(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
2010 年 9 月 30 日(30.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/110249 A1

(51) 国際特許分類:
G01J 1/42 (2006.01) *H01L 31/10* (2006.01)
G01J 1/44 (2006.01) *H03M 1/52* (2006.01)
G01J 1/02 (2006.01) *H05B 37/02* (2006.01)
G02F 1/133 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054945

(22) 国際出願日: 2010 年 3 月 23 日(23.03.2010)

(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 2009-074008 2009 年 3 月 25 日(25.03.2009) JP
特願 2009-101173 2009 年 4 月 17 日(17.04.2009) JP
特願 2009-239545 2009 年 10 月 16 日(16.10.2009) JP
特願 2009-284346 2009 年 12 月 15 日(15.12.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ローム株式会社 (ROHM CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上平 祥嗣 (UEDAIRA, Yoshitsugu) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 中田 裕一郎 (NAKATA, Yuichiro) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP). 藤野 純士 (FUJINO, Junji) [JP/JP]; 〒6158585 京都府京都市右京区西院溝崎町２１番地 ローム株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目２番７号 中之島セントラルタワー２２階 深見特許事務所 Osaka (JP).

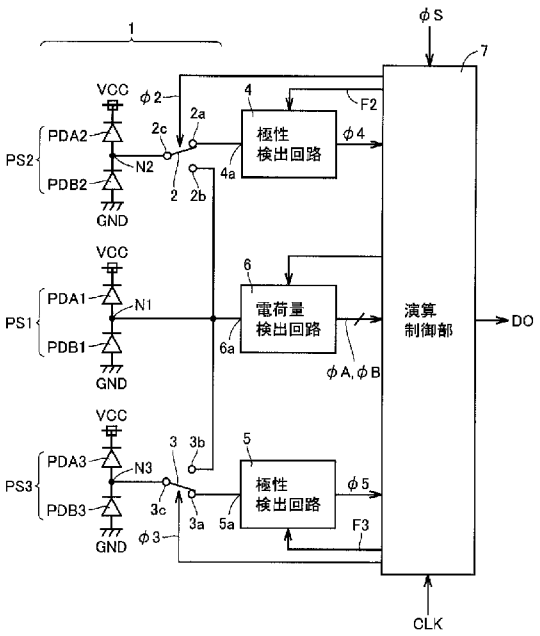
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,

[続葉有]

(54) Title: ILLUMINANCE SENSOR, AND ELECTRONIC APPARATUS AND SEMICONDUCTOR DEVICE USING THE ILLUMINANCE SENSOR

(54) 発明の名称 : 照度センサと、それを用いた電子機器および半導体装置

[図1]



4 POLARITY DETECTION CIRCUIT
6 CHARGE QUANTITY DETECTION CIRCUIT
5 POLARITY DETECTION CIRCUIT
7 ARITHMETIC AND CONTROL UNIT

(57) **Abstract**: Provided is an illuminance sensor wherein a photoelectric converter (1) includes three optical sensors (PS), and each of the optical sensors (PS) outputs the current of the difference between the photocurrents generated by two optical diodes (PDA, PDB) having different light receiving characteristics. The ratios between the light receiving areas of the two optical diodes (PDA, PDB) in the respective three optical sensors (PS) are different from each other, and the sum of the positive currents among the output currents from the three optical sensors (PS) is fixed with respect to a fixed illuminance, irrespective of the type of the light source. An arithmetic and control unit (7) obtains illuminance, based on the sum of the positive currents out of the output currents from the three optical sensors (PS).

(57) 要約: この照度センサでは、光電変換器（１）は３つの光センサ（ＰＳ）を含み、各光センサ（ＰＳ）は、受光特性が異なる２つの光ダイオード（ＰＤＡ，ＰＤＢ）で発生した光電流の差の電流を出力する。３つの光センサ（ＰＳ）における２つの光ダイオード（ＰＤＡ，ＰＤＢ）の受光面積の比は互いに異なり、３つの光センサ（ＰＳ）の出力電流のうちの正の電流の和は光源の種類に依らず一定の照度に対して一定になる。演算制御部（７）は、３つの光センサ（ＰＳ）の出力電流のうちの正の電流の和に基づいて照度を求める。

WO 2010/110249 A1

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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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 ：

照度センサと、それを用いた電子機器および半導体装置

技術分野

[0001] この発明は照度センサと、それを用いた電子機器および半導体装置に関し、特に、光センサの出力電流によって充電されるキャパシタを備えた照度センサと、それを用いた電子機器および半導体装置とに関する。

背景技術

[0002] アナログ／デジタル変換器は多種多様の電子機器に用いられる。たとえば照度センサにも用いられる。照度センサは、消費電力の削減のために、携帯電話およびテレビ等の表示装置の周囲の明るさを検出し、その検出結果に基づき表示装置自体の明るさを調整する。

[0003] 特開２００８－４２８８６号公報（特許文献１）は、本願発明者が既に提案したアナログ／デジタル変換器およびそれを用いた照度センサに関する。光ダイオードは周囲の光を検出し、電流に変換してアナログ／デジタル変換器へ出力する。アナログ／デジタル変換器は入力される電流を積分し、光ダイオードの検出した光のレベルに応じたデジタル値を出力する。

[0004] また、特許文献１の照度センサは、光センサとキャパシタを備え、予め定められた充電期間において光センサの出力電流によってキャパシタを充電させながらキャパシタの電荷量が予め定められた電荷量に到達する毎にキャパシタを放電させ、充電期間が終了したことに応じてキャパシタから一定の電流を流出させ、キャパシタの放電回数と、キャパシタの全電荷を流出させるのに掛かった時間とに基づいて光センサの設置場所の照度を求める。また、光センサは、受光特性（分光感度）の異なる２つの光ダイオードを直列接続したものであり、２つの光ダイオードで発生した光電流の差の電流を出力する。

[0005] また、特開２００９－１５７３４９号公報（特許文献２）は、表示装置に

関し、その図３には、外光センサ素子と位置センサ素子を配置した様子が示されている。外光センサ素子はその図１に示された液晶パネルの正面側から入射する外光を受光し、たとえば、光ダイオードを含む受光素子から成る。位置センサは、その図１において、バックライトが設置された背面に対して反対側の正面に被検知体の位置を検知するために設置される。位置センサは、たとえば、光ダイオードを含み、たとえばユーザーの指やタッチペンなどの被検知体の位置の検知に用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００８－４２８８６号公報

特許文献2：特開２００９－１５７３４９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献１の照度センサでは、光源の種類によっては２つの光ダイオードの光電流の差が負になり、照度を検出できないと言う問題があった。また、光源の種類によっては、人間の目で見た明るさと照度センサの測定結果とが一致しない場合があった。

[0008] それゆえに、この発明の主たる目的は、光源の種類に依らず、照度を正確に検出することが可能な照度センサを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] この発明に係る照度センサは、光強度に応じた電流を出力する第１の光センサと、第１の光センサと受光面積が異なり、光強度に応じた電流を出力する第２の光センサと、第２の光センサの出力電流を受ける第１の端子と、第２および第３の端子とを有し、第１の制御信号に基づいて第１の端子を第２および第３の端子のうちのいずれか１つの端子に接続する第１のスイッチと、第１のスイッチの第２の端子に接続され、入力電流の極性を検出する第１の極性検出回路と、第１の光センサの出力ノードおよび第１のスイッチの第

３の端子に接続され、入力電流を積分して電荷量を検出する電荷量検出回路と、第１の極性検出回路の検出結果に基づいて第１の制御信号を出力するとともに、電荷量検出回路の検出結果に基づいて第１および第２の光センサの設置場所の照度を示すデジタル信号を出力する演算制御部とを備えたものである。

発明の効果

[0010] この発明に係る照度センサでは、第２の光センサの出力電流の極性を検出し、その検出結果に基づいて第１の光センサの出力電流のみを積分するか、第１および第２の光センサの出力電流の和を積分するかを選択する。したがって、光源の種類に依らず、照度を正確に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]この発明の実施の形態１による照度センサの構成を示す回路ブロック図である。

[図2]図１に示した光ダイオードＰＤＡの光電流を示す図である。

[図3]図１に示した光ダイオードＰＤＢの光電流を示す図である。

[図4]図１に示した光ダイオードのレイアウトを示す図である。

[図5]図１に示した光センサＰＳ１の光電流を示す図である。

[図6]図１に示した光センサＰＳ２の光電流を示す図である。

[図7]図１に示した光センサＰＳ３の光電流を示す図である。

[図8]図５～図７に示した光センサの光電流の和を示す図である。

[図9]図１に示した極性検出回路４の構成を示す回路図である。

[図10]図１に示した極性検出回路５の構成を示す回路図である。

[図11]図１に示した電荷量検出回路の構成を示す回路図である。

[図12]図１１に示した電荷量検出回路の動作を示すタイムチャートである。

[図13]図１２に示した各動作モードにおけるスイッチの状態を示す図である。

[図14]図１～図１３に示した照度センサの動作を例示するタイムチャートである。

[図15]図１～図１３に示した照度センサの他の動作を例示するタイムチャートである。

[図16]図１～図１５に示した照度センサを備えた携帯電話機を示す図である。

[図17]図１６に示した携帯電話機の照度センサに関連する部分を示すブロック図である。

[図18]この発明の実施の形態２による照度センサの構成を示すブロック図である。

[図19]図１８に示した照度センサの動作を示すタイムチャートである。

[図20]図１８に示した照度センサの動作を示すフローチャートを示す図である。

[図21]実施の形態３の基礎となる従来の照度センサの構成を示す回路ブロック図である。

[図22]この発明の実施の形態３による照度センサの構成を示す回路ブロック図である。

[図23]図２２に示した照度センサの各動作モードにおけるスイッチの状態を示す図である。

[図24]実施の形態４の基礎となる従来の電子機器の構成を示す回路ブロック図である。

[図25]この発明の実施の形態４による照度センサの構成を示すブロック図である。

[図26]図２５に示した照度センサの動作を示すタイムチャートである。

[図27]図２６に示した各動作モードにおけるスイッチの状態を示す図である。

[図28]図２５に示した照度センサを備えた電子機器の構成を示す図である。

[図29]図２８に示した照明装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] ［実施の形態１］

図１は、この発明の実施の形態１による照度センサの構成を示す回路ブロック図である。図１において、この照度センサは、光電変換器１、極性検出回路２，３、および演算制御回路５を備え、光電変換器１は光センサＰＳ１～ＰＳ３およびスイッチ２，３を含む。

[0013] 光センサＰＳ１は光ダイオードＰＤＡ１，ＰＤＢ１を有し、光センサＰＳ２は光ダイオードＰＤＡ２，ＰＤＢ２を有し、光センサＰＳ３は光ダイオードＰＤＡ３，ＰＤＢ３を有する。光ダイオードＰＤＡ１～ＰＤＡ３のカソードはともに電源電圧ＶＣＣを受け、それらのアノードは光センサＰＳ１～ＰＳ３の出力ノードＮ１～Ｎ３にそれぞれ接続される。光ダイオードＰＤＢ１～ＰＤＢ３のカソードはそれぞれ出力ノードＮ１～Ｎ３に接続され、それらのアノードはともに接地電圧ＧＮＤを受ける。

[0014] 光ダイオードＰＤＡは、半導体基板の浅い領域に形成されたＰＮ接合を含み、可視光領域の光（たとえば、波長が６００ｎｍの光）に対して感度が最大になるように形成されている。一方、光ダイオードＰＤＢは、半導体基板の深い領域に形成されたＰＮ接合を含み、赤外光領域の光（たとえば、波長が８６０ｎｍの光）に対して感度が最大になるように形成されている。光センサＰＳに光が照射されると、光ダイオードＰＤＡで発生した光電流ＩＡと光ダイオードＰＤＢで発生した光電流ＩＢとの差の電流Ｉ＝ＩＡ－ＩＢが出力ノードに出力される。

[0015] 図２は、単位面積の光ダイオードＰＤＡに蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤ（Light Emitting Diode）の光を照射したときに発生する光電流ＩＡのレベルを示す図である。図２では、蛍光灯の光に対して光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡのレベルを１とし、各光源の光に対して光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡのレベルを、蛍光灯の光に対して光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡのレベルに対する比率で示している。蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの発光強度は、光ダイオードＰＤＡの設置場所において同じ照度になるように設定されている。しかし、蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの光の分光分布が異なるので、

光電流ＩＡに差が出ている。

[0016] また図３は、単位面積の光ダイオードＰＤＢに蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの光を照射したときに発生する光電流ＩＢのレベルを示す図である。図３では、蛍光灯の光に対して光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡのレベルを１とし、各光源の光に対して光ダイオードＰＤＢで発生する光電流ＩＢのレベルを、蛍光灯の光に対して光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡに対する比率で示している。蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの発光強度は、光ダイオードＰＤＢの設置場所において同じ照度になるように設定されている。しかし、蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの光の分光分布が異なるので、光電流ＩＢに差が出ている。

[0017] また、図２と図３を比較すると、白熱灯およびハロゲンランプの光に対する光電流ＩＢが白熱灯およびハロゲンランプの光に対する光電流ＩＡよりもかなり大きくなっていることが分かる。これは、赤外光領域において光ダイオードＰＤＢの感度が光ダイオードＰＤＡよりも高いからである。

[0018] また、図４は、光ダイオードＰＤＡ１～ＰＤＡ３，ＰＤＢ１～ＰＤＢ３のレイアウトを示す図である。図４において、光ダイオードＰＤＡ１～ＰＤＡ３，ＰＤＢ１～ＰＤＢ３は、半導体基板の表面の矩形領域に配置される。光ダイオードＰＤＡ１～ＰＤＡ３，ＰＤＢ３は、それぞれ２つの光ダイオードＰＤＡ１ａ，ＰＤＡ１ｂ；ＰＤＡ２ａ，ＰＤＡ２ｂ；ＰＤＡ３ａ，ＰＤＡ３ｂ；ＰＤＢ３ａ，ＰＤＢ３ｂに２分割される。

[0019] 光ダイオードＰＤＡ２ａ，ＰＤＡ２ｂは、矩形領域の図４中の右上および左下の隅にそれぞれ配置される。光ダイオードＰＤＡ３ａ，ＰＤＡ３ｂは、矩形領域の図４中の左上および右下の隅にそれぞれ配置される。光ダイオードＰＤＡ１ａは、光ダイオードＰＤＡ３ａ，ＰＤＡ２ａ間に配置される。光ダイオードＰＤＡ１ｂは、光ダイオードＰＤＡ２ｂ，ＰＤＡ３ｂ間に配置される。光ダイオードＰＤＢ３ａは、光ダイオードＰＤＡ３ａ，ＰＤＡ２ｂ間に配置される。光ダイオードＰＤＢ３ｂは、光ダイオードＰＤＡ２ａ，ＰＤＡ３ｂ間に配置される。光ダイオードＰＤＢ２，ＰＤＢ１は、光ダイオード

ＰＤＢ３ａ，ＰＤＡ３ｂ間に配置される。このように配置することにより、光センサＰＳ１～ＰＳ３の指向性などの光学特性を同一にすることができる。

[0020] 光ダイオードＰＤＡ１とＰＤＢ１の面積比は３０．５：１．７に設定されている。光ダイオードＰＤＡ２とＰＤＢ２の面積比は２５．６：４．５に設定されている。光ダイオードＰＤＡ３とＰＤＢ３の面積比は２５．６：１１．７に設定されている。

[0021] 図５は、光ダイオードＰＤＡ１，ＰＤＢ１に蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの光を照射したときに発生する光電流ＩＡ１，ＩＢ１，Ｉ１のレベルを示す図である。ただし、光電流ＩＡ１，ＩＢ１は、それぞれ光ダイオードＰＤＡ１，ＰＤＢ１で発生する光電流である。また、Ｉ１は、ＩＡ１＞ＩＢ１の場合はＩ１＝ＩＡ１－ＩＢ１となり、ＩＡ１≦ＩＢ１の場合は０である。また、図５では、各光源の光に対して発生する光電流ＩＡ１，ＩＢ１，Ｉ１のレベルを、蛍光灯の光に対して単位面積の光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡに対する比率で示している。たとえば、光ダイオードＰＤＡ１の面積比は３０．５であるので、ＩＡ１は３０．５になっている。

[0022] 図５では、光ダイオードＰＤＡ１とＰＤＢ１の面積比（３０．５／１．７）が大きいので、いずれの光源においてもＩＡ１＞ＩＢ１となり、Ｉ１＞０となっている。

[0023] 図６は、光ダイオードＰＤＡ２，ＰＤＢ２に蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの光を照射したときに発生する光電流ＩＡ２，ＩＢ２，Ｉ２のレベルを示す図である。ただし、光電流ＩＡ２，ＩＢ２は、それぞれ光ダイオードＰＤＡ２，ＰＤＢ２で発生する光電流である。また、Ｉ２は、ＩＡ２＞ＩＢ２の場合はＩ２＝ＩＡ２－ＩＢ２となり、ＩＡ２≦ＩＢ２の場合は０である。また、図６では、各光源の光に対して発生する光電流ＩＡ２，ＩＢ２，Ｉ２のレベルを、蛍光灯の光に対して単位面積の光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡに対する比率で示している。たとえば、光ダイオードＰＤＡ２の面積比は２５．６であるので、ＩＡ２は２５．６になっている。

[0024] 図６では、光ダイオードＰＤＡ２とＰＤＢ２の面積比（２５．６／４．５）が光ダイオードＰＤＡ１とＰＤＢ１の面積比（３０．５／１．７）よりも小さいので、ＩＡ２とＩＢ２の比がＩＡ１とＩＢ１の比よりも小さくなり、白熱灯の光に対してはＩＡ２＜ＩＢ２となり、Ｉ２＝０となっている。

[0025] 図７は、光ダイオードＰＤＡ３，ＰＤＢ３に蛍光灯、白熱灯、ハロゲンランプ、白ＬＥＤの光を照射したときに発生する光電流ＩＡ３，ＩＢ３，Ｉ３のレベルを示す図である。ただし、光電流ＩＡ３，ＩＢ３は、それぞれ光ダイオードＰＤＡ３，ＰＤＢ３で発生する光電流である。また、Ｉ３は、ＩＡ３＞ＩＢ３の場合はＩ３＝ＩＡ３－ＩＢ３となり、ＩＡ３≦ＩＢ３の場合は０である。また、図７では、各光源の光に対して発生する光電流ＩＡ３，ＩＢ３，Ｉ３のレベルを、蛍光灯の光に対して単位面積の光ダイオードＰＤＡで発生する光電流ＩＡに対する比率で示している。たとえば、光ダイオードＰＤＡ３の面積比は２５．６であるので、ＩＡ３は２５．６になっている。

[0026] 図７では、光ダイオードＰＤＡ３とＰＤＢ３の面積比（２５．６／１１．７）が光ダイオードＰＤＡ２とＰＤＢ２の面積比（２５．６／４．５）よりも小さいので、ＩＡ３とＩＢ３の比がＩＡ２とＩＢ２の比よりも小さくなり、白熱灯およびハロゲンランプの光に対してはＩＡ３＜ＩＢ３となり、Ｉ３＝０となっている。

[0027] 図８は、図５～図７で示した光センサＰＳ１～ＰＳ３の出力電流Ｉ１～Ｉ３の和ＩＯを示す図である。図８から分かるように、電流ＩＯは、光源の種類に依らず、一定の照度に対して一定のレベルになっている。なお、光源が蛍光灯の場合はＩＯ＝Ｉ１＋Ｉ２＋Ｉ３であり、白熱灯の場合はＩＯ＝Ｉ１であり、ハロゲンランプの場合はＩＯ＝Ｉ１＋Ｉ２であり、白ＬＥＤの場合はＩＯ＝Ｉ１＋Ｉ２＋Ｉ３である。

[0028] 図１に戻って、光センサＰＳ１の出力ノードＮ１は電荷量検出回路６の入力ノード６ａ（光電変換器１の出力ノード）に接続される。光センサＰＳ２の出力ノードＮ２はスイッチ２の共通端子２ｃに接続され、スイッチ２の一方切換端子２ａは極性検出回路４の入力ノード４ａに接続され、スイッチ２

の他方切換端子２ｂは電荷量検出回路６の入力ノードＮ６ａに接続される。スイッチ２は、演算制御部７からの信号φ２によって制御される。

[0029] 信号φ２が「Ｌ」レベルである場合は、スイッチ２の端子２ａ，２ｃ間が導通し、光センサＰＳ２と極性検出回路４が結合される。信号φ２が「Ｈ」レベルである場合は、スイッチ２の端子２ｂ，２ｃ間が導通し、光センサＰＳ２と電荷量検出回路６が結合される。

[0030] 光センサＰＳ３の出力ノードＮ３はスイッチ３の共通端子３ｃに接続され、スイッチ３の一方切換端子３ａは極性検出回路５の入力ノードＮ５ａに接続され、スイッチ３の他方切換端子３ｂは電荷量検出回路６の入力ノードＮ６ａに接続される。スイッチ３は、演算制御部７からの信号φ３によって制御される。

[0031] 信号φ３が「Ｌ」レベルである場合は、スイッチ３の端子３ａ，３ｃ間が導通し、光センサＰＳ３と極性検出回路５が結合される。信号φ３が「Ｈ」レベルである場合は、スイッチ３の端子３ｂ，３ｃ間が導通し、光センサＰＳ３と電荷量検出回路６が結合される。

[0032] 極性検出回路４は、照度の測定開始時にスイッチ２を介して光センサＰＳ２に接続され、光センサＰＳ２の出力電流が正極性か負極性かを迅速に検出し、検出結果を示す信号φ４を出力する。

[0033] すなわち、極性検出回路４は、図９に示すように、演算増幅器（演算増幅器）１０、キャパシタ１１、スイッチ１２、および比較回路１３を含む。演算増幅器１０の非反転入力端子（＋端子）は参照電圧ＶＲを受け、その反転入力端子（－端子）は極性検出回路４の入力ノードＮ４ａに接続される。キャパシタ１１は、演算増幅器１０の反転入力端子と出力端子との間に接続される。キャパシタ１１の容量値は、たとえば１ｐＦに設定されている。スイッチ１２は、演算制御部７からの信号Ｆ２によって制御され、キャパシタ１１に並列接続される。比較回路１３は、演算増幅器１０の出力電圧Ｖ２と参照電圧３ＶＲ／４とを比較し、Ｖ２＞３ＶＲ／４の場合は信号φ４を「Ｈ」レベルにし、Ｖ２≦３ＶＲ／４の場合は信号φ４を「Ｌ」レベルにする。

[0034] 信号Ｆ２が「Ｌ」レベルである場合は、スイッチ１２がオンし、演算増幅器１０の出力電圧Ｖ２は非反転入力端子の電圧ＶＲに等しくなり、信号φ４は「Ｈ」レベルになる。信号Ｆ２が「Ｈ」レベルにされると、スイッチ１２がオフし、キャパシタ１１が光センサＰＳ２の出力電流によって充電される。

[0035] 光センサＰＳ２の出力電流が正極性である場合は、演算増幅器１０の出力電圧Ｖ２が下降する。Ｖ２が参照電圧３ＶＲ／４に到達すると、信号φ４が「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられる。信号φ４が「Ｌ」レベルに立ち下げられると、信号φ２が「Ｈ」レベルに立ち上げられ、図１のスイッチ２の端子２ｂ，２ｃ間が導通する。

[0036] 光センサＰＳ２の出力電流が負極性である場合は、演算増幅器１０の出力電圧Ｖ２が参照電圧ＶＲから電源電圧ＶＣＣまで上昇する。この場合は、信号φ４が「Ｈ」レベルのまま変化せず、信号φ２は「Ｌ」レベルのまま変化せず、図１のスイッチ２の端子２ａ，２ｃ間が導通し続ける。

[0037] また、極性検出回路５は、照度の測定開始時にスイッチ３を介して光センサＰＳ３に接続され、光センサＰＳ３の出力電流が正極性か負極性かを迅速に検出し、検出結果を示す信号φ５を出力する。

[0038] すなわち、極性検出回路５は、図１０に示すように、演算増幅器１５、キャパシタ１６、スイッチ１７、および比較回路１８を含む。演算増幅器１５の非反転入力端子（＋端子）は参照電圧ＶＲを受け、その反転入力端子（－端子）は極性検出回路５の入力ノード５ａに接続される。キャパシタ１６は演算増幅器１５の反転入力端子と出力端子との間に接続される。スイッチ１７は、演算制御部７からの信号Ｆ３によって制御され、キャパシタ１６に並列接続される。比較回路１８は、演算増幅器１５の出力電圧Ｖ３と参照電圧３ＶＲ／４とを比較し、Ｖ３＞３ＶＲ／４の場合は信号φ５を「Ｈ」レベルにし、Ｖ３≦３ＶＲ／４の場合は信号φ５を「Ｌ」レベルにする。

[0039] 信号Ｆ３が「Ｌ」レベルである場合は、スイッチ１７がオンし、演算増幅器１５の出力電圧Ｖ３は非反転入力端子の電圧ＶＲに等しくなり、信号φ５

は「Ｈ」レベルになる。信号Ｆ３が「Ｈ」レベルにされると、スイッチ１７がオフし、キャパシタ１６が光センサＰＳ３の出力電流によって充電される。

[0040] 光センサＰＳ３の出力電流が正極性である場合は、演算増幅器１５の出力電圧Ｖ３が下降する。Ｖ３が参照電圧３ＶＲ／４に到達すると、信号φ５が「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられる。信号φ５が「Ｌ」レベルに立ち下げられると、信号φ３が「Ｈ」レベルに立ち上げられ、図１のスイッチ３の端子３ｂ，３ｃ間が導通する。

