

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7206975号
(P7206975)

(45)発行日 令和5年1月18日(2023.1.18)

(24)登録日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(51)国際特許分類

F I

G 0 4 C 3/14 (2006.01) G 0 4 C 3/14 T

H 0 2 P 8/02 (2006.01) H 0 2 P 8/02

請求項の数 11 (全27頁)

(21)出願番号	特願2019-18635(P2019-18635)	(73)特許権者	000002369
(22)出願日	平成31年2月5日(2019.2.5)		セイコーエプソン株式会社
(65)公開番号	特開2020-125986(P2020-125986 A)	(74)代理人	110000637
(43)公開日	令和2年8月20日(2020.8.20)		特許業務法人樹之下知的財産事務所
審査請求日	令和3年9月21日(2021.9.21)	(72)発明者	奥畑 友貴
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	榮永 雅夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子時計、ムーブメントおよび時計用モーター制御回路

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第1 静的安定位置または第2 静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターと、

前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、

前記ローターが前記第1 静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第2 静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第1 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第2 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第2 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第3 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、

前記第1 駆動信号、前記第2 駆動信号、および前記第3 駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備え、

前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第3 駆動信号を出力し、前記所定のステップ数における最後の前記第3 駆動信号が発生させる磁界の向きと同じ向きとなる磁界を発生させる修正駆動信号を、最後の前記第3 駆動

信号の後に出力する

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 2】

コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第 1 静的安定位置または第 2 静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターと、

前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、

前記ローターが前記第 1 静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第 2 静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第 1 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第 1 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第 2 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第 2 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第 3 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、

前記第 1 駆動信号、前記第 2 駆動信号、および前記第 3 駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備え、

前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第 3 駆動信号を出力し、前記所定のステップ数よりも 1 ステップ分少ない前記第 3 駆動信号を出力した後、所定の時間が経過したら、前記第 1 駆動信号を出力し、その後、前記第 2 駆動信号を出力し、その後、1 ステップ分の前記第 3 駆動信号を出力する

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の電子時計において、

前記ドライバー制御部は、前記第 1 駆動信号を出力して前記ドライバーの前記オン状態および前記オフ状態を制御し、かつ、前記第 1 駆動信号に対応する前記オン状態の継続時間である第 1 オン時間、または、前記第 1 駆動信号に対応する前記オフ状態の継続時間である第 1 オフ時間が所定条件に該当したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第 1 駆動信号から前記第 2 駆動信号に切り替える

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の電子時計において、

前記ドライバー制御部は、前記第 1 駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第 1 駆動信号から前記第 2 駆動信号に切り替える

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の電子時計において、

前記ドライバー制御部は、前記第 2 駆動信号を出力して前記ドライバーの前記オン状態および前記オフ状態を制御し、かつ、前記第 2 駆動信号に対応する前記オン状態の継続時間である第 2 オン時間、または、前記第 2 駆動信号に対応する前記オフ状態の継続時間である第 2 オフ時間が所定条件に該当したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第 2 駆動信号から前記第 3 駆動信号に切り替える

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の電子時計において、

前記ドライバー制御部は、前記第 2 駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第 2 駆動信号から前記第 3 駆動信号に切り替える

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の電子時計において、

前記ドライバー制御部は、前記第 3 駆動信号を出力して前記ドライバーの前記オン状態および前記オフ状態を制御し、かつ、前記第 3 駆動信号に対応する前記オン状態の継続時間である第 3 オン時間、または、前記第 3 駆動信号に対応する前記オフ状態の継続時間である第 3 オフ時間が所定条件に該当したら、前記第 3 駆動信号の出力を停止する

ことを特徴とする電子時計。

【請求項 8】

コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第 1 静的安定位置または第 2 静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターと、

前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、

前記ローターが前記第 1 静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第 2 静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第 1 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第 1 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第 2 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第 2 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第 3 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、

前記第 1 駆動信号、前記第 2 駆動信号、および前記第 3 駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備え、

前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第 3 駆動信号を出力し、前記所定のステップ数における最後の前記第 3 駆動信号が発生させる磁界の向きと同じ向きとなる磁界を発生させる修正駆動信号を、最後の前記第 3 駆動信号の後に出力する

