

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年1月3日 (03.01.2008)

PCT

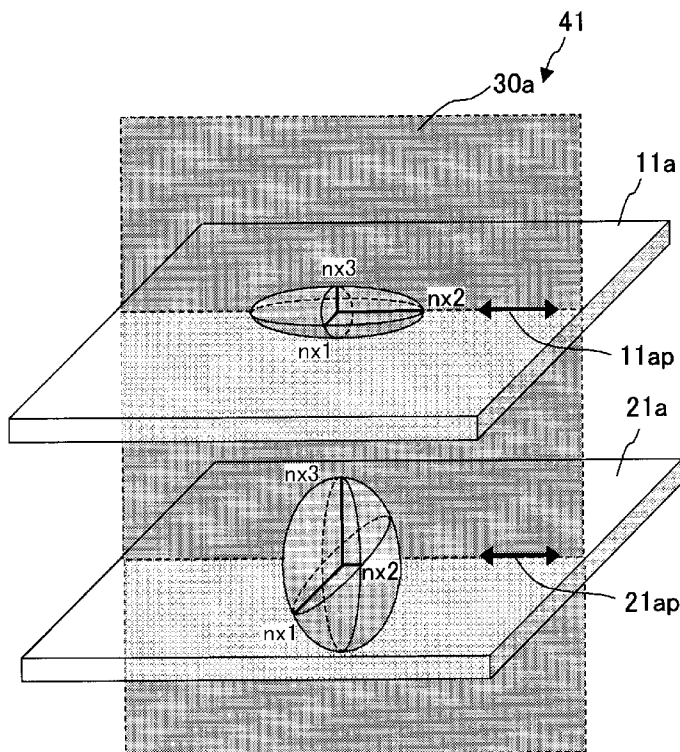
(10) 国際公開番号
WO 2008/001582 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) G02F 1/13363 (2006.01)
G02F 1/1335 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/061215
- (22) 国際出願日: 2007年6月1日 (01.06.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-178460 2006年6月28日 (28.06.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坂井彰 (SAKAI, Akira) [JP/—]. 夏目隆行 (NATSUME, Takayuki) [JP/—]. 長谷川雅浩 (HASEGAWA, Masahiro) [JP/—]. 津田和彦 (TSUDA, Kazuhiko) [JP/—]. 山田信明 (YAMADA, Nobuaki) [JP/—].
- (74) 代理人: 安富康男, 外 (YASUTOMI, Yasuo et al.); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原3丁目5番36号 新大阪MT-2ビル Osaka (JP).
- (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: COMPLEX BIREFRINGENT MEDIUM, POLARIZING PLATE, AND LIQUID CRYSTAL DEVICE

(54) 発明の名称: 複合複屈折媒体、偏光板及び液晶表示装置



(57) Abstract: Provided are a complex birefringent medium, which has the so-called inverse wavelength dispersibility, that is, a wavelength dispersibility capable of giving an optimum phase difference to a light of a wide visible wavelength range, which has a wide angle of field, which can be manufactured by a convenient method and which is excellent in the degree of adjusting freedom and in the mass productivity, a polarizing plate and a liquid crystal display device. The complex birefringent medium has a structure having a plurality of complex birefringent layers laminated. In the complex birefringent medium, the phase difference exhibits the inverse wavelength dispersibility as a whole. When the principal refractive index having the maximum absolute value of the differences from the average values of three principal refractive indexes for a wavelength (λ (nm)) is designated at a main refractive index ($n1(\lambda)$), moreover, the normal line of the complex birefringent layer and the principal axis corresponding to the first principal refractive index ($n1(550)$) of the complex birefringent medium extend in a common plane.

[続葉有]

WO 2008/001582 A1



(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, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: 本発明は、広い可視波長域の光に対して最適な位相差を与え得る波長分散性、いわゆる逆波長分散性を有し、広視野角であり、簡便な方法で製造することができ、かつ、逆波長分散性の調整自由度及び量産性に優れた複合複屈折媒体、偏光板及び液晶表示装置を提供する。本発明の複合複屈折媒体は、複数の複屈折層を積層した構造を有する複合複屈折媒体であって、上記複合複屈折媒体は、全体として位相差が逆波長分散性を示し、かつ波長 λ (nm) における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大である主屈折率を第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ としたときに、複屈折層の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあるものである。

明 細 書

複合複屈折媒体、偏光板及び液晶表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、複合複屈折媒体、偏光板及び液晶表示装置に関する。より詳しくは、逆波長分散性を示す複合複屈折媒体、それを用いた偏光板及び液晶表示装置に関するものである。

背景技術

[0002] 複屈折媒体は、入射光の偏光状態(直線偏光、円偏光、楕円偏光)を変換することができる光学素子である。このような複屈折媒体は、入射光波長 λ の $1/4$ に相当する位相差(複屈折位相差、リタレーション)を有する $\lambda/4$ 板や、入射光波長 λ の $1/2$ に相当する位相差を有する $\lambda/2$ 板に代表される位相差フィルムとして、自然光から直線偏光を得る直線偏光子とともに、液晶表示装置等において広く工業的に用いられている。従来、位相差フィルムとしては、方解石、雲母、水晶等の無機材料から構成される薄板や、固有複屈折(複屈折の極限值)の大きいポリマーフィルムを高倍率で延伸して高分子鎖の配向度を高め配向複屈折を発現させたものがよく知られている。更に最近では、液晶の配向を固定したもの等も知られている。

[0003] $\lambda/4$ 板には、直線偏光を円偏光に変換する光学的機能があり、円偏光板等に応用がなされている。円偏光は、ミラー等で反射したときに左右の掌性(キラリティ)が入れ替わる性質を持つため、例えばミラー上に左円偏光板を配置して光を入射させると、左円偏光板を透過して左円偏光に変換された光はミラーで反射されることで右円偏光に変換され、その右円偏光は左円偏光板を透過できない。すなわち、円偏光板には反射防止の光学的機能がある。このような円偏光板の反射防止の光学的機能は、有機ELの内部電極による反射防止等にも応用がなされている。また、 $\lambda/2$ 板には直線偏光の方位(振動方向)を変換する光学的機能がある。更に、入射光波長 λ の $1/4$ 、 $1/2$ 以外の位相差を有する位相差フィルムにも、入射した光の偏光状態(楕円率及び/又は方位)を別の状態に変換する光学的機能がある。

[0004] これらの位相差フィルムは、特定波長の光(単色光)に対して必要な光学的機能を示

すように設計されることが一般的である。例えば、 $\lambda/4$ 板は一般に特定の設計中心波長においてのみ波長の $1/4$ に相当する位相差に調整されており、その他の波長では位相差フィルムの材料に起因する固有複屈折の波長分散の影響で、波長の $1/4$ に相当する位相差に調整されていない。すなわち、上述の従来位相差フィルムにおいては、その材料が示す固有複屈折の絶対値は通常短波長ほど大きく、長波長ほど小さい、いわゆる正波長分散性であることが一般的であるため、例えば設計中心波長550nmにおいてその $1/4$ である137.5nmに位相差を調整した場合、波長450nmにおける位相差は137.5nmよりも大きい例えば148.5nmとなり、450nmの $1/4$ である112.5nmよりも大きい。仮に、波長450nmにおける位相差が波長550nmにおける位相差137.5nmと同じだとしても、112.5nmに比べて大きい。また、波長650nmにおける位相差は137.5nmよりも小さい例えば132nmとなり、650nmの $1/4$ である162.5nmよりも小さい。仮に、波長650nmにおける位相差が波長550nmにおける位相差137.5nmと同じだとしても、162.5nmに比べて小さい。このような位相差フィルムに白色光を入射させると、波長毎に偏光状態の変換のされ方が異なるために出射光が着色してしまう。

[0005] そのような着色を防止するために、可視波長域の広い範囲で光に対して最適な位相差を与え得る広帯域位相差フィルム、具体的には、短波長ほど実効的な位相差の絶対値が小さく、長波長ほど実効的な位相差の絶対値が大きくなる、いわゆる逆波長分散性(正波長分散性の「逆」の特性という意味)を有する位相差フィルムについて種々検討がなされている。このような逆波長分散性の位相差フィルムとしては、例えば固有複屈折の波長分散が互いに異なる二枚の延伸フィルムを、その延伸方向(又は光学軸(光軸)、遅相軸、進相軸)が互いに直交するように積層した位相差フィルムが開示されている(例えば、特許文献1~5参照)。

[0006] また、 $\lambda/4$ 板と $\lambda/2$ 板とを、それぞれの延伸方向(又は光学軸、遅相軸、進相軸)が交差した状態で貼り合わせた位相差フィルムが開示されている(例えば、特許文献6及び7参照)。また、位相差が160~300nmである位相差フィルムを少なくとも2枚、それぞれの遅相軸が互いに平行でも直交でもない角度で積層された位相差フィルムが開示されている(例えば、特許文献8参照)。更に、2枚以上の延伸フィルムを積

層する方法に代えて、少なくとも1層を液晶分子を用いた位相差層とする方法も検討されており、例えば、長尺状の透明支持体上に、液晶分子を含有するとともに位相差が実質的に π である第1光学異方性層と、液晶分子を含有するとともに位相差が実質的に $\pi/2$ である第2光学異方性層とを、第2光学異方性層の面内の遅層軸と第1光学異方性層の面内の遅層軸との角度を実質的に 60° として積層してなる位相差板が開示されている(例えば、特許文献9参照)。そして、波長550nmにおける位相差が210~300nmである光学異方性層と、115~150nmである光学異方性層とを積層した位相差フィルムであって、一方の光学異方性層がポリマーフィルムであり、もう一方が液晶分子からなる位相差フィルムが開示されている(例えば、特許文献10参照)。

- [0007] これに対し、一枚の位相差フィルムでの広帯域化の手法も提案されている(例えば、特許文献11及び12参照)。この方法は、正の屈折率異方性を有するモノマー単位と負の複屈折性を有するモノマー単位とを含む共重合体及び/又はブレンドポリマーから構成されるポリマーフィルムに、一軸延伸を施すものである。この方法によれば、位相差フィルムを積層することなく、一枚の位相差フィルムで広帯域位相差フィルムを実現することができ、視野角特性を改善できる。
- [0008] また、薄型かつ簡便な製造工程で作製できる広帯域位相差フィルムを企図し、逆波長分散性の液晶組成物も提案されている(例えば、特許文献13参照)。この方法においては、2種類以上のメソゲン基を有する化合物と棒状液晶化合物とを含む液晶層を設け、棒状液晶化合物をホモジニアス配向させ、メソゲン基を有する化合物の少なくとも1種類のメソゲン基を、棒状液晶化合物の光学軸方向に対してフィルム面内で $45\sim 90^\circ$ の方向に配向させることで逆波長分散性を発現させようとしている。
- [0009] 更に、分子中にディスコチックメソゲンと末端に重合性基が結合したネマチックメソゲンを有する液晶モノマーを、ディスコチックメソゲンとネマチックメソゲンの光学軸が実質的に平行になるように配向させた逆波長分散性位相差フィルムが提案されている(例えば、特許文献14参照)。そして、光学的に正の一軸性を有する延伸フィルムと、光学的に負の一軸性を有する延伸フィルムとを、その延伸方向を平行に積層する方法が知られている(例えば、特許文献15参照)。

特許文献1:特開平3-13916号公報
特許文献2:特開平3-263013号公報
特許文献3:特開平4-121703号公報
特許文献4:特開平5-27119号公報
特許文献5:特開平10-239518号公報
特許文献6:特開平10-68816号公報
特許文献7:特開平5-100114号公報
特許文献8:特開平10-90521号公報
特許文献9:特開2001-4837号公報
特許文献10:特開2000-284126号公報
特許文献11:国際公開第00/26705号パンフレット
特許文献12:特開2003-207640号公報
特許文献13:特開2002-267838号公報
特許文献14:特開2005-208414号公報
特許文献15:特開平3-13917号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 本発明者らは、特許文献1～5に開示されている位相差フィルム(以下「二枚直交積層タイプの位相差フィルム」とも呼ぶ。)、及び、特許文献6～10に開示されている位相差フィルム(以下「二枚交差積層タイプの位相差フィルム」とも呼ぶ。)について種々検討したところ、これらの二枚直交積層タイプ及び二枚交差積層タイプの位相差フィルムは、いずれも2以上の複屈折層を、それらの延伸方向(又は光学軸、遅相軸、進相軸)の角度を適切に制御しつつ積層してなる積層体であり、設計角度(通常は位相差フィルム法線方向)においては所望の偏光変換機能を実現することが可能であるものの、設計角度以外の角度では所望の偏光変換機能が得られず、視野角が充分ではないことを見いだした。

[0011] また、特許文献11～14に開示されている位相差フィルム(以下「一枚タイプの位相差フィルム」とも呼ぶ。)について種々検討したところ、特許文献11及び12に開示さ

れている一枚タイプの位相差フィルムについては、この方式による波長分散制御は、本質的には正と負との配向複屈折が相殺されてしまうため、配向複屈折自体は元の材料系よりも小さくなってしまふことを見いだした。すなわち、理想的な広帯域位相差フィルムを実現しようとする場合、従来の位相差フィルムと同様のフィルム厚では十分な位相差が発現されず、延伸前の原反フィルム厚を極端に増す必要があるため、この方法では、近年の位相差フィルムの薄型化の要求に応えることができないばかりか、そもそも原反フィルムの製膜自体が難しいことを見いだした。また、波長分散性の調整にはポリマー合成からの見直しが必要であり、用途別に波長分散性を最適に調整することの自由度が低いことも見いだした。更に、光学用途に耐えうる透明性等の諸特性を確保することも考慮すると、材料の選択肢は少なく、その合成も難しいことを見いだした。そして、特許文献13に開示されている一枚タイプの位相差フィルムについては、このような液晶組成物では、混合する化合物が液晶性ではないために、混合比を上げていくと液晶性が消失してしまうため、波長分散性を任意に制御することが困難であることを見いだした。更には、特許文献14に開示されている一枚タイプの位相差フィルムについては、この方法では、主鎖メソゲンや側鎖メソゲンの種類、連結基の長さ等を調整することで逆波長分散性を発現させているため、波長分散性を任意に制御することが困難であることを見いだした。

[0012] 更に、特許文献15に開示されている位相差フィルム(以下「二枚平行積層タイプの位相差フィルム」とも呼ぶ。)について種々検討したところ、二枚平行積層タイプの位相差フィルムでは、スーパーツイステッドネマチック(STN)モードの色補償を目的とした、波長分散性 $\nu = \Delta n(450\text{nm}) / \Delta n(650\text{nm})$ をより大きく(具体的は1.12以上)する方法、すなわち正波長分散性を大きくする方法が開示されているものの、長波長ほど実効的な位相差の絶対値が大きくなる、いわゆる逆波長分散性を実現する方法については何ら言及されていないことを見いだした。また、特許文献15の方法では光学的に一軸性を示す延伸フィルムを積層する必要があるため、フィルム材料及び延伸方法の選択肢が限られてしまふことを見いだした。例えば、工業的には、加工効率を上げるために、偏光子や他の位相差フィルムとのロールtoロール貼合等を可能とするために、フィルム搬送方向と直交する幅方向への延伸(横一軸延伸ともい

う)を行いたい要求もあり得るが、横一軸延伸の場合、フィルムの搬送張力のために延伸方向に対して直交方向へのフィルム収縮が阻害され、いわゆる固定端延伸となってしまうため、延伸フィルムは一般的に光学的に二軸性となり、一軸性ではなくなってしまう。

[0013] なお、特許文献4においては、波長450nmの光における位相差／波長550nmにおける位相差が1.00～1.05の複屈折フィルムと、1.05～1.20の複屈折フィルムとの積層体に関し、複屈折フィルムの光学軸が平行状態となるよう積層する方式が開示されている。しかしながら、特許文献4においても、複屈折フィルムの光学軸が平行状態となるよう積層しつつ、逆波長分散性を実現することについては何ら言及されていないことを見いだした。

[0014] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、広い可視波長域の光に対して最適な位相差を与え得る波長分散性、いわゆる逆波長分散性を有し、広視野角であり、簡便な方法で製造することができ、かつ、逆波長分散性の調整自由度及び量産性に優れた複合複屈折媒体、偏光板及び液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明者らは、製造プロセスの簡略化及び波長分散性の制御が容易であり、かつ広帯域化及び広視野角化を実現することができる複合複屈折媒体の構成について種々検討したところ、まず複合複屈折媒体を構成する複屈折層の枚数に着目した。そして、複数の複屈折層を積層した構成とすることにより、一枚の複屈折層からなる構成と比較して、逆波長分散性を実現するための材料選択の自由度がより大きくなることから、波長分散性の制御を容易化することができるとともに、製造プロセスの簡略化及び量産化を図ることができることを見いだした。

[0016] しかしながら、複数の複屈折層を積層した構成によれば、一枚の複屈折層からなる構成と比較して、視野角が狭くなることを見いだした。この原因について検討したところ、波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大である主屈折率を第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ としたときに、斜め方向では、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸同士のなす角度が法線方向での設計

値から大きくずれるためであることを見いだした。

[0017] そこで、複屈折層の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にある構成とすることにより、(1)正面方向では、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸を見かけ上一致させることができるため、表示品位の低下を抑制することができ、(2)斜め方向では、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸同士のなす角度が法線方向での設計値からずれ量を低減することができるため、広視野角化を実現することができることを見いだした。また、このような構成は、光学的に一軸性の複屈折層を積層する構成に限定されず、光学的に一軸性の複屈折層と光学的に二軸性の複屈折層とを積層する構成、光学的に二軸性の複屈折層を積層する構成、光学的に一軸性又は二軸性の複屈折層といわゆるハイブリッド配向とよばれる配向状態をとる複屈折層とを積層する構成等、幅広い構成に対して画一的に適用可能であることから、複屈折層の材料及び延伸方法の選択肢の自由度が高い点で量産化にも適していること、及び、逆波長分散性の調整自由度を向上させることができること等を見だし、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0018] すなわち、本発明は、複数の複屈折層を積層した構造を有する複合複屈折媒体であって、上記複合複屈折媒体は、全体として位相差が逆波長分散性を示し、かつ波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大である主屈折率を第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ としたときに、複屈折層の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にある複合複屈折媒体である。

以下に、本発明を詳述する。

[0019] 本発明の複合複屈折媒体は、複数の複屈折層を積層した構造を有する。この構成によれば、各複屈折層の位相差 $R(\lambda)$ 及びその波長分散性を制御することにより、複合複屈折媒体の位相差及びその波長分散性を制御することができる。したがって、一枚の複屈折層からなる構成と異なり、分子構造レベルでの配向複屈折の制御を行う必要がなく、材料選択の自由度を高めることができることから、複合複屈折媒体の位相差及びその波長分散性の制御を容易化することができる。また、一枚の複屈折層からなる構成と異なり、各複屈折層を構成する材料として、製造工程上適したも

のや安価なものを選択することができることから、製造プロセスの簡略化及び量産化を図ることもできる。

[0020] なお、複屈折層の位相差は、下記式(1)で定義される。

$$R(\lambda) = [n_1(\lambda) - n_2(\lambda)] \times d \quad (1)$$

式中、 $R(\lambda)$ は、波長 λ (nm)における位相差を表す。 $n_1(\lambda)$ は、波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大の主屈折率を表し、本明細書では、特に、波長550nmにおける $n_1(\lambda)$ を「第一主屈折率 $n_1(550)$ 」ともいう。なお、光学的に一軸性の複屈折層では、第一主屈折率 $n_1(550)$ は、異常光屈折率 $n_e(550)$ に相当する。 $n_2(\lambda)$ は、波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が二番目に大きい主屈折率を表し、特に、波長550nmにおける $n_2(\lambda)$ を「第二主屈折率 $n_2(550)$ 」ともいう。また、残りの主屈折率は、該絶対値が最小の主屈折率 $n_3(\lambda)$ である。特に、波長550nmにおける $n_3(\lambda)$ を「第三主屈折率 $n_3(550)$ 」ともいう。光学的に一軸性の複屈折層では、第二主屈折率 $n_2(550)$ と第三主屈折率 $n_3(550)$ とは同一であり、ともに常光屈折率 $n_o(550)$ に相当する。なお、本発明においては、 $n_2(550) = n_3(550)$ の関係を満たす場合には、適宜、いずれか一方を第二主屈折率 $n_2(550)$ とし、残りを第三主屈折率 $n_3(550)$ とすればよい。 d は、厚みを表す。

[0021] 本明細書で「複屈折層の三つの主屈折率」とは、誘電主軸(誘電率テンソルの主軸、主誘電軸、電気的主軸、光学的弾性軸)に一致する座標系における三つの主屈折率をいう。誘電率 ϵ は、電場ベクトル E と電気変位ベクトル D とを $D = \epsilon E$ (物質の構成方程式)で関係付ける物質の材料定数の一つである。物質(媒質)が異方性を有する場合には、誘電率 ϵ は2階のテンソルとなり、9個の独立成分を有する。一般に、各成分は複素数であるが、位相差フィルムのように媒質に吸収がなく透明である場合には、各成分は実数となる。更に、旋光性を有しない場合には、媒質中でのエネルギー保存の法則から、誘電率テンソルは対称テンソル(対角成分が等しい)である必要があり、これにより、独立成分は9個から6個に減る。その後、適当に直交座標系を回転させることにより、誘電率テンソルの対角成分をゼロにすることが可能であり、誘電率テンソルは対角テンソルとなる。このとき、対角3成分を主誘電率といい、直交座標

系を誘電主軸等という。なお、光周波数では、誘電率は屈折率の2乗に等しいことから、主誘電率(比誘電率)の平方根をとったものを主屈折率という。

[0022] 本発明の複合複屈折媒体は、全体として位相差が逆波長分散性を示す。「逆波長分散性」とは、一般的には、可視光波長域($400\text{nm} \leq \lambda \leq 700\text{nm}$)で、位相差の絶対値が短波長ほど小さく長波長ほど大きい波長特性をいうところ、本明細書においては、「複合複屈折媒体の位相差が逆波長分散性を示す」とは、下記式(A)及び(B)の少なくとも一方を満たすことをいうものとする。

$$1 > [N1(450) - N2(450)] / [N1(550) - N2(550)] \quad (A)$$

$$1 < [N1(650) - N2(650)] / [N1(550) - N2(550)] \quad (B)$$

式中、 $N1(\lambda)$ 及び $N2(\lambda)$ はそれぞれ、複合複屈折媒体中を各複屈折層の第一主屈折率 $n1(\lambda)$ に対応する主軸のいずれとも平行ではない任意の方向に伝播する波長 λ (nm)の光の2つの固有モードに対応する屈折率を表す。ただし、 $N1(\lambda) \geq N2(\lambda)$ とする。なお、ここで言う固有モードとは、固有偏光モードを意味し、媒質中を、振幅の変化は受けたとしても、偏光状態を不変に保ったまま伝播する偏光状態のことを指す。単一の複屈折層はほとんどの場合、透明で旋光性をもたないので、異方性媒質中での光伝播を記述する基本方程式であるFresnelの波面法線方程式を解くことで、固有偏光モードは互いに直交する二つの直線偏光であることが示される。更に、上記固有偏光モードに対応する二つの電気変位ベクトルDと光の伝播方向はそれぞれ互いに直交することも示すことができ、後で説明する屈折率楕円体を用いた複屈折性や固有偏光モードの振動方向の図解はこの事実に基づいている。一方、複数の複屈折層を積層した複合複屈折媒体等の一般の異方性媒質は、一般に直線複屈折性と旋光性の両方をもつので、固有偏光モードは互いに直交する(楕円の長軸が直交し回転方向が逆である)二つの楕円偏光であることが示される。しかし、ほとんどの場合、上記一般の異方性媒質においても誘電主軸の方向に光が伝播する場合を除くと旋光性の効果は直線複屈折性の効果に比べて非常に小さいので、固有偏光モードは楕円率の極めて小さい楕円偏光であり、固有偏光モードが直線偏光である場合と同様の扱いをしても問題ない。この場合、楕円の長軸方向が固有偏光モードの振動方向であると考えればよい。

- [0023] 本発明の複合複屈折媒体は、全体として逆波長分散性を示すことにより、設計中心波長である550nm以外の波長においても理想的な値に近い位相差を示すことができるため、広帯域化を実現することができる。更に、このとき、各複屈折層を構成する材料としてそれぞれ、位相差 $R(550)$ の絶対値が大きいものを用いた場合には、広帯域性を向上させることができる。なお、広帯域化をより確実に実現するためには、本発明の複合複屈折媒体は、式(A)及び(B)の両方を満たすことが好ましい。
- [0024] 本発明の複合複屈折媒体は、複屈折層の法線及び波長550nmにおける第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にある。本明細書において、「同平面内」とは、同平面内である状態だけでなく、本発明の作用効果に鑑みて同平面内である状態と同視し得るような状態をも含むものである。各複屈折層の第一主屈折率 n_1 に対応する主軸が各複屈折層の法線と同平面内にあることにより、正面方向では、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸を見かけ上交差させずに一本に重ねることができるため、正面方向での表示品位の低下を抑制することができる。例えば、クロスニコル偏光板の視野角補償等を考慮して、本発明の複合複屈折媒体に斜め方向でのみ偏光変換機能を発揮させたい場合、言い換えると、正面方向では偏光変換機能を全く発揮させたくない場合がある。このような場合、偏光子の吸収軸又は透過軸と上記平面の法線方向とを一致させることで、正面方向では見かけ上、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸と偏光子の吸収軸又は透過軸とが直交するために、本発明の複合複屈折媒体に正面方向では偏光変換機能を全く発揮させないようにすることができる。また、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が各複屈折層の法線と同平面内にあることにより、斜め方向では、各複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸同士のなす角度が法線方向における設計値からずれる量を低減することができるため、広視野角化を実現することができる。更に、このような構成は、光学的に一軸性の複屈折層を積層する場合に限定されず、光学的に一軸性の複屈折層と光学的に二軸性の複屈折層とを積層する場合や、光学的に二軸性の複屈折層を積層する場合、光学的に一軸性又は二軸性の複屈折層といわゆるハイブリッド配向とよばれる配向状態をとる複屈折層とを積層する場合等にも、広く実現可能であり、これらの場合にも同様の作用効果を得るこ

