

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-147183

(P2012-147183A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/374 (2011.01)	HO4N 5/335 740	5C024
HO1L 31/10 (2006.01)	HO1L 31/10 G	5F049

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全7頁)

(21) 出願番号 特願2011-3112 (P2011-3112)
 (22) 出願日 平成23年1月11日 (2011.1.11)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100090273
 弁理士 園分 孝悦
 (72) 発明者 黒田 享裕
 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
 (72) 発明者 小林 秀央
 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
 Fターム(参考) 5C024 GX03 GX04 GX16 GY47 HX29
 HX35 HX44 HX47 HX48
 5F049 NA01 NB05 UA05 UA17

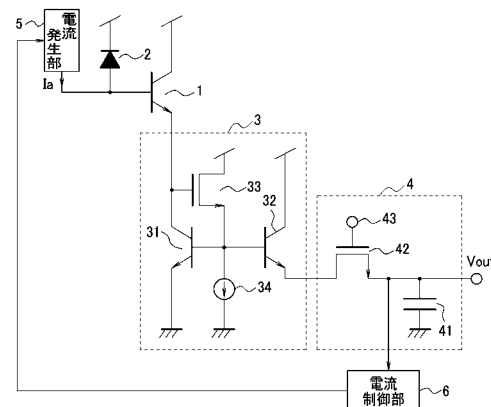
(54) 【発明の名称】 光電変換装置

(57) 【要約】

【課題】 フォトトランジスタの電流増幅率の低下が、製造要因などによりばらついた場合でも良好な光電変換特性を得ることができる光電変換装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 光電変換により電流を生成する光電変換素子(2)と、前記光電変換素子により生成された電流をベースに入力し、前記入力された電流を増幅してエミッタより出力するフォトトランジスタ(1)と、前記フォトトランジスタより出力された電流を対数変換する対数変換部(3)と、前記フォトトランジスタのベースに電流を出力する電流発生部(5)と、前記光電変換素子の遮光状態で前記対数変換部により対数変換された信号に基づき、前記電流発生部の出力電流を制御する電流制御部(6)とを有することを特徴とする光電変換装置が提供される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光電変換により電流を生成する光電変換素子と、
前記光電変換素子により生成された電流をベースに入力し、前記入力された電流を増幅してエミッタより出力するフォトトランジスタと、
前記フォトトランジスタより出力された電流を対数変換する対数変換部と、
前記フォトトランジスタのベースに電流を出力する電流発生部と、
前記光電変換素子の遮光状態で前記対数変換部により対数変換された信号に基づき、前記電流発生部の出力電流を制御する電流制御部と
を有することを特徴とする光電変換装置。

10

【請求項 2】

前記電流制御部は、
前記対数変換部より対数変換された信号値を予め定められた値と比較する信号比較部と、
前記信号比較部の比較結果に基づき、前記電流発生部を制御するための制御信号を出力する制御信号発生部と
を有することを特徴とする請求項 1 記載の光電変換装置。

【請求項 3】

さらに、前記対数変換部により対数変換された信号を蓄積する信号蓄積部を有し、
前記電流制御部は、前記光電変換素子の遮光状態で前記信号蓄積部により蓄積された信号に基づき、前記電流発生部の出力電流を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光電変換装置。

20

【請求項 4】

前記電流制御部は、前記光電変換素子の遮光状態で前記信号蓄積部に蓄積された信号値と、前記フォトトランジスタの電流増幅率がベース電流依存性をもたない場合の信号値との差に基づき、前記電流発生部の出力電流を制御することを特徴とする請求項 3 記載の光電変換装置。

【請求項 5】

前記電流発生部は、前記光電変換素子の光入射状態で前記信号蓄積部に信号が書き込まれている期間中に、一定の電流値を出力することを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の光電変換装置。

30

【請求項 6】

前記電流発生部は、
電圧ノード及び前記フォトトランジスタのベース間に接続された抵抗素子と、
前記電流制御部の制御により前記電圧ノードの電圧を生成する電圧源と
を有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記電流発生部は、定電圧ノード及び前記フォトトランジスタのベース間に接続され、前記電流制御部により抵抗値が制御される可変抵抗素子を有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

40

【請求項 8】

前記電流発生部は、ソース及びドレインの一方が定電圧ノード、他方が前記フォトトランジスタのベースに接続され、ゲートが前記電流制御部に接続される電界効果トランジスタを有することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光電変換装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

