

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5035465号
(P5035465)

(45) 発行日 平成24年9月26日(2012.9.26)

(24) 登録日 平成24年7月13日(2012.7.13)

(51) Int.Cl. F I
GO2B 27/02 (2006.01) GO2B 27/02 Z
HO4N 5/64 (2006.01) HO4N 5/64 511A

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2011-192367 (P2011-192367)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成23年9月5日(2011.9.5)		ソニー株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-212684 (P2008-212684) の分割		東京都港区港南1丁目7番1号
原出願日	平成20年8月21日(2008.8.21)	(74) 代理人	100094363
(65) 公開番号	特開2012-18414 (P2012-18414A)		弁理士 山本 孝久
(43) 公開日	平成24年1月26日(2012.1.26)	(74) 代理人	100118290
審査請求日	平成23年9月5日(2011.9.5)		弁理士 吉井 正明
		(74) 代理人	100120640
			弁理士 森 幸一
		(72) 発明者	武川 洋
			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	林 祥恵

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 頭部装着型ディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(A) フロント部を備え、観察者の頭部に装着される眼鏡型のフレーム、及び、
 (B) 2つの画像表示装置、
 を備えており、
 各画像表示装置は、
 (B-1) 画像生成装置、及び、
 (B-2) 画像生成装置に取り付けられており、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、画像生成装置から出射された光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光手段、
 から構成されており、

フロント部と同じ方向に延びる棒状の結合部材を更に有し、
 2つの導光手段は、結合部材の両端部分に取り付けられており、
 導光手段よりも上方であって、観察者の2つの瞳の間に位置し、且つ、画像生成装置と離間したフレームのフロント部中央部分に、結合部材は取り付けられており、
 各画像生成装置は、観察者の瞳よりも、水平方向、外側に位置している頭部装着型ディスプレイ。

【請求項2】

導光手段は、

(a) 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、画像生成装置か

ら出射された光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光板、

(b) 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第1偏向手段、及び、

(c) 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第2偏向手段、から構成されている請求項1に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項3】

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、反射する請求項2に記載の頭部装着型ディスプレイ。

10

【請求項4】

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3に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項5】

第1偏向手段は、導光板に入射された光を回折し、

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、回折する請求項2に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項6】

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5に記載の頭部装着型ディスプレイ。

20

【請求項7】

回折格子素子は反射型回折格子素子から成る請求項6に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項8】

回折格子素子は透過型回折格子素子から成る請求項6に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項9】

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6に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項10】

導光手段は、画像生成装置よりも観察者の顔の中心側に配置され、画像生成装置から出射された光が入射され、観察者の瞳に向かって出射される半透過ミラーから構成されている請求項3乃至請求項5のいずれか1項に記載の頭部装着型ディスプレイ。

30

【請求項11】

画像生成装置は、

(イ) 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、

(ロ) 画像形成装置の各画素から出射された光を平行光として、出射するコリメート光学系、

から構成されている請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の頭部装着型ディスプレイ。

40

【請求項12】

画像生成装置は、

(イ) 光源、

(ロ) 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、

(ハ) 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、

(ニ) 走査手段によって走査された平行光をリレーし、出射するリレー光学系、

から構成されている請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【請求項13】

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

50

て回動自在に取り付けられた２つのテンブル部とから成り、

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に取り付けられている請求項１乃至請求項１２のいずれか１項に記載の頭部装着型ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、観察者の頭部に装着される眼鏡型のフレーム及び画像表示装置を備えた頭部装着型ディスプレイに関する。

【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、特開２００６－１６２７６７から周知である。

【０００３】

概念図を図３に示すように、この画像表示装置１００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１１１、画像形成装置１１１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１１２、及び、コリメート光学系１１２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（光学装置）１２０を備えている。尚、画像生成装置１１０は、画像形成装置１１１とコリメート光学系１１２とから構成されている。導光手段１２０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１２１、導光板１２１に入射された光が導光板１２１の内部で全反射されるように、導光板１２１に入射された光を反射させる第１偏向手段１３０（例えば、１層の光反射膜から成る）、及び、導光板１２１の内部を全反射により伝播した光を導光板１２１から出射させる第２偏向手段１４０（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。

【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２００７－９４１７５から周知である。

【０００５】

概念図を図５の（Ａ）に示すように、この画像表示装置３００は、基本的には、画像を表示する画像形成装置１１１と、コリメート光学系１１２と、画像形成装置１１１に表示された光が入射され、観察者の瞳４１へと導く導光手段（光学装置）３２０とを備えている。ここで、導光手段３２０は、導光板３２１と、導光板３２１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３３０及び第２回折格子部材３４０を備えている。そして、コリメート光学系１１２には画像形成装置１１１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１１２によって平行光が生成され、導光板３２１に入射される。導光板３２１の第１面３２２から、平行光が入射され、出射される。一方、導光板３２１の第１面３２２と平行である導光板３２１の第２面３２３に、第１回折格子部材３３０及び第２回折格子部材３４０が取り付けられている。

【０００６】

そして、画像生成装置１１０並びに導光手段１２０、３２０から構成された画像表示装置が、眼鏡型のフレーム１０１０に取り付けられている。より具体的には、例えば、特開２００６－１６２７６７の図１に示されているように、２つの画像生成装置１１０が、眼鏡型のフレーム１０１０のフロント部１０１１の両端部に、固定用部材１０１７を介して固定されている（図１４参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００６－１６２７６７

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2007-94175

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、図14に示す状態にあつては、観察者がフレーム1010を装着すると、テンプル部1015が矢印Aの方向に広がる場合がある。そして、これに伴い、フレーム1010のフロント部1011が矢印Bの方向に変形する。このような現象が生じると、導光手段120, 320から出射される光によって生成される画像(虚像)の空間的な位置に変化が生じる。特に、両眼視タイプの頭部装着型ディスプレイの場合、このような現象が生じると、左右の画像の輻輳角が変化してしまう。その結果、予め調整された虚像までの空間的な距離に不整合が発生し、観察時、観察者に疲労が生じる。即ち、図14の(B)において、予め調整された左右の虚像の画面中心が交わる空間的な位置を「C」とすると、フレーム1010のフロント部1011の変形に伴い、左右の虚像の画面中心が交わる空間的な位置が「D」へと移動してしまい、結果的に輻輳角が増加してしまう。

10

【0009】

このような問題を解決するためには、フレーム1010のフロント部1011の剛性を高めることが考えられるが、このような解決手段では、フレームの断面積が増加したり、縦弾性係数の高い材料を用いる必要があり、これは、通常、フレームの重量の増加やデザイン性の低下、また、コストの増加を招く。

