



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 40 42 747 B4** 2009.10.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **P 40 42 747.1**
 (22) Anmeldetag: **09.01.1990**
 (43) Offenlegungstag: **11.07.1991**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **08.10.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G02F 1/1343** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung aus:
P 40 00 451.1

(73) Patentinhaber:
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

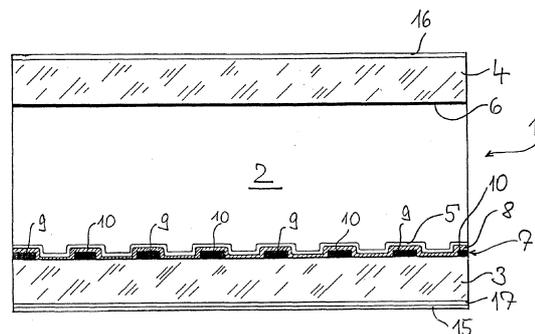
(72) Erfinder:
Baur, Günter, Dr., 79117 Freiburg, DE; Fehrenbach, Waltraud, 81673 München, DE; Weber, geb. Staudacher, Barbara, 77955 Ettenheim, DE; Windscheid, Friedrich, 79112 Freiburg, DE; Kiefer, Rudolf, Dr., 79279 Vörstetten, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

US	43 45 249	A
US	39 81 559	A
US	37 74 989	A
JP	64-0 33 521	A

(54) Bezeichnung: **Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement**

(57) Hauptanspruch: Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement, umfassend eine Flüssigkristallschicht (2), die in einer Ausgangsorientierung verankert ist, in welcher die Lichttransmission des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements (1, 18, 28) einen vorbestimmten Betrag zwischen 0% und 100% hat, und eine Umorientierungseinrichtung (7, 11) zum Umorientieren der Flüssigkristallschicht (2) in eine aktuelle Orientierung, in welcher das elektrooptische Flüssigkristallschaltelement (1, 18, 28) eine veränderte Lichttransmission hat, wobei die Umorientierungseinrichtung eine felderzeugende Struktur (7) umfassend Elektroden (9, 10) zum Erzeugen eines die Umorientierung bewirkenden elektrischen Feldes umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Feld der felderzeugenden Struktur (7) eine parallel zur Flüssigkristallschicht (2) ausgerichtete Feldkomponente hat, dass diese parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente die überwiegende Komponente des elektrischen Feldes ausmacht und, dass die Elektroden (9, 10) alternierend in wenigstens zwei zur Flüssigkristallschicht (2) parallelen Ebenen angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement, umfassend eine Flüssigkristallschicht (2), die in einer Ausgangsorientierung verankert ist, in welcher die Lichttransmission des elektrooptischen Flüssigkristallelements (1, 18, 28) einen vorbestimmten Betrag zwischen 0% und 100% hat, und eine Umorientierungseinrichtung (7, 11) zum Umorientieren der Flüssigkristallschicht (2) in eine aktuelle Orientierung, in welcher das elektrooptische Flüssigkristallschaltelement (1, 18, 28) eine veränderte Lichttransmission hat, wobei die Umorientierungseinrichtung eine felderzeugende Struktur (7) zum Erzeugen eines die Umorientierung bewirkenden elektrischen Feldes umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische Feld der felderzeugenden Struktur (7) eine parallel zur Flüssigkristallschicht (2) ausgerichtete Feldkomponente hat, dass dieses parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente die überwiegende Komponente des elektrischen Feldes ausmacht und, dass die Elektroden (9, 10) alternierend in wenigstens zwei zur Flüssigkristallschicht (2) parallelen Ebenen angeordnet sind.

[0002] Solche elektrooptische Flüssigkristallschaltelemente werden insbesondere in Flüssigkristalldarstellungseinrichtungen, wie beispielsweise in Bildschirmen von Fernsehgeräten, Computern, Schaltzentralen und von anderen Einrichtungen, Anlagen o. dgl. zum Schalten der Bildpunkte dieser Flüssigkristalldarstellungseinrichtungen, das heißt zur Veränderung der Helligkeit und/oder Farbe eines Bildpunkts, verwendet.

[0003] Derartige bekannte elektrooptische Flüssigkristallschaltelemente sind beispielsweise von M. Schadt und F. Leenhouts in „Appl. Phys. Lett.“, Vol. 50, Seite 236 ff. (1987), sowie von T. J. Scheffer und J. Nehring in „J. Appl. Phys.“, Vol. 58, Seite 3022 ff. (1985), ferner von L. Pohl, G. Weber, R. Eidenschink, G. Bauer und W. Fehrenbach in „Appl. Phys. Lett.“, Vol. 38, Seite 497 ff. (1981) und von M. Schadt und W. Helfrich in „Appl. Phys. Lett.“, Vol. 18, Seite 127 ff. (1971) beschrieben.

[0004] JP 64-033521 A beschreibt einen optischen Modulator mit einer Flüssigkristallanzeige mit „Memory Effekt“, die ferroelektrische Flüssigkristalle enthält und eine streifenförmige Elektrode besitzt.

[0005] In US 3,447,989 A, US 3,981,559 A und US 4,345,249 A werden jeweils verschiedene Flüssigkristallanzeigen mit interdigitalen Elektroden beschrieben. US 3,774,989 A beschreibt Flüssigkristallanzeigen mit passiver Multiplexsteuerung, bei denen sich die Reihen- und Zeilenelektroden, die durch einen Isolator voneinander getrennt sind, überkreuzen. US 3,981,559 A beschreibt Flüssigkristallanzeigen mit interdigitalen Elektroden auf beiden Seiten der Flüssigkristallschicht. US 4,345,249 A beschreibt Flüssigkristallanzeigen, die mittels einer aktiven Matrix angesteuert werden. In diesen Druckschriften sind alle interdigitalen Elektroden in der selben Ebene angeordnet und kammförmig ausgebildet.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, interdigitale Elektroden einfacher auszubilden.

[0007] Bei bisher bekannten und derzeit kommerziell verfügbaren Flüssigkristalldarstellungseinrichtungen, die auch als Flüssigkristalldisplays bezeichnet werden, ist der Beobachtungs- bzw. Betrachtungswinkelbereich, das heißt der Winkelbereich, aus dem heraus eine mittels der Flüssigkristalldarstellungseinrichtung erzeugte Darstellung ohne wesentliche optische Verfälschung wahrgenommen werden kann, erheblich eingeschränkt, weil der Kontrast der Darstellung ziemlich stark vom Betrachtungswinkel abhängt.

[0008] Diese Winkelabhängigkeit des Kontrasts der bekannten Flüssigkristalldarstellungseinrichtungen ist, wie hier beigefügte Untersuchungsergebnisse zeigen, eine Folge der Ausrichtung des elektrischen Feldes, mittels dessen die Flüssigkristallschicht aus ihrer Ausgangsorientierung in eine jeweils aktuelle Orientierung umorientiert wird. Dieses elektrische Feld wird in der Weise erzeugt, dass eine elektrische Spannung zwischen den leitfähigen Schichten angelegt wird, die auf den Substraten vorgesehen sind, zwischen denen die Flüssigkristallschicht eingeschlossen ist, so dass das auf diese Weise erzeugte elektrische Feld senkrecht zu den Substratebenen und damit senkrecht zur Flüssigkristallschicht verläuft.

[0009] Durch die Untersuchung, die im Rahmen der vorliegenden Erfindung durchgeführten worden sind, wurde festgestellt, dass es die durch ein solches elektrisches Feld bewirkte Deformation des Flüssigkristalls ist, die eine stark ausgeprägte Winkelabhängigkeit der Transmission des Flüssigkristallschaltelements und damit des Kontrasts zur Folge hat.

[0010] Durch die vorliegende Erfindung wurde nun gefunden, dass die Winkelabhängigkeit der Transmission und damit des Kontrasts bei einem elektrooptischen Flüssigkristallschaltelement der eingangs genannten Art, insbesondere mit nichtferroelektrischem Flüssigkristall, weitestgehend beseitigt wird, wenn erfindungsgemäß

das elektrische Feld der felderzeugenden Struktur eine überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente hat.

[0011] Wie die hier beigefügten Untersuchungsergebnisse über die Winkelabhängigkeit der Transmission bei erfindungsgemäßen Flüssigkristallschaltelementen zeigen, ist die Transmission bei den erfindungsgemäßen Flüssigkristallschaltelementen im Vergleich mit den bekannten Flüssigkristallschaltelementen praktisch nicht mehr winkelabhängig.

[0012] Das elektrische Feld mit der überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichteten Feldkomponente kann dadurch erhalten werden, dass die felderzeugende Struktur Streifen- oder Linienelektroden umfasst, die parallel zueinander und parallel zur Flüssigkristallschicht verlaufen und alternierend mit einem unterschiedlichen elektrischen Potential beaufschlagt sind.

[0013] Die erfindungsgemäßen Ausbildungen einer solchen felderzeugenden Struktur sind so ausgebildet, dass

(a) die Streifen- oder Linienelektroden alternierend in wenigstens zwei zur Flüssigkristallschicht parallelen Ebenen angeordnet sind, wobei die beiden Ebenen insbesondere von den beiden entgegengesetzten Oberflächen einer isolierenden Folie, Dünnpfplatte, Schicht o. dgl. gebildet sein können.