従来、フォトトランジスタのベースで受光し、増幅した光電流をエミッタより出力する光電変換装置が開示されている（例えば、特許文献1参照）。低照度の場合、フォトトランジスタで発生するベース電流は微少である。そのため、フォトトランジスタのベース - エミッタ間での再結合電流成分が主となり、エミッタからコレクタへのキャリアの注入が不十分となる。その結果、電流増幅率が低下し、低照度における光電変換特性が劣化する。この問題を解決するために、ベースに電流を流すことでキャリアを注入する光電変換装置が開示されている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2000-077644号公報

【特許文献2】特開平08-264744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、上記の特許文献2では、ベースに流す電流値を決める手段に関しては開示されておらず、フォトトランジスタの電流増幅率の低下に対して適切なキャリアを注入できないという課題がある。また、多画素化及び微細化に伴い、フォトトランジスタの製造ばらつきの影響が顕著になるが、個々のフォトトランジスタに対して適切なキャリアを注入することができないという課題がある。

【0005】

本発明の目的は、フォトトランジスタの電流増幅率の低下が、製造要因などによりばらついた場合でも良好な光電変換特性を得ることができる光電変換装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の光電変換装置は、光電変換により電流を生成する光電変換素子と、前記光電変換素子により生成された電流をベースに入力し、前記入力された電流を増幅してエミッタより出力するフォトトランジスタと、前記フォトトランジスタより出力された電流を対数変換する対数変換部と、前記フォトトランジスタのベースに電流を出力する電流発生部と、前記光電変換素子の遮光状態で前記対数変換部により対数変換された信号に基づき、前記電流発生部の出力電流を制御する電流制御部とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

フォトトランジスタの電流増幅率の低下が、製造要因などによりばらついた場合でも、フォトトランジスタのベースに適切なキャリアを注入することができ、良好な光電変換特性を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第1の実施形態の光電変換装置の概略構成図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における電流制御部の説明図である。

【図3】フォトトランジスタの電流増幅率がベース電流依存をもつ説明図である。

【図4】本発明の第1の実施形態における光電変換特性図である。

【図5】本発明の第2の実施形態における電流発生部の詳細図である。

【図6】本発明の第3の実施形態における電流発生部の詳細図である。

【図7】本発明の第4の実施形態における電流発生部の詳細図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態の光電変換装置を示す概略構成図である。図1におい

10

20

30

40

50

て、1はフォトトランジスタである。2は光電変換素子（例えばフォトダイオード）であり、カソードが電源電位ノードに接続される。フォトトランジスタ1は、ベースが光電変換素子2のアノードに接続され、コレクタが電源電位ノードに接続される。光電変換素子2は、光電変換により光を電気信号に変換し、電流（光電流）を生成する。フォトトランジスタ1は、光電変換素子1により生成された電流をベースに入力し、入力された電流を増幅してエミッタより出力する。3は対数変換部であり、トランジスタ31、32、及び33と、定電流源34で構成される。バイポーラトランジスタ31は、コレクタがフォトトランジスタ1のエミッタに接続され、エミッタが基準電位ノード（グランド電位ノード）に接続される。電界効果トランジスタ33は、ゲートがフォトトランジスタ1のエミッタに接続され、ドレインが電源電位ノードに接続され、ソースがバイポーラトランジスタ31のベースに接続される。定電流源34は、バイポーラトランジスタ31のベース及び基準電位ノード間に接続される。バイポーラトランジスタ32は、ベースがバイポーラトランジスタ31のベースに接続され、コレクタが電源電位ノードに接続される。対数変換部3は、フォトトランジスタ1より出力された電流を対数変換して出力する。4は信号蓄積部であり、信号蓄積容量41及びトランジスタ42で構成される。電界効果トランジスタ42は、ゲートが端子43に接続され、ドレインがバイポーラトランジスタ32のエミッタに接続され、ソースが端子Voutに接続される。信号蓄積容量41は、端子Vout及び基準電位ノード間に接続される。信号蓄積部4は、対数変換部3により対数変換された信号（光電流）を信号蓄積容量41に蓄積することで、光電流の時間蓄積信号を保持し、電圧信号として端子Voutより取り出すことが可能である。蓄積時間の制御は、端子43の電圧制御によりトランジスタ42をオン又はオフすることで可能である。5は電流発生部であり、フォトトランジスタ1のベースにキャリアを注入するための電流Iaを出力する。電流制御部6は、光電変換素子2の遮光状態で信号蓄積部4内の信号蓄積容量41に蓄積された信号に基づき、電流発生部5の出力電流Iaを制御する。電流制御部6は、光電変換装置が遮光状態で光蓄積動作を行う場合と同様な蓄積動作を行ったときの出力端子Voutの出力電圧をモニターすることで、出力電流Iaを制御することが可能である。

