

(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2012-118564
(P2012-118564A)

(43) 公開日 平成24年6月21日 (2012. 6. 21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 3 B 35/08 (2006. 01)	G O 3 B 35/08	2 H O 5 9
G O 3 B 35/24 (2006. 01)	G O 3 B 35/24	5 C O 6 1
G O 3 B 15/00 (2006. 01)	G O 3 B 15/00	B
H O 4 N 13/02 (2006. 01)	H O 4 N 13/02	

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2012-22041 (P2012-22041)	(71) 出願人	000004352
(22) 出願日	平成24年2月3日 (2012. 2. 3)		日本放送協会
(62) 分割の表示	特願2006-143411 (P2006-143411)の分割	(74) 代理人	100064414
原出願日	平成18年5月23日 (2006. 5. 23)		弁理士 磯野 道造
		(72) 発明者	洗井 淳
			東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
		(72) 発明者	奥井 誠人
			東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内
		(72) 発明者	三科 智之
			東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

最終頁に続く

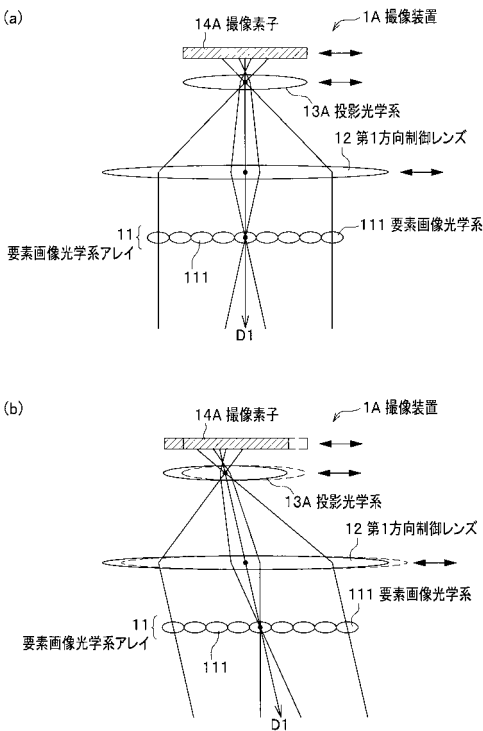
(54) 【発明の名称】 要素画像群撮像装置及び立体像表示装置

(57) 【要約】

【課題】広い範囲の要素画像を撮像でき、また、広い範囲に対して立体像を表示することができるIP方式の要素画像群撮像装置を提供する。

【解決手段】撮像装置（要素画像群撮像装置）1は、被写体の像を結像して要素画像を生成する要素画像光学系111を同一平面上に複数配列した要素画像レンズ群11（一の要素画像光学系アレイ）と、要素画像光学レンズ群11の全体幅よりも大きい幅で形成され、要素画像光学系111の主点を通る平行光、あるいは、被写体側のある点から要素画像光学系111の主点を通る光のいずれかを収束する、第1方向制御レンズ12（一の第1方向制御レンズ系）と、第1方向制御レンズ12から出射した光の光路上に設置され、要素画像群を投影する複数の投影光学系13Aと、投影光学系13Aの各々に対応し、その対応する投影光学系13Aによって投影された要素画像群を撮像する複数の撮像素子（撮像手段）14と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、

前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系の主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系的主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系と、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する複数の投影光学系と、

前記投影光学系の各々に対応し、その対応する前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する複数の撮像手段と、

を備えることを特徴とする要素画像群撮像装置。

【請求項 2】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、

前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系的主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系的主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系と、

前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した前記要素画像群からの光が収束される位置に複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、各々の前記開口を通過した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する複数の投影光学系と、

各々の前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する複数の撮像手段と、

を備えることを特徴とする要素画像群撮像装置。

【請求項 3】

前記遮光手段を内部に有し、かつ、前記第 1 の方向制御レンズ系に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向制御レンズ系的主点を通過した光を前記光軸に平行な光に変換する第 2 の方向制御レンズ系と、

前記第 2 の方向制御レンズ系及び前記投影光学系の間において、前記投影光学系に対応して当該投影光学系の光軸上に設置され、前記第 2 の方向制御レンズ系から出射した光を前記投影光学系に伝送する複数のフィールドレンズ系と、

を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の要素画像群撮像装置。

【請求項 4】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、

前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系的主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系的主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系と、

前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した前記要素画像群からの光が収束される位置に開閉可能な複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向調整レンズ系を通過した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する投影光学系と、

前記開口を通過し、前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する撮像手段と、

10

20

30

40

50

を備えることを特徴とする要素画像群撮像装置。

【請求項 5】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、

前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイ、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系の主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系的主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系、

前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する投影光学系、及び、

前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する撮像手段

を有する複数の撮像系と、

前記被写体からの光を前記撮像系に分配する光分配手段と、

を備えることを特徴とする要素画像群撮像装置。

【請求項 6】

前記撮像系の少なくとも 1 つが、各々の前記要素画像光学系的主点を通った光が集光された位置に開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する、前記光軸に直交する平面上に設けられた遮光手段を備え、

前記投影光学系が、前記開口の中心を通った光を当該投影光学系の光軸に平行な光に変換することを特徴とする請求項 5 に記載の要素画像群撮像装置。

【請求項 7】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、

前記要素画像群を表示する複数の表示手段と、

前記表示手段の各々に対応し、その対応する前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する複数の投影光学系と、

前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、各々の前記投影光学系的主点を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系と、

前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、各々の前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、

を備えることを特徴とする立体像表示装置。

【請求項 8】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、

前記要素画像群を表示する複数の表示手段と、

各々の前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する複数の投影光学系と、

各々の前記投影光学系からの光が収束される位置に複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、

前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記開口の中心を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系と、

前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、

を備えることを特徴とする立体像表示装置。

【請求項 9】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群

10

20

30

40

50

を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、
前記要素画像群を表示する表示手段と、
前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する投影光学系と、
前記表示手段からの光の光路上において開閉可能な複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、
前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記投影光学系によって前記光軸に平行な光が収束される位置に主点を有し、前記開口の中心を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系と、
前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、
を備えることを特徴とする立体像表示装置。

10

【請求項 10】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、
前記要素画像群を表示する表示手段、
前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する投影光学系、
前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記投影光学系的主点を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系、及び、
前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイ、
を有する複数の表示系と、
複数の前記表示系からの光を統合する光統合手段と、
を備えることを特徴とする立体像表示装置。

20

【請求項 11】

複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、
各々の点灯と消灯との制御が可能な複数の点光源と、
前記点光源から出射された光を集光する、あるいは平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系と、
前記第 1 の方向制御レンズ系から出射された光の光路上に設置され、前記要素画像群を表示する表示手段と、
前記表示手段から出射した光の光路上に設置され、前記表示手段に表示された各々の要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した一の要素画像光学系アレイと、
を備えることを特徴とする立体像表示装置。

30

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、立体像の映像を表示するための要素画像群を撮像、又は、立体像を表示する技術に係り、特に、インテグラルフォトグラフィ (IP; Integral Photography) 方式の要素画像群撮像装置及び立体像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、任意の視点から観察することができる立体テレビジョン方式の 1 つとして平面状あるいは球面状に配列されたレンズ群を用いた、IP 方式が開発されている。この方式を

50

用いて高解像度の動画像を撮影する手法が開示されている（特許文献１参照）。

【０００３】

以下、図２３を参照して、ＩＰ方式の原理を説明する。図２３は、従来のＩＰ方式を説明するための説明図、（ａ）は、ＩＰ方式の撮影装置の構成を示す模式図、（ｂ）は、ＩＰ方式の表示装置の構成を示す模式図である。図２３（ａ）に示すように、撮像装置１００は、同一平面上にアレイ状に配列された複数の凸レンズ１、１、...からなるレンズ群１０１と、被写体ｓ側から見てこのレンズ群１０１の後ろに設置された撮像部１０２とから構成され、レンズ群１０１の前に設置された被写体ｓを撮影する。この撮像部１０２には、各凸レンズ１、１、...によって被写体ｓの像 i 、 i 、...が形成され、撮影される。ここで撮影された被写体ｓの像 i 、 i 、...の各々の画像を要素画像という。

10

【０００４】

次に、図２３（ｂ）に示すように、表示装置１０５は、撮像装置１００〔図２３（ａ）〕のレンズ群１０１と同じレンズ群１０６（凸レンズ１'、１'、...）と、レンズ群１０６の後ろに撮像部１０２と同じ位置に設置された表示部１０７とから構成され、撮像装置１００によって撮影された画像を表示部１０７に表示すると、レンズ群１０６の前方の観察者 o からは被写体ｓの立体再生像 s' を観察できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００５】

【特許文献１】特開２００１－３２０７３５号公報（段落番号００１４～００２４）

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

しかしながら、隣接する要素画像間で重なりが生じた状態で要素画像を取得すると、表示の際に正しく分離されないため、図２３（ａ）及び（ｂ）に示すように、１つの要素画像の領域は幅 w に限定される。従って、凸レンズ１を介して撮像する範囲及び凸レンズ１'を通して表示する範囲（視域）は、角度に制限される。そのため、この角度の範囲の外の被写体を撮像して立体像を表示することができない上に、この角度の範囲の外から観察者が観察すると、表示される立体像に幾何学的な歪みが生じたり、逆視が生じたりするという問題があった。

30

【０００７】

本発明は、前記従来技術の問題を解決するために成されたもので、広い範囲の要素画像を撮像でき、また、広い範囲に対して立体像を表示することができるＩＰ方式の要素画像撮像装置及び立体像表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

前記問題を解決するため、請求項１に記載の要素画像群撮像装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイと、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系の主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系の主点を通る光のいずれかを収束する一の第１の方向制御レンズ系と、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記第１の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する複数の投影光学系と、前記投影光学系の各々に対応し、その対応する前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する複数の撮像手段とを備えることとした。

40

【０００９】

かかる構成によれば、要素画像群撮像装置は、要素画像光学系アレイによって、被写体の要素画像群を生成する。そして、要素画像群撮像装置は、投影光学系によって、第１の

50

方向制御レンズ系と投影光学系との配置によって定められる撮影方向の要素画像から構成される要素画像群を撮像手段に対して投影する。ここで、要素画像群撮像装置は、複数の投影光学系を有しているため、各々の投影光学系に対応した方向を中心とした要素画像から構成される複数の要素画像群を、複数の撮像素子によって撮像することができる。

【 0 0 1 0 】

更に、請求項 2 に記載の要素画像群撮像装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイと、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系の主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系的主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系と、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した前記要素画像群からの光が収束される位置に複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、各々の前記開口を通過した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する複数の投影光学系と、各々の前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する複数の撮像手段とを備えることとした。

【 0 0 1 1 】

かかる構成によれば、要素画像群撮像装置は、要素画像光学系アレイによって、被写体の要素画像群を生成し、開口を通過した要素画像群の光を、投影光学系によって、撮像手段に対して投影して、撮像素子によって当該要素画像群を撮像する。ここで、各々の要素画像光学系は、当該要素画像光学系的主点から見て様々な方向の被写体の像を結像するが、この要素画像光学系アレイと、投影光学系との間に、第 1 の方向制御レンズ系と、複数の開口を有する遮光手段を設けることで、撮像手段によって撮像される要素画像の撮影方向を制御することができる。つまり、第 1 の方向制御レンズ系は、要素画像光学系的主点を通る平行光、あるいは、被写体側のある点から要素画像光学系的主点を通る光のいずれかを収束する。そして、第 1 の方向制御レンズ系によってこの光が収束した位置、あるいは、他の光学系を介してこの光が再度収束した位置に開口の中心を設置することで、投影光学系は、この光を中心とした要素画像から構成される要素画像群を撮像手段に対して投影することができる。

【 0 0 1 2 】

そして、要素画像群撮像装置は、複数の開口を有しているため、第 1 の方向制御レンズ系と各々の開口との配置によって定められる撮影方向を中心とした要素画像から構成される複数の要素画像群を、複数の撮像素子によって撮像することができる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 3 に記載の要素画像群撮像装置は、請求項 2 に記載の要素画像群撮像装置において、前記遮光手段を内部に有し、かつ、前記第 1 の方向制御レンズ系に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向制御レンズ系的主点を通った光を前記光軸に平行な光に変換する第 2 の方向制御レンズ系と、前記第 2 の方向制御レンズ系及び前記投影光学系の間に、前記投影光学系に対応して当該投影光学系の光軸上に設置され、前記第 2 の方向制御レンズ系から出射した光を前記投影光学系に伝送する複数のフィールドレンズ系とを備えることとした。

【 0 0 1 4 】

かかる構成によれば、要素画像群撮像装置は、第 2 の方向制御レンズ系によって、各々の開口を通過した要素画像群からの光を、光軸に直交する面に対して正対する方向に変換し、各々のフィールドレンズ系によって、投影光学系に伝送する。そして、要素画像群撮像装置は、投影光学系によって、この要素画像群からの光を撮像手段に投影し、撮像手段によって、要素画像群を撮像する。これによって、光軸に正対して設置された各々の撮像手段によって、異なる撮影方向の要素画像群を正対して撮像することができる。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 4 に記載の要素画像群撮像装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイと、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系の主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系の主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系と、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した前記要素画像群からの光が収束される位置に開閉可能な複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向調整レンズ系を通過した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する投影光学系と、前記開口を通過し、前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する撮像手段とを備えることとした。

10

【 0 0 1 6 】

かかる構成によれば、要素画像群撮像装置は、要素画像光学系アレイによって、被写体の要素画像群を生成する。そして、要素画像群撮像装置は、開閉可能な複数の開口を有する遮光手段を備え、第 1 の方向制御レンズ系と開いている開口との配置によって定められる撮影方向の要素画像から構成される要素画像群を撮像手段によって撮像する。これによって、要素画像群撮像装置は、開口の開閉を切り替えて、それぞれの開口を 1 つずつ開いて撮像することで、各々の開口に対応した方向を中心とした要素画像から構成される複数の要素画像群を撮像することができる。

20

【 0 0 1 7 】

また、請求項 5 に記載の要素画像群撮像装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を撮像する要素画像群撮像装置であって、前記被写体の像を結像して前記要素画像を生成する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイ、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記要素画像光学系の主点を通る平行光、あるいは、前記被写体側のある点から前記要素画像光学系の主点を通る光のいずれかを収束する一の第 1 の方向制御レンズ系、前記要素画像光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記要素画像群を投影する投影光学系、及び、前記投影光学系によって投影された要素画像群を撮像する撮像手段を有する複数の撮像系と、前記被写体からの光を前記撮像系に分配する光分配手段とを備えることとした。

30

【 0 0 1 8 】

かかる構成によれば、要素画像群撮像装置は、光分配手段によって被写体からの光を分配し、この分配された光が入射した複数の撮像系の各々によって、第 1 の方向制御レンズ系と投影光学系との配置によって定められる撮影方向の要素画像から構成される要素画像群を撮像する。これによって、要素画像群撮像装置は、複数の撮像系によって、複数の撮影方向の要素画像群を撮影することができる。

【 0 0 1 9 】

更に、請求項 6 に記載の要素画像群撮像装置は、請求項 5 に記載の要素画像群撮像装置において、前記撮像系の少なくとも 1 つが、各々の前記要素画像光学系の主点を通じた光が集光された位置に開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する、前記光軸に直交する平面上に設けられた遮光手段を備え、前記投影光学系が、前記開口の中心を通過した光を当該投影光学系の光軸に平行な光に変換することとした。

40

【 0 0 2 0 】

かかる構成によれば、要素画像群撮像装置は、複数の撮像系の少なくとも 1 つが、第 1 の方向制御レンズ系と開口との配置によって定められる撮影方向の要素画像から構成される要素画像群を撮像する。これによって、要素画像群撮像装置は、複数の撮像系によって、複数の撮影方向の要素画像群を撮影することができる。

【 0 0 2 1 】

50

また、請求項 7 に記載の立体像表示装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、前記要素画像群を表示する複数の表示手段と、前記表示手段の各々に対応し、その対応する前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する複数の投影光学系と、前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、各々の前記投影光学系の主点を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系と、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、各々の前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイとを備えることとした。

10

【0022】

かかる構成によれば、立体像表示装置は、要素画像光学系アレイによって、複数の表示手段に表示された各々の要素画像群によって示される立体像を再生する。ここで、立体像表示装置は、複数の投影光学系を有しているため、第 1 の方向制御レンズ系と各々の投影光学系との配置によって定められる複数の表示方向に対して立体像を表示することができる。

【0023】

また、請求項 8 に記載の立体像表示装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、前記要素画像群を表示する複数の表示手段と、各々の前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する複数の投影光学系と、各々の前記投影光学系からの光が収束される位置に複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記開口の中心を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第 1 の方向制御レンズ系と、前記第 1 の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイとを備えることとした。

20

【0024】

かかる構成によれば、立体像表示装置は、表示手段に表示された要素画像群を投影光学系によって投影し、要素画像光学系アレイによって、要素画像群によって示される立体像を再生する。ここで、表示手段からは、様々な方向に光が出射するが、この要素画像光学系アレイと、投影光学系との間に、第 1 の方向制御レンズ系と、複数の開口を有する遮光手段を設けることで、要素画像光学系アレイによって表示される立体像の表示方向を制御することができる。つまり、第 1 の方向制御レンズ系は、開口の中心を通る光を、観察者側のある点に集光する、あるいは、要素画像光学系的主点を通る平行光に変換する。そのため、表示装置は、集光される観察者側の点を中心とした視域の範囲内、あるいは、この平行光の方向を中心とした視域の範囲内の方向に対して立体像を表示することができる。

30

【0025】

なお、ここで、観察者側の点とは、第 1 の方向制御レンズ系に対して、開口の中心、あるいは、開口の中心を通る光が第 1 の方向制御レンズ系及び遮光手段の間に設けられた他の光学系によって再度収束された点と共役の関係にある点である。また、平行光の方向は、開口の中心、あるいは、開口の中心を通る光が第 1 の方向制御レンズ系及び遮光手段の間に設けられた他の光学系によって再度収束された点と、第 1 の方向制御レンズ系的主点とを通る直線方向である。そして、立体像表示装置は、複数の開口を有しているため、第 1 の方向制御レンズ系と各々の開口との配置によって定められる複数の表示方向に対して立体像を表示することができる。

40

【0026】

更に、請求項 9 に記載の立体像表示装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示

50

装置であって、前記要素画像群を表示する表示手段と、前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する投影光学系と、前記表示手段からの光の光路上において開閉可能な複数の開口を有し、当該開口を通過する光以外の光を遮光する遮光手段と、前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記投影光学系によって前記光軸に平行な光が収束される位置に主点を有し、前記開口の中心を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第1の方向制御レンズ系と、前記第1の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイとを備えることとした。

10

【0027】

かかる構成によれば、立体像表示装置は、要素画像光学系アレイによって、表示手段に表示された要素画像群によって示される立体像を再生する。ここで、立体像表示装置は、開閉可能な複数の開口を有する遮光手段を備え、開口の開閉を切り替えてそれぞれの開口を1つずつ開いて表示することで、第1の方向制御レンズ系と開いている開口との配置によって定められる複数の表示方向に対して立体像を表示することができる。

【0028】

また、請求項10に記載の立体像表示装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、前記要素画像群を表示する表示手段、前記表示手段によって表示された要素画像群を投影する投影光学系、前記投影光学系の光軸に平行な光軸を有し、前記投影光学系の主点を通った光を集光する、あるいは、平行光にする一の第1の方向制御レンズ系、及び、前記第1の方向制御レンズ系から出射した光の光路上に設置され、前記投影光学系によって結像された各々の前記要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイを有する複数の表示系と、複数の前記表示系からの光を統合する光統合手段とを備えることとした。

