

(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2017-142309

(P2017-142309A)

(43) 公開日 平成29年8月17日(2017.8.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 5/08 (2006.01)</b>	GO2B 5/08 Z	2H042
<b>GO2B 5/00 (2006.01)</b>	GO2B 5/08 A	2H199
<b>GO2B 27/22 (2006.01)</b>	GO2B 5/00 Z	
	GO2B 27/22	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-22238 (P2016-22238)  
 (22) 出願日 平成28年2月8日(2016.2.8)

(71) 出願人 314012076  
 パナソニックIPマネジメント株式会社  
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号  
 (74) 代理人 100109210  
 弁理士 新居 広守  
 (74) 代理人 100137235  
 弁理士 寺谷 英作  
 (74) 代理人 100131417  
 弁理士 道坂 伸一  
 (72) 発明者 松本 光正  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニック株式会社内  
 Fターム(参考) 2H042 AA02 AA20 AA26 DA02 DA04  
 DA11 DB14 DC02 DD04 DE00  
 2H199 BA32 BB17 BB20 BB44 BB52  
 BB59 BB65 BB67 BB68

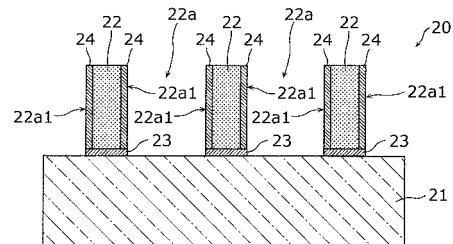
(54) 【発明の名称】 結像光学素子及び空中表示装置並びに結像光学素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】優れた品質の空中画像を得ることができる結像光学素子を提供する。

【解決手段】透光性を有する基板21と、基板21の上に形成され、二次元的に区画された複数の開口部22aを有する隔壁22とを備え、複数の開口部22aの各々には、互いに交差する2つの反射面22a1が形成され、基板21と隔壁22との間には、反射膜23が形成されている。

【選択図】 図8



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

透光性を有する基板と、  
前記基板の上に形成され、二次元的に区画された複数の開口部を有する隔壁とを備え、  
前記複数の開口部の各々の内面には、互いに交差する２つの反射面が形成され、  
前記基板と前記隔壁との間には、反射膜が形成されている、  
結像光学素子。

## 【請求項 2】

前記複数の開口部の各々の内面には金属膜が形成され、  
前記２つの反射面は、前記金属膜の表面である、  
請求項 1 に記載の結像光学素子。

10

## 【請求項 3】

前記複数の開口部の各々は、平面視において矩形であり、４つの内面を有し、  
前記４つの内面のうちの２つには、前記２つの反射面が形成されている、  
請求項 1 又は 2 に記載の結像光学素子。

## 【請求項 4】

前記４つの内面の全てに反射面が形成されている、  
請求項 3 に記載の結像光学素子。

## 【請求項 5】

前記複数の開口部は、マトリクス状に形成されている、  
請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の結像光学素子。

20

## 【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の結像光学素子と、  
画像を表示する画像表示部とを備え、  
前記結像光学素子は、前記画像表示部に表示された画像を空中画像として空中に結像させる、  
空中表示装置。

## 【請求項 7】

さらに、  
前記空中画像に対するユーザの操作を検知する操作検知部と、  
前記操作検知部で検知されたユーザの操作に応じて前記画像表示部で表示する画像を制御する制御部と、を備える、  
請求項 6 に記載の空中表示装置。

30

## 【請求項 8】

透光性を有する基板を準備する工程と、  
前記基板の表面に反射膜を形成する工程と、  
前記反射膜の上に、二次元的に区画された複数の開口部を有する隔壁を形成する工程とを含み、  
前記複数の開口部の各々の内面には、互いに交差する２つの反射面が形成されている、  
結像光学素子の製造方法。

40

## 【請求項 9】

前記隔壁を形成する工程の後に、前記複数の開口部の各々の内面に、表面が前記２つの反射面を含む金属膜を形成する工程を含む、  
請求項 8 に記載の結像光学素子の製造方法。

## 【請求項 10】

さらに、前記隔壁を形成する工程の後に、前記隔壁をマスクとして前記反射膜を除去する工程を含む  
請求項 8 又は 9 に記載の結像光学素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

50

## 【0001】

本発明は、結像光学素子及びこれを備える空中表示装置、並びに、結像光学素子の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、ディスプレイに表示された2次元画像を空中画像として空中に表示することができる空中表示装置が提案されている(例えば特許文献1、2)。

## 【0003】

空中画像表示装置では、ディスプレイに表示された画像から放たれる光を結像光学素子によって空中に結像させることで空中に空中画像を表示している。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2003-98479号公報

【特許文献2】特開2015-225287号公報

## 【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、従来の空中表示装置に用いられる結像光学素子では、迷光によって空中画像の品質が低下するという課題がある。

20

## 【0006】

本発明は、優れた品質の空中画像を得ることができる結像光学素子及び空中表示装置並びに結像光学素子の製造方法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】

