



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 29 471 T2** 2004.06.09

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 832 392 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 29 471.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/07596**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 920 454.4**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/001726**

(86) PCT-Anmeldetag: **24.05.1996**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **16.01.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.04.1998**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **13.08.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.06.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F21V 7/00**

**G02B 5/30, B32B 7/02, B32B 27/36**

(30) Unionspriorität:

**494981                      26.06.1995                      US**

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

**Vossius & Partner, 81675 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(72) Erfinder:

**WORTMAN, L., David, Saint Paul, US; COBB, Jr.,  
Sanford, Saint Paul, US; CULL, D., Brian, Saint  
Paul, US; WEBER, F., Michael, Saint Paul, US;  
OUDERKIRK, J., Andrew, Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **HINTERGRUNDBELEUCHTUNGSVORRICHTUNG MIT MEHRSCICHTFILMREFLEKTOR**

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**

## Technischer Bereich

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das Fachgebiet der Hintergrundbeleuchtungssysteme. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere verbesserte Hintergrundbeleuchtungssysteme mit Reflektoren aus einem mehrschichtigen optischen Film.

## Hintergrund der Erfindung

[0002] Flüssigkristall (LC) -anzeigen oder -displays werden weit verbreitet für Laptop-Computer, handgehaltene Rechner, Digitaluhren und ähnliche Vorrichtungen verwendet, bei denen Informationen für einen Betrachter dargestellt werden müssen. In vielen Anwendungen weisen die Displays eine Hintergrundbeleuchtung auf, um das zum Betrachten des Displays erforderliche Licht bereitzustellen, wenn das in das Display eintretende und vom Display zurückreflektierte Umgebungslicht unzureichend ist.

[0003] Hintergrundbeleuchtungssysteme weisen typischerweise eine Lichtquelle und einen Lichtwellenleiter auf, um Licht von der Quelle zum Display zu leiten und gleichmäßig darauf zu verteilen. Herkömmlich wurden Lichtwellenleiter aus einem lichtdurchlässigen oder transparenten Material hergestellt, das Licht durch totale Innenreflexion entlang seiner Länge überträgt. Das Licht wird typischerweise von der hinteren Fläche oder Rückseite des Lichtwellenleiters zur vorderen Fläche oder Vorderseite hin unter Winkeln reflektiert, die es dem Licht ermöglichen, aus der Vorderseite des Lichtwellenleiters auszutreten. Es werden verschiedene Reflexionsmechanismen verwendet, um das aus dem Lichtwellenleiter austretende Licht gleichmäßig zu verteilen, z. B. reflektierende punktförmige Elemente, Kanäle, Facetten usw.

[0004] Hintergrundbeleuchtungssysteme, die nicht-kollimierte Lichtquellen verwenden, z. B. Leuchtstofflampen, usw. weisen außerdem typischerweise mindestens zwei Reflektoren auf. Es wird ein Lampenhohlraumspiegel verwendet, um von der Lichtquelle vom Lichtwellenleiter weggerichtet austretendes Licht zum Lichtwellenleiter hin zu reflektieren. Dieser Reflektor kann ein spiegelnd bzw. gerichtet oder ein diffus reflektierender Reflektor sein, er ist jedoch typischerweise spiegelnd reflektierend.

[0005] Ein zweiter Reflektor ist in der Nähe der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordnet, um von der Rückseite des Lichtwellenleiters entweichendes Licht zu reflektieren und wieder zur Vorderseite des Lichtwellenleiters hin zu lenken, wo es zum Betrachter übertragen werden kann. Diese Reflektoren sind typischerweise aus einer reflektierenden weißen Beschichtung hergestellt, die das reflektierte Licht auch über eine Lambertverteilung streut.

[0006] Ein primärer Nachteil der im Lampenhohlraum und an der Rückseite des Lichtwellenleiters verwendeten herkömmlichen Reflektoren besteht je-

doch in ihrem relativ hohen Absorptionsvermögen und ihrem relativ hohen Durchlaßgrad für auftretendes oder einfallendes Licht. Typische Reflektoren werden etwa 4 bis 15% des darauf auftretenden Lichts absorbieren oder durchlassen. Das absorbierte Licht steht natürlich für den Betrachter nicht zur Verfügung, so daß die Leistung der Hintergrundbeleuchtung abnimmt.

[0007] Die Absorptionsverluste nehmen mit jeder Lichtreflexion von der Oberfläche herkömmlicher Reflektoren zu. Selbst unter Verwendung der besten herkömmlichen Reflektoren, die 4% des auftretenden Lichts absorbieren, beträgt die Intensität des reflektierten Lichts nach nur fünf Reflexionen etwa 81,5%.

[0008] Diese Absorptionsverluste nehmen außerdem wesentlich zu, wenn die Hintergrundbeleuchtung in Kombination mit verschiedenen Lichtwiedergewinnungsfilmen verwendet wird, z. B. mit einem strukturierten teilreflektierenden Film. Ein mikroreplizierter, strukturierter, teilreflektierender Film ist von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minnesota, als OPTICAL LIGHTING FILM erhältlich.

[0009] Strukturierte teilreflektierende Filme haben typischerweise über bestimmte Winkelbereiche ein ausgezeichnetes Reflexionsvermögen, über andere jedoch einen hohen Lichtdurchlaßgrad. Mikroreplizierte, strukturierte, teilreflektierende Filme sind von Minnesota Mining and Manufacturing Company als Brightness Enhancement Film erhältlich. Im allgemeinen lenken strukturierte teilreflektierende Filme Licht in einen relativ schmalen Winkelbereich um und lassen es durch, während der Rest des Lichts reflektiert wird. Dadurch übertragen strukturierte Filme Licht und erhöhen die Helligkeit von Hintergrundbeleuchtungssystemen durch Wiedergewinnen von Licht, das ansonsten außerhalb eines normalen Sichtwinkels aus einer Hintergrundbeleuchtung austreten würde.

[0010] Obwohl eine derartige Wiedergewinnung bzw. Recycling von Licht im allgemeinen erwünscht ist, ist es ein Nachteil, wenn dieses Verfahren mit herkömmlichen Reflektoren kombiniert wird, weil ein Teil des Lichts, das in den Lichtwellenleiter zurückreflektiert wird, durch die herkömmlichen Reflektoren absorbiert oder durchgelassen wird. Durch solche erhöhten Absorptionsverluste wird die durch diese Kombination des Hintergrundbeleuchtungssystems erreichbare Luminanz bzw. Leuchtdichte oder Helligkeit reduziert.

## Kurze Beschreibung der Erfindung

[0011] Die vorliegende Erfindung weist ein Hintergrundbeleuchtungssystem mit einem Rückreflektor und/oder einem Lampenhohlraumreflektor auf, die aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruiert sind.

[0012] Durch Bereitstellen des mehrschichtigen op-

tischen Films für Lampenhohlraumspiegel und/oder Rückreflektoren in erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystemen ergeben sich mehrere Vorteile. Ein Vorteil ist das geringe Absorptionsvermögen des Films. Der erfindungsgemäße mehrschichtige optische Film kann über 99% des auf die Filmoberfläche auftreffenden Lichts reflektieren.

[0013] Ein anderer Vorteil ist, daß der mehrschichtige optische Film auch normal oder achsenversetzt bzw. schräg zur Filmoberfläche auftreffendes Licht hocheffizient reflektiert.

[0014] Ein weiterer Vorteil von Hintergrundbeleuchtungssystemen, in denen aus mehrschichtigen optischen Filmen konstruierte Reflektoren verwendet werden, ist, daß der mehrschichtige optische Film im Vergleich zu vielen herkömmlichen Reflektoren relativ leichtgewichtig ist.

[0015] Ein weiterer Vorteil von Hintergrundbeleuchtungssystemen, in denen aus mehrschichtigen optischen Filmen konstruierte Reflektoren verwendet werden, ist, daß, weil der Film im Vergleich zu vielen herkömmlichen Reflektoren relativ dünn ist, die Hintergrundbeleuchtungssysteme dünner ausgebildet werden können als ein Hintergrundbeleuchtungssystem, in dem ein herkömmlicher Rückreflektor verwendet wird.

[0016] Ein weiterer Vorteil ist, daß der gesamte Lichtwellenleiter sowohl auf seiner Vorder- als auch auf der Rückseite unter Verwendung eines erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Films hergestellt werden kann, so daß kein separater Lichtwellenleiter erforderlich ist und die Kosten, das Gewicht und die Größe des Hintergrundbeleuchtungssystems reduziert werden können.

[0017] Erfindungsgemäße Hintergrundbeleuchtungssysteme können auch Wiedergewinnungstechnologien aufweisen, z. B. strukturierte Filme und/oder reflektierende Polarisatoren, ohne daß die in Verbindung mit herkömmlichen Reflektoren auftretenden wesentlichen Absorptionsverluste verursacht werden.

[0018] Ein anderer Vorteil ist, daß der mehrschichtige optische Film nicht leitfähig ist und mit der Lampe nicht induktiv koppeln kann.

[0019] Diese und andere Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungsanordnungen werden anhand der nachstehenden ausführlichen Beschreibung unter Bezug auf die Zeichnungen verdeutlicht.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] **Fig. 1a** und **1b** zeigen schematische Ansichten des erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Films;

[0021] **Fig. 2** zeigt eine zweischichtige Struktur von Filmen, die eine einzelne Grenzfläche bilden;

[0022] **Fig. 3–6, 7A** und **7B** zeigen das optische Verhalten von in Beispielen 1–5 dargestellten mehrschichtigen Spiegeln;

[0023] **Fig. 8** zeigt eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen der Anzahl von Reflexionen, die ein Lichtstrahl (x-Achse) erfährt, im Vergleich zur relativen Intensität des Lichtstrahls (y-Achse) für Reflexionsflächen, die aus einem mehrschichtigen optischen Film hergestellt sind, und für einen Standardreflektor;

[0024] **Fig. 9** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystems;

[0025] **Fig. 10** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines alternativen erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystems;

[0026] **Fig. 11** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren alternativen erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystems;

[0027] **Fig. 12** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren alternativen erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystems;

[0028] **Fig. 13** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren alternativen erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystems; und

[0029] **Fig. 14** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren alternativen erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystems.

#### Ausführliche Beschreibung der Erfindung

##### I. Mehrschichtiger optischer Film

[0030] Die hierin beschriebenen Hintergrundbeleuchtungssysteme basieren auf den einzigartigen und vorteilhaften Eigenschaften mehrschichtiger optischer Filme. Die Vorteile, die Eigenschaften und die Herstellung solcher Filme sind in der vorstehend erwähnten mitanhängigen US-Patentanmeldung Nr. 08/402041, eingereicht am 10. März 1995, mit dem Titel OPTICAL FILM am vollständigsten beschrieben. Der mehrschichtige optische Film ist beispielsweise für hocheffiziente Spiegel und/oder Polarisatoren geeignet. Nachstehend werden zunächst die Eigenschaften und Kenngrößen des mehrschichtigen optischen Films dargestellt, und anschließend werden erläuternde Ausführungsformen von Hintergrundbeleuchtungssystemen beschrieben, in denen der erfindungsgemäße mehrschichtige optische Film verwendet wird.

[0031] In Verbindung mit der vorliegenden Erfindung verwendete mehrschichtige optische Filme weisen ein relativ geringes Absorptionsvermögen für auftreffendes Licht sowie ein hohes Reflexionsvermögen für achsenversetzt oder schräg sowie für normal auftreffende Lichtstrahlen auf. Diese Eigenschaften ergeben sich unabhängig davon, ob die Filme für reine Reflexion oder für reflektive Polarisierung von Licht verwendet werden. Die einzigartigen Eigenschaften und Vorteile des mehrschichtigen optischen Films ermöglichen die Konstruktion hocheffizienter Hintergrundbeleuchtungssysteme mit im Vergleich zu bekannten Hintergrundbeleuchtungssystemen ge-

ringen Absorptionsverlusten.

[0032] Ein in den **Fig. 1A** und **1B** dargestellter, exemplarischer, erfindungsgemäßer mehrschichtiger optischer Film weist eine mehrschichtige Struktur bzw. einen Stapel **10** mit alternierenden Schichten aus mindestens zwei Materialien **12** und **14** auf. Mindestens eines der Materialien ist spannungsinduziert doppelbrechend, so daß der Brechungsindex ( $n$ ) des Materials durch einen Streckprozeß beeinflusst wird. **Fig. 1A** zeigt eine exemplarische mehrschichtige Struktur vor einem Streckprozeß, wobei beide Materialien den gleichen Brechungsindex aufweisen. Ein Lichtstrahl **13** erfährt keine Brechungsindexänderung und durchläuft die mehrschichtige Struktur. In **Fig. 1B** wurde die gleiche mehrschichtige Struktur gestreckt, wodurch der Brechungsindex des Materials **12** zunimmt. Durch den Brechungsindexunterschied an jeder Grenze zwischen den Schichten wird veranlaßt, daß ein Teil des Strahls **15** reflektiert wird. Durch Strecken der mehrschichtigen Struktur über einen Bereich von einer einachsigen bis zweiachsigen Orientierung wird ein Film mit einem Bereich von Reflexionsgraden für verschieden orientiertes plan- oder linearpolarisiertes, auftreffendes Licht erzeugt. Die mehrschichtige Struktur kann daher für reflektierende Polarisatoren oder Spiegel verwendet werden.

[0033] Erfindungsgemäß konstruierte mehrschichtige optische Filme haben einen Polarisations- oder Brewsterwinkel (der Winkel, unter dem das Reflexionsvermögen für auf eine beliebige der Grenzflächen auftreffendes Licht null wird), der sehr groß ist oder nichtexistent. Bekannte mehrschichtige Polymerfilme haben dagegen relativ kleine Brewsterwinkel an den Grenzflächen, so daß Licht und/oder unerwünschter Schimmer durchgelassen wird. Die erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Filme ermöglichen jedoch die Konstruktion von Spiegeln und Polarisatoren, deren Reflexionsvermögen für p-polarisiertes Licht mit dem Auftreff- oder Einfallswinkel langsam abnimmt, unabhängig vom Einfallswinkel ist oder mit zunehmendem Einfallswinkel von der Normalen weg zunimmt. Dadurch können mehrschichtige Strukturen mit hohem Reflexionsvermögen sowohl für s- als auch für p-polarisiertes Licht über eine große Bandbreite und über einen großen Winkelbereich erhalten werden.

[0034] **Fig. 2** zeigt zwei Schichten einer mehrschichtigen Struktur und zeigt die dreidimensionalen Brechungsindizes für jede Schicht. Die Brechungsindizes jeder Schicht sind  $n_{1x}$ ,  $n_{1y}$ ,  $n_{1z}$  für die Schicht **102** und  $n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  und  $n_{2z}$  für die Schicht **104**. Die Beziehungen zwischen den Brechungsindizes in jeder Filmschicht zueinander und zu denen der anderen Schichten der Filmstruktur bestimmen das Reflexionsverhalten der mehrschichtigen Struktur bei einem beliebigen Einfallswinkel von einer beliebigen Azimutrichtung. Die in der US-Patentanmeldung Nr. 08/402041 beschriebenen Prinzipien und Konstruktionsbetrachtungen können verwendet werden, um mehrschichtige Strukturen mit den gewünschten op-

tischen Effekten für einen breiten Umgebungs- und Anwendungsbereich herzustellen. Die Brechungsindizes der Schichten in der mehrschichtigen Struktur können manipuliert und angepaßt werden, um die gewünschten optischen Eigenschaften zu erzeugen.

