

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7562016号
(P7562016)

(45)発行日 令和6年10月4日(2024.10.4)

(24)登録日 令和6年9月26日(2024.9.26)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 30/56 (2020.01)

G 0 2 B 30/56

請求項の数 8 (全23頁)

(21)出願番号	特願2023-567382(P2023-567382)	(73)特許権者	000006013
(86)(22)出願日	令和3年12月15日(2021.12.15)		三菱電機株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/046247		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87)国際公開番号	WO2023/112197	(74)代理人	100116964
(87)国際公開日	令和5年6月22日(2023.6.22)		弁理士 山形 洋一
審査請求日	令和5年12月20日(2023.12.20)	(74)代理人	100120477
			弁理士 佐藤 賢改
		(74)代理人	100135921
			弁理士 篠原 昌彦
		(74)代理人	100203677
			弁理士 山口 力
		(72)発明者	菊田 勇人
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
			三菱電機株式会社内
		審査官	横井 亜矢子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空中映像表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

映像を表示する映像表示部と、
前記映像表示部から出射した映像光を通過させる複数の第1の開口と、単一又は複数の第1の再帰反射面とを含む第1の再帰反射部材と、
入射した光を反射及び透過させる光分離面を含み、前記複数の第1の開口を通過した前記映像光を反射させて前記単一又は複数の第1の再帰反射面に向ける光学部材と、
前記複数の第1の開口を通過して前記光学部材に向かう前記映像光を通過させる複数の第2の開口と、前記複数の第1の再帰反射面とそれぞれ向かい合う複数の第2の再帰反射面とを含む第2の再帰反射部材と、
を有し、
前記単一又は複数の第1の再帰反射面で再帰反射した前記映像光は、前記光学部材を透過し、
前記複数の第1の開口の幅は、互いに異なっており、
前記単一又は複数の第1の再帰反射面は、複数の第1の再帰反射面であり、
前記複数の第1の開口の各第1の開口の幅は、前記複数の第1の再帰反射面の各第1の再帰反射面の幅の2倍以下であり、
前記第2の再帰反射部材は、前記第1の再帰反射部材より前記光学部材側に配置されている、
ことを特徴とする、空中映像表示装置。

【請求項 2】

観察者の眼の位置を示す視点情報を取得する視点情報取得部と、
前記複数の第 2 の再帰反射面を、前記複数の第 2 の開口の配列方向に移動させる駆動部と、
前記視点情報に基づいて前記駆動部を制御する制御部と、
を更に有する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の空中映像表示装置。

【請求項 3】

前記複数の第 1 の再帰反射面は、前記複数の第 1 の開口の配列方向である第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光分離面と向き合う位置に配置されている、
ことを特徴とする、請求項 1 に記載の空中映像表示装置。

10

【請求項 4】

映像を表示する映像表示部と、
前記映像表示部から出射した映像光を通過させる複数の開口と、複数の再帰反射面とを含む再帰反射部材と、
入射した光を反射及び透過させる光分離面を含み、前記複数の開口を通過した前記映像光を反射させて前記複数の再帰反射面に向ける光学部材と、
を有し、
前記複数の再帰反射面で再帰反射した前記映像光は、前記光学部材を透過し、
前記複数の再帰反射面の向きは、互いに異なり、
前記複数の再帰反射面は、前記複数の開口の配列方向である第 1 の方向に直交する第 2 の方向において、前記光分離面と向き合う位置に配置されており、
前記複数の開口の各開口の形状は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に直交する第 3 の方向に長いスリット状であり、
観察者の眼の位置を示す視点情報を取得する視点情報取得部と、
前記複数の再帰反射面を前記第 3 の方向に延びる軸周りに回転させる駆動部と、
前記視点情報に基づいて前記駆動部を制御する制御部と、
をさらに有する、
ことを特徴とする、空中映像表示装置。

20

【請求項 5】

前記制御部は、前記複数の再帰反射面が前記観察者の前記眼の位置として設定された基準位置を向くように、前記駆動部を制御する、
ことを特徴とする、請求項 4 に記載の空中映像表示装置。

30

【請求項 6】

前記複数の再帰反射面のうちの少なくとも 1 つの再帰反射面は、前記光分離面と非平行である、
ことを特徴とする、請求項 4 に記載の空中映像表示装置。

【請求項 7】

前記複数の開口の幅は、互いに異なる、
ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の空中映像表示装置。

40

【請求項 8】

映像を表示する映像表示部と、
前記映像表示部から出射した映像光を通過させる複数の第 1 の開口と、単一の第 1 の再帰反射面とを含む第 1 の再帰反射部材と、
入射した光を反射及び透過させる光分離面を含み、前記複数の第 1 の開口を通過した前記映像光を反射させて前記単一の第 1 の再帰反射面に向ける光学部材と、
前記複数の第 1 の開口を通過して前記光学部材に向かう前記映像光を通過させる複数の第 2 の開口と、前記単一の第 1 の再帰反射面と向かい合う位置に配置された第 2 の再帰反射面とを含む第 2 の再帰反射部材と、
を有し、

50

前記単一の第 1 の再帰反射面で再帰反射した前記映像光は、前記光学部材を透過し、
前記複数の第 1 の開口の幅は、互いに異なっており、
前記複数の第 1 の開口は、マトリクス状に配列されており、
前記複数の第 2 の開口は、前記複数の第 1 の開口と重なるようにマトリクス状に配列されている、

ことを特徴とする、空中映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、空中映像表示装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

再帰反射部材とビームスプリッタとを組み合わせた結像光学系によって、映像表示部から出射された映像光を空間上に再結像させた空中映像を表示する空中映像表示装置が提案されている。例えば、特許文献 1 及び非特許文献 1 を参照。

【0003】

特許文献 1 の空中映像表示装置では、結像光学系の配置設計によって、空中映像として結像する映像光とは異なる迷光（具体的には、鏡面反射光）が観察者に視認されることが防止される。また、非特許文献 1 の空中映像表示装置では、スリット状又は格子状の開口が再帰反射部材に設けられ、且つ当該再帰反射部材及びビームスプリッタを積層して配置することで、装置の大型化が防止される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特許第 6 6 3 8 4 5 0 号公報

【非特許文献】

【0005】

【文献】「Aerial Display by Use of a Full-Color LED Panel Covered with Apertured Retro-Reflector」、2020 年

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、非特許文献 1 のように、開口を含む再帰反射部材を有する空中映像表示装置においては、特許文献 1 で述べられている鏡面反射光とは異なる迷光が発生するという課題がある。具体的には、非特許文献 1 では、再帰反射部材における光学素子の構造によっても迷光が発生する。また、映像光が開口を通過する際にも迷光が発生する。このような迷光が、空中映像を結像する光路を進む場合、空中映像に対する観察者の視認性が著しく低下する。

【0007】

40

本開示は、空中映像に対する視認性の低下を抑制することができる空中映像表示装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様に係る空中映像表示装置は、映像を表示する映像表示部と、前記映像表示部から出射した映像光を通過させる複数の第 1 の開口と、単一又は複数の第 1 の再帰反射面とを含む第 1 の再帰反射部材と、入射した光を反射及び透過させる光分離面を含み、前記複数の第 1 の開口を通過した前記映像光を反射させて前記単一又は複数の第 1 の再帰反射面に向ける光学部材と、前記複数の第 1 の開口を通過して前記光学部材に向かう前記映像光を通過させる複数の第 2 の開口と、前記複数の第 1 の再帰反射面とそれぞれ向かい

50

合う複数の第2の再帰反射面とを含む第2の再帰反射部材と、を有し、前記単一又は複数の第1の再帰反射面で再帰反射した前記映像光は、前記光学部材を透過し、前記複数の第1の開口の幅は、互いに異なっており、前記単一又は複数の第1の再帰反射面は、複数の第1の再帰反射面であり、前記複数の第1の開口の各第1の開口の幅は、前記複数の第1の再帰反射面の各第1の再帰反射面の幅の2倍以下であり、前記第2の再帰反射部材は、前記第1の再帰反射部材より前記光学部材側に配置されている、ことを特徴とする。

【0009】

本開示の他の態様に係る空中映像表示装置は、映像を表示する映像表示部と、前記映像表示部から出射した映像光を通過させる複数の開口と、複数の再帰反射面とを含む再帰反射部材と、入射した光を反射及び透過させる光分離面を含み、前記複数の開口を通過した前記映像光を反射させて前記複数の再帰反射面に向ける光学部材と、を有し、前記複数の再帰反射面で再帰反射した前記映像光は、前記光学部材を透過し、前記複数の再帰反射面の向きは、互いに異なり、前記複数の再帰反射面は、前記複数の開口の配列方向である第1の方向に直交する第2の方向において、前記光分離面と向き合う位置に配置されており、前記複数の開口の各開口の形状は、前記第1の方向及び前記第2の方向に直交する第3の方向に長いスリット状であり、観察者の眼の位置を示す視点情報を取得する視点情報取得部と、前記複数の再帰反射面を前記第3の方向に延びる軸周りに回転させる駆動部と、前記視点情報に基づいて前記駆動部を制御する制御部と、をさらに有する、ことを特徴とする。

10

本開示の他の態様に係る空中映像表示装置は、映像を表示する映像表示部と、前記映像表示部から出射した映像光を通過させる複数の第1の開口と、単一の第1の再帰反射面とを含む第1の再帰反射部材と、入射した光を反射及び透過させる光分離面を含み、前記複数の第1の開口を通過した前記映像光を反射させて前記単一の第1の再帰反射面に向ける光学部材と、前記複数の第1の開口を通過して前記光学部材に向かう前記映像光を通過させる複数の第2の開口と、前記単一の第1の再帰反射面と向かい合う位置に配置された第2の再帰反射面とを含む第2の再帰反射部材と、を有し、前記単一の第1の再帰反射面で再帰反射した前記映像光は、前記光学部材を透過し、前記複数の第1の開口の幅は、互いに異なっており、前記複数の第1の開口は、マトリクス状に配列されており、前記複数の第2の開口は、前記複数の第1の開口と重なるようにマトリクス状に配列されている、ことを特徴とする。

