

(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8月9日(09.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/143231 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 27/01 (2006.01) B60K 35/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/003090
- (22) 国際出願日: 2018年1月31日(31.01.2018)
- (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 2017-015980 2017年1月31日(31.01.2017) JP
- (71) 出願人: 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 原 英之 (HARA Hideyuki); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP). 橋本 慶介 (HASHIMOTO Keisuke); 〒1628001 東京都

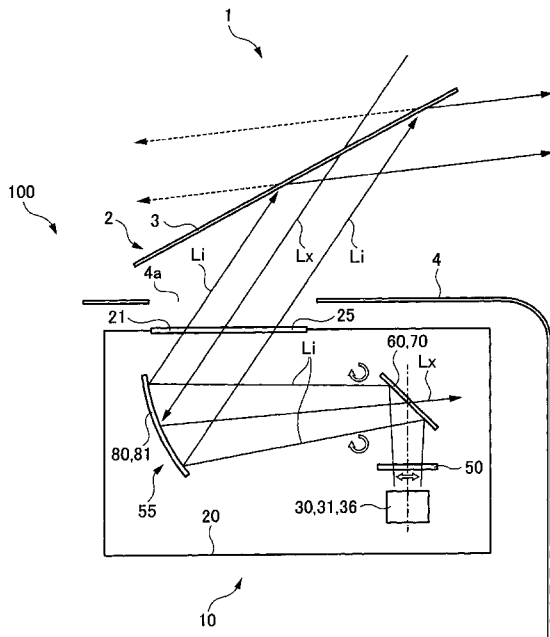
新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 永井 浩之, 外 (NAGAI Hiroshi et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番6号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 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, 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DISPLAY DEVICE, PROJECTION DEVICE, AND MOVABLE BODY

(54) 発明の名称: 表示装置、投射装置および移動体



(57) Abstract: A display device (10) has an image formation device (30) for emitting image light (Li), and a guidance means (55) for guiding the image light Li. The guidance means includes a polarization selection reflection layer (70) including one or more layers that have a cholesteric liquid crystal structure. The polarization selection reflection layer reflects the image light to change the optical path of the image light.

(57) 要約: 表示装置 (10) は、画像光 (Li) を射出する画像形成装置 (30) と、画像光 Li を誘導する誘導手段 (55) と、を有する。誘導手段は、コレステリック液晶構造を有した一以上の層を含む偏光選択反射層 (70) を含む。偏光選択反射層は、画像光を反射して画像光の光路を変化させる。



WO 2018/143231 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, 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).

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：表示装置、投射装置および移動体

技術分野

[0001] 本発明は、表示装置、投射装置および表示装置を有する移動体に関する。

背景技術

[0002] 車、船、鉄道車両、飛行機等の移動体の多くに、表示装置が搭載されている。特許文献1は、移動体に搭載される表示装置として、例えばヘッドアップディスプレイを開示している。特許文献1（JP2015-155948A）に開示された表示装置では、画像光を射出する画像形成装置が、ダッシュボードの内部等、直接視認されない位置に配置される。そして、画像形成装置によって形成された画像光は、鏡等の誘導手段により、運転者から視認できる位置へ誘導される。

[0003] ところで、移動体の内部は、窓ガラス等の光透過性部材で区画されており、温度上昇しやすくなっている。また、移動体内に入射した外光、典型的には太陽光が、表示装置に入射して、表示装置内で画像光の光路を逆向きに画像形成装置まで進むことも想定される。その一方で、画像形成装置は、耐熱性の低い光学フィルム、例えば液晶表示装置における上偏光板を含んでいる。このため、画像形成装置まで到達した外光により、画像形成装置の機能が害される可能性がある。

[0004] 特許文献1では、外光から画像形成装置を保護するための構成として、コレステリック液晶層を固定した層を含む反射層で画像形成装置を覆うことを提案している。この反射層は、コレステリック液晶層の偏光選択性および波長選択性を利用して、画像光とは異なる波長域の光および画像光とは異なる円偏光成分の光を反射し、その一方で画像光を透過させる。したがって、外光の大部分が、反射層で反射されて画像形成装置への入射を遮られる。

[0005] しかしながら、特許文献1の表示装置では、外光の多くが、反射層で反射されて画像光の誘導経路内で拡散する。つまり、表示装置に入射した不要な

光の多くが、反射層で反射され、画像光と同様の経路をたどって表示装置外へと進む。この結果、特許文献1では、反射層で反射した外光に起因し、画像のコントラストが低下するといった別の問題が生じる。

発明の開示

- [0006] 本発明は、以上の点を考慮してなされたものであり、移動体に搭載される表示装置において、画質の低下を引き起こすことなく、画像形成装置の温度上昇を効果的に抑制することを目的とする。
- [0007] 本発明による表示装置は、
移動体に搭載される表示装置であって、
画像光を射出する画像形成装置と、
前記画像光を誘導する誘導手段と、を備え、
前記誘導手段は、コレステリック液晶構造を有した一以上の層を含む偏光選択反射層を含み、
前記偏光選択反射層は、前記画像光を反射して前記画像光の光路を変化させる。
- [0008] 本発明による表示装置が、前記偏光選択反射層で反射された画像光が透光性を有した反射体で更に反射されることで観察されるようになるヘッドアップディスプレイとして機能してもよい。
- [0009] 本発明による表示装置が、
前記画像形成装置および前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、
前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成されていてもよい。
- [0010] 本発明による表示装置が、前記画像形成装置から前記偏光選択反射層までの前記画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層を、さらに備えるようにしてもよい。
- [0011] 本発明による表示装置が、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層を、さらに備えるように

してもよい。

[0012] 本発明による表示装置が、前記画像形成装置から前記偏光選択反射層までの前記画像光の光路上となり且つ前記偏光選択反射層で反射された前記画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層を、さらに備えるようにしてもよい。この表示装置において、前記1/4波長位相差層は、前記偏光選択反射層に積層されていてもよい。

[0013] 本発明による表示装置が、前記偏光選択反射層で反射され前記1/4波長位相差層を透過した後における前記画像光の光路上に配置された偏光子を、さらに備えるようにしてもよい。

[0014] 本発明による表示装置が、
前記画像形成装置および前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、
前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成され、
前記偏光子は、前記筐体の前記開口に設置されていてもよい。

[0015] 本発明による表示装置が、
前記画像形成装置及び前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、
前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成され、
前記1/4波長位相差層は、前記筐体内に配置されていてもよい。

[0016] 本発明による表示装置において、前記画像形成装置は、一方の直線偏光成分の光からなる前記画像光を射出するようにしてもよい。

[0017] 本発明による表示装置において、前記画像形成装置は、液晶表示装置を含むようにしてもよい。

[0018] 本発明による表示装置において、前記偏光選択反射層が、右円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層と、左円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層と、を含むようにしてもよい。

- [0019] 本発明による表示装置が、前記偏光選択反射層で反射された後における前記画像光の光路上に配置された偏光子を、さらに備えるようにしてもよい。
- [0020] 本発明による表示装置が、
前記画像形成装置及び前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、
前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成され、
前記偏光子は、前記筐体の前記開口に設置されていてもよい。
- [0021] 本発明による表示装置において、前記画像形成装置は、光源と、光源からの光の光路を変化させるデジタルマイクロミラーデバイスと、前記デジタルマイクロミラーデバイスで光路を変化させられた前記光が入射するスクリーンと、を含むようにしてもよい。
- [0022] 本発明による表示装置において、前記画像形成装置は、レーザー光を射出するレーザー光源と、前記レーザー光の光路を経時的に変化させる走査装置と、前記走査装置で光路を調整された前記レーザー光が入射するスクリーンと、を含むようにしてもよい。
- [0023] 本発明による投射装置は、
上述した本発明による表示装置のいずれかと、
前記表示装置から前記画像光を投射される被投射体と、を備える。
- [0024] 本発明による移動体は、上述した本発明による表示装置のいずれかを備える。
- [0025] 本発明によれば、移動体に搭載される表示装置において、画質の低下を引き起こすことなく、表示装置に含まれる画像形成装置の温度上昇を効果的に抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0026] [図1]図1は、本発明の一実施の形態を説明するための図であって、移動体および表示装置を模式的に示す縦断面図である。
- [図2]図2は、図1の表示装置に含まれ得る選択反射板及び画像形成装置を示

す図である。

[図3]図3は、選択反射板に含まれる偏光選択反射層の反射特性を示すグラフである。

[図4]図4は、選択反射板に含まれる偏光選択反射層の反射特性を示すグラフである。

[図5]図5は、表示装置の一変形例を示す縦断面図である。

[図6]図6は、表示装置の他の変形例を示す縦断面図である。

[図7]図7は、表示装置の更に他の変形例を示す縦断面図である。

[図8]図8は、画像形成装置の一変形例を説明するための図である。

[図9]図9は、画像形成装置の他の変形例を説明するための図である。

[図10]図10は、表示装置の更に他の変形例を示す縦断面図である。

[図11]図11は、図10の表示装置に含まれ得る選択反射板を示す図である。

[図12]図12は、選択反射板に含まれる偏光選択反射層の反射特性を示すグラフである。

[図13]図13は、表示装置の更に他の変形例を示す縦断面図である。

[図14]図14は、実施例1～4で用いた選択反射板を示す図である。

[図15]図15は、実施例1～4で用いた選択反射板の反射特性を示すグラフである。

[図16]図16は、実施例1～4で用いた選択反射板の反射特性を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。なお、本件明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺および縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

[0028] 図1～16は本発明による一実施の形態およびその変形例を説明するための図である。このうち図1は、表示装置の全体構成を移動体の一部分とともに示す縦断面図であり、図2は、表示装置の要部を示す縦断面図である。図

3及び図4は、それぞれ、表示装置に含まれる選択反射板の画像光に対する反射特性、又は、当該選択反射板の外光に対する反射特性を示すグラフである。

[0029] 図1に示すように、移動体1は、移動体本体2と、移動体本体2に搭載された表示装置10と、を有している。移動体本体2として、車、船、鉄道車両、飛行機等を例示することができる。図1に示された例において、移動体本体2は、自動車となっている。この例において、表示装置10は、ダッシュボード4内に配置され、フロントガラス3に画像を投影する。フロントガラス3に向けて投射された画像光は、フロントガラス3で反射して、移動体本体2の運転者によって観察され得るようになる。すなわち、フロントガラス4は、透光性を有した反射体として機能する。運転者は、表示装置10に含まれた画像形成装置30からフロントガラス3までの画像光 L_i の光路長に対応した距離だけ、フロントガラス3よりも前方となる位置に、虚像を視認するようになる。すなわち、図1に示された例において、表示装置10は、投影型の表示装置、より具体的にはヘッドアップディスプレイとして構成されている。また、フロントガラス4は、画像光を投射される被投射面をなす被投射体として、表示装置10とともに投射装置100を形成する。

[0030] 図1に示された例において、ダッシュボード4には、開口4aが形成されている。表示装置10からの画像光 L_i は、この開口4aを介して、フロントガラス3に向かう。一方、図1に示すように、フロントガラス3を介して移動体本体2の内部に入射してきた外光 L_x 、とりわけ太陽光は、画像光 L_i の光路を逆向きに進んで、表示装置10内に入射する。表示装置10に含まれる画像形成装置30は、とりわけ耐熱性の低い光学フィルム類を含んでおり、外光 L_x を受けることによって機能が害される可能性がある。以下に説明する一実施の形態では、表示装置10に含まれる画像形成装置の加熱を効果的に抑制するための工夫がなされている。以下、本実施の形態における表示装置10の詳細について説明していく。

[0031] なお、自動車に限られることなく、移動体1には、通常、表示装置10が

設けられており、移動体 1 の運転者または操縦者は、表示装置を介して、移動体本体 2 の状態や移動体本体 2 の周囲の様子を確認することができるようになっている。移動体 1 の運転者または操縦者は、通常、透明ガラス等で区画された領域内に位置し、透明ガラスを介して外部の状況を把握する。したがって、移動体本体 2 に搭載される表示装置 10 は、外光 L_x 、とりわけ太陽光を受光しやすい環境に設置される傾向にある。そして、以下に説明する一実施の形態は、自動車に限られることなく、移動体 1 一般に搭載される表示装置 10 において広く有用である。

[0032] 図 1 に示すように、表示装置 10 は、筐体 20 と、筐体 20 内に配置された画像形成装置 30 と、画像形成装置 30 で形成された画像光を筐体 20 外へと誘導する誘導手段 55 と、を有している。また、図示された例では、画像形成装置 30 からの画像光 L_i は、一方の直線偏光成分の光によって構成されている。このような画像形成装置 30 に対応して、画像形成装置 30 と誘導手段 55 との間に、 $1/4$ 波長位相差層 50 が設けられている。以下、各構成要素について説明する。

