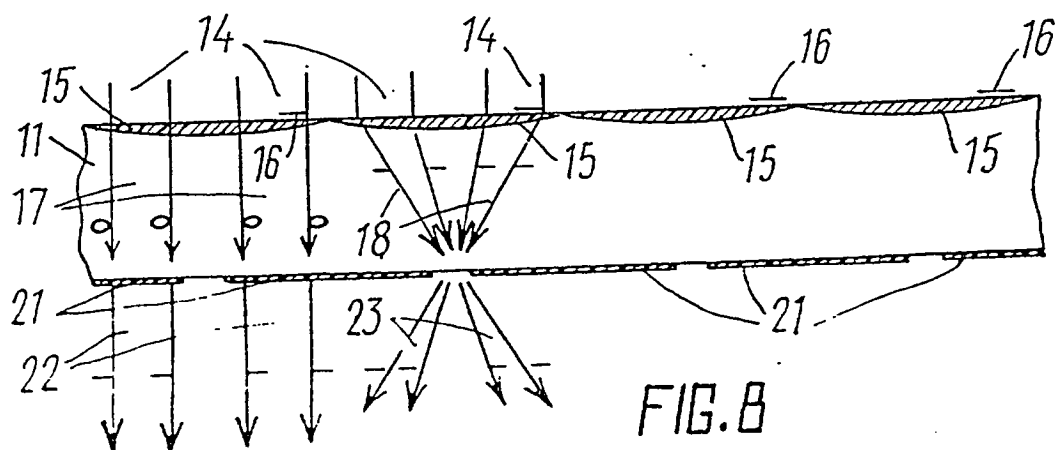


FIG. 8

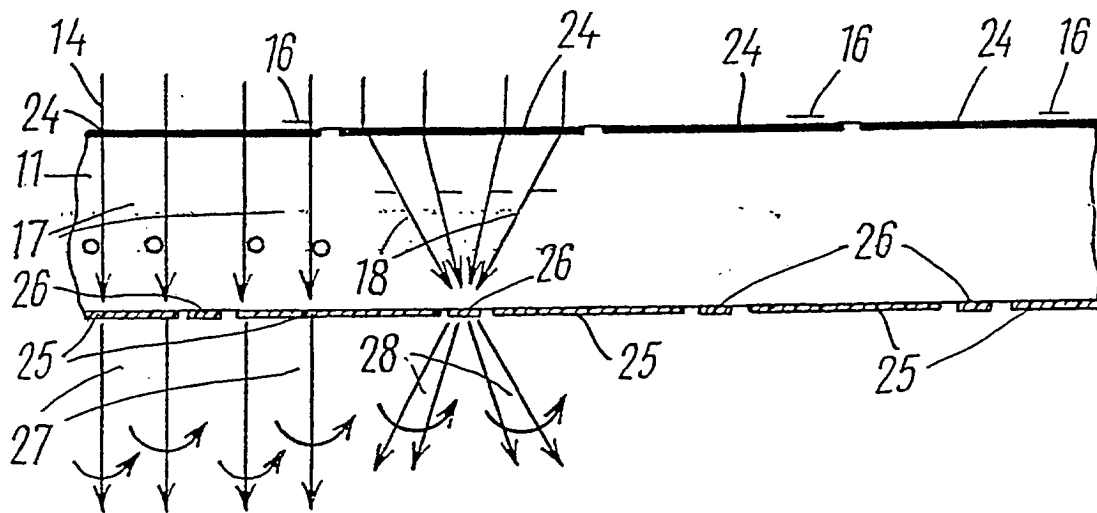