20

30

【発明の効果】

【0010】

本開示によれば、空中映像に対する視認性の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施の形態1に係る空中映像表示装置の構成の一例を概略的に示す構成図である。

【図2】図1に示される再帰反射部材の構成の一例を概略的に示す斜視図である。

【図3】実施の形態1に係る空中映像表示装置の筐体の大きさと比較例に係る空中映像表示装置の筐体の大きさととの比較を説明する説明図である。

【図4】図1に示される複数の再帰反射面の向きが互いに異なる構成を説明する説明図である。

40

【図5】実施の形態1の変形例に係る空中映像表示装置の構成の一例を概略的に示す構成図である。

【図6】実施の形態1の変形例に係る空中映像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図7】(A)は、実施の形態1の変形例に係る空中映像表示装置の制御部のハードウェア構成の一例を概略的に示すブロック図である。(B)は、実施の形態1の変形例に係る空中映像表示装置の制御部のハードウェア構成の他の例を概略的に示すブロック図である。

【図8】実施の形態1の変形例に係る空中映像表示装置における複数の再帰反射面の制御の一例を説明する説明図である。

【図9】実施の形態1の変形例に係る空中映像表示装置における複数の再帰反射面の制御

50

の他の例を説明する説明図である。

【図 1 0】実施の形態 2 に係る空中映像表示装置の構成の一例を概略的に示す構成図である。

【図 1 1】実施の形態 2 の変形例 1 に係る空中映像表示装置の構成の一例を概略的に示す構成図である。

【図 1 2】実施の形態 2 の変形例 2 に係る空中映像表示装置の構成の一例を概略的に示す構成図である。

【図 1 3】実施の形態 3 に係る空中映像表示装置の再帰反射部材の構成を示す斜視図である。

【図 1 4】実施の形態 3 の変形例に係る空中映像表示装置の再帰反射部材の構成を示す斜視図である。

10

【図 1 5】実施の形態 3 の変形例に係る空中映像表示装置の再帰反射部材の構成の他の例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 2】

以下に、本開示の実施の形態に係る空中映像表示装置を、図面を参照しながら説明する。以下の実施の形態は、例にすぎず、実施の形態を適宜組み合わせること及び各実施の形態を適宜変更することが可能である。

【0 0 1 3】

図面の一部には、説明の理解を容易にするために X Y Z 直交座標系の座標軸が示されている。X 軸は、空中映像表示装置の幅方向の軸を示す座標軸である。Y 軸は、空中映像表示装置の奥行方向の軸を示す座標軸である。Z 軸は、空中映像表示装置の上下方向の軸を示す座標軸である。また、以下の説明において、「上」、「下」、「前」及び「後」は、空中映像表示装置を正面から見たときの上、下、前及び後をそれぞれ意味する。なお、「上」、「下」、「前」及び「後」は、各部の説明の理解を容易にするための方向を表す用語である。この方向の定義によって、本開示の実施の形態に係る空中映像表示装置を構成する部材の形状及び位置などは限定されない。

20

【0 0 1 4】

《実施の形態 1》

空中映像表示装置 1 0 0 の構成

30

図 1 は、実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 1 0 0 の構成の一例を概略的に示す構成図である。図 1 に示されるように、空中映像表示装置 1 0 0 は、映像表示部 1 0 と、再帰反射部材 2 0 と、光学部材としてのビームスプリッタ 3 0 と、筐体 8 0 とを有する。筐体 8 0 は、映像表示部 1 0、再帰反射部材 2 0 及びビームスプリッタ 3 0 を収容している。以下では、映像表示部 1 0、再帰反射部材 2 0 及びビームスプリッタ 3 0 の各構成並びに空中映像表示装置 1 0 0 が表示する空中映像 A を結像する光の光路について説明する。

【0 0 1 5】

映像表示部 1 0 は、発光を伴う映像 1 1 を表示する表示装置である。映像表示部 1 0 は、映像光 L 1 を出射する。映像光 L 1 は、拡散光である。映像表示部 1 0 は、例えば、2 次元の平面光源を有する表示装置である。映像表示部 1 0 は、例えば、液晶ディスプレイ（液晶素子）とバックライトとを有する表示装置である。映像表示部 1 0 は、有機 E L (E l e c t r o L u m i n e s c e n c e) 素子若しくは L E D (L i g h t E m i t t i n g D i o d e) 素子などの自発光素子を有する表示装置、又はプロジェクタ及びスクリーンを有する投影装置であってもよい。

40

【0 0 1 6】

また、映像表示部 1 0 は、2 次元の平面光源を有する表示装置に限られず、曲面を有するディスプレイ、立体的に配置されたディスプレイ及び L E D を有する立体表示ディスプレイなどであってもよい。さらに、映像表示部 1 0 は、レンズ光学系及びバリア制御部を有することで観察者 9 0 の両眼視差又は運動視差による立体視覚を利用するディスプレイであってもよい。

50

【 0 0 1 7 】

図 2 は、図 1 に示される再帰反射部材 2 0 の構成の一例を概略的に示す斜視図である。図 1 及び 2 に示されるように、再帰反射部材 2 0 は、複数の開口 5 1、5 2、5 3、5 4 と、複数の再帰反射素子 6 1、6 2、6 3、6 4、6 5 とを含む。複数の開口 5 1 ~ 5 4 及び複数の再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 は、配列方向である X 軸方向（第 1 の方向）に交互に並んで配列されている。複数の再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 は、複数の開口 5 1 ~ 5 4 の配列方向に直交する Y 軸方向（第 2 の方向）において、ビームスプリッタ 3 0 と向かい合っている。

【 0 0 1 8 】

複数の開口 5 1 ~ 5 4 は、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 を透過させる。図 2 に示す例では、複数の開口 5 1 ~ 5 4 の各開口の形状は、Z 軸方向（第 3 の方向）に長いスリット状である。なお、以下の説明において、複数の開口 5 1 ~ 5 4 を区別する必要がない場合には、複数の開口 5 1 ~ 5 4 をまとめて、「複数の開口 5 0」とも呼ぶ。

【 0 0 1 9 】

複数の再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 は、入射した光を再帰反射する。複数の再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 は、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a をそれぞれ有する。複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a は、Y 軸方向において、後述するビームスプリッタ 3 0 の光分離面 3 0 b と向き合う位置に配置されている。なお、以下の説明において、複数の再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 を区別する必要がない場合には、複数の再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 をまとめて、「複数の再帰反射素子 6 0」とも呼ぶ。また、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a を区別する必要がない場合には、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a をまとめて、「複数の再帰反射面 6 0 a」とも呼ぶ。

【 0 0 2 0 】

再帰反射素子 6 0 は、入射光を、当該入射光の入射方向に反射する再帰反射機能を有する。再帰反射素子 6 0 は、シート状の光学素子である。再帰反射素子 6 0 は、例えば、いわゆるビーズタイプの再帰反射シートである。ビーズタイプの再帰反射シートには、複数の微小なガラスビーズが封入されており、当該ガラスビーズは、球面状の鏡面を有する。ビーズタイプの再帰反射シートは、入射した光を球面状の鏡面で屈折させて且つビーズの底部で反射させる。ビーズの底部で反射した光は、鏡面で再度屈折する。これにより、ビーズタイプの再帰反射シートは、再帰反射光を出射する。なお、再帰反射素子 6 0 は、いわゆるプリズムタイプの再帰反射シートであってもよい。プリズムタイプの再帰反射シートでは、複数の微小なマイクロプリズムが配列されており、当該マイクロプリズムは、鏡面を有する。マイクロプリズムは、例えば、凸形状である三角錐プリズム又は中空の三角錐プリズムである。プリズムタイプの再帰反射シートは、入射した光を三角錐プリズムの内部の鏡面で複数回反射させることで、再帰反射光を出射する。

【 0 0 2 1 】

再帰反射部材 2 0 は、複数の再帰反射素子 6 0 の Z 軸方向両側の端部を支持する支持部 2 5 を更に含む。

【 0 0 2 2 】

次に、図 1 に戻って、ビームスプリッタ 3 0 の構成について説明する。ビームスプリッタ 3 0 は、映像表示部 1 0 から出射された映像光 L 1 を反射する。ビームスプリッタ 3 0 は、入射した光を、反射光及び透過光に分離する光分離機能を有する。ビームスプリッタ 3 0 は、入射した映像光 L 1 を反射及び透過させる光分離面 3 0 b を含む。光分離面 3 0 b は、再帰反射部材 2 0 を向いている。光分離面 3 0 b は、複数の第 1 の開口 5 1 ~ 5 4 を透過した映像光 L 1 を反射させて複数の再帰反射面 6 0 a に向ける。

【 0 0 2 3 】

ビームスプリッタ 3 0 は、例えば、樹脂製の透明板（例えば、アクリル板）又はガラス板から形成されている。一般的に、樹脂製の透明板では、透過光の強度が反射光の強度より高い。そのため、ビームスプリッタ 3 0 が樹脂製の透明板から形成される場合、当該透明板に金属膜を付加することで反射強度を向上させてもよい。この場合、ビームスプリッ

10

20

30

40

50

タ 3 0 は、例えば、ハーフミラーである。また、ビームスプリッタ 3 0 は、例えば、液晶素子又は薄膜素子から入射する光の偏光状態に応じて、当該光を透過又は反射する反射型偏光板であってもよい。また、ビームスプリッタ 3 0 は、入射する光の偏光状態に応じて、透過率と反射率との比が変化する反射型偏光板であってもよい。