ことを特徴とするムーブメント。

【請求項 9】

コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第 1 静的安定位置または第 2 静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターと、

前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、

前記ローターが前記第 1 静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第 2 静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第 1 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第 1 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第 2 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第 2 駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第 3 駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、

前記第 1 駆動信号、前記第 2 駆動信号、および前記第 3 駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備え、

前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第 3 駆動信号を出力し、前記所定のステップ数よりも 1 ステップ分少ない前記第 3 駆動信号を出力した後、所定の時間が経過したら、前記第 1 駆動信号を出力し、その後、前記第 2 駆動信号を出力し、その後、1 ステップ分の前記第 3 駆動信号を出力する

ことを特徴とするムーブメント。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第1静的安定位置または第2静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターの前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、

前記ローターが前記第1静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第2静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第1駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第2駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第2駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第3駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、

前記第1駆動信号、前記第2駆動信号、および前記第3駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備え、

前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第3駆動信号を出力し、前記所定のステップ数における最後の前記第3駆動信号が発生させる磁界の向きと同じ向きとなる磁界を発生させる修正駆動信号を、最後の前記第3駆動信号の後に出力する

ことを特徴とする時計用モーター制御回路。

【請求項 11】

コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第1静的安定位置または第2静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターの前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、

前記ローターが前記第1静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第2静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第1駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第2駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第2駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第3駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、

前記第1駆動信号、前記第2駆動信号、および前記第3駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備え、

前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第3駆動信号を出力し、前記所定のステップ数よりも1ステップ分少ない前記第3駆動信号を出力した後、所定の時間が経過したら、前記第1駆動信号を出力し、その後、前記第2駆動信号を出力し、その後、1ステップ分の前記第3駆動信号を出力する

ことを特徴とする時計用モーター制御回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子時計、ムーブメントおよび時計用モーター制御回路に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、モーターのコイルへの電流の供給を、コイルに流れる電流が上限の閾値を上回ったらオフし、下限の閾値を下回ったらオンして、電力供給を継続するオン時間または電力供給の停止を継続するオフ時間からモーターのローターの位置を推定してモーターの回転を制御する技術が開示されている。つまり、この特許文献1の制御技術には、

モーターを電流で制御する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表2009-542186号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1には、モーターの駆動を逆転させる制御技術については、なんら開示されていない。電子時計では、モーターを逆転で駆動させて、指針等を所定の位置に移動させたい場合がある。そのため、モーターを電流で制御する場合に、モーターを逆転駆動可能な制御技術が求められている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の電子時計は、コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第1静的安定位置または第2静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターと、前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、前記ローターが前記第1静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第2静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第1駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第2駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第2駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第3駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、前記第1駆動信号、前記第2駆動信号、および前記第3駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備える。

【0006】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記第1駆動信号を出力して前記ドライバーの前記オン状態および前記オフ状態を制御し、かつ、前記第1駆動信号に対応する前記オン状態の継続時間である第1オン時間、または、前記第1駆動信号に対応する前記オフ状態の継続時間である第1オフ時間が所定条件に該当したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第1駆動信号から前記第2駆動信号に切り替えてもよい。

【0007】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記第1駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第1駆動信号から前記第2駆動信号に切り替えてもよい。

【0008】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記第2駆動信号を出力して前記ドライバーの前記オン状態および前記オフ状態を制御し、かつ、前記第2駆動信号に対応する前記オン状態の継続時間である第2オン時間、または、前記第2駆動信号に対応する前記オフ状態の継続時間である第2オフ時間が所定条件に該当したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第2駆動信号から前記第3駆動信号に切り替えてもよい。

【0009】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記第2駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、前記ドライバーに出力する駆動信号を前記第2駆動信号から前記第3駆動信号に切り替えてもよい。

【0010】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記第3駆動信号を出力して前記ドライバーの前記オン状態および前記オフ状態を制御し、かつ、前記第3駆動信号に対

応する前記オン状態の継続時間である第3オン時間、または、前記第3駆動信号に対応する前記オフ状態の継続時間である第3オフ時間が所定条件に該当したら、前記第3駆動信号の出力を停止してもよい。

