

(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
2023年4月6日(06.04.2023)



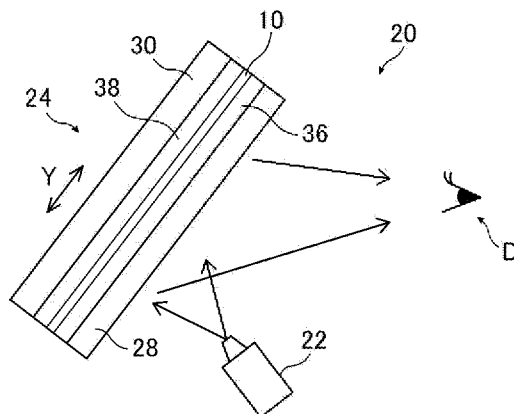
(10) 国際公開番号

WO 2023/054324 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/01 (2006.01) *G02F 1/13363* (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01) *G02F 1/1337* (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/035856
- (22) 国際出願日: 2022年9月27日(27.09.2022)
- (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 2021-162101 2021年9月30日(30.09.2021) 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). 網中英一郎 (AMINAKA, Eiichiro); 〒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: 弁理士法人イイダアンドパートナーズ, 外 (IIDA & PARTNERS et al.); 〒1050004 東京都港区新橋3丁目1番10号 石井ビル3階 Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, 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,

(54) Title: HEAD-UP DISPLAY SYSTEM AND TRANSPORT

(54) 発明の名称: ヘッドアップディスプレイシステム及び輸送機



(57) Abstract: Provided are a head-up display system and a transport equipped therewith, the head-up display system comprising: a windshield glass having a selective reflection layer; and a projector including laser light sources of three colors of blue light, green light, and red light for forming a projection image on the windshield glass. The selective reflection layer includes selective reflection central wavelengths λ_B , λ_G , and λ_R at a light incidence angle of 60° , $400 \text{ nm} \leq \lambda_B < 500 \text{ nm}$, $500 \text{ nm} \leq \lambda_G < 600 \text{ nm}$, $600 \text{ nm} \leq \lambda_R \leq 700 \text{ nm}$, and all of X_B/X_G , X_B/X_R , and X_G/X_R fall within the range of 0.80-1.20. In the above description, $X_B = R_B \times L_B$, $X_G = R_G \times L_G$, and $X_R = R_R \times L_R$. R_B , R_G , and R_R denote natural light reflectances at λ_B , λ_G , and λ_R , and L_B , L_G , and L_R denote the luminances of blue, green, and red laser light emitted from the projector.



WO 2023/054324 A1

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).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：選択反射層を有するウィンドシールドガラスと、このウィンドシールドガラスに投映像を形成するための青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光源を含むプロジェクターとを有し、上記選択反射層が、光の入射角 60° における下記選択反射中心波長 λ_B 、 λ_G 及び λ_R を含み、 $400\text{ nm} \leq \lambda_B < 500\text{ nm}$ $500\text{ nm} \leq \lambda_G < 600\text{ nm}$ $600\text{ nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{ nm}$ X_B/X_G 、 X_B/X_R 、及び、 X_G/X_R がいずれも $0.80 \sim 1.20$ の範囲にある、ヘッドアップディスプレイシステム、及びこれを備えた輸送機。上記において、 $X_B = R_B \times L_B$ であり、 $X_G = R_G \times L_G$ であり、 $X_R = R_R \times L_R$ である。 R_B 、 R_G 及び R_R は上記の λ_B 、 λ_G 及び λ_R における自然光反射率を示し、 L_B 、 L_G 及び L_R は上記のプロジェクターから出射される青色、緑色及び赤色レーザー光の輝度を示す。

明 細 書

発明の名称：ヘッドアップディスプレイシステム及び輸送機

技術分野

[0001] 本発明は、ヘッドアップディスプレイシステム及び輸送機に関する。

背景技術

[0002] 現在、車両等のウィンドシールドガラスに画像を投映し、運転者等に、地図、走行速度、および、車両の状態等の様々な情報を提供する、ヘッドアップディスプレイまたはヘッドアップディスプレイシステムと呼ばれるものが知られている。

ヘッドアップディスプレイシステムでは、ウィンドシールドガラスに投映された、上述の様々な情報を含む画像の虚像が、運転者等に観察される。虚像の結像位置は、ウィンドシールドガラスより車外前方側に位置する。虚像の結像位置は、通常、ウィンドシールドガラスより1000mm以上、前方側であり、ウィンドシールドガラスよりも外界側に位置する。これにより、運転者は、前方の外界を見ながら、視線を大きく動かすことなく、上述の様々な情報を得ることができる。そのため、ヘッドアップディスプレイシステムを用いた場合、様々な情報を得ながら、より安全に運転を行うことが期待されている。

[0003] ヘッドアップディスプレイシステムにおいては、投映光がウィンドシールドガラスにおける表面及び裏面で反射することにより生じる二重像を低減するために、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技術が知られている。また、ガラス面にP偏光が入射するようにしてブリュースター角を利用し、ガラス表面からの反射光をゼロに近づける技術の研究が重ねられている。

例えば、特許文献1には、 $\lambda/2$ 位相差層と、選択反射の中心波長が互いに異なる4層以上のコレステリック液晶反射層とを含むウィンドシールドガラスが記載されている。特許文献1の記載によれば、上記コレステリック液

晶反射層のうちの1層として、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含むことにより、ウィンドシールドガラスに対して垂直方向からの外観色味を透明色とし、外光下においても美観が損なわれないウィンドシールドガラスを提供できるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-81296号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] P偏光反射フィルムをウィンドシールドガラスに組み込んだヘッドアップディスプレイでは、透過率を70%以上とする法規制に加え、表示画像の鮮明性、意匠性の観点で様々な角度から見ても外観色味が透明である（白色光が白色に見える）ことが求められる。この実現のためには、イメージャの光源として発光波長の帯域が狭いレーザーを用い、上記特許文献1の実施例に記載される、P偏光反射フィルムの反射層として各反射光の半値幅が狭く反射率の高い選択反射層を用いることが考えられる。このようなイメージャの光源と選択反射層とを組合わせて用いることにより、イメージャ光を効率的に反射でき、透過率を高く維持したまま、画像の輝度（表示画像の鮮明性）を高くできると考えられる。

しかし、本発明者らが検討を重ねた結果、上記特許文献1に記載のウィンドシールドガラスでは、外観色味を透明になる様に反射率を設定すると、表示画像の色味（以下、「画像色味」と称す。）が赤くなる問題があることがわかってきた。

[0006] 本発明は、投映像を形成するためのレーザー光源とウィンドシールドガラスとを備えたヘッドアップディスプレイであって、画像色味がニュートラルなヘッドアップディスプレイシステム、及びこのヘッドアップディスプレイを備えた輸送機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] 本発明者らは上記課題に鑑み鋭意検討した結果、ウィンドシールドガラスにおける選択反射層の青色光、緑色光及び赤色光の反射率と、レーザー光源における青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光の発光強度（輝度）とのバランスを特定の規定を満たすように制御することにより上記の課題を解決できることを見出し、本発明に至った。

[0008] すなわち、本発明の課題は以下の手段により解決された。

[1]

選択反射層を有するウィンドシールドガラスと、このウィンドシールドガラスに投映像を形成するためのレーザー光源を含むプロジェクターとを有するヘッドアップディスプレイシステムであって、

上記選択反射層が、光の入射角 60° における選択反射中心波長として下記の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を含み、

$$400\text{ nm} \leq \lambda_B < 500\text{ nm}$$

$$500\text{ nm} \leq \lambda_G < 600\text{ nm}$$

$$600\text{ nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{ nm}$$

上記レーザー光源が、青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光を発生し、

下記の規定(a)～(c)の全てを満たす、ヘッドアップディスプレイシステム。

規定(a) $0.80 \leq X_B / X_G \leq 1.20$

規定(b) $0.80 \leq X_B / X_R \leq 1.20$

規定(c) $0.80 \leq X_G / X_R \leq 1.20$

上記規定において、 $X_B = R_B \times L_B$ であり、 $X_G = R_G \times L_G$ であり、 $X_R = R_R \times L_R$ である。

R_B は上記選択反射層の λ_B における自然光反射率を示し、 R_G は上記選択反射層の λ_G における自然光反射率を示し、 R_R は上記選択反射層の λ_R における自然光反射率を示す。また、 L_B は上記プロジェクターから出射される光にお

ける青色レーザー光の輝度を示し、 L_G は上記プロジェクターから出射される光における緑色レーザー光の輝度を示し、 L_R は上記プロジェクターから出射される光における赤色レーザー光の輝度を示す。

[2]

下記の規定 (a 1) ~ (c 1) の全てを満たす、[1] に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

規定 (a 1) $0.90 \leq X_B / X_G \leq 1.10$

規定 (b 1) $0.90 \leq X_B / X_R \leq 1.10$

規定 (c 1) $0.90 \leq X_G / X_R \leq 1.10$

上記規定において、 X_B 、 X_G 及び X_R は、上記の X_B 、 X_G 及び X_R と同義である。

[3]

上記選択反射層の上記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R が、 $R_B > R_G \geq R_R$ の関係を満たす、[1] 又は [2] に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[4]

上記選択反射層の上記の自然光反射率 R_B 及び R_G が、 $R_B / R_G \geq 1.10$ の関係を満たす、[1] ~ [3] のいずれか1つに記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[5]

上記選択反射層が含む、上記の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B 、 λ_G 及び λ_R の半値幅がいずれも 100nm 以下であって、上記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R がいずれも 25% 以上である、[1] ~ [4] のいずれか1つに記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[6]

上記ウィンドシールドガラスが少なくとも1つの偏光変換層を含む、[1] ~ [5] のいずれか1つに記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[7]

上記選択反射層がコレステリック液晶からなる、〔1〕～〔6〕のいずれか1つに記載のヘッドアップディスプレイシステム。

〔8〕

上記選択反射層が、光学異方性層と光学等方性層とを積層してなる、〔1〕～〔5〕のいずれか1つに記載のヘッドアップディスプレイシステム。

〔9〕

〔1〕～〔8〕のいずれか1つに記載のヘッドアップディスプレイシステムを備えた輸送機。

発明の効果

[0009] 本発明のヘッドアップディスプレイシステムは、画像色味がニュートラルな画像を投映することができる。したがって、本発明のヘッドアップディスプレイを備えた輸送機は、ヘッドアップディスプレイが、画像色味がニュートラルな画像を投映することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明のヘッドアップディスプレイシステムの一例を概略的に示す模式図である。

[図2]本発明のヘッドアップディスプレイシステムに用いられる、コレステリック液晶層を含む直線偏光反射フィルムを有するウィンドシールドガラスの一つの構成例を示す模式図である。

[図3]本発明のヘッドアップディスプレイシステムに用いられる、誘電体多層膜からなる直線偏光反射フィルムを有するウィンドシールドガラスの一つの構成例を示す模式断面図である。

[図4]図3のウィンドシールドガラスを正面からみた際の直線偏光反射フィルムにおける屈折率の関係を示す模式図である。

[図5]実施例のヘッドアップディスプレイの画像色味の評価の際の、ウィンドシールドガラス、液晶パネル、輝度計の配置を示す模式図である。

[図6]実施例で作製したウィンドシールドガラスNo. 101の、光の入射角5°における自然光反射スペクトルである。

[図7]実施例で作製したウィンドシールドガラスNo. 101の、光の入射角 60° における自然光反射スペクトルである。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明において「 \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。例えば、 $\varepsilon 1$ が数値 $\alpha 1$ ～数値 $\beta 1$ であるとは、 $\varepsilon 1$ の範囲は数値 $\alpha 1$ と数値 $\beta 1$ を含む範囲であり、数学記号で示せば $\alpha 1 \leq \varepsilon 1 \leq \beta 1$ である。

本発明において、 60° 等の具体的な数値で表された「角度」について、また、「平行」及び「垂直」との用語は、特に断りのない限り、本発明の技術分野で一般的に許容される誤差範囲を含む。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、 7° 以下であることが好ましく、 5° 以下であることがより好ましい。

[0012] 本発明において、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。

[0013] 本発明においては、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。

[0014] 本発明において、単に「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。可視光は、電磁波のうち、ヒトの目で見える波長であり、 $380 \sim 780 \text{ nm}$ の波長域の光を意味する。非可視光は、 380 nm 未満の波長域または 780 nm を超える波長域の光である。

また、これに限定されるものではないが、可視光のうち、 $420 \sim 490 \text{ nm}$ の波長域の光は青色光（B光）であり、 $495 \sim 570 \text{ nm}$ の波長域の光は緑色光（G光）であり、 $620 \sim 750 \text{ nm}$ の波長域の光は赤色光（R

光)である。さらに、これに限定されるものではないが、赤外線とは、非可視光のうち、780nmを超え2000nm以下の波長域を示す。

[0015] 本発明において、「可視光線透過率」はJIS（日本工業規格）R 3212：2015（自動車用安全ガラス試験方法）において定められたA光源可視光線透過率とする。すなわち、A光源を用い分光光度計にて、波長380～780nmの範囲の各波長の透過率を測定し、CIE（国際照明委員会）の明順応標準比視感度の波長分布および波長間隔から得られる重係数を各波長での透過率に乗じて加重平均することによって求められる透過率である。また、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。

[0016] 本発明において、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（ウィ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。

[0017] 本発明において、正面位相差は、Axometrics社製のAxoScanを用いて測定した値である。測定波長は特に言及のないときは、波長550nmとする。正面位相差はKOBRA 21ADHまたはWR（王子計測機器社製）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。

[0018] 本発明において、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。

[0019] 本発明において、「光学等方性層」における光学等方性とは、複屈折性を示さないことをいう。一方、「光学異方性層」における光学異方性とは、複

屈折性を示すことをいい、光学異方性層において、後述するように、面内の遅相軸方向の屈折率 n_{e1} と面内のこの遅相軸方向に直行する方向（面内の進相軸方向）の屈折率 n_{o2} とは、 $n_{e1} > n_{o2}$ の関係にある。

[0020] 本発明において、「投映像 (projection image)」は、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。本発明のヘッドアップディスプレイシステム (HUDシステム) において、投映像は、観察者から見てウィンドシールドガラスの平滑部の先に浮かび上がって見える虚像として、観察者に視認される。

本発明において、「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。

[0021] また、本発明において、「液晶化合物」とは、硬化反応等により、もはや液晶性を示さなくなった状態のものを含む意味で用いている。

[0022] 本発明のHUDシステムは、典型的には、自動車および電車などの車両、航空機、ならびに、船舶等の輸送機に搭載されて用いられる。

[0023] 以下、本発明のヘッドアップディスプレイシステム（以下、HUDシステムと称する）について、添付の図面に例示される好適な実施例を基に詳細に説明する。なお、図面において各部の寸法および縮尺は、説明の便宜上、実際と相違する場合がある。また、図面は、理解を容易にするために模式的に示すことがある。

[0024] <<ヘッドアップディスプレイシステム (HUDシステム)>>

本発明のHUDシステムは、選択反射層を有するウィンドシールドガラスと、このウィンドシールドガラスに投映像を形成するためのレーザー光源を含むプロジェクターとを有するHUDシステムである。

後述するように、本発明のHUDシステムは、上記選択反射層が、光の入射角 60° における選択反射中心波長として下記の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの

波長を含み、

$$400\text{ nm} \leq \lambda_B < 500\text{ nm}$$

$$500\text{ nm} \leq \lambda_G < 600\text{ nm}$$

$$600\text{ nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{ nm}$$

上記レーザー光源が、青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光を発生し、

下記の規定 (a) ~ (c) の全てを満たす、HUDシステムである。

規定 (a) $0.80 \leq X_B / X_G \leq 1.20$

規定 (b) $0.80 \leq X_B / X_R \leq 1.20$

規定 (c) $0.80 \leq X_G / X_R \leq 1.20$

上記規定において、 $X_B = R_B \times L_B$ であり、 $X_G = R_G \times L_G$ であり、 $X_R = R_R \times L_R$ である。

R_B は上記選択反射層の λ_B における自然光反射率を示し、 R_G は上記選択反射層の λ_G における自然光反射率を示し、 R_R は上記選択反射層の λ_R における自然光反射率を示す。また、 L_B は上記プロジェクターから出射される光における青色レーザー光の輝度を示し、 L_G は上記プロジェクターから出射される光における緑色レーザー光の輝度を示し、 L_R は上記プロジェクターから出射される光における赤色レーザー光の輝度を示す。

[0025] 本発明のHUDシステムは、選択反射層が特定の波長領域に選択反射中心波長を有し、これらの選択反射中心波長における自然光反射率とプロジェクターから出射される光におけるレーザー光の輝度との積が上記規定 (a) ~ (c) を全て満たすように制御することにより、ウィンドシールドガラスから反射された後の光の可視光領域における光強度のバランスを調整し、画像色味をニュートラルにすることができる。すなわち、白色画像を投射した際に色味がかっていない白色の画像を投射することができる。

なお、プロジェクターから出射されたレーザー光は、ウィンドシールドガラスにおける選択反射層に入射するまでの間に媒体（通常、空気）を通過するものの、この媒体中の通過によって、各色レーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び

L_R はほとんど変調しないものと考えられる。

[0026] 図1に、本発明のHUDシステムの一例を示す。

図1に示す本発明のHUDシステム20は、ウィンドシールドガラス24と、プロジェクター22とを有して構成される。

[0027] 図1に例示されるHUDシステム20では、プロジェクター22がp偏光の投映光を出射し、ウィンドシールドガラス24中の反射フィルム10が、p偏光を反射することで、画像を表示する。

[0028] ウィンドシールドガラス24として、図2に示す直線偏光反射フィルム10Aを含むウィンドシールドガラス24Aを有する場合、直線偏光反射フィルム10Aでは、まず、偏光変換層14が、第2のガラス板28側から入射したp偏光の投映光を円偏光に変換する。次いで、選択反射層11（コレステリック液晶層12）が、この円偏光を選択的に反射して、偏光変換層14に再入射する。さらに、偏光変換層14が、円偏光をp偏光に変換する。直線偏光反射フィルム10Aは、これにより、入射したp偏光の投映光を、p偏光のまま反射する。

従って、偏光変換層14は、選択反射層11（コレステリック液晶層12）が選択的に反射する円偏光のセンスに応じて、入射したp偏光を、選択反射層11が反射する旋回方向の円偏光に変換するように設定される。すなわち、選択反射層11が、右円偏光を選択的に反射する場合には、偏光変換層14は、入射したp偏光を右円偏光にするように設定される。逆に、選択反射層11が、左円偏光を選択的に反射する場合には、偏光変換層14は、入射したp偏光を左円偏光にするように設定される。

