

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月11日(11.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/084076 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/30 (2006.01) *C03C 17/34* (2006.01)
B32B 17/10 (2006.01) *C03C 27/12* (2006.01)
B60J 1/02 (2006.01) *G02B 27/01* (2006.01)
B60K 35/00 (2006.01) *G02F 1/13363* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/038852
- (22) 国際出願日: 2017年10月27日(27.10.2017)
- (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 2016-215911 2016年11月4日(04.11.2016) JP
特願 2017-049013 2017年3月14日(14.03.2017) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目2番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 安西 昭裕 (ANZAI Akihiro); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 加藤 峻也 (KATO Shunya); 〒2500193 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 中島 順子, 外 (NAKASHIMA Junko et al.); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松1250番地 F F T P M O 棟6F Kanagawa (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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).

(54) Title: WINDSHIELD GLASS, HEAD-UP DISPLAY SYSTEM, AND HALF-MIRROR FILM

(54) 発明の名称: ウインドシールドガラス、ヘッドアップディスプレイシステム、およびハーフミラーフィルム

(57) Abstract: Provided are a head-up display system whereby double images can be reduced and an image can be displayed with high reflectance and high transmittance, and a windshield glass whereby a projection image display portion is not noticeable from the outside under external light when the windshield glass is used in the head-up display system. The head-up display system according to the present invention includes a windshield glass including a projection image display portion, a circularly-polarized-light reflecting layer and a $\lambda/2$ phase difference layer being included in the projection image display portion, the circularly-polarized-light reflecting layer including 4 or more cholesteric liquid crystal layers, and one of the four or more cholesteric liquid crystal layers having a center wavelength of selective reflection of 350 nm to less than 490 nm, and the head-up display system includes the windshield glass and a projector.

(57) 要約: 二重像が低減され、かつ高反射率および高透過率である画像の表示が可能なヘッドアップディスプレイシステムおよび上記ヘッドアップディスプレイシステムに用いるウインドシールドガラスとして外光下において投映像表示部位が外部から目立たないウインドシールドガラスを提供する。ヘッドアップディスプレイシステムが、投映像表示部位を含み、上記投映像表示部位に円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含み、上記円偏光反射層がコレステリック液晶層を4層以上含み、上記4層以上のコレステリック液晶層のうちの一層が350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するウインドシールドガラス、ならびに上記ウインドシールドガラスおよびプロジェクターを含む。

WO 2018/084076 A1

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

ウインドシールドガラス、ヘッドアップディスプレイシステム、およびハーフミラーフィルム

技術分野

[0001] 本発明は、投映像表示部位を含むウインドシールドガラスに関する。また、本発明は上記ウインドシールドガラスを利用したヘッドアップディスプレイシステム、および上記ウインドシールドガラスに使用できるハーフミラーフィルムに関する。

背景技術

[0002] ヘッドアップディスプレイシステムにおいては投映される映像と前方の風景とを同時に表示させることのできるコンバイナの機能を有する投映像表示用部材が用いられる。ウインドシールドガラスにこのような機能を有する投映像表示部位を設けて使用しているヘッドアップディスプレイシステムでは、投映光がガラスの表面または裏面で反射することで生じる二重像が顕著となり易い。

[0003] 上記二重像の低減方法として、特許文献1では、楔形の断面形状の合わせガラスからなる車両用曲面フロントガラスを利用することについて開示されている。

また、ガラス面にp偏光が入射するようにしてブリュスター角を利用し、ガラス表面からの反射光をゼロに近づけて、二重像を解消する技術が多く知られている（例えば、特許文献2）。特許文献3においては、ブリュスター角を利用したヘッドアップディスプレイシステムにおいて、コレステリック液晶層を含む円偏光反射層に加えて $\lambda/2$ 位相差層を含む投映像表示用部材を用いた例が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特表2011-505330号公報
特許文献2：特表2006-512622号公報
特許文献3：WO2016/052367

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 特許文献1に記載の技術では、外側のガラス板と内側のガラス板との角度調節に高度な技術が必要となる。一方、特許文献2または3に記載の技術では、このような技術は不要である。

特許文献3に記載のヘッドアップディスプレイシステムは、特許文献2に記載の技術を利用して、さらに高い光反射率および光透過率を得ることを可能とするものである。しかし、本発明者らが特許文献3に記載される円偏光反射層および入/2位相差層を含む投映像表示用部材をウインドシールドガラスとして用いる場合についてさらに検討していたところ、外光下においてウインドシールドガラスの投映像表示部位を外部から見た際の、ウインドシールドガラスとしての美観の観点でまだ改善の余地があった。

- [0006] 本発明は、上記問題の解決のためになされたものであり、二重像が低減され、かつ高反射率および高透過率である画像の表示が可能なヘッドアップディスプレイシステムの提供を可能とする投映像表示部位を含むウインドシールドガラスであって、外光下において上記投映像表示部位が外部から目立たないウインドシールドガラスを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明者は、上記課題の下、特許文献3に記載される円偏光反射層および入/2位相差層を含む投映像表示用部材の構成をウインドシールドガラスとして使用する場合の構成について鋭意検討し、円偏光反射層が特定の波長域において選択反射を示すコレステリック液晶層を含むようにすることにより上記課題が解決することを見出し、本発明を完成させた。

- [0008] すなわち、本発明は下記の[1]～[18]を提供するものである。

[1] 投映像表示部位を含むウインドシールドガラスであって、

上記投映像表示部位に円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含み、
上記円偏光反射層がコレステリック液晶層を4層以上含み、
上記4層以上のコレステリック液晶層のうちの一層が350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層であり、
上記4層以上のコレステリック液晶層の選択反射の中心波長は互いに異なっているウインドシールドガラス。

[2] 上記4層以上のコレステリック液晶層のうち、上記 $\lambda/2$ 位相差層に最も近いコレステリック液晶層が、350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有する上記コレステリック液晶層である[1]に記載のウインドシールドガラス。

[3] 上記円偏光反射層が、490nm以上600nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、600nm以上680nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、および680nm以上850nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を含む[1]または[2]に記載のウインドシールドガラス。

[4] 上記 $\lambda/2$ 位相差層、350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有する上記コレステリック液晶層、490nm以上600nm未満に選択反射の中心波長を有する上記コレステリック液晶層、600nm以上680nm未満に選択反射の中心波長を有する上記コレステリック液晶層、および680nm以上850nm未満に選択反射の中心波長を有する上記コレステリック液晶層がこの順に配置されている[3]に記載のウインドシールドガラス。

[0009] [5] 上記 $\lambda/2$ 位相差層の正面位相差が190nm~390nmの範囲である[1]~[4]のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[6] 上記円偏光反射層に含まれる全てのコレステリック液晶層の螺旋のセンスが同一である[1]~[5]のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[7] 上記円偏光反射層に対して上記 $\lambda/2$ 位相差層側にある層の厚みの総

計が0.5 mm以上である [1] ~ [6] のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[8] 第一のガラス板、第二のガラス板、および第一のガラス板と第二のガラス板との間の中間層を含み、上記中間層の少なくとも一部に上記円偏光反射層および上記 $\lambda/2$ 位相差層を含み、上記第一のガラス板、上記円偏光反射層、上記 $\lambda/2$ 位相差層、および上記第二のガラス板がこの順で積層されている [1] ~ [7] のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[0010] [9] 上記中間層が樹脂膜である [8] に記載のウインドシールドガラス。

[10] 上記樹脂膜がポリビニルブチラルを含む [9] に記載のウインドシールドガラス。

[11] 上記投映像表示部位の鉛直上方向に対し、上記 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が $+40^\circ \sim +65^\circ$ 、または $-40^\circ \sim -65^\circ$ の範囲にある [1] ~ [10] のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[12] 上記円偏光反射層に含まれる全てのコレステリック液晶層の螺旋のセンスが右であり、上記投映像表示部位の鉛直上方向に対し、上記 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が、上記円偏光反射層に対して上記 $\lambda/2$ 位相差層側から見て時計回りに $40^\circ \sim 65^\circ$ の範囲にある [1] ~ [10] のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[13] 上記円偏光反射層に含まれる全てのコレステリック液晶層の螺旋のセンスが左であり、上記投映像表示部位の鉛直上方向に対し、上記 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が上記円偏光反射層に対して上記 $\lambda/2$ 位相差層側から見て反時計回りに $40^\circ \sim 65^\circ$ の範囲にある [1] ~ [10] のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[0011] [14] 上記コレステリック液晶層のいずれか1つ以上の選択反射の半値幅 $\Delta\lambda$ が50 nm以下である [1] ~ [13] のいずれかに記載のウインドシールドガラス。

[15] [1] ~ [14] のいずれかに記載のウインドシールドガラスおよびプロジェクターを含むヘッドアップディスプレイシステムであって、上記

円偏光反射層に対して上記 $\lambda/2$ 位相差層がプロジェクター側に配置されており、

上記プロジェクターからの入射光が投映像表示部位の法線に対し $45^\circ \sim 70^\circ$ の角度で入射する、ヘッドアップディスプレイシステム。

[16] 上記入射光が入射面に平行な方向に振動するp偏光である[15]に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[17] 上記入射光が、上記投映像表示部位の下方向から入射する[15]または[16]に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[18] 円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含むハーフミラーフィルムであって、

上記円偏光反射層が、上記 $\lambda/2$ 位相差層側から、 350nm 以上 490nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、 490nm 以上 600nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、 600nm 以上 680nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、および 680nm 以上 850nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層をこの順で含むハーフミラーフィルム。

発明の効果

[0012] 本発明により、二重像が低減され高反射率および高透過率である画像の表示が可能であるとともに、外光下において上記投映像表示部位が外部から目立たないウインドシールドガラスを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施例のウインドシールドガラス評価の際の、ウインドシールドガラス、液晶パネル、輝度計の配置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明を詳細に説明する。

本明細書において「 \sim 」とはそ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意味で使用される。

また、本明細書において、角度（例えば「 90° 」等の角度）、およびそ

の関係（例えば、「平行」、「水平」、「鉛直」等）については、本発明が属する技術分野において許容される誤差の範囲を含むものとする。例えば、厳密な角度 $\pm 10^\circ$ 未満の範囲内であることなどを意味し、厳密な角度との誤差は、 5° 以下であることが好ましく、 3° 以下であることがより好ましい。

[0015] 本明細書において、円偏光につき「選択的」というときは、光の右円偏光成分または左円偏光成分のいずれかの光量が、他方の円偏光成分よりも多いことを意味する。具体的には「選択的」というとき、光の円偏光度は、0.3以上であることが好ましく、0.6以上がより好ましく、0.8以上がさらに好ましい。実質的に1.0であることがさらに好ましい。ここで、円偏光度とは、光の右円偏光成分の強度を I_R 、左円偏光成分の強度を I_L としたとき、 $|I_R - I_L| / (I_R + I_L)$ で表される値である。

[0016] 本明細書において、円偏光につき「センス」というときは、右円偏光であるか、または左円偏光であるかを意味する。円偏光のセンスは、光が手前に向かって進んでくるように眺めた場合に電場ベクトルの先端が時間の増加に従って時計回りに回る場合が右円偏光であり、反時計回りに回る場合が左円偏光であるとして定義される。

[0017] 本明細書においては、コレステリック液晶の螺旋の振れ方向について「センス」との用語を用いることもある。コレステリック液晶の螺旋の振れ方向（センス）が右の場合は右円偏光を反射し、左円偏光を透過し、センスが左の場合は左円偏光を反射し、右円偏光を透過する。

[0018] 本明細書において、「光」という場合、特に断らない限り、可視光かつ自然光（非偏光）の光を意味する。可視光線は電磁波のうち、ヒトの目に見える波長の光であり、通常、 $380\text{ nm} \sim 780\text{ nm}$ の波長域の光を示す。

本明細書において、光透過率の算出に関連して必要である光強度の測定は、例えば通常の可視スペクトルメータを用いて、リファレンスを空気として、測定したものであればよい。

本明細書において、単に「反射光」または「透過光」というときは、散乱

光および回折光を含む意味で用いられる。

[0019] なお、光の各波長の偏光状態は、円偏光板を装着した分光放射輝度計またはスペクトルメータを用いて測定することができる。この場合、右円偏光板を通して測定した光の強度が I_R 、左円偏光板を通して測定した光の強度が I_L に相当する。また、照度計や光スペクトルメータに円偏光板を取り付けても測定することができる。右円偏光透過板をつけ、右円偏光量を測定、左円偏光透過板をつけ、左円偏光量を測定することにより、比率を測定できる。

[0020] 本明細書において、p偏光は光の入射面に平行な方向に振動する偏光を意味する。入射面は反射面（ウインドシールドガラス表面など）に垂直で入射光線と反射光線とを含む面を意味する。p偏光は電場ベクトルの振動面が入射面に平行である。本明細書において、s偏光は光の入射面に垂直な方向に振動する偏光を意味する。

本明細書において、正面位相差は、Axometrics社製のAxoScanを用いて測定した値である。測定波長は550nmとする。正面位相差はKOBRA 21ADHまたはWR（王子計測機器（株）製）において可視光波長域内の波長の光をフィルム法線方向に入射させて測定した値を用いることもできる。測定波長の選択にあたっては、波長選択フィルターをマニュアルで交換するか、または測定値をプログラム等で変換して測定することができる。

[0021] 本明細書において、液晶化合物の複屈折（ Δn ）は、「液晶・基礎編（岡野光治、小林駿介編）」のp. 214に記載の方法に従って測定した値である。具体的には、液晶化合物を楔型セルに注入し、これに波長550nmの光を照射し、透過光の屈折角を測定することにより60℃における Δn を求めることができる。