[0041] 光センサＰＳ３の出力電流が負極性である場合は、演算増幅器１５の出力電圧Ｖ３が参照電圧ＶＲから電源電圧ＶＣＣまで上昇する。この場合は、信号φ５が「Ｈ」レベルのまま変化せず、信号φ３は「Ｌ」レベルのまま変化せず、図１のスイッチ３の端子３ａ，３ｃ間が導通し続ける。

[0042] 電荷量検出回路６は、光電変換回路１で所定時間内に発生した電荷量を検出し、検出結果を示す信号φＢ，φＢを出力する。すなわち、電荷量検出回路６は、図１１に示すように、積分回路２０、放電回路２３，２５、および比較回路２７，２８を備える。

[0043] 積分回路２０は、演算増幅器２１、キャパシタ２２、およびスイッチＳＷ１，ＳＷ２を含む。演算増幅器２１の非反転入力端子には参照電圧ＶＲが与えられる。キャパシタ２２は、演算増幅器２１の反転入力端子と出力端子との間に接続される。キャパシタ２２の容量値Ｃ２２は、たとえば６４ｐＦに設定されている。スイッチＳＷ１は、電荷量検出回路６の入力ノード６ａと演算増幅器２１の反転入力端子との間に接続される。スイッチＳＷ２は、キャパシタ２２に並列接続される。

[0044] スイッチＳＷ１がオフされるとともにスイッチＳＷ２がオンされると、キャパシタ２２の端子間が短絡されてキャパシタ２２の端子間電圧が０Ｖにリセットされ、反転入力端子および出力端子の電圧は非反転入力端子の電圧と同じ参照電圧ＶＲとなる（動作モードＥ）。次に、スイッチＳＷ２がオフされるとともにスイッチＳＷ１がオンされると、光電変換器１の出力電流がキ

ャパシタ２２に流入し、キャパシタ２２が充電される（動作モードＡ，Ｂ）。キャパシタ２２の端子間電圧が上昇すると、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は下降する。次いで、スイッチＳＷ１，ＳＷ２がともにオフされると、キャパシタ２２の充電が停止される（動作モードＣ，Ｄ）。

[0045] 放電回路２３は、キャパシタ２４およびスイッチＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂを含む。キャパシタ２４の容量値Ｃ２４は、キャパシタ２２の容量値Ｃ２２の１／２倍の値、たとえば３２ｐＦに設定される。スイッチＳＷ３ａ、キャパシタ２４、およびスイッチＳＷ３ｂは、接地電圧ＧＮＤのラインと演算増幅器２１の反転入力端子との間に直列接続される。スイッチＳＷ４ａの一方端子は接地電圧ＧＮＤを受け、その他方端子はキャパシタ２４の一方端子に接続される。スイッチＳＷ４ｂの一方端子は接地電圧ＧＮＤを受け、その他方端子はキャパシタ２４の他方端子に接続される。

[0046] スイッチＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂがともにオフされるとともにスイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂがともにオンされている場合は、キャパシタ２４の一方端子および他方端子の各々は接地され、キャパシタ２４の端子間電圧は０Ｖとなる（動作モードＡ，Ｃ，Ｄ，Ｅ）。次に、スイッチＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂがともにオンされるとともにスイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂがともにオフされると、キャパシタ２２に蓄積された全電荷がキャパシタ２４に転送される（動作モードＢ）。なお、転送前のキャパシタ２２の電荷量Ｑ２２は、Ｑ２２＝Ｃ２２×ＶＲ／２である。また、転送後のキャパシタ２４の電荷量Ｑ２４は、Ｑ２４＝Ｃ２４×ＶＲ＝（Ｃ２２／２）×ＶＲ＝Ｑ２２である。

[0047] 放電回路２５は、キャパシタ２６およびスイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂを含む。キャパシタ２６の容量値Ｃ２６は、キャパシタ２２の容量値Ｃ２２の１／６４倍の値、たとえば１ｐＦに設定される。スイッチＳＷ５ａ、キャパシタ２６、およびスイッチＳＷ５ｂは、参照電圧ＶＲ／２のノードと演算増幅器２１の反転入力端子との間に直列接続される。スイッチＳＷ６ａの一方端子は参照電圧ＶＲ／２を受け、その他方端子はキャパシタ２６の一方端子に接続される。スイッチＳＷ６ｂの一方端子は参照電圧

ＶＲ／２を受け、その他方端子はキャパシタ２６の他方端子に接続される。

[0048] スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがともにオフされるとともにスイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがともにオンされている場合は、キャパシタ２６の一方端子および他方端子の各々は参照電圧ＶＲ／２に充電され、キャパシタ２６の端子間電圧は０Ｖとなる（動作モードＡ，Ｂ，Ｄ，Ｅ）。次に、スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがともにオンされるとともにスイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがともにオフされると、キャパシタ２２に蓄積された電荷の一部がキャパシタ２６に転送される（動作モードＣ）。なお、転送前のキャパシタ２２の電荷量Ｑ２２は、Ｑ２２＝Ｃ２２×ＶＲ／２である。また、転送後のキャパシタ２６の電荷量Ｑ２６は、Ｑ２６＝Ｃ２６×ＶＲ／２＝（Ｃ２２／６４）×ＶＲ／２＝Ｑ２２／６４である。

[0049] 比較回路２７は、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１と参照電圧ＶＲとを比較し、Ｖ１≧ＶＲの場合は信号φＡを「Ｈ」レベルにし、Ｖ１＜ＶＲの場合は信号φＡを「Ｌ」レベルにする。したがって、キャパシタ２２の端子間電圧が０Ｖになると、信号φＡは「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられ、キャパシタ２２の充電が開始されると、信号φＡは「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられる。

[0050] 比較回路２８は、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１と参照電圧ＶＲ／２とを比較し、Ｖ１≦ＶＲ／２の場合は信号φＢを「Ｈ」レベルにし、Ｖ１＞ＶＲ／２の場合は信号φＢを「Ｌ」レベルにする。したがって、キャパシタ２２の端子間電圧がＶＲ／２よりも低い場合は、信号φＢは「Ｌ」レベルになり、キャパシタ２２の端子間電圧がＶＲ／２以上になると、信号φＢは「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。

[0051] 図１に戻って、演算制御部７は、クロック信号ＣＬＫに同期して動作し、外部から与えられる測定指令信号φＳに応答して、極性検出回路４，５を活性化させ、極性検出回路４，５の出力信号φ４，φ５に基づいてスイッチ２，３を制御する。また、演算制御部７は、電荷量検出回路６を制御し、電荷量検出回路６の出力信号φＡ，φＢに基づいて照度を求め、求めた照度を示

すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0052] 図１２は、電荷量検出回路６および演算制御部７の動作を示すタイムチャートであり、図１３は、動作モードＡ～Ｅにおけるスイッチ ＳＷの状態を示す図である。

[0053] まず、照度センサの停止期間には、スイッチＳＷは演算制御部７によって動作モードＥ（停止モード）に設定される。動作モードＥでは、図１３に示すように、スイッチＳＷ２，ＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがオンされ、残りのスイッチＳＷ１，ＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがオフされる。これにより、キャパシタ２２，２４，２６の各々の端子間電圧が０Ｖにリセットされ、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は参照電圧ＶＲとなる。

[0054] 次に、外部から測定指令信号φＳが与えられると、スイッチＳＷは動作モードＡ（キャパシタ２２の充電モード）に設定される（時刻ｔ１）。動作モードＡでは、図１３に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがオンされ、残りのスイッチＳＷ２，ＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがオフされる。これにより、光電変換器１の出力電流がキャパシタ２２に流入し、キャパシタ２２の充電が開始される。また、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が徐々に下降し、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルに立ち下げられる。

[0055] キャパシタ２２の充電が進んで演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達すると、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる（時刻ｔ２）。演算制御部７は、信号φＢの立ち上がりエッジに応答してスイッチＳＷを動作モードＢ（キャパシタ２２の大放電モード）に設定する。動作モードＢでは、図１３に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがオンされ、残りのスイッチＳＷ２，ＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂ，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがオフされる。

[0056] これにより、キャパシタ２２に蓄積されていた全電荷がキャパシタ２４に転送され、キャパシタ２２の端子間電圧は０Ｖになり、演算増幅器２１の出

力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに上昇する。また、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられ、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。また、演算制御部７は、信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる毎に、信号φＢの立ち上がりエッジの回数をカウントする。

[0057] キャパシタ２２の大放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、演算制御部７はスイッチＳＷを再び動作モードＡに設定する（時刻ｔ３）。これにより、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は、上昇から再び低下に転じる。また、動作モードＡでは、キャパシタ２２の充電と並行して、キャパシタ２４の放電が行なわれる。これ以降も、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達する毎に、キャパシタ２２に蓄えられた電荷が放電回路２３を用いて放電される。

[0058] 演算制御部７は、キャパシタ２２の充電開始から所定時間を経過した場合、スイッチＳＷを動作モードＣ（キャパシタ２２の小放電モード）に設定する（時刻ｔ８）。動作モードＣでは、図１３に示すように、スイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂ，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがオンされ、残りのスイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがオフされる。これにより、キャパシタ２２の充電が停止され、キャパシタ２２に蓄積された電荷の一部がキャパシタ２６に転送される。このときキャパシタ２２からキャパシタ２６に転送される電荷量は、キャパシタ２６が参照電圧ＶＲ／２に充電されたときのキャパシタ２２の電荷量の１／６４倍となる。

[0059] キャパシタ２２の小放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、演算制御部７は、スイッチＳＷを動作モードＤ（キャパシタ２６の放電モード）に設定する（時刻ｔ９）。動作モードＤでは、図１３に示すように、スイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがオンされ、残りのスイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがオフされる。これにより、キャパシタ２２からキャパシタ２６への電荷転送経路が遮断され、キャパシタ２６の放電が行なわれる。これ

以降も、放電回路２５を用いて、キャパシタ２２に残存する電荷が無くなるまで、所定量ずつ段階的な小放電が繰り返し行なわれる。

[0060] なお、キャパシタ２２からキャパシタ２６への電荷の転送に１クロック期間を要し、キャパシタ２６の電荷を無くすのに１クロック期間を要するので、キャパシタ２２の小放電期間は最長で１２８クロック期間となる。

[0061] キャパシタ２２の小放電が進んで演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに到達すると、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。演算制御部７は、信号φＡの立ち上がりエッジに応答してスイッチＳＷを動作モードＥに設定する。これにより、一連の充放電動作が完了される。

[0062] また、演算制御部７は、放電回路２５を用いた小放電回数（動作モードＣへの移行回数）Ｎをカウントする。また、演算制御部７は、信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路２５を用いた小放電回数Ｎとに基づいて、光センサ４２の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0063] 図１４は、光源が蛍光灯である場合における照度センサの動作を示すタイムチャートである。時刻ｔ１においてキャパシタ２２，１１，１６の充電が開始され、演算増幅器２１，１０，１５の出力電圧Ｖ１，Ｖ２，Ｖ３が参照電圧ＶＲから下降し始め、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられる。

[0064] 時刻ｔ２において、演算増幅器１０の出力電圧Ｖ２が参照電圧３ＶＲ／４に到達し、比較回路１３の出力信号φ４が「Ｌ」レベルになって、信号Ｆ２が「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。信号Ｆ２が「Ｈ」レベルになると、スイッチ１２がオンし、演算増幅器１０の出力電圧Ｖ２が参照電圧ＶＲになる。また、信号φ４の立ち上がりエッジに応答して信号φ２が「Ｈ」レベルになり、スイッチ２の端子２ｂ，２ｃ間が導通して光センサＰＳ２の出力ノードＮ２が電荷量検出回路６の入力ノード６ａに接続される。これにより、電圧Ｖ１の下降速度が速くなる。

[0065] 次に、時刻ｔ３において、演算増幅器１５の出力電圧Ｖ３が参照電圧３ＶＲ／４に到達し、比較回路１８の出力信号φ５が「Ｌ」レベルになって、信号Ｆ３が「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。信号Ｆ３が「Ｈ」レベルになると、スイッチ１７がオンし、演算増幅器１５の出力電圧Ｖ３が参照電圧ＶＲになる。また、信号φ５の立ち上がりエッジに応答して信号φ３が「Ｈ」レベルになり、スイッチ３の端子３ｂ，３ｃ間が導通して光センサＰＳ３の出力ノードＮ３が電荷量検出回路６の入力ノード６ａに接続される。これにより、電圧Ｖ１の下降速度がさらに速くなる。

[0066] 次いで時刻ｔ４において、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達すると、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。信号φＢの立ち上がりエッジに応答してスイッチＳＷが動作モードＢに設定され、キャパシタ２２に蓄積されていた全電荷がキャパシタ２４に転送され、キャパシタ２２の端子間電圧は０Ｖになり、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに上昇する。また、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられ、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。また、演算制御部７は、信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる毎に、信号φＢの立ち上がりエッジの回数をカウントする。信号φＢの１つの立ち上がりエッジは、３０Ｌｘに相当する。

[0067] 比較回路２７の出力信号φＡの立ち上がりエッジに応答して、スイッチＳＷは再び動作モードＡに設定され、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は再び下降し始め、信号φＡが「Ｌ」レベルに立ち下げられる。これ以降も、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達する毎に、キャパシタ２２に蓄えられた電荷が放電回路２３を用いて放電される（時刻ｔ５，ｔ６）。

[0068] 次に、時刻ｔ７において、充電期間が終了すると、スイッチＳＷが動作モードＣに設定され、キャパシタ２２の充電が停止され、キャパシタ２２に蓄積された電荷の一部がキャパシタ２６に転送される。このときキャパシタ２

２からキャパシタ２６に転送される電荷量は、キャパシタ２６が参照電圧ＶＲ／２に充電されたときのキャパシタ２２の電荷量の１／６４倍となる。

[0069] キャパシタ２２の小放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、スイッチＳＷは動作モードＤに設定され、キャパシタ２２からキャパシタ２６への電荷転送経路が遮断され、キャパシタ２６の放電が行なわれる。これ以降も、放電回路２５を用いて、キャパシタ２２に残存する電荷が無くなるまで、所定量ずつ段階的な小放電が繰り返し行なわれる。

[0070] 次いで時刻ｔ８において演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに到達すると、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられ、スイッチＳＷが動作モードＥに設定されて、一連の充放電動作が完了される。

[0071] また、演算制御部７は、放電回路２５を用いた小放電回数Ｎをカウントし、信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路２５を用いた小放電回数Ｎとに基づいて、光電変換器１の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0072] また、図１５は、光源が白熱灯である場合における照度センサの動作を示すタイムチャートであって、図１４と対比される図である。図６および図７で示したように、光源が白熱灯の場合、光センサＰＳ２，ＰＳ３の出力電流は負極性になるので、演算増幅器１０，１５の出力電圧Ｖ２，Ｖ３は参照電圧ＶＲから電源電圧ＶＣＣまで上昇する。したがって、比較回路１３，１４の出力信号φ４，φ５は「Ｈ」レベルのまま変化せず、信号Ｆ２，Ｆ３は「Ｌ」レベルのまま変化せず、光センサＰＳ２，ＰＳ３は電荷量検出回路６に接続されず、光センサＰＳ１のみが電荷量検出回路６に接続される。他の動作は、光源が蛍光灯の場合と同じであるので、その説明は繰り返さない。

[0073] なお、光源が白ＬＥＤの場合は、図５～図７で示したように、３つの光センサＰＳ１～ＰＳ３の出力電流が正極性となるので、３つの光センサＰＳ１～ＰＳ３が電荷量検出回路６に接続される。また、光源がハロゲンランプの

場合は、図５～図７で示したように、２つの光センサＰＳ１，ＰＳ２の出力電流だけが正極性になるので、２つの光センサＰＳ１，ＰＳ２だけが電荷量検出回路６に接続される。

[0074] この実施の形態１では、光電変換器１を３つの光センサＰＳ１～ＰＳ３で構成し、３つの光センサＰＳ１～ＰＳ３の出力電流のうちの正の電流の和は光源の種類に依らず一定の照度に対して一定になるように設定されている。したがって、光源の種類に依らず、照度を正確に検出することができる。

[0075] また、３つの光センサＰＳ１～ＰＳ３に共通の電荷量検出回路６を設けたので、３つの光センサＰＳ１～ＰＳ３の各々に電荷量検出回路６を設ける場合に比べ、回路規模が小さくて済む。

[0076] なお、この実施の形態１では、充電期間の終了後にキャパシタ２２の電荷をキャパシタ２６に少しずつ転送したが、充電期間の終了後にキャパシタ２２の電荷を定電流回路を介して放電させてもよい。この場合は、定電流回路に流れる定電流と、キャパシタ２２の全電荷を放電させるのに掛かった時間とに基づいて、キャパシタ２２の電荷量を求めることができる。

[0077] また、図１６は、図１～図１５に示した照度センサを備えた携帯電話機３１を示す図である。図１６において、この携帯電話機３０の表面には、画像を表示する液晶パネル３１と、数字などを入力するための複数のキーパッド３２と、ＩＣ化された照度センサ３３とが設けられている。照度センサ３３は、図１～図１５で示したものである。また、この携帯電話機３０には、図１７に示すように、液晶パネル３１に透過光を与えるためのバックライト３４と、複数のキーパッド３２に透過光を与えるためのバックライト３５と、照度センサ３３の検出結果に基づいてバックライト３４，３５の各々の明るさを制御する制御装置３６とが内蔵されている。

[0078] 制御装置３６は、照度が大きくなるに従って液晶パネル３１用のバックライト３４を明るくする。また、制御装置３６は、照度が小さい場合はキーパッド３２用のバックライト３５を点灯し、照度が大きい場合はキーパッド３２用のバックライト３５を消灯する。これにより、液晶パネル３１およびキ

ーパッド３２の視認性を良くするとともに、消費電力の低減化を図ることができる。

[0079] なお、この照度センサ３３は、携帯電話機３１に限らず、液晶パネルとバックライトを備えた種々の電気機器（液晶テレビ、パーソナルコンピュータなど）に適用可能である。また、この照度センサ３３をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラに搭載し、撮影場所の照度の測定に使用することも可能である。

[0080] ［実施の形態２］

特許文献１の照度センサでは、キャパシタの充電期間が一定時間に固定されていたので、明状態から暗状態まで広範囲の照度を高い分解能で検出することはできなかった。

[0081] それゆえに、この実施の形態２の主たる目的は、広範囲の照度を高い分解能で検出することが可能な照度センサを提供することである。

[0082] 図１８は、この実施の形態２による照度センサ４１の構成を示すブロック図である。図１８において、この照度センサ４１は、光センサ４２、積分回路２０、放電回路４５，４６、比較回路２７，２８、演算部４７、および制御部４８を備える。光センサ４２は、光ダイオード４３，４４を含む。光ダイオード４３のカソードは電源電圧ＶＤＤを受け、そのアノードは出力ノード４２ａに接続される。光ダイオード４４のカソードは出力ノード４２ａに接続され、そのアノードは接地電圧ＧＮＤを受ける。

[0083] 光ダイオード４３は、可視光および赤外線に対して光感度を有し、入射光の光強度に応じたレベルの電流を流す。光ダイオード４４は、赤外線に対して光感度を有し、入射光の光強度に応じたレベルの電流を流す。したがって、可視光と赤外線を含む光が光ダイオード４３，４４に入射すると、光ダイオード４３に流れる電流と光ダイオード４４に流れる電流との差の電流が出力ノード４２ａから流出する。したがって、光センサ４２は、人間の目と同様の感度を有し、入射した可視光の光強度に応じたレベルの電流を出力する。

[0084] 積分回路２０および比較回路２７，２８の構成および動作は、図１１に示したものと同じであるので、その説明は繰り返さない。積分回路２０のスイッチＳＷ１は、光センサ４２の出力ノード４２ａと演算増幅器２１の反転入力端子との間に接続される。

[0085] 図１１の放電回路２３では、スイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂの一方端子が接地電圧ＧＮＤを受けているのに対し、図１８の放電回路４５では、スイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂの一方端子が参照電圧ＶＲを受けている点で、両者は異なる。しかし、スイッチＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂがオンするとキャパシタ２４の端子間電圧が０Ｖにリセットされる点では同じであり、放電回路２３と４５の動作は同じである。

[0086] また、図１１の放電回路２５では、スイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂの一方端子が参照電圧ＶＲ／２を受けているのに対し、図１８の放電回路４６では、スイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂの一方端子が参照電圧ＶＲを受けている点で、両者は異なる。しかし、スイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがオンするとキャパシタ２６の端子間電圧が０Ｖにリセットされる点では同じであり、放電回路２５と４６の動作は同じである。

[0087] 演算部４７は、クロック信号ＣＬＫに同期して動作し、キャパシタ２２の充電期間を示す充電信号φＣと、比較回路２７，２８の出力信号φＡ，φＢとに基づいて、照度のモニタ値を示すデジタル信号ＤＯＭと、照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。また、演算部４７は、クロック信号ＣＬＫのパルス数をカウントして時間を測定する。

[0088] すなわち、演算部４７は、信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる毎に、信号φＢの立ち上がりエッジの回数をカウントし、そのカウント値に基づいて照度のモニタ値を求め、求めたモニタ値を示すデジタル信号ＤＯＭを出力する。信号φＢの立ち上がりエッジの回数がｍ回（ただし、ｍは自然数である）である場合、照度のモニタ値はｍ×６４（Ｌｘ）にされる。

[0089] また、演算部４７は、キャパシタ２２の充電が終了した後に、キャパシタ

２２の充電時間ＴＣと、その充電時間ＴＣ内における信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍ（ただし、Ｍは自然数である）とを求める。充電時間ＴＣにおけるキャパシタ２２の電荷量から求めた照度は、Ｍ×６４（Ｌｘ）となる。また、演算部４７は、キャパシタ２２の充電が終了してから放電回路４６によるキャパシタ２２の放電が終了するまで、クロック信号ＣＬＫのパルス数をカウントする。クロック信号ＣＬＫのパルス数のカウント値がＮ回（ただし、Ｎは自然数である）である場合、充電時間ＴＣ終了後におけるキャパシタ２２の電荷量から求めた照度は、Ｎ／２（Ｌｘ）となる。さらに、演算部４７は、充電時間ＴＣにおけるキャパシタ２２の電荷量から求めた照度Ｍ×６４（Ｌｘ）と、充電時間ＴＣ終了後におけるキャパシタ２２の電荷量から求めた照度Ｎ／２（Ｌｘ）とを加算して光センサ４２の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0090] 制御部４８は、クロック信号ＣＬＫに同期して動作し、外部から与えられる測定指令信号φＳに応答して充電信号φＣを「Ｈ」レベルに立ち上げた後、比較回路２７，２８の出力信号に基づき、スイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ３ａ，ＳＷ３ｂ，ＳＷ４ａ，ＳＷ４ｂを制御してキャパシタ２２の充放電を行なう。また、制御部４８は、クロック信号ＣＬＫのパルス数をカウントして時間を測定する。

[0091] また、制御部４８は、充電信号φＣを「Ｈ」レベルに立ち上げてから所定時間Ｔ１経過後にデジタル信号ＤＯＭで示される照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ１を越えているか否かを判別する。制御部４８は、照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ１を越えている場合は、充電信号φＣを「Ｌ」レベルに立ち下げ、キャパシタ２２の充電を停止し、スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂを制御してキャパシタ２２の電荷を少しずつ放電させる。制御部４８は、信号φＡが「Ｈ」レベルに立ち上げられたことに応じてキャパシタ２２の放電を終了する。

[0092] また、制御部４８は、照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ１を越えていない場合は、キャパシタ２２の充電開始から所定時間Ｔ２（

＞Ｔ１）経過後に照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ２を越えているか否かを判別する。制御部４８は、照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ２を越えている場合は、充電信号φＣを「Ｌ」レベルに立ち下げ、キャパシタ２２の充電を停止し、スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂを制御してキャパシタ２２の電荷を少しずつ放電させる。制御部４８は、信号φＡが「Ｈ」レベルに立ち上げられたことに応じてキャパシタ２２の放電を終了する。

[0093] また、制御部４８は、照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ２を越えていない場合は、キャパシタ２２の充電開始から所定時間Ｔ３（＞Ｔ２）経過後に充電信号φＣを「Ｌ」レベルに立ち下げ、キャパシタ２２の充電を停止し、スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂを制御してキャパシタ２２の電荷を少しずつ放電させる。制御部４８は、信号φＡが「Ｈ」レベルに立ち上げられたことに応じてキャパシタ２２の放電を終了する。

[0094] 図１９は、図１８に示した照度センサ４１の動作を示すタイムチャートである。まず、照度センサ４１の停止期間には、スイッチＳＷは制御部４８によって動作モードＥ（停止モード）に設定される。動作モードＥでは、キャパシタ２１，２４，２６の各々の端子間電圧が０Ｖにリセットされ、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は参照電圧ＶＲとなる。

[0095] 次に、外部から測定指令信号φＳが与えられると、充電信号φＣが「Ｈ」レベルに立ち上げられ、スイッチＳＷは動作モードＡ（キャパシタ２２の充電モード）に設定される（時刻ｔ１）。動作モードＡでは、光センサ４２の出力電流がキャパシタ２２に流入し、キャパシタ２２の充電が開始される。また、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が徐々に下降し、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルに立ち下げられる。

[0096] キャパシタ２２の充電が進んで演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達すると、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる（時刻ｔ２）。制御部４８は、信号φＢの立ち

上がりエッジに応答してスイッチＳＷを動作モードＢ（キャパシタ２２の大放電モード）に設定する。

[0097] 動作モードＢでは、キャパシタ２２に蓄積されていた全電荷がキャパシタ２４に転送され、キャパシタ２２の端子間電圧は０Ｖになり、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに上昇する。また、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられ、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。また、演算部４７は、信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる毎に、信号φＢの立ち上がりエッジの回数をカウントし、そのカウント値ｍに基づいて照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）を求め、求めたモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）を示すデジタル信号ＤＯＭを出力する。