【0011】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記ローターの目標回転量に応じた所定のステップ数の前記第3駆動信号を出力してもよい。

【0012】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記所定のステップ数における最後の前記第3駆動信号が発生させる磁界の向きと同じ向きとなる磁界が発生させる修正駆動信号を、最後の前記第3駆動信号の後に出力してもよい。

【0013】

本開示の電子時計において、前記ドライバー制御部は、前記所定のステップ数よりも1ステップ分少ない前記第3駆動信号を出力した後、所定の時間が経過したら、前記第1駆動信号を出力し、その後、前記第2駆動信号を出力し、その後、1ステップ分の前記第3駆動信号を出力してもよい。

【0014】

本開示のムーブメントは、コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第1静的安定位置または第2静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターと、前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、前記ローターが前記第1静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第2静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第1駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第2駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第2駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第3駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、前記第1駆動信号、前記第2駆動信号、および前記第3駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備える。

【0015】

本開示の時計用モーター制御回路は、コイルと、前記コイルにローターを駆動するための磁界が発生していない状態で第1静的安定位置または第2静的安定位置に引き付けられ、且つ、前記コイルに前記磁界が発生している状態で動的安定位置に引き付けられる前記ローターと、を有するステップモーターの前記コイルに流れる電流値を検出する電流検出部と、前記ローターが前記第1静的安定位置に引き付けられている位置から、前記ローターを正転方向に且つ前記第2静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第1駆動信号を出力した後に前記ローターを前記正転方向とは反対の逆転方向に且つ前記動的安定位置を超えるように回転させる第2駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力し、前記第2駆動信号を出力した後に前記ローターを前記逆転方向に回転させる第3駆動信号を前記電流検出部が検出した電流値に応じて出力するドライバー制御部と、前記第1駆動信号、前記第2駆動信号、および前記第3駆動信号に応じて、前記コイルに駆動電流を供給するオン状態および前記コイルに前記駆動電流を供給しないオフ状態に制御されるドライバーと、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態の電子時計を示す正面図。

【図2】第1実施形態の電子時計の回路構成を示す回路図。

【図3】第1実施形態の電子時計の第1モーターの構成を示す図。

- 【図 4】第 1 実施形態の電子時計の I C の構成を示す構成図。
【図 5】第 1 実施形態の第 1 モーター制御回路の構成を示す回路図。
【図 6】第 1 実施形態のモーター制御処理を説明するフローチャート。
【図 7】第 1 実施形態の第 1 駆動信号を出力する処理を説明するフローチャート。
【図 8】第 1 実施形態の第 2 駆動信号を出力する処理を説明するフローチャート。
【図 9】第 1 実施形態の第 3 駆動信号を出力する処理を説明するフローチャート。
【図 10】逆転制御処理における第 1 ～ 第 3 駆動信号の信号波形を示す図。
【図 11】第 1 駆動信号によりローターが回転する様子を示す図。
【図 12】第 2 駆動信号によりローターが回転する様子を示す図。
【図 13】第 3 駆動信号によりローターが回転する様子を示す図。
【図 14】第 1 ～ 第 3 駆動信号および修正駆動信号の信号波形を示す図。
【図 15】第 2 実施形態のモーター制御処理を説明するフローチャート。
【図 16】第 2 実施形態の第 2 駆動信号を出力する処理を説明するフローチャート。
【図 17】第 2 実施形態の第 3 駆動信号を出力する処理を説明するフローチャート。
【図 18】第 1 ～ 第 3 駆動信号の信号波形を示す図。
【発明を実施するための形態】

【0017】

【第 1 実施形態】

以下、本開示の第 1 実施形態の電子時計 1 を図面に基づいて説明する。

図 1 は、電子時計 1 を示す正面図である。

電子時計 1 は、ストップウォッチ機能等を備えるクロノグラフ時計である。

図 1 に示すように、電子時計 1 は、円板状の文字板 2 と、秒針 3 と、分針 4 と、時計 5 と、りゅうず 6 と、A ボタン 7 と、B ボタン 8 とを備える。