[0014] Eine Weiterbildung des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente einen Ausrichtungswinkel, der größer als 0° und kleiner als 90° ist, mit der Ausgangsorientierung bildet, welche die Flüssigkristallschicht auf ihrer der felderzeugenden Struktur zugewandten Schichtseite hat. Auf diese Weise wird einerseits eine Domänenbildung durch unterschiedlichen Drehsinn von benachbarten Flüssigkristallelementen oder -elementbereichen verhindert, und andererseits werden kurze Schaltzeiten erreicht, da sich durch den spitzen Winkel zwischen der überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht verlaufende Feldkomponente und der Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht auf ihrer der felderzeugenden Struktur zugewandten Schichtseite ein eindeutig gerichtetes Anfangsdrehmoment genügender Größe beim Einschalten des elektrischen Feldes ergibt, durch das der Drehsinn vorgegeben und damit das Flüssigkristallschaltelement in kürzestmöglicher Zeit geschaltet wird.

[0015] Bevorzugt ist dieses Flüssigkristallschaltelement so ausgebildet, dass

a) der Ausrichtungswinkel bei positiver Dielektrizitätsanisotropie des Flüssigkristalls größer als 70° und kleiner als 90° ist, oder daß
 (b) der Flüssigkristall eine negative Dielektrizitätsanisotropie hat, wobei der Ausrichtungswinkel kleiner als 20° und größer als 0° ist.

[0016] Bei Verwendung von Flüssigkristallmaterialien mit positiver Dielektrizitätsanisotropie $\Delta\epsilon$ wird nämlich ein Drehmoment induziert, das die Vorzugsrichtung (Direktor) des Flüssigkristalls in Richtung des elektrischen Feldes dreht, während bei Verwendung von Flüssigkristallmaterialien mit negativer Dielektrizitätsanisotropie ein Drehmoment induziert wird, das die Vorzugsrichtung (Direktor) in eine Ebene senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes dreht. Der Ausrichtungswinkel sollte hierbei, wie oben angegeben, mit Rücksicht auf elektrooptische Kennlinien und Schaltzeiten bei positivem $\Delta\epsilon$ nicht kleiner als $|70^\circ|$ und bei negativem $\Delta\epsilon$ nicht größer als $|20^\circ|$ sein.

[0017] Besonders bevorzugt ist in dem erfindungsgemäßen Flüssigkristallschaltelement ein Flüssigkristallmaterial, insbesondere ein nichtferroelektrisches Flüssigkristallmaterial, von negativer Dielektrizitätsanisotropie $\Delta\epsilon$ vorgesehen, da sich hierdurch eine weitere Art von Domänenausbildung ausschalten läßt, wenn das elektrische Feld außer der parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichteten Komponente auch eine senkrecht hierzu orientierte Komponente hat, was in der Praxis meist der Fall ist. Ein solcher Fall liegt zum Beispiel vor, wenn das elektrische Feld, wie es bevorzugt geschieht, durch Streifen- oder Linienelektroden erzeugt wird, denn dann ist gleichzeitig zur Komponente, die parallel oder nahezu parallel zur Flüssigkristallschicht verläuft, auch eine bei hohen Feldern ebenfalls wirksame Komponente senkrecht zur Flüssigkristallschicht vorhanden. Bei Flüssigkristallmaterialien mit positivem $\Delta\epsilon$ führt dies bei hohen Feldern zu einer Umorientierung des Flüssigkristalls, bei welcher die Vorzugsrichtung aus der Ebene der Flüssigkristallschicht herausgedreht wird. Dies ist mit einer Domänenbildung verbunden und in vielen Fällen unerwünscht, so daß nur der untere Bereich der elektrooptischen Kennlinie nutzbar wird. Bei Materialien mit negativem $\Delta\epsilon$ induziert diese Feldkomponente ein Drehmoment, das die Vorzugsrichtung des Flüssigkristalls in die Ebene der Flüssigkristallschicht dreht. Damit wird das vorstehend beschriebene Umorientieren verhindert, und es wird ein wesentlich größerer Teil der elektrooptischen Kennlinie nutzbar.

[0018] Eine andere wichtige Weiterbildung des Flüssigkristallschaltelements nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht zumindest auf ihrer der felderzeugenden Struktur zugewandten Schichtseite einen Anstellwinkel, der größer als 0° und kleiner als 30° ist, mit einer zur Flüssigkristallschicht parallelen Ebene einschließt.

[0019] Hierdurch wird eine günstige Deformierbarkeit des Flüssigkristalls beim Anlegen des elektrischen Feldes in unmittelbarer Nähe der Verankerungsschicht für den Flüssigkristall erhalten.

[0020] Hinsichtlich der Ausgangsorientierung des Flüssigkristalls wird es bevorzugt, daß

(a) der Flüssigkristall in seiner Ausgangsorientierung eine unverdrillte Struktur aufweist und durch die überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente in eine verdrillte Struktur umorientierbar ist, bei der die Verdrillungsachse senkrecht zur Flüssigkristallschicht ist, oder daß

(b) der Flüssigkristall in seiner Ausgangsorientierung eine verdrillte Struktur aufweist, deren Verdrillungsachse senkrecht zur Flüssigkristallschicht ist und die durch die überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente entdrillbar ist.

[0021] Der sonstige grundsätzliche Aufbau des Flüssigkristallschaltelements ist bevorzugt so ausgebildet, daß

(1) zum Betreiben des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements in Durchlichtbetriebsweise auf der einen Seite der Flüssigkristallschicht ein Polarisator und auf der anderen Seite ein Analysator vorgesehen ist; oder daß

(2) zum Betreiben des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements in Reflexionsbetriebsweise auf der einen Seite der Flüssigkristallschicht ein Polarisator/Analysator und auf der anderen Seite ein Reflektor vorgesehen ist.

[0022] Hierbei kann ein doppelbrechender optischer Kompensator zwischen der Flüssigkristallschicht und dem Polarisator vorgesehen sein. Der optische Kompensator kann dort, wo, wie im ersteren Fall, ein gesonderter Analysator vorgesehen ist, stattdessen auch zwischen der Flüssigkristallschicht und dem Analysator vorgesehen sein.

[0023] Insbesondere kann die Flüssigkristallschicht einen dichroitischen Farbstoff einhalten und auf wenigstens einer Seite derselben ein Polarisator vorgesehen sein.

[0024] Vorzugsweise ist das Flüssigkristallschaltelement weiter so ausgebildet, dass dessen Lichttransmission in der Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht ihren maximalen oder minimalen Betrag hat und in umorientierten Zuständen der Flüssigkristallschicht bis zu ihrem anderen Extremwert veränderbar ist.

[0025] Besonders bevorzugt wird das erfindungsgemäße Flüssigkristallschaltelement zur Veränderung der Helligkeit und/oder Farbe eines Bildpunktes einer elektrooptischen Darstellungseinrichtung verwendet, wobei diese letztere vorzugsweise ein Bildschirm ist. Die Flüssigkristallschaltelemente der elektrooptischen Darstellungseinrichtung können insbesondere durch eine Transistormatrix oder durch eine Direktansteuereinrichtung im Zeitmultiplexverfahren angesteuert sein.

[0026] Die vorstehenden sowie weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung seien nachfolgend anhand von bevorzugten Ausführungsformen von erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallschaltelementen unter Bezugnahme auf die [Fig. 1](#) bis [Fig. 7](#) der Zeichnung näher erläutert, welche, soweit sie den Aufbau von bevorzugten Ausführungsformen von elektrooptischen Flüssigkristallschaltelementen nach der Erfindung zeigen, aus Darstellungsgründen absichtlich nicht maßstabsgerecht gezeichnet sind; es zeigen:

[0027] [Fig. 1](#) einen Teilschnitt durch eine Ausführungsform eines elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements nach dem Stand der Technik, das bevorzugt einen Bildpunkt einer elektrooptischen Darstellungseinrichtung bildet, indem es die Helligkeit und/oder Farbe dieses Bildpunkts steuert, so daß also der Bildschirm einer elektrooptischen Darstellungseinrichtung eine Vielzahl solcher Flüssigkristallschaltelemente umfaßt, die in einer flächigen Matrixanordnung integriert sind;

[0028] [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements nach der Erfindung für Durchlichtbetriebsweise, wobei die einzelnen Teile, abgesehen von der nur durch Orientierungspfeile angedeuteten Flüssigkristallschicht, im auseinandergezogenen Zustand dargestellt sind;

[0029] [Fig. 3](#) eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements nach der Erfindung für Reflexionsbetriebsweise, wobei ebenfalls die einzelnen Teile, abgesehen von der nur durch Orientierungspfeile angedeuteten Flüssigkristallschicht, im auseinandergezogenen Zustand gezeichnet sind;

[0030] [Fig. 4](#) eine perspektivische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform;

[0031] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung des Anstellwinkels α_0 , den die Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht bevorzugt mit einer zur Flüssigkristallschicht parallelen Ebene einschließt, sowie des Ausrichtungswinkels β_0 , den die überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente des den Flüssigkristall umorientierenden elektrischen Feldes vorzugsweise mit der Ausgangsorientierung bildet, welche die Flüssigkristallschicht auf ihrer der felderzeugenden Struktur zugewandten Schichtseite hat;

[0032] [Fig. 6](#) eine experimentell ermittelte Kurve, welche die Transmission des senkrecht einfallenden Lichts in Abhängigkeit von der angelegten Spannung bei einem typischen Ausführungsbeispiel eines elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements nach der Erfindung zeigt;

[0033] [Fig. 7](#) rechnerisch ermittelte Werte für die Transmission bei einem typischen Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements, welche zeigen, daß durch die Erfindung die Winkelabhängigkeit der Transmission und damit des Kontrasts bei einem elektrooptischen Flüssigkristallschaltelement weitestgehend beseitigt wird; und

[0034] [Fig. 8](#) rechnerisch ermittelte Transmissionswerte bei einem bekannten elektrooptischen Flüssigkristallschaltelement, einer sogenannten TN-Zelle, welche in Polarkoordinaten die Winkelabhängigkeit der Transmission veranschaulichen, wobei der Darstellungsmaßstab genau der gleiche wie in [Fig. 6](#) ist, so daß aus einem Vergleich zwischen den beiden [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) deutlich wird, welche hohe Winkelabhängigkeit der Transmission bei den bekannten elektrooptischen Flüssigkristallschaltelementen vorliegt und daß demgegenüber bei dem erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallschaltelement in einem großen Bereich praktisch keine Winkelabhängigkeit der Transmission mehr vorhanden ist.