20

【0029】

かかる構成によれば、立体像表示装置は、複数の表示系の各々によって、第1の方向制御レンズ系と投影光学系との配置によって定められる方向に対して立体像を表示する。そして、光統合手段によって、表示系から出射した光を統合して観察者に対して出射する。これによって、立体像表示装置は、複数の表示系によって、複数の表示方向に対して立体像を表示することができる。

30

【0030】

更に、請求項11に記載の立体像表示装置は、複数の要素画像から構成され、被写体の立体像を表示するための画像である要素画像群を入力して前記立体像を表示する立体像表示装置であって、各々の点灯と消灯との制御が可能な複数の点光源と、前記点光源から出射された光を集光する、あるいは平行光にする一の第1の方向制御レンズ系と、前記第1の方向制御レンズ系から出射された光の光路上に設置され、前記要素画像群を表示する表示手段と、前記表示手段から出射した光の光路上に設置され、前記表示手段に表示された各々の要素画像に対応し、その対応する前記要素画像からの光を出射して、前記被写体の立体像を再生する要素画像光学系を、当該要素画像光学系の光軸に対して直交する同一平面上に複数配列した要素画像光学系アレイとを備えることとした。

40

【0031】

かかる構成によれば、立体像表示装置は、表示手段に表示された要素画像群によって示される立体像を再生する。ここで、点光源と、第1の方向制御レンズ系とを設けることで、要素画像光学系アレイによって表示される立体像の表示方向を制御することができる。つまり、第1の方向制御レンズ系は、点光源からの光を、観察者側のある点に集光する、あるいは、要素画像光学系の主点を通る平行光に変換する。そのため、表示装置は、集光される観察者側の点を中心とした視域の範囲内、あるいは、この平行光の方向を中心とし

50

た視域の範囲内の方向に対して立体像を表示することができる。なお、ここで、観察者側の点とは、第 1 の方向制御レンズ系に対して、点光源の位置と共役の関係にある点である。また、平行光の方向は、点光源の位置と、第 1 の方向制御レンズ系の主点とを通る直線の方

【 0 0 3 2 】

そして、立体像表示装置は、各々の点灯と消灯との制御が可能な複数の点光源を有し、点光源の点灯と消灯とを切り替えてそれぞれの点光源を 1 つずつ点灯させることで、第 1 の方向制御レンズ系と点灯している点光源との配置によって定められる複数の表示方向に対して立体像を表示することができる。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 3 3 】

本発明に係る立体像表示装置では、以下のような優れた効果を奏する。

請求項 1、請求項 2、請求項 5 及び請求項 6 に記載の発明によれば、同時に複数の方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができる。そのため、1 方向のみの要素画像を撮像する場合に比べて、広い範囲の要素画像を撮像することができる。請求項 3 に記載の発明によれば、複数の方向の所定の角度範囲の要素画像群を正対して撮像することができる。

【 0 0 3 4 】

請求項 4 に記載の発明によれば、ある時刻ではある方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、別の時刻では異なる方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができる。そのため、1 方向のみの要素画像を撮像する場合に比べて、広い範囲の要素画像を撮像することができる。

20

【 0 0 3 5 】

請求項 9、請求項 11 に記載の発明によれば、ある時刻にある方向の所定の角度範囲に対して立体像を表示することができ、別の時刻では異なる方向の所定の角度範囲に対して立体像を表示することができる。そのため、1 方向のみに立体像を表示する場合に比べて、広い範囲の被写体の立体像の情報を広い範囲に対して表示することができる。請求項 7、請求項 8 及び請求項 10 に記載の発明によれば、同時に複数の方向の所定の角度範囲に対して立体像を表示することができる。そのため、1 方向のみに立体像を表示する場合に比べて、広い範囲の被写体の立体像の情報を広い範囲に対して表示することができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 6 】

【 図 1 】本発明の第一の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a) は、撮像装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。

【 図 2 】本発明の第一の実施の形態である撮像装置の変形例の構成を示した模式図、(a) は、撮像装置の構成を示した模式図、(b) は、他の点を中心として撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。

【 図 3 】本発明の第二の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a) は、撮像装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。

40

【 図 4 】本発明の第三の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a) は、撮像装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。

【 図 5 】本発明の第四の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。

【 図 6 】本発明の第五の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。

【 図 7 】本発明の第六の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a) は、撮像装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。

【 図 8 】本発明の第七の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。

50

【図 9】本発明の第七の実施の形態である撮像装置の変形例の構成を示した模式図である。

【図 10】本発明の第七の実施の形態である撮像装置の他の変形例の構成を示した模式図である。

【図 11】本発明の第八の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。

【図 12】本発明の第九の実施の形態である撮像装置の第 2 撮像系の構成を示した模式図である。

【図 13】本発明の第八の実施の形態の第 1 撮像系の変形例の構成を示した模式図である。

【図 14】本発明の第八の実施の形態の第 1 撮像系の他の変形例の構成を示した模式図である。

10

【図 15】本発明の第一の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図、(a)は、表示装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。

【図 16】本発明の第二の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図、(a)は、表示装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。

【図 17】本発明の第三の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図である。

【図 18】本発明の第四の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図、(a)は、表示装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。

20

【図 19】本発明の第四の実施の形態の表示装置の変形例の構成を示した模式図、(a)は、表示装置の構成を示した模式図、(b)は、他の点を中心とした所定の範囲に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。

【図 20】本発明の第四の実施の形態である表示装置の他の変形例の構成を示した模式図である。

【図 21】本発明の第五の実施の形態である撮像装置の撮像素子を表示素子とした表示装置の変形例の構成を示した模式図である。

【図 22】本発明の表示装置の第 1 方向制御レンズ上の要素画像群からの光の光路とマスク処理を説明するための説明図、(a)は、マスク処理を施さない要素画像群からの光の光路を示した模式図、(b)は、マスク処理を施した要素画像群からの光の光路を示した模式図、(c)は、マスク処理を施した要素画像群の例を示した模式図、(d)は、マスク処理を施した要素画像群の他の例を示した模式図である。

30

【図 23】従来の IP 方式を説明するための説明図、(a)は、IP 方式の撮影装置の構成を示す模式図、(b)は、IP 方式の表示装置の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

[撮像装置の構成(第一の実施の形態)]

まず、図 1 を参照して、本発明の第一の実施の形態である撮像装置 1 の構成について説明する。図 1 は、本発明の第一の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a)は、撮像装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、両端の要素画像光学系 111 の主点を通る平行光と、中央の要素画像光学系 111 の主点を通る光の光路を模式的に図示した。また、ここでは、撮像装置 1 によって撮影する方向 D1、D2 (光の進行方向とは逆方向) を矢印で図示した。

40

【0038】

撮像装置(要素画像群撮像装置)1 は、複数の方向から要素画像群を撮像するものである。撮像装置 1 は、要素画像光学系アレイ 11 と、第 1 方向制御レンズ 12 と、投影光学系 13 と、撮像素子 14 とを備える。

50

【 0 0 3 9 】

要素画像光学系アレイ 1 1 は、被写体（図示せず）の要素画像群を生成するものである。この要素画像光学系アレイ 1 1 は、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数の要素画像光学系 1 1 1、1 1 1、... から構成される。

【 0 0 4 0 】

要素画像光学系 1 1 1 は、被写体からの光が入射して被写体の像を結像し、要素画像を生成するものである。なお、ここでは、要素画像光学系 1 1 1 は、凸レンズから構成されることとした。この要素画像光学系 1 1 1 から出射した光は、第 1 方向制御レンズ 1 2 に入射する。そして、要素画像光学系 1 1 1 は、第 1 方向制御レンズ 1 2 上に要素画像を生成する。

10

【 0 0 4 1 】

第 1 方向制御レンズ（第 1 の方向制御レンズ系）1 2 は、後記する撮像素子 1 4 によって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第 1 方向制御レンズ 1 2 は凸レンズから構成され、第 1 方向制御レンズ 1 2 から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 の焦点距離だけ離れた位置に後記する投影光学系 1 3 を設置することとした。そして、第 1 方向制御レンズ 1 2 は、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段（方向変更手段）によって、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動する。

【 0 0 4 2 】

ここで、図 1（a）に示すように、後記する投影光学系 1 3 の主点と、第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点と、要素画像光学系アレイ 1 1 の中央の要素画像光学系 1 1 1 の主点とが一直線上に配置されているとする。この投影光学系 1 3 は、第 1 方向制御レンズ 1 2 から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 の焦点距離だけ離れた位置に設置される。そのため、第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点と投影光学系 1 3 の主点とを通る直線の向き〔方向 D 1 の逆方向（光軸方向）〕に入射した、各々の要素画像光学系 1 1 1 の主点を通る平行な光が、投影光学系 1 3 の主点に収束する。そのため、この方向 D 1 を中心とする要素画像が投影光学系 1 3 によって後記する撮像素子 1 4 に投影され、要素画像光学系アレイ 1 1 の各々の要素画像光学系 1 1 1 によって要素画像を撮影する方向を、光軸方向（方向 D 1）に設定することができる。

20

【 0 0 4 3 】

ここで、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって第 1 方向制御レンズ 1 2 を光軸に直交する方向に移動させ、図 1（b）に示すように、投影光学系 1 3 の主点と、第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点と、要素画像光学系アレイ 1 1 の中央の要素画像光学系 1 1 1 の左隣の要素画像光学系 1 1 1 の主点とを一直線上に配置させる。そうすると、第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点と投影光学系 1 3 の主点とを通る直線の向き（方向 D 2 逆方向）に入射した、各々の要素画像光学系 1 1 1 の主点を通る光が、投影光学系 1 3 の主点に収束する。これによって、要素画像光学系アレイ 1 1 の各々の要素画像光学系 1 1 1 によって要素画像を撮影する方向を、第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点と投影光学系 1 3 の主点とを通る直線の方向 D 2 に設定することができる。なお、第 1 方向制御レンズ移動手段は、例えば、サーボモータや圧電素子のような駆動源に取り付けられた光学ステージから構成され、この光学ステージに第 1 方向制御レンズ 1 2 を固定することで実現することができる。ただし、光学ステージの駆動源はこの限りではない。

30

40

【 0 0 4 4 】

このように、撮像装置 1 が、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって第 1 方向制御レンズ 1 2 を光軸に直交する方向に移動させることで、撮像素子 1 4 によって、2 つの異なる方向 D 1、D 2 の要素画像群を撮像することができる。これによって、従来の IP 方式の撮像装置では、1 方向のみの所定の角度範囲の要素画像群しか撮像できなかったところ、撮像装置 1 によれば、ある時刻ではある方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、別の時刻では異なる方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができる。そのため、撮像装置 1 は、広い範囲の要素画像を撮像することができる。

【 0 0 4 5 】

50

投影光学系 13 は、要素画像光学系アレイ 11 によって第 1 方向制御レンズ 12 上に結像された要素画像群を、撮像素子 14 に投影するものである。ここでは、投影光学系 13 は、凸レンズから構成されることとした。

【0046】

撮像素子（撮像手段）14 は、要素画像光学系アレイ 11 によって生成され、投影光学系 13 によって投影された要素画像群を撮像するものである。

【0047】

[撮像装置の動作（第一の実施の形態）]

次に、図 1 を参照して、本発明における撮像装置 1 が、要素画像群を撮像する動作について説明する。まず、被写体からの光が要素画像光学系アレイ 11 の複数の要素画像光学系 111、111、... に入射する。続いて、要素画像光学系アレイ 11 から出射した光は、第 1 方向制御レンズ 12 に入射し、当該第 1 方向制御レンズ 12 上に要素画像を結像する。ここで、図 1（a）に示すように、投影光学系 13 の主点と、第 1 方向制御レンズ 12 の主点と、要素画像光学系アレイ 11 の中央の要素画像光学系 111 の主点とが一直線上に配置されていると、要素画像光学系 111、111、... に入射した光軸に平行な光は、第 1 方向制御レンズ 12 によって投影光学系 13 の主点に集光される。そして、この光軸方向（方向 D1）を中心とする要素画像が投影光学系 13 によって撮像素子 14 に投影され、撮像素子 14 によって、この要素画像からなる要素画像群を撮像する。

【0048】

続いて、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって第 1 方向制御レンズ 12 を光軸に直交する方向に移動させ、図 1（b）に示すように、投影光学系 13 の主点と、第 1 方向制御レンズ 12 の主点と、要素画像光学系アレイ 11 の中央の要素画像光学系 111 の左隣の要素画像光学系 111 の主点とを一直線上に配置させる。そして、被写体からの光が要素画像光学系アレイ 11 の複数の要素画像光学系 111、111、... に入射し、第 1 方向制御レンズ 12 に入射して、当該第 1 方向制御レンズ 12 上に要素画像を結像する。ここで、第 1 方向制御レンズ 12 の主点と投影光学系 13 の主点とを通る直線の向きに入射した、各々の要素画像光学系 111 の主点を通る光が、投影光学系 13 の主点に収束する。そして、第 1 方向制御レンズ 12 の主点と投影光学系 13 の主点とを通る方向 D2 を中心とする要素画像が投影光学系 13 によって撮像素子 14 に投影され、撮像素子 14 によって、この要素画像からなる要素画像群を撮像する。

【0049】

更に、再度第 1 方向制御レンズ移動手段によって第 1 方向制御レンズ 12 を光軸に直交する方向に移動させ、撮像素子 14 によって要素画像を撮像することを繰り返す。これによって、撮像装置 1 は、撮像素子 14 によって、2 つの異なる方向 D1、D2 の要素画像群を撮像することができる。なお、この第 1 方向制御レンズ移動手段は、例えば、撮像素子によって 1 フレームの要素画像群を撮像するごとに、第 1 方向制御レンズを移動させることとしてもよい。

【0050】

なお、図 1 では、撮像装置 1 が、要素画像光学系 111 を 9 つ備える場合について示したが、要素画像光学系アレイ 11 の有する要素画像光学系 111 の数はこれに限定されない。また、要素画像光学系 111 を、例えば、水平方向のみに配列することとしてもよいし、水平方向及び鉛直方向に二次元状に配列することとしてもよい。

【0051】

なお、撮像装置 1 の第 1 方向制御レンズ 12 は、3 つ以上の異なる位置に、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって移動されることとしてもよい。これによって、3 方向以上の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。

【0052】

更に、ここでは、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段が、第 1 方向制御レンズ 12 を、投影光学系 13 の主点と、第 1 方向制御レンズ 12 の主点と、要素画像光学系アレイ

10

20

30

40

50

11の中央の要素画像光学系111の主点とが一直線上になる位置と、投影光学系13の主点と、第1方向制御レンズ12の主点と、要素画像光学系アレイ11の中央の要素画像光学系111の左隣の要素画像光学系111の主点とが一直線上になる位置との間を移動させることとした。しかし、第1方向制御レンズ12は、第1方向制御レンズ移動手段によって、投影光学系13の主点と、当該第1方向制御レンズ12の主点とを通る直線の向きが一致しない位置に移動されればよい。

【0053】

また、図2(a)に示すように、撮像装置1'の第1方向制御レンズ(第1の方向制御レンズ系)12'が、投影光学系13から光軸方向に当該第1方向制御レンズ12'の焦点距離より離れた位置に設置されることとしてもよい。図2は、本発明の第一の実施の形態である撮像装置の変形例の構成を示した模式図、(a)は、撮像装置の構成を示した模式図、(b)は、他の点を中心として撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。

10

【0054】

このとき、撮像装置1'の第1方向制御レンズ12'上には、各々の要素画像光学系111によって生成された要素画像が結像する。そして、撮像装置1'は、撮像素子14によって、第1方向制御レンズ12'に対して、投影光学系13の主点と共役の位置にある点P1を中心とした所定の幅W1の範囲に対応する要素画像からなる要素画像群を撮像する。また、図2(b)に示すように、撮像装置1'の第1方向制御レンズ12'が、図示しない第1方向制御レンズ移動手段によって光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動されたとする。このとき、撮像装置1'は、撮像素子14によって、第1方向制御レンズ12'に対して、投影光学系13の主点と共役の位置にある点P2を中心とした所定の幅W2の範囲に対応する要素画像からなる要素画像群を撮像する。

20

【0055】

このように、撮像装置1'は、第1方向制御レンズ12'を光軸に直交する方向に移動させて撮像することによって、実空間上の異なる範囲にある被写体の要素画像群を撮像することができる。

【0056】

[撮像装置の構成(第二の実施の形態)]

次に、図3を参照して、本発明の第二の実施の形態である撮像装置1Aの構成について説明する。図3は、本発明の第二の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a)は、撮像装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系111の主点を通る平行光の光路を模式的に図示した。図3に示すように、撮像装置1Aは、被写体(図示せず)の要素画像群を撮像するものである。

30

【0057】

撮像装置(要素画像群撮像装置)1Aは、撮像装置1(図1参照)の投影光学系13に代えて投影光学系13Aを、撮像素子14に代えて撮像素子14Aを備える。更に、撮像装置1Aは、図示しない投影光学系移動手段及び撮像素子移動手段を備える。撮像装置1A内の投影光学系13A及び撮像素子14A以外の構成は、図1に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

40

【0058】

投影光学系13Aは、要素画像光学系アレイ11によって結像された要素画像群を、撮像素子14Aに投影するものである。そして、投影光学系13Aは、図示しない投影光学系移動手段(方向変更手段)によって、第1方向制御レンズ12の位置に応じて当該投影光学系13Aの光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動する。

【0059】

撮像素子14Aは、要素画像光学系アレイ11によって生成され、投影光学系13Aによって投影された要素画像群を撮像するものである。そして、撮像素子14Aは、図示しない撮像素子移動手段によって、第1方向制御レンズ12の位置に応じて当該投影光学系

50

1 3 A の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動する。

【0060】

ここで、図3(a)に示すように、撮像素子14Aの受光面(図示せず)の中心と、投影光学系13Aの主点と、第1方向制御レンズ12の主点と、要素画像光学系アレイ11の中央の要素画像光学系111の主点とが一直線上に配置されているとする。この投影光学系13Aは、第1方向制御レンズ12から、当該第1方向制御レンズ12の焦点距離だけ離れた位置に設置される。そのため、第1方向制御レンズ12の主点と投影光学系13Aの主点とを通る直線の向き[方向D1の逆方向(光軸方向)]に入射した、各々の要素画像光学系111の主点を通る平行な光が、投影光学系13Aの主点に収束する。そのため、この方向D1を中心とする要素画像が投影光学系13Aによって撮像素子14Aに投影され、要素画像を撮影する方向を、光軸方向(方向D1)に設定することができる。

10

【0061】

ここで、図示しない第1方向制御レンズ移動手段によって第1方向制御レンズ12を光軸に直交する方向に移動させるとともに、投影光学系移動手段によって投影光学系13Aを、撮像素子移動手段によって撮像素子14Aを光軸に直交する方向に移動させ、図3(b)に示すように、撮像素子14Aの受光面の中心と、投影光学系13Aの主点と、第1方向制御レンズ12の主点と、要素画像光学系アレイ11の中央の要素画像光学系111の主点とを一直線上に配置させる。そうすると、第1方向制御レンズ12の主点と投影光学系13Aの主点とを通る直線の向き(方向D2逆方向)に入射した、各々の要素画像光学系111の主点を通る光が、投影光学系13Aの主点に収束する。これによって、要素画像光学系アレイ11の各々の要素画像光学系111によって要素画像を撮影する方向を、第1方向制御レンズ12の主点と投影光学系13Aの主点とを通る直線の方向D2に設定することができる。なお、投影光学系移動手段及び撮像素子移動手段は、第1方向制御レンズ移動手段と同様に、例えば、サーボモータや圧電素子のような駆動源に取り付けられた光学ステージから構成され、この光学ステージに投影光学系13Aあるいは撮像素子14Aを固定することで実現することができる。ただし、光学ステージの駆動源はこの限りではない。