【0010】

20

従つて、本発明の目的は、眼鏡型のフレーム及び画像表示装置を備え、観察者の頭部に装着されたときのフレームの変形が、画像表示装置によって得られる画像と観察者の瞳との間の相対的な位置関係に影響を与えることのない構成、構造を有する頭部装着型ディスプレイを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の目的を達成するための本発明の第1の態様に係る頭部装着型ディスプレイは、
(A)観察者の頭部に装着される眼鏡型のフレーム、及び、
(B)2つの画像表示装置、
を備えており、
各画像表示装置は、
(B-1)画像生成装置、及び、
(B-2)画像生成装置に取り付けられており、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、画像生成装置から出射された光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光手段、
から構成されており、
2つの画像生成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に取り付けられており、
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。

30

40

【0012】

上記の目的を達成するための本発明の第2の態様に係る頭部装着型ディスプレイは、本発明の第1の態様に係る頭部装着型ディスプレイにおける結合部材が、2つの画像生成装置を結合する代わりに、2つの導光手段を結合している。

【0013】

尚、本発明の第1の態様に係る頭部装着型ディスプレイにあつては、2つの導光手段が一体的に作製されている場合がある。また、本発明の第2の態様に係る頭部装着型ディスプレイにあつても、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。

50

【発明の効果】

【0014】

本発明の第1の態様あるいは第2の態様に係る頭部装着型ディスプレイ（HMD，Head Mounted Display）にあつては、結合部材が2つの画像生成装置あるいは導光手段を結合しており、この結合部材は、観察者の2つの瞳の間に位置するフレームの中央部分に取り付けられている。しかも、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。即ち、各画像生成装置は、フレームに、直接、取り付けられた構造とはなっていない。従つて、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。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1の（A）及び（B）は、実施例1の頭部装着型ディスプレイを正面から眺めた模式図、及び、上方から眺めた模式図である。

【図2】図2は、実施例1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3】図3は、実施例1の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置の概念図である。

20

【図4】図4は、実施例2の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置の概念図である。

【図5】図5の（A）及び（B）は、それぞれ、実施例3の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置の概念図、及び、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6】図6は、実施例4の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置の概念図である。

【図7】図7の（A）及び（B）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、及び、上方から眺めた模式図である。

30

【図8】図8の（A）及び（B）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、及び、上方から眺めた模式図である。

【図9】図9は、実施例1、実施例3、実施例5あるいは実施例6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10】図10は、実施例1、実施例3、実施例5あるいは実施例6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11】図11は、実施例1、実施例3、実施例5あるいは実施例6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12】図12は、実施例1、実施例3、実施例5あるいは実施例6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13】図13は、実施例1、実施例3、実施例5あるいは実施例6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14】図14は、従来の画像表示装置が眼鏡フレームに取り付けられた状態を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、実施例に基づき本発明を説明するが、それに先立ち、本発明の頭部装着型ディスプレイについての、より詳しい説明を行う。

【0017】

本発明の第1の態様に係る頭部装着型ディスプレイにおいては、一方の画像生成装置の

50

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。尚、本発明の第2の態様に係る頭部装着型ディスプレイにおいても、結合部材の中心からフレームの一端部までの距離を、フレームの長さをLとしたとき、 $0.35 \times L$ 、 $0.65 \times L$ 、好ましくは、 $0.45 \times L$ 、 $0.55 \times L$ を満足することが望ましいし、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、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、としたとき、の値も上述の、の値と同様とすることが望ましい。

10

【0018】

ここで、画像生成装置の取付部中心あるいは画像生成装置の中心とは、画像生成装置が結合部材あるいは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。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。

20

【0019】

上記の好ましい形態を含む本発明の第1の態様あるいは第2の態様に係る頭部装着型ディスプレイ（以下、これらを総称して、単に、『本発明の頭部装着型ディスプレイ』と呼ぶ）において、導光手段は、

(a) 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、画像生成装置から出射された光が入射され、導光され、観察者の瞳に向かって出射される導光板、

(b) 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第1偏向手段、及び、

(c) 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第2偏向手段、から構成されている形態とすることができる。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】

そして、このような形態にあつては、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。

【0021】

このような構成にあつては、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、誘電体積層膜が多数積層された多層積層構造体や、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。

40

【0022】

50

あるいは又、第1偏向手段は、導光板に入射された光を回折し；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、複数回に亙り、回折する構成とすることができる。そして、この場合、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形態とすることができ、更には、回折格子素子は、反射型回折格子素子から成り、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、反射型回折格子素子として、反射型体積ホログラム回折格子を挙げることができる。ここで、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。

10

【0023】

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。尚、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。

20

【0024】

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。ここで、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亙り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。ここで、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。

30

40

【0025】

あるいは又、本発明の頭部装着型ディスプレイにおいて、導光手段は、画像生成装置よりも観察者の顔の中心側に配置され、画像生成装置から出射された光が入射され、観察者の瞳に向かって出射される半透過ミラーから構成されている形態とすることができる。尚、画像生成装置から出射された光は、空気中を伝播して半透過ミラーに入射する構造としてもよいし、例えば、ガラス板やプラスチック板等の透明な部材（具体的には、後述する

50

導光板を構成する材料と同様の材料から成る部材)の内部を伝播して半透過ミラーに入射する構造としてもよい。尚、半透過ミラーを、この透明な部材を介して画像生成装置に取り付けてもよいし、半透過ミラーを、この透明な部材とは別の部材を介して画像生成装置に取り付けてもよい。

【0026】

以上に説明した好ましい形態、構成を含む本発明の頭部装着型ディスプレイにおいて、画像生成装置は、

(イ) 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、

(ロ) 画像形成装置の各画素から出射された光を平行光として、出射するコリメート光学系、

から構成されている形態とすることができる。尚、このような画像生成装置の構成を、便宜上、『第1の構成の画像生成装置』と呼ぶ。

【0027】

第1の構成の画像生成装置にあつては、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。ここで、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、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。また、発光素子として、例えば、半導体レーザー素子やLEDを例示することができる。画素の数は、頭部装着型ディスプレイ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、 320×240 、 432×240 、 640×480 、 1024×768 、 1920×1080 を例示することができる。

【0028】

あるいは又、以上に説明した好ましい形態、構成を含む本発明の頭部装着型ディスプレイにおいて、画像生成装置は、

(イ) 光源、

(ロ) 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、

(ハ) 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、

(ニ) 走査手段によって走査された平行光をリレーし、出射するリレー光学系、

から構成されている形態とすることができる。尚、このような画像生成装置の構成を、便宜上、『第2の構成の画像生成装置』と呼ぶ。

【0029】

第2の構成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。また、発光素子として、例えば、半導体レーザー素子やLEDを例示することができる。第2の構成の画像生成装置における画素(仮想の画素)の数も、頭部装着型ディスプレイ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、 320×240 、 432×240 、 640×480 、 1024×768 、 1920×1080 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

