



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 18 299 T2** 2005.08.25

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 078 285 B1**

(51) Int Cl.⁷: **G02B 5/30**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 18 299.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/09049**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 920 046.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/059007**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.04.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **18.11.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.06.2004**

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

(30) Unionspriorität:

78076 13.05.1998 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, GB

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., Saint Paul, Minn.,
US**

(72) Erfinder:

**ALLEN, C., Richard, Saint Paul, US; CONDO, D.,
Peter, Saint Paul, US; TABAR, J., Ronald, Saint
Paul, US**

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(54) Bezeichnung: **OPTISCHER FILM MIT KONTINUIERLICHEN UND DISPENSEN PHASEN**

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 allgemein einen optischen Film und einen Prozeß zu seiner Herstellung und insbesondere Prozesse, bei denen die Eigenschaften von Materialien in dem Film ausgenutzt werden, um die Reaktion der Materialien während der Verarbeitung zu steuern.

[0002] Im Verlauf der vergangenen mehreren Jahre wurde die Verwendung von polymeren Filmen zur Erzeugung von qualitativ hochwertigen optischen Filmen erforscht. Die untersuchten polymeren optischen Filme nutzen in der Regel verschiedene Brechungsindizes zwischen Schichten eines mehrschichtigen Films aus. Beispielsweise kann ein mehrschichtiger optischer Film konstruiert werden, indem Polymerschichten mit hohen Brechungsindizes sich mit Polymerschichten mit niedrigen Brechungsindizes abwechseln. Wenn zwei benachbarte Schichten mit einer relativ großen Fehlabstimmung zwischen den jeweiligen Brechungsindizes ausgebildet werden, wird Licht einer bestimmten Wellenlänge an der Grenzfläche der beiden Schichten reflektiert. Die Wellenlänge des reflektierten Lichts hängt von der optischen Dicke der benachbarten Schichten ab. Optische Filme können auch aus polymeren Mischungen hergestellt werden, wobei Beziehungen von relativen Brechungsindizes von verschiedenen Phasen der Mischung ausgenutzt werden.

[0003] Eine Art von mehrschichtigem optischem Film verwendet doppeltbrechende Polymere, damit man die Fehlabstimmung zwischen benachbarten Brechungsindizes erhält. Bei derartigen Filmen wird der mehrschichtige Film entweder uniaxial in einer Richtung entlang nur einer in der Ebene liegenden Achse des Films oder biaxial in einer Richtung entlang zwei in der Ebene liegenden orthogonalen Achsen des Films gezogen. Durch das Ziehen werden Moleküle innerhalb einer der beiden benachbarten Schichten in der Ziehrichtung orientiert. Die Molekülorientierung ändert den Brechungsindex der betroffenen Schicht in der Ziehrichtung.

[0004] Das Ziehen eines mehrschichtigen Films, bei dem eine der Schichten des Films doppeltbrechend ist, kann dazu verwendet werden, eine Fehlabstimmung von Brechungsindizes von zwei benachbarten Schichten in der Ziehrichtung zu erhalten. Wenn die Brechungsindizes der beiden Schichten in der nichtgezogenen, in der Ebene liegenden Richtung entsprechen, kann der mehrschichtige Film dazu verwendet werden, Licht mit einer Polarisierung zu reflektieren und Licht mit einer anderen durchzulassen. Ein derartiger Film kann beispielsweise als ein reflektierender Polarisator verwendet werden. Wenn ein mehrschichtiger Film so gezogen wird, daß die betroffene Schicht in der Richtung der beiden orthogonalen, in der Ebene liegenden Achsen orientiert wird, kann man eine Fehlabstimmung in beiden Richtungen erhalten. Mit einem derartigen Film kann Licht mit beiden Polarisierungen reflektiert werden (z.B. ein Spiegel für die jeweilige Wellenlänge des Lichts).

[0005] WO 97/32226 beschreibt einen Richtungssteuerpolarisator, der eine Richtungs- und Polarisationssteuerung von auf ihm auftreffendem Licht liefert, umfassend:
 einen Polarisator, der ausgelegt ist, Licht mit einer ersten Polarisationsorientierung spiegelnd durchzulassen und Licht mit einer anderen Polarisationsorientierung diffus zu reflektieren;
 ein erstes lichtlenkendes Material, das dafür ausgelegt ist, Licht innerhalb einer gewünschten Winkelzone durchzulassen und Licht, das nicht aus dem ersten lichtlenkenden Material innerhalb der gewünschten Winkelzone austreten würde, zu reflektieren;
 wobei der Polarisator und das erste lichtlenkende Material zusammen die Richtung und Polarisierung von von dem Richtungssteuerpolarisator durchgelassenem Licht steuern.

[0006] US-A-2,158,180 beschreibt einen Lichtpolarisator, der dafür ausgelegt ist, einen einfallenden Strahl unpolarisierten Lichts in zwei unterschiedlich polarisierte Komponenten aufzuteilen, eine eine spiegelnde Komponente, die andere eine hochdiffundierte Komponente, umfassend mehrere folienartige Suspensionen von nadelförmigen, orientierten, doppeltbrechenden Teilchen in lichtdurchlässigen Medien, wobei die Teilchen in einem Medium in einer Richtung im wesentlichen im rechten Winkel zur Orientierungsrichtung der Teilchen im anderen Medium orientiert sind, wobei ein Medium einen Brechungsindex aufweist, der im wesentlichen dem oberen Brechungsindex der Teilchen entspricht, wobei das andere Medium einen Brechungsindex aufweist, der im wesentlichen dem unteren Brechungsindex der Teilchen entspricht.

[0007] Wie oben angemerkt weisen ein oder mehrere der in polymeren optischen Filmen verwendeten Materialien optische Eigenschaften auf, die sich beim Ziehen des Materials ändern. Diese Eigenschaften nehmen im allgemeinen eine Richtungsorientierung an, die von der Richtung abhängt, in der das Material gezogen wird. Solche optischen Filme können über drei zueinander orthogonale Achsen beschrieben werden, nämlich zwei in der Ebene liegende Achsen x und y und eine Dickenachse z . Die optischen Eigenschaften derartiger optischer Filme hängen im allgemeinen von den Brechungsindizes n_x , n_y und n_z jedes Materials in der Richtung der x -, y - bzw. z -Achse ab. Somit ist es wünschenswert, den optischen Film auf eine Weise zu verarbeiten, die

eine präzise Steuerung der optischen Eigenschaften der verwendeten Materialien gestattet.

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft polarisierende optische Filme mit einem dreischichtigen Aufbau wie in den Ansprüchen 1 bis 13 beschrieben und Prozesse zu ihrer Herstellung. Ein optischer Film, der mindestens ein erstes und zweites Material enthält, wird hergestellt durch Verarbeiten des Films bezüglich erster und zweiter, in der Ebene liegenden Achsen des Films unter Bedingungen, die eine optische Orientierung zumindest in dem ersten Material entlang der ersten in der Ebene liegenden Achse des Films induzieren, während sie eine Orientierung in dem ersten Material entlang der zweiten in der Ebene liegenden Achse des Films induzieren, die wesentlich kleiner ist als die entlang der ersten Achse induzierte Orientierung. Der Brechungsindex des zweiten Materials entspricht im wesentlichen dem Brechungsindex des ersten Materials entlang einer der ersten und zweiten in der Ebene liegenden Achsen des Films.

[0009] Der Prozeß kann dazu verwendet werden, Filme mit verbesserter optischer und/oder mechanischer Leistung herzustellen. Der Prozeß kann dazu verwendet werden, eine Reihe verschiedener Filme herzustellen. Zwei oder mehr Materialien des Films können abwechselnde Schichten in einem mehrschichtigen optischen Film bilden. Die beiden Materialien können auch in einem Mischfilm ausgebildet werden, beispielsweise als eine kontinuierliche Phase und eine disperse Phase von Material. Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung kann man durch Steuern der Reaktion der Materialien auf Ziehverarbeitungsbedingungen verschiedene Kombinationen von Orientierungszuständen der beiden Materialien erhalten.

[0010] Bei einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein eine kontinuierliche/disperse Phase bildender polarisierender Film nach Anspruch 1 bereitgestellt, bei dem das die kontinuierliche/disperse Phase bildende Material beide Außenflächen des Films bildet. Es stellt sich heraus, daß die geraubte Oberfläche, die das eine kontinuierliche/disperse Phase bildende Material liefert, die Durchnässung eliminiert (wenn zum Beispiel der Polarisator zusammen mit einem dichroitischen Polarisator in einer LCD verwendet wird), ohne daß eine zusätzliche Oberflächenbehandlung (z.B. Prägung) oder das Vorliegen eines diffusen Abstandhalterfilms zwischen den beiden Polarisatoren benötigt wird. Bei Ausführungsformen dieses Aspekts der vorliegenden Erfindung weist der Polarisator einen dreischichtigen Aufbau auf, der aus einer Kernschicht und einer ersten und zweiten äußeren Schicht besteht und wobei beide äußere Schichten eine kontinuierliche/disperse Phase aufweisen.

[0011] Die obige Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung soll nicht jede dargestellte Ausführungsform oder jede Implementierung der vorliegenden Erfindung beschreiben. Die Figuren und die ausführliche Beschreibung, die folgen, exemplifizieren diese Ausführungsformen eingehender.

[0012] Die Erfindung läßt sich bei Betrachtung der folgenden ausführlichen Beschreibung verschiedener Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen besser verstehen. Es zeigen:

[0013] [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) optische Filme;

[0014] [Fig. 2a-Fig. 2J](#) Diagramme verschiedener Prozesse gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0015] [Fig. 3](#) noch einen weiteren optischen Film gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

[0016] [Fig. 4](#) einen gemischten polymeren optischen Film gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung und

[0017] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5C](#) die Durchlaßeigenschaften eines gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellten Films.

[0018] Die vorliegende Erfindung läßt sich allgemein auf eine Reihe verschiedener optischer Filme, Materialien und Prozesse anwenden. Es wird angenommen, daß sich die vorliegende Erfindung besonders für die Herstellung von polymeren optischen Filmen eignet, bei denen die viskoelastischen Eigenschaften von in dem Film verwendeten Materialien dafür ausgenutzt werden, gegebenenfalls das Ausmaß der in den Materialien induzierten Molekülorientierung zu steuern, wenn der Film während der Verarbeitung gezogen wird. Wie unten beschrieben können Überlegungen hinsichtlich der verschiedenen Eigenschaften der zum Herstellen optischer Filme verwendeten Materialien dazu herangezogen werden, die optischen Filme zu verbessern. Zu den Verbesserungen zählen einer oder mehrere der folgenden Punkte: verbesserte optische Leistung, verbesserte Beständigkeit gegenüber Bruch oder Reißen, verbesserte Formbeständigkeit, verbesserte Verarbeitbarkeit und dergleichen. Wenngleich die Erfindung nicht darauf beschränkt ist, erhält man eine Würdigung der verschie-

denen Aspekte der Erfindung über eine Erörterung der verschiedenen Beispiele unten.

[0019] Ein Prozeß zum Herstellen eines optischen Films gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben. **Fig. 1** veranschaulicht einen Abschnitt eines optischen Films **101**. Der dargestellte optische Film **101** kann unter Bezugnahme auf drei zueinander orthogonale Achsen x , y und z beschrieben werden. Bei der dargestellten Ausführungsform liegen die beiden orthogonalen Achsen x und y in der Ebene des Films **101** (in der Ebene liegende Achsen), und eine dritte Achse verläuft in der Richtung der Filmdicke.

[0020] Der optische Film **101** enthält mindestens zwei verschiedene Materialien, die optisch gekoppelt sind (z.B. zwei Materialien, die zusammen einen optischen Effekt wie etwa Reflexion, Streuung, Durchlassung usw. hervorrufen). Die Eigenschaften der beiden Materialien können dazu verwendet werden, eine gewünschte Fehlabstimmung von Brechungsindizes in einer Richtung entlang mindestens einer Achse des Films **101** zu erzeugen. Die beiden Materialien sind im allgemeinen von viskoelastischer Art. Mindestens eines der Materialien zeigt unter bestimmten Bedingungen Doppelbrechung. Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere für Filme, die Materialien umfassen, die koextrudiert werden können. Koextrudierte mehrschichtige und polymere Mischfilme beispielsweise eignen sich gut für die Herstellung eines derartigen Films. Wenn der Film **101** koextrudierte Materialien umfaßt, müssen die Materialien eine ausreichend ähnliche Rheologie (z.B. viskoelastizität) aufweisen, um die Anforderungen des Koextrusionsprozesses zu erfüllen. Wie unten beschrieben, können jedoch die viskoelastischen Eigenschaften des Films auch unterschiedlich genug sein, daß die beiden verschiedenen Materialien auf ausgewählte Verarbeitungsbedingungen verschieden reagieren.

[0021] Während der Verarbeitung wird der Film **101** in mindestens zwei Richtungen gezogen. In der folgenden Beschreibung wird der Ausdruck ziehen in Verbindung mit Beispielen verwendet, bei denen der Film gedehnt oder gestreckt wird. Es versteht sich, daß auch durch Komprimierung eine Beanspruchung eingeführt werden kann. Der Ziehprozeß kann im allgemeinen von beiden Arten sein. Der Ziehprozeß kann verwendet werden, um in einem oder mehreren der Materialien selektiv eine Molekülorientierung zu induzieren. Die induzierte Molekülorientierung kann beispielsweise zum Ändern des Brechungsindex eines betroffenen Materials in Ziehrichtung verwendet werden, um die mechanischen Eigenschaften des Films oder dergleichen zu ändern. Das Ausmaß der durch das Ziehen induzierten Molekülorientierung kann auf der Basis der gewünschten Eigenschaften des Films gesteuert werden, wie unten ausführlicher beschrieben wird.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird ein optischer Film unter Verwendung von zwei oder mehr verschiedenen Materialien gebildet. Unter bestimmten Bedingungen orientiert sich nur eines der Materialien im wesentlichen während des Ziehens. Unter anderen Bedingungen werden das andere oder beide Materialien durch den Ziehprozeß im wesentlichen orientiert. Wenn die Orientierung eine Entsprechung der Brechungsindizes der beiden Materialien in einer in der Ebene verlaufenden Richtung und eine erhebliche Fehlabstimmung der Brechungsindizes in der anderen in der Ebene verlaufenden Richtung verursacht, eignet sich der Film insbesondere für die Herstellung eines optischen polarisierenden Films. Mit dem Prozeß kann ein polarisierender Film hergestellt werden, indem der Film in der Richtung beider orthogonaler, in der Ebene verlaufende Achsen auf eine Weise gezogen wird, die in Richtung von nur einer in der Ebene verlaufenden Achse eine erhebliche Brechungsindexfehlabstimmung erzeugt.

[0023] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung können optische Filme konstruiert werden, bei denen die Brechungsindizes entlang einer in der Ebene liegenden Achse im wesentlichen gleich sind, während die Brechungsindizes entlang der anderen in der Ebene liegenden Achse im wesentlichen nicht abgestimmt sind. Die abgestimmte Richtung bildet eine Durchlaßrichtung (Passierrichtung) für den Polarisator, und die nicht abgestimmte Richtung bildet eine Reflexionsrichtung (Blockierrichtung). Allgemein ist die Leistung des Polarisators um so besser, je größer die Fehlabstimmung bei den Brechungsindizes in der Reflexionsrichtung und je enger die Entsprechung in der Durchlaßrichtung. Außerdem können die Brechungsindizes der beiden Materialien in der Dickerichtung gesteuert (d.h. abgestimmt) werden, um die optische Leistung des optischen Films zu verbessern.

[0024] Es versteht sich, daß der Brechungsindex in einem Material eine Funktion der Wellenlänge ist (d.h. Materialien weisen in der Regel eine Dispersion auf). Deshalb sind die optischen Anforderungen hinsichtlich des Brechungsindex auch eine Funktion der Wellenlänge. Das Indexverhältnis von zwei optisch gekoppelten Materialien kann zum Berechnen der Reflexionsleistung der beiden Materialien verwendet werden. Der Absolutwert der Indextdifferenz zwischen den beiden Materialien dividiert durch den mittleren Index dieser Materialien beschreibt die optische Leistung des Films. Dies wird als die normierte Indextdifferenz bezeichnet. Es wird allgemein erwünscht, daß die normierte Differenz, wenn sie vorliegt, bei abgestimmten Brechungsindizes in

der Ebene kleiner ist als etwa 0,05, besonders bevorzugt kleiner als etwa 0,02 und ganz besonders bevorzugt kleiner als etwa 0,01. Analog kann es wünschenswert sein, daß eine etwaige normierte Differenz beiden Brechungsindizes in der Dickerichtung eines Polarisationsfilms kleiner ist als etwa 0,09, besonders bevorzugt kleiner als etwa 0,04 und ganz besonders bevorzugt kleiner als etwa 0,02. Bei bestimmten Fällen kann es wünschenswert sein, eine gesteuerte Fehlabstimmung in der Dickerichtung zweier benachbarter Materialien in einem mehrschichtigen Stapel zu haben. Der Einfluß der Brechungsindizes in der z-Achse von zwei Materialien in einem mehrschichtigen Film auf die optische Leistung eines derartigen Films wird ausführlicher in US-A-5,882,774 (USSN 08/402,041) mit dem Titel „Optical Film“, WO 99/36258 mit dem Titel „Color Shifting Film“ und US-A-6,157,490 mit dem Titel „Optical Film with Sharpened Bandedge“ beschrieben.

[0025] In der nicht abgestimmten, in der Ebene verlaufenden Richtung eines Polarisators ist es allgemein wünschenswert, daß die normierte Differenz bei Brechungsindizes mindestens etwa 0,05 beträgt, besonders bevorzugt über etwa 0,09 und ganz besonders bevorzugt über etwa 0,11. Allgemein ist es wünschenswert, daß diese Differenz so groß wie möglich ist, ohne daß andere Aspekte des optischen Films eine wesentliche Verschlechterung erfahren. Gemäß mehreren Ausführungsformen der Erfindung sollte bei Verwendung von mehrschichtigen Paaren die optische Dicke jeder Schicht in einem Schichtpaar gleich sein, um die Reflexion erster Ordnung zu optimieren.

[0026] Hierbei ist die optische Dicke das Produkt der physikalischen Schichtdicke und des Brechungsindex bei einer gegebenen Wellenlänge. Bei anderen Ausführungsformen sind Reflexionsspitzen höherer Ordnung erwünscht und ungleiche optische Dicken, die diese Reflexionen optimieren, können verwendet werden.

[0027] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden verschiedene viskoelastizitätseigenschaften von zwei koextrudierten polymeren Materialien zum Herstellen eines verbesserten optischen Films verwendet. Die viskoelastizität ist eine grundlegende Eigenschaft von Polymeren. Die viskoelastizitätseigenschaften eines Polymers können verwendet werden, um zu beschreiben, ob es im allgemeinen auf eine Beanspruchung wie eine Viskoseflüssigkeit oder wie ein elastischer Festkörper reagiert. Bei hohen Temperaturen und/oder niedrigen Beanspruchungsraten fließen Polymere im allgemeinen beim Ziehen wie eine Viskoseflüssigkeit mit wenig oder keiner Molekülorientierung. Bei niedrigen Temperaturen und/oder hohen Beanspruchungsraten ziehen Polymere im allgemeinen elastisch wie Festkörper mit der einhergehenden Molekülorientierung. Ein Nieder temperaturprozeß findet in der Regel in der Nähe der Glasübergangstemperatur von amorphen polymeren Materialien statt, während ein Hochtemperaturprozeß üblicherweise wesentlich über der Glas temperatur stattfindet.

[0028] Das viskoelastische Verhalten von Polymeren ist im allgemeinen das Ergebnis der Geschwindigkeit der molekularen Relaxation im polymeren Material. Die Rate der molekularen Relaxation kann durch eine mittlere längste Gesamtrelaxationszeit (d.h. Molekülgesamtneuordnung) oder eine Verteilung von derartigen Zeiten gekennzeichnet werden. Die mittlere längste Relaxationszeit nimmt in der Regel mit abnehmender Temperatur zu und nähert sich einem sehr hohen Wert in der Nähe der Glasübergangstemperatur. Auch die mittlere längste Relaxationszeit kann durch Kristallisation und/oder Vernetzung in dem polymeren Material verlängert werden, was in der Praxis eine etwaige Relaxation von diesem längsten Modus bei typischerweise verwendeten Prozeßzeiten und -temperaturen blockiert. Auch können das Molekulargewicht und die Verteilung sowie die chemische Zusammensetzung und der Aufbau (z.B. Verzweigung) die längste Relaxationszeit beeinflussen.

[0029] Wenn die mittlere längste Relaxationszeit eines bestimmten polymeren Materials etwa gleich oder länger ist als die Prozeßziehzeit, tritt im Material in der Richtung des Ziehens eine wesentliche Molekülorientierung ein. Hohe und niedrige Beanspruchungsraten entsprechen somit Prozessen, die das Material über einen Zeitraum ziehen, der kleiner ist beziehungsweise größer als die mittlere längste Relaxationszeit. Es versteht sich, daß die Reaktion eines gegebenen Materials durch Steuern der Ziehtemperatur, der Ziehrate und des Ziehverhältnisses des Prozesses verändert werden kann.

[0030] Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann das Ausmaß der Orientierung während eines Ziehprozesses über einen großen Bereich hinweg präzise gesteuert werden. Bei bestimmten Ziehprozessen ist es möglich, daß der Ziehprozeß das Ausmaß der Molekülorientierung in mindestens einer Richtung des Films tatsächlich reduziert. Beispielsweise kann der Film in einer Richtung gedehnt werden, während gestattet wird, daß der Film dimensionsmäßig in der Querrichtung abnimmt. Durch diesen Prozeß kann die anfängliche Molekülorientierung in der Querrichtung reduziert werden. Somit kann der Prozeß ein negativer Orientierungsprozeß sein. In der Richtung des Ziehens reicht die durch den Ziehprozeß induzierte Molekülorientierung von im wesentlichen keiner Orientierung zu einer geringfügigen nicht-optischen Orientierung (z.B. eine Orientierung, die auf

die optische Leistung des Films vernachlässigbare Effekte hat), zu variierenden Graden an optischer Orientierung.

[0031] Die relative Stärke der optischen Orientierung hängt von dem Material und den relativen Brechungsindizes des Films ab. Beispielsweise kann eine starke optische Orientierung in Relation zu der intrinsischen (normierten) Gesamtdoppelbrechung der gegebenen Materialien stehen. Alternativ kann die Ziehstärke in Relation zum Gesamtausmaß einer erzielbaren normierten Indexdifferenz zwischen den Materialien für eine gegebene Ziehprozeßsequenz stehen. Es versteht sich außerdem, daß ein spezifiziertes Ausmaß an Molekülorientierung in einem Kontext eine starke optische Orientierung und in einem anderen Kontext als eine schwache oder nicht-optische Orientierung angesehen werden kann. Beispielsweise kann ein bestimmtes Ausmaß an Doppelbrechung entlang einer ersten in der Ebene liegenden Achse bei Betrachtung im Kontext einer sehr großen Doppelbrechung entlang der zweiten in der Ebene liegenden Achse vernachlässigbar sein. Mit abnehmender Doppelbrechung entlang der zweiten in der Ebene liegenden Achse wird die geringfügige Orientierung entlang der ersten in der Ebene liegenden Achse optisch dominanter. Prozesse, die in einer ausreichend kurzen Zeit und/oder bei einer ausreichend kalten Temperatur auftreten, um eine gewisse oder wesentliche optische Molekülorientierung zu induzieren, sind schwache beziehungsweise starke optisch orientierende Ziehprozesse. Prozesse, die über einen ausreichend langen Zeitraum und/oder bei ausreichend heißen Temperaturen auftreten, so daß es zu einer geringen oder keiner Molekülorientierung kommt, sind nichtoptisch orientierende beziehungsweise nicht orientierende Prozesse.