とができる。したがって、複屈折層の材料及び延伸方法の選択肢の自由度が高いことから、量産化に適しているとともに、逆波長分散性の調整自由度も向上させることができる。なお、本発明において、同平面内に揃える第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ に対応する主軸の基準波長 λ を550nmとしたのは、人間の目の感度を考慮したためである。

[0025] 本発明において用いられる複数の複屈折層は、通常は全て平板状であることから、各複屈折層の法線は、通常は一致している。また、複屈折層の第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸については、次のように説明される。複屈折層が光学的に一軸性の位相差フィルムである場合、第二主屈折率 $n_2(550)$ 及び第三主屈折率 $n_3(550)$ は常光屈折率 $n_o(550)$ となり、第一主屈折率 $n_1(550)$ は異常光屈折率 $n_e(550)$ となることから、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸は、光学軸に一致する。なお、光学軸とは、複屈折層において光の2つの固有モードが縮退(2つの固有モードに対応する屈折率が一致)する方向のことをいう。他方、複屈折層が光学的に一軸性でない場合、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸は、光学軸と一致しない。例えば、複屈折層が、誘電主軸に一致する $x_1x_2x_3$ 座標系における波長550nmにおける三つの主屈折率 $n_{x1}(550)$ 、 $n_{x2}(550)$ 及び $n_{x3}(550)$ が、 $n_{x1}(550) > n_{x2}(550) > n_{x3}(550)$ の関係を満たすような光学的に二軸性の位相差フィルムである場合、光学軸は、 x_1x_3 面内で、かつ x_2 軸に対して対称な方向に2本ある。これに対し、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸は、 $n_{x2}(550)$ が $n_{x1}(550)$ 及び $n_{x3}(550)$ のどちらにより近い値であるかによって異なる方向となる。すなわち、 $n_{x2}(550)$ が $n_{x1}(550)$ により近い値である場合には、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸は x_3 軸に一致し、 $n_{x2}(550)$ が $n_{x3}(550)$ により近い値である場合には、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸は x_1 軸に一致する。言い換えれば、二軸性の複屈折層を一軸性の複屈折層に光学的に近似した場合の光学軸が、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸に相当する。例えば、 $n_{x1}(550) > n_{x2}(550) \gg n_{x3}(550)$ の場合は、 $n_{x1}(550) \doteq n_{x2}(550) > n_{x3}(550)$ の一軸性とみなした場合の光学軸である x_3 軸が、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸である。また、 $n_{x1}(550) \gg n_{x2}(550) > n_{x3}(550)$ の場合は、 $n_{x1}(550) > n_{x2}(550) \doteq n_{x3}(550)$ の一軸性とみなした場合の光学軸である x_1 軸が、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主

軸である。

- [0026] 本発明の複合複屈折媒体は、上記複数の複屈折層を構成要素として有するものである限り、その他の構成要素を含んでいても含んでいなくてもよく、特に限定されるものではない。なお、本明細書で「複屈折層」とは、光学的異方性を有する媒質のうち、 $|R(550)| \geq 20\text{nm}$ の関係を満たし、かつ第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸の向きが変化しないものをいう。 $|R(550)| \geq 20\text{nm}$ の関係を満たす全ての複屈折層の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあることで、本発明の作用効果を十分に得ることができる。なお、本発明の作用効果をより効果的に得るためには、光学的異方性を有する媒質のうち、 $|R(550)| \geq 10\text{nm}$ の関係を満たし、かつ第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が変化しない全ての層(複屈折層を含む)の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあることが好ましい。
- [0027] 上記複屈折層としては、材料やその他の光学的性能について特に限定されず、例えば、無機材料から構成される薄板、ポリマーフィルムを延伸したもの、液晶性分子の配向を固定したもの等、いずれのものも用いることができる。上記複屈折層を構成する材料の具体例としては、例えば、ポリカーボネート樹脂からなるフィルム、ポリサルフォン樹脂からなるフィルム、ポリエーテルサルフォン樹脂からなるフィルム、ポリエチレングレフタレート樹脂からなるフィルム、ポリエチレン樹脂からなるフィルム、ポリビニルアルコール樹脂からなるフィルム、ノルボルネン樹脂からなるフィルム、トリアセチルセルロース樹脂からなるフィルム、ジアセチルセルロース樹脂からなるフィルム、ポリスチレン樹脂からなるフィルム、ポリビニルナフタレン樹脂からなるフィルム、ポリビニルピフェニル樹脂からなるフィルム、ポリビニルピリジン樹脂からなるフィルム、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルム、ポリメチルアクリレート樹脂からなるフィルム、ネマチック液晶性分子を含む液晶化合物、ディスコチック液晶性分子を含む液晶化合物、ポリアミドを含む非液晶化合物、ポリイミドを含む非液晶化合物等が挙げられる。
- [0028] 上記複屈折層の形成方法についても特に限定されず、フィルムの場合、例えば溶剤キャスト法、溶融押し出し法等を用いることができる。また、共押し出し法のように、複数の複屈折層を同時に形成する方法であってもよい。また、所望の位相差が発現してさえ

いれば、無延伸であってもよいし、適当な延伸が施されていてもよい。延伸方法も特に限定されず、ロール間引張り延伸法、ロール間圧縮延伸法、テンター横一軸延伸法、縦横二軸延伸法その他、熱収縮性フィルム of 収縮力の作用下に延伸を行う特殊延伸法等を用いることができる。また、液晶化合物の場合も特に限定されず、例えば、適当な配向処理を施した基材フィルムの上に液晶化合物を塗布し、配向固定する方法等を用いることができる。もちろん、所望の位相差が発現してさえいれば、基材フィルムに特別な配向処理を行わない方法や、配向固定した後、基材フィルムから剥がして別のフィルムに転写加工する方法等であってもよい。液晶化合物の場合、配向を固定しない方法等であってもよい。また、非液晶性化合物の場合も、液晶化合物と同様の形成方法を用いることができる。

- [0029] 本発明の複合複屈折媒体における好ましい形態について以下に詳しく説明する。上記複数の複屈折層は、第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸同士のなす角度 θ が 25° 以下であることが好ましい。角度 θ が 25° を超えると、斜め方向から観察したときに、角度 θ が法線方向での設計値からずれる量が大きくなり、広視野角化の効果を十分に得ることができなくなるおそれがある。すなわち、角度 θ を 25° 以下とすることにより、広視野角化の効果をより確実に得ることができる。本発明においては、複数の複屈折層は、第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸が同平面内にあり、角度 θ はその平面内で測定される。また、本発明の複合複屈折媒体が三枚以上の複屈折層を有する場合、角度 θ は、その角度が最大となる組み合わせの複屈折層の第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸同士がなす角度となる。本発明の作用効果の観点から、角度 θ は、 22.5° 以下であることがより好ましく、 15° 以下であることが更に好ましい。

- [0030] 上記複数の複屈折層は、第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸同士が平行であることが特に好ましい。本明細書において、「平行」とは、平行である状態だけでなく、本発明の作用効果に鑑みて平行である状態と同視し得るような状態をも含むものである。これによれば、どの方向から観察したとしても、本発明の複合複屈折媒体は、各複屈折層の第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸が重なっているために、一枚タイプの複屈折層(一枚の複屈折層からなる構成)と同様な視野角特性を示し、広視

野角化の効果を最も確実に得ることができる。

[0031] 本発明の複合複屈折媒体の好ましい形態としては、上記式(1)で定義される波長550nmにおける位相差 $R(550)$ が正の値を持つ第一種の複屈折層と、 $R(550)$ が負の値を持つ第二種の複屈折層とを有する形態が挙げられる。これによれば、位相差 $R(550)$ の正負が同一の複屈折層同士を積層した構成と比較して、位相差の波長分散制御が容易になるため、位相差の逆波長分散性を容易に実現することができるとともに、逆波長分散性の調整自由度を高めることができる。以下、本明細書で「第一種の複屈折層」とは、上記式(1)で定義される波長550nmにおける位相差 $R(550)$ が正の値を持つ複屈折層をいい、「第二種の複屈折層」とは、位相差 $R(550)$ が負の値を持つ複屈折層をいう。本発明の複合複屈折媒体が第一種及び第二種の複屈折層のいずれか又は両方を複数有する場合には、第一種の複屈折層の少なくとも一層、及び、第二種の複屈折層の少なくとも一層の、法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあればよい。また、複合複屈折媒体が第一種の複屈折層及び第二種の複屈折層を一層ずつ有する場合、いずれの複屈折層が入射面側、又は、出射面側に配置されていてもよい。

[0032] 本発明において、第一種の複屈折層と第二種の複屈折層とが設けられる場合、第一種及び第二種の複屈折層の位相差の波長分散性が互いに異なる形態が好ましい。本明細書で「位相差の波長分散性が互いに異なる」とは、下記式(C)及び(D)で示す位相差の波長分散性 α 及び β の少なくとも一方が互いに異なることをいう。

$$\alpha = R(450) / R(550) \quad (C)$$

$$\beta = R(650) / R(550) \quad (D)$$

上記形態によれば、複合複屈折媒体の位相差の波長分散制御がより容易となり、広帯域化の必須条件である位相差の逆波長分散性をより容易に実現することができる。

[0033] 本発明の作用効果の観点からは、第一種及び第二種の複屈折層は、位相差の波長分散性 α 及び β の両方が異なることが好ましい。また、複合複屈折媒体が第一種及び第二種の複屈折層のいずれか又は両方を複数有する場合には、第一種の複屈折層の少なくとも一層が、第二種の複屈折層の少なくとも一層と位相差の波長分散性

α 及び β の少なくとも一方が異なればよく、位相差の波長分散性 α 及び β の両方が異なることが好ましい。

[0034] また、第一種の複屈折層と第二種の複屈折層とが設けられる場合、上記第一種及び第二種の複屈折層は、それぞれ位相差が正波長分散性を示すことが好ましい。これによれば、材料選択の余地の大きい正波長分散性の複屈折層を用いて、位相差が逆波長分散性を示す複合複屈折媒体を作製することができる。本明細書において、「位相差が正波長分散性を示す」とは、(a) 上記式(C)で示される波長分散性 α が1より大きく、 $|R(450)| > |R(550)|$ の関係を満たす場合、又は、(b) 上記式(D)で示される波長分散性 β が1より小さく、 $|R(650)| < |R(550)|$ の関係を満たす場合をいい、好ましくは、(c) $|R(450)| > |R(550)| > |R(650)|$ の関係を満たす場合であり、より好ましくは、(d) 可視光波長域 ($400\text{nm} \leq \lambda \leq 700\text{nm}$) で、位相差 $R(\lambda)$ の絶対値が短波長ほど大きく長波長ほど小さいことをいう。

[0035] なお、複屈折層を構成する材料として例示された各材料は、複屈折層の形成方法次第で、第一種の複屈折層及び第二種の複屈折層のいずれにも適用することができる。例えば、ポリカーボネート樹脂からなるフィルムに一軸延伸を行うと、一般的に第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸がフィルム面内方向にあり、 $R(550) > 0$ の複屈折層となる。また、同一のポリカーボネート樹脂からなるフィルムに縦横二軸延伸を行うと、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸がフィルム法線方向にあり、 $R(550) < 0$ の複屈折層とすることができる。更に、ポリカーボネート樹脂からなるフィルムに対して実質的にフィルムの厚み方向へ延伸する特殊延伸を行うことにより、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸がフィルム法線方向にあり、位相差 $R(550) > 0$ の複屈折層とすることも可能である。

[0036] 本発明の複合複屈折媒体の好ましい形態としては、(1) 第一種の複屈折層は、位相差 $R(550)$ の絶対値が第二種の複屈折層よりも大きい形態、(2) 第一種の複屈折層は、位相差 $R(550)$ の絶対値が第二種の複屈折層よりも小さい形態が挙げられる。上記(1)の形態によれば、本発明の複合複屈折媒体を第一種の複屈折層と同様に機能させるのに好適である。また、上記(2)の形態によれば、本発明の複合複屈折媒体を第二種の複屈折層と同様に機能させるのに好適である。

[0037] 本発明の複合複屈折媒体の位相差を逆波長分散性とする観点から、上記(1)の場合、第一種の複屈折層は、位相差の波長分散性が第二種の複屈折層よりも小さい形態が好適であり、上記(2)の場合、第一種の複屈折層は、位相差の波長分散性が第二種の複屈折層よりも大きい形態が好適である。これらの形態は、言い換えれば、下記式(E1)及び(F1)の少なくとも一方の関係を満たすもの、又は、下記式(E2)及び(F2)の少なくとも一方の関係を満たすものである。なお、位相差の波長分散性の大小は、位相差の波長分散性 α 及び/又は β と1との差の絶対値を基準に判定する。

$$[R1(550) + R2(550)] / (\alpha 1 - \alpha 2) < 0 \quad (E1)$$

$$[R1(550) + R2(550)] / (\beta 1 - \beta 2) > 0 \quad (F1)$$

$$[R1(550) + R2(550)] / (|1 - \alpha 1| - |1 - \alpha 2|) < 0 \quad (E2)$$

$$[R1(550) + R2(550)] / (|1 - \beta 1| - |1 - \beta 2|) < 0 \quad (F2)$$

式中、R1(550)は、第一種の複屈折層の位相差R(550)を表し、第一種の複屈折層が複数ある場合には、その総和を表す。R2(550)は、第二種の複屈折層の位相差R(550)を表し、第二種の複屈折層が複数ある場合には、その総和を表す。 $\alpha 1$ は、第一種の複屈折層の位相差の波長分散性 α を表し、第一種の複屈折層が複数ある場合には、その平均値を表す。 $\alpha 2$ は、第二種の複屈折層の位相差の波長分散性 α を表し、第二種の複屈折層が複数ある場合には、その平均値を表す。 $\beta 1$ は、第一種の複屈折層の位相差の波長分散性 β を表し、第一種の複屈折層が複数ある場合には、その平均値を表す。 $\beta 2$ は、第二種の複屈折層の位相差の波長分散性 β を表し、第二種の複屈折層が複数ある場合には、その平均値を表す。

[0038] なお、上記(1)の形態において、第一種の複屈折層の位相差の波長分散性が第二種の複屈折層の位相差の波長分散性よりも小さい場合、第一種の複屈折層は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムであることが好ましい。また、上記(2)の形態において、第一種の複屈折層の位相差の波長分散性が第二種の複屈折層の位相差の波長分散性よりも大きい場合、第二種の複屈折層は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムであることが好ましい。正波長分散性を示すフィルムのうち、ノルボルネン樹脂からなるフィルムは、式(C)及び(D)で示す波長分散性 α 及び β がともに1.00となるもの、

すなわち位相差 $R(\lambda)$ が波長 λ (nm)によらず、一定となるものの一つである。したがって、位相差の波長分散性が小さい複屈折層としてノルボルネン樹脂からなるフィルムを用いることにより、複合複屈折媒体の位相差の逆波長分散性をより容易に実現することが可能となる。

- [0039] 本発明の複合複屈折媒体の好ましい形態としては、上記複屈折層の少なくとも一つは、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない方向にある形態が挙げられる。これによれば、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない別の方向にある複屈折層であっても、本発明の複合複屈折媒体を構成する複屈折層として用いることができる。
- [0040] 例えば、液晶性分子を適当な配向処理を施した基材フィルムの上に塗布し、配向固定して得られる複屈折層は、複屈折層の厚み方向に一様に配向せず、その厚み方向に連続的に配向方向を変化させているいわゆるハイブリッド配向とよばれる配向状態をとることも多い。これは、基材フィルムがもともと有する、又は、基材フィルムに付与された配向規制力が及ぶ距離に限界があることや、液晶分子が一般的には空気との界面で配向方向を変化させる性質を有すること等に起因する。この場合、実質的な第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸は、複屈折層の面内方向でも法線方向でもない別の方向に存在するため、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が複屈折層の面内方向又は法線方向に存在する他の複屈折層と、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸を平行に積層することは実質的に不可能である。しかしながら、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあるような相対関係で積層することは可能である。なお、このような複屈折層の取り扱い方法については、2以上の複屈折層を積層する従来技術(例えば、特許文献1~11及び15参照。)では記載も示唆もされていない。
- [0041] 本発明の複合複屈折媒体の好ましい形態としては、上記複屈折層の少なくとも一つは、液晶性分子を含む形態が挙げられる。これによれば、無機物の蒸着法、有機高分子配向膜のラビング法、電場配向、磁場配向等の様々な配向規制手段はもちろんのこと、液晶分子の配向に捩れを発現させるカイラル剤や、空気界面での配向状態

を制御する配向助剤等の添加剤も組み合わせることにより、複屈折層の位相差及び第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸の制御の自由度を向上させることができる。また、液晶性分子を用いて複屈折層を形成する場合、わずか数 μm の厚みで、数百 nm の位相差 R (550)の絶対値を得ることができ、代表的なポリマーフィルムを延伸して形成した複屈折層に比べて、位相差 R (550)の絶対値が1桁以上大きいため、広帯域性をより容易に向上させることができる。また、ポリマーフィルムを延伸して複屈折層を形成する場合に比べて、第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸が複屈折層の法線方向にある複屈折層や、第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸が複屈折層の面内方向にある複屈折層を容易に形成することができる。

- [0042] 本明細書で「液晶性分子」とは、棒状や平板状の分子のうち、ある温度範囲及び／又は濃度範囲で液体のような流動性を有すると同時に、分子が規則的に配向するという秩序を伴うものをいう。分子配向の空間的な形によって、ネマチック液晶、コレステリック液晶、スメクチック液晶等に分類される。なお、液晶性分子は、配向が固定されていてもよく、固定されていなくてもよい。
- [0043] 上記液晶性分子は、複屈折層の厚み方向に連続的に配向方向を変化させていることが好ましい。これによれば、第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない方向にある複屈折層とすることができる。このような複屈折層としては、例えば、液晶性ポリマーを膜厚方向に傾きが変化するハイブリッドネマチック配向させて形成される特殊な内部構造を有する視野角拡大フィルム(商品名: NHフィルム、新日本石油社製)や、トリアセチルセルローズ(TAC)フィルム上に、ディスコチック液晶を特定の向きに配向させて固定した視野角補償フィルム(商品名: WVフィルム、富士写真フィルム社製)等といった液晶性分子のハイブリッド配向を固定してなるもの等が挙げられる。
- [0044] この場合、複屈折層全体としては、誘電主軸及び主屈折率を厳密に定義することができない場合もあり得る。しかしながら、複屈折層を構成する液晶性分子が基準面に対してある角度(一般に「平均傾斜角」ともいう。)をなして一様に配向していると仮定した上で定義される誘電主軸及び主屈折率を考え、これらが上述の所定の関係を満たしさえすれば、一般性を損なうことなく、本発明の複合複屈折媒体を構成する複屈

折層の材料として適用することができる。なお、上記液晶性分子は、厚み方向に振じれながら連続的に配向方向を変化させていてもよく、厚み方向に振じれずに連続的に配向方向を変化させていてもよい。

[0045] 上記液晶性分子は、ディスコチック液晶性分子であることが好ましい。ディスコチック液晶性分子により構成される複屈折層は、通常は、位相差 $R(550)$ が負であり、位相差の波長分散性が大きい。したがって、ディスコチック液晶性分子により構成される複屈折層は、通常は、第二種の複屈折層として用いることにより、位相差 $R(550)$ が正の値を持つ第一種の複屈折層と組み合わせることで、複合複屈折媒体の位相差の逆波長分散性を容易に実現することができる。

[0046] 上記液晶性分子は、ネマチック液晶性分子であることが好ましい。ネマチック液晶性分子により構成される複屈折層は、第一主屈折率に対応する主軸が面内方向以外の方向(面外方向ともいい、法線方向を含むものである。)にあり、かつ位相差 $R(550)$ が正の値を持つ第一種の複屈折層を形成するのに好適である。

[0047] 上記複屈折層の少なくとも一つは、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が0より大きいことが好ましい。

$$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$

式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。

複屈折層の多くは、光学的に一軸性の複屈折性ではなく、二軸性等の複屈折性を示すことが知られている。したがって、これによれば、二軸性等の複屈折性を示す複屈折層もまた、本発明の複合複屈折媒体を構成する複屈折層として好適に用いることができる。なお、複合複屈折媒体が第一種及び第二種の複屈折層のいずれか又は両方を複数有する場合には、複合複屈折媒体の製造の容易さの観点からは、全ての複屈折層の二軸性パラメータ η が0より大きいことが好ましい。また、複屈折層の少なくとも一つは、二軸性パラメータ η が0.07より大きいことがより好ましく、複合複屈折媒体が第一種及び第二種の複屈折層のいずれか又は両方を複数有する場合には、全ての複屈折層の二軸性パラメータ η が0.07より大きいことがより好ましい。

[0048] 上記複屈折層の少なくとも一つは、上記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が1

／2以下であることが好ましい。これによれば、複合複屈折媒体をより広視野角化することができるとともに、光学的に二軸性の複屈折層を積層した場合においても、視野角の悪化を効果的に抑えることができる。なお、複合複屈折媒体が第一種及び第二種の複屈折層のいずれか又は両方を複数有する場合には、視野角の悪化をより効果的に抑える観点から、全ての複屈折層の二軸性パラメータ η が1／2以下であることが好ましい。また、視野角の悪化をより効果的に抑える観点から、複屈折層は、二軸性パラメータ η が1／4以下であることがより好ましい。なお、光学的に一軸性の複屈折層は、 $n_2(550) = n_3(550)$ の関係を満たすので、二軸性パラメータ η はゼロとなる。

[0049] 上記第一種の複屈折層は、上記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が第二種の複屈折層よりも小さいことが好ましい。これによれば、斜め視角における、第一種の複屈折層と第二種の複屈折層との固有偏光モードの振動方向がずれる量を小さく抑えることができるため、光学的に二軸性の複屈折層を積層した場合でも、視野角の悪化を効果的に抑えることができる。なお、複合複屈折媒体が第一種の複屈折層を複数有する場合には、第一種の複屈折層の二軸性パラメータ η とは、第一種の複屈折層の二軸性パラメータ η の平均値を表す。第二種の複屈折層についても同様である。更に、第一種の複屈折層は、二軸性パラメータ η が第二種の複屈折層の1／2であることが好ましい。これによれば、斜め視角における、第一種の複屈折層と第二種の複屈折層との固有偏光モードの振動方向がずれる量をより小さく抑えることができるため、複合複屈折媒体を更に効果的に広視野角化することができる。なお、本明細書において、「二軸性パラメータ η が1／2である」とは、二軸性パラメータ η が1／2である状態だけでなく、本発明の作用効果に鑑みて二軸性パラメータ η が1／2である状態と同視し得るような状態をも含むものである。

[0050] 本発明はまた、上記複合複屈折媒体と偏光子とを有する偏光板でもある。本発明の複合複屈折媒体によれば、広帯域かつ広視野角の複合複屈折媒体を提供することができることから、広帯域かつ広視野角の偏光板を提供することができる。本明細書で「偏光子」とは、直線偏光子のことである。上記偏光板は、直線偏光板であってもよく、円偏光板であってもよく、楕円偏光板であってもよい。

- [0051] 上記複合複屈折媒体の複屈折層は、正面方向から観察したときに、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が偏光子の透過軸及び／又は吸収軸と直交することが好ましい。これによれば、複屈折層が斜め方向からの入射光に対してのみ実質的に機能し、法線方向からの入射光に対しては全く機能しなくなる。すなわち、このような偏光板は、斜め方向においてのみ偏光変換機能を発揮することができることから、斜め方向における広帯域化の効果を十分に得ることができる。なお、本明細書で「直交」とは、直交である状態だけでなく、本発明の作用効果に鑑みて直交である状態と同視し得るような状態をも含むものである。また、複合複屈折媒体が第一種及び第二種の複屈折層のいずれか又は両方を複数有する場合には、複屈折層の全てについて、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が偏光子の透過軸及び／又は吸収軸と直交することが好ましい。
- [0052] 本発明は更に、上記偏光板と液晶パネルとを有する液晶表示装置(以下「第一液晶表示装置」ともいう。)でもある。本発明の第一液晶表示装置は、本発明の複合複屈折媒体を構成する複屈折層のうちの少なくとも1層が、光変調素子である液晶パネルである構成に相当する。これによれば、広帯域かつ広視野角の偏光板を有することから、広視野角で着色の少ない、高表示品位の液晶表示装置を実現することができる。上記第一液晶表示装置の表示モードは特に限定されず、例えば垂直配向(VA)モード、ツイステッド・ネマチック(TN)モード、横電界スイッチング(IPS)モード、フリンジ電界スイッチングモード(FFS)、水平配向の電界複屈折制御(ECB)モード等が挙げられる。なお、液晶表示装置が、偏光板、液晶パネル及び偏光板をこの順に積層した構成を有する場合には、二枚の偏光板は、高いコントラストを得る観点から、クロスニコルの関係を満たすことが好ましい。
- [0053] 本発明はそして、対向する二枚の基板間に液晶層を挟持するとともに液晶層に電圧を印加するための少なくとも一對の電極を有する液晶パネルと、液晶パネル以外の複屈折層とを積層した構造を有する液晶表示装置であって、上記液晶表示装置は、黒表示状態で、全体として位相差が逆波長分散性を示し、かつ波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大である主屈折率を第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ としたときに、液晶層及び複屈折層の法線及び波長550nm

