

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3667543号
(P3667543)

(45) 発行日 平成17年7月6日(2005.7.6)

(24) 登録日 平成17年4月15日(2005.4.15)

(51) Int.Cl.⁷

F I

H O 1 L 27/146

H O 1 L 27/14

A

H O 1 L 27/14

H O 4 N 5/33

H O 4 N 5/33

H O 4 N 5/335

E

H O 4 N 5/335

H O 1 L 27/14

K

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-372197
 (22) 出願日 平成10年12月28日(1998.12.28)
 (65) 公開番号 特開2000-196056(P2000-196056A)
 (43) 公開日 平成12年7月14日(2000.7.14)
 審査請求日 平成15年10月29日(2003.10.29)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100087479
 弁理士 北野 好人
 (72) 発明者 久保 加寿也
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 審査官 栗野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及び撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光電変換により電荷を発生する光検出素子と、
 前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、
 前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続され、前記キャパシタ
 の蓄積電荷を初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと、
 前記キャパシタの前記第1の電極に接続され、前記光検出素子から発生した過剰な電荷
 を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとを有し、
 前記光検出素子は光電変換により電荷を発生する光検出素子であり、
 前記第1のトランジスタは、pチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであ
 り、
 前記第2のトランジスタは、nチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであ
 る
 ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】

光電変換により電荷を発生する光検出素子と、
 前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、
 前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続され、前記キャパシタ
 の蓄積電荷を初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと、
 前記キャパシタの前記第1の電極に接続され、前記光検出素子から発生した過剰な電荷

10

20

を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとを有し、

前記光検出素子は光電変換により正孔を発生する光検出素子であり、

前記第1のトランジスタは、nチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、

前記第2のトランジスタは、pチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタである

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項3】

光電変換により電荷を発生する光検出素子と、前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続された第1導電型の第1のトランジスタと、前記キャパシタの前記第1の電極に接続された第2導電型の第2のトランジスタとを有する固体撮像装置の撮像方法であって、

前記光検出素子は光電変換により電子を発生する光検出素子であり、

前記第1のトランジスタは、pチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、

前記第2のトランジスタは、nチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、

前記第1のトランジスタを用いて前記キャパシタの蓄積電荷を初期化し、

前記第2のトランジスタを用いて前記光検出素子から発生する過剰な電荷を外部に排出する

ことを特徴とする撮像方法。

【請求項4】

光電変換により電荷を発生する光検出素子と、前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続された第1導電型の第1のトランジスタと、前記キャパシタの前記第1の電極に接続された第2導電型の第2のトランジスタとを有する固体撮像装置の撮像方法であって、

前記光検出素子は光電変換により正孔を発生する光検出素子であり、

前記第1のトランジスタは、nチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、

前記第2のトランジスタは、pチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、

前記第1のトランジスタを用いて前記キャパシタの蓄積電荷を初期化し、

前記第2のトランジスタを用いて前記光検出素子から発生する過剰な電荷を外部に排出する

ことを特徴とする撮像方法。

【請求項5】

請求項3又は4記載の撮像方法において、

前記第1のトランジスタのゲートには、周期的にパルスを印加し、

前記第2のトランジスタのゲートには、直流バイアスを印加する

ことを特徴とする撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置及び撮像方法に係り、特に電源を低電圧化した場合であっても十分なダイナミックレンジを確保することができる固体撮像装置及び撮像方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

工業、医療の分野などでは、物体、地表、人体等の温度を非接触で測定する技術が求められている。物体等の温度を非接触で測定する場合、例えば物体等から放射される赤外線を検出することにより測定することができる。そこで、赤外線センサを用いた固体撮像装置

10

20

30

40

50

が注目されている。

【0003】

赤外線センサ、具体的にはフォトダイオードを用いた従来の固体撮像装置の回路の一部を図4を用いて説明する。なお、図4に示す回路は、固体撮像装置の各画素毎に設けられている。

図4に示すように、フォトダイオード110のアノード側は接地されており、フォトダイオード110のカソード側はnチャネルのMOSトランジスタ112のソースに接続されている。

【0004】

MOSトランジスタ112のドレインは、キャパシタ114の一方の電極、出力アンプ116の入力、及びn形のMOSトランジスタ118のソースに接続されている。MOSトランジスタ118のドレインは、ドレイン電圧 V_D に接続されている。キャパシタ114の他方の電極は、接地されている。

