

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7691298号
(P7691298)

(45)発行日 令和7年6月11日(2025.6.11)

(24)登録日 令和7年6月3日(2025.6.3)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 30/56 (2020.01)

G 0 2 B 30/56

G 0 3 B 35/00 (2021.01)

G 0 3 B 35/00

Z

G 0 2 B 5/30 (2006.01)

G 0 2 B 5/30

H 0 4 N 13/363(2018.01)

H 0 4 N 13/363

H 0 4 N 13/346(2018.01)

H 0 4 N 13/346

請求項の数 11 (全30頁)

(21)出願番号	特願2021-120807(P2021-120807)	(73)特許権者	000005810
(22)出願日	令和3年7月21日(2021.7.21)		マクセル株式会社
(65)公開番号	特開2022-89750(P2022-89750A)		京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地
(43)公開日	令和4年6月16日(2022.6.16)	(74)代理人	110000442
審査請求日	令和6年4月4日(2024.4.4)		弁理士法人武和国際特許事務所
(31)優先権主張番号	特願2020-202251(P2020-202251)	(72)発明者	平田 浩二
(32)優先日	令和2年12月4日(2020.12.4)		京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	マクセル株式会社内
		(72)発明者	藤田 浩司
			京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地
		(72)発明者	マクセル株式会社内
		(72)発明者	杉山 寿紀
			京都府乙訓郡大山崎町大山崎小泉 1 番地
			マクセル株式会社内
		審査官	井亀 諭
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空間浮遊映像表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空間浮遊映像を形成する空間浮遊映像表示装置であって、
表示パネルと、
前記表示パネルに特定の偏光方向の光を供給する光源装置と、
再帰反射面に位相差板を設けた再帰反射部材と、
前記表示パネルと前記再帰反射部材とを結んだ空間にある偏光分離部材と、
筐体と、
前記筐体の窓部として設けられた透明部材と、を備え、
前記偏光分離部材は、前記表示パネルからの特定偏波の映像光を前記再帰反射部材に向けて一旦は透過させ、前記再帰反射部材で偏光変換し他方の偏波に変換することで、前記偏光分離部材で反射させ、前記偏光分離部材で反射した映像光を前記窓部である前記透明部材を透過させて、前記窓部の外側に実像である空間浮遊映像を表示し、
前記表示パネルから前記再帰反射部材へ入射する光は、水平に対して斜め上方向に傾いており、前記再帰反射部材の反射面は鉛直方向に対して下向きに傾くように前記再帰反射部材が配置されている、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、
前記表示パネルの映像表示面と前記再帰反射部材の再帰反射面とは平行となるように配置されている、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記空間浮遊映像の表示位置は、前記表示パネルと前記偏光分離部材との間の距離に応じて定まる位置である、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記偏光分離部材は反射型偏光板あるいは特定偏波を反射させる金属多層膜から形成される、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記窓部である前記透明部材の少なくとも一面に吸収型偏光板が設けられた、空間浮遊映像表示装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記窓部である前記透明部材は前記映像光が通過する部分を透明体で形成し、前記映像光が通過しない部分は遮光部材からなる、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記表示パネルの映像表示面には反射防止膜を設け、前記表示パネルに設けた吸収型偏光板により反射光を吸収させる、空間浮遊映像表示装置。

20

【請求項 8】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記表示パネルを、前記窓部から離れた位置に設ける構成とした、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記表示パネルから出射する映像光が前記窓部から視認できない位置に前記表示パネルを設ける構成とした、空間浮遊映像表示装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記窓部から出射した光によって空間浮遊映像が形成され、前記窓部から出射した光は反射ミラーで一旦反射する構成とし、前記窓部の平面に対して反射ミラーの角度を所望の角度に設定することで、得られる空間浮遊映像の位置と角度が変更できる、空間浮遊映像表示装置。

30

【請求項 11】

請求項 10 に記載の空間浮遊映像表示装置であって、

前記窓部から出射した空間浮遊映像を反射する反射ミラーは特定偏波の反射率が高い特性を有する、空間浮遊映像表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、空間浮遊映像表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

空間浮遊映像表示装置の一例として、特許文献 1 は「情報処理装置の CPU は、空気中に形成される像へのユーザの接近方向を検知する接近方向検知部と、入力検知された座標を検知する入力座標検知部と、操作の受け付けを処理する操作受付部と、受け付けた操作に応じて操作画面を更新する操作画面更新部とを備える。CPU は、ユーザが予め定めた方向から像に接近する場合、ユーザの動きを操作として受け付け、操作に応じた処理を実行する（要約抜粋）。」とする記載を開示している。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2019-128722号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した特許文献1の空間浮遊映像表示装置は、空間浮遊映像の操作性を向上させることはできても、空間浮遊映像の見た目の解像度やコントラストの向上については考慮されておらず、更なる映像品質の向上が求められているという実情がある。

10

【0005】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、好適で視認性の高い空間浮遊映像を表示することができる空間浮遊映像表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、空間浮遊映像を形成する空間浮遊映像表示装置であって、表示パネルと、前記表示パネルに特定の偏光方向の光を供給する光源装置と、再帰反射面に位相差板を設けた再帰反射部材と、前記表示パネルと前記再帰反射部材とを結んだ空間にある偏光分離部材と、筐体と、前記筐体の窓部として設けられた透明部材と、を備え、前記偏光分離部材は、前記表示パネルからの特定偏波の映像光を前記再帰反射部材に向けて一旦は透過させ、前記再帰反射部材で偏光変換し他方の偏波に変換することで、前記偏光分離部材で反射させ、前記偏光分離部材で反射した映像光を前記窓部である前記透明部材を透過させて、前記窓部の外側に実像である空間浮遊映像を表示し、前記表示パネルから前記再帰反射部材へ入射する光は、水平に対して斜め上方向に傾いており、前記再帰反射部材の反射面は鉛直方向に対して下向きに傾くように前記再帰反射部材が配置されている。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、好適で視認性の高い空間浮遊映像を表示することができる空間浮遊映像表示装置を実現できる。上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムの使用形態の一例を示す図である。

【図2】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムの主要部構成と再帰反射部構成の一例を示す図である。

【図3】空間浮遊映像表示システムの課題を示す図である。

【図4】再帰反射部材の表面粗さと再帰反射像のボケ量の関係を表す特性図である。

40

【図5】空間浮遊映像表示システムの課題を示す図である。

【図6A】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の実施を示す図である。

【図6B】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の実施を示す図である。

【図6C】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の実施を示す図である。

【図6D】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の実施を示す図である。

【図6E】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の実施を示す

50

図である

【図 7】光源装置の具体的な構成の一例を示す断面図である。

【図 8】光源装置の具体的な構成の一例を示す断面図である。

【図 9】光源装置の具体的な構成の一例を示す断面図である。

【図 10】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムの主要部を示す配置図である。

【図 11】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムを構成する映像表示装置の構成を示す断面図である。

【図 12】光源装置の具体的な構成の一例を示す断面図である。

【図 13】光源装置の具体的な構成の一例を示す断面図である。

10

【図 14】光源装置の具体的な構成の一例を示す断面図である。

【図 15】映像表示装置の拡散特性を説明するための説明図である。

【図 16】映像表示装置の拡散特性を説明するための説明図である。

【図 17】本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムを構成する映像表示装置の構成を示す断面図である。

【図 18】本発明の一実施例に係る光源装置の具体的な構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、本発明は実施例の説明に限定されるものではなく、本明細書に開示される技術的思想の範囲内において当業者による様々な変更および修正が可能である。また、本発明を説明するための全図において、同一の機能を有するものには、同一の符号を付与し、その繰り返しの説明は省略する場合がある。なお、以下の実施例の説明において、空間に浮遊する映像を「空間浮遊映像」という用語で表現している。この用語の代わりに、「空中浮遊映像」、「表示映像の空間浮遊光学像」、「表示映像の空中浮遊光学像」と表現してもかまわない。実施例の説明で用いる「空間浮遊映像」との用語は、これらの用語の代表例として用いている。

20

【0010】

以下の実施例は、例えば、大面積な映像発光源からの映像光による映像を、ショーウィンドのガラス等の空間を仕切る透明部材を介して透過して、店舗（空間）の内部または外部に空間浮遊映像として表示することが可能な空間浮遊映像表示システムに関する。また、かかる空間浮遊映像表示システムを複数用いて構成される大規模なデジタルサイネージシステムに関する。

30

【0011】

以下の実施例によれば、例えば、ショーウィンドのガラス面や光透過性の板材上に高解像度な映像情報を空間浮遊した状態で表示可能となる。この時、出射する映像光の発散角を小さく、即ち鋭角とし、さらに特定の偏波に揃えることで、再帰反射部材に対して正規の反射光だけを効率良く反射させるため、光の利用効率が高く、従来の再帰反射方式での課題となっていた主空間浮遊映像の他に発生するゴースト像を抑えることができ、鮮明な空間浮遊映像を得ることができる。また本実施例の光源を含む装置により、消費電力を大幅に低減することが可能な、新規で利用性に優れた空間浮遊映像表示システムを提供することができる。また、例えば、車両のフロントガラスやリアガラスやサイドガラスを含むシールドガラスを介して、車両外部において視認可能である、いわゆる、一方向性の空間浮遊映像表示が可能な車両用浮遊映像表示システムを提供することができる。

40

【0012】

一方、従来の空間浮遊映像表示システムでは、高解像度なカラー表示映像源として有機 EL パネルや液晶表示パネルを再帰反射部材と組合せる。従来技術による空間浮遊映像表示装置では映像光が広角で拡散するため、再帰反射部材が 6 面体であるために正規に反射する反射光の他に、図 3 に示すように再帰反射部材（再帰反射シート）2 に斜めから入射する映像光によってゴースト像が発生し空間浮遊映像の画質を損ねていた。従来技術として示した再帰反射部材は 6 面体であるために、図 5 に示すように空間浮遊映像の正規像 R 1 の

50

他に第 1 ゴースト像 G 1 から第 6 ゴースト像 G 6 まで複数発生する。このため観視者以外にも同一空間浮遊映像であるゴースト像を監視されてしまいセキュリティ上大きな課題があった。

【 0 0 1 3 】

また後述する狭角な指向特性を有する映像表示装置からの映像光を再帰反射部材で反射させ得られた空間浮遊映像は上述したゴースト像の他に図 4 に示したように液晶表示パネルの画素ごとにボケが視認された。

【 0 0 1 4 】

< 空間浮遊映像表示システム (1) >

図 1 は、本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムの使用形態の一例を示す図である。図 1 (A) は、本実施例に係る空間浮遊映像表示システムの全体構成を示す図である。例えば、店舗等においては、ガラス等の透光性の部材であるショーウィンド (ウィンドガラス 1 0 5) により空間が仕切られている。本実施例の空間浮遊情報表示システムによれば、かかる透明部材を透過して、浮遊映像を店舗 (空間) の外部に対して一方向に表示することが可能である。具体的には、映像表示装置 1 から狭角な指向特性でかつ特定偏波の光が、映像光束として出射し、再帰反射部材 2 に一旦入射し、再帰反射してウィンドガラス 1 0 5 を透過して、店舗の外側に、実像である空中像 (空間浮遊映像 3) を形成する。図 1 では、ウィンドガラス 1 0 5 の内側 (店舗内) を奥行方向にしてその外側 (例えば、歩道) が手前になるように示している。他方、ウィンドガラス 1 0 5 に特定偏波を反射する手段を設けることで反射させ、店内の所望の位置に空中像を形成することもできる。

【 0 0 1 5 】

図 1 (B) は、上述した映像表示装置 1 の構成を示すブロック図である。映像表示装置 1 は、空中像の原画像を表示する映像表示部 1 a と、入力された映像をパネルの解像度に合わせて変換する映像制御部 1 b と、映像信号を受信する映像信号受信部 1 c と、受信アンテナ 1 d とを含んでいる。映像信号受信部 1 c は、HDMI (High - Definition Multimedia Interface : 登録商標) 入力など有線での入力信号への対応と、Wi-Fi (Wireless Fidelity : 登録商標) などの無線入力信号への対応を行い、映像受信・表示装置として単独で機能するものでもあり、タブレット、スマートフォンなどからの映像情報を表示することもできる。更にステック P C などを接続すれば計算処理や映像解析処理などの能力を持たせることもできる。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムの主要部構成と再帰反射部構成の一例を示す図である。図 2 を用いて、空間浮遊映像表示システムの構成をより具体的に説明する。図 2 (A) に示すように、ガラス等の透明部材 1 0 0 の斜め方向には、特定偏波の映像光を狭角に発散させる映像表示装置 1 を備える。映像表示装置 1 は、液晶表示パネル 1 1 と狭角な拡散特性を有する特定偏波の光を生成する光源装置 1 3 とを備えている。

【 0 0 1 7 】

映像表示装置 1 からの特定偏波の映像光は、透明部材 1 0 0 に設けた特定偏波の映像光を選択的に反射する膜を有する偏光分離部材 1 0 1 (図中は偏光分離部材 1 0 1 をシート状に形成して透明部材 1 0 0 に粘着している) で反射され、再帰反射部材 2 に入射する。再帰反射部材の映像光入射面には、 $\lambda/4$ 板 2 1 を設ける。映像光は、再帰反射部材 2 への入射のときと出射のときの 2 回、 $\lambda/4$ 板 2 1 を通過させられることで特定偏波から他方の偏波へ偏光変換される。ここで、特定偏波の映像光を選択的に反射する偏光分離部材 1 0 1 は偏光変換された他方の偏波の偏光は透過する性質を有するので、偏光変換後の特定偏波の映像光は、偏光分離部材 1 0 1 を透過する。偏光分離部材 1 0 1 を透過した映像光が、透明部材 1 0 0 の外側に実像である空間浮遊映像 3 を形成する。

