

(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
2015 年 3 月 5 日(05.03.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/029549 A1

- (51) 国際特許分類:
G05F 1/10 (2006.01) *B60R 16/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/065919
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 16 日(16.06.2014)
- (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 2013-177072 2013 年 8 月 28 日(28.08.2013) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 稲田 遼一(INADA, Ryoichi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 広津 鉄平(HIROTSU, Teppei); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 森田 康史(MORITA, Yasushi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモ

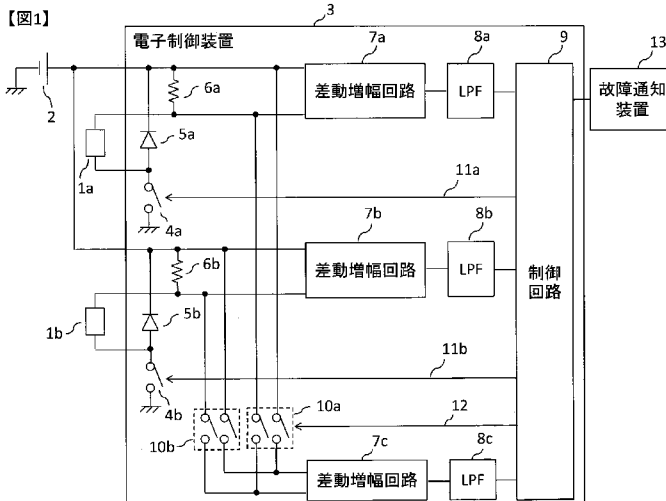
ティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 秦 尚廣(HATA, Takahiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人: 永井 冬紀(NAGAI, Fuyuki); 〒1000011 東京都千代田区幸町 2 丁目 2 番 2 号 富国生命ビル 永井特許事務所 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, BN, BR, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: ELECTRONIC CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電子制御装置



- 3 Electronic control device
7a, 7b, 7c Differential amplifier circuit
8a, 8b, 8c LPF
9 Control circuit
13 Failure notification device

(57) Abstract: An electronic control device provided with: two controlling differential amplifier circuits; a diagnosing differential amplifier circuit; a first switch; a second switch; and a failure determining circuit that, when the first switch is in the diagnosing switch position, determines whether there is a failure in the diagnosing differential amplifier circuit and one of the controlling differential amplifier circuits on the basis on an output voltage which is output from the diagnosing differential amplifier circuit and one of the controlling differential amplifier circuits, and, when the second switch is in the diagnosing switch position, determines whether there is a failure in the diagnosing differential amplifier circuit and the other of the controlling differential amplifier circuits on the basis on an output voltage which is output from the diagnosing differential amplifier circuit and the other of the controlling differential amplifier circuits.

(57) 要約: 電子制御装置は、2つの制御用差動増幅回路と、診断用差動増幅回路と、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第1のスイッチが診断用切替位置である場合に一方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて一方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路の故障の有無を判定し、第2のスイッチが診断用切替位置である場合に他方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて他方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路の故障の有無を判定する故障判定回路とを備える。



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

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：電子制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、電子制御装置に関する。

背景技術

[0002] たとえば、自動車のブレーキシステムに搭載する電子制御装置は、制御対象であるモータもしくはソレノイドに流れる電流を調整し、対象の制御を行っている。精度の良い制御を実施するためには、制御対象に流れる電流値を読み取る必要があり、そのために電流検出回路が設けられる。この電流検出回路は、対象物を流れる電流を抵抗によって電圧に変換した後、差動増幅回路によって増幅し、出力する回路である。

[0003] 電流検出に使用する差動増幅回路の出力がずれてしまうと、制御対象に流れる電流が正しく読み取れなくなるため、制御対象を正しく制御できなくなるおそれがある。そのため、たとえば、DC/DCコンバータ、電流検出部、および制御部を備え、制御部が、次のように動作する電源装置が知られている。この電源装置では、所定タイミングで第1スイッチをオフにして第2スイッチをオンにすることでゼロ点電流 I_0 を更新し、第2スイッチをオフにして第3スイッチをオンにすることで感度 K を更新し、第3スイッチをオフにして第1スイッチをオンにする、動作を繰り返すように制御することで、更新したゼロ点電流 I_0 と感度 K により電流 I を補正して検出する（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2012-186874号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した特許文献に記載の電源装置では、シャント抵抗と差動増幅回路の

接続を切り離し、差動増幅回路の入力を短絡させることにより、差動増幅回路のゼロ点電流調整が行える。また、差動増幅回路の入力に調整用電圧を印加することで、差動増幅回路の感度を調整できる。しかし、上述した特許文献に記載の電源装置では、差動増幅回路の調整中にシャント抵抗との接続を切り離す必要があるため、電流検出の最中に差動増幅回路の調整もしくは故障診断を行うことができない。制御対象を精度よく制御するために、制御対象が動作中には常に電流検出を行わなければならないため、上述した特許文献に記載の電源装置では、制御対象の動作中に差動増幅回路の調整等を行えない。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の1の態様によると、電子制御装置は、少なくとも2つの制御対象にそれぞれ流れる電流を個別に検出する少なくとも2つの制御用差動増幅回路と、制御用差動増幅回路とは異なる診断用差動増幅回路と、一方の制御対象を流れる電流を一方の制御用差動増幅回路で検出する非診断用切替位置と、一方の制御対象を流れる電流を一方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路で検出する診断用切替位置とに切り替える第1のスイッチと、他方の制御対象を流れる電流を他方の制御用差動増幅回路で検出する非診断用切替位置と、他方の制御対象を流れる電流を他方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路で検出する診断用切替位置とに切り替える第2のスイッチと、第1のスイッチの切替位置が診断用切替位置である場合に一方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて、一方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路の少なくともいずれか一方の故障の有無を判定し、第2のスイッチの切替位置が診断用切替位置である場合に他方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて、他方の制御用差動増幅回路および診断用差動増幅回路の少なくともいずれか一方の故障の有無を判定する故障判定回路とを備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、制御対象が動作中に差動増幅回路の故障の有無を判定できるので、信頼性の高い電子制御装置を実現できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1の実施の形態の電子制御装置および周辺回路の構成図の例である。

[図2]第1の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。

[図3]第2の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。

[図4]第3の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。

[図5]第3の実施の形態におけるスイッチ切り替え処理のフローチャートを表した図である。

[図6]第3の実施の形態における故障診断処理のタイミングチャートの例を表した図である。

[図7]差動増幅回路に故障が発生した場合の一例を示した図である。

[図8]第4の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。

[図9]第4の実施の形態におけるスイッチ切り替え処理のフローチャートを表した図である。

[図10]第4の実施の形態における故障診断処理のタイミングチャートの例を表した図である。

[図11]第5の実施の形態における電子制御装置および周辺回路の構成図の例である。

[図12]差動増幅回路の特性測定処理のフローチャートを表した図である。

[図13]差動増幅回路の特性測定処理のフローチャートを表した図である。

[図14]差動増幅回路の特性測定処理のフローチャートを表した図である。

[図15]第5の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。

[図16]差動増幅回路の代替処理のフローチャートを表した図である。

発明を実施するための形態

[0009] ———第1の実施の形態———

図1, 2を参照して、本発明による電子制御装置の第1の実施の形態を説明する。本実施の形態では、たとえば、自動車のブレーキシステムに搭載され、制御対象であるモータもしくはソレノイドに流れる電流を調整し、制御対象を制御する電子制御装置を例に挙げて説明する。本実施の形態の電子制御装置3は、制御対象に流れる電流を検出中の差動増幅回路に対して、故障診断を低コストで実施できる。以下、詳細について説明する。

[0010] 図1は、本実施の形態の電子制御装置3および周辺回路の構成図の例である。制御対象1aおよび1bは、電子制御装置3によって制御される対象であり、具体例としてはモータやソレノイドなどのアクチュエータ等が挙げられる。なお、図1において、制御対象1aおよび1bは電子制御装置3の外部に記載しているが、電子制御装置3の内部にあってもよい。外部電源2は、制御対象1aおよび1bを駆動させるための電源であり、たとえばバッテリーなどが該当する。

[0011] 電子制御装置3は、スイッチング素子4aおよび4b、還流ダイオード5aおよび5b、シャント抵抗6aおよび6b、差動増幅回路7a~7c、ローパスフィルタ8a~8c、制御回路9、スイッチ10aおよび10bを有している。

[0012] ここで、スイッチング素子4aは、制御対象1aに流れる電流量を制御するためのスイッチであり、たとえばFET (Field Effect Transistor) やバイポーラトランジスタによって構成される。このスイッチング素子4aのON/OFFは、後述する制御回路9から出力されるPWM (Pulse Wide Modulation) 信号11aによって切り替えられる。同様にスイッチング素子4bは、制御対象1bに流れる電流量を制御するためのスイッチであり、制御回路9から出力されるPWM信号11bによってON/OFFが切り替えられる。

- [0013] 還流ダイオード5 aは、スイッチング素子4 aがOFFになった場合に、制御対象1 aに発生するサージ電圧を逃がすためのダイオードである。同様に、還流ダイオード5 bは制御対象1 bに発生するサージ電圧を逃がすためのダイオードである。
- [0014] シャント抵抗6 aは、制御対象1 aに流れる電流を電圧に変換するための抵抗素子である。シャント抵抗6 aにおける電圧差は、差動増幅回路7 aによって増幅され、ローパスフィルタ8 aを経て、制御回路9に入力される。シャント抵抗6 bは、制御対象1 bに流れる電流を電圧に変換するための抵抗素子である。シャント抵抗6 bにおける電圧差は、差動増幅回路7 bによって増幅され、ローパスフィルタ8 bを経て、制御回路9に入力される。
- [0015] 差動増幅回路7 aは、シャント抵抗6 aで発生する電圧差を増幅して制御回路9に出力する差動増幅回路である。差動増幅回路7 bは、シャント抵抗6 bで発生する電圧差を増幅して制御回路9に出力する差動増幅回路である。差動増幅回路7 cは、後述するスイッチ10 a, 10 bを介して接続されるシャント抵抗6 aまたは6 bで発生する電圧差を増幅して制御回路9に出力する差動増幅回路である。
- [0016] 制御回路9は、内部にCPU（図示せず）、RAM（図示せず）、ROM（図示せず）通信回路（図示せず）を有している。このROMは、電氣的に書き換え可能なEEPROM（Electrically Erasable Programmable ROM）やフラッシュROMでも良い。制御回路9は、電子制御装置3外部のセンサ（図示せず）や他の電子制御装置（図示せず）と通信を行い、センサ値もしくは他の電子制御装置からの命令に基づいて、制御対象1 aおよび1 bに流す目標電流値をそれぞれ決定する。また、制御回路9は、差動増幅回路7 aおよび7 bの出力電圧から、制御対象1 aおよび1 bに流れている電流をそれぞれ計算し、目標電流値を補正する。そして、制御回路9は、補正した目標電流値に基づいてPWM信号11 aおよび11 bを生成し、スイッチング素子4 aおよび4 bを制御する。
- [0017] 差動増幅回路7 cの入力には、スイッチ10 aおよび10 bによって、差

動増幅回路 7 a または差動増幅回路 7 b のいずれか一方の入力が差動増幅回路 7 a または差動増幅回路 7 b と並列に接続される。スイッチ 10 a と 10 b とは、たとえば、スイッチ 10 a が ON 状態になった時、スイッチ 10 b が OFF 状態となるように、連動してお互いに逆の動作を行うように構成されている。スイッチ 10 a および 10 b の切り替え制御は、制御回路 9 が出力する切り替え信号 12 によって行われる。たとえば、切り替え信号 12 が 0 の場合は、スイッチ 10 a が ON かつスイッチ 10 b が OFF、切り替え信号 12 が 1 の場合は、スイッチ 10 a が OFF かつスイッチ 10 b が ON となる。

[0018] 制御回路 9 は、切り替え信号 12 によってスイッチ 10 a および 10 b を制御しつつ、差動増幅回路 7 c の出力電圧と差動増幅回路 7 a もしくは 7 b の出力電圧を比較し、故障の有無を判定する。故障があると判定した場合、制御回路 9 は故障通知装置 13 に対して、故障検出信号を出力する。

[0019] 故障通知装置 13 は、制御回路 9 からの故障検出信号を受け付け、たとえば車両の搭乗者に対して故障の発生を通知する装置である。故障の通知方法としては、たとえば、ランプを点灯させる、警告音を発生させる、音声で通知するなどの方法が挙げられる。

[0020] 図 2 は、第 1 の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。この故障診断処理は制御回路 9 が任意のタイミングで実施する。例えば、一定時間が経過するごとに実施しても良いし、制御回路 9 の処理サイクルごとに毎回実施しても良い。

[0021] ステップ S 1 において、制御回路 9 は、スイッチ 10 a と 10 b のどちらが ON になっているかを判定する。この判定は、現在出力している切り替え信号 12 の値を見ることで行う。例えば、切り替え信号 12 の値が 0 であればスイッチ 10 a が ON、切り替え信号 12 の値が 1 であればスイッチ 10 b が ON と判定できる。判定の結果、スイッチ 10 a が ON であればステップ S 2 の処理へ、そうでなければステップ S 3 の処理へ移る。

[0022] ステップ S 2 では、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a に対する故障診断の

ために、差動増幅回路 7 a の出力電圧と差動増幅回路 7 c の出力電圧を比較する。比較した結果、閾値 1 以上の差がある場合には、差動増幅回路 7 a もしくは 7 c のどちらかが故障していると判断し、ステップ S 4 の処理へ移る。そうでない場合にはステップ S 5 の処理に移る。

[0023] なお、差動増幅回路 7 a と 7 c が共に正常であっても、両回路の温度特性が不一致の場合には出力電圧に差が生じ、故障であると判定される可能性がある。そのような故障の誤検出を避けるため、差動増幅回路 7 a と 7 c の温度特性が合うように両回路を設計するほか、両回路にコモンセントロイド配置を適用することが望ましい。