[0035] Gemäß **Fig. 1B** kann die mehrschichtige Struktur **10** einige zehn, hundert oder tausend Schichten aufweisen, und jede Schicht kann aus einem beliebigen einer Vielzahl verschiedener Materialien hergestellt sein. Die Eigenschaften, die die Auswahl von Materialien für eine bestimmte Schichtstruktur bestimmen, sind abhängig von dem gewünschten optischen Verhalten der mehrschichtigen Struktur. Die mehrschichtige Struktur kann eine der Anzahl von Schichten in der mehrschichtigen Struktur entsprechende Anzahl von Materialien aufweisen. Für eine einfachere Herstellung weisen bevorzugte optische Dünnschichtstrukturen nur wenige verschiedene Materialien auf.

[0036] Die Grenzen zwischen den Materialien oder chemisch identischen Materialien, mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften können abrupt oder graduell sein. Mit Ausnahme einiger einfacher Fälle mit analytischen Lösungen wird die Analyse des letztgenannten Typs geschichteter Medien mit sich kontinuierlich veränderndem Brechungsindex normalerweise als eine wesentlich größere Anzahl dünnerer gleichmäßiger Lagen mit abrupten Grenzen, jedoch mit nur einer kleinen Änderung der Eigenschaften zwischen benachbarten Schichten behandelt.

[0037] Die bevorzugte mehrschichtige Struktur besteht aus Filmschichtpaaren mit niedrigem/hohem Brechungsindex, wobei jedes Schichtpaar mit niedrigem/hohem Brechungsindex eine kombinierte optische Dicke aufweist, die der halben Wellenlänge des Bandes entspricht, das sie konstruktionsgemäß reflektieren soll. Schichtstrukturen aus solchen Filmen werden normalerweise als Viertelwellen-Schichtstrukturen bezeichnet. Für mehrschichtige optische Filme, die in Verbindung mit dem sichtbaren und dem nahen Infrarotwellenbereich verwendet werden, wird durch eine Viertelwellen-Schichtstruktur erreicht, daß jede der Schichten der mehrschichtigen Struktur eine mittlere Dicke von nicht mehr als 0,5  $\mu\text{m}$  aufweist.

[0038] In solchen Anwendungen, in denen reflektierende Filme (z. B. Spiegel) gewünscht sind, hängt der gewünschte Lichtdurchlaßgrad für jede Polarisation und Auftreffebene im allgemeinen von der vorgesehenen Verwendung des reflektierenden Films ab. Ein Verfahren zum Herstellen eines Spiegels aus einem mehrschichtigen Film besteht darin, eine mehrschichtige Struktur, die ein doppelbrechendes Material als die Schicht mit hohem Brechungsindex des Schichtpaars mit niedrigem/hohem Brechungsindex aufweist, biaxial oder doppelachsig zu Strecken. Für einen hocheffizienten Reflexionsfilm beträgt der mittlere Lichtdurchlaßgrad entlang jeder Streckrichtung bei normalem Einfall über das sichtbare Spektrum (400–700 nm) wünschenswerterweise weniger als

10% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 90%), vorzugsweise weniger als 5% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 95%), noch bevorzugter weniger als 2% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 98%) und noch bevorzugter weniger als 1% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 99%). Der mittlere Lichtdurchlaßgrad bei 60° bezüglich der Normalen für eine Wellenlänge von 400–700 nm beträgt wünschenswerterweise weniger als 20% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 80%), vorzugsweise weniger als 10% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 90%), noch bevorzugter weniger als 5% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 95%), noch bevorzugter weniger als 2% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 98%) und noch bevorzugter weniger als 1% (d. h. das Reflexionsvermögen ist größer als 99%).

[0039] Außerdem können für bestimmte Anwendungen asymmetrische Reflexionsfilme geeignet sein. In diesem Fall kann über eine Bandbreite beispielsweise des sichtbaren Spektrums (400–700 nm) oder über das sichtbare Spektrum und in den nahen Infrarotbereich (400–850 nm) der mittlere Lichtdurchlaßgrad entlang einer Streckrichtung geeignet kleiner als beispielsweise 50% sein, während der mittlere Lichtdurchlaßgrad entlang der andere Streckrichtung beispielsweise geeignet kleiner als 20% sein kann.

[0040] Mehrschichtige optische Filme können auch so konstruiert sein, daß sie als reflektierende Polarisatoren funktionieren. Ein Verfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen reflektierenden Polarisators besteht darin, eine mehrschichtige Struktur, die ein doppelbrechendes Material als Schicht mit hohem Brechungsindex des Schichtpaars mit niedrigem/hohem Brechungsindex aufweist, einachsigt zu strecken. Die erhaltenen reflektierenden Polarisatoren haben für einen breiten Bereich von Einfallswinkeln ein hohes Reflexionsvermögen für Licht, dessen Polarisationssebene parallel zu einer Achse angeordnet ist (in der Streckrichtung), und gleichzeitig für einen breiten Bereich von Einfallswinkeln ein niedriges Reflexionsvermögen und einen hohen Durchlaßgrad für Licht, dessen Polarisationssebene parallel zur anderen Achse angeordnet ist (in der nicht gestreckten Richtung). Durch Steuern der drei Brechungsindizes  $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$  jedes Films kann das gewünschte Polarisatorverhalten erhalten werden.

[0041] Für viele Anwendungen weist der ideale reflektierende Polarisator für alle Einfallswinkel ein hohes Reflexionsvermögen entlang einer Achse (der sogenannten Extinktionsachse) auf und ein Reflexionsvermögen von null entlang der anderen Achse (der sogenannten Transmissions- oder Durchlaßachse). Für die Durchlaßachse des Polarisators ist es im allgemeinen wünschenswert, den Lichtdurchlaßgrad von in der Richtung der Durchlaßachse polarisiertem Licht über die betrachtete Bandbreite und außerdem über den betrachteten Winkelbereich zu maximieren.

[0042] Der mittlere Lichtdurchlaßgrad bei normalem Lichteinfall für einen Polarisator beträgt über das

sichtbare Spektrum (400–700 nm für eine Bandbreite von 300 nm) in der Durchlaßachse geeignet mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 70%, noch bevorzugter mindestens 85% und noch bevorzugter mindestens 90%. Der mittlere Lichtdurchlaßgrad bei einem Einfallswinkel von 60° bezüglich der Normalen (gemessen entlang der Durchlaßachse für p-polarisiertes Licht) für einen Polarisator beträgt für 400–700 nm geeignet mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 70%, noch bevorzugter mindestens 80% und noch bevorzugter mindestens 90%.

[0043] Der mittlere Lichtdurchlaßgrad bei normalem Lichteinfall für einen mehrschichtigen reflektierenden Polarisator für in der Extinktionsachse polarisiertes Licht beträgt über das sichtbare Spektrum (400–700 nm für eine Bandbreite von 300 nm) geeignet weniger als 50%, vorzugsweise weniger als 30%, noch bevorzugter weniger als 15% und noch bevorzugter weniger als 5%. Der mittlere Lichtdurchlaßgrad bei einem Einfallswinkel von 60° bezüglich der Normalen (gemessen entlang der Durchlaßachse für P-polarisiertes Licht) für einen Polarisator für in Richtung der Extinktionsachse polarisiertes Licht beträgt für 400–700 nm geeignet weniger als 50%, vorzugsweise weniger als 30%, noch bevorzugter weniger als 15% und noch bevorzugter weniger als 5%.

[0044] Für bestimmte Anwendungen ist ein hohes Reflexionsvermögen für P-polarisiertes Licht, dessen Polarisationssebene parallel zur Durchlaßachse angeordnet ist, für von der Normalen verschiedene Winkel bevorzugt. Das mittlere Reflexionsvermögen für entlang der Durchlaßachse polarisiertes Licht sollte bei einem Einfallswinkel von mindestens 20° bezüglich der Normalen größer sein als 20%.

[0045] Außerdem könnten, obwohl polarisierende Reflexionsfilme und asymmetrische Reflexionsfilme hierin separat diskutiert werden, zwei oder mehr solcher Filme bereitgestellt werden, um im wesentlichen das gesamte darauf auftreffende Licht zu reflektieren (vorausgesetzt, daß sie relativ zueinander geeignet ausgerichtet sind, um dieses Reflexionsverhalten zu ermöglichen). Diese Konstruktion ist typischerweise geeignet, wenn der mehrschichtige optische Film als Reflektor in einem erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystem verwendet wird.

[0046] Wenn entlang der Durchlaßachse eine gewisse Reflexion auftritt, kann die Effizienz des Polarisators bei von der Normalen verschiedenen Einfallswinkeln reduziert sein. Wenn das Reflexionsvermögen entlang der Durchlaßachse für verschiedene Wellenlängen verschieden ist, kann dem durchgelassenen Bild Farbe beigemischt werden. Ein Verfahren zum Messen der Farbe besteht darin, den quadratischen Mittelwert (RMS) des Lichtdurchlaßgrads bei einem oder mehreren ausgewählten Winkeln über den betrachteten Wellenlängenbereich zu bestimmen. Der dadurch bestimmte prozentuale RMS-Farbanteil kann gemäß folgender Gleichung bestimmt werden:

$$C_{RMS} = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} ((T - \bar{T})^2)^{1/2} d\lambda}{\bar{T}}$$

wobei der Bereich von  $\lambda_1$  bis  $\lambda_2$  den betrachteten Wellenlängenbereich bzw. die betrachtete Bandbreite,  $T$  den Lichtdurchlaßgrad entlang der Durchlaßachse, und  $\bar{T}$  den mittleren Lichtdurchlaßgrad entlang der betrachteten Durchlaßachse im betrachteten Wellenlängenbereich bezeichnen. Für Anwendungen, in denen ein Polarisator mit geringer Farbbeimischung gewünscht ist, sollte der prozentuale RMS-Farbanteil bei einem Winkel von mindestens  $30^\circ$  bezüglich der Normalen, vorzugsweise von mindestens  $45^\circ$  bezüglich der Normalen und noch bevorzugter von mindestens  $60^\circ$  bezüglich der Normalen kleiner sein als 10%, vorzugsweise kleiner als 8%, noch bevorzugter kleiner als 3,5% und noch bevorzugter kleiner als 2%.

[0047] Vorzugsweise kombiniert ein reflektierender Polarisator den gewünschten prozentualen RMS-Farbanteil über die betrachtete Bandbreite entlang der Durchlaßachse für die bestimmte Anwendung mit dem gewünschten Reflexionsvermögen entlang der Extinktionsachse. Für Polarisatoren mit einer Bandbreite im sichtbaren Bereich (400–700 nm bzw. eine Bandbreite von 300 nm) beträgt der mittlere Lichtdurchlaßgrad entlang der Extinktionsachse bei normalem Lichteinfall geeignet weniger als 40%, vorzugsweise weniger als 25%, noch bevorzugter weniger als 15%, noch bevorzugter weniger als 5% und noch bevorzugter weniger als 3%.

#### Materialauswahl und -verarbeitung

[0048] Gemäß den in der vorstehend erwähnten US-Patentanmeldung Nr. 08/402041 beschriebenen Konstruktionsbetrachtungen ist für einen Fachmann leicht ersichtlich, daß eine breite Vielfalt von Materialien verwendbar ist, um erfindungsgemäße mehrschichtige reflektierende Filme oder Polarisatoren herzustellen, wenn diese unter Bedingungen verarbeitet werden, die so ausgewählt werden, daß die gewünschten Brechungsindexbeziehungen erhalten werden. Die gewünschten Brechungsindexbeziehungen können auf verschiedene Weise erhalten werden, z. B. durch Strecken während oder nach der Filmbildung (z. B. im Fall organischer Polymere), Extrudieren (z. B. im Fall von Flüssigkristallmaterialien) oder Beschichten. Außerdem ist es bevorzugt, daß die beiden Materialien ähnliche Fließeigenschaften (z. B. Schmelzviskositäten) aufweisen, so daß sie koextrudierbar sind.

[0049] Im allgemeinen können geeignete Kombinationen erhalten werden, indem als das erste Material ein kristallines oder halbkristallines Material, vorzugsweise ein Polymer, verwendet wird. Das zweite Material kann kristallin, halbkristallin oder amorph sein. Das zweite Material kann eine bezüglich dem

ersten Material entgegengesetzte Doppelbrechung aufweisen. Oder das zweite Material kann keine Doppelbrechung oder eine kleinere Doppelbrechung als das erste Material aufweisen.

[0050] Spezifische Beispiele geeigneter Materialien sind beispielsweise Polyethylenphthalat (PEN) und Isomere davon (z. B. 2,6-, 1,4-, 1,5-, 2,7- und 2,3-PEN), Polyalkylenterephthalate (z. B. Polyethylenterephthalat, Polybutylenterephthalat und Poly-1,4-cyclohexandimethylen-terephthalat), Polyimide (z. B. Polyacrylimide), Polyetherimide, ataktisches Polystyrol, Polycarbonate, Polymethacrylate (z. B. Polyisobutylmethacrylat, Polypropylmethacrylat, Polyethylmethacrylat und Polymethylmethacrylat), Polyacrylate (z. B. Polybutylacrylat und Polymethylacrylat), syndiotaktisches Polystyrol (sPS), syndiotaktisches Poly- $\alpha$ -methylstyrol, syndiotaktisches Polydichlorstyrol, Copolymere und Mischungen dieser Polystyrole, Cellulosederivate (z. B. Ethylcellulose, Celluloseacetat, Cellulosepropionat, Celluloseacetatbutyrat und Cellulosenitrat), Polyalkylenpolymere (z. B. Polyethylen, Polypropylen, Polybutylen, Polyisobutylen und Poly(4-methyl)penten), fluorierte Polymere (z. B. Perfluoralkoxyharze, Polytetrafluorethylen, fluorierte Ethylen-Propylen-Copolymere, Polyvinylidenfluorid und Polychlortrifluorethylen), chlorierte Polymere (z. B. Polyvinylidenchlorid und Polyvinylchlorid), Polysulfone, Polyethersulfone, Polyacrylnitril, Polyamid, Silikonharze, Epoxidharze, Polyvinylacetat, Polyetheramide, Ionomerharze, Elastomere (z. B. Polybutadien, Polyisopren und Neopren) und Polyurethane. Außerdem sind Copolymere geeignet, z. B. Copolymere von PEN (z. B. Copolymere von 2,6-, 1,4-, 1,5-, 2,7-, und/oder 2,3-Naphthalen-Dikarbonsäure oder Esther davon mit (a) Terephthalsäure oder Ester davon; (b) Isophthalsäure oder Ester davon; (c) Phthalsäure oder Ester davon; (d) Alkanglykole; (e) Cycloalkanglykole (z. B. Cyclohexandimethandiol); (f) Alkandikarbonsäuren; und/oder (g) Cycloalkandikarbonsäuren (z. B. Cyclohexandikarbonsäure)), Copolymere von Polyalkylenterephthalaten (z. B. Copolymere von Terephthalsäure, oder Ester davon mit (a) Naphthalendikarbonsäure oder Ester davon; (b) Isophthalsäure oder Ester davon; (c) Phthalsäure oder Ester davon; (d) Alkanglykole; (e) Cycloalkanglykole (z. B. Cyclohexandimethandiol); (f) Alkandikarbonsäuren; und/oder (g) Cycloalkandikarbonsäuren (z. B. Cyclohexandikarbonsäure)) und Styrolcopolymere (z. B. Styrol-Butadien-Copolymere und Styrol-Acrylnitril-Copolymere), 4,4'-Bibenzoesäure und Ethylenglykol. Außerdem kann jede einzelne Schicht Mischungen aus zwei oder mehr der vorstehend beschriebenen Polymere oder Copolymere aufweisen (z. B. Mischungen aus sPS und ataktischem Polystyrol). Das beschriebene Co-PEN kann auch eine Mischung von Pellets aufweisen, wobei mindestens eine Komponente ein auf Naphthalendikarbonsäure basierendes Polymer ist und die anderen Komponenten andere Polyester oder Polycarbonate sind, z. B. ein PET, ein PEN oder ein

Co-PEN.