【 0 0 1 8 】

なお、空間浮遊映像 3 を形成する光は再帰反射部材 2 から空間浮遊映像 3 の光学像へ収

10

20

30

40

50

束する光線の集合であり、これらの光線は、空間浮遊映像 3 の光学像を通過後も直進する。よって、空間浮遊映像 3 は、一般的なプロジェクタなどでスクリーン上に形成される拡散映像光とは異なり、高い指向性を有する映像である。よって、図 2 の構成では、矢印 A の方向からユーザが視認する場合には空間浮遊映像 3 は明るい映像として視認されるが、矢印 B の方向から他の人物が視認する場合は、空間浮遊映像 3 は映像として一切視認することはできない。この特性は、高いセキュリティが求められる映像や、ユーザに正対する人物には秘匿したい秘匿性の高い映像を表示するシステムに採用する場合非常に好適である。

【0019】

なお、再帰反射部材 2 の性能によっては、反射後の映像光の偏光軸が不揃いになることがある。この場合、偏光軸が不揃いになった一部の映像光は、上述した偏光分離部材 101 で反射され映像表示装置 1 に戻る。この光が、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 の映像表示面で再反射し、ゴースト像を発生させ空間浮遊映像の画質を低下させる可能性がある。そこで、本実施例では映像表示装置 1 の映像表示面に吸収型偏光板 12 を設ける。映像表示装置 1 から出射する映像光は吸収型偏光板 12 を透過させ、偏光分離部材 101 から戻ってくる反射光は吸収型偏光板 12 で吸収させることで、上記再反射を抑制できる。これにより、空間浮遊映像のゴースト像による画質低下を防止することができる。

【0020】

上述した偏光分離部材 101 は、例えば反射型偏光板や特定偏波を反射させる金属多層膜などで形成すればよい。

【0021】

次に、図 2 (B) に代表的な再帰反射部材 2 として、今回の検討に用いた日本力 - バイト工業株式会社製の再帰反射部材 2 の表面形状を示す。規則的に配列された六角柱からなる再帰反射部 2a の内部に入射した光線は、六角柱の壁面と底面で反射され再帰反射光として入射光に対応した方向に出射して図 5 に示す正規像 R1 を形成する。一方、図 3 に示したように映像表示装置 1 からの映像光の中で再帰反射部材 2 に斜めに入射した映像光によっては正規像 R1 とは別にゴースト像 (図 5 中の G1 から G6) が形成される。

【0022】

そこで、本発明の映像表示装置 1 に表示した映像に基づき、ゴースト像を形成することなく、実像である空間浮遊映像 3 を表示する。この空間浮遊映像 3 の解像度は液晶表示パネル 11 の解像度の他に、図 2 (B) で示す再帰反射部材 2 の再帰反射部 2a の外径 D とピッチ P に大きく依存する。例えば、7 インチの WUXGA (1920 × 1200 画素) 液晶表示パネル 11 を用いる場合には、1 画素 (1 トリプレット) が約 80 μm であっても、例えば再帰反射部 2a の直径 D が 240 μm でピッチが 300 μm であれば空間浮遊映像 3 の 1 画素は 300 μm 相当となる。このため、空間浮遊映像 3 の実効的な解像度は 1/3 程度に低下する。そこで空間浮遊映像 3 の解像度を映像表示装置 1 の解像度と同等にするためには、再帰反射部 2a の直径とピッチを液晶表示パネルの 1 画素に近づけることが望まれる。他方、再帰反射部材 2 と液晶表示パネル 11 の画素によるモアレの発生を抑えるため、それぞれのピッチ比を 1 画素の整数倍から外して設計すると良い。また形状は再帰反射部 2a のいずれの一辺も液晶表示パネル 11 の 1 画素のいずれの一辺と重ならないように配置すると良い。

【0023】

発明者らは視認性を向上するために許容できる空間浮遊映像の像のボケ量 L と画素サイズ L との関係画素ピッチ 40 μm の液晶表示パネルと本願発明の狭発散角 (発散角 15°) の光源を組み合わせた映像表示装置 1 を作成し実験により求めた。図 4 のその実験結果を示す。視認性が悪化するボケ量 L は画素サイズの 40% 以下が望ましく 15% 以下であればほとんど目立たないことが分かった。この時のボケ量 L が許容量となる反射面の面粗さは測定距離 40 μm の範囲において平均粗さが 160 nm 以下であり、より目立たないボケ量 L となるには反射面の面粗さは 120 nm 以下が望ましいことが分かった。この

10

20

30

40

50

ため、前述した再帰反射部材の表面粗さを軽減するとともに反射面を形成する反射膜とその保護膜を含めた面粗さを上述した値以下とすることは望まれる。

【 0 0 2 4 】

一方、再帰反射部材 2 を低価格で製造するためには、ロールプレス法を用いて成形すると良い。具体的には再帰反射部 2 a を整列させフィルム上に賦形する方法であり、賦形する形状の逆形状をロール表面に形成し、固定用のベース材の上に紫外線硬化樹脂を塗布しロール間を通過させることで、必要な形状を賦形し紫外線を照射して硬化させ、所望形状の再帰反射部材 2 を得る。

【 0 0 2 5 】

本発明の映像表示装置 1 は、液晶表示パネル 1 1 と後述詳細に説明する狭角な拡散特性を有する特定偏波の光を生成する光源装置 1 3 により上述した再帰反射部材 2 に対して斜めから映像が入射する可能性が小さくゴーストの発生と発生しても輝度が低いという構造的に優れたシステムとなる。

【 0 0 2 6 】

< 空間浮遊映像表示システム (2) >

図 6 A は、本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示システムの主要部構成の他の例 (第二例) を示す図である。映像表示装置 1 は、映像表示素子としての液晶表示パネル 1 1 と、狭角な拡散特性を有する特定偏波の光を生成する光源装置 1 3 とを備えて構成される。液晶表示パネル 1 1 は、画面サイズが 5 インチ程度の小型のものから、80 インチを超える大型な液晶表示パネルで構成される。例えば反射型偏光板のような偏光分離部材 1 0 1 で液晶表示パネルからの映像光を再帰反射部材 2 に向けて反射させる。

【 0 0 2 7 】

再帰反射部材 2 の光入射面には / 4 板 2 1 を設け、映像光を 2 度通過させることで偏光変換し特定偏波を他方の偏波に変換することで、偏光分離部材 1 0 1 を透過させ、透明部材 1 0 0 の外側に実像である空間浮遊映像 3 を表示する。透明部材 1 0 0 の外光入射面には吸収型の偏光板を設ける。上述した偏光分離部材 1 0 1 では再帰反射することで偏光軸が不揃いになるため一部の映像光は反射し映像表示装置 1 に戻る。この光が再度映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 1 1 の映像表示面で反射し、ゴースト像を発生させ空間浮遊映像 3 の画質を著しく低下させる。そこで本実施例では映像表示装置 1 の映像表示面に吸収型偏光板 1 2 を設け、映像光は透過させ、上述した反射光を吸収させることで空間浮遊映像 3 のゴースト像による画質低下を防止する。

【 0 0 2 8 】

更に、セット外部の太陽光や照明光による画質低下を軽減するため、透明部材 1 0 0 の表面に吸収型偏光板 1 1 2 を設けると良い。さらに再帰反射部材 2 に外光が入射すると強力なゴースト像を発生させるため第 4 遮光部材 2 5 で外光の入射を妨げる構成とする。偏光分離部材 1 0 1 は反射型偏光板や特定偏波を反射させる金属多層膜から形成される。

【 0 0 2 9 】

偏光分離部材 1 0 1 と液晶表示パネル 1 1 の間に、空間浮遊映像を形成する正規映像光以外の斜め映像光を遮光する第 2 遮光部材 2 3 及び第 3 遮光部材 2 4 を併設している。また再帰反射部材 2 と偏光分離部材 1 0 1 の間にも正規映像光以外の斜め映像光を遮光する第 1 遮光部材 2 2 を設け、更に上述したように外光が直接再帰反射部材 2 に入射しないように第 4 遮光部材 2 5 も併設してゴースト像を発生させる斜め光を遮光する。この結果、ゴースト像の発生を抑えることができる。

【 0 0 3 0 】

発明者らは実験により液晶表示パネル 1 1 と偏光分離部材 1 0 1 の空間に第 3 遮光部材 2 4 と第 2 遮光部材 2 3 を併設することで遮光の効果を高められることを確認した。この実験では、第 2 遮光部材 2 3 及び第 3 遮光部材 2 4 の内径は、空間浮遊映像を形成する正規映像光束が通過する領域に対して面積で 1 1 0 % とすることで部品精度を機械公差の範囲で作成し組み立てることができる。更に、ゴースト像発生をさらに軽減するには前述の遮光部材の正規映像光束が通過する領域に対して 1 0 4 % 以下とすればゴースト像の発生

10

20

30

40

50

を実用上問題のないレベルに抑えることができた。一方が再帰反射部材 2 と偏光分離部材 1 0 1 の間に設けた第 1 遮光部材 2 2 は、第 1 遮光部材 2 2 と再帰反射部材 2 の距離 L 1 を再帰反射部材 2 と偏光分離部材 1 0 1 の距離に対して 5 0 % 以下であればゴースト像の発生を更に軽減でき 3 0 % 以下では目視では実用上問題のないレベルまで軽減できた。更に、再帰反射部材 2 を囲むように設けた第 4 遮光部材 2 5 と第 1 遮光部材 2 2 と第 2 遮光部材 2 3 及び第 3 遮光部材 2 4 を併設することで更にゴーストレベルを軽減できた。

【 0 0 3 1 】

図 6 A の遮光部材の断面形状は空間浮遊映像を形成する正規映像光束が通過する領域（本実施形態では吸収型偏光板 1 1 2 における映像光束が通過する領域に相当する。）に対する遮光部材の有効面積とほぼ同サイズとし内面に向かって梁を設けゴースト像を形成する異常光を梁の表面で複数回反射させ異常光を吸収させると更に良い。遮光部材外枠に対して正規映像光束が通過する領域を小さくし梁の内接する面と同等の面積としている。

10

【 0 0 3 2 】

他方、再帰反射部材 2 の形状を映像表示装置 1 と正対した平面形状から曲率半径 2 0 0 mm 以上の凹面又は凸面として再帰反射部材 2 で反射した斜め映像光によりゴースト像が発生しても、反射後に発生したゴースト像を観視者の視界から離してしまうことで監視できないようにしても良い。曲率半径が 1 0 0 mm 以下とする再帰反射部材 2 の周辺で反射した光の内、正規で反射した光量が低下し得られる空間浮遊映像 3 の周辺光量が低下するという新たな課題が発生する。このため、ゴースト像を実用上問題のないレベルに軽減するためには上述した技術手段を選択し適用するか、併用すると良い。

20

【 0 0 3 3 】

< 空間浮遊映像表示システム (3) >

図 6 B は本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の例（第三例）を示す図である。映像表示装置 1 は、映像表示素子としての液晶表示パネル 1 1 と、狭角な拡散特性を有する特定偏波の光を生成する光源装置 1 3 とを備えて構成される。液晶表示パネル 1 1 は、画面サイズが 5 インチ程度の小型のものから、8 0 インチを超える大型な液晶表示パネル 1 1 で構成される。例えば反射型偏光板のような偏光分離部材 1 0 1 で液晶表示パネル 1 1 からの映像光を再帰反射部材 2 に向けて一旦は透過させる。

【 0 0 3 4 】

再帰反射部材 2 の光入射面には / 4 板 2 1 を設け、映像光を 2 度通過させることで偏光変換し特定偏波を他方の偏波に変換することで、偏光分離部材 1 0 1 で反射させ、透明部材 1 0 0 の外側に実像である空間浮遊映像 3 を表示する。透明部材 1 0 0 の外光入射面には吸収型偏光板 1 1 2 を設ける。この透明部材 1 0 0 は映像光が通過する部分だけ透明体でありそのほかの部分には外光がセット内に入射しないように光を遮る遮光部材 1 0 0 b で構成されている。再帰反射部材 2 の性能によっては、反射後の映像光の偏光軸が不揃いになることがある。この場合、偏光軸が不揃いになった一部の映像光は偏光分離部材 1 0 1 で反射され映像表示装置 1 に戻る。この光が再度映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 1 1 の映像表示面で再反射し、ゴースト像を発生させ空間浮遊映像 3 の画質を著しく低下させる。そこで本実施例では映像表示装置 1 の映像表示面にさらに吸収型偏光板 1 2 を設ける。もしくは、映像表示装置 1 の表面に設けた吸収型偏光板 1 2 の映像出射側面に反射防止膜（不図示）を設けることでゴースト像の光を透過させ、吸収型偏光板 1 2 で吸収させることで空間浮遊映像 3 のゴースト像による画質低下を防止する。

30

40

【 0 0 3 5 】

更に、映像表示装置 1 やその他の光学部品を収容する筐体 1 0 6 の外部の太陽光や照明光による画質低下を軽減するため、透明部材 1 0 0 の外表面に吸収型偏光板 1 1 2 を設けると良い。さらに再帰反射部材 2 に外光が入射すると強力なゴースト像が発生させるため再帰反射部材 2 を傾け（傾き）、再帰反射映像光が通過する透明体で形成された窓部 1 0 0 a から離れた位置に配置し外光の入射を妨げる構成とする。映像表示装置 1 も同様に窓部 1 0 0 a から離れた位置に配置し、映像表示装置 1 から出射する映像光が窓部 1 0 0 a から視認できない位置に映像表示装置 1 を設けるとゴースト像の発生が軽減される。（

50

窓部 100a は開口部の一形態である。)

