

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5780129号  
(P5780129)

(45) 発行日 平成27年9月16日 (2015. 9. 16)

(24) 登録日 平成27年7月24日 (2015. 7. 24)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 27/02 (2006. 01)

G O 2 B 27/02 Z

G O 2 B 5/124 (2006. 01)

G O 2 B 5/124

請求項の数 19 (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2011-254853 (P2011-254853)  
 (22) 出願日 平成23年11月22日 (2011. 11. 22)  
 (65) 公開番号 特開2013-109203 (P2013-109203A)  
 (43) 公開日 平成25年6月6日 (2013. 6. 6)  
 審査請求日 平成26年10月16日 (2014. 10. 16)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100094363  
 弁理士 山本 孝久  
 (74) 代理人 100118290  
 弁理士 吉井 正明  
 (74) 代理人 100120640  
 弁理士 森 幸一  
 (72) 発明者 阿久津 克之  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ビーム伸長装置、画像表示装置及び光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(A) 画像生成装置、及び、  
 (B) 画像生成装置からの光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される  
 導光手段、  
 を備え、  
 導光手段は、  
 (B - 1) 入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板、  
 (B - 2) 導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射  
 された光を偏向させる、導光板に配設された第1偏向手段、及び、  
 (B - 3) 導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導  
 光板の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板に配設された第  
 2偏向手段、  
 を備えており、更に、  
 (C) 導光板へ入射される光の入射方向をX方向、導光板内における光の伝播方向をY  
 方向としたとき、画像生成装置から入射された光ビームをZ方向に沿って伸長し、導光手  
 段へ出射する光ビーム伸長装置、  
 を備えた画像表示装置であって、

光ビーム伸長装置は、画像生成装置からの光が入射される第1反射鏡、及び、第1反射  
 鏡からの光が入射され、導光手段へ光を出射する第2反射鏡から成り、

10

20

第 1 反射鏡の光反射面は、第 1 A 斜面と第 1 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 2 反射鏡の光反射面は、第 2 A 斜面と第 2 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 1 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z 方向に延びており、

第 1 A 斜面の底部と第 1 B 斜面の底部の成す角度は 90 度であり、

第 2 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y 方向に延びており、

第 2 A 斜面の底部と第 2 B 斜面の底部の成す角度は 90 度である画像表示装置。

【請求項 2】

画像生成装置と第 1 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

画像生成装置と第 1 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材は、第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材を兼ねている請求項 1 に記載の画像表示装置。

【請求項 3】

Z 方向と直交する仮想平面である第 1 A 仮想平面に射影したとき、画像生成装置から第 1 反射鏡に入射する光の軌跡と、第 1 反射鏡から出射される光の軌跡とは平行であり、

第 1 反射鏡の法線と直交する仮想平面である第 1 B 仮想平面に射影したとき、画像生成装置から第 1 反射鏡に入射する光の軌跡と、第 1 反射鏡から出射される光の軌跡とは、第 1 A 仮想平面に対して対称であり、

Y 方向と直交する仮想平面である第 2 A 仮想平面に射影したとき、第 1 反射鏡から第 2 反射鏡に入射する光の軌跡と、第 2 反射鏡から出射される光の軌跡とは平行であり、

第 2 反射鏡の法線と直交する仮想平面である第 2 B 仮想平面に射影したとき、第 1 反射鏡から第 2 反射鏡に入射する光の軌跡と、第 2 反射鏡から出射される光の軌跡とは、第 2 A 仮想平面に対して対称である請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

画像生成装置の中心から出射され、第 1 反射鏡に入射する光の光路長と、画像生成装置の中心から出射された光であって、第 1 反射鏡から出射され、第 2 反射鏡に入射し、出射され、導光手段に入射する光の光路長とは、等しい請求項 3 に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

画像生成装置から出射される光ビームの Y 方向に沿った大きさは、導光手段に入射する光ビームの Y 方向に沿った大きさと等しい請求項 4 に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

導光手段に入射する光ビームの Z 方向に沿った大きさは、画像生成装置から出射される光ビームの Z 方向に沿った大きさよりも大きい請求項 3 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

導光手段から出射される光ビームの Z 方向に沿った大きさは、画像生成装置から出射される光ビームの Z 方向に沿った大きさと等しい請求項 6 に記載の画像表示装置。

【請求項 8】

画像生成装置は、

(A - 1) 2 次元マトリクス状に配列された複数の画素を有する画像形成装置、及び、

(A - 2) 画像形成装置の各画素から出射された光を平行光とするコリメート光学系、を備えており、

コリメート光学系からの光が第 1 反射鏡に入射される請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 9】

画像生成装置は、

10

20

30

40

50

(A - 1) 光源、  
(A - 2) 光源から出射された光を平行光とするコリメート光学系、  
(A - 3) コリメート光学系から出射された平行光を走査する走査手段、及び、  
(A - 4) 走査手段によって走査された平行光をリレーするリレー光学系、  
を備えており、

リレー光学系からの光が第 1 反射鏡に入射される請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項  
に記載の画像表示装置。

【請求項 10】

第 1 偏向手段及び第 2 偏向手段は、回折格子素子から成る請求項 1 乃至請求項 9 のい  
ずれか 1 項に記載の画像表示装置。

10

【請求項 11】

回折格子素子は反射型回折格子素子から成る請求項 10 に記載の画像表示装置。

【請求項 12】

反射型回折格子素子は、反射型体積ホログラム回折格子から成る請求項 11 に記載の画  
像表示装置。

【請求項 13】

回折格子素子は透過型回折格子素子から成る請求項 10 に記載の画像表示装置。

【請求項 14】

一方の回折格子素子は反射型回折格子素子から成り、他方の回折格子素子は透過型回折  
格子素子から成る請求項 10 に記載の画像表示装置。

20

【請求項 15】

第 1 偏向手段は、反射鏡として機能し、

第 2 偏向手段は、半透過鏡として機能する請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載  
の画像表示装置。

【請求項 16】

光源から入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板、

導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を  
偏向させる、導光板に配設された第 1 偏向手段、及び、

導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部  
を全反射により伝播した光を複数回に互い偏向させる、導光板に配設された第 2 偏向手段  
、

30

を備えた導光手段、並びに、

導光板へ入射される光の入射方向を X 方向、導光板内における光の伝播方向を Y 方向と  
したとき、光源から入射された光ビームを Z 方向に沿って伸長し、導光手段へ出射する光  
ビーム伸長装置、

を備えた光学装置であって、

光ビーム伸長装置は、光源からの光が入射される第 1 反射鏡、及び、第 1 反射鏡からの  
光が入射され、導光手段へ光を出射する第 2 反射鏡から成り、

第 1 反射鏡の光反射面は、第 1 A 斜面と第 1 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面  
形状が鋸歯形状を有し、

40

第 2 反射鏡の光反射面は、第 2 A 斜面と第 2 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面  
形状が鋸歯形状を有し、

第 1 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z 方向に延びており、

第 1 A 斜面の底部と第 1 B 斜面の底部の成す角度は 90 度であり、

第 2 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y 方向に延びており、

第 2 A 斜面の底部と第 2 B 斜面の底部の成す角度は 90 度である光学装置。

【請求項 17】

光源と第 1 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており

50

光源と第 1 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材は、第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材を兼ねている請求項 16 に記載の光学装置。

【請求項 18】

光源と照射面との間に配置され、光源からの光が入射される第 1 反射鏡、及び、第 1 反射鏡からの光が入射され、照射面へ光を出射する第 2 反射鏡から成る光ビーム伸長装置であって、

第 1 反射鏡の光反射面は、第 1 A 斜面と第 1 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 2 反射鏡の光反射面は、第 2 A 斜面と第 2 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 1 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z 方向に延びており、

第 1 A 斜面の底部と第 1 B 斜面の底部の成す角度は 90 度であり、

第 2 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y 方向に延びており、

第 2 A 斜面の底部と第 2 B 斜面の底部の成す角度は 90 度である光ビーム伸長装置。

【請求項 19】

光源と第 1 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

光源と第 1 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材は、第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材を兼ねている請求項 18 に記載の光ビーム伸長装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、光ビーム伸長装置、係る光ビーム伸長装置を組み込んだ光学装置、及び、係る光学装置を組み込んだ画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

画像形成装置によって形成された 2 次元画像を虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させるための虚像表示装置（画像表示装置）が、例えば、特表 2005-521099 や特開 2006-162767 から周知である。

【0003】

概念図を図 37 に示すように、この画像表示装置 1000 は、2 次元マトリクス状に配列された複数の画素を備えた画像形成装置 1011、画像形成装置 1011 の画素から出射された光を平行光とするコリメート光学系 1012、及び、コリメート光学系 1012 にて平行光とされた光が入射され、導光され、出射される導光手段 1030 を備えている。導光手段 1030 は、入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板 1031、導光板 1031 に入射された光が導光板 1031 の内部で全反射されるように、導光板 1031 に入射された光を反射させる第 1 偏向手段 1040（例えば、1 層の光反射膜から成る）、及び、導光板 1031 の内部を全反射により伝播した光を導光板 1031 から出射させる第 2 偏向手段 1050（例えば、多層積層構造を有する光反射多層膜から成る）から構成されている。そして、このような画像表示装置 1000 によって、例えば、HMD（Head Mounted Display）を構成すれば、装置の軽量化、小型化を図ることができる。

【0004】

あるいは又、画像形成装置によって形成された 2 次元画像を虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させるために、ホログラム回折格子を用いた虚像表示装置（画像表示装置）が、例えば、特開 2007-094175 や特開 2007-012530 から周知である。

【0005】

10

20

30

40

50

概念図を図 3 8 及び図 3 9 に示すように、この画像表示装置 1 1 0 0 は、基本的には、画像を表示する画像形成装置 1 1 1 1 と、コリメート光学系 1 1 1 2 と、画像形成装置 1 1 1 1 に表示された光が入射され、観察者の瞳 4 1 へと導く虚像光学系（導光手段 1 1 3 0）とを備えている。ここで、導光手段 1 1 3 0 は、導光板 1 1 3 1 と、導光板 1 1 3 1 に設けられた反射型体積ホログラム回折格子から成る第 1 回折格子部材 1 1 4 0 及び第 2 回折格子部材 1 1 5 0 を備えている。そして、コリメート光学系 1 1 1 2 には画像形成装置 1 1 1 1 の各画素から出射された光が入射され、コリメート光学系 1 1 1 2 によって平行光が生成され、導光板 1 1 3 1 に入射される。導光板 1 1 3 1 の第 1 面 1 1 3 2 から、平行光が入射され、出射される。一方、導光板 1 1 3 1 の第 1 面 1 1 3 2 と平行である導光板 1 1 3 1 の第 2 面 1 1 3 3 に、第 1 回折格子部材 1 1 4 0 及び第 2 回折格子部材 1 1 5 0 が取り付けられている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 6】

【特許文献 1】特表 2 0 0 5 - 5 2 1 0 9 9

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 1 6 2 7 6 7

【特許文献 3】特開 2 0 0 7 - 0 9 4 1 7 5

【特許文献 4】特開 2 0 0 7 - 0 1 2 5 3 0

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0 0 0 7】

画像形成装置 1 1 1 1 から出射された画像表示光は、図 3 8 に示す X Y 平面においては、コリメート光学系 1 1 1 2 にて画角（即ち、画像形成装置 1 1 1 1 の各画素から出射される光の出射角）が互いに異なる平行光束群とされる。この平行光束群は、これとは直交する X Z 平面においては画角が互いに異なる光束群とされて、導光板 1 1 3 1 に入射する。尚、図 3 8 において、X Y 平面における代表的な平行光束を、平行光束  $r_1$ （実線で表す）、 $r_2$ （一点鎖線で表す）、 $r_3$ （点線で表す）にて示し、図 3 9 において、X Z 平面における代表的な平行光束を、平行光束  $R_1$ （実線で表す）、 $R_2$ （一点鎖線で表す）、 $R_3$ （点線で表す）にて示す。

【0 0 0 8】

30

図示した画像表示装置 1 1 0 0 では、左右（水平）方向を Y 方向、上下（縦）方向を Z 方向としている。即ち、観察者の瞳 4 1 に対して横方向から、映像や各種情報等を表示する画像表示光が導光されて、瞳 4 1 に入射される。尚、頭部装着型ディスプレイ（HMD）に適用する場合、画像形成装置等を瞳 4 1 に対して上方に配置せず、このように横方向に配置することで、良好なる外界の観察が可能となる。

【0 0 0 9】

一方、このような構成にあっては、導光板 1 1 3 1 の内部を導光される光の伝播距離が比較的長くなるため、以下に述べる問題が生じる。

【0 0 1 0】

ここで、上述した構成において、導光板 1 1 3 1 の第 1 面 1 1 3 2 から入射された画像表示光は、第 1 面 1 1 3 2 に対向する位置に第 2 面 1 1 3 3 に配置された反射型体積ホログラム回折格子から成る第 1 回折格子部材 1 1 4 0 に入射する。尚、この反射型体積ホログラム回折格子は、位置に拘わらず、均等なホログラム表面の干渉縞ピッチを有する構成とする。

40

【0 0 1 1】

第 1 回折格子部材 1 1 4 0 により回折反射された光にあっては、導光板 1 1 3 1 内部において、X Y 平面の X 方向成分に関して、各光束  $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$  は、平行光束のまま、第 1 面 1 1 3 2 と第 2 面 1 1 3 3 との間で全反射を繰り返しながら導光され、導光板 1 1 3 1 の他端に設けられた反射型体積ホログラム回折格子から成る第 2 回折格子部材 1 1 5 0 に向けて Y 方向に進行する。ここで、導光板 1 1 3 1 が薄く、また上述したように、導光

50

板 1 1 3 1 を進行する光路が比較的長いため、図 3 8 に示すように、水平画角によって、第 2 回折格子部材 1 1 5 0 に至るまでの全反射回数が異なる。そのため、導光板 1 1 3 1 に入射する平行光  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  の内、第 2 回折格子部材 1 1 5 0 の方に傾きながら入射する（即ち、水平画角が正である）平行光  $r_3$  の反射回数は、それと逆方向の角度で導光板 1 1 3 1 に入射する（即ち、水平画角が負である）平行光  $r_1$  の反射回数よりも少なくなっている。即ち、第 1 回折格子部材 1 1 4 0 のホログラム表面の干渉縞ピッチが等間隔のため、第 1 回折格子部材 1 1 4 0 において回折反射される出射角は、水平画角が正である平行光  $r_3$  の方が、水平画角が負である平行光  $r_1$  よりも大きくなる。そして、第 2 回折格子部材 1 1 5 0 に入射した各画角の平行光は、回折反射により全反射条件から外れ、導光板 1 1 3 1 から出射し、観察者の瞳 4 1 に入射する。

10

#### 【 0 0 1 2 】

このように、平行光束の進行方向においては、水平画角によって導光板 1 1 3 1 内を反射する回数が異なる。即ち、光路長が異なる。しかしながら、伝播する光束は全て平行光束であるため、いわば、折り畳まれるように光束群が進行する。これらの光束群のうち、特開 2 0 0 7 - 1 2 5 3 0 の図 1 4 に示された構成において、逆光線追跡を行うと明らかのように、第 1 回折格子部材 1 1 4 0 の縁部と第 2 面 1 1 3 3 とに跨る位置で折り返して反射する光束が存在する。逆光線追跡を行うと、この光束の一部（即ち、第 2 面 1 1 3 3 で反射される部分）は、反射を繰り返して第 1 回折格子部材 1 1 4 0 の異なる位置で回折され、コリメート光学系 1 1 1 2 に到達する。一方、残りの光束は、第 1 回折格子部材 1 1 4 0 の端部で回折され、そのままコリメート光学系 1 1 1 2 に到達する。つまり、この光束は、同一の画素から出射される同一画角の平行光束であるが、第 1 回折格子部材 1 1 4 0 の異なる部分で回折反射して導光板 1 1 3 1 内で合波されて伝播する光束が存在することになる。

20

#### 【 0 0 1 3 】

以上から、このような光学系における必要な光束の Y 方向についての幅、即ち、Y 方向の開口絞り幅は、光束の折り畳まれる端点で決定される。導光板 1 1 3 1 にあっては、コリメート光学系 1 1 1 2 を出射して導光板 1 1 3 1 に入射した平行光束群を回折反射する第 1 回折格子部材 1 1 4 0 の位置が Y 方向の開口絞り位置となる。

#### 【 0 0 1 4 】

一方、XZ 平面において水平画角の異なる入射光  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  は導光板 1 1 3 1 内において X 方向成分は反射を繰り返すが、Z 方向成分は反射されないで出射部に到達する。即ち、コリメート光学系 1 1 1 2 から出射された光は、XZ 平面においては収束されて第 1 面 1 1 3 2 から入射され、導光板 1 1 3 1 内を Y 方向に進行する。そして、これらの光束は、Z 方向に狭まるように導光板 1 1 3 1 の第 1 面 1 1 3 2 及び第 2 面 1 1 3 3 にて反射されながら進行し、第 2 回折格子部材 1 1 5 0 に到達し、第 2 回折格子部材 1 1 5 0 より反射回折されて出射され、観察者の瞳 4 1 に入射する。このように、この画像表示装置 1 1 0 0 にあっては、必要な光束の Z 方向についての幅、即ち、Z 方向の開口絞り幅は、観察瞳 4 1 の位置で決定される。

30

#### 【 0 0 1 5 】

Z 方向の開口絞り位置は観察瞳 4 1 の位置であるため、コリメート光学系 1 1 1 2 から Z 方向の開口絞り位置までの距離は、導光板 1 1 3 1 内を内部全反射を繰り返して伝播した距離と、導光板 1 1 3 1 から観察者の瞳 4 1 までの距離の和となるが故に、かなり大きな距離となる。一方、Y 方向の開口絞り位置は導光板 1 1 3 1 に配置された第 1 回折格子部材 1 1 4 0 の位置であるため、Z 方向の開口絞り位置と比べると小さくすることができる。このように開口絞り幅が Z 方向で大きいと、コリメート光学系 1 1 1 2 の Z 方向の径は Y 方向の径に比べると大きく設定する必要がある。

40

#### 【 0 0 1 6 】

また、画像形成装置 1 0 1 1, 1 1 1 1 における Z 方向の開口絞りの径を大きく設定すると、画像形成装置 1 0 1 1, 1 1 1 1 から出射される画像において、周辺画角の光線角度が大きくなる結果、画像形成装置 1 0 1 1, 1 1 1 1 にて使用される液晶表示装置等に

50

おける表示コントラストが低下し、画質が劣化する原因となる。

【0017】

以上に説明した問題は、図37に示した画像表示装置1000においても同様に生じる。

【0018】

従って、本開示の目的は、画像形成装置によって形成された2次元画像を虚像光学系により拡大虚像として観察者に観察させるための画像表示装置であって、画像形成装置に備えられたレンズの径を大きくする必要が無い画像表示装置、係る画像表示装置に組み込むのに適した光学装置、及び、例えば係る光学装置に組み込むのに適した光ビーム伸長装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記の目的を達成するための本開示の画像表示装置は、

(A) 画像生成装置、及び、

(B) 画像生成装置からの光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光手段、  
を備え、

導光手段は、

(B-1) 入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板、

(B-2) 導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる、導光板に配設された第1偏向手段、及び、

20

(B-3) 導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板に配設された第2偏向手段、

を備えており、更に、

(C) 導光板へ入射される光の入射方向をX方向、導光板内における光の伝播方向をY方向としたとき、画像生成装置から入射された光ビームをZ方向に沿って伸長し、導光手段へ出射する光ビーム伸長装置、

を備えた画像表示装置であり、

光ビーム伸長装置は、画像生成装置からの光が入射される第1反射鏡、及び、第1反射鏡からの光が入射され、導光手段へ光を出射する第2反射鏡から成る。尚、「全反射」という用語は、内部全反射、あるいは、導光板内部における全反射を意味する。以下においても同様である。

30

【0020】

上記の目的を達成するための本開示の光学装置は、

光源から入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板、

導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる、導光板に配設された第1偏向手段、及び、

導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板に配設された第2偏向手段、

40

を備えた導光手段、並びに、

導光板へ入射される光の入射方向をX方向、導光板内における光の伝播方向をY方向としたとき、光源から入射された光ビームをZ方向に沿って伸長し、導光手段へ出射する光ビーム伸長装置、

を備えた光学装置であり、

光ビーム伸長装置は、光源からの光が入射される第1反射鏡、及び、第1反射鏡からの光が入射され、導光手段へ光を出射する第2反射鏡から成る。

【0021】

上記の目的を達成するための本開示の光ビーム伸長装置は、光源と照射面との間に配置

50

され、光源からの光が入射される第1反射鏡、及び、第1反射鏡からの光が入射され、照射面へ光を出射する第2反射鏡から成る光ビーム伸長装置である。

【0022】

そして、本開示の画像表示装置、本開示の光学装置あるいは本開示の光ビーム伸長装置において、

第1反射鏡の光反射面は、第1A斜面と第1B斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第2反射鏡の光反射面は、第2A斜面と第2B斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第1A斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z方向に延びており、

第1A斜面の底部と第1B斜面の底部の成す角度( $\theta_1$ )は90度であり、

第2A斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y方向に延びており、

第2A斜面の底部と第2B斜面の底部の成す角度( $\theta_2$ )は90度である。

【発明の効果】

【0023】

本開示の画像表示装置、光学装置あるいは光ビーム伸長装置にあっては、光ビーム(光束)を、Z方向に沿って伸長し、一方、Y方向には伸長させない状態で、導光手段へと入射させる光ビーム伸長装置を備えている。それ故、画像生成装置におけるZ方向の開口絞りの径を大きく設定する必要がなくなり、画像生成装置に備えるべきレンズの径を大きくする必要が無く、画像表示装置の小型化、軽量化を図ることができるし、表示コントラストが低下し、画質が劣化することも無い。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1の(A)及び(B)は、それぞれ、実施例1の光ビーム伸長装置をY方向から眺めた概念図、及び、Z方向から眺めた概念図である。

【図2】図2の(A)、(B)及び(C)は、それぞれ、第1反射鏡の模式的な一部断面図、第1反射鏡の模式的な部分平面図、第1反射鏡の模式的な部分側面図(但し、光の挙動のみを示す)である。

【図3】図3の(A)、(B)及び(C)は、それぞれ、第2反射鏡の模式的な一部断面図、第2反射鏡の模式的な部分平面図、第2反射鏡の模式的な部分側面図(但し、光の挙動のみを示す)である。

【図4】図4の(A)及び(B)は、それぞれ、第1反射鏡及び第2反射鏡の模式的な一部断面図である。

【図5】図5は、実施例1の光ビーム伸長装置を或る方向から眺めたときの模式図である。

【図6】図6は、実施例1の光ビーム伸長装置を別の方向から眺めたときの模式図である。

【図7】図7は、実施例1の光ビーム伸長装置を更に別の方向から眺めたときの模式図である。

【図8】図8は、実施例1の画像表示装置における画像形成装置と、第1反射鏡と、第2反射鏡と、導光板との位置関係を立体的に示す図である。

【図9】図9は、実施例1の光ビーム伸長装置内での光の挙動を示す図である。

【図10】図10は、実施例1の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第1反射鏡との位置関係を模式的に示す図である。

【図11】図11は、実施例1の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第1反射鏡と、第2反射鏡との位置関係を模式的に示す図である。

【図12】図12は、実施例1の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第1反射鏡と、第2反射鏡と、導光板との位置関係を模式的に示す図である。