[0033] 筐体 20 は、樹脂または金属によって形成されている。図 1 に示すように、筐体 20 には、フロントガラス 3 に対面する位置に、開口 21 が形成されている。この開口 21 には、可視光透過性を有した透明カバー 25 が設けられている。透明カバー 25 は、一具体例として、ポリカーボネート樹脂やアクリル樹脂からなる透明板とすることができる。また、透明カバー 25 は、筐体 20 内への赤外線の入射を抑制する目的から、赤外線（近赤外線を含む概念）を選択的に反射する赤外線反射膜として機能するようにしてもよい。

[0034] 画像形成装置 30 は、画像を形成する装置であり、画像を形成する画像光 L_i を射出する。図 2 に示すように、画像形成装置 30 として、液晶表示装置 31 を用いることができる。

[0035] 液晶表示装置 31 は、液晶表示パネル 32 と、液晶表示パネル 32 の背面側に配置され液晶表示パネル 32 を背面側から面状に照らす面光源装置 33 と、を有している。面光源装置 33 は、直下型やエッジライト型等、種々の

形式のバックライトにより構成され得る。液晶表示パネル32は、面光源装置33からの光の透過または遮断を画素毎に制御するシャッターとして機能し、表示面に画像を表示することができる。

[0036] 図示された液晶表示パネル32は、面光源装置33の側から順に、下偏光板32a、液晶セル32b及び上偏光板32cを有している。下偏光板32a及び上偏光板32cは、吸収型の偏光子であり、入射した光を直交する二つの偏光成分（P波およびS波）に分解し、一方の方向（透過軸と平行な方向）に振動する直線偏光成分（例えば、P波）を透過させ、前記一方の方向に直交する他方の方向（吸収軸と平行な方向）に振動する直線偏光成分（例えば、S波）を吸収する機能を有している。

[0037] 液晶セル32bには、一つの画素を形成する領域毎に、電界印加がなされ得るようになっていて、そして、電界印加の有無によって液晶セル32b中の液晶分子の配向方向が変化するようになる。一例として、入光側に配置された下偏光板32aを透過した特定方向の偏光成分は、電界印加されていない液晶セル32bを通過する際にその偏光方向を90°回転させ、その一方で、電界印加された液晶セル32bを通過する際にその偏光方向を維持する。この場合、液晶セル32bへの電界印加の有無によって、下偏光板32aを透過した特定方向に振動する偏光成分が、下偏光板32aの出光側に配置された上偏光板32cをさらに透過するか、あるいは、上偏光板32cで吸収されて遮断されるか、を制御することができる。

[0038] このようにして液晶表示パネル32（液晶表示部）では、面光源装置33からの光の透過または遮断を画素毎に制御し得るようになっていて、なお、液晶表示装置31の詳細については、種々の公知文献（例えば、「フラットパネルディスプレイ大辞典（内田龍男、内池平樹監修）」2001年工業調査会発行）に記載されており、ここではこれ以上の詳細な説明を省略する。

[0039] 液晶表示装置31から射出する画像光 L_i は、上偏光板32cの透過軸に対応した一方の直線偏光成分の光となる。そして、図示された例では、画像形成装置30から射出した画像光 L_i は、1/4波長位相差層50に入射す

る。1/4波長位相差層50は、透過光に対して1/4波長分の位相差を付与する。したがって、一方の直線偏光成分の光からなる画像光L_iは、1/4波長位相差層50を透過することで、右円偏光成分または左円偏光成分に変換される。図1及び図2に示された例において、1/4波長位相差層50を透過した画像光L_iは、右円偏光成分に変換されている。なお、図1及び図2では、1/4波長位相差層50は、画像形成装置30から離間して配置されているが、これに限られない。1/4波長位相差層50は、画像形成装置30に対して固定されていてもよい。例えば、画像形成装置30の画像形成面に1/4波長位相差層50が積層されていてもよい。

[0040] 次に、誘導手段（光路調整光学系）55について説明する。誘導手段55は、画像形成装置30からの画像光L_iをフロントガラス3に向けて誘導する。すなわち、誘導手段55は、画像形成装置30からの画像光L_iをフロントガラス3に投影する投影光学系（投射光学系）である。誘導手段55は、選択反射板60及び反射手段80を有している。

[0041] このうち、選択反射板60は、画像光L_iを選択的に反射させて画像光L_iの光路を調整する一方で、表示装置10に入射してきた不要な外光L_xの多くを透過させるように構成されている。すなわち、選択反射板60は、画像光の光路と不要な外光L_xの光路とを区別する機能を期待された部材である。選択反射板60を設けることで、外光L_xが、画像形成装置30に進むことを効果的に防止している。一方、反射手段80は、画像光L_i及び外光L_xを分離させる機能を付与されていない。反射手段80は、例えば、反射鏡として構成され得る。とりわけ図示された例において、反射手段80は、凹面鏡81として構成されている。凹面鏡81を用いることで、画像形成装置30で形成される画像を拡大して投影することが可能となる。ただし、誘導手段55は、図示された例に限られず、例えば、反射手段80に代えて又は反射手段80に加えて、プリズム等の光学要素を含んでいてもよい。

[0042] 以下、誘導手段55の選択反射板60についてさらに詳述する。図2に示すように、選択反射板60は、基材61と、基材61に積層された偏光選択

反射層 70 と、を有している。偏光選択反射層 70 は、画像光 L_i を選択的に反射して画像光の光路を変化させる性質を有している。すなわち、偏光選択反射層 70 は、画像光 L_i をそれ以外の何らかの光から区別して、画像光をそれ以外の何らかの光よりも高い反射率で反射する。図示された例において、偏光選択反射層 70 は、画像光 L_i を外光 L_x よりも高い反射率で反射する。また、偏光選択反射層 70 は、外光 L_x を選択的に透過する性質を有している。すなわち、偏光選択反射層 70 は、外光 L_x をそれ以外の何らかの光から区別して、外光 L_x をそれ以外の何らかの光よりも高い透過率で透過させる。図示された例において、偏光選択反射層 70 は、外光 L_x を画像光 L_i よりも高い透過率で透過させる。

[0043] 偏光選択反射層 70 は、具体的な構成として、コレステリック液晶構造を有したコレステリック液晶構造層を含んでいる。コレステリック液晶構造層は、コレステリック規則性を示す液晶性組成物からなり、コレステリック液晶構造における液晶分子の物理的な分子配列として、液晶分子のダイレクターが層の厚さ方向に連続的に回転してなる螺旋構造をとっている。そして、コレステリック液晶構造は、このような液晶分子の物理的な分子配列に基づいて、一方向の円偏光成分と、これと逆回りの円偏光成分とを分離する偏光分離特性を有している。すなわち、コレステリック液晶構造において、螺旋軸に沿って入射した無偏光状態の光は、2つの偏光状態の光（右円偏光及び左円偏光）に分離され、一方は透過され、残りは反射される。この現象は、円偏光二色性として知られ、液晶分子の螺旋構造における螺旋巻き方向を適宜選択すると、この螺旋巻き方向と同一の旋光方向を有する円偏光成分が選択的に反射される。

[0044] この場合の最大旋光光散乱は、次式（1）の波長 λ_0 で生じる。

$$\lambda_0 = n_{av} \cdot p \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 p は液晶分子の螺旋構造における螺旋ピッチ長（液晶分子の分子螺旋の1ピッチ当たりの長さ）、 n_{av} は螺旋軸に直交する平面内での平均屈折率である。

[0045] また、このときの反射光の波長バンド幅 $\Delta\lambda$ は次式(2)で表される。ここで、 Δn は複屈折値である。

$$\Delta\lambda = \Delta n \cdot p \quad \dots \quad (2)$$

[0046] すなわち、コレステリック液晶構造層は、円偏光選択性に加え波長選択性をも有している。したがって、選択反射中心波長 λ_0 を中心とした波長バンド幅 $\Delta\lambda$ の範囲(選択反射波長域)に属する一方の円偏光成分(例えば選択反射波長域内の右円偏光)の光が、偏光選択反射層70で選択的に反射され(それ以外の光よりも高反射率で反射され)、それ以外の光が、偏光選択反射層70で選択的に透過される(選択反射波長域内の右円偏光成分の光よりも高い透過率で透過される)。

[0047] なお、偏光選択反射層70は、可視光域(例えば、380nm~780nmの波長域)の一部分のみをカバーする特定の波長域の光を選択的に反射することが好ましい。より具体的には、偏光選択反射層70は、画像形成装置30から投射される画像光 L_i の波長域に対応する波長域の光のみを選択的に反射することが好ましい。また、複数の波長域の光を反射する必要がある場合、すなわち、画像光 L_i が複数の波長域の可視光で構成されている場合、偏光選択反射層70は、不連続的に異なる螺旋ピッチ長を有する少なくとも2以上のコレステリック液晶構造層を含んでいることが好ましい。例えば、画像形成装置30は一般に、光の三原色である赤色(R)、緑色(G)及び青色(B)の波長域の光によりカラー表示を実現している。したがって、例えば、偏光選択反射層70に対して光が垂直に入射する場合を基準にして、選択反射中心波長が430~460nm、540~570nm及び580~620nmの範囲に存在する光を選択的に反射するように、偏光選択反射層70に含まれる複数のコレステリック液晶構造層について、コレステリック液晶構造の螺旋ピッチ長を決定することが好ましい。

[0048] なお、コレステリック液晶構造層のコレステリック液晶構造は、光が斜めに入射した際にその選択反射波長域が短波長側へシフト(いわゆる「ブルーシフト」)するという光学特性を有している。したがって、画像形成装置3

0から選択反射板60に入射する画像光Liの入射角に応じて、適宜、コレステリック液晶構造の螺旋ピッチ長を調節するようにすることが好ましい。

[0049] 図2に示された例において、偏光選択反射層70は、赤色(R)の波長域の右円偏光成分の光を選択的に反射する第1コレステリック液晶構造層71と、緑色(G)の波長域の右円偏光成分の光を選択的に反射する第2コレステリック液晶構造層72と、青色(B)の波長域の右円偏光成分の光を選択的に反射する第3コレステリック液晶構造層73と、を有している。

[0050] コレステリック液晶構造層71, 72, 73の厚さは、選択的に反射される特定の円偏光成分の光を略100%反射する程度の大きさ(反射率が飽和する程度の大きさ)とすることが好ましい。コレステリック液晶構造層の反射率は、直接的には螺旋ピッチ数に依存しているが、螺旋ピッチ長が固定であるとすれば間接的にはコレステリック液晶構造層の厚さに依存している。具体的には、100%の反射率を得るためには、4~8ピッチ程度必要といわれているので、コレステリック液晶構造層を形成するための材料(例えばコレステリック規則性を示す液晶性組成物)の材料の種類や選択反射波長域にもよるが、例えば赤色(R)、緑色(G)及び青色(B)のいずれかの波長域の光を反射する一層分のコレステリック液晶構造層であれば1~10 μ m程度の厚さを有することが好ましい。一方で、コレステリック液晶構造層の厚さは、厚くなればなるほどよいというわけではなく、厚くなりすぎると配向の制御などが困難となったり、ムラが生じたり、また材料自体による光吸収の程度が大きくなるので、上述した範囲が適切である。

[0051] 一具体例として、第1コレステリック液晶構造層71が、600nm以上700nm以下の波長域の無偏光の光を30%以上の反射率で反射し、第2コレステリック液晶構造層72が、450nm以上550nm以下の波長域の無偏光の光を30%以上の反射率で反射し、第3コレステリック液晶構造層73が、300nm以上400nm以下の波長域の無偏光の光を30%以上の反射率で反射するようにしてもよい。

[0052] 次に、以上の構成からなる表示装置10の作用について説明する。

[0053] まず、画像形成装置30から画像光Liが射出する。画像形成装置30は、液晶表示装置31である。したがって、画像光Liは、液晶表示装置31の上偏光板32cの透過軸の向きに対応した直線偏光成分の光によって構成されている。図1及び図2に示すように、画像形成装置30から射出した画像光Liは、次に、1/4波長位相差層50を透過する。1/4波長位相差層50は、1/4波長分の位相変調を画像光Liに対してもたす。この結果、画像光Liの偏光状態は、一方の直線偏光から一方の円偏光、例えば右円偏光へと変換される。

[0054] 1/4波長位相差層50を透過した画像光Liは、選択反射板60に向かう。図2に示すように、選択反射板60は、第1コレステリック液晶構造層71、第2コレステリック液晶構造層72及び第3コレステリック液晶構造層73を有している。コレステリック液晶構造層は、コレステリック液晶構造を有した層であって、波長選択性および円偏光選択性を有しており、画像光Liを選択的に反射させることができる。選択反射板60で反射された画像光Liは、その後、反射手段80で拡大反射される。反射手段80で拡大反射された画像光Liは、透明カバー25を通過して、表示装置10から出射する。画像光Liは、その後フロントガラス3で反射して、観察者である運転者や操縦者に観察されるようになる。