【0036】

また、偏光分離部材 101 は反射型偏光板や特定偏波を反射させる金属多層膜から形成される。

【0037】

窓部 100a から出射した空間浮遊映像 3 は反射ミラー 400 で反射される。この時、窓部 100a の平面に対して反射ミラー 400 の角度を所望の角度に設定することで、得られる空間浮遊映像 3 の位置と角度を変更できる。反射ミラー 400 は特定偏波の反射率が高い特性のものをを用いれば、透過度が高いミラーとして用いることができる。また空間浮遊映像光を S 偏波で得る光学系とすれば反射膜を成膜することなく透明体ミラーを用いても高い反射率が得られる。この結果、視認性の高い良好な空間浮遊映像 (図 6B 中は立体像と表記) を、透明体ミラーを用いても得ることができ、観視者が外景を監視する支障とならない。他方、反射ミラー 400 を除いた光学システムでは図 6B に示したように窓部 100a を透過した映像光により図中に示す平面像を得ることができる。

10

【0038】

< 空間浮遊映像表示システム (4) >

図 6C は本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の例 (第四例) を示す図である。図 6C において、図 6B と同様に、映像表示装置 1 は、映像表示素子としての液晶表示パネル 11 と、狭角な拡散特性を有する特定偏波の光を生成する光源装置 13 とを備えて構成される。液晶表示パネル 11 は、画面サイズが 5 インチ程度の小型のものから、80 インチを超える大型な液晶表示パネル 11 で構成される。例えば反射型偏光板のような偏光分離部材 101 で液晶表示パネル 11 からの映像光を再帰反射部材 2 に向けて一旦は透過させ、透過した映像光は再帰反射部材 2 で反射される。ここで、上記偏光分離部材 101 は、ビームスプリッタとも称され、特定の偏光 (P 偏光または S 偏光) を伴う映像光を透過するが、上記特定の偏光とは別の偏光 (S 偏光または P 偏光) を伴う映像光は反射する特徴を有している。

20

【0039】

再帰反射部材 2 の光入射面には / 4 板 21 を設け、映像光を 2 度通過させることで偏光変換し特定偏波を他方の偏波に変換することで、偏光分離部材 101 で反射させ、透明部材 100 の外側に実像である空間浮遊映像 3 を表示する。図 6B 同様、透明部材 100 の外光入射面には吸収型偏光板 112 を設ける。また、図示はしないが、図 6B 同様、外光が再帰反射部材 2 や映像表示装置 1 に入射しないように、透明部材 100 の周囲を遮光部材 100b で囲む構成としてもよい。

30

【0040】

図 6C を用いて空間浮遊映像表示装置の主要構成の配置を説明する。図 6C において、矢印方向を示す観察方向 C から観察する場合、2 次元平面形状の空間浮遊映像 3 は観察することができる。空間浮遊映像 3 が形成される位置は以下のように定まる。図 6C では、映像表示装置 1 と再帰反射部材 2 とが互いに平行となるように配置されており、具体的に映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 の映像表示面と再帰反射部材 2 の反射面とは正対して配置されている。よって、好適な空間浮遊映像 3 を観察することが可能となる。一方、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 の映像表示面と再帰反射部材 2 の反射面とが互いに略平行となるように配置されてもよく、互いになす角が 10 度前後であれば、発生するゴースト像は実用上問題とならない、つまり、ゴースト像は発生しても空間浮遊映像 3 の視認性に影響を与えることがほぼない。

40

【0041】

映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 上の任意の点 A (ここでは、液晶表示パネル 11 上の中央の 1 点) と、再帰反射部材 2 上の対応点 A' (同様に、再帰反射部材 2 上の中央の 1 点) とを結んだ線分 A - A' が偏光分離部材 (ビームスプリッタ) 101 と交差する点 B とし、線分 AB の長さを L1 とする。線分 A - A' は液晶表示パネル 11 の映像表示面から出射される映像光の光軸であり、当該光源の出射方向が液晶表示パネル 11 の映

50

像表示面とほぼ垂直であり、あるいは線分 A - A' は液晶表示パネル 11 の映像表示面に略垂直または垂直である。次に、上記偏光分離部材 101 上の点 B から鉛直方向（図 6 C の透明部材 100 を配置する方向）に長さ L2 の点を点 C とし、線分 AB の長さ L1 と線分 BC の長さ L2 とはほぼ同じ長さである。すると、上記点 C を中央とする 2 次元平面上に空間浮遊映像 3 が形成される。

【0042】

ここでは、液晶表示パネル 11 上の中央の 1 点 A で説明したが、液晶表示パネル 11 上の任意の点について、上記、L1 = L2 の関係が成り立つ。したがって、図 6 C において、液晶表示パネル 11 を偏光分離部材 101 の点 B から遠ざけて配置すれば、L1 は長くなり、L1 = L2 の関係から、L2 も長くなるので、空間浮遊映像 3 が形成される位置はより上方となる。すなわち、透明部材 100 で構成される窓部 100a から空間浮遊映像 3 までの距離が長くなる。よって、空間浮遊映像 3 の表示位置は液晶表示パネル 11 と偏光分離部材 101 との間の距離に応じて変化する。つまり、空間浮遊映像 3 の表示位置は、液晶表示パネル 11 と偏光分離部材 101 との間の距離に応じて定まる位置である。

10

【0043】

ただし、液晶表示パネル 11 から同じ強度の映像光を出射する場合、液晶表示パネル 11 を偏光分離部材 101 から遠ざけて配置することは、液晶表示パネル 11 と再帰反射部材 2 との距離も長くなるため、液晶表示パネル 11 から再帰反射部材 2 に到達する映像光の強度（輝度）は低くなり、結果的に、空間浮遊映像 3 の明るさも低下することになる。したがって、表示する空間浮遊映像 3 から透明部材 100 までの距離と、空間浮遊映像 3 の明るさとはトレードオフの関係にあるため、液晶表示パネル 11 と偏光分離部材 101 との配置位置を調整することで、好適で視認性の高い空間浮遊映像 3 を表示することができる。

20

【0044】

また、図 6 C より明らかなように、偏光分離部材 101 と、線分 A - A'（液晶表示パネル 11 から出射される映像光の光軸）とのなす角が 45 度である場合には、映像表示装置 1 で生成される映像と、空間浮遊映像 3 との大きさは同一となる。一方、図示はしないが、上記角度が 45 度よりも大きい場合には、空間浮遊映像 3 の幅は、映像表示装置 1 で生成される映像に比べて小さくなり、逆に、上記角度が 45 度よりも小さい場合には、空間浮遊映像 3 の幅は、映像表示装置 1 で生成される映像に比べて大きくなる。

30

【0045】

<空間浮遊映像表示システム（5）>

図 6 D、および、図 6 E は本発明の一実施例に係る空間浮遊映像表示装置の主要部構成の他の例（第五例）を示す図である。図 6 D に示す空間浮遊映像表示装置は、図 6 C と同じ部品、すなわち、映像表示装置 1、再帰反射部材 2、/4 板 21、偏光分離部材 101、透明部材 100 等より構成されている。また、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 の映像表示面と再帰反射部材 2 の再帰反射面とは正対して配置されている。

【0046】

ただし、図 6 D が図 6 C とは、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 の映像表示面と再帰反射部材 2 の反射面とは正対して配置されているものの、再帰反射部材 2 の方が映像表示装置 1 よりも上部に位置している点で異なる。つまり、映像表示装置 1 が透明部材 100 から離れた位置に配置されている。よって、映像表示装置 1 から出射する映像光が透明部材 100 から視認できない位置に映像表示装置 1 を設けるとゴースト像の発生が軽減される。また、再帰反射部材 2 を傾け、再帰反射映像光が通過する透明部材 100 から離れた位置に配置し外光の入射を妨げる構成とする。すなわち、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 から発せられる映像光の向き、換言すれば、点 A と点 A' とを結ぶ線分 A - A' は図 6 C では水平であるが、図 6 D においては、左斜め上方に傾いており、線分 A - A' と偏光分離部材 101 とのなす角が 45 度よりも大きい点で異なっている。上記の結果、傾いた空間浮遊映像 3 を観察することが可能となる。

40

【0047】

50

さらに、図 6 D では、空間浮遊映像 3 は、図 6 C のごとく水平に形成されるのに対して、上記線分 A - A' の傾き、および、偏光分離部材 101 の傾き角度に応じて、傾き角を有して形成される。すなわち、線分 A - A' の傾き、および、偏光分離部材 101 の傾き角度を変化させることで、空間浮遊映像 3 が形成される平面の角度を調整することが可能であり、ユーザの観察方向 S を、適切な角度とすることが可能となる。

【0048】

図 6 E に示す空間浮遊映像表示装置では、図 6 D と同じ部品より構成され、また、部品の配置も同じであるが、偏光分離部材 101 の傾きが、図 6 D と比較して大きく（より水平に近い傾き角を有し）、そのため、映像光の光軸、すなわち、線分 A - A' と、偏光分離部材 101 のなす角 θ_1 は、図 6 D における角 θ_1 と比較して、より小さい角度となっている。つまり、角度 $\theta_1 > \theta_1$ の関係となっている。

10

【0049】

上記の関係（角度 $\theta_1 > \theta_1$ ）から、図 6 E に示すように、空間浮遊映像 3 の観察方向 S は、図 6 D に比較して、より鉛直から遠ざかる向きとなる。さらに、観察した空間浮遊映像 3 は図 6 D より傾いている。

【0050】

上記の通り、映像光の向き、すなわち、線分 A - A' と、偏光分離部材 101 のなす角 θ_1 （または θ_1 ）を調整することにより、空間浮遊映像 3 と透明部材 100 とのなす角を変化させることができる。よって、ユーザにとって好適な観察方向を得ることが可能となる。

【0051】

20

< 反射型偏光板 >

本発明のグリッド構造の反射型偏光板は、偏光軸に対して垂直方向からの光についての特性は低下する。このため、偏光軸に沿った仕様が望ましく、液晶表示パネル 11 からの出射映像光を狭角で出射可能な本実施例の光源が理想的な光源となる。また、水平方向の特性も同様に斜めからの光については特性低下がある。以上の特性を考慮して、以下、液晶表示パネル 11 からの出射映像光をより狭角に出射可能な光源を液晶表示パネル 11 のバックライトとして使用する、本実施例の構成例について説明する。これにより、高コントラストな空間浮遊映像 3 が提供可能となる。

【0052】

< 映像表示装置 >

30

次に、本実施例の映像表示装置 1 について図を用いて説明する。本実施例の映像表示装置 1 は映像表示素子（液晶表示パネル 11）と共に、その光源を構成する光源装置 13 を備えており、図 7 では、光源装置 13 を液晶表示パネルと共に展開斜視図として示している。

【0053】

この液晶表示パネル（映像表示素子）は、図 7 に矢印 30 で示すように、バックライト装置である光源装置 13 からの光により狭角な拡散特性を有する、即ち、指向性（直進性）が強く、かつ、偏光面を一方向に揃えたレーザ光に似た特性の照明光束を得て、入力される映像信号に応じて変調をかけた映像光を、再帰反射部材 2 により反射しウィンドガラス 105 を透過して実像である空間浮遊映像を形成する（図 1 参照）。また、図 7 では、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 と、更に、光源装置 13 からの出射光束の指向特性を制御する光方向変換パネル 54、および、必要に応じて狭角拡散板（図示せず）を備えて構成されている。即ち、液晶表示パネル 11 の両面には偏光板が設けられ、特定の偏波の映像光が映像信号により光の強度を変調して出射する（図 7 の矢印 30 を参照）構成となっている。これにより、所望の映像を指向性（直進性）の高い特定偏波の光として、光方向変換パネル 54 を介して、再帰反射部材 2 に向けて投写し、再帰反射部材 2 で反射後、店舗（空間）の外部の観視者の眼に向けて透過して空間浮遊映像 3 を形成する。なお、上述した光方向変換パネル 54 の表面には保護カバー 50（図 8、図 9 を参照）を設けてよい。

40

【0054】

50

本実施例では、光源装置 13 からの出射光束（矢印 30 で示す）の利用効率を向上させ、消費電力を大幅に低減するために、光源装置 13 と液晶表示パネル 11 を含んで構成される映像表示装置 1 において、光源装置 13 からの光（図 8 の矢印 30 を参照）を、再帰反射部材 2 に向けて投写し、再帰反射部材 2 で反射後、ウィンドガラス 105 の表面に設けた透明シート（図示せず）により、空間浮遊映像 3 を所望の位置に形成するよう指向性を制御することもできる。具体的には、この透明シートは、フレネルレンズやリニアフレネルレンズ等の光学部品によって高い指向性を付与したまま浮遊映像の結像位置を制御する。このことによれば、映像表示装置 1 からの映像光は、レーザ光のようにウィンドガラス 105 の外側（例えば、歩道）にいる観察者に対して高い指向性（直進性）で効率良く届くこととなり、その結果、高品位な浮遊映像を高解像度で表示すると共に、光源装置 13 の LED (Light Emitting Diode) 素子 201 を含む映像表示装置 1 による消費電力を著しく低減することが可能となる。

10

【0055】

<映像表示装置の例(1)>

図 7 は映像表示装置 1 の別例を示す図である。また図 8 は、図 7 の光源装置 13 の上に液晶表示パネル 11 と光方向変換パネル 54 を配置した状態を示す。この光源装置 13 は、例えば、プラスチックなどにより形成され、その内部に LED 素子 201、導光体 203 を収納して構成されており、導光体 203 の端面には、図 8 等にも示したようにそれぞれの LED 素子 201 からの発散光を略平行光束に変換するために、受光部に対して対面に向かって徐々に断面積が大きくなる形状を有し、内部を伝搬する際に複数回全反射することで発散角が徐々に小さくなるような作用を有するレンズ形状を設けている。その上面には、映像表示装置 1 を構成する液晶表示パネル 11 が取り付けられている。また、光源装置 13 のケースのひとつの側面（本例では左側の端面）には、半導体光源である LED 素子 201 や、その制御回路を実装した LED 基板 202（図 8 参照）が取り付けられると共に、LED 基板 202 の外側面には、LED 素子 201 および制御回路で発生する熱を冷却するための部材であるヒートシンクが取り付けられてもよい。

