(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4571143号
(P4571143)

(45)発行日　平成22年10月27日(2010.10.27)　(24)登録日　平成22年8月20日(2010.8.20)

(51)Int.Cl.　F I
H04N 5/335 (2006.01)　H04N 5/335 720
H01L 27/148 (2006.01)　H04N 5/335 590
H01L 27/14 B

請求項の数 2　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2006-533442(P2006-533442)
(86)(22)出願日　平成16年5月27日(2004.5.27)
(65)公表番号　特表2007-505592(P2007-505592A)
(43)公表日　平成19年3月8日(2007.3.8)
(86)国際出願番号　PCT/US2004/016697
(87)国際公開番号　WO2004/112383
(87)国際公開日　平成16年12月23日(2004.12.23)
審査請求日　平成19年3月27日(2007.3.27)
(31)優先権主張番号　10/460,604
(32)優先日　平成15年6月12日(2003.6.12)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　590000846
イーストマン　コダック　カンパニー
アメリカ合衆国　ニューヨーク州　ロチェスター　ステート　ストリート　３４３
(74)代理人　100075258
弁理士　吉田　研二
(74)代理人　100096976
弁理士　石田　純
(72)発明者　パークス　クリストファー
アメリカ合衆国　ニューヨーク　ロチェスター　ケンタッキー　クロッシング　１１３

審査官　堀　洋介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複数のリードフォトダイオード

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
イメージセンサ内の光センシング領域から電荷結合デバイスへ電荷を転送する方法であって、
（ａ）光生成電荷を収集する光センシング領域と、電荷結合デバイス領域と、それらの間にある転送領域とをそれぞれ含む複数の画素を提供するステップと、
（ｂ）前記転送領域のバリアを下げて、前記光センシング領域から前記電荷結合デバイス領域へ電荷を転送するステップと、
（ｃ）前記転送領域のバリアを上げて、前記電荷結合デバイス領域の過剰な電荷を前記光センシング領域へ戻すことを許容するステップと、
（ｄ）前記電荷結合デバイス領域に転送された電荷をさらに前記電荷結合デバイス領域外へ転送するステップと、
（ｅ）前記転送領域のバリアを下げて、前記光センシング領域に戻された電荷を前記電荷結合デバイス領域へ再転送するステップと、
（ｆ）前記電荷結合デバイス領域に転送された電荷をさらに前記電荷結合デバイス領域外へ転送するステップと、
（ｇ）前記（ｄ）のステップで前記電荷結合デバイス領域外へ転送された電荷と、前記（ｆ）のステップで前記電荷結合デバイス領域外へ転送された電荷と、を加算するステップと、
を備える、方法。

【請求項２】
イメージセンサ内の光センシング領域から電荷結合デバイスへ電荷を転送するカメラであって、
光生成電荷を収集する光センシング領域と、電荷結合デバイス領域と、それらの間にある転送領域とをそれぞれ含む複数の画素を備え、
（ａ）前記転送領域のバリアを下げて、前記光センシング領域から前記電荷結合デバイス領域へ電荷を転送するステップと、
（ｂ）前記転送領域のバリアを上げて、前記電荷結合デバイス領域の過剰な電荷を前記光センシング領域へ戻すことを許容するステップと、
（ｃ）前記電荷結合デバイス領域に転送された電荷をさらに前記電荷結合デバイス領域外へ転送するステップと、
（ｄ）前記転送領域のバリアを下げて、前記光センシング領域に戻された電荷を前記電荷結合デバイス領域へ再転送するステップと、
（ｅ）前記電荷結合デバイス領域に転送された電荷をさらに前記電荷結合デバイス領域外へ転送するステップと、
（ｆ）前記（ｃ）のステップで前記電荷結合デバイス領域外へ転送された電荷と、前記（ｅ）のステップで前記電荷結合デバイス領域外へ転送された電荷と、を加算するステップと、
を行う、カメラ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般的には、電荷結合デバイス（ＣＣＤ）に隣接したフォトダイオードを有するイメージセンサの分野に関しており、より具体的には、ＣＣＤがその最大容量の電荷をフォトダイオードから受け取り、フォトダイオード電荷の任意の過剰電荷容量がフォトダイオードに流れ戻るようなイメージセンサに関している。フォトダイオード内のこの蓄えられた過剰電荷は、引き続いてＣＣＤに転送して戻され、その特定のフォトダイオードに対する電荷に加算される。
【背景技術】
【０００２】
インターラインＣＣＤ画素５の典型的な構造が、図１に示されている。これは、ＣＣＤ２０に隣接したフォトダイオード１０からなっている。このフォトダイオード１０は、入射光のフォトンを電荷に変換する。ＣＣＤ２０を通った電荷の転送は、一般的に、少なくとも２つの制御ゲート４０及び５０によって制御される。ゲートの一つ５０は転送ゲート領域３０を有し、これは、電荷のフォトダイオード１０からＣＣＤ２０への転送を制御する。画素５は、少なくとも１行１列の２次元アレイに配置されている。
【０００３】
図２は、図１の断面Ａ－Ｂを示す。この断面は画素５の付加的な詳細を示しており、これは、ゲート５０をＣＣＤ２０から隔てるゲート絶縁物７０を含んでいる。また、光電荷がＣＣＤ２０内で生成されることを妨げる光シールド６０もある。フォトダイオード１０の電荷は、高電圧パルスを基板８０に印加することによってクリアされる。
【０００４】
カメラにおいて外部シャッタを使用してイメージを獲得するイベントの典型的なシーケンスは、（ａ）外部シャッタを開けて露光時間を開始する、（ｂ）所望の露光時間だけ待つ、（ｃ）外部シャッタを閉じて露光時間を終了させる、（ｄ）フォトダイオード１０からＣＣＤ２０まで電荷を転送する、（ｅ）制御ゲート４０及び５０をクロックすることによってＣＣＤ２０を通って電荷を転送し、電荷測定構造に向かって電荷を動かす、である。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】

