

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-504341

(P2005-504341A)

(43) 公表日 平成17年2月10日(2005.2.10)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 5/30

G02B 27/28

G02F 1/1335

F I

G02B 5/30

G02B 27/28

G02F 1/1335 510

テーマコード (参考)

2H049

2H091

2H099

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 68 頁)

(21) 出願番号 特願2003-531242 (P2003-531242)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月14日 (2002.8.14)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年3月26日 (2004.3.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/025896
 (87) 国際公開番号 W02003/027756
 (87) 国際公開日 平成15年4月3日 (2003.4.3)
 (31) 優先権主張番号 09/966, 557
 (32) 優先日 平成13年9月27日 (2001.9.27)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

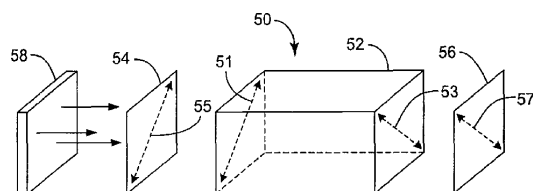
(71) 出願人 599056437
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ 55144-
 1000, セント ポール, スリーエム
 センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100111903
 弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏光回転子、偏光回転子を含有する物品、ならびにそれらの製造方法および使用方法

(57) 【要約】

偏光回転子は、(i) 偏光子素子または他の偏光回転素子と、(ii) 別の偏光回転子素子と、を含有する。該偏光回転子を含有する物品を形成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光軸を有する偏光子素子であって、該偏光子素子が、該偏光軸に平行な偏光を有する光を優先的に透過する、偏光軸を有する偏光子素子と、フィルム中に配設され、かつ該偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を少なくとも 5 度の角度で回転させるように構成され配置された、別の偏光回転子素子と、を含む、フィルム。

【請求項 2】

前記偏光子素子が第 1 の偏光子素子であり、前記フィルムが、該第 1 の偏光子素子の偏光軸と少なくとも 5 度異なる偏光軸を有する第 2 の偏光子素子をさらに含み、前記偏光回転子素子が、該第 1 および該第 2 の偏光子素子間に配設されている、請求項 1 に記載のフィルム。 10

【請求項 3】

前記偏光回転子素子が、前記第 1 の偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を前記第 2 の偏光子素子の偏光軸の 5 度以内まで回転させるように構成され配置されている、請求項 2 に記載のフィルム。

【請求項 4】

前記偏光回転子素子が、前記第 1 の偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を前記第 2 の偏光子素子の偏光軸まで回転させるように構成され配置されている、請求項 2 に記載のフィルム。 20

【請求項 5】

前記第 1 の偏光子素子が反射偏光子を含み、前記第 2 の偏光子素子が吸収偏光子を含む、請求項 2 に記載のフィルム。

【請求項 6】

前記偏光子素子と前記偏光回転子素子との間に配設されたアラインメント層をさらに含む、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 7】

前記アラインメント層が、光アラインメントされた高分子材料を含む、請求項 6 に記載のフィルム。

【請求項 8】

前記偏光子素子が、前記偏光回転子素子のアラインメントを容易にする表面を含む、請求項 1 に記載のフィルム。 30

【請求項 9】

前記偏光回転子素子が液晶材料を含む、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 10】

前記偏光回転子素子が光吸収材料をさらに含む、請求項 9 に記載のフィルム。

【請求項 11】

前記光吸収材料が、第 1 の偏光を有する光を実質的に吸収しかつ該第 1 の偏光に直交する第 2 の偏光を有する光を実質的に透過するように前記偏光回転子素子内にアラインメントされている、請求項 10 に記載のフィルム。 40

【請求項 12】

前記偏光回転子素子が光拡散材料をさらに含む、請求項 9 に記載のフィルム。

【請求項 13】

前記偏光子素子が反射偏光子を含む、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 14】

前記偏光子素子が吸収偏光子を含む、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 15】

前記偏光子素子が反射偏光子と吸収偏光子とを含む、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 16】

前記偏光回転子素子が、前記偏光子素子を透過した光の部分の偏光を 40 ~ 50 度の範囲 50

の角度で回転させる、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 17】

前記偏光回転子素子が、前記偏光子素子を透過した光の部分の偏光を 85 ~ 95 度の範囲の角度で回転させる、請求項 1 に記載のフィルム。

【請求項 18】

第 1 の円偏光を有する光の実質的部分を優先的に透過する偏光子素子と、フィルム中に配設され、かつ該偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を回転させて光の偏光を該第 1 の円偏光から第 1 の直線偏光に変換するように構成され配置された、偏光回転子素子と、を含むフィルム。

10

【請求項 19】

前記偏光子素子がキラルネマチック液晶材料を含む、請求項 18 に記載のフィルム。

【請求項 20】

前記偏光回転子素子が第 1 の偏光回転子素子であり、前記フィルムが第 2 の偏光回転子素子をさらに含み、該第 2 の偏光子素子が、該第 1 の偏光回転子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を少なくとも 5 度回転させるように構成され配置されている、請求項 18 に記載のフィルム。

【請求項 21】

(a) 偏光光を用いて動作するように構成され配置された液晶セルと、
(b) 光源と、
(c) 該液晶ディスプレイセルと該光源との間に配設されたフィルムであって、
(i) 偏光軸を有する偏光子素子であって、該偏光子素子が、該偏光軸に平行な偏光を有する光を優先的に透過する、偏光子素子と、
(i i) フィルム中に配設され、かつ該偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を少なくとも 5 度の角度で回転させるように構成され配置された、別の偏光回転子素子と、を含む、フィルムと、を含む、ディスプレイ。

20

【請求項 22】

前記フィルムと前記液晶セルとの間に配設された偏光子をさらに含み、該偏光子が、前記フィルムの前記偏光子素子の前記偏光軸と少なくとも 5 度異なる偏光軸を有する、請求項 21 に記載のディスプレイ。

30

【請求項 23】

前記偏光回転子素子が、前記フィルムの前記偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を前記偏光子の前記偏光軸の 5 度以内まで回転させるように構成され配置されている、請求項 22 に記載のディスプレイ。

【請求項 24】

前記偏光回転子素子が、前記フィルムの前記偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を前記偏光子の前記偏光軸まで回転させるように構成され配置されている、請求項 22 に記載のフィルム。

40

【請求項 25】

フィルムの偏光子素子に光を誘導する工程であって、該偏光子素子は、第 1 の偏光を有する光を優先的に透過する工程と、
該フィルムの別の偏光回転子素子を用いて、該偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を少なくとも 5 度回転させる工程と、を含む、光の偏光方法。

【請求項 26】

前記偏光回転子素子からの光の少なくとも一部分を前記フィルムの第 2 の偏光子素子まで誘導する工程をさらに含み、該第 2 の偏光子素子が、前記偏光子素子とは異なる方向の偏光軸を有する、請求項 25 に記載の方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、偏光回転子、偏光回転子を含有する物品、ならびにそれらの製造方法および使用方法に関する。このほか、本発明は、偏光回転子素子と偏光子素子のような他の偏光変化素子とを含む物品ならびにその使用方法および製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光学フィルムは、アイウェア、建物や乗物のウインドウトリートメント、ディスプレイなどをはじめとするさまざまな用途向けに開発されてきた。これらの用途の多くでは、偏光光を取得して操作することが望まれる。たとえば、グレアを低下させるために偏光光を使用することができる。

【0003】

液晶ディスプレイ（LCD）は、偏光光を使用する他の具体例である。図1Aおよび1Bは、バックライトを用いたEモード透過およびノーマリーホワイト（NW）動作の簡単なTN（ツイステッドネマチック）LCDデバイスの一例を模式的に示したものである。当然のことながら、さまざまな他のLCDタイプおよび他の動作モードもあり、周囲光を使用するディスプレイまたはバックライトと周囲光とを組み合わせるディスプレイも存在する。本明細書に論じられている本発明は、これらのディスプレイタイプおよび動作モードに容易に適用しうる。

【0004】

図1Aおよび1BのLCD 50は、液晶（LC）セル52、偏光子54、検光子56、およびバックライト58を含む。偏光子54および検光子56上のそれぞれの矢印55、57は、その要素を透過する光の偏光を示している。矢印51、53は、それぞれ、LCセル52に入射する直線偏光およびLCセル52から出射する直線偏光の偏光面を示している。さらに、矢印51、53の含まれるLCセル52の平面は、一般的には、透明電極を含む。バックライト58からの光は、偏光子54により直線偏光される。図1Aに例示される実施形態では、LCセルを横切って印加される電位が存在しなければ、ダイレクターは、実質的に、その深さ方向に沿って一様に90°ツイストした状態でディスプレイの平面内に存在する。偏光光がLCセル52を透過する際、理想的には、矢印51、53に示された液晶のダイレクターに合わせて、偏光は90°回転する。次に、この光は、検光子56を透過することができる。

【0005】

電位は、LCセル52の対向末端のすぐ近くの電極（図示せず）で印加することが可能であり、これによりLCセル内に電界が形成される。LC材料が正の誘電異方性を有する場合、電極を横切って十分な電位を印加すれば、ダイレクターは、実質的に、電界線の方にアラインメントさせる。セルの中央のダイレクターは、この場合、ディスプレイの平面に垂直に配向される。セルに入射する直線偏光光は、もはや、検光子を透過するのに必要とされる90°の回転が行われない。図1Bに示される実施形態では、LCセル52から出射される偏光光の偏光面（矢印53'で示される）は、そのもとの配向（矢印51で示される）から変化しない。したがって、LCセルから出射する光は不適切な偏光を有するので、LCセル52から出射する光は検光子56を透過しない。グレースケールを得る方法の一つには、2つの例示された構成の中間的状态に液晶のダイレクターを部分配向させるのに十分な電位を単に印加することが含まれる。このほか、当然のことながら、たとえば、カラーフィルターを用いて、カラーセルを形成することができる。

【0006】

典型的には、偏光子54および検光子56は、吸収シート偏光子を用いて組み立てられる。なぜなら、これらの偏光子は、望ましくない偏光を有する光に対して良好な吸光度を有するからである。しかしながら、バックライトは一般的には非偏光光を放出するので、このようにすると、実質的な光の損失を招く。望ましくない偏光の光は偏光子に吸収される

10

20

30

40

50

。このほかの構成（図1Cに示す）として、反射偏光子60を偏光子54とバックライト58との間に配置する。反射偏光子は、バックライトの方向に戻る望ましくない偏光を有する光を反射する。反射光は、バックライトの背後にあるリフレクター62を用いてリサイクルすることが可能であり、これにより反射光の実質的部分を再利用することができる。

【0007】

反射偏光子を作製する方法の一つでは、たとえば、米国特許第5,882,774号および同第5,965,247号の各明細書に記載されているように、少なくとも1層が複屈折性であるポリマー材料の交互層が使用される。これらの偏光子は、複屈折を生じるようにポリマー材料を延伸しポリマーを配向させることにより製造することができる。

10

【0008】

反射偏光子を作製する第2の方法では、たとえば、米国特許第5,783,120号および同第5,825,543号の各明細書に記載されているように、少なくとも1種が複屈折性であるポリマー材料の連続的分散相を含有する1層以上の層が含まれる。

【0009】

反射偏光子を製造するこれらの2つの方法では、いずれの場合にも、典型的には、機械方向（0°）または横方向（90°）の一方または両方の方向にポリマーウェブ上の反射偏光子の延伸または配向が行われる。しかしながら、多くのツイステッドネマチック（TN）LCDは、垂直ディスプレイ方向に対して±45°の方向に偏光子および検光子の透過軸を有する。したがって、LCDで使用するのに適した方向の偏光軸を有するフィルムを得るには、ウェブに対して45°の角度で反射偏光子をバイアスカットしなければならない。この結果、角度をつけてカットすることになるので、実質的な材料の損失を招くおそれがある。

20

【0010】

反射偏光子を製造する第3の方法には、たとえば、米国特許第5,506,704号および同第6,099,758号の各明細書に教示されるように、コレステリック液晶および1/4波長リターダーの使用が含まれる。コレステリック反射偏光子は、円偏光光の一方のヘリシティを透過し、他方のヘリシティを反射する。1/4波長リターダーは、透過された円偏光光を直線偏光光に変換する。円偏光子は、直線偏光子と同一のデカルト座標固有空間では機能しない。それは、直線偏光光の偏光面の方位角方向を特定する1/4波長リターダーの光軸である。1/4波長リターダーは、多くの場合、複屈折性フィルムを配向させることにより作製される。1/4波長リターダーを通過すると、円偏光光は、1/4波長リターダーの光軸から+45または-45度の偏光軸を有する直線偏光光に変換され、その方向は、特定の円偏光状態により決定された。1/4波長リターダーは、多くの場合、フィルムロール方向に平行または垂直な光軸を生じるように膜を配向させることにより作製される。したがって、そのような構造の出力光は、ウェブ方向に対して45°または135°になるであろう。コレステリック組立体から漏れる望ましくない偏光状態の光を完全に「排除」することにより高コントラストを確保すべく、従来の吸収シート偏光子をコレステリック偏光子構造体に積層することが含まれるのが一般的である。しかしながら、ロール品の形態では、従来の吸収偏光子の通過軸は、一般的には、ウェブ方向に沿っており、場合により、それに垂直である。この場合にもまた、2つの素子をアラインメントさせるためにコレステリック偏光子構造体または二色性偏光子のいずれかを45°でバイアスカットしなければならない。

30

40

【0011】

先に記載した反射直線偏光子を製造するための一般的方法は、いずれも、試験方向（0°）または横方向（90°）のいずれかの方向にポリマーウェブの延伸または配向を行うことが含まれる。45°の偏光方向を得るには、ポリマーウェブを45°の角度でバイアスカットする。この結果、実質量のスクラップ材料を生じることになる。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 2 】

一般的には、本発明は、偏光回転子、偏光回転子を含有する物品、ならびにそれらの製造方法および使用方法に関する。このほか、本発明は、偏光回転子素子と偏光子素子のような他の偏光変化素子とを含む物品ならびにその使用方法および製造方法に関する。

【 0 0 1 3 】

一実施形態は、偏光子素子と別の偏光回転子素子とを有するフィルムである。偏光子素子は、偏光軸を有し、偏光軸に平行な偏光を有する光を優先的に透過する。別の偏光回転子素子は、偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を少なくとも5度の角度回転させるように構成され配置される。場合により、フィルムは、偏光回転子素子の表面をアラインメントするために1層以上のアラインメント層を含む。フィルムは、基材、1つ以上の他の偏光子素子、および1つ以上の他の偏光回転子素子をも含みうる。他の偏光変化素子は、フィルムと組み合わせてまたは偏光子素子の代わりに使用することができる。

10

【 0 0 1 4 】

他の実施形態は、偏光子素子と偏光回転子素子とを含む他のフィルムである。偏光子素子は、第1の円偏光を有する光の実質的部分を優先的に透過する。偏光回転子素子は、偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光を回転させて光の偏光を第1の円偏光から第1の直線偏光に変換するように構成され配置される。場合により、フィルムは、偏光回転子素子の表面をアラインメントするために1層以上のアラインメント層を含む。フィルムはまた、基材、1つ以上の他の偏光子素子、および1つ以上の他の偏光回転子素子をも含みうる。

20

【 0 0 1 5 】

さらに他の実施形態は、偏光光を用いて動作するように構成され配置された液晶セルと、光源と、液晶ディスプレイセルと光源との間に配設された先に記載のフィルムのうちの1つと、を含むディスプレイである。

【 0 0 1 6 】

他の実施形態は、光を偏光させる方法である。光は、フィルムの偏光子素子の位置に誘導される。偏光子素子は、第1の偏光を有する光を優先的に透過する。偏光子素子を透過した光の少なくとも一部分の偏光は、フィルムの別の偏光回転子素子を用いて少なくとも5度回転される。場合により、フィルムは、偏光回転子素子の表面をアラインメントするために1層以上のアラインメント層を含む。フィルムは、基材、1つ以上の他の偏光子素子、および1つ以上の他の偏光回転子素子をも含みうる。

30

【 0 0 1 7 】

上記の発明の概要は、本発明のそれぞれの開示された実施形態またはすべての実施態様について記載することを意図したものではない。以下に記載の図面および詳細な説明により、これらの実施形態についてより具体的に説明する。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る種々の実施形態に関する以下の詳細な説明を添付の図面に関連させて検討すれば、本発明は、より完全に理解されるであろう。

【 0 0 1 9 】

本発明は種々の変更形態および代替形態に適用しうるが、図面ではそれらの特定例を例示的に示した。これらの特定例について詳細に説明する。しかしながら、当然のことではあるが、本発明を記載の特定の実施形態に限定しようとするものではない。むしろ、本発明の精神および範囲に含まれる変更形態、等価形態、および代替形態はすべて包含されるものとする。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 0 】

本発明は、偏光回転子および偏光回転子を含有する物品、さらには、偏光回転子および物品を製造および使用方法に適用可能であると考えられる。特に、本発明は、フィルムとして、a) 偏光子素子または他の偏光変化素子と、b) 偏光回転子素子と、を含む物品、およびそのような物品を製造および使用方法に関する。本発明はそのように限定され

50

るものではないが、本発明の種々の態様の評価は、以下に提供されている実施例を検討することにより得られるであろう。

【0021】

例として、偏光回転子素子は、第1の光デバイスの光軸を第2の光デバイスの光軸に実質的に一致させるように適正量の旋光度をもたせて提供することができる。追加的または代替的に、偏光回転子素子を用いることにより、第1の光軸を有する上述した第1の光デバイスと、偏光回転子素子と、第2の光軸を有する第2の光デバイスと、を含むラミネート構造体を、ロールツーロール法または他の方法で製造することができる。他の実施例において、偏光回転子素子に接続された第1の光軸を有する第1の光デバイスを含む物品を、比較的低い歩留まり損失で、ロールから部分カットすることができる。

10

【0022】

本発明の物品は、一般的には、偏光回転子素子と、光軸を有する光学素子と、を含む。光学素子は、たとえば、偏光子、補償フィルム、ブルースター型偏光デバイス、偏光導光路、またはミラーでありうる。あるいは、光学素子は、回転レンズ、輝度増強フィルム（たとえば、米国特許第5,917,664号明細書に記載のもの）または円柱状レンズアレイのようなレンチキュラー状屈折光学素子でありうる。例示を目的として、本明細書中の説明の大部分は、偏光回転子素子と、偏光子または屈折素子と、の組合せに焦点をあてる。当然のことながら、偏光子または屈折素子を他の任意の光学素子または物品と交換することができる。偏光回転子素子と偏光変化素子とを組み合わせる単一フィルムまたは他の物品にすることが有利なこともある。例として、リニアシート偏光子は、液晶ディスプレイ（LCD）中で使用される。多くのLCDでは、液晶セルのガラス基材に通常取り付けられる少なくとも1つの吸収シート偏光子が使用される。ディスプレイの垂直方向および水平方向に対するシート偏光子の通過軸の方向は、液晶に依存して選択されている、ディスプレイの電気光学的変形ならびに画像の所望の色彩および対称的性質に応じて選択される。ツイステッドネマチック（TN）LCDの場合、これは、典型的には、LCDの垂直軸に対して約45°の角度にある。シート偏光子とディスプレイガラスとの間に45°光学回転子を配置すれば、最適な状態でウェブから部品をカットすることを可能になり、アングルカットに関連づけられる歩留まり損失をなくすことができる。