20

【0056】

また、光源装置 13 のケースの上面に取り付けられる液晶表示パネル 11 のフレーム（図示せず）には、当該フレームに取り付けられた液晶表示パネル 11 と、更に、当該液晶表示パネル 11 に電氣的に接続された FPC (Flexible Printed Circuits: フレキシブル配線基板)（図示せず）などが取り付けられて構成される。即ち、映像表示素子である液晶表示パネル 11 は、固体光源である LED 素子 201 と共に、電子装置を構成する制御回路（図示せず）からの制御信号に基づいて、透過光の強度を変調することによって表示映像を生成する。この時、生成される映像光は拡散角度が狭く特定の偏波成分のみとなるため、映像信号により駆動された面発光レーザ映像源に近い、従来にない新しい映像表示装置 1 が得られることとなる。なお、現状では、レーザ装置により、上述した映像表示装置 1 で得られる画像と同等のサイズのレーザ光束を得ることは、技術的にも安全上からも不可能である。そこで、本実施例では、例えば、LED 素子 201 を備えた一般的な光源からの光束から、上述した面発光レーザ映像光に近い光を得る。

30

【0057】

続いて、光源装置 13 のケース内に収納されている光学系の構成について、図 8 と共に、図 9 を参照しながら詳細に説明する。図 8 および図 9 は断面図であるため、光源を構成する複数の LED 素子 201 が 1 つだけ示されており、これらは導光体 203 の受光端面 203a の形状により略コリメート光に変換される。このため導光体端面の受光部と LED 素子 201 は所定の位置関係を保って取り付けられている。なお、この導光体 203 は、各々、例えば、アクリル等の透光性の樹脂により形成されている。そして、この導光体端面の LED 受光面は、例えば、放物断面を回転して得られる円錐凸形状の外周面を有し、その頂部では、その中央部に凸部（即ち、凸レンズ面）を形成した凹部を有し、その平面部の中央部には、外側に突出した凸レンズ面（あるいは、内側に凹んだ凹レンズ面でも良い）を有するものである（図示せず）。なお、導光体 203 の受光部外形形状は、円錐

40

50

形状の外周面を形成する放物面形状をなし、ＬＥＤ素子２０１から周辺方向に出射する光をその内部で全反射することが可能な角度の範囲内において設定され、あるいは、反射面が形成されている。

【００５８】

他方、ＬＥＤ素子２０１は、その回路基板であるＬＥＤ基板２０２の表面上の所定の位置にそれぞれ配置されている。このＬＥＤ基板２０２は、ＬＥＤコリメータ（受光端面２０３ａ）に対して、その表面上のＬＥＤ素子２０１が、それぞれ、前述した凹部の中央部に位置するように配置されて固定される。

【００５９】

かかる構成によれば、導光体２０３の受光端面２０３ａの形状によって、ＬＥＤ素子２０１から放射される光は略平行光として取り出すことが可能となり、発生した光の利用効率を向上することが可能となる。

【００６０】

以上述べたように、光源装置１３は、導光体２０３の端面に設けた受光部である受光端面２０３ａに光源であるＬＥＤ素子２０１を複数並べた光源ユニットを取り付けて構成され、ＬＥＤ素子２０１からの発散光束を導光体端面の受光端面２０３ａのレンズ形状によって略平行光として、矢印で示すように、導光体２０３の内部を導光し（図面に平行な方向）、光束方向変換手段２０４によって、導光体２０３に対して略平行に配置された液晶表示パネル１１に向かって（図面から手前に垂直な方向）出射する。導光体２０３内部または表面の形状によってこの光束方向変換手段２０４の分布（密度）を最適化することで、液晶表示パネル１１に入射する光束の均一性を制御することができる。上述した光束方向変換手段２０４は導光体２０３の表面の形状や導光体２０３の内部に例えば屈折率の異なる部分を設けることで、導光体２０３内を伝搬した光束を、導光体２０３に対して略平行に配置された液晶表示パネル１１に向かって（図面から手前に垂直な方向）出射する。この時、液晶表示パネル１１を画面中央に正対し画面対角寸法と同じ位置に視点を置いた状態で画面中央と画面周辺部の輝度を比較した場合の相対輝度比が２０％以上あれば実用上問題なく、３０％を超えていれば更に優れた特性となる。

【００６１】

なお、図８は上述した導光体２０３とＬＥＤ素子２０１を含む光源装置１３において、偏光変換する本実施例の光源の構成とその作用を説明するための断面配置図である。図８において、光源装置１３は、例えば、プラスチックなどにより形成される表面または内部に光束方向変換手段２０４を設けた導光体２０３、光源としてのＬＥＤ素子２０１、反射シート２０５、位相差板２１６、レンチキュラーレンズなどから構成されており、その上面には、光源光入射面と映像光出射面に偏光板を備える液晶表示パネル１１が取り付けられている。

【００６２】

光源装置１３に対向した液晶表示パネル１１の光源光入射面（図の下面）にはフィルムまたはシート状の反射型偏光板４９を設けており、ＬＥＤ素子２０１から出射した自然光束２１０のうち片側の偏波（例えばＰ波）２１２を選択的に反射させ、導光体２０３の一方（図の下方）の面に設けた反射シート２０５で反射して、再度、液晶表示パネル１１に向かうようにする。そこで、反射シート２０５と導光体２０３の間もしくは導光体２０３と反射型偏光板４９の間に位相差板２１６（／４板）を設けて反射シート２０５で反射させ、２回通過させることで反射光束をＰ偏光からＳ偏光に変換し、映像光としての光源光の利用効率を向上する。液晶表示パネル１１で映像信号により光強度を変調された映像光束は（図８の矢印２１３）、再帰反射部材２に入射して、図１に示したように、反射後にウィンドガラス１０５を透過して店舗（空間）の内部または外部に実像である空間浮遊映像３を得ることができる。

【００６３】

図９は、図８と同様に、導光体２０３とＬＥＤ素子２０１を含む光源装置１３において、偏光変換する本実施例の光源の構成と作用を説明するための断面配置図である。光源装

10

20

30

40

50

置 1 3 も、同様に、例えばプラスチックなどにより形成される表面または内部に光束方向変換手段 2 0 4 を設けた導光体 2 0 3、光源としての L E D 素子 2 0 1、反射シート 2 0 5、位相差板 2 1 6、レンチキュラーレンズなどから構成されており、その上面には、映像表示素子として、光源光入射面と映像光出射面に偏光板を備える液晶表示パネル 1 1 が取り付けられている。

【 0 0 6 4 】

また、光源装置 1 3 に対応した液晶表示パネル 1 1 の光源光入射面（図の下面）にはフィルムまたはシート状の反射型偏光板 4 9 を設け、L E D 素子 2 0 1 から出射した自然光束 2 1 0 うち片側の偏波（例えば S 波）2 1 1 を選択的に反射させ、導光体 2 0 3 の一方（図の下方）の面に設けた反射シート 2 0 5 で反射して、再度液晶表示パネル 1 1 に向かう。反射シート 2 0 5 と導光体 2 0 3 の間もしくは導光体 2 0 3 と反射型偏光板 4 9 の間に位相差板 2 1 6（ $\lambda/4$ 板）を設けて反射シート 2 0 5 で反射させ、2 回通過させることで反射光束を S 偏光から P 偏光に変換し、映像光として光源光の利用効率を向上する。液晶表示パネル 1 1 で映像信号により光強度変調された映像光束は（図 9 の矢印 2 1 4）、再帰反射部材 2 に入射して、図 1 に示すように、反射後にウィンドガラス 1 0 5 を透過して店舗（空間）の内部または外部に実像である空間浮遊映像 3 を得ることができる。

【 0 0 6 5 】

図 8 および図 9 に示す光源装置 1 3 においては、対向する液晶表示パネル 1 1 の光入射面に設けた反射型偏光板 4 9 の作用とともに、反射型偏光板 4 9 で片側の偏光成分を反射するため、理論上得られるコントラスト比は、反射型偏光板 4 9 のクロス透過率の逆数と液晶表示パネル 1 1 に付帯した 2 枚の偏光板により得られるクロス透過率の逆数を乗じたものとなる。これにより、高いコントラスト性能が得られる。実際には、表示画像のコントラスト性能が 1 0 倍以上向上することを実験により確認した。この結果、自発光型の有機 E L に比較しても遜色ない高品位な映像が得られた。

【 0 0 6 6 】

< 映像表示装置の例（2） >

図 1 0 には、映像表示装置 1 の具体的な構成の他の一例を示す。図 1 0 の光源装置 1 3 は、図 1 2 等の光源装置と同様である。この光源装置 1 3 は、例えばプラスチックなどのケース内に L E D、コリメータ、合成拡散ブロック、導光体等を収納して構成されており、その上面には液晶表示パネル 1 1 が取り付けられている。また、光源装置 1 3 のケースのひとつの側面には、図 1 2 等に示す半導体光源である L E D（L i g h t E m i t t i n g D i o d e）素子 1 4 a、1 4 b や、その制御回路を実装した L E D 基板 1 0 2 が取り付けられると共に、L E D 基板 1 0 2 の外側面には、L E D 素子 1 4 a、1 4 b および制御回路で発生する熱を冷却するための部材であるヒートシンク 1 0 3（図 1 0 参照）が取り付けられている（図 1 2、図 1 3 等も参照）。

【 0 0 6 7 】

また、ケースの上面に取り付けられた液晶表示パネルフレームには、当該フレームに取り付けられた液晶表示パネル 1 1 と、更に、液晶表示パネル 1 1 に電氣的に接続された F P C（F l e x i b l e P r i n t e d C i r c u i t s：フレキシブル配線基板）4 0 3（図 1 0 参照）などが取り付けられて構成されている。即ち、映像表示素子である液晶表示パネル 1 1 は、固体光源である L E D 素子 1 4 a、1 4 b と共に、電子装置を構成する制御回路（ここでは図示せず）からの制御信号に基づいて、透過光の強度を変調することによって表示映像を生成する。

【 0 0 6 8 】

< 映像表示装置の例（3） >

続いて、図 1 1 を用いて映像表示装置 1 の具体的な構成の他の例（表示装置の例 3）を説明する。この映像表示装置 1 の光源装置は、L E D からの光（P 偏光と S 偏光が混在）の発散光束をコリメータ（コリメータレンズまたは L E D コリメータレンズ）1 8 により略平行光束に変換し、反射型導光体 3 0 4 の反射面により液晶表示パネル 1 1 に向け反射する。反射光は液晶表示パネル 1 1 と反射型導光体 3 0 4 の間に配置された反射型偏光板

49に入射する。反射型偏光板49では特定の偏波（例えばP偏光）は透過して液晶表示パネル11に入射する。反射型偏光板で他方の偏波（例えばS偏光）は反射され再び反射型導光体304へ向かう。反射型偏光板49は、反射型導光体304の反射面からの光の主光線に対して垂直とならないよう傾きを以て設置されており、反射型偏光板49で反射された光の主光線は、反射型導光体304の透過面に入射する。反射型導光体304の透過面に入射した光は、反射型導光体304の背面を透過し、位相差板である / 4板270を透過し、反射板271で反射される。反射板271で反射された光は、再び / 4板270を透過し、反射型導光体304の透過面を透過する。反射型導光体304の透過面を透過した光は再び反射型偏光板49に入射する。このとき、反射型偏光板49に再度入射する光は、 / 4板270を2回通過しているため、反射型偏光板49を透過する偏波（例えば、P偏光）へ偏光が変換されている。よって、偏光が変換されている光は反射型偏光板49を透過し、液晶表示パネル11に入射する。なお、偏光変換に係る偏光設計について、上述の説明から偏波を逆に構成（S偏光とP偏光を逆にする）してもかまわない。

10

【0069】

この結果、LEDからの光は特定の偏波（例えばP偏光）に揃えられ、液晶表示パネル11に入射し、映像信号に合わせて輝度変調されパネル面に映像を表示する。上述の例と同様に光源を構成する複数のLEDが示されており（ただし、縦断面のため図16では1個のみ図示）、これらはコリメータ18に対して所定の位置に取り付けられている。なお、コリメータ18は、各々、例えばアクリル等の透光性の樹脂またはガラスにより形成されている。そして、このコリメータ18は、放物断面を回転して得られる円錐凸形状の外周面を有してもよい。その頂部では、その中央部に凸部（即ち、凸レンズ面）を形成した凹部を有してもよい。また、その平面部の中央部には、外側に突出した凸レンズ面（あるいは、内側に凹んだ凹レンズ面でも良い）を有している。なお、コリメータ18の円錐形状の外周面を形成する放物面は、LEDから周辺方向に出射する光をその内部で全反射することが可能な角度の範囲内において設定され、あるいは、反射面が形成されている。

20

【0070】

なお、LEDは、その回路基板である、LED基板102の表面上の所定の位置にそれぞれ配置されている。このLED基板102は、コリメータ18に対して、その表面上のLEDが、それぞれ、円錐凸形状の頂部の中央部（頂部に凹部が有る場合はその凹部）に位置するように配置されて固定される。

30

【0071】

かかる構成によれば、コリメータ18によって、LEDから放射される光のうち、特に、その中央部分から放射される光は、コリメータ18の外形を形成する凸レンズ面により集光されて平行光となる。また、その他の部分から周辺方向に向かって出射される光は、コリメータ18の円錐形状の外周面を形成する放物面によって反射され、同様に、集光されて平行光となる。換言すれば、その中央部に凸レンズを構成すると共に、その周辺部に放物面を形成したコリメータ18によれば、LEDにより発生された光のほぼ全てを平行光として取り出すことが可能となり、発生した光の利用効率を向上することが可能となる。

