

(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
2011年12月29日(29.12.2011)

PCT

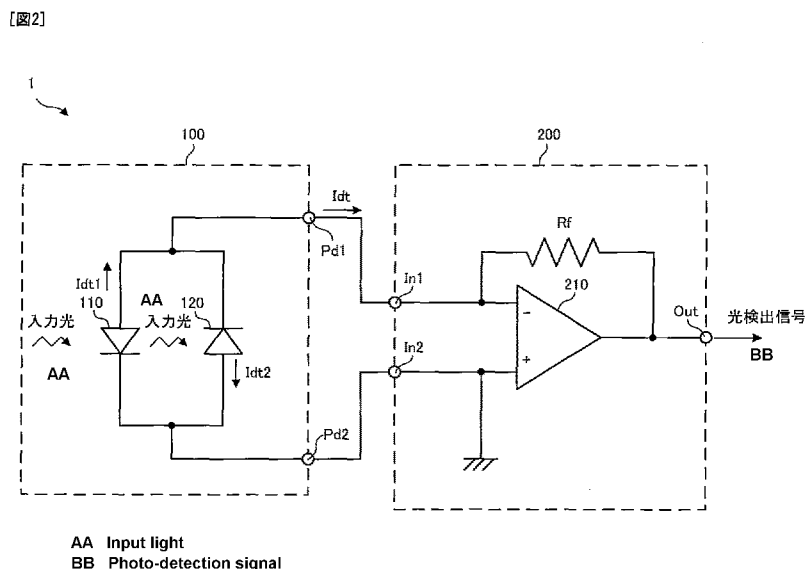
(10) 国際公開番号
WO 2011/161799 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 5/026 (2006.01) A61B 5/0285 (2006.01)
A61B 5/0245 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/060765
- (22) 国際出願日: 2010年6月24日(24.06.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パイオニア株式会社(PIONEER CORPORATION) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 立石 潔(TATEISHI, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1-1 パイオニア株式会社 川崎事業所内 Kanagawa (JP). 伊藤 敦也(ITO, Atsuya) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1-1 パイオニア株式会社 川崎事業所内 Kanagawa (JP). 木村 義則(KIMURA, Yoshinori) [JP/JP]; 〒2120031 神奈川県川崎市幸区新小倉1-1 パイオニア株式会社 川崎事業所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 江上 達夫, 外(EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 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, 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, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) Title: PHOTO-DETECTION DEVICE AND FLUID MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 光検出装置及び流体計測装置



(57) Abstract: The disclosed photo-detection device includes a first photoelectric conversion element (110) and a second photoelectric conversion element (120) that each convert input light into a current and output said current and is provided with: a photoelectric converter (100) that outputs the current difference between the current output by the first photoelectric conversion element and the current output by the second photoelectric conversion element as a detected current; and a first current-voltage converter (200) that amplifies and converts to a voltage signal the detected current output from the photoelectric converter and outputs said voltage signal.

(57) 要約: 光検出装置は、入力光を電流に夫々変換して出力する第1光電変換素子部(110)及び第2光電変換素子部(120)を含んでなり、第1光電変換素子部が出力する電流と第2光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として出力する光電流変換部(100)と、この光電流変換部から出力された検出電流を増幅して電圧信号に変換し、この電圧信号を出力する第1電流電圧変換部(200)とを備える。



WO 2011/161799 A1

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： 光検出装置及び流体計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば被検体によって例えば反射、散乱等された光に含まれる信号光成分を検出するための光検出装置、及び該光検出装置を備えた、例えばレーザードップラー血流計等の流体計測装置の技術分野に関する。

背景技術

[0002] この種の光検出装置として、例えば、レーザードップラー血流計において生体からの光を検出する受光部として用いられるものがある（例えば特許文献1及び2参照）。レーザードップラー血流計は、レーザ光等の光を生体に照射し、その反射又は散乱の際におけるドップラーシフトによる波長の変化により、生体の血流速度等を算出する。このようなレーザードップラー血流計における受光部として用いられる光検出装置は、典型的には、フォトダイオード等の光電変換素子と、この光電変換素子の出力電流を増幅して電圧信号に変換する、オペアンプ（即ち「演算増幅回路」）を含む電流電圧変換回路とを備えている。

[0003] 一方、例えば特許文献3には、光通信等に使用される光受信回路において、フォトダイオードの両端にバイアス素子を接続すると共に、この両端をコンデンサを介して差動アンプ（オペアンプ）の入力端に接続し、且つ、差動アンプの正入力と反転出力との間および負入力と正出力との間に抵抗素子を設けることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-175415号公報

特許文献2：特許第3313841号公報

特許文献3：特開平6-224652号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] この種の光検出装置が前述したようなレーザードップラー血流計における受光部として用いられる場合、生体によって反射又は散乱された光に含まれる信号光成分（即ち、ドップラーシフトされた変調成分）の強度は、生体によって反射又は散乱された光に含まれる定常光成分（即ち、生体による反射又は散乱によって変動しない成分）の強度よりも微弱であるため、信号光成分を精度良く検出することが困難であるという技術的問題点がある。
- [0006] 本発明は、例えば前述した問題点に鑑みなされたものであり、例えば被検体によって例えば反射、散乱等された光に含まれる信号光成分を精度良く検出することが可能な光検出装置、及びこのような光検出装置を備えた流体計測装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の光検出装置は上記課題を解決するために、入力光に含まれる信号光成分を検出するための光検出装置であって、前記入力光を電流に夫々変換して出力する第1及び第2光電変換素子部を含んでなり、前記第1光電変換素子部が出力する電流と前記第2光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として出力する光電流変換部と、該光電流変換部から出力された前記検出電流を増幅して電圧信号に変換し、該電圧信号を前記信号光成分を検出するための光検出信号として出力する第1電流電圧変換部とを備える。
- [0008] 本発明の流体計測装置は上記課題を解決するために、光を被検体に照射する照射部と、前記照射された光に起因する前記被検体からの光が前記入力光として入力される前述した本発明の光検出装置と、前記光検出信号に基づいて、前記被検体中の流体に関する流体情報を算出する算出部とを備える。
- [0009] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する発明を実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]第1実施例に係る光検出装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2] 第1実施例に係る光検出装置の構成を示すブロック図である。

[図3] 第1実施例に係る光検出装置の光電流変換部から出力される検出電流 I_{dt} 、及び電流電圧変換部が有するオペアンプの出力電圧 V_{out} の各々の一例を示す波形図である。

[図4] 第2実施例に係る光検出装置の構成を示すブロック図である。

[図5] 第3実施例に係る光検出装置の構成を示すブロック図である。

[図6] 第3実施例に係る光検出装置が有する増幅器の構成を示す回路図である。

[図7] 第4実施例に係る光検出装置が有する増幅器の構成を示す回路図である。

[図8] 第5実施例に係る血流計測装置の構成を示すブロック図である。

[図9] 第6実施例に係る血流計測装置の構成を示すブロック図である。

[図10] 第7実施例に係る光検出装置の構成を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の実施形態について説明する。

[0012] 第1実施形態に係る光検出装置は上記課題を解決するために、入力光に含まれる信号光成分を検出するための光検出装置であって、前記入力光を電流に夫々変換して出力する第1及び第2光電変換素子部を含んでなり、前記第1光電変換素子部が出力する電流と前記第2光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として出力する光電流変換部と、該光電流変換部から出力された前記検出電流を増幅して電圧信号に変換し、該電圧信号を出力する第1電流電圧変換部とを備える。

[0013] 本実施形態に係る光検出装置によれば、その動作時には、例えば被検体によって例えば反射、散乱等された光が入力光として光電流変換部に入力される。光電流変換部に入力された入力光は、光電流変換部によって電流に変換されて検出電流として出力される。光電流変換部から出力された検出電流は、例えばオペアンプ及び負帰還抵抗を含んでなる第1電流電圧変換部によって所定の利得で増幅され電圧信号に変換される。第1電流電圧変換部が出力

する電圧信号に基づいて、入力光に含まれる信号光成分（例えば、被検体における例えば反射、散乱等による変調成分）を検出することが可能となる。

[0014] 本実施形態では特に、光電流変換部は、入力光を電流に夫々変換して出力する第1及び第2光電変換素子部を含んでなり、第1光電変換素子部が出力する電流と第2光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として出力する。

[0015] 具体的には、第1及び第2光電変換素子部の各々は、1又は複数の光電変換素子（例えばフォトダイオード等）からなり、入力光の光量に応じて電流を出力する。光電流変換部は、第1光電変換素子部が出力する電流と第2光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として出力する。例えば、第1及び第2光電変換素子部は、第1光電変換素子部のカソードと第2光電変換素子部のアノードとが接続され且つ第1光電変換素子部のアノードと第2光電変換素子部のカソードとが接続されるように、並列接続されている。尚、第1光電変換素子部のカソードとは、第1光電変換素子部に入力光が入力された際に外部から電流が流れ込むことになる電極を意味し、第1光電変換素子部のアノードとは、第1光電変換素子部に入力光が入力された際に外部に電流が流れ出すことになる電極を意味する。同様に、第2光電変換素子部のカソードとは、第2光電変換素子部に入力光が入力された際に外部から電流が流れ込むことになる電極を意味し、第2光電変換素子部のアノードとは、第2光電変換素子部に入力光が入力された際に外部に電流が流れ出すことになる電極を意味する。或いは、例えば、第1及び第2光電変換素子部は、互いにカソード同士又はアノード同士が接続されるように、直列接続されている。

[0016] よって、第1及び第2光電変換素子部の各々から出力される電流のうち入力光に含まれる定常光成分に相当する電流成分（以下「DC (direct current) 成分」と適宜称する）を低減或いは除去して、入力光に含まれる信号光成分に相当する電流成分（以下「AC (alternate current) 成分」と適宜称する）を主として含む電流を検出電流として出力することができる。即ち、第

1 光電変換素子部が出力する電流のDC成分と、第2光電変換素子部が出力する電流のDC成分とを相殺させることができ、入力光に含まれる信号光成分に相当するAC成分を主として含む検出電流を出力することができる。

[0017] 従って、第1電流電圧変換部によって検出電流を増幅して電圧信号に変換する際の利得を高めることができる。言い換えれば、本実施形態によれば、前述したように、第1光電変換素子部が出力する電流のDC成分と、第2光電変換素子部が出力する電流のDC成分とが相殺されており、検出電流にはDC成分が殆ど或いは全く含まれていないので、例えば検出電流に含まれるDC成分が比較的大きい場合に発生し得る第1電流電圧変換部の飽和現象（例えば第1電流電圧変換部に含まれるオペアンプの飽和現象）の発生を回避しつつ、第1電流電圧変換部による増幅の利得を大きくすることができる。尚、第1電流電圧変換部の飽和現象とは、第1電流電圧変換部に入力される検出電流の電流値が所定の電流値よりも大きい場合に、第1電流電圧変換部が出力する電圧信号が、検出電流の電流値によらず、第1電流電圧変換部の電源電圧に応じて定まる一定の飽和電圧となる現象を意味する。

[0018] 更に、本実施形態によれば、前述したように、入力光に含まれる信号光成分に相当するAC成分を主として含む電流を、検出電流として出力することができるので、第1電流電圧変換部が出力する電圧信号におけるS/N比（signal-to-noise ratio）を向上させることができる。即ち、本実施形態によれば、第1及び第2光電変換素子部の各々から出力される電流のうち、入力光に定常光成分として含まれるノイズ成分に相当するDC成分を低減或いは除去して、信号成分に相当するAC成分を主として含む検出電流を出力するので、第1電流電圧変換部が出力する電圧信号におけるS/N比を向上させることができる。

