

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-60752
(P2020-60752A)

(43) 公開日 令和2年4月16日(2020.4.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 30/00 (2020.01)	GO2B 27/22	2H042
GO2B 5/00 (2006.01)	GO2B 5/00	2H199

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-193900 (P2018-193900)</p> <p>(22) 出願日 平成30年10月12日 (2018.10.12)</p> <p>(出願人による申告) 平成28年度、国立研究開発法人科学技術振興機構、戦略的創造研究推進事業、個人型研究(さきがけ)、研究領域「社会と調和した情報基盤技術の構築」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(71) 出願人 504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1</p> <p>(74) 代理人 100106909 弁理士 棚井 澄雄</p> <p>(74) 代理人 100175824 弁理士 小林 淳一</p> <p>(74) 代理人 100169764 弁理士 清水 雄一郎</p> <p>(72) 発明者 小泉 直也 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内</p> <p>(72) 発明者 佐野 文香 東京都調布市調布ケ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

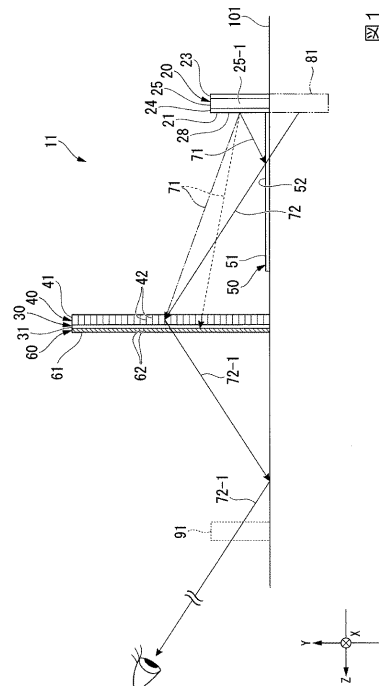
(54) 【発明の名称】 空中像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 設置場所の自由度が高く、観察者側から表示部の表示内容が直接視認されない空中像形成装置を提供する。

【解決手段】 本発明の空中像形成装置11は、床面101に立てられて光71を出射する表示部20と、表示部から照射される光71をZ方向の奥側に向けて光72として反射させる反射部50と、光71を遮蔽し且つ光72を透過させる遮光部30と、光72を所定の方向に透過及び結像させる透光結像部40と、を備え、表示部20と反射部50と遮光部30と透光結像部40は、床面101に対して同じ側に設けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基準面に立てられた表示面を有し、第 1 光を出射する表示部と、

前記第 1 光の進行方向において前記表示部より奥側の前記基準面に沿って設けられ、前記表示部から照射される前記第 1 光を前記進行方向の奥側に向けて第 2 光として反射させる第 1 反射面を有する第 1 反射部と、

前記進行方向において前記表示部より奥側の前記基準面に設けられ、前記第 1 光を遮蔽し且つ前記第 2 光を透過させる遮光部と、

前記進行方向において前記第 1 反射部より奥側の前記基準面に立てられ、前記第 2 光を所定の方向に透過及び結像させる透光結像部と、

を備え、

前記表示部と前記第 1 反射部と前記遮光部と前記透光結像部は、前記基準面に対して同じ側に設けられている空中像形成装置。

【請求項 2】

前記第 1 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記基準面を中心として非対称な第 1 の向きになっており、

前記第 2 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記第 1 の向きとは異なる第 2 の向きになっており、

前記遮光部は、前記第 1 反射部より奥側の前記基準面に立てられて前記進行方向から見て偏光方向が前記第 2 の向きになっている偏光板を備える、

請求項 1 に記載の空中像形成装置。

【請求項 3】

前記第 1 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記基準面を中心として対称な第 1 の向きになっており、

前記第 2 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記第 1 の向きとは異なる第 2 の向きになっており、

前記遮光部は、前記第 1 反射部における前記第 1 光の入射側に設けられて前記第 1 光の偏光方向を前記第 1 の向きとは異なる第 2 の向きに変える偏光光学素子と、前記反射部より奥側の前記基準面に立てられて前記進行方向から見て偏光方向が前記第 2 の向きになっている偏光板とを備える、

請求項 1 に記載の空中像形成装置。

【請求項 4】

前記透光結像部は、入射する光を再帰透過させる再帰透過光学素子を備える、

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の空中像形成装置。

【請求項 5】

前記進行方向において前記透光結像部より奥側の前記基準面に沿って設けられ、前記透光結像部から出射される前記第 2 光を前記進行方向の奥側に向けて反射させる第 2 反射面を有する第 2 反射部を備える、

請求項 4 に記載の空中像形成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、空中像形成装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

空中像は、光源から出射された光を光学素子等によって反射・屈折させ、空間の任意の位置に結像させた実像である。空中像を表示する位置にはスクリーンやディスプレイが配置されておらず、空中像を見る観察者は不思議な感覚を得る。そのため、近年、バーチャルリアリティをはじめとする様々なアプリケーションで、空中像が活用されている。

【0003】

10

20

30

40

50

例えば、非特許文献 1 には、テーブルの上面の反射を用いてテーブル上に空中像を表示する直立空中像ディスプレイが開示されている。直立する結像させるためのーフミラーがテーブルの上面に配置されるので、非特許文献 1 に記載されている直立空中像ディスプレイは既存の様々なテーブルに対して適用可能である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】山本紘暉，梶田創，小泉直也，苗村健，EnchanTable：テーブル面の反射を用いた直立空中像ディスプレイ，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.21，No.3，pp.401-410，2016.

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、非特許文献 1 に記載されている直立空中像ディスプレイでは、空中像を表示するディスプレイがテーブルの上面より下側に配置されている。そのため、非特許文献 1 に記載されている直立空中像ディスプレイを用いて既存の床に直立する空中像を形成しようとする、床を掘り下げて穴底にディスプレイを配置しなければならない、実現が困難になる。このように床に直立する空中像を形成する形態は一例であるが、従来の空中像形成装置では設置場所の自由度が低いという問題があった。また、観察者側からは、表示元の画像が見えず、空中像のみが視認できる空中像形成装置が望まれていた。

20

【0006】

本発明は、上述の事情を勘案したものであって、設置場所の自由度が高く、観察者側から表示部の表示内容が直接視認されない空中像形成装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の空中像形成装置は、基準面に立てられた表示面を有し、第 1 光を出射する表示部と、前記第 1 光の進行方向において前記表示部より奥側の前記基準面に沿って設けられ、前記表示部から照射される前記第 1 光を前記進行方向の奥側に向けて第 2 光として反射させる第 1 反射面を有する第 1 反射部と、前記進行方向において前記表示部より奥側の前記基準面に設けられ、前記第 1 光を遮蔽し且つ前記第 2 光を透過させる遮光部と、前記進行方向において前記第 1 反射部より奥側の前記基準面に立てられ、前記第 2 光を所定方向に透過及び結像させる透光結像部と、を備え、前記表示部と前記第 1 反射部と前記遮光部と前記透光結像部は、前記基準面に対して同じ側に設けられている。

30

【0008】

本発明の空中像形成装置では、前記第 1 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記基準面を中心として非対称な第 1 の向きになっており、前記第 2 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記第 1 の向きとは異なる第 2 の向きになっており、前記遮光部は、前記第 1 反射部より奥側の前記基準面に立てられて前記進行方向から見て偏光方向が前記第 2 の向きになっている偏光板を備えてもよい。

40

【0009】

本発明の空中像形成装置では、前記第 1 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記基準面を中心として対称な第 1 の向きになっており、前記第 2 光の偏光方向は、前記進行方向の手前側から奥側に向かって見たときに前記第 1 の向きとは異なる第 2 の向きになっており、前記遮光部は、前記反射部における前記第 1 光の入射側に設けられて前記第 1 光の偏光方向を前記第 1 の向きとは異なる第 2 の向きに変える偏光光学素子と、前記第 1 反射部より奥側の前記基準面に立てられて前記進行方向から見て偏光方向が前記第 2 の向きになっている偏光板とを備えてもよい。

【0010】

本発明の空中像形成装置では、前記透光結像部は、入射する光を再帰透過させる再帰透

50

過光学素子を備えてもよい。

【 0 0 1 1 】

本発明の空中像形成装置では、前記進行方向において前記透光結像部より奥側の前記基準面に沿って設けられ、前記透光結像部から出射される前記第 2 光を前記進行方向の奥側に向けて反射させる第 2 反射面を有する第 2 反射部を備えてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、設置場所の自由度が高く、観察者側から表示部の表示内容が直接視認されない空中像形成装置を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の態様の空中像形成装置の側面図である。

