

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7646380号
(P7646380)

(45)発行日 令和7年3月17日(2025.3.17)

(24)登録日 令和7年3月7日(2025.3.7)

(51)国際特許分類	F I
H 04 N 25/78 (2023.01)	H 04 N 25/78
H 04 N 25/79 (2023.01)	H 04 N 25/79
H 04 N 25/77 (2023.01)	H 04 N 25/77
H 04 N 25/633 (2023.01)	H 04 N 25/633
H 10 F 39/12 (2025.01)	H 10 F 39/12

D 請求項の数 14 (全29頁)

(21)出願番号	特願2021-16446(P2021-16446)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和3年2月4日(2021.2.4)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-119374(P2022-119374)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	A)	(74)代理人	100126240
(43)公開日	令和4年8月17日(2022.8.17)		弁理士 阿部 琢磨
審査請求日	令和6年1月24日(2024.1.24)	(74)代理人	100223941
			弁理士 高橋 佳子
		(74)代理人	100159695
			弁理士 中辻 七朗
		(74)代理人	100172476
			弁理士 富田 一史
		(74)代理人	100126974
			弁理士 大朋 靖尚
		(72)発明者	落合 慧
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光電変換装置、光電変換システム、移動体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素を有する画素アレイを備える第1基板と、

前記第1基板に積層され、前記第1基板から出力される信号をデジタル信号に変換する複数のA/D変換回路を含むA/D変換部を備える第2基板とを有し、

前記第2基板は、機械学習処理を行う、第1信号処理部および第2信号処理部を含む複数の信号処理部をさらに備え、

複数の組の各々が互いに異なる複数のA/D変換回路を含み、

前記第1信号処理部は、前記複数の組の1つの組に対応するように配され、

前記第2信号処理部は、前記複数の組の別の1つの組に対応するように配されており、

前記画素アレイは、複数の遮光画素を有する遮光画素領域を備え、

前記画素アレイに対する平面視において、前記第1信号処理部と前記第2信号処理部が前記遮光画素領域と重ならない位置に配されている

ことを特徴とする光電変換装置。

【請求項2】

前記複数の組は複数行、複数列に配されており、

前記第1信号処理部と前記第2信号処理部との間に前記複数の組が配されていることを特徴とする請求項1に記載の光電変換装置。

【請求項3】

前記複数の信号処理部はさらに第3信号処理部と第4信号処理部を備え、

10

20

前記第1信号処理部、前記第2信号処理部、前記第3信号処理部、前記第4信号処理部によって囲まれる領域に、前記A/D変換部が設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の光電変換装置。

【請求項4】

前記第1信号処理部、前記第2信号処理部、前記第3信号処理部、前記第4信号処理部は、前記第2基板の外周に沿って配されていることを特徴とする請求項3に記載の光電変換装置。

【請求項5】

前記第2基板の外周に沿って、前記光電変換装置の外部から信号が入力される、あるいは前記光電変換装置の外部に信号を出力する複数のパッドが配され、

前記複数のパッドと前記A/D変換部との間に、前記第1信号処理部、前記第2信号処理部、前記第3信号処理部、前記第4信号処理部のうちの複数が配されていることを特徴とする請求項4に記載の光電変換装置。

【請求項6】

前記複数のパッドと前記A/D変換部との間に、前記複数の信号処理部の全てが配されていることを特徴とする請求項5に記載の光電変換装置。

【請求項7】

前記第1信号処理部と前記第2信号処理部で信号処理の速度が異なることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項8】

前記複数の組の各々は、前記組に含まれる複数のA/D変換回路から前記デジタル信号が入力される前処理回路を備え、

前記複数の信号処理部の各々は、前記機械学習処理を各々が行う複数の信号処理回路を備え

前記前処理回路の処理結果が前記第1信号処理部の前記複数の信号処理回路に入力されることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項9】

前記第2基板に設けられた前記前処理回路の個数よりも、前記複数の信号処理部が備える複数の信号処理回路の個数の方が多いことを特徴とする請求項8に記載の光電変換装置。

【請求項10】

前記複数の信号処理部の各々は、前記機械学習処理を各々が行う複数の信号処理回路を備え、

前記平面視において、前記複数の信号処理部のいずれも前記遮光画素領域と重ならないことを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項11】

前記遮光画素領域は、前記画素アレイの2辺の沿って配されていることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項12】

前記遮光画素領域は、前記画素アレイの4辺に沿って配されていることを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の光電変換装置。

【請求項13】

請求項1～12のいずれか1項に記載の光電変換装置と、

前記光電変換装置が出力する信号を用いて画像を生成する信号処理部とを有することを特徴とする光電変換システム。

【請求項14】

請求項1～12のいずれか1項に記載の光電変換装置を備える移動体であって、

前記光電変換装置が出力する信号を用いて前記移動体の移動を制御する制御部を有することを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光電変換装置、光電変換システム、移動体に関する。

【背景技術】**【0002】**

入射光を電荷に変換する光電変換装置において、複数の基板が積層された積層構造を持つ構成が知られている。

【0003】

特許文献1には、画素を備える第1基板と、信号処理回路(DSP)を備える第2基板とが積層された積層型受光センサが記載されている。信号処理回路では、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行している。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【文献】特開2020-25263号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

第2基板に配されたニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理信号処理回路は、消費電力が大きく、消費電力に比例して発熱も大きくなる。この第2基板で発生した熱は、第1基板に配された画素アレイに伝搬する。この結果、画素が出力する信号に含まれるノイズの増加が生じる。特に局所的な発熱は、画像面内の出力ムラを生じさせるため、画質を低下させるばかりでなく、画質の補正処理が困難となる。

20

【0006】

また、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理の高機能化に伴い、複数の処理を順次行う信号処理の方式では信号処理速度の高速化が阻害される。

【0007】

本開示に関する技術は、第2基板で発生する熱の分散、第2基板で行う機械学習を伴う処理の高速化に有利な技術を提供する。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本開示の1つの側面は、複数の画素を有する画素アレイを備える第1基板と、前記第1基板に積層され、前記第1基板から出力される信号をデジタル信号に変換する複数のAD変換回路を含むAD変換部を備える第2基板とを有し、前記第2基板は、機械学習処理を行う、第1信号処理部および第2信号処理部を含む複数の信号処理部をさらに備え、複数の組の各々が互いに異なる複数のAD変換回路を含み、前記第1信号処理部は、前記複数の組の1つの組に対応するように配され、前記第2信号処理部は、前記複数の組の別の1つの組に対応するように配されており、前記画素アレイは、複数の遮光画素を有する遮光画素領域を備え、前記画素アレイに対する平面視において、前記第1信号処理部と前記第2信号処理部が前記遮光画素領域と重ならない位置に配されていることを特徴とする光電変換装置である。

30

【発明の効果】**【0009】**

第2基板で発生する熱の分散、第2基板で行う機械学習を伴う処理の高速化を実現できる。

40

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】光電変換装置の構成を示す図

【図2】画素の構成を示す図

【図3】第2基板の構成を示す図

【図4】第2基板の構成を示す図

50

- 【図 5】第 2 基板の構成を示す図
- 【図 6】第 2 基板の構成を示す図
- 【図 7】第 2 基板の動作を示す図
- 【図 8】第 2 基板の構成を示す図
- 【図 9】第 2 基板の構成を示す図
- 【図 10】第 2 基板の構成を示す図
- 【図 11】光電変換装置の動作を示す図
- 【図 12】光電変換装置の動作を示す図
- 【図 13】光電変換装置の動作を示す図
- 【図 14】第 2 基板の構成を示す図
- 【図 15】光電変換システムの機能ブロック図
- 【図 16】距離センサの機能ブロック図
- 【図 17】内視鏡手術の機能ブロック図
- 【図 18】光電変換システムおよび移動体の図
- 【図 19】スマートグラスの概略図
- 【図 20】診断システムの機能ブロック図

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら各実施例を説明する。

【0012】

以下に述べる各実施形態では、光電変換装置の一例として、光電変換装置を中心に説明する。ただし、各実施形態は、光電変換装置に限られるものではなく、光電変換装置の他の例にも適用可能である。例えば、測距装置（焦点検出や T O F (Time Of Flight) を用いた距離測定等の装置）、測光装置（入射光量の測定等の装置）などがある。

【0013】

なお、以下に述べる実施形態に記載されるトランジスタの導電型は一例のものであって、実施例中に記載された導電型のみに限定されるものでは無い。実施形態中に記載された導電型に対し、導電型は適宜変更できるし、この変更に伴って、トランジスタのゲート、ソース、ドレインの電位は適宜変更される。

【0014】

例えば、スイッチとして動作させるトランジスタであれば、ゲートに供給する電位のローレベルとハイレベルとを、導電型の変更に伴って、実施例中の説明に対し逆転させるようにすればよい。また、以下に述べる実施例中に記載される半導体領域の導電型についても一例のものであって、実施例中に記載された導電型のみに限定されるものでは無い。実施例中に記載された導電型に対し、導電型は適宜変更できるし、この変更に伴って、半導体領域の電位は適宜変更される。

【0015】

図 1 (a) は、第 1 の実施形態に関わる積層型の光電変換装置の模式図である。第 1 基板 100、第 2 基板 200 は半導体基板であり、第 1 基板 100 は図 1 (b) に図示のとおり、複数の単位画素 101 が複数行および複数列に渡って配置された画素アレイ部 110 を有している。なお、複数の単位画素 101 は、1 行複数列に配されていても良いし、列複数行に配されていてもよい。デジタルカメラに使用される光電変換装置では、単位画素 101 は典型的には数千万画素、配される。

【0016】

本実施形態の光電変換装置は、第 1 基板 100 側から光が入射する、裏面照射型の光電変換装置である。さらに、この光電変換部と、接合面 300 との間に信号線（不図示）が設けられている。

【0017】

図 2 は、図 1 に示した単位画素 101 のうち、2 行 2 列の単位画素 101 の回路を示した回路図である。以下の説明では、光電変換部であるフォトダイオードが蓄積する電荷が

10

20

30

40

50

電子であるものとする。単位画素 101 が備えるトランジスタは、すべて N 型のトランジスタであるものとする。一方、フォトダイオードが蓄積する電荷を正孔としてもよく、この場合には、単位画素 101 のトランジスタを P 型トランジスタとしてもよい。つまり、信号として取り扱う電荷の極性に応じて、以下の説明で用いる導電型の規定を変更することができる。

【 0018 】

単位画素 101 は、光電変換部であるフォトダイオード D1 と、転送トランジスタ M1 と、電荷変換部 C1 と、リセットトランジスタ M3 と、増幅トランジスタ M4 と、選択トランジスタ M5 とを有する。転送トランジスタ M1 は、電荷変換部 C1、リセットトランジスタ M3、増幅トランジスタ M4 が接続されたノードと、フォトダイオード D1 との間の電気的経路に設けられている。電荷変換部 C1 はフローティングディフュージョン部 (F D 部) とも呼ばれる。リセットトランジスタ M3 と、増幅トランジスタ M4 には、電源電圧 VDD が与えられている。選択トランジスタ M5 は、増幅トランジスタ M4 と列信号線 10 との間の電気的経路に設けられている。増幅トランジスタ M4 は、選択トランジスタ M5 を介して、垂直出力線 10 に電気的に接続されていると言える。電荷変換部 C1 は、半導体基板内に設けられた浮遊拡散容量と、転送トランジスタ M1 から当該浮遊拡散容量を介して増幅トランジスタ M5 に至る電気的経路の寄生容量を含む。