[0019] 以上の結果、本実施形態に係る光検出装置によれば、入力光に含まれる信号光成分を精度良く検出することが可能となる。

[0020] 第1実施形態に係る光検出装置の一の態様では、前記第1及び第2光電変換素子部は、前記第1光電変換素子部のカソードと前記第2光電変換素子部

のアノードとが接続され且つ前記第 1 光電変換素子部のアノードと前記第 2 光電変換素子部のカソードとが接続されるように、並列接続されている。

[0021] この態様によれば、第 1 光電変換素子部が出力する電流と第 2 光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として確実に出力することができる。

[0022] 第 1 実施形態に係る光検出装置の他の態様では、前記第 1 及び第 2 光電変換素子部は、互いにカソード同士又はアノード同士が接続されるように、直列接続されている。

[0023] この態様によれば、第 1 光電変換素子部が出力する電流と第 2 光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として確実に出力することができる。

[0024] 前述した第 1 及び第 2 光電変換素子部が直列接続されている態様では、前記直列接続された前記第 1 及び第 2 光電変換素子部間に接続されており、前記第 1 及び第 2 光電変換素子部の各々にバイアス電圧を印加することが可能なバイアス電圧印加手段を更に備え、前記光電流変換部は、前記バイアス電圧印加手段によって前記第 1 及び第 2 光電変換素子部の各々に前記バイアス電圧が印加された場合には、前記第 1 光電変換素子部が出力する電流と前記第 2 光電変換素子部が出力する電流との各々を出力する。

[0025] この場合には、第 1 光電変換素子部が出力する電流と第 2 光電変換素子部が出力する電流との各々の DC 成分を検出することができる。よって、入力光に含まれる定常光成分に対する信号光成分の比を算出することができる。従って、入力光に含まれる信号光成分をより精度良く検出することが可能となる。

[0026] 第 1 実施形態に係る光検出装置の他の態様では、前記入力光を電流に変換して出力する第 3 光電変換素子部と、前記第 3 光電変換素子部から出力された電流を増幅して電圧信号に変換する第 2 電流電圧変換部とを更に備える。

[0027] この態様によれば、第 2 電流電圧変換部から出力される電圧信号に基づいて、第 3 光電変換素子部が出力する電流の DC 成分を検出することができる。

。よって、入力光に含まれる定常光成分に対する信号光成分の比を算出することができる。従って、入力光に含まれる信号光成分をより精度良く検出することが可能となる。

[0028] 第1実施形態に係る光検出装置の他の態様では、前記光電流変換部は、前記第1及び第2光電変換素子部の両端に夫々接続された第1及び第2端子を有し、前記第1電流電圧変換部は、前記第1端子に接続された正の入力端子、前記第2端子に接続された負の入力端子、前記正の入力端子に入力された信号を反転増幅して出力する負の出力端子、及び前記負の入力端子に入力された信号を反転増幅して出力する正の出力端子を有する全差動増幅器と、前記正の入力端子と前記負の出力端子との間に接続された第1負帰還抵抗と、前記負の入力端子と前記正の出力端子との間に接続された第2負帰還抵抗と、前記正の出力端子から出力される信号と前記負の出力端子から出力される信号との差を増幅して電圧信号として出力する増幅器とを有する。

[0029] この態様によれば、例えばフォトダイオード等である第1及び第2光電変換素子部を、逆バイアス電圧が殆ど或いは全く印加されない状態、即ち、いわゆる発電モードで動作させることができる。よって、第1及び第2光電変換素子部に発生する暗電流（即ち、入力光が入力されなくても逆バイアス電圧によって発生する逆方向電流）を低減或いは無くすることができる。従って、暗電流のゆらぎによるノイズ電流を低下させることができ、第1電流電圧変換部の増幅器が出力する電圧信号におけるS/N比を向上させることができる。この結果、入力光に含まれる信号光成分をより精度良く検出することが可能となる。

[0030] 第1実施形態に係る流量計測装置は上記課題を解決するために、光を被検体に照射する照射部と、前記照射された光に起因する前記被検体からの光が前記入力光として入力される前述した本実施形態に係る光検出装置（但し、その各種態様を含む）と、前記第1電流電圧変換部が出力する電圧信号に基づいて、前記被検体中の流体に関する流体情報を算出する算出部とを備える。

[0031] 本実施形態に係る流量計測装置によれば、前述した本実施形態に係る光検出装置を備えるので、被検体中の流体に関する流体情報を正確に算出することができる。

実施例

[0032] 以下、本発明の実施例について図を参照しつつ説明する。

[0033] <第1実施例>

第1実施例に係る光検出装置について、図1から図3を参照して説明する。

[0034] 先ず、第1実施例に係る光検出装置の構成について、図1及び図2を参照して説明する。

[0035] 図1は、第1実施例に係る光検出装置の全体構成を示すブロック図であり、図2は、第1実施例に係る光検出装置の構成を示すブロック図である。

[0036] 図1及び図2において、第1実施例に係る光検出装置1は、外部から入力される入力光に含まれる信号光成分を検出するための光検出装置であり、光電流変換部100と、電流電圧変換部200とを備えている。入力光は、例えば、レーザー光が被検体（例えば人間の指など）によって例えば反射、散乱等された光であり、被検体に係る情報を示す信号光成分（例えば、被検体における例えば反射、散乱等による変調成分）を含んでいる。

[0037] 図2において、光電流変換部100は、受光素子110及び120と、端子Pd1及びPd2とを有している。尚、受光素子110は、本発明に係る「第1光電変換素子部」の一例であり、受光素子120は、本発明に「第2光電変換素子部」の一例である。

[0038] 受光素子110及び120の各々は、例えばPINダイオード（P-Intrinsic-N Diode）等のフォトダイオードであり、入力光を受光し、受光した入力光の光量に応じて電流を出力する。受光素子110及び120は、受光素子110のカソード（言い換えれば、受光素子110のN型半導体）と受光素子120のアノード（言い換えれば、受光素子110のP型半導体）とが互いに接続され且つ受光素子110のアノード（言い換えれば、受光素子11

0のP型半導体)と受光素子120のカソード(言い換えれば、受光素子120のN型半導体)とが互いに接続されるように、並列接続されている。受光素子110のアノード及び受光素子120のカソードは、端子Pd1に接続され、受光素子110のカソード及び受光素子120のアノードは、端子Pd2に接続されている。受光素子110及び120がこのように並列接続されているので、光電流変換部100は、受光素子110が出力する電流 I_{dt1} と受光素子120が出力する電流 I_{dt2} と差分電流を検出電流 I_{dt} として端子Pd1から出力することができる。

[0039] 端子Pd1及びPd2は、後述する電流電圧変換部200の入力端子 I_{n1} 及び I_{n2} にそれぞれ接続されている。

[0040] 電流電圧変換部200は、入力端子 I_{n1} 及び I_{n2} と、オペアンプ210と、帰還抵抗 R_f と、出力端子 O_{ut} とを有している。電流電圧変換部200は、入力端子 I_{n1} に入力される電流を電圧信号に変換して出力するトランスインピーダンスアンプ(電流-電圧変換増幅器)として構成されている。電流電圧変換部200は、光電流変換部100から入力端子 I_{n1} に入力される検出電流 I_{dt} を電圧信号に変換して出力端子 O_{ut} から光検出信号として出力する。

[0041] 入力端子 I_{n1} は、オペアンプ210の反転入力端子(-)に接続されている。入力端子 I_{n2} は、オペアンプ210の非反転入力端子(+)に接続されている。入力端子 I_{n2} 及びオペアンプ210の非反転入力端子は接地されている(即ち、例えばグラウンド(GND)電位等の基準電位に接続されている)。

[0042] 帰還抵抗 R_f は、オペアンプ210の出力端子とオペアンプ210の反転入力端子との間に接続されており、負帰還を施すと共に電流を電圧に変換する。帰還抵抗 R_f によって負帰還が施されることにより、オペアンプ210の反転入力端子と非反転入力端子との電位差は殆どゼロになっている(即ち、いわゆる「イマジナルショート(仮想短絡)」が成立している)。

[0043] 出力端子 O_{ut} は、オペアンプ210の出力端子に接続されている。出力

端子 O_{ut} は、オペアンプ 210 から出力される電圧信号を光検出信号として出力する。

[0044] 次に、本実施例に係る光検出装置の動作について、図 2 を参照して説明する。

[0045] 図 2 において、光検出装置 1 の動作時には、入力光が受光素子 110 及び 120 の各々によって受光されると、受光素子 110 及び 120 の各々から入力光の光量に応じた電流が出力される。即ち、受光素子 110 は、受光した入力光の光量に応じて電流 I_{dt1} を出力し、受光素子 120 は、受光した入力光の光量に応じて電流 I_{dt2} を出力する。すると、前述したように、受光素子 110 及び 120 は、受光素子 110 のカソードと受光素子 120 のアノードとが互いに接続され且つ受光素子 110 のアノードと受光素子 120 のカソードとが互いに接続されるように、並列接続されているので、受光素子 110 から出力される電流 I_{dt1} と受光素子 120 から出力される電流 I_{dt2} との差分電流が端子 $Pd1$ から検出電流 I_{dt} として出力される。

[0046] ここで、入力光には信号光成分（例えば、被検体における例えば反射、散乱等による変調成分）と定常成分（例えば、被検体に照射されるレーザー光の光量に応じた成分やノイズ成分）とが含まれる。よって、受光素子 110 が出力する電流 I_{dt1} と受光素子 120 が出力する電流 I_{dt2} とには、それぞれ、入力光に含まれる信号光成分に相当する電流成分である AC 成分と、入力光に含まれる定常光成分に相当する電流成分である DC 成分とが含まれる。受光素子 110 に入力される入力光の信号光成分と、受光素子 120 に入力される入力光の信号光成分とは、受光素子 110 が配置された位置と受光素子 120 が配置された位置とが互いに異なるため、光学的経路が互いに異なる。そのため信号光成分に相当する電流成分は互いに相関の低い信号となる。よって、受光素子 110 が出力する電流 I_{dt1} の AC 成分（即ち、信号光成分に相当する電流成分）と、受光素子 120 が出力する電流 I_{dt2} の AC 成分とは、互いに相関が低い。即ち、電流 I_{dt1} 及び I_{dt2}

2のAC成分は、互いに位相や振幅や周波数が異なる非同相成分を多く含む（言い換えれば、互いに相関が低い無相関成分である）。一方、受光素子110が出力する電流 I_{dt1} のDC成分（即ち、定常光成分に相当する電流成分）と、受光素子120が出力する電流 I_{dt2} のDC成分とは、例えば受光面積を等しく設計した場合、互いの振幅はほぼ等しい。即ち、電流 I_{dt1} 及び I_{dt2} のDC成分は、互いに同相成分（言い換えれば、互いに相関が強い相関成分）である。

[0047] よって、図3に示すように、受光素子110から出力される電流 I_{dt1} と受光素子120から出力される電流 I_{dt2} との差分電流である検出電流 I_{dt} は、電流 I_{dt1} 及び I_{dt2} のAC成分に比較して増加すると共にDC成分が低減或いは除去された電流となる。互いに無相関成分を多く含む信号同士の減算は、ランダム信号の減算と等価であり、減算後信号パワーは増加する。尚、図3は、検出電流 I_{dt} 及びオペアンプ210の出力電圧 V_{out} の各々の一例を示す波形図である。