【０００５】
ときおり、非常に短い露光時間が望まれる。すなわち、外部シャッタによって得ることができるものよりも遥かに短い。この場合、インターラインＣＣＤの電子シャッタ能力が使用される。電子シャッタを使用してイメージを獲得するイベントの典型的なシーケンスは、（ａ）外部シャッタを開ける、（ｂ）基板８０に電圧パルスを印加してフォトダイオード１０をクリアする、（ｃ）所望の露光時間だけ待つ、（ｄ）フォトダイオード１０からＣＣＤ２０まで電荷を転送し、露光時間を終了させる、（ｅ）外部シャッタを閉じる、（ｅ）制御ゲート４０及び５０をクロックすることによってＣＣＤ２０を通って電荷を転送し、電荷測定構造に向かって電荷を動かす、である。電子シャッタを使用するとき、全画素が電荷をフォトダイオードからＣＣＤへ同時に転送しなければならない。同時電荷転送は、高速で動く物体のイメージを獲得するときに、望まれない欠陥を妨げる。フォトダイオードの電荷容量は、ＣＣＤの電荷容量よりも小さくなるように設計されなければならない。フォトダイオードがＣＣＤの電荷容量よりも多い電荷を含むと、ＣＣＤはオーバーフローする。これは、通常はブルーミングイメージ欠陥と称される。

【０００６】
図３は、図１の点Ａから点Ｃへの断面であり、ＣＣＤ内でブルーミングがどのように生じるかを描いている。断面は、フォトダイオード１０で始まり、転送ゲート領域３０を通り、それからＣＣＤ２０まで行く。図３のＣＣＤはまた、バリア埋め込み物９０及び９５を示しており、これらはＣＣＤチャンネル２０内のポテンシャルエネルギーを改変して、電荷転送の方向を制御するために使用される。図３の時刻Ｔ１にてＣＣＤは空であり、フォトダイオードは充満電荷パケットを含んでいる。この場合、ブルーミングを描くために、電荷パケットはＣＣＤの容量よりも大きい。時刻Ｔ２にて、転送ゲート領域の上方のゲート５０は高電圧レベルに設定され、これがフォトダイオードとＣＣＤとの間のバリアを下げる。全ての電荷は、フォトダイオードからＣＣＤに流れる。それから時刻Ｔ３にて、ゲート５０は、その通常の低レベルに戻る。電荷パケットはゲート５０の下に完全にフィットしないので、電荷は、ゲート４０に戻るようにこぼれる。