10

20

30

40

50

ればよい。

【 0 0 3 0 】

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。

【 0 0 3 1 】

[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、

10

() 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。

20

【 0 0 3 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 (DMD)、LCOS 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、

30

() 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。

40

【 0 0 3 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、

50

() 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。

【0034】

[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。

【0035】

[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。

【0036】

[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、パッシブマトリクスタイプあるいはアクティブマトリクスタイプのカラー表示の画像形成装置である。

【0037】

[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

10

20

30

40

50

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。

【0038】

第1の構成の画像生成装置あるいは第2の構成の画像生成装置において、コリメート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、コリメート光学系における焦点距離の所(位置)に、例えば、画像形成装置を位置させればよい。ここで、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。ここで、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。

10

【0039】

導光板は、導光板の軸線(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。ここで、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。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。

20

【0040】

更には、以上に説明した好ましい形態、構成を含む本発明の頭部装着型ディスプレイにおいて、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動自在に取り付けられた2つのテンブル部とから成り; 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構成とすることができる。

【0041】

尚、フロント部の中央部にはノーズパッドが取り付けられている。即ち、本発明におけるフレームは、リムが無い点を除き、通常の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、通常の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。結合部材の形状は、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。あるいは又、結合部材の中央部にノーズパッドを取り付けてもよい。

30

【実施例1】

【0042】

実施例1は、本発明の第1の態様に係る頭部装着型ディスプレイに関する。実施例1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1の(A)に示し、上方から眺めた模式図を図1の(B)に示し、実施例1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2に示す。尚、図2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、図3に、実施例1の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置の概念図を示す。

40

【0043】

実施例1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。

50

【 0 0 4 4 】

ここで、各画像表示装置 1 0 0 は、

(B - 1) 第 1 の構成の画像生成装置から構成された画像生成装置 1 1 0、及び、

(B - 2) 画像生成装置 1 1 0 に取り付けられており、全体として画像生成装置 1 1 0 よりも観察者 4 0 の顔の中心側に配置され、画像生成装置 1 1 0 から出射された光が入射され、導光され、観察者 4 0 の瞳 4 1 に向かって出射される導光手段 1 2 0、から構成されている。

【 0 0 4 5 】

そして、実施例 1 の頭部装着型ディスプレイは、2つの画像生成装置 1 1 0 A, 1 1 0 B を結合する結合部材 2 0 を更に有している。結合部材 2 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 2 に、例えば、ビスあるいは接着剤(図示せず)を用いて取り付けられており、各画像生成装置 1 1 0 A, 1 1 0 B 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 A, 1 1 0 B は、結合部材 2 0 の両端部分に、例えば、ビスあるいは接着剤(図示せず)を用いて取り付けられている。尚、図 1、図 7 あるいは図 8 において、結合部材 2 0, 3 0 を明示するために、結合部材 2 0, 3 0 に斜線を付した。

【 0 0 4 6 】

フレーム 1 0 は、観察者 4 0 の正面に配置されるフロント部 1 1 と、フロント部 1 1 の両端に蝶番 1 4 を介して回動自在に取り付けられた2つのテンプル部 1 5 とから成り、結合部材 2 0 は、観察者 4 0 の2つの瞳 4 1 の間に位置するフロント部 1 1 の中央部分 1 2 (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。フロント部の中央部にはノーズパッド 1 6 が取り付けられている。尚、図 1 の (B)、図 7 の (B) あるいは図 8 の (B) においては、ノーズパッド 1 6 の図示を省略している。フレーム 1 0 及び結合部材 2 0 は金属又はプラスチックから作製されており、結合部材 2 0 の形状は棒状である。

【 0 0 4 7 】

具体的には、一方の画像生成装置 1 1 0 A の取付部中心 $1 1 0 A_c$ とフレーム 1 0 の一端部(一方の智) 1 3 との間の距離を、結合部材 2 0 の中心 $2 0_c$ からフレームの一端部(一方の智) 1 3 までの距離を、他方の画像生成装置 1 1 0 B の取付部中心 $1 1 0 B_c$ とフレームの一端部(一方の智) 1 3 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。

【 0 0 4 8 】

実施例 1 にあっては、図 3 に示すように、導光手段 1 2 0 は、

(a) 全体として画像生成装置 1 1 0 よりも観察者 4 0 の顔の中心側に配置され、画像生成装置 1 1 0 から出射された光が入射され、導光され、観察者 4 0 の瞳 4 1 に向かって出射される導光板 1 2 1、

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

(c) 導光板 1 2 1 の内部を全反射により伝播した光を導光板 1 2 1 から出射させるために、導光板 1 2 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第 2 偏向手段 1 4 0、

から構成されている。

【 0 0 4 9 】

第 1 偏向手段 1 3 0 及び第 2 偏向手段 1 4 0 は導光板 1 2 1 の内部に配設されている。そして、第 1 偏向手段 1 3 0 は、導光板 1 2 1 に入射された光を反射し、第 2 偏向手段 1 4 0 は、導光板 1 2 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130は反射鏡として機能し、第2偏向手段140は半透過鏡として機能する。より具体的には、導光板121の内部に設けられた第1偏向手段130は、アルミニウムから成り、導光板121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121の内部に設けられた第2偏向手段140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2005-521099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121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130においては、導光板121に入射された平行光が導光板121の内部で全反射されるように、導光板121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140においては、導光板121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121から平行光の状態に出射される。

【0050】

第1偏向手段130は、導光板121の第1偏向手段130を設ける部分124を切り出すことで、導光板121に第1偏向手段130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121の切り出した部分124を第1偏向手段130に接着すればよい。また、第2偏向手段140は、導光板121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

【0051】

光学ガラスやプラスチック材料から成る導光板121は、導光板121の軸線と平行に延びる2つの平行面（第1面122及び第2面123）を有している。第1面122と第2面123とは対向している。そして、光入射面に相当する第1面122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122から出射される。

【0052】

また、画像生成装置110は、図3に示すように、

（イ）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111、及び、

（ロ）画像形成装置111の各画素から出射された光を平行光として、出射するコリメート光学系112、

から構成されている。尚、各画像生成装置110全体は筐体113（図3では、一点鎖線で示す）内に納められており、係る筐体113には開口部（図示せず）が設けられており、開口部を介してコリメート光学系112から光が出射される。そして、各筐体113が、結合部材20の端部分に、ビスあるいは接着剤（図示せず）を用いて取り付けられている。また、筐体113に、導光手段120が取り付けられている。