[0055] ここで、図3のグラフは、550nmに選択反射中心波長を設定したコレステリック液晶構造層の反射特性の一例を示している。図3に示された反射特性は、液晶表示装置31からの画像光Liの入射を想定し、コレステリック液晶構造層への入射光を右円偏光成分の光に設定して、(日本分光)製の(V-670)を用いて測定した。図3に示された結果から、選択反射中心波長の画像光Liを、80%程度の高反射率で反射し得ることが理解される。したがって、コレステリック液晶構造層で画像光Liを反射して誘導する表示装置10によれば、画像形成装置30からの画像光Liを高効率で使用して、画像を明るく表示することが可能となる。

[0056] また、図示された例において、最終的に観察されるようになる画像光は、

一方の円偏光成分からなっている。したがって、偏光サングラスを装着した観察者によっても、画像が観察され得る。

[0057] ところで、従来技術の欄で既に説明したように、表示装置10には、筐体20の開口21を通過して（図示された例では、透明カバー25を透過して）、外光 L_x が入射してくる。従来、この外光 L_x が、画像光 L_i の光路を逆向きに進み、耐熱性の低い光学フィルム（例えば、上偏光板32c）を含む画像形成装置30へ入射することが問題となっていた。とりわけ、画像光 L_i の拡大投影を目的として、凹面鏡81やレンズ等が表示装置10に設けられることもある。このような表示装置では、凹面鏡81やレンズ等の光学要素によって外光 L_x が集光されることもあり、この問題がより顕著となる。

[0058] この問題に対して、特許文献1（JP2015-155948A）では、コレステリック液晶層を固定した層を含む反射層で画像形成装置を覆うことを提案している。すなわち、特許文献1では、コレステリック液晶層の偏光選択性および波長選択性を利用して、画像光を透過させる一方で、画像光とは異なる波長域の光および画像光とは異なる円偏光成分の光を反射する。したがって、外光の大部分が、反射層で反射されて画像形成装置への入射を遮られる。特許文献1で提案された構成は、外光照射に起因した画像形成装置の温度上昇を防止することには一定の効果を奏するかもしれないが、この解決手段に起因して、表示装置の筐体内において外光が拡散してしまうといった別の問題が生じた。より具体的には、外光の拡散によって、画像のコントラストが低下するという問題が生じた。

[0059] 以上の問題および従来技術に対し、本実施の形態では、偏光選択反射層70が、画像光 L_i を選択反射し、画像光 L_i とは異なる波長域の光および画像光 L_i とは異なる円偏光成分の光を透過させる。ここで、図4のグラフは、550nmに選択反射中心波長を設定したコレステリック液晶構造層の反射特性の一例を示している。図4に示された反射特性は、外光 L_x の入射を想定し、入射光を無偏光として、図3に示された反射特性と同一の測定器を

用いて測定した。図4に示すように、コレステリック液晶構造層は、選択反射中心波長の外光 L_x を50%程度反射するものの、その波長選択性は極めて鋭く、選択反射中心波長から30nm程度ずれた光の反射率は30%程度にまで低下し、さらに、選択反射中心波長から45nm程度ずれた光の反射率は15%程度にまで低下する。したがって、外光 L_x のうち選択反射板60で反射する光は、僅かに過ぎない。つまり、本実施の形態によれば、画像形成装置30が外光照射による加熱で損傷するといった不具合に効果的に対処することができる。

[0060] また、本実施の形態において、画像形成装置30は、外光 L_x の偏光選択反射層70への入射方向に沿って、偏光選択反射層70と対面する位置に配置されていない。画像形成装置30は、偏光選択反射層70に正対する位置に配置されていない。つまり、特許文献1では、コレステリック液晶層によって画像形成装置30を外光 L_x から遮断することで遮熱していたのに対し、本実施の形態では、コレステリック液晶構造層を用いることで、画像形成装置30を外光 L_x から退避させる配置を可能にし、これにより避熱を実現している。このため、本実施の形態では、外光 L_x を反射させる必要はなく、外光 L_x の反射に起因したコントラスト低下を効果的に回避することができる。

[0061] さらに、図2に示された例のように、選択反射板60は、基材61と、基材61上に積層された三つのコレステリック液晶構造層71, 72, 73と、に加え、基材61のコレステリック液晶構造層71, 72, 73とは反対側に積層された吸収層62を、有していることが好ましい。この吸収層62が、ビームストッパとして機能し、外光 L_x を筐体20内で拡散させることなく回収することができる。これにより、外光拡散に起因したコントラスト低下を極めて効果的に防止することができる。なお、吸収層62としては、特に限定されることなく、可視光および赤外線（近赤外線を含む概念）を吸収し得る部材を用いることができる。具体的には、黒色の光吸収性ゴム材料や無機酸化物（一例として、黒アルマイト処理したアルミニウム）等を用い

ることができる。また、この吸収層の加熱を防止するため、放熱フィンを吸収層62に設置することや、送風ファン等の冷却手段を設けることも有効である。

[0062] 外光 L_x の処理方法に関する他の例として、図5に示された例では、画像光 L_i を誘導するための誘導手段55とは別途に、選択反射板60を透過した外光 L_x を誘導するための外光誘導手段63が設けられている。外光誘導手段63は、光を誘導する種々の要素、例えば、レンズ、プリズム、反射鏡等を有し得る。図5に示された例において、外光誘導手段63は、外光 L_x の光路を曲げる反射鏡から構成されている。この外光誘導手段63は、外光 L_x を筐体20に設けられた排出開口22を介して、筐体20の外部へと誘導している。ただし、この例に限られず、画像形成装置30を冷却するために設けられた放熱フィンや、移動体本体2に設置された冷却システムに外光 L_x を誘導するようにしてもよい。なお、図5に示す例において、排出開口22は、可視光透過性の蓋材22aによって覆われている。蓋材22aは、外光 L_x を透過することができ、且つ、筐体20内へ粉塵等が入ることを防止している。

[0063] さらに、コレステリック液晶層の波長選択制は鋭く、選択反射波長域は狭い。その一方で、画像光 L_i の波長域の範囲は、画像光 L_i の波長域を除いた外光 L_x の波長域の範囲、すなわち、選択透過させるべき波長域の範囲よりも狭い。したがって、特許文献1（JP2015-155948A）で提案されているように、画像光とは異なる波長域の可視光および赤外線を反射するには、選択反射中心波長の異なる多数のコレステリック液晶層を積層する必要が生じる。すなわち、特許文献1で提案された構成では、コレステリック液晶層の多層化、複雑化、高額化といった問題も生じ得る。

[0064] 一方、本実施の形態によれば、選択反射板60の偏光選択反射層70は、画像光 L_i を選択反射すればよい。画像光 L_i の波長域は限られており、その波長域も狭い。したがって、偏光選択反射層70は、多数のコレステリック液晶構造層を含む必要はなく、典型的には、単色表示の表示装置において

単一のコレステリック液晶構造層を含めば十分であり、カラー表示の表示装置では選択反射波長域の異なる光の三つのコレステリック液晶構造層を含めば十分である。この点から、特許文献1に開示された構成と比較して、本実施の形態によれば、偏光選択反射層70の多層化、複雑化、高額化を効果的に防止することができる。

[0065] なお、図3及び図4には、コレステリック液晶構造層の反射特性に加えて、コールドミラーの反射特性も示している。図3におけるコールドミラーの反射特性は、入射光を一方の円偏光とした場合の測定値であり、図4におけるコールドミラーの反射特性は、入射光を無偏光とした場合の測定値である。コールドミラーは、赤外線（近赤外線を含む概念）を透過する一方で、可視光を選択的に反射する部材である。したがって、本実施の形態における偏光選択反射層70に代えてコールドミラーを用いた表示装置では、画像形成装置30から射出した画像光 L_i はコールドミラーで反射するが、赤外線はコールドミラーを透過して画像形成装置30への入射を規制される。しかしながら、外光のうちの可視光は、コールドミラーで反射して画像形成装置に到達し得る。したがって、移動体が移動する領域の環境や天候によっては、画像形成装置が、太陽光に含まれる可視光を照射されて損傷することも十分にあり得る。この点は、図4に示された、コレステリック液晶構造層とコールドミラーとの間での可視光に対する反射率の相違から理解され得るし、後述する実施例においても実証されている。つまり、コールドミラーを用いた表示装置では、本実施の形態と同程度に、画像形成装置30の外光による温度上昇を防止することは不可能である。

[0066] 以上に説明してきた上述の一実施の形態において、移動体1に搭載される表示装置10は、画像光 L_i を射出する画像形成装置30と、画像光 L_i を誘導する誘導手段（投影光学系、投射光学系）55と、を有している。誘導手段55は、コレステリック液晶構造を有した一以上の層を含む偏光選択反射層70を含んでいる。偏光選択反射層70は、画像光 L_i を反射して画像光 L_i の光路を変化させる。

[0067] すなわち、この表示装置10では、偏光選択反射層70は、画像光 L_i を反射させる一方で、画像光 L_i とは異なる円偏光成分の光や画像光 L_i とは異なる波長域の光を透過させることができる。偏光選択反射層70をなすコレステリック液晶構造層の選択反射波長域は比較的狭いことから、赤外線（近赤外線を含む概念）及び画像光 L_i とは異なる波長域の可視光等、画像光 L_i の光路を逆向きに進むようにして表示装置10に入射した外光 L_x の大部分は、偏光選択反射層70を透過するようになる。これにより、画像形成装置30に多くの外光 L_x が入射することを効果的に回避することができる。そして、画像形成装置30が外光により加熱され損傷に至ること効果的に防止することができる。

[0068] 加えて、この表示装置10では、反射ではなく偏光選択反射層70を透過させることによって、表示装置10に入射した不要な光を画像形成装置30から反らしている。したがって、不要な光が、画像光 L_i と同様の光路に沿って表示装置10から出射することを効果的に防止することができる。そして、この不要な光に起因したコントラスト低下による画像劣化を効果的に回避することができる。さらに、画像形成装置30から反らされた不要な光の多くを、偏光選択反射層70を透過した後に回収することもできる。これにより、表示装置10に入射した外光 L_x に起因する画像の劣化を、より効果的に防止することができる。

[0069] また、偏光選択反射層70を作製する際、可視光波長域のうちの画像光 L_i の波長域に選択反射波長域を有するコレステリック液晶構造層のみを用意すればよい。フルカラーの表示装置10においても、画像光 L_i の波長域は限られている。したがって、偏光選択反射層70は、多数のコレステリック液晶構造層を含む必要はなく、典型的には、単色表示の表示装置10において単一のコレステリック液晶構造層を含めば十分であり、カラー表示の表示装置10では選択反射波長域の異なる光の三原色である赤・緑・青の少なくとも三つ、多くても画像形成装置の光源波長帯域を包含する選択反射波長域のコレステリック液晶構造層を含めば十分である。したがって、偏光選択反

射層の多層化、複雑化、高額化を効果的に防止することができる。

[0070] さらに、円偏光成分の光によって形成された画像は、偏光サングラスを介しても視認され得る。以上のことから、本実施の形態による表示装置10は、外光が入射し易い環境となる移動体1へ好適である。

[0071] また上述した一実施の形態において、表示装置10は、画層形成装置30から偏光選択反射層70までの画像光 L_i の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層50を、さらに有している。画像形成装置30が射出する画像光 L_i が一方の直線偏光成分の光である場合、典型的には、画像形成装置30が液晶表示装置31やレーザープロジェクタ等である場合、偏光選択反射層70迄の光路上に配置された1/4波長位相差層50により、偏光選択反射層70で選択的に反射されるようになる円偏光成分の光に画像光 L_i を変換することができる。したがって、画像形成装置30を適宜選択しながら、上述した優れた作用効果を楽しむことができる。

[0072] さらに上述した一実施の形態において、画像形成装置30は、一方の直線偏光成分の光からなる画像光 L_i を射出する。一方の直線偏光成分の光からなる画像光 L_i は、1/4波長位相差層50を用いることにより、円偏光成分に変換することができる。したがって、画像形成装置30から射出する画像光 L_i を、高い利用効率で使用することができる。

[0073] なお、上述した実施の形態に対して様々な変更を加えることが可能である。以下、図面を参照しながら、変形の一例について説明する。以下の説明および以下の説明で用いる図面では、上述した実施の形態と同様に構成され得る部分について、上述の実施の形態における対応する部分に対して用いた符号と同一の符号を用いるとともに、重複する説明を省略する。

