



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

11

638 624

21 Gesuchsnummer: 3441/79

73 Inhaber:
The Secretary of State for Defence in Her Britannic Majesty's Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, London SW1 (GB)

22 Anmeldungsdatum: 11.04.1979

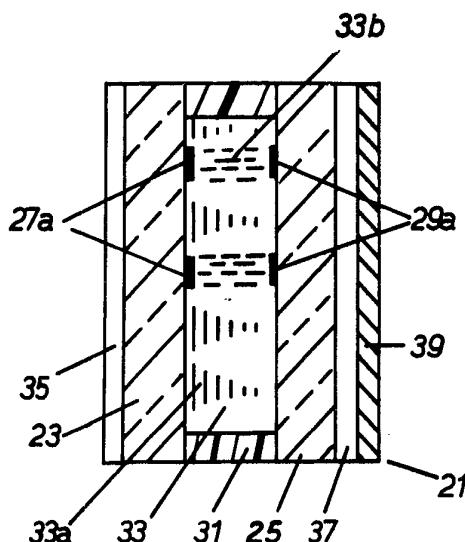
72 Erfinder:
Ian Alexander Shanks, Malvern/Worcester (GB)

24 Patent erteilt: 30.09.1983

74 Vertreter:
Bovard AG, Bern 25

54 Elektrooptisches Flüssigkristall-Anzeigegerät.

57 Eine Schicht (33) Flüssigkristallmaterial befindet sich zwischen zwei parallel zueinander angeordneten, elektrisch isolierenden Substraten (23, 25). Aus den innerenliegenden Oberflächen der Substrate befindet sich je eine transparente Elektrodenstruktur (27a, 29a). Hinter dieser Anzeigezelle ist ein Reflektor (39) angeordnet. Vorzugsweise sind an der Vorder- und Rückseite der Anzeigezelle Polarisatoren (35, 37) angeordnet. Das Anzeigegerät (21) umfasst pleochroitisches und fluoreszierendes Material. Diese beiden Materialien können wechselweise entweder im flüssigkristallinen Material gelöst oder in den Reflektor oder in einen der beiden Polarisatoren eingearbeitet sein. Das optische Transmissionsband des fluoreszierenden Materials liegt ungefähr im Bereich des optischen Transmissionsbandes des pleochroitischen Materials. Das Fluoreszenz-Emissionsband des fluoreszierenden Materials liegt ungefähr im Bereich des optischen Absorptionsbandes des pleochroitischen Materials. Die relativen Mengenanteile der pleochroitischen und fluoreszierenden Materialien sind so ausgeglichen, dass das Gerät im optischen Leuchtzustand auftreffendes Licht in Licht von annähernd neutraler Färbung umwandelt. Das Anzeigegerät zeigt im Betrieb hohe Leuchtkraft und guten Kontrast der angezeigten Symbole gegen den Hintergrund.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrooptisches Flüssigkristall-Anzeigegerät (1; 21) mit einem Vorderteil (3; 23) und einem Hinterteil (5; 25) in Form von parallel zueinander angeordneten, elektrisch isolierenden Substraten, von denen jedes eine nach innen gerichtete, eine Elektrodenstruktur (9 und 11; 27 und 29) tragende Oberfläche aufweist und zwischen den Substraten (3 und 5; 23 und 25) eine Schicht (13; 33) von Flüssigkristallmaterial angeordnet ist, wobei das Gerät unter Einwirkung eines durch Anlegen einer Spannung zwischen den Elektrodenstrukturen (9 und 11; 27 und 29) erzeugten elektrischen Feldes quer durch die Schicht (13; 33) zu einer Aufteilung in Bereiche von optisch dunklem und leuchtendem Zustand befähigt ist, mit einem Reflektor (15; 39) zur Reflexion von auf das Gerät (1; 21) auf-treffendem und durch dieses hindurchtretendem Licht, und pleochroitischen Mitteln (3, 13, 5 bzw. 15; 35, 23, 33, 25, 37 bzw. 39), die mindestens ein pleochroitisches Material umfassen, gekennzeichnet durch fluoreszierende Mittel (3, 13, 5 bzw. 15; 35, 23, 33, 25, 37 bzw. 39), die mindestens ein fluoreszierendes Material umfassen, wobei die fluoreszierenden Mittel ein optisches Transmissionsband aufweisen, das ungefähr im Bereich des optischen Transmissionsbandes der pleochroitischen Mittel liegt und die fluoreszierenden Mittel auch ein entsprechendes Fluoreszenz-Emissionsband aufweisen, das ungefähr im Bereich des optischen Absorptionsbandes der pleochroitischen Mittel liegt, und wobei die relativen Mengenanteile der pleochroitischen und fluoreszierenden Materialien so ausgeglichen sind, dass das Gerät (1; 21) im optischen Leuchtzustand dazu befähigt ist, aufstreffendes Licht in Licht von annähernd neutraler Färbung umzuwandeln.

2. Anzeigegerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in der Flüssigkristallschicht (13; 33) mindestens ein pleochroitisches Farbstoff gelöst ist, von welchem Moleküle befähigt sind, sich mit Molekülen des Flüssigkristallmaterials in gleicher Richtung zu orientieren, und dass das fluoreszierende Material in einen im Hinterteil des Gerätes angeordneten Reflektor (15; 39) eingearbeitet ist.

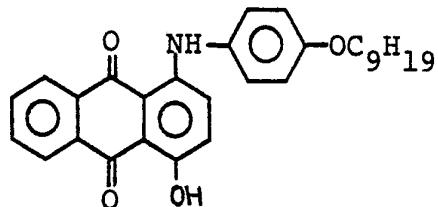
3. Anzeigegerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens ein pleochroitisches Farbstoff und mindestens ein fluoreszierender Farbstoff in der Flüssigkristallschicht (13; 33) gelöst sind, und dass Moleküle der Farbstoffe dazu befähigt sind, sich mit Molekülen des Flüssigkristallmaterials in gleicher Richtung zu orientieren.