【 図 2 】 図 1 に示す空中像形成装置の各構成における偏光方向及び像の向きを示す模式図である。

【 図 3 】 図 1 に示す空中像形成装置の透光結像部の側面図である。

【 図 4 】 図 1 に示す空中像形成装置の変形例を説明するための側面図である。

【 図 5 】 図 1 に示す空中像形成装置の変形例を説明するための側面図である。

【 図 6 】 図 1 に示す空中像形成装置の変形例を説明するための側面図である。

【 図 7 】 図 1 に示す空中像形成装置の変形例を説明するための側面図である。

【 図 8 】 図 1 に示す空中像形成装置の変形例を説明するための側面図である。

【 図 9 】 本発明の第 2 の態様の空中像形成装置の側面図である。

【 図 1 0 】 図 9 に示す空中像形成装置の各構成における偏光方向及び像の向きを示す模式図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 3 の態様の空中像形成装置の側面図である。

【 図 1 2 】 本発明の第 4 の態様の空中像形成装置の側面図である。

【 図 1 3 】 本発明の第 5 の態様の空中像形成装置の側面図である。

【 図 1 4 】 本発明の第 6 の態様の空中像形成装置の側面図である。

【 図 1 5 】 実施例の空中像形成装置の側面図である。

【 図 1 6 】 実施例の空中像形成装置で形成された空中像の写真である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の空中像形成装置の実施形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 1 5 】

(第 1 の態様)

図 1 に示すように、本発明の一実施形態の第 1 の態様の空中像形成装置 1 1 は、少なくとも表示部 2 0、遮光部 3 0、透光結像部 4 0、反射部 5 0 を備え、さらに補助遮光部 6 0 を備えている。

【 0 0 1 6 】

表示部 2 0 は、平坦な床面 (基準面) 1 0 1 に立てられた表示面 2 8 を有し、偏光方向が第 1 の向き P 1 である光 (第 1 光) 7 1 を表示面 2 8 から出射する。本明細書では、床面 1 0 1 に平行な方向且つ光 7 1 の進行方向を Z 方向とし、表示部 2 0 に近い側を手前側、後述する空中像 9 1 及び観察者に近い側を奥側という。また、Z 方向に直交し且つ床面 1 0 1 に対して近接離間する方向を Y 方向とし、床面 1 0 1 に近い側を手前側、床面 1 0 1 から遠い側を奥側という。また、Y 方向及び Z 方向に直交し且つ床面 1 0 1 に水平な方向を X 方向とし、Z 方向の手前側から奥側に向かって見たときに左側を手前側、右側を奥側とする。

【 0 0 1 7 】

表示部 2 0 は、液晶ディスプレイ 2 1 で構成されている。液晶ディスプレイ 2 1 は、バックライト光源と、バックライト光源の Z 方向の奥側において 2 枚の偏光板 2 3、2 4 の間に、さらに 2 枚のガラス基板等で挟まれた液晶 2 5 を備えている。液晶 2 5 の動きと偏

10

20

30

40

50

光板 23, 24 の偏光方向との組み合わせによって、バックライト光源から出射される光の透過量が制御される。液晶ディスプレイ 21 では、X 方向及び Y 方向に複数の画素が配列し、各画素に対してカラーフィルタや薄膜トランジスタが配置されている。図 1 では、液晶ディスプレイ 21 の構成のうち、偏光板 23, 24 及び液晶 25 の層のみ示され、その他の構成は省略されている。

【0018】

空中像形成装置 11 では、液晶 25 は、ツイストネマティック (twisted nematic: TN) 液晶 25-1 である。TN 液晶 25-1 の長軸は、X 方向及び Y 方向を含む XY 面内で回転しており、電界が ON 状態になると Z 方向に沿う。図 2 に示すように、偏光板 24 からは、偏光方向が X 方向及び Y 方向に対して略 45° 傾いた光 71 が Z 方向 (第 1 光の進行方向) に沿って出射する。光 71 の偏光方向は、X 方向及び Y 方向に対して略 45° 傾いた第 1 の向き P1 であり、Z 方向の手前側から奥側に向かって見たときに床面 101 を中心として非対称である。なお、図 2 及び後述する図 10 では、偏光方向及び像の向きをわかりやすく示すために、Y 方向において略同じ位置に配置又は形成される構成であっても紙面の上下方向にずらして模式的に示している。

10

【0019】

図 1 に示すように、第 1 反射部 50 は、Z 方向において表示部 20 より奥側の床面 101 に沿って設けられている。第 1 反射部 50、表示部 20 から照射される光 71 を Z 方向の奥側に向けて光 (第 2 光) 72 として反射させる反射面 (第 1 反射面) 51 を有する。反射部 50 は、XZ 面に拡がる板状の鏡 52 で構成されている。反射面 51 は、Y 方向において鏡 52 の床面 101 に接する側とは反対側に向けられている。鏡 52 は、Z 方向の手前側且つ Y 方向の表示部 20 の先端側から斜めに入射する光 71 を、入射角と同じ反射角で、Z 方向の奥側且つ Y 方向の表示部 20 の先端側に反射する。光 72 の偏光方向は、図 2 に示すように第 1 の向き P1 が反射面 51 を中心として折り返された第 2 の向き P2 になっている。即ち、第 2 の向き P2 は、X 方向に対して第 1 の向き P1 と同じ側に略 45° 傾き、Y 方向に対して第 1 の向き P1 とは反対側に略 45° 傾いている。

20

【0020】

遮光部 30 は、Z 方向において表示部 20 より奥側の床面 101 に設けられている。遮光部 30 は、光 71 を遮蔽し且つ光 72 を透過させる。図 1 及び図 2 に示すように、遮光部 30 は、Z 方向の手前側から奥側に向かって見たときに偏光方向が第 1 の向き P1 に直交する (第 1 の向きとは異なる) 第 2 の向き P2 である偏光板 31 を備えている。

30

【0021】

図 1 に示すように、透光結像部 40 は、Z 方向において第 1 反射部 50 より奥側の床面 101 に立てられ、少なくとも光 72 を所定の方向に透過及び結像させる。空中像形成装置 11 では、透光結像部 40 は、Z 方向において遮光部 30 より手前側の床面 101 に立てられ、遮光部 30 に接している。

【0022】

空中像形成装置 11 では、透光結像部 40 は、マイクロミラーアレイプレート (micro mirror array plate: MMAP、再帰透過光学素子) 41 で構成されている。MMAP 41 は、Y 方向において所定の間隔をあけて配置された複数のマイクロミラー 42 を備えている。マイクロミラー 42 は、XY 面に延在している。図 3 に示すように、Y 方向で隣り合うマイクロミラー 42 同士は、互いに平行になっている。Y 方向において隣り合うマイクロミラー 42-1, 42-2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 101 側又は床面 101 から離れた側から所定の入射角で入射する光は、同じ角度で Z 方向の奥側且つ T 方向の入射時と同じ側に入射角と同じ角度の反射角で反射する。即ち、MMAP 41 は、入射する光を再帰透過させる。

40

【0023】

補助遮光部 60 は、Z 方向において透光結像部 40 より奥側の床面 101 に立てられている。補助遮光部 60 は、ルーバーフィルム (louver film: LF) 61 で構成されている。LF 61 は、Y 方向において所定の間隔をあけて配置された複数の遮蔽素子 62 を備

50

えている。遮蔽素子 6 2 は、X Y 面に対して Z 方向の奥側に進むにしたがって下降するように傾斜している。Y 方向で隣り合うマイクロミラー 4 2 同士は、互いに平行になっている。Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 から離れる側に向けて入射する光 7 2 - 2 は、遮蔽素子 6 2 によって拡散又は吸光され、Z 方向において遮蔽される。一方、Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 かな離れている側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 に近づく側に向けて入射する光 7 2 - 1 は、そのまま直進し、遮蔽されない。

【 0 0 2 4 】

少なくとも Z 方向の補助遮光部 6 0 より奥側の床面（第 2 反射部）1 0 1 は、光 7 2 を反射する。ここで、光 7 2 を反射するとは、略 1 0 0 % の光 7 2 を反射することに限定されず、観察者が視認可能な空中像 9 1 を形成可能な程度に光 7 2 を反射することを意味する。床面 1 0 1 は、大理石の床面や光沢が出るようにコーティングされた床面で構成されている。

10

【 0 0 2 5 】

上述の各構成を備える空中像形成装置 1 1 では、液晶ディスプレイ 2 1 の各画素から光 7 1 が出射されると、Z 方向の手前側から奥側に進むにしたがって Y 方向において床面 1 0 1 に近づく光 7 1 は、反射面 5 1 で反射される。反射面 5 1 で反射される光 7 2 は、表示部 2 0 の虚像 8 1 から出射される光 7 2 としてふるまう。図 2 に示すように、光 7 2 の偏光方向は、第 1 の向き P 1 を床面 1 0 1 を中心として床面 1 0 1 の反対側に折り返した向きに相当し、第 2 の向き P 2 になる。虚像 8 1 では、液晶ディスプレイ 2 1 で表示される画像 5 が反射面 5 1 を中心として反転する。