20

【0023】

LCDで使用される直線偏光子の他の例としては、特定のタイプの反射偏光子が挙げられる。等方性光が反射偏光子に入射する場合、一方の偏光の光は実質的に透過され、他方の偏光の光は実質的に反射される。LCDのバックライトキャビティーに配置した場合、ブロックされた偏光状態の光は、バックライトの方向に戻されてリサイクルされる。反射偏光子は、LCD中の吸収偏光子に加えてまたはいくつかのLCDタイプでは吸収偏光子の代わりに、使用することができる。反射偏光子を吸収偏光子に加えて使用する場合、たとえば、図1Cに例示されるように、また先に述べたように、反射偏光子を透過した光は、2つの偏光子間のLCセルに進む。最も効果的に行うには、反射偏光子を透過した光は、LCD偏光子の透過軸と同一の偏光面を有していなければならない。先のとおり同様に、ツイステッドネマチック（TN）LCDの場合、これは、典型的には、LCDの垂直軸に対して約45°の角度にある。

30

40

【0024】

反射偏光子を作製する方法の一つでは、たとえば、米国特許第5,882,774号および同第5,965,247号の各明細書に記載されているように、少なくとも1層が複屈折性である異なるポリマー材料の交互層が使用される。これらの偏光子は、複屈折を生じるようにポリマー材料を延伸しポリマーを配向させることにより製造することができる。

【0025】

反射偏光子を作製する第2の方法では、たとえば、米国特許第5,783,120号および同第5,825,543号の各明細書に記載されているように、少なくとも1相が複屈折性であるポリマー材料の連続的分散相を形成することが含まれる。

【0026】

50

リニアシート偏光子（吸収偏光子および反射偏光子の両方）の製造は、典型的には、機械方向（ 0° ）または横方向（ 90° ）の一方または両方の方向にポリマーウェブ上の反射偏光子の延伸または配向を行うことが含まれる。この結果、透過光の偏光面は、機械方向または横方向のいずれかの方向に配向されることになる。しかしながら、多くのTNLCDは、垂直ディスプレイ方向に対して $\pm 45^\circ$ の方向に偏光子および検光子の透過軸を有する。したがって、LCDで使用するのに適した方向の偏光軸を有するフィルムを得るには、ウェブに対して 45° の角度で反射偏光子をバイアスカットしなければならない。この結果、角度をつけてカットすることになるので、実質的な材料の損失を招くおそれがある。

【0027】

10

この代わりに、反射偏光子とLCD偏光子との間に 45° 偏光回転子を配置することができる。本明細書に記載されているように、反射偏光子素子（または他の偏光変化素子）と偏光回転子素子とを備えた単一フィルムまたは他の物品を作製することの利点としては、厚さが減少するためにスペースが節約されることおよび反射偏光子素子と偏光回転子素子との間の事前アラインメントが軽減されることが挙げられる。

【0028】

図2は、偏光子素子102と偏光回転子素子104とを有するフィルム100の一実施形態を模式的に示している。互いに直交した偏光面を有しかつフィルムの平面内に電気ベクトルを有する等量の直線偏光光で構成されたものであるとみなすことのできる非偏光光（ボックス106の矢印で示される）は、偏光光（ボックス108に示される）を透過する偏光子素子102の方向に向けられる。偏光回転子素子104は、光の偏光（ボックス110）を回転させる。例示されたケースでは、回転は 45° である。しかしながら、当然のことではあるが、任意の回転角を選択することができる。偏光子素子が他の偏光変化素子と交換された物品を形成しうることも理解されよう。

20

【0029】

吸収偏光子の機能と反射偏光子の機能とを組み合わせたような多機能性光学フィルムの歩留まり損失を低下させるために、偏光回転子素子を使用することが可能である。多機能性フィルムの複合特性およびおそらくそのより高い価値に関連して、アングルカットを行わずにそのようなフィルムの歩留まり損失を低減させることが、望ましいであろう。

【0030】

30

偏光回転子素子はまた、ロール品の形態で1つ以上の光学フィルムを用いる光デバイスの製造を可能にするうえでも有利でありうる。低機能の光学フィルムを直接積層することにより、機能の組み合わせられた多くの光学フィルムが製造される。これらの例としては、吸収シート偏光子へのリターデーションフィルムの積層により形成される円偏光フィルム、および反射偏光子と吸収偏光子とを組み合わせたフィルムが挙げられる。

【0031】

反射偏光子を製造する第3の方法には、たとえば、米国特許第5,506,704号および同第6,099,758号の各明細書に教示されるように、コレステリック液晶および $1/4$ 波長リターダーの使用が含まれる。コレステリック反射偏光子は、円偏光光の一方のヘリシティを透過し、他方のヘリシティを反射する。 $1/4$ 波長リターダーは、透過された円偏光光を直線偏光光に変換する。円偏光子は、直線偏光子と同一のデカルト座標固有空間では機能しないので、それは、該構造体により透過される直線偏光光の偏光面の方位角方向を特定する $1/4$ 波長リターダーの光軸である。 $1/4$ 波長リターダーは、複屈折性フィルムを配向させることにより作製することができる。 $1/4$ 波長リターダーを通過すると、円偏光光は、 $1/4$ 波長リターダーの光軸から $+45^\circ$ または -45° 度の偏光軸を有する直線偏光光に変換され、その方向は、特定の円偏光状態により決定された。 $1/4$ 波長リターダーは、多くの場合、フィルムロール方向に平行または垂直な光軸を生じるようにフィルムを配向させることにより作製される。したがって、そのような構造の出力光は、ウェブ方向に対して 45° または 135° になるであろう。コレステリック組立体から漏れる望ましくない偏光状態の光を完全に「排除」することにより高コントラストを

40

50

確保すべく、従来の吸収偏光子をコレステリック偏光子構造体に積層することが含まれるのが一般的である。しかしながら、ロール品の形態では、従来の吸収偏光子の通過軸は、一般的には、ウェブ方向に沿っており、場合により、それに垂直である。この場合にもまた、2つの素子をアラインメントさせるためにコレステリック偏光子構造体または吸収偏光子のいずれかを45°でバイアスカットしなければならない。したがって、連続法もしくはロールツーロール法または両方の方法を用いて、コレステリック反射偏光子と、1/4波長リターダーと、従来の吸収偏光子と、を有するラミネート構造体を作製するには、1/4波長リターダーと吸収偏光子との間に偏光回転子を配置することが望ましい。さらに、角度をつけてカットすることにより生じる材料損失を低下させるために、LCセルに最も近い吸収偏光子の面上で第2の偏光回転層を使用することがさらに望ましいこともある。

10

【0032】

さまざまな材料を用いて、偏光回転子素子を形成するために使用することができる。たとえば、有機および無機の複屈折性材料の両方ならびに複屈折性材料の多層構築体を使用することができる。偏光回転子素子は、ネマチックおよびキラルネマチック液晶材料のような液晶材料を用いて、典型的には、1層以上のアラインメント層の支援により、形成することができる。図3は、偏光子素子202（または他の偏光変化素子）と、偏光回転子素子204と、オプションとしてのアラインメント層206、208と、基材210（場合により、偏光子または補償フィルムのような光学素子でありうる）と、を含む物品200の一実施形態を示している。他の実施形態では、以下に記載されているように、アラインメント層は、偏光子素子または基材の一部でありうる。

20

【0033】

偏光回転子は、一般的には、偏光光の楕円率を理想的には実質的に変化させることなく、所定の角度まで、偏光光を特性づける偏光楕円の主軸を回転させる。偏光回転子は、典型的には、少なくとも5°、10°、25°、またはそれ以上の角度だけ、光の偏光を回転させる。偏光回転子の回転角のいくつかの有効範囲は、40°～50°（たとえば、約45°）および85°～95°（たとえば、約90°）であると予測される。回転角は、典型的には、たとえば、偏光回転子素子の屈折率、偏光回転子素子の厚さ、偏光回転子素子を形成するのに使用される材料、光の波長、および入力偏光楕円の方位角に対する偏光回転子の複屈折性層の光軸の向きのようなパラメーターの関数である。

30

【0034】

偏光回転子素子は、典型的には、複屈折性材料を用いて形成される。好適な複屈折性材料の例としては、配向ポリマーフィルム、配向ポリマーフィルムの積層構造体、ならびに有機および無機の両方の多層複屈折性コーティングが挙げられる。他の実施例としては、制御しうるダイレクターを有する任意の液晶材料が挙げられる。ネマチック液晶は、一般的には、互いに平ばり行にアラインメントされた長軸を有する棒状分子で構成される。媒質中の任意の点で、その点のすぐ近傍で好ましい配向を示すベクトルを定義することができる。このベクトルは、一般に、ダイレクターと呼ばれる。好適な液晶（LC）材料としては、たとえば、リオトロピック、ネマチック、およびコレステリック液晶材料が挙げられる。具体例としては、メルク（Merck）製のE7、BL036、5CB、およびRM257；オランダ国アムステルダムのコニンクリーケ・フィリップス・エレクトロニクス・エヌ・ブイ（Koninklijke Philips Electronics N.V.（Amsterdam, the Netherlands））製のC6M、76、296、495、および716；ドイツ国ルートビヒスハーフェンのバsf・アーゲー（BASF AG（Ludwigshafen, Germany））製のパリオカラー（Palio color）LC242およびパリオカラー（Palio color）CM649；ならびにスクセンブルグのファティコ・アーゲー（Vantico AG（Luxembourg））製のLCP-CB483が挙げられる。好適な材料のこのほかの例としては、米国特許第5,793,455号、5,978,055、および5,206,752の各明細書に記載されているものが挙げられる。LC材料は、ポリマーまたはモノマー

40

50

材料でありうる。このほかに、好適なモノマー材料としては、高分子液晶材料を形成するように反応させることができる材料が挙げられる。

【0035】

いくつかの実施形態では、ツイステッドネマチックLC構造が好ましい。これらの実施形態では、ダイレクターは、偏光回転子の表面にほぼ垂直に均一な螺旋形ツイストを呈する。ツイスト角および最初の配向は、1つ以上のオプションとしてのアラインメント層を用いて選択することができる。

【0036】

他の実施形態では、LC構造体の局所的ダイレクターがツイストまたは回転するときの中心となる軸は、LC材料が配設される基材の表面に垂直ではない。この実施形態では、ネマチックダイレクターは、偏光子素子または偏光変化素子の平面外に存在する。基材の表面に対して、局所的ダイレクターが存在する軸の角度または局所的ダイレクターがツイストされた軸の角度は、プレチルト角として定義される。そのピッチは一定であることもあれば、軸に沿って変化することもある（たとえば、増大または減少することもある）。ツイスト角および配向は、1つ以上のオプションとしてのアラインメント層を用いて選択することができる。

10

【0037】

キラルネマチック（たとえば、コレステリック）液晶のような少なくともいくつかの液晶材料は、液晶材料のダイレクターがダイレクターに垂直な軸の回りに自然に回転する構造の形成を引き起こすキラル成分を含む。キラルネマチック液晶のピッチは、ダイレクターの360°回転を達成するのに必要とされる材料の厚さに対応する。少なくともいくつかのアキラルネマチック液晶は、キラル化合物の添加によりキラル状態で製造することができる。材料のピッチは、キラル成分とアキラル成分との比を変化させることにより、変更することができる。

20

【0038】

ネマチック液晶のような一軸複屈折性材料は、2つの主屈折率 n_o および n_e により特性づけられる。常光屈折率 n_o は、電界偏光ベクトルが複屈折性媒体の光学対称軸に垂直な光の成分に影響を及ぼす。異常光屈折率 n_e は、電界偏光ベクトルが複屈折性媒体の光学対称軸と平行な光の成分（たとえば、正の誘電異方性を有するネマチックLC材料の場合、ダイレクターに平行な光の成分）に影響を及ぼす。

30

【0039】

媒質の複屈折率 n は、 n_o および n_e により定義することができる：

$$n = n_e - n_o$$

複屈折性媒体に入射する偏光光は、常光線成分および異常光線成分として伝播するであろう。それぞれの成分の位相速度は、それぞれ異なる屈折率を受けるので、異なるであろう。光の全位相変化すなわちリターデーションは、媒質の複屈折率および厚さに依存する。

【0040】

好適な偏光回転子素子の一実施形態は、1/2波長リターダーの厚さと、所定の方位角だけ入射直線偏光光の偏光面からずれた光軸と、を有する層対応する。偏光回転子素子の光軸は、「異常」光線に平行でかつ「常」光線に垂直な平面内にある。1/2波長リターダーは、入射直線偏光光の偏光を2回回転させる。たとえば、45°偏光回転子素子は、入射直線偏光光の偏光方向から22.5°だけずれた光軸を有する。「1/2波長リターダー」という用語は、偏光回転子素子が、 $nd = (2m + 1) / 2$ を満たす厚さ d を有する。ここで、 λ は光の波長であり、 m が整数0, 1, 2...であることを示す。光の他の波長では、偏光回転子は、異なる回転値を提供するであろう。この実施形態は、上述した要件を満たす波長に対してのみ最適な回転子として機能する。

40

【0041】

さらに他の例として、偏光回転子素子は、ダイレクターが、偏光回転子素子の位相リターデーションよりもはるかに小さいツイスト角だけ偏光回転子素子の厚さ軸に沿って回転する液晶材料を用いて形成することができる。位相リターデーションは次のものにより与

50

えられる：

$$= 2 \quad n d /$$

光の特定の波長または波長域について \ll である場合、偏光回転子素子の一方の面に入射する直線偏光光は、光のその波長に対してツイスト角 θ と同じ量だけ回転することになる。偏光回転子素子がツイステッドネマチック構造を有する液晶材料を含む場合、この影響を達成することができる。ツイステッドネマチック構造は、キラルネマチック液晶材料を用いて、もしくは2層間のアラインメントが所望のツイスト角だけ異なる、偏光回転子素子の対向する面上のオプションとしてのアラインメント層を用いて（図3中で、たとえば例示されたとともに）、またはこれらの方法の両方を用いて、達成することができる。

10

【0042】

偏光回転子素子はまた、ツイスト角およびリターデーションの両方を利用して入射光の偏光および楕円率を変化させるようにデザインすることができる。例として、ツイステッドネマチック構造のダイレクターに平行な電界ベクトルを有する直線偏光光の入力ビームが考えられる。ジョーンズ行列法（たとえば、ポチ・エー（Pochi Yeh）およびクレア・グ（Claire Gu）による「液晶ディスプレイの光学（Optics of Liquid Crystal Displays）」、ジョン・ワイリー・アンド・サンズ（John Wiley and Sons）、1999年を参照されたい）によれば、出力光は、次式で与えられる楕円率および方位角配向を有する：

20

$$e = \tan \left(\frac{1}{2} \sin^{-1} \left[\frac{\Gamma \phi}{X^2} \sin^2 X \right] \right)$$

$$\tan 2\psi = \frac{2\phi X \tan X}{\left(\phi^2 - \frac{\Gamma^2}{4} \right) \tan^2 X - X^2}$$

30

ここで、 ψ は、出口平面で局所的ダイレクター軸から測定された偏光楕円の主軸の角度がある。ここで、 θ は、TN構造のツイスト角であり、 Γ は、先に定義したように位相リターデーションであり、そして

【数2】

$$X = \sqrt{\phi^2 + \left(\frac{\Gamma}{2} \right)^2}$$

40

たとえば、550 nmの光については、0.12の複屈折率、1.62 μ mの厚さおよび64°のツイスト角を有する偏光回転子素子は、直線偏光光の偏光を-1の楕円率の光に変化させることができる。

【0043】

偏光回転子素子は、材料の1層以上の異なる層（たとえば、コーティング）を用いて形成

50

することができる。たとえば、特定の基材または偏光子素子上に材料の多層を堆積させ、場合により、溶媒除去工程を加え、さらに、場合により、各層の堆積の後で部分硬化または完全硬化させることができる。特定の基材または偏光子素子が温度、湿度、またはその両方に感受性のある場合、このことが特に有用であることもある。材料を多重適用することにより、溶媒を除去したり材料を硬化させたりするのに必要な温度または時間を低減させることができる。他の例として、偏光回転子素子の材料層は、異なる基材または偏光子素子上に形成してから、2層接合一体化させることができる。これは、個別の成分を組み合わせ（たとえば、積層して）単一の物品を形成する方法を提供する。場合により、高温でアニール工程を行うことにより、偏光回転子材料の2層以上の層間の拡散、結合、またはアラインメントを容易にすることができる。

10

【0044】

材料を架橋するために使用することのできる反応性官能基を含む液晶材料を選択することができる。あるいは、偏光回転子素子を形成するのに使用される組成物中で液晶材料と共に架橋剤またはガラス化剤を含有させることができる。液晶材料は、所望に応じて、（たとえば、ネマチック相、ツイステッドネマチック相、またはキラルネマチックで）アラインメントし、次に、架橋またはガラス化してアラインメントを保持することができる。そのような架橋は、たとえば、光開始硬化、電子ビーム硬化、または熱的硬化をはじめとするさまざまな方法により、行うことができる。

【0045】

偏光回転子素子または偏光回転子素子を形成するのに使用される組成物中に他の物質を含有させることができる。たとえば、所望により、偏光回転子素子により光の拡散または散乱を引き起こすべく、拡散材料または散乱材料を含有させることができる。他の例として、吸収性材料はたとえば、着色外観または着色外観の除去が所望の場合に、特定の波長の光を吸収するために含むことができる。好適な吸収材料の例としては、たとえば、染料および顔料が挙げられる。いくつかの実施形態では、ダイクロイック染料材料（たとえば、優先的に一偏光の光を吸収する材料）を使用する。特に、ダイクロイック染料材料を偏光回転子素子内にアラインメントさせることができる場合、ダイクロイック染料材料が望ましいこともある。好適なダイクロイック染料材料としては、たとえば、ヨウ素、さらには、アントラキノン、アゾ、ジアゾ、トリアゾ、テトラアゾ、ペンタアゾ、およびメリシアニン染料、コンゴレッド（ジフェニル・ビス・ナフチルアミンスルホン酸ナトリウム）
、メチレンブルー、スチルベン染料（カラーインデックス（CI）= 620）（1, 1'-ジエチル-2, 2'-シアニクロリド（CI = 374（橙色）またはCI = 518（青色）））、2-フェニルアゾチアゾールおよび2-フェニルアゾベンゾチアゾール、4, 4'-ビス（アリールアゾ）スチルベン、ペリレン化合物、2-フェニルまたは2-メトキシフェニル置換基で任意に置換された4-8-ジヒドロキシアントラキノン、4, 8-ジアミノ1, 5-ナフトキノン染料、ならびにパラニル（Palanil）（商標）ブルーBGSおよびBG（ドイツ国ルートビヒスハーフェンのバsf・アーゲー（BASF AG, Ludwigshafen, Germany））のようなポリエステル染料が挙げられる。これらの染料の性質、およびそれらの製造方法は、（イー・エイチ・ランド（E. H. Land）, コロイド化学（Colloid Chemistry）（1946年））に記載されている。さらに他のダイクロイック染料およびそれらの製造方法は、カーク・オスマー化学技術百科辞典（Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology）、第8巻、p. 652 ~ 661（第4版、1993年）、およびそこに引用されている参考文献中に述べられている。

