



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 17 214 T2** 2005.05.04

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 047 967 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 17 214.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/00458**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 901 391.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/036813**

(86) PCT-Anmeldetag: **08.01.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **22.07.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.11.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **12.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.05.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G02B 5/30**
G02B 27/28

(30) Unionspriorität:

6468 13.01.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL

(73) Patentinhaber:

Minnesota Mining and Mfg. Co., St. Paul, Minn., US

(72) Erfinder:

MERRILL, W., William, Saint Paul, US; HEBRINK, J., Timothy, Saint Paul, US; WILLIAMS, H., Brian, Saint Paul, US; KAUSCH, L., William, Saint Paul, US

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **OPTISCHE VORRICHTUNG MIT EINEM DICHROITISCHEN POLARISATOR UND EINEM OPTISCHEN MEHRSCICHTFILM**

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] Die vorliegende Erfindung betrifft eine mehrschichtige optische Vorrichtung, die einen dichroitischen Polarisator und einen mehrschichtigen optischen Film beinhaltet. Insbesondere betrifft die Erfindung einen optischen Polarisator mit einem dichroitischen Polarisator und einen mehrschichtigen optischen Film mit optischen Copolyesterschichten. Außerdem betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Polarisators.

[0002] Optischer Polarisationsfilm wird allgemein zur Blendungsreduzierung und zur Erhöhung des optischen Kontrasts in Produkten wie Sonnenbrillen und Flüssigkristallanzeigen (LCD) verwendet. Eine der meistverwendeten Arten von Polarisator für diese Anwendungen ist ein dichroitischer Polarisator, der Licht von einer Polarisation absorbiert und Licht von der anderen Polarisation überträgt. Eine Art eines dichroitischen Polarisators wird hergestellt, indem man einen Farbstoff in eine Polymermatrix einlagert, die in mindestens einer Richtung verstreckt ist. Dichroitische Polarisatoren können auch hergestellt werden, indem man eine Polymermatrix einachsigt verstreckt und die Matrix mit dichroitischem Farbstoff färbt. Dichroitische Farbstoffe sind unter anderem Anthrachinon und Azofarbstoffe sowie Iod. Viele im Handel erhältliche dichroitische Polarisatoren verwenden Polyvinylalkohol als Polymermatrix für den Farbstoff.

[0003] Eine andere Art von Polarisator ist ein Reflexionspolarisator, der Licht von einer Polarisation reflektiert und Licht von einer anderen Polarisation überträgt. Eine Art von Reflexionspolarisator wird hergestellt, indem man einen Stapel alternierender Sätze von Polymerschichten bildet, wobei einer der Sätze doppelbrechend ist, um reflektierende Schnittstellen im Stapel zu bilden. Typischerweise sind die Brechungsindizes der Schichten in den zwei Sätzen ungefähr gleich in einer Richtung, so dass Licht, das in einer Ebene parallel zu dieser Richtung polarisiert ist, durchgelassen wird. Die Brechungsindizes sind typischerweise verschieden in einer zweiten, orthogonalen Richtung, so dass Licht, das in einer Ebene parallel zur orthogonalen Richtung polarisiert ist, reflektiert wird.

[0004] Ein Leistungsmaß für Polarisatoren ist das Extinktionsverhältnis. Das Extinktionsverhältnis ist das Verhältnis von a) Licht, das durch den Polarisator in einem bevorzugten durchlässigen Polarisationszustand durchgelassen wird, zu b) Licht, das in einem orthogonalen Polarisationszustand durchgelassen wird.

[0005] Diese zwei orthogonalen Zustände werden oft in Bezug zu den zwei linearen Polarisationen von Licht gebracht. Aber auch andere Arten orthogonaler Zustände können verwendet werden, wie zum Bei-

spiel links- und rechtshändige kreisförmige Polarisationen oder zwei orthogonale elliptische Polarisationen. Die Extinktionsverhältnisse von dichroitischen Polarisatoren variieren je nach ihrer spezifischen Bauweise und Zielanwendung über einen breiten Bereich. Zum Beispiel können dichroitische Polarisatoren Extinktionsverhältnisse zwischen 5 : 1 und 3000 : 1 aufweisen. Die in Displaysystemen verwendeten Dichroitischen Polarisatoren haben typischerweise Extinktionsverhältnisse, die vorzugsweise größer als 100 : 1 sind und noch bevorzugter größer als 500 : 1.

[0006] Dichroitische Polarisatoren absorbieren Licht in der Nichtdurchlässigkeitspolarisation. Aber dichroitische Polarisatoren absorbieren auch einen Teil des Lichts mit hoher Durchlässigkeitspolarisation. Die Absorptionsmenge hängt von den Details der Bauweise des Polarisators und dem gewünschten Extinktionsverhältnis ab. Für Hochleistungs-Displaypolarisatoren wie sie in LCD-Displays verwendet werden liegt dieser Absorptionsverlust typischerweise zwischen 5% und 15%. Das Reflexionsvermögen dieser Polarisatoren für Licht, das Absorptionspolarisation (d. h., niedrige Durchlässigkeit) hat, ist in der Regel gering. Auch unter Einbeziehung von Oberflächenreflexionen beträgt dieses Reflexionsvermögen typischerweise weniger als 10% und normalerweise weniger als 5%.

[0007] Reflexionspolarisatoren reflektieren typischerweise Licht, das eine Polarisation hat, und lassen Licht durch, das eine orthogonale Polarisation hat. Reflexionspolarisatoren weisen oft ein unvollständiges Reflexionsvermögen der hohen Extinktionspolarisation über einen interessanten Wellenbereich auf. Typischerweise ist das Reflexionsvermögen größer als 50% und ist oft größer als 90% oder 95%. Ein Reflexionspolarisator weist auch typischerweise eine gewisse Absorption von Licht mit der hohen Durchlässigkeitspolarisation auf. Typischerweise beträgt diese Absorption weniger als ungefähr 5 bis 15%.

[0008] Die beiden oben beschriebenen Polarisatorarten können zu einem einzigen optischen Polarisator kombiniert werden, wobei die nützlichen Merkmale beider Arten von Polarisatoren zusammengeführt werden. Diese Polarisatoren können zusammen gebildet und optional orientiert werden.

[0009] Leider neigt der in vielen dichroitischen Polarisatoren verwendete Polyvinylalkoholfilm dazu, unter den Verarbeitungsbedingungen, die zum Herstellen einiger Reflexionspolarisatoren wie z. B. jener, die optische Schichten aus Polyethylenaphthalat (PEN) oder coPEN verwenden, erforderlich sind, zu brechen. Diese Reflexionspolarisatoren können durch Verstrecken eines Polymerfilms bei Verarbeitungstemperaturen wie z. B. 135 bis 180°C und einem Verstreckungsverhältnis zwischen 2 : 1 und 10 : 1 gebil-

det werden.

[0010] Dichroitische Polarisatoren können auch für andere optische Vorrichtungen wie z. B. andere Arten von Reflexionspolarisatoren und Spiegel verwendet werden. Die Verwendung eines dichroitischen Polarisators mit einem IR-Spiegel kann nützlich sein, um den Blendungseffekt zu vermindern. Die Bildung des dichroitischen Polarisators in Kombination mit dem Spiegel weist immer noch die oben beschriebenen Verarbeitungsprobleme auf, besonders wenn der Spiegel unter Verwendung orientierter Polyester-schichten hergestellt ist. Es besteht also ein Bedarf an verbesserten Reflexionspolarisatoren und sonstigen optischen Vorrichtungen, die zusammen mit dichroitischen Polarisatoren orientiert werden können ohne dass der dichroitische Polarisationsfilm reißt.

[0011] WO-A-95/17691 betrifft einen optischen Polarisator, wobei ein Reflexionspolarisator und ein dichroitischer Polarisator kombiniert werden. Die dichroitischen und Reflexionspolarisatoren sind typischerweise in nächster Nähe zueinander und sind vorzugsweise miteinander verleimt, um Lufträume zwischen den Polarisatoren zu vermeiden.

[0012] WO-A-96/19346 beschreibt doppelbrechende optische Filme mit einem Brewster-Winkel, der sehr groß oder nicht existierend ist. Außerdem stellt WO-A-96/19346 mehrschichtige Filme bereit, von denen gesagt wird, dass sie ein hohes Reflexionsvermögen über eine große Bandbreite für beide Polarisationssebenen für eine beliebige eigene Richtung im Fall von Spiegeln und für die Ausgewählte Richtung im Fall von Polarisatoren verfügen.

[0013] Folglich betrifft die vorliegende Erfindung optische Vorrichtungen, die einen dichroitischen Polarisator und mehrschichtige Polymerfilme, gebildet unter Verwendung von Copolyestermaterial, umfassen.

[0014] Eine Ausführung ist ein optischer Polarisator, der einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfasst, der sich im gleichen Strahlengang wie der dichroitische Polarisator befindet, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, wobei der erste Copolyester teilkristallin und doppelbrechend ist, und Carboxylat- und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei 70 bis 10 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind und wobei mindestens 2,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Gly-

koluntereinheiten oder eine Kombination davon sind, und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in gleicher Ebene von ca. 0,04 oder weniger aufweist.

[0015] Eine weitere Ausführungsform ist ein optischer Polarisator, der: einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfasst, der sich im gleichen Strahlengang wie der dichroitische Polarisator befindet, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, der ein Polyethylenaphthalat-Copolymerisat ist, teilkristallin und doppelbrechend ist und aus Carboxylat- und Glykoluntereinheiten besteht, wobei 70 bis 100 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind, und wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind und die Brechungsindizes der ersten optischen Schichten in der Ebene 1,83 oder geringer sind und um mindestens 0,2 voneinander abweichen und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in gleicher Ebene von ca. 0,04 oder weniger aufweist.

[0016] Außerdem schafft die vorliegende Erfindung einen optischen Polarisator, der: einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfasst, der sich im gleichen Strahlengang wie der dichroitische Polarisator befindet, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, der ein Polyethylenaphthalat-Copolymerisat ist, teilkristallin und doppelbrechend ist, und Carboxylat- und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei 70 bis 100 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind, und wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder

eine Kombination davon sind und wobei nach Orientierung die ersten optischen Schichten bei Licht einer Wellenlänge von 632,8 nm in der Orientierungsrichtung einen Brechungsindex haben, der um mindestens 0,02 Einheiten niedriger ist als der Brechungsindex in der Orientierungsrichtung einer gleichartig konstruierten Polyethylenaphthalat-Schicht mit gleicher Doppelbrechung bei Licht einer Wellenlänge von 632,8 nm in der Ebene und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in gleicher Ebene von ca. 0,04 oder weniger aufweist.

[0017] Eine weitere Ausführungsform ist ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Polarisators. Das Verfahren umfasst:

Herstellung eines Reflexionspolarisators, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, wobei der erste Copolyester teilkristallin und doppelbrechend ist, und Carboxylatuntereinheiten und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei 70 bis 100 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind, und wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind, und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in der Ebene von ca. 0,04 oder weniger aufweist;

Herstellung eines dichroitischen Polarisators auf dem Reflexionspolarisator, wobei der dichroitische Polarisator Polyvinylalkohol und dichroitischen Farbstoff umfasst, und

Verstrecken des dichroitischen Polarisators und des Reflexionspolarisators zur Orientierung der dichroitischen und Reflexionspolarisatoren bei einer Temperatur von ca. 160°C oder weniger, ohne dabei wesentliche Risse im dichroitischen Polarisator zu verursachen.

[0018] Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0019] Die obige Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung soll nicht jede veranschaulichte Ausführungsform oder jede Implementierung der vorliegenden Erfindung beschreiben. Die Figuren und die detaillierte Beschreibung, die folgen, dienen als Bei-

spiel für diese Ausführungsformen.

[0020] Die Erfindung ist verständlicher unter Berücksichtigung der folgenden detaillierten Beschreibung verschiedener Ausführungsformen der Erfindung in Zusammenhang mit den Begleitzeichnungen, in denen:

[0021] [Fig. 1](#) ein Seitenriss einer Ausführungsform einer optischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist; und

[0022] [Fig. 2](#) ein Seitenriss einer Ausführungsform eines mehrschichtigen optischen Films zur Verwendung in der optischen Vorrichtung von [Fig. 1](#) ist;

[0023] [Fig. 3](#) ein Seitenriss einer anderen Ausführungsform eines mehrschichtigen optischen Films zur Verwendung in der optischen Vorrichtung von [Fig. 1](#) ist;

[0024] [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) Grafiken sind, die die Abnahme der Glasübergangstemperatur ([Fig. 4A](#)) bzw. der Gefriertemperatur ([Fig. 4B](#)) bei Hinzufügung von Terephthalatuntereinheiten (unter Verwendung von Dimethylterephthalat (DMT)) und Isophthalatuntereinheiten (unter Verwendung von Dimethylisophthalat (DMI)) zu Polyethylenaphthalat (PEN), die von Dimethylnaphthalendicarboxylat stammen, veranschaulichen;

[0025] [Fig. 5](#) eine Grafik der mittleren Doppelbrechung in der Ebene, bei 632,8 nm, von coPEN mit Terephthalat- und Isophthalatuntereinheiten und orientiert bei relativ niedrigen Temperaturen;

[0026] [Fig. 6](#) eine Grafik der thermischen Stabilität von coPEN, das Terephthalat- und Isophthalatuntereinheiten enthält, ist;

[0027] [Fig. 7](#) eine Grafik ist, die die Reduzierung der Doppelbrechung in der Ebene, bei 632,8 nm, durch Hinzufügen von comonomere Untereinheiten zu coPEN veranschaulicht; und

[0028] [Fig. 8](#) eine Grafik ist, die die Abhängigkeit der Doppelbrechung in der Ebene, bei 632,8 nm, vom Molekulargewicht veranschaulicht.

[0029] Die Erfindung ist geeignet für verschiedene Änderungen und alternative Formen, deren Einzelheiten als Beispiel in den Zeichnungen dargestellt sind und im Detail beschrieben werden. Es ist jedoch klar, dass nicht beabsichtigt ist, die Erfindung in irgendeiner Weise auf die besonderen beschriebenen Ausführungsformen zu beschränken. Im Gegenteil, es ist beabsichtigt, alle Änderungen, Äquivalente und Alternativen abzudecken, die in den Sinn und den Bereich der Erfindung fallen, wie sie durch die angehängten Ansprüche definiert ist.

[0030] Die vorliegende Erfindung richtet sich auf die Bildung optischer Polarisatoren unter Verwendung eines dichroitischen Polarisators und eines mehrschichtigen optischen Films, gebildet unter Verwendung von Polymeren, die eine gleichzeitige Orientierung des mehrschichtigen optischen Films und des dichroitischen Polarisators ermöglichen. Der mehrschichtige optische Film ist ein Reflexionspolarisator.

[0031] [Fig. 1](#) veranschaulicht als Beispiel eine Vorrichtung, nämlich einen optischen Polarisator **10**, der einen dichroitischen Polarisator **11** und einen Reflexionspolarisator **12** umfasst. Diese Kombination von zwei verschiedenen Arten von Polarisator kann einen optischen Polarisator mit einer hohen Reflexion/Absorption von Licht von einer Polarisation und einer hohen Durchlässigkeit von Licht mit einer zweiten, orthogonalen Polarisation schaffen. Typischerweise sind die zwei Polarisatoren zueinander so ausgerichtet, dass sie für maximale Durchlässigkeit von Licht mit einer bestimmten Polarisation sorgen.

[0032] Der dichroitische Polarisator **11** ist typischerweise in nächster Nähe des Reflexionspolarisators **12**, obschon dies nicht unbedingt erforderlich ist. Vorzugsweise sind die beiden Polarisatoren **11**, **12**, miteinander verleimt, um Luftzwischenraum zu vermeiden.

[0033] Der Reflexionspolarisator **12** reflektiert normalerweise einen erheblichen Teil des Lichts mit einer ersten Polarisation und lässt den Großteil des Lichts mit einer zweiten, orthogonalen Polarisation durch. Der dichroitische Polarisator **11** absorbiert typischerweise den Großteil des Lichts mit einer dritten Polarisation und lässt einen wesentlichen Teil des Lichts mit einer vierten, orthogonalen Polarisation durch. Oft wird der optische Polarisator **10** gebildet, indem der Reflexionspolarisator **12** und der dichroitische Polarisator **11** so orientiert werden, dass sie Licht von einer bestimmten Polarisation (d. h., die zweite und vierte Polarisation sind gleich) durchlassen und Licht von einer orthogonalen Polarisation (d. h., die erste und dritte Polarisation sind gleich) reflektieren/absorbieren. Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf diese besondere Konfiguration erläutert. Jedoch sind andere Konfigurationen, in denen der Reflexionspolarisator **12** und der dichroitische Polarisator **11** in einer anderen Weise zueinander orientiert sind, ebenfalls möglich und in der Erfindung enthalten.

[0034] Bei Verwendung werden die kombinierten Polarisatoren auf einer oder beiden nach außen gerichteten Flächen beleuchtet, wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Strahl **13** ist Licht mit einer Polarisation, die vorzugsweise durch den Reflexionspolarisator **12** reflektiert wird, um Strahl **14** zu bilden. Strahl **15** ist Licht von Strahl **13**, das durch den Reflexionspolarisator **12** durchgelassen wird. Typischerweise ist Strahl **15**

viel weniger intensiv als Strahl **14**. Außerdem wird Strahl **15** normalerweise gedämpft durch den dichroitischen Polarisator **11**. Lichtstrahl **16**, der orthogonal zu Strahl **13** polarisiert ist, wird vorzugsweise durch den Reflexionspolarisator **12** durchgelassen und wird typischerweise nur in geringem Maß durch den dichroitischen Polarisator **11** gedämpft.

[0035] Strahl **17** ist Licht mit einer Polarisation, die vorzugsweise durch den dichroitischen Polarisator **11** absorbiert wird und das vorzugsweise dieselbe Polarisation wie Strahl **13** aufweist. Der Teil von Strahl **17**, der durch den dichroitischen Polarisator **11** durchgelassen wird, wird durch Reflexion vom Reflexionspolarisator **12** weiter gedämpft, wobei Strahl **18** gebildet wird. Lichtstrahl **19** wird orthogonal zu Strahl **17** polarisiert und weist vorzugsweise dieselbe Polarisation wie Strahl **16** auf. Strahl **19** wird vorzugsweise durch sowohl den dichroitischen Polarisator **11** als auch durch den Reflexionspolarisator **12** durchgelassen.

[0036] Kombinieren des dichroitischen Polarisators **11** mit dem Reflexionspolarisator **12** resultiert in einem optischen Polarisator **10**, der ein höheres Extinktionsverhältnis des durchgelassenen Lichts aufweist als bei einem dichroitischen Polarisator allein der Fall wäre. Dies ermöglicht die Verwendung eines dichroitischen Polarisators mit einem niedrigeren Extinktionsverhältnis. Dies kann hilfreich sein, da dichroitische Polarisatoren typischerweise einen Teil des durchzulassenden Lichts absorbieren. Bei Verwendung eines dichroitischen Polarisators mit einem niedrigeren Extinktionsverhältnis kann die durchgelassene Lichtmenge der gewünschten Polarisation erhöht werden. Für Licht, das entlang der Extinktionsachse polarisiert wird, ist der bevorzugte Extinktionsprozentsatz für den dichroitischen Polarisator 10% oder mehr, noch bevorzugter 55% oder mehr und am meisten bevorzugt 70% oder mehr. Die Beste Wahl dichroitischer und Reflexionspolarisatoren hängt von dem Entwurfsziel ab, einschließlich des zulässigen Reflexionsvermögens von der Filmseite mit dem dichroitischen Polarisator, dem Extinktionsverhältnis des Reflexionspolarisators und des gewünschten endgültigen Polarisatorkontrasts.

[0037] Die Kombination des Reflexionspolarisators mit dem dichroitischen Polarisator bietet weitere Vorteile. Zum Beispiel weist diese Kombination ein hohes Reflexionsvermögen von einer Seite des Films für eine Polarisation und ein geringeres Reflexionsvermögen von der anderen Seite des Films auf. Die Kombination dieser zwei Merkmale kann in einer Reihe von Systemen nützlich sein, einschließlich LCD-Direktsichtdisplays. Zum Beispiel kann ein LCD-Direktsichtdisplay ein Rückseitenreflexionsvermögen von 1% aufweisen und ein endgültiges Extinktionsverhältnis von mehr als 1000 : 1 erfordern. Um 1% Reflexionsvermögen bei Kombination mit einem Reflexionspolarisator mit ungefähr 100% Reflexions-

vermögen zu erzielen, müsste der dichroitische Polarisator 10% oder weniger des in Extinktionsrichtung polarisierten Lichts durchlassen. Wenn der Reflexionspolarisator ein Extinktionsverhältnis von 50 : 1 aufweist, dann würde der dichroitische Polarisator typischerweise ein Extinktionsverhältnis von mindestens 20 : 1 erfordern, um das endgültige Extinktionsverhältnis von 1000 : 1 zu erzielen.

