

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 17 日(17.04.2014)



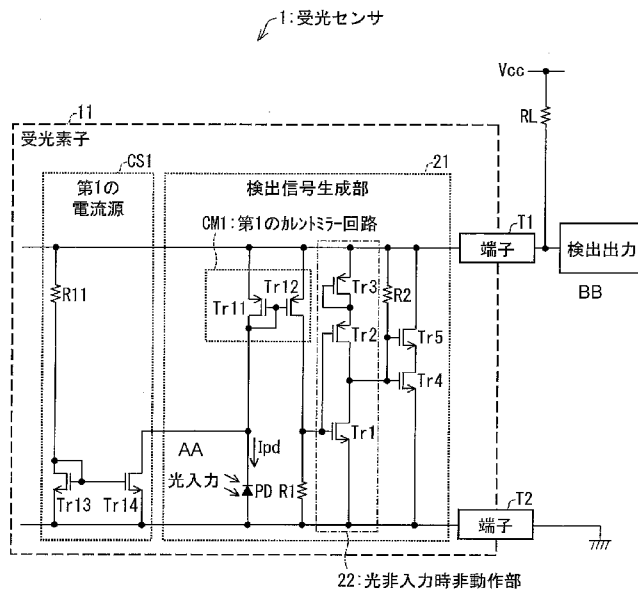
(10) 国際公開番号
WO 2014/057797 A1

- (51) 国際特許分類:
H03K 17/78 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075690
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 24 日(24.09.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-227409 2012 年 10 月 12 日(12.10.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 岡田 教和(OKADA, Norikazu).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SENSOR, AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 光センサおよび電子機器



- 1 Light-receiving sensor
11 Light-receiving element
21 Detection signal generation unit
22 Parts that do not operate when light is not inputted
CM1 First current mirror circuit
CS1 First current source
T1, T2 Terminal
AA Light input
BB Detection output

(57) Abstract: A light-receiving sensor (1) is provided with a photodiode (PD) for generating optical current by means of light that was inputted, and a first current source (CS) which is arranged parallel to the photodiode (PD) and which generates a first auxiliary current by being driven by means of the voltage between terminal (T1) and terminal (T2). The first current source (CS) is also driven by means of the voltage between the terminals when light is not inputted.

(57) 要約: 受光センサ (1) は、光の入力によって光電流を発生するフォトダイオード (PD) と、フォトダイオード (PD) と並列に配置され、端子 (T1) および端子 (T2) の間の端子間電圧によって駆動されることにより第1の補助電流を発生する第1の電流源 (CS) を備える。第1の電流源 (CS) は、光が入力されていないときの端子間電圧によっても駆動される。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：光センサおよび電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、物体検出や物体動作速度検出に使用されるフォトインタラプタ等に好適な２端子型の光センサに関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラやインクジェットプリンタなど、モーターによって駆動される動作部品を有する電気製品では、当該動作部品の動作速度を検出するためにセンサが用いられる。このようなセンサは、一般に、電源端子、センサ出力端子およびGND端子の３種類の端子を有している。このため、上記のような電気製品の小型化に適応するようにセンサを小型化することが難しい。また、センサの作製工程の削減や歩留まりの向上を図るためにも、省線化された光センサが求められる。このような要求に対して、端子を削減したセンサの開発が進められている。

[0003] 例えば、特許文献１には、センサ出力端子とGND端子とを共通にすることにより、２端子のセンサとして利用することができる検出装置が開示されている。この検出装置では、検出素子（検知部）を含むセンサ手段を定電圧発生手段で発生した定電圧で駆動し、その出力を比較手段で比較電圧と比較し、比較手段のコンパレータのオン・オフ出力で矩形波電流の高電流値と低電流値とを切り替えている。

[0004] また、特許文献２には、電源端子とセンサ出力端子を共通にすることにより、２端子のセンサとして利用することができる検出装置が開示されている。この検出装置では、センサの出力と、基準電圧生成手段から出力される基準電圧を抵抗によって分圧した電圧とを比較器によって比較し、当該比較器の出力を２線・３線切替手段を介して、電流増幅手段または電流設定手段に出力する。このように、２線・３線切替手段を備えることにより、検出装置を２線式または３線式の検出装置として利用することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開平 10-332722号公報（1998年12月18日公開）」

特許文献2：日本国公開特許公報「特開平 10-209839号公報（1998年08月07日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1の検出装置では、定電圧発生手段および比較手段を有しているために、2端子間の電圧の降下が不十分である。このため、ローレベルの検出信号が高い電圧となる。以下に、その理由について説明する。

[0007] 前述のように比較電圧を発生させて比較を行う比較手段のコンパレータは、電子回路としては差動増幅器にて構成される。差動増幅器を構成するトランジスタは、1つ当たり、動作電圧として約0.7Vが必要となる。このため、差動増幅器を構成すると少なくとも2つのトランジスタは、直列に接続される必要があるので、少なくとも1.4V程度の電圧を必要とする。

[0008] また、上記のコンパレータを定電圧発生手段の回路内に構成した場合、当該回路は、コンパレータより高い電圧で構成する必要があるので、少なくとも2.1V程度の電圧を必要とする。

[0009] したがって、このような電圧が2端子間の最低電圧を高くすることになり、ローレベルの検出信号を十分低い電圧にすることができない。このため、上記の検出装置の動作範囲をより広げることが難しい。

[0010] 特許文献2の検出装置でも、基準電圧生成手段および比較器を有していることから、同様に2端子間の電圧降下が不十分である。したがって、十分に電圧を降下させるためには、2線式から3線式への切り替えが必要となる。

[0011] このような不都合を回避するため、光センサにおいて、2端子間の電位差

を大きくして、十分に電圧を降下させることが望ましい。

[0012] また、光センサにおいて、光入力状態から光非入力状態への移行時、および光非入力状態から光入力状態への移行時に 2 端子間の電圧が不定になると、誤検出が生じる。それゆえ、光センサにおいて、2 端子間の電圧を安定してハイレベルとローレベルとの間で切り替わることが望ましい。

[0013] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、2 端子型の光センサにおいて、2 端子間の電圧を、十分降下させるとともに、光入力状態と光非入力状態との切り替え時に安定化させることにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る光センサは、第 1 端子の固定電位に対して、電源電圧が印加された第 2 端子の電位を変動させて光の入力を検出する 2 端子型の光センサであって、光の入力によって光電流を発生する光電変換素子と、上記第 1 端子および上記第 2 端子の間の端子間電圧によって駆動されることにより第 1 の補助電流を発生する第 1 の電流源と、上記光電流を増幅する電流増幅器と、光が入力されているときの上記電流増幅器の出力電流に基づいて上記第 1 端子および上記第 2 端子の間の端子間電流を停止し、光が入力されていないときの上記出力電流に基づいて上記端子間電流を流す電流制御部とを備え、上記第 1 の電流源が、上記電流増幅器に上記第 1 の補助電流を入力するか、または上記電流増幅器の上記出力電流に上記第 1 の補助電流を付加し、光の入力の有無に関わらず上記第 1 の補助電流を発生することを特徴としている。

発明の効果

[0015] 本発明の一態様によれば、2 端子型の光センサにおいて、2 端子間の電圧を、十分降下させるとともに、光入力状態と光非入力状態との切り替え時に安定化させることができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態 1 に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図2]実施形態 1 の比較例に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図3] (a) は図2に示す受光センサの動作のシミュレーションによる入力光の波形および検出信号の波形を示す波形図であり、(b) は図1に示す受光センサの動作のシミュレーションによる入力光の波形および検出信号の波形を示す波形図である。

[図4] 本発明の実施形態1の変形例に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図5] 本発明の実施形態2に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図6] 本発明の実施形態3に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図7] 本発明の実施形態4に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図8] (a) は図7の受光センサの第2の電流源における温度に対するトランジスタのベース－エミッタ間電圧の特性をシミュレーションした結果を示すグラフであり、(b) は上記第2の電流源におけるトランジスタのベース－エミッタ間電圧に対する電流の特性をシミュレーションした結果を示すグラフである。

[図9] 図7の受光センサの温度に対するヒステリシス特性をシミュレーションした結果を示すグラフである。

[図10] 本発明の実施形態5に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図11] 本発明の実施形態6に係る受光センサの構成を示す回路図である。

[図12] 本発明の実施形態7に係る複写機の内部構造を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0017] [実施形態1]

本発明に係る実施形態1について、図1を参照して以下に説明する。

[0018] 図1は、本実施形態に係る受光センサ1の構成を示す回路図である。

[0019] [受光センサの構成]

図1に示すように、受光センサ1（光センサ）は、受光素子11および外付け抵抗RLを備えている。

[0020] 受光素子11は、2個の端子T1、T2、検出信号生成部21および第1の電流源CS1を有している。受光素子11は、光入力時に回路電流を変動

することにより、一方の端子T 2の固定電位に対して他方の端子T 1の電位を変動して検出信号を出力する2端子型の光検出回路である。

[0021] 〈端子の構成〉

端子T 1（第1端子）は、検出信号を出力する出力端子と電源電圧 V_{cc} が印加される電源端子とを兼ねており、外付け抵抗 R_L を介して電源ラインに接続されている。端子T 2（第2端子）は、接地用の端子であり、グラウンドラインに接続されて、接地電位（固定電位）が付与されている。

[0022] なお、端子T 1を固定電位が付与される端子とし、端子T 2を電位が変動する端子としてもよい。

[0023] 受光素子1 1は、図示しない発光素子からの光を、直接受けるか、または物体からの反射光として受けて、当該光を電気信号（検出信号）に変換して出力する回路である。

[0024] 〈検出信号生成部の構成〉

検出信号生成部2 1は、フォトダイオードPD、抵抗 R_1 、 R_2 、トランジスタ $T_{r1} \sim T_{r5}$ （MOSトランジスタ）および第1のカレントミラー回路CM 1を有している。

[0025] フォトダイオードPDは、入力される光を受けて光電流 I_{pd} を流す光電変換素子である。このフォトダイオードPDは、アノードが端子T 2に接続されている。

[0026] なお、検出信号生成部2 1は、光電変換素子としてフォトダイオードPDを有しているが、フォトダイオードPDの代わりにフォトトランジスタを有していてもよい。

[0027] 第1のカレントミラー回路CM 1は、1組のトランジスタ T_{r11} 、 T_{r12} （MOSトランジスタ）を有している。入力側のトランジスタ T_{r11} のドレインは、フォトダイオードPDのカソードおよびトランジスタ T_{r11} のゲートに接続されている。また、トランジスタ T_{r11} のソースは、端子T 1に接続されている。出力側のトランジスタ T_{r12} のドレインは、抵抗 R_1 の一端およびトランジスタ T_{r1} のゲートに接続されている。また、

トランジスタ T_{r12} のソースは端子 T_1 に接続されている。

[0028] 第1のカレントミラー回路 CM_1 は、トランジスタ T_{r11} に入力された nA オーダーの電流を増幅して μA オーダーの電流をトランジスタ T_{r12} へ出力する。このため、第1のカレントミラー回路 CM_1 は、トランジスタ T_{r11} 、 T_{r12} のサイズの比が電流増幅率に応じて設定されている。

[0029] 抵抗 R_1 の他端およびトランジスタ T_{r1} のソースは端子 T_2 に接続されている。トランジスタ T_{r1} のドレインは、トランジスタ T_{r2} のドレインおよびトランジスタ T_{r4} のゲートに接続されている。トランジスタ T_{r2} のソースはトランジスタ T_{r3} のドレインに接続されるとともに、トランジスタ T_{r2} のゲートはトランジスタ T_{r1} のゲートに接続されている。トランジスタ T_{r1} 、 T_{r2} は、このように接続されることによりインバータを形成している。

[0030] トランジスタ T_{r3} のソースは端子 T_1 に接続されるとともに、トランジスタ T_{r3} のゲートはトランジスタ T_{r3} のドレインに接続されている。これにより、トランジスタ T_{r3} はダイオードとして機能する。

[0031] トランジスタ T_{r4} (電流制御部、第1のトランジスタ) のソースは端子 T_2 に接続され、トランジスタ T_{r4} のドレインはトランジスタ T_{r5} のソースに接続されている。トランジスタ T_{r5} のドレインは端子 T_1 に接続され、トランジスタ T_{r5} のゲートはトランジスタ T_{r4} のゲートおよび抵抗 R_2 の一端に接続されている。抵抗 R_2 の他端は端子 T_1 に接続されている。

[0032] 〈第1の電流源の構成〉

第1の電流源 CS_1 は、抵抗 R_{11} およびトランジスタ T_{r13} 、 T_{r14} (MOSトランジスタ) を有している。トランジスタ T_{r13} 、 T_{r14} は、トランジスタ T_{r4} 、 T_{r5} と同じ nch MOSトランジスタで構成されている。

[0033] トランジスタ T_{r13} (第2のトランジスタ) のソースは端子 T_2 に接続され、トランジスタ T_{r13} のドレインは、トランジスタ T_{r13} のゲート

および抵抗 R_{11} の一端に接続されている。抵抗 R_{11} の他端は、端子 T_1 に接続されている。トランジスタ T_{r14} のゲートは、トランジスタ T_{r13} のゲートに接続されている。また、トランジスタ T_{r14} のソースは端子 T_2 に接続され、トランジスタ T_{r14} のドレインはフォトダイオード PD のカソードに接続されている。

[0034] 第1の電流源 CS_1 は、このように構成されることにより、フォトダイオード PD と並列に設けられている。

[0035] 〔受光センサの動作〕

上記のように構成される受光センサ1の動作を説明する。

[0036] 〈基本動作〉

フォトダイオード PD は、光が入力されると、光電流 I_{pd} を流す。この光電流 I_{pd} は、第1のカレントミラー回路 CM_1 によって増幅されて抵抗 R_1 に流れ、抵抗 R_1 によって電圧に変換される。

[0037] このため、トランジスタ T_{r1} 、 T_{r2} のゲートの電位が変動する。そこで、光電流 I_{pd} が一定値以上になると上記のゲート電位がインバータのスレッシュホールド電圧を越えるように抵抗 R_1 の抵抗値を設定しておく。

[0038] 光入力時に抵抗 R_1 に流れる電流が電圧に変換されるとき、トランジスタ T_{r1} 、 T_{r2} によって構成されるインバータのスレッシュホールド電圧を超える光が入力されていると、トランジスタ T_{r2} がオフし、トランジスタ T_{r1} がオンする。これにより、トランジスタ T_{r4} がオフするので、トランジスタ T_{r4} の電流（端子間電流）の流れが停止して、端子 T_1 、 T_2 （2端子）の間の電圧（電位差）が上昇する。