20

30

40

【0046】

他の添加剤としては、たとえば、油剤、可塑剤、酸化防止剤、オゾン分解防止剤、UV安定剤、硬化剤、および架橋剤が挙げられる。これらの添加剤は、液晶材料と反応性であっても非反応性であってもよい。

【0047】

一実施形態では、偏光回転子／偏光子素子は、液晶材料と共に配向させた吸収分子をも含

50

むツイステッドネマチック構造の液晶材料を用いて形成される。一例では、吸収分子は、液晶材料の方向にアラインメントされる。液晶材料のダイレクターに平行な偏光を有する光は吸収され、液晶材料に垂直な偏光を有する光は透過される。偏光回転子素子のこの実施形態はまた、偏光子としても作用する。この特定の偏光回転子素子は、たとえば、望ましくない偏光状態の光の吸光度を増大させるために反射偏光子素子の後に配置された「クリーンアップ」偏光子でありうる。

【0048】

偏光回転子素子で使用されるいずれかの材料の光学的性質、たとえば、屈折率は、波長依存性であることもある。たとえば、一方の波長に対して1/2波長リターダーに対応する厚さは、第2の波長に対する1/2波長リターデーションよりも小さくなることもある。少なくともいくつかの実施形態では、特に、ディスプレイ用途では、所定の波長域にわたり、たとえば、光の可視スペクトル域にわたり（たとえば、約380～約800nmの波長域にわたり）、変動を最小限に抑えることが望ましい。偏光回転子素子の波長依存性を低下させる（すなわち、色度を減少させる）一方法は、異なる材料を用いて2層以上の個別層を形成し、層の光軸が特定の角度で交差するように2層をアラインメントすることを含む。たとえば、層の光軸を互いに90°で交差させることができる。所望の波長域に対して $n d / \lambda$ が実質的に一定である（たとえば、変動が10%以下または5%以下）である偏光回転子素子が得られるように、材料を選択する。たとえば、ポリプロピレンからなる層をポリカーボネートからなる層上に交差するように配置すれば（またはその逆に配置すれば）、可視光波長の全範囲にわたり実質的に均一な光学のリターデーションを有する素子を得ることができる。好ましくは、2つのフィルムの層全体にわたる光学的距離の波長依存差は、対象波長域にわたり実質的に均一である。各フィルムの相対的な厚さは、フィルムの複合体の波長依存性を改変するように調整することができる。

10

20

【0049】

場合により、偏光回転子素子の表面で光軸を規定するようにアラインメント層を偏光回転子素子と共に使用することができる。この光軸は、アラインメント層の表面に平行な角度にとることができる。このほか、少なくともいくつかの例では、アラインメント層の表面からのチルト角をアラインメント層により定義することができる。アラインメント層は、偏光回転子素子の表面で液晶のダイレクターのアラインメントを規定すべく、液晶材料と併用することが、特に有用である。アラインメント層は、液晶材料（たとえば、偏光回転子素子）の対向表面に提供することができる。1つの代替手段では、単一のアラインメント層を使用することが含まれる。この場合、偏光回転子素子のピッチおよび厚さに依存して、対向表面でのアラインメントが決定される。

30

【0050】

アラインメント層は、個別に形成された層であってよいし、フィルムの他の光学素子の1つ以上の一部であってもよい。たとえば、偏光子素子はまた、アラインメント層として作用することもできる。場合により、アラインメントを保持するために、アラインメントの後で液晶材料を架橋することができる。場合により、LC材料を架橋またはガラス化した後でアラインメント層の1層以上をデバイスから除去することができる。

【0051】

アラインメント層はLCセルなどの他の素子中で使用されてきたので、アラインメント層を調製するためのさまざまな方法が知られている。一般的には、アラインメント層を製造するための一群の公知の技術には、機械的または物理的なアラインメントが包含され、第2の群には、化学的方法および光アラインメント法が包含される。

40

【0052】

アラインメント層を製造する一般に使用される機械的方法の一つには、所望のアラインメント方向にポリマー層（たとえば、ポリ（ビニルアルコール）またはポリイミド）をラビングすることが包含される。他の物理的方法としては、ポリ（ビニルアルコール）フィルムのようなポリマーフィルムをアラインメント方向に延伸するかまたは他の方法で配向させることが挙げられる。ポリオレフィン（たとえば、ポリプロピレン）、ポリエステル（

50

たとえば、ポリエチレンテレフタレートおよびポリエチレンナフタレート)、およびポリスチレン(たとえば、アタクチック、アイソタクチック、またはシンジオタクチックポリスチレン)をはじめとする任意の数の配向ポリマーフィルムがLC材料のアラインメント特性を呈する。ポリマーは、ホモポリマーであってもコポリマーであってもよく、2種以上のポリマーの混合物であってもよい。アラインメント層として作用するポリマーフィルムは、1層以上の層を含有しうる。場合により、アラインメント層として作用する配向ポリマーフィルムは、連続相と分散相とを含みうる。さらに他の物理的方法としては、アラインメント方向に表面上に SiO_x 、 TiO_2 、 MgF_2 、 ZnO_2 、 Au 、および Al のような材料を斜めにスパッタリングすることが挙げられる。他の機械的方法には、米国特許第4,521,080号、同第5,946,064号、および同第6,153,272号の各明細書に記載されているようなマイクログルーピング加工された表面の使用が包含される。

10

【0053】

アラインメント層はまた、光化学的に形成することもできる。光配向性ポリマーは、たとえば、米国特許第4,974,941号、同第5,032,009号、および同第5,958,293号の各明細書に記載されているように、所望のアラインメント方向(場合により、所望のアラインメント方向に垂直な方向)に直線偏光される光(たとえば、紫外光)を、媒質中または基材上に配設された吸収分子に異方的に照射することによりアラインメント層の形態に成形することができる。好適な光配向性ポリマーとしては、ポリイミド、たとえば、置換された1,4-ベンゼンジアミンを含むポリイミドが挙げられる。

20

【0054】

典型的にはポリマーである他のクラスの光配向材料を用いてアラインメント層を形成することができる。これらのポリマーは、偏光紫外光の存在下で、偏光紫外光の電界ベクトルの方向に沿ってまたはその方向に垂直に選択的に反応し、反応後、LC材料をアラインメントすることが明らかにされた。これらの材料の例は、米国特許第5,389,698号、同第5,602,661号、および同第5,838,407号の各明細書に記載されている。好適な光重合性材料としては、ポリビニルシンナメート、ならびに米国特許第5,389,698号、同第5,602,661号、および同第5,838,407号の各明細書に開示されているような他のポリマーが挙げられる。米国特許第6,001,277号および同第6,061,113号の各明細書に記載されているように、アゾベンゼン誘導体のような光異性化可能な化合物もまた、光配向に好適である。

30

【0055】

さらに、いくつかのリオトロピック液晶材料もまた、アラインメント層として使用することができる。そのような材料は、基材上に剪断被覆したとき、サーモトロピックLC材料を強くアラインメントさせる。好適な材料の例は、たとえば、米国特許出願第09/708,752号明細書に記載されている。

【0056】

アラインメント層の代替手段として、偏光回転子の液晶材料を電界または磁界を用いてアラインメントさせることができる。液晶材料をアラインメントするさらに他の方法は、塗布法または押出法のように剪断流動場または伸長流動場に通すことである。次に、そのアラインメントを保持すべく、液晶材料を架橋またはガラス化することが可能である。あるいは、ポリエチレンテレフタレートまたはポリエチレンナフタレートのような配向したポリエステルのようなアラインメントされた基材上の液晶材料の被覆もまた、アラインメントを提供しうる。

40

【0057】

多種多様な偏光子素子を使用することができる。1つのタイプの偏光子素子は、反射偏光子要素である。反射偏光子素子は、さまざまな形態をとることができる。好適な反射偏光子素子としては、交互の層で異なる屈折率をもつ2種以上の異なる材料を有する素子または連続相内の分散相として素子が挙げられる。高分子多層反射偏光子は、たとえば、米国特許第5,882,774号および同第5,965,247号の各明細書、ならびにPC

50

T 公開 WO 第 95 / 17303 号、同第 WO 95 / 17691 号、同第 WO 95 / 17692 号、同第 WO 95 / 17699 号、同第 WO 96 / 19347 号、および同第 WO 99 / 36262 号の各パンフレットに記載されている。市販品として入手可能な形態の多層反射偏光子が、ミネソタ州セントパールのスリーエム (3M, St. Paul, Minnesota) によりデュアル・ブライツネス・エンハンスド・フィルム (Dual Brightness Enhanced Film) (DBEF) として販売されている。無機多層反射偏光子は、たとえば、エイチ・エイ・マクレオド (H. A. Macleod)、薄膜光学フィルター (Thin-Film Optical Filters)、第 2 版、マクミラン・パブリッシング・カンパニー (Macmillan Publishing Co.)、(1986 年) およびエイ・テラン (A. Thelam)、光学干渉フィルターの設計 (Design of Optical Interference Filters)、マックグロウ・ヒル・インコーポレーテッド (McGraw-Hill, Inc.)、(1989 年) に記載されている。拡散反射偏光子としては、米国特許第 5,825,543 号明細書に記載されている連続相 / 分散相反射偏光子、さらには米国特許第 5,867,316 号明細書に記載されている拡散反射多層偏光子が挙げられる。他の反射偏光子は、米国特許第 5,751,388 号および同第 5,940,211 号の各明細書に記載されている。

10

【0058】

反射偏光子の他の例は、コレステリック液晶材料を用いて形成される。コレステリック液晶偏光子素子は、コレステリック液晶のピッチの光路長に対応する波長の右回りまたは左回り円偏光を透過する。透過されない光は反射され、反対のヘリシティに円偏光されている。コレステリック液晶反射偏光子は、たとえば、米国特許第 5,793,456 号、米国特許第 5,506,704 号、米国特許第 5,691,789 号および欧州特許出願公開第 940705 号の各明細書に記載されている。LCD が直線偏光光の入力を必要とするので、透過された円偏光光を直線偏光光に変換するために、コレステリック反射偏光子は、典型的には、1/4 波長リターダーを備える。好適なコレステリック反射偏光子は、マーク・アンド・カンパニー・インコーポレーテッド (Merck and Company, Incorporated) より商品名トランスマックス (TRANSMAX) (商標) として販売され、日東電工株式会社 (Nitto Denko Corporation) よりニボックス (NIPOCSS) (商標) として販売されている。

20

30

【0059】

他のタイプの偏光子素子は、吸収偏光子素子である。これらの偏光子素子は、典型的には、配向されて特定の偏光の光を吸収する材料から製造される。そのような偏光子素子の例としては、ヨウ素または金属キレートのようなダイクロイック染料材料で染色された配向ポリマー層が挙げられる。そのような構築体の例としては、ヨウ素で染色された延伸ポリ (ビニルアルコール) 層が挙げられる。好適な吸収偏光子に関する考察は、たとえば、米国特許第 4,166,871 号、同第 4,133,775 号、同第 4,591,512 号および同第 6,096,375 号の各明細書中に見いだされる。

【0060】

他のタイプの吸収偏光子素子には、光を選択的に吸収する高分子材料のセグメント、ブロック、またはグラフトを含む配向ポリマーが含まれ、場合により、追加の染料または染色剤なしで製造される。染色剤または染料なしで製造された吸収偏光子の一例は、ポリ (ビニルアルコール) およびポリビニレンのブロックを含む配向コポリマーであり、ポリビニレンブロックは、ポリ (ビニルアルコール) の分子の脱水により形成される。染料または染色剤なしで製造された偏光子に関する考察は、たとえば、米国特許第 3,914,017 号および同第 5,666,223 号の各明細書に見いだされる。

40

【0061】

上記の吸収偏光子素子の配向ポリマーフィルムはまた、所望により、偏光回転子素子用のアラインメント層として作用することができる。一実施形態では、配向ポリ (ビニルアルコール) 吸収偏光子素子は、反射偏光子素子を覆うように提供される (たとえば、米国特

50

許第6,096,375号明細書を参照されたい)。配向ポリ(ビニルアルコール)吸収偏光子素子は、場合により、吸収偏光子素子上に配設された液晶材料を用いて形成された偏光回転子素子用のアラインメント層として作用する。

【0062】

上述したように、偏光子素子(図3に例示されるような素子202)の代わりに、他の偏光変化素子は使用することができる。そのような偏光変化素子としては、たとえば、補償フィルムが挙げられる。これらのフィルムは、光の偏光を変化させて、異なる楕円偏光または円偏光を提供する。これは、ディスプレイのより広い水平視野角、垂直視野角、またはその両方を提供することができる。

【0063】

フィルムは、2つ以上の偏光子素子または他の偏光変化素子を有することができる。たとえば、偏光回転子素子は、2つの偏光子素子間に配設することができる。さらに、フィルムは、2つ以上の偏光回転子素子を含むことができる。このほか、他の光学素子は、たとえば、マイクロ構造化プリズムフィルム(たとえば、米国特許第5,932,626号および同第6,044,196号の各明細書に記載されているようなもの)、拡散層、散乱層、ならびに選択波長吸収および透過層などをフィルムに含有させることができる。たとえば、接着性層や基材を含む物品の光学的性質を実質的に変化させない他の層を、フィルムに組み入れることができる。

【0064】

オプションとしての基材は、単に、他の層の堆積または形成用のベースを提供する層でありうる。その代わりにまたはそれに加えて、基材は、製造時、使用時、またはその両方で、構造用支持部材になりうる。いくつかの実施形態では、基材は他の機能を呈しない。場合により、基材は、除去または廃棄される防護ライナーでありうる。典型的には、基材が廃棄されないかぎり、基材は、偏光回転子の動作波長にわたりに透明であり、複屈折性であっても非複屈折性であってもよい。これらの実施形態に好適な基材の例としては、セルローストリアセテート(たとえば、富士写真フィルム株式会社(日本国東京)、コニカ株式会社(日本国東京)、およびイーストマン・コダック(Eastman Kodak)(ニューヨーク州ロチェスター(Rochester, NY))から入手可能)、ソルクス(Sollux)(商標)(マサチューセッツ州ピッツフィールドのジェネラル・エレクトリック・プラスチックス(General Electric Plastics(Pittsfield, MA))から入手可能)、およびポリプロピレンまたはポリエチレンフィルムが挙げられる。

【0065】

少なくともいくつかの例では、光学的等方性であるとして基材を特性づけることができる。あるいは、基材は、c-プレート(たとえば、平面内の屈折率は同一であるが、厚さ方向の屈折率とは異なる)であり、より好ましくは、ホメオトロピックにアラインメントされたディスプレイセルに導入されるオフアクシスリターデーション効果を改良するのに役立つ負のc-プレートである。これらの実施形態に好適な基材の例としては、たとえば、特開平2000/154,261A号公報および米国特許第5,196,953号明細書に記載されているものが挙げられる。

【0066】

他の実施形態では、基材はまた、1つ以上の光学的機能を呈する。たとえば、基材は、偏光子素子もしくは補償フィルムであってもよいし、フィルムの着色を提供するかまたは着色を低下させるべく吸収材料を含有していてもよい。

【0067】

多種多様な物品を組み立てることができる。これらの物品は、いくつかの異なる方法で組み立てることができる。本明細書に記載の本方法のほかに、物品を製造する方法の他の例が、「偏光回転子および偏光回転子を含む物品の製造方法」という名称で本願と同一日に出願された事件整理番号56233US002の同時係属米国特許出願第____号明細書に記載されている。特に、物品の個別の素子はいずれも、単独に、逐次的に、ま

10

20

30

40

50

たは同時に作製することができる。たとえば、2つ以上の素子（たとえば、偏光子素子とアラインメント層）を共押出したり、場合により除去可能な基材上に同時に塗布することができる。他の例として、あらかじめ形成された層（たとえば、アラインメント層、偏光子素子、または基材）上に素子（たとえば、偏光回転子素子）を塗布または他の方法で配設することができる。あるいは、個別の素子を単独に形成して積層一体化させることができる。フィルムは、これらの方法を任意に組み合わせて形成することができる。たとえば、偏光子素子およびアラインメント層を共押出することもでき、偏光回転子素子をアラインメント層上に塗布することもでき、さらに、第2のアラインメント層および基材を偏光回転子素子に積層して物品を形成することもできる。

【0068】

10

物品の素子は、典型的には、たとえば、統合一体化される層のタイプ、個別の素子を形成する方法、および素子の材料のような因子に依存するさまざまな方法により、統合一体化させて物品を形成することができる。当然のことながら、単一フィルムに対して、いくつかの異なる方法を使用することができる（たとえば、偏光子素子およびアラインメント層は共押出し、次に、偏光回転子素子をアラインメント層に積層することができる）。素子の統合方法としては、たとえば、共押出、塗布、接着積層、熱積層、高温拡散、2つの素子の反応性基間の反応性結合、および架橋が挙げられる。接着剤を使用する場合、フィルム内の光学層としても接着剤を使用することがないかぎり、接着剤は、対象波長域にわたり好ましくは光透過性である。

【0069】

20

下記はフィルム構築体の例である。当然のことながら、例示されたフィルムの素子の追加、除去、または置換によりさらなる組合せ物を形成することができる。同様に、当然のことながら、図に例示されたアラインメント層はオプションである。他の素子（たとえば、偏光子素子）のうちの1つは、アラインメント層としての役割を果たすことが可能であり、アラインメントは、電界または磁界を用いて設けたり、偏光子の架橋またはガラス化の後で1層以上のアラインメント層を除去したりすることができる。あるいは、単一のアラインメント層を用いて、偏光回転子素子の材料の厚さおよびピッチにより典型的にはある程度決定される対向表面でのアラインメントを行うことができる。