[0048] 即ち、本実施例に係る光電流変換部100によれば、受光素子110が出力する電流 I_{dt1} のDC成分と、受光素子120が出力する電流 I_{dt2} のDC成分とを相殺させることができ、入力光に含まれる信号光成分に相当するAC成分を主として含む検出電流 I_{dt} を出力することができる。

[0049] 従って、電流電圧変換部200によって検出電流 I_{dt} を増幅して電圧信号に変換する際の利得を高めることができる。言い換えれば、本実施例によれば、前述したように、受光素子110が出力する電流 I_{dt1} のDC成分と、受光素子120が出力する電流 I_{dt2} のDC成分とが相殺されており、検出電流 I_{dt} にはDC成分が殆ど或いは全く含まれていないので、例えば検出電流 I_{dt} に含まれるDC成分が比較的大きい場合に発生し得る、電流電圧変換部200に含まれるオペアンプ210の飽和現象の発生を回避しつつ、電流電圧変換部200による増幅の利得を大きくすることができる。言い換えれば、図3において、オペアンプ210の出力電圧 V_{out} の最大値とオペアンプ210の飽和電圧 V_s との差 ΔV_1 を比較的大きく維持しつ

つ、電流電圧変換部200による増幅の利得を大きくすることができる。

[0050] 更に、本実施例によれば、前述したように、光電流変換部100は、入力光に含まれる信号光成分に相当するAC成分を主として含む電流を、検出電流 I_{dt} として出力することができるので、電流電圧変換部200が出力する光検出信号におけるS/N比を向上させることができる。即ち、本実施例によれば、受光素子110が出力する電流 I_{dt1} と受光素子120が出力する電流 I_{dt2} とから、入力光に定常光成分として含まれるノイズ成分（例えばレーザー光源のゆらぎに起因するノイズ成分）に相当するDC成分を低減或いは除去して、信号成分に相当するAC成分を主として含む検出電流 I_{dt} を出力するので、電流電圧変換部200が出力する光検出信号におけるS/N比を向上させることができる。

[0051] 加えて、本実施例によれば、前述したように、オペアンプ210の反転入力端子と非反転入力端子との電位差が殆どゼロになるイマジナルショートが成立している。よって、オペアンプ210の反転入力端子に入力端子 I_{n1} を介して接続されている端子 P_{d1} と、オペアンプ210の非反転入力端子に入力端子 I_{n2} を介して接続されている端子 P_{d2} との電位差も殆どゼロであり、受光素子110及び120の各々をゼロバイアスの状態（即ち、逆バイアス電圧が殆ど或いは全く印加されない状態）、即ち、いわゆる発電モードで動作させることができる。従って、受光素子110及び120に発生する暗電流を低減或いは無くすことができる。これにより、暗電流のゆらぎによるノイズ電流を低下させることができ、電流電圧変換部200が出力する光検出信号におけるS/N比を向上させることができる。

[0052] 本実施例によれば、入力光に定常光成分として含まれるDC成分を低減或いは除去できるので、電流電圧変換部200において、飽和現象を回避しつつ、入力である検出電流 I_{dt} に対する出力である出力電圧 V_{out} の比、即ち変換ゲインを高くできるので、S/N比を向上させることができる。

[0053] 具体的には、図2における帰還抵抗 R_f の抵抗値を高くしても、オペアンプ210の飽和現象を回避できる。電流電圧変換部200が発生するノイズ

の主要成分のひとつとして、帰還抵抗 R_f の熱雑音が良く知られている。熱雑音は、帰還抵抗 R_f の抵抗値の平方根に比例する。一方、変換ゲインは、帰還抵抗 R_f の抵抗値に比例するので、帰還抵抗 R_f の抵抗値を高くすると S/N 比は、帰還抵抗 R_f の抵抗値の平方根倍で改善される。しかし、従来の単一フォトダイオード構成で帰還抵抗 R_f の抵抗値を高くすると、DC成分によりオペアンプ210が飽和してしまう。仮にオペアンプ210が飽和した場合、信号成分は出力されなくなり、致命的な不具合が生じる。一方、本実施例によれば、検出電流 I_{dt} の段階でDC成分を低減或いは除去できるので、帰還抵抗 R_f の抵抗値を高くしてもオペアンプ210は飽和しない。従って、本実施例によれば、オペアンプ210の飽和回避と、高変換ゲインによる高 S/N 化の両立が可能となる。

[0054] 以上説明したように、本実施例に係る光検出装置1によれば、電流電圧変換部200が出力する光検出信号における S/N 比を向上させることができる。この結果、入力光に含まれる信号光成分を精度良く検出することが可能となる。

[0055] <第2実施例>

第2実施例に係る光検出装置について、図4を参照して説明する。

[0056] 図4は、第2実施例に係る光検出装置の構成を示すブロック図である。尚、図4において、図2に示した第1実施例に係る構成要素と同様の構成要素に同一の参照符合を付し、それらの説明は適宜省略する。

[0057] 図4において、第2実施例に係る光検出装置1bは、前述した第1実施例における光電流変換部100に代えて光電流変換部100bを備える点で、前述した第1実施例に係る光検出装置1と異なり、その他の点については、前述した第1実施例に係る光検出装置1と概ね同様に構成されている。

[0058] 図4において、光電流変換部100bは、受光素子110b及び120bと、端子Pd1b及びPd2bとを有している。尚、受光素子110bは、本発明に係る「第1光電変換素子部」の一例であり、受光素子120bは、本発明に「第2光電変換素子部」の一例である。

[0059] 受光素子 110b 及び 120b の各々は、例えば PIN ダイオード等のフォトダイオードであり、入力光を受光し、受光した入力光の光量に応じて電流を出力する。受光素子 110b 及び 120b は、互いにカソード同士が接続されるように、直列接続されている。受光素子 110b のアノードは、端子 Pd1b に接続され、受光素子 120b のアノードは、端子 Pd2b に接続されている。受光素子 110b 及び 120b がこのように直列接続されているので、光電流変換部 100b は、受光素子 110b が出力する電流 I_{dt1b} と受光素子 120b が出力する電流 I_{dt2b} と差分電流を検出電流 I_{dtb} として端子 Pd1b から出力することができる。

[0060] 端子 Pd1b 及び Pd2b は、電流電圧変換部 200 の入力端子 I_{n1} 及び I_{n2} にそれぞれ接続されている。

[0061] このように構成された光検出装置 1b によって、前述した第 1 実施例に係る光検出装置 1 によって得られる利益と同様の利益を得ることができる。即ち、受光素子 110b が出力する電流 I_{dt1b} の DC 成分と、受光素子 120b が出力する電流 I_{dt2b} の DC 成分とを相殺させることができ、入力光に含まれる信号光成分に相当する AC 成分を主として含む検出電流 I_{dtb} を出力することができる。この結果、電流電圧変換部 200 が出力する光検出信号における S/N 比を向上させることができる。

[0062] <第 3 実施例>

第 3 実施例に係る光検出装置について、図 5 及び図 6 を参照して説明する。

[0063] 図 5 は、第 3 実施例に係る光検出装置の構成を示すブロック図である。

[0064] 図 5 において、第 3 実施例に係る光検出装置 1c は、外部から入力される入力光に含まれる信号光成分を検出するための光検出装置であり、光電流変換部 100c と、電流電圧変換部 200c とを備えている。入力光は、例えば、レーザー光が被検体（例えば人間の指など）によって例えば反射、散乱等された光であり、被検体に係る情報を示す信号光成分（例えば、被検体における例えば反射、散乱等による変調成分）を含んでいる。

- [0065] 図5において、光電流変換部100cは、受光素子110c及び120cと、端子Pd1c及びPd2cとを有している。尚、受光素子110cは、本発明に係る「第1光電変換素子部」の一例であり、受光素子120cは、本発明に「第2光電変換素子部」の一例である。
- [0066] 受光素子110c及び120cの各々は、例えばPINダイオード等のフォトダイオードであり、入力光を受光し、受光した入力光の光量に応じて電流を出力する。受光素子110c及び120cは、互いにアノード同士が接続されるように、直列接続されている。受光素子110cのカソードは、端子Pd1cに接続され、受光素子120cのカソードは、端子Pd2cに接続されている。受光素子110c及び120cがこのように直列接続されているので、光電流変換部100cは、受光素子110cが出力する電流 I_{dt1c} と受光素子120cが出力する電流 I_{dt2c} との差分電流($I_{dt2c} - I_{dt1c}$)を検出電流 I_{dte} として端子Pd1cから出力することができる。また、光電流変換部100cは、端子Pd1cから出力する検出電流 I_{dte} の極性が反転された電流($-I_{dte}$)を端子Pd2cから出力することができる。
- [0067] 端子Pd1c及びPd2cは、電流電圧変換部200cの入力端子In1c及びIn2cにそれぞれ接続されている。
- [0068] このように構成された光電流変換部200cによれば、受光素子110cが出力する電流 I_{dt1c} のDC成分と、受光素子120cが出力する電流 I_{dt2c} のDC成分とを相殺させることができ、入力光に含まれる信号光成分に相当するAC成分を主として含む検出電流 I_{dte} を出力することができる。この結果、電流電圧変換部200cが出力する光検出信号におけるS/N比を向上させることができる。
- [0069] 電流電圧変換部200cは、入力端子In1c及びIn2cと、本発明に係る「全差動増幅器」の一例としての全差動アンプ230と、帰還抵抗Rf1及びRf2と、増幅器240と、出力端子Outとを有している。全差動アンプ230は、入力端子In1cに入力される電流 I_{dte} を電圧信号一

$R_{f1} \cdot I_{dtc}$ に変換し、出力端子 $Out-$ から出力する。同時に、全差動アンプ230は、入力端子 $In2c$ に入力される電流 $-I_{dtc}$ を電圧信号 $R_{f2} \cdot I_{dtc}$ に変換し、出力端子 $Out+$ から出力する。即ち、全差動アンプ230は、入力端子 $In1$ 及び $In2$ に入力される電流を、それぞれ独立して電流電圧変換し、差動出力するトランスインピーダンスアンプとして構成されている。

電流電圧変換部200cは、光電流変換部100cから入力端子 $In1c$ に入力される検出電流 I_{dtc} を電圧信号に変換して出力端子 Out から光検出信号として出力する。

[0070] 全差動アンプ230は、入力端子 $In1c$ に接続された入力端子 $In+$ と、入力端子 $In2c$ に接続された入力端子 $In-$ と、出力端子 $Out-$ と、出力端子 $Out+$ とを有する全差動増幅器である。基準電位は、基準電位端子 V_{ref} を介して入力される。出力端子 $Out-$ 及び $Out+$ は、後述する増幅器240の入力端子 $In-$ 及び $In+$ にそれぞれ接続されている。

[0071] 帰還抵抗 R_{f1} は、全差動アンプ230の入力端子 $In+$ と全差動アンプ230の出力端子 $Out-$ との間に接続されており、負帰還を施すと共に電流を電圧に変換する。帰還抵抗 R_{f2} は、全差動アンプ230の入力端子 $In-$ と全差動アンプ230の出力端子 $Out+$ との間に接続されており、負帰還を施すと共に電流を電圧に変換する。帰還抵抗 R_{f1} 及び R_{f2} によって負帰還が施されることにより、全差動アンプ230の入力端子 $In+$ と基準電位端子 V_{ref} との電位差は殆どゼロになっている。同様に入力端子 $In-$ との基準電位端子 V_{ref} との電位差は殆どゼロになっている。その結果、入力端子 $In+$ と入力端子 $In-$ は殆ど同電位になる。よって、全差動アンプ230の入力端子 $In+$ に入力端子 $In1c$ を介して接続されている端子 $Pd1c$ と、全差動アンプ230の入力端子 $In-$ に入力端子 $In2c$ を介して接続されている端子 $Pd2c$ との電位差も殆どゼロであり、受光素子110c及び120cの各々をゼロバイアスの状態、即ち、いわゆる発電モードで動作させることができる。従って、受光素子110c及び120c