[0039] 一方、入力光量が減少することにより光電流 I_{pd} が減少するときは、第1のカレントミラー回路 CM_1 で増幅される電流が減少するので、抵抗 R_1 の端子間電圧が低下する。トランジスタ T_{r1} 、 T_{r2} のゲートソース間電圧がインバータのスレッシュホールド電圧にまで低下すると、トランジスタ T_{r1} がオンした状態で、トランジスタ T_{r2} がオンする。これにより、トランジスタ T_{r4} がオンするので、上記の2端子間の電圧が低下する。

[0040] このように、トランジスタT r 4のオフ／オンに応じて2端子間の電圧が昇降する。したがって、光入力があるときに端子T 1, T 2に検出出力として現れる検出信号がハイレベル電圧となり、光入力がないときの検出信号がローレベル電圧となる。具体的には、光入力がある場合には、光電流I p dとトランジスタT r 1の駆動電流とによって、2端子間では微小な電圧降下が生じるだけである。一方、光入力がない場合には、受光素子1 1の出力電流はトランジスタT r 4の駆動電流で決まり、この出力電流による電圧降下によって受光素子1 1の出力電圧がローレベルとなる。受光素子1 1の出力電圧のハイレベルとローレベルとの電圧差が大きいほど検出能力が向上するため、トランジスタT r 4の駆動電流を大きくすることで光電流の影響が軽減される。

[0041] また、トランジスタT r 4のオン／オフ時は、必ずトランジスタT r 1またはトランジスタT r 2のいずれかがオン動作する。これにより、トランジスタT r 4は、より高速で動作することが可能となる。したがって、受光センサ1の応答速度を向上させることができる。

[0042] また、トランジスタT r 4のオン／オフ時は、必ずトランジスタT r 1がオン動作するか、もしくはトランジスタT r 1, T r 2がともにオン動作する。これにより、トランジスタT r 4は、より高速で動作することが可能となる。したがって、受光センサ1 0の応答速度を向上させることができる。

[0043] なお、受光素子1 1において、抵抗R 1の端子間電圧に依存してトランジスタT r 2をスイッチングさせる必要があるため、トランジスタT r 2のソース電圧を下げておく必要がある。つまり、第1のカレントミラー回路CM 1のソースドレイン間電圧に依存して、トランジスタT r 2がスイッチングするのを防ぐ必要がある。このため、ダイオードとして機能するトランジスタT r 3がトランジスタT r 2とに直列に配置されている。

[0044] また、これにより、上記の2端子間の電圧の下降および上昇に伴って、インバータの動作点を、受光素子1 1の出力電圧がハイレベルからローレベルに変動するときと、当該出力電圧がローレベルからハイレベルに変動すると

きとで異ならせることができる。したがって、ヒステリシス特性を得ることが可能となる。

[0045] 〈応答速度の低下防止〉

上記のように、トランジスタ T_{r1} 、 T_{r2} がインバータを構成することにより、トランジスタ T_{r4} が高速でスイッチング動作することができる。しかしながら、2端子間の電位差が小さくなると、トランジスタ T_{r2} のゲートドレイン間では、トランジスタ T_{r4} がスイッチング動作してから徐々に電位差が小さくなるので、電流が減少する。このため、受光素子11の応答速度が徐々に低下していく。

[0046] そこで、このような不都合を回避することができるように、受光素子11では、抵抗 R_2 が設けられている。これにより、2端子間の電圧の低下が抵抗 R_2 で補助されるので、応答速度の低下を防ぐことが可能となる。

[0047] ところで、受光素子11の検出信号生成部21における各トランジスタをMOSトランジスタで構成すれば、ドーズ量を調整することにより、トランジスタの動作スレッシュホールドレベルを変えることが可能である。例えば、2端子間の電位差を生じさせるために電流を発生させるトランジスタ（受光素子11においてはトランジスタ T_{r4} ）の動作スレッシュホールドレベルを0.7Vより低く設定しておく。これは、通常、受光センサ1の検出信号を受けるデバイスがダイオード電圧である0.7V以上にスレッシュホールドレベルを設けるためである。

[0048] これにより、2端子間の電位差をより大きくすることができる。したがって、受光素子11の動作範囲を広げることができる。

[0049] 〈リーク電流の減少〉

受光素子11において、スレッシュホールドレベルの低いトランジスタを用いた場合、高温におけるトランジスタ T_{r4} のオフ時にリーク電流が生じることが懸念される。このようなリーク電流が生じると、本来、2端子間の電位差が上昇するときに、2端子間の電位差が低下してしまうという不都合が生じる。

[0050] そこで、このような不都合を回避することができるように、トランジスタ T_{r4} と縦続接続されるトランジスタ T_{r5} が設けられている。これにより、トランジスタ T_{r4} のドレイン電圧を下げると、オフ時のリーク電流を $1/10$ 以上に減少させることが可能となる。それゆえ、トランジスタ T_{r4} のオフ時のリーク電流を大幅に減少させることができる。特に、スイッチング動作するトランジスタ T_{r4} は、大電流を流すために、大きいサイズに形成される必要があるので、リーク電流がそれだけ大きくなりやすい。したがって、2端子間の電位差の上昇時に2端子間の電位差の低下を抑制することができる。

[0051] ところで、トランジスタ T_{r1} は、スレッシュホールドレベルの温度特性の変動が大きいと、誤動作する可能性がある。これは、MOSトランジスタのスレッシュホールドレベルが高温で低下することによる。一方、電流－電圧変換に用いる抵抗は、例えば拡散抵抗を用いると、抵抗値が高温で上昇するため、感度に大きな温度特性を生じてしまう。

[0052] そこで、受光素子11は、このような不都合を回避することができるように、抵抗 R_1 (バイアス抵抗) が負の温度特性を有する抵抗 (例えばポリシリコン抵抗) で構成されている。これにより、MOSトランジスタであるトランジスタ T_{r1} の温度特性と抵抗 R_1 の温度特性とを相殺することが可能となる。したがって、受光素子11の温度特性の変動を抑制することができる。

[0053] [実施形態の効果]

受光センサ1は、フォトダイオードPDに光が入力されると、前述のように動作することにより、端子 T_1 の電位が、電源電圧 V_{cc} とほぼ同じ値となる。ただし、光電流 I_{pd} により、微小な電圧降下は発生する。ここで、一定以上の光量を有する光が入力されると、抵抗 R_1 での電圧上昇により、トランジスタ T_{r12} の動作電流が制限されるので、電圧降下は制限されている。

[0054] 一方、受光センサ1は、フォトダイオードPDへの入力光の光量が減少す

ると、前述のように動作することにより、端子 T_1 、 T_2 の間の電圧（端子間電圧）がトランジスタ T_{r4} のスレッシュホールド電圧で決まる電圧まで低下する。したがって、端子間電圧は、電源電圧 V_{cc} から上記のスレッシュホールド電圧を減じた値となる。

[0055] このように、光検出動作時には、トランジスタ T_{r4} を光電流に依存してスイッチング制御すれば、2端子間の最大電位差が、トランジスタ T_{r4} のスレッシュホールド電圧に基づいて定まる。したがって、このスレッシュホールド電圧を 0.5 V 以下に低くすることにより、端子間電位差を、電源電圧 V_{cc} （固定電位）からスレッシュホールド電圧（ 0.5 V 以下）を減じた広い範囲に設定することができる。

[0056] また、受光センサ1は、フォトダイオードPD自身の有する容量等により、光電流 I_{pd} をオン／オフするときに、動作遅延が起きるので、応答特性が悪くなりえる。このため、受光センサ1では、第1の電流源 C_{S1} がフォトダイオードPDと並列に配置されている。これにより、常に第1のカレントミラー回路 CM_1 に電流が供給されるので、受光センサ1の応答特性を改善することができる。

[0057] 上記の第1の電流源 C_{S1} は、外付け抵抗 R_L に接続される抵抗 R_{11} を有しているので、トランジスタ T_{r13} 、 T_{r14} が、電源電圧 V_{cc} により外付け抵抗 R_L および抵抗 R_{11} を介して駆動される。これにより、光無入力時であっても、第1の電流源 C_{S1} の動作を維持することができる。それゆえ、受光センサ1の検出動作を安定して行うことができる。

[0058] なお、第1の電流源 C_{S1} による上記の効果については、次に説明する受光センサ101との比較に基づいて後に詳しく説明する。

[0059] [比較例]

本実施形態の比較例について、図2を参照して以下に説明する。

[0060] 図2は、本比較例に係る受光センサ101の構成を示す回路図である。

[0061] 〈光センサの構成〉

図2に示すように、受光センサ101は、前述の受光センサ1と同様、外

付け抵抗 R_L を備えているが、受光素子11に代えて受光素子102を備えている。この受光素子102は、受光素子11と同様、2個の端子T1、T2と、検出信号生成部21とを有しており、さらにバンドギャップ電流源BGを有している。

[0062] バンドギャップ電流源BG（副電流原）は、フォトダイオードPDと並列に配置されている。このバンドギャップ電流源BGは、トランジスタTr31、Tr32（バイポーラトランジスタ）、Tr33～Tr38（MOSトランジスタ）、抵抗R31などを有している。

[0063] トランジスタTr31、Tr32および抵抗R31からなる回路は、バンドギャップ電流を発生する。トランジスタTr31は、エミッタが抵抗R31を介して端子T2に接続され、コレクタとベースとが互いに接続されている。また、トランジスタTr31のコレクタは、カレントミラー一定電流回路を構成するトランジスタTr33を介して端子T1に接続されている。一方、トランジスタTr32は、エミッタが端子T2に接続され、コレクタがカレントミラー一定電流回路を構成する他のトランジスタTr34を介して端子T1に接続されている。

[0064] トランジスタTr37のソースは端子T2に接続され、トランジスタTr37のドレインは、トランジスタTr37のゲートに接続されるとともに、カレントミラー一定電流回路を構成するさらに他のトランジスタTr36を介して端子T1に接続されている。トランジスタTr36は、トランジスタTr35とカレントミラー一定電流回路を構成している。

[0065] トランジスタTr38のソースは端子T2に接続され、トランジスタTr38のゲートはトランジスタTr37のゲートに接続され、トランジスタTr38のドレインはフォトダイオードPDのカソードに接続されている。トランジスタTr38は、トランジスタTr37とカレントミラー回路を構成している。

[0066] 上記のように構成されるバンドギャップ電流源BGは、トランジスタTr38に流れる電流を、常に第1のカレントミラー回路CM1に供給している

。これにより、端子T1、T2の間の電圧（端子間電圧）の最小値を調整すれば、光非入力時にも第1のカレントミラー回路CM1を完全にオフすることなく動作させることが可能となる。これにより、光感度を上げるだけでなく、光入力によるオン／オフ動作を速くすることができる。したがって、受光センサ101の応答速度を高めることができる。

[0067] 〔動作比較〕

ここで、受光センサ1、101の動作（シミュレーション）の比較について説明する。

[0068] 図3の（a）は受光センサ101の動作のシミュレーションによる入力光の波形および検出信号の波形を示す波形図であり、図3の（b）は受光センサ1の動作のシミュレーションによる入力光の波形および検出信号の波形を示す波形図である。

[0069] 受光センサ101は、光電流 I_{pd} により、トランジスタTr4のスイッチングを制御するとき、例えば通常の動作状態（10mAの発光電流の光の入力時）では、100nAの光電流 I_{pd} を受光電流として流す。また、受光センサ101において、弱い光が入力される場合（0.8mAといった微小な発光電流の光の入力時）、8nA程度の光電流 I_{pd} が受光電流として流れる。この場合、トランジスタTr4は、印加される電圧がスレッショールド電圧に達すれば、スイッチングする。

[0070] このため、受光センサ101は、図3の（a）に示すように、発光電流が0.8mA（800 μ A）である場合、トランジスタTr4の駆動ノイズにより、検出信号が瞬間的にハイレベルに変動し、安定するとローレベルに戻る動作を繰り返すことがある。このような発振（チャタリング）現象は、入力光が変動したときや、入力光の光量が低下したときなどに生じやすく、受光センサ101が誤検出してしまう。

[0071] この原因は、次のように説明できる。

[0072] 例えば、受光センサ101において、光が入力していない状態では、端子T1、T2の間の電圧がローレベルであるときに動作するトランジスタTr

4, T_{r5} のスレッシュホールド電圧が0.5V以下といった低い電圧であるとする。この場合、図3の(a)に示すように、端子 T_1 , T_2 の間に現れる検出信号(ローレベル電圧)も同様に0.5V以下といった低い電圧となる。

[0073] また、バンドギャップ電流源BGは、トランジスタ T_{r31} , T_{r32} がバイポーラトランジスタであることから、トランジスタ T_{r31} , T_{r32} のベース-エミッタ間電圧 V_{BE} として0.7Vが必要である。したがって、光が入力していない状態では、受光センサ101において、バンドギャップ電流源BGだけでなく、フォトダイオードPD、第1のカレントミラー回路CM1、抵抗 R_1 およびトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r3}$ を含む光非入力時非動作部103が動作していない。

[0074] このような微小な光電流 I_{pd} が流れる状態では、第1のカレントミラー回路CM1の動作が開始するときに生じる瞬間的なノイズ成分が、第1のカレントミラー回路CM1におけるトランジスタ T_{r11} , T_{r12} のソースを介して端子 T_1 に現れる。このため、瞬間的に端子 T_1 がハイレベルで安定する状態となり、誤動作を引き起こす。その後、トランジスタ T_{r4} のスイッチングノイズが低下することで検出信号がローレベルに低下し、光非入力時非動作部103が再び非動作となり、第1のカレントミラー回路CM1もオフする。そして、微小な光電流 I_{pd} のために上記の動作を繰り返すことにより、信号発振現象が生じる。

[0075] これに対し、受光センサ1では、第1の電流源CS1が、トランジスタ T_{r4} , T_{r5} と同じnchMOSトランジスタで構成されるトランジスタ T_{r13} , T_{r14} を有している。これにより、トランジスタ T_{r13} , T_{r14} のスレッシュホールド電圧(動作電圧)をトランジスタ T_{r4} , T_{r5} と同一にすることができる。それゆえ、第1の電流源CS1は、端子 T_1 , T_2 に現れる検出信号がローレベルであっても、外付け抵抗 R_L を介して電源電圧 V_{cc} によって駆動される。したがって、第1のカレントミラー回路CM1は、第1の電流源CS1から電流が供給されるので、動作を維持する