[0038] Der Reflexionspolarisator **12** kann eine interne Struktur aufweisen, wie zum Beispiel Schnittstellen zwischen verschiedenen Materialien, bei denen der Index nicht genau in den entsprechenden Richtungen abgestimmt ist, oder andere Streuzentren. Beide dieser Arten interner Struktur können Licht beeinträchtigen, das normalerweise durch den Polarisator durchgelassen würde. Im Allgemeinen wird bevorzugt, dass die Reflexionen von Licht mit der Durchlässigkeitspolarisation durch den Reflexionspolarisator **12** ungefähr 30% oder weniger beträgt, noch bevorzugter ungefähr 20% oder weniger und am meisten bevorzugt ungefähr 15% oder weniger. Außerdem hängt das Reflexionsvermögen des Reflexionspolarisators vom Wellenlängenbereich und dem Winkel des auffallenden Lichts ab. Der bevorzugte Reflexionsprozentsatz durch den Reflexionspolarisator **12** für Licht mit der Reflexionspolarisation und innerhalb eines interessanten Wellenlängenbereichs beträgt 20% oder mehr, noch bevorzugter 50% oder mehr und am meisten bevorzugt 90% oder mehr.

[0039] Ähnliche Entwurfsmerkmale und -parameter können verwendet werden, wenn es sich bei dem mehrschichtigen optischen Film um einen Spiegel oder IR-Spiegel handelt. Der bevorzugte Reflexionsprozentsatz durch einen Spiegel für Licht mit einem interessanten Wellenlängenbereich, ob sichtbar oder infrarot, beträgt 20% oder mehr, noch bevorzugter 50% oder mehr und am meisten bevorzugt 90% oder mehr.

MEHRSCICHTIGER OPTISCHER FILM

[0040] Ein Beispiel eines brauchbaren mehrschichtigen optischen Films **20** ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Dieser mehrschichtige optische Film **20** kann zur Herstellung von Reflexionspolarisatoren, Spiegeln und anderen optischen Vorrichtungen verwendet werden. Der mehrschichtige optische Film **20** umfasst eine oder mehrere erste optische Schichten **22**, eine oder mehrere zweite optische Schichten **24** und eine oder mehrere nichtoptische Schichten **28**. Die ersten optischen Schichten **22** sind oft doppelbrechende Polymerschichten, die ein- oder zweiachsig orientiert sind. In einigen Ausführungsformen sind die ersten optischen Schichten **22** nicht doppelbrechend. Die zweiten optischen Schichten **24** können Polymerschichten sein, die doppelbrechend und ein- oder zweiachsig orientiert sind. Noch typischer jedoch weisen die zweiten optischen Schichten **24** einen iso-

tropen Brechungsindex auf, der anders ist als mindestens einer der Brechungsindizes der ersten optischen Schichten **22** nach Orientierung. Die Verfahren für Herstellung und Verwendung sowie Entwurfsüberlegungen für mehrschichtige optische Filme **20** sind ausführlich in der US-Patentschrift Nr. 5,882,774 mit dem Titel „Multilayered Optical Film“, WO 99/36262 mit dem Titel „Modified Copolyesters and Improved Multilayer Reflective Films“ und WO 99/36248 beschrieben.

[0041] Obschon die vorliegende Erfindung vorwiegend am Beispiel mehrschichtiger optischer Filme **20** mit zweiten optischen Schichten **24**, die einen isotropen Brechungsindex aufweisen, erläutert wird, können die hierin beschriebenen Prinzipien und Beispiele auf mehrschichtige optische Filme **20** mit zweiten optischen Schichten **24**, die doppelbrechend sind, angewendet werden, wie zum Beispiel in der US-Patentschrift Nr. 6,179,948 mit dem Titel „Optical Film and Process for the Manufacture Thereof“ beschrieben ist.

[0042] Außerdem können Sätze optischer Schichten ähnlich den ersten und zweiten optischen Schichten **22**, **24** ebenfalls in dem mehrschichtigen optischen Film **20** verwendet werden. Die hierin offenbarten Entwurfsprinzipien für die Sätze erster und zweiter optischer Schichten können auf alle zusätzlichen Sätze optischer Schichten angewendet werden. Des Weiteren ist klar, dass, obschon nur ein einziger Stapel **26** in [Fig. 2](#) dargestellt ist, der mehrschichtige optische Film **20** aus mehreren Stapeln bestehen kann, die nacheinander kombiniert sind, um den Film **20** zu bilden.

[0043] Die optischen Schichten **22**, **24** und optional eine oder mehrere der nicht-optischen Schichten **28** werden typischerweise aufeinander gelegt, um einen Stapel **26** von Schichten zu bilden. Normalerweise werden die optischen Schichten **22**, **24** als abwechselnde Paare angeordnet, wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, um eine Serie von Schnittstellen zwischen Schichten mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften zu bilden. Die optischen Schichten **22**, **24** sind typischerweise weniger als 1 Tm dick, obschon dickere Schichten benutzt werden können. Außerdem, obschon [Fig. 2](#) nur sechs optische Schichten **22**, **24** zeigt, haben viele mehrschichtige optische Filme **20** eine große Anzahl optischer Schichten. Typische mehrschichtige optische Filme **20** haben ungefähr 2 bis 5000 optische Schichten, vorzugsweise ungefähr 25 bis 2000 optische Schichten, noch bevorzugter ungefähr 50 bis 1500 optische Schichten und am meisten bevorzugt ungefähr 75 bis 1000 optische Schichten.

[0044] Die nicht-optischen Schichten **28** sind Polymerschichten, die innerhalb von (siehe [Fig. 3](#)) und/oder über (siehe [Fig. 2](#)) dem Stapel **26** angeord-

net sind, um die optischen Schichten **22**, **24** gegen Beschädigung zu schützen, um die Coextrusionsverarbeitung zu unterstützen und/oder um die mechanischen Eigenschaften der Nachbearbeitung zu verbessern. Die nicht-optischen Schichten **28** sind oft dicker als die optischen Schichten **22**, **24**. Die Dicke der nicht-optischen Schichten **28** beträgt normalerweise mindestens das Zweifache, vorzugsweise mindestens das Vierfache und noch bevorzugter mindestens das Zehnfache der Dicke der einzelnen optischen Schichten **22**, **24**. Die Dicke der nicht-optischen Schichten kann variiert werden, um eine bestimmte Dicke des optischen Films **20** zu erhalten. Typischerweise werden eine oder mehrere der nicht-optischen Schichten **28** so platziert, dass mindestens ein Teil des durch die optischen Schichten **22**, **24** durchzulassenden, zu polarisierenden und/oder zu reflektierenden Lichts auch durch die nicht-optischen Schichten geht (d. h., die nicht-optischen Schichten werden in den Weg des Lichts platziert, das durch die optischen Schichten **22**, **24** dringt bzw. durch diese reflektiert wird.

[0045] Als nicht einschränkendes Beispiel können die optischen Schichten **22**, **24** und die nicht-optischen Schichten **28** des mehrschichtigen optischen Films **20** unter Verwendung von Polymeren wie z. B. Polyestern hergestellt werden. Der Begriff „Polyester“ umfasst Polymere und Copolymere sowie Polymere und/oder Copolymere, die in einem mengbaren Gemisch gebildet werden können, zum Beispiel durch Coextrusion oder durch Umsetzungen, einschließlich beispielsweise Umesterung. Polyester haben Carboxylat- und Glykoluntereinheiten, die durch Umsetzungen von Carboxylatmonomermolekülen mit Glykolmonomermolekülen erzeugt werden. Jedes Carboxylatmonomermolekül hat zwei oder mehr funktionelle Carbonsäure- oder Estergruppen, und jedes Glykolmonomermolekül hat zwei oder mehr funktionale Hydroxygruppen. Die Carboxylatmonomermolekülen können alle dieselben sein, oder es können zwei oder mehr verschiedene Molekulararten sein. Dasselbe gilt für die Glykolmonomermoleküle.

[0046] Die Eigenschaften einer Polymerschicht oder eines Polymerfilms variieren je nach Wahl der Monomermoleküle. Ein Beispiel eines brauchbaren Polyesters in mehrschichtigen optischen Filmen ist Polyethylenaphthalat (PEN), das zum Beispiel durch Umsetzungen von Naphthalendicarbonsäure mit Ethylenglykol hergestellt werden kann.

[0047] Geeignete Carboxylatmonomermoleküle zur Verwendung beim Bilden der Carboxylatuntereinheiten der Polyesterschichten umfassen beispielsweise 2,6-Naphthalendicarbonsäure und Isomere davon; Terephthalsäure; Isophthalsäure; Phthalsäure; Azelaensäure; Adipinsäure; Sebacinsäure; Norbornendicarbonsäure; Bi-cyclooctandicarbonsäure; 1-B-Cyc-

lohexandicarbonsäure und Isomere davon; T-Butylisophthalsäure, Trimellithsäure, natriumsulfatierte Isophthalsäure, 2,2'-Biphenyldicarbonsäure und Isomere davon; und Niederalkylester dieser Säuren wie z. B. Methyl- oder Ethylester. Der Begriff „Niederalkyl“ bezieht sich in diesem Zusammenhang auf C1-C10 geradkettige oder verzweigte Alkylgruppen. Und der Begriff „Polyester“ umfasst Polycarbonate, die aus der Umsetzung von Glykolmonomermolekülen mit Carbonsäureestern stammen.

[0048] Geeignete Glykolmonomermoleküle zur Verwendung beim Bilden von Glykoluntereinheiten der Polyesterschichten umfassen Ethylenglykol; Propylenglykol; 1,4-Butandiol und Isomere davon; 1,6-Hexandiol; Neopentylglykol; Polyethylenglykol; Diethylenglykol; Tricyclodecandiol; 1,4-Cyclohexandimethanol und Isomere davon; Norbornandiol; Bicyclooctandiol; Trimethylolpropan; Pentaerythritol; 1-4-Benzendimethanol und Isomere davon; Bisphenol A; 1,8-Dihydroxybiphenyl und Isomere davon; und 1,3-Bis(2-hydroxyethoxy)benzen.

[0049] Nichtpolyesterpolymere sind ebenfalls nützlich bei der Herstellung von Polarisations- oder Spiegelfilmen. Zum Beispiel können Schichten, hergestellt aus einem Polyester wie z. B. Polyethylenaphthalat, mit Schichten, hergestellt aus einem Acrylpolymer kombiniert werden, um einen hochreflektierenden Spiegelfilm zu bilden. Außerdem können auch Polyesterimide mit Polyestern wie z. B. PEN und co-PEN verwendet werden, um einen mehrschichtigen optischen Film **20** herzustellen. Andere Polyester-/Nichtpolyesterkombinationen wie z. B. Polybutylenterephthalat und Polyvinylchlorid können ebenfalls verwendet werden.

[0050] Mehrschichtige optische Filme können ebenfalls unter Verwendung von ausschließlich Nichtpolyestern hergestellt werden. Zum Beispiel können Poly(methylmethacrylat)- und Polyvinylidenfluoride verwendet werden, um Schichten für einen mehrschichtigen optischen Film **20** herzustellen. Eine andere Nichtpolyesterkombination ist ataktisches oder syndiotaktisches Polystyrol- und Polyphenyloxid. Andere Kombinationen können ebenfalls verwendet werden.

[0051] Die ersten optischen Schichten **22** sind typischerweise orientierbare Polymerfilme wie z. B. Polyesterfilme, die doppelbrechend gemacht werden können, indem man beispielsweise die ersten optischen Schichten **22** in einer gewünschten Richtung oder in gewünschten Richtungen verstreckt. Der Begriff „doppelbrechend“ bedeutet, dass die Brechungsindizes in orthogonalen x-, y- und z-Richtungen nicht alle dieselben sind. Für Filme oder Schichten in einem Film ist eine geeignete Wahl von x-, y- und z-Achsen so, dass die x- und y-Achsen der Länge und der Breite des Films oder der Schicht entsprechen und die z-Achse der Dicke der Schicht oder des Films ent-

spricht. Der mehrschichtige optische Film **20** hat mehrere optische Schichten **22**, **24**, die in z-Richtung aufeinander gestapelt sind.

[0052] Die ersten optischen Schichten **22** können einachsig orientiert sein, zum Beispiel durch Verstrecken in eine einzige Richtung. Eine zweite orthogonale Richtung darf um einen Wert weniger als ihre ursprüngliche Länge reduzieren. In einer Ausführungsform entspricht die Richtung der Verstreckung im Wesentlichen entweder der x- oder der y-Achse. Andere Richtungen können jedoch gewählt werden. Eine doppelbrechende, einachsig orientierte Schicht weist typischerweise einen Unterschied zwischen der Durchlässigkeit und/oder Reflexion von auffallenden Lichtstrahlen, deren Polarisationssebene parallel zur orientierten Richtung ist (d. h., Verstreckungsrichtung), und Lichtstrahlen, deren Polarisationssebene parallel zur Querrichtung ist (d. h., einer Richtung orthogonal zur Verstreckungsrichtung) auf. Wenn beispielsweise ein orientierbarer Polyesterfilm entlang der x-Achse verstreckt wird, dann ist das typische Ergebnis $n_x \neq n_y$, wobei n_x und n_y für die Brechungsindizes für Licht stehen das in einer parallelen Ebene zu den „x“- bzw. „y“-Achsen polarisiert ist. Der Grad der Änderung im Brechungsindex entlang der Verstreckungsrichtung hängt von Faktoren wie dem Verstreckungsbetrags, der Verstreckungsrate, der Temperatur des Films beim Verstrecken, der Dicke des Films, der Abweichung in Filmdicke und der Zusammensetzung des Films ab. Typischerweise weisen die ersten optischen Schichten **22** eine Doppelbrechung (absoluter Wert von $n_x - n_y$) nach Orientierung von 0,04 oder mehr bei 632,8 nm auf, vorzugsweise ungefähr 0,1 oder mehr und noch bevorzugter ungefähr 0,2 oder mehr. Alle Doppelbrechungs- und Brechungsindexwerte sind, sofern nicht anders vermerkt, für 632,8 nm angegeben.

[0053] Polyethylenaphthalat (PEN) ist ein Beispiel für ein brauchbares Material zum Bilden der ersten optischen Schichten **22**, weil es nach dem Verstrecken stark doppelbrechend ist. Der Refraktionsindex von PEN für 632,8 nm Licht, polarisiert in einer parallelen Ebene zur Verstreckungsrichtung, steigt von ungefähr 1,62 bis auf ungefähr 1,87. Innerhalb des sichtbaren Spektrums weist PEN eine Doppelbrechung von 0,20 bis 0,40 über einen Wellenlängenbereich von 400–700 nm für eine typische hohe Orientierungsverstreckung auf (z. B. ein Material, verstreckt auf das Fünf- oder Mehrfache seiner Originalabmessung bei einer Temperatur von 130°C und einer Anfangsspannungsrate von 20%/Min.).

[0054] Die Doppelbrechung eines Materials kann durch Erhöhen der Molekularorientierung erhöht werden. Viele Doppelbrechungsmaterialien sind kristallin oder halbkristallin. Der Begriff „kristallin“ wird hier verwendet, um sowohl kristalline als auch halbkristalline Materialien zu bezeichnen. PEN und andere kristalli-

ne Polyester wie z. B. Polybutylennaphthalat (PBN), Polyethylenterephthalat (PET) und Polybutylenterephthalat (PBT) sind Beispiele für kristalline Materialien, die brauchbar sind in der Konstruktion von doppelbrechenden Filmschichten, wie es oft der Fall ist für die ersten optischen Schichten **22**. Außerdem sind einige Copolymere von PEN, PBN, PET und PBT ebenfalls kristallin oder halbkristallin. Das Hinzufügen eines Comonomers zu PEN, PBN, PET oder PBT kann andere Eigenschaften des Materials verbessern, zum Beispiel einschließlich die Haftung auf den zweiten optischen Schichten **24** oder den nicht-optischen Schichten **28** und/oder dem Absenken der Arbeitstemperatur (d. h., der Temperatur zum Extrudieren und/oder Verstrecken des Films). Das Senken der Arbeitstemperatur kann die Kompatibilität zwischen dem mehrschichtigen optischen Film **20** und einem aus Polyvinylalkohol hergestellten dichroitischen Polarisator dadurch verbessern, dass die niedrigere Temperatur die Anzahl und/oder die Größe von Rissen in dem dichroitischen Polarisator vermindern kann.

[0055] Glasübergangstemperaturen, die oft die Arbeitstemperatur für viele Copolymere einschließlich coPEN bestimmen, können anhand der Fox-Gleichung, in der das Reziprok der Glasübergangstemperatur (in Grad Kelvin) das kompositionell gewichtete Mittel der reziproken Glasübergangstemperaturen jeder Komponente ist, grob geschätzt werden. Zum Beispiel für niedrig schmelzendes PEN mit 70% Naphthalatuntereinheiten und 30% Terephthalatuntereinheiten:

$$1/T_{g(\text{niedrig schmelzendes PEN})} = 0,70(1/T_{g(\text{PEN})}) + 0,30(1/T_{g(\text{PET})})$$

[0056] T_g von PEN beträgt ungefähr 123°C (396 K), und T_g von PET (Polyethylenterephthalat) beträgt ungefähr 76°C (349 K). In diesem Beispielfall wird T_g auf ungefähr 108°C (381 K) geschätzt, und deshalb wird die Glasübergangstemperatur dieses coPEN durch diese Methode um ungefähr 15°C niedriger geschätzt als die Glasübergangstemperatur von PEN. Typischerweise können die Verarbeitungstemperaturen um ungefähr denselben Betrag gesenkt werden. Die Schätzungen der Glasübergangstemperatur unter Verwendung dieser Methode sind typischerweise sehr grob und sind hauptsächlich hilfreich, um einen erwarteten Bereich für die Glasübergangstemperaturen von Copolymeren zu finden.

[0057] [Fig. 4A](#) und [Fig. 4B](#) veranschaulichen die Reduzierung der Glasübergangstemperatur und der Gefrierpunktemperatur für das Hinzufügen von 3 bis 9 Mol-% Isophthalat (von Dimethylisophthalat (DMI) stammend) oder Terephthalat (von Dimethylterephthalat (DMT) stammend)-Untereinheiten. Im allgemeinen ist die Reduzierung des Gefrierpunkts typischerweise größer als die Veränderung in der Glasü-

bergangstemperatur für einen gegebenen Betrag substituierter Untereinheiten. Aufgrund von Ungenauigkeiten in den Messungen und in der Berechnung stimmen diese Messungen nicht völlig überein mit den geschätzten Glasübergangstemperaturen unter Verwendung der Fox-Gleichung wie oben beschrieben.

[0058] [Fig. 5](#) veranschaulicht die mittlere Doppelbrechung eines coPEN mit niedrigem Schmelzpunkt, das 0 bis 9 Mol-% Terephthalat- und Isophthalatuntereinheiten enthält. Durch die Anwesenheit gemeinsamer Monomeruntereinheiten weist dieses coPEN mit niedrigem Schmelzpunkt typischerweise auch eine bessere Haftung auf zweiten optischen Schichten auf, die aus einem coPEN hergestellt sind, das Terephthalat- und/oder Isophthalatuntereinheiten enthält.

[0059] In einigen Ausführungsformen sind die ersten optischen Schichten **22** aus einem halbkristallinen, doppelbrechenden Copolyester hergestellt, der 70 bis 99 Mol-% einer ersten Carboxylatuntereinheit und 1 bis 30 Mol-% und vorzugsweise 5 bis 15 Mol-% comonomere Carboxylatuntereinheiten umfasst. Bei den comonomeren Carboxylatuntereinheiten kann es sich um eine oder mehrere der oben angegebenen Untereinheiten handeln. Vorzugsweise umfassen die ersten Carboxylatuntereinheiten Naphthalat und Terephthalat.

[0060] Wenn das Polyestermaterial der ersten optischen Schichten **22** mehr als eine Art von Carboxylatuntereinheit enthält, dann kann der Polyester ein Blockpolyester sein, um die Haftung auf anderen Schichten (z. B. den zweiten optischen Schichten **24** oder nicht-optischen Schichten **28**), hergestellt aus Block-Copolymeren mit ähnlichen Blöcken zu verbessern. Statistische Copolyester können ebenfalls verwendet werden.

[0061] In anderen Ausführungsformen sind die ersten optischen Schichten **22** aus einem halbkristallinen, doppelbrechenden Copolyester hergestellt, der 70 bis 99 Mol-% einer ersten Glykoluntereinheit und 1 bis 30 Mol-% und vorzugsweise 5 bis 30 Mol-% comonomere Glykoluntereinheiten umfasst. Bei den comonomeren Glykoluntereinheiten kann es sich um eine oder mehrere der oben angegebenen Untereinheiten handeln. Bevorzugte erste Glykoluntereinheiten stammen von C2-C2-Diolen. Bevorzugtere erste Glykoluntereinheiten stammen von Ethylenglykol oder 1,4-Butandiol.