[0029] ウィンドシールドガラス24として、図3に示す直線偏光反射フィルム10Bを含むウィンドシールドガラス24Bを有する場合、直線偏光反射フィルム10Bでは、第2のガラス板28側から入射したp偏光の投映光を選択的にp偏光のまま反射する。

[0030] HUDシステム20において、プロジェクター22は、p偏光の投映光をウィンドシールドガラス24における第2のガラス板28に照射することが

好ましい。プロジェクター 22 がウィンドシールドガラス 24 に照射する投映光を p 偏光とすることにより、ウィンドシールドガラス 24 の第 1 のガラス板 30 および第 2 のガラス板 28 による投映光の反射を大幅に低減して、二重像が観察される等の不都合を抑制できる。

好ましくは、プロジェクター 22 は、p 偏光の投映光をブリュースター角でウィンドシールドガラス 24 に照射する。これにより、第 1 のガラス板 30 および第 2 のガラス板 28 での投映光の反射をなくして、より鮮明な画像の表示が可能になる。

[0031] <ウィンドシールドガラス>

図 1 において、ウィンドシールドガラス 24 は、第 1 のガラス板 30 と、選択反射層を含む反射フィルム 10 と、第 2 のガラス板 28 とをこの順に有する、ウィンドシールドガラスである。

[0032] ウィンドシールドガラスは、車および電車等の車両、飛行機、船舶、二輪車、ならびに、遊具等の乗り物一般の窓ガラスおよび風防ガラスを意味する。ウィンドシールドガラスは、乗り物の進行方向の前方にあるフロントガラスおよび風防ガラス等として利用することが好ましい。

[0033] 図 2 に示すウィンドシールドガラス 24 A は、第 2 のガラス板 28 と、中間膜 36 と、直線偏光反射フィルム 10 A と、ヒートシール層 38 と、第 1 のガラス板 30 と、をこの順に有する。

図 2 においては、直線偏光反射フィルム 10 A は、偏光変換層 14 が第 2 のガラス板 28 側に、位相差層 16 (透明基材 18) が第 1 のガラス板 30 側になるように配置されている。

図 3 に示すウィンドシールドガラス 24 B は、第 2 のガラス板 28 と、中間膜 36 と、直線偏光反射フィルム 10 B と、中間膜 36 と、第 1 のガラス板 30 と、をこの順に有する。

[0034] 上記ウィンドシールドガラスが、車両に用いられる場合には、第 2 のガラス板 28 および第 1 のガラス板 30 としては、曲面ガラスが用いられる場合が多い。その場合、第 2 のガラス板 28 を車内側とし、第 1 のガラス板 30

を車外側とすると、第2のガラス板28は凸面側を第1のガラス板30に向けて配置され、第1のガラス板30は凹面側を第2のガラス板28に向けて配置される。

[0035] 第2のガラス板28および第1のガラス板30が曲面ガラスの場合には、図2に示す例は、第2のガラス板28の凸面側から第1のガラス板30側に向かって、偏光変換層14、選択反射層11の順に配置されている。また、位相差層16は、選択反射層11と、第1のガラス板30との間に配置されている。

[0036] ウィンドシールドガラスの可視光線透過率は、法規制の観点から、70%以上が好ましく、70%超がより好ましく、75%以上がさらに好ましく、80%以上が特に好ましい。

上述の可視光線透過率は、ウィンドシールドガラスのいずれの位置においても満たされていることが好ましく、特に反射フィルムが存在する位置において、上述の可視光線透過率を満たされていることが好ましい。上記反射フィルムは、後述のように、可視光線透過率を高くすることができ、ウィンドシールドガラスに一般的に用いられるガラスのいずれを用いた場合においても、上述の可視光線透過率を満たす構成とすることができる。

[0037] 図6及び7に、ウィンドシールドガラスの自然光反射スペクトルの一例を示す。この例は、実施例におけるウィンドシールドガラスNo. 101において、光の入射角をそれぞれ5°又は60°としたものである。

図6及び7に示すように、本発明に用いられる選択反射層を含む反射フィルムは、厚いガラスで挟持しても、選択反射層に由来した反射ピークを有することがわかる。

[0038] ウィンドシールドガラスの形状には制限はなく、ウィンドシールドガラスが配置される対象に応じて適宜決定されるものである。ウィンドシールドガラスは、例えば、平面状でもよく、凹面または凸面等の曲面を有する3次元形状でもよい。適用される乗り物用に成形されたウィンドシールドガラスでは、通常使用時に上となる方向、観察者側、運転者側、および車内側等の視

認側となる面が特定できる。

[0039] ウィンドシールドガラスにおいて、反射フィルムは、ウィンドシールドガラスの投映像表示部位（投映像反射部位）に設けられていればよい。

また、ウィンドシールドガラスにおいて、反射フィルムは、合わせガラスの構成のウィンドシールドガラスのガラスの間に設けられる構成であってもよいし、ウィンドシールドガラスのガラス板の外面に設ける構成であってもよい。

[0040] 本発明に用いられる選択反射層を含む反射フィルムをウィンドシールドガラスのガラス板の外面に設ける場合、反射フィルムは、車両等の内部（投映像の入射側）に設けられても、外部に設けられてもよいが、内部に設けられていることが好ましい。

なお、本発明に用いられる選択反射層を含む反射フィルムは、耐擦傷性がガラス板に比較して低い。そのため、ウィンドシールドガラスが、合わせガラス構造である場合には、反射フィルムを保護するために、反射フィルムは、合わせガラスを構成する2枚のガラスの間に設けることがより好ましい。

[0041] 上述のように、反射フィルムは、投映像を反射することで投映像を表示するための部材である。従って、反射フィルムは、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位置に設ければよい。

すなわち、本発明に用いられる選択反射層を含む反射フィルムはHUDシステムのコンバイナとして機能する。HUD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、投映像の入射面側からコンバイナを観察したときに、風景などの投映光の入射面とは逆の面側にある情報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、外界光と投映像の光と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。

[0042] 反射フィルムはウィンドシールドガラスの全面に設けてもよく、または、ウィンドシールドガラスの面方向の一部に設けてもよいが、一部であることが好ましい。

反射フィルムをウィンドシールドガラスの一部に設ける場合、反射フィルムはウィンドシールドガラスのいずれの位置に設けてもよいが、HUDシステムとしての使用時に、運転者等の観察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るのが好ましい。例えば、HUDシステムが搭載される乗り物における運転席の位置と、プロジェクターを設置する位置との関係から、ウィンドシールドガラスにおいて反射フィルムを設ける位置を決定すればよい。

反射フィルムは、曲面を有していない平面状であってもよく、曲面を有していてもよい。また、反射フィルムは、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。

[0043] [1] 反射フィルム

反射フィルム10は、選択反射層として、光の入射角 60° における選択反射中心波長として後述の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を含み、かつ、レーザー光源における各色レーザー光との間で後述の規定(a)～(c)の全てを満たすことができる選択反射層を含む限り、特に限定されない。

[0044] [選択反射層]

本発明のHUDシステムに用いられるウィンドシールドガラスは、下記選択反射層を有する。

すなわち、上記選択反射層は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として下記の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を含み、

$$400\text{nm} \leq \lambda_B < 500\text{nm}$$

$$500\text{nm} \leq \lambda_G < 600\text{nm}$$

$$600\text{nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{nm}$$

本発明のHUDシステムに用いられるプロジェクターから出射される、青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光との間で、下記の規定(a)～(c)の全てを満たす。

規定(a) $0.80 \leq X_B / X_G \leq 1.20$

規定(b) $0.80 \leq X_B / X_R \leq 1.20$

規定 (c) $0.80 \leq X_G / X_R \leq 1.20$

上記規定において、 $X_B = R_B \times L_B$ であり、 $X_G = R_G \times L_G$ であり、 $X_R = R_R \times L_R$ である。

R_B は上記選択反射層の λ_B における自然光反射率を示し、 R_G は上記選択反射層の λ_G における自然光反射率を示し、 R_R は上記選択反射層の λ_R における自然光反射率を示す。また、 L_B は上記プロジェクターから出射される光における青色レーザー光の輝度を示し、 L_G は上記プロジェクターから出射される光における緑色レーザー光の輝度を示し、 L_R は上記プロジェクターから出射される光における赤色レーザー光の輝度を示す。

なお、上記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R の単位、並びに、上記のプロジェクターから出射される光における各色レーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R の単位は、規定(a)～(c)に記載する X_B 、 X_G 及び X_R のうちの2者の比を正しく取れるように統一されていけばよい。以降においては、上記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R の単位は%、上記のプロジェクターから出射される光における各色レーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R の単位は cd/m^2 として記載する。

[0045] 本発明において、上記選択反射層の選択反射中心波長およびこの選択反射中心波長を有する反射ピークの半値幅は、下記のようにして求める。

後述の実施例に詳述するように、分光光度計（日本分光社製、V-670）を用いて、選択反射層の法線方向に対して所望（例えば 60° ）の光入射角度での反射スペクトルを測定すると、選択反射帯域に反射率の極大ピークがみられる。このピークの極大反射率と極大ピークの裾の極小反射率との中間（平均）の反射率となる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、選択反射中心波長 λ とその半値幅 $\Delta\lambda$ は下記式で表すことができる。

$$\lambda = (\lambda_l + \lambda_h) / 2$$

$$\Delta\lambda = (\lambda_h - \lambda_l)$$

上述のように求められる選択反射中心波長は、選択反射層がコレステリック

ク液晶からなる場合、選択反射層の法線方向に対して所望の光入射角度で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。

また、本発明において、上記選択反射層の選択反射中心波長における自然光反射率についても、後述の実施例に記載の方法により決定される。

なお、選択反射層の反射スペクトルについては、後述の実施例に記載するように、選択反射層を含むウィンドシールドガラスの状態で測定したものとす。

[0046] 本発明において、プロジェクターから出射される光における青色レーザー光の輝度 L_B 、プロジェクターから出射される光における緑色レーザー光の輝度 L_G 、及び、プロジェクターから出射される光における赤色レーザー光の輝度 L_R は、いずれも、プロジェクターから出射される光における、青色レーザー光の輝度、緑色レーザー光の輝度、及び、赤色レーザー光の輝度をそれぞれ意味する。

例えば、プロジェクターの描画デバイスがレーザー輝度変調手段を備えない場合には、レーザー光源における各色レーザー光の輝度が、上記のプロジェクターから出射される光におけるレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R となる。一方、プロジェクターの描画デバイスが外部変調器等のレーザー輝度変調手段を備える場合には、レーザー光源におけるレーザー光の輝度がレーザー輝度変調手段によって変調された後の各色レーザー光の輝度が、上記のプロジェクターから出射される光におけるレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R となる。以下、 L_B 、 L_G 及び L_R を単にレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R とも称す。

上記の青色光、緑色光、赤色光のレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R は、選択反射層の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R との間で上記の規定(a)～(c)の全てを満たすように適宜調整される。

上記のレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R は、昼間等の明るい環境下では高輝度(例えば、 10000 cd/m^2 程度)に、夜間等の暗い環境下では低輝

度（例えば、 3 cd/m^2 程度）にする等、環境にあわせて適宜設定すればよく、具体的には、 $1 \sim 30000 \text{ cd/m}^2$ が好ましく、 $2 \sim 20000 \text{ cd/m}^2$ がより好ましい。

なお、本発明において、上記のレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R は、プロジェクターから出射される各レーザーの出力光を輝度計（例えば、トプコン社製の輝度計BM-5A（商品名））を用いて測定される値である。

[0047] 上記の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B 、 λ_G 及び λ_R は、使用するレーザー光源の波長との間で上記の規定（a）～（c）の全てを満たすように適宜調整される。

なお、一般的に使用される青色、緑色及び赤色レーザー光との関係からは、 λ_B は、 $430 \sim 470 \text{ nm}$ の波長範囲にあることが好ましく、 $440 \sim 460 \text{ nm}$ の波長範囲にあることがより好ましく、 λ_G は、 $500 \sim 550 \text{ nm}$ の波長範囲にあることが好ましく、 $510 \sim 540 \text{ nm}$ の波長範囲にあることがより好ましく、 λ_R は、 $600 \sim 650 \text{ nm}$ の波長範囲にあることが好ましく、 $610 \sim 640 \text{ nm}$ の波長範囲にあることがより好ましい。

[0048] 上記の規定（a）～（c）は、画像色味をよりニュートラルに近づけ、向上させる観点から、それぞれ下記の規定（a1）～（c1）であることが好ましい。

規定（a1） $0.90 \leq X_B / X_G \leq 1.10$

規定（b1） $0.90 \leq X_B / X_R \leq 1.10$

規定（c1） $0.90 \leq X_G / X_R \leq 1.10$

上記規定において、 X_B 、 X_G 及び X_R は、上記の X_B 、 X_G 及び X_R と同義である。

また、上記の規定（a1）～（c1）における X_B / X_G 、 X_B / X_R 、及び X_G / X_R の上限値は、 1.05 以下であることが好ましく、 1.03 以下であることがより好ましく、 1.00 以下であることがさらに好ましい。

[0049] 上記選択反射層の上記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R は、入射角 60° における反射色味をより白色に近づけ、透明性をより向上させる観点から、 R_B

> $R_G \geq R_R$ の関係を満たすことが好ましい。

また、上記選択反射層の上記の自然光反射率 R_B 及び R_G は、入射角 5° における反射色味をより白色に近づけ、透明性を向上させる観点から、 $R_B / R_G \geq 1.10$ の関係を満たすことが好ましい。

なお、 R_B / R_G の上限値に特に制限はないが、 1.30 以下が实际的である。また、 R_G / R_R としては、特に制限はないが、 $0.90 \sim 1.10$ が实际的であり、 $1.00 \sim 1.10$ が好ましい。

[0050] 前述のとおり、車載用ヘッドアップディスプレイシステムでは法規制以上の透過率と意匠性の観点で様々な角度から見ても外観色味が透明であることが求められる。法規の透過率 70% 以上を維持して、外観色味を透明（白色）に近づけるために、従来は反射率を下げる事が考えられていた。しかしながら、反射率を下げすぎると、表示画像（投映像）の輝度が低下して視認性が悪くなってしまふ。

[0051] 本発明においては、発光波長の帯域の狭いレーザー光源を用いているため、イメージ光を効率的に反射し、透過率を高く維持したまま、画像の輝度（表示画像の鮮明性）を高くできる観点から、上記選択反射層が含む、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B 、 λ_G 及び λ_R の半値幅がいずれも 100nm 以下であって、かつ、上記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R がいずれも 25% 以上であることが好ましい。

上記の選択反射中心波長の半値幅を 100nm 以下とし、自然光反射率を 25% 以上として選択反射層を有する反射フィルムをグリーンガラスで挟持したウィンドシールドガラスにおいては、自然光透過率を 70% 以上（クリアガラス挟持で 80% 以上）とすることができる。

[0052] 反射色味を向上しつつ、透過率を高くすることができる観点から、選択反射層の λ_B における自然光反射率 R_B 、 λ_G における自然光反射率 R_G 及び λ_R における自然光反射率 R_R は、いずれも、 $25 \sim 60\%$ が好ましく、 $30 \sim 50\%$ がより好ましい。

なお、図6に一例を示すように、本発明に用いられる選択反射層の光の入

射角 5° における自然光反射率はいずれも 50% 未満に抑えることができる。

[0053] 反射色味を向上しつつ、透過率を高くすることができる観点から、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B の半値幅は、 $10\sim 100\text{nm}$ が好ましく、 $15\sim 40\text{nm}$ がより好ましい。

同様に、反射色味を向上しつつ、透過率を高くすることができる観点から、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G の半値幅は、 $10\sim 100\text{nm}$ が好ましく、 $15\sim 55\text{nm}$ がより好ましい。

同様に、反射色味を向上しつつ、透過率を高くすることができる観点から、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R の半値幅は、 $10\sim 100\text{nm}$ が好ましく、 $15\sim 55\text{nm}$ がより好ましい。

[0054] なお、選択反射層が、前述の光の入射角 60° における選択反射中心波長が 300nm 以上 400nm 未満に選択反射の中心波長を有する層（例えば、後述のコレスティック液晶層UV）を有する場合、この層の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_{UV} は、 $330\sim 395\text{nm}$ であることが好ましく、 $350\sim 390\text{nm}$ であることがより好ましい。

また、選択反射層の λ_{UV} における自然光反射率 R_{UV} は、 $25\sim 60\%$ が好ましく、 $25\sim 50\%$ がより好ましい。光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_{UV} の半値幅は、 $10\sim 100\text{nm}$ が好ましく、 $15\sim 40\text{nm}$ がより好ましい。

[0055] 上述の選択反射層を含む反射フィルムとしては、例えば、円偏光を反射する機能を有するコレスティック液晶層を含む直線偏光反射フィルム、光学異方性層と光学等方性層とを積層してなる、直線偏光を反射する機能を有する選択反射層（以下「誘電体多層膜」とも称す。）を含む直線偏光反射フィルムが好ましく挙げられる。

以下、直線偏光反射フィルムについて、図2に示すウィンドシールドガラス24Aにおける直線偏光反射フィルム10A、及び、図3に示すウィンドシールドガラス24Bにおける直線偏光反射フィルム10Bに基づき、順に

説明する。また、コレステリック液晶層及び誘電体多層膜については、各直線偏光反射フィルムの説明においてそれぞれ説明する。

[0056] [1-1] コレステリック液晶層を含む直線偏光反射フィルム

図2は、本発明に用いられるウィンドシールドガラス24の一例を示す模式図であり、このウィンドシールドガラス24に含まれる直線偏光反射フィルム10Aは、偏光変換層14と、選択反射層11と、位相差層16と、透明基材18と、をこの順に有する。

[0057] 選択反射層11は、3層のコレステリック液晶層(12R、12G、12B)を含む。3層のコレステリック液晶層は、光の入射角 60° における選択反射中心波長が互いに異なっており、それぞれ、後述の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B を有するコレステリック液晶層12B、後述の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有するコレステリック液晶層12G、及び、後述の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R を有するコレステリック液晶層12Rに相当する。図示例においては、コレステリック液晶層12Rと、コレステリック液晶層12Gと、コレステリック液晶層12Bと、をこの順に有する。また、図示例においては、各コレステリック液晶層は、他のいずれかのコレステリック液晶層と直接接触している。

[0058] なお、図2には図示しないが、上記3層のコレステリック液晶層(12R、12G、12B)の他に、光の入射角 60° における選択反射中心波長が300nm以上400nm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、コレステリック液晶層UVと称す。)を含むことも、反射色味を抑える観点から好ましい。

コレステリック液晶層UVを設けることにより、後述するコレステリック液晶層及び位相差層を含むウィンドシールドガラスの構成とする場合に、ウィンドシールドガラスを外光下で観察したときに確認される色味(特に黄色味)を抑制することができる。