[0074] 例えば、図6に示すように、表示装置10が、偏光選択反射層70で反射された画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層51を、さらに有するようにしてもよい。この1/4波長位相差層51によれば、偏光選択反射層70で反射された画像光 L_i を、円偏光成分から直線偏光成分の光に変換することができる。直線偏光成分の画像光 L_i に対しては、種々

の光学アプリケーションの適用が容易となる。

[0075] さらに、図6に示すように、表示装置10が、偏光選択反射層70で反射され1/4波長位相差層51を透過した後における画像光Liの光路上に配置された偏光子27を更に有するようにしてもよい。偏光子27は、吸収型偏光子27a及び反射型偏光子27bのいずれとしてもよい。図6に示された例では、上述した一実施の形態における透明カバー25に代えて、筐体20の開口21に、吸収型偏光子27a又は反射型偏光子27bが設置されている。吸収型偏光子27aは、入射した光を直交する二つの偏光成分（P波およびS波）に分解し、一方の方向（透過軸と平行な方向）に振動する直線偏光成分（例えば、P波）を透過させ、前記一方の方向に直交する他方の方向（吸収軸と平行な方向）に振動する直線偏光成分（例えば、S波）を吸収する機能を有している。また、反射型偏光子27bは、入射した光を直交する二つの偏光成分（P波およびS波）に分解し、一方の方向（透過軸と平行な方向）に振動する直線偏光成分（例えば、P波）を透過させ、前記一方の方向に直交する他方の方向（吸収軸と平行な方向）に振動する直線偏光成分（例えば、S波）を反射させる機能を有している。

[0076] 図6に示された例において、画像光Liは、1/4波長位相差層51を透過することで円偏光成分から直線偏光成分へと変換される。そして、吸収型偏光子27a又は反射型偏光子27bを、画像光Liをなす直線偏光成分の光が透過し得るように配置すれば、画像光Liの利用効率は低下しない。また、画像光Liが、円偏光である場合よりも直線偏光（例えばS波）である場合の方が、フロントガラス3での反射率が高く画像光Liを有効利用し得ることが確認された。この点においても、偏光選択反射層70で反射された画像光Liの光路上に1/4波長位相差層を設けることは有効である。

[0077] 一方、図6に示された例において、外光Lxは、その半分しか、吸収型偏光子27a又は反射型偏光子27bを透過することができない。したがって、画像光Liの利用効率を維持しながら、表示装置10の筐体20内に入射する外光Lxの量を大幅に低減することができる。これにより、画像の明る

さに影響を及ぼすことなく、画像形成装置 30 の温度上昇および画像のコントラスト低下をさらに効果的に防止することができる。

[0078] なお、上述した透明カバー 25 と同様に、偏光子 27 に赤外線反射膜が積層されていてもよい。

[0079] さらに、図 7 に示すように、表示装置 10 が、上述した 1/4 波長位相差層 50 に代えて、画像形成装置 30 から偏光選択反射層 70 までの画像光 L_i の光路上となり且つ偏光選択反射層 70 で反射された画像光 L_i の光路上となる位置に配置された 1/4 波長位相差層 52 を、さらに有するにしてもよい。この例によれば、画像形成装置 30 が射出する画像光 L_i が一方の直線偏光成分の光である場合、典型的には、画像形成装置 30 が液晶表示装置 31 やレーザープロジェクタ等である場合、偏光選択反射層 70 迄の光路上に配置された 1/4 波長位相差層 52 により、偏光選択反射層 70 で選択的に反射されるようになる円偏光成分の光に画像光 L_i を変換することができる。また、偏光選択反射層 70 で反射された画像光 L_i を、同一の 1/4 波長位相差層 52 によって、直線偏光成分に再変換することが可能となる。この結果、偏光選択反射層 70 で光路を調整された後における画像光 L_i の偏光状態を、直線偏光成分に変換することができる。直線偏光成分の画像光 L_i に対しては、種々の光学アプリケーションの適用が容易となる。

[0080] とりわけ、図 7 に示された例では、1/4 波長位相差層 52 は、偏光選択反射層 70 に積層されている。このような 1/4 波長位相差層 52 の配置によれば、画像光 L_i は、偏光選択反射層 70 に入射する際と偏光選択反射層 70 で反射された後の二回にわたって、1/4 波長位相差層 52 をより確実に透過することができる。そして、1/4 波長位相差層 52 を偏光選択反射層 70 に近接して配置することができるので、表示装置 10 を小型化することができる。

[0081] なお、図 6 に示された例と同様に、図 7 に示された例においても、表示装置 10 が、偏光選択反射層 70 で反射され 1/4 波長位相差層 52 を透過した後における画像光 L_i の光路上に配置された偏光子 27 (吸収型偏光子 2

7 a又は反射型偏光子27 b)を、さらに有するようにしてもよい。吸収型偏光子27 a又は反射型偏光子27 bを設置することで、図6を参照して既に説明したように、画像の明るさに影響を及ぼすことなく、画像形成装置30の温度上昇および画像のコントラスト低下をさらに効果的に防止することも可能となる。

[0082] さらに、上述した一実施の形態において、一方の直線偏光成分からなる画像光 L_i を射出する画像形成装置30として、液晶表示装置31を例示したが、この例に限られない。例えば、図8に示すように、レーザープロジェクタ36を、一方の直線偏光成分からなる画像光 L_i を射出する画像形成装置30として、利用可能である。図8に示されたレーザープロジェクタ36は、レーザー光を射出するレーザー光源37と、レーザー光の光路を経時的に変化させる走査装置38と、走査装置で光路を調整されたレーザー光が入射するスクリーン39と、を含んでいる。走査装置38は、スクリーン上をレーザー光が走査するように、レーザー光の光路を調整する。スクリーン上を画素領域に区分けして、画素領域毎にレーザー光源37からのレーザー光の射出および射出停止を制御することで、レーザー光源37上に画像を形成する。なお、レーザー光源37から発振されるレーザー光の偏光状態を一方の直線偏光成分に整えておくことにより、レーザープロジェクタ36は、一方の直線偏光成分からなる画像光 L_i を走査装置38から射出することができる。図8に示されたレーザープロジェクタ36は、液晶表示装置と比較して、光源光の利用高効率が高くなる点において有利である。

[0083] さらに、上述した一実施の形態において、一方の直線偏光成分からなる画像光 L_i を射出する画像形成装置30を用いる例を示したが、これに限られない。無偏光の画像光 L_i を射出する画像形成装置を使用することも可能である。無偏光の画像光 L_i が偏光選択反射層70に入射した場合、画像光 L_i の略半分が、偏光選択反射層70で反射される。すなわち、画像光 L_i の利用効率が低下するが、外光反射に起因した画像のコントラスト低下を効果的に防止し得るといった上述の作用効果を楽しむことができる。例えば、

図8に示されたレーザープロジェクタ36において、レーザー光源37が偏光状態を調整されていないレーザー光を発振する場合や、図2に示された液晶表示装置31や図8に示されたレーザープロジェクタ36が強い拡散機能を有した部材を含む場合、無偏光の画像光Liが画像形成装置30から射出される。

[0084] また、図9に示すようなデジタルマイクロミラーデバイス44を利用した画像形成装置41も、特別な手段を用いなければ、無偏光の画像光Liを射出する。図9に示された画像形成装置41は、無偏光の光を射出する光源42と、プリズム43と、デジタルマイクロミラーデバイス44と、を有している。光源42は、例えば発光ダイオードを含み、無偏光の面状光をプリズム43に照射する。面状光は、プリズム43を透過してデジタルマイクロミラーデバイス44に入射する。デジタルマイクロミラーデバイス44は、多数の微小ミラーを含むMEMS素子であり、反射型の空間光変調器として機能する。デジタルマイクロミラーデバイス44は、画素毎に微小ミラーの反射方向を切り替えることで、画像を形成する。デジタルマイクロミラーデバイス44で形成された画像光Liは、プリズム43で全反射して、誘導手段55の選択反射板60へと向かう。

[0085] なお、図9に示された画像形成装置41は、液晶表示装置と比較して、光源光の利用高効率が非常に高くなる点において有利である。画像光Liの略半分しか偏光選択反射層70で反射され得なかったとしても、光源光の利用効率は全体として高くなる。

[0086] さらに、無偏光の画像光Liを射出する画像形成装置30との組み合わせにおいて、光源光の利用効率を改善する工夫が可能である。図10に示された例では、無偏光の画像光Liを射出する画像形成装置30を用いるとともに、偏光選択反射層70が、右円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層と、左円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層と、の両方を含むようにしてもよい。このような例によれば、コレステリック液晶構造層の選択反射波長域内にある無偏光の画像光Liを、偏光選択

反射層 70 で、高反射率にて反射することができ、光源光に利用効率及び表示装置 10 全体のエネルギー効率を大幅に改善することができる。

[0087] 右円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層および左円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層は、液晶分子がなす螺旋構造の巻き方向を互いに逆向きとしている。そして、右円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層および左円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層は、螺旋構造のピッチを同一とすることで、同一の選択反射中心波長を有するようになる。図 11 に示された具体例において、偏光選択反射層 70 は、第 1～第 6 コレステリック液晶構造層 71～76 を有している。第 1～第 3 のコレステリック液晶構造層 71, 72, 73 は、右円偏光成分の光を選択反射し、第 4～第 6 のコレステリック液晶構造層 74, 75, 76 は、左円偏光成分の光を選択反射する。第 1 コレステリック液晶構造層 71 及び第 4 コレステリック液晶構造層 74 は、同一の選択反射中心波長を有し、赤色 (R) の波長域の光を選択反射する。第 2 コレステリック液晶構造層 72 及び第 5 コレステリック液晶構造層 75 は、同一の選択反射中心波長を有し、緑色 (G) の波長域の光を選択反射する。第 3 コレステリック液晶構造層 73 及び第 6 コレステリック液晶構造層 76 は、同一の選択反射中心波長を有し、青色 (B) の波長域の光を選択反射する。

[0088] ここで、図 12 のグラフは、550 nm に選択反射中心波長を設定した二枚のコレステリック液晶構造層を重ねてなる偏光選択反射層の反射特性の一例を示している。この偏光選択反射層に含まれる二枚のコレステリック液晶構造層は、液晶分子がなす螺旋構造の巻き方向が互いに対して逆向きとした。図 12 に示された反射特性は、入射光を無偏光として、図 3 に示された反射特性と同一の測定器を用いて測定した。図 12 に示すように、偏光選択反射層は、選択反射中心波長の画像光を 80% 近くの高反射率で反射することができ、しかもその波長選択性は鋭い。したがって、無偏光の画像光を用いた例においても、画像を高トラストで明るく表示しながら、画像形成装置 30 が外光照射により加熱されて損傷するといった不具合に効果的に対処する

ことができる。

[0089] さらに、図10に示された例においても、表示装置10が、偏光選択反射層70で反射された後における画像光 L_i の光路上に配置された偏光子27を更に有するようにしてもよい。偏光子27は、吸収型偏光子27a及び反射型偏光子27bのいずれとしてもよい。図13に示された例では、図10に示された表示装置10における透明カバー25に代えて、筐体20の開口21に、吸収型偏光子27a又は反射型偏光子27bが設置されている。

[0090] この例において、画像光 L_i は、偏光子27を透過する際に、その光量を略半分落としてしまう。しかしながら、上述したように、無偏光の画像光 L_i を射出する画像形成装置自体のエネルギー効率が優れているため、表示装置10全体としてのエネルギー効率も依然として高い水準となる。その一方で、図13に示された例において、外光 L_x は、その半分しか、偏光子27を透過することができない。したがって、表示装置10の筐体20内に入射する外光 L_x の量を大幅に低減することができる。これにより、画像形成装置30の温度上昇および画像のコントラスト低下をさらに効果的に防止することができる。

[0091] なお、以上において上述した実施の形態に対するいくつかの変形例を説明してきたが、当然に、複数の変形例を適宜組み合わせることも可能である。

実施例

[0092] 以下、実施例を用いて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

[0093] <サンプル>

車用のヘッドアップディスプレイとして機能する表示装置10（実施例1～4及び比較例1～4）を作製した。この表示装置は、図7に示された構成を有するようにした。具体的には、表示装置10は、液晶表示装置31（画層形成装置30）と、画像光を反射する選択反射板60及び凹面鏡81（反射手段80）と、選択反射板60に積層された1/4波長位相差層52と、

を有するようにした。また、図7に示すように、表示装置（実施例1～4及び比較例1～4）は、開口21が形成された筐体20と、開口21を覆うように設けられた透明カバー25と、を有するようにした。

