

(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
2012 年 11 月 29 日(29.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/160856 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/0245 (2006.01) G01N 21/27 (2006.01)
A61B 5/1455 (2006.01) H03K 17/78 (2006.01)
G01J 1/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055967
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 8 日(08.03.2012)
- (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 2011-113482 2011 年 5 月 20 日(20.05.2011) JP
特願 2011-113485 2011 年 5 月 20 日(20.05.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所(Murata Manufacturing Co., Ltd.)
[JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 土基 博史(TSUCHIMOTO Hirofumi) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 志牟田 亨(SHIMUTA

Toru) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 広瀬 和彦(HIROSE Kazuhiko); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 3 丁目 1 番 2 号 H A P 西新宿ビル 4 階 Tokyo (JP).

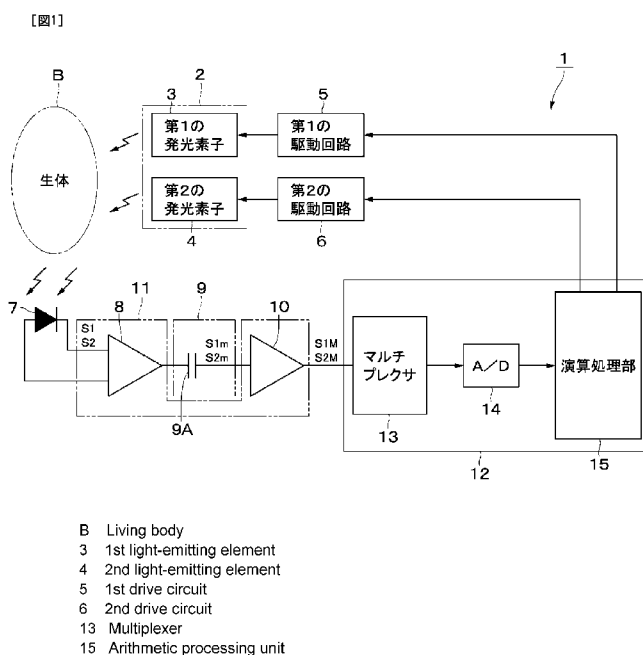
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL SENSOR DEVICE

(54) 発明の名称: 光センサ装置



(57) Abstract: The optical sensor device (1) comprises a light emitter (2) intermittently flashing two wavelengths of light towards a living body (B) at a predetermined frequency (f), and a photoreceiver (7) receiving the light from the living body (B). The photoreceiver (7) outputs first and second detection signals (S1), (S2) corresponding to each wavelength. From the first and second detection signals (S1), (S2), a filter circuit (9) extracts modulated signals (S1m), (S2m), which are amplitude-modulated signals at the predetermined frequency (f). The modulated signals (S1m), (S2m) are amplified by a subsequent-stage amplifier (10) to modulated signals (S1M), (S2M), converted to digital signals by an AD converter (14), and inputted to an arithmetic processing unit (15). The arithmetic processing unit (15) uses the digitalised modulated signals (S1M), (S2M) to calculate the direct current component (S1d), (S2d) and the alternating current component (S1a), (S2a) of the first and second detection signals (S1), (S2).

(57) 要約: 光センサ装置(1)は、2波長の光を所定周波数(f)で点滅発光して生体(B)に照射する発光器(2)と、生体(B)からの光を受光する受光器(7)とを備える。受光器(7)は、各波長に対応した第1、第2の検出信号(S1)、(S2)を出力する。第1、第2の検出信号(S1)、(S2)は、

フィルタ回路(9)によって所定周波数(f)の信号を振幅変調した変調信号(S1m)、(S2m)を抽出する。変調信号(S1m)、(S2m)は、後段増幅器(10)で変調信号(S1M)、(S2M)に増幅された後に、ADコンバータ(14)によってデジタル信号に変換され、演算処理部(15)に取り込まれる。演算処理部(15)は、デジタル信号化した変調信号(S1M)、(S2M)を用いて、第1、第2の検出信号(S1)、(S2)の直流成分(S1d)、(S2d)と交流成分(S1a)、(S2a)を演算する。



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称 : 光センサ装置

技術分野

[0001] 本発明は、発光器と受光器とを備えた光センサ装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に、光センサ装置として、被測定物に光を照射する発光器と、生体が反射または透過した光を受光する受光器とを備えたものが知られている（例えば、特許文献 1，2 参照）。特許文献 1 には、発光器によって生体の指や耳朶に光を照射すると共に、この光に基づく反射光や透過光を受光器によって受光し、受光器から出力される電気信号によって生体の脈拍に応じた光電脈波信号を検出する構成が記載されている。この構成では、受光器によって光電変換した電気信号を増幅するために、受光器に増幅器を接続すると共に、増幅された電気信号を演算器に入力し、各種の信号処理を行っている。

[0003] また、特許文献 2 には、基準光源からの光を走査鏡によって反射し、この反射光を検知素子で受光する構成が記載されている。この構成では、検知素子からの信号を直流成分と交流成分とに分けて A/D コンバータでデジタル信号に変換している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1 : 特開平 6 - 2 2 9 4 3 号公報

特許文献 2 : 特開平 2 - 1 3 8 1 5 号公報

発明の概要

[0005] ところで、特許文献 1 による光センサ装置では、受光器から出力される電気信号を増幅器によって増幅している。このとき、受光器には太陽光等の外来光が入射されることがあるから、電気信号には、外来光によるノイズ成分が重畳されることがある。このような外来光のノイズ成分が過大になると、増幅器を飽和させてしまい、光電脈波信号のような発光器からの光に基づく

信号を正しく検出することができなくなる。また、増幅器の飽和を防止するために、増幅器の増幅度を小さくすると、検出した信号レベルが小さくなり、受光感度や光電脈波信号の検出精度が劣化するという問題がある。

[0006] また、演算器等で信号処理を行うためには、例えばA/Dコンバータによってデジタル信号に変換する必要がある。このとき、受光器からの電気信号に外来光ノイズ成分が重畳されると、このノイズ成分も含めて電気信号を符号化するため、A/Dコンバータの分解能を検出信号に対して十分に高めておく必要がある。このため、ノイズ成分を含めたダイナミックレンジを確保する必要があり、製造コストが上昇するという問題もある。

[0007] 一方、特許文献2には、検知素子からの信号を直流成分と交流成分とに分けてそれぞれ増幅した後にA/Dコンバータでデジタル信号に変換する構成が開示されている。しかし、この構成では、直流成分と交流成分とを別個に信号処理しており、直流成分と交流成分との振幅の比率を検知素子からの出力時の比率に戻す構成にはなっていない。このため、例えば直流成分を用いて交流成分を正規化する場合にはそのまま適用することができない。これに加え、特許文献2に記載された光センサ装置では、直流成分と交流成分とを同期して検出しているから、直流成分と交流成分とを別個のA/Dコンバータによってそれぞれデジタル信号に変換する必要があり、製造コストが上昇する傾向がある。

[0008] 本発明は上述の問題に鑑みなされたものであり、本発明の目的は、低コスト化が可能で、直流成分を用いて交流成分を正規化することができる光センサ装置を提供することにある。

[0009] (1) . 上記課題を解決するために、本発明による光センサ装置は、予め決められた所定周波数で点滅発光し被測定物に向けて光を出力する発光器と、該発光器からの光を前記被測定物が反射または透過した光を受光し、光電変換した電気信号を出力する受光器と、該受光器から出力された電気信号のうち前記発光器の所定周波数を含む帯域を通過帯域とし、前記発光器の所定周波数で変調された変調信号を出力するフィルタ回路と、該フィルタ回路か

ら出力された前記変調信号を増幅する増幅器と、該増幅器によって増幅したアナログ信号からなる前記変調信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータと、該A/Dコンバータから出力されるデジタル信号に基づいて、前記電気信号の直流成分と交流成分を演算する演算処理部とを備えている。

[0010] 本発明では、発光器は予め決められた所定周波数で発光し、フィルタ回路は受光器から出力された電気信号のうち発光器の所定周波数で変調された変調信号を出力する構成とした。この変調信号には、被測定物が反射または透過した光による直流成分と、被測定物の吸光度の時間変化に応じた交流成分とが含まれる。この変調信号は、A/Dコンバータによってデジタル信号に変換されるから、演算処理部は、デジタル信号からなる変調信号に基づいて、受光器から出力される電気信号の直流成分と交流成分を演算することができる。具体的には、演算処理部は、例えば変調信号の時間平均を演算することによって電気信号の直流成分を算出することができると共に、変調信号から直流成分を差し引くことによって電気信号の交流成分を算出することができる。このため、演算した直流成分を用いて、交流成分の正規化することができる。

[0011] また、フィルタ回路は所定周波数よりも低い周波数の信号を遮断することができるから、フィルタ回路のカットオフ周波数を発光器の所定周波数近くまで高くすることができる。このため、例えばフィルタ回路に用いるコンデンサの容量を小さくして、小型化、低コスト化を図ることができる。

[0012] また、増幅器によってフィルタ回路から出力された変調信号を増幅するから、発光器の所定周波数よりも低周波の信号に影響されることなく、変調信号をA/Dコンバータの振幅レンジに近い範囲に増幅することができ、S/N (Signal to Noise ratio) を安定して確保することができる。これに加え、A/Dコンバータに入力される変調信号の振幅レンジが安定することから、A/Dコンバータの1ビット当りの分解能が広がる。このため、A/Dコンバータのビット幅を低減することができ、低コスト化を図ることができる。

[0013] (2) . 本発明は、前記発光器は、互いに異なる第1、第2の波長帯の光

を出力する２個の発光素子からなり、前記受光器は、前記第１，第２の波長帯の光に応じた第１，第２の電気信号を出力し、前記演算処理部は、前記第１の電気信号に基づく第１の交流成分の振幅と第１の直流成分との第１の比と、前記第２の電気信号に基づく第２の交流成分の振幅と第２の直流成分との第２の比との比率に基づいて前記被測定物の吸光度比を演算する吸光度比演算手段を備える構成としている。

[0014] 本発明では、発光器は第１，第２の波長帯の光を出力する２個の発光素子からなり、受光器は第１，第２の波長帯の光に応じた第１，第２の電気信号を出力する構成としたから、演算処理部の吸光度比演算手段は、第１の電気信号に基づく第１の交流成分の振幅と第１の直流成分との第１の比と、第２の電気信号に基づく第２の交流成分の振幅と第２の直流成分との第２の比との比率に基づいて被測定物の吸光度比を演算することができる。この結果、発光器の発光強度や受光器の受光感度が第１，第２の波長帯で異なる場合でも、このような影響を低減することができる。

[0015] (３)．本発明では、前記演算処理部は、前記変調信号の時間平均によって前記電気信号の直流成分を演算する直流成分演算手段と、前記変調信号から該直流成分演算手段によって算出した直流成分を除去して前記電気信号の交流成分を演算する交流成分演算手段とを備える構成としている。

[0016] 本発明では、演算処理部の直流成分演算手段は、変調信号の時間平均を演算することによって、電気信号の直流成分を算出することができる。また、演算処理部の交流成分演算手段は、変調信号から直流成分演算手段によって算出した直流成分を除去することによって、電気信号の交流成分を算出することができる。

[0017] (４)．本発明では、前記直流成分演算手段は、前記変調信号のうち前記発光器の発光時の信号を用いて外来光ノイズと前記発光器からの光との両方に基づく全体の直流成分を演算する全体成分演算手段と、前記変調信号のうち前記発光器の非発光時の信号を用いて外来光ノイズに基づく直流成分を演算するノイズ成分演算手段と、前記全体成分演算手段による直流成分から該

ノイズ成分演算手段による直流成分を除去して前記発光器からの光に基づく直流成分を演算するノイズ除去成分演算手段とによって構成している。

[0018] 本発明によれば、直流成分演算手段の全体成分演算手段は、変調信号のうち発光器の発光時の信号を用いて、外来光ノイズと発光器からの光との両方に基づく全体の直流成分を算出することができる。また、直流成分演算手段のノイズ成分演算手段は、変調信号のうち発光器の非発光時の信号を用いて、外来光ノイズに基づく直流成分を算出することができる。さらに、直流成分演算手段のノイズ除去成分演算手段は、全体成分演算手段による直流成分からノイズ成分演算手段による直流成分を除去することによって、発光器からの光に基づく直流成分を算出することができる。この結果、演算処理部は、外来光ノイズの影響を省いた直流成分を用いて交流成分を正規化することができるから、吸光度比を高精度に求めることができる。

[0019] (5) . 本発明では、前記フィルタ回路を含んで構成され、前記変調信号と前記電気信号の直流成分とを分離する分離回路を設け、前記A/Dコンバータは、前記変調信号に加えて該分離回路によって分離した前記電気信号の直流成分をデジタル信号に変換し、前記演算処理部は、前記A/Dコンバータから出力されるデジタル信号からなる変調信号と前記電気信号の直流成分との振幅の比率が前記増幅器による増幅前の状態となるように、前記変調信号と前記電気信号の直流成分とを前記増幅器の増幅率に基づいて変換し、前記デジタル信号の変調信号に基づいて前記電気信号の交流成分を演算する構成としている。