【図13】図13は、実施例1の画像表示装置の変形例における画像生成装置と、第1反射鏡と、第2反射鏡と、導光板との位置関係を概念的に示す図である。



【図 1 4】図 1 4 は、実施例 1 の画像表示装置の変形例における画像生成装置と、第 1 反射鏡と、第 2 反射鏡との位置関係を具体的に示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、実施例 1 の画像表示装置の変形例における画像生成装置と、第 1 反射鏡と、第 2 反射鏡との位置関係を具体的に示す、図 1 4 とは別の角度から眺めた図である。

【図 1 6】図 1 6 は、実施例 1 の画像表示装置の変形例における画像生成装置と、第 1 反射鏡と、第 2 反射鏡との位置関係を具体的に示す、図 1 4 とは別の角度から眺めた図である。

【図 1 7】図 1 7 は、実施例 1 の画像表示装置における画像生成装置と、第 1 反射鏡と、第 2 反射鏡との位置関係を具体的に示す図である。

10

【図 1 8】図 1 8 は、実施例 1 の画像表示装置における画像生成装置と、第 1 反射鏡と、第 2 反射鏡との位置関係を具体的に示す、図 1 7 とは別の角度から眺めた図である。

【図 1 9】図 1 9 は、実施例 1 の画像表示装置における画像生成装置と、第 1 反射鏡と、第 2 反射鏡との位置関係を具体的に示す、図 1 7 とは別の角度から眺めた図である。

【図 2 0】図 2 0 は、実施例 1 の画像表示装置の概念図である。

【図 2 1】図 2 1 は、実施例 2 の画像表示装置の概念図である。

【図 2 2】図 2 2 の ( A ) は、実施例 3 の画像表示装置の概念図であり、図 2 2 の ( B ) は、反射型体積ホログラム回折格子の一部を拡大して示す模式的な断面図である。

【図 2 3】図 2 3 は、実施例 4 の画像表示装置の概念図である。

【図 2 4】図 2 4 は、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイを正面から眺めた模式図である

20

。【図 2 5】図 2 5 は、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイ（但し、フレームを除去したと想定したときの状態）を正面から眺めた模式図である。

【図 2 6】図 2 6 は、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイを上方から眺めた模式図である。

【図 2 7】図 2 7 は、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイを観察者の頭部に装着した状態を上方から眺めた図（但し、画像表示装置のみを示し、フレームの図示は省略）である。

【図 2 8】図 2 8 は、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイを正面から眺めた模式図である。

。【図 2 9】図 2 9 は、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイ（但し、フレームを除去したと想定したときの状態）を正面から眺めた模式図である。

30

【図 3 0】図 3 0 は、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイを上方から眺めた模式図である。

。【図 3 1】図 3 1 は、実施例 1 あるいは実施例 3 での使用に適した画像形成装置の変形例の概念図である。

【図 3 2】図 3 2 は、実施例 1 あるいは実施例 3 での使用に適した画像形成装置の別の変形例を示す概念図である。

【図 3 3】図 3 3 は、実施例 1 あるいは実施例 3 での使用に適した画像形成装置の更に別の変形例を示す概念図である。

【図 3 4】図 3 4 は、実施例 1 あるいは実施例 3 での使用に適した画像形成装置の更に別の変形例を示す概念図である。

40

【図 3 5】図 3 5 は、実施例 1 あるいは実施例 3 での使用に適した画像形成装置の更に別の変形例を示す概念図である。

【図 3 6】図 3 6 は、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイの変形例を上方から眺めた模式図である。

【図 3 7】図 3 7 は、従来の画像表示装置の概念図である。

【図 3 8】図 3 8 は、図 3 7 に示したとは別の形式の従来の画像表示装置の概念図である。

。【図 3 9】図 3 9 は、図 3 8 に示したとは別の方向から図 3 8 に示した形式の従来の画像表示装置を眺めた概念図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0025】

以下、図面を参照して、実施例に基づき本開示を説明するが、本開示は実施例に限定されるものではなく、実施例における種々の数値や材料は例示である。尚、説明は、以下の順序で行う。

1. 本開示の光ビーム伸長装置、光学装置及び画像表示装置、全般に関する説明
2. 実施例1（光ビーム伸長装置、画像表示装置及び光学装置）
3. 実施例2（実施例1の画像表示装置の変形）
4. 実施例3（実施例1の画像表示装置の別の変形）
5. 実施例4（実施例1の画像表示装置の更に別の変形）
6. 実施例5（頭部装着型ディスプレイ）
7. 実施例6（頭部装着型ディスプレイの変形）、その他

10

## 【0026】

[本開示の光ビーム伸長装置、光学装置及び画像表示装置、全般に関する説明]

本開示の光ビーム伸長装置、光学装置あるいは画像表示装置において、  
画像生成装置と第1反射鏡との間、あるいは、光源と第1反射鏡との間には、少なくとも1枚の平面反射部材が備えられており、

第1反射鏡と第2反射鏡との間には、少なくとも1枚の平面反射部材が備えられており、

画像生成装置と第1反射鏡との間、あるいは、光源と第1反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材は、第1反射鏡と第2反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材を兼ねている形態とすることができる。そして、このような形態を採用することで、光路が、一種、折り畳まれ、本開示の光ビーム伸長装置、光学装置あるいは画像表示装置のコンパクト化を図ることができる。尚、画像生成装置と第1反射鏡との間、あるいは、光源と第1反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材と、第1反射鏡と第2反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材とが、同一平面内に位置する形態も、画像生成装置と第1反射鏡との間、あるいは、光源と第1反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材は、第1反射鏡と第2反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材を兼ねている形態に包含される。

20

## 【0027】

上記の好ましい形態を含む本開示の光ビーム伸長装置、光学装置あるいは画像表示装置において、

Z方向と直交する仮想平面である第1A仮想平面に射影したとき、画像生成装置（あるいは光源）から第1反射鏡に入射する光の軌跡と、第1反射鏡から出射される光の軌跡とは平行であり、

第1反射鏡の法線と直交する仮想平面である第1B仮想平面に射影したとき、画像生成装置（あるいは光源）から第1反射鏡に入射する光の軌跡と、第1反射鏡から出射される光の軌跡とは、第1A仮想平面に対して対称であり、

Y方向と直交する仮想平面である第2A仮想平面に射影したとき、第1反射鏡から第2反射鏡に入射する光の軌跡と、第2反射鏡から出射される光の軌跡とは平行であり、

40

第2反射鏡の法線と直交する仮想平面である第2B仮想平面に射影したとき、第1反射鏡から第2反射鏡に入射する光の軌跡と、第2反射鏡から出射される光の軌跡とは、第2A仮想平面に対して対称である構成とすることができる。そして、この場合、画像生成装置（あるいは光源）の中心から出射され、第1反射鏡に入射する光の光路長と、画像生成装置（あるいは光源）の中心から出射された光であって、第1反射鏡から出射され、第2反射鏡に入射し、出射され、導光手段（あるいは照射面）に入射する光の光路長とは、等しい構成とすることが好ましい。更には、画像生成装置（あるいは光源）から出射される光ビームのY方向に沿った大きさは、導光手段（あるいは照射面）に入射する光ビームのY方向に沿った大きさと等しい構成とすることが好ましい。更には、以上に説明した好ましい構成にあっては、導光手段（あるいは照射面）に入射する光ビームのZ方向に沿った

50

大きさは、画像生成装置（あるいは光源）から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさよりも大きい構成とすることができ、更には、導光手段から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさは、画像生成装置（あるいは光源）から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさと等しい構成とすることができる。

【0028】

以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示の画像表示装置において、画像生成装置は、

（A-1）2次元マトリクス状に配列された複数の画素を有する画像形成装置、及び、  
（A-2）画像形成装置の各画素から出射された光を平行光とするコリメート光学系、  
を備えており、

10

コリメート光学系からの光が第1反射鏡に入射される構成とすることができる。尚、便宜上、このような画像生成装置を、『第1の形態の画像生成装置』と呼ぶ。

【0029】

あるいは又、以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示の画像表示装置において、画像生成装置は、

（A-1）光源、  
（A-2）光源から出射された光を平行光とするコリメート光学系、  
（A-3）コリメート光学系から出射された平行光を走査する走査手段、及び、  
（A-4）走査手段によって走査された平行光をリレーするリレー光学系、  
を備えており、

20

リレー光学系からの光が第1反射鏡に入射される構成とすることができる。尚、便宜上、このような画像生成装置を、『第2の形態の画像生成装置』と呼ぶ。

【0030】

更には、以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示の画像表示装置あるいは光学装置において、第1偏向手段及び第2偏向手段は、回折格子素子から成る構成とすることができ、更には、回折格子素子は、反射型回折格子素子から成り、更には、反射型体積ホログラム回折格子から成り、あるいは又、透過型回折格子素子から成り、あるいは又、一方の回折格子素子は反射型回折格子素子から成り、他方の回折格子素子は透過型回折格子素子から成る構成とすることができる。尚、回折格子における干渉縞の並ぶ方向、即ち、回折方向はY方向であり、干渉縞はZ方向に延びている。

30

【0031】

あるいは又、以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示の画像表示装置あるいは光学装置において、第1偏向手段は、導光板に入射された光を反射し；第2偏向手段は、導光板の内部を全反射により伝播した光を、複数回に互り、透過、反射する構成とすることができる。更には、この場合、第1偏向手段は反射鏡として機能し、第2偏向手段は半透過鏡として機能する構成とすることができる。

【0032】

以上に説明した好ましい形態、構成を含む本開示の光ビーム伸長装置、光学装置あるいは画像表示装置（以下、これらを総称して、単に、『本開示』と呼ぶ場合がある）において、X方向に平行な軸線を、便宜上、『X軸』と呼び、Y方向に平行な軸線を、便宜上、『Y軸』と呼び、Z方向に平行な軸線を、便宜上、『Z軸』と呼ぶ場合がある。光ビーム伸長装置において、X方向（X軸）、Y方向（Y軸）、Z方向（Z軸）は、導光板におけるX方向、Y方向、Z方向を基準として決定すればよい。即ち、或る方向から光ビーム伸長装置に光が入射し、光ビーム伸長装置から出射され、導光板に入射したときの光の入射方向が『A方向』であったとした場合、光ビーム伸長装置に光が入射した方向、光ビーム伸長装置の内部における光の方向、光ビーム伸長装置から出射される光の方向は、『A方向』であるとする。

40

【0033】

本開示において、第1反射鏡の光反射面の断面形状は、第1A仮想平面で第1反射鏡の光反射面を切断したと想定したときの形状であり、第2反射鏡の光反射面の断面形状は、

50

第 2 A 仮想平面で第 2 反射鏡の光反射面を切断したと想定したときの形状である。第 1 反射鏡や第 2 反射鏡は、リバーサルミラーとも呼ばれる。第 1 A 斜面の頂部と第 1 B 斜面の頂部の成す角度 ( $\theta_1'$ ) は 90 度又は鋭角又は鈍角であり、第 2 A 斜面の頂部と第 2 B 斜面の頂部の成す角度 ( $\theta_2'$ ) は 90 度又は鋭角又は鈍角である。即ち、第 1 A 斜面 (『第 1 A 斜面 - A』と呼ぶ) の頂辺と、この第 1 A 斜面 - A に隣接する第 1 A 斜面 (『第 1 A 斜面 - B』と呼ぶ) の頂辺と、第 1 A 斜面 - A の底辺によって形成される仮想三角形 (第 1 A 仮想平面内に含まれる) の形状は、隣辺の長さが等しい直角二等辺三角形、あるいは、隣辺の長さが異なる直角三角形である。この仮想三角形を、便宜上、『第 1 仮想直角三角形』と呼ぶ。また、第 2 A 斜面 (『第 2 A 斜面 - A』と呼ぶ) の頂辺と、この第 2 A 斜面 - A に隣接する第 2 A 斜面 (『第 2 A 斜面 - B』と呼ぶ) の頂辺と、第 2 A 斜面 - A の底辺によって形成される仮想三角形 (第 2 A 仮想平面内に含まれる) の形状は、隣辺の長さが等しい直角二等辺三角形、あるいは、隣辺の長さが異なる直角三角形である。この仮想三角形を、便宜上、『第 2 仮想直角三角形』と呼ぶ。

#### 【0034】

即ち、第 1 反射鏡にあっては、Y 方向に沿って同じ形状の第 1 仮想直角三角形が並んでいてもよいし、Y 方向に沿って異なる形状の第 1 仮想直角三角形が並んでいてもよい。具体的には、前者の場合、第 1 仮想直角三角形 (但し、仮想の直角二等辺三角形あるいは直角三角形) が並んでいる構成とすることができる。一方、後者の場合、例えば、光反射面の中央領域は、第 1 仮想直角三角形 (但し、直角二等辺三角形) が並んでおり、光反射面の中央領域の右側には、第 1 仮想直角三角形 (但し、直角不等辺三角形) が並んでおり、光反射面の中央領域の左側には、光反射面の中央領域の右側と対称の第 1 仮想直角三角形 (但し、直角不等辺三角形) が並んでいる構成とすることができる。尚、1 つの第 1 仮想直角三角形において、長い方の隣辺が光反射面の中央領域側に位置していることが好ましい。

#### 【0035】

同様に、第 2 反射鏡にあっては、Z 方向に沿って同じ形状の第 2 仮想直角三角形が並んでいてもよいし、Z 方向に沿って異なる形状の第 2 仮想直角三角形が並んでいてもよい。具体的には、前者の場合、例えば、第 2 仮想直角三角形 (但し、直角二等辺三角形あるいは直角三角形) が並んでいる構成とすることができる。一方、後者の場合、例えば、光反射面の中央領域は、第 2 仮想直角三角形 (但し、直角二等辺三角形) が並んでおり、光反射面の中央領域の右側には、第 2 仮想直角三角形 (但し、直角不等辺三角形) が並んでおり、光反射面の中央領域の左側には、光反射面の中央領域の右側と対称の第 2 仮想直角三角形 (但し、直角不等辺三角形) が並んでいる構成とすることができる。尚、この場合にも、1 つの第 2 仮想直角三角形において、長い方の隣辺が光反射面の中央領域側に位置していることが好ましい。

#### 【0036】

第 1 A 仮想平面で第 1 反射鏡の光反射面を切断したと想定したとき、一对の第 1 A 斜面及び第 1 B 斜面において、第 1 A 斜面の底部と第 1 B 斜面の底部の成す角度が角度 ( $\theta_1$ ) であり、第 1 A 斜面の頂部と第 1 B 斜面の頂部の成す角度が角度 ( $\theta_1'$ ) である。同様に、第 2 A 仮想平面で第 2 反射鏡の光反射面を切断したと想定したときの、一对の第 2 A 斜面及び第 2 B 斜面において、第 2 A 斜面の底部と第 2 B 斜面の底部の成す角度が角度 ( $\theta_2$ ) であり、第 2 A 斜面の頂部と第 2 B 斜面の頂部の成す角度が角度 ( $\theta_2'$ ) である。

#### 【0037】

第 1 反射鏡に入射した光は、第 1 A 斜面と衝突し、第 1 A 斜面で反射されて、この第 1 A 斜面に対向する第 1 B 斜面と衝突し、第 1 B 斜面で反射され、第 1 反射鏡から出射される。あるいは又、第 1 反射鏡に入射した光は、第 1 B 斜面と衝突し、第 1 B 斜面で反射されて、この第 1 B 斜面に対向する第 1 A 斜面と衝突し、第 1 A 斜面で反射され、第 1 反射鏡から出射される。同様に、第 2 反射鏡に入射した光は、第 2 A 斜面と衝突し、第 2 A 斜面で反射されて、この第 2 A 斜面に対向する第 2 B 斜面と衝突し、第 2 B 斜面で反射され

、第2反射鏡から出射される。あるいは又、第2反射鏡に入射した光は、第2B斜面と衝突し、第2B斜面で反射されて、この第2B斜面に対向する第2A斜面と衝突し、第2A斜面で反射され、第2反射鏡から出射される。

#### 【0038】

第1の形態の画像生成装置における画像形成装置として、例えば、反射型空間光変調装置及び光源から構成された画像形成装置；透過型空間光変調装置及び光源から構成された画像形成装置；有機EL(Electro Luminescence)、無機EL、発光ダイオード(LED)等の発光素子から構成された画像形成装置を挙げることができるが、中でも、反射型空間光変調装置及び光源から構成された画像形成装置とすることが好ましい。空間光変調装置として、ライト・バルブ、例えば、LCOS(Liquid Crystal On Silicon)等の透過型あるいは反射型の液晶表示装置、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)を挙げることができる。光源として発光素子を挙げることができる。更には、反射型空間光変調装置は、液晶表示装置、及び、光源からの光の一部を反射して液晶表示装置へと導き、且つ、液晶表示装置によって反射された光の一部を通過させてコリメート光学系へと導く偏光ビームスプリッターから成る構成とすることができる。光源を構成する発光素子として、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子、白色発光素子を挙げることができる。発光素子として、例えば、半導体レーザ素子や固体レーザ、LEDを例示することができる。画素の数は、画像表示装置に要求される仕様に基づき決定すればよく、画素の数の具体的な値として、 $320 \times 240$ 、 $432 \times 240$ 、 $640 \times 480$ 、 $854 \times 480$ 、 $1024 \times 768$ 、 $1920 \times 1080$ を例示することができる。コリメート光学系は、画素の位置情報を導光手段の光学系における角度情報に変換する機能を有する。コリメート光学系として、凸レンズ、凹レンズ、自由曲面プリズム、ホログラムレンズを、単独、若しくは、組み合わせた、全体として正の光学的パワーを持つ光学系を例示することができる。

#### 【0039】

一方、第2の形態の画像生成装置における光源として発光素子を挙げることができ、具体的には、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子、白色発光素子を挙げることができる。発光素子として、例えば、半導体レーザ素子や固体レーザ、LEDを例示することができる。第2の形態の画像表示装置における画素(仮想の画素)の数も、画像表示装置に要求される仕様に基づき決定すればよく、画素(仮想の画素)の数の具体的な値として、 $320 \times 240$ 、 $432 \times 240$ 、 $640 \times 480$ 、 $854 \times 480$ 、 $1024 \times 768$ 、 $1920 \times 1080$ を例示することができる。また、光源を赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子から構成する場合、例えば、クロスプリズムを用いて色合成を行うことが好ましい。走査手段として、光源から出射された光を水平走査及び垂直走査する、例えば、二次元方向に回転可能なマイクロミラーを有するMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)やガルバノ・ミラーを挙げることができる。リレー光学系は、周知のリレー光学系から構成すればよい。

#### 【0040】

例えば、発光素子とライト・バルブとから構成された画像形成装置あるいは光源として、全体として白色光を発光するバックライトと、赤色発光画素、緑色発光画素、及び、青色発光画素を有する液晶表示装置との組合せ以外にも、以下の構成を例示することができる。

#### 【0041】

##### [画像形成装置 - A]

画像形成装置 - Aは、

- ( ) 青色を発光する第1発光素子が2次元マトリクス状に配列された第1発光パネルから成る第1画像形成装置、
- ( ) 緑色を発光する第2発光素子が2次元マトリクス状に配列された第2発光パネルから成る第2画像形成装置、及び、
- ( ) 赤色を発光する第3発光素子が2次元マトリクス状に配列された第3発光パネルから成る第3画像形成装置、並びに、

( ) 第 1 画像形成装置、第 2 画像形成装置及び第 3 画像形成装置から出射された光を 1 本の光路に纏めるための手段 (例えば、ダイクロイック・プリズムであり、以下の説明においても同様である)、  
を備えており、

第 1 発光素子、第 2 発光素子及び第 3 発光素子のそれぞれの発光 / 非発光状態を制御する。

#### 【 0 0 4 2 】

##### [ 画像形成装置 - B ]

画像形成装置 - B は、

( ) 青色を発光する第 1 発光素子、及び、青色を発光する第 1 発光素子から出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための第 1 光通過制御装置 [ 一種のライト・バルブであり、例えば、液晶表示装置やデジタルマイクロミラーデバイス ( D M D )、 L C O S から構成され、以下の説明においても同様である ] から成る第 1 画像形成装置、

( ) 緑色を発光する第 2 発光素子、及び、緑色を発光する第 2 発光素子から出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための第 2 光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) から成る第 2 画像形成装置、及び、

( ) 赤色を発光する第 3 発光素子、及び、赤色を発光する第 3 発光素子から出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための第 3 光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) から成る第 3 画像形成装置、並びに、

( ) 第 1 光通過制御装置、第 2 光通過制御装置及び第 3 光通過制御装置を通過した光を 1 本の光路に纏めるための手段、  
を備えており、

光通過制御装置によってこれらの発光素子から出射された出射光の通過 / 非通過を制御することで画像を表示する。第 1 発光素子、第 2 発光素子、第 3 発光素子から出射された出射光を光通過制御装置へと案内するための手段 ( 光案内部材 ) として、導光部材、マイクロレンズアレイ、ミラーや反射板、集光レンズを例示することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

##### [ 画像形成装置 - C ]

画像形成装置 - C は、

( ) 青色を発光する第 1 発光素子が 2 次元マトリクス状に配列された第 1 発光パネル、及び、第 1 発光パネルから出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための青色光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) から成る第 1 画像形成装置、

( ) 緑色を発光する第 2 発光素子が 2 次元マトリクス状に配列された第 2 発光パネル、及び、第 2 発光パネルから出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための緑色光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) から成る第 2 画像形成装置、

( ) 赤色を発光する第 3 発光素子が 2 次元マトリクス状に配列された第 3 発光パネル、及び、第 3 発光パネルから出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための赤色光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) から成る第 3 画像形成装置、並びに、

( ) 青色光通過制御装置、緑色光通過制御装置及び赤色光通過制御装置を通過した光を 1 本の光路に纏めるための手段を備えており、

光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) によってこれらの第 1 発光パネル、第 2 発光パネル及び第 3 発光パネルから出射された出射光の通過 / 非通過を制御することで画像を表示する。

#### 【 0 0 4 4 】

##### [ 画像形成装置 - D ]

画像形成装置 - D は、フィールドシーケンシャル方式のカラー表示の画像形成装置であり、

( ) 青色を発光する第 1 発光素子を備えた第 1 画像形成装置、

( ) 緑色を発光する第 2 発光素子を備えた第 2 画像形成装置、及び、

( ) 赤色を発光する第 3 発光素子を備えた第 3 画像形成装置、並びに、

( ) 第 1 画像形成装置、第 2 画像形成装置及び第 3 画像形成装置から出射された光を 1 本の光路に纏めるための手段、更には、

( ) 1 本の光路に纏めるための手段から出射された光の通過 / 非通過を制御するための光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) 、  
を備えており、

光通過制御装置によってこれらの発光素子から出射された出射光の通過 / 非通過を制御することで画像を表示する。

【 0 0 4 5 】

[ 画像形成装置 - E ]

画像形成装置 - E も、フィールドシーケンシャル方式のカラー表示の画像形成装置であり、

( ) 青色を発光する第 1 発光素子が 2 次元マトリクス状に配列された第 1 発光パネルから成る第 1 画像形成装置、

( ) 緑色を発光する第 2 発光素子が 2 次元マトリクス状に配列された第 2 発光パネルから成る第 2 画像形成装置、及び、

( ) 赤色を発光する第 3 発光素子が 2 次元マトリクス状に配列された第 3 発光パネルから成る第 3 画像形成装置、並びに、

( ) 第 1 画像形成装置、第 2 画像形成装置及び第 3 画像形成装置のそれぞれから出射された光を 1 本の光路に纏めるための手段、更には、

( ) 1 本の光路に纏めるための手段から出射された光の通過 / 非通過を制御するための光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) 、  
を備えており、