図4に示す回路は以下のように動作する。

【0005】

即ち、まず、MOSトランジスタ118のゲートに所定のリセットパルスを加え、MOSトランジスタ118をONにする。これにより、キャパシタ114の蓄積電荷がリセット状態となる。

MOSトランジスタ118のゲートに加えるリセットパルスがOFFになると、それに伴いMOSトランジスタ118がOFF状態となり、リセットが完了する。

【0006】

こうしてリセットされた回路のフォトダイオード110に赤外線が入射すると、フォトダイオード110で電子が発生する。撮像を行う際には、MOSトランジスタ112のゲートに所定の直流バイアスを印加し、フォトダイオード110で発生した電子をMOSトランジスタ112を介してキャパシタ114に蓄積する。

【0007】

キャパシタ114の一方の電極の電位である蓄積電位 V_C はキャパシタ114に蓄積された電荷に応じた電位であり、この蓄積電位 V_C は出力アンプ116により外部に読み出される。

リセットパルスがMOSトランジスタ118のゲートに印加されていない場合でも、MOSトランジスタ118には所定の直流バイアスが印加されている。これは、フォトダイオード110に強い赤外線が入射された場合に、MOSトランジスタ118を介して電荷を外部に排出するためである。即ち、フォトダイオード110に強い赤外線が入射されると、フォトダイオード110から大量の過剰な電子が発生する。この過剰な電子が隣接する回路に流入すると、隣接した回路において疑似信号が発生し、隣接した回路でいわゆるブルーミングが生じることとなる。そこで、隣接する回路への電子の流入を抑制すべく、MOSトランジスタ118を介して電子が外部に排出されるようになっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の固体撮像装置では、電源の低電圧化の要請に十分に対応することができなかった。

即ち、MOSトランジスタ118としてn形のエンハンスメントモードのものを用いた場合には、ドレイン電圧 V_D をゲート電圧より少なくともしきい値電圧 V_{th} の分だけ低くしなければならず、ゲート電圧に電源電圧と同様の電圧を用いた場合には、MOSトランジスタのソース電圧 V_S はしきい値電圧 V_{th} の分だけ電源電圧より低くなってしまう(図5参照)。このため、電源電圧を低電圧化した場合には、それに伴ってMOSトランジスタ118のソース電圧 V_S 、即ち蓄積電位 V_C が低くなってしまう、十分なダイナミックレンジを確保することができなかった。十分なダイナミックレンジを確保するためには、低いレベルの信号をも検出できるように出力アンプ116を設定することも考えられるが、S/Nが低下するため望ましくない。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

一方、MOSトランジスタ118としてn形のデプレッションモードのものを用いることも考えられるが、デプレッションモードのMOSトランジスタを用いた場合には、素子の製造で別の工程が必要となる。

また、従来の固体撮像装置では、MOSトランジスタのゲートにリセットパルスと直流バイアスとを適宜印加する必要があるが、電圧の設定が必ずしも容易ではなく、また、外来雑音の影響も受けやすかった。

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、電源電圧を低くした場合であっても、十分なダイナミックレンジを確保することができる固体撮像装置及び撮像方法を提供することにある。

10

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、光電変換により電荷を発生する光検出素子と、前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続され、前記キャパシタの蓄積電荷を初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと、前記キャパシタの前記第1の電極に接続され、前記光検出素子から発生した過剰な電荷を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとを有し、前記光検出素子は光電変換により電子を発生する光検出素子であり、前記第1のトランジスタは、pチャンネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、前記第2のトランジスタは、nチャンネルのエンハンスメントモードのトランジスタであることを特徴とする固体撮像装置により達成される。これにより、初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと過剰な電荷を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとが設けられているので、第1のトランジスタのドレイン電圧として電源電圧と同様の電圧を用いることができ、しきい値電圧の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまいうことを防止することができる。また、強い赤外線が光検出素子に入射した場合には、第2のトランジスタを介して過剰な電荷が外部に排出され、第2のトランジスタのゲートには直流バイアスのみを印加すればよいので、ゲート電圧の設定が容易となる。

20

【 0 0 1 2 】

また、上記目的は、光電変換により電荷を発生する光検出素子と、前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続され、前記キャパシタの蓄積電荷を初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと、前記キャパシタの前記第1の電極に接続され、前記光検出素子から発生した過剰な電荷を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとを有し、前記光検出素子は光電変換により正孔を発生する光検出素子であり、前記第1のトランジスタは、nチャンネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、前記第2のトランジスタは、pチャンネルのエンハンスメントモードのトランジスタであることを特徴とする固体撮像装置により達成される。これにより、初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと過剰な電荷を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとが設けられているので、第1のトランジスタのドレイン電圧として電源電圧と同様の電圧を用いることができ、しきい値電圧の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまいうことを防止することができる。また、強い赤外線が光検出素子に入射した場合には、第2のトランジスタを介して過剰な電荷が外部に排出され、第2のトランジスタのゲートには直流バイアスのみを印加すればよいので、ゲート電圧の設定が容易となる。

