

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-15520
(P2015-15520A)

(43) 公開日 平成27年1月22日(2015.1.22)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO4N 5/64 (2006.01)	HO4N 5/64 511A	2H199
GO2B 27/02 (2006.01)	GO2B 27/02 Z	
GO2B 3/14 (2006.01)	GO2B 3/14	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2013-139503 (P2013-139503)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成25年7月3日(2013.7.3)	(74) 代理人	100094363 弁理士 山本 孝久
		(74) 代理人	100118290 弁理士 吉井 正明
		(72) 発明者	琵琶 剛志 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	2H199 CA04 CA12 CA25 CA30 CA42 CA47 CA74

(54) 【発明の名称】 表示装置

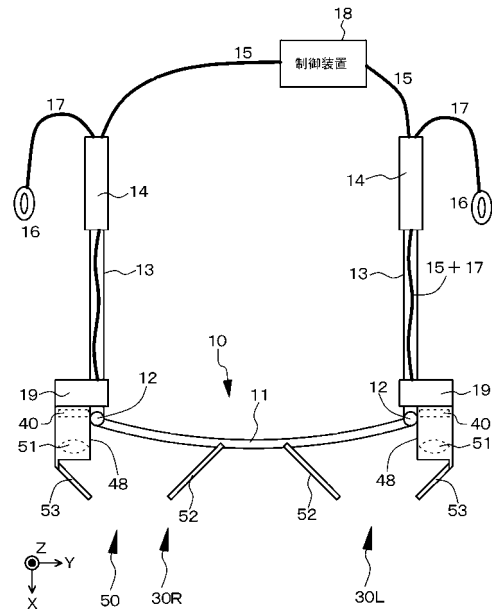
(57) 【要約】

【課題】簡素な構成、構造であるにも拘わらず、観察者が観察する外部の対象物までの距離測定、画像形成装置によって表示される画像を観察者に合焦状態で到達させ得る表示装置を提供する。

【解決手段】表示装置は、観察者20の頭部に装着されるフレーム10、及び、フレーム10に取り付けられた画像表示装置30を備えており、画像表示装置30は、画像形成装置40、及び、画像形成装置40からの画像を観察者20の瞳21に導く光学系50を備えており、画像形成装置40の画像表示部の内部には、測距センサが設けられている。

【選択図】 図3

図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

(イ) 観察者の頭部に装着されるフレーム、及び、
(ロ) フレームに取り付けられた画像表示装置、
を備えており、
画像表示装置は、
(A) 画像形成装置、及び、
(B) 画像形成装置からの画像を観察者の瞳に導く光学系、
を備えており、
画像形成装置の画像表示部の内部には、測距センサが設けられている表示装置。

10

【請求項 2】

測距センサは複数の測距素子から構成されており、
測距素子は、画像形成装置の画像表示部の画素間に配置されている請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

光学系は、
(B - 1) 画像形成装置からの画像が入射するレンズ、及び、
(B - 2) レンズを通過した画像を反射し、観察者の瞳に導く半透過鏡、
を備えている請求項 1 に記載の表示装置。

20

【請求項 4】

レンズは液体レンズから成る請求項 3 に記載の表示装置。

【請求項 5】

測距センサは、画像形成装置から、レンズ及び半透過鏡を経由した、観察者の網膜までの距離を測定する請求項 3 に記載の表示装置。

【請求項 6】

レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される請求項 5 に記載の画像表示装置。

【請求項 7】

測距センサは、画像形成装置から、観察者が観察している外部の対象物までの距離を測定する請求項 3 に記載の表示装置。

30

【請求項 8】

レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される請求項 7 に記載の画像表示装置。

【請求項 9】

観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する請求項 8 に記載の表示装置。

【請求項 10】

測距センサは、レンズ及び半透過鏡を介して観察者の視点の検出を行い、検出された観察者の視点に基づき、画像形成装置から、観察者が観察している外部の対象物までの距離を求める請求項 3 に記載の表示装置。

40

【請求項 11】

レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される請求項 10 に記載の画像表示装置。

【請求項 12】

観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する請求項 11 に記載の表示装置。

【請求項 13】

画像形成装置において所定の情報を表示する請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 14】

所定の情報は、画像表示部の下部に表示される請求項 13 に記載の表示装置。

50

【請求項 15】

画像形成装置は、複数の発光ダイオードが2次元マトリクス状に配列されて成る請求項1に記載の表示装置。

【請求項 16】

発光ダイオードと測距センサを構成する測距素子との間には遮光部材が配されている請求項15に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、表示装置に関し、より具体的には、例えば頭部装着型ディスプレイ（HMD、Head Mounted Display）での使用に適した表示装置に関する。

10

【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ヘッドマウントディスプレイが、例えば、特開2010-139901から周知である。この特許公開公報に開示されたヘッドマウントディスプレイにあっては、外界の対象物までの距離を検出する距離検出手段としてのCCDカメラが備えられており、更には、距離検出手段によって検出された距離に基づいて画像の奥行方向の表示位置を調整する奥行位置調整手段を備えている。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-139901

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この特許公開公報に開示されたヘッドマウントディスプレイにあっては、外界の対象物までの距離を検出する距離検出手段をCCDカメラから構成しているので、ヘッドマウントディスプレイ全体としての構成が複雑になるし、小型、軽量化が困難であるといった問題がある。また、この特許公開公報には、表示手段（画像形成装置）によって表示される画像が、ヘッドマウントディスプレイの使用者（観察者）に適切に到達しているか、否か、即ち、画像が観察者に合焦状態で到達しているか否かを評価するための手段を有していない。

30

【0005】

従って、本開示の目的は、簡素な構成、構造であるにも拘わらず、観察者が観察する外部の対象物までの距離測定を容易に行うことができ、しかも、画像形成装置によって表示される画像が観察者に合焦状態で到達していることを容易に検証することができる表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

上記の目的を達成するための本開示の表示装置は、
（イ）観察者の頭部に装着されるフレーム、及び、
（ロ）フレームに取り付けられた画像表示装置、
を備えており、

画像表示装置は、

（A）画像形成装置、及び、

（B）画像形成装置からの画像を観察者の瞳に導く光学系、

を備えており、

画像形成装置の画像表示部の内部には、測距センサが設けられている。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 7 】

本開示の表示装置にあっては、測距センサが画像形成装置の画像表示部の内部に設けられている。即ち、測距センサが画像形成装置と一体に設けられている。それ故、簡素な構成、構造であるにも拘わらず、観察者が観察する外部の対象物までの距離測定を容易に行うことができるし、画像形成装置によって表示される画像が観察者に合焦状態で到達していることを容易に検証することができる。尚、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また、付加的な効果があってもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 図 1 A 及び 図 1 B は、それぞれ、実施例 1 の表示装置の概念図、及び、実施例 1 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部の模式的な一部断面図である。 10

【 図 2 】 図 2 A 及び 図 2 B は、実施例 1 の表示装置の変形例の概念図である。

【 図 3 】 図 3 は、実施例 1 の表示装置を上方から眺めた模式図である。

【 図 4 】 図 4 は、実施例 1 の表示装置を正面から眺めた模式図である。

【 図 5 】 図 5 A 及び 図 5 B は、それぞれ、実施例 2 及び 実施例 3 の表示装置の概念図である。

【 図 6 】 図 6 A 及び 図 6 B は、それぞれ、実施例 1 及び 実施例 2 の表示装置の動作を説明するための図である。

【 図 7 】 図 7 は、実施例 3 の表示装置の動作を説明するための図である。

【 図 8 】 図 8 A 及び 図 8 B は、実施例 1 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部 20 の一部における画素及び測距素子の配置例を説明するための模式図である。

【 図 9 】 図 9 A 及び 図 9 B は、実施例 1 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部 20 の一部における画素及び測距素子の別の配置例を説明するための模式図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 0 C 及び 図 1 0 D は、実施例 5 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部の概念図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 A 及び 図 1 1 B は、実施例 6 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部 20 の一部における画素及び測距素子の配置例を説明するための模式図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 A は、原理的液体レンズを図 1 2 B の矢印 A - A に沿って切断したときの模式的な断面図であり、図 1 2 B は、原理的液体レンズを図 1 2 A の矢印 B - B に沿って切断したときの模式的な断面図であり、図 1 2 C は、原理的液体レンズを図 1 2 A の矢 30 印 C - C に沿って切断したときの模式的な断面図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 A、図 1 3 B 及び 図 1 3 C は、それぞれ、原理的液体レンズを図 1 2 A の矢印 C - C に沿って切断したときの模式的な断面図であり、液体レンズの挙動を模式的に説明する図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、液体レンズを図 1 2 B の矢印 A - A に沿って切断したと同様の模式的な断面図である。

【 図 1 5 】 図 1 5 A、図 1 5 B 及び 図 1 5 C は、それぞれ、液体レンズを図 1 4 の矢印 C - C に沿って切断したときの模式的な断面図であり、液体レンズの挙動を模式的に説明する図である。

【 図 1 6 】 図 1 6 は、別の構成の液体レンズの模式的な断面図である。 40

【 図 1 7 】 図 1 7 は、図 1 6 に示した液体レンズの模式的な平面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 9 】

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. 本開示の表示装置、全般に関する説明
2. 実施例 1 (本開示の表示装置、第 1 の形態の表示装置)
3. 実施例 2 (実施例 1 の変形、第 2 の形態の表示装置)
4. 実施例 3 (実施例 1 の別の変形、第 3 の形態の表示装置) 50

5. 実施例 4 (実施例 1 ~ 実施例 3 の変形)
6. 実施例 5 (実施例 1 ~ 実施例 4 の変形)
7. 実施例 6 (実施例 1 ~ 実施例 5 の変形)、その他

【0010】

[本開示の表示装置、全般に関する説明]

本開示の表示装置において、測距センサは複数の測距素子から構成されており、測距素子は、画像形成装置の画像表示部の画素間に配置されている形態とすることが好ましい。測距素子は、周知の構成、構造を有する受光素子、フォトダイオードやCMOSセンサ、CCDから成り、コントラスト方式とすることができし、あるいは又、位相差方式とすることができし、あるいは又、対となった測距素子から測距センサを構成し、対となつた測距素子によって得られる像のズレに基づき距離を測定する方式を採用することもできる。