ことができる。この状態では、受光センサ１において、トランジスタ T_{r1} ～ T_{r3} からなる光非入力時非動作部２２のみが動作していない。

[0076] よって、受光センサ１は、図３の（ｂ）に示すように、発光電流が 0.8 mA （ $800\text{ }\mu\text{A}$ ）である場合、トランジスタ T_{r4} の駆動ノイズにより、検出信号が瞬間的にハイレベルに変動しても、第１のカレントミラー回路 $CM1$ が動作を維持し続ける。これにより、第１のカレントミラー回路 $CM1$ のスイッチングノイズを低減することができる。この結果、図３の（ｂ）に示すように、発振現象が抑制されるので、本実施形態の受光センサ１は有益である。

[0077] 〔変形例〕

本実施形態の変形例について、図４を参照して以下に説明する。

[0078] 図４は、本変形例に係る受光センサ１Ａの構成を示す回路図である。

[0079] 〈光センサの構成〉

図４に示すように、受光センサ１Ａは、前述の受光センサ１と同様、外付け抵抗 R_L を備えているが、受光素子１１に代えて受光素子１１Ａを備えている。この受光素子１１Ａは、受光素子１１と同様、２個の端子 T_1 、 T_2 と、検出信号生成部２１とを有しており、第１の電流源 $CS1$ に代えて、第１の電流源 $CS11$ を有している。

[0080] 第１の電流源 $CS11$ は、抵抗 $R12$ およびトランジスタ T_{r16} 、 T_{r17} （ $pchMOS$ トランジスタ）を有している。

[0081] トランジスタ T_{r16} （第２のトランジスタ）のソースは端子 T_1 に接続され、トランジスタ T_{r16} のドレインは、トランジスタ T_{r16} のゲートおよび抵抗 $R12$ の一端に接続されている。抵抗 $R12$ の他端は、端子 T_2 に接続されている。トランジスタ T_{r17} のゲートは、トランジスタ T_{r16} のゲートに接続されている。また、トランジスタ T_{r17} のソースは端子 T_1 に接続され、トランジスタ T_{r17} のドレインは、第１のカレントミラー回路 $CM1$ におけるトランジスタ T_{r12} のドレインと同様、抵抗 $R1$ の一端およびトランジスタ T_{r1} のゲートに接続されている。

[0082] 第1の電流源CS11は、このように構成されることにより、第1のカレントミラー回路CM1と並列に設けられている。

[0083] 上記のように構成される受光センサ1Aにおいては、第1の電流源CS11が第1のカレントミラー回路CM1と並列に配置されている。これにより、常に抵抗R1（電圧変換抵抗）に電流が供給されるので、前述の第1の電流源CS1と同様、受光センサ1の応答特性を改善することができる。

[0084] 上記の第1の電流源CS11は、トランジスタTr16を介して外付け抵抗RLに接続される抵抗R12を有しているので、トランジスタTr16、Tr17が、電源電圧Vccにより外付け抵抗RLおよび抵抗R12によって駆動される。これにより、光無入力時であっても、第1の電流源CS11の動作を維持することができる。それゆえ、第1のカレントミラー回路CM1にスイッチングノイズが生じて、抵抗R1に生じる電圧変動が抑えられるため、受光センサ1Aの検出動作を安定して行うことができる。

[0085] [実施形態2]

本発明に係る実施形態2について、図5を参照して以下に説明する。

[0086] 図5は、本実施形態に係る受光センサ2の構成を示す回路図である。

[0087] なお、本実施形態において、前述の実施形態1における構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同等の符号を付記してその説明を省略する。

[0088] 前述の受光センサ1においては、応答特性を改善するために、第1の電流源CS1がフォトダイオードPDと並列に配置されている。しかしながら、このような構成では、第1の電流源CS1の電流に生じるばらつきにより、受光センサ1の光感度特性が変動する。このため、受光センサ1の信号応答速度が低下することが懸念される。

[0089] そこで、本実施の形態では、フォトダイオードPDのアノードとカソードとの間を常にゼロバイアスとすることにより、第1の電流源CS1の電流による影響を受けなくするように構成している。

[0090] [受光センサの構成]

図5に示すように、受光センサ2（光センサ）は、受光素子12および外付け抵抗 R_L を備えている。

[0091] 受光素子12は、前述の受光センサ1における受光素子11と同様、2個の端子 T_1 、 T_2 、検出信号生成部21および第1の電流源 C_S1 を有している。また、受光素子12は、さらにゼロバイアス回路23を有している。

[0092] ゼロバイアス回路23（ゼロバイアス部）は、トランジスタ T_{r13} 、 T_{r15} からなる。トランジスタ T_{r15} のドレインは、第1のカレントミラー回路 $CM1$ におけるトランジスタ T_{r11} のドレインと接続されている。トランジスタ T_{r15} のソースは、フォトダイオード PD のカソードおよびトランジスタ T_{r14} のドレインに接続されている。トランジスタ T_{r15} のゲートは、第1の電流源 C_S1 におけるトランジスタ T_{r13} のゲートに接続されている。トランジスタ T_{r13} 、 T_{r15} は、ゲート同士が接続されることにより、カレントミラー回路を構成している。

[0093] 〔受光センサの動作〕

上記のように構成される受光センサ2において、トランジスタ T_{r13} のソースの電位が GND 電位（接地電位）であり、トランジスタ T_{r13} 、 T_{r15} のゲートの電位がゲート電位である。これにより、トランジスタ T_{r15} のソースの電位も GND 電位となる。

[0094] したがって、フォトダイオード PD のアノードーカソード間の電位差が0となる。また、トランジスタ T_{r15} において、ソース信号がそのままドレイン信号となるので、信号の伝送には何ら問題はない。

[0095] 〔実施形態の効果〕

上記のように、受光センサ2は、ゼロバイアス回路23によって、フォトダイオード PD のバイアス電圧をゼロにしている。これにより、フォトダイオード PD は、光電流 I_{pd} の流入時にも、自身の容量を充電する必要がなくなる。それゆえ、受光センサ2の信号応答速度を高速にすることができるので、望ましい。

[0096] また、第1の電流源 C_S1 とゼロバイアス回路23とでトランジスタ T_r

13を共有している。これにより、回路規模の拡大を抑えるとともに、ゼロバイアス回路23の電流供給能力と第1の電流源CS1との間で電流供給能力の互換性を確保することができる。それゆえ、電源電圧Vccや温度による依存性などで生じる電流のばらつきを低減することができる。よって、受光センサ2がゼロバイアス回路23を有することは、有益である。

[0097] しかも、フォトダイオードPDのカソード側に位置し、かつトランジスタTr15のソースとトランジスタTr14のドレインとが互いに接続されることにより、トランジスタTr15に流れる電流をトランジスタTr14にも流すことができる。これにより、光電流Ipdがない状態でも、第1の電流源CS1を駆動することができる。したがって、光入力の有無に関わらず第1の電流源CS1のオン状態が維持されることから、トランジスタTr15のスイッチング回数が減少するので、トランジスタTr15のスイッチングノイズを低減することができる。

[0098] [実施形態3]

本発明に係る実施形態3について、図6を参照して以下に説明する。

[0099] 図6は、本実施形態に係る受光センサ3の構成を示す回路図である。

[0100] なお、本実施形態において、前述の実施形態1、2における構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同等の符号を付記してその説明を省略する。

[0101] [受光センサの構成]

図6に示すように、受光センサ3（光センサ）は、受光素子13および外付け抵抗RLを備えている。

[0102] 受光素子13は、前述の受光センサ1における受光素子11と同様、2個の端子T1、T2、検出信号生成部21および第1の電流源CS1を有している。また、受光素子13は、前述の受光センサ101における受光素子102と同様、バンドギャップ電流源BGを有している。

[0103] [実施形態の効果]

〈バンドギャップ電流源による効果〉

バンドギャップ電流源BGは、外部電源電圧（電源電圧 V_{cc} ）に依存しない電流を生成することができる。以下に、その理由について説明する。

[0104] バンドギャップ電流源BGが出力する電流 I_2 （第2の補助電流）の値は、バンドギャップ電圧を発生するトランジスタ Tr_{31} 、 Tr_{32} および抵抗 R_{31} で決定される。ここで、バイポーラトランジスタであるトランジスタ Tr_{31} 、 Tr_{32} のサイズの比を2:1とすると、トランジスタ Tr_{31} のベース-エミッタ間電圧 V_{BE1} と、トランジスタ Tr_{32} のベース-エミッタ間電圧 V_{BE2} との関係は、次式のように表される。

$$[0105] \quad V_{BE1} + R \times I_r = V_{BE2}$$

$$V_t \times \ln(I_r / 2I_s) + R \times I_r = V_t \times \ln(I_r / I_s)$$

上式において、 R は抵抗 R_{31} の抵抗値を表し、 I_r はトランジスタ Tr_{31} を流れる基準電流の値を表し、 I_s は飽和電流の値を表している。また、 V_t は、ボルツマン定数 k 、素電荷 q および絶対温度 T に基づいて、 $V_t = kT/q$ と表される。

[0106] 上式により、バンドギャップ電流源BGの基準電流値 I_r は、次式のように表される。

$$[0107] \quad I_r = V_t \times \ln 2 / R$$

ここで、 V_t は常温で26mVであるので、 R の値を10k Ω とすると、基準電流値 I_r は1.8 μ Aとなる。

[0108] 上式において、電源電圧 V_{cc} （外部電源電圧）が含まれていないことから、基準電流値 I_r は電源電圧 V_{cc} の依存性がないことが分かる。また、温度特性については、 V_t が-2mV/°Cで変動するため、抵抗 R_{31} として負の温度特性（温度係数）を有するデバイスを用いれば、温度依存性も抑制することができる。

[0109] このように、バンドギャップ電流源BGで生成される基準電流は、電源電圧 V_{cc} に依存しない。これにより、受光素子13は、電源電圧 V_{cc} の変動の影響を受けることなく、安定して光を検出することができる。

[0110] これに対し、電流値が電源電圧 V_{cc} に依存する電流源を用いた場合、電

源電圧 V_{cc} の変動により、当該電流源の電流が変動してしまう。このため、例えば電源電圧 V_{cc} が一定値以上になると、電流源の電流が増大することにより、光を検出していないにも関わらず、光を検出しているときと同じ検出出力が得られる（誤検出）。

[0111] また、バンドギャップ電流源 BG を用いることにより、受光センサ 3 がヒステリシス特性を備えることができる。しかも、バンドギャップ電流源 BG の電流 I_2 の量を調整することにより、ヒステリシス幅を調整することができる。バンドギャップ電流源 BG の電流 I_2 の量は、前述のように抵抗 R_3 の抵抗値によって決定されるので、その抵抗値を適宜設定すれば、ヒステリシス幅が所望の値に設定される。

[0112] 例えば、 10 nA の光電流に対して電流 I_2 の量を 2 nA とする。また、端子 T_1 、 T_2 （2 端子）の間の電圧が最小となるとき、バンドギャップ電流源 BG がオフするため、その電流が 0 A となる。この場合、2 端子間の最大の電圧（ V_{max} ）および 2 端子間の最小の電圧（ V_{min} ）は、光電流 I_{pd} から電流 I_2 を減じた値に比例する。したがって、 V_{max} と V_{min} との比 R （ヒステリシス）は、次の式で表される。

$$\begin{aligned}
 [0113] \quad R &= V_{max} / V_{min} \\
 &= (10 - 2) / (10 - 0) \\
 &= 80\%
 \end{aligned}$$

このように、電流 I_2 の量を適宜調整することにより、検出信号をローレベル状態からハイレベル状態に変動するために必要な光電流量と、検出信号をハイレベル状態からローレベル状態に変動するために必要な光電流量とが異なる。これにより、ヒステリシス特性が得られる。また、ヒステリシス幅の抵抗値依存性が低下するので、外付け抵抗 R_L の抵抗値を、より広範囲で 사용할ことが可能となる。それゆえ、後段の増幅器のばらつきや、温度および電圧の変動の影響を排除できる。

[0114] 〈バンドギャップ電流源および第 1 の電流源による効果〉

バンドギャップ電流源 BG は、前述のようにバイポーラトランジスタから

なるトランジスタ $T r 3 1$, $T r 3 2$ を用いている。このため、前述のベースエミッタ間電圧 $V B E 1$, $V B E 2$ として約 $0.7 V$ の電圧が最低限必要となる。それゆえ、前述のように、受光素子 $1 3$ をローレベル電圧に駆動するときのトランジスタ $T r 4$, $T r 5$ のスレッショールド電圧を $0.5 V$ 以下となるように構成した場合、バンドギャップ電流源 $B G$ を駆動することができない。したがって、受光素子 $1 3$ の検出信号がハイレベル電圧となる状態でしか、バンドギャップ電流源 $B G$ を駆動することができない。

[0115] 一方、第 1 の電流源 $C S 1$ は、前述のように、電源電圧 $V c c$ が抵抗 $R 1$ を介して印加されるので、検出信号がローレベルである状態でも駆動することが可能である。しかしながら、第 1 の電流源 $C S 1$ は、電源電圧 $V c c$ や温度による依存性により、電流にばらつきを生じる。

[0116] したがって、受光素子 $1 3$ は、バンドギャップ電流源 $B G$ および第 1 の電流源 $C S 1$ を併用すると、そのヒステリシス特性 $H Y S$ が次式で定まる。

[0117] $H Y S = (I 1 \text{ off} + I p d) / (I 1 \text{ on} + I 2 + I p d)$

上式において、 $I 1 \text{ off}$ は、第 1 の電流源 $C S 1$ に流れる電流 $I 1$ (第 1 の補助電流) の光の入力がない状態の値を表しており、 $I 1 \text{ on}$ は、電流 $I 1$ の光の入力がある状態の値を表している。また、 $I 2$ は、バンドギャップ電流源 $B G$ に流れる電流 $I 2$ の値を表している。

[0118] したがって、受光センサ 3 において、第 1 の電流源 $C S 1$ およびバンドギャップ電流源 $B G$ を併用することは有益である。

[0119] [実施形態 4]

本発明に係る実施形態 4 について、図 7 を参照して以下に説明する。

[0120] 図 7 は、本実施形態に係る受光センサ 4 の構成を示す回路図である。

[0121] なお、本実施形態において、前述の実施形態 1, 2 における構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同等の符号を付記してその説明を省略する。

[0122] [受光センサの構成]

図 7 に示すように、受光センサ 4 (光センサ) は、受光素子 $1 3$ および外

付け抵抗 R_L を備えている。

[0123] 受光素子13は、前述の受光センサ2における受光素子12と同様、2個の端子 T_1 、 T_2 、検出信号生成部21、ゼロバイアス回路23および第1の電流源 CS_1 を有している。また、受光素子13は、第2の電流源 CS_2 を有している。

[0124] 〈第2の電流源の構成〉

第2の電流源 CS_2 は、第2のカレントミラー回路 CM_2 、抵抗 R_{21} 、 R_{22} およびトランジスタ $Tr_{23} \sim Tr_{25}$ （npn型のバイポーラトランジスタ）を有している。