30

40

【 0 0 1 3 】

また、上記目的は、光電変換により電荷を発生する光検出素子と、前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続された第1導電型の第1のトランジスタと、前記キャパシタの前記第1の電極に接続された第2導電型の第2のトランジスタとを有する固体撮像装置の撮像方法であって、前記光検出素子は光電変換により電子を発生する光検出素子であり、前記第1のトランジスタは、pチャンネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、前記第2

50

のトランジスタは、nチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、前記第1のトランジスタを用いて前記キャパシタの蓄積電荷を初期化し、前記第2のトランジスタを用いて前記光検出素子から発生した過剰な電荷を外部に排出することを特徴とする撮像方法により達成される。これにより、第1導電型の第1のトランジスタによりキャパシタの蓄積電荷を初期化し、第2導電型の第2のトランジスタにより過剰な電荷を排出するので、第1のトランジスタのドレイン電圧として電源電圧と同様の電圧を用いることができ、しきい値電圧の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまふことを防止することができる。また、強い赤外線が光検出素子に入射した場合には、第2のトランジスタを介して過剰な電荷が外部に排出され、第2のトランジスタのゲートには直流バイアスのみを印加すればよいので、ゲート電圧の設定が容易となる。

10

また、上記目的は、光電変換により電荷を発生する光検出素子と、前記光検出素子から発生した電荷を蓄積するキャパシタと、前記光検出素子に接続された前記キャパシタの第1の電極に接続された第1導電型の第1のトランジスタと、前記キャパシタの前記第1の電極に接続された第2導電型の第2のトランジスタとを有する固体撮像装置の撮像方法であって、前記光検出素子は光電変換により正孔を発生する光検出素子であり、前記第1のトランジスタは、nチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、前記第2のトランジスタは、pチャネルのエンハンスメントモードのトランジスタであり、前記第1のトランジスタを用いて前記キャパシタの蓄積電荷を初期化し、前記第2のトランジスタを用いて前記光検出素子から発生する過剰な電荷を外部に排出することを特徴とする撮像方法により達成される。これにより、初期化するための第1導電型の第1のトランジスタと過剰な電荷を外部へ排出するための第2導電型の第2のトランジスタとが設けられているので、第1のトランジスタのドレイン電圧として電源電圧と同様の電圧を用いることができ、しきい値電圧の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまふことを防止することができる。また、強い赤外線が光検出素子に入射した場合には、第2のトランジスタを介して過剰な電荷が外部に排出され、第2のトランジスタのゲートには直流バイアスのみを印加すればよいので、ゲート電圧の設定が容易となる。

20

【0014】

また、上記の撮像方法において、前記第1のトランジスタのゲートには、周期的にパルス
を印加し、前記第2のトランジスタのゲートには、直流バイアスを印加することが望ましい。

30

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の一実施形態による固体撮像装置及び撮像方法を図1乃至図2を用いて説明する。
図1は、本実施形態による固体撮像装置の一部を示す回路図である。図2は、p形のエン
ハンスメントモードのMOSトランジスタの入出力特性を示すグラフである。

【0016】

本実施形態では赤外線を検出する固体撮像装置を例に説明するが、本実施形態による固体
撮像装置は赤外線を検出する固体撮像装置のみならず、あらゆる光を検出する固体撮像装
置に適用することができる。

図1に示す回路は、本実施形態による固体撮像装置の各画素毎に設けられている。フォト
ダイオード10のアノード側は接地されており、フォトダイオード10のカソード側はn
チャネルのMOSトランジスタ12のソースに接続されている。

40

【0017】

MOSトランジスタ12のドレインには、キャパシタ14の一方の電極、出力アンプ16
の入力、nチャネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタ18のソース、及び
pチャネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタ20のドレインに接続されて
いる。

キャパシタ14の他方の電極は接地されている。また、MOSトランジスタ12のゲート
とMOSトランジスタ18のゲートには、所定の直流バイアスが印加される。

【0018】

50

nチャンネルのMOSトランジスタ18のドレイン、及びpチャンネルのMOSトランジスタ20のソースは、電源電圧 V_D に接続されている。

本実施形態による固体撮像装置は、過剰な電荷を外部に排出のためのnチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタ18と、リセットを行うためのpチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタ20とが別個に設けられていることに主な特徴がある。