[0032] Indem die Materialien und Prozeßbedingungen unter Berücksichtigung der orientierenden/nicht orientierenden Reaktion der Materialien auf die Prozeßbedingungen ausgewählt werden, kann das Ausmaß der Orientierung, falls überhaupt, entlang der Achse jedes Ziehprozesses für jedes Material getrennt gesteuert werden. Somit kann ein resultierender Film hergestellt werden, bei dem jedes Material verschiedene Arten der oben beschriebenen Molekülorientierungen entlang jeder Achse aufweist. Beispielsweise kann ein Film mit einem Material hergestellt werden, das optisch entlang einer ersten in der Ebene liegenden Achse entweder stark oder schwach orientiert ist und entlang einer zweiten in der Ebene liegenden Achse eine nicht-optische oder keine Orientierung aufweist, und einem zweiten Material, das biaxial optisch orientiert ist (z.B. optisch entlang beider in der Ebene liegenden Achsen orientiert ist). Die biaxiale optische Orientierung beispielsweise kann symmetrisch sein (z.B. beide stark oder schwach. optisch orientiert) oder asymmetrisch (z.B. stark optisch orientiert in einer Richtung und schwach optisch orientiert in der anderen Richtung). Bei bestimmten Prozessen weist möglicherweise nur eines der Materialien eine optische Orientierung auf.

[0033] Das Ausmaß der durch einen bestimmten Ziehprozeß induzierten Molekülorientierung diktiert nicht notwendigerweise von sich aus die Molekülorientierung des resultierenden Films. Ein bestimmtes Ausmaß an Orientierung in einem ersten Ziehprozeß kann für ein Material zulässig sein, um weitere Molekülorientierung in einem zweiten Ziehprozeß zu kompensieren oder zu unterstützen. Beispielsweise kann ein erster Ziehprozeß für das erste Material stark optisch orientierend und für das zweite Material nichtoptisch orientierend sein. Ein zweiter Ziehprozeß kann verwendet werden, der für das erste Material schwach optisch orientierend ist und für das zweite Material stark optisch orientierend ist (z.B. resultierend aus der durch die Molekülorientierung des ersten Ziehprozesses induzierten Kernbildung des zweiten Materials). In diesem Fall ist die von dem ersten Ziehprozeß in dem ersten Material induzierte Orientierung größer als die durch den zweiten Ziehprozeß im ersten Material induzierte Orientierung. Bei diesem Beispiel weist das erste Material im resultierenden Film eine starke optische Orientierung in Richtung des ersten Ziehens auf, während das zweite Material eine starke optische Orientierung in Richtung des zweiten Ziehens aufweist.

[0034] Bei noch einem weiteren Beispiel können die viskoelastischen Eigenschaften der im optischen Film verwendeten individuellen Materialien durch mehrfache Ziehprozesse ausgenutzt werden, um einen Film herzustellen, bei dem eines der Komponentenmaterialien (symmetrisch oder asymmetrisch) optisch biaxial orientiert ist, während ein anderes Komponentenmaterial nur in einer Richtung (uniaxial) optisch orientiert worden ist. Ein derartiger optischer Film kann hergestellt werden, indem die Bedingungen eines ersten Ziehprozesses so gewählt werden, daß sie ein Material optisch orientieren und ein zweites Material nicht orientieren (oder nicht-optisch orientieren). Bedingungen für einen zweiten Ziehprozeß können so ausgewählt werden, daß sie beide Materialien optisch orientieren. Die Ergebnisse wäre ein Film, bei dem das erste Material nur in der zweiten Richtung optisch orientiert worden ist, während das zweite Material sowohl in der ersten als auch zweiten Richtung optisch orientiert worden ist. Verschiedene Vorteile von solchen Prozessen werden in den unten aufgeführten Ausführungsformen, Beispielen und Prozessen exemplifiziert.

[0035] Die Flexibilität und die Breite der verschiedenen möglichen Material- und Prozeßausführungsformen kann man anhand der Konstruktion von für diesen Zweck entwickelten Orientierungsdiagrammen verstehen.

Diese Diagramme können verwendet werden, um den Zustand der optischen Orientierung der verschiedenen Materialien nach einer gewünschten Anzahl von Prozessschritten darzustellen. Orientierungsdiagramme werden wie folgt konstruiert. Zunächst wird ein Satz von Achsen gezeichnet, der die in der Ebene liegenden Indizes der Materialien zeigt. Da Indizes immer positiv sind, wird für das Diagramm nur ein erster Quadrant benötigt. Die Indizes in der ersten in der Ebene liegenden Richtung (Ziehrichtung) können durch die y-Achse und die Indizes in der zweiten in der Ebene liegenden Richtung (Ziehrichtung) durch die x-Achse dargestellt werden. Eine diagonale 45°-Linie, die zwischen den beiden Achsen verläuft, stellt die möglichen in der Ebene liegenden isotropen Zustände dar. Bei einem typischen Prozeß können die im optischen Film verwendeten Materialien anfänglich isotrop sein und können durch Punkte auf dieser Linie dargestellt werden. Bei einigen Fällen beginnen die Materialien möglicherweise in einem Zustand der Orientierung. Bei vielen dieser Fälle kann eine vorausgegangener Prozessschritt, zum Beispiel ein Gießschritt, die Quelle dieser Orientierung sein (und die Diagrammkonstruktion kann bei diesem vorausgegangenen Schritt beginnen). Das Orientierungsdiagramm stellt Orientierungszustände der Materialien dar. [Fig. 2A](#) beispielsweise ist ein Orientierungsdiagramm, das den Fall von zwei anfänglich isotropen Polymeren mit isotropen Indizes von 1,625 und 1,643 bei 632,8 nm darstellt (z.B. die Polyester coPEN, die die Untereinheiten 70% PEN und 30% PET umfassen, und das Homopolymer PEN).

[0036] Die möglichen Prozessschritte beinhalten unter anderem das Ziehen des Films in einer Richtung, während die andere in der Ebene liegende Richtung im wesentlichen konstant gehalten wird (z.B. Ziehen in einem herkömmlichen Spannrahmen), Ziehen in einer Richtung, während die andere in der Ebene verlaufende Richtung abmessungsmäßig relaxieren kann (z.B. Ziehen in einem herkömmlichen Längenorientierer) oder gleichzeitiges Ziehen in beiden Richtungen entweder gleichmäßig oder ungleichmäßig (z.B. Ziehen in einem gleichzeitigen biaxialen Spannrahmen). Es können verschiedene Prozesspermutationen oder Kombinationen dieser Prozesse verwendet werden (z.B. LO/Spannrahmen, Spannrahmen/LO., biax. Spannrahmen/LO, Komprimierung, usw.).

[0037] Nach einer beliebigen Anzahl gegebener Schritte können sich die Materialien in einer Vielzahl von Orientierungszuständen befinden, einschließlich uniaxial orientiert in der ersten Ziehrichtung (u), uniaxial (quer) orientiert in der zweiten Ziehrichtung (t) oder biaxial orientiert in der Ebene (b) (in der Ebene, weil eine uniaxiale Komprimierung in der außerhalb der Ebene liegenden Dickerichtung eine Form von biaxialem Strecken in der Ebene darstellt). Andere Orientierungsprozesse sind möglich. Beispielsweise würde eine außerhalb der Ebene liegende uniaxiale Dehnung in der Ebene als eine biaxiale Komprimierung erscheinen, das heißt eine biaxiale Dehnung umgekehrt. Ein Material kann entweder positiv doppelbrechend (P) sein, so daß der Index dieses Materials in der Ziehrichtung zunimmt, oder negativ doppelbrechend (N), so daß der Index dieses Materials in der Ziehrichtung abnimmt. [Fig. 2B](#) veranschaulicht eine Vielzahl der verschiedenen Materialzustände, einschließlich ein uniaxial orientiertes, positiv doppelbrechendes Material **201** (uP), ein quer-uniaxial orientiertes positiv doppelbrechendes Material **203** (tP), ein biaxial orientiertes, positiv doppelbrechendes Material **205** (bP) und die negativ doppelbrechenden Analoga **202**, **204**, **206** (uN, tN bzw. bN). Die Richtung, in der sich die Brechungsindizes entsprechen, können mit getrennten Zahlen bezeichnet werden, die verschiedene Ziehachsen angeben. In [Fig. 2B](#) nehmen biaxiale Zustände die allgemeine Form von Erster- und Dritter-Quadrant-Figuren an, während uniaxiale Zustände (sowohl u als auch t) die Form von Zweite- und Vierte-Quadrant-Figuren aufweisen. Die Längen der Schenkel an einem Materialzustandsdiagramm stellen die Änderungen des Indexes vom äquivalenten isotropen Zustand dar, und die Scheitel der Figuren sind die von äquivalenten isotropen Zuständen. Als erste Annäherung ist der äquivalente isotrope Zustand der Indexzustand der anfänglichen isotropen Materialien. Ein Plus- oder Minus-Vorzeichen (+/-) kann am Scheitel verwendet werden, um die Vorzeichenänderung bei der Dicke oder dem z-Index von dem äquivalenten isotropen Zustand anzugeben. Es können auch dreidimensionale Orientierungsdiagramme verwendet werden, um den z-Index explizit zu zeigen, wie in [Fig. 2C](#). Schließlich kann beim Übergang zwischen einem uniaxialen und biaxialen Ziehen der zweite Schenkel auf den Scheitel reduziert werden, wodurch das Diagramm in der Prinzipziehrichtung auf einen einzigen Schenkel reduziert wird. Die Orientierungsdiagramme können dazu verwendet werden, optische Filme bildlich darzustellen, die sich aus verschiedenen Prozeßwahlen ergeben. Mit geeigneten Materialien kann eine beliebige Kombination von zwei Orientierungszuständen kombiniert werden, um ein Endprodukt zu erhalten. Unten sind verschiedene Beispiele aufgeführt, um Kombinationen verschiedener Orientierungszustände zu veranschaulichen. Die Erfindung sollte jedoch nicht als auf die bereitgestellten Beispiele beschränkt angesehen werden. Das Orientierungsdiagramm von [Fig. 2D](#) veranschaulicht den Fall eines uniaxialen Ziehens der Materialien mit den in [Fig. 2A](#) dargestellten isotropen Zuständen, was zu einem uP-uP-2-Orientierungsdiagramm mit Ziehbedingungen und -materialien führt, die so ausgewählt sind, daß man einen Polarisator erhält. [Fig. 2E](#) zeigt den Fall eines uniaxialen Ziehens eines positiv und negativ doppelbrechenden Materialpaars im Fall eines uniaxialen Ziehens, was zu einem uP-uN-2-Orientierungsdiagramm führt (z.B. PEN und syndiotaktisches Polystyrol). In diesen Fällen sind die Orientierungsdiagramme zuerst durch das Material mit dem

höchsten äquivalenten isotropen Zustand, zweitens durch das Material mit dem niedrigeren äquivalenten isotropen Zustand und schließlich durch die Richtungsentsprechung bezeichnet, hier die zweite oder nicht gezeichnete in der Ebene liegende Richtung. Zu anderen Entsprechungsbezeichnungen zählen „1“ für eine Abstimmung in der ersten gezeichneten, in der Ebene liegenden Richtung und eine „0“ für keine Abstimmung in einer in der Ebene liegenden Richtung. Eine zweite Abstimmungsbezeichnung von „+“, „-“ oder „0“ kann angehängt werden, um den Zustand (entsprechend oder Differenz) bei den außerhalb der Ebene liegenden ersten und zweiten Material-z-Indizes zu spezifizieren. In beiden dargestellten Fällen (in [Fig. 2D](#) und [Fig. 2E](#)) ist das Ergebnis ein Polarisator mit Durchlaßachse (Passierachse) entlang der x-Achse-Richtung und Reflexionsachse (Blockierachse) entlang der y-Achse.

[0038] Bei einem gegebenen Orientierungsdiagramm kann man den qualitativen Effekt eines Prozesses feststellen. Durch Ziehen eines positiv doppeltbrechenden Materials nimmt die positive Länge des Orientierungsdiagramms in der Ziehrichtung zu. Wenn während des Ziehens keine anderen materialorientierende Prozesse ablaufen (z.B. Kristallisation oder andere Phasenübergänge), dann wird durch ein uniaxiales Ziehen die positive Länge des Orientierungsdiagramms in der nicht-Ziehrichtung und der z-Richtung im allgemeinen aufrecht erhalten oder verringert. Da ein biaxiales Ziehen im allgemeinen beide in der Ebene liegende Richtungen vergrößert, verringert der z-Index sich im allgemeinen, solange der äquivalente isotrope Zustand konstant bleibt (z.B. keine Verdichtung aufgrund von Kristallisierung). Zu den entgegengesetzten Änderungen kommt es bei negativ doppeltbrechenden Materialien. Beispielsweise zeigt [Fig. 2F](#), wie ein positiv doppeltbrechendes Material mit einem isotropen Index **211** auf einen zweistufigen biaxialen Ziehprozeß reagieren kann. Das Material wird zuerst in der Richtung der y-Achse gezogen. Nach dem ersten Ziehen zeigt das Material einen uniaxialen Orientierungszustand mit in der Ebene liegenden Brechungsindizes **213** und **215**. Wenn das Material in der Richtung der x-Achse gezogen wird, nimmt der Brechungsindex entlang der ersten Achse ab **217**, und der Brechungsindex des Materials nimmt entlang der x-Achse **219** zu. Wenn ein derartiger Prozeß mit entsprechenden Ziehbedingungen verwendet wird, kann ein Material so gezogen werden, daß die Nettoänderung der Brechungsindizes entlang jeder der x- und y-Achse im wesentlichen gleich ist. In Abwesenheit von anderen orientierenden oder Verdichtungsprozessen würde der z-Index im allgemeinen während jedes Ziehprozesses weiter abnehmen.

[0039] Der Effekt eines Mehrfachziehprozesses auf mehrere Materialien wird unter Bezugnahme auf die [Fig. 2G-Fig. 2I](#) weiter veranschaulicht. [Fig. 2G](#) zeigt das Orientierungsdiagramm für zwei positiv doppeltbrechende Materialien nach einem ersten uniaxialen Ziehen. Das Ergebnis ist ein uP-uP-0-Diagramm, bei dem das erste Material stark orientiert und das zweite Material schwach orientiert ist. [Fig. 2H](#) zeigt den Fortschritt während eines Ziehens in der zweiten Richtung zu einem uP-tP-2-Orientierungszustandsdiagramm. Letzterer Fall kann das gewünschte Endprodukt sein (z.B. ein Polarisator mit seiner Durchlaßrichtung entlang der letzten Ziehrichtung). [Fig. 2I](#) schließlich zeigt den Fortschritt zu einem abschließenden bP-tP-2-Orientierungszustand. Wieder führt dies zu einem Polarisator mit seiner Durchlaßrichtung entlang der letzten Ziehrichtung (x-Achse). Das erste Material ist nun stark biaxial orientiert, während das zweite Material stark uniaxial orientiert ist.

[0040] Obwohl die Ziehprozesse die Orientierungsänderungen in den Materialien mit einer ersten Annäherung definieren, können auch sekundäre Prozesse wie etwa Verdichtung oder Phasenübergänge wie etwa Kristallisation die Orientierungseigenschaften beeinflussen. Im Fall einer extremen Materialwechselwirkung (z.B. Selbstanordnung oder Flüssigkristallübergänge) können diese Effekte dominierend sein. Bei typischen Fällen, beispielsweise einem gezogenen Polymer, bei dem sich die Hauptkette des Polymermoleküls im allgemeinen auf die Strömung ausrichtet, weisen Effekte wie etwa beanspruchungsinduzierte Kristallisation im allgemeinen nur einen sekundären Effekt auf die Art der Orientierung auf. Belastungsinduzierte und andere Kristallisation hat jedoch einen signifikanten Effekt auf die Stärke einer derartigen Orientierung (kann zum Beispiel ein schwach orientierendes Ziehen in ein stark orientiertes Ziehen verwandeln).

[0041] Im allgemeinen steigt durch eine Verdichtung, wie sie möglicherweise die Kristallisation begleitet, der mittlere oder äquivalente isotrope Brechungsindex für ein Material. Diese Effekte sind in der Regel klein, können aber die Art der Orientierungsänderungen bei der Verarbeitung überdecken. Beispielsweise kann ein uniaxial orientiertes Material wie etwa ein Polyester wärmegehärtet werden, um die Kristallinität zu erhöhen. Dies kann die in der Ebene liegenden Indizes mehr erhöhen, als es den z-Index reduziert. Im Vergleich zu dem amorphen isotropen Index scheinen die resultierenden Indizes möglicherweise eine Umwandlung in eine biaxiale Orientierung nahezulegen, wohingegen die wirkliche Änderung eine Verschiebung im äquivalenten isotropen Zustand des halbkristallinen Endmaterials ist. Dies ist in [Fig. 2J](#) als ein Gleiten des Materialwerts von einer ersten Position **221** die isotrope Linie nach oben zu einer zweiten Position **222** dargestellt. Der äquivalente, isotrope Index des Endmaterials kann auf eine Vielzahl von Wegen unter Verwendung der Endindizes geschätzt werden. Beispielsweise kann ein einfacher Mittelwert verwendet werden. Alternativ kann eine ani-

sotrope Version der Lorentz-Lorenz-(Clausius-Mossetti)-Gleichung verwendet werden, die isotrope lokale Felder voraussetzt und zu einer Beibehaltung der Polarisierbarkeit führt.

[0042] Kristallisation und andere Übergänge, die durch den Prozeß induziert werden, können ebenfalls zusätzliche orientierende Effekte liefern. Beispielsweise variiert der Brechungsindex der nichtgezogenen Richtung vieler Polyester einschließlich PEN und PET bei uniaxialen Ziehvorgängen, die bevorzugt, die in der Ebene liegende Richtungsabmessung gegenüber der Dickerichtung beibehalten, nicht monoton. Es erscheint so, daß es zu einer Ordnung der Kristalle kommen kann (möglicherweise aufgrund von geometrischen Überlegungen angesichts der Wachstumsraten der Kristalle und der Rotation der anisotropen Kristalle unter Strömung, was zu einer Planarisierung der aromatischen Ringe führt). Dies würde zu einer Zunahme des nicht gezogenen, in der Ebene liegenden Indexes auf Kosten des z-Indexes führen, wie zu beobachten ist. Somit kann man durch diesen Kristallordnungsprozeß ein niedriges Niveau an Querorientierung erhalten, das eine ungleiche biaxiale optische Orientierung während eines uniaxialen Ziehens erzeugt. Nachfolgende Prozeßschritte wie etwa Wärmehärtung, die das Kristallwachstum fördern, können aufgrund der existierenden Kristallordnung auch orientierende Prozesse sein.

[0043] [Fig. 1B](#) veranschaulicht einen mehrschichtigen optischen Film **111**. Der Film **111** in [Fig. 1B](#) enthält eine erste Schicht aus doppeltbrechendem Material **113**, die mit einer zweiten Schicht aus doppeltbrechendem Material **115** koextrudiert wurde. Wenngleich nur zwei Schichten in [Fig. 1B](#) dargestellt und hier allgemein beschrieben sind, läßt sich der Prozeß auf mehrschichtige optische Filme mit Hunderten oder Tausenden von Schichten anwenden, die aus einer beliebigen Anzahl verschiedener Materialien hergestellt sind. Eine allgemeine Erörterung von mehrschichtigen optischen Filmen erfolgt in den oben angeführten eigenen Patentanmeldungen US-A-5,882,774 (USSN 08/402,041), WO 99/36258 und US-A-6,157,490.

[0044] Die Materialien können so ausgewählt sein, daß sie viskoelastizitätseigenschaften derart aufweisen, daß das Ziehverhalten der beiden Materialien **113** und **115** im Film **111** zumindest teilweise entkoppelt wird. Durch Entkoppeln des Ziehverhaltens können Änderungen bei den Brechungsindizes der Materialien getrennt gesteuert werden, um verschiedene Kombinationen von Orientierungszuständen in den beiden verschiedenen Materialien zu erhalten. Bei einem derartigen Prozeß bilden zwei verschiedene Materialien benachbarte Schichten eines koextrudierten mehrschichtigen Films. Die Brechungsindizes der koextrudierten Schichten weisen in der Regel eine Anfangsisotropie auf (d.h., die Indizes sind entlang jeder Achse gleich), obwohl während des Gießprozesses absichtlich oder zufällig in dem extrudierten Film eine gewisse Orientierung eingeführt werden kann. Bei einem Ausführungsbeispiel kann der Film in einer ersten Richtung (z.B. in einer Richtung entlang der y-Achse) unter Bedingungen gezogen werden, die für eines der beiden Materialien optisch orientierend sind und für das andere nichtoptisch orientierend oder nicht orientierend sind. Auf diese Weise nimmt eines der Materialien eine Molekülorientierung in Richtung des ersten Ziehens (z.B. y-Achse) an, während das andere Material im wesentlichen isotrop bleibt. Dann kann ein zweiter Ziehprozeß in einer zweiten Richtung (z.B. entlang der x-Achse) unter Bedingungen ausgeführt werden, die so ausgewählt sind, daß sie für beide Materialien optisch orientierend sind. Bei diesem Beispiel weist ein Material eine wesentliche Molekülorientierung nur in der zweiten Ziehrichtung (z.B. der x-Achse) auf, während das andere Material eine wesentliche Molekülorientierung in beiden Richtungen (z.B. x- und y-Achse) aufweist.

[0045] Bei dem obigen Prozeß erhält man eine größere Flexibilität zum Steuern der Brechungsindizes der Materialien. Während das Material gezogen wird, kann auch der Brechungsindex der Materialien in der Richtung der z-Achse beeinflusst werden. Während ein polymeres Material in einer Richtung gezogen wird, kann die annähernde Inkompressibilität (Volumenerhaltung) des gezogenen Polymers bewirken, daß sich die Ausmaße des Materials in einer oder beiden der übrigen beiden orthogonalen Richtungen zusammenzieht. Wenn die Ziehbedingungen die Abmessungen in einer Richtung beschränken, tritt das dimensionsmäßige Zusammenziehen mehr in der dritten Richtung auf. Wenn beispielsweise der polymere Film beispielsweise unter Verwendung eines herkömmlichen Spannrahmens in der ersten Richtung gezogen wird, legt der Herstellungsprozeß die nicht gezogene, in der Ebene liegende Abmessung im wesentlichen fest. Dies zwingt, daß fast die ganze dimensionsmäßige Reduzierung in der Dickerichtung stattfindet, wodurch der Brechungsindex in der z-Achse geändert wird. Wenn der polymere Film beispielsweise unter Verwendung eines Längenorientierers (z.B. aus Walzen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit bestehend) in der ersten Richtung gezogen wird, kann der Herstellungsprozeß die nichtgezogene, in der Ebene liegende Abmessung im wesentlichen festlegen und ein Zusammenziehen oder ein Einkehlen dieser Richtung verursachen. Mit den obigen Prozessen kann auch der relative z-Achsen-Brechungsindex der Materialien abgestimmt werden. Die folgende Erörterung veranschaulicht die Vorteile, die man durch Abstimmen der z-Achse-Brechungsindizes erhält.