【０００７】
ここで記述される本発明は、ＣＣＤの電荷容量よりも多くの電荷を含み、ブルーミングイメージ欠陥をもたらすフォトダイオードの問題点を克服する。

【課題を解決するための手段】

【０００８】
本発明は、上述の問題の一つ又はそれ以上を克服することを目的としている。簡単に要約すると、本発明の一つの局面によれば、本発明はイメージセンサ内の光センシング領域から電荷結合デバイスへ電荷を転送する方法にあり、この方法は、（ａ）光生成電荷を収集する光センシング領域と、電荷結合デバイス領域と、それらの間にある転送領域とを含む複数の画素を提供するステップと、（ｂ）前記電荷結合デバイスにバリアを提供して、前記電荷の前記電荷結合デバイスを通った前記転送を生じさせるステップと、（ｃ）前記電荷結合デバイスよりも低いバリアを有する前記転送領域を提供して、前記電荷結合デバイス内の過剰な電荷を前記光センシング領域に流すステップと、を包含する。

【０００９】
本発明のこれら及びその他の局面、目的、特徴、及び効果は、好適な実施形態の以下の詳細な記述及び添付の請求項の参照から、及び添付の図面を参照することによって、より明瞭に理解され且つ認識される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１０】
本発明は、ブルーミング欠陥を防ぐ効果を有する一方で、引き続く読み出しの間にフォトダイオード内の元々の電荷を全て保存する。

【００１１】
本発明の第１の実施形態が図４に示されている。転送ゲート領域３０のポテンシャルの従来技術からの相違に留意することは、有益である。転送ゲート領域３０におけるポテン

シャルは、ＣＣＤ２０のバリア９０及び９５よりも深くなるように調整される。深い転送ゲート領域バリアは、ＣＣＤ内の過剰電荷が、従来技術におけるように隣接するＣＣＤゲートにオーバーフローする（ブルーミングする）代わりに、フォトダイオード内にオーバーフローすることを許容する。図４の時刻Ｔ１において、フォトダイオードは電荷で満たされており、ＣＣＤへの転送の準備ができている。時刻Ｔ２において、ゲート５０の電圧は高レベルに設定され、フォトダイオードとＣＣＤとの間のバリアを下げて、電荷が転送ゲート領域３０を通って転送されることを許容する。Ｔ３にて、ゲート５０の電圧がその通常の低レベルに戻ると、過剰電荷は転送ゲート領域を通ってフォトダイオードに流れて戻る。

【００１２】

この実施形態の別の利点は、フォトダイオードにオーバーフローして戻る電荷が依然として利用され得る点である。ＣＣＤの電荷がＣＣＤの外に転送されて測定されると、フォトダイオード内の過剰電荷は、今や空になっているＣＣＤ内に転送され得る。それらの過剰電荷はそれから、ＣＣＤの外に転送されて測定される。２つの測定値が一緒に加算されて、フォトダイオード内に元々あった電荷の全量が回復される。この結果として、フォトダイオードの電荷の全体が、ＣＣＤ電荷取り扱い容量を越えても測定された。これは、小さなバケツを複数回満たすことによって、小さなバケツで大きなバケツの水を空にしている人物に類似している。本発明では、フォトダイオードから少量の電荷を複数回転送することによって、より小さな電荷容量のＣＣＤが、より大きなフォトダイオードを空にする。

【００１３】

図５は、本発明の第１の実施形態を利用しているカメラ９８の完全なイメージ獲得シーケンスを示す流れ図である。図６に示されたカメラ９８は、レンズ１００、外部シャッタ１１０、及びインターラインＣＣＤイメージセンサ１２０からなっている。図５のイメージ獲得シーケンスは、外部シャッタを開けて（Ｓ２）、カメラレンズによって形成されたイメージにセンサを露光することによって始まる。フォトダイオードのアレイ全体が、インターラインＣＣＤの電子シャッタ能力を利用することによってクリアされる（Ｓ４）。これは、イメージ積算時間の開始をマークする。積算時間の終了（Ｓ６）において転送ゲート領域３０がオンされて、オン状態に保持される（Ｓ８）。電荷がフォトダイオードからＣＣＤに転送された後に、電子シャッタがオンに戻り、且つオンを保持して、フォトダイオード内の電荷の更なる蓄積を妨げる（Ｓ１０）。電子シャッタは、外部シャッタが完全に閉じた（Ｓ１２）後にようやく、オフする（Ｓ１４）。ここで、転送ゲート領域３０がオフする（Ｓ１６）。フォトダイオードがＣＣＤ内にフィットするよりも多くの電荷を含んでいたら、そのときには、過剰分はフォトダイオードにオーバーフローして戻ることが許容される（Ｓ１８）。ここで、イメージがＣＣＤから読み出される（Ｓ２０）。イメージのどれかの画素がＣＣＤを満たすのに十分な電荷を含んでいたら、そのときには、その画素に対して、フォトダイオード内に依然としていくらかの電荷が残存している可能性がある（Ｓ２２）。フォトダイオードは第２の時刻で読み出されて（Ｓ２４）、ＣＣＤからフォトダイオードにオーバーフローして戻った電荷を得る。このプロセスは、フォトダイオードが全て空になるまで繰り返される。フォトダイオードが１回より多く読み出されなければならなかったときには、そのときには第２のもの（且つ必要であったら第３のイメージ）が一緒に加算されて（Ｓ２６）、最終イメージを再構築する（Ｓ２８）。