[0024] ステップ S 3 では、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b に対する故障診断のために、差動増幅回路 7 b の出力電圧と差動増幅回路 7 c の出力電圧を比較する。比較した結果、閾値 3 以上の差がある場合には、差動増幅回路 7 b もしくは 7 c のどちらかが故障していると判断し、ステップ S 4 の処理へ移る。そうでない場合にはステップ S 5 の処理に移る。なお、ステップ S 2 における閾値 1 とステップ S 3 における閾値 3 は、同じ値でも良いし、異なる値でも良い。

[0025] なお、故障の誤検出を防止するため、差動増幅回路 7 b と 7 c に対しても、温度特性を考慮した設計とコモンセントロイド配置の適用を実施することが望ましい。

[0026] ステップ S 4 では、制御回路 9 は、故障通知装置 1 3 に対して故障検出信号を出力する。その後、ステップ S 5 の処理に移る。

[0027] ステップ S 5 において、制御回路 9 は、内部のカウンタ値が閾値 2 以上であるか判定する。カウンタ値が閾値 2 以上であればステップ S 6 の処理に移る。そうでなければ、制御回路 9 は、ステップ S 8 にてカウンタ値の加算を行い、故障診断処理を終了する。

[0028] ステップ S 6 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 0 a および 1 0 b の ON/OFF を切り替えるために、切り替え信号 1 2 の値を変更する。たとえば、スイッチ 1 0 a が ON である場合には、スイッチ 1 0 b が ON となるよ

うに切り替え信号12の値を変更する。その後、ステップS7において、制御回路9はカウンタ値を0に初期化し、故障診断処理を終了する。

[0029] 以上のように本実施の形態によれば、スイッチ10aがONの場合には、差動増幅回路7aと7cの出力電圧を比較し、それぞれの故障の有無を判定する。また、スイッチ10bがONの場合には、差動増幅回路7bと7cの出力電圧を比較し、それぞれの故障の有無を判定する。一定時間ごとにスイッチ10aおよび10bを切り替えながら、上記の動作を繰り返し行うことにより、制御対象1aおよび1bの電流を検出しつつ、差動増幅回路7aと7bに対する故障診断を実施することができる。すなわち、制御対象の動作中に差動増幅回路7a、7bの故障の有無を診断できるので、制御対象の動作に影響を与えずに故障診断ができる。したがって、差動増幅回路7a、7bの故障を早期に発見できるので、信頼性の高い電子制御装置を実現できる。

[0030] また、故障診断のために差動増幅回路7cを1つだけ追加する形になるため、差動増幅回路7aおよび7bをそれぞれ二重化するよりもコストを抑えることができる。さらに、差動増幅回路の故障時には外部の故障通知装置13に対して故障検出信号を出力するので、電子制御装置の使用者やメンテナンス作業等が故障の有無を容易に確認でき、メンテナンス性が向上する。

[0031] なお、本実施例では電流検出用の差動増幅回路が2つの場合の構成を示したが、3つ以上存在する場合にも同様の故障診断方法を適用することが可能である。

[0032] ー第2の実施の形態ー

図3を参照して、本発明による電子制御装置の第2の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、各差動増幅回路の増幅度やオフセット電圧が異なる点で第1の実施の形態と異なる。以下、各差動増幅回路の増幅度やオフセット電圧が異なる場合でも、制御対象に流れる電流を検出中

の差動増幅回路に対して、故障診断を低コストで実施できる電子制御装置の例を説明する。

[0033] 第2の実施の形態における電子制御装置およびその周辺回路は、第1の実施の形態と同じであるため、説明は省略する。

[0034] 図3は、第2の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。この故障診断処理も上述した第1の実施の形態と同様に、制御回路9が任意のタイミングで実施する。なお、図2における第1の実施の形態と同一の処理を行う部分については、同一のステップ番号を付しており、それらの説明は省略する。

[0035] ステップS1の処理は、図2における第1の実施の形態と同様である。

[0036] ステップS70において、制御回路9は、差動増幅回路7aの増幅度 G_a とオフセット電圧 V_{a0} および差動増幅回路7cの増幅度 G_c とオフセット電圧 V_{c0} を用いて、差動増幅回路7cの出力電圧を補正する。差動増幅回路7cの補正前の出力電圧を V_c としたとき、補正後の出力電圧 V_{cd} は次の(1)式によって計算される。出力電圧を補正した後、制御回路9はステップS51の処理に移る。

[0037] [数1]

$$\text{【数1】} \quad V_{cd} = \frac{G_a}{G_c}(V_c - V_{c0}) + V_{a0}$$

[0038] なお、差動増幅回路7aの増幅度 G_a とオフセット電圧 V_{a0} 、差動増幅回路7cの増幅度 G_c とオフセット電圧 V_{c0} は、回路設計時の設計値を用いる。そのため、増幅度 G_a 、 G_c 、オフセット電圧 V_{a0} 、 V_{c0} は、不図示のROMにあらかじめ記憶されている。

[0039] ステップS51において、制御回路9は、差動増幅回路7aの出力電圧と補正後の出力電圧 V_{cd} を比較する。比較した結果、閾値1以上の差がある場合には、ステップS4の処理に移る。そうでない場合には、ステップS5の処理に移る。

[0040] ステップS 7 1において、制御回路9は、差動増幅回路7 bの増幅度G bとオフセット電圧V b 0および差動増幅回路7 cの増幅度G cとオフセット電圧V c 0を用いて、差動増幅回路7 cの出力電圧を補正する。差動増幅回路7 cの補正前の出力電圧をV cとしたとき、補正後の出力電圧V c dは次の(2)式によって計算される。出力電圧を補正した後、制御回路9はステップS 5 3の処理に移る。

[0041] [数2]

$$\text{【数2】} \quad V_{cd} = \frac{G_b}{G_c}(V_c - V_{c0}) + V_{b0}$$

[0042] なお、差動増幅回路7 bの増幅度G bとオフセット電圧V b 0、差動増幅回路7 cの増幅度G cとオフセット電圧V c 0は、回路設計時の設計値を用いる。そのため、増幅度G b、G c、オフセット電圧V b 0、V c 0は、不図示のROMにあらかじめ記憶されている。

[0043] ステップS 5 3において、制御回路9は、差動増幅回路7 bの出力電圧と補正後の出力電圧V c dを比較する。比較した結果、閾値3以上の差がある場合には、ステップS 4の処理に移る。そうでない場合には、ステップS 5の処理に移る。

[0044] ステップS 4からステップS 8の処理は、上述した第1の実施の形態と同様である。

[0045] 以上のように本実施例では、差動増幅回路7 a、7 b、7 cの増幅度とオフセット電圧を用いて差動増幅回路7 cの出力電圧を補正している。そして、差動増幅回路7 aもしくは差動増幅回路7 bの出力電圧と差動増幅回路7 cの補正後の出力電圧を比較して故障の有無を判定する。こうすることで、各差動増幅回路の増幅度やオフセット電圧が異なる場合でも適切な故障診断を行うことができる。

[0046] なお、本実施例では電流検出用の差動増幅回路が2つの場合の構成を示したが、3つ以上存在する場合にも同様に故障診断処理を実施することが可能である。

[0047] ー ー ー 第 3 の 実 施 の 形 態 ー ー ー

図 4 ～ 6 を参照して、本発明による電子制御装置の第 3 の実施の形態を説明する。以下の説明では、第 1 の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第 1 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、スイッチ 10 a および 10 b の切り替え処理が第 1 の実施の形態と異なる。以下、電流検出中の差動増幅回路に発生した故障をより早く検出できる電子制御装置の例を説明する。

[0048] 本実施の形態における電子制御装置およびその周辺回路は、第 1 の実施の形態と同じであるため、説明は省略する。

[0049] 図 4 は、第 3 の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。この故障診断処理も第 1 の実施の形態と同様に、制御回路 9 が任意のタイミングで実施する。なお、第 1 の実施の形態と同一の処理を行う部分については、同一のステップ番号を付しており、それらの説明は省略する。

[0050] 図 4 におけるステップ S 1 からステップ S 4 の処理は、上述したように第 1 の実施の形態と同様であるため説明を省略する。本実施の形態では、図 4 における、ステップ S 4 の処理の後、ステップ S 2 での否定判断の後、またはステップ S 3 での否定判断の後にスイッチ切り替え処理（ステップ S 10）を行う。スイッチ切り替え処理（ステップ S 10）が終了すると、制御回路 9 は故障診断処理を終了する。

[0051] 図 5 は、上述したステップ S 10 におけるスイッチ切り替え処理のフローチャートを表した図である。まずステップ S 11 において、制御回路 9 は、制御対象 1 a が動作中であるかを判定する。制御対象 1 a が動作中であるかは、制御対象 1 a の目標電流値が 0 より大きいかな否かで判断できる。制御対象 1 a の目標電流値が 0 より大きければ動作中であると判断し、ステップ S 12 の処理に移る。目標電流値が 0 である場合には、ステップ S 13 の処理に移る。

[0052] ステップ S 12 において、制御回路 9 は、制御対象 1 b が動作中であるか

を判定する。動作中であるかは、制御対象 1 b の目標電流値が 0 より大きい
か否かで判断できる。制御対象 1 b の目標電流値が 0 より大きければ動作中
であると判断し、ステップ S 5 の処理に移る。目標電流値が 0 である場合に
は、ステップ S 1 4 の処理に移る。

[0053] ステップ S 1 3 において、制御回路 9 は、制御対象 1 b が動作中であるか
を判定する。動作中の判定方法はステップ S 1 2 と同様である。ここで、制
御対象 1 b が動作中であると判定した場合にはステップ S 1 5 の処理に移る
。制御対象 1 b が動作中でない場合には、ステップ S 5 の処理に移る。

[0054] ステップ S 5 からステップ S 8 までの処理は、上述した第 1 の実施の形態
と同様であるため、ここでは省略する。

[0055] ステップ S 1 4 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 0 a が ON、スイッ
チ 1 0 b が OFF となるように切り替え信号 1 2 の値を変更する。その後、
ステップ S 1 6 の処理に移る。

[0056] ステップ S 1 5 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 0 a が OFF、スイ
ッチ 1 0 b が ON となるように切り替え信号 1 2 の値を変更する。その後、
ステップ S 1 6 の処理に移る。

[0057] ステップ S 1 6 において、制御回路 9 は、カウンタの値を閾値 2 に設定す
る。これは、制御対象 1 a または 1 b のどちらか一方のみが動作中の状態か
ら、両方が動作中になった場合に、今まで故障診断していなかった差動増幅
回路を先に診断するためである。この処理の後、制御回路 9 はスイッチ切り
替え処理を終了する。

[0058] 図 6 は、本実施の形態における故障診断処理のタイミングチャートの例を
表した図である。なお、図 6 における各信号の周期は、模式的に示したもの
であって、実際の各信号の周期とは異なる。期間 A では、制御対象 1 a に対
する目標電流値が 0 より大きく、あるデューティ比を持った PWM 信号 1 1
a が制御回路 9 から出力されている。一方、制御対象 1 b に対する目標電流
値は 0 となっており、PWM 信号 1 1 b は常に 0 となっている。これより、
制御対象 1 a が動作中であり、制御対象 1 b は動作中で無いことになる。そ

のため、期間Aでは、制御回路9はスイッチ10aがONとなるように切り替え信号12を制御し、差動増幅回路7aのみを対象として故障診断を行う。

[0059] 期間Bでは、制御対象1aと1bそれぞれに対する目標電流値は0より大きく、それぞれのデューティ比をもったPWM信号11aと11bが制御回路9から出力されている。期間Bでは、制御対象1aと1bは共に動作中となるため、制御回路9は切り替え信号12の出力値を一定時間ごとに切り替え、差動増幅回路7aと7bに対する故障診断を交互に実施する。

[0060] 期間Cでは、制御対象1aに対する目標電流値が0のため、PWM信号11aは0となっている。また、制御対象1bに対する目標電流値が0より大きいため、あるデューティ比をもったPWM信号11bが制御回路9から出力されている。これより、制御対象1aは動作しておらず、制御対象1bのみが動作中ということになる。そのため、期間Cでは、制御回路9はスイッチ10bがONとなるように切り替え信号12を制御し、差動増幅回路7bのみを対象として故障診断を実施する。

[0061] 以上のように本実施例によれば、動作中の制御対象に対して、電流検出を行っている差動増幅回路の故障を早期に検出できるように、優先的に故障診断を行っている。これにより、故障診断の実施タイミングがより適切となり、信頼性の高い電子制御装置を実現できる。

[0062] なお、本実施例では電流検出用の差動増幅回路が2つの場合の構成を示したが、3つ以上存在する場合にも同様の故障診断方法を適用することが可能である。

[0063] ー第4の実施の形態ー

図7～10を参照して、本発明による電子制御装置の第4の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、スイッチ10aおよび10bの切り替え処理が第1の実施の形態と異なる。以下、差動増幅回路の故障

をより早く検出できる電子制御装置の例を説明する。

[0064] 図7は、差動増幅回路に故障が発生した場合の一例を示した図である。図7のグラフの横軸は制御対象を流れる電流、縦軸は差動増幅回路の出力電圧を表している。また、正常な差動増幅回路の出力電圧特性を実線で表し、故障が発生した場合の差動増幅回路の出力電圧特性を破線で表している。

[0065] 図7に示すように、故障によって差動増幅回路の増幅度が大きくなると、制御対象に一定電流を流した際に、通常に比べて出力電圧が大きくなる。このとき、制御回路は制御対象に大きな電流が流れていると判断し、出力電圧が目標電流から換算した値まで低下するように、電流値を抑える制御を行う。その結果、図7の ΔI_1 および ΔI_2 のように、制御対象に本来流すべき電流値と制御対象に実際に流れている電流値にずれが生じる。

