

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: バンドパスフィルター等に利用した際に、斜め方向から光が入射した場合でも最大透過率の波長のシフトが生じにくい液晶偏光干渉素子を提供する。第1および第2液晶層からなる液晶層組を2組以上有し、第1液晶層が、水平配向した液晶化合物を固定してなる第1水平配向液晶層と、垂直配向した液晶化合物を固定してなる第1垂直配向液晶層とを含み、第2液晶層が、水平配向した液晶化合物を固定してなる第2水平配向液晶層と、垂直配向した液晶化合物を固定してなる第2垂直配向液晶層とを含み、各液晶層において、液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、第1液晶層と第2液晶層の面内遅相軸が交差しており、水平配向液晶層の面内レタレーションが、垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの1.33~4倍であり、第1液晶層の面内レタレーションと第2液晶層の面内レタレーションとが等しい。

明 細 書

発明の名称：液晶偏光干渉素子、および、フィルター

技術分野

[0001] 本発明は、液晶偏光干渉素子、および、これを用いたフィルターに関する。

背景技術

[0002] 特定の波長域の光を透過して、それ以外の波長の光を遮光するバンドパスフィルターが、各種の光学装置に用いられている。

[0003] バンドパスフィルターとしては、誘電体多層膜を用いる偏光干渉フィルター、偏光素子と複屈折結晶とを組み合わせたフィルター等が知られている。

また、特許文献1に記載されるような、クロスニコルに配置された偏光子の間に、厚さが等しく、かつ、偏光子の透過軸の方向と遅相軸とが成す角度が $+ \rho$ となる複屈折板 ($\lambda / 2$ 板) と、 $- \rho$ となる複屈折板とを、交互に積層してなるバンドパスフィルターも知られている。

[0004] 特許文献1では、部品点数が少ない光学フィルター（バンドパスフィルター）として、結晶からなる光学フィルターであって、結晶が異なる2種類の分極領域を周期的に並べた構造を有し、異なる2種類の分極領域の界面と平行に切断した屈折率楕円体の主軸が、異なる2種類の分極領域において異なる、光学フィルターを提案している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2004-101577号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] このようなバンドパスフィルターにおいては、斜めから入射した光に対して、正面（垂直な方向）から入射した光とは最大透過率を示す波長が異なってしまう、いわゆる、短波シフトが生じてしまう、という問題があった。

[0007] 本発明の課題は、このような従来技術の問題点を解決することにより、バンドパスフィルター等に利用した際に、斜め方向から光が入射した場合でも最大透過率の波長のシフトが生じにくい液晶偏光干渉素子を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] この課題を解決するために、本発明は、以下の構成を有する。

[1] 第1液晶層と、第2液晶層とからなる1組の液晶層組を、厚み方向に2組以上有し、

第1液晶層が、光学軸を水平配向した第1-1液晶化合物を固定してなる第1水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した第1-2液晶化合物を固定してなる第1垂直配向液晶層を少なくとも1層と、を含み、

第2液晶層が、光学軸を水平配向した第2-1液晶化合物を固定してなる第2水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した第2-2液晶化合物を固定してなる第2垂直配向液晶層を少なくとも1層とを含み、

第1-1液晶化合物および第1-2液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、

第2-1液晶化合物および第2-2液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、

第1液晶層の面内遅相軸と、第2液晶層の面内遅相軸とが交差しており、

第1水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、第1垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの総和の1.33~4倍であり、

第2水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、第2垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの総和の1.33~4倍であり、

第1液晶層の面内レタレーションと、第2液晶層の面内レタレーションとが等しい、液晶偏光干渉素子。

[2] 第1水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、第1垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの総和の2倍であり、

第2水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、第2垂直配向液晶層

の厚み方向のレタレーションの総和の2倍である、[1]に記載の液晶偏光干渉素子。

[3] 厚さ方向に液晶層組を3組以上有し、

厚さ方向の両側に配置される液晶層組と、厚さ方向の中央部に配置される液晶層組とで、第1液晶層の面内遅相軸と第2液晶層の面内遅相軸とがなす角度、ならびに、第1液晶層および第2液晶層における面内レタレーションが異なる、[1]または[2]に記載の液晶偏光干渉素子。

[4] 第1液晶層および第2液晶層が、赤外線吸収色素を含む、[1]～[3]のいずれかに記載の液晶偏光干渉素子。

[5] 第1液晶層および第2液晶層が、液晶エラストマーを含む、[1]～[4]のいずれかに記載の液晶偏光干渉素子。

[6] [1]～[5]のいずれかに記載の液晶偏光干渉素子と、液晶偏光干渉素子を厚さ方向に挟む2つの偏光子と、を有し、2つの偏光子は、互いの透過軸を直交して配置される、フィルター。

[7] 2つの偏光子の片方または両方と、液晶層組との間に、位相差層を含み、位相差層の面内の遅相軸は、両方の偏光子のいずれかの吸収軸と平行である、[6]に記載のフィルター。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、バンドパスフィルター等に利用した際に、斜め方向から光が入射した場合でも最大透過率の波長のシフトが生じにくい液晶偏光干渉素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の液晶偏光干渉素子を有するフィルターの一例を概念的に示す図である。

[図2]本発明の液晶偏光干渉素子を有するフィルターを説明するためのグラフである。

[図3]本発明の液晶偏光干渉素子を有するフィルターを説明するためのグラフである。

[図4]本発明の別の例の液晶偏光干渉素子を有するフィルターを概念的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の液晶偏光干渉素子およびフィルターについて、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

[0012] 本明細書において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

本明細書において、例えば、「 45° 」、「平行」、「垂直」あるいは「直交」等の角度は、特に記載がなければ、厳密な角度との差異が5度未満の範囲内であることを意味する。厳密な角度との差異は、3度未満であることが好ましく、1度未満であることがより好ましい。

本明細書において、「同じ」、「等しい」等の用語は、該当する技術分野で一般的に許容される誤差範囲を含む。

[0013] 本明細書において、 $R_e(\lambda)$ は、波長 λ における面内のレタデーションを表す。

本明細書において、 $R_e(\lambda)$ は、AxoScan (Axometrics社製) において、波長 λ で測定した値である。AxoScanにて平均屈折率 $((n_x + n_y + n_z) / 3)$ と膜厚 $(d(\mu m))$ を入力することにより、

遅相軸方向($^\circ$)

$$R_e(\lambda) = R_0(\lambda)$$

が算出される。

なお、 $R_0(\lambda)$ は、AxoScanで算出される数値として表示されるものであるが、 $R_e(\lambda)$ を意味している。

[0014] また、以下に示す図は、いずれも、本発明を説明するための概念的な図であり、各構成要素の位置関係、大きさ、厚さ、および、形状等は、実際のものとは異なる。

[0015] [液晶偏光干渉素子およびフィルター]

本発明の液晶偏光干渉素子は、

第1液晶層と、第2液晶層とからなる1組の液晶層組を、厚み方向に2組以上有し、

第1液晶層が、光学軸を水平配向した第1-1液晶化合物を固定してなる第1水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した第1-2液晶化合物を固定してなる第1垂直配向液晶層を少なくとも1層と、を含み、

第2液晶層が、光学軸を水平配向した第2-1液晶化合物を固定してなる第2水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した第2-2液晶化合物を固定してなる第2垂直配向液晶層を少なくとも1層とを含み、

第1-1液晶化合物および第1-2液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、

第2-1液晶化合物および第2-2液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、

第1液晶層の面内遅相軸と、第2液晶層の面内遅相軸とが交差しており、

第1水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和が、第1垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の1.33~4倍であり、

第2水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和が、第2垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の1.33~4倍であり、

第1液晶層の面内レタデーシヨンと、第2液晶層の面内レタデーシヨンとが等しい、液晶偏光干渉素子である。

[0016] また、本発明のフィルターは、

上記液晶偏光干渉素子と、

液晶偏光干渉素子を厚さ方向に挟む2つの偏光子と、を有し、

2つの偏光子は、互いの透過軸を直交して配置される、フィルターである。

。

[0017] 図1に、本発明の液晶偏光干渉素子を有する本発明のフィルターの一例を概念的に示す。

図1に示すフィルター10は、特定の波長域の光を透過して、それ以外の

波長の光を遮光するバンドパスフィルター（狭帯域フィルター）である。フィルター10は、第1偏光子12および第2偏光子14と、液晶偏光干渉素子16とを有する。液晶偏光干渉素子16は、第1偏光子12と第2偏光子14との間に配置される。

[0018] 第1偏光子12および第2偏光子14は、所定方向の直線偏光を透過する偏光子（偏光板）であり、透過軸を直交する、クロスニコルに配置されたものである。

第1偏光子12および第2偏光子14には、制限はなく、ヨウ素系偏光子、二色性染料を利用した染料系偏光子、ポリエーテル系偏光子、および、ワイヤーグリッド偏光子など、公知の各種の直線偏光子が利用可能である。

[0019] 図示例のフィルター10において、第1偏光子12と第2偏光子14との間には、液晶偏光干渉素子16が配置される。

なお、図1においては、第1偏光子12および第2偏光子14と、液晶偏光干渉素子16とは離間している。

しかしながら、本発明は、これに制限はされず、第1偏光子12および第2偏光子14と、液晶偏光干渉素子16とは、接触して積層されてもよい。また、第1偏光子12および第2偏光子14と、液晶偏光干渉素子16とが接触している場合には、必要に応じて、OCA (Optical Clear Adhesive) およびアクリル系粘着剤等の透過光に対して透明な貼着剤で両者を貼着してもよい。

[0020] 液晶偏光干渉素子16は、特定の波長域（特定波長）の光に対して $\lambda/2$ 位相差板として作用し、それ以外の光には位相差層として作用しない光学素子である。

上述のように、第1偏光子12および第2偏光子14は、透過軸を直交するクロスニコルで配置された偏光子である。

従って、フィルター10に入射した光は、所定方向の直線偏光のみが第1偏光子12を透過する。この直線偏光のうち、特定の波長の光は液晶偏光干渉素子16によって偏光方向を 90° 回転されて、第1偏光子12とクロス

ニコルで配置された第2偏光子14に入射して透過する。それに対して、特定の波長域以外の光は、液晶偏光干渉素子16が位相差層として作用しないので、第1偏光子12とクロスニコルで配置された第2偏光子14に入射して遮光される。

フィルター10は、このような光学的な作用によって、特定の波長域の光のみを透過して、それ以外の光を遮光する、バンドパスフィルターとなる。

[0021] 液晶偏光干渉素子16は、所定の方向に配向した液晶化合物を固定してなる液晶層を、偶数層、積層してなるものである。

具体的には、液晶偏光干渉素子16は、第1液晶層20と、第2液晶層24とからなる1組の液晶層組26を、厚み方向に2組以上、積層したものである。

従って、第1液晶層20と第2液晶層24との合計の積層数は、偶数となる。

図1に示す例において、液晶偏光干渉素子16は、第1から第nまでの液晶層組を有する。

[0022] 1つの液晶層組26において、第1液晶層20および第2液晶層24はそれぞれ、光学軸を水平配向した液晶化合物を固定してなる水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した液晶化合物を固定してなる垂直配向液晶層を少なくとも1層と、を含む。

[0023] 以下の説明において、最も第1偏光子12側の液晶層組を第1液晶層組26aとし、最も第2偏光子14側の液晶層組を第n液晶層組26nとし、各液晶層組を区別する必要がある場合には液晶層組26ともいう。また、第1液晶層組26aに含まれる第1液晶層を符号20aで表し、第2液晶層を符号24aで表し、第n液晶層組26nに含まれる第1液晶層を符号20nで表し、第2液晶層を符号24nで表し、各第1液晶層を区別する必要がある場合には第1液晶層20ともいい、各第2液晶層を区別する必要がある場合には第2液晶層24ともいう。また、第1液晶層組26aの第1液晶層20aに含まれる水平配向液晶層を第1水平配向液晶層20Haとし、第n液晶

層組 26 n の第 1 液晶層 20 n に含まれる水平配向液晶層を第 1 水平配向液晶層 20 H n とし、各第 1 水平配向液晶層を区別する必要がない場合には第 1 水平配向液晶層 20 H ともいう。また、第 1 液晶層組 26 a の第 1 液晶層 20 a に含まれる垂直配向液晶層を第 1 垂直配向液晶層 20 V a とし、第 n 液晶層組 26 n の第 1 液晶層 20 n に含まれる垂直配向液晶層を第 1 垂直配向液晶層 20 V n とし、各第 1 垂直配向液晶層を区別する必要がない場合には第 1 垂直配向液晶層 20 V ともいう。また、第 1 液晶層組 26 a の第 2 液晶層 24 a に含まれる水平配向液晶層を第 2 水平配向液晶層 24 H a とし、第 n 液晶層組 26 n の第 2 液晶層 24 n に含まれる水平配向液晶層を第 2 水平配向液晶層 24 H n とし、各第 2 水平配向液晶層を区別する必要がない場合には第 2 水平配向液晶層 24 H ともいう。また、第 1 液晶層組 26 a の第 2 液晶層 24 a に含まれる垂直配向液晶層を第 2 垂直配向液晶層 24 V a とし、第 n 液晶層組 26 n の第 2 液晶層 24 n に含まれる垂直配向液晶層を第 2 垂直配向液晶層 24 V n とし、各第 2 垂直配向液晶層を区別する必要がない場合には第 2 垂直配向液晶層 20 V ともいう。

