



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 33 283 T2** 2005.08.25

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 835 475 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 33 283.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/08303**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 916 934.1**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/001789**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.06.1996**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **16.01.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.04.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **01.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.08.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G02F 1/1335**  
**E06B 9/24**

(30) Unionspriorität:

**494916                      26.06.1995              US**

(73) Patentinhaber:

**Minnesota Mining and Mfg. Co., Saint Paul, Minn.,  
US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:

**WEBER, F., Michael, Saint Paul, US; OUDERKIRK,  
J., Andrew, Saint Paul, US; AASTUEN, J., David,  
Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **ZWISCHEN LICHTDURCSCHLÄSSIGEN UND REFLEKTIRENDEN ZUSTÄNDEN OPTISCHE TAFEL**

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

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

**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung betrifft eine optische Einrichtung, die zwischen einem reflektierenden Zustand und einem transmittierenden Zustand umgeschaltet werden kann. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein schaltbares Fenster und eine transflektive optische Anzeige, welche beide eine solche umschaltbare optische Einrichtung aufweisen.

**[0002]** Fenster, die zwischen einem offenen (transmittierenden) und einem geschlossenen (nicht transmittierenden) Zustand geschaltet werden können, werden gewöhnlich in Sichtschutzfenstern und Sichtschutzvorhängen verwendet. Aktuelle Technologien, die in solchen Fenstern verwendet werden, basieren im Allgemeinen entweder auf mechanischen optischen Absorptions- oder mechanischen optischen Streuungsvorrichtungen. Wenn ein optisch absorbierendes Fenster im geschlossenen Zustand ist, wird ein großer Teil des Lichteinfalls auf dem Fenster absorbiert und das Fenster erscheint dunkel opak. Diese Art von Fenster kann unerwünscht sein wegen der übermäßigen Hitzebildung wenn das Fenster dem Sonnenlicht ausgesetzt ist. Beispiele solcher Fenster sind Blenden von elektrochromen Einrichtungen und Flüssigkristallanzeigen (LCD), die über absorbierende Polarisatoren verfügen.

**[0003]** Ein Fenster, das eine mechanische optische Streuungsvorrichtung verwendet, sorgt für eine diffuse Streuung des Lichts in Richtung nach vorne wenn das Fenster im geschlossenen Zustand ist, derart, dass das Fenster weiß erscheint. Folglich sorgt das Fenster nicht für ein wesentliches Abblocken des einfallenden Lichts und ist nicht nützlich, was die Energieregulierung in Strukturen wie Haushalten und Bürogebäuden betrifft. Ein solches Fenster wird in U.S.-A-4,435,047 beschrieben.

**[0004]** Der Gebrauch von optische Anzeigen wie LCDs ist weit verbreitet bei Laptop-Computern, Taschenrechnern, Digitaluhren und dergleichen. In der herkömmlichen LCD-Montage, wird eine Flüssigkristallplatte mit einer elektronischen Matrix zwischen einem vorderen absorbierenden Polarisator und einem hinteren absorbierenden Polarisator angeordnet. In der LCD wird der optische Zustand von Teilen des Flüssigkristalls durch die Anwendung eines elektrischen Feldes verändert. Dieses Verfahren erzeugt den Kontrast, der notwendig ist, um Bildelemente oder Pixel, von Informationen in polarisiertem Licht anzuzeigen.

**[0005]** Üblicherweise verwenden die absorbierenden Polarisatoren dichroitische Farbstoffe, die das Licht von einer Polarisierungsorientierung stärker absorbieren als das von einer orthogonalen Polarisierungsorientierung. Im Allgemeinen ist die Transmissionsachse des vorderen Polarisators gekreuzt mit der Transmissionsachse des hinteren Polarisators. Der Kreuzungswinkel kann zwischen null und neunzig Grad variieren.

**[0006]** Optische Anzeigen können basierend auf der Lichtquelle klassifiziert werden. Reflektierende Anzeigen werden beleuchtet durch Umgebungslicht, das von vorne in die Anzeige eindringt. Üblicherweise wird ein Reflektor aus gebürstetem Aluminium hinter der LCD-Montage platziert. Die reflektierende Oberfläche bringt das Licht zurück zur LCD-Montage während die Polarisierungsorientierung des Lichteinfalls auf der reflektierenden Oberfläche bewahrt wird.

**[0007]** Es ist üblich, die Rücklichtmontage für die reflektierende Fläche in Anwendungen in denen die Intensität des Umgebungslichts für die Betrachtung unzureichend ist, zu ersetzen. Die typische Rücklichtmontage weist einen optischen Resonator und eine Leuchte oder ein anderes Bauelement, das Licht erzeugt, auf. Das Rücklicht wird für den Fall einer tragbaren Anzeigevorrichtung, wie einem Laptop-Computer, mit einer Batterie betrieben. Displays, die dazu bestimmt sind, sowohl unter Umgebungslicht-Bedingungen als auch unter Rücklicht-Bedingungen betrachtet zu werden, werden als „transflektiv“ bezeichnet. Ein Problem der transflektiven Anzeigen besteht darin, dass das typische Rücklicht kein so effektiver Reflektor ist, wie die traditionelle Fläche aus gebürstetem Aluminium. Zudem randomisiert das Rücklicht die Polarisierung des Lichts und führt zu einer weiteren Verringerung der zur LCD-Beleuchtung verfügbaren Lichtmenge. Infolgedessen, leuchtet die Anzeige der LCD-Montage weniger, wenn sie unter Umgebungslicht betrachtet wird.

**[0008]** Ein passiver Transflektor kann zwischen der LCD und dem Rücklicht in einer transflektiven Anzeige platziert werden, um das Leuchten der Anzeige sowohl unter Umgebungslicht- als auch unter Rücklichtbedingungen zu verbessern. Ein passiver Transflektor ist eine optische Einrichtung, welche in einem einzigen Zustand sowohl als Transmitter als auch als Reflektor arbeitet. Leider tendieren passive Transfektoren dazu, in beiden Fällen ineffizient zu sein, da sie üblicherweise nur 30% des Lichts von einem Rücklicht transmittieren und 60% des Umgebungslichts reflektieren, während sie die restlichen 10% absorbieren.

**[0009]** Eine dritte Art von optischer Anzeige beinhaltet ein eigenes Rücklicht, das immer angeschaltet ist,

wenn die Anzeige betrieben wird, unabhängig von dem Niveau des Umgebungslichts. Ein solches Rücklicht kann in einer tragbaren Anzeigeeinrichtung eine wesentliche Belastung für die Batterie darstellen.

**[0010]** US-A-5,422,756 beschreibt ein Rücklichtsystem mit einem rückreflektierenden Polarisator, der dünne optische Schichten aufweist, die auf oder mit einem strukturierten Substrat aufgetragen oder adhäsiv verklebt werden. Wahlweise, kann in dem System ein Reflektor, ein absorbierender Polarisator oder ein Doppelbrechungsmaterial verwendet werden. Die dünnen Schichten sind im interessierenden Spektrum transparent und werden mit der Verwendung von bekannten Auftragsverfahren auf dem Substrat aufgetragen. Die strukturierte Fläche der Substratmaterialien weist eine lineare Anordnung von im Wesentlichen rechtwinkliggleichen Prismen auf, die Seite an Seite angeordnet sind.

**[0011]** US-A-4,285,577 beschreibt einen Fensteraufbau mit einer ersten festen Polarisatorenplatte, die aus zwei benachbarten Polarisatoren besteht, deren Lichtabsorptionsachsen senkrecht zueinander sind. Eine zweite Polarisatorenplatte steht in einem Abstand in einer von der ersten Polarisatorenplatte verschiedenen Parallelebene und weist einen Polarisator auf, dessen Lichtabsorptionsachse senkrecht zur Lichtabsorptionsachse von einem der Polarisatorenbestandteile der ersten Platte und parallel zur Lichtabsorptionsachse des anderen Polarisatorenbestandteils der ersten Platte angeordnet ist. Eine bewegliche Platte zwischen den beiden festen Platten weist einen  $1/2$ ,  $3/2$  oder  $5/2$  Wellen-Retarder auf, der im Wesentlichen den elektromagnetischen Vektor des einfallenden polarisierten Lichts um  $90^\circ$  dreht. Die Polarisatoren sind polymere, leicht polarisierende Folien mit einem spezifizierten Brechungsindex, vorzugsweise aus Polyvinylalkohol.

**[0012]** JP-A-4,029,114 beschreibt eine Flüssigkristall-Anzeigeeinrichtung mit einer dem Rücklicht gegenüberliegenden reflektierenden Fläche zur selektiven Leitung von Licht auf die Flüssigkristallschicht.

**[0013]** US-A-3,610,729 offenbart einen reflektierenden Polarisator, der einen mehrschichtigen Stapel von benachbarten Materialschichten aufweist, wobei jedes der Schichtpaare eine Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in einer ersten Richtung in der Ebene des Polarisators aufweist und im Wesentlichen keine Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in einer zweiten Richtung in der Ebene des Polarisators und orthogonal zur ersten Richtung aufweist.

**[0014]** Aus EP-A-0,488,544 ist ein Polarisator bekannt, welcher eine Vielzahl von Schichten mit alternierender Orientierung aus zumindest ersten und zweiten polymeren Materialien aufweist, die jeweils spannungsoptische Koeffizienten haben, die nicht null sind und deren Unterschiede ausreichen, um eine Fehlanpassung des Brechungsindex zwischen den polymeren Materialien herzustellen. Die Fehlanpassung des Brechungsindex in einer ersten Polarisierungsebene unterscheidet sich von der Fehlanpassung des Brechungsindex in einer zweiten Ebene, die senkrecht zur ersten Ebene verläuft.