に発生する暗電流を低減或いは無くすることができる。これにより、暗電流のゆらぎによるノイズ電流を低下させることができ、電流電圧変換部200cが出力する光検出信号におけるS/N比を向上させることができる。

[0072] 増幅器240は、入力端子 I_{n-} から入力される電圧信号 $-R_{f1} \cdot I_{dtc}$ と、入力端子 I_{n+} から入力される電圧信号 $R_{f2} \cdot I_{dtc}$ との電位差 $2 \cdot R_f \cdot I_{dtc}$ ($R_{f1} = R_{f2} = R_f$ に選ぶ)を増幅して出力する増幅器である。増幅器240の出力端子は、電流電圧変換部200cの出力端子 O_{ut} に接続されている。

[0073] 図6は、増幅器240の構成を示す回路図である。

[0074] 図6において、増幅器240は、計装アンプとして構成されており、オペアンプ $OP1$ 、 $OP2$ 及び $OP3$ と、帰還抵抗 $R2$ 、 $R3$ 及び $R6$ と、共通入力抵抗 $R1$ と、入力抵抗 $R4$ 、 $R5$ 及び $R7$ とを備えている。

[0075] 増幅器240の入力端子 I_{n-} は、オペアンプ $OP1$ の非反転入力端子(+)に接続されている。増幅器240の入力端子 I_{n+} は、オペアンプ $OP2$ の非反転入力端子(+)に接続されている。オペアンプ $OP1$ 及び $OP2$ は、帰還抵抗 $R2$ 及び $R3$ によってそれぞれ負帰還が施される。

[0076] 帰還抵抗 $R2$ と $R3$ とは、等しい抵抗値に設定されている。

[0077] 共通入力抵抗 $R1$ は、オペアンプ $OP1$ の反転入力端子とオペアンプ $OP2$ の反転入力端子との間に接続されている。尚、共通入力抵抗 $R1$ は、利得を可変とするために可変抵抗として機能してもよい。

[0078] オペアンプ $OP1$ の出力端子は、入力抵抗 $R4$ を介して、オペアンプ $OP3$ の反転入力端子に接続されている。オペアンプ $OP2$ の出力端子は、入力抵抗 $R5$ を介して、オペアンプ $OP3$ の非反転入力端子に接続されている。入力抵抗 $R5$ とオペアンプ $OP3$ の非反転入力端子の間には、入力抵抗 $R7$ の一方の端子が接続されている。入力抵抗 $R7$ の他方の端子は、例えばGND電位である基準電位 V_{ref} に接続されている。オペアンプ $OP2$ から出力される電圧は、入力抵抗 $R5$ 及び $R7$ によって分圧されオペアンプ $OP3$ の非反転入力端子に入力される。

- [0079] 入力抵抗 R_4 と R_5 とは、等しい抵抗値に設定されている。
- [0080] オペアンプ OP_3 は、帰還抵抗 R_6 によって負帰還が施される。オペアンプ OP_3 の出力端子は、電流電圧変換部 $200c$ の出力端子 Out に接続されている。
- [0081] 帰還抵抗 R_6 と入力抵抗 R_7 とは、等しい抵抗値に設定されている。
- [0082] このように構成された増幅器 240 によれば、全差動アンプ 230 の出力端子 $Out-$ 及び $Out+$ からそれぞれ出力される2つの電圧信号における同相成分（例えばハムノイズなど）を、ノイズとして除去することができる。更に、全差動アンプ 230 の出力端子 $Out-$ 及び $Out+$ からそれぞれ出力される2つの電圧信号は、検出電流 I_{dtc} に応じて差動出力されており、極性が互いに異なる2つの差動信号である。よって、増幅器 240 の入力端子 $In+$ 及び $In-$ には、検出した光の信号成分は逆相で入力される。これにより、増幅器 240 が光検出信号として出力する電圧信号から例えばハムノイズ等の同相成分を、ノイズとして除去することができる。加えて、検出した光の信号成分は逆相なので、増幅器 240 によって増幅されて、光検出信号として出力される。この結果、光検出信号において、ノイズ成分を低下させると共に信号成分を増加させることができるので、 S/N を顕著に向上させることができる。
- [0083] <第4実施例>
- 第4実施例に係る光検出装置について、図7を参照して説明する。
- [0084] 第4実施例に係る光検出装置は、図5及び図6を参照して前述した第3実施例における増幅器 240 に代えて増幅器 $240d$ を備える点で、前述した第3実施例に係る光検出装置 $1c$ と異なり、その他の点については、前述した第3実施例に係る光検出装置 $1c$ と概ね同様に構成されている。
- [0085] 図7は、第4実施例に係る増幅器の構成を示す回路図である。尚、図7において、図5及び図6に示した第3実施例に係る構成要素と同様の構成要素に同一の参照符合を付し、それらの説明は適宜省略する。
- [0086] 図7において、本実施例に係る増幅器 $240d$ は、オペアンプ OP_1 及び

OP2と、帰還抵抗R2及びR3と、共通入力抵抗R1と、ローパスフィルタ（即ち、低域通過フィルタ）LPF1及びLPF2と、AD（Analog to Digital）変換器ADC1及びADC2とを備えている。

[0087] 図5及び図6を参照して前述した第3実施例に係る増幅器240は、シングルエンドの信号であると共にアナログ信号として光検出信号を出力することが可能に構成されている。これに対して、図7に示すように、本実施例に係る増幅器240dは、極性の異なる2つの差動信号を光検出信号DtOut1及びDtOut2として出力するように構成されている。加えて、光検出信号DtOut1及びDtOut2は、ローパスフィルタLPF1及びLPF2並びにAD変換器ADC1及びADC2を介してデジタル信号として出力される。増幅器240dによれば、オペアンプOP1の出力信号は、アンチエリアスフィルタ（即ち、AD変換器によるサンプリングによって発生するエリアシングノイズを除去可能なフィルタ）としてのローパスフィルタLPF1を介してAD変換機ADC1に入力され、オペアンプOP2の出力信号は、アンチエリアスフィルタとしてのローパスフィルタLPF2を介してAD変換機ADC2に入力される。よって、光検出信号DtOut1及びDtOut2の各々のS/N比を高めることが可能である。AD変換器ADC1及びADC2の出力信号である量子化された光検出信号DtOut1及びDtOut2は、例えばDSP（Digital Signal Processor）等のデジタル信号処理装置等の信号処理装置（不図示）によって減算処理が実行されてよい。

[0088] 以上の結果、本実施例によれば、光検出信号DtOut1及びDtOut2は、量子化されているので、例えば通信網を介して伝送する場合における、外界環境からのノイズに強くなる。よって、光検出信号の長距離伝送を実現することが可能となる。

[0089] <第5実施例>

第5実施例に係る血流計測装置について、図8を参照して説明する。

[0090] 図8は、第5実施例に係る血流計測装置の構成を示すブロック図である。

尚、図8において、図1及び図2に示した第1実施例に係る構成要素と同様の構成要素に同一の参照符合を付し、それらの説明は適宜省略する。

[0091] 図8において、本実施例に係る血流計測装置1001は、本発明に係る「流体計測装置」の一例であり、生体である被検体900の血流量を計測するための装置である。

[0092] 血流計測装置1001は、レーザー駆動装置2と、半導体レーザー3と、図1及び図2を参照して前述した第1実施例に係る光検出装置1と、信号処理部5とを備えている。尚、レーザー駆動装置2及び半導体レーザー3は、本発明に係る「照射部」の一例であり、信号処理部5は、本発明に係る「算出部」の一例である。

[0093] 図8において、レーザー駆動装置2によって半導体レーザー3が駆動されることにより、半導体レーザー3からの光が被検体900に照射される。被検体900に照射された光は、被検体900の毛細血管内のヘモクロビンにより反射或いは散乱される。このように被検体900において反射或いは散乱された光は、光検出装置1の光電流変換部100（より具体的には、図2を参照して前述した受光素子110及び120）に入射される。入射された光に応じて光電流変換部100から検出電流 I_{dt} が出力される。検出電流 I_{dt} は、電流電圧変換部200によって電圧信号に変換されて、光検出信号として信号処理部5に入力される。信号処理部5は、入力された光検出信号に基づいて血流量を算出し、血流量を示すデジタル信号を血流量検出信号として出力する。

[0094] ここで特に、血流計測装置1001は、前述した第1実施例に係る光検出装置1を備えているので、S/Nが高い光検出信号に基づいて、信号処理部5によって血流量を算出することができる。よって、血流量を正確に算出することができる。

[0095] 尚、血流計測装置は、前述した第1実施例に係る光検出装置1と同様にそれぞれ構成された2つの光検出装置と、該2つの光検出装置からそれぞれ出力される光検出信号の差分に基づいて血流量を算出し、血流量を示すデジタ

ル信号を血流量検出信号として出力する信号処理部とを更に備えてもよい。このように構成すれば、例えばハムノイズ等の同相成分をより確実に除去することができ、より正確に、血流量を算出することができる。

[0096] <第6実施例>

第6実施例に係る血流計測装置について、図9を参照して説明する。

[0097] 図9は、第6実施例に係る血流計測装置の構成を示すブロック図である。尚、図9において、図4に示した第2実施例に係る構成要素及び図8に示した第5実施例に係る構成要素と同様の構成要素に同一の参照符合を付し、それらの説明は適宜省略する。

[0098] 図9において、本実施例に係る血流計測装置1002は、本発明に係る「流体計測装置」の一例であり、生体である被検体900の血流量を計測するための装置である。

[0099] 血流計測装置1002は、レーザー駆動装置2と、半導体レーザー3と、光検出装置1gと、信号処理部5gとを備えている。

[0100] 光検出装置1gは、光電流変換部100b及び電流電圧変換部200gを備えている。

[0101] 光電流変換部100bは、互いにカソード同士が接続されるように、直列接続された受光素子110b及び120bを有している。受光素子110bのアノードは、端子Pd1bを介して電流電圧変換部200gの入力端子In1に接続され、受光素子120bのアノードは、端子Pd2bを介して電流電圧変換部200gの入力端子In2に接続されている。

[0102] 本実施例では特に、受光素子110b及び120b間にバイアス印加選択素子300の一端が接続されている。バイアス印加選択素子300は、コントローラ400からの指令に基づいて、受光素子110b及び120bにバイアス電圧を印加するか否かを選択する。バイアス印加選択素子300は、アナログスイッチSW1から構成されている。アナログスイッチSW1の一端は、受光素子110bと120bとの間（即ち、受光素子110bと120bとの接続点）に接続され、アナログスイッチSW1の他端は、例えばG

N D 電位等のバイアス電位に接続されている。バイアス印加選択素子 300 は、コントローラ 400 からの指令に応じて、アナログスイッチ SW1 のオンオフを切り替えることで、受光素子 110 b 及び 120 b にバイアス電圧を印加するか否かを選択する。尚、バイアス印加選択素子 300 及びコントローラ 400 は、本発明に係る「バイアス電圧印加手段」の一例である。