20

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、M M A P 4 1 に入射する光 7 1 - 1 , 7 2 - 1 は、M M A P 4 1 によって再帰透過する。但し、図 3 に示すように、Y 方向で隣り合うマイクロミラー 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の間に、床面 1 0 1 に対して浅い入射角で Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 側又は床面 1 0 1 から離れた側から入射する光 7 1 - 2 , 7 2 - 2 は、M M A P 4 1 を透過する。浅い入射角とは、マイクロミラー 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の Z 方向に沿う反射面に対して、マイクロミラー 4 2 - 1 の Z 方向の手前側の端縁とマイクロミラー 4 2 - 2 の Z 方向の奥側の端縁とを結ぶ対角面がなす角度より小さいことを意味する。図 2 に示すように、M M A P 4 1 で再帰反射された後でも、画像 5 の向きは、虚像 8 1 の向きと同じになっている。

30

【 0 0 2 7 】

M M A P 4 1 によって再帰反射される光 7 1 - 1 , 7 2 - 1 及び M M A P 4 1 を透過する光 7 1 - 2 , 7 2 - 2 は、偏光板 3 1 に入射する。図 2 に示すように、偏光板 3 1 の偏光方向は光 7 1 の偏光方向と直交しているので、偏光板 3 1 によって光 7 1 が遮断される。一方、偏光板 3 1 の偏光方向は光 7 2 の偏光方向と平行になっているので、光 7 2 は偏光板 3 1 を透過する。

【 0 0 2 8 】

偏光板 3 1 を透過する光 7 2 は、L F 6 1 に入射する。光 7 2 のうち光 7 2 - 1 は、Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 から離れている側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 側に向けて入射する。図 3 に示すように、光 7 2 - 1 は、進行方向を変えずに、遮蔽素子 6 2 同士の間を通過し、L F 6 1 から出射される。一方、光 7 2 - 2 は、Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 から離れる側に向けて入射するので、遮蔽素子 6 2 によって拡散又は吸光され、遮断される。

40

【 0 0 2 9 】

図 1 に示すように、L F 6 1 を透過する光 7 2 - 1 は、床面 1 0 1 で反射し、空中像 9 1 を形成する。Z 方向の手前側且つ床面 1 0 1 から、Z 方向の奥側且つ Y 方向において表示部 2 0 と遮光部 3 0 と透光結像部 4 0 と反射部 5 0 と同じ側に床面 1 0 1 から離れる方

50

向に、空中像 9 1 が視認される。図 2 に示すように、MMA P 4 1 で再帰反射された後では、画像 5 の向きは、虚像 8 1 における向きとは反転している。即ち、L F 6 1 から出射される光 7 2 - 1 を床面 1 0 1 で反射させて空中像 9 1 を形成する場合には、液晶ディスプレイ 2 1 で画像 5 の向きを、X 方向を中心に反転させる必要はなく、空中像 9 1 と同じ向きにすることができる。

【 0 0 3 0 】

以上説明した第 1 の態様の空中像形成装置 1 1 によれば、表示部 2 0、遮光部 3 0、透光結像部 4 0、反射部 5 0 及び補助遮光部 6 0 からなる全ての構成要素が床面 1 0 1 に対して Y 方向の同じ側に配置できる。このことによって、テーブル面に限らず、床面 1 0 1 をはじめとするあらゆる既存の面を基準面として、既存の面に加工や工事を施すことなく、空中像 9 1 を形成できる。また、空中像形成装置 1 1 によれば、遮光部 3 0 を備えるので、表示部 2 0 から出射され且つ Z 方向の奥側で観察者に直接届き得る光 7 1 を、Z 方向の空中像 9 1 の形成位置より手前側で遮断できる。このことによって、観察者に対して表示部 2 0 から出射される光 7 1 を直接視認させずに、空中像 9 1 のみを視認させることができる。

【 0 0 3 1 】

また、空中像形成装置 1 1 によれば、遮光部 3 0 が偏光板 3 1 で構成されているので、1 枚の板状の偏光板 3 1 を用いて光 7 1 を容易に遮蔽できる。また、空中像形成装置 1 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 3 2 】

また、空中像形成装置 1 1 によれば、透光結像部 4 0 は MMA P 4 1 を備え、Z 方向の透光結像部 4 0 より奥側の床面 1 0 1 は光 7 2 - 1 を反射させる。このことによって、空中像 9 1 の基端を表示部 2 0 及び透光結像部 4 0 の各基端と同じく床面 1 0 1 に合わせ、空中像 9 1 を床面 1 0 1 に対して表示部 2 0、遮光部 3 0、透光結像部 4 0 及び反射部 5 0 と Y 方向の同じ側に形成できる。即ち、空中像 9 1 を床面 1 0 1 上で容易に形成できる。また、空中像形成装置 1 1 の Y 方向の大きさを抑え、空中像形成装置 1 1 の小型化を図ることができる。

【 0 0 3 3 】

< 空中像形成装置 1 1 の変形例 >

<< 偏光板 3 1 の位置 >>

空中像形成装置 1 1 では、遮光部 3 0 と透光結像部 4 0 と補助遮光部 6 0 のそれぞれとして、偏光板 3 1 と MMA P 4 1 と L F 6 1 が用いられている。これらの光学素子の組み合わせを用いる場合、Z 方向において手前側から奥側に向かって MMA P 4 1、L F 6 1 の順にこれらが配置される。この順に配置されないと、空中像 9 1 を形成すべき光 7 2 が MMA P 4 1 に入射する前に L F 6 1 によって拡散又は吸光されてしまい、空中像 9 1 が形成されない。

【 0 0 3 4 】

偏光板 3 1 は、Z 方向において MMA P 4 1 の手前側に配置されてもよく、空中像形成装置 1 1 のように MMA P 4 1 と L F 6 1 との間に配置されてもよい。一方、偏光板 3 1 は、Z 方向において MMA P 4 1 の手前側か、MMA P 4 1 と L F 6 1 との間の何れかに配置される。このような配置によって、表示部 2 0 から出射され且つ反射部 5 0 で反射されない光 7 1 が偏光板 3 1 で遮蔽された後に光 7 2 のみが MMA P 4 1 で再帰透過される、又は空中像形成装置 1 1 のように光 7 1、7 2 の双方が再帰透過された後に表示部 2 0 から出射され且つ反射部 5 0 で反射されない光 7 1 のみが偏光板 3 1 で遮蔽される。偏光板 3 1 が Z 方向において L F 6 1 の奥側に配置されると、表示部 2 0 から出射され且つ反射部 5 0 で反射されない光 7 1 が偏光板 3 1 で遮蔽する前に L F 6 1 で拡散する、又は光 7 1 の位相がずれてしまう。そのため、光 7 1 の偏光方向が第 1 の向き P 1 ではなくなり、結果的に光 7 1 が偏光板 3 1 で遮蔽されずに観察者に視認される虞がある。

【 0 0 3 5 】

<< MMA P 4 1 の傾きと空中像 9 1 の位置 >>

10

20

30

40

50

Z方向において、MMA P 4 1に対する液晶ディスプレイ2 1の距離及び床面1 0 1からのY方向の距離は、少なくとも光7 2がマイクロミラー4 2 - 1, 4 2 - 2の間に斜め方向から入射可能且つ、マイクロミラー4 2 - 1, 4 2 - 2の何れか一方によって反射可能である範囲で適宜調節できる。この範囲は、主に、Z方向のマイクロミラー4 2の大きさとY方向におけるマイクロミラー4 2 - 1, 4 2 - 2の間隔によって決まる。

【0036】

図4に示すように、空中像形成装置1 1において、床面1 0 1に接する基端を中心としてMMA P 4 1の先端をZ方向の手前側に側面視でY方向に対する角度 θ で傾斜させる場合を想定する。図4から図9までの各図面では、MMA P 4 1の傾きと空中像9 1が改正される位置との関係をわかりやすく示すため、床面1 0 1、液晶ディスプレイ2 1、虚像8 1、MMA P 4 1、空中像9 1のみが簡略化して示され、これら以外の空中像形成装置1 1の構成の図示は省略されている。

10

【0037】

図4から図9までに示す各構成では、図1に示す構成と同様の原理に基づき、光7 2の経路の始点D 1 - kと経過点D 2 - kとの長さ L_1 と経過点D 3 - kと経過点D 4 - kとの長さ L_2 が等しくなる位置に空中像9 1が形成される。kは、任意の自然数を表す。MMA P 4 1がZ方向の手前側へ角度 θ で傾斜することによって、空中像9 1はZ方向の奥側に少し傾く。ここで、角度 θ については、 $45^\circ < \theta < 90^\circ$ とする。光7 2のMMA P 4 1への入射角 α が $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ であれば、光7 2が床面1 0 1で反射し、空中像9 1をZ方向におけるMMA P 4 1より奥側且つ床面1 0 1から立ち上がるように形成できる。但し、この場合、角度 θ については、 $0^\circ < \theta < 270^\circ - 90^\circ$ の条件を考慮している。