における第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にある液晶表示装置(以下「第二液晶表示装置」ともいう。)でもある。

[0054] 本発明の第二液晶表示装置は、光変調素子である液晶パネル(特に液晶層)そのものが、本発明の複合複屈折媒体を構成する複屈折層のうちの1層を兼ねる構成に相当する。したがって、本発明の第二液晶表示装置によれば、液晶層の法線、複屈折層の法線、液晶層の波長550nmにおける第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸、及び、複屈折層の波長550nmにおける第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあることにより、本発明の複合複屈折媒体と同様の作用効果を得ることができる。また、複屈折層の数を減らすことができることから、薄型かつ低コストの液晶表示装置を実現することができる。更に、液晶パネルの液晶層は、液晶性分子を含む複屈折層であること、及び、それに電圧を印加して配向状態を変化させることができることから、複屈折層の位相差及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸の制御の自由度が向上するため、より高品位の液晶表示装置を実現することが可能となる。第二液晶表示装置の表示モードは特に限定されず、例えば、垂直配向(VA)モード、ツイテッド・ネマチック(TN)モード、横電界スイッチング(IPS)モード、フリンジ電界スイッチングモード(FFS)、水平配向の電界複屈折制御(ECB)モード等が挙げられるが、中でも、ツイテッド・ネマチック(TN)モード、横電界スイッチング(IPS)モード、フリンジ電界スイッチングモード(FFS)、水平配向の電界複屈折制御(ECB)モードが好ましい。

[0055] 本発明の第二液晶表示装置は、液晶パネル及び複屈折層を構成要素として有するものである限り、その他の構成要素を含んでいても含んでいなくてもよく、特に限定されるものではない。

[0056] 本発明の第二液晶表示装置における好ましい形態としては、(a)上記液晶層及び複屈折層は、黒表示状態で、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸同士のなす角度 θ が 25° 以下である形態、(b)上記液晶層と複屈折層とは、上記式(1)で定義される波長550nmにおける位相差 $R(550)$ の正負が異なる形態、(c)上記液晶層及び複屈折層は、黒表示状態で、それぞれ位相差が正波長分散性を有する形態、(d)上記液晶層は、黒表示状態で、位相差 $R(550)$ の絶対値が複屈折層よりも大きい形態

、(e) 上記液晶層は、黒表示状態で、位相差 $R(550)$ の絶対値が複屈折層よりも小さい形態、(f) 上記複屈折層は、黒表示状態で、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない方向にある形態、(g) 上記複屈折層は、液晶性分子を含む形態、(h) 上記複屈折層は、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が0より大きい形態、(i) 上記複屈折層は、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が $1/2$ 以下である形態、(j) 上記液晶層は、黒表示状態で、二軸性パラメータ η が複屈折層よりも小さい形態が挙げられる。

$$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$

式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。

[0057] なお、上記(d)の形態においては、上記液晶層は、黒表示状態で、位相差の波長分散性が複屈折層よりも小さいことがより好ましい。上記(e)の形態においては、上記液晶層は、黒表示状態で、位相差の波長分散性が複屈折層よりも大きい形態がより好ましく、このような形態において、複屈折層は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムであることが更に好ましい。上記(g)の形態においては、上記液晶性分子は、黒表示状態で、複屈折層の厚み方向に連続的に配向方向を変化させている形態、ディスコチック液晶性分子である形態、ネマチック液晶性分子である形態がより好ましい。上記(j)の形態においては、上記液晶層は、黒表示状態で、二軸性パラメータ η が第二種の複屈折層の $1/2$ であることがより好ましい。

これらの形態における液晶層は、本発明の複合複屈折媒体における第一種の複屈折層と対応している。すなわち、本発明の第二液晶表示装置における好ましい形態は、本発明の複合複屈折媒体における好ましい形態と対応していることから、本発明の複合複屈折媒体における好ましい形態と同様の作用効果を得ることができる。

発明の効果

[0058] 本発明の複合複屈折媒体によれば、広い可視波長域の光に対して最適な位相差を与え得ることができる波長特性、すなわち逆波長分散性を発現することができるとともに、広視野角であり、簡便な方法で製造することができ、かつ、逆波長分散性の調整自由度及び量産性に優れた位相差フィルムを提供することができる。

発明を実施するための最良の形態

[0059] <第一種の複屈折層及び第二種の複屈折層について>

図1-1~1-4は、第一種の複屈折層の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。図2-1~2-3は、第二種の複屈折層の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。図中、両矢印は、第一主屈折率 $n(550)$ に対応する主軸(以下「P1軸」ともいう。)を表す。また、口内には、複屈折層又は実験室に固定した座標系を表し、○内には、誘電主軸に一致する座標系を表す。なお、屈折率楕円体とは、誘電主軸に一致する座標系における三つの主屈折率の大きさをそれぞれ三本の主軸の長さに対応させた回転楕円体のことである。この屈折率楕円体の中心を通り、光の伝播方向に垂直な平面の交線は一般に楕円となり、この楕円の二本の主軸の方向が二つの固有モードの電気変位ベクトル D の方向と一致する。更に、主軸の長さが固有モードの屈折率を与える。

[0060] 例えば、図1-1の第一種の複屈折層11においては、 n_{x1} と n_{x3} とは等しいように図示されているが、これに限定されるものではない。 n_{x1} と n_{x3} とが等しい場合には、複屈折層11は光学的に一軸性となり、P1軸11pは光学軸と完全に一致する。本発明で定義されるP1軸は、一般的には光学的に二軸性の複屈折層を擬似的に一軸性の複屈折層とみなして考えたときの光学軸のことを表しているので、当然の結果である。なお、図1-2~1-4の第一種の複屈折層12~14、及び、図2-1~2-3の第二種の複屈折層21~23についても同様である。すなわち、複屈折層12~14及び21~23についても、光学的に一軸性の場合には、P1軸12p~14p及び21p~23pは光学軸と完全に一致し、光学的に二軸性の場合には、P1軸12p~14p及び21p~23pは擬似的に一軸性の複屈折層とみなして考えたときの光学軸を表す。

[0061] 図1-1及び1-4に示すように、複屈折層11と複屈折層14とは、P1軸11p、14pがともにxy平面内(複屈折層の面内方向)にあり、P1軸11p、14pの方位が異なる。方位は、x軸となす角度(方位角)で定義されるものであり、P1軸がxy平面内にない場合には、例えばP1軸のxy平面への射影がx軸となす角度(方位角)で定義される。本発明においては、2以上の複屈折層を積層するとき、各複屈折層のP1軸の方位が重要であるものの、各複屈折層単体の代表例を図示する限り、複屈折層11と複屈折

層14とは、同一のものである。複屈折層13、21及び23は全て、代表例としてP1軸13p、21p及び23pの方位が方位角 90° となるように図示している。なお、複屈折層12及び22のように、P1軸12p及び22pがz軸方向(複屈折層の法線方向)にあるときは、方位不定となるが、都合よく適当な方位を有すると解釈すればよい。

[0062] 図1-1、1-4及び2-1は、P1軸が複屈折層の面内方向にある例である。なお、各複屈折層が光学的に一軸性の場合、図1-1及び1-4の第一種の複屈折層11及び14は、いわゆるポジティブAプレートとなり、図2-1の第二種の複屈折層21は、いわゆるネガティブAプレートとなる。

[0063] 図1-2及び2-2は、P1軸が複屈折層の法線方向にある例である。なお、各複屈折層が光学的に一軸性の場合、図1-2の第一種の複屈折層12は、いわゆるポジティブCプレートとなり、図2-2の第二種の複屈折層22は、いわゆるネガティブCプレートとなる。

[0064] 図1-3及び2-3は、P1軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない別の方向にある例である。結晶板を斜めに切り出したものがこれに相当する。また、例えば視野角拡大フィルム(商品名:WVフィルム、富士写真フイルム社製)や視野角補償フィルム(商品名:NHフィルム、新日本石油社製)等といった液晶をハイブリッド配向させたものも、巨視的にみればこれに相当する。なお、この場合、方位角に加え、法線方向とのなす角度(極角)も指定することにより、P1軸の方向が指定される。

[0065] <複合複屈折媒体について>

図3-1~3-9は、上記第一種及び第二種の複屈折層を積層した構造を有する本発明の複合複屈折媒体の代表例を示す模式図である。なお、これらの図は、第一種及び第二種の複屈折層をそれぞれ一層ずつ含むものを選んで示したものであり、積層数や積層順序等は、特に限定されるものではない。

[0066] 図3-1~3-3は、各複屈折層のP1軸が各複屈折層の法線方向を含む同平面内にあり、かつ平行となるように積層した例である。

図3-1は、Aプレート又はそれに類似の機能を有する複合複屈折媒体を構成したい場合の積層方法である。

図3-1の複合複屈折媒体41においては、第一種の複屈折層11aのP1軸11ap、第

二種の複屈折層21aのP1軸21ap、及び、各複屈折層11a、21aの法線方向が同平面30a内にある。また、第一種の複屈折層11aのP1軸11apと第二種の複屈折層21aのP1軸21apとは、平行である。

[0067] 図3-2は、Cプレート又はそれに類似の機能を有する複合複屈折媒体を構成したい場合の積層方法である。

図3-2の複合複屈折媒体42においては、第一種の複屈折層12aのP1軸12ap、第二種の複屈折層22aのP1軸22ap、及び、各複屈折層12a、22aの法線方向が同平面30b内にある。また、第一種の複屈折層12aのP1軸12apと第二種の複屈折層22aのP1軸22apとは、平行である。

[0068] 図3-3は、AプレートでもCプレートでもない複合複屈折媒体を構成したい場合の積層方法である。

図3-3の複合複屈折媒体43においては、第一種の複屈折層13aのP1軸13ap、第二種の複屈折層23aのP1軸23ap、及び、各複屈折層13a、23aの法線方向が同平面30c内にある。また、第一種の複屈折層13aのP1軸13apと第二種の複屈折層23aのP1軸23apとは、平行である。

[0069] 図3-4~3-9は、各複屈折層のP1軸が平行ではないが、法線方向を含む同平面内にあるように積層した例であり、AプレートでもCプレートでもない複合複屈折媒体を構成したい場合の積層方法である。

図3-4の複合複屈折媒体44においては、第一種の複屈折層11bのP1軸11bp、第二種の複屈折層22bのP1軸22bp、及び、各複屈折層11b、22bの法線方向が同平面30d内にある。

図3-5の複合複屈折媒体45においては、第一種の複屈折層11cのP1軸11cp、第二種の複屈折層23bのP1軸23bp、及び、各複屈折層11c、23bの法線方向が同平面30e内にある。

図3-6の複合複屈折媒体46においては、第一種の複屈折層12bのP1軸12bp、第二種の複屈折層21bのP1軸21bp、及び、各複屈折層12b、21bの法線方向が同平面30f内にある。

[0070] 図3-7の複合複屈折媒体47においては、第一種の複屈折層12cのP1軸12cp、第

二種の複屈折層23cのP1軸23cp、及び、各複屈折層12c、23cの法線方向が同平面30g内にある。

図3-8の複合複屈折媒体48においては、第一種の複屈折層13bのP1軸13bp、第二種の複屈折層14aのP1軸14ap、及び、各複屈折層13b、14aの法線方向が同平面30h内にある。

図3-9の複合複屈折媒体49においては、第一種の複屈折層13cのP1軸13cp、第二種の複屈折層22cのP1軸22cp、及び、各複屈折層13c、22cの法線方向が同平面30i内にある。

[0071] 図4は、本発明の効果が得られない例を示す。この複合複屈折媒体50によれば、第一種の複屈折層14bのP1軸14bpと第二種の複屈折層21cのP1軸21cpとが、各複屈折層14b、21cの法線方向を含む同平面内にないことから、各複屈折層14b、21cのP1軸14bp、21cp同士のなす角度の斜め方向での法線方向における設計値からずれが大きくなるため、広い視野角を得ることができない。

[0072] ただし、図5に示すように、第一種の複屈折層14c及び第二種の複屈折層21dに対し、第一種の複屈折層11dを更に一層積層した複合複屈折媒体51において、第一種の複屈折層14cの位相差 $R(550)$ の絶対値を実質的に複屈折層として機能しないように小さくする、例えば20nm未満とすれば、全てのP1軸14cp、21dp及び11dpが、各複屈折層14c、21d及び11dの法線方向を含む同平面内にあるという条件を満たさないにも関わらず、第一種の複屈折層11dのP1軸11dpと第二種の複屈折層21dのP1軸21dpとが、各複屈折層11d、21dの法線方向を含む同平面30j内にあるため、本発明の作用効果を得ることができる。すなわち、本発明において前記条件を満たすべき複屈折層は、 $|R(550)| \geq 20\text{nm}$ の関係を満たすものだけである。

[0073] <円偏光板について>

以下、本発明の内容を、円偏光板を用いて説明する。なお、シミュレーションには、市販の液晶シミュレーターである「LCDマスター(シンテック社製)」を用いた。また、光学計算アルゴリズムは 2×2 ジョーンズマトリクス法とした。

[0074] 1. 従来の円偏光板の構成

まず、本発明の比較対象として、従来の各円偏光板の光学特性を説明する。上記特

許文献1～15を参考に、下記の5種の円偏光板を構成した。各円偏光板の構成は、それぞれ図6-1～6-5に示す。なお、図中、直線偏光子内の両矢印は、吸収軸を表し、 $\lambda/4$ 板及び $\lambda/2$ 板内の両矢印は、光学軸を表す。点線は、方位角 0° の方位を表す。

[0075] (1) 広帯域化がなされていない一枚タイプ

図6-1に示すように、このタイプの円偏光板(以下「第1円偏光板」ともいう。)101は、直線偏光子(吸収軸の方位 0°)5a及び $\lambda/4$ 板(遅相軸(=光学軸)の方位 45°)61を積層した構成を有する。なお、第1円偏光板101は、トリアセチルセルロース(TAC)等の保護フィルムを含まず、直線偏光子5aは、可視波長全域で偏光度100%の理想的偏光素子を想定した。以下の円偏光板についても同様である。 $\lambda/4$ 板61は、ポリカーボネート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定し、下記式(C2)及び(D2)で定義される α 及び β をそれぞれ、 $\alpha = 1.08$ とし、 $\beta = 0.96$ とした。

$$\alpha = (\text{波長}450\text{nmの位相差}) / (\text{波長}550\text{nmの位相差}) \quad (\text{C2})$$

$$\beta = (\text{波長}650\text{nmの位相差}) / (\text{波長}550\text{nmの位相差}) \quad (\text{D2})$$

[0076] (2) 二枚直交積層タイプ

図6-2に示すように、このタイプの円偏光板(以下「第2円偏光板」ともいう。)102は、直線偏光子(吸収軸の方位 0°)5b、 $\lambda/2$ 板(遅相軸(=光学軸)の方位 45°)72、及び、 $\lambda/4$ 板(遅相軸(=光学軸)の方位 -45°)62を積層した構成を有する。 $\lambda/2$ 板72は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定し、 $\alpha = 1.00$ 、 $\beta = 1.00$ とした。 $\lambda/4$ 板62は、ポリカーボネート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定し、 $\alpha = 1.08$ 、 $\beta = 0.96$ とした。

[0077] (3) 二枚交差積層タイプ

図6-3に示すように、このタイプの円偏光板(以下「第3円偏光板」ともいう。)103は、直線偏光子(吸収軸の方位 -30°)5c、 $\lambda/2$ 板(遅相軸(=光学軸)の方位 -15°)73、及び、 $\lambda/4$ 板(遅相軸(=光学軸)の方位 45°)63を積層した構成を有する。 $\lambda/2$ 板73、 $\lambda/4$ 板63はともに、ポリカーボネート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定し、 $\alpha = 1.08$ 、 $\beta = 0.96$ とした。

[0078] (4)一枚タイプ

図6-4に示すように、このタイプの円偏光板(以下「第4円偏光板」ともいう。)104は、直線偏光子(吸収軸の方位 0°)5d、及び、 $\lambda/4$ 板(遅相軸(=光学軸)の方位 45°)64を積層した構成を有する。 $\lambda/4$ 板64は、逆波長分散性を示すフィルムを一軸延伸したものを想定し、特許文献11の実施例1を参考に $\alpha = 0.75$ 、 $\beta = 1.10$ とした。

[0079] (5)広帯域化がなされていない二枚平行積層タイプ

図6-5に示すように、このタイプの円偏光板(以下「第5円偏光板」ともいう。)105は、直線偏光子(吸収軸の方位 0°)5e、 $\lambda/2$ 板($\Delta n > 0$ 、光学軸の方位 45° 、遅相軸の方位 45°)75、及び、 $\lambda/4$ 板($\Delta n < 0$ 、光学軸の方位 45° 、遅相軸の方位 -45°)65を積層した構成を有する。特許文献15の実施例1を参考に、 $\lambda/2$ 板75は、ポリカーボネート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定し、 $\alpha = 1.08$ 、 $\beta = 0.96$ とした。 $\lambda/4$ 板65は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定し、 $\alpha = 1.05$ 、 $\beta = 0.98$ とした。なお、積層体の波長分散性を計算すると、 $\nu = R(450)/R(650) = 1.18$ となるため、この積層体を位相差フィルムとした第5円偏光板105は、広帯域化されていない。

[0080] 2. 偏光状態の計算

第1~第5円偏光板について、可視波長域の各波長で出射光のストークスパラメータ S_0 、 S_1 、 S_2 及び S_3 を計算し、出射光の偏光状態を調べた。この目的では、出射光の強度に興味がなく、偏光状態にのみ興味があるので、ストークスパラメータ S_3 だけに着目し、下記式(G)で規格化したストークスパラメータ S_3 を計算した。したがって、ストークスパラメータ S_3 の絶対値が1に近いほど、出射光はより理想的な円偏光に変換されていると読み取ることができる。また、 $S_3 = 0$ は、直線偏光を表す。

$$S_0 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 \quad (G)$$

[0081] 図7-1~7-5はそれぞれ、第1~第5円偏光板のストークスパラメータ S_3 の計算結果を示す図である。図中の太実線、細実線及び点線はそれぞれ、円偏光板の法線方向、方位角 22.5° 極角 60° の斜め方向、及び、方位角 45° 極角 60° の斜め方向におけるストークスパラメータ S_3 を表す。なお、これらの図においては、広い波長

域で S_3 の絶対値が1に近いことは、円偏光板が広帯域であることを示している。また、実線、細実線及び点線の3本の重なり合いが大きいことは、円偏光板が広視野角であることを示している。

[0082] 図7-1に示すように、広帯域化がなされていない第1円偏光板においては、設計中心波長である波長550nmで $S_3 = 1$ であり、理想的な円偏光が得られている。しかしながら、その他の波長では、位相差が $\lambda/4$ からずれるために、 S_3 は1を下回る。

[0083] 図7-2~7-4に示すように、広帯域化がなされている第2~第4円偏光板においては、法線方向では広い波長域で $S_3 \approx 1$ であり、理想的な円偏光が得られているものの、斜め方向においてはそうとは限らない。特に、第2及び第3円偏光板においては、 S_3 の波長分散及び波長分散の視角依存が大きく、 S_3 の1からの乖離が大きい。このように、2以上の複屈折層を積層してなる第2及び第3円偏光板の視野角が狭い理由としては、簡単には、(1)各複屈折層の見かけの位相差が、斜め方向では法線方向における設計値からずれること、及び、(2)各複屈折層及び偏光子の光学軸と他の複屈折層及び偏光子の光学軸とのなす角度が、斜め方向では法線方向における設計値からずれてしまうことの2つが挙げられる。この問題は、本質的には、クロスニコル偏光子の視野角が狭いという問題、すなわちクロスニコル偏光子は、法線方向では二枚の偏光子の偏光軸(吸収軸)が直交しているために光漏れはないが、斜め方向では偏光軸が見かけ上直交しなくなるために光漏れが発生するという問題と酷似している。したがって、円偏光板を構成する複屈折層の数が増えることにより、光学軸の数が増えるほど、この問題が顕在化することは明らかである。

[0084] 一方、一枚タイプである第4円偏光板は、図7-4に示すように、斜め方向で S_3 が1を若干下回るものの、 S_3 の波長分散に視角依存はほとんどなく、広視野角かつ広帯域であることが分かる。斜め方向で S_3 が1を下回る理由は、(1) $\lambda/4$ 板及び偏光子のそれぞれの光学軸がなす角度が斜め方向では設計値 45° からずれること、及び、(2) $\lambda/4$ 板の見かけの位相差が設計値 $\lambda/4$ からずれることにある。しかしながら、いずれについても、ずれ(量)は波長によらずほとんど一定であり、 S_3 の波長分散は斜め方向でも変化しない。

[0085] 図7-5に示すように、二枚平行積層タイプである第5円偏光板は、広帯域化がなさ

れていないため、 S_3 の波長分散性が大きい。しかしながら、設計中心波長である550 nmにおける S_3 を見ると、二枚積層タイプでありながら、斜め方向においても一枚タイプである第1及び第4円偏光板と同等の S_3 を実現している。また、 S_3 の波長分散の視角依存も小さい。

[0086] 二枚平行積層タイプである第5円偏光板においては、二枚の延伸フィルムの遅相軸（又は進相軸）が互いに直交していることのみならず、各複屈折層の光学軸が互いに平行に積層されていることに重要な意味がある。したがって、第5円偏光板の視野角特性は、単に光学的に正の一軸性を有する二枚の延伸フィルムをその遅相軸（又は進相軸）が互いに直交するように積層した構成や、光学的に負の一軸性を有する二枚の延伸フィルムをその遅相軸（又は進相軸）が互いに直交するように積層した構成とは、明らかに異なる。この理由については、簡単には次のように説明することができる。光が斜め方向に伝播するときの複屈折層の光学特性について、屈折率楕円体及び／又はポアンカレ球等を用いて説明する場合、基準とすべき軸は、遅相軸や進相軸ではなく光学軸である。積層された各複屈折層の光学軸が各複屈折層の法線方向を含む同平面内で平行になるように積層されている場合、それらの光学軸は、どの斜め方向からも平行関係を維持する。すなわち、この場合、2つの光学軸のなす角度が設計値からずれることがないため、視野角が広いのである。

[0087] 3. 本発明の円偏光板の構成

本発明者らは、第1～第5円偏光板の計算結果及びその考察から、次の2点を見いだした。すなわち、広帯域な位相差フィルムを実現するためには、複数の複屈折層を積層することが有効であること、及び、広視野角な位相差フィルムを実現するためには、積層することなく一枚の位相差フィルムとする、又は、複数の積層する場合は、一軸性の位相差フィルムの光学軸が互いに平行となるように積層することが有効であることである。

[0088] 更に、これらの知見を参考にして鋭意検討したところ、2以上の複屈折層を、波長分散性、位相差及び誘電主軸に関して所定の相対関係を満たすように積層することにより、広帯域かつ広視野角な位相差フィルム（複合複屈折媒体）を提供することができることを見いだした。

[0089] 以下、本発明の設計指針の有効性を示すために、これに従って複合複屈折媒体を設計し、それを用いた下記の11種の円偏光板を構成した。各円偏光板の構成は、それぞれ図6-6~6-16に示す。図中、直線偏光子内の両矢印は、吸収軸を表し。複屈折層内の両矢印は、P1軸を表す。なお、図6-13~6-16における複屈折層内の両矢印は、複屈折層の面内方向になく、傾斜している(極角が90°未満である)ことを示している。点線は、方位角0°の方位を表す。

[0090] (1)本発明の円偏光板1

図6-6に示すように、この円偏光板(以下「第6円偏光板」ともいう。)106は、直線偏光子5f、第一種の複屈折層81及び第二種の複屈折層91を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表1に示す。第一種の複屈折層81は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層91は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。

[0091] [表1]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-		-			
第一種の複屈折層	-	45	90	275	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層				-137.5	1.05	0.98	

[0092] (2)本発明の円偏光板2

図6-7に示すように、この円偏光板(以下「第7円偏光板」ともいう。)107は、直線偏光子5g、第一種の複屈折層82及び第二種の複屈折層92を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表2に示す。第一種の複屈折層82は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層92は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第7円偏光板は、第一種及び第二種の複屈折層の位相差R(550)の絶対値が大きいこと以外は、第6円偏光板の構成と同一である。

[0093] [表2]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-					
第一種の複屈折層	-	45	90	987.5	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層				-850	1.05	0.98	