[0024] 以下、代表して第 1 液晶層組 26 a の第 1 液晶層 20 a および第 2 液晶層 24 a について説明するが、基本的に各液晶層組 26 の第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 は同様の構成を有する。

[0025] 図 1 に示すように、第 1 液晶層 20 a の第 1 水平配向液晶層 20 H a は、第 1-1 棒状液晶化合物 18_{h1a} をその光学軸を水平配向して固定してなる液晶層である。棒状液晶化合物の光学軸は長軸方向である。すなわち、第 1 水平配向液晶層 20 H a は、第 1-1 棒状液晶化合物 18_{h1a} をその長軸方向が第 1 水平配向液晶層 20 H a の主面に平行になるように配向した層である。また、図 1 に示すように、第 1 水平配向液晶層 20 H a 内において、各第 1-1 棒状液晶化合物 18_{h1a} は、その光学軸が所定の一方向に揃うように配向されている。すなわち、第 1 水平配向液晶層 20 H a は、いわゆる（ポジティブ）A プレートである。

なお、主面とは、シート状物（各層）の最大面である。

[0026] 第1液晶層20aの第1垂直配向液晶層20Vaは、第1-2棒状液晶化合物18_{v1a}をその光学軸を垂直配向して固定してなる液晶層である。すなわち、第1垂直配向液晶層20Vaは、第1-2棒状液晶化合物18_{v1a}をその長軸方向が第1垂直配向液晶層20Vaの主面に垂直になるように配向した層である。すなわち、第1垂直配向液晶層20Vaは、いわゆる（ポジティブ）Cプレートである。

[0027] 本発明において、第1水平配向液晶層20Haの面内レタデーシヨンの総和の絶対値は、第1垂直配向液晶層20Vaの厚み方向レタデーシヨンの総和の絶対値の約2倍である。

この点については後に詳述する。

[0028] 同様に、図1に示すように、第2液晶層24aの第2水平配向液晶層24Haは、第2-1棒状液晶化合物18_{h2a}をその光学軸を水平配向して固定してなる液晶層である。すなわち、第2水平配向液晶層24Haは、第2-1棒状液晶化合物18_{h2a}をその長軸方向が第2水平配向液晶層24Haの主面に平行になるように配向した層である。また、図1に示すように、第2水平配向液晶層24Ha内において、各第2-1棒状液晶化合物18_{h2a}は、その光学軸が所定の一方方向に揃うように配向されている。すなわち、第2水平配向液晶層24Haは、いわゆる（ポジティブ）Aプレートである。なお、以下の説明において、各液晶層を構成する棒状液晶化合物を区別する必要がない場合には棒状液晶化合物18ともいう。

[0029] 第2液晶層24aの第2垂直配向液晶層24Vaは、第2-2棒状液晶化合物18_{v2a}をその光学軸を垂直配向して固定してなる液晶層である。すなわち、第2垂直配向液晶層24Vaは、第2-2棒状液晶化合物18_{v2a}をその長軸方向が第2垂直配向液晶層24Vaの主面に垂直になるように配向した層である。すなわち、第2垂直配向液晶層24Vaは、いわゆる（ポジティブ）Cプレートである。

[0030] 本発明において、第2水平配向液晶層24Haの面内レタデーシヨンの総和の絶対値は、第2垂直配向液晶層24Vaの厚み方向レタデーシヨンの総

和の絶対値の約2倍である。

この点については後に詳述する。

[0031] 第1液晶層組26aにおいて、第1液晶層20aの面内遅相軸と、第2液晶層24aの面内遅相軸とは、交差している。

第1液晶層20aの面内遅相軸の方向は、主に第1水平配向液晶層20Haにおける第1-1棒状液晶化合物18_{h1a}の配向方向に起因する。同様に、第2液晶層24aの面内遅相軸の方向は、主に第2水平配向液晶層24Haにおける第2-1棒状液晶化合物18_{h2a}の配向方向に起因する。

[0032] 従って、図1に示すように、第1液晶層20aと第2液晶層24aとは、第1水平配向液晶層20Haにおける第1-1棒状液晶化合物18_{h1a}の配向方向（長軸の方向）と、第2水平配向液晶層24Haにおける第2-1棒状液晶化合物18_{h2a}の配向方向（長軸の方向）とが交差するように積層される。

[0033] また、第1液晶層組26aにおいて、第1液晶層20aの面内レタレーションと、第2液晶層24aの面内レタレーションとは、略等しい。

[0034] このような第1液晶層組26aは、第1液晶層20aの遅相軸の方向と第2液晶層24aの遅相軸の方向とがなす角度の二等分線が、クロスニコルに配置された偏光子（第1偏光子12および第2偏光子14）の一方の透過軸または吸収軸と平行になるように配置される。すなわち、偏光子（第1偏光子12および第2偏光子14）の一方の透過軸または吸収軸を基準線とし、例えば、第1偏光子12側から見た際の時計回りの角度をプラス、反時計回りの角度をマイナスとした場合に、基準線からの第1液晶層20aの遅相軸の角度と、第2液晶層24aの遅相軸の角度は、プラスマイナスが異なり絶対値が同じとなる。

[0035] 本発明の液晶偏光干渉素子16は、このような液晶層組26を2組以上有する。その際、複数の液晶層組26は、第1液晶層20の遅相軸の方向と第2液晶層24の遅相軸の方向とがなす角度の二等分線が、互いに平行になるように配置される。

[0036] 図1に示す例では、全ての第1液晶層20が同様の構成であり、また、全

ての第2液晶層24も同様の構成である。すなわち、図1に示す液晶偏光干渉素子16において、全ての第1液晶層20は面内レタレーション ($\Delta n d$) および面内遅相軸の角度等が等しく、かつ、全ての第2液晶層24は面内レタレーション ($\Delta n d$) および面内遅相軸の角度が等しい。

[0037] このような液晶偏光干渉素子16を通過する光は、第1液晶層20が持つある角度の遅相軸と、第2液晶層24が持つこの角度とは絶対値が同じで符号が異なる角度の遅相軸とによる影響を、交互に、繰り返し受ける。

[0038] そのため、液晶偏光干渉素子16において、フィルター10を透過する波長域に応じて第1液晶層20および第2液晶層24の $\Delta n d$ を設定し、さらに、第1液晶層20と第2液晶層24との合計の積層数に応じて、第1液晶層20および第2液晶層24における遅相軸の角度を調節することにより、特定の波長域の光に対して $\lambda/2$ 位相差板として作用し、それ以外の光には位相差板として作用しない、すなわちレタレーションを感じない液晶偏光干渉素子16を形成できる。

[0039] このように、特定の波長域の光に対してのみ $\lambda/2$ 位相差板として作用する液晶偏光干渉素子16を、クロスニコルに配置された第1偏光子12および第2偏光子14の間に配置したフィルター10は、前述のとおり、第1偏光子12を透過した直線偏光のうち、特定の波長の光を液晶偏光干渉素子16によって偏光方向を 90° 回転し、第1偏光子12とクロスニコルで配置された第2偏光子14を透過させる。一方、特定の波長域以外の光は、液晶偏光干渉素子16が位相差層として作用しないため、第1偏光子12を透過した直線偏光は、液晶偏光干渉素子16を透過し、第2偏光子14で遮光される。フィルター10は、このような光学的な作用によって、特定の波長域の光のみを透過して、それ以外の光を遮光する、バンドパスフィルターとなる。

[0040] このように、液晶偏光干渉素子16は、特定の波長域の光に対してのみ、 $\lambda/2$ 位相差板として作用する。これに応じて、第1液晶層20および第2液晶層24の面内レタレーション ($\Delta n d$) は、液晶偏光干渉素子16が λ

／2位相差板として作用することを想定する波長、すなわち、フィルター10を透過することを想定する波長域の中心波長の半分（半波長）とする。

[0041] 例えば、液晶偏光干渉素子16が $\lambda/2$ 位相差板として作用する波長すなわちフィルター10が透過する波長域の中心波長を550nmとして想定する場合には、第1液晶層20および第2液晶層24の $\Delta n d$ は275nmとすればよい。第1液晶層20が第1水平配向液晶層20Hおよび第1垂直配向液晶層20Vからなる場合には、第1液晶層20の面内レタデーションは、主に第1水平配向液晶層20Hに起因するため、第1水平配向液晶層20Hの $\Delta n d$ を275nmとすればよい。同様に、第2液晶層24が第2水平配向液晶層24Hおよび第2垂直配向液晶層24Vからなる場合には、第2液晶層24の面内レタデーションは、主に第2水平配向液晶層24Hに起因するため、第2水平配向液晶層24Hの $\Delta n d$ を275nmとすればよい。

なお、第1液晶層20および第2液晶層24の $\Delta n d$ は、フィルター10が透過する波長域の中心波長の半分に対して、 $\pm 10\%$ 程度の誤差を有してもよい。

[0042] ここで、本発明の液晶偏光干渉素子16においては、第1液晶層20の第1水平配向液晶層20Hの面内レタデーションの総和の絶対値は、第1垂直配向液晶層20Vの厚み方向レタデーションの総和の絶対値の約1.33～4倍であり、約2倍が好ましい。また、第2液晶層24の第2水平配向液晶層24Hの面内レタデーションの総和の絶対値は、第2垂直配向液晶層24Vの厚み方向レタデーションの総和の絶対値の約1.33～4倍であり、約2倍が好ましい。

[0043] 前述のとおり、従来のバンドパスフィルターでは、光が斜め方向から入射した際に、図2の示す太実線から細実線のように、光が正面から入射した場合に対して、透過波長域が短波長側に移動する波長シフトが生じる、という問題があった。

[0044] これに対して、本発明の液晶偏光干渉素子16は、第1液晶層20および第2液晶層24がそれぞれ、水平配向液晶層（20H、24H）と、垂直配

向液晶層（20V、24V）とを有し、水平配向液晶層の面内レタデーションの総和の絶対値は、垂直配向液晶層の厚み方向レタデーションの総和の絶対値の約1.33～4倍であり、好ましくは約2倍である。これにより、第1液晶層20および第2液晶層24それぞれが、光が垂直方向から入射した際に光に対して作用させる位相差と、光が斜め方向から入射した際に光に対して作用させる位相差との差を小さくすることができる。これにより、フィルター10に斜め方向から光が入射した際における波長シフトを抑制することができる。

[0045] なお、水平配向液晶層（20H、24H）の面内レタデーションは、AxoScan（OPMF-1、Axometrics社製）を用いて測定することができる。

[0046] また、垂直配向液晶層（20V、24V）の厚み方向レタデーションは、AxoScan（OPMF-1、Axometrics社製）を用いて測定することができる。面内レタデーションおよび厚み方向レタデーションは、面内周期構造層と厚み方向周期構造層とが積層された状態でも光学解析で分離して測定することができる。

[0047] 液晶偏光干渉素子16が液晶層組26を、何組、有するかは、液晶偏光干渉素子16を斜めに切削して、その断面の表面における液晶の配向方向を分析することによって検出できる。この方法は、Yohei Takahashiらによる『Depth-Dependent Determination of Molecular Orientation for WV-Film』（FMC8-3、IDW '04、651～654）に詳述されている。

[0048] また、各液晶層組における、第1液晶層20および第2液晶層24それぞれの水平配向液晶層および垂直配向液晶層は、液晶偏光干渉素子16を斜めに切削して、その断面の表面における液晶化合物の配向方向を分析することによって特定できる。この方法は、上述したYohei Takahashiらによる文献に詳述されている。

[0049] また、各液晶層組における、第1液晶層20、すなわち、第1水平配向液晶層の面内遅相軸の方向、および、第2液晶層24、すなわち、第2水平配

向液晶層の面内遅相軸の方向は、液晶偏光干渉素子 16 を斜めに切削して、その断面の表面における液晶化合物の配向方向を分析することによって検出できる。

- [0050] 第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 それぞれの面内レタレーションは、アクソメトリクス社製の AxoScan 等を用いて測定できる。
- [0051] 第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 の面内レタレーション ($\Delta n d$) において、 Δn は、第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 を構成する棒状液晶化合物 18 の複屈折である。また、 d は、第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 の厚さである。従って、棒状液晶化合物 18 の複屈折 Δn と、厚さ d とを測定して面内レタレーションを求めてもよい。なお、液晶化合物の複屈折 Δn は、アクソメトリクス社製の AxoScan 等を用いても測定できる。
- [0052] 液晶偏光干渉素子 16 を構成する第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 における遅相軸の角度（基準となる偏光子の透過軸または吸収軸に対する角度）は、フィルター 10 を透過することを想定する波長域の中心波長、および、第 1 液晶層 20 と第 2 液晶層 24 との合計の積層数 N に応じて、液晶偏光干渉素子 16 が $\lambda/2$ 位相差板として作用する最適な角度を、シミュレーションによって設定すればよい。
- このシミュレーションには、一般的な光学シミュレーション手段を使用することができるほか、LCD Master 1D（シンテック社製、Ver 9.8.0.0）を使用して算出することも可能である。
- [0053] 第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 それぞれの厚さ d にも制限はなく、用いる液晶化合物に応じて、第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 それぞれの面内レタレーション ($\Delta n d$) をフィルター 10 が透過する波長域の中心波長の半波長にできる厚さを、適宜、設定すればよい。
- 第 1 液晶層 20 および第 2 液晶層 24 それぞれの厚さ d は、 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ が好ましく、 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ がより好ましい。
- [0054] また、第 1 液晶層 20 における第 1 水平配向液晶層 20H および第 1 垂直配向液晶層 20V それぞれの厚さ、ならびに、第 2 液晶層 24 における第 2

