

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6545013号
(P6545013)

(45) 発行日 令和1年7月17日 (2019.7.17)

(24) 登録日 令和1年6月28日 (2019.6.28)

(51) Int.Cl.	F I
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 300
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 290
G06T 3/40 (2006.01)	G06T 3/40 730
HO4N 1/387 (2006.01)	HO4N 1/387 101
HO4N 5/369 (2011.01)	HO4N 5/369

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2015-121779 (P2015-121779)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年6月17日 (2015.6.17)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-11347 (P2017-11347A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成29年1月12日 (2017.1.12)	(74) 代理人	100094112
審査請求日	平成30年6月12日 (2018.6.12)		弁理士 岡部 譲
		(74) 代理人	100101498
			弁理士 越智 隆夫
		(74) 代理人	100106183
			弁理士 吉澤 弘司
		(74) 代理人	100128668
			弁理士 齋藤 正巳
		(72) 発明者	池田 一
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成方法、画像形成装置、および画像形成プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが高解像度領域および低解像度領域を含む複数の画像を取得するステップと、
前記複数の画像のそれぞれの前記高解像度領域の画素値を比較することにより、前記複数の画像の相違を検出するステップと、

前記相違に基づき、前記比較された画像に付属する位置情報を調整するステップと、
前記調整された位置情報を用いて前記複数の画像のそれぞれの前記低解像度領域の画素値を合成するステップと、
を有する画像形成方法。

【請求項2】

前記高解像度領域は前記低解像度領域の周囲に位置していることを特徴とする請求項1に記載の画像形成方法。

【請求項3】

前記合成するステップにおいて、再構成型超解像処理またはダイナミックレンジの拡大処理を行うことを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項4】

前記複数の画像を撮像装置によって生成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の画像形成方法。

【請求項5】

前記撮像装置において、前記高解像度領域に対応する画素と比較して、前記低解像度領

10

20

域に対応する画素の加算数が多くなるように、前記複数の画像のそれぞれを読み出すことを特徴とする請求項 4 に記載の画像形成方法。

【請求項 6】

前記撮像装置は、前記低解像度領域を形成するために撮像面の中央部に配された第 1 画素と、前記高解像度領域を形成するために撮像面の周辺部に配された第 2 画素とを備え、

前記第 1 画素は、開口部の面積、隣接する開口部のピッチ、または隣接する画素間の配線ピッチの少なくとも 1 つにおいて、前記第 2 画素よりも大きいことを特徴とする請求項 4 または 5 のいずれかに記載の画像形成方法。

【請求項 7】

前記撮像装置は均一な画素ピッチの撮像面を備え、

前記撮像面の周辺部を除く領域において複数の画素を加算することにより、前記低解像度領域を形成することを特徴とする請求項 4 に記載の画像形成方法。

【請求項 8】

それぞれが高解像度領域および低解像度領域を含む複数の画像を記憶する手段と、

前記複数の画像のそれぞれの前記高解像度領域の画素値を比較することにより、前記複数の画像の相違を検出する手段と、

前記相違に基づき、前記比較された画像に付属する位置情報を調整する手段と、

前記調整された位置情報を用いて前記複数の画像のそれぞれの低解像度領域の画素値を合成する手段と、

を有する画像形成装置。

【請求項 9】

前記高解像度領域は前記低解像度領域の周囲に形成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の画像形成装置。

【請求項 10】

前記低解像度領域を形成するために撮像面の中央部に配された第 1 画素と、前記高解像度領域を形成するために撮像面の周辺部に配された第 2 画素とをさらに備え、

前記第 1 画素は、開口部の面積、隣接する開口部間のピッチ、または隣接する画素間の配線ピッチの少なくとも 1 つにおいて、前記第 2 画素よりも大きいことを特徴とする請求項 8 または 9 のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項 11】

それぞれが高解像度領域および低解像度領域を含む複数の画像を取得するステップ

前記複数の画像のそれぞれの前記高解像度領域の画素値を比較することにより、前記複数の画像の相違を検出するステップと、

前記相違に基づき、前記比較された画像に付属する位置情報を調整するステップと、

前記調整された位置情報を用いて前記複数の画像のそれぞれの低解像度領域の画素値を合成するステップと、

を実行させる画像形成プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像形成方法、画像形成装置、および画像形成プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、複数の低解像度の画像に基づき、高解像度の画像を形成する方法が案出されている。例えば、特許文献 1 には、高解像度空間上において複数の低解像度画像の位置合わせを行い、位置合わせされた複数の低解像度画像の画素の位置を推定する方法が記載されている。この方法は、高解像度空間を複数の領域に分割し、領域の代表位置を、当該領域に存在するすべての画素の推定値とすることにより、処理の高速化を実現しようとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-127241号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1においては、低解像度の画像を元にズレ量を推定するため、精度に限界がある。また、ズレ量を推定するための演算が必要であるため、処理の時間が長くなり、装置の消費電力が増大してしまう。

【課題を解決するための手段】

10

【0005】

本発明に係る画像形成方法は、それぞれが高解像度領域および低解像度領域を含む複数の画像を取得するステップと、前記複数の画像のそれぞれの前記高解像度領域の画素値を比較することにより、前記複数の画像の相違を検出するステップと、前記相違に基づき、前記比較された画像に付属する位置情報を調整するステップと、前記調整された位置情報を用いて前記複数の画像のそれぞれの前記低解像度領域の画素値を合成するステップとを有する。

【0006】

さらに、本発明に係る画像形成装置は、それぞれが高解像度領域および低解像度領域を含む複数の画像を取得するステップと、前記複数の画像のそれぞれの前記高解像度領域の画素値を比較することにより、前記複数の画像の相違を検出する手段と、前記相違に基づき、前記比較された画像に付属する位置情報を調整する手段と、前記調整された位置情報を用いて前記複数の画像の前記低解像度領域の画素値を合成する手段とを有する。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、高解像度領域に基づき位置調整を行うことにより、画像を高精度に合成することができる。また、低解像度領域の画像を合成することにより、感度および飽和特性にすぐれた高精細画像を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

