

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6248484号
(P6248484)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int.Cl.	F I
H04N 13/02 (2006.01)	H04N 13/02 100
G03B 35/00 (2006.01)	H04N 13/02 140
G03B 35/08 (2006.01)	H04N 13/02 170
	H04N 13/02 820
	H04N 13/02 530
請求項の数 13 (全 43 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2013-188377 (P2013-188377)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成25年9月11日 (2013.9.11)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2015-56729 (P2015-56729A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成27年3月23日 (2015.3.23)	(74) 代理人	100116942
審査請求日	平成28年1月14日 (2016.1.14)		弁理士 岩田 雅信
		(74) 代理人	100167704
			弁理士 中川 裕人
		(74) 代理人	100114122
			弁理士 鈴木 伸夫
		(74) 代理人	100086841
			弁理士 脇 篤夫
		(72) 発明者	林 恒生
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 立体視画像生成装置、立体視画像生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射され、光軸回り方向に四以上の二の倍数個の領域が分割形成されると共に、前記領域ごとに入射光を通過／遮蔽自在に構成された瞳分割部と、

前記瞳分割部を通過した像が結像される撮像素子を有し、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により選択的に取得する画像選択取得部と、

前記画像選択取得部が取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算部と、を備える

立体視画像生成装置。

【請求項2】

被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射され、光軸回り方向に四以上の二の倍数個の領域が分割形成されると共に、それぞれの前記領域が異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成された瞳分割部と、

前記瞳分割部を通過した像が結像され前記瞳分割部における個々の前記領域を通過する各波長帯の光を受光可能に構成された撮像素子を有し、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を前記像の少なくとも波長の違いを利用して選択的に取得する画像選択取得部と、

前記画像選択取得部が取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算

する画像加算部と、を備える

立体視画像生成装置。

【請求項 3】

前記画像選択取得部は、

前記被写体に対する照明光として前記瞳分割部における個々の前記領域を通過する各波長帯の光とそれぞれ同波長帯の光を選択的に発光可能に構成された波長可変照明部を有し、前記波長可変照明部によって順次異なる波長帯の光を発光し、前記波長可変照明部の発光波長の切り替えごとに前記瞳分割部を通過した光を前記撮像素子により順次受光する

請求項 2 に記載の立体視画像生成装置。

【請求項 4】

前記瞳分割部は、

それぞれの前記領域が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、

前記撮像素子は、前記赤色波長帯、前記緑色波長帯、及び前記青色波長帯の光を受光可能に構成されている

請求項 3 に記載の立体画像生成装置。

【請求項 5】

複数の観察者がそれぞれ位置する方角の情報に基づき、前記瞳分割部の前記領域のうち各前記観察者の片目領域同士の重複部分に該当する複数の前記領域を入射光が同時通過するように制御を行う制御部を備える

請求項 1 又は請求項 3 又は請求項 4 に記載の立体視画像生成装置。

【請求項 6】

前記撮像素子は、

それぞれが前記瞳分割部における異なる前記領域を通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の波長フィルタが撮像面上の異なる位置に配置されている

請求項 2 に記載の立体視画像生成装置。

【請求項 7】

前記瞳分割部は、

それぞれの前記領域が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成されている

請求項 6 に記載の立体視画像生成装置。

【請求項 8】

前記画像選択取得部は、

異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの前記像の波長及び偏光の違いを利用して選択的に取得する

請求項 6 又は請求項 7 に記載の立体視画像生成装置。

【請求項 9】

前記瞳分割部は、

それぞれが赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に透過する複数の瞳側波長フィルタが形成された波長分離素子と、それぞれが異なる偏光を選択的に透過する複数の瞳側偏光板が形成された偏光分離素子とを有し、前記波長分離素子と前記偏光分離素子とが光軸方向に重ねて配置されて前記領域ごとに波長帯と偏光の組み合わせが異なる光を選択的に通過させるように構成されており、

前記撮像素子は、

それぞれが異なる前記瞳側波長フィルタを通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の像面側波長フィルタと、それぞれが異なる前記瞳側偏光板を通過した偏光と同じ偏光方向による偏光を選択的に透過する複数の像面側偏光板とを有し、前記像面側波長フィルタと前記像面側偏光板とが撮像面に平行な面内の異なる位置に異なる組み合わせでそれぞれ光軸方向に重ねて配置されている

10

20

30

40

50

請求項 8 に記載の立体視画像生成装置。

【請求項 1 0】

前記瞳分割部における前記領域の分割が前記瞳分割部の径方向にも行われており、
前記画像選択取得部は、

前記瞳分割部における前記径方向に配された各領域のうちから一又は複数の領域を選択し、選択した領域を通過した像についての撮像画像を取得する

請求項 1 乃至請求項 9 の何れかに記載の立体視画像生成装置。

【請求項 1 1】

前記画像選択取得部が取得した撮像画像に基づき得られる左目画像、右目画像を回転させる画像回転処理部を備える

請求項 1 乃至請求項 1 0 の何れかに記載の立体視画像生成装置。

【請求項 1 2】

被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射され、光軸回り方向に四以上の二の倍数個の領域が分割形成されると共に、前記領域ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在に構成された瞳分割部と、前記瞳分割部を通過した像が結像される撮像素子とを用いて、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により選択的に取得する画像選択取得ステップと、

前記画像選択取得ステップが取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算ステップと、を有する

立体視画像生成方法。

【請求項 1 3】

被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射され、光軸回り方向に四以上の二の倍数個の領域が分割形成されると共に、それぞれの前記領域が異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成された瞳分割部と、前記瞳分割部を通過した像が結像され前記瞳分割部における個々の前記領域を通過する各波長帯の光を受光可能に構成された撮像素子とを用いて、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を前記像の少なくとも波長の違いを利用して選択的に取得する画像選択取得ステップと、

前記画像選択取得ステップが取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算ステップと、を有する

立体視画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本技術は、立体視画像を生成するための立体視画像生成装置とその方法についての技術分野に関する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 2】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 5 0 3 2 0 号公報

【背景技術】

【0 0 0 3】

例えば外科手術等に用いられる手術用顕微鏡として、観察の対象についての立体視画像を提示可能とされたものがある（例えば上記特許文献 1 を参照）。立体視画像を得るためには、対象を左目で見た画像に相当する左目画像と、右目で見た画像に相当する右目画像とを個別に得ることを要する。観察者の左目に左目画像、右目に右目画像を提示することで立体視が実現される。

【0 0 0 4】

特許文献 1 においては、例えば執刀医などとしての術者とその助手などの複数の観察者がそれぞれ異なる方角から対象をモニタを介して観察する際に、各観察者の位置する方角

10

20

30

40

50

に応じた画像を生成する技術が開示されている。なお、ここで言う「方角」は、対象を中心として放射状に 0 deg (度) ~ 360 deg で定義した方角を意味する。

具体的に、特許文献 1 に記載の技術では、対物レンズ 32 等の光学系が内蔵された鏡体 12 の周囲を回動可能に取り付けられた複数の立体モニタ 48 によりそれぞれの観察者が任意の方角から観察を行うことが可能とされている。立体モニタ 48 の回動位置 (角度) 情報が観察者の位置する方角の情報として入力され、その方角に対応した画像、つまり観察者がその方角から対象を見たときの当該観察者の左目の視点で観察される画像と右目の視点で観察される画像とによる立体視画像が立体モニタ 48 により提示される。

このとき、特許文献 1 に記載の技術では、複数の方角からの観察に対応するために、光軸回り方向に分割された複数の領域 (視点) からそれぞれ対象を見たときの像を個別に撮像できるようにしている (特許文献 1 の図 6 等を参照)。そして、撮像したそれら視点ごとの画像のうちから観察者の位置する方角に応じた二つの画像、すなわち当該方角に位置する観察者の左目の視点で観察される画像と右目の視点で観察される画像とを選択し、それらを左目画像、右目画像として立体モニタ 48 に表示することで立体視画像の提示を行っている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、上記のように特許文献 1 に記載の技術では、複数の方角からの観察を可能とするために、光軸回り方向に分割形成されたそれぞれ領域を通過した像を個別に撮像できるようにしている。

しかしながら、特許文献 1 に記載の技術では、それぞれの領域を通過した像を個別に撮像できるようにするにあたり、それらの領域ごとに撮像光学系及び撮像素子を設けている。このため、装置の大型化が問題となる。

【0006】

そこで、本技術では上記の問題点を克服し、異なる方角から対象を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたって、装置の大型化の防止を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本技術に係る第一の構成としての立体視画像生成装置は、被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射され、光軸回り方向に四以上の二の倍数個の領域が分割形成されると共に、前記領域ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在に構成された瞳分割部と、前記瞳分割部を通過した像が結像される撮像素子を有し、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により選択的に取得する画像選択取得部と、前記画像選択取得部が取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算部と、を備えるものである。

【0008】

これにより、瞳分割部の異なる領域を通過した像を個別に撮像するにあたって、瞳分割部以降の撮像光学系や撮像素子を領域ごとに個別に設ける必要がなくなる。

また、四以上の二の倍数個のそれぞれの方角ごとに、その方角に位置する観察者の左目領域の各一部を通過した像の撮像画像同士、右目領域の各一部を通過した像の撮像画像同士を加算して得ることが可能となる。

【0009】

本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置は、被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射され、光軸回り方向に四以上の二の倍数個の領域が分割形成されると共に、それぞれの前記領域が異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成された瞳分割部と、前記瞳分割部を通過した像が結像され前記瞳分割部における個々の前記領域を通過する各波長帯の光を受光可能に構成された撮像素子を有し、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を前記像の少なくとも波

10

20

30

40

50

長の違いを利用して選択的に取得する画像選択取得部と、前記画像選択取得部が取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算部と、を備えるものである。

これにより、瞳分割部の異なる領域を通過した像を個別に撮像するにあたって、瞳分割部以降の撮像光学系や撮像素子を領域ごとに個別に設ける必要がなくなる。

また、四以上の二の倍数個のそれぞれの方角ごとに、その方角に位置する観察者の左目領域の各一部を通過した像の撮像画像同士、右目領域の各一部を通過した像の撮像画像同士を加算して得ることが可能となる。

【0010】

上記した本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記画像選択取得部は、前記被写体に対する照明光として前記瞳分割部における個々の前記領域を通過する各波長帯の光とそれぞれ同波長帯の光を選択的に発光可能に構成された波長可変照明部を有し、前記波長可変照明部によって順次異なる波長帯の光を発光し、前記波長可変照明部の発光波長の切り替えごとに前記瞳分割部を通過した光を前記撮像素子により順次受光することが望ましい。

10

これにより、波長可変照明部の発光波長を切り替えるという簡易な手法で異なる領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像が選択的に取得される。

【0011】

上記した本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記瞳分割部は、それぞれの前記領域が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、前記撮像素子は、前記赤色波長帯、前記緑色波長帯、及び前記青色波長帯の光を受光可能に構成されていることが望ましい。

20

これにより、波長可変照明部の発光波長を切り替えるという簡易な手法で異なる領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像が選択的に取得される。また、撮像画像としてカラー画像が得られる。

【0012】

上記した本技術に係る第一又は第二の構成としての立体視画像生成装置においては、複数の観察者がそれぞれ位置する方角の情報に基づき、前記瞳分割部の前記領域のうち各前記観察者の片目領域同士の重複部分に該当する複数の前記領域を入射光が同時通過するように制御を行う制御部を備えることが望ましい。

30

これにより、立体視画像を1枚分提示するにあたって必要な撮像素子による撮像回数が低減される。

【0014】

上記した本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記撮像素子は、それぞれが前記瞳分割部における異なる前記領域を通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の波長フィルタが撮像面上の異なる位置に配置されていることが望ましい。

これにより、それぞれの領域を通過した像が撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像される。

40

【0015】

上記した本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記瞳分割部は、それぞれの前記領域が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成されていることが望ましい。

これにより、それぞれの領域を通過した像についての撮像画像を撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像しつつ、撮像画像としてカラー画像が得られる。

【0016】

上記した本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記画像選択取得部は、異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの前

50

記像の波長及び偏光の違いを利用して選択的に取得することが望ましい。

波長のみでなく偏光の違いも利用して領域が分割されるため、用いる波長の種類が少なくなる。

【 0 0 1 7 】

上記した本技術に係る第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記瞳分割部は、それぞれが赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に透過する複数の瞳側波長フィルタが形成された波長分離素子と、それぞれが異なる偏光を選択的に透過する複数の瞳側偏光板が形成された偏光分離素子とを有し、前記波長分離素子と前記偏光分離素子とが光軸方向に重ねて配置されて前記領域ごとに波長帯と偏光の組み合わせが異なる光を選択的に通過させるように構成されており、前記撮像素子は、それぞれが異なる前記瞳側波長フィルタを通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の像面側波長フィルタと、それぞれが異なる前記瞳側偏光板を通過した偏光と同じ偏光方向による偏光を選択的に透過する複数の像面側偏光板とを有し、前記像面側波長フィルタと前記像面側偏光板とが撮像面に平行な面内の異なる位置に異なる組み合わせでそれぞれ光軸方向に重ねて配置されていることが望ましい。

10

これにより、それぞれの領域を通過した像が撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像される。また、それぞれの領域を通過した像についての撮像画像としてカラー画像が得られる。

【 0 0 1 8 】

上記した本技術に係る第一又は第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記瞳分割部における前記領域の分割が前記瞳分割部の径方向にも行われており、前記画像選択取得部は、前記瞳分割部における前記径方向に配された各領域のうちから一又は複数の領域を選択し、選択した領域を通過した像についての撮像画像を取得することが望ましい。

20

これにより、視点重心の位置が異なる撮像画像が選択的に得られる。

【 0 0 1 9 】

上記した本技術に係る第一又は第二の構成としての立体視画像生成装置においては、前記画像選択取得部が取得した撮像画像に基づき得られる左目画像、右目画像を回転させる画像回転処理部を備えることが望ましい。

これにより、左目画像と右目画像により実現される立体視画像上に映し出される対象の向きを、観察者が対象に対して位置する方角から実際に対象を観察したときの対象の向きと一致させることが可能となる。

30

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本技術によれば、異なる方角から対象を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたって、装置の大型化を防止できる。

【 0 0 2 1 】

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

【図面の簡単な説明】

40

【 0 0 2 2 】

【図 1】第 1 の実施の形態としての立体視画像生成装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 2】方角の概念についての説明図である。

【図 3】第 1 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える瞳分割部の構成についての説明図である。

【図 4】第 1 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える左右画像個別生成部の内部構成についての説明図である。

【図 5】第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 6】第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える照明部の構成と波長帯の分割例

50

についての説明図である。

【図 7】第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える瞳分割部の構成についての説明図である。

【図 8】第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える左右画像個別生成部の内部構成についての説明図である。

【図 9】第 3 の実施の形態の立体視画像生成装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 10】第 3 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える撮像素子の構成についての説明図である。

【図 11】第 3 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える左右画像個別生成部の内部構成についての説明図である。

10

【図 12】第 3 の実施の形態における第一領域通過像抽出部～第四領域通過像抽出部が抽出を行う画素位置についての説明図である。

【図 13】第 4 の実施の形態の立体視画像生成装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 14】波長分離素子と偏光分離素子の構成についての説明図である。

【図 15】第 4 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える撮像素子の構成についての説明図である。

【図 16】第 4 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える左右画像個別生成部の内部構成についての説明図である。

【図 17】第 4 の実施の形態における第一領域通過像抽出部～第四領域通過像抽出部が抽出を行う画素位置についての説明図である。

20

【図 18】第 5 の実施の形態の立体視画像生成装置の内部構成を示したブロック図である。

【図 19】第 5 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える瞳分割部の構成と観察者の可動範囲についての説明図である。

【図 20】第 5 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える左右画像個別生成部の内部構成についての説明図である。

【図 21】光を同時通過させることが可能な領域の組み合わせについての説明図である。

【図 22】第 6 の実施の形態の立体視画像生成装置の内部構成を示したブロック図である。

30

【図 23】第 6 の実施の形態の立体視画像生成装置が備える瞳分割部の構成についての説明図である。

【図 24】視差調整の変形例についての説明図である。

【図 25】瞳分割部における領域分割の変形例についての説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、実施の形態を次の順序で説明する。

< 1. 第 1 の実施の形態 >

[1-1. 立体視画像生成装置の全体構成]

40

[1-2. 撮像画像の時分割取得について]

[1-3. 方角ごとの左目画像、右目画像の生成]

[1-4. 第 1 の実施の形態のまとめ]

< 2. 第 2 の実施の形態 >

[2-1. 構成及び動作]

[2-2. 第 2 の実施の形態のまとめ]

< 3. 第 3 の実施の形態 >

[3-1. 構成及び動作]

[3-2. 第 3 の実施の形態のまとめ]

< 4. 第 4 の実施の形態 >

50

[4-1. 構成及び動作]

[4-2. 第4の実施の形態のまとめ]

< 5. 第5の実施の形態 >

[5-1. 構成及び動作]

[5-2. 第5の実施の形態のまとめ]

< 6. 第6の実施の形態 >

[6-1. 構成及び動作]

[6-2. 第6の実施の形態のまとめ]

< 7. 変形例 >

< 8. 本技術 >

10

【0024】

< 1. 第1の実施の形態 >

[1-1. 立体視画像生成装置の全体構成]

図1は、本技術に係る第1の実施の形態としての立体視画像生成装置1の内部構成を示したブロック図である。

本実施の形態の立体視画像生成装置1は、例えば手術用顕微鏡とされ、観察の対象Xについての立体視画像を観察者に提示するための四つの表示部（第一表示部6-1～第四表示部6-4）を備えている。これら四つの表示部によって四人の観察者が対象Xについての立体視画像の提示を同時に受けることが可能とされている。

20

本実施の形態において、第一表示部6-1～第四表示部6-4はそれぞれ取付位置が固定とされている。すなわち、各観察者の位置する方角は固定であることが前提とされている。

【0025】

ここで、本明細書における「方角」の概念について図2を参照して説明しておく。

まず、図2Aに示すように、本明細書において言う「方角」とは、対象Xを中心として放射状に0deg（度）～360degで定義した方角を意味する。ここでは、方角を表す角度の値（deg）が増大する方向は、対象Xを真上から見たときの時計回り方向と一致している。

【0026】

30

図2Bは、観察者が0degの方角から対象Xを観察した際の対象Xに対する観察者の左目（L）、右目（R）の位置関係を表している。同様に、図2C～図2Eは、観察者がそれぞれ90deg、180deg、270degの方角から対象を観察した際の対象Xに対する観察者の左目、右目の位置関係を表している。

これら図2B～図2Eを参照して分かるように、観察者が位置する方角が異なると、対象Xに対する観察者の左目、右目の位置関係も異なる。

【0027】

本実施の形態の立体視画像生成装置1においては、第一表示部6-1は表示面が0degの方角を向くように固定され、第二表示部6-2は表示面が90degの方角を向くように固定されている。また、第三表示部6-3は表示面が180degの方角を向くように固定され、第四表示部6-4は表示面が270degの方角を向くように固定されているとする。すなわち、この場合の観察者の立ち位置としては0deg、90deg、180deg、270degの何れかの方角となる。