[0051] Besonders bevorzugte Kombinationen von Schichten sind im Fall von Polarisatoren beispielsweise PEN/Co-PEN, Polyethylenterephthalat (PET/Co-PEN), PEN/sPS, PET/sPS, PEN/Eastar und PET/Eastar, wobei "Co-PEN" ein Copolymer oder eine Gemisch bezeichnet, das auf Naphthalendikarbonsäure (wie vorstehend beschrieben) basiert, und Eastar ein Polycyclohexandimethylenterephthalat bezeichnet, das kommerziell von Eastman Chemical Co. erhältlich ist.

[0052] Besonders bevorzugte Kombinationen von Schichten im Fall von reflektierenden Filmen sind beispielsweise PET/Ecdel, PEN/Ecdel, PEN/sPS, PET/THV, PEN/Co-PET und PET/sPS, wobei "Co-PET" ein Copolymer oder ein Gemisch bezeichnet, das auf Terephthalsäure basiert (wie vorstehend beschrieben), Ecdel ein von Eastman Chemical Co. kommerziell erhältliches thermoplastisches Polyester ist, und THV ein von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minnesota, kommerziell erhältliches Fluorpolymer ist.

[0053] Die Anzahl von Schichten in der Schichtstruktur wird so ausgewählt, daß die gewünschten optischen Eigenschaften hinsichtlich der Filmdicke, der Flexibilität und der Wirtschaftlichkeit unter Verwendung der minimalen Anzahl von Schichten erhalten werden. Im Fall von sowohl Polarisatoren als auch reflektierenden Filmen beträgt die Anzahl der Schichten vorzugsweise, weniger als 10000 und bevorzugter weniger als 5000 und noch bevorzugter weniger als 2000.

[0054] Wie vorstehend beschrieben, wird die Fähigkeit, die gewünschten Beziehungen zwischen den verschiedenen Brechungsindizes (und damit die optischen Eigenschaften des mehrschichtigen Films) zu erhalten, durch die zum Herstellen des mehrschichtigen Films verwendeten Verarbeitungsbedingungen beeinflusst. Im Fall organischer Polymere, die durch Strecken ausgerichtet werden können, werden die Filme im allgemeinen hergestellt durch Koextrudieren der einzelnen Polymere, um einen mehrschichtigen Film zu bilden, und durch anschließendes Ausrichten des Films durch Strecken bei einer ausgewählten Temperatur, woraufhin wahlweise ein Heißtrocknungsvorgang bei einer ausgewählten Temperatur folgt. Alternativ können der Extrudier- und der Ausrichtungsschritt gleichzeitig ausgeführt werden. Im Fall von Polarisatoren wird der Film im wesentlichen in eine Richtung gestreckt (einachsige Ausrichtung), während im Fall reflektierender Filme der Film im wesentlichen in zwei Richtungen gestreckt wird (doppelachsige Ausrichtung).

[0055] Dem Film kann ermöglicht werden, sich in der Richtung quer zur Streckrichtung von der natürlichen Reduktion quer zur Streckrichtung (die der Quadratwurzel des Streckverhältnisses gleich ist) dimensionsmäßig zu entspannen; er kann einfach festgehalten werden um jegliche wesentliche Änderung der Abmessung quer zur Streckrichtung zu begrenzen;

oder der Film kann in der Querrichtung aktiv gestreckt werden. Der Film kann in der Maschinenrichtung gestreckt werden, beispielsweise durch eine Längenausrichtungseinrichtung, oder in Breitenrichtung unter Verwendung einer Spann- oder Streckmaschine.

[0056] Die Vorstrecktemperatur, die Strecktemperatur, die Streckrate, das Streckverhältnis, die Heißtrocknungstemperatur, die Heißtrocknungszeit, die Heißtrocknungsentspannung und die Entspannung quer zur Streckrichtung werden so ausgewählt, daß ein mehrschichtiger Film mit der gewünschten Brechungsindexbeziehung erhalten wird. Diese Variablen sind voneinander abhängig; daher könnte beispielsweise eine relativ geringe Streckrate in Verbindung mit z. B. einer relativ geringen Strecktemperatur verwendet werden. Für Fachleute ist ersichtlich, wie die geeigneten Kombinationen dieser Variablen ausgewählt werden, um den gewünschten mehrschichtigen Film zu erhalten. Im allgemeinen sind jedoch Streckverhältnisse im Bereich von 1 : 2 bis 1 : 10 (bevorzugter 1 : 3 bis 1 : 7) in der Streckrichtung und von 1 : 0,2 bis 1 : 10 (bevorzugter 1 : 0,3 bis 1 : 7) senkrecht zur Streckrichtung bevorzugt.

[0057] Geeignete mehrschichtige Filme können auch unter Verwendung von Techniken wie beispielsweise Spinbeschichten (wie z. B. von Boese et al. in J. Polym. Sci.; Part B, 30; 1321 (1992) für doppelbrechende Polyimide beschrieben wird), und durch Aufdampfen hergestellt werden (wie z. B. von Zang et al., Appl. Phys. Letters; 59; 823 (1991) für kristalline organische Verbindungen beschrieben ist); die letztgenannte Technik ist besonders geeignet für bestimmte Kombinationen von kristallinen organischen Verbindungen und anorganischen Materialien.

[0058] In den nachstehenden Beispielen werden exemplarische mehrschichtige reflektierende Spiegelfilme und mehrschichtige reflektierende Polarisatoren beschrieben.

#### Beispiel 1 (PEN:THV 500, 449, Spiegel)

[0059] Ein koextrudierter Film mit 449 Schichten wurde durch Extrudieren des Guß-Bahnenmaterials in einem Arbeitsschritt und anschließendes Ausrichten des Films in einer Labor-Streckvorrichtung hergestellt. Ein Polyethylennaphthalat (PEN) mit einer Strukturviskosität von 0,53 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorbenzol) wurde durch einen Extruder mit einer Rate von 56 Pfund pro Stunde zugeführt, und THV 500 (ein von Minnesota Mining and Manufacturing Company erhältliches Fluorpolymer) wurde durch einen anderen Extruder mit einer Rate von 11 Pfund pro Stunde zugeführt. Das PEN war auf den Außenschichten und 50% des PEN in den zwei Außenschichten angeordnet. Es wurde ein Feedblock-Verfahren verwendet, um 57 Lagen herzustellen, die durch drei Multiplizierer oder Vervielfacher geführt wurden, die ein Extrudat von 449 Lagen erzeugten. Das Guß-Bahnenmaterial war 20 Mil (Mil-

li-Inch) dick und 12 Zoll breit. Das Bahnenmaterial wurde später unter Verwendung einer Labor-Streckvorrichtung doppelachsig ausgerichtet, die einen Pantographen verwendet, um einen quadratischen Filmabschnitt zu ergreifen und ihn mit einer gleichmäßigen Rate gleichzeitig in beide Richtungen zu strecken. Ein 7,46 cm<sup>2</sup> großer quadratischer Abschnitt des Bahnenmaterials wurde bei einer Temperatur von etwa 100°C in der Streckmaschine angeordnet und in 60 Sekunden auf 140°C erwärmt. Der Streckvorgang begann dann mit einer Rate von 10%/s (basierend auf den Originalabmessungen), bis die Probe auf etwa 3,5 × 3,5 cm gestreckt war. Unmittelbar nach dem Streckvorgang wurde die Probe gekühlt, indem Luft bei Raumtemperatur darauf aufgeblasen wurde. [0060] **Fig. 3** zeigt den Lichtdurchlaßgrad dieses mehrschichtigen Films. Kurve (a) zeigt das Verhalten bei normalem Lichteinfall, während Kurve (b) das Verhalten bei einem Lichteinfall von 60° für p-polarisiertes Licht zeigt.

#### Beispiel 2 (PEN:PMMA, 601, Spiegel)

[0061] Ein koextrudierter Film mit 601 Lagen wurde durch einen Koextrusionsprozeß auf einer sequentiellen Flachfilmfertigungsstraße hergestellt. Polyethylenaphthalat (PEN) mit einer Strukturviskosität von 0,57 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorbenzol) wurde durch einen Extruder A mit einer Rate von 114 Pfund pro Stunde zugeführt, wobei dem Feedblock 64 Pfund pro Stunde und der Rest zwei nachstehend beschriebenen Außenschichten zugeführt wurden. PMMA (CP-82 von ICI of Americas) wurde durch einen Extruder B mit einer Rate von 61 Pfund pro Stunde vollständig dem Feedblock zugeführt. PEN befand sich auf den Außenschichten des Feedblocks. Das Feedblock-Verfahren wurde verwendet, um unter Verwendung des Feedblocks 151 Schichten zu erzeugen, wie beispielsweise im US-Patent Nr. 3801429 beschrieben, und hinter dem Feedblock wurden unter Verwendung eines Extruders C, der etwa 30 Pfund pro Stunde des gleichen PEN-Typs dosiert abgab, der durch den Extrudierer A zugeführt wurde, zwei symmetrische Rußschichten koextrudiert. Dieses Extrudat durchlief zwei Vervielfacher, die ein Extrudat von etwa 601 Schichten erzeugten. Im US-Patent Nr. 3565985 werden ähnliche Koextrusionsvervielfacher beschrieben. Das Extrudat durchlief eine andere Vorrichtung, die Außenschichten mit einer Gesamtrate von 50 Pfund pro Stunde des PEN-Materials vom Extruder A koextrudierte. Das Bahnenmaterial wurde in einem Ziehverhältnis von etwa 3,2 bei einer Bahnenmaterialtemperatur von 280°F in der Länge ausgerichtet. Der Film wurde anschließend in etwa 38 Sekunden auf etwa 310°F vorgewärmt und in der Querrichtung mit einem Ziehverhältnis von etwa 4,5 bei einer Rate von etwa 11%/s gezogen. Dann wurde der Film bei 440°F heißgetrocknet, wobei ihm nicht ermöglicht wurde, sich zu entspannen. Die Enddicke des Films betrug etwa 3

Mil.

[0062] Wie in **Fig. 4**, Kurve (a), dargestellt, beträgt die Bandbreite bei normalem Lichteinfall etwa 350 nm, wobei die mittlere Innerbandextinktion größer ist als 99%. Die optische Absorption ist aufgrund ihres niedrigen Wertes schwer meßbar, sie ist jedoch kleiner als 1%. Bei einem Einfallswinkel von 50° bezüglich der Normalen zeigte sowohl s-polarisiertes Licht (Kurve (b)) als auch p-polarisiertes Licht (Kurve (c)) ähnliche Extinktionen, und die Bänder waren zu kleineren Wellenlängen als erwartet verschoben. Der rote Bandrand für s-polarisiertes Licht ist aufgrund der erwarteten größeren Bandbreite für s-polarisiertes Licht und aufgrund des niedrigeren Brechungsindex für p-polarisiertes Licht in den PEN-Lagen nicht so stark zu Blau verschoben wie für p-polarisiertes Licht.

#### Beispiel 3 (PEN:PCGT, 449, Polarisator)

[0063] Ein koextrudierter Film mit 481 Lagen wurde durch Koextrudieren des Guß-Bahnenmaterials in einem Arbeitsschritt und durch anschließendes Ausrichten des Films in einer Labor-Streckvorrichtung hergestellt. Das Feedblockverfahren wurde mit einem 61 Schicht-Feedblock und drei (2x) Vervielfachern verwendet. Dicke Außenschichten wurden zwischen dem letzten Vervielfacher und der Düse hinzugefügt. Polyethylenaphthalat (PEN) mit einer Strukturviskosität von 0,47 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorbenzol) wurde dem Feedblock durch einen Extruder mit einer Rate von 25,0 Pfund pro Stunde zugeführt. Glykolmodifiziertes Polyethylendimethylcyclohexantereophthalat (PCTG 5445 von Eastman) wurde durch einen anderen Extruder mit einer Rate von 25,0 Pfund pro Stunde zugeführt. Ein anderer PEN-Strom vom vorstehenden Extruder wurde für Außenschichten hinter den Vervielfachern mit einer Rate von 25,0 Pfund pro Stunde zugeführt. Das Guß-Bahnenmaterial war 0,007 Zoll dick und 12 Zoll breit. Das Bahnenmaterial wurde unter Verwendung einer Labor-Streckvorrichtung lageneinachsig ausgerichtet, die einen Pantographen verwendet, um einen Filmabschnitt zu ergreifen und ihn mit einer gleichmäßigen Rate gleichzeitig in eine Richtung zu Strecken, während ihm ermöglicht wurde, sich in der anderen Richtung frei zu entspannen. Die zwischen den Greifern des Pantographen angeordnete Bahnenmaterialprobe war etwa 5,40 cm breit (in der nicht begrenzten Richtung) und 7,45 cm lang. Das Bahnenmaterial wurde bei etwa 100°C in der Streckvorrichtung angeordnet und für 45 Sekunden auf 135°C erwärmt. Der Streckvorgang begann dann mit einer Rate von 20%/s (basierend auf den Originalabmessungen), bis die Probe auf ein Streckmaß von etwa 6 : 1 gestreckt war (basierend auf Greifer : Greifer-Abmessungen). Unmittelbar nach dem Streckvorgang wurde die Probe gekühlt, indem Luft bei Raumtemperatur darauf aufgeblasen wurde. Es zeigte sich, daß die Probe sich in der Mitte um einen Faktor von 2,0 entspannte.



[0064] **Fig. 5** zeigt den Lichtdurchlaßgrad dieses mehrschichtigen Films, wobei Kurve (a) den Durchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung polarisiertem Licht für normalen Lichteinfall, Kurve (b) den Durchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung polarisiertem Licht bei einem Einfallswinkel von 60° und Kurve (c) den Durchlaßgrad von in der Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall zeigt. Der mittlere Lichtdurchlaßgrad für Kurve (a) beträgt in einem Bereich von 400–700 nm 89,7%, der mittlere Lichtdurchlaßgrad für Kurve (b) beträgt in einem Bereich von 400–700 nm 96,9% und der mittlere Lichtdurchlaßgrad für Kurve (c) beträgt in einem Bereich von 400–700 nm 4%. Der prozentuale RMS-Farbfehler für Kurve (a) beträgt 1,05 und für Kurve (b) 1,44%.