[0094] 実施例1～4及び比較例1～4の間で、表1に示すように、選択反射板60および透明カバー25を変更した。

[0095] 実施例1～4では、図14に示された構成を有する選択反射板60を用いた。実施例1～4で用いた選択反射板60は、一方の偏光成分を反射する五つのコレステリック液晶構造層を含むようにした。五つのコレステリック液晶構造層が反射する選択中心波長は、互いに異なるようにした。五つのコレステリック液晶構造層の反射光の色は、それぞれ、暗赤色、赤色、緑色、明青色、青色となるようにした。図15のグラフには、一方の直線偏光（S波）が30°の入射角度で入射する場合における、実施例1～4で用いた選択反射板60の反射特性を示している。また、図16のグラフには、無偏光の光が30°の入射角度で入射する場合における、実施例1～4で用いた選択反射板60の反射特性を示している。実施例1～4で用いた選択反射板によれば、可視光域の一方の直線偏光成分からなる画像光を、高効率で反射することができる。併せて、実施例1～4で用いた選択反射板によれば、可視光域の無偏光外光を、概ね半分、反射させることなく透過させることができる。

[0096] 比較例1～4では、コールドミラーを選択反射板60として用いた。比較例1～4で使用したコールドミラーは、図3に示されたコールドミラーの反射特性を有していた。

[0097] 実施例1及び比較例1では、透明なポリカーボネート製の板を透明カバーとして用いた。実施例2及び比較例2では、吸収型偏光子（PVA-ヨウ素型）を透明カバーとして用いた。実施例3及び比較例3では、誘電体多層膜型の反射型偏光子（3M社製の「DBEF」）を透明カバーとして用いた。実施例4及び比較例4では、ワイヤーグリッド型の反射型偏光子（旭化成社製の型番HTN）を透明カバーとして用いた。

[0098] 一方、選択反射板 60 および透明カバー 25 以外の表示装置の構成は、実施例 1～4 及び比較例 1～4 の間で共通とした。液晶表示装置 31 と、凹面鏡 81 及び筐体 20 は、市販されている車用のヘッドアップディスプレイの各構成を用いた。液晶表示装置 31 の画像光は、一方の直線偏光であった。選択反射板に積層された 1/4 波長位相差層は、液晶表示装置 31 から射出した一方の直線偏光を、選択反射板で反射され得る円偏光成分に変換した。また、選択反射板に積層された 1/4 波長位相差層は、選択反射板で反射された円偏光の画像光を、実施例 2～4 及び変形例 2～4 で用いる偏光子を透過し得る直線偏光に変換した。

[0099] <実験 1：温度測定>

疑似太陽光光源としてのキセノンランプ（三永電機製作所製の「XES-155S1」）を用いて、筐体の開口に設けられた透明カバーを直接照射した。キセノンランプからの光が、凹面鏡 81 及び選択反射板で反射された後に液晶表示装置の全面へ入射するように、キセノンランプと表示装置との相対位置を調整した。透明カバー直上での照度が $900\text{W}/\text{m}^2$ となるように、キセノンランプの出力を設定した。キセノンランプが発光している状態で、液晶表示装置の表示面の温度変化を調査した。液晶表示装置の表示面の温度は、表示面上に設置した熱電対によって計測した。この実験中、液晶表示装置での画像表示を停止した。

[0100] 温度の測定結果を表 1 に示す。表 1 に示すように、コレステリック液晶構造層を選択反射板として用いた実施例 1～4 は、コールドミラーを選択反射板として用いた比較例 1～4 と比較して、いずれの透明カバーを用いた場合にも液晶表示装置の表示面での温度上昇を大幅に低減することができた。とりわけ、キセノンランプからの光の一部を吸収又は反射し得る偏光子を用いた比較例 2～4 の温度上昇よりも、偏光子を用いなかった実施例 1 での温度上昇が低くなった。

[0101] <実験 2：輝度測定>

図 7 に示すように表示画像が透明ガラス（図 7 ではフロントガラス 3）に

反射するように、表示装置を透明ガラスの近傍に設置した。表示装置が一定の画像を表示した状態で、画像が観察される方向での輝度を透明ガラス上で測定した。測定された輝度を表 1 に示す。実施例 1～4 での輝度は、比較例 1～4 よりも若干低くなったが、実施例 1～4 での表示画像を実用上問題としない十分な明るさで観察することができた。

[0102]

[表1]

表1 各サンプルの構成及び実験結果

構成	選択反射層	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	
	透明カバー	コレスティック液晶構造層 ポリカーボネート製透明板	コレスティック液晶構造層 吸収型偏光子	コレスティック液晶構造層 誘電多層膜型反射型偏光子	コレスティック液晶構造層 ワイヤーグリッド型反射型偏光子	コールドミラー ポリカーボネート製透明板	コールドミラー 吸収型偏光子	コールドミラー 誘電多層膜型反射型偏光子	コールドミラー ワイヤーグリッド型反射型偏光子	
実験1 (温度測定)	開始時前	23.1	23.6	22.3	22.7	26.6	23.9	22.6	22.8	
	3分後	温度[°C]	44.2	42.9	41.2	41.3	68.2	52.8	53.2	50.0
		上昇温度[°C]	21.1	19.3	18.9	18.6	41.6	28.9	30.6	27.2
	7.5分後	温度[°C]	52.6	49.7	48.3	47.6	80.0	61.2	62.5	58.1
		上昇温度[°C]	29.5	26.1	26.0	24.9	53.4	37.3	39.9	35.3
	15分後	温度[°C]	59.2	54.8	54.3	52.5	87.7	66.7	68.5	63.4
上昇温度[°C]		36.1	31.2	32.0	29.8	61.1	42.8	45.9	40.6	
実験2 (輝度測定)	[cd/m ²]	2220	1610	1650	-	2890	2430	2430	-	

請求の範囲

- [請求項1] 移動体に搭載される表示装置であって、
画像光を射出する画像形成装置と、
前記画像光を誘導する誘導手段と、を備え、
前記誘導手段は、コレステリック液晶構造を有した一以上の層を含む偏光選択反射層を含み、
前記偏光選択反射層は、前記画像光を反射して前記画像光の光路を変化させる、表示装置。
- [請求項2] 前記偏光選択反射層で反射された画像光が透光性を有した反射体で更に反射されることで観察されるようになるヘッドアップディスプレイとして機能する、請求項1に記載の表示装置。
- [請求項3] 前記画像形成装置および前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、
前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成されている、請求項1又は2に記載の表示装置。
- [請求項4] 前記画像形成装置から前記偏光選択反射層までの前記画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層を、さらに備える、請求項1～3のいずれか一項に記載の表示装置。
- [請求項5] 前記偏光選択反射層で反射された前記画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層を、さらに備える、請求項1～4のいずれか一項に記載の表示装置。
- [請求項6] 前記画像形成装置から前記偏光選択反射層までの前記画像光の光路上となり且つ前記偏光選択反射層で反射された前記画像光の光路上となる位置に配置された1/4波長位相差層を、さらに備える、請求項1～4のいずれか一項に記載の表示装置。
- [請求項7] 前記1/4波長位相差層は、前記偏光選択反射層に積層されている、請求項6に記載の表示装置。
- [請求項8] 前記偏光選択反射層で反射され前記1/4波長位相差層を透過した

後における前記画像光の光路上に配置された偏光子を、さらに備える、請求項5～7のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項9] 前記画像形成装置および前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、

前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成され、

前記偏光子は、前記筐体の前記開口に設置されている、請求項8に記載の表示装置。

[請求項10] 前記画像形成装置及び前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、

前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成され、

前記1/4波長位相差層は、前記筐体内に配置されている、請求項4～9のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項11] 前記画像形成装置は、一方の直線偏光成分の光からなる前記画像光を射出する、請求項4、6又は7に記載の表示装置。

[請求項12] 前記画像形成装置は、液晶表示装置を含む、請求項1～11のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項13] 前記偏光選択反射層が、右円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層と、左円偏光成分の光を選択反射するコレステリック液晶構造層と、を含む、請求項1～3のいずれか一項に記載の表示装置。

[請求項14] 前記偏光選択反射層で反射された後における前記画像光の光路上に配置された偏光子を、さらに備える、請求項13に記載の表示装置。

[請求項15] 前記画像形成装置及び前記誘導手段の前記偏光選択反射層を収容する筐体を、さらに備え、

前記筐体には、前記偏光選択反射層で反射された前記画像光が通過する、開口が形成され、

前記偏光子は、前記筐体の前記開口に設置されている、請求項 14 に記載の表示装置。

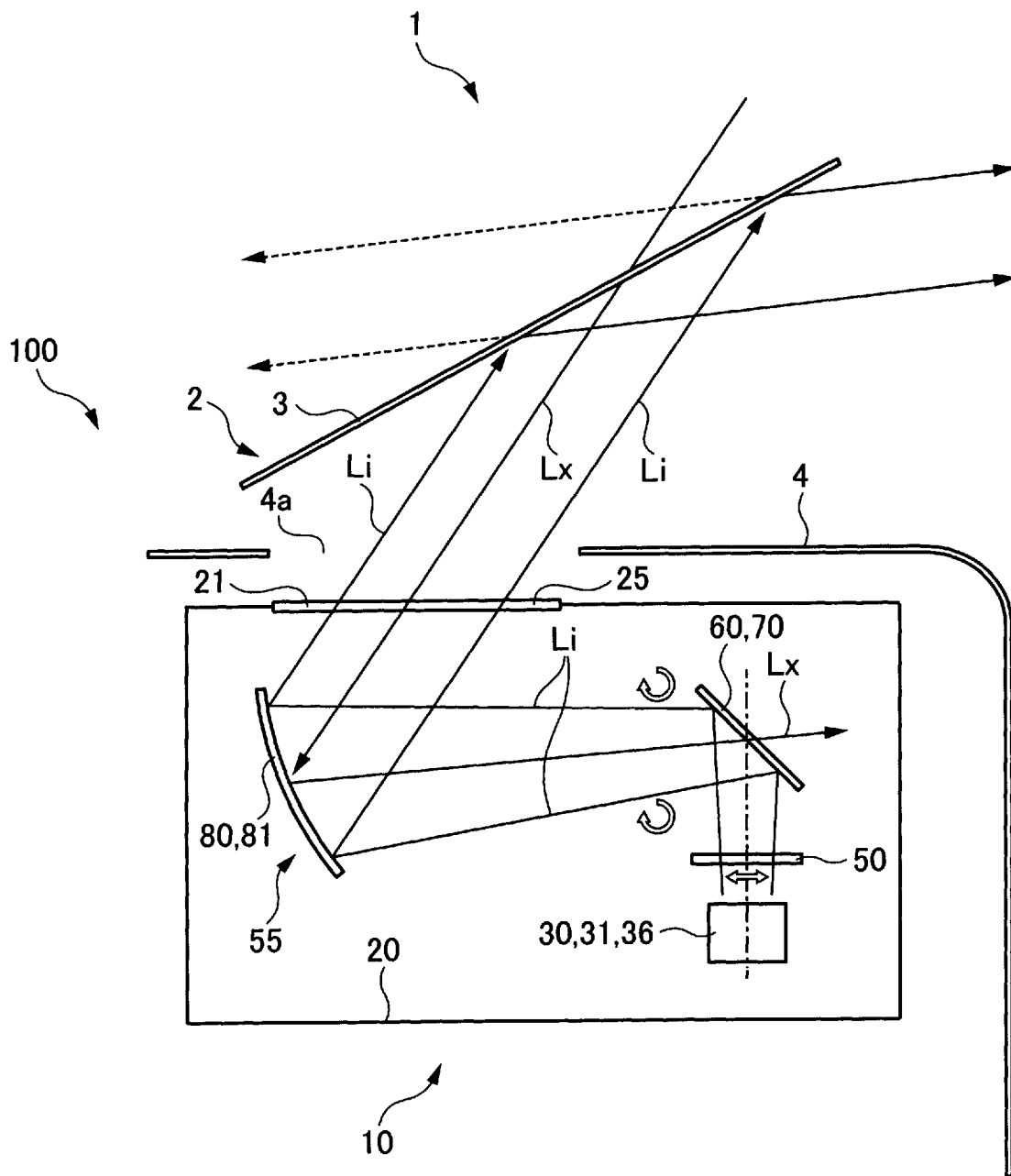
[請求項16] 前記画像形成装置は、光源と、光源からの光の光路を変化させるデジタルマイクロミラーデバイスと、前記デジタルマイクロミラーデバイスで光路を変化させられた前記光が入射するスクリーンと、を含む、請求項 1、2、3、13、14 又は 15 に記載の表示装置。

[請求項17] 前記画像形成装置は、レーザー光を射出するレーザー光源と、前記レーザー光の光路を経時的に変化させる走査装置と、前記走査装置で光路を調整された前記レーザー光が入射するスクリーンと、を含む、請求項 1～11、13、14 又は 15 に記載の表示装置。