[0059] 周知のとおり、コレステリック液晶層は、液晶化合物がコレステリック液晶相の螺旋構造の配向状態で固定化された層であり、螺旋構造のピッチに応

じた選択反射中心波長の光を反射し、他の波長域の光を透過する。また、コレステリック液晶層は、特定の波長において左右いずれかの円偏光に対して選択反射性を示す。

- [0060] コレステリック液晶層を有する選択反射層において、反射する波長、および、反射率は、コレステリック液晶層の選択反射中心波長、厚み（螺旋ピッチ数）等によって調整することができる。
- [0061] ここで、図2に示すように、各コレステリック液晶層は、他のいずれかのコレステリック液晶層と直接接触していることが好ましい。例えば、図2に示す例では、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R を有するコレステリック液晶層12Rと、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有するコレステリック液晶層12Gとが互いに接しており、また、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有するコレステリック液晶層12Gと、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B を有するコレステリック液晶層12Bとが互いに接している。
- [0062] コレステリック液晶層同士が離間していると、層間の膜厚が厚くなり各コレステリック液晶層によって反射される光の干渉の効果が得られにくくなる。これに対して、コレステリック液晶層同士が接している構成とすることで、各コレステリック液晶層によって反射される光の干渉の効果によって、波長帯幅を狭くすることができる。特に各コレステリック液晶層の膜厚が光の波長（可視光 $380\text{nm} \sim 780\text{nm}$ ）よりも薄いと、干渉の効果がより顕著になる。
- [0063] なお、本発明において、各コレステリック液晶層は直接接する構成に限定はされず、接着層等を介して積層される構成であってもよい。
- [0064] ここで、各コレステリック液晶層は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として前述の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長のうちの少なくとも1つの選択反射中心波長を有するものであればよいが、コレステリック液晶層の少なくとも1層が2以上の選択反射中心波長を有するものであってもよい。2以上の選択反射中心波長を有するコレステリック液晶層は、螺旋ピッチが

厚み方向に変化する螺旋構造により達成される。

[0065] また、図示例においては、選択反射層 11 は、選択反射中心波長の異なる 3 層のコレスティック液晶層を有する構成としたが、これに限定はされず、選択反射層 11 は、1 層のコレスティック液晶層を有するものであってもよいし、2 層あるいは 4 層以上のコレスティック液晶層を有するものであってもよい。

[0066] 選択反射層 11 による十分な自然光反射率を示しつつ、高い透過率を示す観点から、選択反射層 11 の合計厚みは、0.5 ~ 30 μm が好ましく、1 ~ 15 μm がより好ましい。

[0067] ここで、上記反射フィルムは、直線偏光を反射することが好ましい。反射フィルムをウィンドシールドガラスに組み込んでヘッドアップディスプレイのコンバイナとして用いる場合、ウィンドシールドガラス表面における反射を抑制するために、投映される画像光は p 偏光、すなわち、直線偏光であることが好ましい。

図 2 に示すような直線偏光反射フィルムにおいては、コレスティック液晶層からなる選択反射層は円偏光を反射するものである。

従って、直線偏光反射フィルムにおいては、反射フィルムに入射する直線偏光を円偏光に変換する層を有することが好ましい。光の偏光状態を変換する層としては、偏光変換層、および、位相差層が挙げられる。

[0068] 偏光変換層は、可視光に対して旋光性および複屈折性を示すものであり、入射した光の偏光状態を変換するものである。本発明において、偏光変換層は、液晶化合物など複屈折性を有する材料がねじれ量 360° 以下で配向された層からなる。

位相差層は、直交する 2 つの偏光成分に位相差（光路差）をつけて、入射した偏光の状態を変えるものである。本発明において、位相差層は、液晶化合物など複屈折性を有する材料が同じ方向に向いて配列してなる層であり、旋光性を有さない。

[0069] 上記反射フィルムが、選択反射層の光が入射する側に偏光変換層又は位相

差層を有する構成とすることで、反射フィルムに入射する直線偏光を円偏光に変換して、選択反射層が円偏光を反射し、反射した円偏光を偏光変換層又は位相差層が直線偏光に変換して出射するものとすることができる。

[0070] ここで、図2に示すウィンドシールドガラスの例では、反射フィルム10は、選択反射層11の一方の面側に偏光変換層14を有し、他方の面側に位相差層16を有し、偏光変換層14が車内側となる第2のガラス板28側となり、位相差層16が車外側となる第1のガラス板30側となるように配置される。

[0071] この場合、偏光変換層14は、投映されるp偏光（直線偏光）を、選択反射層11のコレスティック液晶層が反射する円偏光に変換する機能を有する。

一方、位相差層16は、ウィンドシールドガラスの外側から入射する光に対する光学補償機能を有する。例えば、ウィンドシールドガラスの外側から入射したs偏光は、偏光変換層14を通過する際に偏光状態が変化して、p偏光の成分が混在してしまう。偏光サングラスはs偏光をカットするので、このp偏光の成分は、偏光サングラスを透過してしまう。そのため、s偏光が主成分である反射光のギラツキをカットする偏光サングラスの機能が損なわれ、運転の支障となる問題がある。これに対して、位相差層16を有する構成とし、位相差層16で光学補償することで、偏光サングラス適性が改善できる。

[0072] なお、図2に示す例では、反射フィルム10は、偏光変換層14が車内側となる第2のガラス板28側となり、位相差層16が車外側となる第1のガラス板30側となるように配置される構成としたがこれに限定はされない。反射フィルム10は、偏光変換層14が車外側となる第1のガラス板30側となり、位相差層16が車内側となる第2のガラス板28側となるように配置されてもよい。

[0073] この場合、位相差層16は、投映されるp偏光（直線偏光）を、選択反射層11のコレスティック液晶層が反射する円偏光に変換する機能を有する。

一方、偏光変換層 14 は、ウィンドシールドガラスの外側から入射する光に対する光学補償機能を有し、偏光変換層 14 で光学補償することで、偏光サングラス適性が改善できる。

[0074] また、上記反射フィルムは、選択反射層 11 の両側に偏光変換層を有する構成であってもよいし、両側に位相差層を有する構成であってもよい。

この場合、車内側に配置される偏光変換層または位相差層が、投映される p 偏光（直線偏光）を、選択反射層 11 のコレステリック液晶層が反射する円偏光に変換する機能を有する構成とすればよい。

一方、車外側に配置される偏光変換層または位相差層が、ウィンドシールドガラスの外側から入射する光に対する光学補償機能を有する構成とすればよい。

偏光変換層および位相差層については後に詳述する。

[0075] 以下、上記コレステリック液晶層を含む直線偏光反射フィルムの構成要素であるコレステリック液晶層、偏光変換層、位相差層及び透明基材について詳細に説明する。

[0076] [コレステリック液晶層]

コレステリック液晶層は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として前述の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の 3 つの波長を含み、かつ、レーザー光源における各色レーザー光との間で前述の規定 (a) ~ (c) の全てを満たすコレステリック液晶層である限り、特に制限されない。

本発明において、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い。コレステリック液晶層は、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、紫外線照射および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、また外場または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、もはや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。

[0077] 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共に、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。

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。

[0078] コレステリック液晶層の、光の入射角 5° における選択反射の中心波長（選択反射中心波長） λ は、コレステリック液晶相における螺旋構造（螺旋配向構造）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。この式からわかるように、 n 値および/または P 値を調整することにより、選択反射中心波長を調整することができる。

螺旋構造のピッチ P （螺旋1ピッチ）とは、言い換えれば、螺旋の巻き数1回分の螺旋軸方向の長さであり、すなわち、コレステリック液晶相を構成する液晶化合物のダイレクター（棒状液晶であれば長軸方向）が 360° 回転する螺旋軸方向の長さである。通常のコレステリック液晶層の螺旋軸方向は、コレステリック液晶層の厚さ方向と一致する。

[0079] 前述のヘッドアップディスプレイシステムにおいては、ウィンドシールドガラスに対して斜めに光が入射するように用いることにより、投映光入射側のガラス板表面での反射率を低くすることができる。

このとき、反射フィルム10の選択反射層11を構成するコレステリック液晶層に対しても斜めに光が入射する。例えば、屈折率1の空气中で反射フィルム10の法線に対し $45^\circ \sim 70^\circ$ の角度で入射した光は、屈折率1.

61程度のコレステリック液晶層を $26^{\circ} \sim 36^{\circ}$ 程度の角度で透過する。この場合、反射波長は短波長側にシフトする。

入射角度が 5° の光に対する選択反射中心波長が波長 λ である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 $\theta 2$ の角度で通過するときの選択反射中心波長を波長 λd とするとき、波長 λd は以下の式で表される。

$$\lambda d = \lambda \times \cos \theta 2$$

[0080] そのため、例えば、 $650 \sim 780 \text{ nm}$ の範囲に選択反射の中心波長 λ を有するコレステリック液晶層は、 $\theta 2$ が $26^{\circ} \sim 36^{\circ}$ のとき、 $520 \sim 695 \text{ nm}$ の範囲で投映光を反射することができる。

このような波長範囲は視感度の高い波長域であるため投映像の輝度への寄与度が高く、結果として高い輝度の投映像を実現することができる。

[0081] コレステリック液晶相の螺旋ピッチは、重合性液晶化合物とともに用いるキラル剤の種類、および、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、螺旋のセンスおよび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。

[0082] 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が反射する円偏光のセンス（円偏光の旋回方向）は、螺旋のセンスに一致する。

選択反射中心波長が異なる複数層のコレステリック液晶層を有する場合、各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。

しかしながら、複数のコレステリック液晶層は、螺旋のセンスが全て同じであることが好ましい。

[0083] また、反射フィルム10が選択反射層11として複数層のコレステリック液晶層を有する場合には、同一または重複する波長域で選択反射を示すコレ

ステリック液晶層として、螺旋センスが異なるコレステリック液晶層を含まないことが好ましい。特定の波長域での透過率が例えば、50%未満に低下することを避けるためである。

[0084] 選択反射を示す選択反射帯の半値幅 $\Delta\lambda$ (nm) は、液晶化合物の複屈折 Δn と上述のピッチ 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または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。

[0085] 選択反射層11において、複数のコレステリック液晶層を積層する際には、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、あるいは、後述する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く、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、接着層の厚さ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。

[0086] コレステリック液晶層の厚さは、0.2~10 μm が好ましく、0.3~8 μm がより好ましく、0.4~5 μm がさらに好ましい。

[0087] (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

。

上述の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等が挙げられる。必要に応じて、さらに、界面活性剤および重合開始剤等と混合して溶剤等に溶解した上述の液晶組成物を、支持体、配向層、下層となるコレステリック液晶層等に塗布し、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。

[0088] （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く、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。

[0089] 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、米国特許第

5622648号明細書、米国特許第5770107号明細書、WO95/22586、WO95/24455、WO97/00600、WO98/23580、WO98/52905、特開平1-272551号公報、特開平6-016616号公報、特開平7-110469号公報、特開平11-080081号公報、および、特開2001-328973号公報等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。

[0090] 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%が好ましく、85～99.5質量%がより好ましく、90～99質量%が更に好ましい。

[0091] 可視光透過率を向上させるためには、コレステリック液晶層は低 Δn であってもよい。

低 Δn のコレステリック液晶層は、低 Δn 重合性液晶化合物を用いて形成することができる。以下、低 Δn 重合性液晶化合物について具体的に説明する。

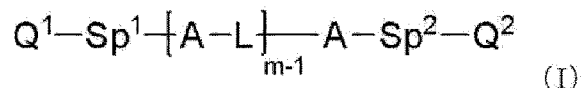
[0092] （低 Δn 重合性液晶化合物）

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、狭帯域な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、WO2015/115390、WO2015/147243、WO2016/035873、特開2015-163596号公報及び特開2016-053149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。

[0093] 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。

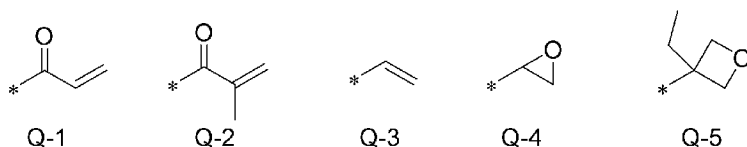
[0094]

[化1]



[0095] 式 (I) 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、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 又は $-OC(=O)-CH=CH-$ 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、又は、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 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及び $-C(=O)O-$ から選択される基で置き換えられた基を示し、 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のいずれかで表される重合性基を示す。ただし Q^1 および Q^2 の少なくともいずれか一方は重合性基を示す。下記式中において、*は結合部位を示す。

[0096] [化2]



[0097] 式 (I) 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、アルコキシカルボニル基、アミド基、アミノ基およびハロゲン原子、ならびに、上述の置換基を2つ以上組み合わせて構成される基が挙げられる。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が置換基を有する場合、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いてもよい。

[0098] アルキル基は直鎖状および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がさらに好ましい。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*-ヘキシル基及びイソヘキシル基、並びに、直鎖状または分岐鎖状である、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基及び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述の説明はアルキル基を含むアルコキシ基及びアルコキシカルボニル基においても同様である。また、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、上述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価の基等が挙げられる。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。

[0099] シクロアルキル基の炭素数は、3~20が好ましく、下限値は5以上がより好ましく、また、上限値は10以下がより好ましく、8以下がさらに好ましく、6以下が特に好ましい。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。

[0100] 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、アルコキシ基、又は、 $-C(=O)-X^3-Sp^3-Q^3$ 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 および 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、又は、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 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及び $-C(=O)O-$ から選択される基で置き換えられた基を示す。

[0101] 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 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及び $-C(=O)O-$ から選択される基で置き換えられた基、または、式Q-1～式Q-5のいずれかで表される重合性基を示す。

[0102] 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 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及び $-C(=O)O-$ から選択される基で置き換えられた基として、具体的には、テトラヒドロフラン基、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、および、モルホルニル基等が挙げられる。置換位置は特に限定されない。これらのうち、テトラヒドロフラン基が好ましく、特に2-テトラヒドロフラン基が好ましい。

[0103] 式(1)において、Lは単結合、 $-CH_2O-$ 、 $-OCH_2-$ 、 $-(CH_2)_2OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O(CH_2)_2-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、 $-CH=CH-C(=O)O-$ 又は $-OC(=O)-CH=CH-$ を示す。Lは $-C(=O)O-$ または $-OC(=O)-$ 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。

[0104] Sp^1 及び 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、又は、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 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-NH-$ 、 $-N(CH_3)-$ 、 $-C(=O)-$ 、 $-OC(=O)-$ 及び $-C(=O)O-$ から選択される基で置き換えられた基を示す。

Sp^1 および Sp^2 はそれぞれ独立に、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$

一、 $-O-$ 、もしくは、炭素数1から10の直鎖のアルキレン基、又はこれらの基を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い。

$-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-O-$ 、もしくは、炭素数1から10の直鎖のアルキレン基を2以上組み合わせて構成される連結基としては、例えば、両末端にそれぞれ $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ および $-C(=O)O-$ 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（すなわち、炭素数1から10の直鎖のアルキレン基の両端に、 $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 又は $-C(=O)O-$ がそれぞれ結合した基）が挙げられる。

Sp^1 および Sp^2 は、炭素数1から10の直鎖のアルキレン基の両端のうち、 Q^1 又は Q^2 に結合する側の末端に $-O-$ が結合し、他方の末端に $-O-$ 、 $-OC(=O)-$ 又は $-C(=O)O-$ が結合した基であることがより好ましい。

[0105] Q^1 および Q^2 はそれぞれ独立に、水素原子、もしくは上述の式 $Q-1$ ～式 $Q-5$ のいずれかで表される重合性基を示す。ただし Q^1 および Q^2 の少なくともいずれか一方は重合性基を示し、共に重合性基であることが好ましい。

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。

[0106] 式(1)中、 m は、3～12の整数を示す。 m は、3～9の整数が好ましく、3～7の整数がより好ましく、3～5の整数がさらに好ましい。

[0107] 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つを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い。

[0108] 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 m_c としたとき、 $0.1 < m_c < 0.9$ が好ましく、 $0.3 < m_c < 0.8$ がより好ましく、 $0.5 < m_c < 0.7$ がさらに好ましい。液晶組成物が $0.5 < m_c < 0.7$ である式(1)で表される重合性化合物とともに、 $0.1 < m_c < 0.3$ 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。

[0109] 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2010-070543号公報、特許4725516号、WO2015/115390、WO2015/147243、WO2016/035873、特開2015-163596号公報、および、特開2016-053149号公報に記載の化合物等を挙げることができる。

[0110] 低 Δn のコレステリック液晶層を形成する液晶組成物中には、上述の式(1)で表される重合性化合物以外の重合性液晶化合物（以下、その他の重合性液晶化合物と称す。）を含有していてもよい。

その他の重合性液晶化合物としては、前述の重合性液晶化合物の例として記載する化合物のうち、上述の式(1)で表される重合性化合物以外の重合性液晶化合物を挙げることができる。

低 Δn のコレステリック液晶層を形成する液晶組成物において、重合性液晶化合物の総量に占める上述の式(1)で表される重合性化合物の割合は、30~100質量%が好ましく、50~100質量%がより好ましく、70~100質量%がさらに好ましい。

[0111] (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、常用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、TN、STN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2002-080478号、特開2002-080851号、特開2010-181852号、および、特開2014-034581号等の各公報に記載の化合物が挙げられる。

[0112] 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、ビナフチル、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より好ましく、エチレン性不飽和重合性基であることがさらに好ましい。

また、キラル剤は、液晶化合物であってもよい。

[0113] 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、および、ビナフチル誘導体等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LC756（商品名）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0.01~200モル%が好ましく、1~30モル%がより好ましい。

[0114] また、前述のとおり、上記直線偏光反射フィルムが有する選択反射層のコレステリック液晶層は、2以上の選択反射中心波長を有するものであってもよい。2以上の選択反射中心波長を有するコレステリック液晶層は、螺旋構

造のピッチを厚み方向に変化させることで達成される。螺旋構造のピッチが厚み方向に変化するコレステリック液晶層は、光の照射によって、螺旋誘起力（HTP: Helical Twisting Power）が変化するキラル剤を用いて、コレステリック液晶層を形成する際に、厚さ方向に光の照射量を変えることによって作製することができる。

[0115] 光の照射によってHTPが変化するキラル剤は、光の照射によって、戻り異性化、二量化、ならびに、異性化および二量化等を生じるものが挙げられる。

キラル剤が光異性化基を有する場合の、光異性化基としては、フォトクロミック性を示す化合物の異性化部位、アゾ基、アゾキシ基、または、シナモイル基が好ましい。具体的な化合物として、特開2002-080478号公報、特開2002-080851号公報、特開2002-179668号公報、特開2002-179669号公報、特開2002-179670号公報、特開2002-179681号公報、特開2002-179682号公報、特開2002-338575号公報、特開2002-338668号公報、特開2003-313189号公報、および、特開2003-313292号公報等に記載の化合物を用いることができる。