水平配向液晶層 2 4 H および第 2 垂直配向液晶層 2 4 V それぞれの厚さにも制限はなく、用いる液晶化合物等に応じて、水平配向液晶層 (2 0 H、2 4 H) の面内レタレーションの総和の絶対値が、垂直配向液晶層 (2 0 V、2 4 V) の厚み方向レタレーションの総和の絶対値の約 2 倍となる厚さを、適宜、設定すればよい。

[0055] 第 1 液晶層 2 0 における第 1 水平配向液晶層 2 0 H および第 1 垂直配向液晶層 2 0 V を同じ種類の液晶化合物を用いて形成する場合、すなわち、第 1 - 1 棒状液晶化合物 $1 8_{h1a}$ と、第 1 - 2 棒状液晶化合物 $1 8_{v1a}$ とが同じ種類の場合、第 1 水平配向液晶層 2 0 H の面内レタレーションの総和の絶対値を、第 1 垂直配向液晶層 2 0 V の厚み方向レタレーションの総和の絶対値の約 2 倍とするために、第 1 水平配向液晶層 2 0 H の厚さを第 1 垂直配向液晶層 2 0 V の厚さの略 2 倍とすればよい。同様に、第 2 液晶層 2 0 における第 2 水平配向液晶層 2 4 H および第 2 垂直配向液晶層 2 4 V を同じ種類の液晶化合物を用いて形成する場合、すなわち、第 2 - 1 棒状液晶化合物 $1 8_{h2a}$ と、第 2 - 2 棒状液晶化合物 $1 8_{v2a}$ とが同じ種類の場合、第 2 水平配向液晶層 2 4 H の面内レタレーションの総和の絶対値を、第 2 垂直配向液晶層 2 4 V の厚み方向レタレーションの総和の絶対値の約 2 倍とするために、第 2 水平配向液晶層 2 4 H の厚さを第 2 垂直配向液晶層 2 4 V の厚さの略 2 倍とすればよい。

[0056] また、第 1 液晶層 2 0 における第 1 水平配向液晶層 2 0 H と、第 2 液晶層 2 0 における第 2 水平配向液晶層 2 4 H とを同じ種類の液晶化合物を用いて形成する場合、すなわち、第 1 - 1 棒状液晶化合物 $1 8_{h1a}$ と、第 2 - 1 棒状液晶化合物 $1 8_{h2a}$ とが同じ種類の場合、第 1 液晶層 2 0 の面内レタレーションと、第 2 液晶層 2 4 の面内レタレーションとを略等しくするために、第 1 水平配向液晶層 2 0 H の厚さと水平配向液晶層 2 4 H の厚さとを略等しくすればよい。

[0057] また、図 1 に示す例では、1 つの第 1 液晶層 2 0 は、第 1 水平配向液晶層 2 0 H および第 1 垂直配向液晶層 2 0 V をそれぞれ 1 層有する構成としたがこれに限定はされない。第 1 液晶層 2 0 は、第 1 水平配向液晶層 2 0 H およ

び／または第1垂直配向液晶層20Vを複数層有する構成としてもよい。第1水平配向液晶層20Hおよび／または第1垂直配向液晶層20Vを複数層有する構成の場合には、複数の第1水平配向液晶層20Hの面内レタデーシヨンの総和が、複数の第1垂直配向液晶層20Vの厚み方向レタデーシヨンの総和の略2倍であればよい。

[0058] 同様に、図1に示す例では、1つの第2液晶層24は、第2水平配向液晶層24Hおよび第2垂直配向液晶層24Vをそれぞれ1層有する構成としたがこれに限定はされない。第2液晶層24は、第2水平配向液晶層24Hおよび／または第2垂直配向液晶層24Vを複数層有する構成としてもよい。第2水平配向液晶層24Hおよび／または第2垂直配向液晶層24Vを複数層有する構成の場合には、複数の第2水平配向液晶層24Hの面内レタデーシヨンの総和が、複数の第2垂直配向液晶層24Vの厚み方向レタデーシヨンの総和の略2倍であればよい。このとき、1つの第1液晶層および／または1つの第2液晶層において、水平配向液晶層および垂直配向液晶層をより細く分割して水平配向液晶層および垂直配向液晶層の数を増やすことで、正面（法線方向）から見たリタデーシヨンと、より斜め方向（大きな極角の方向）から見たリターデーシヨンの差を軽減できるため望ましい。

[0059] 第1液晶層20および第2液晶層24の合計の積層数は、液晶層組26が2組以上すなわち4層以上で、かつ、偶数であれば、これ以外に制限はない。

第1液晶層20および第2液晶層24の合計の積層数は、6～30層が好ましく、6～20層がより好ましく、6～10層がさらに好ましい。すなわち、液晶層組26の数は、3～15組が好ましく、3～10組がより好ましく、3～5組がさらに好ましい。

[0060] なお、本発明においては、第1液晶層20および第2液晶層24の合計の積層数が多いほど、すなわち、液晶層組26の数が多いほど、液晶偏光干渉素子16が $\lambda/2$ 位相差層として作用する波長域が狭くなる。

従って、本発明においては、第1液晶層20および第2液晶層24の合計

の積層数が多いほど、透過する光の波長域の半値幅が狭くなる。言い換えれば、第1液晶層20および第2液晶層24の合計の積層数が多いほど、フィルター10を、より透過波長域が狭帯域のバンドパスフィルターにすることができる。

従って、第1液晶層20および第2液晶層24の合計の積層数、すなわち、液晶層組26の数は、フィルター10に要求される透過波長域の広さに応じて、広帯域が好ましい場合には少なめの層数を選択し、狭帯域が要求される場合には多い層数を、適宜、選択すればよい。

[0061] 図1に示す液晶偏光干渉素子16は、全ての液晶層組が全て同じ構成を有する。すなわち、図1に示す液晶偏光干渉素子16は、全ての第1液晶層20が同じ構成であり、また、全ての第2液晶層24も同じ構成である。すなわち、図1に示す液晶偏光干渉素子16において、全ての第1液晶層20は面内レタレーション($\Delta n d$)および面内遅相軸の角度が等しく、かつ、全ての第2液晶層24は面内レタレーション($\Delta n d$)および面内遅相軸の角度が等しい。

[0062] しかしながら、本発明は、これに制限はされず、厚さ方向に、液晶層の面内レタレーション($\Delta n d$)および面内遅相軸の角度の分布を有してもよい。すなわち、本発明では、各液晶層組それぞれで第1液晶層と第2液晶層との面内レタレーション($\Delta n d$)が等しく、また、面内遅相軸の角度の絶対値が等しければ、液晶層組ごとに、第1液晶層および第2液晶層の面内レタレーション($\Delta n d$)および/または面内遅相軸の角度が異なってもよい。

[0063] 一例として、厚さ方向に液晶層組を3組以上有し、厚さ方向(積層方向)の中央の液晶層組と、厚さ方向の両側の液晶層組とで、第1液晶層および第2液晶層の面内レタレーション($\Delta n d$)、および、面内遅相軸の角度、すなわち、第1液晶層の面内遅相軸と第2液晶層の面内遅相軸とがなす角度が異なる構成が例示される。

[0064] 具体的には、厚さ方向の中央の液晶層組の液晶層(第1液晶層および第2

液晶層) に比して、厚さ方向の両側の液晶層組の液晶層 (第1液晶層および第2液晶層) の面内レタレーション ($\Delta n d$) を大きくし、面内遅相軸の角度の絶対値を小さくしてもよい。

[0065] 後に実施例でも示すが、一例として、液晶偏光干渉素子が8層の液晶層すなわち4組の液晶層組を有する場合には、

1組目の液晶層組において、第1液晶層 (1層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 1$ 、面内遅相軸の角度を $\theta 1$ 、第2液晶層 (2層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 1$ 、面内遅相軸の角度を $-\theta 1$ とし、

2組目の液晶層組において、第1液晶層 (3層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 1$ よりも小さい $\Delta n d 2$ 、面内遅相軸の角度を $\theta 1$ よりも大きな $\theta 2$ 、第2液晶層 (4層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 2$ 、面内遅相軸の角度を $-\theta 2$ とし、

3組目の液晶層組において、第1液晶層 (5層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 2$ 、面内遅相軸の角度を $\theta 2$ 、第2液晶層 (6層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 2$ 、面内遅相軸の角度を $-\theta 2$ とし、

4組目の液晶層組において、第1液晶層 (7層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 1$ 、面内遅相軸の角度を $\theta 1$ 、第2液晶層 (8層目) の面内レタレーションを $\Delta n d 1$ 、面内遅相軸の角度を $-\theta 1$ 、とする構成が例示される。

[0066] バンドパスフィルターでは、図3に概念的に示すように、目的とする透過波長域を挟んで、目的とする透過波長域よりも短波長の位置および長波長の位置に、図中に矢印Sで示すような、サイドローブと呼ばれる透過波長域を生じてしまう。

これに対して、上述のように、厚さ方向の中央の液晶層組の液晶層に比して、厚さ方向の両側の液晶層組の液晶層の面内レタレーションを大きくし、面内遅相軸の角度を小さくすることにより、このサイドローブを低減することができる。

[0067] なお、液晶層の面内レタレーションは、一例として、液晶層の厚さを変更

することで調節すればよいが、用いる液晶化合物を変更することで、調節してもよい。

[0068] このような厚さ方向の中央の液晶層組の液晶層に比して、厚さ方向の両側の液晶層組の液晶層の面内レタレーションを大きくし、面内遅相軸の角度を小さくする構成において、両側に比して、液晶層の面内レタレーションを大きくし面内遅相軸の角度を小さくする中央の液晶層の層数には、すなわち、両側と中央の液晶層組の分け方には、制限はなく、フィルターが有する液晶層（液晶層組）の数に応じて、適宜、設定すればよい。

[0069] また、厚さ方向の両側の液晶層組の液晶層の面内レタレーションおよび面内遅相軸の角度、ならびに、厚さ方向の中央の液晶層組の液晶層の面内レタレーションおよび面内遅相軸の角度も、液晶偏光干渉素子が $\lambda/2$ 位相差板として作用し、かつ、サイドローブを低減できる最適な面内レタレーションおよび面内遅相軸の角度を、シミュレーションによって設定すればよい。

[0070] なお、積層方向（厚さ方向）の両側から中央に向かう、液晶層組の液晶層の面内遅相軸の角度の変化、および、液晶層組の液晶層の面内レタレーションの厚さ方向の分布は、できるだけ、なだらかに、かつ、細かく制御するのが好ましい。

[0071] 図1に示すフィルター10においては、各液晶層組において、第1液晶層20の第1水平配向液晶層20Hを構成する液晶化合物、および、第1垂直配向液晶層20Vを構成する液晶化合物はいずれも棒状液晶化合物とし、また、第2液晶層24の第2水平配向液晶層24Hを構成する液晶化合物、および、第2垂直配向液晶層24Vを構成する液晶化合物はいずれも棒状液晶化合物としたが、本発明はこれに限定はされない。

[0072] 例えば、図4に示すフィルター10bの液晶偏光干渉素子16bのように、第1液晶層21の第1水平配向液晶層21Hを構成する液晶化合物、および、第1垂直配向液晶層21Vを構成する液晶化合物をいずれも円盤状液晶化合物19とし、また、第2液晶層25の第2水平配向液晶層25Hを構成する液晶化合物、および、第2垂直配向液晶層25Vを構成する液晶化合物

をいずれも円盤状液晶化合物 19 としてもよい。

[0073] 円盤状液晶化合物の光学軸の方向は、円盤面に垂直な方向である。したがって、図4に示すように、例えば、第1液晶層組 27a の第1液晶層 21a の第1水平配向液晶層 21Ha を構成する第1-1円盤状液晶化合物 19_{h1a} は、光学軸が第1水平配向液晶層 21Ha の主面に平行になるように配向されるため、円盤面が主面に垂直に配向される。また、図4に示すように、第1水平配向液晶層 21Ha 内において、各第1-1円盤状液晶化合物 19_{h1a} は、その光学軸が所定の一方方向に揃うように配向されている。すなわち、第1水平配向液晶層 21Ha は、いわゆる（ネガティブ）Aプレートである。

[0074] また、第1液晶層 21a の第1垂直配向液晶層 21Va を構成する第1-2円盤状液晶化合物 19_{v1a} は、光学軸が第1垂直配向液晶層 21Va の主面に垂直になるように配向されるため、円盤面が主面に平行に配向される。すなわち、第1垂直配向液晶層 21Va は、いわゆる（ネガティブ）Cプレートである。