[0035] In der nun folgenden detaillierten Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung sei zunächst auf die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) Bezug genommen, von denen die [Fig. 1](#) einen Querschnitt durch eine Ausführungsform eines elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements für Durchlichtbetriebsweise im zusammengebauten Zustand zeigt, während die [Fig. 2](#) dieses gleiche Flüssigkristallschaltelement im auseinandergezogenen Zustand der einzelnen Teile desselben sowie in einem gegenüber [Fig. 1](#) verkleinerten Maßstab veranschaulicht, wobei außerdem in [Fig. 2](#) die untere Orientierungsschicht und die untere Isolierschicht im Gegensatz zu der [Fig. 1](#) aus Darstellungsgründen als ebene Schichten gezeichnet sind.

[0036] Das elektrooptische Flüssigkristallschaltelement **1** für Durchlichtbetriebsweise, wie es in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt ist, umfaßt eine Flüssigkristallschicht **2**, die zwischen zwei Substraten **3** und **4** eingeschlossen ist, die entsprechend der zeichnerischen Darstellung nachstehend als unteres und oberes Substrat bezeichnet werden, obwohl sie in der Praxis jede beliebige Lage haben können. Vorzugsweise sind diese Substrate **3** und **4** Glassubstrate, sie können jedoch auch aus anderen geeigneten durchsichtigen, bevorzugt isolierenden, Materialien, wie beispielsweise Kunststoffen, bestehen. Außerdem sind die Substrate **3** und **4** bevorzugt eben ausgebildet und parallel zueinander angeordnet, so daß die Flüssigkristallschicht **2** bevorzugt eine im wesentlichen ebene bzw. planare Schicht ist.

[0037] Um die Flüssigkristallschicht **2** mit einer vorbestimmten Ausgangsorientierung in dem Flüssigkristallschaltelement **1** zu halten, grenzt sie nicht unmittelbar an die beiden Substrate **3** und **4** an, sondern vielmehr an je eine Orientierungsschicht **5** und **6**, die nachstehend aufgrund der zeichnerischen Darstellung als untere und obere Orientierungsschicht bezeichnet sind. Die obere Orientierungsschicht **6** ist unmittelbar auf das obere Substrat **4** aufgebracht, während dagegen zwischen dem unteren Substrat **3** und der unteren Orientierungsschicht **5** eine felderzeugende Struktur **7** und gegebenenfalls eine Isolierschicht **8** vorgesehen ist, so daß auf das untere Substrat **3** die felderzeugende Struktur **7**, die Isolierschicht **8** und die untere Orientierungsschicht **5** in der vorstehend angegebenen Reihenfolge aufgebracht sind.

[0038] Die felderzeugende Struktur **7** umfaßt Streifen- oder Linienelektroden **9** und **10**, die parallel zueinander und parallel zur Flüssigkristallschicht **2** verlaufen. Hierbei wechseln die Streifen- oder Linienelektroden **9** mit den Streifen- oder Linienelektroden **10** ab, wie die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen, wobei die Streifen- oder Linienelektroden **9** an ein gegenüber den Streifen- oder Linienelektroden **10** unterschiedliches elektrisches Potential

angeschlossen sind, so daß zwischen den Streifen- oder Linienelektroden **9** und **10** jeweils ein elektrisches Feld erzeugt wird, das eine überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht **2** ausgerichtete Feldkomponente hat. Beispielsweise sind, wie [Fig. 2](#) zeigt, die Streifen- oder Linienelektroden **9** an den einen Pol einer Spannungsquelle **11** angeschlossen, während die Streifen- oder Linienelektroden **10** an den anderen Pol dieser Spannungsquelle **11** angeschlossen sind. Obwohl die Spannungsquelle **11** aus prinzipiellen Gründen als Gleichstromquelle dargestellt ist und im Prinzip auch eine solche Gleichstromquelle sein könnte, wird in der Praxis zur Vermeidung einer Degradation der Flüssigkristallschicht und der damit verbundenen Schwierigkeiten eine Wechselstrom-Spannungsquelle **11** verwendet.

[0039] Die Streifen- oder Linienelektroden **9** und **10** sind in der vorliegend dargestellten Ausführungsform des Flüssigkristallschaltelements **1** kammartig ineinandergreifend in der gleichen Ebene, nämlich auf der Oberfläche einer isolierenden Basisschicht **12**, die auch von der Oberfläche des Substrats **3** gebildet sein kann, ausgebildet, indem die Streifen- oder Linienelektroden **9** durch eine quer, insbesondere senkrecht, dazu verlaufende streifen- oder linienförmige Querelektrode **13** elektrisch miteinander zu einer ersten Kammstruktur verbunden sind, und indem die Streifen- oder Linienelektroden **10** durch eine quer, insbesondere senkrecht, zu ihnen verlaufende weitere streifen- oder linienförmige Querelektrode **14** elektrisch zu einer zweiten Kammstruktur miteinander verbunden sind, und indem ferner die beiden Kammstrukturen ineinandergreifend angeordnet sind, wie besonders gut aus den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ersichtlich ist.

[0040] Eine andere, in den Figuren der Zeichnung nicht dargestellte Möglichkeit besteht darin, die Streifen- oder Linienelektroden **9** auf der Oberseite der isolierenden Basisschicht **12** anzuordnen, während die Streifen- oder Linienelektroden **10** auf der Unterseite der isolierenden Basisschicht **12** angeordnet werden, oder umgekehrt. In diesem Fall können die Streifen- oder Linienelektroden als einfache parallele Streifen oder Linien ausgebildet sein, ohne daß kammartige Strukturen benötigt werden.

[0041] Außerdem umfaßt das in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellte Flüssigkristallschaltelement **1** noch einen Polarisator **15** auf der Außenseite des Substrats **3** und einen Analysator **16** auf der Außenseite des Substrats **4**. Je nach der Lichtdurchgangsrichtung können auch Polarisator und Analysator vertauscht sein. Schließlich ist noch ein optischer Kompensator **17** zwischen dem Polarisator **15** und dem Substrat **3** vorgesehen. Dieser optische Kompensator **17** kann stattdessen auch zwischen dem Analysator **16** und dem Substrat **4** angeordnet sein.

[0042] Die [Fig. 3](#) zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements **18** für Reflexionsbetriebsweise in auseinandergezogener Darstellung der einzelnen Teile dieses Flüssigkristallschaltelements **18**, das sich in seinem äußeren Aufbau von dem Flüssigkristallschaltelement **1** gemäß den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) lediglich dadurch unterscheidet, daß anstelle des in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Analysators **16** ein Reflektor **19** vorgesehen ist, der in der dargestellten Ausführungsform aus einem Substrat **20**, beispielsweise einem Glassubstrat, und einer Reflexionsschicht **21** besteht, die auf der der Flüssigkristallschicht **2** zugewandten Seite des Substrats **20** vorgesehen ist. Entsprechend diesem Aufbau ist der nunmehr noch verbleibende Polarisator gleichzeitig auch der Analysator und wird demgemäß zur Unterscheidung von den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) als Polarisator/Analysator **22** bezeichnet.

[0043] Eine weitere Ausführungsform eines elektrooptischen Schaltelements **28** für Reflexionsbetriebsweise, die in [Fig. 4](#) dargestellt ist, unterscheidet sich von dem elektrooptischen Schaltelement **1** gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zum Beispiel dadurch, daß in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) anstelle der Isolierschicht **8** ein dielektrischer Spiegel **8a** vorgesehen ist und der doppelbrechende Kompensator **17** gegebenenfalls zwischen Substrat **4** und Analysator **16** vorgesehen ist. Als Analysator **16** ist ein Analysator/Polarisator **22** vorgesehen, der dann als Polarisator und Analysator wirkt, so daß der Polarisator **15** der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) entfällt. Diese Ausführungsform hat insbesondere den Vorteil, daß weder die Elektrodenstruktur **7** noch das Substrat **3** transparent zu sein brauchen, wenn der dielektrische Spiegel **8a** zwischen dem Flüssigkristall **2** einerseits und der Anordnung aus der Elektrodenstruktur **7** und dem Substrat **3** andererseits vorgesehen ist, wie [Fig. 4](#) zeigt, wobei sich die Orientierungsschicht **5** zwischen dem Flüssigkristall **2** und dem dielektrischen Spiegel **8a** befindet. Die Orientierungsschicht **5** kann auch Bestandteil des dielektrischen Spiegels **8a** sein. Die Elektrodenstruktur **7** kann auch auf dem dielektrischen Spiegel **8a**, insbesondere auf dessen dem Flüssigkristall **2** zugewandten Seite, vorgesehen sein.

[0044] Im übrigen sind, da der äußere Aufbau des Flüssigkristallschaltelements **18** und **28** ansonsten gleich demjenigen des Flüssigkristallschaltelements **1** ist, die gleichen Bezugszeichen wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) verwendet, und insofern wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden Erläuterungen zu den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) verwiesen.