20

【0038】

図4に示す角度 θ を導入し、床面1 0 1に基端が接してY方向に立ち上がる空中像9 1を得る条件を考えると、 $\theta < 90^\circ$ の関係が満たされる必要がある。言い換えれば、 $\theta < 90^\circ$ の条件が成立すると、Y方向において床面1 0 1の近くを進行する光7 2がMMA P 4 1で床面1 0 1から離れる側に再帰透過する。図5に示すように、MMA P 4 1から出射する光7 2が床面1 0 1に到達せずに床面1 0 1から離れて結像し、空中像9 1を形成する。そこで、空中像9 1を床面1 0 1で立つように形成するためには、 $0 < \theta < 90^\circ$ という条件が導かれる。

【0039】

図6に示すように、角度 θ が 45° 以上になると、図5に示す構成と同様に、MMA P 4 1から出射する光7 2が床面1 0 1では反射せずに床面1 0 1から離れて結像し、空中像9 1 - kが形成される。しかしながら、空中像9 1 - kをY方向においてMMA P 4 1の床面1 0 1側とは反対側で視認できる。Z方向における液晶ディスプレイ2 1 - kの基端とMMA P 4 1の基端との距離が長くなるほど、空中像9 1 - kはZ方向の手前側かつY方向の床面1 0 1から離れる側に形成される。

30

【0040】

一方、図7及び図8に示すように、空中像形成装置1 1において、床面1 0 1に接する基端を中心としてMMA P 4 1の先端をZ方向の奥側に側面視でY方向に対する角度 θ で傾斜させる場合を想定する。MMA P 4 1を $90^\circ < \theta < 135^\circ$ に傾ける場合、 $(\theta - 90^\circ) < \theta < (180^\circ - \theta)$ であれば、図7に示すように空中像9 1 - 1をZ方向のMMA P 4 1より奥側に視認できる。基端が床面1 0 1に接するように空中像9 1 - 1を形成するためには、Y方向において床面1 0 1から離れる側に進行する光7 2を床面1 0 1側に折り返す鏡9 5を設ける必要がある。空中で空中像9 1を見る場合には、鏡9 5を設置しなくてもよい。

40

【0041】

前述の場合、 $\theta < 90^\circ$ 及び $\theta < 90^\circ$ を満たさなければ、床面1 0 1に空中像9 1が形成されない。 $\theta = 90^\circ$ であることから、角度 θ について $(\theta - 90^\circ) < \theta < (180^\circ - \theta)$ が条件式として得られる。角度 θ が 135° である場合、角度 θ は 45° となり、 $45^\circ < \theta < 90^\circ$ となる。そうすると $\theta < 90^\circ$ に当てはまらなくなるため、 $\theta < 135^\circ$

50

5°の関係が満たされる必要がある。

【0042】

図7に示す構成では、床面101より床の内部に入り込む側にも空中像91-2が形成される。但し、Z方向においてMMAP41の基端より奥側に不透明な床面101が続く場合は、観察者は空中像91-2を視認できない。Z方向においてMMAP41の基端より奥側に床面101がない又は床が光72を透過可能である場合には、空中像91-2を視認できる。

【0043】

図8に示す構成では、図7の構成に比べてMMAP41がさらにZ方向の奥側に傾斜している。このような構成では、MMAP41で再帰透過した光71, 72がZ方向においてMMAP41の基端より奥側の床面101に向かって進行する。Z方向においてMMAP41の基端より奥側の床面101が光71, 72を反射可能であれば、MMAP41で再帰透過した光71, 72は、再度MMAP41に入射し、マイクロミラー42-1, 42-2(図8では図省略)の間を通過し、空中像91-1, 92を形成する。床が光72を透過可能である場合には、MMAP41で再帰透過された光72は、空中像91-2を形成する。また、床が光72を反射可能である場合には、観察者の視野202にMMAP41の虚像82が見える。

【0044】

また、第1の態様をはじめとして本発明の空中像形成装置では、各構成が基準面に対して同じ側に設けられるため、例えば、装置全体を箱状(直方体形状)に構成する等、可搬容易な形で一体として形成することができる。この場合、床面の反射を必須とする構成においては、例えば、本発明の空中像形成装置を大理石等の床面(反射面)に置くだけで空中像を表示でき、事前の設置準備等の省略できるため、簡便である。また、設置場所が大理石等の反射面でなかったとしても、装置の前面に鏡等の反射面を配置することで空中像を簡易に表示できる。なお、床面の反射を必須としない構成においても、同様に、本発明の空中像形成装置を可搬容易に一体として形成することで、事前の設置準備等を省略できるため簡便である。

【0045】

(第2の態様)

次いで、本発明の一実施形態の第2の態様の空中像形成装置について説明する。以下の各態様の空中像形成装置の構成要素において、第1の態様の空中像形成装置11と共通の構成要素には、空中像形成装置11と同一の符号を付す。空中像形成装置11と共通の構成要素の説明を省略する。

【0046】

図9に示すように、第2の態様の空中像形成装置12は、表示部26、遮光部35、透光結像部40、反射部50、補助遮光部60を備えている。

【0047】

表示部26は、TN液晶25-1に替えてIPS(In Plane Switching)液晶25-2を備えていること以外は、表示部20と同様に構成されている。IPS液晶25-2の長軸は、XY面内で回転しており、電界がON状態であってもXY面内で回転する。回転するIPS液晶25-2により、バックライト光源から出射された光の屈折を起こす。偏光板24からは、偏光方向がX方向及びY方向に平行な且つX方向に直交する光71がZ方向に沿って出射する。図9及び図10の(例1)に示すように、第1の向きP1がZ方向から見て床面101に対して面对称である場合、あたかも虚像81から発せられて見える光の偏光方向の向きは、第1の向きP1になっている。

【0048】

遮光部35は、偏光板31に加えて、光71の入射側に波長板(偏光光学素子)36を備えている。波長板36は、 $\lambda/4$ 板で構成されている。波長板36は、表示部26から出射される光71の偏光方向をXY面内で光71の周波数で回転させる。即ち、図10に示すように、波長板36は、直線偏光である光71とは向きが異なる偏光の光73にする

。即ち、波長板 3 6 は、光 7 2 の偏光方向を少なくとも第 2 の向き P 2 に変える。

【 0 0 4 9 】

上述の各構成を備える空中像形成装置 1 2 では、空中像形成装置 1 1 と同様にして空中像 9 1 が形成される。但し、空中像形成装置 1 2 では、液晶ディスプレイ 2 1 の各画素から出射されて Z 方向の手前側から奥側に進むにしたがって Y 方向において床面 1 0 1 に近づく光 7 1 は、波長板 3 6 で所定の方向の円偏光になり、反射面 5 1 で反射されて所定の方向とは逆回りの円偏光になり、再び波長板 3 6 を通って第 2 の向き P 2 の光 7 2 になる。即ち、Z 方向の手前側から奥側に進むにしたがって Y 方向において床面 1 0 1 に近づく光 7 1 の偏光方向は、波長板 3 6 によって第 2 の向き P 2 を含み且つ X Y 面内で回転するようになる。波長板 3 6 を通過した光 7 3 は、虚像 8 1 から出射される光 7 3 としてふるまう。

10

【 0 0 5 0 】

MMA P 4 0 に入射する光 7 1 - 1 , 7 3 - 1 は、MMA P 4 0 によって再帰透過する。光 7 3 - 1 は、マイクロミラー 4 2 - 1 , 4 2 - 2 の間に、床面 1 0 1 に対して浅い入射角で Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 側又は床面 1 0 1 から離れた側から入射する光 7 3 を表す。

【 0 0 5 1 】

MMA P 4 0 によって再帰反射される光 7 1 - 1 , 7 3 - 1 及び MMA P 4 0 を透過する光 7 1 - 2 , 7 3 - 2 は、偏光板 3 1 に入射する。光 7 3 - 2 は、光 7 3 のうち、Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 から離れる側に向けて入射する光 7 3 を表す。図 1 0 に示すように、偏光板 3 1 の偏光方向は光 7 1 の偏光方向と直交しているので、偏光板 3 1 によって、光 7 1 と偏光方向が第 2 の向き P 2 の以外の光 7 3 とが遮断される。一方、偏光板 3 1 の偏光方向は第 2 の向き P 2 になっているので、光 7 3 のうち偏光方向が第 2 の向き P 2 である光 7 3 - 3 は偏光板 3 1 を透過する。