10

【 0019 】

信号 RES、信号 TX_A、信号 SEL のそれぞれは、図 1 で示した不図示の垂直走査回路から制御線 30 を介して供給される信号である。図 2 では、各信号の末尾に、信号が供給される画素行を付して表している。例えば、信号 RES (m) は、m 行目の画素に供給される信号 RES であることを意味している。

20

【 0020 】

垂直出力線 10-1, 10-2 のそれぞれには、不図示の電流源が接続されている。信号 SEL (m) がアクティブルーレベルとなることによって、m 行目の単位画素 101 の選択トランジスタ M5 がオンする。これにより、m 行目の単位画素 101 の増幅トランジスタ M4 に、電流源から電流が供給される。m 行目の単位画素 101 では、電源電圧 VDD と、増幅トランジスタ M4 と、垂直出力線 10-1 に接続された不図示の電流源とによって、ソースフォロワ回路が形成される。このソースフォロワ回路が形成されることによって、増幅トランジスタ M4 は、電荷変換部 C1 の電位に基づく信号を、垂直出力線 10-1 に、トランジスタ M5 を介して出力する。

30

【 0021 】

また、信号 SEL (m+1) がアクティブルーレベルとなることによって、m+1 行目の単位画素 101 の選択トランジスタ M5 がオンする。これにより、m+1 行目の増幅トランジスタ M4 に、電流源から電流が供給される。m+1 行目の単位画素 101 では、電源電圧 VDD と、増幅トランジスタ M4 と、垂直出力線 10-2 に接続された不図示の電流源とによって、ソースフォロワ回路が形成される。このソースフォロワ回路が形成されることによって、増幅トランジスタ M4 は、電荷変換部 C1 の電位に基づく信号を、垂直出力線 10-2 に、トランジスタ M5 を介して出力する。

40

【 0022 】

このように、m 行目の単位画素 101 と、m+1 行目の単位画素 101 は、それぞれ異なる垂直出力線 10 に接続されている。

【 0023 】

なお、図 2 に示した構成は一例であって、1 列の単位画素 101 に対し、垂直出力線 10 は 1 本であっても良いし、2 本よりもさらに多くの本数が設けられていても良い。また、光電変換部としてはアバランシェフォトダイオードであってもよく、光電変換するものであれば良い。

【 0024 】

第 2 基板 200 は図 3 に図示の通り、単位画素 101 から出力されるアナログ信号を、デジタル信号に変換するための複数の A/D 変換回路 201a ~ h を有する。また、第 2 基

50

板 200 は、A/D 変換回路 201a ~ h から出力されるデジタルデータを、画像データへ変換するための複数の前処理部 202a ~ d を有する。

【0025】

第2基板 200 にはさらに、前処理部 202a ~ d で変換された画像データに対して、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行するための信号処理部である複数の A/I 处理部 203a、203b を有している。A/I 处理部 203a、203b にはニューラルネットワークの重み付け係数が学習された学習モデルが格納されたメモリ部も備えられている。

【0026】

図 1 (a)、(b)、図 3 に示した第1基板 100 と第2基板 200 は、接合面 300 で接合されることにより、積層型の光電変換装置が構成されている。 10

【0027】

なお、図 1 (a)、(b)、図 3 では光電変換装置を構成する要素として単位画素 101、A/D 変換回路 201a ~ h、前処理部 202a ~ d、A/I 处理部 203a、203b が図示されている。他に図 2 に示したような単位画素 101 を制御する制御線、単位画素 101 が output する信号を伝送する垂直出力線が適宜、第1基板 100 に配される。また、垂直走査回路、タイミングジェネレータ等の駆動回路、および画像データを出力するための出力回路が適宜、第1基板 100 あるいは第2基板 200 に配される。

【0028】

第1基板 100 の単位画素 101 から出力されるアナログ信号は、単位画素 101 が第1基板 100 に配置されている位置に応じ、第2基板 200 の A/D 変換回路 201a ~ h のいずれか近接する A/D 変換回路へ入力される。例えば、図 1 (b) の上面から見て左上の画素 101 から出力されるアナログ信号は、第2基板 200 の左上に配されている A/D 変換回路 201a に入力される。同様に、右下の画素 101 から出力されるアナログ信号は、第2基板 200 の右下に配されている A/D 変換回路 201h に入力される。A/D 変換回路 201a ~ h のそれには、複数行および複数列に渡って配された複数の A/D 変換器が配されている。複数の A/D 変換器のそれぞれは、図 2 に示した垂直出力線 10 - n の 1 つに対応して配されている。この A/D 変換器の A/D 変換形式は特に限定されるものではなく、スロープ型、型、逐次比較型など、種々の A/D 変換形式を適用することができる。 20

【0029】

次に、A/D 変換回路 201a ~ h から出力されるデジタル信号であるデジタルデータは、A/D 変換回路 201a ~ h が第2基板 200 に配置されている位置に応じ、第2基板 200 の前処理部 202a ~ d のいずれか近接している信号処理回路へ入力される。例えば、A/D 変換回路 201a、202b から出力されるデジタルデータは、信号処理回路 202a へ入力され、同様に、A/D 変換回路 201g、202h から出力されるデジタルデータは、前処理部 202d へ入力される。 30

【0030】

前処理部 202a ~ h は、対応する A/D 変換回路 201 から出力されたデジタル信号に対して信号処理を行う。この信号処理は、CDS (Correlated Double Sampling) のほか、オフセット除去、增幅処理など、画像処理の一部に相当する処理が行われてもよい。例えば、前処理部 202 は、処理対象の画像データがカラー画像である場合、この画像データを YUV の画像データや RGB の画像データなどにフォーマット変換する。また、前処理部 202 は、例えば、処理対象の画像データに対し、ノイズ除去やホワイトバランス調整等の処理を必要に応じて実行する。その他、前処理部 202 は、処理対象の画像データに対し、A/I 处理部 203 がその画像データを処理するのに必要となる種々の信号処理（前処理ともいう）を実行する。 40

【0031】

A/I 处理部 203a、203b は、それぞれ近接した前処理部 202a ~ d で変換された画像データに対して、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。例 50

えば、前処理部 202a、202c で変換された画像データに対しては、A I 処理部 203a が処理を行い、前処理部 202b、202d で変換された画像データに対しては、A I 処理部 202b が処理を行う。

【0032】

A D 変換部は、A D 変換回路 a ~ h を備える。この A D 変換部は複数の組として、2 つ の A D 変換回路を備えている。1 つの組は A D 変換回路 201a、201b を備え、別の 1 つの組は A D 変換回路 201c、201d を備える。この 1 つの組に含まれる 2 つの A D 変換回路に対し、1 つの前処理部 202 が設けられた構成となっている。つまり、1 つの組には、2 つの A D 変換回路と、1 つの前処理部とが含まれる。A I 処理部 203a、203b のそれぞれは 2 つの組に対応して配されている。

10

【0033】

第 1 信号処理部である A I 処理部 203a は、複数の組の 1 つの組に含まれる A D 変換回路 201a、201b に対応するように配されている。また、第 2 信号処理部である A I 処理部 203b は、複数の組の別の 1 つの組に含まれる A D 変換回路 201c、201d に対応するように配されている。また、この複数の組は複数行、複数列に配されている。第 1 信号処理部と第 2 信号処理部との間に前記複数の組が配されている。

【0034】

A I 処理部 203a、203b は図 3 に図示の通り、第 2 基板 200 の左右の 2 辺端側に配される。ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理は一般に消費電力が大きく、A I 処理部の発熱量も大きい。第 2 基板 200 で発生した熱は、接合面 300 を介して第 1 基板 100 側へも伝搬し、熱を受けた単位画素 101 によって画素アレイ 100 内で暗電流の上昇、及び温度ムラにより暗電流の不均一性（ムラ）が生じる。画素アレイ 100 内で発生する暗電流ムラは、積層型光電変換装置から得られる画像データへ出力ムラを生じさせるため、画質を低下させるばかりでなく、画質の補正処理にも困難を生じさせる。

20

【0035】

A I 処理部 203 を図 3 のように複数配置することにより、第 2 基板 200 での局所的な発熱を軽減することができる。これにより、暗電流の不均一性を低減することができ、画像データの出力率を低減することができる。また、複数の A D 変換回路を 1 つの組として、その複数の組のそれぞれに対応するように A I 処理部 203 が設けられていることにより、並列処理が可能となり、機械学習処理の高速化を実現できる。

30

【0036】

また、A I 処理部 203a、203b を第 2 基板 200 の A D 変換部（A D 変換回路 a ~ h）を挟むように配置することにより、A I 処理部 203 で生じた熱をより好適に分散させることができる。これにより、第 2 基板 200 で発生する熱が、第 1 基板 100 の画素アレイ 100 へ与える影響をより好適に軽減させることができる。

【0037】

なお、本実施形態では A I 処理部 203a、203b を第 2 基板 200 の左右の 2 辺端側に配したが、これに限らず上下の 2 辺端に配することも可能である。また本実施形態では第 1 基板 100 と第 2 基板 200 とが積層された構成を一例として説明したが、これに限らず、さらに別の半導体基板を備える構成でも構わない。例えば、第 1 基板 100 と第 2 基板 200 との間に、第 3 基板を配しても良い。第 3 基板には、メモリ素子を配しても良い。

40

【0038】

また、第二基板で発生する熱の分散の効果を高めるためには、A I 処理部は第二基板上の対向する 2 辺、もしくは 3 辺、または 4 辺側に配置されることが望ましい。

【0039】

さらに、A I 処理部は第一基板 100 に配された画素アレイ部 110 の直下を除く領域に配置されることにより、A I 処理部が発する熱が単位画素 101 へ与える影響を最小限に抑えることが可能となる。

【0040】

50

もしくは、画素アレイ部 110 の直下であったとしても、画素アレイ部 110 のうち、後述する遮光画素領域の直下を除く領域に配置されることでも、画像データの品質の低下を抑制することが可能となる。

【0041】

遮光画素はオプティカルブラックレベル（黒レベル）を検出するため配された画素であり、遮光画素は金属等の遮光膜によって遮光が施されているものである。遮光画素が受ける発熱量が軽微であれば、オプティカルブラックレベルは正常に取得することが可能であり、発熱によって値が変動した遮光画素以外の単位画素の出力値の補正が可能となる。遮光画素は、画素アレイ部の4辺を囲うように設ける場合があるが、L字型のように2辺に配するようにしても良い。この場合、画素アレイ部 110 を第2基板に投影した平面視において、遮光画素が配されない2辺の近傍のみにAI処理部を配置し、遮光画素が配された2辺にはAI処理部を配さないようにしても良い。この場合、AI処理部による発熱の影響を遮光画素が受けにくくすることができる。

【0042】

（第2実施形態）

本実施形態では、第1実施形態で述べたAI処理部 203a、203b の別の構成を説明する。

【0043】

図4は本実施形態に関わる光電変換装置の第2基板 210 の構成例を示している。なお、AI処理部 203c、203d 以外は第1実施形態と同様であるため説明を省略する。

10

20

【0044】

本実施形態ではAI処理部 203c、203d は互いに同じ構成であり、第2基板 210 の左右端に対称に配置されている。

【0045】

図5は図4の破線部の拡大図である。AI処理部 203d の内部には同一の機能を持つAI処理回路 204 がn個配され、各々のAI処理回路が前処理部 202b、202d と電気的に直接接続されている。本実施形態では、前処理部 202b とAI処理回路 1、2、3、4 が接続され、前処理部 202d と、AI処理回路 5、およびAI処理回路 n が直接接続される。