## 【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係る結像光学素子の一態様は、透光性を有する基板と、前記基板の上に形成され、二次元的に区画された複数の開口部を有する隔壁とを備え、前記複数の開口部の各々の内面には、互いに交差する2つの反射面が形成され、前記基板と前記隔壁との間には、反射膜が形成されている。

30

## 【0008】

また、本発明に係る空中表示装置の一態様は、上記の結像光学素子の一態様と、画像を表示する画像表示部とを備え、前記結像光学素子は、前記画像表示部に表示された画像を空中画像として空中に結像させる。

## 【0009】

また、本発明に係る結像光学素子の製造方法の一態様は、透光性を有する基板を準備する工程と、前記基板の表面に反射膜を形成する工程と、前記反射膜の上に、二次元的に区画された複数の開口部を有する隔壁を形成する工程とを含み、前記複数の開口部の各々の内面には、互いに交差する2つの反射面が形成されている。

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、優れた品質の空中画像を得ることができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0011】

【図1】実施の形態に係る空中表示装置をキッチンに適用したときの適用例を示す図である。

【図2】実施の形態に係る空中表示装置をキッチンに適用したときの適用例を示す図である。

【図3】実施の形態に係る空中表示装置の原理を説明するための図である。

【図4】実施の形態に係る空中表示装置の外観図である。

【図5】実施の形態に係る結像光学素子を模式的に示す視図である。

50

【図 6】図 5 の破線で囲まれる領域 V I を拡大して示す実施の形態に係る結像光学素子の一部拡大断面斜視図である。

【図 7】実施の形態に係る結像光学素子における単位素子の拡大斜視図である。

【図 8】図 6 における VIII - VIII 線における実施の形態に係る結像光学素子の断面図である。

【図 9】実施の形態に係る結像光学素子の製造方法を説明するための図である。

【図 10】比較例の結像光学素子の拡大断面図である。

【図 11】実施の形態に係る結像光学素子の拡大断面図である。

【図 12】変形例 1 に係る空中表示装置の外観図である。

【図 13】変形例 2 に係る空中表示装置の模式断面図である。

10

【図 14】変形例 3 に係る空中表示装置をキッチンに適用したときの適用例を示す図である。

【図 15】変形例 4 に係る空中表示装置をユニットバスに適用したときの適用例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される、数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態などは、一例であって本発明を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

20

【0013】

また、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。したがって、例えば、各図において縮尺等は必ずしも一致しない。なお、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

【0014】

(実施の形態)

まず、実施の形態に係る空中表示装置 1 の概要について、図 1 ~ 図 3 を用いて説明する。図 1 及び図 2 は、実施の形態に係る空中表示装置 1 をキッチン 100 に適用したときの適用例を模式的に示す模式図であり、図 1 は正面斜め方向から見たときのキッチン 100 の斜視図、図 2 は側方から見たときのキッチン 100 の一部断面図である。図 3 は、実施の形態に係る空中表示装置 1 の原理を説明するための図である。

30

【0015】

図 1 及び図 2 に示すように、空中表示装置 1 は、キッチン 100 に適用することができる。この場合、キッチン 100 を使用するユーザ U が空中表示装置 1 を利用することができる。

【0016】

キッチン 100 は、例えばユーザ U が調理をしたり食器を洗ったりするための設備である。具体的には、キッチン 100 は、システムキッチンであり、調理等の作業を行うためのキッチン台 110 と、キッチン台 110 の奥側に衝立状に配置されたキッチン壁 120 と、キッチン台 110 に組み込まれた流し台(シンク) 130 と、キッチン台 110 に併設された加熱調理器 140 と、キッチン台 110 の下方に設置された収納庫 150 とを備える。本実施の形態において、空中表示装置 1 は、キッチン壁 120 に組み込まれている。

40

【0017】

空中表示装置 1 は、空中の所定の表示領域 2 (空間領域) に画像を表示するための空間表示装置である。図 1 及び図 2 において、表示領域 2 は、キッチン台 110 の上方かつキッチン壁 120 の前方に位置する空間領域である。空中の表示領域 2 に表示された画像は、空中画像 3 であり、図 2 に示すように、キッチン壁 120 の前方に立つユーザ U によっ

50

て視認される。空中表示装置 1 は、例えば、表示領域 2 に料理のレシピ等の空中画像 3 を表示する。これにより、ユーザ U は、空中画像 3 として表示されたレシピ等を見ながら調理することができる。なお、詳細は後述するが、空中の表示領域 2 に表示された空中画像 3 は、ユーザ U によって操作することができる。例えば、ユーザ U によって空中画像 3 の表示内容を変更することができる。

【0018】

図 3 に示すように、空中表示装置 1 は、ディスプレイ 10 と、結像光学素子 20 とを備えており、ディスプレイ 10 に表示された 2 次元画像を空中画像 3 として立体的に空中に表示する。つまり、空中表示装置 1 は、空中に浮かび上がった状態で画像（空中画像 3）を表示することができる。

10

【0019】

なお、本実施の形態において、画像（映像）は、静止画像及び動画像のいずれであってもよく、例えば、空中表示装置 1 に記憶されたコンテンツ映像、テレビ番組の放送中の映像や録画映像、BD や DVD 等の再生映像、又は、インターネット画像等である。