[0075] このような円盤状液晶化合物を用いて形成された第1水平配向液晶層 21Ha、および、第1垂直配向液晶層 21Va を有する第1液晶層 21a においても、第1水平配向液晶層 21Ha の面内レタデーシヨンの総和の絶対値は、第1垂直配向液晶層 21Va の厚み方向レタデーシヨンの総和の絶対値の 1.33~4 倍であり、好ましくは約 2 倍である。

[0076] 同様に、図4に示すように、第1液晶層組 27a の第2液晶層 25a の第1水平配向液晶層 25Ha を構成する第2-1円盤状液晶化合物 19_{h2a} は、光学軸が第2水平配向液晶層 25Ha の主面に平行になるように配向されるため、円盤面が主面に垂直に配向される。また、図4に示すように、第2水平配向液晶層 25Ha 内において、各第2-1円盤状液晶化合物 19_{h2a} は、その光学軸が所定の一方方向に揃うように配向されている。すなわち、第2水平配向液晶層 25Ha は、いわゆる（ネガティブ）Aプレートである。

[0077] また、第2液晶層 25a の第2垂直配向液晶層 25Va を構成する第2-2円盤状液晶化合物 19_{v2a} は、光学軸が第2垂直配向液晶層 25Va の主面に

垂直になるように配向されるため、円盤面が主面に平行に配向される。すなわち、第2垂直配向液晶層25Vaは、いわゆる（ネガティブ）Cプレートである。

[0078] このような円盤状液晶化合物を用いて形成された第2水平配向液晶層25Ha、および、第2垂直配向液晶層25Vaを有する第2液晶層25aにおいても、第2水平配向液晶層25Haの面内レタデーシヨンの総和の絶対値は、第2垂直配向液晶層25Vaの厚み方向レタデーシヨンの総和の絶対値の1.33~4倍であり、好ましくは約2倍である。

[0079] 第1液晶層組27aにおいて、第1液晶層21aの面内遅相軸と、第2液晶層25aの面内遅相軸とは、交差している。

第1液晶層21aの面内遅相軸の方向は、主に第1水平配向液晶層21Haにおける第1-1円盤状液晶化合物19_{h1a}の配向方向に起因する。同様に、第2液晶層25aの面内遅相軸の方向は、主に第2水平配向液晶層25Haにおける第2-1円盤状液晶化合物19_{h2a}の配向方向に起因する。

[0080] 従って、図4に示すように、第1液晶層21aと第2液晶層25aとは、第1水平配向液晶層21Haにおける第1-1円盤状液晶化合物19_{h1a}の配向方向（光学軸）と、第2水平配向液晶層25Haにおける第2-1円盤状液晶化合物19_{h2a}の配向方向（光学軸）とが交差するように積層される。

[0081] また、第1液晶層組27aにおいて、第1液晶層21aの面内レタデーシヨンと、第2液晶層25aの面内レタデーシヨンとは、略等しい。

[0082] 液晶偏光干渉素子16bは、このような液晶層組27を2組以上有する。その際、複数の液晶層組27は、第1液晶層21の遅相軸の方向と第2液晶層25の遅相軸の方向とがなす角度の二等分線が、互いに平行になるように配置される。

[0083] これにより、液晶偏光干渉素子16bは、特定の波長域の光に対してのみλ/2位相差板として作用するため、この液晶偏光干渉素子16bを第1偏光子12および第2偏光子14の間に配置したフィルター10は、特定の波長域の光のみを透過して、それ以外の光を遮光する、バンドパスフィルター

となる。

[0084] その際、本発明の液晶偏光干渉素子 16 b は、第 1 液晶層 21 および第 2 液晶層 25 がそれぞれ、水平配向液晶層 (21 H、25 H) と、垂直配向液晶層 (21 V、25 V) とを有し、水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和の絶対値は、垂直配向液晶層の厚み方向レタデーシヨンの総和の絶対値の 1.33~4 倍であり、好ましくは約 2 倍である。これにより、第 1 液晶層 21 および第 2 液晶層 25 それぞれが、光が垂直方向から入射した際に光に対して作用させる位相差と、光が斜め方向から入射した際に光に対して作用させる位相差との差を小さくすることができる。これにより、フィルター 10 に斜め方向から光が入射した際における波長シフトを抑制することができる。

[0085] なお、図 1 に示す例では、全ての液晶層が棒状液晶化合物で構成され、また、図 4 に示す例では、全ての液晶層が円盤状液晶化合物で構成されるものとしたが、これに限定はされない。

[0086] 例えば、第 1 液晶層 20 の第 1 水平配向液晶層 20 H、および、第 1 垂直配向液晶層 20 V を構成する液晶化合物をいずれも棒状液晶化合物とし、かつ、第 2 液晶層 25 の第 2 水平配向液晶層 25 H、および、第 2 垂直配向液晶層 25 V を構成する液晶化合物をいずれも円盤状液晶化合物としてもよい。あるいは、第 1 液晶層 21 の第 1 水平配向液晶層 21 H、および、第 1 垂直配向液晶層 21 V を構成する液晶化合物をいずれも円盤状液晶化合物とし、かつ、第 2 液晶層 24 の第 2 水平配向液晶層 24 H、および、第 2 垂直配向液晶層 24 V を構成する液晶化合物をいずれも棒状液晶化合物としてもよい。

[0087] また、全ての液晶層組の第 1 液晶層の第 1 水平配向液晶層、および、第 1 垂直配向液晶層を構成する液晶化合物をいずれも棒状液晶化合物とするか、あるいは、円盤状液晶化合物とする構成には限定されず、ある液晶層組の第 1 液晶層の第 1 水平配向液晶層、および、第 1 垂直配向液晶層を棒状液晶化合物を用いて形成し、別の液晶層組の第 1 液晶層の第 1 水平配向液晶層、お

よび、第1垂直配向液晶層を円盤状液晶化合物を用いて形成してもよい。同様に、全ての液晶層組の第2液晶層の第2水平配向液晶層、および、第2垂直配向液晶層を構成する液晶化合物をいずれも棒状液晶化合物とするか、あるいは、円盤状液晶化合物とする構成には限定されず、ある液晶層組の第2液晶層の第2水平配向液晶層、および、第2垂直配向液晶層を棒状液晶化合物を用いて形成し、別の液晶層組の第2液晶層の第2水平配向液晶層、および、第2垂直配向液晶層を円盤状液晶化合物を用いて形成してもよい。

[0088] また、図1および図4に示す例では、いずれの第1液晶層および第2液晶層も、第1偏光子12側から垂直配向液晶層、水平配向液晶層の順に積層された構成としたがこれに限定はされず、第1偏光子12側から水平配向液晶層、垂直配向液晶層の順に積層された構成としてもよい。

[0089] なお、本発明の液晶偏光干渉素子において、第1液晶層および第2液晶層は塗布法によって形成し直接積層されるものであってもよいし、シート状の第1液晶層および第2液晶層を作製し、これを交互に積層して、OCA (Optical Clear Adhesive)、アクリル系粘着剤、接着剤、および高分子層等の透過光に対して透明な光学接合層で接合したものであってもよい。このとき、光学接合層の屈折率は、液晶層の屈折率に近いことが透過率向上の観点から好ましい。具体的は屈折率の違いは0.3以下であることが好ましい。また、光学接合層の屈折率は、液晶層が持つ2つの複屈折率の間の値になることが、2つの屈折率のどちらからも屈折率の違いが小さくなるため望ましい。透過光の透過率の点では、貼着層等を有さない、塗布法による直接積層が好ましい。

[0090] このような液晶偏光干渉素子は、公知の方法で作製すればよい。

一例として、第1液晶層および第2液晶層を形成するための液晶組成物を用いる塗布法によって作製する。

[0091] また、第1液晶層および第2液晶層は、水平配向液晶層および垂直配向液晶層をそれぞれ形成した後、積層してOCA (Optical Clear Adhesive) およびアクリル系粘着剤等の透過光に対して透明な貼着剤で貼着して形成する

ことができる。あるいは、水平配向液晶層を形成した後、水平配向液晶層の上に垂直配向液晶層を形成してもよいし、垂直配向液晶層を形成した後、垂直配向液晶層の上に水平配向液晶層を形成してもよい。これら方法については、特許6276393号に詳しく記載がある。

[0092] 水平配向液晶層は、従来公知の水平配向液晶層の形成方法により作製できる。

[0093] 一例として、まず、適宜選択した支持体の上に、一方向に配向した配向膜を形成する。

配向膜は、ポリマーなどの有機化合物からなるラビング処理膜、無機化合物の斜方蒸着膜、マイクログループを有する膜、ならびに、 ω -トリコサン酸、ジオクタデシルメチルアンモニウムクロライドおよびステアリル酸メチルなどの有機化合物のラングミュア・プロジェクト法によるLB (Langmuir-Blodgett: ラングミュア・プロジェクト) 膜を累積させた膜、ならびに、支持体の表面に光配向材料を含む配向膜形成用塗布液を塗布、乾燥して、ワイヤーグリッド偏光子等の偏光子を用いて塗膜を露光した膜等、公知の配向膜が利用可能である。

[0094] 一方で、液晶化合物を含む、水平配向液晶層を形成するための組成物（液晶組成物）を調製する。

[0095] なお、組成物を調製するための溶媒には、制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、有機溶媒が好ましい。有機溶媒には、制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ケトン類、アルキルハライド類、アミド類、スルホキシド類、ヘテロ環化合物、炭化水素類、エステル類、および、エーテル類などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。これらの中でも、環境への負荷を考慮した場合にはケトン類が好ましい。

[0096] 形成した配向膜の表面に、水平配向液晶層を形成するための組成物を塗布して、液晶化合物を配向させ、さらに乾燥し、必要に応じて紫外線照射等による組成物の硬化を行って、水平配向液晶層を形成する。

[0097] 垂直配向液晶層は、従来公知の垂直配向液晶層の形成方法により作製できる。

[0098] 棒状液晶化合物を垂直配向させた垂直配向液晶層（ポジティブCプレート）の製造方法の詳細は、例えば、特開2017-187732号公報、特開2016-053709号公報、特開2015-200861号公報などの記載を参酌できる。また、円盤状液晶化合物を垂直配向させた垂直配向層（ネガティブCプレート）の製造方法の詳細は、例えば、特許第6001505号などの記載を参酌できる。

[0099] 上述のようにして作製した水平配向液晶層と垂直配向液晶層とをOCA等で貼着して第1液晶層および第2液晶層をそれぞれ作製することができる。

[0100] 次に、作製した第1液晶層および第2液晶層を面内遅相軸の角度が所定の角度になるようにOCA等で貼着して液晶層組を形成する。このような液晶層組を複数作製し、さらに、液晶層組を積層して液晶偏光干渉素子を作製する。液晶層組同士の積層の際もOCA等で貼着して積層すればよい。また、液晶層組同士の積層の際には、各液晶層組の第1液晶層の面内遅相軸と第2液晶層の面内遅相軸とのなす角度の二等分線が平行になるようにして積層する。

[0101] このようにして作製した液晶偏光干渉素子を、例えば、第1偏光子の透過軸と、各液晶層組の第1液晶層の面内遅相軸と第2液晶層の面内遅相軸とのなす角度の二等分線とが平行になるように配置し、さらに、第2偏光子を第1偏光子とクロスニコルに配置することで図1あるいは図4に示すようなフィルターを作製することができる。

[0102] 本発明の液晶偏光干渉素子16において、棒状液晶化合物18には制限はなく、公知の各種の液晶化合物が利用可能である。

棒状液晶化合物としては、アゾメチン類、アゾキシ類、シアノビフェニル類、シアノフェニルエステル類、安息香酸エステル類、シクロヘキサンカルボン酸フェニルエステル類、シアノフェニルシクロヘキサン類、シアノ置換フェニルピリミジン類、アルコキシ置換フェニルピリミジン類、フェニルジ

オキサン類、トラン類およびアルケニルシクロヘキシルベンゾニトリル類が好ましく用いられる。以上のような低分子液晶性分子だけではなく、高分子液晶性分子も用いることができる。

[0103] 棒状液晶化合物を重合によって配向を固定することがより好ましく、重合性棒状液晶化合物としては、Makromol. Chem., 190巻、2255頁(1989年)、Advanced Materials 5巻、107頁(1993年)、米国特許4683327号明細書、同5622648号明細書、同5770107号明細書、国際公開第95/22586号、同95/24455号、同97/00600号、同98/23580号、同98/52905号、特開平1-272551号公報、同6-16616号公報、同7-110469号公報、同11-80081号公報、および、特願2001-64627号公報などに記載の化合物を用いることができる。さらに棒状液晶化合物としては、例えば、特表平11-513019号公報および特開2007-279688号公報に記載の物も好ましく用いることができる。

[0104] また、本発明の液晶偏光干渉素子16において、円盤状液晶化合物19には制限はなく、公知の各種の液晶化合物が利用可能である。

円盤状液晶化合物としては、例えば、特開2007-108732号公報および特開2010-244038号公報に記載のものを好ましく用いることができる。

[0105] 第1液晶層20および第2液晶層24を形成するための組成物には、液晶化合物以外にも、必要にして、重合開始剤、レベリング剤、架橋剤、および、界面活性剤等を添加してもよい。