[0098] キャパシタ２２の大放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、制御部４８はスイッチＳＷを再び動作モードＡに設定する（時刻ｔ３）。これにより、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は、上昇から再び低下に転じる。また、動作モードＡでは、キャパシタ２２の充電と並行して、キャパシタ２４の放電が行なわれる。これ以降も、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達する毎に、キャパシタ２２に蓄えられた電荷が放電回路４５を用いて放電される。

[0099] 制御部４８は、キャパシタ２２の充電開始から所定時間Ｔ１経過時にデジタル信号ＤＯＭで示される照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ１を越えている場合、キャパシタ２２の充電開始から所定時間Ｔ２（＞Ｔ１）経過時に照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定めれた値Ｌ２を越えている場合、またはキャパシタ２２の充電開始から所定時間Ｔ３（＞Ｔ２）を経過した場合、充電信号φＣを「Ｌ」レベルに立ち下げ、スイッチＳＷを動作モードＣ（キャパシタ２２の小放電モード）に設定する（時刻ｔ８）。

[0100] 動作モードＣでは、キャパシタ２２の充電が停止され、キャパシタ２２に蓄積された電荷の一部がキャパシタ２６に転送される。このときキャパシタ

２２からキャパシタ２６に転送される電荷量は、キャパシタ２２が参照電圧ＶＲ／２に充電されたときのキャパシタ２２の電荷量の１／６４倍となる。

[0101] キャパシタ２２の小放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、制御部４８は、スイッチＳＷを動作モードＤ（キャパシタ１１の放電モード）に設定する（時刻ｔ９）。動作モードＤでは、キャパシタ２２からキャパシタ２６への電荷転送経路が遮断され、キャパシタ２６の放電が行なわれる。これ以降も、放電回路４６を用いて、キャパシタ２２に残存する電荷が無くなるまで、所定量ずつ段階的な小放電が繰り返し行なわれる。

[0102] なお、キャパシタ２２からキャパシタ２６への電荷の転送に１クロック期間を要し、キャパシタ２６の電荷を無くすのに１クロック期間を要するので、キャパシタ２２の小放電期間は最長で１２８クロック期間となる。

[0103] キャパシタ２２の小放電が進んで演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに到達すると、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。制御部４８は、信号φＡの立ち上がりエッジに応答してスイッチＳＷを動作モードＥに設定する。これにより、一連の充放電動作が完了される。

[0104] 一方、演算部４７は、放電回路４６を用いた小放電回数（動作モードＣへの移行回数）Ｎをカウントする。また、演算部４７は、キャパシタ２２の充電時間ＴＣと、その充電時間ＴＣ内における信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍとを求める。また、演算部４７は、キャパシタ２２の充電時間ＴＣと、その充電時間ＴＣ内における信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路１０を用いた小放電回数Ｎとに基づいて、光センサ４２の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0105] たとえば、キャパシタ２２の充電時間ＴＣが予め定められた時間Ｔａである場合は、照度はＭ×６４＋Ｎ／２（Ｌｘ）となる。照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が予め定められた値よりも大きかったためにキャパシタ２２の充電が予め定められた時間Ｔａよりも短い時間Ｔｂで終了した場合は、（Ｍ×

６４＋Ｎ／２）×Ｔａ／Ｔｂ（Ｌｘ）となる。

[0106] なお、従来は、キャパシタ２２の充電時間ＴＣを予め定められた時間Ｔａに固定されていたので、照度が大きい場合はＭ×６４がＮ／２よりも非常に大きくなり、照度は約Ｍ×６４となり、測定値の分解能が悪かった。これに対して本願発明では、照度が大きい場合は、短時間Ｔｂでキャパシタ２２の充電を終了するので、Ｍ×６４がＮ／２よりも非常に大きくなるのを防止することができ、測定値の分解能を高くすることができる。また、照度が大きい場合はキャパシタ２２の充電時間を短くし、照度が小さい場合はキャパシタ２２の充電時間を短くするので、広範囲の照度を測定することができる。

[0107] 図２０は、演算部４７および制御部４８の動作を示すフローチャートである。制御部４８は、測定指令信号φＳに応答してステップＳ１においてキャパシタ２２の充電を開始する。キャパシタ２２の端子間電圧が参照電圧ＶＲ／２に到達する毎に、キャパシタ２２は放電され、演算部４７によって照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が求められる。制御部４８は、演算部４７からのデジタル信号ＤＯＭに基づいて照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）をモニタする。

[0108] 制御部４８は、ステップＳ２において、キャパシタ２２の充電を開始してから所定時間Ｔ１（たとえば、１０ｍｓ）が経過するのを待ち、ステップＳ３において、照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が所定値Ｌ１（たとえば、６５３３５Ｌｘ）以上か否かを判別する。照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が所定値Ｌ１以上である場合は、ステップＳ４においてキャパシタ２２の充電を終了し、キャパシタ２２の小放電を行なう。演算部４７は、ステップＳ５において、キャパシタ２２の充電時間ＴＣと、その充電時間ＴＣ内における信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路１０を用いた小放電回数（動作モードＣへの移行回数）Ｎとに基づいて、光センサ４２の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が所定値Ｌ１よりも小さい場合はステップＳ６に進む。

[0109] 制御部４８は、ステップＳ６において、キャパシタ２２の充電を開始して

から所定時間Ｔ２（たとえば、８０ｍｓ）が経過するのを待ち、ステップＳ３において、照度のモニタ値が所定値Ｌ２（たとえば、８１９１Ｌｘ）以上か否かを判別する。照度のモニタ値が所定値Ｌ２以上である場合は、ステップＳ８においてキャパシタ２２の充電を終了し、キャパシタ２２の小放電を行なう。演算部４７は、ステップＳ９において、キャパシタ２２の充電時間ＴＣと、その充電時間ＴＣ内における信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路１０を用いた小放電回数（動作モードＣへの移行回数）Ｎとに基づいて、光センサ４２の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。照度のモニタ値が所定値Ｌ２よりも小さい場合はステップＳ１０に進む。

[0110] 制御部４８は、ステップＳ１０において、キャパシタ２２の充電を開始してから所定時間Ｔ３（たとえば、６４０ｍｓ）が経過するのを待ち、ステップＳ１１においてキャパシタ２２の充電を終了し、キャパシタ２２の小放電を行なう。演算部４７は、ステップＳ１２において、キャパシタ２２の充電時間ＴＣと、その充電時間ＴＣ内における信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路１０を用いた小放電回数（動作モードＣへの移行回数）Ｎとに基づいて、光センサ４２の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0111] この実施の形態２では、充電期間を３つの期間に分割し、１番目と２番目の期間が終了する毎にキャパシタ２２の放電回数ｍに基づいて照度のモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）を求め、求めたモニタ値ｍ×６４（Ｌｘ）が当該期間に対して予め定められた値を越えている場合はキャパシタ２２の充電を終了し、越えていない場合はキャパシタ２２の充電を継続する。したがって、光センサ４２の設置場所の照度に応じてキャパシタ２２の充電時間を変えるので、キャパシタ２２の充電時間が固定されていた従来に比べ、広範囲の照度を高い分解能で検出することができる。

[0112] なお、この実施の形態２では、充電期間の終了後にキャパシタ２２の電荷をキャパシタ２６に少しずつ転送したが、充電期間の終了後にキャパシタ２

２の電荷を定電流回路を介して放電させてもよい。この場合は、定電流回路に流れる定電流と、キャパシタ２２の全電荷を放電させるのに掛かった時間とに基づいて、キャパシタ２２の電荷量を求めることができる。

[0113] ［実施の形態３］

従来の照度センサは、図２１に示すように、光電変換器５１、積分回路２０、放電回路４５，４６、比較回路２７，２８、および演算制御部５２を備える。光電変換器５１は、電源電圧ＶＣＣのノードと積分回路２０の入力ノードに接続され、照度に応じたレベルの電流を流す。光電変換器５１は、たとえば光ダイオードを含む。

[0114] 積分回路２０、放電回路４５，４６、および比較回路２７，２８の構成および動作は、図１１、図１８などで説明した通りである。また、演算制御部５２は、クロック信号ＣＬＫに同期して動作し、外部から与えられる測定指令信号φＳに応答して、照度センサ全体を制御し、比較回路２７，２８の出力信号φＡ，φＢに基づいて照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0115] しかし、従来の照度センサの光感度は、まだ十分に満足できるものではなかった。照度センサの光感度を高くする方法としては、光電変換器５１の受光面積を大きくすることが考えられるが、装置寸法が大きくなってしまう。また、キャパシタ２２の充電期間を長くすることも考えられるが、測定時間が長くなる。また、キャパシタ２２の容量値を小さくすれば、上記充電期間における電荷量の分解能は高くなるが、充電期間後における電荷量の分解能は低下する。また、キャパシタ２６の容量値を小さくして、充電期間後にキャパシタ２２から流出させる電流値を小さくすると、測定時間が長くなるし、測定結果のばらつきが大きくなる。

[0116] それゆえに、この実施の形態３の主たる目的は、測定時間が短く、高感度で、小型の照度センサを提供することである。

[0117] 図２２は、本願発明の実施の形態３による照度センサの構成を示す回路ブロック図であって、図２１と対比される図である。図２２において、この照

度センサが図２１の照度センサと異なる点は、積分回路２０が積分回路６０で置換され、放電回路４５が除去され、演算制御部５２が演算制御部６３で置換されている点である。

[0118] 積分回路６０が積分回路２０と異なる点は、キャパシタ２２がキャパシタ６１，６２で置換され、スイッチＳＷ７，ＳＷ８が追加されている点である。キャパシタ６１は、演算増幅器２１の反転入力端子と出力端子との間に接続される。キャパシタ６１の容量値Ｃ６１は、たとえば１ｐＦに設定されている。スイッチＳＷ８およびキャパシタ６２は、演算増幅器２１の反転入力端子と出力端子との間に直列接続される。キャパシタ６２の容量値Ｃ６２は、キャパシタ６１の容量値Ｃ６１よりも大きな値（たとえば６３ｐＦ）に設定されている。キャパシタ６１，６２の容量値の和（Ｃ６１＋Ｃ６２）は、たとえばキャパシタ２２の容量値Ｃ２２と同じ値に設定される。スイッチＳＷ７は、参照電圧ＶＲのノードと、スイッチＳＷ８およびキャパシタ６２間のノードとの間に接続される。

[0119] スイッチＳＷ１，ＳＷ７がオフされるとともにスイッチＳＷ２，ＳＷ８がオンされると、キャパシタ６１，６２の各々の端子間が短絡されてキャパシタ６１，６２の各々の端子間電圧が０Ｖにリセットされ、演算増幅器２１の反転入力端子および出力端子の電圧は非反転入力端子の電圧と同じ参照電圧ＶＲとなる（動作モードＥ）。次に、スイッチＳＷ２，ＳＷ８がオフされるとともにスイッチＳＷ１，ＳＷ７がオンされると、光電変換器５１の出力電流がキャパシタ６１に流入し、キャパシタ６１が充電される（動作モードＡ，Ｂ）。

[0120] キャパシタ６１の容量値（１ｐＦ）は図２０のキャパシタ２２の容量値（６４ｐＦ）の１／６４倍に設定されているので、光電変換器５１の出力電流（すなわち照度）が従来と同じであれば、キャパシタ６１の端子間電圧は図２０のキャパシタ２２の６４倍の速さで上昇する。換言すると、光電変換器５１の出力電流（すなわち照度）が従来の１／６４倍であっても、キャパシタ６１の端子間電圧は図２１のキャパシタ２２と同じ速さで上昇する。した

がって、この照度センサの光感度は従来の照度センサの光感度よりも高くなる。

[0121] キャパシタ６１の端子間電圧が上昇すると、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は下降する。このとき、キャパシタ６２の一方端子は参照電圧ＶＲを受け、その他方端子は演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１を受けているので、キャパシタ６２の端子間電圧はキャパシタ６１の端子間電圧と同じ値になる。次いで、スイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ７がともにオフされるとともにスイッチ８がオンされると、キャパシタ６１，６２の充電が停止される（動作モードＣ，Ｄ）。

[0122] 放電回路４６は、キャパシタ２６およびスイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂを含む。キャパシタ２６の容量値Ｃ２６は、キャパシタ６１，６２の容量値の和（Ｃ６１＋Ｃ６２）の１／６４倍の値、たとえば１ｐＦに設定される。スイッチＳＷ５ａ、キャパシタ２６、およびスイッチＳＷ５ｂは、参照電圧ＶＲ／２のノードと演算増幅器２１の反転入力端子との間に直列接続される。スイッチＳＷ６ａの一方端子は参照電圧ＶＲを受け、その他方端子はキャパシタ２６の一方端子に接続される。スイッチＳＷ６ｂの一方端子は参照電圧ＶＲを受け、その他方端子はキャパシタ２６の他方端子に接続される。

[0123] スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがともにオフされるとともにスイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがともにオンされている場合は、キャパシタ２６の一方端子および他方端子の各々は参照電圧ＶＲに充電され、キャパシタ２６の端子間電圧は０Ｖとなる（動作モードＡ，Ｄ，Ｅ）。次に、スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂがともにオンされるとともにスイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂがともにオフされると、キャパシタ６１，６２に蓄積された電荷の一部がキャパシタ２６に転送される（動作モードＢ，Ｃ）。

[0124] なお、転送前のキャパシタ６１，６２の電荷量（Ｑ６１＋Ｑ６２）は、Ｑ６１＋Ｑ６２＝（Ｃ６１＋Ｃ６２）×ＶＲ／２である。また、転送後のキャパシタ２６の電荷量Ｑ２６は、Ｑ２６＝Ｃ２６×ＶＲ／２＝[（Ｃ６１＋Ｃ６

２）／６４）×ＶＲ／２＝（Ｑ６１＋Ｑ６２）／６４である。

[0125] 比較回路２７，２８の動作は、図１１で説明した通りである。演算制御部６３は、クロック信号ＣＬＫに同期して動作し、外部から与えられる測定指令信号φＳに応答して、照度センサ全体を制御し、比較回路２７，２８の出力信号φＡ，φＢに基づいて照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0126] 光電変換器５１の出力電流（すなわち照度）が従来の１／６４倍である場合、この照度センサの動作は図１２で示した照度センサの動作と同じになる。すなわち、照度センサの停止期間には、スイッチＳＷは演算制御部６３によって動作モードＥ（停止モード）に設定される。動作モードＥでは、図２３に示すように、スイッチＳＷ２，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂ，ＳＷ８がオンされ、残りのスイッチＳＷ１，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ７がオフされる。これにより、キャパシタ２６，６１，６２の各々の端子間電圧が０Ｖにリセットされ、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は参照電圧ＶＲとなる。

[0127] 次に、外部から測定指令信号φＳが与えられると、スイッチＳＷは動作モードＡ（キャパシタ６１，６２の充電モード）に設定される（時刻ｔ１）。動作モードＡでは、図２３に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂ，ＳＷ７がオンされ、残りのスイッチＳＷ２，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ８がオフされる。これにより、光電変換器５１の出力電流がキャパシタ６１に流入し、キャパシタ６１の充電が開始される。また、キャパシタ６２の端子間電圧は、キャパシタ６１の端子間電圧と同じ値になる。また、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が徐々に下降し、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルに立ち下げられる。

[0128] キャパシタ６１の充電が進んで演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達すると、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる（時刻ｔ２）。演算制御部６３は、信号φＢの立ち上がりエッジに応答してスイッチＳＷを動作モードＢ（キャパシタ６１の大放電モード）に設定する。動作モードＢでは、図２３に示すように、ス

イッチＳＷ１，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ７がオンされ、残りのスイッチＳＷ２，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂ，ＳＷ８がオフされる。

[0129] これにより、キャパシタ６１に蓄積されていた全電荷がキャパシタ２６に転送され、キャパシタ６１，６２の各々の端子間電圧は０Ｖになり、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに上昇する。また、比較回路２８の出力信号φＢが「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに立ち下げられ、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。また、演算制御部６３は、信号φＢが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる毎に、信号φＢの立ち上がりエッジの回数をカウントする。

[0130] キャパシタ６１の大放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、演算制御部６３はスイッチＳＷを再び動作モードＡに設定する（時刻ｔ３）。これにより、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１は、上昇から再び低下に転じる。また、動作モードＡでは、キャパシタ６１の充電と並行して、キャパシタ２６の放電が行なわれる。これ以降も、演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲ／２に到達する毎に、キャパシタ６１に蓄えられた電荷が放電回路４６を用いて放電される。

[0131] 演算制御部６３は、キャパシタ６１の充電開始から所定時間を経過した場合、スイッチＳＷを動作モードＣ（キャパシタ６１，６２の小放電モード）に設定する（時刻ｔ８）。動作モードＣでは、図２３に示すように、スイッチＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ８がオンされ、残りのスイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂ，ＳＷ７がオフされる。これにより、キャパシタ６１の充電が停止され、キャパシタ６１，６２に蓄積された電荷の一部がキャパシタ２６に転送される。このときキャパシタ６１，６２からキャパシタ２６に転送される電荷量は、キャパシタ６１，６２が参照電圧ＶＲ／２に充電されたときのキャパシタ６１，６２の電荷量の１／６４倍となる。

[0132] キャパシタ６１，６２の小放電が開始された後、次のクロック信号ＣＬＫの立ち上がりエッジに応答して、演算制御部６３は、スイッチＳＷを動作モードＤ（キャパシタ２６の放電モード）に設定する（時刻ｔ９）。動作モー

ドＤでは、図２３に示すように、スイッチＳＷ６ａ，ＳＷ６ｂ，ＳＷ８がオンされ、残りのスイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ５ａ，ＳＷ５ｂ，ＳＷ７がオフされる。これにより、キャパシタ６１，６２からキャパシタ２６への電荷転送経路が遮断され、キャパシタ２６の放電が行なわれる。これ以降も、放電回路４６を用いて、キャパシタ６１，６２に残存する電荷が無くなるまで、所定量ずつ段階的な小放電が繰り返し行なわれる。

[0133] キャパシタ６１，６２の小放電が進んで演算増幅器２１の出力電圧Ｖ１が参照電圧ＶＲに到達すると、比較回路２７の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに立ち上げられる。演算制御部６３は、信号φＡの立ち上がりエッジに応答してスイッチＳＷを動作モードＥに設定する。これにより、一連の充放電動作が完了される。

[0134] また、演算制御部６３は、放電回路４６を用いた小放電回数（動作モードＣへの移行回数）Ｎをカウントする。また、演算制御部６３は、信号φＢの立ち上がりエッジの回数Ｍと、放電回路４６を用いた小放電回数Ｎとに基づいて、光電変換器５１の設置場所の照度を求め、求めた照度を示すデジタル信号ＤＯを出力する。

[0135] この実施の形態３では、充電期間は、光電変換器５１の出力電流によってキャパシタ６１を充電させるとともに、キャパシタ６１の端子間電圧が参照電圧ＶＲ／２に到達する毎にキャパシタ６１を放電させる。また、キャパシタ６１よりも大きな容量値を有するキャパシタ６２をキャパシタ６１と同じ電圧に充電させ、充電期間の終了後は、キャパシタ６１，６２からキャパシタ２６に一定周期で電荷を転送し、充電期間内にキャパシタ６１が放電された回数Ｍと、充電期間の終了後にキャパシタ６１，６２の全電荷をキャパシタ２６に転送した回数Ｎとに基づいて照度を求める。したがって、充電期間後における電荷量の分解能を下げることなく、充電期間における電荷量の分解能を高めることができる。よって、測定時間が短く、高感度で、小型の照度センサを実現できる。

[0136] なお、この実施の形態３では、充電期間の終了後にキャパシタ６１，６２

の電荷をキャパシタ２６に少しずつ転送したが、充電期間の終了後にキャパシタ６１，６２の電荷を定電流回路を介して放電させてもよい。この場合は、定電流回路に流れる定電流と、キャパシタ６１，６２の全電荷を放電させるのに掛かった時間とに基づいて、キャパシタ６１，６２の電荷量を求めることができる。

[0137] また、この実施の形態３では、上記回数Ｍ，Ｎに基づいて光電変換器５１が設置された場所の照度を求めたが、上記回数Ｍ，Ｎに基づいて光電変換器５１の出力電流を積分した電荷量を求めてもよい。この場合、照度センサは、充電期間内で光電変換器５１で発生した電荷量を検出する電荷量検出回路として動作する。

[0138] ［実施の形態４］

実施の形態４の理解を容易にするために、まず実施の形態４の基礎となる従来の電子機器７１について説明する。図２４に示すように、従来の電子機器７１は、互いに隣接して配置された近接センサ７２と照度センサ７３を備える。近接センサ７２は、赤外線ダイオード７４と光ダイオード７５を含む。照度センサ７３は、光ダイオード７６を含む。

[0139] 赤外線ダイオード７４から出射された光αが物体７７によって反射され、その反射光が光ダイオード７５に入射することにより、近接センサ７２は物体７７の存在を検出する。また、照度センサ７３は、周囲光ＡＬを光ダイオード７６が検出することで周囲の明るさを測定する。たとえば、照度センサ７３の測定時に、赤外線ダイオード７４から発する光βが物体７７によって反射され、その反射光が光ダイオード７６に入射すると、光ダイオード７６は周囲光ＡＬと光βを検出する。

[0140] 照度センサ７３は光ダイオード７６が出力する電流を積分型のアナログ／デジタル変換器に入力する構成である場合、照度センサ７３に隣接して配置された近接センサ７２の赤外線ダイオード７４が発光することにより、光ダイオード７６に入射する光が光βの分だけ増加すると、それに伴い、光ダイオード７６が出力する電流が増加し、積分対象の電流が増加する。照度セン

サ７３はこのまま積分動作を行うと、周囲光ＡＬの明るさではなく、周囲光ＡＬと光βを合わせた光の明るさを測定した結果を出力する。

[0141] 照度センサ７３が周囲光ＡＬの明るさを正確に測定するには、光ダイオードド７６に光βが入射中は、照度センサ７３は光ダイオードド７６が出力する電流を積分する動作を中断し、赤外線ダイオードド７４の発光終了後に積分動作を再開するといった動作が必要となる。また、光学フィルタを用いて可視光のみを光ダイオードド７６に受光させても周囲光ＡＬの明るさを測定することができる。

[0142] 特許文献１は、アナログ／デジタル変換器およびそれを用いた照度センサ等に関するものであり、照度センサと赤外線反射型の近接センサを互いに隣接して用いることは示唆していない。なお、照度センサは、内部のアナログ／デジタル変換器に入力される電流を入力部に設けられたスイッチにより遮断するならば、アナログ／デジタル変換器に入力される電流を積分する動作を中断することはできる。

[0143] しかし、スイッチがトランジスタで構成されている場合、スイッチをオフにすると、スイッチ自体が所有する寄生容量にアナログ／デジタル変換器に入力される電荷が溜まるため、その後にスイッチをオンにすると、スイッチ自体が所有する寄生容量に溜まった電荷がアナログ／デジタル変換器に入力され、積分動作に影響がでるので、アナログ／デジタル変換器へ入力される電流を積分する動作を中断した後に再開をすることができないという問題が生じる。

[0144] 特許文献２においては、照度センサに入射する光を光学フィルタによってフィルタリングすれば、照度センサで周囲の明るさをある程度正確に計測することは推測できる。しかし、光学フィルタを作製するための製造コストがかかり、さらに光学フィルタを用いなければならないので照度センサ全体の小型化には不向きである。

[0145] 本発明者は、上記問題点に鑑み、光学フィルタを用いることなく、照度センサと赤外線反射型の近接センサを互いに隣接させるには、入力される電流

を積分する動作の一時中断・再開が可能なアナログ／デジタル変換器を照度センサに用いることが有効であることを知見した。

[0146] すなわち実施の形態４は、入力される電流を積分する動作を一時中断・再開することが可能であり、かつ、光学フィルタを用いなくとも周囲の明るさを正確に測定することができる照度センサを提供するものである。

[0147] 図２５は、本発明の実施の形態４に係るアナログ／デジタル変換器を用いた照度センサ１００の構成を示す回路図である。以下、本発明の実施の形態４を説明する。

[0148] 照度センサ１００は、光センサ部１０２、充放電部１０４、およびアナログ／デジタル変換部１０６を備える。光センサ部１０２の出力電流Ｉは充放電部１０４に入力され、充放電部１０４から出力されるアナログ信号がアナログ／デジタル変換部１０６に入力され、アナログ／デジタル変換部１０６はデジタル信号ＤＯと充放電部１０４を制御する制御信号φＳ１～φＳ１０を出力する。充放電部１０４とアナログ／デジタル変換部１０６によって積分型のアナログ／デジタル変換器が構成される。

[0149] 光センサ部１０２は、光ダイオードＰＤを含み、光ダイオードＰＤによって光を検出し、光強度に応じた電流Ｉを出力する。光ダイオードＰＤのカソードは電源電圧ＶＤＤを受け、そのアノードは充放電部１０４に接続される。

[0150] 充放電部１０４は、充電回路１０８，１１０と、放電部１１２と、スイッチＳＷ１とを含む。スイッチＳＷ１の一方端子は充電回路１０８の出力端子に接続され、スイッチＳＷ１の他方端子は充電回路１１０の出力端子に接続され、スイッチＳＷ１は制御信号φＳ１に基づいて開閉する。スイッチＳＷ１がオンすると、充電回路１０８の出力端子の電圧Ｖａと充電回路１１０の出力端子の電圧Ｖａ２は等しくなる。