[0045] Es sei nun näher auf den inneren Aufbau der Flüssigkristallschaltelemente **1**, **18** und **28** eingegangen, das heißt auf die jeweiligen für den Betrieb des Flüssigkristallschaltelements **1**, **18** und **28** wichtigen Parameter der Flüssigkristallschicht, der Orientierungsschichten, der Polarisatoren, der felderzeugenden Struktur etc., die in der nachfolgenden Tabelle 1 angegeben und, soweit möglich, in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) eingezeichnet sind:

Tabelle 1

[0046] Zur Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Flüssigkristallschaltelemente hinsichtlich ihrer physikalischen Ausbildung werden folgende Parameter verwendet:

β	= Verdrillungswinkel des Flüssigkristalls 2 in dessen Ausgangsorientierung, das heißt Winkel zwischen dem Direktor am Substrat 3 bzw. in der Orientierungsschicht 5 und dem Direktor am Substrat 4 bzw. in der Orientierungsschicht 6 .
β_0	= Ausrichtungswinkel, der überwiegend parallel zur Flüssigkristallschicht 2 ausgerichteten elektrischen Feldkomponente, die von der felderzeugenden Struktur 7 erzeugt wird, zu der Vorzugsrichtung der Molekülachsen des Flüssigkristalls 2 , die diese in der Ausgangsorientierung des Flüssigkristalls 2 auf der Schichtseite der Flüssigkristallschicht 2 haben, welche der felderzeugenden Struktur 7 zugewandt ist, also an der Orientierungsschicht 5 ; dieser Winkel ist gleich dem Winkel zwischen dem Direktor am Substrat 3 bzw. in der Orientierungsschicht 5 und der Senkrechten zu der Längsrichtung der Streifen- oder Linienelektroden 9 , 10 in der Ebene dieser Streifen- oder Linienelektroden.
α_0	= Anstellwinkel, den die Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht 2 zumindest auf ihrer der felderzeugenden Struktur 7 zugewandten Schichtseite der Flüssigkristallschicht 2 mit einer zur Flüssigkristallschicht 2 parallelen Ebene einschließt, wobei hier unter der Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht die Vorzugsrichtung der Molekülachsen des Flüssigkristalls 2 in der Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht verstanden wird.
ψ	= Winkel zwischen dem Direktor an dem Substrat 3 bzw. in der Orientierungsschicht 5 und der Durchlaßrichtung des Polarisators 15 bzw. des Polarisators/Analysators 22 .
ψ'	= Winkel zwischen dem Direktor an dem Substrat 3 bzw. in der Orientierungsschicht 5 und der Durchlaßrichtung des Analysators 16 .
$ \psi - \psi' $	= Winkel zwischen der Durchlaßrichtung von Polarisator und Analysator
d	= Dicke der Flüssigkristallschicht 2
$\epsilon_{\parallel}, \epsilon_{\perp}$	= Dielektrizitätskonstanten parallel bzw. senkrecht zum Direktor des Flüssigkristalls
$\Delta\epsilon$	= Dielektrizitätsanisotropie des Flüssigkristalls = Differenz zwischen ϵ_{\parallel} und ϵ_{\perp} , d. h. $\Delta\epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$
n_o, n_e	= ordentlicher bzw. außerordentlicher Brechungsindex des Flüssigkristalls
λ	= Lichtwellenlänge
Δn	= $n_e - n_o$

[0047] In den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) sind durch die Pfeile **23** bis **27** Vorzugsrichtungen des Flüssigkristalls **2** angedeutet, wobei insbesondere durch den Pfeil **23** die Vorzugsrichtung an der Orientierungsschicht **5** und durch den Pfeil **27** die Vorzugsrichtung an der Orientierungsschicht **6** angedeutet ist, während die Pfeile **24**, **25** und **26** Vorzugsrichtungen im Zwischenbereich darstellen, die zur besseren Veranschaulichung der Flüssigkristallverdrillung eingezeichnet sind. Der Anstellwinkel α_0 und der Ausrichtungswinkel β_0 sind in [Fig. 5](#) dargestellt, wobei die x- und y-Achse eine parallel zur Flüssigkristallschicht **2** verlaufende Ebene definieren, während die z-Achse senkrecht zur Flüssigkristallschicht **2** verläuft, das heißt der Dickenrichtung der Flüssigkristallschicht entspricht, während die x- und y-Achse der Breiten- und Längsrichtung der Flüssigkristallschicht **2** entsprechen.

[0048] In den nachstehenden Tabellen 2 und 3 sind bevorzugte Ausgangszustände für die Durchlichtbetriebsweise und die Reflexionsbetriebsweise gegeben, wobei unter dem Ausgangszustand der Zustand verstanden wird, der vorhanden ist, wenn kein elektrisches Feld über die felderzeugende Struktur **7** angelegt ist.

T a b e l l e 2: Bevorzugte Ausgangszustände in homogener planarer Orientierung für Durchlichtbetriebsweise

Ausgangszustand	β	$\Delta\epsilon$	$d \times \Delta n/\lambda$	α_0	β_0	ψ	$ \psi - \psi' $
D1	$0^\circ \pm 15^\circ$	> 0	$> 0, < 4$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ bevorzugt 90°
D2	$0^\circ \pm 15^\circ$	< 0	$> 0, < 4$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, < 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$, bevorzugt 90°
D3	$90^\circ \pm 15^\circ$	> 0	$> 0, < 4$ bevorzugt: $1/2\sqrt{3}, 1/2\sqrt{15},$ $1/2\sqrt{35}$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$ bevorzugt 0°
D4	$90^\circ \pm 15^\circ$	< 0	$> 0, < 4$ bevorzugt: $1/2\sqrt{3}, 1/2\sqrt{15},$ $1/2\sqrt{35}$	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, < 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$ bevorzugt 0°

T a b e l l e 3: Bevorzugte Ausgangszustände in homogener planarer Orientierung für Reflexionsbetriebsweise

Ausgangszustand	β	$\Delta \epsilon$	$d \times \Delta n / \lambda$	α_0	β_0	ψ	$ \psi - \psi' $
R1	$0^\circ \pm 15^\circ$	> 0	$> 0, < 2$ bevorzugt 0,36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ bevorzugt 90°
R2	$0^\circ \pm 15^\circ$	< 0	$> 0, < 2$ bevorzugt 0,36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, < 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$90^\circ, 0^\circ$ bevorzugt 90°
R3	$60^\circ \pm 5^\circ$	> 0	$> 0, < 2$ bevorzugt 0,36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 70^\circ, < 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$
R4	$60^\circ \pm 5^\circ$	< 0	$> 0, < 2$ bevorzugt 0,36	$\geq 0^\circ, < 30^\circ$	$> 0^\circ, \leq 20^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$	$0^\circ, 90^\circ$

[0049] Es sei hier darauf hingewiesen, daß die Angaben der Werte von $d \times \Delta n / \lambda$ sowie von α_0 und von β_0 Bereichsangaben sind, das heißt, daß die beiden mit dem Zeichen \geq oder \leq oder $>$ oder $<$ versehenen Werte jeweils die beiden Bereichsgrenzen angeben, und zwar je nach dem Zeichen unter Einschluß oder Ausschluß dieser Bereichsgrenze.

[0050] Bei der Anwendung des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements **1** oder **18** oder **28** zur Veränderung der Helligkeit und/oder Farbe eines Bildpunkts einer elektrooptischen Darstellungseinrichtung bildet das jeweilige Flüssigkristallschaltelement **1** oder **18** gemäß den [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) oder [Fig. 3](#) einen einzigen Bildpunkt, so daß eine große Vielzahl solcher Flüssigkristallschaltelemente **1**, **18** oder **28** zu einem Bildschirm integriert ist, wobei natürlich die Substrate, die Orientierungsschichten, die Polarisatoren, die Analysatoren bzw. die Polarisatoren/Analysatoren, die Reflektoren und die optischen Kompensatoren, die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) aus Darstellungsgründen als Einzelteile gezeichnet sind, jeweils ein für alle Bildpunkte gemeinsames, vorzugsweise einstückiges, Bauteil bilden, während jeder einzelne Bildpunkt seine eigene felderzeugende Struktur **7** hat. Diese felderzeugende Struktur kann, sofern sie keine Kammstruktur der in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) dargestellten Art ist, auch aus insgesamt über die gesamte Fläche der elektrooptischen Darstellungseinrichtung hindurchgehenden Streifen- oder Linienelektroden aufgebaut sein, sofern sie in entsprechender Weise, beispielsweise im Zeitmultiplexverfahren schnittpunktweise angesteuert wird.

[0051] Es seien nachstehend bevorzugte Größen für die Flüssigkristallelemente angegeben, die insbesondere für den Fall gelten, wenn die Flüssigkristallschaltelemente als Bildpunkte in einer elektrooptischen Darstellungseinrichtung verwendet werden:

Dicke der Flüssigkristallschicht:	1 µm bis 10 µm
Flächige Größe der einem Bildpunkt entsprechenden felderzeugenden Struktur:	Quadrat mit einer Kantenlänge von 10 µm bis 1 mm
Abstand zwischen benachbarten Streifen- oder Linienelektroden:	2 µm bis 50 µm
Spannung zwischen benachbarten Streifen- oder Linienelektroden bei maximalem Kontrast:	1 Volt bis 80 Volt

[0052] Es sei darauf hingewiesen, daß das Anbringen einer Polarisationsfolie, das heißt des Polarisators/Analysators **22** vor dem reflektiven Flüssigkristallschaltelement **18** oder **28** parallelen Polarisatoren **15**, **16** (das heißt einem in der Durchlaßrichtung zum Polarisator **15** parallelen Analysator **16**) entspricht. Die Verwendung eines reflektiven Flüssigkristallschaltelements **18** oder **28**, in Kombination mit einem polarisierenden Strahlteiler (McNeille-Prisma) entspricht gekreuzten Polarisatoren **15**, **16** in dem transmissiven Flüssigkristallschaltelement **1**. Diese Anordnung eignet sich insbesondere für lichtstarke Projektoren.