FIG. 9

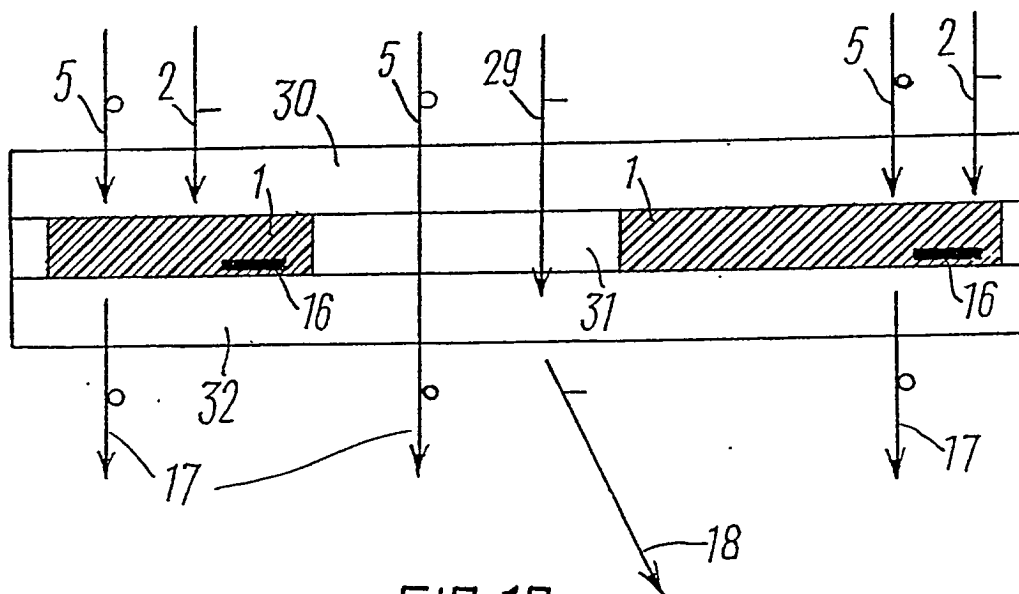


FIG. 10

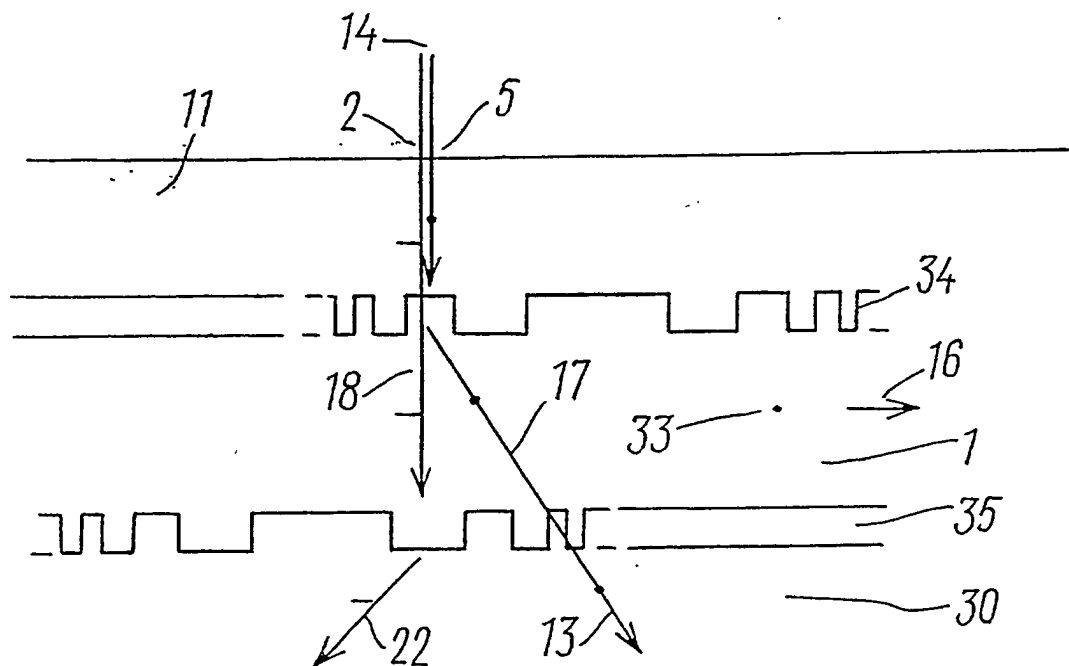


