(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3927215号 (P3927215)

(45) 発行日 平成19年6月6日 (2007.6.6)

(24) 登録日 平成19年3月9日 (2007.3.9)

(51) Int.Cl. GO2F 1/1335 (2006.01) GO2F 1/13357 (2006.01) GO2B 5/30 (2006.01) F I GO2F 1/1335 5 1 O GO2F 1/1335 5 2 O GO2F 1/13357 GO2B 5/30

請求項の数 4 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2005-141437 (P2005-141437)		首 599056437
(22) 出願日	平成17年5月13日 (2005.5.13)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(62) 分割の表示	特願2003-98313 (P2003-98313)		ズ カンパニー
	の分割		アメリカ合衆国,ミネソタ 55144-
原出願日	平成6年12月20日 (1994.12.20)		1000,セント ポール,スリーエム
(65) 公開番号	特開2006-11389 (P2006-11389A)		センター
(43) 公開日	平成18年1月12日 (2006.1.12)	(74) 代理人	100093676
審査請求日	平成17年5月13日 (2005.5.13)		弁理士 小林 純子
(31) 優先権主張番号	08/172, 596	(74)代理人	100095360
(32) 優先日	平成5年12月21日 (1993.12.21)		弁理士 片山 英二
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74)代理人	100092783
			弁理士 小林 浩
		(74)代理人	100114409
			弁理士 古橋 伸茂
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】反射偏光子ディスプレイ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

以下を含むディスプレイ:

バックライト;

ディスプレイモジュール;及び

前記バックライトと前記ディスプレイモジュールとの間に配置された多層高分子反射偏 光子であって、前記偏光子は、直角の入射角と<u>軸ずれ角</u>の入射角で<u>第1の偏光方向</u>を有す る光を透過し、直角の入射角と<u>軸ずれ角</u>の入射角で<u>、前記第1の偏光方向と異なる第2の</u> <u>偏光方向</u>を有する光を<u>反射</u>する偏光子。

【請求項2】

10

<u>前記多層高分子反射偏光子は、複屈折材料を含むものである、請求項1に記載のディス</u> プレイ。

【請求項3】

<u>前記多層高分子反射偏光子は、複屈折材料および他の材料からなる多層のスタックを含</u> むものである、請求項1に記載のディスプレイ。

【請求項4】

<u>前記多層高分子反射偏光子は、対になったポリマー材料の層を複数含んでなる多層スタックを備え、前記対になったポリマー材料の層のそれぞれが、第1の偏光方向の光に対し</u> て層間に屈折率の差を有し、かつ、前記第1の偏光方向に直交する第2の偏光方向の光に 対して層間に本質的に屈折率の差を有さない、請求項1に記載のディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

[0001]

本発明は、光学ディスプレイの改良に関する。

【背景技術】

[0002]

背景

光学ディスプレイは、ラップトップ型コンピュータ、携帯型計算器、デジタル式腕時計 などに広く用いられている。よくある液晶(LC)ディスプレイは、このような光学ディ スプレイの代表的な例である。通常のLCディスプレイは、一対の吸収偏光子の間に、液 晶とマトリクス電極とを備えている。LCディスプレイにおいては、液晶は、電界の印加 により部分的に光学状態が変わるようになっている。この方法により、偏光における情報 の「ピクセル」を表示するのに必要なコントラストが生じる。

【0003】

この理由で、従来のLCディスプレイは、正面偏光子と背面偏光子を有している。一般 に、これらの偏光子は、ある一つの偏光方向の光を、直角偏光方向よりも強く吸収する二 色性染料を使用している。通常、正面偏光子の透過軸は背面偏光子の透過軸と「交差して 」いる。交差角度は、零度から90度まで変えることができる。液晶、正面偏光子及び背 面偏光子が一緒になって、LCDアセンブリが構成される。

【0004】

LCディスプレイは、照明源によって分類することができる。「反射」ディスプレイは 、「正面」からディスプレイに入射する周囲の光によって照らされる。

ー般に、LCDアセンブリの「後ろ」に、ブラシ研磨したアルミニウムの反射器が配置される。この反射面は、LCDアセンブリに光を戻し、かつ、反射面に入射した光の偏光方 向を保つ。

【 0 0 0 5 】

周囲の光の強さが観察に不十分である場合、ブラシ研磨したアルミニウムの反射面の代わりに「バックライト」アセンブリを用いることは一般的である。代表的なバックライト アセンブリは、光学キャビティと、ランプまたは光を発する他の構成を含んでいる。周囲 光とバックライトの両方で観察するディスプレイは、「半透過反射型」と呼ばれている。 半透過反射型ディスプレイの一つの問題は、一般的なバックライトが、従来のブラシ研磨 したアルミニウムの面のようには能率的な反射器でないことである。また、バックライト は、光の偏光方向をランダム化し、さらに、LCディスプレイを照明するのに用いられる 光量を少なくする。したがって、バックライトをLCディスプレイに追加すると、ディス プレイを周囲の光で見るときの明るさが低下する。

[0006]

このため、周囲光とバックライトの照明の両方の条件で適当な明るさとコントラストが 得られるディスプレイが望まれている。

[0007]

要約

40

50

本発明の光学ディスプレイは、3つの基本エレメントを有している。第1のエレメント は反射偏光子である。この反射偏光子は、それぞれ第2と第3のエレメントを構成する液 晶ディスプレイ(LCD)アセンプリと光学キャビティの間に配置されている。

- 【発明の開示】
- [0008]

<u>詳細な説明</u>

図1は3つの主な構成要素を含んだ説明的な光学ディスプレイ10の概略図である。これらには、LCDアセンブリ16として示されている偏光ディスプレイモジュール、反射 偏光子12、及び光学キャビティ24が含まれる。この図に示されたLCDアセンブリ1 6は、反射偏光子12と光学キャビティ24から供給される偏光した光によって照らされ

10

20

る。

【 0 0 0 9 】

光線60として表された、ディスプレイ10に入射する周囲の光は、LCDモジュール 16と反射偏光子12を横切り、光学キャビティ24の拡散反射面37に当たる。光線6 2は、この光が拡散反射面37で反射して反射偏光子12へ向かうものとして示している

[0010]

光学キャビティ24の中から発生した光を光線64で示している。この光も、反射偏光 子12の方へ向かい、拡散反射面37を透過する。光線62と64の両方は、偏光状態(a,b)の両方を呈する光を含んでいる。

[0011]

10

20

30

40

図2は、正面偏光子18、液晶20及び背面偏光子23を有する三層LCDアセンブリ 15とともに光学ディスプレイ11の概略を示している。この実施形態において、光学キ ャビティ24は、反射式のランプハウジング32の中にランプ30を有するエッジ照射式 のバックライトである。ランプ30からの光は、ライトガイド34に導かれ、スポット3 6 などの拡散反射構造体に当たるまでその中を伝播する。このスポットの不連続な配列は ランプの光を抜き出してLCDモジュール15の方へ向かわせるようになっている。光 学キャビティ24に入る周囲の光は、スポットに当たるか、スポットの間の隙間部分を通 ってライトガイドから出て行く。このような光線を遮って反射するために、ライトガイド 34の下に、拡散反射層39が配置されている。光学キャビティ24から出てくる全ての 光線を光束38によって示している。この光束は、「(a)」で表される第1の偏光方向 を持った光を通し、直角な偏光方向(b)を持った光を効果的に反射する反射偏光子12 に入射する。したがって、光束42によって示された、光のある部分は反射偏光子12を 透過し、残りの光の相当量は、光束40で示しているように反射する。反射偏光子に好ま しい材料は高能率で、反射偏光子内での吸収による全損失は非常に少ない(1パーセント 程度)。この損失した光を光束44で示している。反射偏光子12によって反射した偏光 状態(b)を有する光は、再度光学キャビティ24に入り、スポット36または拡散反射 層39などの拡散反射構造体に当たる。拡散反射面は、光学キャビティ24によって反射 した光の偏光状態をランダム化するように作用する。この再循環及びランダム化を経路4 8で示している。光学キャビティ24は完全な反射器ではなく、拡散及び吸収によるキャ ビティ内での光の損失を光束46によって示している。これらの損失もまた少ない(20 パーセント程度)。光学キャビティ24と反射偏光子12の組み合わせによりもたらされ る複数回の再循環によって、光を観察者への最終的な伝達のために状態(b)から状態(a)へ変換する効果的な機構が構成されている。

【0012】

この方法の効率は、ここで開示した反射偏光子が示す低い吸収率と、多数の拡散反射面 が示す高い反射率とランダム化特性によって決まる。図2において、スポット36によっ て示された不連続の層と連続した拡散反射層39の両方は、チタニウム酸化物の着色材料 から形成することができる。(図1に示した)拡散反射面37を、表面を粗くしたポリカ ーボネートの透明な面で形成できることが理解されるべきである。この材料は、入射光を 図2に示した形態にランダム化するためにライトガイド34の上方に配置することができ る。特定の、そして最適の形態は、光学ディスプレイの完成品の特定の用途によって決ま る。

【0013】

ー般に、システムのゲインは、反射偏光子本体12と光学キャビティ24の両方の効率 にかかっている。性能は、入射光の偏光状態のランダム化の要件に合った、反射率の高い 光学キャビティ24と、損失の極めて少ない反射偏光子12によって最大限に高められる

【0014】

図3は、正面偏光子18と液晶20を含む二層のLCDアセンブリ17を備えた光学デ 50

ィスプレイ14の概要を示している。この実施形態において、光学キャビティ24はエレクトロルミネセンスパネル21を備えている。通常のエレクトロルミネセンスパネル21 は燐光物質19で被覆され、電子が当たったときに光を発し、入射光が衝突したときには 拡散反射する。通常、エレクトロルミネセンスディスプレイは、燐光物質のコーティング に応じて効率が変化するために「グレイニー(grainy)」である。しかし、反射偏光子1 2によって戻った光は、光の射出を「均一にする」傾向があり、光学ディスプレイ14に よって示される照射の全体的な均一性が高められる。例示した光学ディスプレイ14にお いて、LCDアセンブリ17は背面偏光子を欠いている。この光学ディスプレイ14にお いて、反射偏光子12は、図2の光学ディスプレイ11の中に示された背面偏光子23と 通常は関連して機能をなす。

(4)

【0015】

図4は反射偏光子12の一つのセグメントの概略の斜視図である。この図は、反射偏光 子12の説明において用いるX,Y及びZ方向を定めた座標系を含んでいる。

【0016】 例二 1 た 5 时 伯 斗

例示した反射偏光子12は、2つの異なったポリマー材からなる交互の層(ABABA …)で形成されている。図と説明を通じて、これらを材料「(A)」と材料「(B)」と 言う。この二つの材料は、一緒に押し出し成形されて、結果として出来た複数の層(AB ABA…)の材料は、一方の軸(X)に沿って延伸されていて(5:1)、他方の軸(Y)に沿っては、ほとんど伸びていない(1:1)。X軸を「延伸」方向と言い、Y軸を「 横」方向と言う。

[0017]

(B)材料は、延伸工程によって実質的に変わらない公称屈折率(例えばn = 1.64))を有している。

【0018】

(A)材料は、延伸工程によって屈折率が変わる特性を有している。例えば、(A)材料の一軸延伸シートは、延伸方向についての一つの屈折率(例えばn = 1 . 8 8)と、横方向についての別の屈折率(例えばn = 1 . 6 4)を有する。

【0019】

明確にするために、面内軸(フィルムの面に平行な軸)に関連する屈折率は、偏光面が その軸に平行な、面偏光した入射光の有効屈折率である。

【0020】

したがって、延伸後、多層になった材料のスタック(ABABA…)は、延伸方向につ いては層間に大きな屈折率の差(n=1.88-1.64=0.24)を呈する。一方 、横方向においては、層間で屈折率は本質的に同一となる(n=1.64-1.64= 0.0)。これらの光学特性により、多層の積層体が、軸22に対して正確に方向づけら れた入射光の偏光成分を透過する反射偏光子として機能することになる。この軸は、透過 軸22として定められ、図4に示されている。反射偏光子12から射出する光を、第1の 偏光方向(a)を有していると言う。