[0106] 本発明において、第1液晶層および第2液晶層は、赤外線吸収色素を含んでもよい。

第1液晶層および第2液晶層が赤外線吸収色素を含むことにより、液晶層における波長分散性を強い順分散にできる。その結果、液晶偏光干渉素子が $\lambda/2$ 波長板として作用する光の波長域を狭くすることができる。すなわち

、第1液晶層および第2液晶層に赤外線吸収色素を添加して、液晶層における波長分散性を強い順分散にすることにより、より透過波長域が狭帯域のバンドパスフィルターを得ることができる。なお、順分散（順波長分散）とは、測定波長が大きいほど位相差が小さくなることをいう。

[0107] 赤外線吸収色素としては、液晶化合物と同方向に配向されることにより、x方向とy方向との屈折率の差を小さくできる赤外線吸収色素が、各種、利用可能である。

赤外線吸収色素は、赤外線（例えば、波長700～900nmの光）を吸収する色素であれば特に制限はされない。なかでも、赤外線吸収色素は二色性色素であるのが好ましい。なお、二色性色素とは、分子の長軸方向における吸光度と、短軸方向における吸光度とが異なる性質を有する色素をいう。

赤外線吸収色素としては、ジケトピロロピロール系色素、ジインモニウム系色素、フタロシアニン系色素、ナフトロシアニン系色素、アゾ系色素、ポリメチン系色素、アントラキノン系色素、ピリリウム系色素、スクアリリウム系色素、トリフェニルメタン系色素、シアニン系色素、および、アミニウム系色素等を用いることができる。

また、赤外線吸収色素としては、金属錯体系色素、および、ホウ素錯体系色素も用いることができる。

赤外線吸収色素に関しては、国際公開第2019/044859号に詳細に記載されている。

[0108] 第1液晶層及び第2液晶層における赤外線吸収色素の添加量には、制限はなく、バンドパスフィルターに要求される透過波長域の広さ等に応じて、適宜、設定すればよい。

[0109] 本発明において、第1液晶層および第2液晶層は、液晶エラストマーを含んでもよい。

液晶エラストマーを含む第1液晶層および第2液晶層は、液晶エラストマーを用いて液晶層を形成しても、エラストマーではない通常の液晶化合物で形成した液晶層が、液晶エラストマーを含むものでもよい。

[0110] このように、第1液晶層および第2液晶層が液晶エラストマーを含むことにより、第1液晶層および第2液晶層を弾性を有するものにでき、フィルターを面方向に延伸または収縮することにより、液晶層の厚さを変えることが可能になる。

液晶層の厚さを変えることで、液晶層の $\Delta n d$ を変えることができる。その結果、バンドパスフィルターにおいて、フィルターを透過する光の波長域を変更することが可能になる。すなわち、第1液晶層および第2液晶層が液晶エラストマーを含むことにより、液晶層すなわちフィルターの延伸および収縮によって波長域を可変にして、バンドパスフィルターにおいて、アクティブな波長制御が可能になる。

[0111] 液晶エラストマーには、制限はなく、公知のものが、各種、利用可能である。

液晶エラストマーとしては、一例として特開2020-131638号公報に記載される、液晶モノマー、キラル剤、架橋剤、および、可塑剤により調製される液晶エラストマーを用いることができる。これにより液晶エラストマーに機械的特性を付与しゴム弾性を持たせ、アクティブな波長制御に必要な外力に応じた変形が可能になる。

[0112] なお、第1液晶層および第2液晶層をエラストマーではない通常の液晶化合物で形成して、液晶エラストマーを添加して弾性を付与する際には、液晶エラストマーの添加量には制限はなく、要求される弾性すなわち透過波長域の制御範囲に応じて、適宜、設定すればよい。

[0113] このような本発明の液晶偏光干渉素子およびフィルターは、任意の波長において用いることができる。すなわち、本発明の液晶偏光干渉素子およびフィルターは、紫外線、可視光、赤外線、テラヘルツ波、および、ミリ波など任意の電磁波に利用可能である。

[0114] 本発明のフィルターにおいて、クロスニコルに配置される偏光子の透過軸は、所望のバンドパス特性を好ましく得るために適切な角度に設定される。特に、主たるバンドパス波長の両側の波長（長波側と短波側）に発生するサ

イドローブの大きさを減らし、また長波側と短波側のサイドローブの大きさを均等にする調整をすることができる。

[0115] 本発明のフィルターにおいて、クロスニコルに配置される偏光子の片側または両側に、位相差層を付与することができる。この位相差層は、クロスニコルに配置した直線偏光子による偏光方向の直交関係を、正面だけでなく偏光子のオフアクシス、すなわち偏光子の透過軸および／または吸収軸から45度、方位が異なった方位で正面から斜め方向に倒した方向の斜め方向でも維持する効果をもたらす。これにより、斜めにおいても、正面と同様な良好なバンドパス特性が得られる。位相差層の面内の遅相軸は、クロスニコルに配置される偏光子の組のいずれかの吸収軸と平行にすることにより、正面では影響を与えずに斜め方向の偏光方向の直交関係を維持するように偏光状態を補償することができる。位相差層としては、棒状液晶化合物を垂直配向したポジティブCプレートと棒状液晶化合物を水平配向したポジティブAプレート、または、円盤状液晶によるネガティブCプレートと円盤状液晶によるネガティブAプレート、またはこれらの組み合わせが用いられる。または、2軸性屈折率体であるBプレート（ N_z ファクターが0.1～0.9）を用いることも出来る。

[0116] また、本発明の液晶偏光干渉素子を用いるフィルターの構成は、クロスニコルに配置された2つの偏光子の間に液晶偏光干渉素子を配置する構成に限定はされない。例えば、本発明のフィルターは、平行ニコルに配置された2つの偏光子の間に本発明の液晶偏光干渉素子を配置する構成でもよい。すなわち、本発明のフィルターは、互いの透過軸を平行に配置される2つの偏光子の間に液晶偏光干渉素子を配置する構成でもよい。この場合、液晶偏光干渉素子は、厚さが等しく、かつ、偏光子の透過軸の方向と遅相軸とが成す角度が ρ 、 3ρ 、 5ρ 、 \dots となる液晶層を積層した構成とするのが好ましい。このような構成の液晶偏光干渉素子は、ソルクフィルター（ファンソルクフィルター）とも呼ばれている。

[0117] 以上、本発明の液晶偏光干渉素子およびフィルターについて詳細に説明し

たが、本発明は上述の例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいのは、もちろんである。

実施例

[0118] 以下に実施例を挙げて本発明の特徴をさらに具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、試薬、使用量、物質量、割合、処理内容、および、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

[0119] [比較例 1]

(配向膜の形成)

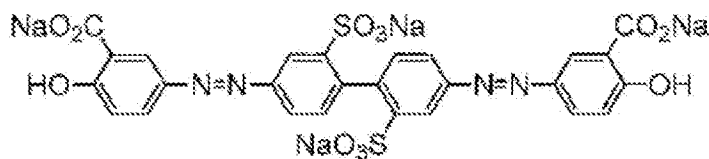
支持体としてガラス基板を用意した。支持体上に、下記の配向膜形成用塗布液をスピコートで塗布した。この配向膜形成用塗布液の塗膜が形成された支持体を 60℃のホットプレート上で 60 秒間乾燥し、配向膜 P-1 を形成した。

[0120] 配向膜形成用塗布液

・ 下記光配向用素材	1. 00 質量部
・ 水	16. 00 質量部
・ ブトキシエタノール	42. 00 質量部
・ プロピレングリコールモノメチルエーテル	42. 00 質量部

[0121] 光配向用素材

[化1]



[0122] (配向膜の露光)

次いで、紫外線露光装置を用い、吸収軸の角度が $\Phi 1 (=0^\circ)$ となるように設置したワイヤーグリッド偏光子（Moxtek社製、ProFlux PPL02）によって直線偏光とした紫外線を光配向膜P-1に照射し、配向膜P-2とした。紫外線は、照度を 4.5 mW/cm^2 、積算照射量を 300 mJ/cm^2 とした。

なお、吸収軸の角度とは、基板の長手方向に対する角度で、時計回りを正とする。

[0123] (棒状液晶化合物を用いた水平配向液晶層の形成)

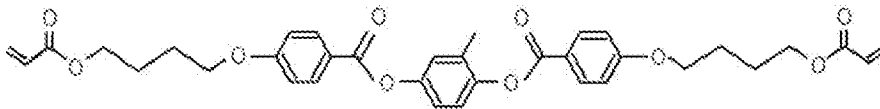
水平配向液晶層を形成する液晶組成物として、下記の組成物B-1を調製した。

[0124] 組成物B-1

・ 下記棒状液晶化合物L-1	100.00質量部
・ 重合開始剤（BASF製、Irgacure（登録商標）907）	3.00質量部
・ 光増感剤（日本化薬製、KAYACURE DETX-S）	1.00質量部
・ 下記レベリング剤T-1	0.08質量部
・ メチルエチルケトン	2000.00質量部

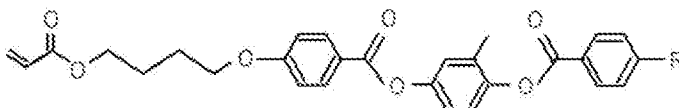
[0125] 棒状液晶化合物L-1

[化2]



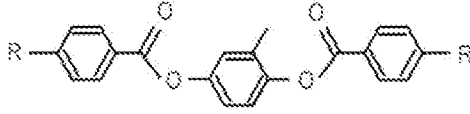
84%

[化3]



14%

[化4]



2%

[化5]



[0126] レベリング剤 T-1

[化6]



[0127] 水平配向液晶層は、組成物 B-1 を配向膜 P-2 上に塗布することにより形成した。すなわち、先ず配向膜 P-2 の上に組成物 B-1 を塗布したのち加熱し、次いで紫外線硬化を行って、液晶固定化層を作製した。

より詳細に説明すると、液晶固定化層は、配向膜 P-2 上に組成物 B-1 を塗布して塗膜を得、この塗膜をホットプレート上で 80℃ に加熱し、その後、80℃ において、窒素雰囲気下で高圧水銀灯を用いて波長 365 nm の紫外線を 300 mJ/cm² の照射量で塗膜に照射して、液晶化合物の配向を固定化することにより作製した。固定化後の水平配向液晶層の厚さは 1.72 μm であった。

[0128] 上述した方法によって、水平配向液晶層を形成した後、光配向膜から水平配向液晶層を剥がした。形成した水平配向液晶層は、AxoScan (アクソメトリクス社製) を用いて、下記表 1 に示す特性になっていることを確認した。なお、表 1 中、Re は面内レタレーションである。

このような水平配向液晶層を 8 枚作製した。

[0129]

[表1]

表 1

厚みd μm	複屈折Δn	Re nm
1.72	0.16	275

[0130] 上記のようにして作製した1枚の水平配向液晶層を第1液晶層、第2液晶層として、2枚の水平配向液晶層をその面内遅相軸同士がなす角度が11.25°となるように、すなわち、面内遅相軸同士がなす角度の二等分線に対する角度がそれぞれ+5.625°、-5.625°となるように、粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合し、液晶層組を作製した。同様にして、4組の液晶層組を形成した。

[0131] 4組の液晶層組を粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合して液晶偏光干渉素子を作製した。その際、各液晶層組における面内遅相軸同士がなす角度の二等分線が平行になるように積層した。

[0132] 作製した液晶偏光干渉素子を挟むように、クロスニコルに配置した2枚の偏光子を積層してフィルターを作製した。その際、一方の偏光子の透過軸と各液晶層組における面内遅相軸同士がなす角度の二等分線が平行になるように積層した。

[0133] （評価）

作製したフィルターについて、株式会社トプコンテクノハウス社製分光放射計「SR-3」を用い、波長シフト値とサイドローブ値を計測した。まず、極角0°（フィルターに垂直な方向）から光を入射した際の透過光のピーク波長（中心波長）および半値幅を測定した。次に、波長シフトの計測において、方位角の基準は、第1液晶層の面内遅相軸と第2液晶層の面内遅相軸の交差角を二等分する角度とし、方位角0°および90°の方向で極角60°から光を入射した際の波長シフト値の平均値を求めた。また、サイドローブ値は、ピーク波長における透過率に対する、両側のサイドローブの波長における透過率の割合の平均値として求めた。

結果を下記表2に示す。

[0134] [表2]

表2

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サビ' R-7' 値
nm	nm	nm	
550	120	90	10%

[0135] [実施例1]

比較例1と同様にして水平配向液晶層を8枚作製した。

[0136] (棒状液晶化合物を用いた垂直配向液晶層の形成)

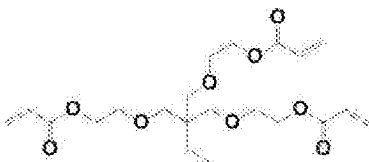
次に棒状液晶化合物を用いた垂直配向液晶層を作製するために、組成物E-1を下記のように準備した。

