

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6922137号
(P6922137)

(45) 発行日 令和3年8月18日 (2021.8.18)

(24) 登録日 令和3年8月2日 (2021.8.2)

(51) Int. Cl. F I
GO2F 1/13 (2006.01) GO2F 1/13 505
GO2F 1/1333 (2006.01) GO2F 1/1333

請求項の数 13 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2019-557845 (P2019-557845)	(73) 特許権者	500239823
(86) (22) 出願日	平成30年4月30日 (2018.4.30)		エルジー・ケム・リミテッド
(65) 公表番号	特表2020-518014 (P2020-518014A)		大韓民国 07336 ソウル, ヨンドウ
(43) 公表日	令和2年6月18日 (2020.6.18)		ンボーグ, ヨイーデロ 128
(86) 国際出願番号	PCT/KR2018/005016	(74) 代理人	110000877
(87) 国際公開番号	W02018/199716		龍華国際特許業務法人
(87) 国際公開日	平成30年11月1日 (2018.11.1)	(72) 発明者	ギム、ミン ジュン
審査請求日	令和1年10月25日 (2019.10.25)		大韓民国 07336 ソウル, ヨンドウ
(31) 優先権主張番号	10-2017-0054964		ンボーグ, ヨイーデロ 128 エルジー
(32) 優先日	平成29年4月28日 (2017.4.28)		・ケム・リミテッド内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)	(72) 発明者	リム、ウン ジュン
(31) 優先権主張番号	10-2018-0003783		大韓民国 07336 ソウル, ヨンドウ
(32) 優先日	平成30年1月11日 (2018.1.11)		ンボーグ, ヨイーデロ 128 エルジー
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		・ケム・リミテッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光変調デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

能動液晶フィルム層および反射層を備える光変調デバイスであって、

前記能動液晶フィルム層は、対向配置されている第1高分子フィルム基板および第2高分子フィルム基板と、前記第1高分子フィルム基板と前記第2高分子フィルム基板の間に存在し、液晶ホストおよび二色性染料ゲストを含む能動液晶層とを含み、

前記能動液晶層は、第1配向状態と、前記第1配向状態とは異なる第2配向状態との間をスイッチングすることができ、

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板は、それぞれ、550nm波長の光に対する面内位相差が4,000nm以上であり、

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板のそれぞれは、延伸高分子フィルムであり、

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板のそれぞれの第1方向は、TD (Transverse direction) 方向であり、前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板のそれぞれの第2方向は、MD (machine direction) 方向であり、

前記第1高分子フィルム基板の第1方向と前記第2高分子フィルム基板の第1方向とのなす角度が0度～10度の範囲内となるように配置されており、

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板は、それぞれ、前記第2方向における弾性率 (YM2) と前記第1方向における弾性率 (YM1) との比率 (Y

10

20

M1/YM2)が1.5以上であり、

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板は、それぞれ、前記第1方向における弾性率(YM1)が2~10GPaの範囲内であり、

前記弾性率(YM1)及び前記弾性率(YM2)は、試験片を、幅10mm、長さ30mmとなるようにカットして製造し、前記試験片の長さ方向の両終端の各10mmずつをテーピングして測定装置に固定した後に、常温(25℃)で10mm/minの引張速度で力を加えることにより測定される、

光変調デバイス。

【請求項2】

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板は、それぞれ、一面に電極層が形成された電極フィルム基板であり、前記各電極層が対向するように前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板が配置されている、請求項1に記載の光変調デバイス。

【請求項3】

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板は、ポリエステルフィルム基板である、請求項1または2に記載の光変調デバイス。

【請求項4】

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板のそれぞれの第1方向における伸び率が15%以上であり、

前記伸び率は、試験片を、幅10mm、長さ30mmとなるようにカットして製造し、前記試験片の長さ方向の両終端の各10mmずつをテーピングして測定装置に固定した後に、常温(25℃)で10mm/minの引張速度で力を加えることにより測定される、請求項1から3のいずれか一項に記載の光変調デバイス。

【請求項5】

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板のそれぞれの第1方向における伸び率(E1)と、前記第1方向と垂直をなす第2方向における伸び率(E2)との比率(E1/E2)が3以上であり、

前記伸び率(E1)及び伸び率(E2)は、試験片を、幅10mm、長さ30mmとなるようにカットして製造し、前記試験片の長さ方向の両終端の各10mmずつをテーピングして測定装置に固定した後に、常温(25℃)で10mm/minの引張速度で力を加えることにより測定される、請求項1から4のいずれか一項に記載の光変調デバイス。

【請求項6】

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板のそれぞれは、第1方向および第2方向の両方と40度~50度の範囲内の角度をなす第3方向における伸び率(E3)が、前記第1方向における伸び率(E1)に比べて大きく、前記第3方向における伸び率(E3)と前記第2方向における伸び率(E2)との比率(E3/E2)が5以上であり、

前記伸び率(E1)~(E3)は、試験片を、幅10mm、長さ30mmとなるようにカットして製造し、前記試験片の長さ方向の両終端の各10mmずつをテーピングして測定装置に固定した後に、常温(25℃)で10mm/minの引張速度で力を加えることにより測定される、請求項1から5のいずれか一項に記載の光変調デバイス。

【請求項7】

前記第1高分子フィルム基板および前記第2高分子フィルム基板は、それぞれ、第2方向における最大応力(MS2)と第1方向における最大応力(MS1)との比率(MS1/MS2)が2以上であり、

前記最大応力(MS1)及び前記最大応力(MS2)は、試験片を、幅10mm、長さ30mmとなるようにカットして製造し、前記試験片の長さ方向の両終端の各10mmずつをテーピングして測定装置に固定した後に、常温(25℃)で10mm/minの引張速度で力を加えることにより測定される、請求項1から6のいずれか一項に記載の光変調デバイス。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

第 1 方向における最大応力 (MS 1) が 1 5 0 ~ 2 5 0 M P a の範囲内である、請求項 7 に記載の光変調デバイス。

【請求項 9】

前記反射層がミラー反射層である、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の光変調デバイス。

【請求項 1 0】

前記能動液晶フィルム層と前記反射層との間に 1 / 4 波長板をさらに含む、請求項 9 に記載の光変調デバイス。

【請求項 1 1】

前記反射層として第 1 反射型偏光子および第 2 反射型偏光子をさらに含む、請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載の光変調デバイス。

【請求項 1 2】

液晶化合物を含む能動液晶層を有する光変調フィルム層をさらに含み、前記能動液晶フィルム層、前記第 1 反射型偏光子、前記光変調フィルム層および前記第 2 反射型偏光子を順に含む、請求項 1 1 に記載の光変調デバイス。

【請求項 1 3】

左眼用レンズと右眼用レンズと、前記左眼用レンズと前記右眼用レンズを支持するフレームとを含むアイウェアであって、

前記左眼用レンズおよび前記右眼用レンズは、それぞれ、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の光変調デバイスを含むアイウェア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本出願は、光変調デバイスに関する。

【0 0 0 2】

本出願は、2 0 1 7 年 4 月 2 8 日付けの韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 7 - 0 0 5 4 9 6 4 号、2 0 1 8 年 1 月 1 1 月付けの韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 3 号、韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 4 号、韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 5 号、韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 6 号、韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 7 号、韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 8 号、韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 3 7 8 9 号、2 0 1 8 年 1 月 1 2 日付けの韓国特許出願第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 0 4 3 0 5 号に基づく優先権の利益を主張し、当該韓国特許出願の文献に開示されたすべての内容は、本明細書の一部として含まれる。

【背景技術】

【0 0 0 3】

対向する 2 つの基板の間に液晶化合物などを含む光変調層を位置させた光変調デバイスは、多様な用途に使用されている。

【0 0 0 4】

例えば、特許文献 1 (ヨーロッパ公開特許第 0 0 2 2 3 1 1 号) には、液晶ホスト物質 (Liquid Crystal Host material) と二色性染料ゲスト (dichroic dye guest) の混合物を適用したいわゆる GH セル (Guest host cell) を光変調層として使用した透過率可変装置が知られている。

【0 0 0 5】

このようなデバイスにおいて前記基板としては、主に光学的等方性に優れ、寸法安定性などが良いガラス基板が使用されてきた。

【0 0 0 6】

光変調デバイスの用途がディスプレイ装置に限定されず、アイウェアやサンルーフなどのスマートウィンドウなどに拡大され、デバイスの形態も、平面に限定されず、フォールディング (Folding) 形態など多様なデザインが適用され、いわゆるフレキシブル

10

20

30

40

50

デバイスなどの必要性も提起されて、光変調デバイスの基板としてガラス基板の代わりに高分子フィルム基板を適用しようとする試みがある。

【0007】

高分子フィルム基板を適用する場合には、ガラス基板と類似した特性を確保するために、できるだけ光学的に等方性であり、いわゆるMD (Machine Direction) およびTD (transverse direction) 方向における物性の差異が小さいフィルム基板を適用することが有利であると知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本出願は、光変調デバイスに関する。本出願では、光学的小よび機械的に非等方性である高分子フィルムを基板として適用して、機械的物性と光学的物性が共に優れた光変調デバイスを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本明細書において角度を定義する用語のうち垂直、平行、直交または水平などは、目的効果を損傷させない範囲においての実質的な垂直、平行、直交または水平を意味し、前記垂直、平行、直交または水平の範囲は、製造誤差 (error) または偏差 (variation) 等の誤差を含むものである。例えば、前記それぞれの場合、約±15度以内の誤差、約±10度以内の誤差または約±5度以内の誤差を含むことができる。

【0010】

本明細書で言及する物性のうち測定温度が当該物性に影響を及ぼす場合、特に別途規定しない限り、前記物性は、常温で測定した物性である。

【0011】

本明細書で用語「常温」は、特に加温されるか、または減温されない状態における温度であって、約10℃～30℃の範囲内のいずれか一つの温度、例えば、約15℃以上、18℃以上、20℃以上または約23℃以上であり、且つ、約27℃以下の温度を意味する。また、特に別途規定しない限り、本明細書で言及する温度の単位は、℃である。

【0012】

本明細書で言及する位相差および屈折率は、特に別途規定しない限り、約550nm波長の光に対する屈折率を意味する。

【0013】

特に別途規定しない限り、本明細書で言及する任意の2つの方向がなす角度は、前記2つの方向がなす鋭角または鈍角のうち鋭角であるか、または時計回りの方向または反時計回りの方向に測定された角度のうち小さい角度であってもよい。したがって、特に別途規定しない限り、本明細書で言及する角度は、正数である。ただし、場合によって、時計回りの方向または反時計回りの方向に測定された角度間の測定方向を表示するために、前記時計回りの方向に測定された角度および反時計回りの方向に測定された角度のうちいずれか一つの角度を正数で表記し、他の一つの角度を負数で表記することもできる。

【0014】

本明細書で能動液晶層または光変調層に含まれる液晶化合物は、液晶分子、液晶ホスト (二色性染料ゲストとともに含まれる場合) または単に液晶と呼称されることもできる。

【0015】

本出願は、光変調デバイスに関する。用語「光変調デバイス」は、少なくとも2つ以上の異なる光の状態の間をスイッチングし得るデバイスを意味する。前記で異なる光の状態は、少なくとも透過率および／または反射率が異なる状態を意味する。

【0016】

前記光変調デバイスが具現することができる状態の例としては、透過モード状態、遮断モード状態、高反射モード状態および／または低反射モード状態がある。

【0017】

一例において、前記光変調デバイスは、少なくとも前記透過モード状態と遮断モード状態との間をスイッチングし得るデバイスであるか、あるいは、前記高反射モードと低反射モードとの間をスイッチングし得るデバイスであってもよい。

【0018】

前記透過モード状態における光変調装置の透過率が少なくとも20%以上、25%以上、30%以上、35%以上、40%以上、45%以上、50%以上、55%以上、60%以上、65%以上、70%以上、75%以上または80%以上程度であってもよい。また、前記遮断モード状態における光変調装置の透過率は、60%以下、55%以下、50%以下、45%以下、40%以下、35%以下、30%以下、25%以下、20%以下、15%以下、10%以下または5%以下であってもよい。透過モードで透過率は、高いほど有利であり、遮断モードでは、透過率が低いほど有利であるので、前記透過モード状態の透過率の上限と遮断モード状態の透過率の下限は、特に制限されず、一例において、前記透過モード状態の透過率の上限は、約100%であり、遮断モード状態における透過率の下限は、約0%であってもよい。

10

【0019】

一例において、前記透過モード状態と遮断モード状態との間をスイッチングし得る光変調デバイスにおいて前記透過モード状態における透過率と遮断モード状態における透過率との差異（透過モード－遮断モード）は、15%以上、20%以上、25%以上、30%以上、35%以上または40%以上であってもよく、90%以下、85%以下、80%以下、75%以下、70%以下、65%以下、60%以下、55%以下、50%以下または45%以下であってもよい。