**[0015]** Schließlich offenbart US-A-5,333,072 ein reflektierendes Flüssigkristallanzeige-Overheadprojektionssystem, welches einen reflektierenden Polarisator, eine phasenmodulierte Flüssigkristallanzeige auf dem reflektierenden Polarisator und eine Fresnellinse auf der Flüssigkristallanzeige aufweist. Unpolarisierte Lichtstrahlen werden auf die Fresnellinse geleitet, durchqueren die Flüssigkristallanzeige und werden durch den reflektierenden Polarisator reflektiert und polarisiert. Die Lichtstrahlen durchqueren dann auf dem Rückweg die Flüssigkristallanzeige und die Fresnellinse und gelangen zu einem Projektorkopf, wo die Lichtstrahlen durch einen Polarisator analysiert und in Richtung einer Fläche projiziert werden.

**[0016]** Aufgabe dieser Erfindung ist es, eine schaltbare optische Einrichtung mit verbesserter Leistung in Bezug auf ihren Betrieb und ihre Funktion bereitzustellen.

**[0017]** Nach der Erfindung wird diese Aufgabe gelöst durch eine schaltbare optische Einrichtung, wie in Anspruch 1 definiert. Zusätzliche Ausführungsformen werden in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0018]** Diese Erfindung stellt eine Einrichtung bereit, die eine schaltbare optische Platte aufweist, die eine transparente optisch aktive Schicht mit einer ersten und einer zweiten Hauptfläche, einen ersten auf der ersten Hauptfläche angeordneten reflektierenden Polarisator, und einen zweiten auf der zweiten Hauptfläche angeordneten reflektierenden Polarisator aufweist. Die Einrichtung weist ebenfalls ein Mittel zum Umschalten der Platte zwischen einem reflektierenden Zustand und einem transmittierenden Zustand auf.

**[0019]** Der erste und der zweite reflektierende Polarisator der schaltbaren optischen Einrichtung weisen jeweils einen mehrschichtigen Stapel aus Paaren benachbarter Materialschichten auf, wobei jedes der Schichtpaare eine Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in einer ersten Richtung in der

Ebene des Polarisators und im Wesentlichen keine Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten Schichten in einer zweiten Richtung, die in der Ebene des Polarisators und orthogonal zu der ersten Richtung verläuft, aufweist. Ferner ist die Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten Schichten in einer dritten Richtung orthogonal zur Ebene des Polarisators kleiner als das 0.5fache der Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in der ersten Richtung.

**[0020]** In einer Ausführungsform weist die optisch aktive Schicht ein Flüssigkristallbauelement auf, das ein Paar von transparenten Substraten in paralleler Ausrichtung unter Definierung eines Hohlraumes dazwischen aufweist. Jedes Substrat hat eine Innenfläche, die dem Hohlraum zugewandt ist, und eine Außenfläche. Das Flüssigkristallbauelement weist ebenfalls auf der Innenseite von jedem Substrat ein leitendes Material und ein im Hohlraum eingeschlossenes Flüssigkristallmaterial auf. In dieser Ausführungsform, ist das Schaltmittel ein System elektronischen Antriebs, das mit dem leitenden Material für die Anwendung von Spannung durch das Flüssigkristallbauelement verbunden ist. Das leitende Material kann eine Matrix aus einer dünnen Schicht von abrufbaren Elektroden auf der Innenfläche von jedem Substrat aufweisen, um ein gepixeltes Flüssigkristallbauelement zu bilden, oder eine durchgehende transparente leitende Schicht auf der Innenfläche von jedem Substrat. Das Flüssigkristallbauelement ist vorzugsweise ein Twisted-Nematic-Flüssigkristallbauelement.

**[0021]** Am meisten zu bevorzugen ist es, wenn die Einrichtung eine schaltbare optische Platte aufweist, welche ein Twisted-Nematic-Flüssigkristallbauelement aufweist, die erste und zweite transparente Substratebenen in paralleler Ausrichtung unter Definierung eines Hohlraums dazwischen aufweist, wobei jedes Substrat eine Außenfläche und eine Innenfläche und ein im Hohlraum eingeschlossenes Flüssigkristallmaterial aufweist. Das Flüssigkristallbauelement weist des Weiteren durchgehende transparente leitende Schichten, die an den Innenflächen der Substrate angeordnet sind, einen ersten reflektierenden Polarisator, der auf der Außenfläche des ersten Substrats angeordnet ist und einen zweiten reflektierenden Polarisator, der auf der Außenfläche des zweiten Substrats angeordnet ist, auf. Der erste und der zweite reflektierende Polarisator umfassen jeweils einen Stapel von mindestens 100 Schichtpaaren, wobei jedes Schichtpaar eine Doppelbrechungsschicht, die einer weiteren Polymerschicht benachbart liegt, die isotropisch oder doppelbrechend sein kann, aufweist. Die Einrichtung weist des Weiteren ein elektronisches Antriebssystem auf, das mit den leitenden Schichten verbunden ist, derart, dass die Platte elektronisch zwischen einem reflektierenden Zustand und einem transmittierenden Zustand schaltbar ist.

**[0022]** Als Alternative kann die Einrichtung eine schaltbare optische Platte aufweisen, die ein Flüssigkristallbauelement aufweist, das ein Paar reflektierender Polarisatoren in paralleler Ausrichtung unter Definition eines Hohlraums dazwischen aufweist, die reflektierenden Polarisatoren jeweils eine dem Hohlraum zugewandte Innenfläche und eine Außenfläche aufweisen. Das Flüssigkristallbauelement weist des Weiteren ein im Hohlraum eingeschlossenes Flüssigkristallmaterial und transparente leitende Schichten auf den Innenflächen der reflektierenden Polarisatoren auf. Die Einrichtung weist des Weiteren ein elektronisches Antriebssystem auf, das mit den leitenden Schichten verbunden ist, derart, dass die Platte elektronisch zwischen einem reflektierenden Zustand und einem transmittierenden Zustand schaltbar ist.

**[0023]** Die Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnung detaillierter beschrieben, in der:

**[0024]** [Fig. 1](#) eine schematische perspektivische Ansicht einer schaltbaren optischen Einrichtung nach einer Ausführungsform dieser Erfindung darstellt.

**[0025]** [Fig. 2](#) eine schematische perspektivische Ansicht eines Teils eines reflektierenden Polarisators für die Verwendung in dieser Erfindung darstellt.

**[0026]** [Fig. 3](#) eine schematische perspektivische Ansicht einer schaltbaren optischen Platte nach einer Ausführungsform dieser Erfindung darstellt.

**[0027]** [Fig. 4](#) eine schematische perspektivische Ansicht der Platte von [Fig. 3](#) nach Anwendung eines elektrischen Feldes darstellt.

**[0028]** [Fig. 5–Fig. 7](#) die optische Leistung der jeweiligen reflektierenden Polarisatoren in den Beispielen 1–3 zeigt.

**[0029]** Eine Einrichtung dieser Erfindung weist eine schaltbare optische Platte auf, welche eine transparente optisch aktive Schicht mit zwei Hauptflächen, einem ersten auf einer Hauptfläche der optisch aktiven Schicht angeordneten reflektierenden Polarisator und einen zweiten auf der anderen Hauptfläche angeordneten reflek-

tierenden Polarisator aufweist. Die Einrichtung weist des Weiteren ein Mittel zum Umschalten der Platte zwischen einem reflektierenden Zustand und einem transmittierenden Zustand auf.

**[0030]** [Fig. 1](#) zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Einrichtung. Einrichtung **8** weist die schaltbare optische Platte **10** auf, in der die optisch aktive Schicht ein Flüssigkristallbauelement **12** aufweist. Das Flüssigkristallbauelement **12** weist ein Paar von transparenten planaren Substraten **14** und **16** in paralleler Ausrichtung auf, die übereinander im Abstand voneinander angeordnet sind. Die Ränder der Substrate sind zusammengefügt und mit einem klebenden Dichtungsmittel (nicht dargestellt) abgedichtet, um einen eingeschlossenen Hohlraum zu bilden. Der Hohlraum ist mit Flüssigkristallmaterial **18** gefüllt. Ein leitendes Material wird auf der Innenfläche der Substrate bereitgestellt, um eine Anwendung von Spannung durch das Flüssigkristallmaterial zu erlauben. Das leitende Material kann die Form von durchgehenden transparenten leitenden Schichten **20** und **22** wie in [Fig. 1](#) gezeigt, oder einer Matrix aus einer dünnen Schicht von abrufbaren Elektroden haben, um ein gepixeltes Flüssigkristallbauelement zu bilden. Ein gepixeltes Flüssigkristallbauelement weist tausende von kleinen Bildelementen oder „Pixel“ auf, die schwarz, weiß oder möglicherweise grau dargestellt werden können. Wenn es als Teil einer herkömmlichen Flüssigkristallanzeige (LCD) verwendet wird, kann das Bild durch die geeignete Handhabung der einzelnen Pixel angezeigt werden.

**[0031]** Die Ausrichtungsschichten **24** und **26**, die auf den Innenflächen der transparenten leitenden Schichten angeordnet sind, sorgen für die gewünschte Ausrichtung des Flüssigkristallmaterials **18** bei dessen Schnittstelle mit jedem Substrat. Die Pfeile **28** und **30** zeigen, wie die Moleküle des Flüssigkristallmaterials in einer Drehung von ungefähr  $90^\circ$  durch die Ausrichtungsschichten **24** und **26** in Abwesenheit eines elektrischen Feldes ausgerichtet sind. Das Flüssigkristallbauelement ist vorzugsweise ein Twisted-Nematic-Flüssigkristallbauelement (TN) mit einem Drehwinkel von zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$ , noch mehr zu bevorzugen zwischen  $80^\circ$  und  $90^\circ$ . Als Alternative, kann das Flüssigkristallbauelement ein Super-Twisted-Nematic-Flüssigkristallbauelement (STN) mit einem Drehwinkel zwischen  $180^\circ$  und  $270^\circ$  sein. Andere LCD-Typen wie ferroelektische LCDs können ebenfalls verwendet werden.