[0062] In noch andere Ausführungsformen der ersten optischen Schichten **22**, wobei beide Carboxylat- und Glykoluntereinheiten gemischt werden, sind typischerweise mindestens 0,5 Mol-% und vorzugsweise mindestens 2,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten comonomere Carboxylat-

untereinheiten, comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon.

[0063] Mit zunehmender Hinzufügung von comonomeren Carboxylat- und/oder Glykoluntereinheiten nimmt der Brechungsindex in Orientierungsrichtung, typischerweise der größte Brechungsindex, oft ab. Basierend auf einer solchen Beobachtung könnte daraus gefolgert werden, dass die Doppelbrechung der ersten optischen Schichten proportional betroffen ist. Es wurde jedoch festgestellt, dass der Brechungsindex in Querrichtung bei Hinzufügen von comonomeren Untereinheiten ebenfalls abnimmt. Dies resultiert in erheblicher Aufrechterhaltung der Doppelbrechung.

[0064] In vielen Fällen kann ein mehrschichtiger optischer Film **20** gebildet werden unter Verwendung von ersten optischen Schichten **22**, hergestellt aus einem coPEN, das dieselbe Doppelbrechung in der Ebene für ein gegebenes Ziehverhältnis (d. h., Verhältnis der Länge des Films in Verstreckungsrichtung nach und vor dem Verstrecken) aufweist wie ein ähnlicher mehrschichtiger Film, gebildet unter Verwendung von PEN für die ersten optischen Schichten. Die Abstimmung der Doppelbrechungswerte kann durch Anpassung von Verarbeitungsparametern wie z. B. der Verarbeitungs- oder Verstreckungstemperaturen erfolgen. Oft weisen optische coPEN-Schichten einen Brechungsindex in Ziehrichtung auf, der mindestens 0,02 Einheiten weniger beträgt als der Brechungsindex der optischen PEN-Schichten in Ziehrichtung. Die Doppelbrechung wird aufrechterhalten, weil eine Abnahme des Brechungsindex in Nichtziehrichtung vorliegt.

[0065] In einigen Ausführungsformen des mehrschichtigen optischen Films **20** sind die ersten optischen Schichten **22** aus einem coPEN hergestellt, das Brechungsindizes in der Ebene (d. h., n_x und n_y) aufweist, die 1,83 oder weniger und vorzugsweise 1,80 oder weniger betragen, und die sich um 0,15 Einheiten oder mehr und vorzugsweise 0,2 Einheiten oder mehr unterscheiden (d. h., $|n_x - n_y|$), wenn sie unter Verwendung von 632,8 nm Licht gemessen werden. PEN weist oft einen Brechungsindex in der Ebene auf, der 1,84 oder höher ist, und der Unterschied zwischen den Brechungsindizes in der Ebene, gemessen unter Verwendung von 632,8 nm Licht, beträgt ungefähr 0,22 bis 0,24 oder mehr. Die Brechungsindexunterschiede in der Ebene oder die Doppelbrechung der ersten optischen Schichten **22**, egal ob PEN oder coPEN, kann auf weniger als 0,2 reduziert werden, um Eigenschaften wie z. B. die Zwischenschichthaftung zu verbessern. Ähnliche Vergleiche zwischen geeigneten coPBN- und coPET-Polymeren für die ersten Schichten können mit PBN und PET angestellt werden.

[0066] Die zweiten optischen Schichten **24** können

aus einer Vielzahl von Polymeren hergestellt sein. Beispiele geeigneter Polymere umfassen Vinylpolymere und -copolymere, hergestellt aus Monomeren wie z. B. Vinylnaphthalenen, Styrol, Maleinanhidrid, Acrylaten und Methacrylaten. Beispiele solcher Polymere umfassen Polyacrylate, Polymethacrylate wie z. B. Poly(methylmethacrylat) (PMMA) und isotaktische oder syndiotaktische Polystyrole. Andere Polymere umfassen Kondensationspolymere wie z. B. Polysulfone, Polyamide, Polyurethane, Polyamidsäuren und Polyimide. Außerdem können die zweiten optischen Schichten **24** aus Polymeren und Copolymeren wie z. B. Polyestern und Polycarbonaten gebildet werden. Die zweiten optischen Schichten **24** werden unten anhand von Copolymeren von Polyestern veranschaulicht. Es ist jedoch klar, dass die anderen oben beschriebenen Polymere ebenfalls verwendet werden können. Dieselben Überlegungen in Bezug auf optische Eigenschaften für die Copolyester, wie oben beschrieben, gelten typischerweise auch für die anderen Polymere und Copolymere.

[0067] In einigen Ausführungsformen sind die zweiten optischen Schichten **24** einachsig oder zweiachsig orientierbar. Typischer jedoch werden die zweiten optischen Schichten **24** unter den Verarbeitungsbedingungen, die zum Orientieren der ersten optischen Schichten **22** verwendet werden, nicht orientiert. Diese zweiten optischen Schichten **24** behalten typischerweise einen relativen isotropen Brechungsindex bei, auch wenn sie verstreckt werden. Vorzugsweise weisen die zweiten optischen Schichten bei 632,8 nm eine Doppelbrechung von weniger als ungefähr 0,04 und noch bevorzugter von weniger als ungefähr 0,02 auf.

[0068] Beispiele geeigneter Materialien für diese zweiten optischen Schichten **24** sind Copolymere von PEN, PBN, PET oder PBT. Typischerweise umfassen diese Copolymere Carboxylatuntereinheiten, die 20 bis 100 Mol-% zweite Carboxylatuntereinheiten wie z. B. Naphthalatuntereinheiten (für coPEN oder coPBN) oder Terephthalatuntereinheiten (für coPET oder coPBT) und 0 bis 80 Mol-% zweite comonomere Carboxylatuntereinheiten sind. Die Copolymere umfassen außerdem Glykoluntereinheiten, die 40 bis 100 Mol-% zweite Glykoluntereinheiten wie z. B. Ethylen (für coPEN oder coPET) oder Butylen (für coPBN oder coPBT) und 0 bis 60 Mol-% zweite comonomere Glykoluntereinheiten sind. Mindestens ungefähr 10 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten sind zweite comonomere Carboxylat- oder Glykoluntereinheiten.

[0069] Ein Beispiel eines Polyesters zur Verwendung in zweiten optischen Schichten **24** ist ein preiswertes coPEN. Ein gegenwärtig verwendetes coPEN weist Carboxylatuntereinheiten auf, die ungefähr 70 Mol-% Naphthalat und ungefähr 30 Mol-% Isophthalat sind. Preiswertes coPEN ersetzt einige oder alle

der Isophthalatuntereinheiten durch Terephthalatuntereinheiten. Die Kosten dieses Polymers sind reduziert, da Dimethylisophthalat, die typische Quelle für die Isophthalatuntereinheiten, gegenwärtig viel mehr kostet als Dimethylterephthalat, eine Quelle für die Terephthalatuntereinheiten. Außerdem weist coPEN mit Terephthalatuntereinheiten in der Regel eine höhere thermische Stabilität auf als coPEN mit Isophthalatuntereinheiten, wie in [Fig. 6](#) veranschaulicht ist.

[0070] Jedoch können Substitute von Terephthalat für Isophthalat die Doppelbrechung der coPEN-Schicht erhöhen, so dass eine Kombination aus Terephthalat und Isophthalat wünschenswert sein kann. Preiswertes coPEN weist typischerweise Carboxylatuntereinheiten auf, in denen 20 bis 80 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten Naphthalat-, 10 bis 60 Mol-% Terephthalat- und 0 bis 50 Mol-% Isophthalatuntereinheiten sind. Vorzugsweise 20 bis 60 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten sind Terephthalat und 0 bis 20 Mol-% sind Isophthalat. Bevorzugter sind 50 bis 70 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten Naphthalat-, 20 bis 50 Mol-% sind Terephthalat- und 0 bis 10 Mol-% sind Isophthalatuntereinheiten.

[0071] Da coPENs beim Verstrecken leicht doppelbrechend sein können und orientieren können, ist es möglicherweise wünschenswert, eine Polyesterzusammensetzung zur Verwendung mit zweiten optischen Schichten **24** herzustellen, in denen diese Doppelbrechung reduziert ist. coPEN mit niedriger Doppelbrechungen können durch Hinzufügen von comonomeren Werkstoffen synthetisiert werden. Beispiele geeigneter, die Doppelbrechung reduzierender comonomerer Werkstoffe zur Verwendung als Dioluntereinheiten stammen von 1,6-Hexandiol, Trimethylolpropan und Neopentylglykol. Beispiele geeigneter, die Doppelbrechung reduzierender comonomerer Werkstoffe zur Verwendung als Carboxylatuntereinheiten stammen von T-Butylisophthalsäure, Phthalsäure und Niederalkylestern davon. [Fig. 7](#) ist eine Grafik, die die Reduzierung der Doppelbrechung von coPEN durch Hinzufügen dieser Werkstoffe veranschaulicht. Diese Reduzierung kann 0,07 oder mehr bei 632,8 nm betragen, wenn die zweiten optischen Schichten **24** unter hohen Spannungsbedingungen (z. B. einem Verstreckungsverhältnis von 5 : 1 oder höher) oder bei niedrigen Verstreckungstemperaturen verstreckt worden sind. Das Hinzufügen von Comonomeren zu dem coPEN erhöht auch den normalen Winkelzuwachs des optischen Polarisators. Der normale Winkelzuwachs ist ein Maß der Zunahme des von einem LCD abgegebenen Lichts, wenn der Reflexionspolarisator in Kombination mit einem absorbierenden Polymer verwendet wird.

[0072] Bevorzugte, die Doppelbrechung reduzierende comonomere Werkstoffe stammen von t-Butylisophthalsäure, Niederalkylestern davon und 1,6-Hexandiol. Andere bevorzugte comonomere

Werkstoffe sind Trimethylolpropan und Pentaerythritol, die auch als Verzweigungsmittel dienen können, um Verzweigungen oder Querverbindungen mit anderen Polymeren bilden können. Die Comonomere können willkürlich in dem coPEN-Polyester verteilt sein, oder sie können einen oder mehrere Blöcke in einem Block-Copolymer bilden.

[0073] Beispiele für coPEN mit niedriger Doppelbrechung umfassen Glykoluntereinheiten, die von 70–100 Mol-% C2-C4-Diolen stammen, und ungefähr 0–30 Mol-% comonomere Dioluntereinheiten, die von 1,6-Hexandiol, oder Isomere davon; Trimethylolpropan; oder Neopentylglykol und Carboxylatuntereinheiten stammen, die 20 bis 100 Mol-% Naphthalat-, 0 bis 80 Mol-% Terephthalat- oder Isophthalatuntereinheiten oder Gemische davon sind, und 0 bis 30 Mol-% comonomere Carboxylatuntereinheiten, die von Phthalsäure, t-Butylisophthalsäure oder Niederalkylestern davon stammen. Außerdem weisen die coPEN mit niedriger Doppelbrechung mindestens 0,5 bis 5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten auf, die comonomere Carboxylat- oder Glykoluntereinheiten sind.

[0074] Das Hinzufügen comonomerer Untereinheiten, die von Verbindungen mit drei oder mehr Carboxylat-, Ester- oder Hydroxyfunktionalitäten stammen, kann ebenfalls die Doppelbrechung des Copolyesters der zweiten Schichten vermindern. Diese Verbindungen dienen als Verzweigungsmittel, um Zweige oder Querverbindungen mit anderen Polymermolekülen zu bilden. In einigen Ausführungsformen der Erfindung umfasst der Copolyester der zweiten Schicht 0,01 bis 5 Mol-%, vorzugsweise 0,1 bis 2,5 Mol% dieses Verzweigungsmittels.

[0075] Ein besonderes Polymer weist Glykoluntereinheiten auf, die von 70 bis 99 Mol-% C2-C4-Diolen stammen, und ungefähr 1 bis 30 Mol-% comonomeren Untereinheiten, die von 1,6-Hexandiol- und Carboxylatuntereinheiten stammen, die 5 bis 99 Mol-% Naphthalat, 1 bis 95 Mol-% Terephthalat, Isophthalat oder Gemische davon, und 0 bis 30 Mol-% comonomere Carboxylatuntereinheiten, die von einem oder mehreren von Phthalsäure, T-Butylisophthalsäure oder Niederalkylestern davon stammen. Außerdem sind mindestens 0,01 bis 2,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten dieses Copolyesters Verzweigungsmittel.

[0076] Weil die Doppelbrechung typischerweise mit dem Molekulargewicht abnimmt, ist ein weiterer brauchbarer Polyester ein coPEN mit niedrigem Molekulargewicht. Der coPEN mit niedrigem Molekulargewicht weist eine spezifische Viskosität von 0,4 bis 0,5 dL/g auf. Die spezifische Viskosität des Polymers wird durch Hinzufügen von ungefähr 0,5 bis 5 Mol-% Monomeren mit drei oder mehr Carboxylat-, Ester- und/oder Hydroxygruppen aufrechterhalten. Diese

Monomere dienen oft als Verzweigungsmittel. Das Molekulargewicht des Polymers wird hergestellt, indem man die Polymerisation bei einer angegebenen Schmelzviskosität beendet, die zum Beispiel durch die Leistungsaufnahme auf einem Reaktorrührwerk, die Rührwerkgeschwindigkeit und die Schmelztemperatur bestimmt wird. Typischerweise werden nicht-optische Schichten mit einer spezifischen Viskosität von 0,5 dL/G oder höher mit diesem coPEN mit niedrigem Molekulargewicht verwendet, um strukturelle Unterstützung bereit zu stellen.

[0077] Geeignete Comonomere zur Verwendung als Verzweigungsmittel zum Erhöhen der Schmelzviskosität eines coPEN mit niedrigem Molekulargewicht umfassen Alkohole mit mehr als zwei Hydroxyfunktionalitäten sowie Carbonsäuren mit mehr als zwei Carbonsäurefunktionalitäten und Niederalkylester davon. Beispiele für geeignete Verzweigungsmonomere umfassen Trimethylolpropan, Pentaerythritol oder Trimellithsäure. [Fig. 8](#) veranschaulicht die Abnahme der Doppelbrechung bei vermindertem Molekulargewicht (gemessen durch Abnahme der spezifischen Viskosität).

[0078] Eine weitere Art eines brauchbaren Copolyesters umfasst Cyclohexandicarboxylatuntereinheiten. Diese Copolyester sind infolge ihrer viskoelastischen Eigenschaften, die eine stabile Mehrschicht-Coextrusion mit Polyethylennaphthalat in den ersten optischen Schichten **22** ermöglichen, besonders nützlich als Copolymere mit niedrigem Brechungsindex. Im Gegensatz dazu besitzen einige andere aliphatische Copolyester mit niedrigen Brechungsindizes nicht die erforderlichen rheologischen Eigenschaften, um einen stabilen Schmelzstrom zu schaffen, wenn sie in einem Mehrschicht-Schmelzverteiler mit Polyethylennaphthalat coextrudiert werden. Auch Cyclohexandicarboxylat kann bei der Coextrusion eine verbesserte thermische Stabilität bereit stellen als andere Copolyester mit niedrigem Brechungsindex.

[0079] t-Butylisophthalat ist eine bevorzugte Carboxylatuntereinheit zur Verwendung mit Cyclohexandicarboxylat, um effektiv die Glasübergangstemperatur und das Modul des Copolyesters zu verbessern ohne die Brechungsindizes signifikant zu erhöhen. t-Butylisophthalat ermöglicht es, dass Copolyester von Cyclohexandicarboxylat Glasübergangstemperaturen über Raumtemperatur aufweisen, mit so niedrigen Brechungsindizes wie 1,51 bei 632,8 nm. Die Verwendung von Verzweigungsmonomeren wie z. B. Trimethylolpropan ermöglicht es, Polymere von hoher Viskosität von diesen Monomeren zu synthetisieren ohne dass große Mengen Katalysator oder lange Umsetzungszeiten erforderlich sind, was die Farbe und die Klarheit des Polymers verbessert. Folglich können nicht-doppelbrechende Copolyester mit niedrigen Brechungsindizes mit Cyclohexandicarboxylat

und t-Butylisophthalat, die die Carboxylatuntereinheiten bereit stellen, und Ethylenglykol und Trimethylolpropan, die die Glykoluntereinheiten bereit stellen, hergestellt werden. Diese Copolyester sind nützlich zum Herstellen von mehrschichtigen optischen Filmen, die bei Raumtemperatur ihre physikalischen Eigenschaften beibehalten.

[0080] Copolyester, hergestellt unter Verwendung von Naphthalendicarboxylat und Cyclohexandicarboxylat als Carboxylate können mit Polyethylnaphthalat coextrudiert werden, um einen mehrschichtigen optischen Film mit guter Zwischenschichthaftung zu bilden. Abfall von diesem mehrschichtigen optischen Film kann zu Flocken zermahlen und in einem Doppelschneckenextruder extrudiert werden, wo er sich gut vermischt und umestert, um einen neuen Copolyester mit höherem Naphthalatgehalt zu bilden. Dieser Abfall ist wieder verwendbar.

[0081] Eine Ausführungsform der Erfindung umfasst zweite optische Schichten, hergestellt aus einem Polyester mit Carboxylatuntereinheiten, die von Cyclohexandicarboxylat stammen. Vorzugsweise hat der Polyester Carboxylatuntereinheiten, die von 5 bis 95 Mol-% Dimethylcyclohexandicarboxylat und 15 bis 95 Mol-% Dimethyl-t-butylisophthalat stammen, und Glykoluntereinheiten, die von 85 bis 99,99 Mol-% C2-C4-Diolen und 0,01 bis 5 Mol-% Trimethylolpropan stammen. Bevorzugter hat der Polyester Carboxylatuntereinheiten, die von 50 bis 85 Mol-% Dimethylcyclohexandicarboxylat und 15 bis 50 Mol-% Dimethyl-t-butylisophthalat stammen, und Glykoluntereinheiten, die von 98 bis 99,99 Mol-% C2-C4-Diolen und 0,01 bis 2 Mol-% Trimethylolpropan stammen.

[0082] Die nicht-optischen Schichten **28** können auch aus Polymeren ähnlich den zweiten optischen Schichten **24** unter Verwendung von ähnlichen Werkstoffen und ähnlichen Mengen von jedem Werkstoff hergestellt werden. Außerdem können auch andere Polymere, wie sie oben in Bezug auf die zweiten optischen Schichten **24** beschrieben sind, verwendet werden. Es wurde festgestellt, dass die Verwendung von coPEN (d. h., einem Copolymer von PEN) oder anderen Copolymerwerkstoffen für die Schichten (wie in [Fig. 2](#) gezeigt) die Rissigkeit (d. h., das Reißen eines Films durch Kristallinität, herbeigeführt durch Spannung, und Ausrichtung einer Mehrheit der Polymermoleküle in Orientierungsrichtung) von mehrschichtigen optischen Filmen reduziert, weil das coPEN der Überzugsschichten sehr wenig orientiert, wenn es unter den Bedingungen verstreckt wird, die zum Orientieren der ersten optionalen Schichten **22** angewendet werden.

[0083] Vorzugsweise werden die Polyester der ersten optischen Schichten **22**, der zweiten optischen Schichten **24** und der nicht-optischen Schichten **28** mit ähnlichen rheologischen Eigenschaften (z. B.

Schmelzviskosität) gewählt, so dass sie coextrudiert werden können. Typischerweise weisen die zweiten optischen Schichten **24** und die nicht-optischen Schichten **28** eine Glasübergangstemperatur T_g auf, die entweder unter oder nicht größer ist als ungefähr 40°C über der Glasübergangstemperatur der ersten optischen Schichten **22**. Vorzugsweise liegt die Glasübergangstemperatur der zweiten optischen Schichten **24** und der nicht-optischen Schichten **28** unter der Glasübergangstemperatur der ersten optischen Schichten **22**.

[0084] Ein Polarisator kann hergestellt werden, indem man eine einachsige orientierte erste optische Schicht **22** mit einer zweiten optischen Schicht **24** kombiniert, die einen isotropen Brechungsindex aufweist, der ungefähr gleich einem der Indizes in der Ebene der orientierten Schicht ist. Alternativ werden beide optischen Schichten **22**, **24** aus doppelbrechenden Polymeren gebildet und werden in einem mehrfachen Verstreckungsprozess so orientiert, dass die Brechungsindizes in einer einzelnen Richtung in der Ebene ungefähr gleich sind. Die Schnittstelle zwischen den zwei optischen Schichten **22**, **24** bildet in jedem Fall eine Lichtreflexionsebene. Licht, das in einer Ebene polarisiert wird, die parallel zu der Richtung ist, in der die Brechungsindizes der zwei Schichten ungefähr gleich sind, wird im Wesentlichen durchgelassen. Licht, das in einer Ebene polarisiert wird, die parallel zu der Richtung ist, in der die beiden Schichten unterschiedliche Indizes aufweisen, wird mindestens teilweise reflektiert. Das Reflexionsvermögen kann durch Erhöhen der Anzahl der Schichten oder durch Erhöhen des Unterschieds der Brechungsindizes zwischen den ersten und zweiten Schichten **22**, **24** erhöht werden.