[0046] Ein Ansatz zum Ausbilden eines reflektierenden Polarisators verwendet ein erstes doppeltbrechendes

Material und ein zweites nicht-doppeltbrechendes Material mit einem isotropen Brechungsindex, der während des Ziehprozesses konstant bleibt. Das zweite Material ist so gewählt, daß es einen isotropen Brechungsindex aufweist, der dem nichtgezogenen, in der Ebene liegenden Brechungsindex des ersten Materials entspricht. Bei einem derartigen Prozeß kann eine Fehlabstimmung von Brechungsindizes der beiden Materialien entlang der z-Achse infolge einer Änderung des Brechungsindexes in der Dickerichtung des orientierenden Materials entstehen. Die Bedeutung der z-Achse in mehrschichtigen Filmen ist in US-A-5,882,774 (USSN 08/402,041) beschrieben.

[0047] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden Änderungen beim Brechungsindex in der Dickerichtung (z-Achse) bei der Auswahl von Materialien und Verarbeitungsbedingungen berücksichtigt. Indem verschiedene Eigenschaften der Materialien ausgenutzt werden, kann eine Fehlabstimmung bei den Brechungsindizes der beiden Materialien entlang der z-Achse wie gewünscht reduziert oder eliminiert werden. Zudem gestattet eine Entkopplung der Reaktion der beiden Materialien beim Ziehen des Films das Abstimmen der relativen z-Achse-Brechungsindizes sowie der in der Ebene liegenden Brechungsindizes auf geeignete Werte.

[0048] Zusätzlich zu verbesserten optischen Eigenschaften kann das Kombinieren von optisch orientierenden und nicht optisch orientierenden (oder nichtorientierenden) Ziehprozessen auch dazu verwendet werden, verbesserte mechanische Eigenschaften des gebildeten Films zu erhalten. Wenn mindestens ein Material eine biaxiale Molekülorientierung aufweist, erhält man im Vergleich zu einem Film, der nur in einer einzigen Richtung gezogen wird, einen verbesserten Widerstand gegenüber beginnendem Einreißen. Gemäß einer bestimmten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird somit mindestens ein biaxial orientiertes Material in einem optisch polarisierenden Film bereitgestellt, um die mechanischen Eigenschaften des Films zu verbessern. Zu den verbesserten mechanischen Eigenschaften zählen beispielsweise verbesserte Aufwickelfähigkeit und Konvertieren des Polarisatorfilms. Das Vorliegen von biaxial orientierten Materialien verbessert außerdem im allgemeinen die Zähigkeit des Films, einschließlich Widerstand gegenüber Rißeinleitung und -ausbreitung.

[0049] Die biaxiale Orientierung oder gekreuzte uniaxiale Orientierung von mindestens einigen der Materialien kann auch die Formbeständigkeit verbessern, einschließlich thermische und hygroskopische Ausdehnung sowie Schrumpfung. Die Formbeständigkeit ist oftmals bei Endgebrauchsanwendungen wichtig, zum Beispiel bei Flüssigkristalldisplays. Beschränkungen hinsichtlich der in der Ebene liegenden Ausdehnung beispielsweise können zu einer außerhalb der Ebene liegenden Verwerfung oder Knickung führen, wodurch die Nützlichkeit des Displays reduziert werden kann oder verloren gehen kann. Ein biaxial orientierter Polarisator gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung reduziert dieses Problem stark oder eliminiert es. Es sei auch angemerkt, daß die Richtungseigenschaften der verschiedenen mechanischen Eigenschaften variiert werden können. Beispielsweise kann die Richtung des größten Reißwiderstands oder der größten Wärmeausdehnung mit der letzten Ziehrichtung zusammenfallen oder senkrecht dazu sein. In einigen Fällen kann die Materialauswahl und die Verarbeitung so gewählt werden, daß diese Richtungen und Größen beispielsweise durch Steuern der Zusammensetzung und relativen Dicken von Überzugsschichten (und interne schützende Grenzschichten von mehrschichtigen Filmen.) sowie durch eine Steuerung der Orientierung der optischen Materialien zugeschnitten werden können.

[0050] Verbesserte mechanische Eigenschaften können einem optischen Film verliehen werden, indem nicht-optischen Materialien in dem Film (z.B. schützende Grenzschichten, Überzugsschichten, erleichternde Schichten und dergleichen) biaxiale Eigenschaften verliehen werden. Beispielsweise kann ein mehrschichtiger Aufbau hergestellt werden, bei dem die abwechselnden Schichten ein erstes doppeltbrechendes Material und ein zweites nicht-doppeltbrechendes isotropes Material enthalten. Der Film kann auch eine oder mehrere orientierbare schützende Grenz- oder Überzugsschichten enthalten. Ein derartiger Film kann bezüglich einer ersten Richtung unter Bedingungen verarbeitet werden, die keine optische Orientierung in dem ersten Material der optischen Schichten induzieren, das nicht-optische Material aber doch in der Richtung des ersten Ziehens orientieren. Der Film kann dann bezüglich einer zweiten Richtung unter Bedingungen verarbeitet werden, die das doppeltbrechende Material der optischen Schichten und das nicht-optische Material orientieren. Der resultierende Film weist benachbarte Schichten aus einem uniaxialen optisch orientierten doppeltbrechenden Material und einem isotropen Material auf, was den optischen Abschnitt des Films bildet, und mindestens eine biaxial orientierte nicht-optische Schicht (z.B. schützende Grenzschichten oder Überzugsschichten).

[0051] Nicht-optische Materialien, in denen eine biaxiale Orientierung induziert wird, können auch in optischen Mischfilmen verwendet werden. Beispielsweise können eine oder mehrere erleichternde Schichten (unten ausführlicher beschrieben) unter Verwendung eines biaxialen Ziehprozesses biaxial unter Ziehbedingungen orientiert werden, bei denen mindestens ein optisches Material der Mischung im wesentlichen uniaxial orientiert ist. Bei einem derartigen Aufbau kann ein fünfschichtiger Film hergestellt werden. Der Film kann die

Form ABABA aufweisen, wobei die Schichten A nicht-optische erleichternde Schichten und Schichten B optische Mischschichten sind. Bei einem derartigen Film kann jede erleichternde Schicht den gleichen oder einen anderen Aufbau aufweisen. Analog können die verschiedenen optischen Mischschichten den gleichen oder einen anderen Aufbau aufweisen. Ein derartiger Film kann unter Bedingungen verarbeitet werden, die eine oder mehrere der erleichternden Schichten biaxial orientieren, während sie mindestens ein Material in den Mischschichten uniaxial orientieren. Mit den verschiedenen Materialien und Schichten kann man verschiedene Kombinationen aus starker und schwacher biaxialer Orientierung und uniaxialer Orientierung erhalten.

[0052] Wie die obigen Beispiele veranschaulichen, können gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung optische Filme hergestellt werden, bei denen mindestens zwei verschiedene doppeltbrechende Materialien verwendet werden, von denen eines in einem nicht-optischen Abschnitt des Film integriert ist. Die beiden Materialien können in einem optischen Film koextrudiert werden, der danach verarbeitet wird, um eine gewünschte optische Leistung zu erzielen. Ein derartiger koextrudierter Film kann so verarbeitet werden, daß das doppeltbrechende Material in dem nicht-optischen Abschnitt des Films biaxial orientiert ist, während das doppeltbrechende Material im optischen Abschnitt des Films uniaxial orientiert ist. Bei derartigen Filmen kann man verbesserte mechanische Eigenschaften ohne erhebliche Auswirkung auf die optische Leistung des Films erhalten.

[0053] Das biaxiale Dehnen des Films gestattet auch eine größere Freiheit bei der Materialwahl. Bei einem herkömmlichen uniaxial gedehnten Polarisator wird ein Material so gewählt, daß es einen isotropen Brechungsindex aufweist, der der nicht gedehnten Richtung im anderen (belastungs-induzierten doppeltbrechenden) Material entspricht. Der Brechungsindex des gezogenen doppeltbrechenden Materials kann in bestimmten Fällen recht hoch sein, was die Anzahl der Materialien begrenzt, die zur Verwendung als das isotrope Material zur Verfügung stehen. Im Gegensatz dazu können, weil der Film biaxial gedehnt ist, zwei verschiedene belastungs-induzierte doppeltbrechende Materialien verwendet werden. Beispielsweise kann ein Film mit einem niedrigeren isotropen Brechungsindex verwendet werden, der beim Dehnen einen in der Ebene liegenden Brechungsindex aufweist, der dem nicht orientierten (nicht-optisch orientierten) in der Ebene liegenden Brechungsindex des anderen Materials entspricht. Mit anderen Worten können die in der Ebene liegenden Brechungsindizes eines Materials erhöht werden, so daß sie dem nicht orientierten, in der Ebene liegenden Brechungsindex des anderen Materials entsprechen (indem zum Beispiel gestattet wird, daß der Brechungsindex in der Dickerichtung des zweiten doppeltbrechenden in Folge des biaxialen Dehnprozesses abnimmt). Bei noch einer weiteren Ausführungsform kann ein zweites Material verwendet werden, das nach dem Ziehen in der Ebene liegende Brechungsindizes aufweist, die dem höchsten Index des anderen Materials entsprechen. Es versteht sich, daß die Brechungsindizes zwar in Verbindung mit positiv doppeltbrechenden Materialien in verschiedenen Beispielen beschrieben sind, sich die in der Patentschrift beschriebenen Konzepte auch auf negativ doppeltbrechende Materialien (oder Kombinationen aus positiv und negativ doppeltbrechenden Materialien) anwenden lassen.

[0054] Wie anhand der unten gelieferten spezifischen Beispiele hervorgeht, können die bestimmten Materialien, die in einem biaxial gezogenen Film verwendet werden, so gewählt werden, daß eine Wärmehärtung des Films gestattet ist. Durch die verbesserten mechanischen Eigenschaften der oben beschriebenen Filme sowie die Fähigkeit zur Wärmehärtung des Films eignen sich die Filme besonders gut für Nachverarbeitungsoperationen wie etwa Beschichtung und eine Vielzahl von Endverwendungsfunktionen. Die Wärmehärtung des Films kann auch die optische Leistung vieler derartiger Filme verbessern.

[0055] Das biaxiale Dehnen des Films gestattet nicht nur eine größere Freiheit bei der Materialwahl, sondern auch größere Flexibilität beim Steuern der Anordnung des Endprodukts. In dem typischen Fall eines einzigen Ziehschritts wird der Brechungsindex des zweiten, isotropen Materials auf den niedrigeren Index des ersten, doppeltbrechenden Materials abgestimmt. Im Fall eines ersten, positiv doppeltbrechenden Materials (d.h. eines Materials, dessen Index entlang der in der Ebene liegenden Dehnrichtung beim Dehnen zunimmt) führt die Abstimmung des niedrigeren, zweiten in der Ebene liegenden Indexes senkrecht zum Ziehen zu einem Polarisator mit einer Polarisationsachse mit größter Indexdifferenz und somit größter Reflexion (der Blockierungszustand) in der Richtung des einzigen Ziehens. Es ist möglich, einen einzigen Ziehschritt zu verwenden, um den Brechungsindex des zweiten isotropen Materials auf den höheren Index des ersten, doppeltbrechenden Materials abzustimmen. Dies kann beispielsweise mit einem Polyester wie etwa Polyethylenterephthalat als dem ersten, doppeltbrechenden Polymer und mit Polyvinyl-naphthalin oder Polyvinylcarbazol mit Indizes von etwa 1,68 bei 632,8 nm als das zweite isotrope Polymer erreicht werden. Bei einem derartigen Film kann ein Polarisator konstruiert werden, dessen Polarisationsachse mit einer größten Indexdifferenz und somit einer größten Reflexion (dem Blockierungszustand) in der Richtung senkrecht zum einzigen Ziehen verläuft. Wenn gleich ein einziger Ziehschritt gemäß dem obigen Aspekt der Erfindung verwendet werden kann, ist die Anzahl

der 'Materialien, die zur Herstellung eines derartigen Polarisators verwendet werden kann, begrenzt (z.B. wenige isotrope Materialien mit dem benötigten hohen Brechungsindex eignen sich für optische Filme).

[0056] Bei einem alternativen Fall mit einem einzigen Ziehen, wobei ein erstes, negative doppelbrechendes Material verwendet wird (z.B. ein Material, dessen Index entlang der in der Ebene liegenden Dehnrichtung abnimmt), kann die Abstimmung des nun höheren, zweiten in der Ebene liegenden Indexes senkrecht zum Ziehen mit einem isotropen Material unter dem Gesichtspunkt der Materialwahl erleichtert werden. Beispielsweise können syndiotaktisches Polystyrol und ein Copolyester, das Naphtalat-, Terephthalat- und Isophthalatuntereinheiten umfaßt, verwendet werden, um einen isotropen Index zwischen 1,57 und 1,64 bei 632,8 nm als das zweite isotrope Polymer zu erhalten. Dadurch entsteht ein Polarisator mit einer Durchlaßachse senkrecht zur Ziehrichtung. Um einen Polarisator mit einer Durchlaßachse entlang der Ziehrichtung herzustellen, müssen andere Polymere gewählt werden, so daß der niedrige Index des negativ doppelbrechenden gezogenen Polymers abgestimmt wird. Es könnte ein isotropes Polymer verwendet werden. Alternativ könnte durch Anpassen von Ziehrichtungsindizes (z.B. unter Verwendung von syndiotaktischem Polystyrol mit verschiedenen Polyacrylaten oder Polyolefinen) ein einen höheren isotropen Index aufweisendes, negativ doppelbrechendes Material mit einem einen niedrigeren isotropen Index aufweisenden, positiv doppelbrechenden Material verwendet werden. Diese Ansätze erfordern schließlich geeignet negativ doppelbrechende Materialien.

[0057] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung können Mehrfachziehprozesse verwendet werden, die die Verarbeitungsbedingungen steuern, um die Reflexions- und Durchlaßachse zu ändern. Gemäß einer Ausführungsform können die gleichen Materialien (z.B. Polyethylenaphtalat und Polyethylterephthalat) in verschiedenen biaxialen zweistufigen Ziehprozessen verwendet werden, um verschiedene mehrschichtige optische Filme zu bilden, einer mit seiner Reflexionsachse kollinear zum zweiten Ziehen und der andere mit seiner Reflexionsachse kollinear zum ersten Ziehen. Wie durch die unten aufgeführten Beispiele näher veranschaulicht wird, können beide in der Ebene liegenden Brechungsindizes eines biaxial orientierten zweiten Materials angehoben werden, so daß sie dem hohen in der Ebene liegenden Brechungsindex des uniaxial optisch orientierten Materials entsprechen, weil beide Materialien belastungs-induzierte doppelbrechende Materialien sein können. Durch diesen Ansatz erhält man größere Flexibilität bei der Materialwahl und eine größere Kontrolle über die Reflexions- und Durchlaßachse.

[0058] Durch die Steuerung der Reflexions- und Durchlaßachsenorientierungen eines optischen Polarisators erhält man eine Reihe von Vorteilen. Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, ist es oftmals wünschenswert, einen reflektierenden Polarisator **301** des hier beschriebenen Typs mit einem absorbierenden Polarisator **303** zu kombinieren. Durch eine derartige Kombination erhält man eine gute Polarisationsgesamteffizienz. Ein mit dem Kombinieren von reflektierenden Polarisatoren der vorliegenden Erfindung mit herkömmlichen absorbierenden Polarisatoren verbundener Vorteil liegt darin, daß absichtlich bewirkt werden kann, daß die Reflexionsachse des reflektierenden Polarisators bezüglich der Filmrollrichtung der Extinktionsachse des absorbierenden Polarisators entspricht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein reflektierender Polarisator mit einer Reflexionsachse **305** relativ zu der Filmaufwickelrichtung, die der eines typischen absorbierenden Polarisators entspricht, hergestellt werden. Die Abstimmung der jeweiligen Reflexions- und Extinktionsachse **305** bezüglich der Filmaufwickelrichtung (und jeweiliger Durchlaßachsen **306**) des reflektierenden Polarisators und des absorbierenden Polarisators erleichtert die Nachverarbeitung und die Laminierung. Die beiden Filme können beispielsweise unter Verwendung einer Rolle-zu-Rolle-Laminierung eines reflektierenden Polarisators mit einer entlang der Bahn (MD) anstelle einer quer zur Bahn (TD) verlaufenden Reflexionsachse auf einen typischen dichroitischen Polarisator mit einer in Längsrichtung der Bahn (MD) verlaufenden Extinktionsachse laminiert werden (was man z.B. durch einen typischen längenorientierten Polyvinylalkohol-(PVA)-Film erhalten würde, der mit Jod gefärbt ist und mit Borsäure fixiert ist, damit man einen dichroitischen Polarisator erhält).

[0059] Die Fähigkeit zur Steuerung der Durchlaß- und Reflexionsrichtung(Blockierungsrichtung) eines reflektierenden Polarisators gestattet auch eine gleichzeitige Orientierung des reflektierenden Polarisators und eines absorbierenden Polarisators. Bei einer Ausführungsform kann ein orientierbarer absorbierender Polarisator (z.B. unter Verwendung eines beschichtenden und absorbierenden PVA-Farbstoffs) zwischen dem ersten und zweiten Orientierungsprozeß auf den Film aufgetragen werden. Der absorbierende Polarisator wird durch den zweiten Orientierungsprozeß orientiert. Wenn ein derartiger Prozeß verwendet wird, kann die Blockierungsachse des absorbierenden Polarisators in bestimmten Fällen auf die Durchlaßachse des reflektierenden Polarisators ausgerichtet sein. Bei der vorliegenden Erfindung können durch Steuern der Reflexionsachse (Blockierungsachse) und Durchlaßachse der absorbierende Polarisator und der reflektierende Polarisator effektiv ausgerichtet werden.

[0060] Ein erster LO-Ziehprozeß kann beispielsweise verwendet werden, um den Film bezüglich einer ersten

Achse zu orientieren. Der Film kann dann mit einer entsprechenden Beschichtung beschichtet und dann in einem Spannrahmen orientiert werden. Die Orientierung in dem Spannrahmen dient dazu, sowohl den absorbierenden Polarisator als auch den reflektierenden Polarisator bezüglich der Achse des zweiten Ziehprozesses zu orientieren. Beschichtungsprozesse und Materialien, die sich besonders zum Einsatz in derartigen Prozessen eignen, sind in US-A-6,111,697 mit dem Titel „Optical Device with a Dichroic Polarizer and a Multilayer Optical Film“ und US-A-6,113,811 mit dem Titel „Dichroic Polarizing Film and Optical Polarizer Containing the Film“ beschrieben.

[0061] Bei noch einer weiteren Ausführungsform können eine oder mehrere Schichten des Films einen oder mehrere Farbstoffe, dichroitische Farbstoffe, Pigmente und andere derartige Additive enthalten, die bevorzugt eine Polarisierung von Licht absorbieren würden. Ein derartiger Film erreicht die kombinierte Leistung eines absorbierenden Polarisators und eines reflektierenden Polarisators. Bei einem mehrschichtigen Film kann das Additiv in einer getrennten Schicht gebildet werden oder kann in eines des ersten oder zweiten Materials in mindestens einigen der Schichten eingemischt werden. Wenn das Additiv in eine optische Schicht eingemischt wird, kann es in bestimmten Fällen wünschenswert sein, das Additiv in das Material einzumischen, das während eines der Ziehprozesse (z.B. dem ersten Ziehen) nicht optisch orientiert (nicht orientiert) wird.

[0062] Es kann außerdem wünschenswert sein, ein Additiv mit einem Mischfilm zu kombinieren. Ein Mischfilm kann mit einer getrennten Schicht kombiniert werden, in die ein absorbierendes Additiv integriert ist, um einen absorbierenden und reflektierenden polarisierenden Film zu erhalten. Das Additiv kann außerdem oder alternativ in eine der beiden Phasen des Mischfilms eingemischt werden. Beispielsweise kann ein Additiv in eine disperse Phase eines Mischfilms integriert werden. Der Mischfilm kann auch mit zwei oder mehr getrennten Schichten des Mischaufbaus konstruiert werden. Ein absorbierendes Additiv kann in eine Phase von mindestens einer der Schichten eingemischt werden, während mindestens eine weitere Schicht ohne das Additiv bleibt. Der Endfilm weist sowohl absorbierende als auch reflektierende polarisierende Eigenschaften auf.

[0063] Wie oben angemerkt, betrifft die vorliegende Erfindung optische Mischfilme. Bei einem typischen Mischfilm wird eine Mischung aus mindestens zwei verschiedenen Materialien verwendet. Eine Fehlabstimmung bei den Brechungsindizes der zwei oder mehr Materialien entlang einer bestimmten Achse kann dazu verwendet werden zu bewirken, daß einfallendes Licht, das entlang dieser Achse polarisiert ist, im wesentlichen gestreut wird, was zu einem signifikanten Ausmaß an Reflexion führt. Einfallendes Licht, das in der Richtung einer Achse polarisiert ist, in der die Brechungsindizes der zwei oder mehr Materialien sich entsprechen, wird mit einem viel kleineren Grad an Streuung durchgelassen. Durch Steuern der relativen Brechungsindizes der Materialien kann eine Vielfalt optischer Einrichtungen konstruiert werden, einschließlich reflektierende Polarisatoren, Spiegel und dergleichen. Mischfilme können eine Reihe verschiedener Formen annehmen. Die in der vorliegenden Erfindung verwendete Mischung wird aus einer dispersen Phase mit einer kontinuierlichen Phase gebildet. Spezifische Beispiele sind unten angegeben. Die allgemeine Bildung und die optischen Eigenschaften verschiedener Mischfilme werden in den eigenen Patentanmeldungen US-A-5,825,543 (USSN 08/610,092) mit dem Titel „Diffusely Reflecting Polarizing Element Including a First Birefringent Phase and a Second Phase“ und WO 97/32223 (USSN 08/801,329) mit dem Titel „Optical Film with Co-Continuous Phases“ eingehender erörtert.

[0064] [Fig. 4](#) veranschaulicht eine Ausführungsform der Erfindung, bei der zwei Materialien in einer Mischung ausgebildet werden. In [Fig. 4](#) wird ein optischer Film **401** aus einer kontinuierlichen Phase (Matrixphase) aus einem ersten Material **403** und einer dispersen (diskontinuierlichen) Phase aus einem zweiten Material **405** gebildet. Die optischen Eigenschaften des Films können dazu verwendet werden, einen polarisierenden Mischfilm zu bilden. Bei einem derartigen Film entsprechen die Brechungsindizes der Materialien mit kontinuierlicher und disperser Phase einander im wesentlichen entlang einer in der Ebene liegenden Achse und sind entlang der anderen in der Ebene liegenden Achse im wesentlichen nicht abgestimmt.