【0070】

図3は、いくつかの異なる実施形態を示すのに使用することのできる構成を示している。一実施形態では、フィルム200は、偏光子素子202（たとえば、吸収偏光子素子もしくは反射偏光子素子またはその両方、場合により1/4波長リターダーを含有する）と、偏光回転子素子204と、基材210と、2つのオプションとしてのアラインメント層208、206と、を含む。アラインメント層は、先に記載した技術のいずれかを用いて形成することができる。そのようなフィルムを製造する方法一つには、偏光子素子202上にアラインメント層206を、基板210上にアラインメント層208を個別に形成することを含む。偏光回転子素子204用の液晶材料をアラインメント層206、208の一方または両方の層上に配設し、次に2つの個別の構築物を一体化させ、そして偏光回転子素子204を形成し、場合により、偏光回転子素子204のアラインメントを固化すべく偏光回転子素子の液晶材料を硬化させることができる。偏光回転子素子は、偏光子素子から出射する光を所望の角度だけ回転させるように構成される。このフィルムは非偏光光を受けて、偏光子素子202の偏光軸から所望の角度だけ回転した偏光面を有する偏光光を透過することができる。例として、45°の角度で反射偏光子をバイアスカットすることに関連づけられる廃棄物を発生させることなく、機械方向（0°）または横方向（90°）に配向された反射偏光子素子を45°偏光回転子素子と組み合わせて、図1CのLCDで使用するものができる物品を形成することができる。

30

40

【0071】

他の実施形態では、基材210は、偏光子素子202の偏光方向と異なる偏光方向を有する第2の偏光子素子である。場合により、偏光回転子素子は光を完全にアラインメントしない可能性もあるが（たとえば、偏光回転子素子は、45°異なる偏光軸を有する2つの

50

偏光子素子に対して偏光を30°回転させる可能もある)、偏光回転子素子は、偏光子素子202の偏光軸から光の偏光を回転して第2の偏光子素子210の偏光軸にアラインメントするようにデザインされる。例として、偏光子素子202は、0°の偏光軸を有する反射偏光子素子でありうる。また第2の偏光子素子210は、90°の偏光軸を有する吸収偏光子素子である。偏光回転子素子204は、第2の偏光子素子210を通る光の通過(回転角が90°とは実質的に異なる場合にごくわずかに通過するにすぎない)を可能にするように偏光子素子202を透過した光の偏光を、90°(所望により、他の角度)回転させるように選択される。

【0072】

他の実施形態では、基材210は、補償フィルム(たとえば、米国特許第6,064,457号明細書に記載されているような補償フィルム)のような他の偏光変化素子である。さらに他の実施形態では、偏光子素子202は、反射偏光子素子であり、アラインメント層206は、ダイクロイック染料で染色され、場合により、ポリ(ビニルアルコール)の分子脱水により形成されたポリビニレンブロックを含む、ポリ(ビニルアルコール)の配向層である。これは、ポリ(ビニルアルコール)の配向の方向で偏光回転子素子204用のアラインメント層としても作用することのできる吸収偏光子素子を生成する。

【0073】

図4は、反射/吸収偏光子素子組合せ物を利用するフィルム構成を示している。フィルム300は、反射偏光子素子302と、吸収偏光子素子303と、偏光回転子素子304と、基材310と、2つのオプションとしてのアラインメント層306、308と、を含む。先に述べたように層を形成し構成することができる。他の実施形態では、フィルム300、偏光子素子302と、拡散素子303と、偏光回転子素子304と、基材310と、2つのオプションとしてのアラインメント層306、308と、を含む。

【0074】

図5は、第2の偏光子素子または補償フィルムのような他の光学素子を組み入れたフィルム構成を示している。フィルム400は、偏光子素子402(たとえば、反射偏光子素子、吸収偏光子素子、またはそれらの組合せ)と、偏光回転子素子404と、基材410と、2つのオプションとしてのアラインメント層406、408とおよび他の光学素子412(たとえば、偏光子素子か補償フィルム)と、を含む。好適な補償フィルムとしては、任意の市販の補償フィルム、たとえば、スイス国オーリシュウィルのロリック・テクノロジー・リミテッド(Rolic Technologies Ltd. (Allschwil, Switzerland))のチルト-プレート補償フィルム、日本国の日本石油化学株式会社(Nippon Petrochemical Co. (Japan))のハイブリッドアラインメントネマチックフィルム、および日本国東京の富士写真フィルム株式会社(Fuji Photo Film Co. (Tokyo, Japan))のスプレーディスコチックフィルムが挙げられる。偏光回転子素子は、さらに、補償フィルムから出射された偏光光の楕円率を変化させることができる。偏光回転子素子は、たとえば、材料の選択、屈折率、偏光回転子素子の厚さおよびフィルム400内のその位置により、特定の補償フィルムと組み合わせた動作を最適化するようにデザインすることができる。

【0075】

図6は、追加の基材を必要としないフィルム構成を示している。フィルム500は、偏光子素子502と、偏光回転子素子504と、アラインメント層506と、製造または使用に対して十分な構造用支持材を提供することもできるオプションとしての第2のアラインメント層508と、を含む。たとえば、第2のアラインメント層508は、ポリ(ビニルアルコール)または他のポリマーの配向層でありうる。場合により、アラインメント層508は、配向ポリ(ビニルアルコール)およびダイクロイック成分から作製された吸収偏光子素子でありうる。

【0076】

図7は、コレステリック偏光子素子を利用するフィルムを示している。フィルム600は

、コレステリック偏光子素子 602 と、1/4 波長リターダー 604 と、偏光回転子素子 606 と、偏光子素子 608（反射吸収偏光子素子またはそれらの組合せ）と、オプションとしてのアラインメント層 610、612、614 と、を含む。コレステリック偏光子素子 602 は、円偏光光を透過する。1/4 波長プレート 604 は、円偏光光を直線偏光光に変換する。偏光回転子素子 606 は、1/4 波長プレート 604 からの光の偏光を回転させて偏光子素子 608 の偏光軸とアラインメントさせる。あるいは、1/4 波長素子は、フィルムの垂直軸に対して 0° にアラインメントさせることが可能であり、その場合には、得られた直線偏光光は、垂直軸に対して 45° で出力される。

【0077】

図 8 は、いずれの偏光子素子の偏光軸とも異なる方向に偏光を有する光を透過するように、異なる偏光軸を有する 2 つの偏光子素子および 2 つの偏光回転子素子を組み入れたフィルムを示している。フィルム 700 は、第 1 の偏光子素子 702 と、第 1 の偏光回転子素子 704 と、第 2 の偏光子素子 706 と、第 2 の偏光回転子素子 708 と、オプションとしての基材 710 と、オプションとしてのアラインメント層 712、714、716、および 718 と、を含む。第 1 の偏光回転子素子 704 は、第 2 の偏光子素子 706 の偏光軸とアライメントされた（所望により）第 1 の偏光子素子 702 を透過した光の偏光を回転させる。第 2 の偏光回転子素子 708 は、第 2 の偏光子素子 706 を透過した光を所望の偏光方向に回転させる（たとえば、デバイスの主要面または平面に垂直な方向で観察したときに、フィルム 700 の垂直軸に対して 45°）。

【0078】

図 9 は、第 2 のアラインメント層を必要としないフィルム構成を示している。フィルム 800 は、偏光子素子 802 と、偏光回転子素子 804 と、アラインメント層 806 と、を含む。偏光回転子素子の他方の表面におけるアラインメントは、周囲条件（たとえば、大気）または層の厚さにより提供することができる。

【0079】

他の実施形態では、偏光子素子および偏光回転子素子は、導光路（たとえば、導光性プレートまたはファイバー）上に配設される。偏光子素子または偏光回転子素子のいずれかを導光路に隣接して配置することができる。以上に述べたフィルムはいずれも、これらの実施形態で 사용할ことができる。いくつかの導光路は、本質的に、偏光の直交平面に対して 1 つの特定の偏光面を優先的に取り出す。

【0080】

本発明の特定の実施形態では、偏光回転子素子は、LCD の底部偏光子の通過軸と共直線性になるような角度だけ直線偏光光の平面を回転させる。

【0081】

本発明のフィルムは、電子ディスプレイ、アイウェア、ウインドウトリートメント、作業照明、電子的または光学的スイッチングおよびシグナルルーティング、電気通信、ならびにアビオニクスをはじめとするさまざまな用途で 사용할ことができる。1 つの特定用途は LCD にある。図 10 は、LCD の一実施形態を示している。当然のことながら、他の LCD 構成も知られており、それらのディスプレイ構成でフィルムを使用することができる。図 10 の構成は、フィルムの使用を示すための例として提供される。

【0082】

LCD 900 は、LC セル 902 と、偏光子 904 と、検光子 906 と、バックライトおよび導光路 908 と、反射偏光子 910 と、リフレクター 912 と、を含む。本発明のフィルムは、たとえば、反射偏光子 910、偏光子 904、および検光子 906 を含めて、LCD の任意の素子に関連させて使用することができる。たとえば、本発明のフィルムは、反射偏光子 910 として使用することができる。そのようなフィルムの 1 つは、反射偏光子素子と、偏光子 904 を透過することのできる方向に反射偏光子素子を透過した光の偏光を回転させる偏光回転子素子と、を含むであろう。この実施形態では、フィルムの反射偏光子素子および偏光子 904 は、同じ方向に偏光軸を有する必要はない。したがって、フィルムの反射偏光子素子は、0° または 90° の偏光軸を有することが可能であり

10

20

30

40

50

、偏光子は、45°の偏光軸を有することができる。

【0083】

他の実施形態では、フィルムを偏光子904として使用することができる。偏光子904は、この実施形態では、偏光子素子と偏光回転子素子とを含む。一構成では、偏光子904の偏光子素子を透過することができるように、偏光回転子素子は、反射偏光子910からの光の偏光を回転させる。他の構成では、LCセル902の最近接表面の液晶ダイレクターと平行または垂直になるように、偏光回転子素子は、偏光子素子からの光の偏光を回転させる。

【0084】

さらに他の実施形態では、フィルムは、検光子906として使用することができる。検光子906は、この実施形態では、偏光子素子と偏光回転子素子とを含む。一構成では、偏光回転子素子は、LCセル902からの透過光の偏光を回転させる。

10

【0085】

フィルムはまた、反射型および透過反射型ディスプレイで使用することができる。たとえば、検光子は、偏光子素子と、LCセルに送られる光の偏光を回転させる偏光回転子と、を含むことができる。フィルムはまた、バックライトディスプレイで使用するときに同じように、LCセル偏光子の代わりにまたはLCセル偏光子の後に配置される反射偏光子の代わりに使用することができる。

【0086】

これらの実施形態のほかに、フィルムの他の使用を考えることができる。たとえば、フィルムは、補償フィルム素子を含むことが可能であり、LCD内に配置される商用補償フィルムの代わりに使用することができる。

20

【0087】

多重ドメイン領域またはピクセル化領域を有するようにフィルムを構成することができる。たとえば、異なるアラインメントを有する領域が存在するように、フィルムのアラインメント層を構成することができる。場合により、特定の領域が1つの偏光回転度を呈し、他の領域が他の偏光回転度を呈するように、上部および底部のアラインメント層を配列することができる。たとえば、フィルムを特定の領域内で90°偏光回転のピクセルに分割し、一方、他の領域は偏光回転を実質的に示さないようにすることができる。これは、アラインメント層の表面を選択的にアラインメントすることにより達成することができる。たとえば、アラインメント層の表面の一部分だけをラビングするかまたは光に暴露することができる(光アラインメントされたアラインメント層)。他の例として、異なる方向にラビングするかまたは異なる偏光角の光にアラインメント層の一部分を暴露することにより、アラインメント層の表面の異なる部分を異なる方向にアラインメントすることができる。これらの構成を用いることにより、オフアクシス画像均一性を有するディスプレイを提供することができる。

30

【0088】

次の実施例により、本発明の物品の製造法を具体的に示す。当然のことながら、これらの実施例は単なる例示にすぎず、本発明の範囲をなんら限定するものではない。

【実施例】

40

【0089】

別段の記載がないかぎり、実施例に挙げられた化学物質はいずれも、ウィスコンシン州ミルウォーキーのアルドリッチ・ケミカル社(Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI)から入手可能である。

【0090】

実施例1

9重量%のエアーボル(Airvol)107ポリビニルアルコール(ペンシルバニア州アレントownのエアー・プロダクツ(Air Products, Allentown, PA.))、1重量%のWB54(ミネソタ州セントポールの3M社製のスルホン化ポリエステル)、3重量%のN-メチルピロリドン、および0.1重量%のトリトン(Tr

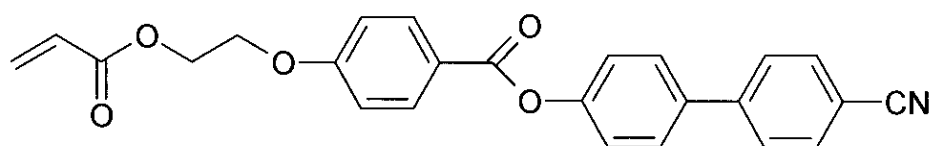
50

ton) X 100 (コネチカット州ダンバリーのユニオン・カーバイド (Union Carbide, Danbury, CT)) を含有する水性ディスパージョンを、 $64\text{ }\mu\text{m}$ の湿潤コーティング厚さを供給するシューコーターを用いてコロナ処理ポリエステルキャストウェブ上に塗布した。コーティングを、105 で1分間乾燥させた。150 のテントーオープンを用いてPVA被覆キャストウェブをそのもとの幅の6倍まで一軸配向させた。最終的なフィルムの厚さは $175\text{ }\mu\text{m}$ であった。

【0091】

熱可塑性液晶材料化合物 A

【化1】



化合物 A

10

は、欧州特許出願公開第834754号明細書に従って調製することができる。テトラヒドロフラン (THF) を媒質として化合物 A の15重量%溶液を調製した。

【0092】

#18メイヤー (Mayer) ・ワイヤーコーティングロッド (ニューヨーク州ウェブスターのアル・ディー・スペシャルティーズ (R. D. Specialties, Webster, New York) から入手可能) を用いて、溶液をポリエステル:PVA基材上に塗布した。公称の湿潤厚さは、約 $45\text{ }\mu\text{m}$ であった。基材に液晶材料を1回塗布してから110 で10分間乾燥させてTHF溶媒を除去した。次に、ミネソタ州セントポールの3M社のスリーエム・ラミネーター・モデル1147 (3M Laminator Model 1147) を用いて、この被覆基材を同等な液晶被覆基材に約120 で積層した。2つの被覆一軸配向基材を互いに 90° で配向させた。次に、この構築体を110 で20分間アニーリングした。

20

30

【0093】

実施例 2

実施例1で使用した79重量部の化合物Aに、12重量部のメソゲンニックジアクリレートモノマー (ドイツ国ルートビヒスハーフェンのバsf・アーゲー製のLC242 (LC242, BASF AG, Ludwigshafen, Germany)) および2重量部の光開始剤 (スイス国バーゼルのチバ・スペシャルティ・ケミカルズ製のダロキュア1173 (Darocur 1173, Ciba Specialty Chemicals, Basel, Switzerland)) を添加して固形分18重量%の溶液を形成した。実施例1に従って、基材に塗布し、乾燥させ、積層した。積層後、400ワットの水銀アークランプを用いて、この構築体に3分間照射を行い、液晶材料を架橋させた。

40

【0094】

実施例 3

実施例1で使用した69重量部の化合物Aに、31重量部の低分子量液晶 (ニューヨーク州ホーソンのイーエム・インダストリーズ製のE7 (E7, EM Industries, Hawthorne, New York)) を添加した。最終的なTHF溶液は固形分20%であった。実施例1に従って、基材に塗布し、乾燥させ、積層した。

【0095】

実施例 4

50

実施例 1 で使用した 62 重量部の化合物 A に、14 重量部のメソゲニックジアクリレートモノマー (LC242)、5 重量部の光開始剤 (ダロキュア 1173) および 19 重量部の低分子量液晶 (ニューヨーク州ホーソンのイーエム・インダストリーズ製の E7) を添加した。最終的な THF 溶液は、固形分 20% を含んでいた。実施例 1 に従って、基材に塗布し、乾燥させ、積層した。

【0096】

実施例 5

20 重量%の反応性液晶材料 (LC 242) をメチルエチルケトン (MEK) の溶液として調製した。光開始剤ダロキュア 1173 (Darocur 1173) は、反応性液晶材料および光開始剤の 3.5 重量%に対応する量で含まれていた。実施例 1 に記載されているように、#22 メイヤー・ワイヤーコーティングロッドを用いて、溶液を塗布した。被覆基材を 60 で 2 分間焼成し、溶媒を除去した。実施例 1 に従って被覆基材を積層した。積層後、実施例 2 に従って、構築体に照射を行った。

10

【0097】

実施例 6

実施例 6 では、単一のアラインメント層だけを備えた偏光回転子フィルムを製造する方法を例示する。

【0098】

メチルエチルケトン (MEK) を媒質として液晶モノマーの 30 重量パーセントの溶液を調製した。液晶モノマー混合物は、LC242 および LC756 (ドイツ国ルートビヒスハーフェンのバsf・アーゲー (BASF AG, Ludwigshafen, Germany)) ならびにイルガキュア 369 (Irgacure 369) (スイス国バーゼルのチバ・スペシャルティ・ケミカルズ (Ciba Specialty Chemicals, Basel, Switzerland)) をそれぞれ重量比 96.4/0.1/3.5 で含むものであった。固体が MEK に完全に溶解するまで、溶液を攪拌した。

20

【0099】

幅 15 cm の実験室用マイクログラビアコーターを用いて、液晶混合物を実施例 1 に記載のポリエステル支持体上に塗布した。グラビア速度比は 0.66 であった。すなわち、グラビアロールの角速度は、ライン速度の 0.66 倍であった。ライン速度は、毎分 4.57 メートルであった。コーティングを 80 で乾燥させ、続いて、不活性雰囲気中において 600 ワット紫外ランプ (メリーランド州ゲイサースバーグのフュージョン・ユー・ブイ・システムズ製の D パルプ (D-bulb, Fusion UV Systems, Gaithersburg, Maryland)) をパワー 100% で動作させて硬化させた。

30

【0100】

LCP コーティングの旋光度は、RPA2000 偏光アナライザー (カナダ国オンタリオのインストラメント・システムズ (Instrument Systems, Ottawa, Ontario, Canada)) を用いて評価した。偏光楕円の既知の楕円率 (0.0° - すなわち、直線偏光) および方位角方向を有する偏光平行光 (633 nm) をそれぞれのサンプルに照射した。透過した光の偏光楕円の楕円率および方位角方向を調べたところ、それぞれ、25.2° および 76.6° であった。

40

【0101】

実施例 7 ~ 9

ライン速度に対するマイクログラビアホイールの比を変化させたこと以外は実施例 6 に従って実施例 7 ~ 9 を作製した。結果を以下にまとめる。

【0102】

【表 1】

実施例	グラビア速度比	楕円率[°]	方位角回転[°]
7	1	18.2	84.60
8	1.33	20.2	82.80
9	2	7.0	89.20

10

【0103】

本発明は、上記の特定の実施例に限定されるとみなされるべきものではなく、添付の特許請求の範囲に公正に記載されている本発明のすべての態様を包含するものであると理解しなければならない。本発明の適用対象となりうる種々の変更、等価な方法、および多数の構成は、本発明が関係する技術分野の当業者であれば、本明細書を調べることにより自明なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【0104】

20

【図1A】TN LCDの一実施形態の概略斜視図である。

【図1B】LCDのLCセルを横切って電位が印加されたときの図1AのLCDの概略斜視図である。

【図1C】LCDの第2の実施形態の概略斜視図である。

【図2】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの一実施形態の概略断面図である。

【図3】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第2の実施形態の概略断面図である。

【図4】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第3の実施形態の概略断面図である。

30

【図5】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第4の実施形態の概略断面図である。

【図6】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第5の実施形態の概略断面図である。

【図7】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第6の実施形態の概略断面図である。

【図8】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第7の実施形態の概略断面図である。

【図9】本発明に係る、偏光回転子を含有するフィルムの第8の実施形態の概略断面図である。

40

【図10】本発明に係る、LCDの一実施形態の概略斜視図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
3 April 2003 (03.04.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/027756 A1(51) International Patent Classification⁷: G02B 27/28

(21) International Application Number: PCT/US02/25896

(22) International Filing Date: 14 August 2002 (14.08.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/966,557 27 September 2001 (27.09.2001) US

(71) Applicant: 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY [US/US]; 3M Center, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(72) Inventors: ALLEN, Richard, C., Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); BOWLEY, Christopher, C., Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); PANKRATZ, Stephen, J., Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US); WATSON, Philip, E., Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(74) Agents: BLACK, Bruce, E. et al.; Office of Intellectual Property Counsel, Post Office Box 33427, Saint Paul, MN 55133-3427 (US).