【0053】

ここで、画像形成装置111は、反射型空間光変調装置150、及び、白色光を出射する発光ダイオードから成る光源153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150は、ライト・バルブとしてのLCOSから成る液晶表示装置（LCD）151、及び、光源153からの光の一部を反射して液晶表示装置151へと導き、且つ、液晶表示装置151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112へと導く偏光ビームスプリッター152から構成されている。液晶表示装置151は、2次元マトリクス状に配列された複数（例えば、 320×240 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152は、周知の構成、構造を有する。光源153

10

20

30

40

50

から出射された無偏光の光は、偏光ビームスプリッター 152 に衝突する。偏光ビームスプリッター 152 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 152 において反射され、液晶表示装置 151 に入射し、液晶表示装置 151 の内部で反射され、液晶表示装置 151 から出射される。ここで、液晶表示装置 151 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 151 から出射され、偏光ビームスプリッター 152 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 152 を通過し、コリメート光学系 112 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 152 において反射され、光源 153 に戻される。液晶表示装置 151 は、例えば、2次元マトリクス状に配列された複数（例えば、320×240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 151）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。

10

【0054】

このように、実施例 1 の頭部装着型ディスプレイ（HMD）にあつては、結合部材 20 が 2 つの画像生成装置 110A, 110B 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 12 に取り付けられている。しかも、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。各画像生成装置 110A, 110B は、フレーム 10 に、結合部材 20 を介して取り付けられた構造となっている。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 15 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 11 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。

20

【実施例 2】

30

【0055】

実施例 2 は、実施例 1 の変形である。実施例 2 の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置 200 の概念図を図 4 に示すように、実施例 2 にあつては、画像生成装置 210 は、第 2 の構成の画像生成装置から構成されており、具体的には、

- (イ) 光源 251、
- (ロ) 光源 251 から出射された光を平行光とするコリメート光学系 252、
- (ハ) コリメート光学系 252 から出射された平行光を走査する走査手段 253、及び

、

- (ニ) 走査手段 253 によって走査された平行光をリレーし、出射するリレー光学系 254、

から構成されている。尚、画像生成装置 210 全体が筐体 213（図 4 では、一点鎖線で示す）内に納められており、係る筐体 213 には開口部（図示せず）が設けられており、開口部を介してリレー光学系 254 から光が出射される。そして、各筐体 213 が、結合部材 20 の端部分に、ビスあるいは接着剤（図示せず）を用いて取り付けられている。また、筐体 213 に、導光手段 120 が取り付けられている。

40

【0056】

光源 251 は、赤色を発光する赤色発光素子 251R、緑色を発光する緑色発光素子 251G、青色を発光する青色発光素子 251B 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 251 から出射された 3 原色の光は、クロスプリズム 255 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

50

コリメート光学系 252 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 256 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 次的に走査することができる MEMS から成る走査手段 253 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リレー光学系 254 を通過し、平行光とされた光束が導光手段 120 に入射する。

【0057】

リレー光学系 254 にて平行光とされた光束が入射され、導光され、出射される導光手段 120 は、実施例 1 にて説明した導光手段と同じ構成、構造を有するので、詳細な説明は省略する。また、実施例 2 の頭部装着型ディスプレイも、上述したとおり、画像生成装置 210 が異なる点を除き、実質的に、実施例 1 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。

10

【実施例 3】

【0058】

実施例 3 も実施例 1 の変形である。実施例 3 の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置 300 の概念図を図 5 の (A) に示す。また、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を図 5 の (B) に示す。実施例 3 にあっては、画像生成装置 110 は、実施例 1 と同様に、第 1 の構成の画像生成装置から構成されている。また、導光手段 320 は、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、

20

(a) 全体として画像生成装置 110 よりも観察者 40 の顔の中心側に配置され、画像生成装置 110 から出射された光が入射され、導光され、観察者 40 の瞳 41 に向かって出射される導光板 321、

(b) 導光板 321 に入射された光が導光板 321 の内部で全反射されるように、導光板 321 に入射された光を偏向させる第 1 偏向手段、及び、

(c) 導光板 321 の内部を全反射により伝播した光を導光板 321 から出射させるために、導光板 321 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第 2 偏向手段、

から構成されている点は、実施例 1 の導光手段 120 と同じである。

【0059】

30

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 321 の表面（具体的には、導光板 321 の第 2 面 323）に配設されている。そして、第 1 偏向手段は、導光板 321 に入射された光を回折し、第 2 偏向手段は、導光板 321 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 330』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 340』と呼ぶ。

【0060】

そして、実施例 3、あるいは、後述する実施例 4、実施例 6 にあっては、第 1 回折格子部材 330 及び第 2 回折格子部材 340 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 330 及び第 2 回折格子部材 340 は有する。回折格子層（回折光学素子）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 軸方向に平行である。尚、第 1 回折格子部材 330 及び第 2 回折格子部材 340 の軸線方向を Y 軸方向、法線方

40

50

向をX軸方向とする。図5の(A)及び図6においては、第1回折格子部材330及び第2回折格子部材340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330及び第2回折格子部材340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。

【0061】

図5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 θ を有する干渉縞が形成されている。ここで、傾斜角 θ 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、 λ 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)、 θ は干渉縞へ入射する角度の補角を意味する。また、入射角 θ_i にて回折格子部材に光が侵入した場合の、 θ 、傾斜角 θ 、入射角 θ_i の関係は、式(B)のとおりである。

10

【0062】

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

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

【0063】

第1回折格子部材330は、上述したとおり、導光板321の第2面323に配設(接着)されており、第1面322から導光板321に入射されたこの平行光が導光板321の内部で全反射されるように、導光板321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340は、上述したとおり、導光板321の第2面323に配設(接着)されており、導光板321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321から平行光のまま第1面322から出射する。

20

【0064】

そして、導光板321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321が薄く導光板321の内部を進行する光路が長い場合、各画角によって第2回折格子部材340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321に入射する平行光のうち、第2回折格子部材340に近づく方向の角度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340から離れる方向の角度をもって導光板321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330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340に近づく方向の角度をもって導光板321に入射する平行光の方が、これと逆方向の角度をもって導光板321に入射する平行光よりも、導光板321の内部を伝播していく光が導光板321の内面と衝突するときの導光板321の法線と成す角度が小さくなるからである。また、第2回折格子部材340の内部に形成された干渉縞の形状と、第1回折格子部材330の内部に形成された干渉縞の形状とは、導光板321の軸線に垂直な仮想面に対して対称な関係にある。