[0125] 第2のカレントミラー回路 CM_2 は、1組のトランジスタ Tr_{21} 、 Tr_{22} （MOSトランジスタ）を有している。入力側のトランジスタ Tr_{21} のドレインは、トランジスタ Tr_{25} のコレクタおよびトランジスタ Tr_{21} のゲートに接続されている。また、トランジスタ Tr_{21} のソースは、端子 T_1 に接続されている。出力側のトランジスタ Tr_{22} のドレインは、前述の第1のカレントミラー回路 CM_1 におけるトランジスタ Tr_{12} のドレインと同様、抵抗 R_1 の一端およびトランジスタ Tr_1 のゲートに接続されている。また、トランジスタ Tr_{22} のソースは端子 T_1 に接続されている。

[0126] 第2のカレントミラー回路 CM_2 は、トランジスタ Tr_{21} に入力された電流を増幅して μA オーダーの電流をトランジスタ Tr_{22} へ出力するように、トランジスタ Tr_{21} 、 Tr_{22} のサイズの比が設定されている。

[0127] トランジスタ Tr_{23} のコレクタは抵抗 R_{21} を介して端子 T_1 に接続され、トランジスタ Tr_{23} のエミッタは端子 T_2 に接続されている。トランジスタ Tr_{23} のコレクタおよびベースは、トランジスタ Tr_{24} のベースおよび抵抗 R_{22} の一端に接続されている。抵抗 R_{22} の他端は、トランジスタ Tr_{24} のコレクタおよびトランジスタ Tr_{25} のベースに接続されている。トランジスタ Tr_{25} のエミッタは端子 T_2 に接続されている。

[0128] [受光センサの動作]

上記のように構成される受光センサ4において、第1の電流源CS1のnAオーダーの電流は、第1のカレントミラー回路CM1のトランジスタTr11に流れる。一方、第2の電流源CS2の電流は、第1のカレントミラー回路CM1のトランジスタTr12に流れる。

[0129] 第2の電流源CS2において、抵抗R22およびトランジスタTr23～Tr25からなる回路は、外付け抵抗RLおよび抵抗R21を介して電源電圧Vccによって駆動されて電流を発生する。この電流は、第2のカレントミラー回路CM2において、トランジスタTr21を流れると、増幅されてトランジスタTr22に出力される。これにより、第2の電流源CS2による μ Aオーダーの電流（付加電流）が、第1のカレントミラー回路CM1のトランジスタTr12に流れる。

[0130] なお、光が入力していない状態では、端子T1, T2の間の電圧がローレベルであるときに動作するトランジスタTr4, Tr5のスレッシュホールド電圧が0.5V以下といった低い電圧であるとする。この場合、端子T1, T2の間に現れる検出信号（ローレベル電圧）も同様に0.5V以下といった低い電圧となる。

[0131] これに対し、第2の電流源CS2は、トランジスタTr23～Tr25がバイポーラトランジスタであることから、トランジスタTr23～Tr25のベース－エミッタ間電圧VBEとして0.7Vが必要である。したがって、光が入力していない状態では、第2の電流源CS2は動作していない。

[0132] 〔受光センサの効果〕

〈出力電流のばらつき改善〉

前述の受光センサ3においては、第1の電流源CS1およびバンドギャップ電流源BGを用いることにより、これらの電流I1, I2が光電流Ipdとともに第1のカレントミラー回路CM1に流れる。このため、第1のカレントミラー回路CM1の出力電流が、第1のカレントミラー回路CM1の電流増幅率のばらつきの影響を受ける。

[0133] また、光電流Ipdの値が通常nAオーダーであることから、光電流Ip

dと併せて第1のカレントミラー回路CM1に流れる電流I2もnAオーダーである必要がある。このため、第1のカレントミラー回路CM1の出力電流のばらつきが大きくなり、当該ばらつきを許容範囲内に制御することが難しい。

[0134] これに対し、第1のカレントミラー回路CM1の出力電流の値は、 μA オーダーである。したがって、受光センサ4では、第2の電流源CS2によって、同じ μA オーダーの電流を第1のカレントミラー回路CM1の出力側に流すことで、第1のカレントミラー回路CM1の出力電流のばらつきを許容範囲内に制御することができる。

[0135] このように、受光センサ4が第2の電流源CS2を有することは有益である。

[0136] 〈ヒステリシスの温度特性補正〉

図8の(a)は、第2の電流源CS2における温度に対するトランジスタのベース-エミッタ間電圧の特性をシミュレーションした結果を示すグラフである。図8の(b)は、第2の電流源CS2におけるトランジスタのベース-エミッタ間電圧に対する電流の特性をシミュレーションした結果を示すグラフである。図9は、受光センサ4の温度に対するヒステリシス特性をシミュレーションした結果を示すグラフである。

[0137] トランジスタTr23, Tr24のベース-エミッタ間電圧を V_{BEa} とし、トランジスタTr25の V_{BEb} とすると、ベース-エミッタ間電圧 V_{BEb} は、ベース-エミッタ間電圧 V_{BEa} に対して、抵抗R22による電圧降下だけ低下する。このときの降下電圧は、トランジスタTr25の少ないベース電流に応じた値であると考えられ、ほぼトランジスタTr24のコレクタ電流値 I_{c24} で表される。したがって、上記の降下電圧は $I_{c24} \times R22$ (R22は抵抗R22を表すものとする)と表される。

[0138] また、コレクタ電流値 I_{c24} は、抵抗R21を流れる電流の $1/2$ の値である。ここで、端子T1, T2の間の電圧の最大値を V_{OH} とし、抵抗R21の抵抗値をR21とすると、コレクタ電流値 I_{c24} は、次式で表され

る。

$$[0139] \quad I_{c24} = (V_{OH} - V_{BEa}) / (2 \times R_{21})$$

したがって、ベース－エミッタ間電圧 V_{BEa} に対するベース－エミッタ間電圧 V_{BEb} の降下分である降下電圧 V_{BEdrop} は、次式で表される。

$$\begin{aligned} [0140] \quad V_{BEdrop} &= V_{BEa} - V_{BEb} \\ &= I_{c24} \times R_{22} \\ &= (V_{OH} - V_{BEa}) \times R_{22} / 2 R_{21} \end{aligned}$$

上式から、抵抗 R_{21} 、 R_{22} の抵抗値を調整することにより、ベース－エミッタ間電圧 V_{BEb} を調整することができることが分かる。また、図8の(a)に示すように、ベース－エミッタ間電圧 V_{BEa} 、 V_{BEb} は、負の温度特性を有している。

[0141] これに対し、抵抗 R_{21} 、 R_{22} の抵抗値を調整することにより、ベース－エミッタ間電圧 V_{BEb} を下げるように調整すると、図8の(b)に示すように、トランジスタ Tr_{25} のコレクタ電流の温度特性を調整することができる。図8の(b)では、トランジスタ Tr_{23} 、 Tr_{24} のコレクタ電流が負の温度特性を有するのに対し、トランジスタ Tr_{25} のコレクタ電流が正の温度特性を有するように調整されていることが分かる。

[0142] これにより、受光センサ4のヒステリシス特性 HYS の温度特性を補正することができる。

[0143] 図9に示すように、第1の電流源 $CS1$ のみを使用している受光センサ1では、高温ほど大きくなっており、正の温度特性を有している。これに対し、受光センサ4では、第1の電流源 $CS1$ および第2の電流源 $CS2$ を併用することにより、高温ほどヒステリシス特性の上昇が抑制されており、受光センサ1と比べて、ヒステリシス特性の温度依存性が抑制されている。

[0144] [実施形態5]

本発明に係る実施形態5について、図10を参照して以下に説明する。

[0145] 図10は、本実施形態に係る受光センサ5の構成を示す回路図である。

[0146] なお、本実施形態において、前述の実施形態1～4における構成要素と同

等の機能を有する構成要素については、同等の符号を付記してその説明を省略する。

[0147] 〔受光センサの構成〕

図 10 に示すように、受光センサ 5（光センサ）は、受光素子 15 および外付け抵抗 R_L を備えている。

[0148] 受光素子 15 は、前述の受光センサ 4 における受光素子 14 と同様、2 個の端子 T_1 、 T_2 、検出信号生成部 21、ゼロバイアス回路 23、第 1 の電流源 C_S1 および第 2 の電流源 C_S2 を有している。また、受光素子 15 は、定電圧回路 24 を有している。

[0149] 〈定電圧回路の構成〉

定電圧回路 24 は、抵抗 R_{41} およびコンデンサ C を有している。抵抗 R_{41} の一端は端子 T_1 に接続され、抵抗 R_{41} の他端はコンデンサ C の一方の電極に接続されている。コンデンサ C の他方の電極は端子 T_2 に接続されている。コンデンサ C は、端子 T_1 、 T_2 の間の電圧が最大となるときに一定電圧を保持するような容量を有している。

[0150] また、抵抗 R_{41} およびコンデンサ C の接続点は、第 1 のカレントミラー回路 $CM1$ のトランジスタ Tr_{11} 、 Tr_{12} のソースに接続されている。

[0151] 〔受光センサの動作〕

上記のように構成される受光センサ 5 においては、端子 T_1 、 T_2 の間の電位差により、コンデンサ C が抵抗 R_{41} を介して充電される。また、コンデンサ C は、端子 T_1 、 T_2 の間の電圧が最大となるときに一定電圧を保持するような容量を有している。これにより、端子 T_1 、 T_2 の間の電位差が最大となるとき、コンデンサ C には一定電圧が保持される。

[0152] 第 1 のカレントミラー回路 $CM1$ は、この一定電圧が印加されることにより、入力側に流れる電流に応じて出力側に電流を流す。

[0153] 〔受光センサの効果〕

受光センサ 5 は、定電圧回路 24 を有しているので、端子 T_1 、 T_2 の間の電圧が最大となるときに、コンデンサ C に一定電圧が保持される。これに

より、第1のカレントミラー回路CM1は、電源電圧 V_{cc} の変動の影響を受けることなく、安定した一定電圧で駆動される。それゆえ、第1のカレントミラー回路CM1におけるスイッチングノイズをより抑制することができる。したがって、前述の発振現象を、前述の受光センサ1に比べて、より抑制することができる。

[0154] 〔実施形態6〕

本発明に係る実施形態6について、図11を参照して以下に説明する。

[0155] 図11は、本実施形態に係る受光センサ6の構成を示す回路図である。

[0156] なお、本実施形態において、前述の実施形態1～4における構成要素と同等の機能を有する構成要素については、同等の符号を付記してその説明を省略する。

[0157] 〔受光センサの構成〕

図11に示すように、受光センサ6（光センサ）は、受光素子16および外付け抵抗 R_L を備えている。

[0158] 受光素子16は、前述の受光センサ4における受光素子14と同様、2個の端子 T_1 、 T_2 、検出信号生成部21、ゼロバイアス回路23、第1の電流源CS1および第2の電流源CS2を有している。また、受光素子16は、定電圧回路25を有している。

[0159] 〈定電圧回路の構成〉

定電圧回路25は、抵抗 R_{51} およびトランジスタ $Tr_{51} \sim Tr_{53}$ （npn型のバイポーラトランジスタ）を有している。抵抗 R_{51} の一端は端子 T_1 に接続され、抵抗 R_{51} の他端はトランジスタ Tr_{51} のコレクタに接続されている。トランジスタ $Tr_{51} \sim Tr_{53}$ は、それぞれベースとコレクタとが接続されており、ダイオードとして機能する。トランジスタ Tr_{51} のエミッタはトランジスタ Tr_{52} のコレクタに接続され、トランジスタ Tr_{52} のエミッタはトランジスタ Tr_{53} のコレクタに接続されている。また、トランジスタ Tr_{53} のエミッタは、端子 T_2 に接続されている。

[0160] また、抵抗 R_{51} およびトランジスタ Tr_{51} の接続点は、第1のカレン

トミラー回路CM1のトランジスタTr11, Tr12のソースに接続されている。

[0161] 〔受光センサの動作〕

上記のように構成される受光センサ6においては、光入力時に、トランジスタTr4, Tr5がオフすると、端子T1, T2の間の電位差が最大となる。このとき、トランジスタTr51~Tr53からなるダイオードの直列回路の両端（抵抗R51とトランジスタTr51との間）に一定電圧が現れる。これにより、上記の直列回路の両端に一定電圧が現れる。

[0162] 第1のカレントミラー回路CM1は、この一定電圧が印加されることにより、入力側に流れる電流に応じて安定して出力側に電流を流す。

[0163] 〔受光センサの効果〕

 〈ダイオードによる効果〉

受光センサ6は、定電圧回路25を有しているので、端子T1, T2の間の電圧が最大となるときに、トランジスタTr51~Tr53によるダイオードの直列回路の両端に一定電圧が得られる。これにより、第1のカレントミラー回路CM1は、電源電圧Vccの変動の影響を受けることなく、安定した一定電圧で駆動される。それゆえ、第1のカレントミラー回路CM1におけるスイッチングノイズをより抑制することができる。したがって、前述の発振現象を、前述の受光センサ1に比べて、より抑制することができる。

[0164] ここで、定電圧回路25におけるダイオードの数は、上記のような3個である場合、端子T1, T2の間の電位差が最大であるときに、図3の(b)に示すように、検出信号をハイレベルに保持することができるので、望ましい。

[0165] 定電圧回路25におけるダイオードの数が多いほど、第1のカレントミラー回路CM1におけるトランジスタTr11, Tr12に印加される電圧を高くすることができる。これにより、トランジスタTr11, Tr12のソースドレイン間の電圧が高く確保されるので、トランジスタTr11, Tr12の非飽和状態を抑制することができる。しかしながら、このような構

成では、第1のカレントミラー回路CM1が低電圧で動作することができなくなる。

[0166] 逆に、定電圧回路25におけるダイオードの数が少ないほど、第1のカレントミラー回路CM1は、低電圧での動作が可能となるが、トランジスタTr11、Tr12の非飽和状態の抑制が難しくなる。

[0167] したがって、定電圧回路25におけるダイオードの数が3個である場合、第1のカレントミラー回路CM1は、低電圧での動作を可能にするとともに、トランジスタTr11、Tr12の非飽和状態の抑制も可能となる。よって、受光センサ6は、3V系の電源電圧Vccでも、十分安定して動作することができるので、有益である。

[0168] 〈抵抗による効果〉

フォトダイオードPDのバイアス電圧が低いほど（順バイアスに近づくに連れて）、フォトダイオードPDの容量値が大きくなる。このため、受光素子16の応答が変動する。

[0169] これに対し、受光センサ6においては、定電圧回路25が、抵抗R51を介して端子T1、T2の間の電圧（端子間電圧）をトランジスタTr51～Tr53に印加する。これにより、端子間電圧がローレベルからハイレベルに変化するとき、フォトダイオードPDのバイアス電圧Vpdは、トランジスタTr4の駆動電圧VL（ローレベルの端子間電圧）から下記のように表される。