[0103] 電流電圧変換部 200 g は、図 7 を参照して前述した光検出装置が備える電流電圧変換部と同様に構成されている。即ち、電流電圧変換部 200 g は、全差動アンプ 230 (図 5 参照)、帰還抵抗 $R_f 1$ 及び $R_f 2$ (図 5 参照) 並びに増幅器 240 d (図 7 参照) を備えている。電流電圧変換部 200 g は、出力端子 $O u t 1$ 及び $O u t 2$ から光検出信号 $D t O u t 1$ 及び $D t O u t 2$ をそれぞれ出力する。

[0104] 信号処理部 5 g は、入力された光検出信号 $D t O u t 1$ 及び $D t O u t 2$ に基づいて血流量を算出し、血流量を示すデジタル信号を血流量検出信号として出力する。信号処理部 5 g は、コントローラ 400 からの指令に基づいて、受光素子 110 b 及び 120 b にバイアスが印加されるバイアス印加時 (即ち、アナログスイッチ SW1 がオン状態とされたとき) と、受光素子 110 b 及び 120 b にバイアスが印加さない開放時 (即ち、アナログスイッチ SW1 がオフ状態とされたとき) とで、信号処理の内容を変更する。

[0105] 具体的には、バイアス印加時には、信号処理部 5 g は、入力される光検出信号 $D t O u t 1$ 及び $D t O u t 2$ を加算することにより、DC 光パワー成分を算出する。一方、開放時には、入力される光検出信号 $D t O u t 1$ 及び $D t O u t 2$ を減算することにより、例えばビート信号等の信号光成分のパワースペクトルを算出し、これに基づいて被検体 900 の血流量を算出する。更に、信号処理部 5 g は、開放時に算出した血流量を、バイアス印加時に算出した DC 光パワー成分で除算することで規格化を行う。これにより、半導体レーザー 3 から出射される光にパワー変動が生じたとしても被検体 900 の血流量を精度良く測定することが可能となる。

[0106] <第 7 実施例>

第7実施例に係る光検出装置について、図10を参照して説明する。

- [0107] 図10は、第7実施例に係る光検出装置の構成を示す回路図である。尚、図10において、図2に示した第1実施例に係る構成要素と同様の構成要素に同一の参照符号を付し、それらの説明は適宜省略する。
- [0108] 図10において、第7実施例に係る光検出装置1hは、受光素子130及び該受光素子130から出力される電流を電圧に変換する電流電圧変換部分203を更に備える点で、前述した第1実施例に係る光検出装置1と異なり、その他の点については、前述した第1実施例に係る光検出装置1と概ね同様に構成されている。尚、受光素子130は、本発明に係る「第3光電変換素子部」の一例であり、電流電圧変換部分203は、本発明に係る「第2電流電圧変換部」の一例である。
- [0109] 図10において、第7実施例に係る光検出装置1hは、光電流変換部100hと、電流電圧変換部200hとを備えている。
- [0110] 光電流変換部100hは、前述した第1実施例における光電流変換部100と同様に、並列接続された受光素子110及び120と、端子Pd1及びPd2とを有している。更に、光電流変換部100hは、受光素子110及び120とは別個に設けられた受光素子130と、端子Pd1h及びPd2hとを有している。受光素子130は、例えばPINダイオード等のフォトダイオードであり、入力光を受光し、受光した入力光の光量に応じて電流を出力する。受光素子130のカソードは、端子Pd1hに接続され、受光素子130のアノードは、端子Pd2hに接続されている。
- [0111] 端子Pd1h及びPd2hは、後述する電流電圧変換部200hの入力端子In1h及びIn2hにそれぞれ接続されている。
- [0112] 電流電圧変換部200hは、前述した第1実施例における光電流変換部と概ね同様に、入力端子In1及びIn2と、オペアンプ210と、帰還抵抗Rfと、出力端子OutAとを有している。尚、出力端子OutAは、オペアンプ210の出力端子に接続されている。出力端子OutAは、オペアンプ210から出力される電圧信号を光検出信号DtOutAとして出力する

- 。
- [0113] 更に、電流電圧変換部200hは、受光素子130から出力される電流を電圧に変換する電流電圧変換部分203を有している。電流電圧変換部分203は、入力端子In1h及びIn2hと、オペアンプ210hと、帰還抵抗Rfhと、出力端子OutBとを有している。
- [0114] 入力端子In1hは、オペアンプ210hの反転入力端子（-）に接続されている。入力端子In2hは、オペアンプ210hの非反転入力端子（+）に接続されている。入力端子In2h及びオペアンプ210hの非反転入力端子は接地されている。
- [0115] 帰還抵抗Rfhは、オペアンプ210hの出力端子とオペアンプ210hの反転入力端子との間に接続されており、負帰還を施すと共に電流を電圧に変換する。帰還抵抗Rfhによって負帰還が施されることにより、オペアンプ210hの反転入力端子と非反転入力端子との電位差は殆どゼロになっている（即ち、いわゆるイマジナルショートが成立している）。
- [0116] 出力端子OutBは、オペアンプ210hの出力端子に接続されている。出力端子OutBは、オペアンプ210hから出力される電圧信号を光検出信号DtOutBとして出力する。
- [0117] このように本実施例では特に、光検出装置1hは、受光素子130及び該受光素子130から出力される電流を電圧に変換する電流電圧変換部分203を備えるので、受光素子130が出力する電流Idt3に基づいて、入力光の定常光成分に相当する信号を光検出信号DtOutBとして出力することができる。よって、互いに並列接続された受光素子110及び120からの検出電流Idtに基づく光検出信号DtOutA（即ち、入力光の信号光成分に相当する信号）を、光検出信号DtOutB（即ち、入力光の定常光成分（DC光成分）に相当する信号）で除算することにより信号の規格化を行うことができる。よって、光源から出射される光にパワー変動が生じたとしても入力光に含まれる信号成分を精度良く検出することができる。
- [0118] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び

明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う光検出装置及び流体計測装置もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0119] 1、1 b、1 c、1 g、1 h 光検出装置
2 レーザー駆動装置
3 半導体レーザー
5、5 g 信号処理部
100、100 b、100 c、100 g、100 h 光電流変換部
110、120、110 b、120 b、110 c、120 c 受光素子
200、200 c、200 g、200 h 電流電圧変換部
210、210 h オペアンプ
230 全差動アンプ
240、240 d 増幅器
300 バイアス印加選択素子
400 コントローラ
1001、1002 血流計測装置
R f、R f h、R f 1、R f 2 帰還抵抗
SW1 アナログスイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 入力光に含まれる信号光成分を検出するための光検出装置であって、
- 、
- 前記入力光を電流に夫々変換して出力する第1及び第2光電変換素子部を含んでなり、前記第1光電変換素子部が出力する電流と前記第2光電変換素子部が出力する電流との差分電流を検出電流として出力する光電流変換部と、
- 該光電流変換部から出力された前記検出電流を増幅して電圧信号に変換し、該電圧信号を出力する第1電流電圧変換部と
- を備えることを特徴とする光検出装置。
- [請求項2] 前記第1及び第2光電変換素子部は、前記第1光電変換素子部のカソードと前記第2光電変換素子部のアノードとが接続され且つ前記第1光電変換素子部のアノードと前記第2光電変換素子部のカソードとが接続されるように、並列接続されていることを特徴とする光検出装置。
- [請求項3] 前記第1及び第2光電変換素子部は、互いにカソード同士又はアノード同士が接続されるように、直列接続されていることを特徴とする光検出装置。
- [請求項4] 前記直列接続された前記第1及び第2光電変換素子部間に接続されており、前記第1及び第2光電変換素子部の各々にバイアス電圧を印加することが可能なバイアス電圧印加手段を更に備え、
- 前記光電流変換部は、前記バイアス電圧印加手段によって前記第1及び第2光電変換素子部の各々に前記バイアス電圧が印加された場合には、前記第1光電変換素子部が出力する電流と前記第2光電変換素子部が出力する電流との各々を出力することを特徴とする請求項3に記載の光検出装置。
- [請求項5] 前記入力光を電流に変換して出力する第3光電変換素子部と、
- 前記第3光電変換素子部から出力された電流を増幅して電圧信号に

変換する第2電流電圧変換部と

を更に備えることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の光検出装置。

[請求項6]

前記光電流変換部は、前記第1及び第2光電変換素子部の両端に夫々接続された第1及び第2端子を有し、

前記第1電流電圧変換部は、

前記第1端子に接続された正の入力端子、前記第2端子に接続された負の入力端子、前記正の入力端子に入力された信号を反転増幅して出力する負の出力端子、及び前記負の入力端子に入力された信号を反転増幅して出力する正の出力端子を有する全差動増幅器と、

前記正の入力端子と前記負の出力端子との間に接続された第1負帰還抵抗と、

前記負の入力端子と前記正の出力端子との間に接続された第2負帰還抵抗と、

前記正の出力端子から出力される信号と前記負の出力端子から出力される信号との差を増幅して電圧信号として出力する増幅器と

を有することを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の光検出装置。

[請求項7]