20

【0062】

このように、撮像装置1Aが、図示しない第1方向制御レンズ移動手段によって第1方向制御レンズ12を、投影光学系移動手段によって投影光学系13Aを光軸に直交する方向に移動させることで、撮像素子14Aによって、2つの異なる方向D1、D2の要素画像群を撮像することができる。これによって、撮像装置1Aは、ある時刻ではある方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、別の時刻では異なる方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができる。そのため、撮像装置1Aは、広い範囲の要素画像を撮像することができる。

30

【0063】

更に、図3(a)のように第1方向制御レンズ12の主点が投影光学系13Aの光軸上に配置されている場合に比べて、図3(b)では、投影光学系13Aによって要素画像が、右側にずれた位置に投影される。そして、撮像素子移動手段は、撮像素子14Aを光軸に直交する方向に移動させて、投影光学系13Aによって要素画像が投影される位置に設置することで、より小さい面積の受光部を有する撮像素子14Aによって要素画像群を撮像することが可能になる。なお、ここでは、図示しない第1方向制御レンズ移動手段による第1方向制御レンズ12及び投影光学系移動手段による投影光学系13Aの移動に応じて、当該第1方向制御レンズ12の主点と投影光学系13Aの主点とを結ぶ直線が、撮像素子14Aの受光面の中心にくる位置に、図示しない撮像素子移動手段によって撮像素子を移動させることとした。つまり、ここでは、撮像素子移動手段が、第1方向制御レンズ12及び投影光学系13Aの移動に伴って、当該第1方向制御レンズ12の主点及び投影光学系13Aの主点を結ぶ直線と、撮像素子14Aの受光面との交点が移動する距離だけ、撮像素子を光軸に直交する方向に移動させることとした。

40

【0064】

50

〔撮像装置の構成（第三の実施の形態）〕

次に、図4を参照して、本発明の第三の実施の形態である撮像装置1Bの構成について説明する。図4は、本発明の第三の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a)は、撮像装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系111の主点を通る平行光の光路を模式的に図示した。図4に示すように、撮像装置1Bは、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。

【0065】

撮像装置（要素画像群撮像装置）1Bは、撮像装置1（図1参照）の第1方向制御レンズ12に代えて第1方向制御レンズ12Bを、投影光学系13に代えて投影光学系13Bを備える。更に、撮像装置1Bは、図示しない第1方向制御レンズ移動手段に代えて図示しない投影光学系移動手段を備える。撮像装置1B内の第1方向制御レンズ12B及び投影光学系13B以外の構成は、図1に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0066】

第1方向制御レンズ（第1の方向制御レンズ系）12Bは、後記する撮像素子14によって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第1方向制御レンズ12Bから、当該第1方向制御レンズ12Bの焦点距離だけ光軸方向に離れた位置に後記する投影光学系13Bを設置することとした。そして、この第1方向制御レンズ12Bは、光軸に直交する方向に移動せず、要素画像光学系アレイ11及び撮像素子14に対して配置が固定されている。

【0067】

投影光学系13Bは、要素画像光学系アレイ11によって結像された要素画像群を、撮像素子14に投影するものである。そして、投影光学系13Bは、図示しない投影光学系移動手段（方向変更手段）によって、当該投影光学系13Bの光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動する。

【0068】

ここで、図4(a)に示すように、投影光学系13Bの主点と、第1方向制御レンズ12Bの主点と、要素画像光学系アレイ11の中央の要素画像光学系111の主点とが一直線上に配置されているとする。この投影光学系13Bは、第1方向制御レンズ12Bから、当該第1方向制御レンズ12Bの焦点距離だけ離れた位置に設置される。そのため、第1方向制御レンズ12Bの主点と投影光学系13Bの主点とを通る直線の向き（光軸方向）に入射した、各々の要素画像光学系111の主点を通る光が、投影光学系13Bの主点に収束する。そして、この方向D1を中心とする要素画像が投影光学系13Bによって後記する撮像素子14に投影され、要素画像光学系アレイ11の各々の要素画像光学系111によって要素画像を撮影する方向を、光軸方向（方向D1）に設定することができる。

【0069】

ここで、図示しない投影光学系移動手段によって投影光学系13Bを光軸に直交する方向に移動させ、図4(b)に示すように、投影光学系13Bの主点と、第1方向制御レンズ12Bの主点と、要素画像光学系アレイ11の中央の要素画像光学系111の右隣の要素画像光学系111の主点とを一直線上に配置させる。そうすると、第1方向制御レンズ12Bの主点と投影光学系13Bの主点とを通る直線の向き（方向D2の逆方向）に入射した、各々の要素画像光学系111の主点を通る光が、投影光学系13Bの主点に収束する。これによって、要素画像光学系アレイ11の各々の要素画像光学系111によって要素画像を撮影する方向を、第1方向制御レンズ12Bの主点と投影光学系13Bの主点とを通る直線の方向D2に設定することができる。

【0070】

このように、撮像装置1Bが、図示しない投影光学系移動手段によって投影光学系13Bを光軸に直交する方向に移動させることで、撮像素子14によって、2つの異なる方向D1、D2の要素画像群を撮像することができる。これによって、撮像装置1Bは、ある

時刻ではある方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、別の時刻では異なる方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができるため、広い範囲の要素画像を撮像することができる。なお、撮像装置 1 B の投影光学系 1 3 B は、3 つ以上の異なる位置に、図示しない投影光学系移動手段によって移動されることとしてもよい。これによって、3 方向以上の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。更に、投影光学系 1 3 B は、投影光学系移動手段によって、当該投影光学系 1 3 B の主点と、第 1 方向制御レンズ 1 2 B の主点とを通る直線の向きが一致しない位置に移動されればよい。

【0071】

[撮像装置の構成 (第四の実施の形態)]

次に、図 5 を参照して、本発明の第四の実施の形態である撮像装置 1 C の構成について説明する。図 5 は、本発明の第四の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系 1 1 1 の主点を通る平行光の光路を模式的に図示した。図 5 に示すように、撮像装置 1 C は、被写体 (図示せず) の要素画像群を撮像するものである。

10

【0072】

撮像装置 (要素画像群撮像装置) 1 C は、撮像装置 1 B (図 4 参照) の投影光学系 1 3 に代えて投影光学系 1 3 C a 及び投影光学系 1 3 C b を、撮像素子 1 4 に代えて撮像素子 1 4 C a 及び撮像素子 1 4 C b を備える。撮像装置 1 C 内の投影光学系 1 3 C a、投影光学系 1 3 C b、撮像素子 1 4 C a 及び撮像素子 1 4 C b 以外の構成は、図 1 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

20

【0073】

投影光学系 1 3 C a は、要素画像光学系アレイ 1 1 によって結像された要素画像群を、撮像素子 1 4 C a に投影するものである。ここでは、投影光学系 1 3 C a の主点と、第 1 方向制御レンズ 1 2 B の主点と、要素画像光学系アレイ 1 1 の中央の要素画像光学系 1 1 1 の主点とが一直線上に配置されることとした。そして、この投影光学系 1 3 C a は、第 1 方向制御レンズ 1 2 B から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 B の焦点距離だけ離れた位置に設置されるため、第 1 方向制御レンズ 1 2 B の主点と投影光学系 1 3 C a の主点とを通る直線の向き (光軸方向) に入射した、各々の要素画像光学系 1 1 1 の主点を通る光が、投影光学系 1 3 C a の主点に収束する。そのため、要素画像光学系アレイ 1 1 の各々の要素画像光学系 1 1 1 によって要素画像を撮影する方向が、光軸方向 (方向 D 1) に設定される。

30

【0074】

投影光学系 1 3 C b は、要素画像光学系アレイ 1 1 によって結像された要素画像群を、撮像素子 1 4 C b に投影するものである。ここでは、投影光学系 1 3 C b の主点と、第 1 方向制御レンズ 1 2 B の主点と、要素画像光学系アレイ 1 1 の中央の要素画像光学系 1 1 1 の右隣の要素画像光学系 1 1 1 の主点とが一直線上に配置されることとした。そして、この投影光学系 1 3 C b は、第 1 方向制御レンズ 1 2 B から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 B の焦点距離だけ離れた位置に設置されるため、第 1 方向制御レンズ 1 2 B の主点と要素画像光学系アレイ 1 1 の中央の要素画像光学系 1 1 1 の右隣の要素画像光学系 1 1 1 の主点とを通る直線の向き (方向 D 2 の逆方向) に入射した、各々の要素画像光学系 1 1 1 の主点を通る光が、投影光学系 1 3 C b の主点に収束する。そのため、要素画像光学系アレイ 1 1 の各々の要素画像光学系 1 1 1 によって要素画像を撮影する方向が、この直線の方向 D 2 に設定される。

40

【0075】

撮像素子 1 4 C a は、要素画像光学系アレイ 1 1 によって生成され、投影光学系 1 3 C a によって投影された要素画像群を撮像するものである。ここで、投影光学系 1 3 C a には、各々の要素画像光学系アレイ 1 1 によって光軸方向を中心に撮影された要素画像群の光が入射し、撮像素子 1 4 C a はこの要素画像群を撮像する。

【0076】

50

撮像素子 14 C b は、要素画像光学系アレイ 11 によって生成され、投影光学系 13 C b によって投影された要素画像群を撮像するものである。ここで、各々の要素画像光学系アレイ 11 によって、第 1 方向制御レンズ 12 B の主点と要素画像光学系アレイ 11 の中央の要素画像光学系 111 の右隣の要素画像光学系 111 の主点とを通る直線の方

【0077】

このように、撮像装置 1 C が、2 つの投影光学系 13 C a、13 C b と、2 つの撮像素子 14 C a、14 C b とを備えることで、2 つの異なる方向 D 1、D 2 の要素画像群を撮像することができる。これによって、撮像装置 1 C は、2 方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。なお、撮像装置 1 C は、3 つ以上の投影光学系と撮像素子（図示せず）とを備えることとしてもよい。これによって、3 方向以上の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。更に、投影光学系（図示せず）は、各々の投影光学系と、第 1 方向制御レンズ 12 B の主点とを通る直線の向きが一致しないように配置されてい

【0078】

[撮像装置の構成（第五の実施の形態）]

次に、図 6 を参照して、本発明の第五の実施の形態である撮像装置 1 D の構成について説明する。図 6 は、本発明の第五の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系 111 の主点を通る平行光の光路を模式的に図示した。図 6 に示すように、撮像装置 1 D は、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。

【0079】

撮像装置（要素画像群撮像装置）1 D は、撮像装置 1 C（図 5 参照）の第 1 方向制御レンズ 12 B に代えて第 1 方向制御レンズ 12 D を、投影光学系 13 C a に代えて投影光学系 13 D a を、投影光学系 13 C b に代えて投影光学系 13 D b を備え、更に、第 2 方向制御レンズ 15 D と、遮光手段 16 D と、フィールドレンズ 17 D a、17 D b とを付加して構成した。撮像装置 1 D 内の要素画像光学系アレイ 11 及び撮像素子 14 C a、14 C b は、図 5 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0080】

第 1 方向制御レンズ（第 1 の方向制御レンズ系）12 D は、後記する撮像素子 14 C a、14 C b によって要素画像光学系アレイ 11 の要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第 1 方向制御レンズ 12 D から、当該第 1 方向制御レンズ 12 D の焦点距離だけ離れた位置に後記する第 2 方向制御レンズ 15 D を設置することとした。そのため、第 1 方向制御レンズ 12 D は、第 1 方向制御レンズ 12 D に入射する平行光を第 2 方向制御レンズ 15 D 上の 1 点に収束させる。また、要素画像光学系アレイ 11 によって、当該第 1 方向制御レンズ 12 D 上に要素画像群が結像する。

【0081】

第 2 方向制御レンズ（第 2 の方向制御レンズ系）15 D は、第 1 方向制御レンズ 12 D の主点を通過した光を、当該第 2 方向制御レンズ 15 D の光軸に平行な光にするものである。ここでは、第 2 方向制御レンズ 15 D は、凸レンズから構成されることとした。更に、第 2 方向制御レンズ 15 D の物側焦点と、当該第 1 方向制御レンズ 12 D の主点とが一致することとした。これによって、第 1 方向制御レンズ 12 D の主点を通過した光は、当該第 2 方向制御レンズ 15 D の光軸に平行な光となって出射する。第 2 方向制御レンズ 15 D の内部には、2 つの開口 16 D a、16 D b を有する遮光手段 16 D が設けられている。

【0082】

遮光手段 16 D は、開口 16 D a、16 D b を有し、第 2 方向制御レンズ 15 D に入射した光のうち、当該開口 16 D a、16 D b を通る光以外を遮光するものである。ここで

は、遮光手段 16D は第 2 方向制御レンズ 15D の内部に設けられ、当該第 2 方向制御レンズ 15D の光軸上に開口 16Da を、その左に所定間隔だけ離隔した位置に開口 16Db を有する。

【0083】

ここで、要素画像光学系アレイ 11 の中央の要素画像光学系 111 の主点と、第 1 方向制御レンズ 12D の主点と、開口 16Da の中心は一直線上に配置されている。そして、要素画像光学系 111、111、... の主点を通過した光軸に平行な光は、第 1 方向制御レンズ 12D によって集光されて開口 16Da に収束する。また、要素画像光学系アレイ 11 の中央の要素画像光学系 111 の右隣の要素画像光学系 111 の主点と、第 1 方向制御レンズ 12D の主点と、開口 16Db の中心は一直線上に配置されている。そして、この直線に平行で、要素画像光学系 111、111、... の主点を通過した光は、第 1 方向制御レンズ 12D によって集光されて開口 16Db に収束する。このように、開口 16Da、16Db を有する遮光手段 16D を設置することで、遮光手段 16D は、第 1 方向制御レンズ 12D の主点と、各々の開口 16Da、16Db とを結ぶ方向 D1、D2 を中心とする所定の角度範囲の要素画像からの光のみを、各々の開口 16Da、16Db から通過させ、それ以外の光を遮光する。

【0084】

フィールドレンズ（フィールドレンズ系）17Da は、開口 16Da に対応し、その対応する開口 16Da からの光を投影光学系 13Da に伝送するものである。このフィールドレンズ 17Da は、第 1 方向制御レンズ 12D に平行光として入射し、第 2 方向制御レンズ 15D 上の 1 点に収束した光を、投影光学系 13Da の主点に再度収束させる。

【0085】

フィールドレンズ 17Db は、開口 16Db に対応し、その対応する開口 16Db からの光を投影光学系 13Db に伝送するものである。このフィールドレンズ 17Db は、第 1 方向制御レンズ 12D に平行光として入射し、第 2 方向制御レンズ 15D 上の 1 点に収束した光を、投影光学系 13Db の主点に再度収束させる。

【0086】

投影光学系 13Da は、フィールドレンズ 17Da に対応し、その対応するフィールドレンズ 17Da と投影光学系 13Da との間に結像された要素画像群を、撮像素子 14Ca に投影するものである。なお、ここでは、フィールドレンズ 17Da と、投影光学系 13Da と、第 2 方向制御レンズ 15D との光軸が一致することとした。

【0087】

投影光学系 13Db は、フィールドレンズ 17Db に対応し、その対応するフィールドレンズ 17Db と投影光学系 13Db との間に結像された要素画像群を、撮像素子 14Cb に投影するものである。なお、ここでは、フィールドレンズ 17Db と、対応する投影光学系 13Db との光軸が一致し、かつ、第 2 方向制御レンズ 15D の光軸に平行になるように、投影光学系 13Db が配置されることとした。

【0088】

このように構成することで、撮像装置 1D は、撮像素子 14Ca、14Cb によって、各々異なる方向 D1、D2 の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。また、第 2 方向制御レンズ 15D によって、第 1 方向制御レンズ 12D を通過した光の主光線の向きを光軸方向に変えることで、撮像素子 14Ca、14Cb によって正対して要素画像を撮像することができる。なお、撮像装置 1D は、3 つ以上の開口とフィールドレンズと投影光学系と撮像素子（図示せず）とを備えることとしてもよい。これによって、3 方向以上の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。更に、各々の開口 16Da、16Db の中心と、第 1 方向制御レンズ 12D の主点とを通る直線の向きが一致しないように開口 16Da、16Db が配置されていればよく、開口 16Da、16Db の大きさは、異なる方向 D1、D2 からの光がお互いに漏れこまない程度に設定されていればよい。

【0089】

10

20

30

40

50

〔撮像装置の構成（第六の実施の形態）〕

次に、図7を参照して、本発明の第六の実施の形態である撮像装置1Eの構成について説明する。図7は、本発明の第六の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図、(a)は、撮像装置の構成を示した模式図、(b)は、他の方向を撮像するときの撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系111の主点を通る平行光の光路を模式的に図示した。図7に示すように、撮像装置1Eは、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。

【0090】

撮像装置（要素画像群撮像装置）1Eは、撮像装置1D（図6参照）の第2方向制御レンズ15Dと、フィールドレンズ17Da、17Dbを備えず、投影光学系13Da、13Dbに代えて投影光学系13Eを、遮光手段16Dに代えて遮光手段16Eを、撮像素子14Ca、14Cbに代えて撮像素子14Eを備える。撮像装置1E内の要素画像光学系アレイ11及び第1方向制御レンズ12Dは、図6に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0091】

投影光学系13Eは、要素画像光学系アレイ11と第1方向制御レンズ12Dとの間に結像される要素画像群を撮像素子14Eに投影するものである。ここでは、第1方向制御レンズ12Dの像側焦点と、投影光学系13Eの主点とが一致することとした。投影光学系13Eの内部には、2つの開口16Ea、16Ebを有する遮光手段16Eが設けられている。

【0092】

遮光手段16Eは、開口16Ea、16Ebを有し、投影光学系13Eに入射した光のうち、当該開口16Ea又は開口16Ebを通る光以外を遮光するものである。ここでは、遮光手段16Eは投影光学系13Eの内部に設けられ、当該投影光学系13Eの光軸上に開口16Eaを、その左に所定間隔だけ離隔した位置に開口16Ebを有する。この開口16Ea、16Ebは、開閉可能である。この遮光手段16Eは、例えば、液晶素子によって構成することができる。ここで、この遮光手段16Eでは、ある時刻において開口16Eaのみが開口し、また別の時刻において開口16Ebのみが開口する。これによって、遮光手段16Eは、ある時刻において、図7(a)に示すように、第1方向制御レンズ12Dと要素画像光学系アレイ11との間に結像された光軸方向（方向D1）を中心とした要素画像からの光を通過させ、別の時刻において、図7(b)に示すように、第1方向制御レンズ12Dと要素画像光学系アレイ11との間に結像された、開口16Ebと第1方向制御レンズ12Dの主点とを結ぶ方向D2を中心とした要素画像からの光を通過させることができる。