[0116] (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化合物（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（特開昭63-040799号公報、特公平5-029234号公報、特開平10-095788号公報、特開平10-029997号公報、特開2001-233842号公報、特開2000-080068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2000-066385号公報、特許第4454067号公報記載）、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の記載も参酌できる。

[0117] 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（商品名、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（商品名、BASF社製）、IRGACURE OXE02（商品名、BASF社製）、TR-PBG-304（商品名、常州強力電子新材料有限公司製）、アデカアークルズNCI-930（商品名、ADEKA社製）、アデカアークルズNCI-831（商品名、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0.1~20質量%が好ましく、0.5~5質量%がより好ましい。

[0118]（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。架橋剤としては、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等が挙げられる。また、架橋剤の反応性に応じて常用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。

液晶組成物中の架橋剤の含有量は、液晶組成物の固形分質量（溶媒を除いた質量）に対して、3～20質量%が好ましく、5～15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。

なお、「（メタ）アクリレート」は、「アクリレートおよびメタクリレートのいずれか一方または双方」の意味で使用される。

[0119]（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、および、特開2013-113913号公報に記載の化合物等が挙げられる。

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。

[0120] 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0.01~10質量%が好ましく、0.01~5質量%がより好ましく、0.02~1質量%が特に好ましい。

[0121] (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さ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、および、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。

[0122] 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ル剤、界面活性剤等を溶媒に溶解させた液晶組成物を、透明基材、位相差層、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述の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。

[0123] (溶媒)

液晶組成物の調製に使用する溶媒には、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。

有機溶媒には、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、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

口環化合物、炭化水素類、エステル類、および、エーテル類等が挙げられる。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。

[0124] (塗布、配向、重合)

透明基材、配向層、下層となるコレステリック液晶層等への液晶組成物の塗布方法には、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。塗布方法としては、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、および、スライドコーティング法等が挙げられる。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。

[0125] 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、20mJ/cm²~50J/cm²が好ましく、100~1,500mJ/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350~430nm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、具体的には、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赤外線吸収スペクトルの測定により、決定することができる。

[0126] [偏光変換層]

偏光変換層14は、液晶化合物の螺旋配向構造を固定化した層であって、

螺旋配向構造のピッチ数 x および偏光変換層の膜厚 y (単位 μm) が下記関係式 (a) ~ (c) の全てを満足するものであるのが好ましい。

$$0.1 \leq x \leq 1.0 \quad \dots \quad \text{式 (a)}$$

$$0.5 \leq y \leq 3.0 \quad \dots \quad \text{式 (b)}$$

$$3000 \leq (1560 \times y) / x \leq 50000 \quad \dots \quad \text{式 (c)}$$

なお、液晶化合物の螺旋構造の1ピッチは、液晶化合物の螺旋の巻き数1回分である。

すなわち、螺旋配向される液晶化合物のダイレクター（棒状液晶であれば長軸方向）が、 360° 回転した状態をピッチ数1とする。

[0127] 偏光変換層は液晶化合物の螺旋構造を有していると、赤外域の反射ピーク波長よりも短波長である可視光に対して旋光性と複屈折性を示す。そのため、可視域の偏光を制御できる。偏光変換層の螺旋配向構造のピッチ数 x および偏光変換層の膜厚 y を上記の範囲とすることで、可視光に対して偏光変換層で光学補償する機能、あるいは、反射フィルムに入射した直線偏光（p偏光）を円偏光に変換する機能を付与することができる。

[0128] 偏光変換層は、液晶化合物が、関係式 (a) ~ (c) を満たす螺旋構造を有することにより、可視光に対して旋光性および複屈折性を示す。特に、偏光変換層の螺旋構造のピッチ P を、選択反射中心波長が長波長の赤外域であるコレステリック液晶層のピッチ P に対応する長さとすることにより、短波長である可視光に対して、高い旋光性と複屈折性を示す。

[0129] 関係式 (a) は、『 $0.1 \leq x \leq 1.0$ 』である。

螺旋構造のピッチ数 x が 0.1 未満では、十分な旋光性および複屈折性が得られない等の不都合を生じる。

また、螺旋構造のピッチ数 x が 1.0 を超えると、旋光性および複屈折性が過剰で、所望の楕円偏光が得られない等の不都合を生じる。

[0130] 関係式 (b) は、『 $0.5 \leq y \leq 3.0$ 』である。

偏光変換層の厚さ y が $0.5 \mu\text{m}$ 未満では、膜厚が薄すぎて、十分な旋光性および複屈折性が得られない等の不都合を生じる。

偏光変換層の厚さ y が $3.0 \mu\text{m}$ を超えると、旋光性および複屈折性が過剰で、所望の円偏光が得られない、配向不良が起こりやすく製造にとって好ましくない等の不都合を生じる。

[0131] 関係式 (c) は、『 $3000 \leq (1560 \times y) / x \leq 50000$ 』である。

「 $(1560 \times y) / x$ 」が 3000 未満では、旋光性が過剰で所望の偏光が得られない等の不都合が生じる。

「 $(1560 \times y) / x$ 」が 50000 を超えると、旋光性が不足し、所望の偏光が得られない等の不都合を生じる。

[0132] 本発明において、偏光変換層の螺旋構造のピッチ数 x は、 $0.1 \sim 0.8$ がより好ましく、膜厚 y は、 $0.6 \mu\text{m} \sim 2.6 \mu\text{m}$ がより好ましい。また、「 $(1560 \times y) / x$ 」は、 $5000 \sim 13000$ がより好ましい。

[0133] すなわち、偏光変換層は、螺旋構造のピッチ P が長く、かつ、ピッチ数 x が少ないのが好ましい。

具体的には、偏光変換層は、螺旋のピッチ P が、選択反射中心波長が長波長の赤外域であるコレステリック液晶層のピッチ P と同等で、かつ、ピッチ数 x が少ないのが好ましい。より具体的には、偏光変換層は、螺旋のピッチ P が、選択反射中心波長が $3000 \sim 10000 \text{ nm}$ であるコレステリック液晶層のピッチ P と同等で、かつ、ピッチ数 x が少ないのが好ましい。

このような偏光変換層は、ピッチ P が対応する選択反射中心波長が、可視光よりも遥かに長波長であるため、上述した可視光に対する旋光性と複屈折性を、より好適に発現する。

[0134] このような偏光変換層は、基本的に、常用のコレステリック液晶層と同様に形成できる。ただし、偏光変換層を形成する際には、偏光変換層における螺旋構造のピッチ数 x および膜厚 y [μm] が、関係式 (a) ~ (c) を全て満たすように、使用する液晶化合物、使用するキラル剤、キラル剤の添加量、および、膜厚等を調節する必要がある。

[0135] <液晶化合物の螺旋配向構造（螺旋構造）を固定化した層>

液晶化合物の螺旋配向構造（螺旋構造）を固定化した層は、いわゆるコレステリック液晶層であり、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い。コレステリック液晶層は、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、紫外線照射および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、また外場または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、もはや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。

[0136] 前述のとおり、コレステリック液晶層による選択反射の中心波長（選択反射中心波長） λ は、コレステリック液晶相における螺旋構造（螺旋配向構造）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。この式からわかるように、 n 値および／または P 値を調整することにより、選択反射中心波長を調整することができる。

[0137] コレステリック液晶相の螺旋ピッチは、重合性液晶化合物とともに用いるキラリ剤の種類、および、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。

前述のとおり、偏光変換層として用いるコレステリック液晶層は、選択反射中心波長が長波長の赤外域となるように、螺旋ピッチが調整される。

偏光変換層としてのコレステリック液晶層の形成方法は、基本的に上述したコレステリック液晶層の形成方法と同様である。

[0138] 〔位相差層〕

位相差層は、直交する2つの偏光成分に位相差（光路差）をつけて、入射した偏光の状態を変えるものである。

[0139] 位相差層が、車外側に配置され光学補償するものである場合には、位相差層の正面位相差は、光学補償できる位相差とすればよい。

この場合、位相差層は、波長550nmにおける正面リタレーションが50nm～160nmであることが好ましい。

また、反射フィルムを有するウィンドシールドガラスを車両に装着した際における第2のガラス板の表面の鉛直方向上方に対応する方向を0°とした際に、遅相軸の角度が10°～50°または-50°～-10°であることが好ましい。

[0140] また、位相差層が直線偏光を円偏光に変換するものである場合には、位相差層の正面位相差は、 $\lambda/4$ を与えるもので構成されることが好ましく、正面位相差として $3\lambda/4$ を与えるもので構成してもよい。また、遅相軸の角度は、入射する直線偏光を円偏光に変える向きとなるように配置すればよい。

[0141] この場合、位相差層は、例えば、波長550nmにおける正面位相差が100～450nmの範囲であることが好ましく、120～200nmあるいは300～400nmの範囲であることがより好ましい。また、位相差層の遅相軸の方向は、反射フィルム10をヘッドアップディスプレイシステムに用いた場合における、投映像表示のための投映光の入射方向、および、選択反射層を構成する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。

[0142] 位相差層は、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。位相差層としては、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、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、および、液晶化合物を一軸配向させて配向固定したフィルム等が挙げられる。

[0143] 中でも、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は、位

相差層として、好適に例示される。

このような位相差層は、一例として、透明基材、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。

この場合の位相差層の形成は、液晶組成物中にキラル剤を添加しない以外は、上述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50～120℃が好ましく、60～100℃がより好ましい。

[0144] 位相差層は、高分子液晶化合物を含む組成物を、透明基材、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この配向を固定化して得られる層であってもよい。

[0145] 位相差層の厚さには、制限はないが、0.2～300 μm が好ましく、0.5～150 μm がより好ましく、1.0～80 μm がさらに好ましい。液晶組成物から形成される位相差層の厚さは、特に限定はされないが、0.2～10 μm が好ましく、0.5～5.0 μm がより好ましく、0.7～2.0 μm がさらに好ましい。

[0146] 位相差層は、例えば、位相差層の任意の方向の軸に対して、例えば、角度 α 傾けて遅相軸が設定される。遅相軸の方向は、例えば、位相差層の下層となる配向膜のラビング処理により設定できる。

[0147] 上記直線偏光反射フィルムは、上述の選択反射層、偏光変換層、および、位相差層以外の層を有していてもよい。例えば、上記直線偏光反射フィルムは、透明基材、接着層等を有していてもよい。

例えば、図2に示す例では、直線偏光反射フィルム10Aは、位相差層16の選択反射層11とは反対側に配置される透明基材18を有する。透明基材18は、位相差層16、選択反射層11（コレステリック液晶層）、および、偏光変換層14を支持するものである。透明基材18は、位相差層16、選択反射層11（コレステリック液晶層）、および、偏光変換層14を形

成する際の支持体として用いられるものであってもよい。

[0148] 上記直線偏光反射フィルムは、薄膜のフィルム状又はシート状等であればよい。上記直線偏光反射フィルムは、ウィンドシールドガラスに使用される前は、薄膜のフィルムとしてロール状等になっていてもよい。

[0149] 透明基材（支持体）および接着層等は、いずれも可視光領域で透明であることが好ましい。

また、透明基材および接着層等はいずれも低複屈折性であることが好ましい。低複屈折性とは、本発明に用いられるウィンドシールドガラスに含まれる選択反射層が反射を示す波長域において、正面位相差が10 nm以下であることを意味する。この正面位相差は5 nm以下であることが好ましい。さらに、支持体および接着層等は、いずれも、選択反射層の平均屈折率（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。

[0150] [透明基材]

透明基材は、選択反射層を形成する際の基板として使用することもできる。選択反射層の形成のために用いられる透明基材は、選択反射層の形成後に剥離される、仮支持体であってもよい。従って、完成した反射フィルムおよびウィンドシールドガラスには、透明基材は含まれていなくてもよい。なお、仮支持体として剥離するのではなく、完成した反射フィルムまたはウィンドシールドガラスが透明基材を含む場合には、透明基材は、可視光領域で透明であることが好ましい。

[0151] 透明基材の材料には制限はない。透明基材としてはポリエチレンテレフタレート（PET）等のポリエステル、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、および、シリコン等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、上述のプラスチックフィルムのほか、ガラスを用いてもよい。

[0152] 透明基材の厚さとしては、5.0～1000 μm程度であればよく、10～250 μmが好ましく、15～90 μmがより好ましい。

[0153] ここで、図2に示す例のように、透明基材18が第1のガラス板30側、

すなわち、車外側に配置される場合には、透明基材 18 は、紫外線吸収剤を含むことが好ましい。

透明基材 18 が紫外線吸収剤を含むことにより、反射フィルム（選択反射層）が紫外線によって劣化することを抑制できる。

[0154] [1-2] 誘電体多層膜を含む直線偏光反射フィルム

図3は、本発明に用いられるウィンドシールドガラスの一例を示す模式図であり、このウィンドシールドガラス24Bに含まれる直線偏光反射フィルム10Bは、光学異方性層（13Ra、13Ga、13Ba）と光学等方性層（13Rb、13Gb、13Bb）とを交互に積層した選択反射層（誘電体多層膜）からなる。図示例においては、直線偏光反射フィルム10Bは、光学異方性層13Raと光学等方性層13Rbとを交互に積層した第1積層部13R、光学異方性層13Gaと光学等方性層13Gbとを交互に積層した第2積層部13G、および、光学異方性層13Baと光学等方性層13Bbとを交互に積層した第3積層部13Bを有する。

上記誘電体多層膜は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として前述の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を含み、かつ、レーザー光源における各色レーザー光との間で前述の規定(a)～(c)の全てを満たす誘電体多層膜である限り、特に制限されない。

[0155] 第1積層部13R、第2積層部13Gおよび第3積層部13Bは互いに、光学異方性層と光学等方性層の厚さが異なっている。また、積層数、屈折率等が異なってもよい。

[0156] また、上記直線偏光反射フィルムにおいては、光学異方性層の遅相軸方向の屈折率 n_{e1} は、光学等方性層の屈折率 n_{o2} を超え（すなわち、 $n_{e1} > n_{o2}$ ）、光学異方性層の遅相軸と直交する方向の屈折率 n_{o1} は、光学等方性層の屈折率 n_{o2} と略同じである。

複数の光学異方性層の各遅相軸は平行になるように積層される。したがって、図4に示すように、ある一方向（図4中、上下方向）においては、屈折率（ n_{e1} ）が高い層と屈折率（ n_{o2} ）が低い層とが積層された状態となる。

一方、この方向と直交する方向（図4中、左右方向）においては、屈折率が同じ層が積層された状態となる。

なお、図1に示すHUDシステム20に直線偏光反射フィルム10Bを配置する際には、図4に示す直線偏光反射フィルム10Bの軸Pとウィンドシールドガラス24の上下方向Yとを一致させるようにして配置される。

[0157] 屈折率が低い層（低屈折率層）と屈折率が高い層（高屈折率層）とを交互に積層したフィルムは、多数の低屈折率層と高屈折率層との間の構造的な干渉によって、特定の波長の光を反射することが知られている。従って、図3および図4に示す直線偏光反射フィルム10Bは、図4中、上下方向の直線偏光を反射し、左右方向の直線偏光を透過するものとなる。

[0158] ここで、本発明のHUDシステムに用いられる誘電体多層膜は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として前述の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を含み、かつ、レーザー光源における各色レーザー光との間で前述の規定(a)～(c)の全てを満たす。

[0159] 誘電体多層膜において、選択反射中心波長、および、反射率は、低屈折率層と高屈折率層との屈折率差、厚み、積層数等によって調整することができる。図3に示す例においては、主に、第1積層部13Rによって、前述の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R を有する反射を実現し、第2積層部13Gによって、前述の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有する反射を実現し、第3積層部13Bによって、前述の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B を有する反射を実現している。

[0160] なお、上記誘電体多層膜において、前述の方法により求められる選択反射中心波長を有する反射ピークとは、隣接する極小値との差が2%以上の極大値を持ち、かつ、半値幅が $10\sim 200\text{nm}$ のピークとする。

[0161] 前述のとおり、誘電体多層膜における選択反射中心波長及び反射率は、低屈折率層と高屈折率層との屈折率差、厚み、積層層等によって調整することができる。具体的には、低屈折率層および高屈折率層の厚さ d を、反射する光の波長 λ と屈折率 n から、 $d = \lambda / (4 \times n)$ に設定することで、選択反

射中心波長を調整することができる。また、反射率は、低屈折率層および高屈折率層の積層数が多いほど高くなるため、積層数を調整することで反射率を調整することができる。また、この選択反射中心波長を有する反射ピークの半値幅は、低屈折率層と高屈折率層との屈折率差によって調整することができる。

[0162] ここで、各選択反射中心波長を有する反射ピークの半値幅は、光学異方性層の遅相軸方向の屈折率と、光学等方性層の屈折率との差に依存し、屈折率差が大きいほど半値幅が大きくなる。また、反射率が低い反射ピークが近い波長にあると、干渉してしまい反射ピークが強くなりすぎたり、弱くなりすぎる現象が起こる。各選択反射中心波長を有する反射ピークの半値幅を適切に調整して、表示画像の輝度を向上しつつ、透過率を高くする観点、および、隣接する反射ピークとの干渉の影響を低減する観点から、光学異方性層の遅相軸方向の屈折率と、光学等方性層の屈折率との差は、0.03~0.20であることが好ましく、0.05~0.14であることがより好ましく、0.05~0.10であることがさらに好ましい。

[0163] また、誘電体多層膜は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として、前述の λ_B を有する光反射層、前述の λ_G を有する光反射層、及び、前述の λ_R を有する光反射層からなり、これらの光反射層同士は互いに接していることが好ましい。例えば、図3に示す例では、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R を有する第1積層部13Rと、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有する第2積層部13Gとが互いに接しており、また、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有する第2積層部13Gと、光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B を有する第3積層部13Bとが互いに接している。なお、第1積層部13R、第2積層部13Gおよび第3積層部13Bは、本発明のHUDシステムに用いられる誘電体多層膜（選択反射層）を構成する光反射層である。

[0164] なお、図3には図示しないが、3つの積層部13R、13G、13Bの他に、光の入射角 60° における選択反射中心波長が300nm以上400nm

m未満に選択反射の中心波長を有する、光学異方性層と光学等方性層とを積層してなる選択反射層（以下、光反射層UVと称す。）を含むことも、反射色味を抑える観点から好ましい。

光反射層UVを設けることにより、前述のコレステリック液晶層及び位相差層を含むウィンドシールドガラスの構成とする場合に、ウィンドシールドガラスを外光下で観察したときに確認される色味（特に黄色味）を抑制することができる。