[0151] アナログ／デジタル変換部１０６は、充電回路１０８の出力電圧Ｖａであるアナログ信号をデジタル信号ＤＯに変換し、そのデジタル信号ＤＯを出力する。アナログ／デジタル変換部１０６は、比較部１１８と、制御計算部１

２０とを含む。

[0152] 充電回路１０８は、入力される電流すなわち光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉに応じた電荷を蓄える回路であり、演算増幅器ＡＭＰ１と、一方端子が演算増幅器ＡＭＰ１の反転入力端子に接続され、他方端子が演算増幅器ＡＭＰ１の出力端子に接続された充電用キャパシタ１０９と、演算増幅器ＡＭＰ１の非反転入力端子に参照電圧Ｖ１１を印加する定電圧源Ｅ１を有する。さらに充電回路１０８は、制御信号φＳ２に基づいて、電流Ｉが入力される入力端子すなわち光ダイオードＰＤのアノードと演算増幅器ＡＭＰ１の反転入力端子との間を開閉するスイッチＳＷ２と、制御信号φＳ３に基づいて、充電用キャパシタ１０９の端子間を開閉するスイッチＳＷ３とを含む。

[0153] 充電回路１１０は、充電用キャパシタ１０９に蓄えられている電荷に応じて充電用キャパシタ１１１に電荷を蓄える回路である。充電回路１１０は、一方端子が充電回路１１０の出力端子に接続された充電用キャパシタ１１１と、制御信号φＳ４に基づいて、演算増幅器ＡＭＰ１の反転入力端子と充電用キャパシタ１１１の他方端子との間を開閉するスイッチＳＷ４と、出力端子が反転入力端子に接続された演算増幅器ＡＭＰ２とを含む。さらに充電回路１１０は、演算増幅器ＡＭＰ２の非反転入力端子に参照電圧Ｖ１２を印加する定電圧源Ｅ２と、制御信号φＳ５に基づいて開閉し一方端子が充電回路１１０の出力端子に接続され他方端子が演算増幅器ＡＭＰ２の出力端子に接続されたスイッチＳＷ５と、制御信号φＳ６に基づいて開閉し一方端子がスイッチＳＷ４と充電用キャパシタ１１１との接続点に接続され他方端子が演算増幅器ＡＭＰ２の出力端子に接続されたスイッチＳＷ６とを含む。

[0154] 放電部１１２は、放電回路１１４と放電回路１１６を含む。これら２つの放電回路１１４，１１６は、充電回路１０８，１１０と接続される。このため、放電部１１２は、充電回路１０８，１１０が蓄えている電荷の放電を行なうことができる。ただし、本実施の形態４では、放電部１１２は、充電回路１０８が蓄えた電荷を放電するように構成している。

[0155] 放電回路１１４は、充電回路１０８の充電量が所定の閾値に達する毎に、

充電回路１０８に蓄えられた電荷を放電する回路である。放電回路１１４は、充電用キャパシタ１０９の容量値の１／ｍ（ｍ＞１）の容量値を持つ放電用キャパシタ１１５と、スイッチＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂとを含む。スイッチＳＷ７ａは、制御信号φＳ７に基づいて、放電用キャパシタ１１５の一方端子と接地電圧のノードとの間を開閉する。スイッチＳＷｂは、制御信号φＳ７に基づいて、放電用キャパシタ１１５の他方端子と演算増幅器ＡＭＰ１の反転入力端子との間を開閉する。スイッチＳＷ８ａは、制御信号φＳ８に基づいて、放電用キャパシタ１１５の一方端子と参照電圧Ｖ１１のノードとの間を開閉する。スイッチＳＷ８ｂは、制御信号φＳ８に基づいて、放電用キャパシタ１１５の他方端子と参照電圧Ｖ１１のノードとの間を開閉する。

[0156] 放電回路１１６は、放電回路１１４の放電用キャパシタ１１５の容量よりも小さい容量の放電用キャパシタ１１７を用いて、充電回路１０８に残存する電荷が所定値になるまで、これを所定量ずつ段階的に放電する手段である。さらに放電回路１１６は、充電用キャパシタ１０９の１／ｎ（ｎ＞ｍ）の容量を持つ放電用キャパシタ１１７と、参照電圧Ｖ１１の１／ｋ（ｋ＞１）の電圧である参照電圧Ｖ１３を生成する定電圧源Ｅ３を有する。

[0157] さらに放電回路１１６は、スイッチＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂとを含む。スイッチＳＷ９ａは、制御信号φＳ９に基づいて、放電用キャパシタ１１７の一方端子と定電圧源Ｅ３の正極端子との間を開閉する。スイッチＳＷ９ｂは、制御信号φＳ９に基づいて、放電用キャパシタ１１７の他方端子と演算増幅器ＡＭＰ１の反転入力端子との間を開閉する。スイッチＳＷ１０ａは、制御信号φＳ１０に基づいて、放電用キャパシタ１１７の一方端子と参照電圧Ｖ１１のノードとの間を開閉する。スイッチＳＷ１０ｂは、制御信号φＳ１０に基づいて、放電用キャパシタ１１７の他方端子と参照電圧Ｖ１１のノードとの間を開閉する。

[0158] 比較部１１８は、充電回路１０８の出力電圧Ｖａと参照電圧Ｖ１４，Ｖ１５の各々とを比較する。比較部１１８は、参照電圧Ｖ１４を生成する定電圧

源Ｅ４と、参照電圧Ｖ１５を生成する定電圧源Ｅ５と、非反転入力端子が充電回路１０８の出力電圧Ｖａを受け、反転入力端子が定電圧源Ｅ４の出力電圧Ｖ１４を受けるコンパレータＣＭＰ１と、反転入力端子が充電回路１０８の出力電圧Ｖａを受け、非反転入力端子が定電圧源Ｅ５の出力電圧Ｖ１５を受けるコンパレータＣＭＰ２とを含む。

[0159] 制御計算部１２０は、クロック信号ＣＬＫと命令信号ＩＳとコンパレータＣＭＰ１，ＣＭＰ２の出力信号φＡ，φＢを受け、これらの信号に基づいて制御信号φＳ１～φＳ１０を生成し、充電回路１０８，１１０および放電回路１１４，１１６の充放電動作を制御する。

[0160] また、制御計算部１２０は、充電用キャパシタ１０９が放電回路１１４，１１６によって放電された回数から充電回路１０８の総充電量を算出し、算出結果を示すデジタル信号ＤＯを出力する。クロック信号ＣＬＫおよび命令信号ＩＳは、たとえば図示しないマイクロコンピュータから入力される。説明の便宜上、制御計算部１２０と図示しないマイクロコンピュータは別個であるものとしたが、マイクロコンピュータに制御計算部１２０を内蔵してもよい。

[0161] スイッチＳＷ１～ＳＷ１０の各々は、Ｎチャネル型またはＰチャネル型のＭＯＳトランジスタで構成される。スイッチＳＷ１～ＳＷ１０のゲート電極には、それぞれ制御信号φＳ１～φＳ１０が与えられる。なお、スイッチＳＷ１～ＳＷ１０の各々をＮＰＮ型またはＰＮＰ型のバイポーラトランジスタで構成し、それらのベース電極にそれぞれ制御信号φＳ１～Ｓ１０を与えてもよい。

[0162] 本実施の形態４では、参照電圧Ｖ１１とＶ１２とＶ１４は同じ電圧ＶＲに設定される。また、参照電圧Ｖ１３とＶ５は、同じ電圧ＶＲ／２に設定される。また、充電用キャパシタ１０９と１１１の容量値は同じ値に設定される。たとえば、充電用キャパシタ１０９と１１１の容量値はともに６４ｐＦに設定され、放電用キャパシタ１１５の容量値は３２ｐＦに設定され、放電用キャパシタ１１７の容量値は１ｐＦに設定される。充電用キャパシタ１０９

と１１１の容量値が等しいので、スイッチＳＷ１がオンすると、充電用キャパシタ１１１に充電用キャパシタ１０９に蓄えられている電荷と等しい電荷が蓄えられる。

[0163] このように２つの放電経路（放電回路１１４，１１６）を設け、放電回路１１４の放電用キャパシタ１１５の容量値をたとえば３２ｐＦに設定し、放電回路１１６の放電用キャパシタ１１７の容量値をたとえば１ｐＦに設定し、放電用キャパシタ１１４と１１７の容量値を１桁程度変えてやるならば、充電用キャパシタ１０９が蓄えている電荷を一度に多く放電させる放電回路１１４と、一度に少なく放電させる放電回路１１６とを目的に応じて使い分けることができる。

[0164] 充電回路１０８の総充電量を測定するために、まず放電回路１１４によって放電させることで電荷量を大まかに測定していき、充電回路１０８への電流Ｉの入力を終了した後に、充電用キャパシタ１０９に残っている電荷を放電回路１１６によって放電させて電荷量を細かく測定することで、放電回路を１つだけ設けた場合に比べ、複雑な外部制御を要することなく、照度センサ１００の精度の向上と測定時間の短縮が可能となる。

[0165] ここで照度センサ１００の動作、特に、充放電部１０４における充放電動作について、図２５～図２７を参照しながら説明する。

[0166] 図２６は、充放電部１０４における充放電動作の一例を示すタイムチャートである。なお、図２６の上段には、時間ｔの経過に対する充電回路１０８の出力電圧Ｖａと充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２の変遷が示されており、図２６の下段には、時間ｔの経過に対するクロック信号ＣＬＫ、コンパレータＣＭＰ１，ＣＭＰ２の出力信号φＡ，φＢ、命令信号ＩＳ、および動作モードの変遷が示されている。

[0167] ここで、命令信号ＩＳは、図示しないマイクロコンピュータから制御計算部１２０に入力される信号であって、照度センサ１００の積分動作を制御するために用いられる。命令信号ＩＳがたとえば「Ｈ」レベルになると、照度センサ１００は積分動作を中断し、命令信号ＩＳが「Ｈ」レベルから「Ｌ」

レベルに変化すると、照度センサ１００は積分動作を再開する。

[0168] 期間Ｔｍ１は、充電回路１０８への電流Ｉの入力期間を示す。照度センサ１００は充電回路１０８へ電流Ｉを入力し、充電用キャパシタ１０９に電荷を充電する。照度センサ１００は充電用キャパシタ１０９に一定量電荷が蓄えられると、放電回路１１４を用いて充電用キャパシタ１０９に蓄えられている電荷を放電し、充電を再開する。また、命令信号ＩＳによって照度センサ１００の積分動作が制御される。

[0169] 期間Ｔｍ１および充電回路１０８への電流Ｉの入力は、図示しないマイクロコンピュータからのクロック信号ＣＬＫのパルス数が所定のカウント数に達することにより終了される。ただし、照度センサ１００が積分動作を中断している場合は、クロック信号ＣＬＫのパルスのカウントを中断する。期間Ｔｍ１の終了後、照度センサ１００は期間Ｔｍ２に移行する。

[0170] 期間Ｔｍ２は、期間Ｔｍ１終了時に充電回路１０８が蓄えている電荷の測定を行なう期間である。照度センサ１００は充電回路１０８への電流Ｉの入力を終了し、充電用キャパシタ１０９に蓄えられている電荷を放電回路１１６によって、小刻みに放電する。放電回路１１６による放電を繰り返すことにより、充電回路１０８への電流Ｉの入力を終了したときの充電用キャパシタ１０９に蓄えられていた電荷の量を測定する。充電用キャパシタ１０９に残存している電荷が全て放電されると、期間Ｔｍ２は終了する。

[0171] 図２７は、動作モードＡ～Ｇにおけるスイッチ ＳＷの状態を示す表である。図２７の動作内容欄の「キャパシタ１０９の充電モード」では、光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉに応じて充電用キャパシタ１０９に電荷を蓄える。「キャパシタ１０９の大放電モード」では、充電用キャパシタ１０９に蓄えられている電荷をクロック信号ＣＬＫの１クロック以内に放電用キャパシタ１１５に移動させる。

[0172] 「キャパシタ１０９の小放電モード」では、充電用キャパシタ１０９に蓄えられている電荷を放電用キャパシタ１１７が蓄えることができる電荷の分だけ、クロック信号ＣＬＫの１クロック以内に放電用キャパシタ１１７に移

動させる。「キャパシタ１１７の放電モード」では、「キャパシタ１０９の小放電モード」によって放電用キャパシタ１１７に移動された電荷をクロック信号ＣＬＫの１クロック以内に放電させる。

[0173] 「待機モード」では、照度センサ１００に電源が投入された状態で、図示しないマイクロコンピュータから各種の指示を待つ。「積分中断モード」では、光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉを積分する動作を一時的に中断する。「積分再開モード」では、「積分中断モード」によって照度センサ１００が積分動作を一時中断した後、再度積分動作を行なう。

[0174] 時刻ｔ０において照度センサ１００に電源が投入されると、照度センサ１００は動作モードＥ（待機モード）に入る。動作モードＥは時刻ｔ０からｔ１まで続く。制御計算部１２０は、充放電部１０４に対して制御信号φＳ１～φＳ１０を送出する。

[0175] 動作モードＥでは、図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ４，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオフする。また、スイッチＳＷ３，ＳＷ５，ＳＷ６，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオンする。なお、このときスイッチＳＷ１，ＳＷ４がオンし、スイッチＳＷ５，ＳＷ６がオフしてもよい。

[0176] 動作モードＥでは、光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉが充電回路１０８へ入力される経路が遮断され、充電用キャパシタ１０９，１１１および放電用キャパシタ１１５，１１７の電荷はいずれも放電される。このとき、充電回路１０８の出力電圧Ｖａは、参照電圧Ｖ１１（参照電圧Ｖ１４）に等しくなる。充電回路１０８の出力電圧Ｖａと参照電圧Ｖ１４が等しいので、コンパレータＣＭＰ１の出力信号φＡは「Ｈ」レベルとなる。

[0177] 時刻ｔ１において照度センサ１００に接続された図示しないマイクロコンピュータから照度センサ１００へ測定命令が与えられると、制御計算部１２０は、照度センサ１００に周囲の明るさを測定させるべく、動作モードＡすなわち充電用キャパシタ１０９の充電モードを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を送出する。

[0178] これにより、照度センサ１００は周囲の明るさの測定を開始する。照度センサ１００は、スイッチＳＷ２をオンさせ、光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉを充電回路１０８に入力し、期間Ｔｍ１に移行する。

[0179] 動作モードＡでは、図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ６，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオンする。また、スイッチＳＷ３，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオフする。なお、動作モードＡでは、動作モードＥのときからスイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ３，ＳＷ５の状態が変わっている。

[0180] 動作モードＡでは、光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉが充電回路１０８へ入力される経路が導通され、充電用キャパシタ１０９の充電が開始される。その結果、充電回路１０８の出力電圧Ｖａは、充電用キャパシタ１０９の充電が進むにつれて、低下していく。

[0181] また、スイッチＳＷ１がオンしているので、充電回路１０８の出力電圧Ｖａと充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２とは等しくなる。本実施の形態４では、充電用キャパシタ１０９と充電用キャパシタ１１１の容量が６４ｐＦと等しいので、両キャパシタは等しい電荷を保持する。充電回路１０８の充電が開始され、充電回路１０８の出力電圧Ｖａが参照電圧Ｖ１４より小さくなると、コンパレータＣＭＰ１の出力信号φＡは「Ｌ」レベルとなる。

[0182] また、動作モードＡでは、充電用キャパシタ１０９が充電されるとともに、放電用キャパシタ１１５，１１７が放電される。

[0183] 時刻ｔ２において充電用キャパシタ１０９の充電が進み、充電回路１０８の出力電圧Ｖａが参照電圧Ｖ１５まで低下し、コンパレータＣＭＰ２の出力信号φＢがそれまでの「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに遷移する。このとき制御計算部１２０は、動作モードＢすなわち充電用キャパシタ１０９の大放電モードを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を送出し、さらに動作モードＢへの移行回数をカウントする。

[0184] 動作モードＢでは、図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ２，ＳＷ６，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオンする。また、スイ

ッチＳＷ３，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオフする。なお、動作モードＢでは、動作モードＡのときからスイッチＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂの状態が変わっている。

[0185] 動作モードＢでは、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１５への電荷転送経路が導通され、充電用キャパシタ１０９の蓄積電荷が放電用キャパシタ１１５に移される。スイッチＳＷ１がオンしているので、充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は充電回路１０８の出力電圧Ｖａに従って変化する。なお、コンパレータＣＭＰ２の出力信号φＢは、充電回路１０８の出力電圧Ｖａが参照電圧Ｖ１５以上となると「Ｌ」レベルとなる。

[0186] 動作モードＢの開始時に充電用キャパシタ１０９が保持している電荷量Ｑ１は、充電用キャパシタ１０９の容量が６４ｐＦであり、参照電圧Ｖ１１がＶＲであるので、Ｑ１＝６４ｐＦ×（ＶＲ－Ｖａ）と表わされる。また、放電用キャパシタ１１５が保持することができる電荷量Ｑ３は、放電用キャパシタ１１５の容量が３２ｐＦであるので、Ｑ３＝３２ｐＦ×ＶＲと表わされる。

[0187] このように、放電用キャパシタ１１５の容量値が充電用キャパシタ１０９の容量値の１／２の大きさであっても、動作モードＢの開始時に、放電用キャパシタ１１５の端子間電圧が充電用キャパシタ１０９の端子間電圧の２倍であるときには、放電用キャパシタ１１５は充電用キャパシタ１０９と同等量の電荷を蓄えることができる。

[0188] したがって、動作モードＢでは、充電用キャパシタ１０９に蓄積された電荷が３２ｐＦ×ＶＲの分だけ放電用キャパシタ１１５に移されるので、時刻ｔ２より始まる動作モードＢでは、充電回路１０８の出力電圧Ｖａは、一定値だけ上昇する。なお、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１５への電荷の移動は、動作モードＡでの充電用キャパシタ１０９への充電時間に比べ非常に短時間で終了する。

[0189] 動作モードＢの間も光センサ部１０２が出力する電流Ｉの入力、すなわち、充電用キャパシタ１０９の充電は継続されている。クロック信号ＣＬＫに

同期して動作モードを変遷させると、動作モードＢの開始時に充電回路１０８の出力電圧Ｖａは参照電圧Ｖ１５すなわちＶＲ／２以下となる。このため、コンパレータＣＭＰ１の出力信号φＡは引き続き「Ｌ」レベルに維持される。本実施の形態４ではクロック信号ＣＬＫの１クロックで動作モードＢを終了する。

[0190] 時刻ｔ３において動作モードＢが開始してから次のクロック信号ＣＬＫが立ち上がると、制御計算部１２０は、動作モードＢを終了し、再び動作モードＡを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を充放電部１０４へ送出する。

[0191] 時刻ｔ３以降も、充電回路１０８の電荷量が所定値に到達して、充電回路１０８の出力電圧Ｖａが所定の閾値電圧に到達する毎に、充電回路１０８に蓄えられている電荷が放電回路１１４を用いて放電される。

[0192] 時刻ｔ４において、動作モードＡが実行されるときに命令信号ＩＳがたとえば「Ｈ」レベルになると、制御計算部１２０は、動作モードＦすなわち積分中断モードを指示する制御信号φＳ１～Ｓ１０を送出する。

[0193] 動作モードＦでは、図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオフする。また、スイッチＳＷ２，ＳＷ３，ＳＷ６，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオンする。なお、動作モードＦでは、動作モードＡのときからスイッチＳＷ１，ＳＷ３の状態が変わっている。

[0194] 動作モードＦでは、充電回路１０８の出力端子と充電回路１１０の出力端子がスイッチＳＷ１によって切り離され、さらに充電回路１１０がスイッチＳＷ１，ＳＷ４によって他の回路と切り離される。そのため充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は動作モードＦの開始時の電圧に維持される。充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は、動作モードＦの開始時の充電回路１０８の出力電圧Ｖａの電圧でもある。

[0195] 動作モードＦでは、また、充電回路１０８の出力電圧ＶａはスイッチＳＷ３がオンするので参照電圧Ｖ１１（参照電圧Ｖ１４）と等しくなり、さらにコンパレータＣＭＰ１の出力信号φＡが「Ｈ」レベルとなる。

[0196] これらの動作により照度センサ１００は光センサ部１０２が出力する電流Ｉを積分する動作を中断する。さらに、スイッチＳＷ２，ＳＷ３がオンするので、スイッチ自体が所有する寄生容量に電荷が溜まることを防ぐことができる。

[0197] 時刻ｔ５において動作モードＦ、すなわち積分中断モードを終え、次の積分再開モードに入るときには、命令信号ＩＳを「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに遷移させる。これにより照度センサ１００の積分動作を再開させるときには、制御計算部１２０は、中断した積分動作を再開させるため、動作モードＧすなわち積分再開モードを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を送出する。

[0198] 動作モードＧでは図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ３，ＳＷ６，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオフする。また、スイッチＳＷ２，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオンする。なお、動作モードＧでは、動作モードＦのときからスイッチＳＷ３，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ６の状態が変わっている。

[0199] 動作モードＧでは、充電用キャパシタ１１１に蓄えられている電荷が充電用キャパシタ１０９に移される。動作モードＦにおいて充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は動作モードＦ開始時の充電回路１０８の出力電圧Ｖａに維持されるので、充電用キャパシタ１１１の保持している電荷を充電用キャパシタ１０９に移すことができる。これによって充電回路１０８の出力電圧Ｖａを照度センサ１００が積分動作を中断する直前の充電回路１０８の出力電圧Ｖａに戻すことが可能となる。

[0200] なお、動作モードＧにおいてはスイッチＳＷ５がオンしているので、充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は参照電圧Ｖ１１（参照電圧Ｖ１４）と等しくなる。また、スイッチＳＷ２がオンし、スイッチＳＷ３がオフするので、充電用キャパシタ１０９への充電が再開される。

[0201] 動作モードＧにおける充電用キャパシタ１１１から充電用キャパシタ１０９への電荷の移動は、動作モードＡにおける充電時間に比べ非常に短時間で

終了する。本実施の形態４では、クロック信号ＣＬＫの１クロック期間で動作モードＧを終了する。

[0202] 動作モードＧの終了後は、コンパレータＣＭＰ２の出力信号φＢが「Ｈ」レベルであるなら動作モードＢに移行し、照度センサ１００へのクロック信号ＣＬＫのパルスのカウント値が所定値に達することにより期間Ｔｍ１を終了する場合は動作モードＣに移行し、それ以外の場合は動作モードＡに移行する。

[0203] 時刻ｔ６において動作モードＧ終了後、動作モードＡに入ると、スイッチＳＷ１がオンするため、充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は充電回路１０８の出力電圧Ｖａと等しくなる。動作モードＧの終了後、動作モードＢまたは動作モードＣになる場合も、スイッチＳＷ１はオンするため、充電回路１１０の出力電圧Ｖａ２は、充電回路１０８の出力電圧Ｖａと等しくなる。

[0204] 時刻ｔ７において照度センサ１００が期間Ｔｍ１に移行された後、動作モードＡ、動作モードＢ、および動作モードＧにおいてのクロック信号ＣＬＫのパルスのカウント値が所定値に達すると、照度センサ１００は期間Ｔｍ１から期間Ｔｍ２に移行する。

[0205] 期間Ｔｍ２に入ると、制御計算部１２０は、動作モードＣすなわち充電用キャパシタ１０９の小放電モードを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を充放電部１０４へ送出し、さらに動作モードＣへの移行回数をカウントする。

[0206] 動作モードＣでは、図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ６，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオンする。また、スイッチＳＷ２，ＳＷ３，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオフする。なお、動作モードＣでは、動作モードＡのときからスイッチＳＷ２，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂの状態が変わっている。

[0207] 動作モードＣでは、光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉが充電回路１０８に入力される経路が遮断されるとともに、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１７への電荷転送経路が導通され、充電用キャパシタ１０９の蓄積電荷が一定量だけ放電用キャパシタ１１７に移される。

[0208] 動作モードＣ開始時に充電用キャパシタ１０９が保持している電荷量Ｑ１は、充電用キャパシタ１０９の容量が６４ｐＦであり、参照電圧Ｖ１１がＶＲであるので、Ｑ１＝６４ｐＦ×（ＶＲ－Ｖａ）で表わされる。また、放電用キャパシタ１１７が保持することができる電荷Ｑ４は、放電用キャパシタ１１７の容量が１ｐＦであり、参照電圧Ｖ１５がＶＲ／２であるので、Ｑ４＝１ｐＦ×ＶＲ／２と表わされる。

[0209] つまり、動作モードＣでは、充電用キャパシタ１０９が保持している電荷が、１ｐＦ×ＶＲ／２の分だけ放電用キャパシタ１１７に移動するので、その分だけ充電回路１０８の出力電圧Ｖａが上昇する。なお、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１７への電荷の移動は、動作モードＡでの充電用キャパシタ１０９への充電時間に比べ非常に短時間で終了する。

[0210] 時刻ｔ８において動作モードＣが開始された後、次のクロック信号ＣＬＫが立ち上がると、制御計算部１２０は、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１７に移された電荷を放電すべく、動作モードＤすなわち放電用キャパシタ１１７の放電モードを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を充放電部１０４へ送出する。

[0211] 動作モードＤでは、図２７に示すように、スイッチＳＷ１，ＳＷ６，ＳＷ８ａ，ＳＷ８ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂがオンする。また、スイッチＳＷ２，ＳＷ３，ＳＷ４，ＳＷ５，ＳＷ７ａ，ＳＷ７ｂ，ＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂがオフする。なお、動作モードＤでは、動作モードＣのときからスイッチＳＷ９ａ，ＳＷ９ｂ，ＳＷ１０ａ，ＳＷ１０ｂの状態が変わっている。