[0021]

反射偏光子12を透過しない光は、第1方向(a)とは異なる偏光方向(b) を有している。この偏光方向(b)を有する光は、屈折率の差によって反射することにな る。このことにより、図4に軸25として示した、いわゆる「吸光」軸が定められる。こ のようにして、反射偏光子12は、選択された偏光(a)状態の光を通す。

【実施例】

[0022]

好ましい「A」層は、ポリエチレンナフタレート(PEN)などの結晶質のナフタリンジカルボン酸ポリエステルであり、好ましい「B」層は、ナフタリンジカルボン酸とテレフタル酸またはイソフタル酸の共ポリエステル(coPEN)である。PENと70ナフタレート/30テレフタレートの共ポリエステル(coPEN)は、ジオールとしてグリコールを使用して標準的なポリエステル樹脂ケトルの中で合成することができる。満足できる

20

10

204層偏光子は、PENとcoPENを51スロットの供給ブロックで押出成形した後、2層重ねマルチプライヤーを成形品(extrusion)に直列に使用することによって作る ことができる。マルチプライヤーは、供給ブロックから出た押出成形された材料を2本の 半分の幅の流れに分け、さらに、この半分の幅の流れを互いに重ね合わせる。このような マルチプライヤーは、この技術分野において公知である。押出成形は、約295 で行っ た。PENは、0.50d1/gの固有粘度を有し、coPENは0.60d1/gの固 有粘度を有していた。PEN材料の押出速度は22.51b/hrで、coPENの押出 速度は16.51b/hrであった。成形されたウェブは厚さが約0.0038インチで 、長手方向へ5:1の比率で一軸延伸され、サイドは、延伸の際に空気温度が140 に 抑えられた。外皮層を除き、すべての層の対は、550 nmの設計波長に対して、1/2 波長の光学厚さに形成された。

【0023】

以上のようにして作られた 2 つの 2 0 4 層偏光子を、接着剤を使って手で積層した。接 着剤の屈折率は、等方性の c o P E N 層の屈折率と一致するのが好ましい。 【 0 0 2 4 】

反射偏光子12の光学性能は、種々の層の光学厚さによってある程度定まる。 厚いフィルムと薄いフィルムの両方を使った構成は有用である。層が光の種々の波長の長 さの光学経路を有する場合は、反射偏光子12の光学特性は本質的に広帯域となる。層が 光の波長よりも小さな光学厚さを有する場合は、選択された波長についての反射偏光子1 2の光学性能を高めるために、構造的干渉を利用することができる この実施例において 説明した製造方法により、可視スペクトルを越える光の波長よりも薄い光学厚さを有する 均一な層を形成することができる。構造的干渉は、対になった層(A,B)の光学厚さが 入射光の波長の半分を増す場合(A+B= /2)に生じる。この半波長の条件により、 設計波長における狭帯域の構造的干渉が生じる。広帯域の光学性能は、複数の狭い帯域の スタックを積層するか、または連結することによって得られる。例えば、同じ厚さ(A+ B= /2)を有する層の第1グループ37を、異なる厚さ(A+B= '/2)を有す る第2のグループ35に積層することができる。通常は、能率的な広帯域の応答性を得る ために多数の層(ABAB…)が重ね合わされるが、図4では、分かりやすくするために 、少ない数の層のみを示している。好ましくは、反射偏光子12は、対象とするあらゆる 角度と波長の光を反射するように構成すべきである。

【0025】

2つの材料のみからなる交互の層を含む典型的な多層構造に関して反射偏光子12を説 明したが、反射偏光子12が多くの形態を取り得ることを理解すべきである。例えば、多 層構造の中に追加的なタイプの層を含ませることができる。また、場合によっては、反射 偏光子は、一方を延伸した一対のみの層(AB)を含むことができる。さらに、二色性偏 光子を反射偏光子12に直接に接合することができる。

光学キャビティ24の他の重要な特性は、キャビティによる偏光ランダム化作用によっ て入射光の方向が変わることである。一般に、かなりの量の光が、光学キャビティの軸か らずれて射出する。したがって、反射偏光子内でのこのような光の経路は、ほぼ直角な光 の経路長よりも長い。この効果は、システムの光学性能を最適化するようになっていなけ ればならない。この例で説明されている反射偏光子本体12は、軸ずれした光線に適合す るのに望ましい長波長への広帯域透過が可能である。図5は、広範囲の波長での80%を 越える透過性を表す線図31を示している。線図33は、可視スペクトルの大部分にわた っての効率的な広帯域反射性を示している。最適反射性の線図は赤外域まで広がり、40 0 nmから800 nmまで広がっている。

別の実施形態においては、ディスプレイの目に見える明るさが、明るさ増進型フィルムの使用によって増している。図6は、3つの主要部分を有する光学ディスプレイ164を示している。それらは、光学ディスプレイモジュール142、明るさ増進型反射偏光子1

30

20

10

10、及び光学キャビティ140である。一般に、完全な光学ディスプレイ164は、観察者146が見たときに平坦で平面視長方形であり、さらに、3つの主要部分を互いに重 ね合わせたときに断面が比較的薄い。

(6)

【0028】

使用時には、ディスプレイモジュール142は、明るさ増進型反射偏光子110と光学 キャビティ140によって処理された光で照射される。これら2つのエレメントは、協働 して、偏光した光を、ある角度で概略的に示した観察領域136に方向づける。この光は 、ディスプレイモジュール142を通って観察者146の方向へ向かう。ディスプレイモ ジュール142は、一般に、情報をピクセルとして表示する。ピクセルを透過した偏光し た光は液晶材料の複屈折性の電気的な制御によって調節される。このことにより光の偏光 状態が変わり、ディスプレイモジュール142の一部を形成する第2偏光子層によるその 相対吸収に影響が及ぼされる。

【0029】

図示しているように、光の供給のための2つの光源がある。第1は、光線162によっ て示した周囲の光である。この光はディスプレイモジュール142と明るさ増進型反射偏 光子110を透過し、光学キャビティ140に入射する。光学キャビティは光線165で 示したように光を反射する。第2の光源は、光線163で示したように光学キャビティ自 体の中で作られる。光学キャビティ140がバックライトの場合は、主要な照射源が光学 キャビティ140内に生じ、光学ディスプレイは「バックライト型」と呼ばれる。主要な 照射源が光線162と光線165で示された周囲の光である場合、光学ディスプレイは「 反射型」または「パッシブ型」と呼ばれる。ディスプレイが周囲の光とキャビティで作ら れた光の両方の下で見られる場合、ディスプレイは「半透過反射型」と呼ばれる。本発明 は、これらのディスプレイのタイプのそれぞれについて有用である。

【0030】

光の発生源に関係なく、明るさ増進型反射偏光子110と光学キャビティ140は、光 を「再循環」するために協働し、最大限の量の光が適切に偏光し、観察領域136に制限 される。

【0031】

 一般に、明るさ増進型反射偏光子110は2つのエレメントを含んでいる。第1は特定 偏光の光を観察領域に136に透過する反射偏光子本体116である。
 【0032】

第2のエレメントは観察領域136の境界を定める光学構造層113である。 光学キャビティ140はいくつかの機能を有しているが、明るさ増進型反射偏光子110 との相互作用について、重要なパラメータは、入射光に対する高反射率の値と、入射光の 方向と偏光状態の両方を変える光学キャビティ140の能力である。通常の光学キャビティはこれらの要求を満たしている。

【 0 0 3 3 】

どのような光学システムでも、光の反射、損失、透過の合計は、必ず100%となる。 この損失の大きな原因は吸収である。本発明において、明るさ増進型反射偏光子110は 、ある種の光に対して、非常に低い吸収率と高い反射率を有している。このため、観察領 域136へ直接通過しない光は光学キャビティ140へ能率的に進み、そこで変換されて キャビティから射出し、観察領域136の光に適切な特性が与えられる。 【0034】

光学ディスプレイ164に関し、システム全体のゲインは、光学キャビティ140の反 射率と明るさ増進型反射偏光子110の反射率に依存している。本発明は、明るさ増進型 反射偏光子110からの入射光の方向と偏光状態を変えるための能力に合った高反射率の 背面を有する低吸収性の光学キャビティとともに使用した場合に最も効果的である。これ らの目的のため、光学キャビティをアクリル樹脂などの透明誘電材料で満たすことができ ることに注意すべきである。

[0035]

50

40

10

20

好適な構造面112は幾何光学(geometric optic)として機能するが、回折またはホ ログラフィー用光学エレメントを、幾何光学によって示される光の方向づけの性質を効果 的に模倣するように形成できることはよく知られている。したがって、構造面112とい う用語が、比較的狭い観察領域136に光を制限する幾何及び回折光学システムの両方を 言うものと理解されるべきである。

[0036]

図7は、本発明において明るさ増進器として機能する構造面材料の拡大図である。既に 述べたように、構造面材料218は平滑面220と構造面222とを有している。好適な 実施形態において、構造面222は、多数の三角プリズムを有している。好適な実施形態 において、このようなプリズムは直角二等辺プリズムであるが、70度から110度の範 囲の頂角を有するプリズムも、発明の効果の度合いは変わるが使用できる。構造面材料2 18は空気よりも屈折率の大きなあらゆる透明材料で形成できるが、一般に、より高い屈 折率を有する材料の方がよい結果となる。屈折率が1.586のポリカーボネートが非常 に効果的であることが分かっている。本発明の説明のために、構造面222のプリズムは 90度の角度を有するものと仮定し、構造面材料218は、ポリカーボネートであると 仮定する。この代わりに、他の構造面材料を使用することもできる。対称な立方体のコー ナーのシートは、優れた結果を生じることが示されている。

[0037]

図 8 は、構造面材料 2 1 8 の作用を示している。図 8 は 2 本の軸 2 2 6 と 2 2 8 を有す るグラフである。これらの軸は、平滑面220の垂線に対して光線がなす角度を表してい 20 る。特に、軸226は、構造面222の構造体の直線範囲(linear extent)に平行な面 に光線の方向を投影した場合に光線がなす角度を表している。同様に、軸228は、構造 面222の構造体の直線範囲に直角な面に光線の方向を投影した場合に光線が平滑面22 0の垂線に対してなす角度を表している。したがって、平滑面 2 2 0 に直角に衝突する光 線は、0°と表示した、図8のグラフの原点によって表される。図示しているように、図 8 は領域230、232、234 に分割されている。領域230 に入る角度で当たる光は 構造面材料218に入射するが、構造面222によって全体に内側へ反射し、平滑面22 0を再度通過して、光学キャビティに再度入射する。平滑面220に対して、領域232 または234に入るような角度で当たる光線は、透過するが、直角に対して別の角度で屈 折する。ポリカーボネートの性能を示す図8に示されているように、直角に対して9.4 度よりも小さな角度で平滑面に当たる光線220は、すべて反射する。 [0038]

30

40

10

図7に戻ると、4つの代表的な光線が示されている。まず、光線236は、平滑面に対 して、グレージング角、つまり、垂線に対して90度に近い角度で近づく。光線236が 、構造面材料218に当たるときに面220の垂線に対して89.9度の角度をなす場合 、光線は、構造面材料218を透過するときに垂線に対して39.1度の角度をなすよう に屈折する。構造面222に達すると、光線は再度屈折する。構造面222の構造体によ って、光線は、構造面220の垂線に対してより小さな角度となるように屈折する。この 実施形態において、それは35.6度の角度をなす。

[0039]

光線238は、平滑面220に対して、カットオフ角(cut off angle)により近い角 度で接近する。この光線も、平滑面220を通過するときに屈折するが、その度合いは小 さい。光線238が平滑面220の垂線に対して10度の角度で平滑面220に接近する 場合、それは、平滑面220の垂線に対して、その垂線と反対側へ37.7度の角度で構 造面222から射出する。