[0020] 本発明では、分離回路によって受光器から出力された電気信号のうち交流成分を含む変調信号と直流成分とに分離するから、増幅器によって電気信号の直流成分とは別個に変調信号を増幅することができる。ここで、外来光ノイズは主に直流成分に重畳されるため、交流成分を含む変調信号には外来光ノイズが殆ど重畳されない。このため、変調信号に対する増幅度をデジタル処理部となるA/Dコンバータの信号レンジに対して十分に大きくとることができる。S/Nの改善や安定化を図ることができる。

- [0021] また、演算処理部はデジタル信号からなる変調信号と電気信号の直流成分との振幅が増幅器による増幅前の比率となるように変換するから、受光器から出力された状態の電気信号の直流成分と変調信号の振幅の比率に再生することができる。さらに、デジタル信号の変調信号に基づいて電気信号の交流成分を演算するから、再生した直流成分と交流成分とを用いて、交流成分を正規化することができる。
- [0022] (6) . 本発明では、前記演算処理部は、前記電気信号の直流成分のうち前記発光器の非発光時の信号に基づいて外来光ノイズに基づく直流成分を演算するノイズ成分演算手段を備える構成としている。
- [0023] ここで、分離回路によって分離した電気信号の直流成分には、外来光ノイズと発光器からの光との両方に基づく成分が含まれる。このとき、演算処理部は、ノイズ成分演算手段によって外来光ノイズに基づく直流成分を演算することができるから、分離回路から出力される直流成分から外来光ノイズに基づく直流成分を除去することができる。このため、外来光ノイズの影響を省いた直流成分を用いて交流成分を正規化することができるから、吸光度比を高精度に求めることができる。
- [0024] (7) . また、本発明は、被測定物に向けて光を出力する発光器と、該発光器からの光を前記被測定物が反射または透過した光を受光し、光電変換した電気信号を出力する受光器とを備えた光センサ装置において、前記受光器から出力された電気信号を直流成分と交流成分とに分離する分離回路と、該分離回路によって分離した直流成分と交流成分とを個別の増幅率で増幅する増幅回路と、該増幅回路によって増幅したアナログ信号からなる前記直流成分と前記交流成分とをデジタル信号に変換するA/Dコンバータと、該A/Dコンバータから出力されるデジタル信号の直流成分と交流成分との振幅の比率が前記増幅回路による増幅前の状態となるように、前記デジタル信号の直流成分と交流成分とを前記増幅回路の個別の増幅率に基づいて変換し、前記電気信号の直流成分と交流成分とを再生する演算処理部とを備えたことを特徴としている。

[0025] 本発明では、分離回路によって受光器から出力された電気信号を直流成分と交流成分とに分離すると共に、増幅回路によって分離した直流成分と交流成分とを個別の増幅率で増幅する構成とした。このため、直流成分の増幅率を小さくして、外来光ノイズによる増幅回路の飽和を抑えることができる。一方、外来光ノイズは主に直流成分に重畳されるため、交流成分には外来光ノイズが殆ど重畳されない。このため、交流成分に対する増幅度をデジタル処理部となるA/Dコンバータの信号レンジに対して十分に大きくとることができる。S/Nの改善や安定化を図ることができる。

[0026] また、直流成分および交流成分のいずれもA/Dコンバータの振幅レンジに近い範囲に増幅することができるから、直流成分と交流成分のS/Nを安定して確保することができる。さらに、A/Dコンバータに入力される信号の振幅レンジが安定することから、A/Dコンバータの1ビット当りの分解能が広がる。このため、A/Dコンバータのビット幅を低減することができ、低コスト化を図ることができる。

[0027] また、演算処理部はデジタル信号の直流成分と交流成分の振幅が増幅回路による増幅前の比率となるように変換するから、受光器から出力された状態の電気信号の直流成分と交流成分の振幅の比率に再生することができる。このため、例えば再生した直流成分と交流成分とを用いて、交流成分を正規化することができる。

[0028] 本発明では、前記発光器は、予め決められた所定周波数で点滅発光する構成とし、前記分離回路は、前記発光器の所定周波数を含む帯域を通過帯域とし、前記発光器の所定周波数で変調された前記交流成分を出力する構成としてもよい。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]第1の実施の形態による光センサ装置を示す全体構成図である。

[図2]図1中の演算処理部によって実行される処理プログラムを示す流れ図である。

[図3]図1中の光センサ装置による第1、第2の検出信号と変調信号を示す説

明図である。

[図4]第2の実施の形態による光センサ装置を示す全体構成図である。

[図5]図4中の演算処理部によって実行される処理プログラムを示す流れ図である。

[図6]図4中の光センサ装置によって第1, 第2の検出信号から直流成分と交流成分を分離して増幅した状態を示す説明図である。

[図7]比較例による光センサ装置を示す全体構成図である。

[図8]第3の実施の形態による光センサ装置を示す全体構成図である。

[図9]図8中の演算処理部によって実行される処理プログラムを示す流れ図である。

[図10]図8中の光センサ装置によって第1, 第2の検出信号から直流成分と交流成分を分離して増幅した状態を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明の実施の形態による光センサ装置について添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

[0031] 図1は第1の実施の形態による光センサ装置1を示している。この光センサ装置1は、例えば被測定物としての生体Bから脈拍に応じた光電脈波信号（脈波信号）を検出する。

[0032] 発光器2は、互いに異なる第1, 第2の波長帯の光を出力する第1, 第2の発光素子3, 4によって構成されている。これらの第1, 第2の発光素子3, 4は、例えば発光ダイオード（LED）等によって形成されている。ここで、第1の発光素子3は例えば700nm帯の赤色光を発光し、第2の発光素子4は例えば900nm帯の赤外光を発光する。

[0033] また、第1, 第2の発光素子3, 4には、第1, 第2の駆動回路5, 6がそれぞれ接続されている。第1, 第2の発光素子3, 4は、第1, 第2の駆動回路5, 6から供給される駆動電流に応じて、点滅発光するものである。

[0034] ここで、第1の駆動回路5は、予め決められた所定周波数fでパルス変調した駆動電流を供給する。この所定周波数fは、光電脈波信号の信号周波数

(例えば数Hz程度)よりも高い周波数に設定され、好ましくは処理回路12によって処理可能な範囲で、光電脈波信号の信号周波数よりも10倍以上高い値(例えば数百Hz程度)に設定されている。

[0035] なお、所定周波数 f は、ADコンバータ14によってデジタル信号の変換が可能となるように、ADコンバータ14の切替サイクル(例えば400Hz)よりも十分に低い値(例えば $f = 100\text{Hz}$)に設定されている。

[0036] 第2の駆動回路6も、第1の駆動回路5とほぼ同様に構成されている。このため、第2の駆動回路6は、第2の発光素子4に向けて第1の駆動回路5と同じ所定周波数 f でパルス変調した駆動電流を供給し、第2の発光素子4を点滅発光させる。このとき、第1、第2の発光素子3、4は、例えば互いに異なるタイミングで交互に発光する。

[0037] 但し、受光器7が第1、第2の波長帯の光を分離して受光可能であれば、第1、第2の発光素子3、4は、互いに同期して一緒に発光する構成としてもよい。なお、第1、第2の発光素子3、4は、面発光レーザ(VCSEL)またはレーザダイオード(LD)を用いて形成してもよい。

[0038] 受光器7は、例えばフォトダイオード(PD)等の受光素子によって形成され、受光した光信号を例えば電流信号、電圧信号のような電気信号に光電変換して出力する。具体的には、受光器7は、発光素子3、4から照射されて生体Bで反射または透過した光を受光し、この受光した光を電気信号からなる第1、第2の検出信号 $S1$ 、 $S2$ に変換し、これらの検出信号 $S1$ 、 $S2$ を前段増幅器8に向けて出力する。このとき、第1の検出信号 $S1$ は第1の波長帯の光に応じた信号であり、第2の検出信号 $S2$ は第2の波長帯の光に応じた信号である。

[0039] なお、受光器7は、受光素子として例えばフォトランジスタを用いて形成してもよい。また、受光器7は、単一の受光素子を用いて構成してもよく、例えば光学フィルタ等を用いることによって、互いに異なる波長帯の光を受光する複数の受光素子を用いて構成してもよい。

[0040] 前段増幅器8は、例えば演算増幅器を用いて構成され、その入力端子が受

光器 7 に接続されている。この前段増幅器 8 は、受光器 7 から出力される検出信号 S1, S2 を増幅率 G_x で増幅し、フィルタ回路 9 に向けて出力する。

[0041] フィルタ回路 9 は、前段増幅器 8 と後段増幅器 10 との間に接続されたカップリングコンデンサとしてのコンデンサ 9A によって構成されている。このフィルタ回路 9 は、発光素子 3, 4 が点滅発光する所定周波数 f の信号を含めて、この信号よりも高い周波数の信号が通過可能な高域通過フィルタとして機能する。そして、フィルタ回路 9 のカットオフ周波数は、所定周波数 f の信号が通過可能な範囲で、できるだけ高い値に設定されている。

[0042] ここで、発光器 2 は所定周波数 f で点滅発光するから、第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2 は、所定周波数 f の信号を振幅変調したものになる。このとき、コンデンサ 9A は所定周波数 f よりも低周波の信号を遮断するから、フィルタ回路 9 は、第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2 が所定周波数 f で振幅変調された変調信号 S1m, S2m を出力する。

[0043] 後段増幅器 10 は、変調信号 S1m, S2m を増幅する増幅器である。後段増幅器 10 は、例えば演算増幅器を用いて構成され、前段増幅器 8 と一緒に増幅回路 11 を構成している。この後段増幅器 10 は、フィルタ回路 9 の出力側に接続され、第 1, 第 2 の変調信号 S1m, S2m を増幅率 G_y で増幅し、増幅した第 1, 第 2 の変調信号 S1M, S2M を出力する。ここで、第 1, 第 2 の変調信号 S1M, S2M の増幅率 G_m は、前段増幅器 8 と後段増幅器 10 によって設定され、増幅率 G_m は増幅率 G_x と増幅率 G_y の積に一致する ($G_m = G_x \times G_y$)。このため、第 1, 第 2 の変調信号 S1M, S2M の振幅レンジが A/D コンバータ 14 の入力レンジと同程度の値となるように、前段増幅器 8 および後段増幅器 10 の増幅率 G_x , G_y が設定されている。

[0044] 処理回路 12 は、マルチプレクサ 13、A/D コンバータ 14 および演算処理部 15 によって大略構成されている。

[0045] マルチプレクサ 13 は、後段増幅器 10 を A/D コンバータ 14 に接続している。これにより、後段増幅器 10 から出力された第 1, 第 2 の変調信号 S1M, S2M は、マルチプレクサ 13 を介して A/D コンバータ 14 に入力される。

なお、例えば第1, 第2の発光素子3, 4を交互に発光させたときには、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mも時分割された1系統の信号として単一のA/Dコンバータ14に入力することができる。この場合には、マルチプレクサ13を省いて、後段増幅器10をA/Dコンバータ14に直接接続する構成としてもよい。

[0046] A/Dコンバータ14は、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mをアナログ信号からデジタル信号に変換する。このとき、A/Dコンバータ14は、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mのうち例えばプラス側の値だけをデジタル信号に変換する。また、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mは、前段増幅器8と後段増幅器10によってA/Dコンバータ14の入力レンジと同程度の値に設定されている。このため、A/Dコンバータ14は、入力レンジ全体を使って、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mをデジタル信号に変換することができる。

[0047] 演算処理部15は、例えばマイクロコンピュータ等によって構成され、図2に示す処理プログラムを実行し、A/Dコンバータ14から出力される第1, 第2の変調信号S1M, S2Mに基づいて、第1, 第2の検出信号S1, S2の直流成分S1d, S2dと交流成分S1a, S2aを演算すると共に、生体Bの吸光度比R12を求める。なお、図2に示す処理プログラムは、例えばA/Dコンバータ14によって第1, 第2の変調信号S1M, S2Mが更新される毎に実行される。

[0048] 具体的には、図2中のステップ1ないし3に示す直流成分演算処理を実行し、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mに基づいて、第1, 第2の検出信号S1, S2の直流成分S1d, S2dを演算する。

[0049] ここで、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mには、発光素子3, 4からの光を生体Bが反射または透過したときの直流成分に加えて、外来光ノイズによる直流成分が含まれる。このため、ステップ1に示す全体成分演算処理では、第1, 第2の変調信号S1M, S2Mのうち発光素子3, 4の発光時における信号を抽出し、この抽出した信号の時間平均を演算することによって、外来光ノイズと発光素子3, 4からの光との両方に基づく直流成分S1don, S2do

nを算出する。このとき、少なくとも光電脈波信号の1周期分（例えば1秒程度）、好ましくは2周期分以上であってできるだけ短時間の時間平均を演算する。

[0050] 次に、ステップ2に示すノイズ成分演算処理では、第1、第2の変調信号S1M、S2Mのうち発光素子3、4の非発光時における信号を抽出し、この抽出した信号の時間平均を演算することによって、外来光ノイズに基づく直流成分S1doff、S2doffを算出する。