20

【0020】

前記言及された透過率は、例えば、直進光透過率であってもよい。直進光透過率は、前記デバイスに入射した光に対する前記入射方向と同一方向に透過した光の比率の百分率である。例えば、前記デバイスがフィルムまたはシート形態であれば、前記フィルムまたはシート表面の法線方向に並ぶ方向に入射した光のうちやはり前記法線方向に並ぶ方向に前記デバイスを透過した光の百分率を前記透過率として定義することができる。

【0021】

前記高反射モード状態における光変調装置の反射率は、少なくとも10%以上、15%以上、20%以上、25%以上、30%以上、35%以上または40%以上程度であってもよい。また、前記低反射モード状態において光変調装置の反射率は、20%以下、15%以下、10%以下、7%以下、6%以下、5%以下または4%以下であってもよい。高反射モードで反射率は、高いほど有利であり、低反射モードでは、反射率が低いほど有利であるので、前記高反射モード状態の反射率の上限と低反射モード状態の反射率の下限は、特に制限されず、一例において、前記高反射モード状態における反射率は、約100%以下、約90%以下、約80%以下、約70%以下、約60%以下、55%以下、50%以下または約40%以下程度であってもよく、低反射モード状態における反射率は、約0%以上、約0.1%以上、1%以上、3%以上または5%以上であってもよい。

30

【0022】

なお、一例において、前記低反射モード状態と高反射モード状態との間をスイッチングし得る光変調デバイスにおいて前記高反射モード状態における反射率と低反射モード状態における反射率との差異（高反射モード－低反射モード）は、5%以上、10%以上15%以上、20%以上、25%以上、30%以上、35%以上または40%以上であってもよく、90%以下、85%以下、80%以下、75%以下、70%以下、65%以下、60%以下、55%以下、50%以下または45%以下であってもよい。

40

【0023】

前記言及された透過率および反射率は、それぞれ、可視光領域、例えば、約400～700nmまたは約380～780nmの範囲内のいずれか一つの波長に対する透過率または反射率であるか、前記可視光領域の全体に対する透過率または反射率であるか、前記可視光領域の全体に対する透過率または反射率のうち最大または最小透過率または反射率で

50

あるか、または、前記可視光領域内の透過率の平均値または反射率の平均値であってもよい。

【0024】

本出願の光変調デバイスは、前記透過モード、遮断モード、高反射モードおよび低反射モード状態から選択されたいずれか一つの状態および他の一つの状態の少なくとも2つ以上の状態の間をスイッチングし得るように設計することができる。必要に応じて、前記状態以外に他の状態、例えば、前記透過モードおよび遮断モード状態の中間透過率の状態、前記高反射モードおよび低反射モード状態の中間反射率の状態などを含むその他第3の状態またはそれ以上の状態も具現することができる。

【0025】

前記のような光変調デバイスのスイッチングは、外部信号の印加、例えば、電圧信号の印加の有無によって調節することができる。例えば、電圧のような外部信号の印加がない状態で光変調デバイスは、前記記述した状態のうちいずれか一つの状態を維持しつつ、電圧が印加されると、他の状態にスイッチングされ得る。印加される電圧の強さ、周波数および／または形態を変更することにより、また、モードの状態を変更したり、あるいは、前記第3の他のモード状態を具現することもできる。

【0026】

本出願の光変調デバイスは、基本的に対向配置された2つの基板と、前記基板の間に位置する光変調層を有する光変調フィルム層とを含むことができる。以下、便宜上、前記対向配置された2つの基板のうちいずれか一つの基板を第1基板と呼称し、他の基板を第2

【0027】

図1は、本出願の例示的な光変調フィルム層（能動液晶フィルム層）の断面図であり、前記光変調フィルム層は、対向配置されている第1および第2高分子フィルム基板11、13と、前記第1および第2高分子フィルム基板の間に存在する光変調層12とを含むことができる。

【0028】

本出願の光変調デバイスでは、前記基板として高分子フィルム基板を適用する。前記光変調デバイスの基板は、ガラス層を含まなくてもよい。本出願では、光学的に大きい非等方性を有し、また、機械的物性の側面においても非等方性である高分子フィルム基板を特定の関係で配置することにより、いわゆるレインボー現象などの光学的欠陥がなく、機械的物性に優れたデバイスを構成することができる。このような結果は、優れた光学的物性を確保するためには、光学的に等方性である基板が適用されなければならない、機械的物性が等方性である基板が、デバイスの寸法安定性など機械的物性の側面において有利であるという従来技術の常識に反する結果である。

【0029】

本明細書で前記光学的および機械的物性の側面において非等方性である高分子フィルム基板は、非対称基板または非対称高分子フィルム基板と呼称され得る。前記で高分子フィルム基板が光学的に非等方性というのは、前述した面内位相差を有する場合であり、機械的物性の側面において非等方性というのは、後述する物性を有する場合である。

【0030】

以下、本明細書で言及する高分子フィルム基板の物性は、前記高分子フィルム基板自体の物性であるか、あるいは、前記高分子フィルム基板の一面に電極層が形成された状態における物性であってもよい。この際、前記電極層は、前記高分子フィルム基板が光学デバイスに含まれている状態で形成されている電極層であってもよい。

【0031】

本明細書で言及する各高分子フィルム基板の物性の測定は、本明細書の実施例の項目に記述した方式によって測定する。

【0032】

一例において、前記第1および第2高分子フィルム基板の面内位相差は、それぞれ、約

10

20

30

40

50

4, 000 nm以上であってもよい。

【0033】

本明細書で面内位相差 (R_{in}) は、下記数式1で計算された値を意味する。

【0034】

[数式1]

$$R_{in} = d \times (n_x - n_y)$$

【0035】

数式1で、R_{in}は、面内位相差であり、dは、高分子フィルム基板の厚さであり、n_xは、高分子フィルム基板の面内遅相軸方向の屈折率であり、n_yは、進相軸方向の屈折率であって、前記遅相軸方向と直交する面内方向の屈折率である。

10

【0036】

前記第1および第2高分子フィルム基板の面内位相差は、それぞれ、4, 000 nm以上、5, 000 nm以上、6, 000 nm以上、7, 000 nm以上、8, 000 nm以上、9, 000 nm以上、10, 000 nm以上、11, 000 nm以上、12, 000 nm以上、13, 000 nm以上、14, 000 nm以上または15, 000 nm以上程度であってもよい。また、前記第1および第2高分子フィルム基板のそれぞれの面内位相差は、約50, 000 nm以下、約40, 000 nm以下、約30, 000 nm以下、20, 000 nm以下、18, 000 nm以下、16, 000 nm以下、15, 000 nm以下または12, 000 nm以下程度であってもよい。

【0037】

20

前記のような大きい位相差を有する高分子フィルムとしては、いわゆる高延伸PET (poly (ethylene terephthalate)) フィルムまたはSRF (Super Retardation Film) 等と知られているフィルムが代表的に知られている。したがって、本出願で前記高分子フィルム基板は、例えば、ポリエステルフィルム基板であってもよい。

【0038】

上記のように、極めて高い位相差を有するフィルムは、当業界に公知となっており、このようなフィルムは、光学的に大きい非等方性はもちろん、製造過程においての高延伸などにより機械的物性も大きい非対称性を示す。当業界に公知となった前記高分子フィルム基板の代表的な例としては、PET (poly (ethylene terephthalate)) フィルムなどのようなポリエステルフィルムであり、例えば、Toyobo社で供給される商品名SRF (Super Retardation Film) 系のフィルムがある。

30

【0039】

特に制限されるものではないが、前記それぞれの前記高分子フィルム基板の下記数式2で計算される厚さ方向位相差値は、約1, 000 nm以下であってもよい。

【0040】

[数式2]

$$R_{th} = d \times (n_z - n_y)$$

【0041】

40

数式2でR_{th}は、厚さ方向位相差であり、dは、高分子フィルム基板の厚さであり、n_yおよびn_zは、それぞれ、高分子フィルム基板のy軸およびz軸方向の屈折率である。高分子フィルム基板のy軸は、面内進相軸方向であり、z軸方向は、高分子フィルム基板の厚さ方向を意味する。

【0042】

また、前記高分子フィルム基板は、常温で気体透過度が0.002 GPU (6.70 × 10⁻¹³ mol/m² · s · Pa) 未満であってもよい。前記高分子フィルム基板の気体透過度は、例えば0.001 GPU (3.35 × 10⁻¹³ mol/m² · s · Pa) 以下、0.0008 GPU (2.68 × 10⁻¹³ mol/m² · s · Pa) 以下、0.006 GPU (2.01 × 10⁻¹² mol/m² · s · Pa) 以下、0.004 GPU

50

($1.34 \times 10^{-12} \text{ mol/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$) 以下、 0.002 GPU ($6.70 \times 10^{-13} \text{ mol/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$) 以下または 0.001 GPU ($3.35 \times 10^{-13} \text{ mol/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$) 以下であってもよい。高分子フィルム基板の気体透過度が前記範囲内である場合、外部気体によるボイド発生が抑制された耐久性に優れた光変調デバイスを提供することができる。前記気体透過度の範囲の下限は、特に制限されない。すなわち、気体透過度は、その数値が小さいほど有利である。

【0043】

一例において、前記それぞれの高分子フィルム基板は、面内の任意の第1方向における伸び率 E_1 と前記第1方向と垂直をなす第2方向における伸び率 E_2 との比率 E_1/E_2 が3以上であってもよい。前記比率 E_1/E_2 は、他の例において、約3.5以上、4以上、4.5以上、5以上、5.5以上、6以上または6.5以上であってもよい。前記比率 E_1/E_2 は、他の例において、約20以下、18以下、16以下、14以下、12以下、10以下、8以下または7.5以下であってもよい。

10

【0044】

本明細書で使用する用語「高分子フィルム基板の第1方向、第2方向および第3方向」は、前記フィルム基板の面内の任意の方向である。例えば、高分子フィルム基板が延伸高分子フィルム基板である場合に、前記面内の方向は、前記高分子フィルム基板のMD (Machine Direction) およびTD (transverse direction) 方向により形成される面内の方向であってもよい。一例において、本明細書で記述する第1方向は、高分子フィルム基板の遅相軸および進相軸方向のうちいずれか一つの方向であり、第2方向は、遅相軸および進相軸方向のうち他の一つの方向であってもよい。他の例において、前記第1方向は、高分子フィルム基板が延伸高分子フィルム基板である場合に、MD (Machine Direction) およびTD (transverse direction) 方向のうちいずれか一つの方向であり、第2方向は、MD (Machine Direction) およびTD (transverse direction) 方向のうち他の一つの方向であってもよい。

20

【0045】

一例において、本明細書で言及する高分子フィルム基板の第1方向は、前記TD方向または遅相軸方向であってもよい。

【0046】

前記で第1および第2高分子フィルム基板のそれぞれの前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における伸び率が15%以上または20%以上であってもよい。前記伸び率は、他の例において、約25%以上、30%以上、35%以上または40%以上であってもよく、約100%以下、90%以下、80%以下、70%以下、約60%以下、55%以下、50%以下または45%以下であってもよい。

30

【0047】

一例において、前記第1および第2高分子フィルム基板のそれぞれは、前記第1および第2方向とそれぞれ40度～50度の範囲内の角度または約45度をなす第3方向における伸び率 E_3 が、前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における伸び率 E_1 に比べて大きく、前記第3方向における伸び率 E_3 と前記第2方向における伸び率 E_2 との比率 E_3/E_2 が5以上であってもよい。

40

【0048】

前記比率 E_3/E_2 は、他の例において、5.5以上、6以上、6.5以上、7以上、7.5以上、8以上または8.5以上であってもよく、約20以下、18以下、16以下、14以下、12以下または10以下であってもよい。

【0049】

前記で第1および第2高分子フィルム基板のそれぞれの前記第3方向における伸び率が30%以上であってもよい。前記伸び率は、他の例において、約35%以上、40%以上、45%以上、50%以上または55%以上であってもよく、約80%以下、75%以下、70%以下または65%以下であってもよい。

50

【0050】

前記第1および第2高分子フィルム基板は、それぞれ、前記第2方向における熱膨張係数CTE2と前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における熱膨張係数CTE1との比率CTE2/CTE1が1.5以上であってもよい。前記熱膨張係数CTE1、CTE2は、それぞれ40℃～80℃の温度範囲内で確認される値である。前記比率CTE2/CTE1は、他の例において、約2以上、約2.5以上、3以上または3.5以上であるか、10以下、9以下、8以下、7以下、6以下、5以下または4以下であってもよい。

【0051】

前記第2方向における熱膨張係数CTE2は、5～150ppm/℃の範囲内であってもよい。前記熱膨張係数は、約10ppm/℃以上、15ppm/℃以上、20ppm/℃以上、25ppm/℃以上、30ppm/℃以上、35ppm/℃以上、40ppm/℃以上、45ppm/℃以上、50ppm/℃以上、約55ppm/℃以上、60ppm/℃以上、65ppm/℃以上、70ppm/℃以上、75ppm/℃以上または80ppm/℃以上であるか、140ppm/℃以下、130ppm/℃以下、120ppm/℃以下、100ppm/℃以下、95ppm/℃以下、90ppm/℃以下、85ppm/℃以下、80ppm/℃以下、40ppm/℃以下、30ppm/℃以下または25ppm/℃以下であってもよい。