40

【0028】

説明を図1に戻す。

図1において、立体視画像生成装置1は、上記した第一表示部6-1～第四表示部6-4と共に、光学ユニット2、撮像素子3、左右画像個別生成部4、第一表示制御部5-1～第四表示制御部5-4、制御部7及び照明部8を備えている。

【0029】

光学ユニット2内においては、物体側（被写体側）から順に集光レンズ2-1、瞳分割部

50

2 2 及び結像レンズ 2 3 が配置されている。

集光レンズ 2 1 は、被写体としての対象 X からの光を集光する。

【 0 0 3 0 】

瞳分割部 2 2 は、集光レンズ 2 1 によって集光された光がほぼ平行光となる位置に対して設けられ、集光レンズ 2 1 を介した光が入射する。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、瞳分割部 2 2 の構成についての説明図である。なおこの図では瞳分割部 2 2 を像面側から見ている。

瞳分割部 2 2 は、光軸 O x 回り方向に複数の領域 A が分割形成されており、領域 A ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在に構成されている。具体的に、本例の瞳分割部 2 2 は、光軸 O x と交差する二本の分割線（瞳分割線）によって四つの領域 A に分割されている。

【 0 0 3 2 】

図 3 では、対象 X を基準とした方角を併記して瞳分割部 2 2 と方角との関係を表しているが、図のように一方の分割線は 0 deg - 1 8 0 deg の軸と平行とされ、他方の分割線は 9 0 deg - 2 7 0 deg の軸と平行とされており、四つの領域 A は等分されている。四つの領域 A うち 0 deg ~ 9 0 deg にかけての領域 A を「領域 A 1」、9 0 deg ~ 1 8 0 deg にかけての領域 A を「領域 A 2」、1 8 0 deg ~ 2 7 0 deg にかけての領域 A を「領域 A 3」、2 7 0 deg ~ 0 deg (3 6 0 deg) にかけての領域 A を「領域 A 4」と表記する。

瞳分割部 2 2 は、各領域 A がそれぞれ電子シャッタによって構成されたことで、領域 A ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在とされている。領域 A 1、A 2、A 3、A 4 に形成された電子シャッタをそれぞれ「第一電子シャッタ 2 2 a」「第二電子シャッタ 2 2 b」「第三電子シャッタ 2 2 c」「第四電子シャッタ 2 2 d」と表記する。

【 0 0 3 3 】

なお、手術用顕微鏡の場合、対象 X の観察は、通常は対象 X の真上に集光レンズ 2 1 を位置させて行われる。図 3 を始めとして後述する図 7、1 4、1 9 A、2 1、2 3、2 4、2 5 においては、この前提の下で方角を併記している。

【 0 0 3 4 】

瞳分割部 2 2 における第一電子シャッタ 2 2 a ~ 第四電子シャッタ 2 2 d の開 / 閉制御は制御部 7 により行われる。

【 0 0 3 5 】

図 1 において、瞳分割部 2 2 を通過した光は、結像レンズ 2 3 を介することで撮像素子 3 の撮像面（受光面）上に結像される。

【 0 0 3 6 】

撮像素子 3 は、例えば C C D (Charge Coupled Devices) や C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサー等で構成され、撮像面に結像された被写体像に応じた光を画素単位で受光して電気信号に変換する（光電変換）。本例における撮像素子 3 は、いわゆる R G G B 型の撮像素子とされ、カラー画像の撮像が可能とされている。

【 0 0 3 7 】

本例において、撮像素子 3 の光軸 O x 回り方向における設置角度は、方角 = 0 deg の位置が観察の基準位置となるように設定されている。具体的には、0 deg の方角に位置する観察者が実際に対象 X を観察したときの対象 X の向き（図 2 B 参照）と、0 deg の方角に表示面が向けられている第一表示部 6 - 1 により提示される立体視画像内に映し出される対象 X の向きとが一致するように撮像素子 3 の光軸 O x 回り方向における設置角度が設定されている。

【 0 0 3 8 】

左右画像個別生成部 4 は、撮像素子 3 によって画素単位で得られた電気信号すなわち撮像画像信号に基づき、左目画像 G L 1、右目画像 G R 1、左目画像 G L 2、右目画像 G R 2、左目画像 G L 3、右目画像 G R 3、左目画像 G L 4 及び右目画像 G R 4 を生成する。

左目画像 G L 1、右目画像 G R 1 は、0 deg の方角に位置する観察者の左目で観察され

10

20

30

40

50

る像、右目で観察される像にそれぞれ対応した画像である。左目画像 G L 2、右目画像 G R 2 は、90 degの方角に位置する観察者の左目で観察される像、右目で観察される像にそれぞれ対応した画像である。また、左目画像 G L 3、右目画像 G R 3 は、180 degの方角に位置する観察者の左目で観察される像、右目で観察される像にそれぞれ対応した画像であり、左目画像 G L 4、右目画像 G R 4 は、270 degの方角に位置する観察者の左目で観察される像、右目で観察される像にそれぞれ対応した画像である。

なお、左右画像個別生成部 4 の内部構成については後述する。

【0039】

左右画像個別生成部 4 で生成された左目画像 G L 1 及び右目画像 G R 1 は第一表示制御部 5 - 1 に、左目画像 G L 2 及び右目画像 G R 2 は第二表示制御部 5 - 2 に、左目画像 G L 3 及び右目画像 G R 3 が第三表示制御部 5 - 3 に、左目画像 G L 4 及び右目画像 G R 4 は第四表示制御部 5 - 4 にそれぞれ供給される。

【0040】

第一表示制御部 5 - 1 は、左右画像個別生成部 4 から供給された左目画像 G L と右目画像 G R を第一表示部 6 - 1 に立体視が実現されるように表示させる制御を行う。同様に、第二表示制御部 5 - 2 は第二表示部 6 - 2 に、第三表示制御部 5 - 3 は第三表示部 6 - 3 に、第四表示制御部 5 - 4 は第四表示部 6 - 4 に、それぞれ左右画像個別生成部 4 から供給された左目画像 G L と右目画像 G R を立体視が実現されるように表示させる制御を行う。

本例において、第一表示部 6 - 1 ~ 第四表示部 6 - 4 は、例えばレンチキュラー方式によって立体視画像を提示するディスプレイとされ、各表示制御部 5 はそれぞれレンチキュラー方式に対応した表示制御を行う。

【0041】

なお、第一表示部 6 - 1 ~ 第四表示部 6 - 4 の少なくとも何れかは、眼鏡型のディスプレイとされてもよい。この場合、眼鏡型のディスプレイとされた表示部 6 は立体視画像生成装置 1 の本体部とケーブルを介して接続されるか、或いは無線通信によって対応する表示制御部 5 からの表示制御を受ける。

【0042】

照明部 8 は、例えば白色等の可視光を発光する光源を有し、制御部 7 からの指示に応じて当該光源を点灯させて対象 X を照明する。

【0043】

制御部 7 は、例えば C P U (Central Processing Unit)、R O M (Read Only Memory)、R A M (Random Access Memory) 等のメモリを備えたマイクロコンピュータで構成され、C P U が例えば R O M に記録されたプログラムに従った処理を実行することで立体視画像生成装置 1 の全体制御を行う。

例えば、制御部 7 は、瞳分割部 2 2 における第一電子シャッタ 2 2 a ~ 第四電子シャッタ 2 2 d の開 / 閉制御を行う。また制御部 7 は、撮像素子 3 による撮像動作を制御する。さらに制御部 7 は、左右画像個別生成部 4 に対する制御を行う。

なお、制御部 7 によるこれら第一電子シャッタ 2 2 a ~ 第四電子シャッタ 2 2 d、撮像素子 3 及び左右画像個別生成部 4 に対する制御の具体的な内容については後述する。

【0044】

[1-2. 撮像画像の時分割取得について]

本実施の形態の立体視画像生成装置 1 においては、図 3 に示したように領域 A ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在に構成された瞳分割部 2 2 を用いて、撮像素子 3 に対して領域 A 1 を通過した像、領域 A 2 を通過した像、領域 A 3 を通過した像、領域 A 4 を通過した像を択一的に結像させる。具体的には、第一電子シャッタ 2 2 a、第二電子シャッタ 2 2 b、第三電子シャッタ 2 2 c、第四電子シャッタ 2 2 d を順次択一的に開状態とすることで、領域 A 1 を通過した像、領域 A 2 を通過した像、領域 A 3 を通過した像、領域 A 4 を通過した像を時間軸方向において個別に撮像素子 3 に結像させる。

【 0 0 4 5 】

ここで、先の図 2 と図 3 を対比すると、領域 A 1 は 0 deg の方角から対象 X を観察した際の左目領域の一部を構成することが分かる。同時に領域 A 1 は、9 0 deg の方角から対象 X を観察した際の右目領域の一部、及び 1 8 0 deg の方角から対象 X を観察した際の右目領域の一部、及び 2 7 0 deg の方角から対象 X を観察した際の左目領域の一部を構成していることが分かる。この点からも理解されるように、領域 A 1 ~ 領域 A 4 の各領域 A は、0 deg、9 0 deg、1 8 0 deg、2 7 0 deg のうちの任意の方角から対象 X を観察したときの左目領域又は右目領域の一部を構成していることになる。

確認のため、0 deg、9 0 deg、1 8 0 deg、2 7 0 deg の方角に位置する観察者それぞれにとっての左目領域、右目領域を以下に示しておく。

10

0 deg

左目領域... A 1 + A 2

右目領域... A 3 + A 4

9 0 deg

左目領域... A 2 + A 3

右目領域... A 1 + A 4

1 8 0 deg

左目領域... A 3 + A 4

右目領域... A 1 + A 2

20

2 7 0 deg

左目領域... A 1 + A 4

右目領域... A 2 + A 3

【 0 0 4 6 】

上記より、領域 A 1、領域 A 2、領域 A 3、領域 A 4 を通過した像を 0 deg、9 0 deg、1 8 0 deg、2 7 0 deg の方角に応じて所定に組み合わせることで、それぞれの方角に対応した左目画像 G L、右目画像 G R を取得できることが分かる。

【 0 0 4 7 】

制御部 7 は、第一電子シャッタ 2 2 a、第二電子シャッタ 2 2 b、第三電子シャッタ 2 2 c、第四電子シャッタ 2 2 d を順次択一的に開状態とする制御を所定の周期で繰り返し実行する。

30

ここで、領域 A 1 のみを入射光が通過する期間を「期間 t 1」、領域 A 2 のみを入射光が通過する期間を「期間 t 2」、領域 A 3 のみを入射光が通過する期間を「期間 t 3」、領域 A 4 のみを入射光が通過する期間を「期間 t 4」と表記する。

【 0 0 4 8 】

制御部 7 は、これら期間 t 1 ~ 期間 t 4 ごとに撮像素子 3 が撮像画像信号を個別に取得するように撮像素子 3 の撮像動作を制御する。

これにより、撮像素子 3 においては、領域 A 1 を通過した像についての撮像画像信号（「撮像画像信号 G a 1」と表記）、領域 A 2 を通過した像についての撮像画像信号（「撮像画像信号 G a 2」と表記）、領域 A 3 を通過した像についての撮像画像信号（「撮像画像信号 G a 3」と表記）、領域 A 4 を通過した像についての撮像画像信号（「撮像画像信号 G a 4」と表記）が時間軸方向において個別に取得される。

40

【 0 0 4 9 】

[1-3 . 方角ごとの左目画像、右目画像の生成]

図 4 は、左右画像個別生成部 4 の内部構成についての説明図である。なお、この図では撮像素子 3 と制御部 7 も併せて示している。

左右画像個別生成部 4 は、セレクト 4 1、第一左側加算部 4 2 - 1 L、第一右側加算部 4 2 - 1 R、第二左側加算部 4 2 - 2 L、第二右側加算部 4 2 - 2 R、第三左側加算部 4 2 - 3 L、第三右側加算部 4 2 - 3 R、第四左側加算部 4 2 - 4 L、第四右側加算部 4 2

50

- 4 R、現像処理部 4 3 - 1 L、現像処理部 4 3 - 1 R、現像処理部 4 3 - 2 L、現像処理部 4 3 - 2 R、現像処理部 4 3 - 3 L、現像処理部 4 3 - 3 R、現像処理部 4 3 - 4 L、現像処理部 4 3 - 4 R、第二回転処理部 4 4 - 2 L、第二回転処理部 4 4 - 2 R、第三回転処理部 4 4 - 3 L、第三回転処理部 4 4 - 3 R、第四回転処理部 4 4 - 4 L、第四回転処理部 4 4 - 4 R を備えている。

【 0 0 5 0 】

セクタ 4 1 には、撮像素子 3 より撮像画像信号 $G a 1 \sim G a 4$ が順次入力される。セクタ 4 1 は、出力端子 $T L 1$ 、 $T R 1$ 、 $T L 2$ 、 $T R 2$ 、 $T L 3$ 、 $T R 3$ 、 $T L 4$ 、 $T R 4$ を有している。図のように出力端子 $T L 1$ は第一左側加算部 4 2 - 1 L に、出力端子 $T R 1$ は第一右側加算部 4 2 - 1 R にそれぞれ接続されている。また、出力端子 $T L 2$ は第二左側加算部 4 2 - 2 L に、出力端子 $T R 2$ は第二右側加算部 4 2 - 2 R に、出力端子 $T L 3$ は第三左側加算部 4 2 - 3 L に、出力端子 $T R 3$ は第三右側加算部 4 2 - 3 R に、出力端子 $T L 4$ は第四左側加算部 4 2 - 4 L に、出力端子 $T R 4$ は第四右側加算部 4 2 - 4 R にそれぞれ接続されている。

セクタ 4 1 は、期間 t ごとに、撮像素子 3 から入力された撮像画像信号 $G a$ を制御部 7 からの指示に応じて選択した出力端子 T により出力する。

【 0 0 5 1 】

制御部 7 は、セクタ 4 1 において撮像画像信号 $G a$ を出力する出力端子 T を期間 t ごとに以下のように選択させる。

$t 1 \dots T L 1$ 、 $T R 2$ 、 $T R 3$ 、 $T L 4$
 $t 2 \dots T L 1$ 、 $T L 2$ 、 $T R 3$ 、 $T R 4$
 $t 3 \dots T R 1$ 、 $T L 2$ 、 $T L 3$ 、 $T R 4$
 $t 4 \dots T R 1$ 、 $T R 2$ 、 $T L 3$ 、 $T L 4$

【 0 0 5 2 】

これにより、第一左側加算部 4 2 - 1 L には、 0 deg の方角に位置する観察者にとっての左目画像 $G L 1$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 1$ 及び $G a 2$ が入力され、第一右側加算部 4 2 - 1 R には右目画像 $G R 1$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 3$ 及び $G a 4$ が入力される。また、第二左側加算部 4 2 - 2 L には 90 deg の方角に位置する観察者にとっての左目画像 $G L 2$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 2$ 及び $G a 3$ が入力され、第二右側加算部 4 2 - 2 R には右目画像 $G R 2$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 1$ 及び $G a 4$ が入力される。さらに、第三左側加算部 4 2 - 3 L には 180 deg の方角に位置する観察者にとっての左目画像 $G L 3$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 3$ 及び $G a 4$ が入力され、第三右側加算部 4 2 - 3 R には右目画像 $G R 3$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 1$ 及び $G a 2$ が入力される。また、第四左側加算部 4 2 - 4 L には 270 deg の方角に位置する観察者にとっての左目画像 $G L 4$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 1$ 及び $G a 4$ が入力され、第四右側加算部 4 2 - 4 R には右目画像 $G R 4$ を得る上で必要な撮像画像信号 $G a 2$ 及び $G a 3$ が入力される。

各加算部 4 2 は、入力された二つの撮像画像信号に基づくそれぞれの撮像画像を加算する。

【 0 0 5 3 】

第一左側加算部 4 2 - 1 L による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 1 L に、第一右側加算部 4 2 - 1 R による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 1 R に、第二左側加算部 4 2 - 2 L による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 2 L に、第二右側加算部 4 2 - 2 R による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 2 R に、第三左側加算部 4 2 - 3 L による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 3 L に、第三右側加算部 4 2 - 3 R による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 3 R に、第四左側加算部 4 2 - 4 L による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 4 L に、第四右側加算部 4 2 - 4 R による加算後の撮像画像は現像処理部 4 3 - 4 R にそれぞれ供給される。

【 0 0 5 4 】

各現像処理部 4 3 は、入力された撮像画像についての現像処理を行う。R G G B 型の撮像素子 3 が用いられた本例における現像処理は、少なくとも撮像素子 3 の一つの画素ごとに R、G、B の各値を得るためのデモザイク処理を行う。デモザイク処理としては、撮像素子 3 上の水平方向 = i 番目、垂直方向 = j 番目の位置にある画素について、その画素のカラーフィルタ（波長フィルタ）によって受光される色以外の他の色の各値をそれぞれ近傍の同色の画素の値を用いて算出する処理を行えばよい。

この現像処理により、カラー画像としての撮像画像が得られる。

【 0 0 5 5 】

現像処理部 4 3 - 1 L によって得られた撮像画像は左目画像 G L 1 として出力される。また、現像処理部 4 3 - 1 R によって得られた撮像画像は右目画像 G R 1 として出力される。

10

【 0 0 5 6 】

一方、現像処理部 4 3 - 2 L によって得られた撮像画像は第二回転処理部 4 4 - 2 L に、現像処理部 4 3 - 2 R によって得られた撮像画像は第二回転処理部 4 4 - 2 R に、現像処理部 4 3 - 3 L によって得られた撮像画像は第三回転処理部 4 4 - 3 L に、現像処理部 4 3 - 3 R によって得られた撮像画像は第三回転処理部 4 4 - 3 R に、現像処理部 4 3 - 4 L によって得られた撮像画像は第四回転処理部 4 4 - 4 L に、現像処理部 4 3 - 4 R によって得られた撮像画像は第四回転処理部 4 4 - 4 R にそれぞれ供給される。

【 0 0 5 7 】

各回転処理部 4 4 は、入力された撮像画像を予め定められた角度だけ回転させる。

20

具体的に、第二回転処理部 4 4 - 2 L 及び 4 4 - 2 R は、入力された撮像画像を 9 0 deg 回転させる。また、第三回転処理部 4 4 - 3 L 及び 4 4 - 3 R は入力された撮像画像を 1 8 0 deg 回転させる。第四回転処理部 4 4 - 4 L 及び 4 4 - 4 R は入力された撮像画像を 2 7 0 deg 回転させる。

【 0 0 5 8 】

前述のように本例の立体視画像生成装置 1 においては、撮像素子 3 の光軸 O x 回り方向における設置角度を方角 = 0 deg の位置が観察の基準位置となるように設定している。このため、0 deg 以外の方角に対応する撮像画像については、それぞれ 0 deg からの角度差に応じた分だけ回転させる。これにより、0 deg 以外の各方角に位置する観察者について、実際に対象 X を観察したときの対象 X の向きと立体視画像内に映し出される対象 X の向きとが一致しない事態を解消できる。