10

【0011】

上記の好ましい形態を含む本開示の表示装置において、光学系は、

(B-1) 画像形成装置からの画像が入射するレンズ、及び、

(B-2) レンズを通過した画像を反射し、観察者の瞳に導く半透過鏡(部分反射鏡、部分透過ミラー、半透過ミラー、ハーフミラーとも呼ばれる)、

を備えている構成とすることが好ましく、この場合、レンズは液体レンズから成る構成とすることが好ましく、液体レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される構成とすることが好ましい。液体レンズや半透過鏡、それ自体は、周知の構成、構造とすることができし。画像形成装置とレンズの間、及び/又は、レンズと半透過鏡との間に、反射鏡や第2の半透過鏡を配置してもよい。

20

【0012】

本開示の表示装置の上記の各種の好ましい構成において、測距センサは、画像形成装置から、レンズ及び半透過鏡を経由した、観察者の網膜までの距離を測定する形態とすることができし。尚、このような形態の表示装置を、便宜上、『第1の形態の表示装置』と呼ぶ。そして、第1の形態の表示装置にあっては、更には、レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される形態とすることが好ましい。即ち、レンズの焦点距離を制御することで、画像形成装置によって表示される画像を、合焦状態(ジャストフォーカス状態)で観察者に到達させることができる。観察者の網膜までの距離の測定は、画像形成装置において画像を表示している間に行うことが好ましい。距離の測定方法、レンズの焦点距離の制御方法は、上述したと同様の周知の方法とすることができし。

30

【0013】

あるいは又、本開示の表示装置の上記の各種の好ましい構成において、測距センサは、画像形成装置から、観察者が観察している外部の対象物までの距離を測定する形態とすることができし。尚、このような形態の表示装置を、便宜上、『第2の形態の表示装置』と呼ぶ。そして、第2の形態の表示装置にあっては、更には、レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される形態とすることが好ましく、更には、観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する形態とすることが好ましい。尚、レンズの焦点距離を制御することで、画像形成装置によって表示される画像であつて観察者が観察する画像(虚像)まで距離を、観察者が観察している外部の対象物と一致させる(あるいは、概ね一致させる)ことができる。光学系は、更に、レンズと半透過鏡との間に第2の半透過鏡を備えていることが好ましい。対象物までの距離の測定は、画像形成装置において画像を表示していない間に行うことが好ましい。距離の測定方法、レンズの焦点距離の制御方法は、上述したと同様の周知の方法とすることができし、観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する方法も周知の方法とすることができし。外部の対象物に関する情報は、例えば、対象物を測距センサ(あるいは撮像素子)によって撮影し、表示装置において撮影内容を解析することで、予め作成しておいた対象物に関する各種情報(例えば、説明)の抽出を表示装置にて行い、画像形成装置において表示すればよい。以下の説明においても同様である

40

50

。外部の対象物に関する情報は、表示装置が記憶していてもよいし、例えば、インターネット経由でサーバにアクセスすることで表示装置が入手する形式とすることもできる。

【0014】

あるいは又、本開示の表示装置の上記の各種の好ましい構成において、測距センサは、レンズ及び半透過鏡を介して観察者の視点の検出を行い、検出された観察者の視点に基づき、画像形成装置から、観察者が観察している外部の対象物までの距離を求める形態とすることができる。尚、このような形態の表示装置を、便宜上、『第3の形態の表示装置』と呼ぶ。そして、第3の形態の表示装置にあっては、更には、レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される形態とすることが好ましく、更には、観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する形態とすることが好ましい。尚、レンズの焦点距離を制御することで、画像形成装置によって表示される画像であって観察者が観察する画像（虚像）まで距離を、観察者が観察している外部の対象物と一致させる（あるいは、概ね一致させる）ことができる。光学系は、更に、レンズと半透過鏡との間に第2の半透過鏡を備えていることが好ましい。観察者の視点の検出を行う前に、測距センサは、画像形成装置から、レンズ及び半透過鏡を経由した、観察者の眼球表面までの距離を測定し、次いで、測距センサによって測定された眼球表面までの距離に基づきレンズの焦点距離を制御することが好ましく、これによって、より正確に観察者の視点の検出を行うことができる。観察者の眼球表面までの距離の測定、観察者の視点の検出、対象物までの距離の測定は、画像形成装置において画像を表示していない間に行うことが好ましい。観察者の視点の検出方法、距離の測定方法、レンズの焦点距離の制御方法は、上述したと同様の周知の方法とすることができる。

10

20

【0015】

以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む本開示の表示装置にあっては、画像形成装置において所定の情報を表示する形態とすることができ、この場合、所定の情報は、画像表示部（画像表示領域）の下部に表示されることが好ましい。所定の情報として、例えば、電子メール；各種の操作の指示案内（入力インターフェース）；動画や静止画の表示；映画等の字幕の表示；映像に同期した映像に関する説明文やクローズド・キャプションの表示；芝居や歌舞伎、能、狂言、オペラ、音楽会、バレエ、各種演劇、遊園地（アミューズメントパーク）、美術館、観光地、行楽地、観光案内等における観察対象物に関する各種説明、その内容や進行状況、背景等を説明するための説明文等；各種装置等の観察対象物の運転、操作、保守、分解時等における各種説明や、記号、符号、印、標章、図案等の表示；人物や物品等の観察対象物に関する各種説明や、記号、符号、印、標章、図案等の表示；クローズド・キャプション；安全に関する情報；気象（気温、湿度、天気予報）に関する情報；体調（体温、脈拍、消費カロリー）に関する情報；時間に関する情報；スケジュール；ソーシャルメディア情報、電話等の呼び出し通知を挙げることができる。芝居や歌舞伎、能、狂言、オペラ、音楽会、バレエ、各種演劇、遊園地（アミューズメントパーク）、美術館、観光地、行楽地、観光案内等にあっては、適切なタイミングで観察対象物に関連した画像としての文字を表示装置において表示すればよい。具体的には、例えば、映画等の進行状況に応じて、あるいは又、芝居等の進行状況に応じて、所定のスケジュール、時間配分に基づき、作業者の操作によって、あるいは、コンピュータ等の制御

30

40

【0016】

更には、以上に説明した各種の好ましい形態、構成を含む本開示の表示装置において、画像形成装置は、複数の発光ダイオードが2次元マトリクス状に配列されて成る形態とす

50

ることができ、この場合、発光ダイオードと測距センサを構成する測距素子との間には遮光部材が配されている形態とすることができる。発光ダイオードは、周知の構成、構造を有する発光ダイオードを用いればよい。発光ダイオードは、応答速度がナノ秒オーダーであり、しかも、非常に高い輝度を有する ($10^5 \text{ cd/cm}^2 \sim 10^7 \text{ cd/cm}^2$) ので、非常に短い発光時間で必要な輝度を実現でき、好ましい発光素子である。また、発光のタイミングと撮像・距離測定タイミングとを、合わせることもずらすことも容易に制御することができ、発光が測距センサを誤動作させるクロストークの低減を図ることができ、この点からも、好ましい発光素子である。更には、発光ダイオードは、素子自体を非常に小さくできるので、画像形成装置の小型を図ることができるし、測距センサや撮像素子の配置自由度が高いといった利点を有する。遮光部材を構成する材料は、発光ダイオードから出射される光を遮光できる材料であれば、如何なる材料も用いることができる。但し、画像形成装置を構成する発光素子は、発光ダイオードに限定されるものではなく、その他、例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）や、液晶表示素子等から構成することもできる。

10

20

30

40

50

【0017】

画像形成装置がカラー画像を表示する場合、1画素は、例えば、赤色発光の副画素、緑色発光の副画素及び青色発光の副画素から構成される。1つの測距素子が、1つの画素に対応して画素に隣接して設けられていてもよいし、複数の画素に対応して画素に隣接して設けられていてもよい。場合によっては、画像形成装置の画像表示部の内部に、撮像素子を設けてもよい。1つの撮像素子が、1つの画素に対応して画素に隣接して設けられていてもよいし、複数の画素に対応して画素に隣接して設けられていてもよい。また、画素を基準としたとき、1つの画素に1つの測距素子及び1つの撮像素子を設けてもよいし、複数の画素の1つに対して1つの測距素子を設け、残りの画素のそれぞれに対して1つの撮像素子を設けてもよい。

【0018】

撮像素子を設けることで、観察者が観察している外部の対象物を撮像することで対象物の特定が可能となる結果、観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示することができる。

【0019】

画素に隣接して設けられた測距素子の受光波長を、隣接する画素の発光波長と異ならせることが好ましい。具体的には、画素に隣接して設けられた測距素子の受光波長を、隣接する副画素の発光波長と異ならせることが、光学的クロストークの低減といった観点から好ましい。そのためには、測距素子にカラーフィルタを配置すればよい。具体的には、赤色発光の副画素に隣接して緑色あるいは青色を受光する測距素子を設ければよいし、緑色発光の副画素に隣接して赤色あるいは青色を受光する測距素子を設ければよいし、青色発光の副画素に隣接して赤色あるいは緑色を受光する測距素子を設ければよい。

【0020】

画像形成装置の画像表示部の内部に測距センサが設けられているが、具体的には、例えば、測距素子（必要に応じて、更には、撮像素子）を半導体基板に形成すればよいし、あるいは又、チップ化された測距素子（必要に応じて、更には、チップ化された撮像素子）を基板上に配置すればよい。また、発光素子は、半導体基板の上あるいは半導体基板の上方に設ければよい。より具体的には、半導体基板や基板に設けられた配線に発光素子を取り付けてもよいし、半導体基板の上に形成された層間絶縁層上に発光素子を形成してもよい。表示装置は、1つの画像表示装置を備えていてもよいし（片眼タイプの表示装置）、2つの画像表示装置を備えていてもよい（両眼タイプの表示装置）。