[0022] 本明細書において、「投映像(projection image)」は、前方などの周囲の風景ではない、使用するプロジェクターからの光の投射に基づく映像を意味する。投映像は、観察者から見てウインドシールドガラスの投映像表示部位の先に浮かび上がって見える虚像として観測される。

本明細書において、「画像(screen image)」はプロジェクターの描画デバイスに表示される像または、描画デバイスにより中間像スクリーン等に描画される像を意味する。虚像に対して、画像は実像である。

画像および投映像は、いずれも単色の像であっても、2色以上の多色の像であっても、フルカラーの像であってもよい。

[0023] <ウインドシールドガラス>

本明細書において、ウインドシールドガラスは、車、電車などの車両、飛行機、船、遊具などの乗り物一般の窓ガラスを意味する。ウインドシールドガラスは乗り物の進行方向にあるフロントガラスであることが好ましい。ウインドシールドガラスは車両のフロントガラスであることが好ましい。

[0024] ウインドシールドガラスは、平面状であればよい。また、ウインドシールドガラスは、適用される乗り物への組み込み用に成形されていてもよく、例えば、曲面を有していてもよい。適用される乗り物用に成形されたウインドシールドガラスにおいては、通常使用時に上（鉛直上）となる方向や観察者側となる面が特定できる。なお、本明細書において、ウインドシールドガラスまたは投映像表示部位について鉛直上というときは、上記のように特定できる使用時に鉛直上となる方向を意味する。

ウインドシールドガラスは、投映像表示部位において、厚みが均一であってもよく、厚みが不均一であってもよい。例えば、特表2011-505330号公報に記載の車両用ガラスのように楔形の断面形状を有し、投映像表示部位の厚みが不均一であってもよいが、投映像表示部位において、厚みが均一であることが好ましい。

[0025] [投映像表示部位]

本発明のウインドシールドガラスは投映像表示部位を含む。

本明細書において、投映像表示部位とは、反射光で投映像を表示することができる部位であり、プロジェクター等から投映された投映像を視認可能に表示することができる部位であればよい。

投映像表示部位はヘッドアップディスプレイシステムのコンバイナとして

機能する。ヘッドアップディスプレイシステムにおいて、コンバイナは、プロジェクターから投映された画像を視認可能に表示することができるとともに、画像が表示されている同じ面側からコンバイナを観察したときに、反対の面側にある情報または風景を同時に観察することができる光学部材を意味する。すなわち、コンバイナは、外界光と映像光を重ねあわせて表示する光路コンバイナとしての機能を有する。

[0026] 投映像表示部位はウインドシールドガラスの全面にあってもよく、またはウインドシールドガラスの全面積に対し一部にあってもよいが、一部であることが好ましい。一部である場合、投映像表示部位はウインドシールドガラスのいずれの位置に設けてもよいが、ヘッドアップディスプレイシステムとしての使用時に、観察者（例えば、運転者）から視認しやすい位置に虚像が示されるように設けられていることが好ましい。例えば、適用される乗り物の運転席の位置とプロジェクターを設置する位置との関係から投映像表示部位を設ける位置を決定すればよい。

投映像表示部位は、曲面を有していない平面状であってもよいが、曲面を有していてもよく、全体として凹型または凸型の形状を有し、投映像を拡大または縮小して表示するようになっていてもよい。

[0027] 本発明のウインドシールドガラスは投映像表示部位において円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含む。投映像表示部位は、円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層の他に後述の第2の位相差層、配向層、支持体、接着層などの層を含んでいてもよい。

投映像表示部位は、ウインドシールドガラスが乗り物に適用される場合に観察者側（通常乗り物内側）となる側から、 $\lambda/2$ 位相差層、円偏光反射層の順となるように、構成されていけばよい。ここで観察者側は、投映像表示側であり、かつ投映像表示のための投映光の入射側であればよい。

[0028] 投映像表示部位は、少なくとも投映光に対して、ハーフミラーとしての機能を有しているものであればよい。しかし、例えば可視光域全域の光に対してハーフミラーとして機能していることを必要とするものではない。また、

投映像表示部位は、全ての入射角の光に対して上記のハーフミラーとしての機能を有していてもよいが、少なくとも一部の入射角の光に対して上記の機能を有していればよい。

[0029] 投映像表示部位は反対の面側にある情報または風景の観察を可能とするために、可視光透過性を有することが好ましい。投映像表示部位は、可視光の波長域において、40%以上、好ましくは50%以上、より好ましくは60%以上、さらに好ましくは70%以上の光透過率を有していればよい。光透過率は、JIS-K7105に記載された方法で求めた光線透過率とする。

[0030] [ハーフミラーフィルム]

投映像表示部位は、 $\lambda/2$ 位相差層および円偏光反射層を含むハーフミラーフィルムにより形成されていければよい。

例えば、ハーフミラーフィルムをウインドシールドガラスのガラス板の外面に設ける、または、後述のように合わせガラスの構成のウインドシールドガラスの中間層に設けることにより投映像表示部位を形成することができる。ウインドシールドガラスのガラス板の外面に設けられる場合、上記ハーフミラーフィルムはガラス板からみて観察者側に設けられていても、その反対側に設けられていてもよいが、観察者側に設けられていることが好ましい。ハーフミラーフィルムは中間層に設けることがより好ましい。耐擦傷性がガラス板に比較して低いハーフミラーフィルムが保護されるためである。

[0031] 円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層は、それぞれ別々に作製され、互いに接着されてハーフミラーフィルムとなってもよく、円偏光反射層（コレステリック液晶層）の上に $\lambda/2$ 位相差層を形成することにより、 $\lambda/2$ 位相差層の上に円偏光反射層（コレステリック液晶層）を形成することにより、ハーフミラーフィルムとなってもよい。

[0032] ハーフミラーフィルムは、フィルム状、シート状、または板状などであればよい。ハーフミラーフィルムは、薄膜のフィルムとしてロール状等になっていてもよい。

ハーフミラーフィルムは、円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層の他に後述

の第2の位相差層、配向層、支持体、接着層などの層を含んでいてもよい。

[0033] [円偏光反射層]

円偏光反射層は投映像表示のための光を反射する層であり、本発明の投映像表示部位において、位相差層とは区別できる層として含まれる層を示す。

円偏光反射層はコレステリック液晶層を4層以上含む。円偏光反射層は、支持体、配向層などの他の層を含んでいてもよい。

[0034] (コレステリック液晶層)

本明細書において、コレステリック液晶層は、コレステリック液晶相を固定した層を意味する。コレステリック液晶層を単に液晶層ということもある。

コレステリック液晶層は、コレステリック液晶相となっている液晶化合物の配向が保持されている層であればよく、典型的には、重合性液晶化合物をコレステリック液晶相の配向状態としたうえで、紫外線照射、加熱等によって重合、硬化し、流動性が無い層を形成して、同時に、また外場や外力によって配向形態に変化を生じさせることがない状態に変化した層であればよい。なお、コレステリック液晶層においては、コレステリック液晶相の光学的性質が層中において保持されていれば十分であり、層中の液晶化合物は液晶性を示していなくてもよい。例えば、重合性液晶化合物は、硬化反応により高分子量化して、もはや液晶性を失っていてもよい。

[0035] コレステリック液晶相は、右円偏光または左円偏光のいずれか一方のセンスの円偏光を選択的に反射させるとともに他方のセンスの円偏光を透過する円偏光選択反射を示すことが知られている。本明細書において、円偏光選択反射を単に選択反射ということもある。

円偏光選択反射性を示すコレステリック液晶相を固定した層を含むフィルムとして、重合性液晶化合物を含む組成物から形成されたフィルムは従来から数多く知られており、コレステリック液晶層については、それらの従来技術を参照することができる。

[0036] コレステリック液晶層の選択反射の中心波長 λ は、コレステリック相にお

ける螺旋構造のピッチP（＝螺旋の周期）に依存し、コレステリック液晶層の平均屈折率nと $\lambda = n \times P$ の関係に従う。なお、本明細書において、コレステリック液晶層が有する選択反射の中心波長 λ は、コレステリック液晶層の法線方向から測定した円偏光反射スペクトルの反射ピークの重心位置にある波長を意味する。

[0037] コレステリック液晶層の選択反射中心波長と半値幅は下記のように求めることができる。

分光光度計UV3150（島津製作所）を用いてコレステリック液晶層の透過スペクトル（コレステリック液晶層の法線方向から測定したもの）を測定すると、選択反射帯域に透過率の低下ピークがみられる。このピークの極小透過率と低下前の透過率との中間（平均）の透過率となる2つの波長のうち、短波長側の波長の値を λ_l （nm）、長波長側の波長の値を λ_h （nm）とすると、選択反射の中心波長 λ と半値幅 $\Delta\lambda$ は下記式で表すことができる。

$$\lambda = (\lambda_l + \lambda_h) / 2 \quad \Delta\lambda = (\lambda_h - \lambda_l)$$

上記のように求められる選択反射中心波長はコレステリック液晶層の法線方向から測定した円偏光反射スペクトルの反射ピークの重心位置にある波長と略一致する。

[0038] 上記の $\lambda = n \times P$ の関係から分かるように、螺旋構造のピッチを調節することによって、選択反射の中心波長を調整できる。可視光領域で選択反射を示すコレステリック液晶層は可視光領域で選択反射の中心波長を有することが好ましい。n値とP値を調節して、例えば、赤色光、緑色光、青色光、に対して右円偏光または左円偏光のいずれか一方を選択的に反射させるために、中心波長 λ を調節することができる。

[0039] ヘッドアップディスプレイシステムにおいては、投映光入射側のガラス表面での反射率が低くなるように円偏光反射層に対して斜めに光が入射するように用いられることが好ましい。このように、コレステリック液晶層に対して斜めに光が入射する場合は、選択反射の中心波長は短波長側にシフトする。そのため、投映像表示のために必要とされる選択反射の波長に対して、上

記の $\lambda = n \times P$ の式に従って計算される λ が長波長側となるように $n \times P$ を調整することが好ましい。屈折率 n_2 のコレステリック液晶層中でコレステリック液晶層の法線方向（コレステリック液晶層の螺旋軸方向）に対して光線が θ_2 の角度で通過するときの選択反射の中心波長を λ_d とするとき、 λ_d は以下の式で表される。

$$\lambda_d = n_2 \times P \times \cos \theta_2$$

[0040] 例えば、屈折率 1 の空气中で投映像表示部位の法線に対し $45^\circ \sim 70^\circ$ の角度で $\lambda/2$ 位相差層側から入射した光は、通常屈折率 1.45 ~ 1.80 程度の $\lambda/2$ 位相差層を投映像表示部位の法線に対し $23^\circ \sim 40^\circ$ の角度で透過し、屈折率 1.61 程度のコレステリック液晶層に入射する。コレステリック液晶層において光は $26^\circ \sim 36^\circ$ の角度で透過するためこの角度と求める選択反射の中心波長を上記の式に挿入して $n \times P$ を調整すればよい。

コレステリック液晶相のピッチは重合性液晶化合物とともに用いるキラル剤の種類、またはその添加濃度に依存するため、これらを調整することによって所望のピッチを得ることができる。なお、螺旋のセンスやピッチの測定法については「液晶化学実験入門」日本液晶学会編 シグマ出版 2007 年出版、46 頁、および「液晶便覧」液晶便覧編集委員会 丸善 196 頁に記載の方法を用いることができる。

[0041] 円偏光反射層は、4 層以上のコレステリック液晶層を含み、この 4 層以上のコレステリック液晶層の選択反射の中心波長は互いに異なっている。円偏光反射層は、赤色光、緑色光、および青色光に対してそれぞれ見かけ上の選択反射の中心波長を有することが好ましい。見かけ上の選択反射の中心波長とは、実用の際の観察方向から測定したコレステリック液晶層の円偏光反射スペクトルの反射ピークの重心位置にある波長を意味する。赤色光、緑色光、および青色光に対してそれぞれ見かけ上の選択反射の中心波長を有することによりフルカラーの投映像の表示が可能となる。具体的には、円偏光反射層は、赤色光を選択的に反射するコレステリック液晶層、緑色光を選択的に

反射するコレステリック液晶層、青色光を選択的に反射するコレステリック液晶層を含むことが好ましい。円偏光反射層は、例えば、490 nm以上600 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、600 nm以上680 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、および680 nm以上850 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を含むことが好ましい。

[0042] 使用するコレステリック液晶層の選択反射の中心波長を、投映に用いられる光源の発光波長域、および円偏光反射層の使用態様に応じて調整することにより光利用効率良く鮮明な投映像を表示することができる。特に各コレステリック液晶層の選択反射の中心波長をそれぞれ投映に用いられる光源の発光波長域などに応じてそれぞれ調整することにより、光利用効率良く鮮明なカラー投映像を表示することができる。円偏光反射層の使用態様としては、特に円偏光反射層への投映光の入射角、投映像を観察する方向などが挙げられる。

[0043] 本発明のウインドシールドガラスにおいて、円偏光反射層は、4層以上のコレステリック液晶層のうちの一つとして、350 nm以上490 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を含む。本発明者らは、円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含む構成を投映像表示部位としてウインドシールドガラスに設ける場合、ウインドシールドガラス中の投映像表示部位を外光下で観察したときに色味（特に黄色味）が確認されることを発見した。350 nm以上490 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を含む円偏光反射層を利用することによって、ウインドシールドガラスを外光下で観察したときにおいても投映像表示部位に上記色味が感じられにくくなり、投映像表示部位を外部から目立たなくすることができる。ヘッドアップディスプレイシステムにおいては、ブリュースター角を利用して二重像を低減するために円偏光反射層に対して斜めに光が入射することを前提として光学設計がなされることが好ましく、上述のように赤色光、緑色光、および青色光に対してそれぞれ見かけ上の選択反射の中心波長を