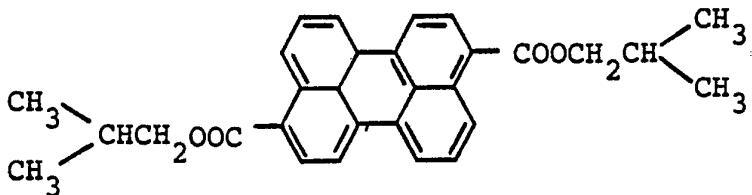
4. Anzeigegerät (21) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es einen vorderen (35) und einen hinteren (37) Polarisator aufweist, und dass in einen dieser beiden Polarisatoren (35, 37) mindestens ein pleochroitisches Material eingeschaltet ist und Moleküle davon in der Polarisationsrichtung dieses Polarisators orientiert sind, und dass in den hinteren Polarisator (37) mindestens ein fluoreszierendes Material eingearbeitet ist, wovon Moleküle in der Polarisationsrichtung dieses Polarisators orientiert sind.

5. Anzeigegerät (21) nach Anspruch 1 mit einem vorderen Polarisator (35) und einem Reflektor (39), dadurch gekennzeichnet, dass in den Reflektor (39) mindestens ein fluoreszierendes Material eingearbeitet ist, dessen Moleküle länglich und solcherart eingeengt sind, dass sie parallel in der Ebene des Reflektors (39) liegen, und dass der Reflektor (39) und der Polarisator (35) relativ zueinander solcherart angeordnet sind, dass im Leuchtzustand die Absorption von auffallendem Licht und Fluoreszenzemission optimal zusammenwirken.

6. Anzeigegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein pleochroitisches Material ein Farbstoff der Formel

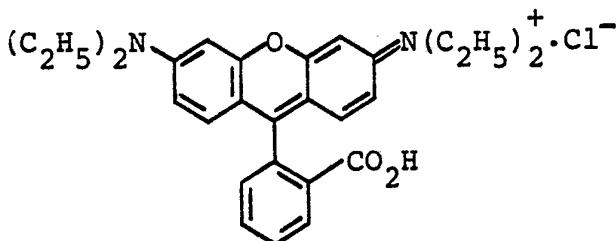


und mindestens ein fluoreszierendes Material ein fluoreszierender Farbstoff der Formel



ist.

7. Anzeigegerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in den Reflektor (15, 39) ein fluoreszierender Farbstoff der Formel



eingearbeitet ist.

In einem typischen Flüssigkristall-Anzeigegerät ist eine dünne Schicht Flüssigkristallmaterial zwischen zwei Glassub-

straten eingebettet, die auf den innenliegenden Oberflächen transparente und gemusterte Elektrodenstrukturen tragen.

50 Durch selektives Anlegen eines elektrischen Feldes quer durch die Schicht von Flüssigkristallmaterial, indem an die Elektrodenstrukturen oder entsprechende Teile davon eine Steuerspannung angelegt wird, kann eine optische Eigenschaft der Flüssigkristallschicht, beispielsweise die Reflexion, Licht-durchlässigkeit oder optische Wirkung, solcherart verändert werden, dass ein Anzeigesymbol, entsprechend der angesteuerten Elektrodenstrukturen oder Teilen dieser Strukturen, vom unverändert verbliebenen Hintergrund unterschieden werden kann.

60 Für derartige Anzeigen ist es wichtig, dass die Anzeige leuchtend und der Kontrast, monochrom oder gefärbt, zwischen dem Anzeigesymbol und dem Hintergrund hoch ist. Da jedoch Flüssigkristall-Anzeigegeräte, insbesondere solche mit Polarisatoren, im allgemeinen in gewissem Ausmass Licht absorbiieren, ist die Leuchtkraft ihrer Anzeigen, obwohl der Kontrast sehr hoch sein und beispielsweise 100:1 betragen kann, typischerweise eher schlecht. Farbeffekte und verbesserte Kombinationen von Kontrast und Leuchtkraft wurden

erzielt durch Einsatz von einem oder mehreren ausgewählten pleochroitischen, in der Flüssigkristallschicht gelösten Farbstoff(en), wobei die Farbstoff- und Flüssigkristallmoleküle durch die bekannte Gast/Wirt-Wechselwirkung zusammenwirken.

Pleochroitische Farbstoffe zeigen die physikalische Eigenschaft, dass die Absorption von in einer Ebene polarisiertem Licht in Abhängigkeit von der Orientierung der einzelnen Farbstoffmoleküle in bezug auf die Polarisationsrichtung des auf den Farbstoff auffallenden Lichtes variiert. Wenn die Polarisationsrichtung des Lichtes parallel zur Richtung der längeren Molekülachse des Farbstoffmoleküls liegt, wird das Licht stark absorbiert. Die Lichtabsorption ist jedoch viel schwächer, wenn die Polarisationsrichtung senkrecht zur längeren Molekülachse des Farbstoffmoleküls liegt. Für die Verwendung in Gast/Wirt-Flüssigkristall-Anzeigegeräten ausgewählte pleochroitische Farbstoffe zeigen nicht nur bedeutende Absorptionsunterschiede in Abhängigkeit von deren Orientierung, sondern sind auch durch die Eigenschaft ausgezeichnet, dass die intermolekulare Wechselwirkung zwischen den Molekülen dieser Farbstoffe und den Molekülen des Flüssigkristallmaterials, die als «Gast/Wirt-Wechselwirkung» bezeichnet wird, besonders stark ist, so dass die Farbstoffmoleküle durch die Flüssigkristallmoleküle orientiert werden.