30

【図1】第1実施形態に係る画像形成装置のブロック図である。

【図2】第1実施形態に係る撮像装置のブロック図である。

【図3】第1実施形態に係る画素アレイの回路図である。

【図4】第1実施形態に係る画素および列増幅回路の回路図である。

【図5】第1実施形態に係る画素形成方法を説明するための図である。

【図6】第1実施形態に係る画像形成方法のフローチャートである。

【図7】第2実施形態に係る画像形成方法を説明するための図である。

【図8】第3実施形態に係る画素アレイの回路図である。

【図9】第4実施形態に係る画素アレイの回路図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0009】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。図1は本実施形態に係る画像形成装置の一例としてのデジタルスチルカメラのブロック図である。デジタルスチルカメラは、固体撮像素子である撮像装置1、被写体の光学像を撮像装置1に結像させるレンズ2a、レンズ2aを通った光量を可変するための絞り2b、メカニカルシャッタ2c、アクチュエータ2dを備える。撮像システムはさらに信号処理部3、制御部4、タイミング発生部5、バッファメモリ6、外部I/F7、記録媒体I/F8、記録媒体9を備える。

【0010】

50

撮像装置 1 は C M O S イメージセンサ、または C C D イメージセンサにより構成され、レンズ 2 a により撮像面に結像された光学像を画像信号に変換する。アクチュエータ 2 d は例えば圧電素子を備えて構成され、撮像装置 1 を撮像面に対して水平方向または垂直方向に移動させることができる。信号処理部 3 は撮像装置 1 からの画像信号を処理し、複数の低解像度画像から高精細画像を形成する。すなわち、信号処理部 3 は本実施形態に係る画像形成プログラムを実行するためのコンピュータとして機能する。また、信号処理部 3 は、画像信号の各種補正、データ圧縮の処理を行うことも可能である。なお、撮像装置 1 の半導体基板に、アナログ信号をデジタル信号に変換する A D 変換部および信号処理部 3 の回路を形成しても良い。タイミング発生部 5 は撮像装置 1 および信号処理部 3 に各種タイミング信号を出力する。制御部 4 はデジタルスチルカメラ全体を制御し、バッファメモリ 6 は画像データを一時的に記憶するためのフレームメモリとして機能する。外部 I / F 7 はコンピュータ等の外部機器と通信するためのインターフェースである。ここで、タイミング信号は画像形成システムの外部から入力されてもよい。記録媒体 I / F 8 は記録媒体 9 とのインターフェースであって、記録媒体 9 における画像データの記録または読み出しを行う。記録媒体 9 は着脱可能な半導体メモリから構成され、画像データの記録または読み出しを行う。

【0011】

図 2 は本実施形態に係る撮像装置 1 のブロック図である。撮像装置 1 は画素アレイ 1 0、垂直走査回路 1 2、列増幅回路 1 3、水平走査回路 1 4、出力回路 1 5 を備える。画素アレイ 1 0 は、X Y の行列状に配置された複数の画素を備え、中央部に配されるときにも画素ピッチ（間隔）の大きい低解像領域 1 0 a と、周辺部に配されるときにも画素ピッチの小さい高解像領域 1 0 b とを有する。一例として、低解像領域 1 0 a を構成する画素（第 1 画素）1 0 0 a は行列のそれぞれの方向に 7. 5 μ m の間隔で配置され、高解像領域 1 0 b を構成する画素（第 2 画素）1 0 0 b は行列のそれぞれの方向に 1. 5 μ m の間隔で配置されている。すなわち、高解像領域 1 0 b の画素ピッチは低解像領域 1 0 a の画素ピッチの 1 / 5 である。画素ピッチはこの例に限定されることなく、領域 1 0 a、1 0 b のそれぞれの画素ピッチの比を任意に定めても良く、また、X Y のそれぞれの方向の画素ピッチを変えても良い。なお、高解像領域 1 0 b に比べて、開口部の面積、隣接する開口部間のピッチ、隣接する画素間の配線ピッチを大きくすることにより、低解像領域 1 0 a を形成しても良い。画素ピッチが小さいほど、画素に占める配線の面積が大きくなり、感度が低下し、ノイズが増大し易くなる。このため、感度および解像度のバランスを考慮し、画素ピッチを定めることが好ましい。

【0012】

低解像領域 1 0 a は主たる画像を得るために、例えば列方向に 1 9 2 0 画素、行方向に 1 0 8 0 画素の合計 2 0 7 3 6 0 0 画素を備え得る。画素数は限定されず、より多い画素数、若しくはより少ない画素数でもよい。低解像領域 1 0 a には、有効な画素以外に、オプティカルブラック画素、光電変換部を有さないダミー画素などのように画像を直接出力しない画素が含まれ得る。画素 1 0 0 a は 1 組以上のマイクロレンズおよびフォトダイオード（光電変換素子）を含み得る。また、画素 1 0 0 a には、分光感度特性を制御するカラーフィルタが配置されている。なお、感度、およびフォトダイオード内の蓄積電荷量を最大化するためには、画素 1 0 0 a の中心 1 0 6 近傍に 1 組のマイクロレンズおよびフォトダイオードを設けることが好ましい。

【0013】

高解像領域 1 0 b は低解像領域 1 0 a の外周に配置されている。すなわち、主たる画像を取得する低解像領域 1 0 a が画素アレイ 1 0 の中央に配置され、低解像領域 1 0 a の外周に狭ピッチの高解像領域 1 0 b が配置されている。このような構成により、高解像領域 1 0 b の画像のトリミングおよび除去が容易となる。なお、高解像領域 1 0 b は必ずしも低解像領域 1 0 a の周囲に配置されていなくても良く、例えば、低解像領域 1 0 a の各辺の一部にのみ配置されても良い。

【0014】

垂直走査回路12は、画素100a、100bのトランジスタをオン（導通状態）またはオフ（非導通状態）に制御するための制御信号を供給する。画素100a、100bの各列には図示されていない垂直信号線が設けられており、画素100a、100bからの信号を列ごとに読み出す。列増幅回路13は垂直信号線に出力された画素信号を増幅し、リセット時の信号および光電変換時の信号に基づく相関二重サンプリングを行う。水平走査回路14は、列増幅回路13の増幅器に接続されたスイッチと、該スイッチをオンまたはオフに制御するための制御信号を供給する。出力回路15はバッファアンプ、差動増幅器などから構成され、列増幅回路13からの画素信号を撮像装置1の外部の信号処理部3に出力する。なお、上述したように、AD変換部を撮像装置1に設け、デジタルの画像信号を信号処理部3に出力しても良い。