[0053] Die Funktionsweise, insbesondere das optische Verhalten, der beschriebenen Flüssigkristallschaltelemente **1** und **18** sowie **28** wurde mittels Computersimulation untersucht und durch experimentelle Untersuchung von entsprechend ausgebildeten Flüssigkristallschaltelementen bestätigt.

[0054] Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) wiedergegeben, und in [Fig. 8](#) ist das Ergebnis einer Vergleichsuntersuchung an einem TN-Flüssigkristallschaltelement, also einem bekannten Flüssigkristallschaltelement mit spiralg-nematischem Flüssigkristall, wiedergegeben.

[0055] Das dem Untersuchungsergebnis der [Fig. 6](#) zugrundeliegende Flüssigkristallschaltelement mit dem Aufbau gemäß den

[0056] [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) hatte folgende Auslegungsgrößen:

Dicke der Flüssigkristallschicht	= 6,9 µm
Dielektrizitätsanisotropie	= -1,5
Optische Weglänge $d \times \Delta n/\lambda$	= 0,865
Ausgangsverdrillungswinkel β	= 0°
Ausrichtungswinkel β_0	= 5°
Anstellwinkel α_0	= 5°
Winkel zwischen Polarisator und Analysator	= 90°

[0057] Zu den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#), deren Vergleich deutlich die überragenden Eigenschaften des erfindungsgemäßen elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements gegenüber den bisher bekannten Flüssigkristallschaltelementen zeigt, ist folgendes erläuternd hinzuzufügen:

Der Winkel THETA ist der Winkel zwischen der Beobachtungsrichtung und der Senkrechten auf der Flüssigkristallschicht.

[0058] Auf den Achsen der Polarkoordinatendarstellung ist die Intensität des Transmissionslichts angegeben. Die Transmission beträgt für senkrechte Inzidenz ca. 25%.

[0059] Es sei darauf hingewiesen, daß im elektrooptischen Schaltelement **1** gemäß [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) bei Verwendung von zum Beispiel flüssigkristallinen Polymeren die Orientierungsschicht **6** und das Substrat **4** gegebenenfalls entfallen können. Entsprechend können die Ausführungsformen der elektrooptischen Schaltelemente für Reflexionsbetriebsweise modifiziert werden. Der Begriff "Flüssigkristall" umfaßt daher in der vorliegenden Beschreibung und in den Ansprüchen auch flüssigkristalline Polymere oder andere flüssigkristalline Substanzen.

Patentansprüche

1. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement, umfassend eine Flüssigkristallschicht (**2**), die in einer Ausgangsorientierung verankert ist, in welcher die Lichttransmission des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements (**1**, **18**, **28**) einen vorbestimmten Betrag zwischen 0% und 100% hat, und eine Umorientierungseinrichtung (**7**, **11**) zum Umorientieren der Flüssigkristallschicht (**2**) in eine aktuelle Orientierung, in welcher das elektrooptische Flüssigkristallschaltelement (**1**, **18**, **28**) eine veränderte Lichttransmission hat, wobei die Umorientierungseinrichtung eine felderzeugende Struktur (**7**) umfassend Elektroden (**9**, **10**) zum Erzeugen eines die Umorientierung bewirkenden elektrischen Feldes umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elektrische Feld der felderzeugenden Struktur (**7**) eine parallel zur Flüssigkristallschicht (**2**) ausgerichtete Feldkomponente hat, dass diese parallel zur Flüssigkristallschicht ausgerichtete Feldkomponente die überwiegende Komponente des elektrischen Feldes ausmacht und, dass die Elektroden (**9**, **10**) alternierend in wenigstens zwei zur Flüssigkristallschicht (**2**) parallelen Ebenen angeordnet sind.

2. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es eine isolierende Basisschicht (**12**) umfasst und, dass die Elektroden (**9**) auf der Oberseite der isolierenden Basisschicht (**12**) und die Elektroden (**10**) auf der Unterseite dieser isolierenden Basisschicht (**12**) angeordnet sind oder umgekehrt.

3. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die überwiegende, parallel zur Flüssigkristallschicht (**2**) ausgerichtete Feldkomponente einen Ausrichtungswinkel (β_0), der größer als 0° und kleiner als 90° ist, mit der Ausgangsorientierung bildet, welche die Flüssigkristallschicht (**2**) auf ihrer der felderzeugenden Struktur (**7**) zugewandten Schichtseite hat.

4. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ausrichtungswinkel (β_0) bei positiver Dielektrizitätsanisotropie ($\Delta\epsilon$) des Flüssigkristalls (**2**) größer als 70° und kleiner als 90° ist und bei negativer Dielektrizitätsanisotropie ($\Delta\epsilon$) des Flüssigkristalls (**2**) kleiner als 20° und größer als 0° ist.

5. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkristall (**2**) eine negative Dielektrizitätsanisotropie ($\Delta\epsilon$) hat, wobei der Ausrichtungswinkel (β_0) kleiner als 20° und größer als 0° ist.

6. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkristall (**2**) eine positive Dielektrizitätsanisotropie ($\Delta\epsilon$) hat, wobei der Ausrichtungswinkel (β_0) größer als 70° und kleiner als 90° ist.

7. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht (**2**) zumindest auf ihrer der felderzeugenden Struktur (**7**) zugewandten Schichtseite einen Anstellwinkel (α_0), der größer als 0° und kleiner als 30° ist, mit einer zur Flüssigkristallschicht (**2**) parallelen Ebene einschließt.

8. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkristall (**2**) in seiner Ausgangsorientierung eine unverdrillte Struktur aufweist und durch die überwiegende, parallel zur Flüssigkristallschicht (**2**) ausgerichtete Feldkomponente in eine verdrillte Struktur umorientierbar ist, in der die Verdrillungsachse senkrecht zur Flüssigkristallschicht (**2**) ist.

9. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkristall (**2**) in seiner Ausgangsorientierung eine verdrillte Struktur aufweist, deren Verdrillungsachse senkrecht zur Flüssigkristallschicht (**2**) ist, und die durch die überwiegend parallel zur Flüssigkris-

tallschicht ausgerichtete Feldkomponente entdrillbar ist.

10. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass auf der einen Seite der Flüssigkristallschicht (2) ein Polarisator (15) und auf der anderen Seite ein Analysator (16) vorhanden ist.

11. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass auf der einen Seite der Flüssigkristallschicht (2) ein Polarisator/Analysator (22) und auf der anderen Seite ein Reflektor (8a, 19) vorhanden ist.

12. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (8a, 19) ein dielektrischer Spiegel ist.

13. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach mindestens einem der Ansprüche 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (8a, 19) zwischen dem Flüssigkristall (2) und einem Substrat (3) angeordnet ist.

14. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein doppelbrechender optischer Kompensator (17) zwischen Flüssigkristallschicht (2) einerseits und Polarisator (15) und/oder Analysator (16) oder Polarisator/Analysator (22) andererseits vorhanden ist.

15. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkristallschicht (2) einen dichroitischen Farbstoff enthält und auf wenigstens einer Seite derselben ein Polarisator (15) vorhanden ist.

16. Elektrooptisches Flüssigkristallschaltelement nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichttransmission des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements (1, 18, 28) in der Ausgangsorientierung der Flüssigkristallschicht (2) ihren maximalen oder minimalen Betrag hat und in umorientierten Zuständen der Flüssigkristallschicht (2) bis zu ihrem anderen Extremwert veränderbar ist.

17. Anwendung des elektrooptischen Flüssigkristallschaltelements nach einem der Ansprüche 1 bis 16 zur Veränderung der Helligkeit und/oder Farbe eines Bildpunkts einer elektrooptischen Darstellungseinrichtung.

18. Anwendung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrooptische Darstellungseinrichtung ein Bildschirm ist.

19. Anwendung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Flüssigkristallschaltelemente (1, 18, 28) der Darstellungseinrichtung durch eine Transistormatrix angesteuert sind.

20. Anwendung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Flüssigkristallschaltelemente (1, 18, 28) der Darstellungseinrichtung durch eine Direktansteuerung im Zeitmultiplexverfahren angesteuert sind.

21. Elektrooptische Darstellungseinrichtung umfassend ein oder mehrere Flüssigkristallschaltelemente nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 16.