[0212] 動作モードＤでは、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１７への電荷転送経路が遮断され、放電用キャパシタ１１７の放電が行われる。期間Ｔｍ２では、放電回路１１６を用いて、充電回路１０８に残存する電荷が所定値になるまで、動作モードＣおよび動作モードＤを繰り返し所定量ずつ小刻みに放電が行われる。

[0213] なお、期間Ｔｍ２は、充電用キャパシタ１０９から放電用キャパシタ１１７への電荷移動にクロック信号ＣＬＫの１クロック期間を要し、放電用キャ

パシタ１１７の電荷を放電するのにクロック信号ＣＬＫの１クロック期間を要する。放電用キャパシタ１１７の容量値は充電用キャパシタ１０９の容量値の１／６４であるため、期間Ｔｍ２は最長で１２８クロック期間となる。

[0214] 時刻ｔ９において充電回路１０８の出力電圧Ｖａが参照電圧Ｖ１４に達すると、コンパレータＣＭＰ１の出力信号φＡが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに遷移される。このとき、制御計算部１２０は、期間Ｔｍ２においてコンパレータＣＭＰ１の出力信号φＡが「Ｈ」レベルになったことから、期間Ｔｍ２を終了させるべく、動作モードＥを指示する制御信号φＳ１～φＳ１０を送出する。これにより、上記一連の充放電動作が完了される。

[0215] また、時刻ｔ９において制御計算部１２０は、動作モードＢへの移行回数と、動作モードＣへの移行回数のカウント結果から、放電回路１１４および放電回路１１６を用いた充電用キャパシタ１０９の放電回数を求め、充電回路１０８の総充電量を算出する。制御計算部１２０は、充電回路１０８の総充電量から照度センサ１００の周囲の明るさを算出し、デジタル信号ＤＯを出力する。

[0216] 期間Ｔｍ２が終了し、周囲の明るさをデジタル信号ＤＯとして出力した後、照度センサ１００は、照度センサ１００に接続された図示しないマイクロコンピュータからの各種の指示が与えられるまで待機し、測定命令が与えられると期間Ｔｍ１に移行し、以下前述の動作を行なう。

[0217] 以上の時刻ｔ１から時刻ｔ９までの動作を繰り返すことにより、照度センサ１００は光ダイオードＰＤが出力する電流Ｉの積分動作を中断しても、充電回路１０８は積分動作の再開時に、積分動作を中断する直前の状態に戻ることができ、充電回路１０８が積分動作を中断する直前の状態から積分動作を再開するため、照度センサ１００は積分動作の一時中断・再開が可能となる。そのため、照度センサ１００は周囲の明るさを正確に測定することができる。

[0218] なお、上記の実施の形態４では、充電回路１１０を単独で用いたが、充電回路１１０を複数個並列接続し、複数の充電用キャパシタ１１１の容量値の

和が充電用キャパシタ１０９の容量値に等しくなるようにしてもよい。

[0219] 図２８は、本発明に係る電子機器２００の構成の一例を示す図である。図２８を用いて電子機器２００の構成について説明する。電子機器２００は、入力装置２０２および照明装置２０４を備える。

[0220] 入力装置２０２は、電子機器２００を操作するために用いられる。入力装置２０２は、たとえば、複数のボタンを含む。ボタンを押すとスイッチがオン状態となり、ボタンを離すとスイッチがオフ状態となる。また、入力装置２０２は、タッチパネル、あるいは音声入力装置等であってもよい。

[0221] 照明装置２０４は、電子機器２００の表示装置としての役割を持つ。たとえば、照明装置２０４は、入力装置２０２が操作されて信号が入力されると、入力結果を表示する。

[0222] 図２９は、照明装置２０４の構成を示すブロック図である。図２９に示すように、照明装置２０４は、照明部２０６、受光部２０８、およびマイクロコンピュータ２１１を備える。照明部２０６は、たとえば、ＬＥＤ、有機ＥＬ等の光源素子を含む。これらの光源素子の点灯／消灯は、マイクロコンピュータ２１１によって制御される。

[0223] 受光部２０８は、１つの半導体基板上に照度センサ１００および赤外線反射型の近接センサ２１２を形成した半導体装置を備える。受光部２０８は、周囲光を受光するとともに、近接センサ２１２の赤外線ダイオードから出射された光が物体で反射された光を受光する。照度センサ１００は、周囲の明るさを測定し、その測定結果を示す信号をマイクロコンピュータ２１１に送出する。また、近接センサ２１２は、照明装置２０４に物体が近接しているか否かを検出し、検出結果を示す信号をマイクロコンピュータ２１１に送出する。

[0224] マイクロコンピュータ２１１は、照度センサ１００の測定結果および近接センサ２１２の検出結果に基づいて、照明部２０６の点灯制御を行なう。また、マイクロコンピュータ２１１は、照度センサ１００および近接センサ２１２を制御する。

[0225] マイクロコンピュータ２１１による照度センサ１００、照明部２０６、および近接センサ２１２の制御について説明する。マイクロコンピュータ２１１は照明部２０６の点灯制御を行なうために、照度センサ１００に測定命令を送出し、周囲の明るさの測定を開始させる。また、照度センサ１００に、命令信号ＩＳをたとえば「Ｌ」レベルで送出する。

[0226] 照度センサ１００による周囲の明るさの測定中に、マイクロコンピュータ２１１は照明装置２０４の近くの物体を検出するために近接センサ２１２に検出命令ＤＳを送出する。このとき、近接センサ２１２の赤外線ダイオードが発光することにより、照度センサ１００が周囲の明るさを正確に測定することができなくなるという不具合を防ぐために、近接センサ２１２に検出命令ＤＳを送出するのと同時に、命令信号ＩＳをたとえば「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに遷移させる。また、マイクロコンピュータ２１１が命令信号ＩＳを「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに遷移させた後に、照度センサ１００が近接センサ２１２に検出命令ＤＳを送出するようにしてもよい。

[0227] 照度センサ１００は、命令信号ＩＳが「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに遷移したことに応じて、前述した積分中断の動作を行なう。また、近接センサ２１２は、検出命令ＤＳが与えられたことに応じて、照明装置２０４の近くの物体の有無を検出し、検出結果を示す信号をマイクロコンピュータ２１１へ送出する。

[0228] マイクロコンピュータ２１１は、近接センサ２１２による照明装置２０４の近くの物体の検出は一定時間で終了させる。マイクロコンピュータ２１１は、近接センサ２１２が検出を終了すると、照度センサ１００へ送出する命令信号ＩＳを「Ｈ」レベルから「Ｌ」レベルに遷移させる。したがって、近接センサ２１２は、照度センサ１００が積分動作を行なっていないときのみ動作し、照度センサ１００は近接センサ２１２が動作中は積分動作を行なわない。

[0229] 照度センサ１００は、命令信号ＩＳがたとえば「Ｌ」レベルから「Ｈ」レベルに遷移したことに応じて、前述した積分動作を再開する。そして照度セ

ンサ１００は、周囲の明るさの測定が終わると、測定結果をデジタル信号ＤＯとしてマイクロコンピュータ２１１へ送出する。

[0230] マイクロコンピュータ２１１は、照度センサ１００の測定結果と近接センサ２１２の検出結果に基づいて、照明部２０６の点灯制御を行なう。マイクロコンピュータ２１１は、たとえば、周囲の明るさに応じて照明部２０６の明るさを調整するとともに、近接センサ２１２によって照明装置２０４の近くに物体の存在を検出したときには、照明部２０６を暗くする。上記の動作を繰り返すことにより、照明部２０６は常に最適な明るさに保たれる。

[0231] この実施の形態４では、電子機器２００は、照度センサ１００と近接センサ２１２を互いに隣接して配置しても周囲の明るさを正確に測定し、照明部２０６の明るさを照度センサ１００の測定結果と近接センサ２１２の検出結果から常に最適な明るさに調整することができる。

[0232] また、照度センサ１００および近接センサ２１２を１つの半導体基板上に形成することにより、１チップで近接センサと照度センサの機能を持つ半導体装置を提供することができる。本発明の照度センサ１００は光学フィルタを用いないため小型化に適し、容易に赤外線反射型の近接センサ２１２と同じ半導体チップ上に組み込むことができる。赤外線反射型の近接センサ２１２と、本発明に係る照度センサ１００を１チップに組み込んだ半導体装置を用いることにより電子機器全体の小型化に貢献することができる。

[0233] また、本発明に係る照度センサ１００は赤外線反射型の近接センサ２１２と互いに隣接して用いることができるばかりでなく、種々の発光素子と互いに隣接して用いても、発光素子の点灯時に積分動作を中断し、消灯時に積分動作を再開させることにより、周囲の明るさを正確に測定することができる。

[0234] また、本発明に係る照度センサ１００および半導体装置はたとえば、表示装置やキーパッドのバックライトの等の照明装置に組み込まれ、本発明に係る照明装置２０４はたとえば、携帯電話や携帯ゲーム機等の電子機器に組み込まれることにより消費電力削減に大きく貢献することができる。

[0235] 特に表示装置にタッチパネルを搭載する電子機器に赤外線反射型の近接センサと照度センサを１つの半導体基板上に構成した本発明に係る半導体装置を搭載すると電子機器の小型化に大きく貢献することができる。

[0236] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0237] 本発明のアナログ／デジタル変換器は、アナログ／デジタル変換器に入力される電流の積分動作の一時中断・再開が可能である。これを用いた照度センサを赤外線反射型の近接センサと互いに隣接して配置する場合、光学フィルタを配置しなくとも周囲の明るさを正確に計測することができる。さらに光学フィルタを用いないため、製造コストを抑えることができ、また小型化に有利であるため、産業上の利用可能性は極めて高い。

[0238] また、本発明に係る照度センサと、赤外線反射型の近接センサと、を１つの半導体基板上に組み込んだ半導体装置を用いることにより、電子機器全体の小型化に貢献できるため、産業上の利用可能性は極めて高い。

符号の説明

[0239] １，５１　光電変換器、ＰＳ，４２　光センサ、ＰＤＡ，ＰＤＢ，４３，４４，７５，７６　光ダイオード、２，３，１２，１７，ＳＷ　スイッチ、４，５　極性検出回路、６　電荷量検出回路、７，５２　演算制御部、１０，１５，２１，ＡＭＰ　演算増幅器、１１，１６，２２，２４，２６，６１，６２，１０９，１１１，１１５，１１７　キャパシタ、１３，１８，２７，２８　比較回路、２０，６０　積分回路、２３，２５，４５，４６，１１４，１１６　放電回路、３０　携帯電話機、３１　液晶パネル、３２　キーパッド、３３，４１，７３，１００　照度センサ、３４，３５　バックライト、３６　制御装置、４７　演算部、４８　制御部、７１，２００　電子機器、７２，２１２　近接センサ、７４　赤外線ダイオード、７７　物体、Ａ

Ｌ　周囲光、α，β　光、１０２　光センサ部、１０４　充放電部、１０６　アナログ／デジタル変換部、１０８，１１０　充電回路、１１２　放電部、１１８　比較部、１２０　制御計算部、２０２　入力装置、２０４　照明装置、２０６　照明部、２０８　受光部、２１１　マイクロコンピュータ、ＣＭＰ　コンパレータ、Ｅ１～Ｅ５　定電圧源。

請求の範囲

[請求項1] 光強度に応じた電流を出力する第１の光センサと、

前記第１の光センサと受光面積が異なり、光強度に応じた電流を出力する第２の光センサと、

前記第２の光センサの出力電流を受ける第１の端子と、第２および第３の端子とを有し、第１の制御信号に基づいて第１の端子を第２および第３の端子のうちのいずれか１つの端子に接続する第１のスイッチと、

前記第１のスイッチの第２の端子に接続され、入力電流の極性を検出する第１の極性検出回路と、

前記第１の光センサの出力ノードおよび前記第１のスイッチの第３の端子に接続され、入力電流を積分して電荷量を検出する電荷量検出回路と、

前記第１の極性検出回路の検出結果に基づいて前記第１の制御信号を出力するとともに、前記電荷量検出回路の検出結果に基づいて前記第１および第２の光センサの設置場所の照度を示すデジタル信号を出力する演算制御部とを備える、照度センサ。

[請求項2] さらに、前記第１および第２の光センサの各々と受光面積が異なり、光強度に応じた電流を出力する第３の光センサと、

前記第３の光センサの出力電流を受ける第１の端子と、第２および第３の端子とを有し、第２の制御信号に基づいて第１の端子を第２および第３の端子のうちのいずれか１つの端子に接続する第２のスイッチと、

前記第２のスイッチの第２の端子に接続され、入力電流の極性を検出する第２の極性検出回路とを備え、

前記電荷量検出回路は、さらに、前記第３の光センサの出力ノードおよび前記第２のスイッチの第３の端子に接続され、

前記演算制御部は、さらに、前記第２の極性検出回路の検出結果に

基づいて前記第２の制御信号を出力するとともに、前記電荷量検出回路の検出結果に基づいて前記第１、第２および第３の光センサの設置場所の照度を示すデジタル信号を出力する、請求の範囲第１項に記載の照度センサ。

[請求項3] 前記第１、第２および第３の光センサの各々は、

可視光領域で光感度が最大になる第１の光ダイオードと、

赤外光領域で光感度が最大になる第２の光ダイオードとを含み、

前記第１および第２の光ダイオードで発生した光電流の差の電流を出力する、請求の範囲第２項に記載の照度センサ。

[請求項4] 前記第１の光ダイオードのカソードが第１の電源電圧を受け、前記第１の光ダイオードのアノードが出力ノードに接続され、

前記第２の光ダイオードのカソードが前記出力ノードに接続され、前記第２の光ダイオードのアノードが前記第１の電源電圧よりも低い第２の電源電圧を受ける、請求の範囲第３項に記載の照度センサ。

[請求項5] 前記電荷量検出回路は、

第１のキャパシタと、

予め定められた充電期間だけ入力電流によって前記第１のキャパシタを充電させる第１の充電回路と、

前記第１のキャパシタの電荷量が予め定められた電荷量に到達する毎に前記第１のキャパシタを放電させる第１の放電回路と、

前記第１の充電回路による前記第１のキャパシタの充電が終了したことに応じて前記第１のキャパシタから一定の電流を流出させる第２の放電回路とを含み、

前記演算制御部は、前記第１の放電回路によって前記第１のキャパシタが放電された回数と前記第２の放電回路によって前記第１のキャパシタの全電荷を流出させるのに掛かった時間とに基づいて前記第１および第２の光センサの設置場所の照度を求める、請求の範囲第１項に記載の照度センサ。

[請求項6] 前記第１の極性検出回路は、

前記第１のキャパシタよりも小さな電荷蓄積能力を有する第２のキャパシタと、

前記第１の光センサの出力電流によって前記第２のキャパシタを充電する第２の充電回路とを含み、

前記第２の充電回路は、前記第２のキャパシタの電荷量に応じたレベルの電圧を出力する演算増幅器を有し、

前記第１の極性検出回路は、さらに、前記演算増幅器の出力電圧が参照電圧に到達したことに応じて、対応の光センサの出力電流の極性が正であることを示す信号を出力する比較回路を含み、

前記第２の充電回路は、前記比較回路の出力信号に応答して前記第２のキャパシタの充電を停止する、請求の範囲第５項に記載の照度センサ。

[請求項7] 前記第１の充電回路は、前記第１のキャパシタの電荷量に応じたレベルの電圧を出力する演算増幅器を含み、

前記第１の放電回路は、

前記第１のキャパシタと同じ電荷蓄積能力を有する第２のキャパシタと、

前記演算増幅器の出力電圧が第１の参照電圧に到達したことに応じて前記第１のキャパシタの電荷を前記第２のキャパシタに転送させる第１の転送回路とを含み、

前記第２の放電回路は、

前記第１のキャパシタよりも小さな電荷蓄積能力を有する第３のキャパシタと、

所定の周期で前記第１のキャパシタの電荷を前記第３のキャパシタに転送させ、前記演算増幅器の出力電圧が第２の参照電圧に到達したことに応じて電荷の転送を停止する第２の転送回路とを含む、請求の範囲第５項に記載の照度センサ。

[請求項8] 前記演算制御部は、

前記電荷量検出回路の前記第１の充電回路、前記第１の放電回路、および前記第２の放電回路の各々を制御し、

前記予め定められた充電期間を複数の期間に分割し、最後の期間以外の各期間が終了する毎に前記第１の放電回路によって前記第１のキャパシタが放電された回数に基づいて前記照度のモニタ値を求め、求めたモニタ値が当該期間に対して予め定められた値を越えているか否かを判別し、

前記モニタ値が前記予め定められた値を越えている場合は前記第１のキャパシタの充電を終了し、前記第２の放電回路によって前記第１のキャパシタから１定の電流を流出させ、前記第１のキャパシタの充電時間と、前記第１のキャパシタの放電回数と、前記第２の放電回路によって前記第１のキャパシタの全電荷を流出させるのに掛かった時間とに基づいて前記照度を求め、

前記モニタ値が前記予め定められた値を越えていない場合は前記第１のキャパシタの充電を継続する、請求の範囲第５項に記載の照度センサ。

[請求項9] 前記電荷量検出回路は、

第１の容量値を有する第１のキャパシタと、

前記第１の容量値よりも大きな第２の容量値を有する第２のキャパシタと、

予め定められた充電期間だけ入力電流によって前記第１のキャパシタを充電させる第１の充電回路と、

前記充電期間だけ前記第２のキャパシタを前記第１のキャパシタと同じ電圧に充電させる第２の充電回路と、

前記充電期間は、前記第１のキャパシタの電荷量が予め定められた電荷量に到達する毎に前記第１のキャパシタを放電させ、前記充電期間の終了後は、前記第１および第２のキャパシタから一定の電流を流

出させる放電回路とを含み、

前記演算制御部は、前記充電期間内に前記第１のキャパシタが放電された回数と前記充電期間の終了後に前記第１および第２のキャパシタの全電荷を流出させるのに掛かった時間とに基づいて前記第１および第２の光センサの設置場所の照度を求める、請求の範囲第１項に記載の照度センサ。

[請求項10] 前記第１の充電回路は、

一方端子が前記入力電流を受け、他方端子が前記第１のキャパシタの一方端子に接続され、前記充電期間だけ導通する第２のスイッチと、

反転入力端子が前記第１のキャパシタの一方端子に接続され、出力端子が前記第１のキャパシタの他方端子および前記第２のキャパシタの一方端子に接続され、非反転入力端子が第１の参照電圧を受ける演算増幅器とを含み、

前記第２の充電回路は、一方端子が前記第１の参照電圧を受け、他方端子が前記第２のキャパシタの他方端子に接続され、前記充電期間だけ導通する第３のスイッチと、

前記第２のキャパシタの他方端子と前記第１のキャパシタの一方端子との間に接続され、前記充電期間の終了後に導通する第４のスイッチとを含む、請求の範囲第９項に記載の照度センサ。

[請求項11] 前記放電回路は、

前記第２の容量値よりも小さな第３の容量値を有する第３のキャパシタと、

前記演算増幅器の反転入力端子と第２の参照電圧のノードとの間に前記第３のキャパシタと直列接続された第５のスイッチと、

前記第３のキャパシタの端子間に接続された第６のスイッチとを含み、

前記第５および第６のスイッチのうちの一方が導通する場合は他方

が非導通になり、

前記充電期間は、前記第１のキャパシタの電荷量が前記予め定められた電荷量に到達する毎に、前記第５のスイッチが導通して前記第１のキャパシタの全電荷が前記第３のキャパシタに１度に転送され、

前記充電期間の終了後は、前記第１および第２のキャパシタの電荷が無くなるまで、１定周期で前記第５のスイッチが導通して前記第１および第２のキャパシタの電荷が前記第３のキャパシタに転送され、

前記演算制御部は、前記充電期間内に前記第１のキャパシタが放電された回数と前記充電期間の終了後に前記第１および第２のキャパシタの電荷が前記第３のキャパシタに転送された回数とに基づいて前記第１および第２の光センサの設置場所の照度を求める、請求の範囲第１０項に記載の照度センサ。

[請求項12] 前記電荷量検出回路は、

入力電流に応じた電荷を蓄える第１の充電回路と、

前記第１の充電回路が蓄えている電荷に応じた電荷を蓄える第２の充電回路と、

一方端子が前記第１の充電回路の出力端子に接続され、他方端子が前記第２の充電回路の出力端子に接続された第２のスイッチとを含む、請求の範囲第１項に記載の照度センサ。

[請求項13] 前記電荷量検出回路は、さらに、前記第１の充電回路に蓄えられた電荷を放電させる放電部を含む、請求の範囲第１２項に記載の照度センサ。

[請求項14] 前記第１の充電回路は、

出力端子が前記第２のスイッチの一方端子に接続され、非反転入力端子が第１の参照電圧を受ける第１の演算増幅器と、

前記第１の演算増幅器の反転入力端子および出力端子間に接続された第１の充電用キャパシタと、

前記入力電流を受ける前記第１の充電回路の入力端子と前記第１の

演算増幅器の反転入力端子との間を開閉する第３のスイッチと、

前記第１の充電用キャパシタの端子間を開閉する第４のスイッチとを含む、請求の範囲第１３項に記載の照度センサ。

[請求項15] 前記第２の充電回路は、

一方端子が前記第１の演算増幅器の反転入力端子に接続される第５のスイッチと、

前記第５のスイッチの他方端子と前記第１のスイッチの他方端子との間に接続された第２の充電用キャパシタと、

出力端子が反転入力端子に接続され、非反転入力端子が第２の参照電圧を受ける第２の演算増幅器と、

前記第２のスイッチの他方端子と前記第２の演算増幅器の出力端子との間を開閉する第６のスイッチと、

前記第５のスイッチの他方端子と前記第２の演算増幅器の出力端子との間を開閉する第７のスイッチとを含む、請求の範囲第１４項に記載の照度センサ。

[請求項16] 前記放電部は第１および第２の放電回路を含み、

前記第１の放電回路は、

前記第１の充電用キャパシタの容量値の１／ｍ（ただし、ｍ≧１である）の容量値を有する第１の放電用キャパシタと、

前記第１の放電用キャパシタの一方端子と接地電圧のノードとの間を開閉するとともに、前記第１の放電用キャパシタの他方端子と前記第１の演算増幅器の反転入力端子との間を開閉する第８のスイッチと、

前記第１の放電用キャパシタの一方端子および他方端子の各々と前記第１の参照電圧のノードとの間を開閉する第９のスイッチとを有し、

前記第２の放電回路は、

前記第１の充電用キャパシタの１／ｎ（ただし、ｎ＞ｍである）の

容量を有する第２の放電用キャパシタと、

前記第２の放電用キャパシタの一方端子と前記第１の演算増幅器の反転入力端子との間を開閉するとともに、前記第２の放電用キャパシタの他方端子と前記第１の参照電圧の１／ｋ（ただし、ｋ＞１である）の電圧値を有する第３の参照電圧のノードとの間を開閉する第１０のスイッチと、

前記第２の放電用キャパシタの一方端子および他方端子の各々と前記第１の参照電圧のノードとの間を開閉する第１１のスイッチとを有する、請求の範囲第１５項に記載の照度センサ。

[請求項17] 前記電荷量検出回路は、

さらに、非反転入力端子が前記第１の演算増幅器の出力端子に接続され、反転入力端子が第４の参照電圧を受ける第１のコンパレータと、

非反転入力端子が前記第１の演算増幅器の出力端子に接続され、反転入力端子が第５の参照電圧を受ける第２のコンパレータとを含み、

前記演算制御部は、前記第１および第２のコンパレータの出力信号に基づいて前記デジタル信号を出力する、請求の範囲第１６項に記載の照度センサ。

[請求項18] 前記第１の充電用キャパシタの容量値と前記第２の充電用キャパシタの容量値が等しく、前記第１の充電用キャパシタに蓄えられている電荷と等しい量の電荷を前記第２の充電用キャパシタに蓄える、請求の範囲第１５項に記載の照度センサ。