【0021】

フレームは、観察者の頭部に装着することができ、しかも、画像表示装置を取り付けることができる構成、構造を有するものであれば、如何なる形式とすることもでき、例えば、観察者の正面に配置されるフロント部と、フロント部の両端から延びるサイド部とから成る構成とすることができる。画像形成装置の画素数として、 320×240 、 $432 \times$

240、640×480、1024×768、1920×1080等を例示することができる。

【実施例1】

【0022】

実施例1は、本開示の表示装置に関し、より具体的には、第1の形態の表示装置に関する。実施例1の表示装置の概念図を図1Aに示し、実施例1の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部の模式的な一部断面図を図1Bに示し、実施例1の表示装置を上方から眺めた模式図を図3に示し、実施例1の表示装置を正面から眺めた模式図を図4に示す。また、画像形成装置の画像表示部の一部における画素及び測距素子の配置状態を説明するための模式図を、図8A、図8B、図9A、図9Bに示す。尚、図1A、あるいは、後述する図5A、図5Bにあっては、画像形成装置及び光学系を観察者の上方から眺めている。また、便宜上、観察者の右側の瞳の光学軸に相当する軸線をX軸とし、観察者の右側の瞳と左側の瞳を結ぶ軸線であって、右側の瞳から左側の瞳に向かう軸線をY軸とする。

10

【0023】

実施例1の表示装置は、

(イ) 観察者20の頭部に装着されるフレーム10、及び、

(ロ) フレーム10に取り付けられた画像表示装置30、

を備えており、

画像表示装置30は、

(A) 画像形成装置40、及び、

(B) 画像形成装置40からの画像を観察者の瞳に導く光学系50、

を備えている。尚、図示した表示装置にあっては、右眼用画像表示装置30R及び左眼用画像表示装置30Lを備えている両眼タイプの表示装置としたが、右眼用の画像表示装置及び左眼用の画像表示装置の内的一方を備えた片眼タイプの表示装置としてもよい。尚、図4においては、図面の簡素化のため右眼用画像表示装置30Rのみを図示し、左眼用画像表示装置30Lの図示は省略した。

20

【0024】

画像形成装置40は、周知の構成、構造を有する複数の発光素子、具体的には、発光ダイオード43が2次元マトリクス状に配列されて成る。そして、画像形成装置40の画像表示部41の内部には測距センサ60が設けられている。具体的には、測距センサ60は複数の測距素子61から構成されており、測距素子61は、画像形成装置40の画像表示部41の画素42の間に配置されている。ここで、画像形成装置40はカラー画像を表示するので、1つの画素42は、赤色を発光する発光ダイオードから構成された赤色発光の副画素42R、緑色を発光する発光ダイオードから構成された緑色発光の副画素42G、及び、青色を発光する発光ダイオードから構成された青色発光の副画素42Bから構成されている。

30

【0025】

より具体的には、図1Bに示すように、測距素子61は、シリコン半導体基板44に周知の方法で形成された、周知の構成、構造を有するフォトダイオードから成る。また、チップ化された発光ダイオード43は、シリコン半導体基板44に形成された配線45に、例えば、半田パンプ46を介して取り付けられている。尚、取り付けの方法は、これに限定するものではない。

40

【0026】

そして、図8A、図8Bに示すように、1つの測距素子61が、1つの画素42に対応して画素42に隣接して設けられている。あるいは又、図9A、図9Bに示すように、1つの測距素子61が、複数の画素42に対応して画素42に隣接して設けられている。尚、図8A及び図9Aに示す例においては、撮像素子71が画像形成装置40の画像表示部の内部に設けられており、図8Aに示す例では、1つの画素42に対して1つの撮像素子71が設けられており、図9Aに示す例では、画素42の一部には撮像素子71が設けられていない。即ち、図8Aに示す例では、1つの画素42に1つの測距素子61及び1つ

50

の撮像素子 7 1 が設けられている。また、図 8 B に示す例では、1つの画素 4 2 に1つの測距素子 6 1 が設けられているが、撮像素子 7 1 は設けられていない。更には、図 9 A に示す例では、複数の画素 4 2 の1つに対して1つの測距素子 6 1 を設け、残りの画素 4 2 のそれぞれに対して1つの撮像素子 7 1 を設けている。また、図 9 B に示す例では、複数の画素 4 2 の1つに対して1つの測距素子 6 1 を設け、残りの画素 4 2 には測距素子 6 1 及び撮像素子 7 1 が設けられていない。周知の構成、構造を有する撮像素子 7 1 も、測距素子 6 1 と同様に、周知の方法に基づきシリコン半導体基板 4 4 に形成されている。尚、チップ化された撮像素子を、シリコン半導体基板 4 4 に形成された配線に、例えば、半田パンプを介して取り付けてもよい。

【0027】

実施例 1 の表示装置において、光学系 5 0 は、
(B - 1) 画像形成装置 4 0 から画像が入射するレンズ 5 1、及び、
(B - 2) レンズ 5 1 を通過した画像を反射し、観察者 2 0 の瞳 2 1 に導く半透過鏡 5 2、
を備えている。レンズ 5 1 は、周知の構成、構造を有する液体レンズから成る。尚、レンズ 5 1 と半透過鏡 5 2 との間に、光路を変更するための反射鏡 5 3 が配置されている。

【0028】

そして、実施例 1 において、測距センサ 6 0 は、画像形成装置 4 0 から、レンズ 5 1、反射鏡 5 3 及び半透過鏡 5 2 を経由した、観察者 2 0 の瞳 2 1 の網膜までの距離を測定する。そして、レンズ 5 1 の焦点距離は、測距センサ 6 0 によって測定された距離に基づき制御される。距離の測定方法は、周知のコントラスト方式を採用してもよいし、位相差方式を採用してもよいし、対となった測距素子 6 1 によって得られる像のズレに基づき距離を測定する方式を採用することもできる。具体的には、画像形成装置 4 0 から、レンズ 5 1、反射鏡 5 3 及び半透過鏡 5 2 を経由して、観察者 2 0 の瞳 2 1 の網膜に画像が到達するが、逆に、観察者 2 0 の瞳 2 1 の網膜の像が、半透過鏡 5 2、反射鏡 5 3 及びレンズ 5 1 を経由して、画像形成装置 4 0 の画像表示部 4 1 の内部に設けられた測距センサ 6 0 において得られる。即ち、得られた観察者 2 0 の瞳 2 1 の網膜の像が合焦状態であるか否かを測距センサ 6 0 において調べることで、画像形成装置 4 0 によって表示される画像が観察者 2 0 に合焦状態で到達しているか否かを容易に検証することができる。そして、得られた網膜の像が合焦状態となるように、レンズ 5 1 の焦点距離の制御を行う。こうして、画像形成装置 4 0 によって表示される画像が、表示装置の使用者（観察者 2 0）に合焦状態で到達していることを保証することができる。尚、参照番号 2 2 は仮想投影面を示す。画像形成装置によって表示される画像であって観察者が観察する画像（虚像）が、この仮想投影面 2 2 上において観察者によって観察される。

【0029】

実施例 1 にあつては、画像形成装置 4 0 から観察者 2 0 の瞳 2 1 の網膜までの距離の測定を、例えば、60 画像表示フレームに 1 回（即ち、1 / 60 秒に 1 回）、行うが、このような回数に限定するものではなく、例えば、120 画像表示フレームに 1 回、240 画像表示フレームに 1 回とすることもできる。図 6 A に、実施例 1 の表示装置の動作を説明するための図を示すが、観察者 2 0 の網膜までの距離の測定及びレンズ 5 1 の焦点距離の制御は、画像形成装置 4 0 において画像を表示している間に行う。

【0030】

図 2 A 及び図 2 B に、実施例 1 の表示装置の変形例の概念図を示す。図 2 A に示す例にあつては、反射鏡 5 3 が省略され、レンズ 5 1 から出射した画像は、半透過鏡 5 2 に、直接、衝突する。尚、図 2 A にあつては、画像形成装置 4 0 及び光学系 5 0 を観察者の上方から眺めており、画像形成装置 4 0 は、観察者の頭部の右側方に配置されている。図 2 B に示す例にあつては、反射鏡 5 3 が省略され、レンズ 5 1 から出射した画像は、半透過鏡 5 2 に、直接、衝突する。尚、図 2 B にあつては、画像形成装置 4 0 及び光学系 5 0 を観察者の側方から眺めており、画像形成装置 4 0 及びレンズ 5 1 は半透過鏡 5 2 の上方に配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

フレーム 1 0 は、観察者 2 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 2 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 3 と、各テンプル部 1 3 の先端部に取り付けられたモダン部（先セル、耳あて、イヤープッドとも呼ばれる）1 4 から成る。また、ノーズパッド（図示せず）が取り付けられている。即ち、フレーム 1 0 及びノーズパッドの組立体は、基本的には、通常的眼鏡と略同じ構造を有する。更には、画像形成装置 4 0 及びレンズ 5 1 を格納し、反射鏡 5 3 が取り付けられた筐体 4 8 が、取付け部材 1 9 によって、着脱自在に、テンプル部 1 3 に取り付けられている。半透過鏡 5 2 がフロント部 1 1 に取り付けられている。フレーム 1 0 は、金属又はプラスチックから作製されている。尚、筐体 4 8 は、取付け部材 1 9 によってテンプル部 1 3 に着脱できないように取り付けられていてもよい。眼鏡を所有し、装着している観察者に対しては、観察者の所有する眼鏡のフレームのテンプル部に、筐体 4 8 を取付け部材 1 9 によって着脱自在に取り付けてもよい。筐体 4 8 を、テンプル部 1 3 の外側に取り付けてもよいし、テンプル部 1 3 の内側に取り付けてもよい。

10

【 0 0 3 2 】

一方の画像形成装置 4 0 から延びる配線（信号線や電源線等）1 5 が、テンプル部 1 3、及び、モダン部 1 4 の内部を介して、モダン部 1 4 の先端部から外部に延び、制御装置（制御回路、制御手段）1 8 に接続されている。更には、画像形成装置 4 0 はヘッドホン部 1 6 を備えており、画像形成装置 4 0 から延びるヘッドホン部用配線 1 7 が、テンプル部 1 3、及び、モダン部 1 4 の内部を介して、モダン部 1 4 の先端部からヘッドホン部 1 6 へと延びている。ヘッドホン部用配線 1 7 は、より具体的には、モダン部 1 4 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 1 6 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 1 6 やヘッドホン部用配線 1 7 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、すっきりとした表示装置とすることができる。