22. Elektrooptische Darstellungseinrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Bildschirm ist.

23. Elektrooptische Darstellungseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Transistormatrix umfasst.

24. Elektrooptische Darstellungseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 21 und 22, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Vorrichtung zur Ansteuerung im Zeitmultiplexverfahren umfasst.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

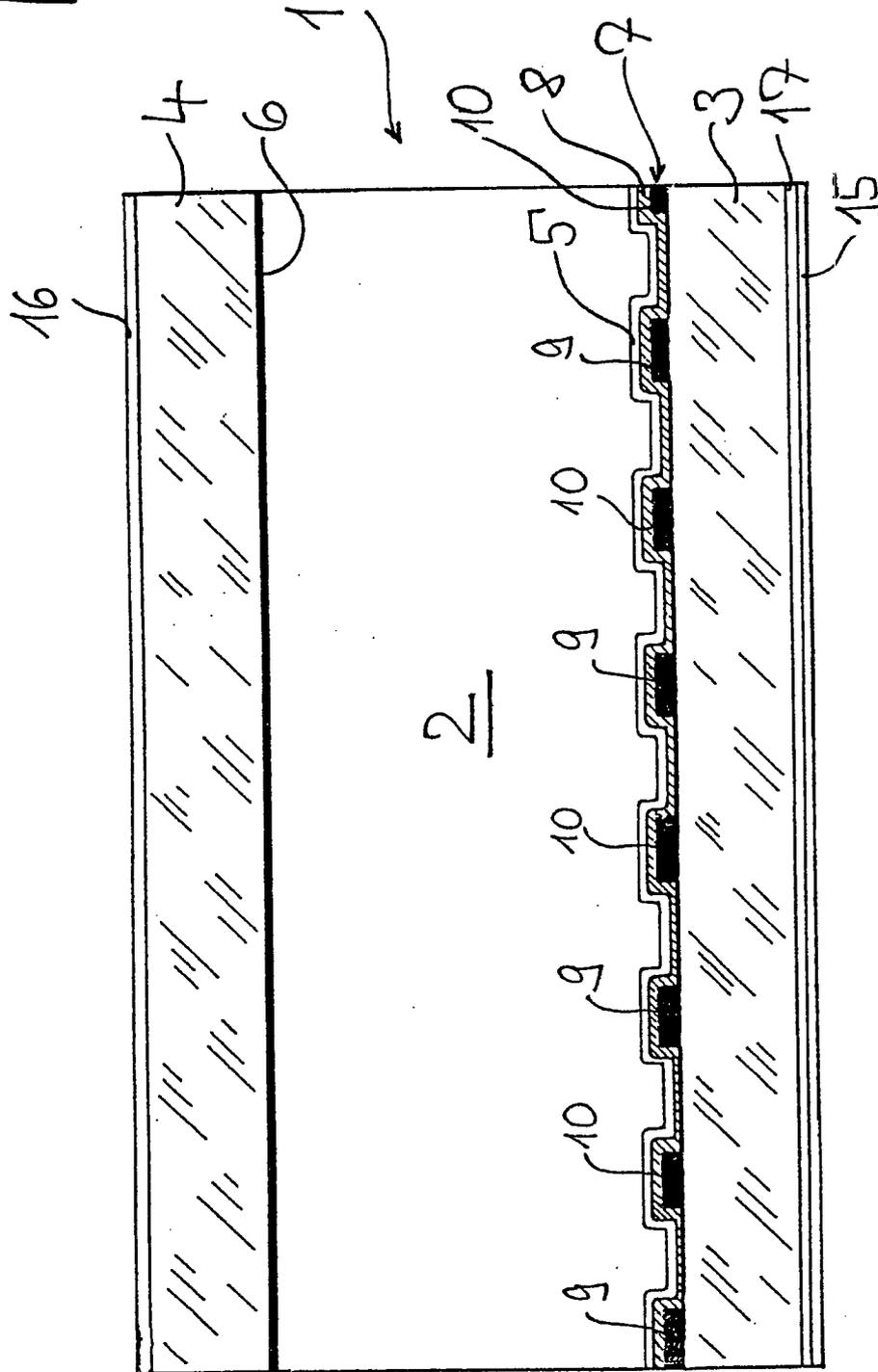


FIG. 2

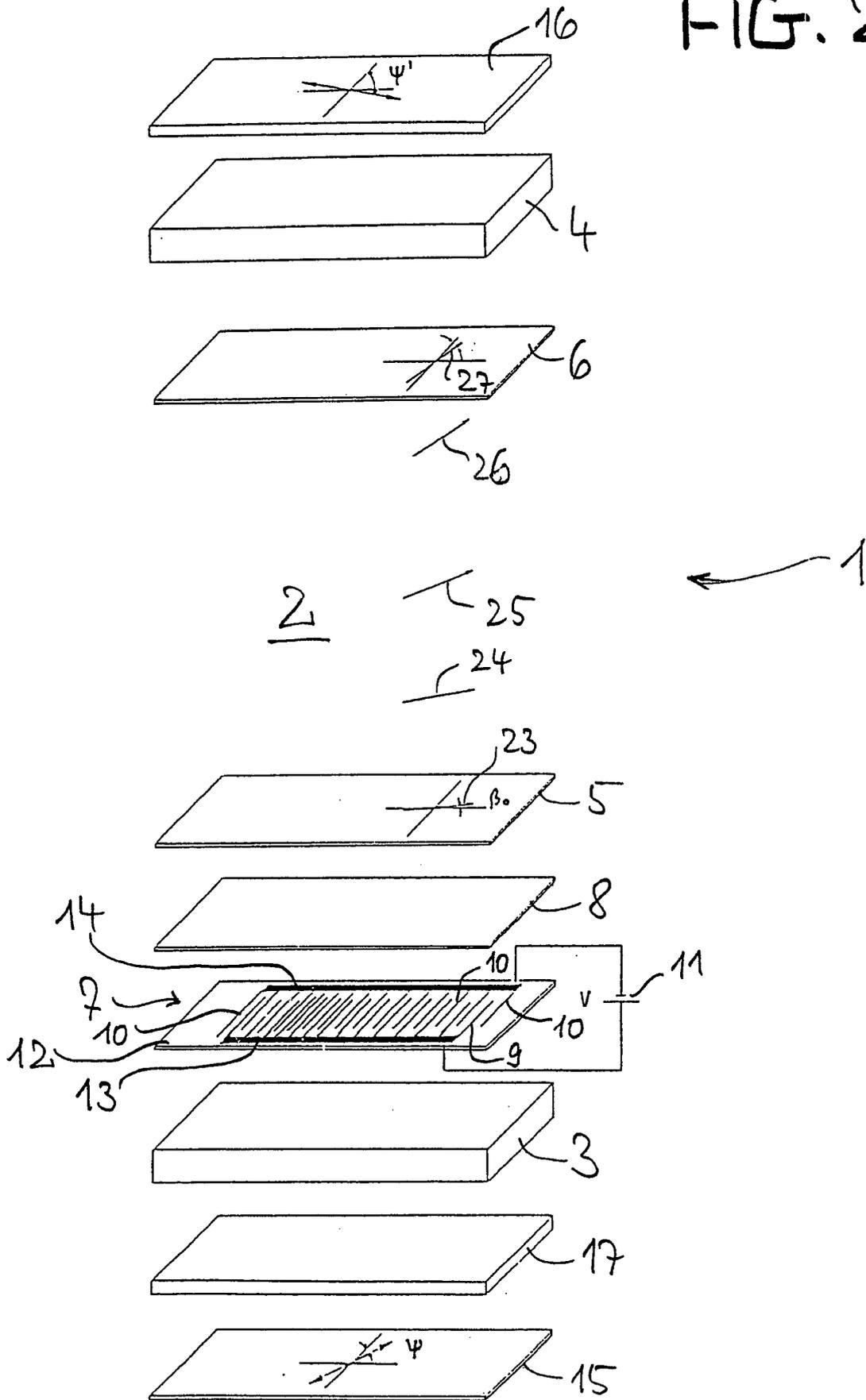


FIG. 3

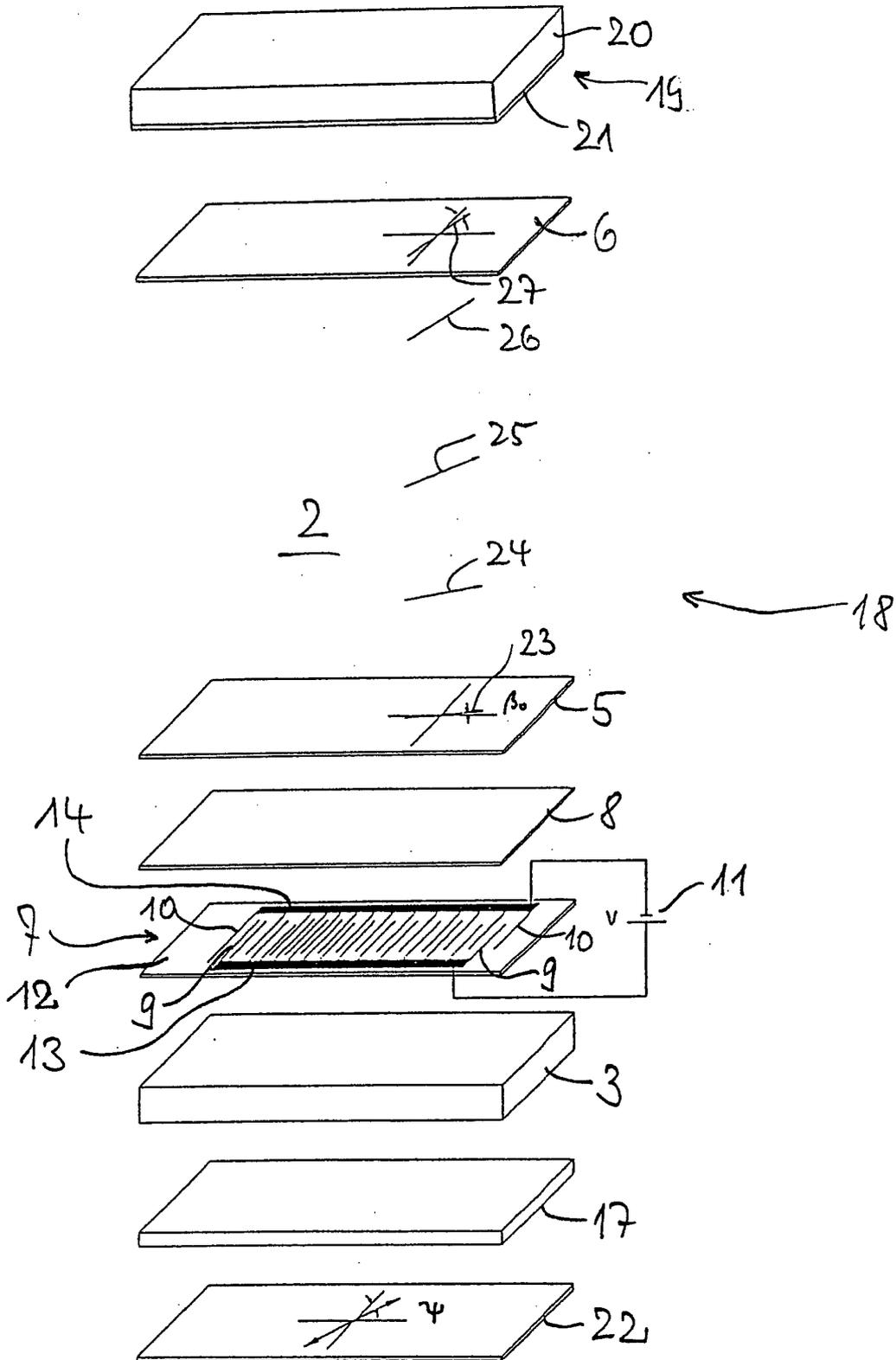


FIG. 4

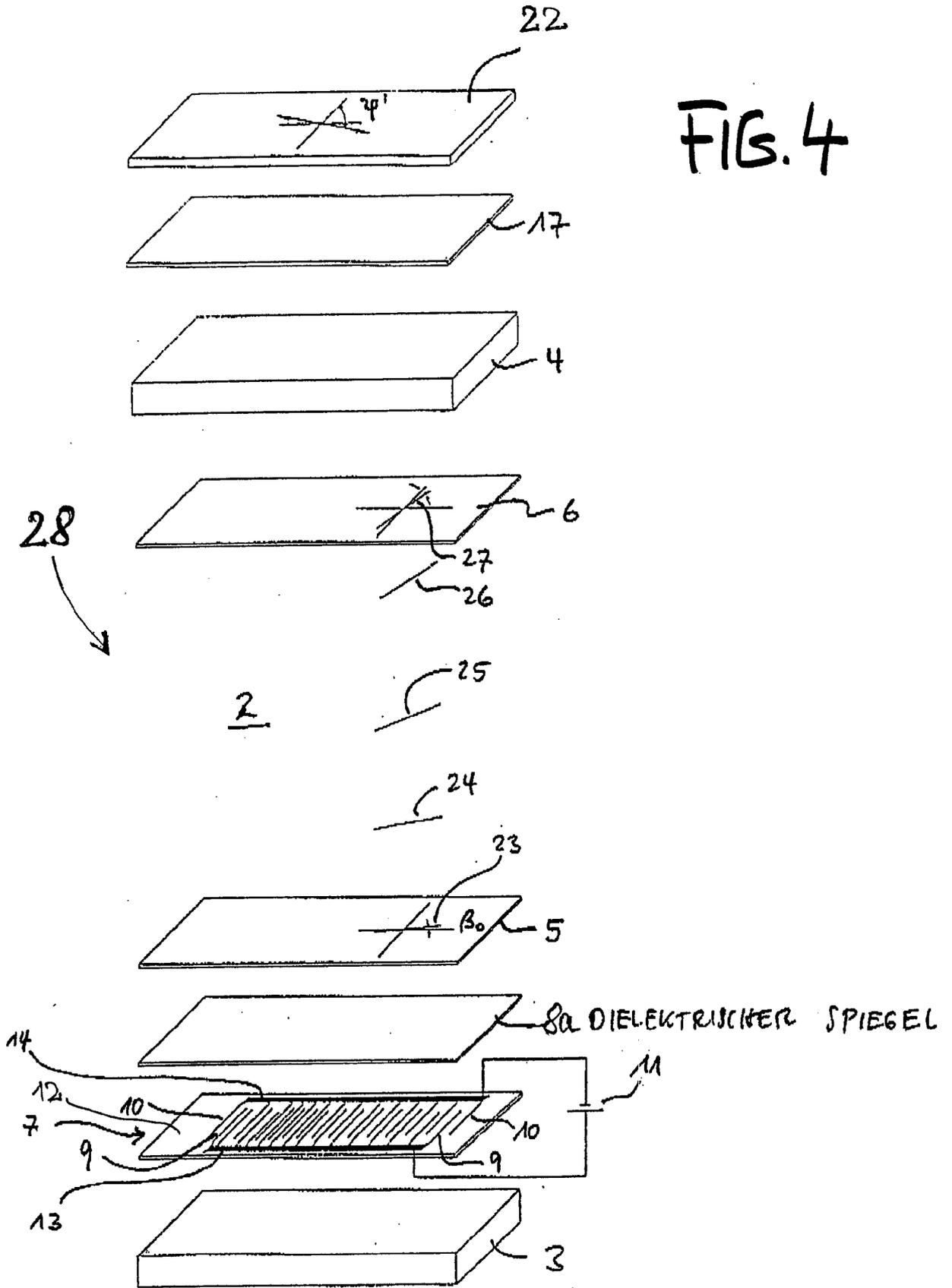


FIG. 5

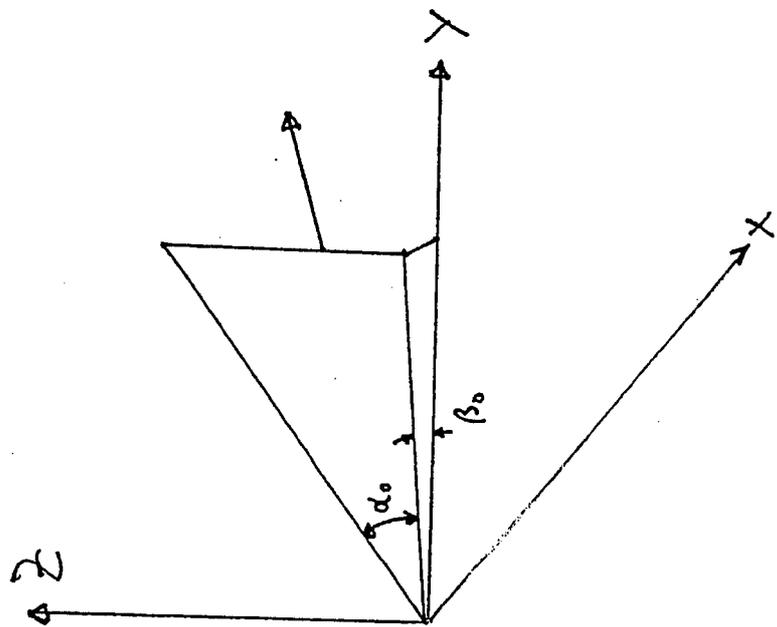
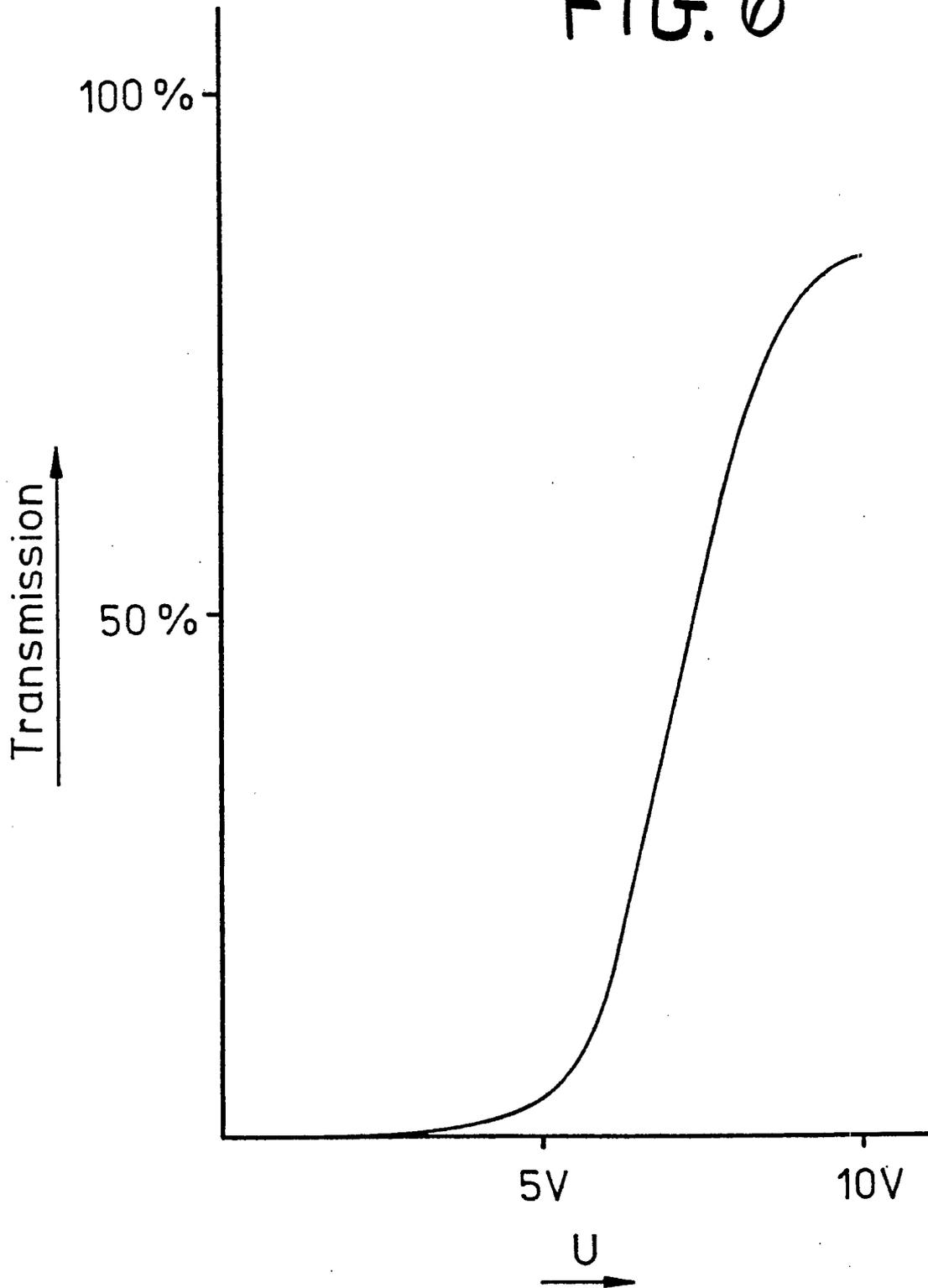