【0020】

ディスプレイ 10 は、画像を表示（出力）する画像表示部の一例であり、例えば液晶表示装置、有機 EL 表示装置又は LED 表示装置等の 2 次元画像を表示するフラットパネルディスプレイである。ディスプレイ 10 は、ディスプレイ 10 に入力された画像が表示される表示面を有する。ディスプレイ 10 の表示面には、空中画像 3 として空中に表示するための画像が表示される。

20

【0021】

ディスプレイ 10 の表示面は、マトリクス状に複数の画素が設けられた画素領域である。ディスプレイ 10 の表示面には、例えば 1 フレームの画像が表示される。

【0022】

結像光学素子 20 は、ディスプレイ 10 に表示された画像を空中画像 3 として空中に結像させる光学デバイスである。結像光学素子 20 は、いわゆる反射型対称結像素子であり、入射する光を透過及び反射することで結像光学素子 20 を対象軸として 1 : 1 で空中に実像を形成する。

【0023】

図 2 に示すように、このように構成される空中表示装置 1 は、ディスプレイ 10 及び結像光学素子 20 が筐体 30 に収納されてユニット化されている。つまり、本実施の形態において、空中表示装置 1 は、ユニットとしてキッチン 100 に組み込まれている。ディスプレイ 10 及び結像光学素子 20 は、保持手段等によって筐体 30 内の所定の位置に保持されている。

30

【0024】

図 4 に示すように、筐体 30 の外形は、略直方体状であり、例えば金属材料又は樹脂材料によって構成される。図 4 は、実施の形態に係る空中表示装置 1 の外觀図である。なお、筐体 30 の外形は、略直方体状に限るものではなく、略円柱状等であってもよい。

【0025】

また、筐体 30 には、ディスプレイ 10 に表示される画像から放たれる光を外部に取り出すための開口が設けられており、この開口には、ガラス製又は透明樹脂製の透光プレート 31 が設けられている。

40

【0026】

このように、空中表示装置 1 をユニット化することで設置作業を容易に行うことができる。また、空中表示装置 1 をユニット化することで、ディスプレイ 10 及び結像光学素子 20 を設置者が素手などで直接接触らずに済むため、指紋又は異物等の汚れディスプレイ 10 及び結像光学素子 20 に付着することを抑制できる。これにより、汚れによって空中画像 3 が不鮮明化すること等を抑制できる。

【0027】

また、図 2 及び図 4 に示すように、空中表示装置 1 は、さらに、操作検知部 40 と、制

50

御部 50 とを備える。

【0028】

操作検知部 40 は、空中画像 3 に対するユーザ U の操作を検知する機能を有する。例えば、空中画像 3 が表示される表示領域 2 内の位置に応じて予めユーザ操作領域が設定されており、操作検知部 40 は、空中画像 3 の一部としてユーザ操作領域に表示された操作ボタン等の GUI (Graphical User Interface) をユーザ U が操作した場合に、当該 GUI に対応した操作 (指示) があったと検知する。これにより、ユーザ U は、空中に表示された空中画像 3 を操作することができる。例えば、ユーザ U の操作によって、空中画像 3 が別の画像に変更される。なお、ユーザ操作領域は、例えば表示領域 2 に略一致しており、ユーザ U が空中画像 3 に触れるように操作した場合に、その操作を検知するための領域である。

10

【0029】

操作検知部 40 は、例えば、モーションセンサである。モーションセンサは、例えば赤外光を発する赤外 LED とイメージセンサとを備えており、赤外 LED が発した赤外光のユーザ U の指による反射光をイメージセンサで受光することで、ユーザ U の操作を検知する。なお、モーションセンサは、ステレオカメラ、又は、TOF (Time Of Flight) 式の距離センサ等でもよい。

【0030】

制御部 50 は、各種制御処理及び演算処理等を行う情報処理装置であり、システム LSI (Large Scale Integration) 又はマイクロコンピュータ等の制御回路によって実現される。

20

【0031】

制御部 50 は、操作検知部 40 で検知されたユーザ U の操作に応じてディスプレイ 10 で表示する画像を制御する機能を有する。例えば、ユーザ U が空中画像 3 の一部としてユーザ操作領域に表示された操作ボタンを操作したことを操作検知部 40 が検知した場合、制御部 50 は、操作検知部 40 で検知されたユーザ U の操作内容にしたがって、ディスプレイ 10 で表示する画像を制御する。これにより、ユーザ U の操作に応じてディスプレイ 10 で表示する画像が変更され、これに連動して空中画像 3 の表示内容も変更される。

【0032】

なお、図示しないが、空中表示装置 1 は、記憶部 (メモリ) を備えていてもよい。この記憶部には、ディスプレイ 10 に表示するための映像コンテンツが記憶されていてもよいし、処理部 60 での処理を実行するためのアプリケーションプログラム等が記憶されていてもよい。

30

【0033】

次に、本実施の形態における結像光学素子 20 の詳細構成について、図 5 ~ 図 8 を用いて説明する。図 5 は、実施の形態に係る結像光学素子 20 を模式的に示す斜視図である。図 6 は、図 5 の破線で囲まれる領域 VI を拡大して示す同結像光学素子 20 の一部拡大断面斜視図である。図 7 は、同結像光学素子 20 における単位素子の拡大斜視図である。図 8 は、図 6 における VIII - VIII 線における同結像光学素子 20 の断面図である。