#### Beispiel 4 (PEN:CoPEN, 601, Polarisator)

[0065] Ein koextrudierter Film mit 601 Lagen wurde durch einen Koextrusionsprozeß auf einer sequentiellen Flachfilmfertigungsstraße hergestellt. Polyethylenaphthalat (PEN) mit einer Strukturviskosität von 0,54 dl/g (60 Gew.-% Phenol/40 Gew.-% Dichlorbenzol) wurde durch einen Extruder mit einer Rate von 75 Pfund pro Stunde zugeführt, und das Co-PEN wurde durch einen anderen Extruder mit einer Rate von 65 Pfund pro Stunde zugeführt. Das Co-PEN war ein Copolymer aus 70 Mol.-% 2,6-Naphthalendikarboxylatmethylester, 15 Mol.-% Dimethylsephthalat und 15 Mol.-% Dimethylterephthalat mit Ethylenglykol. Das Feedblockverfahren wurde verwendet, um 151 Schichten zu erzeugen. Der Feedblock war so konstruiert, daß eine Schichtstruktur von Filmen mit einem Dickengradienten vom oben nach unten bei einem Dickenverhältnis von 1,22 von den dünnsten zu den dicksten Schichten erhalten wurde. Die PEN-Außenschichten wurden auf die Außenseite der optischen Schichtstruktur mit einer Gesamtdicke von 8% der koextrudierten Schichten koextrudiert. Die optische Schichtstruktur wurde durch zwei sequentielle Vervielfacher vervielfacht. Das nominelle Vervielfachungsverhältnis der Vervielfacher betrug 1,2 bzw. 1,27. Der Film wurde anschließend in etwa 40 Sekunden auf 310°F vorgewärmt und bei einem Ziehverhältnis von etwa 5,0 mit einer Rate von 6%/s in der Querrichtung gezogen. Die Enddicke des Films betrug ca 2 Mil.

[0066] **Fig. 6** zeigt den Lichtdurchlaßgrad für diesen mehrschichtigen Film. Kurve (a) zeigt den Durchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall, Kurve (b) zeigt den Durchlaßgrad von p-polarisiertem Licht bei einem Einfallswinkel von 60° und Kurve (c) den Durchlaßgrad von in der Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall. Bemerkenswert ist der sehr hohe Lichtdurchlaßgrad von p-polarisiertem Licht in der Nicht-Streckrichtung sowohl bei normalem Lichteinfall als auch bei einem Einfallswinkel von weniger als 60° (80–100%). Bemerkenswert ist außerdem das durch Kurve (c) dargestellte sehr hohe Reflexi-

onsvermögen von in der Streckrichtung polarisiertem Licht im sichtbaren Bereich (400–700 nm). Das Reflexionsvermögen beträgt zwischen 500 und 650 nm nahezu 99%.

#### Beispiel 5 (PEN:sPS, 481, Polarisator)

[0067] Ein mehrschichtiger Film mit 481 Schichten wurde hergestellt aus Polyethylenaphthalat (PEN) mit einer Strukturviskosität von 0,56 dl/g, gemessen in 60 Gew.-% Phenol und 40 Gew.-% Dichlorbenzol, erhältlich von Eastman Chemicals, und syndiotaktischem Polystyrol- (sPS-) Homopolymer (mittleres Molekulargewicht = 200000 Dalton, erhältlich von Dow Corporation). Das PEN befand sich auf den Außenschichten und wurde mit 26 Pfund pro Stunde extrudiert, und das sPS wurde mit 23 Pfund pro Stunde extrudiert. Durch den verwendeten Feedblock wurden 61 Schichten erzeugt, wobei jede der 61 Schichten etwa die gleiche Dicke aufwies. Hinter dem Feedblock wurden drei (2 ×) Vervielfacher verwendet. Außenschichten gleicher Dicke, die das gleiche PEN enthielten, das dem Feedblock zugeführt wurde, wurden hinter dem letzten Vervielfacher mit einer Gesamtrate von 22 Pfund pro Stunde hinzugefügt. Das Bahnenmaterial wurde durch eine 12" breite Düse zu einer Dicke von etwa 0,011 Zoll (0,276 mm) extrudiert. Die Extrusionstemperatur betrug 290°C.

[0068] Das Bahnenmaterial wurde für neun Tage unter Umgebungstemperaturen gelagert und dann auf einer Streckmaschine einachsrig ausgerichtet. Der Film wurde in etwa 25 Sekunden auf etwa 320°F (160°C) vorgewärmt und mit einem Ziehverhältnis von etwa 6 : 1 mit einer Rate von etwa 28% pro Sekunde in der Querrichtung gezogen. In der Streckrichtung wurde keine Entspannung ermöglicht, die Endfilmdicke betrug etwa 0,0018 Zoll (0,046 mm).

[0069] **Fig. 7A** zeigt das optische Verhalten dieses reflektierenden PEN:sPS-Polarisators, der 481 Schichten aufweist. Kurve (a) zeigt den Durchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall, Kurve (b) zeigt den Durchlaßgrad von p-polarisiertem Licht bei einem Einfallswinkel von 60° und Kurve (c) den Durchlaßgrad von in der Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall. Bemerkenswert ist der sehr hohe Lichtdurchlaßgrad von p-polarisiertem Licht sowohl bei normalem Lichteinfall als auch bei einem Einfallswinkel von weniger als 60°. Der mittlere Lichtdurchlaßgrad für Kurve (a) über 400–700 nm beträgt 86,2%, der mittlere Lichtdurchlaßgrad für Kurve (b) über 400–700 nm beträgt 79,7%. Bemerkenswert ist auch das durch Kurve (c) dargestellte sehr hohe Reflexionsvermögen von in der Streckrichtung polarisiertem Licht im sichtbaren Bereich (400–700 nm). Der Film hat für die Kurve (c) zwischen 400 und 700 nm einen mittleren Lichtdurchlaßgrad von 1,6%. Der prozentuale RMS-Farbfehler beträgt für Kurve (a) 3,2% und für Kurve (b) 18,2%.

## Beispiel 6 (PEN:CoPEN, 603, Polarisator)

[0070] Ein reflektierende Polarisator mit 603 Schichten wurde durch einen Koextrusionsprozeß auf einer sequentiellen Flachfilmfertigungsstraße hergestellt. Polyethylenaphthalat (PEN) mit einer Strukturviskosität von 0,47 dl/g (60 Gew.-% Phenol und 40 Gew.-% Dichlorbenzol) wurde durch einen Extruder mit einer Rate von 83 Pfund (38 kg) pro Stunde zugeführt, und das Co-PEN wurde durch einen anderen Extruder mit einer Rate von 75 Pfund (34 kg) pro Stunde zugeführt. Das Co-PEN war ein Copolymer aus 70 Mol-% 2,6-Naphthalendikarboxylatmethylester, 15 Mol-% Dimethylterephthalat und 15 Mol-% Dimethylisophthalat mit Ethylenglykol. Das Feedblockverfahren wurde verwendet, um 151 Schichten zu erzeugen. Der Feedblock war so konstruiert, daß eine Schichtstruktur von Filmen mit einem Dickengradienten von oben nach unten bei einem Dickenverhältnis von 1,22 von den dünnsten zu den dicksten Lagen erhalten wurde. Die optische Schichtstruktur wurde durch zwei sequentielle Vervielfacher vervielfacht. Das nominelle Vervielfachungsverhältnis der Vervielfacher betrug 1,2 bzw. 1,4. Zwischen dem letzten Vervielfacher und der Düse wurden Außenschichten hinzugefügt, die aus dem vorstehend beschriebenen Co-PEN bestanden, das durch einen dritten Extruder mit einer Gesamtrate von 106 Pfund (48 kg) pro Stunde zugeführt wurde. Der Film wurde anschließend in etwa 30 Sekunden auf 300°F (150°C) vorgewärmt und bei einem Ziehverhältnis von etwa 6 bei einer Anfangsrate von 20%/s in der Querrichtung gezogen. Die Enddicke des Films betrug etwa 0,0035 Zoll (0,089 mm).

[0071] **Fig. 7B** zeigt das optische Verhalten des Polarisators von Beispiel 6. Kurve (a) zeigt den Durchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall, Kurve (b) zeigt den Durchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung p-polarisiertem Licht bei einem Einfallswinkel von 50° und Kurve (c) den Durchlaßgrad von in der Streckrichtung polarisiertem Licht bei normalem Lichteinfall. Bemerkenswert ist der sehr hohe Lichtdurchlaßgrad von in der Nicht-Streckrichtung polarisiertem Licht. Der mittlere Lichtdurchlaßgrad für Kurve (a) über 400–700 nm beträgt 87%. Bemerkenswert ist auch das durch Kurve (c) dargestellte sehr hohe Reflexionsvermögen von in der Streckrichtung polarisiertem Licht im sichtbaren Bereich (400–700 nm). Der Film hat für Kurve (c) zwischen 400 und 700 nm einen mittleren Lichtdurchlaßgrad von 2,5%. Der prozentuale RMS-Farbfehler beträgt für Kurve (b) 5%.

## II. Hintergrundbeleuchtungssystem unter Verwendung mehrschichtiger optischer Filme

[0072] Erfindungsgemäße Hintergrundbeleuchtungssysteme verwenden mehrschichtige optische Filme zum Reflektieren von Licht. Aus mehrschichtigen Filmen konstruierte Reflektoren werden am vor-

teilhaftesten um die Lichtquelle herum sowie entlang der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordnet, obwohl sie in einigen Fällen auch nur an der einen oder der anderen Position verwendet werden können.

[0073] Die Vorteile der Verwendung mehrschichtiger optischer Filme für Reflektoren in Hintergrundbeleuchtungssystemen sind in **Fig. 8** graphisch dargestellt. Kurve (a) zeigt das Totalreflexionsvermögen als Funktion der Anzahl von Reflexionen für einen herkömmlichen Reflektor mit einem Reflexionsvermögen von 96% (d. h. etwa 4% des Lichts werden bei jeder Reflexion absorbiert). Wie durch Kurve (a) dargestellt ist, nimmt die Intensität des durch einen herkömmlichen Reflektor reflektierten Lichts bereits nach einer relativ geringen Zahl von Reflexionen wesentlich ab. Kurve (b) zeigt dagegen das Gesamtreflexionsvermögen für einen mehrschichtigen Spiegel-film mit einem Reflexionsvermögen von etwa 99,4%. Kurve (b) zeigt deutlich eine wesentlich geringere Abnahme des Reflexionsvermögens. Der Unterschied ist nach nur 2 bis 4 Reflexionen besonders ausgeprägt.

[0074] Beispielsweise beträgt die Lichtintensität nach fünf Reflexionen für von erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Filmen reflektiertes Licht etwa 97%, während die Intensität für von einem herkömmlichen Reflektor, der nur etwa 3,5% weniger effizient ist, reflektiertes Licht auf etwa 81,5% abfällt. Obwohl es schwierig ist, die mittlere Anzahl von Reflexionen zu bestimmen, die das Licht in einem Hintergrundbeleuchtungssystem erfährt, kann erwartet werden, daß die Anzahl von Reflexionen zunimmt, wenn die Gleichförmigkeit und/oder das Schlankheits- oder Streckungsverhältnis (das nachstehend ausführlicher beschrieben wird) in einem vorgegebenen Hintergrundbeleuchtungssystem zunehmen. Durch diese zunehmende Anzahl von Reflexionen würde eine wesentliche Verminderung der Effizienz für Hintergrundbeleuchtungssysteme verursacht, in denen herkömmliche Reflektoren verwendet werden, die in Hintergrundbeleuchtungssystemen, in denen erfindungsgemäße mehrschichtige optische Filmreflektoren verwendet werden, nicht erhalten werden.

[0075] Der praktische Wert dieser Eigenschaft besteht darin, daß die Effizienz der Hintergrundbeleuchtungssysteme und jeglicher Displays, in denen ein solches verwendet wird, wesentlich erhöht ist, wodurch im Vergleich zu Systemen, in denen herkömmliche Reflektoren verwendet werden, eine größere Helligkeit und/oder ein größerer Kontrast erhalten werden. D.h., die Anzahl zulässiger Reflexionen für einen vorgegebenen Lichtstrahl kann in Hintergrundbeleuchtungssystemen, in denen aus erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Filmen konstruierte Reflektoren verwendet werden, wesentlich größer sein als bei Hintergrundbeleuchtungssystemen, in denen herkömmliche Reflektoren verwendet werden, ohne daß die Gesamtausgangsleistung oder -intensität des Hintergrundbeleuchtungssystems schlechter wird. D. h. die Wahrscheinlichkeit, daß ein Photon

nicht verloren geht, ist in Hintergrundbeleuchtungssystemen, in denen aus optischen Filmen konstruierte Reflektoren verwendet werden, größer.

[0076] Nachstehend werden die **Fig. 9–12** beschrieben. Die Figuren zeigen schematisch verschiedene erfindungsgemäß hergestellte Hintergrundbeleuchtungssysteme, durch die Figuren soll die vorliegende Erfindung jedoch nicht eingeschränkt werden. Beispielsweise zeigen alle Figuren Lichtwellenleiter mit im wesentlichen rechteckigen Querschnitten. Die aus mehrschichtigen optischen Filmen konstruierten Reflektoren können jedoch in Verbindung mit einem beliebigen Lichtwellenleiter verwendet werden, z. B. mit einem Lampenhohlraumreflektor und/oder einem Rückreflektor. Andere Beispiele von Lichtwellenleitern sind keilförmige Lichtwellenleiter, mit Nuten oder Kanälen versehene Lichtwellenleiter, Pseudo-keil-Lichtwellenleiter, usw.

[0077] **Fig. 9** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines zur Erläuterung dienenden Hintergrundbeleuchtungssystems **110** mit einem Lichtwellenleiter **112** und einer Lichtquelle **118**. Die Lichtquelle **118** kann eine beliebige Lichtquelle sein, die Licht emittiert, z. B. eine Leuchtstofflampe, eine Glühlampe, eine Festkörper- oder Halbleiterquelle, eine Elektrolumineszenz (EL) -Lichtquelle oder eine beliebige andere Quelle für sichtbares Licht. Obwohl die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen typischerweise eine solche Quelle aufweisen, könnte ein erfindungsgemäßes Hintergrundbeleuchtungssystem auch zwei oder mehr einzelne Quellen aufweisen, die an der gleichen oder an verschiedenen Positionen angeordnet sind und in Kombination die erforderliche Lichtintensität bereitstellen.

[0078] In bevorzugten Ausführungsformen weist die Lichtquelle **118** eine Quelle auf, die Licht mit zufälliger oder statistischer Polarisierung emittiert. Ein reflektierender Polarisator kann zwischen der Quelle und dem Lichtwellenleiter angeordnet sein, so daß zum Lichtwellenleiter **112** übertragenes Licht im wesentlichen eine Polarisationsausrichtung aufweist. Die reflektierende Polarisierung kann unter Verwendung von massiven optischen Elementen oder eines mehrschichtigen reflektierenden Polarisators erreicht werden, die beide in der mitanhängigen US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 08/418009 mit dem Titel POLARIZED LIGHT SOURCES, eingereicht am 6. April 1995, beschrieben sind.

[0079] Der Lichtwellenleiter **112** weist eine Vorderseite **114** und eine Rückseite **116** auf. Komponenten, z. B. Polarisatoren, Diffusoren, Flüssigkristallsichtanzeigen, graphische Filme, Drucke und Kompensations-/Ausgleichsfilme, die typischerweise über der Vorderseite **114** des Lichtwellenleiters **112** angeordnet sind, sind in **Fig. 9** (oder in jeglichen in diesen Figuren dargestellten Hintergrundbeleuchtungssystemen) nicht dargestellt, sie sind jedoch Fachleuten bekannt und werden hierin nicht beschrieben.