30

【0065】

後述する実施例4、実施例6における導光板321も、基本的には、以上に説明した導光板321の構成、構造と同じ構成、構造を有する。

40

【0066】

実施例3の頭部装着型ディスプレイは、上述したとおり、導光手段320が異なる点を除き、実質的に、実施例1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。

【実施例4】

【0067】

実施例4は、実施例3の変形である。実施例4の頭部装着型ディスプレイにおける画像表示装置の概念図を図6に示す。実施例4の画像表示装置400における光源251、コ

50

リメート光学系 252、走査手段 253、リレー光学系 254 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 320 は、実施例 3 における導光手段 320 と同じ構成、構造を有する。実施例 4 の頭部装着型ディスプレイは、以上の相違点を除き、実質的に、実施例 1 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。

【実施例 5】

【0068】

実施例 5 も、実施例 1 の変形である。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 7 の (A) に示し、上方から眺めた模式図を図 7 の (B) に示す。実施例 5 においては、導光手段は、画像生成装置 110A, 110B よりも観察者 40 の顔の中心側に配置され、画像生成装置 110A, 110B から出射された光が入射され、観察者 40 の瞳 41 に向かって出射される半透過ミラー 520 から構成されている。尚、実施例 5 においては、画像生成装置 110A, 110B 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 521 の内部を伝播して半透過ミラー 520 に入射する構造としているが、空气中を伝播して半透過ミラー 520 に入射する構造としてもよい。また、画像生成装置は、実施例 2 において説明した画像生成装置 210 とすることもできる。

10

【0069】

各画像生成装置 110A, 110B は、結合部材 20 の両端部分に、例えば、ビスあるいは接着剤 (図示せず) を用いて取り付けられている。また、部材 521 が各画像生成装置 110A, 110B に取り付けられ、半透過ミラー 520 が部材 521 に取り付けられている。実施例 5 の頭部装着型ディスプレイは、以上の相違点を除き、実質的に、実施例 1 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。

20

【実施例 6】

【0070】

実施例 6 は、本発明の第 2 の態様に係る頭部装着型ディスプレイに関する。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 8 の (A) に示し、上方から眺めた模式図を図 8 の (B) に示す。

【0071】

実施例 6 の頭部装着型ディスプレイにおいては、棒状の結合部材 30 が、実施例 1 と異なり、2 つの画像生成装置 110A, 110B を結合する代わりに、2 つの導光手段 120 を結合している。尚、2 つの導光手段 120 を一体的に作製し、係る一体的に作製された導光手段 120 に結合部材 30 が取り付けられている形態とすることもできる。

30

【0072】

ここで、実施例 6 の頭部装着型ディスプレイにあっても、結合部材 30 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 12 に、例えば、ビスあるいは接着剤 (図示せず) を用いて取り付けられており、各画像生成装置 110 は、観察者 40 の瞳 41 よりも外側に位置している。尚、各画像生成装置 110 は、導光手段 120 の端部に取り付けられている。結合部材 30 の中心 30_c からフレーム 10 の一端部までの距離を L 、フレーム 10 の長さを L としたとき、 $L = 0.5 \times L$ を満足している。尚、実施例 6 においても、 L の値、 L の値は、実施例 1 の L の値、 L の値と同じ値である。

40

【0073】

実施例 6 においては、フレーム 10、各画像表示装置 100、画像生成装置 110、導光手段 120 は、実施例 1 において説明したフレーム 10、画像表示装置 100、画像生成装置 110、導光手段 120 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 1 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。

【0074】

また、実施例 6 における棒状の結合部材 30 が 2 つの導光手段 120, 320 を結合している構成、構造を、実施例 2 ~ 実施例 5 において説明した頭部装着型ディスプレイに適

50

用することができる。

【0075】

以上、本発明を好ましい実施例に基づき説明したが、本発明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20040062505A1参照）を配置してもよい。結合部材20, 30をフレームの中央部分だけでなく、併せて、フロント部の中央部に取り付けられたノーズパッド16に取り付けてもよく、これによって、一層、画像生成装置あるいは導光手段の変位（位置変化）が生じることがなくなる。実施例3あるいは実施例4、実施例6の導光手段320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とすることもできる。

10

【0076】

実施例1、実施例3、実施例5あるいは実施例6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9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601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601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601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112を介して導光板121, 321に入射される。

20

【0077】

あるいは又、図10に概念図を示すように、
 () 赤色を発光する赤色発光素子601Rが2次元マトリクス状に配列された赤色発光パネル611R、
 () 緑色を発光する緑色発光素子601Gが2次元マトリクス状に配列された緑色発光パネル611G、及び、
 () 青色を発光する青色発光素子601Bが2次元マトリクス状に配列された青色発光パネル611B、並びに、
 () 赤色発光パネル611R、緑色発光パネル611G及び青色発光パネル611B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603）、
 を備えており、

30

赤色発光素子601R、緑色発光素子601G及び青色発光素子601B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112を介して導光板121, 321に入射される。尚、参照番号612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。

【0078】

あるいは又、発光素子601R, 601G, 601Bが2次元マトリクス状に配列された発光パネル611R, 611G, 611B等から成る画像形成装置の概念図を図11に示すが、発光パネル611R, 611G, 611Bから出射された光は、光通過制御装置604R, 604G, 604B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603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112を介して導光板121, 321に入射される。

40

【0079】

あるいは又、発光素子601R, 601G, 601Bが2次元マトリクス状に配列された発光パネル611R, 611G, 611B等から成る画像形成装置の概念図を図12に示すが、発光パネル611R, 611G, 611Bから出射された光は、ダイクロイック・プリズム603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

50

・プリズム603から出射したこれらの光は光通過制御装置604によって通過/非通過が制御され、コリメート光学系112を介して導光板121, 321に入射される。

【0080】

あるいは又、図13に示すように、赤色を発光する発光素子601R、及び、赤色を発光する発光素子601R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604R)、緑色を発光する発光素子601G、及び、緑色を発光する発光素子601G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604G)、青色を発光する発光素子601B、及び、青色を発光する発光素子601B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604B)、並びに、これらのGaN系半導体から成る発光素子601R, 601G, 601Bから出射された光を案内する光案内部材602、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603)を備えた画像形成装置とすることもできる。