[0170]
$$V_{pd} = V_L - (V_{GS11} + V_{DS15} + R_{51} \times I_{cm})$$

上式において、VGS11はトランジスタTr11のゲートソース間電圧を表し、VDS15はトランジスタTr15のドレインソース間電圧を表し、R51は抵抗R51の抵抗値を表す。また、上式において、Icmは、第1のカレントミラー回路CM1の出力電流を表している。

[0171] ここで、VL=0.35V、VGS11=0.25V、VDS15=0.05V、R51=30kΩ、Icm=30nAとすると、バイアス電圧Vpdは、上式より下記のような値となる。

$$\begin{aligned} [0172] \quad V_{pd} &= 0.35 \text{ V} - (0.25 \text{ V} + 0.05 \text{ V} + 30 \text{ k}\Omega \times 30 \text{ nA}) \\ &= 0.35 \text{ V} - (0.25 \text{ V} + 0.05 \text{ V} + \text{約} 0.001 \text{ V}) \\ &\approx 0.05 \text{ V} \end{aligned}$$

なお、駆動電圧 V_L はトランジスタ T_r4 のスレッシュホールド電圧で定まり、バイアス電圧 V_{pd} は外部回路の設計仕様から定まる。このため、バイアス電圧 V_{pd} が低くなり、かつ応答が遅延しないように、外部回路を設計する必要がある。

[0173] 以上のように、定電圧回路25において抵抗 R_{51} を用いることにより、トランジスタ等を用いるよりも、容易にフォトダイオードPDのバイアス電圧を確保することができる。よって、受光センサ6が抵抗 R_{51} を含む定電圧回路25を有することは、応答速度を高めることができるので、有益である。

[0174] [実施形態7]

前述の実施形態1～6における受光センサ1～6は、フォトインタラプタを用いたデジタルカメラ、複写機、プリンタ、携帯機器等の電子機器に用いると好適である。また、受光センサ1～6は、煙センサ、近接センサ、測距センサ等で十分な容積を確保できないものなどに用いても好適である。煙センサ、近接センサ、測距センサは、ともに発光素子および受光素子を用いた検出器で構成可能である。煙センサは、発光素子と受光素子との間を遮る煙の量による感度の変動をセンシングしており、近接センサおよび測距センサは、ともに発光素子から照射され、検出物により反射した光の光量を受光素子でセンシングしている。よって、いずれのセンサにおいても前述の受光センサ1～6を適用すれば、少ない端子で低電圧駆動が可能となり、有益となる。

[0175] また、前述のように、受光センサ1～6は、前述のように、端子間電圧を十分に降下させることができるとともに、発振現象を抑制することができる。これにより、上記のいずれのセンサにも受光センサ1～6を適用することで、光遮断と光非遮断との間で検出信号を急峻に変化させることができ、か

つローパスフィルタを用いて発振によるチャタリング信号を抑制するの
必要がなくなる。したがって、正確に検出を行うことができるので、受光センサ 1
～6 の適用は有益である。

[0176] 〔複写機の構成〕

ここで、光センサを用いた電子機器の具体例として複写機について説明す
る。図 1 2 は、複写機 3 0 1 の内部構成を示す正面図である。

[0177] 図 1 2 に示すように、複写機 3 0 1 は、本体 3 0 2 の上部に設けられる原
稿台 3 0 3 に載置された原稿に光源ランプ 3 0 4 の光を照射し、原稿からの
反射光をミラー群 3 0 5 およびレンズ 3 0 6 を介して帯電された感光体ドラ
ム 3 0 7 に照射して露光する。また、複写機 3 0 1 は、露光により感光体ドラ
ム 3 0 7 に形成された静電潜像にトナーを付着させてトナー像を形成する
。さらに、複写機 3 0 1 は、手差し給紙トレイ 3 0 8 や給紙カセット 3 0 9
， 3 1 0 から搬送系 3 1 1 を介して供給される用紙に感光体ドラム 3 0 7 上
のトナー像を転写させ、さらに定着装置 3 1 2 にてトナー像を定着させた後
、本体 3 0 2 の外部に排出する。

[0178] 上記のように構成される複写機 3 0 1 においては、各部の位置や用紙の通
過を検出するために光センサ S 1 ～S 1 2 が配置されている。

[0179] 光センサ S 1 ～S 4 は、原稿の光走査方向に移動するミラー群 3 0 5 の一
部の位置を検出するために配置されている。光センサ S 5， S 6 は、ミラー
群 3 0 5 の一部とともに移動するレンズ 3 0 6 の位置を検出するために配置
されている。光センサ S 7 は、感光体ドラム 3 0 7 の回転位置を検出するた
めに配置されている。

[0180] 光センサ S 8 は、手差し給紙トレイ 3 0 8 上の用紙の有無を検出するた
めに配置されている。光センサ S 9 は、上段の給紙カセット 3 0 9 から給紙さ
れた用紙の搬送の有無を検出するために配置されている。光センサ S 1 0 は
、下段の給紙カセット 3 1 0 から給紙された用紙の搬送の有無を検出するた
めに配置されている。

[0181] 光センサ S 1 1 は、感光体ドラム 3 0 7 からの用紙の分離を検出するた

に配置される。光センサS 1 2は、複写機3 0 1の外部への用紙の排出を検出するために配置される。

[0182] 上記のように、複写機3 0 1は、多数の光センサS 1～S 1 2を有している。そこで、これらの光センサS 1～S 1 2として、前述の各実施の形態の受光センサ1～6を用いることにより、光センサS 1～S 1 2による複写機3 0 1の高機能化を図ることができる。

[0183] なお、上記の例では、便宜上、光センサS 1～S 1 2を挙げて説明したが、実際の複写機には、より多数の光センサが用いられていることが多い。したがって、このような電子機器には、上記の効果がより顕著となる。

[0184] [まとめ]

本発明の一態様に係る光センサは、第1端子（端子T 2）の固定電位に対して、電源電圧（電源電圧V c c）が印加された第2端子（端子T 1）の電位を変動させて光の入力を検出する2端子型の光センサ（受光センサ1～6，1 A）であって、光の入力によって光電流（光電流I p d）を発生する光電変換素子（フォトダイオードPD）と、上記第1端子および上記第2端子の間の端子間電圧によって駆動されることにより第1の補助電流を発生する第1の電流源（第1の電流源C S 1，C S 1 1）と、上記光電流を増幅する電流増幅器と、光が入力されているときの上記電流増幅器の出力電流に基づいて上記第1端子および上記第2端子の間の端子間電流を停止し、光が入力されていないときの上記出力電流に基づいて上記端子間電流を流す電流制御部（トランジスタT r 4）とを備え、上記第1の電流源が、上記電流増幅器に上記第1の補助電流を入力するか、または上記電流増幅器の上記出力電流に上記第1の補助電流を付加し、光の入力の有無に関わらず上記第1の補助電流を発生する。

[0185] 上記の構成では、光が入力されていないとき、電流制御部が第1端子と第2端子との間の端子間電流を流すので、第2端子の電位が第1端子の固定電位に近づく結果、端子間電圧が低下してローレベルとなる。また、受光素子に光が入力されているとき、電流制御部が端子間電流を停止するため、第2

端子の電位が第1端子の固定電位に近づくことはなく電源電圧による電位に維持される結果、端子間電圧がハイレベルとなる。この場合、端子間電圧（検出信号）は、電流制御部によって制御される電流に依存するように、光電流より大きな電流に設定する必要がある。これにより、端子間電圧を電流制御部が動作するための電圧を減じた値まで広く確保することができる。

[0186] また、第1の電流源は、光が入力されていないときでも第1の補助電流を発生するので、光の入力の有無に関わらず、電流増幅器に第1の補助電流を供給することができる。それゆえ、電流増幅器に生じる上記のようなスイッチングノイズを低減して、発振現象を抑制することができる。

[0187] 前記光センサにおいて、上記電流制御部は、上記端子間電流を流すためにオンし、上記端子間電流を停止するためにオフする第1のトランジスタ（トランジスタTr4）であり、上記第1の電流源は、上記第1の補助電流を流すカレントミラー回路を有しており、当該カレントミラー回路を構成する第2のトランジスタ（トランジスタTr13）が、上記第1のトランジスタと動作電圧が同じであることが好ましい。

[0188] 上記の構成では、第1および第2のトランジスタが同じ動作電圧である。これにより、光が入力されていないときに、電流制御部を構成する第1のトランジスタがオンすることができれば、第1の電流源のカレントミラー回路を構成する第2のトランジスタも動作することができる。したがって、光が入力されていないときでも、第1の電流源が動作して、第1の補助電流を発生することができる。

[0189] 前記光センサは、上記光電変換素子の一方の端子に上記光電変換素子の他方の端子と同じ電位を与えることにより、上記光電変換素子の両端子間のバイアス電圧をゼロにするゼロバイアス部（ゼロバイアス回路23）をさらに備え、上記第2のトランジスタは上記光電変換素子の一方の端子に与える電位を発生することが好ましい。

[0190] 上記の構成では、ゼロバイアス部によって、光電変換素子のバイアス電圧をゼロにしている。これにより、光電変換素子は、光電流の流入時にも、自

身の容量を充電する必要がなくなる。それゆえ、光センサの信号応答速度を高速にすることができる。

[0191] また、第2のトランジスタが発生する電位をゼロバイアス部が光電変換素子に与える電位として利用することができる。これにより、ゼロバイアス部が当該電位を発生する必要がなく、光センサの回路規模の拡大を抑制することができる。

[0192] 前記光センサは、前記電源電圧に依存せずに上記端子間電圧によって駆動されることにより上記電流増幅器に入力される第2の補助電流を発生する副電流源（バンドギャップ電流源BG）をさらに備えていることが好ましい。

[0193] 上記の構成では、第1の電流源が、端子間電圧がローレベルであっても動作可能であるが、電源電圧に依存する端子間電圧で駆動されるので、第1の補助電流が電源電圧の変動の影響をうけてばらついてしまう。

[0194] これに対し、電源電圧に依存せずに駆動される副電流源を設けることにより、電源電圧の影響を受けない第2の補助電流を得ることができる。これにより、第2の補助電流によって、第1の補助電流のばらつきの影響を軽減することができる。

[0195] 前記光センサは、上記電流増幅器の上記出力電流に付加される付加電流を発生する第2の電流源（第2の電流源CS2）をさらに備えていることが好ましい。

[0196] 上記の構成では、第2の電流源によって電流増幅器の出力電流に付加電流が付加されるので、電流増幅器の電流増幅率のばらつきによって電流増幅器の出力側の変動を抑制することができる。

[0197] 前記光センサは、上記端子間電圧が最大であるとき、上記電流増幅器の駆動電圧として一定電圧を発生する定電圧回路（定電圧回路24，25）をさらに備えていることが好ましい。具体的には、上記定電圧回路は、上記端子間電圧に基づいて上記一定電圧を生成するコンデンサ（コンデンサC）またはダイオード（トランジスタTr51～Tr53）を有していることが好ましい。

[0198] 上記の構成では、端子間電圧が最大であるときに、電流増幅器が、定電圧回路によって発生した一定電圧で駆動される。これにより、電源電圧の変動を受けることなく、一定電圧によって、安定して電流増幅器を動作させることができる。

[0199] 前記光センサにおいて、上記定電圧回路は、上記第1端子と上記第2端子との間に、上記ダイオードと直列に接続される抵抗（抵抗R51）をさらに有しており、当該抵抗と上記ダイオードとの間から上記一定電圧を出力することが好ましい。

[0200] 光電変換素子のバイアス電圧が低いほど（順バイアスに近づくに連れて）、光電変換素子の容量値が大きくなる。このため、光センサの応答が変動する。これに対し、上記の構成では、定電圧回路が、抵抗を介して端子間電圧をダイオードに印加する。端子間電圧がローレベルからハイレベルに変化するとき、電流制御部の駆動電圧が抵抗の抵抗値に依存することから、定電圧回路において抵抗を用いることにより、トランジスタ等を用いるよりも、容易に光電変換素子のバイアス電圧を確保することができる。

[0201] 電子機器（複写機301）は、上記のいずれかの光センサを備えているので、高性能の光センサを電子機器に配置することができる。したがって、電子機器の機能を向上させることができるので、有益である。

[0202] [付記事項]

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。すなわち、請求項に示した範囲で適宜変更した技術的手段を組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0203] 本発明に係る光センサは、フォトインタラプタとして構成されることにより、物体検出や物体動作速度だけでなく、物体移動方向や原点位置を検出する機能を有するので、デジタルカメラ、複写機、プリンタ、携帯機器等の電気製品に好適に利用できる。また、本発明に係る光センサは、煙センサ、近

接センサ、測距センサ等の十分な容積を確保できないセンサにも好適に利用できる。

符号の説明

[0204]	1 ～ 6	受光センサ（光センサ）
	1 A	受光センサ（光センサ）
	1 1 ～ 1 6	受光素子
	1 1 A	受光素子
	2 1	検出信号生成部
	2 3	ゼロバイアス回路（ゼロバイアス部）
	2 4, 2 5	定電圧回路
	3 0 1	複写機（電子機器）
	B G	バンドギャップ電流源（副電流源）
	C M 1	第 1 のカレントミラー回路（電流増幅器）
	C M 2	第 2 のカレントミラー回路
	C S 1	第 1 の電流源
	C S 2	第 2 の電流源
	C S 1 1	第 1 の電流源
	I 1	電流（第 1 の補助電流）
	I 2	電流（第 2 の補助電流）
	P D	フォトダイオード
	T 1	端子（第 1 端子）
	T 2	端子（第 2 端子）
	T r 1	トランジスタ
	T r 4	トランジスタ（電流制御部，第 1 のトランジスタ）
	T r 1 3	トランジスタ（第 2 のトランジスタ）
	V c c	電源電圧