**[0032]** Die Substrate **14** und **16** können aus Glas oder Kunststoffmaterialien, die optisch transparent sind, über eine niedrige Doppelbrechung und eine für die bei der Herstellung und dem Gebrauch der schaltbaren optischen Einrichtungen vorherrschenden Bedingungen ausreichende Dimensionsstabilität verfügen, hergestellt werden. Zur Einhaltung einheitlicher Abstände zwischen den Substraten muss eines der mehreren bekannten Verfahren zur Ausführung der Abstände angewandt werden. Zum Beispiel können Granulat oder Fasern in den Hohlraum zwischen den Substraten eingegliedert werden, oder zumindest ein Substrat kann gegossen werden, um integrierte Abstandsrinnen, wie in U.S.-A-5,268,782 beschrieben, zu bilden.

**[0033]** Nochmals Bezug nehmend auf [Fig. 1](#), werden die reflektierenden Polarisatoren **32** und **34** auf den Außenflächen der Substrate **14** beziehungsweise **16** angeordnet. Im Allgemeinen hat ein reflektierender Polarisator dieser Erfindung den Effekt, das zufällig polarisierte Licht in seine linear polarisierten Bestandteile zu trennen. Zufällig polarisiertes Licht kann als die Summe von zwei orthogonalen linear polarisierten Bestandteilen gleicher Stärke mit den Polarisationszuständen (a) und (b) betrachtet werden. Unter optimalen Bedingungen transmittiert der reflektierende Polarisator das gesamte Licht mit dem Polarisierungszustand (a), das orthogonal ist zur Streckrichtung des Polarisators, und reflektiert Licht mit dem Polarisierungszustand (b). Die Polarisierungsorientierung des reflektierenden Polarisators **32** kann parallel (E-Modus) oder orthogonal (O-Modus) zur Ausrichtungsrichtung des Flüssigkristalls **12** wie durch den Pfeil **30** gezeigt, orientiert sein. Die Polarisierungsorientierungen der reflektierenden Polarisatoren **32** und **34** können orthogonal zueinander (gekreuzt) oder parallel sein.

**[0034]** Die Einrichtung **8** weist vorzugsweise eine Doppelbrechungskompensations-Schicht (nicht dargestellt), wie eine optische Verzögerung, auf, z. B., eine negative optische Doppelbrechungsverzögerung. Die Doppelbrechungskompensations-Schicht wird zwischen dem Substrat **14** und dem reflektierenden Polarisator **32** und/oder zwischen dem Substrat **16** und dem reflektierenden Polarisator **34** bereitgestellt. Solche Schichten erlauben es der Einrichtung **8**, erwünschte optische Eigenschaften über den sichtbaren Wellenlängenbereich und bei außergewöhnlichen Winkeln, beizubehalten.

**[0035]** [Fig. 2](#) ist ein schematisches perspektivisches Diagramm eines Segments eines bevorzugten reflektierenden Polarisators **36**. Die Figur weist ein Koordinatensystem **38** auf, das die Richtungen x, y und z definiert. Der reflektierende Polarisator **36** ist ein mehrschichtiger Stapel alternierender Schichten aus zwei unterschiedlichen Materialien. Auf die zwei Materialien wird in der Zeichnung und der Beschreibung mit Material „A“ und Material „B“ Bezug genommen. Die benachbarten Schichten **41** und **43** von Material A und Material B weisen ein exemplarisches Schichtpaar **44** auf. Das Schichtpaar **44** weist eine Brechungsindexdifferenz zwischen den

benachbarten mit der X-Richtung verbundenen Schichten **41** und **43**, und im Wesentlichen keine Brechungsindexdifferenz zwischen den mit der Y-Richtung verbundenen Schichten **41** und **43**, auf.

**[0036]** In dieser bevorzugten Ausführungsform der Einrichtung dieser Erfindung, umfassen der erste und der zweite reflektierende Polarisator jeweils eine mehrschichtige Folie aus alternierenden Schichten der Materialien A und B, in der jede der Schichten eine durchschnittliche Dicke von nicht mehr als  $0.5\ \mu\text{m}$  hat. Eine der Schicht des Materials B benachbarte Schicht des Materials A weist ein Schichtpaar auf. Die Anzahl der Schichtpaare ist vorzugsweise in dem Bereich zwischen 10 und 2000, und, mehr zu bevorzugen, ungefähr zwischen 200 und 1000.

**[0037]** Die mehrschichtige Folie wird durch Koextrusion der Materialien A und B in eine Folie gebildet unter nachfolgendem Strecken in die X-Richtung. Das Streckverhältnis ist definiert als die Dimension nach dem Strecken geteilt durch die Dimension vor dem Strecken. Das Streckverhältnis liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen  $2 : 1$  und  $10 : 1$ , mehr zu bevorzugen, zwischen  $3 : 1$  und  $8 : 1$ , und, am meisten zu bevorzugen, zwischen  $4 : 1$  und  $7 : 1$ , z. B.  $6 : 1$ . Die Folie wird nicht merklich in die Y-Richtung gestreckt. Material A ist ein polymeres Material, das ausgewählt wird, um eine durch das Strecken hervorgerufene Doppelbrechung aufzuweisen, oder den Brechungsindex mit dem Strecken zu ändern. Zum Beispiel wird eine in eine Achse gestreckte Folie des Materials A einen Brechungsindex  $n_{Ax}$ , verbunden mit der Streckrichtung ( $n_{Ax} = 1.88$ , zum Beispiel), und einen unterschiedlichen Brechungsindex  $n_{Ay}$ , verbunden mit der Querrichtung ( $n_{Ay} = 1.64$ , zum Beispiel), aufweisen. Material A weist eine Brechungsindexdifferenz zwischen der Streck- und Querrichtung ( $n_{Ax} - n_{Ay}$ ) von zumindest  $0.05$ , vorzugsweise zumindest  $0.10$ , und, noch mehr zu bevorzugen, zumindest  $0.20$ , auf. Material B ist ein polymeres Material, dass so ausgewählt wird, dass sein Brechungsindex  $n_{By}$  im Wesentlichen gleich ist wie  $n_{Ay}$ , nachdem die mehrschichtige Schicht gestreckt wurde. Beim Strecken nimmt der Wert von  $n_{Bx}$  vorzugsweise ab.

**[0038]** Nach dem Strecken weist die mehrschichtige Folie dieser Ausführungsform eine große Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten mit der Streckrichtung verbundenen Schichten auf (definiert mit  $\Delta n_x = n_{Ax} - n_{Bx}$ ). In der Querrichtung ist die Brechungsindexdifferenz jedoch im Wesentlichen null (definiert mit  $\Delta n_y = n_{Ay} - n_{By}$ ). Diese optischen Eigenschaften führen dazu, dass der mehrschichtige Stapel wie ein reflektierender Polarisator funktioniert, der den Polarisierungsbestandteil zufällig polarisierten Lichts, der parallel zur in [Fig. 2](#) gezeigten Transmissionsachse **40** verläuft, transmittiert. Auf den Teil des Lichts, der mit dem reflektierendem Polarisator **36** transmittiert wird, wird Bezug genommen mit dem Polarisierungszustand (a). Der Teil des Lichts, der nicht den reflektierenden Polarisator **36** durchquert, hat den Polarisierungszustand (b), der der in [Fig. 2](#) gezeigten Extinktionsachse **42** entspricht. Die Extinktionsachse **42** verläuft parallel zur Streckrichtung x. Deshalb begegnet das (b)-polarisierte Licht der Brechungsindexdifferenz  $\Delta n_{x1}$ , welche seine Reflexion darstellt. Der reflektierende Polarisator reflektiert vorzugsweise zumindest 50% des (b)-polarisierten Lichts und, noch mehr zu bevorzugen, zumindest 90%. Das dritte Brechungsindex-Differential,  $\Delta n_2$ , ist wichtig für die Kontrolle des Reflexionsvermögens außerhalb der Achse des reflektierenden Polarisators. Für hohe Extinktionsverhältnisse des (b)-polarisierten, und für hohe Transmission von (a)-polarisiertem Licht, bei großen Einfallswinkeln, wird vorausgesetzt, dass  $\Delta n_2 = n_{A2} - n_{B2} < 0.5 \Delta n_{x1}$  vorzugsweise weniger ist als  $0.2 \Delta n_{x1}$  und, noch mehr zu bevorzugen, weniger als  $0.1 \Delta n_{x1}$ .

**[0039]** Das optische Verhalten und die Ausführung solcher reflektierender Polarisatoren wird in der ebenfalls anhängigen Patentanmeldung U.S.-A-5,882,774 des Patentinhabers detaillierter beschrieben.