【 0 0 2 4 】

次に、図 1 を用いて、観察者 9 0 が存在する空間に、映像光 L 1 が空中映像 A として結像する原理について説明する。実施の形態 1 では、映像表示部 1 0 と、ビームスプリッタ 3 0 及び再帰反射部材 2 0 によって構成された結像光学系 7 0 とによって、映像表示部 1 0 の表示面 1 0 a に表示された映像 1 1 の映像光 L 1 が空中映像 A として結像する。具体的には、映像表示部 1 0 からビームスプリッタ 3 0 に入射した映像光 L 1 は、反射光（すなわち、光 L 2 ）及び透過光（図示せず）に分離される。再帰反射面（図 1 では、再帰反射面 6 3 a ）は、入射した光 L 2 を再帰反射して光 L 3 として出射する。光 L 3 は、ビームスプリッタ 3 0 に入射する。ビームスプリッタ 3 0 は、光 L 3 を透過して、観察者 9 0 の眼に向かう光 L 4 として出射する。これにより、光 L 4 は、表示素子が存在しない空中に結像する。

10

【 0 0 2 5 】

このように、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 の一部が、ビームスプリッタ 3 0 の光分離面 3 0 b で反射した後に再帰反射面 6 3 a で再帰反射することによって、当該ビームスプリッタ 3 0 を透過する光路を辿る。ここで、映像光 L 1 は、上述した通り、拡散光である。そのため、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 は、当該ビームスプリッタ 3 0 を基準にして面対称の位置に再収束する。再収束した光 L 4 は、その収束した位置から再度拡散して観察者 9 0 の眼に入射する。これにより、映像 1 1 に基づく空中映像 A が表示されるため、観察者 9 0 は当該空中映像 A を視認することができる。

20

【 0 0 2 6 】

なお、図 2 に示される再帰反射素子 6 0 の背面（すなわち、映像表示部 1 0 を向く後面）6 0 b には、艶消しの表面塗装又は光学加工が施されていてもよい。これにより、再帰反射素子 6 0 の背面 6 0 b における光の反射によって、空中映像 A を結像させる光路と異なる光路を進む光の発生を防止することができる。

【 0 0 2 7 】

筐体 8 0 の小型化

30

次に、比較例と対比しながら、再帰反射部材 2 0 が複数の開口 5 0 を含むことによる効果について説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 1 0 0 の筐体 8 0 の大きさと比較例に係る空中映像表示装置 1 0 0 A の筐体 8 0 A の大きさとの比較を説明する説明図である。比較例に係る空中映像表示装置 1 0 0 A は、映像表示部 1 0 と、再帰反射部材 2 0 A と、ビームスプリッタ 3 0 と、筐体 8 0 A とを有する。比較例の再帰反射部材 2 0 A は、複数の開口 5 0 を有しない点で、実施の形態 1 の再帰反射部材 2 0 と異なる。

【 0 0 2 8 】

一般的に、映像光がビームスプリッタに入射するまでの光路と、ビームスプリッタで反射した反射光が再帰反射部材に入射するまでの光路とが互いに異なることによって、空中映像 A を結像することができる。そのため、比較例に係る空中映像表示装置 1 0 0 A では、映像表示部 1 0 と再帰反射部材 2 0 A とを空間的に離れた位置に配置することで空中映像 A の結像を実現している。しかしながら、比較例に係る空中映像表示装置 1 0 0 A では、筐体 8 0 A が大型化するという課題がある。

40

【 0 0 2 9 】

ここで、ビームスプリッタ 3 0 の前面 3 0 a から再帰反射素子 6 0 の背面 6 0 b までの寸法を奥行寸法 E 1 1、ビームスプリッタ 3 0 の前面 3 0 a から再帰反射部材 2 0 A の背面 2 0 b までの寸法を奥行寸法 E 1 2 とする。また、筐体 8 0、8 0 A の上下方向の寸法 E 2 1、E 2 2 とする。比較例に係る空中映像表示装置 1 0 0 A の奥行寸法 E 1 2 は、空中映像表示装置 1 0 0 の奥行寸法 E 1 1 の約 2 倍である。また、比較例に係る空中映像表示装置 1 0 0 A では、観察者 9 0 から見て、映像表示部 1 0 がビームスプリッタ 3 0 より

50

下側に配置されている。そのため、比較例の筐体 80A の上下方向の寸法 E22 は、実施の形態 1 の筐体 80 の上下方向の寸法 E21 より大きくなる。筐体 80A の上下方向の寸法 E22 は、例えば、筐体 80 の上下方向の寸法 E21 の約 1.2 倍である。このように、再帰反射部材 20 が複数の開口 50 を有していない場合、筐体 80A が大型化する。

【0030】

一方、実施の形態 1 では、再帰反射部材 20 が、映像光 L1 を透過する複数の開口 50 と、光分離面 30b と向き合う位置に配置された複数の再帰反射面 60a とを含む。これにより、映像光 L1 を、開口 50 を介してビームスプリッタ 30 に入射させることができる。よって、実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 100 は、比較例に係る空中映像表示装置 100A と比較して筐体 80 を小型化しつつ、空中映像 A を結像することができる。

10

【0031】

迷光

次に、図 1 を用いて、迷光による空中映像 A の視認性の低下について説明する。実施の形態 1 では、空中映像 A を結像する光の光路は、上述した複数の開口 50 を通過した映像光 L1 の光路を含むため、観察者 90 は、開口 50 の形状に対応する空中映像 A を視認することができる。しかしながら、空中映像表示装置 100 では、「迷光」と呼ばれる空中映像 A を結像する光路と異なる光路を進む光が存在する。迷光は、空中映像 A の視認性を低下させる。

【0032】

迷光は、例えば、再帰反射素子 60 における鏡面反射によって発生する。具体的には、再帰反射素子 60 における表面加工によって、再帰反射素子 60 に入射する光 L2 の一部が鏡面反射する場合がある。このように、映像表示部 10 から出射した映像光 L1 がビームスプリッタ 30 で反射した後に再帰反射面 60a で鏡面反射することで、観察者 90 の眼に入射する迷光の光路が形成される場合がある。この場合、観察者 90 は、再帰反射面 60a を鏡面として、空中映像 A と面对称の位置である筐体 80 の後部に虚像を視認する。

20

【0033】

また、迷光は、例えば、映像光 L1 の開口 50 の通過時の回折によって発生する場合がある。この場合、迷光は、スリット状の回折光である。映像表示部 10 から出射した映像光 L1 が開口 50 を通過するとき、当該映像光 L1 は、開口 50 の幅に応じた広がりを持つ。開口 50 を通過することで発生する回折光の広がり、開口 50 の幅が狭いほど大きくなる。また、回折光の広がり、回折が発生した後に光が進む距離（言い換えれば、「光路長」）に応じて理想的な光の結像位置からの広がりが大きくなる。そのため、回折光が空中映像 A を結像する光路を辿ると、開口 50 の幅及び光路長に応じて、理想的な結像位置と異なる位置に結像する。これにより、空中映像 A としての視認すべき映像情報の周囲に、光のぼかしが発生し、空中映像 A に対する視認性が悪化する。

30

【0034】

また、迷光は、例えば、映像光 L1 が再帰反射素子 60 に入射する際に発生する回折によっても発生する。再帰反射素子 60 も、開口 50 と同様に、X 軸方向に一定の幅を持つ再帰反射面 60a を有しているためである。ここで、再帰反射面 60a において、入射した光（図 1 に示される光 L2）を再帰反射させるための幅の大きさは、光の入射角に応じて変化する。そのため、回折によって生じる光の広がりに関与する再帰反射面 60a の幅は、再帰反射素子 60 に対する光 L2 の入射角に応じて変化する。

40

【0035】

また、迷光は、例えば、ビームスプリッタ 30 と再帰反射素子 60 との間での光の複数回の反射によって発生する。具体的には、結像光学系 70 において、再帰反射素子 60 で再帰反射した光がビームスプリッタ 30 を透過せずに反射した光が、再帰反射素子 60 に再度入射する場合がある。ビームスプリッタ 30 と再帰反射素子 60 との間を繰り返し反射した後に、ビームスプリッタ 30 を透過して観察者 90 の眼に入射する光は、理想的な結像位置と異なる位置に結像する。この場合、観察者 90 は、不要な映像情報を視覚するおそれがある。なお、ビームスプリッタ 30 と再帰反射素子 60 との間を繰り返し反射す

50

ることで観察者 90 の眼に入射した迷光の輝度は、ビームスプリッタ 30 の反射率又は再帰反射素子 60 の再帰反射率によって低下する。よって、映像表示部 10 に表示された映像 11 が高輝度であるほど、観察者 90 は、迷光を視認し易くなる。

【0036】

また、迷光は、例えば、ビームスプリッタ 30 で反射せずに観察者 90 の眼に直接、入射した光である。例えば、映像表示部 10 から出射した映像光 L1 が再帰反射部材 20 の開口 50 を通過した後に、ビームスプリッタ 30 で反射せずに透過することで観察者 90 の眼に直接、入射する場合がある。実施の形態 1 では、観察者 90 の眼に直接入射した映像光 L1 及び空中映像 A を結像する光 L4 が、観察者 90 から近い距離で視覚される。この場合、空中映像 A に対する視認性が低下する。この視認性の低下は、空中映像表示装置 100 の筐体 80 を小型化することで、映像表示部 10 と空中映像 A との間の間隔が狭まるほど顕著となる。

10

【0037】

なお、上述した迷光は、映像表示部 10 から出射した映像光 L1 に基づいて発生する例について述べたが、これに限られない。例えば、空中映像表示装置 100 が設置される周辺の環境によっては、照明光又は太陽光などの外光が筐体 80 内部に入射することで、迷光として視認される場合もある。

【0038】

実施の形態 1 では、上述した迷光による空中映像 A に対する視認性の低下を防止するために、複数の再帰反射面 61a ~ 65a の向きが互いに異なるように、再帰反射部材 20 が構成されている。