20

【 0 0 5 2 】

偏光板 3 1 を透過する光 7 3 - 3 は、L F 6 1 に入射する。光 7 3 - 3 のうち光 7 3 - 3 - 1 は、Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 から離れている側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 側に向けて入射する。図 9 に示すように、光 7 3 - 3 - 1 は、進行方向を変えずに、遮蔽素子 6 2 同士の間を通過し、L F 6 1 から出射される。一方、光 7 3 - 3 - 2 は、Y 方向において隣り合う遮蔽素子 6 2 の間に、Z 方向の手前側且つ Y 方向の床面 1 0 1 側から、Z 方向の奥側且つ床面 1 0 1 から離れる側に向けて入射するので、遮蔽素子 6 2 によって拡散又は吸光され、L F 6 1 によって遮断される。

30

【 0 0 5 3 】

L F 6 1 を透過する光 7 3 - 3 - 1 は、床面 1 0 1 で反射し、空中像 9 1 を形成する。Z 方向の手前側且つ床面 1 0 1 から、Z 方向の奥側且つ Y 方向において表示部 2 0 と遮光部 3 0 と透光結像部 4 0 と反射部 5 0 と同じ側に床面 1 0 1 から離れる方向に、空中像 9 1 が視認される。

【 0 0 5 4 】

以上説明した第 2 の態様の空中像形成装置 1 2 は、第 1 の態様の空中像形成装置 1 1 と同様の構成を備えるので、空中像形成装置 1 1 と同様の効果を奏する。

40

【 0 0 5 5 】

また、IPS 液晶 2 5 - 2 のように、表示部 2 6 から出射される光 7 1 の偏光方向が Z 方向から見て床面 1 0 1 に対して面对称であると、第 1 の態様で説明したように単に反射面 5 1 で折り返しても、虚像 8 1 の偏光方向は第 1 の向き P 1 と同じになる。その場合、反射面 5 1 で反射されて本来透過させるべき光が偏光板 3 1 によって遮蔽されてしまう。空中像形成装置 1 2 によれば、遮光部 3 5 が波長板 3 6 を備えるので、光 7 1 の偏光方向を第 1 の向き P 1 から X Y 面で回転させ、第 1 の向き P 1 とは異なる向きを含む偏光方向の光 7 3 を生成できる。このことによって、空中像形成装置 1 2 では、空中像形成装置 1

50

1と同様に、表示部26から出射され且つZ方向の奥側で観察者に直接届き得る光71を、Z方向の手前側で遮断できる。したがって、観察者に対して表示部26から出射される光71を直接視認させずに、空中像91のみを視認させることができる。

【0056】

なお、空中像形成装置12において、IPS液晶25-2に替えてVA (Vertical Alignment) 液晶25-3を用いることができる。VA液晶25-3の長軸は、Z方向に沿っているが、電界がON状態になるとIPS液晶25-2と同様に、XY面内で回転する。そのため、IPS液晶25-2に替えてVA液晶25-3を採用した場合でも、空中像形成装置12を適用し、空中像形成装置12と同様の作用効果を得ることができる。

【0057】

また、IPS液晶25-2やVA液晶25-3が用いられる場合に限らず、例えば図10の(例2)に示すように、第1の向きP1がX方向に沿って反射面51と平行になっている場合にも、波長板36を備える空中像形成装置12によって、観察者に空中像91のみを視認させることができる。即ち、光71の偏光方向がZ方向の手前側から奥側に向かって見たときに床面101を中心として対称な第1の向きP1である場合は、第2の態様の空中像形成装置12を採用できる。一方、光71の偏光方向がZ方向の手前側から奥側に向かって見たときに床面101を中心として非対称な第1の向きP1である場合は、第1の態様の空中像形成装置11を採用できる。

【0058】

(第3の態様)

次いで、本発明の一実施形態の第3の態様の空中像形成装置について説明する。

【0059】

図11に示すように、第3の態様の空中像形成装置13は、第1の態様の空中像形成装置11と同様の構成を備えている。但し、空中像形成装置13では、表示部20、遮光部30、透光結像部40、反射部50及び補助遮光部60が天井面(基準面)102の同じ側に設けられている。

【0060】

以上説明した第3の態様の空中像形成装置13によれば、空中像形成装置11と同様の原理によって、天井面102を基準面として、天井面102に加工や工事を施すことなく、天井面102から垂下する空中像91を形成し、観察者に視認させることができる。また、空中像形成装置13においても、観察者に直接届き得る光71を遮光部30によってZ方向の手前側で遮断し、観察者に対して表示部20から出射される光71を直接視認させずに、空中像91のみを視認させることができる。

【0061】

(第4の態様)

次いで、本発明の一実施形態の第4の態様の空中像形成装置について説明する。

【0062】

図11に示すように、第4の態様の空中像形成装置14は、第3の態様の空中像形成装置13と同様の構成を備えている。但し、空中像形成装置14では、透光結像部40と遮光部30と補助遮光部60は、天井面102から遠い側の各先端が天井面102に近い側の各基端よりZ方向において手前側になるように、傾斜している。このような構成において、図6を参照してもわかるように、空中像91が天井面102から離れた室内空間Rに形成される。

【0063】

以上説明した第4の態様の空中像形成装置14によれば、空中像形成装置13と同様の構成を備えることによって、空中像形成装置13と同様の効果を得ることができる。また、空中像形成装置14によれば、空中像91が室内空間Rに形成されるので、観察者は天井面102から離れた室内空間Rの床面側の観察位置OB-2から見上げるようにして、視野202-2内に空中像91を視認できる。観察位置OB-2より深い仰角での観察位置OB-1からは、視野202-1内に空中像91の一部が入るので、観察者は空中像9

10

20

30

40

50

1の一部を視認できる。一方、観察位置OB-3より浅い仰角での観察位置OB-3からは、視野202-3から空中像91が外れるので、観察者は空中像91を視認できない。このような原理をふまえて、観察位置に合わせ、空中像91の形成位置、及び透光結像部40と遮光部30と補助遮光部60の傾斜角度を調節できる。

【0064】

なお、空中像形成装置14のように、補助遮光部60から出射される光72-1を天井面102で反射させずに空中像91を形成する場合は、液晶ディスプレイ21で表示する画像5の向きを、X方向を中心に反転させる。このようにすることによって、空中像91の向きを観察者に視認させたい画像の向きにすることができる。

【0065】

(第5の態様)

次いで、本発明の一実施形態の第5の態様の空中像形成装置について説明する。

【0066】

図13に示すように、第5の態様の空中像形成装置15は、第3の態様の空中像形成装置13と同様の構成を備えている。但し、空中像形成装置14では、天井面102の裏側、即ち天井面102の室内側とは反対側に天井空間Mが予め設けられており、天井面102を基準面として、各構成が天井空間Mに配置されている。空中像形成装置14において、Y方向は、天井面102から天井空間M内を進行する方向を意味する。また、Z方向において補助遮光部60より奥側には、天井面102に沿って透過面(基準面)103が設けられている。言い換えれば、Z方向において補助遮光部60より奥側の天井面102は、光72-1を透過可能になっている。透過面103は、光72-1の少なくとも一部を透過できる。空中像形成装置15では、空中像91が透過面103に接してY方向の奥側に立つように形成される。

【0067】

以上説明した第5の態様の空中像形成装置15によれば、空中像形成装置13と同様の構成を備えることによって、空中像形成装置13と同様の効果を得ることができる。また、透過面103が設けられることによって、空中像形成装置15を天井空間Mに隠しつつ、透過面103から垂下する空中像91を観察者に視認させることができる。空中像形成装置15においても、液晶ディスプレイ21で表示する画像5の向きをX方向を中心に反転させることによって、空中像91の向きを観察者に視認させたい画像の向きにすることができる。

【0068】

(第6の態様)

次いで、本発明の一実施形態の第6の態様の空中像形成装置について説明する。

【0069】

図14に示すように、第6の態様の空中像形成装置16は、第1の態様の空中像形成装置11と同様の構成を備えている。但し、空中像形成装置16における透光結像部40は、MAP41と同じ位置で床面101に立てられたハーフミラー44と、ハーフミラー44のY方向の先端からZ方向の奥側へ向かって延在する再帰反射光学素子46とを備えている。

【0070】

上述の各構成を備える空中像形成装置16では、液晶ディスプレイ21の各画素から光71が出射されて透光結像部40に光71,72が入射するまでの原理は、空中像形成装置11と同様である。ハーフミラー44に入射する光71,72の一部は、光71-4,72-4としてハーフミラー44を透過し、光71-4は遮光部30で遮蔽され、光72-4は補助遮光部60で遮蔽される。ハーフミラー44に入射する光71,72の残部は、光71-3,72-3としてハーフミラー44で反射され、再帰反射光学素子46によって再帰反射される。再帰反射される光71-5,72-5は、ハーフミラー44に入射する。光71-5,72-5の一部は、光71-7,72-7としてハーフミラー44を透過し、光71-7は遮光部30で遮蔽され、光72-7は遮光部30及び補助遮光部6

10

20

30

40

50

0を透過する。光71-5, 72-5の残部は、光71-6, 72-6としてーフミラーで再び反射され、観察者に向かう方向とは反対方向に向かい、視認されない。光72-7は、床面101で反射され、空中像91を形成する。