請求の範囲

- [請求項1] 第1端子の固定電位に対して、電源電圧が印加された第2端子の電位を変動させて光の入力を検出する2端子型の光センサであって、
光の入力によって光電流を発生する光電変換素子と、
上記第1端子および上記第2端子の間の端子間電圧によって駆動されることにより第1の補助電流を発生する第1の電流源と、
上記光電流を増幅する電流増幅器と、
光が入力されているときの上記電流増幅器の出力電流に基づいて上記第1端子および上記第2端子の間の端子間電流を停止し、光が入力されていないときの上記出力電流に基づいて上記端子間電流を流す電流制御部とを備え、
上記第1の電流源は、上記電流増幅器に上記第1の補助電流を入力するか、または上記電流増幅器の上記出力電流に上記第1の補助電流を付加し、光の入力の有無に関わらず上記第1の補助電流を発生することを特徴とする光センサ。
- [請求項2] 上記電流制御部は、上記端子間電流を流すためにオンし、上記端子間電流を停止するためにオフする第1のトランジスタであり、
上記第1の電流源は、上記第1の補助電流を流すカレントミラー回路を有しており、当該カレントミラー回路を構成する第2のトランジスタが、上記第1のトランジスタと動作電圧が同じであることを特徴とすることを特徴とする請求項1に記載の光センサ。
- [請求項3] 上記光電変換素子の一方の端子に上記光電変換素子の他方の端子と同じ電位を与えることにより、上記光電変換素子の両端子間のバイアス電圧をゼロにするゼロバイアス部をさらに備え、
上記第2のトランジスタは上記光電変換素子の一方の端子に与える電位を発生することを特徴とする請求項2に記載の光センサ。
- [請求項4] 前記電源電圧に依存せずに上記端子間電圧によって駆動されることにより上記電流増幅器に入力される第2の補助電流を発生する副電流

源をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光センサ。

[請求項5] 上記電流増幅器の上記出力電流に付加される付加電流を発生する第 2 の電流源をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光センサ。

[請求項6] 上記端子間電圧が最大であるとき、上記電流増幅器の駆動電圧として一定電圧を発生する定電圧回路をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光センサ。

[請求項7] 上記定電圧回路は、上記端子間電圧に基づいて上記一定電圧を生成するコンデンサを有していることを特徴とする請求項 6 に記載の光センサ。

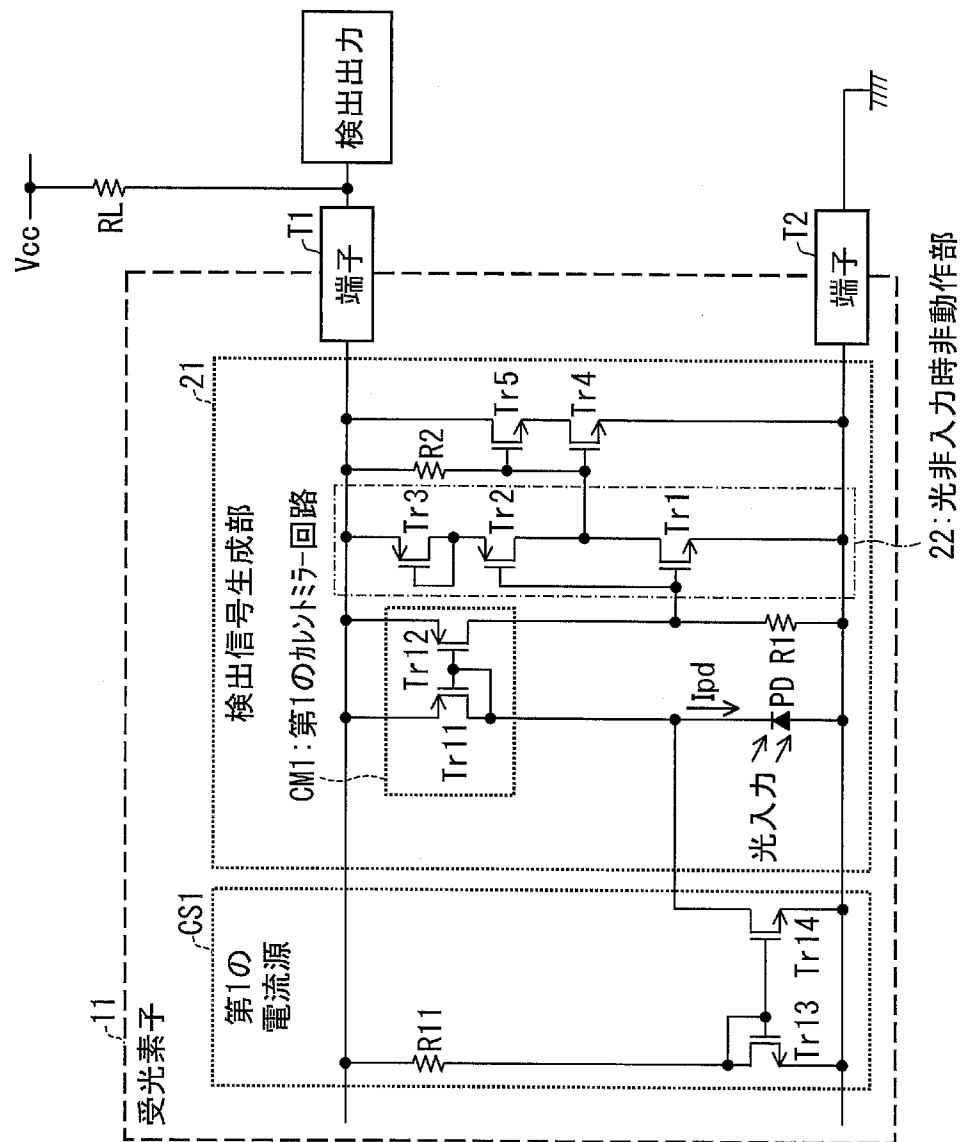
[請求項8] 上記定電圧回路は、上記端子間電圧に基づいて上記一定電圧を生成するダイオードを有していることを特徴とする請求項 6 に記載の光センサ。

[請求項9] 上記定電圧回路は、上記第 1 端子と上記第 2 端子との間に、上記ダイオードと直列に接続される抵抗をさらに有しており、当該抵抗と上記ダイオードとの間から上記一定電圧を出力することを特徴とする請求項 8 に記載の光センサ。

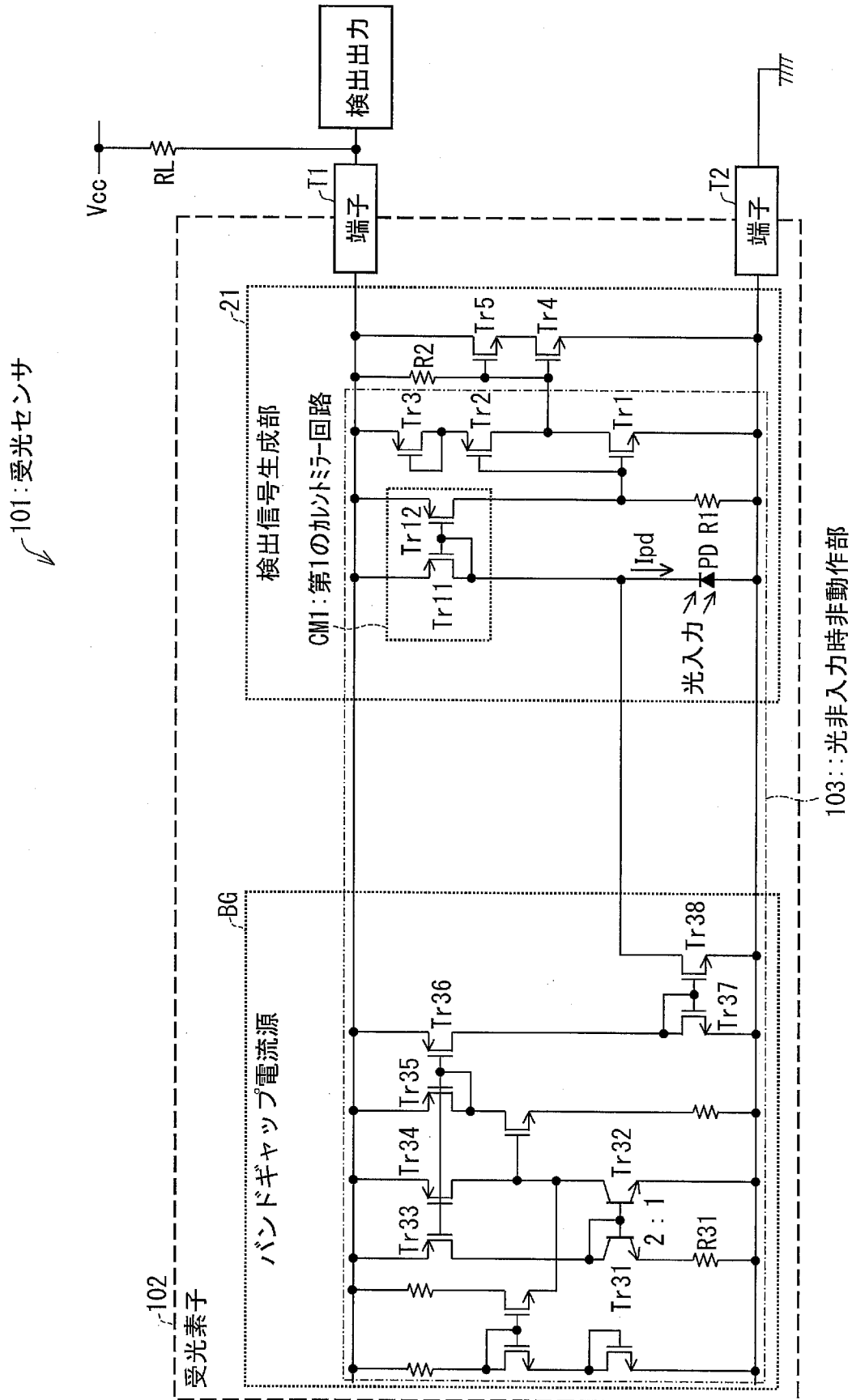
[請求項10] 請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項に記載の光センサを備えていることを特徴とする電子機器。

[図1]

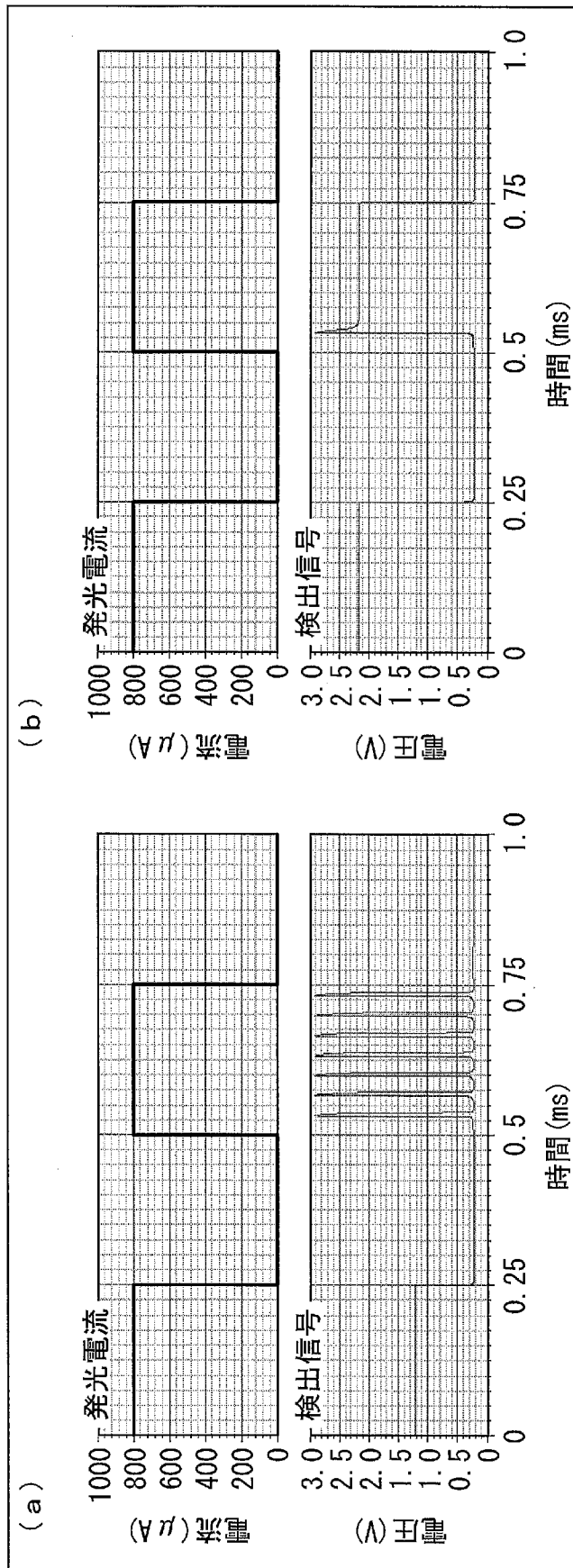
1: 受光センサ



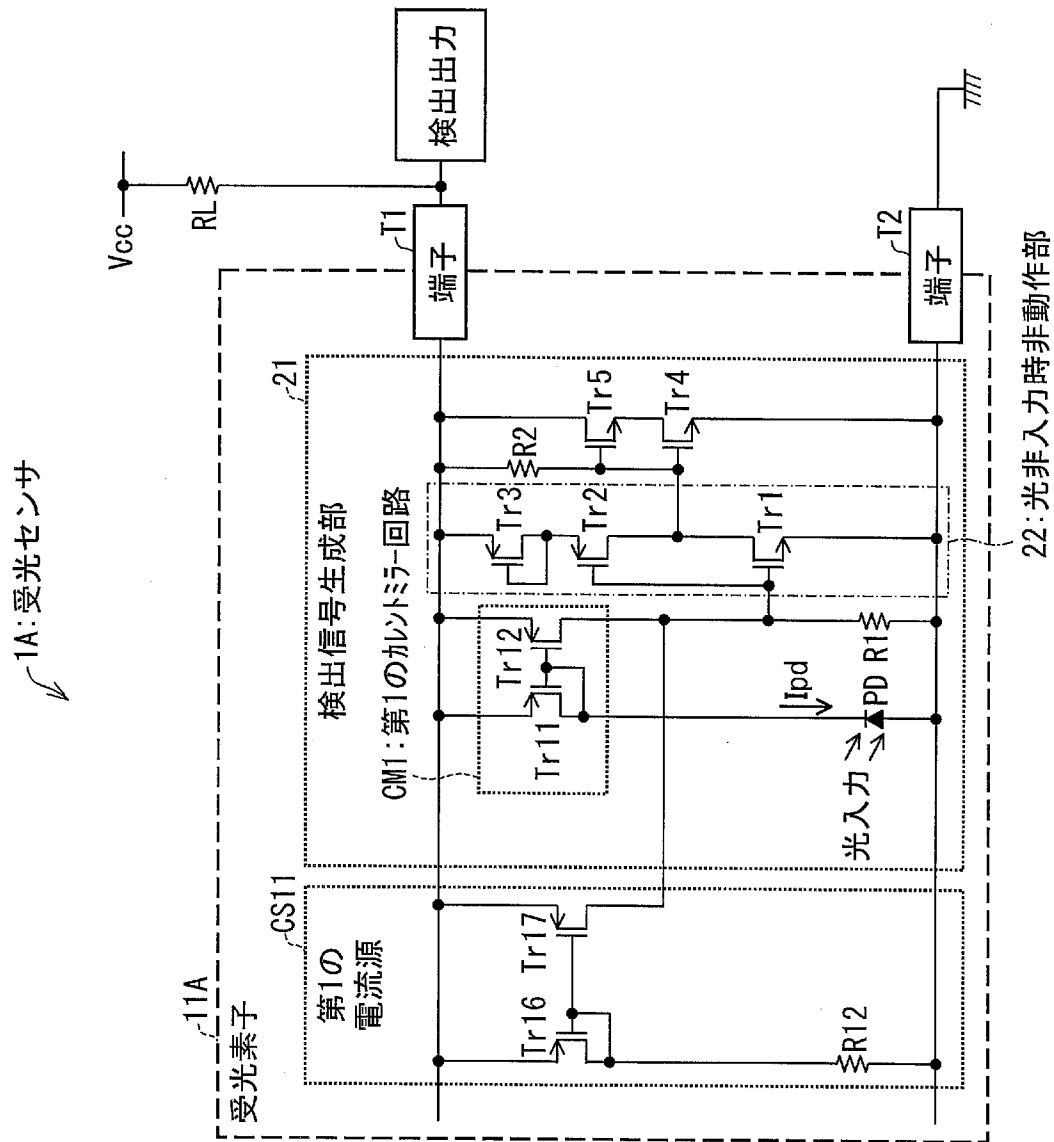
[図2]