[0080] In der Figur ist dargestellt, daß ein Lampenhohlraumreflektor **120** die Lichtquelle **118** teilweise

umschließt und sie mit dem Lichtwellenleiter **112** koppelt. Herkömmliche Lampenhohlraumreflektoren sind aus einem versilberten Film hergestellt, der für sichtbare Wellenlängen ein Reflexionsvermögen von etwa 96% aufweist, wobei das restliche Licht durch den Reflektor im wesentlichen absorbiert wird. Ein unter Verwendung eines erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Films hergestellter Lampenreflektor **120** weist jedoch ein wesentlich höheres Reflexionsvermögen auf, typischerweise von etwa 98% oder mehr, wodurch Verluste wesentlich reduziert werden. Außerdem weist der hierin beschriebene mehrschichtige Film ein sehr großes Reflexionsvermögen von vorzugsweise mindestens 90%, bevorzugter 95% und noch bevorzugter mindestens 98% bei von der Normalen verschiedenen Winkeln (von z. B. 45°) auf. Weil das Licht in vielen Hintergrundbeleuchtungssystemen, z. B. in den in den **Fig. 9–12** dargestellten Beleuchtungssystemen, von der Seite des Lichtwellenleiters eintritt, ist dies ein erheblicher Vorteil.

[0081] Es kann wünschenswert sein, höhere Lampenbetriebstemperaturen bereitzustellen, wobei in diesem Fall die Außenfläche des Reflektors **120** mit einer Metallschicht beschichtet sein kann, oder es kann ein zusätzlicher Reflektor vorgesehen sein (vergl. Bezugszeichen **224** in **Fig. 10** und die nachstehende Beschreibung). Dadurch kann das Infrarotreflexionsvermögen sowie die Konvektionskühlung der Lampe **118** erhöht werden.

[0082] Hintergrundbeleuchtungssysteme mit mehrschichtigen optischen Filmen, wie beispielsweise der Lampenhohlraumreflektor **120**, werden typischerweise eine mindestens etwa 20% höhere Helligkeit aufweisen, wenn ein aus einem versilberten optischen Film konstruierter Lampenreflektor **120** durch einen erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Film ersetzt wird. Diese Erhöhung kann großteils dem extrem geringen Absorptionsvermögen und dem hohen Reflexionsvermögen des mehrschichtigen optischen Films zugeschrieben werden.

[0083] Im Hintergrundbeleuchtungssystem **110** wird der Lampenhohlraumreflektor **120** vorzugsweise mit dem Rückreflektor **122** integriert, indem die zwei Teile laminiert oder auf ähnliche Weise aneinander befestigt werden oder eine kontinuierliche Platte für beide Funktionen verwendet wird. Dadurch entstehen in Verbindung mit der Grenzfläche zwischen den beiden Reflektoren **120** und **122** keine Verluste. Außerdem kann die Herstellung des Hintergrundbeleuchtungssystems **110** durch eine solche Konstruktion vereinfacht werden. Darüber hinaus kann es in bestimmten Anwendungen bevorzugt sein, den Rückreflektor auf der Rückseite des Lichtwellenleiters **112** aufzulaminieren oder auf andere Weise daran zu befestigen. Dadurch wird der Luftzwischenraum zwischen den Komponenten eliminiert, wodurch Oberflächenreflexionen reduziert werden und der Gesamtwirkungsgrad des Systems zunimmt.

[0084] Der zum Extrahieren von Licht vom Lichtwel-

lenleiter **112** verwendete Mechanismus ist in **Fig. 9** nicht dargestellt, weil ein beliebiger geeigneter Mechanismus verwendet werden könnte. Beispiele von Extraktionsmechanismen sind beispielsweise punktförmige Diffusionselemente auf der Rückseite **116** des Lichtwellenleiters **112**, Kanäle oder Vertiefungen in der Rückseite **116**, die mit einem Pseudokeil-Lichtwellenleiter **112** verbundenen Diskontinuitäten, die erhöhten Reflexionswinkel in einem keilförmigen Lichtwellenleiter **112** und Bolzen oder Stäbe, durch die der Reflektor am Wellenleiter festgeklebt ist und durch die eine Lichtdiffusion im Lichtwellenleiter bereitgestellt wird.

[0085] Wenn ein weniger effizienter mehrschichtiger Reflexionsfilm als Rückreflektor **122** verwendet wird, kann es vorteilhaft sein, auf der rückseitigen Schicht **122**, d. h. auf der vom Lichtwellenleiter **112** abgewandten Fläche, eine dünne Metallschicht oder eine andere reflektierende Schicht aufzubringen, um Durchlaßverluste durch den mehrschichtigen optischen Filmreflektor **122** zu vermindern und dadurch das Reflexionsvermögen des mehrschichtigen optischen Films **122** zu verbessern. Durch die Metallschicht oder die andere reflektierende Schicht können natürlich Absorptionsverluste auftreten, der durch den Film **122** durchgelassene Lichtanteil wird jedoch typischerweise weniger als 5% (vorzugsweise weniger als etwa 1%) des gesamten auf den Film **122** auftreffenden Lichts betragen.

[0086] Ein weiterer Vorteil von Hintergrundbeleuchtungssystemen **110**, in denen ein mehrschichtiger optischer Film für den Rückreflektor **122** verwendet werden, ist die Flexibilität für die Konstruktion von Hintergrundbeleuchtungssystemen mit relativ hohen Schlankheits- oder Streckungsverhältnissen. Das Schlankheits- oder Streckungsverhältnis kann als Kehrwert der Dicke des Hintergrundbeleuchtungssystems gegenüber seiner Länge oder Oberfläche definiert werden (im Fall einer ebenen Oberfläche, über die Licht verteilt werden soll).

[0087] In **Fig. 9** ist die Dicke des Lichtwellenleiters **112** durch  $T$  und die Länge des Lichtwellenleiters durch  $L$  bezeichnet. Das Verhältnis  $L/T$  kann in erfindungsgemäßen Hintergrundbeleuchtungssystemen **110** aufgrund der relativen Dünne und Flexibilität der mehrschichtigen optischen Filme wesentlich höher sein. Das Schlankheits- oder Streckungsverhältnis kann höher sein, weil die Anzahl von Reflexionen für einen beliebigen in den Lichtwellenleiter **112** eintretenden Lichtstrahl, bevor er aus dem Hintergrundbeleuchtungssystem **110** austritt, aufgrund des geringen Absorptionsvermögens der Reflexionsflächen des aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierten Rückreflektors **122** wesentlich höher sein kann, ohne daß die Gesamtausganglichtintensität des Hintergrundbeleuchtungssystems **110** wesentlich abnimmt. Der Konstrukteur eines ähnlichen Hintergrundbeleuchtungssystems, in dem herkömmliche Reflektoren verwendet werden, die auftreffendes Licht absorbieren, muß dagegen die Anzahl von Re-

flexionen, die das Licht erfährt, bevor es aus dem Hintergrundbeleuchtungssystem austritt, und die sich daraus ergebenden Absorptionsverluste berücksichtigen.

[0088] Obwohl beschrieben wurde, daß sowohl der Lampenhohlraumreflektor **120** als auch der Rückreflektor **122** des Hintergrundbeleuchtungssystems **110** aus einem erfindungsgemäßen mehrschichtigen optischen Film konstruiert sind, ist ersichtlich, daß auch nur einer der Reflektoren **120** oder **122** aus einem mehrschichtigen optischen Film hergestellt sein kann, während der andere aus herkömmlichen reflektierenden Materialien hergestellt ist. Eine solche Konstruktion ist aufgrund der Absorptionsverluste, die auftreten würden, jedoch für bestimmte Anwendungen möglicherweise nicht bevorzugt.

[0089] **Fig. 10** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines Hintergrundbeleuchtungssystems **210** mit einem Lichtwellenleiter **212** und einer Lichtquelle **218**. Der Lichtwellenleiter **212** weist eine Vorderseite **214** und eine Rückseite **216** auf. In der Figur umschließt ein Lampenhohlraumreflektor **220** die Lichtquelle **218** teilweise und koppelt sie mit dem Lichtwellenleiter **212**. Die Konstruktion des Hintergrundbeleuchtungssystems **210** ist jedoch größtenteils der Konstruktion des vorstehenden Systems **110** ähnlich. [0090] Ein Unterschied besteht beispielsweise darin, daß ein separater Lampenhohlraumreflektor **224** hinzugefügt ist, der um die Außenfläche des aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierten Lampenhohlraumreflektors **220** herum angeordnet ist, um Lichtdurchlaßverluste in dem Fall zu vermeiden, daß ein weniger effizienter mehrschichtiger optischer Film verwendet wird. Falls jedoch ein hocheffizienter Film, z. B. mit einem Reflexionsvermögen von mindestens 97%, verwendet wird, ist der Reflektor **224** möglicherweise nicht erforderlich.

[0091] In der Figur ist eine zusätzliche Schicht **226** zwischen dem Rückreflektor **222** und der Rückseite **216** des Lichtwellenleiters **212** angeordnet. Die zusätzliche Schicht weist vorzugsweise eine Einrichtung zum Streuen von zum Rückreflektor **222** hin gerichtetem Licht auf. Eine Einrichtung zum Streuen von Licht kann in einigen Hintergrundbeleuchtungssystemen hilfreich sein, weil als Spiegel verwendete mehrschichtige optische Filme spiegelnd oder gerichtet reflektierend sind, was in einigen Anwendungen unerwünscht sein kann.

[0092] Die Streueinrichtung **226** kann in vielen verschiedenen Ausführungsformen bereitgestellt werden, insofern sie die spiegelnde Komponente des Lichts streut, das vom aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierten Rückreflektor **222** reflektiert wird. Es ist jedoch bevorzugt, daß die Streueinrichtung eine minimale Menge des auftreffenden Lichts absorbiert, so daß ihr Einfluß auf das Verhalten bzw. die Leistung des Hintergrundbeleuchtungssystems **210** reduziert wird. Es kann auch bevorzugt sein, daß die Streueinrichtung **226** eine Polarisierung aufrechterhält (wie nachstehend unter Bezug auf

**Fig. 13** erläutert wird) oder die Polarisierung zerstört (wie nachstehend unter Bezug auf **Fig. 14** erläutert). [0093] Eine andere Möglichkeit zum Streuen von Licht könnte darin bestehen, Streupartikel, z. B. Bariumsulfat, in einer koextrudierten Außenschicht anzuordnen, die auf dem aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierten Rückreflektor **222** angeordnet ist. Alternativ könnten die Streupartikel in einer der Schichten der Schichtstruktur angeordnet sein, vorzugsweise in der Nähe der Oberfläche, auf der das Licht auftrifft. Streuschichten könnten auch durch Extrusionsbeschichten auf dem mehrschichtigen optischen Film aufgebracht werden, oder sie könnten unter Verwendung eines geeigneten Lösungsmittels auf der Oberfläche des mehrschichtigen optischen Films verteilt werden.

[0094] Andere Streueinrichtungen könnten einen kommerziell erhältlichen Streufilm aufweisen, der zwischen dem aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierten Rückreflektor **222** und der Rückseite **216** des Lichtwellenleiters **212** angeordnet wird. Ein Beispiel eines Streufilms ist DFA-12, erhältlich von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minnesota.

[0095] Alternativ könnte ein streuender Klebstoff verwendet werden, um den aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierten Rückreflektor **222** an der Rückseite **216** des Lichtleiters **212** zu befestigen. Beispiele streuender Klebstoffe werden nachstehend beschrieben.

[0096] Ein Beispiel eines streuenden Klebstoffs kann hergestellt werden durch Herstellen von Acryl-/Styrolkügelchen und Dispergieren der Kügelchen in einem Emulsionsklebstoff auf Wasserbasis. Ein Klebstoff, der 5 Gew.-% der Mikrokügelchen enthält, wurde auf einem PET-Unterlagsfilm aufgebracht und getrocknet, um eine Klebstofflage (Körnung 8,4/4" × 6") zu erhalten. Der streuende Klebstoff wurde in einer Naßdicke von 4 Mil mit einer Geschwindigkeit von 17 Fuß/Minute aufgetragen. Der Trocknungssofen hatte eine Länge von 30 Fuß. Die Trocknungstemperatur betrug 180°F.

#### Herstellung von Styrolpartikeln

[0097] 3 g Poly(vinylalkohol) und 9 g Standapol-A (Ammoniumlaurylsulfat – Hercules) wurden in 480 g Wasser gelöst. 2 g Lucidol™-75 (75% Benzoylperoxid – Elf Atochem) wurden in 120 g Styrol gelöst. Die beiden vorstehenden Gemische wurden in einem Gaulin-Homogenisierapparat vermischt und emulsifiziert, bis die Tröpfchengröße etwa 2 µm betrug. Die Emulsion wurde in einen 1 l-Reaktor eingefüllt, auf 80°C erwärmt und mit Argon entgast, woraufhin der Emulsion ermöglicht wurde, für 12 Stunden zu reagieren.

Herstellung druckempfindlicher Klebstoff-Mikropartikel durch ein Suspensionspolymerisationsverfahren

[0098] 1 g Natriumdodecylbenzolsulfonat wurde in 360 g entionisiertem Wasser gelöst. 2,4 g Poly(ethylenoxid)<sub>16</sub>acrylat (PEO, 4,8 g Acrylsäure und 1,05 g Lucidol™-755 (75% Benzoylperoxid von Elf Atochem) wurden in 232,8 g Isooctylacrylat (IOA) gelöst. Das vorstehende Gemisch wurde in einem Gaulin-Homogenisierapparat vermischt und emulsifiziert, bis die Tröpfchengröße etwa 1 µm oder weniger betrug. Die Emulsion wurde dann in einen 1 l-Reaktor eingefüllt, bei 400 U/min gerührt und für 4 Stunden auf 65°C erwärmt. Die erhaltenen 97/2/1 IOA/AA/PEO-Partikel hatten, betrachtet in einem Lichtmikroskop, eine Größe von etwa 2 µm und einen Brechungsindex von 1,47.

#### Herstellung von lichtstreuendem Klebstoff

[0099] 440 g der vorstehend beschriebenen druckempfindlichen Klebstoffsuspension wurden mit 58 g der vorstehend beschriebenen Poly(styrol)-Suspension, 1,5 g Triton GR-5M (Rohm & Haas) und 1,8 g Polyphobe **104** (Union Carbide) vermischt. Das Gemisch wurde mit Ammoniumhydroxid auf einen pH-Wert von 8,3 neutralisiert. Die streuende Klebstofflösung wurde in einer Naßdicke von 4 Mil auf eine PET-Trennschicht aufgebracht und für 10 Minuten bei 65°C getrocknet.

[0100] Wenn die Polarisierung des vom Hintergrundbeleuchtungssystem **210** austretenden Lichts aufrechterhalten werden soll, wenn z. B. eine Flüssigkristallanzeige beleuchtet wird und die Lichtquelle **218** polarisiertes Licht emittiert, sollten die im System **210** verwendeten Streupartikel so kugelförmig wie möglich sein, um die Polarisierung aufrechtzuerhalten.

[0101] Wenn das Hintergrundbeleuchtungssystem **210** dagegen in Verbindung mit einem mehrschichtigen oder einem andersartigen reflektierenden polarisierenden Film (nicht dargestellt) verwendet wird, der auf der Vorderseite **214** aufgebracht ist, um Licht mit einer "falschen" Polarisierung wiederzugewinnen, ist es wünschenswert, daß die Streueinrichtung auch die Polarisierung des Lichts zerstört oder ungeordnet macht, um den Wiedergewinnungsprozeß zu verstärken. Alternativ werden die Streueinrichtung zum Aufrechterhalten der Polarisierung und ein doppelbrechender Film oder eine Außenschicht verwendet, um das Licht zu depolarisieren.