[0051] 次に、ステップ3に示すノイズ除去成分演算処理では、ステップ1で算出した直流成分S1don、S2donからステップ2で算出した直流成分S1doff、S2doffを除去して発光器2からの光に基づく直流成分S1d、S2dを演算する。

[0052] 次に、ステップ4に示す交流成分演算処理では、第1、第2の変調信号S1M、S2Mのうち発光素子3、4の発光時における信号を抽出し、この抽出した信号からステップ1で算出した直流成分S1don、S2donを減算することによって、交流成分S1a、S2aを算出する。

[0053] 次に、ステップ5では、正規化信号演算処理を実行し、直流成分S1d、S2dを用いて交流成分S1a、S2aの振幅 $\Delta S1a$ 、 $\Delta S2a$ を正規化する。具体的には、以下の数1の式に基づいて、振幅 $\Delta S1a$ 、 $\Delta S2a$ を直流成分S1d、S2dで除算することによって、第1、第2の比としての正規化信号S10、S20を算出する。

[0054] [数1]

$$S10 = \frac{\Delta S1a}{S1d}$$
$$S20 = \frac{\Delta S2a}{S2d}$$

[0055] 次に、ステップ6では、吸光度比演算処理を実行し、正規化信号S10、S20を用いて吸光度比R12を演算する。具体的には、以下の数2の式に基づいて、第1の波長による正規化信号S10を第2の波長による正規化信号S20で除算することによって、吸光度比R12を算出する。

[0056]

[数2]

$$R12 = \frac{S10}{S20}$$

[0057] また、演算処理部 15 は、吸光度比 R12に加えて、第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2に基づいて、酸素飽和度、加速度脈波、脈拍ゆらぎ等の生体情報を生成することもできる。さらに、演算処理部 15 は、第 1, 第 2 の駆動回路 5, 6 に接続され、これらを用いて第 1, 第 2 の発光素子 3, 4 の発光と受光器 7 の受光とを同期させている。

[0058] 本発明の第 1 の実施の形態による光センサ装置 1 は以上のような構成を有するものであり、次にその動作を説明する。

[0059] まず、発光器 2 と受光器 7 を生体 B の近傍に配置した状態で光センサ装置 1 のスイッチ（図示せず）をオンに切り換える。このとき、発光器 2 の第 1, 第 2 の発光素子 3, 4 は第 1, 第 2 の波長帯の光を出力し、受光器 7 はこれらの光に基づく生体 B からの反射光または透過光を受光し、各波長帯に応じた第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2を出力する。これらの第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2は、図 3 に示すように、フィルタ回路 9 によって変調信号 S1m, S2mが抽出されて処理回路 12に入力される。処理回路 12 は、A/Dコンバータ 14 によって変調信号 S1m, S2mをデジタル信号に変換し、演算処理部 15 によって直流成分 S1d, S2dと交流成分 S1a, S2aが演算されると共に、各種の処理を行う。

[0060] ここで、発光器 2 は所定周波数 f で発光し、フィルタ回路 9 は発光器 2 の所定周波数 f で変調された変調信号 S1m, S2mを出力する構成としたから、フィルタ回路 9 のカットオフ周波数を高くすることができ、コンデンサ 9A の容量を小さくすることができる。

[0061] 具体的に説明すると、光電脈波信号は生体の脈拍に応じた数 Hz 程度の低周波の信号となる。このため、光電脈波信号を分離するためには、カットオフ周波数が数 Hz 程度まで低くなり、例えば数百 μ F 程度のような大きな容量のコンデンサが必要となる。これに対し、本実施の形態では、発光器 2 の

所定周波数 f で変調された変調信号 S_{1m} , S_{2m} を分離するためには、光電脈波信号よりも高周波となる所定周波数 f の信号が通過可能であればよい。このため、フィルタ回路 9 のカットオフ周波数を高くすることができるから、コンデンサ 9 A の容量を例えば $1\ \mu\text{F}$ よりも小さくすることができ、小型化、低コスト化を図ることができる。

[0062] また、変調信号 S_{1m} , S_{2m} を増幅した変調信号 S_{1M} , S_{2M} には、発光素子 3, 4 からの光に基づく直流成分 S_{1d} , S_{2d} と光電脈波信号による交流成分 S_{1a} , S_{2a} の両方が含まれる。これに対し、変調信号 S_{1M} , S_{2M} の時間平均によって直流成分 S_{1d} , S_{2d} を求めることができる。このとき、変調信号 S_{1M} , S_{2M} のうち発光素子 3, 4 の発光時の信号を時間平均したときには、発光素子 3, 4 からの光に加えて外来光ノイズに基づく成分が含まれる。このため、本実施の形態では、変調信号 S_{1M} , S_{2M} のうち発光素子 3, 4 の発光時の信号を時間平均した直流成分 S_{1don} , S_{2don} から発光素子 3, 4 の非発光時の信号を時間平均した直流成分 S_{1doff} , S_{2doff} を減算している。これにより、外来光ノイズに基づく成分を除去して、発光素子 3, 4 からの光に基づく直流成分 S_{1d} , S_{2d} を算出することができる。

[0063] そして、演算処理部 15 は、第 1 の交流成分 S_{1a} の振幅 ΔS_{1a} と第 1 の直流成分 S_{1d} との第 1 の比としての正規化信号 S_{10} と、第 2 の交流成分 S_{2a} の振幅 ΔS_{2a} と第 2 の直流成分 S_{2d} との第 2 の比としての正規化信号 S_{20} との比率に基づいて、吸光度比 R_{12} を演算することができる。これにより、発光器 2 の発光強度や受光器 7 の受光感度が第 1, 第 2 の波長帯で異なる場合でも、このような影響を低減することができる。これに加え、外来光ノイズの影響を省いた直流成分 S_{1d} , S_{2d} を用いて交流成分 S_{1a} , S_{2a} の振幅 ΔS_{1a} , ΔS_{2a} を正規化するから、生体 B の吸光度比 R_{12} を高精度に求めることができる。

[0064] また、変調信号 S_{1M} , S_{2M} は、前段増幅器 8 と後段増幅器 10 によって増幅率 G_m で増幅される。このとき、変調信号 S_{1M} , S_{2M} は、フィルタ回路 9 によって直流のノイズ成分等が除去されるから、第 1, 第 2 の検出信号 S_1 , S_2

2に比べて、外来光ノイズの影響が小さい。このため、外来光ノイズによる増幅器8, 10の飽和を抑えることができる。これに加えて、変調信号S_{1m}, S_{2m}の振幅レンジが安定するから、増幅した変調信号S_{1M}, S_{2M}の振幅レンジをADコンバータ14の入力レンジと同程度の値に設定することができる。このため、S/Nを安定して確保することができる。これに加えて、ADコンバータ14の最下位ビット当りの分解能である最小分解能が向上するから、ADコンバータ14のビット幅を低減することができ、低コスト化を図ることができる。

[0065] なお、前記第1の実施の形態では、図2中のステップ1ないし3が直流成分演算手段の具体例を示している。また、図2中のステップ1が全体成分演算手段の具体例を示し、図2中のステップ2がノイズ成分演算手段の具体例を示し、図2中のステップ3がノイズ除去成分演算手段の具体例を示している。また、図2中のステップ4が交流成分演算手段の具体例を示し、図2中のステップ6が吸光度比演算手段の具体例を示している。

[0066] 次に、図4は第2の実施の形態による光センサ装置21を示している。この光センサ装置21は、例えば被測定物としての生体Bから脈拍に応じた光電脈波信号（脈波信号）を検出する。

[0067] 発光器22は、互いに異なる第1, 第2の波長帯の光を出力する第1, 第2の発光素子23, 24によって構成されている。これらの第1, 第2の発光素子23, 24は、例えば発光ダイオード（LED）等によって形成されている。ここで、第1の発光素子23は例えば700nm帯の赤色光を発光し、第2の発光素子24は例えば900nm帯の赤外光を発光する。

[0068] また、第1, 第2の発光素子23, 24には、第1, 第2の駆動回路25, 26がそれぞれ接続されている。第1, 第2の発光素子23, 24は、第1, 第2の駆動回路25, 26から供給される駆動電流に応じて、継続的な連続発光または間欠的な点滅発光するものである。

[0069] ここで、第1, 第2の発光素子23, 24は、例えば時分割的に交互に発光してもよい。また、受光器27が第1, 第2の波長帯の光を分離して受光

可能であれば、第1, 第2の発光素子23, 24は、互いに同期して一緒に発光する構成としてもよい。なお、第1, 第2の発光素子23, 24は、面発光レーザ（VCSEL）またはレーザダイオード（LD）を用いて形成してもよい。

[0070] 受光器27は、例えばフォトダイオード（PD）等の受光素子によって形成され、受光した光信号を例えば電流信号、電圧信号のような電気信号に光電変換して出力する。具体的には、受光器27は、発光素子23, 24から照射されて生体Bで反射または透過した光を受光し、この受光した光を電気信号からなる第1, 第2の検出信号S1, S2に変換し、これらの検出信号S1, S2を前段増幅器28に向けて出力する。このとき、第1の検出信号S1は第1の波長帯の光に応じた信号であり、第2の検出信号S2は第2の波長帯の光に応じた信号である。

[0071] なお、受光器27は、受光素子として例えばフォトトランジスタを用いて形成してもよい。また、受光器27は、単一の受光素子を用いて構成してもよく、例えば光学フィルタ等を用いることによって、互いに異なる波長帯の光を受光する複数の受光素子を用いて構成してもよい。

[0072] 前段増幅器28は、例えば演算増幅器を用いて構成され、その入力端子が受光器27に接続されている。この前段増幅器28は、受光器27から出力される検出信号S1, S2を増幅率 G_x で増幅し、分離回路29に向けて出力する。

[0073] 分離回路29は、前段増幅器28の出力端子に並列に接続された第1, 第2の分岐線路30, 31と、第2の分岐線路31の途中に接続された高域通過フィルタとして機能するフィルタ回路32とによって構成されている。フィルタ回路32は、前段増幅器28と後段増幅器33との間に接続されたカップリングコンデンサとしてのコンデンサ32Aによって構成されている。

[0074] このとき、第1の分岐線路30は、直流成分S1d, S2dを含めて前段増幅器28から出力された第1, 第2の検出信号S1, S2をそのまま伝送する。このため、第1の分岐線路30は、第1, 第2の検出信号S1, S2の直流成

分 S1d, S2d を伝送する直流成分伝送路となっている。

[0075] 一方、第2の分岐線路31には、カップリングコンデンサとして機能するコンデンサ32Aが設けられている。このため、コンデンサ32Aによって第1, 第2の検出信号S1, S2の直流成分S1d, S2dが遮断されるから、第2の分岐線路31は、第1, 第2の検出信号S1, S2の交流成分S1a, S2aを伝送する交流成分伝送路となっている。また、コンデンサ32Aの容量は、通過させる第1, 第2の検出信号S1, S2の交流成分S1a, S2aの周波数に応じて設定される。

[0076] なお、第1, 第2の交流成分S1a, S2aが第1, 第2の直流成分S1d, S2dに比べて十分に小さい（例えば $1/10$ 以下）ときには、第1, 第2の検出信号S1, S2は直流成分S1d, S2dとほぼ同じ信号となるから、第1の分岐線路30は、第1, 第2の検出信号S1, S2をそのまま伝送する。逆に、第1, 第2の交流成分S1a, S2aが第1, 第2の直流成分S1d, S2dと同程度になるとき、または第1, 第2の交流成分S1a, S2aが第1, 第2の直流成分S1d, S2dよりも大きくなるときには、第1の分岐線路30には、例えば積分器のような低域通過フィルタを接続する構成としてもよい。

[0077] 後段増幅器33は、第1, 第2の交流成分S1a, S2aを増幅する増幅器である。後段増幅器33は、第2の分岐線路31のうちコンデンサ32Aの出力側に接続され、第1, 第2の検出信号S1, S2の交流成分S1a, S2aを増幅率 G_y で増幅し、増幅した第1, 第2の交流成分S1A, S2Aを出力する。この後段増幅器33は、例えば演算増幅器を用いて構成され、前段増幅器28と共に増幅回路34を構成している。このとき、第1, 第2の検出信号S1, S2の直流成分S1d, S2dの増幅率 G_d は前段増幅器28によって設定され、増幅率 G_d は増幅率 G_x に一致する（ $G_d = G_x$ ）。一方、第1, 第2の検出信号S1, S2の交流成分S1A, S2Aの増幅率 G_a は前段増幅器28と後段増幅器33によって設定され、増幅率 G_a は増幅率 G_x と増幅率 G_y の積に一致する（ $G_a = G_x \times G_y$ ）。このため、増幅回路34は、分離回路29によって分離した第1, 第2の検出信号S1, S2の直流成分S1d, S2dと交流成分S1a, S2

aとを個別の増幅率 G_d 、 G_a で増幅する。

[0078] ここで、例えば第1、第2の検出信号 S_1 、 S_2 の交流成分 S_{1a} 、 S_{2a} が光電脈波信号である場合には、生体Bの血流に応じて変化する交流成分 S_{1a} 、 S_{2a} は、生体Bからの直接的な反射光や透過光となる直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} に比べて小さい。このため、増幅回路34は、直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} の増幅率 G_d に比べて交流成分 S_{1a} 、 S_{2a} の増幅率 G_a を大きくし、これらの振幅を後述するADコンバータ37の振幅レンジと同程度の値に設定している。