10

【0052】

前記第1および第2高分子フィルム基板は、それぞれ、前記第2方向における弾性率YM2と前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における弾性率YM1との比率YM1/YM2が1.5以上であってもよい。前記比率YM1/YM2は、他の例において、約2以上であるか、10以下、9以下、8以下、7以下、6以下、5以下、4以下、3以下または2.5以下であってもよい。

20

【0053】

前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における弾性率YM1は、約2～10GPaの範囲内であってもよい。前記弾性率YM1は、他の例において、約2.5GPa以上、3GPa以上、3.5GPa以上、4GPa以上、4.5GPa以上、5GPa以上または5.5GPa以上であるか、約9.5GPa以下、9GPa以下、8.5GPa以下、8GPa以下、7.5GPa以下、7GPa以下、6.5GPa以下または6GPa以下であってもよい。

30

【0054】

前記弾性率は、いわゆるヤング率（Young's modulus）であり、後述する実施例の方式によって測定する。

【0055】

前記第1および第2高分子フィルム基板は、それぞれ、前記第2方向における最大応力MS2と前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における最大応力MS1との比率MS1/MS2が1.5以上であってもよい。前記比率MS1/MS2は、他の例において、約2以上であるか、10以下、9以下、8以下、7以下、6以下、5以下、4以下、3以下または2.5以下であってもよい。

40

【0056】

前記第1方向（例えば、前述した遅相軸方向またはTD方向）における最大応力MS1は、約80～300MPaの範囲内であってもよい。前記最大応力MS1は、他の例において、約90MPa以上、約100MPa以上、約110MPa以上、約120MPa以上、約130MPa以上、約140MPa以上、約150MPa以上、約155MPa以上、160MPa以上、165MPa以上、170MPa以上、175MPa以上または180MPa以上であるか、約300MPa以下、約290MPa以下、約280MPa以下、約270MPa以下、約260MPa以下、約250MPa以下、約245MPa以下、240MPa以下、235MPa以下、230MPa以下、225MPa以下、220MPa以下、215MPa以下、210MPa以下、205MPa以下、200MP

50

a 以下、195 MPa 以下または190 MPa 以下であってもよい。

【0057】

本出願の光変調デバイスにおいて前記第1高分子フィルム基板の第1方向と前記第2高分子フィルム基板の第1方向とのなす角度の絶対値は、0度～10度または0度～5度の範囲内であるか、あるいは、前記第1方向は、略互いに水平であってもよい。前記第1方向は、前述したように、高分子フィルム基板の遅相軸方向またはTD方向であってもよい。

【0058】

本出願では、上記のように、光学のおよび機械的物性が非対称性である高分子フィルム基板を前記のような特定の関係を有するように配置してデバイスを構成することにより、光学の物性および機械的物性を良好に具現することができる。

10

【0059】

このような効果が具現される理由は、明確ではないが、少なくとも2つの高分子フィルム基板が有する大きい非対称性を類似に調節し、さらに前記両者の非対称を特定の軸を基準として対称を成すように配置することにより、等方性構造のフィルムの適用時に比べて、さらに優れた光学のおよび機械的物性のバランスが確保されるからであると推測される。

【0060】

前記第1および第2高分子フィルム基板のそれぞれの厚さは、特に制限されず、目的によって適正の範囲に設定することができる。通常、前記厚さは、約10 μm～200 μmの範囲内であってもよい。

20

【0061】

前述したように、前記のような大きい光学のおよび機械的非対称性を有する高分子フィルムの代表的な例は、いわゆる高延伸ポリエステルフィルム等と知られた延伸PET (polyethyleneterephthalate) フィルムであり、このようなフィルムは、当業界で容易に入手することができる。

【0062】

通常、延伸PETフィルムは、PET系樹脂を溶融／押出で製膜し、延伸して製造した1層以上の一軸延伸フィルムまたは製膜後に縦および横延伸して製造した1層以上の二軸延伸フィルムである。

30

【0063】

PET系樹脂は、通常、反復単位の80モル%以上がエチレンテレフタレートからなる樹脂を意味し、他のジカルボン酸成分とジオール成分を含むこともできる。他のジカルボン酸成分としては、特に限定されるものではないが、例えばイソフタル酸、p-ベンターオキシエトキシ安息香酸、4,4'-ジカルボキシジフェニル、4,4'-ジカルボキシベンゾフェノン、ビス(4-カルボキシフェニル)エタン、アジピン酸、セバシン酸および／または1,4-ジカルボキシシクロヘキサンなどが挙げられる。

【0064】

他のジオール成分としては、特に限定されるものではないが、プロピレングリコール、ブタンジオール、ネオペンチルグリコール、ジエチレングリコール、シクロヘキサジオール、ビスフェノールAのエチレンオキシド付加物、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコールおよび／またはポリテトラメチレングリコールなどが挙げられる。

40

【0065】

前記ジカルボン酸成分やジオール成分は、必要に応じて2種以上を組み合わせ使用することができる。また、p-オキシ安息香酸などのオキシカルボン酸を併用することもできる。また、他の共重合成分として、少量のアミド結合、ウレタン結合、エーテル結合およびカルボネート結合などを含有するジカルボン酸成分、またはジオール成分が使用されることもできる。

【0066】

PET系樹脂の製造方法としては、テレフタル酸、エチレングリコールおよび／または

50

必要に応じて他のジカルボン酸または他のジオールを直接重縮合させる方法、テレフタル酸のジアルキルエステルおよびエチレングリコールおよび／または必要に応じて他のジカルボン酸のジアルキルエステルまたは他のジオールをエステル交換反応させた後に重縮合させる方法、およびテレフタル酸および／または必要に応じて他のジカルボン酸のエチレングリコールエステルおよび／または必要に応じて他のジオールエステルを重縮合させる方法などが採用される。

【0067】

それぞれの重合反応には、アンチモン系、チタン系、ゲルマニウム系またはアルミニウム系化合物を含む重合触媒、または、前記複合化合物を含む重合触媒を使用することができる。

10

【0068】

重合反応条件は、使用される単量体、触媒、反応装置および目的とする樹脂物性によって適宜選択することができ、特に制限されるものではないが、例えば反応温度は、通常、約150℃～約300℃、約200℃～約300℃または約260℃～約300℃である。また、反応圧力は、通常、大気圧～約2.7Paであり、反応の後半には、減圧側であってもよい。

【0069】

重合反応は、ジオール、アルキル化合物または水などの離脱反応物を揮発させることにより進行される。

【0070】

20

重合装置は、反応槽が一つに完結されるものであってもよく、または複数の反応槽を連結したものであってもよい。この場合、通常、重合度によって反応物は反応槽の間を移送されながら重合される。また、重合の後半に、横型反応装置を備え、加熱／混練しつつ揮発させる方法も採用することができる。

【0071】

重合終了後の樹脂は、溶融状態で反応槽や横型反応装置から放出された後、冷却ドラムや冷却ベルトなどで冷却・粉碎されたフレーク状の形態で、または押出器に導入されてひも形状に押出された後にカットされたペレット状の形態で得られる。また、必要に応じて固状重合を行って、分子量を向上させるか、または低分子量成分を減少させることもできる。PET系樹脂に含まれ得る低分子量成分としては、環状の三量体成分が挙げられるが、このような環状の三量体成分の樹脂中における含有量は、通常、5000ppm以下または3000ppm以下に調節される。

30

【0072】

PET系樹脂の分子量は、フェノール／テトラクロロエタン＝50／50（重量比）の混合溶媒に樹脂を溶解させ、30℃で測定した極限粘度で示したとき、通常、0.45～1.0dL/g、0.50～1.0dL/gまたは0.52～0.80dL/gの範囲である。

【0073】

また、PET系樹脂は、必要に応じて添加剤を含有することができる。添加剤としては、例えば潤滑剤、ブロッキング防止剤、熱安定剤、酸化防止剤、帯電防止剤、耐光剤および耐衝撃性改良剤などが挙げられる。その添加量は、光学物性に悪影響を及ぼさない範囲とすることが好ましい。

40

【0074】

PET系樹脂は、このような添加剤の配合のために、および後述するフィルム成形のために、通常、押出器により組み立てられたペレット形状で用いられる。ペレットのサイズや形状は、特に制限されるものではないが、通常、高さ、直径がいずれも5mm以下である円周状、球状または扁平球状である。このようにして得られるPET系樹脂は、フィルム状に成形し、延伸処理することにより、透明で且つ均質の機械的強度が高いPETフィルムとすることができる。その製造方法としては、特に限定されるものではないが、例えば下記に記載する方法が採用される。

50

【0075】

乾燥させたPET樹脂からなるペレットを溶融押出装置に供給し、融点以上で加熱して溶融させる。次に、溶融した樹脂をダイから押出、回転冷却ドラム上でガラス転移温度以下の温度となるように、急冷固化させて、実質的に非結晶状態の未延伸フィルムを得る。この溶融温度は、使用されるPET系樹脂の融点や押出器によって定められるものであり、特に制限されるものではないが、通常、250℃～350℃である。また、フィルムの平面性を向上させるためには、フィルムと回転冷却ドラムとの密着性を高めることが好ましく、静電印加密着法または液体塗布密着法が好ましく採用される。静電印加密着法とは、通常、フィルムの上側面にフィルムの流れと直交する方向に線状電極を設置し、該電極に約5～10kVの直流電圧を印加することにより、フィルムに正電荷を提供して、回転冷却ドラムとフィルムとの密着性を向上させる方法である。また、液体塗布密着法とは、回転冷却ドラム表面の全体または一部（例えば、フィルムの両端部と接触する部分のみ）に液体を均一に塗布することにより、回転冷却ドラムとフィルムとの密着性を向上させる方法である。必要に応じて両者を併用することもできる。使用されるPET系樹脂は、必要に応じて2種以上の樹脂、構造や組成が異なる樹脂を混合することもできる。例えば、ブロッキング防止剤としての粒状充填材、紫外線吸収剤または帯電防止剤などが配合されたペレットと、無配合のペレットを混合して利用することなどが挙げられる。

10

【0076】

また、押出させるフィルムの積層数は、必要に応じて2層以上とすることもできる。例えば、ブロッキング防止剤としての粒状充填材を配合したペレットと無配合のペレットを準備し、他の押出器から同じダイに供給して、「充填材配合／無配合／充填材配合」の2種の3層からなるフィルムを押出させることなどが挙げられる。

20

【0077】

前記未延伸フィルムは、ガラス転移温度以上の温度で通常、まず押出方向に縦延伸される。延伸温度は、通常、70℃～150℃、80～130℃または90～120℃である。また、延伸倍率は、通常、1.1～6倍または2～5.5倍である。延伸は、1回済み、または、必要に応じて複数回に分けて行うこともできる。

【0078】

このようにして得られる縦延伸フィルムは、以後に熱処理を行うことができる。次に、必要に応じて弛緩処理を行うこともできる。この熱処理温度は、通常、150℃～250℃、180～245℃または200～230℃である。また、熱処理時間は、通常、1～600秒間または1～300秒間または1～60秒間である。

30

【0079】

弛緩処理の温度は、通常、90～200℃または120～180℃である。また、弛緩量は、通常、0.1～20%または2～5%である。この弛緩処理の温度および弛緩量は、弛緩処理後のPETフィルムの150℃での熱収縮率が2%以下となるように、弛緩量および弛緩処理時の温度を設定することができる。

【0080】

一軸延伸および二軸延伸フィルムを得る場合、通常、縦延伸処理後に、または必要に応じて熱処理または弛緩処理を経た後に、テンターにより横延伸が行われる。この延伸温度は、通常、70℃～150℃、80℃～130℃または90℃～120℃である。また、延伸倍率は、通常、1.1～6倍または2～5.5倍である。その後、熱処理および必要に応じて弛緩処理を行うことができる。熱処理温度は、通常、150℃～250℃または180℃～245℃または200～230℃である。熱処理時間は、通常、1～600秒間、1～300秒間または1～60秒間である。

40

【0081】

弛緩処理の温度は、通常、100～230℃、110～210℃または120～180℃である。また、弛緩量は、通常0.1～20%、1～10%または2～5%である。この弛緩処理の温度および弛緩量は、弛緩処理後のPETフィルムの150℃での熱収縮率が2%以下となるように、その弛緩量および弛緩処理時の温度を設定することができる。

50

【0082】

一軸延伸および二軸延伸処理においては、横延伸後、ボーイングと代表されるような配向主軸の変形を緩和させるために、再度熱処理を行うか、または延伸処理を行うことができる。ボーイングによる配向主軸の延伸方向に対する変形の最大値は、通常、45度以内、30度以内または15度以内である。また、ここで、延伸方向とは、縦延伸または横延伸における延伸が大きい方向をいう。

【0083】

PETフィルムの二軸延伸では、通常、横延伸倍率の場合が縦延伸倍率より若干大きく行われ、この場合、延伸方向とは、前記フィルムの長さ方向に対して垂直方向をいう。また、一軸延伸では、通常、上記したように、横方向に延伸され、この場合、延伸方向とは、同一に長さ方向に対して垂直方向をいう。