30

【 0 0 5 9 】

第二回転処理部 4 4 - 2 L による回転処理を経た撮像画像は左目画像 G L 2 として出力され、第二回転処理部 4 4 - 2 R による回転処理を経た撮像画像は右目画像 G R 2 として出力される。また、第三回転処理部 4 4 - 3 L による回転処理を経た撮像画像は左目画像 G L 3 として出力され、第三回転処理部 4 4 - 3 R による回転処理を経た撮像画像は右目画像 G R 3 として出力される。第四回転処理部 4 4 - 4 L による回転処理を経た撮像画像は左目画像 G L 4 として出力され、第四回転処理部 4 4 - 4 R による回転処理を経た撮像画像は右目画像 G R 4 として出力される。

【 0 0 6 0 】

40

[1-4. 第 1 の実施の形態のまとめ]

上記のように第 1 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 は、被写体からの光を集光する集光レンズ 2 1 を介した光が入射されると共に、光軸 O x 回り方向に三以上の領域 A が分割形成された瞳分割部 2 2 と、瞳分割部 2 2 を通過した像が結像される撮像素子 3 を有し、瞳分割部 2 2 における異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により選択的に取得する画像選択取得部（撮像素子 3、セレクトア 4 1 及び制御部 7）とを備えている。

これにより、瞳分割部 2 2 の異なる領域 A を通過した像を個別に撮像するにあたって、瞳分割部 2 2 以降の撮像光学系や撮像素子 3 を領域 A ごとに個別に設ける必要がなくなる

50

。

従って、異なる方角から対象 X を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたって、装置の大型化を防止できる。

【 0 0 6 1 】

なお、領域 A の分割数が三以上であることの意義については後述する。

【 0 0 6 2 】

また、立体視画像生成装置 1 は、瞳分割部 2 2 が四以上の二の倍数個の領域 A を有し、前記画像選択取得部が取得した複数の撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算部 (4 2 - 1 L ~ 4 2 - 4 R) を備えている。

これにより、四以上の二の倍数個のそれぞれの方角ごとに、その方角に位置する観察者の左目領域の各一部を通過した像の撮像画像同士、右目領域の各一部を通過した像の撮像画像同士を加算して得ることが可能となる。

従って、四以上の二の倍数個の方角からの観察に対応することができる。

【 0 0 6 3 】

さらに、立体視画像生成装置 1 においては、前記画像選択取得部が、瞳分割部 2 2 における異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像を撮像素子 3 によって時分割取得している。

これにより、異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像を選択的に取得するにあたり、それら異なる領域 A を通過したそれぞれの像を撮像素子 3 で同時に受光する必要がない。

従って、この場合の撮像素子 3 は、異なる領域 A を通過したそれぞれの像を撮像面における異なる位置で受光するための構成が不要であり、構成の簡易化が図られ、コストの削減が図られる。

【 0 0 6 4 】

さらにまた、立体視画像生成装置 1 においては、瞳分割部 2 2 が、領域 A ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在に構成され、前記画像選択取得部が、入射光を通過させる領域 A を順次選択し、選択した領域 A を通過した像を撮像素子 3 により順次受光する。

これにより、領域 A ごとに入射光の通過 / 遮蔽を制御するという簡易な手法で異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像が選択的に取得される。

従って、異なる方角から対象を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示する立体視画像生成装置を容易に実現できる。

【 0 0 6 5 】

加えて、立体視画像生成装置 1 は、前記画像選択取得部が取得した撮像画像に基づき得られる左目画像 G L、右目画像 G R を回転させる画像回転処理部 (第二回転処理部 4 4 - 2 L ~ 第四回転処理部 4 4 - 4 R) を備えている。

これにより、左目画像 G L と右目画像 G R により実現される立体視画像上に映し出される対象 X の向きを、観察者が対象 X に対して位置する方角から実際に対象 X を観察したときの対象 X の向きと一致させることが可能となる。

従って、立体視画像上における対象 X の向きと実際に対象 X を観察したときの対象 X の向きとの不一致に起因した違和感の発生防止を図ることができる。

【 0 0 6 6 】

< 2 . 第 2 の実施の形態 >

[2-1 . 構成及び動作]

図 5 は、第 2 の実施の形態としての立体視画像生成装置 1 A の内部構成を示したブロック図である。

第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 A は、第 1 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 と同様に異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により選択的に取得するものである。

なお、以下の説明において、既に説明済みとなった部分と同様となる部分については同

10

20

30

40

50

一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 6 7 】

立体視画像生成装置 1 A は、立体視画像生成装置 1 と比較して、光学ユニット 2 に代えて光学ユニット 2 A が、左右画像個別生成部 4 に代えて左右画像個別生成部 4 A が、制御部 7 に代えて制御部 7 A が、照明部 8 に代えて照明部 8 A が設けられた点が異なる。

【 0 0 6 8 】

光学ユニット 2 A は、瞳分割部 2 2 に代えて瞳分割部 2 2 A が設けられた点が光学ユニット 2 と異なる。

なお、瞳分割部 2 2 A の構成は後述する。

【 0 0 6 9 】

照明部 8 A は、図 6 A に示すようにレーザ駆動部 8 1 と複数の LD (レーザダイオード) 8 2 を備えている。複数の LD 8 2 としては、赤色波長帯の光を発光する赤色第一 LD 8 2 R 1、赤色第二 LD 8 2 R 2、赤色第三 LD 8 2 R 3、赤色第四 LD 8 2 R 4 と、緑色波長帯の光を発光する緑色第一 LD 8 2 G 1、緑色第二 LD 8 2 G 2、緑色第三 LD 8 2 G 3、緑色第四 LD 8 2 G 4 と、青色波長帯の光を発光する青色第一 LD 8 2 B 1、青色第二 LD 8 2 B 2、青色第三 LD 8 2 B 3、青色第四 LD 8 2 B 4 が備えられている。

赤色第一 LD 8 2 R 1、赤色第二 LD 8 2 R 2、赤色第三 LD 8 2 R 3、赤色第四 LD 8 2 R 4 は、赤色波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を発光可能とされている。具体的には、図 6 B に示すように赤色波長帯を四つの波長帯に分割したときの各波長帯をそれぞれ波長帯 R 1、R 2、R 3、R 4 とすると、赤色第一 LD 8 2 R 1 は波長帯 R 1 の光を、赤色第二 LD 8 2 R 2 は波長帯 R 2 の光を、赤色第三 LD 8 2 R 3 は波長帯 R 3 の光を、赤色第四 LD 8 2 R 4 は波長帯 R 4 の光をそれぞれ発光可能とされている。

緑色の各 LD 8 2、青色の各 LD 8 2 としても、それぞれの色の波長帯における異なる波長帯の光を発光可能とされている。具体的に、緑色の各 LD 8 2 については、図 6 B に示すように緑色波長帯を四つの波長帯に分割したときの各波長帯をそれぞれ波長帯 G 1、G 2、G 3、G 4 とすると、緑色第一 LD 8 2 G 1 は波長帯 G 1 の光を、緑色第二 LD 8 2 G 2 は波長帯 G 2 の光を、緑色第三 LD 8 2 G 3 は波長帯 G 3 の光を、緑色第四 LD 8 2 G 4 は波長帯 G 4 の光をそれぞれ発光可能とされている。また、青色の各 LD 8 2 としては、図 6 B に示すように青色波長帯を四つの波長帯に分割したときの各波長帯をそれぞれ波長帯 B 1、B 2、B 3、B 4 とすると、青色第一 LD 8 2 B 1 は波長帯 B 1 の光を、青色第二 LD 8 2 B 2 は波長帯 B 2 の光を、青色第三 LD 8 2 B 3 は波長帯 B 3 の光を、青色第四 LD 8 2 B 4 は波長帯 B 4 の光をそれぞれ発光可能とされている。

【 0 0 7 0 】

レーザ駆動部 8 1 は、制御部 7 A からの指示信号 S L によって指示された LD 8 2 を発光駆動する。

【 0 0 7 1 】

図 7 は、瞳分割部 2 2 A の構成についての説明図である。なおこの図では瞳分割部 2 2 A を像面側から見ている。

瞳分割部 2 2 A は、瞳分割部 2 2 と同様の領域 A 1 ~ A 4 が分割形成されている。瞳分割部 2 2 A においては、領域 A 1 ~ A 4 の個々が波長フィルタによって構成されている。領域 A 1 は波長フィルタ 2 2 A a、領域 A 2 は波長フィルタ 2 2 A b、領域 A 3 は波長フィルタ 2 2 A c、領域 A 4 は波長フィルタ 2 2 A d によって構成されている。

波長フィルタ 2 2 A a ~ 2 2 A d は、いわゆるマルチバンドパスフィルタとして構成され、三つの波長帯の光を選択的に透過する。具体的に、波長フィルタ 2 2 A a は波長帯 R 1、G 1、B 1 の各光を透過し、波長フィルタ 2 2 A b は波長帯 R 2、G 2、B 2 の各光を透過する。また、波長フィルタ 2 2 A c は波長帯 R 3、G 3、B 3 の各光を透過し、波長フィルタ 2 2 A d は波長帯 R 4、G 4、B 4 の各光を透過する。

【 0 0 7 2 】

図 5 に戻り、制御部 7 A は、指示信号 S L によって照明部 8 A における LD 8 2 のオン / オフを以下のように制御する。

すなわち、赤色第一LD82R1及び緑色第一LD82G1及び青色第一LD82B1の組、赤色第二LD82R2及び緑色第二LD82G2及び青色第二LD82B2の組、赤色第三LD82R3及び緑色第三LD82G3及び青色第三LD82B3の組、赤色第四LD82R4及び緑色第四LD82G4及び青色第四LD82B4の組を順次択一的にオンとさせる。制御部7Aは、このように各組のLD82を順次オンさせる制御を所定の周期で繰り返し実行する。

【0073】

これによると、瞳分割部22Aには、被写体からの光として波長帯R1及びG1及びB1の光、波長帯R2及びG2及びB2の光、波長帯R3及びG3及びB3の光、波長帯R4及びG4及びB4の光が順次入射する。

10

波長帯R1及びG1及びB1の光が入射する期間では領域A1のみを光が通過し、波長帯R2及びG2及びB2の光が入射する期間では領域A2のみを光が通過し、波長帯R3及びG3及びB3の光が入射する期間では領域A3のみを光が通過し、波長帯R4及びG4及びB4の光が入射する期間では領域A4のみを光が通過する。

この点より、第2の実施の形態の立体視画像生成装置1Aにおいても、領域A1のみを入射光が通過する期間t1、領域A2のみを入射光が通過する期間t2、領域A3のみを入射光が通過する期間t3、領域A4のみを入射光が通過する期間t4が所定周期で繰り返される。

【0074】

制御部7Aは、制御部7と同様に、期間t1～期間t4ごとに撮像素子3が撮像画像信号を個別に取得するように撮像素子3の撮像動作を制御する。これにより、第1の実施の形態の場合と同様に撮像画像信号Ga1、撮像画像信号Ga2、撮像画像信号Ga3、撮像画像信号Ga4が時間軸方向において個別に取得される。

20

【0075】

ここで、上記のように第2の実施の形態においても撮像画像信号Ga1、撮像画像信号Ga2、撮像画像信号Ga3、撮像画像信号Ga4が時間軸方向において個別に取得されることから、第1の実施の形態の場合と同様の左右画像個別生成部4を用いれば、0deg、90deg、180deg、270degの各方向に対応した立体視画像の提示を行うことができる。

但し、第2の実施の形態において得られる撮像画像信号Ga1、撮像画像信号Ga2、撮像画像信号Ga3、撮像画像信号Ga4はそれぞれ赤色波長帯、緑色波長帯、青色波長帯ごとに所定の波長帯の色成分が欠落している。具体的に、撮像画像信号Ga1は波長帯R1及びG1及びB1以外の波長帯の色成分が欠落し、撮像画像信号Ga2は波長帯R2及びG2及びB2以外の波長帯の色成分が欠落している。また、撮像画像信号Ga3は波長帯R3及びG3及びB3以外の波長帯の色成分が欠落し、撮像画像信号Ga4は波長帯R4及びG4及びB4以外の波長帯の色成分が欠落している。

30

【0076】

この点に鑑み、立体視画像生成装置1Aにおいては、左右画像個別生成部4に代えて図8に示す左右画像個別生成部4Aを設けている。

左右画像個別生成部4Aは、左右画像個別生成部4と比較してセクタ41と各加算部42との間にそれぞれ色補正部45が挿入された点が異なる。

40

具体的に、セクタ41の出力端子TL1と第一左側加算部42-1Lとの間に第一左側色補正部45-1Lが、出力端子TR1と第一右側加算部42-1Rとの間に第一右側色補正部45-1Rが、出力端子TL2と第二左側加算部42-2Lとの間に第二左側色補正部45-2Lが、出力端子TR2と第二右側加算部42-2Rとの間に第二右側色補正部45-2Rが、出力端子TL3と第三左側加算部42-3Lとの間に第三左側色補正部45-3Lが、出力端子TR3と第三右側加算部42-3Rとの間に第三右側色補正部45-3Rが、出力端子TL4と第四左側加算部42-4Lとの間に第四左側色補正部45-4Lが、出力端子TR4と第四右側加算部42-4Rとの間に第四右側色補正部45-4Rがそれぞれ挿入されている。

50

【 0 0 7 7 】

制御部 7 A は、セレクタ 4 1 に対する出力端子 T の選択制御として、制御部 7 と同様の制御を行う。すなわち、端子 T L 1 ~ T R 4 の各端子 T において期間 t 1 ~ 期間 t 4 の各期間 t に出力される撮像画像信号 G a の種類は、第 1 の実施の形態の場合と同様である。

【 0 0 7 8 】

第一左側色補正部 4 5 - 1 L ~ 第四右側色補正部 4 5 - 4 R とそれらに入力される撮像画像信号 G a が有する色成分との関係を期間 t ごとに表すと以下ようになる。

4 5 - 1 L

t 1 : G a 1 (R 1 , G 1 , B 1)、 t 2 : G a 2 (R 2 , G 2 , B 2)

10

4 5 - 1 R

t 3 : G a 3 (R 3 , G 3 , B 3)、 t 4 : G a 4 (R 4 , G 4 , B 4)

4 5 - 2 L

t 2 : G a 2 (R 2 , G 2 , B 2)、 t 3 : G a 3 (R 3 , G 3 , B 3)

4 5 - 2 R

t 1 : G a 1 (R 1 , G 1 , B 1)、 t 4 : G a 4 (R 4 , G 4 , B 4)

4 5 - 3 L

t 3 : G a 3 (R 3 , G 3 , B 3)、 t 4 : G a 4 (R 4 , G 4 , B 4)

4 5 - 3 R

t 1 : G a 1 (R 1 , G 1 , B 1)、 t 2 : G a 2 (R 2 , G 2 , B 2)

20

4 5 - 4 L

t 1 : G a 1 (R 1 , G 1 , B 1)、 t 4 : G a 4 (R 4 , G 4 , B 4)

4 5 - 4 R

t 2 : G a 2 (R 2 , G 2 , B 2)、 t 3 : G a 3 (R 3 , G 3 , B 3)

【 0 0 7 9 】

撮像画像信号 G a 1 と撮像画像信号 G a 2 のみが入力される第一左側色補正部 4 5 - 1 L と第三右側色補正部 4 5 - 3 R は、入力された撮像画像信号 G a に対して波長帯 R 1 , G 1 , B 1 以外の色成分を補う処理（以下「対第一波長補正処理」と表記）と波長帯 R 2 , G 2 , B 2 以外の色成分を補う処理（「対第二波長補正処理」と表記）とを選択的に実行可能に構成されている。撮像画像信号 G a 3 と撮像画像信号 G a 4 のみが入力される第一右側色補正部 4 5 - 1 R と第三左側色補正部 4 5 - 3 L は、入力された撮像画像信号 G a に対して波長帯 R 3 , G 3 , B 3 以外の色成分を補う処理（「対第三波長補正処理」と表記）と波長帯 R 4 , G 4 , B 4 以外の色成分を補う処理（「対第四波長補正処理」と表記）とを選択的に実行可能に構成されている。また、撮像画像信号 G a 2 と撮像画像信号 G a 3 のみが入力される第二左側色補正部 4 5 - 2 L と第四右側色補正部 4 5 - 4 R は、入力された撮像画像信号 G a に対して対第二波長補正処理と対第三波長補正処理とを選択的に実行可能に構成され、撮像画像信号 G a 1 と撮像画像信号 G a 4 のみが入力される第二右側色補正部 4 5 - 2 R と第四左側色補正部 4 5 - 4 L は入力された撮像画像信号 G a に対して対第一波長補正処理と対第四波長補正処理とを選択的に実行可能に構成されている。

30

40

【 0 0 8 0 】

制御部 7 A は、第一左側色補正部 4 5 - 1 L ~ 第四右側色補正部 4 5 - 4 R に対し、期間 t ごとに以下の補正処理が実行されるように制御を行う。

t 1

4 5 - 1 L、4 5 - 2 R、4 5 - 3 R、4 5 - 4 L に対第一波長補正処理

t 2

4 5 - 1 L、4 5 - 2 L、4 5 - 3 R、4 5 - 4 R に対第二波長補正処理

t 3

4 5 - 1 R、4 5 - 2 L、4 5 - 3 L、4 5 - 4 R に対第三波長補正処理

50

t 4

4 5 - 1 R、4 5 - 2 R、4 5 - 3 L、4 5 - 4 L に対第四波長補正処理

【0081】

これにより、瞳分割部 2 2 A の通過時に欠落した色成分が適正に補われ、カラー画像による立体視画像の提示を適正に行うことができる。

【0082】

[2-2. 第 2 の実施の形態のまとめ]

上記のように第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 A は、被写体からの光を集光する集光レンズ 2 1 を介した光が入射されると共に、光軸 O x 回り方向に三以上の領域 A が分割形成された瞳分割部 2 2 A と、瞳分割部 2 2 A を通過した像が結像される撮像素子 3 を有し、瞳分割部 2 2 A における異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により選択的に取得する画像選択取得部（照明部 8 A、撮像素子 3、セレクタ 4 1 及び制御部 7 A）とを備えている。

10

これにより、第 1 の実施の形態の場合と同様に、瞳分割部 2 2 A の異なる領域 A を通過した像を個別に撮像するにあたって、瞳分割部 2 2 A 以降の撮像光学系や撮像素子 3 を領域 A ごとに個別に設ける必要がなくなる。

従って、異なる方角から対象 X を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたって、装置の大型化を防止できる。

【0083】

20

また、立体視画像生成装置 1 A においては、前記画像選択取得部が、瞳分割部 2 2 A における異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像を第 1 の実施の形態の場合と同様に撮像素子 3 によって時分割取得している。

これにより、第 1 の実施の形態の場合と同様に撮像素子 3 の構成の簡易化が図られ、コストの削減が図られる。

【0084】

さらに、立体視画像生成装置 1 A においては、瞳分割部 2 2 A が、それぞれの領域 A が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、撮像素子 3 は、赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の光を受光可能に構成されており、前記画像選択取得部が、被写体に対する照明光として瞳分割部 2 2 A における個々の領域 A を通過する各波長帯の光とそれぞれ同波長帯の光を選択的に発光可能に構成された波長可変照明部（照明部 8 A）を有し、波長可変照明部によって順次異なる波長帯の光を発光し、波長可変照明部の発光波長の切り替えごとに瞳分割部 2 2 A を通過した光を撮像素子 3 により順次受光している。

30

これにより、波長可変照明部の発光波長を切り替えるという簡易な手法で異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像が選択的に取得される。