[0085] Typischerweise erfolgt das höchste Reflexionsvermögen für eine bestimmte Schnittstelle bei einer Wellenlänge, die dem Zweifachen der kombinierten optischen Dicke des Paares optischer Schichten **22**, **24**, die die Schnittstelle bilden, entspricht. Die optische Dicke der beiden Schichten beträgt $n_1 d_1 + n_2 d_2$, wobei n_1 , n_2 für die Brechungsindizes der beiden Schichten stehen und d_1 , d_2 für die Dicke der Schichten stehen. Die Schichten **22**, **24** können jeweils eine Viertel Wellenlänge dick sein, oder die Schichten **22**, **24** können unterschiedliche optische Dicken aufweisen, so lange die Summe der optischen Dicken die Hälfte einer Wellenlänge (oder ein Vielfaches davon) beträgt. Ein mehrschichtiger optischer Film mit mehreren Schichten kann Schichten mit unterschiedlichen optischen Dicken umfassen, um das Reflexionsvermögen des Films über einen Wellenlängenbereich zu erhöhen. Zum Beispiel kann ein mehrschichtiger optischer Film Schichtpaare aufweisen, die individuell abgestimmt sind, um optimale Reflexion von Licht einer bestimmten Wellenlänge zu erzielen.

[0086] Alternativ können die ersten optischen

Schichten **22** durch Verstrecken in zwei verschiedene Richtungen zweiachsig orientiert sein. Das Verstrecken optischer Schichten **22** in die zwei Richtungen kann in einer symmetrischen oder asymmetrischen Nettoverstreckung in den zwei gewählten orthogonalen Achsen resultieren.

[0087] Ein Beispiel für die Bildung eines Spiegels ist die Kombination einer zweiachsig orientierten optischen Schicht **22** mit einer zweiten optischen Schicht **24**, die Brechungsindizes aufweist, die sich von den Indizes in der Ebene der zweiachsig orientierten Schicht unterscheiden. Aufgrund des unterschiedlichen Brechungsindex zwischen den zwei optischen Schichten **22**, **24** funktioniert der Spiegel durch Reflexion von Licht, das eine der Polaritäten aufweist. Spiegel können auch unter Verwendung einer Kombination aus einachsig orientierten Schichten, deren Brechungsindizes signifikant abweichen, hergestellt werden. In einer anderen Ausführungsform sind die ersten optischen Schichten **22** nicht doppelbrechend, und ein Spiegel wird gebildet, indem erste und zweite optische Schichten **22**, **24**, die signifikant verschiedene Brechungsindizes aufweisen, kombiniert werden. Die Reflexion erfolgt ohne Orientierung der Schichten. Es gibt andere Verfahren und Kombinationen von Schichten, die zur Herstellung von Spiegeln und Polarisatoren bekannt sind und die verwendet werden können. Die oben beschriebene besondere Ausführungsform dient lediglich als Beispiel.

[0088] Die zweiten optischen Schichten **24** können mit den verschiedensten optischen Eigenschaften hergestellt werden, abhängig zum Teil von der gewünschten Arbeitsweise des mehrschichtigen optischen Films **20**. In einer Ausführungsform sind die zweiten optischen Schichten **24** aus einem Polymerwerkstoff hergestellt, der sich nicht merklich optisch orientiert, wenn er unter Bedingungen verstreckt wird, die zum Orientieren der ersten optischen Schichten **22** verwendet werden. Die Schichten sind besonders nützlich beim Bilden von reflektierenden Polarisationsfilmen, weil sie es ermöglichen, beispielsweise durch Coextrusion einen Stapel **26** von Schichten zu bilden, der anschließend verstreckt werden kann, um die ersten optischen Schichten **22** zu orientieren, während die zweiten optischen Schichten **24** relativ isotrop bleiben. Typischerweise ist der Brechungsindex der zweiten optischen Schichten **24** ungefähr gleich einem der Indizes der orientierten ersten optischen Schichten **22**, um das Durchlassen von Licht mit einer Polarisierung in einer Ebene zu ermöglichen, die parallel zur Richtung der übereinstimmenden Indizes ist. Vorzugsweise unterscheiden sich die beiden ungefähr gleichen Brechungsindizes um ungefähr 0,05 oder weniger, und noch bevorzugter um ungefähr 0,02 oder weniger, bei 632,8 nm. In einer anderen Ausführungsform ist der Brechungsindex der zweiten optischen Schichten **24** ungefähr gleich dem Brechungsindex der ersten op-

tischen Schichten **22** vor dem Verstrecken.

[0089] In anderen Ausführungsformen sind die zweiten optischen Schichten **24** verstreckbar. In einigen Fällen weisen die zweiten optischen Schichten **24** einen Brechungsindex auf, der im Wesentlichen derselbe ist wie der entsprechende Brechungsindex der ersten optischen Schichten **22** nach Orientierung der beiden Sätze von Schichten **22**, **24**, während der andere Brechungsindex in der Ebene sich signifikant von dem der ersten optischen Schichten **22** unterscheidet. In anderen Fällen, insbesondere für Spiegelanwendungen, sind beide Brechungsindizes in der Ebene der optischen Schichten **22**, **24** nach dem Verstrecken im Wesentlichen verschieden.

[0090] Erneut unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#), können eine oder mehrere der nicht-optischen Schichten **28** als Überzugsschicht über mindestens einer Oberfläche von Stapel **26**, wie in [Fig. 2](#) gezeigt, gebildet werden, um beispielsweise die optischen Schichten **22**, **24** gegen physikalische Beschädigung während der Verarbeitung und/oder hinterher zu schützen. Außerdem können eine oder mehrere der nicht-optischen Schichten **28** innerhalb des Stapels **26** gebildet werden, wie in [Fig. 3](#) veranschaulicht ist, um beispielsweise dem Stapel **26** von Schichten eine größere mechanische Zugfestigkeit zu verleihen, um den Stapel während der Verarbeitung zu schützen.

[0091] Idealerweise sind die nicht-optischen Schichten **28** nicht signifikant an der Bestimmung der optischen Eigenschaften des mehrschichtigen optischen Films **20** beteiligt, zumindest nicht über den interessanten Wellenlängenbereich. Die nicht-optischen Schichten **28** sind typischerweise nicht doppelbrechend oder orientierbar aber in einigen Fällen kann dies nicht zutreffen. Typischerweise, wenn die nicht-optischen Schichten **28** als Hauptschichten verwendet werden, wird zumindest eine gewisse Oberflächenreflexion vorhanden sein. Soll der mehrschichtige optische Film **20** betapolarisiert werden, dann weisen die nicht-optischen Schichten vorzugsweise einen Brechungsindex auf, der relativ gering ist. Dies erhöht den Betrag der Oberflächenreflexion. Soll der mehrschichtige optische Film **20** ein Spiegel sein, dann weisen die nicht-optischen Schichten **28** vorzugsweise einen Brechungsindex auf, der hoch ist, um die Lichtreflexion zu erhöhen.

[0092] Wenn die nicht-optischen Schichten **28** in dem Stapel **26** vorhanden sind, so erfolgt typischerweise mindestens eine gewisse Polarisierung oder Reflexion von Licht durch die nicht-optischen Schichten **28** in Kombination mit den optischen Schichten **22**, **24** neben den nicht-optischen Schichten **28**. Typischerweise jedoch weisen die nicht-optischen Schichten **28** eine Dicke auf, die gebietet, dass Licht, das durch die nicht-optischen Schichten **28** im Stapel **26** reflektiert wird, eine Wellenlänge im Infrarotbe-

reich aufweist.

[0093] Verschiedene funktionelle Schichten oder Beschichtungen können zu den optischen Filmen und Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung hinzugefügt werden, um deren physikalische oder chemische Eigenschaften zu verbessern, insbesondere entlang der Oberfläche des Films der Vorrichtung. Diese Schichten oder Beschichtungen können zum Beispiel Gleitmittel, Rückseitenmaterial mit geringer Haftung, leitfähige Schichten, Antistatikbeschichtungen oder -filme, Barrierenschichten, Flammenhemmstoffe, UV-Stabilisatoren, abriebfeste Werkstoffe, optische Beschichtungen, Kompensationsfilme, Verzögerungsfilme, Streuungsmittel und/oder Substrate zur Verbesserung der mechanischen Integrität oder Festigkeit des Films bzw. der Vorrichtung umfassen.

[0094] Überzugsschichten oder Beschichtungen können auch hinzugefügt werden, um dem resultierenden Film oder der Vorrichtung gewünschte Barriereigenschaften zu verleihen. So können beispielsweise Barrierenfilme oder -beschichtungen als Überzugsschichten oder als Komponente in Überzugsschichten hinzugefügt werden, um die Durchlasseigenschaften des Films oder der Vorrichtung zu Flüssigkeiten wie z. B. Wasser oder organischen Lösungsmitteln oder Gasen wie z. B. Sauerstoff oder Kohlendioxid zu verändern.

[0095] Überzugsschichten oder Beschichtungen können auch hinzugefügt werden, um Abriebfestigkeit in dem resultierenden Artikel zu bewirken oder zu verbessern. So kann beispielsweise eine Überzugsschicht, die Silikateilchen umfasst, die in eine Polymermatrix eingebettet sind, zu einem optischen Film hinzugefügt werden, der gemäß der Erfindung hergestellt wird, um dem Film Abriebfestigkeit zu verleihen, vorausgesetzt natürlich, dass eine solche Schicht die optischen Eigenschaften, die für die Anwendung benötigt werden, für die der Film bestimmt ist, nicht ungebührlich beeinträchtigt.

[0096] Überzugsschichten oder Beschichtungen können auch hinzugefügt werden, um Durchstoß- und/oder Abriebfestigkeit in dem resultierenden Artikel zu bewirken oder zu verbessern. Faktoren, die bei der Wahl eines Werkstoffs für eine reißfeste Schicht zu berücksichtigen sind, umfassen prozentuale Bruchdehnung, Elastizitätsmodul, Reißfestigkeit Haftung an inneren Schichten, prozentuale Durchlässigkeit und dekadische Extinktion in einer interessanten elektromagnetischen Bandbreite, optische Klarheit oder Trübheit, Brechungsindizes in Abhängigkeit von Frequenz, Textur und Rauheit, thermische Schmelzstabilität, Molekulargewichtsverteilung, Schmelzrheologie und Coextrudierbarkeit, Mischbarkeit und Diffusionsrate zwischen Werkstoffen in dem Überzug und optischen Schichten, viskoelastische Reaktion, Entspannungs- und Kristallisationsverhalten unter

Ziehbedingungen, thermische Stabilität bei Arbeitstemperaturen, Witterungsbeständigkeit, Haftfähigkeit auf Beschichtungen und Durchlässigkeit gegenüber verschiedenen Gasen und Lösungsmitteln. Durchstoß- oder reißfeste Überzugsschichten können während des Fertigungsprozesses angebracht werden oder später auf den resultierenden optischen Film aufgetragen oder laminiert werden. Wenn diese Schichten während des Fertigungsprozesses, wie z. B. beim Coextrudieren, auf dem Film angebracht werden, bringt dies den Vorteil, dass der Film während des Fertigungsprozesses geschützt ist. In einigen Ausführungsformen können eine oder mehrere durchstoß- oder reißfeste Schichten entweder allein oder in Kombination mit einer durchstoß- oder reißfesten Überzugsschicht in dem Film versehen werden.

[0097] Den optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können gute Gleiteigenschaften verliehen werden, indem sie mit Beschichtungen mit geringer Reibung oder mit Gleitmitteln behandelt werden, wie z. B. Auftragen von Polymerperlen auf die Oberfläche. Alternativ kann die Morphologie der Oberflächen dieser Werkstoffe verändert werden, wie z. B. durch Manipulation der Extrusionsbedingungen, um eine gleitende Oberfläche auf dem Film anzubringen. Die Verfahren, gemäß denen die Oberflächenmorphologie so verändert werden kann, sind in der US-Patentschrift Nummer 5,759,467 beschrieben.

[0098] In einigen Anwendungen, wie z. B. wenn die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung als Komponente in Klebeband verwendet werden sollen, kann es wünschenswert sein, die Filme mit so genannten LAB (Low Adhesion Backside)-Beschichtungen oder Filmen, z. B. solchen auf der Basis von Urethan-, Silikon- oder Fluorcarbonchemikalien zu behandeln. Filme, die in dieser Weise behandelt sind, weisen zweckmäßige Löseeigenschaften gegenüber PSA (Pressure Sensitive Adhesives) auf, so dass es möglich ist, sie mit Klebstoff zu behandeln und zu Rollen zu wickeln. Klebebänder, die in dieser Weise hergestellt sind können zu Dekorationszwecken oder in jeder Anwendung verwendet werden, bei der eine diffus reflektierende oder durchlässige Oberfläche auf dem Band wünschenswert ist.

[0099] Die Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit einer oder mehreren leitfähigen Schichten versehen werden. Solche leitfähigen Schichten können Metalle wie z. B. Silber, Gold, Kupfer, Aluminium, Chrom, Nickel, Zinn und Titan, Metalllegierungen wie z. B. Silberlegierungen, Edelstahl und Inconel, und Halbleitermetalloxide wie z. B. dotierte und undotierte Zinnoxide, Zinkoxid und Indium-Zinnoxid (ITO) enthalten.

[0100] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit antistatischen Be-

schichtungen oder Filmen versehen werden. Solche Beschichtungen oder Filme umfassen beispielsweise V_2O_5 und Salze von Sulfonsäurepolymeren, Carbon oder andere leitfähigen Metallschichten.

[0101] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit einer oder mehreren Barrierenfilmen oder -beschichtungen versehen werden, die die Durchlässigkeitseigenschaften des Films zu bestimmten Flüssigkeiten und Gasen ändern. Folglich können beispielsweise die Vorrichtungen und Filme der vorliegenden Erfindung mit Filmen oder Beschichtungen versehen werden, die verhindern dass Wasser, Dampf oder organische Lösungsmittel, O_2 oder CO_2 durch den Film dringen. Barrierenbeschichtungen können in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit, wo Komponenten des Films oder der Vorrichtung Verzerrung durch eindringende Feuchtigkeit ausgesetzt sein können, besonders wünschenswert sein.

[0102] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit flammenhemmenden Mitteln behandelt werden, besonders beim Einsatz in Umgebungen wie z. B. Flugzeugen, für die strenge Brandschutznormen gelten. Geeignete flammenhemmende Mittel sind unter anderem Aluminiumtrihydrat, Antimontrioxid, Antimonpentoxid und flammenhemmende Organophosphatverbindungen.

[0103] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit abriebfesten oder harten Beschichtungen versehen werden, die als Überzugsschicht aufgetragen werden können. Diese umfassen Acrylhartbeschichtungen wie z. B. Acryloid A-11 und Paraloid K-120N, erhältlich von Rohm & Haas, Philadelphia, PA; Urethanacrylate wie sie in der US-Patentschrift Nr. 4,249,011 beschrieben sind und wie sie von Sartomer Corp., Westchester, PA, erhältlich sind; und Urethanhartbeschichtungen, erhalten aus der Umsetzung eines aliphatischen Polyisocyanats (z. B. Desmodur N-3300, erhältlich von Miles, Inc., Pittsburg, PA) mit einem Polyester (z. B. Tone Polyol 0305, erhältlich von Union Carbide, Houston, TX).

[0104] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können außerdem auf starre oder halbstarre Substrate wie z. B. Glas, Metall, Acryl, Polyester und sonstige Polymerträger laminiert werden, um strukturelle Steifigkeit, Witterungsbeständigkeit oder leichtere Handhabung bereit zu stellen. Zum Beispiel können die mehrschichtigen Filme **20** auf einen dünnen Acryl- oder Metallträger laminiert werden, so dass er geprägt oder in anderer Weise geformt und in einer gewünschten Form gehalten werden kann. Für einige Anwendungen, zum Beispiel wenn der Film auf andere brechbare Träger angewendet wird, kann eine zusätzliche Schicht, die PET-Film oder durchstoß- und reißfesten Film um-

fasst, verwendet werden.

[0105] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit bruchfesten Filmen oder Beschichtungen versehen werden. Filme und Beschichtungen, die für diesen Zweck geeignet sind, sind beispielsweise in den Patentschriften EP 592284 und EP 591055 beschrieben und im Handel von 3M Company, St. Paul, MN, erhältlich.

[0106] Verschiedene Werkstoffe und Vorrichtungen für optische Schichten können auch auf die oder in Verbindung mit den optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung für spezifische Anwendungen verwendet werden. Diese umfassen aber sind nicht beschränkt auf magnetische oder magnetooptische Beschichtungen oder Filme; Flüssigkristallplatten wie sie beispielsweise in Displayplatten und Privacy-Fenstern verwendet werden; fotografische Emulsionen; Gewebe, Prismafilme wie z. B. lineare Fresnel-Linsen; Helligkeitsverbesserungsfilme; holographische Filme oder Bilder; prägbare Filme; verfälschungssichere Filme oder Beschichtungen; IR-Transparentfilme für Anwendungen mit niedrigem Emissionsgrad; Abziehfilme oder Abziehbeschichtungspapier; Kompensationsfilme; Verzögerungsfilme; diffuse Klebemittel; und Polarisatoren und Spiegel.

[0107] Mehrere zusätzliche Schichten auf einer oder beiden Hauptoberflächen des mehrschichtigen Films **20** werden betrachtet und können eine beliebige Kombination der zuvor genannten Beschichtungen oder Filme sein. Wenn beispielsweise ein Klebemittel auf den mehrschichtigen optischen Film **20** angewendet wird, kann das Klebemittel ein weißes Pigment wie z. B. Titandioxid enthalten, um das allgemeine Reflexionsvermögen zu verstärken, oder es kann optisch transparent sein, damit das Reflexionsvermögen des Substrats zum Reflexionsvermögen des mehrschichtigen optischen Films **20** beiträgt.

[0108] Um die Rollenbildung und Konvertierbarkeit des Films zu verbessern, können die in der vorliegenden Erfindung beschriebenen mehrschichtigen optischen Filme auch ein Gleitmittel enthalten, das als separate Beschichtung in den Film eingebracht oder zu diesem hinzugefügt wird. In den meisten Anwendungen werden Gleitmittel nur auf einer Seite des Films hinzugefügt, welche Idealerweise die zum starren Substrat hin gerichtete Seite ist, um Trübung zu minimieren.

[0109] Die gemäß der Erfindung hergestellten optischen Polarisatoren können auch eine oder mehrere Antireflexionsschichten oder -beschichtungen umfassen, wie zum Beispiel konventionelle vakuumbeschichtete dielektrische Metalloxid- oder optische Metall-/Metalloxid Filme, Kieselsolegelbeschichtungen und beschichtete oder coextrudierte Antireflexi-

onsschichten wie jene, die von Fluorpolymeren wie z. B. THV, ein extrudierbares Fluorpolymer, erhältlich von der 3M Company (St. Paul, MN) stammen. Solche Schichten oder Beschichtungen die polarisationssensitiv sein können oder nicht, dienen dazu, die Durchlässigkeit zu erhöhen und Reflexionsblendung zu vermindern, und sie können auf Filme und optische Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung durch geeignete Oberflächenbehandlung wie z. B. Beschichten oder Sputter-Ätzen angebracht werden.

[0110] Die gemäß der Erfindung hergestellten optischen Polarisatoren können mit einem Film oder einer Beschichtung versehen werden, der bzw. die Antitrübungs-Eigenschaften verleiht. In einigen Fällen dient eine Antireflexionsschicht wie sie oben beschrieben ist dem doppelten Zweck, den Filmen oder der Vorrichtung sowohl Antireflexions- als auch Antischleihereigenschaften zu verleihen. Verschiedene Antitrübungsmittel sind in der Technik bekannt. Typischerweise umfassen diese Werkstoffe jedoch Substanzen wie z. B. Fettsäureester, die der Filmoberfläche hydrophobe Eigenschaften verleihen und die Bildung eines kontinuierlichen, weniger opaken Wasserfilms fördern.