[0040]

光線240は、カットオフ角よりも小さな角度で接近し、構造面222によって全体が 2 度内側へ反射し、光学キャビティの内部へ戻る。

[0041]

そして、光線242は、光線が構造面222のプリズムの第2サイドでなく第1サイド 50

で全体的に内側へ反射するような位置において、光線238の角度に近い角度で平滑面2 20に近づく。結果として、光線は、平滑面220の垂線に対して大きな角度で射出する 。このような反射は、光線が当たる面に対して大きな入射角度をなす方向に進行している 光線に対してのみ生じるので、プリズムは、このような光線に対して非常に小さな横断面 となる。さらに、これらの光線の大部分は、次のプリズムに入射して、再びディスプレイ 210へ戻る。

(8)

【0042】

第5種類めの光線は図7には示していない。これは平滑面220によって反射した光線 の集合であり、構造面材料218に入射しない。このような光線は、反射して光学キャビ ティに戻った他の光線と単に一緒になる。この説明から分かるように、ディスプレイの軸 に対して大きな角度でディスプレイから射出した光は、ディスプレイの軸が平滑面220 に対して直角である場合に、その軸に近い方向へ向けられる。少量の光は、軸に対して大 きな角度で方向づけられる。したがって、所定の角度よりも大きな入射角で平滑面220 を通って構造面材料218に入射する光は、インプットウェッジ(input wedge)よりも せまいアウトプットウェッジ (output wedge) に方向づけられ、所定の角度よりも小さな 入射角度で平滑面220を通って構造面材料18に入射する光の大半は、反射して光学キ ャビティへ戻る。

[0043]

反射して光学キャビティへ戻った光は、拡散反射器に当たる。反射した光は構造面材料 218まで逆に進行し、一般に1回目とは違った角度をなす。そして、より多くの光がよ り小さなウェッジに再び方向づけられるように上記作用が繰り返される。本発明の重要な 点は、構造面材料218が、角度に関してあらかじめ定められた第1のグループについて は、それに当たる光を反射し、角度に関してあらかじめ定められた第2のグループについ ては、それに当たる光を透過・屈折することである。なお、第2グループの角度は第1グ ループの角度よりも大きく、第2グループの角度の光は、インプットウェッジよりもせま いアウトプットウェッジに屈折する。この説明において、第1及び第2グループの角度は 、ディスプレイの表面、つまり液晶、に対して直角なディスプレイ軸に対するものである

[0044]

図9は、明るさ増進型反射偏光子110のない場合の性能の比較のために、部分的に明 30 るさ増進型反射偏光子110を設けていない光学ディスプレイ164の概略を示している 。一般に、光学キャビティ140のユニット領域から現れる、光束148で示した光は、 ランダムに偏光して、(a),(b),(c)及び(d)の光学状態を有する。光の約半 分である、状態(b)と(d)の光は、ディスプレイモジュール142の一部を構成する 2 色性吸収偏光子150によって吸収される。状態が(a)と(c)の光の残りは、2 色 性吸収偏光子150を通過する。ディスプレイモジュール142から現れる、光束152 で示した光は、したがって、状態(a)と(c)の光を含んでいる。状態(a)の光は観 察者146の方へ進行するが、状態(c)の光はその方向へ進行しない。状態(b)と(d)を有する残りの光は、2 色性吸収偏光子150で吸収される。したがって、光学キャ ビティによって供給された光の約4分の1だけが、ディスプレイが観察者146によって 40 みられるときの明るさに寄与する。

[0045]

明るさ増進器は、光学キャビティ140によって利用できるようにされた光をより効率 的に使用できるようにするために機能する。光束154で示している同じユニット量の光 が明るさ増進型反射偏光子110へ進行する場合、約4分の1の光(状態(a)の光)が 、明るさ増進型反射偏光子110を第1回目に通る。

[0046]

この光は、2色性吸収偏光子150の透過軸に合った正しい偏光を有し、光束161で 示している。しかし、状態(b),(c)及び(d)の残りの光は、明るさ増進型反射偏 光子110によって反射して光学キャビティへ戻る。この光は、光学キャビティ140に

10

よって、部分的に方向関係がランダム化され、偏光状態が(a)になる。したがって、この光は、光束157で示しているように、状態(a),(b),(c)及び(d)を有して光学キャビティから射出する。再循環した状態(a)の光は、光束160で示した最初に透過した光に加えられる。

(9)

【0047】

したがって、光束160と光束161によって示された光の量は、「再循環」によって 増える。2色性吸収偏光子150の透過軸に一致した正しい偏光の光だけ(状態(a)) が明るさ増進型反射偏光子110を通過するため、光束163で示された、ディスプレイ から発されたより多くの光が観察者146に達する。さらに、状態(b)と(d)の光が 明るさ増進型反射偏光子110によって反射するため、ごくわずかのみが2色性吸収偏光 子150によって吸収される。その結果、ディスプレイから発される、光束163によっ て示した光量が、光線152によって示された光量よりも70パーセント明るくなる。 【0048】

図10は光学ディスプレイ170を示している。この光学ディスプレイモジュール14 2は、正面偏光子149と背面偏光子150の間に配置された液晶マトリクス147を有 している。この実施形態において、光学構造層113は、反射偏光子本体116から、ギ ャップ171だけ隔てられている。ギャップ171は、望ましくない状態(a)の光線を 反射するために設けられている。このディスプレイ170において、光学キャビティ14 0は、光源反射器173の中にランプ172を有するバックライトである。ランプ172 からの光はライトガイド174の中に入って、スポット176などの拡散反射面に当たる まで進行する。ライトガイド174から光を効率的に引き出すために、スポットを不連続 に配置するのが望ましいが、断続的な面は光を完全に再循環するのに十分ではない。した がって、再循環プロセスを促進するために、不連続面の下に、連続した拡散反射面175 を配置することが好ましい。

【0049】

図11は、光学構造層113及び構造面112が、反射偏光子本体116に近接するが 直接貼着されていない別部材である光学ディスプレイ179を示している。これら2つの 部材は、協働して、ギャップ181に沿って明るさ増進型反射偏光子110を形成してい る。使用時に、光学キャビティ14は、ディスプレイのための光を供給するとともに、明 るさ増進型反射偏光子110から戻った光の偏光状態と方向を再度変える。光学キャビテ ィ140は、拡散反射面137として作用する燐光物質のコーティングを有するエレクト ロルミネセンスパネル139を備えている。明るさ増進型反射偏光子110のこの実施形 態と図10のものとの違いのひとつは、臨界角134よりも大きな角度で構造面112に 接近する光が、その偏光状態にかかわらず全体に内側へ反射することによって光学キャビ ティへ戻ることである。別の違いは、光学構造面1113によって透過した光が、直角に近 い角度で反射偏光子本体116を通過することである。さらに別の違いは、ディスプレイ モジュール143の中に、正面偏光子149を設けて背面偏光子を設けていないことであ る。バックライトが支配的な光源である実施形態においては、明るさ増進型反射偏光子に 並置した吸収偏光子を使用せずに適当なコントラストが得られる。

【 0 0 5 0 】

図12は、標準的なエレクトロルミネセンスのバックライトとともにとった、明るさ増 進型反射偏光子の実施例のテスト結果を示している。エレクトロルミネセンスのバックラ イトは、入射光の方向と偏光方向のランダム化に関して、光学キャビティとしての上述し た要件を満たしている。比較の根拠として、曲線162は、2色性偏光子のみを単体で有 し、明るさ増進型反射偏光子本体を有していないディスプレイに関する光の透過を示して いる。曲線164は、図12に関して上述したように、反射偏光子本体と近接層としての 構造面とを有する形態の明るさ増進型反射偏光子本体を備えたディスプレイのY-Z面に 関する、光の角度分布に対する光の強さを示している。曲線164は、2色性偏光子単独 の場合に比較して、軸上で約60パーセントの明るさの増加を示している。また、軸から 60度ずれたところでは、約50パーセントの明るさの低下が見られる。 10

20



[0051]

標準的なバックライトを使用したさらに別の実施例においては、図11に関して上述したように、反射偏光子本体と近接層としての構造面とを有する明るさ増進型反射偏光子を備えた状態で、観察面に直角なディスプレイに沿って、2色性偏光子単独のものに対して明るさが100パーセント増大することが測定された。反射偏光子単独では明るさが30 パーセント増え、構造面単独では明るさが70パーセント増え、結果的に、軸上の観察で、全体の明るさの増加が100パーセントとなった。

【0052】

これら2つの実施例の間での明るさの増え方の違いは、使用されている光学キャビティ の違いによる所が大きい。図12の曲線はエレクトロルミネセンスのバックライトととも にとられており、後者の実施例は標準的なバックライトとともにとられている。各タイプ の光学キャビティの反射と損失は、達成される全体的な明るさの増えに影響する。 【0053】

図13に示した別形態の好適なディスプレイ192を用いて、明るさ増進型反射偏光子本体から射出する光線の二次元制御が可能である。それぞれが構造面112及び184を有する2つの光学構造層113及び182が、各々、互いに近接し、かつ反射偏光子本体116に近接している。これらの3つのエレメントが明るさ増進型反射偏光子本体110を構成している。図13において2つの光学構造層が反射偏光子本体116の下方に示されているが、反射偏光子本体116を本発明の範囲から逸脱する事なく、光学構造層11 2及び182の間や下に配置することができることが理解されるべきである。二次元制御は、構造面112及び184の配向軸の交差によってすることができる。軸は、ディスプレイの用途や組み合わされる偏光条件に応じて、90度または90度よりも大きな他の角度で配向することができる。

【0054】

使用時には、第1光学構造層により、Y,Z面において約70度、X,Z面において1 10度の観察領域が生じる。第1光学構造層182から出る光は、第2光学構造層113 用の光源となり、その構造面112は、光学構造層182の構造面184とは違う配向軸 を有している。例えば、2つの光学構造層113及び184の軸が90度で配向されてい る場合、光学構造層182はX,Z面の110度の角度内の光に作用してX,Z面の観察 角度を70度よりもいくらか小さな狭い範囲に圧縮し、それによって、明るさがさらに増 す。

[0055]

図14は、明るさ増進型反射偏光子110を単独で示す概略斜視図である。図は、本発 明の構成の説明を容易にするため、縮尺どおりには示していない。図14は、本発明の説 明の中でX,Y,Z方向を定める座標系を含んでいる。

【0056】

図14に示すように、明るさ増進型反射偏光子110は、構造面112を有する光学構造層113を有している。図14において、この光学構造層113は反射偏光子116上に成形されたポリマー層に重ねられ、好適な一体構造になっている。図14に示したもののような一体構造は、反射偏光子が、米国特許第5、175、030号において述べられているような作用において基材として機能する場合、反射偏光子上の構造面材料のヒートラミネーションまたは成形及び硬化などの、2枚のフィルムを接合する種々の公知技術で形成できる。その目的のため、反射偏光子と明るさ増進器が一体構造であるという説明は、それらが互いに接合されることも意味していることを理解すべきである。

【0057】

図14に示した好適で説明的な構造面112は、プリズム114によって代表される、 プリズムアレイである。各プリズムは、X方向へのびる尾根状の頂部を有している。Y, Z面において、各プリズム114は二等辺三角形の断面形状を有し、プリズムの頂角12 0は90度である。プリズムアレイは好ましいが、その用途の特定の要件に合わせて、プ リズムの幾何図形的配列と頂角120を変えてもよい。図14に示したプリズムアレイは 10