**[0040]** Ein Durchschnittsfachmann wird die Fähigkeit besitzen, Materialien auszuwählen, die geeignet sind, um die erwünschten Brechungsindexverhältnisse zu erreichen. Im Allgemeinen, kann Material A aus einem halbkristallinen polymeren Material wie halbkristallines Naphtalindicarbonsäure-Polyester oder Polyethylenaphthalat (PEN) und Isomere daraus (z. B., 2,6-, 1,4-, 1,5-, 2,7-, und 2,3-PEN) gewählt werden. Material A kann auch von anderen halbkristallinen polymeren Materialien gewählt werden, wie Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylenisophthalat (PEI) und Copolymeren von PEN, PET und PEI. Wie hier verwendet, weist co-PEN Copolymeren von PEN und coPET Copolymeren von PET auf. Material B kann ein halbkristallines oder amorphes polymeres Material, wie syndiotaktisches Polystyrol (sPS), und Copolymere, z. B., coPEN, coPET, und Copolymeren von Eastar, welches Polycyclohexanedimehtylen-Terephthalat ist, das von Eastman Chemical Co. gewerblich verfügbar gemacht wird, sein. Das beschriebene coPEN kann auch eine Mischung eines Granulats sein, in der zumindest eine Komponente ein auf Naphtalindicarbonsäure basierendes Polymer ist oder andere Komponenten Polyester oder Polykarbonate, wie PET, ein PEN oder ein coPEN, sind. Die Materialien A und B werden vorzugsweise so gewählt, dass sie über ähnliche rheologische Eigenschaften (z. B. Schmelzviskosität) verfügen, derart, dass sie koextrudiert werden können.



**[0041]** Der reflektierende Polarisator wird hergestellt durch Koextrusion von Material A und Material B zur Bildung einer mehrschichtigen Schicht und durch anschließendes Orientieren der Schicht durch Strecken im Wesentlichen in eine Richtung (einachsig) bei einer gewählten Temperatur, wahlweise gefolgt von Thermofixierung bei einer gewählten Temperatur. Der Schicht kann eine dimensionale Lockerung in der Richtung quer zur Streckrichtung (orthogonal zur Streckrichtung) erlaubt werden, in einem Bereich von der natürlichen Reduktion quer zur Streckrichtung (gleich der Quadratwurzel des Streckverhältnisses) bis zu keiner Reduktion quer zur Streckrichtung (was der kompletten Fixierung entspricht). Die Schicht kann in die Richtung der Maschine, wie mit einem Längenorientierer, oder in Richtung der Breite, wie mit einem Spannrahmen gestreckt werden.

**[0042]** Für den Durchschnittsfachmann wird es ersichtlich sein, eine Kombination aus Verfahrensvariablen, wie Strecktemperatur, Streckverhältnis, Thermofixierungstemperatur und Lockerung quer zur Streckrichtung auszuwählen, die auf einen reflektierenden Polarisator abzielen, der das erwünschte Brechungsindexverhältnis hat.

**[0043]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform, weist die mehrschichtige Folie einen Stapel aus Schichtpaaren aus den Materialien A und B wie oben beschrieben auf, in denen der Stapel in ein oder mehrere Segmente von Schichtpaaren aufgeteilt wird. Jedes Segment ist konstruiert, um ein maximales Reflexionsvermögen von Licht mit einer Bandbreite zu erreichen, indem jedes der Schichtpaare eine kombinierte Dicke von ungefähr der Hälfte der Wellenlänge im Zentrum der Bandbreite für dieses Segment hat. Die Kombination von Segmenten mit unterschiedlichen Schichtpaardicken ermöglicht es dem reflektierenden Polarisator, Licht mit einer relativ breiten Bandbreite zu reflektieren.

**[0044]** Zum Beispiel kann die mehrschichtige Folie zehn Segmente mit Schichtpaaren mit einer kombinierten Dicke in einem Bereich von 100 nm bis 200 nm aufweisen. Jedes Segment kann zwischen 10 und 50 Schichtpaaren aufweisen. Dieser Polarisator verfügt über die Fähigkeit, Licht mit Wellenlängen in einem Bereich von 400 bis 800 nm zu reflektieren. Als Alternative können die Dicken der geschichteten Paare kontinuierlich von 100 bis 200 nm gestaffelt werden. Für eine optische Abdeckung von Wellenlängen zwischen 400 und 2000 nm, sollten die Dicken der Paare in einem Bereich von 100–500 nm liegen.

**[0045]** Obwohl die oben beschriebene mehrschichtige optische Schicht für die reflektierenden Polarisatoren bevorzugt wird, können auch andere reflektierende Polarisatoren verwendet werden, wie mikrostrukturierte MacNeille-Polarisatoren und cholesterinische Polarisatoren, die eine damit verbundene ¼-Platte aufweisen.

**[0046]** Die reflektierenden Polarisatoren können auf die LCD geschichtet werden oder an den Kanten der LCD auf der LCD zum haften gebracht werden oder sie können mechanisch auf der LCD befestigt werden.

**[0047]** Wieder Bezug nehmend auf [Fig. 1](#), kann ein elektrisches Feld auf das Flüssigkristallmaterial **18** durch die leitenden Schichten **20** und **22** angewendet werden, indem ein elektronisches Antriebssystem wie eine elektrische Quelle **19** durch die Leitungen **21** und **23** verwendet wird. Wenn das Feld angewendet wird, reorientieren sich die Flüssigkristallmoleküle über den gesamten Bereich und „entdrehen“ sich wegen der dielektrischen Anisotropie der Moleküle. Dieses Verhalten ermöglicht es den Molekülen, polarisiertes Licht um 90° zu drehen, wenn sie im gedrehten Zustand sind und Licht ohne Drehung zu übertragen, wenn sie im ungedrehten Zustand sind. Wenn sie gemeinsam mit den reflektierenden Polarisatoren **32** und **34** verwendet werden, stellt diese Fähigkeit zur Drehung von polarisiertem Licht ein Mittel zum Umschalten der schaltbaren optischen Platte **10** zwischen einem reflektierenden und einem transmittierenden Zustand bereit.

**[0048]** Für Paare von identischen reflektierenden Polarisatoren wird das Reflexionsvermögen der optischen Platte ungefähr verdoppelt, wenn vom transmittierenden Zustand in den reflektierenden Zustand umgeschaltet wird (wenn man die Reflexionen der Flächen der Vorder- und Rückseite der Polymere und des leitenden Materials ignoriert). Dieser Wert des Reflexionsvermögens ändert sich mit der Qualität des reflektierenden Polarisators nur gering. Das Transmissionsverhältnis des transmittierenden und reflektierenden Zustands ist jedoch stark abhängig vom Extinktionswert der beiden Polarisatoren. Für sehr durchlässige Polarisatoren mit ungefähr 50% der Extinktion der Polarisierung hoher Extinktion (wobei perfekte Extinktion 100% entspricht), wird die Transmission der Platte im transmittierenden Zustand 75% betragen und im reflektierenden Zustand 50%. Das Transmissionsverhältnis dieser „durchlässigen“ optischen Platte beträgt nur 1.5. Optische Platten mit einem Transmissionsverhältnis von 1.5, können, auch wenn sie nicht sehr nützlich für die Verwendung als Sichtschutzblende sein mögen, doch eine wesentliche Energieregulierung auf Außenfenstern von Gebäuden oder Fahrzeugen bereitstellen. Für gute Polarisatoren mit 99.9% Extinktion, beträgt die Transmission im geschlossenen Zustand nur 0.1%, während sie im transmittierenden Zustand zu ungefähr 50% transmittierend sind, und eine Ausbeute von einem Transmissionsverhältnis von 500 realisieren.

**[0049]** Der Extinktionswert eines bestimmten Polarisators hängt von der optischen Bandbreite ab, die für den Benutzer von Interesse ist. Für Laseranwendungen sind enge Bandbreiten ausreichend. Bandbreiten für Sichtschutzfenster müssen zumindest das gesamte sichtbare Spektrum abdecken, während beim Schutz vor Sonnenenergie die Abdeckung des sichtbaren und des sich in der Nähe des Infrarotbereichs befindenden Teils des Spektrums (400–1200 nm) wünschenswert ist. Der oben beschriebene reflektierende Polarisator mit einer mehrschichtigen Schicht besitzt die Fähigkeit, jede der oben genannten Bandbreiten abzudecken.

**[0050]** Um den Begriff des Umschaltens zu veranschaulichen, zeigt [Fig. 3](#) ein schematisches perspektivisches Diagramm einer schaltbaren optischen Platte **46** in dem ein Strahl **48** zufällig polarisiertes Licht, der die Polarisierungszustände (a) und (b) enthält, auf den reflektierenden Polarisator **50** trifft. Von dem im Strahl **48** enthaltenen Licht, wird das Licht mit dem Polarisierungszustand (b) (dargestellt durch Strahl **52**) reflektiert, während das Licht mit dem Polarisierungszustand (a) (dargestellt durch Strahl **54**) durch den reflektierenden Polarisator **50** transmittiert wird. In Abwesenheit eines elektrischen Feldes sorgt das Flüssigkristall **56** dafür, dass der Polarisierungszustand des Strahls **54** um ungefähr 90° gedreht wird, bevor er durch den reflektierenden Polarisator **58** (der in Bezug auf den reflektierenden Polarisator **50** gekreuzt ist) transmittiert wird. Folglich ist die schaltbare optische Platte mit den gekreuzten reflektierenden Polarisatoren **50** und **58** im Wesentlichen transmissiv. Auf diesen Zustand wird mit „normal geöffnet“ Bezug genommen. Unter optimalen Bedingungen ist die optisch schaltbare Schicht zu 50% transmissiv. Durch die Restabsorption, unvollständige Drehung der Polarisatoren, Vorder- und Rückreflexionen, und Reflexion von den leitenden Schichten (nicht gezeigt), liegt die Transmission im Allgemeinen in einem Bereich von ungefähr 25 bis 40%.

**[0051]** Wenn ein elektrisches Feld auf die schaltbare optische Platte **46** angewendet wird wie in [Fig. 4](#) gezeigt, wird der Strahl **48** wieder durch den reflektierenden Polarisator **50** in einen transmittierten Strahl (gezeigt als Strahl **55**) und einen reflektierten Strahl **53** geteilt. In dieser Situation durchquert der Strahl **55** jedoch das nicht gedrehte Flüssigkristall **56** und wird durch den reflektierenden Polarisator **58** reflektiert.