FIG. 17

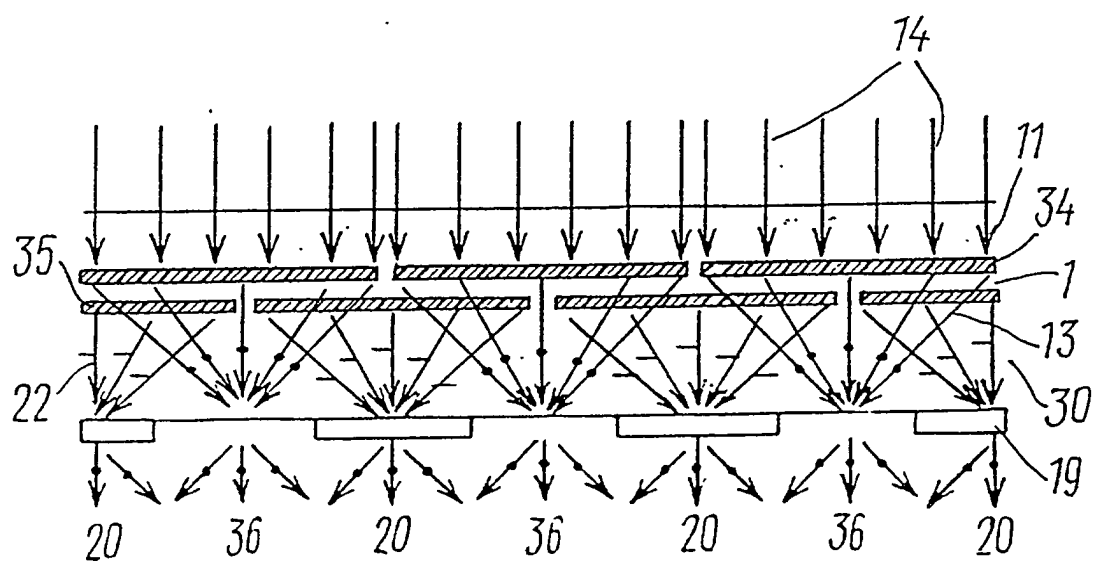


FIG. 12

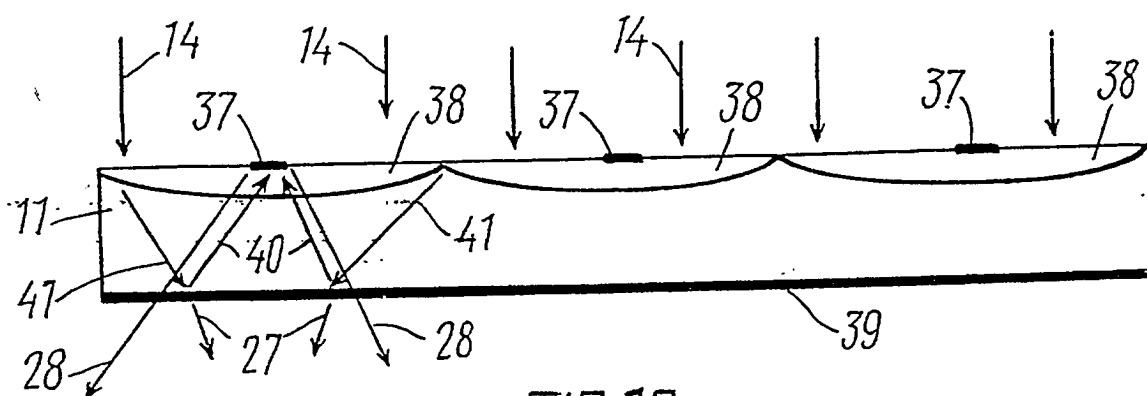