[0094] (3)本発明の円偏光板3

図6-8に示すように、この円偏光板(以下「第8円偏光板」ともいう。)108は、直線偏光子5h、第一種の複屈折層83、第二種の複屈折層93及び第一種の複屈折層84を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表3に示す。第一種の複屈折層83及び84は、いずれもノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層93は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。

[0095] [表3]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-					
第一種の複屈折層	-	45	90	487.5	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層				-850	1.05	0.98	
第一種の複屈折層				500	1.00	1.00	

[0096] (4)本発明の円偏光板4

図6-9に示すように、この円偏光板(以下「第9円偏光板」ともいう。)109は、直線偏光子5i、第一種の複屈折層85及び第二種の複屈折層94を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表4に示す。第一種の複屈折層85は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層94は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第9円偏光板は、各複屈折層の二軸性パラメータ η が0.25であること以外は、第6円偏光板の構成と同一である。

[0097] [表4]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差 R(550)(nm)	波長分散性		二軸性 η
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)		α	β	
直線偏光子	0	—		—	—		—
第一種の複屈折層	—	45	90	275	1.00	1.00	0.25
第二種の複屈折層				-137.5	1.05	0.98	

[0098] (5)本発明の円偏光板5

図6-10に示すように、この円偏光板(以下「第10円偏光板」ともいう。)110は、直線偏光子5j、第一種の複屈折層86及び第二種の複屈折層95を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表5に示す。第一種の複屈折層86は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層95は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第10円偏光板は、各複屈折層の二軸性パラメータ η が0.5であること以外は、第9円偏光板の構成と同一である。

[0099] [表5]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差 R(550)(nm)	波長分散性		二軸性 η
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)		α	β	
直線偏光子	0	—		—	—		—
第一種の複屈折層	—	45	90	275	1.00	1.00	0.5
第二種の複屈折層				-137.5	1.05	0.98	

[0100] (6)本発明の円偏光板6

図6-11に示すように、この円偏光板(以下「第11円偏光板」ともいう。)111は、直線偏光子5k、第一種の複屈折層87及び第二種の複屈折層96を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表6に示す。第一種の複屈折層87は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層96は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第11円偏光板は、第一種の複屈折層の二軸性パラメータ η_1 と第二種の複屈折層の二軸性パラメータ η_2 とが異なり、 $\eta_1/\eta_2=1/2$ であること以外は、第10円偏光板の構成と同一である。

[0101] [表6]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	—					
第一種の複屈折層	—	45	90	275	1.00	1.00	0.25
第二種の複屈折層				-137.5	1.05	0.98	0.5

[0102] (7) 本発明の円偏光板7

図6-12に示すように、この円偏光板(以下「第12円偏光板」ともいう。)112は、直線偏光子5m、第一種の複屈折層88及び第二種の複屈折層97を積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表7に示す。第一種の複屈折層88は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層97は、ポリメチルメタクリレート樹脂からなるフィルムを横一軸延伸したものを想定した。第12円偏光板は、第一種及び第二種の二軸性パラメータ η_1 及び η_2 が大きいこと以外は、第11円偏光板の構成と同一である。

[0103] [表7]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	—					
第一種の複屈折層	—	45	90	275	1.00	1.00	0.5
第二種の複屈折層				-137.5	1.05	0.98	1

[0104] (8-1) 本発明の円偏光板8-1

図6-13に示すように、この円偏光板(以下「第13-1円偏光板」ともいう。)113aは、直線偏光子5n、第一種の複屈折層89a及び第二種の複屈折層98aを積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表8に示す。第一種の複屈折層89aは、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層98aは、ディスコチック液晶性分子をハイブリッド配向させたものを想定した。第13-1円偏光板では、第二種の複屈折層98aのP1軸の極角が75°であり、第一種及び第二種の複屈折層89a及び98aのP1軸同士のなす角度が15°である。

[0105] [表8]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-					
第一種の複屈折層	-	45	90	275	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層			75	-145	1.08	0.96	

[0106] (8-2) 本発明の円偏光板8-2

図6-14に示すように、この円偏光板(以下「第13-2円偏光板」ともいう。)113bは、直線偏光子5p、第一種の複屈折層89b及び第二種の複屈折層98bを積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表9に示す。第一種の複屈折層89bは、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層98bは、ディスコチック液晶性分子をハイブリッド配向させたものを想定した。第13-2円偏光板では、第二種の複屈折層98bのP1軸の極角が70°であり、第一種及び第二種の複屈折層89b及び98bのP1軸同士のなす角度が20°である。

[0107] [表9]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-					
第一種の複屈折層	-	45	90	275	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層			70	-155	1.08	0.96	

[0108] (8-3) 本発明の円偏光板8-3

図6-15に示すように、この円偏光板(以下「第13-3円偏光板」ともいう。)113cは、直線偏光子5q、第一種の複屈折層89c及び第二種の複屈折層98cを積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表10に示す。第一種の複屈折層89cは、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層98cは、ディスコチック液晶性分子をハイブリッド配向させたものを想定した。第13-3円偏光板では、第二種の複屈折層98cのP1軸の極角が67.5°であり、第一種及び第二種の複屈折層89c及び98cのP1軸同士のなす角度が22.5°である。

[0109] [表10]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-					
第一種の複屈折層	-	45	90	275	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層			67.5	-160	1.08	0.96	

[0110] (8-4) 本発明の円偏光板8-4

図6-16に示すように、この円偏光板(以下「第13-4円偏光板」ともいう。)113dは、直線偏光子5r、第一種の複屈折層89d及び第二種の複屈折層98dを積層した構成を有する。各複屈折層の光学特性を下記表11に示す。第一種の複屈折層89dは、ノルボルネン樹脂からなるフィルムを一軸延伸したものを想定した。第二種の複屈折層98dは、ディスコチック液晶性分子をハイブリッド配向させたものを想定した。第13-4円偏光板では、第二種の複屈折層98dのP1軸の極角が65°であり、第一種及び第二種の複屈折層89d及び98dのP1軸同士のなす角度が25°である。

[0111] [表11]

構成	吸収軸	P1軸方向		位相差	波長分散性		二軸性
	方位角(°)	方位角(°)	極角(°)	R(550)(nm)	α	β	η
直線偏光子	0	-					
第一種の複屈折層	-	45	90	275	1.00	1.00	0
第二種の複屈折層			65	-165	1.08	0.96	

[0112] 4. 偏光状態の測定

図7-6~7-16はそれぞれ、本発明の第6~第12円偏光板及び第13-1~第13-4円偏光板のストークスパラメータ S_3 の計算結果を示す図である。図中の太実線、細実線及び点線はそれぞれ、円偏光板の法線方向、方位角22.5° 極角60°の斜め方向、及び、方位角45° 極角60°の斜め方向におけるストークスパラメータ S_3 を表す。

[0113] 図7-6に示すように、本発明の第6円偏光板においては、法線方向及び斜め方向ともに、広い波長域で $S_3 \approx 1$ が得られており、二枚直交積層タイプである第2円偏光板や二枚交差積層タイプである第3円偏光板よりも、視野角が広い。

[0114] また、図7-7に示すように、第6円偏光板よりも各複屈折層の位相差が大きい本発明の第7円偏光板においては、更に広い波長領域で $S_3 \approx 1$ が得られている。更に、

図7-8に示すように、各複屈折層の位相差が比較的大きい第8円偏光板においても、3層積層タイプであるものの、二枚積層タイプである第7円偏光板と同じく、広い波長領域で $S_3 \approx 1$ が得られており、広帯域であり、また、広視野角である。

- [0115] 更に、図7-9に示すように、一軸性の複屈折層に代えて二軸性の複屈折層を用いた本発明の第9円偏光板においても、二枚直交積層タイプである第2円偏光板や二枚交差積層タイプである第3円偏光板よりも視野角が広く、本発明の設計指針の有効性を示している。そして、図7-10に示すように、二軸性の度合いを示す二軸性パラメータ η が第一種及び第二種の複屈折層ともに第9円偏光板よりも大きい第10円偏光板においては、第2円偏光板や第3円偏光板よりも視野角が広いものの、一軸性の複屈折層を用いた第6円偏光板と比べて、視野角の悪化が確認される。
- [0116] これらの結果から、第2及び第3円偏光板よりも広視野角とするためには、第一種及び第二種の複屈折層の二軸性パラメータ η は、0.5以下であることが好ましく、0.25以下であることがより好ましい。なお、図7-11及び7-12に示すように、第一種の複屈折層の二軸性パラメータ η を第二種の複屈折層の半分に調整した第11及び第12円偏光板においては、一軸性の複屈折層を二枚平行積層した第6円偏光板と同等の視野角を維持している。すなわち、二軸性パラメータ η が0.5を超えた場合においても、第一種の複屈折層の二軸性パラメータ η を第二種の複屈折層の二軸性パラメータ η よりも小さく設定することにより、広視野角化が可能となる。したがって、第一種の複屈折層の二軸性パラメータ η_1 は、第二種の複屈折層の二軸性パラメータ η_2 の1/2倍であることが好ましい。
- [0117] また、第二種の複屈折層のP1軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない別の方向にある場合には、面内方向にP1軸を有する第一種の複屈折層と第二種の複屈折層のP1軸とが平行になるように積層することは困難である。しかしながら、本発明の第13-1円偏光板のように、第一種の複屈折層のP1軸と第二種の複屈折層のP1軸とを各複屈折層の法線を含む同平面内に配置することにより、図7-13に示すように、二枚直交積層タイプである第2円偏光板や二枚交差積層タイプである第3円偏光板よりも広い視野角を得ることができる。なお、第一種及び第二種の複屈折層のP1軸同士のなす角度が 22.5° 以下である本発明の第13-2及び第13-3円偏光

板もまた、可視波長域で S_3 が0.5を下回ることがないことから、従来の2枚積層タイプよりもよいと言える。

[0118] 他方、第一種及び第二種の複屈折層のP1軸同士のなす角度が 25° である本発明の第13-4円偏光板では、 S_3 が0.5を下回る波長があるため、従来の2枚積層タイプよりも確実によいとは言えない。しかしながら、光量(光漏れ)の視野角という意味で考えてみると次のことが言える。

[0119] 設計中心波長でもあり、人間の視感度ピークでもある波長550nmの計算結果だけに注目して比較すると下記表12に示すようになる。

[0120] [表12]

円偏光板	P1軸同士がなす角度($^\circ$)	ストークスパラメータ S_3		
		法線方向	方位角 22.5° 極角 60°	方位角 45° 極角 60°
第3円偏光板	-	1.00	0.91	0.84
第13-1円偏光板	15	1.00	0.94	0.94
第13-2円偏光板	20	1.00	0.90	0.92
第13-3円偏光板	22.5	1.00	0.88	0.90
第13-4円偏光板	25.0	1.00	0.85	0.87

[0121] 表12に示すように、第13-4円偏光板でも、 S_3 の最低値(0.87)は、2枚積層タイプの S_3 の最低値(0.84)よりも高く維持されている。したがって、例えば第13-4円偏光板を作製し、ミラーの上に置いた場合、着色問題は別として、波長550nmの光量だけに注目した反射防止効果の視野角は、従来の2枚積層タイプの第3円偏光板よりも広いということになる。もちろん、法線方向では第13-4円偏光板も2枚積層タイプの第3円偏光板と同様に広帯域化がなされており、総合的に評価をすると、P1軸がなす角度を 25° まで拡大した第13-4円偏光板であっても、従来の2枚積層タイプの第3円偏光板よりも若干優位であるといえる。なお、着色はもちろんあるよりもない方がよいが、一般的には着色がないことが光量の最適化よりも優先されることはない。まとめると、第1種の複屈折層のP1軸と、第2種の複屈折層のP1軸とのなす角度の上限は、 25° であることが好ましい。より好ましい上限は、 22.5° であり、更に好ましい上限は、 15° である。

[0122] 以上により、本発明の設計指針の有効性が証明された。以下、本発明のその他の実施の形態について説明する。本発明の複合複屈折媒体は、偏光子と組み合わせる

ことにより、偏光板(以下「複合複屈折媒体付偏光板」ともいう。)を構成することができる。これにより構成された複合複屈折媒体付偏光板は、特に、全ての複屈折層のP1軸が偏光子の透過軸又は吸収軸と直交である場合に、本発明の作用効果を奏することができる。なぜなら、複屈折層のP1軸が偏光子の透過軸又は吸収軸と直交する場合、複屈折層が斜め方向からの入射光に対してのみ実質的に機能し、法線方向からの入射光に対しては全く機能しないからである。逆に、このような場合、複合複屈折媒体付偏光板は、斜め方向からの入射光を偏光変換する機能に期待したものであり、十分な広帯域化の効果が正面方向でしか得られない従来の広帯域位相差フィルムによれば、必要な広帯域化の効果をj得ることができないためである。

[0123] また、本発明の複合複屈折媒体付偏光板を液晶表示装置に用いることにより、広視野角で着色の少ない高表示品位の液晶表示装置を提供することができる。更に、液晶表示装置の光変調素子である液晶パネルそのものが、複合複屈折媒体を構成する複屈折層のうちの一層を兼ねている構成であってもよい。このような構成とすることにより、複屈折層の数を減らして薄型かつ低コストの液晶表示装置を実現することができる。また、前述の通り、複屈折層の位相差及びP1軸の制御の自由度が向上するため、より高品位の液晶表示装置を実現することが可能となる。

[0124] <実施例>

以下に実施例を掲げ、本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

[0125] 1. 実施例1~8の複合複屈折媒体、比較例1の位相差フィルム、及び、比較例2の複合複屈折媒体の構成

実施例1~8の複合複屈折媒体、比較例1の位相差フィルム、及び、比較例2の複合複屈折媒体について、各複屈折層の種類、材料、位相差R(550)、波長分散性 α 及び β 、二軸性パラメータ η 、並びに、P1軸の方向を表13に示す。

[0126] [表13]

例	第一種/ 第二種	材料	位相差		波長分散性		二軸性		P1軸方向		評価結果	
			R(550)		α	β	η	方位角	極角	α'	β'	
実施例1	第一種	NB	280nm	1.00	1.00	0	45°	90°	0.95	1.03		
	第二種	PS	-140nm	1.06	0.97							
実施例2	第一種	NB	280nm	1.00	1.00	0.2	45°	90°	0.97	1.02		
	第二種	PS	-140nm	1.06	0.97	0.3						
実施例3	第一種	NB	250nm	1.00	1.00	0.6	45°	90°	0.96	1.03		
	第二種	PS	-125nm	1.06	0.97	0.3						
実施例4	第一種	NB	280nm	1.00	1.00	0	45°	90°	0.94	1.04		
	第二種	DLC	-135nm	1.08	0.96							
実施例5	第一種	NB	280nm	1.00	1.00	0	45°	90°	0.99	1.03		
	第二種	DLC	-155nm	1.08	0.96			75°				
実施例6	第一種	NLC	520nm	1.05	0.98			90°				
	第二種	NB	-5nm	1.00	1.00	0	45°	0°	0.97	1.03		
	第二種	DLC	-370nm	1.08	0.96			90°				
実施例7	第一種	NLC	520nm	1.05	0.98			90°				
	第二種	NB	-5nm	1.00	1.00	0	45°	0°	0.97	1.03		
	第二種	DLC	-370nm	1.08	0.96			90°				
実施例8	第一種	PC	300nm	1.08	0.96	0	45°	90°	0.98	1.02		
	第二種	PMM	-445nm	1.05	0.98							
比較例1	第一種	PC	135nm	1.08	0.96	0	45°	90°	1.08	0.96		
比較例2	第一種	NB	280nm	1.00	1.00	0	-15°	90°	-	-		
	第一種	NB	135nm	1.00	1.00	0	45°	90°	-	-		

[0127] (実施例1)

ノルボルネン樹脂(NB)フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)と、ポリスチレン樹脂(PS)フィルムを一軸延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)とを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、実施例1の複合複屈折媒体とした。

[0128] (実施例2)

ノルボルネン樹脂フィルムを横一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)と、ポリスチレン樹脂フィルムを横一軸延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)とを、

透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、実施例2の複合複屈折媒体とした。

[0129] (実施例3)

ノルボルネン樹脂フィルムを二軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)と、ポリスチレン樹脂フィルムを横一軸延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)とを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、実施例3の複合複屈折媒体とした。

[0130] (実施例4)

まず、ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)上に、垂直配向膜を塗布した。次に、ノルボルネン樹脂フィルムの延伸方向と平行に、垂直配向膜のラビング処理を行った。続いて、バーコータを用いて、空気界面での垂直配向助剤を微量添加したディスコチック液晶性分子(DLC)を含む塗布液を垂直配向膜上に塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第2複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。以上により形成された積層体を実施例4の複合複屈折媒体とした。なお、本明細書で「ディスコチック液晶性分子の垂直配向」とは、円盤状分子の円盤面が基板に垂直に配列している配向状態をいう。

[0131] (実施例5)

まず、ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)上に、垂直配向膜を塗布した。次に、ノルボルネン樹脂フィルムの延伸方向と平行に、垂直配向膜のラビング処理を行った。続いて、バーコータを用いて、ディスコチック液晶性分子を含む塗布液を垂直配向膜上に塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第2複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。以上により形成された積層体を実施例5の複合複屈折媒体とした。

[0132] なお、本実施例における第2複屈折層(第二種の複屈折層)は、複屈折層の厚み方向に連続的に配向方向を変化させるいわゆるハイブリッド配向をしている。したがって、ハイブリッド配向した複屈折層の全体を、光学的に二軸性を示す複屈折媒体が

複屈折層の面に対してある角度をなして一様配向した複屈折層と実質的に等しいと仮定した上で、斜め方向からの位相差測定結果を参照し、計算により誘電主軸、主屈折率及びP1軸を決定した。

[0133] (実施例6)

まず、未延伸のノルボルネン樹脂フィルムからなる第1複屈折性層(第二種の複屈折層)上に、水平配向膜を塗布した。次に、一方向に水平配向膜のラビング処理を行った後、バーコータを用いて、水平配向膜上にネマチック液晶性分子(NLC)を含む塗布液を塗布した。その後、水平配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第2複屈折性層(第一種の複屈折層)を形成した。

[0134] また、第1複屈折性層(第二種の複屈折層)に対し、第2複屈折性層(第一種の複屈折層)を形成した側とは反対の側に垂直配向膜を塗布した。次に、上記水平配向膜のラビング方向と平行な方向に、垂直配向膜のラビング処理を行った後、空気界面での垂直配向助剤を微量添加したディスコチック液晶性分子を含む塗布液を、垂直配向膜上にバーコータを用いて塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第3複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。以上により形成された積層体を実施例6の複合複屈折媒体とした。

[0135] (実施例7)

実施例6と同様の方法により、第1複屈折性層(第二種の複屈折層)上に、水平配向膜を介して第2複屈折性層(第一種の複屈折層)を積層した。一方、実施例6と異なり、第3複屈折層(第二種の複屈折層)は、ガラス板上に形成した。その後、第3複屈折層のみをガラス板から剥離し、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して第2複屈折性層(第一種の複屈折層)の上に転写積層した。以上により形成された積層体を実施例7の複合複屈折媒体とした。

[0136] (実施例8)

ポリカーボネート樹脂(PC)フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)と、ポリメチルメタクリレート樹脂(PMMA)フィルムを一軸延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)とを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、実施例8の複合複屈折媒体とした。

[0137] (比較例1)

ポリカーボネート樹脂フィルムを一軸延伸し、比較例1の位相差フィルムとした。

(比較例2)

ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸することで得た $\lambda/2$ 板(遅相軸の方位 -15°)と $\lambda/4$ 板(遅相軸の方位 45°)とを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、比較例2の複合複屈折媒体とした。

[0138] 2. 実施例1～8の複合複屈折媒体、比較例1の位相差フィルム、及び、比較例2の複合複屈折媒体の波長分散性の評価試験

実施例1～8の複合複屈折媒体、比較例1の位相差フィルム、及び、比較例2の複合複屈折媒体の波長分散性 α' 及び β' を、複合複屈折媒体又は位相差フィルムの法線方向、方位角 22.5° 極角 60° の斜め方向、及び、方位角 45° 極角 60° の斜め方向の三方向について測定し、三方向における波長分散性 α' 及び β' の平均値を算出した。なお、測定には、分光エリプソメータ(商品名:M-220、日本分光社製)を用いた。また、波長分散性 α' 及び β' の定義は、下記式(H)及び(I)に示すように定義される。

$$\alpha' = [N1(450) - N2(450)] / [N1(550) - N2(550)] \quad (H)$$

$$\beta' = [N1(650) - N2(650)] / [N1(550) - N2(550)] \quad (I)$$

式中、 $N1(\lambda)$ 及び $N2(\lambda)$ は、所定の測定方向から入射した波長 λ (nm)の光が複合複屈折媒体又は位相差フィルム中を伝播する場合の2つの固有モードに対応する屈折率を表す。ただし、 $N1(\lambda) \geq N2(\lambda)$ とする。

なお、比較例2の複合複屈折媒体については、後述の反射光量の評価で視野角が狭いことを確認しているため、複合複屈折媒体としての位相差の波長分散性は測定しなかった。

[0139] 波長分散性の評価試験の結果を表13に示す。本発明の実施例1～8の複合複屈折媒体は、位相差が逆波長分散性を示し、広視野角かつ広帯域であることを確認した。一方、比較例1の位相差フィルムは逆波長分散性を示さず、比較例2の複合複屈折媒体は法線方向以外で波長分散及び偏光変換機能が設計値から大きくずれていた。

[0140] 3. 実施例9～16及び比較例3及び4の円偏光板の構成

(実施例9)

実施例1の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例9の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、トリアセチルセルロース(TAC)等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0141] (実施例10)

実施例2の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例10の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0142] (実施例11)

実施例3の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例11の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0143] (実施例12)

実施例4の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例12の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0144] (実施例13)

実施例5の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例13の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0145] (実施例14)

実施例6の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例14の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0146] (実施例15)

実施例7の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位 45° の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例15の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

リル系粘着剤を介して積層することにより、実施例15の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0147] (実施例16)

実施例8の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位45°の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例16の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0148] (比較例3)

比較例1の位相差フィルムと、吸収軸の方位45°の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例16の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0149] (比較例4)

比較例2の複合複屈折媒体と、吸収軸の方位45°の偏光子とを、複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層することにより、実施例16の円偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

[0150] 4. 実施例9～16及び比較例3及び4の円偏光板の目視評価試験

実施例9～16及び比較例3及び4の円偏光板をそれぞれアルミ蒸着ミラー上に置き、反射光の状態を調べた。あらゆる視角方向で反射光量が小さく、かつ、着色がなければ○と評価し、着色があれば×と評価した。評価試験の結果を表14に示す。

[0151] [表14]

例	偏光子 吸収軸方位	複合複屈折媒体又は 位相差フィルム	目視評価	
			光量	着色
実施例9	45°	実施例1	○	○
実施例10	45°	実施例2	○	○
実施例11	45°	実施例3	○	○
実施例12	45°	実施例4	○	○
実施例13	45°	実施例5	○	○
実施例14	45°	実施例6	○	○
実施例15	45°	実施例7	○	○
実施例16	45°	実施例8	○	○
比較例3	45°	比較例1	○	×
比較例4	45°	比較例2	×	×

[0152] 本発明の9~16の円偏光板は、広視野角かつ広帯域であることを確認した。一方、比較例3及び4の円偏光板は、比較例1の位相差フィルムが逆波長分散性を示さず、比較例2の複合複屈折媒体が法線方向以外で波長分散及び偏光変換機能が設計値から大きくずれるため、円偏光板としての性能が不十分であった。

[0153] 3. 実施例17及び18の複合複屈折媒体、並びに、比較例5及び6の位相差フィルムの構成

実施例17及び18の複合複屈折媒体、並びに、比較例5及び6の位相差フィルムについて、複屈折層の種類、材料、位相差R(550)、波長分散性 α 及び β 、二軸性パラメータ η 、並びに、P1軸の方向を表15に示す。

[0154] [表15]

例	第一種/ 第二種	材料	位相差	波長分散性		二軸性 η	P1軸方向		評価結果	
			R(550)	α	β		方位角	極角	α'	β'
実施例17	第一種	NB	180nm	1.00	1.00	0	90°	90°	0.95	1.02
	第二種	PMM	-100nm	1.05	0.98					
実施例18	第一種	PC	100nm	1.08	0.96	0	0°	90°	0.938	1.04
	第二種	NB	-180nm	1.00	1.00					
比較例5	第一種	PC	80nm	1.08	0.96	0	0°	90°	1.08	0.96
比較例6	第二種	PMM	-80nm	1.05	0.98		90°		1.05	0.98

[0155] (実施例17)

ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)と、ポリメチルメタクリレート樹脂フィルムを一軸延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)とを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、実施例17の複合複屈折媒体とした。

[0156] (実施例18)

ポリカーボネート樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)と、ノルボルネン樹脂フィルムをフィルムの厚み方向に特殊延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)とを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層し、実施例18の複合複屈折媒体とした。

[0157] (比較例5)

ポリカーボネート樹脂フィルムを一軸延伸し、比較例5の位相差フィルムとした。

(比較例6)