【0071】

以上説明した第6の態様の空中像形成装置16によれば、透光結像部40としてMMA P41に替えてーフミラー44及び再帰反射光学素子46を備えるので、空中像形成装置11と同様の原理に基づいて空中像91を形成し、空中像形成装置11と同様の効果を得ることができる。

【0072】

以上、本発明の好ましい実施形態について詳述したが、本発明は特定の態様に限定されない。本発明は、特許請求の範囲内に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々変形及び変更可能である。

【0073】

例えば、表示部20は液晶ディスプレイ21で構成されていることに限定されない。但し、表示部20は偏光方向が第1の向きP1である光71を出射する必要があるので、表示部20を無偏光のディスプレイや装置で構成する場合は、表示部20のZ方向の最も奥側に偏光板を設ければよい。この偏光板の偏光方向が第1の向きP1となる。

【0074】

また、上述の各態様において、透光結像部40はMMA P41で構成されているが、透光結像部40はMMA P41以外の再帰透過光学素子で構成されていてもよく、再帰透過光学素子とは異なり、且つ光72を所定の方向に透過させる光学素子で構成されていてもよい。このような光学素子としては、例えばAerial Imaging Plate (AIP)、2面コーナリフレクタアレイ (Dihedral Corner Reflector Array: DCR A)、パリティミラーが挙げられる。

【0075】

また、上述の第2の態様において、遮光部35の波長板36として / 4波長板が用いられているが、 / 4波長板に替えて、偏光状態を変化させることが可能な光学素子が用いられてもよい。このような光学素子としては、例えば / 8板や公知の位相板が挙げられる。即ち、光71と偏光状態が異なる虚像81を生成できる光学素子であれば、波長板36の位置に配置する遮光部35として機能する。

【0076】

さらに、第2の態様の空中像形成装置12のように、反射面51で反射する光72を第1の向きP1とは向きの異なる偏光にすることは、光71の位相をずらすことと同義である。したがって、遮光部35では、光71を遮蔽し、光71とは異なる位相の光72を透過するという事もできる。このような例に限らず、本発明の空中像形成装置の遮光部としては、偏光方向の向きに限定されず、任意の光学特性に基づいて光71を遮蔽し且つ光72を透過させることができる光学素子が機能し得る。

【0077】

また、上述の各態様は、適宜組み合わせることができる。

【実施例】

【0078】

次いで、本発明の実施例について説明する。なお、本発明は、以下の実施例に限定されない。

【0079】

以下の装置及び設定を用いて、図2に示す空中像形成装置12の構成に基づく空中像形成装置17を構築した。図15に示すように、Z方向におけるLF61より奥側の床面101が光72-1を反射し難いため、空中像形成装置17では、LF61より奥側の床面101に反射材(第2反射部)110を配置した。反射材110は光72-1を反射可能且つ床面101に沿う反射面(第2反射面)111を有し、反射面111はY方向の奥側に向けた。また、空中像形成装置17では、光71, 72以外の外光が透光結像部40に

10

20

30

40

50

入射するのを防ぐために、表示部 20 と遮光部 30 と透光結像部 40 と第 1 反射部 50 と補助遮光部 60 とを囲む枠 100 を設けた。枠 100 は、骨組みの役割を担う枠体と、枠体に取り付けられた板状のカバーとを有する。

【0080】

試作した空中像形成装置 17 では、観察者 200 - 1 が床面 101 にしゃがんで空中像 91 に手を伸ばせることを想定した。この際、観察者 200 - 1 が肘をまげつつ手を伸ばす方が疲れにくいこと、及び観察者 200 - 1 が女性であれば女性の肩から指先までの長さの平均値が 62 cm であることをふまえ、平均値 62 cm の 0.8 倍を参照値として、空中像形成装置 17 の各構成の位置や大きさを以下の [設定] のように決めた。

【0081】

空中像形成装置 17 の仕様を以下に示す。

[装置等]

- * 液晶ディスプレイ 21 ; 7 インチ高輝度 LCD ディスプレイ Durapixel0708 T (製造元 ; LITEMAX 社)
- * 偏光板 31 ; 直線偏光板 SHLP41 (製造元 ; 株式会社美館イメージングホーム)
- * 波長板 36 ; シートタイプ 1/4 波長板 MCR140N (製造元 ; 株式会社美館イメージングホーム)
- * MMA P 41 ; ASKA3D 488 (製造元 ; 株式会社アスカネット)
- * 鏡 52 ; アクリミラー M - 001 S 2 鏡シルバー (製造元 ; アクリサンデー株式会社)
- * LF 61 ; ウィンコスビジョンコントロールフィルム W 0055 (製造元 ; リンテック株式会社)
- * 反射材 110 ; 本磨き加工された大理石ネロマルキーナ

[設定]

- * 液晶ディスプレイ 21 の Y 方向の大きさ ; 15 cm
- * Z 方向における液晶ディスプレイ 21 と MMA P 41 との距離 ; 15 cm
- * MMA P 41、偏光板 31、LF 61 の Y 方向の大きさ ; 48.8 cm
- * Z 方向における LF 61 と観察者との距離 ; 65 cm
- * 空中像 91 の Y 方向の大きさ ; 15 cm
- * Z 方向における空中像 91 と観察者 200 - 1, 200 - 2 との距離 ; 50 cm

【0082】

試作した空中像形成装置 17 では、床面 101 にしゃがむ観察者 200 - 1 が Y 方向において床面 101 から 79 cm 奥側の眼の位置から、視野 202 - 1 - 1 内に空中像 91 を観察できた。図 16 は、空中像 91 を観察者 200 - 1 の目線から撮影した写真である。図 16 に示すように、本実施例では、液晶ディスプレイ 21 で表示する画像 5 を白色且つ円形のパターンとした。また、Z 方向において観察者 200 - 1 と同じ位置において、床面 101 に立ち上がる観察者 200 - 2 が床面 101 から 168 cm 奥側の眼の位置から、視野 202 - 1 - 2 内に空中像 91 を観察できた。また、視野 202 - 1 - 1, 202 - 1 - 2 には、反射面 111 に映る虚像 82 も観察された。さらに、観察者 200 - 1, 200 - 2 には、液晶ディスプレイ 21 の表示画面は視認されなかった。

【0083】

本実施例では、空中像形成装置 17 を床面 101 に設置したが、例えば任意のテーブルの天板に空中像形成装置 17 を設置し、椅子に座る観察者が空中像 91 を観察することもできる。

【0084】

以上説明した本実施例によれば、本発明の空中像形成装置によって設置場所の自由度を高くすることができ、観察者側から表示部の表示内容が直接視認されにくいことを確認した。

【符号の説明】

【0085】

10

20

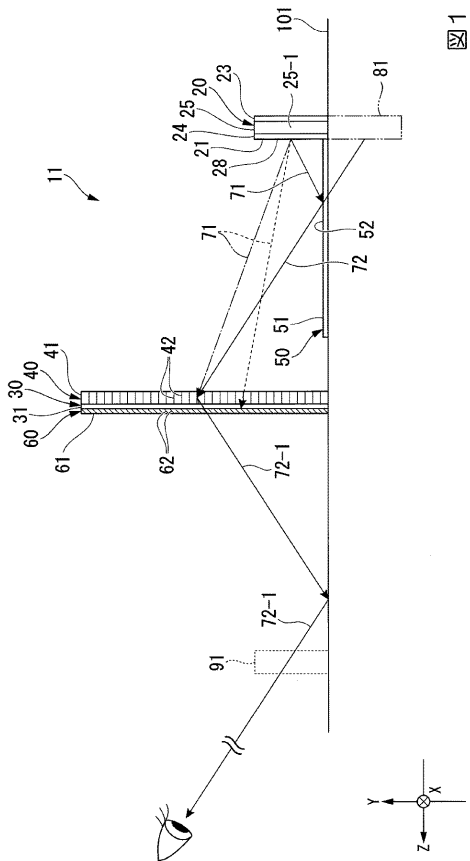
30

40

50

- 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 , 1 5 , 1 6 , 1 7 空中像形成装置
- 2 0 表示部
- 2 8 表示面
- 3 0 , 3 5 遮蔽部
- 3 1 偏光板
- 3 6 波長板 (偏光光学素子)
- 4 0 透光結像部
- 4 1 M M A P (再帰透過光学素子)
- 5 0 反射部
- 5 1 反射面 (第 1 反射面)
- 7 1 光 (第 1 光)
- 7 2 光 (第 2 光)
- 1 0 1 床面 (基準面、第 2 反射面)
- 1 0 2 天井面 (基準面)
- 1 0 3 透過面 (基準面)
- 1 1 0 反射材 (第 2 反射部)
- 1 1 1 反射面 (第 2 反射面)
- Z 方向 (進行方向)