【0072】

以上の構成は図12、図13等にした映像表示装置の光源装置と同様の構成である。さらに、図11に示したコリメータ18により略平行光に変換された光は、反射型導光体304で反射される。当該光のうち、反射型偏光板49の作用により特定の偏波の光は反射型偏光板49透過し、反射型偏光板49の作用により反射された他方の偏波の光は再度導光体304を透過する。当該光は、反射型導光体304に対して、液晶表示パネル11とは逆の位置にある反射板271で反射する。この時、当該光は位相差板である / 4板270を2度通過することで偏光変換される。反射板271で反射した光は、再び導光体304を透過して、反対面に設けた反射型偏光板49に入射する。当該入射光は、偏光変換がなされているので、反射型偏光板49を透過して、偏光方向を揃えて液晶表示パネル11に入射される。この結果、光源の光を全て利用できる所以の幾何光学的な利用効率が2倍になる。また、反射型偏光板の偏光度（消光比）もシステム全体の消光比に乘せら

40

50

れるので、本実施例の光源装置を用いることで表示装置全体としてのコントラスト比が大幅に向上する。なお、反射型導光体 304 の反射面の面粗さおよび反射板 271 の面粗さを調整することで、それぞれの反射面での光の反射拡散角を調整することができる。液晶表示パネル 11 に入射する光の均一性がより好適になるように、設計毎に、反射型導光体 304 の反射面の面粗さおよび反射板 271 の面粗さを調整すればよい。

【0073】

なお、図 11 の位相差板である $\pi/4$ 板 270 は、必ずしも $\pi/4$ 板 270 へ垂直に入射した偏光に対する位相差が $\pi/4$ である必要はない。図 11 の構成において、偏光が 2 回通過することで、位相が 90° ($\pi/2$) 変わる位相差板であればよい。位相差板の厚さは偏光の入射角度分布に応じて調整すればよい。

【0074】

液晶表示パネル 11 からの出射光は、従来の TV セットでは画面水平方向（図 16 (A) X 軸で表示）と画面垂直方向（図 16 (B) Y 軸で表示）ともに同様な拡散特性を持っている。これに対して、本実施例の液晶表示パネル 11 からの出射光束の拡散特性は、例えば図 16 の例 1 に示すように輝度が正面視（角度 0 度）の 50% になる視野角が 13 度とすることで、従来の 62 度に対して $1/5$ となる。同様に垂直方向の視野角は上下不均等として上側の視野角を下側の視野角に対して $1/3$ 程度に抑えるように反射型導光体の反射角度と反射面の面積等を最適化する。この結果、従来の液晶 TV に比べ監視方向に向かう映像光量が大幅に向上し、輝度は 50 倍以上となる。

【0075】

更に、図 16 の例 2 に示す視野角特性とすれば輝度が正面視（角度 0 度）の 50% になる視野角が 5 度とすることで従来の 62 度に対して $1/12$ となる。同様に垂直方向の視野角は上下均等として視野角を従来の $1/12$ 程度に抑えるように反射型導光体の反射角度と反射面の面積等を最適化する。この結果、従来の液晶 TV に比べ監視方向に向かう映像光量が大幅に向上し、輝度は 100 倍以上となる。以上述べたように視野角を狭角とすることで監視方向に向かう光束量を集中できるので光の利用効率が大幅に向上する。この結果、従来の TV 用の液晶表示パネルを使用しても、光源装置の光拡散特性を制御することで同様な消費電力で大幅な輝度向上が実現可能で、屋外に向けての空間浮遊映像表示システムに対応した映像表示装置 1 とすることができる。

【0076】

図 11 に戻る。基本構成としては、図 11 に示すように光源装置により狭角な指向特性の光束を液晶表示パネル 11 に入射させ、映像信号に合わせて輝度を変調することで、液晶表示パネル 11 の画面上に表示した映像情報を、再帰反射部材 2 で反射させ得られた空間浮遊映像 3 を、ウィンドガラス 105 を介して室外または室内に表示する。

【0077】

< 光源装置 13 の例 (1) >

続いて、筐体 106（図 6 B 参照）内に収納されている光源装置等の光学系の構成について、図 12 と共に、図 13 (A) および (B) を参照しながら、詳細に説明する。

【0078】

図 12 には、光源を構成する LED 素子 14 a、14 b が示されており、これらは LED コリメータ 15 に対して所定の位置に取り付けられている。なお、この LED コリメータ 15 は、各々、例えばアクリル等の透光性の樹脂により形成されている。そして、この LED コリメータ 15 は、図 13 (B) にも示すように、放物断面を回転して得られる円錐凸形状の外周面 156 を有すると共に、その頂部では、その中央部に凸部（即ち、凸レンズ面）157 を形成した凹部 153 を有する。また、その平面部の中央部には、外側に突出した凸レンズ面（あるいは、内側に凹んだ凹レンズ面でも良い）154 を有している。なお、LED コリメータ 15 の円錐形状の外周面 156 を形成する放物面は、LED 素子 14 a、14 b から周辺方向に出射する光をその内部で全反射することが可能な角度の範囲内において設定され、あるいは、反射面が形成されている。

【0079】

10

20

30

40

50

また、LED素子14a、14bは、その回路基板であるLED基板102の表面上の所定の位置にそれぞれ配置されている。このLED基板102は、LEDコリメータ15に対して、その表面上のLED素子14aまたは14bが、それぞれ、その凹部153の中央部に位置するように配置されて固定される。

【0080】

かかる構成によれば、上述したLEDコリメータ15によって、LED素子14aまたは14bから放射される光のうち、特に、その中央部分から上方(図13(B)の右方向)に向かって放射される光は、LEDコリメータ15の外形を形成する2つの凸レンズ面157、154により集光されて平行光となる。また、その他の部分から周辺方向に向かって出射される光は、LEDコリメータ15の円錐形状の外周面156を形成する放物面によって反射され、同様に、集光されて平行光となる。換言すれば、その中央部に凸レンズを構成すると共に、その周辺部に放物面を形成したLEDコリメータ15によれば、LED素子14aまたは14bにより発生された光のほぼ全てを平行光として取り出すことが可能となり、発生した光の利用効率を向上することが可能となる。

【0081】

なお、図13に示すようにLEDコリメータ15の光の出射側には偏光変換素子21が設けられている。この偏光変換素子21は、図13からも明らかなように、断面が平行四辺形である柱状(以下、平行四辺形柱)の透光性部材と、断面が三角形である柱状(以下、三角形柱)の透光性部材とを組み合わせ、LEDコリメータ15からの平行光の光軸に対して直交する面に平行に、複数、アレイ状に配列して構成されている。更に、これらアレイ状に配列された隣接する透光性部材間の界面には、交互に、偏光ビームスプリッタ(以下、「PBS膜」と省略する)211と反射膜212とが設けられており、また、偏光変換素子21へ入射してPBS膜211を透過した光が出射する出射面には、 $\lambda/2$ 位相板215が備えられている。

【0082】

この偏光変換素子21の出射面には、更に、図13(A)にも示す矩形形状の合成拡散ブロック16が設けられている。即ち、LED素子14aまたは14bから出射された光は、LEDコリメータ15の働きにより平行光となって合成拡散ブロック16へ入射し、出射側のテクスチャー161により拡散された後、導光体17に到る。

【0083】

導光体17は、例えばアクリル等の透光性の樹脂により断面が略三角形(図13(B)参照)の棒状に形成された部材であり、そして、図12からも明らかなように、合成拡散ブロック16の出射面に第1拡散板18aを介して対向する導光体光入射部(面)171と、斜面を形成する導光体光反射部(面)172と、第2拡散板18bを介して、映像表示素子である液晶表示パネル11と対向する導光体光出射部(面)173とを備えている。

【0084】

この導光体17の導光体光反射部(面)172には、その一部拡大図である図13(B)にも示すように、多数の反射面172aと接続面172bとが交互に鋸歯状に形成されている。そして、反射面172a(図では右上がりの線分)は、図において一点鎖線で示す水平面に対して n (n :自然数であり、本例では、例えば、 $1 \sim 130$ である)を形成しており、その一例として、ここでは、 n を 43 度以下(ただし、 0 度以上)に設定している。

【0085】

導光体入射部(面)171は、光源側に傾斜した湾曲の凸形状に形成されている。これによれば、合成拡散ブロック16の出射面からの平行光は、第1拡散板18aを介して拡散されて入射し、図12からも明らかなように、導光体入射部(面)171により上方に僅かに屈曲(偏向)しながら導光体光反射部(面)172に達し、ここで反射して図12の上方の出射面に設けた液晶表示パネル11に到る。

【0086】

以上に詳述した映像表示装置1によれば、光利用効率やその均一な照明特性をより向上

10

20

30

40

50

すると同時に、モジュール化されたS偏光波の光源装置を含め、小型かつ低コストで製造することが可能となる。なお、上記の説明では、偏光変換素子21をLEDコリメータ15の後に取り付けけるものとして説明したが、本発明はそれに限定されることなく、液晶表示パネル11に到る光路中に設けることによって同様の作用・効果が得られる。

【0087】

なお、導光体光反射部(面)172には、多数の反射面172aと接続面172bとが交互に鋸歯状に形成されており、照明光束は、各々の反射面172a上で全反射されて上方に向かい、更には、導光体光出射部(面)173には狭角拡散板(図示せず)を設けて略平行な拡散光束として指向特性を制御する光方向変換パネル54に入射し、斜め方向から液晶表示パネル11へ入射する。本実施例では光方向変換パネル54を導光体出射面173と液晶表示パネル11の間に設けたが、液晶表示パネル11の出射面に設けても、同様の効果が得られる。

【0088】

<光源装置13の例(2)>

光源装置13等の光学系の構成について、他の例を図14に示す。図13に示した例と同様に、光源を構成する複数(本例では、2個)のLED素子14a、14bが示されており、これらはLEDコリメータ15に対して所定の位置に取り付けられている。なお、このLEDコリメータ15は、各々、例えばアクリル等の透光性の樹脂により形成されている。そして、図13に示した例と同様に、このLEDコリメータ15は、放物断面を回転して得られる円錐凸形状の外周面156を有すると共に、その頂部では、その中央部に凸部(即ち、凸レンズ面)157を形成した凹部153を有する。また、その平面部の中央部には、外側に突出した凸レンズ面(あるいは、内側に凹んだ凹レンズ面でも良い)154を有している。なお、LEDコリメータ15の円錐形状の外周面156を形成する放物面は、LED素子14aから周辺方向に出射する光をその内部で全反射することが可能な角度の範囲内において設定され、あるいは、反射面が形成されている。

【0089】

また、LED素子14a、14bは、その回路基板である、LED基板102の表面上の所定の位置にそれぞれ配置されている。このLED基板102は、LEDコリメータ15に対して、その表面上のLED素子14aまたは14bが、それぞれ、その凹部153の中央部に位置するように配置されて固定される。

【0090】

かかる構成によれば、上述したLEDコリメータ15によって、LED素子14aまたは14bから放射される光のうち、特に、その中央部分から上方(図の右方向)に向かって放射される光は、LEDコリメータ15の外形を形成する2つの凸レンズ面157、154により集光されて平行光となる。また、その他の部分から周辺方向に向かって出射される光は、LEDコリメータ15の円錐形状の外周面156を形成する放物面によって反射され、同様に、集光されて平行光となる。換言すれば、その中央部に凸レンズを構成すると共に、その周辺部に放物面を形成したLEDコリメータ15によれば、LED素子14aまたは14bにより発生された光のほぼ全てを平行光として取り出すことが可能となり、発生した光の利用効率を向上することが可能となる。

【0091】

なお、LEDコリメータ15の光の出射側には第1拡散板18aを介して導光体170が設けられている。導光体170は、例えばアクリル等の透光性の樹脂により断面が略三角形(図14(A)参照)の棒状に形成された部材であり、そして、図14(A)からも明らかなように、合成拡散ブロック16の出射面に第1拡散板18aを介して対向する導光体170の入射部(面)171と、斜面を形成する導光体光反射部(面)172と、反射型偏光板200を介して映像表示素子である液晶表示パネル11と対向する導光体光出射部(面)173とを備えている。

【0092】

この反射型偏光板200は、例えばP偏光を反射(S偏光は透過)させる特性を有する

10

20

30

40

50

物を選択すれば、光源であるＬＥＤ素子１４ａ、１４ｂから発した自然光のうちＰ偏光を反射し、図１４（Ｂ）に示した導光体光反射部１７２に設けた１／４板１７２ｃを通過して反射面１７２ｄで反射し、再び１／４板１７２ｃを通過することでＳ偏光に変換され、液晶表示パネル１１に入射する光束は全てＳ偏光に統一される。

【００９３】

同様に、反射型偏光板２００としてＳ偏光を反射（Ｐ偏光は透過）させる特性を有する物を選択すれば、光源であるＬＥＤ素子１４ａ、１４ｂから発した自然光のうちＳ偏光を反射し、図１４（Ｂ）に示した導光体光反射部１７２に設けた１／４板１７２ｃを通過して反射面１７２ｄで反射し、再び１／４板１７２ｃを通過することでＰ偏光に変換され、液晶表示パネル５２に入射する光束は全てＰ偏光に統一される。以上述べた構成でも偏光変換が実現できる。

10

【００９４】

< 光源装置１３の例（３） >

光源装置等の光学系の構成についての他の例を、図１１を用いて説明する。第３の例では、図１１に示すようにＬＥＤ基板１０２からの自然光（Ｐ偏光とＳ偏光が混在）の発散光束をＬＥＤコリメータレンズ１８により略平行光束に変換し、反射型導光体３０４により液晶表示パネル１１に向け反射する。反射光は液晶表示パネル１１と反射型導光体３０４の間に配置された反射型偏光板４９に入射する。反射型偏光板４９で特定の偏波（例えばＳ偏波）が反射され導光体３０４の反射面を繋ぐ面を透過し、導光体３０４の反対面に面して配置された反射板２７１で反射され位相板（１／４波長板）２７０を２度透過することで偏光変換され、導光体と反射型偏光板を透過して液晶表示パネル１１に入射し映像光に変調される。この時、特定偏波と偏光変換された偏波面を合わせることで光の利用効率が通常の２倍となり、反射型偏光板の偏光度（消光比）もシステム全体の消光比に乘せられるので、本実施例の光源装置を用いることで情報表示システムのコントラスト比が大幅に向上する。