[0066] このとき、目標電流値が小さい場合の電流ずれ量 ΔI_1 よりも、目標電流値が大きい場合の電流ずれ量 ΔI_2 の方が大きい。したがって、目標電流値が大きい制御対象についての差動増幅回路を、目標電流値が小さい制御対象についての差動増幅回路に優先して故障診断を行うことが望ましい。そこで、本実施の形態では、目標電流値が大きい制御対象についての差動増幅回路を、目標電流値が小さい制御対象についての差動増幅回路に優先して故障診断を行うように構成した電子制御装置の例を以下に説明する。

[0067] 第4の実施の形態における電子制御装置およびその周辺回路は、第1の実施の形態の構成と同じであるため、説明は省略する。

[0068] 図8は、第4の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。この故障診断処理も第1の実施の形態と同様に、制御回路9が任意のタイミングで実施する。なお、第1の実施の形態と同一の処理を行う部分については、同一の符号を記しており、それらの説明は省略する。

[0069] 図8におけるステップS1からステップS4の処理は、第1の実施の形態と同様であるため説明を省略する。図8では、ステップ4の処理の後にスイッチ切り替え処理（ステップS20）を行う。スイッチ切り替え処理（ステップS20）が終了すると、制御回路9は故障診断処理を終了する。

[0070] 図9は、第4の実施の形態におけるスイッチ切り替え処理のフローチャートを表した図である。図9におけるステップS5からステップS8までの処理は、第1の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

[0071] 図9のステップS21において、制御回路9は、スイッチ10aがONであるかを判定する。この判定は、切り替え信号12の値を確認することで行う。スイッチ10aがONである場合にはステップS22、そうでない場合にはステップS23の処理に移る。

[0072] ステップS22において、制御回路9は、制御対象1aおよび制御対象1bの目標電流値に応じて、閾値2の値を設定する。ステップS22で設定した閾値2の値によって、制御対象1aの故障診断時間が決まる。閾値2の設定方法としては、制御対象1aの目標電流値に比例して設定する方法がある。また、制御対象1aの目標電流値と制御対象1bの目標電流値の比によって、閾値2の値を設定しても良い。その際、現在の目標電流値の比によって閾値2を設定してもよいし、制御対象の最大目標電流値における現在の目標電流値の割合を考慮して閾値2を設定しても良い。

[0073] たとえば、制御対象1aの最大目標電流値が1.5[A]で現在の目標電流値が0.5[A]、制御対象1bの最大目標電流値が3[A]で現在の目標電流値が1[A]である場合を考える。たとえば、現在の目標電流値の比によって閾値2を決める場合、制御対象1aの現在の目標電流値は制御対象1bの現在の目標電流値の半分であるため、制御対象1aの診断時間が制御対象1bの診断時間の半分となるように閾値2を設定する。また、たとえば、制御対象の最大目標電流値における現在の目標電流値の割合を考える場合、どちらの制御対象においても現在の目標電流値は最大目標電流値の半分となるため、制御対象1aの診断時間が制御対象1bの診断時間と同じになるように閾値2を設定する。

[0074] ステップS22の処理の後、制御回路9はスイッチ切り替え処理を終了する。

[0075] ステップS23において、制御回路9は、制御対象1bおよび制御対象1

aの目標電流値に応じて、閾値2の値を設定する。ステップS23で設定した閾値2の値によって、制御対象1bの故障診断時間が決まる。閾値2の設定方法には、ステップS22で述べた方法がある。ステップS23の処理の後、制御回路9はスイッチ切り替え処理を終了する。

[0076] 図10は、第4の実施の形態における故障診断処理のタイミングチャートの例を表した図である。なお、図10では、スイッチ切り替え処理における閾値2の値を制御対象1aの目標電流値と制御対象1bの目標電流値の比によって決定している。また、図10の例では制御対象1aと制御対象1bの最大目標電流値は同じである。なお、図10における各信号の周期は、模式的に示したものであって、実際の各信号の周期とは異なる。

[0077] 期間Dでは、制御対象1aの目標電流値は最大値であり、PWM信号11aのデューティ比は1となっている。また、制御対象1bの目標電流値は最大値の半分であり、PWM信号11bのデューティ比は0.5となっている。期間Dでは、制御対象1aの目標電流値と制御対象1bの目標電流値が2:1の比率であるため、制御回路9は差動増幅回路7aと7bの故障診断を2:1の割合で実施している。

[0078] 期間Eでは、制御対象1aと1b共に目標電流値は最大値の半分であり、PWM信号11aおよび11bのデューティ比は0.5となっている。期間Eでは、制御対象1aの目標電流値と制御対象1bの目標電流値が1:1の比率であるため、制御回路9は差動増幅回路7aと7bの故障診断を1:1の割合で実施している。

[0079] 期間Fでは、制御対象1aの目標電流値は最大値の4分の1であり、PWM信号11aのデューティ比は0.25となっている。また、制御対象1bの目標電流値は最大値の半分であり、PWM信号11bのデューティ比は0.5となっている。期間Fでは、制御対象1aの目標電流値と制御対象1bの目標電流値は1:2の比率であるため、制御回路9は差動増幅回路7aと7bの故障診断を1:2の割合で実施している。

[0080] 以上のように第4の実施の形態では、目標電流値の高い制御対象に対して

電流検出を行っている差動増幅回路を優先的に故障診断している。これにより、制御対象を流れる電流が目標電流値から大きくずれることを防止し、信頼性の高い電子制御装置を実現できる。

[0081] なお、本実施例では電流検出用の差動増幅回路が2つの場合の構成を示したが、3つ以上存在する場合にも同様の故障診断方法を適用することが可能である。

[0082] ———第5の実施の形態———

図11～15を参照して、本発明による電子制御装置の第5の実施の形態を説明する。以下の説明では、第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第1の実施の形態と同じである。本実施の形態では、主に、差動増幅回路7a, 7bの特性を考慮して故障診断を行う点で第1の実施の形態と異なる。以下、差動増幅回路の故障を精度よく検出できる電子制御装置の例を説明する。

[0083] 図11は、第5の実施の形態における電子制御装置および周辺回路の構成図の例である。なお、第1の実施の形態における電子制御装置および周辺回路の構成図と同一の要素には同一の符号を付与しており、それら同一要素の説明は省略する。

[0084] 第5の実施の形態における電子制御装置3Aは、第1の実施の形態における電子制御装置3の構成要素に加えて、調整用電源14、スイッチ15aおよび15b、スイッチ16を有している。また、制御回路9からは切り替え信号17aおよび17b、切り替え信号18が出力される構成となっている。

[0085] 調整用電源14は、後述する差動増幅回路の特性測定の際に使用する直流電圧源である。なお、調整用電源14は、電子制御装置3Aの外部に設けられていてもよい。スイッチ15aは、シャント抵抗6aと差動増幅回路7aの接続を制御するスイッチである。このスイッチ15aのON/OFF制御は、制御回路9が出力する切り替え信号17aによって行われる。

[0086] 同様に、スイッチ15bは、シャント抵抗6bと差動増幅回路7bの接続

を制御するスイッチである。このスイッチ 15 b の ON / OFF 制御は、制御回路 9 が出力する切り替え信号 17 b によって行われる。

[0087] スイッチ 16 は、調整用電源 14 と差動増幅回路 7 c の接続を制御するスイッチである。このスイッチ 16 の ON / OFF 制御は、制御回路 9 が出力する切り替え信号 18 によって行われる。

[0088] 図 12 は、差動増幅回路の特性測定処理のフローチャートを表した図である。この特性測定処理は、制御回路 9 が任意のタイミングで実施する。たとえば、電子制御装置が製造された際に 1 度だけ実施しても良いし、電子制御装置に電源が供給された直後に実施しても良い。また、制御対象 1 a および 1 b が共に動作していない状態を検知して、この処理を実施しても良い。

[0089] ステップ S30 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a の特性測定処理を行う。この処理については、図 13 を用いて詳細に説明する。この処理の後、制御回路 9 はステップ S40 の処理に移る。

[0090] ステップ S40 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b の特性測定処理を行う。この処理については、図 14 を用いて詳細に説明する。この処理の後、制御回路 9 は差動増幅回路の特性測定処理を終了する。

[0091] 図 13 は、差動増幅回路 7 a の特性測定処理のフローチャートを表した図である。ステップ S31 において、制御回路 9 は、スイッチ 15 a が ON となるように、切り替え信号 17 a の値を変更する。その後、ステップ S32 の処理に移る。ステップ S32 において、制御回路 9 は、スイッチ 10 a が ON、スイッチ 10 b が OFF となるように、切り替え信号 12 の値を変更する。その後、ステップ S33 の処理に移る。

[0092] ステップ S33 において、制御回路 9 は、PWM 信号 11 a のデューティ比を 0 にし、スイッチング素子 4 a を常に OFF の状態にする。これにより、制御対象 1 a には電流が流れていない状態となる。その後、ステップ S34 の処理に移る。ステップ S34 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a の出力電圧をオフセット電圧 V_{a0} として、制御回路 9 内部の RAM または ROM に記録する。同様に、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 c の出力電圧

をオフセット電圧 V_{c0} として、制御回路 9 内部の RAM または ROM に記録する。その後、ステップ S 3 5 の処理に移る。

[0093] ステップ S 3 5 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 5 a が OFF 状態になるように、切り替え信号 1 7 a の値を変更する。その後、ステップ S 3 6 の処理に移る。ステップ S 3 6 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 6 が ON 状態になるように、切り替え信号 1 8 の値を変更する。その後、ステップ S 3 7 の処理に移る。

[0094] ステップ S 3 7 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a の出力電圧とステップ S 3 4 で記録したオフセット電圧 V_{a0} との電圧差を調整用電源 1 4 の電圧値で除して、差動増幅回路 7 a の増幅度 G_a を計算し、制御回路 9 内部の RAM または ROM に記録する。同様に、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 c の出力電圧とステップ S 3 4 で記録したオフセット電圧 V_{c0} との電圧差を調整用電源 1 4 の電圧値で除して、差動増幅回路 7 c の増幅度 G_c を計算し、制御回路 9 内部の RAM または ROM に記録する。その後、ステップ S 3 8 の処理に移る。

[0095] ステップ S 3 8 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 6 が OFF 状態になるように、切り替え信号 1 8 の値を変更する。その後、ステップ S 3 9 の処理に移る。ステップ S 3 9 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 5 a が ON 状態になるように、切り替え信号 1 7 a の値を変更する。その後、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a の特性測定処理を終了する。

[0096] 図 1 4 は、差動増幅回路 7 b の特性測定処理のフローチャートを表した図である。ステップ S 4 1 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 5 b が ON となるように、切り替え信号 1 7 b の値を変更する。その後、ステップ S 4 2 の処理に移る。ステップ S 4 2 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 0 a が OFF、スイッチ 1 0 b が ON となるように、切り替え信号 1 2 の値を変更する。その後、ステップ S 4 3 の処理に移る。

[0097] ステップ S 4 3 において、制御回路 9 は、PWM 信号 1 1 b のデューティ比を 0 にし、スイッチング素子 4 b を常に OFF の状態にする。これにより

、制御対象 1 b には電流が流れていない状態となる。その後、ステップ S 4 4 の処理に移る。ステップ S 4 4 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b の出力電圧をオフセット電圧 V_{b0} として、制御回路 9 内部の RAM または ROM に記録する。その後、ステップ S 4 5 の処理に移る。

[0098] ステップ S 4 5 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 5 b が OFF 状態になるように、切り替え信号 1 7 b の値を変更する。その後、ステップ S 4 6 の処理に移る。ステップ S 4 6 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 6 が ON 状態になるように、切り替え信号 1 8 の値を変更する。その後、ステップ S 4 7 の処理に移る。

[0099] ステップ S 4 7 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b の出力電圧とステップ S 4 4 で記録したオフセット電圧 V_{b0} との電圧差を調整用電源 1 4 の電圧値で除して、差動増幅回路 7 b の増幅度 G_b を計算し、制御回路 9 内部の RAM または ROM に記録する。その後、ステップ S 4 8 の処理に移る。

[0100] ステップ S 4 8 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 6 が OFF 状態になるように、切り替え信号 1 8 の値を変更する。その後、ステップ S 4 9 の処理に移る。ステップ S 4 9 において、制御回路 9 は、スイッチ 1 5 b が ON 状態になるように、切り替え信号 1 7 b の値を変更する。その後、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b の特性測定処理を終了する。

[0101] 図 1 5 は、第 5 の実施の形態における故障診断処理のフローチャートを表した図である。この故障診断処理も第 1 の実施の形態と同様に、制御回路 9 が任意のタイミングで実施する。なお、第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態と同一の処理を行う部分については、同一の符号を記しており、それらの説明は省略する。

[0102] ステップ S 1 の処理は、第 1 および第 2 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

[0103] ステップ S 5 0 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a の特性測定処理で記録した増幅度 G_a および G_c 、オフセット電圧 V_{a0} および V_{c0} を

用いて、差動増幅回路 7 c の出力電圧を補正する。差動増幅回路 7 c の補正前の出力電圧を V_c としたとき、補正後の出力電圧 V_{cd} は第 2 の実施の形態で示した (1) 式によって計算される。出力電圧を補正した後、制御回路 9 はステップ S 5 1 の処理に移る。ステップ S 5 1 の処理は、第 2 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