10

20

30

40

50

【0010】

図2は、電流制御部6の構成例を示すブロック図である。図2において、61は信号比較部であり、信号蓄積容量41に蓄積された信号値を予め定められた値と比較する。上記の予め定められた値は、例えば、予め光電変換素子2の遮光状態で測定されたフォトトランジスタ1の電流増幅率がほぼ理想値になるエミッタ電圧である。62は制御計算部であり、信号比較部61の比較結果に基づき、電流発生部5を制御するための計算を行う。63は制御信号発生部であり、制御計算部62の計算に基づき、電流発生部5を制御するための制御信号を出力する。

【0011】

図3は、低照度時にフォトトランジスタ1の増幅率が低下することを示す図である。図3において、横軸はフォトトランジスタ1のベース電流を表し、縦軸はフォトトランジスタ1の電流増幅率を表す。図3では、フォトトランジスタ1の電流増幅率が、フォトトランジスタ1のベース電流に依存しない「理想」の特性を持つ場合と、ベース電流依存性をもつ「実測」に基づく特性を示している。図3に示されるように、実際の電流増幅率は、ベース電流が減少するに伴い減少する。これは、ベース電流が微小になると、ベース-エミッタ間における再結合電流成分が主となり、エミッタからコレクタへのキャリアの注入が不十分となることに起因する。その結果、光電変換装置の低照度領域における光電変換特性の線形性が劣化する。

【0012】

図4は、図1に示した光電変換装置における光電変換特性の一例を表す図である。図4において、横軸は光電流を表し、フォトトランジスタ1のベース電流に等しい。また、縦軸は、出力端子Voutの出力電圧を表す。図4において、「理想」で示されるプロットは、フォトトランジスタ1の電流増幅率が理想の場合を示す。また、「従来」で示される

プロットは、図1の電流発生部5から電流I_aを出力しない場合に等しい。この場合、光電流が減少すると、「理想」の場合のプロットに対して、線形性が劣化している。それに対して、図4の「実施形態」で示されるプロットは、図1の電流発生部5から適切な電流I_aを出力した場合であり、低照度領域における光電変換特性の線形性が改善されている。

【0013】

従って、図1の電流発生部5からフォトトランジスタ1のベースにキャリアを注入するための電流I_aを出力することで、低照度における光電変換特性の線形性が改善される。また、電流発生部5の出力電流I_aは、電流制御部6で制御可能である。例えば、フォトトランジスタ1の電流増幅率がベース電流に依存しない理想の場合の遮光時における蓄積信号値を予め定めておき、遮光状態で蓄積動作を行ったときの出力端子V_{out}の出力電圧との差電圧に基づいて、電流発生部5を制御する方法が考えられる。電流制御部6は、光電変換素子2の遮光状態で信号蓄積部4に蓄積された信号値と、フォトトランジスタ1の電流増幅率がベース電流依存性をもたない場合の信号値との差に基づき、電流発生部5の出力電流I_aを制御する。遮光時における蓄積動作は、光入射時の蓄積動作と蓄積期間が同じである。

10

【0014】

本実施形態は、対数変換の特性を利用して、低照度領域に対する光電変換特性を改善し、かつ電流増幅率がベース電流に依存しない照度領域に対する光電変換特性には影響を与えない適切な電流I_aを出力することが可能である。その結果、フォトトランジスタ1に加えられた電流成分を、後段で補正するような回路を必要とせず、光蓄積期間中に出力電流I_aを制御する必要がない。その結果、回路構成やシステム構成を複雑にすることなく、光電変換特性の線形性を改善することが可能となる。