(81) Designated States (national): AU, AG, AI, AM, AT (utility model), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CI, CN, CO, CR, CU, CZ (utility model), CZ, DE (utility model), DE, DK (utility model), DK, DM, DZ, EC, IE (utility model), IE, IS, IT (utility model), IT, GB, GD, GH, GI, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KR, KG, KP, KR, KZ,

LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PL, PT, RO, RU, SD, SG, SI, SK (utility model), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

— as to applicant's entitlement to apply for and be granted a patent (Rule 4.17(iii)) for the following designations AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KR, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— as to the applicant's entitlement to claim the priority of the earlier application (Rule 4.17(ii)) for all designations

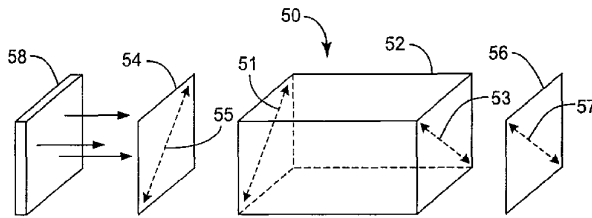
Published:

— with international search report

[Continued on next page]

(54) Title: POLARIZATION ROTATORS, ARTICLES CONTAINING POLARIZATION ROTATORS, AND METHODS FOR MAKING AND USING THE SAME

WO 03/027756 A1



(57) Abstract: Polarization rotators contain (i) a polarizer element or other polarization rotating element and (ii) a separate polarization rotator element. Articles containing the polarization rotators can be formed.

WO 03/027756 A1 

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

POLARIZATION ROTATORS, ARTICLES CONTAINING POLARIZATION ROTATORS, AND METHODS
FOR MAKING AND USING THE SAME

Field of the Invention

5 This invention relates to polarization rotators, articles containing the polarization rotators, and methods of using and making the same. In addition, the invention relates to articles that include a polarization rotator element and another polarization-altering element, such as a polarizer element, and methods of using and making the same.

Background of the Invention

10 Optical films have been developed for a variety of applications including, for example, eyewear, building and vehicle window treatments, and displays. In many of these applications, there is a desire to obtain and manipulate polarized light. For example, polarized light can be used to reduce glare.

A liquid crystal display (LCD) illustrates another example of the use of polarized light. Figures 1A and 1B schematically illustrate one example of a simple TN (twisted nematic) LCD device with E-mode transmission and normally white (NW) operation using a backlight. It will be understood that there are a variety of other LCD types and other modes of operation, as well as displays that use ambient light or a combination of a backlight and ambient light. The inventions discussed herein can be readily applied to
20 these display types and modes of operation.

The LCD 50 of Figures 1A and 1B includes a liquid crystal (LC) cell 52, a polarizer 54, an analyzer 56, and a backlight 58. The arrows 55, 57 on the polarizer 54 and analyzer 56, respectively, indicate the polarization of light that is transmitted through that component. Arrows 51, 53 indicate the plane of polarization of linearly polarized light, respectively entering and exiting the LC cell 52. Additionally, the plane of the LC cell 52 containing arrows 51, 53 generally includes transparent electrodes. Light from the
25 backlight 58 is linearly polarized by the polarizer 54. In the embodiment illustrated in Figure 1A, in the absence of an electric potential applied across the LC cell, the director substantially lies in the plane of the display twisting uniformly through 90° along its depth. The polarized light is transmitted through the LC cell 52 where the polarization
30

WO 03/027756

PCT/US02/25896

ideally rotates by 90°, with the director of the liquid crystals indicated by the arrows 51, 53. This light can then be transmitted through the analyzer 56.

An electric potential can be applied at electrodes (not shown) proximate to opposing ends of the LC cell 52, setting up an electric field within the LC cell. In the case where the LC material has a positive dielectric anisotropy, the director substantially aligns in the direction of the electric field lines, provided sufficient potential is applied across the electrodes. The director at the center of the cell is oriented perpendicular to the plane of the display in this case. The linearly polarized light entering the cell is no longer rotated through the 90° required for transmission through the analyzer. In the embodiment illustrated in Figure 1B, the plane of polarization of the polarized light as it exits LC cell 52 (designated by arrow 53') is unchanged from its original orientation (designated by arrow 51). Hence, the light exiting the LC cell 52 is not transmitted through the analyzer 56, because the light exiting the LC cell has the wrong polarization. One method of obtaining a gray scale includes only applying sufficient electric potential to partially orient the director of the liquid crystals between the two illustrated configurations. In addition, it will be recognized that a color cell can be formed by, for example, using color filters.

Typically, the polarizer 54 and analyzer 56 are constructed using absorbing sheet polarizers because these polarizers have good extinction of light having the unwanted polarization. This, however, results in substantial loss of light because the backlight generally emits unpolarized light. Light of the unwanted polarization is absorbed by the polarizer. As an alternative configuration (illustrated in Figure 1C), a reflective polarizer 60 is placed between the polarizer 54 and the backlight 58. The reflective polarizer reflects light with the unwanted polarization back towards the backlight. The reflected light can be recycled using a reflector 62 behind the backlight where a substantial portion of the reflected light can be reused.

One method of producing a reflective polarizer uses alternating layers of polymer materials, where at least one of those layers is birefringent as described, for example, in U.S. Patent Nos. 5,882,774 and 5,965,247. These polarizers can be manufactured by stretching the polymer materials to induce birefringence and orient the polymer.

A second method of producing reflective polarizers includes one or more layers containing continuous and disperse phases of polymer materials, where at least one of

WO 03/027756

PCT/US02/25896

those polymer materials is birefringent as described, for example, in U.S. Patent Nos. 5,783,120 and 5,825,543.

Both of these two methods of making a reflective polarizer typically stretch or orient the reflective polarizer on a polymer web in either or both the machine (0°) or transverse (90°) directions. However, many twisted nematic (TN) LCD's have the transmission axes of the polarizer and analyzer at $\pm 45^\circ$ with respect to the vertical display direction. Thus, the reflective polarizer must be bias cut at a 45° angle with respect to the web to obtain a film with the proper orientation of the polarization axis for use with an LCD. This can result in a substantial loss of material due to the angular cut.

A third method of making a reflective polarizer includes the use of cholesteric liquid crystals and a quarter wave retarder, as taught, for example, in U.S. Patent Nos. 5,506,704 and 6,099,758. The cholesteric reflective polarizer transmits one helicity of circularly polarized light and reflects the other helicity. The quarter wave retarder converts the transmitted circularly polarized light into linearly polarized light. Circular polarizers do not function in the same Cartesian coordinate eigenspace as linear polarizers, and it is the optical axis of the quarter wave retarder that specifies the azimuthal orientation of the plane of polarization of the linearly polarized light. Quarter wave retarders are often made by orienting birefringent films. On passing through a quarter wave retarder, circularly polarized light is converted to linearly polarized light with its polarization axis $+45$ or -45 degrees away from the optical axis of the quarter wave retarder, with the direction determined by the specific circular polarization state. Quarter wave retarders are often made by orienting films with the optical axis either parallel or perpendicular to the film roll direction. Thus, the output light of such a structure will be at 45° or 135° to the web direction. It is common to include a conventional absorbing sheet polarizer laminated to the cholesteric polarizer structure in order to ensure high contrast by "cleaning up" any light of the unwanted polarization state leaked by the cholesteric assembly. However, in roll-goods form, the pass axis of conventional absorbing polarizers is generally along, or optionally perpendicular to, the web direction. Again, either the cholesteric polarizer structure or the dichroic polarizer must be bias cut at 45° in order to align the two elements.

Each of the general methods for making reflective linear polarizers described above involve stretching or orientation of a polymer web in either the machine (0°) or

WO 03/027756

PCT/US02/25896

transverse direction (90°). To obtain a polarization direction of 45°, the polymer web is bias cut at a 45° angle. This results in substantial amounts of scrap material.

Summary of the Invention

5 Generally, the present invention relates to polarization rotators, articles containing the polarization rotators, and methods of using and making the same. In addition, the invention relates to articles that include a polarization rotator element and another polarization-altering element, such as a polarizer element, and methods of using and making the same.

10 One embodiment is a film having a polarizer element and a separate polarization rotator element. The polarizer element has a polarization axis and preferentially transmits light having a polarization that is parallel to the polarization axis. The separate polarization rotator element is configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light that is transmitted by the polarizer element by an angle of at least 5 degrees. Optionally, the film includes one or more alignment layers to align surfaces of
15 the polarization rotator element. The film can also include a substrate, one or more other polarizer elements, and one or more other polarization rotator elements. Other polarization altering elements can be used in conjunction with the film or in place of the polarizer element.

20 Another embodiment is another film that includes a polarizer element and a polarization rotator element. The polarizer element preferentially transmits a substantial portion of light having a first circular polarization. The polarization rotator element is configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light that is transmitted by the polarizer element to convert the polarization of the light from the first circular polarization to a first linear polarization. Optionally, the film includes one or
25 more alignment layers to align surfaces of the polarization rotator element. The film can also include a substrate, one or more other polarizer elements, and one or more other polarization rotator elements.

30 Yet another embodiment is a display that includes a liquid crystal cell that is configured and arranged to operate using polarized light; a light source; and one of the previously described films disposed between the liquid crystal display cell and the light source.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Another embodiment is a method of polarizing light. The light is directed at a polarizer element of a film. The polarizer element preferentially transmitting light having a first polarization. The polarization of at least a portion of the light transmitted by the polarizer element is rotated by at least five degrees using a separate polarization rotator element of the film. Optionally, the film includes one or more alignment layers to align surfaces of the polarization rotator element. The film can also include a substrate, one or more other polarizer elements, and one or more other polarization rotator elements.

The above summary of the present invention is not intended to describe each disclosed embodiment or every implementation of the present invention. The Figures and the detailed description which follow more particularly exemplify these embodiments.

Brief Description of the Drawings

The invention may be more completely understood in consideration of the following detailed description of various embodiments of the invention in connection with the accompanying drawings, in which:

- Figure 1A is a schematic perspective view of one embodiment of a TN LCD;
Figure 1B is a schematic perspective view of the LCD of Figure 1A in which a potential has been applied across the LC cell of the LCD;
Figure 1C is a schematic perspective view of a second embodiment of an LCD;
Figure 2 is a schematic cross-sectional view of one embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;
Figure 3 is a schematic cross-sectional view of a second embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;
Figure 4 is a schematic cross-sectional view of a third embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;
Figure 5 is a schematic cross-sectional view of a fourth embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;
Figure 6 is a schematic cross-sectional view of a fifth embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;
Figure 7 is a schematic cross-sectional view of a sixth embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Figure 8 is a schematic cross-sectional view of a seventh embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention;

Figure 9 is a schematic cross-sectional view of an eighth embodiment of a film containing a polarization rotator, according to the invention; and

5 Figure 10 is a schematic perspective view of one embodiment of an LCD, according to the invention.

While the invention is amenable to various modifications and alternative forms, specifics thereof have been shown by way of example in the drawings and will be described in detail. It should be understood, however, that the intention is not to limit the
10 invention to the particular embodiments described. On the contrary, the intention is to cover all modifications, equivalents, and alternatives falling within the spirit and scope of the invention.

Detailed Description of the Preferred Embodiment

The present invention is believed to be applicable to polarization rotators and
15 articles containing the polarization rotators, as well as methods of making and using the polarization rotators and articles. In particular, the present invention is directed to articles, such as films, that include a) a polarizing element or other polarization-altering element and b) a polarization rotator element and methods of making and using such articles.

While the present invention is not so limited, an appreciation of various aspects of the
20 invention will be gained through a discussion of the examples provided below.

As an example, a polarization rotator element can be provided with the appropriate amount of optical rotation to substantially match the optical axis of a first optical device to the optical axis of a second optical device. Additionally or alternatively, the polarization rotator element can enable the manufacture of a laminate structure comprising the
25 aforementioned first optical device with first optical axis, the polarization rotator element, and the second optical device with second optical axis in a roll-to-roll or other method. In another example, an article including a first optical device with a first optical axis coupled to a polarization rotator element can be part-cut from a roll with relatively low yield loss.

Articles of the present invention generally include a polarization rotator element
30 and an optical element with an optical axis. The optical element can be, for example, a polarizer, a compensation film, a Brewster-type polarizing device, a polarizing lightguide,

WO 03/027756

PCT/US02/25896

or a mirror. Alternatively the optical element can be a lenticular refractive optic such as a turning lens, a brightness enhancement film (as described, for example, in U.S. Patent No. 5,917,664), or a cylindrical lens array. For illustrative purposes, much of the discussion herein will focus on the combination of a polarization rotator element and a polarizer or refractive element. It will be understood that the polarizer or refractive element can be replaced by any other optical element or article. The combination of a polarization rotator element and the polarization-altering element into a single film or other article can be advantageous. As an example, a linear sheet polarizer is used in a liquid crystal display (LCD). Many LCD's use at least one absorbing sheet polarizer which is usually attached to the glass substrates of the liquid crystal cell. The orientation of the pass axis of the sheet polarizer with respect to the vertical and horizontal directions of the display are chosen depending upon the liquid crystal electro-optic distortion mode of the display and the desired chromatic and symmetry properties of the image. For twisted nematic (TN) LCD's, this is typically at an angle of about 45° with respect to the vertical axis of the LCD. Placing a 45° optical rotator between the sheet polarizer and the display glass would allow parts to be cut optimally from the web, eliminating the yield loss associated with the angle cut.

Other examples of linear polarizers used in LCD's include certain types of reflective polarizers. When isotropic light is incident on a reflective polarizer, one polarization of light is substantially transmitted and the other polarization of light is substantially reflected. When placed in the backlight cavity of an LCD the blocked polarization state of light is reflected back towards the backlight for recycling. Reflective polarizers can be used in addition to absorbing polarizers in an LCD, or instead of an absorbing polarizer in some LCD types. In the case where the reflective polarizer is used in addition to an absorbing polarizer, the light transmitted by the reflective polarizer proceeds to an LC cell between two polarizers, as illustrated, for example, in Figure 1C and discussed above. To be most effective, the light transmitted by the reflective polarizer should have the same plane of polarization as the LCD polarizer transmission axis. Again, for twisted nematic (TN) LCD's, this is typically at an angle of about 45° with respect to the vertical axis of the LCD.

One method of producing a reflective polarizer uses alternating layers of different polymer materials, where at least one of those polymer materials is birefringent as

WO 03/027756

PCT/US02/25896

described, for example, in U.S. Patent Nos. 5,882,774 and 5,965,247. These polarizers can be manufactured by stretching the polymer materials to induce birefringence and orient the polymer.

5 A second method of producing reflective polarizers includes forming continuous and disperse phases of different polymer materials, where at least one of those phases is birefringent as described, for example, in U.S. Patent Nos. 5,783,120 and 5,825,543.

Manufacturing linear sheet polarizer, both absorbing and reflective polarizers, typically includes stretching or orienting the polarizer on a polymer web in either or both the machine (0°) or transverse (90°) directions. This results in a plane of polarization of the transmitted light being oriented either in the machine direction or the transverse direction. However, many TN LCD's have the transmission axes of the polarizer and analyzer at $\pm 45^\circ$ with respect to the vertical display direction. Thus, the reflective polarizer must be bias cut at a 45° angle with respect to the web to obtain a film with the proper orientation of the polarization axis for use with an LCD. This can result in a substantial loss of material due to the angular cut.

15 As an alternative, a 45° polarization rotator can be placed between the reflective polarizer and LCD polarizer. As described herein, the advantages of preparing a single film or other article with a reflective polarizer element (or other polarization altering element) and a polarization rotator element can also include a savings in space because of reduced thickness and a pre-aligned orientation between the reflective polarizer element and the polarization rotator element.

Figure 2 schematically illustrates one embodiment of a film 100 having a polarizer element 102 and a polarization rotator element 104. Unpolarized light, which can be considered to be composed of equal amounts of linearly polarized light with planes of polarization mutually orthogonal and their electric vectors in the plane of the film (indicated by arrows in box 106), is directed toward the polarizer element 102 which transmits polarized light (as indicated in box 108). The polarization rotator element 104 rotates the polarization (box 110) of the light. In the illustrated case, the rotation is 45° . However, it will be understood that any rotational angle can be chosen. It will be recognized that articles can also be formed where the polarizer element is replaced by another polarization-altering element.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Polarization rotator elements could be used to reduce the yield loss of multifunctional optical films, such as those that combine the function of an absorptive and reflective polarizer. Reduction in yield loss for such films by eliminating angle cutting would be desirable due to the composite nature, and presumably higher value, of the multifunctional film.

Polarization rotator elements can also be advantageous in enabling the manufacture of optical devices using one or more optical films in the form of roll goods. Many optical films of combined functionality are made by the direct lamination of optical films of lesser functionality. Examples of these include elliptically and circularly polarizing films formed by laminating retardation films to absorbing sheet polarizers and films combining reflective polarizers and absorbing polarizers.

A third method of making a reflective polarizer includes the use of cholesteric liquid crystals and a quarter wave retarder, as taught, for example, in U.S. Patent Nos. 5,506,704 and 6,099,758. The cholesteric reflective polarizer transmits one helicity of circularly polarized light and reflects the other helicity. The quarter-wave retarder converts the transmitted circularly polarized light into linearly polarized light. Circular polarizers do not function in the same Cartesian coordinate eigenspace as linear polarizers, so it is the optical axis of the quarter wave retarder that specifies the azimuthal orientation of the plane of polarization of the linearly polarized light transmitted by the structure.