30

【0046】

本実施形態では、第2基板 200 に設けられた前処理回路 202 の個数よりも、複数のAI処理部が備える複数のAI処理回路の個数の方多く設けられている。これにより、機械学習処理によって生じる熱を、より好適に低減できる。

【0047】

本実施形態のように、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を行う信号処理部をより分散させることにより、第二基板 210 において発生した熱を分散させることができる。これにより、第2基板 200 側で発生する熱が、第1基板 100 の画素アレイ 100 へ与える影響を軽減させることができる。

【0048】

このように、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を複数のAI処理回路を用いて並列に行うことにより、処理速度の高速化を図ることができる。

40

【0049】

（第3実施形態）

本実施形態では第2実施形態で述べたAI処理部 203 の変形例を説明する。図6は第2実施形態における図4の破線部の拡大図である。図4に示したAI処理部 203d として、本実施形態では図6に示したAI処理部 203e が設けられている。図6に示したAI処理部 203e と同じ構成が、図4に示したAI処理部 203c にも設けられている。なお、AI処理部 203e 以外の構成は、第一、第二の実施形態と同様であるため説明を省略する。

【0050】

50

A I 处理部 2 0 3 e の内部には段階的なデータ処理を実行可能な固定型の回路構成が備えられた A I 处理回路が n 個配され、各 A I 处理回路 2 0 5 (1) ~ 2 0 5 (n) は各々が電気的に直列に接続されている。

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、一例として A I 处理を 3 つの段階に分けて実行する際の例を説明する。前処理部で変換された画像データは、 A I 处理回路 2 0 5 (1)、 A I 处理回路 2 0 5 (2)、 A I 处理回路 2 0 5 (3) の順に受け渡され、それぞれの A I 处理回路でニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理が実行される。

【 0 0 5 2 】

本実施形態ではさらに、第 2 基板 2 0 0 の上下に配された前処理部 2 0 2 b、 2 0 2 d で変換された画像データを、 2 並列で処理する例を説明する。この時、 A I 处理回路 2 0 5 (1) は前処理部 2 0 2 b と、 A I 处理回路 2 0 5 (n) は、前処理部 2 0 2 d とそれぞれ電気的に直接接続されている。

10

【 0 0 5 3 】

図 7 は本実施形態での A I 处理回路が行う、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく計算の動作を模式的に示すタイミングチャートである。時刻 t 1 から t 2 において、 A I 处理回路 2 0 5 (1) は前処理部 2 0 2 b によって変換された画像データ（以降、画像データ c と表記する）に対して、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。この画像データ c は、 A D 変換回路 2 0 1 c から出力されたデジタルデータに基づく。

20

【 0 0 5 4 】

次に、時刻 t 2 から t 3 においては、 A I 处理回路 2 0 5 (1) は前処理部 2 0 2 b によって変換された画像データ（以降、画像データ d と表記する）に対して、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。この画像データ d は、 A D 変換回路 2 0 1 d から出力されたデジタルデータに基づく。

【 0 0 5 5 】

画像データ c は、時刻 t 1 から t 2 において A I 处理回路 2 0 5 (1) によって処理される。また、画像データ c は、時刻 t 2 から t 3 において、別の A I 处理回路 2 0 5 (2) によって処理される。 A I 处理回路 2 0 5 (1)、 (2) は互いに異なるニューラルネットワーク計算モデルを持つ。よって、 A I 处理回路 2 0 5 (2) では、 A I 处理回路 2 0 5 (1) によって行われた処理とは異なるニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理が実行される。

30

【 0 0 5 6 】

時刻 t 3 から t 4 においては、 A I 处理回路 2 0 5 (2) は画像データ d に対して、 A I 处理回路 2 0 5 (1) によって行われた処理とは異なるニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。また、 A I 处理回路 2 0 5 (3) は画像データ c に対して、 A I 处理回路 2 0 5 (2) によって行われた処理とは異なるニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。

【 0 0 5 7 】

時刻 t 4 から t 5 において A I 处理回路 2 0 5 (3) は画像データ d に対して、 A I 处理回路 2 0 5 (2) によって行われた処理とは異なるニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。 A D 変換回路 2 0 1 g から出力されたデジタルデータを基に前処理部 2 0 2 d によって変換された画像データを画像データ d と表記する。また、 A D 変換回路 2 0 1 h から出力されたデジタルデータを基に信号処理回路 2 0 2 d によって変換された画像データを画像データ h と表記する。この画像データ d、 h のそれぞれに対して、時刻 t 4 から t 5 に渡って A I 处理回路 2 0 5 (n - 2)、 A I 处理回路 2 0 5 (n - 1)、 A I 处理回路 2 0 5 (n) によって、それぞれ異なるニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理が逐次的に実行される。この処理は図 7 に示した通りである。

40

【 0 0 5 8 】

上述のように、本実施形態における光電変換装置の A I 处理部は 3 段からなる多段パイ

50

ラインの構成を有し、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を逐次処理方式で実行する。

【0059】

なお、本実施形態に記載のAI処理回路の配置は一例に過ぎず、各AI処理回路の接続方法は各々のAI処理回路が発する熱量や、処理の段数によって適切に配置することが望ましい。図6ではAI処理回路は第2基板の上面から見た平面図において、第2基板の上端および下端より、第2基板の中央へ向かって直列に配置されている。この例に限定されるものではなく、第2基板200の中央から上端および下端へ向かって直列に配置されても良い。また、前処理部202bと接続されるAI処理回路は、第2基板の上端に配置され、前処理部202dと接続されるAI処理回路が第2基板の中央に配置されても良い。この場合、前処理部で変換された画像データの受け渡しの方向は、第2基板の上面から見て上端側から下端側へ向かう方向となる。

10

【0060】

本実施形態のように、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を行う処理部をより分散させることにより、第2基板210において発生した熱を分散させることができる。よって、第2基板側で発生する熱が、第一基板100の画素アレイ100へ与える影響を軽減させることができる。

【0061】

さらには、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を複数のAI処理回路を用いて並列に行うことにより、処理速度の高速化を図ることができる。

20

【0062】

(第4実施形態)

本実施形態では、AD変換回路、およびAI処理部の配置が異なる形態を説明する。

【0063】

図8は本実施形態における第2基板400の構成を示す図である。本実施形態における光電変換装置では、第1基板100の一つの単位画素101に対して、第2基板400に一つのAD変換器401が設けられた構成となっている。これにより、すべての単位画素101の各々から出力されるアナログ信号を、各AD変換器で、同時に一括してデジタルデータへ変換することが可能である。

30

【0064】

図8に示した402a～dはそれぞれ前処理およびAI処理部であり、AD変換器401で変換されたデジタルデータを画像データへ変換する。さらに、変換された画像データに対して、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する。この前処理およびAI処理を実行する回路領域を図8では402a～dとして示している。

【0065】

また、図8では、光電変換装置の外部から信号（電源電圧を含む）が入力される、あるいは光電変換装置の外部に信号を出力するパッド800が第2基板200の4辺に設けられている。複数のAI処理部は、4辺のパッドが設けられた外周部と、AD変換部（複数行および複数列に渡って設けられたAD変換器401によって形成される領域）との間の領域に設けられている。なお、図8では、第2基板200の4つの辺の全てにパッド800が設けられているが、対向する2つの辺において設けられた形態であっても良い。

40

【0066】

AD変換器401から出力されるデジタルデータは、AD変換器401が第2基板400に配置されている位置に応じ、前処理部およびAI処理部402a～dのいずれかへ入力される。例えば、図8に図示された画素領域（a）、（b）、（c）、（d）に配されたAD変換器から出力されるデジタルデータは、それぞれ前処理部およびAI処理部402a、402b、402c、402dへ入力される。

【0067】

上述のように、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を実行する要素が配された領域を複数、かつ、ほぼ均等の間隔での配置としている。これにより、AI処理部が

50

第2基板400において発生した熱を分散させることができる。よって、第2基板側で発生する熱が、第1基板100の画素アレイへ与える影響を軽減させることができる。

【0068】

さらに、第2実施形態のように、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を複数のAI処理部を用いて並列に行うことにより、処理速度の高速化を図ることも可能となる。

【0069】

また、本実施形態に記載のAI処理部は、第3実施形態に記載のように、段階的なデータ処理を実行する回路構成となっていても良い。つまり、各AI処理回路の各々が電気的に直列に接続され、多段パイプラインの構成を有し、ニューラルネットワーク計算モデルに基づく処理を逐次処理方式で実行形式でも良い。この場合、前処理部およびAI処理部402a～d内のAI処理回路は、段階的なデータ処理を実行可能な回路構成となっており、前処理部およびAI処理部402a～dは各々が電気的に直列に接続される。接続の方法は、例として前処理部およびAI処理部402a、402b、402c、403dのように第2基板400を周回するような接続でも良いし、AI処理部402a～dの一部のみを接続しても良い。AI処理部402aと、AI処理部402bとを接続した上で、AI処理部402cと、AI処理部402dとを接続する。そして、AI処理部402aとAI処理部402b、およびAI処理部402cとAI処理部402dでの逐次処理を行う。そして、AI処理部402aとAI処理部402b、およびAI処理部402cとAI処理部402dの逐次処理は同時刻に並列に行っても良い。

10

【0070】

さらには、AI処理部402a～dの入力段に選択スイッチを設けることで、これら逐次処理および並列処理の構成を可変とすることも可能となる。

20

【0071】

(第5実施形態)

第1～第4実施形態では、複数の組に対応して設けられた複数のAI処理部が、その対応する組のデジタルデータに対して機械学習処理を伴う信号処理を行う例を説明した。

【0072】

本実施形態では、複数のAI処理部は、フレームごとに互いに異なるAI処理部が信号処理を行う。

30

【0073】

図9は、本実施形態の第2基板200の構成を示した図である。

【0074】

前処理部900aは、AI処理部901a、901bの両方に同じデータを出力する。また、前処理部900bは、AI処理部901a、901bの両方に同じデータを出力する。つまり、AI処理部901a、901bには、複数の前処理部900a、900bから同じデータが入力される。AI処理部901a、901bは機械学習によって各種パラメータが調整されているが、そのパラメータは、AI処理部901a、901bで異なっている。よって、同じデータがAI処理部901a、901bが入力された場合でも、AI処理部901a、901bの出力結果は異なることがある。

40

【0075】

AI処理部901a、AI処理部901bの出力結果は、統合処理部910に入力される。統合処理部910は、AI処理部901a、901bの出力結果が異なる場合、以下のいずれかの動作を行う。

(1) AI処理部901a、901bの出力結果のうち、信頼度が高い出力結果を選択して光電変換装置の外部に出力する

(2) 統合処理部910はルックアップテーブルを備え、AI処理部901a、901bの出力結果の組合せに対し、ルックアップテーブルから対応する結果を選択して出力する

(3) AI処理部901a、901bの両方の出力結果を光電変換装置の外部に出力するとともに、信頼情報をさらに出力する

50

【0076】

(1) の信頼度の判定は、過去の A I 处理部 901 の出力結果を参照して行うようにしても良いし、予め A I 处理部 901a、901b の信頼度の高低を光電変換装置の外部から与えても良い。また、A I 处理部 901a、901b の各々から、その出力結果に対する信頼情報を出力させ、その信頼情報の高い方を選択するようにしても良い。

【0077】

(3) の信頼情報は、A I 处理部 901a、901b の各々から、その出力結果に対する信頼情報を出力させ、その信頼情報を光電変換装置の外部に出力させることができる。

【0078】

このように、本実施形態の光電変換装置は、複数の A I 处理部 901 が、同じデータに対して、機械学習処理を伴う信号処理を行う。これにより、A I 处理部が出力する処理結果の精度を向上させることができる。