【0093】

このように、撮像装置1Eが、遮光手段16Eの開口16Ea、16Ebを切り替えて開口することで、撮像素子14Eによって、2つの異なる方向D1、D2の要素画像群を撮像することができる。これによって、ある時刻ではある方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、別の時刻では異なる方向の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができる。そのため、撮像装置1Eは、広い範囲の要素画像を撮像することができる。なお、撮像装置1Eの遮光手段16Eは、3つ以上の開口（図示せず）を有することとしてもよい。これによって、3方向以上の所定の角度範囲の要素画像群を撮像することができ、広い範囲の要素画像を撮像することができる。更に、開口16Ea、16Ebは、当該開口16Ea、16Ebの中心と第1方向制御レンズ12Dの主点とを通る直線の向きが一致しない位置に設置されればよく、また、開口16Ea、16Ebの大きさは、異なる方向D1、D2からの光がお互いに漏れこまない程度に設定されていればよい。

【0094】

〔撮像装置の構成（第七の実施の形態）〕

次に、図8を参照して、本発明の第七の実施の形態である撮像装置1Fの構成について

説明する。図 8 は、本発明の第七の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。なお、図 8 では、異なる時刻に開口する 2 つの開口 1 6 E a、1 6 E b が両方開いている場合の、各々の開口 1 6 E a、1 6 E b を通る光の光路及び各々の開口に対応する撮像素子 1 4 F の位置を、実線と 1 点鎖線とで示した。図 8 に示すように、撮像装置 1 F は、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。

【0095】

撮像装置（要素画像群撮像装置）1 F は、撮像装置 1 E（図 7 参照）の撮像素子 1 4 E に代えて撮像素子 1 4 F を備える。撮像装置 1 E 内の撮像素子 1 4 F 以外の構成は、図 7 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0096】

撮像素子 1 4 F は、要素画像光学系アレイ 1 1 によって生成され、投影光学系 1 3 E によって投影された要素画像群を撮像するものである。そして、撮像素子 1 4 F は、図示しない撮像素子移動手段によって、開いている開口（1 6 E a 又は 1 6 E b）の位置に応じて当該投影光学系 1 3 E の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動させられる。

【0097】

ここで、例えば、図 7（b）に示すように、撮像装置 1 E では、第 1 方向制御レンズ 1 2 D の主点より左方向にずれた位置にある開口 1 6 E b が開いている場合には、図 7（a）のように第 1 方向制御レンズ 1 2 D の主点と一致する開口 1 6 E a が開いている場合に比べて、投影光学系 1 3 E によって要素画像が左側にずれた位置に投影される。そのため、撮像装置 1 E では、広い面積の受光部を有する撮像素子 1 4 E が要求された。しかし、図 8 に示すように、撮像装置 1 F は、開いている開口（1 6 E a 又は 1 6 E b）の位置に応じて、撮像素子 1 4 F を光軸に直交する方向に移動させて、投影光学系 1 3 E によって要素画像が投影される位置に設置することで、撮像装置 1 E の撮像素子 1 4 E より小さい面積の受光部を有する撮像素子 1 4 F によって要素画像群を撮像することが可能になる。

【0098】

〔撮像装置の構成（第二～七の実施の形態の変形例）〕

また、撮像装置 1 A、1 B、1 C、1 E、1 F（図 3～図 5、図 7、図 8 参照）の第 1 方向制御レンズ 1 2、1 2 B、1 2 D は、投影光学系 1 3 A、1 3 B、1 3 C a、1 3 C b、1 3 E から当該第 1 方向制御レンズ 1 2、1 2 B の焦点距離より大きく光軸方向に隔てた位置に設置されることとしてもよい。また、撮像装置 1 D（図 6 参照）の第 1 方向制御レンズ 1 2 D は、第 2 方向制御レンズ 1 5 D、1 5 E から当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D の焦点距離より大きく光軸方向に隔てた位置に設置されることとしてもよい。

【0099】

ここで、図 9 を参照して、第 1 方向制御レンズ 1 2 D' が投影光学系 1 3 E から焦点距離より大きく光軸方向に隔てた位置に設置された撮像装置 1 F' について説明する。図 9 は、本発明の第七の実施の形態である撮像装置の変形例の構成を示した模式図である。なお、ここでは、撮像装置 1 F を変形した場合を例に挙げて説明するが、撮像装置 1 A～1 E の構成に対して同様に変形した場合においても、同様の作用が得られる。

【0100】

図 9 に示すように、撮像装置（要素画像群撮像装置）1 F' は、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。撮像装置 1 F' は、撮像装置 1 F（図 8 参照）の第 1 方向制御レンズ 1 2 D に代えて第 1 方向制御レンズ 1 2 D' を備える。撮像装置 1 F' 内の第 1 方向制御レンズ 1 2 D' 以外の構成は、図 8 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0101】

第 1 方向制御レンズ（第 1 の方向制御レンズ系）1 2 D' は、撮像素子 1 4 F によって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第 1 方向制御レンズ 1 2 D' から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D' の焦点距離より大きい距離だけ離れた位置に投影光学系 1 3 E を設置することとした。そして、第 1 方向制御レンズ 1 2 D' に対して、開口 1 6 E a の中心と、点 P 1 とが共役の位置になり、開口 1 6 E b の中心と点 P 2 とが共

10

20

30

40

50

役の位置になる。これによって、撮像装置 1 F' は、開口 1 6 E a が開いているときには、撮像素子 1 4 F によって点 P 1 を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像し、開口 1 6 E b が開いているときには、点 P 2 を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像することができる。

【0102】

[撮像装置の構成（第一～七の実施の形態の他の変形例）]

更に、撮像装置 1、1'、1 A ~ 1 F（図 1 ~ 図 8 参照）の要素画像光学系 1 1 1 は、被写体（図示せず）の像を結像して要素画像を生成する光学系であればよく、例えば、凹レンズから構成されることとしてもよい。

【0103】

ここで、図 1 0 を参照して、凹レンズからなる要素画像光学系 1 1 1'' を有する撮像装置 1 F'' について説明する。図 1 0 は、本発明の第七の実施の形態である撮像装置の他の変形例の構成を示した模式図である。なお、ここでは、撮像装置 1 F' を変形した場合を例に挙げて説明するが、撮像装置 1、1'、1 A ~ 1 E の構成に対して同様に変形した場合においても、同様の作用が得られる。

【0104】

図 1 0 に示すように、撮像装置（要素画像群撮像装置）1 F'' は、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。撮像装置 1 F'' は、撮像装置 1 F'（図 9 参照）の要素画像光学系アレイ 1 1 に代えて要素画像光学系アレイ 1 1'' を備える。撮像装置 1 F'' 内の要素画像光学系アレイ 1 1'' 以外の構成は、図 9 に示したものと同一であるので、

10

20

【0105】

要素画像光学系アレイ 1 1'' は、被写体（図示せず）の要素画像群を生成するものである。この要素画像光学系アレイ 1 1'' は、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数の要素画像光学系 1 1 1''、1 1 1''、... から構成される。

【0106】

要素画像光学系 1 1 1'' は、被写体からの光が入射して被写体の像を結像し、要素画像を生成するものである。この要素画像光学系 1 1 1'' は、凹レンズから構成され、被写体の要素画像を、当該要素画像光学系 1 1 1'' の像側焦平面 F に生成する。

【0107】

そして、像側焦平面 F に結像した要素画像群は、第 1 方向制御レンズ 1 2 D' 及び第 2 方向制御レンズ 1 5 E によって、撮像素子 1 4 F 上に再度結像されて、撮像素子 1 4 F によって撮像される。

30

【0108】

なお、要素画像光学系 1 1 1、1 1 1'' は、例えば、屈折率分布レンズや回折光学素子から構成されることとしてもよいし、また、光軸方向に複数のレンズが配列されたレンズ系から構成されることとしてもよい。更に、要素画像光学系 1 1 1、1 1 1''、...（1 1 1''、1 1 1''、...）が水平方向のみに配列される場合には、水平方向のみに有限の曲率を有する凸状あるいは凹状のシリンドリカルレンズから構成されることとしてもよい。

【0109】

40

[撮像装置の構成（第八の実施の形態）]

次に、図 1 1 を参照して、本発明の第八の実施の形態である撮像装置 1 G の構成について説明する。図 1 1 は、本発明の第八の実施の形態である撮像装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系アレイ 1 1 G a、1 1 G b の要素画像光学系 1 1 1 G a、1 1 1 G b の主点と、投影光学系 1 3 G a、1 3 G b の主点とを通る光の光路を模式的に図示した。図 1 1 に示すように、撮像装置 1 G は、被写体（図示せず）の要素画像群を撮像するものである。

【0110】

撮像装置（要素画像群撮像装置）1 G は、ハーフミラー 2 0 G と、第 1 撮像系 1 G a と、第 2 撮像系 1 G b とを備える。ハーフミラー（光分配手段）2 0 G は、被写体（図示せ

50

ず)からの光を、第1撮像系1Ga及び第2撮像系1Gbに分配するものである。ここで、ハーフミラー20Gは、被写体からの光の一部を反射し、一部を透過する。そして、反射光の光路上には第1撮像系1Gaが設置され、反射光は第1撮像系1Gaに入射する。また、透過光の光路上には第2撮像系1Gbが設置され、透過光は第2撮像系1Gbに入射する。

【0111】

第1撮像系(撮像系)1Gaは、点P1を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像するものである。第1撮像系1Gaは、要素画像光学系アレイ11Gaと、フィールドレンズアレイ19Gaと、第1方向制御レンズ12Gaと、投影光学系13Gaと、撮像素子14Gaとを備える。なお、第1撮像系1Gaの投影光学系13Gaと撮像素子14Gaは、撮像装置1'(図2参照)の投影光学系13と撮像素子14と同一であるので、説明を省略する。

10

【0112】

要素画像光学系アレイ11Gaは、被写体(図示せず)の要素画像からなる要素画像群を生成するものである。この要素画像光学系アレイ11Gaは、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数の要素画像光学系111Ga、111Ga、...から構成される。

【0113】

要素画像光学系111Gaは、ハーフミラー20Gによって反射された、被写体からの光が入射して被写体の像を結像し、要素画像を生成するものである。この要素画像光学系111Gaから出射した光は、対応するフィールドレンズ191Gaに入射する。そして、要素画像光学系111Gaは、対応するフィールドレンズ191Ga上に要素画像を生成する。

20

【0114】

フィールドレンズアレイ19Gaは、要素画像光学系アレイ11Gaによって内部に要素画像群が結像され、要素画像光学系アレイ11Gaから入射した光を第1方向制御レンズ12Gaに伝送するものである。フィールドレンズアレイ19Gaは、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数のフィールドレンズ191Ga、191Ga、...から構成される。

【0115】

フィールドレンズ191Gaは、要素画像光学系111Gaの各々に対応し、その対応する要素画像光学系111Gaから入射した光を第1方向制御レンズ12Gaに伝送するものである。フィールドレンズ191Gaは、凸レンズから構成されることとした。このフィールドレンズ191Gaの内部には、対応する要素画像光学系111Gaによって要素画像が結像される。なお、点P1から出射した光は、ハーフミラー20Gによって向きが曲げられた後に、要素画像光学系111Gaの主点と、この要素画像光学系111Gaに対応するフィールドレンズ191Gaの主点とを通るように、要素画像光学系111Ga及びフィールドレンズ191Gaが配置されている。これによって、フィールドレンズ191Gaの内部には、点P1を中心とした要素画像が要素画像光学系111Gaによって結像される。

30

40

【0116】

第1方向制御レンズ(第1の方向制御レンズ系)12Gaは、撮像素子14Gaによって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第1方向制御レンズ12Gaから、当該第1方向制御レンズ12Gaの焦点距離より離れた位置に投影光学系13Gaを設置することとした。そして、この第1方向制御レンズ12Gaは、投影光学系13Gaの光軸上に主点を有する。そして、当該投影光学系13Gaの光軸がハーフミラー20Gによって曲げられ、この曲げられた光軸上の点P1と、投影光学系13Gaの主点とが、当該第1方向制御レンズ12Gaに関して共役の位置になる。そのため、各々の要素画像光学系111Gaによって生成された、点P1を中心とした所定の幅W1の範囲についての要素画像が、投影光学系13Gaによって撮像素子14Gaに投影される。そして

50

、第1撮像素子1Gaは、撮像素子14Gaによって点P1を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像する。

【0117】

第2撮像素子1Gbは、点P2を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像するものである。第2撮像素子1Gbは、要素画像光学系アレイ11Gbと、フィールドレンズアレイ19Gbと、第1方向制御レンズ12Gbと、投影光学系13Gbと、撮像素子14Gbとを備える。なお、第2撮像素子1Gbの投影光学系13Gbと撮像素子14Gbは、撮像装置1'（図2参照）の投影光学系13と撮像素子14と同一であるので、説明を省略する。

【0118】

要素画像光学系アレイ11Gbは、被写体（図示せず）の要素画像からなる要素画像群を生成するものである。この要素画像光学系アレイ11Gbは、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数の要素画像光学系111Gb、111Gb、...から構成される。

【0119】

要素画像光学系111Gbは、ハーフミラー20Gを透過した、被写体からの光が入射して被写体の像を結像し、要素画像を生成するものである。この要素画像光学系111Gbから出射した光は、対応するフィールドレンズ191Gbに入射する。そして、要素画像光学系111Gbは、対応するフィールドレンズ191Gb上に要素画像を生成する。

【0120】

フィールドレンズアレイ19Gbは、要素画像光学系アレイ11Gbによって内部に要素画像群が結像され、要素画像光学系アレイ11Gbから入射した光を第1方向制御レンズ12Gbに伝送するものである。フィールドレンズアレイ19Gbは、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数のフィールドレンズ191Gb、191Gb、...から構成される。

【0121】

フィールドレンズ191Gbは、要素画像光学系111Gbの各々に対応し、その対応する要素画像光学系111Gbから入射した光を第1方向制御レンズ12Gbに伝送するものである。このフィールドレンズ191Gbの内部には、対応する要素画像光学系111Gbによって要素画像が結像される。なお、点P2から出射した光は、ハーフミラー20Gを透過した後に、要素画像光学系111Gbの主点と、この要素画像光学系111Gbに対応するフィールドレンズ191Gbの主点とを通るように、要素画像光学系111Gb及びフィールドレンズ191Gbが配置されている。これによって、フィールドレンズ191Gbの内部には、点P2を中心とした要素画像が要素画像光学系111Gbによって結像される。

【0122】

第1方向制御レンズ（第1の方向制御レンズ系）12Gbは、撮像素子14Gbによって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第1方向制御レンズ12Gbから、当該第1方向制御レンズ12Gbの焦点距離より光軸方向に離れた位置に投影光学系13Gbを設置することとした。そして、この第1方向制御レンズ12Gbは、投影光学系13Gbの主点と点P2を結んだ線上に主点を有し、当該第1方向制御レンズ12Gbに関して、投影光学系13Gbの主点と、点P2とが共役の位置になる。そのため、各々の要素画像光学系111Gbによって生成された、点P2を中心とした所定の幅W2の範囲についての要素画像が、投影光学系13Gbによって撮像素子14Gbに投影される。そして、第2撮像素子1Gbは、撮像素子14Gbによって点P2を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像する。

【0123】

これによって、撮像装置1Gは、第1撮像素子1Gaによって点P1を中心とした所定の幅W1の範囲についての要素画像を、第2撮像素子1Gbによって点P2を中心とした所定の幅W2の範囲についての要素画像を撮像することができる。なお、ここでは、第1撮像

10

20

30

40

50

系 1 G a 及び第 2 撮像系 1 G b によって撮像される範囲が重複しない場合について説明した。しかし、この範囲は重複していてもよく、第 1 撮像系 1 G a と第 2 撮像系 1 G b のそれぞれによって撮像される要素画像の中心となる点 P 1、P 2 が異なる位置にある、つまり、第 1 方向制御レンズ 1 2 G a、G b に対して、投影光学系 1 3 G a、1 3 G b の主点と共役の関係にある点 P 1、P 2 が異なる位置にあるようにすればよい。

【0124】

[撮像装置の構成 (第九の実施の形態)]

次に、図 1 2 を参照して、本発明の第九の実施の形態である撮像装置の構成について説明する。図 1 2 は、本発明の第九の実施の形態である撮像装置の第 2 撮像系の構成を示した模式図である。なお、ここでは、要素画像光学系アレイ 1 1 G b の要素画像光学系 1 1 1 G b の主点と、開口 1 6 1 H b の中心とを通る光の光路を模式的に図示した。第 9 の実施の形態である撮像装置 (要素画像群撮像装置、図示せず) は、被写体 (図示せず) の要素画像群を撮像するものであり、図 1 1 に示す撮像装置 1 G の第 2 撮像系 1 G b を、図 1 2 に示す第 2 撮像系 1 H b に置き換えて構成した。

【0125】

第 2 撮像系 (撮像系) 1 H b は、第 2 撮像系 1 G b (図 1 1 参照) の第 1 方向制御レンズ 1 2 G b に代えて第 1 方向制御レンズ 1 2 H b を、投影光学系 1 3 G b に代えて投影光学系 1 3 H b を、撮像素子 1 4 G b に代えて撮像素子 1 4 H b を備え、更に、遮光手段 1 6 H b を付加して構成した。第 2 撮像系 1 H b 内の第 1 方向制御レンズ 1 2 H b、投影光学系 1 3 H b、撮像素子 1 4 H b 及び遮光手段 1 6 H b 以外の構成は、図 7 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0126】

第 1 方向制御レンズ (第 1 の方向制御レンズ系) 1 2 H b は、後記する撮像素子 1 4 H b によって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第 1 方向制御レンズ 1 2 H b から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 H b の焦点距離より光軸方向に離れた位置に後記する遮光手段 1 6 H b を設置することとした。そして、この第 1 方向制御レンズ 1 2 H b は、開口 1 6 1 H b の中心と点 P 2 を結んだ線上に主点を有し、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 H b に関して、遮光手段 1 6 H b の開口 1 6 1 H b の中心と、点 P 2 とが共役の位置になる。そのため、各々の要素画像光学系 1 1 1 G b によって生成された、点 P 2 を中心とした所定の幅 W 2 の範囲についての要素画像からの光が、遮光手段 1 6 H b の開口 1 6 1 H b の中心に集光する。遮光手段 1 6 H b は、開口 1 6 1 H b を有し、投影光学系 1 3 H b に入射する光のうち、当該開口 1 6 1 H b を通る光以外を遮光するものである。

【0127】

投影光学系 1 3 H b は、開口 1 6 1 H b を通過した光を後記する撮像素子 1 4 H b に投影するものである。ここで、投影光学系 1 3 H b の焦点は、開口 1 6 1 H b の中心と一致し、かつ、投影光学系 1 3 H b の光軸は、要素画像光学系 1 1 1 G b、フィールドレンズ 1 9 1 G b 及び第 1 方向制御レンズ 1 2 H b の光軸に平行になるように、投影光学系 1 3 H b が配置されることとした。

【0128】

撮像素子 (撮像手段) 1 4 H b は、要素画像光学系アレイ 1 1 G b によって生成され、投影光学系 1 3 H b によって投影された要素画像群を撮像するものである。ここで、各々の要素画像光学系アレイ 1 1 G b によって、第 1 方向制御レンズ 1 2 H b の主点と開口 1 6 1 H b とを通る直線の上の点 P 2 を中心とした要素画像群の光が、投影光学系 1 3 H b に入射し、撮像素子 1 4 H b はこの要素画像群を撮像する。