[0079] 処理回路35は、マルチプレクサ36、ADコンバータ37および演算処理部38によって大略構成されている。

[0080] マルチプレクサ36は、分離回路29の第1の分岐線路30に接続されると共に、後段増幅器33よりも後段側に位置して第2の分岐線路31に接続されている。このマルチプレクサ36は、第1、第2の分岐線路30、31を例えば時分割的に交互にADコンバータ37に接続する。

[0081] ADコンバータ37は、マルチプレクサ36が第1の分岐線路30に接続されたときには、第1、第2の検出信号 S_1 、 S_2 の直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} をアナログ信号からデジタル信号に変換し、マルチプレクサ36が第2の分岐線路31に接続されたときには、第1、第2の検出信号 S_1 、 S_2 の交流成分 S_{1A} 、 S_{2A} をアナログ信号からデジタル信号に変換する。このとき、第1、第2の検出信号 S_1 、 S_2 の直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} と交流成分 S_{1A} 、 S_{2A} は、いずれの成分も増幅回路34によってADコンバータ37の入力レンジと同程度の値に設定されている。このため、ADコンバータ37は、入力レンジ全体を使って、これらの直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} と交流成分 S_{1A} 、 S_{2A} をデジタル信号に変換することができる。

[0082] なお、ADコンバータ37には、直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} として第1、第2の検出信号 S_1 、 S_2 をそのままADコンバータ37に入力している。しかし、直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} に対して交流成分 S_{1a} 、 S_{2a} が十分に小さく（例えば1／10以下等）、ADコンバータ37の分解能と同程度になる場合には、ADコンバータ37によって直流成分 S_{1d} 、 S_{2d} をデジタル信号化したときに

、交流成分 S1a, S2aは除去される。一方、交流成分 S1a, S2aが無視できない程度に大きい場合には、低域通過フィルタを用いて直流成分 S1d, S2dに含まれる交流成分 S1a, S2aを予め除去する、またはデジタル信号化した直流成分 S1d, S2dの時間平均を求めるのが好ましい。

[0083] 演算処理部 38 は、例えばマイクロコンピュータ等によって構成され、図 5 に示す処理プログラムを実行し、A/Dコンバータ 37 から出力される直流成分 S1d, S2dと交流成分 S1A, S2Aに基づいて、増幅前の第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2を復元すると共に、生体 B の吸光度比 R12を求める。なお、図 5 に示す処理プログラムは、例えば A/Dコンバータ 37 によって直流成分 S1d, S2dと交流成分 S1A, S2Aのデジタル信号が更新される毎に実行される。

[0084] 具体的には、図 5 中のステップ 11 に示すように、比率再生処理を実行し、増幅率 Gd, Gaに基づいて、第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2の直流成分 S1d, S2dと交流成分 S1A, S2Aを変換し、これらの振幅を増幅回路 34 による増幅前の比率に再生する。このとき、増幅率 Gd, Gaの相違部分は後段増幅器 33 による増幅率 Gyであり、演算処理部 38 に入力された交流成分 S1A, S2Aは、直流成分 S1d, S2dに比べて後段増幅器 33 の増幅率 Gyだけ振幅が大きくなっている。このため、演算処理部 38 は、以下の数 3 の式に示すように、交流成分 S1A, S2Aを増幅率 Gyで除算することによって、再生した交流成分 S1ar, S2arを算出する。これにより、直流成分 S1d, S2dと交流成分 S1ar, S2arとが増幅前の振幅の比率（振幅比）に再生される。

[0085] [数3]

$$S1ar = \frac{S1A}{Gy}$$

$$S2ar = \frac{S2A}{Gy}$$

[0086] 次に、ステップ 12 では、再生した交流成分 S1ar, S2arを直流成分 S1d, S2dに合成する合成処理を実行し、増幅前の第 1, 第 2 の検出信号 S1, S2を復元した第 1, 第 2 の復元信号 SR1, SR2を求める。具体的には、以下

の数4の式に示すように、再生した交流成分 S_{1ar} , S_{2ar} を直流成分 S_{1d} , S_{2d} に加算し、第1, 第2の復元信号 S_{R1} , S_{R2} を算出する。

[0087] [数4]

$$S_{R1} = S_{1d} + S_{1ar}$$

$$S_{R2} = S_{2d} + S_{2ar}$$

[0088] 次に、ステップ13では、正規化信号演算処理を実行し、直流成分 S_{1d} , S_{2d} を用いて交流成分 S_{1ar} , S_{2ar} の振幅 ΔS_{1ar} , ΔS_{2ar} を正規化する。このとき、振幅 ΔS_{1ar} , ΔS_{2ar} は、増幅後の交流成分 S_{1A} , S_{2A} の振幅 ΔS_{1A} , ΔS_{2A} を増幅前の状態に再生したもの、即ち振幅 ΔS_{1A} , ΔS_{2A} を増幅率 G_y で除算したものである。この振幅 ΔS_{1ar} , ΔS_{2ar} を、以下の数5の式に基づいて直流成分 S_{1d} , S_{2d} で除算することによって、第1, 第2の比としての正規化信号 S_{10} , S_{20} を算出する。

[0089] [数5]

$$S_{10} = \frac{\Delta S_{1ar}}{S_{1d}}$$

$$S_{20} = \frac{\Delta S_{2ar}}{S_{2d}}$$

[0090] 次に、ステップ14では、吸光度比演算処理を実行し、正規化信号 S_{10} , S_{20} を用いて吸光度比 R_{12} を演算する。具体的には、前述した数2の式に基づいて、第1の波長による正規化信号 S_{10} を第2の波長による正規化信号 S_{20} で除算することによって、吸光度比 R_{12} を算出する。

[0091] また、演算処理部38は、吸光度比 R_{12} に加えて、第1, 第2の検出信号 S_1 , S_2 に基づいて、酸素飽和度、加速度脈波、脈拍ゆらぎ等の生体情報を生成することもできる。さらに、演算処理部38は、第1, 第2の駆動回路25, 26に接続され、これらを用いて第1, 第2の発光素子23, 24の発光と受光器27の受光とを同期させている。

[0092] 本発明の第2の実施の形態による光センサ装置21は以上のような構成を有するものであり、次にその動作を説明する。

[0093] まず、発光器22と受光器27を生体Bの近傍に配置した状態で光センサ

装置 21 のスイッチ（図示せず）をオンに切り換える。このとき、発光器 22 の第 1、第 2 の発光素子 23、24 は第 1、第 2 の波長帯の光を出力し、受光器 27 はこれらの光に基づく生体 B からの反射光または透過光を受光し、各波長帯に応じた第 1、第 2 の検出信号 S1、S2 を出力する。これらの第 1、第 2 の検出信号 S1、S2 は、図 6 に示すように、分離回路 29 によって直流成分 S1d、S2d と交流成分 S1A、S2A とに分離された状態で処理回路 35 に入力される。処理回路 35 は、A/D コンバータ 37 によって直流成分 S1d、S2d と交流成分 S1A、S2A をデジタル信号に変換し、演算処理部 38 によって各種の処理を行う。

[0094] ここで、直流成分 S1d、S2d と交流成分 S1A、S2A は、増幅回路 34 によって個別の増幅率 G_d 、 G_a で増幅されている。このため、直流成分 S1d、S2d と交流成分 S1A、S2A の振幅を同程度に設定すると共に、これらの振幅を A/D コンバータ 37 に振幅レンジと同程度の値に設定することができる。このため、A/D コンバータ 37 の最下位ビット当りの分解能である最小分解能が向上する。

[0095] 以上の点について、図 7 に示す比較例を参照しつつ具体的に説明する。図 7 に示す比較例による光センサ装置 41 は、発光器 42、駆動回路 43、受光器 44、増幅器 45、処理回路 46 を備えると共に、処理回路 46 は A/D コンバータ 47 および演算処理部 48 によって構成されている。この光センサ装置 41 では、例えば検出信号 S の直流成分 Sd と交流成分 Sa を増幅器 45 によって一緒に増幅率 G で増幅している。

[0096] ここで、直流成分 Sd は 0.01 [V] とし、交流成分 Sa は直流成分 Sd の $1/10$ 程度 (0.001 [V]) とし、外来光ノイズによって直流成分 Sd は 10 倍程度 (0.1 [V]) まで増加するものと仮定する。この場合、A/D コンバータ 47 の最大電圧レベルを 1 [V] としても、増幅器 45 の増幅率 G は最大で 10 程度である。

[0097] また、直流成分 Sd に対する交流成分 Sa の振幅比は増幅器 45 の入力側と出力側で変化しないから、A/D コンバータ 47 の分解能を高く設定しないと

交流成分 S_a を高精度に検出することができない。しかし、ADコンバータ 47 の最大電圧レベルは、外来光ノイズによる直流成分 S_d の最大値によって決まってしまう。このため、ADコンバータ 47 の分解能を 10 ビットとしたときには、直流成分 S_d と交流成分 S_a のいずれに対しても、最小分解能は例えば 488 [$\mu\text{V}/\text{LSB}$] 程度である。

[0098] これに対し、第 2 の実施の形態による光センサ装置 21 では、例えば検出信号 S_1 , S_2 の直流成分 S_{1d} , S_{2d} と交流成分 S_{1A} , S_{2A} は後段増幅器 33 によって別個の増幅率 G_d , G_a で増幅される。このため、増幅前の段階で直流成分 S_{1d} , S_{2d} と交流成分 S_{1a} , S_{2a} の振幅やこれらに対する外来光ノイズの影響が上述した比較例の場合と同じ場合であっても、直流成分 S_{1d} , S_{2d} の増幅率 G_d を 1 とし、交流成分 S_{1a} , S_{2a} の増幅率 G_a を 10 とすれば、これらを同じ振幅である 0.01 [V] に合わせて ADコンバータ 37 に入力することができる。このため、外来光ノイズによって直流成分 S_{1d} , S_{2d} が 10 倍程度 (0.1 [V]) まで増加すると仮定しても、ADコンバータ 37 の最大電圧レベルを 0.1 [V] まで低下させることができる。

[0099] これに加えて、交流成分 S_{1a} , S_{2a} の増幅率 G_a を直流成分 S_{1d} , S_{2d} の増幅率 G_d よりも大きくして、増幅後の交流成分 S_{1A} , S_{2A} の振幅を ADコンバータ 37 の振幅レンジに近付けたから、ADコンバータ 37 の分解能を 8 ビットに低下させても、交流成分 S_{1A} , S_{2A} の最小分解能は例えば 19.53 [$\mu\text{V}/\text{LSB}$] 程度に向上する。このとき、直流成分 S_{1d} , S_{2d} の最小分解能は、外来光ノイズの影響がないときには例えば 19.53 [$\mu\text{V}/\text{LSB}$] 程度となり、外来光ノイズの影響があるときには例えば 195.31 [$\mu\text{V}/\text{LSB}$] 程度となる。

[0100] このように、本実施の形態では、ADコンバータ 37 の最小分解能を向上させることができると共に、ADコンバータ 37 として低分解能のものを使用することができ、消費電力の低減や製造コストの低下を図ることができる。

[0101] かくして、第 2 の実施の形態による光センサ装置 21 によれば、分離回路

29によって受光器27から出力された第1, 第2の検出信号S1, S2を直流成分S1d, S2dと交流成分S1a, S2aとに分離すると共に、増幅回路34によって分離した直流成分S1d, S2dと交流成分S1A, S2Aとは個別の増幅率Gd, Gaで増幅される構成とした。このため、直流成分S1d, S2dの増幅率Gdを小さくして、外来光ノイズによる増幅回路34の飽和を抑えることができる。一方、交流成分S1a, S2aには光電脈波信号以外の重畳が殆どないため、交流成分S1A, S2Aに対する増幅率Gaをデジタル処理部となるADコンバータ37の信号レンジに対して十分に大きくとることができ、S/Nの改善や安定化を図ることができる。

[0102] また、直流成分S1d, S2dと交流成分S1A, S2AのいずれもADコンバータ37の振幅レンジに近い範囲に増幅することができるから、S/Nを安定して確保することができる。さらに、ADコンバータ37に入力される信号の振幅レンジが安定することから、ADコンバータ37の1ビット当りの電圧分解能が広くなる。このため、ADコンバータ37のビット幅を低減することができ、低コスト化を図ることができる。

[0103] また、演算処理部38はデジタル信号の直流成分S1d, S2dと交流成分S1A, S2Aの振幅が増幅回路34による増幅前の比率となるように変換するから、受光器27から出力された振幅比で直流成分S1d, S2dと交流成分S1ar, S2arとを再生することができる。このため、例えば再生した直流成分S1d, S2dと交流成分S1ar, S2arとを用いて、交流成分S1ar, S2arの振幅 $\Delta S1ar$, $\Delta S2ar$ を正規化することができる。