FIG. 13

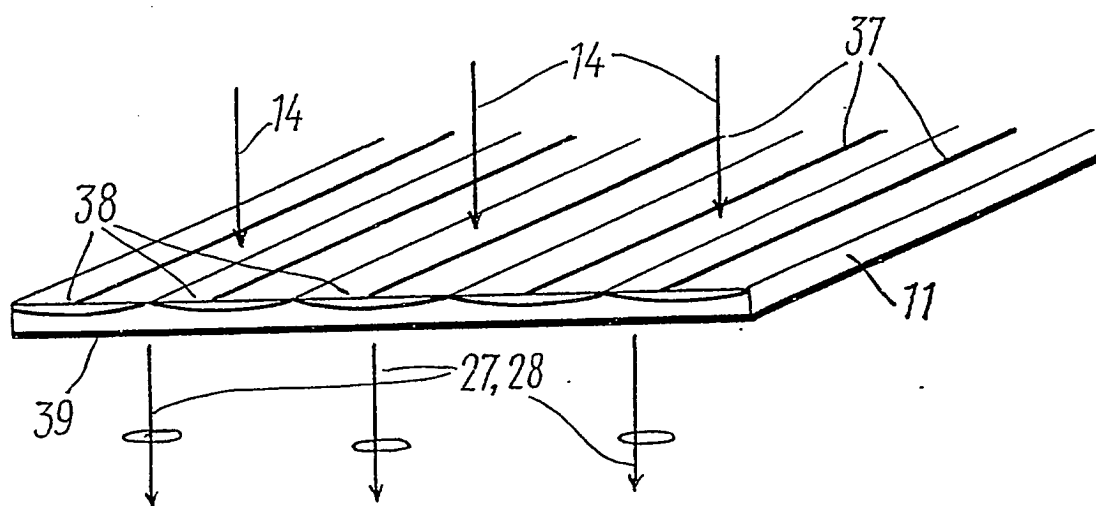


FIG. 14

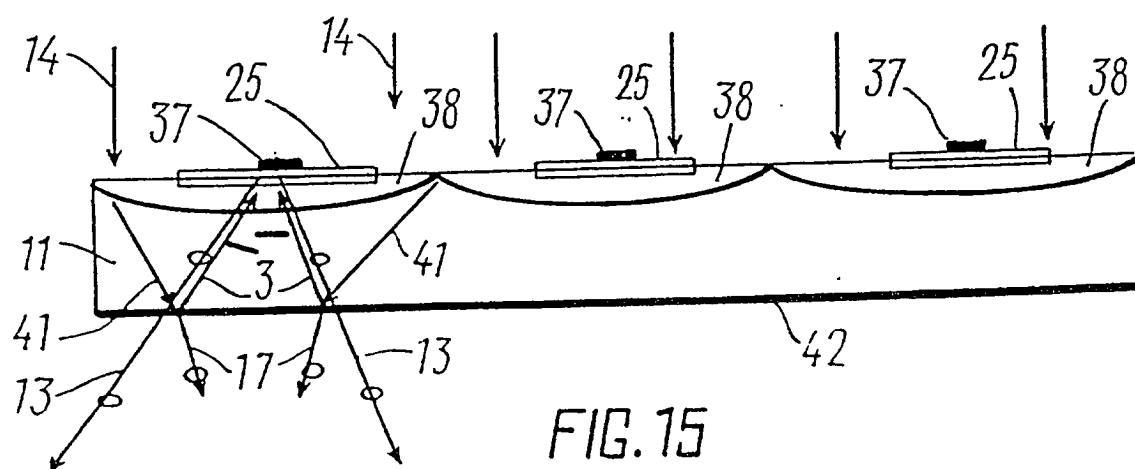