[0065] Es wird nun ein Prozeß zum Herstellen eines verbesserten optischen Films des in [Fig. 4](#) dargestellten Typs gemäß einer Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Allgemein sind eine oder beide der Materialien doppeltbrechend. Die Wahl der jeweiligen Materialien hängt von den gewünschten optischen Eigenschaften des optischen Films ab. Bei dem in [Fig. 4](#) dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein optischer Polarisator hergestellt. Für einen optischen Mischpolarisator ist es wünschenswert, die Brechungsindizes der Materialien in der Richtung von einer in der Ebene liegenden Achse des Films so gut wie möglich abzustimmen und dabei die größtmögliche Brechungsindexfehlabstimmung in Richtung der anderen in der Ebene liegenden Achse zu haben.

[0066] Damit man das gewünschte Ergebnis erhält, wird der Film in einer ersten Richtung unter Bedingungen

gezogen, die in mindestens einem der Materialien in der Ziehrichtung keine optische Orientierung induzieren. Das Material wird dann in einer zweiten Richtung unter Bedingungen gezogen, die in mindestens einem der Materialien eine optische Orientierung induzieren. Beispielsweise werden die nicht-optische Orientierung und die optische Orientierung im gleichen Material induziert (z.B. werden beide Orientierungen in der kontinuierlichen Phase induziert). Bei einem weiteren Beispiel wird die optische Orientierung des zweiten Ziehens zumindest in dem Material induziert, das von dem ersten Ziehen nicht beeinflusst ist (z.B. beeinflusst das erste Ziehen nicht die disperse Phase, während das zweite Ziehen der dispersen Phase eine Orientierung verleiht). Wie unten ausführlicher beschrieben, können mit einem derartigen Prozeß verbesserte mechanische Eigenschaften des optischen Films sowie verbesserte optische Eigenschaften erreicht werden.

[0067] Gemäß einer besonderen Ausführungsform wird der Film **401** zunächst in der Richtung einer in der Ebene liegenden Achse gezogen. Auf der Basis der oben beschriebenen viskoelastizitätseigenschaften der im Mischfilm **401** verwendeten Materialien können die Ziehbedingungen für das erste Ziehen so gewählt werden, daß das Ziehen das die disperse Phase bildende Material **405** nicht optisch orientiert (ist die im ersten Material durch das erste Ziehen induzierte Orientierung, wenn überhaupt, klein genug, daß es in dem ersten Material keine signifikante Doppelbrechung einführt). In bestimmten Fällen kann es beispielsweise wünschenswert sein, daß die durch das erste Ziehen im ersten Material induzierte Doppelbrechung weniger als etwa die Hälfte der im ersten Material durch das zweite Ziehen induzierten Doppelbrechung beträgt. Bei anderen Fällen kann es erforderlich oder wünschenswert sein, daß die Doppelbrechung im ersten Material kleiner ist als etwa ein Viertel der durch das zweite Ziehen induzierten Doppelbrechung. Bei bestimmten Anwendungen wird im ersten Material in der Richtung des ersten Ziehens im wesentlichen keine Doppelbrechung induziert (z.B. nicht-optisch orientiert oder nicht orientiert).

[0068] Die Ziehbedingungen des ersten Ziehens werden ebenfalls so gewählt, daß sie für das die kontinuierliche Phase bildende Material **403** nicht-optisch orientierend oder geringfügig optisch orientierend sind. Wie unten ausführlicher beschrieben, erhält man durch die induzierte Orientierung des eine kontinuierliche Phase bildenden Materials in der ersten Richtung in Verbindung mit einer durch ein zweites Ziehen orthogonal zum ersten Ziehen induzierten weiteren Molekülorientierung einen Film mit biaxialen Eigenschaften in dem eine kontinuierliche Phase bildenden Material **403**. Der biaxiale Charakter des Films **401** verbessert die mechanischen Eigenschaften des Films (z.B. erhöht den Widerstand gegenüber Rißeinleitung und Bruchbildung).

[0069] Es ist wünschenswert, daß die durch das erste Ziehen induzierte Molekülorientierung in dem eine kontinuierliche Phase bildenden Material **403** groß genug ist, daß man verbesserte mechanische Eigenschaften erhält, ohne daß die optische Gesamtleistung des Films bewirkt wird. Indem Materialien verwendet werden, die unterschiedliche viskoelastizitätseigenschaften aufweisen (z.B. längste mittlere Relaxationszeit), kann der erste Ziehschritt auf eine Weise durchgeführt werden, die die mechanischen Eigenschaften des Films verbessert (z.B. durch Herstellen eines biaxialen Reißwiderstands), ohne daß sich dies wesentlich auf die optische Leistung des Films auswirkt. Wenn beispielsweise das eine disperse Phase bildende Material doppelbrechend ist, kann das erste Ziehen dahingehend gesteuert werden, daß die mechanischen Eigenschaften des Films verbessert werden, indem das eine kontinuierliche Phase bildende Material geringfügig in der Richtung des ersten Ziehens orientiert wird, ohne daß in das eine disperse Phase bildende Material **405** in der Richtung des ersten Ziehens eine signifikante Doppelbrechung eingeführt wird. Zusätzlich zu verbesserten mechanischen Eigenschaften verbessert der Einsatz der oben beschriebenen Ziehbedingungen für das erste Ziehen auch die optischen Eigenschaften des Films. Bei einem Mischfilm wie etwa dem in [Fig. 4](#) dargestellten, weist das eine disperse Phase bildende Material **405** eine Gestalt auf (z.B. stabartige Strukturen **407**). Es versteht sich jedoch, daß sich eine Reihe verschiedener Strukturen für das eine disperse Phase bildende Material **405** eignet. Unabhängig von der Gestalt ist es allgemein wünschenswert, daß das eine disperse Phase bildende Material **405** in der Dickerichtung (z-Achse) relativ dünn ist. Die optische Leistung des Films verbessert sich innerhalb von Grenzen, wenn die Dicke des eine disperse Phase bildenden Materials **405** in der Dickerichtung reduziert wird. Wenn beispielsweise das erste Ziehen in der Längsrichtung der in [Fig. 4](#) dargestellten stabartigen Struktur **407** durchgeführt wird, wird die Dicke der stabartigen Strukturen **407** reduziert. Bewerkstelligt werden könnte dies durch Ziehen des Mischmaterials in der Maschinenrichtung unter Verwendung eines Längenorientierers (LO). Die Temperatur, das Ziehverhältnis und die Geschwindigkeit würden so ausgewählt werden, daß man in dem eine kontinuierliche Phase bildenden Material die gewünschte Molekülorientierung erhält, ohne daß die Moleküle in dem eine disperse Phase bildenden Material optisch orientiert werden. Jedoch wird die Gestalt des eine disperse Phase bildenden Materials verändert. Da die Ziehbedingungen derart sind, daß in das eine disperse Phase bildende Material keine substantielle Molekülorientierung eingeführt wird, erhält man die aus der reduzierten Dicke der dispersen Phase entlang der z-Achse resultierende verbesserte optische Gesamtleistung des Films gleichzeitig mit der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften des Films.

[0070] Während der erste Ziehprozeß in bestimmten Fällen für das eine kontinuierliche Phase bildende Material geringfügig optisch orientierend sein kann, kann die Verschlechterung bei der optischen Leistung des Films, die durch diese Orientierung eingeführt wird, durch die verbesserte optische Leistung, die man durch die Formung des eine disperse Phase aufweisenden Materials erhält, teilweise oder vollständig kompensiert werden.

[0071] Nach dem ersten Ziehen wird ein zweites Ziehen entlang der zweiten orthogonalen in der Ebene liegenden Achse vorgenommen. Die Ziehbedingungen für das zweite Ziehen werden so gewählt, daß eine optische Orientierung in der Richtung des zweiten Ziehens zumindest in dem eine kontinuierliche Phase bildenden Material **403** erzeugt wird. Bei bestimmten Fällen ist es außerdem wünschenswert, auch in dem eine disperse Phase bildenden Material **405** eine optische Orientierung zu induzieren (z.B. wenn entgegengesetzt doppeltbrechende Materialien verwendet werden). Wie oben angemerkt führt dieses zweite Ziehen in das eine kontinuierliche Phase bildende Material **403** biaxiale Eigenschaften ein. Die optische Orientierung des eine disperse Phase bildenden Materials **405** bewirkt, daß das eine disperse Phase bildende Material **405** entlang der Achse des zweiten Ziehens doppeltbrechend ist.

[0072] Möglicherweise ist die durch das erste Ziehen eingeführte Molekülorientierung des eine kontinuierliche Phase bildenden Materials **403** ausreichend klein, um dem eine kontinuierliche Phase bildenden Material in der ersten Richtung nur eine schwache Doppelbrechung zu verleihen, jedoch so groß, daß man die gewünschten mechanischen Eigenschaften erhält. Auch die zweiten Ziehbedingungen können so gewählt werden, daß in dem eine kontinuierliche Phase aufweisende Material **403** in Richtung des zweiten Ziehens eine signifikante Doppelbrechung eingeführt wird. Dieser Prozeß kann wie oben beschrieben dazu verwendet werden, einen optischen Polarisator mit verbesserten optischen und mechanischen Eigenschaften herzustellen.

[0073] Zusätzlich zu dem obigen Beispiel kann man eine Reihe weiterer vorteilhafter Effekte aus dem biaxialen Ziehen eines Mischfilms erhalten und gleichzeitig die optischen Effekte der beiden Materialien verbessern. Bei einer Ausführungsform kann man ein erstes positiv doppeltbrechendes Material als eine kontinuierliche Phase verwenden, dessen mittlere Relaxationszeit relativ zu der Zeit des ersten Ziehens klein ist, und ein zweites positiv doppeltbrechendes Material als die disperse Phase, dessen mittlere Relaxationszeit etwa gleich der Zeit des ersten Ziehens oder geringfügig länger ist. Wenn ein derartiger Film unter entsprechenden Ziehbedingungen in einer ersten Richtung gezogen wird, führt dies zu einer wesentlichen optischen Orientierung in der dispergierten Phase, aber aufgrund der Relaxation nur zu einer minimalen oder keiner Orientierung in der kontinuierlichen Phase. Der Film kann in der zweiten Richtung unter Bedingungen gezogen werden (z.B. kühlere Temperaturen), bei denen die mittlere Relaxationszeit für die disperse Phase wesentlich länger ist als die Zeit des zweiten Ziehens, um durch das Ziehen wegen der nun erhöhten Härte der dispergierten Phase relativ zu der kontinuierlichen Phase unbeeinflusst zu sein. Somit wird die Orientierung nur in der ersten Ziehrichtung in der dispersen Phase beibehalten. Die Bedingungen des zweiten Ziehprozesses können auch so gewählt werden, daß in der kontinuierlichen Phase eine Orientierung induziert wird, was zu einer Nettoorientierung der kontinuierlichen Phase in Richtung des zweiten Ziehens führt. Indem die Materialien und Prozeßbedingungen entsprechend den Brechungsindizes der dispersen und kontinuierlichen Phase in der Richtung des zweiten Ziehens gewählt werden, während in der Richtung des ersten Ziehens eine Fehlabstimmung erzeugt wird, kann man einen Polarisator mit einigen biaxialen Eigenschaften in der kontinuierlichen Phase erhalten. Ein derartiger Prozeß könnte auch für ein Paar negativ doppeltbrechender Materialien mit ausreichend verschiedenen viskoelastischen Eigenschaften wie oben beschrieben verwendet werden.

[0074] Bei einem weiteren Beispiel ähnlich dem obigen Beispiel kann ein zusätzlicher Prozeß dazu verwendet werden, die disperse Phase zu härten. Bei einer derartigen Ausführungsform wird die dispergierte Phase nach dem ersten Ziehen gehärtet (z.B. durch Temperatur, Strahlung usw.), um die orientierten Eigenschaften der dispersen Phase beizubehalten. Bei einer derartigen Ausführungsform können die Verarbeitungsbedingungen (z.B. Temperatur) des zweiten Ziehens nun freizügiger gewählt werden, um gewünschte Orientierung in der kontinuierlichen Phase zu induzieren, ohne die disperse Phase zu orientieren, da die disperse Phase nun gehärtet ist und ihre Orientierung im wesentlichen beibehält.

[0075] Bei noch einer weiteren Ausführungsform kann ein Film in der ersten Richtung unter Verarbeitungsbedingungen gezogen werden, bei denen die disperse Phase durch das Ziehen nicht beeinflusst wird, und behält deshalb die isotrope Orientierung bei. Die Orientierung kann in der kontinuierlichen Phase in der ersten Richtung induziert werden. Der Film kann unter Verarbeitungsbedingungen in einer zweiten Richtung gezogen werden, bei denen es in der dispersen Phase zu einer wesentlichen Orientierung kommt, bei denen aber in der kontinuierlichen Phase nur eine minimale Orientierung induziert wird. Auf diese Weise behält die kontinuierliche Phase ihre Primärorientierung in der Richtung des ersten Ziehens bei.

[0076] Bei noch einem weiteren Ausführungsbeispiel wird positiv doppelbrechendes Material für die kontinuierliche Phase (z.B. PEN, coPEN usw.) und negativ doppelbrechendes Material für die disperse Phase (z.B. syndiotaktisches Polystyrol (sPS)) verwendet. Der Film wird in einer ersten Richtung unter Prozeßbedingungen gezogen, bei denen es in der dispersen Phase zu wenig oder keiner Orientierung und in der kontinuierlichen Phase zu einer minimalen Orientierung kommt. Der Film wird dann unter Verarbeitungsbedingungen, bei denen die disperse Phase orientiert wird, in einer zweiten Richtung gezogen. Die Verarbeitungsbedingungen können auch so gewählt werden, daß eine Orientierung in der kontinuierlichen Phase induziert wird, was zu einer Nettoorientierung beider Phasen in der Richtung des zweiten Ziehens führt. Wegen der entgegengesetzten Vorzeichen der Doppelbrechung der beiden Materialien ist es möglich, daß der Brechungsindex der dispersen und der kontinuierlichen Phase in Richtung des ersten Ziehens sich entsprechen und sich in der Richtung des zweiten Ziehens nicht entsprechen. Auf diese Weise kann ein Mischpolarisator hergestellt werden, der einige biaxiale Eigenschaften (z.B. verbesserte physikalische Eigenschaften der kontinuierlichen Phase) und eine gute optische Leistung aufweist.

[0077] Bei verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung wird ein Ziehprozeß verwendet, bei dem der Film unter Bedingungen gezogen wird, die in mindestens einem der Materialien wenn überhaupt, dann keine wesentliche optische Orientierung induzieren. Die Erfindung ist nicht auf die bestimmten Ausführungsformen beschränkt. Es kann beispielsweise in bestimmten Fällen wünschenswert sein, daß mindestens ein bestimmtes Material in der Richtung mindestens eines Ziehens eine geringe oder keine optische Orientierung aufweist. Bei einer Ausführungsform kann durch das Ziehen in diesem Material anfänglich eine gewisse optische Orientierung induziert werden. In diesem Fall kann der nicht orientierende Ziehprozeß weiterhin einen anschließenden Erwärmungsschritt enthalten, der die optische Orientierung relaxiert. In diesem Fall müssen die beiden Materialien in dem Film Eigenschaften aufweisen (z.B. Glasübergangstemperaturen, Werte der Kristallinität usw.), die genügend ausreichend verschieden sind, daß die optische Orientierung durch Erwärmen des Films auf eine Temperatur selektiv relaxiert wird, die die gewünschte Molekülorientierung in dem anderen Material nicht signifikant beeinträchtigt. Die für den Erwärmungsschritt verwendete Temperatur sowie die in dem Film verwendeten Materialien werden unter Berücksichtigung der viskoelastischen Eigenschaften der Materialien und der Fähigkeit zum Entkoppeln der Materialreaktionen gewählt. Bei einer anderen Ausführungsform kann der nachfolgende Erwärmungsschritt die Kristallinität mindestens eines Materials ändern (z.B. eine Phase einer Mischung), um die Doppelbrechung dieses Materials zu erhöhen, was die optische Leistung weiter verbessert.

[0078] Es versteht sich, daß ein anschließender Erwärmungsschritt Teil eines nicht orientierenden (oder nicht-optisch orientierenden) Ziehprozesses für eines der Materialien sein kann. Auf diese Weise erzeugt der erste Ziehprozeß einen Film mit einem ersten Material ohne optische Orientierung entlang der Achse des ersten Ziehens. Der erste Ziehprozeß, einschließlich des anschließenden Erwärmungsschritts, kann auch ein optisch orientierender Ziehprozeß für das zweite Material sein (z.B. kann der Prozeß eine optische Orientierung im zweiten Material entlang der Achse des ersten Ziehens erzeugen). Bei einem zweiten Ziehprozeß wird der Film in einer zweiten Richtung gezogen. Der zweite Ziehprozeß kann eines oder beide der ersten und zweiten Materialien optisch orientieren. Auf diese Weise werden zwei verschiedene Ziehprozesse verwendet, von denen einer ein bestimmtes Material nicht orientieren kann und der andere das bestimmte Material optisch orientiert. Mit einem derartigen Prozeß kann ein Film mit gewünschten optischen und/oder mechanischen Eigenschaften erhalten werden.

[0079] Wie oben beschrieben ist bei einigen Ausführungsformen ein geringes Ausmaß an Molekülorientierung im ersten Material während des nicht-optisch orientierenden Ziehschritts erwünscht. Dieses kleine Ausmaß sollte die Brechungsindizes nicht nennenswert ändern, das heißt weniger als eine normierte Differenz von 0,04 und besonders bevorzugt unter 0,02. Bei bestimmten Ausführungsformen verbessert dieses kleine Ausmaß der Orientierung die Keimbildung von Kristallen, die die viskoelastische Reaktion des ersten Materials während des zweiten Ziehschritts ändern. Das Vorwärmen während des zweiten Schritts kann dann die Kristalle wachsen lassen und die Relaxation unterdrücken, was es ermöglicht, daß der zweite Ziehschritt, manchmal unter Bedingungen, die ohne , die anfängliche Molekülorientierung nicht-optisch orientieren würden, das erste Material optisch orientiert. Die Gleichförmigkeit einer derartigen keimbildenden Orientierung durch die Dicke des Films nach dem ersten Ziehschritt wirkt sich im allgemeinen auf die Gleichförmigkeit der Reaktion des ersten Materials beim zweiten Ziehen aus. Die Gleichförmigkeit kann durch das gleichförmige Erwärmen und Quenchen des Films oder durch Ausgleichen der viskoelastischen Reaktion durch den Film während des ersten Zieh-, Erwärmungs-, Dehn- und Quenchprozesses gesteuert werden.

[0080] Wenngleich für die in den obigen Beispielen beschriebenen verschiedenen Ziehprozesse eine Reihenfolge impliziert wird, wird die Reihenfolge dazu verwendet, eine Erläuterung der Prinzipien zu erleichtern, und

sie soll nicht einschränkend sein. Bei bestimmten Fällen kann die Reihenfolge der Prozesse verändert werden oder gleichzeitig durchgeführt werden, solange die anschließend durchgeführten Prozesse zuvor durchgeführte Prozesse nicht beeinträchtigen. Beispielsweise können die beiden Materialien gleichzeitig in beide Richtungen gezogen werden. Wieder unter Bezugnahme auf **Fig. 1** kann der optische Film **101** gleichzeitig in der Richtung beider in der Ebene liegenden Achsen gezogen werden. Der Film **101** kann wie bei verschiedenen der obigen Ausführungsformen ein mehrschichtiger Film, ein Mischfilm oder eine Kombination davon sein. Der Film enthält mindestens zwei Materialien mit verschiedenen viskoelastizitätseigenschaften. Wenn der Film gleichzeitig entlang beider in der Ebene liegenden Achsen gezogen wird, ist die Ziehtemperatur für die Materialien im Film gleich. Das Ziehverhältnis und die Ziehgeschwindigkeit können jedoch getrennt gesteuert werden. Beispielsweise kann der Film in der Richtung der x-Achse relativ schnell und in der Richtung der y-Achse relativ langsam gezogen werden.

[0081] Die Materialien, das Ziehverhältnis und die Ziehgeschwindigkeit des gleichzeitigen biaxialen Ziehens können auf geeignete Weise gewählt werden, so daß ein Ziehen entlang einer ersten Ziehachse (z.B. das schnelle Ziehen) eines oder beide Materialien entlang der ersten Ziehachse optisch orientiert, während das Ziehen in der anderen Richtung (z.B. das langsame Ziehen) nicht orientiert (oder eines der beiden Materialien entlang der zweiten Ziehachse nicht-optisch orientiert. Es versteht sich deshalb, daß die Reaktion der beiden Materialien auf das Ziehen in jeder Richtung unabhängig gesteuert werden kann. Mit einem derartigen Prozeß können die optischen Eigenschaften (z.B. Abstimmung der Brechungsindizes hinsichtlich der z-Achse von benachbarten Schichten in einem mehrschichtigen optischen Film) und/oder die mechanischen Eigenschaften (z.B. Beständigkeit gegenüber Reißen oder Faltenbildung, Steifheit oder Formbeständigkeit einschließlich unter anderem Verkrümmung, thermisches und hygroskopisches Ausdehnen und Schrumpfen) verbessert werden.

[0082] Zum Herstellen der optischen Filme gemäß der vorliegenden Erfindung können viele verschiedene Materialien verwendet werden. Die Materialien müssen sich im allgemeinen für die Verarbeitung zu der gewünschten Struktur eignen. Wenn beispielsweise ein mehrschichtiger Film hergestellt werden soll, müssen zwei oder mehr Materialien gewählt werden, die zu mehreren Schichten ausgebildet werden können. Wenn die mehrschichtige Struktur koextrudiert wird, dann müssen die ausgewählten Materialien koextrudierbar sein. Die Materialien sollten sich zu einer gut gegossenen Bahn formen lassen, die gezogen werden kann. Bei der Herstellung eines mehrschichtigen Films sollten auch die Haftung zwischen den Schichten und die Nachverarbeitbarkeit berücksichtigt werden. Das Material sollte außerdem vor den Ziehprozessen frei von jeglicher unerwünschter Orientierung sein. Alternativ kann während des Gießschritts eine absichtliche Orientierung als eine Prozeßhilfe für den ersten Ziehschritt induziert werden. Beispielsweise kann der Gießschritt als Teil des ersten Ziehschritts angesehen werden. Bei einem anderen Beispiel kann der Gießschritt ein Keimbildungsschritt für die Kristallisation sein, der die Relaxationseigenschaften des zweiten Materials für sich anschließende Ziehschritte ändert. Allgemeine Prozeßbedingungen für das Gießen mehrschichtiger Bahnen sind in WO 99/36248 mit dem Titel „Process for Making Polymeric Multilayer Optical Films“ beschrieben.