ここで、本実施形態では、通常、指針 3 ～ 5 は時刻を表示するが、例えば、A ボタン 7 が 3 秒以上押されてストップウォッチモードが選択されると、指針 3 ～ 5 は 0 の位置に移動する。なお、0 の位置とは、例えば、指針 3 ～ 5 が 0 時 0 分 0 秒を示す位置が例示される。

そして、その状態で、例えば、A ボタン 7 が 3 秒未満押されて時間計測を開始する操作が行われると、指針 3 ～ 5 は、A ボタン 7 が押されてからの経過時間を表示する。

【0018】

【電子時計の回路構成】

図 2 は、電子時計 1 の回路構成を示す図である。

図 2 に示すように、電子時計 1 は、指針 3 ～ 5 を駆動させるムーブメント 10 を備える。

【0019】

ムーブメント 10 は、信号源である水晶振動子 11 と、電源である電池 12 と、スイッチ SW1 ～ SW3 と、第 1 モーター 13 と、第 2 モーター 14 と、時計用の I C 20 と、図示略の輪列等を備えて構成される。

スイッチ SW1 は、図 1 に示すりゅうず 6 の引き出し操作に連動してオン、オフされる。スイッチ SW2 は、A ボタン 7 の操作に連動してオン、オフされる。スイッチ SW3 は、B ボタン 8 の操作に連動してオン、オフされる。

第 1 モーター 13 は、秒針 3 を駆動するステップモーターであり、第 2 モーター 14 は、分針 4 および時計 5 を駆動するステップモーターである。なお、第 1 モーター 13 および第 2 モーター 14 は、本開示のステップモーターの一例である。

なお、I C は、Integrated Circuit の略語である。

【0020】

I C 20 は、水晶振動子 11 が接続される接続端子 OSC1、OSC2 と、スイッチ SW1 ～ SW3 が接続される入出力端子 P1 ～ P3 と、電池 12 が接続される電源端子 VDD、VSS と、第 1 モーター 13 に接続される出力端子 O1、O2 と、第 2 モーター 14 に接続される出力端子 O3、O4 と、を備える。

なお、本実施形態では、電池 12 のプラス電極を、高電位側の電源端子 VDD に接続し

10

20

30

40

50

、マイナス電極を低電位側の電源端子V S Sに接続し、低電位側の電源端子V S Sを基準電位に設定している。

【0021】

水晶振動子11は、後述する発振回路21で駆動されて発振信号を発生する。

電池12は、一次電池または二次電池で構成される。二次電池の場合は、図示略のソーラーセルなどによって充電される。

【0022】

〔第1モーターの構成〕

図3は、第1モーター13の構成を示す図である。なお、第2モーター14の構成は、第1モーター13と同様であるため、説明を省略する。

図3に示すように、第1モーター13は、ステーター131と、コイル130と、ローター133とを備える。コイル130の両端は、後述するドライバー50の出力端子O1、O2に導通される。また、ローター133は、径方向に2極に着磁された磁石である。したがって、第1モーター13は、電子時計用に用いられる2極単相ステッピングモーターであり、後述するように、IC20の出力端子O1、O2から出力されるモーター駆動電流によって駆動される。

なお、本実施形態では、ローター133は、反時計回りに正転し、時計回りに逆転する。つまり、反時計回り方向が正転方向であり、時計回り方向が逆転方向である。

【0023】

ここで、本実施形態では、ローター133と、秒針4が取り付けられる図示略の4番車とは、図示略の中間車を介して接続されている。電子時計1をカバーガラス側から平面視した場合、すなわち、図1に示すように平面視した場合、時計回りに秒針4が回る方向を正転方向という。また、秒針4を駆動させる各歯車においては、時計回りに秒針4を駆動させる方向を正転方向とする。

本実施形態では、電子時計1をカバーガラス側から平面視すると、秒針4が正転する場合、ローター133は時計回りに回転する。

ただし、本開示では、ローター133の動作については、電子時計1の裏蓋側から平面視した場合で説明する。すなわち、カバーガラス側からの平面視で秒針4が時計回りに回転する場合、ローター133は裏蓋側からの平面視で反時計回りに回転する。

なお、ローター133と秒針4とを接続する歯車は上記構成に限られるものではなく、例えば、ローター133と4番車とが2つ以上の歯車を介して接続されていてもよい。そして、ローター133と4番車とが2つの歯車を介して接続される場合、カバーガラス側からの平面視で秒針4が時計回りに回転する場合、ローター133が裏蓋側からの平面視で時計回りに回転する。