[0102] **Fig. 11** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines alternativen Hintergrundbeleuchtungssystems **310**. Das Hintergrundbeleuchtungssystem ist so konstruiert, daß kein in den vorstehenden Systemen beschriebener separater Lichtwellenleiter vorgesehen ist. Durch Lichtwellenleiter, die typischerweise aus Materialien wie beispielsweise Acryl hergestellt sind, nimmt das Gewicht des Hintergrundbeleuchtungssystems zu. Wie nachstehend beschrieben wird, wird durch die vorstehend beschriebenen

mehrschichtigen optischen Filme ermöglicht, ein hocheffizientes Hintergrundbeleuchtungssystem **310** zu konstruieren, für das kein separater Lichtwellenleiter erforderlich ist.

[0103] Das Hintergrundbeleuchtungssystem **310** weist eine Vorderseite **314** und eine Rückseite **316** sowie eine Lichtquelle **318** und einen Lampenhohlraumreflektor **320** auf. Das System **310** weist vorzugsweise auch eine Streueinrichtung **326** zum Streuen von zum Rückreflektor **316** hin gerichtetem Licht auf. Die Streueinrichtung **326** sollte über die Rückseite des Hintergrundbeleuchtungssystems verschiedene Streugrade aufweisen, um eine gleichmäßige Ausgangslichtintensität zu erhalten.

[0104] Die Vorderseite **314** des Hintergrundbeleuchtungssystems **310** kann den Extraktionsmechanismus aufweisen, der dazu verwendet wird, den gleichmäßigen Lichtdurchlaß aus der Vorderseite **314** des Hintergrundbeleuchtungssystems **310** zu ermöglichen.

[0105] Ein geeigneter Extraktionsmechanismus wird gebildet, indem die Vorderseite **314** aus dem mehrschichtigen optischen Film konstruiert wird und Perforierungen oder Lücken im Film **314** bereitgestellt werden, die dem Licht ermöglichen, aus dem System **310** auszutreten. Wie in **Fig. 11b** dargestellt, die eine Ansicht der Vorderseite des Hintergrundbeleuchtungssystems zeigt, kann es für bestimmte Anwendungen bevorzugt sein, die Anzahl und/oder Fläche der Lücken **315** mit zunehmendem Abstand von der Lichtquelle **318** zu erhöhen. In einem beispielsweise in den **Fig. 11a** und **11b** dargestellten System kann es wünschenswert sein, eine Streuschicht über der Vorderseite **314** anzuordnen, um die Lücken **315** abzuschatten. Wenn eine solche Streuschicht bereitgestellt wird, ist die Streuschicht **326**, die in der Figur zwischen der Vorderseite **314** und dem Rückreflektor **316** angeordnet ist, möglicherweise nicht erforderlich.

[0106] **Fig. 12** zeigt eine schematische Querschnittsansicht eines weiteren alternativen Hintergrundbeleuchtungssystems **410** mit einem Lichtwellenleiter **412** und einer Lichtquelle **418**. Der Lichtwellenleiter **410** weist eine Vorderseite **414** und eine Rückseite **416** auf. In der Figur umschließt ein Lampenhohlraumreflektor **420** die Lichtquelle **418** teilweise und koppelt sie mit dem Lichtwellenleiter **412**. Die Konstruktion des Hintergrundbeleuchtungssystems **210** ist jedoch größtenteils der Konstruktion der vorstehenden Systeme **110** und **210** ähnlich. Der Lichtwellenleiter **412** ist außerdem mit auf seiner Rückseite **416** angeordneten streuenden Extraktionspunkten **417** dargestellt, obwohl auch ein beliebiger anderer Extraktionsmechanismus verwendet werden könnte, wie vorstehend beschrieben.

[0107] Einer der Hauptunterschiede besteht darin, daß der aus einem mehrschichtigen optischen Film konstruierte Rückreflektor **422** eine der Rückseite des Lichtwellenleiters **412** zugewandte strukturierte Oberfläche aufweist. Diese strukturierte Oberfläche

ist vorzugsweise so konstruiert, daß Licht innerhalb eines gewünschten Winkelbereichs nach oben zur Vorderseite **414** des Lichtwellenleiters **412** hin reflektiert wird. Dies ist insbesondere geeignet, wenn das Hintergrundbeleuchtungssystem **410** mit einem strukturierten, teilreflektierenden Film verwendet wird, der zwischen dem Hintergrundlicht und dem Betrachter angeordnet ist. Exemplarische mikroreplizierte, strukturierte, teilreflektierende Filme sind als Brightness Enhancement Film und Optical Lighting Film von Minnesota Mining and Manufacturing Company, St. Paul, Minnesota erhältlich.

[0108] Strukturierte, teilreflektierende Filme haben typischerweise über bestimmte Winkelbereiche ein ausgezeichnetes Reflexionsvermögen, über andere jedoch einen hohen Lichtdurchlaßgrad. Weil der Winkelbereich, in dem Licht vom strukturierten Rückreflektor **422** reflektiert wird, in gewissem Maß kontrollierbar ist, kann durch die Verwendung eines Rückreflektors **422** mit einer strukturierten Oberfläche und eines strukturierten Films (nicht dargestellt), der über dem Hintergrundbeleuchtungssystem **410** angeordnet ist, die Anzahl von Reflexionen, die erforderlich sind, bevor das Licht durch den strukturierten Film gebrochen werden kann, reduziert werden, wodurch jegliche Absorptionsverluste im System **410** weiter begrenzt werden.

[0109] Alternativ zur Ausbildung der strukturierten Oberfläche direkt im Rückreflektor **422** könnte eine Schicht aus einem strukturierten Film zwischen dem Rückreflektor und der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordnet werden.

[0110] Wenn der reflektierende Polarisator **419** verwendet wird, um in den Lichtleiter **420** eintretendes Licht zu polarisieren, wie in **Fig. 13** dargestellt, dienen der Lichtleiter, die punktförmigen Lichtextraktionselemente und der reflektierende mehrschichtige Spiegel **420** vorzugsweise dazu, die Polarisation aufrechtzuerhalten.

[0111] In lichtwiedergewinnenden Hintergrundbeleuchtungssystemen, wie beispielsweise in dem in **Fig. 14** dargestellten Hintergrundbeleuchtungssystem, in denen reflektierende Polarisatoren **523**, ein Helligkeitsverstärkender Film **525** oder Kombinationen davon auf der Oberseite des Lichtwellenleiters angeordnet sind, ist der mehrschichtige Reflektor **520** vorzugsweise sowohl diffus streuend als auch polarisationszerstörend.

[0112] Die vorliegende Erfindung wurde vorstehend unter Bezug auf zur Erläuterung dienende Beispiele beschrieben; innerhalb des durch die beigefügten Patentansprüche definierten Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung können jedoch Modifikationen vorgenommen werden.

## Patentansprüche

1. Hintergrundbeleuchtungssystem mit:
  - a) einem eine Rückseite definierenden Lichtwellenleiter;

b) einer mit dem Lichtwellenleiter optisch gekoppelten Lichtquelle, wobei die Lichtquelle Licht in den Lichtwellenleiter emittiert; und

c) einem in der Nähe der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordneten Rückreflektor mit einem mehrschichtigen optischen Film, der mindestens etwa 80% von normal einfallendem Licht und mindestens etwa 80% von unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallendem Licht reflektiert.

2. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, wobei der Rückreflektor mindestens etwa 98% des normal einfallenden Lichts reflektiert.

3. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, wobei der Rückreflektor mindestens etwa 90% des unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

4. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, wobei der Rückreflektor mindestens etwa 98% des unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

5. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, ferner mit einer Streueinrichtung zum Streuen von vom Rückreflektor zur Rückseite des Lichtwellenleiters hin reflektiertem Licht.

6. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 5, wobei die Streueinrichtung in mindestens einer Schicht des mehrschichtigen optischen Films Streupartikel aufweist.

7. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 5, wobei die Streueinrichtung auf einer Oberfläche des mehrschichtigen optischen Films angeordnete Streupartikel aufweist.

8. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 5, wobei die Streueinrichtung einen zwischen dem Rückreflektor und der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordneten Streufilm aufweist.

9. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, wobei die Rückseite des Lichtwellenleiters durch den Rückreflektor gebildet wird.

10. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, ferner mit einem um mindestens einen Abschnitt der Lichtquelle herum angeordneten Lampenhohlraumreflektor, wobei der Lampenhohlraumreflektor Licht von der Lichtquelle im allgemeinen zu einem Rand des Lichtwellenleiters hin lenkt, wobei der Lampenhohlraumreflektor ferner einen mehrschichtigen optischen Film aufweist, der mindestens etwa 80% von normal einfallendem Licht und mindestens etwa 80% von unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallendem Licht reflektiert.

11. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 10, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 95% des normal einfallenden Lichts reflektiert.

12. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 10, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 98% des normal einfallenden Lichts reflektiert.

13. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 10, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 90% des unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

14. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 10, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 98% des unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

15. Hintergrundbeleuchtungssystem mit:

- a) einem eine Rückseite definierenden Lichtwellenleiter;
- b) einer mit dem Lichtwellenleiter optisch gekoppelten Lichtquelle, wobei die Lichtquelle Licht in den Lichtwellenleiter emittiert;
- c) einem in der Nähe der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordneten Rückreflektor, wobei der Rückreflektor einen mehrschichtigen optischen Film aufweist, der mindestens etwa 90% von normal einfallendem Licht und mindestens etwa 80% von unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallendem Licht reflektiert; und
- d) einem um mindestens einen Abschnitt der Lichtquelle herum angeordneten Lampenhohlraumreflektor, wobei der Lampenhohlraumreflektor Licht von der Lichtquelle im allgemeinen zu einem Rand des Lichtwellenleiters hin ausrichtet, wobei der Lampenhohlraumreflektor ferner den mehrschichtigen optischen Film aufweist.

16. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 15, ferner mit einer Streueinrichtung zum Streuen von vom Rückreflektor zur Rückseite des Lichtwellenleiters hin reflektiertem Licht.

17. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 1, wobei der mehrschichtige optische Film ferner aufweist:

- a) eine erste Schicht, die ein ausgerichtetes doppelbrechendes Polymer aufweist, wobei die erste Schicht eine mittlere Dicke von nicht mehr als etwa 0,5 µm aufweist; und
- b) eine zweite Schicht aus einem ausgewählten zweiten Polymer, wobei jede zweite Schicht eine mittlere Dicke von nicht mehr als 0,5 µm aufweist.

18. Hintergrundbeleuchtungssystem nach An-

spruch 17, wobei die erste Schicht des mehrschichtigen optischen Films ein kristallines Naphthalendikarbonsäurepolyester aufweist.

19. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 17, wobei der mehrschichtige optische Film mehrere erste und zweite Schichten aufweist, wobei eine der zweiten Schichten jeweils zwischen einem benachbarten Paar erster Schichten angeordnet ist.

20. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 17, wobei der mehrschichtige optische Film jeweils mindestens 50 erste und zweite Schichten aufweist.

21. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 17, wobei das ausgerichtete doppelbrechende Polymer in mindestens zwei in einer Ebene liegenden Richtungen gestreckt worden ist.

22. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 17, wobei das ausgerichtete doppelbrechende Polymer in höherem Maß doppelbrechend ist als das zweite Polymer, und wobei außerdem der Brechungsindex eines Polymers größer ist als derjenige des anderen Polymers.

23. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 22, wobei der größere Brechungsindex um mindestens 0,10 größer ist.

24. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 22, wobei der größere Brechungsindex um mindestens 0,20 größer ist.

25. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 18, wobei das Naphthalendikarbonsäurepolyester ein Poly(ethylenaphthalat) ist.

26. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 18, wobei das Naphthalendikarbonsäurepolyester ein Copolyester ist, das Naphthalateinheiten und Terephthalateinheiten aufweist.

27. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 18, wobei das zweite Polymer ein Polyester ist.

28. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 27, wobei das zweite Polymer Naphthaleneinheiten aufweist.

29. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 27, wobei das zweite Polymer ein Copolyester ist, das Naphthalateinheiten und Terephthalateinheiten aufweist.

30. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 18, wobei das zweite Polymer ein Polystyrol ist.

31. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 18, wobei das zweite Polymer ein Fluorpolymer ist.

32. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 18, wobei das zweite Polymer ein Polyacrylat, ein Polymethacrylat oder ein Polyolefin ist.

33. Hintergrundbeleuchtungssystem mit:

- a) einem eine Rückseite definierenden Lichtwellenleiter;
- b) einer mit dem Lichtwellenleiter optisch gekoppelten Lichtquelle, wobei die Lichtquelle Licht in den Lichtwellenleiter emittiert;
- c) einem in der Nähe der Rückseite des Lichtwellenleiters angeordneten Rückreflektor, wobei der Rückreflektor einen mehrschichtigen optischen Film aufweist, der mindestens etwa 90% des normal einfallenden Lichts und mindestens etwa 80% des unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert, wobei der mehrschichtige optische Film ferner aufweist:
  - (1) eine erste Schicht, die ein doppelachsig ausgerichtetes, doppelbrechendes Polymer aufweist, wobei die erste Schicht eine mittlere Dicke von nicht mehr als etwa 0,5 µm aufweist; und
  - (2) eine zweite Schicht aus einem ausgewählten zweiten Polymer, wobei jede zweite Schicht eine mittlere Dicke von nicht mehr als 0,5 µm aufweist; und
- d) einen um mindestens einen Abschnitt der Lichtquelle herum angeordneten Lampenhohlraumreflektor, wobei der Lampenhohlraumreflektor Licht von der Lichtquelle im allgemeinen zu einem Rand des Lichtwellenleiters hin ausrichtet, wobei der Lampenhohlraumreflektor ferner den mehrschichtigen optischen Film aufweist.

34. Hintergrundbeleuchtungssystem mit:

- a) einem eine Rückseite definierenden Lichtwellenleiter;
- b) einer mit dem Lichtwellenleiter optisch gekoppelten Lichtquelle, wobei die Lichtquelle Licht in den Lichtwellenleiter emittiert; und
- c) einem um mindestens einen Abschnitt der Lichtquelle herum angeordneten Lampenhohlraumreflektor, wobei der Lampenhohlraumreflektor Licht von der Lichtquelle im allgemeinen zu einem Rand des Lichtwellenleiters hin ausrichtet, wobei der Lampenhohlraumreflektor ferner einen mehrschichtigen optischen Film aufweist, der mindestens etwa 80% des normal einfallenden Lichts und mindestens etwa 80% des unter einem Winkel von 60° bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

35. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 34, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 95% des normal einfallenden Lichts reflektiert.