【0129】

このように構成することで、第 2 撮像系 1 H b は、撮像素子 1 4 H b によって、正対して要素画像を撮像することができる。ここで、第 2 撮像系 1 H b によって撮像される要素画像の中心となる点 P 2、つまり、第 1 方向制御レンズ 1 2 H b に対して開口 1 6 1 H b の中心と共役の関係にある点 P 2 と、第 1 撮像系 (図示せず) によって撮像される要素画

像の中心となる点（図示せず）とが異なる位置になるように設定されていけばよい。

【0130】

[撮像装置の構成（第八、第九の実施の形態の変形例）]

ここで、撮像装置1G（図11参照）では、第1方向制御レンズ12Ga、12Gbが、投影光学系13Ga、13Gbから光軸方向に当該第1方向制御レンズ12Ga、12Gbの焦点距離より隔てて配置し、撮影方向が点P1、P2に収束することとした。また、第2撮像系1Hb（図12参照）では、第1方向制御レンズ12Ha、12Hbが、開口161Hbから光軸方向に当該第1方向制御レンズ12Ha、12Hbの焦点距離より隔てて配置し、撮影方向が点P2に収束することとした。しかし、本発明の撮像装置では、撮影方向が平行になる構成としてもよい。

10

【0131】

このとき、撮像装置1G（図11参照）の第1方向制御レンズ12Ga、12Gbを、投影光学系13Ga、13Gbの主点から光軸方向に当該第1方向制御レンズ12Ga、12Gbの焦点距離だけ隔てて配置すればよい。また、第2撮像系1Hb（図12参照）の第1方向制御レンズ12Hbを、開口161Hbの中心から光軸方向に当該第1方向制御レンズ12Hbの焦点距離だけ隔てて配置すればよい。

【0132】

[撮像装置の構成（第八、第九の実施の形態の他の変形例1）]

また、第1撮像系1Ga及び第2撮像系1Gb（図11参照）、1Hb（図12参照）では、要素画像光学系111Ga、111Gbが凸レンズから構成されることとしたが、要素画像光学系111Ga、111Gbは、被写体（図示せず）の像を結像して要素画像を生成する光学系であればよく、例えば、凹レンズから構成されることとしてもよい。

20

【0133】

例えば、図13のように、第1撮像系1Iaの要素画像光学系111Iaを、凹レンズから構成することとしてもよい。図13は、本発明の第八の実施の形態の第1撮像系の変形例の構成を示した模式図である。なお、ここでは、撮像装置1Gの第1撮像系1Gaを変形して、第1撮像系1Iaとした場合を例に挙げて説明するが、第2撮像系1Gb、1Hb（図11、図12参照）の構成に対して同様に変形した場合においても、同様の作用が得られる。

【0134】

図13に示すように、第1撮像系（撮像系）1Iaは、点P1を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像するものである。第1撮像系1Iaは、第1撮像系1Ga（図11参照）の要素画像光学系アレイ111Gaに代えて要素画像光学系アレイ111Iaを備える。第1撮像系1Ia内の要素画像光学系アレイ111Ia以外の構成は、図11に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

30

【0135】

要素画像光学系アレイ111Iaは、被写体（図示せず）の要素画像群を生成するものである。この要素画像光学系アレイ111Iaは、光軸に直交する同一平面上にアレイ状に配列された複数の要素画像光学系111Ia、111Ia、...から構成される。

【0136】

要素画像光学系111Iaは、被写体からの光が入射して被写体の像を結像し、要素画像を生成するものである。この要素画像光学系111Iaは、凹レンズから構成され、被写体の要素画像を、当該要素画像光学系111Iaの像側焦平面Fに生成する。そして、像側焦平面Fに結像した要素画像群は、第1方向制御レンズ12Ga及び投影光学系13Gaによって撮像素子14Gaに投影されて、撮像素子14Gaによって撮像される。

40

【0137】

[撮像装置の構成（第八、第九の実施の形態の他の変形例2）]

更に、第1撮像系1Ga（図11参照）、1Ia及び第2撮像系1Gb、1Hb（図12参照）は、それぞれ1つの投影光学系13Ga、13Gb、13Hb及び1つの撮像素子14Ga、14Gb、14Hbによって撮像することとしたが、各々の第1撮像系1G

50

a、1 I a 及び第 2 撮像素子 1 G b、1 H b について、複数の投影光学系及び複数の撮像素子によって撮像することとしてもよい。

【0138】

例えば、図 14 のように、第 1 撮像素子 1 J a において、複数の投影光学系 1 3 J a、1 3 J a、1 3 J a 及び複数の撮像素子 1 4 J a、1 4 J a、1 4 J a によって撮像することとしてもよい。図 14 は、本発明の第八の実施の形態の第 1 撮像素子の他の変形例の構成を示した模式図である。なお、ここでは、撮像装置 1 G の第 1 撮像素子 1 G a を変形して、第 1 撮像素子 1 J a とした場合を例に挙げて説明するが、第 1 撮像素子 1 I a (図 13 参照)、第 2 撮像素子 1 G b、1 H b (図 11、図 12 参照)の構成に対して同様に変形した場合においても、同様の作用が得られる。

10

【0139】

図 14 に示すように、第 1 撮像素子 (撮像素子) 1 J a は、点 P 1 を中心とした要素画像からなる要素画像群を撮像するものである。第 1 撮像素子 1 J a は、第 1 撮像素子 1 G a (図 11 参照)の第 1 方向制御レンズ 1 2 G a に代えて第 1 方向制御レンズ 1 2 J a を、投影光学系 1 3 G a に代えて投影光学系 1 3 J a、1 3 J a、1 3 J a を、撮像素子 1 4 G a に代えて撮像素子 1 4 J a、1 4 J a、1 4 J a を備え、更に遮光手段 1 6 J a を付加して構成した。第 1 撮像素子 1 J a 内の要素画像光学系アレイ 1 1 G a 及びフィールドレンズアレイ 1 9 G a は、図 11 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0140】

20

第 1 方向制御レンズ (第 1 の方向制御レンズ系) 1 2 J a は、後記する撮像素子 1 4 J a、1 4 J a、1 4 J a によって要素画像を撮影する方向を制御するものである。ここでは、第 1 方向制御レンズ 1 2 J a の物側焦点と点 P 1 とが一致することとした。

【0141】

投影光学系 1 3 J a は、要素画像光学系アレイ 1 1 G a によってフィールドレンズアレイ 1 9 G a 上に結像された要素画像群を、対応する撮像素子 1 4 J a に投影するものである。ここで、第 1 撮像素子 1 J a は、3 つの投影光学系 1 3 J a、1 3 J a、1 3 J a を有することとした。そして、この投影光学系 1 3 J a の各々は、複数の要素画像光学系 1 1 1 G a、1 1 1 G a、... 及び複数のフィールドレンズ 1 9 1 G a、1 9 1 G a、... に対応するとともに、1 つの撮像素子 1 4 J a に対応する。そして、対応する要素画像光学系 1 1 1 G a、1 1 1 G a、... によって結像された複数の要素画像を、対応する撮像素子 1 4 G a に投影する。

30

【0142】

ここでは、投影光学系 1 3 J a は、2 つの凸レンズ 1 3 1 J a、1 3 2 J a から構成され、アフォーカル光学系を形成している。この 2 つの凸レンズ 1 3 1 J a、1 3 2 J a は、後記する遮光手段 1 6 J a を挟んで光軸方向に、2 つの凸レンズ 1 3 1 J a、1 3 2 J a の焦点距離の和だけ隔てて配列されている。なお、投影光学系 1 3 J a は、焦点距離の等しい凸レンズ 1 3 1 J a、1 3 2 J a から構成されていてもいいし、凸レンズ 1 3 2 J a が、凸レンズ 1 3 1 J a に比べて焦点距離の小さいこととしてもよい。このとき、各々の撮像素子 1 4 J a には、横倍率が縮小された複数の要素画像が投影される。

40

【0143】

遮光手段 1 6 J a は、開口 1 6 1 J a、1 6 1 J a、1 6 1 J a を有し、この開口を通過する光以外の光を遮光するものである。この遮光手段 1 6 J a は、2 つの凸レンズ 1 3 1 J a、1 3 2 J a の間において、凸レンズ 1 3 1 J a から当該凸レンズ 1 3 1 J a の焦点距離だけ光軸方向に離れた位置に設けられ、投影光学系 1 3 J a、1 3 J a、1 3 J a の光軸上に開口 1 6 1 J a、1 6 1 J a、1 6 1 J a を有する。

【0144】

この開口 1 6 1 J a の中心には、凸レンズ 1 3 1 J a に入射した光軸に平行な光が収束する。そのため、点 P 1 を通り、要素画像光学系 1 1 1 G a 及びフィールドレンズ 1 9 1 G a の主点を通して、第 1 方向制御レンズ 1 2 J a によって光軸に平行な光に変換された

50

光を中心とする複数の要素画像の光が、対応する各々の開口 161Ja を通過して凸レンズ 132Ja に入射して、対応する撮像素子 14Ja に投影される。なお、第 1 撮像素子 1Ja は、この遮光手段 16Ja を備えないこととしてもよい。

【0145】

撮像素子 14Ja は、投影光学系 13Ja によって投影された複数の要素画像を撮像するものである。ここで、投影光学系 13Ja は、要素画像光学系アレイ 11Ga によって生成される要素画像群を構成する複数の要素画像のうちの一部の要素画像を、対応する撮像素子 14Ja に投影する。これによって、第 1 撮像素子 1Ja は、複数の撮像素子 14Ja、14Ja、14Ja によって 1 つの要素画像群を撮像することができる。このように複数の撮像素子 14Ja、14Ja、14Ja によって撮像することで、撮像される要素画像群の解像度を向上させることができる。なお、要素画像光学系 111Ga 及びフィールドレンズ 191Ga が同数と、投影光学系 13Ja 及び撮像素子 14Ja が同数ずつ配列されていればよく、前記の数に限定されない。

【0146】

[表示装置の構成 (第一の実施の形態)]

次に、図 15 を参照して、本発明の第一の実施の形態である表示装置 5 の構成について説明する。図 15 は、本発明の第一の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図、(a) は、表示装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、両端の要素画像光学系 111 の主点を通る平行光と、中央の要素画像光学系 111 の主点を通る光の光路を模式的に図示した。また、ここでは、表示装置 5 において観察者によって観察される方向 D1'、D2' (光の進行方向とは逆方向) を矢印で図示した。

【0147】

表示装置 (立体像表示装置) 5 は、要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を表示するものである。表示装置 5 は、撮像装置 1 (図 1 参照) の撮像素子 14 に代えて表示素子 54 を備えることとした。表示装置 5 内の表示素子 54 以外の構成は、図 1 に示したものと同一であるので、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0148】

表示素子 (表示手段) 54 は、外部から入力された要素画像群を表示するものである。この表示素子 54 からは、当該表示素子の背面 (観察者のいる側の反対側の面) に設置された図示しないバックライトからの光が出射する。ここで表示される要素画像群は、撮像装置 1 によって撮像されたもの、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成されたものである。なお、被写体 (図示せず) の空間的な位置情報が既知であれば、撮像装置 1'、1A ~ 1G (図 2 ~ 図 11 参照) や、図 23 (a) に示すような従来の撮像装置 100 における光路を被写体から逆にさかのぼることで、計算機によって被写体の要素画像群を生成することが可能である。

【0149】

ここで、第 1 方向制御レンズ 12 は、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段 (方向変更手段) によって光軸に直交する方向に移動され、この第 1 方向制御レンズ 12 の位置に応じて、このときの第 1 方向制御レンズ 12 と投影光学系 13 の主点を結ぶ方向 (D1' 又は D2' の逆方向) を撮影した要素画像群が表示素子 54 に表示される。ここで表示された要素画像群からの光は、第 1 方向制御レンズ 12 に入射する。そして、この光は、撮像装置 1 によって被写体からの光が要素画像光学系アレイ 11 を通過して撮像素子 14 に到達するまでの光路を逆にたどる。これによって、表示装置 5 は、被写体の立体像 (図示せず) を再生することができる。

【0150】

そして、観察者が光軸方向 [図 15 (a) の方向 D1'] を中心とした所定の角度範囲 R1 (視域) 内の方向から表示装置 5 を見た際には、第 1 方向制御レンズ 12 の主点が光軸上にあるときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。また、観察者が方向 D2' [図 15 (b) 参照] を中心とした所定の角度範囲 R2 (視域) 内の方向

から表示装置 5 を見た際には、第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点が光軸より左側にあるときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。このように、本発明の表示装置 5 によれば、複数の方向を中心とした所定の角度範囲内の方向に対して立体像を表示することができ、1 つの方向を中心とした所定の角度範囲内の方向に対してのみ立体像を表示する従来の IP 方式の表示装置に比べて、広い範囲の被写体の情報を広い範囲に対して表示することができる。

【0151】

なお、表示装置 5 の第 1 方向制御レンズ 1 2 は、3 つ以上の異なる位置に、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって移動されることとしてもよい。これによって、3 方向以上の所定の角度範囲に立体像を表示することができる。更に、第 1 方向制御レンズ 1 2 は、第 1 方向制御レンズ移動手段によって、投影光学系 1 3 の主点と、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 の主点とを通る直線の向きが一致しない位置に移動されればよい。

【0152】

同様に、撮像装置 1'、1 A ~ 1 D (図 2 ~ 図 6 参照) の撮像素子 1 4、1 4 A、1 4 C a、1 4 C b に代えて表示素子 (図示せず) を備える表示装置 (図示せず) に、撮像装置 1'、1 A ~ 1 D (図 2 ~ 図 6 参照) によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群を入力することでも、当該要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を、複数の方向に対して表示することができる。

【0153】

[表示装置の構成 (第二の実施の形態)]

次に、図 1 6 を参照して、本発明の第二の実施の形態である表示装置 5 E の構成について説明する。図 1 6 は、本発明の第二の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図、(a) は、表示装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、開口 1 6 E a、1 6 E b を通る光の光路を模式的に図示した。

【0154】

表示装置 (立体像表示装置) 5 E は、撮像装置 1 E (図 7 参照) によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を再生するものである。表示装置 5 E は、撮像装置 1 E の撮像素子 1 4 E に代えて表示素子 5 4 E を備えることとした。表示装置 5 E 内の表示素子 5 4 E は図 1 5 に示した表示装置 5 の表示素子 5 4 と同一であり、また、表示装置 5 E 内の表示素子 5 4 E 以外の構成は図 7 に示したものと同一であるので、説明を省略する。

【0155】

ここで、開口 1 6 E a、1 6 E b は交互に開口され、どちらの開口 (1 6 E a 又は 1 6 E b) が開いているかに応じて、このときの第 1 方向制御レンズ 1 2 D と開いている開口 (1 6 E a 又は 1 6 E b) とを結ぶ方向 (D 1' 又は D 2' の逆方向) を撮影した要素画像群が表示素子 5 4 E に表示される。

【0156】

そして、観察者が光軸方向 [図 1 6 (a) の方向 D 1'] を中心とした所定の角度範囲 (視域) 内の方向から表示装置 5 E を見た際には、開口 1 6 E a が開いているときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。また、観察者が方向 D 2' [図 1 6 (b)] を中心とした所定の角度範囲 (視域) 内の方向から表示装置 5 E を見た際には、開口 1 6 E b が開いているときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。このように、本発明の表示装置 5 E によれば、複数の方向を中心とした所定の角度範囲内の方向に対して立体像を表示することができ、従来の IP 方式の表示装置に比べて、広い範囲の被写体の情報を広い範囲に対して表示することができる。

【0157】

なお、表示装置 5 E の遮光手段 1 6 E は、3 つ以上の異なる位置に開口 (図示せず) を有することとしてもよい。更に、遮光手段 1 6 E の開口 (図示せず) は、当該開口の中心と、第 1 方向制御レンズ 1 2 D の主点とを通る直線の向きが一致しない位置に設けられ

ばよい。

【 0 1 5 8 】

同様に、撮像装置 1 F、1 F'、1 F'' (図 8 ~ 図 1 0 参照) の撮像素子 1 4 F に代えて表示素子 (図示せず) を備える表示装置 (図示せず) に、撮像装置 1 F、1 F'、1 F'' (図 8 ~ 図 1 0 参照) によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群を入力することでも、当該要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を、複数の方向に対して表示することができる。

【 0 1 5 9 】

[表示装置の構成 (第三の実施の形態)]

次に、図 1 7 を参照して、本発明の第三の実施の形態である表示装置 5 G の構成について説明する。図 1 7 は、本発明の第三の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、投影光学系 1 3 G a、1 3 G b の主点と、要素画像光学系アレイ 1 1 G a、1 1 G b の要素画像光学系 1 1 1 G a、1 1 1 G b の主点とを通る光の光路を模式的に図示した。

【 0 1 6 0 】

表示装置 (立体像表示装置) 5 G は、撮像装置 1 G (図 1 1 参照) によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を再生するものである。表示装置 5 G は、ハーフミラー 2 0 G と、第 1 表示系 (表示系) 5 G a と、第 2 表示系 (表示系) 5 G b とから構成され、撮像装置 1 G の撮像素子 1 4 G a、1 4 G b に代えて表示素子 5 4 G a、5 4 G b を備えることとした。表示装置 5 G 内の表示素子 5 4 G a、5 4 G b は図 1 5 に示した表示装置 5 の表示素子 5 4 と同一であり、また、表示装置 5 E 内の表示素子 5 4 G a、5 4 G b 以外の構成は図 1 1 に示したものと同一であるので、説明を省略する。ここで、ハーフミラー (光統合手段) 2 0 G は、第 1 表示系 5 G a からの光の一部を反射して残りを透過するとともに、第 2 表示系 5 G b からの光の一部を反射して残りを透過する。そして、第 1 表示系 5 G a の反射光と、第 2 表示系 5 G b の透過光とが観察者 (図示せず) の方向に出射する。

【 0 1 6 1 】

そして、観察者が点 P 1 周辺の位置から表示装置 5 G を見た際には、第 1 表示系 5 G a によって示される立体像を観察する。また、観察者が点 P 2 周辺の位置から表示装置 5 G を見た際には、第 2 表示系 5 G b によって示される立体像を観察する。このように、本発明の表示装置 5 G によれば、複数の位置から観察できる立体像を表示することができ、従来の IP 方式の表示装置に比べて、広い範囲の被写体の情報を広い範囲に対して表示することができる。

【 0 1 6 2 】

同様に、撮像装置 1 G の第 1 撮像系 1 G a を第 1 撮像系 1 I a、1 J a とした撮像装置 (図示せず) や、第 2 撮像系 1 G b を第 2 撮像系 1 H b とした撮像装置 (図示せず) の撮像素子 1 4 G a、1 4 H b に代えて表示素子 (図示せず) を備える表示装置 (図示せず) に、これらの撮像装置によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群を入力することでも、当該要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を、複数の位置に対して表示することができる。

【 0 1 6 3 】

[表示装置の構成 (第四の実施の形態)]

次に、図 1 8 を参照して、本発明の第四の実施の形態である表示装置 5 K の構成について説明する。図 1 8 は、本発明の第四の実施の形態である表示装置の構成を示した模式図、(a) は、表示装置の構成を示した模式図、(b) は、他の方向に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。なお、ここでは、開口 1 6 E a、1 6 E b から出射する光の光路を模式的に図示した。

【 0 1 6 4 】

表示装置 (立体像表示装置) 5 K は、撮像装置 1 E (図 7 参照) によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群によって示され