光通過制御装置によってこれらの発光パネルから出射された出射光の通過 / 非通過を制御することで画像を表示する。

【 0 0 4 6 】

[ 画像形成装置 - F ]

画像形成装置 - F は、第 1 発光素子、第 2 発光素子及び第 3 発光素子のそれぞれの発光 / 非発光状態を制御することで画像を表示する、パッシブマトリックスタイプあるいはアクティブマトリックスタイプのカラー表示の画像形成装置である。

【 0 0 4 7 】

[ 画像形成装置 - G ]

画像形成装置 - G は、2 次元マトリクス状に配列された発光素子ユニットからの出射光の通過 / 非通過を制御するための光通過制御装置 ( ライト・バルブ ) を備えており、発光素子ユニットにおける第 1 発光素子、第 2 発光素子及び第 3 発光素子のそれぞれの発光 / 非発光状態を時分割制御し、更に、光通過制御装置によって第 1 発光素子、第 2 発光素子及び第 3 発光素子から出射された出射光の通過 / 非通過を制御することで画像を表示する、フィールドシーケンシャル方式のカラー表示の画像形成装置である。

【 0 0 4 8 】

第 1 の形態あるいは第 2 の形態の画像生成装置における好ましい構成にあっては、上述したとおり、第 1 偏向手段は反射鏡として機能し、第 2 偏向手段は半透過鏡として機能する。このような形態にあっては、第 1 偏向手段は、例えば、合金を含む金属から構成され、導光板に入射された光を反射させる光反射膜 ( 一種のミラー ) や、導光板に入射された光を回折させる回折格子 ( 例えば、ホログラム回折格子膜 ) から構成することができる。また、第 2 偏向手段は、例えば、誘電体多層膜や、ハーフミラー、偏光ビームスプリッター、ホログラム回折格子膜から構成することができる。そして、第 1 偏向手段や第 2 偏向手段は、導光板の内部に配設されている ( 導光板の内部に組み込まれている ) が、第 1 偏向手段においては、導光板に入射された平行光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された平行光が反射又は回折される。一方、第 2 偏向手段においては、導光板の内部を全反射により伝播した平行光が複数回に互り反射又は回折され、導光板から平行光の状態が出射される。光ビーム伸長装置を構成する反射鏡の光反射面には、例えば、合

10

20

30

40

50

金を含む金属から成る光反射層が形成されている。

【0049】

あるいは又、第1の形態あるいは第2の形態の画像生成装置における好ましい構成にあっては、上述したとおり、第1偏向手段及び第2偏向手段は、例えば反射型回折格子素子、具体的には、例えば反射型体積ホログラム回折格子から成る。尚、反射型体積ホログラム回折格子から成る第1偏向手段を、便宜上、『第1回折格子部材』と呼び、反射型体積ホログラム回折格子から成る第2偏向手段を、便宜上、『第2回折格子部材』と呼ぶ場合がある。

【0050】

ここで、第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材を、異なるP種類（例えば、 $P = 3$ であり、赤色、緑色、青色の3種類）の波長帯域（あるいは、波長）を有するP種類の光の回折反射に対応させるために、反射型体積ホログラム回折格子から成るP層の回折格子層が積層されて成る構成とすることができる。各回折格子層には1種類の波長帯域（あるいは、波長）に対応する干渉縞が形成されている。あるいは又、異なるP種類の波長帯域（あるいは、波長）を有するP種類の光の回折反射に対応するために、1層の回折格子層から成る第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材にP種類の干渉縞が形成されている構成とすることもできる。あるいは又、画角を例えば三等分して、第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材を、各画角に対応する回折格子層が積層されて成る構成とすることができる。そして、これらの構成を採用することで、各波長帯域（あるいは、波長）を有する光が第1回折格子部材あるいは第2回折格子部材において回折反射されときの回折効率の増加、回折受容角の増加、回折角の最適化を図ることができる。

【0051】

第1回折格子部材及び第2回折格子部材を構成する材料として、フォトポリマー材料を挙げることができる。反射型体積ホログラム回折格子から成る第1回折格子部材及び第2回折格子部材の構成材料や基本的な構造は、従来の反射型体積ホログラム回折格子の構成材料や構造と同じとすればよい。反射型体積ホログラム回折格子とは、+1次の回折光のみを回折反射するホログラム回折格子を意味する。回折格子部材には、その内部から表面に互い干渉縞が形成されているが、係る干渉縞それ自体の形成方法は、従来の形成方法と同じとすればよい。具体的には、例えば、回折格子部材を構成する部材（例えば、フォトポリマー材料）に対して一方の側の第1の所定の方向から物体光を照射し、同時に、回折格子部材を構成する部材に対して他方の側の第2の所定の方向から参照光を照射し、物体光と参照光とによって形成される干渉縞を回折格子部材を構成する部材の内部に記録すればよい。第1の所定の方向、第2の所定の方向、物体光及び参照光の波長を適切に選択することで、回折格子部材の表面における干渉縞の所望のピッチ、干渉縞の所望の傾斜角（スラント角）を得ることができる。干渉縞の傾斜角とは、回折格子部材（あるいは回折格子層）の表面と干渉縞の成す角度を意味する。第1回折格子部材及び第2回折格子部材を、反射型体積ホログラム回折格子から成るP層の回折格子層の積層構造から構成する場合、このような回折格子層の積層は、P層の回折格子層をそれぞれ別個に作製した後、P層の回折格子層を、例えば、紫外線硬化型接着剤を使用して積層（接着）すればよい。また、粘着性を有するフォトポリマー材料を用いて1層の回折格子層を作製した後、その上に順次粘着性を有するフォトポリマー材料を貼り付けて回折格子層を作製することで、P層の回折格子層を作製してもよい。

【0052】

第1の形態あるいは第2の形態の画像生成装置においては、コリメート光学系あるいはリレー光学系にて複数の平行光とされた光を導光板に入射させるが、このような、平行光であることの要請は、これらの光が導光板へ入射したときの光波面情報が、第1偏向手段と第2偏向手段を介して導光板から出射された後も保存される必要があることに基づく。尚、複数の平行光を生成させるためには、具体的には、例えば、コリメート光学系あるいはリレー光学系における焦点距離の所（位置）に、画像形成装置の光出射部を位置させればよい。コリメート光学系は、画素の位置情報を光学装置の光学系における角度情報に変

10

20

30

40

50



換する機能を有する。

【0053】

画像表示装置において、導光板は、導光板の内部全反射による光伝播方向（Y方向）と平行に延びる2つの平行面（第1面及び第2面）を有している。光が入射する導光板の面を導光板入射面、光が出射する導光板の面を導光板出射面としたとき、第1面によって導光板入射面及び導光板出射面が構成されていてもよいし、第1面によって導光板入射面が構成され、第2面によって導光板出射面が構成されていてもよい。

【0054】

導光板を構成する材料として、石英ガラスやBK7等の光学ガラスを含むガラスや、プラスチック材料（例えば、PMMA、ポリカーボネート樹脂、アクリル系樹脂、非晶性のポリプロピレン系樹脂、AS樹脂を含むスチレン系樹脂）を挙げることができる。導光板の形状は、平板に限定するものではなく、湾曲した形状を有していてもよい。

【0055】

本開示の画像表示装置によって、例えば、頭部装着型ディスプレイ（HMD, Head Mounted Display）を構成することができ、装置の軽量化、小型化を図ることができ、装置装着時の不快感を大幅に軽減させることが可能となるし、更には、製造コストダウンを図ることも可能となる。

【0056】

頭部装着型ディスプレイは、

（イ）観察者の頭部に装着される眼鏡型のフレーム、及び、

（ロ）本開示の画像表示装置、

を備えている。頭部装着型ディスプレイにあっては、本開示の画像表示装置を、1つ備えていてもよいし（片眼型）、2つ備えていてもよい（両眼型）。

【0057】

フレームは、観察者の正面に配置されるフロント部と、フロント部の両端に蝶番を介して回転自在に取り付けられた2つのテンプル部と、各テンプル部の先端部に取り付けられたモダン部から成り、更には、ノーズパッドを備えている。頭部装着型ディスプレイの全体を眺めたとき、フレーム及びノーズパッドの組立体は、リムが無い点を除き、通常的眼鏡と略同じ構造を有する。フレームを構成する材料は、金属や合金、プラスチック、これらの組合せといった、通常的眼鏡を構成する材料と同じ材料から構成することができる。ノーズパッドも周知の構成、構造とすることができる。

【0058】

そして、頭部装着型ディスプレイのデザイン上、あるいは、頭部装着型ディスプレイの装着の容易性といった観点から、1あるいは2の画像生成装置からの配線（信号線や電源線等）が、テンプル部、及び、モダン部の内部を介して、モダン部の先端部から外部に延び、外部回路（制御回路）に接続されている形態とすることが望ましい。更には、各画像生成装置はヘッドホン部を備えており、各画像生成装置からのヘッドホン部用配線が、テンプル部、及び、モダン部の内部を介して、モダン部の先端部からヘッドホン部へと延びている形態とすることが一層望ましい。ヘッドホン部として、例えば、インナーイヤー型のヘッドホン部、カナル型のヘッドホン部を挙げることができる。ヘッドホン部用配線は、より具体的には、モダン部の先端部から、耳介（耳殻）の後ろ側を回り込むようにしてヘッドホン部へと延びている形態とすることが好ましい。

【0059】

頭部装着型ディスプレイにおいては、フロント部の中央部分に撮像装置が取り付けられている形態とすることができる。撮像装置は、具体的には、例えば、CCDあるいはCMOSセンサーから成る固体撮像素子とレンズから構成されている。撮像装置からの配線は、例えば、フロント部の裏面を通し、一方の画像表示装置に接続すればよく、更には、画像生成装置から延びる配線に含ませればよい。

【0060】

頭部装着型ディスプレイを両眼型とする場合、

導光手段は、全体として画像生成装置よりも観察者の顔の中心側に配置されており、  
 2つの画像表示装置を結合する結合部材を更に有し、  
 結合部材は、観察者の2つの瞳の間に位置するフレームの中央部分の観察者に面する側  
 に取り付けられており、  
 結合部材の射影像は、フレームの射影像内に含まれる構成とすることが好ましい。

#### 【0061】

このように、結合部材が、観察者の2つの瞳の間に位置するフレームの中央部分に取り  
 付けられている構成とすることによって、即ち、画像表示装置は、フレームに、直接、取  
 り付けられた構造とはなっていないければ、観察者がフレームを頭部に装着したとき、テン  
 プル部が外側に向かって広がった状態となり、その結果、フレームが変形したとしても、  
 係るフレームの変形によって、画像生成装置あるいは導光手段の変位（位置変化）が生じ  
 ることがないか、生じたとしても、極僅かである。それ故、左右の画像の輻輳角が変化し  
 てしまうことを確実に防止することができる。しかも、フレームのフロント部の剛性を高  
 める必要がないので、フレームの重量増加、デザイン性の低下、コストの増加を招くこと  
 がない。また、画像表示装置は、眼鏡型のフレームに、直接、取り付けられていないので  
 、観察者の嗜好によってフレームのデザインや色等を自由に選択することが可能であるし  
 、フレームのデザインが受ける制約も少なく、デザイン上の自由度が高い。加えて、結合  
 部材は、観察者とフレームとの間に配置されており、しかも、結合部材の射影像は、フレ  
 ームの射影像内に含まれる。云い換えれば、観察者の正面から頭部装着型ディスプレイを  
 眺めたとき、結合部材はフレームによって隠されている。従って、高いデザイン性、意匠  
 性を頭部装着型ディスプレイに与えることができる。

#### 【0062】

尚、結合部材は、観察者の2つの瞳の間に位置するフロント部の中央部分（通常的眼鏡  
 におけるブリッジの部分に相当する）の観察者に面する側に取り付けられている構成とす  
 ることが好ましい。

#### 【0063】

結合部材によって2つの画像表示装置が結合されているが、具体的には、結合部材の各  
 端部に、画像生成装置が、取付け状態調整可能に取り付けられている形態とすることがで  
 きる。そして、この場合、各画像生成装置は、観察者の瞳よりも外側に位置している構成  
 とすることが好ましい。更には、このような構成にあっては、一方の画像生成装置の取付  
 部中心とフレームの一端部（一方の智、ヨロイ）との間の距離を、結合部材の中心から  
 フレームの一端部（一方の智）までの距離を、他方の画像生成装置の取付部中心とフレ  
 ームの一端部（一方の智）との間の距離を、フレームの長さをLとしたとき、 $0.01 \times L$   
 $0.30 \times L$ 、好ましくは、 $0.05 \times L$ 、 $0.25 \times L$ 、 $0.35 \times L$   
 $0.65 \times L$ 、好ましくは、 $0.45 \times L$ 、 $0.55 \times L$ 、 $0.70 \times L$   
 $0.99 \times L$ 、好ましくは、 $0.75 \times L$ 、 $0.95 \times L$ を満足することが望まし  
 い。結合部材の各端部への画像生成装置の取付けは、具体的には、例えば、結合部材の各  
 端部の3箇所に貫通孔を設け、貫通孔に対応した螺合部を画像生成装置に設け、各貫通孔  
 にビスを通し、画像生成装置に設けられた螺合部に螺合させる。ビスと螺合部との間には  
 バネを挿入しておく。こうして、ビスの締め付け状態によって、画像生成装置の取付け状  
 態（結合部材に対する画像生成装置の傾き）を調整することができる。

#### 【0064】

ここで、画像生成装置の取付部中心とは、画像生成装置が結合部材に取り付けられてい  
 る状態において、画像生成装置及びフレームを仮想平面に射影したときに得られる画像生  
 成装置の射影像が、フレームの射影像の重なっている部分のフレームの軸線方向に沿った  
 二等分点を指す。また、結合部材の中心とは、結合部材がフレームに取り付けられている  
 状態において、結合部材がフレームに接している部分のフレームの軸線方向に沿った二等  
 分点を指す。フレームの長さとは、フレームが湾曲している場合、フレームの射影像の長  
 さである。尚、射影方向は、観察者の顔に対して垂直な方向とする。

#### 【0065】

10

20

30

40

50

あるいは又、結合部材によって２つの画像表示装置が結合されているが、具体的には、結合部材が、２つの導光手段を結合している形態とすることもできる。尚、２つの導光手段が一体的に作製されている場合があり、このような場合、係る一体的に作製された導光手段に結合部材が取り付けられているが、係る形態も、結合部材が２つの導光手段を結合している形態に包含される。一方の画像生成装置の中心とフレームの一端部との間の距離を  $L_1$ 、他方の画像生成装置の中心とフレームの一端部との間の距離を  $L_2$  としたとき、 $L_1$ 、 $L_2$  の値も上述した  $L$  の値と同様とすることが望ましい。尚、画像生成装置の中心とは、画像生成装置が導光手段に取り付けられている状態において、画像生成装置及びフレームを仮想平面に射影したときに得られる画像生成装置の射影像が、フレームの射影像の重なっている部分のフレームの軸線方向に沿った二等分点を指す。

10

#### 【００６６】

結合部材の形状は、結合部材の射影像がフレームの射影像内に含まれる限りにおいて、本質的に任意であり、例えば、棒状、細長い板状を例示することができる。結合部材を構成する材料も、金属や合金、プラスチック、これらの組合せを挙げることができる。

#### 【実施例１】

#### 【００６７】

実施例１は、本開示の光ビーム伸長装置、画像表示装置及び光学装置に関する。

#### 【００６８】

実施例１の光ビーム伸長装置をＹ方向から眺めた概念図、及び、Ｚ方向から眺めた概念図を図１の（Ａ）及び（Ｂ）に示す。また、Ｚ方向と直交する仮想平面である第１Ａ仮想平面で第１反射鏡を切断したときの第１反射鏡の模式的な一部断面図、第１反射鏡の模式的な部分平面図、第１反射鏡の模式的な部分側面図（但し、光の挙動のみを示す）を図２の（Ａ）、（Ｂ）及び（Ｃ）に示し、Ｙ方向と直交する仮想平面である第２Ａ仮想平面で第２反射鏡を切断したときの第２反射鏡の模式的な一部断面図、第２反射鏡の模式的な部分平面図、第２反射鏡の模式的な部分側面図（但し、光の挙動のみを示す）を図３の（Ａ）、（Ｂ）及び（Ｃ）を示す。更には、第１反射鏡及び第２反射鏡の模式的な一部断面図を図４の（Ａ）及び（Ｂ）に示す。また、実施例１の光ビーム伸長装置を種々の方向から眺めたときの模式図を、図５、図６、図７に示し、実施例１の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第１反射鏡と、第２反射鏡と、導光板との位置関係を立体的に図８に示し、実施例１の光ビーム伸長装置内での光の挙動を図９に示す。更には、実施例１の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第１反射鏡との位置関係を模式的に図１０に示し、実施例１の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第１反射鏡と、第２反射鏡との位置関係を模式的に図１１に示し、実施例１の画像表示装置における画像形成装置あるいは光源と、第１反射鏡と、第２反射鏡と、導光板との位置関係を模式的に図１２に示す。また、実施例１の画像表示装置の変形例における画像生成装置と、第１反射鏡と、第２反射鏡と、導光板との位置関係を概念的に図１３に示す。更には、実施例１の画像表示装置の変形例における画像生成装置と、第１反射鏡と、第２反射鏡との位置関係を、具体的に、図１４～図１６に示し、実施例１の画像表示装置における画像生成装置と、第１反射鏡と、第２反射鏡との位置関係を、具体的に、図１７～図１９に示す。

20

30

40

#### 【００６９】

更には、実施例１あるいは後述する実施例２～実施例４における画像表示装置の概念図を図２０、図２１、図２２の（Ａ）あるいは図２３に示す。

#### 【００７０】

実施例１あるいは後述する実施例２～実施例４における画像表示装置１００、２００、３００、４００は、

（Ａ）画像生成装置１１０、２１０、及び、

（Ｂ）画像生成装置１１０、２１０からの光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光手段１３０、３３０、

を備えた画像表示装置である。そして、導光手段１３０、３３０は、

50

(B - 1) 入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板 1 3 1 , 3 3 1、

(B - 2) 導光板 1 3 1 , 3 3 1 に入射された光が導光板 1 3 1 , 3 3 1 の内部で全反射されるように、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に入射された光を偏向させる、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に配設された第 1 偏向手段 1 4 0 , 3 4 0、及び、

(B - 3) 導光板 1 3 1 , 3 3 1 の内部を全反射により伝播した光を導光板 1 3 1 , 3 3 1 から出射させるために、導光板 1 3 1 , 3 3 1 の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に配設された第 2 偏向手段 1 5 0 , 3 5 0、  
を備えている。尚、導光手段 1 3 0 , 3 3 0 は、シースルー型 (半透過型) である。そして、

10

(C) 導光板 1 3 1 , 3 3 1 へ入射される光の入射方向を X 方向、導光板 1 3 1 , 3 3 1 内における光の伝播方向を Y 方向としたとき、画像生成装置 1 1 0 , 2 1 0 から入射された光ビームを Z 方向に沿って伸長し、導光手段 1 3 0 , 3 3 0 へ出射する光ビーム伸長装置 7 0、  
を備えており、

光ビーム伸長装置 7 0 は、画像生成装置 1 1 0 , 2 1 0 からの光が入射される第 1 反射鏡 7 1、及び、第 1 反射鏡 7 1 からの光が入射され、導光手段 1 3 0 , 3 3 0 へ光を出射する第 2 反射鏡 7 2 から成る。

【 0 0 7 1 】

20

また、実施例 1 あるいは後述する実施例 2 ~ 実施例 4 における光学装置は、導光手段 1 3 0 , 3 3 0 を備えている。導光手段 1 3 0 , 3 3 0 は、

(b - 1) 光源 (実施例においては、具体的には、画像生成装置 1 1 0 , 2 1 0) から入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板 1 3 1 , 3 3 1、

(b - 2) 導光板 1 3 1 , 3 3 1 に入射された光が導光板 1 3 1 , 3 3 1 の内部で全反射されるように、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に入射された光を偏向させる、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に配設された第 1 偏向手段 1 4 0 , 3 4 0、及び、

(b - 3) 導光板 1 3 1 , 3 3 1 の内部を全反射により伝播した光を導光板 1 3 1 , 3 3 1 から出射させるために、導光板 1 3 1 , 3 3 1 の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に配設された第 2 偏向手段 1 5 0 , 3 5 0、  
を備えている。そして、更に、

30

導光板 1 3 1 , 3 3 1 へ入射される光の入射方向を X 方向、導光板 1 3 1 , 3 3 1 内における光の伝播方向を Y 方向としたとき、光源から入射された光ビームを Z 方向に沿って伸長し、導光手段 1 3 0 , 3 3 0 へ出射する光ビーム伸長装置 7 0、  
を備えており、

光ビーム伸長装置 7 0 は、光源からの光が入射される第 1 反射鏡 7 1、及び、第 1 反射鏡 7 1 からの光が入射され、導光手段 1 3 0 , 3 3 0 へ光を出射する第 2 反射鏡 7 2 から成る。

【 0 0 7 2 】

40

更には、実施例 1 の光ビーム伸長装置 7 0 は、光源 (実施例においては、具体的には、画像生成装置 1 1 0) と照射面 (実施例において、具体的には、導光手段 1 3 0) との間に配置され、光源からの光が入射される第 1 反射鏡 7 1、及び、第 1 反射鏡 7 1 からの光が入射され、照射面へ光を出射する第 2 反射鏡 7 2 から成る。

【 0 0 7 3 】

ここで、実施例 1 あるいは後述する実施例 3 の画像表示装置 1 0 0 , 3 0 0 において、画像生成装置 1 1 0 は、第 1 の形態の画像生成装置であり、

(A - 1) 2 次元マトリクス状に配列された複数の画素を有する画像形成装置 1 1 1、及び、

(A - 2) 画像形成装置 1 1 1 の各画素から出射された光を平行光とするコリメート光

50

学系 1 1 2、  
を備えており、

コリメート光学系 1 1 2 からの光が第 1 反射鏡 7 1 に入射される。

【 0 0 7 4 】

第 1 偏向手段 1 4 0 及び第 2 偏向手段 1 5 0 は導光板 1 3 1 の内部に配設されている。そして、第 1 偏向手段 1 4 0 は、導光板 1 3 1 に入射された光を反射し、第 2 偏向手段 1 5 0 は、導光板 1 3 1 の内部を全反射により伝播した光を、複数回に互り、透過、反射する。即ち、第 1 偏向手段 1 4 0 は反射鏡として機能し、第 2 偏向手段 1 5 0 は半透過鏡として機能する。より具体的には、導光板 1 3 1 の内部に設けられた第 1 偏向手段 1 4 0 は、アルミニウムから成り、導光板 1 3 1 に入射された光を反射させる光反射膜（一種のミラー）から構成されている。一方、導光板 1 3 1 の内部に設けられた第 2 偏向手段 1 5 0 は、誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体から構成されている。誘電体積層膜は、例えば、高誘電率材料としての  $TiO_2$  膜、及び、低誘電率材料としての  $SiO_2$  膜から構成されている。誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体に関しては、特表 2 0 0 5 - 5 2 1 0 9 9 に開示されている。図面においては 6 層の誘電体積層膜を図示しているが、これに限定するものではない。誘電体積層膜と誘電体積層膜との間には、導光板 1 3 1 を構成する材料と同じ材料から成る薄片が挟まれている。尚、第 1 偏向手段 1 4 0 においては、導光板 1 3 1 に入射された平行光が導光板 1 3 1 の内部で全反射されるように、導光板 1 3 1 に入射された平行光が反射（又は回折）される。一方、第 2 偏向手段 1 5 0 においては、導光板 1 3 1 の内部を全反射により伝播した平行光が複数回に互り反射（又は回折）され、導光板 1 3 1 から平行光の状態で出射される。