[0165] 光の入射角 60° における各選択反射中心波長を有する光反射層同士が離間していると、層間の膜厚が厚くなり各光反射層によって反射される光の干渉の効果が得られにくくなる。これに対して、光反射層同士が接している構成とすることで、各光反射層によって反射される光の干渉の効果によって、各選択反射中心波長を有する反射ピークの半値幅を狭くすることができる。

[0166] 上記直線偏光反射フィルムは、薄膜のフィルム状およびシート状等であればよい。直線偏光反射フィルムは、ウィンドシールドガラスに使用される前は、薄膜のフィルムとしてロール状等になっていてもよい。

[0167] 誘電体多層膜の作製材料および作製方法は、例えば、特表平9-506837号公報等に記載されたものを用いることができる。具体的には、屈折率関係を得るために選ばれた条件下で加工すると、広く様々な材料を用いて、誘電体多層膜を形成できる。一般に、第一の材料が、選ばれた方向において、第二の材料とは異なる屈折率を有することが必要である。この屈折率の違いは、フィルムの形成中、またはフィルムの形成後の延伸、押出成形、或いはコーティングを含む様々な方法で達成できる。更に、2つの材料は、同時押出することができるように、類似のレオロジー特性（例えば、熔融粘度）を有することが好ましい。

[0168] 誘電体多層膜に特に好適に用いられる材料は、光学異方性層の材料としてはPEN（ポリエチレンナフタレート）及びPET（ポリエチレンテレフタレート）が挙げられ、光学等方性層の材料として、（等方性に調整された）PEN、PETおよびPMMA（ポリメタクリル酸メチル樹脂）が挙げられ

る。

[0169] 上述のとおり、本発明のHUDシステムに用いられる直線偏光反射フィルム（誘電体多層膜）は、光の入射角 60° における選択反射中心波長として前述の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を有する構成とするために、光学異方性層および光学等方性層の厚さが異なる3つの積層部を有することが好ましい。本発明においては、3つの積層部をそれぞれ上述した延伸、押出成形等によって形成した後、各積層部を貼り合わせて直線偏光反射フィルム（誘電体多層膜）を作製すればよい。あるいは、厚さが異なる3つの積層部が形成されるように加工前の厚さを調整して延伸、押出成形等によって3つの積層部を一体的に形成してもよい。

[0170] 誘電体多層膜の厚さは、 $2.0 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましく、 $8.0 \sim 30 \mu\text{m}$ がより好ましい。

[0171] 誘電体多層膜を含む直線偏光反射フィルムは、光学異方性層と光学等方性層とを積層してなる選択反射層（誘電体多層膜）を有するものである。直線偏光反射フィルムは、誘電体多層膜に加え、位相差層、偏光変換層、支持体、及び、接着層等を含む構成でもよい。

[0172] 上記の直線偏光反射フィルムに用いられる位相差層、偏光変換層、支持体（透明基材）、及び、接着層としては、前述のコレステリック液晶層を含む直線偏光反射フィルムに用いられる位相差層、偏光変換層、透明基材（支持体）、及び、接着層の記載を適用することができる。

[0173] 以下、ウィンドシールドガラスの構成要素のうち、上述の反射フィルム以外の構成要素として、ガラス板（合わせガラス）、中間層、及び、ヒートシール層（接着剤層）について順に説明する。

[0174] [2] 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。本発明のHUDシステムに用いられるウィンドシールドガラスは、合わせガラスであり、第1のガラス板と第2のガラス板との間に、上述の反射フィルムを有することが好ましい。

ウィンドシールドガラスは、第1のガラス板と第2のガラス板との間に反射フィルムが配置される構成でもよい。しかしながら、ウィンドシールドガラスは、第1のガラス板と反射フィルムとの間、および、反射フィルムと第2のガラス板との間の、少なくとも一方に中間膜（中間膜シート）が設けられる構成であることが好ましい。

ウィンドシールドガラスにおいて、一例として、第2のガラス板は、HUDシステムにおける映像の視認側とは逆側（車外側）に配置され、第1のガラス板は視認側（車内側）に配置される。なお、本発明のHUDシステムに用いられるウィンドシールドガラスにおいて、第1のガラス板および第2のガラス板における第1および第2には、技術的な意味は無く、2枚のガラス板を区別するために便宜的に設けたものである。従って、第2のガラス板が車内側で、第1のガラス板が車外側であってもよい。

第1のガラス板および第2のガラス板の等のガラス板には、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使用することができる。例えば、遮熱性の高いグリーンガラス等の、可視光線透過率が73%および76%等の80%以下となるガラス板を使用してもよい。このように可視光線透過率が低いガラス板を使用したときであっても、上述の反射フィルムを使用することにより、反射フィルムの位置においても70%以上の可視光線透過率を有するウィンドシールドガラスを作製することができる。

[0175] ガラス板の厚さは、特に制限はないが、0.5～5.0mm程度であればよく、1.0～3.0mmが好ましく、2.0～2.3mmがより好ましい。第1のガラス板および第2のガラス板の材料または厚さは、同一であっても異なってもよい。

[0176] 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、合わせガラスを作製する常法により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。

[0177] 反射フィルムと中間膜とを有する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、一例として、反射フィルムをガラス板表面に形成した後、上述した合わせガラスの作製方法で作製してもよく、あるいは、上述の反射フィルムを含む合わせガラス用の中間膜を用いて、上述した合わせガラスの作製方法で作製してもよい。

反射フィルムをガラス板表面に形成する場合、反射フィルムを設けるガラス板は、第1のガラス板でも第2のガラス板でもよい。この際において、反射フィルムは、例えば、ガラス板に接着剤（ヒートシール層）で貼合されてもよい。

[0178] [3] 中間膜

中間膜36は、事故が起きた際にガラスが車内に突き抜け、かつ、飛散することを防止するものである。図2に示す例では、直線偏光反射フィルム10Aと第2のガラス板28とを接着するものであり、図1に示す例では反射フィルム10を第2のガラス板28と接着するものであり、図3に示す例では直線偏光反射フィルム10Bを第2のガラス板28及び第1のガラス板30と接着するものである。

[0179] 中間膜（中間膜シート）としては、合わせガラスにおいて中間膜（中間層）として常用される、いずれの中間膜も利用可能である。例えば、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。上述の樹脂は、中間膜の主成分であることが好ましい。なお、主成分であるとは、中間膜の50質量%以上を占める成分のことをいう。

[0180] 上述の樹脂のうち、ポリビニルブチラールおよびエチレン-酢酸ビニル共重合体の少なくとも一方が好ましく、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。上述の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%以上であって、好ましい上限は85%以下であり、より好ましい下限は60%以上であって、より好ましい上限は75%以下である。

[0181] 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、上述のポリビニルアルコールの重合度の好ましい下限は200以上であって、好ましい上限は3000以下である。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以上であって、より好ましい上限は2000以下である。

[0182] また、中間膜36の厚さにも、制限はなく、形成材料等に応じた厚さを、常用のウィンドシールドガラスの中間膜と同様に設定すればよい。

[0183] なお、図1において、ウィンドシールドガラス24は、反射フィルム10と第1のガラス板30との間にヒートシール層38を設け、反射フィルム10と第2のガラス板28とを中間膜36で貼着しているが、これに制限はされない。すなわち、反射フィルム10と第2のガラス板28との間にヒートシール層を設け、反射フィルム10と第1のガラス板30との間に中間膜を設ける構成でもよい。

また、ウィンドシールドガラス24が中間膜36を有さない構成であり、反射フィルム10と第2のガラス板28との貼着、および反射フィルム10と第1のガラス板30との貼着に、ヒートシール層38を用いた構成でもよい。

[0184] (反射フィルムを含む中間膜)

反射フィルムを含む合わせガラス用の中間膜は、反射フィルムを上述の中間膜の表面に貼合して形成することができる。または、反射フィルムを2枚の上述の中間膜に挟んで形成することもできる。2枚の中間膜は同一であっ

てもよく異なってもよく、同一であることが好ましい。

反射フィルムと中間膜との貼合には、常用の貼合方法を用いることができ、ラミネート処理を用いることが好ましい。ラミネート処理は、積層体（反射フィルム）と中間膜とが加工後に剥離してしまわないように、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ために、中間膜の接着する側の膜面温度は、50～130℃が好ましく、70～100℃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。加圧条件には制限はないが、2.0 kg/cm²未満（196 kPa未満）が好ましく、0.5～1.8 kg/cm²（49～176 kPa）がより好ましく、0.5～1.5 kg/cm²（49～147 kPa）がさらに好ましい。

[0185] また、反射フィルムが支持体（透明基材）を有する場合には、ラミネートと同時に、または、ラミネートの直後、または、ラミネートの直前に、支持体を剥離してもよい。すなわち、ラミネート後に得られる中間膜に貼着された反射フィルムは、支持体がなくてもよい。

反射フィルムを含む中間膜の製造方法の一例は、

(1) 第1の中間膜の表面に反射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の積層体中の反射フィルムの第1の中間膜が貼合されている面とは反対の面に、第2の中間膜を貼合する第2の工程、を含む。

例えば、第1の工程において、支持体と第1の中間膜とを対面しないで、反射フィルムと第1の中間膜とを貼合する。次いで、反射フィルムから支持体を剥離する。さらに、第2の工程において、第2の中間膜を、支持体を剥離した面に貼合する。これにより、支持体を有さない反射フィルムを含む中間膜を製造することができる。また、この反射フィルムを含む中間膜を用いることで、反射フィルムが支持体を有さない合わせガラスを容易に作製することができる。

破損等なく、安定的に支持体を剥離するためには、反射フィルムから支持

体を剥離する際の支持体の温度は、40℃以上が好ましく、40～60℃がより好ましい。

[0186] [4] ヒートシール層（接着剤層）

ヒートシール層（接着剤層）38は、例えば塗布型の接着剤からなる層である。図2に示す例では、直線偏光反射フィルム10Aは、ヒートシール層38により第1のガラス板30に貼着される。なお、本発明に用いられるウィンドシールドガラスにおいては、ヒートシール層38に変えて、中間膜によって、直線偏光反射フィルム10Aを第1のガラス板30に貼着してもよい。また、第2のガラス板28と直線偏光反射フィルム10Aとを貼着する中間膜36に対して、直線偏光反射フィルム10Aが小さい場合には、中間膜36によって、直線偏光反射フィルム10Aを第1のガラス板30に貼着してもよい。

[0187] ヒートシール層38には、制限はなく、ウィンドシールドガラス24として必要な透明性を確保でき、かつ、必用な貼着力で反射フィルム10とガラスとを貼着可能なものであれば、常用の各種の塗布型の接着剤からなるものが利用可能である。ヒートシール層38は、PVBなどの中間膜36と同じものを用いてもよい。これ以外に、ヒートシール層38には、以下に記載するようにアクリレート系接着剤等の接着剤を用いることもできる。

[0188] ヒートシール層38は、接着剤から形成されるものであってもよい。

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、および、硬化の不要な感圧接着タイプがある。また、接着剤は、いずれのタイプでも、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、および、ポリビニルブチラール系等から選択される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、および、エポキシアクリレート系等から選択される化合物を使用することが好ましい。

[0189] ヒートシール層38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（商品名：PD-S1等）、日栄化工株式会社のMHM（商品名）シリーズの粘着シート等が挙げられる。

[0190] ヒートシール層38の厚さにも、制限はない。従って、ヒートシール層38の形成材料に応じて、十分な貼着力が得られる厚さを、適宜、設定すればよい。

ここで、ヒートシール層38が厚すぎると、平面性を十分に保って、反射フィルム10を第2のガラス板28または第1のガラス板30に貼着できない場合がある。この点を考慮すると、ヒートシール層38の厚さは、0.1～800 μm が好ましく、0.5～400 μm がより好ましい。

[0191] <プロジェクター>

「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」を含み、表示する画像を担持する投映光を出射するものである。本発明のHUDシステムにおいて、プロジェクターは、青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光を発するレーザー光源を含み、前述の選択反射層との間で前述の規定（a）～（c）の全てを満たすものである限り、特に制限されないが、p偏光の投映光を出射するものが好ましい。

HUDシステムにおいて、プロジェクターは、ウィンドシールドガラス中の反射フィルムに対して、表示する画像を担持する投映光（好ましくはp偏光の投映光）を斜めの入射角度で入射できるように配置されていればよい。

[0192] HUD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。

プロジェクターは、p偏光の投映光を出射できれば、HUDシステムに用いられる常用のプロジェクターを利用できる。また、プロジェクターは、虚像の結像距離、すなわち、虚像の結像位置が可変であるものであるのが好ましい。

[0193] プロジェクターにおける虚像の結像距離の変更方法としては、例えば、画像の生成面（スクリーン）を移動する方法（特開2017-21302号公報参照）、光路長の異なる複数の光路を切り換えて使用する方法（WO2015/190157号参照）、ミラーの挿入および／または移動によって光路長を変更する方法、結像レンズとして組レンズを用いて焦点距離を変更する方法、プロジェクター22の移動による方法、虚像の結像距離が異なる複数台のプロジェクターを切り換えて使用する方法、および可変焦点レンズを用いる方法（WO2010/116912号参照）等が挙げられる。

[0194] なお、プロジェクターは、連続的に虚像の結像距離が変更可能なものでも、2点あるいは3点以上の複数点で、虚像の結像距離を切り換え可能なものでもよい。

ここで、プロジェクターによる投映光の虚像のうち、少なくとも2つの虚像は、結像距離が、1m以上、異なるのが好ましい。従って、プロジェクターが、連続的に虚像の結像距離が変更可能なものである場合には、虚像の結像距離を1m以上、変更可能であるのが好ましい。このようなプロジェクターを用いることにより、一般道における通常速度での走行と、高速道路での高速走行とのように運転者の視線の距離が大きく異なる場合にも好適に対応できる等の点で好ましい。

[0195] （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等の描画方式で調整されていけばよい。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等を含むデバイスを意味する。

[0196] (光源)

本発明のHUDシステムに用いられる光源は、青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光を発するレーザー光源であり、前述の選択反射層との間で前述の規定(a)～(c)の全てを満たすことが可能なものである限り、特に制限はなく、プロジェクター、描画デバイスおよびディスプレイ等で用いられる常用のレーザー光源を利用可能であり、半導体レーザーが好ましく用いられる。

例えば、レーザー光源として半導体レーザーを用いる場合には、青色光のレーザー光の出射波長のピーク波長は $450 \pm 10 \text{ nm}$ 、緑色光のレーザー光の出射波長のピーク波長は緑色 $518 \pm 7 \text{ nm}$ 、赤色光のレーザー光の出射波長のピーク波長は $638 \pm 5 \text{ nm}$ が一般的である。

青色光のレーザー光の出射波長のピーク波長と前述の選択反射層における選択反射中心波長 λ_B との差の絶対値は、通常、 10 nm 以下であり、 5 nm 以下が好ましい。

同様に、緑色光のレーザー光の出射波長のピーク波長と前述の選択反射層における選択反射中心波長 λ_G との差の絶対値は、通常、 7 nm 以下であり、 4 nm 以下が好ましく、赤色光のレーザー光の出射波長のピーク波長と前述の選択反射層における選択反射中心波長 λ_R との差の絶対値は、通常、 5 nm 以下であり、 3 nm 以下が好ましい。

[0197] (描画方式)

描画方式は、上記の青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光を発するレーザー光源に応じて選択することができ、例えば、レーザーを利用する走査方式等が挙げられる。

[0198] 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、および、特開2013-228674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、例えば、赤色光、緑色光、青色光の各色のレーザー光が合波光学系または集光レンズ等で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けばよい。

走査方式において、例えば、赤色光、緑色光、青色光の各色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の組み合わせ、および、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 等が挙げられ、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、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、レーザー光を、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することができる。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。

なかでも、青色光、緑色光及び赤色光のレーザー光源を持つ光源モジュールから、2軸MEMSミラーにRGB光を照射し、MEMSミラーを高速で駆動してRGB反射光で中間像スクリーン上に画像を描画させるラスタースキャン方式が一般的である。

[0199] 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。

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、複数の波長の光の偏光方向（透過軸方向）は同一であることが好ましい。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。

なお、本発明のHUDシステムにおいては、プロジェクターが出射する投

映光は、p偏光であるのが好ましいことは、上述したとおりである。

[0200] (中間像スクリーン)

上述のように、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。「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等において、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。

[0201] 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、および、リアプロジェクション用のスクリーン等が挙げられる。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等において、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および光強度が乱され、コンバイナ（反射フィルム）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、この色ムラの問題を低減できる。

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。HUDシステム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等を含んでいてもよい。

[0202] ウィンドシールドガラスを反射フィルムとして用いたHUD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、および、特表2006-512622号公報等を参照することができる。

[0203] [投映光（入射光）]

入射光は、反射フィルムの法線に対し $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 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、上述の角度の範囲で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選択反射層に対して視認側のウィンドシールドガラスの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。

上述の角度は $50^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 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、選択反射層の法線に対し、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。

[0204] 入射光は、ウィ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、視認方向と対応させて、決定すればよい。例えば、使用時の下方向から上述のような斜め入射角度で入射する構成が好ましい。

また、ウィンドシールドガラスの反射フィルムは、入射するp偏光を反射するように配置されているのが好ましい。

[0205] 上述のように、本発明のHUDシステム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（偏光子）をプロジェクターの出射光側に設けることによりp偏光としてもよく、プロジェクターからウィンドシールドガラスまでの光路中において、直線偏光フィルム等を用いる常法によりp偏光としてもよい。この際には、直線偏光ではない投映光をp偏光にする部材も、本発明のHUDシステムにおけるプロジェクターを構成するものと見なす。

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整し、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。

[0206] 上述したように、HUDシステム（プロジェクター）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。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ィンドシールドガラスの先、1000mm以上離れた位置である。

[0207] 図1において、ウィンドシールドガラス24の上下方向Yは、ウィンドシールドガラス24が配置された車両等の天地方向に対応する方向であり、地面側を下側とし、反対側を上側として規定される方向である。なお、ウィンドシールドガラス24は、車両等に配置された場合、構造、またはデザインの都合、傾斜して配置されることがあるが、この場合、上下方向Yは、ウィンドシールドガラス24の表面に沿った方向になる。表面とは、車両の外側である。

[0208] 本発明は、基本的に以上のように構成されるものである。以上、本発明のHUDシステム及びその構成要素であるウィンドシールドガラス等について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良または変更をしてもよいのはもちろんである。

実施例

[0209] 以下に実施例に基づき本発明について更に詳細に説明する。以下の実施例に示す材料、使用量、割合、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