[0083] Die in dem optischen Film verwendeten Materialien müssen außerdem die gewünschten optischen Eigenschaften (z.B. Doppelbrechung) und ausreichend unterschiedliche viskoelastische Eigenschaften aufweisen, um die ordnungsgemäße Auswahl der Verarbeitungsbedingungen für das gewünschte Ergebnis zu gestatten. Bei der Auswahl von Materialien können die Glasübergangstemperaturen, das Kristallisations- und Vernetzungsverhalten, die mittleren Molmassen und -verteilungen, die chemischen Zusammensetzungen und Strukturen und andere optische Eigenschaften (z.B. Brechungsindizes, Dispersion usw.) berücksichtigt werden.

[0084] Zusätzlich zu den hier dargelegten besonderen Beispielen zählen zu geeigneten Materialien für mehrschichtige Filme der vorliegenden Erfindung beispielsweise die Materialien, die in der oben angeführten, gleichzeitig eingereichten Patentanmeldung WO 99/36248 aufgeführt sind. Zu zusätzlichen geeigneten Materialien für polymere Mischfilme zählen beispielsweise die Materialien, die in US-A-5,825,543 (USSN 08/610,092) und der gleichzeitig eingereichten Anmeldung WO 99/36262 mit dem Titel „Modified Copolyesters and Improved Multilayer Reflective Films“ beschrieben sind.

[0085] Einige Ausführungsformen und bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den folgenden Punkten zusammengefaßt:

1. Polarisierender Film mit einem dreischichtigen Aufbau, im wesentlichen bestehend aus:
 - einer ersten Schicht, die eine erste Hauptoberfläche des Films definiert;
 - einer zweiten Schicht, die eine zweite Hauptoberfläche des Films definiert; und
 - einer dritten Schicht, die zwischen der ersten und der zweiten Schicht angeordnet ist;

- wobei die erste Schicht ein eine kontinuierliche Phase bildendes erstes Material und ein eine disperse Phase bildendes erstes Material umfaßt,
- wobei die zweite Schicht ein eine kontinuierliche Phase bildendes zweites Material und ein eine disperse Phase bildendes zweites Material umfaßt,
- und wobei die eine disperse Phase bildenden ersten und zweiten Materialien in der Lage sind, eine belastungs-induzierte Doppelbrechung zu erfahren.
2. Polarisator nach Punkt 1, wobei die eine kontinuierliche Phase bildenden ersten und zweiten Materialien thermoplastische Polymere umfassen.
 3. Polarisator nach Punkt 1, wobei die eine kontinuierliche Phase bildende ersten und zweiten Materialien das gleiche thermoplastische Polymer umfassen.
 4. Polarisator nach Punkt 1, wobei das eine kontinuierliche Phase bildende erste Material und das eine disperse Phase bildende Material verschiedene polymere Materialien umfassen und wobei das eine kontinuierliche Phase bildende zweite Material und das eine disperse Phase bildende zweite Material verschiedene polymere Materialien umfassen.
 5. Polarisator nach Punkt 1, wobei das eine disperse Phase bildende erste Material im wesentlichen zufällig überall in dem eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Material verteilt ist.
 6. Polarisator nach Punkt 1, wobei die dritte Schicht einen Polyester umfaßt.
 7. Polarisator nach Punkt 6, wobei das Polyester ein Terephthalsäurepolyester ist.
 8. Polarisator nach Punkt 6, wobei das Polyester ein Copolymer auf der Basis von Dimethylterephthalat, Dimethylisophthalat und Ethylenglykol ist.
 9. Polarisator nach Punkt 6, wobei das Polyester ein Naphthalindicarbonsäurepolyester ist.
 10. Polarisator nach Punkt 6, wobei das Polyester Polyethylenaphthalat ist.
 11. Polarisator nach Punkt 1, wobei das eine kontinuierliche Phase bildende erste Material ein Polyester umfaßt.
 12. Polarisator nach Punkt 11, wobei das Polyester ein Naphthalindicarbonsäurepolyester ist.
 13. Polarisator nach Punkt 11, wobei das Polyester ein Copolymer auf der Basis von Ethylenglykol, ein erstes Monomer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Naphthalindicarbonsäure und ihren Alkylestern und ein zweites Monomer ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Terephthalsäure und ihren Alkylestern ist.
 14. Polarisator nach Punkt 1, wobei die dritte Schicht ein Elastomer umfaßt.
 15. Polarisator nach Punkt 1, wobei die Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials für Licht, das entlang einer ersten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, im wesentlichen abgestimmt sind und für Licht, das entlang einer zweiten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, im wesentlichen nicht abgestimmt sind.
 16. Polarisator nach Punkt 15, wobei die Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden zweiten Materials und des eine disperse Phase bildenden zweiten Materials für sichtbares Licht, das entlang einer dritten, in einer Ebene liegenden Achse sichtbar ist, im wesentlichen abgestimmt sind und für sichtbares Licht, das entlang einer vierten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, im wesentlichen nicht abgestimmt sind.
 17. Polarisator nach Punkt 16, wobei die erste und dritte Achse parallel sind und wobei die zweite und vierte Achse parallel sind.
 18. Polarisator nach Punkt 15, wobei der Absolutwert der Differenz zwischen den Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials für sichtbares Licht, das entlang einer zweiten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, k ist, wobei der absolute Wert des Durchschnitts der Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials für sichtbares Licht, das entlang einer zweiten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, n ist, und wobei k/n größer als etwa 0,06 ist.
 19. Polarisator nach Punkt 18, wobei der Absolutwert der Differenz zwischen den Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials für sichtbares Licht, das entlang einer ersten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, h ist, wobei der absolute Wert des Durchschnitts der Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials für sichtbares Licht, das entlang einer ersten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, m ist, und wobei h/m kleiner als etwa 0,03 ist.
 20. Polarisator nach Punkt 1, wobei der Polarisator biaxial orientiert ist.
 21. Polarisator nach Punkt 20, wobei das Ziehverhältnis des Polarisators mindestens etwa 4 in einer ersten Richtung und mindestens etwa 1,2 in einer zweiten Richtung orthogonal zu der ersten Richtung beträgt.
 22. Polarisator nach Punkt 21, wobei das Ziehverhältnis des Polarisators mindestens etwa 1,5 in der zweiten Richtung beträgt.
 23. Polarisator nach Punkt 21, wobei das Ziehverhältnis des Polarisators mindestens etwa 1,75 in der zweiten Richtung beträgt.

24. Polarisator nach Punkt 21, wobei das Ziehverhältnis des Polarisators mindestens etwa 5 in einer ersten Richtung beträgt.
25. Polarisator nach Punkt 1, wobei der Polarisator mindestens etwa 80% von sichtbarem Licht, das entlang einer ersten Achse polarisiert ist, durchläßt und weniger als etwa 25% von sichtbarem Licht, das entlang einer zweiten Achse polarisiert ist, durchläßt.
26. Polarisator nach Punkt 25, wobei der Polarisator weniger als etwa 15% von sichtbarem Licht, das entlang der zweiten Achse polarisiert ist, durchläßt.
27. Polarisator nach Punkt 25, wobei der Polarisator mindestens etwa 85% von sichtbarem Licht, das entlang einer ersten Achse polarisiert ist, durchläßt.
28. Polarisator nach Punkt 1, wobei die mittlere kleinste Abmessung der Teilchen des eine disperse Phase bildenden ersten Materials kleiner als etwa 1,4 Mikrometer (μm) ist.
29. Polarisator nach Punkt 1, wobei die mittlere kleinste Abmessung der Teilchen des eine disperse Phase bildenden ersten Materials kleiner als etwa 0,9 Mikrometer (μm) ist.

[0086] Die folgenden Beispiele enthalten beispielhafte Materialien und Verarbeitungsbedingungen gemäß verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung. Die Beispiele sollen die Erfindung nicht einschränken, sondern sind vielmehr angegeben, um ein Verständnis der Erfindung zu erleichtern sowie Beispiele für Materialien zu liefern, die sich zur Verwendung gemäß den verschiedenen oben beschriebenen Ausführungsformen besonders eignen. (Beispiele 1-4 liegen nicht innerhalb der vorliegenden Ansprüche).

BEISPIEL 1

[0087] Beispiel 1 ist ein mehrschichtiger optischer Film, der aus abwechselnden Schichten aus Polyethylenaphthalin (PEN) mit einer Eigenviskosität (IV) von 0,48 und Polyethylenterephthalat (PET) mit einer IV von 0,6 (IVs gemessen in einem Lösungsmittel aus beispielsweise 60% Phenol und 40% ortho-Dichlorolbenzol) bei 30°C aufgebaut ist. Typische Brechungsindizes von PEN nach einem uniaxialen Ziehen (unter Verwendung eines Spannrahmen- oder ähnlichen Prozesses) liegen bei 1,85, 1,64 und 1,49 bei 632,8 nm entlang von Achsen der gezogenen, nicht gezogenen beziehungsweise Dickerichtung. Für den biaxial gezogenen wärmegehärteten Zustand liegen die Brechungsindizes von PET bei 1,65, 1,65 und 1,49 bei 632,8 nm in der ersten Ziehrichtung, der zweiten Ziehrichtung beziehungsweise der Dickerichtung. Somit sind diese Materialien besonders gut für die Erfindung geeignet, da abwechselnde Schichten aus diesen beiden Materialien einen abgestimmten z-Index und einen fast abgestimmten Index in der ersten Ziehrichtung aufweisen sollten. PEN und PET weisen außerdem eine gute Haftung zwischen den Schichten bei einem gezogenen mehrschichtigen Aufbau auf. Dieses Beispiel veranschaulicht außerdem den Orientierungszustand eines uP-bP-1-Polarisators, bei dem der Durchlaßzustand (Passierzustand) mit der Richtung des ersten Ziehens zusammentrifft.

[0088] Es wird nun ein Prozeß zum Herstellen eines mehrschichtigen polarisierenden PEN:PET-Films beschrieben. Eine mehrschichtige Bahn aus PEN- und PET-Schichten kann bei einer entsprechenden Temperatur koextrudiert und auf eine Kühlwalze druckgegossen werden, um Paare abwechselnder PEN- und PET-Schichten zu bilden. Die Dicken und Anzahl der Schichten hängt von den gewünschten optischen Eigenschaften des resultierenden optischen Films ab. Beispielsweise können Hunderte von Schichten gegossen und in der Dicke abgestuft werden, um das gewünschte Wellenlängenspektrum abzudecken. Der allgemeine Prozeß und die Überlegungen zum Koextrudieren der mehrschichtigen Konstruktion sind in US-A-5,882,774 (USSN 08/402,041) und WO 99/36248 beschrieben.

[0089] Damit man Strömungsstabilität erhält, kann zwischen dem mehrschichtigen optischen Stapel und den Wandoberflächen der Düse eine schützende Überzugsschicht aus PEN verwendet werden. PEN-Überzugsschichten werden auch dazu verwendet, ein Aufbrechen von vorkristallisierten PET-Schichten zu verhindern. In bestimmten Fällen kann der Stapel geteilt und in einem Vervielfacher gestapelt werden, um die Anzahl der Schichten zu verdoppeln. Eine schützende Grenzschicht aus PEN kann zwischen dem mehrschichtigen optischen Stapel und der Vervielfacherwandoberfläche vorgesehen werden. Eine auf diese Weise gegossene Bahn umfaßt eine zentrale dicke Schicht aus PEN, zwei äußere Überzugsschichten aus PEN und zwei mehrschichtige optische Stapel aus PEN:PET zwischen den Überzügen und der schützenden Grenzschicht.

[0090] Eine Bahn aus PEN und PET wurde wie oben beschrieben mit zwei Vervielfachungsschritten gegossen, um einen Film mit etwa 800 Schichten in vier mehrschichtigen optischen Stapeln zu bilden, die durch Schutzschichten getrennt sind. In dem Fall Bahn wurde eine geringfügige Strömungsinstabilität festgestellt. Vor dem ersten Ziehen wurde die Bahn zum Kristallisieren des PET vor dem Ziehen erwärmt. Die gegossene Bahn wurde 50 Sekunden lang auf 145°C erwärmt und auf Raumtemperatur gequenchet. Die Bahn wurde dann 60 Sekunden lang auf 100°C, 10 Sekunden lang auf 120°C, 20 Sekunden lang auf 140°C und 20 Sekunden

lang auf 150°C erwärmt. Die Bahn wurde dann für mindestens 20 weitere Sekunden (bei einer Nennbelastungsrate von 15% pro Sekunde) bei 150°C 4×1 gezogen und auf Raumtemperatur gequenchet. Unter diesen Bedingungen erfuhren die PEN-Schichten keine signifikante Molekülorientierung, während die kristallisierten PET-Schichten in der Richtung des ersten Ziehens orientiert wurden. Nach dem ersten Ziehen betrugen die Brechungsindizes der PEN-Überzugsschichten, die direkt gemessen werden konnten, 1,643, 1,641 und 1,639 bei Licht von 632,8 nm in der ersten Ziehrichtung, der zweiten Ziehrichtung beziehungsweise der Dickerichtung.

[0091] Der Film wurde als nächstes 60 Sekunden lang auf 100°C und 40 Sekunden lang auf 120°C erwärmt und dann 40 Sekunden lang bei 120°C in der zweiten Richtung 1×4 gezogen (d.h. zu einem Gesamtendziehverhältnis von 4×4). Während des zweiten Ziehens wurden beide Materialien im wesentlichen in der Richtung des zweiten Ziehens orientiert. Die Brechungsindizes der PEN-Überzugsschichten wurden dann als 1,616, 1,828 und 1,532 bei Licht von 632,8 nm in der ersten Ziehrichtung, der zweiten Ziehrichtung beziehungsweise der Dickerichtung gemessen. Die PET-Brechungsindizes in der Dickerichtung betrugen nach Schätzung 1,49.

[0092] Die Brechungsindizes der einzelnen optischen Stapelschichten des mehrschichtigen Films können nicht direkt gemessen werden. Die Indizes des optischen Stapels können jedoch gemessen werden. Sie sind ein gewichteter Mittelwert der Indizes der einzelnen Schichten. Wenn Interdiffusionseffekte klein sind, dann können, die Indizes der einzelnen Schichten geschätzt werden. In diesem Fall wird erwartet, daß die Indizes der dickeren Überzugs- und internen schützenden Grenzschichten (PBLs) gleich den Indizes der optischen Schicht für das gleiche Material sind. Bei gegebenen Indizes für ein optisches Material aus diesen und die Stapelindizes bei Messung durch zerstörendes Ablösen der äußeren dicken Schichten kann der andere Index geschätzt werden, indem ein linearer Mittelwert angenommen wird. Auch die Beziehung der verschiedenen Schichten kann durch Untersuchen der optischen Eigenschaften des optischen Films geschätzt werden. Beispielsweise liefert die Übertragung in der Blockierungsrichtung und der Durchlaßrichtung eine Angabe der relativen Brechungsindizes in der Ebene. Einfärbung und Leistung bei schrägen Indizes liefern eine Angabe über die relative Größe der Brechungsindizes in der Dickerichtung. Kollimierte Übertragungsintensitäten des oben beschriebenen Films wurden mit einem Spektrophotometer Lambda 19 von Perkin-Elmer (Norwalk, CT, USA) gemessen, das mit einem polarisierenden Glan-Thompson-Prisma an der Quelle und einer integrierenden Kugel am Detektor ausgestattet war. [Fig. 5A](#) zeigt den Prozentsatz der Übertragung als Funktion der Wellenlänge des auf einen derartigen Film auftreffenden Lichts in der Reflexionsrichtung (Blockierungsrichtung) und Übertragungsrichtung (Durchlaßrichtung) durch die Linien **501** beziehungsweise **503**. [Fig. 5A](#) zeigt auch die Übertragung von Licht bei 60° Schräge durch Linie **505**. Weil die Schrägemessung erwünscht war, wurde die Probe auf einen rotierenden Tisch montiert, der 5 cm von der 2 cm-Kreisblende zu der integrierenden Kugel gesetzt war. Allgemein wurde die kollimierte Intensität in der Polarisatorreflexionsrichtung im sichtbaren Spektrum mit etwa 32,1% gemessen. Die Gesamtintensität in der Übertragungsrichtung wurde mit etwa 78,2 gemessen. Die Reflexionsrichtung fiel mit der zweiten Ziehrichtung zusammen. Die Übertragungsrichtung verlief senkrecht dazu, wobei sie mit der ersten Ziehrichtung zusammenfiel. Nach dem Messen der Übertragung des Durchlaßzustands wurde die mittlere Übertragungsintensität bei 60 Grad (Drehung um 60 Grad weg vom Durchlaßzustand um die Blockierachse, um die p-Polarisation abzutasten) als etwa 72,9% gemessen. Ein Maß der schrägen Farbabweichung kann aus dem bereitgestellten Spektrum über das interessierende sichtbare Spektralband, zum Beispiel 420 nm bis 720 nm, als die mittlere quadratische Abweichung von der mittleren Übertragung bei dem gedrehten Winkel berechnet werden. Es stellte sich heraus, daß diese „schräge Farbe“ 4,64 betrug. Analog stellte sich heraus, daß die Farbe im rechten Winkel 1,37% betrug.

[0093] Der Charakter eines auf die oben beschriebene Weise ausgebildeten Films gestattet, daß der Film nach dem Ziehen wärmegehärtet wird. Der oben beschriebene gezogene Film wurde anschließend 85 Sekunden lang bei 175°C unter Spannung wärmegehärtet. Die Indizes der PEN-Überzugsschichten wurden dann als 1,643, 1,837 und 1,500 bei Licht von 632,8 nm in der ersten Ziehrichtung, der zweiten Ziehrichtung beziehungsweise der Dickerichtung gemessen. [Fig. 5B](#) zeigt eine graphische Darstellung der Übertragung als Funktion der Wellenlänge für den wärmegehärteten Film für die Reflexion **507**, die Übertragung **509** und mit 60° schräg einfallendem Licht **511**. Die Gesamtreflexionspolarisationsübertragung wurde auf 19,6% reduziert. Die mittleren Übertragungen bei rechtem Winkel und 60° betrugen 83,3% und 86,3%. Die senkrechten und nicht-senkrechten Farben, wieder definiert als die mittlere quadratische Abweichung von der mittleren Übertragung für transmissionspolarisiertes Licht integriert über das interessierende Spektralband, wurden wieder als 1,31% beziehungsweise 1,25 gemessen.

[0094] Das Kurvenbild in [Fig. 5C](#) vergleicht die Übertragungs-, Reflexions- (als Übertragungsintensitäten für im Reflexionszustand polarisiertes Licht dargestellt) und nicht-senkrechten Eigenschaften des obigen Films vor 531 und nach 533 dem Wärmehärten für Licht im Bereich zwischen 420 – 720 nm. Wegen einer kleinen

Differenz bei der Dicke zwischen den physischen Proben, deren Spektren in den [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B](#) dargestellt sind, erhält man einen direkten Vergleich am besten durch Vergleichen von Daten über das gleiche Spektralband relativ zum Dickenverteilungsprofil des mehrschichtigen Stapels. Der verwendete Referenzpunkt ist das Übertragungsminimum von [Fig. 5B](#), das bei 4,11 bei 700 nm gefunden wurde. Das äquivalente Minimum in [Fig. 5A](#) ist bei 8,84 bei 762 nm. Somit werden die Daten in [Fig. 5C](#) für den Zustand von dem Wärmehärten aus dem Band 482 nm bis 782 nm in [Fig. 5A](#) abgeleitet. Wie sich aus [Fig. 5C](#) ergibt, verbesserte das Wärmehärten die Leistung des Films in jedem Fall. Außerdem weist der wärmegehärtete Film nicht-senkrechte Übertragungen (für im Übertragungszustand polarisiertes Licht) auf, die die Übertragungen beim rechten Winkel übersteigen. Vor der Wärmehärtung betragen die PEN- und PET-z-Achse-Indizes nach Schätzung 1,532 beziehungsweise 1,49 bei 632,8 nm für eine Probe, die ähnlich der obigen verarbeitet wurde. Nach der Wärmehärtung werden die Werte für PEN und PET als 1,50 und 1,49 geschätzt. Somit reduziert die Wärmehärtung die z-Index-Differenz erheblich. Die Übertragung von im Übertragungszustand polarisiertem Licht wird ebenfalls durch eine bessere Indexabstimmung in der Ebene nach der Wärmehärtung stark verbessert.

[0095] Wie oben veranschaulicht, kann ein PEN:PET-Mehrfachschichten umfassender Polarisatorfilm hergestellt werden, der die Brechungsindizes in der Dickerichtung etwa anpaßt, was zu Filmen mit wenig Farbe mit einer geringen Winkelabhängigkeit von der Restfarbe führt. Außerdem wies der Film eine verbesserte mechanische Stabilität auf, einschließlich einer verbesserten Beständigkeit gegenüber Rißeinleitung, im Vergleich zu uniaxial gezogenen Filmen aus ähnlichem Material.

[0096] Die zum Ausbilden eines optischen Films verwendeten Prozeßparameter können variiert werden, damit man verschiedene erwünschte Eigenschaften erhält. Beispielsweise erhöhen im allgemeinen PET-Materialien mit einer höheren IV (z.B. etwa 0,7 – 0,9) die Viskosität und verbessern die Viskositätsabstimmung während der Koextrusion. Dies würde dazu dienen, Mehrschichten-Strömungsdefekte zu reduzieren. Die restliche Streuung im Film wird reduziert durch Einsatz von höheren Ziehendverhältnissen oder durch den Einsatz von kürzeren/kälteren Vorkristallisierungsbedingungen. Die restliche Streuung kann auch durch Reduzieren der Anfangskristallgröße reduziert werden. Dem PET können beispielsweise Keimbildungsmittel zugesetzt werden, um die Rate der Ruhekristallisation zu erhöhen, damit die Kristallgröße gesteuert und die Verweilzeit reduziert wird. Es könnten auch Copolymere verwendet werden. Das Ausmaß der Abweichung von dem Homopolymer kann die Kristallinität reduzieren, kann aber auch die Rate der Kristallisation senken, was im allgemeinen die Verarbeitungszeit und -temperatur für die Vorkristallisation erhöht. Die endgültige Kristallinität von PET kann durch die Substitution von Diethylenglykol (DEG) für einen Teil des Ethylenglykols reduziert werden. Dies würde im allgemeinen die Extinktion verbessern und ein erhöhtes Ziehverhältnis in der ersten Richtung gestatten.

[0097] Bei dem oben bereitgestellten besonderen Verarbeitungsbeispiel wird das PEN mit 0,48 IV bei 150°C mit 15% pro Sekunde langsam gezogen. Bei der Herstellung eines derartigen Films kann es wünschenswert sein, einen in einer herkömmlichen Filmverarbeitungsstraße für das erste Ziehen vorgesehenen Längenorientierer (LO) zu verwenden. Der LO zieht Film in der Regel mit einer nominellen Beanspruchungsrate von 300% pro Sekunde oder mehr. Eine Ziehtemperatur von etwa 165° wäre für einen derartigen Prozeß geeignet. Bei höheren Ziehzeiten von etwa 1000% pro Sekunde kann eine Temperatur von etwa 170° oder mehr erforderlich sein. Anstatt die Temperatur zu erhöhen, könnte PEN mit einem niedrigeren IV (z.B. PEN mit einem niedrigeren Molekulargewicht) verwendet werden, um die Relaxationszeiten bei einer gegebenen Temperatur zu reduzieren.