る立体像（図示せず）を再生するものである。表示装置 5 K は、表示装置 5 E（図 1 6 参照）の第 2 方向制御レンズ 1 5 E と、第 3 方向制御レンズ 1 8 E と、投影光学系 1 3 E とを備えず、表示素子 5 4 E に代えて表示素子 5 4 K を備え、更に、バックライト 6 1 K を備えることとした。表示装置 5 K 内の要素画像光学系アレイ 1 1、第 1 方向制御レンズ 1 2 D 及び遮光手段 1 6 E は図 1 6 に示したものと同一であるので、同一の符号を付して説明を省略する。

【0165】

表示素子（表示手段）5 4 K は、外部から入力された要素画像群を表示するものである。ここで、この表示素子 5 4 K は、第 1 方向制御レンズ 1 2 D の前側（観察者側）に隣接して設けられ、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D からの光が透過することで、表示された要素画像群の光を出射する。

10

【0166】

バックライト 6 1 K は、表示素子 5 4 K の光源である。このバックライト 6 1 K は、遮光手段 1 6 E の背面に隣接して設けられ、開いている開口（1 6 E a 又は 1 6 E b）を通過する光以外のバックライト 6 1 K からの光は、遮光手段 1 6 E によって遮光される。そのため、このバックライト 6 1 K と、開口 1 6 E a、1 6 E b を有する遮光手段 1 6 E とによって、開口 1 6 E a、1 6 E b の位置に点光源を設置した場合と同じ状態となる。そして、第 1 方向制御レンズ 1 2 D は、遮光手段 1 6 E から光軸方向に当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D の焦点距離だけ隔てた位置に設置されているため、開口 1 6 E a を通過した光は、第 1 方向制御レンズ 1 2 D によって光軸に平行な光に変換され、開口 1 6 E b を通過した光は方向 D 2' と逆向きの平行光に変換される。

20

【0167】

ここで、開口 1 6 E a、1 6 E b は交互に開口され、どちらの開口（1 6 E a 又は 1 6 E b）が開いているかに応じて、このときの第 1 方向制御レンズ 1 2 D の主点と開いている開口（1 6 E a 又は 1 6 E b）とを結ぶ方向（D 1' 又は D 2' の逆方向）を撮影した要素画像群が表示素子 5 4 K に表示される。

【0168】

そして、観察者が光軸方向〔図 1 8（a）の方向 D 1'〕を中心とした所定の角度範囲（視域）内の方向から表示装置 5 K を見た際には、開口 1 6 E a が開いているときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。また、観察者が方向 D 2'〔図 1 8（b）〕を中心とした所定の角度範囲（視域）内の方向から表示装置 5 K を見た際には、開口 1 6 E b が開いているときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。このように、本発明の表示装置 5 K によれば、複数の方向を中心とした所定の角度範囲内の方向に対して立体像を表示することができ、従来の IP 方式の表示装置に比べて、広い範囲の被写体の情報を広い範囲に対して表示することができる。

30

【0169】

なお、バックライト 6 1 K と遮光手段 1 6 E を設置する代わりに、開口 1 6 E a、1 6 E b の位置に交互に点灯する点光源（図示せず）を設置することとしてもよい。また、表示装置 5 K の遮光手段 1 6 E は、3 つ以上の異なる位置に開口（図示せず）を有することとしてもよい。更に、遮光手段 1 6 E の開口（図示せず）は、当該開口の中心と、第 1 方向制御レンズ 1 2 D の主点とを通る直線の向きが一致しない位置に設けられればよい。

40

【0170】

また、図 1 9（a）に示すように、表示装置 5 K' の第 1 方向制御レンズ（第 1 の方向制御レンズ系）1 2 D' が、遮光手段 1 6 E から光軸方向に当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D' の焦点距離より離れた位置に設置されることとしてもよい。図 1 9 は、本発明の第四の実施の形態の表示装置の変形例の構成を示した模式図、（a）は、表示装置の構成を示した模式図、（b）は、他の点を中心とした所定の範囲に立体像を表示するときの表示装置の構成を示した模式図である。

【0171】

そして、図 1 9（a）に示すように、開口 1 6 E a が開いていて、開口 1 6 E b が閉じ

50

ている場合には、第 1 方向制御レンズ 1 2 D' は、開口 1 6 E a からの光を、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D' に対して、開口 1 6 E a の中心と共役の位置にある点 P 1 に収束する。そして、この光は表示素子 5 4 K に入射し、この表示素子 5 4 K から、点 P 1 に収束する方向に要素画像群の光が出射する。そのため、表示装置 5 K' は、要素画像光学系アレイ 1 1 によって、点 P 1 の周辺の観察者に対して立体像を表示することができる。

【 0 1 7 2 】

また、図 1 9 (b) に示すように、開口 1 6 E a が閉じていて、開口 1 6 E b が開いている場合には、第 1 方向制御レンズ 1 2 D' は、開口 1 6 E b からの光を、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 D' に対して、開口 1 6 E b の中心と共役の位置にある点 P 2 に収束する。そして、この光は表示素子 5 4 K に入射し、この表示素子 5 4 K から、点 P 1 に収束する方向に要素画像群の光が出射する。そのため、表示装置 5 K' は、要素画像光学系アレイ 1 1 によって、点 P 2 の周辺の観察者に対して立体像を表示することができる。このように、表示装置 5 K' は、複数の点 P 1、P 2 を中心とした所定の範囲に対して立体像を表示することができる。

【 0 1 7 3 】

[表示装置の構成 (第四の実施の形態の変形例)]

次に、図 2 0 を参照して、本発明の第四の実施の形態である表示装置 5 L の他の変形例の構成について説明する。図 2 0 は、本発明の第四の実施の形態である表示装置の他の変形例の構成を示した模式図である。なお、ここでは、開口 1 6 L a から出射する光の光路を模式的に図示した。

【 0 1 7 4 】

表示装置 (立体像表示装置) 5 L は、撮像装置 1 (図 1 参照) によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を再生するものである。表示装置 5 L は、表示装置 5 K の第 1 方向制御レンズ 1 2 D に代えて第 1 方向制御レンズ 1 2 L を、遮光手段 1 6 E に代えて遮光手段 1 6 L を備えることとした。表示装置 5 L 内の第 1 方向制御レンズ 1 2 L 及び遮光手段 1 6 L 以外の構成は図 1 8 に示したものと同一であるので、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 1 7 5 】

第 1 方向制御レンズ (第 1 の方向制御レンズ系) 1 2 L は、バックライト 6 1 K から出射し、後記する遮光手段 1 6 L の開口 1 6 L a を通過した光の出射方向を制御するものである。ここでは、第 1 方向制御レンズ 1 2 L から、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 L の焦点距離だけ光軸方向に離れた位置に遮光手段 1 6 L を設置し、第 1 方向制御レンズ 1 2 L が、開口 1 6 L a から出射した光を平行光に変換することとした。そして、第 1 方向制御レンズ 1 2 L は、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段 (方向変更手段) によって、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動する。

【 0 1 7 6 】

遮光手段 1 6 L は、開口 1 6 L a を有し、開口 1 6 L a を通過する光以外のバックライト 6 1 K からの光を遮光するものである。そのため、このバックライト 6 1 K と開口 1 6 L a を有する遮光手段 1 6 L によって、開口 1 6 L a の位置に点光源を設置した場合と同じ状態となる。

【 0 1 7 7 】

ここで、図 2 0 (a) に示すように、開口 1 6 L a が第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸上にあるときには、第 1 方向制御レンズ 1 2 L は、開口 1 6 L a を通過した光を光軸に平行な光に変換する。また、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって、第 1 方向制御レンズ 1 2 L が、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動させられ、開口 1 6 L a が、第 1 方向制御レンズ 1 2 L の主点と当該第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸上にある要素画像光学系 1 1 1 の右隣の要素画像光学系 1 1 1 の主点とを通る直線 (方向 D 2' の直線) 上にあるときには、第 1 方向制御レンズ 1 2 L は、開口 1 6 L a を通過した光をこの直線に平行な光 (方向 D 2' と逆向きの平行光) に変換する

。

【 0 1 7 8 】

そして、第 1 方向制御レンズ 1 2 L の位置に応じて、第 1 方向制御レンズ 1 2 L の主点と開口 1 6 L a とを結ぶ方向 (D 1 ' 又は D 2 ' の逆方向) を撮影した要素画像群が表示素子 5 4 K に表示される。そのため、観察者が光軸方向 [図 2 0 (a) の方向 D 1 '] を中心とした所定の角度範囲 (視域) 内の方向から表示装置 5 L を見た際には、開口 1 6 L a が第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸上にあるときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。また、観察者が方向 D 2 ' [図 2 0 (b) 参照] を中心とした所定の角度範囲 (視域) 内の方向から表示装置 5 L を見た際には、開口 1 6 L a が第 1 方向制御レンズ 1 2 L の主点を通る方向 D 2 ' の直線上にあるときに表示された要素画像群によって示される立体像を観察する。このように、本発明の表示装置 5 L によれば、複数の方向を中心とした所定の角度範囲内の方向に対して立体像を表示することができ、従来の I P 方式の表示装置に比べて、広い範囲の被写体の情報を広い範囲に対して表示することができる。

10

【 0 1 7 9 】

なお、表示装置 5 L の第 1 方向制御レンズ 1 2 L は、3 つ以上の異なる位置に、図示しない第 1 方向制御レンズ移動手段によって移動されることとしてもよい。更に、第 1 方向制御レンズ 1 2 L は、第 1 方向制御レンズ移動手段によって、開口 1 6 L a の中心と、当該第 1 方向制御レンズ 1 2 L の主点とを通る直線の向きが一致しない位置に移動されればよい。

20

【 0 1 8 0 】

また、バックライト 6 1 K と開口 1 6 L a を有する遮光手段 1 6 L の代わりに点光源 (図示せず) を設置することとしてもよい。また、このとき、表示装置 5 L は、第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動させる第 1 方向制御レンズ移動手段 (方向変更手段) の代わりに、当該点光源を第 1 方向制御レンズ 1 2 L の光軸に直交する方向に所定の幅だけ移動させる図示しない点光源移動手段 (方向変更手段) を備えることとしてもよい。

【 0 1 8 1 】

[表示装置の構成 (第一 ~ 四の実施の形態の変形例)]

更に、各々の撮像装置 1、1'、1 A ~ 1 G (図 1 ~ 図 1 1 参照) の撮像素子 1 4、1 4 A、1 4 C a、1 4 C b、1 4 E、1 4 F、1 4 G a、1 4 G b を、要素画像群を表示する表示素子とした表示装置 (図示せず) において、対応する撮像装置 1、1'、1 A ~ 1 G によって撮像された、あるいは、計算機 (図示せず) によって生成された要素画像群に、各々の要素画像の周縁部をマスクした (情報を表示しない、あるいは、黒い領域とする) 要素画像群を表示素子に表示することとしてもよい。

30

【 0 1 8 2 】

ここで、図 2 1 及び図 2 2 を参照して、表示装置 5 M に、マスク処理を施した要素画像群を表示する場合について説明する。図 2 1 は、本発明の第五の実施の形態である撮像装置の撮像素子を表示素子とした表示装置の変形例の構成を示した模式図である。図 2 2 は、第 1 方向制御レンズ上の要素画像群からの光の光路とマスク処理を説明するための説明図、(a) は、マスク処理を施さない要素画像群からの光の光路を示した模式図、(b) は、マスク処理を施した要素画像群からの光の光路を示した模式図、(c) は、マスク処理を施した要素画像群の例を示した模式図、(d) は、マスク処理を施した要素画像群の他の例を示した模式図である。なお、ここでは、表示装置 5 M に適用した場合を例に挙げて説明するが、本発明の他の構成の表示装置に対して同様に適用した場合においても、同様の作用が得られる。

40

【 0 1 8 3 】

表示装置 (立体像表示装置) 5 M は、要素画像群によって示される立体像 (図示せず) を再生するものである。表示装置 5 M は、撮像装置 1 D (図 6 参照) の撮像素子 1 4 C a、1 4 C b に代えて表示素子 5 4 C a、5 4 C b を、第 1 方向制御レンズ 1 2 D に代えて

50

第1方向制御レンズ12D'を備えることとした。表示装置5M内の表示素子54Ca、54Cbは図15に示した表示装置5の表示素子54と同一であり、また、表示装置5E内の第1方向制御レンズ12D'は、図9に示した撮像装置1F'の第1方向制御レンズ12D'と同一であるので、説明を省略する。なお、ここでは、表示装置5Mの要素画像光学系アレイ11が、水平方向に9つの要素画像光学系111a~111iから構成されることとした。

【0184】

ここで表示される要素画像群は、当該表示装置5Mの表示素子54Ca、54Cbを撮像素子14Ca、14Cb（図6参照）に代えた撮像装置（図示せず）によって撮像された要素画像群、あるいは、計算機（図示せず）によって生成されたものである。なお、被写体（図示せず）の空間的な位置情報が既知であれば、撮像装置1、1A~1G（図1~図11参照）や、図23（a）に示すような従来の撮像装置100における光路を被写体から逆にさかのぼることで、計算機によって被写体の要素画像群を生成することが可能である。

【0185】

そして、表示装置5Mは、表示素子54Caに表示された要素画像群によって示される立体像を点P1の周辺の観察者に対して表示することができ、表示素子54Cbに表示された要素画像群によって示される立体像を点P2の周辺の観察者に対して表示することができる。このように、表示装置5Mは、複数の点P1、P2を中心とした所定の範囲に対して立体像を表示することができる。

【0186】

ここで、例えば、表示素子54Caに表示された要素画像群は、フィールドレンズ17Daと投影光学系13Daとの間に結像した後に、第1方向制御レンズ12D'上に結像される。そして、表示素子54Ca上のある点P5からの光は、第1方向制御レンズ12D'上において1点に収束された後に角度R3の範囲で拡散して要素画像光学系アレイ11に入射する。

【0187】

ここで、図22（a）を参照して、マスク処理が施されていない要素画像群を表示素子54Ca（図21参照）に表示した場合について説明する。ここで、図22（a）において斜線で示した領域は、第1方向制御レンズ12D'（図21参照）上に結像した要素画像 $g_a \sim g_i$ を模式的に示している。マスク処理が施されていない要素画像群を表示素子54Ca（図21参照）に表示すると、第1方向制御レンズ12D'にこの要素画像群 g （要素画像 $g_a \sim g_i$ ）が結像し、結像した要素画像群 g からの光が要素画像光学系アレイ11に入射する。例えば、要素画像 g_e 上の、要素画像 g_f と隣接する画素 p_1 からの光は、第1方向制御レンズ12D'を通過した後に角度R3で拡散するため、当該要素画像 g_e に対応する要素画像光学系111eと、隣接する要素画像光学系111fとに入射する。このように、各々の要素画像 $g_a \sim g_i$ の境界付近（周縁部）の画素からの光は、対応する要素画像光学系111a~111iに隣接する要素画像光学系111a~111iにも入射し、立体像を生成する際の妨害となる。

【0188】

そこで、隣接する要素画像光学系111a~111iに光が入射する位置にある周縁部の画素を、予めマスクすることによって、隣接する要素画像光学系111a~111iへの光の入射を防ぐことができる。例えば、図22（b）において、表示素子54Ca（図21参照）に各々の要素画像 $g'_a \sim g'_i$ （斜線部）の境界付近の白い領域で示したマスク領域 m が形成された要素画像群 g' が表示されると、この要素画像群 g' が第1方向制御レンズ12D'上に結像する。そして、要素画像 g'_e 上の、マスク領域 m と隣接する画素 p'_1 からの光も、第1方向制御レンズ12D'を通過した後に角度R3で拡散するが、この拡散する幅の分だけマスク領域 m が形成されているため、この光は当該要素画像 g'_e に対応する要素画像光学系111eのみに入射する。このように、各々の要素画像 $g'_a \sim g'_i$ の境界付近（周縁部）をマスクすることで、各々の要素画像 $g'_a \sim g'_i$

'_i から、対応する要素画像光学系 1 1 1 a ~ 1 1 1 i に隣接する要素画像光学系 1 1 1 a ~ 1 1 1 i に光が入射することを回避することができる。

【0189】

このとき、図 2 1 に示す第 1 方向制御レンズ 1 2 D' には、表示素子 5 4 C b に表示された要素画像群 (図示せず) も結像する。そして、この要素画像群には、表示素子 5 4 C a に表示された要素画像群 g' (図 2 2 参照) とは異なる撮影方向で撮影された被写体の情報を記録できるため、この表示素子 5 4 C b に表示された要素画像群によって、要素画像群 g' のマスクされたマスク領域 m (図 2 2 参照) に記録されていた情報に対応する情報を提示することが可能である。このようにすることで、表示装置 5 M は、観察者が観察位置を移動しても、位置に応じて連続して被写体の立体像を表示することができる。

10

【0190】

なお、図 2 2 (c) に示すように、要素画像 g' _a ~ g' _i の形状は矩形であってもよく、この矩形の要素画像 g' _a ~ g' _i の周縁部をマスクしたマスク領域 m を形成することとしてもよい。また、図 2 2 (d) に示すように、要素画像 g' _a ~ g' _i の形状は円形であってもよく、この円形の要素画像 g' _a ~ g' _i の周縁部をマスクしたマスク領域 m を形成することとしてもよい。そして、このマスク処理は、要素画像群の撮像時に行うこととしてもよいし、撮像後に要素画像群に行うこととしてもよい。例えば、撮像後に、要素画像群に画像処理を施すことによってマスク領域を形成することとしてもよい。また、撮像時に、撮像装置 (図示せず) の撮像素子に近接して、撮像素子の一部をマスクするマスク手段を設けることとしてもよいし、表示する際に、表示装置 5 M の表示素子 5 4 C a、5 4 C b に近接して、当該表示素子 5 4 C a、5 4 C b の一部をマスクするマスク手段を設けることとしてもよい。

20

【符号の説明】

【0191】

1、1'、1 A、1 B、1 C、1 D、1 E、1 F、1 F'、1 F''、1 G、1 H 撮像装置 (要素画像群撮像装置)

1 G a、1 I a、1 J a 第 1 撮像系 (撮像系)

1 G b、1 H b 第 2 撮像系 (撮像系)

1 1、1 1''、1 1 G a、1 1 G b、1 1 I a 要素画像光学系アレイ

1 1 1、1 1 1''、1 1 1 G a、1 1 1 G b、1 1 1 I a 要素画像光学系

30

1 2、1 2'、1 2 B、1 2 D、1 2 D'、1 2 G a、1 2 G b、1 2 H b、1 2 J a、1 2 L 第 1 方向制御レンズ (第 1 の方向制御レンズ系)

1 3、1 3 A、1 3 B、1 3 C a、1 3 C b、1 3 D a、1 3 D b、1 3 E、1 3 G a、1 3 G b、1 3 H b、1 3 J a 投影光学系

1 4、1 4 A、1 4 C a、1 4 C b、1 4 E、1 4 F、1 4 G a、1 4 G b、1 4 H b、1 4 J a 撮像素子 (撮像手段)

1 5 D、1 5 E 第 2 方向制御レンズ (第 2 の方向制御レンズ系)

1 6 D、1 6 D'、1 6 E、1 6 H b、1 6 J a、1 6 L 遮光手段

1 6 D a、1 6 D b、1 6 D a'、1 6 D b'、1 6 E a、1 6 E b、1 6 1 G b、1 6 1 H b、1 6 1 J a、1 6 L a 開口