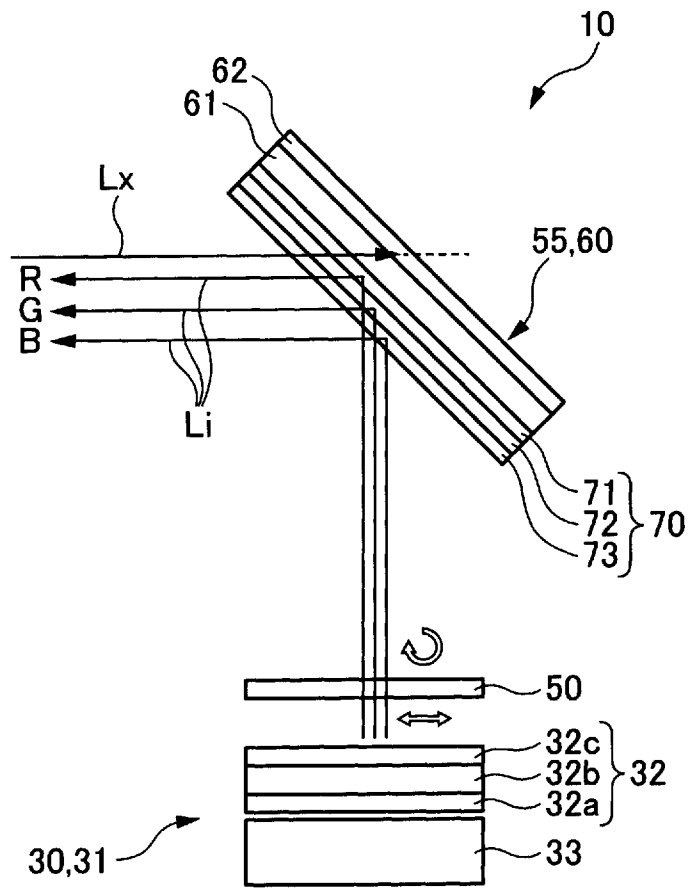
[請求項18] 請求項 1～17 のいずれか一項に記載の表示装置と、前記表示装置から前記画像光を投射される被投射体と、を備える、投射装置。

[請求項19] 請求項 1～17 のいずれか一項に記載の表示装置を備える、移動体。
。

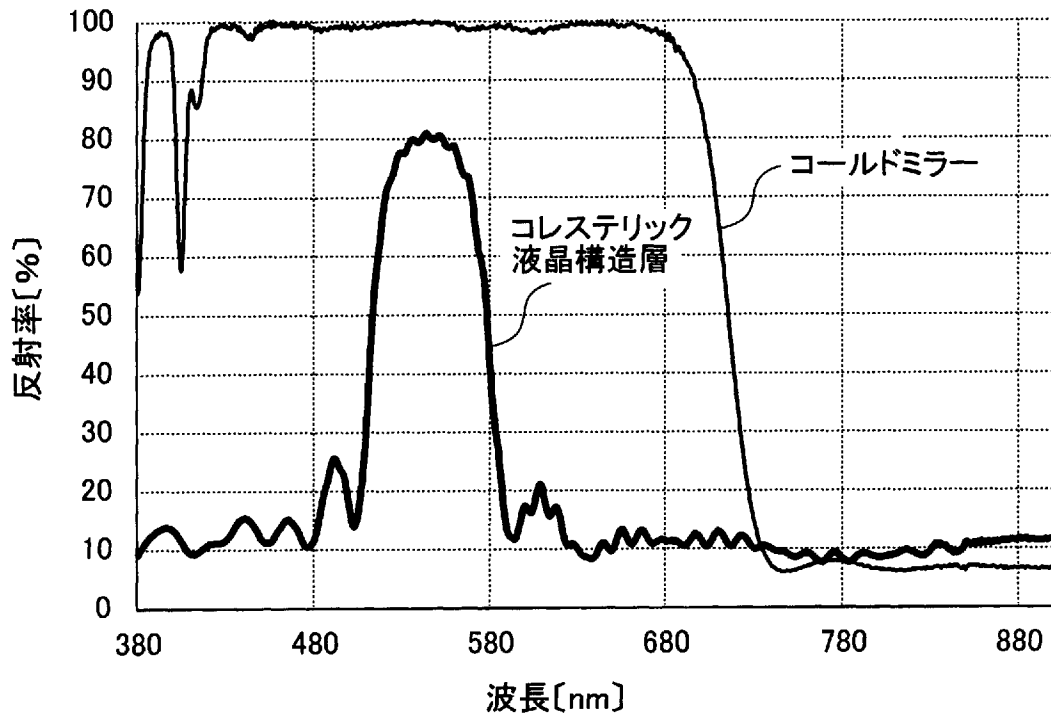
[図1]



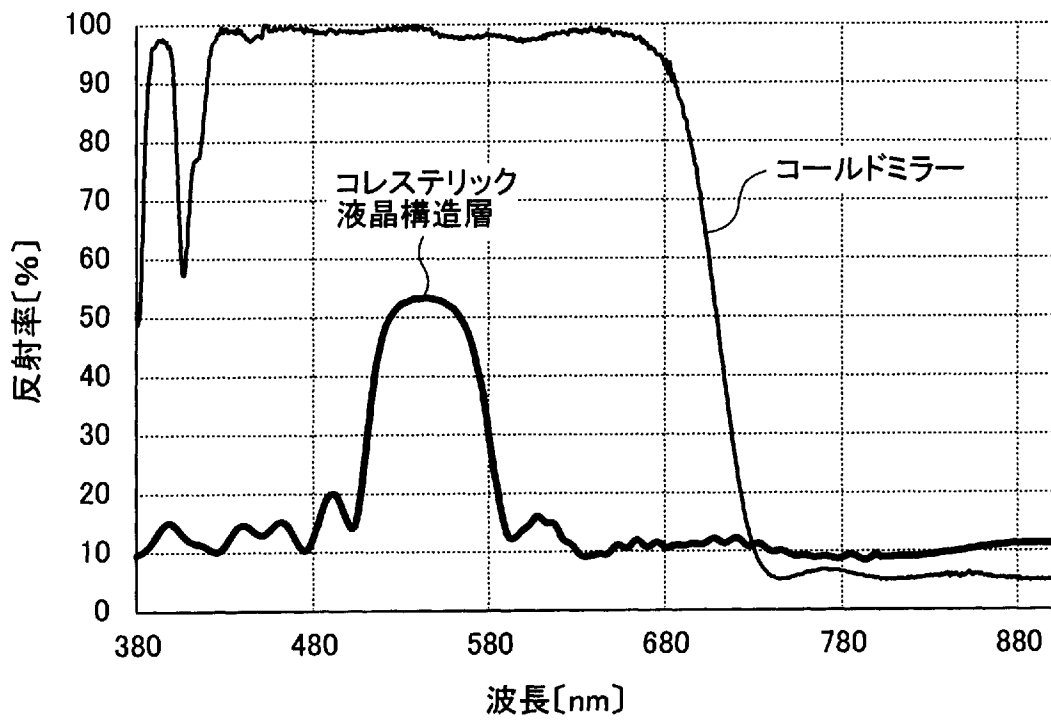
[図2]



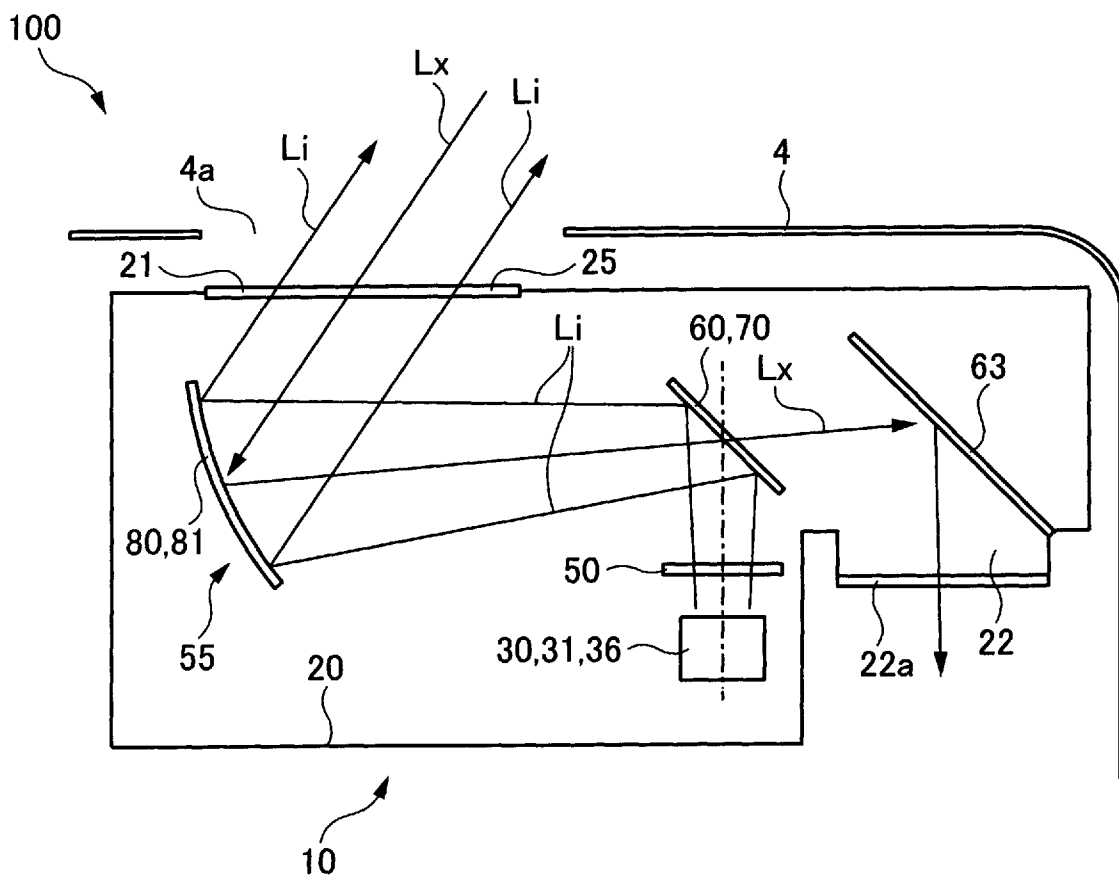
[図3]



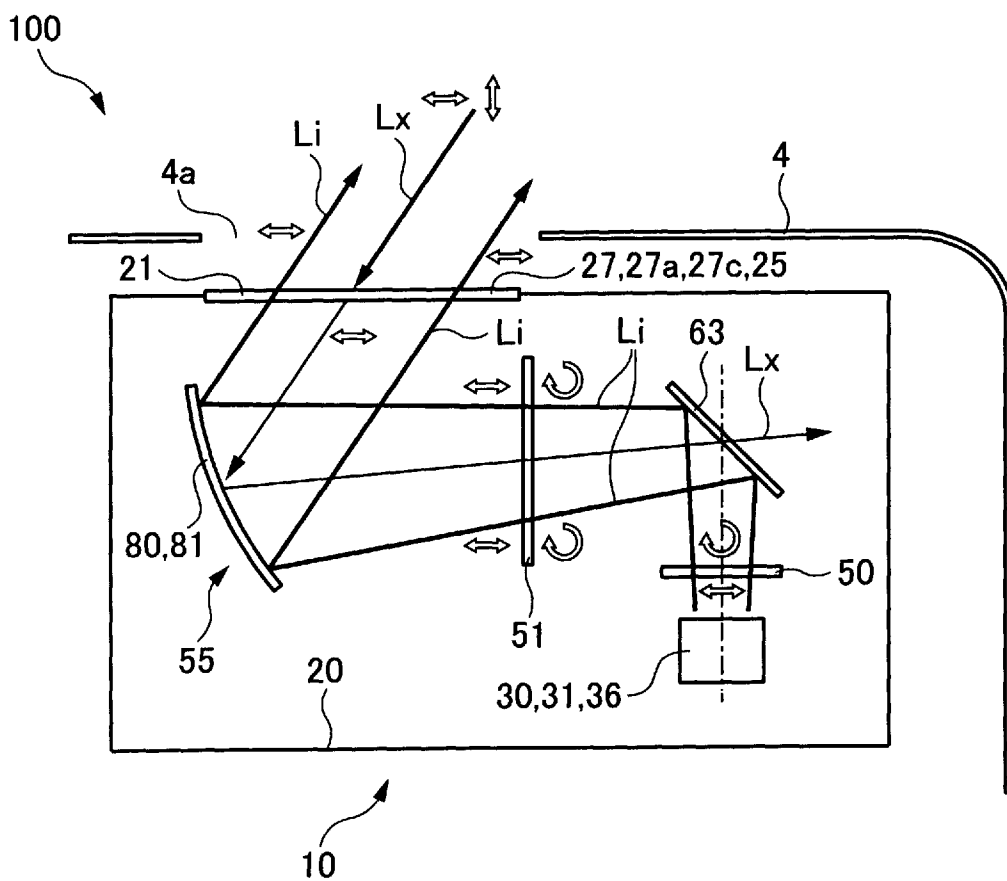
[図4]