BEISPIEL 2

[0098] Beispiel 2 veranschaulicht die Nützlichkeit der Prozeßerfindung zur Herstellung eines Polarisators, bei dem der Reflexionszustand mit der Achse des ersten Ziehens und der Übertragungszustand mit der Achse des zweiten Ziehens zusammenfällt, wobei die gleichen Materialien, PEN und PET verwendet werden, wie sie in Beispiel 1 verwendet wurden. Die Verwendung der gleichen Materialien, um einen wesentlich anderen Polarisator zu erhalten, veranschaulicht weiter die Flexibilität, die man durch die vorliegende Erfindung für die Auswahl von Materialien erhält. Dieses Beispiel illustriert auch den Orientierungszustand eines bP-uP-2-Polarisators.

[0099] In Beispiel 2 wurde PEN mit 0,48 IV und PET mit 0,77 IV getrocknet und in einen 224-Mehrschicht-Zufuhrblock, der mit einer internen PBL ausgestattet war, koextrudiert. Der mehrschichtige Stapel wurde mit einem asymmetrischen Vervielfacher geteilt, um zwei Ströme im Breitenverhältnis von 1,55:1 zu bilden, auf gleichwertige Breiten verteilt und wiedergestapelt, um einen Zwei-Paket-Mehrschichtstapel aus 448 Schichten zu bilden, die durch eine interne Schutzschicht getrennt waren. PET (IV 0,77) wurde in den PBLs verwendet.

Ein PEN-Überzug (IV 0,48) wurde hinzugefügt und der Gesamtstrom wurde aus einer Düse auf ein auf 60°C eingestelltes Quenchrad gegossen. Die PEN-Überzugs- und PET-PBL-Indizes waren im wesentlichen isotrop nach dem Gießen mit Indizes von 1,64 beziehungsweise 1,57 bei 632,8 nm. Die Überzüge umfaßten etwa 35% der Konstruktion, die PBLs etwa 15% und die optischen Mehrschichtstapelpakete etwa 50%. Die Gußdicke betrug etwa 0,1 cm.

[0100] Bei dem ersten Ziehprozeß wurde ein herkömmlicher Längenorientierer (LO) verwendet. Der Film wurde mit auf 120°C eingestellten heißen Walzen vorerwärmt und in einen Ziehspalt eingeleitet, der eine langsame Walze und eine schnelle Walze und eine auf 60% Leistung eingestellte, Infrarotheizvorrichtung umfaßte. Die Infrarotheizvorrichtung bestand aus einer Anordnung von IR-Heizvorrichtungselementen (etwa 5000 Watt pro Element), die jeweils etwa 65 cm lang sind. Die Elemente waren etwa 10 cm über dem Film. Die Verweilzeit im Ziehspalt betrug etwa 4 Sekunden. Die schnelle Walze wurde auf ein fünffaches Ziehen eingestellt und der gezogene Film wurde gequenchet. Die gezogene Breite sank auf etwa 85% ihrer ursprünglichen Breite. Die mittleren in der Ebene liegenden Indizes des PET blieben nach Beendigung des ersten Ziehschritts unter 1,58 bei 632,8, während die mittleren PEN-Indizes bei etwa 1,85, 1,59 und 1,53 in der in der Ebene liegenden Ziehrichtung-y-Achse (MD), in der in der Ebene liegenden Querbahnrichtung-x-Achse (TD) beziehungsweise der Dicke-(z)-(DN)-Richtung hochorientiert waren. Der Film wurde als nächstes unter Verwendung eines herkömmlichen Spannrahmens in einem zweiten Ziehschritt um etwa das 3,3fache quer gezogen. Der Spannrahmen war in der Vorerwärmungszone auf 145°C, in der Ziehzone auf 138°C, in der Wärmehärtungszone auf 227°C und in der Quenchzone auf 49°C eingestellt. Die Vorerwärmung, das Ziehen und die Wärmehärtung erfolgten über Zeiträume von etwa 25, 5 und 40 Sekunden. Die abschließenden PEN-Indizes waren 1,82, 1,68 und 1,49, während die PET-Indizes etwa 1,56, 1,67 und 1,56 bei 632,8 nm waren. Bei einer anderen Wellenlänge wurden wie unten angegeben zusätzliche Messungen vorgenommen:

Beispiel 2	MD	MD	TD	TD	ND	ND
Wellenlänge	PEN	PET	PEN	PET	PEN	PET
632,8	1,8243	1,563	1,6833	1,6668	1,4891	1,5558
568	1,8405	1,5654	1,6924	1,6708	1,4912	
488	1,8766	1,5766	1,7153	1,6894	1,5018	
436	1,92	1,5888	1,7436	1,711	1,5221	

[0101] Diese Indizes führten zu den folgenden normierten Indexdifferenzen:

Beispiel 2	Normierte Differenzen		
Wellenlänge	MD	TD	ND
632,8	0,1543	0,0099	0,0438
568	0,1615	0,0128	
488	0,1738	0,0152	
436	0,1888	0,0189	

[0102] Der auf diese Weise verarbeitete endgültige Film wies eine Reflexionsachse auf, die mit der ersten Ziehrichtung zusammenfiel, mit einer mittleren Übertragung von für die Reflexion polarisiertem Licht über den Bereich 400-700 nm von 7,4%, und wies eine Übertragungsachse auf, die mit der zweiten Ziehrichtung zusammenfiel, mit einer mittleren Übertragung von für die Übertragung polarisiertem Licht über den Bereich 400-700 nm von 85,7%. Bei Ausrichtung in dem Durchlaßzustand war Farbe bei Betrachtung unter einem schrägen Winkel in der Ebene, die durch den Übertragungspolarisationszustand und die Dickerichtung definiert ist, minimal sichtbar.

BEISPIEL 3

[0103] Beispiel 3 ist eine Abwandlung von Beispiel 2, wobei als das erste Material anstatt eines Standard-PET ein Copolymer verwendet wurde, das durch die Umesterung von PEN und PET im Extruder ausgebildet wurde. PEN (IV 0,48) und eine Mischung 10%/90% PEN (IV 0,48)/PET (IV 0,77) wurde getrocknet und in einen

224-Mehrschicht-Zufuhrblock koextrudiert, der mit einer internen PBL (schützende Grenzschicht) ausgestattet war. Der mehrschichtige Stapel wurde mit einem asymmetrischen Vervielfacher geteilt, um zwei Ströme im Breitenverhältnis von 1,55:1 zu bilden, auf gleichwertige Breiten verteilt und wiedergestapelt, um einen Zwei-Paket-Mehrschichtstapel aus 448 Schichten zu bilden, wobei jeder Stapel aus 224 Schichten durch eine interne Schutzschicht getrennt war. In den PBLs wurde die gleiche 10%/90%-PEN/PET-Mischung verwendet. Ein PEN-Überzug (IV 0,48) wurde hinzugefügt und der Gesamtstrom wurde aus einer Düse auf ein auf 60°C eingestelltes Quenchrad gegossen. Die Überzüge umfaßten etwa 35% der Konstruktion, die PBLs etwa 15% und die optischen Mehrschichtstapelpakete etwa 50%. Die Gußdicke betrug etwa 0,1 cm.

[0104] Bei dem ersten Ziehprozeß wurde ein herkömmlicher LO verwendet. Der Film wurde mit auf 120°C eingestellten heißen Walzen vorerwärmt und in einen Ziehspalt eingeleitet, der eine langsame Walze und eine schnelle Walze und eine auf 60% Leistung eingestellte Infrarotheizvorrichtung umfaßte. Die Verweilzeit betrug etwa 4 Sekunden. Die schnelle Walze wurde auf ein sechsfaches Ziehen eingestellt und der gezogene Film wurde gequenchet. Die gezogene Breite sank auf etwa 85% ihrer ursprünglichen Breite. Die mittleren in der Ebene liegenden Indizes des 10/90-PEN/PET-Copolymers bleiben nach Beendigung des ersten Ziehschritts unter 1,61 bei 632,8, während die mittleren PEN-Indizes bei etwa 1,86, 1,60 und 1,52 in der in der Ebene liegenden Ziehrichtung (MD), in der in der Ebene liegenden Querbahnrichtung (TD) beziehungsweise der Dicke-(z)-(ND)-Richtung hochorientiert waren. Der Film wurde als nächstes unter Verwendung eines herkömmlichen Spannrahmens in einem zweiten Ziehschritt um etwa das 3,0fache quer gezogen. Der Spannrahmen war in der Vorerwärmungszone auf 145°C, in der Ziehzone auf 138°C, in der Wärmehärtungszone auf 204°C und in der Quenchzone auf 49°C eingestellt. Die Vorerwärmung, das Ziehen und die Wärmehärtung erfolgten über Zeiträume von etwa 25, 5 beziehungsweise 40 Sekunden. Die abschließenden PEN-Indizes waren 1,82, 1,69 und 1,48, während die Copolymer-Indizes etwa 1,66, 1,67 und 1,52 bei 632,8 nm waren. Die Indizes wurden für mehrere Wellenlängen gemessen und sind unten aufgeführt:

Beispiel 3	MD	MD	TD	TD	ND	ND
Wellenlänge	PEN	PET	PEN	PET	PEN	PET
632,8	1,8207	1,6230	1,6854	1,6733	1,4845	1,5218
568	1,8383	1,6255	1,6972	1,6716	1,4924	1,5258
488	1,8758	1,6380	1,7198	1,6820	1,4987	1,5320
436	1,92	1,6559	1,7503	1,6991	1,5084	1,5486

[0105] Diese Indizes führten zu den folgenden normierten Indexdifferenzen:

Beispiel 3	Normierte Differenzen		
Wellenlänge	MD	TD	ND
632,8	0,1148	0,0072	0,0248
568	0,1229	0,0152	0,0222
488	0,1354	0,0222	0,0220
436	0,1477	0,0297	0,0263

[0106] Der endgültige Film wies dadurch eine Reflexionsachse auf, die mit der ersten Ziehrichtung zusammenfällt, mit einer mittleren Übertragung von für die Reflexion polarisiertem Licht über den Bereich 400-700 nm von 9,9%. Die Übertragungsachse fiel mit der zweiten Ziehrichtung zusammen, mit einer mittleren Übertragung von für die Übertragung polarisiertem Licht über den Bereich 400-700 nm von 85,0. Die gemessene Probe war 67 Mikrometer dick. Über die ganze Filmbreite hinweg wurde eine gute Dickengleichförmigkeit beobachtet mit einer Abweichung nach oben beziehungsweise unten von 8,1 Mikrometern.

[0107] Der obige Film wies auch mechanische Festigkeit auf. Die Rißeinleitung von Hand war schwierig. Die Rißfortsetzung war ebenfalls schwierig, und der Film riß bevorzugt in der MD. Ein weiterer Film wurde hergestellt, wobei der obige Prozeß verwendet wurde, aber mit einem 20% höheren TD-Ziehverhältnis mit kompensierenden Ratenänderungen, um die Stärke und somit die spektrale Abdeckung beizubehalten. Die Wärmeausdehnungskoeffizienten der Filme wurden in MD und TD als $1,1 \times 10^{-5}$ und $2,2 \times 10^{-5}$ pro Grad Celsius zwischen 25°C und 85°C gemessen. Diese Ausdehnungskoeffizienten waren erheblich niedriger als die MD- und

TD-Werte von $8,5 \times 10^{-5}$ und $3,0 \times 10^{-5}$ eines mit PEN und einem coPEN konstruierten reflektierenden Polarisators unter Verwendung eines einzigen Ziehprozesses. Die Richtung der größten Ausdehnung blieb entlang der Übertragungsrichtung (Durchlaßrichtung) in diesen Filmen. Auch die Schrumpfung auf dem in zwei Stufen gezogenen Film war im Vergleich zu einem mit einem einzigen Ziehprozeß hergestellten Film reduziert, mit einer gemessenen prozentualen MD- und TD-Schrumpfung von 0,118 und 0,254 nach dem Erwärmen des Films auf 85°C für 15 Minuten für den in zwei Stufen gezogenen Film.

[0108] Bei der Abwandlung obiger und vorausgegangener Beispiele kann als das zweite Material anstatt des Standard-PEN ein durch die Umesterung von PEN und PET im Extruder ausgebildetes Copolymer verwendet werden. Bei noch einer weiteren Abwandlung der obigen Beispiele können verschiedene Materialien als Überzugs- und/oder PBL-Schichten verwendet werden. Beispielsweise kann ein Copolymer aus PEN und PET wie etwa eine 85/15-Zusammensetzung verwendet werden. In der Ebene isotrope oder totalisotrope Schichten können sich beispielsweise für mechanische Eigenschaften eignen. Materialien können gewählt werden, um die optische Leistung zu verbessern, beispielsweise Oberflächenreflexionen durch Verwendung eines einen niedrigeren Index aufweisenden Materials im Überzug zu reduzieren.

BEISPIEL 4

[0109] Beispiel 4 ist ein beispielhafter Prozeß zum Herstellen eines weiteren mehrschichtigen optischen Films gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. In diesem Beispiel wird der mehrschichtige Film aus PEN (IV 0,48) und Polybutylenterephthalat (PBT) (IV 1,4) hergestellt. Ein PEN:PBT-Film kann koextrudiert und durch eine Düse auf eine Kühlwalze gegossen werden. Da PBT schnell kristallisiert, ist eine getrennte Kristallisierung je nach den Gußbedingungen möglicherweise nicht erforderlich. Wie bei den obigen Beispielen ist möglicherweise eine bestimmte Form von Überzugsschicht erforderlich, um zu verhindern, daß das kristallisierte PBT bricht, wenn der Film gedehnt wird. Es wurde ein Film mit einem dreischichtigen Aufbau (PEN:PBT:PEN) hergestellt. Das PEN und PBT wurden bei 285°C in einen dreischichtigen Zufuhrblock koextrudiert. Das PEN-Material wurde in die beiden äußeren Schichten zugeführt, während PBT in die Kernschicht zugeführt wurde. Der dreischichtige Film wurde durch eine Düse gegossen und auf eine Kühlwalze gequenchet. Das PBT kristallisierte, während es aus der Düse gegossen wurde. Der Film wurde 60 Sekunden lang auf 100°C, 10 Sekunden lang auf 120°C, 20 Sekunden lang auf 140°C und 20 Sekunden lang auf 150°C erhitzt. Der Film wurde dann bei 150°C über einen Zeitraum von 20 Sekunden 4×1 (in Längsrichtung) gezogen, gefolgt von einem Quenchen auf Raumtemperatur. Ein zweiter Ziehschritt wurde durchgeführt, indem der Film 45 Sekunden lang auf 115°C erhitzt und der Film 1×3 auf ein endgültiges Ziehgesamtverhältnis 4×3 gezogen wurde.

[0110] Bei dem obigen Prozeß verwendete das zweite Ziehen für das PEN-Material ein niedrigeres Ziehverhältnis als das erste Ziehen. Der gezogene Film wurde danach 85 Sekunden lang unter Spannung bei 175°C wärmegehärtet. Die folgende Tabelle veranschaulicht die resultierenden Brechungsindizes der beiden Materialien bei verschiedenen Wellenlängen von Licht für die Richtung des ersten Ziehens, des zweiten Ziehens und der Filmdicke.

λ	Material	Erste Ziehachse	Zweite Ziehachse	Dickenachse
430	PEN (n)	1,692	1,94	1,517
430	PBT (n)	1,669	1,702	1,494
	Δn	0,023	0,238	0,023
480	PEN (n)	1,669	1,923	1,508
480	PBT (n)	1,651	1,685	1,486
	Δn	0,018	0,238	0,022
530	PEN (n)	1,654	1,887	1,501
530	PBT (n)	1,642	1,671	1,483
	Δn	0,012	0,216	0,018
630	PEN (n)	1,639	1,862	1,49
630	PBT (n)	1,631	1,658	1,473
	Δn	0,008	0,204	0,017

[0111] Wie die obige Tabelle veranschaulicht, weisen die Differenzen bei den Brechungsindizes für die Richtung des ersten Ziehens und der Dicke das gleiche Vorzeichen auf, was die Minimierung einer schrägen Farbe erleichtert. Außerdem beträgt die mittlere Differenz bei entsprechenden Brechungsindizes der, beiden Schichten in der ersten Ziehrichtung etwa 0,015 und in der Dickenrichtung etwa 0,020. Ein weiteres Abstimmen der Indizes, um die Differenz weiter zu minimieren, könnte, man erhalten durch Justieren des Ziehverhältnisses, der Ziehrate und/oder der Ziehtemperatur.

BEISPIEL 5

[0112] Beispiel 5 veranschaulicht beispielhafte Materialien und Prozeßbedingungen, in denen eine Mischung aus einer kontinuierlichen Phase und disperse Phase bildenden Materialien verwendet werden, um einen polarisierenden Film herzustellen. Es wurde ein dreischichtiger optischer Film verwendet. Der dreischichtige Film enthält eine Kernschicht und Außenschichten auf jeder Seite der Kernschicht. Der dreischichtige Film verwendet eine oder mehrere Schichten aus einem Material und wird von nun an als ein erleichterndes Material bezeichnet, das bei Koextrudierung mit einer oder mehreren Mischschichten die Verarbeitung erleichtert. Das erleichternde Material kann auch zusätzliche Eigenschaften verleihen, zum Beispiel verbesserte mechanische Festigkeit, optische Eigenschaften oder Handhabung. Das erleichternde Material kann zur Herstellung entweder der Kernschicht oder der Außenschichten verwendet werden, wobei das Mischmaterial zum Herstellen der anderen verwendet wird. Es wird bevorzugt, daß das erleichternde Material die Polarisationsorientierung von durch diese Schicht übertragenem Licht nicht wesentlich beeinflusst. Für dieses Beispiel wurde das Mischmaterial verwendet, um die Außenschichten des Films herzustellen. Das erleichternde Material wurde zur Herstellung der Kernschicht verwendet.

[0113] Durch den Einsatz eines erleichternden Materials zur Herstellung der Kernschicht kann die Verarbeitung und Leistung relativ zu dem Fall an Vielseitigkeit gewinnen, wo das erleichternde Material zur Herstellung der Außenschichten zum Beispiel in einem dreischichtigen Aufbau verwendet wird. Eine große Vielfalt von Materialien kann zur Herstellung der Kernschicht verwendet werden, da einige Materialien, die möglicherweise wegen ihrer mechanischen Eigenschaften (verbesserte Festigkeit gegenüber Reißen oder Bruch) bevorzugt werden, im allgemeinen an dem Verarbeitungsgerät haften würden, wenn sie dazu verwendet würden, die Außenschichten der gegossenen Folie herzustellen.

[0114] Die Scherbeanspruchung in der gießenden Düse wird an der Düsenwand am höchsten und in der Mitte des Extrudats am niedrigsten sein. Für den Fall, daß die optische Mischung die ganze Dicke der extrudierten gegossenen Folie darstellt, sind die eine disperse Phase bildenden Teilchen im allgemeinen an der Düsenwand am kleinsten und in der Mitte am größten. Wenn ein mehrschichtiges Material, zum Beispiel ein dreischichtiger Film, koextrudiert wird, dann sind die eine disperse Phase bildenden Teilchen am kleinsten, wenn das optische Mischmaterial zum Herstellen der Außenschichten des Aufbaus verwendet wird. Anders ausgedrückt: Wenn ein erleichterndes Material zum Herstellen der Kernschicht beispielsweise eines dreischichtigen

Filmaufbaus verwendet wird, dann nimmt die Kernschicht definitionsgemäß das die niedrigste Scherbeanspruchung aufweisende Gebiet des Koextrudats ein, und die eine disperse Phase bildenden Teilchen des optischen Mischmaterials erfahren bevorzugt die eine höhere Scherbeanspruchung aufweisenden Gebiete des Koextrudats.

[0115] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf dreischichtige Filmkonstruktionen beschränkt. Beispielsweise kann man wählen, die erwartete Scherrate weiter zu verfeinern, die die eine disperse Phase bildenden Teilchen des optischen Mischmaterials erfahren, indem beispielsweise ein fünfschichtiger Filmaufbau koextudiert wird. In diesem Fall kann die Dicke der Außenschichten gestatten, daß das Ausmaß gesteuert wird, in dem sich die eine disperse Phase bildenden Teilchen in der gießenden Düse verlängern, insbesondere in dem Gebiet unmittelbar neben der Düsenwand. Wenn beispielsweise der Durchmesser des eine disperse Phase bildenden Teilchens in der Dickerichtung des endgültigen Films kleiner als etwa 1/30 der Wellenlänge von Licht ist, streut der Film Licht nicht auf eine für die vorliegende Erfindung erwünschte Weise. Somit ist eine Steuerung der Abmessungen der eine disperse Phase bildenden Teilchen im Extrusionsprozeß wünschenswert.

[0116] Die Außenschichten können Opferschichten sein, da sie vor oder nach der Orientierung entfernt werden können. Auf diese Weise können die Außenschichten das optische Mischmaterial vor mechanischem Abrieb (z.B. Verkratzen) oder vor Ansammlung von Staub und Schmutz schützen. Diese Ausführungsform einer oder mehrerer maskierender Schichten weist den Vorteil auf, daß sie viel preiswerter ist, als einen Film der vorliegenden Erfindung mit noch einem weiteren Film zu laminieren.

[0117] Das Mischmaterial wurde als eine Mischung aus 68,6 Gewichtsprozent coPEN mit einer IV von 0,57, gemessen in 60% Phenol, 40% Dichlorbenzol; 29,1 Gewichtsprozent Questa NA 405, erhältlich von der Firma Dow Chemical Company; und 2 Gewichtsprozent Dylark 332-80, erhältlich von der Firma Nova Chemical Company, extrudiert. Das erleichternde Material war ein coPET mit einer IV von 0,65, gemessen in Methylenchlorid.

[0118] Das coPEN war ein Copolymer auf der Basis von 70 Mol-% Naphthalindicarboxylat und 30 Mol-% Dimethylterephthalat und Ethylenglykol. Das coPET war ein Copolymer auf der Basis von 80 Mol-% Dimethylterephthalat und 20 Mol-% Dimethylisophthalat und Ethylenglykol.

[0119] Ein erster Film wurde hergestellt und nur in einer einzigen Richtung gezogen. Die Gesamtdicke der gegossenen Folie des ersten Films betrug 810 Mikrometer mit etwa einem Drittel dieses Gesamtwerts in der Kernschicht und dem Rest in den Außenschichten, die etwa die gleiche Dicke aufwiesen. Die gegossene Folie wurde in der Querrichtung nur unter Verwendung eines herkömmlichen Spannrahmens orientiert. Das endgültige Querziehverhältnis betrug etwa 4,3:1 auf der Basis der Schieneneinstellungen am Eingang und Ausgang des Spannrahmens. Die Dehntemperatur betrug 132°C. Die Wärmehärtungstemperatur betrug 163°C.