20

【００９５】

この結果、ＬＥＤからの自然光は特定の偏波（例えばＰ偏波）に揃えられる。上述の例と同様に光源を構成する複数のＬＥＤが設けられており（ただし、縦断面のため図１２では１個のみ図示）、これらはＬＥＤコリメータレンズ１８に対して所定の位置に取り付けられている。なお、このＬＥＤコリメータレンズ１８は、各々、例えばアクリル等の透光性の樹脂またはガラスにより形成されている。そして、このＬＥＤコリメータレンズ１８は、放物断面を回転して得られる円錐凸形状の外周面を有すると共に、その頂部では、その中央部に凸部（即ち、凸レンズ面）を形成した凹部を有する。また、その平面部の中央部には、外側に突出した凸レンズ面（あるいは、内側に凹んだ凹レンズ面でも良い）を有している。なお、ＬＥＤコリメータレンズ１８の円錐形状の外周面を形成する放物面は、ＬＥＤコリメータレンズ１８から周辺方向に出射する光をその内部で全反射することが可能な角度の範囲内において設定され、あるいは、反射面が形成されている。

30

【００９６】

また、ＬＥＤは、その回路基板である、ＬＥＤ基板１０２の表面上の所定の位置にそれぞれ配置されている。このＬＥＤ基板１０２は、ＬＥＤコリメータレンズ１８に対して、その表面上のＬＥＤが、それぞれ、その凹部の中央部に位置するように配置されて固定される。

40

【００９７】

かかる構成によれば、ＬＥＤコリメータレンズ１８によって、ＬＥＤから放射される光のうち、特に、その中央部分から放射される光は、ＬＥＤコリメータレンズ１８の外形を形成する２つの凸レンズ面により集光されて平行光となる。また、その他の部分から周辺方向に向かって出射される光は、ＬＥＤコリメータレンズ１８の円錐形状の外周面を形成する放物面によって反射され、同様に、集光されて平行光となる。換言すれば、その中央部に凸レンズを構成すると共に、その周辺部に放物面を形成したＬＥＤコリメータレンズ１８によれば、ＬＥＤにより発生された光のほぼ全てを平行光として取り出すことが可能

50

となり、発生した光の利用効率を向上することが可能となる。

【0098】

＜映像表示装置の例（４）＞

さらに、表示装置の光源装置等の光学系の構成についての他の例（表示装置の例４）を、図１７を用いて説明する。表示装置の例３の光源装置において、反射型導光体３０４の代わりに拡散シートを用いる場合の構成例である。具体的には、ＬＥＤコリメータレンズ１８の光の出射側には図面の垂直方向と水平方向（図の前後方向で図示せず）の拡散特性を変換する光学シートを２枚用い（光学シート２０７Ａおよび光学シート２０７Ｂ）、ＬＥＤコリメータレンズ１８からの光を２枚の光学シート（拡散シート）の間に入射させる。この光学シートは、２枚構成ではなく１枚としても良い。１枚構成とする場合には１枚の光学シートの表面と裏面の微細形状で垂直と水平の拡散特性を調整する。また、拡散シートを複数枚使用して作用を分担しても良い。ここで、図１７の例では、光学シート２０７Ａと光学シート２０７Ｂの表面形状と裏面形状による反射拡散特性について、液晶表示パネル１１から出射する光束の面密度が均一になるように、ＬＥＤの数量とＬＥＤ基板（光学素子）１０２からの発散角およびＬＥＤコリメータレンズ１８の光学仕様を設計パラメータとして最適設計すると良い。つまり、導光体の代わりに複数の拡散シートの表面形状により拡散特性を調整する。図１７の例では偏光変換は上述した表示装置の例３と同様の方法で行われる。すなわち、図１７の例において、反射型偏光板４９はＳ偏光を反射（Ｐ偏光は透過）させる特性を有するように構成すればよい。その場合、光源であるＬＥＤから発した光のうちＰ偏光を透過して、透過した光は液晶表示パネル１１に入射する。光源であるＬＥＤから発した光のうちＳ偏光を反射し、反射した光は、図１７に示した位相差板２７０を通過する。位相差板２７０を通過した光は、反射板２７１で反射される。反射板２７１で反射した光は、再び位相差板２７０を通過することでＰ偏光に変換される。偏光変換された光は、反射型偏光板４９を透過し、液晶表示パネル１１に入射する。なお、図１７の位相差板である１／４板２７０は、必ずしも１／４板２７０へ垂直に入射した偏光に対する位相差が１／４である必要はない。図１７の構成において、偏光が２回通過することで、位相が９０°（１／２）変わる位相差板であればよい。位相差板の厚さは偏光の入射角度分布に応じて調整すればよい。なお、図１７においても、偏光変換に係る偏光設計について、上述の説明から偏波を逆に構成（Ｓ偏光とＰ偏光を逆にする）してもかまわない。

【0099】

＜光源装置１３の例（５）＞

光源装置１３の光学系の構成についての他の例を、図１８を用いて説明する。図１８（Ｃ）に示すようにＬＥＤコリメータレンズ１８の光の出射側には偏光変換素子２１を配置する。そしてＬＥＤ素子１４ｃからの自然光を特定の偏波に揃えて拡散特性を制御する光学素子８１に入射し図面の垂直方向と水平方向（図の前後方向で図示せず）の拡散特性を制御することで反射型導光体２２０の反射面に向けての配光特性を最適なものとする。反射型導光体２２０の表面には図１８（Ｂ）に示すように凹凸パターン２２２を設け、反射型導光体２２０の対向面に配置される映像表示装置（図示せず）に向けて反射し所望の拡散特性を得る。光源のＬＥＤ素子１４ｃとＬＥＤコリメータレンズ１８の配置精度は光源の効率に大きく影響するため通常光軸精度は５０μｍ程度の精度が必要となるため発明者らはＬＥＤの発熱によりＬＥＤコリメータレンズ１８の膨張により取り付け精度が低下する対策として、幾つかのＬＥＤ素子１４ｃとＬＥＤコリメータレンズ１８を一体化した光源ユニット２２３構造として複数又は単独のユニットを光源装置に用いることで取り付け精度の低下を軽減した。

【0100】

図１８（Ａ）（Ｂ）（Ｃ）に示した実施例では反射型導光体２２０の長辺方向の両端部にはＬＥＤ素子１４ｃとＬＥＤコリメータレンズ１８を一体化した光源ユニット２２３が複数組み込まれ（図１８の実施例では片側３個ずつ）光源装置の輝度均一化を実現している。反射型導光体２２０の反射面２２０ａには光源ユニットに略平行の凹凸パターン２２

2 が複数形成され、一つの凹凸パターン 2 2 2 においてもその表面は多面体を形成することで映像表示装置 1 に入射する光量を高精度に制御することができる。本実施例では反射面の形状を凹凸パターン 2 2 2 として説明したが三角面、波形面などが規則的または不規則に配列したパターンでも面形状により反射型導光体 2 2 0 から映像表示装置 1 に向けた配光パターンを制御すれば本願発明に抵触することは言うまでもない。また、反射型導光体 2 2 0 の側面には L E D コリメータレンズ 1 8 で制御された光が光源装置 1 3 から外部に漏れないように遮光壁 2 2 4 を設け L E D 素子 1 4 c は金属製の基盤 2 2 5 により放熱性を高めた設計とするとよい。

【 0 1 0 1 】

< レンチキュラーシート >

以下、映像表示装置 1 からの出射光の拡散特性を制御するレンチキュラーレンズによる作用について説明する。レンチキュラーレンズのレンズ形状を最適化することで、上述した映像表示装置 1 から出射されてウィンドガラス 1 0 5 を透過又は反射して効率良く空間浮遊映像 3 を得ることが可能となる。即ち、映像表示装置 1 からの映像光に対し、2 枚のレンチキュラーレンズを組み合わせ、またはマイクロレンズアレイをマトリックス状に配置して拡散特性を制御するシートを設けて、X 軸および Y 軸方向において、映像光の輝度（相対輝度）をその反射角度（垂直方向を 0 度）に応じて制御することができる。本実施例では、このようなレンチキュラーレンズにより、従来に比較し、図 1 6（B）に示すように垂直方向の輝度特性を急峻にできる。更に上下（Y 軸の正負方向）方向の指向特性のバランスを変化させることで反射や拡散による光の輝度（相対輝度）を高めることができる。これらの作用効果により、面発光レーザ映像源からの映像光のように、拡散角度が狭く（直進性が高く）かつ特定の偏波成分のみの映像光とし、従来技術による映像表示装置を用いた場合に再帰反射部材で発生していたゴースト像を抑え、効率良く観視者の眼に再帰反射による空間浮遊映像が届くように制御できる。

【 0 1 0 2 】

また上述した各光源装置により、図 1 6（A）、（B）に示した一般的な液晶表示パネル 1 1 からの出射光拡散特性（図中では従来と表記）に対して X 軸方向および Y 軸方向ともに大幅に狭角な指向特性を実現することができる。これにより、特定方向に対して平行に近い映像光束を出射する特定偏波の光を出射する映像表示装置が実現できる。

【 0 1 0 3 】

図 1 5 には、本実施例で採用するレンチキュラーレンズの特性の一例を示している。この例では、特に、X 方向（垂直方向）における特性を示しており、特性 O は、光の出射方向のピークが垂直方向（0 度）から上方に 3 0 度付近の角度であり上下に対称な輝度特性を示している。また、図 1 5 の特性 A や B は、更に、3 0 度付近においてピーク輝度の上方の映像光を集光して輝度（相対輝度）を高めた特性の例を示している。このため、これらの特性 A や B では、3 0 度を越えた角度において、特性 O に比較して、急激に光の輝度（相対輝度）が低減する。

【 0 1 0 4 】

即ち、上述したレンチキュラーレンズを含んだ光学系によれば、映像表示装置 1 からの映像光束を再帰反射部材 2 に入射させる際、光源装置 1 3 , 2 3 0 で狭角に揃えられた映像光の出射角度や視野角を制御でき再帰反射部材 2 の設置の自由度を大幅に向上できる。その結果ウィンドガラス 1 0 5 を反射又は透過して所望の位置に結像する空間浮遊映像 3 の結像位置の関係の自由度を大幅に向上できる。この結果、拡散角度が狭く（直進性が高く）かつ特定の偏波成分のみの光として効率良く室外または室内の観視者の眼に届くようにすることが可能となる。このことによれば、映像表示装置 1 からの映像光の強度（輝度）が低減しても、観視者は映像光を正確に認識して情報を得ることができる。換言すれば、映像表示装置 1 の出力を小さくすることにより、消費電力の低い空間浮遊映像表示システムを実現することが可能となる。

【 0 1 0 5 】

以上、種々の実施例について詳述したが、しかしながら、本発明は、上述した実施例の

みに限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するためにシステム全体を詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【0106】

本実施例に係る技術では、空間浮遊映像を高解像度かつ高輝度な映像情報を空間浮遊した状態で表示することにより、例えば、ユーザは感染症の接触感染に対する不安を感じることなく操作することを可能にする。不特定多数のユーザが使用するシステムに本実施例に係る技術を用いれば、感染症の接触感染のリスクを低減し、不安を感じることなく使用できる非接触ユーザインタフェースを提供することを可能にする。これにより、国連の提唱する持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）の「3すべての人に健康と福祉を」に貢献する。

10

【0107】

また、本実施例に係る技術では、出射する映像光の発散角を小さく、さらに特定の偏波に揃えることで、再帰反射部材に対して正規の反射光だけを効率良く反射させるため、光の利用効率が高く、明るく鮮明な空間浮遊映像を得ることを可能にする。本実施例に係る技術によれば、消費電力を大幅に低減することが可能な、利用性に優れた非接触ユーザインタフェースを提供することができる。これにより、国連の提唱する持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）の「9産業と技術革新の基盤をつくろう」および「11住み続けられるまちづくりを」に貢献する。

20

【0108】

さらに、本実施例に係る技術では、指向性（直進性）の高い映像光による空間浮遊映像を形成することを可能にする。本実施例に係る技術では、銀行のATMや駅の券売機等における高いセキュリティが求められる映像や、ユーザに正対する人物には秘匿したい秘匿性の高い映像を表示する場合でも、指向性の高い映像光を表示することで、ユーザ以外に空間浮遊映像を覗き込まれる危険性が少ない非接触ユーザインタフェースを提供することを可能にする。これにより、国連の提唱する持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）の「11住み続けられるまちづくりを」に貢献する。

30

【符号の説明】

【0109】

- 1 : 映像表示装置
- 1 a : 映像表示部
- 1 b : 映像制御部
- 1 c : 映像信号受信部
- 1 d : 受信アンテナ
- 2 : 再帰反射部材
- 2 a : 再帰反射部
- 3 : 空間浮遊映像
- 1 1 : 液晶表示パネル
- 1 2 : 吸収型偏光板
- 1 3 : 光源装置
- 1 3 a : 光源装置
- 1 4 a ~ c : LED素子
- 1 5 : LEDコリメータ
- 1 6 : 合成拡散ブロック
- 1 7 : 導光体
- 1 8 : LEDコリメータレンズ