[0111] Beschichtungen, die die Neigung von Oberflächen zur „Schleierbildung“ reduzieren, sind von mehreren Erfindern gemeldet worden. Zum Beispiel offenbart Leigh in der US-Patentschrift Nr. 3,212,909 die Verwendung von Ammoniumseife wie z. B. Alkylammoniumcarboxylaten in Beimischung mit einem Tensid, welches ein sulfatierter oder sulfonierter Fettstoff ist, zum Herstellen einer Antischleierzusammensetzung. US-Patentschrift Nr. 3,075,228 an Elias offenbart die Verwendung von Salzen von sulfatiertem Alkylaryloxyalkoxyalkohol sowie Alkylbenzensulfonaten zum Herstellen eines Antischleierartikels, der nützlich ist zum Reinigen und um verschiedenen Oberflächen Antischleihereigenschaften zu verleihen. US-Patentschrift Nr. 3,819,522 an Zmoda offenbart die Verwendung von Tensidkombinationen, die Derivate von Dec-diol umfassen, sowie Tensidgemischen, die ethoxylierte Alkylsulfate in einem Antischleier-Tensidgemisch zur Fensterreinigung enthalten. Die japanische Patentschrift Kokai Nr. Hei 6[1994]41,335 offenbart eine gegen Trübung und Tropfen vorbeugende Zusammensetzung, kolloidales Aluminiumdioxid, kolloidales Siliciumdioxid und ein anionisches Tensid enthalten. US-Patentschrift Nr. 4,478,909 (Taniguchi et al.) offenbart einen gehärteten Antischleier-Beschichtungsfilm, der Polyvinylalkohol, ein fein zerteiltes Siliciumdioxid und eine organische Silikonverbindung enthält, wobei das Gewichtsverhältnis Kohlenstoff/Siliciumdioxid anscheinend wichtig für die gemeldeten Antischleihereigenschaften ist. Verschiedene Tenside, einschließlich fluorhaltige Tenside, können verwendet werden, um die Oberflächenglätte der Beschichtung zu verbessern. Andere Antischleierbeschichtungen, die Tensi-

de enthalten, sind in US-Patentschriften 2,803,552; 3,022,178; und 3,897,356 beschrieben. PCT 96/18,691 (Scholtz et al.) offenbart Mittel, durch die Beschichtungen Antischleier- und Antireflexionseigenschaften verleihen können.

[0112] Die optischen Polarisatoren gemäß der vorliegenden Erfindung können durch die Verwendung UV-stabilsierter Filme oder Beschichtungen gegen UV-Strahlung geschützt werden. Geeignete UV-stabilisierte Filme und -beschichtungen umfassen jene, die Benzotriazole oder gehinderte Aminlichtstabilisatoren (HALS) enthalten, wie jene, die unter der Markenbezeichnung Tinuvin 292 von Ciba Geigy Corp., Hawthorne, NY, erhältlich sind. Andere geeignete UV-stabilisierte Filme und Beschichtungen umfassen jene, die Benzophenone oder Diphenylacrylate enthalten und die im Handel von BASF Corp., Parsippany, NJ, erhältlich sind. Solche Filme oder Beschichtungen können besonders wünschenswert sein, wenn die Filme und optischen Vorrichtungen der vorliegenden Erfindung für Anwendungen im Freien oder in Leuchtkörpern, deren Quelle signifikante Mengen Licht im UV-Bereich des Spektrums ausstrahlen, verwendet werden.

[0113] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können mit Tinten, Farbstoffen oder Pigmenten behandelt werden, um ihr Aussehen zu verändern oder um sie für spezifische Anwendungen anzupassen. So können die Filme beispielsweise mit Tinten oder anderen gedruckten Elementen wie jenen, die zum Anzeigen von Produktidentifizierungen, Anzeigen, Warnungen, Dekoration oder sonstigen Informationen verwendet werden, behandelt werden. Verschiedene Verfahren können zum Bedrucken des Films verwendet werden, wie z. B. Siebdruck, Buchdruck, Offset, Flexodruck, Punktierdruck, Laserdruck usw., und verschiedene Arten von Tinte können verwendet werden, einschließlich Ein- und Zweikomponententinten, oxidativ trocknende und UV-trocknende Tinten, gelöste Tinten, dispergierte Tinten und 100%ige Tintensysteme. Außerdem kann ein Farbstoff oder ein Pigment während eines beliebigen Teils der Verarbeitung mit einem Polymer eingebunden werden.

[0114] Das Erscheinungsbild des mehrschichtigen optischen Films kann auch durch Färben des Films geändert werden, wie z. B. durch Laminieren eines gefärbten Films auf den mehrschichtigen optischen Film, Anwenden einer pigmentierten Beschichtung auf die Oberfläche des Films oder Einbeziehung eines Pigments in einen oder mehrere der Werkstoffe, die zum Herstellen des Films verwendet werden.

[0115] Sowohl sichtbare Farbstoffe und Pigmente als auch jene nahe IR werden in der vorliegenden Erfindung betrachtet, zum Beispiel optische Aufheller wie z. B. Farbstoffe, die im UV-Bereich des Farbspek-

trums absorbieren und im sichtbaren Bereich fluoreszieren. Andere zusätzliche Schichten, die hinzugefügt werden können, um das Aussehen des optischen Films zu ändern, umfassen zum Beispiel trübende (schwarze) Schichten, streuende Schichten, holographische Bilder oder holographische Streuer und Metallschichten. Jedes davon kann direkt auf eine oder beide Oberflächen des Films aufgetragen werden oder kann eine Komponente einer zweiten Film- oder Folienkonstruktion sein, die auf den Film laminiert wird. Alternativ können Komponenten wie z. B. trübende Streumittel oder gefärbte Pigmente in einer Haftschrift enthalten sein, die zum Laminieren des Films auf eine andere Oberfläche verwendet wird.

[0116] Die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung können auch mit Metallbeschichtungen versehen werden. So kann zum Beispiel eine Metallschicht durch Pyrolyse, Pulverbeschichtung, Bedampfung, Kathodensputtern, Ionplating und dergleichen direkt auf dem optischen Film angebracht werden. Metallfolien oder starre Metallplatten können ebenfalls auf den optischen Film laminiert werden, oder separate Polymerfilme oder Glas- oder Kunststoffplatten können erst unter Verwendung der oben beschriebenen Verfahren metallisiert werden und anschließend auf die optischen Polarisatoren der vorliegenden Erfindung laminiert werden.

[0117] Eine Kurzdarstellung eines Verfahrens zum Bilden mehrschichtiger Polymerfilme wird beschrieben. Eine ausführlichere Darstellung der Prozessbedingungen und -überlegungen ist in WO 99/36248 zu finden. Die mehrschichtigen Polymerfilme werden durch Extrusion von Polymeren gebildet, um in den ersten und zweiten optischen Schichten und in den nicht-optischen Schichten verwendet zu werden. Extrusionsbedingungen werden gewählt, um die Polymerharzströme in kontinuierlicher und stabiler Weise entsprechend zuzuführen, zu schmelzen, zu mischen und zu pumpen. Endgültige Schmelzstromtemperaturen werden in einem Bereich gewählt, der Gefrieren, Kristallisieren oder übermäßig starke Druckabfälle am unteren Ende des Bereichs reduziert und der Güteabfall im oberen Ende des Bereichs reduziert. Die gesamte Schmelzstromverarbeitung von mehr als einem Polymer bis einschließlich Gießen des Films auf eine Hartgusswalze wird oft als Coextrusion bezeichnet.

[0118] Nach der Extrusion wird jeder Schmelzstrom durch eine Halsröhre in eine Getriebepumpe geleitet, die die kontinuierliche und gleichmäßige Rate des Polymerstroms reguliert. Ein statisches Mischgerät kann am Ende der Halsröhre platziert werden, um den Polymerschmelzstrom von der Getriebepumpe in einen mehrschichtigen Zuführblock mit gleichmäßigen Schmelzstromtemperaturen befördert. Der gesamte Schmelzstrom wird typischerweise so gleich-

mäßig wie möglich erwärmt, um einerseits den gleichmäßigen Fluss des Schmelzstroms zu verbessern und andererseits den Güteabfall während des Schmelzvorgangs zu reduzieren.

[0119] Mehrschichtige Zuführblöcke teilen jeden der zwei oder mehr Polymerschmelzströme in viele Schichten, verschachteln diese Schichten und kombinieren die vielen Schichten zu einem einzigen mehrschichtigen Strom. Die Schichten von einem beliebigen Schmelzstrom werden erstellt, indem nacheinander ein Teil des Stroms von einem Hauptkanal in Seitenkanalröhren abgelassen wird, die zu Schichtschlitzen in dem Zuführblockverteiler führen. Der Schichtfluss wird oft durch Auswahlen in den Maschinen gesteuert, ebenso Form und physikalische Abmessungen der einzelnen Seitenkanalröhren und Schichtschlitze.

[0120] Die Seitenkanalröhren und Schichtschlitze von den zwei oder mehr Strömen werden oft verschachtelt, um beispielsweise abwechselnde Schichten zu bilden. Der Verteiler auf der stromabwärts liegenden Seite des Zuführblocks ist oft so geformt, dass er die Schichten des kombinierten mehrschichtigen Stapels komprimiert und gleichmäßig quer ausbreitet. Dicke, nicht-optische Schichten, so genannte schützende Begrenzungsschichten (PBL) können unter Verwendung der Schmelzströme des mehrschichtigen Stapels oder durch separaten Schmelzstrom in der Nähe des Verteilers zugeführt werden. Wie oben beschrieben können diese nicht-optischen Schichten benutzt werden, um die dünneren optischen Schichten gegen die Effekte von Wandstress und mögliche resultierende Flussinstabilitäten zu schützen.

[0121] Der mehrschichtige Stapel, der den Zuführblockverteiler verlässt, kann dann eine letzte Formvorrichtung wie z. B. in einen Prägestempel eingehen. Alternativ kann der Strom geteilt werden, vorzugsweise normal zu den Schichten im Stapel, um zwei oder mehr mehrschichtige Ströme zu bilden, die durch Stapeln neu kombiniert werden können. Der Strom kann auch in einem anderen als dem normalen Winkel zu den Schichten geteilt werden. Ein Flusskanalisierungssystem, das die Ströme teilt und stapelt, wird ein Vervielfacher genannt. Die Breite der geteilten Ströme (d. h., die Summe der Dicken der einzelnen Schichten) kann gleich oder ungleich sein. Das Vervielfacherverhältnis wird als das Verhältnis der breiteren zu schmalen Strombreiten definiert. Ungleiche Strombreiten (d. h., Vervielfacherverhältnis größer als Einheitlichkeit) können nützlich sein, um Schichtdickenabstufungen zu erzeugen. Im Fall ungleicher Strombreiten kann der Vervielfacher den schmalen Strom ausbreiten und/oder den breiteren Strom quer auf die Dicke und Flussrichtungen komprimieren, um übereinstimmende Schichtbreiten beim Stapeln sicherzustellen.

[0122] Vor der Vervielfältigung können zusätzliche nichtoptische Schichten zum mehrschichtigen Stapel hinzugefügt werden. Diese nicht-optischen Schichten können als PBL in dem Vervielfältiger dienen. Nach Vervielfältigung und Stapeln können einige dieser Schichten interne Begrenzungsschichten zwischen optischen Schichten bilden, während andere Überzugsschichten bilden.

[0123] Nach der Vervielfältigung wird das Netz zur endgültigen Formungseinheit geleitet. Das Netz wird dann auf eine Hartgusswalze gegossen, die manchmal auch als Gießrad oder Gießtrommel bezeichnet wird. Dieses Gießen wird oft durch elektrostatisches Pinning unterstützt, dessen Details in der Technik der Polymerfilmhersteller gut bekannt sind. Das Netz kann in gleichmäßiger Dicke gegossen werden, oder ein beabsichtigtes Profil der Netzdicke kann mit Hilfe der Ziehdüsen herbeigeführt werden.

[0124] Das mehrschichtige Netz wird dann gezogen, um den endgültigen mehrschichtigen optischen Film herzustellen. In einem Beispielsverfahren zum Herstellen eines mehrschichtigen optischen Polarisators wird ein einziger Ziehschritt verwendet. Dieses Verfahren kann in eine Spannmaschine oder einem Längenausrichter ausgeführt werden. Typische Spannmaschinen ziehen quer (TD) zur Netzbahn, obschon bestimmte Spannmaschinen mit Mechanismen ausgestattet sind, um den Film dimensional in der Netzbahn oder in Maschinenrichtung (MD) ziehen oder entspannen (schrumpfen). So wird in diesem Beispielsverfahren ein Film in einer Richtung in der Ebene gezogen. Die zweite Dimension in der Ebene wird entweder konstant gehalten, wie in einer konventionellen Spannmaschine, oder darf auf eine schmalere Breite eingezogen werden, wie in einem Längenausrichter. Ein solches Einziehen kann erheblich sein und mit dem Ziehverhältnis zunehmen.

[0125] In einem Beispielsverfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Spiegels wird ein Zweischnitt-Ziehprozess verwendet, um das doppelbrechende Material in beide Richtungen in der Ebene zu orientieren. Die Ziehprozesse können eine beliebige Kombination der beschriebenen Einzelschrittverfahren sein, die das Ziehen in zwei Richtungen in der Ebene ermöglichen. Zusätzlich kann eine Spannmaschine, die das Ziehen entlang MD ermöglicht, z. B. eine zweiachsige Spannmaschine, die in Folge oder gleichzeitig in zwei Richtungen ziehen kann, verwendet werden. In letzterem Fall kann ein einzelner, zweiachsiger Prozess verwendet werden.

[0126] In noch einem anderen Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Polarisators wird ein mehrfacher Ziehprozess verwendet, der das unterschiedliche Verhalten der verschiedenen Materialien in den einzelnen Ziehschritten nutzt, um zu bewirken, dass die verschiedenen Schichten, die die verschie-

denen Materialien in einem einzigen coextrudierten mehrschichtigen Film enthalten, verschiedene Grade und Arten von Orientierung zueinander besitzen. In dieser Weise können auch Spiegel hergestellt werden.

[0127] Die spezifische Viskosität der in diesen Schichten und Filmen verwendeten Polyester steht in Bezug zum Molekulargewicht (in Abwesenheit von Verzweigungsmonomeren) des Polymers. Typischerweise weisen die Polyester eine spezifische Viskosität von mehr als ungefähr 0,4 dL/g auf. Vorzugsweise liegt die spezifische Viskosität zwischen ungefähr 0,4 und 0,7 dL/g. Spezifische Viskosität, für den Zweck dieser Offenbarung, wird in einem 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen-Lösungsmittel bei 30°C gemessen, sofern nicht anders angegeben.

DICHROITISCHE POLARISATIONSFILME

[0128] Es gibt verschiedene dichroitische Polarisatoren. Ein besonders nützlicher dichroitischer Polarisator **11** ist ein Polyvinylalkohol (PVA)-Film. Diese Filme, bei Einbindung eines Farbstoffmaterials, sind in der Technik gut bekannt und sind mit Erfolg als dichroitische Polarisatoren verwendet worden. Um als dichroitischer Polarisator zu funktionieren, wird der Polyvinylalkoholfilm gedehnt, um den Film zu orientieren. In gefärbtem Zustand bestimmt die Orientierung des Films die optischen Eigenschaften (z. B. die Extinktionsachse) des Films.

[0129] Der Film kann nach verschiedenen Verfahren hergestellt werden. Ein Verfahren zur Herstellung des Films umfasst das Mischen des Polyvinylalkohols in einem Lösungsmittel, typischerweise Wasser, um eine Lösung mit ungefähr 5 bis 30% Feststoffen zu bilden. Die Lösung wird dann auf ein Substrat aufgetragen und bei einer Temperatur zwischen ungefähr 100°C und ungefähr 120°C getrocknet. Der Film wird gedehnt, um den Polyvinylalkohol zu orientieren.

[0130] Die Erfindung richtet sich auf optische Polarisatoren, die einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfassen. Die Erfindung richtet sich ebenfalls auf die Bildung dieser Polarisatoren.

[0131] Konventionelle dichroitische Polarisatoren **11** werden oft aus Polyvinylalkoholfilmen hergestellt. Diese Filme sind in der Technik gut bekannt und sind bei Einbringung eines Farbstoffmaterials als dichroitische Polarisatoren verwendet worden. Um als dichroitischer Polarisator zu funktionieren, wird der Polyvinylalkoholfilm typischerweise gedehnt, um den Film zu orientieren. Beim Dehnen bestimmt die Orientierung des Films die optischen Eigenschaften (z. B. die Extinktionsachse) des Films. Eine Verwendung des Films besteht in Zusammenhang mit den oben beschriebenen mehrschichtigen optischen Filmen,

die oft ebenfalls gedehnt werden, um eine oder mehrere Schichten zu orientieren.

[0132] Leider neigen Polyvinylalkoholfilme dazu, unter den Dehnbedingungen die zum Bilden vieler mehrschichtiger optischer Filme verwendet werden, zu reißen, zum Beispiel jene, die aus mehrschichtigen Polyesterfilmen hergestellt sind, und insbesondere Polyesterfilme, die Naphthalatuntereinheiten wie z. B. PEN enthalten. Obschon keine besondere Theorie für die Erfindung notwendig ist, wird angenommen, dass Polyvinylalkohol ein wasserstoffgebundenes Netzwerk bildet, das unter diesen Bedingungen undeformierbar ist, während es seine strukturelle Integrität beibehält. Das wasserstoffgebundene Netzwerk wird gedehnt und rutscht schließlich an einem oder mehreren Punkten, wodurch Risse entstehen. Experimente zeigen, dass Kleinmolekül-Plastifikatoren das Problem nicht beheben.

[0133] Es wurde festgestellt, dass durch Hinzufügen eines zweiten in einem Lösungsmittel dispergierbaren Polymers bei der Bildung des Polyvinylalkoholfilms die Rissbildung erheblich reduziert wird. Das zweite Polymer ist vorzugsweise wasserlöslich, da Wasser ein allgemeines Lösungsmittel für Polyvinylalkohol ist. Noch bevorzugter ist das zweite Polymer ein Polarpolymer. Geeignete zweite Polymere umfassen zum Beispiel Polyvinylpyrrolidone und Polyester, die in dem Lösungsmittel des Polyvinylalkohols löslich sind. Beispiele wasserlöslicher Polyester umfassen sulfonierte Polyester wie jene, die in der US-Patentschrift Nr. 5,427,835 beschrieben sind. Geeignete Lösungsmittel umfassen zum Beispiel Polarlösungsmittel wie C1-C4-Alkohole.

[0134] Typischerweise werden der Polyvinylalkohol und das zweite Polymer in einem Verhältnis zwischen 5 : 1 und 100 : 1 nach Gewicht und vorzugsweise zwischen 8 : 1 und 20 : 1 nach Gewicht gemischt. Die Lösung besteht typischerweise zu 1 bis 50 Gew.-% aus Feststoffen und vorzugsweise zu 5 bis 25 Gew.-% aus Feststoffen. Obschon keine besondere Theorie für die Erfindung notwendig ist, wird angenommen, dass durch Hinzufügen des zweiten Polymers das wasserstoffgebundene Netzwerk in eine große Anzahl von Domänen getrennt wird, die sich zueinander bewegen können, wenn sie gedehnt werden, und dadurch die Spannung erleichtern und die Rissbildung reduzieren.

[0135] Der Polyvinylalkoholfilm kann nach verschiedenen Verfahren hergestellt werden. Ein Beispielverfahren zum Herstellen des Films umfasst das Dispergieren des Polyvinylalkohols und des zweiten Polymers in einem Lösungsmittel gemäß den oben genannten Verhältnissen und Gewichtsprozentsätzen. Diese Dispersion der zwei Polymere wird dann auf die Oberfläche eines Substrats aufgetragen. Das Substrat kann ein anderer Film, ein mehrschichtiger

Stapel, ein Kunststoffobjekt, oder eine beliebige andere Oberfläche sein, die das Dehnen des Polyvinylalkoholfilms zulässt. Das Auftragen der Lösung kann durch verschiedene bekannte Verfahren bewerkstelligt werden, einschließlich zum Beispiel Beschichten des Substrats unter Verwendung von Verfahren wie Schuhbeschichtung, Extrusionsbeschichtung, Walzenstreichen, Florstreichen oder beliebigen anderen Beschichtungsverfahren, die eine gleichmäßige Beschichtung schaffen können. Das Substrat kann mit einer Grundierung oder einem Haftmittel beschichtet werden, oder das Substrat kann mit einer Korona-Glimmentladung behandelt werden, damit sich der Polyvinylalkoholfilm besser am Substrat verankert. Typischerweise beträgt die Dicke der Beschichtung im nassen Zustand 25 bis 500 µm und vorzugsweise 50 bis 125 µm. Nach dem Beschichten wird der Polyvinylalkohol bei Temperaturen getrocknet, die typischerweise zwischen 100°C und 150°C liegen. Der Film wird dann unter Verwendung von beispielsweise Längenausrichtern oder Spannclips zum Orientieren des Films gedehnt. In einigen Ausführungsformen wird der Film vom Substrat entfernt. Der Film kann dann, falls gewünscht, auf einer anderen Oberfläche angebracht werden. Der Polyalkoholfilm kann dann als dichroitische Polarisator verwendet werden. Es ist jedoch klar, dass der Polyvinylalkoholfilm auch anderen Verwendungszwecken zugeführt werden kann.