【0019】

このような固体撮像装置の回路は以下のように動作する。

即ち、まず、pチャンネルのMOSトランジスタ20のゲートに所定電圧のリセットパルスを加え、MOSトランジスタ20をONにする。これにより、出力アンプ16に接続されたキャパシタの一方の電極の電位、即ち蓄積電位 V_C がリセット状態となる。

10

【0020】

pチャンネルのMOSトランジスタ20のゲートに印加されたリセットパルスがOFFになると、MOSトランジスタ20がOFFとなり、リセットが完了する。pチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタ20では、ドレイン電圧 V_D より高い電圧のリセットパルスをゲートに加える必要がないので、ドレイン電圧 V_D として電源電圧と同様の電圧を用いることができる。

【0021】

pチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタは図2に示すような特性を有している。図2はpチャンネルのMOSトランジスタの入出力電圧特性を示すグラフである。図2において、横軸はソース電圧 V_S を示しており、縦軸はゲートを接地した場合のドレイン電圧 V_D を示している。pチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタはこのような特性を有しているので、MOSトランジスタ20のゲートには電源電圧より低い電圧を印加すればよく、しきい値電圧 V_{th} の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまってもいい。

20

【0022】

こうしてリセットされた回路のフォトダイオード10に赤外線が入射すると、フォトダイオード10で電子が発生する。撮像する際には、MOSトランジスタ12のゲートに所定の直流バイアスを印加する。これにより、フォトダイオード10で発生した電子がMOSトランジスタ12を介してキャパシタ14に蓄積される。

30

【0023】

蓄積電位 V_C はキャパシタ14に蓄積された電荷量に応じて変化し、一定のタイミングにおいて、出力アンプ16により外部に読み出される。

nチャンネルのMOSトランジスタ18のゲートには、常に所定の直流バイアスが印加されており、MOSトランジスタ18は以下のように動作する。即ち、フォトダイオード10に強い赤外線が入射すると、フォトダイオード10から大量の電子が発生する。この電子が隣接する回路に流入すると、隣接した回路で疑似信号が発生し、いわゆるブルーミングが生じることとなる。本実施形態では、nチャンネルのMOSトランジスタ18が、リセットを行うためのpチャンネルのMOSトランジスタ20と別個に設けられているので、フォトダイオード10で大量の電子が発生した場合には、MOSトランジスタ18を介して電子が外部に排出される。こうして過剰な電子がMOSトランジスタ18から排出されるので、いわゆるブルーミングを防止することができる。n形のMOSトランジスタ18のゲートには直流バイアスのみを印加すればよいので、ゲート電圧の設定が容易となり、また、外来雑音による影響を抑制することができる。

40

【0024】

このように本実施形態によれば、リセットを行うためのpチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタと、過剰な電荷を外部に排出のためのnチャンネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタとが別個に設けられている。リセットを行うためのMOSトランジスタでは、ドレイン電圧より高い電圧のリセットパルスをゲートに印加する必要がないので、p形のMOSトランジスタのソース電圧として電源電圧と同様の電圧を

50

用いることができ、しかもしきい値電圧の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまいうこともない。また、強い赤外線がフォトダイオードに入射した場合には、 n チャネルのエンハンスメントモードのMOSトランジスタを介して過剰な電荷が外部に排出され、しかも n 形のMOSトランジスタのゲートには直流バイアスのみを印加すればよいので、ゲート電圧の設定が容易となる。

【0025】

[変形実施形態]

本発明は上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

例えば、上記実施形態ではキャパシタに電子を蓄積する場合を例に説明したが、キャパシタに正孔を蓄積する場合にも適用することができる。その場合には、図3に示すように、フォトダイオード10aのアノードとカソードの接続を逆にし、電荷排出用のトランジスタとして p 形のMOSトランジスタ18aを用い、リセット用のトランジスタとして n 形のMOSトランジスタ20aを用いればよい。

【0026】

また、上記実施形態では、フォトダイオードを用いる場合を例に説明したが、フォトダイオードに限定されるものではなく、光電変換により電荷を発生することができる光検出素子であれば、例えばCCD (Charge Coupled Device、電荷結合素子) 等を用いてもよい。