40

50

1 8 a	: 第 1 拡散板	
1 8 b	: 第 2 拡散板	
2 1	: / 4 板 (偏光変換素子)	
2 2	: 第 1 遮光部材	
2 3	: 第 2 遮光部材	
2 4	: 第 3 遮光部材	
2 5	: 第 4 遮光部材	
3 0	: 矢印	
4 9	: 反射型偏光板	
5 0	: 保護カバー	10
5 2	: 液晶表示パネル	
5 4	: 光方向変換パネル	
8 1	: 光学素子	
1 0 0	: 透明部材	
1 0 0 a	: 窓部	
1 0 0 b	: 遮光部材	
1 0 1	: 偏光分離部材	
1 0 2	: L E D 基板	
1 0 3	: ヒートシンク	
1 0 5	: ウィンドガラス	20
1 0 6	: 筐体	
1 0 7	: 光学素子	
1 1 2	: 吸収型偏光板	
1 5 3	: 凹部	
1 5 4	: 凸レンズ面	
1 5 6	: 外周面	
1 5 7	: 凸レンズ面	
1 6 1	: テクスチャ	
1 7 0	: 導光体	
1 7 2	: 導光体光反射部	30
1 7 2 a	: 反射面	
1 7 2 b	: 連接面	
1 7 2 c	: / 4 板	
1 7 2 d	: 反射面	
1 7 3	: 導光体出射面	
2 0 0	: 反射型偏光板	
2 0 1	: L E D 素子	
2 0 2	: L E D 基板	
2 0 3	: 導光体	
2 0 3 a	: 受光端面	40
2 0 4	: 光束方向変換手段	
2 0 5	: 反射シート	
2 0 6	: 反射型偏光板	
2 0 7	: 光学シート	
2 1 0	: 自然光束	
2 1 1	: P B S 膜	
2 1 2	: 反射膜	
2 1 5	: / 2 位相板	
2 1 6	: 位相差板	
2 2 0	: 反射型導光体	50

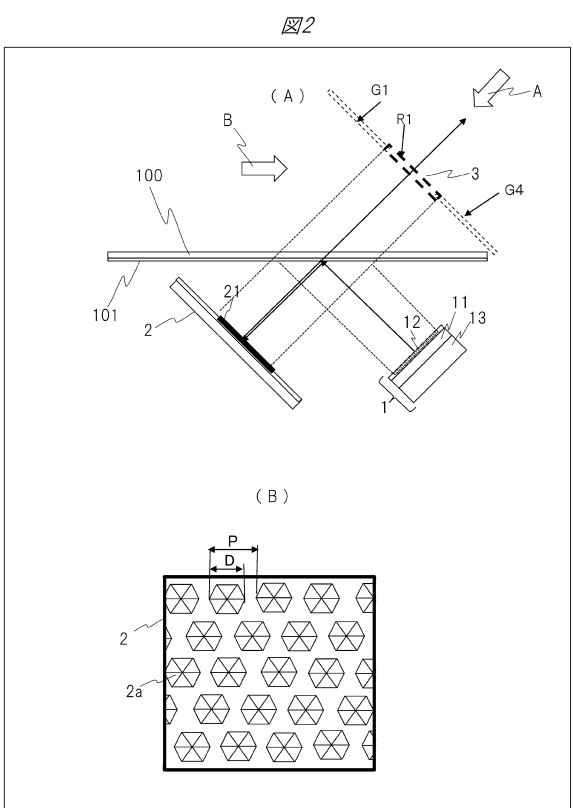
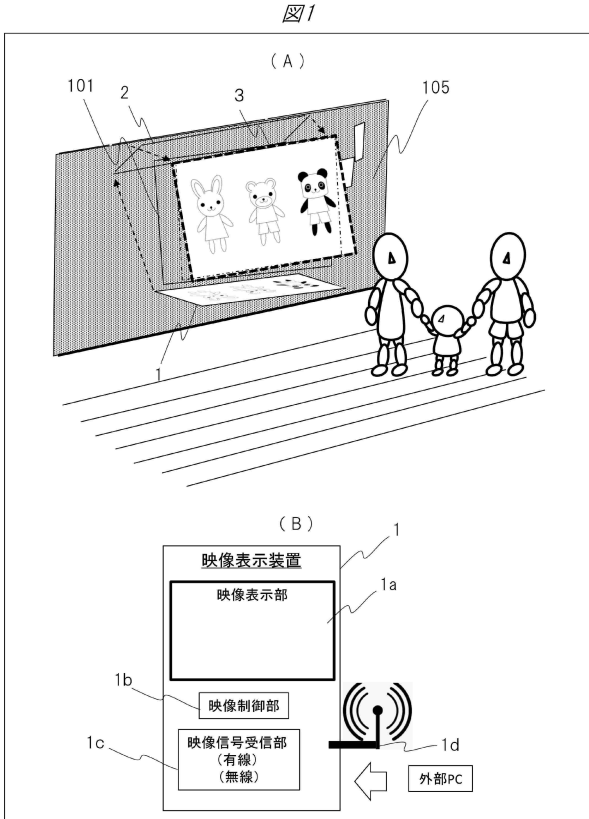
- 2 2 0 a : 反射面
- 2 2 2 : 凹凸パターン
- 2 2 3 : 光源ユニット
- 2 3 0 : 光源装置
- 2 7 0 : 位相差板
- 2 7 1 : 反射板
- 2 7 2 : 反射面
- 3 0 4 : 反射型導光体
- 4 0 0 : 反射ミラー
- 1 0 2 7 : 光学素子偏光変換素子
- 2 1 3 5 : 2 位相板
- 2 2 0 : 導光体
- 2 2 2 : 凹凸パターン
- 2 2 3 : 光源ユニット
- 2 2 4 : 遮光壁
- 2 2 5 : 基盤
- G 1 ~ G 6 : 第 1 ゴースト像 ~ 第 6 ゴースト像
- R 1 : 正規像

10

【図面】
【図 1】

【図 2】

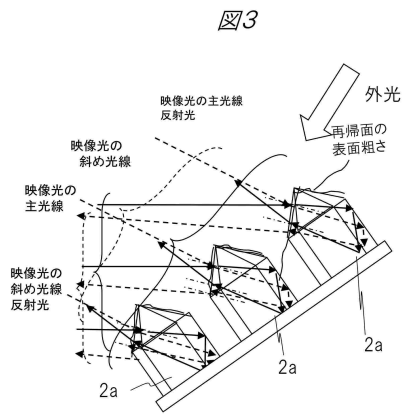
20



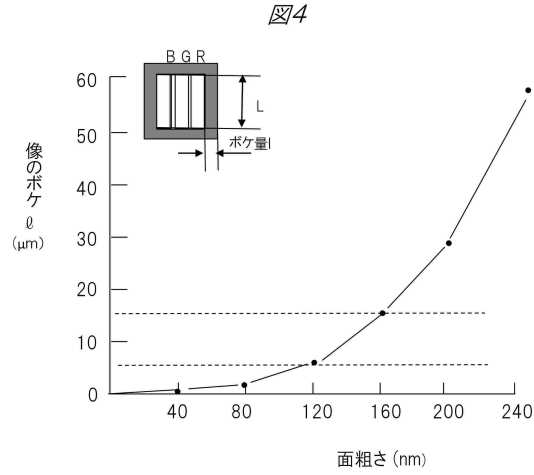
30

40

【 図 3 】

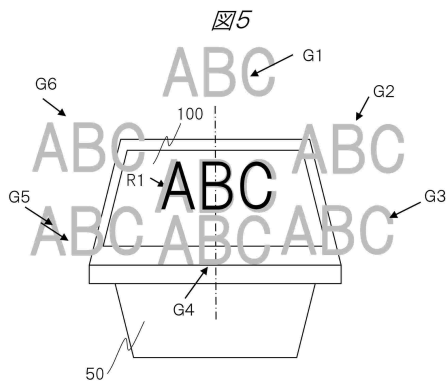


【 図 4 】

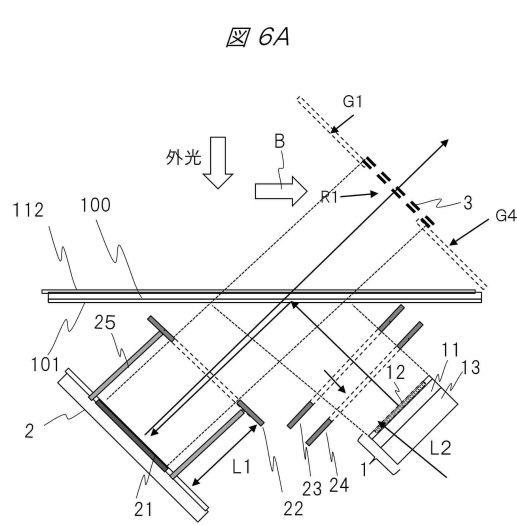


10

【 図 5 】



【 図 6 A 】



20

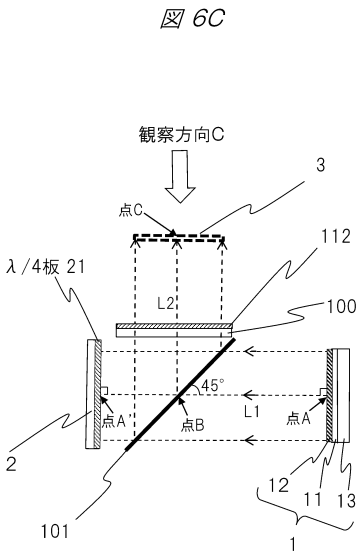
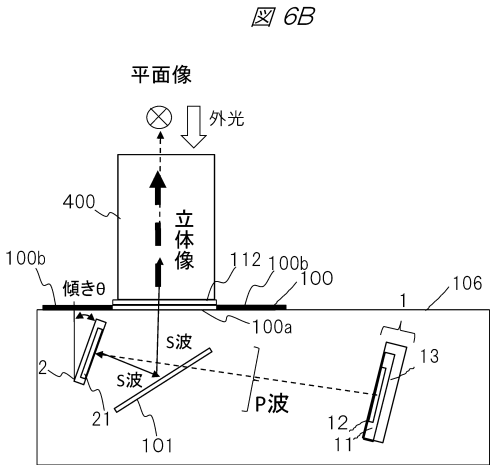
30

40

50

【図 6 B】

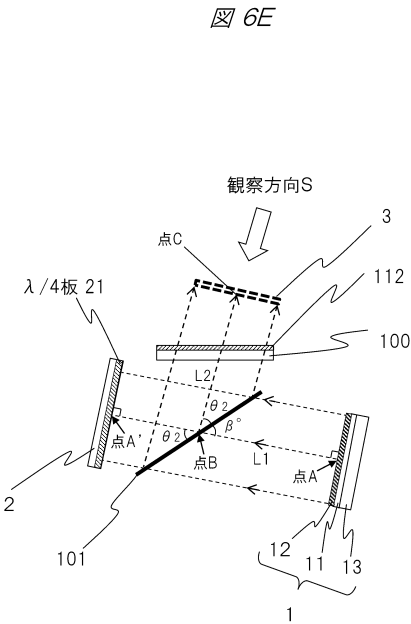
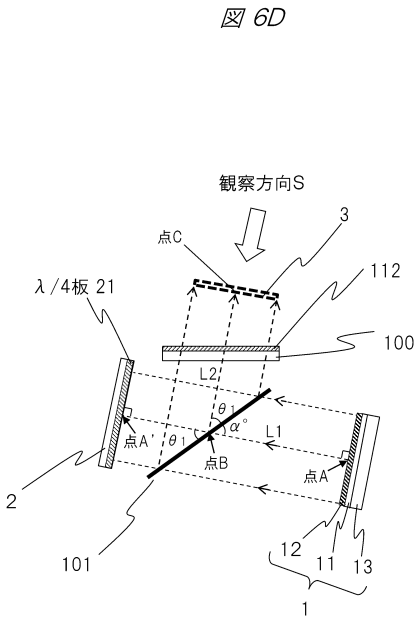
【図 6 C】