【 0 0 7 5 】

第 1 偏向手段 1 4 0 は、導光板 1 3 1 の第 1 偏向手段 1 4 0 を設ける部分 1 3 4 を切り出すことで、導光板 1 3 1 に第 1 偏向手段 1 4 0 を形成すべき斜面を設け、係る斜面に光反射膜を真空蒸着した後、導光板 1 3 1 の切り出した部分 1 3 4 を第 1 偏向手段 1 4 0 に接着すればよい。また、第 2 偏向手段 1 5 0 は、導光板 1 3 1 を構成する材料と同じ材料（例えば、ガラス）と誘電体積層膜（例えば、真空蒸着法にて成膜することができる）とが多数積層された多層積層構造体を作製し、導光板 1 3 1 の第 2 偏向手段 1 5 0 を設ける部分 1 3 5 を切り出して斜面を形成し、係る斜面に多層積層構造体を接着し、研磨等を行って、外形を整えればよい。こうして、導光板 1 3 1 の内部に第 1 偏向手段 1 4 0 及び第 2 偏向手段 1 5 0 が設けられた導光手段 1 3 0 を得ることができる。

【 0 0 7 6 】

実施例 1 あるいは後述する実施例 3 において、画像形成装置 1 1 1 は、反射型空間光変調装置 1 6 0、及び、白色光を出射する発光ダイオードから成る光源 1 6 3 から構成されている。より具体的には、反射型空間光変調装置 1 6 0 は、ライト・バルブとしての LCOS から成る液晶表示装置（LCD）1 6 1、及び、光源 1 6 3 からの光の一部を反射して液晶表示装置 1 6 1 へと導き、且つ、液晶表示装置 1 6 1 によって反射された光の一部を通過させてコリメート光学系 1 1 2 へと導く偏光ビームスプリッター 1 6 2 から構成されている。液晶表示装置 1 6 1 は、2 次元マトリクス状に配列された複数（例えば、 $320 \times 240$  個）の画素（液晶セル）を備えている。偏光ビームスプリッター 1 6 2 は、周知の構成、構造を有する。光源 1 6 3 から出射された無偏光の光は、偏光ビームスプリッター 1 6 2 に衝突する。偏光ビームスプリッター 1 6 2 において、P 偏光成分は通過し、系外に出射される。一方、S 偏光成分は、偏光ビームスプリッター 1 6 2 において反射され、液晶表示装置 1 6 1 に入射し、液晶表示装置 1 6 1 の内部で反射され、液晶表示装置 1 6 1 から出射される。ここで、液晶表示装置 1 6 1 から出射した光の内、「白」を表示する画素から出射した光には P 偏光成分が多く含まれ、「黒」を表示する画素から出射した光には S 偏光成分が多く含まれる。従って、液晶表示装置 1 6 1 から出射され、偏光ビームスプリッター 1 6 2 に衝突する光の内、P 偏光成分は、偏光ビームスプリッター 1 6 2 を通過し、コリメート光学系 1 1 2 へと導かれる。一方、S 偏光成分は、偏光ビームスプリッター 1 6 2 において反射され、光源 1 6 3 に戻される。液晶表示装置 1 6 1 は、例

例えば、２次元マトリクス状に配列された複数（例えば、 $320 \times 240$ 個）の画素（液晶セルの数は画素数の３倍）を備えている。コリメート光学系１１２は、例えば、凸レンズから構成され、平行光を生成させるために、コリメート光学系１１２における焦点距離の所（位置）に画像形成装置１１１（より具体的には、液晶表示装置１６１）が配置されている。また、１画素は、赤色を出射する赤色発光副画素、緑色を出射する緑色発光副画素、及び、青色を出射する青色発光副画素から構成されている。

#### 【００７７】

ここで、実施例１、あるいは、後述する実施例２～実施例４において、光学ガラスやプラスチック材料から成る導光板１３１、３３１は、導光板１３１、３３１の内部全反射による光伝播方向（Ｙ方向）と平行に延びる２つの平行面（第１面１３２、３３２及び第２面１３３、３３３）を有している。第１面１３２、３３２と第２面１３３、３３３とは対向している。そして、光入射面に相当する第１面１３２、３３２から平行光が入射され、内部を全反射により伝播した後、光出射面に相当する第１面１３２、３３２から出射される。但し、これに限定するものではなく、第２面１３３、３３３によって光入射面が構成され、第１面１３２、３３２によって光出射面が構成されていてもよい。

#### 【００７８】

そして、光ビーム伸長装置７０において、

第１反射鏡７１の光反射面は、第１Ａ斜面７１Ａと第１Ｂ斜面７１Ｂとが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第２反射鏡７２の光反射面は、第２Ａ斜面７２Ａと第２Ｂ斜面７２Ｂとが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第１Ａ斜面７１Ａの頂辺及び底辺は平行であり、Ｚ方向に延びており、

第１Ａ斜面７１Ａの底部と第１Ｂ斜面７１Ｂの底部の成す角度（ $\theta_1$ ）は９０度であり、

第２Ａ斜面７２Ａの頂辺及び底辺は平行であり、Ｙ方向に延びており、

第２Ａ斜面７２Ａの底部と第２Ｂ斜面７２Ｂの底部の成す角度（ $\theta_2$ ）は９０度である。尚、一対の第１Ａ斜面７１Ａ及び第１Ｂ斜面７１Ｂにおいて、第１Ａ斜面７１Ａの頂辺と第１Ｂ斜面７１Ｂの頂辺とは同じ頂辺を占め、第１Ａ斜面７１Ａの底辺と第１Ｂ斜面７１Ｂの底辺とは同じ底辺を占める。同様に、一対の第２Ａ斜面７２Ａ及び第２Ｂ斜面７２Ｂにおいて、第２Ａ斜面７２Ａの頂辺と第２Ｂ斜面７２Ｂの頂辺とは同じ頂辺を占め、第２Ａ斜面７２Ａの底辺と第２Ｂ斜面７２Ｂの底辺とは同じ底辺を占める。

#### 【００７９】

第１反射鏡７１及び第２反射鏡７２の模式的な一部断面図を図４の（Ａ）及び（Ｂ）に示す。ここで、図４の（Ａ）に示す第１反射鏡７１の模式的な一部断面図は、第１Ａ仮想平面によって第１反射鏡７１を切断したときの模式的な一部断面図である。一方、図４の（Ｂ）に示す第２反射鏡７２の模式的な一部断面図は、第２Ａ仮想平面によって第２反射鏡７２を切断したときの模式的な一部断面図である。第１反射鏡７１及び第２反射鏡７２の光反射面には、例えば、アルミニウムといった光反射材料から成る光反射層７１Ｅ、７２Ｅが設けられている。尚、実施例１にあっては、第１反射鏡７１及び第２反射鏡７２の法線はＸ軸と平行として説明するが、これに限定するものではない。実施例１にあっては、第１Ａ斜面７１Ａの頂部７１Ｃと第１Ｂ斜面７１Ｂの頂部７１Ｃの成す角度（ $\theta_1'$ ）を９０度とした。また、第２Ａ斜面７２Ａの頂部７２Ｃと第２Ｂ斜面７２Ｂの頂部７２Ｃの成す角度（ $\theta_2'$ ）も９０度とした。前述した第１Ａ斜面－Ａの頂辺と、この第１Ａ斜面－Ａに隣接する第１Ａ斜面－Ｂの頂辺と、第１Ａ斜面－Ａの底辺７１Ｄによって形成される仮想三角形７１Ｆの形状は、隣辺の長さが等しい直角二等辺三角形（第１仮想直角三角形）である。また、第２Ａ斜面－Ａの頂辺と、この第２Ａ斜面－Ａに隣接する第２Ａ斜面－Ｂの頂辺と、第２Ａ斜面－Ａの底辺７２Ｄによって形成される仮想三角形７２Ｆの形状は、隣辺の長さが等しい直角二等辺三角形（第２仮想直角三角形）である。即ち、第１反射鏡７１にあっては、Ｙ方向に沿って同じ形状の第１仮想直角三角形が並んでいるし、同様に、第２反射鏡７２にあっては、Ｚ方向に沿って同じ形状の第２仮想直角三角形が並

んでいる。

【 0 0 8 0 】

第 1 反射鏡 7 1 に入射した光は、第 1 A 斜面 7 1 A と衝突し、第 1 A 斜面 7 1 A で反射されて、この第 1 A 斜面 7 1 A に対向する第 1 B 斜面 7 1 B と衝突し、第 1 B 斜面 7 1 B で反射され、第 1 反射鏡 7 1 から出射される。あるいは又、第 1 反射鏡 7 1 に入射した光は、第 1 B 斜面 7 1 B と衝突し、第 1 B 斜面 7 1 B で反射されて、この第 1 B 斜面 7 1 B に対向する第 1 A 斜面 7 1 A と衝突し、第 1 A 斜面 7 1 A で反射され、第 1 反射鏡 7 1 から出射される。同様に、第 2 反射鏡 7 2 に入射した光は、第 2 A 斜面 7 2 A と衝突し、第 2 A 斜面 7 2 A で反射されて、この第 2 A 斜面 7 2 A に対向する第 2 B 斜面 7 2 B と衝突し、第 2 B 斜面 7 2 B で反射され、第 2 反射鏡 7 2 から出射される。あるいは又、第 2 反射鏡 7 2 に入射した光は、第 2 B 斜面 7 2 B と衝突し、第 2 B 斜面 7 2 B で反射されて、この第 2 B 斜面 7 2 B に対向する第 2 A 斜面 7 2 A と衝突し、第 2 A 斜面 7 2 A で反射され、第 2 反射鏡 7 2 から出射される。

10

【 0 0 8 1 】

以下、図 1 の ( A ) 及び ( B )、図 2 の ( A )、( B ) 及び ( C )、図 3 の ( A )、( B ) 及び ( C )、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 1、図 1 2 を参照して、画像形成装置から第 1 反射鏡、第 2 反射鏡を経由して導光板に到達する光の挙動を説明する。

【 0 0 8 2 】

尚、図 1 に示す構成、構造にあっては、画像形成装置 1 1 1 あるいは光源 2 6 1 ( 後述する ) から出射された光の一部は、一点鎖線で示すハーフミラー 7 3 ( 図 1 の ( B ) 参照 ) を通過し、第 1 反射鏡 7 1 に入射し、第 1 反射鏡 7 1 から出射され、その一部がハーフミラー 7 3 によって反射され、一点鎖線で示すハーフミラー 7 4 ( 図 1 の ( B ) 参照 ) に入射し、ハーフミラー 7 4 によって一部が反射され、第 2 反射鏡 7 2 に入射し、第 2 反射鏡 7 2 から出射され、その一部がハーフミラー 7 4 を通過し、導光板 1 3 1 , 3 3 1 に入射する。尚、図 1 の ( A ) においては、「 A 」にて示す場所にハーフミラー 7 3 が配置され、「 B 」にて示す場所にハーフミラー 7 4 が配置されている。

20

【 0 0 8 3 】

一方、図 5 ~ 図 1 9 に示す構成、構造にあっては、ハーフミラーを使用せず、画像形成装置 1 1 1 あるいは光源 2 6 1、第 1 反射鏡 7 1、第 2 反射鏡 7 2、導光板 1 3 1 , 3 3 1 を空間に適切に配置することで、画像形成装置 1 1 1 あるいは光源 2 6 1 から、第 1 反射鏡 7 1、第 2 反射鏡 7 2 を経由して導光板 1 3 1 , 3 3 1 に入射する光が、画像形成装置 1 1 1 あるいは光源 2 6 1 や第 2 反射鏡 7 2 に遮られることを防いでいる。

30

【 0 0 8 4 】

そして、実施例 1 の光ビーム伸長装置 7 0 にあっては、第 1 A 仮想平面 ( 図 2 の ( A ) にあっては、図面紙面と平行な面 ) に射影したとき、画像生成装置 1 1 0 , 2 1 0 ( あるいは光源 ) から第 1 反射鏡 7 1 に入射する光の軌跡 ( 図 2 の ( A ) においては、 A , B で示す ) と、第 1 反射鏡 7 1 から出射される光 ( 図 2 の ( A ) においては、 C , D で示す ) の軌跡とは平行である ( 図 1 の ( B )、図 2 の ( A ) 参照 )。一方、 Y 方向に平行な軸線及び Z 方向に平行な軸線を含む第 1 B 仮想平面 ( 図 2 の ( B ) にあっては、図面紙面と平行な面 ) に射影したとき、画像生成装置 1 1 0 , 2 1 0 ( あるいは光源 ) から第 1 反射鏡 7 1 に入射する光 ( 図 2 の ( B ) においては、 A , B で示す ) の軌跡と、第 1 反射鏡 7 1 から出射される光 ( 図 2 の ( B ) においては、 C , D で示す ) の軌跡とは、第 1 A 仮想平面に対して対称である。尚、図 2 の ( C ) には、第 1 反射鏡 7 1 の模式的な部分側面図を示すが、この図にあっては、第 1 反射鏡 7 1 の頂部 7 1 C 及び底辺 7 1 D を示し、第 1 反射鏡 7 1 の斜面は透明なものとして図示しており、光の挙動のみを示している。

40

【 0 0 8 5 】

また、第 2 A 仮想平面 ( 図 3 の ( A ) にあっては、図面紙面と平行な面 ) に射影したとき、第 1 反射鏡 7 1 から第 2 反射鏡 7 2 に入射する光 ( 図 3 の ( A ) においては、 E , F で示す ) の軌跡と、第 2 反射鏡 7 2 から出射される光 ( 図 3 の ( A ) においては、 G , H

50

で示す)の軌跡とは平行である(図1の(A)、図3の(A)参照)。一方、第2B仮想平面(図3の(B)にあっては、図面紙面と平行な面)に射影したとき、第1反射鏡71から第2反射鏡72に入射する光(図3の(B)においては、E、Fで示す)の軌跡と、第2反射鏡72から出射される光(図3の(B)においては、G、Hで示す)の軌跡とは、第2A仮想平面に対して対称である。尚、図3の(C)には、第2反射鏡72の模式的な部分側面図を示すが、この図にあっては、第2反射鏡72の頂部72C及び底辺72Dを示し、第2反射鏡72の斜面は透明なものとして図示しており、光の挙動のみを示している。

#### 【0086】

そして、画像生成装置110、210(あるいは光源)の中心から出射され、第1反射鏡71に入射する光の光路長と、画像生成装置110、210(あるいは光源)の中心から出射された光であって、第1反射鏡71から出射され、第2反射鏡72に入射し、出射され、導光手段(あるいは照射面)に入射する光の光路長とは、等しい。更には、画像生成装置110、210(あるいは光源)から出射される光ビームのY方向に沿った大きさ $Y_0$ は、導光手段130、330(あるいは照射面)に入射する光ビームのY方向に沿った大きさと等しい(図1の(B)参照)。一方、導光手段130、330(あるいは照射面)に入射する光ビームのZ方向に沿った大きさ $Z_1$ は、画像生成装置110、210(あるいは光源)から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさ $Z_0$ よりも大きい(図1の(A)参照)。更には、導光手段130、330から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさは、画像生成装置110、210(あるいは光源)から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさ $Z_0$ と等しい。尚、このような構成を達成するためには、画像形成装置111あるいは光源261、第1反射鏡71、第2反射鏡72、導光板131、331を空間に適切に配置し、これらの構成、構造の最適化を図ればよい。

#### 【0087】

実施例1にあっては、光ビーム(光束)を、Z方向に沿って伸長し、一方、Y方向には伸長させない状態で、導光手段130、330へと入射させる光ビーム伸長装置70を備えている。光ビーム伸長装置70は、一種のビームエキスパンダーとして機能する。それ故、画像生成装置110、210におけるZ方向の開口絞りの径を大きく設定する必要がなくなり、画像生成装置110、210に備えるべきレンズの径を大きくする必要が無い。即ち、画像形成装置111に備えられたコリメート光学系112に備えられたレンズの径を大きくする必要が無く、画像表示装置の小型化、軽量化を図ることができるし、表示コントラストが低下し、画質が劣化するといった問題の発生も無い。

#### 【0088】

実施例1の画像表示装置の変形例における画像生成装置110、210と、第1反射鏡71と、第2反射鏡72と、導光板131、331との位置関係を概念的に図13に示し、実施例1の画像表示装置の変形例における画像生成装置110、210と、第1反射鏡71と、第2反射鏡72との位置関係を具体的に図14～図16に示す。また、実施例1の画像表示装置における画像生成装置110、210と、第1反射鏡71と、第2反射鏡72との位置関係を具体的に図17～図19に示す。尚、図14及び図17は、画像生成装置110、210と、第1反射鏡71と、第2反射鏡72との位置関係を透視図で示し、図15及び図18は、画像表示装置を正面から眺めた図であり、図16及び図19は、画像表示装置を側面から眺めた図である。

#### 【0089】

図13、図14～図16に示した変形例にあっては、画像生成装置110、210と第1反射鏡71との間、あるいは、光源と第1反射鏡71との間には、少なくとも1枚の平面反射部材(実施例1にあっては2枚の平面反射部材75、76)が備えられており、第1反射鏡71と第2反射鏡72との間には、少なくとも1枚の平面反射部材(実施例1にあっては1枚の平面反射部材76)が備えられている。そして、画像生成装置110、210と第1反射鏡71との間、あるいは、光源と第1反射鏡71との間に備えられた1枚の平面反射部材76は、第1反射鏡71と第2反射鏡72との間に備えられた1枚の平面



反射部材 76 を兼ねている。このような形態を採用することで、画像生成装置 110, 210 から第 1 反射鏡 71 までの光路、あるいは、光源から第 1 反射鏡 71 までの光路が、一種、折り畳まれる。その結果、画像生成装置 110, 210 (あるいは光源) の中心から出射され、第 1 反射鏡 71 に入射する光の光路長 (図 13 における、 $L_1 + L_2 + L_3$ ) と、画像生成装置 110, 210 (あるいは光源) の中心から出射された光であって、第 1 反射鏡 71 から出射され、第 2 反射鏡 72 に入射し、出射され、導光手段 (あるいは照射面) に入射する光の光路長 (図 13 における、 $L_4 + L_5 + L_6$ ) とを、コンパクトな構成、構造で、等しくすることが可能となる。即ち、光ビーム伸長装置、光学装置あるいは画像表示装置のコンパクト化を達成することができる。

#### 【実施例 2】

10

#### 【0090】

実施例 2 は、実施例 1 の変形であり、第 2 の形態の画像生成装置 210 に関する。実施例 2、あるいは、後述する実施例 4 の画像表示装置 200, 400 は、図 21 あるいは図 23 に概念図を示すように、

- (A - 1) 光源 261、
  - (A - 2) 光源 261 から出射された光を平行光とするコリメート光学系 262、
  - (A - 3) コリメート光学系 262 から出射された平行光を走査する走査手段 263、及び、
  - (A - 4) 走査手段 263 によって走査された平行光をリレーするリレー光学系 264
- を備えており、

20

リレー光学系 264 からの光が第 1 反射鏡 71 に入射される。

#### 【0091】

ここで、導光手段 130 は、実施例 1 にて説明した導光手段 130 と同じ構成、構造を有しているので、詳細な説明は省略する。

#### 【0092】

光源 261 は、赤色を発光する赤色発光素子 261R、緑色を発光する緑色発光素子 261G、青色を発光する青色発光素子 261B から構成されており、各発光素子は半導体レーザ素子から成る。光源 261 から出射された 3 原色の光は、クロスプリズム 265 を通過することで色合成が行われ、光路が一本化され、全体として正の光学的パワーを持つコリメート光学系 262 に入射し、平行光として出射される。そして、この平行光は、全反射ミラー 266 で反射され、マイクロミラーを二次元方向に回転自在とし、入射した平行光を 2 次元的に走査することができる MEMS から成る走査手段 263 によって水平走査及び垂直走査が行われ、一種の 2 次元画像化され、仮想の画素が生成される。そして、仮想の画素からの光は、周知のリレー光学系から構成されたりレー光学系 264 を通過し、平行光とされた光束が、光ビーム伸長装置 70 を経由して、導光手段 130 に入射する。

30

#### 【実施例 3】

#### 【0093】

実施例 3 も、実施例 1 の変形である。図 22 の (A) に概念図を示すように、実施例 3 の画像表示装置 300 における画像形成装置 111 及びコリメート光学系 112、光ビーム伸長装置 70 は、実施例 1 において説明した画像形成装置 111 及びコリメート光学系 112、光ビーム伸長装置 70 と同じ構成、構造を有する。また、導光手段 330 も、第 1 偏向手段及び第 2 偏向手段の構成、構造が異なる点を除き、基本的な構成、構造、即ち、

40

- (C - 1) 入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板 331、
- (C - 2) 導光板 331 に入射された光が導光板 331 の内部で全反射されるように、導光板 331 に入射された光を偏向させる、導光板 331 に配設された第 1 偏向手段、及び、

- (C - 3) 導光板 331 の内部を全反射により伝播した光を導光板 331 から出射させ

50

るために、導光板 331 の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板 331 に配設された第 2 偏向手段、  
を備えている点は、実施例 1 の導光手段 130 と同じである。

#### 【0094】

実施例 3 にあっては、第 1 偏向手段及び第 2 偏向手段は導光板 331 の表面（具体的には、導光板 331 の第 2 面 333）に配設されている。そして、第 1 偏向手段は、導光板 331 に入射された光を回折し、第 2 偏向手段は、導光板 331 の内部を全反射により伝播した光を、複数回に互り、回折する。ここで、第 1 偏向手段及び第 2 偏向手段は、回折格子素子、具体的には反射型回折格子素子、より具体的には反射型体積ホログラム回折格子から成る。以下の説明において、反射型体積ホログラム回折格子から成る第 1 偏向手段を、便宜上、『第 1 回折格子部材 340』と呼び、反射型体積ホログラム回折格子から成る第 2 偏向手段を、便宜上、『第 2 回折格子部材 350』と呼ぶ。

#### 【0095】

そして、実施例 3、あるいは、後述する実施例 4 にあっては、第 1 回折格子部材 340 及び第 2 回折格子部材 350 を、異なる P 種類（具体的には、 $P = 3$  であり、赤色、緑色、青色の 3 種類）の波長帯域（あるいは、波長）を有する P 種類の光の回折反射に対応させるために、反射型体積ホログラム回折格子から成る P 層の回折格子層が積層されて成る構成としている。尚、フォトリソ材料から成る各回折格子層には、1 種類の波長帯域（あるいは、波長）に対応する干渉縞が形成されており、従来の方法で作製されている。より具体的には、赤色の光を回折反射する回折格子層と、緑色の光を回折反射する回折格子層と、青色の光を回折反射する回折格子層とが積層された構造を、第 1 回折格子部材 340 及び第 2 回折格子部材 350 は有する。回折格子層（回折格子素子）に形成された干渉縞のピッチは一定であり、干渉縞は直線状であり、Z 方向に平行である。尚、図 22 の（A）及び図 23 においては、第 1 回折格子部材 340 及び第 2 回折格子部材 350 を 1 層で示した。このような構成を採用することで、各波長帯域（あるいは、波長）を有する光が第 1 回折格子部材 340 及び第 2 回折格子部材 350 において回折反射されるときに回折効率の増加、回折受容角の増加、回折角の最適化を図ることができる。