【００１４】

図７は、電子シャッタがない場合における、本発明の第１の実施形態のイメージ獲得シーケンスを示す。このシーケンスは、イメージセンサのフォトダイオードが全て空の状態で始まる。外部シャッタが開けられ（Ｓ３０）、且つ閉じられて（Ｓ３４）、イメージセンサを所定の露光時間だけイメージに露光する（Ｓ３２）。露光時間は、外部シャッタによって完全に制御される。外部シャッタは、イメージ読み出しの間に、フォトダイオードによる電荷の付加的な蓄積を妨げるために使用される。次に、転送ゲート領域がオンし（Ｓ３６）、フォトダイオードからＣＣＤへ電荷を転送する。転送ゲート領域がオフすると

（Ｓ３８）、短い遅延によって、ＣＣＤ内の過剰電荷がフォトダイオードにオーバーフローして戻ることが許容される（Ｓ４０）。それからＣＣＤ内のイメージが読み出され、記憶される（Ｓ４２）。イメージのいずれかの画素がＣＣＤ内の充満電荷パケットに対応していると（Ｓ４４）、そのときにはフォトダイオード内にオーバーフローした電荷が依然として残存している可能性がある。フォトダイオード読み出しシーケンスは、大半の画素がＣＣＤの電荷容量よりも低くなるまで繰り返される。シーケンスの終了時には、記憶されたイメージが一緒に加算されて（Ｓ４６）、最終イメージを再構築する（Ｓ４８）。

図７は、電子シャッタがない場合における、本発明の第１の実施形態のイメージ獲得シーケンスを示す。このシーケンスは、イメージセンサのフォトダイオードが全て空の状態で始まる。外部シャッタが開けられ（Ｓ３０）、且つ閉じられて（Ｓ３４）、イメージセンサを所定の露光時間だけイメージに露光する（Ｓ３２）。露光時間は、外部シャッタによって完全に制御される。外部シャッタは、イメージ読み出しの間に、フォトダイオードによる電荷の付加的な蓄積を妨げるために使用される。次に、転送ゲート領域がオンし（Ｓ３６）、フォトダイオードからＣＣＤへ電荷を転送する。転送ゲート領域がオフすると（Ｓ３８）、短い遅延によって、ＣＣＤ内の過剰電荷がフォトダイオードにオーバーフローして戻ることが許容される（Ｓ４０）。それからＣＣＤ内のイメージが読み出され、記憶される（Ｓ４２）。イメージのいずれかの画素がＣＣＤ内の充満電荷パケットに対応していると（Ｓ４４）、そのときにはフォトダイオード内にオーバーフローした電荷が依然として残存している可能性がある。フォトダイオード読み出しシーケンスは、大半の画素がＣＣＤの電荷容量よりも低くなるまで繰り返される。シーケンスの終了時には、記憶されたイメージが一緒に加算されて（Ｓ４６）、最終イメージを再構築する（Ｓ４８）。イメージが一緒に加算され得る一方で、ただ一つのイメージを保持するために十分なメモリのみが必要とされるようにそれらがイメージセンサから読み出されることが、明らかなこととして留意されるべきである。

【００１５】

本発明の代替的な実施形態が図８に示されている。従来技術と比較したこのイメージ獲得シーケンスの相違点を留意することが、有益である。シーケンスは、イメージセンサのフォトダイオードが全て空の状態で始まる。図８及び図９を参照すると、外部シャッタが開けられ（Ｓ５０）、且つ閉じられて（Ｓ５４）、イメージセンサを所定の露光時間だけイメージに露光する（Ｓ５２）。露光時間は、外部シャッタによって完全に制御される。外部シャッタは、イメージ読み出しの間に、フォトダイオードによる電荷の付加的な蓄積を妨げるために使用される。イメージ獲得シーケンスのこの部分は、図８の時刻Ｔ１におけるポテンシャルエネルギー図によって示されている。