10

【図 6 D】

【図 6 E】



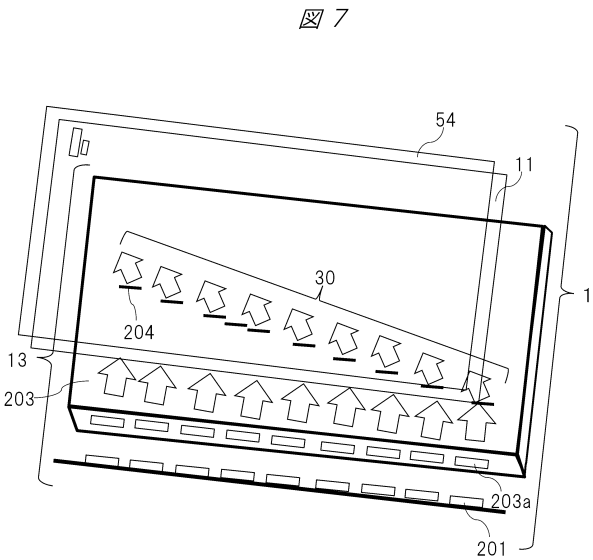
20

30

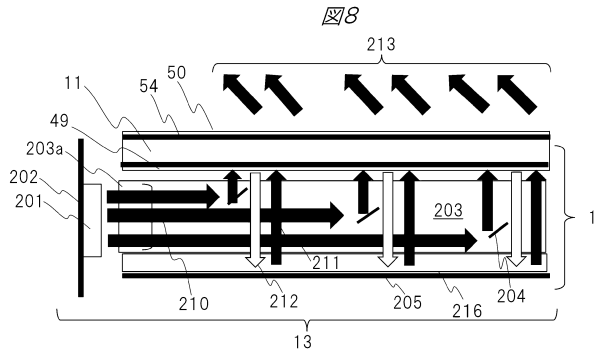
40

50

【図 7】



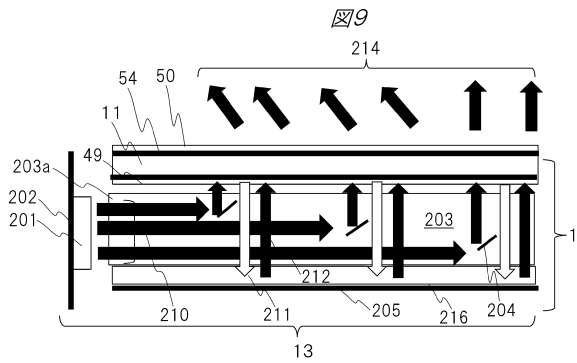
【図 8】



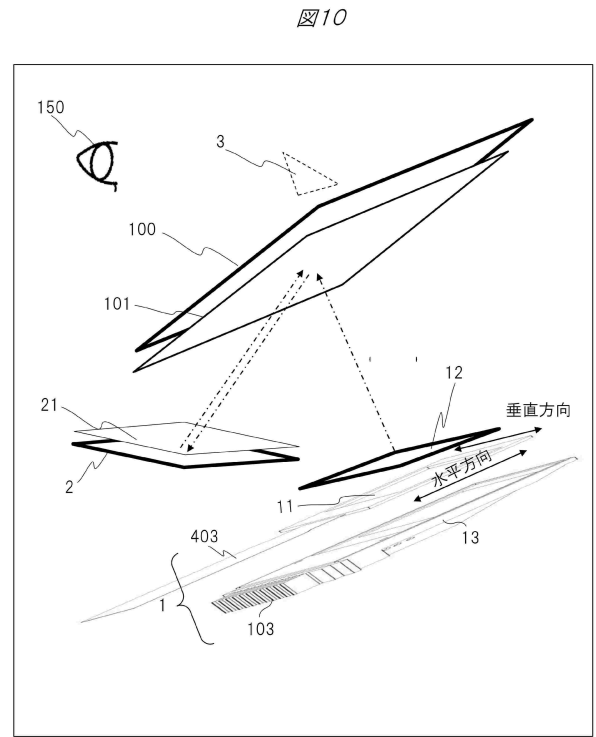
10

20

【図 9】



【図 10】

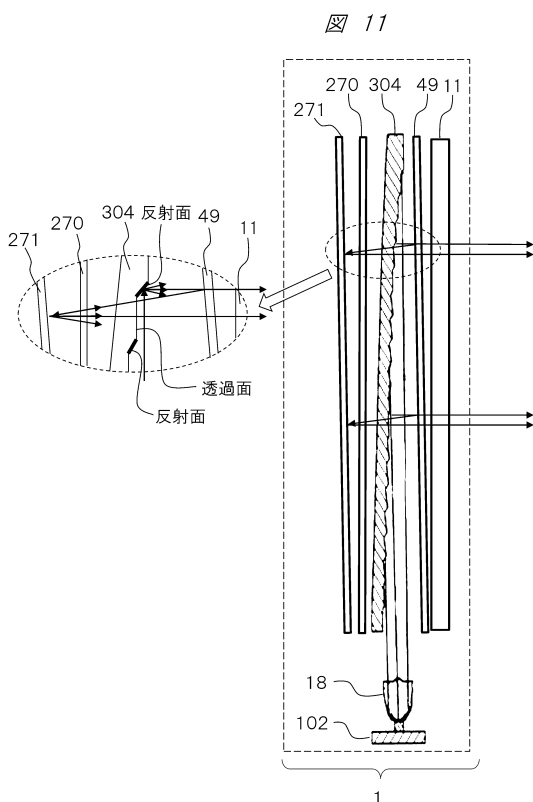


30

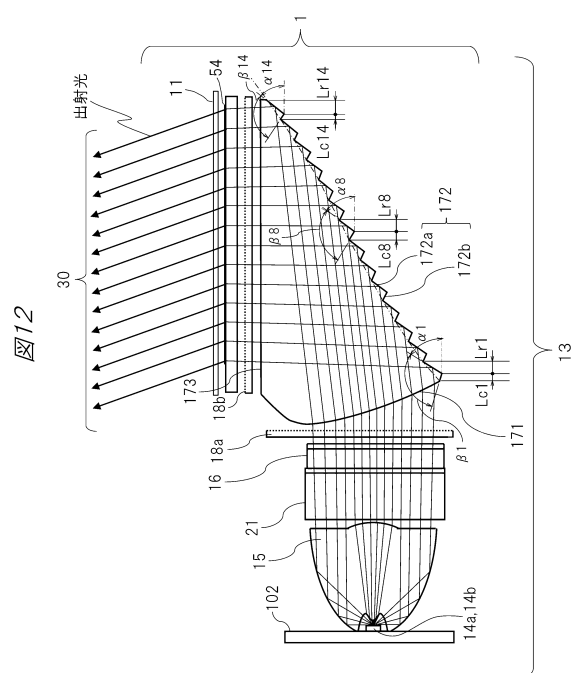
40

50

【 図 1 1 】



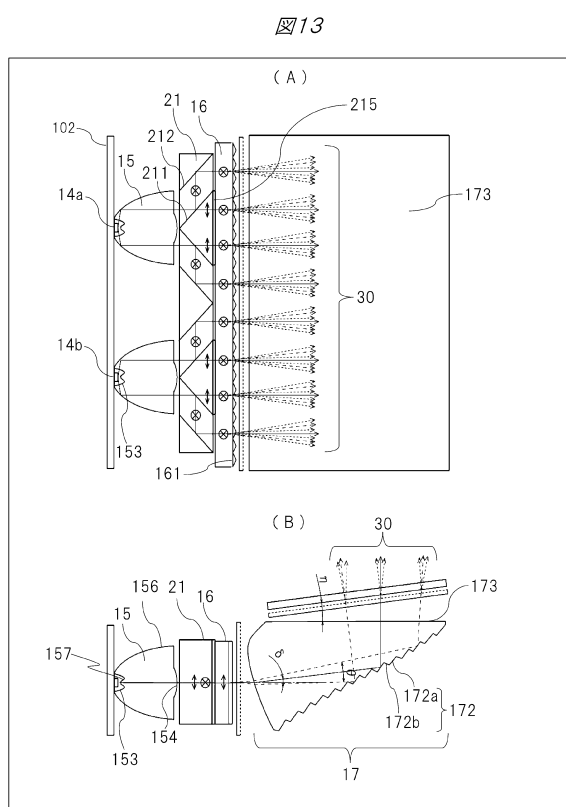
【圖 1 2】



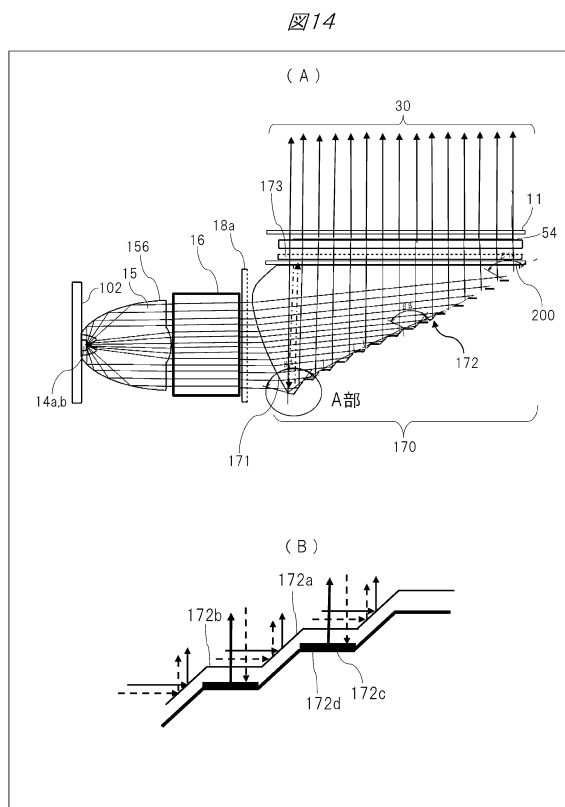
10

20

【 图 1 3 】



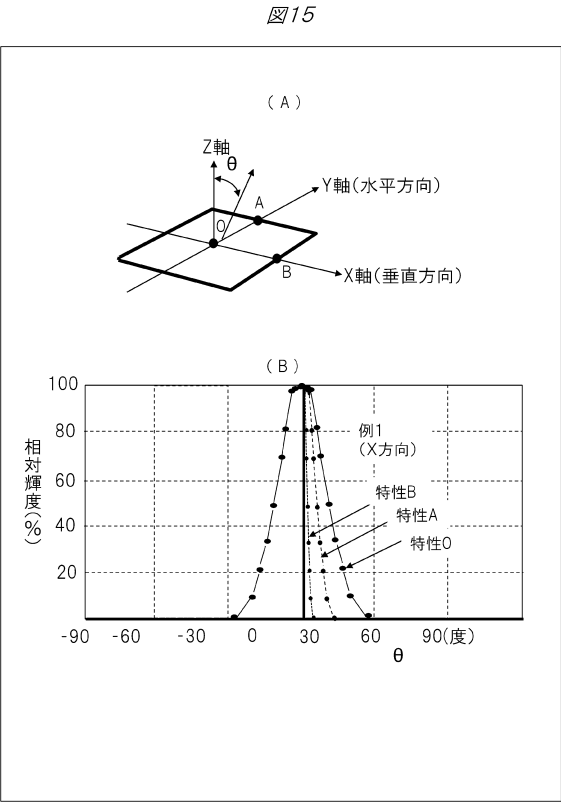
【 図 1 4 】



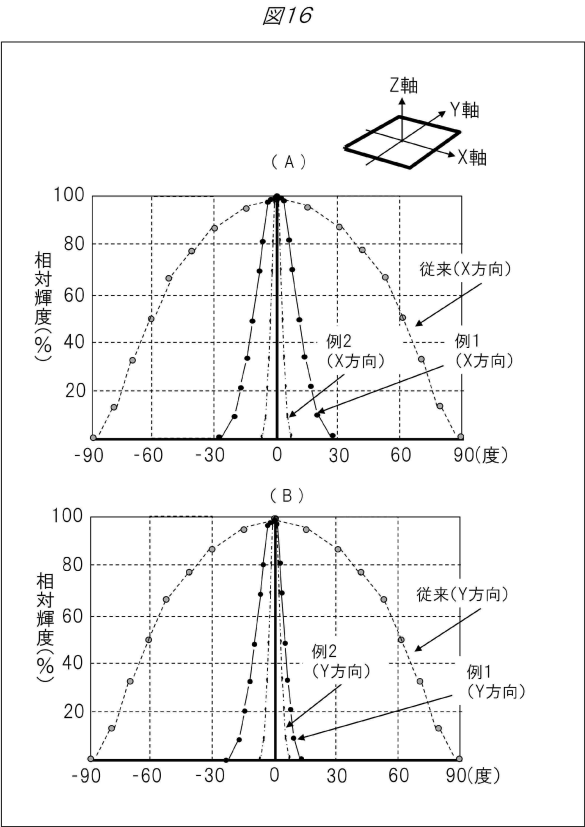
30

40

【図 1 5】



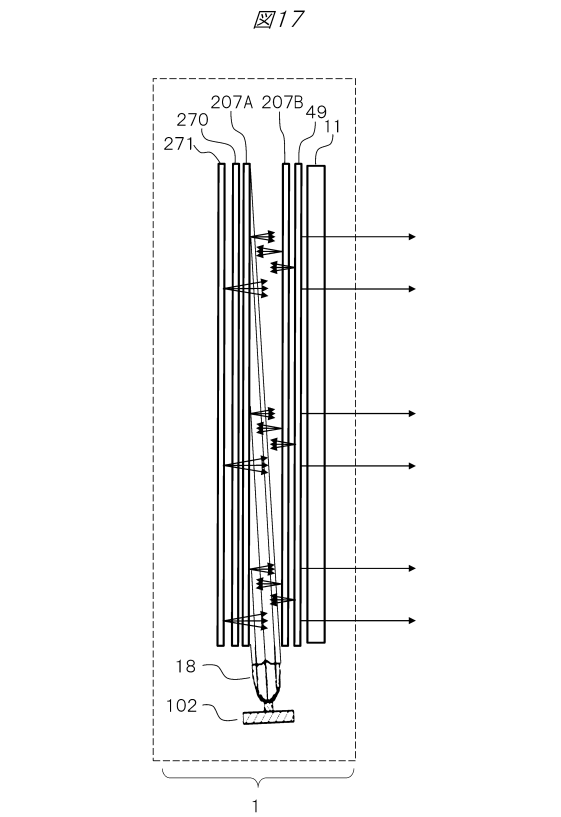
【図 1 6】



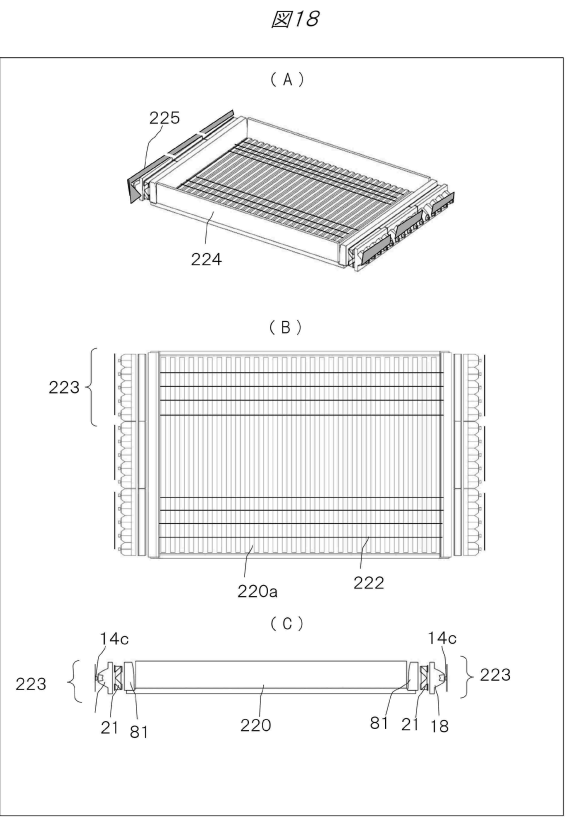
10

20

【図 1 7】



【図 1 8】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 2 0 7 3 7 0 (J P , A)
 特開 2 0 1 8 - 0 1 8 0 0 3 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 2 4 3 7 3 (U S , A 1)
 特開 2 0 2 0 - 0 9 5 1 0 1 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 8 / 1 6 9 0 1 8 (W O , A 1)
 特開 2 0 2 0 - 1 3 4 8 4 3 (J P , A)
 特開 2 0 1 8 - 0 3 1 9 2 5 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 G 0 2 B 3 0 / 5 6