有する円偏光反射層を設計しようとする、円偏光反射層の法線方向からの光に対しての反射光において相対的に青色光成分が少なくなり黄色味が生じ得る。350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を用いることにより、上記反射光の青色光成分が増加し、黄色味が解消したと考えられる。

[0044] また、後述の実施例において示すように、350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を用いることにより、投映像表示部位を通して外光を観測する際に偏光サングラスを介しても感じられるギラツキをも低減することができる。通常、偏光サングラスを介すると視認されない地面や水面からの反射光に基づくs偏光は、投映像表示部位で偏光状態が変化することにより視認される光成分に変換し得るが、この光成分が350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を用いることにより減少したと考えられる。

[0045] 350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層（以下、「短波長コレステリック液晶層」ということがある。）は、370nm～485nmに選択反射の中心波長を有することが好ましく、390nm～480nmに選択反射の中心波長を有することがより好ましく、400nm～470nmに選択反射の中心波長を有することがさらに好ましい。

短波長コレステリック液晶層は、ヘッドアップディスプレイシステムにおいての使用時に見かけ上の選択反射の中心波長が280nm以上420nm未満であればよく、300nm以上410nm未満であることが好ましく、320nm以上400nm未満であることがより好ましく、340nm以上395nm未満であることがさらに好ましい。

[0046] 円偏光反射層において、短波長コレステリック液晶層は、4層以上のコレステリック液晶層の中で最も $\lambda/2$ 位相差層側にあることが好ましい。二重像がより軽減されるためである。

また、円偏光反射層において、コレステリック液晶層は、 $\lambda/2$ 位相差層

側からみて、選択反射の中心波長が短いものから順に配置されていることが好ましい。例えば、 $\lambda/2$ 位相差層、350 nm以上490 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、490 nm以上600 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、600 nm以上680 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、および680 nm以上850 nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層がこの順に配置されていることが好ましい。

[0047] 各コレステリック液晶層としては、螺旋のセンスが右または左のいずれかであるコレステリック液晶層が用いられる。コレステリック液晶層の反射円偏光のセンスは螺旋のセンスに一致する。選択反射の中心波長が異なるコレステリック液晶層の螺旋のセンスは全て同じであっても、異なるものが含まれていてもよいが、同じであることが好ましい。

[0048] 選択反射を示す選択反射帯の半値幅 $\Delta\lambda$ (nm) は、 $\Delta\lambda$ が液晶化合物の複屈折 Δn と上記ピッチ P に依存し、 $\Delta\lambda = \Delta n \times P$ の関係に従う。そのため、選択反射帯の幅の制御は、 Δn を調整して行うことができる。 Δn の調整は重合性液晶化合物の種類や混合比率を調整したり、配向固定時の温度を制御したりすることで行うことができる。

選択反射の中心波長が同一の1種のコレステリック液晶層の形成のために、ピッチ P が同じで、同じ螺旋のセンスのコレステリック液晶層を複数積層してもよい。ピッチ P が同じで、同じ螺旋のセンスのコレステリック液晶層を積層することによって、特定の波長で円偏光選択性を高くすることができる。

[0049] 選択反射の半値幅 $\Delta\lambda$ は、15 nm~200 nm、15 nm~150 nm、または20 nm~100 nm等であればよい。円偏光反射層は、選択反射の半値幅 $\Delta\lambda$ が50 nm以下であるコレステリック液晶層を少なくとも1つ含むことが好ましい。本明細書において、選択反射の半値幅 $\Delta\lambda$ が50 nm以下であるコレステリック液晶層を狭帯域選択反射層ということがある。円偏光反射層は、狭帯域選択反射層を2つ含むことがより好ましい。特に、緑

色光および青色光に対してそれぞれ見かけ上の選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層が狭帯域選択反射層であることが好ましい。緑色光および青色光に対してそれぞれ見かけ上の選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層が狭帯域選択反射層であることにより、ウインドシールドガラスの透明性を損なわずに鮮明な投映像を与える投映像表示部位を形成することが可能である。

[0050] 複数のコレステリック液晶層の積層の際は、別に作製したコレステリック液晶層を、接着剤等を用いて積層してもよく、後述の方法で形成された先のコレステリック液晶層の表面に直接、重合性液晶化合物等を含む液晶組成物を塗布し、配向および固定の工程を繰り返してもよいが、後者が好ましい。先に形成されたコレステリック液晶層の表面に直接次のコレステリック液晶層を形成することにより、先に形成したコレステリック液晶層の空気界面側の液晶分子の配向方位と、その上に形成するコレステリック液晶層の下側の液晶分子の配向方位が一致し、コレステリック液晶層の積層体の偏光特性が良好となるからである。また、接着層の厚みムラに由来して生じ得る干渉ムラが観測されないからである。

[0051] (コレステリック液晶層の作製方法)

以下、コレステリック液晶層の作製材料および作製方法について説明する。

上記コレステリック液晶層の形成に用いる材料としては、重合性液晶化合物とキラル剤（光学活性化合物）とを含む液晶組成物などが挙げられる。必要に応じてさらに界面活性剤や重合開始剤などと混合して溶剤などに溶解した上記液晶組成物を、支持体、配向層、下層となるコレステリック液晶層などに塗布し、コレステリック配向熟成後、液晶組成物の硬化により固定化してコレステリック液晶層を形成することができる。

[0052] (重合性液晶化合物)

重合性液晶化合物は、棒状液晶化合物であっても、円盤状液晶化合物であってもよいが、棒状液晶化合物であることが好ましい。

コレステリック液晶層を形成する棒状の重合性液晶化合物の例としては、棒状ネマチック液晶化合物が挙げられる。棒状ネマチック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。低分子液晶化合物だけではなく、高分子液晶化合物も用いることができる。

[0053] 重合性液晶化合物は、重合性基を液晶化合物に導入することで得られる。重合性基の例には、不飽和重合性基、エポキシ基、およびアジリジニル基が含まれ、不飽和重合性基が好ましく、エチレン性不飽和重合性基が特に好ましい。重合性基は種々の方法で、液晶化合物の分子中に導入できる。重合性液晶化合物が有する重合性基の個数は、好ましくは一分子中に1～6個、より好ましくは1～3個である。重合性液晶化合物の例は、*Makromol. Chem.*, 190巻、2255頁(1989年)、*Advanced Materials* 5巻、107頁(1993年)、米国特許第4683327号明細書、米国特許5622648号明細書、米国特許5770107号明細書、国際公開WO95/22586、国際公開WO95/24455、WO97/00600、WO98/23580、WO98/52905、特開平1-272551号公報、特開平6-16616号公報、特開平7-110469号公報、特開平11-80081号公報、および特開2001-328973号公報などに記載の化合物が含まれる。2種類以上の重合性液晶化合物を併用してもよい。2種類以上の重合性液晶化合物を併用すると、配向温度を低下させることができる。

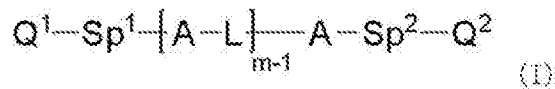
[0054] また、液晶組成物中の重合性液晶化合物の添加量は、液晶組成物の固形分質量(溶媒を除いた質量)に対して、80～99.9質量%であることが好ましく、85～99.5質量%であることがより好ましく、90～99質量%であることが特に好ましい。

[0055] (低 Δn 重合性液晶化合物)

上記の選択反射を示す選択反射帯の半値幅 $\Delta\lambda$ の式からもわかるように、低 Δn 重合性液晶化合物を利用してコレステリック液晶相を形成し、これを固定したフィルムとすることにより、狭帯域選択反射層を得ることができる。低 Δn 重合性液晶化合物の例としては、国際公開WO2015/115390、WO2015/147243、WO2016/035873、特開2015-163596号公報、特開2016-53149号公報に記載の化合物が挙げられる。半値幅の小さい選択反射層を与える液晶組成物については、WO2016/047648の記載も参照できる。

[0056] 液晶化合物は、WO2016/047648に記載の以下の式(1)で表される重合性化合物であることも好ましい。

[0057] [化1]



[0058] 式中、

Aは、置換基を有していてもよいフェニレン基または置換基を有していてもよいトランス-1,4-シクロヘキシレン基を示し、

Lは単結合、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 、および $-OC(=O)-CH=CH-$ からなる群から選択される連結基を示し、

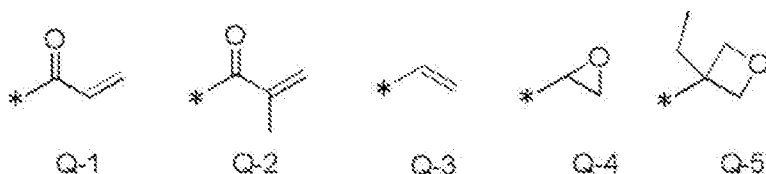
mは3~12の整数を示し、

Sp^1 および Sp^2 はそれぞれ独立に、単結合、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、および炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つまたは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、または $-C(=O)O-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示し、

Q^1 および Q^2 はそれぞれ独立に、水素原子または以下の式Q-1~式Q-5で

表される基からなる群から選択される重合性基を示し、ただしQ¹およびQ²のいずれか一方は重合性基を示す。式中、*は結合位置を表す。

[0059] [化2]



[0060] 式(1)中の、フェニレン基は1,4-フェニレン基であることが好ましい。

フェニレン基およびトランス-1,4-シクロヘキシレン基について「置換基を有していてもよい」というときの置換基は、特に限定されず、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、アルキルエーテル基、アミド基、アミノ基、およびハロゲン原子ならびに、上記の置換基を2つ以上組み合わせて構成される基からなる群から選択される置換基が挙げられる。また、置換基の例としては、後述の $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ で表される置換基が挙げられる。フェニレン基およびトランス-1,4-シクロヘキシレン基は、置換基を1~4個有していてもよい。2個以上の置換基を有するとき、2個以上の置換基は互いに同一であっても異なってもよい。

[0061] 本明細書において、アルキル基は直鎖状または分岐鎖状のいずれでもよい。アルキル基の炭素数は1~30が好ましく、1~10がより好ましく、1~6が特に好ましい。アルキル基の例としては、例えば、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、1,1-ジメチルプロピル基、*n*-ヘキシル基、イソヘキシル基、直鎖状または分岐鎖状のヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、またはドデシル基を挙げることができる。アルキル基に関する上記説明はアルキル基を含むアルコキシ基においても同様である。また、本明細書において、アルキレン基というときのアルキレン基の具体例としては、上記のアルキル基の例それぞれにおいて、任意の水素原子を1つ除

いて得られる2価の基などが挙げられる。ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、およびヨウ素原子が挙げられる。

- [0062] 本明細書において、シクロアルキル基の炭素数は、3~20が好ましく、5以上がより好ましく、また、10以下が好ましく、8以下がより好ましく、6以下がさらに好ましい。シクロアルキル基の例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基を挙げることができる。
- [0063] フェニレン基およびトランス-1,4-シクロヘキシレン基が有していてもよい置換基としては特に、アルキル基、およびアルコキシ基、 $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ からなる群から選択される置換基が好ましい。ここで、 X^3 は単結合、 $-O-$ 、 $-S-$ 、もしくは $-N(Sp^4-Q^4)-$ を示すか、または、 Q^3 および Sp^3 と共に環構造を形成している窒素原子を示す。 Sp^3 、 Sp^4 はそれぞれ独立に、単結合、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、および炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つまたは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、または $-C(=O)O-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示す。
- [0064] Q^3 および Q^4 はそれぞれ独立に、水素原子、シクロアルキル基、シクロアルキル基において1つもしくは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、もしくは $-C(=O)O-$ で置換された基、または式Q-1~式Q-5で表される基からなる群から選択されるいずれかの重合性基を示す。
- [0065] シクロアルキル基において1つまたは2つ以上の $-CH_2-$ が $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 、または $-C(=O)O-$ で置換された基として、具体的には、テトラヒドロフラニル基、ピロリジニル基、イミダゾリジニル基、ピラゾリジニル基、ピペリジニル基、ピペラジニル基、モルホルニル基、などが挙げられる。置換位置は特に限定されない。これらのうち、テトラヒドロフラニル基が好ましく、特

に2-テトラヒドロフラニル基が好ましい。

[0066] 式(1)において、Lは単結合、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2$
 $\text{OC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}(\text{CH}_2)_2-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-\text{CH}=\text{CH}-$ 、からなる群から選択される連結基を示す。Lは $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ または $-\text{OC}(=\text{O})-$ であることが好ましい。m-1個のLは互いに同一でも異なってもよい。

[0067] Sp^1 、 Sp^2 はそれぞれ独立に、単結合、炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基、および炭素数1から20の直鎖もしくは分岐のアルキレン基において1つまたは2つ以上の $-\text{CH}_2-$ が $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{NH}-$ 、 $-\text{N}(\text{CH}_3)-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、または $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ で置換された基からなる群から選択される連結基を示す。 Sp^1 および Sp^2 はそれぞれ独立に、両末端にそれぞれ $-\text{O}-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、および $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ からなる群から選択される連結基が結合した炭素数1から10の直鎖のアルキレン基、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{O}-$ 、および炭素数1から10の直鎖のアルキレン基からなる群から選択される基を1または2以上組み合わせて構成される連結基であることが好ましく、両方の末端に $-\text{O}-$ がそれぞれ結合した炭素数1から10の直鎖のアルキレン基であることが好ましい。