Beispiele derartiger Gast/Wirt-Anzeigegeräte sind als cholesterisch/nematische Phasenwechselgeräte in der GB-PS 1410329 und als verdrillt-nematische, Schadt-Helfrich-Effekt-Geräte in der GB-PS 1472247 beschrieben. Andere Beispiele für Gast/Wirt-Geräte sind dynamische Streueffekt-Geräte und Freedericksz-Effekt-Geräte, die auch zweckentsprechende pleochroitische Farbstoffe aufweisen. Weiterer Kontrast wurde erzielt durch Verwendung von zweckentsprechenden Gemischen von pleochroitischen Farbstoffen zur Schaffung eines Kontrast-Farbzustandes neutraler Tönung, wie in der GB-PS 1507030 beschrieben.

Pleochroitische Azofarbstoffe wurden in Gast/Wirt-Geräten verwendet, waren jedoch unglücklicherweise, obwohl sie starken Pleochroismus aufweisen, relativ empfindlich gegen UV-Strahlung. Eine neue Reihe von Anthrachinon-pleochroitischen Farbstoffen ist in der Patentanmeldung GB 42810/77 beschrieben. Diese Farbstoffe ergeben, obwohl sie photochemisch relativ stabil und dadurch für Anzeigegeräte mit relativ langer Betriebsdauer nützlich sind, bei Einsatz in Geräten Kombinationen von Leuchtkraft und Kontrast, die nicht ganz so gut sind wie mit gewissen Azofarbstoffen. Es besteht somit eine Notwendigkeit zur Verbesserung der Leuchtkraft und des Kontrastes in derartigen Geräten. In verdrillten nematischen Flüssigkristall-Geräten für Verschlüsse oder Anzeigegeräte mit gefärbtem Dunkelzustand wurden auch pleochroitische Farbstoffe enthaltende Polarisatoren verwendet. Die entsprechende Färbung des Leuchtzustandes in solchen Geräten führt in ähnlicher Weise von guter Leuchtkraft und gutem Kontrast in diesen Geräten hinweg, und es besteht auch hier eine Notwendigkeit der Verbesserung.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein elektrooptisches Flüssigkristall-Anzeigegerät, das im Patentanspruch 1 definiert ist.

Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Gerät ein Gast/Wirt-Flüssigkristall-Anzeigegerät, in welchem in der Schicht von Flüssigkristallmaterial mindestens ein zweckentsprechender pleochroitischer Farbstoff gelöst ist. Das Flüssigkristallmaterial kann in diesem Fall cholester. oder nemat. oder ein Gemisch davon sein, so dass Moleküle des pleochroitischen Farbstoffs und Moleküle von Flüssigkristallmaterial sind durch Gast/Wirt-Wechselwirkung orientieren.

Das Gast/Wirt-Flüssigkristall-Anzeigegerät kann beispielsweise als ein Phasenwechselgerät von cholester. zu nemat. Phase, als dynamisches Streuungsgerät, als verdrilltes

nematisches Schadt-Helfrich-Gerät oder als Freedericksz-Effekt-Gerät ausgebildet sein, so dass die Schicht durch Anlegung des elektrischen Feldes in optisch dunkle und leuchtende Bereiche aufgeteilt wird.

5 In der Flüssigkristallschicht kann fluoreszierendes Material in Form eines Farbstoffs gelöst sein. Vorzugsweise treten die Moleküle dieses Materials mit den Molekülen des Flüssigkristallmaterials in Wechselwirkung, so dass sie zur Orientierung mit diesen Molekülen in gleicher Richtung befähigt sind.

10 Fluoreszierendes Material in Form eines Farbstoffs oder Pigmentes kann alternativ oder zusätzlich in den Reflektor, die Substrate oder in zusätzliche Polarisatoren eingearbeitet sein. Vorzugsweise können die Moleküle des fluoreszierenden Materials in einer Polarisationsrichtung oder um eine solche 15 zu ergeben orientiert sein.

Alternativ kann das Gerät ein verdrilltes nemat. Anzeigegerät sein mit an das vordere und hintere, parallel zueinander angeordnete Substrat anschliessendem vorderem und hinterem Polarisator, wobei in mindestens einen dieser Polarisatoren mindestens ein pleochroitisches Material eingearbeitet und in Polarisationsrichtung orientiert ist, und die Orientierung der längeren Molekülachsen der Moleküle des Flüssigkristallmaterials an der jeweiligen Substratoberfläche orthogonal und solchermassen verläuft, dass in Abwesenheit eines

20 elektrischen Feldes eine schraubenförmige Anordnung in einem Winkel von 90 ° oder einem anderen Winkel der Moleküle zwischen den Substraten vorliegt, wobei die Polarisationsrichtung der Polarisatoren relativ zueinander und zur orthogonalen Orientierungsrichtung der Flüssigkristallmoleküle solcherart ist, dass die Schicht von Flüssigkristallmaterial

25 in optischen dunklen und leuchtenden Zustand unterteilt werden kann durch Anlegen eines entsprechenden elektrischen Feldes quer durch die Schicht. In diesem Fall können die Polarisatoren gekreuzt oder parallel und orthogonal oder parallel zur Orientierungsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der innenliegenden Oberfläche eines der Substrate ausgerichtet sein. Das Flüssigkristallmaterial kann nematisch oder ein 30 zweckentsprechend verdünntes cholesterisches Material in Form eines Gemischs von nemat. mit einem geringen Mengen- 35 anteil cholester. Material sein.

Die Elektrodenstrukturen können je eine einzige Elektrode sein. Alternativ können die Strukturen eine Mehrzahl voneinander getrennter Elektrodensegmente darstellen, um je nach deren elektrischer Ansteuerung verschiedene Anzeigesymbole 40 zu ergeben. Beispielsweise können die Elektrodensegmente in Form der Zahl 8 aus sieben Strichsegmenten oder in Form von Reihen und Säulen zur Anzeige einer Matrix angeordnet sein. Durch wahlweise Ansteuerung der Elektroden können dann verschiedene numerische oder α-numerische Symbole dargestellt werden.

Vorzugsweise ist mindestens ein pleochroitisches Material ein 1,4- oder 1,5-substituierter Anthrachinonfarbstoff oder ein Gemisch von solchen Farbstoffen.