FIG. 15

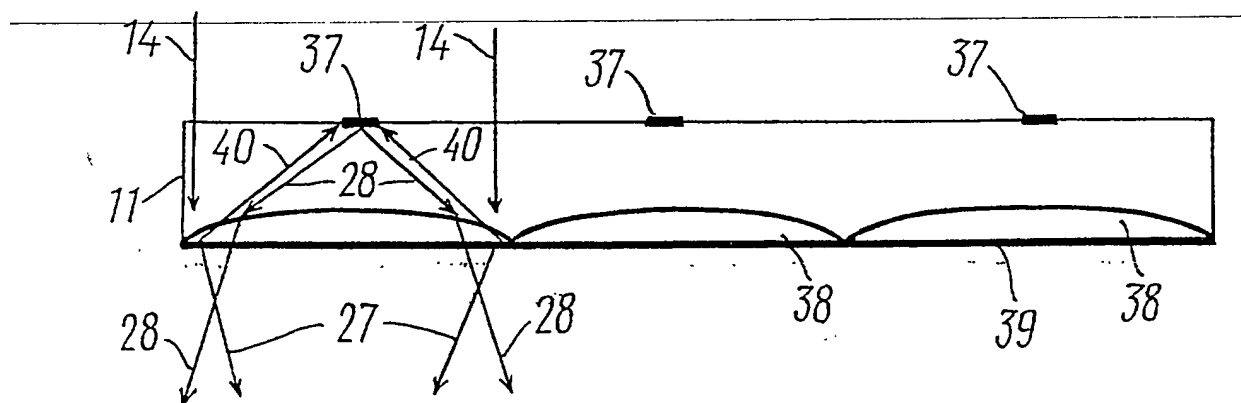


FIG. 16

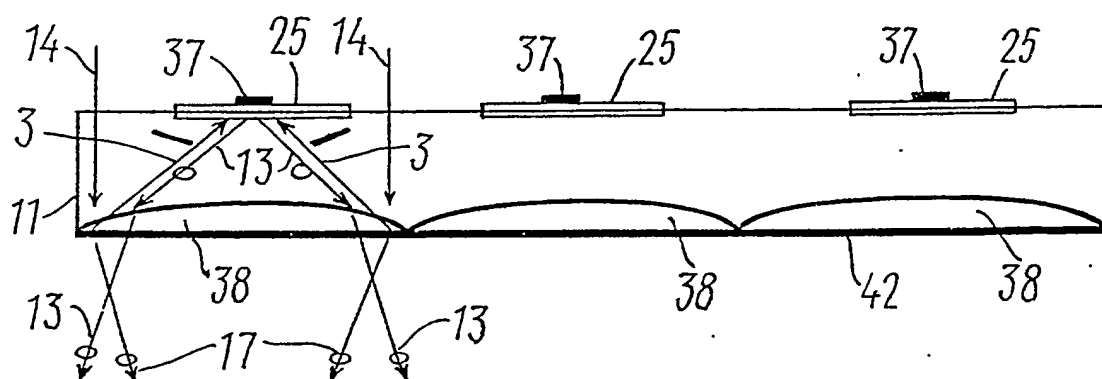