【0034】

図 5 に示すように、結像光学素子 20 は平板状のプレートである。結像光学素子 20 は、入射する複数の光の各々を反射して透過するリフレクタアレイ装置であって、図 6 に示すように、透光性を有する基板 21 と、基板 21 の上に形成された隔壁 22 と、基板 21 と隔壁 22 との間に形成された反射膜 23 とを備える。

40

【0035】

基板 21 は、ガラス基板又は透明樹脂基板等の透光性基板である。基板 21 は、隔壁 22 を支持している。基板 21 の形状は、矩形板状であるが、これに限るものではない。

【0036】

隔壁 22 は、透光性樹脂材料によって構成された樹脂壁であり、例えば、アクリル系又はエポキシ系の透明樹脂材料を用いて形成されている。隔壁 22 は、二次元的に区画され

50

た複数の開口部 22a を有する。隔壁 22 は、平面視において格子状に形成されている。したがって、複数の開口部 22a は、マトリクス状に形成されている。

【0037】

各開口部 22a は、基板 21 の厚み方向に貫通する貫通孔である。隔壁 22 における各開口部 22a は、結像光学素子 20 の単位素子を構成している。本実施の形態において、各開口部 22a は、直方体であり、例えば、平面視形状が 1 辺 100 μm ~ 120 μm の正方形で、深さが 100 μm ~ 120 μm である。

【0038】

反射膜 23 は、基板 21 と隔壁 22 との接合面に形成されている。具体的には、基板 21 と隔壁 22 との間にのみ形成されており、隔壁 22 の開口部 22a が形成された部分には形成されていない。つまり、反射膜 23 は、隔壁 22 の複数の開口部 22a の各々に対応した複数の開口部を有する。反射膜 23 は、全反射膜であり、例えば、アルミニウム、銀、タングステン又はモリブデン等を用いて形成された金属膜である。

10

【0039】

複数の開口部 22a の各々の内面（表面）には、互いに交差する 2 つの反射面 22a1 が形成されている。複数の開口部 22a の各々は、平面視において矩形であり、4 つの内面を有する。つまり、各開口部 22a において互いに交差する 2 つの反射面 22a1 は、直交している。本実施の形態では、各開口部 22a の 4 つの内面の全てに反射面 22a1 が形成されている。

【0040】

隔壁 22 の複数の開口部 22a の各々の内面には反射膜として金属膜 24 が形成されている。つまり、各開口部 22a における互いに交差する 2 つの反射面 22a1 は、金属膜 24 の表面である。具体的には、各開口部 22a の 4 つの内面の全てに金属膜 24 が形成されている。

20

【0041】

本実施の形態において、金属膜 24 の表面は、鏡面（マイクロミラー）である。金属膜 24 は、反射性を有する金属材料によって構成されており、例えば、アルミニウム又は銀等を用いて形成されている。

【0042】

このように構成される結像光学素子 20 は、基板 21 がディスプレイ 10 側に位置するように配置されている。これにより、ディスプレイ 10 に表示された画像から放たれて結像光学素子 20 に入射する光は、基板 21 から入射し、基板 21 を透過して隔壁 22 に入射する。隔壁 22 に入射した光は、図 7 に示すように、隔壁 22 の各開口部 22a の反射面 22a1 のうちの隣接する 2 つの反射面 22a1（直交する 2 つの反射面 22a1）で順次反射して開口部 22a から出射する。具体的には、隔壁 22 に入射した光は、隔壁 22 の 4 つの内面に形成された金属膜 24 のうちの直交する 2 つの金属膜 24 の表面で 1 回ずつ反射する。

30

【0043】

このように、空中表示装置 1 では、図 3 に示すように、ディスプレイ 10 に表示された画像から放たれる無数の光線が、円錐状に広がってその一つ一つが結像光学素子 20 に入射し、結像光学素子 20 の開口部 22a の反射面 22a1 のうち隣接する 2 つの反射面 22a1 で反射して結像することで、空中画像 3 として鏡像が空中に投影される。この場合、結像光学素子 20 は、ディスプレイ 10 の表示面と面对称となる位置に、ディスプレイ 10 の表示面に表示される画像の空中画像 3（鏡像）を形成する。したがって、結像光学素子 20 からディスプレイ 10 までの距離と、結像光学素子 20 から空中画像 3 までの距離とは等しく、ディスプレイ 10 の表示面に表示される画像の大きさと空中画像 3 の大きさも等しい。

40

【0044】

次に、結像光学素子 20 の製造方法について、図 9 を用いて説明する。図 9 は、実施の形態に係る結像光学素子 20 の製造方法を説明するための図である。図 9 において、左側

50

の図は、同結像光学素子 20 の製造方法の各工程の断面図であり、右側の図は、同結像光学素子 20 の製造方法の各工程の断面斜視図である。なお、図 9 では、結像光学素子 20 における隔壁 22 の単位素子のみを示しているが、全ての単位素子が同時に形成される。