20

【0015】

また、電流発生部5は、光蓄積期間中に一定の電流I_aを出力すればよく、光電変換素子2に入射される光量や蓄積時間によって、光蓄積期間中に電流I_aを制御する必要がない。電流発生部5は、光電変換素子2の光入射状態（非遮光状態）でトランジスタ42をオンして信号蓄積部4に信号が書き込まれている期間中に、一定の電流値を出力する。その結果、回路構成やシステム構成を複雑にすることなく光電変換特性の線形性を改善することが可能となる。

30

【0016】

本実施形態では、フォトトランジスタ1の光電流値に基づき電流発生部5を制御する電流制御部6を設ける。これにより、フォトトランジスタ1の電流増幅率の低下が、製造要因などによりばらついた場合でも、フォトトランジスタ1のベースに適切なキャリアを注入することができ、良好な光電変換特性を得ることが可能となる。

【0017】

本実施形態において、1つのフォトトランジスタ1に対して、電流発生部5及び電流制御部6が1組み対応する場合を例にとって説明したが、これに限るものではない。例えば、複数のフォトトランジスタで構成される光電変換装置の場合、電流制御部6を代表的なフォトトランジスタのみに設け、電流発生部5の制御を行う場合でも同様の効果を得ることが可能である。

40

【0018】

(第2の実施形態)

図5は、本発明の第2の実施形態による電流発生部5の構成例を示す図であり、図1の電流発生部5をより詳細に説明した実施形態を示す。図5において、フォトトランジスタ1、光電変換素子2、対数変換部3、信号蓄積部4及び電流制御部6は、図1と同等である。電流発生部5は、抵抗素子55及び電圧源56を有する。抵抗素子55は、一端が光電変換素子2とフォトトランジスタ1のベースに電氣的に接続され、他端が電圧V_aの電圧ノードに接続されている。電圧源56は、電流制御部6の制御により電圧V_aを生成する。すなわち、電圧源56は、フォトトランジスタ1のベースに加える電流I_aを発生さ

50

せるのに適切な電圧 V_a を、抵抗素子 55 に供給する。これにより、上述した理由から低照度領域に対する光電変換特性の線形性を改善することが可能となる。本実施形態において、1つのフォトトランジスタ 1 に対して、電流制御部 6 及び電圧源 56 が 1 組み対応する場合を例にとって説明したが、これに限るものではない。例えば、複数のフォトトランジスタで構成される光電変換装置の場合、電圧源 56 を共通化し、電流制御部 6 を代表的なフォトトランジスタのみに設け、電圧源 56 の制御を行う場合でも同様の効果を得ることが可能である。

【0019】

(第3の実施形態)

図6は、本発明の第3の実施形態による電流発生部5の構成例を示す図であり、図1の電流発生部5をより詳細に説明した実施形態を示す。図6において、フォトトランジスタ1、光電変換素子2、対数変換部3、信号蓄積部4及び電流制御部6は、図1と同等である。電流発生部5は、可変抵抗素子57を有する。可変抵抗素子57は、一方が光電変換素子2とフォトトランジスタ1のベースに電氣的に接続され、他方が電圧源等の定電圧 V_a のノードに電氣的に接続されている。可変抵抗素子57は、電流制御部6により抵抗値が制御され、フォトトランジスタ1のベースに加える電流 I_a を制御することが可能である。これにより、複数のフォトトランジスタで構成される光電変換装置の場合でも、各々のフォトトランジスタの特性に応じて適切な出力電流 I_a を供給することが可能である。その結果、多画素化された光電変換装置に対しても、良好な光電変換特性を得ることが可能となる。

10

20

【0020】

(第4の実施形態)

図7は、本発明の第4の実施形態による電流発生部5の構成例を示す図であり、図1の電流発生部5をより詳細に説明した実施形態を示す。図7において、フォトトランジスタ1、光電変換素子2、対数変換部3、信号蓄積部4及び電流制御部6は、図1と同等である。電流発生部5は、p型MOS電界効果トランジスタ58を有する。p型MOS電界効果トランジスタ58は、ドレインが電圧源等の定電圧 V_a のノードに電氣的に接続され、ソースが光電変換素子2とフォトトランジスタ1のベースに電氣的に接続され、ゲートが電流制御部6に接続されている。電流制御部6がp型MOS電界効果トランジスタ58のゲート-ソース間電圧を制御することで、フォトトランジスタ1のベースに加える電流 I_a を制御することが可能である。これにより、複数のフォトトランジスタで構成される光電変換装置の場合でも、各々のフォトトランジスタの特性に応じて適切な出力電流 I_a を供給することが可能である。また、本実施形態は、図5及び図6で示した抵抗素子で構成する場合と比較して、微小電流の制御がし易い。更に、本実施形態は、抵抗素子で構成する場合と比較して、p型MOS電界効果トランジスタ58の方が素子を小さく構成することが可能である。その結果、多画素化かつ微細化された光電変換装置に対しても、良好な光電変換特性を得ることが可能となる。