40

1 7 D a、1 7 D b フィールドレンズ (フィールドレンズ系)

1 8 E 第 3 方向制御レンズ (集光光学系)

2 0 G ハーフミラー (光分配手段、光統合手段)

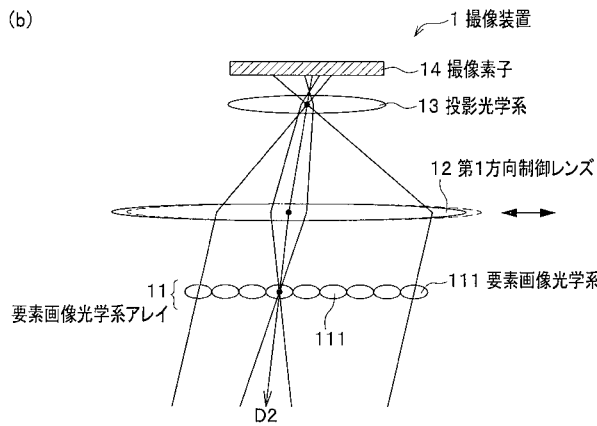
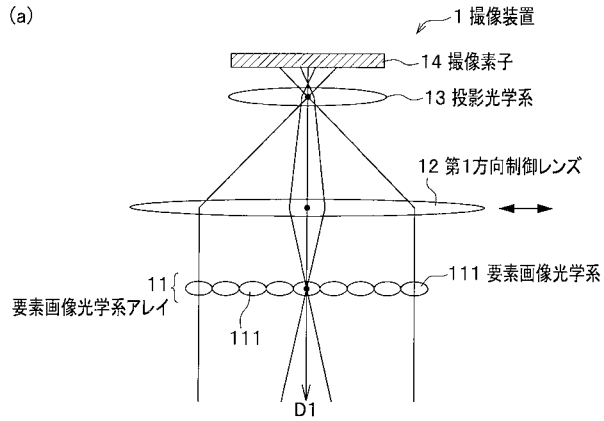
5、5 E、5 G、5 K、5 K'、5 L、5 M 表示装置 (立体像表示装置)

5 G a 第 1 表示系 (表示系)

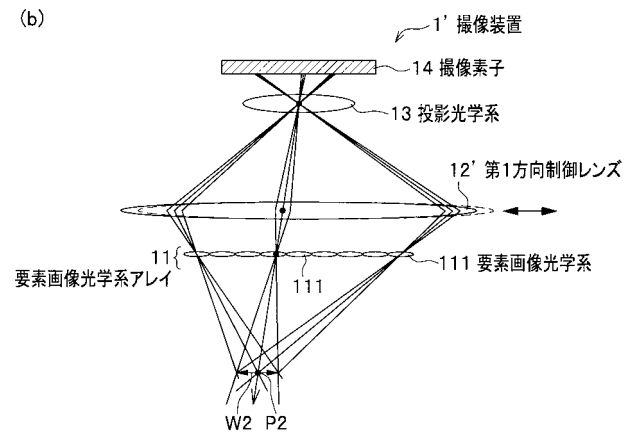
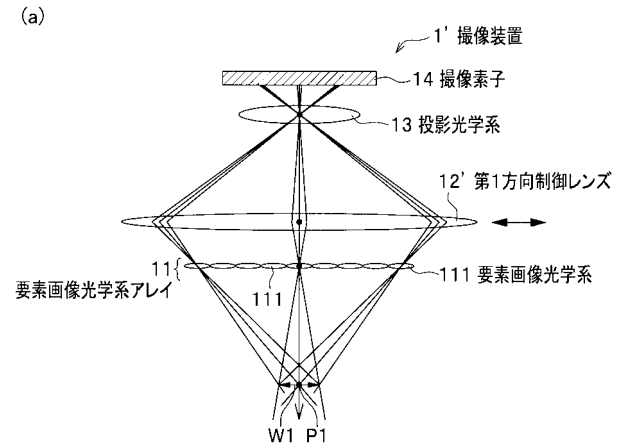
5 G b 第 2 表示系 (表示系)

5 4、5 4 C a、5 4 C b、5 4 E、5 4 G a、5 4 G b、5 4 K 表示素子

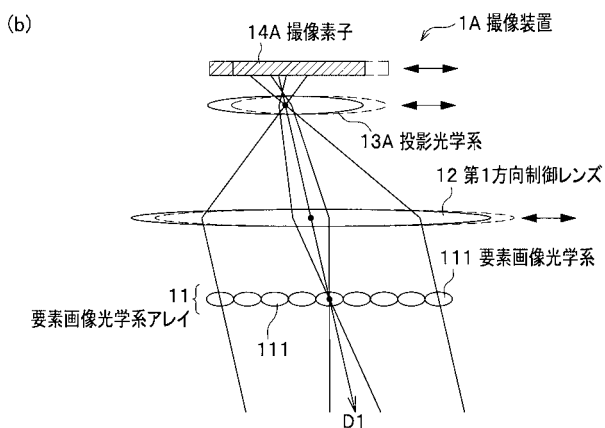
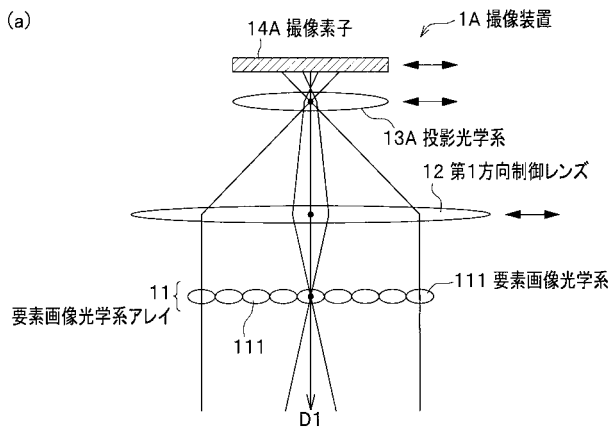
【 図 1 】



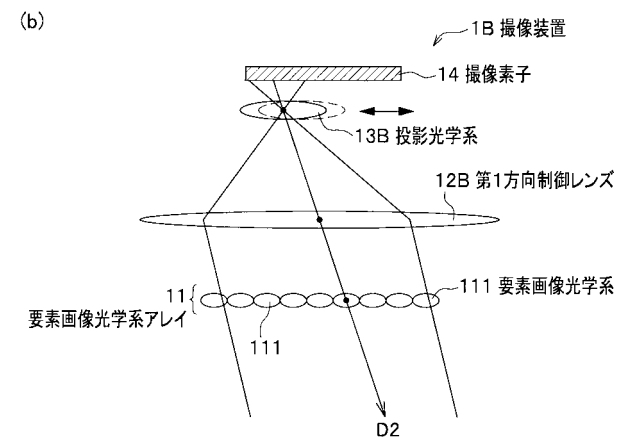
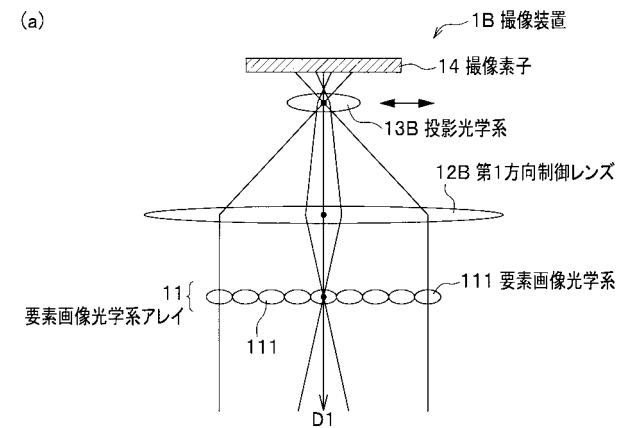
【 図 2 】