[図3]

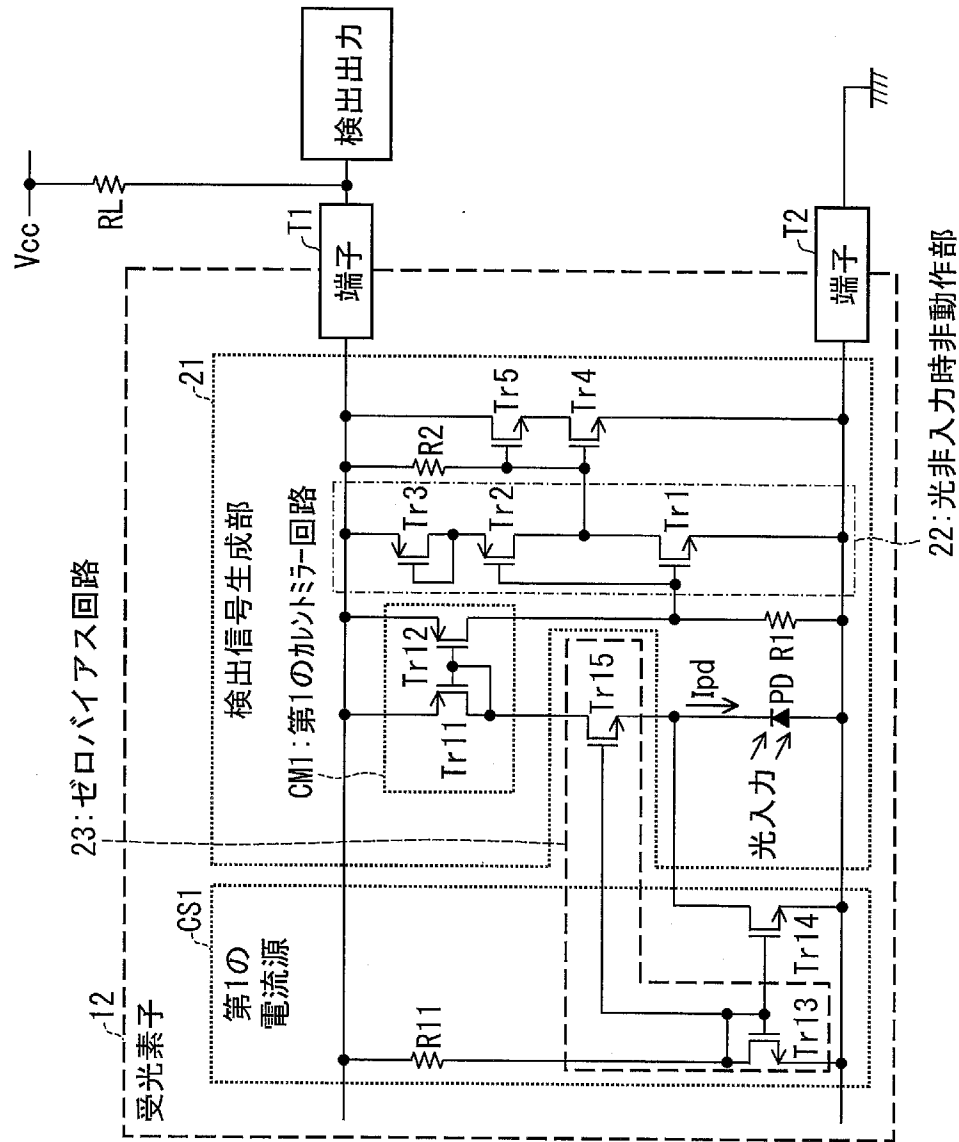


[図4]



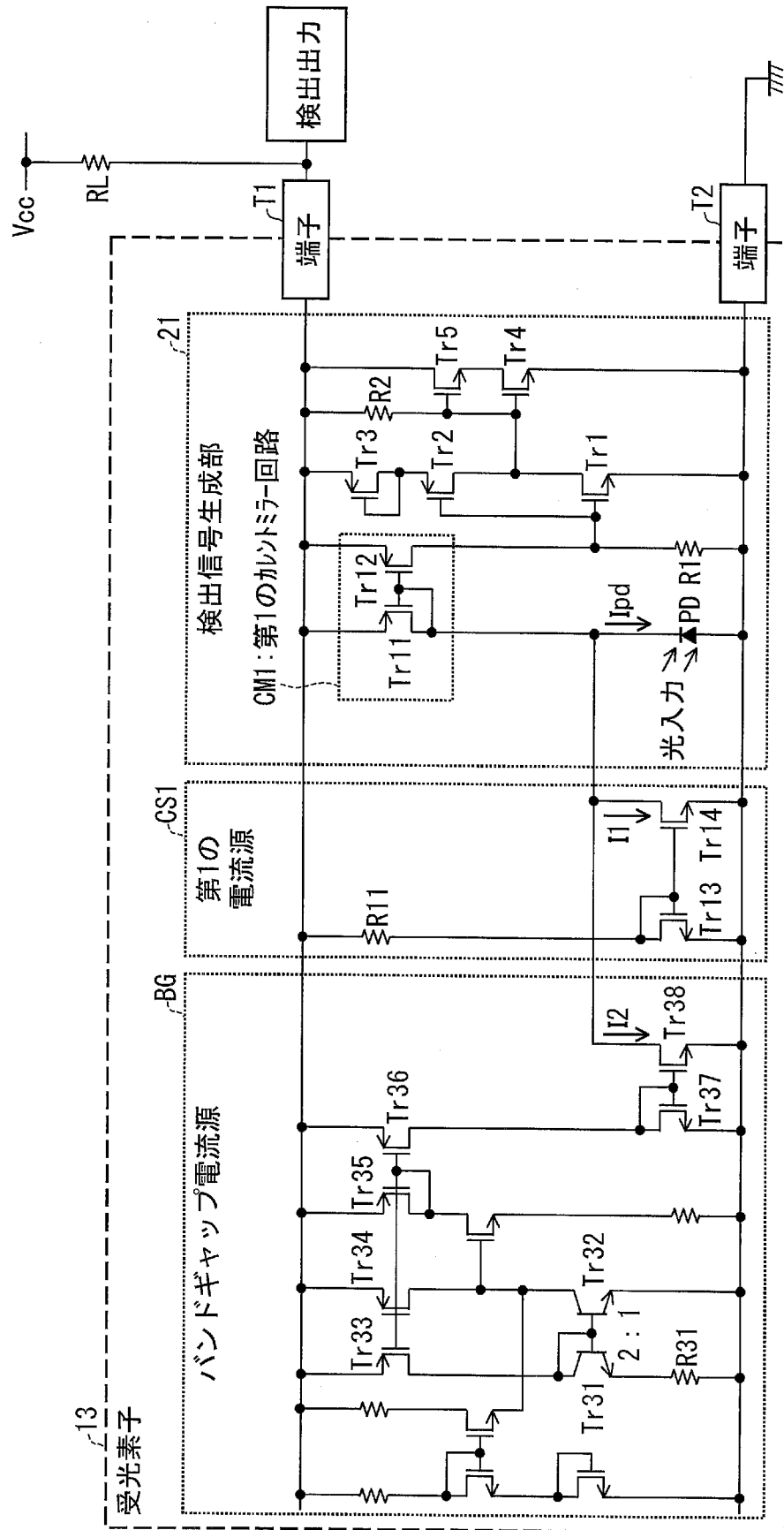
[図5]

2: 受光センサ



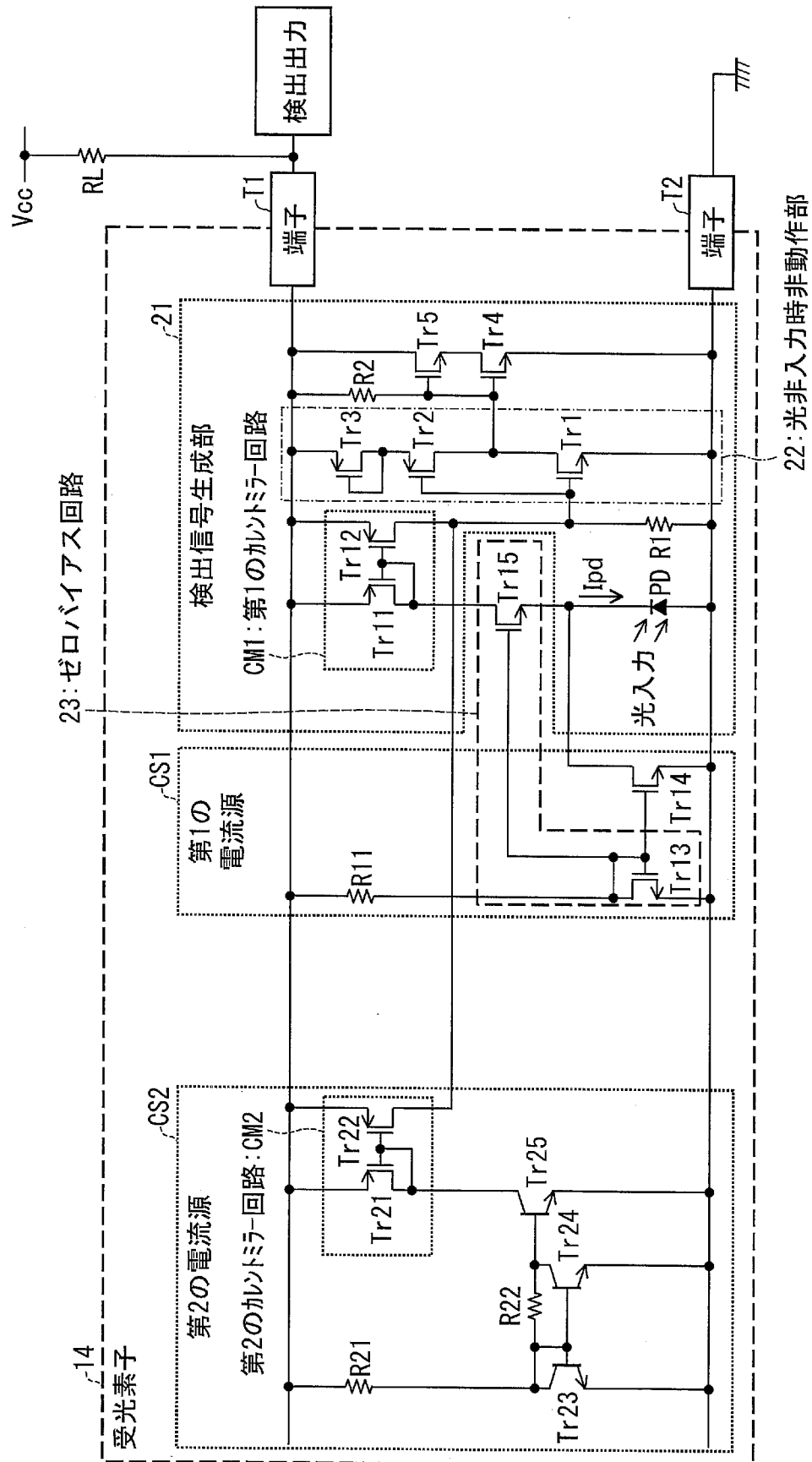
[図6]