なお、以下の実施例において組成を表す「部」及び「%」は、特に断らない限り質量基準である。また、室温は「25℃」を意味する。

[0210] <塗布液の調製>

(1) コレスティック液晶層形成用塗布液

下記成分を下記に示す組成比となるように混合し、選択反射中心波長が後述の表1に示す所望の波長となる各コレスティック液晶層(UV1、B1、

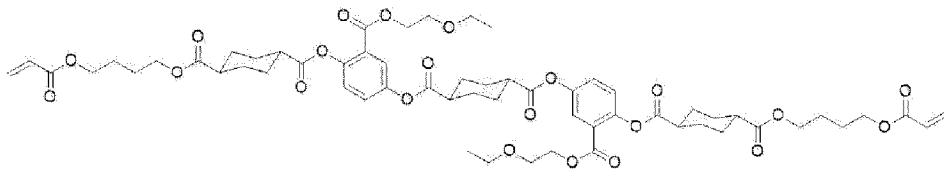
G 1、R 1) を形成するための、各狭帯域コレステリック液晶層形成用塗布液をそれぞれ調製した。

狭帯域コレステリック液晶層形成用塗布液

・ 棒状液晶化合物 1 0 1	5 5 質量部
・ 棒状液晶化合物 1 0 2	3 0 質量部
・ 棒状液晶化合物 2 0 1	1 3 質量部
・ 棒状液晶化合物 2 0 2	2 質量部
・ 重合開始剤 I R G A C U R E O X E 0 1 (商品名、B A S F 社製)	1 . 0 質量部
・ 配向制御剤 1 (フッ素系水平配向剤 1)	0 . 0 1 質量部
・ 配向制御剤 3 (フッ素系水平配向剤 3)	0 . 0 1 質量部
・ 右旋回性キラル剤 P a l i o c o l o r L C 7 5 6 (商品名、B A S F 社製)	目標の選択反射中心波長に合わせて調整
・ 溶媒 (メチルエチルケトン)	溶質濃度が 2 0 質量%となる量

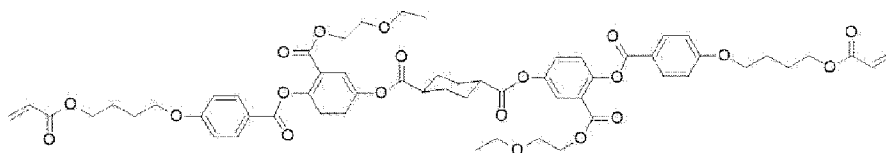
[0211] 棒状液晶化合物 1 0 1 :

[化3]



[0212] 棒状液晶化合物 1 0 2 :

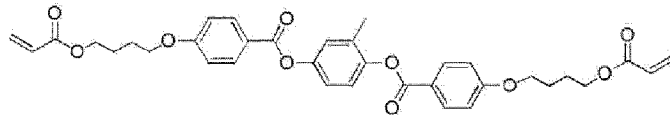
[化4]



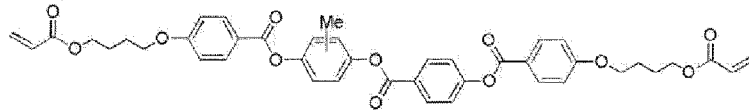
[0213] 棒状液晶化合物 2 0 1 及び 2 0 2 :

[化5]

棒状液晶化合物 201

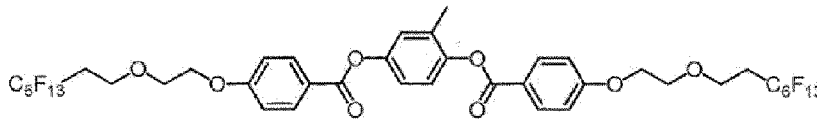


棒状液晶化合物 202



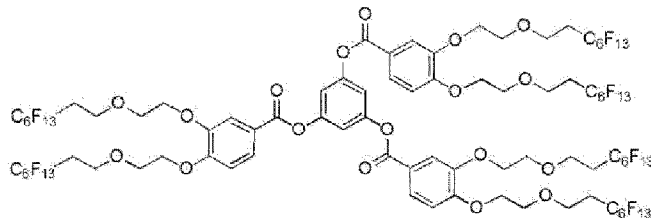
[0214] 配向制御剤 1 :

[化6]



[0215] 配向制御剤 3 :

[化7]



[0216] (コレステリック液晶層の反射特性)

上記で調製した各コレステリック液晶層形成用塗布液を用いて、後述のコレステリック液晶層の作製と同様にして、仮支持体上に膜厚 3 μm 程度の単一層の各コレステリック液晶層（重合反応により硬化した層）を作製した。作製した各コレステリック液晶層は全て右円偏光反射層であり、選択反射中心波長（中心波長）及び反射ピークの半値幅は、下記表 1 に示す波長であることを確認した。

なお、表 1 に記載の選択反射中心波長及び反射ピークの半値幅は、後述の [評価 α] 選択反射層の反射スペクトルの測定により測定した値である。

[0217]

[表1]

表 1

コレステリック液晶層	UV1	B1	G1	R1
選択反射中心波長 (60°)	380nm	450nm	520nm	640nm
選択反射中心波長 (5°)	450nm	550nm	655nm	740nm
反射ピークの半値幅 (60°)	30nm	35nm	45nm	48nm

[0218] (2) 位相差層形成用塗布液

下記成分を下記に示す組成比となるように混合し、位相差層形成用塗布液を調製した。

- ・混合物 1 100質量部
- ・フッ素系水平配向剤 1 (配向制御剤 1) 0.05質量部
- ・フッ素系水平配向剤 2 (配向制御剤 2) 0.01質量部
- ・重合開始剤 IRGACURE OXE01 (商品名、BASF社製) 1.0質量部
- ・溶媒 (メチルエチルケトン) 溶質濃度が20質量%となる量

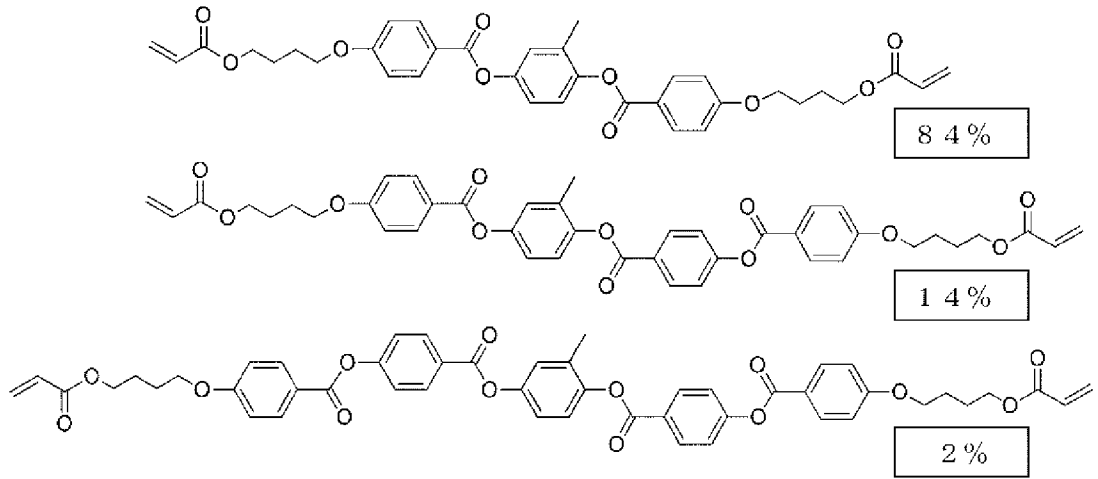
[0219] (3) 偏光変換層形成用塗布液

下記成分を下記に示す組成比となるように混合し、偏光変換層形成用塗布液を調製した。

- ・混合物 1 100質量部
- ・フッ素系水平配向剤 1 (配向制御剤 1) 0.05質量部
- ・フッ素系水平配向剤 2 (配向制御剤 2) 0.02質量部
- ・右旋回性キラル剤 P a l i o c o l o r L C 7 5 6 (商品名、BASF社製) 0.26質量部
- ・重合開始剤 IRGACURE OXE01 (商品名、BASF社製) 1.0質量部
- ・溶媒 (メチルエチルケトン) 溶質濃度が20質量%となる量

[0220] 混合物 1 :

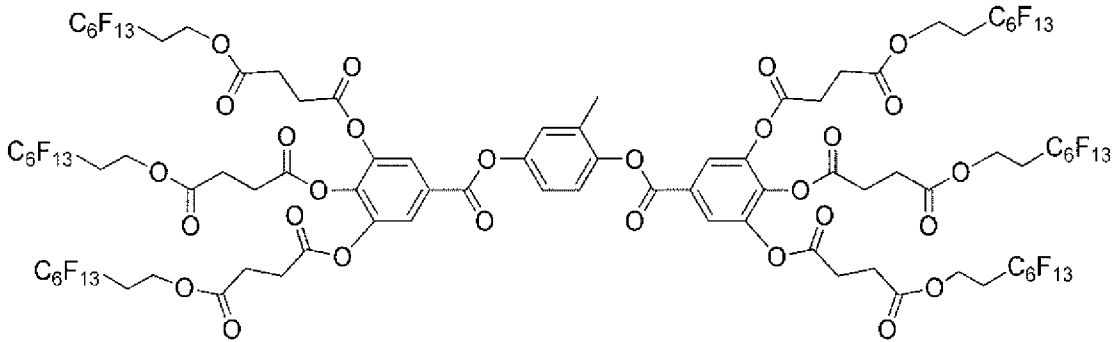
[化8]



数値は質量%である。

[0221] 配向制御剤 2 :

[化9]



[0222] (偏光変換層の偏光特性)

上記で調製した偏光変換層形成用塗布液から得られる偏光変換層の、光の入射角 5° における選択反射中心波長 λ は 10000 nm であった。

この光の入射角 5° における選択反射中心波長 λ は、上記で調製した偏光変換層形成用塗布液を用いて、仮支持体上に、膜厚 $3\ \mu\text{m}$ 程度の単一層のコレステリック液晶層を作製して、FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy、パーキンエルマー社製、商品名: Spectrum Two) により測定した。

また、コレステリック液晶層において、螺旋構造の膜厚 d は『螺旋構造のピッチ $P \times$ ピッチ数』で表される。上述のように、螺旋構造のピッチ P とは

、螺旋配向された液晶化合物が 360° 回転する際の層の厚みを意味する。また、コレステリック液晶層では、光の入射角 5° における選択反射中心波長 λ は『螺旋構造のピッチ $P \times$ 面内の平均屈折率 n 』と一致する($\lambda = P \times n$)。従って、螺旋構造のピッチ P は『光の入射角 5° における選択反射中心波長 $\lambda /$ 面内の平均屈折率 n 』となる($P = \lambda / n$)。

[0223] [実施例1] ウィンドシールドガラスの作製

<1-1>コレステリック液晶層からなる選択反射層の作製

(1) 鹼化処理したセルロースアシレートフィルムの作製

国際公開第2014/112575号の実施例20に記載のセルロースアシレートフィルムの作製において、コア層セルロースアシレートドープとして国際公開第2014/112575号の段落[0277]に記載の紫外線吸収剤2質量部に代えて、セルロースアシレート100質量部(エステルオリゴマーAを含まない)に対して帝盛化工社製の紫外線吸収剤UV-531(商品名)を3質量部配合したコア層セルロースアシレートドープを用いた以外は同様にして、厚さ $40\mu\text{m}$ のセルロースアシレートフィルムを作製した。

作製したセルロースアシレートフィルムを、温度 60°C の誘電式加熱ロールを通過させ、フィルム表面温度を 40°C に昇温した。その後、フィルムの片面に下記に示す組成のアルカリ溶液を、バーコーターを用いて塗布量 $14\text{mL}/\text{m}^2$ となるように塗布し、 110°C に加熱したスチーム式遠赤外ヒーター(ノリタケカンパニーリミテド社製)の下に、10秒間滞留させた。

次いで、同じくバーコーターを用いて、純水を $3\text{mL}/\text{m}^2$ となるように塗布した。

次いで、ファウンテンコーターによる水洗とエアナイフによる水切りとを、3回繰り返した後に、 70°C の乾燥ゾーンに5秒間滞留させて乾燥し、鹼化処理したセルロースアシレートフィルム(透明支持体)を作製した。

鹼化処理したセルロースアシレートフィルムの面内位相差をAxoScan(Axometrics社製、商品名)で測定したところ、 1nm であつ

た。

[0224] -----

アルカリ溶液の組成

・水酸化カリウム	4.7質量部
・水	15.7質量部
・イソプロパノール	64.8質量部
・界面活性剤 (C ₁₆ H ₃₃ O(CH ₂ CH ₂ O) ₁₀ H)	1.0質量部
・プロピレングリコール	14.9質量部

[0225] (2) 配向膜の形成

鹼化処理したセルロースアシレートフィルム（透明支持体）の鹼化処理面に、下記に示す組成の配向膜形成用塗布液を、ワイヤーバーコーターで24 mL/m²となるように塗布し、100℃の温風で120秒乾燥し、配向膜を形成した。

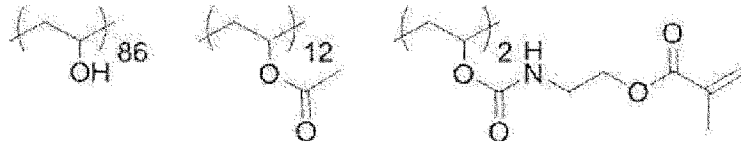
[0226] -----

配向膜形成用塗布液の組成

・下記に示す変性ポリビニルアルコール	28質量部
・クエン酸エステル（商品名：AS3、三共化学社製）	1.2質量部
・光開始剤（商品名：イルガキュア2959、BASF社製）	0.84質量部
・グルタルアルデヒド	2.8質量部
・水	699質量部
・メタノール	226質量部

[0227] 変性ポリビニルアルコール：

[化10]



[0228] (3) 位相差層と選択反射層と偏光変換層との積層体の作製

(3-1) 位相差層の作製

配向膜を形成したセルロースアシレートフィルムを、支持体（透明基材）として用いた。

支持体のうち配向膜の面に、支持体の長辺方向を基準に時計回りに45°回転させた方向にラビング処理を施した。具体的には、レーヨン布を用い、圧力：0.1kgf（0.98N）、回転数：1000rpm（revolutions per minute）、搬送速度：10m/min、回数：1往復の条件で行った。

[0229] 支持体上の配向膜のラビングした表面に、上記で調製した位相差層形成用塗布液をワイヤーバーを用いて塗布した後、乾燥させた。

次いで、50°Cのホットプレート上に置き、酸素濃度1000ppm以下の環境で、フュージョンUVシステムズ社製の無電極ランプ「Dバルブ」（60mW/cm²）によって6秒間、紫外線を照射し、液晶相を固定した。これによりして、所望の正面位相差、すなわち、所望のレタレーションとなるように厚さを調整した位相差層を得た。

作製した位相差層のレタレーションをAxoScan（Axometric社製、商品名）で測定したところ、126nmであった。

[0230] (3-2) 選択反射層の作製

得られた位相差層の表面に、上記で調製したコレステリック液晶層（UV1）形成用塗布液を、乾燥後の膜の厚さが後記表3に記載の膜厚になるようにワイヤーバーを用いて室温にて塗布して塗布層を得た。

塗布層を室温で30秒間乾燥させた後、85°Cの雰囲気中で2分間加熱した。その後、酸素濃度1000ppm以下の環境で、60°Cでフュージョン社

製のDバルブ（60 mW/cm²のランプ）によって、出力60%で6～12秒間、紫外線を照射し、コレステリック液晶相を固定して、後記表3に記載の膜厚のコレステリック液晶層UV1を得た。

次に、得られたコレステリック液晶層UV1の表面に、コレステリック液晶層B1、コレステリック液晶層G1、及び、コレステリック液晶層R1を、後記表3に記載の膜厚となるようにしてこの順に積層し、位相差層の上に4層のコレステリック液晶層が積層されてなる積層体を得た。

なお、各コレステリック液晶層B1、G1及びR1は、上記コレステリック液晶層UV1の作製において、コレステリック液晶層（UV1）形成用塗布液に代えて、対応する各コレステリック液晶層（B1、G1及びR1）形成用塗布液を用いた以外は同様にして、1層ずつ作製した。

なお、No. 106の選択反射層の作製においては、コレステリック液晶層UV1を設けず、位相差層の表面にコレステリック液晶層B1が積層されるように変更した以外は同様にして作製した。

[0231] (3-3) 偏光変換層の作製

次に、得られた積層体のうちコレステリック液晶層の最表面に、上記で調製した偏光変換層形成用塗布液を、膜厚1.7 μmとなるように塗布して、偏光変換層（ツイスト層）を形成した。なお、偏光変換層の形成は、上述したコレステリック液晶層の作製において、コレステリック液晶層形成用塗布液に代えて偏光変換層形成用塗布液を用いた以外は同様にして作製した。

得られた偏光変換層は、選択反射中心波長λ10000 nm、ピッチ数0.265のツイスト層であった。

このようにして、支持体（透明基材）上に、位相差層、選択反射層及び偏光変換層がこの順に積層されてなる積層体（この積層体を「反射フィルム」とも称す。）を作製した。

[0232] <1-2> 直線偏光反射フィルムからなる選択反射層（誘電体多層膜）の作製

特表平9-506837号公報に記載された方法に基づき、以下のように

して、直線偏光反射フィルムからなる選択反射層を作製した。

[0233] 2, 6-ポリエチレンナフタレート (PEN)、及び、ナフタレート70モル%とテレフタレート30モル%とのコポリエステル (cOPEN) を、ジオールとしてエチレングリコールを用いて、標準ポリエステル樹脂合成釜においてそれぞれ合成した。

得られたPEN及びcOPENの単層フィルムを押し出し成型し、約150°Cで、延伸比5:1で延伸し、約230°Cで30秒間、熱処理した。この延伸熱処理の結果、PENフィルムの遅相軸 (配向軸) に関する屈折率は約1.86、横断軸に関する屈折率は1.64となり、cOPENフィルムは等方性であり、屈折率は約1.64となることを確認した。

[0234] 次に、延伸比を調整することにより、PENフィルムの遅相軸に関する屈折率は約1.71、横断軸に関する屈折率は1.64となり、cOPENフィルムは等方性であり、屈折率は約1.64となることを確認した。すなわち、光学異方性層であるPENフィルムの遅相軸方向の屈折率と、光学等方性層であるcOPENフィルムの屈折率との差 Δn は0.07である。