20

【0039】

複数の再帰反射面 61a ~ 65a の向き

図 4 は、複数の再帰反射面 61a ~ 65a の向きが互いに異なる構成を説明する説明図である。図 4 に示されるように、実施の形態 1 では、複数の再帰反射面 61a ~ 65a の向きは互いに異なる。図 4 において、空中映像表示装置 100 の奥行方向に延びる面、言い換えれば、Y 軸方向及び Z 軸方向に広がる面を、基準面 S とする。基準面 S と各再帰反射面 61a ~ 65a とがなす角度 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 は、再帰反射素子 61 ~ 65 の各々の配置角度である。図 4 に示す例では、角度 $\theta_1 \sim \theta_5$ は、互いに異なる。これにより、迷光が、空中映像 A を結像する光の光路上を進み難くなる。

30

【0040】

例えば、迷光が、再帰反射面 61a ~ 65a における鏡面反射によって発生する場合、再帰反射面 61a ~ 65a の向きに応じて、観察者 90 が当該迷光を視認するおそれがある。そのため、観察者 90 が当該迷光を視認しないように、再帰反射面 61a ~ 65a の向きが設定されることで、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【0041】

また、空中映像 A を視認する複数の観察者 90 が存在する場合、当該複数の観察者 90 が迷光を視認しないように、再帰反射面 61a ~ 65a の向きが設定される。例えば、再帰反射面 61a ~ 65a の向きが光分離面 30b と平行である場合、観察者 90 は、再帰反射面 61a ~ 65a における鏡面反射による迷光の視認し易い。そのため、複数の再帰反射面 61a ~ 65a の一部（図 4 に示す例では、再帰反射面 61a、62a、64a、65a）を、光分離面 30b と非平行にすることで、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。なお、複数の再帰反射面 61a ~ 65a のうちの少なくとも 1 つの再帰反射面が、光分離面 30b と非平行であればよい。

40

【0042】

また、迷光が、開口 50 を通過したときの回折によって発生する回折光である場合、再帰反射面 61a ~ 65a の向きを設定することで、空中映像 A の周辺に光のぼかしが発生することを抑制できる。具体的には、回折の影響の大きさは、開口 50 の幅（以下、「開口幅」とも呼ぶ。）によって決まり、開口幅が広いほど、回折の影響は少ない。そのため、複数の再帰反射面 61a ~ 65a の各々の法線方向に観察者 90 が位置するように、複

50

数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きが設定されることで、回折の影響を最小限にすることができる。これは、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の各々の法線（例えば、後述する図 8 及び 9 に示される法線 V 1 ~ V 5）上に観察者 9 0 の眼が存在する場合、隣接する 2 つの開口 5 0 の幅が広がるためである。

【 0 0 4 3 】

また、迷光が、開口 5 0 を通過したときの回折光である場合、光の広がり方及び光の色ごとの光の広がり方が変化する。仮に、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きが同じである構成において、回折光が発生した場合、観察者 9 0 は、パターン光が発生しているように視認する。そのため、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きを互いに異ならせることによって、すなわち、再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 の配置角度が非均一である再帰反射部材 2 0 を構成することによって、複数の開口 5 0 の幅が互いに異なるため、パターン光の不可視化を実現することができる。

10

【 0 0 4 4 】

また、迷光が、ビームスプリッタ 3 0 と再帰反射素子 6 1 ~ 6 5 との間での光の複数回の反射によって発生する場合、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きが互いに異なることによって、観察者 9 0 が迷光を視認する領域を最小化することができる。図 4 に示す例では、ビームスプリッタ 3 0 と再帰反射面 6 1 a との間における光の反射方向と、ビームスプリッタ 3 0 と再帰反射面 6 2 a との間における光の反射方向とが互いに異なる。これにより、観察者 9 0 が、迷光によってビームスプリッタ 3 0 全体が光っているように視認することを抑制できる。よって、空中映像 A に対する視認性を向上させることができる。

20

【 0 0 4 5 】

なお、観察者 9 0 から見たときの再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きが光分離面 3 0 b と平行であれば、再帰反射精度が悪く、空中映像 A の視認性が低下する。そのため、再帰反射面 6 0 a は、基準面 S に対してビームスプリッタ 3 0 側又は映像表示部 1 0 側に 4 5 ° 以下で傾いていることが好ましい。また、開口 5 0 の形状がスリット状である場合、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きを設定する方法の一例は、図 2 に示される支持部 2 5 が、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a を回転可能に支持することで実現することができる。具体的には、支持部 2 5 は、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a が Z 軸方向に延びる軸（後述する図 5 に示される回転軸 R a）周りに回転可能となるように、当該複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a を支持する。

30

【 0 0 4 6 】

実施の形態 1 の効果

以上に説明した実施の形態 1 によれば、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きは、互いに異なる。これにより、例えば、迷光が再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a における鏡面反射によって発生する場合、観察者 9 0 による迷光の視認を抑制できる。よって、空中映像表示装置 1 0 0 は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 4 7 】

また、実施の形態 1 によれば、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a のうちの少なくとも 1 つの再帰反射面の向きは、光分離面 3 0 b と非平行である。これにより、例えば、観察者 9 0 が、再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a における鏡面反射によって発生した迷光を視認し難くなる。よって、空中映像表示装置 1 0 0 は、空中映像 A に対する視認性の低下を一層抑制できる。

40

【 0 0 4 8 】

また、実施の形態 1 によれば、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a は、複数の開口 5 1 ~ 5 4 の配列方向に直交する Y 軸方向において、ビームスプリッタ 3 0 の光分離面 3 0 b と向き合う位置に配置されている。これにより、空中映像表示装置 1 0 0 を小型化することができる。

【 0 0 4 9 】

《実施の形態 1 の変形例》

図 5 は、実施の形態 1 の変形例に係る空中映像表示装置 1 0 1 の構成の一例を概略的に

50

示す図である。図 6 は、実施の形態 1 の変形例に係る空中映像表示装置 101 の構成を示すブロック図である。図 5 及び 6 において、図 1 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 1 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 1 の変形例に係る空中映像表示装置 101 は、視点情報取得部 111、駆動部 112 及び制御部 113 を更に有する点で実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 100 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 1 の変形例に係る空中映像表示装置 101 は、実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 100 と同じである。

【0050】

図 5 及び 6 に示されるように、空中映像表示装置 101 は、映像表示部 10 と、ビームスプリッタ 30 と、再帰反射部材 20 と、視点情報取得部 111 と、駆動部 112 と、制御部 113 とを有する。なお、実施の形態 1 の変形例において、空中映像 A を結像する光の光路は、実施の形態 1 と同様であるため、その説明を省略する。

【0051】

視点情報取得部 111 は、観察者 90 の眼の位置を示す視点情報を取得する。視点情報取得部 111 は、例えば、カメラなどの撮像装置である。視点情報取得部 111 は、例えば、赤外線のパターン光によって、3次元空間内に存在する物体を検知する装置である。また、視点情報取得部 111 は、赤外線の照射開始時点から物体で反射した赤外線の戻り光の受光時点までの時間（「反射時間」とも呼ぶ。）に基づいて、物体までの距離を計測する 3次元測定装置であってもよい。これにより、空間における観察者 90 の視点の位置を検出できる。

【0052】

また、視点情報取得部 111 は、可視光を検出する 2次元の撮像装置である場合には、オプティカルフローによる 3次元空間座標系における移動体（例えば、観察者 90 の眼）の位置の推定によって、空中映像表示装置 101 に対する観察者 90 の 3次元の位置関係を測定できる。また、視点情報取得部 111 は、複数の 2次元撮像装置によって構成されている場合、三角測量によって取得された 3次元距離に基づいて、空中映像表示装置 101 に対する観察者 90 の位置を測定できる。なお、視点情報取得部 111 は、撮像装置に限られず、観察者 90 の位置を出力するビーコン機器などであってもよい。例えば、観察者 90 が、空間を伝播する電波を受信するビーコン機器を所持することで、空中映像表示装置 101 に対するビーコン機器の位置に基づいて観察者 90 の視点情報を取得することができる。また、視点情報取得部 111 は、観察者 90 が所持する機器に備えられた GPS (Global Positioning System) などの空間位置情報を取得する装置であってもよい。

【0053】

駆動部 112 は、複数の再帰反射素子 61 ~ 65 を駆動させる。駆動部 112 は、例えば、モータである。図 5 に示す例では、複数の再帰反射素子 61 ~ 65 は、例えば、Z 軸方向に延びる回転軸 Ra 周りに回転する。図 5、後述する図 8 及び 9 において、+RZ 方向は、+Z 軸方向を向いたときにおける時計回り方向であり、-RZ 方向は、+RZ 方向の逆方向である反時計回り方向である。

【0054】

制御部 113 は、視点情報取得部 111 によって取得された視点情報に基づいて駆動部 112 を制御する。制御部 113 は、視点情報に基づいて、駆動部 112 に複数の再帰反射面 61a ~ 65a の向きを互いに異ならせる。

【0055】

図 7 (A) は、空中映像表示装置 101 の制御部 113 のハードウェア構成の一例を概略的に示す図である。図 7 (A) に示されるように、空中映像表示装置 101 の制御部 113 は、例えば、ソフトウェアとしてのプログラムを格納する記憶装置としてのメモリ 113a と、メモリ 113a に格納されたプログラムを実現する情報処理部としてのプロセッサ 113b とを用いて（例えば、コンピュータによって）実現することができる。なお、制御部 113 の一部が、図 7 (A) に示されるメモリ 113a と、プログラムを実行す

10

20

30

40

50

るプロセッサ 1 1 3 b とによって実現されてもよい。また、制御部 1 1 3 は、電気回路によって実現されてもよい。

【 0 0 5 6 】

図 7 (B) は、空中映像表示装置 1 0 1 の制御部 1 1 3 のハードウェア構成の他の例を概略的に示す図である。図 7 (B) に示されるように、制御部 1 1 3 は、単一回路又は複合回路等の専用のハードウェアとしての処理回路 1 1 3 c を用いて実現されていてもよい。この場合、制御部 1 1 3 の機能は、処理回路で実現される。以下では、観察者 9 0 の視点情報に基づいて、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きを制御する例について説明する。