[0068] Q^1 および Q^2 はそれぞれ独立に、水素原子、もしくは上記の式Q-1~式Q-5で表される基からなる群から選択される重合性基を示し、ただし Q^1 および Q^2 のいずれか一方は重合性基を示す。

重合性基としては、アクリロイル基(式Q-1)またはメタクリロイル基(式Q-2)が好ましい。

[0069] 式(1)中、mは3~12の整数を示し、3~9の整数であることが好ましく、3~7の整数であることがより好ましく、3~5の整数であることがさらに好ましい。

[0070] 式(1)で表される重合性化合物は、Aとして置換基を有していてもよい

フェニレン基を少なくとも1つおよび置換基を有していてもよいトランス-1, 4-シクロヘキシレン基を少なくとも1つ含むことが好ましい。式(1)で表される重合性化合物は、Aとして、置換基を有していてもよいトランス-1, 4-シクロヘキシレン基を1~4個含むことが好ましく、1~3個含むことがより好ましく、2又は3個含むことがさらに好ましい。また、式(1)で表される重合性化合物は、Aとして、置換基を有していてもよいフェニレン基を1個以上含むことが好ましく、1~4個含むことがより好ましく、1~3個含むことがさらに好ましく、2個又は3個含むことが特に好ましい。

[0071] 式(1)において、Aで表されるトランス-1, 4-シクロヘキシレン基の数をmで割った数をmcとしたとき、 $0.1 < mc < 0.9$ であることが好ましく、 $0.3 < mc < 0.8$ であることがより好ましく、 $0.5 < mc < 0.7$ であることがさらに好ましい。液晶組成物が $0.5 < mc < 0.7$ である式(1)で表される重合性化合物とともに、 $0.1 < mc < 0.3$ である式(1)で表される重合性化合物を含むことも好ましい。

[0072] 式(1)で表される重合性化合物の例として具体的には、WO2016/047648の段落0051~0058に記載の化合物のほか、特開2013-112631号公報、特開2010-70543号公報、特許4725516号、国際公開WO2015/115390、WO2015/147243、WO2016/035873、特開2015-163596号公報、および特開2016-53149号公報に記載の化合物などを挙げることができる。

[0073] (キラル剤：光学活性化合物)

キラル剤はコレステリック液晶相の螺旋構造を誘起する機能を有する。キラル化合物は、化合物によって誘起する螺旋のセンスまたは螺旋ピッチが異なるため、目的に応じて選択すればよい。

キラル剤としては、特に制限はなく、公知の化合物を用いることができる。キラル剤の例としては、液晶デバイスハンドブック(第3章4-3項、T

N、S T N用カイラル剤、199頁、日本学術振興会第142委員会編、1989)、特開2003-287623号、特開2002-302487号、特開2002-80478号、特開2002-80851号、特開2010-181852号または特開2014-034581号の各公報に記載の化合物が挙げられる。

[0074] キラル剤は、一般に不斉炭素原子を含むが、不斉炭素原子を含まない軸性不斉化合物あるいは面性不斉化合物もキラル剤として用いることができる。軸性不斉化合物または面性不斉化合物の例には、ピナフチル、ヘリセン、パラシクロファンおよびこれらの誘導体が含まれる。キラル剤は、重合性基を有していてもよい。キラル剤と液晶化合物とがいずれも重合性基を有する場合は、重合性キラル剤と重合性液晶化合物との重合反応により、重合性液晶化合物から誘導される繰り返し単位と、キラル剤から誘導される繰り返し単位とを有するポリマーを形成することができる。この態様では、重合性キラル剤が有する重合性基は、重合性液晶化合物が有する重合性基と、同種の基であることが好ましい。従って、キラル剤の重合性基も、不飽和重合性基、エポキシ基またはアジリジニル基であることが好ましく、不飽和重合性基であることがさらに好ましく、エチレン性不飽和重合性基であることが特に好ましい。

また、キラル剤は、液晶化合物であってもよい。

[0075] キラル剤としては、イソソルビド誘導体、イソマンニド誘導体、またはピナフチル誘導体を好ましく用いることができる。イソソルビド誘導体としては、BASF社製のLC-756等の市販品を用いてもよい。

液晶組成物における、キラル剤の含有量は、重合性液晶化合物量の0.01モル%~200モル%が好ましく、1モル%~30モル%がより好ましい。

[0076] (重合開始剤)

液晶組成物は、重合開始剤を含有していることが好ましい。紫外線照射により重合反応を進行させる態様では、使用する重合開始剤は、紫外線照射に

よって重合反応を開始可能な光重合開始剤であることが好ましい。光重合開始剤の例には、 α -カルボニル化合物（米国特許第2367661号、米国特許第2367670号の各明細書記載）、アシロインエーテル（米国特許第2448828号明細書記載）、 α -炭化水素置換芳香族アシロイン化合物（米国特許第2722512号明細書記載）、多核キノン化合物（米国特許第3046127号、米国特許第2951758号の各明細書記載）、トリアリールイミダゾールダイマーとp-アミノフェニルケトンとの組み合わせ（米国特許第3549367号明細書記載）、アクリジンおよびフェナジン化合物（特開昭60-105667号公報、米国特許第4239850号明細書記載）、アシルフォスフィンオキシド化合物（特公昭63-40799号公報、特公平5-29234号公報、特開平10-95788号公報、特開平10-29997号公報、特開2001-233842号公報、特開2000-80068号公報、特開2006-342166号公報、特開2013-114249号公報、特開2014-137466号公報、特許4223071号公報、特開2010-262028号公報、特表2014-500852号公報記載）、オキシム化合物（特開2000-66385号公報、日本特許第4454067号明細書記載）、およびオキサジアゾール化合物（米国特許第4212970号明細書記載）等が挙げられる。例えば、特開2012-208494号公報の段落0500~0547の記載も参照できる。

[0077] 重合開始剤としては、アシルフォスフィンオキシド化合物またはオキシム化合物を用いることも好ましい。

アシルフォスフィンオキシド化合物としては、例えば、市販品のBASFジャパン（株）製のIRGACURE 810（化合物名：ビス（2，4，6-トリメチルベンゾイル）-フェニルフォスフィンオキサイド）を用いることができる。オキシム化合物としては、IRGACURE OXE01（BASF社製）、IRGACURE OXE02（BASF社製）、TR-PBG-304（常州強力電子新材料有限公司製）、アデカアークルズNCI

− 8 3 1、アデカアークルズNCI−930（ADEKA社製）、アデカアークルズNCI−831（ADEKA社製）等の市販品を用いることができる。

重合開始剤は、1種のみ用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。

液晶組成物中の光重合開始剤の含有量は、重合性液晶化合物の含有量に対して0.1質量%~20質量%であることが好ましく、0.5質量%~5質量%であることがさらに好ましい。

[0078]（架橋剤）

液晶組成物は、硬化後の膜強度向上、耐久性向上のため、任意に架橋剤を含有していてもよい。架橋剤としては、紫外線、熱、湿気等で硬化するものが好適に使用できる。

架橋剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。例えばトリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート等の多官能アクリレート化合物；グリシジル（メタ）アクリレート、エチレングリコールジグリシジルエーテル等のエポキシ化合物；2，2−ビスヒドロキシメチルブタノールトリス〔3−（1−アジリジニル）プロピオネート〕、4，4−ビス（エチレンイミノカルボニルアミノ）ジフェニルメタン等のアジリジン化合物；ヘキサメチレンジイソシアネート、ビウレット型イソシアネート等のイソシアネート化合物；オキサゾリン基を側鎖に有するポリオキサゾリン化合物；ビニルトリメトキシシラン、N−（2−アミノエチル）3−アミノプロピルトリメトキシシラン等のアルコキシシラン化合物などが挙げられる。また、架橋剤の反応性に応じて公知の触媒を用いることができ、膜強度および耐久性向上に加えて生産性を向上させることができる。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。

架橋剤の含有量は、3質量%~20質量%が好ましく、5質量%~15質量%がより好ましい。架橋剤の含有量を3質量%以上とすることにより、架橋密度向上の効果を得ることができ、架橋剤の含有量を20質量%以下とす

ることにより、コレステリック液晶層の安定性の低下を防止できる。

[0079] (配向制御剤)

液晶組成物中には、安定的にまたは迅速にプレーナー配向のコレステリック液晶層とするために寄与する配向制御剤を添加してもよい。配向制御剤の例としては特開2007-272185号公報の段落〔0018〕～〔0043〕等に記載のフッ素(メタ)アクリレート系ポリマー、特開2012-203237号公報の段落〔0031〕～〔0034〕等に記載の式(Ⅰ)～(Ⅳ)で表される化合物などが挙げられる。

なお、配向制御剤としては1種を単独で用いてもよいし、2種以上を併用してもよい。

[0080] 液晶組成物中における、配向制御剤の添加量は、重合性液晶化合物の全質量に対して0.01質量%～10質量%が好ましく、0.01質量%～5質量%がより好ましく、0.02質量%～1質量%が特に好ましい。

[0081] (その他の添加剤)

その他、液晶組成物は、塗膜の表面張力を調整し厚みを均一にするための界面活性剤、および重合性モノマー等の種々の添加剤から選ばれる少なくとも1種を含有していてもよい。また、液晶組成物中には、必要に応じて、さらに重合禁止剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤、光安定化剤、色材、金属酸化物微粒子等を、光学性能を低下させない範囲で添加することができる。

[0082] コレステリック液晶層は、重合性液晶化合物および重合開始剤、更に必要に応じて添加されるキラリ剤、界面活性剤等を溶媒に溶解させた液晶組成物を、支持体、配向層、または先に作製されたコレステリック液晶層等の上に塗布し、乾燥させて塗膜を得、この塗膜に活性光線を照射してコレステリック液晶性組成物を重合し、コレステリック規則性が固定化されたコレステリック液晶層を形成することができる。なお、複数のコレステリック液晶層からなる積層膜は、コレステリック液晶層の上記製造工程を繰り返し行うことにより形成することができる。

[0083] (溶媒)

液晶組成物の調製に使用する溶媒としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、有機溶媒が好ましく用いられる。

有機溶媒としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、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、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特に好ましい。

[0084] (塗布、配向、重合)

支持体、配向層、下層となるコレステリック液晶層などへの液晶組成物の塗布方法は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、ワイヤーバーコーティング法、カーテンコーティング法、押し出しコーティング法、ダイレクトグラビアコーティング法、リバーズグラビアコーティング法、ダイコーティング法、スピコーティング法、ディップコーティング法、スプレーコーティング法、スライドコーティング法などが挙げられる。また、別途支持体上に塗設した液晶組成物を転写することによっても実施できる。塗布した液晶組成物を加熱することにより、液晶分子を配向させる。加熱温度は、200℃以下が好ましく、130℃以下がより好ましい。この配向処理により、重合性液晶化合物が、フィルム面に対して実質的に垂直な方向に螺旋軸を有するようにねじれ配向している光学薄膜が得られる。

[0085] 配向させた液晶化合物をさらに重合させることにより、液晶組成物を硬化することができる。重合は、熱重合、光照射を利用する光重合のいずれでもよいが、光重合が好ましい。光照射は、紫外線を用いることが好ましい。照射エネルギーは、20 mJ/cm²~50 J/cm²が好ましく、100 mJ/cm²~1,500 mJ/cm²がより好ましい。

光重合反応を促進するため、加熱条件下または窒素雰囲気下で光照射を実施してもよい。照射紫外線波長は350 nm~430 nmが好ましい。重合反応率は安定性の観点から、高いほうが好ましく70%以上が好ましく、80%以上がより好ましい。重合反応率は、重合性の官能基の消費割合をIR吸

収スペクトルを用いて測定することにより、決定することができる。

[0086] [$\lambda/2$ 位相差層]

$\lambda/2$ 位相差層を上記円偏光反射層と組み合わせて用いることにより、鮮明な投映像を表示することができる。 $\lambda/2$ 位相差層と上記円偏光反射層とを組み合わせて作製した投映像表示部位は、例えば、 $\lambda/4$ 位相差層と上記円偏光反射層とを組み合わせて用いた投映像表示部位と比較して、より高い輝度を与える。また二重像も防止できる。

[0087] $\lambda/2$ 位相差層の正面位相差は、可視光波長域の $1/2$ の長さ、または「中心波長 $\times n \pm$ 中心波長の $1/2$ (n は整数)」であればよい。特に円偏光反射層（例えばいずれかのコレステリック液晶）の反射波長、または光源の発光波長の中心波長の $1/2$ の長さなどであればよい。例えば、 $190\text{ nm} \sim 390\text{ nm}$ の範囲の位相差であればよく、 $200\text{ nm} \sim 350\text{ nm}$ の範囲の位相差であることが好ましい。

[0088] $\lambda/2$ 位相差層としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、延伸されたポリカーボネートフィルム、延伸されたノルボルネン系ポリマーフィルム、炭酸ストロンチウムのような複屈折を有する無機粒子を含有して配向させた透明フィルム、支持体上に無機誘電体を斜め蒸着した薄膜、液晶化合物を一軸配向させて配向固定したフィルム、などが挙げられる。