10

【0084】

また、配向主軸とは、延伸PETフィルム上の任意の点での分子配向方向をいう。また、配向主軸の延伸方向に対する変形とは、配向主軸と延伸方向との角度差をいう。また、その最大値とは、長さ方向に対して垂直方向上での値の最大値をいう。

【0085】

前記配向主軸の確認方向は、公知となっており、例えば、位相差フィルム・光学材料検査装置RETS（大塚電子株式会社製造）または分子配向計MOA（王子計測機器株式会社製造）を利用して測定することができる。

【0086】

20

本出願で使用される延伸PETフィルムには、防眩性（ヘイズ）が付与されているものであってもよい。防眩性を付与する方法は、特に限定されるものではないが、例えば前記原料樹脂中に無機微粒子または有機微粒子を混合してフィルム化する方法、前記フィルムの製造方法に準じて、一方に無機微粒子または有機微粒子が混合された層を有する未延伸フィルムから延伸フィルム化する方法、または延伸PETフィルム的一方に、無機微粒子または有機微粒子を硬化性バインダー樹脂に混合してなる塗布液をコートし、バインダー樹脂を硬化して防眩層を設ける方法などが採用される。

【0087】

防眩性を付与するための無機微粒子としては、特に限定されるものではないが、例えばシリカ、コロイダルシリカ、アルミナ、アルミナゾル、アルミノシリケート、アルミナーシリカ複合酸化物、カオリン、タルク、雲母、炭酸カルシウムおよびリン酸カルシウムなどが挙げられる。また、有機微粒子としては、特に限定されるものではないが、例えば架橋ポリアクリル酸粒子、メタクリル酸メチル／スチレン共重合体樹脂粒子、架橋ポリスチレン粒子、架橋ポリメチルメタクリレート粒子、シリコン樹脂粒子およびポリイミド粒子などが挙げられる。このようにして得られる防眩性が付与された延伸PETフィルムのヘイズ値は、6～45%の範囲内であってもよい。

30

【0088】

前記防眩性が付与された延伸PETフィルム上には、導電層、ハードコーティング層および低反射層などの機能層をさらに積層することができる。また、前記防眩層を構成する樹脂組成物として、これらのうちいずれか一つの機能を兼ね備える樹脂組成物を選択することもできる。

40

【0089】

前記ヘイズ値は、例えば、JIS K 7136に準拠して、ヘイズ・透過率計HM-150（株式会社村上色彩技術研究所製造）を利用して測定することができる。ヘイズ値の測定においては、フィルムの反りを防止するために、例えば光学的に透明な粘着剤を利用して防眩性の付与面が表面となるようにフィルム面をガラス基板に接合させた測定サンプルを利用することができる。

【0090】

本出願で使用される延伸PETフィルムには、本出願の効果を妨害しない限り、前記防眩層など以外の機能層を一方の面または両面に積層することができる。積層される機能層

50

には、例えば導電層、ハードコーティング層、平滑化層、易滑化層、ブロッキング防止層および易接着層などが挙げられる。

【0091】

前記説明したPETフィルムの製造方法は、本出願の高分子フィルム基板を得るための一つの例示的な方法であり、本出願で適用可能な高分子フィルム基板は、前記記述した物性を有する場合、いずれの種類の市販品も使用できる。

【0092】

一例において、前記高分子フィルム基板は、一面に電極層が形成されているフィルム基板であってもよい。このようなフィルム基板は、電極フィルム基板と呼称され得る。前述した位相差や機械的物性などは、前記電極層が形成されていない高分子フィルム基板に関するものであるか、または、前記電極フィルム基板に関するものであってもよい。

10

【0093】

電極フィルム基板である場合に、前記高分子フィルム基板の少なくとも一面には、それぞれ、電極層が形成されており、前記各電極層が対向するように第1および第2高分子フィルム基板が配置されていてもよい。

【0094】

前記電極層としては、公知の透明電極層が適用され得るが、例えば、いわゆる導電性高分子層、導電性金属層、導電性ナノワイヤー層またはITO (Indium Tin Oxide) 等の金属酸化物層が前記電極層として使用できる。その他にも、透明電極層を形成できる多様な素材および形成方法が公知となっており、これを制限なしに適用することができ。

20

【0095】

また、前記高分子フィルム基板の一面、例えば、電極フィルム基板である場合に、前記電極層の上部には配向膜が形成されていてもよい。配向膜としては、公知の液晶配向膜が形成され得、所望のモードによって適用され得る配向膜の種類は、公知となっている。

【0096】

前述したように、本出願で光変調フィルム層に含まれる光変調層は、外部信号の印加の有無によって光の透過度、反射度および／またはヘイズなどを可変することができる機能性層である。このように外部信号の印加の有無などによって光の状態が変わる光変調層は、本明細書で能動光変調層と呼称され得る。一例において、前記光変調層が液晶化合物を含む層である場合に、前記光変調層は、能動液晶層と呼称され得るが、この際、能動液晶層は、前記外部信号の印加によって前記能動液晶層内に液晶化合物の変更できる形態の液晶層を意味する。また、前記能動液晶層を含む光変調フィルム層は、能動液晶フィルム層と呼称され得る。

30

【0097】

本明細書で外部信号とは、光変調層内に含まれる物質、例えば光変調物質の挙動に影響を与えることができる外部のすべての要因、例えば外部電圧などを意味する。したがって、外部信号がない状態とは、外部電圧などの印加がない状態を意味する。

【0098】

本出願で光変調層の種類は、前記記述した機能を有するものであれば、特に制限されず、公知の光変調層が適用され得る。一例において、前記光変調層は、液晶層であってもよく、対向配置された前記第1および第2高分子フィルム基板の間に液晶層を含む構造を本明細書で液晶セルまたは能動液晶フィルム層と呼称することができる。

40

【0099】

例示的な光変調デバイスは、気体透過度に対する優れた耐久性を有することができる。一例において、前記光変調デバイスは、60℃の温度および85%の相対湿度で保管時にボイド (void) 発生率が20%以下であってもよい。前記ボイド発生率は、ボイド発生の評価に使用された試料の個数に対するボイド発生試料の個数の%比率を意味する。他の一例において、前記第1および第2高分子フィルム基板は、130℃の温度で1時間熱処理された基板であってもよく、このような高分子フィルム基板を含む光変調デバイスは

50

、60℃の温度および85%の相対湿度で保管時に500時間外部気体の流入によるボイドが発生しないことがある。これは、前述したように、第1および第2高分子フィルム基板の横方向を互いに平行に配置することにより達成することができる。

【0100】

一例において、前記光変調層は、液晶分子（液晶ホスト）および二色性染料を含む能動液晶層であってもよい。このような液晶層をゲストホスト液晶層（GHLCL層；Guest host liquid crystal layer）と呼称することができる。このような場合に、前記光変調層を高分子フィルム基板の間に含む構造は、能動液晶フィルム層と呼称することができる。本明細書で用語「GHLCL層」は、液晶分子の配列によって二色性染料が共に配列されて、二色性染料の整列方向と前記整列方向の垂直な方向に対してそれぞれ非等方性の光吸収特性を示すことができる層を意味する。例えば、二色性染料は、光の吸収率が偏光方向によって変わる物質であって、長軸方向に偏光された光の吸収率が大きいと、p型染料と呼称し、短軸方向に偏光された光の吸収率が大きいと、n型染料と呼称することができる。一例において、p型染料が使用される場合、染料の長軸方向に振動する偏光は吸収され、染料の短軸方向に振動する偏光は、吸収が少ないため、透過させることができる。以下、特別な言及がない限り、二色性染料は、p型染料であると仮定するが、本出願で適用する二色性染料の種類が前記に制限されるものではない。

10

【0101】

一例において、GHLCL層は、能動型偏光子（Active Polarizer）として機能することができる。本明細書で用語「能動型偏光子（Active Polarizer）」は、外部作用印加によって非等方性の光吸収を調節できる機能性素子を意味する。例えば、能動GHLCL層は、液晶分子および二色性染料の配列を調節することにより、前記二色性染料の配列方向に平行な方向の偏光および垂直な方向の偏光に対する非等方性の光吸収を調節することができる。液晶分子および二色性染料の配列は、磁場または電場のような外部作用の印加によって調節され得るので、能動GHLCL層は、外部作用印加によって非等方性の光吸収を調節することができる。

20

【0102】

前記液晶分子の種類および物性は、本出願の目的を考慮して適宜選択され得る。

【0103】

一例において、前記液晶分子は、ネマチック（nematic）液晶またはスメクチック（smectic）液晶であってもよい。ネマチック液晶は、棒形状の液晶分子が位置に対する規則性はないが、液晶分子の長軸方向に平行に配列されている液晶を意味し、スメクチック液晶は、棒形状の液晶分子が規則的に配列して層を成した構造を形成し、長軸方向に規則性をもって平行に配列されている液晶を意味する。本出願の一実施例によれば、前記液晶分子としては、ネマチック液晶を使用することができる。

30

【0104】

一例において、前記液晶分子は、非反応性の液晶分子であってもよい。非反応性の液晶分子は、重合性基を有しない液晶分子を意味する。前記で重合性基としては、アクリロイル基、アクリロイルオキシ基、メタクリロイル基、メタクリロイルオキシ基、カルボキシル基、ヒドロキシ基、ビニル基またはエポキシ基などが例示できるが、これに制限されず、重合性基として知られた公知の官能基が含まれ得る。

40

【0105】

前記液晶分子の屈折率異方性は、目的とする物性、例えば、透過度可変特性を考慮して適宜選択され得る。本明細書で用語「屈折率異方性」は、液晶分子の異常屈折率（extraordinary refractive index）と正常屈折率（ordinary refractive index）との差異を意味する。前記液晶分子の屈折率異方性は、例えば0.01~0.3であってもよい。前記屈折率異方性は、0.01以上、0.05以上、0.07以上、0.09以上または0.1以上であってもよく、0.3以下、0.2以下、0.15以下、0.14以下または0.13以下であってもよい。

【0106】

50

液晶分子の屈折率異方性が前記範囲内である場合、透過度または反射率可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。一例において、前記範囲内で液晶分子の屈折率が低いほど透過度または反射率可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。

【0107】

前記液晶分子の誘電率異方性は、目的とする液晶セルの駆動方式を考慮して正の誘電率異方性または負の誘電率異方性を有することができる。本明細書で用語「誘電率異方性」は、液晶分子の異常誘電率 ϵ_e (extraordinary dielectric anisotropy、長軸方向の誘電率)と正常誘電率 ϵ_o (ordinary dielectric anisotropy、短軸方向の誘電率)との差異を意味する。液晶分子の誘電率異方性は、例えば ± 40 以内、 ± 30 以内、 ± 10 以内、 ± 7 以内、 ± 5 以内または ± 3 以内の範囲内であってもよい。液晶分子の誘電率異方性を前記範囲に調節すると、光変調素子の駆動効率の側面で有利になり得る。

【0108】

前記液晶層は、二色性染料を含むことができる。前記染料は、ゲスト物質として含まれ得る。二色性染料は、例えば、ホスト物質の配向によって光変調デバイスの透過率を制御する役割をすることができる。本明細書で用語「染料」は、可視光領域、例えば、 $400\text{ nm} \sim 700\text{ nm}$ の波長範囲内で少なくとも一部または全体範囲内の光を集中的に吸収および／または変形させることができる物質を意味し、用語「二色性染料」は、前記可視光領域の少なくとも一部または全体範囲で光の異方性吸収が可能な物質を意味する。

【0109】

前記二色性染料としては、例えば、いわゆるホストゲスト (host guest) 効果により液晶分子の整列状態によって整列することができる特性を有するものと知られている公知の染料を選択して使用することができる。このような二色性染料の例としては、いわゆるアゾ染料、アントラキノン染料、メチン染料、アゾメチン染料、メロシアニン染料、ナフトキノロン染料、テトラジン染料、フェニレン染料、クアテリレン染料、ベンゾチアジアゾール染料、ジケトピロロピロール染料、スクアレイン染料またはピロメテン染料などがあるが、本出願で適用可能な染料が前記に制限されるものではない。二色性染料としては、例えば、黒色染料 (black dye) が使用できる。このような染料としては、例えば、アゾ染料またはアントラキノン染料などが公知となっているが、これに制限されるものではない。

【0110】

前記二色性染料は、二色比 (dichroic ratio)、すなわち二色性染料の長軸方向に平行な偏光の吸収を前記長軸方向に垂直な方向に平行な偏光の吸収で割った値が5以上、6以上または7以上である染料が使用できる。前記染料は、可視光領域の波長範囲内、例えば、 $380\text{ nm} \sim 700\text{ nm}$ または $400\text{ nm} \sim 700\text{ nm}$ の波長範囲内で少なくとも一部の波長またはいずれか一つの波長で前記二色比を満たすことができる。前記二色比の上限は、例えば20以下、18以下、16以下または14以下程度であってもよい。