10

【0079】

また、本実施形態の光電変換装置は、A I 处理部に冗長性を持たせることができる。つまり、A I 处理部 901a、901b の一方の A I 处理部に故障や、信号精度の著しい低下が生じることがある。このような場合、当該一方の A I 处理部の動作を停止させ、あるいは出力結果を無視し、他方の A I 处理部の出力結果を採用することができる。これにより、一部の A I 处理部の故障や信号精度の低下が生じても、光電変換装置の動作を継続することができる。

【0080】

また、複数の A I 处理部を設けていることにより、第 1 実施形態と同様に、局所的な熱の集中を抑制する効果を得ることができる。また、1 つの A I 处理部 901 を用いて複数回、機械学習処理を伴う信号処理を行う場合に比べて、複数の A I 处理部による信号処理を行うことにより、高速化を行うことができる。

20

【0081】

(第 6 実施形態)

本実施形態では、フレームごとに、複数の A I 处理部の一部と他の一部が交互に動作する形態である。これにより、フレームレートを向上させることができる。

【0082】

本実施形態の光電変換装置の構成は、第 5 実施形態と同様とすることができるが、図 10 のように、さらに多くの A I 处理部を設けた構成とすることができる。以下では、図 10 の構成をもとに説明する。

30

【0083】

図 10 の構成では、A I 处理部 921a ~ 921d が設けられている。また、A D 変換回路 a ~ h のそれぞれは、A D 変換回路 a について示したように、前処理部 900a、900b のいずれか一方に選択的にデジタルデータを出力することができる。また、A D 変換回路 a ~ h のそれぞれは前処理部 900a、900b の両方に並行して、デジタルデータを出力することができる構成をさらに備えても良い。

【0084】

図 11 は、本実施形態の A I 处理部の動作を示した図である。

40

【0085】

画像データとして、各フレームの A D 変換部 921a ~ 921h の 1 画面の出力に対応する画像データを示している。

【0086】

A I 处理部 921a は、n フレーム (n は自然数) の画像データの処理を開始する。その後、A I 处理部 921a が画像データを処理している期間に、別の A I 处理部 921b が n + 1 フレームの画像データの処理を開始する。同様に、A I 处理部 921a、921b が画像データを処理している期間に、n + 3 フレームの画像データの処理を、A I 处理部 921c が開始する。同様に、A I 处理部 921a、921b、921c が画像データを処理している期間に、n + 4 フレームの画像データの処理を、A I 处理部 921d が開

50

始する。

【0087】

その後、AI処理部921aが画像データの処理を終え、再びn+5フレームの画像データの処理を開始する。以下、同様の動作が繰り返される。

【0088】

前処理部900aが、AI処理部921a、921bに選択的にデジタルデータを出力できることにより、この複数フレームの画像データを、複数のAI処理部に対してフレームごとに振り分けることができる。また、図10の形態では、さらにAD変換回路a～hが、前処理部900a、900bのいずれか一方に選択的にデジタルデータを出力できる構成を備えることにより、さらに複数フレームのデジタルデータの複数のAI処理部の振り分けを容易にしている。

10

【0089】

なお、本実施形態は図10の構成に限定されるものではない。例えば、AD変換回路a～hが前処理部900a、900bのいずれか一方に選択的にデジタルデータを出力できる構成としている。この構成のほかに、前処理部900a、900bを1つの前処理部900として、この1つの前処理部900が、4つのAI処理部921a～dに振り分けるようにしてもよい。また、AI処理部921の個数は4つに限定されるものではなく、2つ以上の個数であれば良い。また、AI処理部921a～dが持つ学習済モデルは同じとすることができる。これにより、フレームごとに異なるAI処理部921が処理を行ったとしても、同程度の信頼精度を持つ出力結果を得ることができる。

20

【0090】

この複数のAI処理部921a～dの学習済モデルの共通化は、以下のようにして行うことができる。まず、複数のAI処理部921a～dのそれぞれが独自に機械学習を行う。この機械学習は教師データを用いるようにしても良いし、用いずに用いるようにしても良い。AI処理部921a～dが機械学習を終えた後、光電変換装置に対し、期待される出力結果が既知である信号を入力する。例えば、期待される出力結果として「被写体は人の顔である」というものであるとして、人の顔を光電変換装置に撮像させる例を説明する。統合処理部910には、AI処理部921a～dの出力結果が入力される。一部のAI処理部は「被写体は人の顔である」という出力結果を出力し、他のAI処理部は「被写体は人の顔である」以外の出力結果を出力したとする。この場合、統合処理部910は、AI処理部921a～dのうち、正しい出力結果（「被写体は人の顔である」）を出力したAI処理部921の信頼度を高める。この期待される出力結果と、実際のAI処理部921の出力結果を比較する動作を光電変換装置は繰り返す。これにより、統合処理部910は、AI処理部921a～dのうち、正しい出力結果を出力しやすいAI処理部921を特定する。この特定されたAI処理部921が持つ学習済モデルを、統合処理部910は他のAI処理部921に適用する。これにより、複数のAI処理部921a～dに対し、信頼性の高い、共通の学習済モデルを持たせることができる。

30

【0091】

（第7実施形態）

第6実施形態と異なる点を中心に説明する。

40

【0092】

本実施形態の光電変換装置の構成は第6実施形態と同様とすることができる。

【0093】

本実施形態は、統合処理部910が、複数のAI処理部が出力した複数フレームの出力結果を基に、光電変換装置の外部に処理結果を出力する。

【0094】

図12は本実施形態における、図10に示したAI処理部921a～921dの動作を示した図である。図11に示した動作と異なるのは、統合処理部910が、複数のAI処理部921a～921dの出力結果から総合判定を行って光電変換装置の外部に処理結果を出力する点である。

50

【 0 0 9 5 】

この総合判定は、例えば、複数の A I 处理部 9 2 1 a ~ 9 2 1 d の出力結果のうち、最も多い出力結果を採用して出力する。この場合、複数の A I 处理部 9 2 1 a ~ 9 2 1 d は、第 6 実施形態でも述べたように同じ学習済モデルを持つようにしても良い。

【 0 0 9 6 】

また、複数の A I 处理部 9 2 1 a ~ 9 2 1 d は異なる学習済モデルを持つようにしても良い。この形態では、A I 处理部 9 2 1 a ~ d が機械学習を終えた後、光電変換装置に対し、期待される出力結果が既知である信号を入力する。例えば、期待される出力結果として「被写体は人の顔である」というものであるとして、人の顔を光電変換装置に撮像させる例を説明する。統合処理部 9 1 0 には、A I 处理部 9 2 1 a ~ d の出力結果が入力される。一部の A I 处理部は「被写体は人の顔である」という出力結果を出力し、他の A I 处理部は「被写体は人の顔である」以外の出力結果を出力したとする。この場合、統合処理部 9 1 0 は、A I 处理部 9 2 1 a ~ d のうち、正しい出力結果（「被写体は人の顔である」）を出力した A I 处理部 9 2 1 の信頼度を高める。この期待される出力結果と、実際の A I 处理部 9 2 1 の出力結果を比較する動作を光電変換装置は繰り返す。これにより、統合処理部 9 1 0 は、A I 处理部 9 2 1 a ~ d のそれぞれに対する信頼度を決定する。そして、統合処理部 9 1 0 は、図 1 2 の動作において複数の A I 处理部 9 2 1 a ~ 9 2 1 d の出力結果に対して信頼度のパラメータを付与して、光電変換装置の外部に出力する処理結果を決定する。

10

【 0 0 9 7 】

このように、本実施形態では複数の A I 处理部の処理結果を総合判定することにより、信頼度のより高い処理結果を得ることができる。

20

【 0 0 9 8 】

なお、本実施形態では複数の A I 处理部 9 2 1 a ~ 9 2 1 d の各々が互いに異なるフレームの画像データを処理する例を説明した。他の例として、図 1 3 に示すように、同じフレームの画像データを、複数の A I 处理部 9 2 1 a ~ d で処理するようにしても良い。この場合も統合処理部 9 1 0 が、本実施形態で述べたように総合判定を行って、光電変換装置の外部に処理結果を出力するようにすればよい。

【 0 0 9 9 】

各実施形態において説明したように、これまでの実施形態に示した A I 处理部の配置、および A I 处理部の動作をさせることにより、光電変換装置から得られる画像データの精度の低下を抑制し、また、A I 处理部の動作の高速化を図ることが可能となる。

30

【 0 1 0 0 】

また、A I 处理部は図 1 4 に示したように第 1 基板、第 2 基板の上面から平面視で見たときに画素アレイの外側に配置することも有効である。図 1 4 では、第 1 基板に設けられた画素アレイ部 1 1 0 について、平面視した場合に、第 2 基板での投影位置を示してある。画素アレイ部 1 1 0 に対し、A I 处理部 2 0 3 a、2 0 3 b は平面視で重ならない位置に設けている。これにより、A I 处理部からの発熱の影響を、画素アレイ部 1 1 0 は受けにくくなる。また、前処理部 2 0 2 a ~ d もまた、画素アレイ部 1 1 0 に対して平面視で重ならない位置に設けられている。これにより、前処理部 2 0 2 a ~ d で生じる熱の影響も、画素アレイ部 1 1 0 は受けにくくなる。

40

【 0 1 0 1 】

また、複数の A I 处理部で動作処理速度を異ならせるようにしても良い。この場合、動作処理速度の速い A I 处理部が、平面視した画素アレイ位置に対し、動作処理速度の遅い A I 处理部よりも遠ざけるようにしても良い。この場合、動作処理速度の速い A I 处理部は発熱量も大きいため、画素アレイ部が受ける A I 处理部の発熱の影響を低減することができる。

【 0 1 0 2 】

また、本明細書では第 2 基板に A I 处理部が設けられた例を示したが、さらに第 1 基板に A I 处理部を設けるようにしても良い。

50

【0103】

(第8実施形態)

図15は、本実施形態に係る光電変換システム11200の構成を示すブロック図である。本実施形態の光電変換システム11200は、光電変換装置11204を含む。ここで、光電変換装置11204は、上述の実施形態で述べた光電変換装置のいずれかを適用することができる。光電変換システム11200は例えば、撮像システムとして用いることができる。撮像システムの具体例としては、デジタルスチルカメラ、デジタルカムコーダー、監視カメラ、ネットワークカメラ等が挙げられる。図15では、光電変換システム11200としてデジタルスチルカメラの例を示している。

【0104】

10

図15に示す光電変換システム11200は、光電変換装置11204、被写体の光学像を光電変換装置11204に結像させるレンズ11202を有する。また、光電変換システム11200はレンズ11202を通過する光量を可変にするための絞り11203、レンズ11202の保護のためのバリア11201を有する。レンズ11202および絞り11203は、光電変換装置11204に光を集光する光学系である。

【0105】

光電変換システム11200は、光電変換装置11204から出力される出力信号の処理を行う信号処理部11205を有する。信号処理部11205は、必要に応じて入力信号に対して各種の補正、圧縮を行って出力する信号処理の動作を行う。光電変換システム11200は、更に、画像データを一時的に記憶するためのバッファメモリ部11206、外部コンピュータ等と通信するための外部インターフェース部(外部I/F部)11209を有する。更に光電変換システム11200は、撮像データの記録または読み出しを行うための半導体メモリ等の記録媒体11211、記録媒体11211に記録または読み出しを行うための記録媒体制御インターフェース部(記録媒体制御I/F部)11210を有する。記録媒体11211は、光電変換システム11200に内蔵されていてもよく、着脱可能であってもよい。また、記録媒体制御I/F部11210から記録媒体11211との通信や外部I/F部11209からの通信は無線によってなされてもよい。