従って、異なる方角から対象を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示する立体視画像生成装置を容易に実現できる。

【0085】

< 3 . 第 3 の実施の形態 >

40

[3-1. 構成及び動作]

図 9 は、第 3 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 B の内部構成を示したブロック図である。

第 3 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 B は、異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの像の波長の違いを利用して選択的に取得するものである。

【0086】

立体視画像生成装置 1 B は、第 2 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 A と比較して撮像素子 3 に代えて撮像素子 3 A が、左右画像個別生成部 4 A に代えて左右画像個別生成部

50

4 B が、制御部 7 A に代えて制御部 7 B が、照明部 8 A に代えて照明部 8 が設けられた点が異なる。

制御部 7 B は、撮像素子 3 A に所定の周期で撮像画像信号を順次取得させる制御を行う。

なお、照明部 8 は、第 1 の実施の形態の場合と同様に対象 X としての被写体を白色光により照明する。

【0087】

図 10 は、撮像素子 3 A の構成についての説明図であり、撮像素子 3 A の撮像面側における一部を拡大して示している。

撮像素子 3 A は、撮像素子 3 と同様に R G G B 型の撮像素子とされる。

ここで、R G G B 型の撮像素子においては、水平方向 2 画素 × 垂直方向 2 画素の計 4 画素が一つの R G G B ユニットを形成し、R G G B ユニットにおける左上の画素には赤色波長帯、右上と左下の画素にはそれぞれ緑色波長帯、右下の画素には青色波長帯の光を選択的に透過するカラーフィルタ（波長フィルタ）がそれぞれ形成されている。すなわち、左上の画素は赤色画素、右上と左下の画素は緑色画素、右下の画素は青色画素となる。

通常の R G G B 型の撮像素子（撮像素子 3）は、R G G B ユニットが水平方向及び垂直方向に配列されて成るが、撮像素子 3 A は、R G G B ユニットとしてそれぞれ赤色波長帯、緑色波長帯、青色波長帯についての透過波長帯が異なるように構成された 4 種の R G G B ユニット U 1、U 2、U 3、U 4 を有している。そして、これら R G G B ユニット U 1 ~ U 4 で構成された水平方向 4 画素 × 垂直方向 4 画素 = 16 画素で成るブロック B が水平方向及び垂直方向に配列されて成る。

図示するように R G G B ユニット U 1 は、赤色画素として波長帯 R 1 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、緑色画素として波長帯 G 1 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、青色画素として波長帯 B 1 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素がそれぞれ形成されている。R G G B ユニット U 2 は、赤色画素として波長帯 R 2 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、緑色画素として波長帯 G 2 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、青色画素として波長帯 B 2 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素がそれぞれ形成され、R G G B ユニット U 3 は赤色画素として波長帯 R 3 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、緑色画素として波長帯 G 3 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、青色画素として波長帯 B 3 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素がそれぞれ形成され、R G G B ユニット U 4 は赤色画素として波長帯 R 4 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、緑色画素として波長帯 G 4 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素、青色画素として波長帯 B 4 の光を選択的に透過する波長フィルタが形成された画素がそれぞれ形成されている。

各ブロック B 内における R G G B ユニット U 1 ~ U 4 の配置位置関係は同じとされている。本例の場合、各ブロック B においては R G G B ユニット U 1 が左上、R G G B ユニット U 2 が右上、R G G B ユニット U 3 が左下、R G G B ユニット U 4 が右下に位置している。

【0088】

上記のように構成された撮像素子 3 A によれば、瞳分割部 22 A の領域 A 1 を通過した像は R G G B ユニット U 1 のみで撮像（受光）され、領域 A 2 を通過した像は R G G B ユニット U 2 のみで撮像される。また領域 3 を通過した像は R G G B ユニット U 3 のみで撮像され、領域 4 を通過した像は R G G B ユニット U 4 のみで撮像される。

【0089】

図 11 は、左右画像個別生成部 4 B の内部構成についての説明図である。

左右画像個別生成部 4 B は、左右画像個別生成部 4 A と比較して第一左側加算部 42 - 1 L ~ 第四右側加算部 42 - 4 R よりも前段の構成が異なるもので、他の部分の構成は左右画像個別生成部 4 A と同様である。

【0090】

左右画像個別生成部 4 B においては、撮像素子 3 A で得られた撮像画像信号が第一領域通過像抽出部 4 6 - 1、第二領域通過像抽出部 4 6 - 2、第三領域通過像抽出部 4 6 - 3、第四領域通過像抽出部 4 6 - 4 にそれぞれ入力される。

各領域通過像抽出部 4 6 は、撮像素子 3 A より入力された撮像画像信号に基づく撮像画像から予め定められた画素位置の画素値を抽出する。

【 0 0 9 1 】

図 1 2 A ~ 図 1 2 D は、第一領域通過像抽出部 4 6 - 1 ~ 第四領域通過像抽出部 4 6 - 4 が抽出を行う画素位置をそれぞれ白抜きにより表している。

第一領域通過像抽出部 4 6 - 1 は、R G G B ユニット U 1 と同画素位置の画素値を抽出する (図 1 2 A)。また第二領域通過像抽出部 4 6 - 2 は、R G G B ユニット U 2 と同画素位置の画素値を抽出し (図 1 2 B)、第三領域通過像抽出部 4 6 - 3 は R G G B ユニット U 3 と同画素位置の画素値を抽出し (図 1 2 C)、第四領域通過像抽出部 4 6 - 4 は R G G B ユニット U 4 と同画素位置の画素値を抽出する (図 1 2 D)。

なお、ここで言う「抽出」とは、元の撮像画像から対象とする画素位置以外の画素位置の画素値を破棄する (例えば「0」とする) ことを意味する。

【 0 0 9 2 】

第一領域通過像抽出部 4 6 - 1 による抽出処理が施された撮像画像は第一補間処理部 4 7 - 1 に、第二領域通過像抽出部 4 6 - 2 による抽出処理が施された撮像画像は第二補間処理部 4 7 - 2 に、第三領域通過像抽出部 4 6 - 3 による抽出処理が施された撮像画像は第三補間処理部 4 7 - 3 に、第四領域通過像抽出部 4 6 - 4 による抽出処理が施された撮像画像は第四補間処理部 4 7 - 4 にそれぞれ入力される。

【 0 0 9 3 】

各補間処理部 4 7 は、入力された撮像画像について、画素値が抽出された画素位置以外の画素位置の画素値を補間する。

具体的に、第一補間処理部 4 7 - 1 は、R G G B ユニット U 1 と同画素位置以外の画素位置の画素値を R G G B ユニット U 1 と同画素位置の画素値に基づき補間する。また、第二補間処理部 4 7 - 2 は R G G B ユニット U 2 と同画素位置以外の画素位置の画素値を R G G B ユニット U 2 と同画素位置の画素値に基づき補間し、第三補間処理部 4 7 - 3 は R G G B ユニット U 3 と同画素位置以外の画素位置の画素値を R G G B ユニット U 3 と同画素位置の画素値に基づき補間し、第四補間処理部 4 7 - 4 は R G G B ユニット U 4 と同画素位置以外の画素位置の画素値を R G G B ユニット U 4 と同画素位置の画素値に基づき補間する。

【 0 0 9 4 】

第一補間処理部 4 7 - 1 による補間処理が施された撮像画像は第一色補正部 4 8 - 1 に、第二補間処理部 4 7 - 2 による補間処理が施された撮像画像は第二色補正部 4 8 - 2 に、第三補間処理部 4 7 - 3 による補間処理が施された撮像画像は第三色補正部 4 8 - 3 に、第四補間処理部 4 7 - 4 による補間処理が施された撮像画像は第四色補正部 4 8 - 4 にそれぞれ入力される。

【 0 0 9 5 】

各色補正部 4 8 は、入力された撮像画像に対し欠落した色成分を補う処理を実行する。

ここで、第一領域通過像抽出部 4 6 - 1 による抽出処理を経た撮像画像は領域 A 1 を通過した像についての撮像画像に相当するため、波長帯 R 1、G 1、B 1 以外の色成分が欠落している。また、第二領域通過像抽出部 4 6 - 2 による抽出処理を経た撮像画像は領域 A 2 を通過した像についての撮像画像に相当するため波長帯 R 2、G 2、B 2 以外の色成分が欠落し、第三領域通過像抽出部 4 6 - 3 による抽出処理を経た撮像画像は領域 A 3 を通過した像についての撮像画像に相当するため波長帯 R 3、G 3、B 3 以外の色成分が欠落している。第四領域通過像抽出部 4 6 - 4 による抽出処理を経た撮像画像は領域 A 4 を通過した像についての撮像画像に相当するため波長帯 R 4、G 4、B 4 以外の色成分が欠落している。

【 0 0 9 6 】

第一色補正部 4 8 - 1 は、入力された撮像画像に対し前述した対第一波長補正処理を実行する。また、第二色補正部 4 8 - 2 は入力された撮像画像に対し前述した対第二波長補正処理を実行し、第三色補正部 4 8 - 3 は入力された撮像画像に対し前述した対第三波長補正処理を実行し、第四色補正部 4 8 - 4 は入力された撮像画像に対し前述した対第四波長補正処理を実行する。

これにより、瞳分割部 2 2 A の通過時に欠落した色成分が適正に補われる。

【 0 0 9 7 】

この場合の第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第四右側加算部 4 2 - 4 R には、それぞれ第一色補正部 4 8 - 1 ~ 第一色補正部 4 8 - 4 のうち対応する二つの色補正部 4 8 より撮像画像が入力される。第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第四右側加算部 4 2 - 4 R と第一色補正部 4 8 - 1 ~ 第一色補正部 4 8 - 4 との接続関係は下記の通りである。

4 2 - 1 L ... 4 8 - 1 及び 4 8 - 2
 4 2 - 1 R ... 4 8 - 3 及び 4 8 - 4
 4 2 - 2 L ... 4 8 - 2 及び 4 8 - 3
 4 2 - 2 R ... 4 8 - 1 及び 4 8 - 4
 4 2 - 3 L ... 4 8 - 3 及び 4 8 - 4
 4 2 - 3 R ... 4 8 - 1 及び 4 8 - 2
 4 2 - 4 L ... 4 8 - 1 及び 4 8 - 4
 4 2 - 4 R ... 4 8 - 2 及び 4 8 - 3

【 0 0 9 8 】

これにより 0 deg、9 0 deg、1 8 0 deg、2 7 0 deg の方角に位置する観察者それぞれにとっての左目領域、右目領域ごとに撮像画像が適正に加算される。

【 0 0 9 9 】

[3-2. 第 3 の実施の形態のまとめ]

上記のように第 3 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 B は、被写体からの光を集光する集光レンズ 2 1 を介した光が入射されると共に、光軸 O x 回り方向に三以上の領域 A が分割形成された瞳分割部 2 2 A と、瞳分割部 2 2 A を通過した像が結像される撮像素子 3 A を有し、瞳分割部 2 2 A における異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの像の波長の違いを利用して選択的に取得する画像選択取得部（撮像素子 3 A 及び第一領域通過像抽出部 4 6 - 1 ~ 第四領域通過像抽出部 4 6 - 4 ）とを備えている。

これにより、瞳分割部 2 2 A の異なる領域 A を通過した像を個別に撮像するにあたって、瞳分割部 2 2 A 以降の撮像光学系や撮像素子 3 A を領域 A ごとに個別に設ける必要がなくなる。

従って、異なる方角から対象 X を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたって、装置の大型化を防止できる。

【 0 1 0 0 】

また、立体視画像生成装置 1 B においては、瞳分割部 2 2 A は、それぞれの領域 A が異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、撮像素子 3 A は、それぞれが瞳分割部 2 2 A における異なる領域 A を通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の波長フィルタが撮像面上の異なる位置に配置されている。

これにより、それぞれの領域 A を通過した像が撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像される。

従って、それぞれの領域 A を通過した像についての撮像画像を同時に取得できる。

【 0 1 0 1 】

ここで、立体視画像一枚分の表示期間すなわち左目画像 G L と右目画像 G R の各一枚を表示する期間を「一表示期間」とすると、上記のように各領域 A を通過した像についての撮像画像を同時に取得できれば、第 1 , 第 2 の実施の形態のように一表示期間を複数の期

間 t に区切る必要がなくなる。このため、撮像素子3Aのシャッタースピードを長くすることができ、暗い被写体や動きの速い被写体を撮像する上で有利となる。

【0102】

また、上記のようにそれぞれの領域Aを通過した像についての撮像画像を同時に取得できれば、立体視画像を1枚分提示するにあたって必要な撮像素子3Aによる撮像回数は「1」となる。従って、第1、第2の実施の形態のように時分割取得する場合と比較して撮像素子3Aの撮像回数を低減できる。

【0103】

さらに、立体視画像生成装置1Bにおいては、瞳分割部22Aは、それぞれの領域Aが赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、撮像素子3Aは、それぞれが瞳分割部22Aにおける異なる領域Aを通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の波長フィルタが撮像面上の異なる位置に配置されている。

これにより、それぞれの領域Aを通過した像についての撮像画像を撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像しつつ、撮像画像としてカラー画像が得られる。

従って、カラー画像による視認性に優れた立体視画像を提示できる。

【0104】

<4. 第4の実施の形態>

[4-1. 構成及び動作]

図13は、第4の実施の形態の立体視画像生成装置1Cの内部構成を示したブロック図である。

第4の実施の形態の立体視画像生成装置1Cは、異なる領域Aを通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの像の波長及び偏光の違いを利用して選択的に取得するものである。

【0105】

立体視画像生成装置1Bは、第3の実施の形態の立体視画像生成装置1Aと比較して光学ユニット2Aに代えて光学ユニット2Bが、撮像素子3Aに代えて撮像素子3Bが、左右画像個別生成部4Bに代えて左右画像個別生成部4Cが設けられた点が異なる。

【0106】

光学ユニット2Bは、光学ユニット2Aと比較して瞳分割部22Aに代えて瞳分割部22Bが設けられた点が異なる。

瞳分割部22Bは、波長分離素子24と偏光分離素子25とを有している。これら波長分離素子24と偏光分離素子25は光軸方向に重ねて配置されている。本例では、これら波長分離素子24と偏光分離素子25は対向した状態で貼り合わされている。本例の瞳分割部22Bにおいては、被写体側から像面側にかけて波長分離素子24、偏光分離素子25の順で配置されているが、これらの配置関係は逆であってもよい。

【0107】

図14Aは、波長分離素子24の構成についての説明図である。

波長分離素子24は、波長帯R1、G1、B1の各光を選択的に透過する波長フィルタ24aと波長帯R2、G2、B2の各光を選択的に透過する波長フィルタ24bとを有している。波長分離素子24は、光軸Ocと交差する一本の分割線で仕切られた二つの領域を有し、一方の領域に波長フィルタ24aが形成され他方の領域に波長フィルタ24bが形成されている。

本例において、これら波長フィルタ24aと波長フィルタ24bを仕切る分割線は90deg - 270degの軸と平行とされており、この分割線を境に波長フィルタ24aが0deg側、波長フィルタ24bが180deg側にそれぞれ形成されている。

【0108】

図14Bは、偏光分離素子25の構成についての説明図である。

偏光分離素子25は、偏光板25aと偏光板25bを有している。偏光分離素子25は

、光軸 O_c と交差する一本の分割線で仕切られた二つの領域を有し、一方の領域に偏光板 25 a が、他方の領域に偏光板 25 b が形成されている。

本例において、偏光板 25 a と偏光板 25 b を仕切る分割線は $0\text{ deg} - 180\text{ deg}$ の軸と平行とされており、この分割線を境に偏光板 25 a が 90 deg 側、偏光板 25 b が 270 deg 側にそれぞれ形成されている。

偏光板 25 a の透過軸は、図中の実線矢印で示すように $90\text{ deg} - 270\text{ deg}$ の軸と平行とされている。すなわち、偏光板 25 a は $90\text{ deg} - 270\text{ deg}$ の軸と平行な偏光方向による直線偏光を選択的に透過する。一方、偏光板 25 b の透過軸は $0\text{ deg} - 180\text{ deg}$ の軸と平行とされており、偏光板 25 b は $0\text{ deg} - 180\text{ deg}$ の軸と平行な偏光方向による直線偏光を選択的に透過する。

10

以下、 $90\text{ deg} - 270\text{ deg}$ の軸と平行な偏光方向を「第一偏光方向」、 $0\text{ deg} - 180\text{ deg}$ の軸と平行な偏光方向を「第二偏光方向」と表記する。

【0109】

波長分離素子 24 と偏光分離素子 25 は光軸方向に重ねて配置されているので、瞳分割部 22 B は、これら波長分離素子 24 と偏光分離素子 25 が有する各分割線によって四つの領域 A に分割されている。ここでも、第 1, 第 2 の実施の形態の場合と同様に四つの領域 A うち $0\text{ deg} \sim 90\text{ deg}$ にかけての領域 A を「領域 A 1」、 $90\text{ deg} \sim 180\text{ deg}$ にかけての領域 A を「領域 A 2」、 $180\text{ deg} \sim 270\text{ deg}$ にかけての領域 A を「領域 A 3」、 $270\text{ deg} \sim 0\text{ deg}$ (360 deg) にかけての領域 A を「領域 A 4」と表記する。

【0110】

20

瞳分割部 22 B において、領域 A 1 は、波長帯と偏光の組み合わせとして、波長帯 R 1、G 1、B 1 と第一偏光方向との組み合わせによる光を通過させる領域 A となる。領域 A 2 は波長帯 R 2、G 2、B 2 と第一偏光方向との組み合わせによる光を、領域 A 3 は波長帯 R 2、G 2、B 2 と第二偏光方向との組み合わせによる光を、領域 A 4 は波長帯 R 1、G 1、B 1 と第二偏光方向との組み合わせによる光をそれぞれ通過させる領域 A となる。

【0111】

図 15 は、撮像素子 3 B の構成についての説明図である。なおこの図では、水平方向の画素数を n 、垂直方向の画素数を m と表記している。

撮像素子 3 B は、波長フィルタ 24 a、24 b を通過した光と同波長帯の光をそれぞれ選択的に透過する複数の波長フィルタ（像面側波長フィルタ）と、偏光板 25 a、25 b を通過した偏光と同じ偏光方向による偏光をそれぞれ選択的に透過する偏光板 3 B a、3 B b（像面側偏光板）とを有している。

30

【0112】

撮像素子 3 B においては、垂直方向に延びる列として、R G G B ユニット U 1 のみが配列された列と、R G G B ユニット U 2 が配列された列とが水平方向に交互に配列されている。そして、第一偏光方向による偏光を選択的に透過する偏光板 3 B a と第二偏光方向による偏光を選択的に透過する偏光板 3 B b が二本の水平ラインごとに交互に配置されている。それぞれの偏光板 3 B a 及び偏光板 3 B b は、R G G B ユニット U 1、U 2 のそれぞれに形成された波長フィルタを覆うように形成されている。すなわち、これら波長フィルタに対し偏光板 3 B a 及び偏光板 3 B b は光軸方向に重ねて配置されている。