[0235] 続いて、PENおよびcOPENを同時押し出しして得られる積層体を、延伸し、熱処理することにより、直線偏光反射フィルム (「反射フィルム」とも称す。) を作製した。この直線偏光反射フィルムの厚さは約28 μm であり、下記表2のUV2の列に示す膜厚のPENとcOPENとを交互に44層ずつ有する直線偏光反射層UV2、下記表2の、B2の列に示す膜厚のPENとcOPENとを交互に44層ずつ有する直線偏光反射層B2、G2の列に示す膜厚のPENとcOPENとを交互に39層ずつ有する直線偏光反射層G2、及び、R2の列に示す膜厚のPENとcOPENとを交互に38層ずつ有する直線偏光反射層R2をこの順に有する。

具体的には、特表平9-506837号公報の実施例1に記載の条件と同様にして、標準押し出しダイを装着した88スロット供給ブロックを用いて、下記表2のUV2層、B2層、G2層及びR2層に対応する延伸前の各積層体をそれぞれ作製した後、これらを全て積層した積層体について、約150°C

において5 : 1の延伸比で1軸延伸を行い、延伸した積層体を、エアオーブン内において、約230℃で30秒間、熱処理して、直線偏光反射フィルムを作製した。

例えば、下記表2のUV2層に対応する延伸前の積層体については、反射波長445nmの光学的4分の1波長厚さになる様に、押し出し成形は295℃の条件で、PENは約7.9ポンド/時間で、coPENは7.6ポンド/時間で押し出した。その他のB2層、G2層及びR2層にそれぞれ対応する延伸前の積層体についても同様の考え方にに基づき押し出し成形した。

なお、表2に記載の選択反射中心波長及び反射ピークの半値幅は、後述の[評価α] 選択反射層の反射スペクトルの測定により測定した値である。

[0236] [表2]

表2

直線偏光反射層	UV2	B2	G2	R2
選択反射中心波長(60°)	380nm	450nm	520nm	640nm
選択反射中心波長(5°)	445nm	526nm	608nm	748nm
PEN膜厚	65.1nm	76.9nm	88.9nm	109.4nm
coPEN膜厚	67.8nm	80.2nm	92.7nm	114.0nm
反射ピークの半値幅(60°)	30nm	25nm	45nm	48nm

[0237] <2-1>コレステリック液晶層からなる選択反射層を有するウィンドシールドガラスの作製

上記で作製した、支持体(透明基材)、位相差層、選択反射層、及び、偏光変換層がこの順に積層されてなる積層体を用い、第2のガラス板、中間膜、偏光変換層、選択反射層(コレステリック液晶層)、位相差層、支持体(透明基材)、ヒートシール層、及び、第1のガラス板がこの順に積層されてなる積層体を作製した。

なお、上記の積層体におけるヒートシール層は、コレステリック液晶層からなる選択反射層の支持体(透明基材)側にヒートシール層形成用塗布液をワイヤーバーを用いて塗布後、乾燥させて50℃にて1分間加熱処理を行うことにより、厚み1μmのヒートシール層を形成した。

得られた積層体を90℃、10kPa(0.1気圧)下で一時間保持した後、オートクレーブ(栗原製作所製)にて115℃、1.3MPa(13

気圧)で20分間加熱して気泡を除去し、ウィンドシールドガラスNo. 101~104、106及びc11を得た。

[0238] <2-2>直線偏光反射フィルムからなる選択反射層を有するウィンドシールドガラスの作製

上記で作製した直線偏光反射フィルムを用い、第2のガラス板、中間膜、選択反射層(誘電体多層膜)、中間膜、及び、第1のガラス板がこの順に積層されてなる積層体を作製した。得られた積層体を90℃、10kPa(0.1気圧)下で一時間保持した後に、オートクレーブ(栗原製作所製)にて115℃、1.3MPa(13気圧)で20分間加熱して気泡を除去し、ウィンドシールドガラスNo. 105を得た。

なお、直線偏光反射フィルムにおける直線偏光反射層UV2が第1のガラス板側となり、直線偏光反射層R2が第2のガラス板側になるようにして積層した。

[0239] 上記ウィンドシールドガラスは、上記第1のガラス板及び第2のガラス板と同じ形状に、各層をカッティングして使用した。

上記ウィンドシールドガラスの作製に用いたガラス板、中間膜、ヒートシール層形成用塗布液は、それぞれ下記の通りである。

第1のガラス板及び第2のガラス板として、縦120mm×横100mm、厚さ2mmのガラス板(セントラル硝子社製、FL2、可視光線透過率90%)を使用した。

また、中間膜として、積水化学社製の厚さ0.38mmのPVB(ポリビニルブチラル)フィルムを使用した。

また、ヒートシール層の作製には、下記成分を下記に示す組成比となるように混合、調製した、ヒートシール層形成用塗布液を使用した。

(ヒートシール層形成用塗布液)

- ・PVBシート片(積水化学社製、エスレックフィルム) 5.0質量部
- ・メタノール 90.25質量部
- ・ブタノール 4.75質量部

[0240] 下記表3に、各ウィンドシールドガラスにおける選択反射層に係る構成をまとめて示す。

なお、No. c11における選択反射層は、No. 103の選択反射層の作製において、各コレステリック液晶層（UV1、B1、G1及びR1）形成用塗布液に代えて、特開2018-81296号公報の表2に記載の反射層の各塗布液（UV、B、G及びR）をそれぞれ用いた以外は同様にして作製した。

No. c11における各コレステリック液晶層（UV3、B3、G3及びR3）の光学特性は、特開2018-81296号公報の表3に記載の各反射層（UV、B、G及びR）の光学特性とそれぞれ同じである。

また、後述の〔評価 α 〕選択反射層の反射スペクトルの測定において、光の入射角を 60° に設定して測定したNo. c11の選択反射層における各選択反射中心波長を有する反射ピークの半値幅は、コレステリック液晶層UV3が30nm、コレステリック液晶層B3が35nm、コレステリック液晶層G3が45nm、コレステリック液晶層R3が47nmであった。

[0241]

[表3]

表 3

No.	選択反射層		
	素材	選択反射中心波長 (60°)	膜厚
101	低Δn 液晶	UV 1層 : 380nm B 1層 : 450nm G 1層 : 520nm R 1層 : 640nm	UV 1層 : 4.0 μm B 1層 : 4.1 μm G 1層 : 3.9 μm R 1層 : 4.1 μm
102	低Δn 液晶	UV 1層 : 380nm B 1層 : 450nm G 1層 : 520nm R 1層 : 640nm	UV 1層 : 4.0 μm B 1層 : 4.1 μm G 1層 : 4.2 μm R 1層 : 4.3 μm
103	低Δn 液晶	UV 1層 : 380nm B 1層 : 450nm G 1層 : 520nm R 1層 : 640nm	UV 1層 : 3.0 μm B 1層 : 3.5 μm G 1層 : 4.0 μm R 1層 : 4.5 μm
104	低Δn 液晶	UV 1層 : 380nm B 1層 : 450nm G 1層 : 520nm R 1層 : 640nm	UV 1層 : 3.0 μm B 1層 : 3.5 μm G 1層 : 4.0 μm R 1層 : 4.5 μm
105	PEN と coPEN による誘電体多層膜	UV 2層 : 380nm B 2層 : 450nm G 2層 : 520nm R 2層 : 640nm	UV 2層 : 5.8 μm B 2層 : 6.9 μm G 2層 : 7.1 μm R 2層 : 8.5 μm
106	低Δn 液晶	B 1層 : 450nm G 1層 : 520nm R 1層 : 640nm	B 1層 : 4.1 μm G 1層 : 3.9 μm R 1層 : 4.1 μm
c11	低Δn 液晶	UV 3層 : 380nm B 3層 : 450nm G 3層 : 530nm R 3層 : 610nm	UV 3層 : 3.0 μm B 3層 : 3.5 μm G 3層 : 4.0 μm R 3層 : 4.5 μm

[0242] [実施例 2] ヘッドアップディスプレイの設計

上記で作製したウィンドシールドガラス No. 101~106 及び c11 と、投映像を形成するためのレーザー光源を含むプロジェクターとを備えたヘッドアップディスプレイ No. 201~206 及び c21 を、各ウィンドシールドガラスにおける第2のガラス板側がレーザー光源の光が入射する側になるようにして設計した。

ヘッドアップディスプレイシステム No. 201~206 が本発明のヘッドアップディスプレイシステムであり、ヘッドアップディスプレイシステム No. c21 が比較のヘッドアップディスプレイシステムである。

また、各ウィンドシールドガラスにおける選択反射層の反射特性と各レーザー光源の出力パワー、並びに、各ヘッドアップディスプレイシステムにおける選択反射層の反射率とレーザー光の輝度との関係、画像色味及び反射色味の評価結果について、後記表4にまとめて示す。

[0243] [評価 α] 選択反射層の反射スペクトルの測定

作製したウィンドシールドガラスのうち、第1のガラス板側の裏面に黒色PET（ポリエチレンテレフタレート）フィルム（光吸収体）を貼り合わせた。

分光光度計（日本分光株式会社製、V-670）を用いて、ウィンドシールドガラスの第2のガラス板から、ウィンドシールドガラス表面の法線方向に対し所望の角度の方向からP偏光又はS偏光をそれぞれ入射し、波長300～800nmの帯域におけるP偏光及びS偏光の反射スペクトルをそれぞれ測定した。測定したP偏光の反射スペクトルとS偏光の反射スペクトルの平均値（平均の反射スペクトル）を求めた。図6に示すグラフは、ウィンドシールドガラスNo. 101の表面の法線方向に対し5°の角度で光入射して測定した反射スペクトルであり、図7に示すグラフは、ウィンドシールドガラスNo. 101の表面の法線方向に対し60°の角度で光入射して測定した反射スペクトルである。

本発明において、選択反射中心波長（60°）、反射率（60°）及び半値幅（60°）については、ウィンドシールドガラス表面の法線方向に対し60°の角度で光入射して測定した反射スペクトルに基づき算出した値を意味し、選択反射中心波長（5°）については、ウィンドシールドガラス表面の法線方向に対し5°の角度で光入射して測定した反射スペクトルに基づき算出した値を意味する。

[0244] なお、P偏光を入射した際の反射率とS偏光を入射した際の反射率との平均値は、無偏光（自然光）を入射した際の反射率と同義である。すなわち、P偏光の反射スペクトルとS偏光の反射スペクトルの平均値は、自然光を入射した際の反射スペクトルと同義である。

[0245] 算出したP偏光とS偏光の反射スペクトルの平均値から、波長400nm以上500nm未満の帯域、波長500nm以上600nm未満の帯域及び波長600nm～700nmの帯域における各選択反射中心波長 λ とその半値幅 $\Delta\lambda$ を、前述の方法により、自然光反射率の最大値、自然光反射率の最大の極大値と最小の極小値との中間の反射率となる2つの波長に基づき、それぞれ算出した。また、各選択反射中心波長 λ における反射率は、算出したP偏光とS偏光の反射スペクトルの平均値において、選択反射中心波長 λ における反射率の値をとした。

[0246] [評価1] 反射色味の評価

第1のガラス板側から第1のガラス板の法線方向に対し 5° の方向から自然光を入射し、第1のガラス板の法線方向（図5における観察位置5番の位置）から分光光度計（日本分光株式会社製、V-670）を用いて反射率スペクトルを測定した。JIS（日本産業規格）R3106に従って、380～780nmでの10nm毎の波長において、反射率に視感度に応じた係数およびD65光源の発光スペクトルをそれぞれ乗じて反射率を計算し、そのスペクトルから反射色味の a^* 及び b^* を算出した。

また、自然光の入射角度を第1のガラス板の法線方向に対し 60° の方向に変更した場合についても同様に算出した。

反射色味は、下記評価基準に当てはめ評価した。本試験においては、評価「AA～B」であれば、反射色味が十分に抑えられており、好ましい。なお、下記表4において、反射色味の 5° 及び 60° の欄に記載の評価は、それぞれ、第1のガラス板の法線方向に対し 5° 又は 60° の方向から自然光を入射した場合の評価に相当する。

— 評価基準（反射色味） —

AA： $|a^*| \leq 3$ 、かつ、 $|b^*| \leq 3$ であり、白色を映した際に白く見える。

A： $|a^*| \leq 5$ 、かつ、 $|b^*| \leq 5$ （ただし、上記AAに該当するも

のを除く)であり、白色を映した際にほぼ白く見える。

B : $|a^*| \leq 7$ 、かつ、 $|b^*| \leq 7$ (ただし、上記のAA又はAに該当するものを除く)であり、白色を映した際にごくわずかに色味がかって見える。

[0247] [評価2] 画像色味の評価

プロジェクターのレーザー光源の各色の出力パワーを下記表4に記載の値となるように調整を行い、第2のガラス板の法線方向に対し 60° の方向から、プロジェクターから白色画像を投映した。その画像の色味を、トプコン社製の色彩輝度計BM-5A(商品名)を用いて測定し、下記評価基準に当てはめ評価した。

より詳細には、図5に示す配置で画像色味の評価を行った。作製したウィンドシールドガラス1を、長辺を横に短辺を縦にして、第2のガラス板側が下方になるように傾斜させて、この第2のガラス板側に配置したプロジェクター2から第2のガラス板に画像を投映し、その投映画像について、色彩輝度計3を用いて色味を測定した。

プロジェクター2としては、青色光、緑色光及び赤色光のレーザー光源を有するRGB光源モジュールとMEMSミラーとからなるプロジェクターを用いた。プロジェクター2とウィンドシールドガラス1との距離は500mmとした。評価はp偏光、すなわち、図5でその電気ベクトル振動面が紙面に平行である直線偏光を用いた。

本試験においては、評価「AA~B」が合格レベルである。

— 評価基準 (画像色味) —

AA : $|a^*| \leq 3$ 、かつ、 $|b^*| \leq 3$ であり、画像が白く見える。

A : $|a^*| \leq 5$ 、かつ、 $|b^*| \leq 5$ (ただし、上記AAに該当するものを除く)であり、画像がほぼ白く見える。

B : $|a^*| \leq 7$ 、かつ、 $|b^*| \leq 7$ (ただし、上記のAA又はAに該当するものを除く)であり、画像がわずかに色味がかって見える。

C : $|a^*| \leq 9$ 、かつ、 $|b^*| \leq 9$ （ただし、上記のA A、A及びBのいずれかに該当するものを除く）であり、画像が色味がかって見える。

[0248] [評価β] レーザー光の輝度の測定

上記 [評価2] 画像色味の評価のレーザー光源の出力パワーの条件における、各色レーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R については、下記のようにして測定した。

L_B は、青色レーザー光源の出力パワーを49mWに設定した際のプロジェクター2の輝度を、トプコン社製の色彩輝度計BM-5A（商品名）を用いて測定した。 L_G 及び L_R についても同様に、表4に記載の緑色及び赤色レーザー光源の出力パワーの条件における輝度を、トプコン社製の色彩輝度計BM-5A（商品名）を用いて測定した。

このようにして測定したプロジェクター2から出射される光におけるレーザー光の輝度 L_B 、 L_G 及び L_R と、選択反射層の反射率 R_B 、 R_G 及び R_R との積から、 X_B 、 X_G 及び X_R を算出し、これらの比である X_B/X_G 、 X_B/X_R 、 X_G/X_R を算出した。

[0249] [評価3] 可視光線透過率の評価

第1のガラス板側から第1のガラス板の法線方向に対し 0° の方向から自然光を入射し、第2のガラス板側の法線方向から分光光度計（日本分光株式会社製、V-670）を用いて透過率スペクトルを測定した。JIS R3106に従って、380~780nmでの10nm毎の波長において、透過率に視感度に応じた係数およびA光源の発光スペクトルをそれぞれ乗じて透過率を計算した。

本発明のヘッドアップディスプレイシステムNo. 201~206におけるウィンドシールドガラスNo. 101~106はいずれも、透過率が80%以上であり、これは、第1のガラス板及び第2のガラス板に代えてグリーンガラスで合わせガラスを形成した場合でも、透過率が70%を十分超えるレベルであった。

[0250]

[表4]

No.	ウィンド シールド ガラス No.	反射特性とレーザー光源の出力パワー												評価				
		選択反射波長 (60°)			反射率 (60°)			RB/RG	レーザー光源の出力パワー				XB/XG	XB/XR	XG/XR	反射色味		画像色味
		λB	λG	λR	RB	RG	RR		パワー調整	PB	PG	PR				5°	60°	
201	101	450	520	640	44	39	38	1.13	あり	49	56	60	0.99	0.95	0.96	AA	A	A
202	102	450	520	640	44	42	40	1.05	あり	49	56	60	0.92	0.90	0.98	A	A	A
203	103	450	520	640	38	40	42	0.95	あり	49	49	49	0.95	0.90	0.95	A	B	A
204	104	450	520	640	38	40	42	0.95	あり	49	51	54	0.91	0.82	0.90	A	B	B
205	105	450	520	640	44	39	38	1.13	あり	49	56	60	0.99	0.95	0.96	AA	A	A
206	106	450	520	640	44	39	38	1.13	あり	49	56	60	0.99	0.95	0.96	B	A	A
c21	c11	450	530	610	38	40	42	0.95	なし	49	59	93	0.79	0.48	0.60	A	B	C

表 4

[0251] (表の注)

選択反射波長 (60°) とは選択反射中心波長 (60°) を意味し、単位は nm であり、反射率 (60°) の単位は % であり、レーザー光源のパワーの単位は mW である。

P B、P G 及び P R は、順に、青色レーザー光の出力パワー、緑色レーザー光の出力パワー、及び、赤色レーザー光の出力パワーを意味する。

R B / R G は反射率の比を示し、「/」の右側の値に対する「/」の左側の値の比を示す。

表中の X B / X G が規定 (a) における X_B / X_G に、表中の X B / X R が規定 (b) における X_B / X_R に、表中の X G / X R が規定 (c) における X_G / X_R に、それぞれ相当する。

[0252] 表 4 の結果から、以下のことがわかる。

ウィンドシールドガラスにおける選択反射層と、投映像を形成するためのレーザー光源とが規定 (a) ~ (c) を満たさない比較のヘッドアップディスプレイシステム No. c 21 では、投映される画像が色味がかって見え (画像色味の評価「C」)、劣っていた。

これに対して、規定 (a) ~ (c) を満たす本発明のヘッドアップディスプレイシステム No. 201 ~ 206 は、投映される画像はほとんど色味がかっておらずニュートラルに近い色味であり (画像色味の評価「A」~「B」)、優れた画像色味を示していた。

また、本発明のヘッドアップディスプレイシステム No. 201 ~ 206 は、外観からの反射色味自体も、比較のヘッドアップディスプレイシステム No. c 21 と同レベル以上の高い透明性を示していた。

[0253] 本発明をその実施態様とともに説明したが、我々は特に指定しない限り我々の発明を説明のどの細部においても限定しようとするものではなく、添付の請求の範囲に示した発明の精神と範囲に反することなく幅広く解釈されるべきであると考え。