ポリメチルメタクリレート樹脂フィルムを一軸延伸し、比較例6の位相差フィルムとした。

- [0158] 4. 実施例17及び18の複合複屈折媒体、並びに、比較例5及び6の位相差フィルムの波長分散性の評価試験

実施例17及び18の複合複屈折媒体、並びに、比較例5及び6の位相差フィルムの波長分散性 α' 及び β' を、複合複屈折媒体又は位相差フィルムの法線方向、方位角 22.5° 極角 60° の斜め方向、及び、方位角 45° 極角 60° の斜め方向の三方向について測定し、三方向における波長分散性 α' 及び β' の平均値を算出した。なお、測定には、分光エリプソメータ(商品名:M-220、日本分光社製)を用いた。評価試験の結果を表15に示す。本発明の実施例17及び18の複合複屈折媒体は、位相差が逆波長分散性を示し、広視野角かつ広帯域であることを確認した。一方、比較例5及び6の位相差フィルムは、逆波長分散性を示さなかった。

- [0159] 5. 実施例19及び比較例7のクロスニコル偏光板の構成

(実施例19)

吸収軸の方位 0° の偏光子、実施例17の複合複屈折媒体、実施例18の複合複屈折媒体、及び、吸収軸の方位 90° の偏光子を、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介してこの順に積層し、実施例19のクロスニコル偏光板を作製した。なお、偏光子は、トリアセチルセルロース(TAC)等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

- [0160] (比較例7)

吸収軸の方位 0° の偏光子、比較例5の位相差フィルム、比較例6の位相差フィルム、吸収軸の方位 90° の偏光子を透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介してこの順に積層し、比較例7のクロスニコル偏光板を作製した。なお、偏光子は、TAC等からなる保護フィルムを含まないものを用いた。

- [0161] 6. 実施例19及び比較例7のクロスニコル偏光板の目視評価試験

実施例19及び比較例7のクロスニコル偏光板をそれぞれ白色光源の上に置き、その透過光の光量及び着色を調べた。あらゆる視角方向で光量(又は着色)が小さけれ

ば○と評価し、そうでなければ×と評価した。評価試験の結果を表16に示す。

[0162] [表16]

例	2枚の偏光子 各吸収軸方位	複合複屈折媒体又は 位相差フィルム	目視評価	
			光量	着色
実施例19	0°, 90°	実施例17,18	○	○
比較例7	0°, 90°	比較例5,6	○	×

[0163] 本発明の実施例17及び18に係る複合複屈折媒体は、広視野角かつ広帯域であり、それを用いた実施例19のクロスニコル偏光板もまた、広視野角で広帯域であることを確認した。一方、比較例5及び6の複合複屈折媒体を用いた比較例7のクロスニコル偏光板は、広視野角ではあるものの、着色が大きかった。

[0164] 7. 実施例20~22及び比較例8の複合複屈折媒体の構成

実施例20~22及び比較例8の複合複屈折媒体について、各複屈折層の種類、材料、位相差R(550)、波長分散性 α 及び β 、二軸性パラメータ η 、並びに、P1軸の方向を表15に示す。

[0165] [表17]

例	第一種/ 第二種	材料	位相差 R(550)	波長分散性		二軸性 η	P1軸方向		評価結果	
				α	β		方位角	極角	α'	β'
実施例20	第一種	NB	320nm	1.00	1.00	0.2	90°	90°	0.897	1.051
	第二種	DLC	-180nm	1.08	0.96	0				
実施例21	第二種	DLC	-220nm	1.08	0.96	0	90°	0°	0.984	1.024
	第一種	NLCP	320nm	1.05	0.98					
実施例22	第一種	NB	320nm	1.00	1.00	0	90°	90°	0.97	1.03
	第二種	DLC	-180nm	1.08	0.96			0°		
	第二種	DLC	-220nm	1.08	0.96					
	第一種	NLCP	320nm	1.05	0.98					
比較例8	第一種	NB	140nm	1.00	1.00	0.2	90°	90°	1.03	0.98
	第二種	NB	-220nm	1.00	1.00	0	0°	0°		
	第一種	NLCP	320nm	1.05	0.98					

[0166] (実施例20)

まず、ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)上に垂直配向膜を塗布した。次に、ノルボルネン樹脂の延伸方向と平行に、垂直配向膜のラビング処理を行った。続いて、バーコータを用いて、空気界面での垂直配向

助剤を微量添加したディスコチック液晶性分子を含む塗布液を垂直配向膜上に塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第2複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。以上により形成された積層体を実施例20の複合複屈折媒体とした。

[0167] (実施例21)

まず、ガラス板上に水平配向膜を塗布し、ラビング処理を行った。次に、バーコータを用いて、空気界面での水平配向助剤を微量添加したディスコチック液晶性分子を含む塗布液を水平配向膜上に塗布した。続いて、水平配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。その後、この複屈折層(第二種の複屈折層)のみをガラス板から剥離し、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して、ネマチック液晶を封入したVAモード液晶パネル(NLCP)の上に積層した。このようにして実施例21の複合複屈折媒体を形成した。

なお、本明細書で「ディスコチック液晶性分子の水平配向」とは、円盤状分子の円盤面が基板に水平に配列している配向状態をいう。

[0168] (実施例22)

実施例20の複合複屈折媒体における第2複屈折層(第二種の複屈折層)の側に、実施例21と同様の第二種の複屈折層を直接形成した後、更に、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して、ネマチック液晶を封入したVAモード液晶パネルを積層し、実施例22の複合複屈折媒体を形成した。

[0169] (比較例8)

ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)、ノルボルネン樹脂フィルムを二軸延伸した第2複屈折層(第二種の複屈折層)、ネマチック液晶を封入したVAモード液晶パネルを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介してこの順に積層し、比較例8の複合複屈折媒体を形成した。

[0170] 8. 実施例20～22及び比較例8の複合複屈折媒体の波長分散性の評価試験

実施例20～22及び比較例8の複合複屈折媒体について、波長分散性 α' 及び β' を、方位角 0° 極角 60° の斜め方向、方位角 22.5° 極角 60° の斜め方向、及び、

方位角 45° 極角 60° の斜め方向の三方向について測定し、三方向における波長分散性 α' 及び β' の平均値を算出した。なお、測定には、分光エリプソメータ(商品名:M-220、日本分光社製)を用いた。評価結果を表17に示す。本発明の実施例20~22の複合複屈折媒体は、位相差が逆波長分散性を示し、広視野角かつ広帯域であることを確認した。一方、比較例8の複合複屈折媒体は、位相差が逆波長分散性を示さなかった。

[0171] 9. 実施例23、24及び比較例9のVAモード液晶表示装置の構成

(実施例23)

図8-1に示すように、実施例20の複合複屈折媒体(第一種の複屈折層15と第二種の複屈折層24との積層体)52と、実施例21の複合複屈折媒体(第二種の複屈折層25と液晶パネル35aとの積層体)53とを、互いに第二種の複屈折層24及び25が隣接するように、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。また、実施例20の複合複屈折媒体52の側の外側には、吸収軸の方位 0° の偏光子5sを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。更に、実施例21の複合複屈折媒体53の側の外側には、吸収軸方位 90° の偏光子5tを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。以上により、実施例23の垂直配向(VA)モードの液晶表示装置201を作製した。

[0172] (実施例24)

実施例22の複合複屈折媒体のノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第一種の複屈折層の側の外側に、吸収軸の方位 0° の偏光子を透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。また、他方の外側に、吸収軸の方位 90° の偏光子を、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。以上により、実施例24のVAモード液晶表示装置を作製した。

[0173] (比較例9)

図8-2に示すように、比較例8の複合複屈折媒体(第一種の複屈折層17、第二種の複屈折層25及び液晶パネル35bとの積層体)55の第1複屈折層(第一種の複屈折層)17の側の外側には、吸収軸の方位 0° の偏光子5uを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。また、他方の外側には、吸収軸方位 90° の偏

光子5vを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。以上により、比較例9のVAモード液晶表示装置202を作製した。

[0174] 10. 実施例23、24及び比較例9のVAモード液晶表示装置の目視評価試験

実施例23、24及び比較例9のVAモード液晶表示装置をそれぞれ白色光源の上に置き、黒表示の光量及び着色を調べた。あらゆる視角方向で光量(又は着色)が小さければ○と評価し、そうでなければ×と評価した。評価試験の結果を表18に示す。

[0175] [表18]

例	2枚の偏光子各吸収軸方位	複合複屈折媒体又は位相差フィルム	目視評価	
			光量	着色
実施例23	0°, 90°	実施例20,21	○	○
実施例24	0°, 90°	実施例22	○	○
比較例9	0°, 90°	比較例8	○	×

[0176] 本発明の実施例23及び24の液晶表示装置は、比較例9の液晶表示装置よりも黒表示の視野角が広く、着色も小さいことを確認した。

[0177] 11. 実施例25及び比較例10の複合複屈折媒体の構成

実施例25及び比較例10の複合複屈折媒体について、各複屈折層の種類、材料、位相差R(550)、波長分散性 α 及び β 、二軸性パラメータ η 、並びに、P1軸の方向を表16に示す。

[0178] [表19]

例	第一種/ 第二種	材料	位相差 R(550)	波長分散性		二軸性 η	P1軸方向		評価結果	
				α	β		方位角	極角	α'	β'
実施例25	第一種	NLCP	340nm	1.05	0.98	0	90°	90°	0.99	1.02
	第二種	DLC	-210nm	1.08	0.96					
	第二種	NB	-5nm	1.00	1.00			0°		
	第二種	DLC	-200nm	1.08	0.96					
	第一種	NLC	300nm	1.05	0.98					
比較例10	第一種	NLCP	340nm	1.05	0.98	0	0°	90°	1.04	0.97
	第一種	NLC	90nm	1.05	0.97			0°		
	第一種	NB	140nm	1.00	1.00			90°		

[0179] (実施例25)

まず、未延伸のノルボルネン樹脂フィルムからなる第1複屈折層(第二種の複屈折層)上に、垂直配向膜を塗布した。次に、垂直配向膜のラビング処理を行った後、バー

コータを用いて、空気界面での垂直配向助剤を微量添加したディスコチック液晶性分子を含む塗布液を垂直配向膜上に塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第2複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。

- [0180] 更に、第1複屈折層(第二種の複屈折層)に対し、第2複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した側とは反対の側に水平配向膜を塗布した。次に、水平配向膜のラビング処理を行った後、バーコータを用いて、空気界面での水平配向助剤を微量添加したディスコチック液晶性分子を含む塗布液を水平配向膜上に塗布した。その後、水平配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第3複屈折層(第二種の複屈折層)を形成した。更に、第3複屈折層上に垂直配向膜を塗布した後、バーコータを用いてネマチック液晶性分子を含む塗布液を垂直配向膜上に塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第4複屈折層(第一種の複屈折層)を形成し、複合複屈折媒体を得た。更に、複合複屈折媒体の第2複屈折層の側に、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して、ネマチック液晶を封入した横電界スイッチング(IPS)モード液晶パネルを積層し、実施例25の複合複屈折媒体とした。

- [0181] (比較例10)

まず、ノルボルネン樹脂フィルムを一軸延伸した第1複屈折層(第一種の複屈折層)上に垂直配向膜を塗布した。次に、バーコータを用いて、ネマチック液晶性分子を含む塗布液を垂直配向膜上に塗布した。その後、垂直配向膜上の塗布液を乾燥及び加熱し、更に紫外線を照射して硬化させることにより、第2複屈折層(第一種の複屈折層)を形成し、複合複屈折媒体を得た。更に、複合複屈折媒体の第2複屈折層の側に、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して、ネマチック液晶を封入したIPSモード液晶パネルを積層し、比較例10の複合複屈折媒体とした。

- [0182] 12. 実施例25及び比較例10の複合複屈折媒体の波長分散性の評価試験

実施例25及び比較例10の複合複屈折媒体の波長分散性 α' 及び β' を、方位角 0° 、極角 60° の斜め方向、方位角 22.5° 、極角 60° の斜め方向、及び、方位角 45° 、極角 60° の斜め方向の三方向について測定し、三方向における波長分散性 α'

及び β' の平均値を算出した。なお、測定には、分光エリプソメータ(商品名:M-220、日本分光製)を用いた。評価結果を表19に示す。本発明の実施例25の複合複屈折媒体は、位相差が逆波長分散性を示し、広視野角かつ広帯域であることを確認した。比較例10の複合複屈折媒体は、位相差が逆波長分散性を示さなかった。

[0183] 13. 実施例26及び比較例11のIPSモード液晶表示装置の構成
(実施例26)

図9-1に示すように、実施例25の複合複屈折媒体(横電界スイッチング(IPS)モード液晶パネル36a、第1複屈折層26、第2複屈折層27、第3複屈折層28及び第4複屈折層18の積層体)56のIPSモード液晶パネル36aの側の外側に、吸収軸の方位 0° の偏光子5wを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。また、他方の外側には、吸収軸の方位 90° の偏光子5xを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。以上により、実施例12のIPSモード液晶表示装置301を作製した。

[0184] (比較例11)

図9-2に示すように、比較例10の複合複屈折媒体(IPSモード液晶パネル36b、第1複屈折層19、第2複屈折層20)57のIPSモード液晶パネル36bの側の外側に、吸収軸の方位 0° の偏光子5yを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。また、他方の外側には、吸収軸の方位 90° の偏光子5zを、透明で複屈折のないアクリル系粘着剤を介して積層した。以上により、比較例11のIPSモード液晶表示装置302dを作製した。

[0185] 14. 実施例26及び比較例11のIPSモード液晶表示装置の目視評価試験

実施例26及び比較例11のIPSモード液晶表示装置をそれぞれ白色光源の上に置き、黒表示の光量及び着色を調べた。あらゆる視角方向で光量(又は着色)が小さければ○と評価し、そうでなければ×と評価した。評価試験の結果を表20に示す。

[0186] [表20]

例	2枚の偏光子 各吸収軸方位	複合複屈折媒体	目視評価	
			光量	着色
実施例26	$0^\circ, 90^\circ$	実施例25	○	○
比較例11	$0^\circ, 90^\circ$	比較例10	○	×

- [0187] 本発明の実施例26の液晶表示装置は、比較例11の液晶表示装置よりも黒表示の視野角が広く、着色も小さいことを確認した。
- [0188] 本明細書において、直線偏光子、偏光子、偏光素子、「円」の付かない偏光板、偏光フィルムはいずれも同義とする。その材料や形成方法に特に限定はないが、特に断りのない限り、本発明においては例えば2色性をもつヨウ素錯体等をポリビニルアルコール系フィルムに吸着させて、ある一定方向に延伸、配向させたOタイプ偏光素子を前提としている。また、特に断りのない限り、TAC等の保護フィルムを含まないものとする。更に、「可視波長域」とは、400～700nmを指す。そして、「二軸性」を付していない $\lambda/4$ 板及び $\lambda/2$ 板はそれぞれ、光学的に一軸性の $\lambda/4$ 板、 $\lambda/2$ 板を指す。
- [0189] また、位相差フィルム、位相差板、複屈折層及び光学異方性層はいずれも（「複合」の付かない）複屈折媒体と同義である。更に、本明細書において、偏光子の偏光軸や複屈折層のP1軸の方向は、偏光子や複屈折層の面内で測る方位角と、法線方向から測る極角とで定義する。ただし、軸が面内にある場合、極角が 90° となるが、この場合は極角表示を省略し、方位だけで方向を表す場合もある。
- [0190] 本願明細書における「以上」、「以下」は、当該数値を含むものである。
- [0191] なお、本願は、2006年6月28日に出願された日本国特許出願2006-178460号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

図面の簡単な説明

- [0192] [図1-1]第一種の複屈折層 ($n_{x2} > n_{x1}, n_{x3}$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。
- [図1-2]第一種の複屈折層 ($n_{x3} > n_{x1}, n_{x2}$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。
- [図1-3]第一種の複屈折層 ($n_{x3} > n_{x1}, n_{x2}$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。
- [図1-4]第一種の複屈折層 ($n_{x2} > n_{x1}, n_{x3}$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。

[図2-1]第二種の複屈折層 ($nx2 < nx1, nx3$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。

[図2-2]第二種の複屈折層 ($nx3 < nx1, nx2$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。

[図2-3]第二種の複屈折層 ($nx3 < nx1, nx2$) の代表的な屈折率楕円体を示す模式図である。

[図3-1]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-2]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-3]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-4]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-5]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-6]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-7]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-8]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図3-9]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図4]本発明の作用効果が得られない複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図5]本発明の複合複屈折媒体の代表的な構成を示す模式図である。

[図6-1]従来の第1円偏光板の代表的な構成を示す模式図である。

[図6-2]従来の第2円偏光板の代表的な構成を示す模式図である。

[図6-3]従来の第3円偏光板の代表的な構成を示す模式図である。

[図6-4]従来の第4円偏光板の代表的な構成を示す模式図である。

[図6-5]従来の第5円偏光板の代表的な構成を示す模式図である。

[図6-6]本発明の第6円偏光板の構成を示す模式図である。

[図6-7]本発明の第7円偏光板の構成を示す模式図である。

[図6-8]本発明の第8円偏光板の構成を示す模式図である。

[図6-9]本発明の第9円偏光板の構成を示す模式図である。

[図6-10]本発明の第10円偏光板の構成を示す模式図である。

- [図6-11]本発明の第11円偏光板の構成を示す模式図である。
- [図6-12]本発明の第12円偏光板の構成を示す模式図である。
- [図6-13]本発明の第13-1円偏光板の構成を示す模式図である。
- [図6-14]本発明の第13-2円偏光板の構成を示す模式図である。
- [図6-15]本発明の第13-3円偏光板の構成を示す模式図である。
- [図6-16]本発明の第13-4円偏光板の構成を示す模式図である。
- [図7-1]従来の第1円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-2]従来の第2円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-3]従来の第3円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-4]従来の第4円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-5]従来の第5円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-6]本発明の第6円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-7]本発明の第7円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-8]本発明の第8円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-9]本発明の第9円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-10]本発明の第10円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-11]本発明の第11円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-12]本発明の第12円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-13]本発明の第13-1円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-14]本発明の第13-2円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-15]本発明の第13-3円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図7-16]本発明の第13-4円偏光板のストークスパラメータ S_3 を示す図である。
- [図8-1]実施例23のVAモード液晶表示装置の構成を示す模式図である。
- [図8-2]比較例9のVAモード液晶表示装置の構成を示す模式図である。
- [図9-1]実施例26のIPSモード液晶表示装置の構成を示す模式図である。
- [図9-2]比較例11のIPSモード液晶表示装置の構成を示す模式図である。

符号の説明

[0193] 5a~5z: 偏光子

11~19、11a~11d、12a~12c、13a~13c、14a~14c、81~88、89a~89d:
第一種の複屈折層

11p~14p、11ap~11dp、12ap~12cp、13ap~13cp、14ap~14cp:第一種の
複屈折層の第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸

21~28、21a~21d、22a~22c、23a~23c、91~97、98a~98d:第二種の複
屈折層

21p~23p、21ap~21dp、22ap~22cp、23ap~23cp:第二種の複屈折層の第
一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸

30a~30j:複屈折層の法線及び第一主屈折率 n_1 (550)に対応する主軸が存在す
る平面

35a、35b:VAモード液晶パネル

36a、36b:IPSモード液晶パネル

41~57:複合複屈折媒体

61~65: $\lambda/4$ 板

72、73、75: $\lambda/2$ 板

101~112、113a~113d:円偏光板

201、202:VAモード液晶表示装置

301、302:IPSモード液晶表示装置

請求の範囲

- [1] 複数の複屈折層を積層した構造を有する複合複屈折媒体であつて、
該複合複屈折媒体は、全体として位相差が逆波長分散性を示し、かつ
波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大である主屈折率を第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ としたときに、複屈折層の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあることを特徴とする複合複屈折媒体。
- [2] 前記複数の複屈折層は、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸同士のなす角度 θ が 25° 以下であることを特徴とする請求項1記載の複合複屈折媒体。
- [3] 前記複合複屈折媒体は、下記式(1)で定義される波長550nmにおける位相差 $R(550)$ が正の値を持つ第一種の複屈折層と、 $R(550)$ が負の値を持つ第二種の複屈折層とを有することを特徴とする請求項1記載の複合複屈折媒体。
- $$R(\lambda) = [n_1(\lambda) - n_2(\lambda)] \times d \quad (1)$$
- 式中、 $R(\lambda)$ は、波長 λ (nm)における位相差を表す。 $n_2(\lambda)$ は、波長 λ (nm)における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が二番目に大きい主屈折率を表す。 d は、厚みを表す。
- [4] 前記第一種及び第二種の複屈折層は、それぞれ位相差が正波長分散性を示すことを特徴とする請求項3記載の複合複屈折媒体。
- [5] 前記第一種の複屈折層は、位相差 $R(550)$ の絶対値が第二種の複屈折層よりも大きいことを特徴とする請求項3記載の複合複屈折媒体。
- [6] 前記第一種の複屈折層は、位相差の波長分散性が第二種の複屈折層よりも小さいことを特徴とする請求項5記載の複合複屈折媒体。
- [7] 前記第一種の複屈折層は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムであることを特徴とする請求項6記載の複合複屈折媒体。
- [8] 前記第一種の複屈折層は、位相差 $R(550)$ の絶対値が第二種の複屈折層よりも小さいことを特徴とする請求項3記載の複合複屈折媒体。
- [9] 前記第一種の複屈折層は、位相差の波長分散性が第二種の複屈折層よりも大きいことを特徴とする請求項8記載の複合複屈折媒体。

- [10] 前記第二種の複屈折層は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムであることを特徴とする請求項9記載の複合複屈折媒体。
- [11] 前記複屈折層の少なくとも一つは、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない方向にあることを特徴とする請求項1記載の複合複屈折媒体。
- [12] 前記複屈折層の少なくとも一つは、液晶性分子を含むことを特徴とする請求項1記載の複合複屈折媒体。
- [13] 前記液晶性分子は、複屈折層の厚み方向に連続的に配向方向を変化させていることを特徴とする請求項12記載の複合複屈折媒体。
- [14] 前記液晶性分子は、ディスコチック液晶性分子であることを特徴とする請求項12記載の複合複屈折媒体。
- [15] 前記液晶性分子は、ネマチック液晶性分子であることを特徴とする請求項12記載の複合複屈折媒体。
- [16] 前記複屈折層の少なくとも一つは、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が0より大きいことを特徴とする請求項1記載の複合複屈折媒体。
- $$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$
- 式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。
- [17] 前記複屈折層の少なくとも一つは、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が1/2以下であることを特徴とする請求項1記載の複合複屈折媒体。
- $$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$
- 式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。
- [18] 前記第一種の複屈折層は、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が第二種の複屈折層よりも小さいことを特徴とする請求項3記載の複合複屈折媒体。
- $$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$
- 式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。

- [19] 前記第一種の複屈折層は、二軸性パラメータ η が第二種の複屈折層の $1/2$ であることを特徴とする請求項18記載の複合複屈折媒体。
- [20] 請求項1記載の複合複屈折媒体と偏光子とを有することを特徴とする偏光板。
- [21] 前記複合複屈折媒体の複屈折層は、正面方向から観察したときに、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が偏光子の透過軸及び／又は吸収軸と直交することを特徴とする請求項20記載の偏光板。
- [22] 請求項20記載の偏光板と液晶パネルとを有することを特徴とする液晶表示装置。
- [23] 対向する二枚の基板間に液晶層を挟持するとともに液晶層に電圧を印加するための少なくとも一対の電極を有する液晶パネルと、液晶パネル以外の複屈折層とを積層した構造を有する液晶表示装置であって、
該液晶表示装置は、黒表示状態で、全体として位相差が逆波長分散性を示し、かつ波長 λ (nm) における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最大である主屈折率を第一主屈折率 $n_1(\lambda)$ としたときに、液晶層及び複屈折層の法線及び第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が同平面内にあることを特徴とする液晶表示装置。
- [24] 前記液晶層及び複屈折層は、黒表示状態で、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸同士のなす角度 θ が 25° 以下であることを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。
- [25] 前記液晶層と複屈折層とは、下記式(1)で定義される波長550nmにおける位相差 $R(550)$ の正負が異なることを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。
$$R(\lambda) = [n_1(\lambda) - n_2(\lambda)] \times d \quad (1)$$

式中、 $R(\lambda)$ は、波長 λ (nm) における位相差を表す。 $n_2(\lambda)$ は、波長 λ (nm) における三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が二番目に大きい主屈折率を表す。 d は、厚みを表す。
- [26] 前記液晶層及び複屈折層は、黒表示状態で、それぞれ位相差が正波長分散性を有することを特徴とする請求項25記載の液晶表示装置。
- [27] 前記液晶層は、黒表示状態で、位相差 $R(550)$ の絶対値が複屈折層よりも大きいことを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。