Quarter wave retarders can be made by orienting birefringent films. On passing through a quarter wave retarder, circularly polarized light is converted to linearly polarized light with its polarization axis ± 45 or -45 degrees away from the optical axis of the quarter wave retarder, with the direction determined by the specific circular polarization state.

Quarter wave retarder are often made by orienting films with the optical axis either parallel or perpendicular to the film roll direction. Thus, the output light of such a structure will be at 45° or 135° to the web direction. It is common to include a conventional absorbing polarizer laminated to the cholesteric polarizer structure in order to ensure high contrast by "cleaning up" any light of the unwanted polarization state leaked by the cholesteric assembly. However, in roll-goods form, the pass axis of conventional absorbing polarizers is generally along, or optionally perpendicular to, the web direction. Again, either the cholesteric polarizer structure or the absorbing polarizer must be bias cut at 45° in order to align the two elements. Thus, to produce a laminate structure having a

WO 03/027756

PCT/US02/25896

cholesteric reflective polarizer, a quarter wave retarder, and a conventional absorbing polarizer using a continuous or roll-to-roll process or both, it is desirable to place a polarization rotator between the quarter wave retarder and the absorbing polarizer.

5 Additionally, it can be further desirable to use a secondary polarization rotating layer on the side of the absorbing polarizer nearest the LC cell in order to reduce material losses resulting from the angular cut.

A variety of materials can be used to form polarization rotator elements including, for example, both organic and inorganic birefringent materials, and multilayer constructions of birefringent materials. The polarization rotator element can be formed using liquid crystal materials, such as nematic and chiral nematic liquid crystal materials, typically with the assistance of one or more alignment layers. Figure 3 illustrates one embodiment of an article 200 that includes a polarizer element 202 (or other polarization-altering element), a polarization rotator element 204, optional alignment layers 206, 208, and a substrate 210 (which can optionally be an optical element such as a polarizer or compensation film). In other embodiments, as described below, the alignment layers can be part of the polarizer element or substrate.

A polarization rotator generally rotates the principle axes of the polarization ellipse that characterizes polarized light through a selected angle, ideally without substantially changing the ellipticity of the polarized light. Polarization rotators typically rotate the polarization of light by at least 5°, 10°, 25° or more. It is expected that several useful ranges for rotation angles of the polarization rotators are from 40° to 50° (e.g., about 45°) and from 85° to 95° (e.g., about 90°). The angle of rotation is typically a function of parameters such as, for example, the indices of refraction of the polarization rotator element, the thickness of the polarization rotator element, the material(s) used to form the polarization rotator element, the wavelength of light, and the orientation of the optical axes of the birefringent layer(s) of the polarization rotator with respect to the azimuthal angle of the input polarization ellipse.

The polarization rotator element is typically formed using a birefringent material. Examples of suitable birefringent materials include oriented polymer films, laminated structures of oriented polymer films, and both organic and inorganic multilayer birefringent coatings. Other examples include any liquid crystal material that has a director that can be controlled. A nematic liquid crystal is generally composed of rodlike

WO 03/027756

PCT/US02/25896

molecules with their long axes aligned approximately parallel to one another. At any point in the medium one can define a vector to represent the preferred orientation in the immediate neighborhood of the point. This vector is commonly called the director.

Suitable liquid crystal (LC) materials include, for example, lyotropic, nematic, and cholesteric liquid crystal materials. Examples include E7, BL036, 5CB, and RM257 from Merck; C6M, 76, 296, 495, and 716, from Koninklijke Philips Electronics N.V. (Amsterdam, the Netherlands); Paliocolor LC242 and Paliocolor CM649 from BASF AG (Ludwigshafen, Germany); and LCP-CB483 from Vantico AG (Luxembourg). Additional examples of suitable materials include those described in U.S. Patents Nos. 5,793,455, 5,978,055, and 5,206,752. The LC materials can be polymeric or monomeric materials. Suitable monomeric materials also include those materials that can be reacted to form polymeric liquid crystal materials.

For some embodiments, a twisted nematic LC structure is preferred. In these embodiments, the director exhibits a uniform helical twist about the normal to the surface of the polarization rotator. The twist angle and initial orientation can be selected by the use of one or more optional alignment layers.

In another embodiment, the axis about which the local director of a LC structure twists or rotates is not normal to the surface of the substrate upon which the LC material is disposed. In this embodiment, the nematic director lies out of the plane of the polarizer element or polarization-altering element. With respect to the surface of the substrate, the angle of the axis, at which the local director lies or about which the local director twists, is defined as the pretilt angle, α . The pitch can be constant or can vary (e.g., increase or decrease) along the axis. The twist angle and orientation can be selected by the use of one or more optional alignment layers.

At least some liquid crystal materials, such as chiral nematic (e.g., cholesteric) liquid crystals, include a chiral component which results in the formation of a structure where the director of the liquid crystal material naturally rotates about an axis perpendicular to the director. The pitch of the chiral nematic liquid crystal corresponds to the thickness of material needed to achieve a 360° rotation of the director. At least some achiral nematic liquid crystals can be made chiral by the addition of a chiral compound. The pitch of the material can be modified by changing the ratio of chiral to achiral components.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

A uniaxial birefringent material, such as a nematic liquid crystal, is characterized by two principal refractive indices, n_o and n_e . The ordinary refractive index, n_o , influences that component of light whose electric field polarization vector is perpendicular to the optical symmetry axis of the birefringent medium. The extraordinary index, n_e , influences that component of light whose electric field polarization vector is parallel to the optical symmetry axis of the birefringent medium (for example, parallel to the director in the case of a nematic LC material with positive dielectric anisotropy).

The birefringence, Δn , of the medium can be defined in terms of n_o and n_e :

$$\Delta n = n_e - n_o.$$

Polarized light incident on a birefringent medium will propagate as an ordinary ray component and an extraordinary ray component. The phase velocity of each component will differ, as each experiences a different index of refraction. The total change in phase, or retardation, of the light depends upon the birefringence and the thickness of the medium.

One embodiment of a suitable polarization rotator element corresponds to a layer having the thickness of a half wave retarder and an optical axis that is set off from the plane of polarization of incident linearly polarized light by an azimuthal angle, ϕ . The optical axis of the polarization rotator element is in a plane parallel to the "extraordinary" ray and perpendicular to the "ordinary" ray. The half wave retarder rotates the polarization of the incident linearly polarized light by 2ϕ . For example, a 45° polarization rotator element has an optical axis that is set off from the polarization direction of incident linearly polarized light by 22.5° . The term "half wave retarder" signifies that the polarization rotator element has a thickness, d , with $\Delta n d = (2m+1)\lambda/2$, where λ is the wavelength of light, and m is an integer, 0, 1, 2, For other wavelengths of light, the polarization rotator may provide different rotational values. This embodiment functions as a perfect rotator only for wavelengths that satisfy the aforementioned requirement.

As yet another example, a polarization rotator element can be formed using a liquid crystal material whose director rotates along the thickness axis of the polarization rotator element by a twist angle, Φ , which is much smaller than a phase retardation, Γ , of the polarization rotator element. The phase retardation is given by:

$$\Gamma = 2\pi\Delta n d/\lambda.$$

WO 03/027756

PCT/US02/25896

When $\Phi \ll \Gamma$ for a particular wavelength or wavelength range of light, linearly polarized light incident at one side of the polarization rotator element will emerge rotated by the same amount as the twist angle, Φ , for that wavelength of light. This effect can be achieved when the polarization rotator element includes liquid crystal material having a twisted nematic structure. A twisted nematic structure can be achieved using chiral nematic liquid crystal material or using optional alignment layers on opposing sides of the polarization rotator element (as illustrated, for example, in Figure 3) where the alignment between the two layers differs by the desired twist angle, or a combination of these methods.

Polarization rotator elements can also be designed to utilize both the twist angle and retardation to alter the polarization and ellipticity of incident light. As an example, consider an input beam of linearly polarized light with its electric field vector parallel to the director of a twisted nematic structure. According to the Jones matrix methods (see, for example, "Optics of Liquid Crystal Displays", by Pochi Yeh and Claire Gu, John Wiley and Sons, 1999), the output light has ellipticity and azimuth orientation given by:

$$e = \tan\left(\frac{1}{2} \sin^{-1}\left[\frac{\Gamma \phi'}{X^2} \sin^2 X\right]\right)$$

$$\tan 2\psi = \frac{2\phi X \tan X}{\left(\phi^2 - \frac{\Gamma^2}{4}\right) \tan^2 X - X^2}$$

where ψ is the angle of the major axis of the polarization ellipse measured from the local director axis at the exit plane. Here, ϕ is the twist angle of the TN structure, Γ is the phase retardation as defined above, and:

$$X = \sqrt{\phi^2 + \left(\frac{\Gamma}{2}\right)^2}.$$

For example, for 550 nm light, a polarization rotator element having a birefringence of 0.12, a thickness of 1.62 μm , and a twist angle of 64° can alter the polarization of linearly polarized light to light with ellipticity of -1.

The polarization rotator element can be formed using one or more different layers (e.g., coatings) of material. For example, multiple layers of material can be deposited on a particular substrate or polarizer element with optional solvent removal steps and, optionally, partial or full curing between deposition of the layers. This can be particularly

WO 03/027756

PCT/US02/25896

useful if the particular substrate or polarizer element is sensitive to temperature, humidity, or both. Multiple applications of material can reduce the temperature or time needed to drive away the solvent or cure the material. As another example, layers of material for the polarization rotator element can be formed on different substrates or polarizer elements and then the two layers brought together. This provides a method for combining (e.g., laminating) individual components into a single article. Optionally, an annealing step at elevated temperature can be performed to facilitate diffusion, coupling, or alignment between two or more layers of polarization rotator material.

A liquid crystal material can be selected which includes reactive functional groups that can be used to crosslink the material. Alternatively, a crosslinking or vitrifying agent can be included with the liquid crystal material in the composition used to form the polarization rotator element. The liquid crystal material can be aligned as desired (for example, in a nematic, twisted nematic, or chiral nematic phase) and then crosslinked or otherwise vitrified to retain the alignment. Such crosslinking can be performed by a variety of processes including, for example, by photoinitiated, electron-beam, or thermal curing.

Other materials can be included in the polarization rotator element or the composition used to form the polarization rotator element. For example, a diffusing or scattering material can be included to cause the diffusion or scattering of light, if desired, by the polarization rotator element. As another example, an absorbing material can be included to absorb light of a particular wavelength if, for example, a colored appearance or the removal of a colored appearance is desired. Examples of suitable absorbing materials include, for example, dyes and pigments. In some embodiments, a dichroic dye material (e.g., a material that preferentially absorbs light of one polarization) is used. In particular, a dichroic dye material can be desirable if the dichroic dye material is capable of being aligned within the polarization rotator element. Suitable dichroic dye materials include, for example, iodine, as well as anthraquinone, azo, diazo, triazo, tetraazo, pentaazo, and merocyanine dyes, Congo Red (sodium diphenyl-*bis*- α -naphthylamine sulfonate), methylene blue, stilbene dye (Color Index (CI) = 620), 1,1'-diethyl-2,2'-cyanine chloride (CI = 374 (orange) or CI = 518 (blue)), 2-phenylazothiazole, 2-phenylazobenzthiazole, 4,4'-bis(aryazo)stilbenes, perylene compounds, 4-8-dihydroxyanthraquinones optionally with 2-phenyl or 2-methoxyphenyl substituents, 4,8-diamino-1,5-naphthoquinone dyes,

WO 03/027756

PCT/US02/25896

and polyester dyes such as PalanilTM blue BGS and BG (BASF AG, Ludwigshafen, Germany). The properties of these dyes, and methods of making them, are described in E.H. Land, Colloid Chemistry (1946). Still other dichroic dyes, and methods of making them, are discussed in the Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 8, pp. 652-661 (4th Ed. 1993), and in the references cited therein.

Other additives include, for example, oils, plasticizers, antioxidants, antiozonants, UV stabilizers, curing agents, and crosslinking agents. These additives can be reactive with the liquid crystal material or non-reactive.

In one embodiment, a polarization rotator/polarizer element is formed using a twisted nematic structure of a liquid crystal material that also includes absorbing molecules that are oriented with the liquid crystal material. In one example, the absorbing molecules align with the direction of the liquid crystal material. Light having a polarization parallel to the director of the liquid crystal material is absorbed and light having a polarization perpendicular to the liquid crystal material is transmitted. This embodiment of a polarization rotator element also acts as a polarizer. This particular polarization rotator element can be, for example, a "clean-up" polarizer positioned after a reflective polarizer element to enhance the extinction of light of the unwanted polarization state.

The optical properties, including indices of refraction, of any material used in the polarization rotator element can be wavelength dependent. For example, a thickness corresponding to a half wave retarder for one wavelength may generate less than a half wave retardation for a second wavelength. In at least some embodiments, particularly display applications, it is desirable to reduce or minimize variation over a wavelength range, for example, over the visible spectrum of light (e.g., wavelengths from about 380 to about 800 nm). One method of reducing the wavelength dependence (i.e., decreasing the chromaticity) of the polarization rotator element includes the formation of two or more separate layers using different materials and aligning the two layers so that the optical axes of the layers are crossed at a particular angle. For example, the optical axes of the layers can be crossed at 90° to each other. The materials are selected to obtain a polarization rotator element in which $\Delta n d/\lambda$ is substantially constant (e.g., varying by no more than 10% or 5%) for a desired wavelength range. For example, a layer of polypropylene can be laid crosswise over a layer of polycarbonate (or vice versa) to obtain an element with

WO 03/027756

PCT/US02/25896

substantially uniform optical retardation over the entire range of visible light wavelengths. Preferably, the difference between the wavelength dependence of the optical distance through the layer for the two films is substantially uniform over the wavelength range of interest. The relative thickness of each of the films can be adjusted to modify the wavelength dependence of the composite of the films.

Alignment layers can optionally be used with the polarization rotator element to define the optical axis at surfaces of the polarization rotator element. This optical axis can be at an angle parallel to the surface of the alignment layer. In addition, in at least some instances, a tilt angle away from the surface of the alignment layer can be defined by the alignment layers. Alignment layers are particularly useful with liquid crystal materials to define the alignment of the director of the liquid crystal at the surfaces of the polarization rotator element. Alignment layers can be provided at opposing surfaces of the liquid crystal material (e.g., a polarization rotator element). One alternative includes using a single alignment layer and relying on the pitch and thickness of the polarization rotator element to determine the alignment at the opposing surface.

Alignment layers can be separately formed layers or can be part of one or more of the other optical components of the film. For example, the polarizer element can also act as an alignment layer. Optionally, the liquid crystal material can be crosslinked after alignment to maintain the alignment. Optionally, one or more of the alignment layers can be removed from the device after crosslinking or vitrifying the LC material.

A variety of methods are known for the preparation of alignment layers because alignment layers have been used in other components including in LC cells. Generally, one group of known techniques for making alignment layers involves mechanical or physical alignment, and a second group involves chemical and photoalignment techniques.

One commonly used mechanical method of making an alignment layer includes rubbing a polymer layer (e.g., poly(vinyl alcohol) or polyimide) in the desired alignment direction. Another physical method includes stretching or otherwise orienting a polymer film, such as a poly(vinyl alcohol) film, in the alignment direction. Any number of oriented polymer films exhibit alignment characteristics for LC materials, including polyolefins (such as polypropylenes), polycesters (such as polyethylene terephthalate and polyethylene naphthalate), and polystyrenes (such as atactic-, isotactic-, or syndiotactic-polystyrene). The polymer can be a homopolymer or a copolymer and can be a mixture of

WO 03/027756

PCT/US02/25896

two or more polymers. The polymer film acting as an alignment layer can include one or more layers. Optionally, the oriented polymer film acting as an alignment layer can include a continuous phase and a dispersed phase. Yet another physical method includes obliquely sputtering a material, such as SiO_x, TiO₂, MgF₂, ZnO₂, Au, and Al, onto a surface in the alignment direction. Another mechanical method involves the use of microgrooved surfaces, such as that described in U.S. Patent Nos. 4,521,080, 5,946,064, and 6,153,272.

An alignment layer can also be formed photochemically. Photo-orientable polymers can be formed into alignment layers by irradiation of anisotropically absorbing molecules disposed in a medium or on a substrate with light (e.g., ultraviolet light) that is linearly polarized in the desired alignment direction (or in some instances perpendicular to the desired alignment direction), as described, for example, in U.S. Patents Nos. 4,974,941, 5,032,009, and 5,958,293. Suitable photo-orientable polymers include polyimides, for example polyimides comprising substituted 1,4-benzenediamines.

Another class of photoalignment materials, which are typically polymers, can be used to form alignment layers. These polymers selectively react in the presence of polarized ultraviolet light along or perpendicular to the direction of the electric field vector of the polarized ultraviolet light, which once reacted, have been shown to align LC materials. Examples of these materials are described in U.S. Patents Nos. 5,389,698, 5,602,661, and 5,838,407. Suitable photopolymerizable materials include polyvinyl cinnamate and other polymers such as those disclosed in U.S. Patents Nos. 5,389,698, 5,602,661, and 5,838,407. Photoisomerizable compounds, such as azobenzene derivatives are also suitable for photoalignment, as described in U.S. Patent Nos. 6,001,277 and 6,061,113.

Additionally, some lyotropic liquid crystal materials can also be used as alignment layers. Such materials, when shear-coated onto a substrate, strongly align thermotropic LC materials. Examples of suitable materials are described in, for example, U.S. Patent Application Serial 09/708,752.

As an alternative to alignment layers, the liquid crystal material of the polarization rotator can be aligned using an electric or magnetic field. Yet another method of aligning the liquid crystal material is through shear or elongational flow fields, such as in a coating or extrusion process. The liquid crystal material may then be crosslinked or vitrified to

WO 03/027756

PCT/US02/25896

maintain that alignment. Alternatively, coating the liquid crystal material on an aligned substrate, such as oriented polyesters like polyethylene terephthalate or polyethylene naphthalate, can also provide alignment.

A variety of different polarizer elements can be used. One type of polarizer element is a reflective polarizer element. Reflective polarizer elements can take a variety of forms. Suitable reflective polarizer elements include those which have two or more different materials of differing refractive index in alternating layers or as a dispersed phase within a continuous phase. Polymeric multilayer reflective polarizers are described in, for example, U.S. Patent Nos. 5,882,774 and 5,965,247 and PCT Publication Nos. WO95/17303; WO95/17691; WO95/17692; WO95/17699; WO96/19347; and WO99/36262. One commercially available form of a multilayer reflective polarizer is marketed as Dual Brightness Enhanced Film (DBEF) by 3M, St. Paul, Minnesota. Inorganic multilayer reflective polarizers are described in, for example, H. A. Macleod, Thin-Film Optical Filters, 2nd Ed., Macmillan Publishing Co. (1986) and A. Thelen, Design of Optical Interference Filters, McGraw-Hill, Inc. (1989). Diffuse reflective polarizers include the continuous/disperse phase reflective polarizers described in U.S. Patent No. 5,825,543, as well as the diffusely reflecting multilayer polarizers described in U.S. Patent No. 5,867,316. Other reflective polarizers are described in U.S. Patents Nos. 5,751,388 and 5,940,211.