FIG. 17

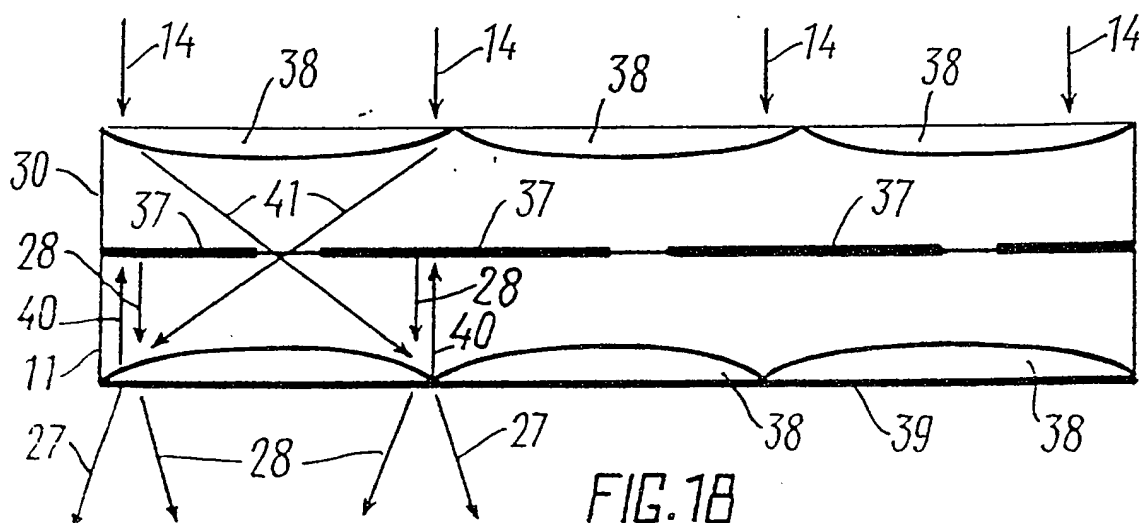
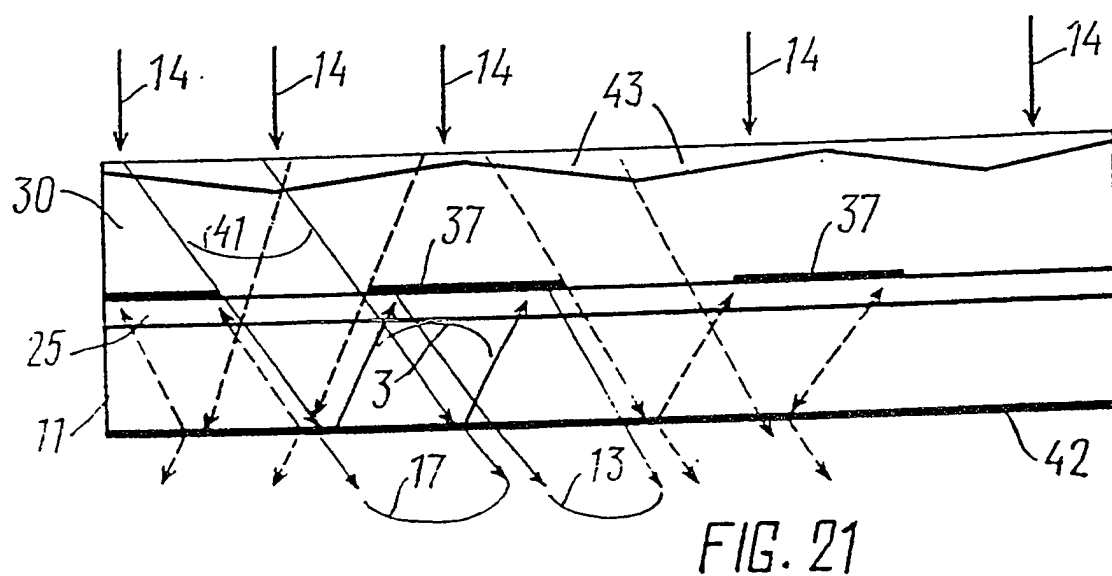