【0045】

まず、図 9 の (a1) 及び (b1) に示すように、基板 21 を準備する。本実施の形態では、基板 21 としてガラス基板を用いている。

【0046】

次に、図 9 の (a2) 及び (b2) に示すように、基板 21 の表面に反射膜 23 を形成する。本実施の形態において、反射膜 23 は金属膜であり、例えばスパッタ法又は蒸着法等によって基板 21 に反射膜 23 を成膜することができる。

10

【0047】

次に、図 9 の (a3) 及び (b3) に示すように、反射膜 23 の上に、開口部 22a を有する隔壁 22 を形成する。隔壁 22 は、透明樹脂材料によって構成されており、例えばフォトリソグラフィ法又はインプリント法等によって形成することができる。なお、図 9 の (a3) 及び (b3) では、1つの開口部 22a のみを図示しているが、反射膜 23 の上には、二次元的に区画された複数の開口部 22a を有する隔壁 22 が形成される。

【0048】

次に、図 9 の (a4) 及び (b4) に示すように、隔壁 22 の各開口部 22a の表面に、表面が互いに交差する 2つの反射面を含む金属膜 24 を形成する。金属膜 24 は、例えばスパッタ法又は蒸着法等によって隔壁 22 の内面に成膜することができる。これにより、隔壁 22 の複数の開口部 22a の各々に、金属膜 24 の表面として、互いに交差する 2つの反射面 22a1 が形成される。本実施の形態において、金属膜 24 は、各開口部 22a の 4つの内面の全てに形成される。

20

【0049】

次に、図 9 の (a5) 及び (b5) に示すように、隔壁 22 をマスクとして反射膜 23 を除去する。本実施の形態では、隔壁 22 の内面に金属膜 24 が形成されているので、隔壁 22 及び金属膜 24 をマスクとして反射膜 23 を除去している。これにより、隔壁 22 及び金属膜 24 と基板 21 との間の領域以外の反射膜 23 を除去することができる。この結果、隔壁 22 及び金属膜 24 と基板 21 との間の領域のみに反射膜 23 を選択的に残すことができる。反射膜 23 の除去は、例えば反応性イオンエッチング (RIE: Reactive Ion Etching) 等のドライエッチング法等によって行うことができる。

30

【0050】

次に、本実施の形態における結像光学素子 20 の効果について、図 10 及び図 11 を用いて説明する。図 10 は、比較例の結像光学素子 20X の拡大断面図である。図 11 は、実施の形態に係る結像光学素子 20 の拡大断面図である。

【0051】

図 10 に示すように、比較例の結像光学素子 20X では、基板 21 と隔壁 22 との間に反射膜 23 が形成されていない。これにより、基板 21 に入射した光のうち隔壁 22 の基板 21 側の面に向かう光 L2 は、隔壁 22 の基板 21 側の面から隔壁 22 の内部に侵入する。この結果、隔壁 22 に侵入した光 L2 が迷光 (不要光) となって空中画像 3 がぼけてしまい、画像不良が発生する場合がある。

40

【0052】

特に、隔壁 22 の開口部 22a の表面に金属膜 24 が形成されていると、隔壁 22 の基板 21 側の面から隔壁 22 に侵入した光 L2 は、金属膜 24 で反射される。このため、隔壁 22 に侵入した光 L2 は、隔壁 22 の基板 21 側とは反対側の端部の面から出射して迷光となりやすい。この結果、空中画像 3 の画像不良が発生しやすい。

【0053】

これに対して、図 11 に示すように、実施の形態に係る結像光学素子 20 では、基板 21 と隔壁 22 との間に反射膜 23 が形成されている。これにより、基板 21 に入射した光

50

のうち隔壁 22 の基板 21 側の面に向かう光 L2 を反射膜 23 によって反射することができる。したがって、隔壁 22 の基板 21 側の面から迷光となる光 L2 が隔壁 22 に侵入することを抑制できる。この結果、空中画像 3 がぼけることを抑制できるので、画像不良の発生を抑制できる。

【0054】

なお、図 10 及び図 11 において、基板 21 に入射した光のうち開口部 22a に向かう光 L1 は、空中画像 3 として結像される光（必要な光）である。

【0055】

（まとめ）

以上、本実施の形態に係る結像光学素子 20 によれば、基板 21 と複数の開口部 22a を有する隔壁 22 とを備え、複数の開口部 22a の各々には互いに交差する 2 つの反射面 22a1 が形成され、基板 21 と隔壁 22 との間には反射膜 23 が形成されている。

10

【0056】

これにより、隔壁 22 の基板 21 側の面から迷光となる光が隔壁 22 に侵入することを抑制できるので、空中画像 3 がぼける等して画像不良が発生を抑制することができる。したがって、優れた品質の空中画像 3 を得ることができる結像光学素子 20 を実現できる。

【0057】

また、本実施の形態において、複数の開口部 22a の各々の表面には金属膜 24 が形成され、互いに交差する 2 つの反射面 22a1 は、金属膜 24 の表面である。