30

【0021】

なお、上記実施形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

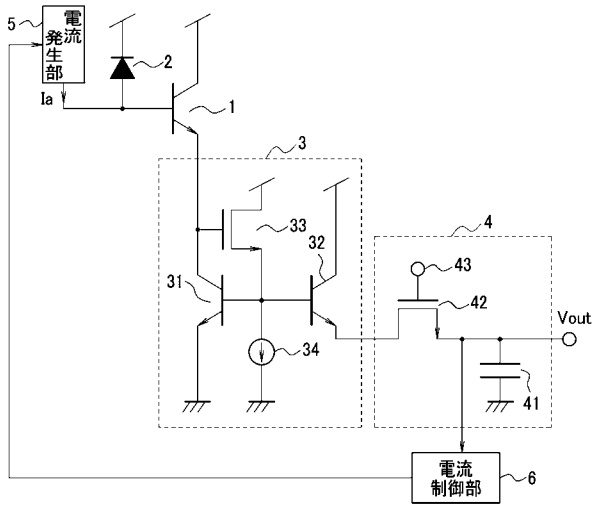
40

【符号の説明】

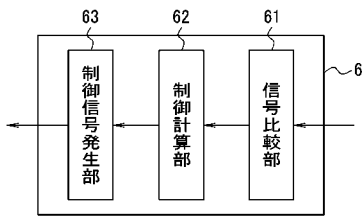
【0022】

1 フォトトランジスタ、 2 光電変換素子、 3 対数変換部、 4 信号蓄積部、 5 電流発生部、 6 電流制御部

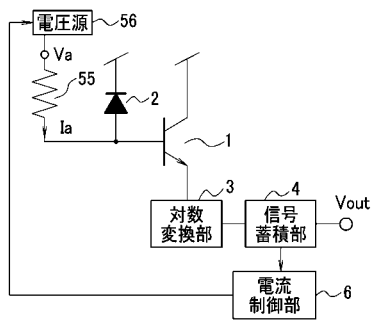
【図1】



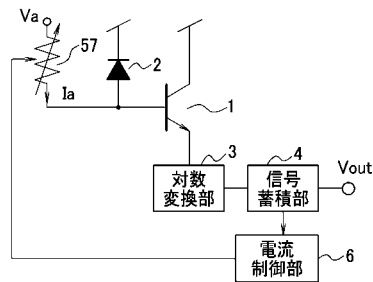
【図2】



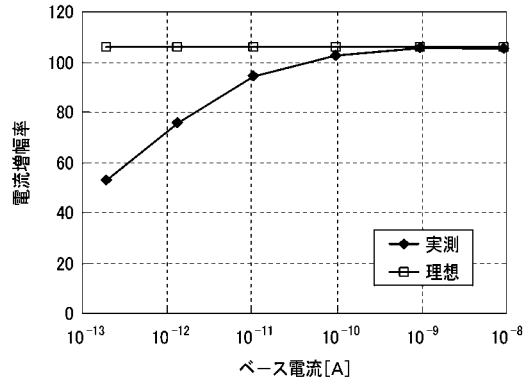
【図5】



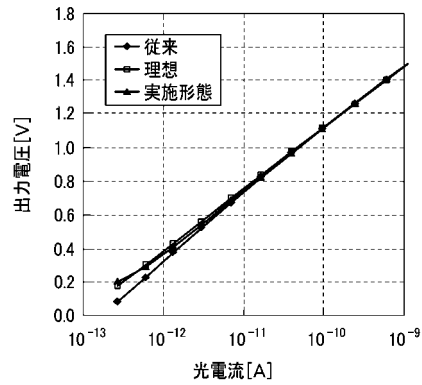
【図6】



【図3】



【図4】



【図7】