[0136] Ein fertiger Polyvinylalkoholfilm umfasst typischerweise ein dichroitisches Farbstoffmaterial, um einen dichroitischen Polarisator zu bilden. Das dichroitische Farbstoffmaterial kann Farbstoffe, Pigmente und dergleichen enthalten. Geeignete Farbstoffmaterialien zur Verwendung in dem dichroitischen Polarisatorfilm umfassen zum Beispiel Iod sowie Anthrachinon und Azofarbstoffe wie z. B. Kongorot (Natriumdiphenyl-bis- α -naphthylaminsulfonat), Methylenblau, Stilbenfarbstoff (Farbindex (C1) = 620) und 1,1'-Diethyl-2,2'-cyaninchlorid (CI = 374 (orange) oder CI = 518 (blau)). Die Eigenschaften dieser Farbstoffe und ihrer Herstellungsverfahren sind in E. H. Land, Colloid Chemistry (1946) beschrieben. Noch andere dichroitische Farbstoffe und ihre Herstellungsverfahren werden in der Kirk Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology, Vol. 8, Seiten 652–661 (4. Auflage, 1993) und in den darin zitierten Referenzen behandelt.

[0137] Die dichroitischen Farbstoffmaterialien können vor dem Beschichten zur Dispersion des Polyvinylalkohols und des zweiten Polymers hinzugefügt werden. Alternativ kann ein Polyvinylalkoholfilm mit einer Färbezusammensetzung wie zum Beispiel einer iodhaltigen Lösung gefärbt werden. Das Färben des Polyvinylalkoholfilms kann vor oder nach dem Ziehen des Films erfolgen. In einigen Fällen widersteht das dichroitische Farbstoffmaterial den Ziehbedingungen möglicherweise nicht und muss deshalb nach dem Ziehen auf den Polyvinylalkoholfilm aufge-

tragen werden.

[0138] Ein Beispiel für eine geeignete Färbezusammensetzung ist eine iodhaltige Lösung. Der iodgefärbte Film kann unter Verwendung von beispielsweise einer borhaltigen Zusammensetzung wie z. B. einer Borsäure-/Boraxlösung stabilisiert werden. Andere Färbungen erfordern möglicherweise andere Stabilisatoren. Die Konzentrationen der Färbe- oder Stabilisierungszusammensetzung sowie die Temperaturen, bei denen das Färben oder Stabilisieren stattfindet, und die Kontaktzeit mit jeder Lösung kann in einem breiten Bereich variieren ohne die Färbung zu beeinträchtigen.

[0139] Verschiedene andere Komponenten können zu der Lösung aus Polyvinylalkohol und dem zweiten Polymer hinzugefügt werden. Zum Beispiel kann ein Tensid hinzugefügt werden, um das Benetzen des Substrats zu erleichtern. Eine Vielzahl von Tensiden kann verwendet werden, einschließlich zum Beispiel jene, die unter der Markenbezeichnung Triton X-100 von Union Carbide Chemicals and Plastics Company, Inc., Danbury, CT, erhältlich sind. Das Tensid macht typischerweise ungefähr 1% oder weniger der Lösung aus und vorzugsweise ungefähr 0,5% oder weniger. Das Tensid ist vorzugsweise nichtionisch, so dass es Polargruppen auf dem Polymer nicht beeinträchtigt.

[0140] Ein weiteres optionales Additiv ist eine Trocknungshilfe, die die Filmbildung beim Trocknen erleichtert. Ein Beispiel einer geeigneten Trocknungshilfe umfasst N-Methylpyrrolidon und Butylcarbitol. Die Trocknungshilfe macht typischerweise ungefähr 10% oder weniger der Lösung aus und vorzugsweise ungefähr 5% oder weniger.

[0141] Außerdem kann ein Haftmittel auf den Polyvinylalkoholfilm angewendet werden, damit der Film auf dem Substrat haftet. Dies kann besonders nützlich sein, wenn der Polyvinylalkoholfilm von einem ersten Substrat entfernt und dann auf einem zweiten Substrat angebracht wird. Verschiedene Haftmittel können verwendet werden, einschließlich zum Beispiel Harze und druckempfindliche Haftmittel (PSA). Bei der Wahl eines geeigneten Haftmittels werden normalerweise die optischen Eigenschaften des Haftmittels berücksichtigt. Auch andere Beschichtungen können verwendet werden, einschließlich zum Beispiel Hartbeschichtungen, um den Film gegen Beschädigung zu schützen, Ablöseliner und Grundierungsbeschichtungen, um die Haftung auf einem Substrat zu verbessern.

[0142] Das Hinzufügen eines zweiten Polymers zu dem Polyvinylalkoholfilm stellt einen verbesserten dichroitischen Polarisator bereit, der mit der gleichzeitigen Orientierung des Polyvinylalkoholfilms und eines mehrschichtigen optischen Films kompatibel ist,

wie z. B. ein Reflexionspolarisator oder Spiegelfilm. Der Vorteil der Verwendung des verbesserten dichroitischen Polarisators besteht darin, dass der dichroitische und der mehrschichtige optische Film zusammen orientiert werden können und dadurch beispielsweise einen optischen Polarisator bilden, der dichroitische und reflektierende Elemente aufweisen kann, die perfekter ausgerichtet sind. Außerdem verbessert das Hinzufügen eines zweiten Polymers zu dem Polyvinylalkoholfilm oft die Haftung des Films auf einem Substrat.

[0143] Ein Beispielf Verfahren zur Bildung optischer Vorrichtungen umfasst erstens die Bildung eines mehrschichtigen optischen Films wie oben beschrieben. Dieser mehrschichtige optische Film wird mit dem Polyvinylalkoholfilm entweder mit oder ohne das zweite Polymer beschichtet oder laminiert, unter Verwendung bekannter Vorrichtungen wie z. B. Schuhbeschichtung, Extrusionsbeschichtung, Walzenstreichen, Florstreichen oder anderen Beschichtungsverfahren, die eine gleichmäßige Beschichtung schaffen können.

[0144] Der mehrschichtige optische Film und der Polyvinylalkoholfilm werden dann gleichzeitig gezogen, um einen orientierten mehrschichtigen optischen Film und einen orientierten Polyvinylalkoholfilm zu bilden. In einigen Ausführungsformen wird der mehrschichtige optische Film mehrmals gezogen. In diesen Ausführungsformen wird der Polyvinylalkoholfilm oft vor der letzten Ziehung auf den mehrschichtigen optischen Film beschichtet oder laminiert. In alternativen Ausführungsformen können die beiden Filme separat gezogen und orientiert werden. Bekannte Vorrichtungen können zum Ziehen der beiden Filme verwendet werden, einschließlich zum Beispiel Spannmaschinen oder Längenausrichter. Das gleichzeitige Ziehen des Polyvinylalkoholfilms und des mehrschichtigen optischen Films bewirkt typischerweise, dass die Orientierungsachse der Polyvinylalkoholschicht und deckungsgleich mit der endgültigen Orientierungsachse des mehrschichtigen optischen Films ist, bei dem es sich um einen Polarisatorfilm oder einen Spiegelfilm handeln kann. Dichroitisches Farbstoffmaterial kann vor dem Ziehen des Films hinzugefügt werden oder kann später eingebracht werden, beispielsweise Färben des Polyvinylalkoholfilms wie oben beschrieben.

[0145] Eine Anzahl verschiedener Kombinationen aus dichroitischem Polarisator und mehrschichtigen Polymerfilmen kann gebildet werden. Zum Beispiel können unter anderem eine Kombination aus dichroitischem und Reflexionspolarisator im sichtbaren Bereich, eine Kombination aus Spiegel- und dichroitischem Polarisator im IR-Bereich und eine Kombination aus Polarisator und dichroitischem Polarisator im IR-Bereich gebildet werden.

BEISPIELE

[0146] Monomere, Katalysatoren und Stabilisatoren, die zur Herstellung von Polymeren für diese Beispiele verwendet wurden, sind im Handel von den folgenden Herstellern erhältlich: Dimethylnaphthalendicarboxylat und Terephthalsäure von Amoco (Decatur, Alabama), Dimethylterephthalat von Hoechst Celanese (Dallas, TX), Dimethylisophthalat und Dimethyl-t-butylisophthalat von Morflex, Inc., (Greensboro, NC), Ethylenglykol von Union Carbide (Charleston, WV), 1,6-Hexandiol von BASF (Charlotte, NC), Sebacinsäure von Union Carbide (Dover, OH), Antimontriacetat von ELF Atochem (Philadelphia, PA), Kobaltacetat und Manganacetat von Hall Chemical (Wickliffe, OH), Triethylphosphonacetat von Albright & Wilson (Glen Allen, VA), Dimethylcyclohexandicarboxylat von Eastman Chemical Co. (Kingsport, Tennessee), und Triethylamin von Air Products (Phillipsburg, NJ).

[0147] In jedem der unten beschriebenen Beispiele wird ein 836 Schichtenfilm gebildet. Die 836 optische Schichtkonstruktion umfasst vier mehrschichtige optische Stapel von abgestufter Schichtdicke, wie sie durch die Doppelvervielfältigung von einer 209 Schichtenkonstruktion von einem mehrschichtigen Zuführblock erhalten wird. Die optischen Schichten machen ungefähr 50% der Dicke der Konstruktion aus. Jeder dieser Stapel wird durch eine oder drei nicht-optische interne Schutzbegrenzungsschichten, die jeweils ungefähr 2% der Gesamtdicke ausmachen, getrennt. Schließlich besitzt jede Seite des Films eine äußere, nicht-optische Überzugsschicht die jeweils ungefähr 2% der Dicke ausmacht. Mit Hilfe von elektrostatischem Pinning wird der Film bei ungefähr 15°C auf eine Hartgusswalze gegossen. Vor dem Ziehen wird der Film als „gegossenes Netz“ bezeichnet.

[0148] Die Beispiele haben mehrere Tests und Messmengen gemeinsam. Der Kontrast wird als das Verhältnis der Durchlassung von Licht im „Pass“-Zustand (d. h., Durchlasspolarisation) des Polarisators zur Durchlassung von Licht im „Block“-Zustand (d. h., Extinktionspolarisation) definiert. Ein Oriel-Spektrometer wurde verwendet. Die Durchlassung wurde einheitlich gemittelt (d. h., ohne Gewichtung über das sichtbare Spektrum). Der Kontrast wurde an der kombinierten Konstruktion dichroitischen Polarisator/Reflexionspolarisator gemessen.

[0149] Das dichroitische Verhältnis ist ein Maß der Leistung des dichroitischen Polarisators. Es wird durch Messen der Pass- und Blockdurchlassung des PVA-beschichteten mehrschichtigen Films vor oder nach dem Färben mit Iod und Fixieren mit Borsäure zum Bilden des dichroitischen Polarisators gemessen. Ein gewisser Fehler wird eingeführt, indem man äquivalente gefärbte und ungefärbte Proben statt genau derselben Proben vor und nach dem Färben

misst. Die normalisierte Pass-Durchlassung ist das Verhältnis der Pass-Durchlassung der gefärbten Probe zur Pass-Durchlassung der beschichteten aber ungefärbten Probe. Die normalisierte Block-Durchlassung ist das Verhältnis der Block-Durchlassung der gefärbten Probe zur Block-Durchlassung der beschichteten aber ungefärbten Probe. Das dichroitische Verhältnis ist der Logarithmus der normalisierten Block-Durchlassung, dividiert durch den Logarithmus der normalisierten Pass-Durchlassung.

[0150] Haftung zwischen den Schichten von dichroitischem und Reflexionspolarisator wird unter Verwendung eines Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstests charakterisiert.

[0151] Die Schablone wird auf eine saubere, harte Oberfläche gelegt. Unter Verwendung einer Schablone mit 1/8" Schlitten, verteilt über 1/4", wird die Probe mit einem Einritzwerkzeug eingeritzt, um das Kreuzschraffurmuster zu erzeugen. Das Einritzen muss durch die Beschichtung auf das Substrat gehen ohne ganz durch das Substrat zu gehen. Ein 1" breiter 4"-Streifen Scotch Brand #610 Band (3M Co., St. Paul, MN) wird auf die Diagonale des Kreuzschraffurmusters gelegt. Unter Verwendung der Schablone wird das Band von der Probe gelöst. Das Band muss in einem niedrigen Winkel zu der Probenoberfläche gelöst werden. Das Verfahren wird nun mit einem neuen Bandstreifen wiederholt. Die Probe wird auf Beschichtungsentfernung untersucht. Wenn keine Beschichtung entfernt worden ist, dann hat die Probe den Test bestanden. Andernfalls ist die Probe beim Test durchgefallen.

VERGLEICHBSBEISPIEL

[0152] Polarisationsfilm mit PEN/coPEN (70/0/30). Als Vergleichsbeispiel wurde ein mehrschichtiger Polarisationsfilm mit ersten optischen Schichten, hergestellt aus Polyethylenaphthalen, und zweiten optischen Schichten, hergestellt aus Co(polyethylenaphthalat) mit Carboxylatsubstraten, die von 70 Mol-% Dimethylnaphthalendicarboxylat und 30 Mol-% Dimethylisophthalat stammten, und Glykoluteinheiten, die von 100 Mol-% Ethylenglykol stammten, konstruiert.

[0153] Das zum Bilden der ersten optischen Schichten verwendete Polyethylenaphthalat wurde in einem Batchreaktor mit der folgenden Rohstoffcharge synthetisiert: 136 kg Dimethylnaphthalendicarboxylat, 73 kg Ethylenglykol, 27 g Manganacetat, 27 g Kobaltacetat und 48 g Antimontriacetat. Unter einem Druck von 2 Atmosphären wurde dieses Gemisch auf 254°C erwärmt, wobei Methanol (ein Nebenprodukt der Umesterungsreaktion) entfernt wurde. Nachdem 35 kg Methanol entfernt worden waren, wurden 49 g Triethylphosphonacetat in den Reaktor geladen, und dann wurde der Druck allmählich auf 1 torr reduziert,

während die Temperatur auf 290°C erhöht wurde. Das Nebenprodukt der Kondensationsumsetzung, Ethylenglykol, wurde kontinuierlich entfernt, bis ein Polymer mit einer spezifischen Viskosität von 0,48 dL/g wie gemessen in 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen, hergestellt war.

[0154] Das zum Bilden der zweiten optischen Schichten verwendete Co(polyethylenaphthalat) wurde in einem Batchreaktor mit der folgenden Rohstoffcharge synthetisiert: 109 kg Dimethylnaphthalendicarboxylat, 37 kg Dimethylisophthalat, 79 kg Ethylenglykol, 29 g Manganacetat, 29 g Kobaltacetat und 58 g Antimontriacetat. Unter einem Druck von 2 Atmosphären wurde dieses Gemisch auf 254°C erwärmt, wobei Methanol entfernt wurde. Nachdem 41 kg Methanol entfernt worden waren, wurden 52 g Triethylphosphonacetat in den Reaktor geladen, und dann wurde der Druck allmählich auf 1 torr reduziert, während die Temperatur auf 290°C erhöht wurde. Das Nebenprodukt der Kondensationsumsetzung, Ethylenglykol, wurde kontinuierlich entfernt, bis ein Polymer mit einer spezifischen Viskosität von 0,57 dL/g wie gemessen in 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen, hergestellt war.

[0155] Das oben beschriebene PEN und coPEN wurden dann durch einen mehrschichtigen Schmelzverteiler coextrudiert, um einen mehrschichtigen Film mit 836 abwechselnden ersten und zweiten optischen Schichten herzustellen. Dieser mehrschichtige Reflexionsfilm enthält auch innere Schutzschichten und äußere Schutzschichten, die aus demselben Co(Polyethylenaphthalat) hergestellt sind wie die zweiten optischen Schichten. Diese Schutzschichten wurden durch zusätzliche Schmelzanschlüsse eingebracht. Der Film wurde auf eine Hartgusswalze gegossen.

[0156] Eine Wasserlösung aus 10 Gew.-% Airvol 107 Polyvinylalkohol (Air Products, Allentown, PA) und 0,1 Gew.-% Triton X-100 (Union Carbide, Danbury, CT) wurde mit einem Schuhbeschichter auf dieses mehrschichtige gegossene Netz gegossen, was eine Nassbeschichtungsdicke von 64 Tm (2,50 mil) der Lösung ergab. Die Beschichtung wurde bei 105°C 1 Minute lang getrocknet.

[0157] Das mehrschichtige gegossene Netz und der Polyvinylalkoholfilm wurden in einen Spannofen gebracht, der mit Heißluft von ungefähr 160°C erwärmt wurde. Nach ungefähr einminütigem Vorwärmen wurde die kombinierte Konstruktion gleichzeitig einachsrig in einem Spannofenbereich, der mit Heißluft von 150°C erwärmt wurde, über 35 Sekunden auf 6 : 1 gezogen. Die Filme wurden dann 85 Sekunden lang erwärmt, bevor sie abgeschreckt wurden, um einen optischen Polarisator mit einer Dicke von ungefähr 125 Tm zu erhalten.

[0158] Die Beschichtung wies große Rissdefekte auf, die den Film überzogen. Die Konstruktion bestand einen Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstest nicht.

BEISPIEL 1

[0159] Polarisationsfilm mit coPEN (85/15/0)/coPEN (50/0/50) Schichten. Ein mehrschichtiger Reflexionspolarisationsfilm wurde mit ersten optischen Schichten, hergestellt aus Co(polyethylenaphthalat) mit Carboxylatuntereinheiten, die von 85 Mol-% Dimethylnaphthalendicarboxylat und 15 Mol-% Dimethylterephthalat stammten, und Glykoluntereinheiten, die von 100 Mol-% Ethylenglykol stammten, und zweiten optischen Schichten, hergestellt aus Co(polyethylenaphthalat) mit Carboxylatsubstraten, die von 50 Mol-% Dimethylnaphthalendicarboxylat und 50 Mol-% Dimethylisophthalat stammten, und Glykoluntereinheiten, die von 100 Mol-% Ethylenglykol stammten, konstruiert.

[0160] Das zum Bilden der ersten optischen Schichten verwendete Co(polyethylenaphthalat) wurde in einem Batchreaktor mit der folgenden Rohstoffcharge synthetisiert: 123 kg Dimethylnaphthalendicarboxylat, 17 kg Dimethylterephthalat, 76 kg Ethylenglykol, 27 g Manganacetat, 27 g Kobaltacetat und 48 g Antimontriacetat. Unter einem Druck von 2 Atmosphären wurde dieses Gemisch auf 254°C erwärmt, wobei Methanol entfernt wurde. Nachdem 36 kg Methanol entfernt worden waren, wurden 49 g Triethylphosphonacetat in den Reaktor geladen, und dann wurde der Druck allmählich auf 1 torr reduziert, während die Temperatur auf 290°C erhöht wurde. Das Nebenprodukt der Kondensationsumsetzung, Ethylenglykol, wurde kontinuierlich entfernt, bis ein Polymer mit einer spezifischen Viskosität von 0,51 dL/g wie gemessen in 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen, hergestellt war.

[0161] Das zum Bilden der zweiten optischen Schichten verwendete Co(polyethylenaphthalat) wurde in einem Batchreaktor mit der folgenden Rohstoffcharge synthetisiert: 77 kg Dimethylnaphthalendicarboxylat, 61 kg Dimethylisophthalat, 82 kg Ethylenglykol, 27 g Manganacetat, 27 g Kobaltacetat und 48 g Antimontriacetat. Unter einem Druck von 2 Atmosphären wurde dieses Gemisch auf 254°C erwärmt, wobei Methanol entfernt wurde. Nachdem 39,6 kg Methanol entfernt worden waren, wurden 49 g Triethylphosphonacetat in den Reaktor geladen, und dann wurde der Druck allmählich auf 1 torr reduziert, während die Temperatur auf 290°C erhöht wurde. Das Nebenprodukt der Kondensationsumsetzung, Ethylenglykol, wurde kontinuierlich entfernt, bis ein Polymer mit einer spezifischen Viskosität von 0,60 dL/g wie gemessen in 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen, hergestellt war.

[0162] Die obigen coPENs wurden dann coextrudiert, um ein 836 mehrschichtiges gegossenes Netz wie zuvor beschrieben zu bilden.

[0163] Eine Wasserlösung aus 14 Gew.-% Airvol 107 Polyvinylalkohol (Air Products, Allentown, PA) und 0,1 Gew.-% Triton X-100 (Union Carbide, Danbury, CT) wurde mit einem Schuhbeschichter auf dieses mehrschichtige gegossene Netz gegossen, was eine Nassbeschichtungsdicke von 64 Tm (2,50 mil) der Lösung ergab. Die Beschichtung wurde bei 105°C 1 Minute lang getrocknet.

[0164] Das mehrschichtige gegossene Netz und der Polyvinylalkoholfilm wurden in einen Spannofen gebracht, der mit Heißluft von ungefähr 130°C erwärmt wurde. Nach ungefähr einminütigem Vorwärmen wurde die kombinierte Konstruktion gleichzeitig einachsigt über 35 Sekunden auf 6 : 1 gezogen. Die Filme wurden dann 85 Sekunden lang erwärmt, bevor die Konstruktion abgeschreckt wurden, um einen optischen Polarisator mit einer Dicke von ungefähr 125 Tm zu erhalten. Die Konstruktion wies beim Verlassen des Spannofens nur in geringem Maß vereinzelte unspezifische Defekte auf. Diese Defekte sind möglicherweise auf das Einbringen von Fremdmaterial oder Luftblasen in den Film zurückzuführen.