【００１６】

次に、図８の時刻Ｔ２にて、転送ゲート領域が部分的にオンし（Ｓ５６）、フォトダイオードからＣＣＤへ電荷を転送する。転送ゲート領域がオンしている量は、ＣＣＤを電荷で満たすために必要とされるもののみである。フォトダイオードの転送ゲートがオフされる（Ｓ５８）。Ｔ３にて、ＣＣＤに転送されていないいくらかの電荷が、フォトダイオード内に依然として存在している。

【００１７】

次に、図９のイメージ獲得シーケンスにおいて、第１のイメージがＣＣＤから読み出されて（Ｓ６０）、メモリに記憶される。それから、転送ゲート領域が再びオンされる（Ｓ６２）。このとき、転送ゲート領域は、フォトダイオードからＣＣＤへの電荷の完全な転送を許容するのに十分なだけ、オンされる。次に、転送ゲート領域がオフされ（Ｓ６４）、第２のイメージがＣＣＤから読み出される。第１及び第２のイメージはそれから一緒に加算されて（Ｓ６６）、最終イメージを再構築する（Ｓ６８）。

【００１８】

図９のイメージ獲得シーケンスが、２つのフォトダイオード読み出しステップを越えて、３つ又はそれ以上の読み出しステップまで拡張され得ることを、明らかなこととして留意されたい。

【００１９】
本発明が、好適な実施形態を参照して記述されてきている。しかしながら、変更及び改変が、当業者によって本発明の範囲を逸脱することなく行われることができることを、認識されたい。

【図面の簡単な説明】

【００２０】
【図１】従来技術のＣＣＤの上面図である。
【図２】図１の従来技術のＣＣＤの線Ａ－Ｂに沿った側面図である。
【図３】読み出しを描いた図１のタイミング図である。
【図４】本発明のイメージセンサのタイミング図である。
【図５】本発明のイメージセンサを使用したイメージ獲得のための流れ図である。
【図６】本発明を具現化するカメラの図である。
【図７】本発明の例示的な実用的アプリケーションのためのイメージ獲得ステップを描いた流れ図である。
【図８】本発明の代替的な実施形態を示す図である。
【図９】本発明の代替的な実施形態の例示的な実用的アプリケーションのためのイメージ獲得ステップを描いた流れ図である。

【図１】

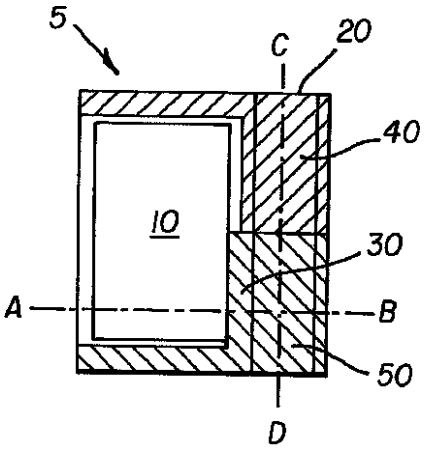


FIG. 1
(Prior Art)

【図２】

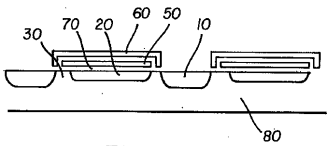
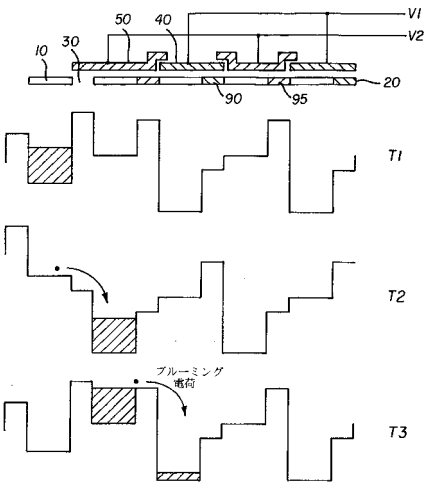


FIG. 2
(Prior Art)