- [28] 前記液晶層は、黒表示状態で、位相差の波長分散性が複屈折層よりも小さいことを特徴とする請求項27記載の液晶表示装置。
- [29] 前記液晶層は、黒表示状態で、位相差 $R(550)$ の絶対値が複屈折層よりも小さいことを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。
- [30] 前記液晶層は、黒表示状態で、位相差の波長分散性が複屈折層よりも大きいことを特徴とする請求項29記載の液晶表示装置。
- [31] 前記複屈折層は、ノルボルネン樹脂からなるフィルムであることを特徴とする請求項30記載の液晶表示装置。
- [32] 前記複屈折層は、黒表示状態で、第一主屈折率 $n_1(550)$ に対応する主軸が複屈折層の面内方向でも法線方向でもない方向にあることを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。
- [33] 前記複屈折層は、液晶性分子を含むことを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。
- [34] 前記液晶性分子は、黒表示状態で、複屈折層の厚み方向に連続的に配向方向を変化させていることを特徴とする請求項33記載の液晶表示装置。
- [35] 前記液晶性分子は、ディスコチック液晶性分子であることを特徴とする請求項33記載の液晶表示装置。
- [36] 前記液晶性分子は、ネマチック液晶性分子であることを特徴とする請求項33記載の液晶表示装置。
- [37] 前記複屈折層は、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が0より大きいことを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。

$$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$

式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。

- [38] 前記複屈折層は、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が $1/2$ 以下であることを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。

$$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$

式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値と

の差の絶対値が最小の主屈折率を表す。

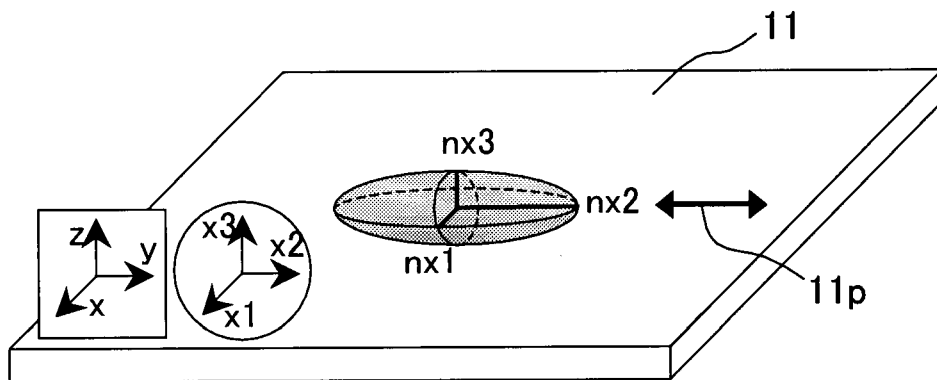
- [39] 前記液晶層は、黒表示状態で、下記式(2)で定義される二軸性パラメータ η が複屈折層よりも小さいことを特徴とする請求項23記載の液晶表示装置。

$$\eta = |n_2(550) - n_3(550)| / |n_1(550) - n_2(550)| \quad (2)$$

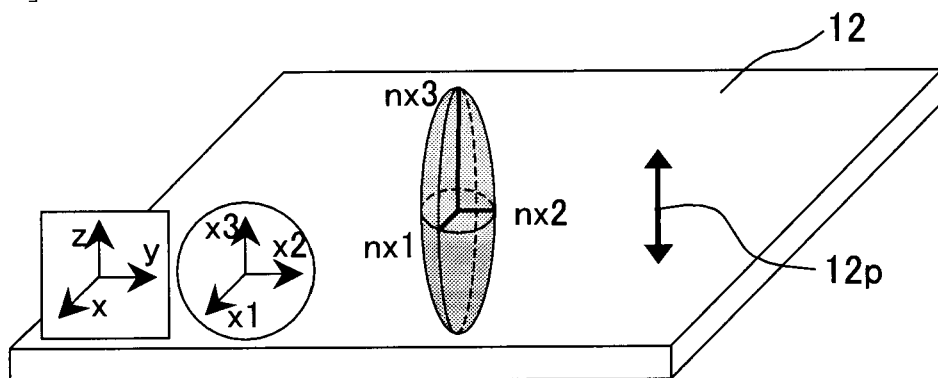
式中、 $n_3(550)$ は、波長550nmにおける三つの主屈折率のうち、それらの平均値との差の絶対値が最小の主屈折率を表す。

- [40] 前記液晶層は、黒表示状態で、二軸性パラメータ η が複屈折層の1/2であることを特徴とする請求項39記載の液晶表示装置。

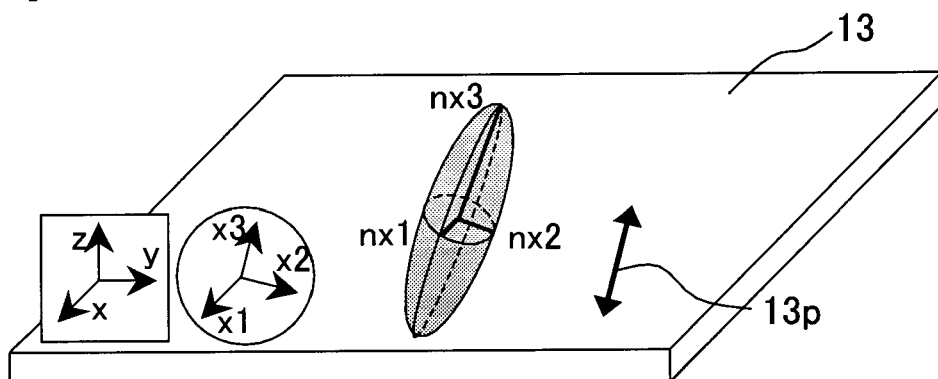
[図1-1]



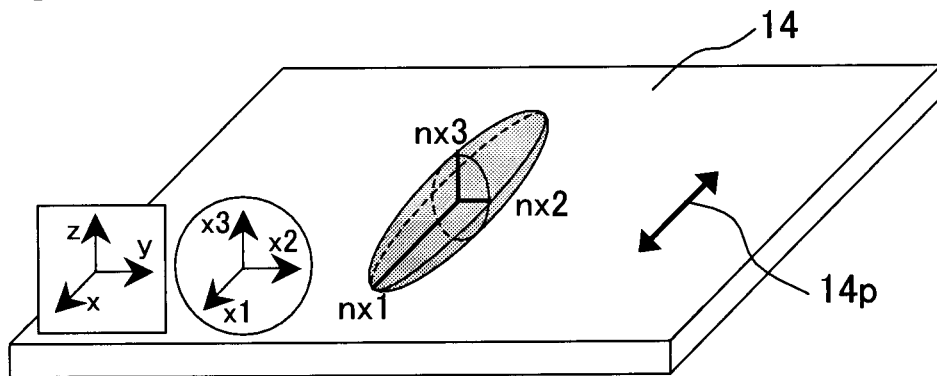
[図1-2]



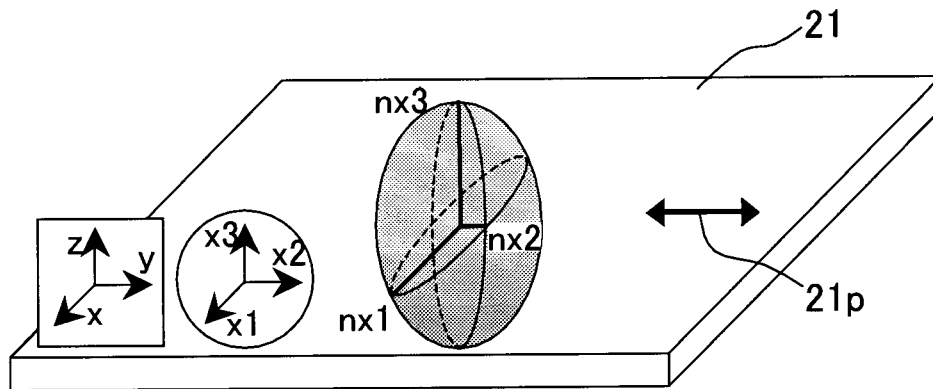
[図1-3]



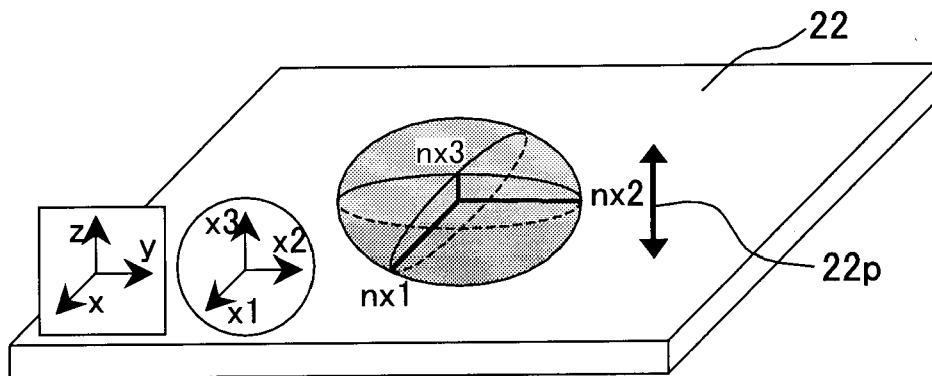
[図1-4]



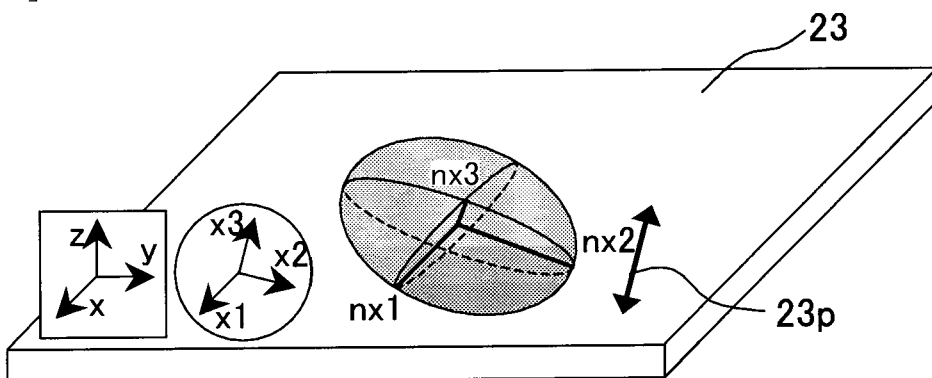
[図2-1]



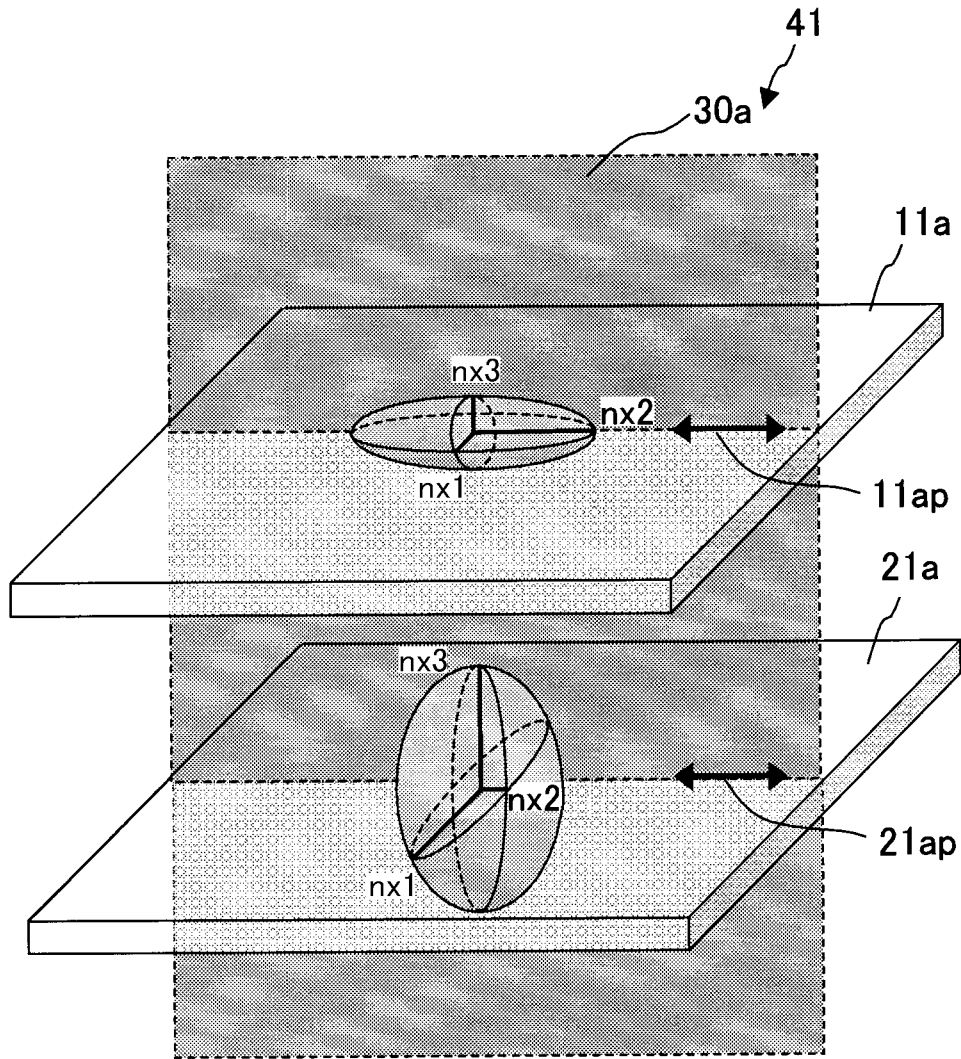
[図2-2]



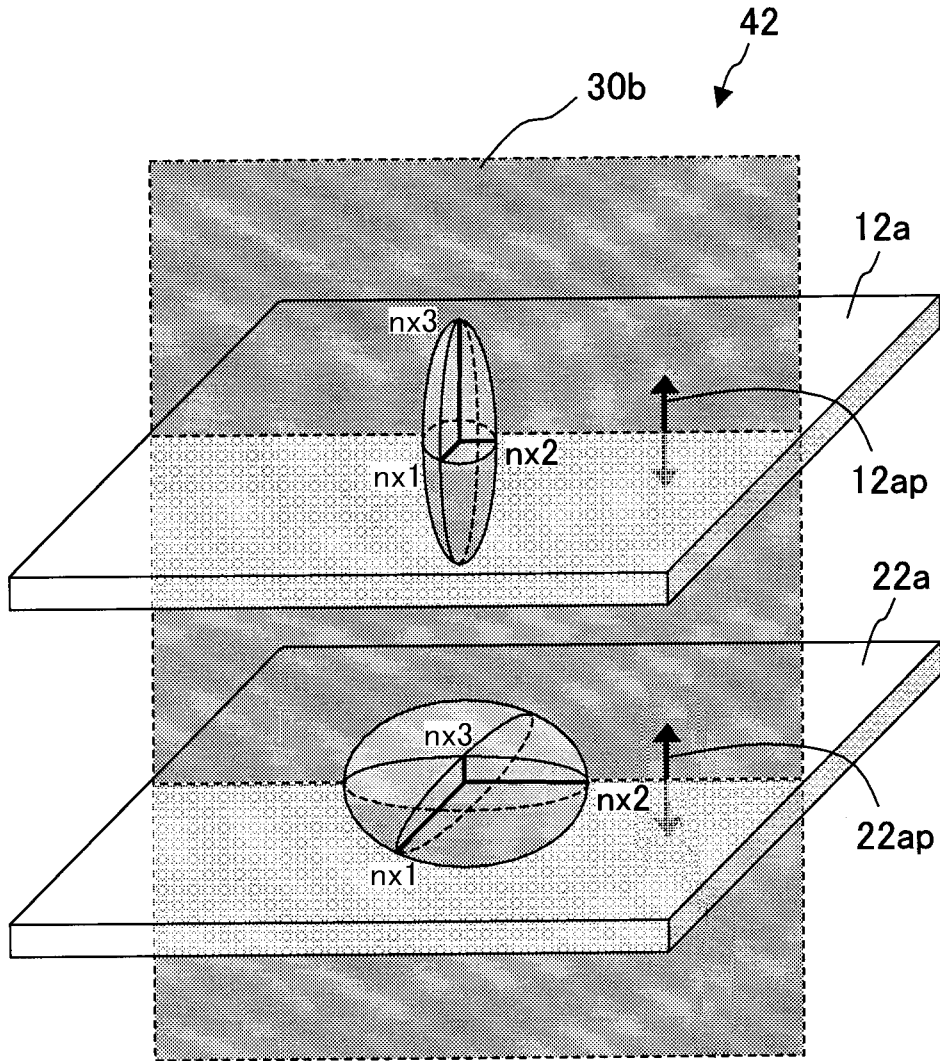
[図2-3]



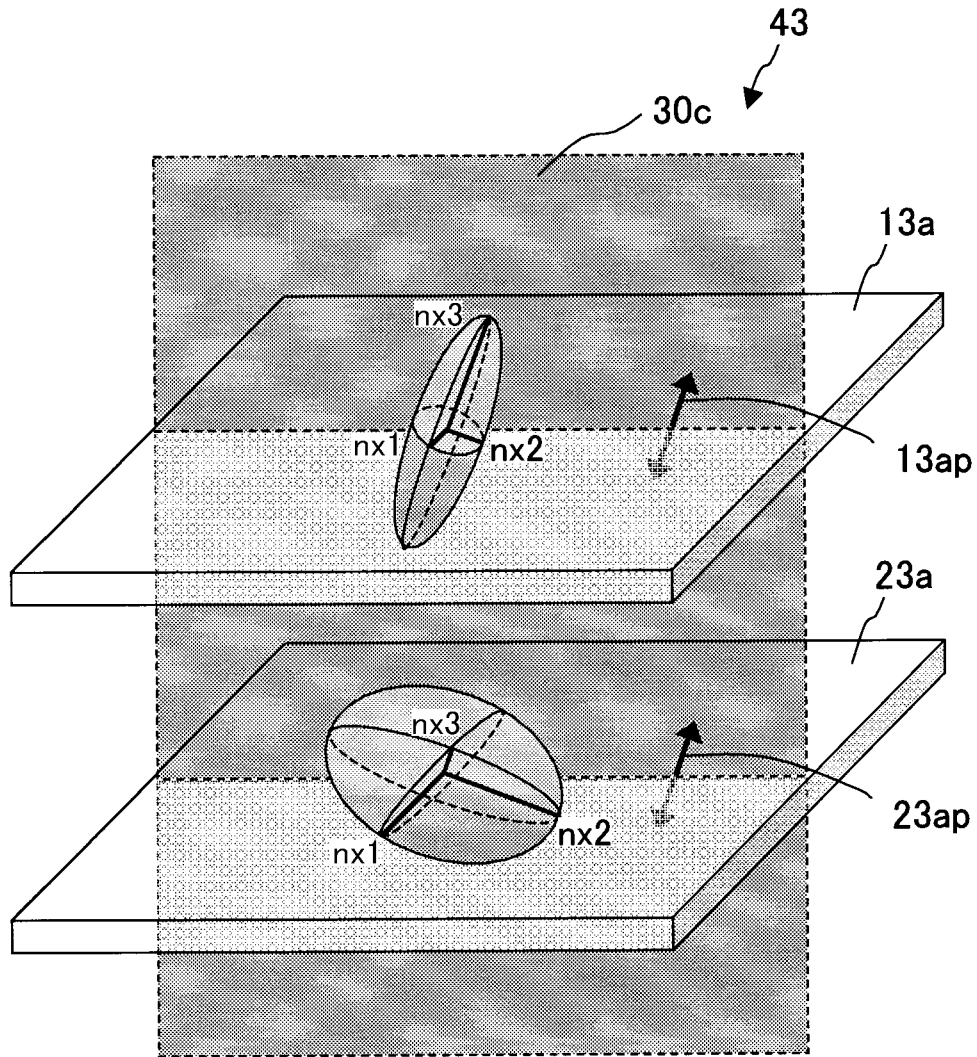
[図3-1]



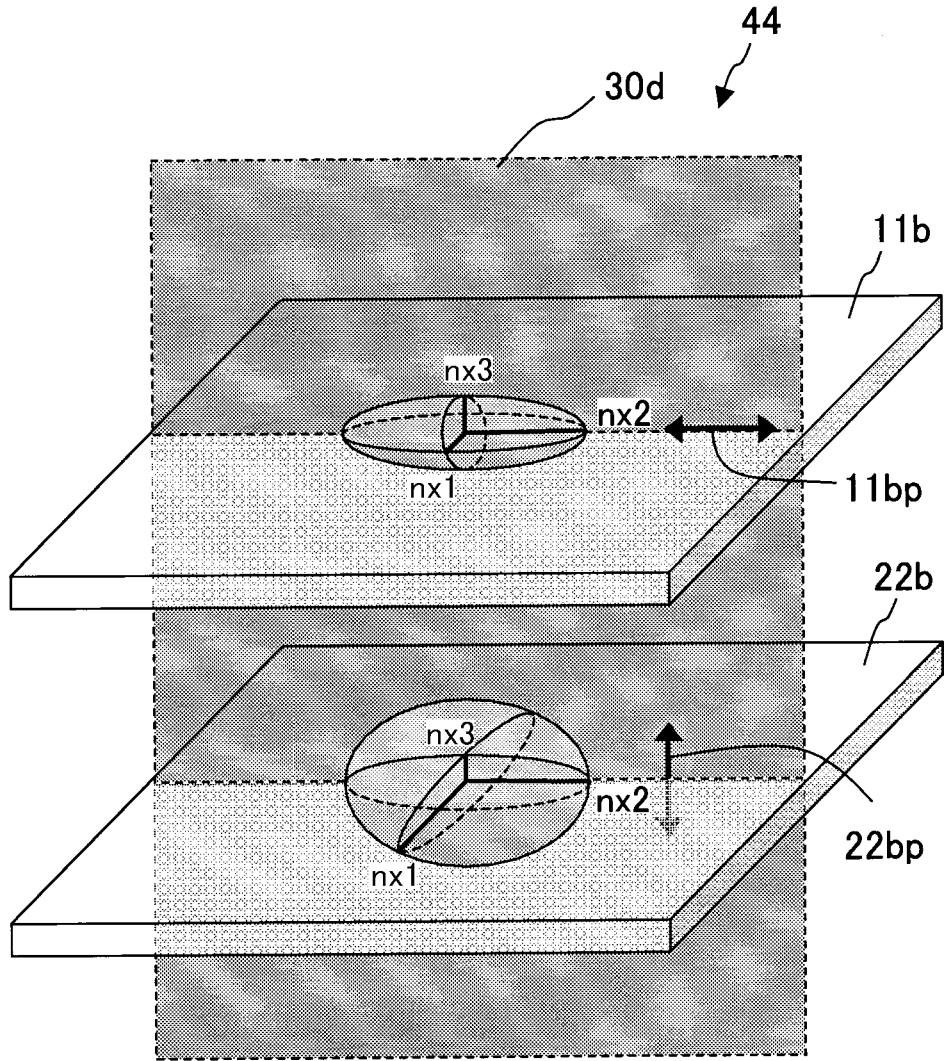
[図3-2]



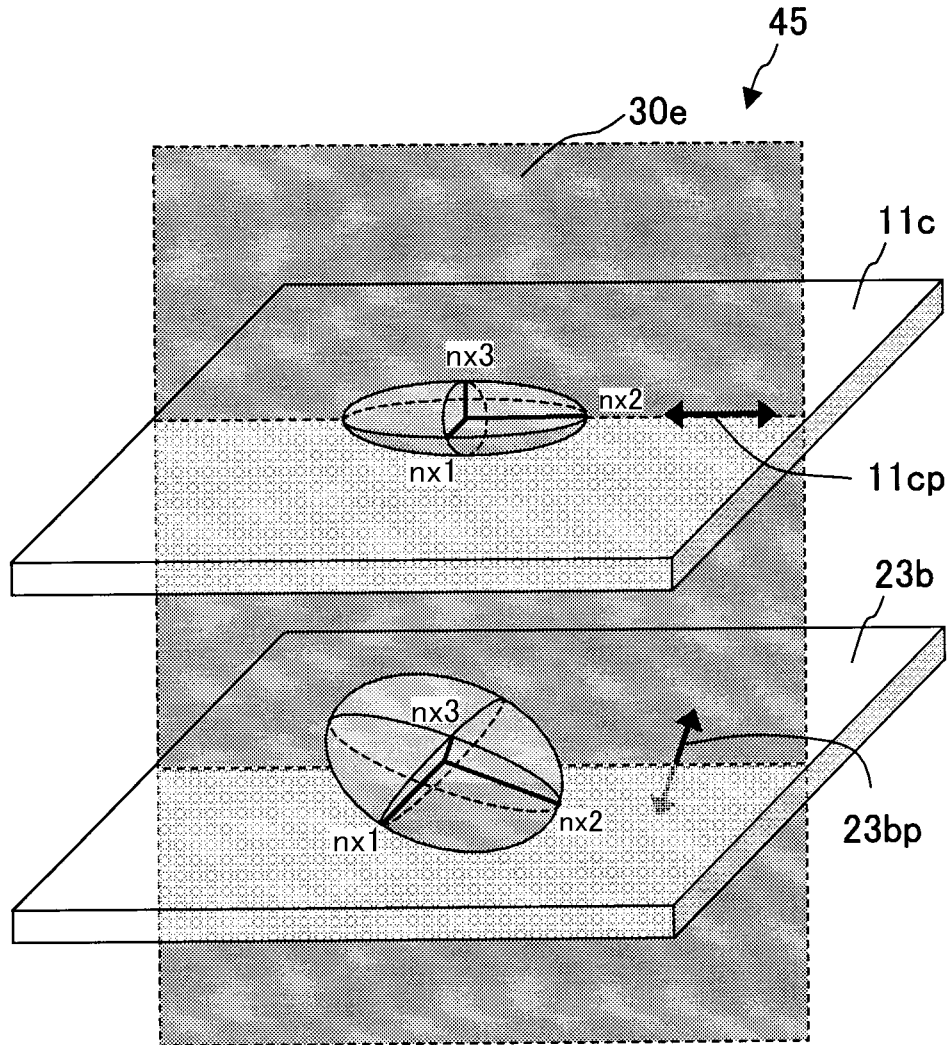
[図3-3]