[0089] $\lambda/2$ 位相差層としては、重合性液晶化合物を一軸配向させて配向固定したフィルムが好ましい。例えば、 $\lambda/2$ 位相差層は、仮支持体、または配向層表面に重合性液晶化合物を含む液晶組成物を塗布し、そこで液晶組成物中の重合性液晶化合物を液晶状態においてネマチック配向に形成後、硬化によって固定化して、形成することができる。この場合の $\lambda/2$ 位相差層の形成は液晶組成物中にキラリ剤を添加しない以外は、上記のコレステリック液晶層の形成と同様に行うことができる。ただし、液晶組成物の塗布後のネマチック配向の際、加熱温度は $50^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$ が好ましく、 $60^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ がより好ましい。

[0090] $\lambda/2$ 位相差層は、高分子液晶化合物を含む組成物を、仮支持体または配向層等の表面に塗布して液晶状態においてネマチック配向に形成後、冷却することによって当該配向を固定化して得られる層であってもよい。

[0091] $\lambda/2$ 位相差層の厚みは、 $0.2\ \mu\text{m}\sim 300\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.5\ \mu\text{m}\sim 150\ \mu\text{m}$ がより好ましく、 $1.0\ \mu\text{m}\sim 80\ \mu\text{m}$ がさらに好ましい。液晶組成物から形成される $\lambda/2$ 位相差層の厚みは、特に限定はされないが、 $0.2\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$ が好ましく、 $0.5\ \mu\text{m}\sim 5.0\ \mu\text{m}$ がより好ましく、 $1.0\ \mu\text{m}\sim 2.0\ \mu\text{m}$ がさらに好ましい。

[0092] $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸方向は、ヘッドアップディスプレイシステムとしての使用時の、投映像表示のための入射光の入射方向、およびコレステリック液晶層の螺旋のセンスに応じて決定することが好ましい。例えば、入射光が投映像表示部位の下（鉛直下）方向であって、円偏光反射層に対して $\lambda/2$ 位相差層側から（本明細書において「観察者側から」ということがある）入射する場合は、投映像表示部位の鉛直上方向に対し、 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が $+40^\circ\sim +65^\circ$ 、または $-40^\circ\sim -65^\circ$ の範囲にあることが好ましい。また円偏光反射層におけるコレステリック液晶層の螺旋のセンスに応じて、以下のように遅相軸方向が設定されることが好ましい。上記センスが右の場合、（好ましくは、全てのコレステリック液晶層のセンスが右の場合、）投映像表示部位の鉛直上方向に対し、 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が観察者側から見て時計回りに $40^\circ\sim 65^\circ$ 、好ましくは $45^\circ\sim 60^\circ$ の範囲にあることが好ましい。上記センスが左の場合（好ましくは、全てのコレステリック液晶層のセンスが左の場合）、投映像表示部位の鉛直上方向に対し、 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が観察者側から見て反時計回りに $40^\circ\sim 65^\circ$ 、好ましくは $45^\circ\sim 60^\circ$ の範囲にあることが好ましい。

[0093] [第2の位相差層]

本発明のウィンドシールドガラスにおける投映像表示部位は、 $\lambda/2$ 位相差層に加えて第2の位相差層を含んでもよい。第2の位相差層は、 $\lambda/2$ 位相差層、円偏光反射層、および第2の位相差層がこの順になるように設

ければよい。特に、観察者側から $\lambda/2$ 位相差層、円偏光反射層、および第2の位相差層がこの順になるように設ければよい。本明細書においては、第2の位相差層が $\lambda/2$ 位相差を有する場合も、より観察者側に近い $\lambda/2$ 位相差層とは区別して第2の位相差層という。上記の位置に第2の位相差層を含むことによって、二重像をさらに防止することができる。特に、p偏光を入射させて投映像を形成する場合の二重像をさらに防止することができる。その効果は、円偏光反射層におけるコレステリック液晶層の形成に低 Δn 重合性液晶化合物を用いた場合により顕著である。

第2の位相差層の利用により二重像をさらに防止することができる理由は、円偏光反射層に含まれるコレステリック液晶層の選択反射帯域にない波長の光がコレステリック液晶層で偏光変換してウインドシールドガラスの裏面で反射されることに基づく二重像を防止できるためと推定される。

[0094] 第2の位相差層の位相差は、波長550nmにおいて160nm~460nmの範囲、好ましくは240nm~420nmの範囲で適宜調整すればよい。

第2の位相差層の材料および厚み等は、 $\lambda/2$ 位相差層と同様の範囲で選択することができる。

[0095] 第2の位相差層の遅相軸方向は、投映像表示のための入射光の入射方向、およびコレステリック液晶層の螺旋のセンスに応じて決定することが好ましい。例えば、波長550nmにおいて160nm~400nmの範囲の位相差の第2の位相差層を投映像表示部位の鉛直上方向に対し、遅相軸が $+10^\circ \sim +35^\circ$ 、または $-10^\circ \sim -35^\circ$ の範囲となるようにすることが好ましい。または、波長550nmにおいて200nm~400nmの範囲の位相差の第2の位相差層を投映像表示部位の鉛直上方向に対し、遅相軸が $+100^\circ \sim +140^\circ$ 、または $-100^\circ \sim -140^\circ$ の範囲となるようにすることが好ましい。

[0096] [他の層]

投映像表示部位、またはハーフミラーフィルムはコレステリック液晶層、

$\lambda/2$ 位相差層、および第2の位相差層以外の他の層を含んでいてもよい。他の層はいずれも可視光領域で透明であることが好ましい。本明細書において可視光領域で透明であるとは、可視光の透過率が70%以上であることをいう。

また、他の層はいずれも低複屈折性であることが好ましい。本明細書において低複屈折性であるとは、本発明のウインドシールドガラスの投映像表示部位が反射を示す波長域において、正面位相差が10nm以下であることを意味し、上記正面位相差は5nm以下であることが好ましい。さらに、他の層はいずれもコレステリック液晶層の平均屈折率（面内平均屈折率）との屈折率の差が小さいことが好ましい。他の層としては支持体、配向層、接着層などが挙げられる。

[0097] （支持体）

支持体は、コレステリック液晶層または $\lambda/2$ 位相差層の形成の際に基板となることができる。

[0098] 支持体は特に限定されない。コレステリック液晶層または $\lambda/2$ 位相差層の形成のために用いられる支持体は、コレステリック液晶層形成後に剥離される仮支持体であって、完成したハーフミラーフィルムまたはウインドシールドガラスにおいては含まれていなくてもよい。支持体としてはポリエチレンテレフタレート（PET）などのポリエステル、ポリカーボネート、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリウレタン、ポリアミド、ポリオレフィン、セルロース誘導体、シリコンなどのプラスチックフィルムが挙げられる。仮支持体としては、上記のプラスチックフィルムのほか、ガラスを用いてもよい。

支持体の厚みとしては、 $5.0\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ 程度であればよく、 $10\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ が好ましく、 $15\mu\text{m}\sim 90\mu\text{m}$ がより好ましい。

[0099] （配向層）

投映像表示部位は、コレステリック液晶層または $\lambda/2$ 位相差層の形成の際に液晶組成物が塗布される下層として、配向層を含んでいてもよい。

配向層は、ポリマーなどの有機化合物（ポリイミド、ポリビニルアルコール、ポリエステル、ポリアリレート、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、変性ポリアミドなどの樹脂）のラビング処理、無機化合物の斜方蒸着、マイクログループを有する層の形成、またはラングミュア・ブロッジェット法（LB膜）を用いた有機化合物（例えば、 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、ステアリル酸メチル）の累積のような手段で、設けることができる。更に、電場の付与、磁場の付与または光照射により、配向機能が生じる配向層を用いてもよい。

特にポリマーからなる配向層はラビング処理を行ったうえで、ラビング処理面に液晶組成物を塗布することが好ましい。ラビング処理は、ポリマー層の表面を、紙、布で一定方向に、擦ることにより実施することができる。

配向層を設けずに支持体表面、または支持体をラビング処理した表面に、液晶組成物を塗布してもよい。

仮支持体を用いて液晶層を形成する場合は、配向層は仮支持体とともに剥離されて投映像表示部位を構成する層とはならなくてもよい。

配向層の厚みは、 $0.01 \sim 5.0 \mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.05 \sim 2.0 \mu\text{m}$ であることがさらに好ましい。

[0100] (接着層)

接着層は、例えばコレステリック液晶層間、円偏光反射層と $\lambda/2$ 位相差層との間、円偏光反射層と第2の位相差層との間、コレステリック液晶層と支持体との間に設けられていてもよい。また、円偏光反射層と中間膜シートとの間、 $\lambda/2$ 位相差層と中間膜シートとの間等に設けられていてもよい。

[0101] 接着層は接着剤から形成されるものであればよい。

接着剤としては硬化方式の観点からホットメルトタイプ、熱硬化タイプ、光硬化タイプ、反応硬化タイプ、硬化の不要な感圧接着タイプがあり、それぞれ素材としてアクリレート系、ウレタン系、ウレタンアクリレート系、エポキシ系、エポキシアクリレート系、ポリオレフィン系、変性オレフィン系、ポリプロピレン系、エチレンビニルアルコール系、塩化ビニル系、クロロ

プレングム系、シアノアクリレート系、ポリアミド系、ポリイミド系、ポリスチレン系、ポリビニルブチラル系などの化合物を使用することができる。作業性、生産性の観点から、硬化方式として光硬化タイプが好ましく、光学的な透明性、耐熱性の観点から、素材はアクリレート系、ウレタンアクリレート系、エポキシアクリレート系などを使用することが好ましい。

[0102] 接着層は、高透明性接着剤転写テープ（OCAテープ）を用いて形成されたものであってもよい。高透明性接着剤転写テープとしては、画像表示装置用の市販品、特に画像表示装置の画像表示部表面用の市販品を用いればよい。市販品の例としては、パナック株式会社製の粘着シート（PD-S1など）、日栄化工株式会社のMHMシリーズの粘着シートなどが挙げられる。

接着層の厚みは、0.5～10 μm であることが好ましく、1.0～5.0 μm であることがより好ましい。また、OCAテープを用いて形成された接着層の厚みは、10 μm ～50 μm であってもよく、15 μm ～30 μm が好ましい。投映像表示部位の色ムラ等を軽減するため均一な厚みで設けられることが好ましい。

[0103] [円偏光反射層に対して視認側にある層]

一般的に、投映像表示用部材において、投映光を反射する層からの反射光に基づく像と、投映像表示用部材の光入射側から見て手前の面または裏側面からの反射光に基づく像が重なることによって二重像（または多重像）の問題が生じている。本発明のウインドシールドガラスにおいては、円偏光反射層中のコレステリック液晶層を透過する光は上記コレステリック液晶層を反射する円偏光と逆のセンスの円偏光となっており、裏側面からの反射光は、円偏光反射層より裏側面側にある層が低複屈折性である場合は、通常上記コレステリック液晶層に反射される円偏光が大部分となるため顕著な二重像を生じさせにくい。特に投映光として偏光を利用することにより投映光の大部分が円偏光反射層で反射されるように構成できる。一方で、手前の面からの反射光は顕著な二重像を生じさせ得る。特にコレステリック液晶層の重心からウインドシールドガラスの光入射側から見て手前の面までの距離が一定値

以上であると二重像が顕著になり得る。具体的には、本発明のウィンドシールドガラスの構造において、円偏光反射層より $\lambda/2$ 位相差層側にある層の厚みの総計（円偏光反射層の厚みを含まず、 $\lambda/2$ 位相差層の厚みを含む）、すなわち、円偏光反射層の $\lambda/2$ 位相差層側の最外面から、円偏光反射層に対して $\lambda/2$ 位相差層側のウィンドシールドガラスの最外面までの距離は、二重像の低減の観点で、2.0 mm以下が好ましく、1.0 mm以下が更に好ましく、0.5 mm以下が特に好ましい。円偏光反射層より視認側にある層としては、 $\lambda/2$ 位相差層のほか、支持体、中間膜シート、第2のガラス板などが挙げられる。

しかし、本発明のウィンドシールドガラスは後述のようにp偏光を利用した投映像表示において、円偏光反射層より視認側にある層の厚みの総計が上記のようである場合でも、顕著な二重像なしに投映像を視認することができる。

[0104] [合わせガラス]

ウィンドシールドガラスは、合わせガラスの構成を有していてもよい。すなわち、2枚のガラス板が中間層を介して接着している構成を有することが好ましい。本明細書においては、ウィンドシールドガラスにおいて、観察者側からより遠い位置にあるガラス板を第一のガラス板といい、より近い位置にあるガラス板を第二のガラス板ということがある。

ガラス板としては、ウィンドシールドガラスに一般的に用いられるガラス板を利用することができる。ガラス板の厚みについては特に制限はないが、0.5 mm～5.0 mm程度であればよく、1.0 mm～3.0 mmが好ましく、2.0～2.3 mmがより好ましい。

[0105] 合わせガラスの構成を有するウィンドシールドガラスは、公知の合わせガラス作製方法を用いて製造することができる。一般的には、合わせガラス用の中間膜シートを2枚のガラス板に挟んだ後、加熱処理と加圧処理（ゴムローラーを用いた処理等）とを数回繰り返し、最後にオートクレーブ等を利用して加圧条件下での加熱処理を行う方法により製造することができる。

[0106] 上記の円偏光反射層およびλ/2位相差層を含むハーフミラーフィルムを中間層に含む合わせガラスの構成を有するウインドシールドガラスは、ハーフミラーフィルムをガラス板表面に形成したあと通常の合わせガラス作製工程を経て形成されていてもよく、上記ハーフミラーフィルムを含む合わせガラス用積層中間膜シートを中間膜シートとして用いて、上記の加熱処理と加圧処理とが行われて形成されていてもよい。ハーフミラーフィルムをガラス板表面に形成する場合、ハーフミラーフィルムを形成するガラス板は、第一のガラス板であってもよく第二のガラス板であってもよい。このとき、ハーフミラーフィルムは例えばガラス板に接着剤で貼合されていればよい。