[0104] ステップ S 5 2 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b の特性測定処理で記録した増幅度 G_b およびオフセット電圧 V_{b0} と差動増幅回路 7 a の特性測定処理で記録した増幅度 G_c およびオフセット電圧 V_{c0} を用いて、差動増幅回路 7 c の出力電圧を補正する。差動増幅回路 7 c の補正前の出力電圧を V_c としたとき、補正後の出力電圧 V_{cd} は第 2 の実施の形態で示した (2) 式によって計算される。出力電圧を補正した後、制御回路 9 はステップ S 5 3 の処理に移る。ステップ S 5 3 の処理およびステップ S 4 からステップ S 8 の処理は、第 2 の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

[0105] 以上のように第 5 の実施の形態では、差動増幅回路 7 a、7 b、7 c の増幅度とオフセット電圧を測定し、その結果によって差動増幅回路 7 c の出力電圧を補正している。そのため、製造時のばらつきなどによって、差動増幅回路 7 a と 7 c、差動増幅回路 7 b と 7 c の特性にずれが生じたとしても、それを補正して故障診断を実施できる。これにより、故障診断の精度を高めることができる。

[0106] なお、本実施例では電流検出用の差動増幅回路が 2 つの場合の構成を示したが、3 つ以上存在する場合にも同様に特性測定処理および故障診断処理を実施することが可能である。

[0107] ———第 6 の実施の形態———

図 16 を参照して、本発明による電子制御装置の第 6 の実施の形態を説明する。以下の説明では、第 1 の実施の形態と同じ構成要素には同じ符号を付して相違点を主に説明する。特に説明しない点については、第 1 の実施の形態と同じである。本実施の形態では、差動増幅回路 7 a、7 b のいずれかに

故障が検出された場合に、一時的に差動増幅回路 7 c で代替して制御処理を継続できる点で第 1 の実施の形態と異なる。以下、差動増幅回路の故障が検出された場合に、一時的に回路を代替して制御処理を継続できる電子制御装置の例を説明する。

[0108] 第 6 の実施の形態における電子制御装置およびその周辺回路は、第 1 の実施の形態の構成と同じであるため、説明は省略する。

[0109] 図 1 6 は、差動増幅回路の代替処理のフローチャートを表した図である。制御回路 9 は、故障診断処理によって差動増幅回路に故障が検出された場合、この代替処理を実施する。ステップ S 6 0 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 a を診断中に故障を検出したか否かを判定する。差動増幅回路 7 a を診断中に故障を検出した場合はステップ S 6 1 の処理に移り、差動増幅回路 7 b を診断中に故障を検出した場合はステップ S 6 4 の処理に移る。

[0110] ステップ S 6 1 において、制御回路 9 はスイッチ 1 0 a を OFF、スイッチ 1 0 b を ON とするように切り替え信号 1 2 の値を変更する。その後、ステップ S 6 2 の処理に移る。ステップ S 6 2 において、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 b と 7 c の出力電圧を比較し、閾値 1 以上の差があるかを判定する。閾値 1 以上の差がある場合、差動増幅回路 7 a が故障しているのではなく、差動増幅回路 7 c が故障しているおそれがあるため、制御回路 9 はこのまま代替処理を終了する。そうでない場合には、差動増幅回路 7 a に故障があると判断し、ステップ S 6 3 の処理に移る。

[0111] ステップ S 6 3 において、制御回路 9 はスイッチ 1 0 a を ON、スイッチ 1 0 b を OFF とするように切り替え信号 1 2 の値を変更する。その後、制御回路 9 は代替処理を終了する。これにより、故障が発生した差動増幅回路 7 a の代わりとして、差動増幅回路 7 c を使用することができる。すなわち、制御回路 9 は、差動増幅回路 7 c の出力電圧から、制御対象 1 a に流れている電流を計算し、目標電流値を補正する。そして、制御回路 9 は、補正した目標電流値に基づいて PWM 信号 1 1 a を生成し、スイッチング素子 4 a を制御する。

- [0112] ステップS 6 4において、制御回路9はスイッチ1 0 aをON、スイッチ1 0 bをOFFとするように切り替え信号1 2の値を変更する。その後、ステップS 6 5の処理に移る。ステップS 6 5において、制御回路9は、差動増幅回路7 aと7 cの出力電圧を比較し、閾値1以上の差があるかを判定する。閾値1以上の差がある場合、差動増幅回路7 bが故障しているのではなく、差動増幅回路7 cが故障しているおそれがあるため、制御回路9はこのまま代替処理を終了する。そうでない場合には、差動増幅回路7 bに故障があると判断し、ステップS 6 6の処理に移る。
- [0113] ステップS 6 6において、制御回路9はスイッチ1 0 aをOFF、スイッチ1 0 bをONとするように切り替え信号1 2の値を変更する。その後、制御回路9は代替処理を終了する。これにより、故障が発生した差動増幅回路7 bの代わりとして、差動増幅回路7 cを使用することができる。すなわち、制御回路9は、差動増幅回路7 cの出力電圧から、制御対象1 bに流れている電流を計算し、目標電流値を補正する。そして、制御回路9は、補正した目標電流値に基づいてPWM信号1 1 bを生成し、スイッチング素子4 bを制御する。
- [0114] 以上のように第6の実施の形態では、差動増幅回路7 a、7 b、7 cのどの回路に故障が発生したかを判定する。そして、差動増幅回路7 aもしくは7 bに故障が発生したと判定した場合には、スイッチ1 0 aおよび1 0 bの接続を切り替え、故障が発生した差動増幅回路の代わりに差動増幅回路7 cを使用できるようにする。これにより、差動増幅回路7 aまたは7 bのいずれか1つが故障した状態でも、電子制御装置は継続して制御を実施することができ、信頼性の高い電子制御装置を実現できる。また、故障した差動増幅回路を特定できるため、故障した差動増幅回路の交換が容易となり、メンテナンス性を向上できる。
- [0115] なお、第6の実施の形態では電流検出用の差動増幅回路が2つの場合の構成を示したが、3つ以上存在する場合にも同様に代替処理を実施することが可能である。

[0116] なお、本発明は上述した各実施の形態に限定されるものではなく、さまざまな変形例が含まれる。たとえば、上述した各実施の形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

[0117] たとえば、上述の説明では、切り替え信号12が0の場合は、スイッチ10aがONかつスイッチ10bがOFF、切り替え信号12が1の場合は、スイッチ10aがOFFかつスイッチ10bがONとなるように構成しているが、本発明はこれに限定されない。たとえば、スイッチ10a、10bのオンオフ状態について、スイッチ10aがONかつスイッチ10bがOFFとなる場合、および、スイッチ10aがOFFかつスイッチ10bがONとなる場合に加えて、スイッチ10aおよびスイッチ10bがともにOFFとなる場合があってもよい。

[0118] また、上述した各実施の形態の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部または全部を、例えば集積回路で設計する等によるハードウェアで実現してもよい。また、上述した各実施の形態の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによるソフトウェアで実現してもよい。

[0119] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えて良い。なお、上述した各実施の形態および変形例は、それぞれ組み合わせてもよい。

[0120] 次の優先権基礎出願の開示内容は引用文としてここに組み込まれる。

日本国特許出願2013年第177072号（2013年8月28日出願）

符号の説明

[0121] 1a, 1b 制御対象、2 外部電源、3 電子制御装置、4a, 4b スイッチング素子、6a, 6b ショント抵抗、7a, 7b, 7c 差動増幅回路、9 制御回路、10a, 10b, 15a, 15b, 16 スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも2つの制御対象にそれぞれ流れる電流を個別に検出する
少なくとも2つの制御用差動増幅回路と、
前記制御用差動増幅回路とは異なる診断用差動増幅回路と、
一方の前記制御対象を流れる電流を一方の前記制御用差動増幅回路
で検出する非診断用切替位置と、前記一方の前記制御対象を流れる電
流を前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路で
検出する診断用切替位置とに切り替える第1のスイッチと、
他方の前記制御対象を流れる電流を他方の前記制御用差動増幅回路
で検出する非診断用切替位置と、前記他方の前記制御対象を流れる電
流を前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路で
検出する診断用切替位置とに切り替える第2のスイッチと、
前記第1のスイッチの切替位置が前記診断用切替位置である場合に
前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路から出
力される出力電圧に基づいて、前記一方の制御用差動増幅回路および
前記診断用差動増幅回路の少なくともいずれか一方の故障の有無を判
定し、前記第2のスイッチの切替位置が前記診断用切替位置である場
合に前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路か
ら出力される出力電圧に基づいて、前記他方の制御用差動増幅回路お
よび前記診断用差動増幅回路の少なくともいずれか一方の故障の有無
を判定する故障判定回路とを備える電子制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電子制御装置において、
前記故障判定回路は、前記第1のスイッチを非診断用切替位置に切
り替え、前記第2のスイッチを診断用切替位置に切り替える第1スイ
ッチ制御信号、および、前記第1のスイッチを診断用切替位置に切り
替え、前記第2のスイッチを非診断用切替位置に切り替える第2スイ
ッチ制御信号のいずれか一方を出力する電子制御装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の電子制御装置において、

前記故障判定回路は、前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があると判定すると、前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のどちらに故障が発生したか判定し、

前記故障判定回路は、また、前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があると判定すると、前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のどちらに故障が発生したか判定する電子制御装置。

[請求項4]

請求項3に記載の電子制御装置において、

前記故障判定回路は、前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があると判定した場合には、前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があるか否かを判定し、前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があると判定すると、前記診断用差動増幅回路に故障があると判定し、前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障がないと判定すると、前記一方の制御用差動増幅回路に故障があると判定し、

前記故障判定回路は、前記他方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があると判定した場合には、前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があるか否かを判定し、前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障があると判定すると、前記診断用差動増幅回路に故障があると判定し、前記一方の制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のいずれか一方に故障がないと判定すると、前記他方の制御用差動増幅回路に故障があると判定する電子制御装置。

[請求項5]

請求項1に記載の電子制御装置において、

前記故障判定回路は、前記制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のそれぞれの増幅度と、前記制御対象に電流が流れていない場合に前記制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路から出力される電圧であるそれぞれのオフセット電圧とに基づいて前記診断用差動増幅回路の出力電圧を補正し、

前記制御用差動増幅回路の出力電圧と補正後の前記診断用差動増幅回路の出力電圧とに基づいて、故障の有無を判定する電子制御装置。

[請求項6] 請求項5に記載の電子制御装置において、

前記故障判定回路は、故障の有無の判定に先立って、前記制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路のそれぞれの前記増幅度と、それぞれの前記オフセット電圧とを検出する電子制御装置。

[請求項7] 請求項5に記載の電子制御装置において、

直流電圧源の電圧を前記制御用差動増幅回路のいずれか一方に入力する入力位置と、前記直流電圧源の電圧を前記いずれか一方の前記制御用差動増幅回路に入力しない遮断位置とに切り替える第1のオンオフスイッチと、

前記直流電圧源の電圧を前記診断用差動増幅回路に入力する入力位置と、前記直流電圧源の電圧を前記診断用差動増幅回路に入力しない遮断位置とに切り替える第2のオンオフスイッチとをさらに備え、

前記故障判定回路は、前記第1のオンオフスイッチが入力位置に切り替えられて前記直流電圧源の電圧が入力されている前記いずれか一方の制御用差動増幅回路について、その出力電圧と前記オフセット電圧との電圧差を前記直流電圧源の電圧値で除して前記増幅度を検出し、

前記故障判定回路は、前記第2のオンオフスイッチが入力位置に切り替えられて前記直流電圧源の電圧が入力されている前記診断用差動増幅回路について、その出力電圧と前記オフセット電圧との電圧差を前記直流電圧源の電圧値で除して前記増幅度を検出する電子制御装置

。

[請求項8]

請求項3に記載の電子制御装置において、

前記一方の制御用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて、前記一方の制御対象を流れる電流を制御する第1の電流制御回路と、

前記他方の制御用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて、前記他方の制御対象を流れる電流を制御する第2の電流制御回路とをさらに備え、

前記故障判定回路は、前記一方の制御用差動増幅回路に故障があると判定した場合には、前記第1のスイッチを前記診断用切替位置に切り替えるスイッチ制御信号を出力し、

前記第1の電流制御回路は、前記故障判定回路が前記一方の制御用差動増幅回路に故障があると判定した場合には、前記第1のスイッチが前記診断用切替位置に切り替えられた状態で前記診断用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて、前記一方の制御対象を流れる電流を制御し、

前記故障判定回路は、前記他方の制御用差動増幅回路に故障があると判定した場合には、前記第2のスイッチを前記診断用切替位置に切り替えるスイッチ制御信号を出力し、

前記第2の電流制御回路は、前記故障判定回路が前記他方の制御用差動増幅回路に故障があると判定した場合には、前記第2のスイッチが前記診断用切替位置に切り替えられた状態で前記診断用差動増幅回路から出力される出力電圧に基づいて、前記他方の制御対象を流れる電流を制御する電子制御装置。