55 Im nachstehenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beispielsweise erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Gast/Wirt cholester./nemat.-Phasenwechsel-Flüssigkristall-Anzeigegerät;

Fig. 2 eine Draufsicht auf das Gerät gemäss Fig. 1;

60 Fig. 3 eine erläuternde und idealisierte graphische Darstellung der von Auge feststellbaren Lichtintensitätseigenschaften im Vergleich eines konventionellen pleochroitischen Farbstoff enthaltenden Anzeigegerätes gegenüber einem erfindungsgemässen Anzeigegerät;

65 Fig. 4 einen Querschnitt durch ein verdrilltes nemat. Anzeigegerät;

Fig. 5 eine Draufsicht auf das Gerät gemäss Fig. 4.

Das in Fig. 1 und 2 dargestellte cholester./nemat. Phasen-

wechsel-Anzeigegerät umfasst vordere und hintere durchsichtige Substrate in Form von Glasplatten 3 bzw. 5. Diese sind durch einen Abstandhalter 7 aus «Mylar» voneinander getrennt und dichtend miteinander verbunden und tragen auf deren nach innen gerichteten Oberflächen Elektrodenstrukturen 9 bzw. 11 mit den transparenten Zinnoxid-Elektrodensegmenten 9a-9g bzw. 11a-11g, die in Form einer Anzeigeeinheit aus sieben Einzelsegmenten angeordnet sind, wobei Einzelheiten der elektrischen Anschlüsse nicht dargestellt sind.

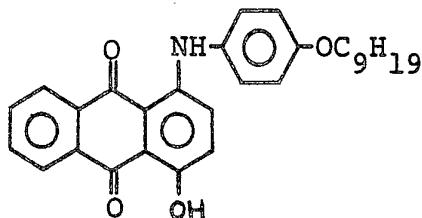
Im Zwischenraum zwischen den Glasplatten ist ein cholester. Flüssigkristallmaterial 13 mit einem geringen Mengenanteil von darin gelöstem pleochroitischem Farbstoff angeordnet. Die nach innen gerichteten Oberflächen der Substrate 3 und 5 wie auch die Oberflächen der Elektrodenstrukturen 9 und 11 sind vor dem Zusammenbau auf bekannte Art mittels eines Reinigungsmittels gereinigt und in einer inerten Atmosphäre getrocknet und eingebrannt, so dass die Moleküle des cholester. Materials eine metastabile, fokalkonische Konfiguration annehmen. Alternativ können die Oberflächen der Substrate 3 und 5 und der Elektrodenstrukturen 9 und 11 mit einem oberflächenaktiven Mittel, wie Lecithin oder einem Organosilan, behandelt oder kann dieses oberflächenaktive Mittel in geringem Mengenanteil dem Flüssigkristallmaterial zugesetzt werden.

Hinter dem hinteren Substrat 5 ist ein Reflektor 15, beispielsweise ein weißer Karton, angeordnet.

In dieser Ausführungsform umfasst das cholester. Flüssigkristallmaterial 94 Gew.% eines eutektischen Biphenylgemischs E 8 der BDH Chemicals Ltd. of Poole, Dorset, Großbritannien, und 6 Gew.% cholester. Biphenylmaterial CB 15 der gleichen Lieferfirma. Das Flüssigkristallgemisch E 8 besteht aus 43 Gew.% 4-n-Pentyl-4'-cyanobiphenyl, 17 Gew.%

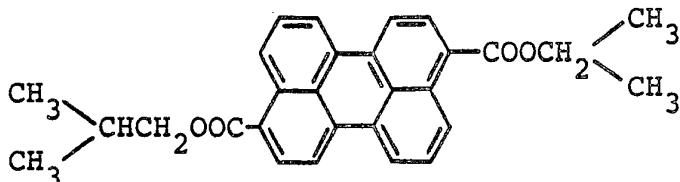
4-n-Propyloxy-4'-cyanobiphenyl, 13 Gew.% 4-n-Pentyloxy-4'-cyanobiphenyl, 17 Gew.% 4-n-Octyloxy-4'-cyanobiphenyl und 10 Gew.% 4-n-Pentyl-4'-cyanoterphenyl.

Diesem cholester. Flüssigkristallmaterial ist als löslicher pleochroitischer Farbstoff der 1,4-substituierte Anthrachinonfarbstoff D 16 der gleichen Lieferfirma der Formel



in einem Mengenanteil von 0,5-2 Gew.%, abhängig von der Dicke der Schicht und dem erwünschten Ausmass von Absorption, zugesetzt. Für eine Dicke der Flüssigkristallschicht von 12 µm beträgt der Mengenanteil des Farbstoffs üblicherweise 1,7 Gew.%. Dieser Farbstoff und dessen Verwendung in Flüssigkristall-Anzeigegeräten sind in der Patentanmeldung GB 42810/77 beschrieben. Der Farbstoff ist durch extensive Absorption im optischen Spektralbereich von 25 500-650 nm mit Absorptionspeak im Spektralband von 550-600 nm gekennzeichnet und zeigt eine charakteristische Blaufärbung.

In der beschriebenen Ausführungsform ist der Reflektor 15 in Form eines weißen Kartons durch Anwendung eines 30 zweckentsprechenden fluoreszierenden Materials modifiziert. In diesem Fall wurde der Farbstoff «Perilene Fluorol» Grün/Gold, C.I. 59075 der Formel



in einem flüchtigen Lösungsmittel, wie Aceton, gelöst und als Farbanstrich auf den weißen Karton 15 aufgetragen. Die Auftragsmenge des fluoreszierenden Farbstoffs wird wie nachstehend beschrieben kontrolliert und eingestellt.