[0137] 組成物E-1

・ 上記棒状液晶化合物L-1	100.00質量部
・ 下記重合性モノマー (M-4)	8質量部
・ 重合開始剤 (Irgacure 127, BASF社製)	2質量部
・ 重合開始剤 (Irgacure OXE01, BASF社製)	4質量部
・ フッ素系ポリマー (M-5)	0.4質量部
・ フッ素系ポリマー (M-6)	0.3質量部
・ オニウム化合物S01	2質量部
・ 高分子化合物A107	5質量部
・ トルエン	621質量部
・ メチルエチルケトン	69質量部

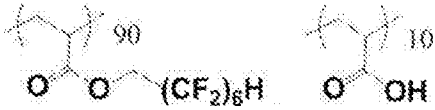
[0138] 重合性モノマー (M-4)

[化7]



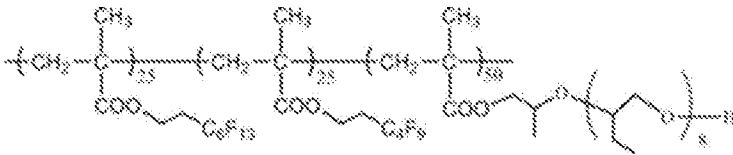
[0139] フッ素系ポリマー (M-5)

[化8]



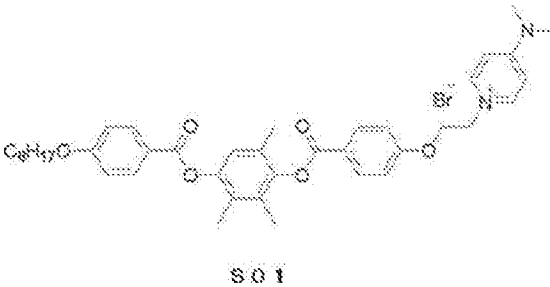
[0140] フッ素系ポリマー (M-6)

[化9]



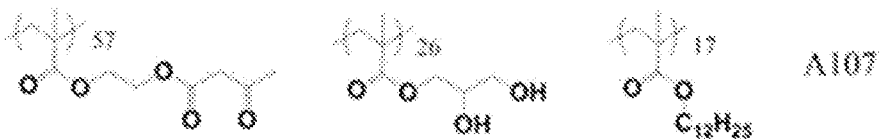
[0141] オニウム塩化合物 S O 1

[化10]



[0142] 高分子化合物 A 1 0 7

[化11]



[0143] 支持体上に組成物 E-1 を塗布し、次いで、窒素パーズ下酸素濃度 100 ppm で 40℃ にて紫外線照射 (300 mJ / cm²) を行い、液晶化合物の配向固定化層 (厚さ 0.86 μm) を形成した。その後、支持体から液晶層を剥がしとり、垂直配向液晶層を得た。

垂直配向液晶層の光学特性は下記表 3 に示す特性になっていることを確認した。なお、表 3 中、R t h は厚み方向レタレーションである。

このような垂直配向液晶層を 8 枚作製した。

[0144] [表3]

表3

厚みd μm	複屈折Δn	Rth nm
0.86	0.16	137.5

[0145] 作製した垂直配向液晶層を水平配向液晶層に粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合して、8枚の液晶層（第1液晶層および第2液晶層）を作製した。

作製した液晶層の水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和は、垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の2倍である。

[0146] 2枚の液晶層をその面内遅相軸（水平配向液晶層の面内遅相軸）同士がなす角度が11.25°となるように、すなわち、面内遅相軸同士がなす角度の二等分線に対する角度がそれぞれ+5.625°、−5.625°となるように、粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合し、液晶層組を作製した。同様にして、4組の液晶層組を形成した。

[0147] 4組の液晶層組を粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合して液晶偏光干渉素子を作製した。その際、各液晶層組における面内遅相軸同士がなす角度の二等分線が平行になるように積層した。

[0148] 作製した液晶偏光干渉素子を挟むように、クロスニコルに配置した2枚の偏光子を積層してフィルターを作製した。その際、一方の偏光子の透過軸と各液晶層組における面内遅相軸同士がなす角度の二等分線が平行になるように積層した。

[0149] (評価)

作製したフィルターについて、上記と同様にして、株式会社トプコンテクノハウス社製分光放射計「SR-3」を用い、波長シフト値とサイドローブ値を計測した。

結果を下記表4に示す。

[0150]

[表4]

表4

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	120	5未満	10%

[0151] [実施例2]

実施例1において、垂直配向液晶層の光学特性を下記表5に示す特性にした以外は実施例1と同様にして液晶偏光干渉素子を作製し、フィルターを作製した。この場合、液晶層の水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和は、垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の1.4倍である。

[0152] [表5]

表5

厚みd	複屈折 Δn	Rth
μm		nm
1.23	0.16	196

[0153] (評価)

作製したフィルターについて、上記と同様にして、株式会社トプコンテクノハウス社製分光放射計「SR-3」を用い、波長シフト値とサイドローブ値を計測した。

結果を下記表6に示す。

[0154] [表6]

表6

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	120	25	10%

[0155] [実施例3]

実施例1において、垂直配向液晶層の光学特性を下記表7に示す特性にした以外は実施例1と同様にして液晶偏光干渉素子を作製し、フィルターを作

製した。この場合、液晶層の水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和は、垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の3.1倍である。

[0156] [表7]

表5

厚みd μm	複屈折Δn	Rth nm
0.55	0.16	88.7

[0157] (評価)

作製したフィルターについて、上記と同様にして、株式会社トプコンテクノハウス社製分光放射計「SR-3」を用い、波長シフト値とサイドローブ値を計測した。

結果を下記表8に示す。

[0158] [表8]

表8

垂直入射		斜め入射	
中心波長 nm	半値幅 nm	波長シフト値 nm	サイドローブ値
550	110	18	10%

[0159] [実施例4]

(円盤状液晶化合物を用いた水平配向液晶層の形成)

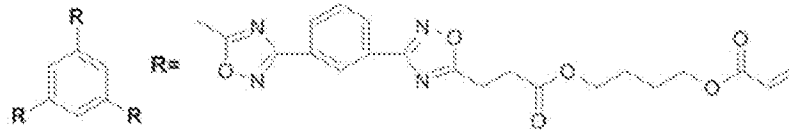
円盤状化合物からなる組成物D-1を下記のように準備した。

[0160] 組成物D-1

・円盤状液晶化合物L-2	80.00質量部
・円盤状液晶化合物L-3	20.00質量部
・重合開始剤 (BASF製、Irgacure (登録商標) 907)	5.00質量部
・メガファックF444 (DIC製)	0.50質量部
・メチルエチルケトン	300.00質量部

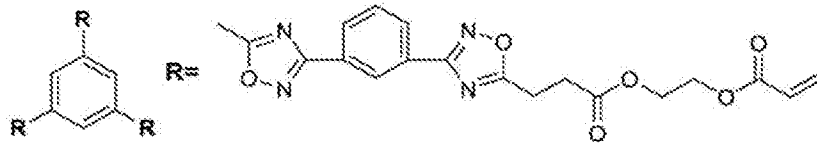
[0161] 円盤状液晶化合物 L-2

[化12]



[0162] 円盤状液晶化合物 L-3

[化13]



[0163] 組成物 D-1 を配向膜 P-2 上に塗布したのち、加熱し、次いで紫外線硬化を行って、円盤状液晶化合物を含む固定化層(厚さ 1.72 μm)を作製した。その後、光配向膜から液晶層を剥がしとり、円盤状液晶化合物の光学軸が水平配向した水平配向液晶層を得た。

[0164] 円盤状液晶化合物を用いて作製した水平配向液晶層の光学特性は下記表 9 に示す特性になっていることを確認した。

[0165] [表9]

表 9

厚み d μm	複屈折 Δn	Re nm
1.72	0.16	275

[0166] (円盤状液晶化合物を用いた垂直配向液晶層の形成)

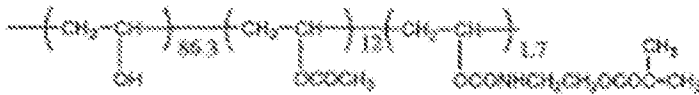
次に、円盤状液晶化合物の光学軸を垂直配向した垂直配向液晶層の作製を行った。まず、垂直配向液晶層用に、比較例 1 の配向膜形成用塗布液を下記に変更した。

[0167] 配向膜形成用塗布液

- ・ 下記の変性ポリビニルアルコール 10 質量部
 - ・ 水 371 質量部
 - ・ メタノール 119 質量部
 - ・ グルタルアルデヒド 0.5 質量部
 - ・ 下記の化合物 B 0.2 質量部
-

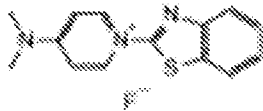
[0168] [化14]

変性ポリビニルアルコール



[0169] [化15]

化合物 B



[0170] この配向膜形成用塗布液を支持体上にスピコート塗布した。その後、60℃のホットプレート上で60秒間乾燥し、配向膜P-3を形成した。

この配向膜P-3の上に下記の液晶組成物を塗布した。

[0171] 組成物D-2

-
- ・ 円盤状液晶化合物L-2 80.00 質量部
 - ・ 円盤状液晶化合物L-3 20.00 質量部
 - ・ エチレンオキサイド変性トリメチロールプロパントリアクリレート
(V#360、大阪有機化学(株)製) 9 質量部
 - ・ 光重合開始剤(イルガキュア-907、BASF社製) 3 質量部
 - ・ 増感剤(カヤキュア-DETX、日本化薬(株)製) 1 質量部
 - ・ メチルエチルケトン 195 質量部
-

[0172] 配向膜上に組成物D-2を塗布した後、紫外線照射を行い、垂直配向の円盤状液晶化合物の配向固定化層（厚さ0.86 μ m）を形成した。その後、支持体から液晶層を剥がしとり、垂直配向液晶層を得た。

円盤状液晶化合物を用いて作製した垂直配向液晶層の光学特性は下記表10に示す特性になっていることを確認した。

[0173] [表10]

表10

厚みd μ m	複屈折 Δn	Rth nm
0.86	0.16	-137.5

[0174] 作製した垂直配向液晶層を水平配向液晶層に粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合して、液晶層を作製した。このような液晶層を8枚作製した。

作製した液晶層の水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和の絶対値は、垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の絶対値の2倍である。

[0175] 作製した液晶層を第1液晶層および第2液晶層として、2枚の液晶層をその面内遅相軸（水平配向液晶層の面内遅相軸）同士がなす角度が11.25 $^{\circ}$ となるように、すなわち、面内遅相軸同士がなす角度の二等分線に対する角度がそれぞれ+5.625 $^{\circ}$ 、-5.625 $^{\circ}$ となるように、粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合し、液晶層組を作製した。同様にして、4組の液晶層組を形成した。

[0176] 4組の液晶層組を粘着剤（綜研化学社製、SKダイン2057）を用いて貼合して液晶偏光干渉素子を作製した。その際、各液晶層組における面内遅相軸同士がなす角度の二等分線が平行になるように積層した。

[0177] 作製した液晶偏光干渉素子を挟むように、クロスニコルに配置した2枚の偏光子を積層してフィルターを作製した。その際、一方の偏光子の透過軸と各液晶層組における面内遅相軸同士がなす角度の二等分線が平行になるように積層した。

[0178] (評価)

作製したフィルターについて、上記と同様にして、株式会社トプコンテクノハウス社製分光放射計「SR-3」を用い、波長シフト値とサイドローブ値を計測した。

結果を下記表 1 1 に示す。

[0179] [表11]

表 1 1

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	120	5未満	10%

[0180] [実施例 5]

実施例 1 において、各液晶層における、水平配向液晶層の厚みを適宜変更して面内レタレーション R_e を下記表 1 2 に示す値とし、垂直配向液晶層の厚みを適宜変更して厚み方向レタレーション R_{th} を表 1 2 に示す値とし、各液晶層の面内遅相軸の角度を下記表 1 2 に示す値とした以外は、実施例 1 と同様にして液晶偏光干渉素子を作製した。

[0181] [表12]

表 1 2

液晶層組	液晶層	水平配向 液晶層 R_e nm	垂直配向 液晶層 R_{th} nm	遅相軸 角度 °
第1	第1	291	145.5	1.8
	第2	291	145.5	-1.8
第2	第1	267	133.5	9.4
	第2	267	133.5	-9.4
第3	第1	267	133.5	9.4
	第2	267	133.5	-9.4
第4	第1	291	145.5	1.8
	第2	291	145.5	-1.8

[0182] この液晶偏光干渉素子を用いて、実施例 1 と同様にフィルターを作製し、

実施例 1 と同様に波長シフト値とサイドローブ値を計測した。

結果を下記表 1 3 に示す。

[0183] [表13]

表 1 3

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	120	5未満	3%以下

[0184] 以上の結果から、本発明の実施例は、比較例に比べて波長シフト値が小さくなることがわかる。

また、実施例 1 ~ 3 の対比から、水平配向液晶層の面内レタデーシヨンの総和は、垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の約 2 倍に近いほど好ましいことがわかる。

また、実施例 1 と実施例 5 との対比から、厚さ方向の中央の液晶層組の液晶層に比して、厚さ方向の両側の液晶層組の液晶層の面内レタデーシヨンの値を小さくし、液晶層の遅相軸 θ の絶対値を大きくすることにより、バンドパスフィルターのサイドローブを低減できることがわかる。

[0185] [実施例 6]