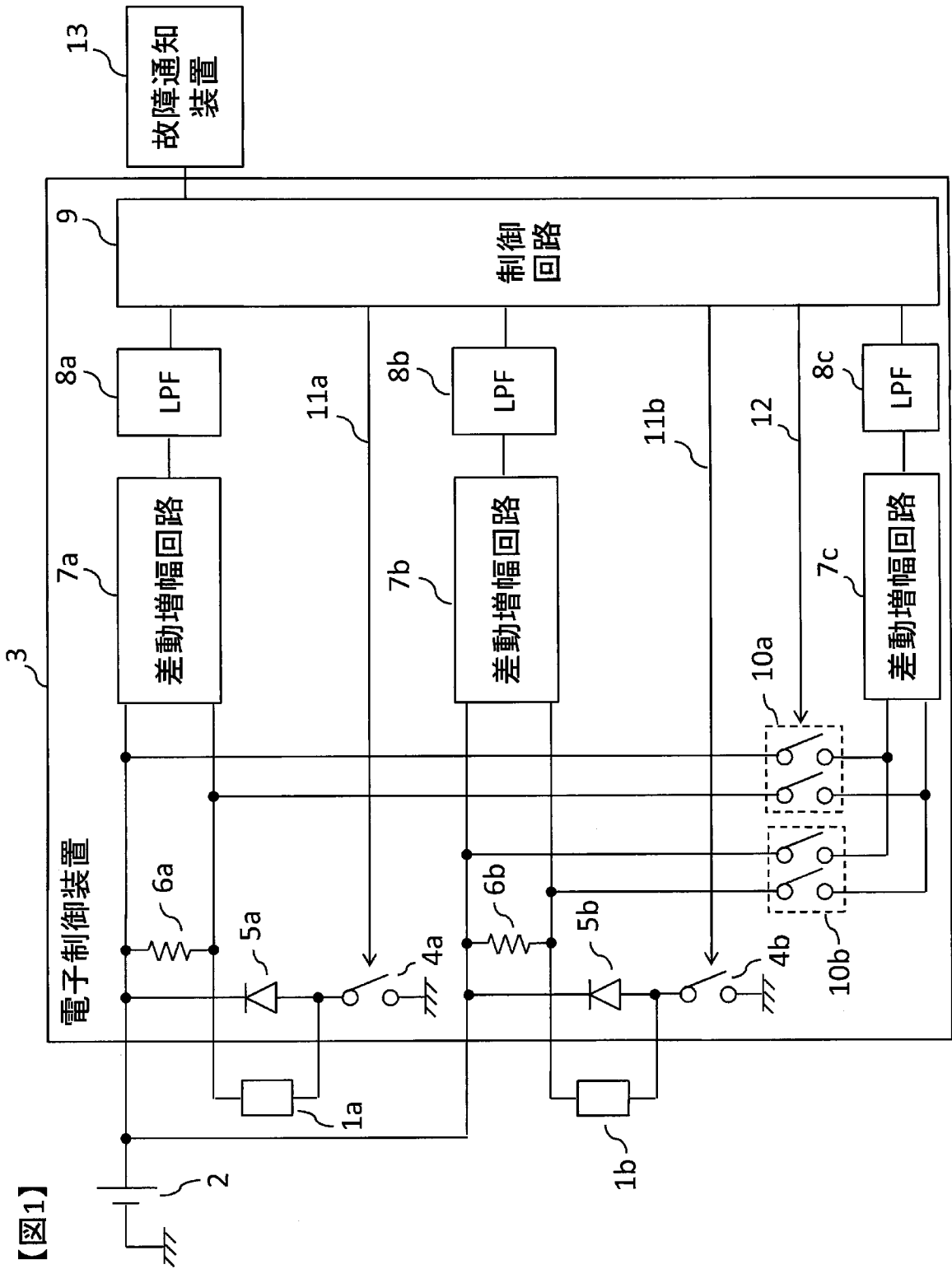
[請求項9]

請求項1に記載の電子制御装置において、

前記故障判定回路は、前記制御用差動増幅回路および前記診断用差動増幅回路の少なくともいずれか一方に故障が発生したと判定すると、故障を通知するための故障通知信号を出力する電子制御装置。

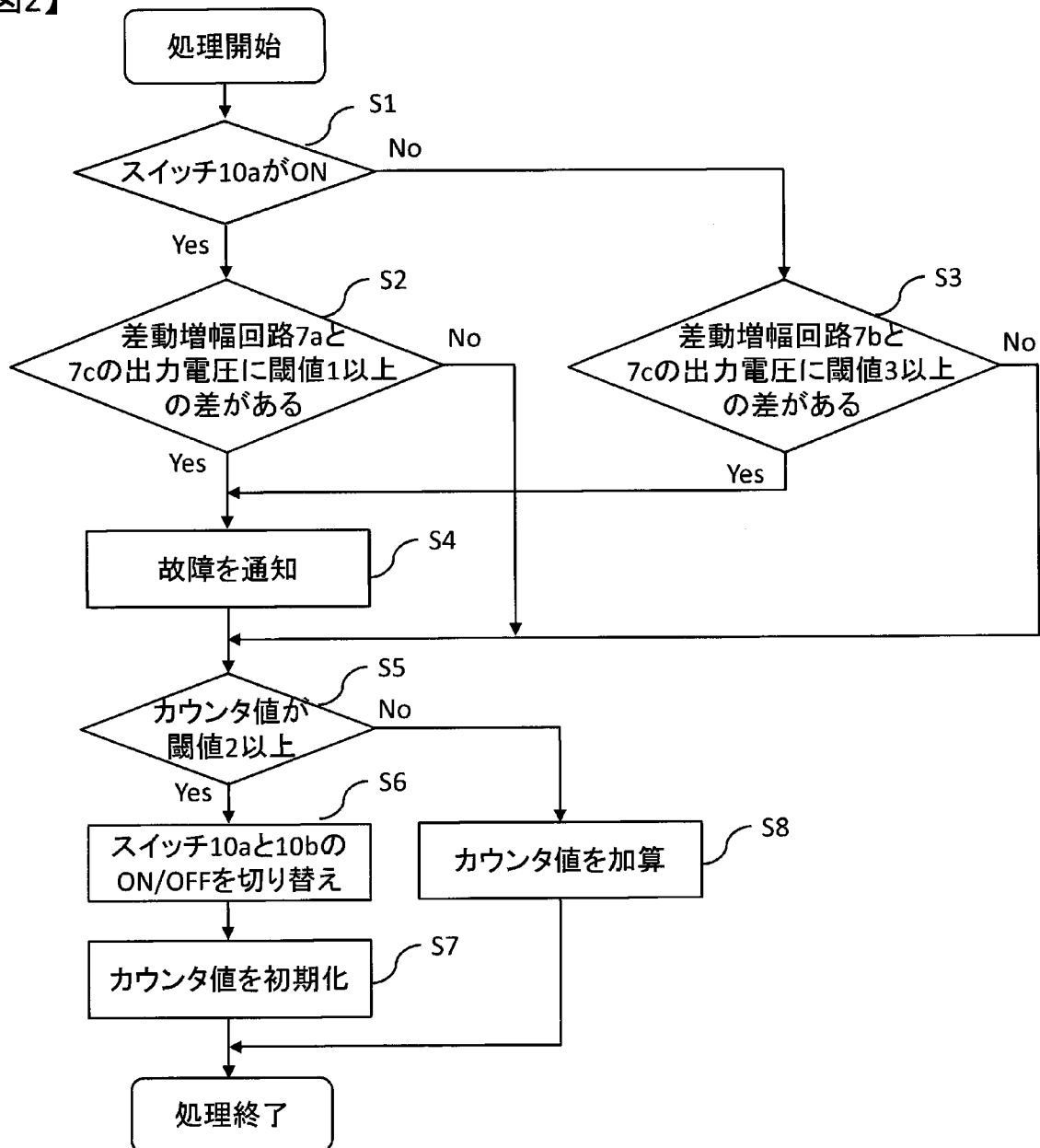
- [請求項10] 請求項2に記載の電子制御装置において、
- 前記故障判定回路は、前記制御用差動増幅回路のうち、動作中である制御対象に流れる電流を検出している前記制御用差動増幅回路を、動作中でない制御対象に流れる電流を検出する前記制御用差動増幅回路に優先して故障の有無を判定するように前記第1または第2のスイッチ制御信号を出力する電子制御装置。
- [請求項11] 請求項2に記載の電子制御装置において、
- 前記故障判定回路は、前記制御用差動増幅回路のうち、目標電流値の大きい制御対象に流れる電流を検出している前記制御用差動増幅回路を、目標電流値の小さい制御対象に流れる電流を検出している前記制御用差動増幅回路に優先して故障の有無を判定するように前記第1または第2のスイッチ制御信号を出力する電子制御装置。
- [請求項12] 請求項2に記載の電子制御装置において、
- 前記故障判定回路は、前記制御用差動増幅回路のうち、動作中である制御対象に流れる電流を検出している前記制御用差動増幅回路を、動作中でない制御対象に流れる電流を検出する前記制御用差動増幅回路に優先して故障の有無を判定するように前記第1または第2のスイッチ制御信号を出力するとともに、前記制御用差動増幅回路のうち、目標電流値の大きい制御対象に流れる電流を検出している前記制御用差動増幅回路を、目標電流値の小さい制御対象に流れる電流を検出している前記制御用差動増幅回路に優先して故障の有無を判定するように前記第1または第2のスイッチ制御信号を出力する電子制御装置。