[請求項19] 前記電荷量検出回路は、並列接続された複数の前記第２の充電回路を含み、

複数の前記第２の充電回路の複数の前記第２の充電用キャパシタの容量値の和が前記第１の充電用キャパシタの容量値に等しい、請求の範囲第１５項に記載の照度センサ。

[請求項20] 前記電荷量検出回路が入力電流を積分する動作は、一時的に中断し

た後に再開することが可能になっている、請求の範囲第１５項に記載の照度センサ。

[請求項21] 請求の範囲第５項に記載の照度センサと、

画像を表示する液晶パネルと、

前記液晶パネルに透過光を与えるバックライトと、

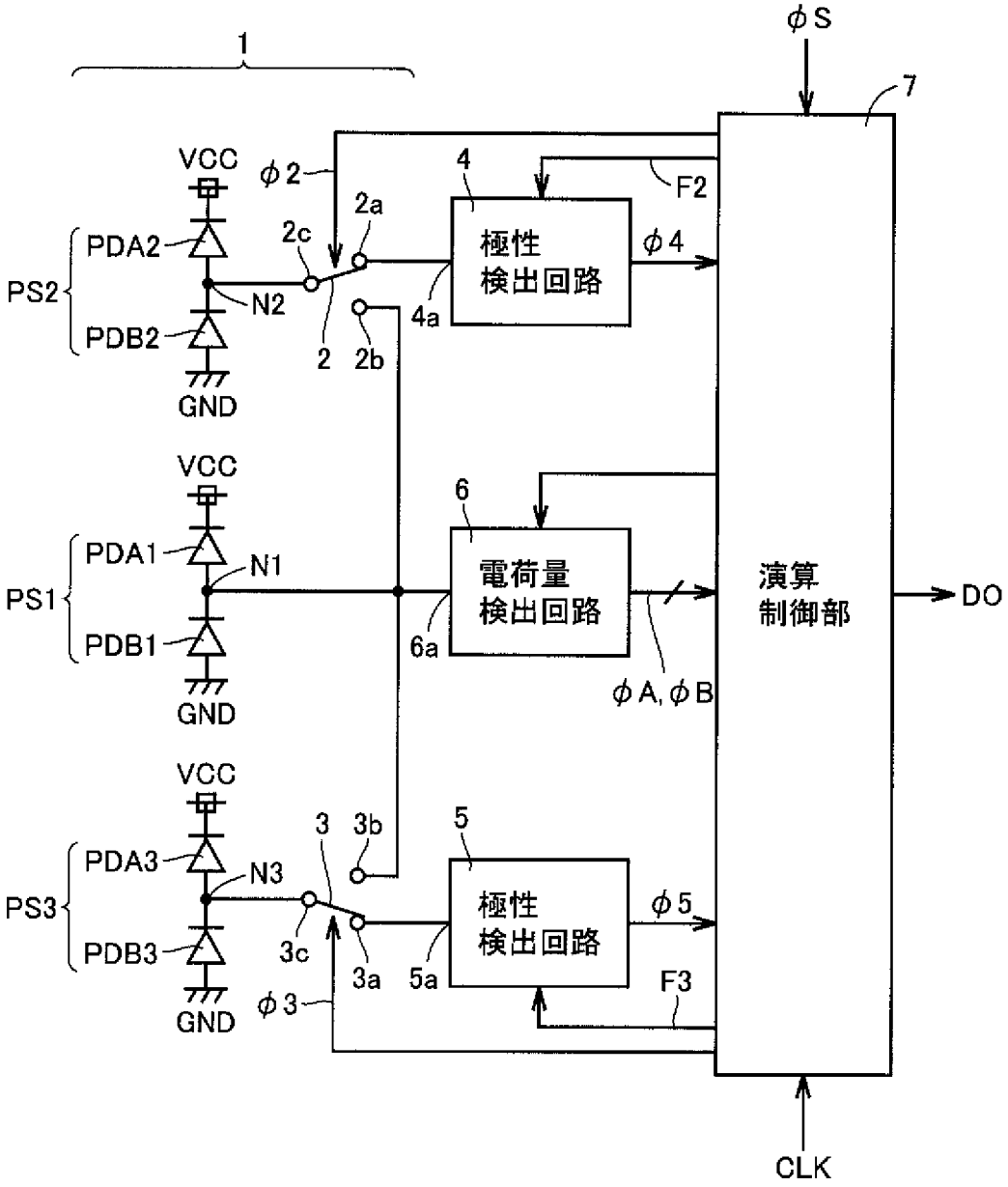
前記照度センサの検出結果に基づいて前記バックライトの明るさを制御する制御装置とを備えた、電子機器。

[請求項22] 請求の範囲第１３項に記載の照度センサと、

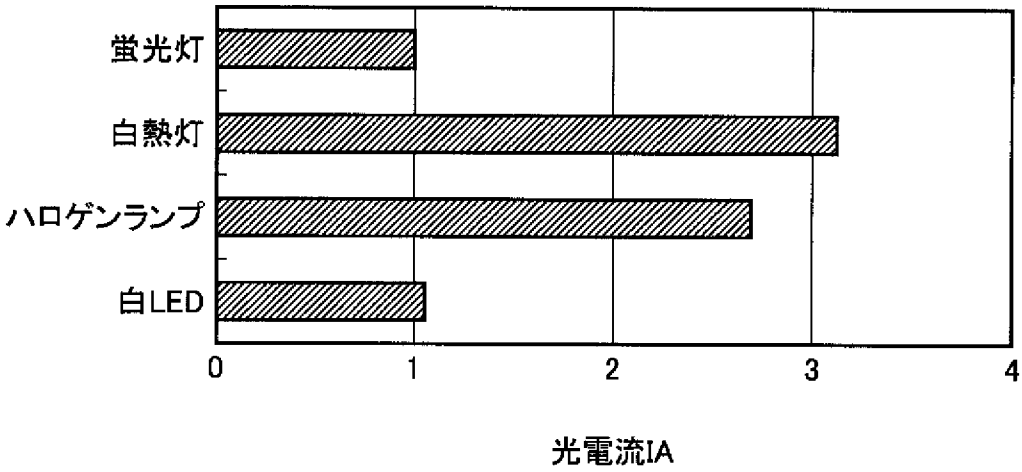
赤外線反射型の近接センサと、

前記照度センサおよび前記近接センサを搭載した１枚の半導体基板とを備える、半導体装置。

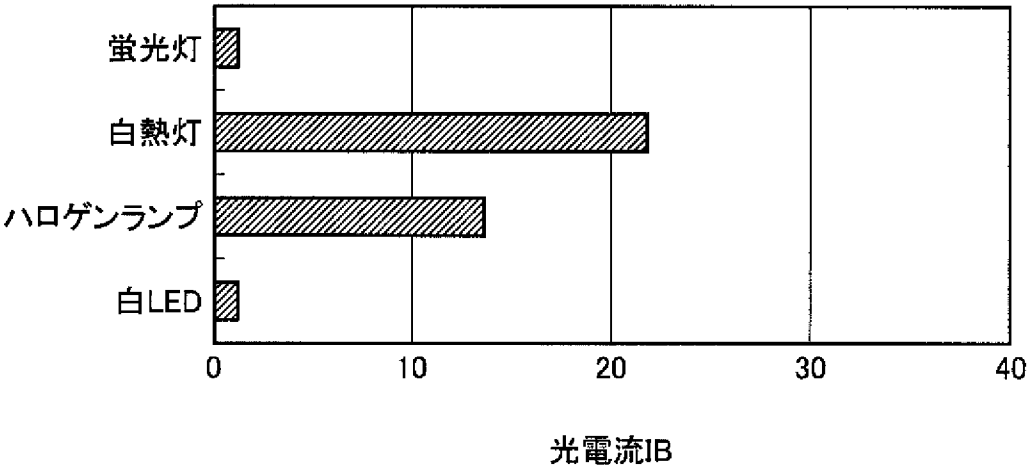
[図1]


1
φS
7
VCC
φ2
4
F2
2a
2c
極性
検出回路
φ4
PDA2
PS2
N2
4a
PDB2
2
2b
GND
VCC
6
PDA1
N1
電荷量
検出回路
演算
制御部
DO
PS1
PDB1
6a
φA, φB
GND
VCC
3
3b
5
PDA3
N3
極性
検出回路
φ5
PS3
3c
3a
5a
F3
PDB3
φ3
GND
CLK

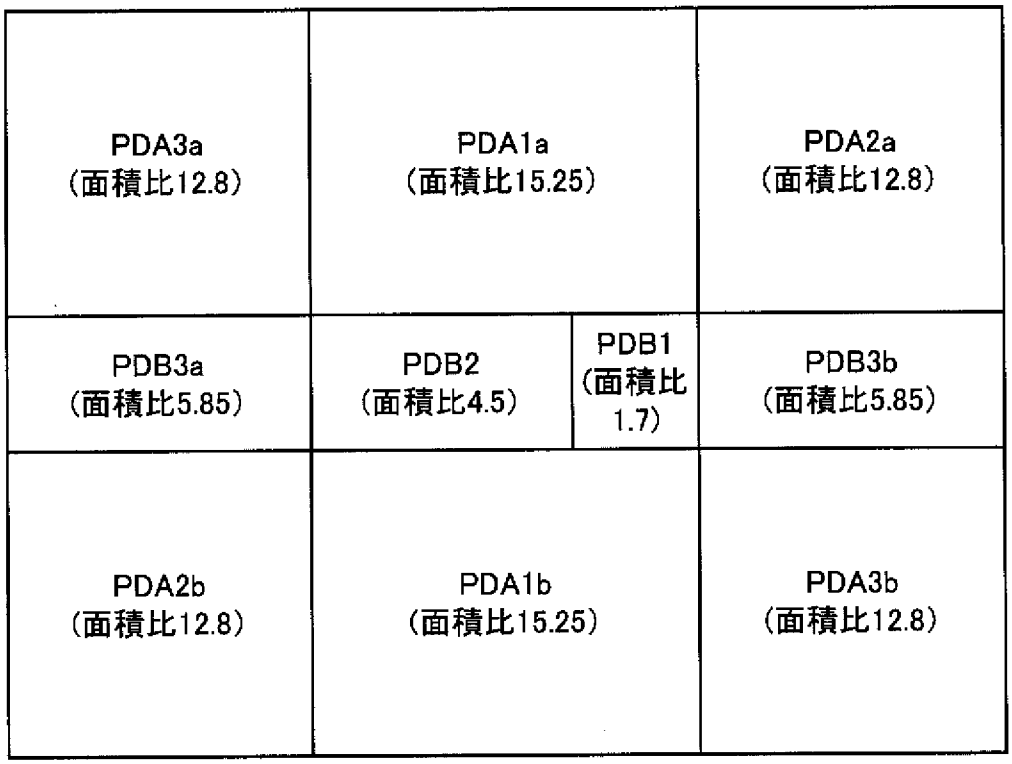
[図2]


蛍光灯
白熱灯
ハロゲンランプ
白LED
0
1
2
3
4
光電流IA

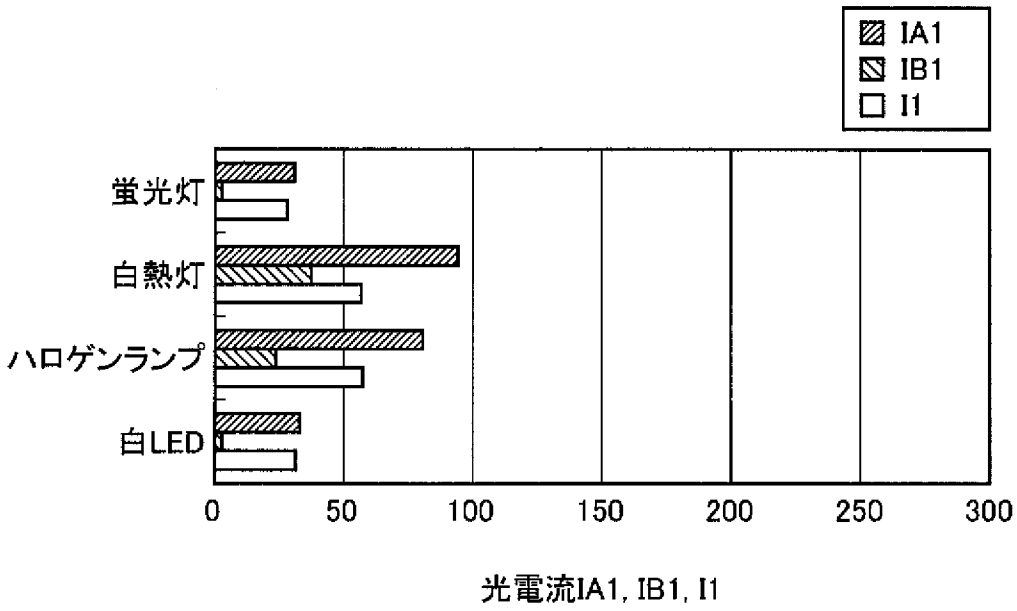
[図3]


蛍光灯
白熱灯
ハロゲンランプ
白LED
0
10
20
30
40
光電流IB

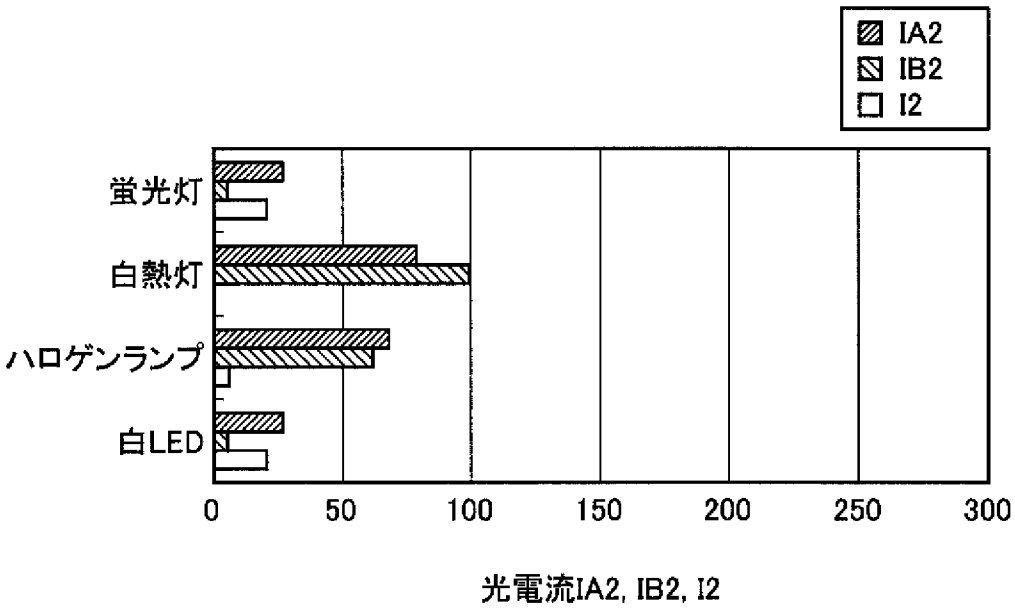
[図4]


PDA3a
(面積比12.8)
PDA1a
(面積比15.25)
PDA2a
(面積比12.8)
PDB3a
(面積比5.85)
PDB2
(面積比4.5)
PDB1
(面積比
1.7)
PDB3b
(面積比5.85)
PDA2b
(面積比12.8)
PDA1b
(面積比15.25)
PDA3b
(面積比12.8)

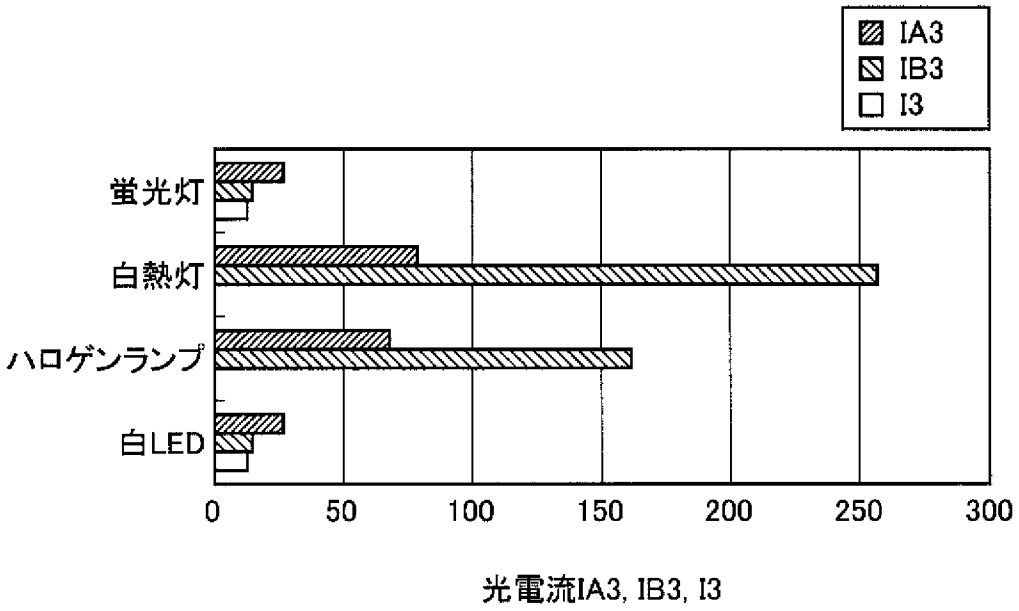
[図5]


IA1
IB1
I1
蛍光灯
白熱灯
ハロゲンランプ
白LED
0
50
100
150
200
250
300
光電流IA1, IB1, I1

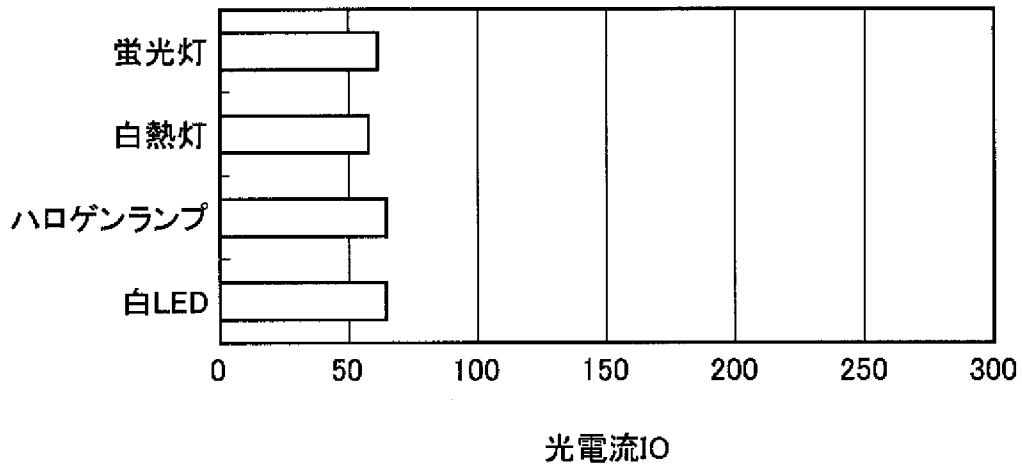
[図6]


IA2
IB2
I2
蛍光灯
白熱灯
ハロゲンランプ
白LED
0
50
100
150
200
250
300
光電流IA2, IB2, I2

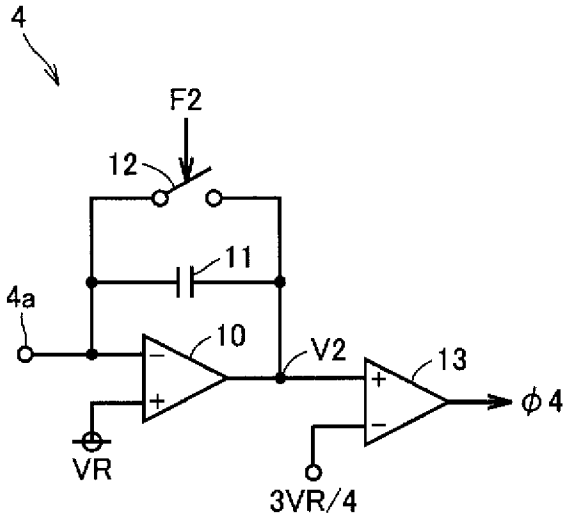
[図7]


IA3
IB3
I3
蛍光灯
白熱灯
ハロゲンランプ
白LED
0
50
100
150
200
250
300
光電流IA3, IB3, I3

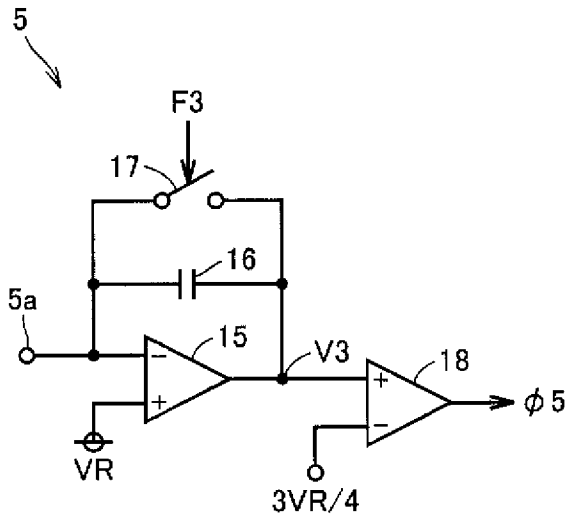
[図8]


蛍光灯
白熱灯
ハロゲンランプ
白LED
0
50
100
150
200
250
300
光電流IO

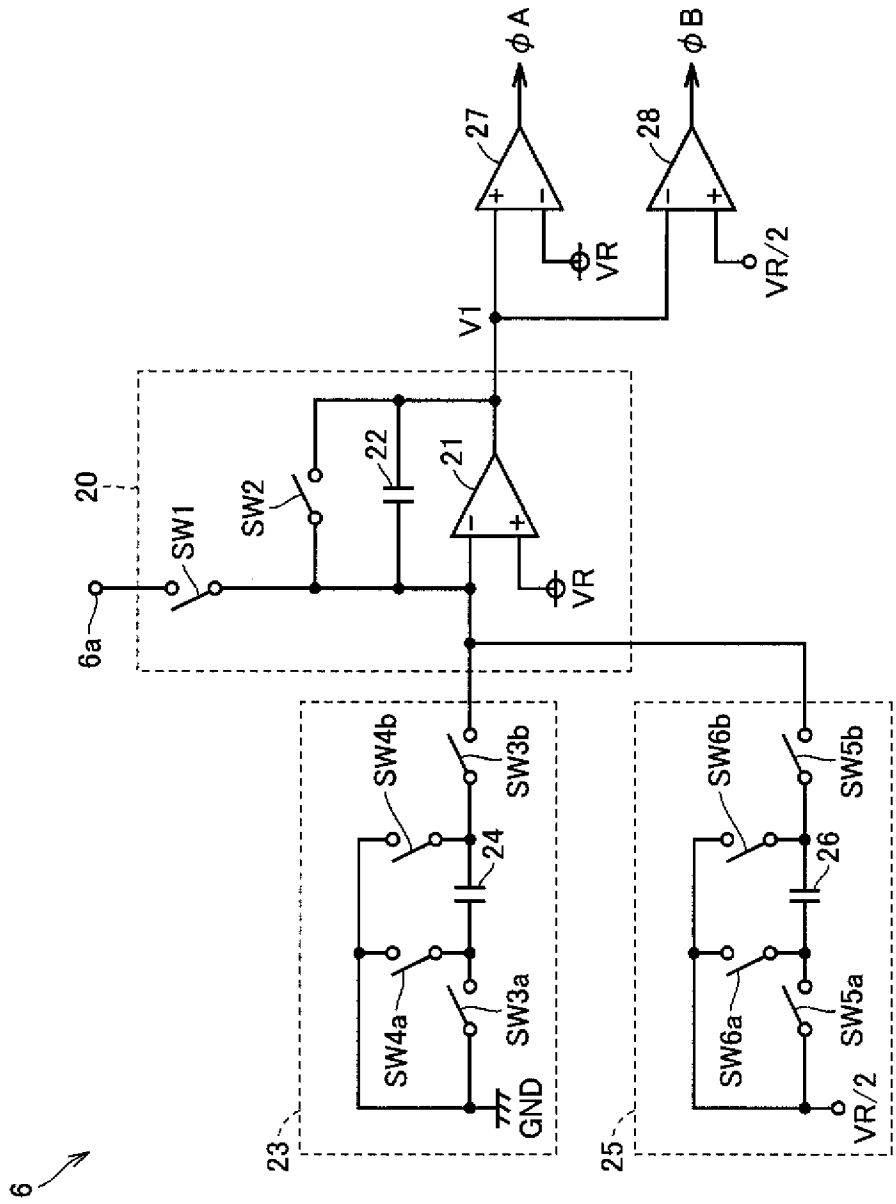
[図9]



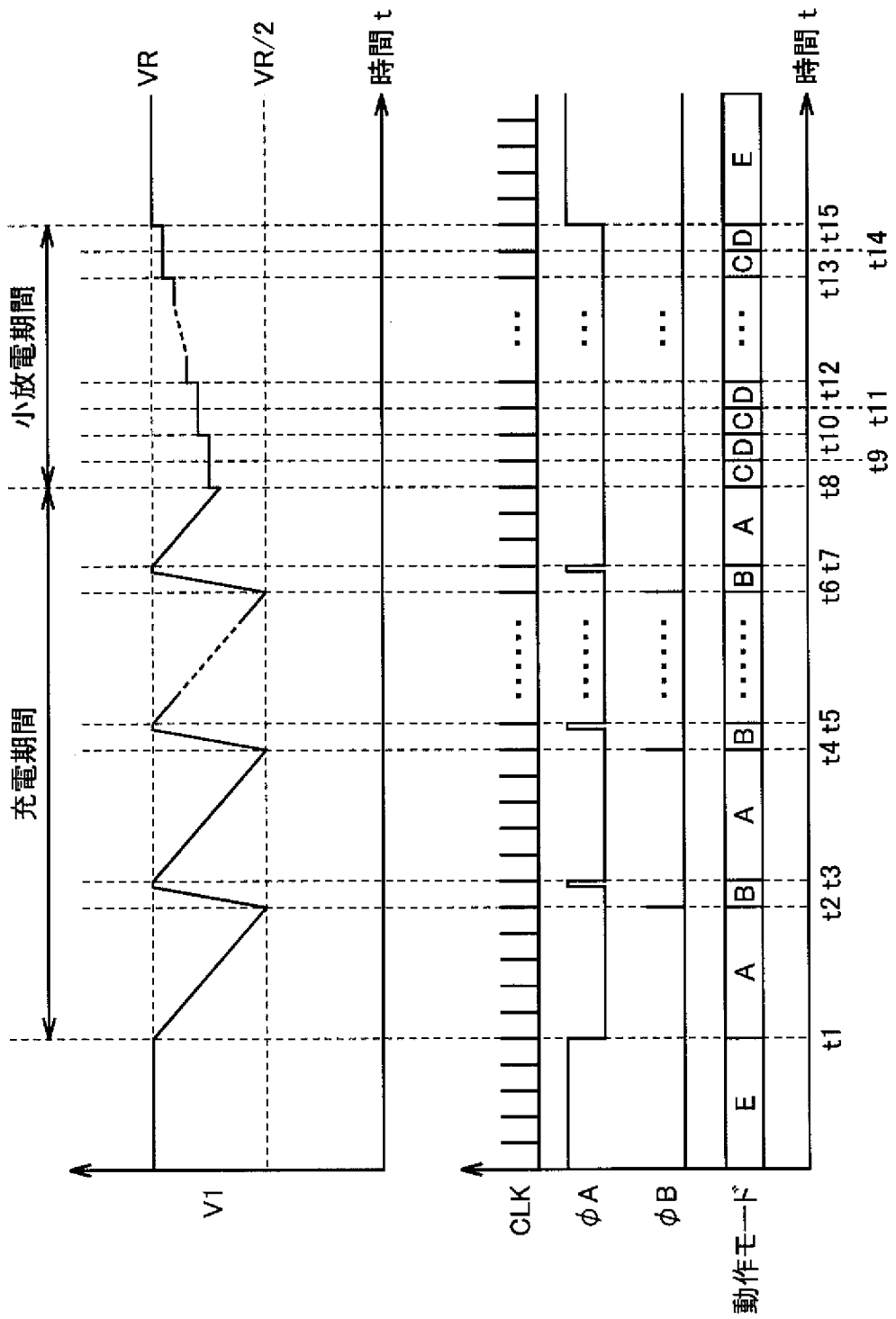
[図10]