[0165] Die Konstruktion mit der Polyvinylalkoholbeschichtung wurde in einer wässrigen Iod/Kalium-Iodidlösung bei 35°C 20 Sekunden lang gefärbt. Die Färbelösung enthielt 0,4 Gew.-% Iod und 21 Gew.-% Kaliumiodid. Die Färbung wurde in einem Bad aus Borsäure/Borax bei 65°C 25 Sekunden lang fixiert. Die Fixierlösung enthielt 4,5 Gew.-% Borsäure.

[0166] Die mittlere Durchlassung im Pass-Zustand des Polarisators betrug ungefähr 84%. Der Kontrast in der endgültigen Konstruktion betrug ungefähr 300. Das dichroitische Verhältnis betrug ungefähr 30. Die Konstruktion bestand einen Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstest nicht.

BEISPIEL 2

[0167] Ein mehrschichtiger Reflexionspolarisationsfilm wurde mit ersten optischen Schichten, hergestellt aus Co(polyethylenaphthalat) mit Carboxylatuntereinheiten, die von 80 Mol-% Dimethylnaphthalendicarboxylat und 20 Mol-% Dimethylterephthalat stammten, und Glykoluntereinheiten, die von 100 Mol-% Ethylenglykol stammten, und zweiten optischen Schichten, hergestellt aus Co(polyethylenaphthalat) mit Carboxylatsubstraten, die von 55 Mol-% Dimethylnaphthalendicarboxylat und 45 Mol-% Dimethylisophthalat stammten, und Glykoluntereinheiten, die von 96,8 Mol-% Ethylenglykol, 3,0 Mol-% Hexandiol und 0,2 Mol-% Trimethylolpropan stammten, konstruiert.

[0168] Das zum Bilden der ersten optischen Schichten verwendete Co(polyethylenaphthalat) wurde als Gemisch aus zwei Polymeren hergestellt: einem PET (4,8 Gew.-%) und einem coPEN (95,2 Gew.-%). Das in dem Gemisch verwendete PET wurde in einem Batchreaktor mit der folgenden Rohstoffcharge synthetisiert: 138 kg Dimethylterephthalat, 93 kg Ethylenglykol, 27 g Zinkacetat, 27 g Kobaltacetat und 48 g Antimontriacetat. Unter einem Druck von 2 atm wurde dieses Gemisch auf 254°C erwärmt, wobei das Nebenprodukt der Umesterungsreaktion, Methanol, entfernt wurde. Nachdem 45 kg Methanol entfernt worden waren, wurden 52 g Triethylphosphonacetat in den Reaktor geladen, und dann wurde der Druck allmählich auf 1 torr reduziert, während die Temperatur auf 290°C erhöht wurde. Das Nebenprodukt der Kondensationsumsetzung, Ethylenglykol, wurde kontinuierlich entfernt, bis ein Polymer mit einer spezifischen Viskosität von 0,60 dL/g wie gemessen in 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen, hergestellt war.

[0169] Das in dem Gemisch zum Bilden der ersten optischen Schichten verwendete coPEN wies Carboxylatuntereinheiten auf, die von 85 Mol-% Dimethylnaphthalendicarboxylat und 15 Mol-% Dimethylterephthalat stammten, und Glykoluntereinheiten, die von 100 Mol-% Ethylenglykol stammten, auf. Das coPEN wurde wie in Beispiel 1 beschrieben synthetisiert.

[0170] Das zum Bilden der zweiten optischen Schichten verwendete Co(polyethylenaphthalat) wurde in einem Batchreaktor mit der folgenden Rohstoffcharge synthetisiert: 88,5 kg Dimethylnaphthalendicarboxylat, 57,5 kg Dimethylterephthalat, 81 kg Ethylenglykol, 4,7 kg Hexandiol, 15 g Manganacetat, 22 g Kobaltacetat, 15 g Zinkacetat, 239 g Trimethylolpropan und 51 g Antimontriacetat. Unter einem Druck von 2 atm wurde dieses Gemisch auf 254°C erwärmt, wobei Methanol entfernt wurde. Nachdem 39,6 kg Methanol entfernt worden waren, wurden 47 g Triethylphosphonacetat in den Reaktor geladen, und dann wurde der Druck allmählich auf 1 torr reduziert, während die Temperatur auf 290°C erhöht wurde. Das Nebenprodukt der Kondensationsumsetzung, Ethylenglykol, wurde kontinuierlich entfernt, bis ein Polymer mit einer spezifischen Viskosität von 0,56 dL/g wie gemessen in 60/40 Gew.-% Phenol/o-dichlorbenzen, hergestellt war.

[0171] Die oben beschriebenen coPENs wurden anschließend durch einen mehrschichtigen Schmelzverteiler coextrudiert, um ein mehrschichtiges gegossenes Netz mit 836 abwechselnden ersten und zweiten optischen Schichten zu bilden. Dieser besondere mehrschichtige Reflexionsfilm enthielt auch innere und äußere Schutzschichten, die aus demselben Co(polyethylenaphthalat) hergestellt waren wie die zweiten optischen Schichten.

[0172] Eine Wasserlösung aus 10 Gew.-% Airvol 107 Polyvinylalkohol (Air Products, Allentown, PA) und 0,1 Gew.-% Triton X-100 (Union Carbide, Danbury, CT) wurde mit einem Schuhbeschichter auf dieses mehrschichtige gegossene Netz gegossen, was eine Nassbeschichtungsdicke von 64 Tm (2,50 mil) der Lösung ergab. Die Beschichtung wurde bei 105°C 1 Minute lang getrocknet.

[0173] Der mehrschichtige Film und der Polyvinylalkoholfilm wurden in einen Spannofen gebracht, der mit Heißluft von ungefähr 130°C erwärmt wurde. Nach ungefähr einminütigem Vorwärmen wurde die kombinierte Konstruktion gleichzeitig einachsigt über 35 Sekunden auf 6 : 1 gezogen. Die Filme wurden dann 85 Sekunden lang erwärmt, bevor die Konstruktion abgeschreckt wurden, um einen optischen Polarisator mit einer Dicke von ungefähr 125 Tm zu erhalten. Der dichroitische Polarisationsfilm war klar, mit ein paar vereinzelt unspezifischen Defekten.

[0174] Die Konstruktion mit der Polyvinylalkoholbeschichtung wurde in einer wässrigen Iod/Kalium-Iodidlösung 20 Sekunden lang bei 35°C gefärbt. Die Färbelösung enthielt 0,4 Gew.-% Iod und 21 Gew.-% Kaliumiodid. Die Färbung wurde in einem Bad aus Borsäure/Borax 25 Sekunden lang bei 65°C fixiert. Die Fixierlösung enthielt 4,5 Gew.-% Borax und 14,5% Borsäure.

[0175] Die Durchlassung im Pass-Zustand betrug ungefähr 84%. Der Kontrast in der endgültigen Konstruktion betrug ungefähr 100. Das dichroitische Verhältnis betrug ungefähr 28. Die Konstruktion bestand einen Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstest nicht.

BEISPIEL 3

[0176] Ein mehrschichtiges optisches Netz wurde wie in Beispiel 1 gegossen. Eine wässrige Lösung aus 9 Gew.-% Airvol 107 Polyvinylalkohol (Air Products, Allentown, PA), 1 Gew.-% WB54 (ein sulfonierter Polyester von 3M Co., St. Paul, MN), 3 Gew.-% N-Methylpyrrolidon (erhältlich von Aldrich, Milwaukee, WI) und 0,1 Gew.-% Triton X-100 (Union Carbide, Danbury, CT) wurde mit einem Schuhbeschichter auf ein unorientiertes mehrschichtiges gegossenes Polyesternetz gegossen, das vier Stapel von 209 optischen Schichten aufwies, was eine Nassbeschichtungsdicke von 64 Tm (2,50 mil) der Polyvinylalkohollösung ergab. Die Beschichtung wurde bei 105°C 1 Minute lang getrocknet.

[0177] Der mehrschichtige Reflexionspolarisationsfilm und der Polyvinylalkoholfilm wurden in einen Spannofen gebracht, der mit Heißluft von ungefähr 130°C erwärmt wurde. Nach ungefähr einminütigem Vorwärmen wurde die kombinierte Konstruktion gleichzeitig einachsigt über 35 Sekunden auf 6 : 1 gezogen. Die Filme wurden dann 85 Sekunden lang er-

wärmt, bevor die Umsetzung abgeschreckt wurden, um einen optischen Polarisator mit einer Dicke von ungefähr 125 Tm zu erhalten.

[0178] Die Konstruktion war leicht trüb und wies nur in geringem Maß vereinzelte unspezifische Defekte auf. Die Konstruktion mit dem Polyvinylalkoholfilm wurde in einer wässrigen Iod/Kalium-Iodidlösung 20 Sekunden lang bei 35°C gefärbt. Die Färbelösung enthielt 0,4 Gew.-% Iod und 21 Gew.-% Kaliumiodid. Die Färbung wurde in einem Bad aus Borsäure/Borax 25 Sekunden lang bei 65°C fixiert. Die Fixierlösung enthielt 4,5 Gew.-% Borax und 14,5% Borsäure.

[0179] Der Kontrast in der endgültigen Konstruktion betrug ungefähr 170. Das dichroitische Verhältnis betrug ungefähr 22. Die Konstruktion bestand einen Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstest.

[0180] Eine Variante dieses Beispiels umfasste das Ziehen der Konstruktion auf 7 : 1 statt 6 : 1. Auch diese Konstruktion war leicht trüb und wies nur in geringem Maß vereinzelte, unspezifische Defekte auf. Die Konstruktion wurde gefärbt und fixiert. Die Durchlassung im Pass-Zustand betrug ungefähr 72%, und der Kontrast betrug ungefähr 1000. Das dichroitische Verhältnis betrug ungefähr 22. Diese Probe bestand einen Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstest.

BEISPIEL 4

[0181] Ein mehrschichtiges optisches Netz wurde gemäß dem Vergleichsbeispiel gegossen. Das gegossene Netz wurde gemäß Beispiel 3 beschichtet. Die kombinierte Konstruktion wurde dann gemäß dem Vergleichsbeispiel gezogen, gefärbt und fixiert.

[0182] Die Konstruktion war nach dem Beschichten nur leicht trüb und wies nur in geringem Maß vereinzelte, unspezifische Defekte auf. Die Durchlassung im Pass-Zustand betrug ungefähr 78%. Der Kontrast betrug ungefähr 200, und das dichroitische Verhältnis betrug ungefähr 22. Die Konstruktion bestand einen Kreuzschraffurband-Ziehhaftungstest.

[0183] Die vorliegende Erfindung soll durch die oben beschriebenen Beispiele in keiner Weise eingeschränkt werden sondern es ist klar, dass alle Aspekte der Erfindung wie in den angehängten Ansprüchen dargelegt abgedeckt sind. Verschiedene Änderungen, äquivalente Verfahren sowie zahlreiche Strukturen, auf die sich die vorliegende Erfindung möglicherweise anwenden lässt, werden für den Fachmann, an den die vorliegende Erfindung gerichtet wird, bei Überprüfung der vorliegenden Spezifikation ohne weiteres erkennbar sein. Die Ansprüche sollen solche Änderungen und Vorrichtungen abdecken.

Patentansprüche

1. Optischer Polarisator, der einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfasst, der sich im gleichen Strahlengang wie der dichroitische Polarisator befindet, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, wobei der erste Copolyester teilkristallin und doppelbrechend ist und Carboxylat- und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei 70 bis 100 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind und wobei mindestens 2,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind, und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in gleicher Ebene von circa 0,04 oder weniger aufweist.

2. Optischer Polarisator, der: einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfasst, der sich im gleichen Strahlengang wie der dichroitische Polarisator befindet, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, der ein Polyethylenaphthalat-Copolymerisat ist, teilkristallin und doppelbrechend ist und Carboxylat- und Glykoluntereinheiten besteht, wobei 70 bis 100 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind, und wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind und die Brechungsindizes der ersten optischen Schichten in der Ebene 1,83 oder geringer sind und um mindestens 0,2 voneinander abweichen und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in gleicher Ebene von circa 0,04 oder weniger aufweist.

3. Optischer Polarisator, der:

einen dichroitischen Polarisator und einen Reflexionspolarisator umfasst, der sich im gleichen Strahlengang wie der dichroitische Polarisator befindet, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten, die einen ersten Copolyester umfassen, der ein Polyethylenaphthalat Copolymerisat ist, teilkristallin und doppelbrechend ist und Carboxylat- und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei 70 bis 100 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind, und wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind und wobei nach Orientierung die ersten optischen Schichten bei Licht einer Wellenlänge von 632,8 nm in der Orientierungsrichtung einen Brechungsindex haben, der um mindestens 0,02 Einheiten niedriger ist als der Brechungsindex in der Orientierungsrichtung einer gleichartig konstruierten Polyethylenaphthalat-Schicht mit gleicher Doppelbrechung bei Licht einer Wellenlänge von 632,8 nm in der Ebene und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in gleicher Ebene von circa 0,04 oder weniger aufweist.

4. Optischer Polarisator nach einem der Ansprüche 1–3, in dem das zweite Polymer einen zweiten Copolyester enthält.

5. Optischer Polarisator nach Anspruch 4, in dem der zweite Copolyester Carboxylat- und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei die Carboxylatuntereinheiten circa 20 bis 100 Mol-% zweite Carboxylatuntereinheiten und 0 bis circa 80 Mol-% zweite comonomere Carboxylatuntereinheiten umfassen, die Glykoluntereinheiten circa 40 bis 100 Mol-% zweite Glykoluntereinheiten und 0 bis circa 60 Mol-% zweite comonomere Glykoluntereinheiten umfassen, wobei circa 10 Mol-% oder mehr der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des zweiten Copolyesters zweite comonomere Carboxylatuntereinheiten, zweite comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind.

6. Optischer Polarisator nach Anspruch 5, in dem 0,01 bis 2,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des zweiten Copolyesters zweite comonomere Carboxylatuntereinheiten, die sich von Verbindungen mit drei oder mehr funktionellen Carboxylat- oder Esteruntereinheiten ableiten, zweite comonomere Glykoluntereinheiten, die sich von Ver-

bindungen mit drei oder mehr funktionellen Hydroxyuntereinheiten ableiten, oder eine Kombination davon sind.

7. Optischer Polarisator nach Anspruch 5, in dem die Glykoluntereinheiten von 70 bis 100 Mol-% C2-C4-Diolen und 0 bis 30 Mol-% zweiten comonomeren Glykoluntereinheiten abgeleitet sind, die von einer oder mehreren der Verbindungen 1,6-Hexandiol, Trimethylolpropan, Neopentylglykol oder einer Kombination davon stammen, und die Carboxylatuntereinheiten 20 bis 100 Mol-% Naphthalatuntereinheiten, 0 bis 80 Mol-% Terephthalat- oder Isophthalatuntereinheiten oder Gemischen davon und 0 bis 30 Mol-% zweite comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, die von Phthalsäure, t-Butylisophthalsäure, Niederalkylestern dieser Säuren, oder einer Kombination davon stammen; wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des zweiten Copolyesters zweite comonomere Carboxylatuntereinheiten, zweite comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind.

8. Optischer Polarisator nach Anspruch 5, in dem der zweite Copolyester Glykoluntereinheiten, die von 85 bis 99,99 Mol-% C2-C4-Diolen und 0,01 bis 5 Mol-% verzweigenden Monomermolekülen stammen, und Carboxylatuntereinheiten, die 5 bis 95 Mol-% Cyclohexandicarbonsäure oder Niederalkylestern davon und 5 bis 95 Mol-% t-Butylisophthalsäure oder niederalkylestern davon stammen, umfasst.

9. Optischer Polarisator nach Anspruch 5, in dem die erste und die zweite Carboxylatgruppe identisch sind.

10. Optischer Polarisator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, in dem nach der Herstellung des mehrschichtigen Reflexionspolarisators der erste Copolyester bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in der Ebene von 0,1 oder mehr aufweist.

11. Optischer Polarisator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, in dem die ersten Carboxylatuntereinheiten Naphthalat- oder Terephthalatuntereinheiten sind.

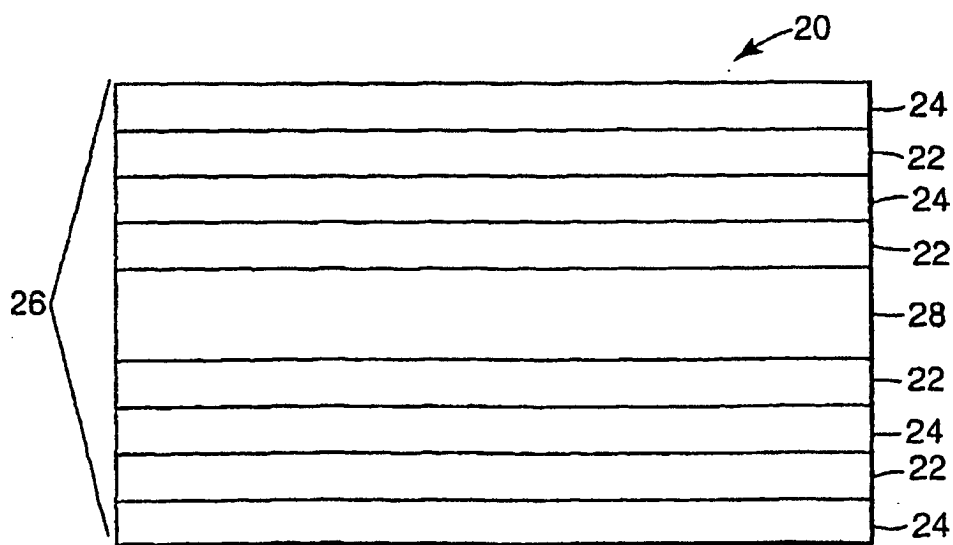
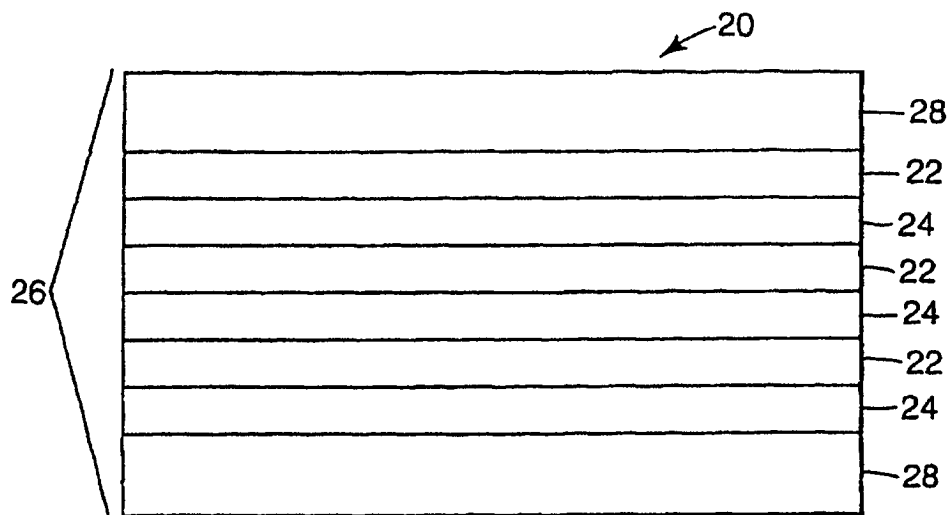
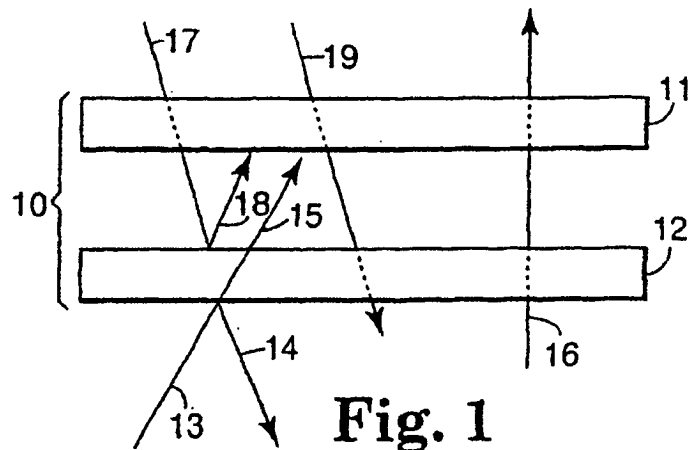
12. Optischer Polarisator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, der zusätzlich eine oder mehrere nichtoptische Schichten umfasst.