**[0052]** Das reflektierte Licht, gezeigt als Strahl **60**, durchquert erneut das nicht gedrehte Flüssigkristall **56** und wird schließlich durch den reflektierenden Polarisator **50** transmittiert. Folglich ist die schaltbare optische Platte **46** in diesem Zustand beinahe völlig reflektierend. Die Absorptionsverluste in den leitenden Schichten und in den reflektierenden Polarisatoren sind gering, z. B.  $\approx 1\text{--}5\%$ .

**[0053]** Es wird verstanden werden, dass das optische Verhalten der schaltbaren optischen Platte **46** umgestellt werden kann (d. h., die Platte wird transmissiv, wenn ein elektrisches Feld angewendet wird und reflektiv, wenn kein elektrisches Feld vorhanden ist), indem die reflektierenden Polarisatoren **50** und **58** im Verhältnis zueinander parallel angeordnet werden, anstatt gekreuzt. Auf diesen Zustand wird mit „normal geschlossen“ Bezug genommen.

**[0054]** Als Alternative kann es wünschenswert sein, das Reflexionsvermögen der schaltbaren optischen Platte entsprechend einer Skala von Graustufen anzupassen. Diese Anpassbarkeit kann erreicht werden, indem ein Twisted-Nematic-Flüssigkristallbauelement verwendet wird, und die Spannung, die angewendet wird, um die Intensität des transmittierten Lichts zu regeln, variiert wird. Dieses Verfahren kann jedoch schwierig sein, weil eine einheitliche Skala von Graustufen präzise, einheitliche Abstände der Substrate und eine einheitliche Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle über einen großen Bereich, sowie eine einheitliche Temperatur und ein einheitliches elektrisches Feld, erfordert. Leichte Abweichungen bei diesen Bedingungen führen zu Abweichungen beim Reflexionsvermögen über die Anzeige, was ein geflecktes Aussehen erzeugen kann. Als Alternative kann eine effektive Graustufen-Skala implementiert werden, indem ein gepixeltes Flüssigkristall verwendet wird und nur ein bestimmter Teil der Pixel umgeschaltet wird, um beim menschlichen Betrachter (aus der Entfernung) ein graues Aussehen hervorzurufen.

**[0055]** In einer alternativen Ausführungsform, weist die schaltbare optische Platte ein Paar von reflektierenden Polarisatoren wie die bereits beschriebenen auf, die in paralleler Ausrichtung und in Abständen voneinander abstehen, um einen umschlossenen Hohlraum zu bilden, in dem das Flüssigkristallmaterial eingeschlossen wird. Die reflektierenden Polarisatoren funktionieren dadurch an Stelle der Substrate der oben beschriebenen Flüssigkristalle. Es versteht sich, dass diese Ausführungsform die leitenden Schichten, Ausrichtungsschichten, Diffusionsbarrieren und alle anderen geeigneten mit den Substraten der vorherigen Ausführungsformen verbundenen Elemente aufweist.

**[0056]** Andere Ausführungsformen dieser Erfindung können in der optisch aktiven Schicht vielfältige Doppelbrechungsmaterialien aufweisen, die sich von den oben beschriebenen Flüssigkristallbauelementen unterscheiden, und einachsige Doppelbrechungs-Thermoplasten und schaltbare polymer dispergierte Flüssigkris-



tallbauelemente, wie in U.S.-A-4,435,047 offenbart, umfassen. Die Mittel zum Umschalten der Schicht von einem reflektierenden in einen transmittierenden Zustand wird basierend auf den Eigenschaften des Doppelbrechungsmaterials und der Anwendung, in der die Schicht verwendet werden soll, gewählt. Zum Beispiel können die Mittel zum Umschalten ein Strecken der optisch aktiven Schicht zur Veränderung der Doppelbrechung oder die Entfernung der optisch aktiven Schicht von ihrer Position zwischen den reflektierenden Polarisatoren zur Verhinderung der Drehung des linear polarisierten Lichts, aufweisen.

#### BEISPIEL 1

**[0057]** Es wurde ein reflektierender Polarisator zur Verwendung in dieser Erfindung hergestellt. Der reflektierende Polarisator wies zwei 601 Schicht-Polarisatoren auf, die zusammen beschichtet wurden mit einem optischen Adhäsionsmittel. Jeder der 601 Schicht-Polarisatoren wurde durch Koextrusion der Bahn hergestellt und die Bahn wurde zwei Tage später auf einem Spannrahmen orientiert. Polyethylennaphthalat (PEN) mit einer intrinsischen Viskosität von 0.5 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorobenzol) wurde geliefert durch einen Extruder bei einer Rate von 34 kg pro Stunde und CoPEN (70 mol.-%, 2,6 NDC (Naphthalindicarbonsäure), und 30 mol.-% DMT (Dimethylterephthalat)) mit einer intrinsischen Viskosität von 0.55 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorobenzol) wurde geliefert durch einen anderen Extruder bei einer Rate von 30 kg pro Stunde. PEN befand sich auf den dünnen Schichten, die wie dicke Außenschichten durch den gleichen Speiseblock koextrudiert werden und durch die Vervielfacher sowohl als Innen- als auch als Außenschicht eingefaltet werden. Die dünnen Innen- und Außenschichten umfassten 8% der Gesamtdicke des Polarisators. Das Speiseblock-Verfahren wurde verwendet, um 151 Schichten herzustellen, welche durch zwei Vervielfacher geführt wurden, um ein Extrudat von 601 Schichten herzustellen. U.S.-A-3,565,985 beschreibt ähnliche Koextrusions-Vervielfacher. Die gesamte Streckung wurde im Spannrahmen vorgenommen. Die Schicht wurde in ungefähr 20 Sekunden auf ungefähr 140°C vorerhitzt und in Querrichtung auf ein Streckverhältnis von 4.4 bei einer Rate von ungefähr 6% pro Sekunde gestreckt. Die Schicht wurde dann ungefähr 2% ihrer Maximalbreite entspannt in einem Thermofixierungs-Ofen, der auf 240°C gestellt war. Die Enddicke der Schicht betrug 46 µm.

**[0058]** Die Transmission einer einzelnen 601 Schicht ist in [Fig. 5](#) gezeigt. Kurve a zeigt die Transmission von (a)-polarisiertem Licht bei normalem Einfall, Kurve b zeigt die Transmission von (a)-polarisiertem Licht bei einem Einfall von 60°, und Kurve c zeigt die Transmission von (b)-polarisiertem Licht bei normalem Einfall. Zu beachten ist die nicht einheitliche Transmission von (a)-polarisiertem Licht bei sowohl normalem als auch bei einem Einfall von 60°. Zu beachten ist ebenfalls die nicht einheitliche Extinktion von (b)-polarisiertem Licht im sichtbaren Bereich (400–700 nm), die von der Kurve c gezeigt wird.

#### BEISPIEL 2

**[0059]** Es wurde ein anderer reflektierender Polarisator zur Verwendung in dieser Erfindung hergestellt. Der reflektierende Polarisator wies 603 Schichten auf und wurde mit einem Koextrusionsverfahren auf einer Anlage zur Herstellung sequentieller Flachfolien hergestellt. Polyethylennaphthalat (PEN) mit einer intrinsischen Viskosität von 0.47 dl/g (in 60 Gew.-% Phenol plus 40 Gew.-% Dichlorobenzol) wurde durch einen Extruder bei einer Rate von 38 kg pro Stunde geliefert und CoPEN wurde durch einen anderen Extruder bei einer Rate von 34 kg pro Stunde geliefert. Das CoPEN war ein Copolymer aus 70 mol.-%, 2,6 Naphthalindicarboxylatmethylester, 15 mol.-% DMT, und 15 mol.-% Dimethylisophthalat mit Ethylenglykol. Das Speiseblockverfahren wurde verwendet, um 151 Schichten zu erzeugen. Der Speiseblock wurde konstruiert, um eine geeignete Verteilung der Schichten mit einem Dickenverhältnis der optischen Schichten von 1.22 für das PEN und 1.22 für das CoPEN herzustellen. Dieser optische Stapel wurde durch zwei sequentielle Vervielfacher vervielfacht. Das nominale Vervielfachungsverhältnis der Vervielfacher war 1.2 beziehungsweise 1.4. Zwischen dem Endvervielfacher und der Düse wurden dünne Schichten, die aus dem oben beschriebenen CoPEN zusammengefügt wurden, hinzugefügt, das durch einen dritten Extruder bei einer Rate von 48 kg pro Stunde geliefert wurde. Die Schicht wurde anschließend in ungefähr 30 Sekunden auf 150°C vorerhitzt und in Querrichtung auf ein Streckverhältnis von ungefähr 6 bei einer Anfangsrate von ungefähr 20% pro Sekunde gestreckt. Die Enddicke der Schicht betrug ungefähr 89 µm.

**[0060]** [Fig. 6](#) zeigt die optische Leistung dieses reflektierenden Polarisators. Kurve a zeigt die Transmission von Licht, das in die nicht gestreckte Richtung polarisiert wurde bei normalem Einfall, Kurve b zeigt die Transmission von Licht mit sowohl einer Einfallsebene als auch einer Polarisierungsebene parallel zur nicht gestreckten Richtung bei einem Einfallswinkel von 50°, und Kurve c zeigt die Transmission von Licht, das bei einem normalen Einfall in Streckrichtung polarisiert wurde. Zu beachten ist die sehr hohe Transmission von Licht, das in die Nicht-Streckrichtung polarisiert wurde. Eine Durchschnittstransmission für Kurve a über 400–700 nm beträgt 87%. Zu beachten ist ebenfalls die von Kurve c dargestellte sehr hohe Extinktion von Licht, das in

Streckrichtung im sichtbaren Bereich (400–700 nm) polarisiert wurde. Die Schicht verfügt über eine Durchschnittstransmission von 2,5% für Kurve c zwischen 400 und 700 nm. %RMS-Farbe beträgt für Kurve b 5%. %RMS-Farbe ist der quadratische Mittelwert des Transmissionsgrads über den Wellenlängenbereich, der von Interesse ist.