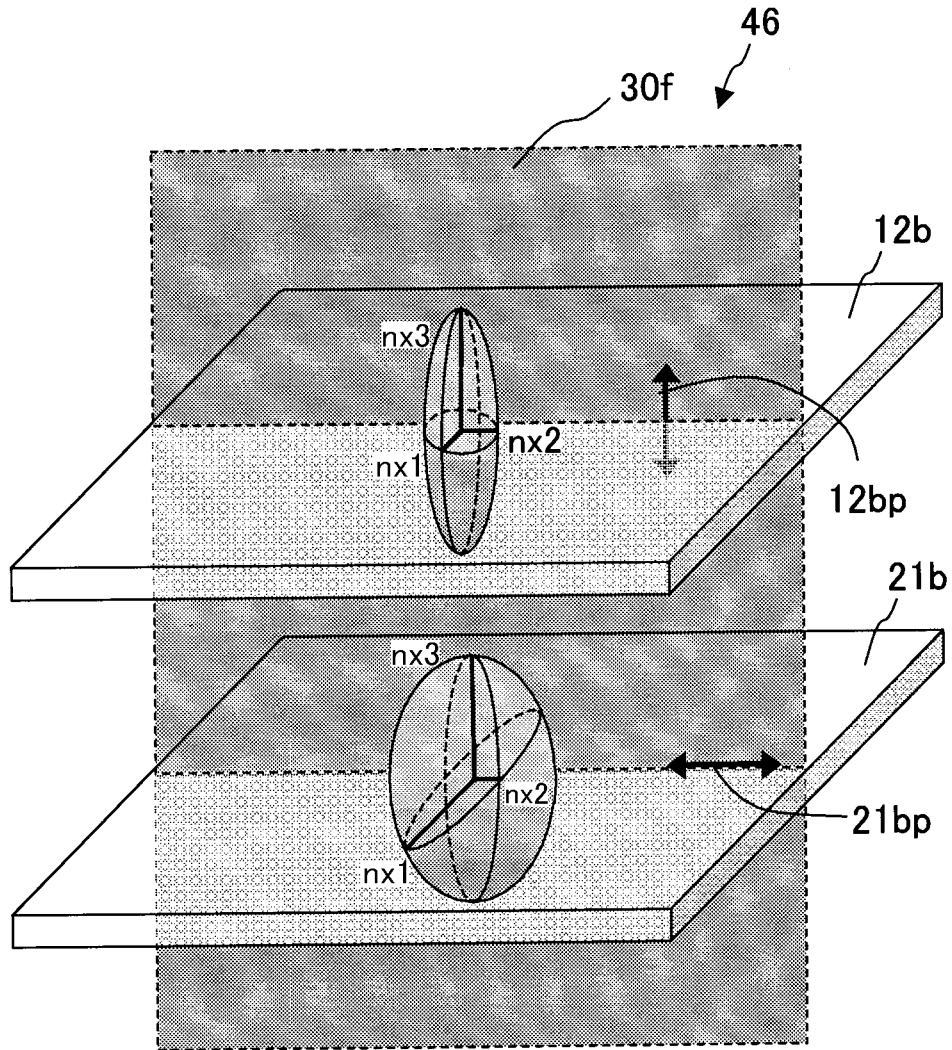
[図3-4]



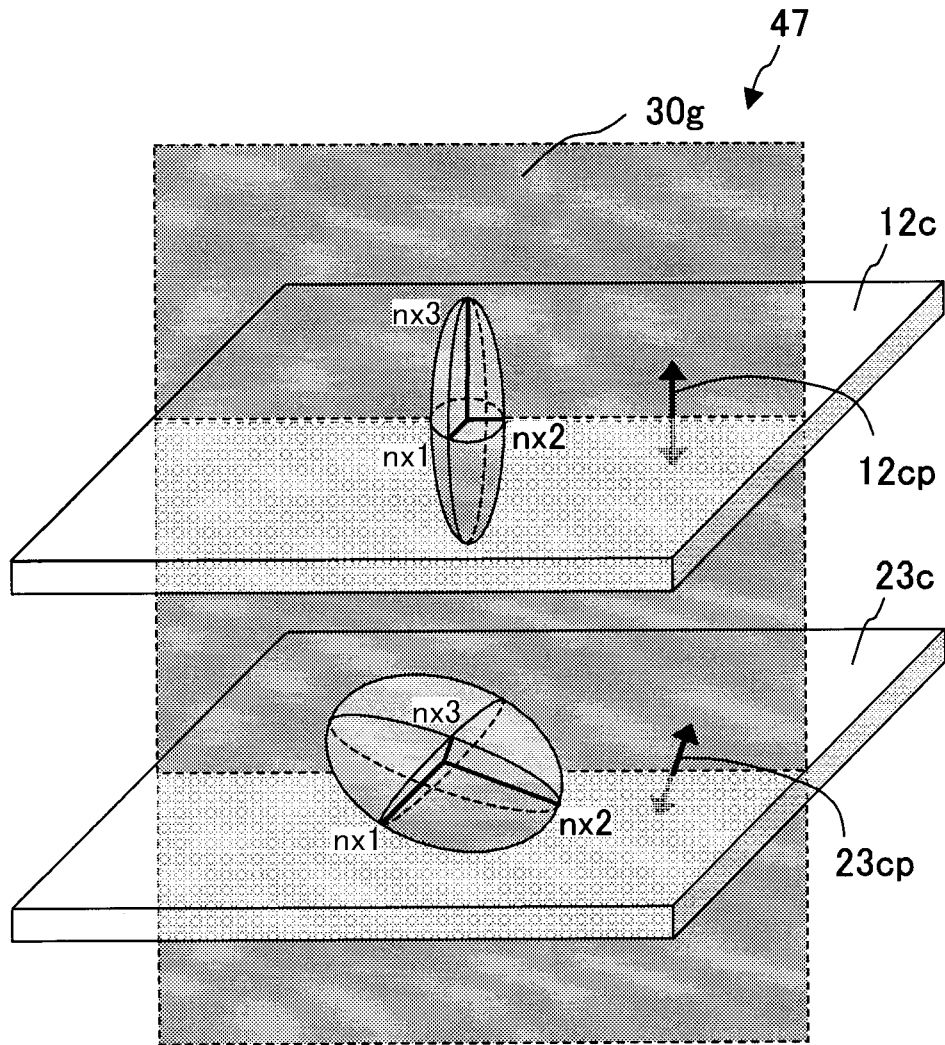
[図3-5]



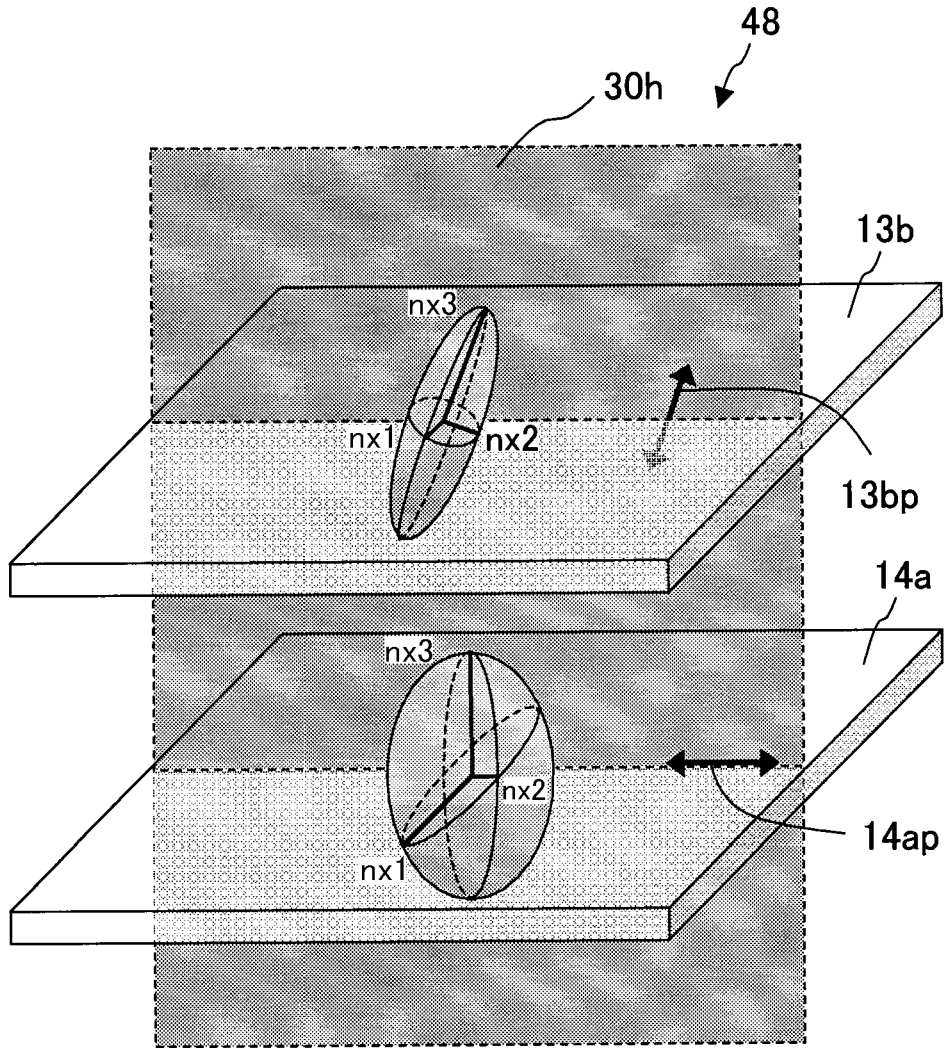
[図3-6]



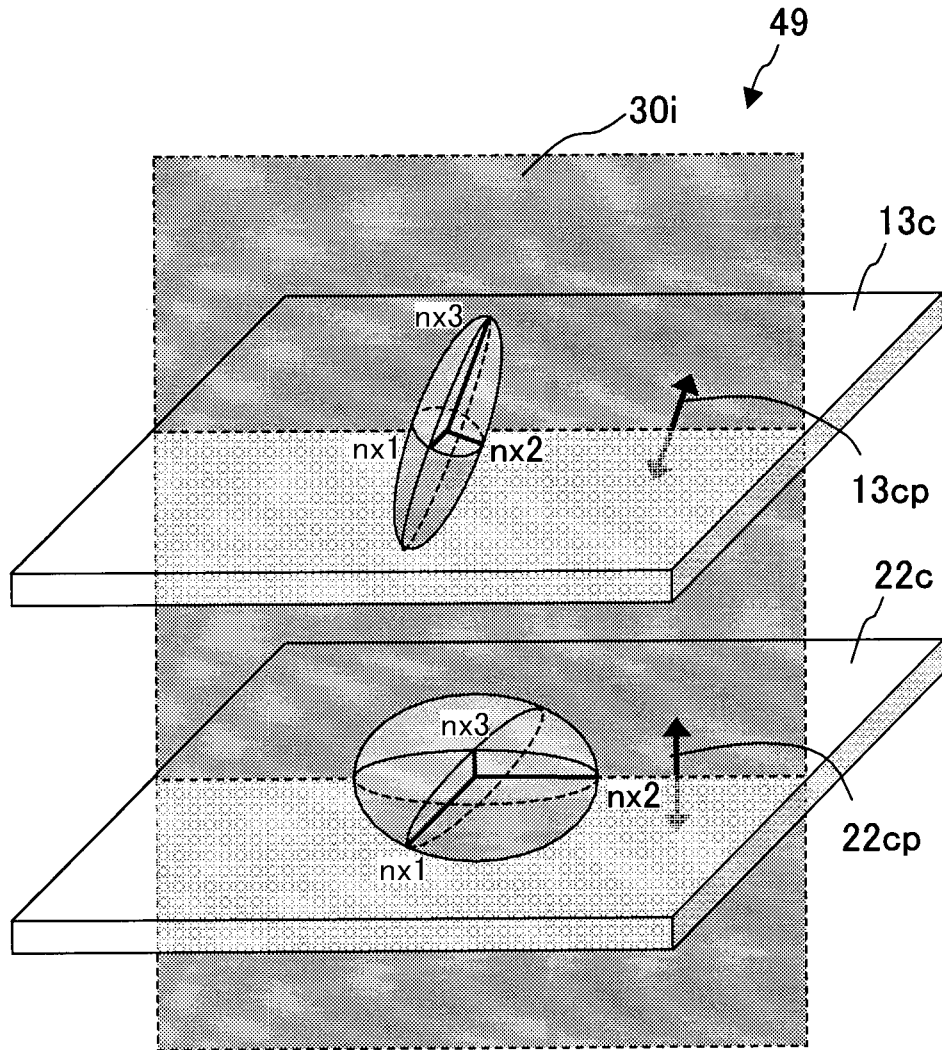
[図3-7]



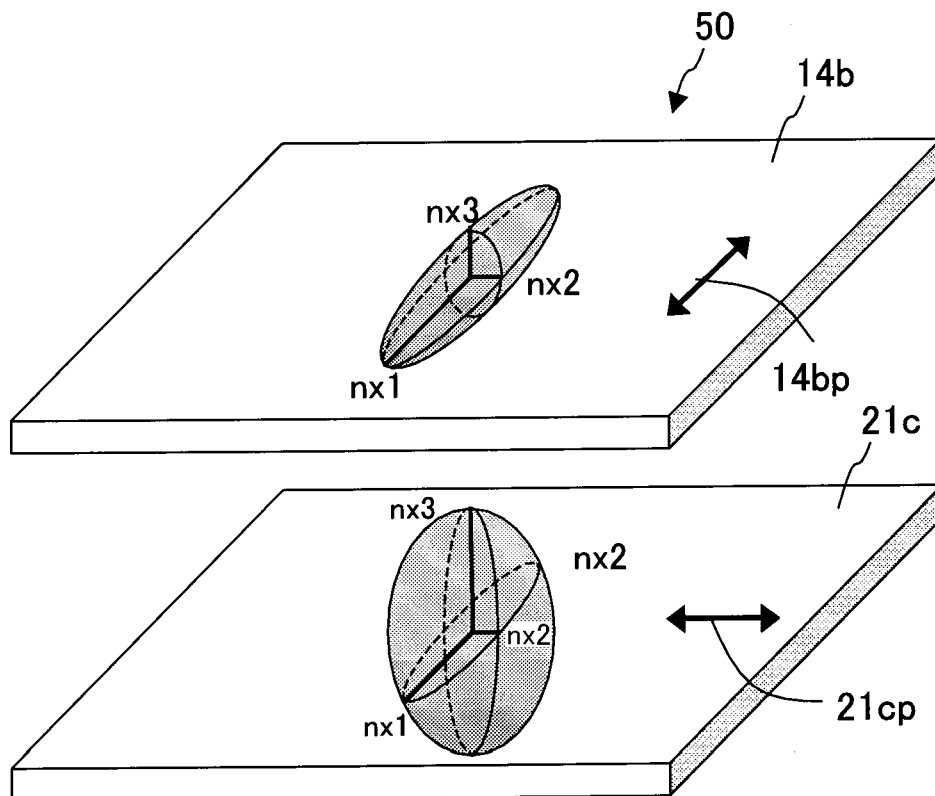
[図3-8]



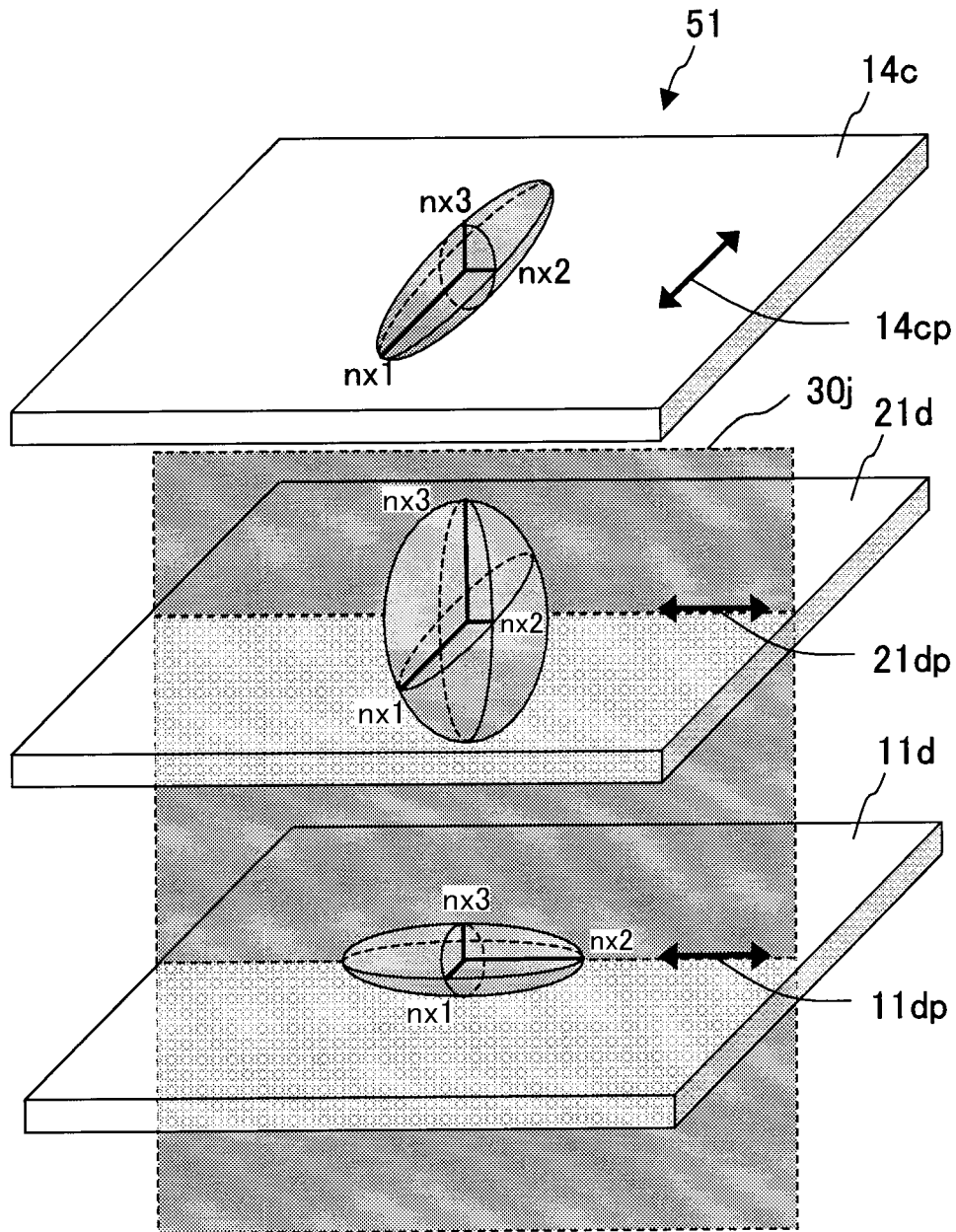
[図3-9]



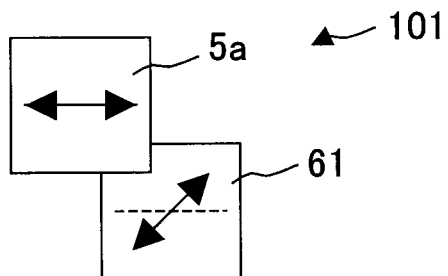
[図4]



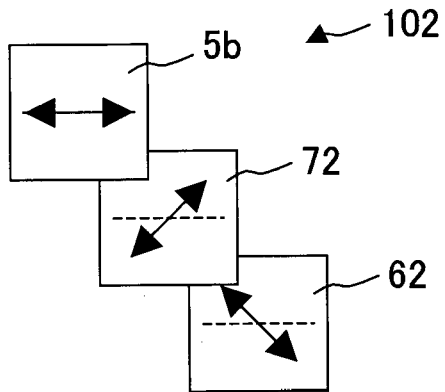
[図5]



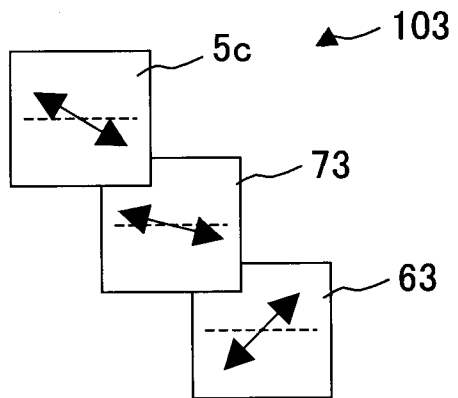
[図6-1]



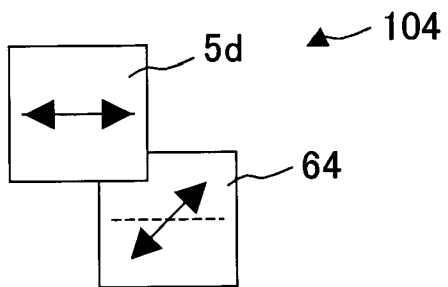
[図6-2]



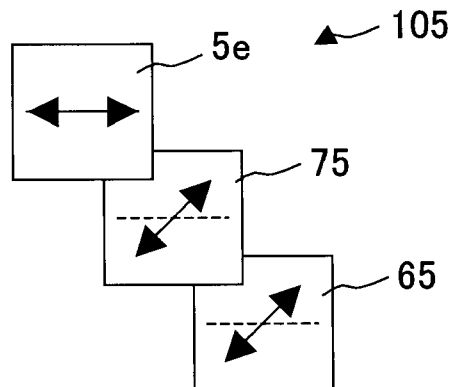
[図6-3]



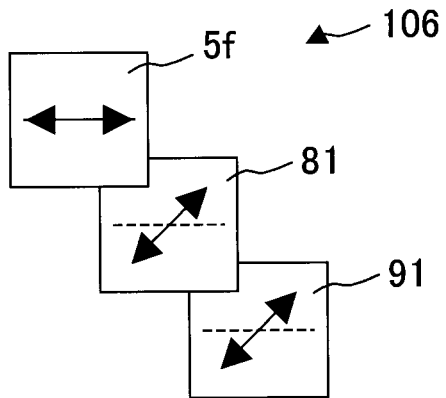
[図6-4]



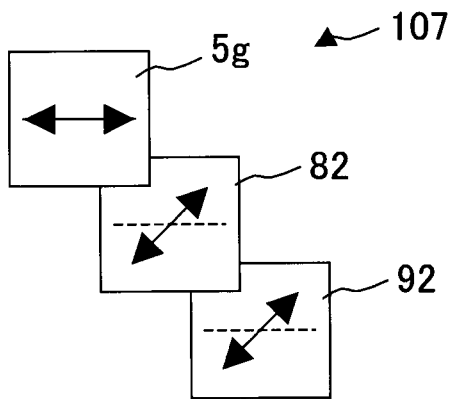
[図6-5]



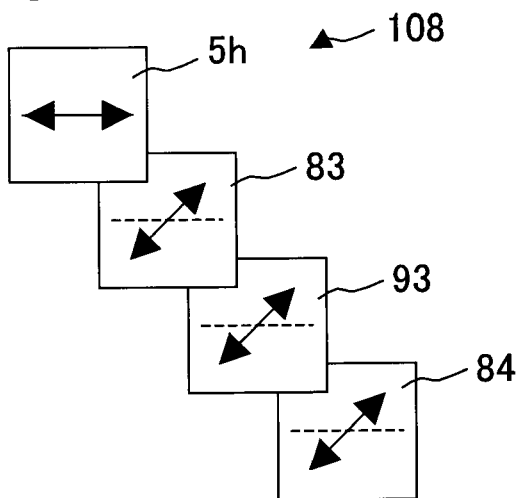
[図6-6]



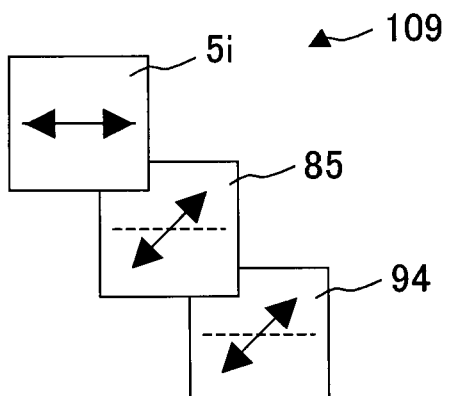
[図6-7]



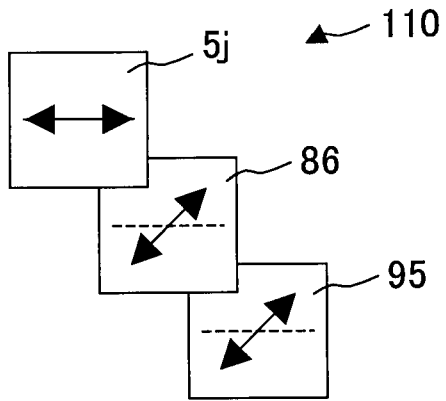
[図6-8]



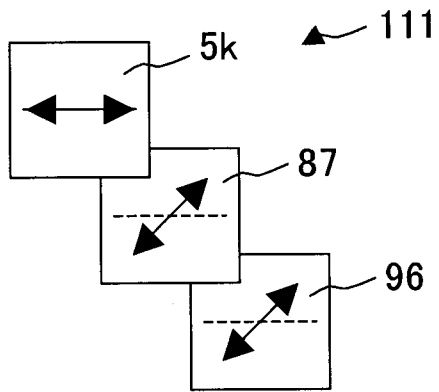
[図6-9]