[0107] (中間膜シート)

上記ハーフミラーフィルムを含まない中間膜シートを用いる場合の中間膜シートとしては、公知のいずれの中間膜シートを用いてもよい。たとえば、ポリビニルブチラール(PVB)、エチレン-酢酸ビニル共重合体および塩素含有樹脂の群から選ばれる樹脂を含む樹脂膜を用いることができる。上記樹脂は、中間膜シートの主成分であることが好ましい。なお、主成分であるとは、中間膜シートの50質量%以上の割合を占める成分のことをいう。

[0108] 上記の樹脂のうち、ポリビニルブチラールまたはエチレン-酢酸ビニル共重合体であることが好ましく、ポリビニルブチラールがより好ましい。樹脂は、合成樹脂であることが好ましい。

ポリビニルブチラールは、ポリビニルアルコールをブチルアルデヒドによりアセタール化して得ることができる。上記ポリビニルブチラールのアセタール化度の好ましい下限は40%、好ましい上限は85%であり、より好ましい下限は60%、より好ましい上限は75%である。

[0109] ポリビニルアルコールは、通常、ポリ酢酸ビニルを鹼化することにより得られ、鹼化度80~99.8モル%のポリビニルアルコールが一般的に用いられる。

また、上記ポリビニルアルコールの重合度の好ましい下限は200、好ましい上限は3000である。ポリビニルアルコールの重合度が200以上で

あると、得られる合わせガラスの耐貫通性が低下しにくく、3000以下であると、樹脂膜の成形性がよく、しかも樹脂膜の剛性が大きくなり過ぎず、加工性が良好である。より好ましい下限は500、より好ましい上限は2000である。

[0110] (円偏光反射層および入/2位相差層を含む中間膜シート)

円偏光反射層および入/2位相差層を含む合わせガラス用積層中間膜シートは、上記ハーフミラーフィルムを上記中間膜シートの表面に貼合して形成することができる。または、上記ハーフミラーフィルムを2枚の上記中間膜シートに挟んで形成することもできる。2枚の中間膜シートは同一であってもよく異なってもよいが、同一であることが好ましい。

ハーフミラーフィルムと中間膜シートとの貼合には、公知の貼合方法を用いることができるが、ラミネート処理を用いることが好ましい。積層体と中間膜シートとが加工後に剥離してしまわないように、ラミネート処理を実施する場合には、ある程度の加熱および加圧条件下にて実施することが好ましい。

ラミネートを安定的に行なうには、中間膜シートの接着する側の膜面温度が50~130℃であることが好ましく、70~100℃であることがより好ましい。

ラミネート時には加圧することが好ましい。加圧条件は、2.0 kg/cm²未満(196 kPa未満)であることが好ましく、0.5~1.8 kg/cm²(49~176 kPa)の範囲であることがより好ましく、0.5~1.5 kg/cm²(49~147 kPa)の範囲であることがさらに好ましい。

[0111] また、支持体を含むハーフミラーフィルムにおいては、ラミネートと同時に、又はその直後、もしくはその直前に、支持体を剥離してもよい。即ち、ラミネート後に得られる積層中間膜シートには、支持体が無くてもよい。

合わせガラス用積層中間膜シートの製造方法の一例は、

(1) 第1の中間膜シートの表面にハーフミラーフィルムを貼合して第1の

積層体を得る第1の工程、および、

(2) 第1の積層体中のハーフミラーフィルムの第1の中間膜シートが貼合されている面とは反対の面に、第2の中間膜シートを貼合する第2の工程、を含む。

第1の工程において、ハーフミラーフィルムと第1の中間膜シートとを貼合するとともに、支持体を剥離し、第2の工程において、第2の中間膜シートを、支持体を剥離した面に貼合する、合わせガラス用積層中間膜シートの製造方法により、支持体を含まない、合わせガラス用積層中間膜シートを製造することができ、この合わせガラス用積層中間膜シートを用いることで、支持体を含まない合わせガラスを容易に作製することができる。破損等無く、安定的に支持体を剥離するためには、ハーフミラーフィルムから支持体を剥離する際の基板の温度が40℃以上であることが好ましく、40～60℃であることがより好ましい。

[0112] <ヘッドアップディスプレイシステム>

本発明のウインドシールドガラスはヘッドアップディスプレイシステムの構成部材として用いることができる。ヘッドアップディスプレイシステムはプロジェクターを含む。

[0113] [プロジェクター]

本明細書において、「プロジェクター」は「光または画像を投映する装置」であり、「描画した画像を投射する装置」を含む。本発明のヘッドアップディスプレイシステムにおいて、プロジェクターは、ウインドシールドガラス中の投映像表示部位に、投映像表示部位の法線に対し45°～70°の斜め入射角度で入射できるように配置されていればよい。

ヘッドアップディスプレイシステムにおいて、プロジェクターは、描画デバイスを含み、小型の中間像スクリーンに描画された画像（実像）をコンバイナにより虚像として反射表示するものが好ましい。

[0114] (描画デバイス)

描画デバイスはそれ自体が画像を表示するデバイスであってもよく、画像

を描画できる光を発するデバイスであってもよい。描画デバイスでは、光源からの光が、光変調器、レーザー輝度変調手段、または描画のための光偏向手段などの描画方式で調整されていればよい。本明細書において、描画デバイスは光源を含み、さらに、描画方式に応じて光変調器、レーザー輝度変調手段、または描画のための光偏向手段などを含むデバイスを意味する。

[0115] (光源)

光源は特に限定されず、LED（発光ダイオード、有機発光ダイオード（OLED）を含む）、放電管、およびレーザー光源などを用いることができる。これらのうち、LEDおよび放電管が好ましい。直線偏光を出射する描画デバイスの光源に適しているからである。これらのうち、特にLEDが好ましい。LEDは発光波長が可視光領域において連続的でないため、後述するように特定波長域で選択反射を示すコレステリック液晶層が用いられているコンバイナとの組み合わせに適しているためである。

[0116] (描画方式)

描画方式としては、使用する光源や用途に応じて選択することができ、特に限定されない。

描画方式の例としては、蛍光表示管、液晶を利用するLCD（Liquid Crystal Display）方式およびLCOS（Liquid Crystal on Silicon）方式、DLP（登録商標）（Digital Light Processing）方式、レーザーを利用する走査方式などが挙げられる。描画方式は光源と一体となった蛍光表示管を用いた方式であってもよい。

[0117] LCD方式およびLCOS方式では、各色の光が光変調器で変調、合波され、投射レンズから光が出射する。

DLP方式は、DMD（Digital Micromirror Device）を用いた表示システムであり、画素数分のマイクロミラーを配置して描画され投射レンズから光が出射する。

走査方式は光線をスクリーン上で走査させ、目の残像を利用して造影する方式であり、例えば、特開平7-270711号公報、特開2013-22

8674号公報の記載が参照できる。レーザーを利用する走査方式では、輝度変調された各色（例えば、赤色光、緑色光、青色光）のレーザー光が合波光学系または集光レンズなどで1本の光線に束ねられ、光線が光偏向手段により走査されて後述する中間像スクリーンに描画されていればよい。

走査方式において、各色（例えば赤色光、緑色光、青色光）のレーザー光の輝度変調は光源の強度変化として直接行ってもよく、外部変調器により行ってもよい。光偏向手段としては、ガルバノミラー、ガルバノミラーとポリゴンミラーとの組み合わせ、またはMEMS（微小電子機械システム）が挙げられ、このうちMEMSが好ましい。走査方法としては、ランダムスキャン方式、およびラスタースキャン方式等が挙げられるが、ラスタースキャン方式を用いることが好ましい。ラスタースキャン方式において、レーザー光は、例えば、水平方向は共振周波数で、垂直方向はのこぎり波で駆動されることができる。走査方式は投射レンズが不要であるため、装置の小型化が容易である。

[0118] 描画デバイスからの出射光は、直線偏光であっても自然光（非偏光）であってもよい。本発明のヘッドアップディスプレイシステムに含まれる描画デバイスからの出射光は、直線偏光であることが好ましい。描画方式がLCDまたはLCOSである描画デバイスおよびレーザー光源を用いた描画デバイスは、本質的には出射光が直線偏光となる。出射光が直線偏光である描画デバイスであって出射光が複数の波長（色）の光を含むものである場合は、複数の光の偏光の偏光方向（透過軸方向）は同一であるかまたは互いに直交していることが好ましい。市販の描画デバイスは、出射光の赤、緑、青の光の波長域での偏光方向が均一ではないものがあることが知られている（特開2000-221449号公報参照）。具体的には、緑色光の偏光方向が赤色光の偏光方向および青色光の偏光方向と直交している例が知られている。

[0119]（中間像スクリーン）

上記のように、描画デバイスは中間像スクリーンを使用するものであってもよい。本明細書において、「中間像スクリーン」は、画像が描画されるス

クリーンである。すなわち、描画デバイスを出射した光がまだ画像として視認できるものではない場合などにおいて、この光によって描画デバイスは中間像スクリーンに視認可能な画像を形成する。中間像スクリーンにおいて描画された画像は中間像スクリーンを透過する光によりコンバイナに投映されていてもよく、中間像スクリーンを反射してコンバイナに投映されていてもよい。

[0120] 中間像スクリーンの例としては、散乱膜、マイクロレンズアレイ、リアプロジェクション用のスクリーンなどが挙げられる。中間像スクリーンとしてプラスチック材料を用いる場合などにおいて、中間像スクリーンが複屈折性を有すると、中間像スクリーンに入射した偏光の偏光面や光強度が乱され、コンバイナにおいて、色ムラ等が生じやすくなるが、所定の位相差を有する位相差膜を用いることにより、この色ムラの問題が低減できる。

中間像スクリーンとしては、入射光線を広げて透過させる機能を有するものが好ましい。投映像拡大表示が可能となるからである。このような中間像スクリーンとしては、例えばマイクロレンズアレイで構成されるスクリーンが挙げられる。ヘッドアップディスプレイで用いられるマイクロアレイレンズについては、例えば、特開2012-226303号公報、特開2010-145745号公報、および特表2007-523369号公報に記載がある。

プロジェクターは描画デバイスで形成された投映光の光路を調整する反射鏡などを含んでいてもよい。

[0121] ウインドシールドガラスを投映像表示用部材として用いたヘッドアップディスプレイシステムについては、特開平2-141720号公報、特開平10-96874号公報、特開2003-98470号公報、米国特許第5013134号明細書、特表2006-512622号公報などを参照することができる。

[0122] 本発明のウインドシールドガラスは、特に、発光波長が可視光領域において連続的でないレーザーやLED、OLEDなどを光源に用いたプロジェク

ターと組み合わせて用いるヘッドアップディスプレイシステムに有用である。各発光波長に合わせて、コレステリック液晶層の選択反射の中心波長を調整できるからである。また、LCD（液晶表示装置）などの表示光が偏光しているディスプレイの投映に用いることもできる。

[0123] [投映光（入射光）]

入射光は、円偏光反射層に対して $\lambda/2$ 位相差層側から入射させ、 $\lambda/2$ 位相差層を経由して円偏光反射層に入射させればよい。すなわち、円偏光反射層に対して $\lambda/2$ 位相差層を投映光の入射側に配置すればよい。また、入射光は、投映像表示部位の法線に対し $45^\circ \sim 70^\circ$ の斜め入射角度で入射させることが好ましい。屈折率1.51程度のガラスと屈折率1の空気との界面のブリュースター角は約 56° であり、上記の角度の範囲でp偏光を入射させることにより、投映像表示のための入射光の円偏光反射層に対して $\lambda/2$ 位相差層表面からの反射光が少なく、二重像の影響が小さい画像表示が可能である。上記角度は $50^\circ \sim 65^\circ$ であることも好ましい。このとき、投映像の観察を投映光の入射側において、 $\lambda/2$ 位相差層の法線に対し、入射光とは反対側で $45^\circ \sim 70^\circ$ 、好ましくは $50^\circ \sim 65^\circ$ の角度で行うことができる構成であればよい。

[0124] 入射光は、ウインドシールドガラスの上下左右等、いずれの方向から入射してもよく、観察者の方向と対応させて、決定すればよい。例えば使用時の下方向から上記のような斜め入射角度で入射していればよい。

また、ウインドシールドガラス中の $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸は、入射p偏光の振動方向（入射光の入射面）に対し、 $40^\circ \sim 65^\circ$ の角度をなしていることが好ましく、 $45^\circ \sim 60^\circ$ の角度をなしていることがより好ましい。

[0125] 上述のように、ヘッドアップディスプレイにおける投映像表示の際の投映光は入射面に平行な方向に振動するp偏光であることが好ましい。プロジェクターの出射光が直線偏光ではない場合は、直線偏光フィルムをプロジェクターの出射光側に配して用いることによりp偏光としていてもよく、プロジ

ェクターからウインドシールドガラスまでの光路でp偏光とされていてもよい。上述のように、出射光の赤、緑、青の光の波長域での偏光方向が均一ではないプロジェクターについては、波長選択的に偏光方向を調節し、全ての色の波長域でp偏光として入射させることが好ましい。