36. Hintergrundbeleuchtungssystem nach An-

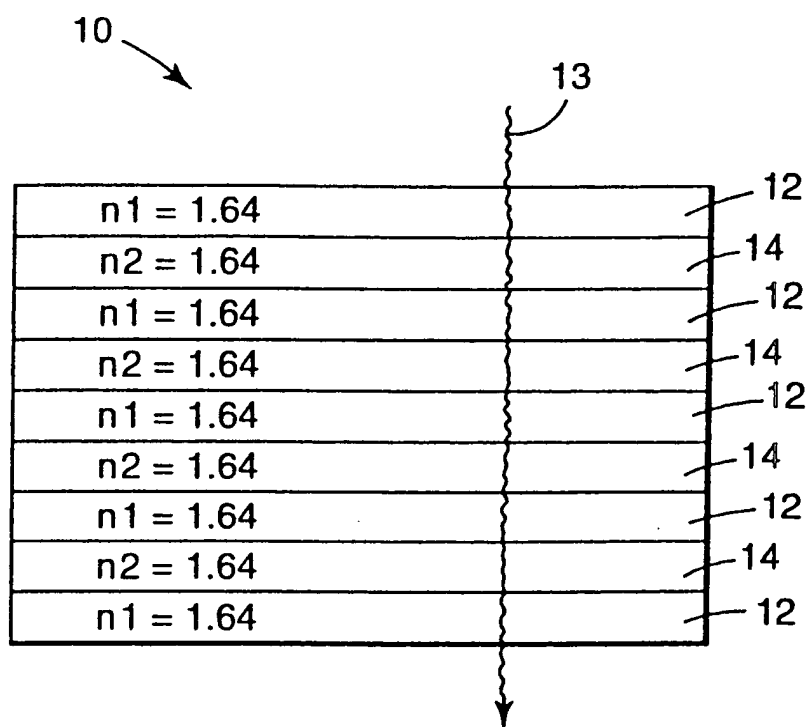
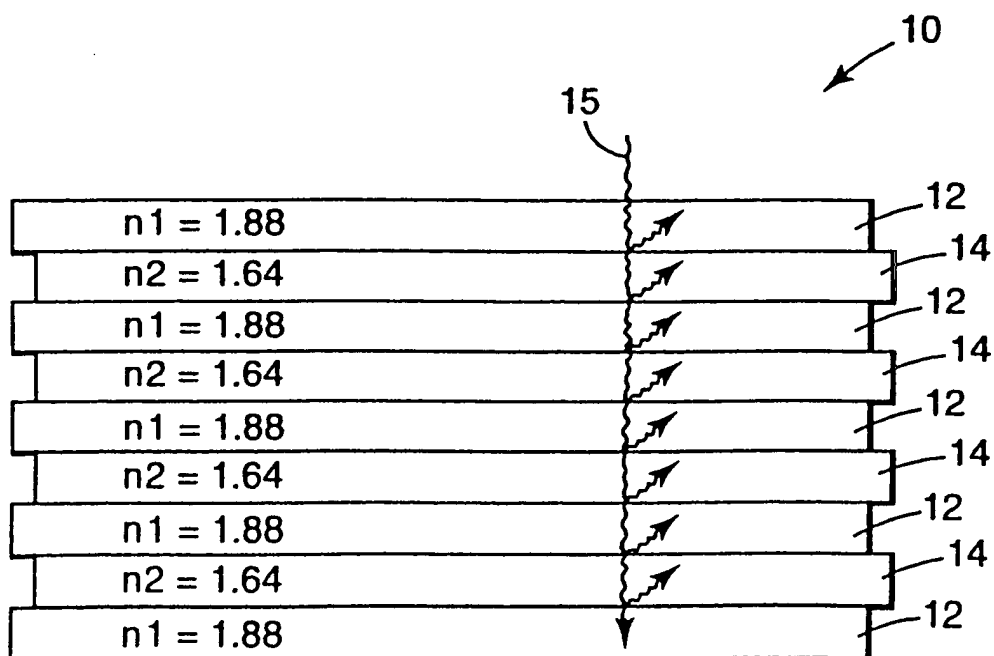


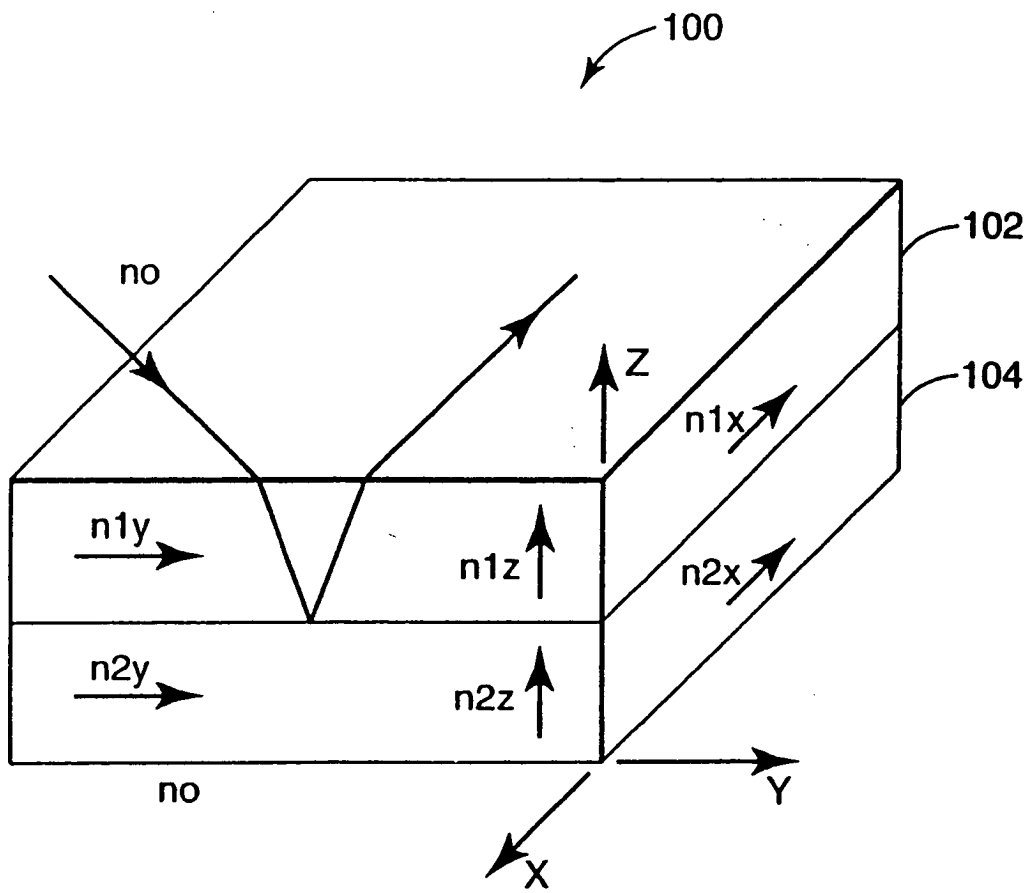
spruch 34, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 98% des normal einfallenden Lichts reflektiert.

37. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 34, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 90% des unter einem Winkel von  $60^\circ$  bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

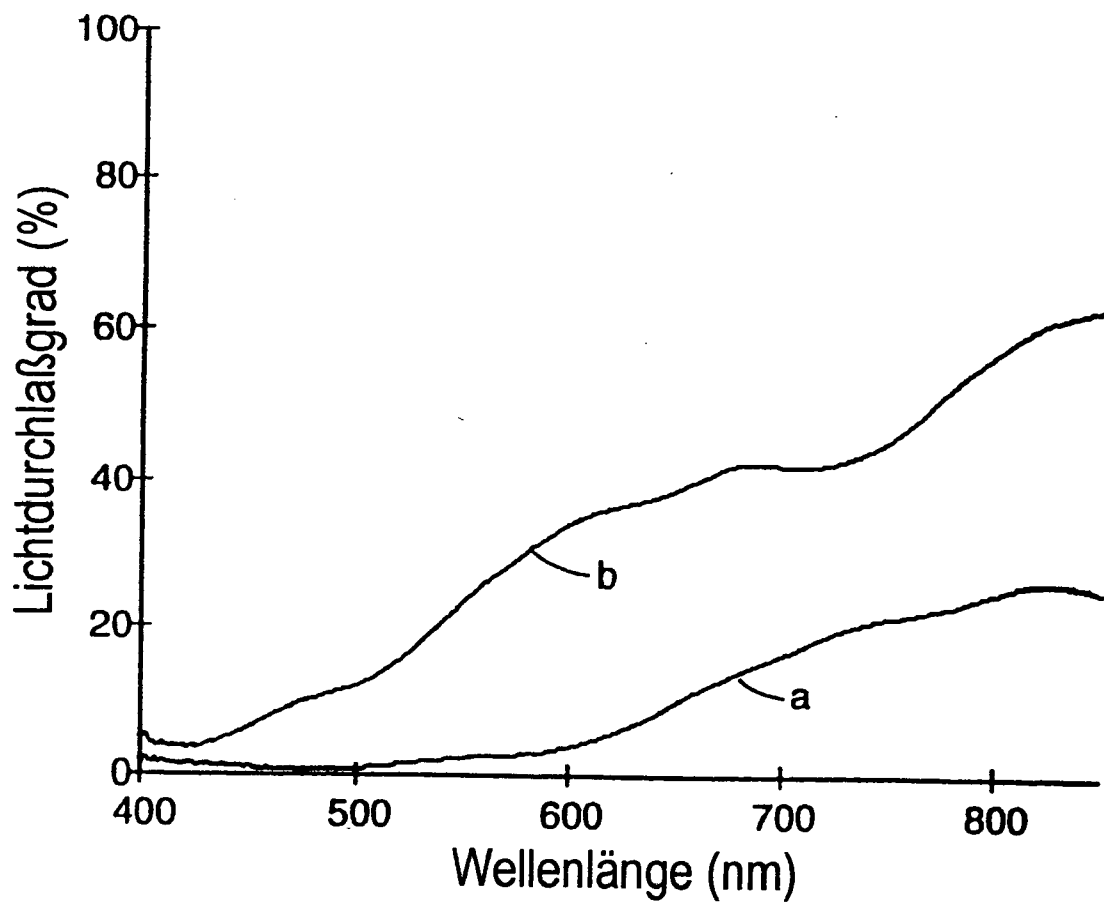
38. Hintergrundbeleuchtungssystem nach Anspruch 34, wobei der Lampenhohlraumreflektor mindestens etwa 98% des unter einem Winkel von  $60^\circ$  bezüglich der Normalen einfallenden Lichts reflektiert.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