40

【0113】

このような構成により、撮像素子 3 B においては、R G G B ユニット U 1、U 2 に形成された各種の波長フィルタと偏光板 3 B a、3 B b とが、撮像面に平行な面内の異なる位置に異なる組み合わせでそれぞれ光軸方向に重ねて配置されている。

具体的に、図 15 に示す撮像素子 3 B の構成によると、撮像面上においては R G G B ユニット U 1 に偏光板 3 B a が重なっている部分と、R G G B ユニット U 2 に偏光板 3 B a が重なっている部分と、R G G B ユニット U 2 に偏光板 3 B b が重なっている部分と、R G G B ユニット U 1 に偏光板 3 B b が重なっている部分の四種の部分が存在する。これらの部分は、同順でそれぞれ領域 A 1 を通過した光と同じ波長帯と偏光の組み合わせによる光、領域 A 2 を通過した光と同じ波長帯と偏光の組み合わせによる光、領域 A 3 を通過し

50

た光と同じ波長帯と偏光の組み合わせによる光、領域 A 4 を通過した光と同じ波長帯と偏光の組み合わせによる光をそれぞれ通過する部分となる。

このため、撮像素子 3 B においては、瞳分割部 2 2 B のそれぞれの領域 A を通過した像が撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像される。

【 0 1 1 4 】

図 1 6 は、左右画像個別生成部 4 C の内部構成についての説明図である。

左右画像個別生成部 4 C は、左右画像個別生成部 4 B と比較して第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第四右側加算部 4 2 - 4 R よりも前段の構成が異なるもので、他の部分の構成は左右画像個別生成部 4 B と同様である。

【 0 1 1 5 】

左右画像個別生成部 4 C においては、撮像素子 3 B で得られた撮像画像信号が第一領域通過像抽出部 4 6' - 1、第二領域通過像抽出部 4 6' - 2、第三領域通過像抽出部 4 6' - 3、第四領域通過像抽出部 4 6' - 4 にそれぞれ入力される。

各領域通過像抽出部 4 6' は、撮像素子 3 B より入力された撮像画像信号に基づく撮像画像から予め定められた画素位置の画素値を抽出する。

【 0 1 1 6 】

図 1 7 A ~ 図 1 7 D は、第一領域通過像抽出部 4 6' - 1 ~ 第四領域通過像抽出部 4 6' - 4 が抽出を行う画素位置をそれぞれ白抜きにより表している。

第一領域通過像抽出部 4 6' - 1 は偏光板 3 B a が重ねられた R G G B ユニット U 1 と同画素位置の画素値を抽出する (図 1 7 A)。第二領域通過像抽出部 4 6' - 2 は偏光板 3 B a が重ねられた R G G B ユニット U 2 と同画素位置の画素値を抽出し (図 1 7 B)、第三領域通過像抽出部 4 6' - 3 は偏光板 3 B b が重ねられた R G G B ユニット U 2 と同画素位置の画素値を抽出し (図 1 7 C)、第四領域通過像抽出部 4 6' - 4 は偏光板 3 B b が重ねられた R G G B ユニット U 1 と同画素位置の画素値を抽出する (図 1 7 D)。

【 0 1 1 7 】

第一領域通過像抽出部 4 6' - 1 による抽出処理が施された撮像画像は第一補間処理部 4 7' - 1 に、第二領域通過像抽出部 4 6' - 2 による抽出処理が施された撮像画像は第二補間処理部 4 7' - 2 に、第三領域通過像抽出部 4 6' - 3 による抽出処理が施された撮像画像は第三補間処理部 4 7' - 3 に、第四領域通過像抽出部 4 6' - 4 による抽出処理が施された撮像画像は第四補間処理部 4 7' - 4 にそれぞれ入力される。

【 0 1 1 8 】

各補間処理部 4 7' は、入力された撮像画像について、画素値が抽出された画素位置以外の画素位置の画素値を補間する。すなわち、第一補間処理部 4 7' - 1 は偏光板 3 B a が重ねられた R G G B ユニット U 1 と同画素位置以外の画素位置の画素値を当該 R G G B ユニット U 1 と同画素位置の画素値に基づき補間する。また、第二補間処理部 4 7' - 2 は偏光板 3 B a が重ねられた R G G B ユニット U 2 と同画素位置以外の画素位置の画素値を当該 R G G B ユニット U 2 と同画素位置の画素値に基づき補間し、第三補間処理部 4 7' - 3 は偏光板 3 B b が重ねられた R G G B ユニット U 2 と同画素位置以外の画素位置の画素値を当該 R G G B ユニット U 2 と同画素位置の画素値に基づき補間し、第四補間処理部 4 7' - 4 は偏光板 3 B b が重ねられた R G G B ユニット U 1 と同画素位置以外の画素位置の画素値を当該 R G G B ユニット U 1 と同画素位置の画素値に基づき補間する。

【 0 1 1 9 】

左右画像個別生成部 4 C においては、色補正部 4 8 として R G G B ユニット U 1 に対応した第一色補正部 4 8 - 1 と R G G B ユニット U 2 に対応した第二色補正部 4 8 - 2 の二種のみが設けられている。

第一補間処理部 4 7' - 1 による補間処理が施された撮像画像は一方の第一色補正部 4 8 - 1 に、第二補間処理部 4 7' - 2 による補間処理が施された撮像画像は一方の第二色補正部 4 8 - 2 に、第三補間処理部 4 7' - 3 による補間処理が施された撮像画像は他方の第二色補正部 4 8 - 2 に、第四補間処理部 4 7' - 4 による補間処理が施された撮像画像は他方の第一色補正部 4 8 - 1 にそれぞれ入力される。

これにより、一方の第一色補正部 4 8 - 1 によっては領域 A 1 の通過時に欠落した色成分が補われ、一方の第二色補正部 4 8 - 2 によっては領域 A 2 の通過時に欠落した色成分が補われる。他方の第二色補正部 4 8 - 2 によっては領域 A 3 の通過時に欠落した色成分が補われ、他方の第一色補正部 4 8 - 1 によっては領域 A 4 の通過時に欠落した色成分が補われる。

【 0 1 2 0 】

この場合の第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第四右側加算部 4 2 - 4 R には、それぞれ上記の二つの第一色補正部 4 8 - 1 と二つの第二色補正部 4 8 - 2 の計四つの色補正部 4 8 のうち対応する二つの色補正部 4 8 より撮像画像が入力される。具体的には、

4 2 - 1 L ... 一方の 4 8 - 1 及び一方の 4 8 - 2
 4 2 - 1 R ... 他方の 4 8 - 2 及び他方の 4 8 - 1
 4 2 - 2 L ... 一方の 4 8 - 2 及び他方の 4 8 - 2
 4 2 - 2 R ... 一方の 4 8 - 1 及び他方の 4 8 - 1
 4 2 - 3 L ... 他方の 4 8 - 2 及び他方の 4 8 - 1
 4 2 - 3 R ... 一方の 4 8 - 1 及び一方の 4 8 - 2
 4 2 - 4 L ... 一方の 4 8 - 1 及び他方の 4 8 - 1
 4 2 - 4 R ... 一方の 4 8 - 2 及び他方の 4 8 - 2

の対応関係により撮像画像が入力される。

【 0 1 2 1 】

[4-2. 第 4 の実施の形態のまとめ]

上記のように第 4 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 C は、被写体からの光を集光する集光レンズ 2 1 を介した光が入射されると共に、光軸 O x 回り方向に三以上の領域 A が分割形成された瞳分割部 2 2 B と、瞳分割部 2 2 B を通過した像が結像される撮像素子 3 B を有し、瞳分割部 2 2 B における異なる領域 A を通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの像の波長及び偏光の違いを利用して選択的に取得する画像選択取得部 (撮像素子 3 B 及び第一領域通過像抽出部 4 6' - 1 ~ 第四領域通過像抽出部 4 6' - 4) とを備えている。

これにより、瞳分割部 2 2 B の異なる領域 A を通過した像を個別に撮像するにあたって、瞳分割部 2 2 B 以降の撮像光学系や撮像素子 3 B を領域ごとに個別に設ける必要がなくなる。

従って、異なる方角から対象 X を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたって、装置の大型化を防止できる。

【 0 1 2 2 】

また、波長のみでなく偏光の違いも利用して領域 A が分割されるため、用いる波長の種類が少なくなる。ここで、波長フィルタは、分離すべき波長の種類が多いとその作製が困難となる。この点より、用いる波長の種類を少なくできる第 4 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 C によれば、瞳分割部 2 2 B に用いる波長フィルタの作製容易性を向上できる。

【 0 1 2 3 】

また、立体視画像生成装置 1 C においては、瞳分割部 2 2 B は、それぞれが赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に透過する複数の瞳側波長フィルタ (2 4 a、2 4 b) が形成された波長分離素子 2 4 と、それぞれが異なる偏光を選択的に透過する複数の瞳側偏光板 (2 5 a、2 5 b) が形成された偏光分離素子 2 5 とを有し、波長分離素子 2 4 と偏光分離素子 2 5 とが光軸方向に重ねて配置されて領域 A ごとに波長帯と偏光の組み合わせが異なる光を選択的に通過させるように構成されている。そして、撮像素子 3 B は、それぞれが異なる瞳側波長フィルタを通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の像面側波長フィルタ (R G G B ユニ

10

20

30

40

50

ットU 1、U 2にそれぞれ形成された波長フィルタ)と、それぞれが異なる瞳側偏光板を通過した偏光と同じ偏光方向による偏光を選択的に透過する複数の像面側偏光板(3 B a、3 B b)とを有し、像面側波長フィルタと像面側偏光板とが撮像面に平行な面内の異なる位置に異なる組み合わせでそれぞれ光軸方向に重ねて配置されている。

これにより、それぞれの領域Aを通過した像が撮像面のそれぞれ異なる位置で個別に撮像される。また、それぞれの領域Aを通過した像についての撮像画像としてカラー画像が得られる。

従って、それぞれの領域Aを通過した像についての撮像画像を同時に取得でき、またカラー画像による視認性に優れた立体視画像を提供できる。

【0124】

< 5. 第5の実施の形態 >

[5-1. 構成及び動作]

図18は、第5の実施の形態の立体視画像生成装置1Dの内部構成を示したブロック図である。

ここで、第5の実施の形態では、これまでの各実施の形態とは異なり、各観察者が位置する方角が固定ではなく観察者の移動が許容されている。立体視画像生成装置1Dにおいては、第三表示部6-3と第四表示部6-4が省略され第一表示部6-1、第二表示部6-2のみが設けられている。これら第一表示部6-1、第二表示部6-2は、表示面の向く方角を変化させることができるように立体視画像生成装置1Dにおいて回動可能に取り付けられている。具体的に、本例における第一表示部6-1、第二表示部6-2は、後述する光学ユニット2'を内蔵する鏡体の周囲を回動可能に取り付けられている。

【0125】

立体視画像生成装置1Dは、第1の実施の形態の立体視画像生成装置1と比較して、光学ユニット2に代えて光学ユニット2'が、左右画像個別生成部4に代えて左右画像個別生成部4Dが、制御部7に代えて制御部7Cが設けられた点異なる。また、第三表示部6-3と第四表示部6-4が省略されたことに伴い第三表示制御部5-3と第四表示制御部5-4が省略された点と、メモリ9が追加された点異なる。

光学ユニット2'は、光学ユニット2における瞳分割部22に代えて瞳分割部22'が設けられたものである。

メモリ9は、制御部7Cが読出可能なメモリであり、制御テーブル9aを記憶している。なお、制御テーブル9aについては後述する。

【0126】

図19Aは、瞳分割部22'の構成についての説明図である。

瞳分割部22'は、瞳分割部22と同様に光軸Ox回り方向に複数の領域Aが分割形成され、領域Aごとに入射光を通過/遮蔽自在に構成されているが、領域Aの分割数が「8」とされている点異なる。具体的に、瞳分割部22'は、光軸Oxと交差する四本の分割線によって八つの領域Aが分割形成されている。

この場合の分割線は、それぞれ0deg-180degの軸、45deg-225degの軸、90deg-270degの軸、135deg-315degの軸と平行とされており、八つの領域Aは等分されている。本実施の形態では、八つの領域Aうち0deg~45degにかけての領域Aを「領域A1」、45deg~90degにかけての領域Aを「領域A2」、90deg~135degにかけての領域Aを「領域A3」、135deg~180degにかけての領域Aを「領域A4」、180deg~225degにかけての領域Aを「領域A5」、225deg~270degにかけての領域Aを「領域A6」、270deg~315degにかけての領域Aを「領域A7」、315deg~0degにかけての領域Aを「領域A8」と表記する。

また、領域A1~A8に形成された電子シャッタをそれぞれ「第一電子シャッタ22'a」「第二電子シャッタ22'b」「第三電子シャッタ22'c」「第四電子シャッタ22'd」「第五電子シャッタ22'e」「第六電子シャッタ22'f」「第七電子シャッタ22'g」「第八電子シャッタ22'h」と表記する。

【 0 1 2 7 】

瞳分割部 2 2'における第一電子シャッタ 2 2'a ~ 第八電子シャッタ 2 2'hの開 / 閉制御は制御部 7 Cが行う。

【 0 1 2 8 】

図 1 9 Bは、観察者の可動範囲についての説明図である。

実線矢印が第一表示部 6 - 1による立体視画像の提示を受ける一方の観察者の可動範囲を、波線矢印が第二表示部 6 - 2による立体視画像の提示を受ける他方の観察者の可動範囲をそれぞれ表している。本例の立体視画像生成装置 1 Dでは、第一表示部 6 - 1の回動可能範囲が時計回り方向に 2 7 0 degの方角から 9 0 degの方角にかけての 1 8 0 degの範囲とされている。また、第二表示部 6 - 2の回動可能範囲は同じく時計回り方向に 9 0 degの方角から 2 7 0 degの方角にかけての 1 8 0 degの範囲とされている。

10

【 0 1 2 9 】

ここで、上記の可動範囲のうち適正な立体視画像の提示が可能な方角は、瞳分割部 2 2'における分割線がそれぞれ向く方角と同じ 0 deg、4 5 deg、9 0 deg、1 3 5 deg、1 8 0 deg、2 2 5 deg、2 7 0 deg、3 1 5 degの八つである。

【 0 1 3 0 】

図 2 0は、左右画像個別生成部 4 Dの内部構成についての説明図である。なお図 2 0では瞳分割部 2 2'、撮像素子 3、制御部 7 C、メモリ 9も併せて示している。

左右画像個別生成部 4 Dは、左右画像個別生成部 4と比較して、セクタ 4 1に代えてセクタ 4 1'が設けられた点と、第一左側加算部 4 2 - 1 Lに代えて第一左側加算部 4 2' - 1 Lが、第一右側加算部 4 2 - 1 Rに代えて第一右側加算部 4 2' - 1 Rが、第二左側加算部 4 2 - 2 Lに代えて第二左側加算部 4 2' - 2 Lが、第二右側加算部 4 2 - 2 Rに代えて第二右側加算部 4 2' - 2 Rがそれぞれ設けられた点異なる。

20

さらに、第三左側加算部 4 2 - 3 L ~ 第四右側加算部 4 2 - 4 R、及び現像処理部 4 3 - 3 L ~ 現像処理部 4 3 - 4 R、及び第三回転処理部 4 4 - 3 L ~ 第四回転処理部 4 4 - 4 Rが省略された点と、第二回転処理部 4 4 - 2 Lに代えて第二回転処理部 4 4' - 2 Lが、第二回転処理部 4 4 - 2 Rに代えて第二回転処理部 4 4' - 2 Rが設けられた点と、第一回転処理部 4 4' - 1 Lと第一回転処理部 4 4' - 1 Rが追加された点異なる。

【 0 1 3 1 】

セクタ 4 1'は、セクタ 4 1から出力端子 T L 3 ~ T R 4が省略されたものである。

30

【 0 1 3 2 】

セクタ 4 1'の出力端子 T L 1は第一左側加算部 4 2' - 1 Lに、出力端子 T R 1は第一右側加算部 4 2' - 1 Rに、出力端子 T L 2は第二左側加算部 4 2' - 2 Lに、出力端子 T R 2は第二右側加算部 4 2' - 2 Rにそれぞれ接続されている。

各加算部 4 2'は、加算後の撮像画像を制御部 7 Cからの指示に応じたタイミングで出力する。

【 0 1 3 3 】

各回転処理部 4 4'は、入力された撮像画像を制御部 7 Cより指示された回転角度だけ回転させる。

【 0 1 3 4 】

40

ここで、制御部 7 Cには、信号 S a 1、信号 S a 2により各観察者が位置する方角を表す情報が入力される。これら信号 S a 1、S a 2は、図示は省略した操作部により観察者から操作入力させて得た信号であってもよいし、或いは第一表示部 6 - 1、第二表示部 6 - 2の回動角度を検出する検出部を設けて該検出部により検出して得た信号としてもよい。

【 0 1 3 5 】

制御部 7 Cは、これら信号 S a 1、S a 2によってそれぞれ入力された各観察者が位置する方角の情報に基づき、第一回転処理部 4 4' - 1 L ~ 第二回転処理部 4 4' - 2 Rにおける画像の回転角度を指示する。本例においても、撮像素子 3の光軸 O x 回り方向における設置角度は方角 = 0 degの位置が観察の基準位置となるように設定されている。このた

50

め、制御部 7 C は、第一回転処理部 4 4' - 1 L と第一回転処理部 4 4' - 1 R には信号 S a 1 により与えられた方角の角度 deg と同じ角度 deg による回転角度を指示し、第二回転処理部 4 4' - 2 L と第二回転処理部 4 4' - 2 R には信号 S a 2 により与えられた方角の角度 deg と同じ角度 deg による回転角度を指示する。

これにより、実際に対象 X を観察したときの対象 X の向きと立体視画像内に映し出される対象 X の向きとを一致させることができる。

【 0 1 3 6 】

また、制御部 7 C は、信号 S a 1、S a 2 によりそれぞれ入力された各観察者が位置する方角の情報と、メモリ 9 に記憶された制御テーブル 9 a の格納情報とに基づき、瞳分割部 2 2' のシャッタ制御、撮像素子 3 の撮像タイミングの制御、セクタ 4 1' の出力端子 T の選択制御、及び第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第二右側加算部 4 2 - 2 R の画像出力タイミングの制御を行う。

以下、これらの制御について説明する。

【 0 1 3 7 】

先ず前提として、観察者が位置する方角に応じた左目画像 G L、右目画像 G R を得るためには、第 1 の実施の形態の場合と同様に、瞳分割部 2 2' を構成している個々の領域 A の通過像についての撮像画像を時間軸上で個別に取得する。そして、取得した撮像画像を観察者が位置する方角に応じた左目領域、右目領域ごとに加算することが考えられる。

しかしながら、本例のように観察者の移動を許容して、立体視画像の提示を可能とすべき方角が比較的多くなる場合には、上記のように領域 A ごとに撮像画像を個別に取得していると撮像素子 3 による撮像回数も多くなり好ましくない。

【 0 1 3 8 】

そこで、第 5 の実施の形態では、複数の領域 A に光を同時通過させることで撮像回数の低減を図る。

【 0 1 3 9 】

図 2 1 は、光を同時通過させることが可能な領域 A の組み合わせについて説明するための図であり、図 2 1 A、図 2 1 B、図 2 1 C は一方の観察者の位置する方角と他方の観察者が位置する方角の組み合わせがそれぞれ「0 deg、1 3 5 deg」、「3 1 5 deg、2 2 5 deg」、「0 deg、1 8 0 deg」である場合を例示している。