【0058】

上記のように、各開口部 22a の表面に反射面 22a1 となる金属膜 24 を形成すると、空中画像 3 の画像不良が発生しやすいが、本実施の形態では、基板 21 と隔壁 22 との間に反射膜 23 が形成されているので、空中画像 3 の画像不良の発生を効果的に抑制することができる。

20

【0059】

また、本実施の形態において、複数の開口部 22a の各々は、平面視において矩形であり、4 つの内面を有し、この 4 つの内面のうちの 2 つには、互いに直交する 2 つの反射面 22a1 が形成されている。

【0060】

これにより、各開口部 22a において互いに交差する 2 つの反射面 22a1 は、直交する。したがって、互いに直交する 2 つの反射面 22a1 が形成された開口部 22a を有する結像光学素子 20 を容易に得ることができる。

30

【0061】

また、本実施の形態において、開口部 22a の 4 つの内面の全てに反射面 22a1 が形成されている。

【0062】

これにより、互いに直交する 2 つの反射面 22a1 が形成された開口部 22a を一層容易に形成することができる。

【0063】

また、本実施の形態において、隔壁 22 は、平面視において格子状であり、複数の開口部 22a は、マトリクス状に形成されている。

40

【0064】

これにより、優れた品質の空中画像 3 を容易に得るとともに、複数の開口部 22a を有する隔壁 22 を容易に形成することができる。

【0065】

また、本実施の形態に係る空中表示装置 1 によれば、上記の結像光学素子 20 と、画像を表示するディスプレイ 10 とを備えており、結像光学素子 20 は、ディスプレイ 10 に表示された画像を空中画像 3 として空中に結像させる。

【0066】

このように、基板 21 と隔壁 22 との間に反射膜 23 が形成された結像光学素子 20 を

50

用いることにより、優れた品質の空中画像 3 を表示することができる空中表示装置 1 を実現できる。

【0067】

また、本実施の形態において、空中表示装置 1 は、さらに、空中画像 3 に対するユーザ U の操作を検知する操作検知部 40 と、操作検知部 40 で検知されたユーザ U の操作に応じてディスプレイ 10 で表示する画像を制御する制御部 50 とを備える。

【0068】

これにより、ユーザ U が空中画像 3 を操作したときに、操作検知部 40 によって空中画像 3 に対するユーザ U の操作が検知され、制御部 50 によって操作検知部 40 で検知されたユーザ U の操作に応じてディスプレイ 10 で表示する画像が制御される。したがって、ユーザ U の操作に応じてディスプレイ 10 で表示する画像が変更され、これに連動して空中画像 3 の表示内容も変更される。

10

【0069】

また、本実施の形態に係る結像光学素子 20 の製造方法によれば、基板 21 を準備する工程と、基板 21 の表面に反射膜 23 を形成する工程と、反射膜 23 の上に、二次元的に区画された複数の開口部 22a を有する隔壁 22 を形成する工程とを含み、複数の開口部 22a の各々には、互いに交差する 2 つの反射面 22a1 が形成されている。

【0070】

これにより、基板 21 と隔壁 22 との間に反射膜 23 が形成された結像光学素子 20 を容易に製造することができる。

20

【0071】

また、本実施の形態における結像光学素子 20 の製造方法は、隔壁 22 を形成する工程の後に、複数の開口部 22a の各々における隔壁 22 の表面に、表面が 2 つの反射面 22a1 を含む金属膜 24 を形成する工程を含む。

【0072】

これにより、隔壁 22 の内面に金属膜 24 が形成された結像光学素子 20 を容易に製造することができる。

【0073】

また、本実施の形態における結像光学素子 20 の製造方法は、さらに、隔壁 22 を形成する工程の後に、隔壁 22 をマスクとして反射膜 23 を除去する工程を含む。

30

【0074】

これにより、隔壁 22 と基板 21 との間の領域に反射膜 23 を選択的に残すことができるので、基板 21 と隔壁 22 との間にのみ反射膜 23 が形成された結像光学素子 20 を容易に製造することができる。

【0075】

(変形例等)

以上、本発明に係る結像光学素子及び空中表示装置並びに結像光学素子の製造方法について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではない。

【0076】

例えば、上記実施の形態において、結像光学素子 20 に入射する光は、基板 21 を透過してから隔壁 22 に入射したが、これに限るものではない。

40

【0077】

また、上記実施の形態において、空中画像 3 に対するユーザ U の操作に対応する制御部 50 の制御は、操作検知部 40 によってユーザ U の操作を検知することで行ったが、これに限るものではない。例えば、図 12 に示すように、筐体 30 に設けられたスイッチ 70 によって、制御部 50 を直接制御してもよい。スイッチ 70 は、例えば、メカニカルスイッチ（押しボタン等）、タッチセンサ、又は、非接触センサ等である。なお、スイッチ 70 には、ディスプレイ 10 の表示のオン及びオフを切り替えるための電源用のスイッチが含まれていてもよい。このように、空中表示装置がスイッチ 70 を備えることで、例えば

50

、空中画像 3 が表示されない場合、又は、故障等によって操作検知部 40 が機能しない場合等でも、ユーザ U からの操作を受け付けることができる。これにより、ユーザ利便性を高めることができる。