### BEISPIEL 3

**[0061]** Es wurde noch ein anderer reflektierender Polarisator zur Verwendung in dieser Erfindung hergestellt. Der reflektierende Polarisator wies eine koextrudierte Schicht auf, die 481 Schichten aufwies, die durch Extrusion der Gussbahn in einem Betrieb und anschließender Ausrichtung der Schicht in einer Labor-Schichtstreckungsvorrichtung hergestellt wurden. Das Speiseblockverfahren wurde verwendet mit einem 61 Schichten Speiseblock und drei (2 ×) Vervielfachern. Die dünnen Schichten wurden zwischen den Endvervielfachern und der Düse hinzugefügt. Polyethylenaphthalat (PEN) mit einer intrinsischen Viskosität von 0.47 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorobenzol) wurde durch einen Extruder bei einer Rate von 11.4 kg pro Stunde an den Speiseblock geliefert. Glykolmodifiziertes Polyethylencyclohexandimethantereptalat (PCTG 5445 von Eastman) wurde durch einen anderen Extruder bei einer Rate von 11.4 kg pro Stunde geliefert. Ein anderer Strom von PEN von dem obigen Extruder wurde als dünne Schichten bei einer Rate von 11 kg pro Stunde hinzugefügt. Die Gussbahn war 0.2 mm dick und 30 cm breit. Die Bahn wurde durch die Verwendung einer Labor-Streckvorrichtung, die einen Pantograph verwendet, um einen Teil der Schicht zu greifen und bei einer gleichmäßigen Rate in eine Richtung zu strecken, während ihr in der anderen Richtung ein freies Entspannen erlaubt wird, einachsigt ausgerichtet. Die geladene Probefahne war ungefähr 5.40 cm breit (in der nicht gestreckten Richtung) und 7.45 cm lang zwischen den Greifern des Pantographs. Die Bahn wurde bei ungefähr 100°C in eine Streckvorrichtung geladen und für 45 Sekunden auf 135°C erhitzt. Der Streckvorgang wurde dann bei 20% pro Sekunde (basierend auf den Ausgangsabmessungen) begonnen, bis die Probe auf ungefähr 6 : 1 (basierend auf den Abmessungen von Greifer zu Greifer) gestreckt war. Sofort nach dem Strecken wurde die Probe gekühlt, indem Luft in Raumtemperatur darauf geblasen wurde. Im Zentrum entspannte sich die Probe mit einem Faktor von 2.0.

**[0062]** [Fig. 7](#) zeigt die Transmission von dieser mehrschichtigen Schicht, in der Kurve a die Transmission von Licht, das in die nicht gestreckte Richtung bei normalem Einfall polarisiert wurde, zeigt, Kurve b die Transmission von Licht mit sowohl einer Einfallsebene als auch einer Polarisierungsebene parallel zur nicht gestreckten Richtung bei einem Einfallswinkel von 60° zeigt (p-polarisiertes Licht) und Kurve c die Transmission von Licht, das bei einem normalen Einfall in die gestreckte Richtung polarisiert wurde, zeigt. Die Durchschnittstransmission für Kurve a von 400–700 nm beträgt 89.7%, die Durchschnittstransmission für Kurve b von 400–700 nm beträgt 96.9%, und die Durchschnittstransmission für Kurve c von 400–700 nm beträgt 4.0%. %RMS-Farbe beträgt für Kurve a 1.05% und %RMS-Farbe für Kurve b beträgt 1.44%.

### BEISPIEL 4

**[0063]** Eine schaltbare optische Platte dieser Erfindung wurde hergestellt, indem ein reflektierender Polarisator, der einen mehrschichtigen optischen Stapel wie hierin beschrieben aufwies, auf jede Seite einer gepixelten STN-Flüssigkristallanzeige, von der die absorbierenden Polarisatoren entfernt worden waren, befestigt wurde. Die reflektierenden Polarisatoren wurden entlang der Kanten der Polarisatoren mittels Klebestreifen an der LCD befestigt. Die Polarisierungsorientierung von jedem der reflektierenden Polarisatoren wurde parallel zur Ausrichtungsrichtung des Flüssigkristalls auf jedem Substrat platziert, derart, dass die maximale sichtbare Extinktion in der Reflexionsart erreicht wurde, wenn die reflektierenden Polarisatoren gekreuzt waren.

**[0064]** Die optische Platte wurde in Umgebungslicht platziert und visuell beobachtet. Ohne Anwendung einer Spannung, erschien die Platte teilweise transparent. Wenn Spannung angewendet wurde, schaltete die Platte um auf ein spiegel-ähnliches Aussehen.

### BEISPIEL 5

**[0065]** Ein mechanisch schaltbares Fenster wurde wie folgt gebaut: Eine Doppelbrechungsschicht mit 1/4 Wellenlänge bei 560 nm von Polaroid Corp. wurde auf eine Seite einer transparenten Glasplatte mit den Abmessungen 10 × 10 × 0.16 cm geschichtet. Ein erster reflektierender Polarisator, der wie in Beispiel 1 vorbereitet wurde, wurde auf die entgegen gesetzte Seite der Platte geschichtet. Ein zweiter reflektierender Polarisator der gleichen Bauweise wie der erste wurde auf eine zweite transparente Glasplatte geschichtet. Die Platten wurden in parallelen Schlitzen gehalten und manuell umgeschaltet.

**[0066]** Das schaltbare Fenster wurde bewertet, indem die Lichttransmission durch das Fenster sowohl in der „geschlossenen“ als auch in der „offenen“ Position gemessen wurde. Die Lichtquelle war eine 12 Volt Halogen-glühlampe. Die Intensität des transmittierten Lichts wurde mit einer amorphen Silizium-Photodiode gemessen, die nur empfindlich auf sichtbares Licht ist. In der „geschlossenen“ Position wurde die erste Platte parallel zur zweiten Platte mit der Doppelbrechungsschicht nach außen, oder am weitesten von der zweiten Platte entfernt, positioniert. Zum Umschalten auf die „offene“ Position, wurde die erste Platte um 180° gedreht, derart, dass die Doppelbrechungsschicht nach innen oder am nächsten zur zweiten Platte und zwischen den zwei Polarisatoren war. Zwei Kontrolltransmissionen wurden ebenfalls gemessen durch 1) zwei Glasplatten ohne Polarisatoren oder Doppelbrechungsschicht, und 2) zwei reflektierende Polarisatoren mit parallelen Polarisierungsorientierungen, die beide auf eine Glasplatte geschichtet waren. Die zweite Kontrolle hatte das Ziel, die Anwesenheit einer perfekten Doppelbrechungsschicht zwischen den Polarisatoren zu simulieren. Die Ergebnisse können der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

<b>Position</b>	<b>% entsprechende Transmission</b>
1) „geschlossen“	5
2) „offen“	32
3) 2 Glasplatten	100
4) 2 parallele Polarisatoren auf Glas	42

**[0067]** Die Transmission der beiden Glasplatten wurde mit 100% veranschlagt. Die % der entsprechenden Transmissionen für 1), 2), und 4) wurden mit diesem Wert verglichen. Es erwies sich, dass das Fenster zwischen 5% und 35% Transmission mechanisch umgeschaltet werden konnte. Für eine theoretisch perfekte Doppelbrechungsschicht, wie von Position 4 gezeigt, betrug die Transmission 42%.

### Patentansprüche

1. Schaltbare optische Einrichtung (8) mit einer schaltbaren optischen Platte (10), die folgendes aufweist:

- eine transparente, optisch aktive Schicht (12) mit einer ersten und einer zweiten Hauptfläche,
- einen ersten reflektierenden Polarisator (32), der auf der ersten Hauptfläche der optisch aktiven Schicht angeordnet ist, und
- einen zweiten reflektierenden Polarisator (34), der auf der zweiten Hauptfläche der optisch aktiven Schicht angeordnet ist und
- Mittel (19, 21, 23) zum Umschalten der Platte zwischen einem reflektierenden Zustand und einem transmittierenden Zustand,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- der erste und zweite reflektierende Polarisator (32, 34) jeweils einen mehrschichtigen Stapel aus Paaren benachbarter Materialsichten aufweisen, wobei jedes der Schichtpaare eine Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in einer ersten Richtung in der Ebene des Polarisators und im wesentlichen keine Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten Schichten in einer zweiten Richtung, die in der Ebene des Polarisators und orthogonal zu der ersten Richtung verläuft, aufweist und ferner eine Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten Schichten in einer dritten Richtung orthogonal zur Ebene des Polarisators aufweist, die kleiner ist als das 0,5fache der Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in der ersten Richtung.

2. Schaltbare optische Einrichtung nach Anspruch 1, wobei die optische Platte ein Flüssigkristallbauelement (70) ist, das ein erstes und ein zweites transparentes planares Substrate (72, 74) in paralleler Ausrichtung unter Definierung eines Hohlraums dazwischen aufweisen, wobei jedes Substrat eine Außenfläche und eine dem Hohlraum zugewandte Innenfläche und ein im Hohlraum eingeschlossenes Flüssigkristallmaterial (76) aufweist.

3. Schaltbare optische Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei die Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in der ersten Richtung die Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten Schichten in der zweiten Richtung um mindestens 0,05 übersteigt.

4. Schaltbare optische Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei der erste und zweite reflektierende Polarisator jeweils eine mehrschichtige Folie aus alternierenden Schichten eines ersten und zweiten

Materials aufweisen, wobei das erste Material eine belastungsinduzierte Doppelbrechung aufweist und die Folie einachsrig gedehnt ist.