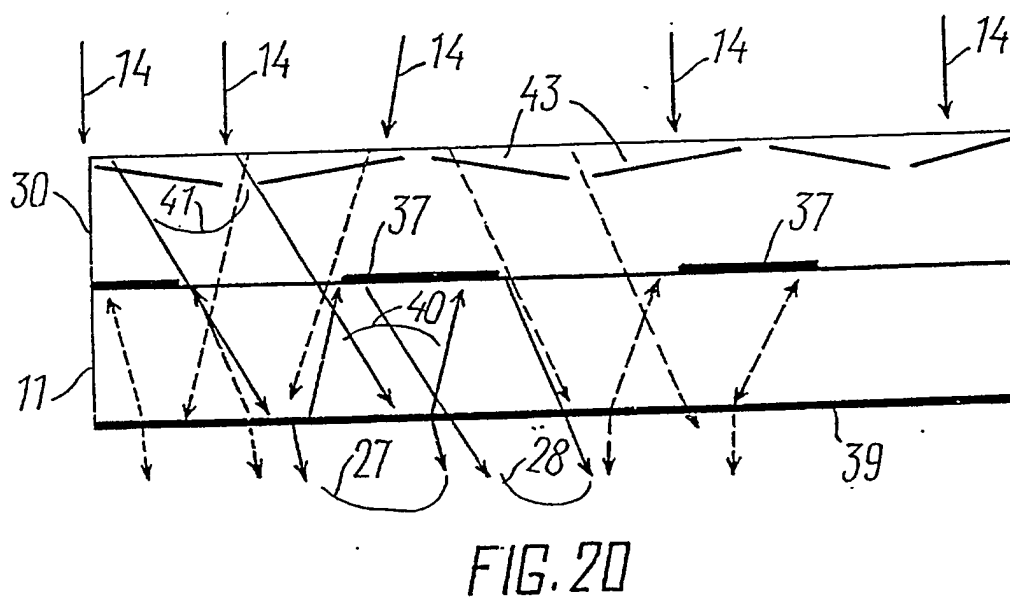
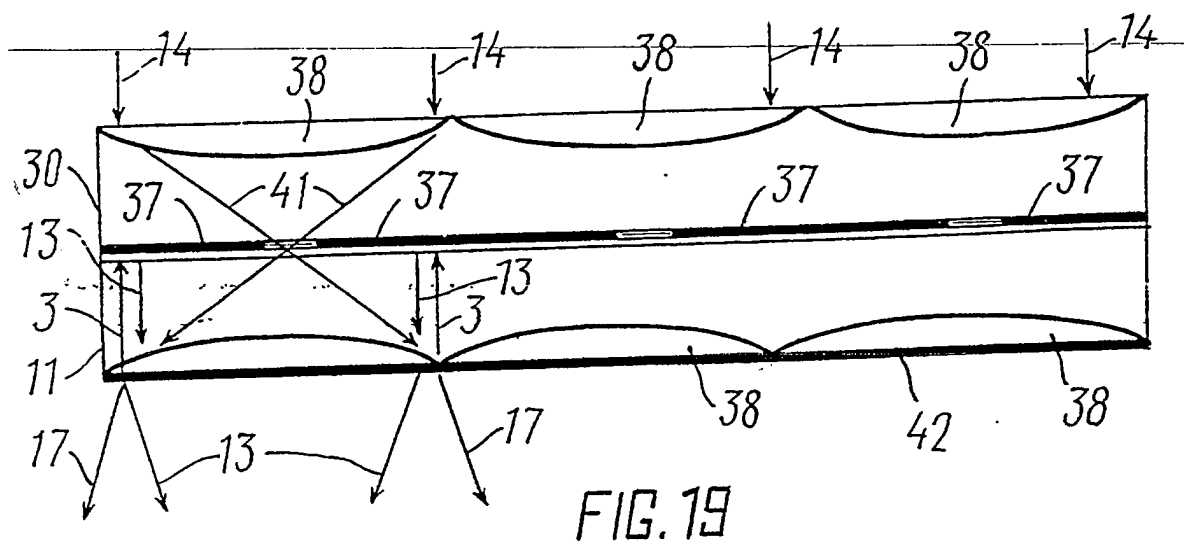