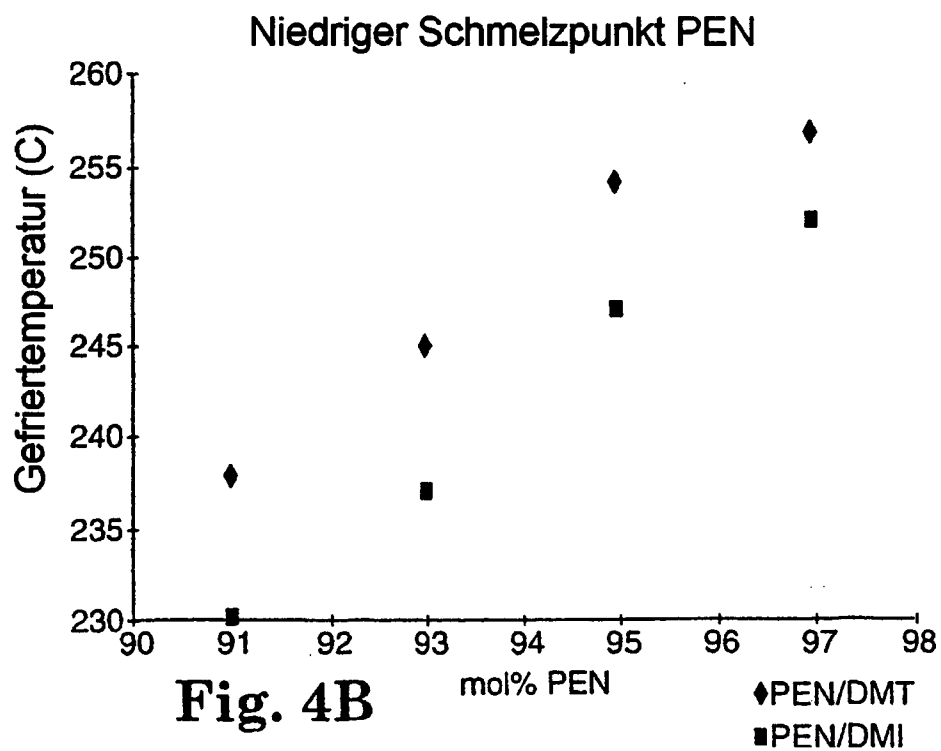
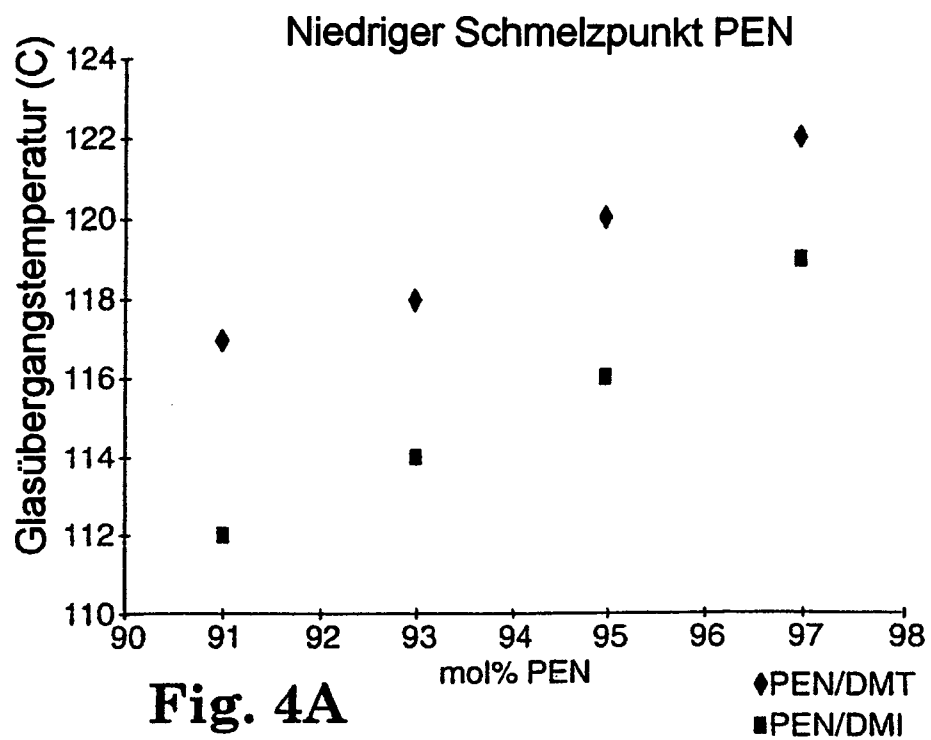
13. Verfahren zur Herstellung eines optischen Polarisators, das umfasst:
Herstellung eines Reflexionspolarisators, wobei der Reflexionspolarisator eine Vielzahl von ersten optischen Schichten die einen ersten Copolyester umfassen, wobei der erste Copolyester teilkristallin und doppelbrechend ist und Carboxylatuntereinheiten und Glykoluntereinheiten umfasst, wobei 70 bis 100

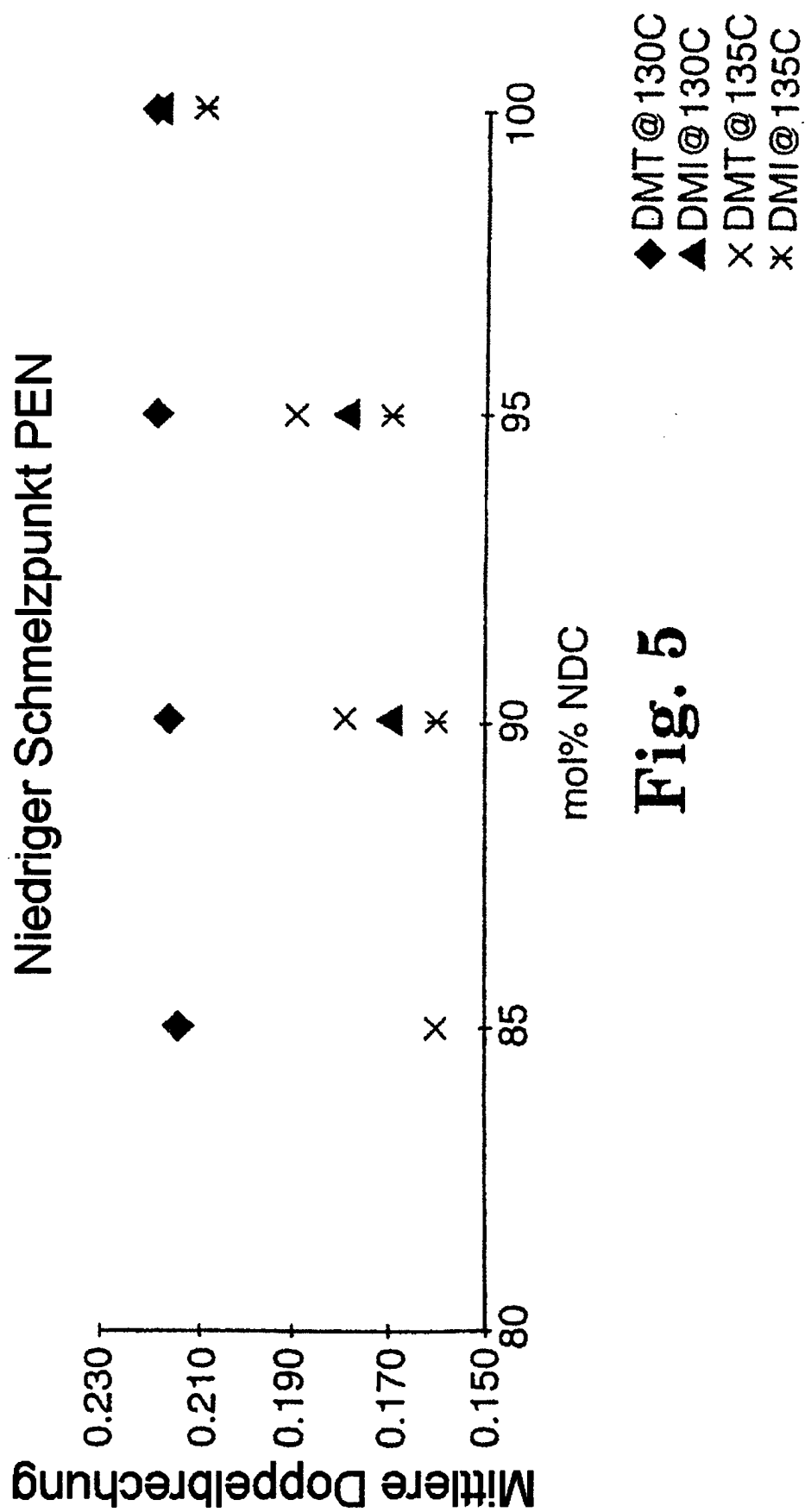
Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste Carboxylatuntereinheiten sind, 0 bis 30 Mol-% der Carboxylatuntereinheiten erste comonomere Carboxylatuntereinheiten sind, 70 bis 100 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste Glykoluntereinheiten sind und 0 bis 30 Mol-% der Glykoluntereinheiten erste comonomere Glykoluntereinheiten sind, und wobei mindestens 0,5 Mol-% der kombinierten Carboxylat- und Glykoluntereinheiten des ersten Copolyesters erste comonomere Carboxylatuntereinheiten, erste comonomere Glykoluntereinheiten oder eine Kombination davon sind, und eine Vielzahl von zweiten optischen Schichten umfasst, die ein zweites Polymer umfassen, das nach der Herstellung des Reflexionspolarisators bei 632,8 nm eine Doppelbrechung in der Ebene von circa 0,04 oder weniger aufweist;
Herstellung eines dichroitischen Polarisators auf dem Reflexionspolarisator, wobei der dichroitische Polarisator Polyvinylalkohol und dichroitischen Farbstoff umfasst, und
Verstrecken des dichroitischen Polarisators und des Reflexionspolarisators zur Orientierung der dichroitischen und Reflexionspolarisatoren bei einer Temperatur von circa 160°C oder weniger, ohne dabei wesentliche Risse im dichroitischen Polarisator zu verursachen.

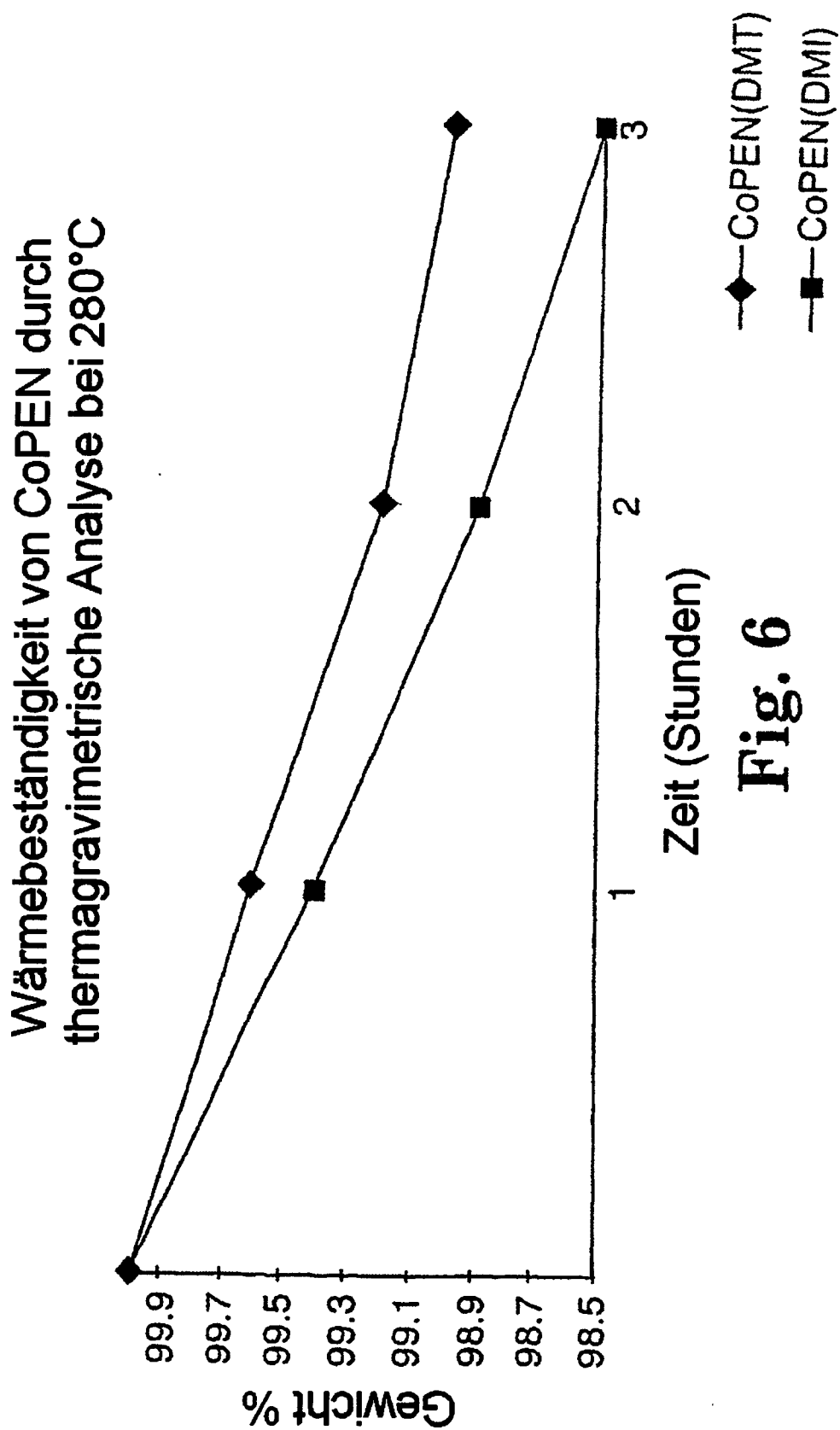
Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

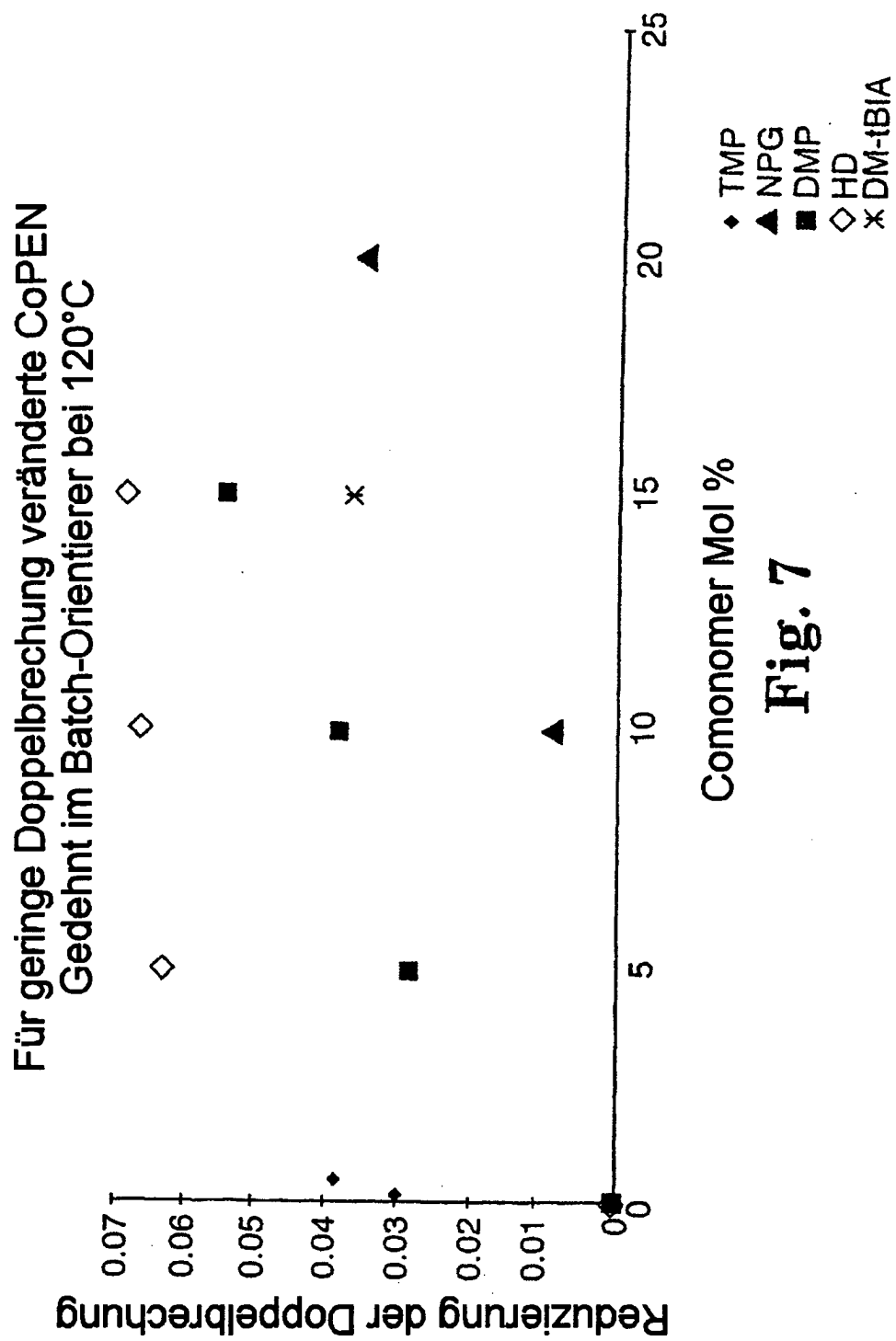
Anhängende Zeichnungen





**Fig. 5**





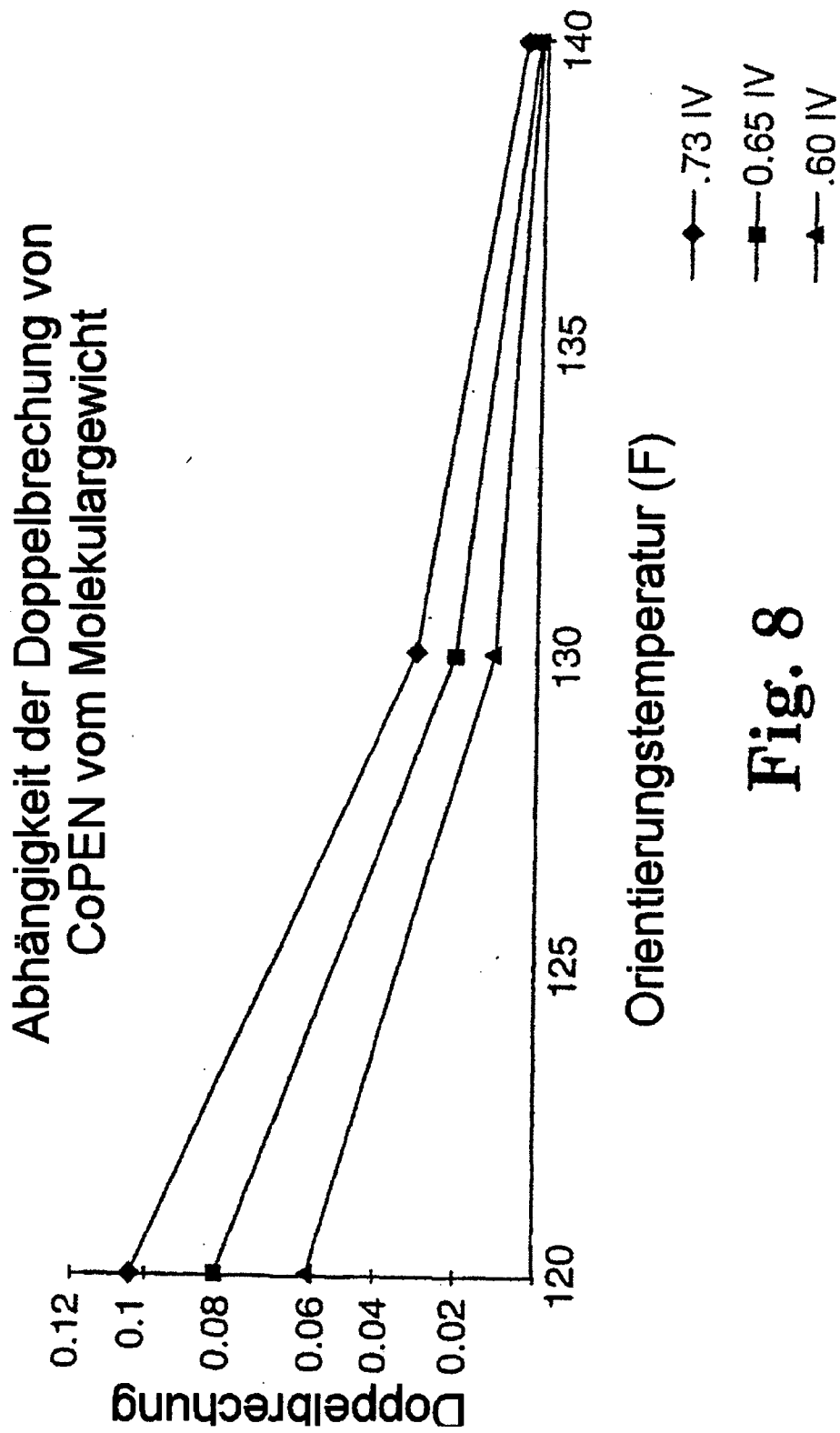


Fig. 8