【符号の説明】

【0081】

10・・・フレーム、11・・・フロント部、12・・・フレームの中央部分、13・・・フレームの一端部、14・・・蝶番、15・・・テンプル部、16・・・ノーズパッド、20, 30・・・結合部材、40・・・観察者、41・・・瞳、100, 200, 300, 400・・・画像表示装置、110, 110A, 110B, 210・・・画像生成装置、111・・・画像形成装置、112・・・コリメート光学系、113, 213・・・筐体、120, 320・・・導光手段、121, 321・・・導光板、122, 322・・・導光板の第1面、123, 323・・・導光板の第2面、124, 125・・・導光板の一部分、130・・・第1偏向手段、140・・・第2偏向手段、330・・・第1偏向手段(第1回折格子部材)、340・・・第2偏向手段(第2回折格子部材)、150・・・反射型空間光変調装置、151・・・液晶表示装置(LCD)、152・・・偏光ビームスプリッター、153・・・光源、251・・・光源、252・・・コリメート光学系、253・・・走査手段、254・・・リレー光学系、255・・・クロスプリズム、256・・・全反射ミラー、520・・・半透過ミラー、521・・・部材、601, 601R, 601G, 601B・・・発光素子、602・・・光案内部材、603・・・ダイクロイック・プリズム、604, 604R, 604G, 604B・・・光通過制御装置、611R, 611G, 611B・・・発光パネル、612・・・マイクロレンズ