[0254] 本願は、2021年9月30日に日本国で特許出願された特願2021-

162101に基づく優先権を主張するものであり、これはここに参照してその内容を本明細書の記載の一部として取り込む。

符号の説明

- [0255] 1 ウィンドシールドガラス
- 2 プロジェクター
- 3 色彩輝度計
- 5 観察位置
- 10 反射フィルム
- 10A 直線偏光反射フィルム
- 10B 直線偏光反射フィルム
- 11 選択反射層
- 12 コレステリック液晶層
- 12R 光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R を有するコレステリック液晶層
- 12G 光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有するコレステリック液晶層
- 12B 光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B を有するコレステリック液晶層
- 13R 光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_R を有する第1積層部
- 13G 光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_G を有する第2積層部
- 13B 光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B を有する第3積層部
- 13Ra、13Ga、13Ba 光学異方性層
- 13Rb、13Gb、13Bb 光学等方性層
- 14 偏光変換層
- 16 位相差層

- 18 透明基材
- 20 ヘッドアップディスプレイシステム（HUDシステム）
- 22 プロジェクター
- 24、24A、24B ウィンドシールドガラス
- 28 第2のガラス板
- 30 第1のガラス板
- 36 中間膜
- 38 接着剤層（ヒートシール層）
- D 運転者
- n_{e1} 光学異方性層の遅相軸方向の屈折率
- n_{o1} 光学異方性層の遅相軸と直交する方向の屈折率
- n_{o2} 光学等方性層の屈折率
- Y 上下方向

請求の範囲

[請求項1]

選択反射層を有するウィンドシールドガラスと、該ウィンドシールドガラスに投映像を形成するためのレーザー光源を含むプロジェクターとを有するヘッドアップディスプレイシステムであって、

前記選択反射層が、光の入射角 60° における選択反射中心波長として下記の λ_B 、 λ_G 及び λ_R の3つの波長を含み、

$$400\text{ nm} \leq \lambda_B < 500\text{ nm}$$

$$500\text{ nm} \leq \lambda_G < 600\text{ nm}$$

$$600\text{ nm} \leq \lambda_R \leq 700\text{ nm}$$

前記レーザー光源が、青色光、緑色光及び赤色光の3色のレーザー光を発し、

下記の規定 (a) ~ (c) の全てを満たす、ヘッドアップディスプレイシステム。

規定 (a) $0.80 \leq X_B / X_G \leq 1.20$

規定 (b) $0.80 \leq X_B / X_R \leq 1.20$

規定 (c) $0.80 \leq X_G / X_R \leq 1.20$

上記規定において、 $X_B = R_B \times L_B$ であり、 $X_G = R_G \times L_G$ であり、 $X_R = R_R \times L_R$ である。

R_B は前記選択反射層の λ_B における自然光反射率を示し、 R_G は前記選択反射層の λ_G における自然光反射率を示し、 R_R は前記選択反射層の λ_R における自然光反射率を示す。また、 L_B は前記プロジェクターから出射される光における青色レーザー光の輝度を示し、 L_G は前記プロジェクターから出射される光における緑色レーザー光の輝度を示し、 L_R は前記プロジェクターから出射される光における赤色レーザー光の輝度を示す。

[請求項2]

下記の規定 (a1) ~ (c1) の全てを満たす、請求項1に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

規定 (a1) $0.90 \leq X_B / X_G \leq 1.10$

規定 (b 1) $0.90 \leq X_B / X_R \leq 1.10$

規定 (c 1) $0.90 \leq X_G / X_R \leq 1.10$

上記規定において、 X_B 、 X_G 及び X_R は、前記の X_B 、 X_G 及び X_R と同義である。

[請求項3] 前記選択反射層の前記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R が、 $R_B > R_G \geq R_R$ の関係を満たす、請求項1又は2に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項4] 前記選択反射層の前記の自然光反射率 R_B 及び R_G が、 $R_B / R_G \geq 1.10$ の関係を満たす、請求項1～3のいずれか1項に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項5] 前記選択反射層が含む、前記の光の入射角 60° における選択反射中心波長 λ_B 、 λ_G 及び λ_R の半値幅がいずれも 100nm 以下であって、前記の自然光反射率 R_B 、 R_G 及び R_R がいずれも 25% 以上である、請求項1～4のいずれか1項に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

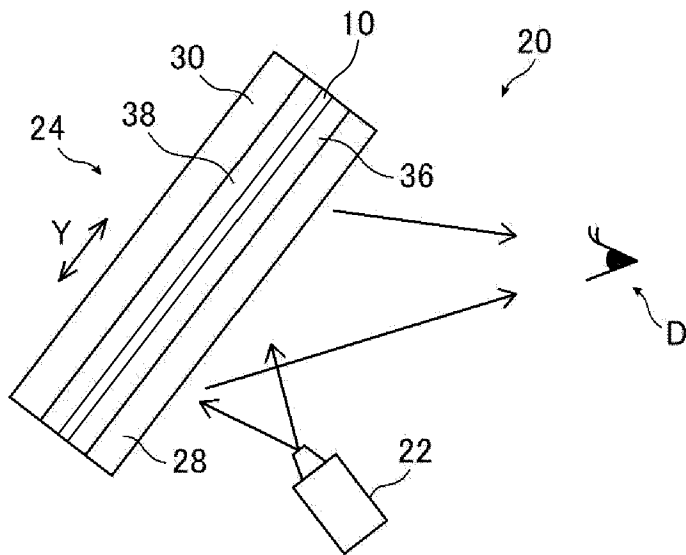
[請求項6] 前記ウィンドシールドガラスが少なくとも1つの偏光変換層を含む、請求項1～5のいずれか1項に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項7] 前記選択反射層がコレステリック液晶からなる、請求項1～6のいずれか1項に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

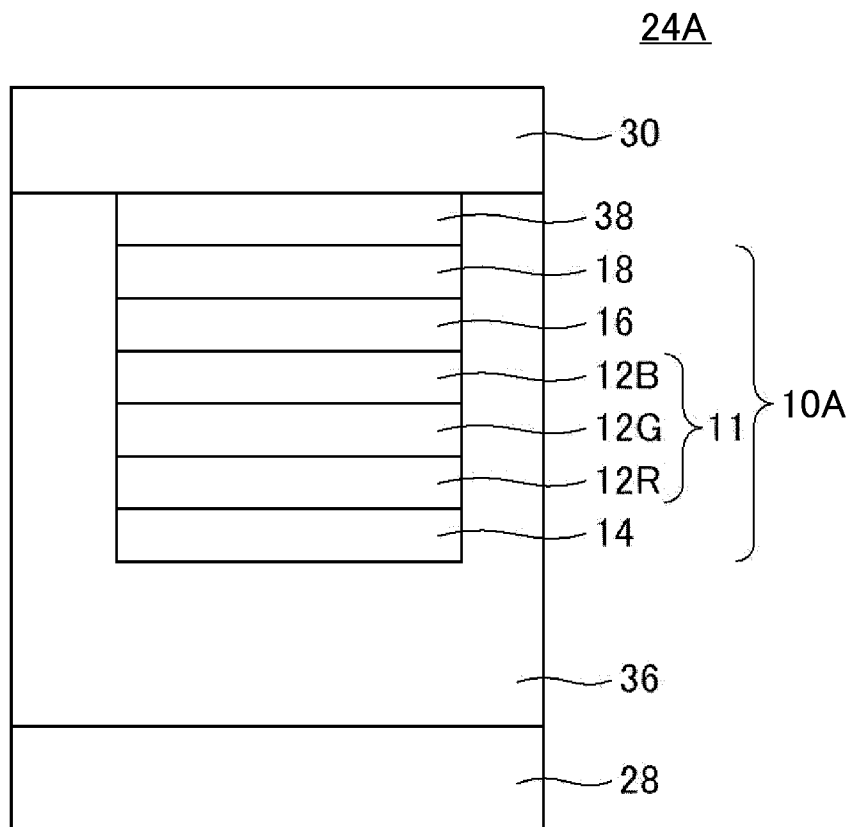
[請求項8] 前記選択反射層が、光学異方性層と光学等方性層とを積層してなる、請求項1～5のいずれか1項に記載のヘッドアップディスプレイシステム。

[請求項9] 請求項1～8のいずれか1項に記載のヘッドアップディスプレイシステムを備えた輸送機。

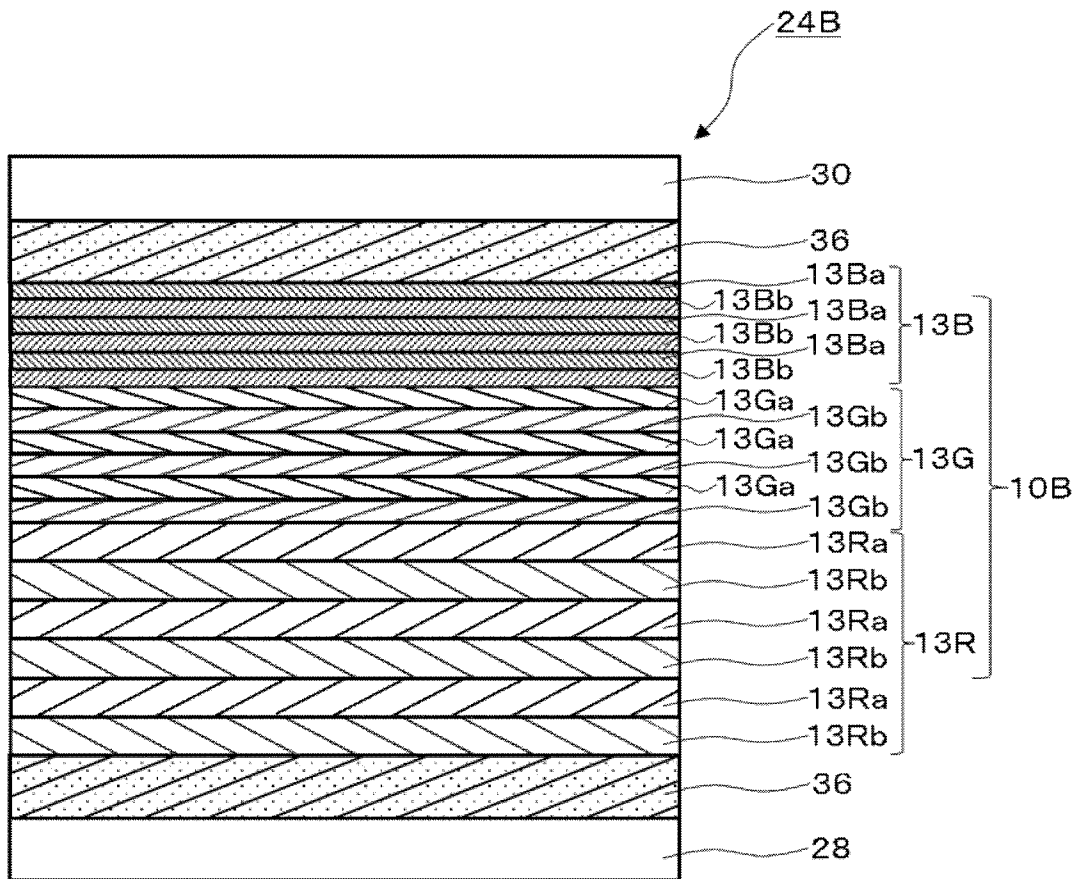
[図1]



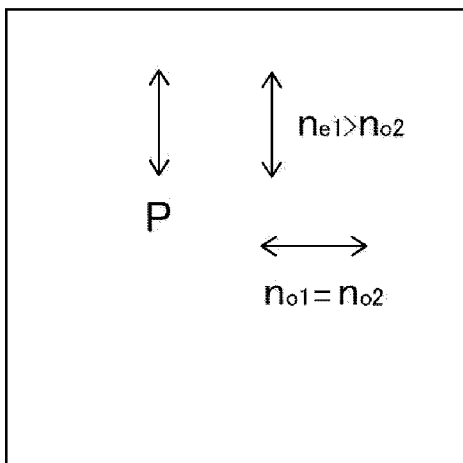
[図2]



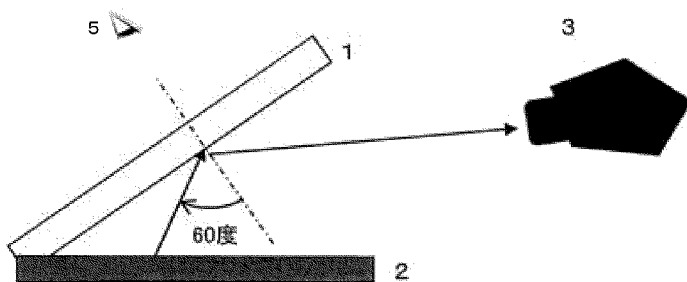
[図3]



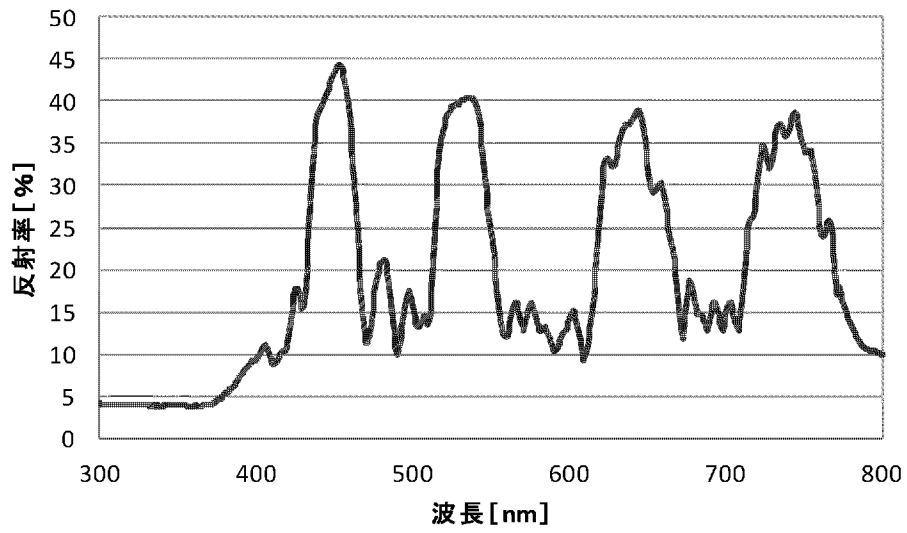
[図4]



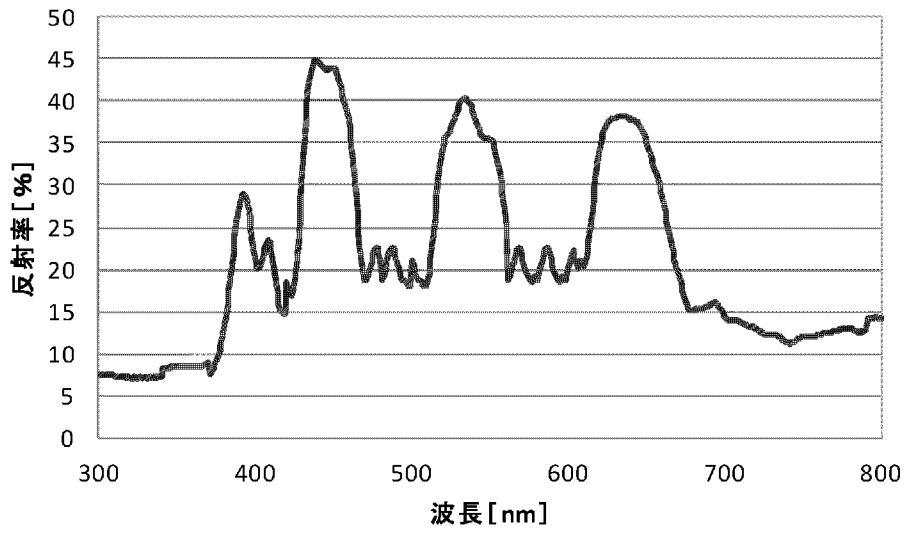
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/035856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 27/01</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/30</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/13</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/13363</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/1337</i> (2006.01)i FI: G02B27/01; G02F1/13 505; G02F1/13363; G02F1/1337; G02B5/30		
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) G02B27/01; G02B5/30; B60K35/00; C03C27/12		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021/153763 A1 (NIPPON KAYAKU KK) 05 August 2021 (2021-08-05) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2019/146423 A1 (FUJIFILM CORP.) 01 August 2019 (2019-08-01) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2019-059904 A (MAXELL HOLDINGS LTD.) 18 April 2019 (2019-04-18) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2013-200474 A (JVC KENWOOD CORP.) 03 October 2013 (2013-10-03) entire text, all drawings	1-9
A	US 2012/0019923 A1 (MICROVISION, INC.) 26 January 2012 (2012-01-26) entire text, all drawings	1-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "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 27 October 2022		Date of mailing of the international search report 08 November 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/035856

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021/153763	A1	05 August 2021	CN	115004083	A	
WO	2019/146423	A1	01 August 2019	US	2020/0326539	A1	
				entire text, all drawings			
JP	2019-059904	A	18 April 2019	(Family: none)			
JP	2013-200474	A	03 October 2013	US	2015/0009550	A1	
				entire text, all drawings			
				WO	2013/146096	A1	
US	2012/0019923	A1	26 January 2012	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 27/01(2006.01)i; G02B 5/30(2006.01)i; G02F 1/13(2006.01)i; G02F 1/13363(2006.01)i; G02F 1/1337(2006.01)i FI: G02B27/01; G02F1/13 505; G02F1/13363; G02F1/1337; G02B5/30		
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）） G02B27/01; G02B5/30; B60K35/00; C03C27/12 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2021/153763 A1（日本化薬株式会社）05.08.2021（2021-08-05） 全文、全図	1-9
A	WO 2019/146423 A1（富士フイルム株式会社）01.08.2019（2019-08-01） 全文、全図	1-9
A	JP 2019-059904 A（マクセルホールディングス株式会社）18.04.2019（2019-04-18） 全文、全図	1-9
A	JP 2013-200474 A（株式会社JVCケンウッド）03.10.2013（2013-10-03） 全文、全図	1-9
A	US 2012/0019923 A1（MICROVISION, INC.）26.01.2012（2012-01-26） 全文、全図	1-9
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
27.10.2022	08.11.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 山本 貴一 2L 4086 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/035856

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/153763	A1	05.08.2021	CN	115004083	A	
WO	2019/146423	A1	01.08.2019	US	2020/0326539	A1	
				全文, 全図			
JP	2019-059904	A	18.04.2019	(ファミリーなし)			
JP	2013-200474	A	03.10.2013	US	2015/0009550	A1	
				全文, 全図			
				WO	2013/146096	A1	
US	2012/0019923	A1	26.01.2012	(ファミリーなし)			