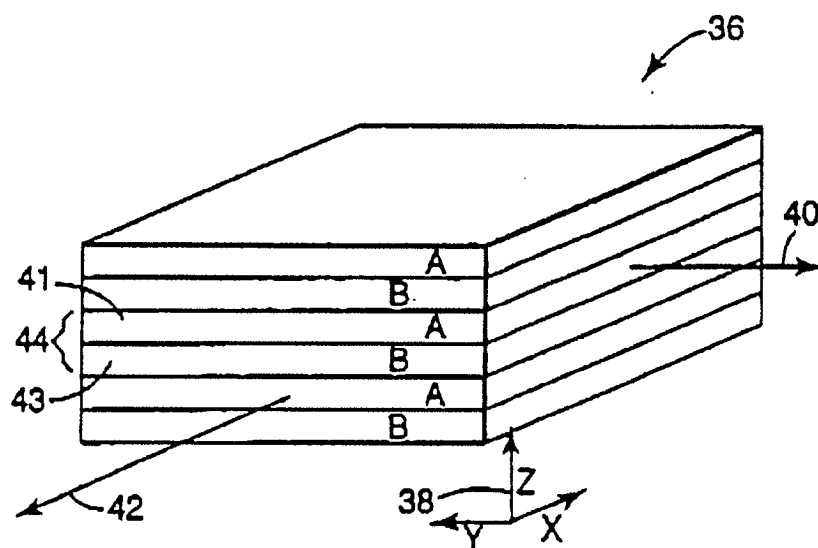
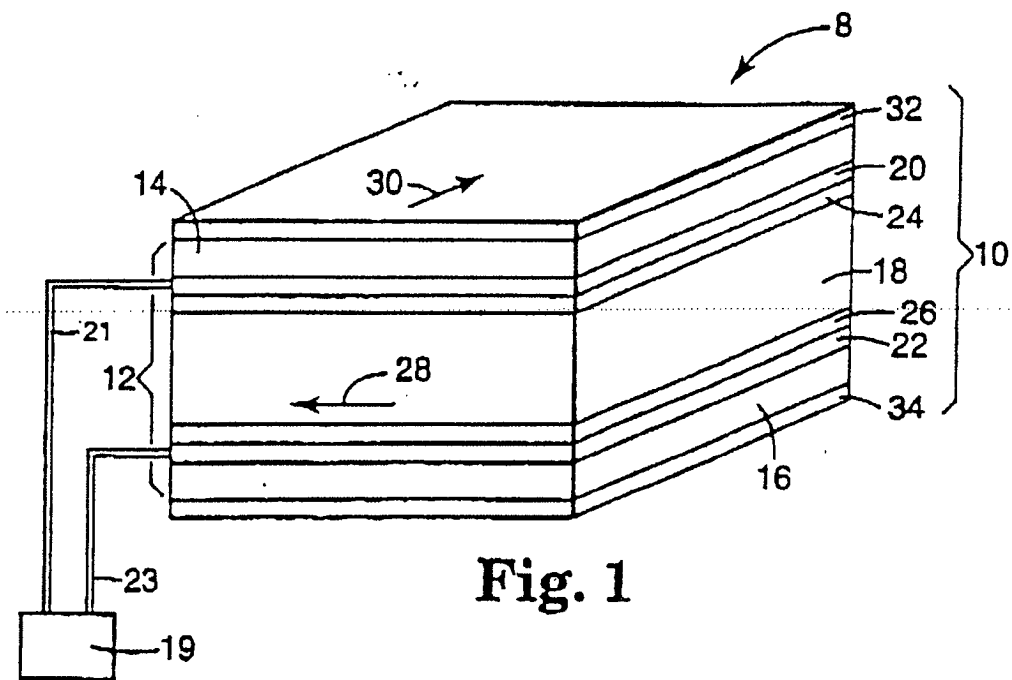
5. Schaltbare optische Einrichtung nach Anspruch 4, wobei das erste Material ein Napthalindicarbonsäure-Polyester ist und das zweite Material ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Polystyrol, Polyethylenaphthalat, Polyethylenterephthalat und Cyclohexandimethylenterephthalat.

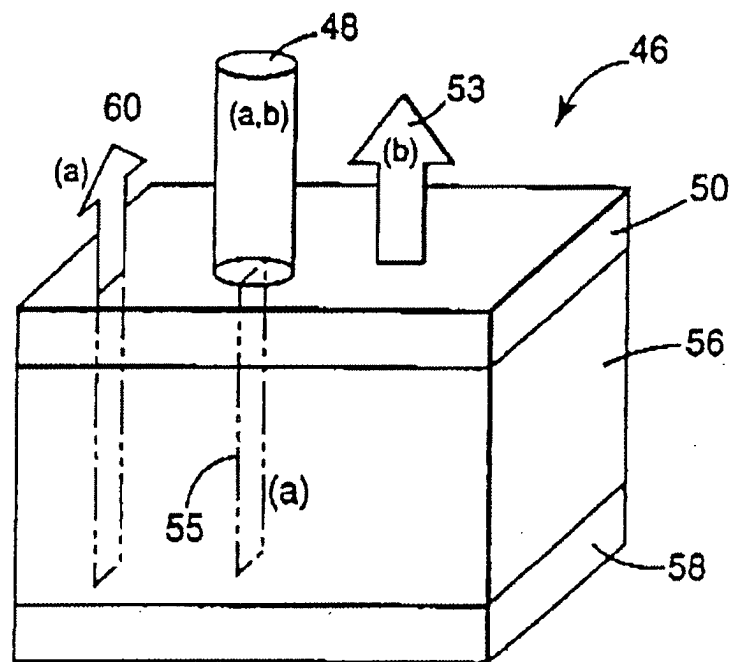
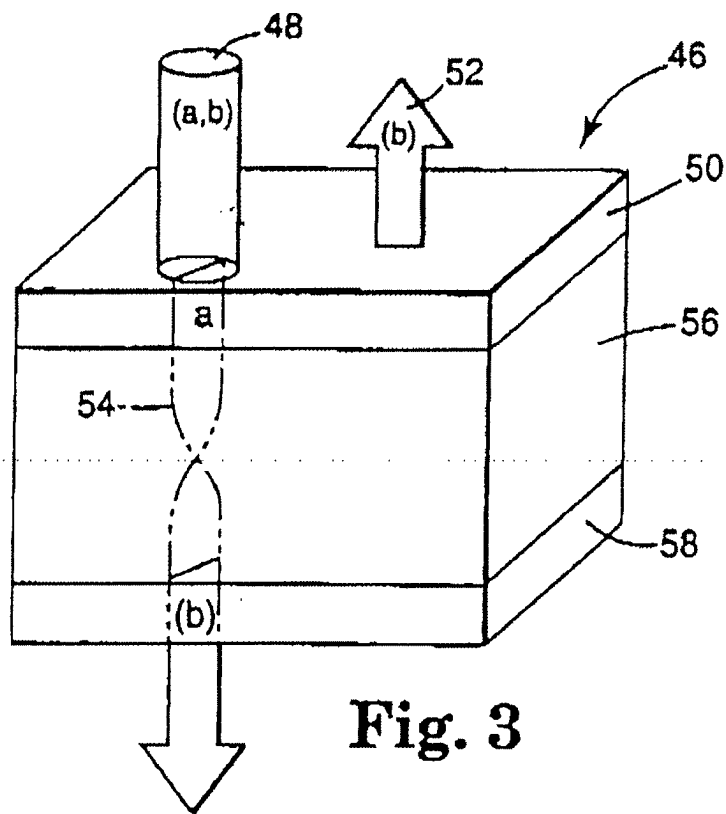
6. Schaltbare optische Einrichtung nach Anspruch 4, wobei das erste Material ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Polyethylenaphthalat, Polyethylenterephthalat, Polyethylenisophthalat und Copolymeren davon.

7. Schaltbare optische Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, wobei eine Brechungsindexdifferenz zwischen benachbarten Schichten in einer orthogonal zur Ebene des Polarisators verlaufenden dritten Richtung unter etwa dem 0,2fachen der Brechungsindexdifferenz zwischen den benachbarten Schichten in der ersten Richtung liegt.

8. Schaltbare optische Einrichtung nach Anspruch 1, wobei die optische Platte **(10)** folgendes aufweist:  
– ein Twisted-Nematic-Flüssigkristallbauelement **(12)**, das ein erstes und zweites transparentes Substrat **(14, 16)** in paralleler Ausrichtung unter Definierung eines Hohlraums dazwischen aufweist, wobei jedes Substrat eine Außenfläche und eine dem Hohlraum zugewandte Innenfläche und ein im Hohlraum eingeschlossenes Flüssigkristallmaterial **(18)** aufweist, und  
– durchgehende transparente leitende Schichten **(20, 22)**, die an den Innenflächen der Substrate angeordnet sind.