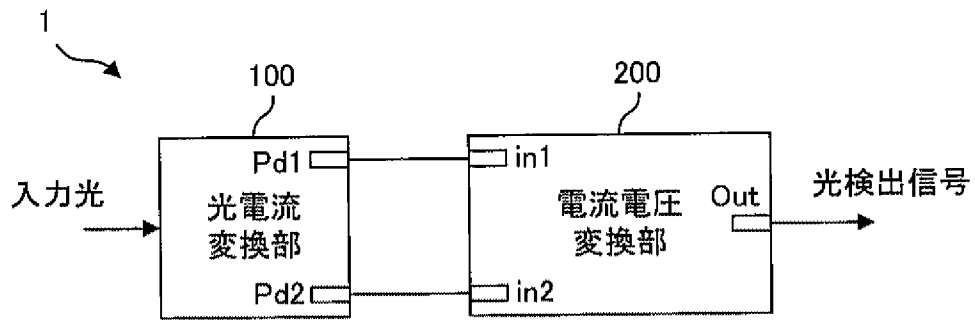
光を被検体に照射する照射部と、

前記照射された光に起因する前記被検体からの光が前記入力光として入力される請求項1から6のいずれか一項に記載の光検出装置と、

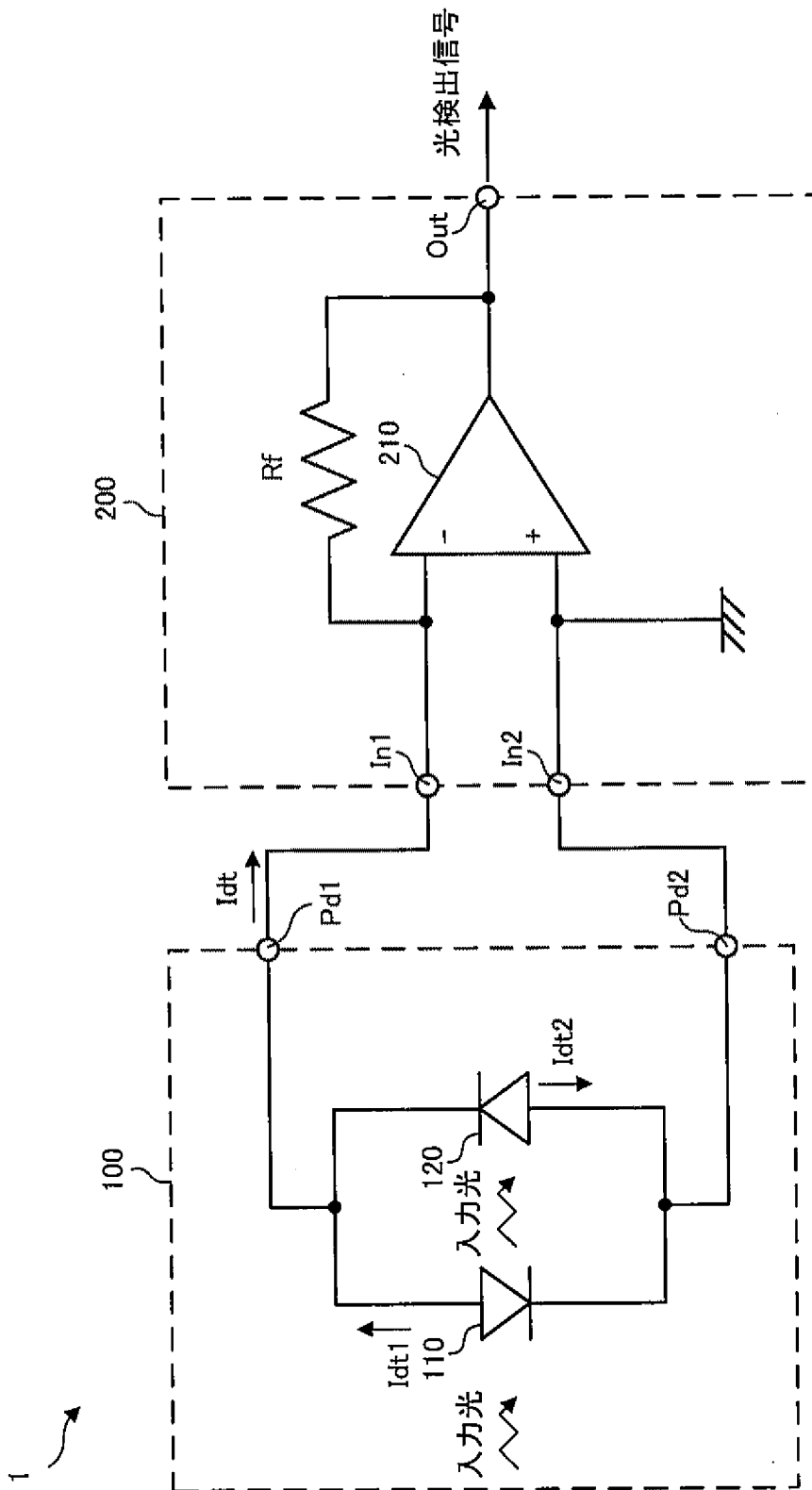
前記第1電流電圧変換部が出力する電圧信号に基づいて、前記被検体中の流体に関する流体情報を算出する算出部と

を備えることを特徴とする流体計測装置。

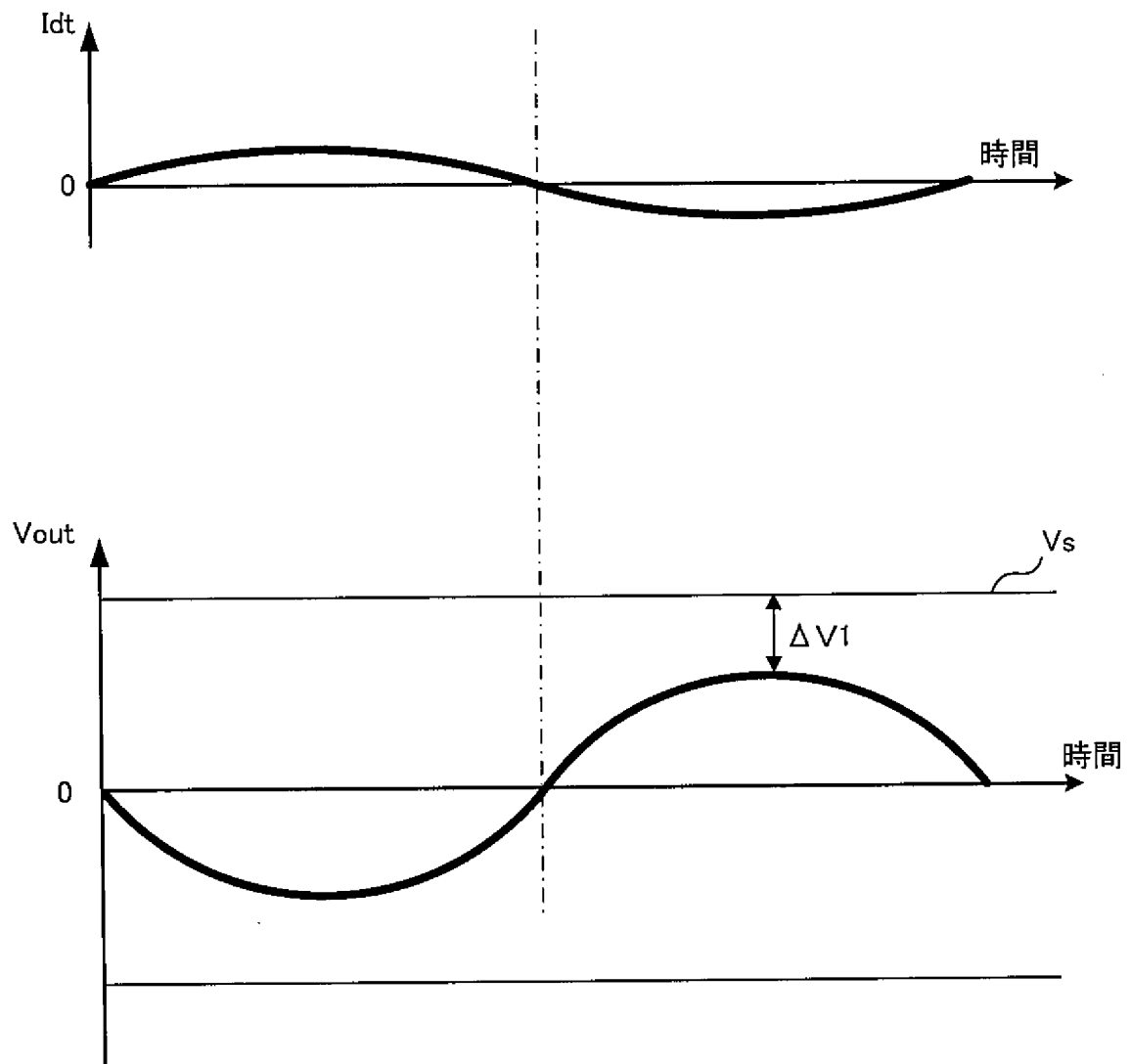
[図1]



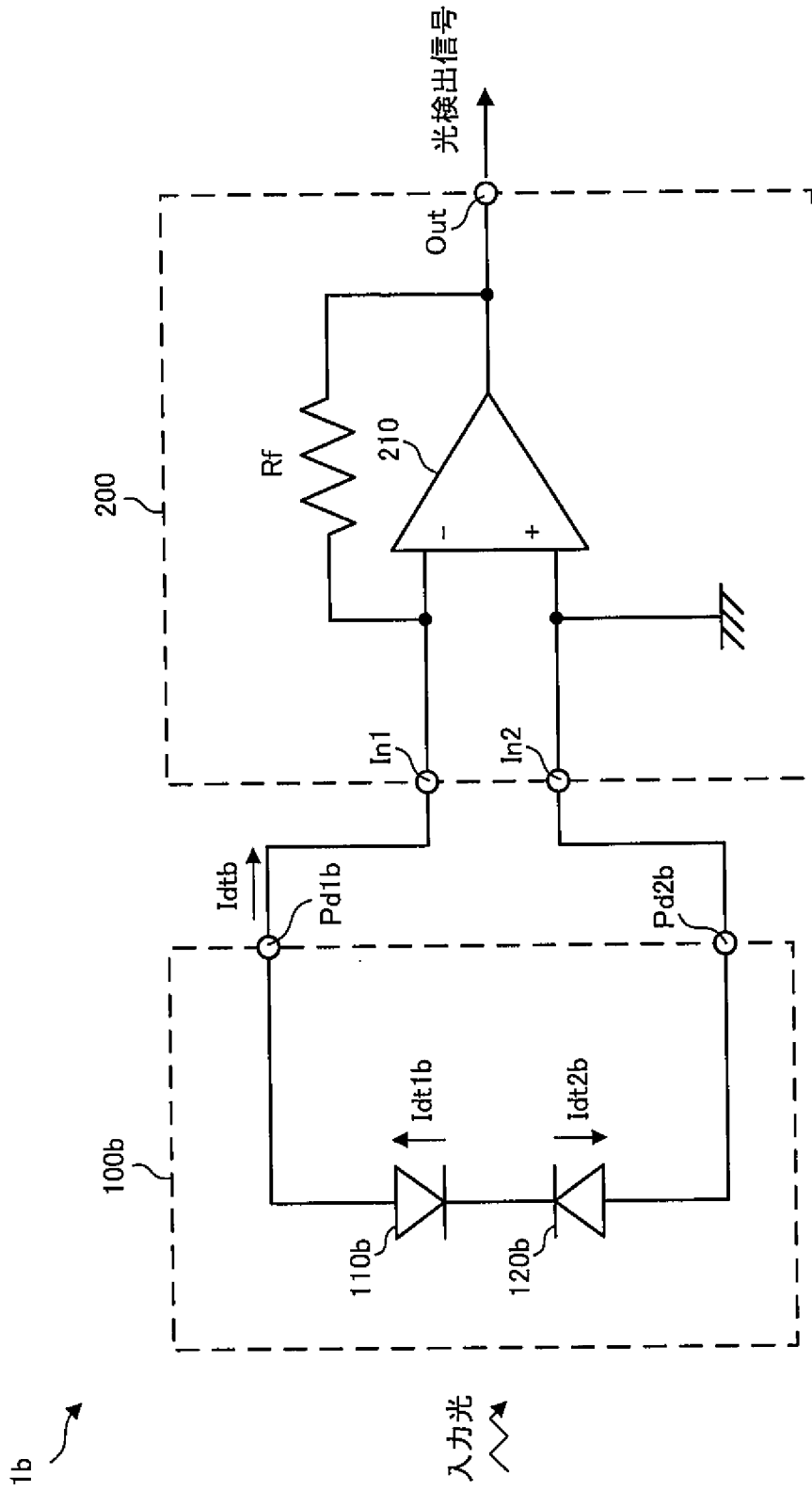
[図2]