#### 【0096】

図 22 の（B）に反射型体積ホログラム回折格子の拡大した模式的な一部断面図を示す。反射型体積ホログラム回折格子には、傾斜角  $\theta$  を有する干渉縞が形成されている。ここで、傾斜角  $\theta$  とは、反射型体積ホログラム回折格子の表面と干渉縞の成す角度を指す。干渉縞は、反射型体積ホログラム回折格子の内部から表面に互り、形成されている。干渉縞は、ブラッグ条件を満たしている。ここで、ブラッグ条件とは、以下の式（A）を満足する条件を指す。式（A）中、 $m$  は正の整数、 $\lambda$  は波長、 $d$  は格子面のピッチ（干渉縞を含む仮想平面の法線方向の間隔）、 $\theta$  は干渉縞へ入射する角度の余角を意味する。また、入射角  $\theta_i$  にて回折格子部材に光が侵入した場合の、 $\theta_i$ 、傾斜角  $\theta$ 、入射角  $\theta_i$  の関係は、式（B）のとおりである。

#### 【0097】

$$m \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin(\theta) \quad (A)$$

$$\theta = 90^\circ - (\theta_i + \theta) \quad (B)$$

#### 【0098】

第 1 回折格子部材 340 は、上述したとおり、導光板 331 の第 2 面 333 に配設（接着）されており、第 1 面 332 から導光板 331 に入射されたこの平行光が導光板 331 の内部で全反射されるように、導光板 331 に入射されたこの平行光を回折反射する。更には、第 2 回折格子部材 350 は、上述したとおり、導光板 331 の第 2 面 333 に配設（接着）されており、導光板 331 の内部を全反射により伝播したこの平行光を、複数回、回折反射し、導光板 331 から平行光のまま第 1 面 332 から出射する。但し、これに限定するものではなく、第 2 面 333 によって導光板入射面が構成され、第 1 面 332 によって導光板出射面が構成されていてもよい。

#### 【0099】

そして、導光板 331 にあっても、赤色、緑色及び青色の 3 色の平行光が内部を全反射により伝播した後、出射される。このとき、導光板 331 が薄く導光板 331 の内部を進行する光路が長いと、各画角（水平画角）によって第 2 回折格子部材 350 に至るまでの全反射回数は異なっている。より詳細に述べれば、導光板 331 に入射する平行光のうち、第 2 回折格子部材 350 に近づく方向の角度（水平画角）をもって入射する平行光の反射回数は、第 2 回折格子部材 350 から離れる方向の水平画角をもって導光板 331 に入射する平行光の反射回数よりも少ない。これは、第 1 回折格子部材 340 において回折反射される平行光であって、第 2 回折格子部材 350 に近づく方向の水平画角をもって導光板 331 に入射する平行光の方が、これと逆方向の水平画角をもって導光板 331 に入射する平行光よりも、導光板 331 の内部を伝播していく光が導光板 331 の内面と衝突する際の導光板 331 の法線と成す角度が大きくなるからである。また、第 2 回折格子部材 350 の内部に形成された干渉縞の形状と、第 1 回折格子部材 340 の内部に形成された干渉縞の形状とは、導光板 331 の XZ 平面に対して対称な関係にある。

10

#### 【0100】

次に説明する実施例 4 における導光板 331 も、基本的には、以上に説明した導光板 331 の構成、構造と同じ構成、構造を有する。

#### 【0101】

実施例 3 にあっては、導光板 331 の内部全反射による光伝播方向を Y 方向、導光板 331 の厚さ方向を X 方向としたとき、第 1 回折格子部材 340 及び第 2 回折格子部材 350 における干渉縞の並ぶ方向、即ち、回折方向は Y 方向である。

20

#### 【0102】

反射型体積ホログラム回折格子の表面が十分に平滑、平坦でないと、光が散乱したり、コントラストの低下や解像度の劣化が生じ得る。このような問題の発生を防止し、しかも、反射型体積ホログラム回折格子の保護といった観点から、導光手段 330 を、光入射側から、導光板 331、反射型体積ホログラム回折格子 340、350、透明な平行平板が積層された構造とすることもできる。

#### 【0103】

実施例 3 において、第 1 偏向手段（第 1 回折格子部材 340）と第 2 偏向手段（第 2 回折格子部材 350）の中心間距離 30 mm、入射光の波長を 522 nm、導光板 331 への 0 度入射光の回折角（導光板 331 内の全反射角）を 59 度とする。また、導光板 331 の厚さを 1.5 mm、屈折率を 1.52、アイレリーフを 15 mm とする。このとき、第 1 回折格子部材 340 の中心に衝突する光の導光板 331 への入射点（以下、単に『光入射点』と呼ぶ）から、観察者の瞳までの距離は、空気換算長、40 mm となる。そして、光入射点から観察者の瞳 41 までの距離が最も長くなるのは水平画角が負のときである。ここで、水平画角  $\pm 11$  度、垂直画角  $\pm 8.3$  度とすると、水平画角 - 11 度の光線の光入射点から観察者の瞳 41 までの距離の空気換算長は 48 mm である。この 48 mm の距離で垂直画角  $\pm 8.3$  度の開口絞り（クリアアパーチャー）を確保する必要がある。従って、垂直方向に必要な投射光学系の口径は、観察者の瞳径を 3 mm とすると 17 mm となる。この口径が、導光板 331 における Z 方向に沿った光出射領域の長さに相当する。そして、この場合、第 2 反射鏡 72 における Z 方向の光反射領域の長さは、 $\{17 + 2 \times L_6 \times \tan(8.3^\circ)\}$  mm となる。

30

40

#### 【実施例 4】

#### 【0104】

実施例 4 は、実施例 3 の変形である。実施例 4 の画像表示装置の概念図を図 23 に示すが、実施例 4 の画像表示装置における光源 261、コリメート光学系 262、走査手段 263、リレー光学系 264 等は、実施例 2 と同じ構成、構造を有する。また、実施例 4 における導光手段 330 は、実施例 3 における導光手段 330 と同じ構成、構造を有する。

#### 【実施例 5】

#### 【0105】

実施例 5 は、本開示の画像表示装置、具体的には、実施例 1 ~ 実施例 4 にて説明した画

50

像表示装置 100, 200, 300, 400 を組み込んだ頭部装着型ディスプレイに関する。実施例 5 の頭部装着型ディスプレイを正面から眺めた模式図を図 24 に示し、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイ（但し、フレームを除去したと想定したときの状態）を正面から眺めた模式図を図 25 に示す。また、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイを上方から眺めた模式図を図 26 に示し、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイを観察者 40 の頭部に装着した状態を上方から眺めた図を図 27 に示す。尚、図 27 においては、便宜上、画像表示装置のみを示し、フレームの図示は省略している。また、以下の説明においては、画像表示装置を画像表示装置 100 で代表して説明しているが、画像表示装置 200, 300, 400 を適用することができることは言うまでもない。

#### 【0106】

実施例 5 の頭部装着型ディスプレイは、

(A) 観察者 40 の頭部に装着される眼鏡型のフレーム 10、及び、

(B) 2 つの画像表示装置 100、

を備えている。尚、実施例 5 あるいは後述する実施例 6 における頭部装着型ディスプレイにあっては、画像表示装置 100 を 2 つ備えた両眼型とした。

#### 【0107】

そして、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイは、2 つの画像表示装置 100 を結合する結合部材 20 を更に有している。結合部材 20 は、観察者 40 の 2 つの瞳 41 の間に位置するフレーム 10 の中央部分 10C の観察者に面する側に（即ち、観察者 40 とフレーム 10 との間に）、例えば、ビス（図示せず）を用いて取り付けられている。更には、結合部材 20 の射影像は、フレーム 10 の射影像内に含まれる。即ち、観察者 40 の正面から頭部装着型ディスプレイを眺めたとき、結合部材 20 はフレーム 10 によって隠されており、結合部材 20 は視認されない。また、結合部材 20 によって 2 つの画像表示装置 100 が結合されているが、具体的には、画像生成装置 110A, 110B が筐体 113 に格納され、結合部材 20 の各端部に、筐体 113 が取付け状態調整可能に取り付けられている。そして、各画像生成装置 110A, 110B は、観察者 40 の瞳 41 よりも外側に位置している。具体的には、一方の画像生成装置 110A の取付部中心 110Ac とフレーム 10 の一端部（一方の智）10A との間の距離を、結合部材 20 の中心 20c からフレームの一端部（一方の智）10A までの距離を、他方の画像生成装置 110B の取付部中心 110Bc とフレームの一端部（一方の智）10A との間の距離を、フレームの長さを L としたとき、

$$= 0.1 \times L$$

$$= 0.5 \times L$$

$$= 0.9 \times L$$

である。

#### 【0108】

結合部材 20 の各端部への画像生成装置（具体的には、画像生成装置 110A, 110B）の取付けは、具体的には、例えば、結合部材の各端部の 3 箇所に貫通孔（図示せず）を設け、貫通孔に対応したタップ付きの孔部（螺合部。図示せず）を画像生成装置 110A, 110B に設け、各貫通孔にビス（図示せず）を通し、画像生成装置 110A, 110B に設けられた孔部に螺合させる。ビスと孔部との間にはバネを挿入しておく。こうして、ビスの締め付け状態によって、画像生成装置の取付け状態（結合部材に対する画像生成装置の傾き）を調整することができる。取付け後、蓋（図示せず）によってビスを隠す。尚、図 25 及び図 29 において、結合部材 20, 30 を明示するために、結合部材 20, 30 に斜線を付した。

#### 【0109】

フレーム 10 は、観察者 40 の正面に配置されるフロント部 10B と、フロント部 10B の両端に蝶番 11 を介して回動自在に取り付けられた 2 つのテンプル部 12 と、各テンプル部 12 の先端部に取り付けられたモダン部（先セル、耳あて、イヤパッドとも呼ばれる）13 から成り、結合部材 20 は、観察者 40 の 2 つの瞳 41 の間に位置するフロン

10

20

30

40

50

ト部 10B の中央部分 10C ( 通常の眼鏡におけるブリッジの部分に相当する ) に取り付けられている。そして、結合部材 20 の観察者 40 に面する側にノーズパッド 14 が取り付けられている。尚、図 26 及び図 30 においては、ノーズパッド 14 の図示を省略している。フレーム 10 及び結合部材 20 は金属又はプラスチックから作製されており、結合部材 20 の形状は湾曲した棒状である。

#### 【 0110 】

更には、画像生成装置 110A, 110B のそれぞれから延びる配線 ( 信号線や電源線等 ) 15 が、テンブル部 12、及び、モダン部 13 の内部を介して、モダン部 13 の先端部から外部に延びており、図示しない外部回路に接続されている。更には、各画像生成装置 110A, 110B はヘッドホン部 16 を備えており、各画像生成装置 110A, 110B から延びるヘッドホン部用配線 17 が、テンブル部 12、及び、モダン部 13 の内部を介して、モダン部 13 の先端部からヘッドホン部 16 へと延びている。ヘッドホン部用配線 17 は、より具体的には、モダン部 13 の先端部から、耳介 ( 耳殻 ) の後ろ側を回り込むようにしてヘッドホン部 16 へと延びている。このような構成にすることで、ヘッドホン部 16 やヘッドホン部用配線 17 が乱雑に配置されているといった印象を与えることがなく、すっきりとした頭部装着型ディスプレイとすることができる。

10

#### 【 0111 】

また、フロント部 10B の中央部分 10C には、CCD あるいは CMOS センサーから成る固体撮像素子とレンズ ( これらは図示せず ) とから構成された撮像装置 18 が取り付けられている。具体的には、中央部分 10C には貫通孔が設けられており、中央部分 10C に設けられた貫通孔と対向する結合部材 20 の部分には凹部が設けられており、この凹部内に撮像装置 18 が配置されている。中央部分 10C に設けられた貫通孔から入射した光が、レンズによって固体撮像素子に集光される。固体撮像素子からの信号は、撮像装置 18 から延びる配線 ( 図示せず ) を介して、画像生成装置 110A、更には、外部回路に送出される。尚、配線は、結合部材 20 とフロント部 10B との間を通り、一方の画像生成装置 110A に接続されている。このような構成にすることで、撮像装置 18 が頭部装着型ディスプレイに組み込まれていることを、視認させ難くすることができる。

20

#### 【 0112 】

このように、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイ ( HMD ) にあっては、結合部材 20 が 2 つの画像表示装置 100 を結合しており、この結合部材 20 は、観察者 40 の 2 つの瞳 41 の間に位置するフレーム 10 の中央部分 10C に取り付けられている。即ち、各画像表示装置 100 は、フレーム 10 に、直接、取り付けられた構造とはなっていない。従って、観察者 40 がフレーム 10 を頭部に装着したとき、テンブル部 12 が外側に向かって広がった状態となり、その結果、フレーム 10 が変形したとしても、このようなフレーム 10 の変形によって、画像生成装置 110A, 110B の変位 ( 位置変化 ) が生じないか、生じたとしても、極僅かである。それ故、左右の画像の輻輳角が変化してしまうことを確実に防止することができる。しかも、フレーム 10 のフロント部 10B の剛性を高める必要がないので、フレーム 10 の重量増加、デザイン性の低下、コストの増加を招くことがない。また、画像表示装置 100 は、眼鏡型のフレーム 10 に、直接、取り付けられていないので、観察者の嗜好によってフレーム 10 のデザインや色等を自由に選択することが可能であるし、フレーム 10 のデザインが受ける制約も少なく、デザイン上の自由度が高い。加えて、観察者の正面から頭部装着型ディスプレイを眺めたとき、結合部材 20 はフレーム 10 に隠れている。従って、高いデザイン性、意匠性を頭部装着型ディスプレイに与えることができる。

30

40

#### 【 実施例 6 】

#### 【 0113 】

実施例 6 は、実施例 5 の変形である。実施例 6 の頭部装着型ディスプレイを正面から眺めた模式図を図 28 に示し、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイ ( 但し、フレームを除去したと想定したときの状態 ) を正面から眺めた模式図を図 29 に示す。また、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイを上方から眺めた模式図を図 30 に示す。

50

## 【 0 1 1 4 】

実施例 6 の頭部装着型ディスプレイにあっては、棒状の結合部材 3 0 が、実施例 5 と異なり、2 つの画像生成装置 1 1 0 A , 1 1 0 B を結合する代わりに、2 つの導光手段 1 3 0 を結合している。尚、2 つの導光手段 1 3 0 を一体的に作製し、係る一体的に作製された導光手段 1 3 0 に結合部材 3 0 が取り付けられている形態とすることもできる。

## 【 0 1 1 5 】

ここで、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイにあっては、結合部材 3 0 は、観察者 4 0 の 2 つの瞳 4 1 の間に位置するフレーム 1 0 の中央部分 1 0 C に、例えば、ビスを用いて取り付けられており、各画像生成装置 1 1 0 は、観察者 4 0 の瞳 4 1 よりも外側に位置している。尚、各画像生成装置 1 1 0 は、導光手段 1 3 0 の端部に取り付けられている。結合部材 3 0 の中心 3 0 C からフレーム 1 0 の一端部までの距離を  $\ell$ 、フレーム 1 0 の長さを  $L$  としたとき、 $\ell = 0.5 \times L$  を満足している。尚、実施例 6 においても、 $\ell$  の値、 $L$  の値は、実施例 5 の  $\ell$  の値、 $L$  の値と同じ値である。

## 【 0 1 1 6 】

実施例 6 にあっては、フレーム 1 0、各画像表示装置は、実施例 5 において説明したフレーム 1 0、画像表示装置と同じ構成、構造を有する。それ故、これらの詳細な説明は省略する。また、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイも、以上の相違点を除き、実質的に、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイと同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。

## 【 0 1 1 7 】

以上、本開示を好ましい実施例に基づき説明したが、本開示はこれらの実施例に限定するものではない。実施例において説明した画像表示装置、光学装置の構成、構造は例示であり、適宜変更することができる。例えば、導光板に表面レリーフ型ホログラム（米国特許第 2 0 0 4 0 0 6 2 5 0 5 A 1 参照）を配置してもよい。また、実施例 3 あるいは実施例 4 の導光手段にあっては、導光板 3 3 1 の第 1 面 3 3 2 に透過型ホログラムから成る第 1 偏向手段を配設し、第 2 面 3 3 3 に反射型ホログラムから成る第 2 偏向手段を配設するといった構成とすることもできる。このような構成にあっては、第 1 偏向手段に入射した光は、回折され、導光板内で全反射条件を満たし、第 2 偏向手段まで伝播される。そして、第 2 偏向手段において回折反射され、導光板から出射される。また、実施例 3 あるいは実施例 4 の導光手段にあっては、回折格子素子を透過型回折格子素子から構成することもできるし、あるいは又、第 1 偏向手段及び第 2 偏向手段の内のいずれか一方を反射型回折格子素子から構成し、他方を透過型回折格子素子から構成する形態とすることもできる。あるいは又、回折格子素子を、反射型ブレード回折格子素子や表面レリーフ型ホログラムとすることもできる。実施例にあっては、専ら、画像表示装置を 2 つ備えた両眼型としたが、画像表示装置を 1 つ備えた片眼型としてもよい。

## 【 0 1 1 8 】

実施例 1、実施例 3 での使用に適した画像形成装置の変形例として、例えば、図 3 1 に概念図を示すような、半導体発光素子から成る発光素子 5 0 1 が 2 次元マトリクス状に配列された発光パネルから成り、発光素子 5 0 1 のそれぞれの発光 / 非発光状態を制御することで、発光素子 5 0 1 の発光状態を直接的に視認させることで画像を表示する、アクティブマトリックスタイプの画像形成装置とすることもできる。この画像形成装置から出射された光は、コリメート光学系 1 1 2、光ビーム伸長装置 7 0 を介して導光板 1 3 1、3 3 1 に入射される。

## 【 0 1 1 9 】

あるいは又、図 3 2 に概念図を示すように、

( ) 赤色を発光する赤色発光素子 5 0 1 R が 2 次元マトリクス状に配列された赤色発光パネル 5 1 1 R、

( ) 緑色を発光する緑色発光素子 5 0 1 G が 2 次元マトリクス状に配列された緑色発光パネル 5 1 1 G、及び、

( ) 青色を発光する青色発光素子 5 0 1 B が 2 次元マトリクス状に配列された青色発光

10

20

30

40

50

パネル 5 1 1 B、並びに、

( ) 赤色発光パネル 5 1 1 R、緑色発光パネル 5 1 1 G 及び青色発光パネル 5 1 1 B から出射された光を 1 本の光路に纏めるための手段 (例えば、ダイクロイック・プリズム 5 0 3)、

を備えており、

赤色発光素子 5 0 1 R、緑色発光素子 5 0 1 G 及び青色発光素子 5 0 1 B のそれぞれの発光 / 非発光状態を制御するカラー表示の画像形成装置とすることもできる。この画像形成装置から出射された光も、コリメート光学系 1 1 2、光ビーム伸長装置 7 0 を介して導光板 1 3 1、3 3 1 に入射される。尚、参照番号 5 1 2 は、発光素子から出射された光を集光するためのマイクロレンズである。

10

#### 【 0 1 2 0 】

あるいは又、発光素子 5 0 1 R、5 0 1 G、5 0 1 B が 2 次元マトリクス状に配列された発光パネル 5 1 1 R、5 1 1 G、5 1 1 B 等から成る画像形成装置の概念図を図 3 3 に示すが、発光パネル 5 1 1 R、5 1 1 G、5 1 1 B から出射された光は、光通過制御装置 5 0 4 R、5 0 4 G、5 0 4 B によって通過 / 非通過が制御され、ダイクロイック・プリズム 5 0 3 に入射し、これらの光の光路は 1 本の光路に纏められ、コリメート光学系 1 1 2、光ビーム伸長装置 7 0 を介して導光板 1 3 1、3 3 1 に入射される。

#### 【 0 1 2 1 】

あるいは又、発光素子 5 0 1 R、5 0 1 G、5 0 1 B が 2 次元マトリクス状に配列された発光パネル 5 1 1 R、5 1 1 G、5 1 1 B 等から成る画像形成装置の概念図を図 3 4 に示すが、発光パネル 5 1 1 R、5 1 1 G、5 1 1 B から出射された光は、ダイクロイック・プリズム 5 0 3 に入射し、これらの光の光路は 1 本の光路に纏められ、ダイクロイック・プリズム 5 0 3 から出射したこれらの光は光通過制御装置 5 0 4 によって通過 / 非通過が制御され、コリメート光学系 1 1 2、光ビーム伸長装置 7 0 を介して導光板 1 3 1、3 3 1 に入射される。

20

#### 【 0 1 2 2 】

あるいは又、図 3 5 に示すように、赤色を発光する発光素子 5 0 1 R、及び、赤色を発光する発光素子 5 0 1 R から出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための一種のライト・バルブである光通過制御装置 (例えば、液晶表示装置 5 0 4 R)、緑色を発光する発光素子 5 0 1 G、及び、緑色を発光する発光素子 5 0 1 G から出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための一種のライト・バルブである光通過制御装置 (例えば、液晶表示装置 5 0 4 G)、青色を発光する発光素子 5 0 1 B、及び、青色を発光する発光素子 5 0 1 B から出射された出射光の通過 / 非通過を制御するための一種のライト・バルブである光通過制御装置 (例えば、液晶表示装置 5 0 4 B)、並びに、これらの G a N 系半導体から成る発光素子 5 0 1 R、5 0 1 G、5 0 1 B から出射された光を案内する光案内部材 5 0 2、及び、1 本の光路に纏めるための手段 (例えば、ダイクロイック・プリズム 5 0 3) を備えた画像形成装置とすることもできる。

30

#### 【 0 1 2 3 】

あるいは又、実施例 5 の頭部装着型ディスプレイの変形例の概念図を図 3 6 に示すように、光学装置は、画像生成装置 1 1 0 から出射された光が入射され、観察者の瞳 4 1 に向かって出射される半透過ミラー 6 2 0 から構成されている形態とすることもできる。尚、画像生成装置 1 1 0 から出射された光は、ガラス板やプラスチック板等の透明な部材 6 2 1 の内部を伝播して半透過ミラー 6 2 0 に入射する構造としている。但し、これに限定するものではなく、空気中を伝播して半透過ミラー 6 2 0 に入射する構造としてもよい。画像生成装置は、実施例 1 あるいは実施例 2 において説明した画像生成装置 1 1 0、2 1 0 とすることができる。

40

#### 【 0 1 2 4 】

尚、本開示は、以下のような構成を取ることにもできる。

#### [ 1 ] 《画像表示装置》

( A ) 画像生成装置、及び、

50

(B) 画像生成装置からの光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光手段、  
を備え、

導光手段は、

(B-1) 入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板、

(B-2) 導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる、導光板に配設された第1偏向手段、及び、

(B-3) 導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板に配設された第2偏向手段、

を備えており、更に、

(C) 導光板へ入射される光の入射方向をX方向、導光板内における光の伝播方向をY方向としたとき、画像生成装置から入射された光ビームをZ方向に沿って伸長し、導光手段へ出射する光ビーム伸長装置、