20

【 0 0 3 3 】

レンズ 5 1 は、エレクトロウェット現象を利用した周知の液体レンズ 1 0 0 から構成されている。

【 0 0 3 4 】

液体レンズの原理を、図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 2 C、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 3 C の原理図を参照して説明する。尚、図 1 2 A は、図 1 2 B の矢印 A - A に沿った模式的な断面図であり、図 1 2 B は、図 1 2 A の矢印 B - B に沿った模式的な断面図（但し、第 1 の液体の図示は省略）であり、図 1 2 C、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 3 C は、図 1 2 A の矢印 C - C に沿った模式的な断面図である。尚、液体レンズの x y 平面で切断したときの形状は模式的な形状であり、実際の形状とは異なっている。

30

【 0 0 3 5 】

図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 2 C、図 1 3 A、図 1 3 B、図 1 3 C に原理図を示す液体レンズ（便宜上、『原理的液体レンズ』と呼ぶ）は、ハウジングを備えている。このハウジングは、

40

第 1 側面部材 1 0 1、

第 1 側面部材 1 0 1 と対向した第 2 側面部材 1 0 2、

第 1 側面部材 1 0 1 の一端部と第 2 側面部材 1 0 2 の一端部とを結ぶ第 3 側面部材 1 0 3、

第 1 側面部材 1 0 1 の他端部と第 2 側面部材 1 0 2 の他端部とを結ぶ第 4 側面部材 1 0 4、

第 1 側面部材 1 0 1、第 2 側面部材 1 0 2、第 3 側面部材 1 0 3 及び第 4 側面部材 1 0 4 の頂面に取り付けられた天板 1 0 5、及び、

第 1 側面部材 1 0 1、第 2 側面部材 1 0 2、第 3 側面部材 1 0 3 及び第 4 側面部材 1 0 4 の底面に取り付けられた底板 1 0 6、

から成り、このハウジングによって 1 つのレンズ室が構成されている。レンズ室は、軸線

50

が第1側面部材101及び第2側面部材102の延びる方向(z方向)に延びる円柱レンズとしての液体レンズを構成する第1の液体115及び第2の液体116によって占められている。

【0036】

そして、天板105の部分の内面には、液体レンズを構成する第1電極(以下、単に、『第1電極111』と呼ぶ)が設けられており、第1側面部材101の内面には、液体レンズを構成する第2電極(以下、単に、『第2電極112』と呼ぶ)が設けられており、第2側面部材102の内面には、液体レンズを構成する第3電極(以下、単に、『第3電極113』と呼ぶ)が設けられている。ここで、図12A、図12B、図12Cに示す状態にあっては、第1電極111、第2電極112、第3電極113には電圧を印加していない。

10

【0037】

この状態から、第1電極111、第2電極112、第3電極113に適切な電圧を印加すると、図13A、図13Bあるいは図13Cに示す状態に第1の液体115と第2の液体116の界面の状態が変化する。ここで、図13Aに示す状態は、第2電極112と第3電極113に同じ電圧を印加したときの状態を示し、レンズ室内で形成される液体レンズのxy平面で切断したときの形状は、光軸OAに対して対称である。また、図13B及び図13Cに示す状態は、第2電極112と第3電極113に異なる電圧を印加したときの状態を示し、レンズ室内で形成される液体レンズのxy平面で切断したときの形状は、光軸OAに対して非対称である。尚、第2電極112と第3電極113との間の電位差は、図13Cに示す状態の方が、図13Bに示す状態よりも大きい。図13B及び図13Cに示すように、第2電極112と第3電極113との間の電位差に応じて、液体レンズの光学パワーを変化させることができるし、液体レンズの光軸OA(点線で表示する)をz方向と直交するy方向に移動させることができる。あるいは又、これらの原理図に示す液体レンズを複数、並置し、各液体レンズの第2電極112と第3電極113に印加する電圧を適切に制御することで、液体レンズ全体としての光軸を移動させることができるし、液体レンズ全体としての光軸の傾きを変化させることができるし、液体レンズ全体としてフレネルレンズを構成することができる。

20

【0038】

実施例1における実用的な液体レンズ100の模式的な断面図を、図14及び図15A、図15B、図15Cに示す。尚、図14は、図12Bの矢印A-Aに沿ったと同様の模式的な断面図であり、図15A、図15B、図15Cは、図14の矢印C-Cに沿った模式的な断面図である。また、図14の矢印B-Bに沿った模式的な断面図は、図12Bに示したと同様である。

30

【0039】

液体レンズ100は、

(A)第1側面部材101、

第1側面部材101と対向した第2側面部材102、

第1側面部材101の一端部と第2側面部材102の一端部とを結ぶ第3側面部材103、

40

第1側面部材101の他端部と第2側面部材102の他端部とを結ぶ第4側面部材104、

第1側面部材101、第2側面部材102、第3側面部材103及び第4側面部材104の頂面に取り付けられた天板105、及び、

第1側面部材101、第2側面部材102、第3側面部材103及び第4側面部材104の底面に取り付けられた底板106、

を備えたハウジング100A、並びに、

(B)それぞれが、第1側面部材101と第2側面部材102との間に平行に配置された、(M-1)個の隔壁部材107、

を備えている。

50

【0040】

そして、実施例1における液体レンズ100にあっては、M個(=5個)のレンズ室108(108₁, 108₂, 108₃, 108₄, 108₅)が並置されている。ここで、各レンズ室108(108₁, 108₂, 108₃, 108₄, 108₅)は、軸線が隔壁部材107の延びる方向と平行な方向(z方向)である円柱レンズとしての液体レンズを構成する第1の液体115及び第2の液体116によって占められている。

【0041】

第1番目のレンズ室108₁は、第1側面部材101、第3側面部材103、第1番目の隔壁部材107、第4側面部材104、天板105、及び、底板106から構成されている。そして、第1番目のレンズ室108₁を構成する天板105の部分の内面には、第1電極111が設けられており、第1番目のレンズ室108₁を構成する第1側面部材101の部分の内面には、第2電極112が設けられており、第1番目のレンズ室108₁を構成する第1番目の隔壁部材107の部分の内面には、第3電極113が設けられている。

10

【0042】

また、第(m+1)番目のレンズ室108_(m+1)は、第m番目(但し、m=1, 2, …, M-2)の隔壁部材107、第3側面部材103、第(m+1)番目の隔壁部材107、第4側面部材104、天板105、及び、底板106から構成されている。そして、第(m+1)番目のレンズ室108_(m+1)を構成する天板105の部分の内面には、第1電極111が設けられており、第(m+1)番目のレンズ室108_(m+1)を構成する第m番目の隔壁部材107の部分の内面には、第2電極112が設けられており、第(m+1)番目のレンズ室108_(m+1)を構成する第(m+1)番目の隔壁部材107の部分の内面には、第3電極113が設けられている。

20

【0043】

更には、第M番目のレンズ室108_M(=108₅)は、第(M-1)番目の隔壁部材107、第3側面部材103、第2側面部材102、第4側面部材104、天板105、及び、底板106から構成されている。そして、第M番目のレンズ室108_M(=108₅)を構成する天板105の部分の内面には、第1電極111が設けられており、第M番目のレンズ室108_M(=108₅)を構成する第(M-1)番目の隔壁部材107の部分の内面には、第2電極112が設けられており、第M番目のレンズ室108_M(=108₅)を構成する第2側面部材102の部分の内面には、第3電極113が設けられている。

30

【0044】

尚、図示した例では、各レンズ室毎に第1電極111が設けられているが、天板105の内面に1枚の第1電極111を設けてもよい。

【0045】

実施例1における液体レンズ100にあっては、少なくとも第1の液体115と第2の液体116との界面が位置する第1側面部材101、第2側面部材102及び隔壁部材107のそれぞれの表面には、撥水処理が施されている。また、隔壁部材107の底面は底板106まで延びており、隔壁部材107の頂面は天板105まで延びている。ハウジング100Aの外形形状は、z方向に長辺、y方向に短辺を有する矩形形状である。そして、底板106から光が入射し、天板105から光が出射する。

40

【0046】

第1の液体115と第2の液体116とは、不溶、不混合であり、第1の液体115と第2の液体116との界面がレンズ面を構成する。ここで、第1の液体115は導電性を有し、第2の液体116は絶縁性を有し、第1電極111は第1の液体115と接しており、第2電極112は絶縁膜114を介して第1の液体115及び第2の液体116と接しており、第3電極113は絶縁膜114を介して第1の液体115及び第2の液体116と接している。また、天板105、底板106、及び、第1電極111は、液体レンズ100に入射する光に対して透明な材料から構成されている。

【0047】

50

より具体的には、天板 105、底板 106、第 1 側面部材 101、第 2 側面部材 102、第 3 側面部材 103、第 4 側面部材 104 及び隔壁部材 107 は、ガラス、あるいは、アクリル系樹脂等の樹脂から作製されている。また、導電性を有する第 1 の液体 115 は塩化リチウム水溶液から成り、密度は 1.06 g/cm^3 であり、屈折率は 1.34 である。一方、絶縁性を有する第 2 の液体 116 はシリコンオイル（モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同会社製 T S F 4 3 7）から成り、密度は 1.02 g/cm^3 であり、屈折率は 1.49 である。また、第 1 電極 111 は I T O から成り、第 2 電極 112 及び第 3 電極 113 は、例えば、金、アルミニウム、銅、銀等の金属電極から成る。更には、絶縁膜 114 は、ポリパラキシレンや酸化タンタル、酸化チタン等の金属酸化物から成る。尚、絶縁膜 114 の上に撥水処理層（図示せず）が設けられている。撥水処理層はポリパラキシレンやフッ素系のポリマーから成る。第 1 電極 111 の表面に親水処理を施し、第 3 側面部材 103 や第 4 側面部材 104 の内面に撥水処理を施すことが好ましい。