20

【0106】

更に光電変換システム11200は、各種演算を行うとともにデジタルスチルカメラ全体を制御する全体制御・演算部11208、光電変換装置11204と信号処理部11205に各種タイミング信号を出力するタイミング発生部11207を有する。ここで、タイミング信号などは外部から入力されてもよく、光電変換システム11200は、少なくとも光電変換装置11204と、光電変換装置11204から出力された出力信号を処理する信号処理部11205とを有すればよい。全体制御・演算部11208およびタイミング発生部11207は、光電変換装置11204の制御機能の一部または全部を実施するように構成してもよい。

30

【0107】

光電変換装置11204は、画像用信号を信号処理部11205に出力する。信号処理部11205は、光電変換装置11204から出力される画像用信号に対して所定の信号処理を実施し、画像データを出力する。また、信号処理部11205は、画像用信号を用いて、画像を生成する。また、信号処理部11205は、光電変換装置11204から出力される信号に対して測距演算を行ってもよい。なお、信号処理部11205やタイミング発生部11207は、光電変換装置に搭載されていてもよい。つまり、信号処理部11205やタイミング発生部11207は、画素が配された基板に設けられていてもよいし、別の基板に設けられている構成であってもよい。上述した各実施形態の光電変換装置を用いて撮像システムを構成することにより、より良質の画像が取得可能な撮像システムを実現することができる。

40

【0108】

(第9実施形態)

図16は、前述の実施形態に記載の光電変換装置を利用した電子機器である距離画像セ

50

ンサの構成例を示すブロック図である。

【0109】

図16に示すように、距離画像センサ12401は、光学系12407、光電変換装置12408、画像処理回路12404、モニタ12405、およびメモリ12406を備えて構成される。そして、距離画像センサ12401は、光源装置12409から被写体に向かって投光され、被写体の表面で反射された光（変調光やパルス光）を受光することにより、被写体までの距離に応じた距離画像を取得することができる。

【0110】

光学系12407は、1枚または複数枚のレンズを有して構成され、被写体からの像光（入射光）を光電変換装置12408に導き、光電変換装置12408の受光面（センサ部）に結像させる。

10

【0111】

光電変換装置12408としては、上述した各実施形態の光電変換装置が適用され、光電変換装置12408から出力される受光信号から求められる距離を示す距離信号が画像処理回路12404に供給される。

【0112】

画像処理回路12404は、光電変換装置12408から供給された距離信号に基づいて距離画像を構築する画像処理を行う。そして、その画像処理により得られた距離画像（画像データ）は、モニタ12405に供給されて表示されたり、メモリ406に供給されて記憶（記録）されたりする。

20

【0113】

このように構成されている距離画像センサ12401では、上述した光電変換装置を適用することで、画素の特性向上に伴って、例えば、より正確な距離画像を取得することができる。

【0114】

（第10実施形態）

本開示に係る技術（本技術）は、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。

【0115】

図17は、本開示に係る技術（本技術）が適用され得る内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

30

【0116】

図17では、術者（医師）13131が、内視鏡手術システム13003を用いて、患者ベッド13133上の患者13132に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム13003は、内視鏡13100と、術具13110と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート13134と、から構成される。

【0117】

内視鏡13100は、先端から所定の長さの領域が患者13132の体腔内に挿入される鏡筒13101と、鏡筒13101の基端に接続されるカメラヘッド13102と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒13101を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡13100を図示しているが、内視鏡13100は、軟性の鏡筒を有するいわゆる軟性鏡として構成されてもよい。

40

【0118】

鏡筒13101の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡13100には光源装置13203が接続されており、光源装置13203によって生成された光が、鏡筒13101の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光される。この光は対物レンズを介して患者13132の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡13100は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

【0119】

50

カメラヘッド 13102 の内部には光学系及び光電変換装置が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該光電変換装置に集光される。当該光電変換装置によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該光電変換装置としては、前述の各実施形態に記載の光電変換装置を用いることができる。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU：Camera Control Unit）13135 に送信される。

【0120】

CCU13135 は、CPU（Central Processing Unit）や GPU（Graphics Processing Unit）等によって構成され、内視鏡 13100 及び表示装置 13136 の動作を統括的に制御する。さらに、CCU13135 は、カメラヘッド 13102 から画像信号を受け取り、その画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。

【0121】

表示装置 13136 は、CCU13135 からの制御により、当該 CCU13135 によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。

【0122】

光源装置 13203 は、例えば LED（Light Emitting Diode）等の光源から構成され、術部等を撮影する際の照射光を内視鏡 13100 に供給する。

【0123】

入力装置 13137 は、内視鏡手術システム 13003 に対する入力インターフェースである。ユーザは、入力装置 13137 を介して、内視鏡手術システム 13003 に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。

【0124】

処置具制御装置 13138 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 13112 の駆動を制御する。

【0125】

内視鏡 13100 に術部を撮影する際の照射光を供給する光源装置 13203 は、例えば LED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成することができる。RGB レーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 13203 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGB レーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド 13102 の撮像素子の駆動を制御することにより、RGB それぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

【0126】

また、光源装置 13203 は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド 13102 の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

【0127】

また、光源装置 13203 は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用する。具体的には、通常の観察時における照射光（すなわち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得

10

20

30

40

50

る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察すること、又はインドシアニングリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得ること等を行うことができる。光源装置13203は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び/又は励起光を供給可能に構成され得る。

【0128】

（第11実施形態）

本実施形態の光電変換システムおよび移動体について、図18を用いて説明する。図18は、本実施形態による光電変換システムおよび移動体の構成例を示す概略図である。本実施形態では、光電変換システムとして、車載カメラの一例を示す。

10

【0129】

図18は、車両システムとこれに搭載される撮像を行う光電変換システムの一例を示したものである。光電変換システム14301は、光電変換装置14302、画像前処理部14315、集積回路14303、光学系14314を含む。光学系14314は、光電変換装置14302に被写体の光学像を結像する。光電変換装置14302は、光学系14314により結像された被写体の光学像を電気信号に変換する。光電変換装置14302は、上述の各実施形態のいずれかの光電変換装置である。画像前処理部14315は、光電変換装置14302から出力された信号に対して所定の信号処理を行う。画像前処理部14315の機能は、光電変換装置14302内に組み込まれていてよい。光電変換システム14301には、光学系14314、光電変換装置14302および画像前処理部14315が、少なくとも2組設けられており、各組の画像前処理部14315からの出力が集積回路14303に入力されるようになっている。

20

【0130】

集積回路14303は、撮像システム用途向けの集積回路であり、メモリ14305を含む画像処理部14304、光学測距部14306、測距演算部14307、物体認知部14308、異常検出部14309を含む。画像処理部14304は、画像前処理部14315の出力信号に対して、現像処理や欠陥補正等の画像処理を行う。メモリ14305は、撮像画像の一次記憶、撮像画素の欠陥位置を格納する。光学測距部14306は、被写体の合焦や、測距を行う。測距演算部14307は、複数の光電変換装置14302により取得された複数の画像データから測距情報の算出を行う。物体認知部14308は、車、道、標識、人等の被写体の認知を行う。異常検出部14309は、光電変換装置14302の異常を検出すると、主制御部14313に異常を発報する。

30

【0131】

集積回路14303は、専用に設計されたハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアモジュールによって実現されてもよいし、これらの組合せによって実現されてもよい。また、FPGA(Field Programmable Gate Array)やASIC(Application Specific Integrated Circuit)等によって実現されてもよいし、これらの組合せによって実現されてもよい。

40

【0132】

主制御部14313は、光電変換システム14301、車両センサ14310、制御ユニット14320等の動作を統括・制御する。主制御部14313を持たず、光電変換システム14301、車両センサ14310、制御ユニット14320が個別に通信インターフェースを有して、それぞれが通信ネットワークを介して制御信号の送受を行う（例えばCAN規格）方法も取り得る。

【0133】

集積回路14303は、主制御部14313からの制御信号を受け或いは自身の制御部によって、光電変換装置14302へ制御信号や設定値を送信する機能を有する。

【0134】

光電変換システム14301は、車両センサ14310に接続されており、車速、ヨー

50

レート、舵角などの自車両走行状態および自車外環境や他車・障害物の状態を検出することができる。車両センサ 14310 は、対象物までの距離情報を取得する距離情報取得手段でもある。また、光電変換システム 14301 は、自動操舵、自動巡回、衝突防止機能等の種々の運転支援を行う運転支援制御部 1311 に接続されている。特に、衝突判定機能に関しては、光電変換システム 14301 や車両センサ 14310 の検出結果を基に他車・障害物との衝突推定・衝突有無を判定する。これにより、衝突が推定される場合の回避制御、衝突時の安全装置起動を行う。

【0135】

また、光電変換システム 14301 は、衝突判定部での判定結果に基づいて、ドライバーに警報を発する警報装置 14312 にも接続されている。例えば、衝突判定部の判定結果として衝突可能性が高い場合、主制御部 14313 は、ブレーキをかける、アクセルを戻す、エンジン出力を抑制するなどして、衝突を回避、被害を軽減する車両制御を行う。警報装置 14312 は、音等の警報を鳴らす、カーナビゲーションシステムやメーターパネルなどの表示部画面に警報情報を表示する、シートベルトやステアリングに振動を与えるなどしてユーザに警告を行う。

【0136】

本実施形態では、車両の周囲、例えば前方または後方を光電変換システム 14301 で撮影する。図 18 (b) に、車両前方を光電変換システム 14301 で撮像する場合の光電変換システム 14301 の配置例を示す。

【0137】

2つの光電変換装置 14302 は、車両 14300 の前方に配される。具体的には、車両 14300 の進退方位または外形（例えば車幅）に対する中心線を対称軸に見立て、その対称軸に対して 2つの光電変換装置 14302 が線対称に配される。この形態は、車両 14300 と被写対象物との間の距離情報の取得や衝突可能性の判定を行う上で好ましい。また、光電変換装置 14302 は、運転者が運転席から車両 14300 の外の状況を視認する際に運転者の視野を妨げない配置が好ましい。警報装置 14312 は、運転者の視野に入りやすい配置が好ましい。

【0138】

また、本実施形態では、他の車両と衝突しない制御を説明したが、他の車両に追従して自動運転する制御や、車線からはみ出さないように自動運転する制御などにも適用可能である。さらに、光電変換システム 14301 は、自車両等の車両に限らず、例えば、船舶、航空機或いは産業用ロボットなどの移動体（移動装置）に適用することができる。加えて、移動体に限らず、高度道路交通システム（ITS）等、広く物体認識を利用する機器に適用することができる。

【0139】

本発明の光電変換装置は、更に、距離情報など各種情報を取得可能な構成であってもよい。

【0140】

（第 12 実施形態）

図 19 は、1つの適用例に係る眼鏡 16600（スマートグラス）を説明する。眼鏡 16600 には、光電変換装置 16602 を有する。光電変換装置 16602 は、上記の各実施形態に記載の光電変換装置である。また、レンズ 16601 の裏面側には、OLED や LED 等の発光装置を含む表示装置が設けられていてもよい。光電変換装置 16602 は 1 つでもよいし、複数でもよい。また、複数種類の光電変換装置を組み合わせて用いてもよい。光電変換装置 16602 の配置位置は図 19 (a) に限定されない。