20

30

、光学ディスプレイから出る光を図6に示した比較的狭い観察領域136に制限するのが 望ましい場合に特に有用である。しかし、他の観察角度が望ましい場合、光学構造層11 3は他の形態をとることができる。好ましい構造面112は幾何光学として機能するが、 回折またはホログラフィー用の光学エレメントを、幾何光学によって示される光の方向づ けの特性を効果的に模倣するように構成できることはよく知られている。したがって、構 造面112という用語は、比較的狭い観察領域136(図6)に光を制限する幾何及び回 折の両方の光学システムを説明するためとして理解されなければならない。プリズムアレ イが本質的に有している偏光性は、一般的に言えば、プリズムの軸が反射偏光子の延伸方 向に平行に走るときに、最大限の性能が得られる。

【0058】

10

<u>多層スタックの光学作用</u>

上述した図4に示したような多層スタックの光学作用について、より一般的な用語で説 明する。多層スタックは無数の層を含むことができ、各層は多数の異なった材料の何で形 成してもよい。特定のスタックのための材料の選択を決定する特性は、そのスタックの望 ましい光学性能に依拠している。

[0059]

スタックは、スタックの中に含まれる層と同じ数の材料を含むことができる。 製造を容易にするために、好適な薄い光学フィルムのスタックでは、異なった数種の材料 のみが含まれる。分かりやすくするため、この説明では2つの材料を含む多層スタックに ついて述べる。

 $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 6 & 0 \end{bmatrix}$

素材間、もしくは物理的な特性の異なる科学的に同一の素材間の境界は、段階的または 漸進的にすることができる。分析解法によるいくつかの単純な場合を除き、屈折率が連続 的に変わる後者のタイプの層状体は、段階的な境界を持っているが隣り合った層間で特性 がわずかにのみ変わる、より多くの薄い層として扱われる。

【0061】

すべての方位角からのすべての入射角度での反射作用は、フィルムスタックの各フィル ム層の屈折率によって決まる。フィルムスタックのすべての層が同じ作用条件を受けると 仮定すれば、スタック全体の作用を角度の機能として理解するために、スタックの2つの 構成部分の間の単一の境界面を見るだけでよい。

【0062】

したがって、説明を分かりやすくするために、単一境界面の光学作用について述べる。 しかしながら、ここで述べられる原理による現実の多層スタックは、無数の層から形成で きる。図15に示すもののような単一境界面での光学作用を説明するために、 z軸と一つ の面内光軸を含む入射面に対する s 偏光と p 偏光の入射角度の関数としての反射率をプロ ットする。

[0063]

図15は、単一境界面を形成する2素材のフィルム層を、いずれも、屈折率が n。の等 方性の媒質の中に浸せきした状態で示している。分かりやすくするために、この説明は、 2つの素材の光軸を揃え、一方の光軸(z)をフィルム面に直角にし、他方の光軸を x 軸 及び y 軸に沿わせた状態の、直交式多層複屈折システムについて行う。しかし、光軸が直 交している必要はなく、非直交システムが本発明の本質及び範囲内に十分含まれることが 理解されるべきである。さらに、本発明で意図した範囲内に含ませるために、光軸を必ず しもフィルム軸に揃えなくてもよいことも理解されるべきである。

【0064】

すべての厚さのフィルムのあらゆるスタックの光学特性(optics)を算出するための基本的な数理ビルディングブロック(mathematical building blocks)は、個々のフィルム境界面における、よく知られたフレネルの反射係数と透過係数である。フレネル係数は、 既知の境界面の反射率の大きさを、あらゆる入射角度について、s偏光とp偏光について別々の式をもって求めるものである。 30

20

誘電性境界面の反射率は、入射角度の関数として変化し、等方性材料に関してはp偏光と s 偏光で大きく異なる。p 偏光の最小反射率は、いわゆるブルースター効果によるもので あり、反射率がゼロになる角度はブルースター角と呼ばれる。 【0065】

あらゆるフィルムスタックにおけるあらゆる入射角度での反射率の作用は、含まれるす べてのフィルムの誘電性テンソルによって決まる。この問題の通常の理論的な扱いは、ノ ース・オランダ(north-holland)によって1987年に発行された、アール・エム・エ イ・アザム(R.M.A.Azzam)とエヌ・エム・バシャラ(N.M.Bashara)の論文「エリプサム トリー(Ellipsometry)と偏光」において述べられている。結果は、一般的によく知られ たマクスウェル方程式によって直接導かれる。

[0066]

あるシステムにおける単一境界面の反射性は、それぞれ、方程式1及び2によって求められるp 偏光及び s 偏光の反射係数の絶対値を二乗することによって計算される。方程式 1 及び2 は、2 成分の軸を揃えた一軸性の直交系について有効である。

【式1】

[0067]

1)

$$r_{pp} = \frac{n2z \cdot n20\sqrt{(n1z^2 - n0^2 \sin^2 \theta) - n1z \cdot n10\sqrt{(n2z^2 - n0^2 \sin^2 \theta)}}}{n2z \cdot n20\sqrt{(n1z^2 - n0^2 \sin^2 \theta) + n1z \cdot n10\sqrt{(n2z^2 - n0^2 \sin^2 \theta)}}}$$
2)

$$r_{re} = \frac{\sqrt{(n10^2 - n0^2 \sin^2 \theta) - \sqrt{(n20^2 - n0^2 \sin^2 \theta)}}}{\sqrt{(n10^2 - n0^2 \sin^2 \theta) - \sqrt{(n20^2 - n0^2 \sin^2 \theta)}}}$$

$$\int (n \log^2 - n \sigma^2 \sin^2 \theta) + \int (n 2 \sigma^2 - n \sigma^2 \sin^2 \theta)$$

[0068]

ここで、 は等方性媒質について測定した。

[0069]

1 軸性複屈折システムにおいては、n1 x = n1 y = n1 o であり、n2 x = n2 y = n2 o である。

【0070】

2 軸性複屈折システムについて、方程式1及び2は、図15に示したように、x-zまたはy-z面に平行な偏光面の光のみに有効である。したがって、2軸性システムについて、x-z面の光の入射に関し、方程式1において(p偏光について)は、n1o=n1 xでn2o=n2xであり、方程式2において(s偏光について)は、n1o=n1yで n2o=n2yである。y-z面の光の入射に関し、方程式1において(p偏光について))は、n1o=n1yでn2o=n2yであり、方程式2において(s偏光について)は 、n1o=n1xでn2o=n2xである。

【0071】

方程式1及び2は、反射率が、スタックの各材料の×, y及びz方向における屈折率に よって決まることを示している。等方性材料においては、3つの屈折率がすべて等しく、 n×=ny=nzである。n×, ny及びnzの間の関係によって、材料の光学特性が定 まる。3つの屈折率の間の関係の相違により、等方性、1軸性複屈折、及び2軸性複屈折 という材料の3つの一般的なカテゴリーが決まる。

【0072】

1 軸性複屈折材料は、一方向の屈折率が他の二方向の屈折率とは異なるものとして定義 される。この問題のため、1 軸性複屈折システムを表す規則は、n x = n y n z である 。 x 軸及び y 軸は面内軸として定められ、各屈折率 n x 及び n y は、面内屈折率と呼ばれ る。

【0073】

1軸性複屈折システムを作る一つの方法は、ポリマーの多層スタックを2軸延伸するこ 50

10

30

と(例えば2寸法方向に沿って伸ばすこと)である。多層スタックの2軸延伸により、両軸に平行な面に関し、重なった層間で屈折率に差が生じ、その結果、両方の偏光面におい て光の反射が生じる。

(13)

【0074】

1 軸性複屈折材料は、正または負のどちらかの1 軸的複屈折性を有している。 正の1 軸的複屈折性は、 z 屈折率が面内屈折率よりも大きい場合(n z > n x 及び n y) に生じる。負の1 軸的複屈折性は、 z 屈折率が面内屈折率よりも小さい場合(n z < n x 及び n y)に生じる。

[0075]

2軸性複屈折材料は、3つの軸に関する屈折率が異なる(nx ny nz) ものとして定義される。この場合も、nx及びnyの屈折率は、面内屈折率と呼ばれる。 2軸性複屈折システムは、多層スタックを一方向へ延伸することにより作ることができる 。言い換えれば、スタックは1軸方向へ伸ばされる。この問題のため、x方向を2軸性複 屈折スタックの延伸方向という。

[0076]

1 軸性複屈折システム(鏡)

1 軸性複屈折システムの光学特性について以下に述べる。上述したように、1 軸性複屈 折材料の一般的な条件はnx = ny nz である。したがって、図15の各層102及び 104が1軸的複屈折性であれば、n1x = n1yであり、n2x = n2yである。この 問題のため、層102が層104よりも大きな面内屈折率を有し、したがって、x方向及 びy方向の両方でn1>n2であると仮定する。1軸的複屈折性の多層システムの光学的 作用は、n1z及びn2zの値を変えることによって調整して正または負の複屈折性を異 なったレベルにすることができる。

【0077】

上述した方程式1は、図15に示したような2層からなる1軸性複屈折システムにおける単一境界面の反射率を求めるのに使用することができる。方程式2は、s偏光に関して、等方性フィルム(nx=ny=nz)の単純な場合のそれに同一であるように簡単に示しているので、方程式1のみを検討すればよい。はっきりとさせるため、フィルムの屈折率を一般的な値に特定する。n1x=n1=1.75、n1z=可変、n2x=n2y= 1.50、そしてn2z=可変とする。このシステムにおいて種々可能なブルースター角を説明するため、周囲の等方性媒質に関して、no=1.60とする。

図16は、n1zがn2zよりも大きいかもしくは等しい場合(n1z n2z)に、 等方性媒質から複屈折層に入射したp偏光の、角度に対する反射率の曲線を示している。 図16に示された曲線は、以下のz-屈折率の値に関するものである。 【0079】

a) n 1 z = 1 . 7 5 , n 2 z = 1 . 5 0 b) n 1 z = 1 . 7 5 , n 2 z = 1 . 5 7 c) n 1 z = 1 . 7 0 , n 2 z = 1 . 6 0 d) n 1 z = 1 . 6 5 , n 2 z = 1 . 6 0 e) n 1 z = 1 . 6 1 , n 2 z = 1 . 6 0 f) n 1 z = 1 . 6 0 = n 2 z n 1 z が n 2 z に近づ くとき、ブルースター角、つまり反射率がゼロになる角度が大きくなる。 a ~ e の曲線は 、角度に大きく左右される。しかし、 n 1 z = n 2 z (曲線 f)の場合、反射率が角度に 左右されることはない。言い換えれば、曲線 f の反射率は、すべての入射角について一定 である。その点で、方程式1は、(n 2 o - n 1 o) / (n 2 o + n 1 o)という、角度 から独立した形に約すことができる。n 1 z = n 2 z の場合、ブルースター効果はなく、 すべての入射角度について反射率が一定になる。

[0080]

図17は、n1zがn2zよりも小さいかもしくは等しい場合の入射角度に対する反射率の曲線を示している。光は、等方性媒質から複屈折層に入射する。これらの場合、反射率は、入射角度に伴って単調に増加する。このことは、s偏光について見られる作用である。図17の曲線aは、s偏光の一つのケースを示している。曲線b~eは、nzが以下

20

10



の種々の値をとる場合の、 p 偏光のケースを示している。 【 0 0 8 1 】

b) n 1 z = 1 . 5 0 , n 2 z = 1 . 6 0 c) n 1 z = 1 . 5 5 , n 2 z = 1 . 6 0 d) n 1 z = 1 . 5 9 , n 2 z = 1 . 6 0 e) n 1 z = 1 . 6 0 = n 2 z また、 n 1 z = n 2 z (曲線 e) の場合、ブルースター効果はなく、すべての入射角度について反射率が一 定になる。

【 0 0 8 2 】

図18は、図16及び17と同じで、屈折率no=1.0(空気)の媒質の場合の入射 を示している。図18の曲線は、n2x=n2y=1.50,n2z=1.60の正の1 軸性材料と、n1x=n1y=1.75の負の1軸性複屈折材料の単一境界面におけるp 偏光についてプロットしたものであり、n1zの値は、上から下へ、以下の通りである。 【0083】