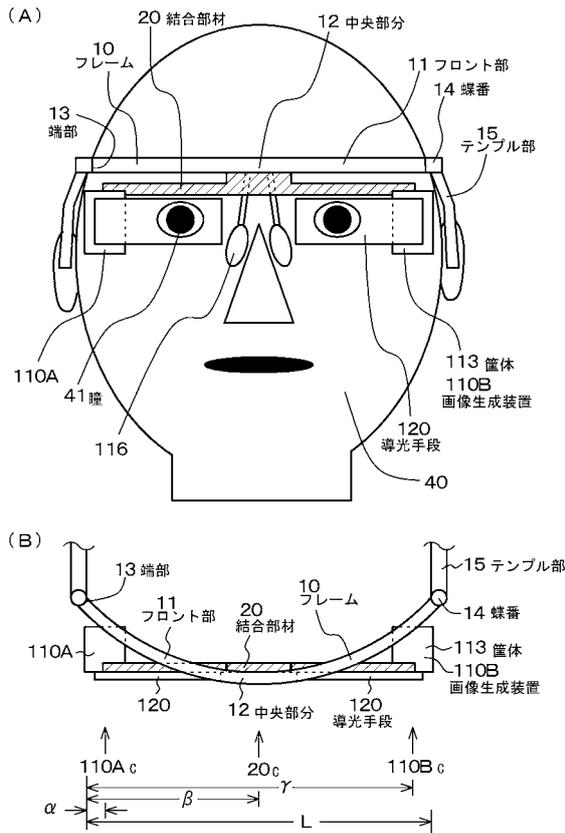
10

20

30

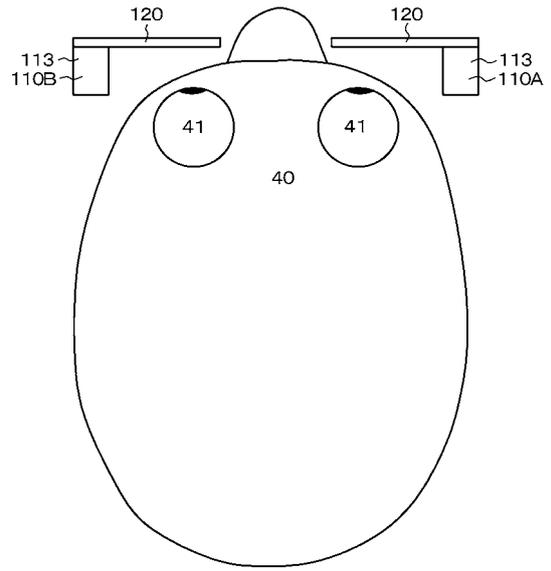
【図1】

【図1】（実施例1）



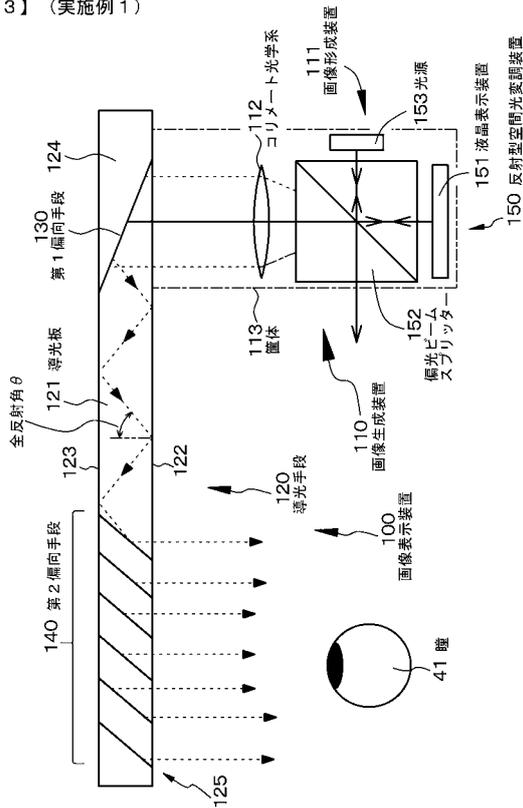
【図2】

【図2】



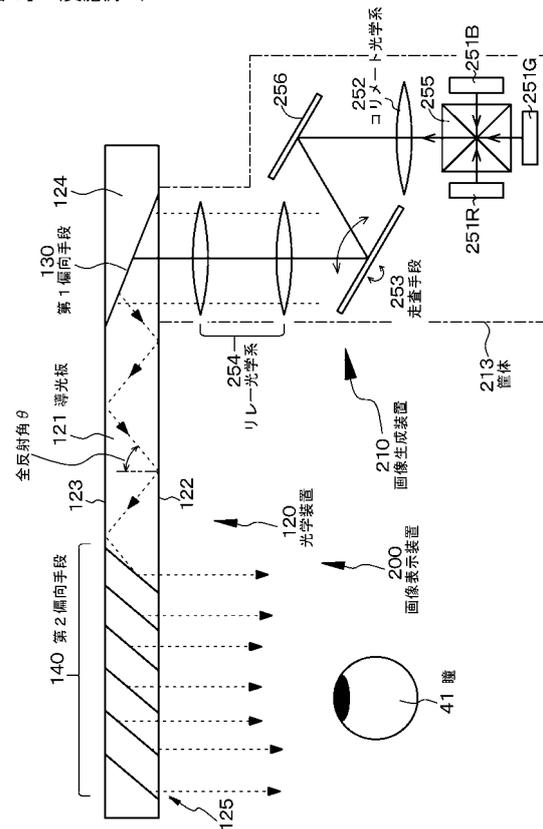
【図3】

【図3】（実施例1）



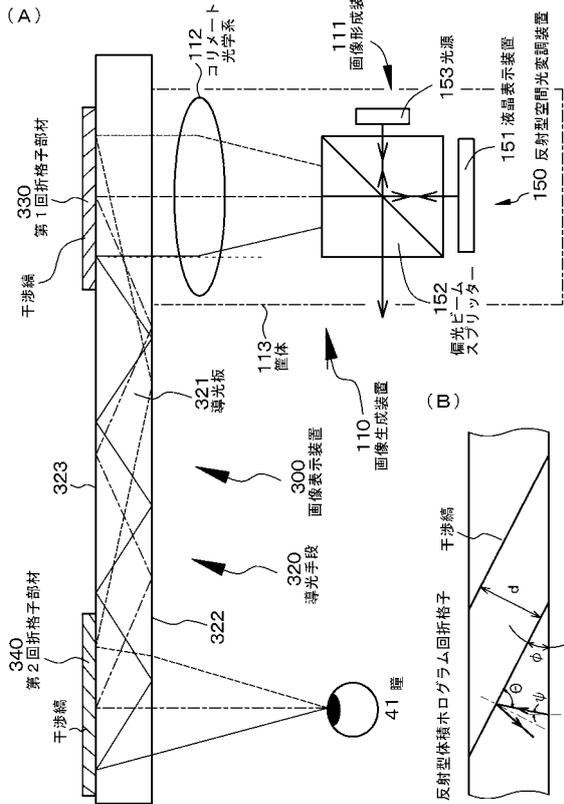
【図4】

【図4】（実施例2）



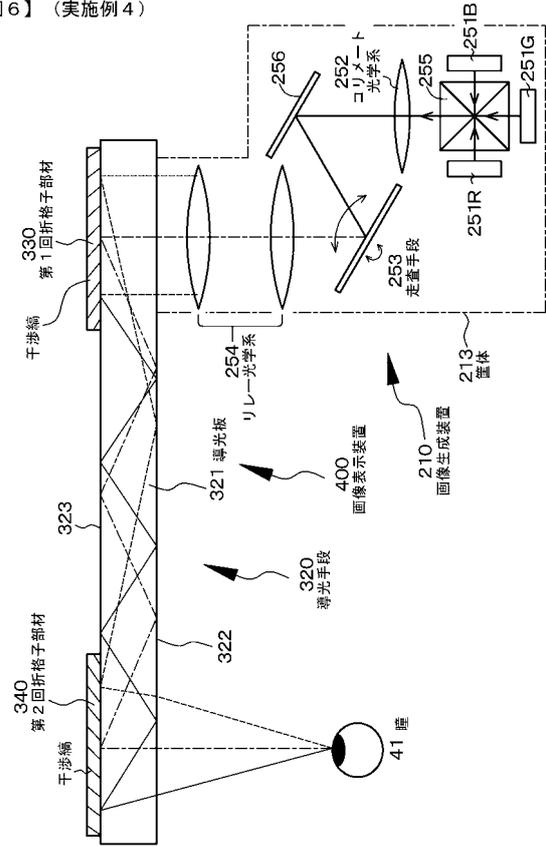
【図5】

【図5】(実施例3)



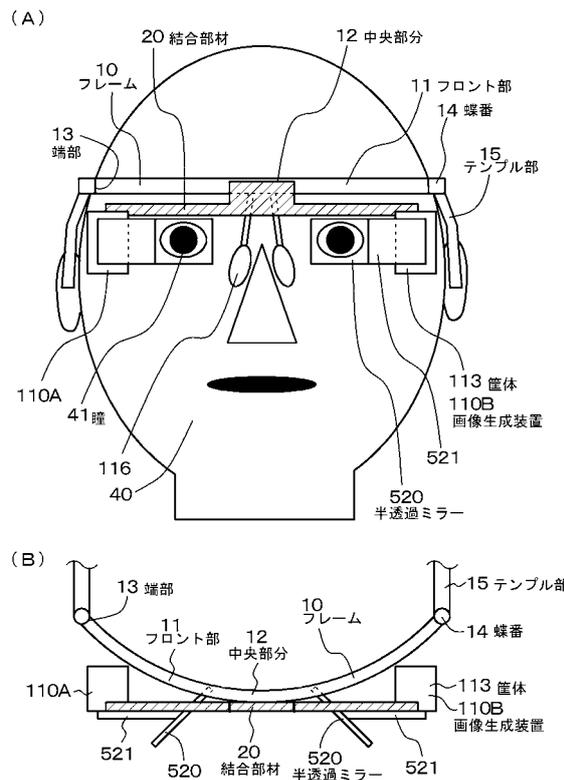
【図6】

【図6】(実施例4)



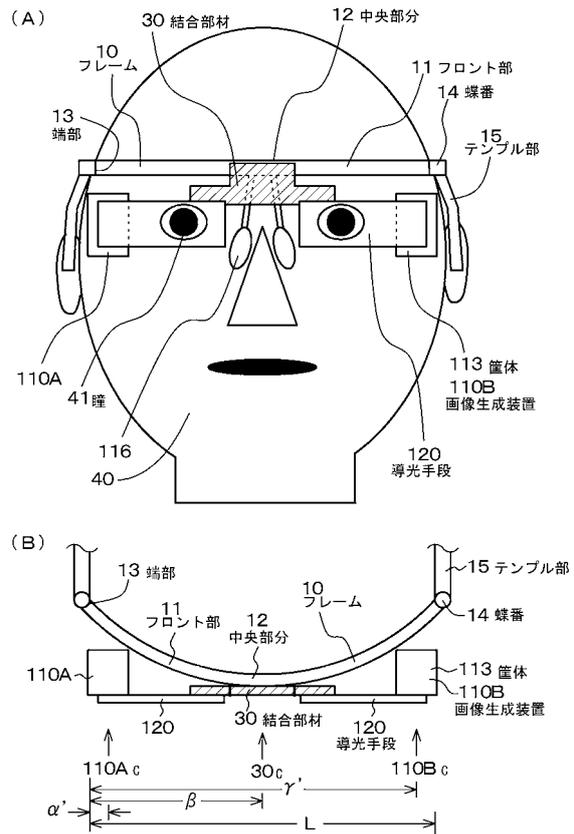
【図7】

【図7】(実施例5)