【0141】

眼鏡 16600 は、制御装置 16603 をさらに備える。制御装置 16603 は、光電変換装置 16602 と上記の表示装置に電力を供給する電源として機能する。また、制御装置 16603 は、光電変換装置 16602 と表示装置の動作を制御する。レンズ 16601 には、光電変換装置 16602 に光を集光するための光学系が形成されている。

10

20

30

40

50

【0142】

図19(b)は、1つの適用例に係る眼鏡16610(スマートグラス)を説明する。眼鏡16610は、制御装置16612を有しており、制御装置16612に、光電変換装置16602に相当する光電変換装置と、表示装置が搭載される。レンズ16611には、制御装置16612内の光電変換装置と、表示装置からの発光を投影するための光学系が形成されており、レンズ16611には画像が投影される。制御装置16612は、光電変換装置および表示装置に電力を供給する電源として機能するとともに、光電変換装置および表示装置の動作を制御する。制御装置は、装着者の視線を検知する視線検知部を有してもよい。視線の検知は赤外線を用いてよい。赤外発光部は、表示画像を注視しているユーザの眼球に対して、赤外光を発する。発せられた赤外光の眼球からの反射光を、受光素子を有する撮像部が検出することで眼球の撮像画像が得られる。平面視における赤外発光部から表示部への光を低減する低減手段を有することで、画像品位の低下を低減する。

10

【0143】

赤外光の撮像により得られた眼球の撮像画像から表示画像に対するユーザの視線を検出する。眼球の撮像画像を用いた視線検出には任意の公知の手法が適用できる。一例として、角膜での照射光の反射によるプルキニ工像に基づく視線検出方法を用いることができる。

【0144】

より具体的には、瞳孔角膜反射法に基づく視線検出処理が行われる。瞳孔角膜反射法を用いて、眼球の撮像画像に含まれる瞳孔の像とプルキニ工像とに基づいて、眼球の向き(回転角度)を表す視線ベクトルが算出されることにより、ユーザの視線が検出される。

20

【0145】

本実施形態の表示装置は、受光素子を有する光電変換装置を有し、光電変換装置からのユーザの視線情報に基づいて表示装置の表示画像を制御してよい。

【0146】

具体的には、表示装置は、視線情報に基づいて、ユーザが注視する第一の視界領域と、第一の視界領域以外の第二の視界領域とを決定される。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受けしてもよい。表示装置の表示領域において、第一の視界領域の表示解像度を第二の視界領域の表示解像度よりも高く制御してよい。つまり、第二の視界領域の解像度を第一の視界領域よりも低くしてよい。

30

【0147】

また、表示領域は、第一の表示領域、第一の表示領域とは異なる第二の表示領域とを有し、視線情報に基づいて、第一の表示領域および第二の表示領域から優先度が高い領域を決定されてよい。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受けしてもよい。優先度の高い領域の解像度を、優先度が高い領域以外の領域の解像度よりも高く制御してよい。つまり優先度が相対的に低い領域の解像度を低くしてよい。

【0148】

なお、第一の視界領域や優先度が高い領域の決定には、AIを用いてよい。AIは、眼球の画像と当該画像の眼球が実際に見ていた方向とを教師データとして、眼球の画像から視線の角度、視線の先の目的物までの距離を推定するよう構成されたモデルであってよい。AIプログラムは、表示装置が有しても、光電変換装置が有しても、外部装置が有してもよい。外部装置が有する場合は、通信を介して、表示装置に伝えられる。

40

【0149】

視認検知に基づいて表示制御する場合、外部を撮像する光電変換装置を更に有するスマートグラスに好ましく適用できる。スマートグラスは、撮像した外部情報をリアルタイムで表示することができる。

【0150】

(第13実施形態)

図20を参照しながら、本実施形態のシステムについて説明する。本実施形態は、医師

50

等が患者から採取された細胞や組織を観察して病変を診断する病理診断システムやそれを支援する診断支援システムに適用することができる。本実施形態のシステムは、取得された画像に基づいて病変を診断又はその支援をしてもよい。

【0151】

図20に示すように、本実施形態のシステムは、1以上の病理システム15510を含む。さらに解析部15530と、医療情報システム15540とを含んでもよい。

【0152】

1以上の病理システム15510それぞれは、主に病理医が使用するシステムであり、例えば研究所や病院に導入される。各病理システム15510は、互いに異なる病院に導入されてもよく、それぞれワイドエリアネットワークやローカルエリアネットワークなどの種々のネットワークを介して解析部15530及び医療情報システム15540に接続される。

10

【0153】

各病理システム15510は、顕微鏡15511と、サーバ15512と、表示装置15513とを含む。

【0154】

顕微鏡15511は、光学顕微鏡の機能を有し、ガラススライドに収められた観察対象物を撮像し、デジタル画像である病理画像を取得する。観察対象物とは、例えば、患者から採取された組織や細胞であり、臓器の肉片、唾液、血液等であってよい。

20

【0155】

サーバ15512は、顕微鏡15511によって取得された病理画像を図示しない記憶部に記憶、保存する。また、サーバ15512は、閲覧要求を受け付けた場合に、メモリ等に保持された病理画像を検索し、検索された病理画像を表示装置15513に表示させることができる。サーバ15512と表示装置15513とは、表示を制御する装置等を介してもよい。

【0156】

ここで、観察対象物が臓器の肉片等の固形物である場合、この観察対象物は、例えば、染色された薄切片であってよい。薄切片は、例えば、臓器等の検体から切出されたブロック片を薄切りすることで作製されてもよい。また、薄切りの際には、ブロック片がパラフィン等で固定されてもよい。

30

【0157】

顕微鏡15511は、低解像度で撮像するための低解像度撮像部と、高解像度で撮像するための高解像度撮像部とを含み得る。低解像度撮像部と高解像度撮像部とは、異なる光学系であってもよいし、同一の光学系であってもよい。同一の光学系である場合には、顕微鏡15511は、撮像対象に応じて解像度が変更されてもよい。

【0158】

観察対象物はガラススライドなどに収容され、顕微鏡15511の画角内に位置するステージ上に載置される。顕微鏡15511は、まず、低解像度撮像部を用いて画角内の全体画像を取得し、取得した全体画像から観察対象物の領域を特定する。続いて、顕微鏡15511は、観察対象物が存在する領域を所定サイズの複数の分割領域に分割し、各分割領域を高解像度撮像部により順次撮像することで、各分割領域の高解像度画像を取得する。対象とする分割領域の切替えでは、ステージを移動させてもよいし、撮像光学系を移動させてもよいし、それら両方を移動させてもよい。また、各分割領域は、ガラススライドの意図しない滑りによる撮像漏れ領域の発生等を防止するために、隣接する分割領域との間で重複していてもよい。さらに、全体画像には、全体画像と患者とを対応付けておくための識別情報が含まれていてもよい。この識別情報は、例えば、文字列やQRコード（登録商標）等であってよい。

40

【0159】

顕微鏡15511で取得された高解像度画像は、サーバ15512に入力される。サーバ15512は、各高解像度画像をより小さいサイズの部分画像に分割することができる

50

。このように部分画像を生成すると、サーバ15512は、隣り合う所定数の部分画像を合成することで1つの画像を生成する合成処理を、全ての部分画像に対して実行する。この合成処理は、最終的に1つの部分画像が生成されるまで繰り返され得る。このような処理により、各階層が1つ以上の部分画像で構成されたピラミッド構造の部分画像群が生成される。このピラミッド構造では、ある層の部分画像とこの層とは異なる層の部分画像との画素数は同じであるが、その解像度が異なっている。例えば、2×2個の計4つの部分画像を合成して上層の1つの部分画像を生成する場合、上層の部分画像の解像度は、合成に用いた下層の部分画像の解像度の1/2倍となっている。

【0160】

このようなピラミッド構造の部分画像群を構築することによって、表示対象のタイル画像が属する階層次第で、表示装置に表示される観察対象物の詳細度を切り替えることが可能となる。例えば、最下層の部分画像が用いられる場合には、観察対象物の狭い領域を詳細に表示し、上層の部分画像が用いられるほど観察対象物の広い領域が粗く表示されるようにすることができる。

10

【0161】

生成されたピラミッド構造の部分画像群は、例えば、メモリ等に記憶することができる。そして、サーバ15512は、他の装置（例えば、解析部15530）から識別情報を含む部分画像の取得要求を受け付けた場合に、識別情報に対応する部分画像を他の装置へ送信する。

【0162】

なお、病理画像である部分画像は、焦点距離や染色条件等の撮像条件毎に生成されてもよい。撮像条件毎に部分画像が生成される場合、特定の病理画像とともに、特定の撮像条件と異なる撮像条件に対応する他の病理画像であって、特定の病理画像と同一領域の他の病理画像を並べて表示してもよい。特定の撮像条件は、閲覧者によって指定されてもよい。また、閲覧者に複数の撮像条件が指定された場合には、各撮像条件に対応する同一領域の病理画像が並べて表示されてもよい。

20

【0163】

また、サーバ15512は、ピラミッド構造の部分画像群をサーバ15512以外の他の記憶装置、例えば、クラウドサーバ等に記憶してもよい。さらに、以上のような部分画像の生成処理の一部又は全部は、クラウドサーバ等で実行されてもよい。このように部分画像を使うことにより、ユーザは、観察倍率を変えながら観察対象物を観察しているような感覚を得ることができる。すなわち、表示を制御することにより、仮想顕微鏡のような役割を果たすことができる。ここで仮想的な観察倍率は、実際には解像度に相当する。

30

【0164】

医療情報システム15540は、いわゆる電子カルテシステムであり、患者を識別する情報、患者の疾患情報、診断に用いた検査情報や画像情報、診断結果、処方薬などの診断に関する情報を記憶する。例えば、ある患者の観察対象物を撮像することで得られる病理画像は、一旦、サーバ15512を介して保存された後、表示装置15514に表示され得る。病理システム15510を利用する病理医は、表示装置15513に表示された病理画像に基づいて病理診断を行う。病理医によって行われた病理診断結果は、医療情報システム15540に記憶される。

40

【0165】

解析部15530は、病理画像に対する解析を実行し得る。この解析には、機械学習によって作成された学習モデルを用いることができる。解析部15530は、当該解析結果として、特定領域の分類結果や組織の識別結果等を導出してもよい。さらに、解析部15530は、細胞情報、数、位置、輝度情報等の識別結果やそれらに対するスコアリング情報等を導出してもよい。解析部15530で得られたこれらの情報は、診断支援情報として、病理システム15510の表示装置15513に表示されてもよい。

【0166】

なお、解析部15530は、1台以上のサーバ（クラウドサーバを含む）等で構成され

50

たサーバシステムであってもよい。また、解析部 15530 は、病理システム 15510 内の例えばサーバ 15512 に組み込まれた構成であってもよい。すなわち、病理画像に対する各種解析は、病理システム 15510 内で実行されてもよい。

【0167】

上述の実施形態で説明した光電変換装置は、以上説明した構成のうち、例えば、顕微鏡 15511 に好適に適用され得る。具体的には、顕微鏡 15511 における低解像度撮像部及び / 又は高解像度撮像部に適用することができる。これにより、低解像度撮像部及び / 又は高解像度撮像部の小型化、強いては、顕微鏡 15511 の小型化が可能となる。それにより、顕微鏡 15511 の運搬が容易となるため、システム導入やシステム組換え等を容易化することが可能となる。さらに、上述の実施形態で説明した光電変換装置を適用することにより、病理画像の取得から病理画像の解析までの処理の一部又は全部を顕微鏡 15511 内においてオンザフライで実行可能となるため、より迅速且つ的確な診断支援情報の出力も可能となる。