【0024】

また、ステーター131のローター収容孔の内周には、一対の内ノッチ134A、134Bが径方向に対向して設けられている。そして、ローター133は、N極およびS極を通る線分がこれらの内ノッチ134A、134Bを通る線分A-Aに対して直交する、つまり、B-Bに沿うように、静的に安定した停止状態を維持しようとする。すなわち、コイル130にローター133を駆動するための磁界が発生していない状態において、ローター133は、ローター133のN極およびS極を通る線分がA-A線に直交する静的安定位置に引き付けられる。本実施形態では、図3に示すローター133の位置が第1静的安定位置の一例であり、図3に示す状態からローター133が180°回転した位置が第2静的安定位置の一例である。

【0025】

さらに、ステーター131には、ローター133を挟み込むように、一対の外ノッチ135A、135Bが設けられている。コイル130に通電した場合、ローター133は、N極およびS極を通る線分がこれらの外ノッチ135A、135Bを通る線分C-Cに対して直交する、つまり、D-Dに沿うように、ローター133は安定した停止状態を維持しようとする。すなわち、コイル130にローター133を駆動するための磁界を発生さ

10

20

30

40

50

せた場合、ローター 133 は、N 極および S 極を通る線分が線分 C - C に直交する動的安定位置に引き付けられる。

【0026】

〔IC の回路構成〕

図 4 は、IC 20 の構成を示す構成図である。

図 4 に示すように、IC 20 は、発振回路 21 と、分周回路 22 と、電子時計 1 の制御用の CPU 23 と、ROM 24 と、入力回路 26 と、BUS 27 と、第 1 モーター制御回路 30A と、第 2 モーター制御回路 30B と、を備えている。なお、第 1 モーター制御回路 30A および第 2 モーター制御回路 30B は、本開示の時計用モーター制御回路の一例である。なお、CPU は、Central Processing Unit の略語であり、ROM は、Read Only Memory の略語である。

10

【0027】

発振回路 21 は、図 2 に示す基準信号源である水晶振動子 11 を高周波発振させ、この高周波発振で発生する所定周波数 (32768Hz) の発振信号を分周回路 22 に出力する。

分周回路 22 は、発振回路 21 の出力を分周して CPU 23 にタイミング信号を供給する。

ROM 24 は、CPU 23 で実行される各種プログラムを収納している。本実施形態では、ROM 24 は、基本時計機能などを実現するためのプログラムを収納している。

CPU 23 は、ROM 24 に収納されたプログラムを実行し、前記各機能を実現する。

【0028】

入力回路 26 は、入出力端子 P1 ~ P3 の状態を BUS 27 に出力する。BUS 27 は、CPU 23、入力回路 26、第 1 モーター制御回路 30A、第 2 モーター制御回路 30B 間のデータ転送などに用いられる。

第 1 モーター制御回路 30A および第 2 モーター制御回路 30B は、BUS 27 を通して CPU 23 から入力される命令により、所定の駆動信号を出力する。

【0029】

〔第 1 モーター制御回路の構成〕

図 5 は、第 1 モーター制御回路 30A の構成を示す回路図である。なお、第 2 モーター制御回路 30B の構成は、第 1 モーター制御回路 30A と同様であるため、説明を省略する。

30

第 1 モーター制御回路 30A は、ドライバー制御部 40 と、ドライバー 50 と、電流検出回路 60 とを備える。

【0030】

ドライバー制御部 40 は、図 3 に示すローター 133 を回転させる駆動信号をドライバー 50 に出力する。本実施形態では、ドライバー制御部 40 は、図示略のデコーダー、タイマー、微分回路、SR ラッチ回路、フリップフロップ、AND 回路、OR 回路等を備え、ドライバー 50 にゲート信号 P1、P2、N1、N2、N3、N4 を出力するロジック回路として構成される。ただし、ドライバー制御部 40 は、上記構成に限られるものではなく、例えば、CPU 等の制御装置によって構成され、BUS 27 を介して後述するドライバー 50 の各トランジスタ 52 ~ 57 を直接制御可能に構成されていてもよい。