【 0 0 5 7 】

図 8 は、実施の形態 1 の変形例に係る空中映像表示装置 1 0 1 における複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きの制御の一例を説明する説明図である。図 9 は、実施の形態 1 の変形例に係る空中映像表示装置 1 0 1 における複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きの制御の他の例を説明する説明図である。図 8 及び 9 では、空間における観察者 9 0 の位置、言い換えれば、空中映像 A に対する観察者 9 0 の視線が異なる。

【 0 0 5 8 】

制御部 1 1 3 は、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a が観察者 9 0 の視点の位置として設定された基準位置 P を向くように、駆動部 1 1 2 を制御する。具体的には、制御部 1 1 3 は、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の各々の法線 V 1 ~ V 5 上に観察者 9 0 の眼が存在するように、駆動部 1 1 2 に、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きを設定させる。これにより、X 軸方向に隣接する 2 つの開口 5 0 の間の幅が広がるため、開口 5 0 を通過するときの回折による迷光の影響を最小限に抑え、空中映像 A の周辺に現れるぼかしの発生を抑制できる。

【 0 0 5 9 】

また、制御部 1 1 3 が、視点情報に基づいて複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きを制御することにより、再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a で鏡面反射することによって発生した迷光が空中映像 A を結像する光路を進むことを抑制できる。言い換えれば、鏡面反射像と空中映像 A との重なりを防止できる。よって、空中映像表示装置 1 0 1 は、空中映像 A に対する観察者 9 0 の視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 6 0 】

ここで、回折光の影響が最小限となる再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きは、観察者 9 0 の位置によって一意的に決まる。実施の形態 1 の変形例では、駆動部 1 1 2 は、単位時間当たりの複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きを連続的に変化させる。これにより、複数の観察者 9 0 が存在する場合、当該複数の観察者 9 0 のそれぞれが視認する回折光の影響を平滑化することができ、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 6 1 】

また、仮に、単位時間当たりの複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きが均一に変化する場合、観察者 9 0 は、回折光をパターン光のように視認するおそれがある。実施の形態 1 の変形例では、単位時間当たりの複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の向きが非均一となるように連続的に（すなわち、動的に）変化させることで、観察者 9 0 がパターン光を視認することを抑制できる。

【 0 0 6 2 】

実施の形態 1 の変形例の効果

以上に説明した実施の形態 1 の変形例によれば、制御部 1 1 3 は、観察者 9 0 の視点情報に基づいて、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a を回転軸 R a 周りに回転させる駆動部 1 1 2 を制御する。具体的には、制御部 1 1 3 は、複数の再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a が観察者 9 0 の視点の位置として設定された基準位置 P を向くように、駆動部 1 1 2 を制御する。これにより、例えば、再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a における鏡面反射によって発生する迷光が、空中映像 A を結像する光路を進むことを抑制できる。よって、空中映像表示装置 1 0 1 は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

《 実施の形態 2 》

図 1 0 は、実施の形態 2 に係る空中映像表示装置 2 0 0 の構成の一例を概略的に示す構成図である。図 1 0 において、図 1 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 1 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 2 に係る空中映像表示装置 2 0 0 は、複数の開口 2 5 1、2 5 2、2 5 3、2 5 4 の幅 $W 1$ 、 $W 2$ 、 $W 3$ 、 $W 4$ を互いに異ならせることで、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制する点で、実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 1 0 0 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 2 に係る空中映像表示装置 2 0 0 は、実施の形態 1 に係る空中映像表示装置 1 0 0 と同じである。そのため、以下の説明では、図 1 を参照する。

10

【 0 0 6 4 】

図 1 0 に示されるように、空中映像表示装置 2 0 0 は、映像表示部 1 0 と、再帰反射部材 2 2 0 と、ビームスプリッタ 3 0 とを有する。なお、図 1 0 に示す例では、筐体 8 0 (図 1 参照) の図示が省略されている。

【 0 0 6 5 】

再帰反射部材 2 2 0 は、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 と、複数の再帰反射素子 2 6 1、2 6 2、2 6 3、2 6 4、2 6 5 とを含む。なお、以下の説明では、再帰反射部材 2 2 0 を「第 1 の再帰反射部材 2 2 0」とも呼ぶ。

【 0 0 6 6 】

複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 は、映像表示部 1 0 から出射した映像光 $L 1$ (図 1 参照) を透過させる。複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の各開口の形状は、Z 軸方向に長いスリット状である。

20

【 0 0 6 7 】

複数の再帰反射素子 2 6 1 ~ 2 6 5 は、入射した光を再帰反射する。複数の再帰反射素子 2 6 1 ~ 2 6 5 は、複数の第 1 の再帰反射面としての複数の再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a をそれぞれ有する。複数の再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a は、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の配列方向 (すなわち、X 軸方向) に直交する Y 軸方向において、ビームスプリッタ 3 0 の光分離面 3 0 b (図 1 参照) と向き合う位置に配置されている。なお、以下の説明において、複数の再帰反射素子 2 6 1 ~ 2 6 5 を区別する必要がある場合には、複数の再帰反射素子 2 6 1 ~ 2 6 5 をまとめて、「複数の再帰反射素子 2 6 0」とも呼ぶ。また、複数の再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a を区別する必要がある場合には、複数の再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a をまとめて、「複数の再帰反射面 2 6 0 a」とも呼ぶ。

30

【 0 0 6 8 】

実施の形態 2 では、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の各々の幅 $W 1$ ~ $W 4$ は、互いに異なる。これにより、映像光 $L 1$ (図 1 参照) が開口 2 5 1 ~ 2 5 4 を通過するときの回折によって発生する迷光の影響を低減することができる。一般的に、開口の幅が狭いほど、回折による光の広がりが大きくなる。そのため、空中映像 A を結像する光の光路に利用される開口の幅 (図 1 0 では、開口 2 5 3、2 5 4 の幅 $W 3$ 、 $W 4$) を他の開口の幅 (図 1 0 では、開口 2 5 1、2 5 2 の幅 $W 1$ 、 $W 2$) より広くすることで、空中映像 A の周辺に現れる迷光 (すなわち、回折光) の光量を減少させることができる。

40

【 0 0 6 9 】

また、空中映像 A に対する回折光の影響の大きさは、観察者 9 0 の眼へと向かう光の光線方向と直交する方向 (すなわち、X 軸方向) における開口幅にも依存する。言い換えれば、仮に、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 $W 1$ ~ $W 4$ が同じである場合、観察者 9 0 が空中映像表示装置 2 0 0 を見る角度が直角に近いほど、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 を通過する光の広がりが大きく、空中映像 A を視認する観察者 9 0 は、回折光の影響を受け難くなる。一方、観察者 9 0 が空中映像表示装置 2 0 0 を見る角度が水平に近いほど、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 を通過する光の広がりが小さく、空中映像 A を視認する観察者 9 0 は、回折光の影響を受け易い。よって、観察者 9 0 と空中映像表示装置 2 0 0 との位置関係に基づいて、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 $W 1$ ~ $W 4$ を互いに異ならせることで、空中映像 A に対する

50

迷光の影響を低減することができる。

【 0 0 7 0 】

また、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 が互いに異なることによって、パターン光の不可視化を実現することができる。なお、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅が広すぎると、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 を通過した映像光 L 1 のうち空中映像 A を結像する光路を進む光が少なくなるため、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅の最大値は、再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a の幅の 2 倍程度であることが好ましい。言い換えれば、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅は、再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a の幅の 2 倍以下であることが好ましい。

【 0 0 7 1 】

また、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 が互いに異なることによって、映像光 L 1 が直接、観察者 9 0 の眼に視認されることを抑制できる。ここで、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 が広いほど、映像光 L 1 のうち観察者 9 0 の眼に直接、入射する光（以下、「直接光」とも呼ぶ。）が通過する領域が大きくなる。そのため、観察者 9 0 が空中映像 A を視認する領域の周辺で直接光が視認されないように、空中映像 A を結像する光路上における開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅を狭めることで、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 7 2 】

なお、空中映像 A に対する直接光の影響の大きさも、観察者 9 0 の眼に向かう光の光線方向と直交する方向における開口幅に依存する。言い換えれば、仮に、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 が同じである場合、観察者 9 0 が空中映像表示装置 2 0 0 を見る角度が垂直に近いほど、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 を通過する直接光の光量が多く、空中映像 A を視認する観察者 9 0 は、直接光の影響を受け易い。一方、観察者 9 0 が空中映像表示装置 2 0 0 を見る角度が水平に近いほど、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 を通過する直接光の光量が少なく、空中映像 A を視認する観察者 9 0 は、直接光の影響を受け難い。よって、観察者 9 0 と空中映像表示装置 2 0 0 との位置関係に基づいて、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 を互いに異ならせることで直接光の影響を低減することができる。

【 0 0 7 3 】

上述した通り、空中映像 A に対する回折光の影響を低減するためには、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 を広げる方がよい。このように、回折光の影響を低減することと、直接光の影響を低減することは、トレードオフの関係にある。そのため、空中映像表示装置 2 0 0 が配置される環境及び観察者 9 0 の眼の位置に基づいて、回折光及び直接光のどちらの影響が大きいかを判断して、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 を設定する必要がある。

【 0 0 7 4 】

上述した実施の形態 1 では、再帰反射面 6 1 a ~ 6 5 a の配置角度が 4 5 ° 以下であれば、迷光による空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。また、再帰反射部材 2 2 0 において、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 が再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a の幅の約 2 倍以下であれば、迷光による空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。なお、実施の形態 1 及び 2 に係る空中映像表示装置 1 0 0、2 0 0 は、例えば、金融機関等で用いられる小型の映像表示装置から、屋外に設置される大型の映像表示装置まで幅広く適用することができる。そのため、空中映像表示装置 1 0 0、2 0 0 の用途に応じて、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅及び再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a の配置角度は適宜、変更されてもよい。例えば、空中映像表示装置 1 0 0、2 0 0 が大型である場合、開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 及び再帰反射面 2 6 1 a ~ 2 6 5 a の配置角度は、上記の範囲を超えてもよい。