【0078】

また、上記実施の形態では、ディスプレイ 10 及び結像光学素子 20 の位置又は角度については変更させなかったが、これに限るものではない。例えば、図 13 に示すように、ディスプレイ 10 及び結像光学素子 20 の位置又は角度を微調整できるように、筐体 30 内にモータ等の制御機構を設けてもよい。これにより、ユーザ U の身長又はユーザ U の位置に一層適した空中画像 3 にすることができるので、ユーザ U にとって見やすい空中画像 3 で表示することができる。なお、筐体 30 内には、レンズ等の光学系を設けてもよい。

10

【0079】

また、上記実施の形態において、空中表示装置 1 は、キッチン壁 120 に組み込まれていたが、これに限るものではない。例えば、図 14 に示すように、空中表示装置 1 A は、キッチン台 110 に組み込まれていてもよい。なお、この場合も、上記実施の形態と同様に、ディスプレイ 10 は、表示面が結像光学素子 20 の主面に対して傾斜するように配置されているが、図 14 に示される空中表示装置 1 A では、上記実施の形態とは反対に、ディスプレイ 10 は、ディスプレイ 10 の表示面の上端と結像光学素子 20 との距離がディスプレイ 10 の表示面の下端と結像光学素子 20 との距離が大きくなるように配置されている。

20

【0080】

また、上記実施の形態において、空中表示装置 1 B は、キッチン 100 に適用したが、これに限るものではない。例えば、図 15 に示すように、空中表示装置 1 は、ユニットバス 200 に適用してもよい。具体的には、空中表示装置 1 は、ユニットバス 200 のバス壁 210 に組み込まれていてもよい。これにより、ユーザ U は、浴槽 220 に浸かった状態で空中画像 3 を視認することができる。

【0081】

また、本発明は、空中表示装置として実現できるだけではなく、空中表示装置の各構成要素が行う処理をステップとして含むプログラム、及び、そのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な非一時的な記録媒体として実現することもできる。

【0082】

なお、その他、上記実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態、又は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で上記実施の形態における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

30

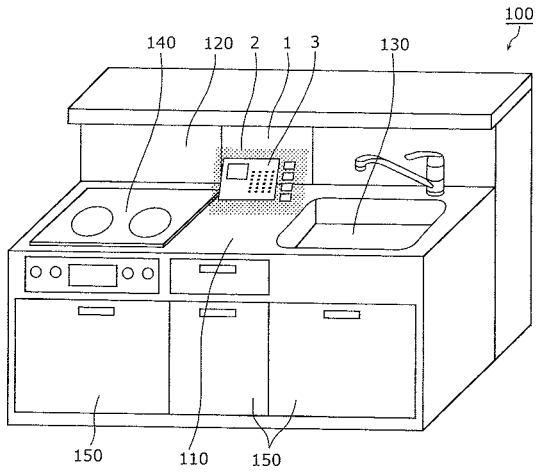
【符号の説明】

【0083】

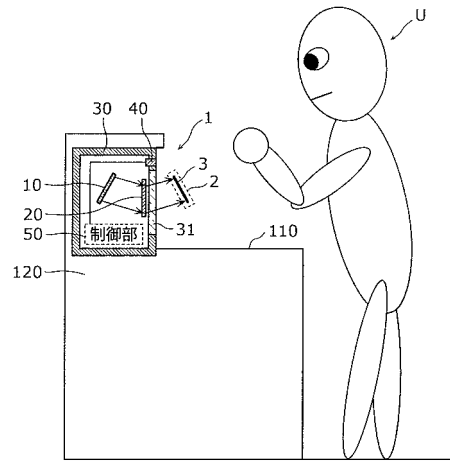
- 1 空中表示装置
- 3 空中画像
- 10 ディスプレイ（画像表示部）
- 20 結像光学素子
- 21 基板
- 22 隔壁
- 22 a 開口部
- 22 a 1 反射面
- 23 反射膜
- 24 金属膜
- 40 操作検知部
- 50 制御部