[0126] ヘッドアップディスプレイシステムは、虚像結像位置を可変とする投映システムであってもよい。このような投映システムについては、例えば特開2009-150947号公報に記載がある。虚像結像位置を可変とすることにより、運転者はより快適に利便性高く虚像を視認することができる。虚像結像位置は、車両の運転者から虚像を視認できる位置であり、例えば、通常運転者から見てウインドシールドガラスの先、1000mm以上離れた位置である。ここで、上述の特表2011-505330号公報に記載のようにガラスが投映像表示部位において不均一（楔形）であると、虚像結像位置を変化させたときに、その楔形の角度も変更する必要がある。そのため、例えば、特開2017-15902号公報に記載のように、部分的に楔形の角度を変えて投映位置を変えることによって擬似的に虚像結像位置変化に対応するなどの必要がある。本発明のウインドシールドガラスを用い、かつ上記のようにp偏光を利用して構築されたヘッドアップディスプレイシステムでは、楔形のガラスの利用は不要であり、投映像表示部位においてガラスの厚みを均一とすることができるため、上記の虚像結像位置を可変とする投映システムを好適に採用することができる。

実施例

[0127] 以下に実施例を挙げて本発明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、物質量とその割合、操作等は本発明の趣旨から逸脱しない限り適宜変更することができる。従って、本発明の範囲は以下の実施例に限定されるものではない。

[0128] <λ/2位相差層の作製>

東洋紡株式会社製コスモシャインA-4100（PET、厚み75μm）の易接着処理していない面上にラビング処理を施し、表1に示す塗布液1を

乾燥後の乾膜の厚みが1.8 μm になるようにワイヤーバーを用いて室温にて塗布した。なお、表1に示す塗布液1では、溶媒はMEK（メチルエチルケトン）を用い、固形分濃度が39質量%になるように溶媒量を調整した。塗布層を室温にて30秒間乾燥させた後、85℃の雰囲気中で2分間加熱し、その後60℃でフュージョン製Dバルブ（90 mW/cmのランプ）にて出力60%で6~12秒間UV照射し、液晶層を作製し、PETベース付き $\lambda/2$ 位相差層を得た。

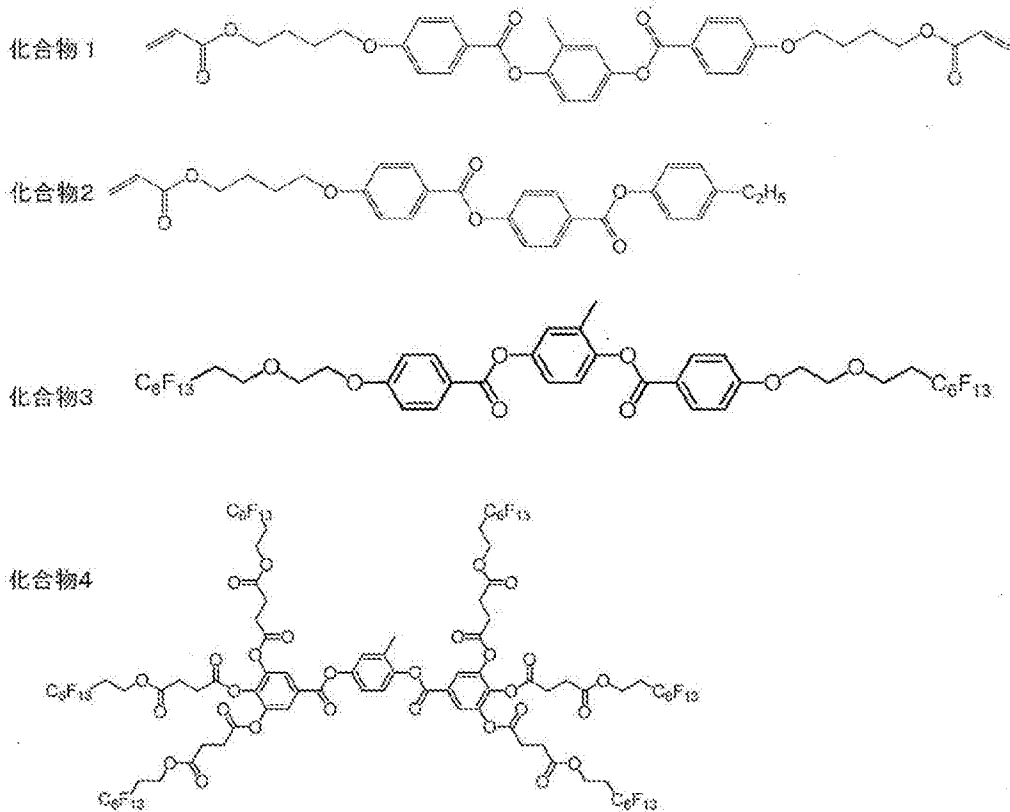
[0129] [表1]

表1： $\lambda/2$ 位相差層の塗布液の処方

		塗布液1
液晶化合物1	化合物1	80
液晶化合物2	化合物2	20
重合開始剤	IRGACURE-OXE01 (BASF社製)	1
配向制御剤	化合物3	0.07
配向制御剤	化合物4	0.03

表中の単位は質量部

[0130] [化3]



[0131] <反射層UV（短波長コレステリック液晶層）の作製>

λ / 2位相差層上に、表2に示す塗布液UVを乾燥後の乾膜の厚みが3 μ mになるようにワイヤーバーを用いて室温にて塗布した。なお、表2に示す塗布液UV、塗布液B、塗布液G、塗布液R及び塗布液IRでは、溶媒は酢酸メチルとシクロヘキサノンとの8 : 2の混合液を用い、固形分濃度が25質量%になるように溶媒量を調整した。塗布層を室温にて30秒間乾燥させた後、85℃の雰囲気中で2分間加熱し、その後60℃でフュージョン製Dバルブ(90mW/cmのランプ)にて出力60%で6~12秒間UV照射し、液晶層を作製し、PETベース付き反射層UVを得た。

[0132] <反射層B、反射層G、反射層R、IR層の作製>

塗布液UVの代わりに表2に示す塗布液B、塗布液G、塗布液R、塗布液IRをそれぞれ用い、東洋紡株式会社製コスモシャインA-4100(PET、厚み75 μ m)上に乾燥後の層の厚みが表3に示した厚みになるようにワイヤーバーを用いて室温にて塗布した以外は、反射層UVの作製と同様の手順で、反射層B、反射層G、反射層R、IR層をそれぞれ作製した。

[0133] [表2]

表2：反射層の塗布液の処方

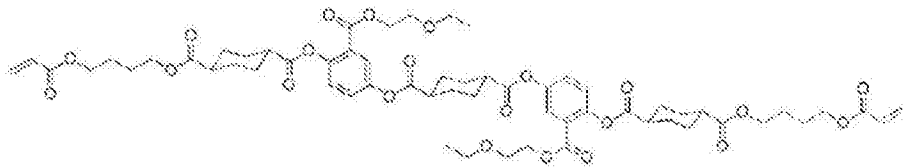
		塗布液UV	塗布液B	塗布液G	塗布液R	塗布液IR
液晶化合物101	棒状液晶化合物101	55	55	55	55	55
液晶化合物102	棒状液晶化合物102	30	30	30	30	30
液晶化合物201	棒状液晶化合物201	13	13	13	13	13
液晶化合物202	棒状液晶化合物202	2	2	2	2	2
重合開始剤	IRGACURE-OXE91(BASF社製)	1	1	1	1	1
配向制御剤	化合物3	0.02	0.005	0.005	0.005	0.005
配向制御剤	化合物5	0.01	0.005	0.005	0.005	0.015
キラル剤	ハリオカラーLC-756(BASF社製)	5.6	4.5	3.8	3.4	2.8

表中の単位は質量部

[0134]

[化4]

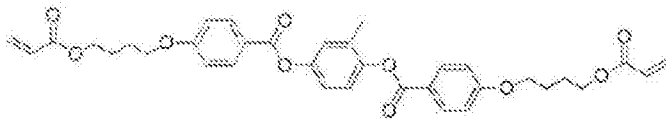
棒状液晶化合物 101



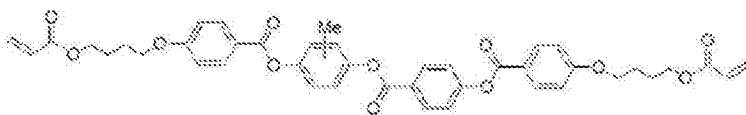
棒状液晶化合物 102



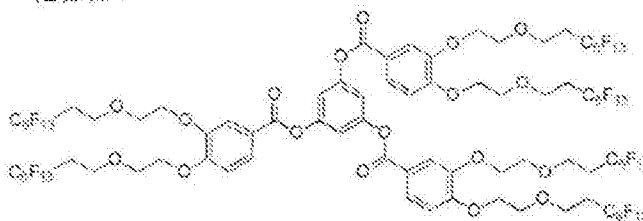
棒状液晶化合物 201



棒状液晶化合物 202

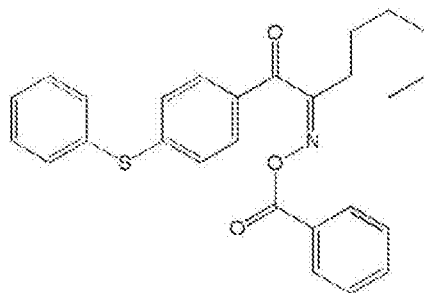


化合物 5



[0135] [化5]

IRGACURE-OXE01 (BASF社製)



[0136] 得られた積層体の反射層面に対して法線方向からの入射光（垂直入射）お

よび法線方向から60度傾斜した入射光に対しての選択反射中心波長、ならびに反射光の円偏光のセンスを確認した。中心波長の測定は、JASCO社製の分光光度計V-670を用いて測定した。また、反射光の円偏光のセンスは、分光光度計の受光側に選択反射する円偏光のセンスが既知の円偏光板を設置して反射光強度を測定することで決定した。

また、 $\lambda/2$ 位相差層の波長550nmの光に対しての位相差を以下の手順で測定した。アクリル板（厚み0.2mm、40mm角）にOCAテープ（日栄化工株式会社製 MHM-UVC15）を貼合した。OCAテープの離型フィルムを剥がし、OCAテープ上にPETベースつき $\lambda/2$ 位相差層を $\lambda/2$ 位相差層側の面で貼合した。PETを剥がして、アクリル板付き $\lambda/2$ 位相差層を作製した。アクリル板付き $\lambda/2$ 位相差層の位相差をAxometrics社製のAxoScanを用いて測定し、 $\lambda/2$ 位相差層の位相差とした。

結果を表3に示す。

[0137] [表3]

表3：各層の厚みと光学特性

層名称	UV	B	G	R	IR	$\lambda/2$
層の厚み(μm)	3	3.5	4	4.5	5	1.8
選択反射の中心波長(垂直入射)(nm)	450	540	633	740	835	-
選択反射中心波長(60°)(nm)	380	450	530	610	690	-
反射円偏光のセンス	右	右	右	右	右	-
正面位相差(550nmにおける)(nm)	-	-	-	-	-	310

[0138] <ハーフミラーフィルムHM-1~HM-3の作製>

上記と同様に作製したPETベースつき $\lambda/2$ 位相差層の $\lambda/2$ 位相差層側の面に反射層UV、反射層B、反射層G、反射層R、IR層を表4に示す組み合わせと積層順番になるように形成し、ハーフミラーフィルムHM-1~HM-3を作製した。各層の形成は、 $\lambda/2$ 位相差層または反射層の上に、各層形成用の塗布液を乾燥後の層の厚みが表3に示した厚みになるように上記と同様に塗布し、その後、上記と同様に乾燥、UV照射することにより行った。

[0139] [表4]

表4：ハーフミラーフィルムの構成

	HM-1	HM-2	HM-3
位相差層	$\lambda/2$	$\lambda/2$	$\lambda/2$
反射層1	UV	UV	B
反射層2	B	B	G
反射層3	G	G	R
反射層4	R	R	なし
反射層5	なし	IR	なし

[0140] <実施例1～2、比較例1～2>

実施例1のウインドシールドガラスの作製

縦40cm横25cm厚み2mmのガラス板に接着層（OCAテープ：日栄化工株式会社製 MHM-UV15）を接着し、次にOCAテープ上に上記で作製したハーフミラーフィルムHM-1を、ローラを用いて反射層がガラス面側になるように接着した。位相差層のベースとなっていたPETを剥離して、同じ形状にカットした積水化学社製の厚み0.38mmPVB（ポリビニルブチラル）を設置し、その上に縦40cm横25cm厚み3mmのガラス板を設置した。この際、ハーフミラーフィルムHM-1の位相差層の遅相軸方向が、厚み2mmのガラス側から見て、ガラスの短辺方向を基準に時計回り方向に60°の方向になるように配置した。この積層体を90℃、0.1気圧で一時間保持した後に、115℃、13気圧で20分間加熱して気泡を除去し、実施例1のウインドシールドガラスを得た。

[0141] 実施例2、比較例1～2のウインドシールドガラスの作製

ハーフミラーフィルムHM-1を表5に示すようにHM-2～HM-3のいずれかに変えるか、またはハーフミラーフィルムを用いなかった以外は実施例1のウインドシールドガラスと同様にして実施例2、比較例1、2のウインドシールドガラスの作製を行った。

[0142] <反射像の光学性能の評価>

光学評価は、図1に示す配置で行った。作製したウインドシールドガラスを、長辺を横に短辺を縦に厚み2mmのガラス側が下方になるように傾斜させて、このガラス側に画像を投射した。厚み2mmのガラス側から画像を投