10

【0168】

なお、上記で説明した構成は、診断支援システムに限らず、共焦点顕微鏡や蛍光顕微鏡、ビデオ顕微鏡等の生物顕微鏡全般にも適用され得る。ここで、観察対象物は、培養細胞や受精卵、精子等の生体試料、細胞シート、三次元細胞組織等の生体材料、ゼブラフィッシュやマウス等の生体であってもよい。また、観察対象物は、ガラススライドに限らず、ウェルプレートやシャーレ等に格納された状態で観察されることもできる。

20

【0169】

さらに、顕微鏡を利用して取得した観察対象物の静止画像から動画像が生成されてもよい。例えば、所定期間連続的に撮像した静止画像から動画像を生成してもよいし、所定の間隔を空けて撮像した静止画像から画像シーケンスを生成してもよい。このように、静止画像から動画像を生成することで、がん細胞や神経細胞、心筋組織、精子等の拍動や伸長、遊走等の動きや培養細胞や受精卵の分裂過程など、観察対象物の動的な特徴を機械学習を用いて解析することが可能となる。

20

【0170】

< その他の実施形態 >

以上、各実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に制限されるものではなく、様々な変更および変形が可能である。また、各実施形態は相互に適用可能である。すなわち、一方の実施形態の一部を他方の実施形態の一部と置換することもできるし、一方の実施形態の一部を他方の実施形態の一部と付加することも可能である。また、ある実施形態の一部を削除することも可能である。

30

【0171】

なお、本明細書の開示内容は、本明細書に記載したことのみならず、本明細書および本明細書に添付した図面から把握可能な全ての事項を含む。また本明細書の開示内容は、本明細書に記載した概念の補集合を含んでいる。すなわち、本明細書に例えば「A は B よりも大きい」旨の記載があれば、「A は B よりも大きくない」旨の記載を省略しても、本明細書は「A は B よりも大きくない」旨を開示していると云える。なぜなら、「A は B よりも大きい」旨を記載している場合には、「A は B よりも大きくない」場合を考慮していることが前提だからである。