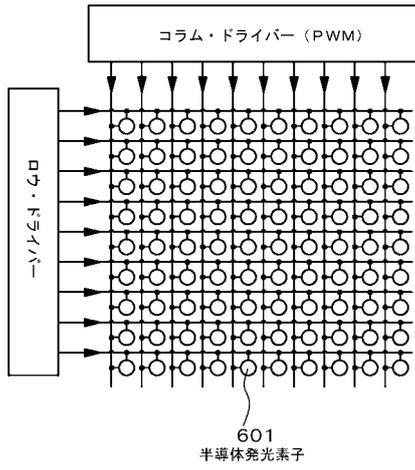
【図8】

【図8】(実施例6)



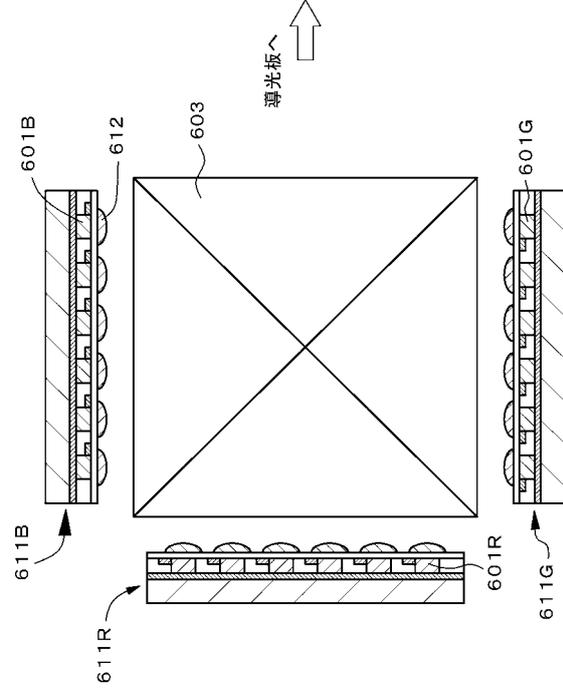
【図9】

【図9】



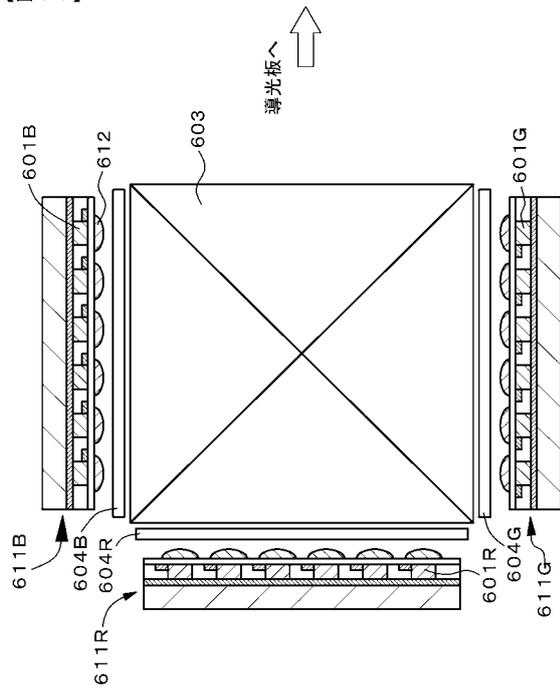
【図10】

【図10】



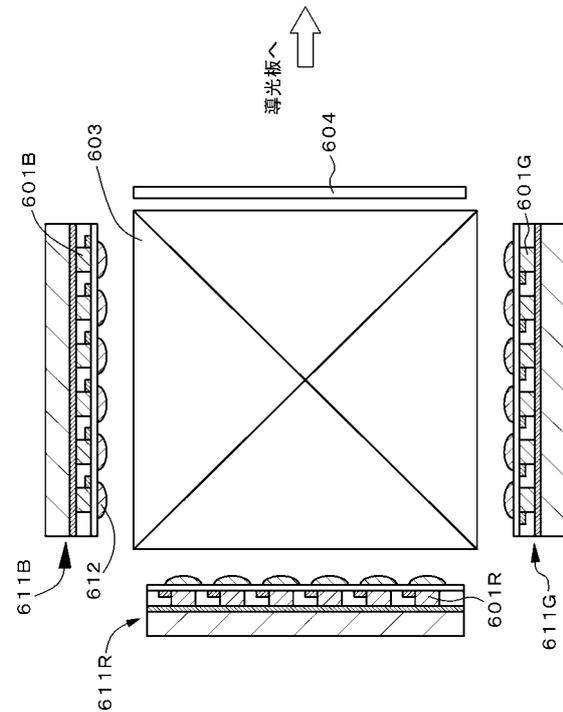
【図11】

【図11】



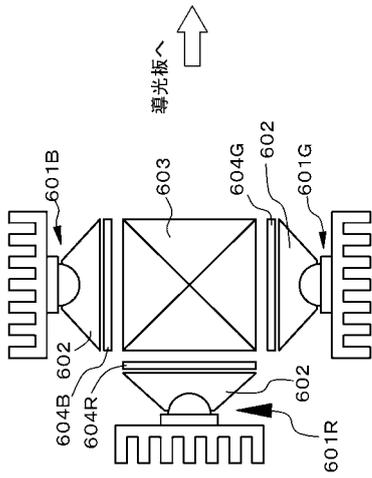
【図12】

【図12】



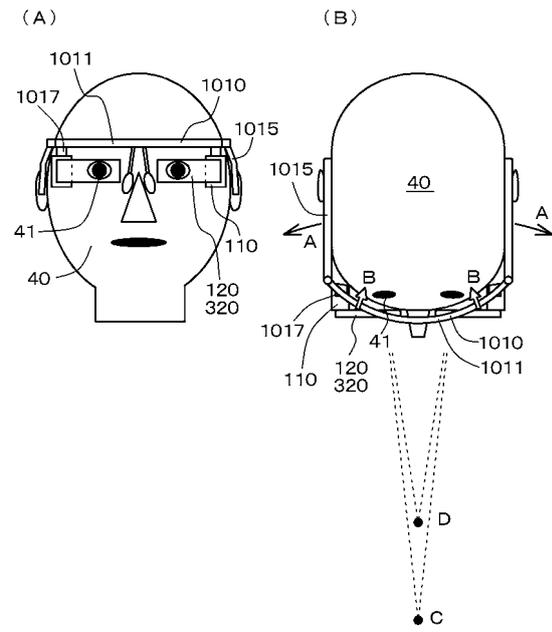
【図13】

【図13】



【図14】

【図14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-162598(JP,A)
国際公開第2007/037089(WO,A1)
国際公開第2007/062098(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	27/02
G02F	1/13
G02B	5/18
G02B	5/32
G02B	25/00
H04N	5/64