【 0 0 7 5 】

実施の形態 2 の効果

以上に説明した実施の形態 2 によれば、複数の開口 2 5 1 ~ 2 5 4 の幅 W 1 ~ W 4 は、互いに異なる。これにより、例えば、観察者 9 0 は、回折によるパターン光を視認し難くなる。よって、空中映像表示装置 2 0 0 は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制でき

10

20

30

40

50

る。

【 0 0 7 6 】

《 実施の形態 2 の変形例 1 》

図 1 1 は、実施の形態 2 の変形例 1 に係る空中映像表示装置 2 0 1 の構成の一例を概略的に示す構成図である。図 1 1 において、図 1 0 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 1 0 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 2 の変形例 1 に係る空中映像表示装置 2 0 1 は、第 2 の再帰反射部材 2 4 0 を更に有する点で、実施の形態 2 に係る空中映像表示装置 2 0 0 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 2 の変形例 1 に係る空中映像表示装置 2 0 1 は、実施の形態 2 に係る空中映像表示装置 2 0 0 と同じである。

10

【 0 0 7 7 】

図 1 1 に示されるように、空中映像表示装置 2 0 1 は、映像表示部 1 0 と、第 1 の再帰反射部材 2 2 0 と、ビームスプリッタ 3 0 と、第 2 の再帰反射部材 2 4 0 とを有する。

【 0 0 7 8 】

第 2 の再帰反射部材 2 4 0 は、第 1 の再帰反射部材 2 2 0 よりビームスプリッタ 3 0 側に配置されている。第 2 の再帰反射部材 2 4 0 は、第 1 の再帰反射部材 2 2 0 と向かい合う位置に配置されている。言い換えれば、第 2 の再帰反射部材 2 4 0 は、奥行方向である Y 軸方向において、第 1 の再帰反射部材 2 2 0 と並んで配列されている。

【 0 0 7 9 】

第 2 の再帰反射部材 2 4 0 は、複数の第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 と、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 1、2 8 2、2 8 3 とを含む。なお、以下の説明において、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 1、2 8 2、2 8 3 を区別する必要がある場合には、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 1、2 8 2、2 8 3 をまとめて、「第 2 の再帰反射素子 2 8 0」とも呼ぶ。

20

【 0 0 8 0 】

複数の第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 は、複数の第 1 の開口 2 5 1、2 5 2 を通過してビームスプリッタ 3 0 に向かう映像光 L 1 を通過させる。複数の第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 の幅 W 2 1、W 2 2 は、互いに異なる。

【 0 0 8 1 】

複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 1、2 8 2、2 8 3 は、複数の第 2 の再帰反射面 2 8 1 a、2 8 2 a、2 8 3 a をそれぞれ有する。複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 1、2 8 2、2 8 3 は、複数の第 1 の再帰反射素子 2 6 1、2 6 2、2 6 3 とそれぞれ向かい合っている。図 1 1 に示す例では、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 1、2 8 2、2 8 3 は、複数の第 1 の再帰反射素子 2 6 1、2 6 2、2 6 3 の一部とそれぞれ向かい合っている。このように、空中映像表示装置 2 0 1 は、X 軸方向に配列された第 1 の列 5 a の再帰反射素子 2 6 0 と、X 軸方向に配列された第 2 の列 5 b の第 2 の再帰反射素子 2 8 0 とを含む。第 2 の再帰反射素子 2 8 0 は、隣接する第 1 の再帰反射素子 2 6 0 に対して、X 軸方向にずれて配列されている。そのため、図 1 1 に示す例では、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 2、2 8 3 は、複数の第 1 の開口 2 5 1、2 5 2 とそれぞれ向かい合っている。

30

【 0 0 8 2 】

映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 は、第 1 の開口 2 5 1、2 5 2 及び第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 を通過する。この場合、映像光 L 1 は、Y 軸方向に対して + X 軸側（又は、- X 軸側）に傾斜して進む。このように、実施の形態 2 の変形例 1 では、Y 軸方向に対して傾斜して進む映像光 L 1 を、空中映像 A として結像させる。よって、観察者 9 0 が空中映像 A を斜め方向に見るときに、視認性を高めることができる。

40

【 0 0 8 3 】

また、図 1 1 に示す例では、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 が、ビームスプリッタ 3 0 で反射せずに観察者 9 0 の眼に直接、入射することを抑制できる。これは、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 のうちの直接光が、第 2 の再帰反射素子 2 8 0 の背面 2 8 0 b で遮光されるためである。

【 0 0 8 4 】

50

また、図 1 1 に示す例では、第 2 の再帰反射素子 2 8 0 が、隣接する第 1 の再帰反射素子 2 6 0 に対して X 軸方向にずれて配置されていることにより、第 1 の開口 2 5 1、2 5 2 を通過する際に発生する回折光による空中映像 A の視認性の低下を抑制できる。ここで、回折光が結像するまでの光路長が長いほど、回折光の広がりは大きくなる。そのため、空中映像 A の周辺に広がる迷光の大きさは、第 1 の再帰反射素子 2 6 0 と第 2 の再帰反射素子 2 8 0 との配置関係によって変化する。実施の形態 2 の変形例 1 では、第 2 の再帰反射素子 2 8 0 は、隣接する第 1 の再帰反射素子 2 6 0 に対して X 軸方向にずれて配置されている。これにより、パターン光の不可視化を実現することができ、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 8 5 】

実施の形態 2 の変形例 1 の効果

以上に説明した実施の形態 2 の変形例 1 によれば、空中映像表示装置 2 0 1 は、複数の第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 と、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 0 とを含む第 2 の再帰反射部材 2 4 0 を更に有し、複数の第 2 の再帰反射素子 2 8 0 は、隣接する第 1 の再帰反射素子 2 6 0 に対して X 軸方向にずれて配置されている。これにより、観察者 9 0 が、空中映像 A を視認する際に、パターン光が発生することを抑制できる。よって、空中映像表示装置 2 0 1 は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 8 6 】

《実施の形態 2 の変形例 2》

図 1 2 は、実施の形態 2 の変形例 2 に係る空中映像表示装置 2 0 2 の構成の一例を概略的に示す構成図である。図 1 2 において、図 6 及び 1 1 に示される構成要素と同一又は対応する構成要素には、図 6 及び 1 1 に示される符号と同じ符号が付される。実施の形態 2 の変形例 2 に係る空中映像表示装置 2 0 2 は、視点情報取得部 1 1 1、駆動部 2 1 2 及び制御部 2 1 3 を更に有する点で実施の形態 2 の変形例 1 に係る空中映像表示装置 2 0 1 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 2 の変形例 2 に係る空中映像表示装置 2 0 2 は、実施の形態 2 の変形例 1 に係る空中映像表示装置 2 0 1 と同じである。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 に示されるように、空中映像表示装置 2 0 2 は、映像表示部 1 0 と、第 1 の再帰反射部材 2 2 0 と、ビームスプリッタ 3 0 と、第 2 の再帰反射部材 2 4 0 と、視点情報取得部 1 1 1 と、駆動部 2 1 2 と、制御部 2 1 3 とを有する。

【 0 0 8 8 】

駆動部 2 1 2 は、複数の第 2 の再帰反射面 2 8 1 a、2 8 2 a、2 8 3 a を、複数の第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 の配列方向である X 軸方向にスライド移動させる。図 1 2 に示す例では、複数の第 1 の再帰反射素子 2 6 1、2 6 2、2 6 3 は、固定されている。

【 0 0 8 9 】

制御部 2 1 3 は、視点情報取得部 1 1 1 によって取得された視点情報に基づいて駆動部 2 1 2 を制御する。具体的には、制御部 2 1 3 は、空中映像 A を結像する光が第 1 の開口 2 5 1、2 5 2 及び第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 を通過するように、駆動部 2 1 2 を制御する。制御部 2 1 3 のハードウェア構成は、上述した図 7 (A) 及び (B) と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 9 0 】

実施の形態 2 の変形例 2 では、迷光は、第 1 の再帰反射素子 2 6 0 の背面 2 6 0 b で遮光される。よって、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1 がビームスプリッタ 3 0 で反射せずに直接、観察者 9 0 に入射することを防止できる。また、第 1 の再帰反射素子 2 6 0 の再帰反射面で鏡面反射した光は、第 2 の再帰反射素子 2 8 0 の背面 2 8 0 b で遮光される。よって、空中映像表示装置 2 0 2 は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【 0 0 9 1 】

実施の形態 2 の変形例 2 の効果

以上に説明した実施の形態 2 の変形例 2 によれば、空中映像表示装置 2 0 2 は、視点情

10

20

30

40

50

報取得部 1 1 1 と、第 2 の再帰反射面 2 8 1 a、2 8 2 a、2 8 3 a をスライド移動させる駆動部 2 1 2 と、視点情報に基づいて駆動部 2 1 2 を制御する制御部 2 1 3 とを有する。これにより、空中映像 A を結像する光のみが第 1 の開口 2 5 1、2 5 2 及び第 2 の開口 2 7 1、2 7 2 を通過させることができる。言い換えれば、迷光が、空中映像 A を結像する光の光路上を進むことを抑制できる。よって、空中映像表示装置 2 0 2 は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

【0092】

《実施の形態 3》

図 1 3 は、実施の形態 3 に係る空中映像表示装置の再帰反射部材の構成を示す斜視図である。実施の形態 3 に係る空中映像表示装置は、再帰反射部材としての再帰反射シート 3 2 1 が単一の再帰反射面 3 6 1 を有する点で、実施の形態 1 又は 2 に係る空中映像表示装置 1 0 0、2 0 0 と相違する。これ以外の点については、実施の形態 3 に係る空中映像表示装置 3 0 0 は、実施の形態 1 又は 2 に係る空中映像表示装置 1 0 0、2 0 0 と同じである。そのため、以下の説明では、図 1 を参照する。