10

【0048】

そして、実施例 1 にあっては、レンズ 51 を構成するために、図 14 に示した液体レンズ 100 を 2 つ、重ね合わせる。具体的には、下側の液体レンズ 100 の y 方向と、上側の液体レンズ 100 の y 方向とが直交するように、しかも、下側の液体レンズ 100 の z 方向と、上側の液体レンズ 100 の z 方向とが直交するように、重ね合わせる。

【0049】

第 1 電極 111、第 2 電極 112 及び第 3 電極 113 は、図示しない接続部を介して、制御回路 18 に接続され、所望の電圧が印加される構成、構造となっている。そして、第 1 電極 111、第 2 電極 112 及び第 3 電極 113 に電圧を印加すると、第 1 の液体 115 と第 2 の液体 116 との界面によって構成されたレンズ面が、図 15 A に示す下に凸の状態から、図 15 B に示す上に凸の状態に向かって変化する。レンズ面の変化状態は、Lippman-Young の式に基づき、電極 111、112、113 に印加する電圧によって変化する。図 15 B に示した例においては、第 2 電極 112 と第 3 電極 113 に同じ電圧を印加している。それ故、レンズ室内で形成される液体レンズの x y 平面で切断したときの形状は、液体レンズの光軸に対して対称である。重ね合わせた 2 つの液体レンズ 100 の内、上側の液体レンズ 100 に対して、このような制御を行えばよい。

20

【0050】

また、図 15 C に示す状態は、第 2 電極 112 と第 3 電極 113 とに異なる電圧を印加したときの状態を示すが、レンズ室内で形成される液体レンズの x y 平面で切断したときの形状は、液体レンズの光軸に対して非対称である。ここで、図 15 C に示す状態においては、液体レンズ 100 としてフレネルレンズが構成される。重ね合わせた 2 つの液体レンズ 100 の内、上側の液体レンズ 100 に対して、このような制御を行ってもよい。

30

【0051】

第 2 電極 112 を共通の配線に接続し、第 3 電極 113 を共通の配線に接続し、各第 2 電極 112 には同じ電圧を印加し、各第 3 電極 113 には同じ電圧を印加する構成とすることができる。あるいは又、第 2 電極 112 を共通の配線に接続し、第 3 電極 113 を個別の配線に接続して個別に異なる電圧を印加する構成とすることもできるし、第 3 電極 113 を共通の配線に接続し、第 2 電極 112 を個別の配線に接続して個別に異なる電圧を印加する構成とすることもできるし、第 2 電極 112、第 3 電極 113 共、個別の配線に接続して個別に異なる電圧を印加する構成とすることもできる。

40

【0052】

別の構成の液体レンズ 120 の模式的な断面図を図 16 に示し、平面図を図 17 に示すが、この液体レンズ 120 はフレネルレンズから構成され、リング状のレンズ室が同心に配置されている。即ち、液体レンズ 120 は、

- (A) 終端部を有していない、所謂エンドレスの外壁部材 129、
- 外壁部材 129 の頂面に取り付けられた天板 125、及び、
- 外壁部材 129 の底面に取り付けられた底板 126、

50

を備えたハウジング、並びに、

(B) 終端部を有しておらず、外壁部材 129 と同心に配置された (N - 1) 個の隔壁部材 127、

を備えている。尚、ハウジングの外形状は円形である。そして、(N - 1) 個の環状レンズ室、及び、第 (N - 1) 番目の隔壁部材 127 によって囲まれた中央レンズ室を有している。ここで、図示した例にあっては、 $N = 3$ とした。各レンズ室 $128 (128_1, 128_2, 128_3)$ は、液体レンズ 120 を構成する第 1 の液体 115 及び第 2 の液体 116 によって占められている。

【0053】

第 1 番目のレンズ室 (環状レンズ室) 128_1 は、外壁部材 129、第 1 番目の隔壁部材 127、天板 125、及び、底板 126 から構成されている。そして、第 1 番目のレンズ室 128_1 を構成する天板 125 の部分の内面には、液体レンズ 120 を構成する第 1 電極 (以下、単に、『第 1 電極 131』と呼ぶ) が設けられており、第 1 番目のレンズ室 128_1 を構成する外壁部材 129 の部分の内面には、液体レンズ 120 を構成する第 2 電極 (以下、単に、『第 2 電極 132』と呼ぶ) が設けられており、第 1 番目のレンズ室 128_1 を構成する第 1 番目の隔壁部材 127 の部分の内面には、液体レンズ 120 を構成する第 3 電極 (以下、単に、『第 3 電極 133』と呼ぶ) が設けられている。

【0054】

第 (n + 1) 番目のレンズ室 (環状レンズ室) $128_{(n+1)}$ は、第 n 番目 (但し、 $n = 1, 2 \cdots N - 2$) の隔壁部材 127、第 (n + 1) 番目の隔壁部材 127、天板 125、及び、底板 126 から構成されている。そして、第 (n + 1) 番目のレンズ室 $128_{(n+1)}$ を構成する天板 125 の部分の内面には、第 1 電極 131 が設けられており、第 (n + 1) 番目のレンズ室 $128_{(n+1)}$ を構成する第 n 番目の隔壁部材 127 の部分の内面には、第 2 電極 132 が設けられており、第 (n + 1) 番目のレンズ室 $128_{(n+1)}$ を構成する第 (n + 1) 番目の隔壁部材 127 の部分の内面には、第 3 電極 133 が設けられている。

【0055】

第 N 番目のレンズ室 128_N に相当する中央レンズ室 128_3 を構成する天板 125 の部分の内面には、第 1 電極 131 が設けられており、中央レンズ室 128_3 を構成する第 (N - 1) 番目の隔壁部材 127 の部分の内面には、第 3 電極 133 が設けられている。

【0056】

尚、図示した例では、各レンズ室毎に第 1 電極 131 が設けられているが、天板 125 の内面に 1 枚の第 1 電極 131 を設けてもよい。

【0057】

この液体レンズ 120 においては、少なくとも第 1 の液体 115 と第 2 の液体 116 との界面が位置する外壁部材 129 及び隔壁部材 127 のそれぞれの表面には、先に説明した液体レンズ 100 と同様に、撥水処理が施されている。底板 126 から光が入射し、天板 125 から光が出射する。そして、各レンズ室 $128_1, 128_2, 128_3$ において、第 2 電極 132 に印加する電圧と第 3 電極 133 に印加する電圧とを異ならせることで、液体レンズ 120 の光学パワーを変化させる。あるいは又、各レンズ室 $128_1, 128_2, 128_3$ において、第 2 電極 132 に印加する電圧と第 3 電極 133 に印加する電圧とを異ならせることで、液体レンズ全体としてフレネルレンズが構成される。

【実施例 2】

【0058】

実施例 2 は、実施例 1 の変形であり、第 2 の形態の表示装置に関する。実施例 2 の表示装置にあっては、測距センサ 60 は、画像形成装置 40 から、観察者 20 が観察している外部の対象物 23 までの距離を測定する。レンズ 51 の焦点距離は、測距センサ 60 によって測定された距離に基づき制御される。具体的には、図 5A に概念図を示すように、実施例 1 の表示装置における反射鏡 53 の代わりに、半透過鏡 52 とは別の半透過鏡 (第 2 の半透過鏡 54) が配置されており、測距センサ 60 は、画像形成装置 40 から、第 2 の

10

20

30

40

50

半透過鏡 5 4 を介して、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 までの距離を測定する。尚、外部の対象物 2 3 は、X 軸上に位置しているとする。以上の点を除き、実施例 2 の表示装置の構成、構造は、実施例 1 の表示装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、図 2 A、図 2 B に示した実施例 1 の表示装置の変形例において、レンズ 5 1 と半透過鏡 5 2 の間に、第 2 の半透過鏡 5 4 を配置してもよい。

【 0 0 5 9 】

更には、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 に関する情報を画像形成装置 4 0 において表示する。外部の対象物 2 3 の像を、測距センサ 6 0 (具体的には、測距素子 6 1) あるいは撮像素子 7 1 によって得た後、得られた像を制御装置 (制御回路) 1 8 において解析し、対象物 2 3 を特定し、制御装置 (制御回路) 1 8 に記憶された対象物 2 3 に関する情報を画像形成装置 4 0 において表示すればよい。レンズ 5 1 の焦点距離を制御することで、画像形成装置 4 0 によって表示される画像であって観察者が観察する画像 (虚像) 、即ち、観察者 2 0 が操作することなく、自動的に、外部の対象物 2 3 に関する情報まで距離を、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 と一致させる (あるいは、概ね一致させる) ことができ、インタラクティブ且つスムーズな虚像と実空間の合成ができるので、画像の観察に違和感が生じることが無い。

10

【 0 0 6 0 】

図 6 B に、実施例 2 の表示装置の動作を説明するための図を示すが、対象物 2 3 までの距離の測定及びレンズ 5 1 の焦点距離の制御は、画像形成装置 4 0 において画像を表示していない間に行うことが好ましい。

20

【 0 0 6 1 】

実施例 2 の表示装置にあつては、測距センサ 6 0 が画像形成装置 4 0 の画像表示部の内部に設けられている。それ故、簡素な構成、構造であるにも拘わらず、観察者が観察する外部の対象物までの距離測定を容易に行うことができる。

【 実施例 3 】

【 0 0 6 2 】

実施例 3 も、実施例 1 の変形であり、第 3 の形態の表示装置に関する。実施例 3 の表示装置にあつては、測距センサ 6 0 は、レンズ 5 1 及び半透過鏡 5 2 を介して観察者の視点の検出を行う。即ち、観察者が実空間のどこに視点を置いているかを検出する。そして、検出された観察者 2 0 の視点に基づき、画像形成装置 4 0 から、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 までの距離を求める。レンズ 5 1 の焦点距離は、測距センサ 6 0 によって測定された距離に基づき制御される。具体的には、図 5 B に概念図を示すように、実施例 1 の表示装置における反射鏡 5 3 の代わりに、実施例 2 の表示装置と同様に、第 2 の半透過鏡 5 4 が配置されている。そして、測距センサ 6 0 は、レンズ 5 1、第 2 の半透過鏡 5 4 を及び半透過鏡 5 2 を介して観察者の視点の検出を行う。また、検出された観察者 2 0 の視点に基づき、第 2 の半透過鏡 5 4 及びレンズ 5 1 を介して、画像形成装置 4 0 から、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 までの距離を求める。以上の点を除き、実施例 3 の表示装置の構成、構造は、実施例 1 の表示装置の構成、構造と同様とすることができるので、詳細な説明は省略する。尚、図 2 A、図 2 B に示した実施例 1 の表示装置の変形例において、レンズ 5 1 と半透過鏡 5 2 の間に、第 2 の半透過鏡 5 4 を配置してもよい。