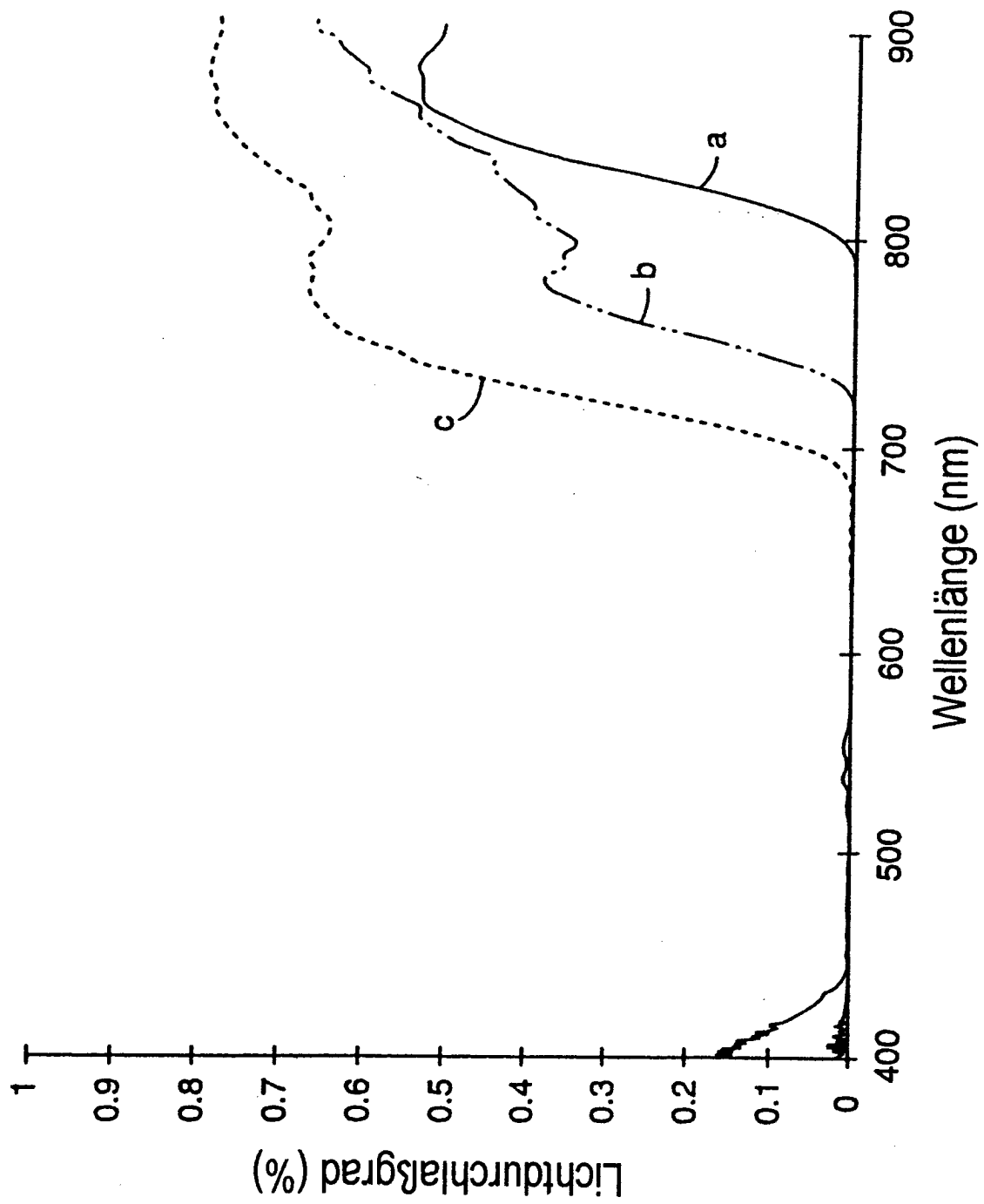
*Fig. 1a**Fig. 1b*

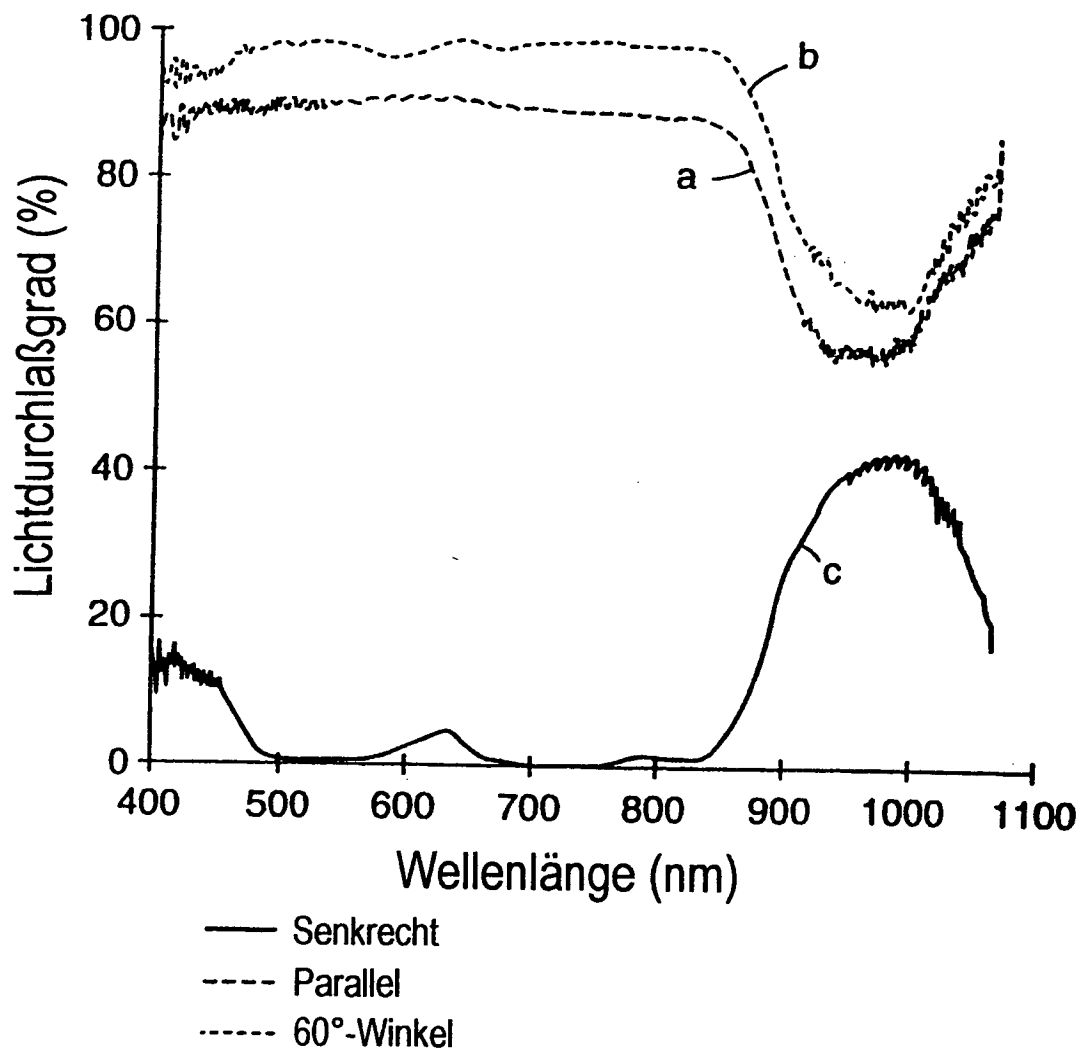


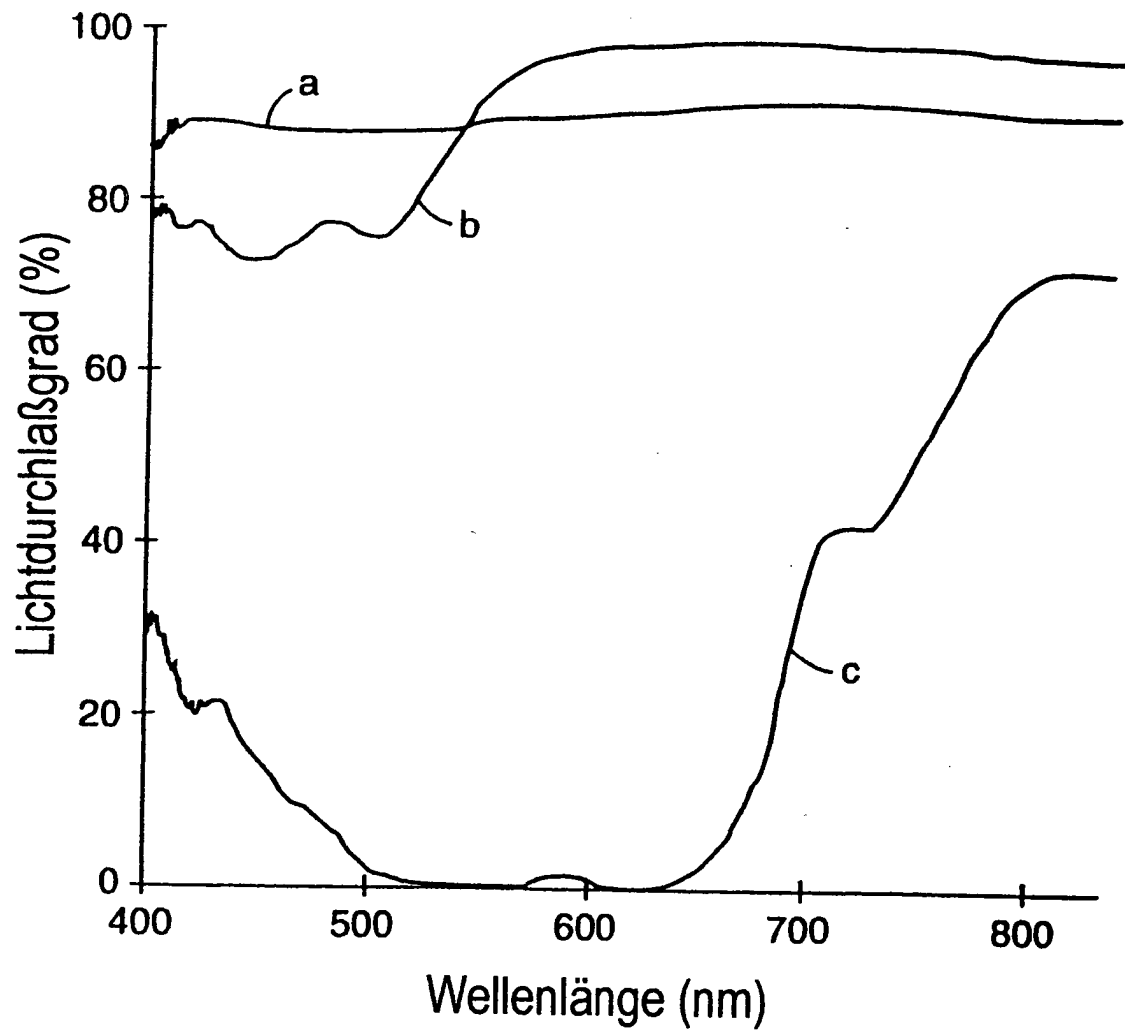
***Fig. 2***

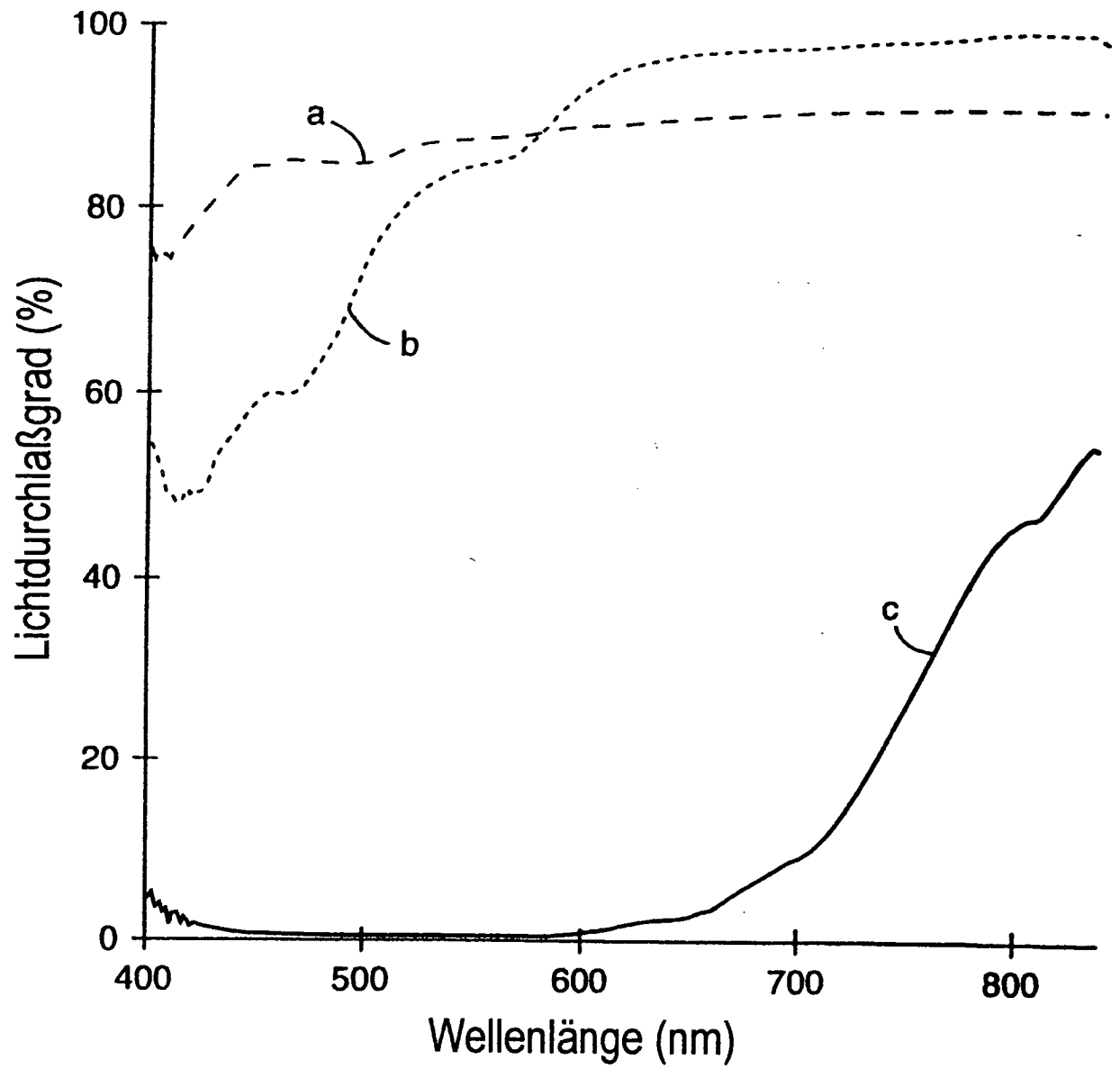


***Fig. 3***

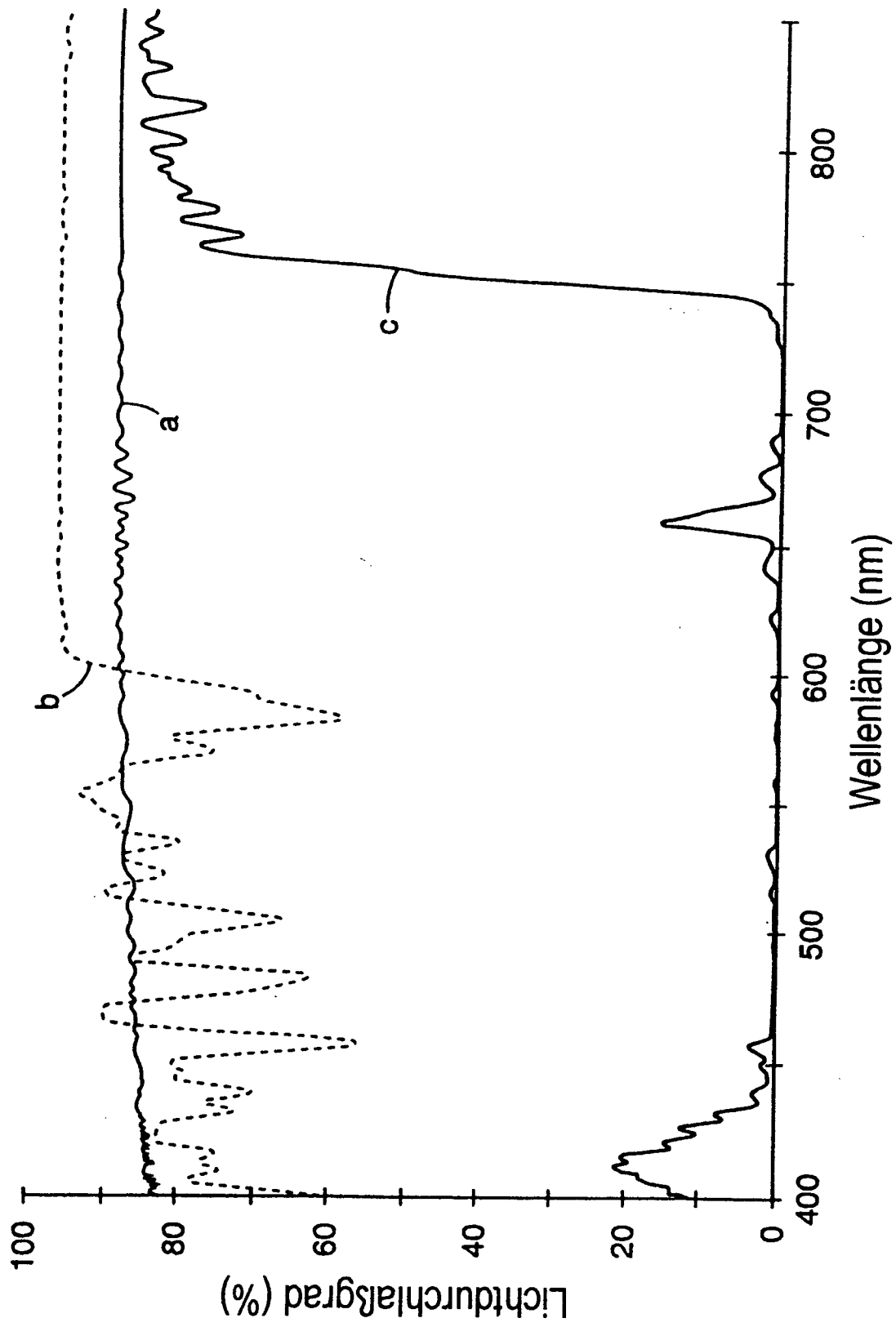
**Fig. 4**

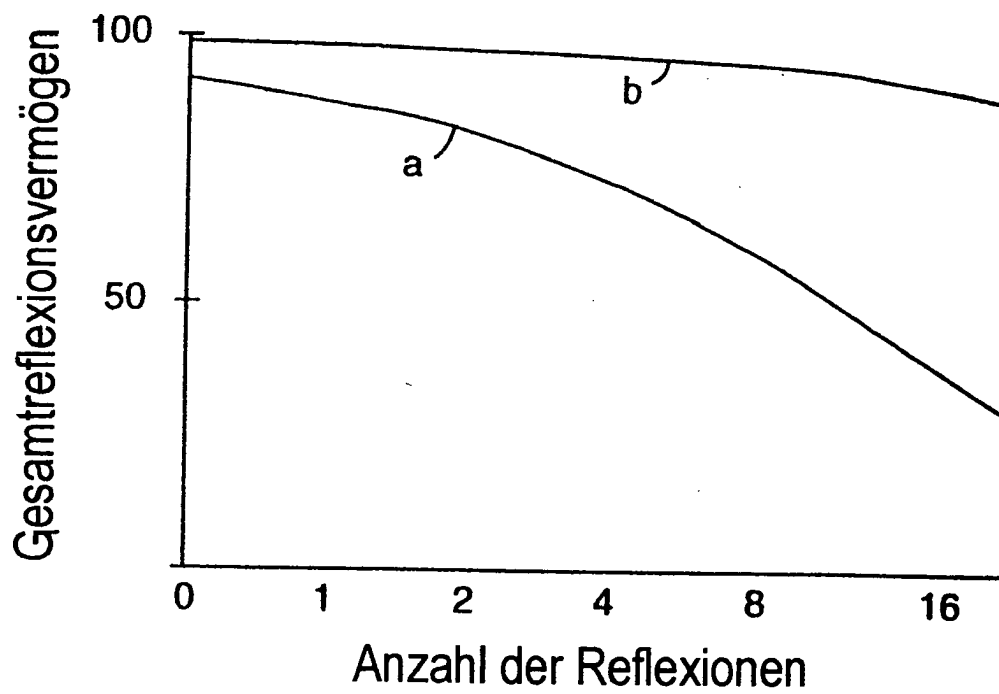
**Fig. 5**

**Fig. 6**

**Fig. 7a**



**Fig. 7b**



***Fig.8***