40

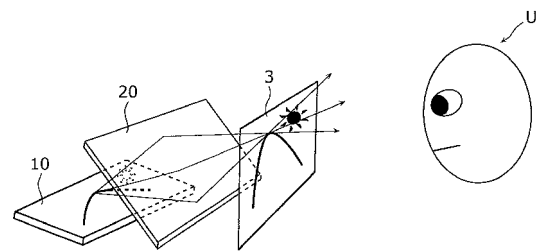
【 図 1 】



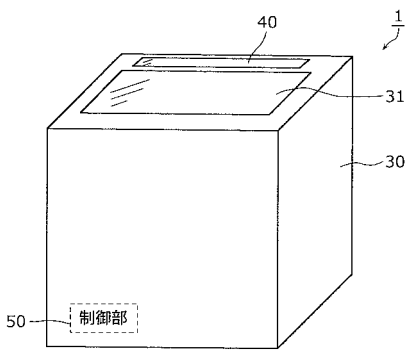
【 図 2 】



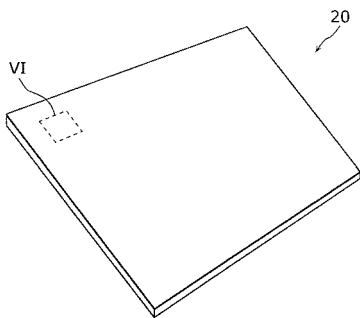
【 図 3 】



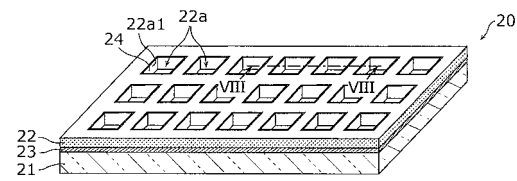
【 図 4 】



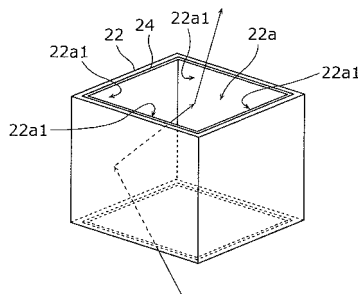
【 図 5 】



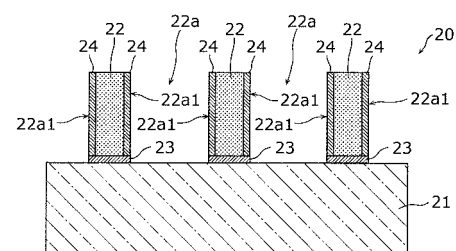
【 図 6 】



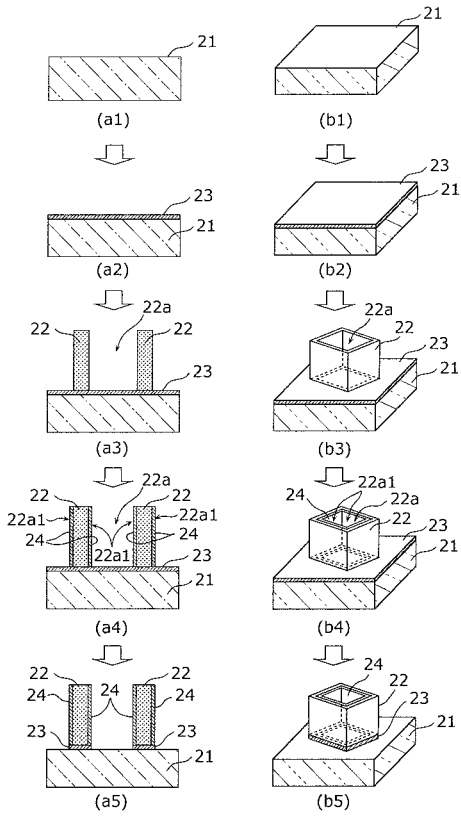
【 図 7 】



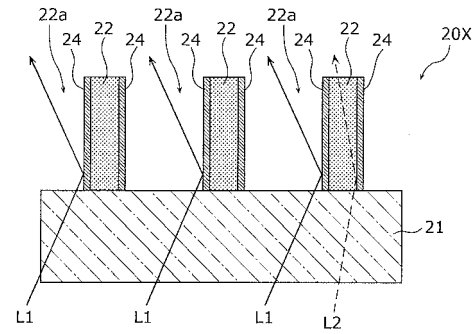
【 図 8 】



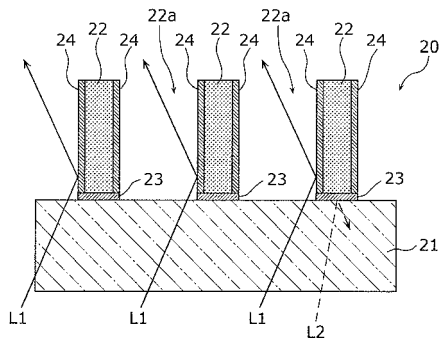
【図 9】



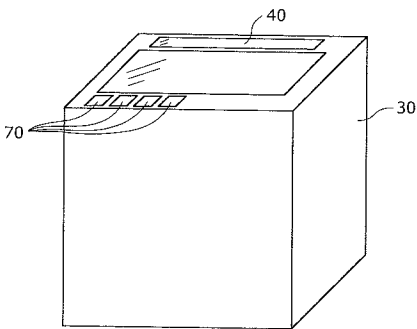
【図 10】



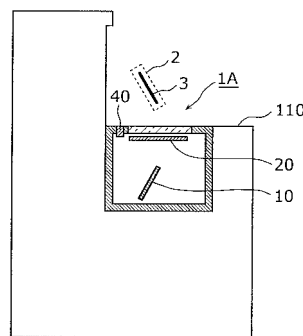
【図 11】



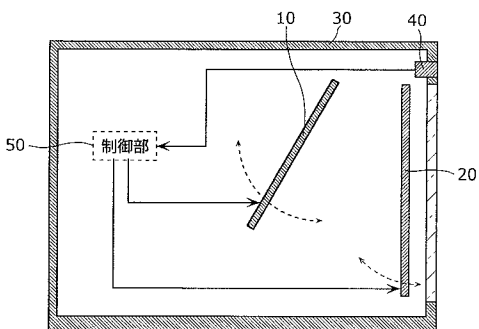
【図 12】



【図 14】



【図 13】



【図 15】