[図11]


φA
φB
27
28
VR
VR/2
V1
20
SW1
SW2
22
21
VR
6a
SW4b
SW3b
24
SW4a
SW3a
GND
23
SW6b
SW5b
26
SW6a
SW5a
VR/2
25
6

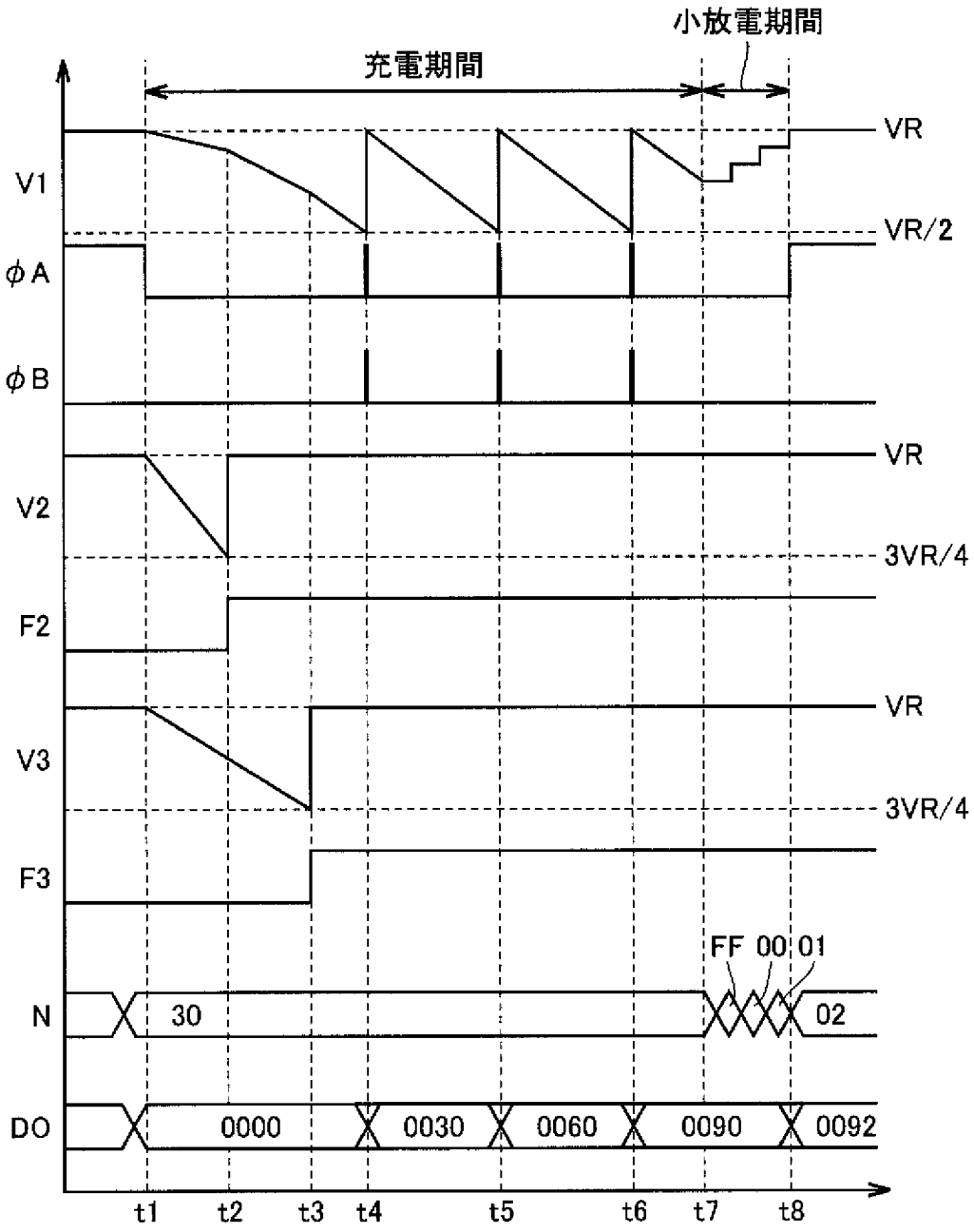
[図12]


VR
VR/2
時間 t
小放電期間
充電期間
V1
CLK
φA
φB
動作モード
E
A
B
C
D
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
t10
t11
t12
t13
t14
t15

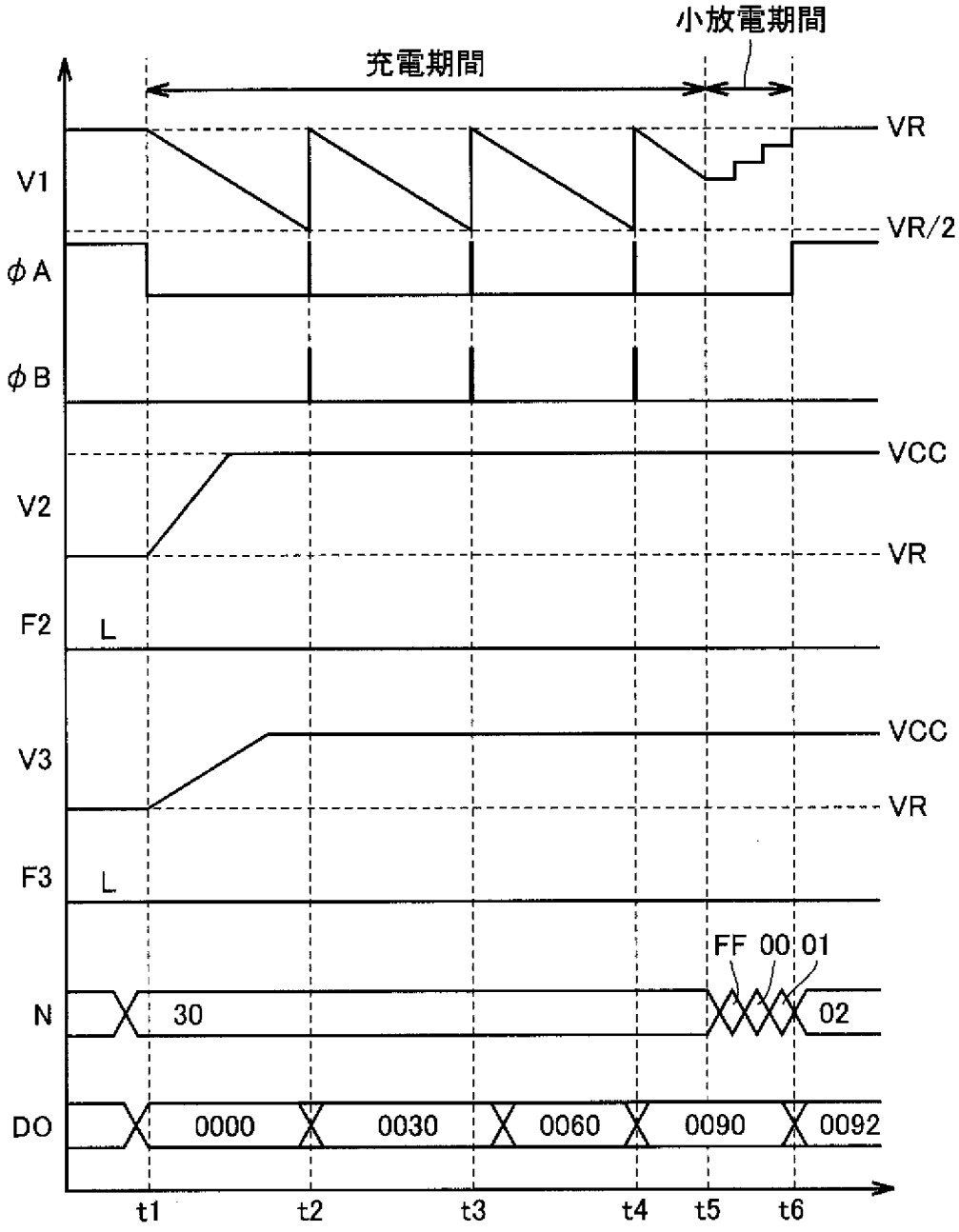
[図13]

動作モード	内容	SW1	SW2	SW3a SW3b	SW4a SW4b	SW5a SW5b	SW6a SW6b
A	キャパシタ22の充電モード	オン	オフ	オフ	オン	オフ	オン
B	キャパシタ22の大放電モード	オン	オフ	オン	オフ	オフ	オン
C	キャパシタ22の小放電モード	オフ	オフ	オフ	オン	オン	オフ
D	キャパシタ26の放電モード	オフ	オフ	オフ	オン	オフ	オン
E	停止モード	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン

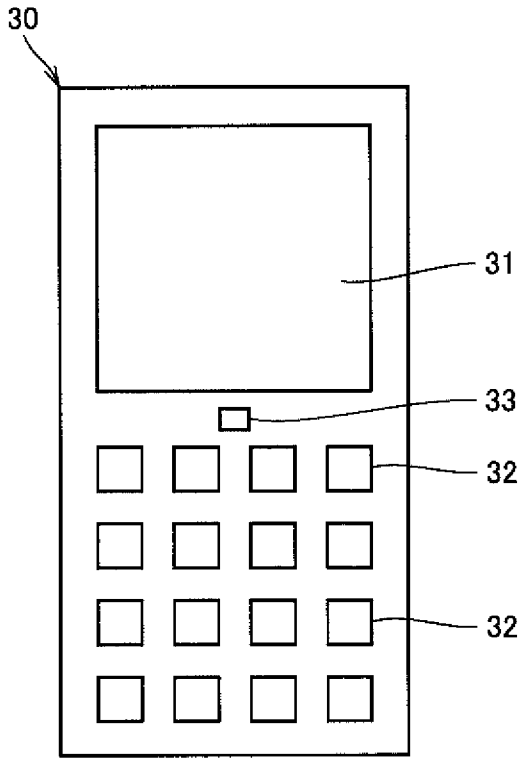
[図14]


小放電期間
充電期間
VR
V1
VR/2
φA
φB
VR
V2
3VR/4
F2
VR
V3
3VR/4
F3
FF 00 01
N
30
02
DO
0000
0030
0060
0090
0092
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
時間 t

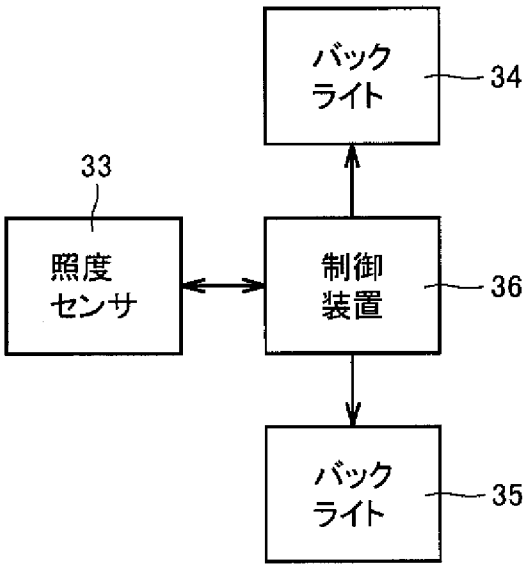
[図15]


小放電期間
充電期間
VR
V1
VR/2
φA
φB
VCC
V2
VR
F2
L
VCC
V3
VR
F3
L
FF 00 01
N
30
02
DO
0000
0030
0060
0090
0092
t1
t2
t3
t4
t5
t6
時間 t

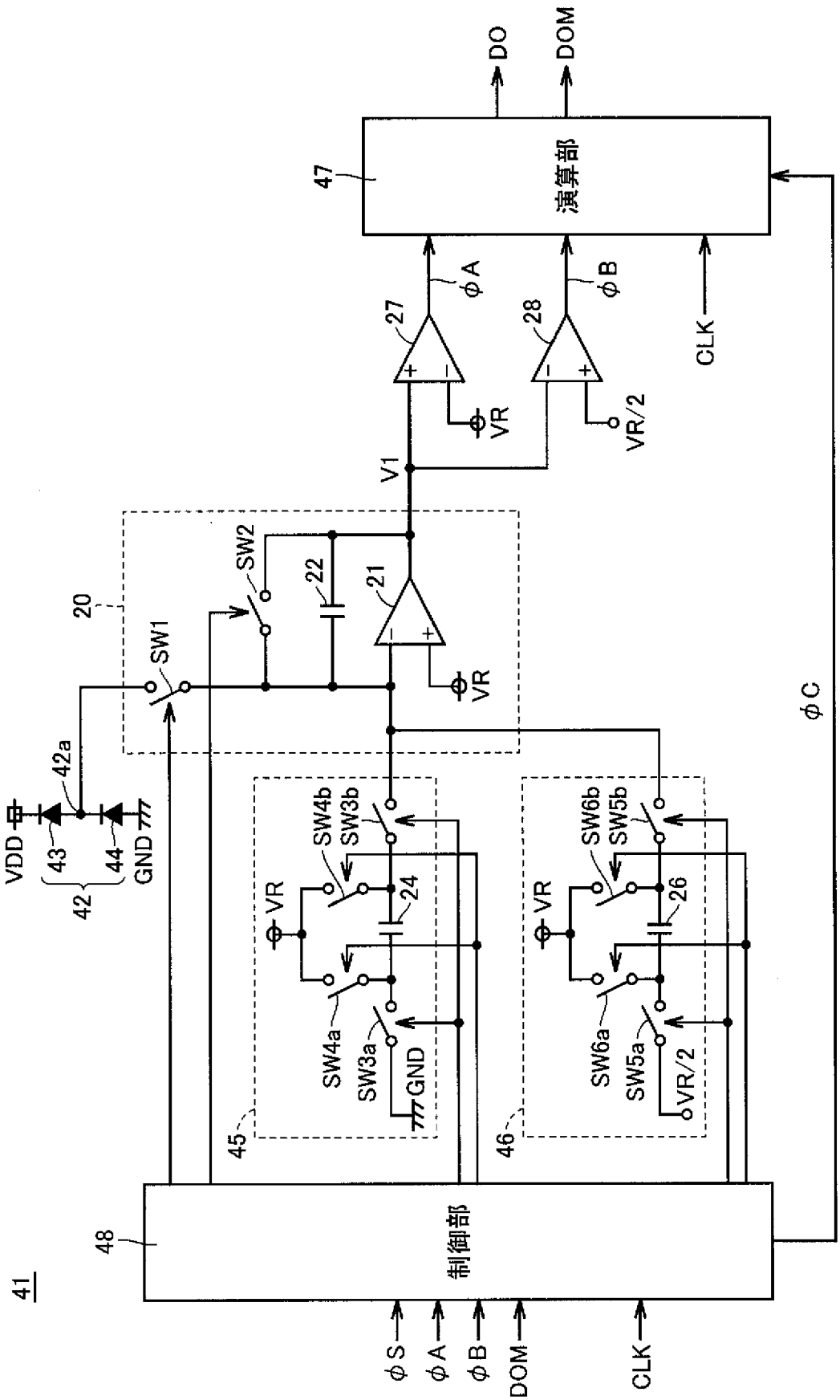
[図16]



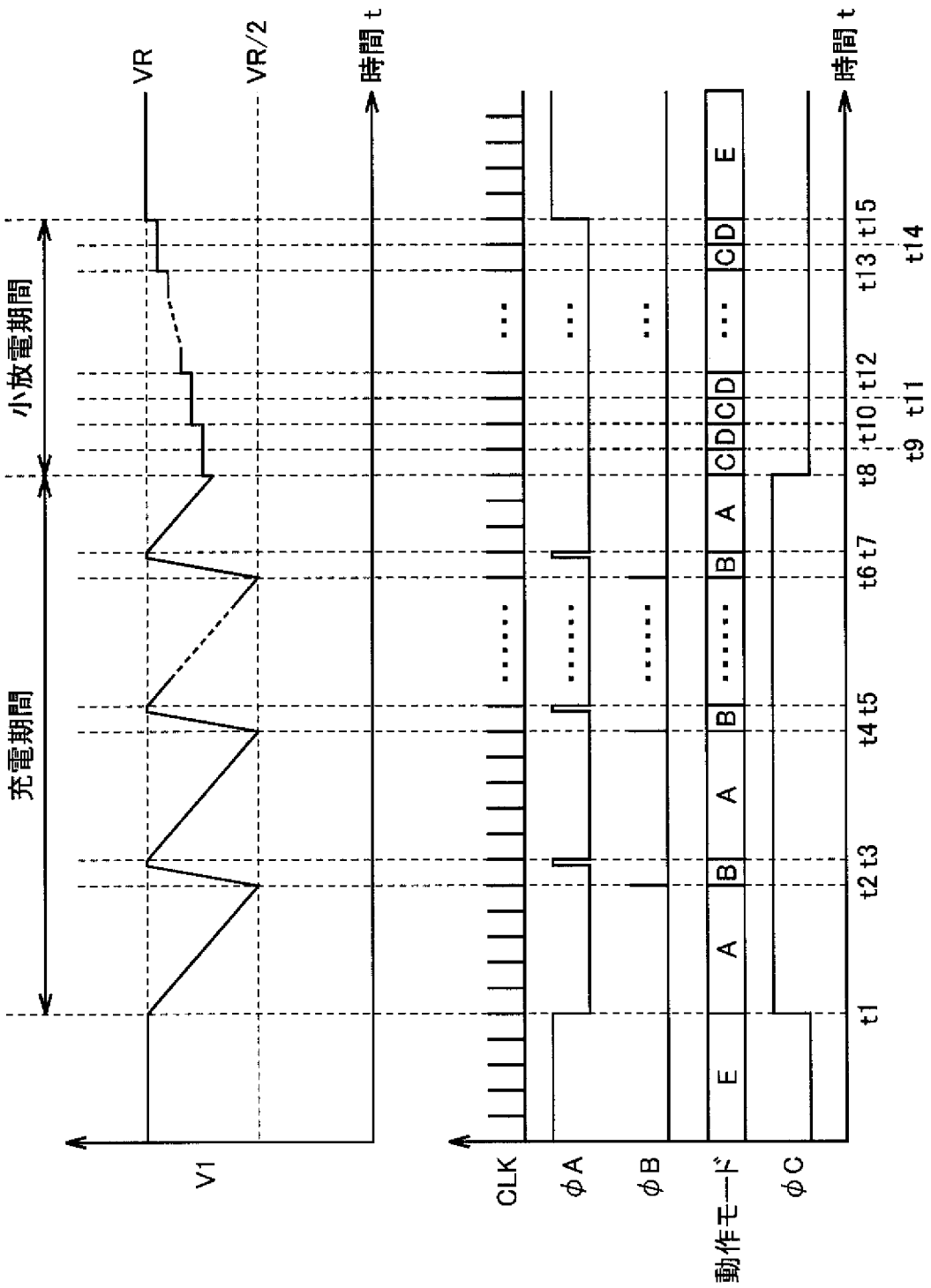
[図17]



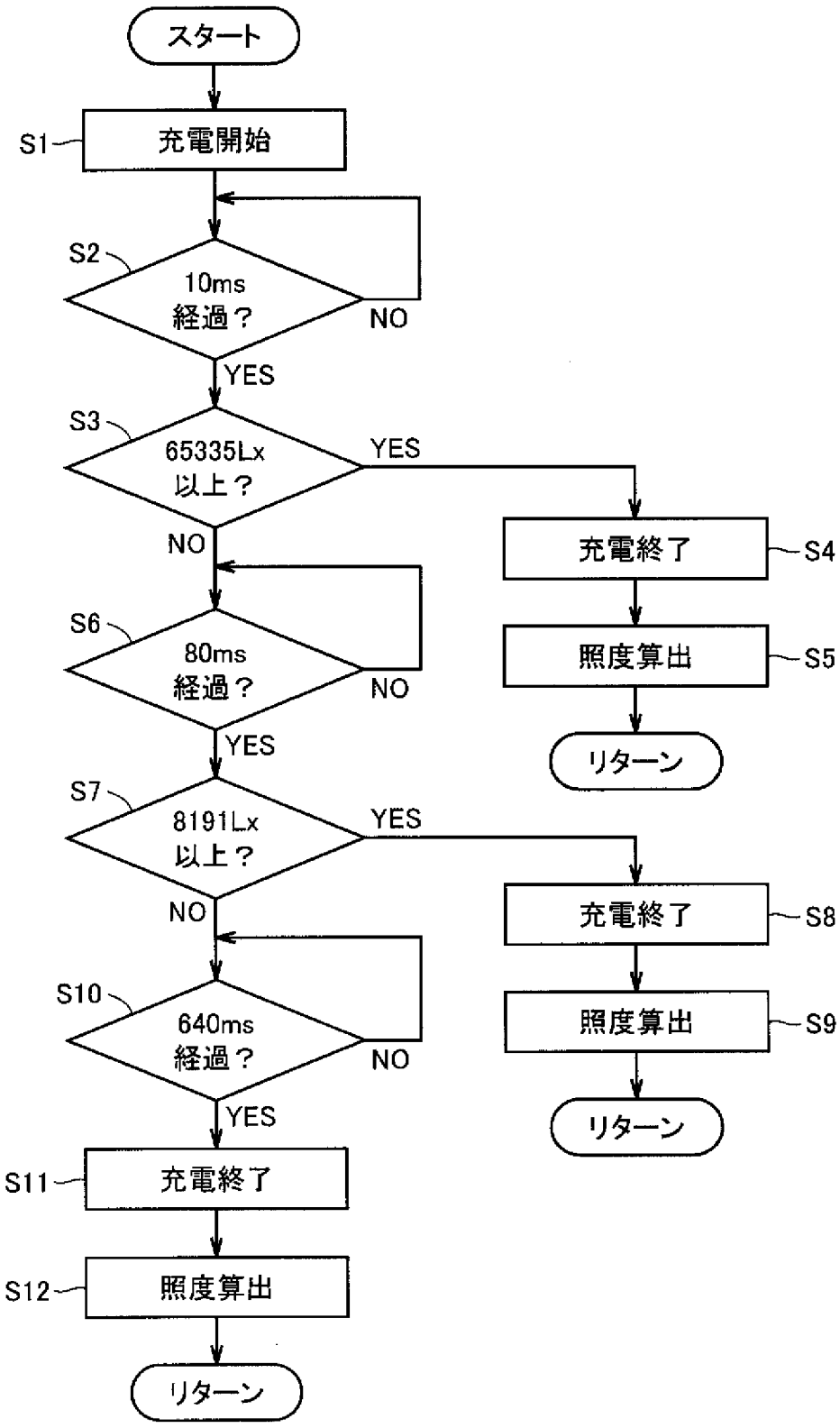
[図18]


DO
DOM
47
演算部
φA
φB
CLK
27
28
VR
VR/2
V1
20
SW2
22
21
SW1
VR
φC
42a
VDD
43
44
GND
42
SW4b
SW3b
SW6b
SW5b
VR
24
26
SW4a
SW3a
GND
SW6a
SW5a
VR/2
45
46
48
制御部
41
φS
φA
φB
DOM
CLK