[0104] 従って、演算処理部38は、第1の交流成分S1arの振幅 $\Delta S1ar$ と第1の直流成分S1dとの第1の比としての正規化信号S10と、第2の交流成分S2arの振幅 $\Delta S2ar$ と第2の直流成分S2dとの第2の比としての正規化信号S20との比率に基づいて、吸光度比R12を演算することができる。これにより、発光素子23, 24の発光強度や受光器27の受光感度が第1, 第2の波長帯で異なる場合でも、このような影響を低減することができ、吸光度比R12の検出精度を高めることができる。

[0105] 次に、図8は本発明の第3の実施の形態を示している。そして、本実施の形態の特徴は、発光器は予め決められた所定周波数で発光すると共に、分離回路は、発光器の所定周波数を含む帯域を通過帯域とし、発光器の所定周波数で変調された交流成分を出力する構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第2の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

[0106] 光センサ装置51は、第2の実施の形態による光センサ装置21とほぼ同様に、発光器22、第1、第2の駆動回路52、53、受光器27、分離回路54、増幅回路34、処理回路56を備えている。

[0107] 第1の駆動回路52は、第2の実施の形態による第1の駆動回路25とほぼ同様に、処理回路56の演算処理部57に接続され、第1の発光素子23に駆動電流を供給し、第1の発光素子23を点滅発光させる。但し、第1の駆動回路52は、予め決められた所定周波数 f でパルス変調した駆動電流を供給する。この所定周波数 f は、光電脈波信号の信号周波数（例えば数 Hz 程度）よりも高い周波数に設定され、好ましくは処理回路56によって処理可能な範囲で、光電脈波信号の信号周波数よりも10倍以上高い値（例えば数百 Hz 程度）に設定されている。

[0108] なお、所定周波数 f は、ADコンバータ37によってデジタル信号の変換が可能となるように、ADコンバータ37の切替サイクル（例えば400 Hz ）よりも十分に低い値（例えば $f = 100\text{Hz}$ ）に設定されている。

[0109] 第2の駆動回路53も、第1の駆動回路52とほぼ同様に構成されている。このため、第2の駆動回路53は、第2の発光素子24に向けて第1の駆動回路52と同じ所定周波数 f でパルス変調した駆動電流を供給し、第2の発光素子24を点滅発光させる。このとき、第1、第2の発光素子23、24は、同期して一緒に発光してもよく、互いに異なるタイミングで交互に発光する構成としてもよい。

[0110] 分離回路54は、第2の実施の形態による分離回路29とほぼ同様に構成されている。このため、分離回路54は、前段増幅器28の出力端子に並列

に接続された第 1, 第 2 の分岐線路 30, 31 と、第 2 の分岐線路 31 の途中に接続された高域通過フィルタとして機能するフィルタ回路 55 とによって構成されている。フィルタ回路 55 は、前段増幅器 28 と後段増幅器 33 との間に接続されたカップリングコンデンサとしてのコンデンサ 55A によって構成されている。

[0111] ここで、コンデンサ 55A の容量は、発光素子 23, 24 の駆動周波数の信号を含めて、この信号よりも高周波の信号が通過可能となる値に設定されている。具体的には、コンデンサ 55A からなる高域通過フィルタのカットオフ周波数は、第 1, 第 2 の駆動回路 52, 53 による所定周波数 f の信号が通過可能な範囲で、できるだけ高い値に設定されている。

[0112] ここで、発光器 22 は所定周波数 f で点滅発光するから、第 1, 第 2 の検出信号 $S1$, $S2$ は、所定周波数 f の信号を振幅変調したものになる。このとき、コンデンサ 55A は所定周波数 f よりも低周波の信号を遮断するから、フィルタ回路 55 は、第 1, 第 2 の検出信号 $S1$, $S2$ のうち所定周波数 f を用いて振幅変調された変調信号としての第 1, 第 2 の交流成分 $S1am$, $S2am$ を出力する。また、後段増幅器 33 は、変調信号としての第 1, 第 2 の交流成分 $S1am$, $S2am$ を増幅する増幅器である。これにより、第 2 の分岐線路 31 を伝送された第 1, 第 2 の交流成分 $S1am$, $S2am$ は、後段増幅器 33 によって交流成分 $S1Am$, $S2Am$ に増幅された後に、処理回路 56 に入力される。

[0113] 処理回路 56 は、第 2 の実施の形態による処理回路 35 とほぼ同様に、マルチプレクサ 36、AD コンバータ 37 および演算処理部 57 によって大略構成されている。

[0114] ここで、処理回路 56 の AD コンバータ 37 には、マルチプレクサ 36 を介して第 1, 第 2 の直流成分 $S1d$, $S2d$ と第 1, 第 2 の交流成分 $S1Am$, $S2Am$ が入力されるから、AD コンバータ 37 は、これらの直流成分 $S1d$, $S2d$ と交流成分 $S1Am$, $S2Am$ をデジタル信号に変換する。このとき、AD コンバータ 37 は、交流成分 $S1Am$, $S2Am$ のうち例えばプラス側の値だけをデジタル信号に変換する。そして、デジタル信号に変換された直流成分 $S1d$, $S2d$ と

交流成分 $S1Am$, $S2Am$ は、マイクロコンピュータ等によって構成された演算処理部 57 に入力される。

[0115] 演算処理部 57 は、図 9 に示す処理プログラムを実行し、A/D コンバータ 37 から出力される直流成分 $S1d$, $S2d$ と交流成分 $S1Am$, $S2Am$ に基づいて、増幅前の第 1, 第 2 の検出信号 $S1$, $S2$ を復元すると共に、生体 B の吸光度比 $R12$ を求める。即ち、演算処理部 57 は、直流成分 $S1d$, $S2d$ と交流成分 $S1Am$, $S2Am$ との振幅の比率が後段増幅器 33 による増幅前の状態となるように、直流成分 $S1d$, $S2d$ と交流成分 $S1Am$, $S2Am$ とを後段増幅器 33 の増幅率 Gy に基づいて変換する。

[0116] 具体的には、図 9 中のステップ 21 に示すように、比率再生処理を実行する。このとき、演算処理部 57 は、増幅率 Gd , Ga に基づいて、第 1, 第 2 の検出信号 $S1$, $S2$ の直流成分 $S1d$, $S2d$ と交流成分 $S1Am$, $S2Am$ を変換し、これらを、増幅回路 34 による増幅前の振幅比となるように再生する。具体的には、前述した数 3 の式と同様な演算を行い、交流成分 $S1Am$, $S2Am$ を増幅率 Gy で除算することによって、再生した交流成分 $S1ar$, $S2ar$ を算出する。

[0117] 次に、ステップ 22 では、再生した交流成分 $S1ar$, $S2ar$ を直流成分 $S1d$, $S2d$ に合成する合成処理を実行する。具体的には、前述した数 4 の式と同様な演算を行い、交流成分 $S1ar$, $S2ar$ を直流成分 $S1d$, $S2d$ に加算することによって、増幅前の第 1, 第 2 の検出信号 $S1$, $S2$ を復元した第 1, 第 2 の復元信号 $SR1$, $SR2$ を求める。

[0118] なお、図 10 に示すように、交流成分 $S1Am$, $S2Am$ を倍率補正した交流成分 $S1ar$, $S2ar$ には、生体 B からの直接的な反射光や透過光に基づく成分が含まれる。この成分が二重に重畳されるのを防止するために、第 1, 第 2 の復元信号 $SR1$, $SR2$ を演算するときに、直流成分 $S1d$, $S2d$ のうち発光素子 23, 24 の非発光時の直流成分 $S1doff$, $S2doff$ を交流成分 $S1ar$, $S2ar$ に加算する構成としてもよい。

[0119] 次に、ステップ 23 では、ノイズ成分演算処理を実行し、発光器 22 の非

発光時の検出信号 S_1 , S_2 を用いることによって、外来光ノイズに基づく直流成分 S_{1doff} , S_{2doff} を求める。即ち、図 10 に示すように、発光素子 23, 24 が発光しないときには、発光素子 23, 24 からの光に基づく直流成分 S_{1d0} , S_{2d0} は検出されず、外来光ノイズに基づく直流成分 S_{1doff} , S_{2doff} のみが検出される。このため、直流成分 S_{1d} , S_{2d} のうち発光素子 23, 24 の非発光時を抽出することによって、外来光ノイズに基づく直流成分 S_{1doff} , S_{2doff} を求めることができる。

[0120] 次に、ステップ 24 では、ノイズ除去成分演算処理を実行し、外来光ノイズを除いた直流成分 S_{1d0} , S_{2d0} を求める。具体的には、発光器 22 の発光時の検出信号 S_1 , S_2 を抽出して外来光ノイズと発光素子 23, 24 からの光との両方に基づく直流成分 S_{1don} , S_{2don} を求め、この直流成分 S_{1don} , S_{2don} から外来光ノイズに基づく直流成分 S_{1doff} , S_{2doff} を減算する。これにより、外来光ノイズを除いた直流成分 S_{1d0} , S_{2d0} を演算する。

[0121] 次に、ステップ 25 では、正規化信号演算処理を実行し、直流成分 S_{1d0} , S_{2d0} を用いて交流成分 S_{1ar} , S_{2ar} の振幅 ΔS_{1ar} , ΔS_{2ar} を正規化する。このとき、振幅 ΔS_{1ar} , ΔS_{2ar} は、増幅後の交流成分 S_{1Am} , S_{2Am} の振幅 ΔS_{1A} , ΔS_{2A} を増幅前の状態に再生したものである。この振幅 ΔS_{1ar} , ΔS_{2ar} を、以下の数 6 の式に基づいて直流成分 S_{1d0} , S_{2d0} で除算することによって、第 1, 第 2 の比としての正規化信号 S_{10} , S_{20} を算出する。

[0122] [数 6]

$$S_{10} = \frac{\Delta S_{1ar}}{S_{1d0}}$$

$$S_{20} = \frac{\Delta S_{2ar}}{S_{2d0}}$$

[0123] なお、ステップ 26 では、直流成分 S_{1d0} , S_{2d0} を用いて正規化信号 S_{10} , S_{20} を求める構成としたが、交流成分 S_{1Am} , S_{2Am} のみに基づいて正規化信号 S_{10} , S_{20} を求める構成としてよい。この場合、図 10 に示すように、交流成分 S_{1Am} , S_{2Am} のうち発光素子 23, 24 の発光時の交流成分 S_{1Aon} , S_{2Aon} の時間平均値から非発光時の交流成分 S_{1Aoff} , S_{2Aoff} を減算する

ことによって、外来光ノイズを除いた直流成分に相当する値 $S1A0$, $S2A0$ を算出することができる。このため、この値 $S1A0$, $S2A0$ で交流成分 $S1Am$, $S2Am$ の振幅 $\Delta S1A$, $\Delta S2A$ を除算することによって、振幅 $\Delta S1A$, $\Delta S2A$ を正規化し、正規化信号 $S10$, $S20$ を求めることができる。

[0124] 次に、ステップ 26 では、吸光度比演算処理を実行し、正規化信号 $S10$, $S20$ を用いて吸光度比 $R12$ を演算する。具体的には、前述した数 2 の式に基づいて、第 1 の波長による正規化信号 $S10$ を第 2 の波長による正規化信号 $S20$ で除算することによって、吸光度比 $R12$ を算出する。

[0125] かくして、第 3 の実施の形態でも第 2 の実施の形態と同様の作用効果を得ることができる。特に、第 3 の実施の形態では、発光器 22 は所定周波数 f で発光し、分離回路 54 は発光器 22 の所定周波数 f で変調された交流成分 $S1am$, $S2am$ を出力する構成としたから、分離回路 54 のカットオフ周波数を高くすることができ、コンデンサ 55A の容量を小さくすることができる。

[0126] 具体的に説明すると、光電脈波信号は生体の脈拍に応じた数 Hz 程度の低周波の信号となる。このため、光電脈波信号を分離するためには、カットオフ周波数が数 Hz 程度まで低くなり、例えば数百 μF 程度のような大きな容量のコンデンサが必要となる。これに対し、本実施の形態では、発光器 22 の所定周波数 f で変調された交流成分 $S1am$, $S2am$ を分離するためには、光電脈波信号よりも高周波となる所定周波数 f の信号が通過可能であればよい。このため、分離回路 54 のカットオフ周波数を高くすることができるから、コンデンサ 55A の容量を例えば 1 μF よりも小さくすることができ、小型化、低コスト化を図ることができる。

[0127] また、直流成分 $S1d$, $S2d$ のうち非発光時間帯のデジタル信号データを用いることによって、外来光ノイズのみに基づく直流成分 $S1doff$, $S2doff$ を抽出することができる。このため、検出された直流成分 $S1d$, $S2d$ から外来光ノイズによる直流成分 $S1doff$, $S2doff$ を除去することができるから、外来光の影響を省いて交流成分 $S1ar$, $S2ar$ の振幅 $\Delta S1ar$, $\Delta S2ar$ を正規化