10

【0015】

図3は本実施形態に係る画素アレイ10の回路図である。図3（b）に示された回路図は、図3（a）において破線で囲まれた画素アレイ10の一部に対応し、低解像度領域10aの角部に位置する1つの画素100aと、当該画素100aに近接する高解像度領域10bの複数の画素100bとを示している。

【0016】

画素100a、100bは同様の回路構成を備え、フォトダイオードPD、電荷電圧変換部FD、転送トランジスタM1、リセットトランジスタM2、増幅トランジスタM3、選択トランジスタM4を含む。なお、画素100a、100bは、複数のフォトダイオードPDが電荷電圧変換部FD、リセットトランジスタM2、増幅トランジスタM3、選択トランジスタM4を共有する構成を備えていても良い。また、トランジスタM2～M4はNチャネルMOSに限定されず、PチャネルMOSによって構成されても良い。

20

【0017】

フォトダイオードPDは照射された光を電子（電荷）に光電変換する。転送トランジスタM1のゲートには信号線TXが接続され、信号線TXがハイレベルになると、転送トランジスタM1はフォトダイオードPDに発生した電荷を電荷電圧変換部FDに転送する。電荷電圧変換部FDは、転送トランジスタM1を介してフォトダイオードPDから転送される電荷を保持する浮遊拡散容量である。リセットトランジスタM2のゲートには信号線RESが供給され、信号線RESがハイレベルになると、リセットトランジスタM2は電荷電圧変換部FDの電圧をリセット電圧VDDにリセットする。転送トランジスタM1とリセットトランジスタM2を同時にオンにさせることにより、フォトダイオードPDの電子がリセットされる。増幅トランジスタM3のゲートは、電荷電圧変換部FDに接続される。

30

【0018】

増幅トランジスタM3のソースは、選択トランジスタM4を介して列ごとに共通の垂直信号線16に電氣的に接続され、ソースフォロアを構成する。選択トランジスタM4のゲートには信号線SEL（未図示）が接続され、信号線SELがハイレベルになると、垂直信号線16と増幅トランジスタM3が電氣的に接続される。これにより、選択された画素100aから画素信号が読み出される。

【0019】

信号線TX、RES、SELは垂直走査回路12から画素アレイ10の各行に延在している。垂直走査回路12はこれらの信号レベルを制御することによって、画素100aを行単位で走査する。低解像度領域10aの画素100aに接続される信号線TX、RES、SEL、垂直信号線16は高解像度領域10bの画素100bにおいても接続される。すなわち、画素100aの信号線TX、RES、SELは同一行の画素100bに接続され、画素100aの垂直信号線16は同一列の画素100bに接続されている。一方、高解像度領域10bの他の画素100bは、外周部から駆動される信号線TX、RES、SEL、垂直信号線16に接続されている。すなわち、これらの信号線は、低解像度領域10aを横切ることなく、高解像度領域10bにのみ設けられている。本実施形態においては、高解像度領域10bは低解像度領域10aの周囲に設けられているため、低解像度領

40

50

域10aを横切る配線の本数を少なくすることができる。

【0020】

一般に、電気抵抗の低減および加工上の限界を考慮し、信号線は一定以上の幅を必要とする。信号線の本数が増えると、フォトダイオードPDの上部が覆われ、光に対する感度が低下してしまう。また、フォトダイオードPDの近傍に配線があることで、斜め方向から入射する光に対する感度が低下する場合がある。低解像度領域10aは主たる画像を得る領域であるため、高感度であることが好ましく、かつ斜め入射光に対する感度低下が少ないことが好ましい。従って、低解像度領域10aにおいては信号線の本数は少ないことが望まれる。一方、高解像度領域10bはズレ量を検知できさえすれば、感度および斜入射特性は比較的低くても差支えない。以上のことから、本実施形態においては、高解像度領域10bを低解像度領域10aの周囲に設け、高解像度領域10bの信号線を外周から駆動することにより、低解像度領域10aの感度および斜入射特性の低下を防ぐことができる。また、高解像度領域10bの画素ピッチをできるだけ小さくすることで、画像に付随する位置情報の相違、すなわちズレ量の検出を高精度に行うことが可能となる。

10

【0021】

図4は本実施形態に係る画素100a、列増幅回路13の回路図である。ここでは、説明を容易にするため、列増幅回路13のうちの1列分の回路と、1つの画素100aとが示されている。トランジスタM3のソースは、選択トランジスタM4を介して列ごとに共通の垂直信号線16のノードPDOUTに電氣的に接続され、ソースフォロアを構成する。選択トランジスタM4がオンとなると、垂直信号線16と増幅トランジスタM3が電氣的に接続され、画素信号が読み出される。電流源17は垂直信号線16を介して画素100aに電流を供給し、垂直信号線16は信号PLによって駆動されるスイッチSW0を介して列増幅回路13に接続されている。

20

【0022】

列増幅回路13は、列増幅器130、入力容量C0、帰還容量C1、C2、スイッチSW1～SW7、容量CTN、CTSを有する。列増幅器130は反転入力ノード、非反転入力ノード、出力ノードを備える差動増幅回路から構成されている。列増幅器130の反転入力ノードは入力容量C0を介して垂直信号線16に電氣的に接続され、非反転入力ノードには基準電圧VREFが印加されている。反転入力ノードと出力ノードとは並列接続された3つの帰還回路を介して互いに接続されている。第1の帰還回路は直列に接続されたスイッチSW1および帰還容量C1から構成され、第2の帰還回路は直列に接続されたスイッチSW2および帰還容量C2から構成され、第3の帰還回路はスイッチSW3から構成されている。スイッチSW1～SW3のオン、オフを適宜制御することにより、列増幅器130の増幅率を変更することができる。すなわち、スイッチSW1のみがオンとなると、増幅率は $C0/C1$ となり、スイッチSW2のみがオンとなると、増幅率は $C0/C2$ となる。また、スイッチSW1、SW2がオンとなると、増幅率は $C0/(C1+C2)$ となり、スイッチSW3のみがオンとなると、列増幅器130はボルテージフォロアとして動作する。スイッチSW1～SW3は信号φC1～φC3によってそれぞれ制御される。