【0111】

前記液晶層の二色性染料の含量は、本出願の目的を考慮して適宜選択され得る。例えば、液晶層の二色性染料の含量は、0.1重量%以上、0.25重量%以上、0.5重量%以上、0.75重量%以上、1重量%以上、1.25重量%以上または1.5重量%以上であってもよい。液晶層の二色性染料の含量の上限は、例えば、5.0重量%以下、4.0重量%以下、3.0重量%以下、2.75重量%以下、2.5重量%以下、2.25重量%以下、2.0重量%以下、1.75重量%以下または1.5重量%以下であってもよい。液晶層の二色性染料の含量が前記範囲を満たす場合、透過度可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。一例において、前記範囲内で二色性染料の含量が高いほど透過度可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。

【0112】

前記液晶層内で前記液晶分子と前記二色性染料の合計重量は、例えば、約60重量%以上、65重量%以上、70重量%以上、75重量%以上、80重量%以上、85重量%以上、90重量%以上または95重量%以上であってもよく、他の例においては、約100重量%未満、98重量%以下または96重量%以下であってもよい。

【0113】

前記液晶層は、電圧印加の有無によって配向状態を切り替えることができる。前記電圧は、高分子フィルム基板に垂直または水平な方向に印加され得る。

【0114】

一例において、前記能動液晶フィルム層の液晶層は、水平配向状態、垂直配向状態およびツイスト配向状態から選択されたいずれか一つの状態から他の一つの状態にスイッチングし得るように設計され得る。

10

【0115】

一例において、前記液晶層は、電圧の未印加時に水平配向状態またはツイスト配向状態で存在することができ、電圧の印加時に垂直配向状態で存在することができる。前記ツイスト配向状態でねじれ角 (twisted angle) は、例えば、約0度超過～360度以下であってもよい。電圧の未印加時に水平配向状態である液晶セルをECB (Electrically Controllable Birefringence) モード液晶セルと呼称することができ、ツイスト配向状態である液晶セルをTN (Twisted Nematic) モードまたはSTN (Super Twisted Nematic) モード液晶セルと呼称することができる。TNモード液晶セルの場合、0度超過～90度以下のねじれ角を有することができ、本出願の一実施例によれば、TNモードで前記ねじれ角は、約10度以上、約20度以上、約30度以上、約40度以上、約50度以上、約60度以上、約70度以上、約80度以上または約90度程度であってもよい。

20

【0116】

STNモードで前記ねじれ角は、約100度以上、約110度以上、約120度以上、約130度以上、約140度以上、約150度以上、約160度以上、約170度以上、約180度以上、約190度以上、約200度以上、約210度以上、約220度以上、約230度以上、約240度以上、約250度以上、約260度以上、約270度以上、約280度以上、約290度以上、約300度以上、約310度以上、約320度以上、約330度以上、約340度以上または約350度以上であるか、約270度または約360度程度であってもよい。

30

【0117】

前記水平配向液晶層内で液晶分子は、光軸が液晶層の平面に対して水平に配列された状態で存在することができる。例えば、前記液晶分子の光軸は、液晶層の平面に対して約0度～20度、0度～15度、0度～10度または0度～5度の範囲内、または略0度の角度をなすことができる。前記水平配向液晶層内で液晶分子の光軸は、互いに平行であってもよく、例えば、0度～10度、0度～5度の範囲内、または略0度の角度をなすことができる。

【0118】

前記ツイスト配向の液晶層内で液晶分子は、光軸が仮定の螺旋軸に沿ってツイストされながら層を成して配向した螺旋形の構造を有することができる。前記液晶分子の光軸は、液晶分子の遅相軸を意味し、液晶分子の遅相軸は、棒形状の液晶分子の場合、長軸と平行であってもよい。前記螺旋軸は、液晶層の厚さ方向と平行に形成されていてもよい。本明細書で液晶層の厚さ方向は、前記液晶層の最下部と最上部を最短距離で連結する仮定の線に平行な方向を意味する。一例において、前記液晶層の厚さ方向は、高分子基板の面と垂直な方向に形成された仮定の線に平行な方向であってもよい。本明細書でねじれ角は、ツイスト配向液晶層において最も下部に存在する液晶分子の光軸と最も上部に存在する液晶分子の光軸とのなす角度を意味する。

40

【0119】

前記垂直配向液晶層内で液晶分子は、光軸が液晶層の平面に対して垂直で配列された状

50

態で存在することができる。例えば、前記液晶分子の光軸は、液晶層の平面に対して約70度～90度、75度～90度、80度～90度または85度～90度、好ましくは90度の角度をなすことができる。前記垂直配向液晶層内で複数の液晶分子の光軸は、互いに平行であってもよく、例えば、0度～10度、0度～5度の範囲内または略0度の角度をなすことができる。

【0120】

前記ツイスト配向液晶層で液晶層の厚さ d とピッチ p の比率 d/p は、1以下、0.9以下、0.8以下、0.7以下、0.6以下、0.5以下、0.4以下、0.3以下または0.2以下であってもよい。前記比率 d/p が前記範囲を外れる場合、例えば、1超過である場合、フィンガードメイン (finger domain) が発生し得る。前記比率 d/p は、例えば、0超過、0.1以上、0.2以上、0.3以上、0.4以上または0.5以上であってもよい。前記で液晶層の厚さ d は、液晶セルのセルギャップ (cell gap) と同じ意味であってもよい。

10

【0121】

前記ツイスト配向液晶層のピッチ p は、ウェッジセルを利用した計測方法で測定することができ、具体的には、D. PodolskyなどのSimple method for accurate measurements of the cholesteric pitch using a "stripe-wedge" Grandjean-Cano cell (Liquid Crystals, Vol. 35, No. 7, July 2008, 789-791) に記載された方式で測定することができる。

20

【0122】

前記液晶層は、ツイスト配向のために、キラルドーパントをさらに含むことができる。液晶層に含まれ得るキラル剤 (chiral agent) としては、液晶性、例えば、ネマチック規則性を損傷させることなく、目的とする回転を誘導できるものであれば、特に制限されずに使用できる。液晶分子に回転を誘導するためのキラル剤は、分子構造中にキラリティー (chirality) を少なくとも含む必要がある。キラル剤としては、例えば、1つまたは2つ以上の非対称炭素 (asymmetric carbon) を有する化合物、キラルアミンまたはキラルスルホキシドなどのヘテロ原子上に非対称点 (asymmetric point) を有する化合物またはクムレン (cumulene) またはビナフトール (binaphthol) 等の軸不斉を有する光学活性部位 (axially asymmetric, optically active site) を有する化合物が例示できる。キラル剤は、例えば、分子量が1,500以下の低分子化合物であってもよい。キラル剤としては、市販されるキラルネマチック液晶、例えば、Merck社で市販されるキラルドーパント液晶S-811またはBASF社のLC756等を使用することもできる。

30

【0123】

キラルドーパントの適用比率は、前記比率 d/p を達成することができるように選択されるものであって、特に制限されない。一般的に、キラルドーパントの含量 (重量%) は、 $100 / (\text{HTP (Helical Twisting power)} \times \text{ピッチ (nm)})$ の数式で計算され、このような方式を参照して目的とするピッチを考慮して適正比率が選択され得る。

40

【0124】

前記液晶層の厚さは、それぞれ、本出願の目的を考慮して適宜選択され得る。前記液晶層の厚さは、例えば、約0.01 μm 以上、0.1 μm 以上、1 μm 以上、2 μm 以上、3 μm 以上、4 μm 以上、5 μm 以上、6 μm 以上、7 μm 以上、8 μm 以上、9 μm 以上または10 μm 以上であってもよい。前記液晶層の厚さの上限は、例えば、約30 μm 以下、25 μm 以下、20 μm 以下または15 μm 以下であってもよい。液晶層の厚さが前記範囲を満たす場合、反射度可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。一例において、前記範囲内で液晶層の厚さが薄いほど反射度可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。

50

【0125】

前記光変調デバイスは、前述した配向膜として、前記第1および第2高分子フィルム基板の内側にそれぞれ存在する第1および第2配向膜をさらに含むことができる。本明細書で第1および第2高分子フィルム基板の内側は、光変調層が存在する側を意味し、外側は、光変調層が存在する側の反対側を意味する。

【0126】

前記第1および第2配向膜としては、水平配向膜または垂直配向膜を適用することができる。一例において、前記第1および第2配向膜は、いずれも水平配向膜であってもよい。他の一例において、前記第1および第2配向膜のうちいずれか一つは、水平配向膜であり、他の一つは、垂直配向膜であってもよい。本出願の光変調素子によれば、第1および第2配向膜としてそれぞれ水平配向膜と垂直配向膜を適用する場合、第1および第2配向膜としてそれぞれ水平配向膜を適用した場合に比べて、駆動電圧特性を改善することができる。

10

【0127】

前記光変調デバイスは、電圧印加の有無によって液晶層の配向状態を調節することにより、透過度、反射度またはヘイズを調節することができる。液晶層の配向状態は、配向膜のプレチルトにより調節することができる。

【0128】

本明細書でプレチルトは、角度 (angle) と方向 (direction) を有することができる。前記プレチルト角度は、極角 (Polar angle) と呼称することができ、前記プレチルト方向は、方位角 (Azimuthal angle) と呼称することもできる。

20

【0129】

前記プレチルト角度は、液晶分子の光軸が配向膜と水平な面に対してなす角度を意味する。一例において、垂直配向膜は、プレチルト角度が約70度～90度、75度～90度、80度～90度または85度～90度であってもよい。一例において、水平配向膜のプレチルト角度は、約0度～20度、0度～15度、0度～10度または0度～5度であってもよい。

【0130】

前記プレチルト方向は、液晶分子の光軸が配向膜の水平な面に射影された方向を意味する。前記プレチルト方向は、前記射影された方向と液晶層の横軸 (WA) がなす角度であってもよい。本明細書で前記液晶層の横軸 (WA) は、液晶層の長軸方向に平行な方向または光変調素子がアイウェアまたはTVなどのディスプレイ装置に適用されたとき、そのアイウェアを着用した観察者またはディスプレイ装置を観察する観察者の両眼を連結する線に平行な方向を意味する。

30

【0131】

前記第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、液晶層の配向を考慮して適宜調節され得る。一例において、水平配向のために第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに平行であってもよく、ねじれ角が90度であるツイスト配向のために、第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに90度をなすことができ、ねじれ角が360度であるツイスト配向のために、第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに平行であってもよい。第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向が互いに平行である場合、第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに逆平行 (anti-parallel) であってもよいが、例えば、互いに170度～190度、175度～185度、好ましくは180度をなすことができる。

40

【0132】

前記配向膜としては、隣接する液晶層に対して配向能を有するものであれば、特別な制限なしに選択して使用することができる。前記配向膜としては、例えば、ラビング配向膜のように接触式配向膜または光配向膜化合物を含み、例えば、直線偏光の照射などのような非接触式方式により配向特性を示すことができるものと公知となった光配向膜を使用す

50

ることができる。

【0133】

ラビング配向膜または光配向膜のプレチルト方向および角度を調節することは、公知となっている。ラビング配向膜である場合、プレチルト方向は、ラビング方向と平行であってもよく、プレチルト角度は、ラビング条件、例えばラビング時の圧力条件、ラビング強さなどを制御して達成することができる。光配向膜である場合、プレチルト方向は、照射される偏光の方向などにより調節され得、プレチルト角度は、光の照射角度、光の照射強さなどにより調節され得る。

【0134】

一例において、前記第1および第2配向膜は、それぞれ、ラビング配向膜であってもよい。前記第1および第2配向膜のラビング方向が互いに平行に配置される場合、前記第1および第2配向膜のラビング方向は、互いに逆平行であってもよいが、例えば、互いに170度～190度、175度～185度、好ましくは180度をなすことができる。前記ラビング方向は、プレチルト角の測定を通じて確認することができるが、一般的に、液晶は、ラビング方向に沿って横になってプレチルト角を発生させるので、プレチルト角を測定することにより、前記ラビング方向の測定が可能になり得る。一例において、前記第1および第2高分子フィルム基板の横方向は、それぞれ、前記第1および第2配向膜のうちいずれか一つの配向膜のラビング軸に平行であってもよい。

10

【0135】

前記光変調デバイスは、前記電極層として、前記第1および第2高分子フィルム基板の内側にそれぞれ存在する第1および第2電極層をさらに含むことができる。光変調デバイスが第1および第2配向膜を含む場合、第1電極層は、第1高分子フィルム基板と第1配向膜との間に存在することができ、第2電極層は、第2高分子フィルム基板と第2配向膜との間に存在することができる。

20

【0136】

前記光変調素子は、反射防止層をさらに含むことができる。一例において、前記光変調素子は、前記第1および／または第2高分子フィルム基板の外側にそれぞれ存在する第1および／または第2反射防止層をさらに含むことができる。前記反射防止層としては、本出願の目的を考慮して公知の反射防止層が使用でき、例えば、アクリレート層が使用できる。反射防止層の厚さは、例えば200nm以下または100nm以下であってもよい。

30

【0137】

前記光変調素子は、紫外線吸収層をさらに含むことができる。一例において、前記光変調素子は、前記第1および第2高分子フィルム基板の外側にそれぞれ存在する第1および第2紫外線吸収層をさらに含むことができる。前記紫外線吸収層としては、本出願の目的を考慮して公知の紫外線吸収層を適宜選択して使用することができる。