10

20

a)1.50b)1.55c)1.59d)1.60f)1.61g)1.65h)1 .70i)1.75なお、図16及び17において示したように、 n 1 z と n 2 z の値が 一致している場合(曲線d)、反射率は角度に左右されない。

【0084】

図16、17及び18は、一方のフィルムの z 軸の屈折率が他方のフィルムの z 軸の屈 折率に等しい場合に一つのタイプの作用から他へのクロスオーバーが生じることを示して いる。このことは、負及び正の1軸性複屈折材料及び等方性材料のいくつかの組み合わせ について当てはまる。他の状況は、ブルースター角がより大きな角度またはより小さな角 度に変わった場合に生じる。

【0085】

面内屈折率とz軸屈折率の間で有り得る種々の関係を図19、20及び21に示している。縦軸は屈折率の相対値を示し、横軸は種々の条件を分けるためだけに使用されている。各図は、z屈折率が面内屈折率と同じ場合に、2枚の等方性フィルムについて左側で開始する。一方が右側へ向かって進むと、面内屈折率は一定に保持されたまま種々のz軸屈折率が増加または減少し、正または負の複屈折性が示される。

【 0 0 8 6 】

図16、17及び18に関して上述したケースを図19に示している。材料1の面内屈 折率は材料2の面内屈折率よりも大きく、材料1は負の複屈折性(面内屈折率よりも小さ 30 なn1z)を有し、材料2は正の複屈折性(面内屈折率よりも大きなn2z)を有してい る。ブルースター角が消え、反射率がすべての入射角度について一定になる点は、2つの z軸屈折率が同じところである。この点は、図16の曲線f、図17の曲線e、または図 18の曲線dに対応している。

【0087】

図16において、材料1は材料2よりも大きな面内屈折率を有するが、材料1は正の複 屈折性を有し、材料2は負の複屈折性を有している。このケースでは、ブルースターの最 小値は、より小さな角度の値にのみシフトすることができる。

【 0 0 8 8 】

図19及び20は、いずれも、2枚のフィルムの一方が等方性である場合に限って有効 40 である。2つのケースは、材料1が等方性で材料2が正の複屈折性を有する場合、または 、材料2が等方性で材料1が負の複屈折性を有する場合である。

【0089】

ブルースター効果のないポイントは、複屈折材料のz軸屈折率が等方性フィルムの屈折 率に等しいところである。

【0090】

他のケースは、両方のフィルムが同じタイプ、つまり、両方が負または両方が正の複屈 折性のフィルムの場合である。図21は、両方のフィルムが負の複屈折性を有する場合を 示している。しかし、2枚の正の複屈折層のケースが、図21に示した2枚の負の複屈折 層のケースに近似していることが理解されるべきである。前述したように、プルースター

の最小値は一方の z 軸屈折率が他のフィルムのそれと等しいか交差する場合にのみ無くなる。

【0091】

さらに別のケースは、2つの材料の面内屈折率が等しく、z軸屈折率が異なる場合に生じる。図19~21に示された3つのケースの部分集合であるこのケースにおいて、s偏光はすべての角度で反射せず、p偏光の反射率は入射角度の増加に伴って増加する。このタイプの物品は、入射角度が増加するときに増加するp偏光に関する反射率を有し、s偏光に対して透明である。この物品は、「p偏光子」と呼ぶことができる。

【0092】

当業者であれば、1軸性複屈折システムの作用を説明した上述の原理を、幅広い状況に 10 合わせて望みの光学効果を得るために適用できることを容易に認識できるであろう。多層 スタックの層の屈折率は、所望の光学特性を有する装置を製造するために調整することが できる。多くの負及び正の1軸性複屈折システムを、種々の面内屈折率及びz軸屈折率を もって製造することができ、かつ、ここで説明した原理を使用して、多くの有用な装置を 設計製作することができる。

[0093]

2 軸性複屈折システム(偏光子)

再び図15を参照して、2構成要素の直交2軸性複屈折システムについて以下に説明する。この場合も、システムは多数の層を含むことができるが、一つの境界面での光学作用 について検討することによって、スタックの光学作用を理解することができる。

【0094】

2 軸性複屈折システムは、一方の軸に平行な偏光面を持った光をすべての入射角度について高反射率にすることができ、同時に、他の軸に平行な偏光面を持った光をすべての入射角度について低反射率にすることができる。その結果、2 軸性複屈折システムは偏光子として作用し、1つの偏光方向の光を透過し、他の偏光方向の光を反射する。各フィルムにおける、nx,ny及びnzの3つの屈折率を調整することによって、所望の偏光子の作用を得ることができる。上述したPEN/coPENからなる多層反射偏光子は、2 軸性複屈折システムの一つの例である。しかし、一般に多層スタックを構成するのに使用される材料がポリマー材料である必要はないことを理解すべきである。ここで説明される一般原則に入るあらゆる材料を、多層スタックを構成するために使用することができる。

再度図15を参照して、分かりやすくするために、以下の値をフィルムの屈折率と仮定 する。つまり、n1x=1.88、n1y=1.64、n1z=可変、n2x=1.65 、n2y=可変、n2z=可変である。x方向を吸光方向と言い、y方向を透過方向とい う。

【0096】

方程式1は、延伸方向または非延伸方向における入射面を持った光の2つの重要なケースに関して、2軸性複屈折システムの角度的な作用を求めるために用いることができる。 偏光子は一つの偏光方向に関しては鏡であり、他の方向に関しては窓である。延伸方向に おいて、多数の層からなる多層スタックにおける、1.88-1.65=0.23という 大きな屈折率の差は、s偏光に関して非常に高い反射率をもたらす。p偏光に関して、種 々の角度での反射率は、n1zとn2z屈折率の差に左右される。

【 0 0 9 7 】

ほとんどの用途において、理想的な反射偏光子は、すべての入射角度において、一方の 軸に沿って高反射率で、他方に沿って反射率がゼロである。透過軸に沿って反射性が生じ る場合、そしてそれが種々の波長で異なる場合は、偏光子の効率が低下し、透過した光に 色が生じる。これらは、いずれも望ましくない結果である。このことは、たとえ面内の y 屈折率が一致していても、 z 屈折率が大きくずれていることによって引き起こされる。し たがって、その結果としてのシステムは、 p 偏光に関して大きな反射率を有し、 s 偏光に ついては透明性が高い。このケースは、鏡の場合の検討において、「 p 偏光子」と称した 20

30

10

30

40

ものである。

【0098】

図22は、PEN/COPENの800層のスタックについて、非延伸方向に入射面を 有するp偏光に関する75°での反射率(-LOG[1-R]としてプロット)を示して いる。反射率は、可視スペクトル全体の波長(400~700nm)の関数としてプロッ トされている。曲線aについて、550nmでの関連屈折率は、n1y=1.64、n1 z=1.52、n2y=1.64、そしてn2z=1.63である。模型としたスタック の構成は、四分の一波長のペアの単純な直線的厚さ等級(simple lenear thickness grad e)で、各ペアが前のペアよりも0.3%厚くなっている。すべての層には、ガウス分布 と5%の標準偏差をもったランダムな厚さの誤差が与えられた。

【 0 0 9 9 】

曲線 a は、透過軸(y 軸)に沿って可視スペクトル全体の高い軸ずれ反射率と、異なっ た波長が異なった程度の反射率につながることを示している。スペクトルが、フィルムの 厚さなどの層の厚さの誤差と空間的な不均一性に敏感であるため、このことによって、2 軸性複屈折システムが、非常に不均一で、「カラフル」な外観となる。ある種の用途では 色の度合いが高いことが望ましいが、LCDディスプレイや他のタイプのディスプレイな ど、均一さと外観上の色合いの薄さが必要な用途では、軸ずれの色の度合いを調整して、 それを最小限にすることが望ましい。

[0100]

フィルムスタックが全ての可視波長について同じ反射率を得るように構成された場合、20 均一なニュートラルグレイの反射が得られる。しかし、このことは、ほとんど完全な厚さ 調整を必要とする。その代わりに、軸ずれの反射率と軸ずれの色は、ブルースター条件の 軸ずれを生じる非延伸の面内屈折率(n1y及びn2y)に屈折率の不一致を導くことに よって最小限にすることができ、このとき、s偏光の反射率を最小限に保つことができる

【0101】

図23は、2軸性複屈折システムの透過軸に沿って、軸ずれの反射率を小さくすること について、y屈折率の不一致を導入することの効果を調べるものである。n1z=1.5 2及びn2z=1.63(nz=0.11)で、以下の条件でp偏光についてプロット した。

【0102】

a) n 1 y = n 2 y = 1 . 6 4 b) n 1 y = 1 . 6 4 , n 2 y = 1 . 6 2 c) n 1 y = 1 . 6 4 , n 2 y = 1 . 6 6 曲線 a は、面内屈折率 n 1 y と n 2 y が等しい場合の屈折率 を示している。曲線 a は 0 °のときに最小の反射率を有し、 2 0 °を越えると急激に上昇 している。

[0103]

曲線 b については、n 1 y > n 2 y で、反射率は急速に増加している。曲線 c は、n 1 y < n 2 y で、3 8 °のときに反射率が最小で、その後急激に上昇している。曲線 d によ って示されているように、n 1 y n 2 y の s 偏光に関して、相当の反射が生じる。図 2 3 の曲線 a ~ d は、y - 屈折率の不一致(n 1 y - n 2 y)の表れが、存在するブルース ターの最小値のため、z - 屈折率の不一致(n 1 z - n 2 z)と同じであるべきであるこ とを示している。n 1 y = n 2 y の場合、s 偏光の反射率は全ての角度でゼロである。 【0 1 0 4】

層間の z 軸屈折率の差を小さくすることによって、軸ずれの反射率をさらに小さくする ことができる。 n 1 z が n 2 z と等しい場合、図 1 8 は、吸光軸が、それが直角入射です るときに高反射率の軸ずれ角度を有し、両屈折率が一致している(例えば、 n 1 y = n 2 y 及び n 1 z = n 2 z)ために、非延伸軸に沿ってどんな角度でも反射が生じないことを 示している。

[0105]

2つの y 屈折率と 2 つの z 屈折率を正確に一致させることは、ある種のポリマー系では 50

可能ではない。もしz軸の屈折率が偏光子の構成に合っていなければ、面内屈折率n1v とn2yにわずかな不一致が必要になるであろう。他の例を、n1z=1.56及びn2 z = 1.60(n z = 0.04)と仮定して、以下の y 屈折率、すなわち、 a) n 1 y = 1 . 6 4 , n 2 y = 1 . 6 5 ; b) n 1 y = 1 . 6 4 , n 2 y = 1 . 6 3 で図 2 4 にプ ロットした。曲線 c は両方のケースの s 偏光についてである。 y 屈折率の不一致の表れが z屈折率の不一致と同じ曲線aの場合、最も低い軸ずれ角度の反射率となった。 [0106]

(17)

図24の曲線aの条件の下で、75°の入射角での800層のフィルムのスタックの軸 ずれの反射率の計算値を、図22の曲線bにプロットしている。図22の曲線bを曲線a と比較すると、曲線bにプロットされた条件に関して、はるかに小さい軸ずれの反射率、 したがってより小さな知覚色があることが示されている。550mmでの曲線bの関連屈 折率は、n1y=1.64,n1z=1.56,n2y=1.65,n2z=1.60で ある。

[0107]

図25は、p偏光について、図15に関連して説明した軸ずれの反射率を要約する方程 式1の輪郭のプロットを示している。非延伸方向に含まれる4つの独立した屈折率を、2 つの屈折率の不一致 nzと nyに変えた。プロットは、入射角を、0°から75°ま での15度ずつの複数の角度での、6つのプロットの平均値である。反射率は、0.4× 10⁻⁴の一定の増分で、輪郭 a の 0 . 4 × 1 0⁻⁴から、輪郭 j の 4 . 0 × 1 0⁻⁴までの範 囲である。プロットは、一つの光学軸に沿った屈折率の不一致によって生じた高反射率が 、他の軸に沿った不一致によってどのようにオフセットし得るかを示している。