30

【0023】

列増幅器130の出力ノードは、信号φCTNによって制御されるスイッチSW4を介して容量CTNに接続されている。同様に、列増幅器130の出力ノードは、信号φCTSによって制御されるスイッチSW5を介して容量CTSに接続されている。電荷電圧変換部FDのリセット時において、スイッチSW4がオン、スイッチSW5がオフとなり、リセット時の画素信号(N信号)が容量CTNにサンプルホールドされる。光電変換された電荷が電荷電圧変換部FDに転送された後、スイッチSW4がオフ、スイッチSW5がオンとなり、光電変換された電荷に基づく画素信号(S信号)が容量CTSにサンプルホールドされる。

40

【0024】

容量CTNはスイッチSW6を介して出力回路15の第1入力ノードに接続され、容量

50

C T SはスイッチS W 7を介して出力回路1 5の第2入力ノードに接続されている。水平走査回路1 4が各列の信号 $\phi H n$ を順にハイレベルとすることにより、水平走査が行われる。すなわち、信号 $\phi H n$ がハイレベルとなると、スイッチS W 6は容量C T Nに保持されたN信号を出力回路1 5の第1入力ノードに出力し、スイッチS W 7は容量C T Sに保持されたS信号を出力回路1 5の第2入力ノードに出力する。

【0025】

出力回路1 5は差動増幅回路から構成されており、入力されたS信号、N信号の差分を増幅および出力することにより、リセット時のノイズ成分が除去された画素信号を出力する。なお、N信号、S信号をアナログ／デジタル変換した後に、相関二重サンプリングを行っても良い。上述のように、撮像装置1に入力された光信号は、電気信号として読み出され、デジタルの画像信号が信号処理部3に出力される。

10

【0026】

続いて、図5、図6を参照しながら本実施形態に係る画像形成方法を説明する。図5は本実施形態に係る画像形成方法を説明するための図であり、図6は画像形成方法のフローチャートである。図5において、画素アレイ10の領域10a、10bのそれぞれから得られた画像データは画素ピッチに相当するデータ密度を有する。すなわち、低解像領域10aからの画像データは7.5 μm の画素ピッチに相当するデータ密度を持ち、高解像領域10bからの画像データは1.5 μm の画素ピッチに相当するデータ密度を持つ。以下、領域10a、10bのそれぞれの画素ピッチに相当する画像を「元画像」と称する。また、仮に無限に小さいピッチの画素で撮像された場合に得られる理想的な画像を「理想画像」と称する。本実施形態においては、被写体に対して撮像装置1をX方向、Y方向へずらしながら複数の元画像を取得し、これらの元画像を重ね合わせる（合成する）ことで、元画像よりも高精細な画像を得る事ができる。このようにして得られた画像を「高精細画像」と称する。

20

【0027】

図6において、信号処理部3は元画像の番号を示す変数nを1に設定し（ステップS501）、画素アレイ10からの画像データを読み出す（ステップS502）。最初に取得する画像を「元画像1」と称する。元画像1は、図5に示された位置A1における画素アレイ10の画像である。元画像1の低解像領域10aの左上の座標を（0, 0）とすると、C行R列の画素中心106の座標（X r 1, Y c 1）は、式1のように表現される。

30

$$(X r 1, Y c 1) = ((R - 1 + 0.5) \times 7.5 \mu m, (C - 1 + 0.5) \times 7.5 \mu m) \quad \dots (式1)$$

【0028】

元画像1の各画素の値をf（X r 1, Y c 1）と表す。画素値f（X r 1, Y c 1）で表された元画像1はバッファメモリ6に保持される。信号処理部3は変数nをインクリメントし（ステップS503）、変数nが予め定められた値kを超えたか否かを判断する（ステップS504）。例えば、6個の元画像を合成する場合、k = 6に設定される。このとき、変数nは2であるため（ステップS504でNO）、制御部4はアクチュエータ2dを駆動し、画素アレイ10を（x 2, y 2） μm ずらす（ステップS505）。図5において、画素アレイ10を位置A1からX、Yのそれぞれの方向に1.5 μm ずらし、位置A2まで移動させる。信号処理部3は、画素アレイ10から画像データを元画像2として読み出す。ここで、元画像2におけるC行R列の画素中心106の座標（X r 2, Y c 2）は、式2で表現される。

40

$$(X r 2, Y c 2) = ((R - 1 + 0.5) \times 7.5 \mu m + x 2, (C - 1 + 0.5) \times 7.5 \mu m + y 2) \quad \dots (式2)$$

【0029】

元画像2の各画素値をf（X r 2, Y c 2）とし、信号処理部3は画素値fで表された元画像2をバッファメモリ6に保存する。以後、変数nが予め定められた値kに達するまで（ステップS504でYES）、信号処理部3はステップS502～S505を繰り返し実行し、k個の元画像を読み出す。ここで、元画像nの画素値はf（X r n, Y c n）

50

($n = 1, 2, 3, \dots, k$) で表される。なお、後述する元画像の合成処理において高精細画像を得るためには、元画像 1 ~ k は同一の露出において撮像されることが好ましい。露出が異なる場合は、元画像 1 ~ k の画素値 $f(Xr_n, Yc_n)$ に補正係数を乗じ、元画像 1 ~ k の露出の差を打ち消す処理を行うことが望ましい。

【0030】

続いて、信号処理部 3 は高解像度領域 10b において元画像 1 に対する元画像 2 ~ n のズレ量を算出する (ステップ S506)。複数の元画像を重ね合わせて高精細画像を形成するためには、元画像 1 ~ k のズレ量 (x_n, y_n) ($n = 1, 2, 3, \dots, k$) を正確に検出する必要がある。アクチュエータ 2d の移動量を検出することにより、凡そのズレ量 (x_n, y_n) を検出することは可能ではある。しかしながら、カメラの角度および位置がずれると、アクチュエータ 2d の移動量を検出するだけでは元画像のズレ量を正確に把握することはできない。複数の元画像を撮像している間にカメラの角度や位置がずれ易く、特にカメラを手で保持する場合に、ズレは顕著となる。このように、カメラ自体のぶれを考慮すると、撮像された画像に基づきズレ量を検出することが望ましい。一方、ズレ量を高精度に検出するために画素アレイ 10 の全体を高画素化すると、受光面積が低下し、信号対雑音比が悪化してしまう。本発明によれば、低解像度領域 10a とは別に高解像度領域 10b を設け、高解像度領域 10b の画像に基づき元画像のズレ量を検出することにより、上述した様々な問題を解決することが可能となる。