図 2 1 A の場合、0 deg に位置する一方の観察者にとっての左目領域と右目領域は 0 deg - 1 8 0 deg の軸で分断されるため、左目領域は領域 A 1 ~ A 4、右目領域は領域 A 5 ~ A 8 となる。また、1 3 5 deg に位置する他方の観察者にとっての左目領域と右目領域は 1 3 5 deg - 3 1 5 deg の軸で分断されるため、左目領域は領域 A 4 ~ A 7、右目領域は領域 A 8 ~ A 3 となる。

これによると、一方の観察者にとっての左目領域 (A 1 ~ A 4) と他方の観察者にとっての右目領域 (A 8 ~ A 3) には重複部分 (A 1 ~ A 3) が生じることが分かる。また、他方の観察者にとっての右目領域 (A 5 ~ A 8) と他方の観察者にとっての左目領域 (A 4 ~ A 7) には重複部分 (A 5 ~ A 7) が生じる。

【 0 1 4 0 】

ここで、或る方角に位置する観察者の左目画像 G L を適正に得るためには、その観察者にとっての左目領域を構成している領域 A を通過した像と当該観察者の右目領域を構成している領域 A を通過した像とが撮像素子 3 に同時に撮像されないことを要する (左目側と右目側のクロストーク防止のため)。同様に、或る方角に位置する観察者の右目画像 G R を適正に得るためには、その観察者にとっての右目領域を構成している領域 A を通過した像と当該観察者の左目領域を構成している領域 A を通過した像とが撮像素子 3 に同時に撮像されないことを要する。

上記の重複部分は、それぞれの観察者にとって、左目領域であれば左目領域内に、右目領域であれば右目領域内にそれぞれ収まっている。従って、これらの重複部分を構成する領域 A については、各観察者の左目画像 G L と右目画像 G R を適正に得るにあたって、光を同時通過させることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 1 】

このように、各観察者にとっての片目領域同士の重複部分に該当する領域 A については、光を同時通過させることができる。すなわち、これら重複部分に該当する領域 A 1 は電子シャッタを同時に開状態にできる。

【 0 1 4 2 】

図 2 1 A の場合においては、一表示期間を四つの期間 $t_1 \sim t_4$ に分割し、例えば期間 t_1 では領域 A 1、A 2、A 3 に形成された第一電子シャッタ 2 2' a、第二電子シャッタ 2 2' b、第三電子シャッタ 2 2' c のみを開状態とし、期間 t_2 では領域 A 4 に形成された第四電子シャッタ 2 2' d のみを開状態とする。また期間 t_3 では領域 A 5、A 6、A 7 に形成された第五電子シャッタ 2 2' e、第六電子シャッタ 2 2' f、第七電子シャッタ 2 2' g のみを開状態とし、期間 t_4 では領域 A 8 に形成された第八電子シャッタ 2 2' h のみを開状態とする。

そして、期間 $t_1 \sim t_4$ でそれぞれ得られる撮像画像信号について、以下のようにセレクタ 4 1' の出力端子 T の選択制御を行うことで、観察者ごとに適正な左目画像 G L、右目画像 G R を生成できる。

$t_1 \dots T L 1$ 及び $T R 2$
 $t_2 \dots T L 1$ 及び $T L 2$
 $t_3 \dots T R 1$ 及び $T L 2$
 $t_4 \dots T R 1$ 及び $T R 2$

【 0 1 4 3 】

一方、図 2 1 B の場合は、重複部分は領域 A 1 と A 8、領域 A 2 と A 3、領域 A 4 と A 5、領域 A 6 と A 7 の四つである。

この場合は、一表示期間を期間 $t_1 \sim t_4$ に分割し、例えば期間 t_1 では領域 A 1、A 8 に形成された第一電子シャッタ 2 2' a、第八電子シャッタ 2 2' h のみを開状態とし、期間 t_2 では領域 A 2、A 3 に形成された第二電子シャッタ 2 2' b、第三電子シャッタ 2 2' c のみを開状態とし、期間 t_3 では領域 A 4、A 5 に形成された第四電子シャッタ 2 2' d、第五電子シャッタ 2 2' e のみを開状態とし、期間 t_4 では領域 A 6、A 7 に形成された第六電子シャッタ 2 2' f、第七電子シャッタ 2 2' g のみを開状態とする。

そして、この場合は、期間 $t_1 \sim t_4$ でそれぞれ得られる撮像画像信号について以下のようにセレクタ 4 1' の出力端子 T の選択制御を行うことで、観察者ごとに適正な左目画像 G L、右目画像 G R を生成できる。

$t_1 \dots T L 1$ 及び $T L 2$
 $t_2 \dots T L 1$ 及び $T R 2$
 $t_3 \dots T R 1$ 及び $T R 2$
 $t_4 \dots T R 1$ 及び $T L 2$

【 0 1 4 4 】

また、図 2 1 C の場合は、重複部分は領域 A 1 ~ A 4、領域 A 5 ~ A 8 の二つである。

この場合は、一表示期間の分割数は期間 t_1 と期間 t_2 の二つで済む。例えば期間 t_1 では領域 A 1 ~ A 4 に形成された第一電子シャッタ 2 2' a ~ 第四電子シャッタ 2 2' d のみを開状態とし、期間 t_2 では領域 A 5 ~ A 8 に形成された第五電子シャッタ 2 2' e ~ 第八電子シャッタ 2 2' h のみを開状態とする。

そして、この場合は、期間 t_1 、 t_2 でそれぞれ得られる撮像画像信号について以下のようにセレクタ 4 1' の出力端子 T の選択制御を行うことで、観察者ごとに適正な左目画像 G L、右目画像 G R を生成できる。

$t_1 \dots T L 1$ 及び $T R 2$
 $t_2 \dots T R 1$ 及び $T L 2$

【 0 1 4 5 】

なお、図 2 1 C のように一表示期間の分割数が「2」で済むのは、それぞれの観察者が位置する方角の角度差が 1 8 0 deg となる場合である。換言すれば、それ以外の場合は一表示期間の分割数は「4」である。

【0 1 4 6】

説明を図 2 0 に戻す。

制御テーブル 9 a には、各観察者の位置する方角の組み合わせごとに、

- a) 一表示期間を構成する期間 t の数
 - b) 期間 t と開状態とすべき領域 A との対応関係
 - c) 期間 t とセクタ 4 4' において選択されるべき出力端子 T との対応関係
- の各情報が格納されている。

10

これら a) ~ c) の各情報は、図 2 1 で説明したような各観察者にとっての片目領域同士の重複部分に光を同時通過させる動作が実現されるように定められている。

【0 1 4 7】

制御部 7 C は、制御テーブル 9 a に格納された上記 a) ~ c) の各情報に基づき、瞳分割部 2 2' のシャッタ制御、撮像素子 3 の撮像タイミングの制御、セクタ 4 1' の出力端子 T の選択制御、及び第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第二右側加算部 4 2 - 2 R の画像出力タイミングの制御を行う。撮像素子 3 の撮像タイミングの制御、第一左側加算部 4 2 - 1 L ~ 第二右側加算部 4 2 - 2 R の画像出力タイミングの制御については上記 a) の情報に基づき行う。

20

【0 1 4 8】

これにより、複数の領域 A に光を同時通過させて撮像素子 3 による撮像回数を低減しつつ、各観察者の左目画像 G L、右目画像 G R を適正に得ることができる。

【0 1 4 9】

[5-2. 第 5 の実施の形態のまとめ]

上記のように第 5 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 D は、瞳分割部 2 2' は四以上の二の倍数個の領域 A を有し、複数の観察者がそれぞれ位置する方角の情報に基づき、瞳分割部 2 2' の領域 A のうち各観察者の片目領域同士の重複部分に該当する複数の領域 A を入射光が同時通過するように制御を行う制御部 7 C を備えている。

これにより、立体視画像を 1 枚分提示するにあたって必要な撮像素子 3 による撮像回数が低減される。

30

従って、撮像素子 3 のシャッタスピードを長くすることができ、暗い被写体や動きの速い被写体を撮像する上で有利となる。

【0 1 5 0】

なお、本例のように領域 A の分割数が「8」である場合は、観察者（表示部 6）の数が「6」までであれば各観察者の片目領域同士の重複領域が生じ得る。

或いは、第 1 の実施の形態のように領域 A の分割数が「4」である場合は観察者の数が「2」までであれば各観察者の片目領域同士の重複領域が生じ得る。

従って、領域 A の分割数が「8」である場合は表示部 6 の数が「6」まで、領域 A の分割数が「4」である場合は表示部 6 の数が「2」までであればそれぞれ第 5 の実施の形態の制御を行うことができる。

40

【0 1 5 1】

また、上記では、第 1 の実施の形態のように領域 A ごとに光を通過 / 遮蔽自在に構成された瞳分割部 2 2' を用いた場合を例示したが、第 2 の実施の形態のように照明部 8 A と瞳分割部 2 2 A によって光を通過させる領域 A を選択する構成が採られる場合にも、第 5 の実施の形態の制御を行うことが可能である。

この場合、制御テーブル 9 a には、前述した b) の情報（期間 t と開状態とすべき領域 A との対応関係の情報）に代えて、期間 t と発光すべき L D 8 2 との対応関係の情報を格納しておく。

【0 1 5 2】

50

< 6 . 第 6 の実施の形態 >

[6-1 . 構成及び動作]

図 2 2 は、第 6 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 E の内部構成を示したブロック図である。

第 6 の実施の形態は、視差の調整に係るものである。

立体視画像生成装置 1 E は、第 1 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 と比較して光学ユニット 2 に代えて光学ユニット 2 C が、制御部 7 に代えて制御部 7 D が設けられた点異なる。

光学ユニット 2 C は、光学ユニット 2 と比較して瞳分割部 2 2 に代えて瞳分割部 2 2 C が設けられた点異なる。

【 0 1 5 3 】

図 2 3 は、瞳分割部 2 2 C の構成についての説明図である。

瞳分割部 2 2 C は、領域 A の分割が径方向にも行われている。具体的に、本例の瞳分割部 2 2 C は、瞳分割部 2 2 において領域 A 1、A 2、A 3、A 4 であったそれぞれの領域が径方向に二分割されている。領域 A 1 において、より光軸 O x に近い内側の領域を「領域 A 1 i」、外側の領域を「領域 A 1 o」とする。また、領域 A 2 における内側の領域を「領域 A 2 i」、外側の領域を「領域 A 2 o」とし、領域 A 3 における内側の領域を「領域 A 3 i」、外側の領域を「領域 A 3 o」とし、領域 A 4 における内側の領域を「領域 A 4 i」、外側の領域を「領域 A 4 o」とする。

瞳分割部 2 2 C においては、これら領域 A ごとに電子シャッタが形成されている。領域 A 1 i、領域 A 1 o に形成された電子シャッタをそれぞれ「第一内側電子シャッタ 2 2 C a i」、「第一外側電子シャッタ 2 2 C a o」とする。領域 A 2 i、領域 A 2 o に形成された電子シャッタをそれぞれ「第二内側電子シャッタ 2 2 C b i」、「第二外側電子シャッタ 2 2 C b o」とする。領域 A 3 i、領域 A 3 o に形成された電子シャッタはそれぞれ「第三内側電子シャッタ 2 2 C c i」、「第三外側電子シャッタ 2 2 C c o」とし、領域 A 4 i、領域 A 4 o に形成された電子シャッタはそれぞれ「第四内側電子シャッタ 2 2 C d i」、「第四外側電子シャッタ 2 2 C d o」とする。

【 0 1 5 4 】

図 2 2 において、制御部 7 D には、信号 S s によって視差の指示が行われる。この場合、視差の指示は観察者の操作入力により行われ、信号 S s は図示は省略した操作部からの操作入力信号とされている。本例の場合、視差の指示は「大」「小」の二段階で行われる。

なお、本例においては、視差の調整による作用が各観察者（各表示部 6）に共通に与えられる。

【 0 1 5 5 】

制御部 7 D は、視差として「大」が指示されたことに応じて、各領域 A における外側領域である領域 A 1 o、A 2 o、A 3 o、A 4 o に形成された第一外側電子シャッタ 2 2 C a o、第二外側電子シャッタ 2 2 C b o、第三外側電子シャッタ 2 2 C c o、第四外側電子シャッタ 2 2 C d o を順次択一的の閉状態とする制御を行う。

一方、視差として「小」が指示された場合は、各領域 A における内側領域である領域 A 1 i、A 2 i、A 3 i、A 4 i に形成された第一内側電子シャッタ 2 2 C a i、第二内側電子シャッタ 2 2 C b i、第三内側電子シャッタ 2 2 C c i、第四内側電子シャッタ 2 2 C d i を順次択一的の閉状態とする制御を実行する。

【 0 1 5 6 】

ここで、図 2 3 において、例えば 0 deg に位置する観察者について着目してみると、上記のように視差「大」の指示に応じた制御が行われた場合は、左目画像 G L の生成には領域 A 1 o と領域 A 2 o の通過像が用いられ、右目画像 G R の生成には領域 A 3 o と領域 A 4 o の通過像が用いられる。このとき、左目側の視点重心は、領域 A 1 o と領域 A 2 o とで形成された領域内にあり、光軸 O x から見て比較的外側に位置する。また、右目側の視点

重心は、領域 A 3 o と領域 A 4 o とで形成された領域内にあり、同様に光軸 O x から見て比較的外側に位置する。

これに対し、視差「小」の指示に応じた制御が行われた場合は、左目画像 G L の生成には領域 A 1 i と領域 A 2 i の通過像が用いられ、右目画像 G R の生成には領域 A 3 i と領域 A 4 i の通過像が用いられる。この場合、左目側の視点重心は領域 A 1 i と領域 A 2 i とで形成された領域内にあり、光軸 O x から見て比較的内側に位置する。また、右目側の視点重心は領域 A 3 i と領域 A 4 i とで形成された領域内にあり、同様に光軸 O x から見て比較的内側に位置する。

【0157】

この点からも理解されるように、上記のような視差「大」「小」の指示に応じた制御が行われることにより、各観察者について左目側の視点重心と右目側の視点重心の間隔を「大」「小」に調整できる。従って、視差の「大」「小」を調整できる。

【0158】

なお、上記では瞳分割部 2 2 C の外側領域のみ、又は内側領域のみを選択することで視差を二段階に調整する例を挙げたが、例えばこれら外側領域のみ、又は内側領域のみの選択に加えて外側領域及び内側領域の選択も加えることで、視差を三段階に調整することもできる。外側領域及び内側領域を選択した場合には、左目側、右目側の視点重心は外側領域のみを選択した場合と内側領域のみを選択した場合の中間付近となる。このため、外側領域のみの選択時の視差を「大」、内側領域のみの選択時の視差を「小」とすると、外側領域及び内側領域の選択によって「中」の視差を実現でき、三段階の調整が可能となる。

【0159】

また、上記では視差の調整を各観察者に共通に作用させる例を挙げたが、視差の調整は観察者ごとに個別に行うことも可能である。

【0160】

ここで、図 2 4 を参照して、視差調整の変形例について説明する。

この変形例では、図 2 4 A に示すように領域分割が格子状に行われた瞳分割部 2 2 C ' を用いる。この場合、領域の分割は、0 deg - 1 8 0 deg の軸に平行な三本の分割線と 9 0 deg - 2 7 0 deg の軸に平行な三本の分割線とにより行われ、「1 6」の領域が分割形成されている。これら 0 deg - 1 8 0 deg の軸に平行な分割線と 9 0 deg - 2 7 0 deg の軸に平行な分割線のうちそれぞれ中央に位置する各一本は光軸 O x と交差している。

【0161】

瞳分割部 2 2 C ' において、0 deg - 1 8 0 deg の軸と平行な方向に配列された複数の領域で成るラインを「縦ライン V」、9 0 deg - 2 7 0 deg の軸と平行な方向に配列された複数の領域で成るラインを「横ライン H」と表記する。そして、縦ライン V については、図 2 4 B に示すように 9 0 deg の方角から 2 7 0 deg の方角にかけて順に「縦ライン V 1 o」「縦ライン V 1 i」「縦ライン V 2 i」「縦ライン V 2 o」と表記し、横ライン H については図 2 4 C に示すように 0 deg の方角から 1 8 0 deg の方角にかけて順に「横ライン H 1 o」「横ライン H 1 i」「横ライン H 2 i」「横ライン H 2 o」と表記する。

【0162】

本例においても、観察者の位置する方角は 0 deg、9 0 deg、1 8 0 deg、2 7 0 deg で固定されているとする。

本例では、視差の「大」「小」の指示に応じて瞳分割部 2 2 C ' の各領域に形成された電子シャッタの制御を以下のように行う。

・視差「大」時

期間 t 1 ... V 1 o のみ開

期間 t 2 ... H 2 o のみ開

期間 t 3 ... V 2 o のみ開

期間 t 4 ... H 1 o のみ開

・視差「小」時

10

20

30

40

50

期間 $t_1 \dots V_{1i}$ のみ開
 期間 $t_2 \dots H_{2i}$ のみ開
 期間 $t_3 \dots V_{2i}$ のみ開
 期間 $t_4 \dots H_{1i}$ のみ開

また、セレクト 4 1 の出力端子 T の選択制御は視差の「大」「小」に関わらず以下のように行う。

期間 $t_1 \dots T_{L1}$ 及び T_{R3}
 期間 $t_2 \dots T_{L2}$ 及び T_{R4}
 期間 $t_3 \dots T_{R1}$ 及び T_{L3}
 期間 $t_4 \dots T_{2R}$ 及び T_{L4}

10

なお、本変形例では加算部 4 2 は不要である。

【0163】

上記の変形例によっても、0 deg、90 deg、180 deg、270 deg に位置するそれぞれの観察者ごとに左目画像 G_L 、右目画像 G_R を適正に生成しつつ、視差の調整を行うことができる。

【0164】

[6-2. 第 6 の実施の形態のまとめ]

20

上記のように第 6 の実施の形態の立体視画像生成装置 1 E は、瞳分割部 2 2 C における領域 A の分割が瞳分割部 2 2 C の径方向にも行われており、画像選択取得部（撮像素子 3 及び制御部 7）は、瞳分割部 2 2 C における径方向に配された各領域 A のうちから一又は複数の領域 A を選択し、選択した領域 A を通過した像についての撮像画像を取得している。

これにより、視点重心の位置が異なる撮像画像が選択的に得られる。

従って、視差の調整を行うことができる。

【0165】

なお、第 6 の実施の形態による視差調整は、第 2 ～ 第 5 の実施の形態にも適用可能である。

30

【0166】

< 7. 変形例 >

なお、本技術は上記で説明した具体例に限定されるべきものではなく、多様な変形例が考えられる。

例えば、上記では、瞳分割部における領域 A の分割数が四以上の二の倍数個とされる場合を例示したが、本技術において、領域 A の分割数は少なくとも三以上であればよい。