【0027】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、リセットを行うための第1導電型のエンハンスメントモードのMOSトランジスタと、過剰な電荷を外部に排出のための第2導電型のエンハンスメントモードのMOSトランジスタとが別個に設けられている。リセットを行うためのMOSトランジスタでは、ドレイン電圧より高い電圧のリセットパルスゲートを印加する必要がないので、MOSトランジスタのドレイン電圧として電源電圧と同様の電圧を用いることができ、しかもしきい値電圧の分だけダイナミックレンジが小さくなってしまいうこともない。また、強い赤外線がフォトダイオードに入射した場合には、過剰な電荷を外部に排出するためのMOSトランジスタを介して電荷を外部に排出し、しかも、かかるMOSトランジスタのゲートには直流バイアスのみを印加すればよいのでゲート電圧の設定が容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による固体撮像装置の一部を示す回路図である。

【図2】 p 形のエンハンスメントモードのMOSトランジスタスイッチの入出力特性を示すグラフである。

【図3】本発明の変形実施形態による固体撮像装置の一部を示す回路図である。

【図4】従来の固体撮像装置の一部を示す回路図である。

【図5】 n 形のエンハンスメントモードのMOSトランジスタスイッチの入出力特性を示すグラフである。

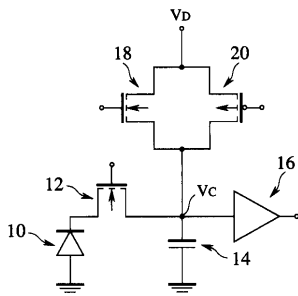
【符号の説明】

- 10 ... フォトダイオード
- 10a ... フォトダイオード
- 12 ... MOSトランジスタ
- 14 ... キャパシタ
- 16 ... 出力アンプ
- 18 ... MOSトランジスタ
- 18a ... MOSトランジスタ
- 20 ... MOSトランジスタ
- 20a ... MOSトランジスタ
- 110 ... フォトダイオード
- 112 ... MOSトランジスタ

1 1 4 ... キャパシタ
1 1 6 ... 出力アンプ
1 1 8 ... MOS トランジスタ

【 図 1 】

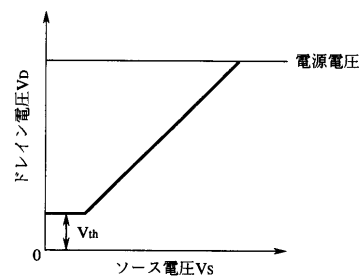
本発明の一実施形態による固体撮像装置の
一部を示す回路図



10…フォトダイオード
12…MOSトランジスタ
14…キャパシタ
16…出力アンプ
18…MOSトランジスタ
20…MOSトランジスタ

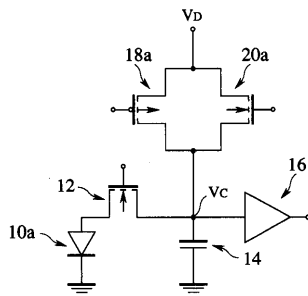
【 図 2 】

p形のエンハンスメントモードのMOSトランジスタ
スイッチの入出力特性を示すグラフ



【図 3】

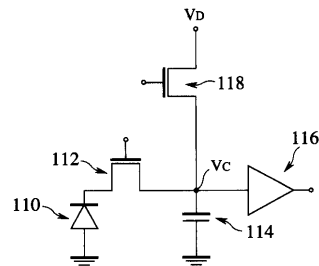
本発明の変形実施形態による固体撮像装置の一部を示す回路図



10a…フォトダイオード
12…MOSトランジスタ
14…キャパシタ
16…出力アンプ
18a…MOSトランジスタ
20a…MOSトランジスタ

【図 4】

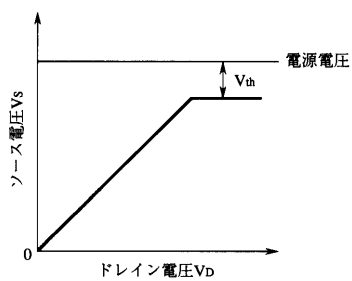
従来の固体撮像装置の一部を示す回路図



110…フォトダイオード
112…MOSトランジスタ
114…キャパシタ
116…出力アンプ
118…MOSトランジスタ

【図 5】

n形のエンハンスメントモードのMOSトランジスタ
スイッチの入出力特性を示すグラフ



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭57-181155(JP,A)
実開昭54-121772(JP,U)
特開平10-093070(JP,A)
特開平10-191173(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 27/146

H01L 27/14

H04N 5/33

H04N 5/335