【0031】

以下、本実施形態におけるズレ量の算出方法 (ステップ S506) を詳述する。まず、信号処理部 3 は、低解像度領域 10a の左上を原点とする XY 座標上に、高解像度領域 10b の画素値を記録 (マッピング) する。元画像 1 の高解像度領域 10b において、座標 (x, y) に中心を持つ画素の値を $g_1(x, y)$ とする。同様に、元画像 2 の高解像度領域 10b の画素値を $g_2(x, y)$ 、元画像 n の高解像度領域 10b の画素値を $g_n(x, y)$ と表す。元画像 1 に対する元画像 2 のズレ量を (u, v) と仮定すると、元画像 1 に対する元画像 2 のズレ量の判定のための評価関数 $I_{21}(u, v)$ は式 3 で表される。なお、ズレ量は、類似する画像間における同一対象の位置の相違と言い換えることもできる。

$$I_{21}(u, v) = \sum \{g_1(x, y) - g_2(x+u, y+v)\}^2 \quad \dots \text{(式 3)}$$

【0032】

なお、 u, v はそれぞれ高解像度領域 10b の画素ピッチの整数倍であることが好ましい。例えば最小値探索法を用いて評価関数 $I_{21}(u, v)$ の値が最小となる u, v を求め、求められた (u, v) を元画像 2 の元画像 1 に対するズレ量 (x_2, y_2) とする。なお、評価関数 I の u, v の探索は、高解像度領域 10b において元画像 1 と元画像 2 とが重なる範囲で行われることが好ましい。同様の処理によって、元画像 2 ~ n のそれぞれと元画像 1 とのズレ量を算出する。

【0033】

続いて、信号処理部 3 は、算出されたズレ量を用いて XY 座標上において元画像 1 ~ n の位置を合せる (ステップ S507)。例えば、XY 座標上における位置情報を元画像 1 ~ n のそれぞれに付属させ、それぞれの位置情報を書き換えることにより、元画像 1 ~ n の XY 座標上の位置を調整することができる。なお、位置情報は元画像 1 ~ n のそれぞれに付随させても良く、バッファメモリ 6 に参照テーブルとして纏めて記録しても良い。すなわち、位置情報と元画像 1 ~ n とが関連性を有する限り、位置情報が元画像 1 ~ n に付属していると言える。 k 個の元画像 1 ~ k の画素値 $f(Xr_n, Yc_n)$ を共通の XY 座標上にプロットし、低解像度領域 10a から得られた元画像の k 倍の画素数を有する画像を合成する (ステップ S508)。図 5 には、画素毎に異なる 6 個の画素中心 206 を有する元画像 1 ~ 6 が示されている。より多くの元画像を用いることで、高精細画像の分解能を理想画像の画素サイズによる移動平均と同程度まで向上させることが可能である。

【0034】

以上、詳述したように、本実施形態によれば、高解像度領域 10b の画像に基づき元画

10

20

30

40

50

像のブレ量を検出することにより、高精度の高精細画像を形成することができる。また、低解像度領域10aによって感度および飽和特性に優れた画像を得ながら、高解像度領域10bによって高精度のブレ量の検出を行うことができる。さらに、高解像度領域10bは低解像度領域10aの周囲に設けられているため、高精細画像を生成する際に不要な高解像度領域10bを容易にトリミングすることができる。

【0035】

(第2実施形態)

第1実施形態においては、それぞれ画素ピッチの異なる低解像度領域10a、高解像度領域10bを備える撮像装置を用いたが、画素ピッチが均一である撮像装置を用いることによっても本発明の効果を奏することができる。以下、第1実施形態と異なる点を中心に、第2実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。

【0036】

本実施形態に係る撮像装置は画素ピッチが均一である画素アレイを備る。画素ピッチは第1実施形態に係る高解像度領域10bの画素ピッチと同様に狭ピッチであることが望ましいが、これに限定されない。まず、信号処理部3は撮像装置から高解像度の元画像1を読み出す。続いて、信号処理部3は、元画像1の周辺部を除く領域において複数画素を平均化(加算)し、低解像度領域を生成する。例えば、図7に示されるように、5×5画素の平均化処理を行うことにより、低解像度領域10cを生成する。平均化された画素100cは図示された位置における画素中心306を有している。平均化処理されない領域は高解像度領域10dとして図示されている。低解像度領域10cの画素100cの画素ピッチは高解像度領域10dの画素100dの画素ピッチの5倍となる。このようにして生成された元画像1はバッファメモリ6に保存される。なお、平均化処理を行う前の高解像度の画像データをバッファメモリ6に保存した後、平均化処理によって低解像度領域10cを生成しても良い。同様に、信号処理部3は元画像2〜kを平均化することにより生成し、元画像1と元画像2〜kとのブレ量を算出する。ブレ量は第1実施形態と同様に高解像度領域10dの画像に基づき算出することができる。さらに、信号処理部3は算出されたブレ量に基づき元画像1〜kをXY座標上に配置することにより、高精細画像を生成することができる。

【0037】

本実施形態によれば、画素ピッチが均一な撮像装置を用いながら、第1実施形態と同様の効果を奏することが可能である。すなわち、低解像度領域10cは複数画素を平均化処理することにより生成されるため、高解像度領域10dに比べて低解像度領域10aの信号対雑音比および感度を高めることができる。従って、低解像度領域10cによって高感度の画像を得ながら、高解像度領域10dによって高精度のブレ量の検出を行うことができる。また、高解像度領域10dは低解像度領域10cの周囲に設けられているため、高精細画像を生成する際に不要な高解像度領域10dを容易にトリミングすることができる。さらに、低解像度領域10cは平均化処理されているため、バッファメモリ6におけるデータ容量を削減することができ、バッファメモリ6の利用効率を改善することができる。