【 図 1 】



【 図 2 】

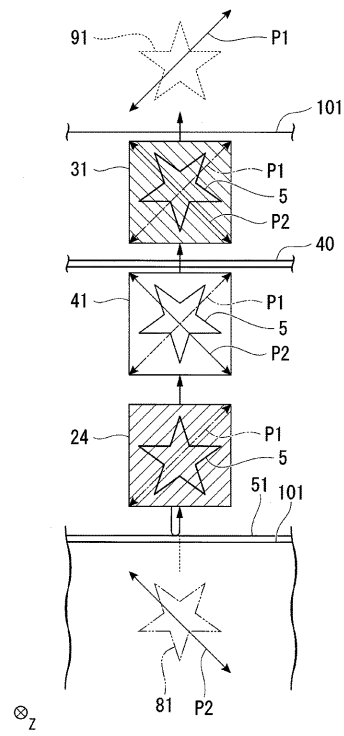


図 2

【 図 3 】

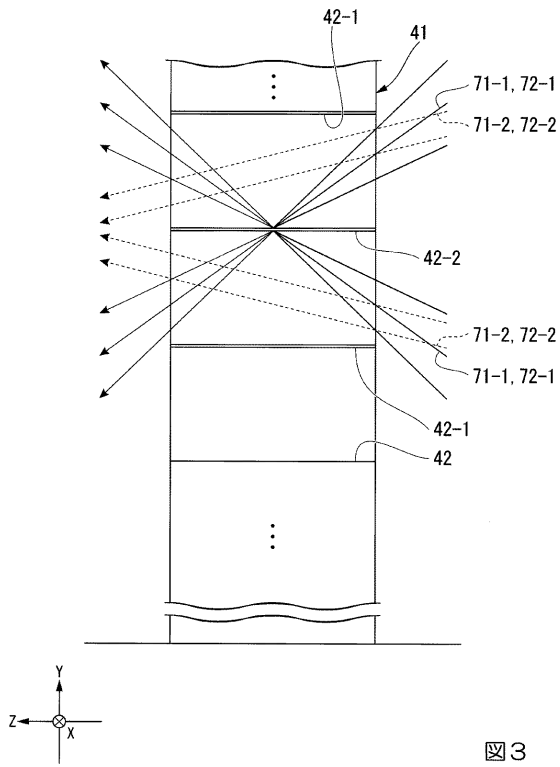


図 3

【 図 4 】

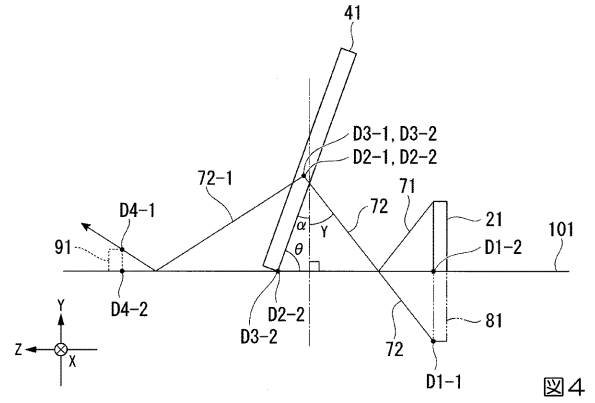


図 4

【 図 5 】

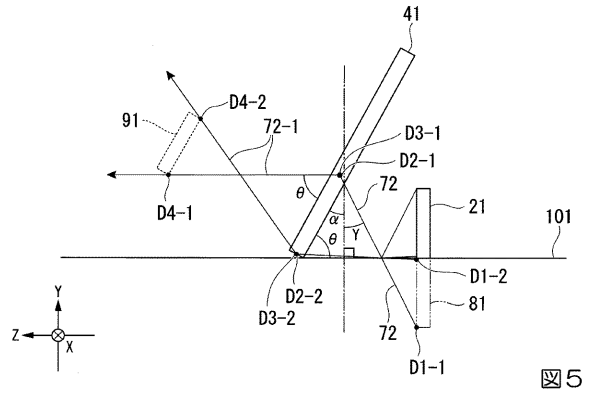


図 5

【 図 6 】

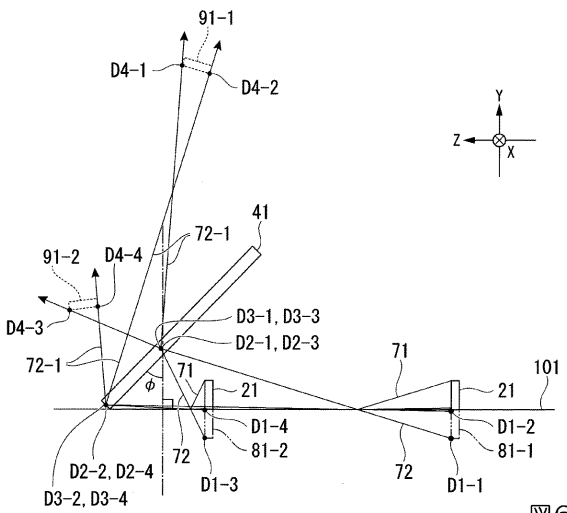


図 6

【 図 7 】

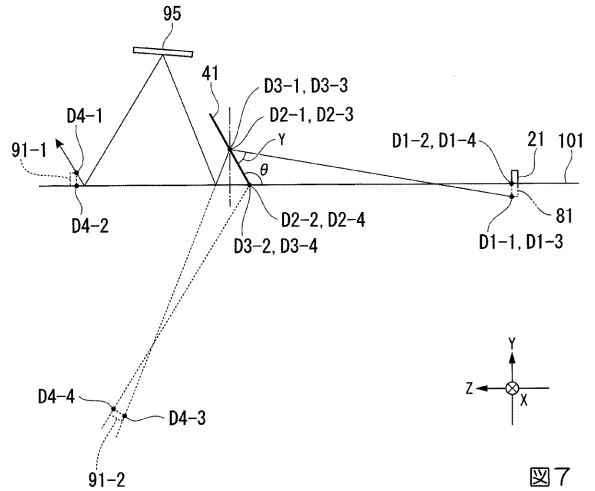


図 7

【図8】

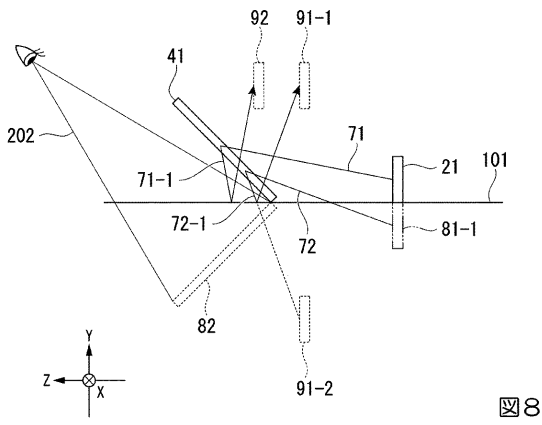


図8

【図9】

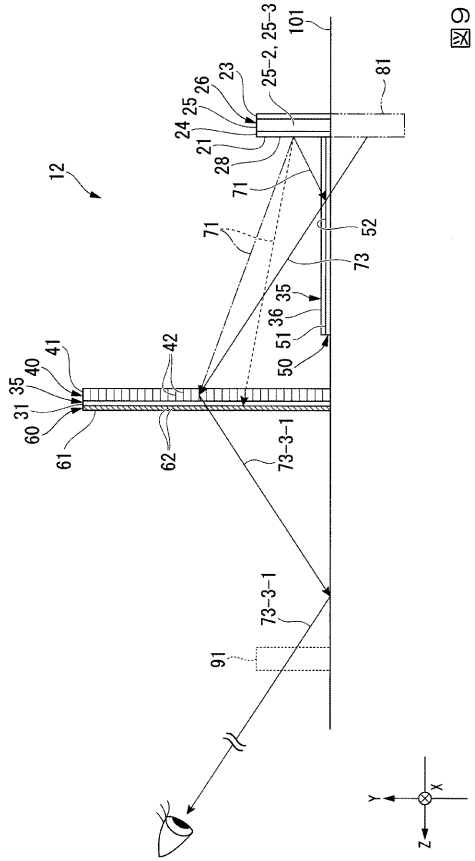


図9

【図10】

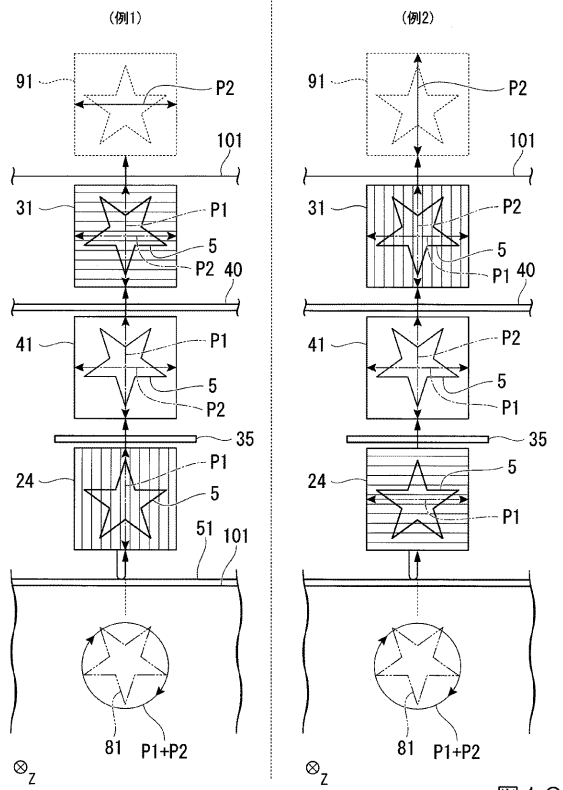