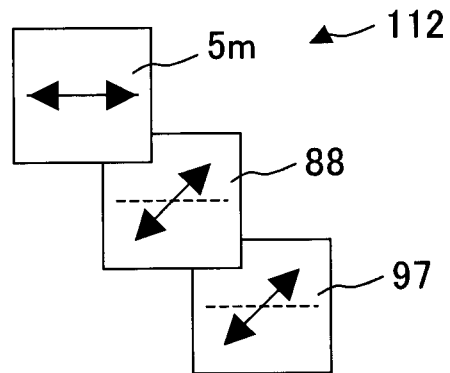
[図6-10]



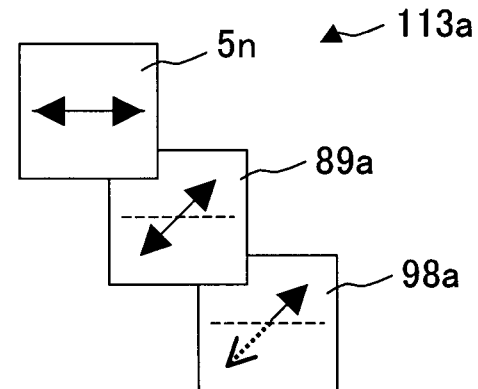
[図6-11]



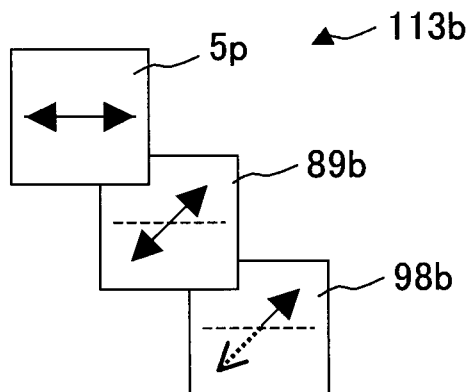
[図6-12]



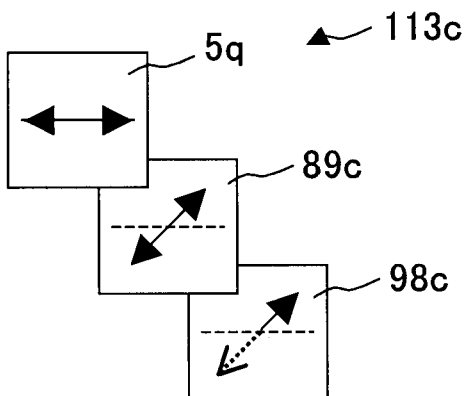
[図6-13]



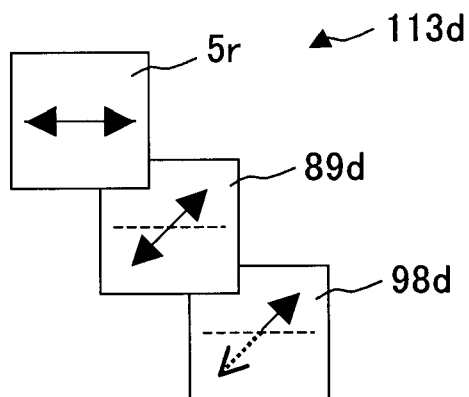
[図6-14]



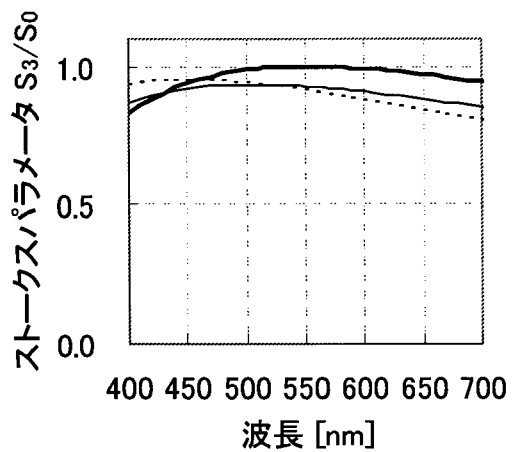
[図6-15]



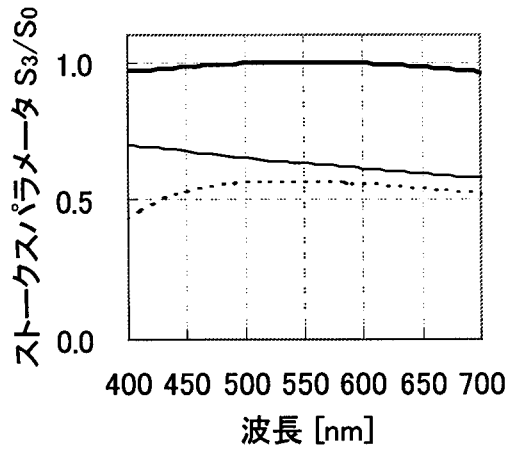
[図6-16]



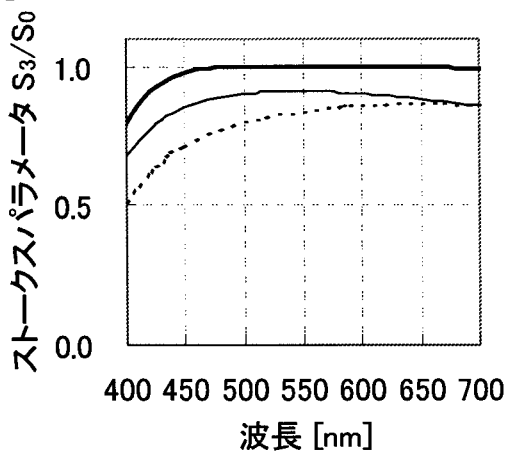
[図7-1]



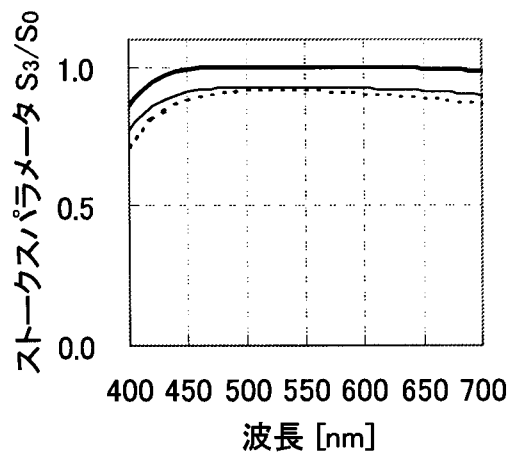
[図7-2]



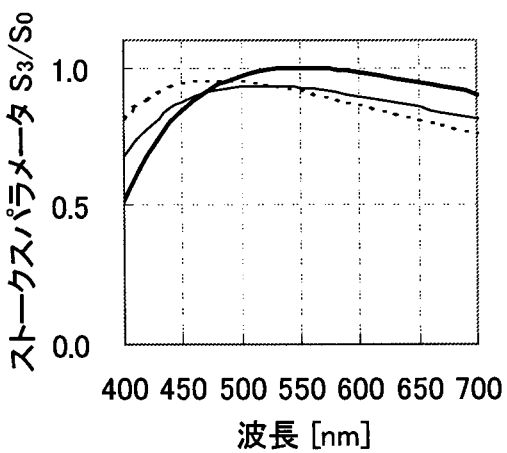
[図7-3]



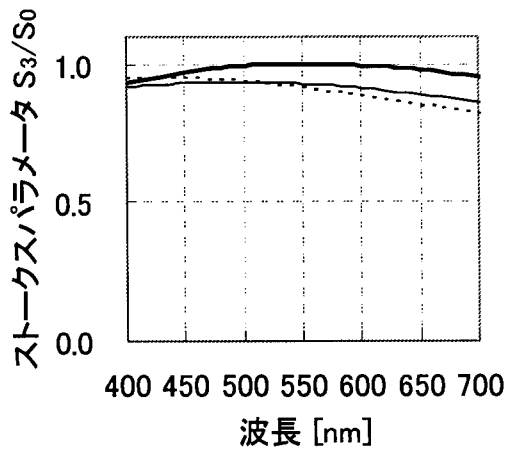
[図7-4]



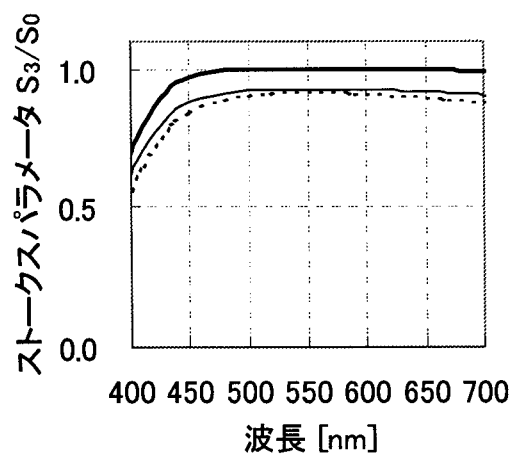
[図7-5]



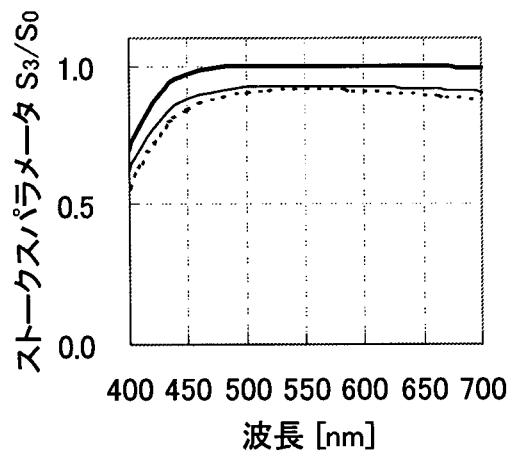
[図7-6]



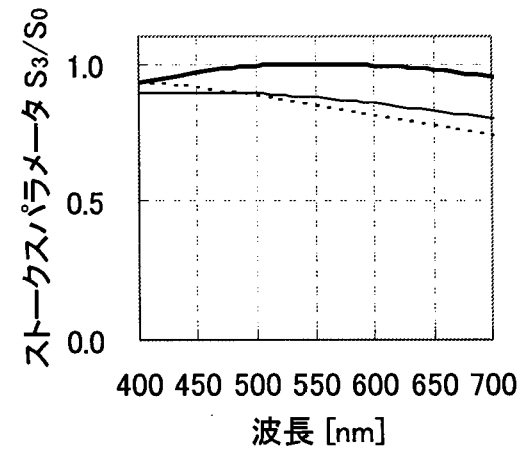
[図7-7]



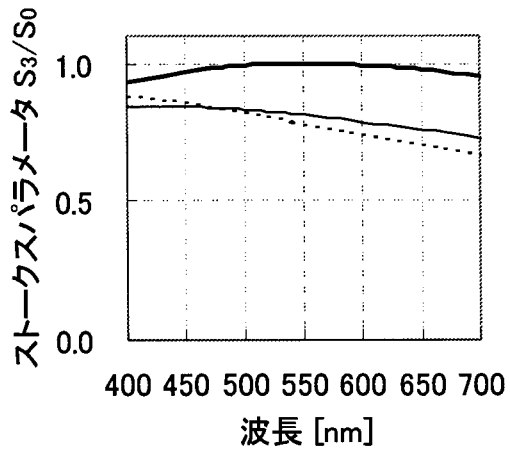
[図7-8]



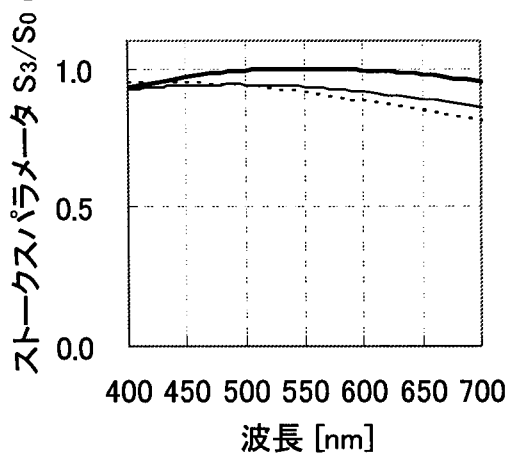
[図7-9]



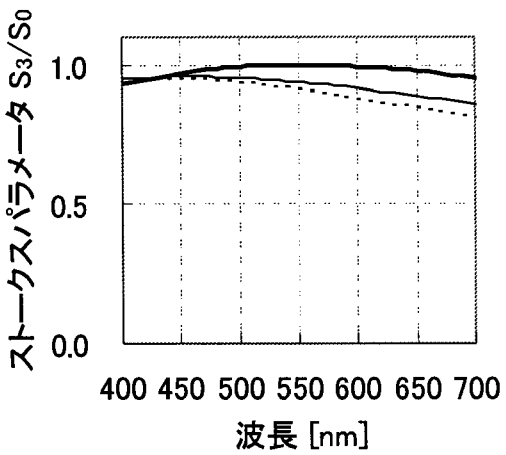
[図7-10]



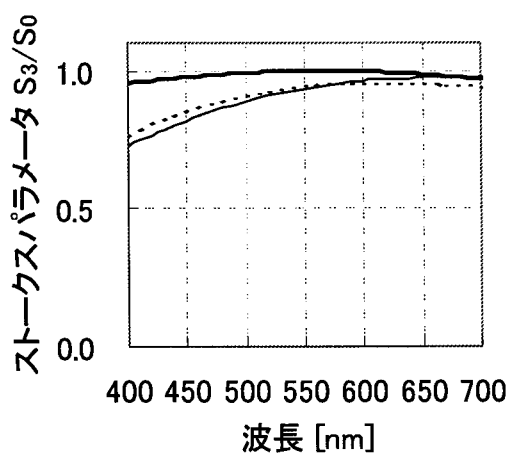
[図7-11]



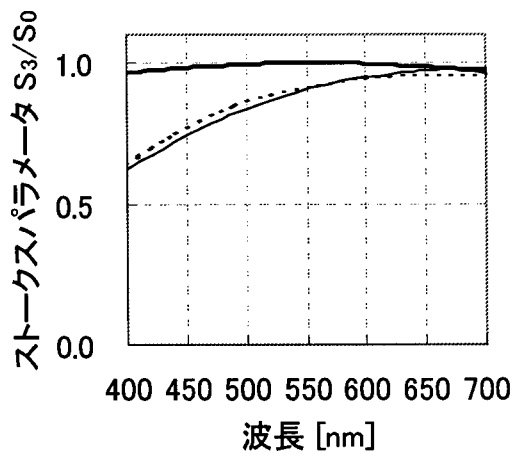
[図7-12]



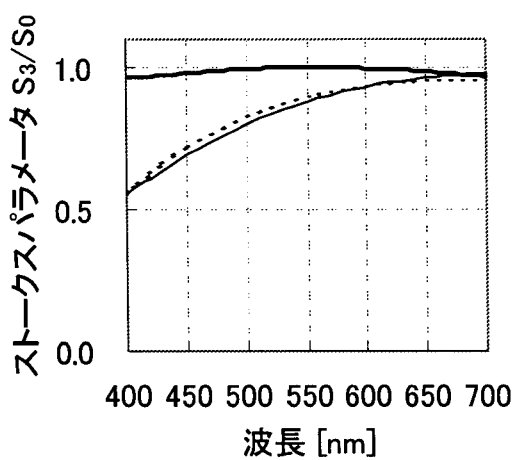
[図7-13]



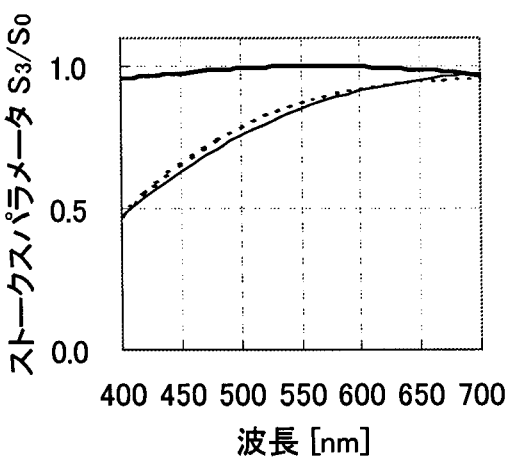
[図7-14]



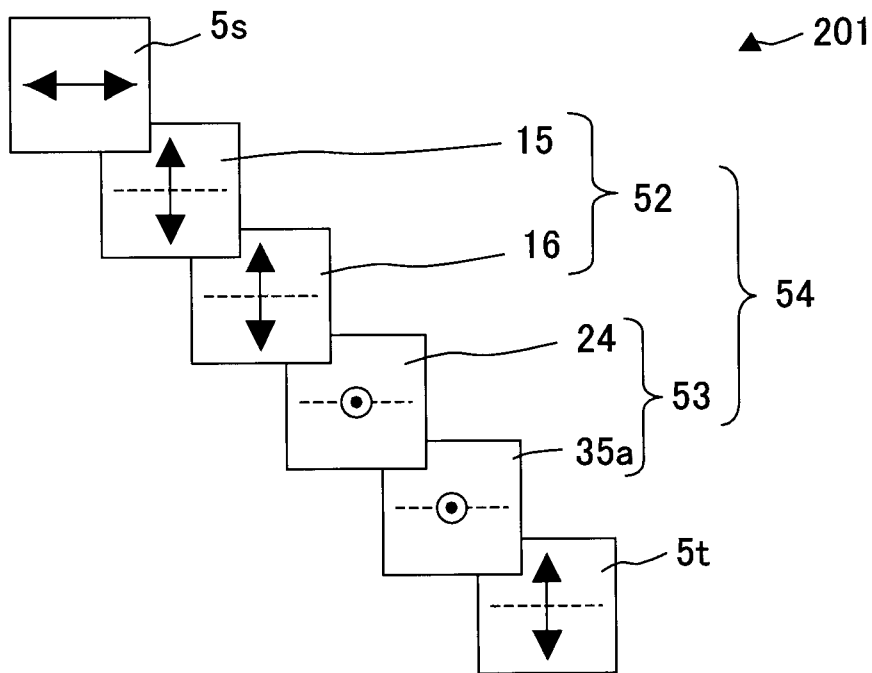
[図7-15]



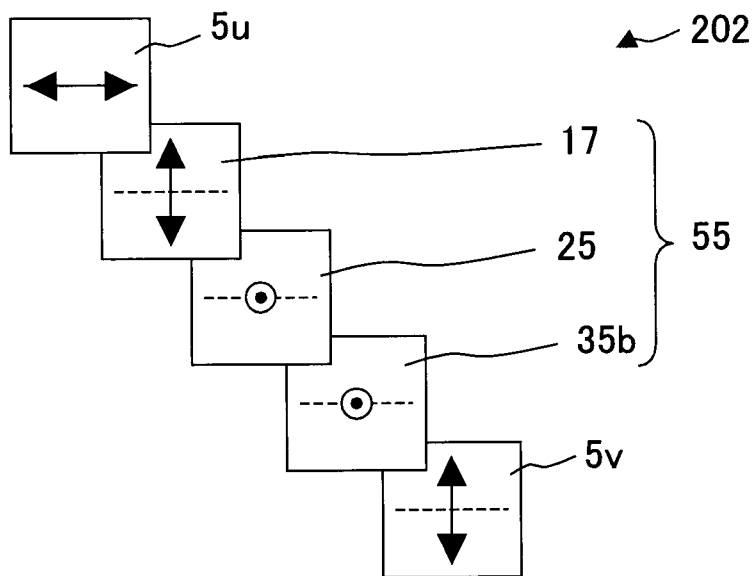
[図7-16]



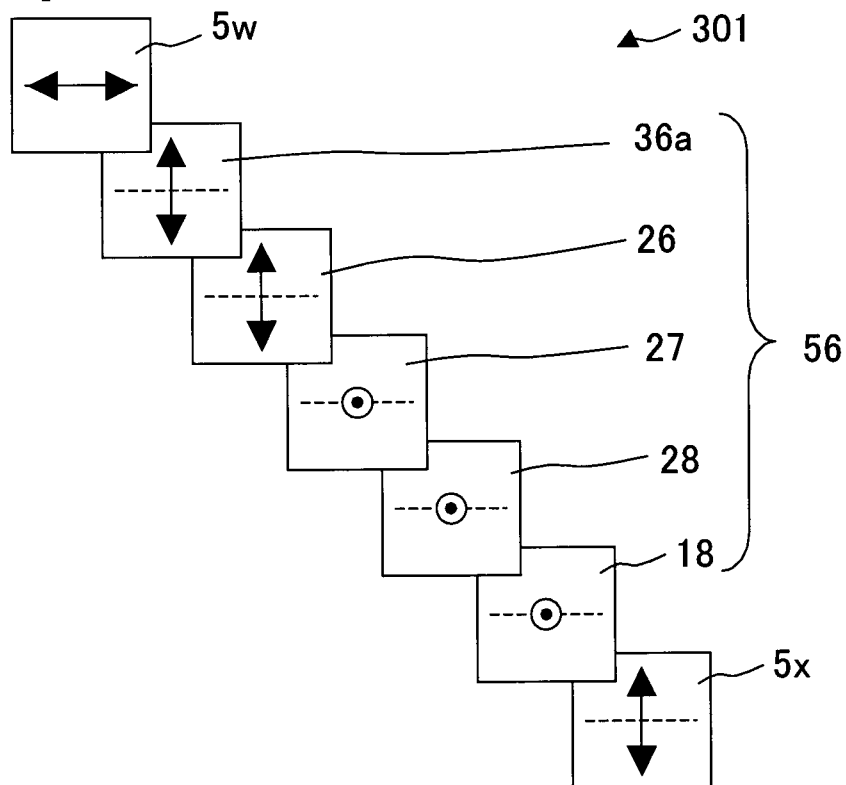
[図8-1]



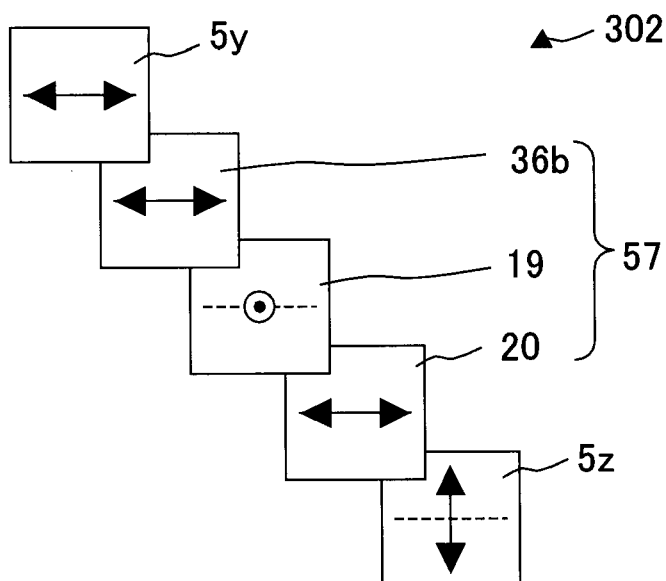
[図8-2]



[図9-1]



[図9-2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/061215

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B5/30(2006.01) i, G02F1/1335(2006.01) i, G02F1/13363(2006.01) i

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, G02F1/1335, G02F1/13363

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
X Y A	WO 2005/017613 A1 (LG CHEM, LTD.), 24 February, 2005 (24.02.05), Figs. 1, 7, 8, 13 & JP 2006-527394 A	1-10, 17, 20-22 12-15, 23-31, 33-36, 38 11, 16, 18-19, 32, 37, 39-40
Y	JP 10-278123 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 20 October, 1998 (20.10.98), Claims; Par. No. [0038] & US 6061113 A1 & EP 0864885 A1 & EP 1693692 A2	12-15, 33-36
Y	WO 2004/104681 A1 (EASTMAN KODAK COMPAN), 02 December, 2004 (02.12.04), Page 3, lines 18 to 20; Fig. 2 & JP 2007-501966 A	23-31, 33-36, 38

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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
- "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
15 August, 2007 (15.08.07)

Date of mailing of the international search report
28 August, 2007 (28.08.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B5/30(2006.01)i, G02F1/1335(2006.01)i, G02F1/13363(2006.01)i			
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)) Int.Cl. G02B5/30, G02F1/1335, G02F1/13363			
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 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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 請求の範囲の番号	
X	WO 2005/017613 A1 (LG CHEM, LTD.) 2005.02.24, FIG. 1, 7, 8, 13 & JP 2006-527394 A	1-10, 17, 20-22	
Y		12-15, 23-31, 33-36, 38	
A		11, 16, 18-19, 32, 37, 39-40	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input 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 「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矛盾するものではなく、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 15.08.2007		国際調査報告の発送日 28.08.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 井上 信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	
		20	3309

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP 10 - 278123 A (富士写真フィルム株式会社) 1998. 10. 20, 特許 請求の範囲, 【0038】 & US 6061113 A1 & EP 0864885 A1 & EP 1693692 A2	12-15, 33-36
Y	WO 2004/104681 A1 (EASTMAN KODAK COMPAN) 2004. 12. 02, 第3頁 第18～20行, FIG. 2 & JP 2007-501966 A	23-31, 33-36, 38