【図３】



【図４】

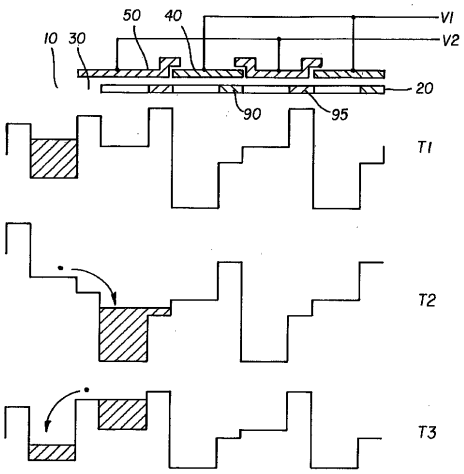
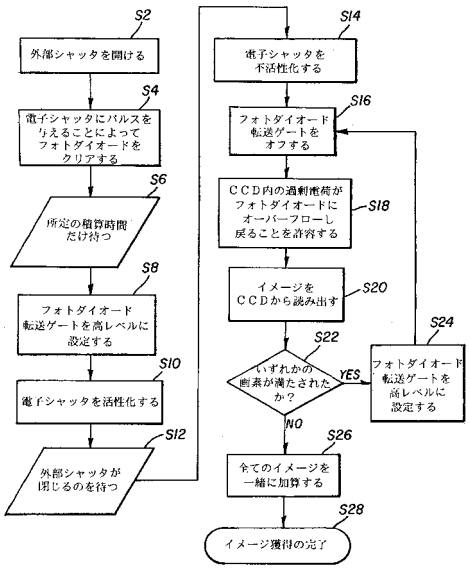


FIG. 4

【図５】



【図６】

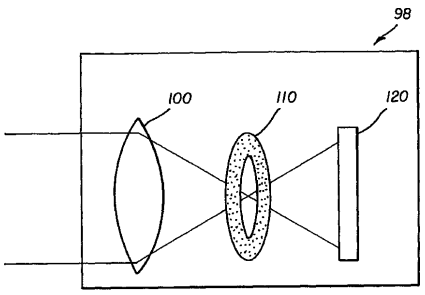
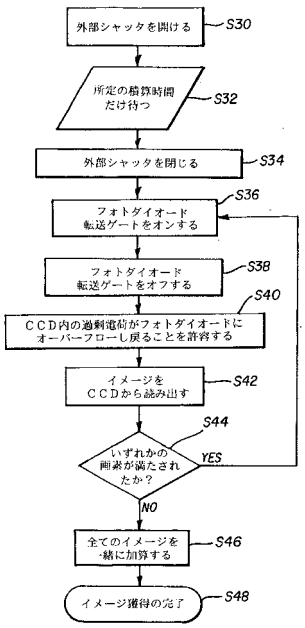


FIG. 6

【図７】



【図８】

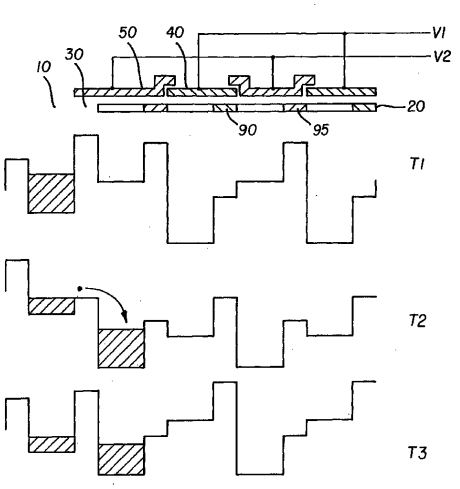
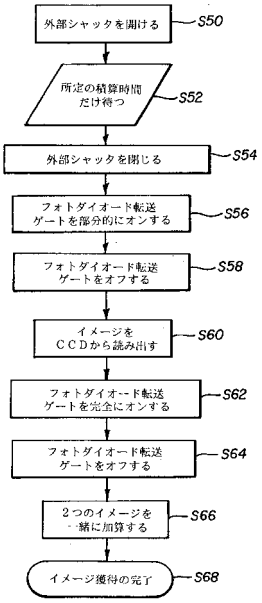

50
40
V1
30
V2
10
20
90
95
T1
T2
T3

FIG.8

【図９】


外部シャッタを開ける
S50
所定の積算時間だけ待つ
S52
外部シャッタを閉じる
S54
フォトダイオード転送ゲートを部分的にオンする
S56
フォトダイオード転送ゲートをオフする
S58
イメージをCCDから読み出す
S60
フォトダイオード転送ゲートを完全にオンする
S62
フォトダイオード転送ゲートをオフする
S64
２つのイメージを一緒に加算する
S66
イメージ獲得の完了
S68

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－２０７８７４（ＪＰ，Ａ）
特開昭５７－０５０１７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３１６４２９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０２０９７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04N 5/335
H01L 27/148