Ohne diese Modifikation würde das beschriebene Anzeigegerät konventionell folgendermassen funktionieren: In Abwesenheit eines elektrischen Feldes nehmen die Flüssigkristallmoleküle 13a die stabilere planare Konfiguration an, d.h. die längere Achse jedes Moleküls verläuft in einer Schraubenform, deren Achse senkrecht zu den innenliegenden Oberflächen der Substrate 3 und 5 verläuft. Aufgrund der Gast/Wirt-Wechselwirkung zeigen die Moleküle des pleochroitischen Farbstoffs eine Orientierung mit ihren längeren Moleküllachsen parallel oder nahezu parallel zu den innenliegenden Oberflächen der Substrate 3 und 5. Wenn somit Licht auf das vordere Substrat 3 des Anzeigegerätes fällt, werden die nicht blauen Komponenten des Spektrums des weißen Lichtes stark absorbiert und das Licht, das durch das vordere Substrat 3 zurückgestreut wird, erscheint dem Auge eines Beobachters in stark dunkler Blaufärbung. Wenn nun ein elektrisches Feld quer zu einem Teil der Flüssigkristallschicht 13 angelegt wird, durch Anlegen einer Spannung zwischen den Elektroden 9b und 11b, werden die durch dieses Feld erfassten Flüssigkristallmoleküle 13b mit positiver dielektrischer Anisotropie parallel zum elektrischen Feld orientiert, d.h. deren längere Moleküllachsen werden senkrecht zur Ebene der Flüssigkristallschicht 13 ausgerichtet und nehmen die nemat. Phase an. Durch Gast/Wirt-Wechselwirkung werden auch die Moleküle

des pleochroitischen Farbstoffs mit ihren längeren Moleküllachsen senkrecht zur Schichtebene orientiert. In diesem Zustand ist die Absorption der nicht blauen Lichtkomponenten schwächer als vorher, und das auftreffende Licht durchdringt das hintere Substrat 5 bis zum weißen Kartonreflektor 15. Durch diffuse Reflexion von diesem weißen Kartonreflektor 15 wird das Licht durch das Anzeigegerät hindurch zum Auge des Betrachters reflektiert. Obwohl dieses Licht, welches das Auge des Betrachters erreicht, heller ist als vorher, zeigt es trotzdem eine gewisse Blaufärbung, welche vom optimal erzielbaren Kontrast hinwegführt. Auf diese Art erfolgt der Leuchztzustand in diesem Bereich des Anzeigegerätes im Sichtbereich des Betrachters im Umfang der Elektrode 9b im Kontrast zum Dunkelzustand des übrigen Hintergrundes im Sichtbereich des Betrachters entsprechend dem blaugefärbten, rückstreuenden cholester. Zustand. Gegen diesen Hintergrund ist somit ein Anzeigesymbol in Form eines Minuszeichens sichtbar.

Bei Aufhebung des elektrischen Feldes kehren die Flüssigkristallmoleküle in die cholester. Phase zurück und nehmen die 60 ursprüngliche fokalkonische Konfiguration an, d.h. die längere Achse jedes Moleküls verläuft in Schraubenform, deren Achse senkrecht zu den innenliegenden Oberflächen der Substrate 3 und 5 liegt, so dass wiederum eine starke Rückstreuung von blauem Licht erfolgt.

Durch die vorstehend beschriebene Modifikation unter Einsatz eines fluoreszierenden Materials kann jedoch die Blaufärbung des Leuchztzustandes kompensiert werden, indem

ein Teil der Blaukomponenten zu oder nahezu zu Komplementärkomponenten umgesetzt wird, so dass dem Licht eine nahezu neutrale Färbung verliehen wird.

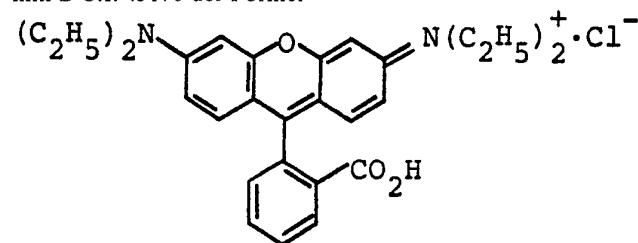
Genau neutrale Färbung in der in der Farbphotographie gültigen Bedeutung entspricht dem Licht, das die Farbempfänger des Auges, d.h. die Empfänger für rot, grün und blau, in gleichem subjektivem Ausmass anregt und zu weisser Lichtempfindung dämpft. Zur Erzielung dieses Idealzustandes würde vollkommene Spektralanpassung und genauer Ausgleich der respektiven Mengenanteile benötigt, so dass genau der richtige Mengenanteil und die richtige Färbung von dem durch das pleochroitische Farbmaterial durchtretenden Licht durch das fluoreszierende Farbmaterial absorbiert und in genau den richtigen Mengenanteil und die richtige Färbung des Lichtes zur Erzielung dieser Wirkung umgesetzt würde. Dieses Idealverhalten ist in Fig. 3 der Zeichnungen graphisch dargestellt. Die Achsen dieses Diagramms zeigen die subjektive Intensität I gegen die Wellenlänge des Lichtes λ in Å. Weisses Licht der Intensität I_0 ist im Diagramm durch die Linie a dargestellt. Diese Linie entspricht eher dem normalisierten subjektiven Eindruck als der messbaren physikalischen Intensität. Bekanntlich ist das Auge am meisten empfindlich für gelbgrünes und weniger empfindlich für blaues oder rotes Licht an den äusseren Enden des sichtbaren Spektrums. Ein von einem unmodifizierten Anzeigegerät zu erwartender typischer Eindruck des Leuchtzustandes ist im Diagramm durch die Kurve b dargestellt. Der höchste Punkt dieser Kurve liegt im blauen Bereich und sinkt für Licht grösserer Wellenlänge gegen das rote Ende des Spektrums hin ab. Bei Einsatz eines Gemisches von pleochroitischen Farbstoffen kann der Überschuss von blau bzw. kurzwelliger Färbung durch Absorption kompensiert werden, beispielsweise mit dem in der GB-PS 1507030 beschriebenen Farbstoffgemisch. Eine idealisierte Darstellung dieses Eindrucks der normalisierten Intensität I_1 ist im Diagramm durch die gestrichelte Linie c dargestellt. Falls jedoch anstelle eines Gemisches von pleochroitischen Farbstoffen ein Gemisch von pleochroitischen und fluoreszierenden Farbstoffen eingesetzt wird, ist eine neutrale Färbung von etwas höherer Intensität I erzielbar, wie im Diagramm durch die Linie d dargestellt. Dieser Idealzustand ist erzielbar durch Absorption von Licht blauer Färbung entsprechend der schraffierten Fläche A im Diagramm, die mittels fluoreszierendem Licht grösserer Wellenlänge entsprechend der schraffierten Fläche B im Diagramm umgesetzt wird.