FIG. 18



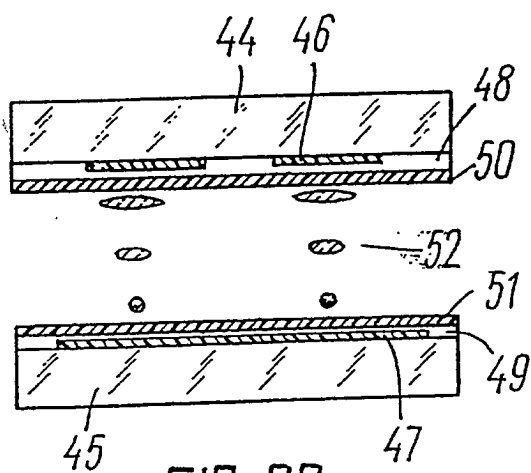


FIG. 22

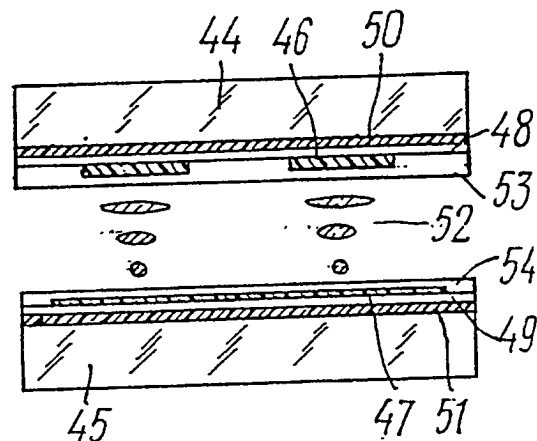


FIG. 23

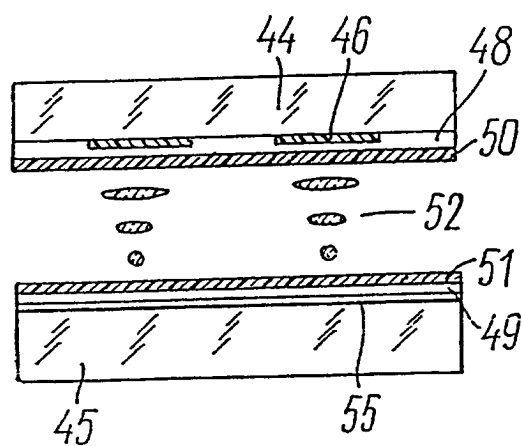


FIG. 24

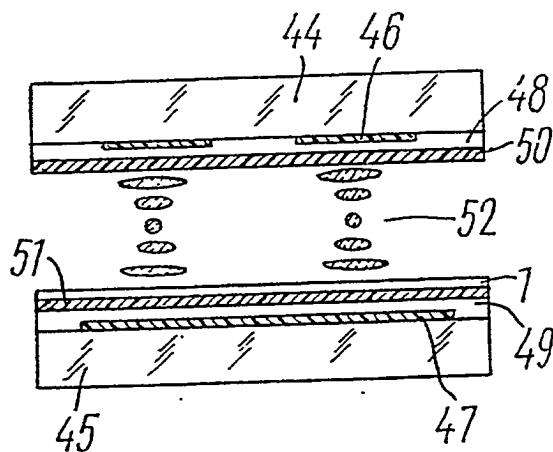


FIG. 25

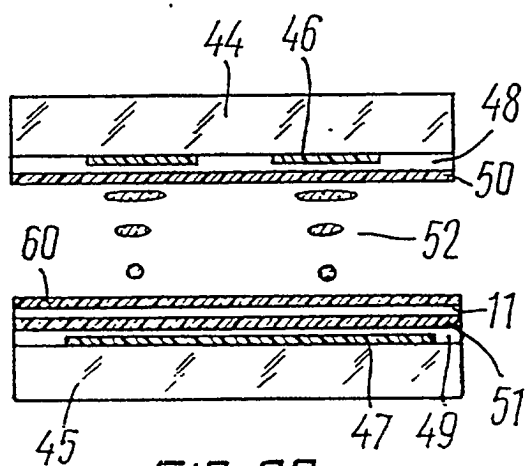


FIG. 26

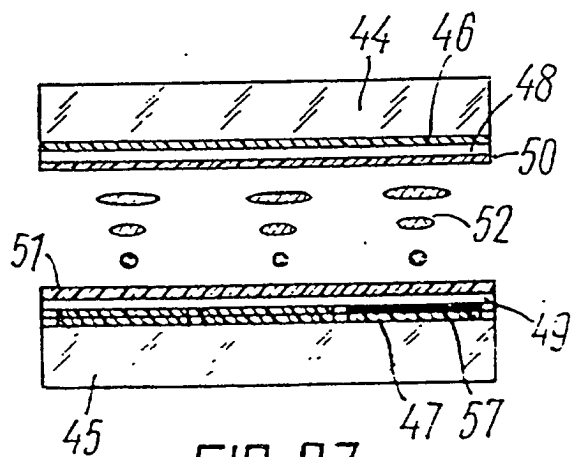


FIG. 27