30

40

【 0 0 6 3 】

更には、実施例 2 と同様に、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 に関する情報を画像形成装置 4 0 において表示する。レンズ 5 1 の焦点距離を制御することで、画像形成装置 4 0 によって表示される画像であって観察者 2 0 が観察する画像 (虚像) 、即ち、外部の対象物 2 3 に関する情報まで距離を、観察者 2 0 が操作することなく、自動的に、観察者 2 0 が観察している外部の対象物 2 3 と一致させる (あるいは、概ね一致させる) ことができ、インタラクティブ且つスムーズな虚像と実空間の合成ができるので、画像の観察に違和感が生じることが無い。

【 0 0 6 4 】

50

図 7 に、実施例 3 の表示装置の動作を説明するための図を示すが、先ず、測距センサ 60 によって測定された観察者 20 の眼球表面までの距離を求め、レンズ 51 の焦点距離を制御することで、レンズ 51 の焦点を眼球表面に合わせる。次いで、周知の方法で、測距センサ 60 は、観察者 20 の視点の検出を行い、その後、測距センサ 60 は、画像形成装置 40 から、レンズ 51、第 2 の半透過鏡 54 を経由して、観察者 20 が観察している外部の対象物 23 を測定する。そして、レンズ 51 の焦点距離を制御した後、画像形成装置 40 によって画像を表示する。即ち、画像形成装置 40 において画像を表示していない間に、観察者 20 の眼球までの距離の測定、観察者 20 の視点の検出、対象物 23 までの距離の測定を行う。

【 0 0 6 5 】

実施例 3 の表示装置にあっても、測距センサ 60 が画像形成装置 40 の画像表示部の内部に設けられている。それ故、簡素な構成、構造であるにも拘わらず、観察者 20 の視点の検出、観察者 20 が観察する外部の対象物 23 までの距離測定を容易に行うことができる。

【 実施例 4 】

【 0 0 6 6 】

実施例 4 は、実施例 1 ~ 実施例 3 の変形である。実施例 4 においては、画像形成装置 40 において所定の情報（例えば、入力インターフェース）を表示する。所定の情報は、画像表示部の下部に表示される。また、所定の情報は、例えば、観察者 20 の 1 m 程度前方の仮想投影面上に投影される。所定の情報の選択（例えば、入力）は、例えば、所定の情報を示す虚像を観察者が指で指す状態を撮像素子 71 によって撮像し、どの所定の情報の選択を行ったかを制御装置（制御回路）18 において解析し、選択された情報に基づいて各種処理を行えばよい。

【 実施例 5 】

【 0 0 6 7 】

実施例 5 は、実施例 1 ~ 実施例 4 の変形である。図 10 A、図 10 B、図 10 C 及び図 10 D に、実施例 5 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部の概念図を示す。実施例 5 の表示装置においては、発光ダイオード 43 と測距素子 61 との間に遮光部材 47 が配されている。遮光部材 47 は、発光ダイオード 43 から出射された光の測距素子 61 への入射を妨げ得る材料から構成すればよい。このように遮光部材 47 を設けることで、発光ダイオード 43 の影響を測距素子 61 は受け難くなる。

【 0 0 6 8 】

図 10 A に示す例では、シリコン半導体基板 44 に測距素子 61 が形成され、シリコン半導体基板 44 の上に発光ダイオード 43 が配置され、測距素子 61 と発光ダイオード 43 との間に遮光部材 47 が配されている。図 10 B に示す例では、シリコン半導体基板 44 の上に測距素子 61 及び発光ダイオード 43 が配置され、測距素子 61 と発光ダイオード 43 との間に遮光部材 47 が配されている。

【 0 0 6 9 】

図 10 C に示す例では、シリコン半導体基板 44 に測距センサ 60 が形成され、シリコン半導体基板 44 の上に発光ダイオード 43 が配置され、発光ダイオード 43 の外側に遮光部材 47 が設けられている。図 10 D に示す例では、シリコン半導体基板 44 の上に測距センサ 60 及び発光ダイオード 43 が配置され、発光ダイオード 43 の外側に遮光部材 47 が設けられている。尚、遮光部材は、赤色を発光する発光ダイオードから構成された赤色発光の副画素 42 R、緑色を発光する発光ダイオードから構成された緑色発光の副画素 42 G、及び、青色を発光する発光ダイオードから構成された青色発光の副画素 42 B のそれぞれに設けてもよいし、3つの副画素 42 R, 42 G, 42 B の全体（1画素）に対して設けてもよい。

【 0 0 7 0 】

更には、測距素子 61、発光ダイオード 43、遮光部材 47 の全体を封止してもよい。尚、実施例 1 ~ 実施例 4 において、測距素子 61 及び発光ダイオード 43 の全体を封止し

10

20

30

40

50

てもよい。

【実施例 6】

【0071】

実施例 6 は、実施例 1 ~ 実施例 5 の変形である。図 1 1 A 及び図 1 1 B の模式図に、実施例 6 の表示装置を構成する画像形成装置の画像表示部の一部における画素及び測距素子の配置例を示すが、実施例 6 にあっては、画素に隣接して配置された測距素子 6 1 の受光波長を、隣接する副画素の発光波長と異ならせる。これによって、光学的クロストークを低減させることができる。具体的には、測距素子 6 1 にカラーフィルタを配置すればよい。より具体的には、赤色発光の副画素 4 2 R に隣接して緑色あるいは青色を受光する測距素子 6 1 G , 6 1 B を設ければよいし、緑色発光の副画素 4 2 G に隣接して赤色あるいは青色を受光する測距素子 6 1 R , 6 1 B を設ければよいし、青色発光の副画素 4 2 B に隣接して赤色あるいは緑色を受光する測距素子 6 1 R , 6 1 G を設ければよい。

10

【0072】

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表示装置（頭部装着型ディスプレイ）、画像表示装置、測距センサ、液体レンズの構成、構造は例示であり、適宜変更することができるし、発光素子や測距センサ、撮像素子の配置も例示で有り、適宜、変更することができる。場合によっては、測距センサを撮像素子としても用いることもできる。実施例において、画像形成装置 4 0 を構成する発光素子を、専ら、発光ダイオードとしたが、これに限定されるものではなく、その他、例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子（有機 EL 素子）や、液晶表示素子から構成することもでき、この場合、半導体基板の上に形成された層間絶縁層上にこれらの素子を形成すればよい。

20

【0073】

尚、本開示は、以下のような構成を取ることにもできる。

[A01] 《表示装置》

(イ) 観察者の頭部に装着されるフレーム、及び、

(ロ) フレームに取り付けられた画像表示装置、

を備えており、

画像表示装置は、

(A) 画像形成装置、及び、

(B) 画像形成装置からの画像を観察者の瞳に導く光学系、

を備えており、

画像形成装置の画像表示部の内部には、測距センサが設けられている表示装置。

30

[A02] 測距センサは複数の測距素子から構成されており、

測距素子は、画像形成装置の画像表示部の画素間に配置されている [A01] に記載の表示装置。

[A03] 光学系は、

(B-1) 画像形成装置からの画像が入射するレンズ、及び、

(B-2) レンズを通過した画像を反射し、観察者の瞳に導く半透過鏡、

を備えている [A01] 又は [A02] に記載の表示装置。

40

[A04] レンズは液体レンズから成る [A03] に記載の表示装置。

[A05] 液体レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される [A04] に記載の表示装置。

[B01] 測距センサは、画像形成装置から、レンズ及び半透過鏡を経由した、観察者の網膜までの距離を測定する [A03] 又は [A04] に記載の表示装置。

[B02] レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される [B01] に記載の画像表示装置。

[B03] レンズの焦点距離を制御することで、画像形成装置によって表示される画像を、合焦状態で観察者に到達させる [B01] 又は [B02] に記載の表示装置。

[B04] 観察者の網膜までの距離の測定は、画像形成装置において画像を表示している

50

間に行う [B 0 1] 乃至 [B 0 3] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[C 0 1] 測距センサは、画像形成装置から、観察者が観察している外部の対象物までの距離を測定する [A 0 3] 又は [A 0 4] に記載の表示装置。

[C 0 2] 光学系は、更に、レンズと半透過鏡との間に第 2 の半透過鏡を備えている [C 0 1] に記載の表示装置。

[C 0 3] レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される [C 0 1] 又は [C 0 2] に記載の画像表示装置。

[C 0 4] 観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する [C 0 1] 乃至 [C 0 3] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[C 0 5] レンズの焦点距離を制御することで、画像形成装置によって表示される画像であって観察者が観察する画像である虚像まで距離を、観察者が観察している外部の対象物と一致させ、あるいは、概ね一致させる [C 0 1] 乃至 [C 0 4] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[C 0 6] 対象物までの距離の測定は、画像形成装置において画像を表示していない間に行う [C 0 1] 乃至 [C 0 5] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[D 0 1] 測距センサは、レンズ及び半透過鏡を介して観察者の視点の検出を行い、検出された観察者の視点に基づき、画像形成装置から、観察者が観察している外部の対象物までの距離を求める [A 0 3] 又は [A 0 4] に記載の表示装置。