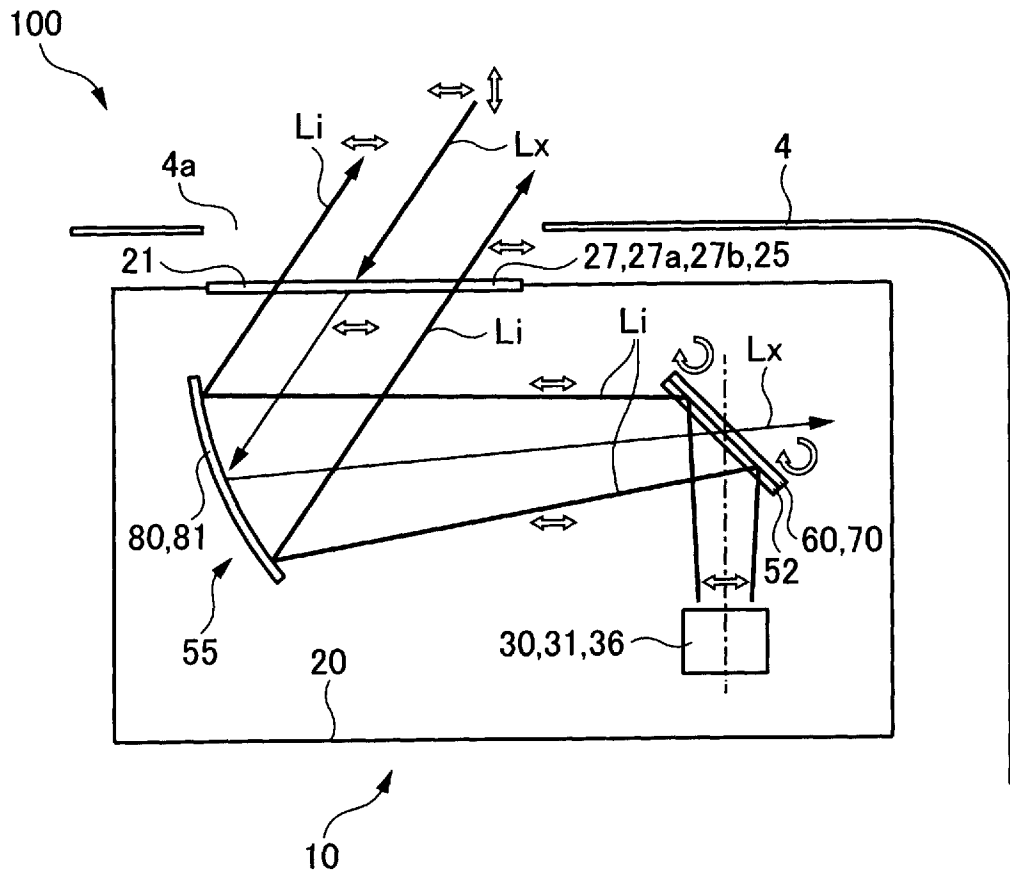
[図5]



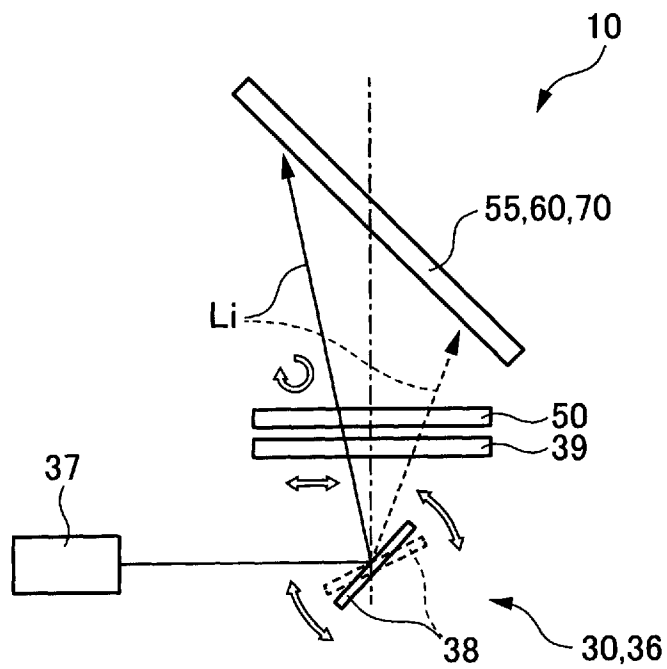
[図6]



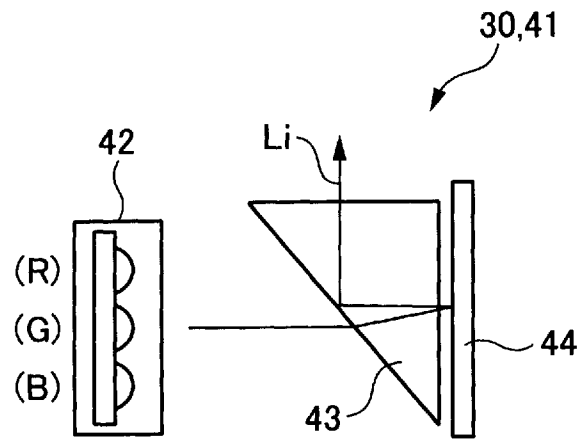
[図7]



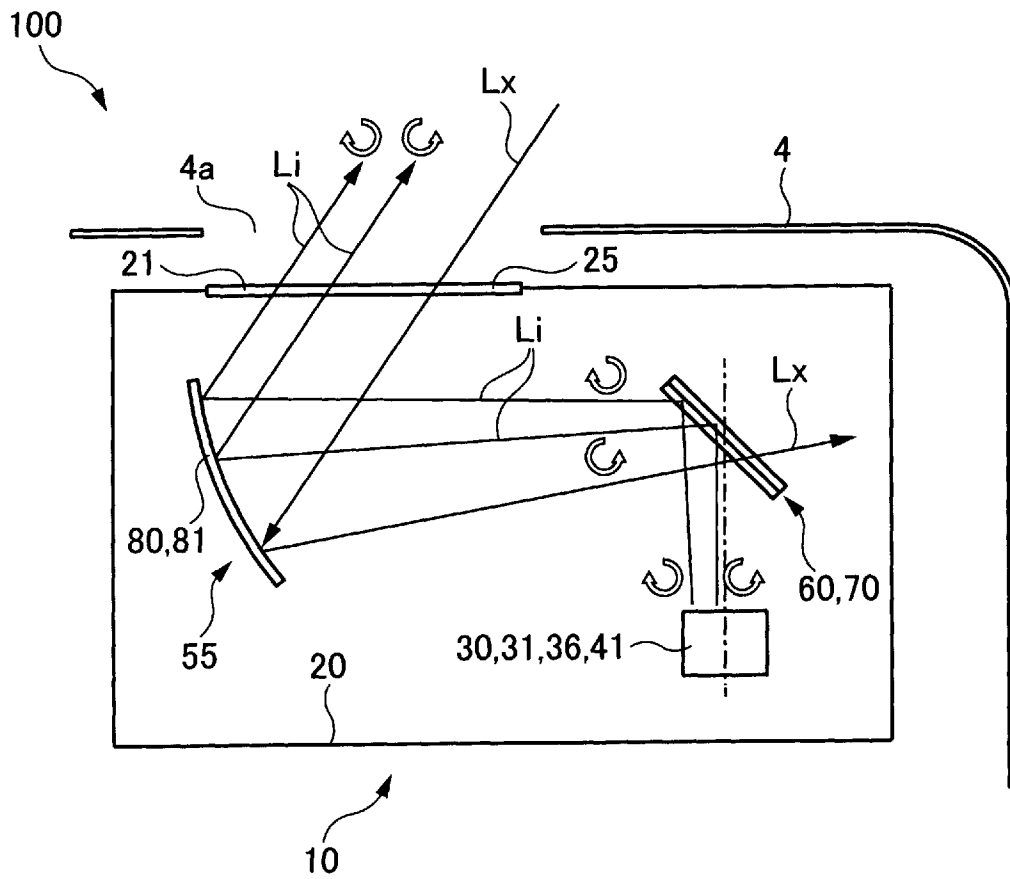
[図8]



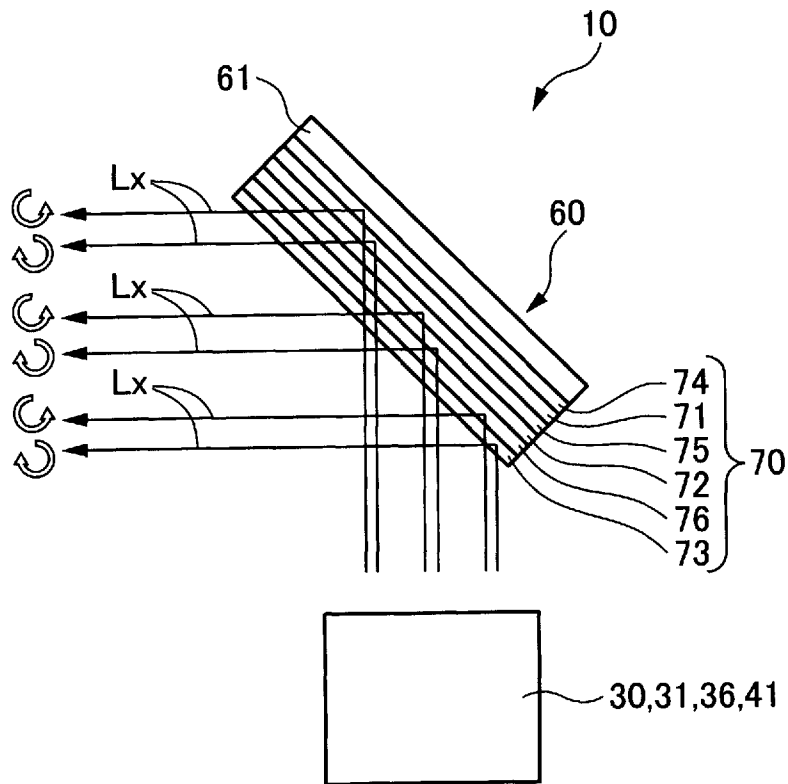
[図9]



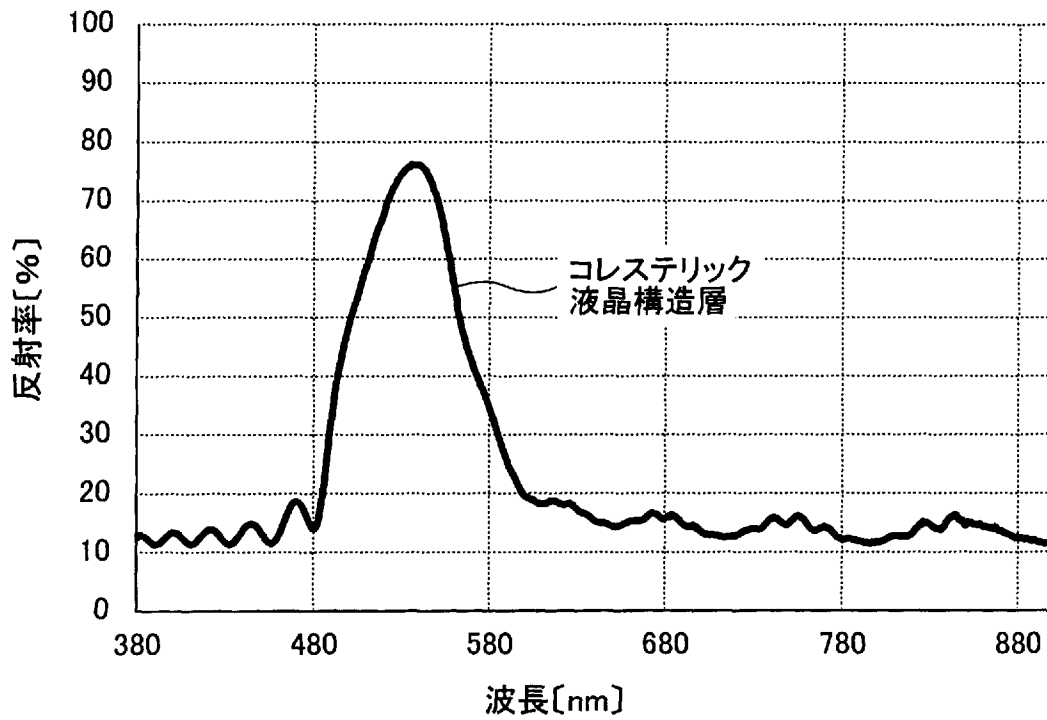
[図10]