することができる。この結果、生体Bの吸光度比R12を高精度に求めることができる。

[0128] なお、前記第2、第3の実施の形態では、図5中のステップ11および図9中のステップ21が比率再生手段の具体例を示し、図5中のステップ14および図9中のステップ26が吸光度比演算手段の具体例を示し、図9中のステップ23がノイズ成分演算手段の具体例を示している。

[0129] また、前記各実施の形態では、発光器2、22は互いに異なる2波長の光を出力する構成としたが、1波長の光を出力する構成としてもよく、3波長以上の光を出力する構成としてもよい。

[0130] また、前記各実施の形態では、生体Bの光電脈波信号を検出する光センサ装置1、21、51に適用した場合を例に挙げて説明した。しかし、本発明はこれに限らず、被測定物からの反射光や透過光を検出する各種の光センサ装置に適用することができる。

符号の説明

[0131] 1, 21, 51 光センサ装置
2, 22 発光器
3, 4, 23, 24 発光素子
7, 27 受光器
9, 32, 55 フィルタ回路
10, 33 後段増幅器（増幅器）
11, 34 増幅回路
14, 37 ADコンバータ
15, 38, 57 演算処理部
29, 54 分離回路

請求の範囲

- [請求項1] 予め決められた所定周波数で点滅発光し被測定物に向けて光を出力する発光器と、
- 該発光器からの光を前記被測定物が反射または透過した光を受光し、光電変換した電気信号を出力する受光器と、
- 該受光器から出力された電気信号のうち前記発光器の所定周波数を含む帯域を通過帯域とし、前記発光器の所定周波数で変調された変調信号を出力するフィルタ回路と、
- 該フィルタ回路から出力された前記変調信号を増幅する増幅器と、
- 該増幅器によって増幅したアナログ信号からなる前記変調信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータと、
- 該A/Dコンバータから出力されるデジタル信号に基づいて、前記電気信号の直流成分と交流成分を演算する演算処理部とを備えた光センサ装置。
- [請求項2] 前記発光器は、互いに異なる第1、第2の波長帯の光を出力する2個の発光素子からなり、
- 前記受光器は、前記第1、第2の波長帯の光に応じた第1、第2の電気信号を出力し、
- 前記演算処理部は、前記第1の電気信号に基づく第1の交流成分の振幅と第1の直流成分との第1の比と、前記第2の電気信号に基づく第2の交流成分の振幅と第2の直流成分との第2の比との比率に基づいて前記被測定物の吸光度比を演算する吸光度比演算手段を備える構成としてなる請求項1に記載の光センサ装置。
- [請求項3] 前記演算処理部は、前記変調信号の時間平均によって前記電気信号の直流成分を演算する直流成分演算手段と、前記変調信号から該直流成分演算手段によって算出した直流成分を除去して前記電気信号の交流成分を演算する交流成分演算手段とを備える構成としてなる請求項1に記載の光センサ装置。

[請求項4] 前記直流成分演算手段は、前記変調信号のうち前記発光器の発光時の信号を用いて外来光ノイズと前記発光器からの光との両方に基づく全体の直流成分を演算する全体成分演算手段と、前記変調信号のうち前記発光器の非発光時の信号を用いて外来光ノイズに基づく直流成分を演算するノイズ成分演算手段と、前記全体成分演算手段による直流成分から該ノイズ成分演算手段による直流成分を除去して前記発光器からの光に基づく直流成分を演算するノイズ除去成分演算手段とによって構成してなる請求項3に記載の光センサ装置。

[請求項5] 前記フィルタ回路を含んで構成され、前記変調信号と前記電気信号の直流成分とを分離する分離回路を設け、

前記A/Dコンバータは、前記変調信号に加えて該分離回路によって分離した前記電気信号の直流成分をデジタル信号に変換し、

前記演算処理部は、前記A/Dコンバータから出力されるデジタル信号からなる変調信号と前記電気信号の直流成分との振幅の比率が前記増幅器による増幅前の状態となるように、前記変調信号と前記電気信号の直流成分とを前記増幅器の増幅率に基づいて変換し、前記デジタル信号の変調信号に基づいて前記電気信号の交流成分を演算する構成としてなる請求項1に記載の光センサ装置。

[請求項6] 前記演算処理部は、前記電気信号の直流成分のうち前記発光器の非発光時の信号に基づいて外来光ノイズに基づく直流成分を演算するノイズ成分演算手段を備える構成としてなる請求項5に記載の光センサ装置。

[請求項7] 被測定物に向けて光を出力する発光器と、該発光器からの光を前記被測定物が反射または透過した光を受光し、光電変換した電気信号を出力する受光器とを備えた光センサ装置において、

前記受光器から出力された電気信号を直流成分と交流成分とに分離する分離回路と、

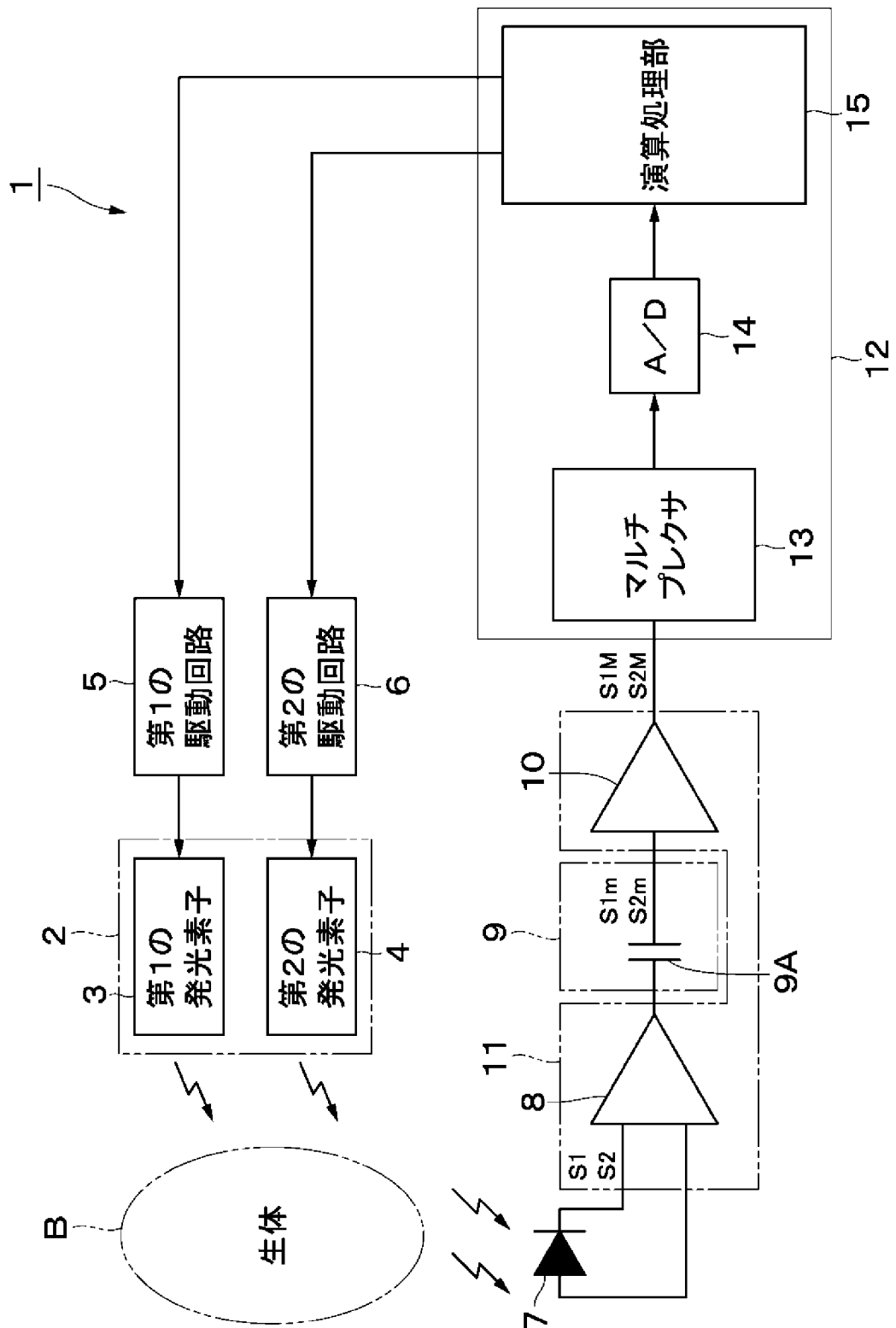
該分離回路によって分離した直流成分と交流成分とを個別の増幅率

で増幅する増幅回路と、

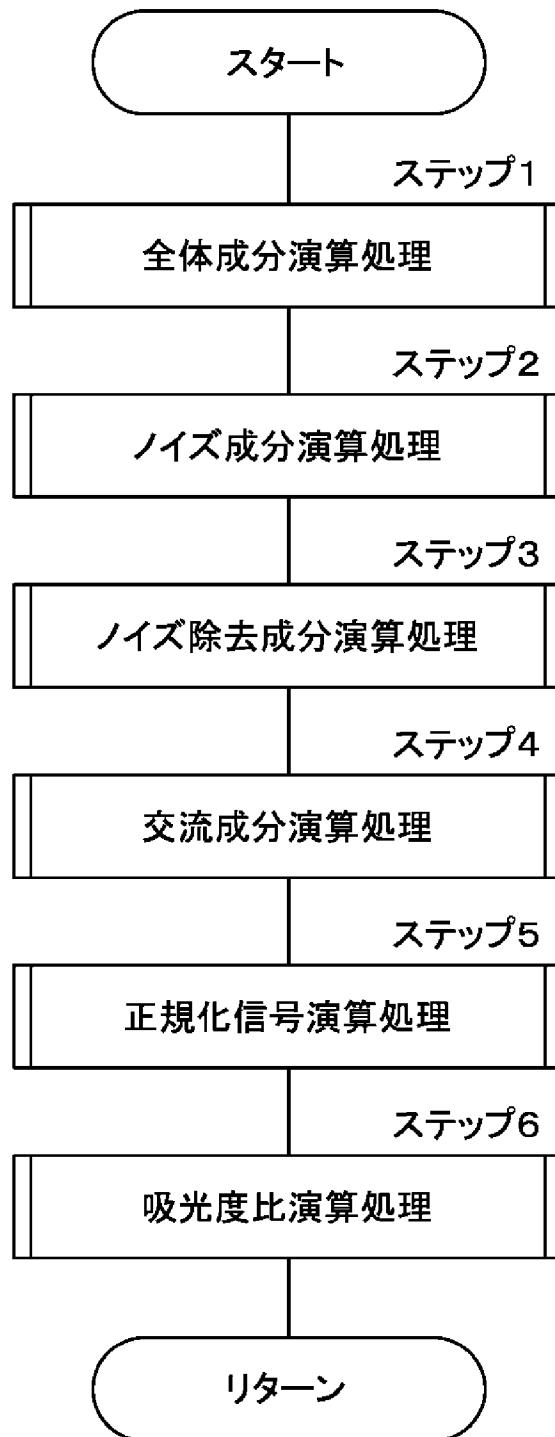
該増幅回路によって増幅したアナログ信号からなる前記直流成分と前記交流成分とをデジタル信号に変換するA/Dコンバータと、

該A/Dコンバータから出力されるデジタル信号の直流成分と交流成分との振幅の比率が前記増幅回路による増幅前の状態となるように、前記デジタル信号の直流成分と交流成分とを前記増幅回路の個別の増幅率に基づいて変換し、前記電気信号の直流成分と交流成分とを再生する演算処理部とを備えたことを特徴とする光センサ装置。

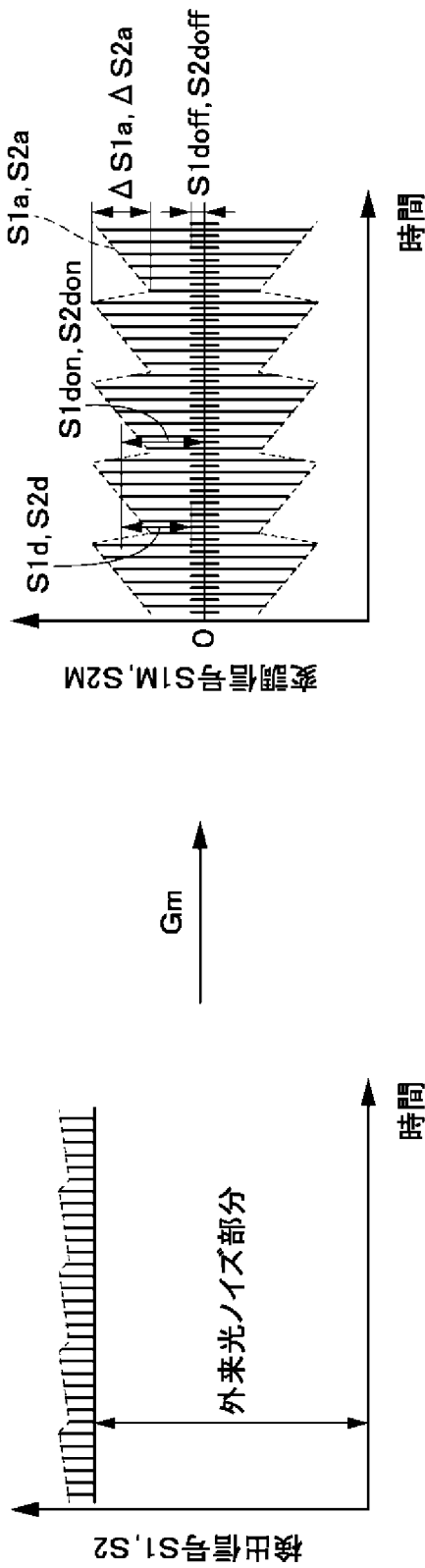
[図1]