[0120] Dann wurde die optische Leistung des ersten Films gemessen. Der Film wies für Wellenlängen von Licht zwischen 400 und 700 nm, dessen Polarisationsorientierung auf die Durchlaßrichtung des Films ausgerichtet war, eine mittlere Übertragung von 83,6 auf. Licht, dessen Polarisierungsorientierung auf die Blockierungsrichtung des Films ausgerichtet war, wies eine mittlere Übertragung von 13,6 auf. Während der Film in der Richtung senkrecht zur Ziehrichtung (d.h. in diesem Beispiel der Maschinenrichtung) eine annehmbare Bruchfestigkeit aufwies, brach der Film, wenn der Film in der mit der Querrichtung zusammenfallenden Richtung gefaltet wurde.

[0121] Zum Vergleich wird auf Beispiel 125 von US-A-5,825,543 (USSN 08/610,092) Bezug genommen, einen dreischichtigen Film, der auf eine ähnliche Weise wie der erste Film dieses Beispiels hergestellt wurde, außer daß das Mischmaterial zum Herstellen der Kernschicht verwendet wurde und ein erleichterndes Material zum Herstellen der Außenschichten verwendet wurde. Wie bei dem ersten Film dieses Beispiels wies das Vergleichsbeispiel 125 in der Richtung senkrecht zum Ziehen eine annehmbare Bruchfestigkeit auf, und der Film brach, wenn er in der der Querrichtung entsprechenden Richtung gefaltet wurde.

[0122] Ein zweiter Film wurde aus den gleichen Materialien wie in dem ersten Film dieses Beispiels hergestellt, außer daß die gegossene Folie in der Maschinenrichtung unter Verwendung eines herkömmlichen Längsorientierers gezogen wurde, bevor sie in der Querrichtung bei 127°C gezogen wurde. Die Gesamtdicke der gegossenen Folie betrug 1240 Mikrometer. Die gegossene Folie wurde mit einem Verhältnis von 1,25:1 in der Maschinenrichtung gezogen, wie in Beispiel 2 beschrieben. Die Temperatur der Walze unmittelbar vor dem Spalt betrug 82°C. Die Leistungseinstellung der Infrarotheizvorrichtungselemente betrug 100%. Die mittlere Übertragung von Licht, dessen Polarisationsorientierung auf die Durchlaßrichtung des gezogenen Films ausgerichtet war, betrug 81,1%. Die mittlere Übertragung für Licht, dessen Polarisationsorientierung auf die Blo-

ckierungsrichtung des Films ausgerichtet war, betrug 14,8%. Der fertiggestellte Film wies im Vergleich zu dem uniaxial gezogenen Film eine wesentlich verbesserte mechanische Festigkeit auf. Der Film brach nicht, wenn er entlang der Maschinen- oder Querrichtung gefaltet wurde.

[0123] Zwei zusätzliche Filme wurden hergestellt und auf eine Weise ausgewertet, die dem oben beschriebenen zweiten Film entspricht, außer daß die gegossene Folie zuerst mit Verhältnissen von 1,5:1 und 1,75:1 in der Maschinenrichtung vor der Querrichtung gezogen wurde. Die gemessenen jeweiligen Übertragungswerte in Durchlaßrichtung betrugen 80,2% und 78,8%. Die jeweiligen Übertragungswerte in Blockierungsrichtung betrugen 15,6% und 17%. Die Filme brachen nicht, wenn sie entlang der Maschinen- oder der Querrichtung gefaltet wurden.

[0124] Ein zusätzlicher Film wurde hergestellt und auf eine Weise ausgewertet, die den oben beschriebenen Filmen entspricht. Dieser Film wurde zuerst mit 1,35:1 in der Maschinenrichtung orientiert, bevor er mit 4:1 bei 129°C in der Querrichtung orientiert wurde. Der gemessene Übertragungswert in Durchlaßrichtung betrug 83,2%. Der Übertragungswert in Blockierungsrichtung betrug 15,0%. Der Film brach nicht, wenn er entweder entlang der Maschinen- oder der Querrichtung gefaltet wurde.

[0125] Abgesehen von einem erheblich verbessertem Bruchwiderstand wurde bemerkt, daß, wenn gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellte Filme gestapelt und dann mit einem kommerziellen Schermesser abgesichert wurden, sich die Filme ohne zu brechen sauber schneiden ließen, insbesondere im Vergleich zu den gemäß dem Vergleichsbeispiel 125 hergestellten.

[0126] Es ist bekannt, daß die Querschnittsabmessungen der Strukturen der dispersen Phase in der Dickerichtung des Films bevorzugt kleiner oder gleich der interessierenden Wellenlänge und besonders bevorzugt kleiner als das etwa 0,5fache der interessierenden Wellenlänge ist. Eine Reduzierung bei den Querschnittsabmessungen der dispersen Phase führt somit innerhalb von Grenzen zu einer Verbesserung der optischen Eigenschaften der optischen Einrichtung. Es wurden zwei zusätzliche Filme hergestellt und ausgewertet, um den Effekt zu demonstrieren, wenn das optische Mischmaterial entweder in der Kernschicht oder den Außenschichten eines dreischichtigen Aufbaus angeordnet wird. Der erste der zusätzlichen Filme wurde gemäß dem ersten Film dieses Beispiels hergestellt, weil das optische Mischmaterial zum Herstellen der Außenschichten eines dreischichtigen Aufbaus verwendet wurde. Der zweite der zusätzlichen Filme wurde gemäß Vergleichsbeispiel 125 hergestellt, weil das optische Mischmaterial zum Herstellen der Kernschicht eines dreischichtigen Aufbaus verwendet wurde. Über Rasterelektronenmikroskopie wurden Querschnitte der gegossenen Folien vor der Orientierung ausgewertet. Mikroaufnahmen zeigen deutlich eine erhöhte Fibrillierung des in einer dispersen Phase vorliegenden Materials des Mischmaterials insbesondere dann, wenn das Mischmaterial zum Herstellen der Außenschichten des Films verwendet wurde. Eine Manifestierung der Fibrillierung des in einer dispersen Phase vorliegenden Materials ist eine Reduzierung bei den Querschnittsabmessungen in der Dickerichtung des Films. Ein Verfahren zur Auswertung besteht darin, die eine disperse Phase bildenden Abmessungen in der Nähe oder in der Mitte des Films zu beurteilen, wo man die größten Teilchen findet. Die die disperse Phase bildenden Größen betrugen 0,9 und 1,4 µm, wo das optische Mischmaterial die Außenschichten beziehungsweise die Kernschicht der Filme bildete. Man würde erkennen, daß Teilchen in der Nähe der Außenflächen des Filmaufbaus kleiner sind als jene in der Nähe der Mitte des Aufbaus.

[0127] Zudem wurde erkannt, daß die Mischfilme der vorliegenden Erfindung eine erheblich größere Oberflächentextur als jene von Vergleichsbeispiel 125 aufwiesen. Wenn etwa 1 m² große Filmstücke vom Vergleichsbeispiel 125 abgeschnitten wurden, war es schwierig, ein Stück über ein anderes zu schieben, das heißt, einen Film über einem anderen auszurichten. Für die Filme der vorliegenden Erfindung richteten sie sich selbst dann leicht aus, wenn sie über 100 Folien hoch gestapelt wurden.

[0128] Die Oberflächenrauheit, die sich dadurch ergibt, daß die Mischschicht auf der Außenseite des dreischichtigen Stapels liegt, bietet zusätzlich zu der Verbesserung der optischen Eigenschaften und bei der Filmhandhabung weitere praktische Vorteile. Wenn ein reflektierender Polarisator in einer LCD verwendet wird, wird er üblicherweise neben einem dichroitischen Polarisator angeordnet. Wenn beide Polarisatoren glatt sind, können sie aneinander haften, was zu einer optischen Kopplung der beiden Filme führt. Diese optische Kopplung erscheint so, als wenn Flüssigkeitstropfen zwischen die Filme gebracht worden wären, und sie wird deshalb als ein „Durchnässen“ („wet-out“) bezeichnet. Bei einer funktionierenden LCD bewirkt ein Durchnässen, daß unannehmbar helle Flecken auf dem Display erscheinen. Noch schlimmer ist, daß ein Durchnässen bewirken kann, daß sich der reflektierende Polarisator bei der Klimaprüfung verwirft. Das Durchnässen kann auf verschiedene Weise eliminiert werden, indem beispielsweise ein geringfügig diffuser Abstandshalterfilm zwischen den beiden Polarisatoren angeordnet wird oder indem die Oberfläche eines oder beider Polarisatoren

texturiert wird. Bei den Mischpolarisatoren der vorliegenden Erfindung sind derartige zusätzliche Modifikationen jedoch nicht notwendig, wenn die Mischung als eine Außenschicht vorliegt, da die aus einem derartigen Aufbau resultierende raue Oberflächentextur dahingehend wirkt, daß sie ein Durchnässen ausschließt.

[0129] Ein weiterer optischer Effekt, der zwischen zwei glatten Filmen beobachtet werden kann, sind die Newtonschen Ringe. Wenn zwei glatte Oberflächen engen Kontakt zueinander haben, können Reflexionen von den beiden Oberflächen destruktiv interferieren, was zu einem Muster aus hellen und dunklen Ringen führt. Auch dieser optische Effekt wird durch die raue Oberfläche eliminiert, die Konstruktionen aufweisen, bei denen die Mischung als eine Außenschicht vorliegt, da die Interferenz von diffusen Oberflächenreflexionen nicht beobachtet wird.

BEISPIEL 6

[0130] In Beispiel 6 wurde ein Mischfilm auf eine Weise konstruiert, die dem ersten Film von Beispiel 5 ähnlich ist, mit einer 515 µm dicken gegossenen Folie. Die gegossene Folie wurde unter Einsatz einer Labordehnvorrichtung gleichzeitig in zwei orthogonalen Richtungen gedehnt. Der Film wurde mit einem Dehnverhältnis von 1,2:1 bei einer Beanspruchungsrate von 0,4%/s in einer Richtung gedehnt. Der Film wurde mit einem Dehnverhältnis von 5,6:1 bei einer Beanspruchungsrate von 10%/s in der anderen Richtung gedehnt. Der entstehende Film wies eine Übertragung in Durchlaßrichtung von 87,6% und eine Übertragung in Blockierungsrichtung von 25,3% auf. Ein ähnlicher Film wurde gedehnt, wobei aber die Beanspruchungsrate in der ersten Richtung zu 5%/s geändert wurde. Dieser Film wies eine Übertragung in Durchlaßrichtung von 87,9% und eine Übertragung in Blockierungsrichtung von 27,8% auf. Jeder dieser Filme wies im Vergleich zu uniaxial gedehnten Filmen eine verbesserte Zähigkeit auf (brach zum Beispiel).

[0131] Wenngleich oben verschiedene Beispiele geliefert wurden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Einzelheiten der Beispiele beschränkt. Die vorliegende Erfindung läßt sich auf eine Reihe von optischen Filmen und Materialprozesse zu deren Herstellung anwenden. Während beispielsweise die obigen Beispiele allgemein zwei Materialien beschreiben, versteht sich, daß mehr als zwei Materialien verwendet werden können. Jedes Material kann für eine gegebene Menge von Verarbeitungsbedingungen entweder in eine orientierende oder nicht-orientierende Klasse fallen. Ein getrennter Ziehprozeß kann für jedes Material in einem Film verwendet werden, um verschiedene gewünschte Reaktionen zu erhalten. Verschiedene Modifikationen, gleichwertige Prozesse sowie zahlreiche Materialien und Produkte, auf die sich die vorliegende Erfindung anwenden läßt, lassen sich bei Betrachtung der vorliegenden Patentschrift verstehen. Die Ansprüche sollen alle derartigen Modifikationen und Einrichtungen abdecken.

Patentansprüche

1. Polarisierender Film mit einem dreischichtigen Aufbau, im wesentlichen bestehend aus:
einer ersten Schicht (**401**), die eine erste Hauptoberfläche des Films definiert;
einer zweiten Schicht (**401**), die eine zweite Hauptoberfläche des Films definiert; und
einer dritten Schicht, die zwischen der ersten und der zweiten Schicht angeordnet ist;
wobei die erste Schicht ein eine kontinuierliche Phase bildendes erstes Material (**403**) und ein eine disperse Phase bildendes erstes Material (**405**) umfaßt, wobei die zweite Schicht ein eine kontinuierliche Phase bildendes zweites Material (**403**) und ein eine disperse Phase bildendes zweites Material (**405**) umfaßt und wobei die eine disperse Phase bildenden ersten und zweiten Materialien in der Lage sind, eine belastungs-induzierte Doppelbrechung zu erfahren.
2. Polarisator nach Anspruch 1, wobei die eine kontinuierliche Phase bildenden ersten und zweiten Materialien (**403**) thermoplastische Polymere umfassen.
3. Polarisator nach Anspruch 1, wobei das eine kontinuierliche Phase bildende erste Material (**403**) und das eine disperse Phase bildende erste Material (**405**) verschiedene polymere Materialien umfassen und wobei das eine kontinuierliche Phase bildende zweite Material (**403**) und das eine disperse Phase bildende zweite Material (**405**) verschiedene polymere Materialien umfassen.
4. Polarisator nach Anspruch 1, wobei das eine disperse Phase bildende erste Material (**405**) im wesentlichen zufällig überall in dem eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Material (**403**) verteilt ist.
5. Polarisator nach Anspruch 1, wobei die dritte Schicht einen Polyester umfaßt.

6. Polarisator nach Anspruch 1, wobei das eine kontinuierliche Phase bildende erste Material **(403)** einen Polyester umfaßt.
7. Polarisator nach Anspruch 1, wobei die dritte Schicht ein Elastomer umfaßt.
8. Polarisator nach Anspruch 1, wobei die Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials **(403)** und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials **(405)** für Licht, das entlang einer ersten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, im wesentlichen abgestimmt sind und für Licht, das entlang einer zweiten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, im wesentlichen nicht abgestimmt sind.
9. Polarisator nach Anspruch 8, wobei die Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden zweiten Materials **(403)** und des eine disperse Phase bildenden zweiten Materials **(405)** für sichtbares Licht, das entlang einer dritten, in einer Ebene liegenden Achse sichtbar ist, im wesentlichen abgestimmt sind und für polarisiertes Licht, das entlang einer vierten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, im wesentlichen nicht abgestimmt sind.
10. Polarisator nach Anspruch 8, wobei der Absolutwert der Differenz zwischen den Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials **(403)** und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials **(405)** für sichtbares Licht, das entlang einer zweiten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, k ist, wobei der absolute Wert des Durchschnitts der Brechungsindizes des eine kontinuierliche Phase bildenden ersten Materials **(403)** und des eine disperse Phase bildenden ersten Materials **(405)** für sichtbares Licht, das entlang einer zweiten, in einer Ebene liegenden Achse polarisiert ist, n ist, und wobei k/n größer als etwa 0,06 ist.
11. Polarisator nach Anspruch 1, wobei der Polarisator biaxial orientiert ist.
12. Polarisator nach Anspruch 1, wobei der Polarisator mindestens etwa 80% von sichtbarem Licht, das entlang einer ersten Achse polarisiert ist, durchläßt und weniger als etwa 25% von sichtbarem Licht, das entlang einer zweiten Achse polarisiert ist, durchläßt.
13. Polarisator nach Anspruch 1, wobei die mittlere kleinste Abmessung der Teilchen des eine disperse Phase bildenden ersten Materials **(405)**, welches Teilchen umfaßt, kleiner als etwa 1,4 Mikrometer ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

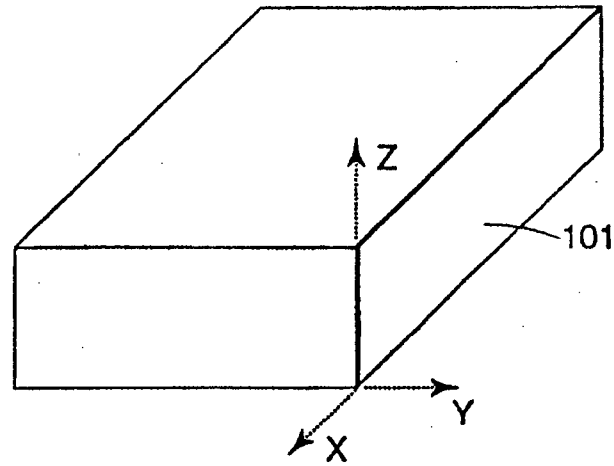


Fig. 1A

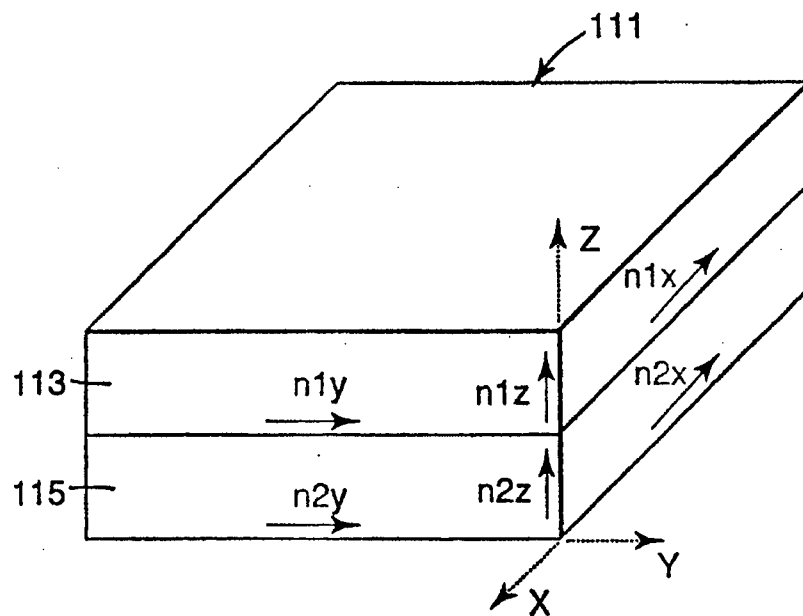


Fig. 1B

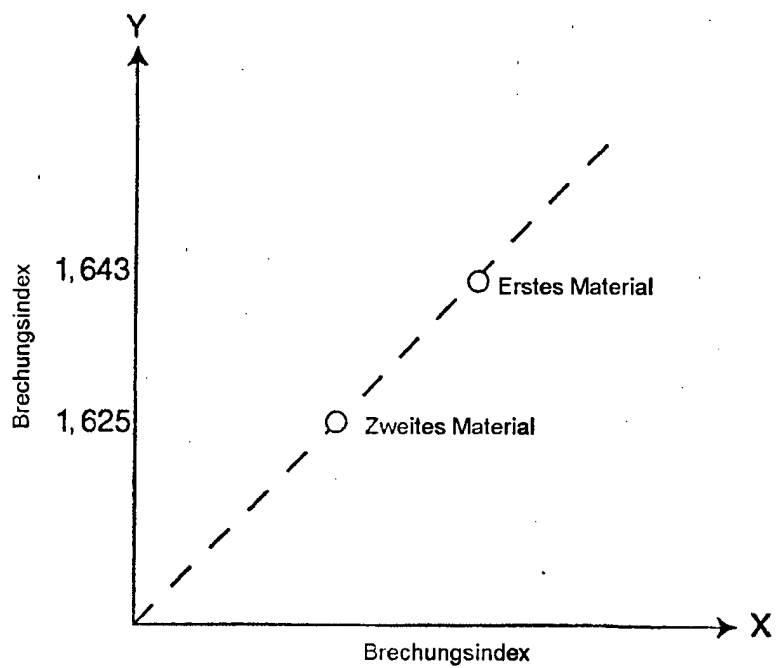


Fig. 2A

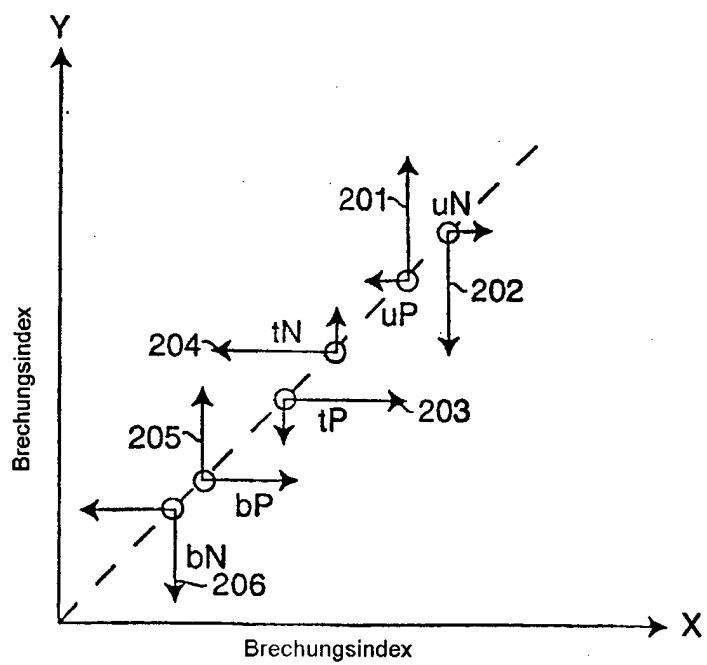
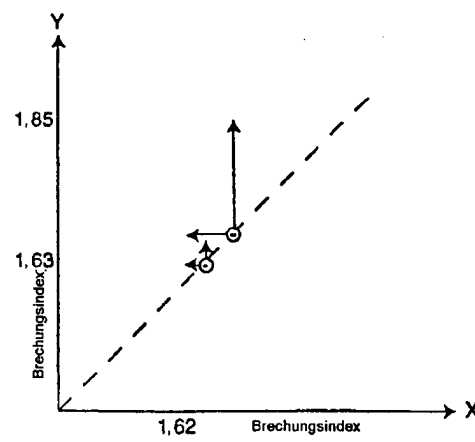
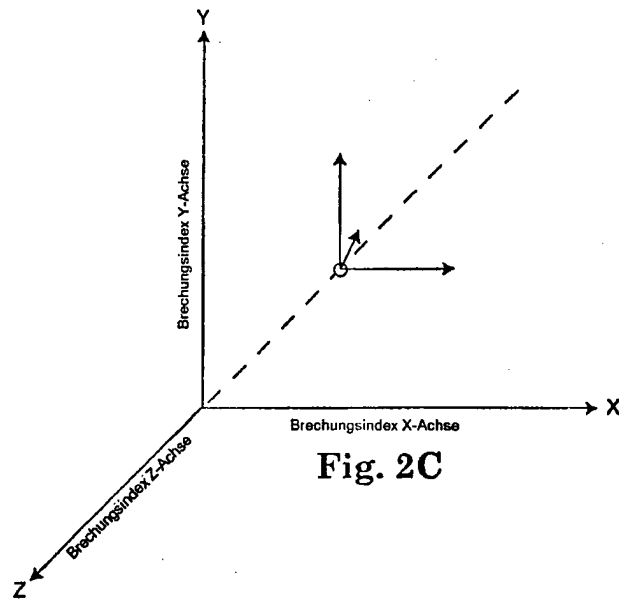