[0108]

したがって、2軸性複屈折システムの層間のz屈折率の不一致を小さくすることによっ て、及び / またはブルースター効果を生じるために y 屈折率の不一致を導入することによ って、軸ずれの反射率,したがって軸ずれの色が、多層反射偏光子の透過軸に沿って最小 限になる。

[0109]

また、せまい波長範囲で機能する狭帯域偏光子を、ここで説明した原理を用いて構成す ることができることにも注意すべきである。これらは、例えば、赤、緑、青、シアン、マ ゼンタまたはイエローの偏光子を製造するために用いることができる。

[0110]

材料選択及び加工

上述した構成を考慮すれば、当業者であれば、所望の屈折率の関係を生じるように選択 された条件下で処理するときに、本発明に係る多層の鏡または偏光子を形成するために多 種の材料を使用できることを容易に理解できるであろう。一般に、要求されるもの全ては 、材料の一つが、第2の材料に比較して、選択した方向に異なった屈折率を有することで ある。この差異は、(例えば有機ポリマーの場合の)フィルム形成の際またはその後の延 伸、(例えば液晶材料の場合の)押出成形、またはコーティングなどの、種々の方法で得 ることができる。さらに、2つの材料が、それらを同時に押出成形することができるよう に、同様の流動特性(例えば溶融粘度)を有していることが好ましい。 [0111]

一般に、適当な組み合わせは、第1材料として結晶質もしくは半結晶質の有機ポリマー を、第2材料として有機ポリマーを選択することによって行われる。第2材料は、結晶質 、半結晶質、または非晶質としたり、第1材料とは逆の複屈折性を有するものにしたりで きる。

[0112]

好ましい材料の実例としては、ポリエチレンナフタレート(PEN)とそのアイソマー (例えば、2,6-、1,4-、1,5-、2,7-、及び2,3-PEN)、ポリアル キレンテレフタレート(例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレ ート、及びポリ-1,4-シクロヘキサンジメチレンテレフタレート)、ポリイミド(例 10

20

30

えばポリアクル酸イミド)、ポリエーテルイミド、アタクティックポリスチレン、ポリカ ーボネート、ポリメタクリレート(例えば、ポリイソブチルメタクリレート、ポリプロピ ルメタクリレート、ポリエチルメタクリレート、及びポリメチルメタクリレート)、ポリ アクリレート(例えば、プリブチルアクリレート及びポリメチルアクリレート)、セルロ ース誘導体(例えば、エチルセルロース、セルロースアセテート、セルロースプロピオネ ート、セルロースアセテートブチレート、及びニトロセルロース)、ポリアルキレンポリ マー(例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリイソブチレン、及び ポリ(4-メチル)ペンテン)、フッ素化ポリマー(例えば、ペルフルオロアルコキシ樹 脂、ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化エチレン - プロピレン共重合体、ポリフッ化 ビニリデン、及びポリクロロトリフルオロエチレン)、塩化ポリマー(例えば、ポリ塩化 ビニリデン及びポリ塩化ビニル)、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリロ ニトリル、ポリアミド、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、ポリ酢酸ビニル、ポリエーテル -アミド、アイオノマー樹脂、エラストマー(例えば、ポリブタジエン、ポリイソプレン、 及びネオプレン)、及びポリウレタンがある。他の好ましいものには、例えば、PENの | 共重合体(例えば、2,6-、1,4-、1,5-、2,7-、及び/または2,3-ナ フタリンジカルボン酸またはそのエステルと、(a)テレフタル酸またはそのエステル、 (b)イソフタル酸またはそのエステル、(c)フタル酸またはそのエステル、(d)ア ルケングリコール、(e)シクロアルケングリコール(例えば、シクロヘキサンジメタノ ールジオール)、(f)アルケンジカルボン酸、及び / または(g)シクロアルケンジカ ルボン酸(例えば、シクロヘキサンジカルボン酸)と、の共重合体)、ポリアルキレンテ レフタレートの共重合体(例えば、テレフタル酸またはそのエステルと、(a)ナフタリ ンジカルボン酸またはそのエステル、(b)イソフタル酸またはそのエステル、(c)フ タル酸またはそのエステル、(d)アルケングリコール、(e)シクロアルケングリコー ル(例えば、シクロヘキサンジメタノールジオール)、(f)アルケンジカルボン酸、及 び/または(g)シクロアルケンジカルボン酸(例えば、シクロヘキサンジカルボン酸) と、の共重合体、及びスチレン共重合体(例えば、スチレン - ブタジエン共重合体及びス チレン - アクリロニトリル共重合体、4,4' - ビベンゾイック(bibenzoic)酸及びエ チレングリコールがある。さらに、個々の層は、それぞれ、上述した重合体または共重合 体の2つ以上の混合体(例えば、SPSとアタクティックポリスチレンの混合体)を含ま せることができる。

(18)

【0113】

偏光子の場合に特に好ましい層の組み合わせには、PEN/coPEN、ポリエチレン テレフタレート(PET)/co-PEN、PEN/SPS、PET/SPS、PEN/ イーステア(Eastair)、及びPET/イーステアが含まれる。ここで、「co-PEN」は、(上述した)ナフタリンジカルボン酸を基にした共重合体または混合体を言い、イ ーステアは、イーストマン・ケミカル・カンパニーから入手可能なポリシクロへキサンジ メチレンテレフタレートである。

【0114】

鏡の場合に特に好ましい層の組み合わせには、PET/エクデル(Ecdel)、PEN/ エクデル、PEN/SPS、PEN/THV、PEN/co-PET、及びPET/SP 40 Sが含まれる。ここで、「co-PET」は、(上述した)テレフタル酸を基にした共重 合体または混合体を言い、エクデルはイーストマン・ケミカル・カンパニーから入手可能 な熱可塑性ポリエステルであり、THVはスリーエム・カンパニーから入手可能なフルオ ロポリマーである。

【0115】

この装置の層の数は、経済的な理由で、最小限の数の層で所望の光学特性が得られるように選択される。偏光子と鏡の両方のケースで、層の数は10,000よりも少ないことが好ましく、より好ましくは5,000よりも少なく、(さらに好ましくは)2,000よりも少ない。

[0116]

50

10

20

上述したように、種々の屈折率の間の所望の関係(したがって多層装置の光学特性)を 達成する能力は、多層装置を製作するのに使用される処理条件によって影響される。延伸 によって方向づけることができる有機ポリマーの場合、この装置は、多層フィルムを形成 するために個々のポリマーを同時に押出成形し、選定された温度で延伸することによって フィルムを配向し、さらに、その後に、必要に応じて選定された温度でヒートセットする ことによって、作成される。また、押出成形と配向ステップは同時に行うことができる。 偏光子の場合、フィルムは実質的に一方向(1軸方向)へ延伸され、鏡の場合、フィルム は実質的に2方向(2軸方向)へ延伸される。

【0117】

フィルムは、延伸交差方向において、延伸交差の自然な減少(延伸率の平方根と等しい 10)から、圧縮される(すなわち、延伸交差方向の寸法に実質的な変化はない)まで、寸法 的な弛緩が可能なようになっている。フィルムは、レングスオリエンター(length orien ter)を使って機械の方向へ、テンターを使って幅方向へ、あるは斜め方向へ延伸できる

[0 1 1 8 **]**

予延伸温度、延伸温度、延伸速度、延伸率、ヒートセット温度、ヒートセット時間、ヒ ートセット緩和、及び延伸交差緩和は、所望の屈折率の関係を有する多層装置を生産する ために選定される。これらの変数は相互依存しており、したがって、例えば、比較的遅い 延伸速度は、例えば比較的低い延伸温度と一緒であれば使用することができる。所望の多 層装置を得るためにこれらの変数の適当な組み合わせをどのように選択するかは、当業者 であれば明らかであろう。しかし、一般に、1:2~10(より好ましくは1:3~7) の延伸率が、偏光子の場合には好ましい。鏡の場合には、一方の軸に沿った延伸率が1: 2~10(より好ましくは1:2~8、最も好ましくは1:3~7)の範囲内で、第2の 軸に沿った延伸率が1:-0.5~10(より好ましくは1:1~7、最も好ましくは1 :3~6)の範囲内である。

【0119】

好適な多層装置は、スピンコーティング(例えば、ジェイ・ポリム・サイエンス(J.p olym.Sci) B 巻 3 0 : 1 3 2 1 (1992)(ボーズ(Boese)他)に記載されている)や 真空蒸着などの技術を使って製作することもできる。後者の技術は、結晶質ポリマーの有 機及び無機材料の場合に特に有用である。

30

40

20

次に、以下の実施例によって本発明を説明する。この実施例において、光学吸収は無視で きるので、反射率は1から透過率を引いたもの(R=1-T)に等しい。

【 0 1 2 0 】

鏡の実施例PET:エクデル,601

601層を含む同時押出成形のフィルムを、連続したフラットフィルム製造ライン上で 、同時押出成形工程により作成した。固有粘度が0.6dl/g(60重量%のフェノー ル/40重量%のジクロロベンゼン)のポリエチレンテレフタレート(PET)を一つの 押出成形機から1時間に75ポンドの速度で押し出し、エクデル9966(イーストマン ・ケミカルから入手可能な熱可塑性エラストマー)を、他の押出成形機から1時間に65 ポンドの速度で押し出した。PETは、表面層に用いた。601層の押し出し物を製造す る2つのマルチプライヤーに通される151層を作り出すため、(米国特許第3,801 ,429号に記載されているような)フィードブロック(feedblock)法を使用した。米 国特許3,565,985号は、代表的な同時押出成形のマルチプライヤーを説明してい る。ウェブは、約210°Fのウェブ温度で、約3.6の延伸率まで長さ配向(length o rient)された。フィルムは、続いて、約235°Fに約50秒間予熱され、1秒当たり 約6%の割合で約4.0の延伸率まで横方向に延伸された。このフィルムは、さらに、4 00°Fにセットされたヒートセットオーブンのなかで、その最大幅の約5%弛緩された 。完成したフィルムの厚さは2.5ミルであった。

【 0 1 2 1 】

製造された成形ウェブは、空気側の面の組織が粗く、図26に示したような透過率を備 50

えていた。 60 °の角度(曲線b)でのp偏光の透過率%は、直角入射(曲線a)での値 と同様であった(波長シフト)。

【0122】

比較のため、メアール・コーポレイション(Mearl Corporation)によって製造された 、等方性材料と推定されるフィルム(図27参照)は、p偏光に関し、60°の角度で、 反射率の顕著な損失を示している(曲線b、直角入射の曲線aと比較)。

【0123】

PET:エクデル , 151

151層を含む同時押出成形のフィルムを、連続したフラットフィルム製造ライン上で、同時押出成形工程により作成した。固有粘度が0.6dl/g(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)のポリエチレンテレフタレート(PET)を一つの押出成形機から1時間に75ポンドの速度で押し出し、エクデル9966(イーストマン・ケミカルから入手可能な熱可塑性エラストマー)を、他の押出成形機から1時間に65ポンドの速度で押し出した。PETは、表面層に用いた。151層を作り出すため、フィードブロック法を使用した。ウェブは、約210°Fのウェブ温度で、約3.5の延伸率まで長さ配向された。フィルムは、続いて、約215°Fに約12秒間予熱され、1秒当たり約25%の割合で約4.0の延伸率まで横方向に延伸された。このフィルムは、さらに、400°Fにセットされたヒートセットオーブンの中で、約6秒間、その最大幅の約5%弛緩された。完成したフィルムの厚さは約0.6ミルであった。

【0124】

このフィルムの透過率を図28に示している。60°の角度(曲線b)でのp偏光の透 過率%は、波長をシフトした直角入射(曲線a)での値と同様であった。同じ押出条件で ウェブ速度を落として、厚さが約0.8ミルの赤外線反射フィルムを作成した。その透過 率を図29に示している(直角入射の曲線a、60度での曲線b)。