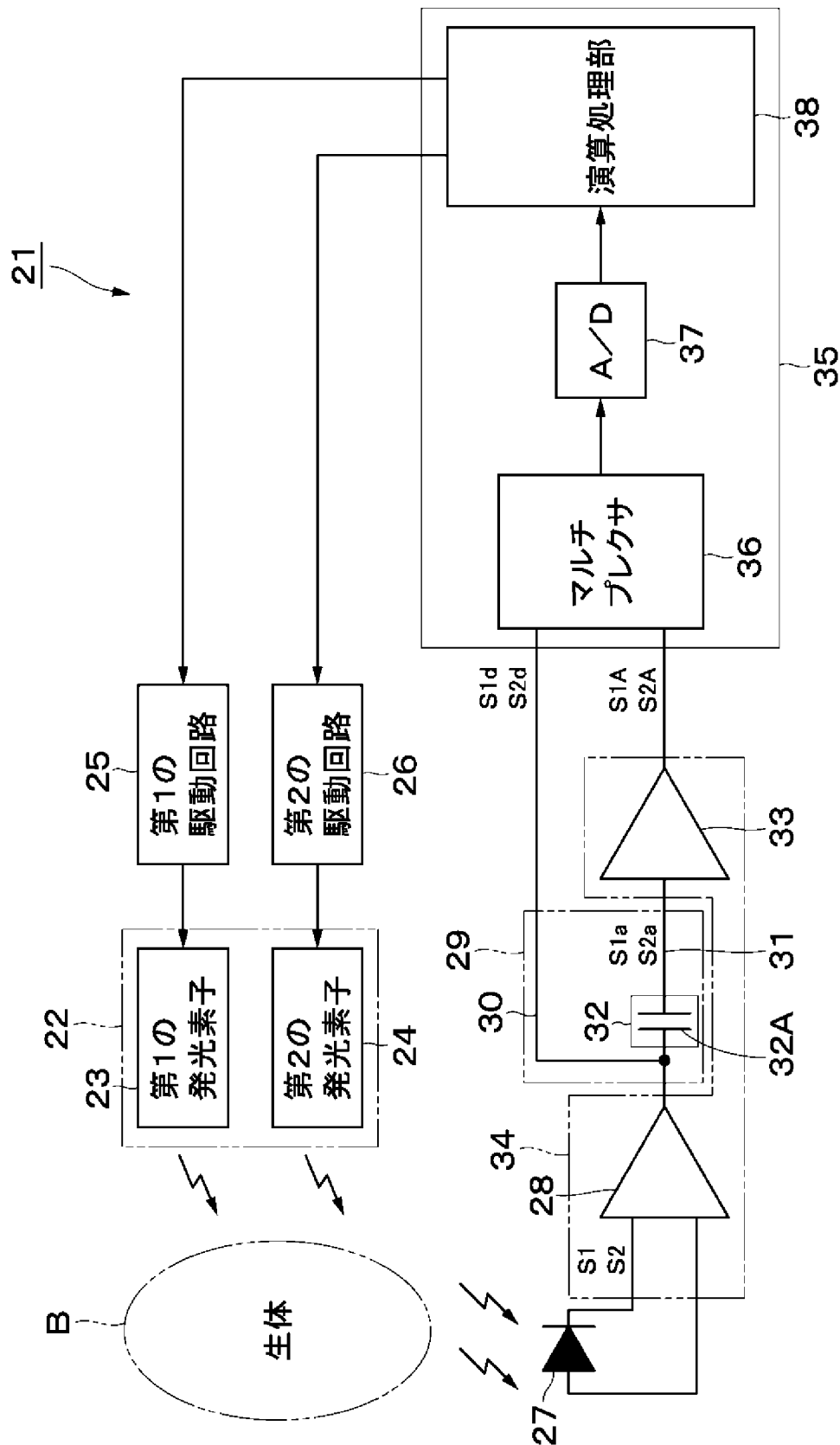
[図2]



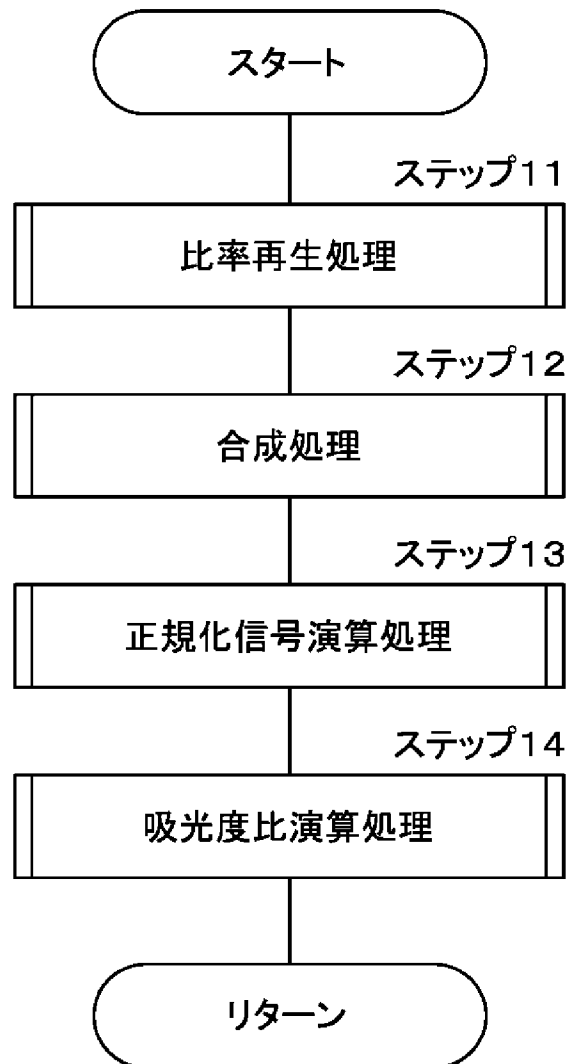
[図3]



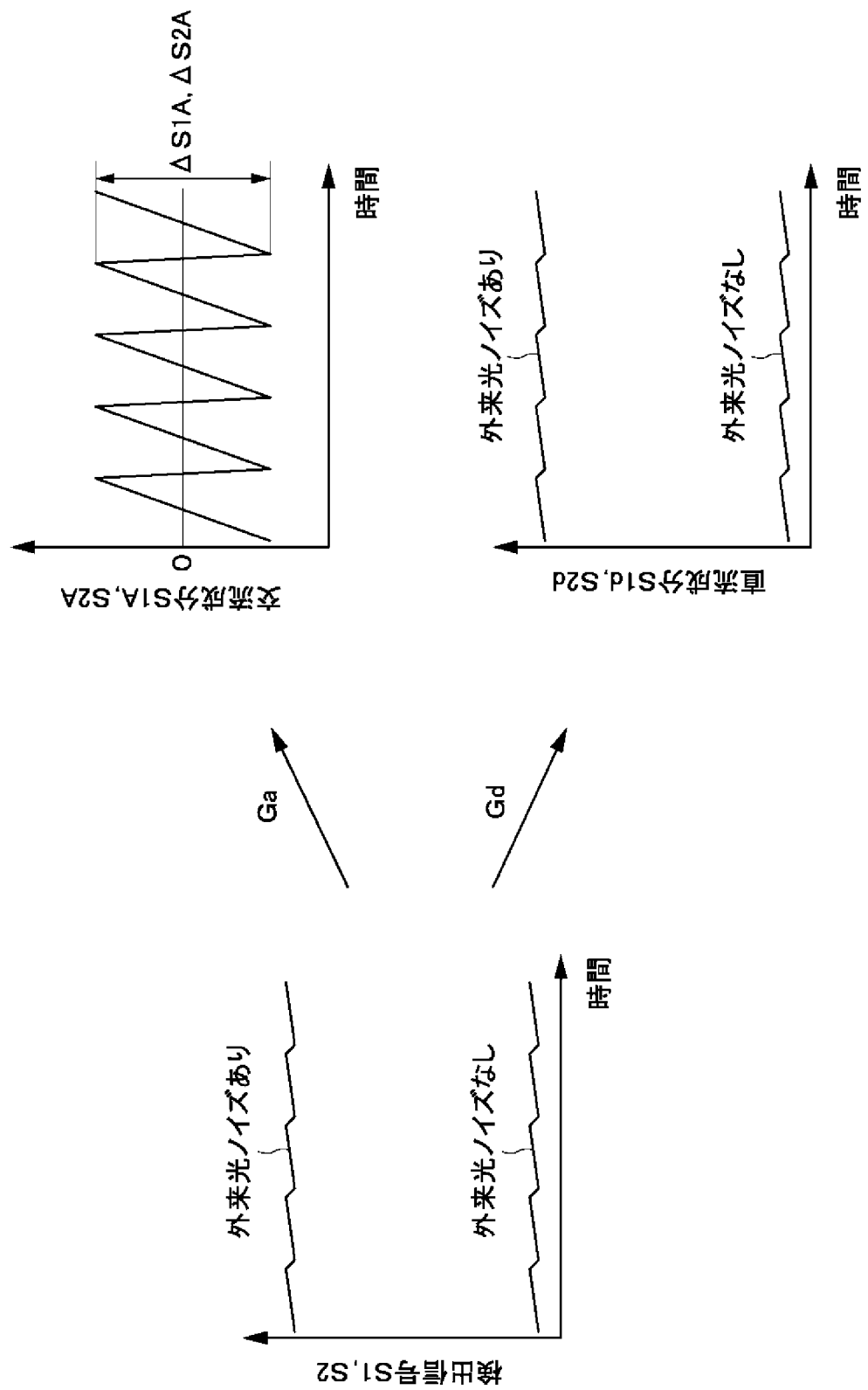
[図4]



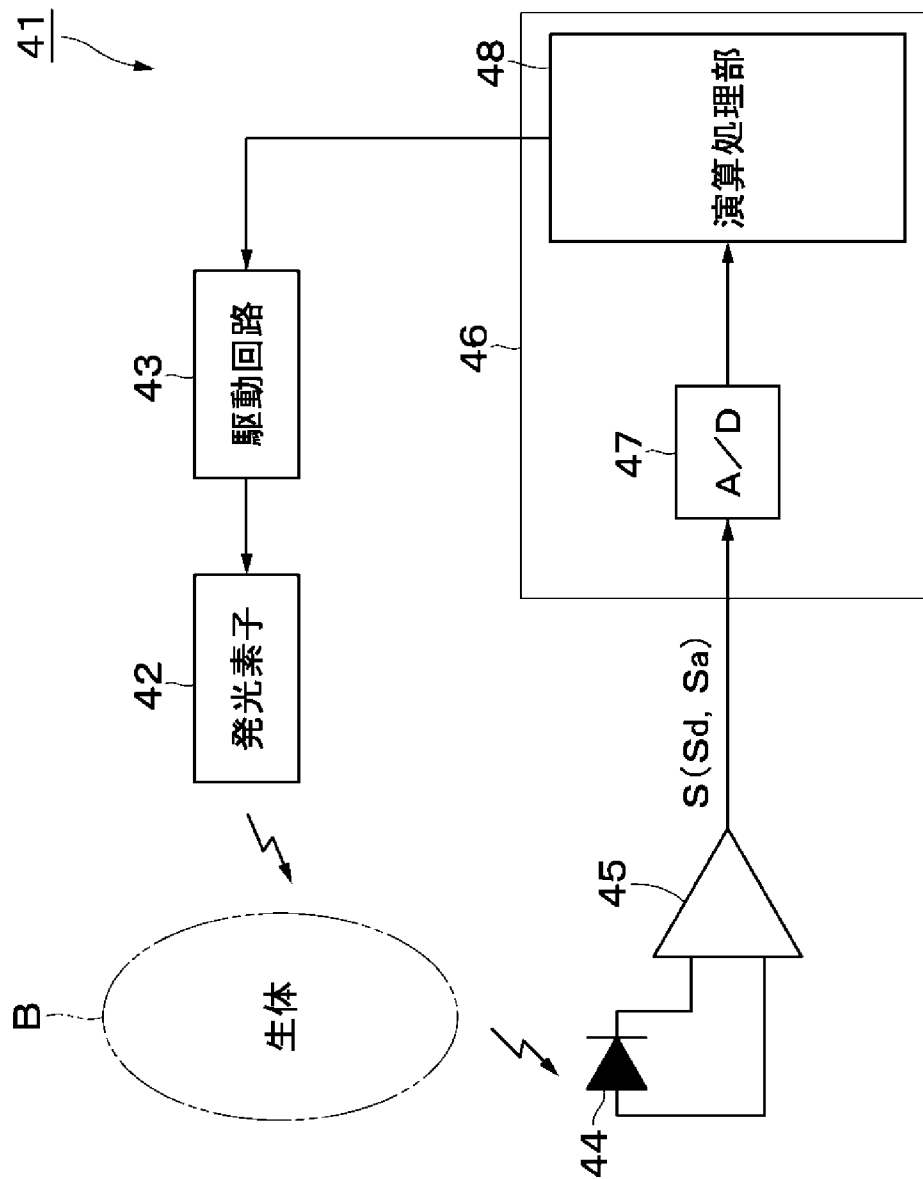
[図5]