図10

【図11】

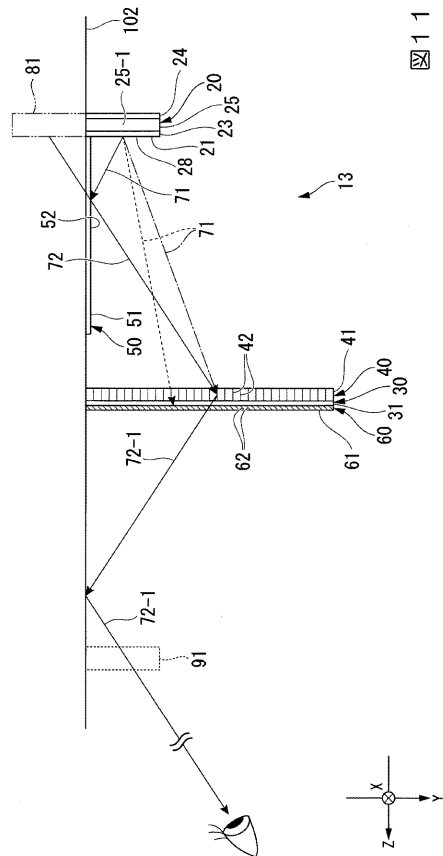


図11

【 図 1 2 】

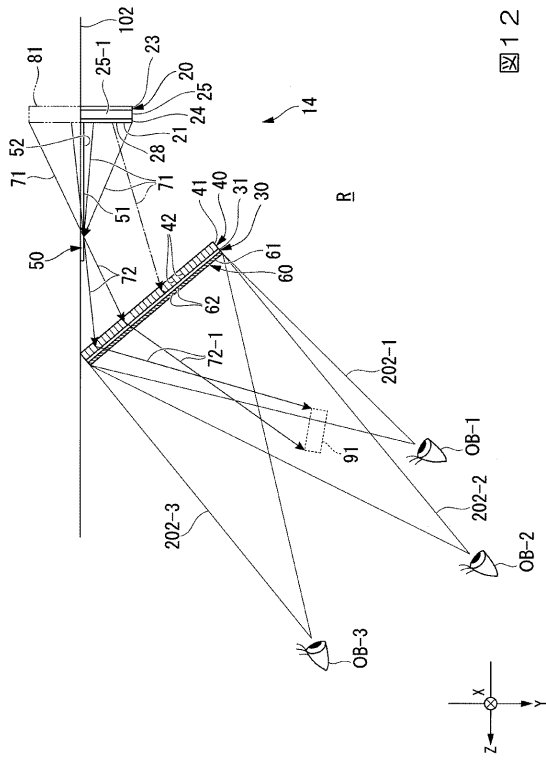


図 1 2

【 図 1 3 】

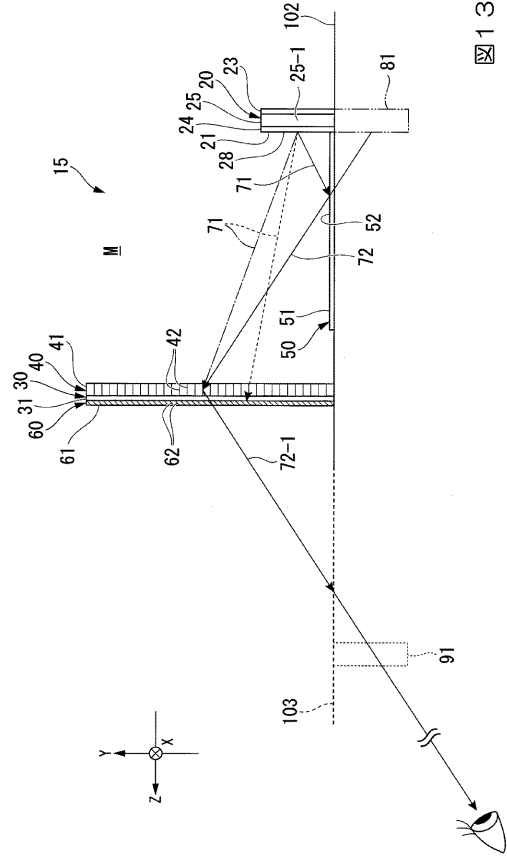


図 1 3

【 図 1 4 】

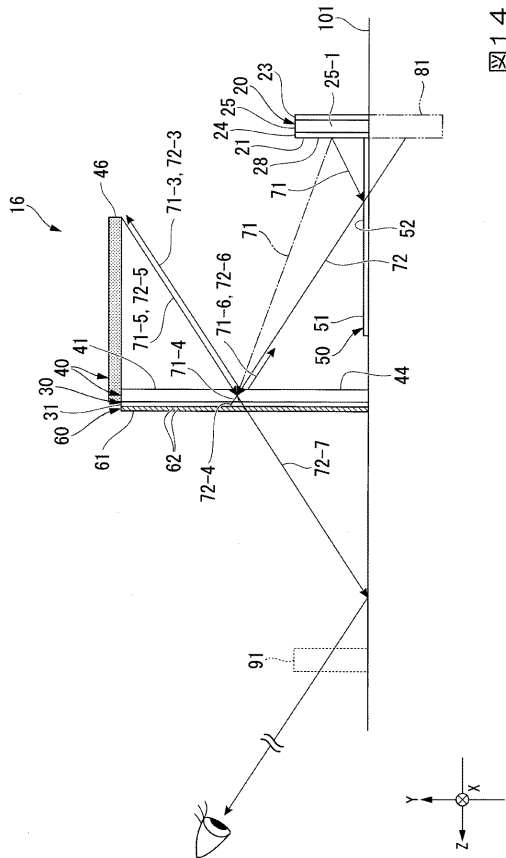


図 1 4

【 図 1 5 】

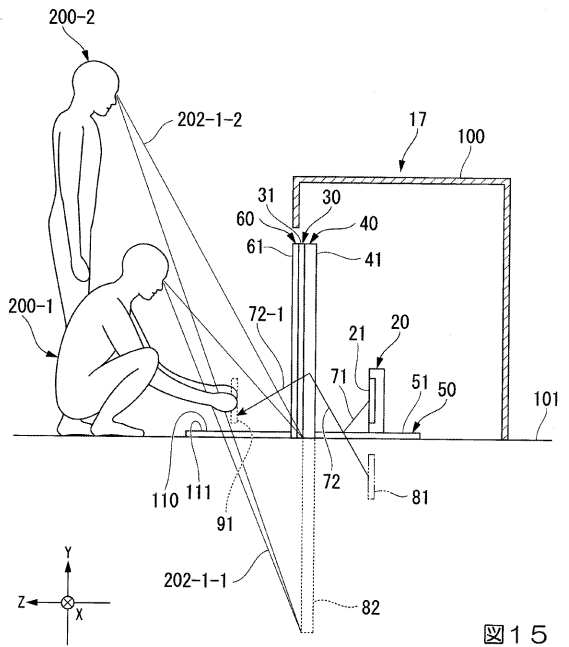


図 1 5

【図 16】

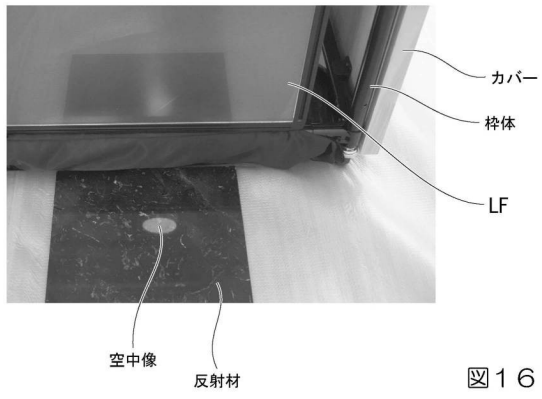


図 16

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H042 AA02 AA04 AA10 AA20 AA26

2H199 BA32 BB10 BB15 BB17 BB18 BB20 BB30 BB52 BB65