【0125】

P E N : エクデル , 2 2 5

2 2 5 層を含む同時押出成形のフィルムを、一工程でキャストウェブを押出成形し、そ の後、フィルムを研究室のフィルム延伸装置の中で配向することによって作成した。固有 粘度が0.5 d 1 / g (6 0 重量%のフェノール / 4 0 重量%のジクロロベンゼン) のポ リエチレンナフタレート(PEN)を一つの押出成形機から1時間に18ポンドの速度で 押し出し、エクデル9966(イーストマン・ケミカルから入手可能な熱可塑性エラスト マー)を、他の押出成形機から1時間に17ポンドの速度で押し出した。PENは、表面 層に用いた。225層の押し出し物を製造する2つのマルチプライヤーに通される57層 を作り出すため、フィードブロック法を使用した。成形されたウェブは、厚さが12ミル で、幅が12インチであった。ウェブは、その後、フィルムの正方形部分をつかみ、一定 の割合で両方向に同時に延伸するためのパンタグラフを使う研究室延伸装置を用いて2軸 方向に配向した。7.46cm平方のウェブを100 で延伸器にローディングし、13 0 に60秒間加熱した。その後、延伸を(元の寸法に基づいて)100%/secで開 始し、サンプルを約3.5×3.5に伸ばした。延伸後すぐに、サンプルを、室温の空気 を吹き付けることによって冷却した。

40

【0126】

図30は、この多層フィルムの光学応答性を示している(直角入射の曲線a、60度の 曲線b)。p偏光の透過率%が、60°の角度で、(いくぶん波長をシフトした状態での)直角入射の場合と同様であることに注目されたい。

【0127】

PEN: THV 500, 449

4 4 9 層を含む同時押出成形のフィルムを、一工程でキャストウェブを押出成形し、その後、フィルムを研究室のフィルム延伸装置の中で配向することによって作成した。固有 粘度が0.53dl/g(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)の ポリエチレンナフタレート(PEN)を一つの押出成形機から1時間に56ポンドの速度

50

20

30

で押し出し、THV500(ミネソタ・マイニング・アンド・マニュファクチュアリング ・カンパニーから入手可能なフルオロポリマー)を、他の押出成形機から1時間に11ポ ンドの速度で押し出した。

(21)

PENは、表面層に用い、PENの50%を2つの表面層に用いた。449層の押し出 し物を製造する2つのマルチプライヤーに通される57層を作り出すため、フィードブロ ック法を使用した。キャストウェブは、厚さが20ミルで、幅が12インチであった。ウ ェブは、その後、フィルムの正方形部分をつかみ、一定の割合で両方向に同時に延伸する ためのパンタグラフを使う研究室延伸装置を用いて2軸方向に配向した。7.46cm平 方のウェブを100 で延伸器にローディングし、140 に60秒間加熱した。その後 、延伸を(元の寸法に基づいて)10%/secで開始し、サンプルを約3.5×3.5 に伸ばした。延伸後すぐに、サンプルを、室温の空気を吹き付けることによって冷却した

[0129]

図31は、この多層フィルムの透過率を示している。この場合も、曲線aは直角入射で の反応を示し、曲線bは60度での反応を示している。

[0130]

偏光子の例 P E N : C o P E N , 4 4 9 -- ローカラー

449層を含む同時押出成形のフィルムを、一工程でキャストウェブを押出成形し、そ の後、フィルムを研究室のフィルム延伸装置の中で配向することによって作成した。固有 20 粘度が0.56d1/g(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)の ポリエチレンナフタレート(PEN)を一つの押出成形機から1時間に43ポンドの速度 で押し出し、固有粘度が0.52(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベン ゼン)のCoPEN(70mo1%の2,6NDCと30mo1%のDMT)を、他の押 出成形機から1時間に25ポンドの速度で押し出した。PENは、表面層に用い、PEN の40%を2つの表面層に用いた。449層の押し出し物を製造する3つのマルチプライ ヤーに通される57層を作り出すため、フィードブロック法を使用した。キャストウェブ は、厚さが10ミルで、幅が12インチであった。ウェブは、その後、フィルムの正方形 部分をつかみ、一定の割合で一方向へ延伸するとともに他方向へ拘束するためのパンタグ ラフを使う研究室延伸装置を用いて1軸方向に配向した。7.46cm平方のウェブを1 で延伸器にローディングし、140 に60秒間加熱した。その後、延伸を(元の 00 寸法に基づいて)10%/secで開始し、サンプルを約5.5×1に伸ばした。延伸後 すぐに、サンプルを、室温の空気を吹き付けることによって冷却した。

[0131]

図32は、この多層フィルムの透過率を示している。曲線aはp偏光の直角入射での透 過率を示し、曲線bはp偏光の60度の入射での透過率を示し、曲線cはs偏光の直角入 射での透過率を示している。直角及び60°の入射の両方での非常に高いp偏光の透過率 に注目されたい(85~100%)。空気/PENの境界面が60°に近いブルースター 角を有しているために60。の入射でのp偏光の透過率が高いので、60。の入射での透 過はほぼ100%である。また、曲線cによって示したs偏光の可視範囲(400~70 0 nm)での高い吸光度にも注目されたい。

<u>PEN及びCoPEN,601--ハイカラー</u>

601層を含む同時押出成形のフィルムを、ウェブを押出成形し、その二日後に、フィ ルムを他の実施例で説明したものとは別のテンター(幅出し機)で配向することによって 作成した。固有粘度が0.5d1/g(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロ ベンゼン)のポリエチレンナフタレート(PEN)を一つの押出成形機から1時間に75 ポンドの速度で押し出し、固有粘度が0.55(60重量%のフェノール/40重量%の ジクロロベンゼン)のCoPEN(70mo1%の2,6NDCと30mo1%のDMT)を、他の押出成形機から1時間に65ポンドの速度で押し出した。PENは、表面層に 10

30

用いた。601層の押し出し物を製造する2つのマルチプライヤーに通される151層を 作り出すため、フィードブロック法を使用した。米国特許第3,565,985号は、同 様の同時押出成形用マルチプライヤーを説明している。全ての延伸はテンターの中で行っ た。フィルムは約280°Fに20秒間予熱され、1秒間に約6%の割合で、約4.4の 延伸率に横方向へ延伸された。その後、フィルムは、460°Fにセットされたヒートセ ットオーブンの中で、その最大幅の約2%弛緩された。完成したフィルムの厚さは1.8 ミルであった。

【0133】

このフィルムの透過率を図33に示している。曲線aはp偏光の直角入射での透過率を 示し、曲線bはp偏光の60度の入射での透過率を示し、曲線cはs偏光の直角入射での 10 透過率を示している。直角及び60°の入射の両方でのp偏光の不均一な透過率に注目さ れたい。また、曲線cによって示したs偏光の可視範囲(400~700nm)での不均 ーな吸光度にも注目されたい。

【0134】

PET:COPEN,449

449層を含む同時押出成形のフィルムを、一工程でキャストウェブを押出成形し、そ の後、フィルムを研究室のフィルム延伸装置の中で配向することによって作成した。固有 粘度が0.60d1/g(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベンゼン)の ポリエチレンテレフタレート(PET)を一つの押出成形機から1時間に26ポンドの速 度で押し出し、固有粘度が0.53(60重量%のフェノール/40重量%のジクロロベ ンゼン)のCoPEN(70mo1%の2,6NDCと30mo1%のDMT)を、他の 押出成形機から1時間に24ポンドの速度で押し出した。PETは、表面層に用いた。4 49層の押し出し物を製造する3つのマルチプライヤーに通される57層を作り出すため フィードブロック法を使用した。米国特許第3,565,985号は、同様の同時押出 成形用のマルチプライヤーを説明している。キャストウェブは、厚さが7.5ミルで、幅 が12インチであった。ウェブは、その後、フィルムの正方形部分をつかみ、一定の割合 で一方向へ延伸するとともに他方向へ拘束するためのパンタグラフを使う研究室延伸装置 を用いて1軸方向に配向した。7.46cm平方のウェブを100 で延伸器にローディ ングし、120 に60秒間加熱した。その後、延伸を(元の寸法に基づいて)10%/ secで開始し、サンプルを約5.0×1に伸ばした。延伸後すぐに、サンプルを、室温 の空気を吹き付けることによって冷却した。完成したフィルムの厚さは約1.4ミルであ った。このフィルムは、層の剥離を生じる事なく配向工程を乗り切るのに十分な接着性を 有していた。

【0135】

図34は、この多層フィルムの透過率を示している。曲線aはp偏光の直角入射での透 過率を示し、曲線bはp偏光の60度の入射での透過率を示し、曲線cはs偏光の直角入 射での透過率を示している。直角及び60°の入射の両方での非常に高いp偏光の透過率 に注目されたい(80~100%)。

[0136]

PEN: c 0 PEN, 6 0 1

601層を含む同時押出成形のフィルムを、連続したフラットフィルム製造ライン上で 、同時押出成形工程によって作成した。固有粘度が0.54d1/g(60重量%のフェ ノールと40重量%のジクロロベンゼン)のポリエチレンナフタレート(PEN)を一つ の押出成形機から1時間に75ポンドの速度で押し出し、coPENを、他の押出成形機 から1時間に65ポンドの速度で押し出した。coPENは、70mo1%の2,6ナフ タレートジカルボン酸メチルエステルと、15%のジメチルイソフタレートと、エチレン グリコールを含む15%のジメチルテレフタレートの共重合体であった。151層を作り 出すため、フィードブロック法を用いた。フィードブロックは、PENに1.22でco PENに1.22の光学層の厚さの割り当て量で、層を勾配分布 (gradient distributio n) するように構成された。 PENの表面層は、光学スタックの外面で同時押出成形し、

30

20

同時押出成形層の8%の全厚であった。光学スタックは、2つの連続したマルチプライヤーで複合化した。マルチプライヤーの公称複合比は、それぞれ、1.2及び1.22であった。このフィルムを、続いて、310°Fに約40秒間予熱し、1秒間に6%の割合で、5.0の延引率まで横方向へ延引した。完成したフィルムの厚さは約2ミルであった。 【0137】

(23)

図35は、この多層フィルムの透過率を示している。曲線aはp偏光の直角入射での透 過率を示し、曲線bはp偏光の60度の入射での透過率を示し、曲線cはs偏光の直角入 射での透過率を示している。直角及び60°の入射の両方での非常に高いp偏光の透過率 に注目されたい(80~100%)。また、曲線cによって示したs偏光の可視範囲(4 00~700nm)での非常に高い吸光度にも注目されたい。吸光度は、500と650 nmの間でほぼ100%である。

【0138】

57層のフィードブロックを使用したこれらの例では、全ての層はただ一つの光学的厚 さ(550nmの1/4)に構成したが、押出成形装置により、スタックじゅうの層の厚 さにずれを生じ、かなり広帯域の光学反応が生じる結果となった。151層のフィードブ ロックで作られた実施例に関し、フィードブロックは、可視スペクトルの一部をカバーす るために層の厚さを区分けするように構成されている。そして、非対称の多層を、層の厚 さの分布を広げるために使用し、米国特許第5,094,788号及び第5,094,7 93号で記載されているように可視スペクトルのほとんどをカバーした。

[0139]

多層フィルムの光学的作用に関する上述の原理と例は、図1~3、6、9~11または 13に示したディスプレイの形態のどれにでも適用することができる。

【 0 1 4 0 】

図1~3に示したようなディスプレイにおいては、反射偏光子がLCDパネルと光学キャビティの間に位置している場合、ハイカラー偏光子が使われるであろう。ハイカラー偏 光子は、広い角度で光を均一に透過しないので、不均一な外観を呈し、軸ずれで「色のつ いた」状態となる。しかし、高度に平行にした光線が望まれるこれらの用途では、ハイカ ラーの反射偏光子の軸ずれ性能はさほど重要ではない。