を備えた画像表示装置であって、

光ビーム伸長装置は、画像生成装置からの光が入射される第1反射鏡、及び、第1反射鏡からの光が入射され、導光手段へ光を出射する第2反射鏡から成り、

第1反射鏡の光反射面は、第1A斜面と第1B斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第2反射鏡の光反射面は、第2A斜面と第2B斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第1A斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z方向に延びており、

第1A斜面の底部と第1B斜面の底部の成す角度は90度であり、

第2A斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y方向に延びており、

第2A斜面の底部と第2B斜面の底部の成す角度は90度である画像表示装置。

[2] 画像生成装置と第1反射鏡との間には、少なくとも1枚の平面反射部材が備えられており、

第1反射鏡と第2反射鏡との間には、少なくとも1枚の平面反射部材が備えられており、

、

画像生成装置と第1反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材は、第1反射鏡と第2反射鏡との間に備えられた1枚の平面反射部材を兼ねている[1]に記載の画像表示装置。

[3] Z方向と直交する仮想平面である第1A仮想平面に射影したとき、画像生成装置から第1反射鏡に入射する光の軌跡と、第1反射鏡から出射される光の軌跡とは平行であり、

、

第1反射鏡の法線と直交する仮想平面である第1B仮想平面に射影したとき、画像生成装置から第1反射鏡に入射する光の軌跡と、第1反射鏡から出射される光の軌跡とは、第1A仮想平面に対して対称であり、

Y方向と直交する仮想平面である第2A仮想平面に射影したとき、第1反射鏡から第2反射鏡に入射する光の軌跡と、第2反射鏡から出射される光の軌跡とは平行であり、

第2反射鏡の法線と直交する仮想平面である第2B仮想平面に射影したとき、第1反射鏡から第2反射鏡に入射する光の軌跡と、第2反射鏡から出射される光の軌跡とは、第2A仮想平面に対して対称である[1]又は[2]に記載の画像表示装置。

[4] 画像生成装置の中心から出射され、第1反射鏡に入射する光の光路長と、画像生成装置の中心から出射された光であって、第1反射鏡から出射され、第2反射鏡に入射し、出射され、導光手段に入射する光の光路長とは、等しい[3]に記載の画像表示装置。

[5] 画像生成装置から出射される光ビームのY方向に沿った大きさは、導光手段に入射する光ビームのY方向に沿った大きさと等しい[4]に記載の画像表示装置。

[6] 導光手段に入射する光ビームのZ方向に沿った大きさは、画像生成装置から出射される光ビームのZ方向に沿った大きさよりも大きい[3]乃至[5]のいずれか1項に記

10

20

30

40

50



載の画像表示装置。

[ 7 ] 導光手段から出射される光ビームの Z 方向に沿った大きさは、画像生成装置から出射される光ビームの Z 方向に沿った大きさと等しい [ 6 ] に記載の画像表示装置。

[ 8 ] 画像生成装置は、

( A - 1 ) 2 次元マトリクス状に配列された複数の画素を有する画像形成装置、及び、

( A - 2 ) 画像形成装置の各画素から出射された光を平行光とするコリメート光学系、を備えており、

コリメート光学系からの光が第 1 反射鏡に入射される [ 1 ] 乃至 [ 7 ] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[ 9 ] 画像生成装置は、

( A - 1 ) 光源、

( A - 2 ) 光源から出射された光を平行光とするコリメート光学系、

( A - 3 ) コリメート光学系から出射された平行光を走査する走査手段、及び、

( A - 4 ) 走査手段によって走査された平行光をリレーするリレー光学系、

を備えており、

リレー光学系からの光が第 1 反射鏡に入射される [ 1 ] 乃至 [ 7 ] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[ 10 ] 第 1 偏向手段及び第 2 偏向手段は、回折格子素子から成る [ 1 ] 乃至 [ 9 ] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[ 11 ] 回折格子素子は反射型回折格子素子から成る [ 10 ] に記載の画像表示装置。

[ 12 ] 反射型回折格子素子は、反射型体積ホログラム回折格子から成る [ 11 ] に記載の画像表示装置。

[ 13 ] 回折格子素子は透過型回折格子素子から成る [ 10 ] に記載の画像表示装置。

[ 14 ] 一方の回折格子素子は反射型回折格子素子から成り、他方の回折格子素子は透過型回折格子素子から成る [ 10 ] に記載の画像表示装置。

[ 15 ] 第 1 偏向手段は、反射鏡として機能し、

第 2 偏向手段は、半透過鏡として機能する [ 1 ] 乃至 [ 9 ] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[ 16 ] 《光学装置》

光源から入射された光が内部を全反射により伝播した後、出射される導光板、

導光板に入射された光が導光板の内部で全反射されるように、導光板に入射された光を偏向させる、導光板に配設された第 1 偏向手段、及び、

導光板の内部を全反射により伝播した光を導光板から出射させるために、導光板の内部を全反射により伝播した光を複数回に互り偏向させる、導光板に配設された第 2 偏向手段、

を備えた導光手段、並びに、

導光板へ入射される光の入射方向を X 方向、導光板内における光の伝播方向を Y 方向としたとき、光源から入射された光ビームを Z 方向に沿って伸長し、導光手段へ出射する光ビーム伸長装置、

を備えた光学装置であって、

光ビーム伸長装置は、光源からの光が入射される第 1 反射鏡、及び、第 1 反射鏡からの光が入射され、導光手段へ光を出射する第 2 反射鏡から成り、

第 1 反射鏡の光反射面は、第 1 A 斜面と第 1 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 2 反射鏡の光反射面は、第 2 A 斜面と第 2 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 1 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z 方向に延びており、

第 1 A 斜面の底部と第 1 B 斜面の底部の成す角度は 90 度であり、

第 2 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y 方向に延びており、

第 2 A 斜面の底部と第 2 B 斜面の底部の成す角度は 90 度である光学装置。

10

20

30

40

50

[ 1 7 ] 光源と第 1 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

光源と第 1 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材は、第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材を兼ねている [ 1 6 ] に記載の光学装置。

[ 1 8 ] 《光ビーム伸長装置》

光源と照射面との間に配置され、光源からの光が入射される第 1 反射鏡、及び、第 1 反射鏡からの光が入射され、照射面へ光を出射する第 2 反射鏡から成る光ビーム伸長装置であって、

第 1 反射鏡の光反射面は、第 1 A 斜面と第 1 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 2 反射鏡の光反射面は、第 2 A 斜面と第 2 B 斜面とが交互に連続して並置され、断面形状が鋸歯形状を有し、

第 1 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Z 方向に延びており、

第 1 A 斜面の底部と第 1 B 斜面の底部の成す角度は 90 度であり、

第 2 A 斜面の頂辺及び底辺は平行であり、Y 方向に延びており、

第 2 A 斜面の底部と第 2 B 斜面の底部の成す角度は 90 度である光ビーム伸長装置。

[ 1 9 ] 光源と第 1 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間には、少なくとも 1 枚の平面反射部材が備えられており、

光源と第 1 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材は、第 1 反射鏡と第 2 反射鏡との間に備えられた 1 枚の平面反射部材を兼ねている [ 1 8 ] に記載の光ビーム伸長装置。

【符号の説明】

【 0 1 2 5 】

1 0・・・フレーム、1 0 A・・・フレームの一端部、1 0 B・・・フロント部、1 0 C・・・フレームの中央部分、1 1・・・蝶番、1 2・・・テンブル部、1 3・・・モダン部、1 4・・・ノーズパッド、1 5・・・配線（信号線や電源線等）、1 6・・・ヘッドホン部、1 7・・・ヘッドホン部用配線、1 8・・・撮像装置、2 0, 3 0・・・結合部材、4 0・・・観察者、4 1・・・瞳、1 0 0, 2 0 0, 3 0 0, 4 0 0・・・画像表示装置、1 1 0, 1 1 0 A, 1 1 0 B, 2 1 0・・・画像生成装置、1 1 1・・・画像形成装置、1 1 2・・・コリメート光学系、1 1 3・・・筐体、1 3 0, 3 3 0・・・導光手段、1 3 1, 3 3 1・・・導光板、1 3 2, 3 3 2・・・導光板の第 1 面、1 3 3, 3 3 3・・・導光板の第 2 面、1 3 4, 1 3 5・・・導光板の一部分、1 4 0・・・第 1 偏向手段、1 5 0・・・第 2 偏向手段、3 4 0・・・第 1 偏向手段（第 1 回折格子部材）、3 5 0・・・第 2 偏向手段（第 2 回折格子部材）、1 6 0・・・反射型空間光変調装置、1 6 1・・・液晶表示装置（LCD）、1 6 2・・・偏光ビームスプリッター、1 6 3・・・光源、2 6 1・・・光源、2 6 2・・・コリメート光学系、2 6 3・・・走査手段、2 6 4・・・リレー光学系、2 6 5・・・クロスプリズム、2 6 6・・・全反射ミラー、5 0 1, 5 0 1 R, 5 0 1 G, 5 0 1 B・・・発光素子、5 0 2・・・光案内部材、5 0 3・・・ダイクロイック・プリズム、5 0 4, 5 0 4 R, 5 0 4 G, 5 0 4 B・・・光通過制御装置、5 1 1 R, 5 1 1 G, 5 1 1 B・・・発光パネル、5 1 2・・・マイクロレンズ、6 2 0・・・半透過ミラー、6 2 1・・・透明な部材、7 0・・・光ビーム伸長装置、7 1・・・第 1 反射鏡、7 2・・・第 2 反射鏡、7 1 A・・・第 1 A 斜面、7 1 B・・・第 1 B 斜面、7 2 A・・・第 2 A 斜面、7 2 B・・・第 2 B 斜面、7 1 C, 7 2 C・・・頂部、7 1 D, 7 2 D・・・底辺、7 1 E, 7 2 E・・・光反射層、7 1 F, 7 2 F・・・仮想三角形、7 3, 7 4・・・ハーフミラー、7 5, 7 6・・・平面反射部材

10

20

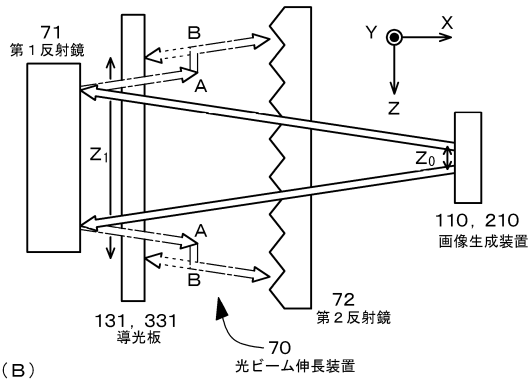
30

40

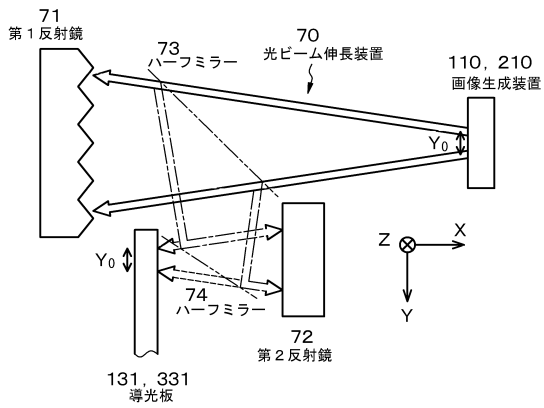
【図 1】

【図 1】

(A)



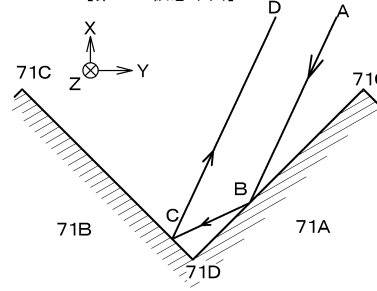
(B)



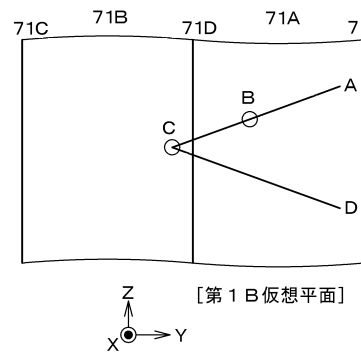
【図 2】

【図 2】

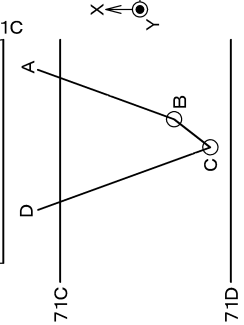
(A) [第 1 A 仮想平面]



(B)



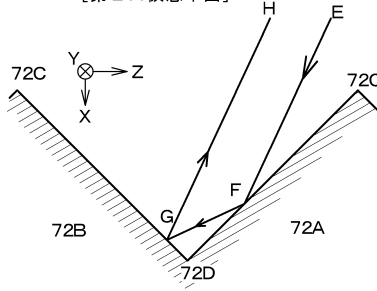
(C)



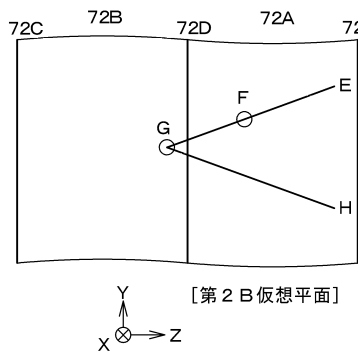
【図 3】

【図 3】

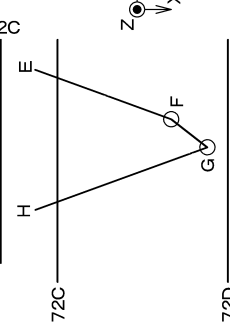
(A) [第 2 A 仮想平面]



(B)



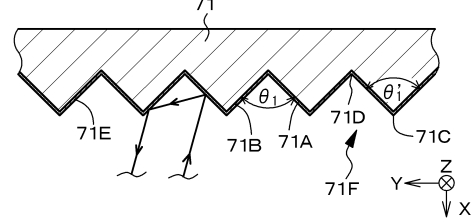
(C)



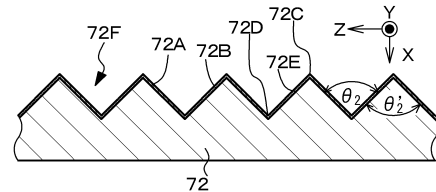
【図 4】

【図 4】

(A)

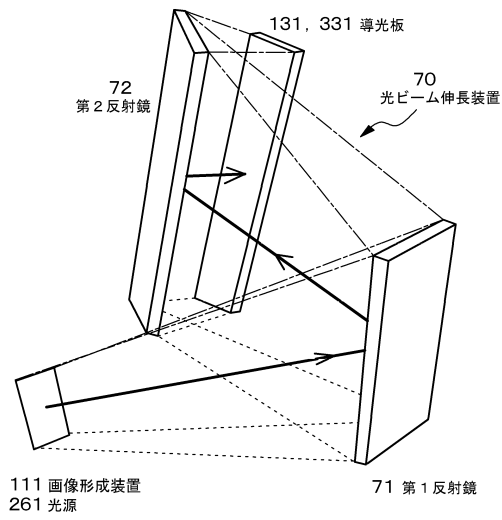


(B)