複屈折媒体の積層体の光学性能を評価するための光学シミュレーション(Optical Waves in Layered Media 2nd Edition、Pochi Yeh著、Wiley-Interscience社 (March 3, 2005))によって、実施例 5 において、液晶層に赤外線吸収色素を添加した液晶偏光干渉素子をモデル化し、フィルターをモデル化した。なお、赤外線吸収色素は、近赤外線に二色性吸収をもち、ホストとなる液晶化合物にゲスト色素として配向する条件とした。

シミュレーションにより、中心波長、半値幅、波長シフト値およびサイドローブ値を算出した。また、波長 450 nm における複屈折 $\Delta n(450)$ と、波長 650 nm における複屈折 $\Delta n(650)$ との比を算出したところ、 $\Delta n(450) / \Delta n(650) = 1.4$ であった。 $\Delta n(450) / \Delta n(650)$ が 1.3 を超えると強い順分散といえる。

結果を下記表 1 4 に示す。

[0186] [表14]

表 1 4

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	60	5未満	3%以下

[0187] 上記のように、実施例 5 のバンドパスフィルターは、透過光の中心波長は 5 5 0 nm、透過光の半値幅は 1 2 0 nm である。これに対して、液晶層に赤外線吸収色素を添加した実施例 6 では、透過光の半値幅を狭くすることができ、透過光の波長域がより狭帯域なバンドパスフィルターが得られることがわかる。

[0188] [実施例 7]

前述のシミュレーションによって、実施例 5 において、液晶層を形成する液晶化合物として液晶エラストマーを用い、実施例 5 と同様にフィルターを作製した。なお、液晶エラストマーは、特開 2 0 2 0 - 1 3 1 6 3 8 号公報に記載される、液晶モノマー、架橋剤、および、可塑剤により調製される液晶エラストマーを用いる条件とした。

作製したフィルターの液晶偏光干渉素子は、一軸および二軸延伸装置による延伸が可能であり、1 0 % と 2 0 % の延伸を行って中心波長を算出した。

結果を下記表 1 5 に示す。

[0189] [表15]

表 1 5

垂直入射		斜め入射		10%延伸後の	20%延伸後の
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値	中心波長	中心波長
nm	nm	nm		nm	nm
550	120	5未満	3%以下	525	500

[0190] 上記結果から、液晶層に液晶エラストマーを用いることにより、液晶層すなわちフィルターの延伸および収縮によって波長域を可変にすることができるとわかる。

[0191] [実施例 7]

実施例 1 において、8 枚の液晶層（第 1 液晶層および第 2 液晶層）を作製し 4 組の液晶層組を形成したのに対し、12 枚の液晶層（第 1 液晶層および第 2 液晶層）を作製し 6 組の液晶層組を形成した。2 枚の液晶層をその面内遅相軸（水平配向液晶層の面内遅相軸）同士がなす角度が 7.5° となるように、すなわち、面内遅相軸同士がなす角度の二等分線に対する角度がそれぞれ $+3.75^\circ$ 、 -3.75° となるように、粘着剤（綜研化学社製、SK ダイン 2057）を用いて貼合し、液晶層組を作製した。それ以外は実施例 1 と同様にフィルターを作製し、波長シフト値とサイドローブ値を計測した。結果を下記表 16 に示す。

[0192] [表 16]

表 16

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	80	5未満	10%

[0193] 実施例 7 の結果から、液晶層の総数が異なる場合でも比較例に比べて波長シフト値が小さくなることがわかる。

[0194] [実施例 8]

実施例 1 において、クロスニコルに配置した偏光子のうちの片側の偏光子と液晶偏光干渉素子との間に、位相差層を配置した。この位相差層は、クロスニコルに配置した直線偏光子による偏光方向の直交関係を、正面だけでなく斜め方向でも維持する効果をもたらす。第 1 偏光子と隣接して、棒状液晶化合物を垂直配向したポジティブ C プレート（厚さ方向のリタデーション R_{th} が -90 nm ）、棒状液晶化合物を水平配向したポジティブ A プレート（面内方向のリタデーション R_e が 140 nm ）をこの順番で配置して、貼合した。このとき、ポジティブ A プレートの面内遅相軸は、片側の偏光子の吸収軸と平行に設置した。このようにして、フィルターを作製し、実施例 1 と同様に波長シフト値とサイドローブ値を計測した。結果を下記表 17 に示

す。

[0195] [表17]

表 1 7

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	120	3未満	10%

[0196] 実施例 8 の結果から、偏光子と液晶偏光干渉素子との間に、位相差層を配置した構成においても比較例に比べて波長シフト値が小さくなることがわかる。また、実施例 1 との対比から位相差層を配置することにより、斜め入射の際の波長シフト値をより小さくできることがわかる。

[0197] [実施例 9]

実施例 1 において、8 枚の液晶層を面内遅相軸の角度が下記表 1 8 に示す関係になるように配置して液晶偏光干渉素子を作製し、偏光子の配置をクロスニコルから平行ニコルに変更してフィルターを作製した。実施例 9 における液晶層の配置は、平行ニコルに配置した偏光子の間に、厚さが等しく、かつ、偏光子の透過軸の方向と遅相軸とが成す角度が ρ 、 3ρ 、 5ρ 、 \dots となる複屈折板 ($\lambda/2$ 位相差板) を積層してなるソルクフィルター (ファンソルクフィルター) を配置してなるバンドパスフィルターに対応する。

[0198]

[表18]

表 1 8

液晶層組	液晶層	遅相軸 角度
第1	第1	5.625
	第2	16.875
第2	第1	28.125
	第2	39.375
第3	第1	50.625
	第2	61.875
第4	第1	73.125
	第2	84.375

[0199] 作製したフィルターについて、実施例1と同様に波長シフト値とサイドローブ値を計測した。結果を下記表19に示す。

[0200] [表19]

表 1 9

垂直入射		斜め入射	
中心波長	半値幅	波長シフト値	サイドローブ値
nm	nm	nm	
550	120	5未満	10%

[0201] 実施例9の結果から、各液晶層を偏光子の透過軸の方向と遅相軸の方向とが成す角度が ρ 、 3ρ 、 5ρ 、 \dots となるように配置した構成においても比較例に比べて波長シフト値が小さくなることがわかる。

以上の結果より、本発明の効果は明らかである。

産業上の利用可能性

[0202] 各種の光学装置にバンドパスフィルター等として好適に利用可能である。

符号の説明

[0203] 10、10b フィルター

12 第1偏光子

1 4 第 2 偏光子

1 6、1 6 b 液晶偏光干涉素子

1 8 棒状液晶化合物

1 8_{h1a}、1 8_{h1n} 第 1 - 1 棒状液晶化合物

1 8_{v1a}、1 8_{v1n} 第 1 - 2 棒状液晶化合物

1 8_{h2a}、1 8_{h2n} 第 2 - 1 棒状液晶化合物

1 8_{v2a}、1 8_{v2n} 第 2 - 2 棒状液晶化合物

1 9 円盤状液晶化合物

1 9_{h1a}、1 9_{h1n} 第 1 - 1 円盤状液晶化合物

1 9_{v1a}、1 9_{v1n} 第 1 - 2 円盤状液晶化合物

1 9_{h2a}、1 9_{h2n} 第 2 - 1 円盤状液晶化合物

1 9_{v2a}、1 9_{v2n} 第 2 - 2 円盤状液晶化合物

2 0、2 0 a、2 0 n、2 1、2 1 a、2 1 n 第 1 液晶層

2 0 H、2 0 H a、2 0 H n、2 1 H、2 1 H a、2 1 H n 第 1 水平
配向液晶層

2 0 V、2 0 V a、2 0 V n、2 1 V、2 1 V a、2 1 V n 第 1 垂直
配向液晶層

2 4、2 4 a、2 4 n、2 5、2 5 a、2 5 n 第 2 液晶層

2 4 H、2 4 H a、2 4 H n、2 5 H、2 5 H a、2 5 H n 第 2 水平
配向液晶層

2 4 V、2 4 V a、2 4 V n、2 5 V、2 5 V a、2 5 V n 第 2 垂直
配向液晶層

2 6、2 7 液晶層組

2 6 a、2 7 a 第 1 液晶層組

2 6 n、2 7 n 第 n 液晶層組

請求の範囲

[請求項1]

第1液晶層と、第2液晶層とからなる1組の液晶層組を、厚み方向に2組以上有し、

前記第1液晶層が、光学軸を水平配向した第1-1液晶化合物を固定してなる第1水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した第1-2液晶化合物を固定してなる第1垂直配向液晶層を少なくとも1層と、を含み、

前記第2液晶層が、光学軸を水平配向した第2-1液晶化合物を固定してなる第2水平配向液晶層を少なくとも1層と、光学軸を垂直配向した第2-2液晶化合物を固定してなる第2垂直配向液晶層を少なくとも1層とを含み、

前記第1-1液晶化合物および前記第1-2液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、

前記第2-1液晶化合物および前記第2-2液晶化合物がいずれも棒状液晶化合物であるか、円盤状液晶化合物であり、

前記第1液晶層の面内遅相軸と、前記第2液晶層の面内遅相軸とが交差しており、

前記第1水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、前記第1垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの総和の1.33~4倍であり、

前記第2水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、前記第2垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの総和の1.33~4倍であり、

前記第1液晶層の面内レタレーションと、前記第2液晶層の面内レタレーションとが等しい、液晶偏光干渉素子。

[請求項2]

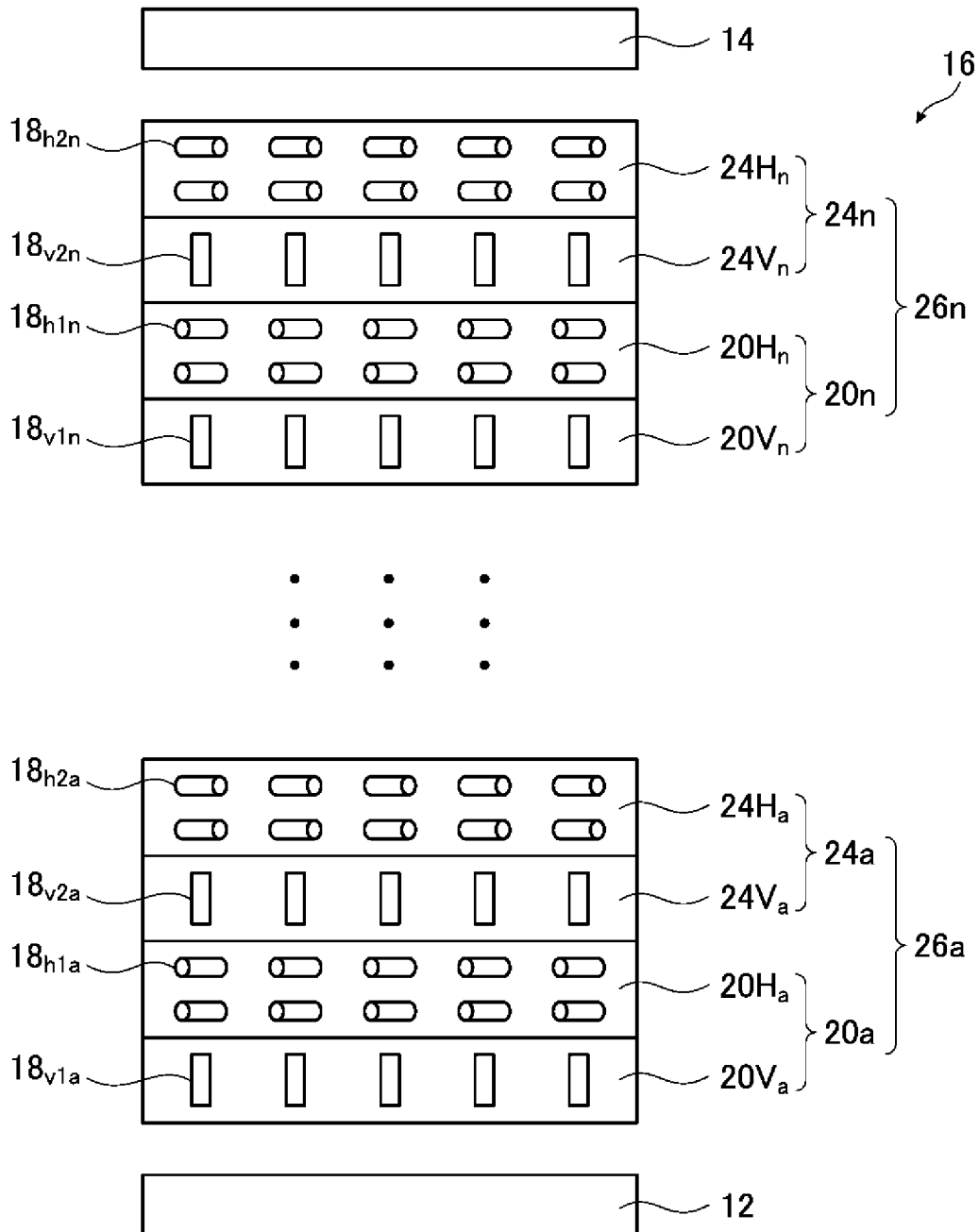
前記第1水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、前記第1垂直配向液晶層の厚み方向のレタレーションの総和の2倍であり、