[図11]

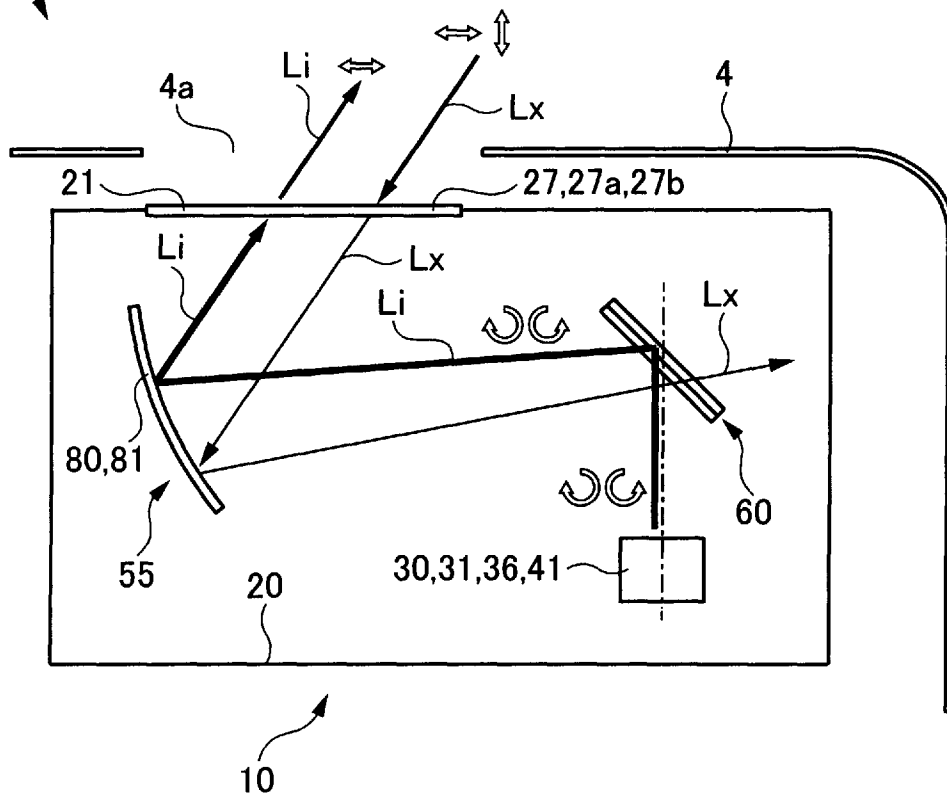


[図12]

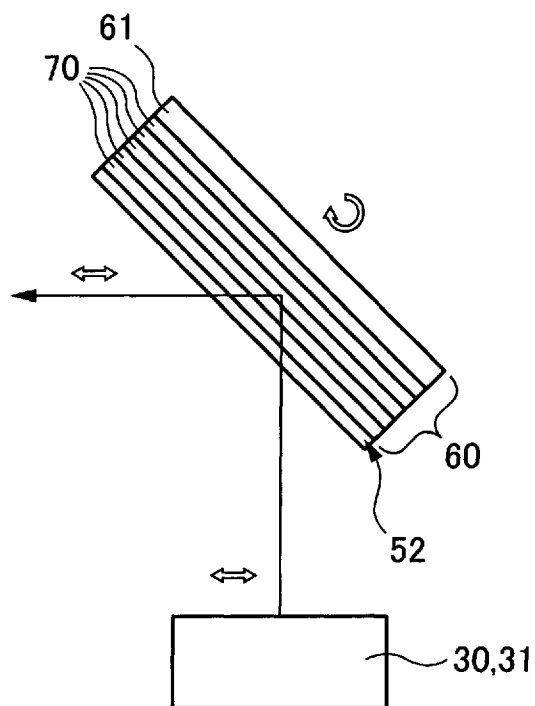


[図13]

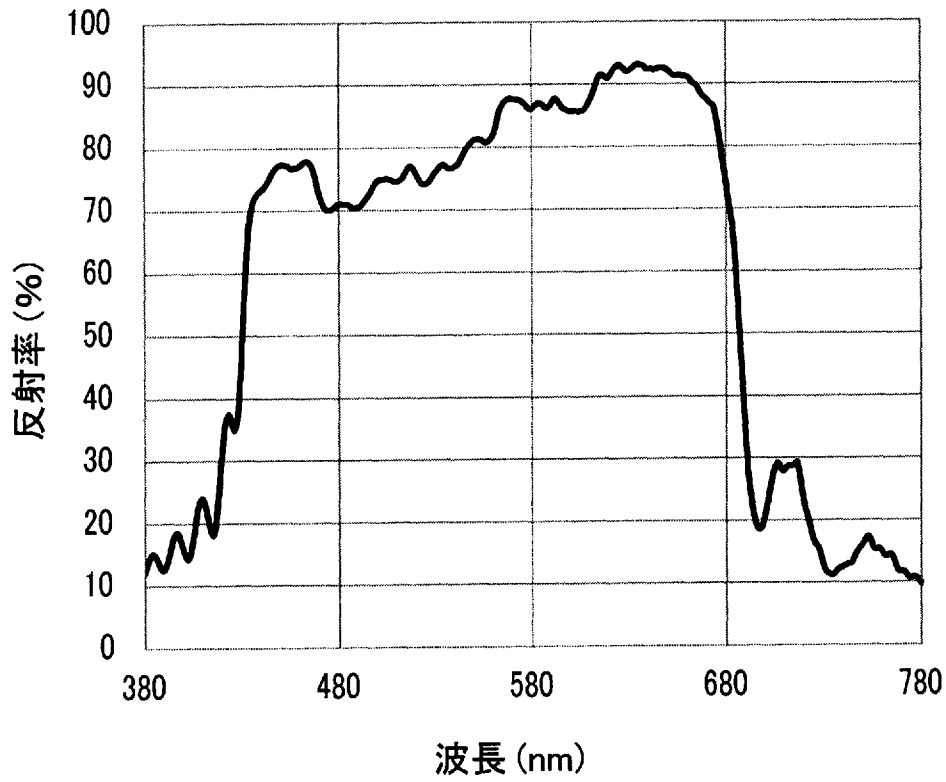
100



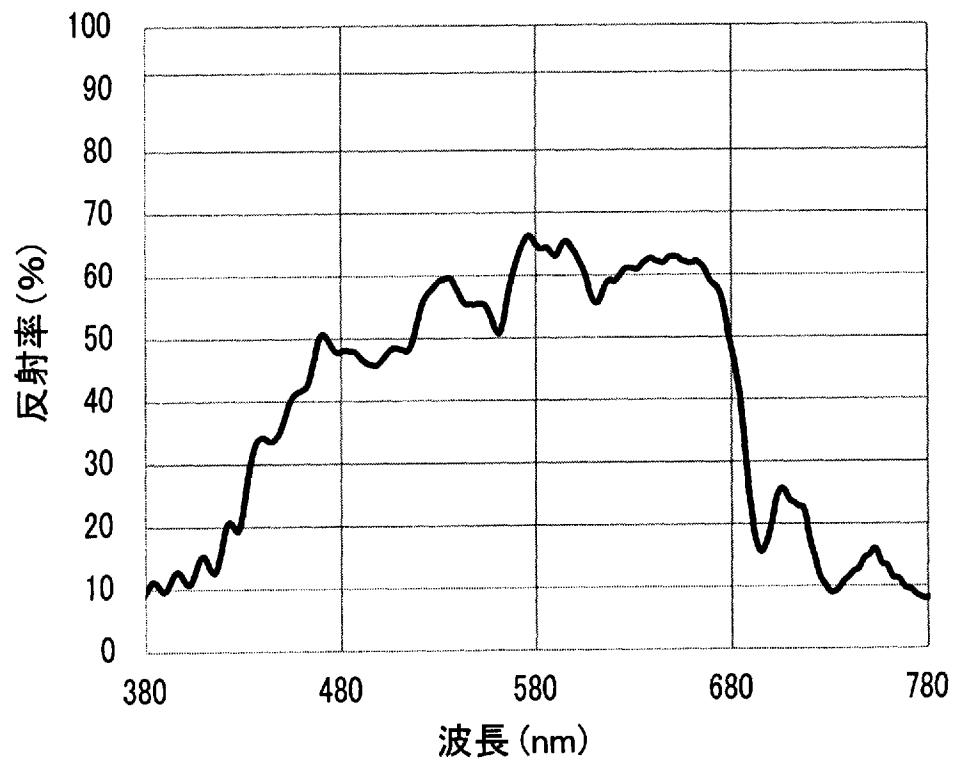
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/003090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B27/01 (2006.01) i, B60K35/00 (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. G02B27/01, B60K35/00

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.
X	WO 2016/056617 A1 (NIPPON KAYAKU CO., LTD.) 14 April 2016, paragraphs [0047]-[0048], [0052], fig. 6 & US 2017/0235030 A1, paragraphs [0094]-[0095], [0099] & EP 3206058 A1 & CN 106415335 A & KR 10-2017-0018095 A & TW 201621399 A	1, 4-7, 11-12, 19
X Y	US 2014/0307176 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT) 16 October 2014, paragraphs [0018]-[0041], fig. 1-6 & DE 102013206505 A	1, 13, 19 13-15
X Y	WO 2015/166872 A1 (SHARP CORP.) 05 November 2015, paragraphs [0025]-[0035], [0088]-[0090], fig. 1-5, 19 & US 2017/0052369 A1, paragraphs [0044]-[0054], [0106]-[0108], fig. 1-5, 19 & CN 106255917 A	1, 4, 13, 17, 19 13-15
Y	JP 2008-70782 A (SEIKO EPSON CORP.) 27 March 2008, paragraphs [0018]-[0030], fig. 1 (Family: none)	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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
04 April 2018 (04.04.2018)

Date of mailing of the international search report
01 May 2018 (01.05.2018)

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/JP2018/003090

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 2013/190958 A1 (ASAHI GLASS CO., LTD.) 27 December 2013, paragraphs [0032]-[0034] (Family: none)	1-9
Y	JP 61-238015 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 23 October 1986, page 2, upper right column, lines 1-13, fig. 1 (Family: none)	8-9, 14-15
Y	JP 2014-44244 A (ASAHI KASEI E-MATERIALS CORP.) 13 March 2014, paragraph [0027], fig. 1 (Family: none)	8-9, 14-15
A	WO 2015/125247 A1 (PIONEER CORP.) 27 August 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 2014-191321 A (DENSO CORP.) 06 October 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-19
A	WO 2016/194327 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 08 December 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B27/01(2006.01)i, B60K35/00(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B27/01, B60K35/00											
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 <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">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										
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									
X	WO 2016/056617 A1 (日本化薬株式会社) 2016.04.14, 段落[0047]-[0048], [0052], 図6 & US 2017/0235030 A1, 段落[0094]-[0095], [0099] & EP 3206058 A1 & CN 106415335 A & KR 10-2017-0018095 A & TW 201621399 A	1, 4-7, 11-12, 19									
☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 04.04.2018		国際調査報告の発送日 01.05.2018									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 堀部 修平	2 L 9 2 1 5								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3295								

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
X Y	US 2014/0307176 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT) 2014. 10. 16, 段落[0018]-[0041], 図 1-6 & DE 102013206505 A	1, 13, 19 13-15
X Y	WO 2015/166872 A1 (シャープ株式会社) 2015. 11. 05, 段落[0025]-[0035], [0088]-[0090], 図 1-5, 19 & US 2017/0052369 A1, 段落[0044]-[0054], [0106]-[0108], 図 1-5, 19 & CN 106255917 A	1, 4, 13, 17, 19 13-15
Y	JP 2008-70782 A (セイコーエプソン株式会社) 2008. 03. 27, 段落[0018]-[0030], 図 1 (ファミリーなし)	1-19
Y	WO 2013/190958 A1 (旭硝子株式会社) 2013. 12. 27, 段落[0032]-[0034] (ファミリーなし)	1-19
Y	JP 61-238015 A (日産自動車株式会社) 1986. 10. 23, 2 ページ右上欄 1-13 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	8-9, 14-15
Y	JP 2014-44244 A (旭化成イーマテリアルズ株式会社) 2014. 03. 13, 段落[0027], 図 1 (ファミリーなし)	8-9, 14-15
A	WO 2015/125247 A1 (パイオニア株式会社) 2015. 08. 27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 2014-191321 A (株式会社デンソー) 2014. 10. 06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	WO 2016/194327 A1 (富士フィルム株式会社) 2016. 12. 08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-19