【図1】



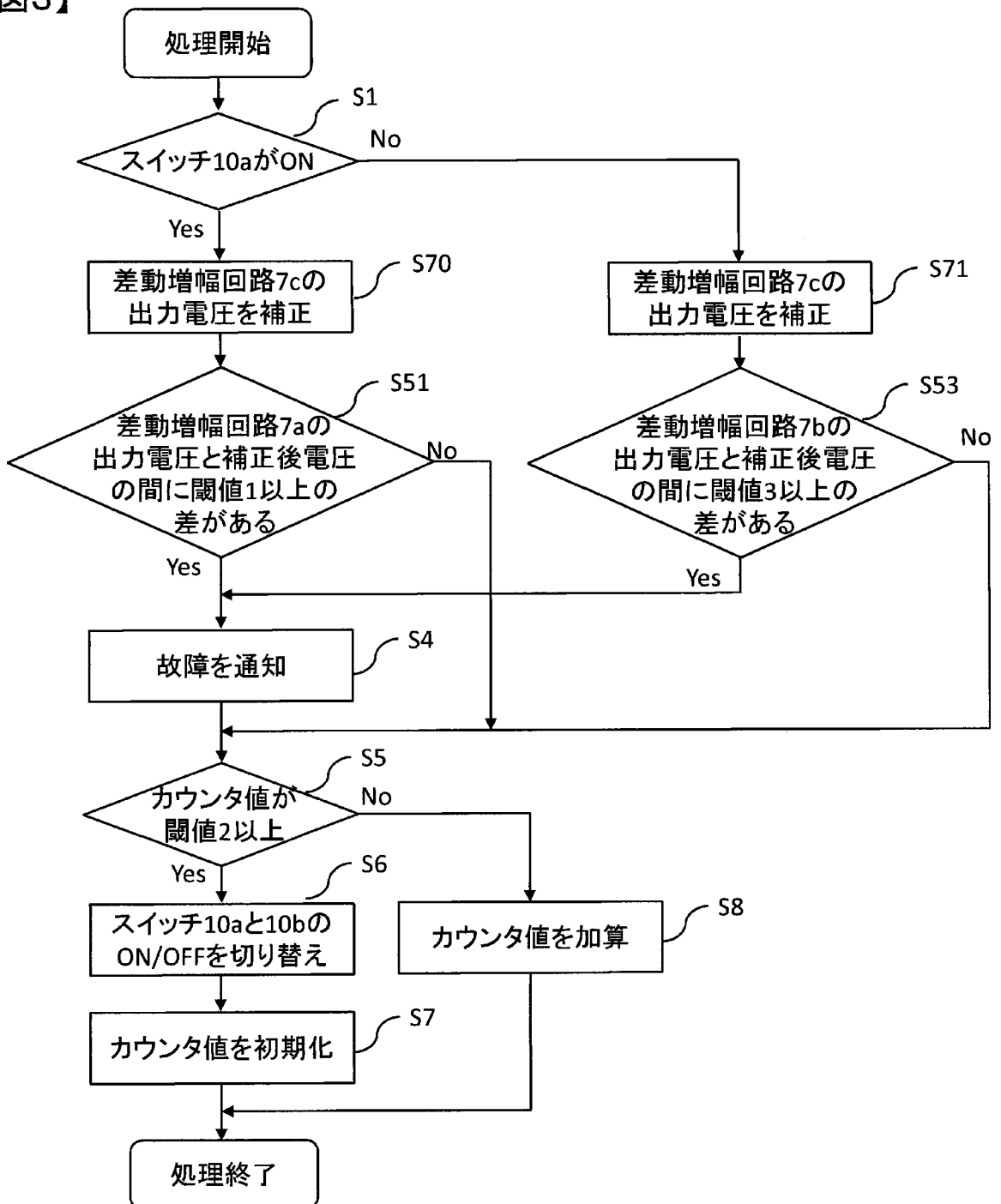
【図2】

【図2】

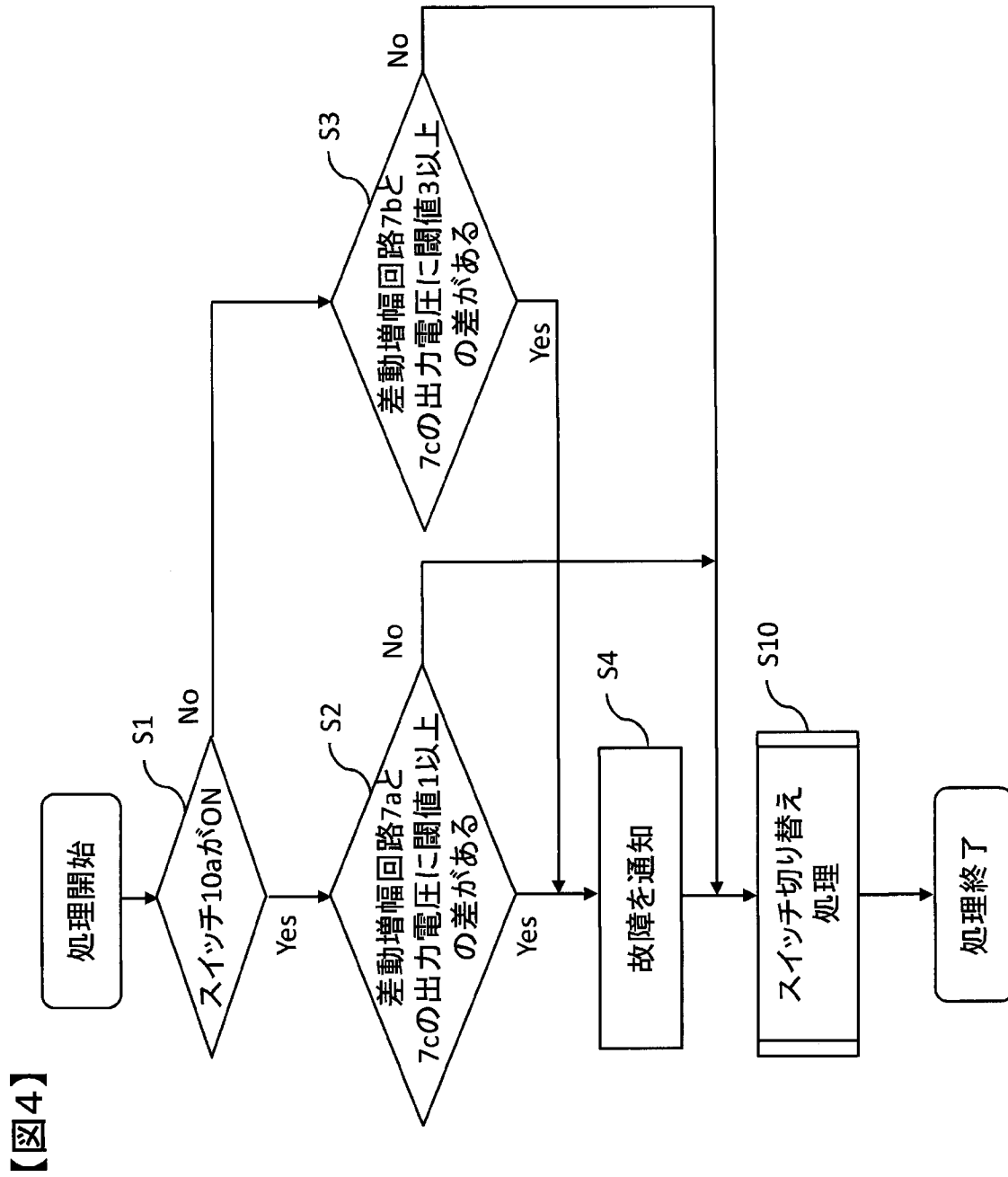


[図3]

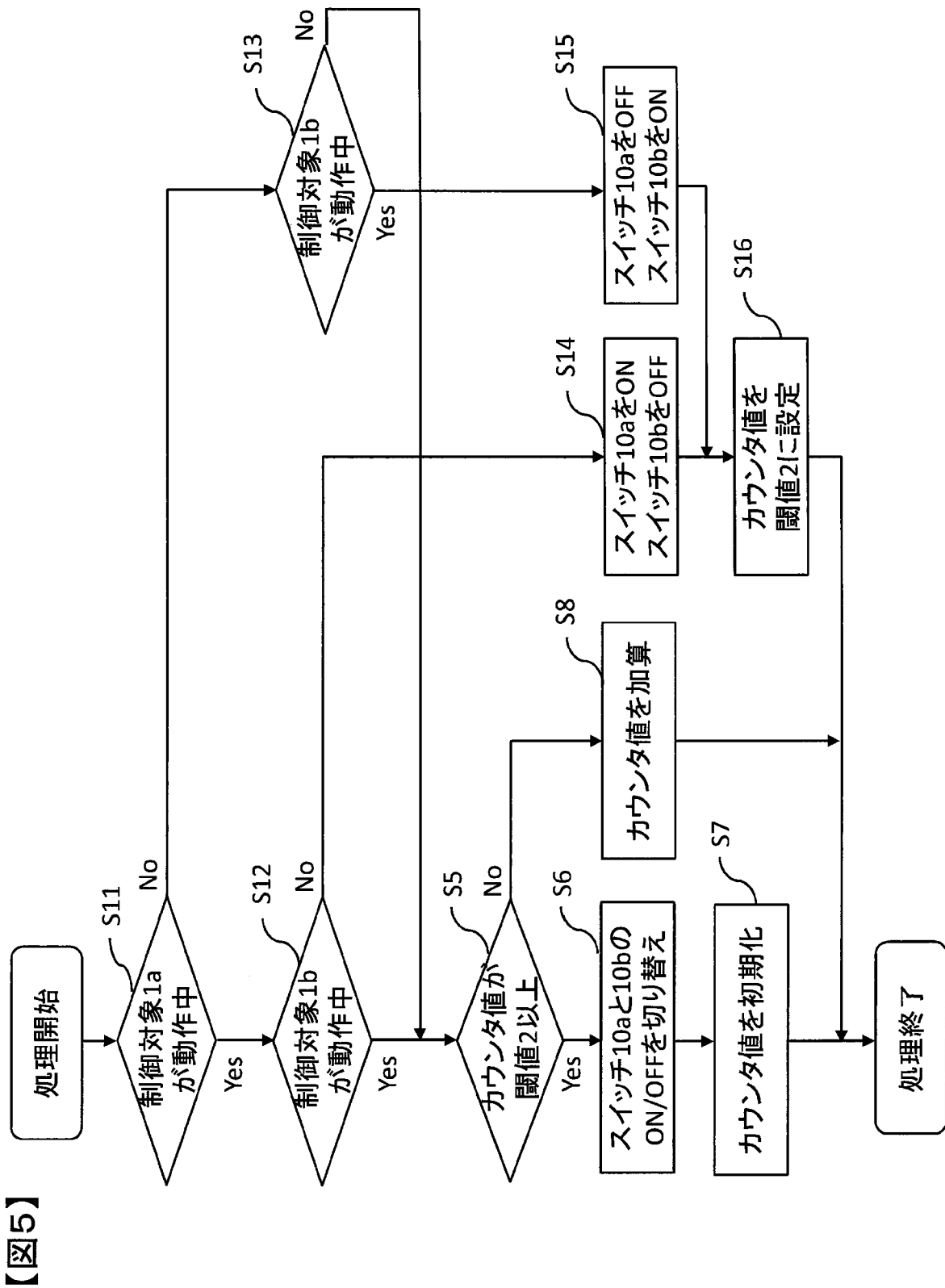
【図3】



【図4】

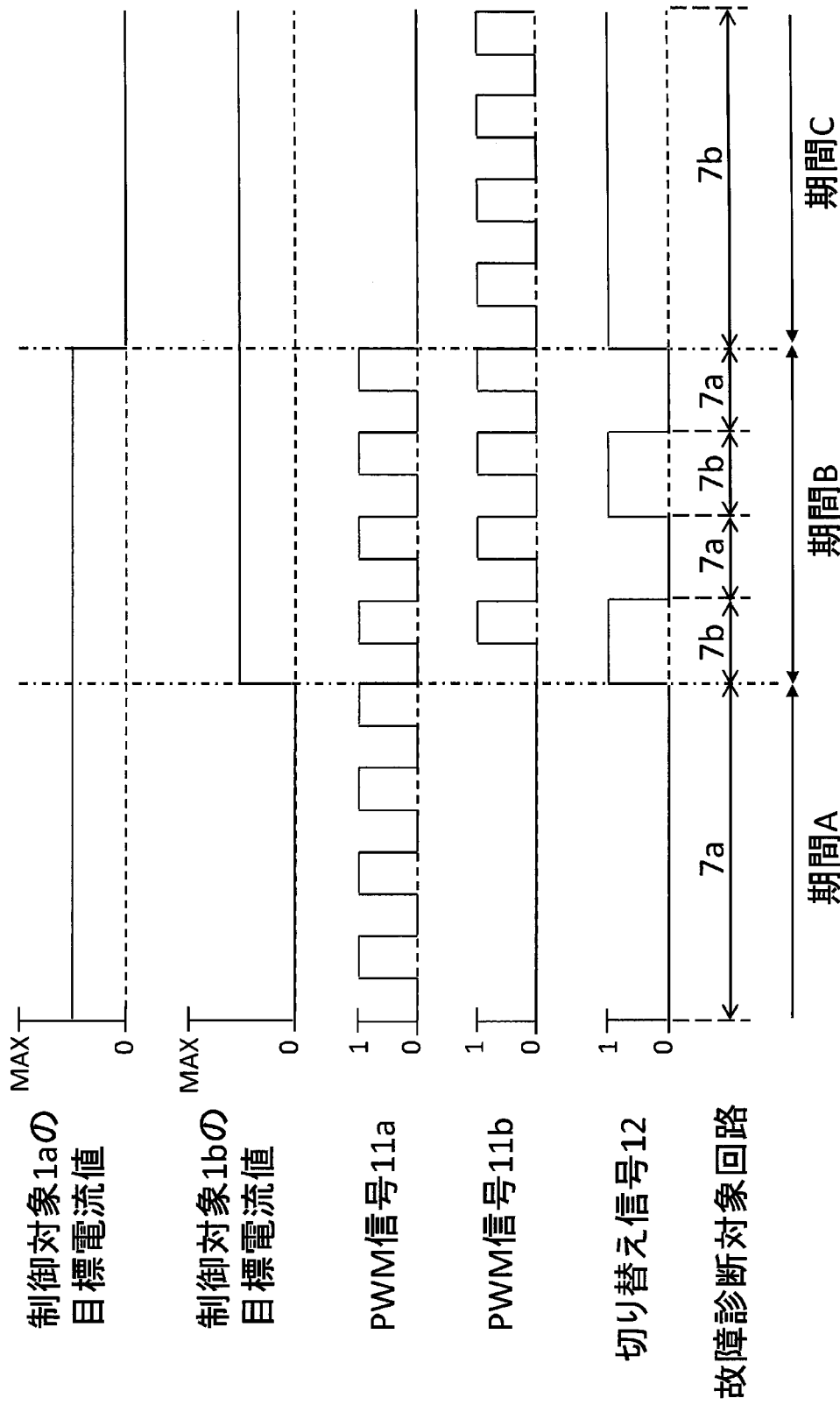


【図5】

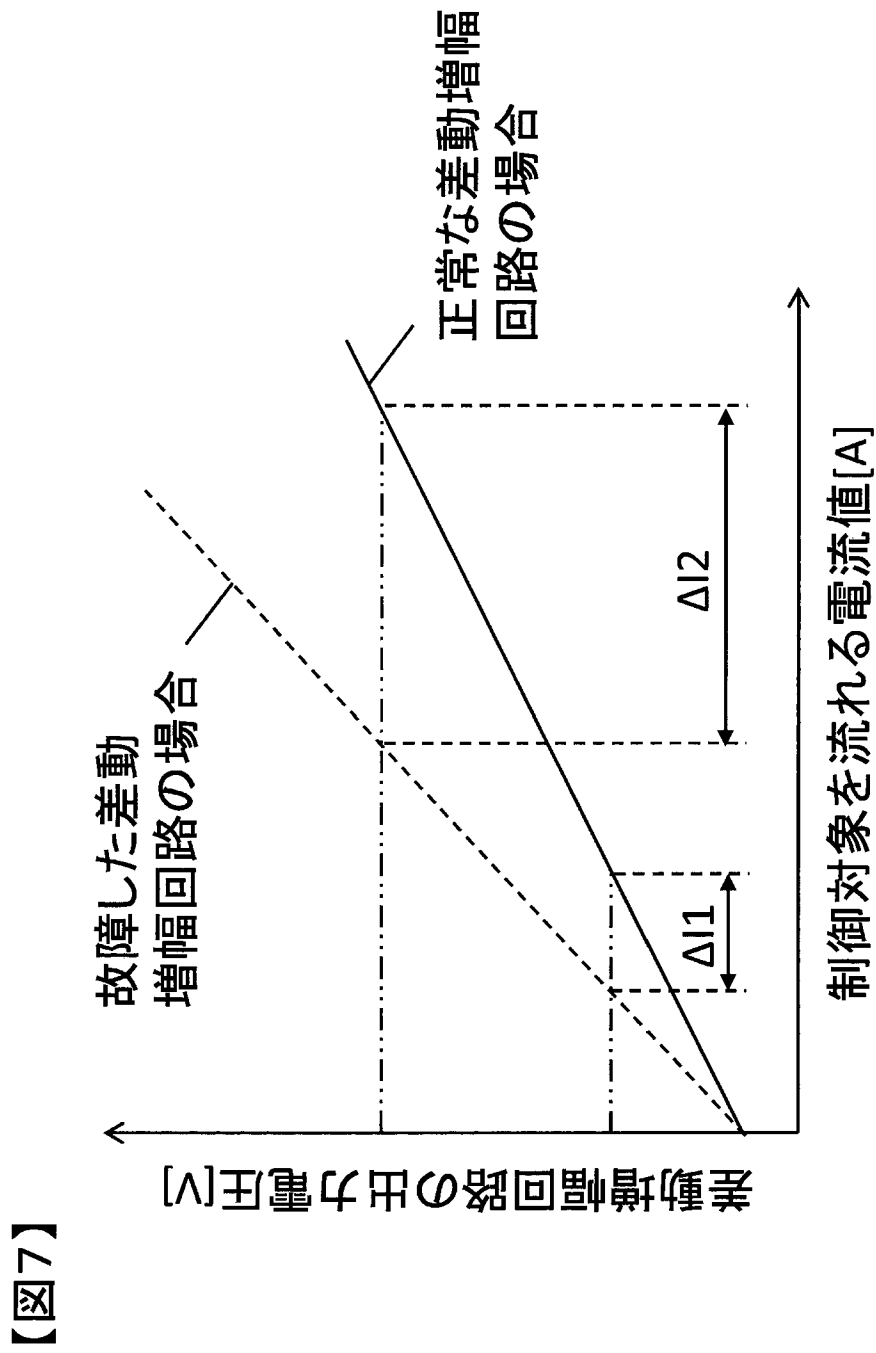


[図6]