前記第2水平配向液晶層の面内レタレーションの総和が、前記第2

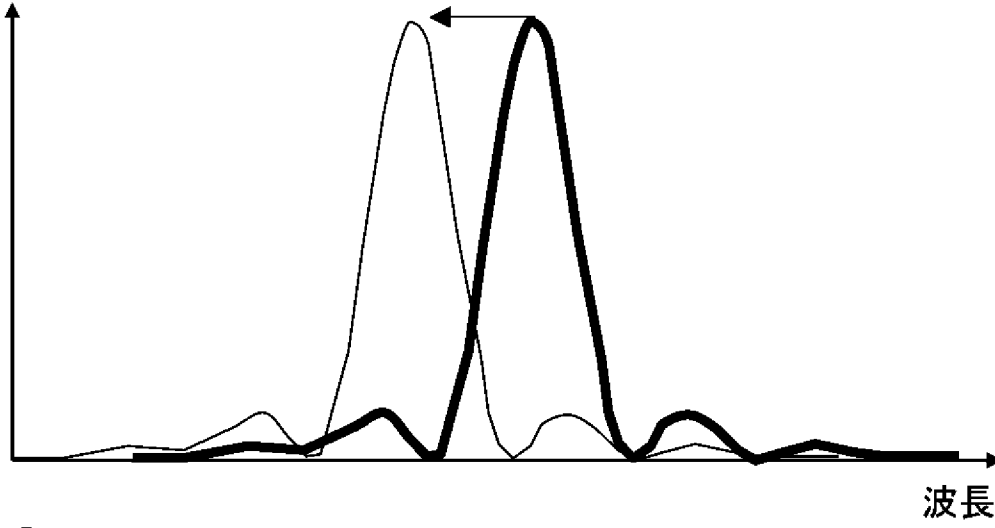
垂直配向液晶層の厚み方向のレタデーシヨンの総和の2倍である、請求項1に記載の液晶偏光干渉素子。

- [請求項3] 厚さ方向に前記液晶層組を3組以上有し、
厚さ方向の両側に配置される前記液晶層組と、厚さ方向の中央部に配置される前記液晶層組とで、前記第1液晶層の面内遅相軸と前記第2液晶層の面内遅相軸とがなす角度、ならびに、前記第1液晶層および前記第2液晶層における面内レタデーシヨンが異なる、請求項1に記載の液晶偏光干渉素子。
- [請求項4] 前記第1液晶層および前記第2液晶層が、赤外線吸収色素を含む、請求項1に記載の液晶偏光干渉素子。
- [請求項5] 前記第1液晶層および前記第2液晶層が、液晶エラストマーを含む、請求項1に記載の液晶偏光干渉素子。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか一項に記載の液晶偏光干渉素子と、
前記液晶偏光干渉素子を厚さ方向に挟む2つの偏光子と、を有し、
2つの前記偏光子は、互いの透過軸を直交して配置される、フィルター。
- [請求項7] 2つの前記偏光子の片方または両方と、前記液晶層組との間に、位相差層を含み、前記位相差層の面内の遅相軸は、両方の偏光子のいずれかの吸収軸と平行である、請求項6に記載のフィルター。

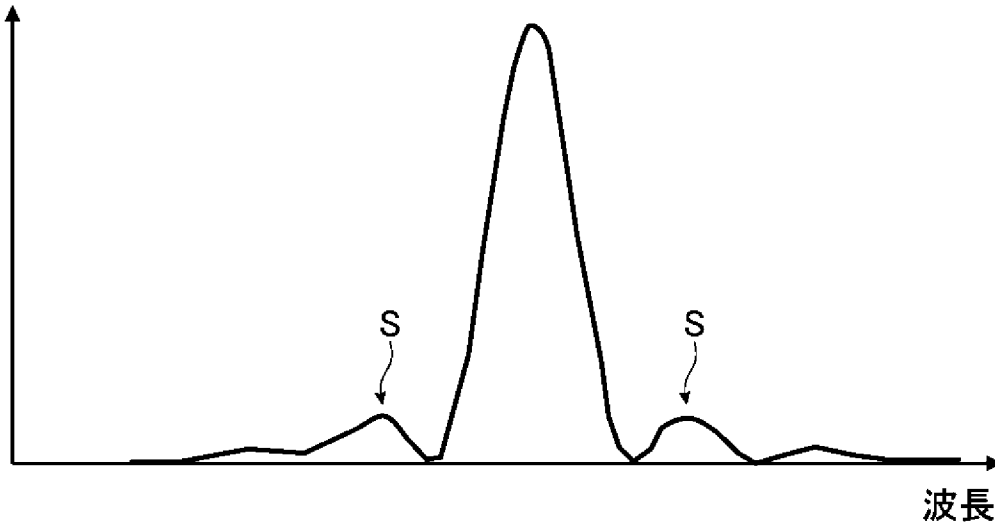
[図1]

10

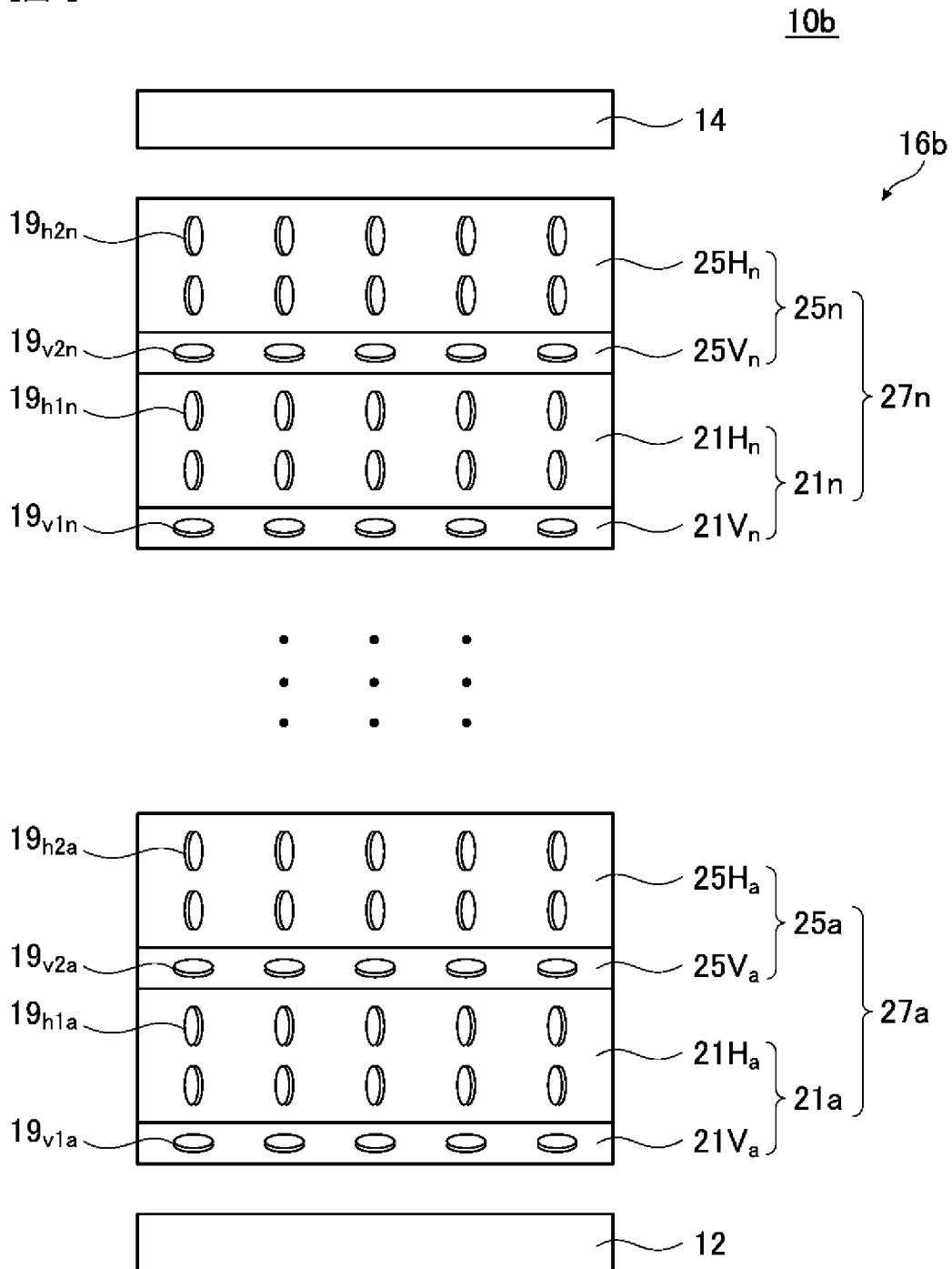
[図2]
透過率



[図3]
透過率



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/008812

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 5/30</i> (2006.01)i; <i>B32B 7/03</i> (2019.01)i; <i>B32B 7/023</i> (2019.01)i; <i>B32B 9/00</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/20</i> (2006.01)i FI: G02B5/30; B32B7/023; B32B7/03; B32B9/00 Z; G02B5/20		
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) G02B5/30; B32B7/03; B32B7/023; B32B9/00; G02B5/20		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2022-137939 A (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) 22 September 2022 (2022-09-22) paragraphs [0017]-[0212], fig. 1-7	1-7
A	JP 2011-233208 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 17 November 2011 (2011-11-17) paragraphs [0023]-[0172], fig. 1-28	1-7
A	JP 2022-137941 A (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) 22 September 2022 (2022-09-22) paragraphs [0014]-[0167], fig. 1-5	1-7
A	WO 2019/131918 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 04 July 2019 (2019-07-04) paragraphs [0014]-[0197], fig. 1-15	1-7
A	WO 2022/215364 A1 (SONY GROUP CORPORATION) 13 October 2022 (2022-10-13) paragraphs [0010]-[0108], fig. 1-21	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 May 2024		Date of mailing of the international search report 21 May 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/008812

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/224875 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 27 October 2022 (2022-10-27) paragraphs [0010]-[0139]	1-7
A	JP 2018-180224 A (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) 15 November 2018 (2018-11-15) paragraphs [0017]-[0076], fig. 1-5	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/008812

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-137939	A	22 September 2022	CN 115047554 KR 10-2022-0126652 TW 202241699	A A A

JP	2011-233208	A	17 November 2011	(Family: none)	

JP	2022-137941	A	22 September 2022	WO 2022/190673 CN 116723931 KR 10-2023-0155520 TW 202240213	A1 A A A

WO	2019/131918	A1	04 July 2019	US 2020/0348545 US 11714302 JP 6975257	A1 B2 B2

WO	2022/215364	A1	13 October 2022	(Family: none)	

WO	2022/224875	A1	27 October 2022	US 2024/0085606 CN 117242375	A1 A

JP	2018-180224	A	15 November 2018	JP 6969141 JP 2021-140165 JP 2023-71753	B2 A A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 5/30(2006.01)i; B32B 7/03(2019.01)i; B32B 7/023(2019.01)i; B32B 9/00(2006.01)i; G02B 5/20(2006.01)i FI: G02B5/30; B32B7/023; B32B7/03; B32B9/00 Z; G02B5/20		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B5/30; B32B7/03; B32B7/023; B32B9/00; G02B5/20 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2022-137939 A（住友化学株式会社）22.09.2022（2022-09-22） 段落[0017]-[0212], 図1-7	1-7
A	JP 2011-233208 A（旭硝子株式会社）17.11.2011（2011-11-17） 段落[0023]-[0172], 図1-28	1-7
A	JP 2022-137941 A（住友化学株式会社）22.09.2022（2022-09-22） 段落[0014]-[0167], 図1-5	1-7
A	WO 2019/131918 A1（富士フイルム株式会社）04.07.2019（2019-07-04） 段落[0014]-[0197], 図1-15	1-7
A	WO 2022/215364 A1（ソニーグループ株式会社）13.10.2022（2022-10-13） 段落[0010]-[0108], 図1-21	1-7
A	WO 2022/224875 A1（富士フイルム株式会社）27.10.2022（2022-10-27） 段落[0010]-[0139]	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 10.05.2024	国際調査報告の発送日 21.05.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 森内 正明 20 9222 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-180224 A (大日本印刷株式会社) 15.11.2018 (2018 - 11 - 15) 段落[0017]-[0076], 図1-5	1-7

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/008812

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-137939 A	22.09.2022	CN 115047554 A KR 10-2022-0126652 A TW 202241699 A	
JP 2011-233208 A	17.11.2011	(ファミリーなし)	
JP 2022-137941 A	22.09.2022	WO 2022/190673 A1 CN 116723931 A KR 10-2023-0155520 A TW 202240213 A	
WO 2019/131918 A1	04.07.2019	US 2020/0348545 A1 段落[0072]-[0535], 図1-15 US 11714302 B2 JP 6975257 B2	
WO 2022/215364 A1	13.10.2022	(ファミリーなし)	
WO 2022/224875 A1	27.10.2022	US 2024/0085606 A1 段落[0030]-[0309] CN 117242375 A	
JP 2018-180224 A	15.11.2018	JP 6969141 B2 JP 2021-140165 A JP 2023-71753 A	