[D 0 2] 光学系は、更に、レンズと半透過鏡との間に第 2 の半透過鏡を備えている [D 0 1] に記載の表示装置。

[D 0 3] レンズの焦点距離は、測距センサによって測定された距離に基づき制御される [D 0 1] 又は [D 0 2] に記載の画像表示装置。

[D 0 4] 観察者が観察している外部の対象物に関する情報を画像形成装置において表示する [D 0 1] 乃至 [D 0 3] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[D 0 5] レンズの焦点距離を制御することで、画像形成装置によって表示される画像であって観察者が観察する画像である虚像まで距離を、観察者が観察している外部の対象物と一致させ、あるいは、概ね一致させる [D 0 1] 乃至 [D 0 4] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[D 0 6] 観察者の視点の検出、対象物までの距離の測定は、画像形成装置において画像を表示していない間に行う [D 0 1] 乃至 [D 0 5] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[D 0 7] 観察者の視点の検出を行う前に、測距センサは、画像形成装置から、レンズ及び半透過鏡を経由した、観察者の眼球表面までの距離を測定し、次いで、測距センサによって測定された眼球表面までの距離に基づきレンズの焦点距離を制御する [D 0 1] 乃至 [D 0 6] のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

[D 0 8] 観察者の眼球表面までの距離の測定を、観察者の視点の検出の前であって、画像形成装置において画像を表示していない間に行う [D 0 7] に記載の画像表示装置。

[E 0 1] 画像形成装置において所定の情報を表示する [A 0 1] 乃至 [D 0 8] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[E 0 2] 所定の情報は、画像表示部の下部に表示される [E 0 1] に記載の表示装置。

[E 0 3] 画像形成装置は、複数の発光ダイオードが 2 次元マトリクス状に配列されて成る [A 0 1] 乃至 [E 0 2] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

[E 0 4] 発光ダイオードと測距センサを構成する測距素子との間には遮光部材が配されている [E 0 3] に記載の表示装置。

[E 0 5] 画素に隣接して設けられた測距素子の受光波長は、隣接する画素の発光波長と異なる [A 0 1] 乃至 [E 0 4] のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【符号の説明】

【 0 0 7 4 】

1 0 . . . フレーム、 1 1 . . . フロント部、 1 2 . . . 蝶番、 1 3 . . . テンプル部、
1 4 . . . モダン部、 1 5 . . . 配線（信号線や電源線等）、 1 6 . . . ヘッドホン部、

10

20

30

40

50

17・・・ヘッドホン部用配線、18・・・制御装置（制御回路）、19・・・取付け部材、20・・・観察者、21・・・観察者の瞳、22・・・仮想投影面、23・・・外部の対象物、30・・・画像表示装置、40・・・画像形成装置、41・・・画像表示部、42・・・画素、42R, 42G, 42B・・・副画素、43・・・発光ダイオード、44・・・シリコン半導体基板、45・・・配線、46・・・半田バンプ、47・・・遮光部材、48・・・筐体、50・・・光学系、51・・・レンズ、52・・・半透過鏡、53・・・反射鏡、54・・・第2の半透過鏡、60・・・測距センサ（距離センサ）、61・・・測距素子、71・・・撮像素子、100, 120・・・液体レンズ、101・・・第1側面部材、102・・・第2側面部材、103・・・第3側面部材、104・・・第4側面部材、105・・・天板、106・・・底板、107・・・隔壁部材、111・・・液体レンズを構成する第1電極、112・・・液体レンズを構成する第2電極、113・・・液体レンズを構成する第3電極、114・・・絶縁膜、115・・・第1の液体、116・・・第2の液体、125・・・天板、126・・・底板、127・・・隔壁部材、128, 128₁, 128₂, 128₃・・・レンズ室、129・・・外壁部材、131・・・液体レンズを構成する第1電極、132・・・液体レンズを構成する第2電極、133・・・液体レンズを構成する第3電極

【 図 1 】

図 1 A

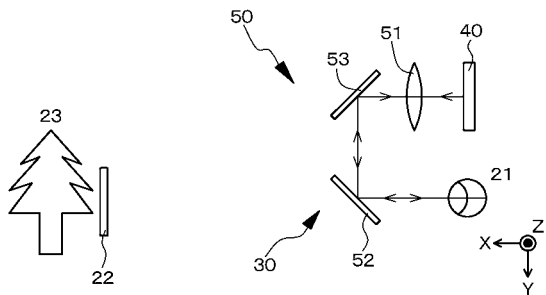
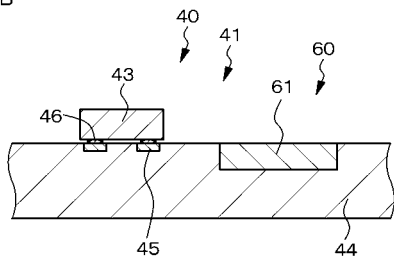


図 1 B



【 図 2 】

図 2 A

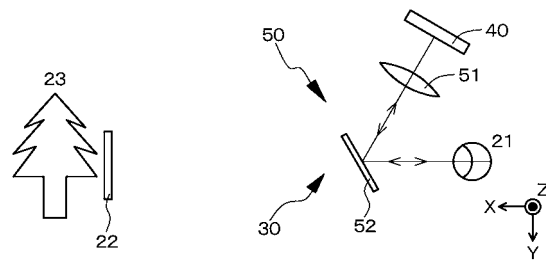
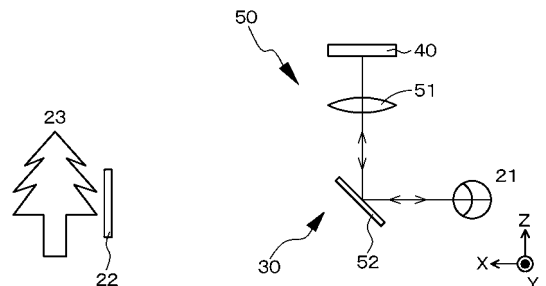
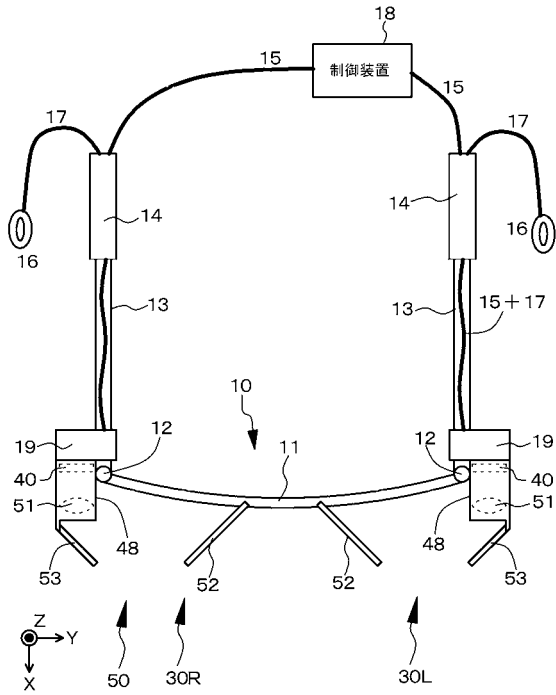


図 2 B



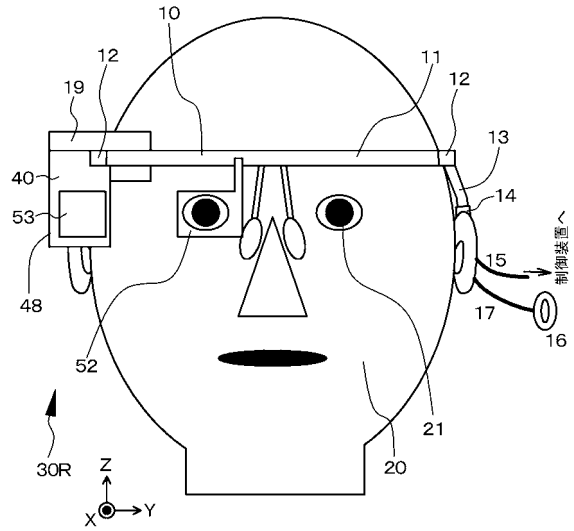
【 図 3 】

図 3



【 図 4 】

図 4



【 図 5 】

図 5 A

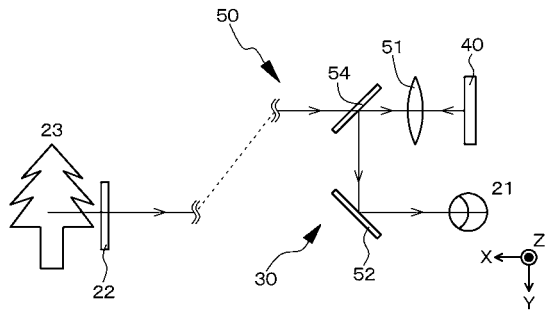
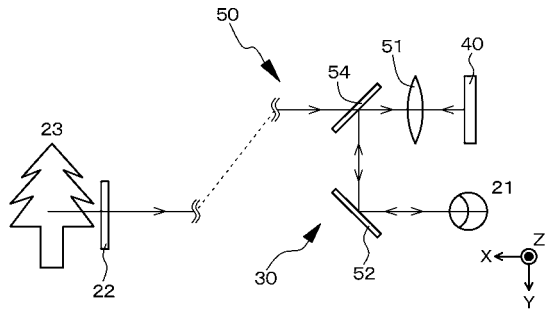


図 5 B



【 図 6 】

図 6 A

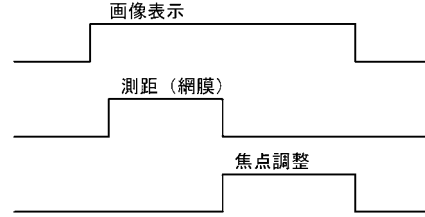
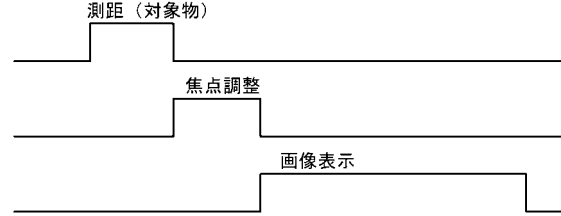
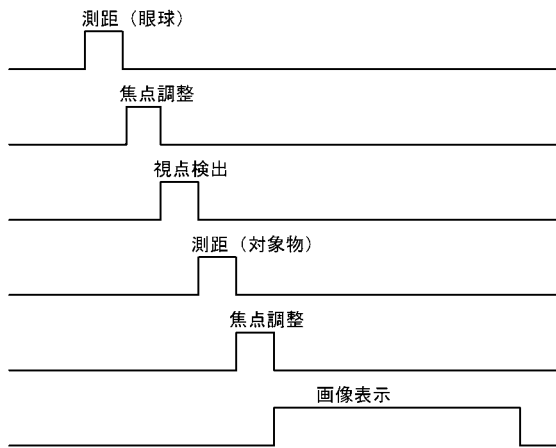