Another example of a reflective polarizer element is formed using cholesteric liquid crystal material. The cholesteric liquid crystal polarizer element transmits right- or left-handed circularly polarized light at a wavelength corresponding to the optical length of the pitch of the cholesteric liquid crystal. The light that is not transmitted is reflected and is circularly polarized in the opposite helicity. Cholesteric liquid crystal reflective polarizers are described in, for example, U.S. Patent No. 5,793,456, U.S. Patent No. 5,506,704, U.S. Patent No. 5,691,789, and European Patent Application Publication No. EP 940 705. As the LCD requires the input of linearly polarized light, cholesteric reflective polarizers are typically provided with a quarter wave retarder to convert the transmitted circularly polarized light into linearly polarized light. Suitable cholesteric reflective polarizers are marketed under the tradename TRANSMAX™ by Merck and Company, Incorporated and NIPOCS™ by Nitto Denko Corporation.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Another type of polarizer element is an absorbing polarizer element. These polarizer elements are typically made of a material that is oriented and absorbs light of a particular polarization. Examples of such polarizer elements include oriented polymer layers that are stained with a dichroic dye material, such as iodine or metal chelates.

5 Examples of such constructions include a stretched poly(vinyl alcohol) layer that is stained with iodine. A discussion of suitable absorbing polarizers can be found in, for example, U.S. Patent Nos. 4,166,871, 4,133,775, 4,591,512, and 6,096,375.

Another type of absorbing polarizer element includes an oriented polymer, optionally made without additional dyes or stains, which includes segments, blocks, or grafts of polymeric material that selectively absorb light. One example of absorbing
10 polarizer made without stains or dyes is an oriented copolymer that includes poly(vinyl alcohol) and polyvinylene blocks, where the polyvinylene blocks are formed by molecular dehydration of poly(vinyl alcohol). A discussion of polarizers made without dyes or stains can be found in, for example, U.S. Patent No. 3,914,017 and 5,666,223.

15 Oriented polymer films of the above-described absorbing polarizer elements can also act as an alignment layer for the polarization rotator element, if desired. In one embodiment, an oriented poly(vinyl alcohol) absorbing polarizer element is provided over a reflective polarizer element (see, for example, U.S. Patent No. 6,096,375). The oriented poly(vinyl alcohol) absorbing polarizer element optionally acts as an alignment layer for a
20 polarization rotator element formed using liquid crystal material disposed on the absorbing polarizer element.

As indicated above, in place of the polarizer element (element 202 as illustrated in Figure 3), another polarization-altering element can be used. Such polarization-altering elements include, for example, compensation films. These films alter the polarization of
25 light to provide a different elliptical or circular polarization. This can provide a wider horizontal viewing angle, vertical viewing angle, or both for a display.

The film can have more than one polarizer element or other polarization-altering element. For example, a polarization rotator element can be disposed between two polarizer elements. Moreover, the film can include more than one polarization rotator
30 element. In addition, other optical components can be included in the film, including, for example, microstructured prism films (such as described in, for example, U.S. Patent Nos. 5,932,626 and 6,044,196), diffusion layers, scattering layers, and selective wavelength

WO 03/027756

PCT/US02/25896

absorbing and transmitting layers. Other layers can be incorporated into the film which do not substantially alter the optical properties of the article including, for example, adhesive layers and substrates.

5 The optional substrate can simply be a layer which provides a base for deposition or formation of other layers. Alternatively or additionally, the substrate can be a structural support member during manufacture, use, or both. In some embodiments, the substrate performs no other function. In some instances the substrate can be a protective liner which is removed or discarded. Typically, unless the substrate is to be discarded, the substrates are transparent over the wavelength of operation of the polarization rotator and
10 can be birefringent or non-birefringent. Examples of suitable substrates for these embodiments include cellulose triacetate (available from, for example, Fuji Photo Film Co. (Tokyo, Japan), Konica Corp. (Tokyo, Japan), and Eastman Kodak Co. (Rochester, NY)), Solix™ (available from General Electric Plastics (Pittsfield, MA)), and polypropylene or polyethylene films.

15 In at least some instances, the substrate can be characterized as optically isotropic. Alternatively, the substrate is a c-plate (e.g., the in-plane indices of refraction are the same, but different than the index of refraction in the thickness direction) and, more preferably, a negative c-plate, which serves to improve off-axis retardation effects introduced in a homeotropically aligned display cell. Examples of suitable substrates for
20 these embodiments include, for example, those described in Japanese Patent Application Publication No. 2000/154,261A and U.S. Patent No. 5,196,953.

In other embodiments, the substrate also performs one or more optical functions. For example, the substrate can be a polarizer element or compensation film or contain an absorbing material to provide color or reduce color in the film.

25 A variety of different articles can be constructed. These articles can be constructed in a number of different ways. In addition to the methods described herein, additional examples of methods of making the articles are described in the copending U.S. Patent Application Serial No. _____, entitled "Methods of Making Polarization Rotators and Articles Containing the Polarization Rotators", Docket No.
30 56233US002, filed on even date herewith. In particular, any of the individual elements of the article can be generated separately, sequentially, or simultaneously. For example, two or more of the elements (e.g., the polarizer element and an alignment layer) can be

WO 03/027756

PCT/US02/25896

coextruded or can be simultaneously coated onto an optionally removable substrate. As another example, an element (e.g., the polarization rotator element) can be coated or otherwise disposed onto a previously formed layer (e.g., an alignment layer, the polarizer element, or a substrate). Alternatively, the individual elements can be formed separately and laminated together. A film can be formed using any combination of these methods. For example, a polarizer element and alignment layer can be coextruded; the polarization rotator element can be coated onto the alignment layer; and a second alignment layer and substrate laminated to the polarization rotator element to form the article.

The elements of the article can be integrated together to form the article by a variety of methods which will typically depend on factors such as, for example, the types of layers to be integrated together, the method of forming the individual elements, and the materials of the elements. It will be understood that several different methods can be used for a single film (e.g., the polarizer element and an alignment layer can be coextruded and then the polarization rotator element laminated to the alignment layer). Methods of integrating elements include, for example, coextrusion, coating, adhesive lamination, heat lamination, diffusion at elevated temperatures, reactive coupling between reactive groups on the two elements, and crosslinking. When an adhesive is used, the adhesive is preferably optically transparent over the wavelength range of interest, unless the adhesive is also used as an optical layer within the film.

The following are examples of film constructions. It will be understood that additional combinations can be formed by addition, removal, or substitution of elements of the illustrated films. In addition, it will be understood that the alignment layers illustrated in the Figures are optional. One of the other elements (e.g., the polarizer element) can serve as an alignment layer, alignment can be achieved using an electric or magnetic field, or one or more of the alignment layers can be removed after crosslinking or vitrification of the polarization element. As another alternative, a single alignment layer can be used with the alignment at the opposing surface being typically determined, at least in part, by the thickness and pitch of the material of the polarization rotator element.

Figure 3 illustrates a configuration that can be used to describe a number of different embodiments. In one embodiment, a film 200 includes a polarizer element 202 (e.g., an absorbing polarizer element or a reflective polarizer element or both, optionally containing a quarter wave retarder), a polarization rotator element 204, a substrate 210,

WO 03/027756

PCT/US02/25896

and two optional alignment layers 208, 206. The alignment layers can be formed using any of the techniques described above. One method of making such a film includes individually forming an alignment layer 206 on the polarizer element 202 and an alignment layer 208 on the substrate 210. Liquid crystal material for the polarization rotator element 204 can be disposed on one or both of the alignment layers 206, 208 and then the two separate constructs can be brought together and the polarization rotator element 204 formed, optionally, curing the liquid crystal material of the polarization rotator element to set the alignment of the polarization rotator element 204. The polarization rotator element is configured to rotate light exiting the polarizer element by a desired angle. This film can receive unpolarized light and transmit polarized light with the plane of polarization rotated by the desired angle from the polarization axis of the polarizer element 202. As an example, a reflective polarizer element oriented in the machine (0°) or transverse (90°) direction can be combined with a 45° polarization rotator element to form an article that can be used in the LCD of Figure 1C while avoiding the waste associated with bias cutting the reflective polarizer at a 45° angle.

In another embodiment, the substrate 210 is a second polarizer element that has a polarization direction different than the polarization direction of polarizer element 202. The polarization rotator element is designed to rotate the polarization of light from the polarization axis of polarizer element 202 to align with the polarization axis of the second polarizer element 210, although, in some instances, the polarization rotator element may not fully align the light (e.g., the polarization rotator element may rotate the polarization by 30° for two polarizer elements with polarization axes that differ by 45°). As an example, polarizer element 202 can be a reflective polarizer element with a polarization axis of 0° and second polarizer element 210 is an absorbing polarizer element with a polarization axis of 90°. The polarization rotator element 204 is selected to rotate the polarization of light transmitted by the polarizer element 202 by 90° (or some other angle, if desired) to permit passage (only partial passage if the rotation angle is substantially different from 90°) of light through the second polarizer element 210.

In another embodiment, the substrate 210 is another polarization-altering element, such as a compensation film (for example, a compensation film as described in U.S. Patent No. 6,064,457). In yet another embodiment, the polarizer element 202 is a reflective polarizer element and the alignment layer 206 is an oriented layer of poly(vinyl alcohol)

WO 03/027756

PCT/US02/25896

stained with a dichroic dye(s) or optionally comprising polyvinylene blocks formed by molecular dehydration of poly(vinyl alcohol). This produces an absorbing polarizer element that can also act as an alignment layer for the polarization rotator element 204 in the direction of the orientation of the poly(vinyl alcohol).

5 Figure 4 illustrates a film configuration that utilizes a reflective/absorbing polarizer element combination. The film 300 includes a reflective polarizer element 302, an absorbing polarizer element 303, a polarization rotator element 304, a substrate 310, and two optional alignment layers 306, 308. The layers can be formed and configured as discussed above. In another embodiment, a film 300 includes a polarizer element 302, a
10 diffusing element 303, a polarization rotator element 304, a substrate 310, and two optional alignment layers 306, 308.

Figure 5 illustrates a film configuration that incorporates another optical element, such as a second polarizer element or a compensation film. The film 400 includes a polarizer element 402 (e.g., a reflective polarizer element, an absorbing polarizer element,
15 or a combination thereof), a polarization rotator element 404, a substrate 410, two optional alignment layers 406, 408, and another optical element 412 (e.g., a polarizer element or compensation film). Suitable compensation films include any commercial compensation film, such as, for example, the tilted o-plate compensation films of Rolc Technologies Ltd. (Allschwil, Switzerland), the hybrid aligned nematic films of Nippon Petrochemical
20 Co. (Japan), and the splayed discotic films of Fuji Photo Film Co. (Tokyo, Japan). The polarization rotator element can additionally alter the ellipticity of polarized light exiting from the compensation films. The polarization rotator element can be designed to optimize operation with a particular compensation film by, for example, the choice of materials, indices of refraction, thickness of the polarization rotator element, and its
25 location within film 400.

Figure 6 illustrates a film configuration that does not require an additional substrate. The film 500 includes a polarizer element 502, a polarization rotator element 504, an alignment layer 506, and an optional second alignment layer 508 that can also provide sufficient structural support for manufacturing or use. For example, the second
30 alignment layer 508 can be an oriented layer of poly(vinyl alcohol) or other polymer. Optionally, alignment layer 508 can be an absorbing polarizer element made from oriented poly(vinyl alcohol) and a dichroic component.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Figure 7 illustrates a film that utilizes a cholesteric polarizer element. The film 600 includes a cholesteric polarizer element 602, a quarter wave retarder 604, a polarization rotator element 606, a polarizer element 608 (reflective or absorbing polarizer element or a combination thereof), and optional alignment layers 610, 612, 614. The cholesteric polarizer element 602 transmits circularly polarized light. The quarter wave plate 604 converts the circularly polarized light to linearly polarized light. The polarization rotator element 606 rotates the polarization of light from the quarter wave plate 604 into alignment (if desired) with the polarization axis of the polarizer element 608. As another alternative, the quarter-wave element can be aligned at 0° to the vertical axis of the film, in which case the resulting linearly polarized light is output at 45° with respect to the vertical axis.

Figure 8 illustrates a film that incorporates two polarizer elements with different polarization axes and two polarization rotator elements to transmit light having a polarization in a different direction than the polarization axis of either polarizer element. The film 700 includes a first polarizer element 702, a first polarization rotator element 704, a second polarizer element 706, a second polarization rotator element 708, an optional substrate 710, and optional alignment layers 712, 714, 716, and 718. The first polarization rotator element 704 rotates the polarization of light transmitted by the first polarizer element 702 to be aligned (if desired) with the polarization axis of the second polarizer element 706. The second polarization rotator element 708 rotates light transmitted by the second polarizer element 706 to a desired polarization direction (e.g., 45° with respect to the vertical axis of the film 700 when viewed normal to the major face or plane of the device).

Figure 9 illustrates a film configuration that does not require a second alignment layer. The film 800 includes a polarizer element 802, a polarization rotator element 804, and an alignment layer 806. The alignment at the other surface of the polarization rotator element can be provided by the ambient conditions (e.g., the atmosphere) or by the thickness of the layer.

In other embodiments, a polarizer element and a polarization rotator element are disposed on a light guide (e.g., a light guiding plate or fiber). Either the polarizer element or the polarization rotator element can be placed adjacent to the light guide. Any of the films described above can be used in these embodiments. Some light guides by their very

WO 03/027756

PCT/US02/25896

nature preferentially extract one particular plane of polarization relative to the orthogonal plane of polarization.

5 In a specific embodiment of the present invention, a polarization rotator element rotates the plane of linearly polarized light by an angle such that it is colinear with the pass axis of the bottom polarizer of the LCD.

The films of the invention can be used in a variety of applications including in electronic displays, eyewear, window treatments, task lighting, electronic or optical switching and signal routing, telecommunications, and avionics. One particular application is in LCD's. Figure 10 illustrates one embodiment of an LCD. It will be
10 recognized that other LCD configurations are known and that the films can be used in those display configurations. The configuration of Figure 10 is provided as an example to illustrate the use of the films.

An LCD 900 includes an LC cell 902, a polarizer 904, an analyzer 906, a backlight and light guide 908, a reflective polarizer 910, and a reflector 912. The films of the
15 invention can be used in connection with any of the elements of the LCD including, for example, with the reflective polarizer 910, the polarizer 904, and the analyzer 906. For example, a film of the invention can be used as the reflective polarizer 910. One such film would include a reflective polarizer element and a polarization rotator element that rotates the polarization of light transmitted by the reflective polarizer element to a direction that
20 can be transmitted by the polarizer 904. In this embodiment, the reflective polarizer element of the film and the polarizer 904 do not need to have polarization axes in the same direction. Thus, the reflective polarizer element of the film can have a polarization axis at 0° or 90° and the polarizer can have a polarization axis at 45°.

In another embodiment, the film can be used as the polarizer 904. The polarizer
25 904 in this embodiment includes a polarizer element and a polarization rotator element. In one configuration, the polarization rotator element rotates the polarization of light from the reflective polarizer 910 so that it can be transmitted by the polarizer element of the polarizer 904. In another configuration, the polarization rotator element rotates the polarization of light from the polarizer element so that it is parallel to or orthogonal to the
30 liquid crystal director at the nearest surface of the LC cell 902.

In yet another embodiment, the film can be used as the analyzer 906. The analyzer 906 in this embodiment includes a polarizer element and a polarization rotator element. In

WO 03/027756

PCT/US02/25896

one configuration, the polarization rotator element rotates the polarization of light transmitted from the LC cell 902.

The films can also be used in reflective and transreflective displays. For example, the analyzer can include a polarizer element and a polarization rotator that rotates the polarization of light transmitted to the LC cell. The films can also be used in place of the LC cell polarizer or a reflective polarizer positioned after the LC cell polarizer in the same ways as used in the backlit displays.

In addition to these embodiments, other uses of the films can be envisioned. For example, the films can include a compensation film element and be used in place of commercial compensation films placed within the LCD.

The films can be configured to have multidomain or pixelated regions. For example, the alignment layers of the films can be configured so that there are regions with different alignment. Optionally, the top and bottom alignment layers can be arranged so that certain regions exhibit one degree of polarization rotation while other areas exhibit another degree of polarization rotation. For example, the films can be divided into pixels with a 90° polarization rotation within certain regions, while other regions exhibit substantially no polarization rotation. This can be achieved by selectively aligning the surface of the alignment layer. For example, only portions of the surface of the alignment layer can be rubbed or exposed to light (for photoaligned alignment layers). As another example, different portions of the surface of the alignment layer can be aligned in different directions by rubbing in different directions or exposing the portions of the alignment layer to light with different polarization angles. These configurations can be used to provide a display with off-axis image uniformity.

The following examples demonstrate the manufacture of articles of the invention. It is to be understood that these examples are merely illustrative and are in no way to be interpreted as limiting the scope of the invention.

EXAMPLES

Unless otherwise indicated, any of the chemicals mentioned in the Examples can be obtained from Aldrich Chemical Co., Milwaukee, WI.

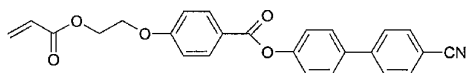
WO 03/027756

PCT/US02/25896

Example 1

An aqueous dispersion containing 9 wt. % Airvol 107 polyvinyl alcohol (Air Products, Allentown, PA.), 1 wt.% WB54 (sulfonated polyester from 3M Co., St. Paul, MN), 3 wt. % N-methylpyrrolidone and 0.1 wt.% Triton X100 (Union Carbide, Danbury, CT) was coated onto a corona treated polyester cast web, using a shoe coater which delivered a wet coating thickness of 64 μm . The coating was dried at 105° C for 1 minute. The PVA coated cast web was uniaxially oriented in a tenter oven at 150° C to six times its original width. The final film had a thickness of 175 μm .

A thermoplastic liquid crystal material, Compound A,

**Compound A**

can be prepared according to European Patent Application Publication No. 834754. A 15 wt.% solution of Compound A was prepared in tetrahydrofuran (THF).

The solution was coated using a #18 Mayer wire coating rod (available from R.D. Specialties, Webster, New York) onto the polyester:PVA substrate. The nominal wet thickness was about 45 μm . The substrate, once coated with liquid crystal material, was dried for 10 minutes at 110°C to remove the THF solvent. This coated substrate was then laminated at about 120°C to an identical liquid crystal coated substrate using a 3M Laminator Model 1147 (3M Company, St. Paul, MN). The orientation of the two coated uniaxially oriented substrates was 90° with respect to one another. This construction was then annealed at 110°C for 20 minutes.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Example 2

To 79 parts by weight of the Compound A used in Example 1 was added 12 parts by weight mesogenic diacrylate monomer (LC242, BASF AG, Ludwigshafen, Germany) and 2 parts by weight of a photoinitiator (Darocur 1173, Ciba Specialty Chemicals, Basel, Switzerland) to form a solution with 18 wt.% solids. Substrates were coated, dried, and laminated in accordance with Example 1. After lamination, this construction was irradiated with a 400 Watt mercury arc lamp for 3 minutes to crosslink the liquid crystal materials.