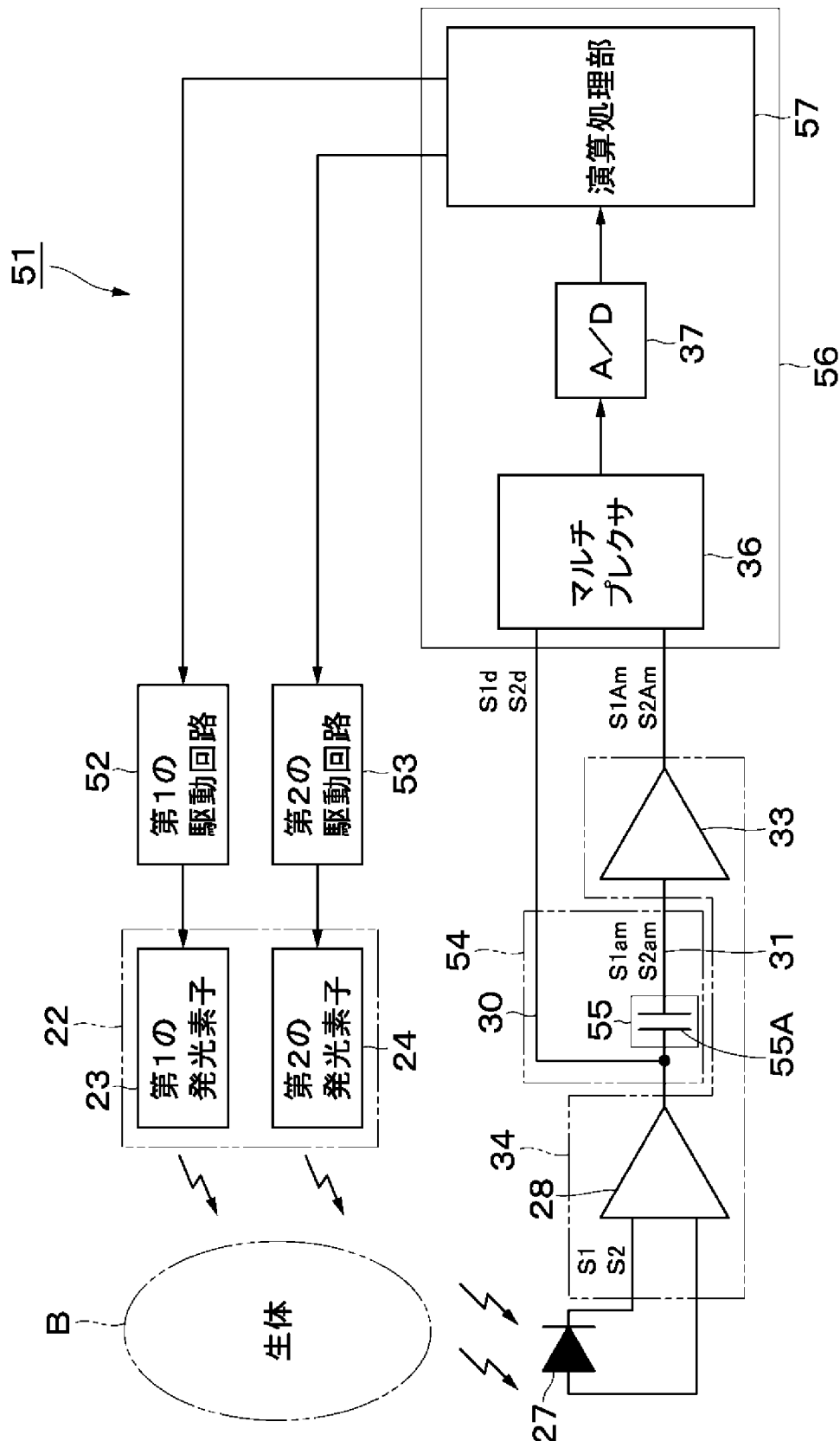
[図6]



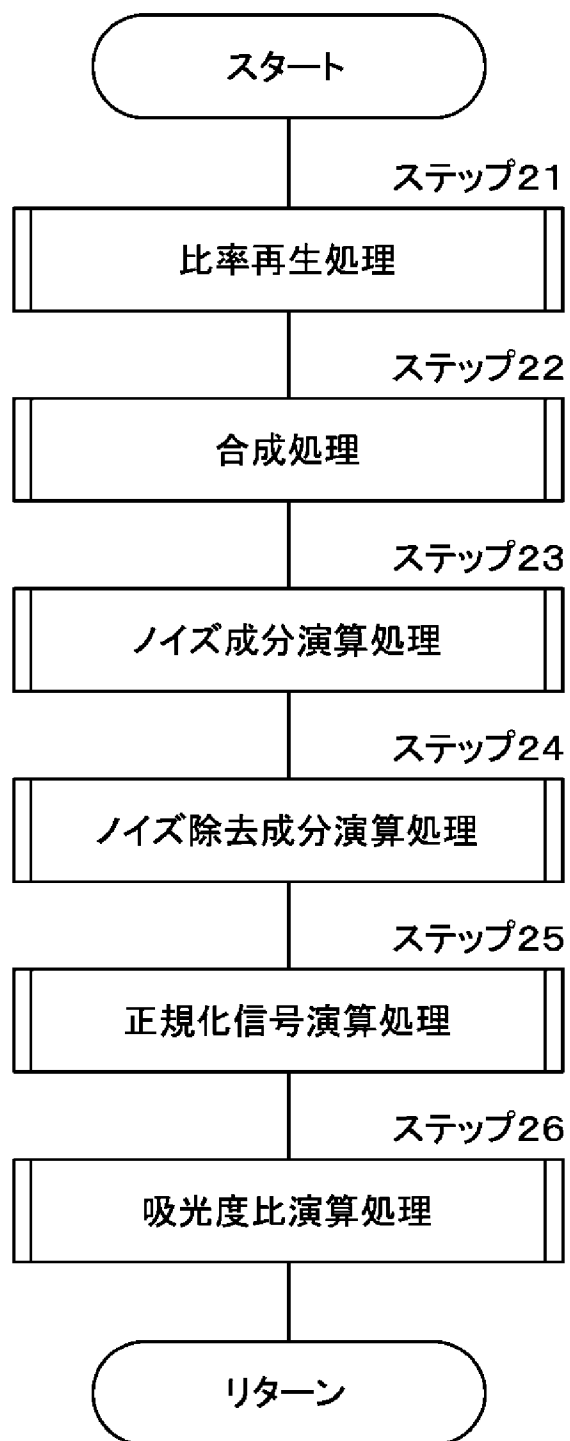
[図7]



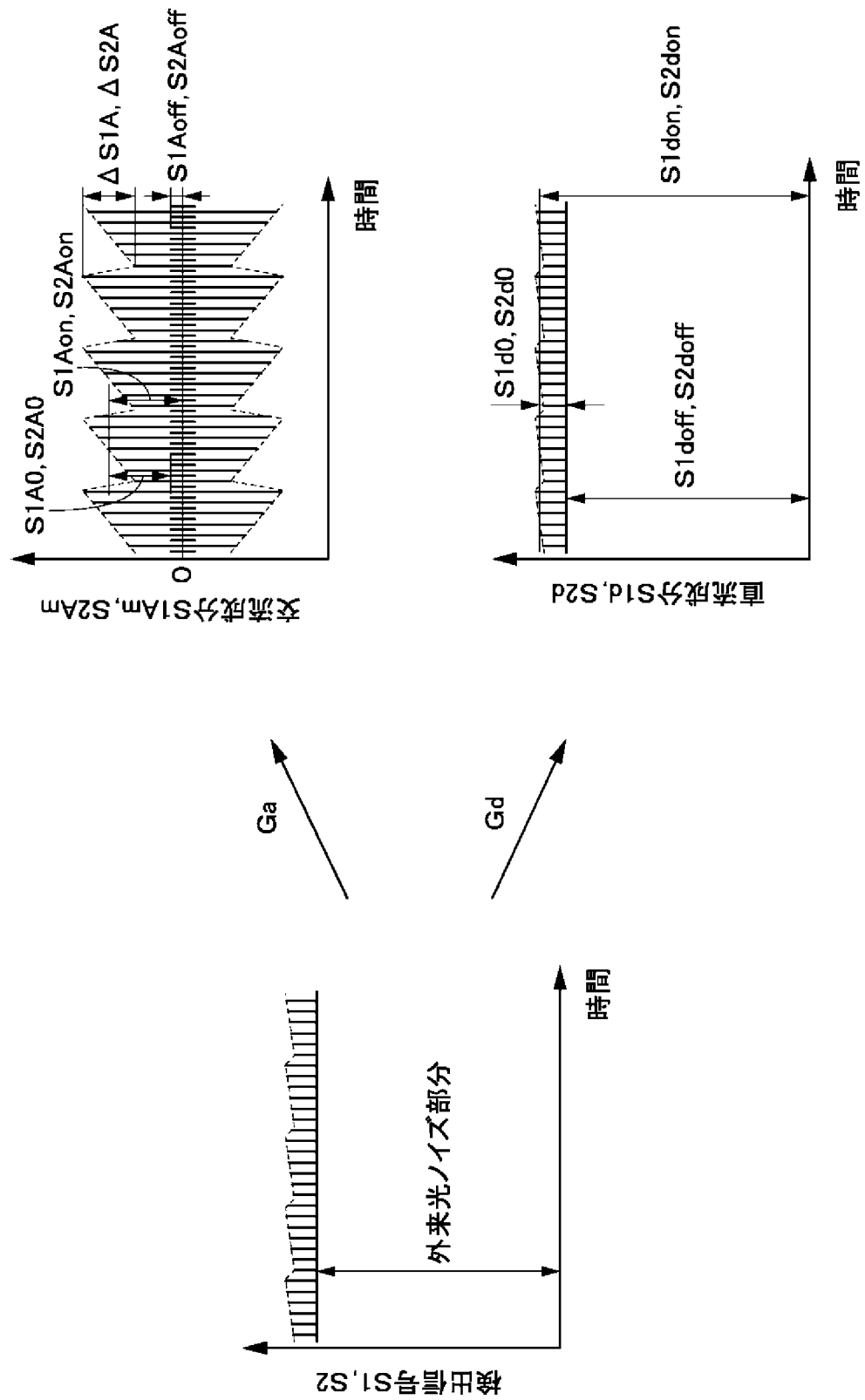
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/1455(2006.01)i, G01J1/42(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, 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)

A61B5/02-A61B5/03, A61B5/145-A61B5/1495, G01J1/42, G01N21/27, H03K17/78

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y A	JP 3-86152 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 11 April 1991 (11.04.1991), page 2, lower right column; page 4, upper left column, line 9 to page 6, upper right column, line 1; fig. 1 (Family: none)	1, 2 3, 4 5-7
Y A	JP 2003-240716 A (Denso Corp.), 27 August 2003 (27.08.2003), abstract; claims & US 2003/0158486 A1	3, 4 1, 2, 5-7
A	JP 2001-78990 A (Nihon Kohden Corp.), 27 March 2001 (27.03.2001), entire text; all drawings & US 6453184 B1	1-7

☒ 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
29 May, 2012 (29.05.12)

Date of mailing of the international search report
12 June, 2012 (12.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055967

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 7-124138 A (Terumo Corp.), 16 May 1995 (16.05.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 5-176901 A (NEC San-ei Instruments, Ltd.), 20 July 1993 (20.07.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/1455(2006.01)i, G01J1/42(2006.01)i, G01N21/27(2006.01)i, 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. A61B5/02 - A61B5/03,
A61B5/145 - A61B5/1495,
G01J1/42, G01N21/27, H03K17/78

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y A	JP 3-86152 A (ミノルタカメラ株式会社) 1991.04.11, 第2頁右下欄、第4頁左上欄第9行~第6頁右上欄第1行、第1図 (ファミリーなし)	1, 2 3, 4 5-7
Y A	JP 2003-240716 A (株式会社デンソー) 2003.08.27, 【要約】、【特許請求の範囲】 & US 2003/0158486 A1	3, 4 1, 2, 5-7

☒ 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

2 9 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 6 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

渡▲辺▼ 純也

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

2 Q

3 6 0 6

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 2001-78990 A (日本光電工業株式会社) 2001.03.27, 全文全図 & US 6453184 B1	1-7
A	JP 7-124138 A (テルモ株式会社) 1995.05.16, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 5-176901 A (日本電気三栄株式会社) 1993.07.20, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7