図 6 B



【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8 A

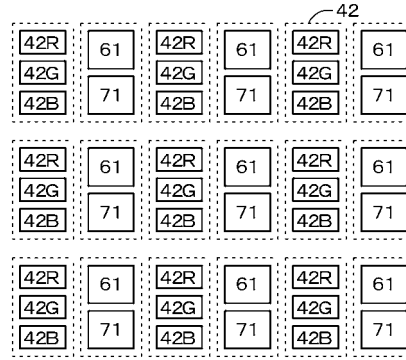
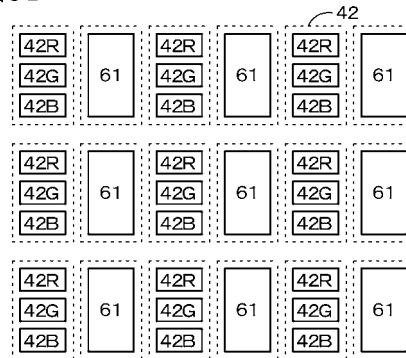


図 8 B



【 図 9 】

図 9 A

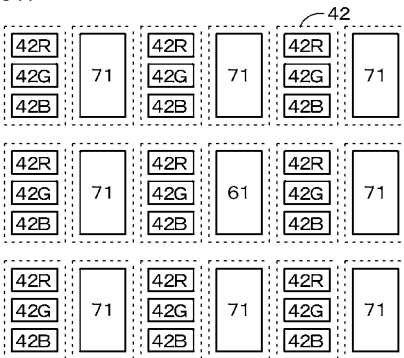
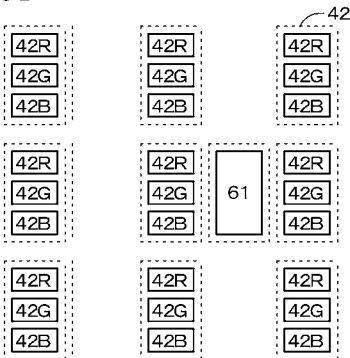


図 9 B



【 図 10 】

図 10 A

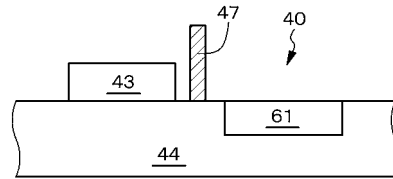


図 10 B

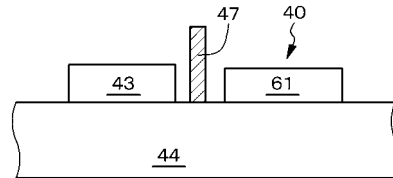


図 10 C

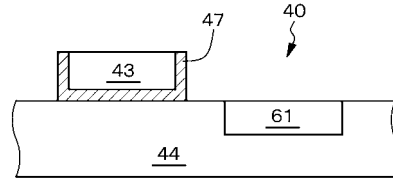
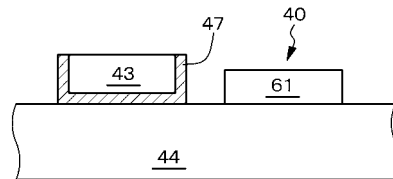


図 10 D



【 図 1 1 】

図 1 1 A

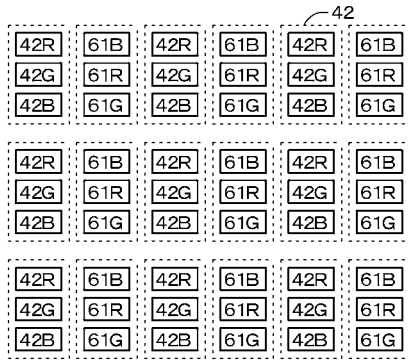
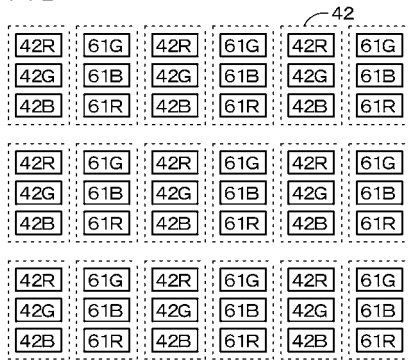


図 1 1 B



【 図 1 2 】

図 1 2 A

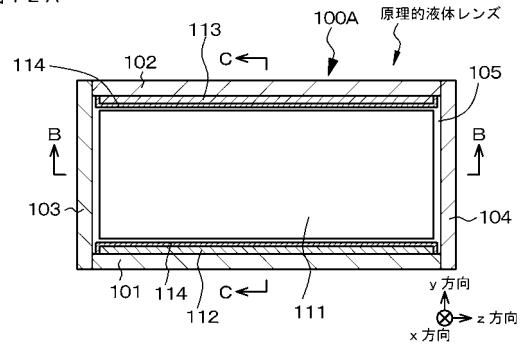


図 1 2 B

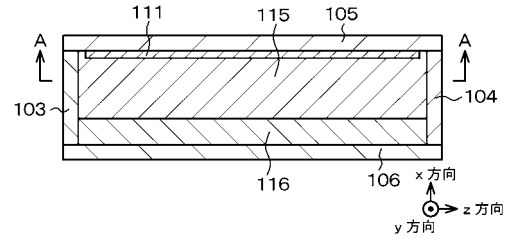
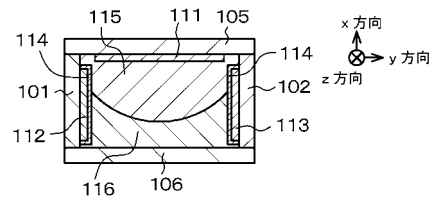


図 1 2 C



【 図 1 3 】

図 1 3 A

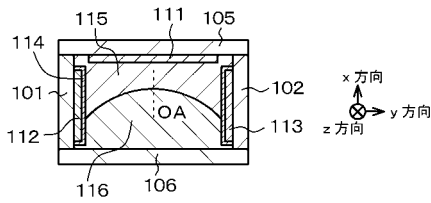


図 1 3 B

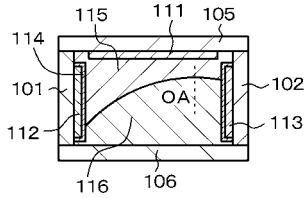
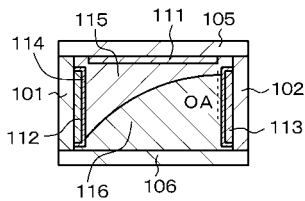
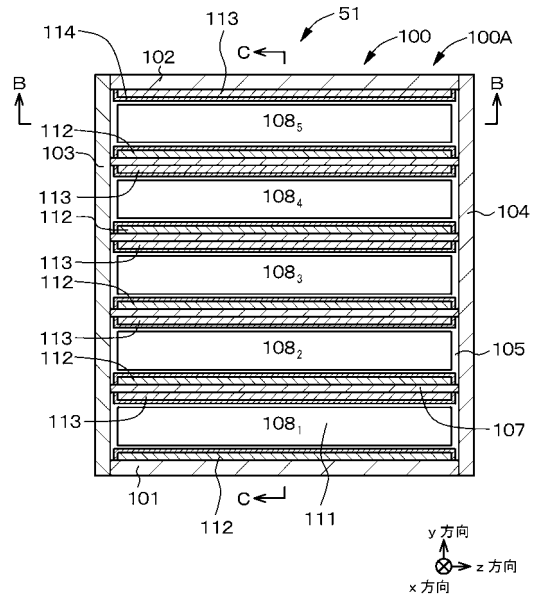


図 1 3 C



【 図 1 4 】

図 1 4



【 図 1 5 】

図 1 5 A

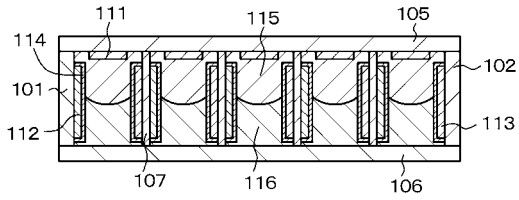


図 1 5 B

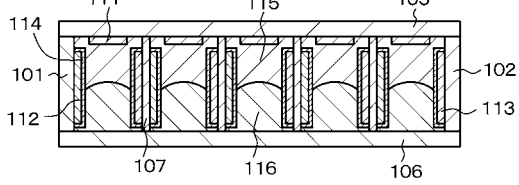
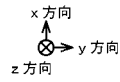
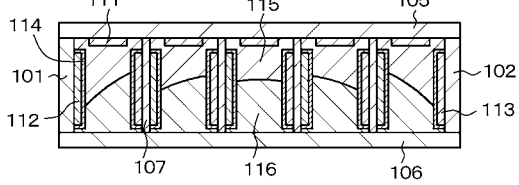
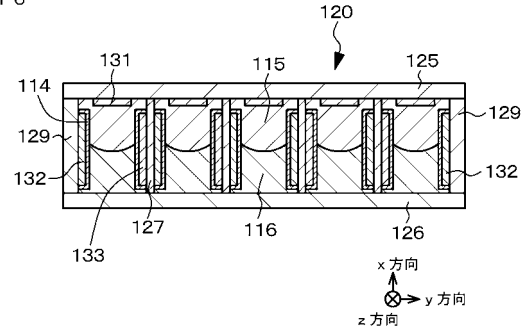


図 1 5 C



【 図 1 6 】

図 1 6



【 図 1 7 】

図 1 7