Example 3

To 69 parts by weight of Compound A used in Example 1, 31 parts by weight of a low molecular weight liquid crystal (E7, EM Industries, Hawthorne, New York) were added. The final THF solution comprised 20% solids. Substrates were coated, dried, and laminated in accordance with Example 1.

Example 4

To 62 parts by weight of Compound A used in Example 1 was added 14 parts by weight mesogenic diacrylate monomer (LC242), 5 parts by weight of a photoinitiator (Darocur 1173), and 19 parts by weight of a low molecular weight liquid crystal (E7, EM Industries, Hawthorne, New York). The final THF solution comprised 20% solids. Substrates were coated, dried, and laminated in accordance with Example 1.

Example 5

A 20 wt.% reactive liquid crystal material (LC 242) was prepared in a solution of methylethylketone (MEK). A photoinitiator (Darocur 1173) was included in an amount corresponding to 3.5 wt.% of the reactive liquid crystal material and photoinitiator. The solution was coated using a #22 Mayer wire coating rod as described in Example 1. The coated substrate was baked for 2 minutes at 60°C to remove solvent. The coated substrate was laminated in accordance with Example 1. Following lamination, the construction was irradiated in accordance with Example 2.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

Example 6

Example 6 illustrates one method of making a polarization rotator film with only a single alignment layer.

A 30 percent by weight solution of liquid crystal monomers in methylethylketone (MEK) was prepared. The liquid crystal monomer mixture comprised LC 242 and LC 756 (BASF AG, Ludwigshafen, Germany), and Irgacure 369 (Ciba Specialty Chemicals, Basel, Switzerland) in the ratio 96.4/0.1/3.5, respectively, by weight. The solution was agitated until the solids had completely dissolved in the MEK.

Using a 15 cm wide laboratory microgravure coater, the liquid crystal mixture was coated onto the polyester substrate described in Example 1. The Gravure speed ratio was 0.66; i.e. the angular velocity of the Gravure roll was a factor of 0.66 times the line speed. The line speed was 4.57 meters per minute. The coating was dried at 80°C and subsequently cured using a 600 Watt ultraviolet lamp (D-bulb, Fusion UV Systems, Gaithersburg, Maryland) run at 100% power in an inert atmosphere.

The optical rotation of the LCP coating was evaluated using a RPA 2000 polarization analyzer (Instrument Systems, Ottawa, Ontario, Canada). Each sample was illuminated with polarized, collimated 633 nm light of known ellipticity (0.0° - i.e. linearly polarized) and azimuthal orientation of the polarization ellipse. The ellipticity and azimuthal orientation of the polarization ellipse of the light transmitted were determined to be 25.2° and 76.6°, respectively.

Examples 7-9

Examples 7-9 were made in accordance with Example 6, with the exception that the ratio of the microgravure wheel to the line speed was altered. The results are summarized below.

EXAMPLE	GRAVURE SPEED RATIO	ELLIPTICITY [°]	AZIMUTHAL ROTATION [°]
7	1	18.2	84.60
8	1.33	20.2	82.80
9	2	7.0	89.20

WO 03/027756

PCT/US02/25896

The present invention should not be considered limited to the particular examples described above, but rather should be understood to cover all aspects of the invention as fairly set out in the attached claims. Various modifications, equivalent processes, as well as numerous structures to which the present invention may be applicable will be readily
5 apparent to those of skill in the art to which the present invention is directed upon review of the instant specification.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A film, comprising:
a polarizer element having a polarization axis, wherein the polarizer element
5 preferentially transmits light having a polarization that is parallel to the polarization axis;
and
a separate polarization rotator element disposed in the film and configured and
arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light that is transmitted by the
polarizer element by an angle of at least 5 degrees.
10
2. The film of claim 1, wherein the polarizer element is a first polarizer
element and the film further comprises a second polarizer element having a polarization
axis that differs from the polarization axis of the first polarizer element by at least 5
degrees and wherein the polarization rotator element is disposed between the first and
15 second polarizer elements.
3. The film of claim 2, wherein the polarization rotator element is configured
and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light transmitted by the
first polarizer element to within five degrees of the polarization axis of the second
20 polarizer element.
4. The film of claim 2, wherein the polarization rotator element is configured
and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light transmitted by the
first polarizer element to the polarization axis of the second polarizer element.
25
5. The film of claim 2, wherein the first polarizer element comprises a
reflective polarizer and the second polarizer element comprises an absorbing polarizer.
6. The film of claim 1, further comprising an alignment layer disposed
30 between the polarizer element and the polarization rotator element.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

7. The film of claim 6, wherein the alignment layer comprises a polymeric material that has been photoaligned.
8. The film of claim 1, wherein the polarizer element comprises a surface that facilitates alignment of the polarization rotator element.
9. The film of claim 1, wherein the polarization rotator element comprises a liquid crystal material.
10. The film of claim 9, wherein the polarization rotator element further comprises a light absorbing material.
11. The film of claim 10, wherein the light absorbing material is aligned within the polarization rotator element to substantially absorb light having a first polarization and to substantially transmit light having a second polarization orthogonal to the first polarization.
12. The film of claim 9, wherein the polarization rotator element further comprises a light diffusing material.
13. The film of claim 1, wherein the polarizer element comprises a reflective polarizer.
14. The film of claim 1, wherein the polarizer element comprises an absorbing polarizer.
15. The film of claim 1, wherein the polarizer element comprises a reflective polarizer and an absorbing polarizer.
16. The film of claim 1, wherein the polarization rotator element rotates the polarization of the portion of the light that is transmitted by the polarizer element by an angle in the range of 40 to 50 degrees.

WO 03/027756

PCT/US02/25896

17. The film of claim 1, wherein the polarization rotator element rotates the polarization of the portion of the light that is transmitted by the polarizer element by an angle in the range of 85 to 95 degrees.
- 5
18. A film, comprising:
a polarizer element, wherein the polarizer element preferentially transmits a substantial portion of light having a first circular polarization; and
a polarization rotator element disposed in the film and configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light that is transmitted by the polarizer element to convert the polarization of the light from the first circular polarization to a first linear polarization.
- 10
19. The film of claim 18, wherein the polarizer element comprises chiral nematic liquid crystal material.
- 15
20. The film of claim 18, wherein the polarization rotator element is a first polarization rotator element and the film further comprises a second polarization rotator element, wherein the second polarization element is configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of light transmitted by the first polarization rotator element by at least five degrees.
- 20
21. A display, comprising:
(a) a liquid crystal cell that is configured and arranged to operate using polarized light;
(b) a light source; and
(c) a film disposed between the liquid crystal display cell and the light source, the film comprising
(i) a polarizer element having a polarization axis, wherein the polarizer element preferentially transmits light having a polarization that is parallel to the polarization axis; and
- 25
- 30

WO 03/027756

PCT/US02/25896

(ii) a separate polarization rotator element disposed in the film and configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light that is transmitted by the polarizer element by an angle of at least 5 degrees.

5 22. The display of claim 21, further comprising a polarizer disposed between the film and the liquid crystal cell, wherein the polarizer has a polarization axis that differs by at least five degrees from the polarization axis of the polarizer element of the film.

10 23. The display of claim 22, wherein the polarization rotator element is configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light transmitted by the polarizer element of the film to within five degrees of the polarization axis of the polarizer.

15 24. The film of claim 22, wherein the polarization rotator element is configured and arranged to rotate the polarization of at least a portion of the light transmitted by the polarizer element of the film to the polarization axis of the polarizer.

20 25. A method of polarizing light, the method comprising:
directing light at a polarizer element of a film, the polarizer element preferentially transmitting light having a first polarization; and
rotating, by at least five degrees, the polarization of at least a portion of the light transmitted by the polarizer element using a separate polarization rotator element of the film.

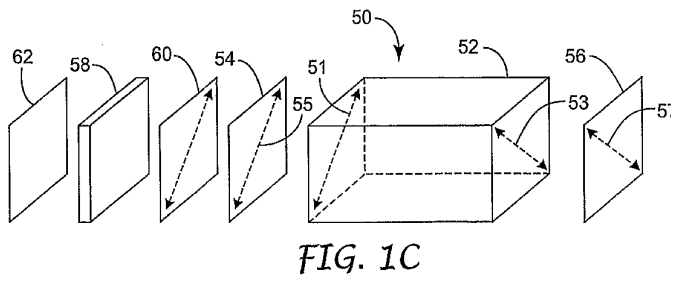
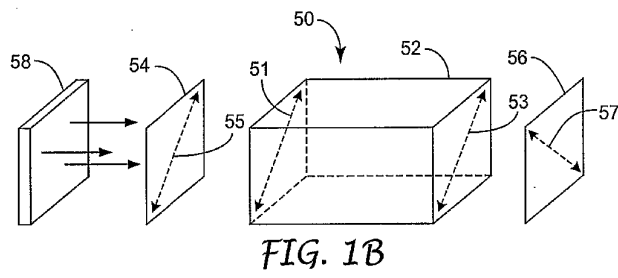
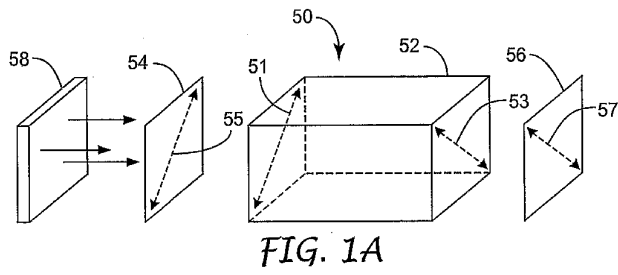
25 26. The method of claim 25, further comprising directing at least a portion of the light from the polarization rotator element to a second polarizer element of the film, wherein the second polarizer element has a polarization axis in a different direction than the polarizer element.

30

WO 03/027756

PCT/US02/25896

1/4



WO 03/027756

PCT/US02/25896

2/4

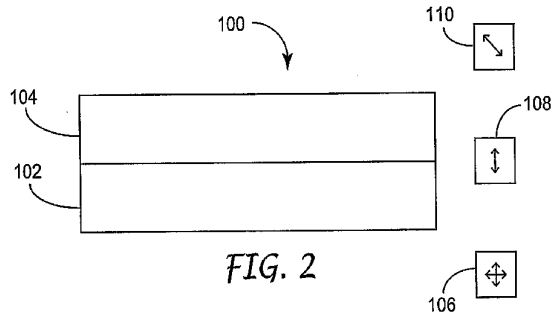


FIG. 2

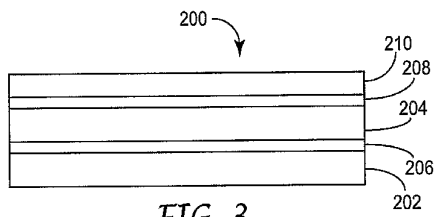


FIG. 3

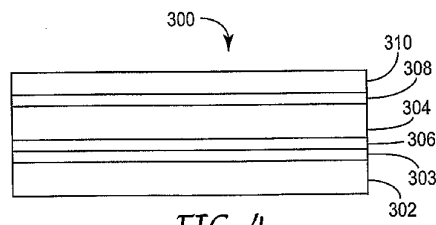
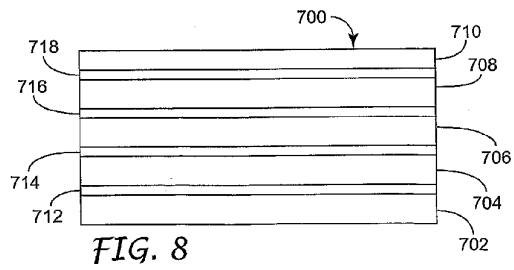
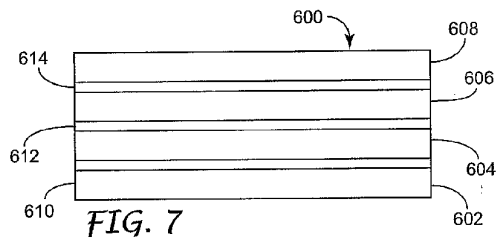
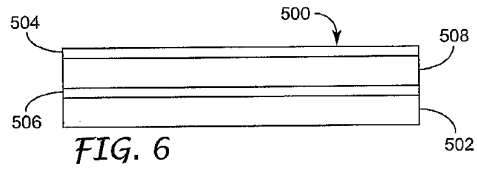
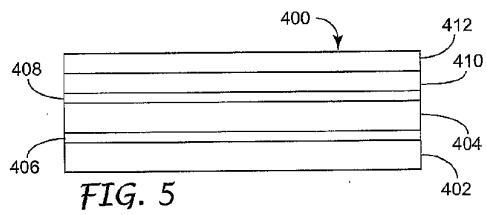


FIG. 4

3/4



WO 03/027756

PCT/US02/25896

4/4

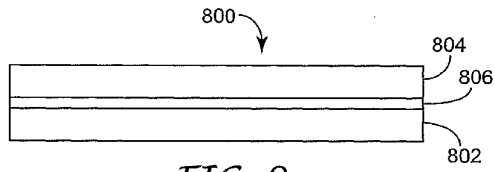


FIG. 9

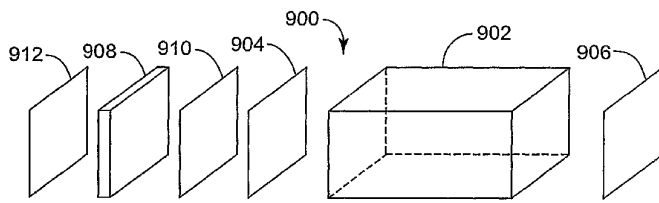


FIG. 10

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 02/25896
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G02B27/28		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 568 283 A (MITSUTAKE HIDEAKI ET AL.) 22 October 1996 (1996-10-22)	1-4, 6-9, 13, 16-20, 25, 26
Y	abstract; claims 1,4; figures 1,2A,2B,4A,4B column 3, line 61 -column 4, line 39	5,10-12, 14,15
X	EP 0 487 047 A (CANON KK) 27 May 1992 (1992-05-27)	1-4,6,8, 9,13,16, 17,25,26
Y	abstract; claims 1-3; figures 1-3	5,7, 10-12, 14,15
---		---
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *C* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 November 2002		Date of mailing of the international search report 04/12/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 540-2040, Tx: 31 651 apo nl, Fax: (+31-70) 340-2016		Authorized officer Michel, A

Form PCT/ISA/2 (second sheet) July 1999

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 02/25896

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 422 756 A (WEBER MICHAEL F) 6 June 1995 (1995-06-06) abstract; claims 1-7; figure 7 column 11, line 10 - line 50	5,10-12, 14,15
Y	US 5 986 734 A (CHUNG YOUNG J ET AL) 16 November 1999 (1999-11-16) abstract; claims 1,3,4; figure 11	7
X	US 5 589 963 A (GUNNING III WILLIAM J ET AL) 31 December 1996 (1996-12-31) claims 1,2; figure 7 column 10, line 30 - line 52	21-24
X	EP 0 721 132 A (SHARP KK) 10 July 1996 (1996-07-10) figures 9-19	21-24
A	EP 0 676 660 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 11 October 1995 (1995-10-11) the whole document	21-24
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 January 2001 (2001-01-03) & JP 2000 221507 A (TOYOCO CO LTD), 11 August 2000 (2000-08-11) abstract	1-26
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 01, 31 January 1997 (1997-01-31) & JP 08 234142 A (TOKIN CORP), 13 September 1996 (1996-09-13) abstract; figure B	1-26
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 05, 31 May 1999 (1999-05-31) & JP 11 052345 A (KAWAGUCHIKO SEIMITSU KK), 26 February 1999 (1999-02-26) abstract	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PC1/US 02/25896

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5568283	A	22-10-1996	JP 2851906 B2	27-01-1999
			JP 3274022 A	05-12-1991
			US 5392142 A	21-02-1995
			AT 161976 T	15-01-1998
			CA 2038869 A1	24-09-1991
			DE 69128553 D1	12-02-1998
			DE 69128553 T2	20-05-1998
			EP 0448124 A2	25-09-1991
EP 0487047	A	27-05-1992	JP 2772582 B2	02-07-1998
			JP 4186224 A	03-07-1992
			AT 149698 T	15-03-1997
			CA 2055868 A1	22-05-1992
			DE 69124928 D1	10-04-1997
			DE 69124928 T2	10-07-1997
			EP 0487047 A2	27-05-1992
			US 5257123 A	26-10-1993
US 5422756	A	06-06-1995	NONE	
US 5986734	A	16-11-1999	US 5504603 A	02-04-1996
			US 6320634 B1	20-11-2001
			JP 10507007 T	07-07-1998
			WO 9610770 A1	11-04-1996
			CN 1118883 A	20-03-1996
			DE 69521548 D1	09-08-2001
			DE 69521548 T2	18-04-2002
			EP 0676660 A1	11-10-1995
			JP 7306406 A	21-11-1995
			KR 259762 B1	15-06-2000
US 5589963	A	31-12-1996	US 5638197 A	10-06-1997
			US 5612801 A	18-03-1997
			US 5619352 A	08-04-1997
			US 5619352 A	08-04-1997
EP 0721132	A	10-07-1996	JP 10507008 T	07-07-1998
			WO 9610771 A1	11-04-1996
			GB 2296151 A	19-06-1996
			DE 69528145 D1	17-10-2002
			EP 1182488 A2	27-02-2002
			EP 1186939 A2	13-03-2002
			EP 0721132 A2	10-07-1996
			GB 2296099 A	19-06-1996
EP 0676660	A	11-10-1995	JP 8240790 A	17-09-1996
			US 5917562 A	29-06-1999
			US 5504603 A	02-04-1996
			CN 1118883 A	20-03-1996
			DE 69521548 D1	09-08-2001
			DE 69521548 T2	18-04-2002
			EP 0676660 A1	11-10-1995
			JP 7306406 A	21-11-1995
			KR 259762 B1	15-06-2000
			US 5638197 A	10-06-1997

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT			
Information on patent family members			International Application No. PCT/US 02/25896
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000221507 A	11-08-2000	NONE	
JP 08234142 7 A		NONE	
JP 11052345 7 A		NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 アレン, リチャード シー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 3 3 4 2 7

(72)発明者 ボーレイ, クリストファー シー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 3 3 4 2 7

(72)発明者 パンクラツ, スティーブン ジェイ.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 3 3 4 2 7

(72)発明者 ワトソン, フィリップ イー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボック
ス 3 3 4 2 7

F ターム(参考) 2H049 BA02 BA03 BA06 BA42 BB03 BC22

2H091 FA08X FA08Z FB02 FB12 FC08 GA06 LA12

2H099 AA11 BA09 CA11 DA05