【0093】

図 1 3 に示されるように、実施の形態 3 の再帰反射シート 3 2 1 は、複数の開口 3 5 1、3 5 2 と、単一の再帰反射面 3 6 1 とを含む。なお、以下の説明において、再帰反射シート 3 2 1 を、「第 1 の再帰反射シート 3 2 1」とも呼び、複数の開口 3 5 1、3 5 2 を「複数の第 1 の開口 3 5 1、3 5 2」とも呼ぶ。

【0094】

複数の開口 3 5 1、3 5 2 は、映像表示部 1 0 から出射した映像光 L 1（図 1 参照）を通過させる。複数の開口 3 5 1、3 5 2 の形状は、例えば、X 軸方向及び Z 軸方向に広がる矩形状である。なお、複数の開口 3 5 1、3 5 2 の形状は、矩形状に限られず、円形状などの他の形状であってもよい。

【0095】

複数の開口 3 5 1、3 5 2 の各々の X 軸方向の幅 W 1 1、W 1 2 は、互いに異なる。これにより、映像光 L 1 が複数の開口 3 5 1、2 5 2 を通過する際に、パターン光の不可視化を実現することができる。よって、空中映像 A（図 1 参照）に対する視認性の低下を抑制できる。図 1 3 に示す例では、開口 3 5 2 の幅 W 1 2 は、開口 3 5 1 の幅 W 1 1 より広い。

【0096】

複数の開口 3 5 1、3 5 2 は、格子状、すなわち、複数行複数列のマトリクス状に配列されている。複数の開口 3 5 1、3 5 2 は、例えば、再帰反射面 3 6 1 を穴あけ加工することによって形成される。複数の開口 3 5 1、3 5 2 は、例えば、再帰反射面 3 6 1 をパンチング加工又はレーザ加工によって形成（成型）される。

【0097】

《変形例》

図 1 4 は、実施の形態 3 に係る空中映像表示装置の変形例の再帰反射部材 3 2 0 A の構成を示す斜視図である。図 1 4 に示されるように、再帰反射部材 3 2 0 A は、奥行方向に積層された第 1 の再帰反射シート 3 2 1 と第 2 の再帰反射シート 3 2 2 とによって構成されていてもよい。第 2 の再帰反射シート 3 2 2 は、第 1 の再帰反射シート 3 2 1 より - Y 軸側（図 1 に示されるビームスプリッタ 3 0 側）に配置されている。

【0098】

第 2 の再帰反射シート 3 2 2 は、複数の第 2 の開口 3 7 1、3 7 2 と、単一の第 2 の再帰反射面 3 8 1 とを含む。複数の第 2 の開口 3 7 1、3 7 2 の各々の X 軸方向の幅 W 2 1、W 2 2 は、互いに異なる。図 1 4 に示す例では、第 2 の開口 3 7 2 の幅 W 2 2 は、第 2 の開口 3 7 1 の幅 W 2 1 より広い。

【0099】

複数の第 2 の開口 3 7 1、3 7 2 は、複数行複数列のマトリクス状に配列されている。第 2 の再帰反射シート 3 2 2 を奥行方向に Y 軸方向に見たときに、複数の第 2 の開口 3 7

10

20

30

40

50

1 は、複数の第 1 の開口 3 5 1 と重なっていて、複数の第 2 の開口 3 7 2 は、複数の第 1 の開口 3 5 2 と重なっている。このように、マトリクス状に配列された複数の第 1 の開口 3 5 1、3 5 2 と、マトリクス状に配列された複数の第 2 の開口 3 7 1、3 7 2 とが向かい合って配置されていてもよい。これにより、映像光 L 1 が第 1 の開口 3 5 1、3 5 2 が通過したときに発生した回折光を第 2 の再帰反射シート 3 2 2 で遮光できる。また、映像表示部 1 0 からの直接光を第 1 の再帰反射シート 3 2 1 で遮光できる。これにより、空中映像 A の視認性の低下が抑制される。

【0100】

図 1 5 は、実施の形態 3 に係る空中映像表示装置の変形例の再帰反射部材 3 2 0 B の構成の他の例を示す斜視図である。図 1 5 に示されるように、再帰反射部材 3 2 0 B は、第 1 の再帰反射シート 3 2 1 B と、第 2 の再帰反射シート 3 2 2 B とを有する。

10

【0101】

第 1 の再帰反射シート 3 2 1 B は、Z 軸方向に長いスリット状の複数の第 1 の開口 3 5 1 B、3 5 2 B と、Z 軸方向に長い複数の第 1 の再帰反射面 3 6 0 B とを含む。複数の第 1 の開口 3 5 1 B、3 5 2 B の幅 W 3 1、W 3 2 は、互いに異なる。第 2 の再帰反射シート 3 2 2 B は、第 1 の再帰反射シート 3 2 1 B より - Y 軸側（すなわち、図 1 に示されるビームスプリッタ 3 0 側）に配置されている。第 2 の再帰反射シート 3 2 2 B は、X 軸方向に長いスリット状の複数の第 1 の開口 3 7 1 B、3 7 2 B と、X 軸方向に長い複数の第 2 の再帰反射面 3 8 0 B を含む。

【0102】

20

複数の第 2 の再帰反射面 3 8 0 B は、複数の第 1 の再帰反射面 3 6 0 B と向かい合うように X 軸方向に伸びている。このように、X 軸方向に長い複数の第 2 の再帰反射面 3 8 0 B を、Z 軸方向に長い複数の第 1 の再帰反射面 3 6 0 B と向かい合う位置に配置することで、格子状の複数の開口が形成された再帰反射部材 3 2 0 B を実現することができる。

【0103】

実施の形態 3 の効果

以上に説明した実施の形態 3 によれば、再帰反射部材としての再帰反射シート 3 2 1 は、単一の再帰反射面 3 6 1 に設けられた格子状の複数の開口 3 5 1、3 5 2 を有し、複数の開口 3 5 1、3 5 2 の幅 W 3 1、W 3 2 は、互いに異なる。これにより、観察者 9 0 が、例えば、回折によるパターン光を視認し難くなる。よって、実施の形態 3 に係る空中映像表示装置は、空中映像 A に対する視認性の低下を抑制できる。

30

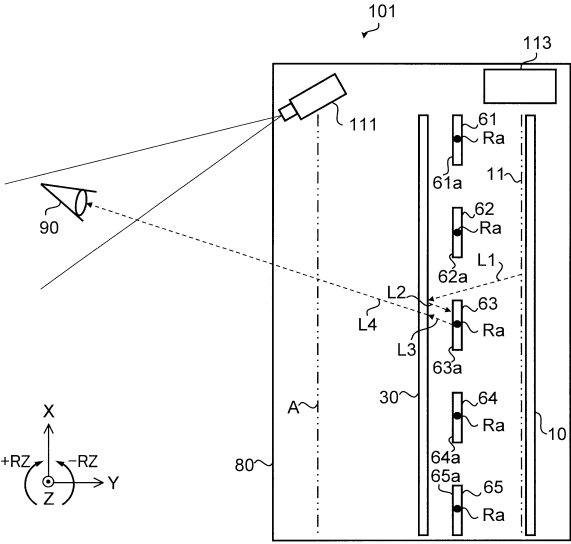
【符号の説明】

【0104】

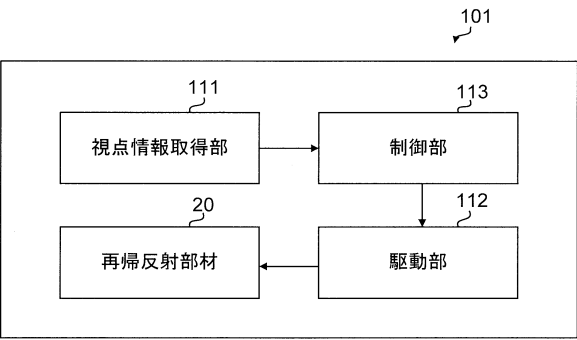
1 0 映像表示部、1 0 a 表示面、1 1 映像、2 0、2 2 0、3 2 0 A、3 2 0 B、3 2 1 再帰反射部材、2 5 支持部、3 0 ビームスプリッタ（光学部材）、3 0 a 前面、3 0 b 光分離面、5 0 ~ 5 4 開口、6 0 ~ 6 5、2 6 0 ~ 2 6 5 再帰反射素子（第 1 の再帰反射素子）、6 0 a、6 1 a、6 2 a、6 3 a、6 4 a、6 5 a 再帰反射面、6 0 b、2 6 0 b、2 8 0 b 背面、7 0 結像光学系、8 0 筐体、9 0 観察者、1 0 0、1 0 1、2 0 0、2 0 1、2 0 2 空中映像表示装置、1 1 1 視点情報取得部、1 1 2、2 1 2 駆動部、1 1 3、2 1 3 制御部、1 1 3 a メモリ、1 1 3 b プロセッサ、1 1 3 c 処理回路、2 4 0 第 2 の再帰反射部材、2 5 1 ~ 2 5 4、3 5 1 B、3 5 2 B 第 1 の開口、2 7 1、2 7 2、3 7 1、3 7 2、3 7 1 B、3 7 2 B 第 2 の開口、2 8 1 ~ 2 8 3 第 2 の再帰反射素子、3 2 1 第 1 の再帰反射シート、3 2 2 第 2 の再帰反射シート、3 2 1 B 第 1 の再帰反射部材、3 2 2 B 第 2 の再帰反射部材、3 6 1、3 6 0 B 第 1 の再帰反射面、3 8 1、3 8 0 B 第 2 の再帰反射面、A 空中映像、L 1 映像光、L 2、L 3、L 4 光、P 基準位置、R a 軸、S 基準面、W 1 ~ W 4、W 1 0 ~ W 1 2、W 2 1、W 2 2、W 3 1、W 3 2 幅。