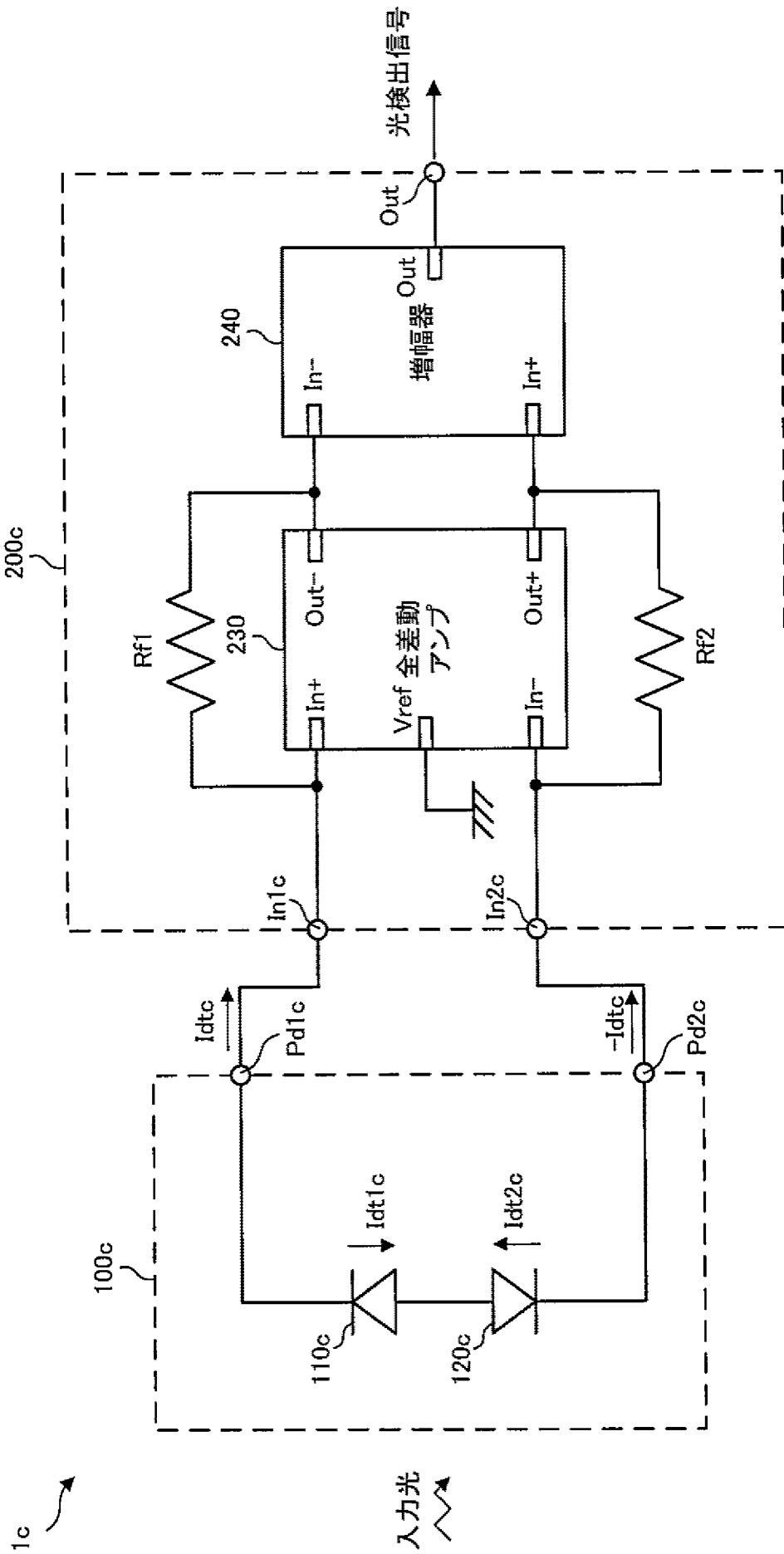
[図3]



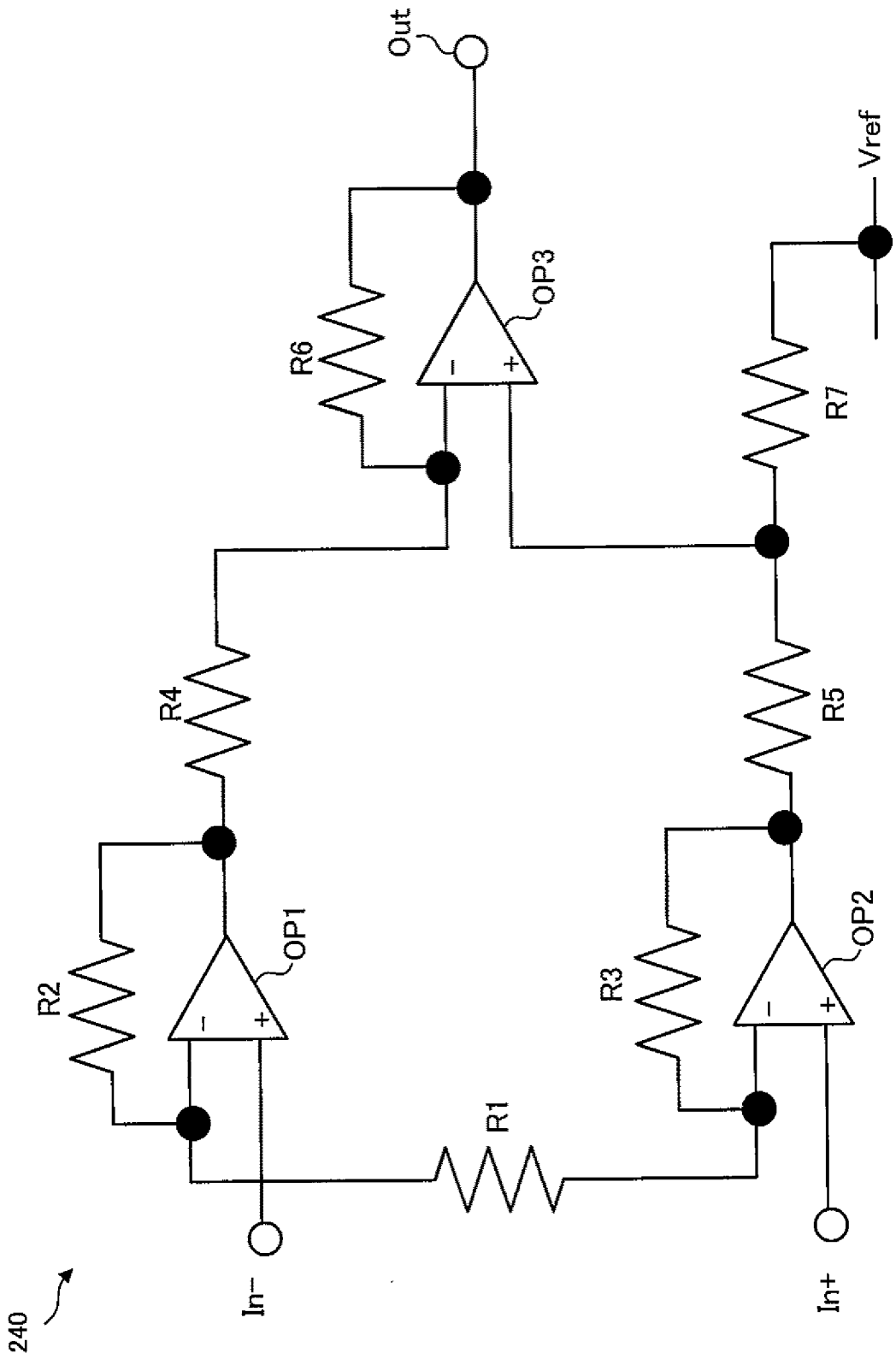
[図4]



[図5]



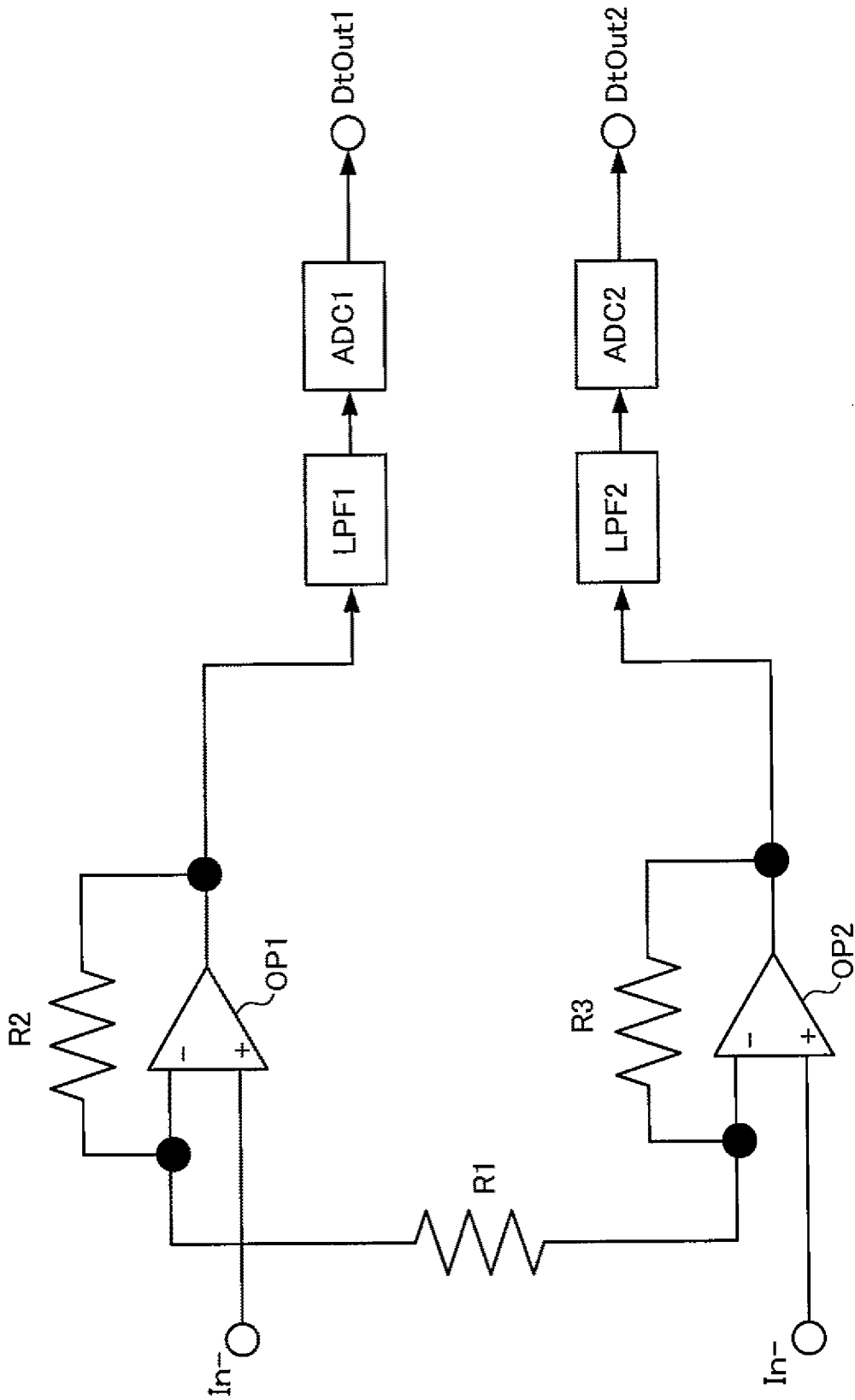
[圖6]