【0141】

また、反射偏光子とLCDパネルの間にディフューザーを配置する用途においては、広 30 角度のローカラー偏光子が望ましい。この構成において、ディフューザーは、反射偏光子 から入射した光の方向をランダム化するように作用する。反射偏光子がハイカラーであっ た場合は、反射偏光子によって生じた軸ずれの色のいくらかが、ディフューザーによって 直角に向かって再度方向づけられる。このことは、直角の観察角度でディスプレイが不均 ーな外観となるので望ましくない。

【0142】

したがって、反射偏光子とLCDパネルの間にディフューザーが配置されているディス プレイに関しては、ローカラーで広角度の偏光子が好ましい。

【0143】

図1~3に示したディスプレイにおける、ローカラーで広角度の偏光子の他の利点は、 4 望ましくない偏光が、直角の入射角度だけでなく、非常に大きな軸ずれ角度でも反射する ことである。このことにより、光のさらなるランダム化と再循環が生じ、その結果、ディ スプレイシステムにおける明るさが増すことになる。

【0144】

図9及び10に示したディスプレイの構成に関しては、LCDパネルと光学キャビティ の間に明るさ増進型反射偏光子が配置されている。これらの構成においては、ローカラー で広角度の反射偏光子が好ましい。このことは、構造面材料の光線ターン効果によるもの である。この効果は、図7に関して説明することができる。明るさ増進型反射偏光子では 、光は、まず反射偏光エレメントを透過する。したがって、図7に示した光線236のよ うに大きな軸ずれ角を有する光線は、反射偏光エレメントを透過して構造面材料218の 10

平坦面に当たる。図7は、構造面材料218が、光線236を、この材料の構造面側から 出るときに直角方向に向け直す光線ターンレンズとして作用することを示している。した がって、ローカラーで広角度の反射偏光子が明るさ増進型反射偏光子として好ましく、そ れは、そうでなければ望ましくない色の光が観察者の通常の観察角度に向けられるためで ある。広角度でローカラーの反射偏光子を使用することによって、通常の観察角度でのデ ィスプレイの均一性が維持される。したがって、明るさ増進型反射偏光子は、直角からず れた角度でのブルースター効果を導入することによって軸ずれの色が減じられる、図23 ~25、特に図24に関する上述の説明から利益を得ることができる。上述したように、 このことは、多層になった反射偏光子の層の間でy屈折率を不一致にすることと、層の間 でz屈折率の不一致を小さくすることによって達成される。したがって、明るさ増進型反 射偏光子のあらゆる所望の組み合わせは、(90°の構造面材料に関して図7及び8に示 したような各光学作用が与えられた)構造面材料のプリズムの角度を調整することによっ て、(図23~25に関して上述したようにこの作用を調整できるので)y屈折率を不一 致にするとともにz屈折率の不一致を小さくすることによって調整可能な所望の軸ずれの 色の性能まで、行うことができる。

【0145】

図11に示したようなディスプレイの構成において、反射偏光子は、構造面の高光度フ ィルムとLCDパネルの間に配置される。この構成において、反射偏光子の拘束は、ハイ カラーまたはローカラーに関して限定的でない。このことは、構造面材料の光線ターン効 果によるものである。構造面材料が光を直角方向へ向けて光を非常に広角度では透過しな いため(例えば図8参照)、ローカラーで広角度の反射偏光子は必ずしも必要ではない。 この効果は、構造面材料の交差した2つのピースが反射偏光子の後ろに配置された、図1 3のディスプレイにおいてより顕著である。この結果、反射偏光子に入射した光の二次元 視準が生じる。

【0146】

例示的な実施例に関して本発明を説明したが、添付の請求の範囲に規定されている本発明の本質と範囲から逸脱することなく種々の変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0147】

図面は、本発明の代表的で説明的な例を示している。各図を通じ、同じ参照番号は同じ構 30 成物を示している。

- 【図1】本発明に係る光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図2】本発明に係る説明的な光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図3】本発明に係る説明的な光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図4】本発明の反射偏光子の拡大断面図である。
- 【図5】反射偏光子の性能のグラフである。

【図6】明るさを増した本発明の光学ディスプレイの概略図である。

- 【図7】明るさ増進器の作用を示す略図である。
- 【図8】明るさ増進器の作用を示すグラフである。
- 【図9】説明的な光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図10】説明的な光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図11】説明的な光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図12】テスト結果のグラフである。
- 【図13】説明的な光学ディスプレイの概略断面図である。
- 【図14】明るさ増進型反射偏光子の概略断面図である。
- 【図15】一つの境界面を形成した、2層に重ねたフィルムを示している。

【図16】屈折率が1.60の媒質内での一軸性複屈折システムにおける角度に対する反 射率の曲線を示している。

【図17】屈折率が1.60の媒質内での一軸性複屈折システムにおける角度に対する反 射率の曲線を示している。 40

【図18】屈折率1.0の媒質内での一軸性複屈折システムにおける角度に対する反射率 の曲線を示している。 【図19】一軸性複屈折システムにおける面内屈折率とz - 屈折率の間の種々の関係を示 している。 【図20】一軸性複屈折システムにおける面内屈折率とz - 屈折率の間の種々の関係を示 している。 【図21】一軸性複屈折システムにおける面内屈折率とz-屈折率の間の種々の関係を示 している。 【図22】2つの異なった一軸性複屈折システムにおける波長に対する軸ずれ屈折率を示 している。 【図23】二軸性の複屈折フィルムにおいて y - 屈折率を変えることの効果を示している 【図24】二軸性の複屈折フィルムにおいてz-屈折率を変えることの効果を示している 【図25】図18及び19からの情報を要約した線図を示している。 【図26】あるミラーの例における多層ミラーの光学性能を示している。 【図27】あるミラーの例における多層ミラーの光学性能を示している。 【図28】あるミラーの例における多層ミラーの光学性能を示している。 【図29】あるミラーの例における多層ミラーの光学性能を示している。 【図30】あるミラーの例における多層ミラーの光学性能を示している。 【図31】あるミラーの例における多層ミラーの光学性能を示している。 【図32】ある偏光子の例における多層偏光子の光学性能を示している。 【図33】ある偏光子の例における多層偏光子の光学性能を示している。 【図34】ある偏光子の例における多層偏光子の光学性能を示している。 【図35】ある偏光子の例における多層偏光子の光学性能を示している。

【図1】

11



14



【図3】









(26)





【図7】





【図9】





【図11】





【図12】



【図13】





【図15】

























【図23】









【図26】





















フロントページの続き

- (74)代理人 100128761 弁理士 田村 恭子
- (72)発明者 オウダーカーク、アンドリュー・ジェイ
 アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック
 ス33427番
- (72)発明者 ウェバー、マイケル・エフ アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック ス33427番
- (72)発明者 ジョンザ、ジェームス・エム アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック ス33427番
- (72)発明者 ストーバー、カール・エイ アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック ス33427番
- (72)発明者 コブ、サンフォード・ジュニア アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック ス33427番
- (72)発明者 ウォートマン、デビッド・エル アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック ス33427番
- (72)発明者 ベンソン、オレスター・ジュニア アメリカ合衆国 55133-3427ミネソタ州、セント・ポール、ポスト・オフィス・ボック ス33427番

審查官 右田 昌士

(56)参考文献 欧州特許出願公開第00573905(EP, A1) 特開平06-051399(JP,A) 特開平05-203950(JP,A) 特開平03-075705(JP,A) 特開昭57-158801(JP,A) 特開平06-337413(JP,A) 米国特許第4798448(US,A) 特開平03-156421(JP,A) 特開平01-189627(JP,A) 実開平04-129103(JP,U) 特開平04-278903(JP,A) 特開平05-027216(JP,A) 特開平05-027229(JP,A) 特開平06-331824(JP,A) 特開平07-036025(JP,A) 特開平07-036032(JP,A)

(58)調査した分野(Int.CI., DB名)

G 0 2 F	1 / 1 3 3 5
G 0 2 F	1 / 1 3 3 5 7
G 0 2 B	5/30

patsnap

专利名称(译)	反射偏振器显示器				
公开(公告)号	<u>JP3927215B2</u>	公开(公告)日	2007-06-06		
申请号	JP2005141437	申请日	2005-05-13		
[标]申请(专利权)人(译)	明尼苏达州采矿制造公司				
申请(专利权)人(译)	3M创新公司				
当前申请(专利权)人(译)	3M创新公司				
[标]发明人	オウダーカークアンドリュージェイ ウェバーマイケルエフ ジョンザジェームスエム ストーバーカールエイ コブサンフォードジュニア ウォートマンデビッドエル ベンソンオレスタージュニア	,			
发明人	オウダーカーク、アンドリュー·ジ ウェバー、マイケル·エフ ジョンザ、ジェームス·エム ストーバー、カール·エイ コブ、サンフォード·ジュニア ウォートマン、デビッド·エル ベンソン、オレスター·ジュニア	Ѓ			
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/13357 G02B5/30 G02B27/28				
CPC分类号	G02F1/13362 G02B5/305 G02B27/283 G02F1/133536 G02F2001/133545				
FI分类号	G02F1/1335.510 G02F1/1335.520 G02F1/13357 G02B5/30 F21S2/00.430 F21S2/00.431 F21V8/00. 340 F21V8/00.601.A F21Y103/00 G09F9/00.336.F				
F-TERM分类号 代理人(译)	2H049/BA05 2H049/BA43 2H049/BB03 2H049/BB42 2H049/BB44 2H049/BB63 2H049/BC22 2H091 /FA10Z 2H091/FA11Z 2H091/FA14Z 2H091/FA15Z 2H091/FA23Z 2H091/FA44Z 2H091/FB02 2H091 /FC08 2H091/FC09 2H091/FD23 2H091/KA01 2H149/AA16 2H149/AB03 2H149/AB05 2H149/BA04 2H149/BA22 2H149/FA12W 2H149/FC10 2H191/FA22 2H191/FA22X 2H191/FA2Z 2H191/FA25 2H191/FA25Z 2H191/FA37 2H191/FA37Z 2H191/FA38 2H191/FA38Z 2H191/FA54 2H191/FA54Z 2H191/FA60 2H191/FA60Z 2H191/FA75 2H191/FA75Z 2H191/FA81Z 2H191/FA81Z 2H191/FA98 2H191 /FA98Z 2H191/FC08 2H191/FC09 2H191/LA21 2H191/LA33 2H291/FA22X 2H291/FA2ZZ 2H291 /FA25Z 2H291/FA37Z 2H291/FA38Z 2H291/FA54Z 2H291/FA60Z 2H291/FA75Z 2H291/FA81Z 2H291 /FA98Z 2H291/FC08 2H291/FC09 2H291/LA21 2H291/LA33 2H391/AA03 2H391/AA15 2H391/AB07 2H391/AB09 2H391/AB40 2H391/AC10 2H391/AC13 2H391/AC23 2H391/AC53 2H391/AD27 2H391 /DA07 2H391/EA22 3K244/AA01 3K244/BA07 3K244/CA03 3K244/DA05 3K244/EA02 3K244/EA12 3K244/GA01 3K244/GA02 3K244/GA03 3K244/GA05 3K244/GA10 5G435/AA01 5G435/BB05 5G435 /BB12 5G435/EE25 5G435/FF03 5G435/FF05				
15年入(译)	小小 ⁽¹⁾ 片山英二 小林 浩 田村恭子				
优先权	08/172596 1993-12-21 US				

Espacenet

外部链接

摘要(译)

要解决的问题:提供可以实现明亮显示的反射偏振器显示器。解决方案:描述了多层反射偏振器12。该元件放置在光学腔24和LCD模块16之间以形成光学显示器。反射偏振器将一些光反射到光学腔24中,在那里它被随机化并且最终可以以正确的偏振出射以从显示器传输出来。