In Geräten für den praktischen Einsatz ist jedoch eine annehmbare Annäherung an neutrale Färbung erzielbar. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform absorbiert der angegebene Grün/Gold-Farbstoff die durch den pleochroitischen Farbstoff D 16 durchgetretene Blaufärbung und fluoresziert, indem dieses absorbierte Licht in Licht grösserer Wellenlänge, d.h. grünlichgelb, umgesetzt wird, das komplementär oder zumindest nahezu komplementär ist. Die Konzentration des auf den weissen Kartonreflektor 15 aufgetragenen Fluoreszenzfarbstoffs kann durch mehrere Aufträge der Farbstofflösung variiert und der optimale Kontrast und die bestmöglich erzielbare angenäherte neutrale Färbung von Auge beurteilt werden.

Es ist zu beachten, dass der genannte Grün/Gold-Farbstoff nach Konzentrierung und Trocknung in der beschriebenen Art andere Spektraleigenschaften aufweist als in der gelösten Form. Bessere Resultate wurden erzielt, indem dieser Farbstoff «Perilene Fluorol» Grün/Gold in einer im Handel erhältlichen weissen Anstrichfarbe gelöst wurde, beispielsweise der Korrekturfarbe «Snopake» von Colyer & Southey Limited, wobei der Mengenanteil des Grün/Gold-Farbstoffs auf optimale Kontrastwirkung eingestellt werden kann.

Es ist zu beachten, dass die Spektralanpassung weiter verbessert und damit bessere Annäherung an neutrale Färbung

erzielt werden kann durch Zusatz von anderem pleochroitschem Färbematerial zum Flüssigkristallmaterial oder durch Zusatz von anderem fluoreszierendem Farbstoff zum Reflektor. Beispielsweise kann der fluoreszierende Farbstoff Rhoda-5 min B C.I. 45170 der Formel



10 in Aceton gelöst und dem Gemisch des genannten Grün/Gold-Farbstoffs und der weissen Anstrichfarbe «Snopake» zugesetzt werden, um zusätzliche rotkompensierende Komponenten mit entsprechender Absorption von Grünkomponenten zu schaffen, wobei die relativen Mengenanteile zur Erzielung 20 der besten Kontrastwirkung ausgeglichen werden können.

Alternativ zum Einsatz des weissen Kartonreflektors 15 kann die Rückseite des hinteren Substrats 5 mit weisser Farbe angestrichen werden. In diesem Fall kann das fluoreszierende Material in Form eines Pigmentes oder Farbstoffs mit der 25 weissen Anstrichfarbe vermischt, oder alternativ kann ein fluoreszierender Farbstoff in der Flüssigkristallschicht 13 gelöst werden. Da der weisse Anstrich dicht am Substrat 5 anliegt, d.h. in gutem optischem Kontakt mit der Glasplatte steht, wird auffallendes Licht reflektiert und fluoreszierendes Licht, auch 30 wenn der fluoreszierende Farbstoff in der Flüssigkristallschicht gelöst ist, zum Auge des Betrachters rückgestreut.

Der farbstoffbehandelte weisse Kartonreflektor 15 kann auch durch andere Reflektoren ersetzt werden. Der Reflektor 15 kann in einem gewissen Ausmass die Polarisation des dar-35 auf fallenden Lichtes beibehalten und in Form eines Kartons oder einer anderen Trägerfolie vorliegen und mit Aluminium- oder einer ähnlichen metallischen Anstrichfarbe bemalt sein oder in Form eines Blattes aus Polystyrol- oder Polypropylenfasern vorliegen. Ein anderer Streureflektor kann aus einer 40 mikroporösen Polypropylenfolie bestehen, die zur Schaffung länglicher Poren vorgängig verstrekt wurde, wobei die Poren mit Flüssigkristallmaterial imprägniert sind, so dass die längeren Molekülachsen des Flüssigkristallmaterials durch die längliche Porenform orientiert werden. In diesem Fall kann fluoreszierendes Farbmaterial im Flüssigkristallmaterial gelöst 45 werden. Eine derartige Folie könnte allein als Streureflektor verwendet oder ergänzt werden durch eine zusätzlich dahinter angebrachte Polarisationsfolie und einen Spiegel oder anderen Reflektor, der die Polarisation beibehält, beispielsweise Aluminiumfarbe oder ein Blatt aus Polystyrol- oder Polypropylenfasern, wie in der GB-PS 1509180, entsprechend der US-PS 50 4048358, beschrieben.

Der Reflektor kann auch unter Verwendung einer stark gefärbten fluoreszierenden Karte oder eines anderen Streureflektors und eines weissdurchlässigen Streuvorsatzes aufgebaut werden, so dass eine weissstichige Reflexion mit dem erwünschten Ausmass an Fluoreszenzfärbung erhalten wird.