【図6】

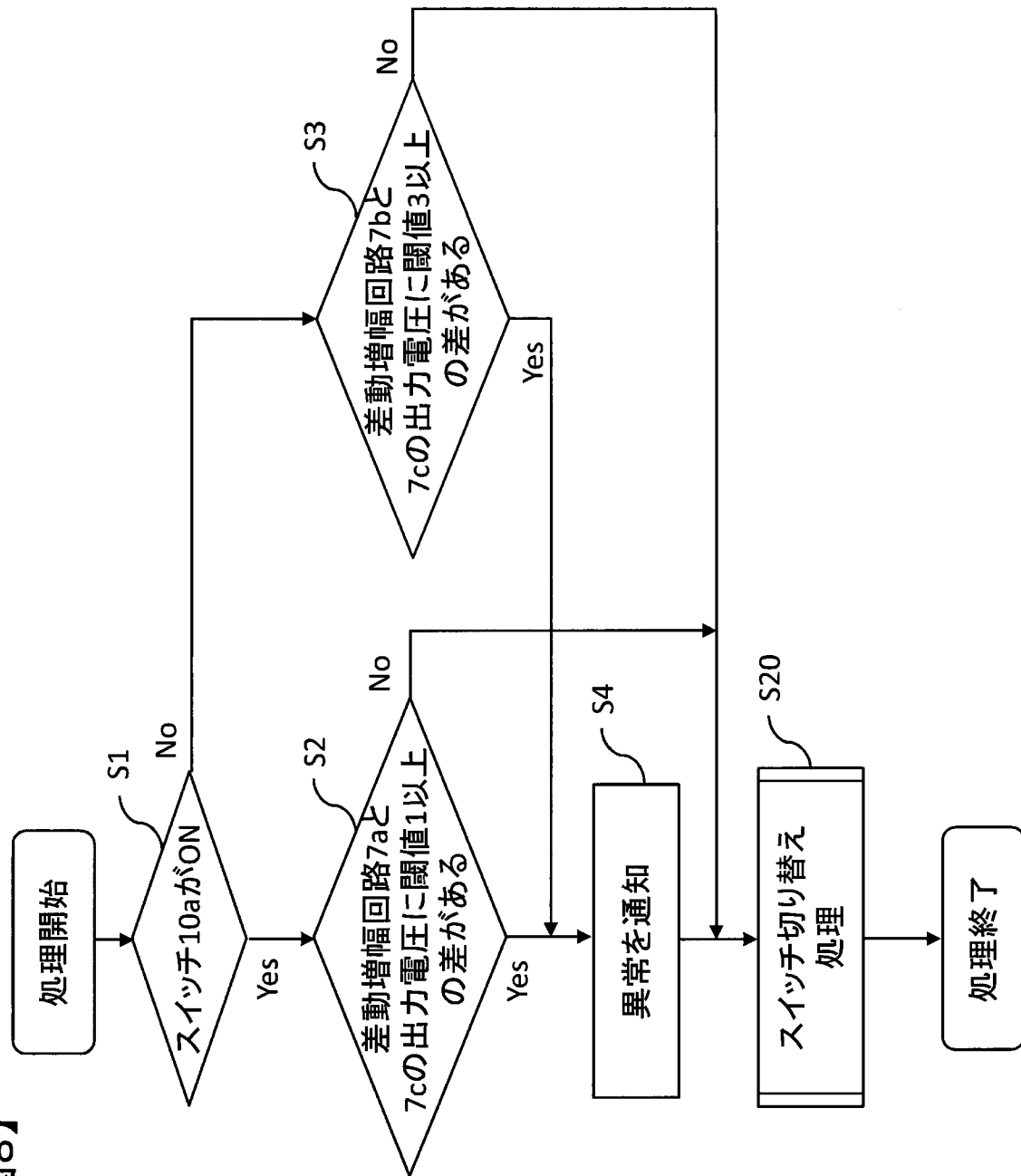


[図7]



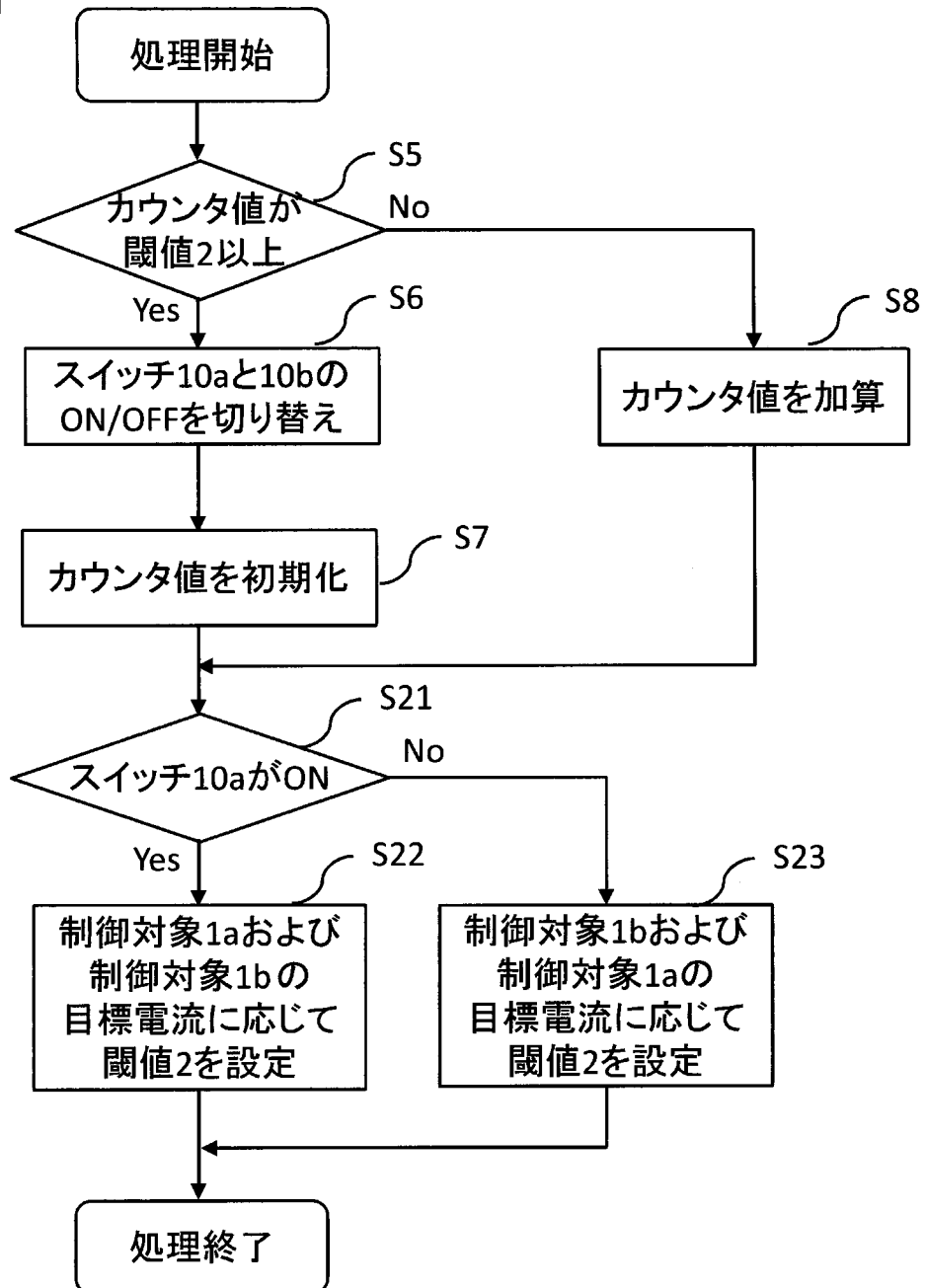
【図8】

【図8】



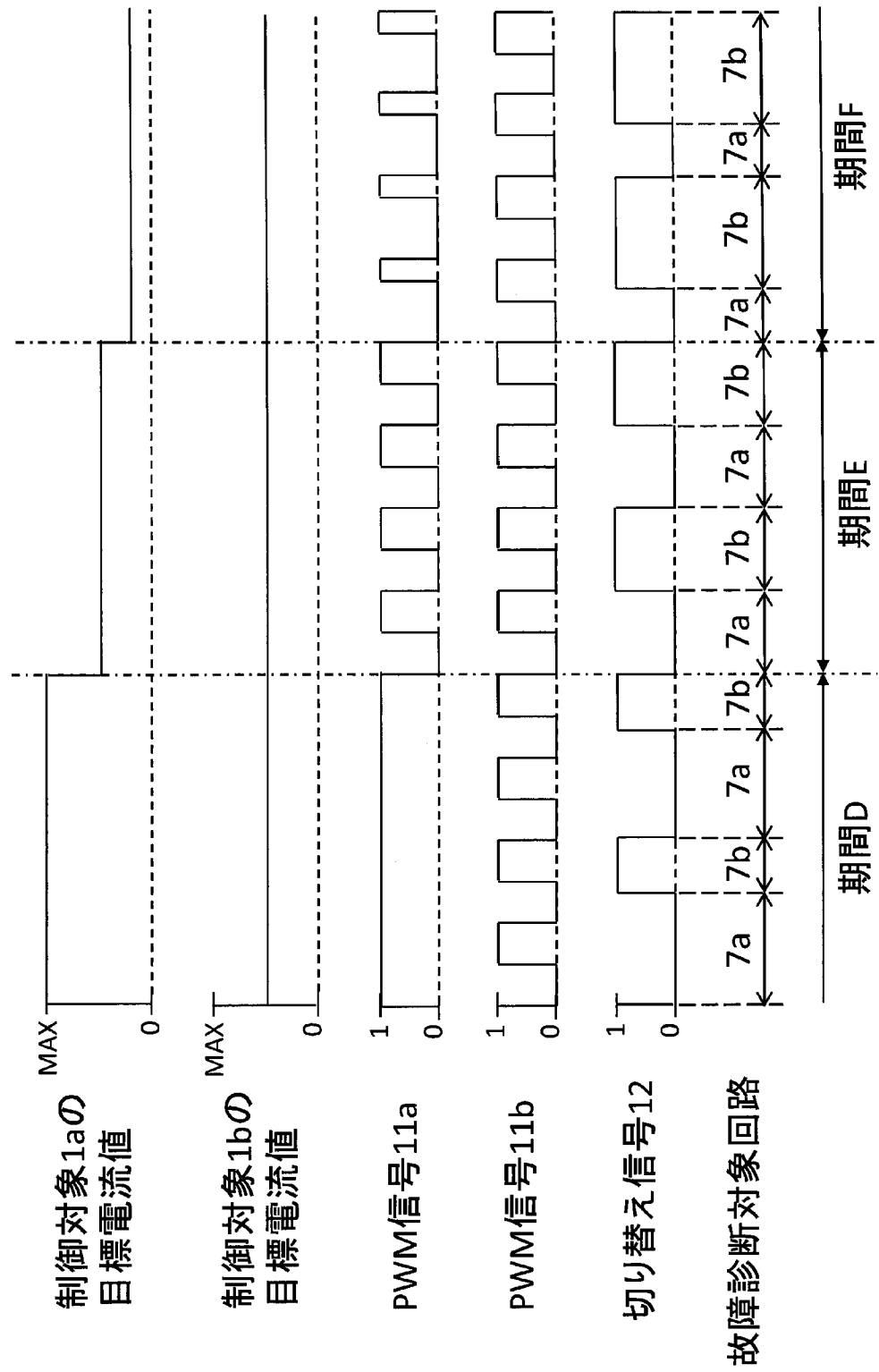
[図9]

【図9】



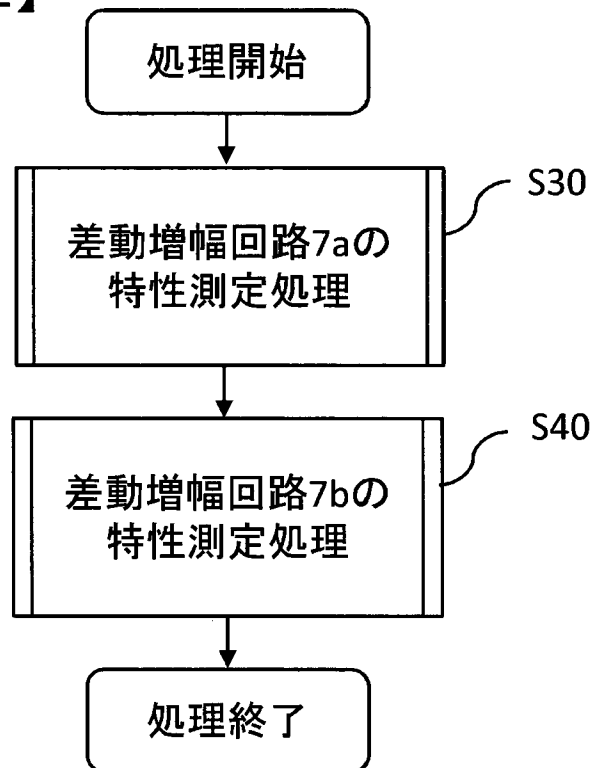
[図10]