3: 受光センサ

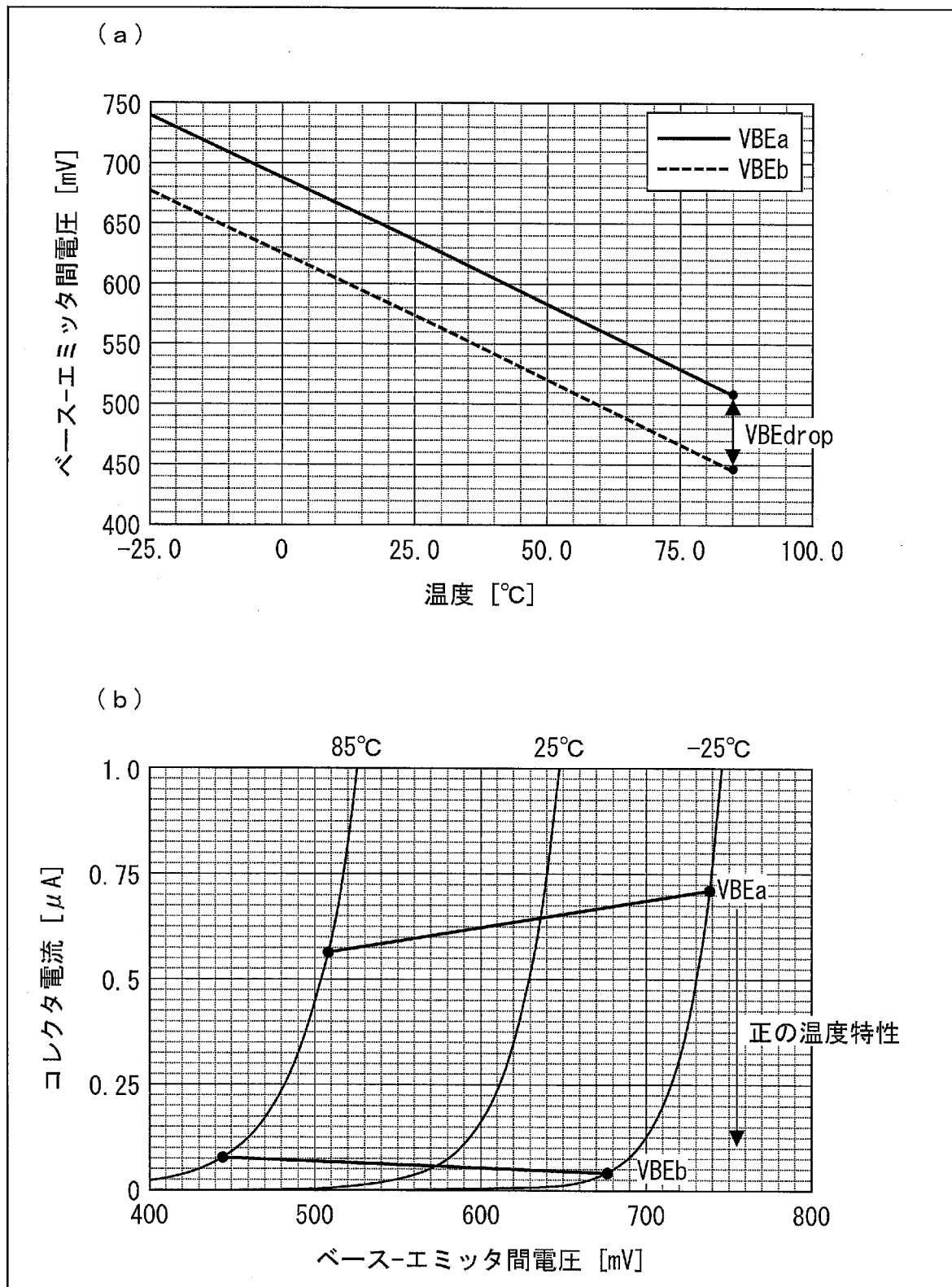


[図7]

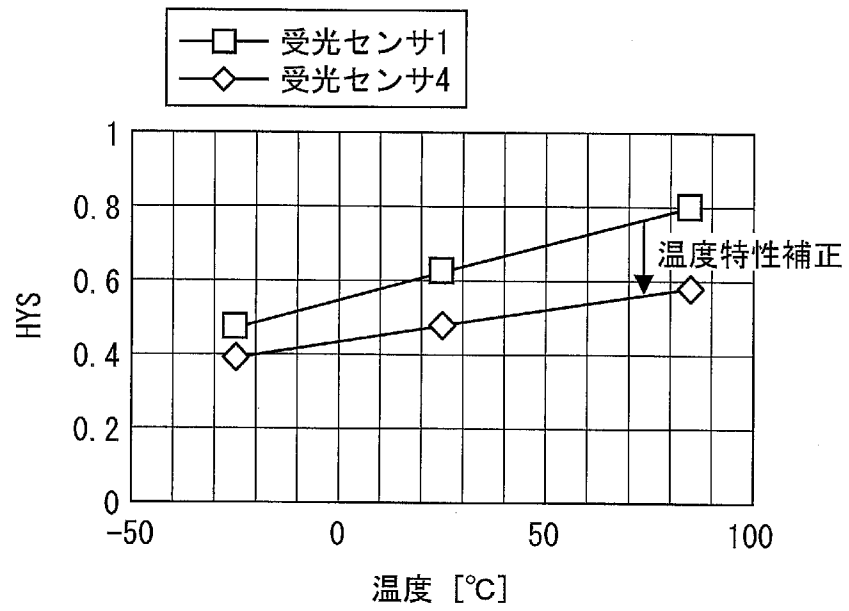
4: 受光センサ



[図8]

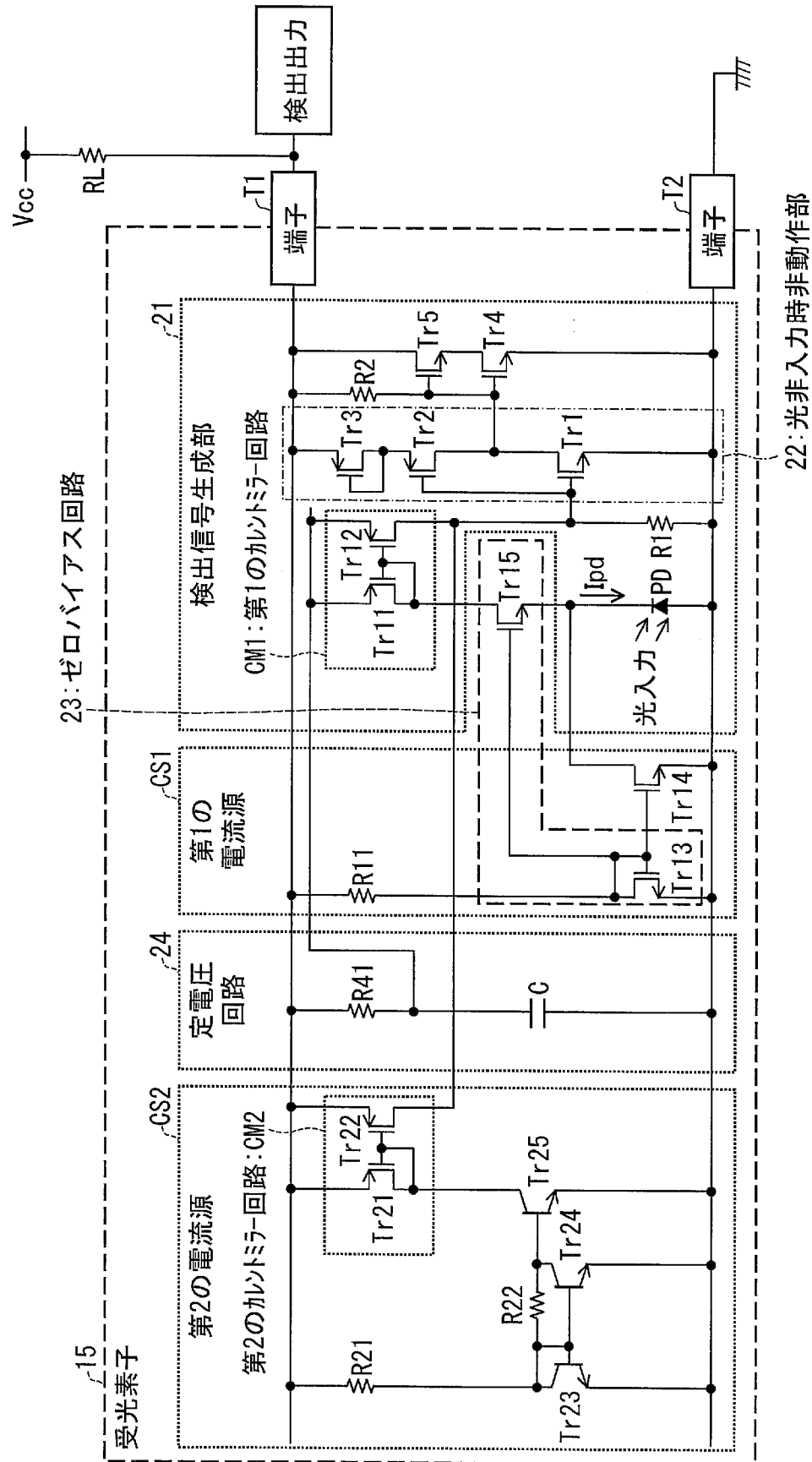


[図9]

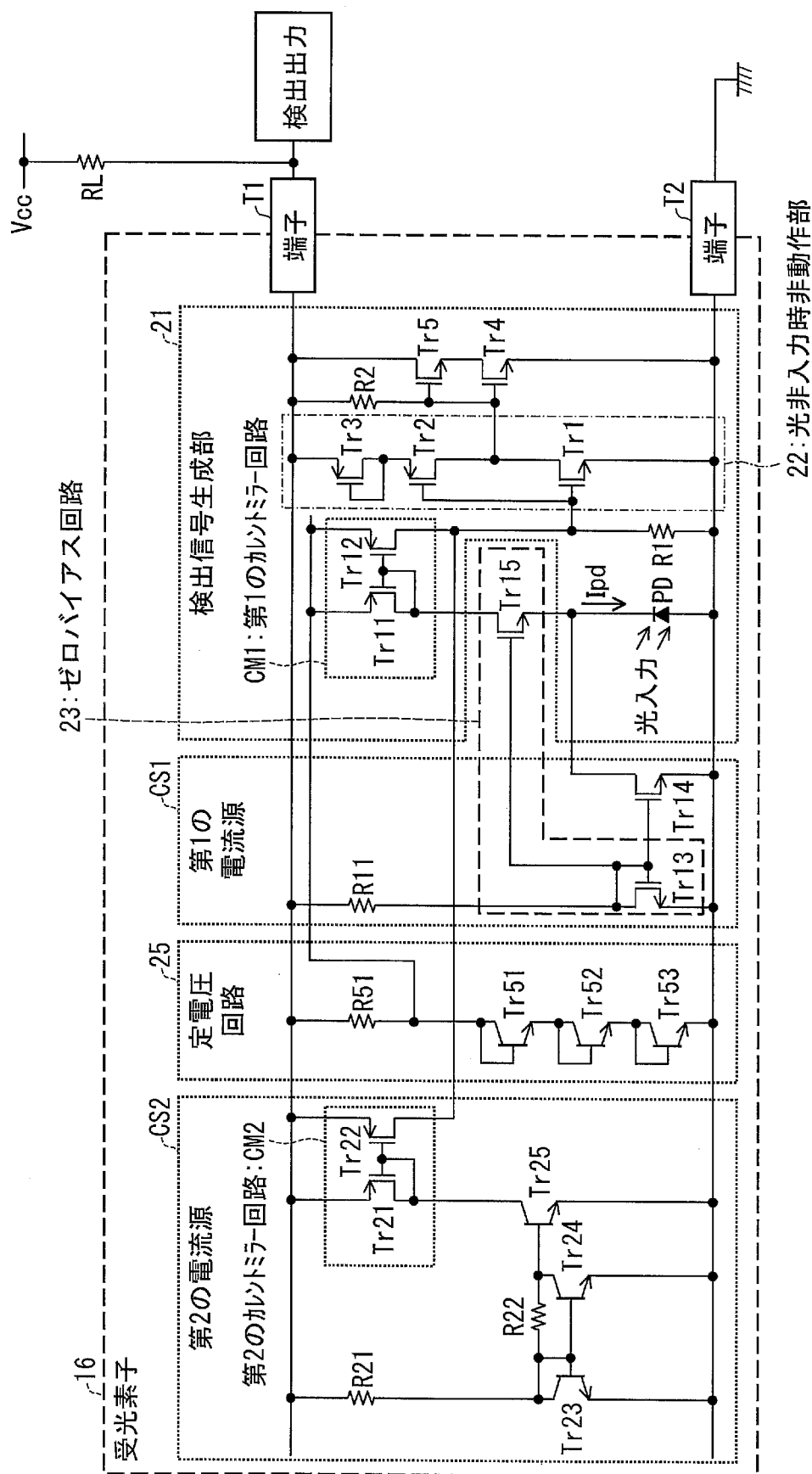


[図10]

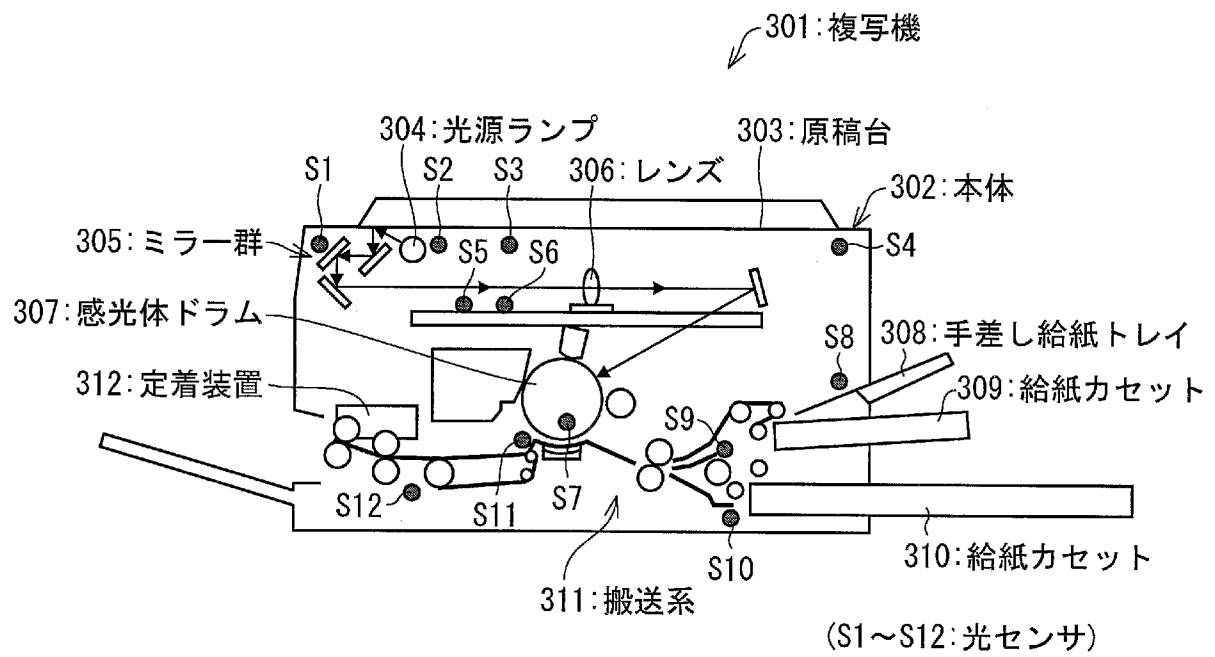
5: 受光センサ



6: 受光センサ



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03K17/78 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03K17/78, H01L31/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-108908 A (NEC Kansai, Ltd.), 21 April 2005 (21.04.2005), entire text; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-10
P, A	JP 2013-080892 A (Sharp Corp.), 02 May 2013 (02.05.2013), entire text; all drawings & US 2013/0068926 A1 & CN 103017898 A	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 November, 2013 (06.11.13)

Date of mailing of the international search report
19 November, 2013 (19.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03K17/78(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03K17/78, H01L31/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-108908 A（関西日本電気株式会社）2005.04.21, 全文, 第1-2図（ファミリーなし）	1-10
P, A	JP 2013-080892 A（シャープ株式会社）2013.05.02, 全文, 全図 & US 2013/0068926 A1 & CN 103017898 A	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

船越 亮

5 X

3 1 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 6