【0038】

また、本実施形態によれば、低解像度領域10cは平均化処理によって生成されるため、ハードウェア構成を変更することなく、低解像度領域10cおよび高解像度領域10dのそれぞれの面積および位置を変更することができる。例えば、動きの大きな被写体のように、ブレ量が大きい場合には、高解像度領域10dの面積を大きくしても良い。高解像度領域10dの位置は低解像度領域10cの外周に限定されず、外周の左右の対辺、上下の対辺、若しくは対角線上であっても良い。また、低解像度領域10cを構成する画素100cの画素ピッチを変更することも可能である。例えば、低照度の被写体において、低解像度領域10cの平均化処理を行う画素の加算数を増やし、画素ピッチを大きくしても良い。

【0039】

(第3実施形態)

本発明の第3の実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。図8は本実施形態に係る画素アレイの回路図である。図8(b)に示された回路図は、図8(a)において破線で囲まれた画素アレイ10の一部に対応し、低解像度領域10aの角部に位置する1つの画素101aと、当該画素101aに近接する高解像度領域10bの複数の画素100bとを示している。

【0040】

本実施形態に係る画素アレイは、低解像度領域10aの画素101aが2個の受光部を有する点において第1実施形態に係る画素アレイと異なっている。すなわち、画素101aはフォトダイオードPD1、PD2、転送トランジスタM11、M12が電荷電圧変換部FD、リセットトランジスタM2、増幅トランジスタM3、選択トランジスタM4を共有している。転送トランジスタM11は信号線TX1によって駆動され、転送トランジスタM12は信号線TX2によって駆動される。本実施形態においては、転送トランジスタM11、M12の信号線の本数は第1実施形態と比較して多いが、駆動の自由度が高くなるという利点がある。例えば、画素101aの2個の受光部からの信号を用いて焦点検出の機能を実現することが可能となる。また、2個の受光部からの信号を加算することにより、高感度の画像を得ることもできる。

【0041】

本実施形態においても第1実施形態と同様の効果を奏することが可能である。高解像度領域10bの画像に基づき元画像のブレ量を検出することにより、高精度の高精細画像を形成することができる。また、低解像度領域10aによって高感度の画像を得ながら、高解像度領域10bによって高精度のブレ量の検出を行うことができる。さらに、高精細画像を生成する際に不要な高解像度領域10bを容易にトリミングすることができる。

【0042】

(第4実施形態)

本発明の第4の実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。図9は本実施形態に係る画素アレイの回路図である。図9(b)に示された回路図は、図9(a)において破線で囲まれた画素アレイ10の一部に対応し、低解像度領域10aの角部に位置する1つの画素102aと、当該画素102aに近接する高解像度領域10bの複数の画素100bとを示している。

【0043】

画素102aはフォトダイオードPD1、PD2、電荷電圧変換部FD1、FD2、転送トランジスタM11、M12、リセットトランジスタM21、M22、増幅トランジスタM31、M32、選択トランジスタM41、M42を含む。転送トランジスタM11、M12は共通の信号線TXによって駆動され、リセットトランジスタM21、M22は共通の信号線RESによって駆動される。増幅トランジスタM31は選択トランジスタM41を介して垂直信号線161に電氣的に接続され、増幅トランジスタM32は選択トランジスタM42を介して垂直信号線162に電氣的に接続される。

【0044】

垂直信号線の本数は第1実施形態に比べて多いが、駆動の自由度が増す利点がある。また、本実施形態においても、第1実施形態と同様の効果を奏することが可能である。

【0045】

(第5実施形態)

本発明の第5の実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。本実施形態においては、元画像1～kのそれぞれを異なる露出あるいは異なる増幅率で読み出し、これらの元画像1～kを合成しても良い。図1において、制御部4が絞り2bを変えながら、信号処理部3は撮像装置1から元画像1～kを順に読み出す。これにより、露出の異なる元画像1～kを得ることができる。また、図4における列増幅器130のスイッチSW1～SW3を切り替え、帰還容量を変更することにより、増幅率の異なる元画像1～kを得ることができる。さらに、画像信号をA/D変換し、デジタルデータにおいてビット

シフトを行うことにより、元画像 1 ～ k の増幅率を変更しても良い。

【0046】

信号処理部 3 は高解像度領域 10b の画像に基づき元画像 1 ～ k のズレ量を算出し、ズレ量に基づき元画像 1 ～ k を X Y 座標上において合成する。これにより、露出または増幅率の異なる元画像 1 ～ k が合成され、ダイナミックレンジの拡大処理を施した高精細画像が生成される。また、本実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏することが可能である。

【0047】

(第 6 実施形態)

本発明の第 6 実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。本実施形態においては、元画像 1 ～ k に含まれる特徴的な画素を抽出し、当該画素の位置に基づきズレ量の算出および合成処理を行っても良い。例えば、点光源のように高輝度の画素、明暗若しくは色相変化が著しい画素を抽出し、その位置のズレ量を算出することにより、元画像間のズレ量を得ることができる。例えば、元画像 1 の高解像度領域 10b において最も輝度の高い画素の座標が (x1、y1)、元画像 2 の高解像度領域 10b において最も輝度の高い画素の座標が (x2、y2) であったと仮定する。この場合、元画像 1、2 のズレ量は、(x2 - x1、y2 - y1) となる。このように、特徴的な画素のズレ量を求めることにより、高解像度領域 10b のすべての画素を用いて位置合わせを行うよりも少ない計算負荷で、元画像のズレ量の算出および合成を行うことができる。この結果、消費電力および計算時間を低減することも可能となる。さらに、本実施形態においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏することが可能である。

【0048】

(第 7 実施形態)

本発明の第 7 実施形態に係る画像形成装置および画像形成方法を説明する。本実施形態において、複数の元画像のズレ量を算出した後の元画像の加算（合成）処理において、いわゆる再構成型超解像処理を用いて高精細画像を生成しても良い。例えば、単純に移動平均画像を作る方法、ML (Maximum-Likelyhood) 法、MAP (Maximum A Posterior) 法、POCS (Projection Onto Convex Set) 法、IBP (Iterative Back Projection) 法などの既知の再構成型超解像処理を採り得る。例えば、ML 法はこのように、元画像の加算処理演算を用いることにより、精細度をさらに高めることができる。

【0049】

(他の実施形態)