40

【図 5】

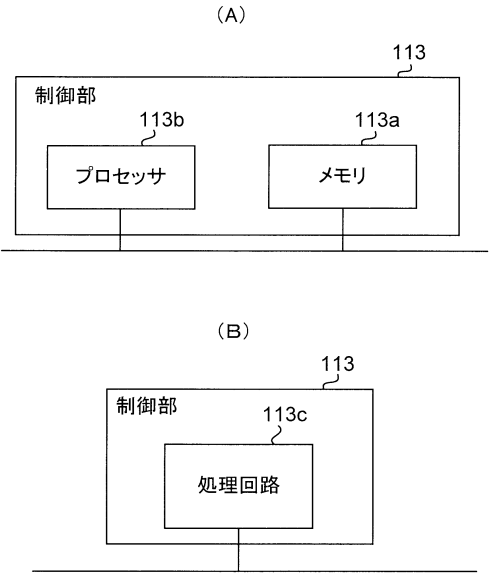


【図 6】

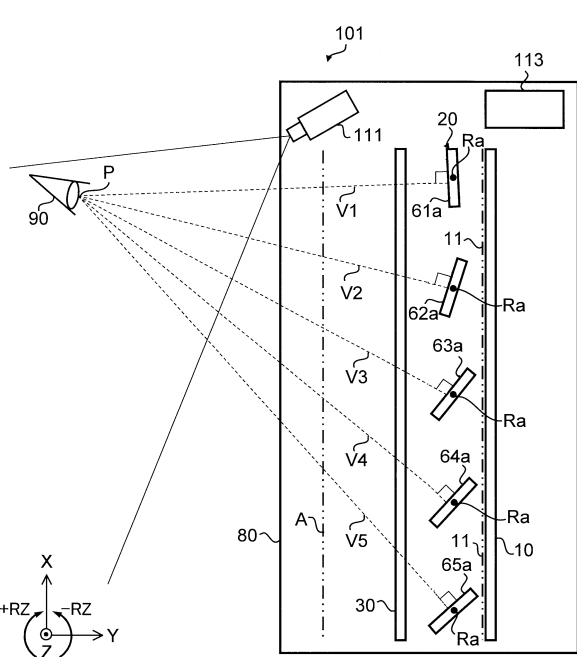


10

【図 7】



【図 8】



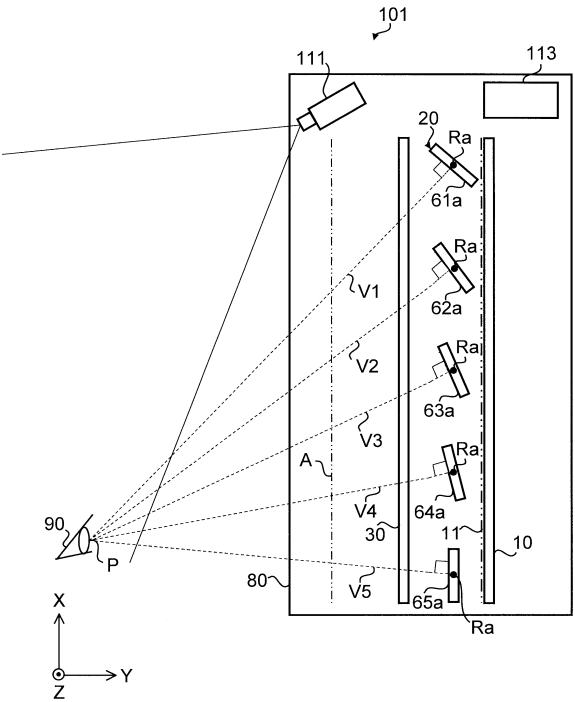
20

30

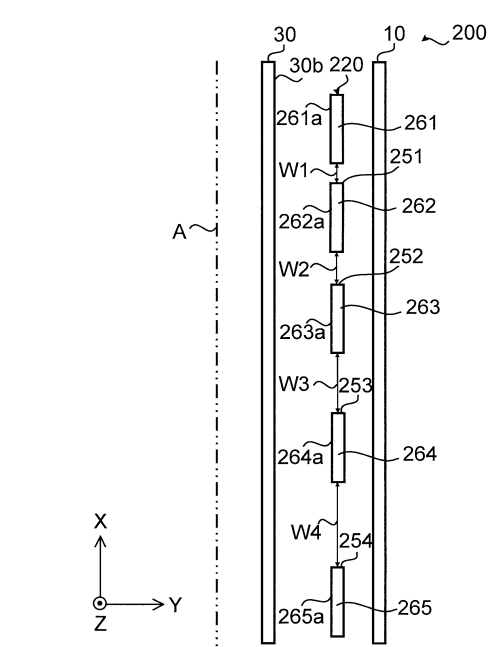
40

50

【図 9】



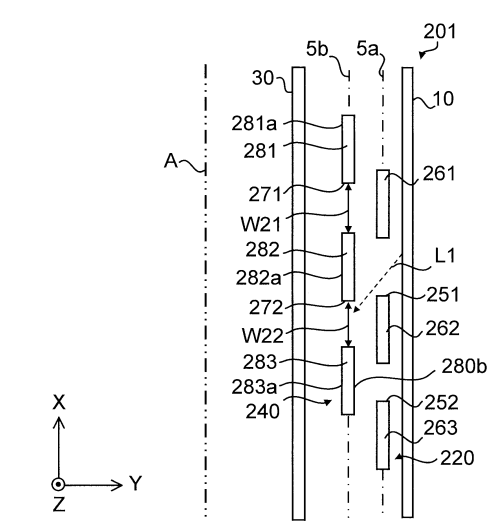
【図 10】



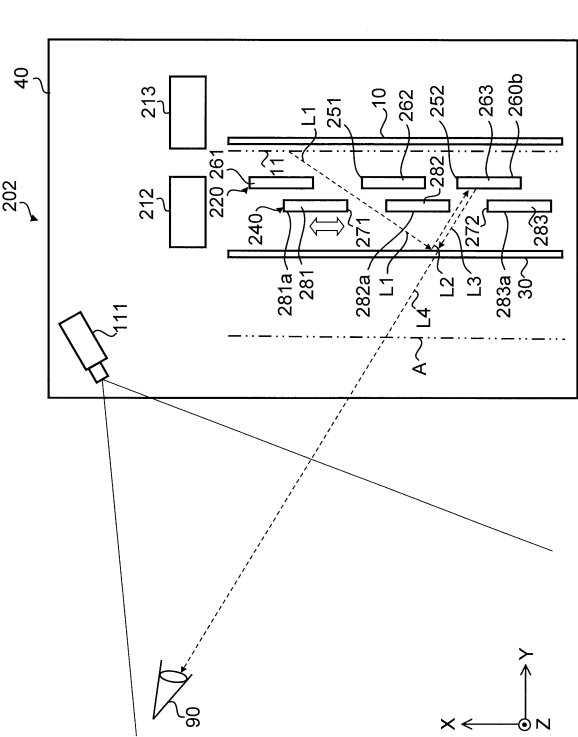
10

20

【図 11】



【図 12】

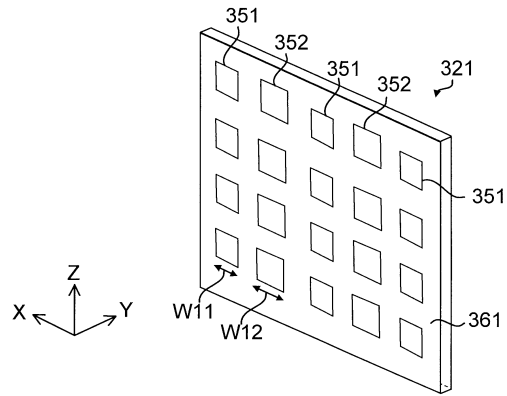


30

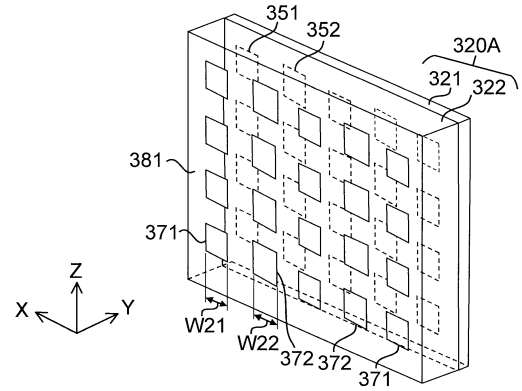
40

50

【 図 1 3 】

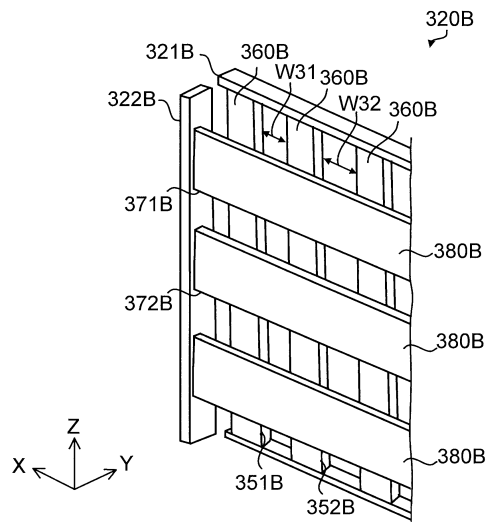


【 図 1 4 】



10

【 図 1 5 】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 1 3 6 4 5 3 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 8 1 1 3 8 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 0 7 1 6 5 (J P , A)
特表昭 5 9 - 5 0 0 1 8 9 (J P , A)
米国特許第 0 5 5 8 3 6 9 5 (U S , A)
国際公開第 2 0 1 8 / 0 4 3 6 7 3 (W O , A 1)

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 2 7 / 0 0 - 3 0 / 6 0 , 5 / 0 0 - 5 / 1 3 6
H 0 4 N 1 3 / 0 0 - 1 7 / 0 6
G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 0 , 2 1 / 1 2 - 2 1 / 1 3
G 0 3 B 2 1 / 1 3 4 - 2 1 / 3 0 , 3 5 / 0 0 - 3 7 / 0 6