40

【符号の説明】

【0172】

100 第 1 基板

101 単位画素

110 画素アレイ部

200 第 2 基板

201 A/D 変換回路

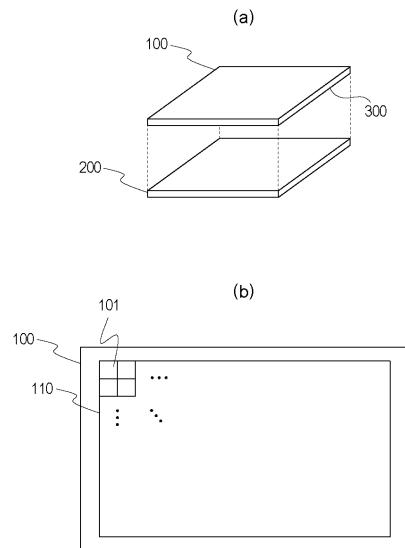
202 前処理部

203 A/I 处理部

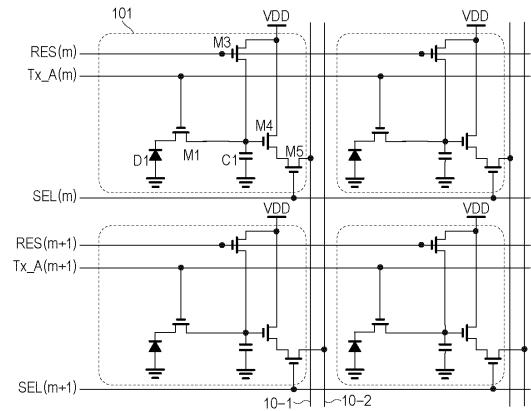
50

【図面】

【図 1】



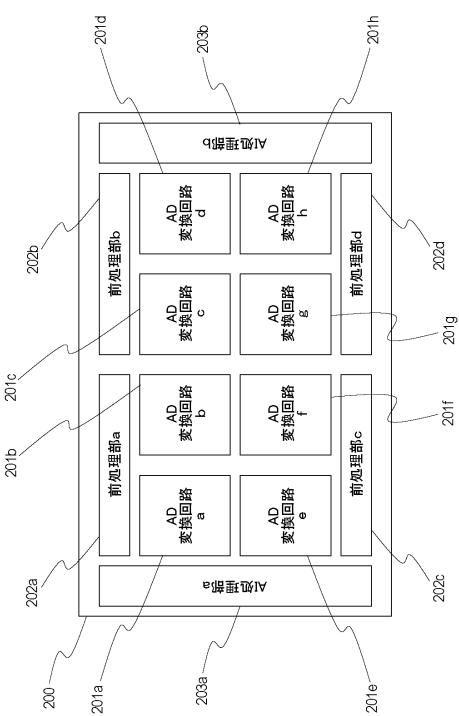
【図 2】



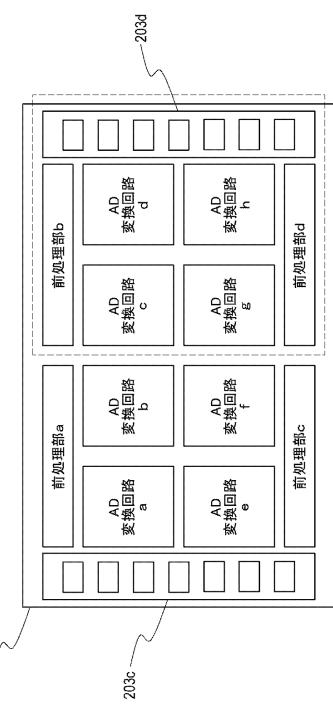
10

20

【図 3】



【図 4】

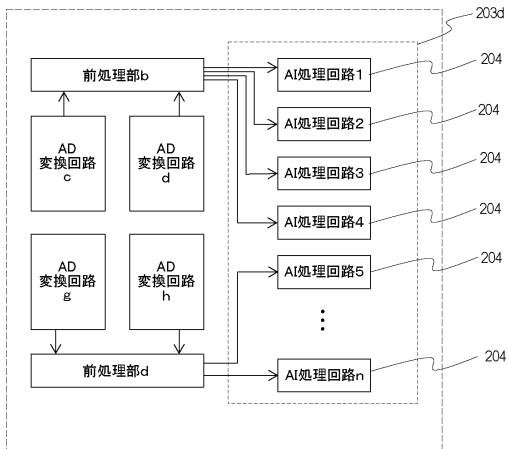


30

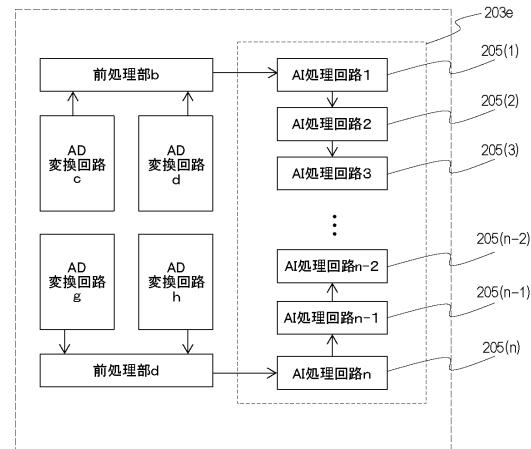
40

50

【図 5】



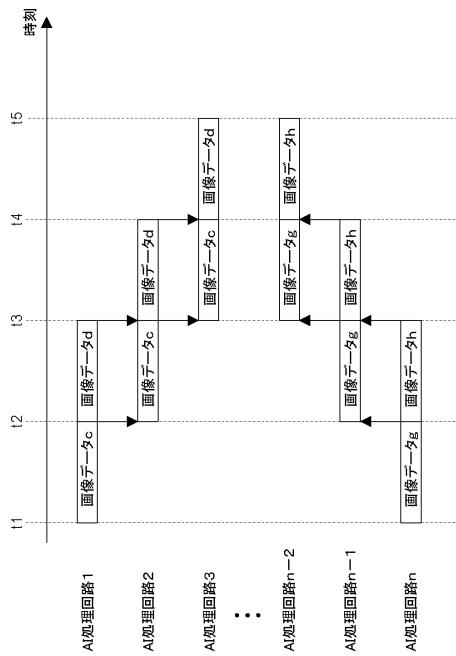
【図 6】



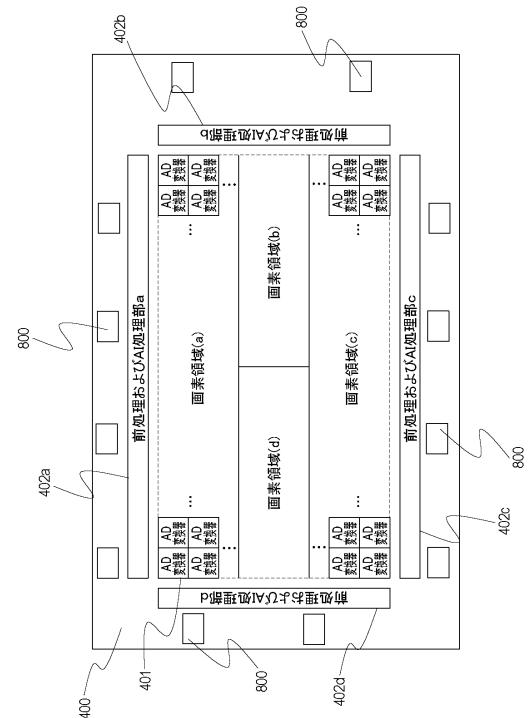
10

20

【図 7】



【図 8】

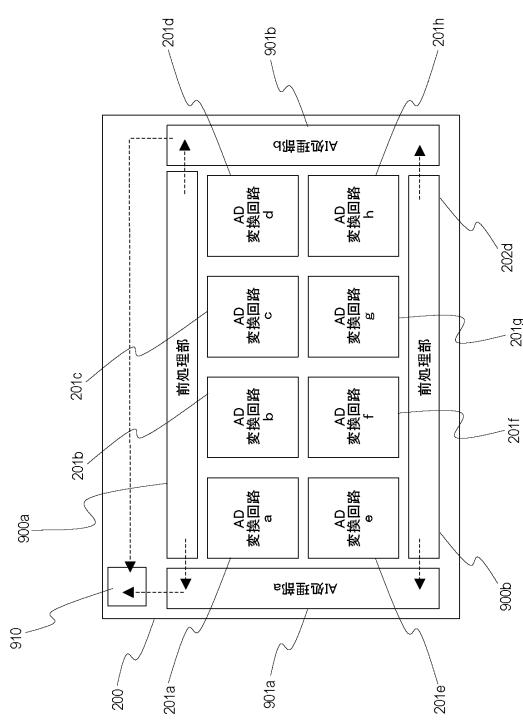


30

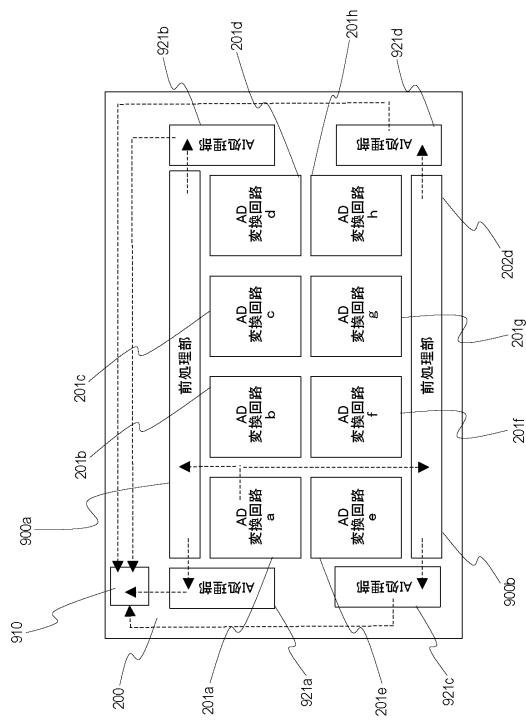
40

50

【図 9】



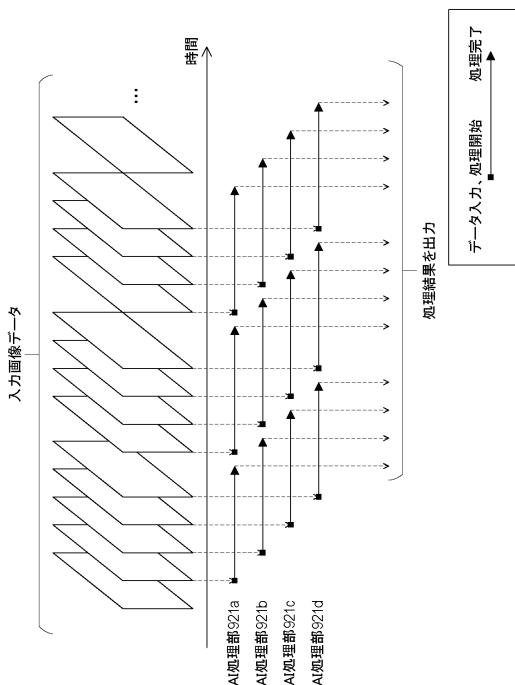
【図 10】



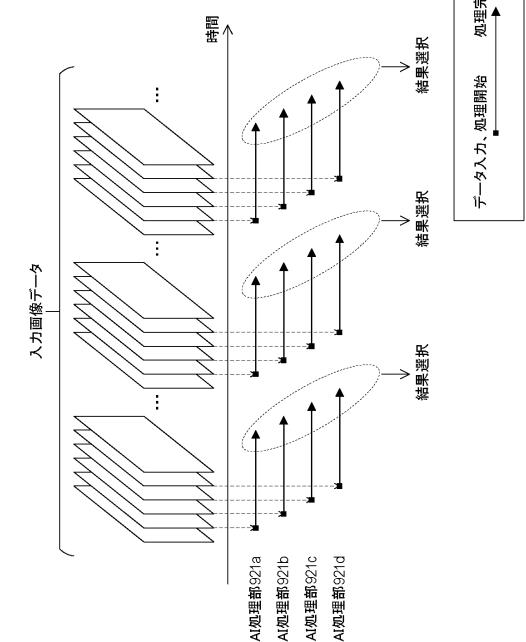
10

20

【図 11】



【図 12】

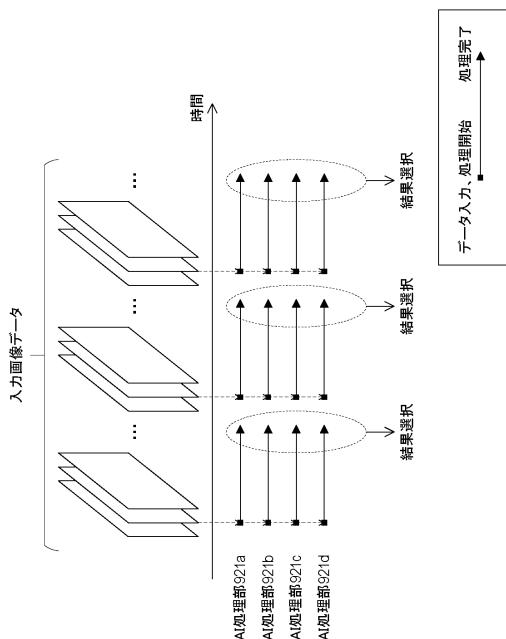


30

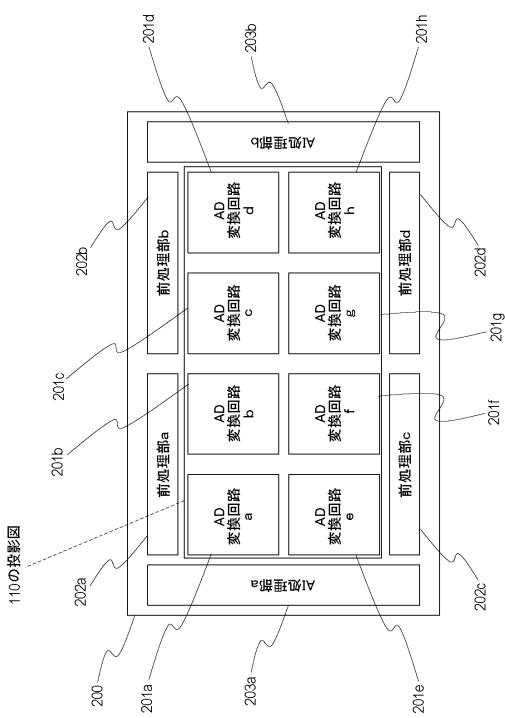
40

50

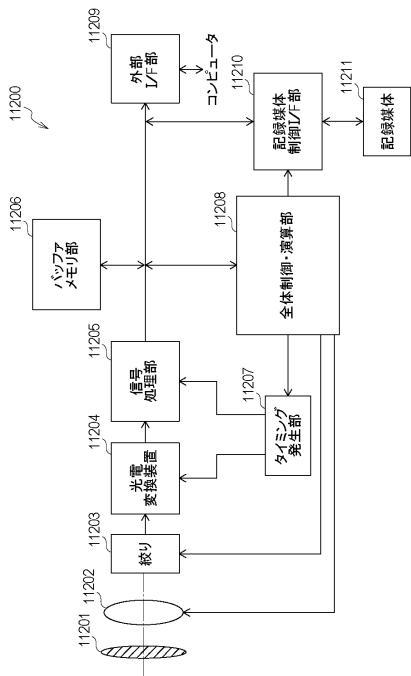
【図13】



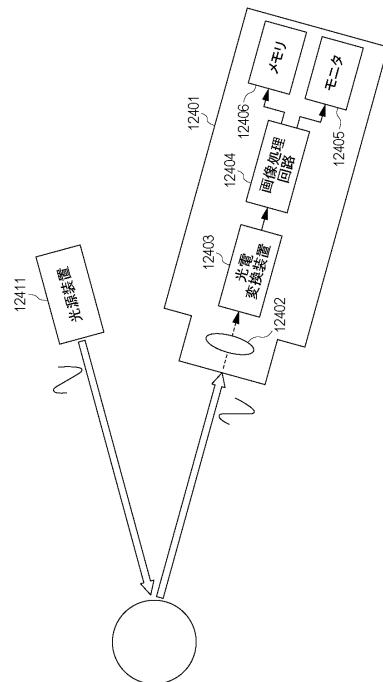
【図14】



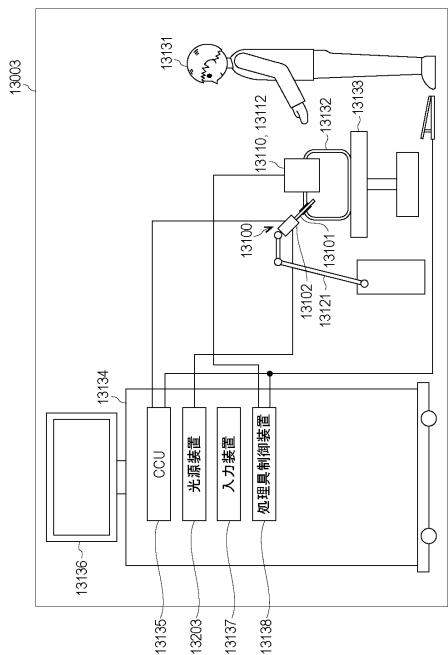
【図15】



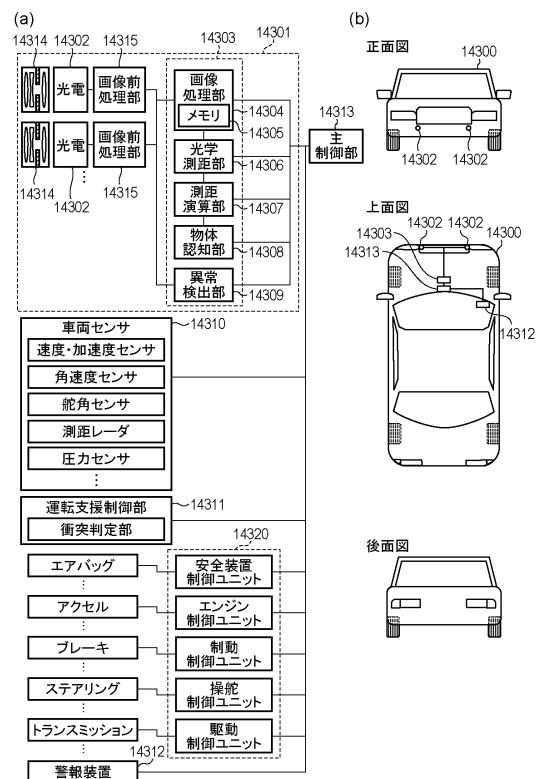
【図16】



【図17】



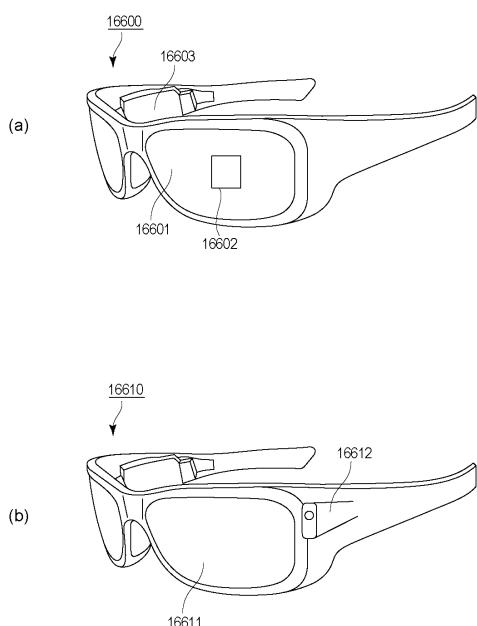
【図18】



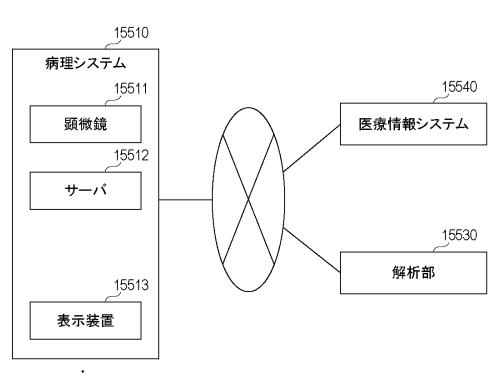
10

20

【図19】



【図20】



30

40

50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

(72)発明者 高田 佳明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 佐藤 雅紀

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 小林 昌弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 小林 大祐

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 板野 哲也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 中辻 七朗

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 小黒 康裕

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

審査官 廣田 健介

(56)参考文献 特開2020-025263 (JP, A)

米国特許出願公開第2020/0321374 (US, A1)

特開2019-140534 (JP, A)

特開2012-118081 (JP, A)

特開2007-208685 (JP, A)

米国特許出願公開第2020/0098815 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04N 25/00 - 25/79

H10F 39/00 - 39/18