上述の実施形態は本発明の例示に過ぎず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更実施が可能である。例えば、撮像装置は、CMOS センサに限定されることなく、CCD センサにおいても適用可能である。グローバル電子シャッタを搭載した CMOS センサを用いることにより、機械式シャッタよりも高速のシャッタを実現することができる。このため、複数の元画像を取得する際のタイムラグが小さくなり、被写体ぶれを抑制することができる。また、アクチュエータを用いて撮像装置を移動させる代わりに、手持ち撮影時のカメラのぶれを利用して、位置ずれを有する複数の元画像を読み出しても良い。

【0050】

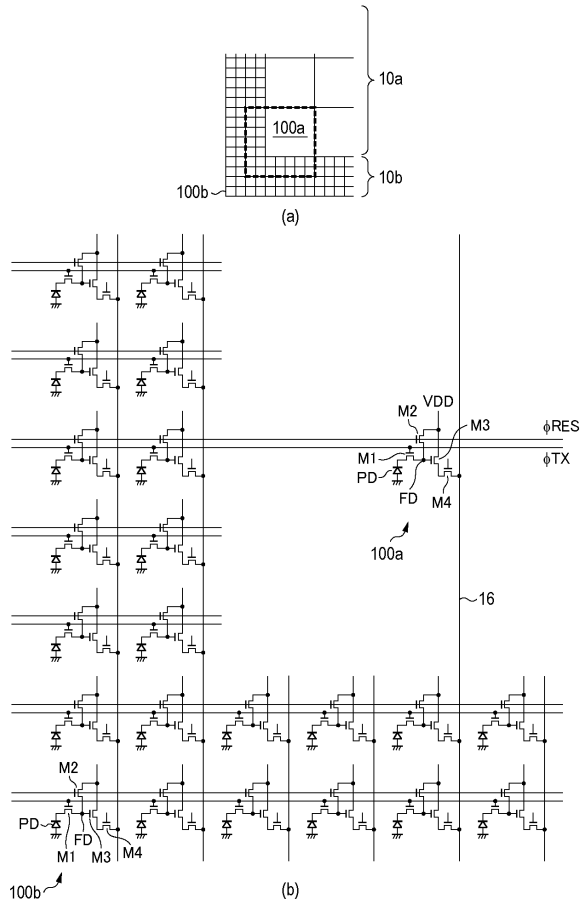
さらに、本発明に係る画像形成装置は撮像装置を備えない汎用のコンピュータ、画像処理装置であっても良く、入力された画像に基づき高精細画像を形成可能であれば、その種類を問わない。例えば、汎用のコンピュータ、スマートフォンを用いて、イメージセンサから出力された画像データ (RAW データ) を処理することにより、本発明の画像形成方法を実行しても良い。画像形成方法を実行するためのプログラムは、予め画像形成装置に記録しておいても良く、記録媒体、ネットワークを介して画像形成装置に供給することも可能である。