Fig. 2B



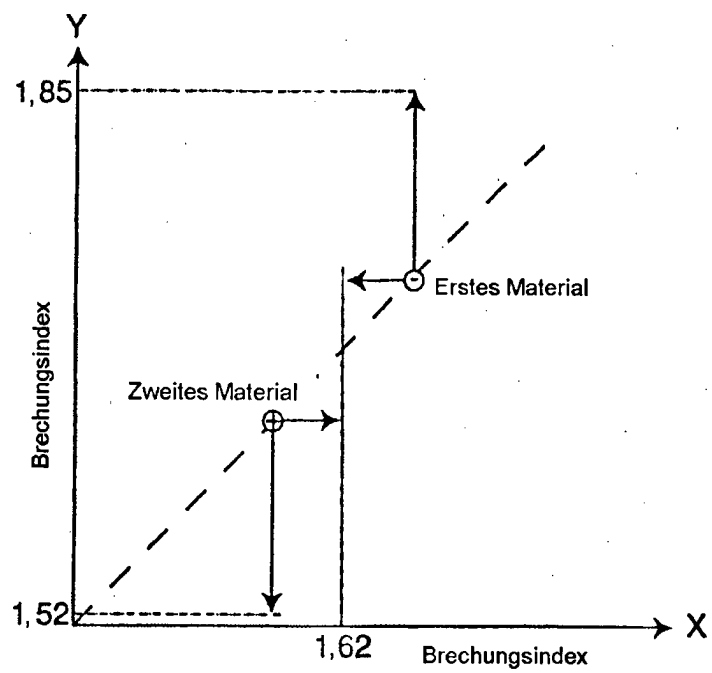


Fig. 2E

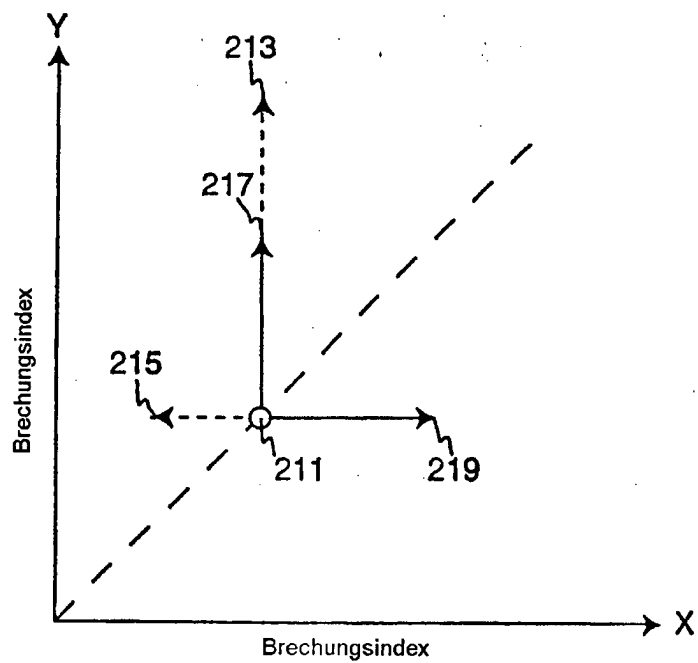


Fig. 2F

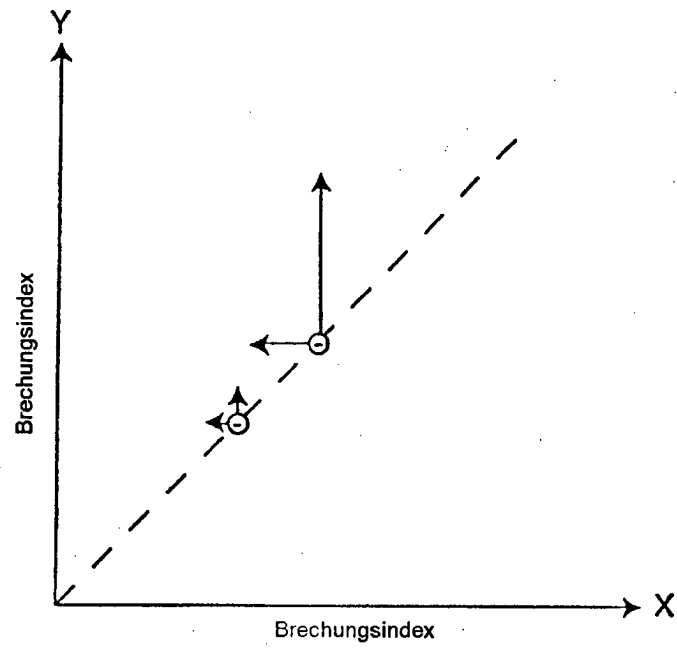


Fig. 2G

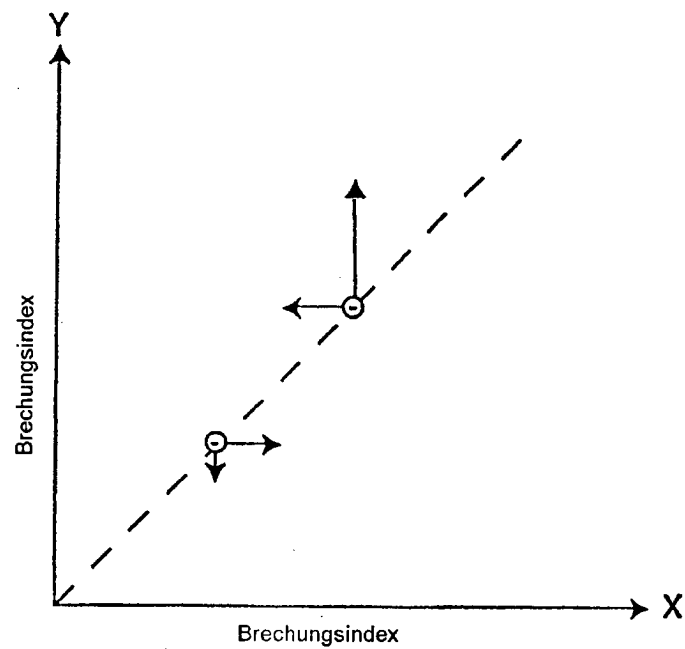


Fig. 2H

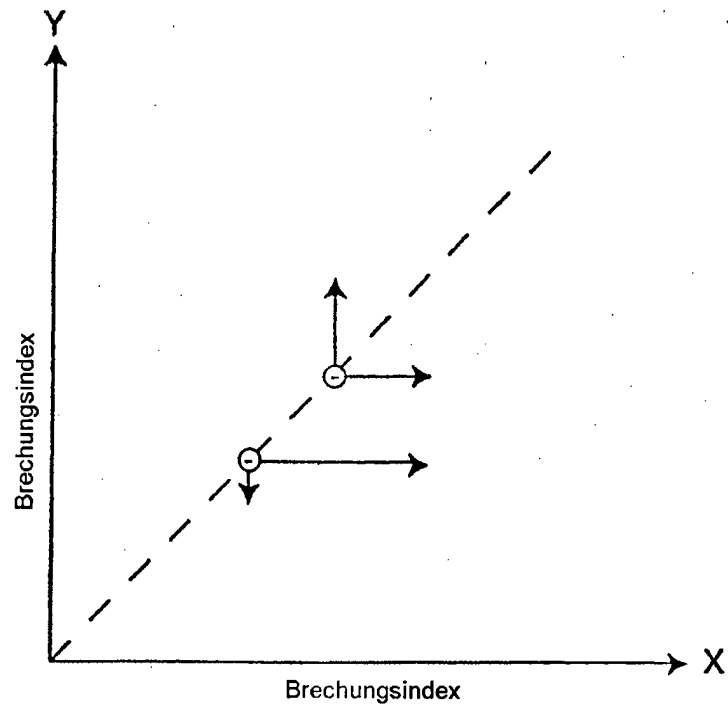


Fig. 2I

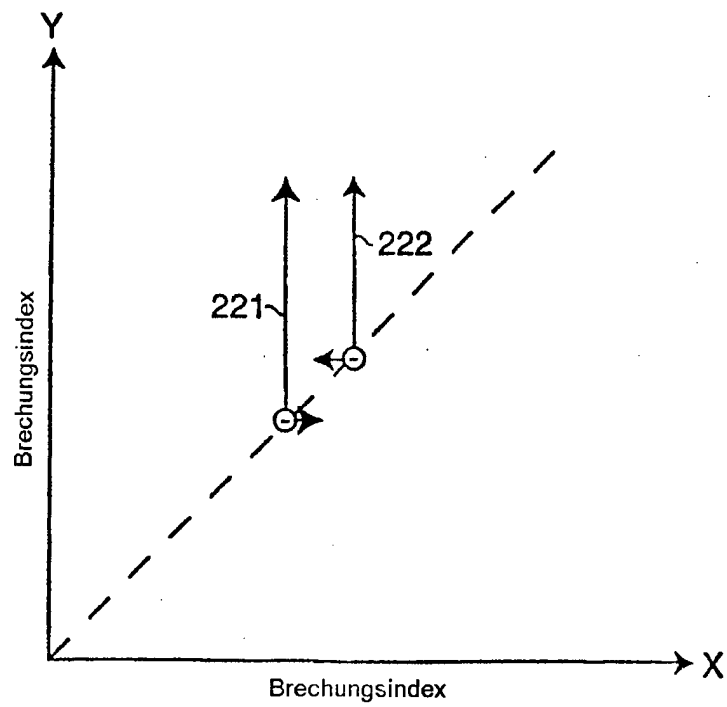


Fig. 2J

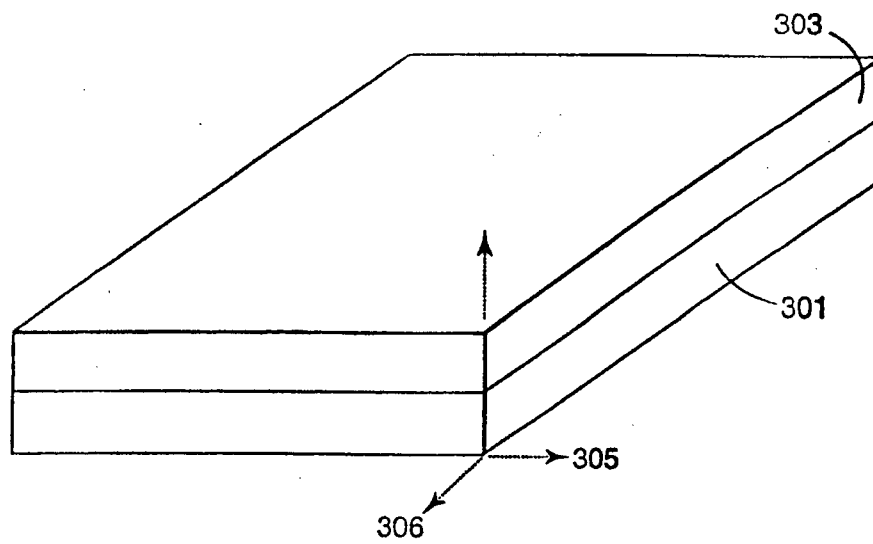


Fig. 3

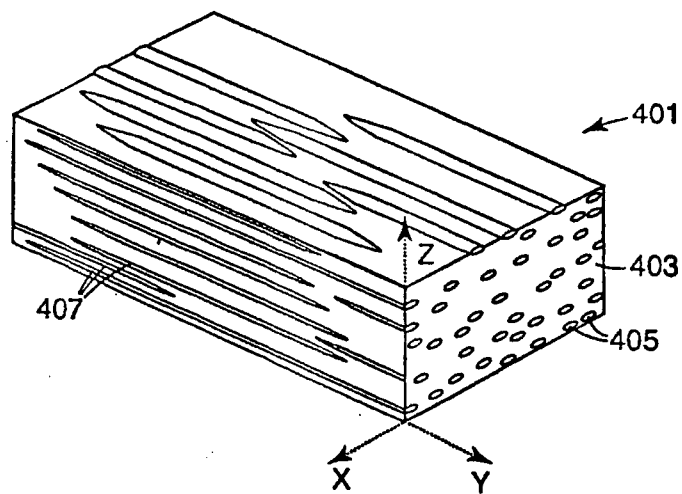


Fig. 4

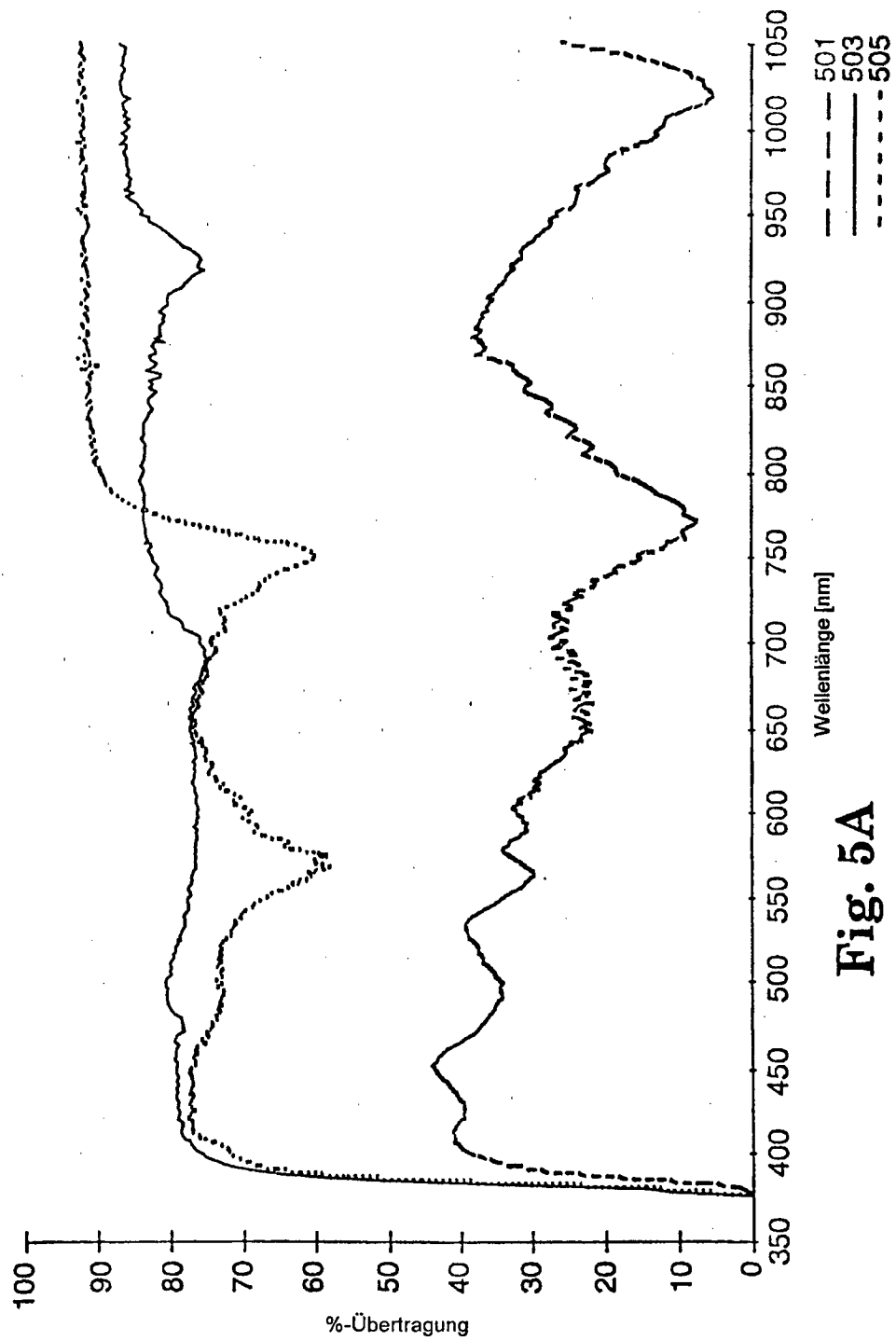


Fig. 5A

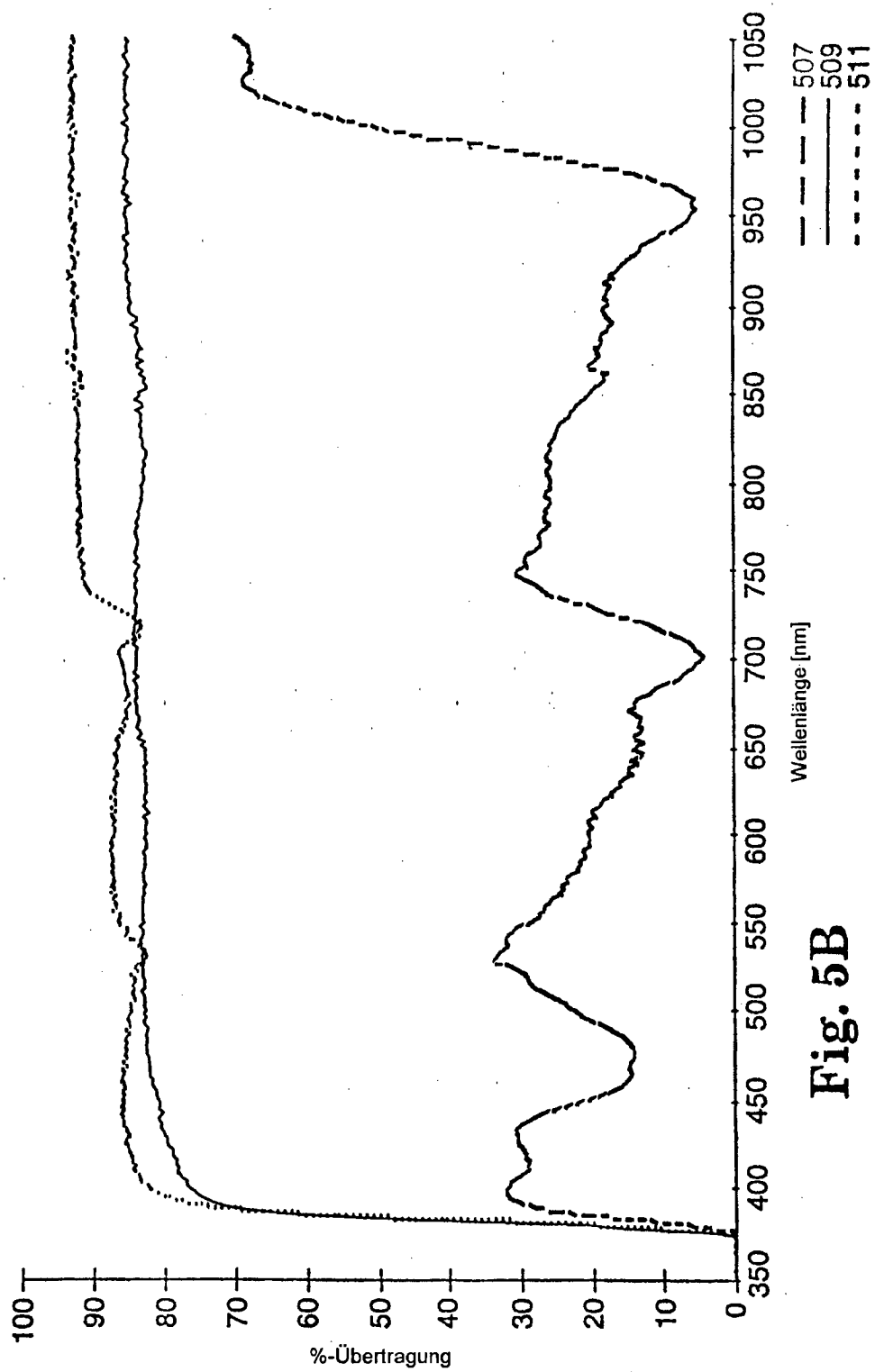


Fig. 5B

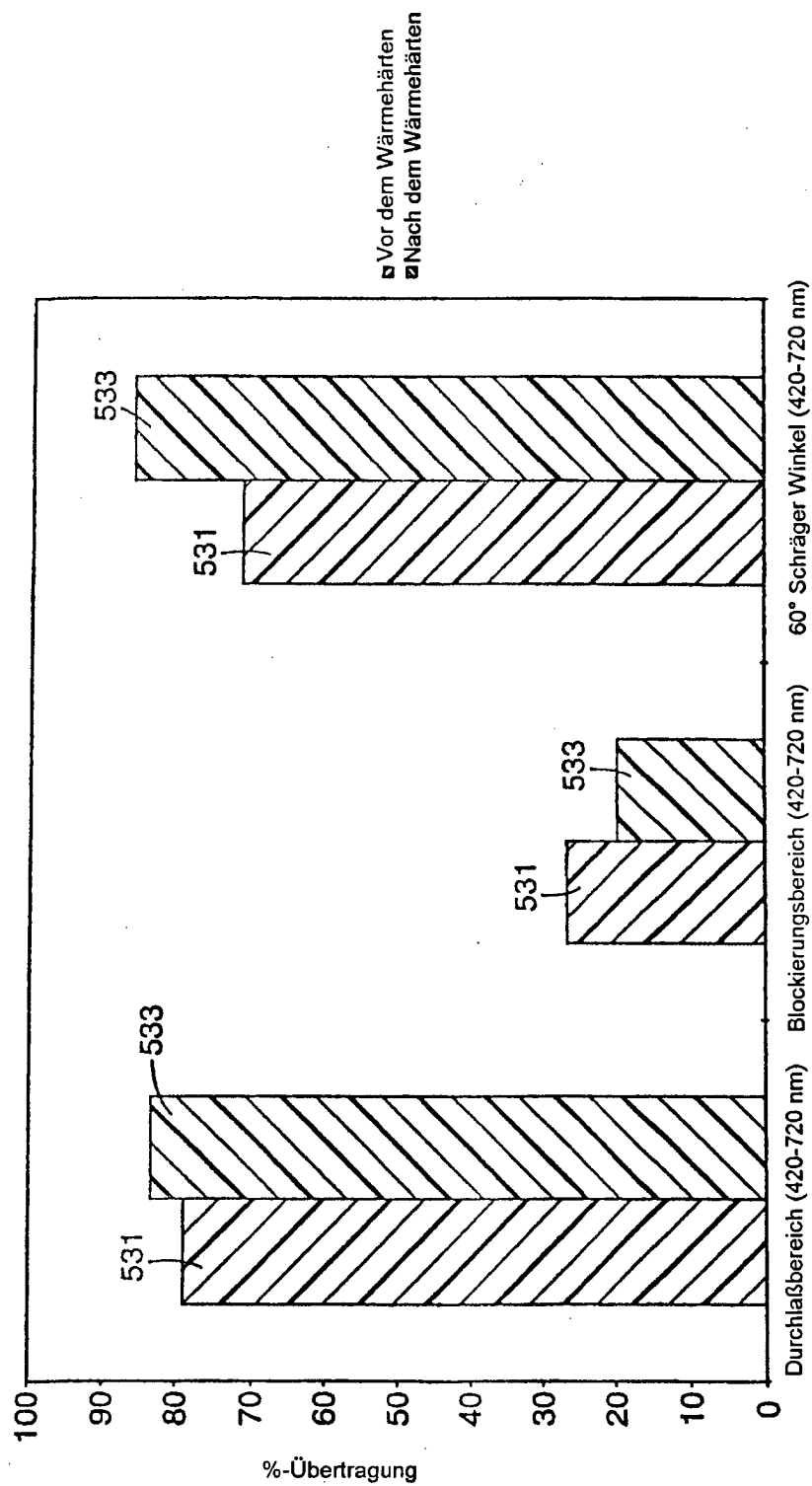


Fig. 5C