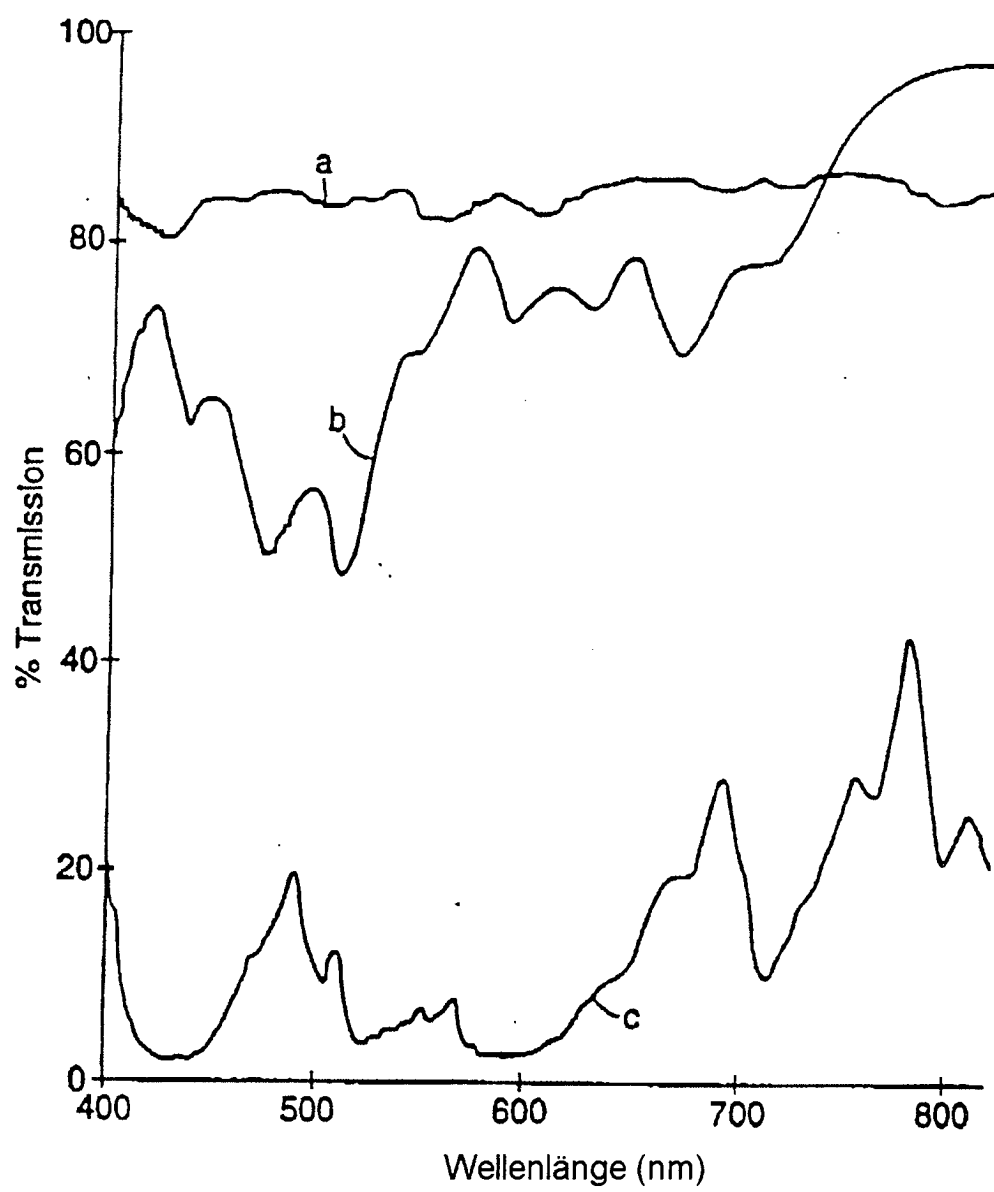
Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



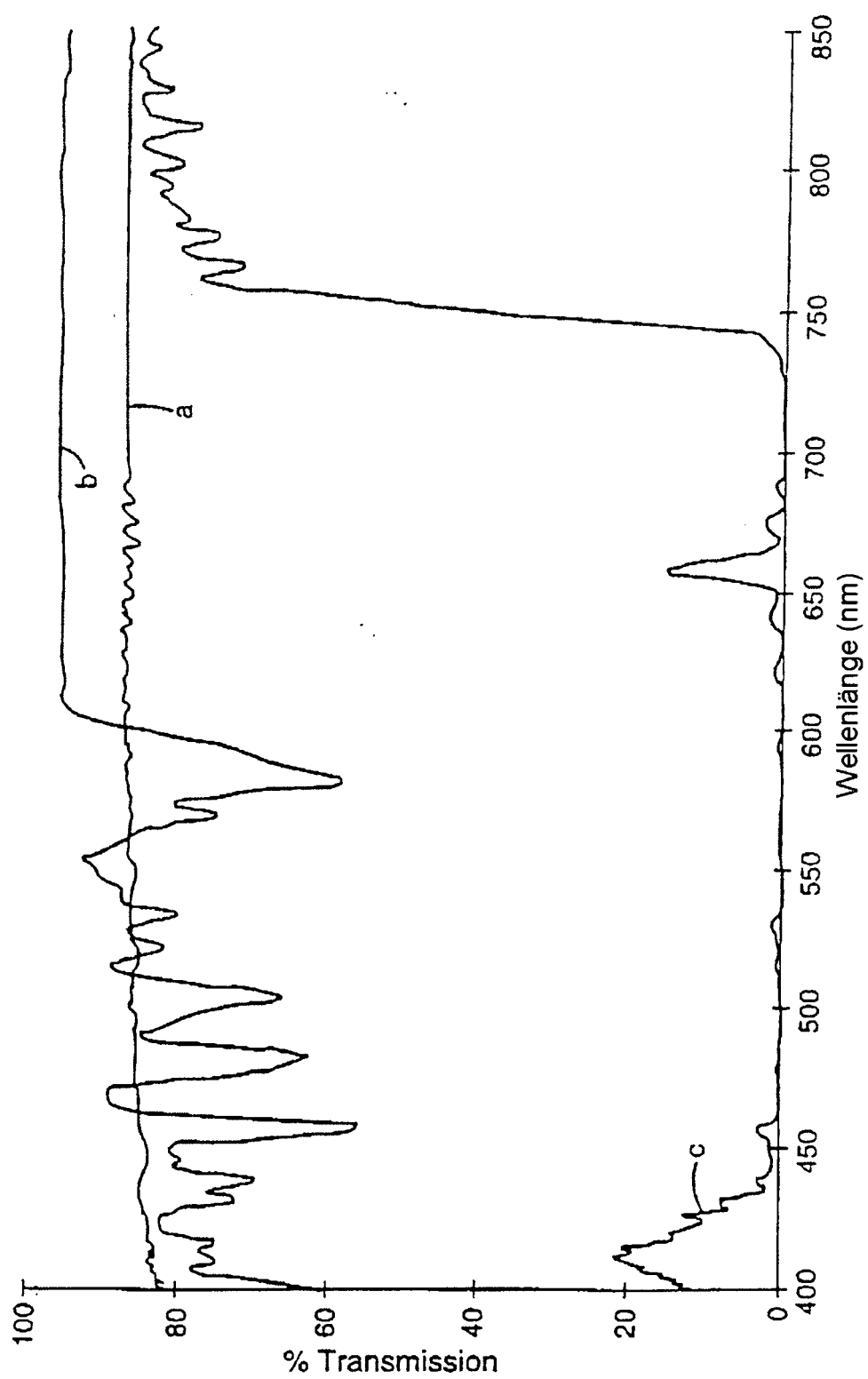


**Fig. 4**

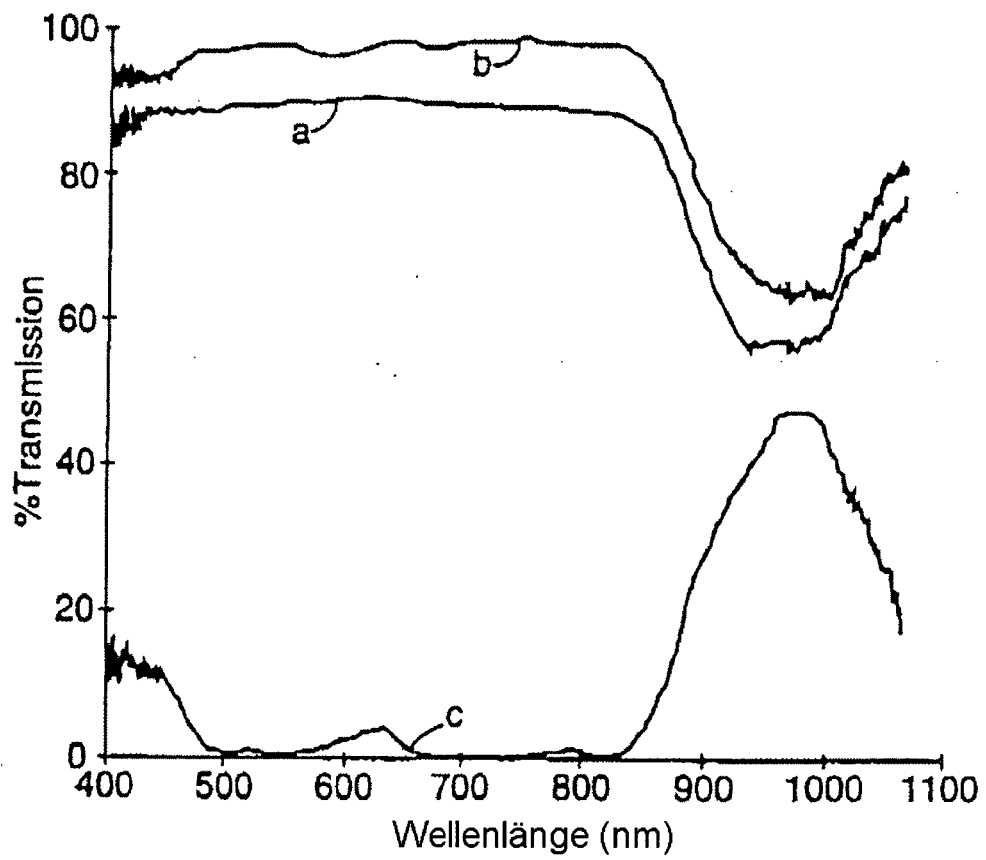




**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**