図 2 5 A は、光軸 O_x 回り方向に三つの領域 A（ $A_1 \sim A_3$ とする）が分割形成された場合を例示している。この場合、領域 $A_1 \sim A_3$ は 120 deg 間隔で配置されている。図中に示す領域 $A_1 \sim A_3$ の位置関係によると、領域 A_1 、 A_3 は 0 deg の方角に位置する観察者の左目領域、右目領域にそれぞれ対応し、領域 A_1 、 A_2 は 120 deg の方角に位置する観察者の右目領域、左目領域にそれぞれ対応し、領域 A_2 、 A_3 は 240 deg の方角に位置する観察者の右目領域、左目領域にそれぞれ対応していることが分かる。この点より、光軸 O_x 回り方向に三つの領域 A が分割形成された瞳分割部を用いれば、三つの方角のそれぞれについて左目画像 G_L 、右目画像 G_R を適正に生成できることが分かる。

40

図 2 5 B は、光軸 O_x 回り方向に五つの領域 A（ $A_1 \sim A_5$ とする）が分割形成された場合を例示している。この場合、領域 $A_1 \sim A_5$ は 72 deg 間隔で配置されている。これにより、0 deg、72 deg、144 deg、216 deg、288 deg の各方角についてそれぞれ左目画像 G_L 、右目画像 G_R を適正に生成できることが分かる。すなわち、光軸 O_x 回

50

り方向に五つの領域 A が分割形成された瞳分割部を用いた場合には、五つの方角のそれぞれについて左目画像 G L、右目画像 G R を適正に生成できる。

このように、異なる方角から対象を観察したときの立体視画像をそれぞれ適正に提示するにあたっては、瞳分割部の領域分割数は三つ以上であればよく、また二の倍数である必要性もない。

【 0 1 6 7 】

また、第 2 の実施の形態では、照明部 8 A について、それぞれが異なる波長による光を発光する複数の L D を選択的に発光させる構成を例示したが、例えば波長可変 L D など駆動電流の制御により発光波長を変化させることが可能な光源を用いた構成とすることもできる。

10

また、照明部 8 A の光源としては L E D (発光ダイオード) など他の発光素子を用いることもできる。

【 0 1 6 8 】

また、第 5 の実施の形態のように観察者の位置する方角の情報の取得が要請される場合、当該方角の情報の取得は、例えばカメラを用いた自動検出により行ってもよい。

【 0 1 6 9 】

また、上記では、本技術が手術用顕微鏡に適用される場合を例示したが、本技術は例えば内視鏡などの他の光学製品に対しても好適に適用できる。

【 0 1 7 0 】

なお、本明細書に記載された効果はあくまでも例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

20

【 0 1 7 1 】

< 8 . 本技術 >

なお、本技術は、以下のような構成を採ることもできる。

(1)

被写体からの光を集光する集光レンズを介した光が入射されると共に、光軸回り方向に三以上の領域が分割形成された瞳分割部と、

前記瞳分割部を通過した像が結像される撮像素子を有し、前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を時分割により又はそれぞれの前記像の少なくとも波長の違いを利用して選択的に取得する画像選択取得部と、を備える立体視画像生成装置。

30

(2)

前記瞳分割部は四以上の二の倍数個の前記領域を有し、

前記画像選択取得部が取得した複数の前記撮像画像をそれぞれ異なる組み合わせで加算する画像加算部を備える

前記 (1) に記載の立体視画像生成装置。

(3)

前記画像選択取得部は、

前記瞳分割部における異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像を前記撮像素子によって時分割取得する

40

前記 (1) 又は (2) に記載の立体視画像生成装置。

(4)

前記瞳分割部は四以上の二の倍数個の前記領域を有し、

複数の観察者がそれぞれ位置する方角の情報に基づき、前記瞳分割部の前記領域のうち各前記観察者の片目領域同士の重複部分に該当する複数の前記領域を入射光が同時通過するように制御を行う制御部を備える

前記 (3) に記載の立体視画像生成装置。

(5)

前記瞳分割部は、前記領域ごとに入射光を通過 / 遮蔽自在に構成され、

50

前記画像選択取得部は、
入射光を通過させる前記領域を順次選択し、選択した前記領域を通過した像を前記撮像素子により順次受光する

前記(3)又は(4)に記載の立体視画像生成装置。

(6)

前記瞳分割部は、

それぞれの前記領域が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、

前記撮像素子は、前記赤色波長帯、前記緑色波長帯、及び前記青色波長帯の光を受光可能に構成されており、

10

前記画像選択取得部は、

前記被写体に対する照明光として前記瞳分割部における個々の前記領域を通過する各波長帯の光とそれぞれ同波長帯の光を選択的に発光可能に構成された波長可変照明部を有し、前記波長可変照明部によって順次異なる波長帯の光を発光し、前記波長可変照明部の発光波長の切り替えごとに前記瞳分割部を通過した光を前記撮像素子により順次受光する

前記(3)又は(4)に記載の立体視画像生成装置。

(7)

前記瞳分割部は、

それぞれの前記領域が異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、

前記撮像素子は、

20

それぞれが前記瞳分割部における異なる前記領域を通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の波長フィルタが撮像面上の異なる位置に配置されている

前記(1)又は(2)に記載の立体視画像生成装置。

(8)

前記瞳分割部は、

それぞれの前記領域が赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に通過させるように構成され、

前記撮像素子は、

それぞれが前記瞳分割部における異なる前記領域を通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の波長フィルタが撮像面上の異なる位置に配置されている

30

前記(7)に記載の立体視画像生成装置。

(9)

前記画像選択取得部は、

異なる前記領域を通過したそれぞれの像についての撮像画像をそれぞれの前記像の波長及び偏光の違いを利用して選択的に取得する

前記(1)又は(2)に記載の立体視画像生成装置。

(10)

前記瞳分割部は、

それぞれが赤色波長帯、緑色波長帯、及び青色波長帯の各波長帯におけるそれぞれ異なる波長帯の光を選択的に透過する複数の瞳側波長フィルタが形成された波長分離素子と、それぞれが異なる偏光を選択的に透過する複数の瞳側偏光板が形成された偏光分離素子とを有し、前記波長分離素子と前記偏光分離素子とが光軸方向に重ねて配置されて前記領域ごとに波長帯と偏光の組み合わせが異なる光を選択的に通過させるように構成されており、

40

前記撮像素子は、

それぞれが異なる前記瞳側波長フィルタを通過した光と同波長帯の光を選択的に透過する複数の像面側波長フィルタと、それぞれが異なる前記瞳側偏光板を通過した偏光と同じ偏光方向による偏光を選択的に透過する複数の像面側偏光板とを有し、前記像面側波長フィルタと前記像面側偏光板とが撮像面に平行な面内の異なる位置に異なる組み合わせでそれぞれ光軸方向に重ねて配置されている

50

前記（９）に記載の立体視画像生成装置。

（１１）

前記瞳分割部における前記領域の分割が前記瞳分割部の径方向にも行われており、

前記画像選択取得部は、

前記瞳分割部における前記径方向に配された各領域のうちから一又は複数の領域を選択し、選択した領域を通過した像についての撮像画像を取得する

前記（１）乃至（１０）の何れかに記載の立体視画像生成装置。

（１２）

前記画像選択取得部が取得した撮像画像に基づき得られる左目画像、右目画像を回転させる画像回転処理部を備える

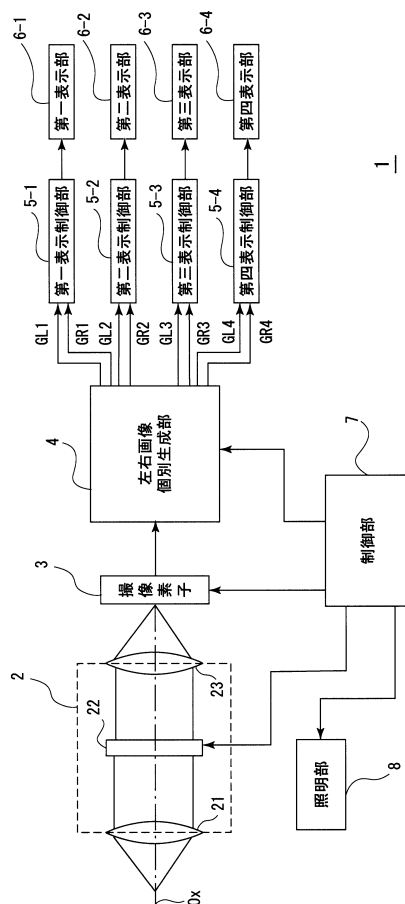
前記（１）乃至（１１）の何れかに記載の立体視画像生成装置。

【符号の説明】

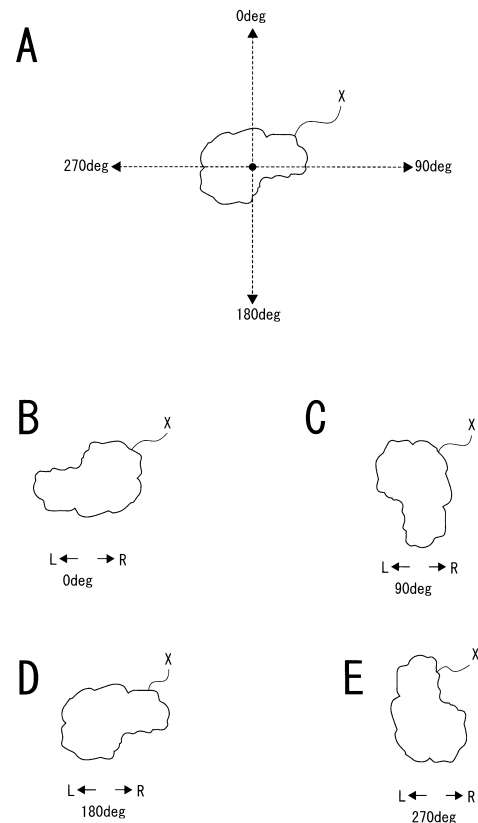
【０１７２】

１，１Ａ～１Ｅ…立体視画像生成装置、２，２'，２Ａ～２Ｃ…光学ユニット、２２，２２'，２２Ａ～２２Ｃ，２２Ｃ'…瞳分割部、２２ａ～２２ｄ，２２'ａ～２２'h，２２Ｃａ～２２Ｃｄ…電子シャッタ、２２Ａａ～２２Ａｄ…波長フィルタ、３，３Ａ，３Ｂ…撮像素子、３Ｂａ，３Ｂｂ…偏光板、４，４Ａ～４Ｄ…左右画像個別生成部、７，７Ａ～７Ｃ…制御部、２４…偏光分離素子、２５…偏光分離素子

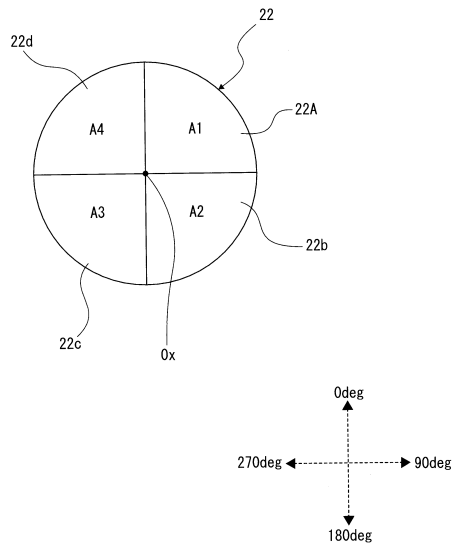
【図１】



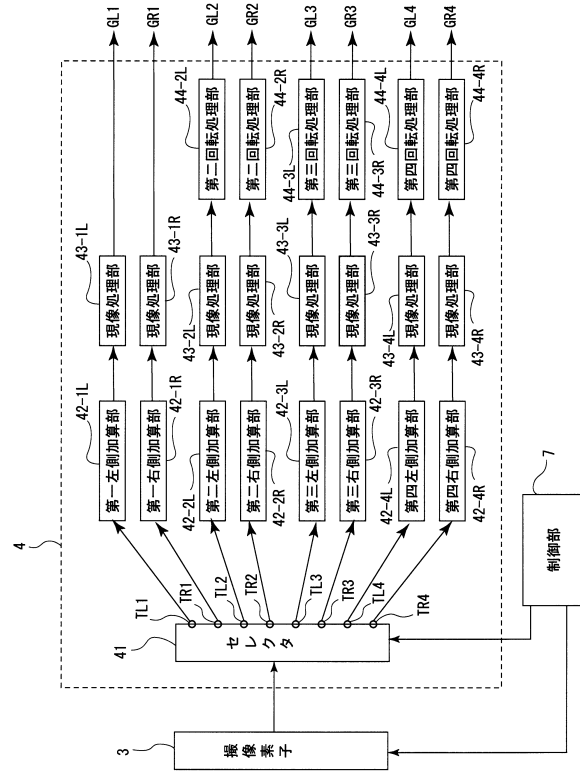
【図２】



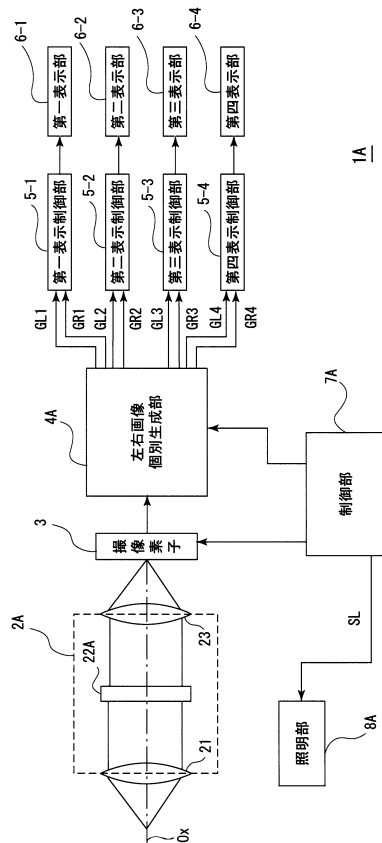
【図 3】



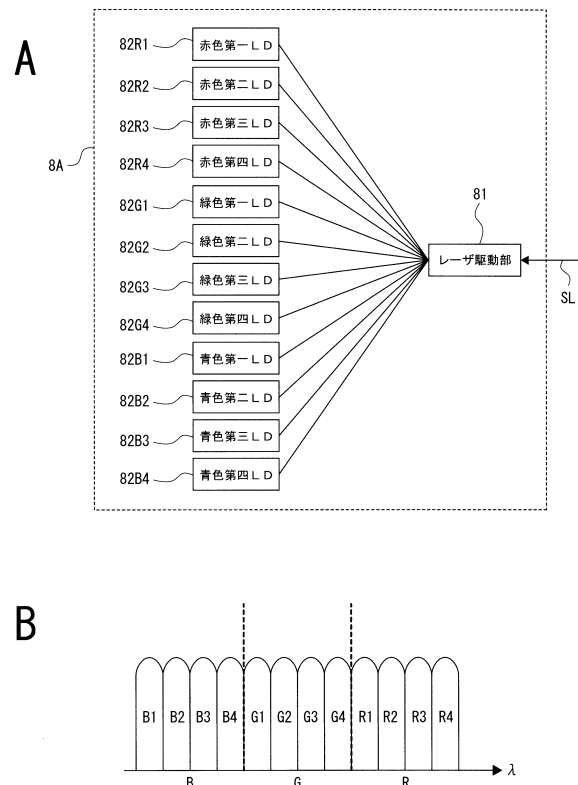
【図 4】



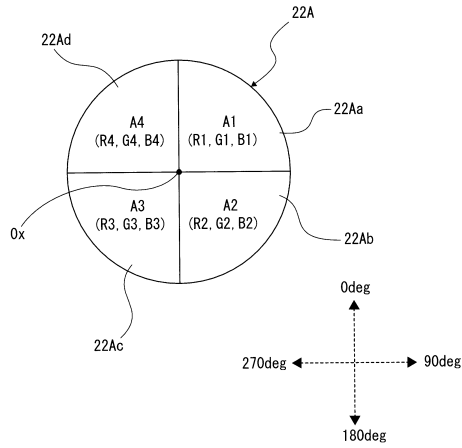
【図 5】



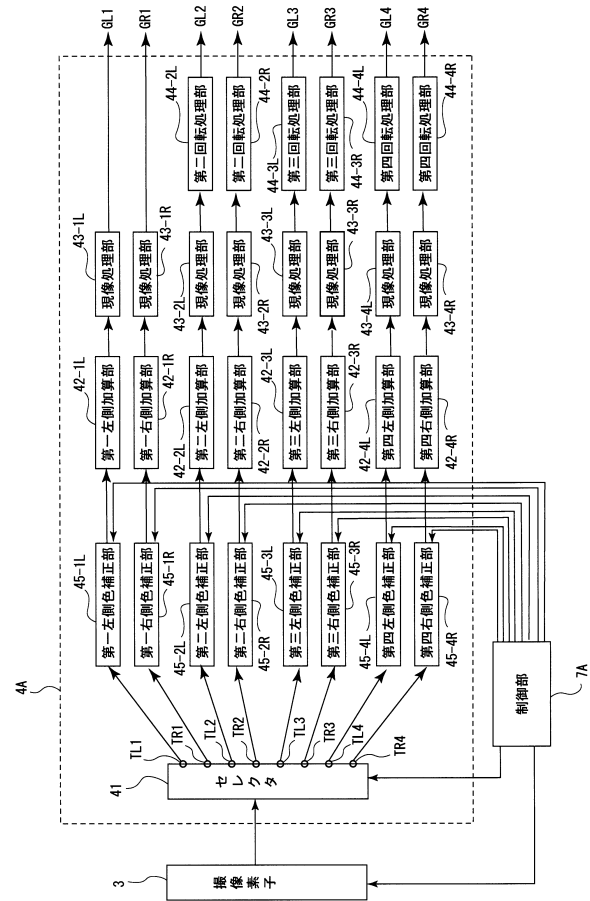
【図 6】



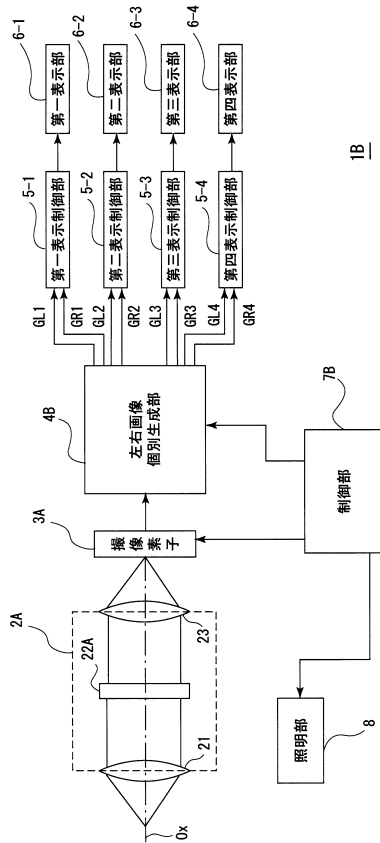
【図7】



【図8】



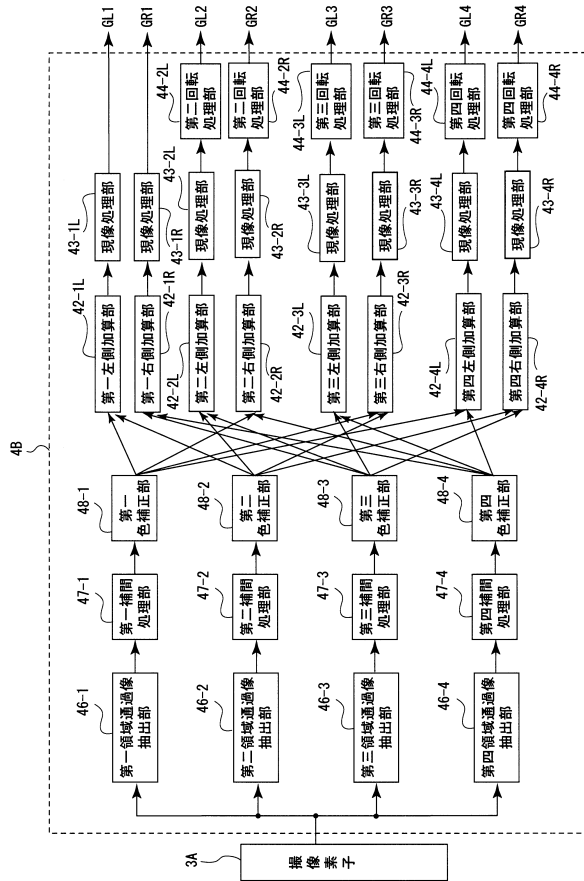
【図9】



【図10】

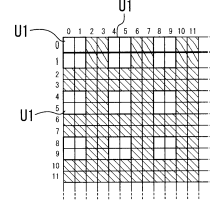
		U1	B		U2		B			3A
		0	1	2	3	4	5	6	7	...
0		R1	G1	R2	G2	R1	G1	R2	G2	
1		G1	B1	G2	B2	G1	B1	G2	B2	
U3		2								
		R3	G3	R4	G4	R3	G3	R4	G4	
		G3	B3	G4	B4	G3	B3	G4	B4	
		4								
U4		R1	G1	R2	G2	R1	G1	R2	G2	
		G1	B1	G2	B2	G1	B1	G2	B2	
		6								
B		R3	G3	R4	G4	R3	G3	R4	G4	
		G3	B3	G4	B4	G3	B3	G4	B4	
		7								
		⋮								