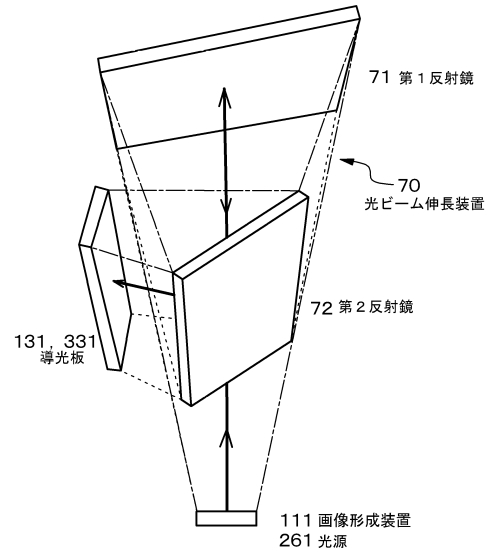
【図 5】

【図 5】



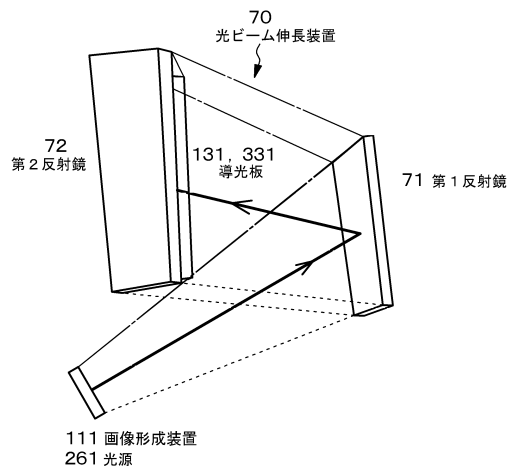
【図 6】

【図 6】



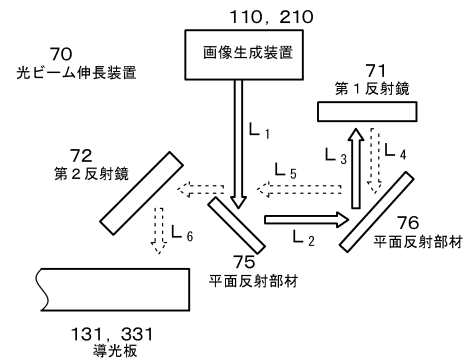
【図 7】

【図 7】



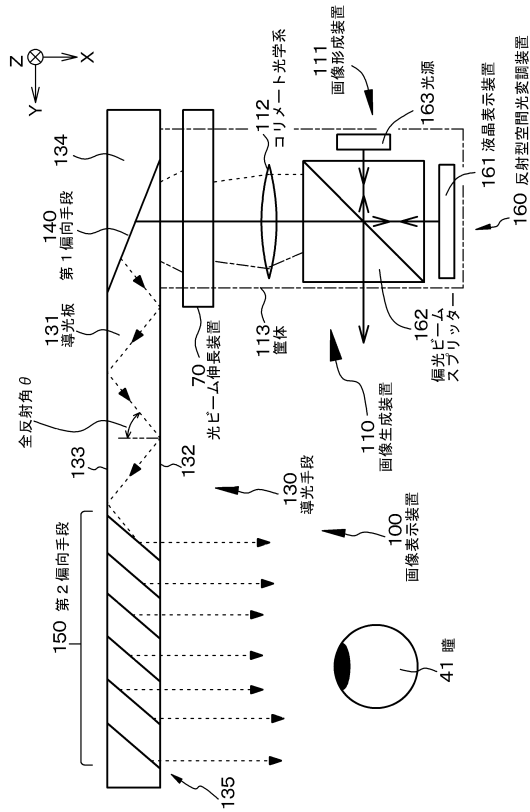
【図 13】

【図 13】



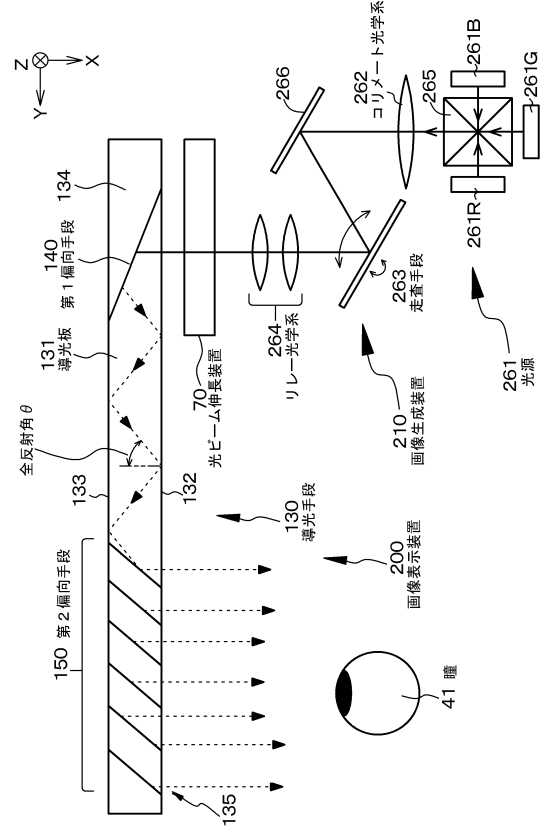
【 図 2 0 】

【図 20】（実施例 1）



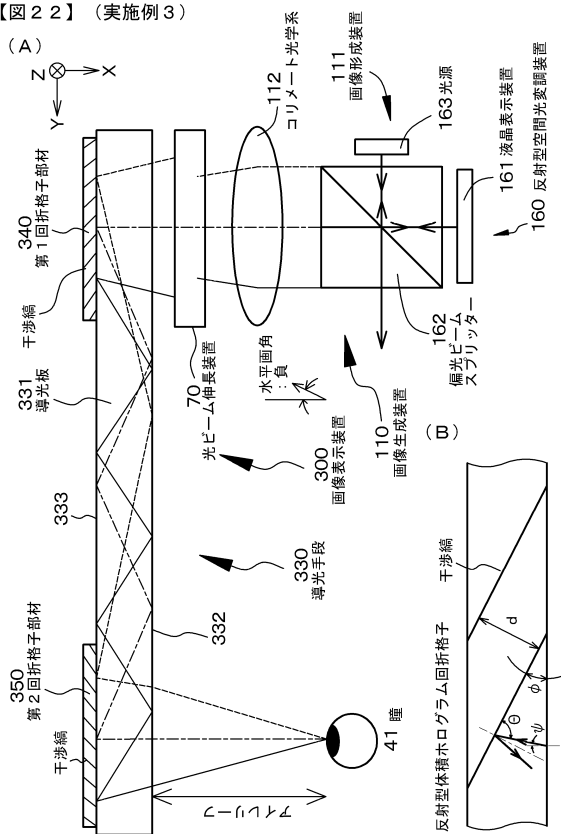
【 図 2 1 】

【図 21】（実施例 2）



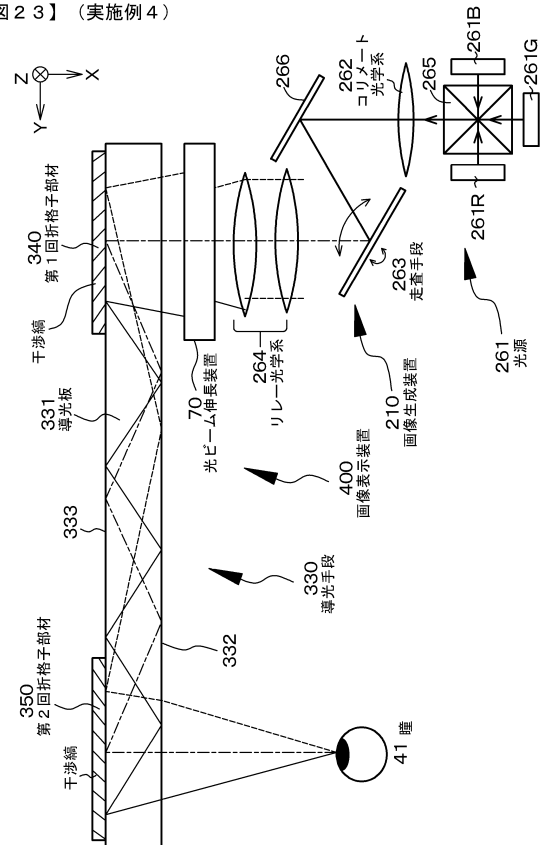
【 図 2 2 】

【図 22】（実施例 3）



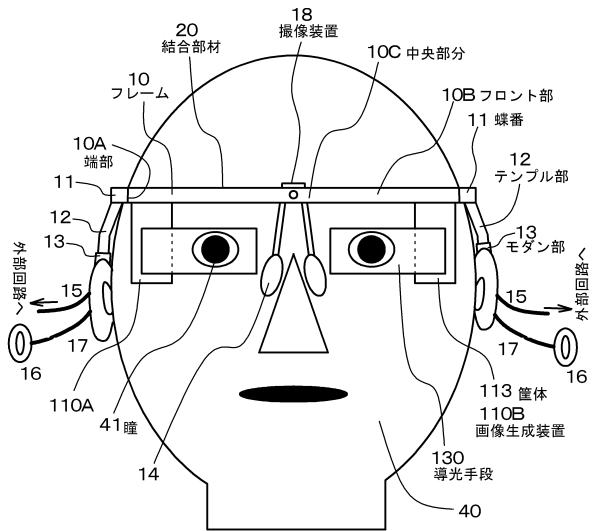
【 図 2 3 】

【図 23】（実施例 4）



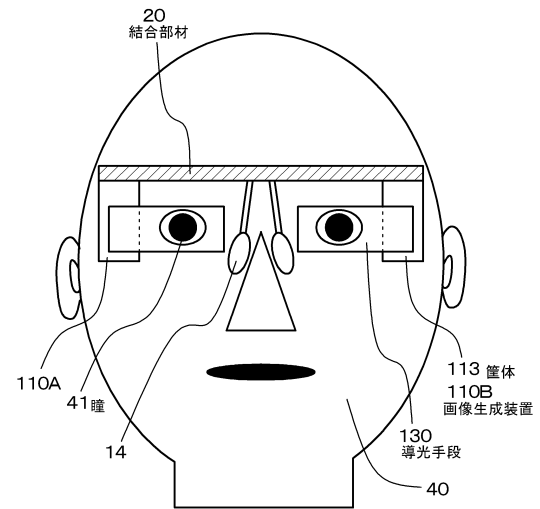
【図 2 4】

【図 2 4】（実施例 5）



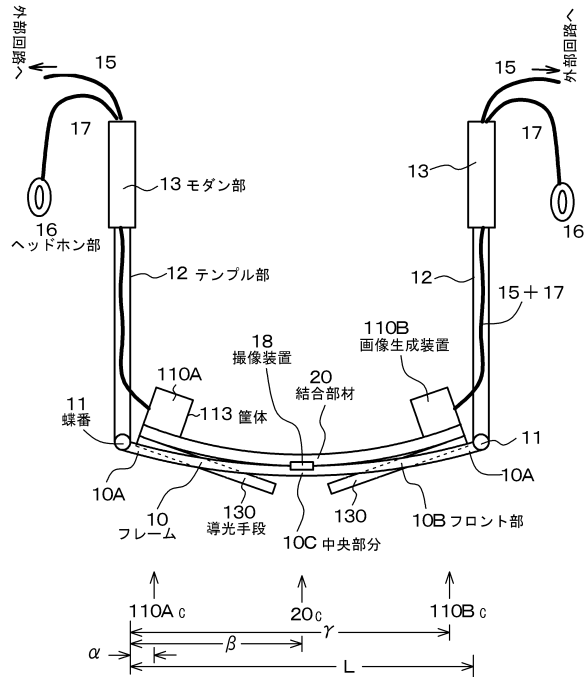
【図 2 5】

【図 2 5】（実施例 5）



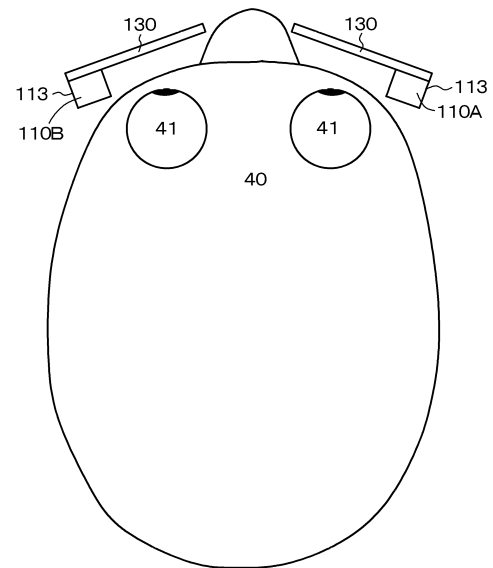
【図 2 6】

【図 2 6】（実施例 5）



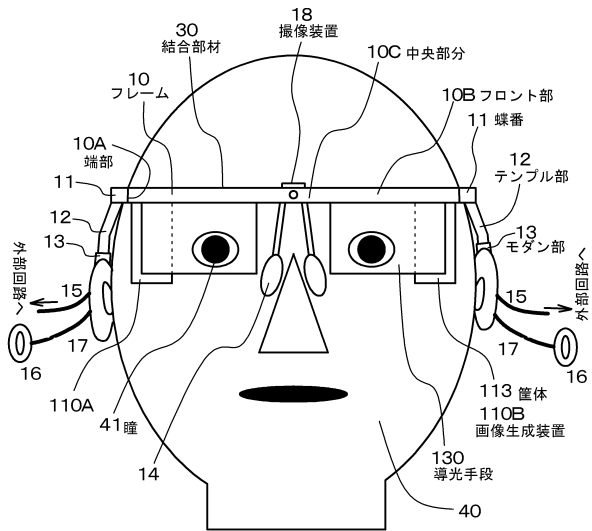
【図 2 7】

【図 2 7】



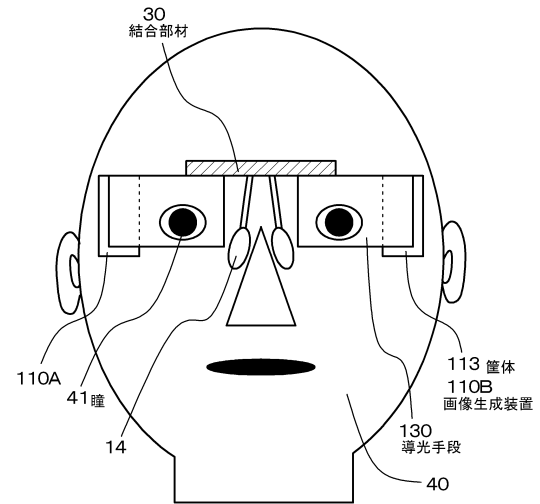
【図 28】

【図 28】（実施例 6）



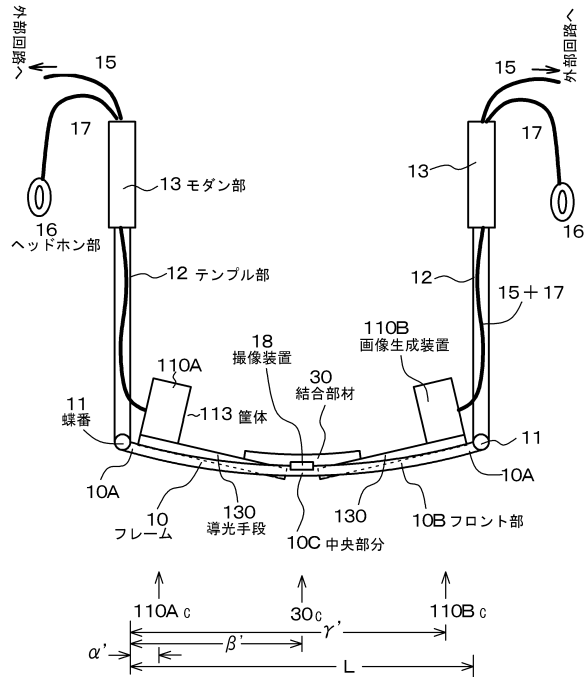
【図 29】

【図 29】（実施例 6）



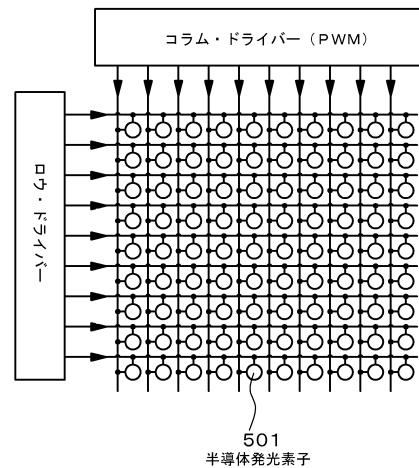
【図 30】

【図 30】（実施例 6）



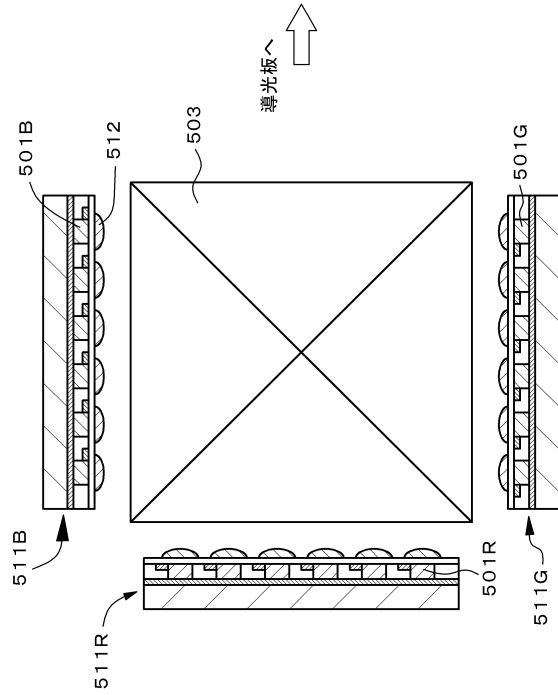
【図 31】

【図 31】



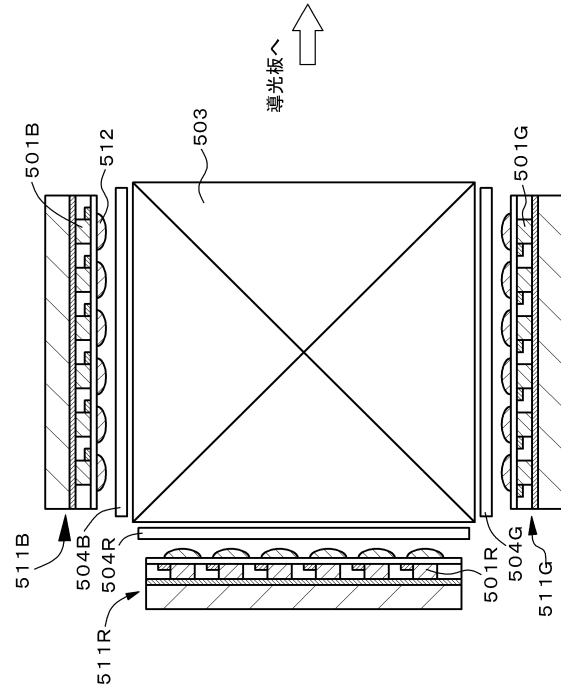
【図 3 2】

【図 3 2】



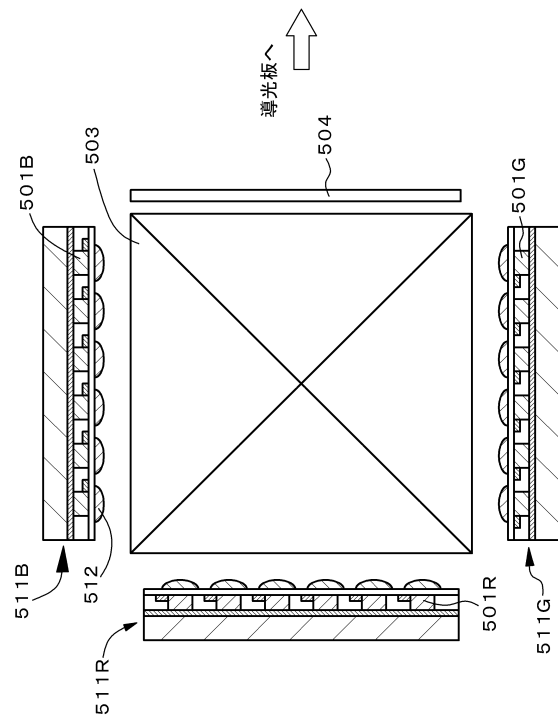
【図 3 3】

【図 3 3】



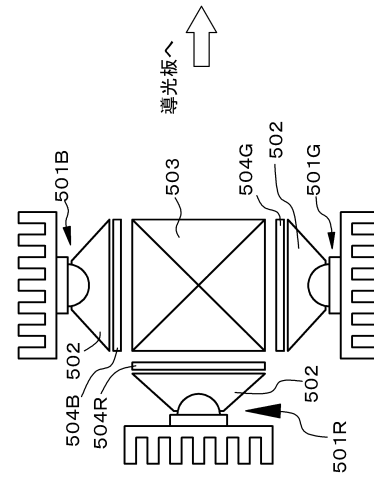
【図 3 4】

【図 3 4】



【図 3 5】

【図 3 5】

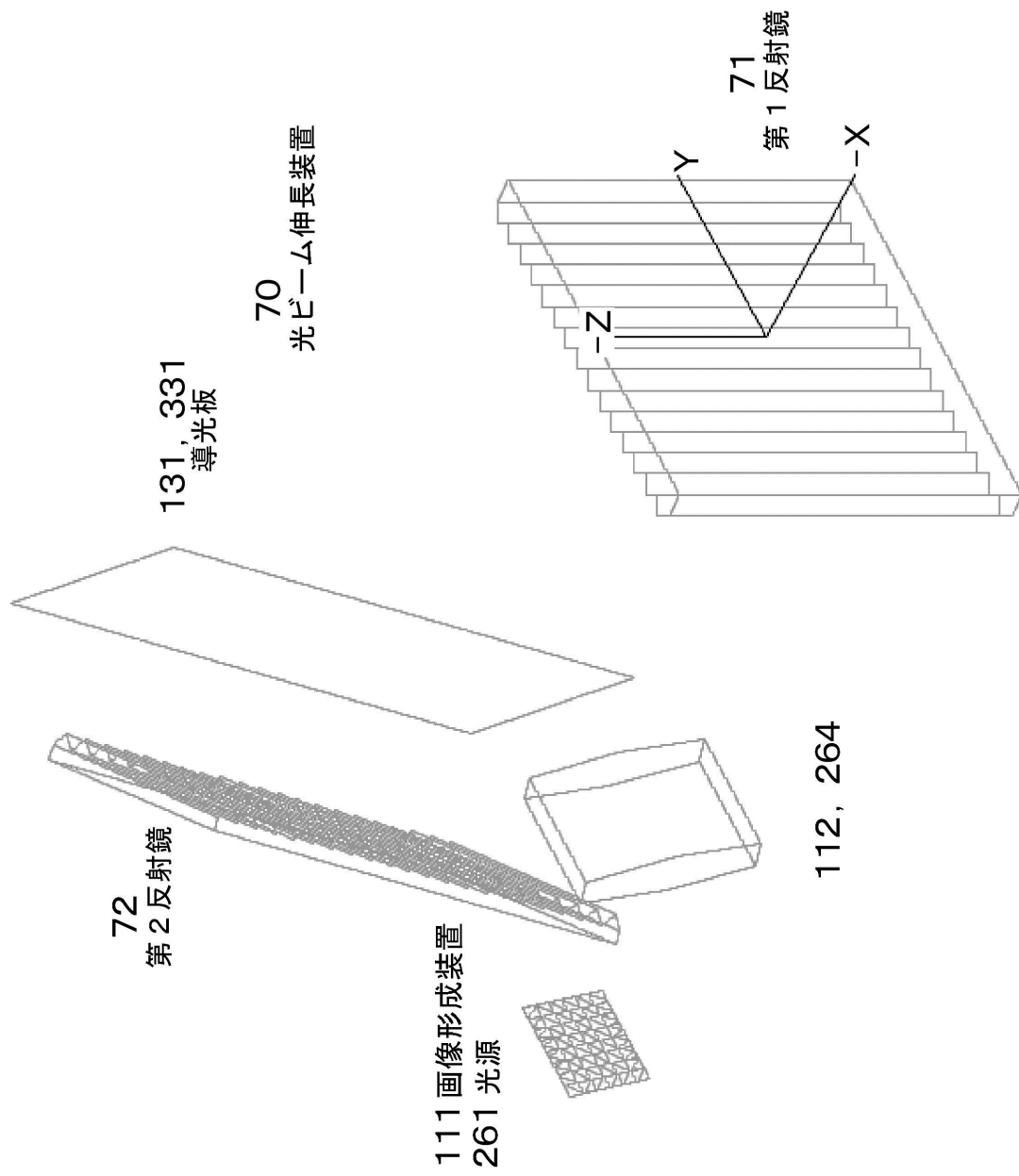






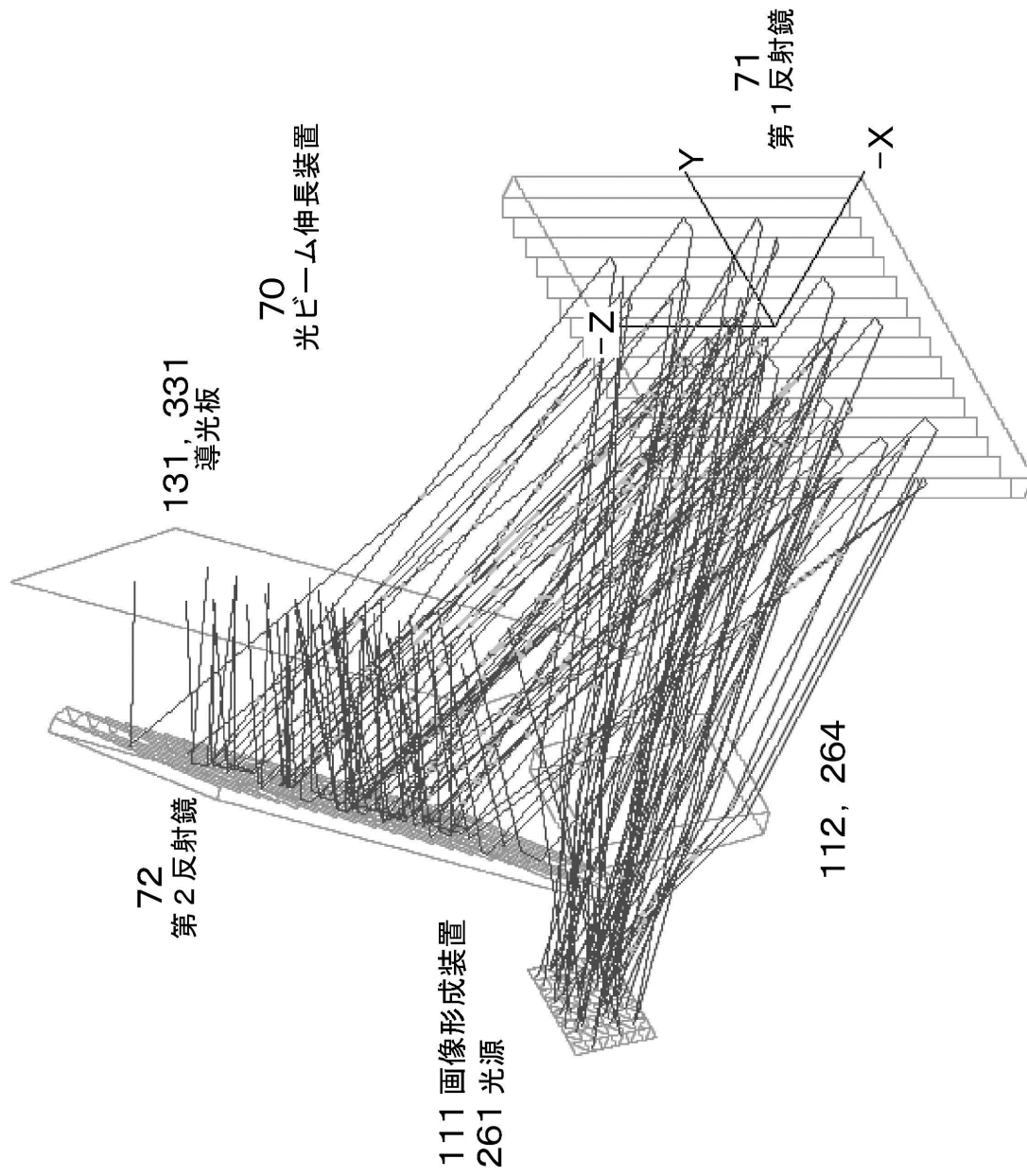
【図 8】

【図 8】



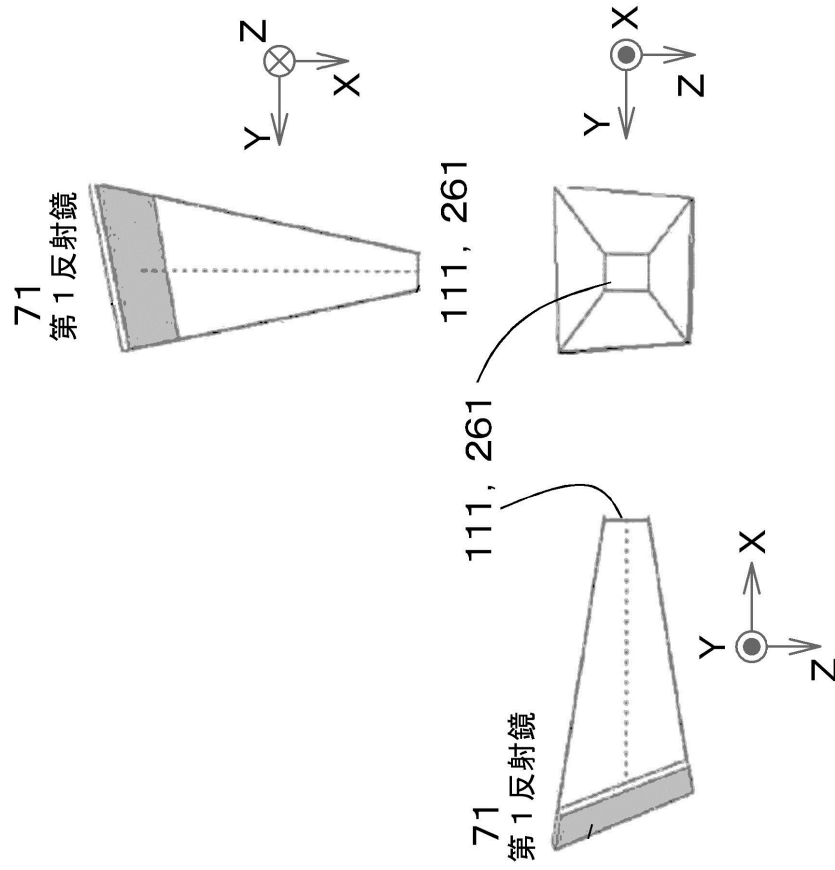
【図9】

【図9】

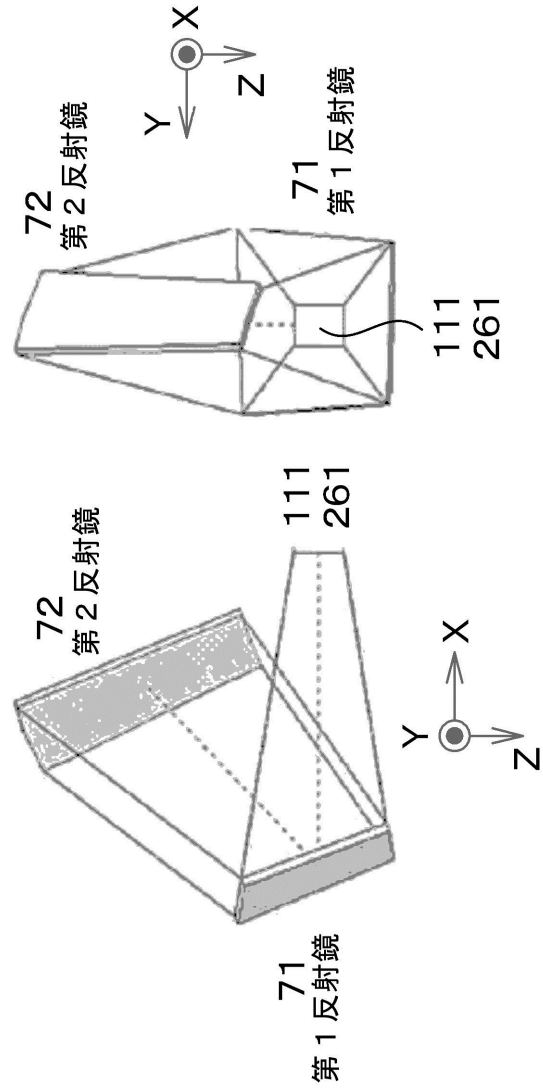
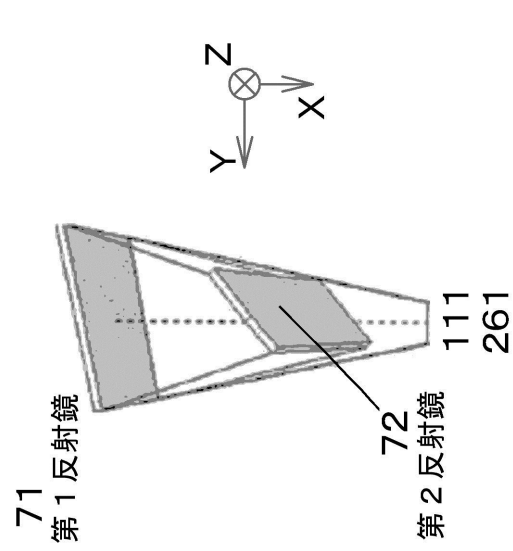