【0138】

一例において、前記光変調デバイスは、前記反射防止層、紫外線吸収層などを高分子フィルム基板に直接コートすることにより形成することができる。前記第1および第2高分子フィルム基板を使用する場合、屈折率のマッチングおよびコート工程の最適化の側面で有利になり得る。この場合、工程の単純化および素子の厚さの減少を図ることができる長所がある。他の一例において、光変調デバイスは、前記反射防止層または紫外線吸収層を基材フィルムの一面に形成し、前記基材フィルムを粘着剤または接着剤を介して高分子フィルム基板に付着することができる。

40

【0139】

本出願の光変調デバイスは、前記光変調フィルム層（能動液晶フィルム層）と共に反射層をさらに含むことができる。

【0140】

第1の実施態様において前記反射層は、ミラー反射層であってもよい。この場合、前記光変調デバイスは、前記能動液晶フィルム層と反射層との間に1/4波長板をさらに含むことができる。

50

【0141】

前記1／4波長板は、能動液晶フィルム層の高分子フィルム基板の一面に直接コートされるか、または粘着剤または接着剤を介して付着することができる。前記1／4波長板は、1／4波長位相遅延特性を有する位相差層を意味する。本明細書で用語「n波長位相遅延特性」は、少なくとも一部の波長範囲内で、入射光を該入射光の波長のn倍で位相遅延させることができる特性を意味する。1／4波長板は、例えば、550nmの波長に対する面内位相差が110nm～220nmまたは130nm～170nmの範囲内にありえる。

【0142】

前記1／4波長板は、液晶フィルムまたは高分子延伸フィルムであってもよい。

10

【0143】

前記液晶フィルムは、重合性液晶化合物を重合された状態で含むことができる。本出願で「重合性液晶化合物」は、液晶性を示すことができる部位、例えばメソゲン(mesogen)骨格などを含み、重合性官能基を一つ以上含む化合物を意味する。また「重合性液晶化合物が重合された形態で含まれているということ」は、前記液晶化合物が重合されて、液晶高分子フィルム内で液晶高分子の主鎖または側鎖のような骨格を形成している状態を意味する。重合性液晶化合物は、例えば、水平配向状態で液晶フィルム内に含まれていてもよい。

【0144】

前記高分子延伸フィルムは、例えば、延伸により光学異方性を付与できる光透過性の高分子フィルムを適切な方式で延伸したフィルムであってもよい。高分子フィルムとしては、例えば、ポリエチレンフィルムまたはポリプロピレンフィルムなどのポリオレフィンフィルム、ポリノルボルネンフィルムなどの環状オレフィンポリマー(COP: Cycloolefin polymer)フィルム、ポリ塩化ビニルフィルム、ポリアクリロニトリルフィルム、ポリスルホンフィルム、ポリアクリレートフィルム、ポリビニルアルコールフィルムまたはTAC(Triacetyl cellulose)フィルムなどのセルロースエステル系ポリマーフィルムや前記ポリマーを形成する単量体のうち2種以上の単量体の共重合体フィルムなどが例示できる。一例において、高分子フィルムとしては、環状オレフィンポリマーフィルムが使用できる。前記で環状オレフィンポリマーとしては、ノルボルネンなどの環状オレフィンの開環重合体またはその水素添加物、環状オレフィンの付加重合体、環状オレフィンとアルファーオレフィンのような他の共単量体の共重合体、または、前記重合体または共重合体を不飽和カルボン酸やその誘導体などで変性させたグラフト重合体などが例示できるが、これに制限されるものではない。

20

30

【0145】

一例において、前記1／4波長板の遅相軸と電圧の未印加時の能動液晶層の液晶分子の平均光軸は、互いに40度～50度、43度～47度の範囲内、または略45度をなすことができる。本明細書で平均光軸は、液晶層の液晶分子の光軸のベクトルの和を意味する。

【0146】

1／4波長板の遅相軸と液晶層の液晶分子の平均光軸とのなす角度が前記範囲内である場合、遮断状態で優れた反射防止特性を示すことができるので、反射率可変特性の向上に有利になり得る。

40

【0147】

前記光変調デバイスは、前記1／4波長板の一面には、前記反射層が存在することができる。前記反射層も、前記1／4波長板の一面に直接コートされるか、または粘着剤または接着剤を介して付着することができる。

【0148】

前記反射層は、ミラー反射特性を有することができる。前記ミラー反射特性は、正反射または鏡面反射と呼称され得る。一例において、前記反射層は、400～700nm波長の光に対する反射率が20%～100%であってもよい。

50

【0149】

前記反射層は、例えば可視光全般に対して高い反射率を有する金属、例えば、銀、金、マグネシウム、ニッケル、ビズマス、クロム、銅、カルシウム、ストロンチウム、アルミニウムまたはこれらの合金を含む金属薄膜層であってもよい。

【0150】

前記第1実施態様の光変調デバイスは、電圧の印加有無による液晶層の配向状態によって反射度可変特性を示すことができる。すなわち前記第1実施態様の光変調デバイスは、前述した低反射モードおよび高反射モード状態の間をスイッチングし得る。

【0151】

前記光変調デバイスは、液晶層に電圧の未印加時に最小反射度を示す遮断状態であってもよく、電圧の印加時に最大反射度を示す反射状態であってもよい。

10

【0152】

一例において、前記光変調デバイスは、15V電圧の印加時の反射度と電圧の未印加時の反射度の差異が20%~60%であってもよい。

【0153】

本出願の第2の実施態様では、前記反射層は、反射型偏光子であってもよい。この場合、前記反射層として2つの反射型偏光子を含むことができる。例えば、第2の実施態様では、前記言及した能動液晶フィルム層と第1反射型偏光子、更なる光変調フィルム層および第2反射型偏光子を順次含むことができる。

【0154】

20

前記光変調フィルム層は、前記能動液晶フィルム層と類似に構成され得、例えば、対向配置されている第3および第4高分子フィルム基板と、前記第3および第4高分子フィルム基板の間に存在し、液晶化合物を含む能動液晶層とを含むことができる。前記第2および第4基板は、前述した能動液晶フィルム層の基板と同じ種類の非対称性フィルム基板であるか、あるいは異なる種類の基板であってもよい。

【0155】

前記光変調フィルム層の能動液晶層（以下、第2液晶層と呼称することができる）は、二色性染料を含まなくてもよい。第2液晶層の液晶化合物は、前記能動液晶フィルム層の液晶分子の項目で記述した内容が同一に適用され得る。以下、便宜上、前述した能動液晶フィルム層の液晶分子（液晶ホスト）および二色性染料を含む液晶層は第1液晶層と呼称することができる。

30

【0156】

前記第1および第2液晶層は、それぞれ、電圧印加の有無によって配向状態を切り替えることができる。前記電圧は、高分子フィルム基板に垂直な方向に印加され得る。

【0157】

第2の実施態様では、前記第1液晶層は、垂直配向状態と水平配向状態をスイッチングし得るように設計され得る。例えば、電圧の未印加時に垂直配向状態で存在することができ、電圧の印加時に水平配向状態で存在することができる。このような液晶層をVA（Vertical Alignment）モード液晶層と呼称することができる。

【0158】

40

前記第2液晶層は、水平配向状態とツイスト配向状態との間をスイッチングし得る。例えば、電圧の未印加時にツイスト配向状態で存在することができ、電圧印加時水平配向状態で存在することができる。このような液晶セルをTN（Twisted Nematic）モード液晶セルと呼称することができる。前記ツイスト配向状態でねじれ角は、0度超過~90度以下であってもよく、本出願の一実施例によれば、TNモードで前記ねじれ角は、約10度以上、約20度以上、約30度以上、約40度以上、約50度以上、約60度以上、約70度以上、約80度以上または約90度程度であってもよい。

【0159】

前記垂直配向液晶層内で液晶分子の光軸および水平配向液晶層内においての液晶分子の光軸の状態は、前記記述した内容が同一に適用され得る。

50

【0160】

また、前記ツイスト配向液晶層内で液晶分子の光軸の状態やねじれ角および厚さ d とピッチ p の比率 d/p およびその測定方法に対する事項は、前述した内容が同一に適用され得る。

【0161】

前記液晶層は、ツイスト配向のためにキラルドーパントをさらに含むことができ、この際に使用されるキラルドーパントの具体的な種類や比率などに対する事項も、前述した内容と同じである。

【0162】

前記第1および／または第2液晶層の厚さは、それぞれ、本出願の目的を考慮して適宜選択され得る。前記液晶層の厚さは、例えば、約 $0.01\ \mu\text{m}$ 以上、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以上、 $1\ \mu\text{m}$ 以上、 $2\ \mu\text{m}$ 以上、 $3\ \mu\text{m}$ 以上、 $4\ \mu\text{m}$ 以上、 $5\ \mu\text{m}$ 以上、 $6\ \mu\text{m}$ 以上、 $7\ \mu\text{m}$ 以上、 $8\ \mu\text{m}$ 以上、 $9\ \mu\text{m}$ 以上または $10\ \mu\text{m}$ 以上であってもよい。前記液晶層の厚さの上限は、例えば、約 $30\ \mu\text{m}$ 以下、 $25\ \mu\text{m}$ 以下、 $20\ \mu\text{m}$ 以下または $15\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。液晶層の厚さが前記範囲を満たす場合、反射度可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。一例において、前記範囲内で液晶層の厚さが薄いほど反射度可変特性に優れた光変調デバイスを提供することができる。

10

【0163】

前記光変調デバイスは、前記能動液晶フィルム層の高分子フィルム基板に存在する配向膜と前記光変調フィルム層の基板に存在する配向膜を含むことができる。以下、説明の便宜上、前記4個の配向膜をそれぞれ第1～第4配向膜と呼称し、この際、それぞれ、第1および第2配向膜は、能動液晶フィルム層の基板内側の配向膜であり、第3および第4配向膜は、それぞれ、光変調フィルム層の基板内側の配向膜である。本明細書で基板の内側は、光変調層または能動液晶層に向かう基板の面である。

20

【0164】

前記第1～第4配向膜としては、それぞれ、水平配向膜または垂直配向膜を適用することができる。一例において、前記第1および第2配向膜は、それぞれ、垂直配向膜であってもよい。一例において、前記第3および第4配向膜は、それぞれ、水平配向膜であるか、第3および第4配向膜のうちいずれか一つは、水平配向膜であり、他の一つは、垂直配向膜であってもよい。本出願の光変調素子によれば、第3および第4配向膜としてそれぞれ水平配向膜と垂直配向膜を適用する場合、第3および第4配向膜としてそれぞれ水平配向膜を適用した場合に比べて、駆動電圧特性を改善することができる。

30

【0165】

前記光変調デバイスは、電圧印加の有無によって液晶層の配向状態を調節することにより、透過度、反射度またはヘイズを調節することができる。液晶層の配向状態は、配向膜のプレチルトにより調節することができ、前記プレチルトに対する内容は、前記記述した内容と類似している。

【0166】

前記第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、第1液晶層の配向を考慮して適宜調節され得る。また、第3配向膜と第4配向膜のプレチルト方向は、第2液晶層の配向を考慮して適宜調節され得る。一例において、電圧の未印加時に垂直配向のために第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに平行であってもよく、ねじれ角が 90° であるツイスト配向のために第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに 90° をなすことができる。第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向が互いに平行な場合、第1配向膜と第2配向膜のプレチルト方向は、互いに逆平行であってもよいが、例えば、互いに $170^\circ \sim 190^\circ$ 、 $175^\circ \sim 185^\circ$ の範囲内または略 180° をなすことができる。一例において、前記第1および第2高分子フィルム基板の横方向は、それぞれ、前記第1および第2配向膜のうちいずれか一つの配向膜のラビング軸に平行であってもよい。一例において、前記第3および第4高分子フィルム基板の横方向は、それぞれ、前記第3および第4配向膜のうちいずれか一つの配向膜のラビング軸に平行であってもよい。

40

50

【0167】

前記配向膜としては、隣接する液晶層に対して配向能を有するものであれば、特別な制限なしに選択して使用することができ、具体的な種類も、前記記述した内容と類似している。

【0168】

一例において、前記第1～第4配向膜は、それぞれ、ラビング配向膜であってもよい。前記第1および第2配向膜のラビング方向が互いに平行に配置される場合、前記第1および第2配向膜のラビング方向は、互いに逆平行であってもよいが、例えば、互いに170度～190度、175度～185度の範囲内または略180度をなすことができる。前記ラビング方向は、プレチルト角の測定を通じて確認できるが、一般的に、液晶は、ラビング方向に沿って横になってプレチルト角を発生させるので、プレチルト角を測定することにより、前記ラビング方向の測定が可能になり得る。