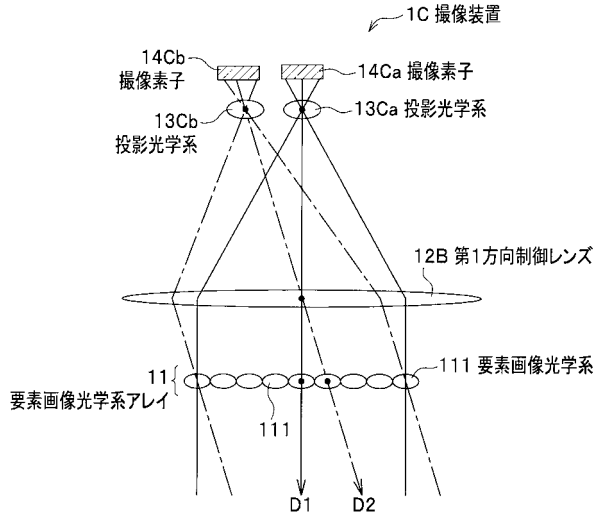
【 図 3 】



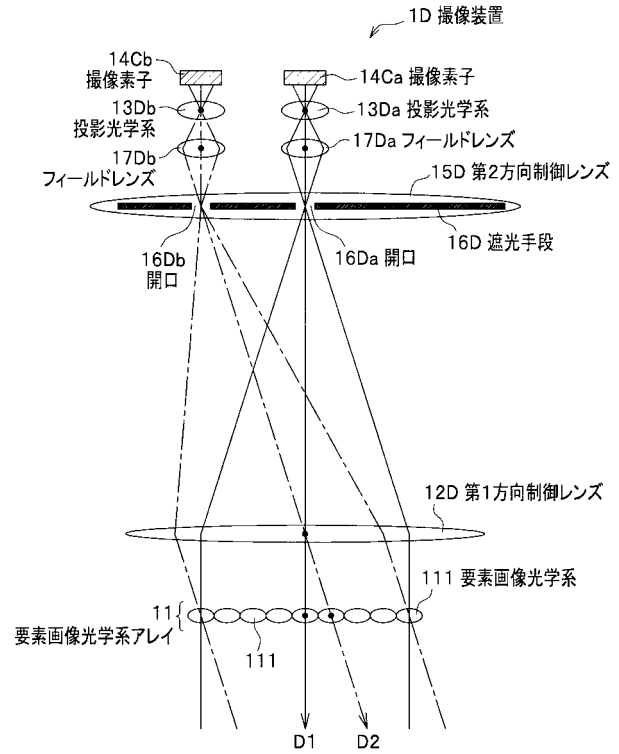
【 図 4 】



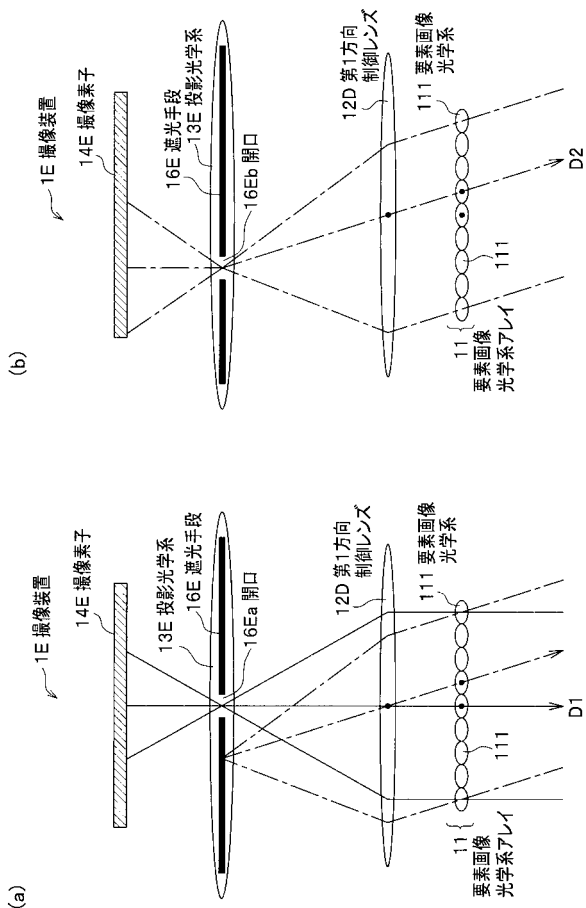
【図5】



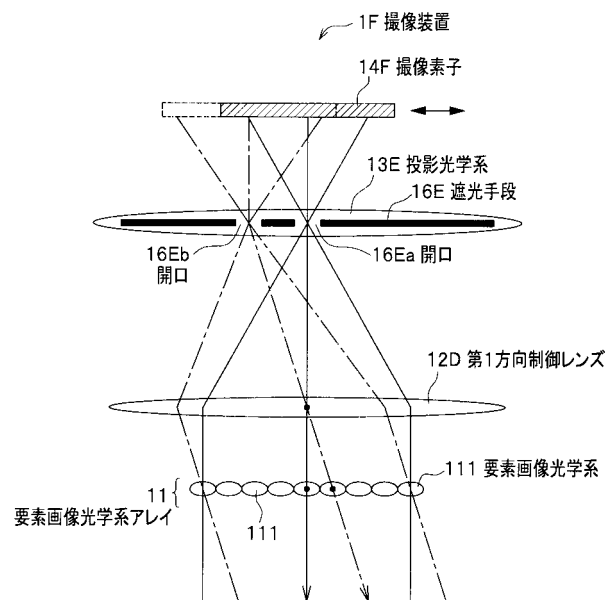
【図6】



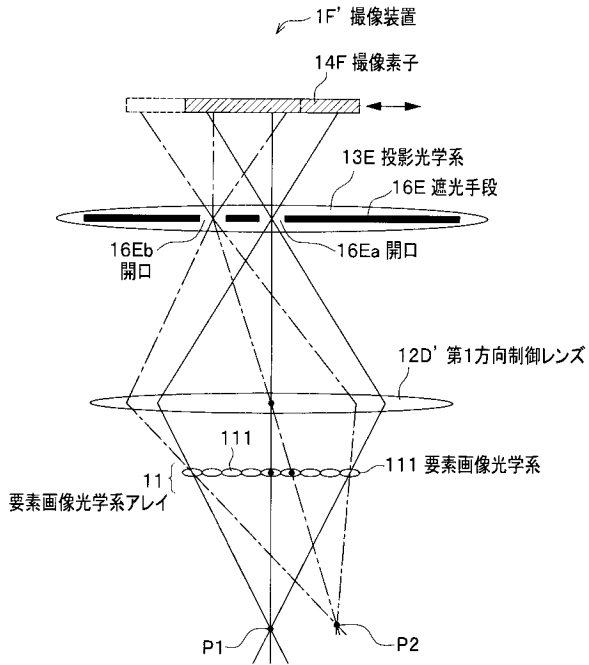
【図7】



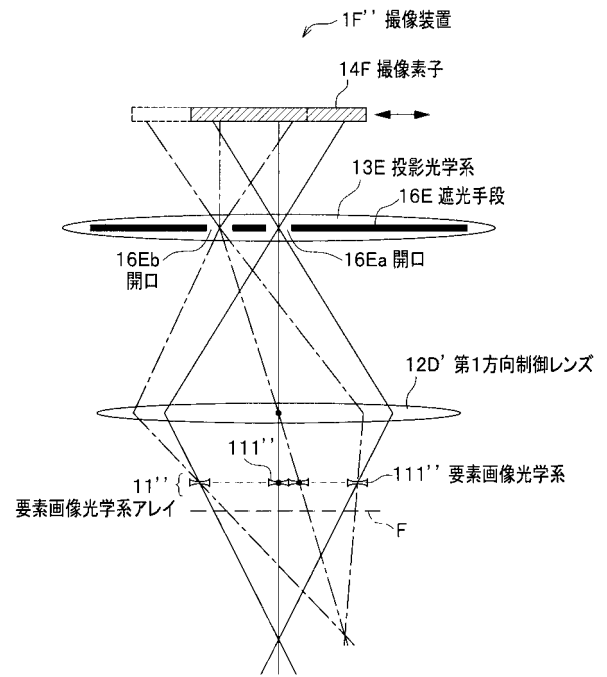
【図8】



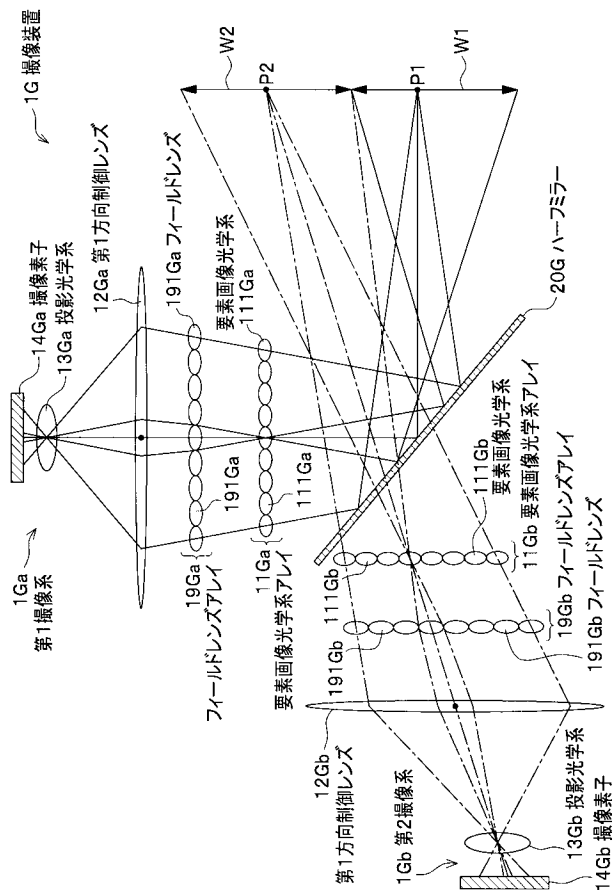
【図 9】



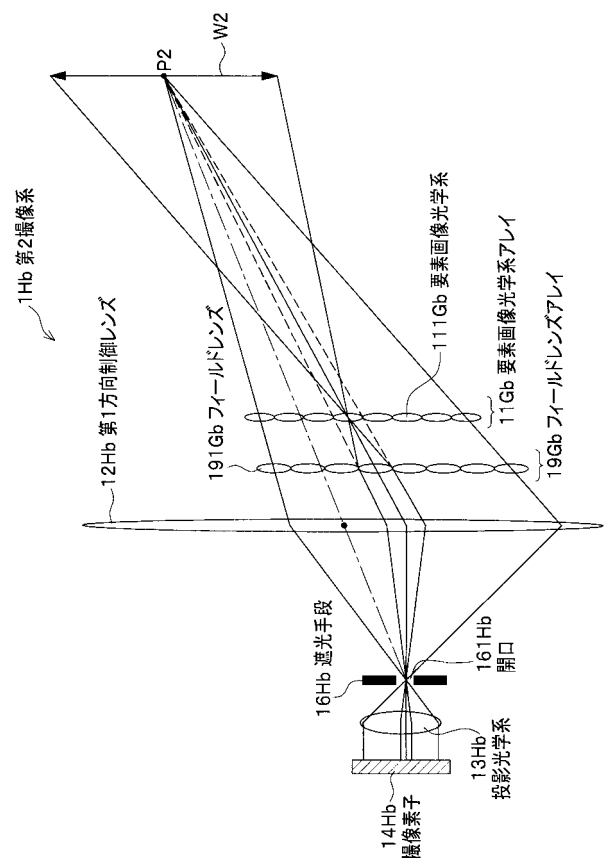
【図 10】



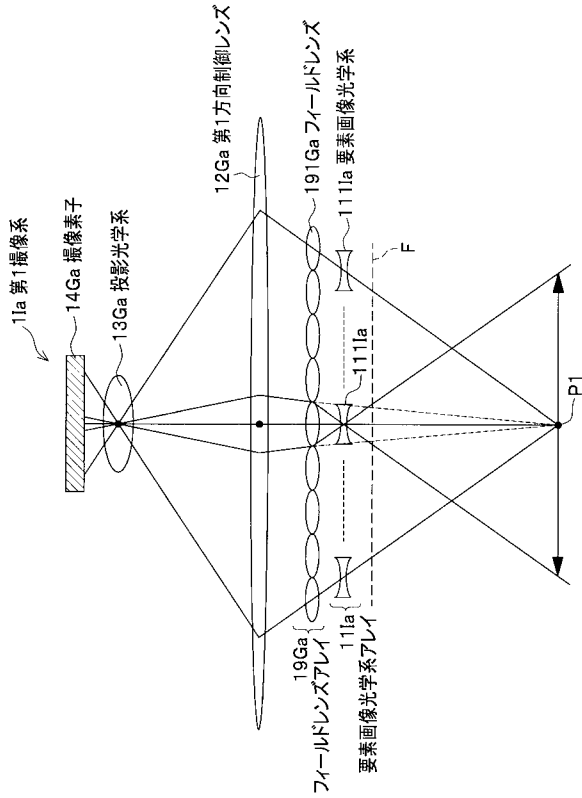
【図 11】



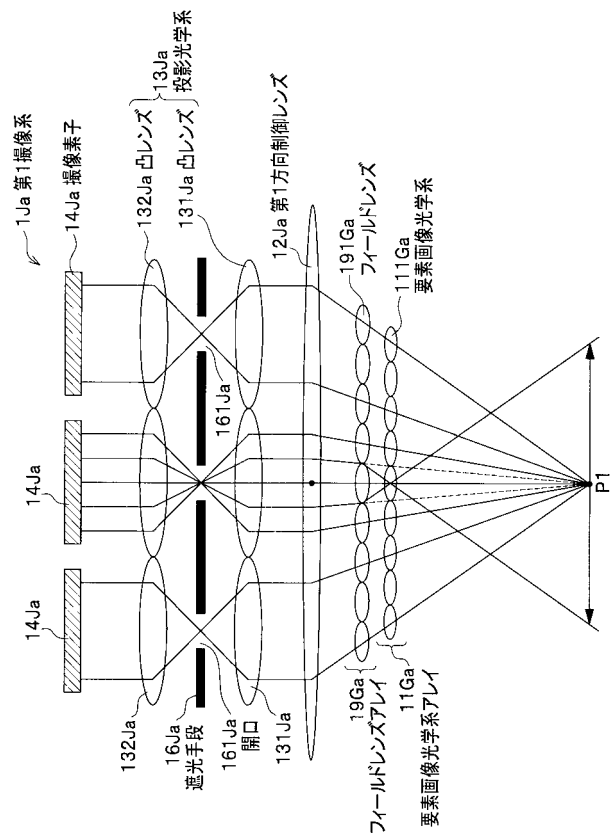
【図 12】



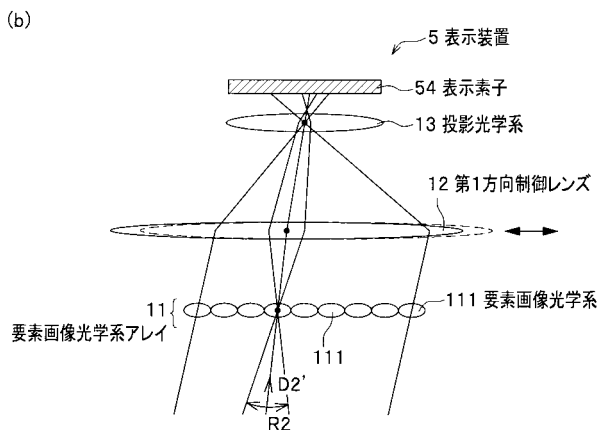
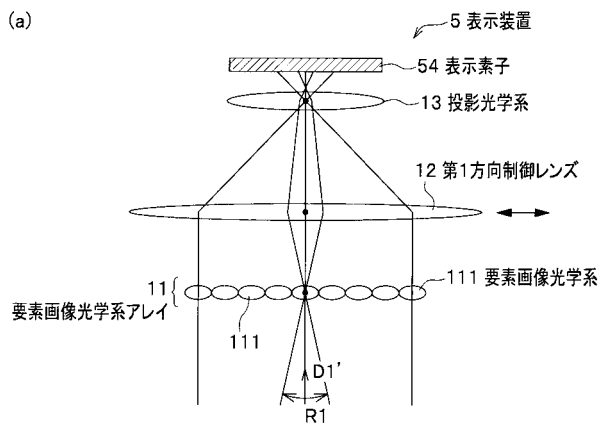
【 図 1 3 】



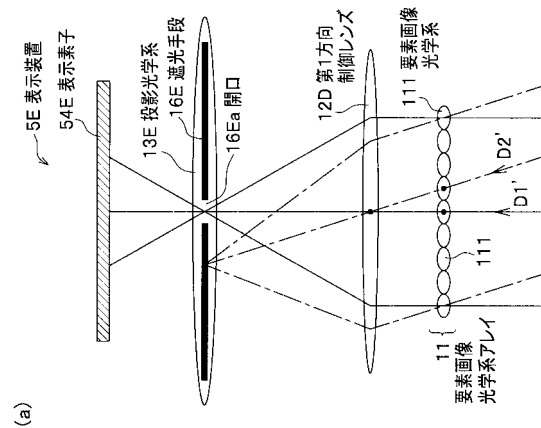
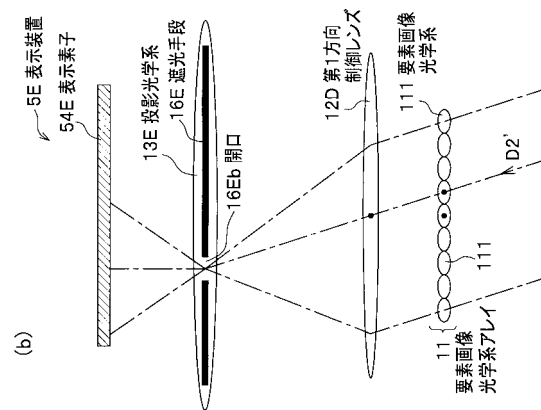
【 図 1 4 】



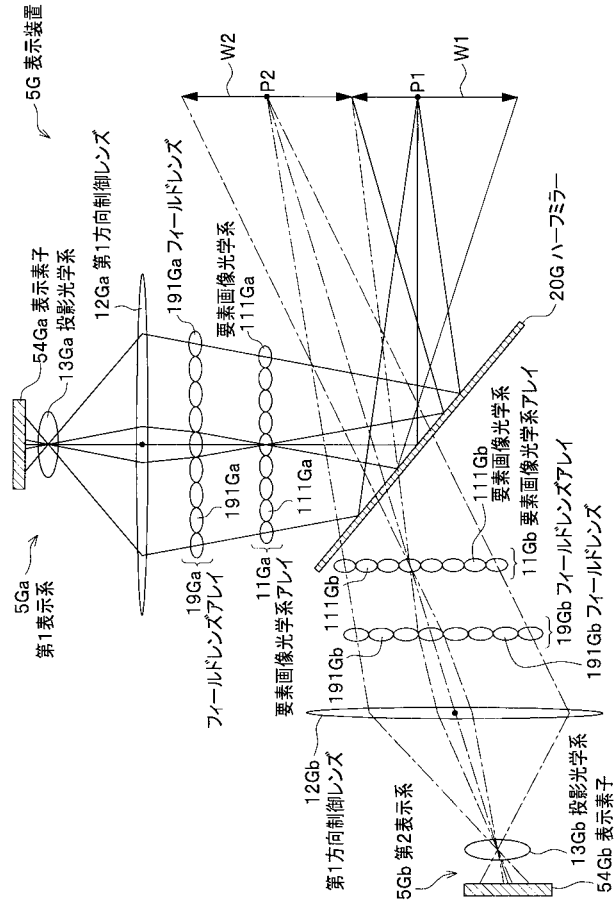
【 図 1 5 】



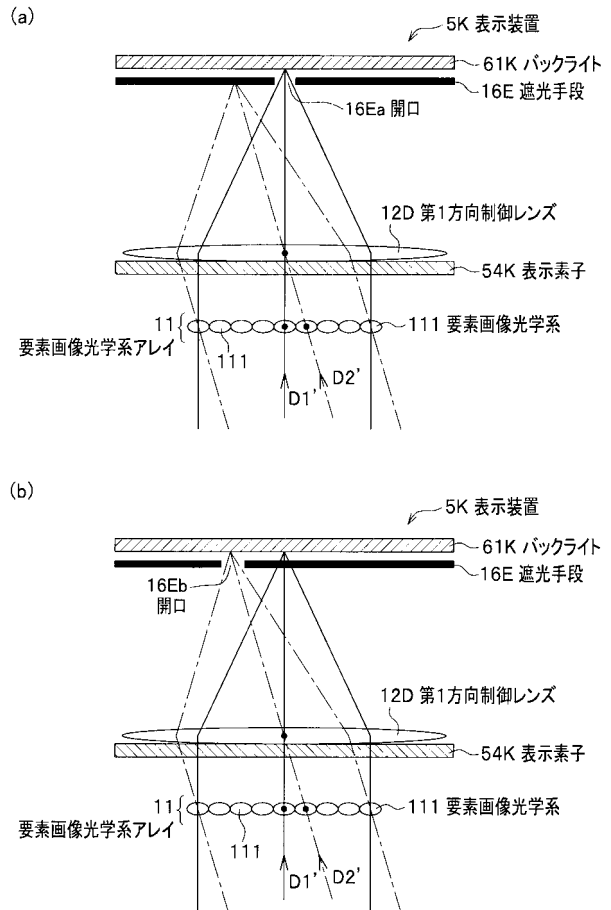
【 図 1 6 】



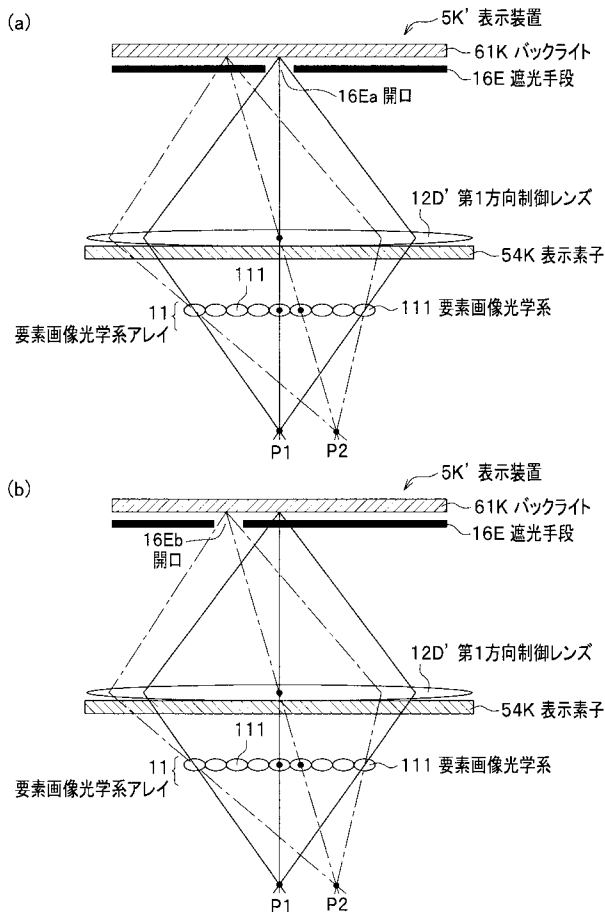
【図 17】



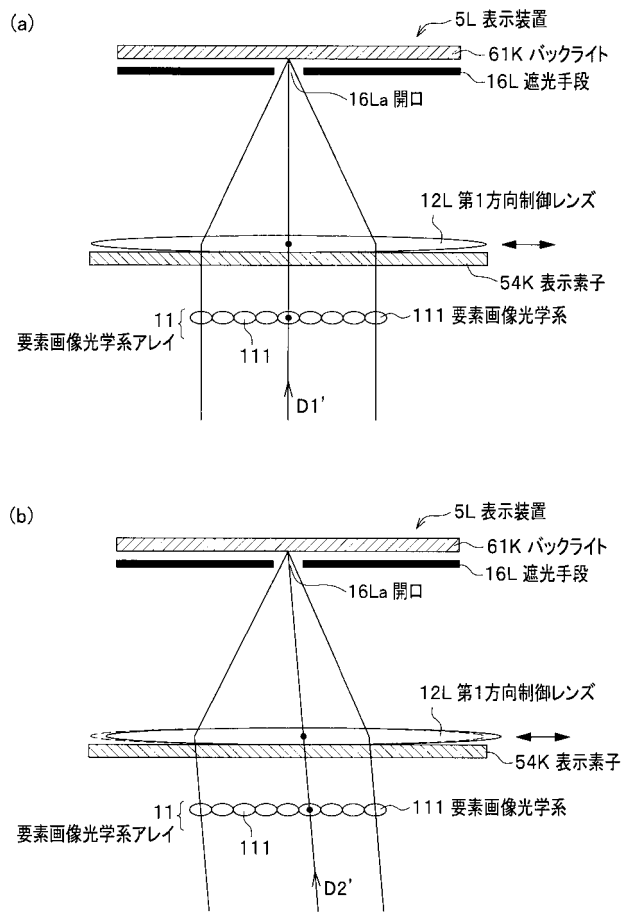
【図 18】



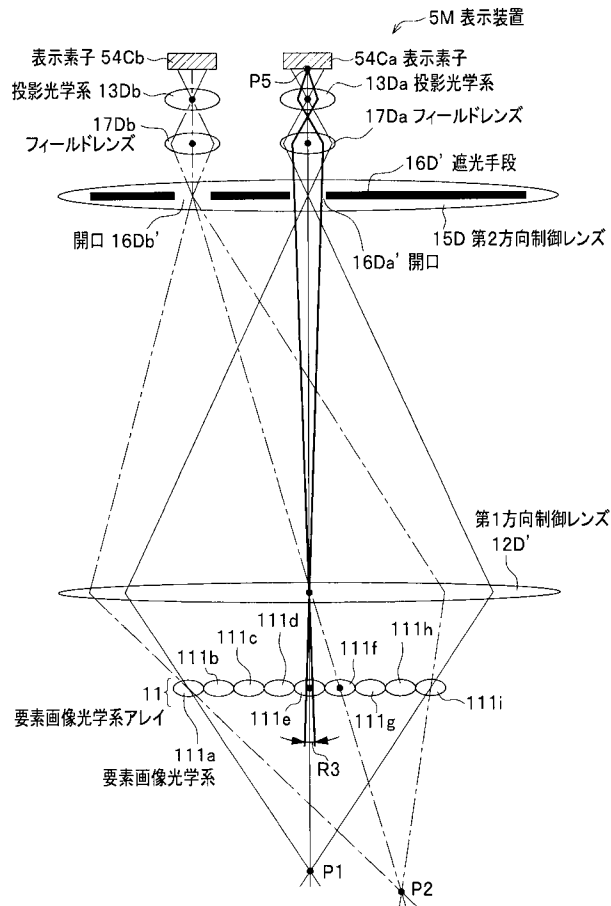
【図 19】



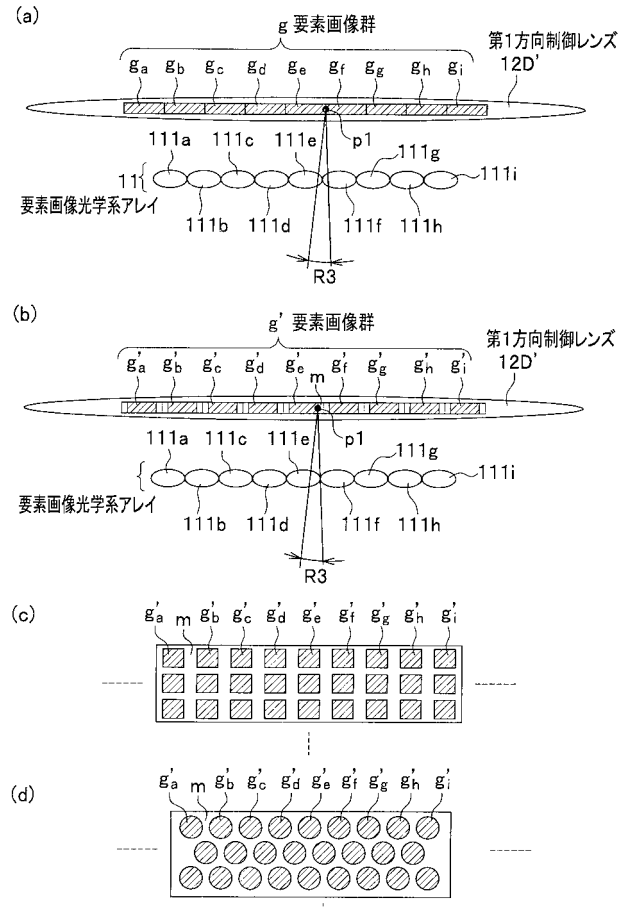
【図 20】



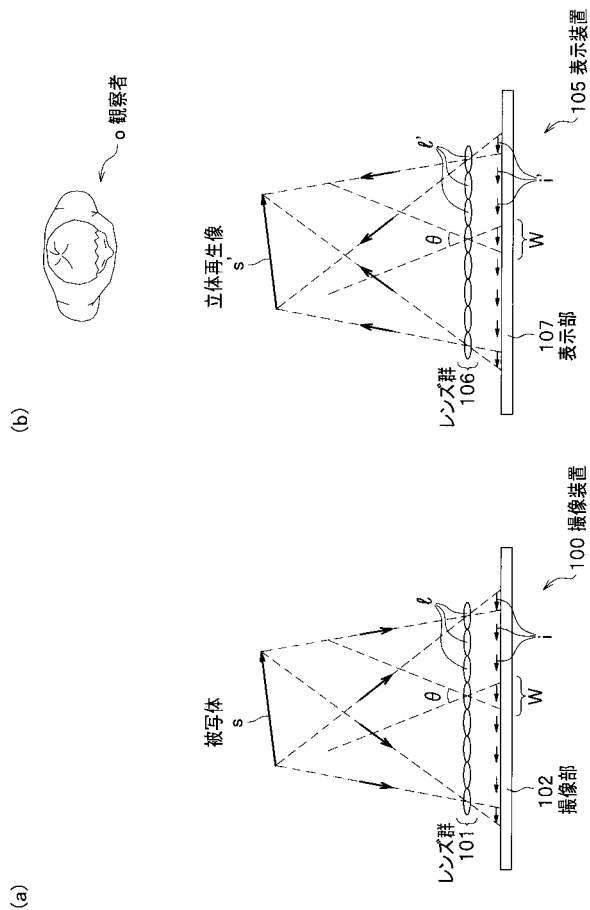
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 川井 博史
東京都世田谷区砧一丁目１０番１１号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 大井 隆太郎
東京都世田谷区砧一丁目１０番１１号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 野尻 裕司
東京都世田谷区砧一丁目１０番１１号 日本放送協会放送技術研究所内
- (72)発明者 奥野 文男
東京都世田谷区砧一丁目１０番１１号 日本放送協会放送技術研究所内
- F ターム(参考) 2H059 AA07 AA12 AA35 AA38 AB11
5C061 AA20 AB02 AB06 AB08