【図 1 1】

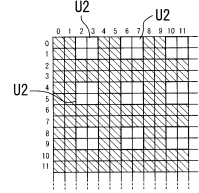


【図 1 2】

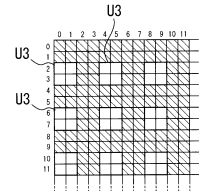
A



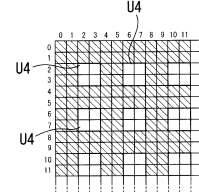
B



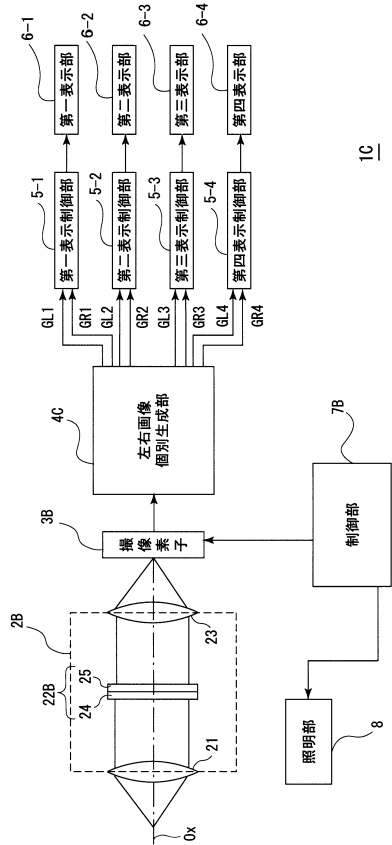
C



D

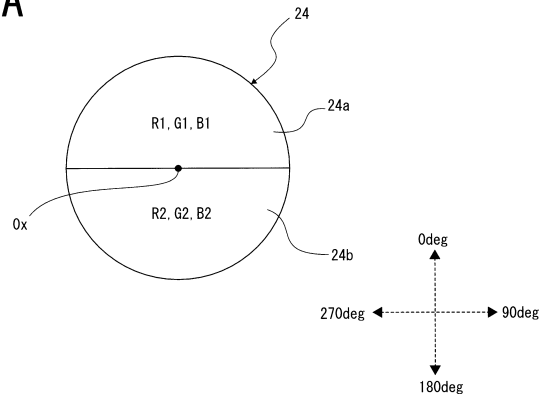


【図 1 3】

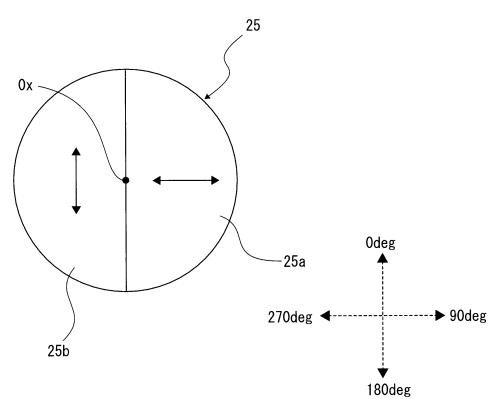


【図 1 4】

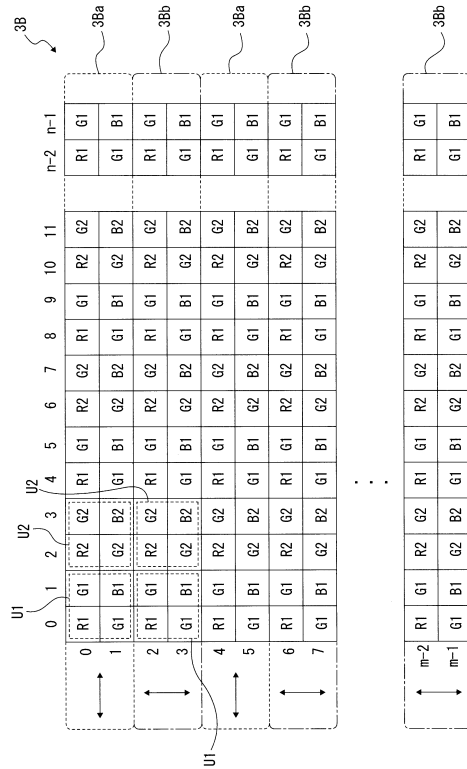
A



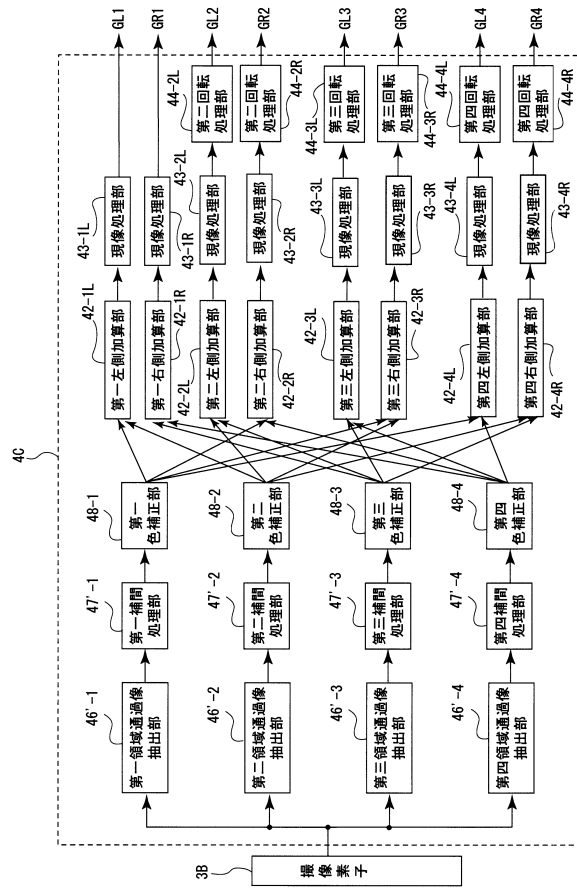
B



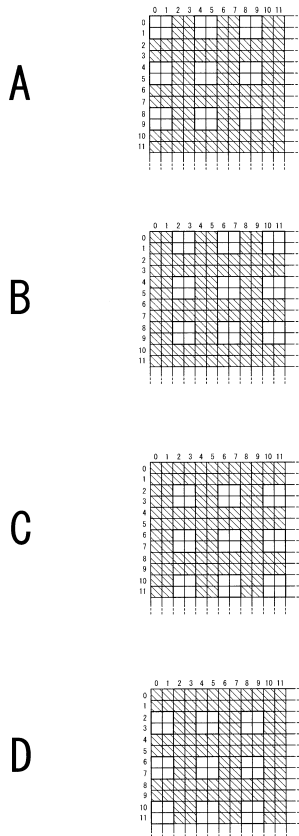
【図 15】



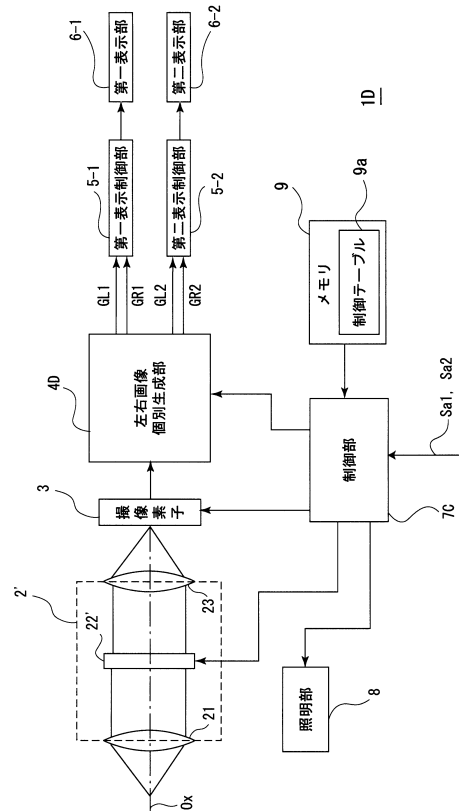
【図 16】



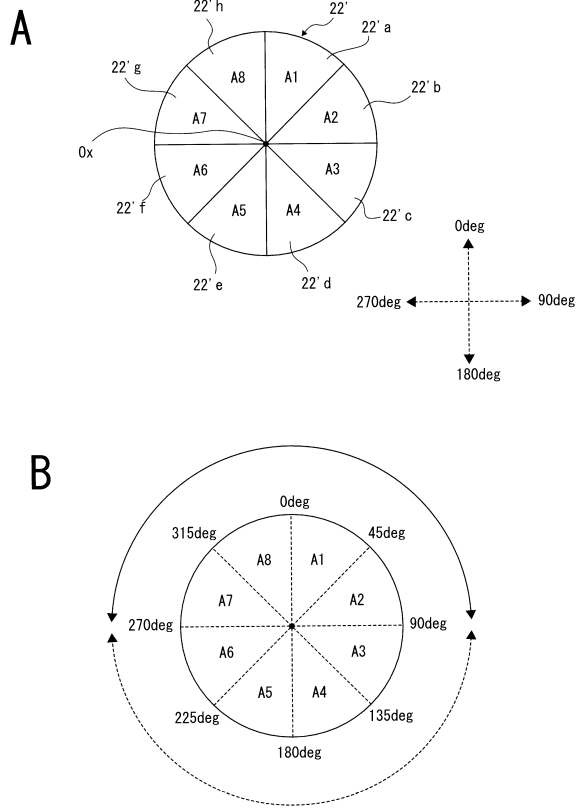
【図 17】



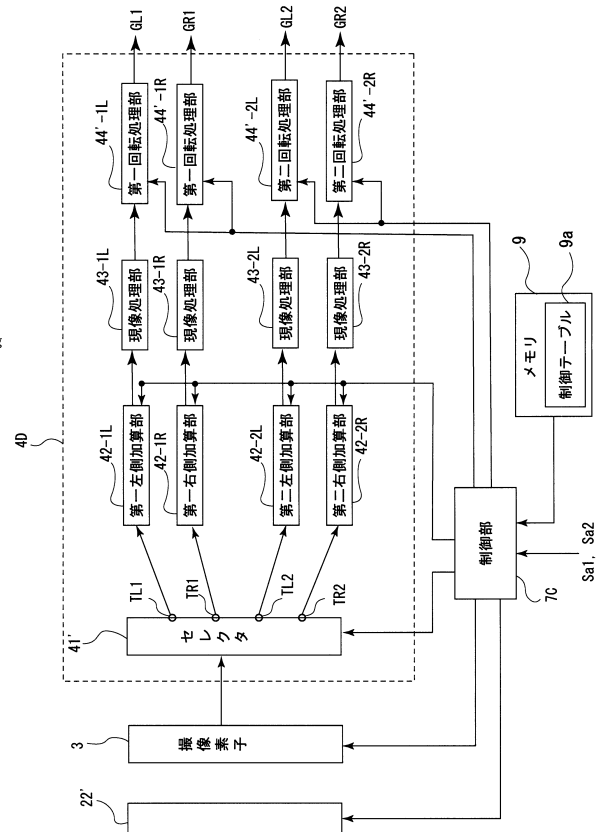
【図 18】



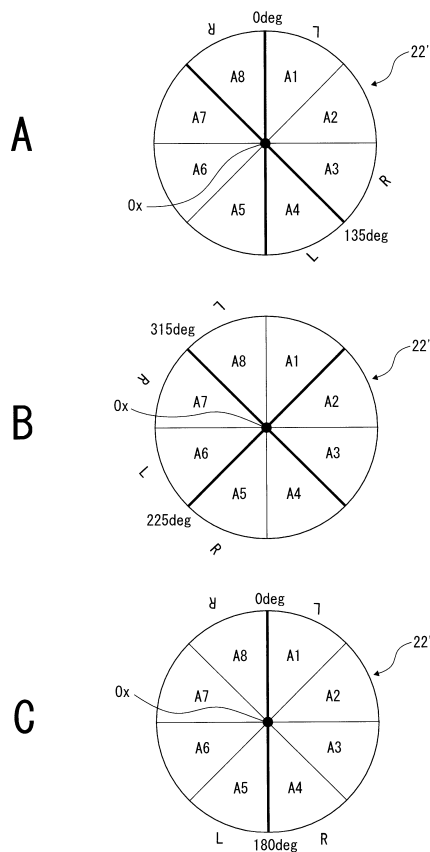
【図 19】



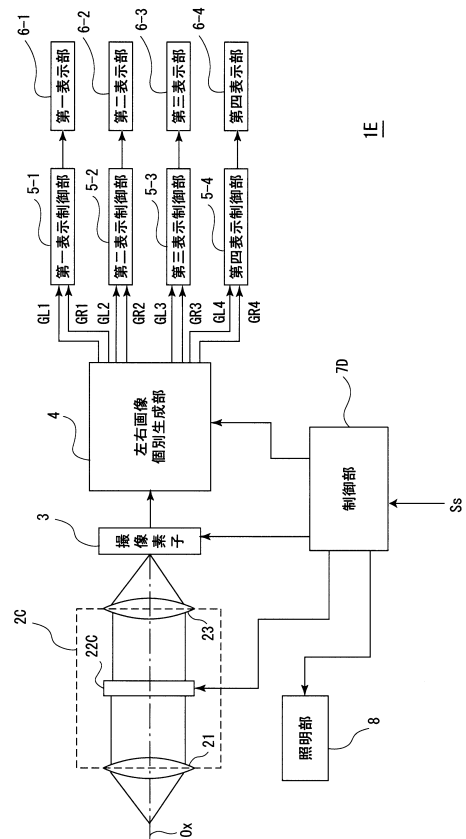
【図 20】



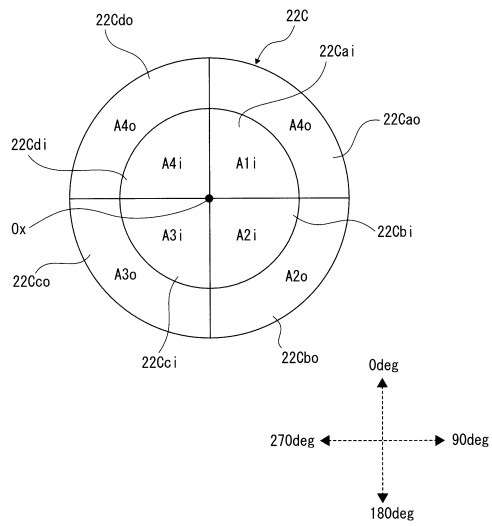
【図 21】



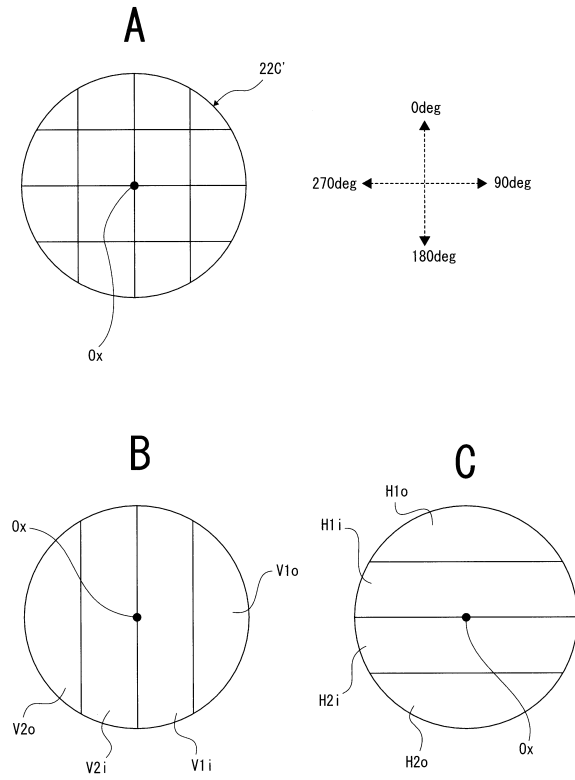
【図 22】



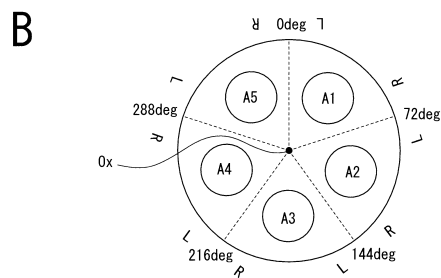
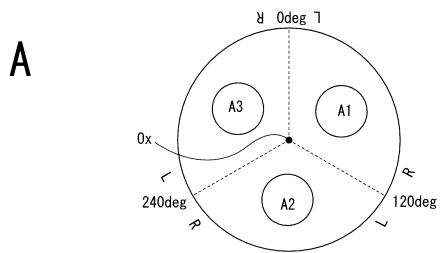
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 13/02 5 7 0
G 0 3 B 35/00 A
G 0 3 B 35/08

審査官 佐野 潤一

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 4 4 9 9 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 2 6 8 4 4 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 4 3 2 1 1 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 2 / 0 4 3 0 0 3 (W O , A 1)
特開 2 0 1 2 - 0 1 5 8 2 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 1 3 / 0 0 - 1 5 / 0 0
H 0 4 N 5 / 2 2 2 - 5 / 2 5 7
G 0 3 B 3 5 / 0 0 - 3 5 / 2 6