10

【0169】

前記光変調デバイスは、第1および第2高分子フィルム基板の内側にそれぞれ存在する第1および第2電極層をさらに含むことができ、前記第3および第4高分子フィルム基板の内側にそれぞれ存在する第3および第4電極層をさらに含むことができる。光変調デバイスが第1、第2、第3および第4配向膜を含む場合、第1電極層は、第1高分子フィルム基板と第1配向膜との間に存在することができ、第2電極層は、第2高分子フィルム基板と第2配向膜との間に存在することができ、第3電極層は、第3高分子フィルム基板と第3配向膜との間に存在することができ、第4電極層は、第4高分子フィルム基板と第2配向膜との間に存在することができ、

20

【0170】

第1の実施態様と同様に、前記第2の実施態様の光変調素子も、反射防止層および紫外線吸収層などをさらに含むことができる。

【0171】

前記光変調デバイスは、前記第1液晶層を含む能動液晶フィルム層の前記第1反射型偏光子を含むことができる。前記第1反射型偏光子は、前記能動液晶フィルム層の高分子フィルム基板の一面に直接コートされるか、または粘着剤または接着剤を介して付着することができる。

【0172】

30

前記反射型偏光子は、選択的透過および反射特性を有することができる。例えば、前記反射型偏光子は、光の横波と縦波成分のうち一つの成分を透過し、他の成分は反射する特性を有することができる。前記反射型偏光子に光が入射する場合、反射型偏光子を透過する光と反射型偏光子から反射する光の偏光特性を有することができる。一例において、前記透過する光の偏光方向と前記反射する光の偏光方向は、互いに直交していてもよい。すなわち、反射型偏光子は、面方向に直交する透過軸および反射軸を有することができる。

【0173】

前記反射型偏光子としては、例えば、いわゆるDBEF (Dual Brightness Enhancement Film) と公知となっている反射型偏光子やLLC (Lyotropic liquid crystal) のような液晶化合物をコートして形成される反射型偏光子が使用できる。

40

【0174】

前記反射型偏光子は、光の横波と縦波成分のうち一つの成分はほとんど透過し、他の成分はほとんど反射する特性を有するので、ハーフミラー (Half Mirror) の形態で具現することができる。一例において、前記反射型偏光子は、非偏光の入射光に対して約50%以上の反射率を有することができる。本出願の一実施例によれば、前記反射型偏光子としては、例えば、DBEF (Dual Brightness Enhancement Film) が使用できる。

【0175】

一例において、前記第1反射型偏光子の反射軸と第1液晶層の水平配向時の液晶層の液

50

晶分子の平均光軸は、0度～10度、0度～5度または略0度をなすことができる。前記平均光軸は、液晶層の液晶分子の光軸のベクトルの和を意味する。

【0176】

第1反射型偏光子の反射軸と第1液晶層の液晶分子の平均光軸がなす角度が前記範囲内である場合、遮断状態で優れた反射防止特性を示すことができるので、反射率可変特性の向上に有利になり得る。

【0177】

前記光変調デバイスは、前記第1反射型偏光子の一面に前記光変調フィルム層を含むことができる。前記第1反射型偏光子は、前記光変調フィルム層の基板の一面に直接コートされるか、または粘着剤または接着剤を介して付着することができる。

10

【0178】

一例において、前記第1反射型偏光子の反射軸と光変調フィルム層の第2液晶層のツイスト配向時の液晶層の前記第1反射型偏光子に最も隣接した液晶分子の光軸は、80度～110度、85度～105度の範囲内または略90度の角度をなすことができる。

【0179】

また、一例において、前記第1反射型偏光子の反射軸と光変調フィルム層の前記第2液晶層のツイスト配向時の液晶層の前記第1反射型偏光子と最も遠い液晶分子の光軸は、0度～10度、0度～5度の範囲内の角度または略0度の角度をなすことができる。

【0180】

第1反射型偏光子の反射軸と第2液晶層の液晶分子の光軸がなす角度が前記範囲内である場合、遮断状態で優れた反射防止特性を示すことができるので、反射率可変特性の向上に有利になり得る。

20

【0181】

前記光変調デバイスは、前記第2液晶層を有する光変調フィルム層の一面に前記第2反射型偏光子をさらに含むことができる。前記第2反射型偏光子は、第2液晶層を有する光変調フィルム層の基板に直接コートされるか、または粘着剤または接着剤を介して付着することができる。第2反射型偏光子に対して特別な言及がなければ、第1反射型偏光子に対して記述した内容が同一に適用され得る。

【0182】

第2反射型偏光子の反射軸と第1反射型偏光子の反射軸は、0度～10度、0度～5度の範囲内の角度または略0度をなすことができる。第2反射型偏光子の反射軸と第1反射型偏光子の反射軸とのなす角度が前記範囲内である場合、遮断状態で優れた反射防止特性を示すことができるので、反射率可変特性の向上に有利になり得る。

30

【0183】

前記光変調デバイスは、電圧印加の有無による液晶層の配向状態によって反射度可変特性を示すことができる。すなわち、前記光変調デバイスは、前述した高反射モードおよび低反射モードの間をスイッチングし得る。

【0184】

前記光変調デバイスは、液晶層に電圧の未印加時に最大反射度を示す反射状態であってもよく、電圧の印加時に最小反射度を示す遮断状態であってもよい。前記光変調デバイスは、電圧印加の有無による反射度可変特性に優れている。一例において、前記光変調デバイスは、10V電圧の印加時の反射度と電圧の未印加時の反射度との差異が30%～50%であってもよい。前記反射度は、傾斜角20度で測定された値であってもよい。

40

【0185】

前記光変調デバイスは、反射度可変特性が要求される多様な用途に適用され得る。反射度可変特性が要求される用途には、車両用可変素材、反射度可変ミラー、ルームミラー、ウィンドウまたはサンルーフなどのような建物、容器または車両などを含む密閉された空間の開口部やアイウェア（eyewear）等が例示できる。前記でアイウェアの範囲には、一般的なメガネ、サングラス、スポーツ用ゴーグルまたはヘルメットまたは増強現実体験用機器などのように観察者がレンズを通じて外部を観察することができるように形成

50

されたすべてのアイウェアが含まれ得る。

【0186】

前記光変調デバイスが適用され得る代表的な用途には、アイウェアがある。前記光変調デバイスがアイウェアに適用される場合に、そのアイウェアの構造は、特に制限されない。すなわち、公知のアイウェア構造の左眼用および／または右眼用レンズ内に前記光変調素子が装着されて適用され得る。

【0187】

例えば、前記アイウェアは、左眼用レンズと右眼用レンズと、前記左眼用レンズと右眼用レンズを支持するフレームとを含むことができる。

【0188】

図2は、前記アイウェアの例示的な模式図であって、フレーム82および左眼用と右眼用レンズ84を含むアイウェアの模式図であるが、前記光変調素子が適用され得るアイウェアの構造が図2に制限されるものではない。前記アイウェアにおいて左眼用レンズおよび右眼用レンズは、それぞれ、前記光変調デバイスを含むことができる。このようなレンズは、前記光変調デバイスのみを含むか、以外に他の構成を含むこともできる。

【発明の効果】

【0189】

本出願では、光学のおよび機械的にも非等方性である高分子フィルムを基板として適用して、機械的物性と光学物性が共に優れた光変調デバイスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0190】

【図1】本出願の例示的な光変調デバイスの模式図である。

【図2】アイウェアを例示的に示す。

【図3】実施例および比較例に対する耐久性評価結果を示す。

【図4】実施例および比較例に対する耐久性評価結果を示す。

【発明を実施するための形態】

【0191】

以下、実施例を通じて本出願を具体的に説明するが、本出願の範囲が下記実施例により制限されるものではない。

【0192】

実施例または比較例で適用した高分子フィルム基板は、通常、基板に適用される等方性のフィルム基板であるPC(Polycarbonate)フィルム基板(PC基板、厚さ:100 μ m、製造社:Teijin、製品名:PFC100-D150)と、本出願による非対称基板であるPET(Polyethylene terephthalate)フィルム基板(SRF基板、厚さ:80 μ m、製造社:Toyobo、製品名:TA044)であり、下記物性は、それぞれ、のフィルム基板の一面に厚さ約20nmのITO(Indium Tin Oxide)膜が形成された状態における測定結果である。

【0193】

1. 高分子フィルム基板の位相差の評価

高分子フィルム基板の面内位相差値(Rin)は、Agilent社のUV/VISスペクトロスコープ8453装備を利用して下記方法によって550nm波長の光に対して測定した。UV/VISスペクトロスコープに2枚の偏光子を透過軸が互いに直交するように設置し、前記2枚の偏光子の間に高分子フィルムの遅相軸が2枚の偏光子の透過軸とそれぞれ45度をなすように設置した後、波長による透過度を測定した。波長による透過度グラフにおいて各ピーク(peak)の位相遅延次数(Phase retardation order)を求める。具体的に、波長による透過度グラフにおいて波形は、下記数式Aを満たし、サイン(Sine)波形で最大ピーク(Tmax)条件は、下記数式Bを満たす。数式Aで λ_{max} である場合、数式AのTと数式BのTは同一であるので、数式を展開する。 $n+1$ 、 $n+2$ および $n+3$ に対しても数式を展開し、 n と $n+1$ 数式

10

20

30

40

50

を整理してRを消去してnを λn および $\lambda n + 1$ 数式で整理すると、下記数式Cが導き出される。数式AのTと数式BのTが同一であることに基づいてnと λ を知ることができるので、各 λn 、 $\lambda n + 1$ 、 $\lambda n + 2$ および $\lambda n + 3$ に対してRを求める。4ポイントに対して波長によるR値の直線トレンドラインを求め、数式550nmに対するR値を算定する。直線トレンドラインの関数は、 $Y = ax + b$ であり、aおよびbは、定数である。前記関数のxに550nmを代入したときのY値が550nm波長の光に対するRin値である。

【0194】

[数式A]

$$T = \sin^2 \left[(2\pi R / \lambda) \right]$$

10

【0195】

[数式B]

$$T = \sin^2 \left[((2n + 1)\pi / 2) \right]$$

【0196】

[数式C]

$$n = (\lambda n - 3\lambda n + 1) / (2\lambda n + 1 + 1 - 2\lambda n)$$

【0197】

前記でRは、面内位相差Rinを意味し、 λ は、波長を意味し、nは、サイン波形の頂点の次数を意味する。

【0198】

20

2. 高分子フィルム基板の引張特性および熱膨張係数の評価

高分子フィルム基板の弾性率 (Young's modulus)、伸び率 (Elongation) および最大応力 (Max. stress) は、UTM (Universal Testing Machine) 装備 (Instron 3342) を利用して、常温 (25℃) で10mm/minの引張速度で力を加えて、規格によって引張強度 (tensile strength) 試験を進めて測定した。この場合、各試験片は、幅が約10mmであり、長さが約30mmとなるようにカットして製造し、前記長さ方向の両終端の各10mmずつをテーピングして装備に固定した後に評価を進めた。

【0199】

熱膨張係数は、TMA (Thermomechanical Analysis) 装備 (Mettler toledo社、SDTA840) を利用して、40℃から80℃に温度を10℃/分の速度で昇温させながら、長さ膨張試験を進めて規格によって測定した。測定時に試験片の測定方向の長さは、10mmとし、荷重を0.02Nに設定した。

30

【0200】

前記のような方式で測定した各フィルム基板に対する物性の評価結果は、下記表1の通りである。

【0201】

下記表1で、MDおよびTDは、それぞれ、延伸フィルムであるPC基板とSRF基板のMD (Machine Direction) およびTD (transverse direction) 方向であり、45は、前記MDおよびTD方向の両方と45度をなす方向である。

40

【0202】

【表 1】

	方向	R i n (n m)	弾性率 (G P a)	伸び率 (%)	最大応力 (M P a)	熱膨張係数 (p p m/°C)
P C 基板	MD	1 2 . 1	1 . 6	1 3 . 6	6 3 . 4	1 1 9 . 1 9
	T D		1 . 6	1 1 . 6	6 2 . 3	1 2 7 . 8
S R F 基板	MD	1 4 8 0 0	2 . 5	6 . 1	8 1 . 5	8 3 . 3
	4 5	1 5 1 7 6	3 . 2	6 0 . 4	1 0 1 . 6	5 2 . 2
	T D	1 5 0 4 9	5 . 8	4 4 . 7	1 8 4 . 6	2 1 . 6

10

【0 2 0 3】

実施例 1

前記 S R F 基板を 2 つ使用して光変調デバイスを製造した。前記 S R F 基板（横：1 5 c m、縦：5 c m）の I T O（I n d i u m T i n O x i d e）膜（電極層上）に配向膜を形成して、第 1 基板を製造した。配向膜としては、厚さ 3 0 0 n m のポリイミド系水平配向膜（S E - 7 4 9 2、N i s s a n）をラビング布でラビング処理したものを使用した。第 1 基板と同一に第 2 基板を製造した。前記第 1 および第 2 基板を相互の配向膜が対向するように対向配置し、それらの間に屈折率異方性 Δn が 0 . 1 3 である正の誘電率異方性を有する液晶化合物および二色性染料を含む G H L C 混合物（M D A - 1 6 - 1 2 3 5、M e r c k）を位置させた後に、周縁部を封止して、能動液晶フィルム層を製造した。前記能動液晶フィルム層は、E C B モードであり、セルギャップは、6 μ m である。前記で第 1 および第 2 基板の T D 方向（遅相軸方向）は、それぞれ、第 1 基板配向膜のラビング軸を基準として 0 度になり、前記第 1 および第 2 配向膜のラビング方向は、互いに逆平行となるようにした。次に、前記能動液晶フィルム層の一面に一般ミラー（反射層）を配置して、光学デバイスを製造した。前記反射層は、4 0 0 n m ~ 7 0 0 n m の光に対する反射率の平均が約 9 5 % である一般ミラーである。