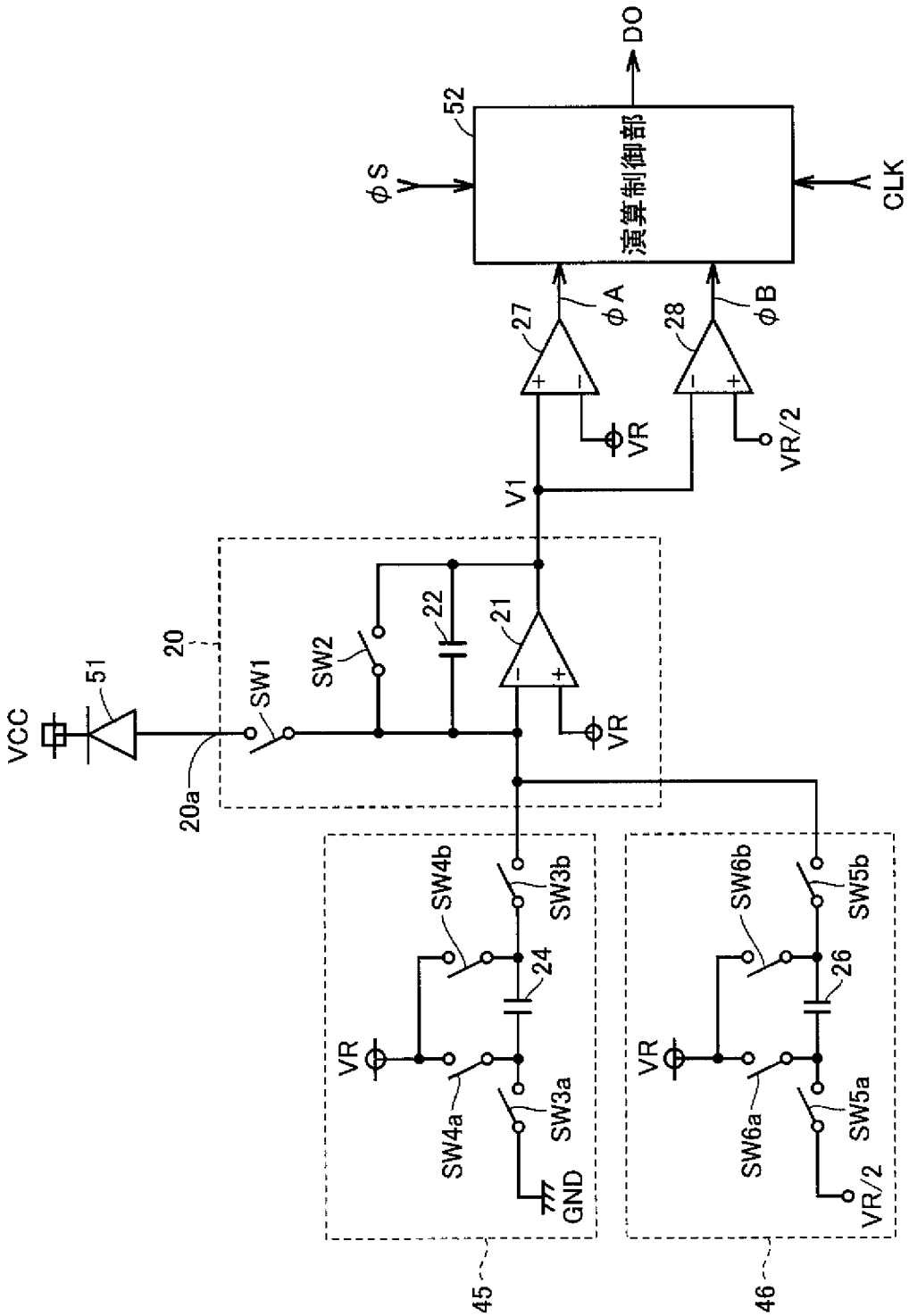
[図19]


VR
VR/2
時間 t
小放電期間
充電期間
V1
CLK
φA
φB
動作モード
φC
時間 t
t1
t2 t3
t4 t5
t6 t7
t8
t9
t10
t11
t12
t13
t14
t15
A
B
C
D
E

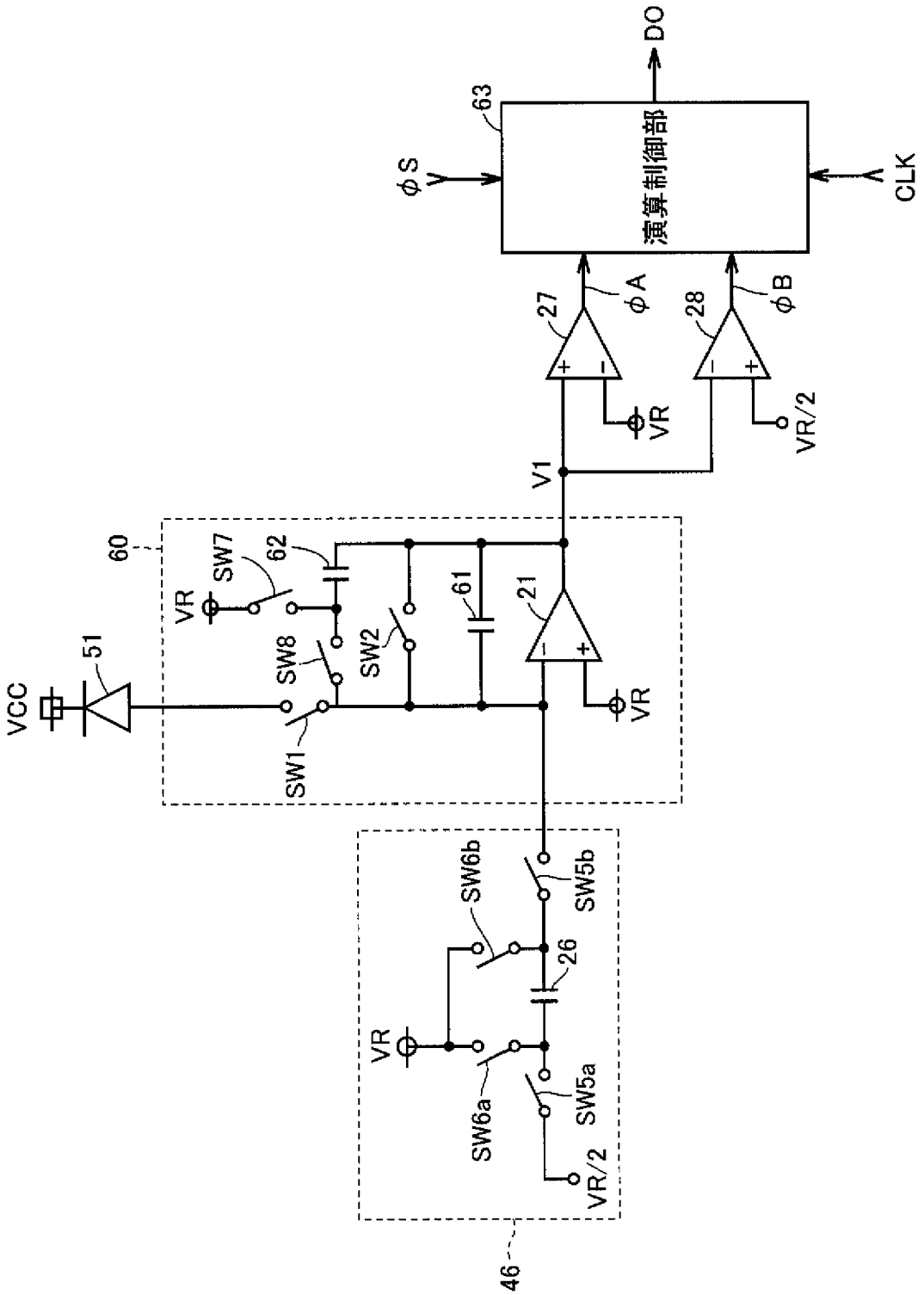
[図20]


スタート
S1
充電開始
S2
10ms
経過？
NO
YES
S3
65335Lx
以上？
YES
NO
充電終了
S4
照度算出
S5
リターン
S6
80ms
経過？
NO
YES
S7
8191Lx
以上？
YES
NO
充電終了
S8
照度算出
S9
リターン
S10
640ms
経過？
NO
YES
S11
充電終了
S12
照度算出
リターン

[図21]


DO
52
演算制御部
φS
CLK
27
φA
28
φB
VR
VR/2
V1
20
SW2
22
21
SW1
51
VCC
20a
SW4b
SW3b
24
SW4a
SW3a
GND
45
SW6b
SW5b
26
SW6a
SW5a
46

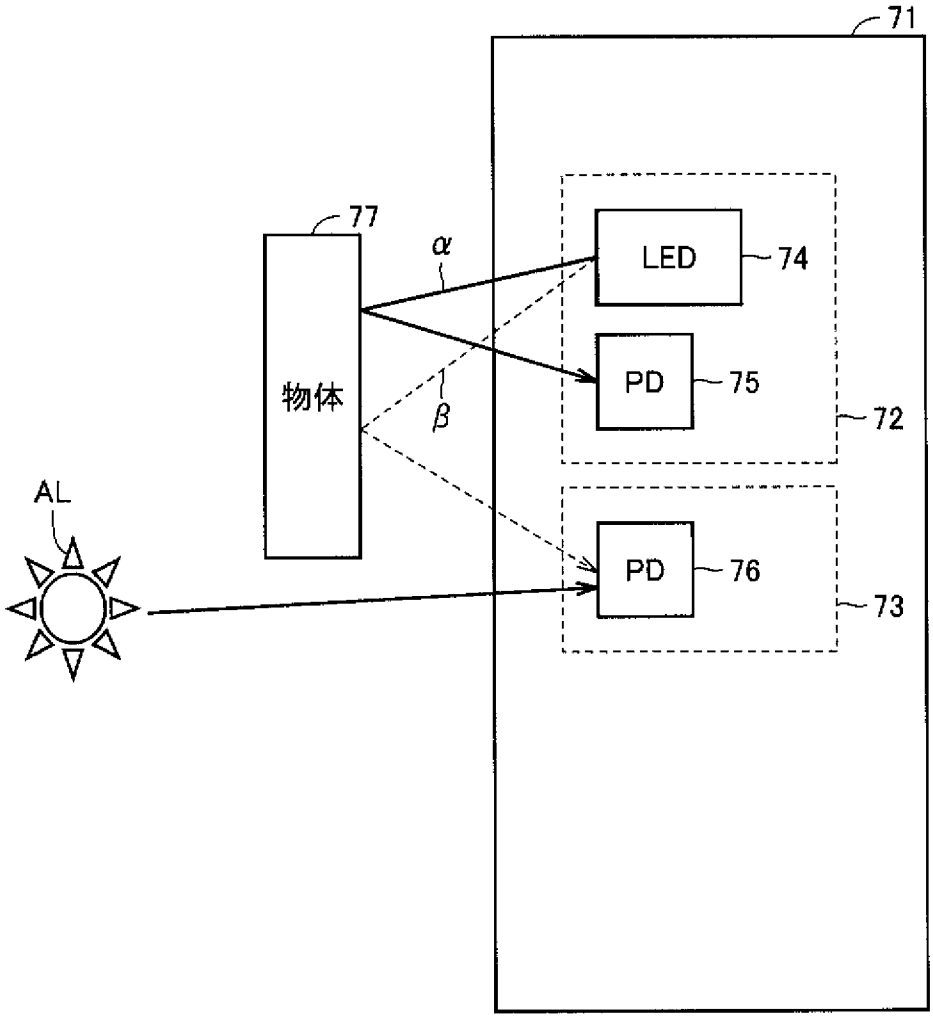
[図22]


DO
63
演算制御部
φS
CLK
27
φA
28
φB
VR
VR/2
V1
60
SW7
62
61
21
SW8
SW2
51
VCC
SW1
SW6b
SW5b
26
SW6a
SW5a
46

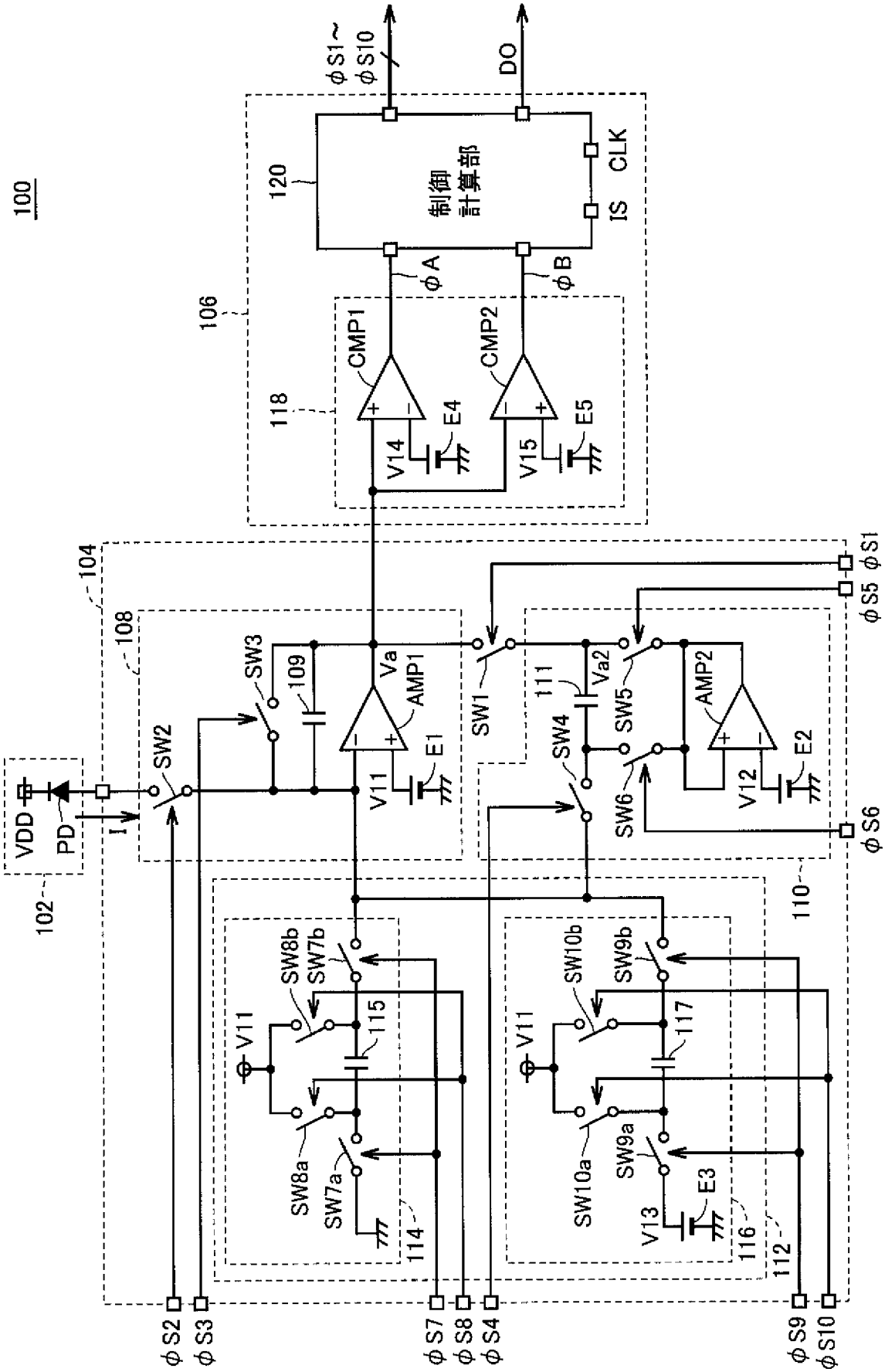
[図23]

動作モード	SW1	SW2	SW5a SW5b	SW6a SW6b	SW7	SW8
A	オン	オフ	オフ	オン	オン	オフ
B	オン	オフ	オン	オフ	オン	オフ
C	オフ	オフ	オン	オフ	オフ	オン
D	オフ	オフ	オフ	オン	オフ	オン
E	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン

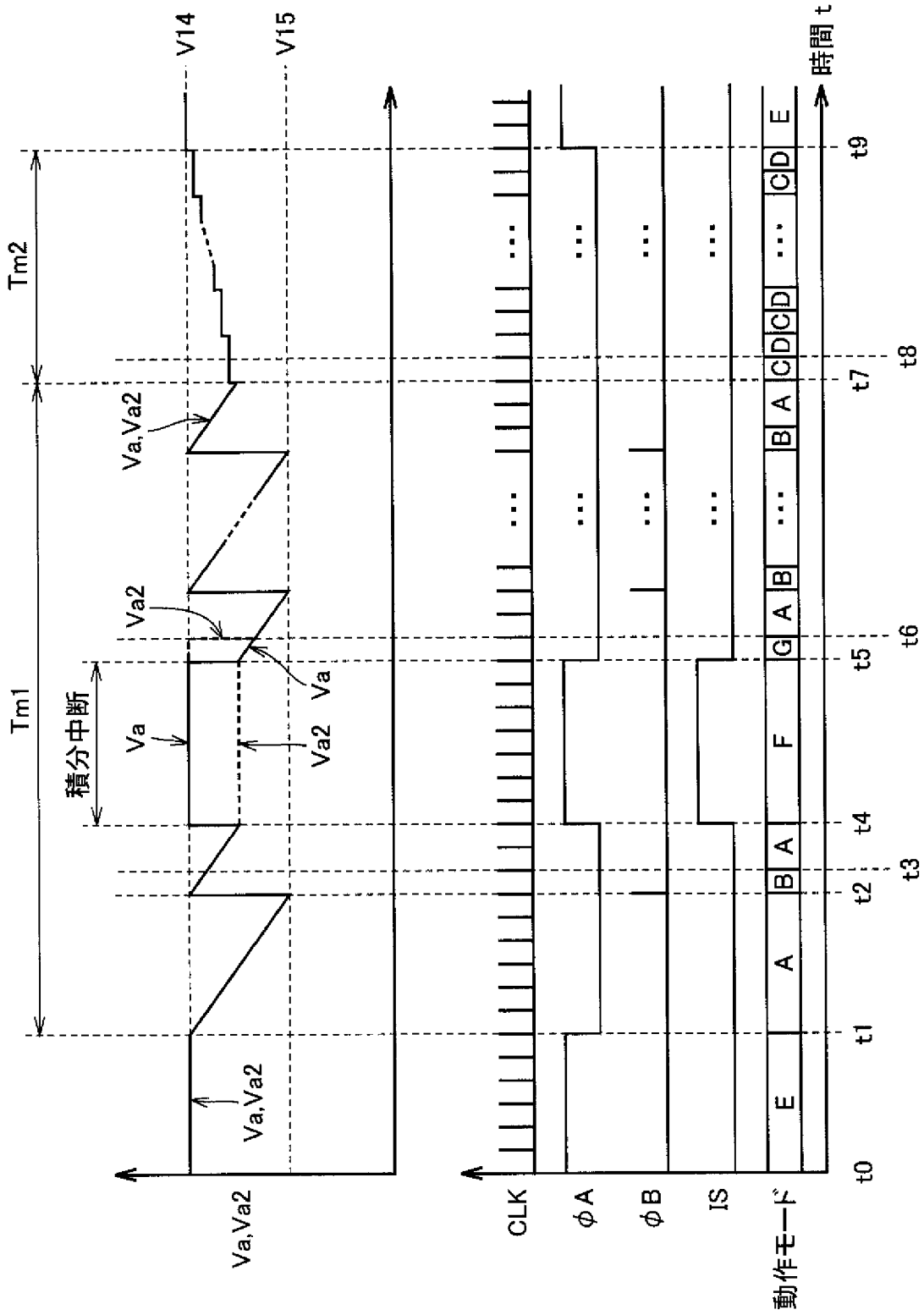
[図24]



[図25]


100
φS1~
φS10
DO
120
制御
計算部
IS
CLK
106
φA
φB
CMP1
CMP2
118
E4
E5
V14
V15
104
108
SW3
109
Va
AMP1
E1
V11
SW1
111
Va2
SW5
AMP2
E2
V12
SW4
SW6
SW2
VDD
PD
I
102
φS1
φS5
φS6
110
SW8b
SW7b
SW10b
SW9b
V11
115
117
SW8a
SW7a
SW10a
SW9a
E3
V13
114
116
112
φS2
φS3
φS7
φS8
φS4
φS9
φS10

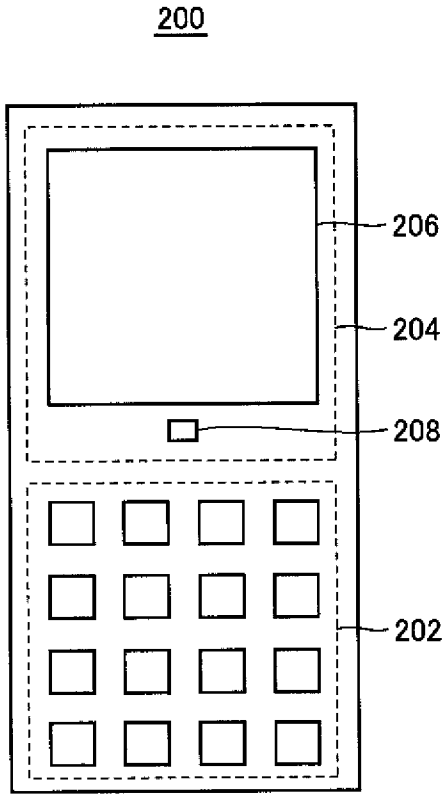
[図26]


V14
V15
Tm2
Tm1
積分中断
Va,Va2
Va2
Va
Va
Va2
Va,Va2
Va,Va2
CLK
φA
φB
IS
動作モード
時間 t
t0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
t8
t9
E
A
B
A
F
G
A
B
A
B
C
D
C
D
C
D
E

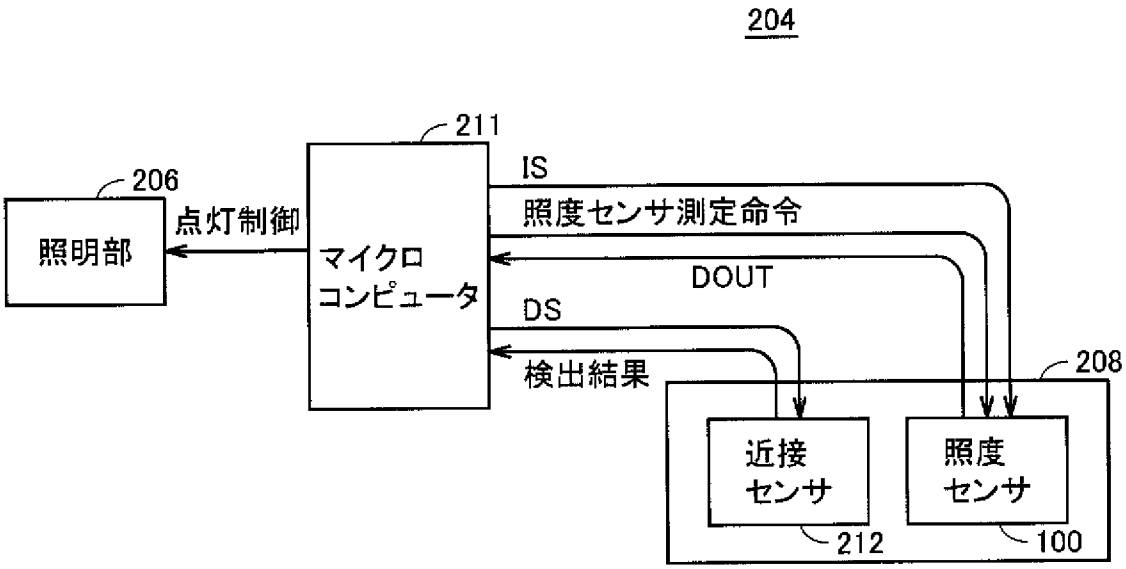
[図27]

動作モード	動作内容	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7a SW7b	SW8a SW8b	SW9a SW9b	SW10a SW10b
A	キャパシタ109の充電モード	オン	オン	オフ	オフ	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン
B	キャパシタ109の大放電モード	オン	オン	オフ	オフ	オフ	オン	オン	オフ	オフ	オン
C	キャパシタ109の小放電モード	オン	オフ	オフ	オフ	オフ	オン	オフ	オン	オン	オフ
D	キャパシタ117の放電モード	オン	オフ	オフ	オフ	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン
E	待機モード	オフ (オン)	オフ	オン	オフ (オン)	オン (オフ)	オン (オフ)	オフ	オン	オフ	オン
F	積分中断モード	オフ	オン	オン	オフ	オフ	オン	オフ	オン	オフ	オン
G	積分再開モード	オフ	オン	オフ	オン	オン	オフ	オフ	オン	オフ	オン

[図28]


200
206
204
208
202

[図29]


204
211
206
照明部
点灯制御
マイクロ
コンピュータ
IS
照度センサ測定命令
DOUT
DS
検出結果
208
近接
センサ
照度
センサ
212
100

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/054945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01J1/42(2006.01)i, *G01J1/44*(2006.01)i, *G01J1/02*(2006.01)i, *G02F1/133*(2006.01)i, *H01L31/10*(2006.01)i, *H03M1/52*(2006.01)i, *H05B37/02*(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)
G01J1/42-1/46, G01J1/02, G02F1/133, H01L31/10, H03M1/00-1/88, H05B37/00-37/02

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2008-042886 A (Rohm Co., Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; fig. 1 to 8 & US 2008/0012741 A1	1-22
A	JP 2006-118965 A (Seiko Epson Corp.), 11 May 2006 (11.05.2006), entire text; fig. 1 to 13 (Family: none)	1-22
A	JP 2003-214950 A (Canon Inc.), 30 July 2003 (30.07.2003), entire text; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-22

☒ 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
"T" 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 20 April, 2010 (20.04.10)	Date of mailing of the international search report 01 June, 2010 (01.06.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/054945

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 05-072029 A (NEC Corp.), 23 March 1993 (23.03.1993), entire text; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-22

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５４９４５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01J 1／42(2006.01)i,　G01J 1／44(2006.01)i,　G01J 1／02(2006.01)i,
G02F 1／133(2006.01) i,　H01L 31／10(2006.01) i,　H03M 1／52(2006.01)i,
H05B 37／02(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01J 1／42－1／46,　G01J 1／02,　G02F 1／133,　H01L 31／10
H03M 1／00－1／88,　H05B 37／00－37／02

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　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１０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　２００８－０４２８８６　Ａ　（ローム株式会社） ２００８．０２．２１，　全文，第１－８図 ＆　ＵＳ　２００８／００１２７４１　Ａ１	１－２２
Ａ	ＪＰ　２００６－１１８９６５　Ａ （セイコーエプソン株式会社） ２００６，０５．１１，　全文，第１－１３図 （ファミリーなし）	１－２２

☑　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	国際調査報告の発送日
２０．０４．２０１０	０１．０６．２０１０

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｗ　９８０７
平田　佳規
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９１

Ｃ（続き）．　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　２００３－２１４９５０　Ａ　（キヤノン株式会社） ２００３．０７．３０，　全文，第１－８図 （ファミリーなし）	１－２２
Ａ	ＪＰ　０５－０７２０２９　Ａ　（日本電気株式会社） １９９３．０３．２３，　全文，第１－４図 （ファミリーなし）	１－２２