FIG. 6

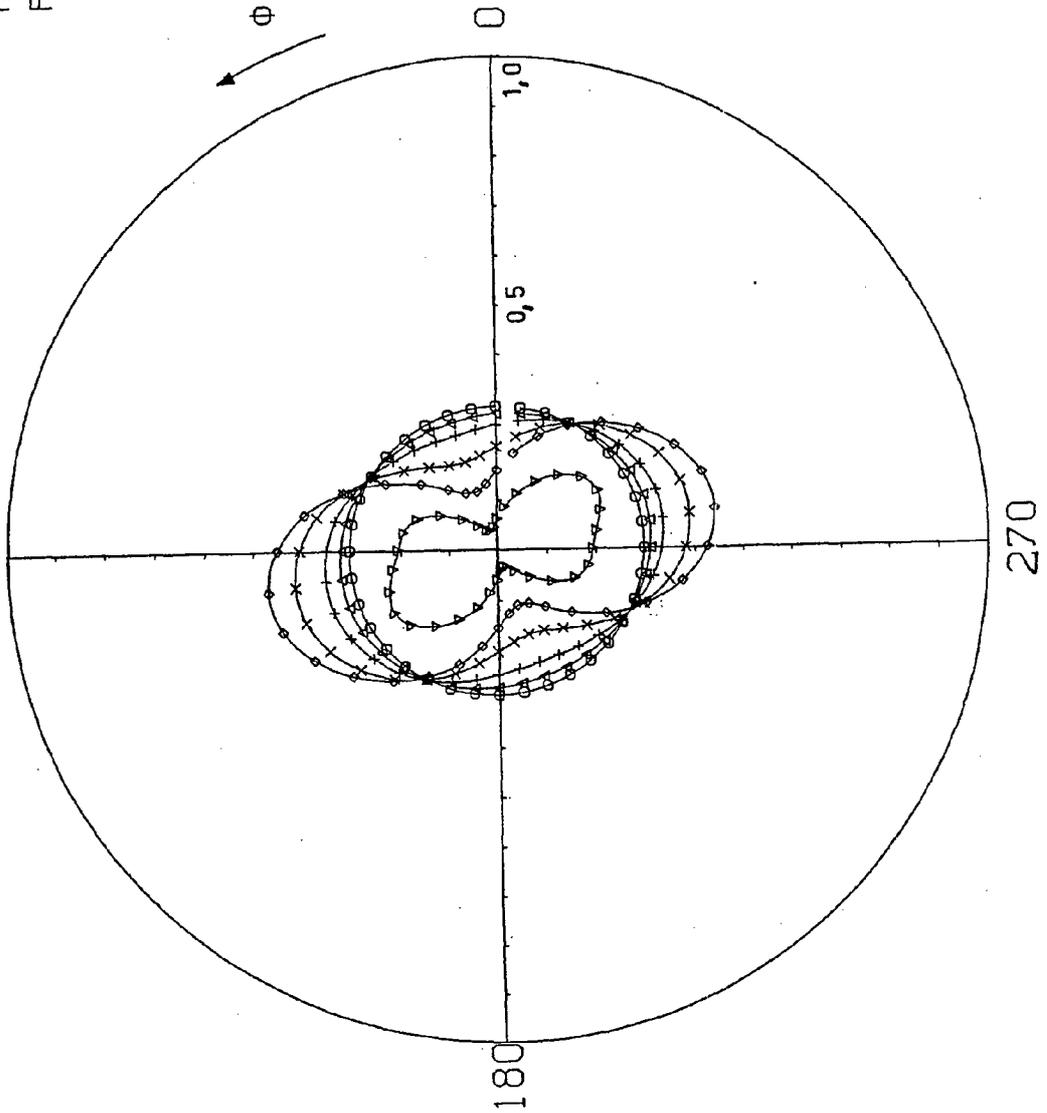


TRANSMISSION=f(e,φ)

$\alpha_0 = 1^\circ$
90

$n_o = 1,5595, d = 8,0 \mu, \lambda = 550 \text{nm}$
Pol/An = $0^\circ/90^\circ, n_o = 1,50$

FIG. 7

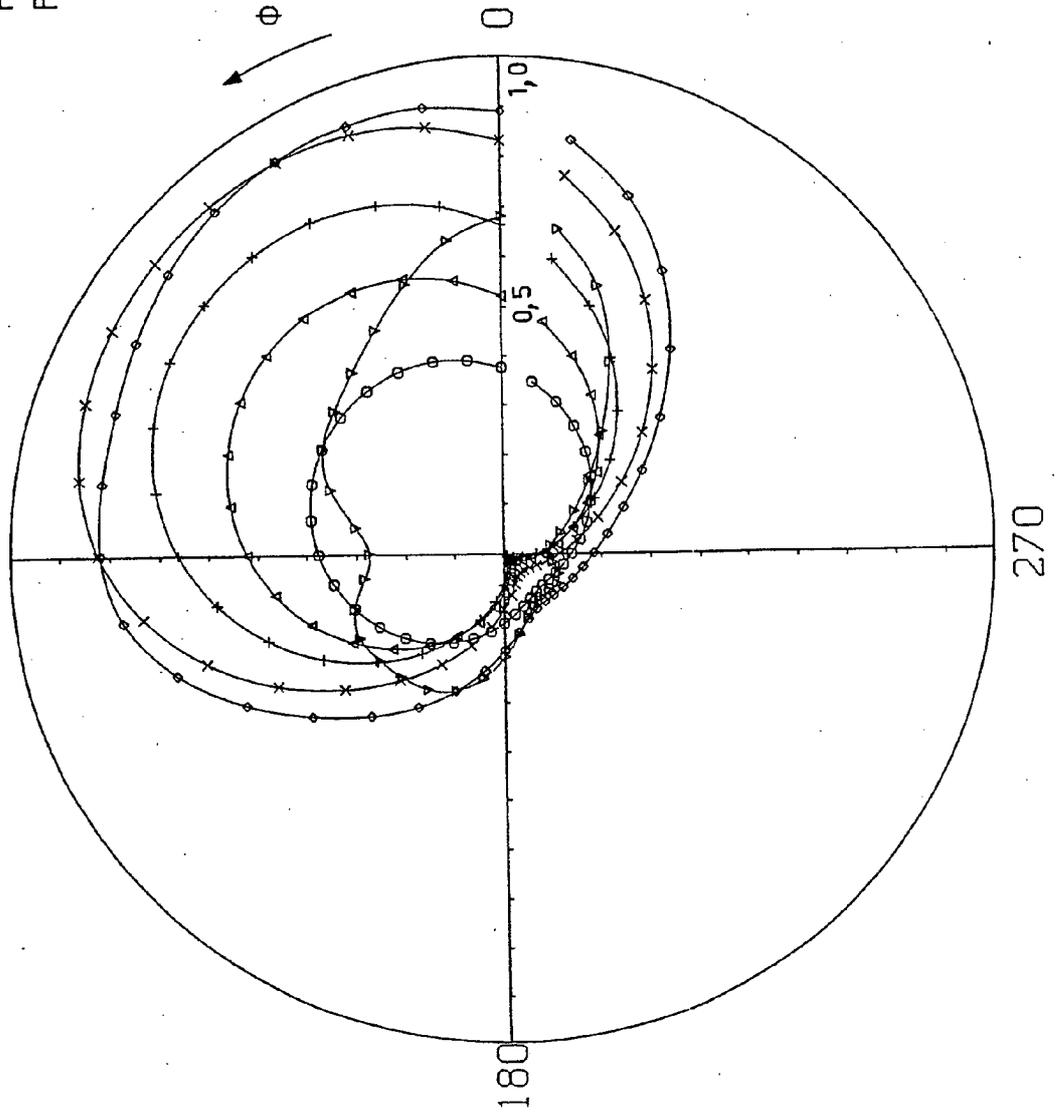


THETA
 o = 10 GRAD
 Δ = 20 GRAD
 + = 30 GRAD
 x = 45 GRAD
 ◊ = 60 GRAD
 ▼ = 80 GRAD

TRANSMISSION=f(θ, ϕ)
 Twist=90°, $\alpha_0=1^\circ$, d/p=0,25

$n_e=1,5595$, d=8,0 μ , $\lambda=550$ nm
 Pol/An= 0°/0°, $n_o=1,50$

FIG. 8



THETA
 ○ = 10 GRAD
 △ = 20 GRAD
 + = 30 GRAD
 × = 45 GRAD
 ◊ = 60 GRAD
 ▽ = 80 GRAD