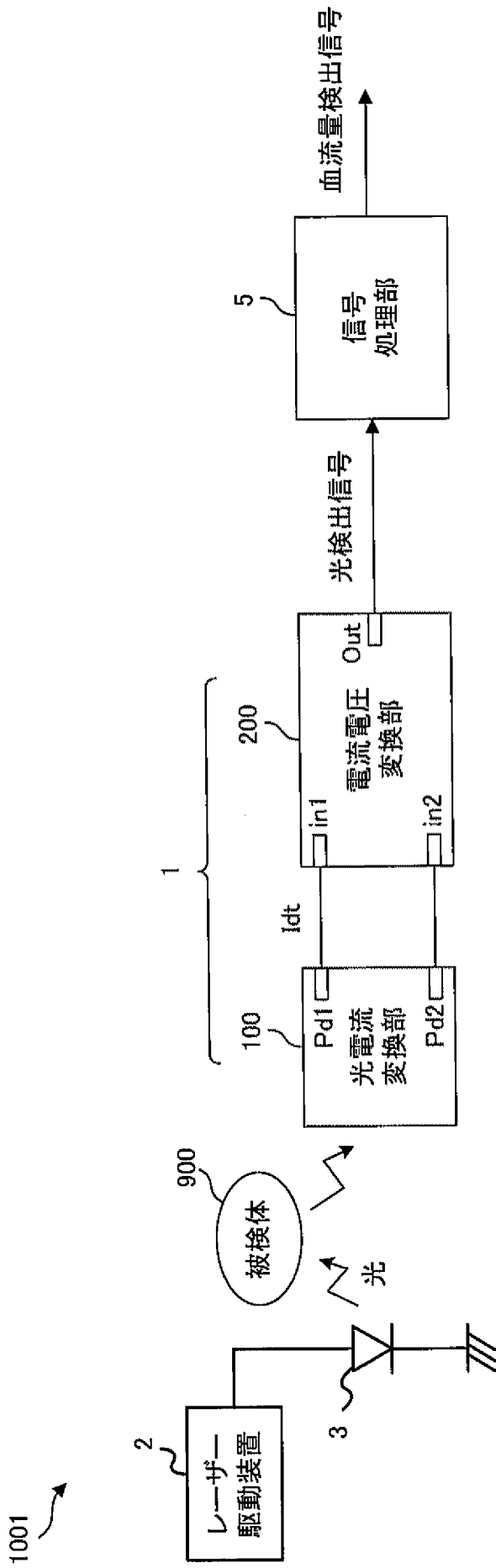
240 ↗

[図7]

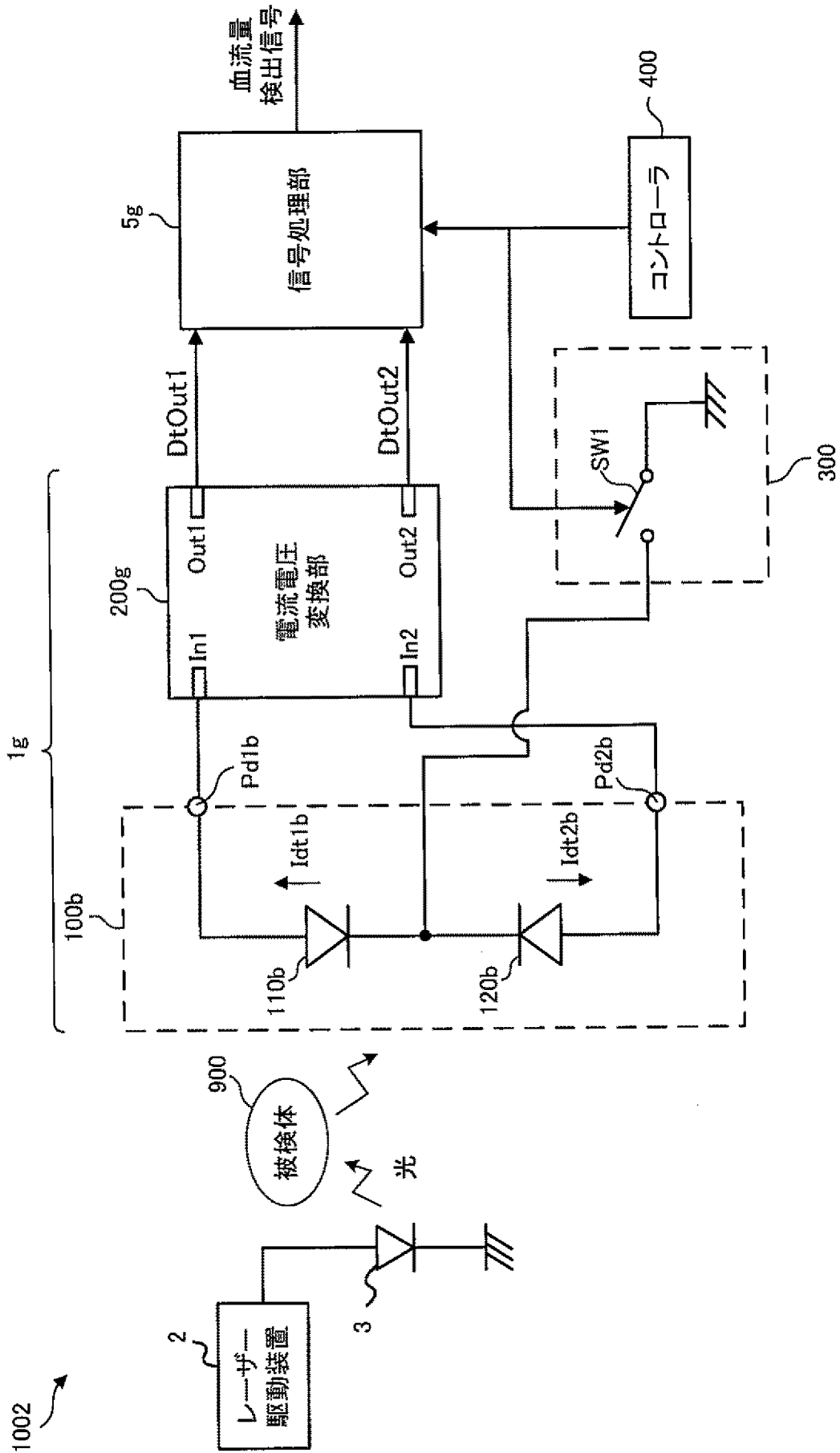
240d



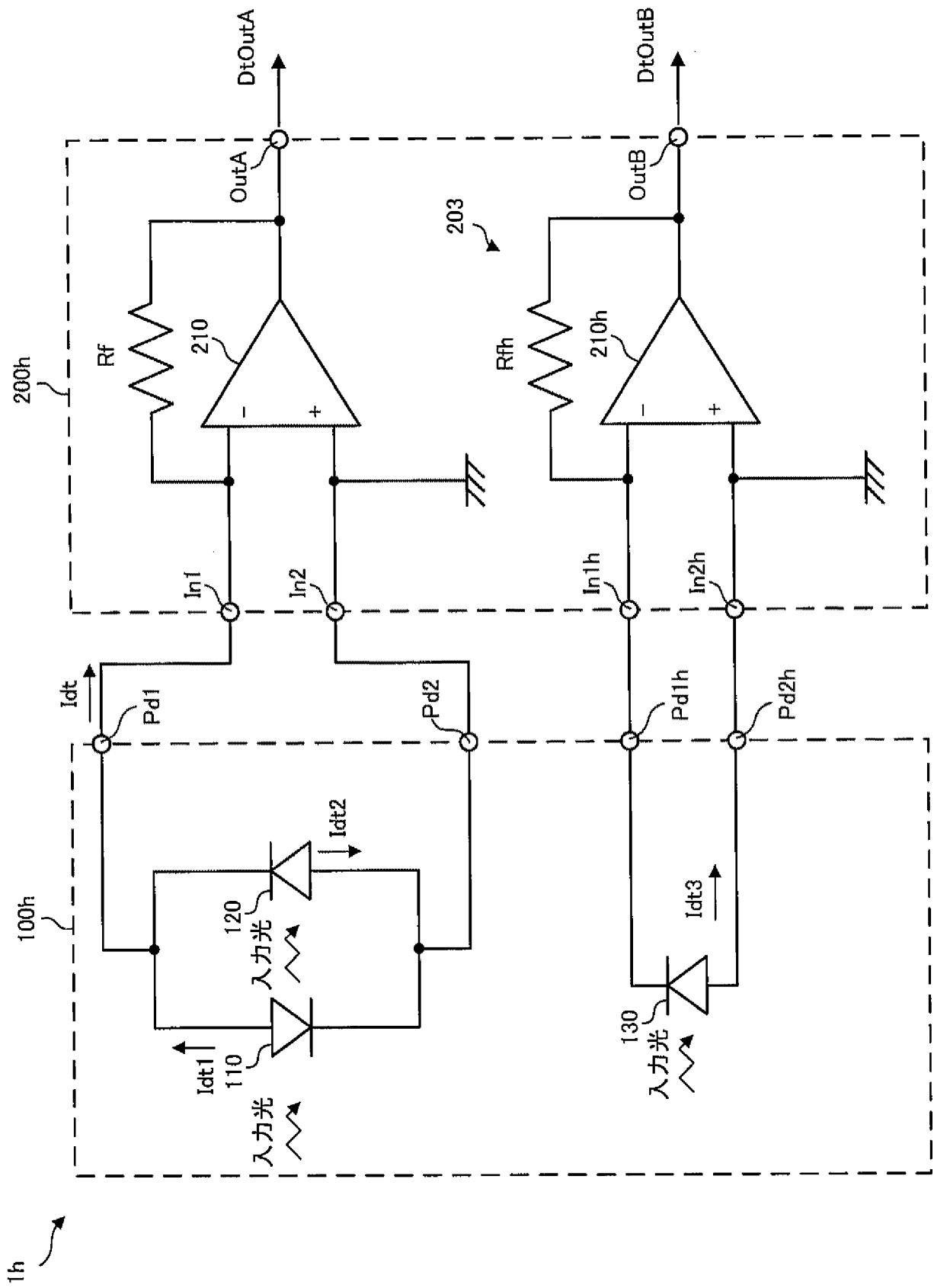
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B5/026(2006.01)i, A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/0285(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)

A61B5/026, A61B5/0245, A61B5/0285

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.
X Y A	WO 99/12469 A1 (Seiko Epson Corp.), 18 March 1999 (18.03.1999), pages 24, 42, 44; fig. 19 & US 6198951 B1 & EP 1444948 A1	1-2, 7 3, 5-6 4
X Y A	JP 2009-39568 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 26 February 2009 (26.02.2009), paragraphs [0023], [0033], [0041], [0049] (Family: none)	1, 5, 7 2-3, 6 4
X Y A	JP 50-161080 A (Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha), 26 December 1975 (26.12.1975), page 2; fig. 4 (Family: none)	1, 3, 7 2, 5-6 4

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
15 July, 2010 (15.07.10)

Date of mailing of the international search report
27 July, 2010 (27.07.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/060765

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-323940 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 November 2000 (24.11.2000), paragraphs [0001] to [0024]; fig. 11 (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. A61B5/026(2006.01)i, A61B5/0245(2006.01)i, A61B5/0285(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. A61B5/026, A61B5/0245, A61B5/0285

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
X Y A	WO 99/12469 A1 (セイコーエプソン株式会社) 1999.03.18, 第24, 42, 44頁及び図19 & US 6198951 B1 & EP 1444948 A1	1-2, 7 3, 5-6 4
X Y A	JP 2009-39568 A (日本電信電話株式会社) 2009.02.26, 【0023】、【0033】、【0041】、【0049】 (ファミリーなし)	1, 5, 7 2-3, 6 4
X Y A	JP 50-161080 A (株式会社諏訪精工舎) 1975.12.26, 第2頁及び図4 (ファミリーなし)	1, 3, 7 2, 5-6 4

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、一般的な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 15.07.2010	国際調査報告の発送日 27.07.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 大▲瀬▼ 裕久 電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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
Y	JP 2000-323940 A (松下電器産業株式会社) 2000. 11. 24, 【0001】 - 【0024】 及び図11 (ファミリーなし)	6