20

30

【0 2 0 4】

比較例 1

基板として P C 基板を適用したことを除いて、実施例 1 と同一に光変調デバイスを製造した。

【0 2 0 5】

試験例 1

前記実施例 1 および比較例 1 の光変調デバイスを使用して図 3 および図 4 に示された形態のアイウェア素子を製造し、前記素子をベンディングさせた状態で熱衝撃試験を進めた。熱衝撃試験は、前記アイウェアを約 - 4 0 °C から 9 0 °C まで約 1 6 . 2 5 °C / 分の昇温速度で温度を上げた後、1 0 分間維持し、さらに約 1 6 . 2 5 °C / 分の減温速度で 9 0 °C から - 4 0 °C の温度まで減温した後、1 0 分間維持することを 1 サイクルとして、前記サイクルを 5 0 0 回繰り返す条件に置いた状態で進め、この試験は、曲率半径が約 1 0 0 R 程度である曲げ治具に前記アイウェアを付着した状態で進めた。図 3 は、実施例 1 の場合であり、図 4 は、比較例 1 の場合であり、図面のように比較例 1 の場合、激しいクラックが観察された。

40

【0 2 0 6】

比較例 2

実施例 1 と同一に光変調デバイスを製造するものの、第 1 および第 2 基板の第 1 方向（T D 方向）が互いに 9 0 度となるようにして光変調デバイスを製造した。この際、第 1 基板上の配向膜のラビング方向を基準として第 1 基板の第 1 方向は 0 度、第 2 基板の第 1 方

50

向は90度となるようにした。

【0207】

比較例3

実施例1と同一に光変調デバイスを製造するものの、第1および第2基板の第1方向（TD方向）が互いに90度となるようにして、光変調デバイスを製造した。この際、第1基板上の配向膜のラビング方向を基準として第1基板の第1方向は45度、第2基板の第1方向は135度となるようにした。

【0208】

試験例2

実施例1、比較例2および3のデバイスをそれぞれ60℃の温度および85%の相対湿度で保管しつつ、ボイド発生を評価し、その結果を下記表2に記載した。具体的に前記条件で保管しつつ、光変調層で目視で視認されるボイドが発生するか否かを評価した。一般的に、目視で視認されるボイドのサイズは、約10μm程度である。

【0209】

【表2】

	初期投入 試料個数	ボイド 不良試料 個数	ボイド 良品試料 個数	ボイド 発生率	ボイド 最初 発生時間
比較例2	12	12	0	100%	120h
比較例3	12	12	0	100%	144h
実施例1	12	1	11	8%	504h

【0210】

表2の結果のように、比較例2および3の場合、初期投入された試料の全部で500時間内にボイドが観察されて、ボイド発生率が100%であり、最初にボイドが発生する時点もそれぞれ120時間および144時間以内であった。

【0211】

他方で、実施例1の場合、500時間以内にボイドが観察される場合はなく、最初にボイドが観察される時間も約504時間であった。

【0212】

実施例2～4

実施例1の光学デバイスの能動液晶フィルム層と反射層との間に1/4波長板を位置させて光変調デバイス（実施例2）を製造した。前記1/4波長板は、TAC（Triacetyl-cellulose film）フィルムで形成された位相差フィルムである。

【0213】

前記光変調デバイスに対して電気光学特性およびレインボー現象発生の有無を評価した。電気光学特性は、光変調デバイスに対して電圧印加の有無による反射率の変化を測定することにより評価した。具体的に能動液晶フィルム層の電極層にAC電源を連結し、駆動させながら、印加された電圧による反射率を反射分光器（CM-2600d、Konica Minolta）を利用して測定した。前記反射率は、380nm～780nm波長の光に対する反射率の平均である。

【0214】

レインボー現象の評価は、認知評価であり、試料内同一輝度でない2つ以上の異なる輝度を示す模様が発生する場合、レインボー現象が発生するものと評価した。

【0215】

下記評価例においてTN_90°は、能動液晶層をねじれ角が90度であるTNモード

で構成した場合（実施例3）に対する結果であり、STN__360°は、能動液晶層をねじれ角が360度であるSTNモードで構成した場合（実施例4）である。

【0216】

実施例2の場合は、実施例1で能動液晶フィルム層を形成する場合に、同じ方式で前記フィルム層を製造するものの、GHL C組成物にキラルドーパント（S811、Merck）を0.118重量%で添加して使用し、第1および第2基板の配向膜のラビング方向が互いに90度をなすようにラミネーションすることにより製造した。また、実施例3の場合は、実施例1において能動液晶フィルム層を形成する場合と同じ方式で前記フィルム層を製作するものの、GHL C組成物にキラルドーパント（S811、Merck）を0.656重量%で添加して製造し、前記STNモードで液晶層の厚さ（セルギャップ：d）とピッチpの比率d/pは、約0.95である。

【0217】

下記評価例において「0V__R」は、電圧の未印加時の反射率であり、「15V__R」は、15V電圧印加時の反射率であり、「△T」という「15V__R」－「0V__R」の値である。

【0218】

【表3】

		実施例2
セルギャップ		6 μm
△n		0.13
基板		SRF (parallel)
ECB	0V__R	6.1%
	15V__R	39.8%
	△R	33.7%
TN__90°	0V__R	6.5%
	15V__R	39.9%
	△R	33.4%
STN__360°	0V__R	6.3%
	15V__R	39.4%
	△R	33.1%
レインボー現象		無し

【0219】

実施例5

前記SRF基板を適用して2つの能動液晶フィルム層を製造した。前記SRF基板を横および縦の長さがそれぞれ15cmおよび5cmとなるようにカットし、一面のITO（Indium Tin Oxide）膜（電極層）上に配向膜を形成して、2つの基板を製造した。前記配向膜としては、厚さ300nmのポリイミド系垂直配向膜（5661LB3、Nissan）をラビング布でラビング処理したものを使用した。製造された2つの基板を互いに配向膜が対向するように対向配置し、それらの間に屈折率異方性（△n）が0.13であり、負の誘電率異方性を有する液晶および二色性染料（MAT-16-568、Merck）を含むGHL C組成物を位置し、周縁部をシーラントで封止して、第1能動液晶フィルム層を形成した。この際、第1および第2基板の横方向（TD方向）がそれぞれ第1高分子フィルム基板のラビング軸を基準として0度となり、第1および第2基板の配向膜のラビング方向は、互いに逆平行をなすようにした。前記第1能動液晶フィルム層は、VAモード液晶セルであり、セルギャップは、6 μmである。

【0220】

2つの基板上の配向膜としてポリイミド系水平配向膜（SE-7492、Nissan）を使用し、それぞれのラビング方向が互いに90度をなすようにラミネーションしたものを除いて、第1能動液晶フィルム層と同一に第2能動液晶フィルム層を製造し、ただし、この際、液晶層の形成には、屈折率異方性 Δn が0.13であり、正の誘電率異方性を有する液晶（MDA-16-1235、Merck）にキラルドーパント（S811、Merck）を0.118重量%で添加した液晶組成物を使用した。前記第2能動液晶フィルム層は、ねじれ角が90度であるTNモードの液晶セルであり、セルギャップは、6 μ mである。

【0221】

第1および第2反射型偏光子としては、380nm～780nm波長の非偏光入射光に対する反射率が45%であるDBEF（Dual Brightness Enhancement Film、3M社）を準備した。

10

【0222】

前記第1能動液晶フィルム層、第1反射型偏光子、第2能動液晶フィルム層および第2反射型偏光子を順に積層して、光変調デバイスを製造した。第1反射型偏光子の反射軸は、第1能動液晶フィルム層の2個の配向膜のうち前記第1反射型偏光子に近い配向膜のラビング軸に対して平行であり、第2能動液晶フィルム層の2個の配向膜のうち前記第1反射型偏光子に近い配向膜のラビング軸に対して直交するようにし、前記第1および第2反射型偏光子の反射軸は、互いに平行にした。

【0223】

20

前記光変調デバイスに対して電気光学特性およびレインボー現象発生の有無を評価した。電気光学特性は、光変調デバイスに対して電圧印加の有無による反射率の変化を測定することにより評価した。具体的に第1および第2のITO層にAC電源を連結し、駆動させながら、印加された電圧による反射率を反射分光器（CM-2600d、Konica Minolta）を利用して光変調デバイスの一面に95%以上の反射率を有するミラーを配置した状態で測定した。前記反射率は、380nm～780nm波長の光に対する反射率の平均である。

【0224】

レインボー現象の評価は、認知評価であり、試料内同一輝度でない2つ以上の異なる輝度を示す模様が発生する場合、レインボー現象が発生するものと評価した。

30

【0225】

下記評価例において「0V__R」は、電圧の未印加時の反射率であり、「15V__R」は、15V電圧印加時の反射率であり、「 ΔT 」という「15V__R」－「0V__R」の値である。下記評価例において反射率は、光変調デバイスの表面法線方向と10度または20度をなす方向に入射した光に対して測定した結果である。

【0226】

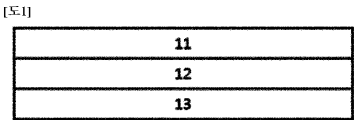
【表 4】

		実施例 5
第 1 セルギャップ		6 μ m
Δ n		0 . 1 3
基板		S R F (p a r a l l e l)
反射率 [1 0 度]	0 V _ R	4 8 . 4 %
	1 5 V _ R	3 . 9 %
	Δ R	4 4 . 5 %
反射率 [2 0 度]	0 V _ R	4 3 . 6 %
	1 5 V _ R	3 . 6 %
	Δ R	4 0 . 0 %
レインボー現象		無し

10

20

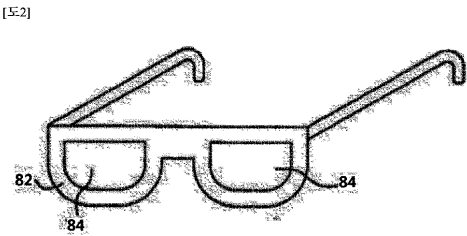
【図 1】



【図 4】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 10-2018-0003784
(32)優先日 平成30年1月11日(2018.1.11)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)
- (31)優先権主張番号 10-2018-0003785
(32)優先日 平成30年1月11日(2018.1.11)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)
- (31)優先権主張番号 10-2018-0003786
(32)優先日 平成30年1月11日(2018.1.11)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)
- (31)優先権主張番号 10-2018-0003787
(32)優先日 平成30年1月11日(2018.1.11)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)
- (31)優先権主張番号 10-2018-0003788
(32)優先日 平成30年1月11日(2018.1.11)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)
- (31)優先権主張番号 10-2018-0003789
(32)優先日 平成30年1月11日(2018.1.11)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)
- (31)優先権主張番号 10-2018-0004305
(32)優先日 平成30年1月12日(2018.1.12)
(33)優先権主張国・地域又は機関
韓国(KR)

- (72)発明者 ユ、ジュン スン
大韓民国 07336 ソウル, ヨンドゥンポグ, ヨイーデロ 128 エルジー・ケム・リミ
テッド内
- (72)発明者 キム、ジン ホン
大韓民国 07336 ソウル, ヨンドゥンポグ, ヨイーデロ 128 エルジー・ケム・リミ
テッド内
- (72)発明者 オー、ドン ヒュン
大韓民国 07336 ソウル, ヨンドゥンポグ, ヨイーデロ 128 エルジー・ケム・リミ
テッド内
- (72)発明者 リー、ヒュン ジュン
大韓民国 07336 ソウル, ヨンドゥンポグ, ヨイーデロ 128 エルジー・ケム・リミ
テッド内

審査官 横井 亜矢子

- (56)参考文献 特開昭58-087538 (JP, A)
特開昭58-093032 (JP, A)
実開昭60-021720 (JP, U)
特開昭59-224826 (JP, A)

特開平10-062776 (JP, A)
国際公開第2013/080948 (WO, A1)
特開昭58-143305 (JP, A)
特開2016-161807 (JP, A)
特開平06-222350 (JP, A)
特開2016-191870 (JP, A)
特開2016-095492 (JP, A)
特開2014-232320 (JP, A)
米国特許出願公開第2016/0026022 (US, A1)
国際公開第2009/123949 (WO, A1)
特開2014-170202 (JP, A)
韓国公開特許第10-2014-0098310 (KR, A)
国際公開第2013/114979 (WO, A1)
特開2014-219429 (JP, A)
国際公開第2014/057949 (WO, A1)
国際公開第2015/108086 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/13, 1/137-1/141
G02F 1/1335, 1/13363
G02F 1/1333
G02B 5/30
Japio-GPG/FX