Das in Fig. 4 und 5 dargestellte, verdrillte nemat. Anzeigegerät 21 umfasst parallel angeordnete vordere und hintere 60 Substrate 23 und 25 in Form von Glasplatten, wovon jede an der innenliegenden Oberfläche eine Elektrodenstruktur aufweist. Jede Elektrodenstruktur 27 und 29 umfasst einen Anzeigeteil 27a und 29a in Form des Buchstabens A und einen Anschlussteil 27b und 29b. Beide Strukturen sind solcherart 65 angeordnet, dass nur die Anzeigeteile miteinander übereinstimmen. Die Substrate sind durch einen Abstandhalter 31 aus «Mylar» voneinander getrennt und dichtend miteinander verbunden. Im Zwischenraum ist ein verdünntes cholester. Flüs-

sigkristallmaterialgemisch 33 angeordnet, das nemat. Material mit positiver dielektrischer Anisotropie und einen geringen Mengenanteil eines damit mischbaren cholester. Materials umfasst. Die innenliegenden Oberflächen der Substrate 23 und 25 und die Elektrodenstrukturen 27 und 29 wurden durch Reiben in einer einzigen Richtung und solcherart vorbehandelt, dass die längeren Molekülachsen der Flüssigkristallmoleküle auf bekannte Art eine 90° Schraubenform 33a annehmen. Der geringe Mengenanteil des cholester. Materials wurde zugesetzt, dass der natürliche Drehsinn und die Steigung des verdünnten cholester. Gemischs dem Drehsinn und der Steigung der 90° Schraubenlinie entspricht, wie in den GB-PS 1472 247 und 1478 592 beschrieben. Anstossend an die äusseren Oberflächen der Substrate 23 und 25 sind vorderer und hinterer Polarisator 35 und 37. Der vordere Polarisator 35 ist solcherart ausgerüstet, dass dessen Polarisationsrichtung parallel zur Richtung des Reibens des entsprechenden Substrates 23 und somit zur Orientierung der Flüssigkristallmoleküle nahe dieses Substrats verläuft. Der hintere Polarisator 37 ist gefärbt und enthält einen linear orientierten pleochroitischen Farbstoff, der durch selektive Absorption von Farbkomponenten des Lichtes gekennzeichnet und parallel zu dessen Transitionsmoment, üblicherweise dessen längerer Achse, im unteren Teil des sichtbaren Spektrums, d.h. rot bis grün, polarisiert ist. Die Moleküle des pleochroitischen Farbstoffs sind solcherart orientiert, dass deren längere Achsen effektiv parallel angeordnet und orthogonal zu diesen Achsen eine einzige Polarisationsrichtung ergeben. Der hintere Polarisator 37 ist so ausgerichtet, dass dessen Polarisationsrichtung parallel zur Polarisationsrichtung des vorderen Polarisators 35 verläuft. Als hinterer Abschluss des Anzeigegerätes ist hinter dem hinteren Polarisator 37 ein Reflektor 39 angebracht. Das Anzeigegerät enthält auch fluoreszierendes Farbmaterial, das in der beschriebenen Ausführungsform in den Reflektor 39 eingearbeitet ist. Ausserdem soll der Reflektor 39 vorzugsweise die Polarisierung des darauf fallenden Lichtes in gewissem Ausmaße beibehalten.

Als Flüssigkristallmaterial kann ein Gemisch von 4,4'-n-Pentyl-cyanobiphenyl, enthaltend 0,2 Gew.% Cholesterylmonanoat, in einer Schichtdicke von 12 µm zum Einsatz gelangen, und als pleochroitischer Farbstoff kann der bereits erwähnte Anthrachinonfarbstoff D16 eingesetzt werden.

Der gefärbte hintere Polarisator 37 kann eine mit dem pleochroitischen Farbstoff imprägnierte und danach solcherart verstreckte Folie aus Polyvinylalkohol sein, dass die Farbstoffmoleküle mit der längeren Achse in Verstreckungsrichtung orientiert sind.

Bei Auffallen von weissem Licht auf die Vorderseite des beschriebenen Anzeigegerätes dringt dieses durch den vorderen neutralen Polarisator 35 und tritt in dessen Polarisationsrichtung polarisiert aus diesem aus. Bei Durchtritt durch die Flüssigkristallschicht in Abwesenheit eines elektrischen Feldes wird die Polarisationsebene dieses Lichtes um 90° gedreht, und das Licht wird in einer Polarisationsebene reflektiert, die längeren Molekülachsen des pleochroitischen Farbstoffs entspricht, der im hinteren gefärbten Polarisator 37 enthalten ist. Die Komponenten des Lichtes im unteren Teil des sichtbaren Spektrums, d.h. rot bis gelb, werden dann entsprechend den Absorptionseigenschaften des pleochroitischen Farbstoffs stark gedämpft, während die Komponenten im oberen Teil des sichtbaren Spektrums, d.h. grün bis blau, geringfügig oder gar nicht gedämpft werden. Dieses Licht tritt dann mit den Molekülen des fluoreszierenden Farbstoffs in Wechselwirkung, und dessen Spektrum wird durch fluoreszierende Umsetzung modifiziert, wobei die Grün- bis Blaukomponenten verdünnt werden. Dieses verdünnte Licht wird dann durch den hinteren Polarisator 37 reflektiert, wobei etwas des fluoreszierenden

Lichtes absorbiert und der Rest in den Teil des Anzeigegerätes dringt, wo der restliche Teil des fluoreszierenden Lichtes im vorderen Polarisator 35 absorbiert wird. Dieses Licht ergibt somit einen dunklen, grünen bis blauen Hintergrund.

Wenn nun quer zu der zwischen den Anzeigeteilen 27a und 29a der Elektrodenstrukturen liegenden Schicht 33 aus Flüssigkristallmaterial ein elektrisches Feld angelegt wird, schwenken die längeren Molekülachsen des Flüssigkristallmaterials zu einer parallelen Orientierung mit dem elektrischen Feld, wodurch im Bereich 33b der Leuchtzustand entsteht. Bei Durchtritt von Licht durch diesen Bereich wird dessen Polarisationsebene beibehalten. Wie vorstehend beschrieben durchdringen Komponenten des Lichtes im oberen Teil des Spektrums den Polarisator 37 mit geringer oder ohne Verdünnung, während Komponenten im unteren Teil des sichtbaren Spektrums verdünnt werden, jedoch in viel geringerem Ausmass als vorher, da in diesem Fall die Polarisationsebene des Lichtes quer zu den längeren Molekülachsen des pleochroitischen Farbstoffs verläuft. Das Spektrum des den Polarisator 37 durchdringenden Lichtes wird wiederum durch teilweise Fluoreszenz-Umsetzung modifiziert, wobei die hinzugefügten fluoreszierenden Komponenten in diesem Fall die bereits vorhandenen und nicht absorbierten Rot- bis Gelbkomponenten ergänzen. Nach der Reflexion durch den Reflektor 39 verläuft das Licht zurück durch das Anzeigegerät und dessen Spektrum wird erneut durch schwache Verdünnung einer Polarisationsebene im Polarisator 37 und durch starke Verdünnung der orthogonalen Polarisationsebene modifiziert.