映し、その画像を観察した。画像は白輝度が 200 cd m^{-2} で、色度が $x = 0.32$ 、 $y = 0.32$ のLG電子社製の液晶パネル23EA53VAを用いた。ウインドシールドガラスと液晶パネルとの距離は 200 mm とした。評価は表5に示した投映光の偏光方向について行った。表5のp偏光は図1でその電気ベクトル振動面が紙面に平行でs偏光は紙面に垂直である直線偏光である。

[0143] 輝度および色度は液晶パネル2に白ベタ画像を表示させてトプコン社製の輝度計BM-5Aを用いて測定した。

二重像の評価は、黒地に白色文字を液晶パネルに表示させて、文字の見え方を目視で評価した。評価の基準は以下のようにした。

A：文字は室内照明下および室内暗状態で可読

B：文字は室内照明下で可読。室内暗状態で難読（非許容レベル）

C：文字は室内照明下でも室内暗状態でも難読

[0144] 偏光サングラス着用での画像の視認性は、黒地に白色文字を液晶パネル2に表示させて、文字の見え方を、偏光サングラスを着用して目視で評価した。評価の基準は以下のようにした。

A：文字は室内照明下および室内暗状態で可読

B：文字は室内照明下で可読。室内暗状態で難読（許容レベル）

C：文字は室内照明下でも室内暗状態でも難読

[0145] <外観の色味の評価>

ウインドシールドを外から見た時の色味の評価は、昼間の太陽光下において図1のガラスの外（11番の位置）から垂直方向から目視で色味を確認した。また、輝度計を用いて色度を測定した。

[0146] <偏光サングラス着用時の外光評価>

偏光サングラス着用時に外光が透過した際の視認性評価は、昼間の太陽光下において図1のガラスの内（3番の位置）から偏光サングラスを着用してガラス外の水面での太陽の反射光の見え方を目視で評価した。評価の基準は以下のようにした。

A：水面の反射光はほとんど見えない。

A'：水面の反射光はわずかに見える。眩しくは見えない。（許容レベル）

B：水面の反射光は見える。眩しい。（非許容レベル）

[0147]（実施例3）

実施例2のウインドシールドガラスを用い、ウインドシールドガラスと液晶パネルとの距離を1500mmとして、上記と同じ評価を行なった。実施例2と比較してウインドシールドガラスと液晶パネルとの距離を大きくしているため、虚像結像位置が運転者（図1の符号3）からより遠くなる構成である。

評価結果を表5に示す。

[0148] [表5]

表5：評価結果

	光学機能層	画像の偏光状態	輝度 /cdm ²	反射色度		外観色度		外観色味評価	二重像	偏光サングラス視認	
				x	y	x	y			画像反射	外光透過
実施例1	HM-1	p	133	0.31	0.32	0.3	0.31	無色	A	A	A'
実施例2	HM-2	p	155	0.32	0.34	0.3	0.32	無色	A	A	A'
比較例1	HM-3	p	133	0.31	0.33	0.36	0.43	黄	A	A	B
比較例2	なし	s	33	0.32	0.32	0.32	0.32	無色	C	C	A
実施例3	HM-2	p	150	0.32	0.34	0.3	0.32	無色	A	A	A'

符号の説明

[0149] 1 ウインドシールドガラス

2 液晶パネル

3 輝度計

1 1 観察位置

請求の範囲

- [請求項1] 投映像表示部位を含むウインドシールドガラスであって、
前記投映像表示部位に円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含み、
前記円偏光反射層がコレステリック液晶層を4層以上含み、
前記4層以上のコレステリック液晶層のうちの一層が350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層であり、
前記4層以上のコレステリック液晶層の選択反射の中心波長は互いに異なっているウインドシールドガラス。
- [請求項2] 前記4層以上のコレステリック液晶層のうち、前記 $\lambda/2$ 位相差層に最も近いコレステリック液晶層が、350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有する前記コレステリック液晶層である請求項1に記載のウインドシールドガラス。
- [請求項3] 前記円偏光反射層が、
490nm以上600nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、
600nm以上680nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、
および680nm以上850nm未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層を含む請求項1または2に記載のウインドシールドガラス。
- [請求項4] 前記 $\lambda/2$ 位相差層、
350nm以上490nm未満に選択反射の中心波長を有する前記コレステリック液晶層、
490nm以上600nm未満に選択反射の中心波長を有する前記コレステリック液晶層、
600nm以上680nm未満に選択反射の中心波長を有する前記コレステリック液晶層、

および680nm以上850nm未満に選択反射の中心波長を有する前記コレステリック液晶層がこの順に配置されている請求項3に記載のウインドシールドガラス。

[請求項5] 前記 $\lambda/2$ 位相差層の正面位相差が190nm~390nmの範囲である請求項1~4のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項6] 前記円偏光反射層に含まれる全てのコレステリック液晶層の螺旋のセンスが同一である請求項1~5のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項7] 前記円偏光反射層に対して前記 $\lambda/2$ 位相差層側にある層の厚みの総計が0.5mm以上である請求項1~6のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項8] 第一のガラス板、第二のガラス板、および第一のガラス板と第二のガラス板との間の中間層を含み、前記中間層の少なくとも一部に前記円偏光反射層および前記 $\lambda/2$ 位相差層を含み、前記第一のガラス板、前記円偏光反射層、前記 $\lambda/2$ 位相差層、および前記第二のガラス板がこの順で積層されている請求項1~7のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項9] 前記中間層が樹脂膜である請求項8に記載のウインドシールドガラス。

[請求項10] 前記樹脂膜がポリビニルブチラールを含む請求項9に記載のウインドシールドガラス。

[請求項11] 前記投映像表示部位の鉛直上方向に対し、前記 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が+40°~+65°、または-40°~-65°の範囲にある請求項1~10のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項12] 前記円偏光反射層に含まれる全てのコレステリック液晶層の螺旋のセンスが右であり、前記投映像表示部位の鉛直上方向に対し、前記 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が、前記円偏光反射層に対して前記 $\lambda/2$ 位相差層側から見て時計回りに40°~65°の範囲にある請求項1~10

のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項13] 前記円偏光反射層に含まれる全てのコレステリック液晶層の螺旋のセンスが左であり、前記投映像表示部位の鉛直上方向に対し、前記 $\lambda/2$ 位相差層の遅相軸が前記円偏光反射層に対して前記 $\lambda/2$ 位相差層側から見て反時計回りに $40^\circ \sim 65^\circ$ の範囲にある請求項1～10のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項14] 前記コレステリック液晶層のいずれか1つ以上の選択反射の半値幅 $\Delta\lambda$ が 50 nm 以下である請求項1～13のいずれか一項に記載のウインドシールドガラス。

[請求項15] 請求項1～14のいずれか一項に記載のウインドシールドガラスおよびプロジェクターを含むヘッドアップディスプレイシステムであって、
前記円偏光反射層に対して前記 $\lambda/2$ 位相差層がプロジェクター側に配置されており、
前記プロジェクターからの入射光が投映像表示部位の法線に対し $45^\circ \sim 70^\circ$ の角度で入射する、
ヘッドアップディスプレイシステム。

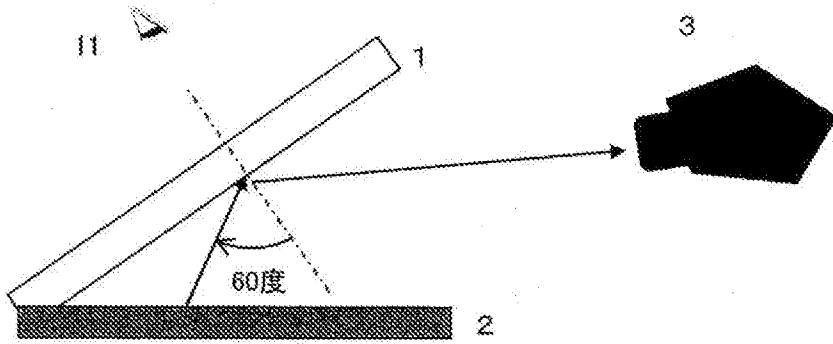
[請求項16] 前記入射光が入射面に平行な方向に振動するp偏光である請求項15に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項17] 前記入射光が、前記投映像表示部位の下方向から入射する請求項15または16に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項18] 円偏光反射層および $\lambda/2$ 位相差層を含むハーフミラーフィルムであって、
前記円偏光反射層が、前記 $\lambda/2$ 位相差層側から、 350 nm 以上 490 nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、
 490 nm 以上 600 nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、
 600 nm 以上 680 nm 未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層、
および 680 nm 以上 850 nm

未満に選択反射の中心波長を有するコレステリック液晶層をこの順で
含むハーフミラーフィルム。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/038852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. G02B5/30 (2006.01) i, B32B17/10 (2006.01) i, B60J1/02 (2006.01) i, B60K35/00 (2006.01) i, C03C17/34 (2006.01) i, C03C27/12 (2006.01) i, G02B27/01 (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) Int.Cl. G02B5/30, G02B27/01, B60K35/00, B60J1/02, G02B5/08, C03C17/34, C03C27/12, B32B17/10, G02F1/13-1/13363 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 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018 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.
Y	JP 2016-153281 A (FUJIFILM CORPORATION) 25 August 2016, paragraphs [0001], [0002], [0009], [0019]-[0045], [0062]-[0100], table 1, fig. 1 & WO 2016/133187 A1 & CN 107209389 A	1-18
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 "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 17 January 2018		Date of mailing of the international search report 30 January 2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/038852

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/056617 A1 (NIPPON KAYAKU KK) 14 April 2016, paragraphs [0001]-[0003], [0009]-[0012], [0014], [0015], [0017]-[0020], [0029]-[0052], [0058]-[0070], [0084], table 3, fig. 1-10 & US 2017/0235030 A1, paragraphs [0001]-[0003], [0013], [0014], [0040], [0057], [0058], [0061]-[0064], [0073]-[0099], [0105]-[0124], [0136], table 3, fig. 1-10 & EP 3206058 A1 & CN 106415335 A & KR 10-2017-0018095 A & TW 201621399 A	1-18
A	WO 2015/141759 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 24 September 2015, paragraphs [0001], [0002], [0022]-[0035], [0060]-[0075], [0078]-[0081], [0099]-[0112], tables 2, 3 & US 2016/0377776 A1, paragraphs [0002]-[0005], [0052]-[0073], [0130]-[0173], [0178]-[0185], [0213]-[0261], tables 2, 3	1-18

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. G02B5/30(2006.01)i, B32B17/10(2006.01)i, B60J1/02(2006.01)i, B60K35/00(2006.01)i, C03C17/34(2006.01)i, C03C27/12(2006.01)i, G02B27/01(2006.01)i, G02F1/13363(2006.01)i</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>Int.Cl. G02B5/30, G02B27/01, B60K35/00, B60J1/02, G02B5/08, C03C17/34, C03C27/12, B32B17/10, G02F1/13 - 1/13363</p>											
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2018年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2018年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2018年	日本国実用新案登録公報	1996-2018年	日本国登録実用新案公報	1994-2018年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2018年										
日本国実用新案登録公報	1996-2018年										
日本国登録実用新案公報	1994-2018年										
<p>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）</p>											
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th colspan="2">関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-153281 A（富士フイルム株式会社）2016.08.25, [0001] - [0002], [0009], [0019] - [0045], [0062] - [0100], [表1], [図1] & WO 2016/133187 A1 & CN 107209389 A</td> <td colspan="2">1 - 18</td> </tr> </tbody> </table>				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		Y	JP 2016-153281 A（富士フイルム株式会社）2016.08.25, [0001] - [0002], [0009], [0019] - [0045], [0062] - [0100], [表1], [図1] & WO 2016/133187 A1 & CN 107209389 A	1 - 18	
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									
Y	JP 2016-153281 A（富士フイルム株式会社）2016.08.25, [0001] - [0002], [0009], [0019] - [0045], [0062] - [0100], [表1], [図1] & WO 2016/133187 A1 & CN 107209389 A	1 - 18									
<p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。</p>		<p><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>									
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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）</p> <p>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>		<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&」同一パテントファミリー文献</p>									
<p>国際調査を完了した日</p> <p>17.01.2018</p>		<p>国際調査報告の発送日</p> <p>30.01.2018</p>									
<p>国際調査機関の名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁（ISA/J P）</p> <p>郵便番号100-8915</p> <p>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>		<p>特許庁審査官（権限のある職員）</p> <p>吉川 潤</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3465</p>									
		4T	9651								

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 請求項の番号
Y	WO 2016/056617 A1 (日本化薬株式会社) 2016. 04. 14, [0001] - [0003], [0009] - [0012], [0014] - [0015], [0017] - [0020], [0029] - [0052], [0058] - [0070], [0084], [表 3], [図 1] - [図 10] & US 2017/0235030 A1 [0001] - [0003], [0013] - [0014], [0040], [0057] - [0058], [0061] - [0064], [0073] - [0099], [0105] - [0124], [0136], TABLE 3, FIG. 1 - FIG. 10 & EP 3206058 A1 & CN 106415335 A & KR 10-2017-0018095 A & TW 201621399 A	1 - 18
A	WO 2015/141759 A1 (富士フイルム株式会社) 2015. 09. 24, [0001] - [0002], [0022] - [0035], [0060] - [0075], [0078] - [0081], [0099] - [0112], [表 2] - [表 3] & US 2016/0377776 A1 [0002] - [0005], [0052] - [0073], [0130] - [0173], [0178] - [0185], [0213] - [0261], TABLE 2 - TABLE 3	1 - 18