【符号の説明】

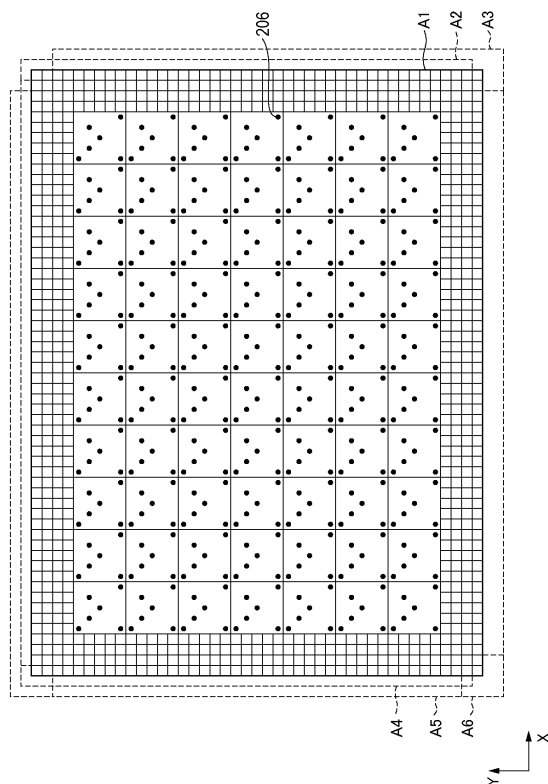
【0051】

1 撮像装置

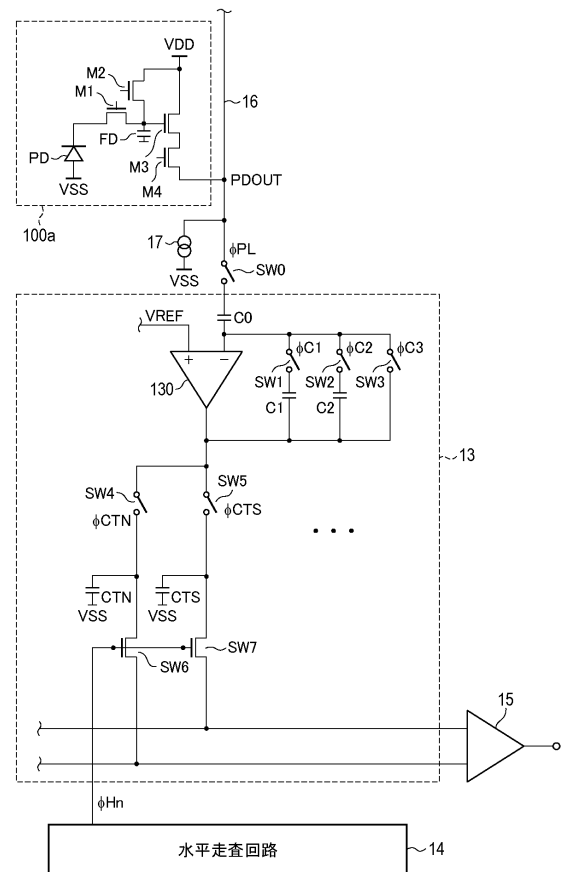
【図 3】



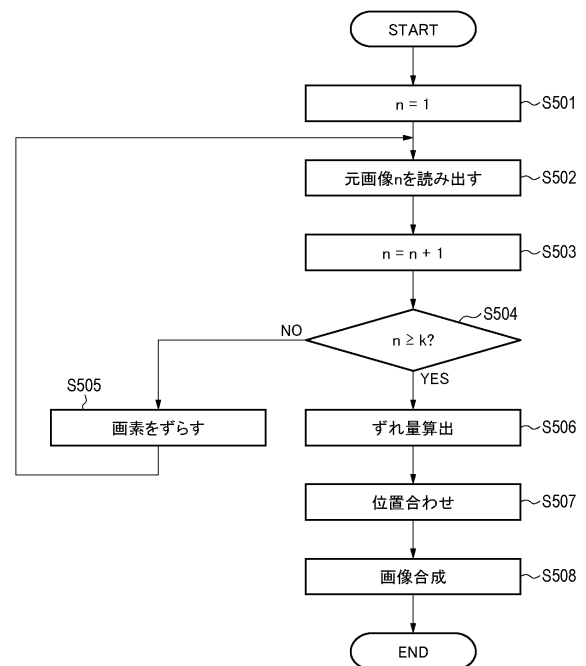
【図 5】



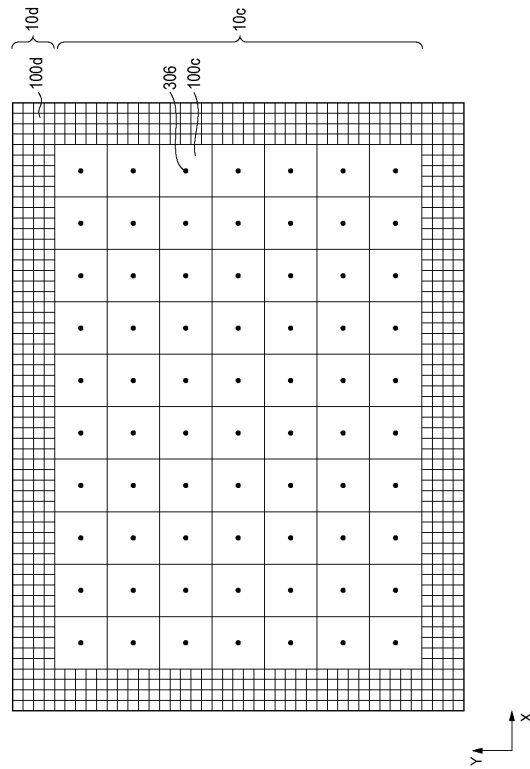
【図 4】



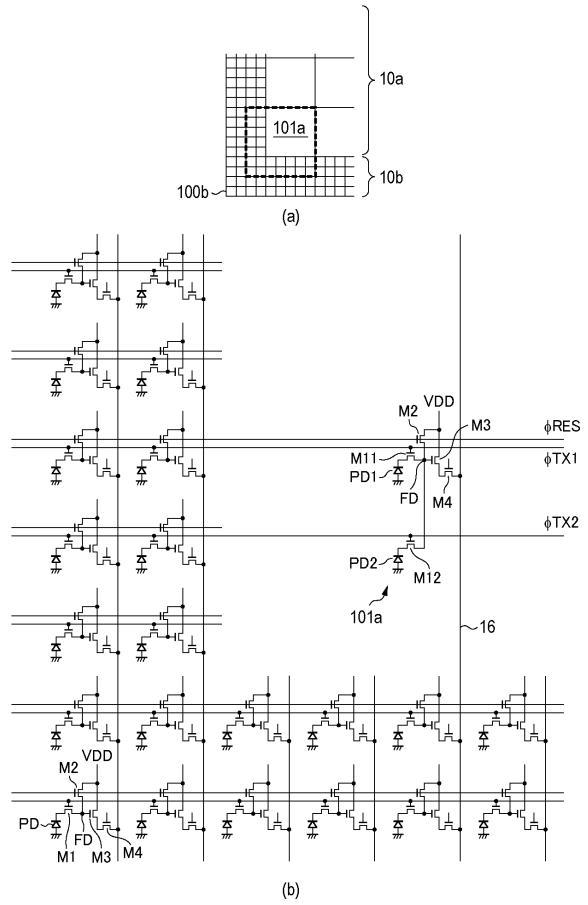
【図 6】



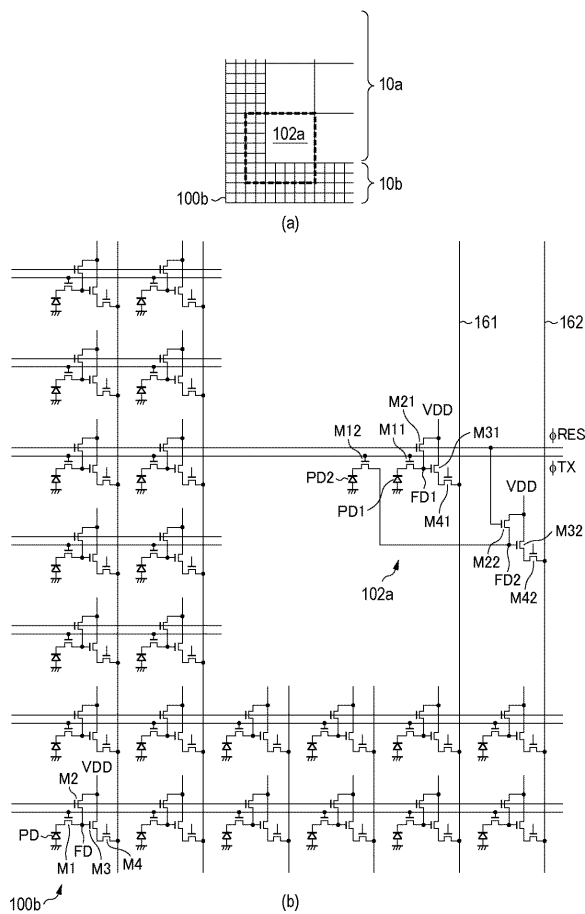
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 吉川 康男

- (56)参考文献 特開2006-127241 (JP, A)
米国特許出願公開第2009/0080805 (US, A1)
特開2014-178876 (JP, A)
特開2009-111813 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H04N | 5/225 |
| G06T | 3/40 |
| H04N | 1/387 |
| H04N | 5/232 |
| H04N | 5/369 |