Es erscheint somit entsprechend dem Leuchtzustand des Bereichs 33b das Anzeigesymbol A. Die Spektralabsorption und die Mengenanteile des pleochroitischen Farbstoffes und des fluoreszierenden Materials werden so ausgeglichen, dass der Leuchtzustand angenähert neutrale Färbung aufweist.

Natürlich kann durch 90° Verdrehung der Polarisatoren 35 und 37 gegeneinander der Leucht- und Dunkelbereich umgekehrt werden, so dass das Anzeigesymbol A auch dunkel, gegen einen hellen und neutralen Hintergrund, erscheint, und in jedem Fall können der vordere neutrale Polarisator 35 und der hintere gefärbte Polarisator 37 gegeneinander ausgewechselt werden. Eine alternative Art von Reflektor mit eigenen Polarisations-eigenschaften, wie in der GB-PS 1509 180 beschrieben, der jedoch anstelle von dichroitischem Farbstoff fluoreszierenden Farbstoff enthält, wird aus folgendem Grund bevorzugt. Wenn der Farbpolarisator 35 wie vorstehend beschrieben vor der Flüssigkristallschicht liegt, wird aus dem Anzeigegerät 21 austretendes Licht in einer von zwei Ebenen abhängig davon polarisiert, ob das Licht durch einen Bereich der Flüssigkristallschicht mit ein- oder ausgeschaltetem elektrischem Feld hindurchtrat. Bei Ersatz des hinteren neutralen Polarisators unter Verwendung eines anisotropen fluoreszierenden Reflektors, d.h. eines Reflektors, in welchem die Moleküle des fluoreszierenden Farbstoffs länglich und mit deren längeren Molekülachsen parallel und in der Ebene des Reflektors orientiert sind, und Ausrichtung des Reflektors zur Erzielung maximaler Absorption und Fluoreszenzumsetzung im Leuchtzustand, kann neutrale Färbung unter geringer Absorption des fluoreszierenden Lichtes erzielt werden.

Bei Verwendung eines isotropen Reflektors in Verbindung mit dem hinteren neutralen Polarisator wäre eher mehr Absorption des fluoreszierenden Lichtes unvermeidbar.

Der anisotrope fluoreszierende Reflektor kann mit Vorteil auch nur als Reflektor hinter einer gefärbten Anzeige eines Anzeigegerätes, bestehend aus einem neutralen Polarisator 35, einer Flüssigkristallzelle und einem gefärbten Polarisator 37, eingesetzt werden, da bei genauer Orientierung des fluoreszierenden Reflektors das in einer Ebene polarisierte fluoreszierende Licht im Leuchtzustand unter geringer Absorption reflektiert wird.

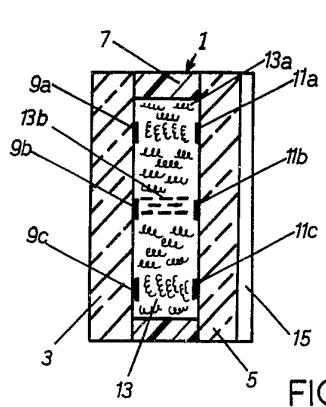


FIG. 1

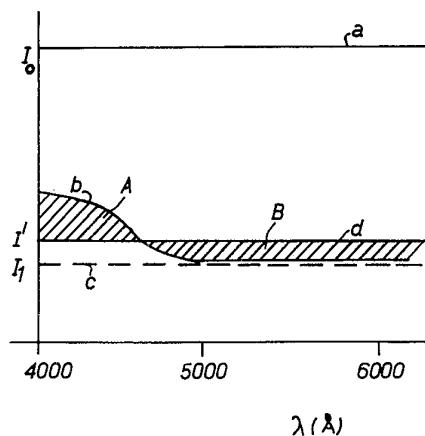


FIG. 3

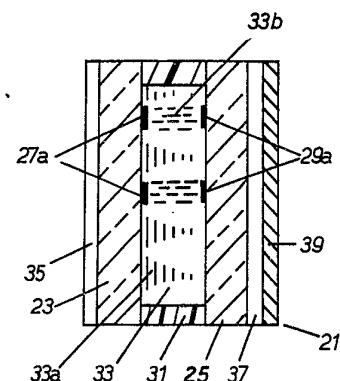


FIG. 4

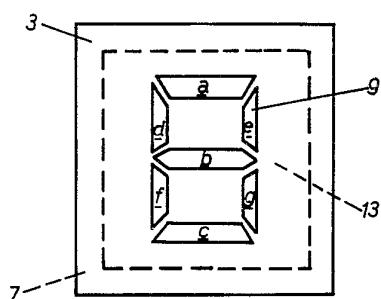


FIG. 2

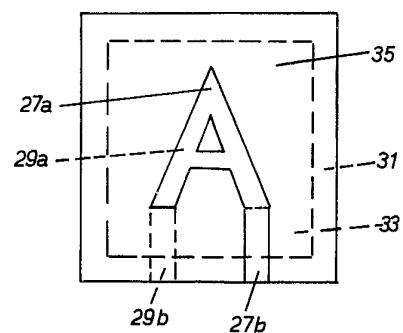


FIG. 5