【図10】



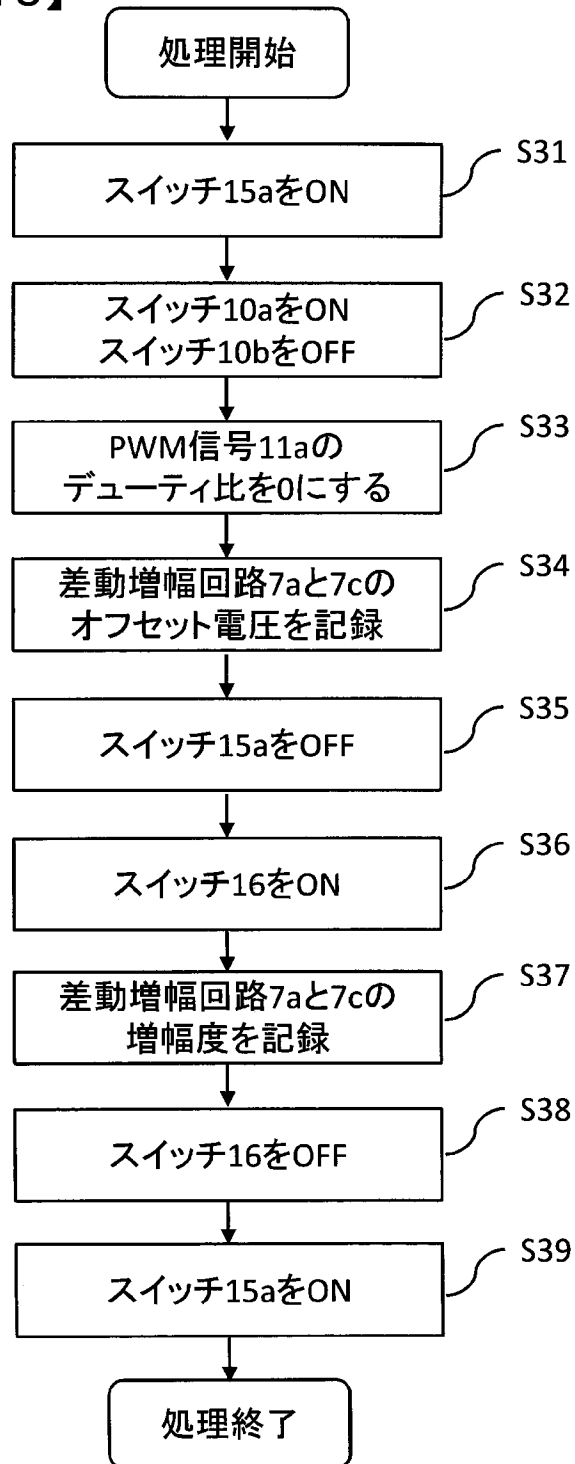
[図12]

【図12】



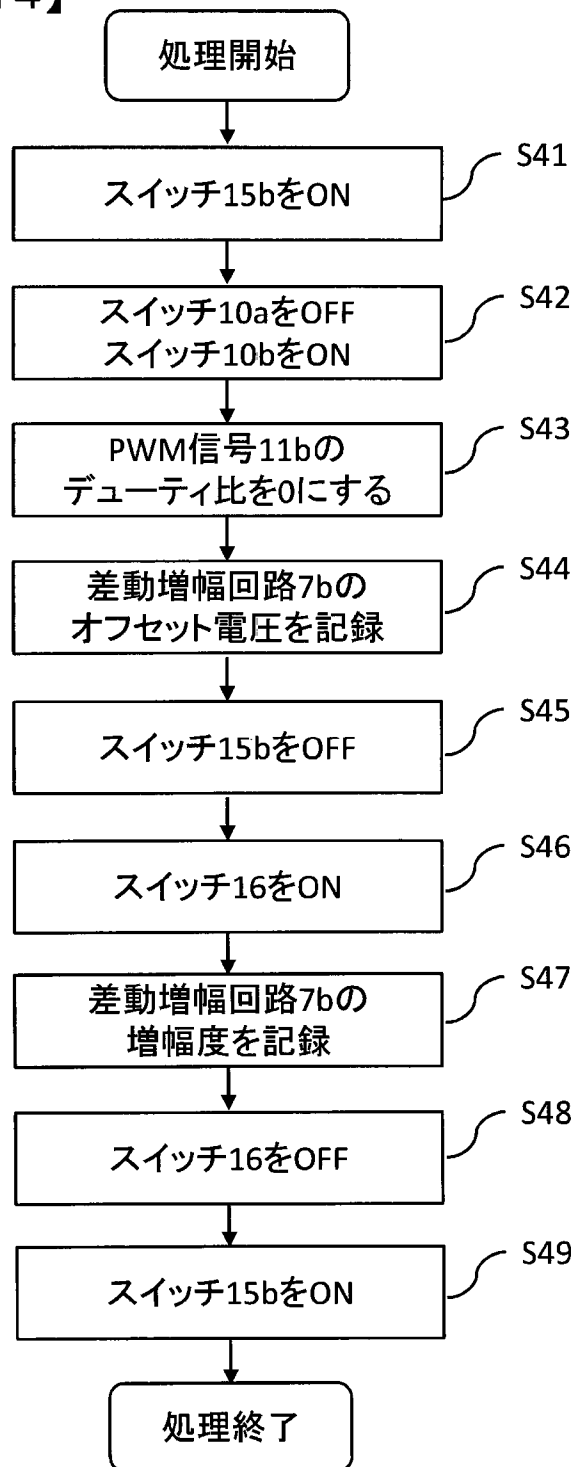
[図13]

【図13】



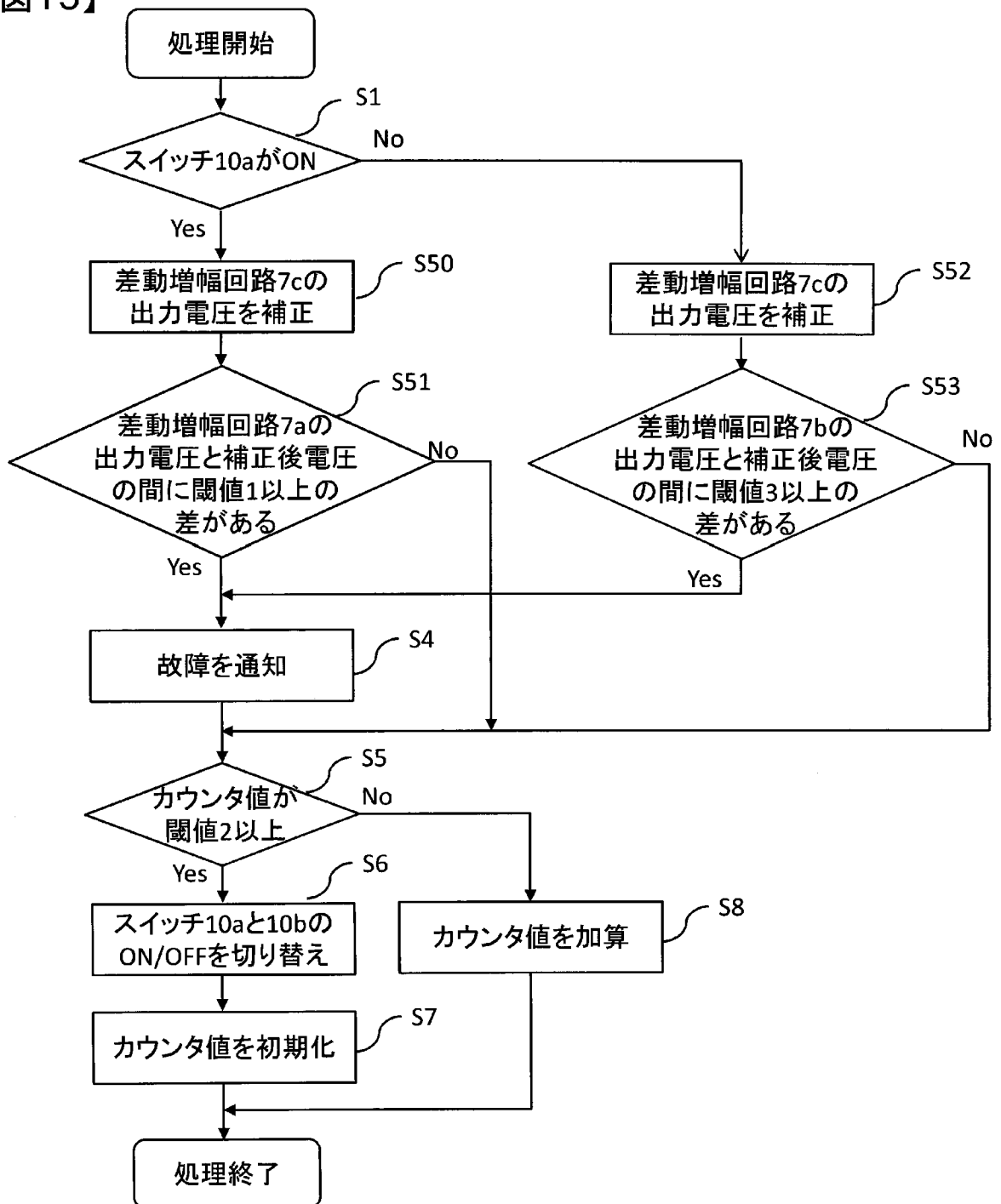
[図14]

【図14】

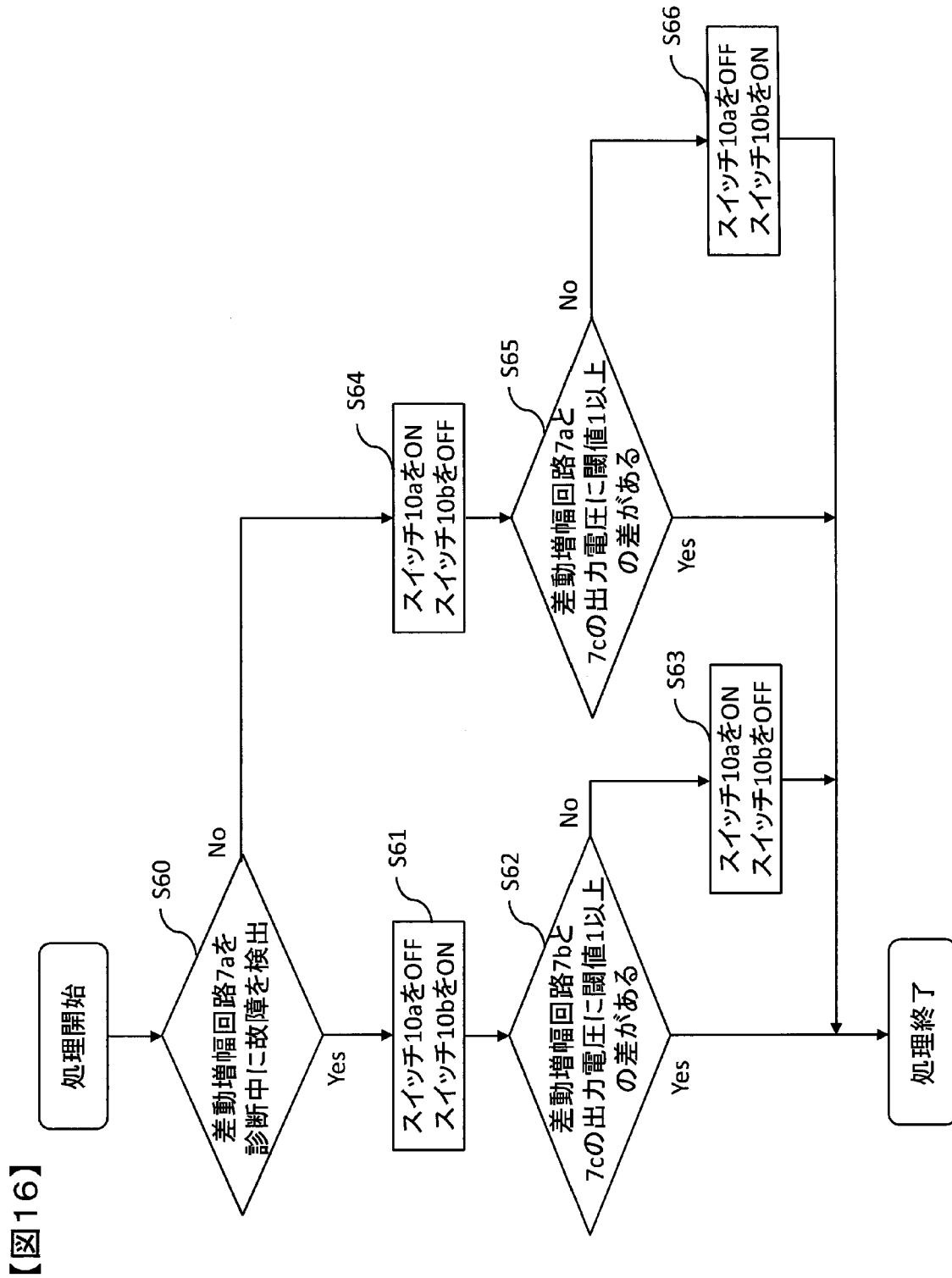


[図15]

【図15】



【図16】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/065919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05F1/10(2006.01)i, B60R16/02(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)

G05F1/10, B60R16/02

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 1996-2014

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

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 2002-238290 A (Mitsubishi Electric Corp.), 23 August 2002 (23.08.2002), paragraph [0048] (Family: none)	1-12
A	JP 2010-12873 A (NSK Ltd.), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraphs [0031] to [0032] (Family: none)	1-12
A	JP 2012-186874 A (Panasonic Corp.), 27 September 2012 (27.09.2012), entire text; drawings (Family: none)	1-12

☐ 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, 2014 (15.07.14)

Date of mailing of the international search report

22 July, 2014 (22.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G05F1/10(2006.01)i, B60R16/02(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（I P C）） Int.Cl. G05F1/10, B60R16/02			
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 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 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2002-238290 A（三菱電機株式会社）2002.08.23, 段落[0048]（ファミリーなし）	1-12	
A	JP 2010-12873 A（日本精工株式会社）2010.01.21, 段落[0031]-[0032]（ファミリーなし）	1-12	
A	JP 2012-186874 A（パナソニック株式会社）2012.09.27, 全文、図面（ファミリーなし）	1-12	
☐ 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 1 5 . 0 7 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 2 2 . 0 7 . 2 0 1 4	
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） 安食 泰秀 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7	3 V 3 7 4 0