【図10】

【図10】

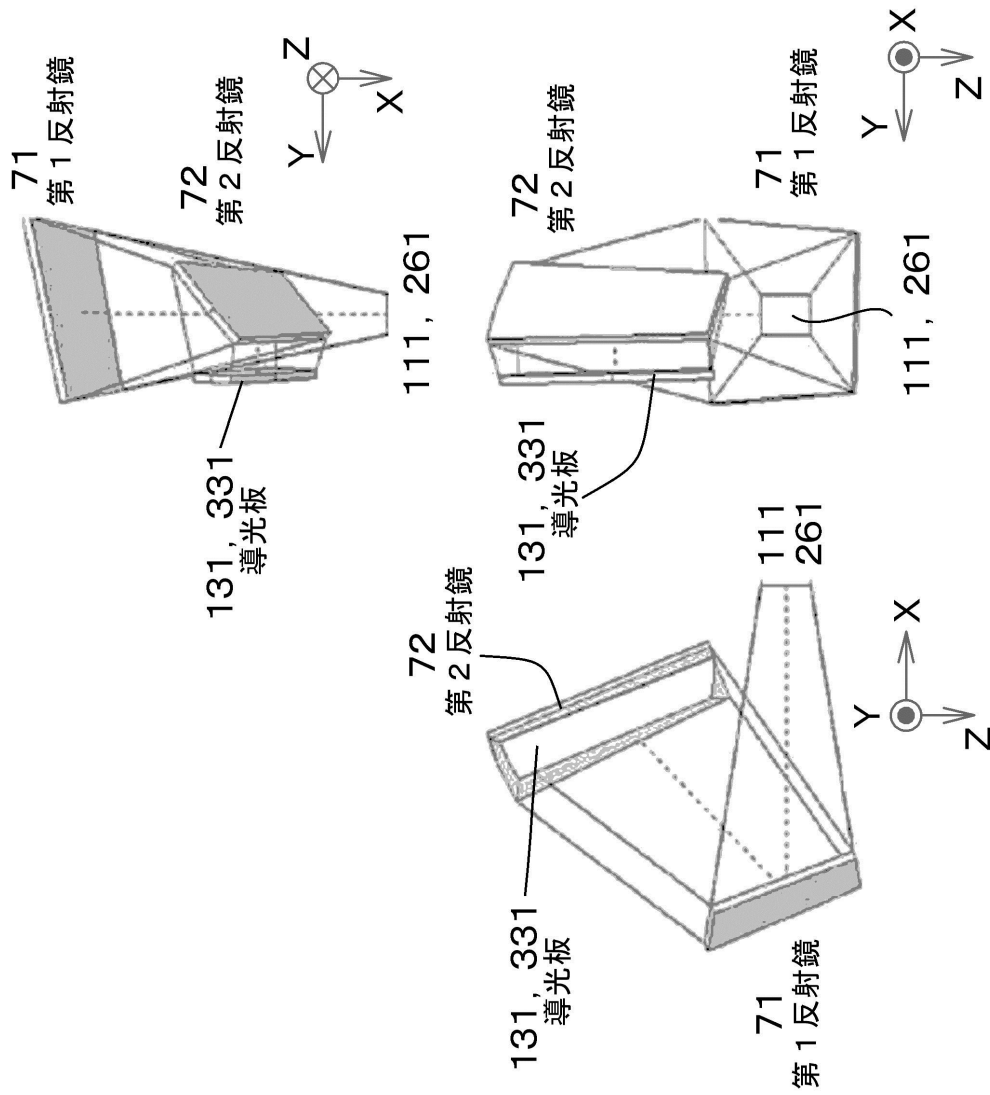


【図 11】



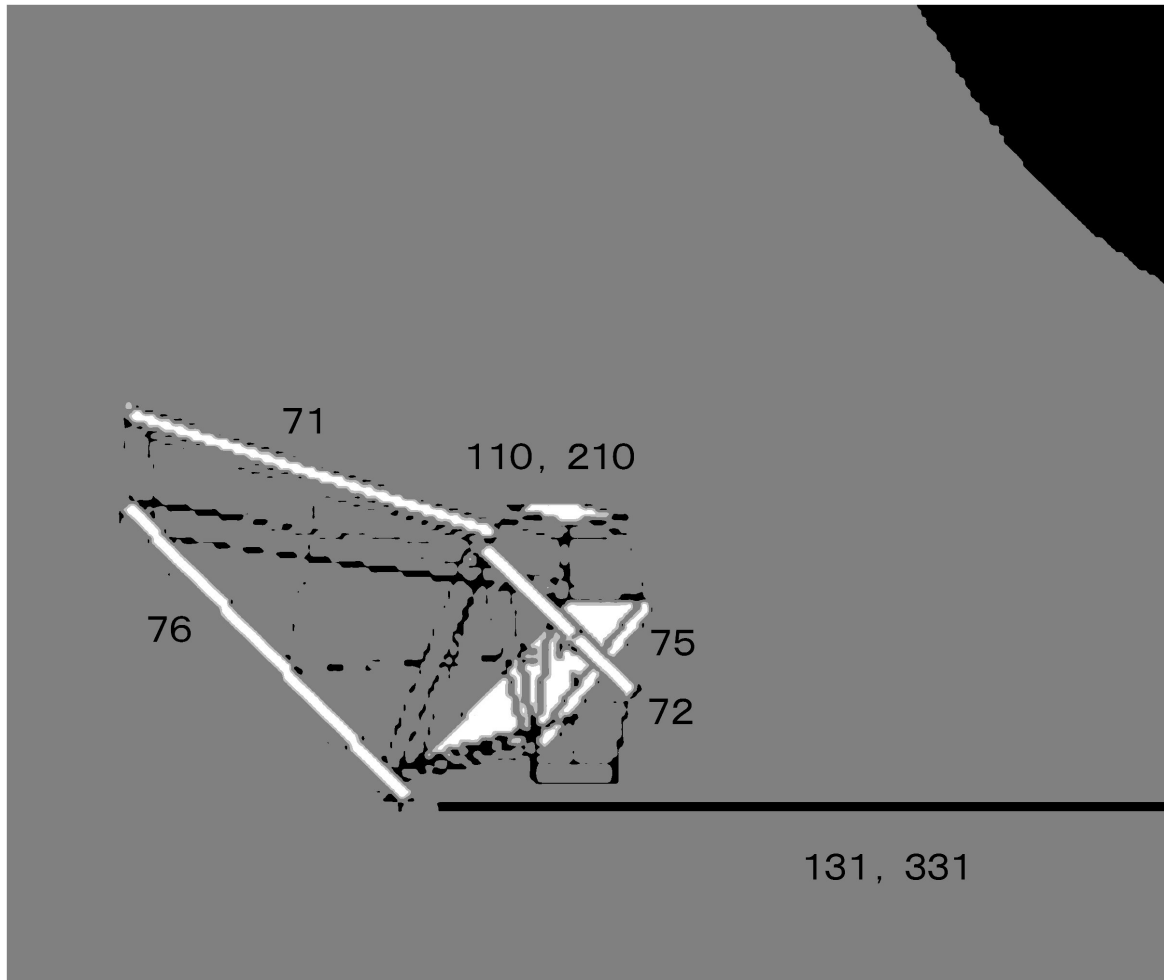
【図 12】

【図 12】



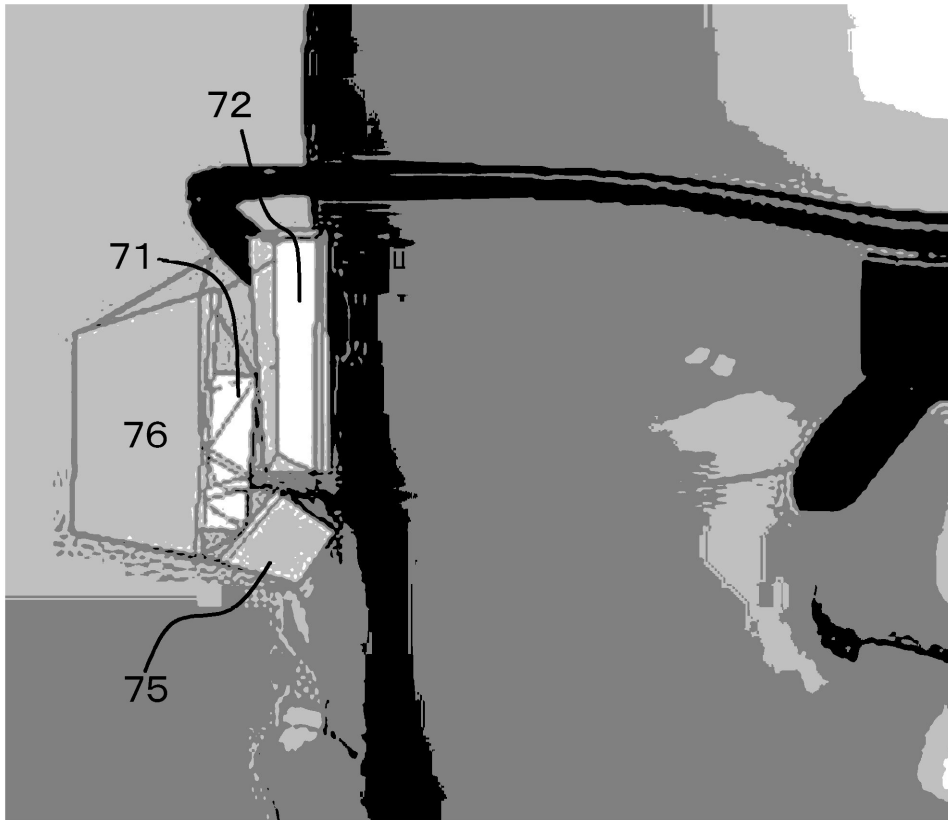
【図 14】

【図 14】



【図 15】

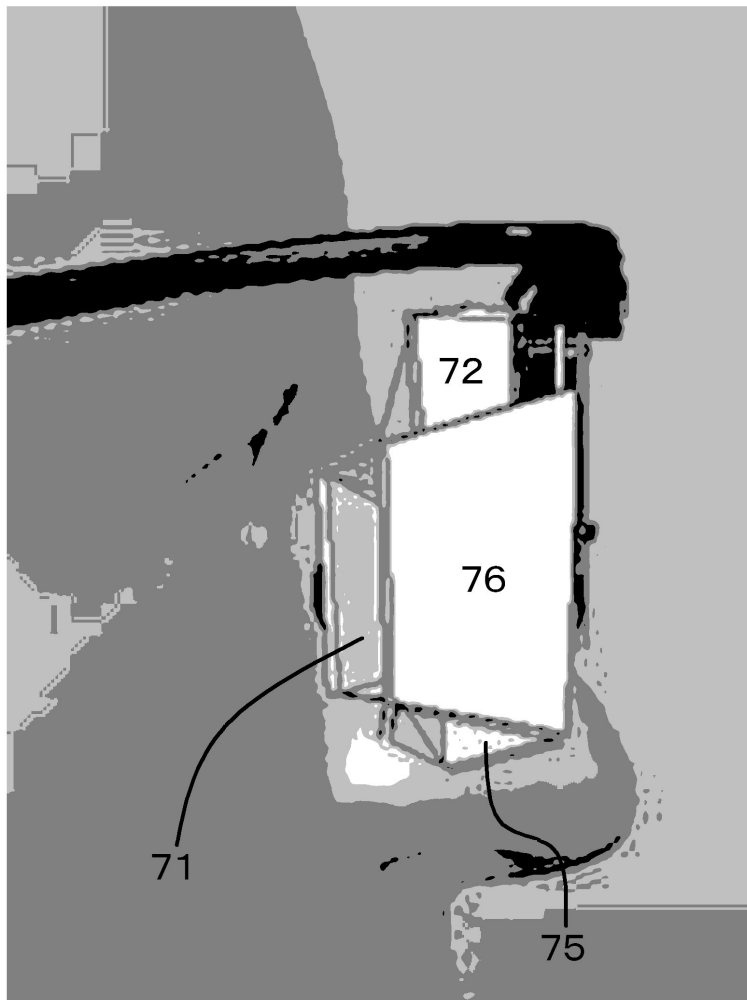
【図 15】





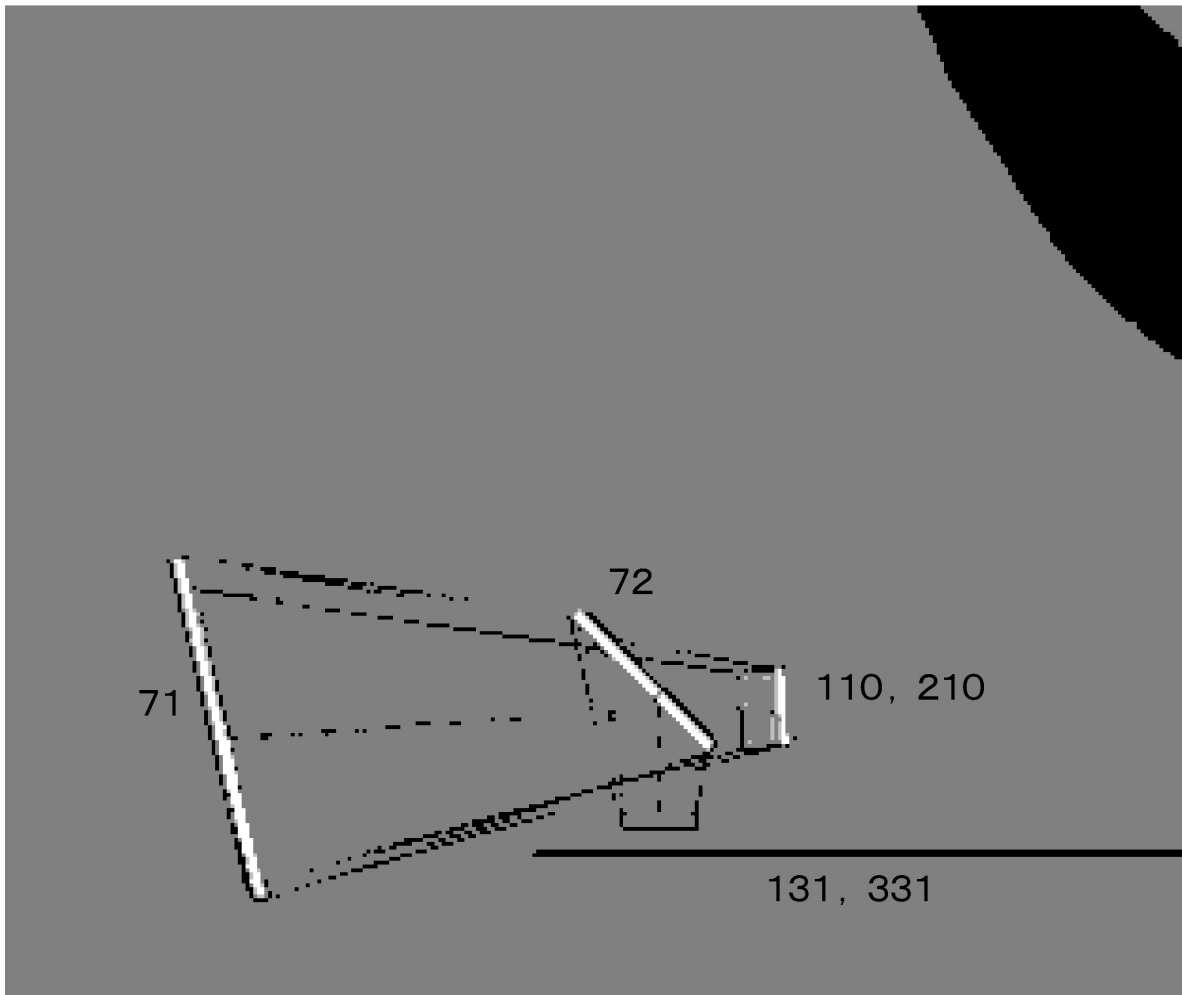
【図 16】

【図 16】



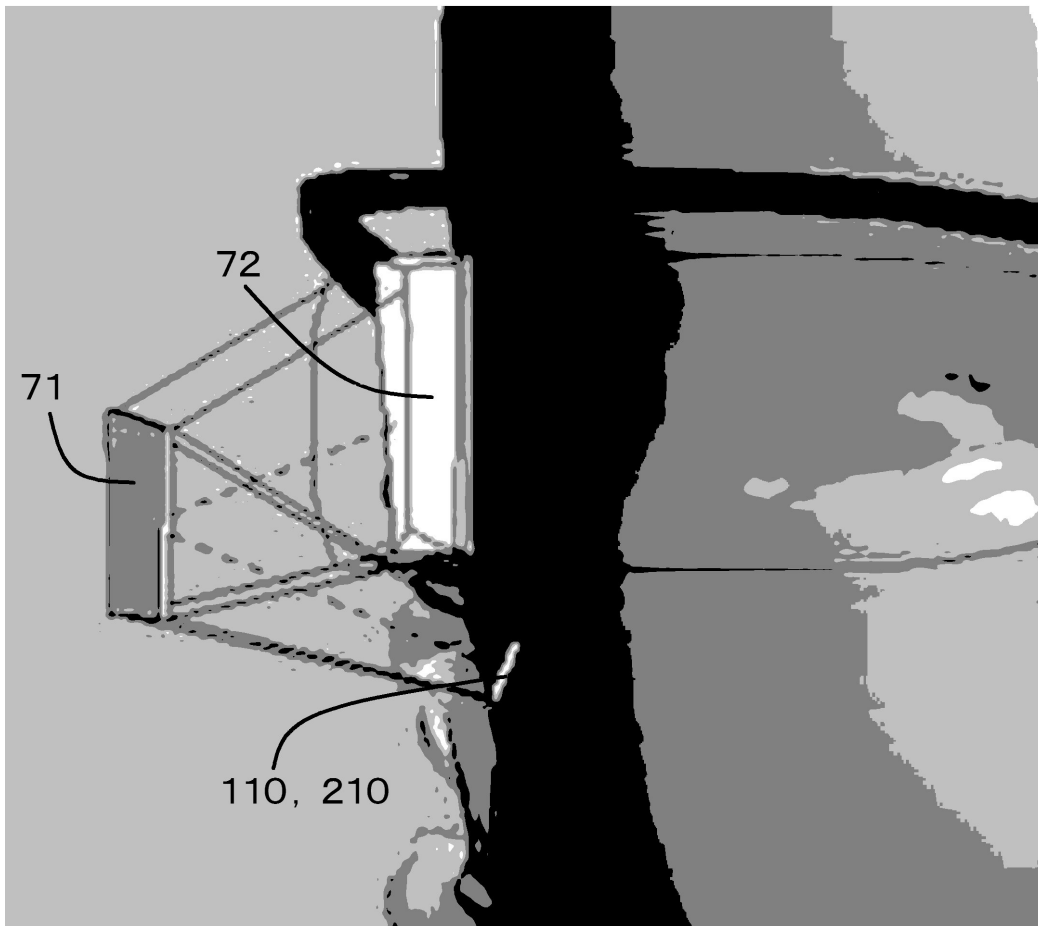
【図 17】

【図 17】



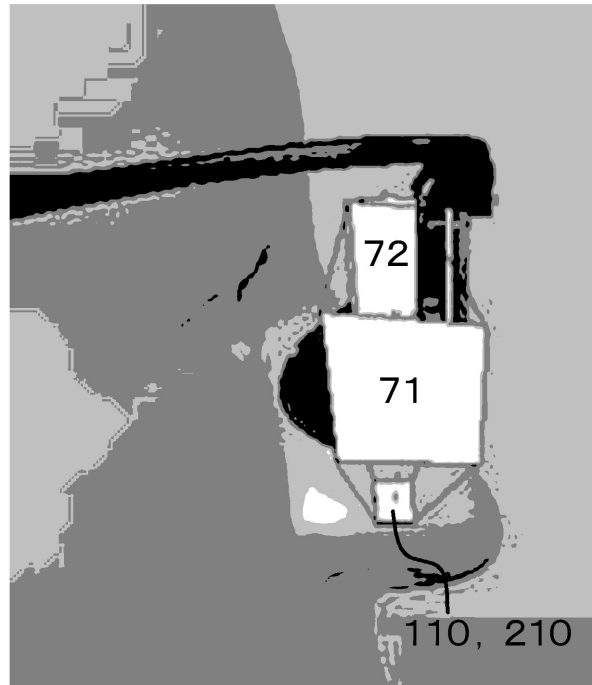
【図 18】

【図 18】



【図 19】

【図 19】



---

フロントページの続き

(72)発明者 栗原 伸晃

埼玉県久喜市清久町1番10号 ソニーマニュファクチャリングシステムズ株式会社内

(72)発明者 今村 鉄平

東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 堀部 修平

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0019250(US, A1)

特表2002-543447(JP, A)

特開2005-62313(JP, A)

国際公開第2010/121185(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 27/02

G02B 5/12 - 5/136