40

【0031】

ドライバー 50 は、2 つの Pch トランジスタ 52、53 と、4 つの Nch トランジスタ 54、55、56、57 と、2 つの検出抵抗 58、59 とを備える。各トランジスタ 52 ~ 57 は、ドライバー制御部 40 から出力される駆動信号によって制御され、第 1 モーター 13 のコイル 130 に正逆両方向の電流 I を供給する。

【0032】

電流検出回路 60 は、第 1 基準電圧発生回路 62 と、第 2 基準電圧発生回路 63 と、コンパレータ 641、642、651、652 と、複合ゲート 68、69 とを備えている。複合ゲート 68 は、AND 回路 661、662 および OR 回路 680 を組み合わせたものと同等の機能を備える一つの素子である。複合ゲート 69 は、AND 回路 671、67

50

2 および OR 回路 6 9 0 を組み合わせたものと同等の機能を備える一つの素子である。

なお、電流検出回路 6 0 は、本開示の電流検出部の一例である。

【0033】

コンパレータ 6 4 1、6 4 2 は、抵抗値 R 1、R 2 の検出抵抗 5 8、5 9 の両端に発生する電圧と、第 1 基準電圧発生回路 6 2 の電圧とをそれぞれ比較する。

AND 回路 6 6 1 には駆動極性信号 PL が反転入力され、AND 回路 6 6 2 には駆動極性信号 PL がそのまま入力されているため、駆動極性信号 PL によって選択されたコンパレータ 6 4 1、6 4 2 の一方の出力が出力 DT1 として出力される。

コンパレータ 6 5 1、6 5 2 は、抵抗値 R 1、R 2 の検出抵抗 5 8、5 9 の両端に発生する電圧と、第 2 基準電圧発生回路 6 3 の電圧とをそれぞれ比較する。

AND 回路 6 7 1 には駆動極性信号 PL が反転入力され、AND 回路 6 7 2 には駆動極性信号 PL がそのまま入力されているため、駆動極性信号 PL によって選択されたコンパレータ 6 5 1、6 5 2 の一方の出力が出力 DT2 として出力される。

【0034】

第 1 基準電圧発生回路 6 2 は、コイル 1 3 0 に流れる電流 I が下限電流値 Imin の場合に、検出抵抗 5 8、5 9 の両端に発生する電圧に相当する電位を出力するように設定されている。

したがって、コイル 1 3 0 に流れる電流 I が下限電流値 Imin 以上の場合は、検出抵抗 5 8、5 9 の両端に発生する電圧が第 1 基準電圧発生回路 6 2 の出力電圧を上回るため、検出信号 DT1 が H レベルとなる。一方、電流 I が下限電流値 Imin を下回っている場合は、検出信号 DT1 が L レベルとなる。したがって、電流検出回路 6 0 の第 1 基準電圧発生回路 6 2、コンパレータ 6 4 1、6 4 2、複合ゲート 6 8 は、コイル 1 3 0 に流れる電流 I が下限電流値 Imin より小さいことを検出可能に構成されている。

第 2 基準電圧発生回路 6 3 は、上限電流値 Imax に相当する電圧を発生する。したがって、電流検出回路 6 0 の出力 DT2 は、コイル 1 3 0 に流れる電流 I が上限電流値 Imax を超えた場合に H レベルとなり、上限電流値 Imax 以下の場合に L レベルとなる。このため、電流検出回路 6 0 の第 2 基準電圧発生回路 6 3、コンパレータ 6 5 1、6 5 2、複合ゲート 6 9 は、コイル 1 3 0 に流れる電流 I が上限電流値 Imax を超えたことを検出可能に構成されている。

【0035】

〔モーター制御回路の制御処理〕

次に、本実施形態の第 1 モーター制御回路 3 0 A による制御について、図 6 のフローチャートを用いて説明する。

なお、以下では、例えば、A ボタン 7 が 3 秒以上押されてストップウォッチモードが選択された場合に、秒針 3 を 0 秒の位置に早送り駆動させる、つまり、高速で移動させる際の制御方法について説明する。

【0036】

〔モーター制御回路の動作〕

IC 2 0 の CPU 2 3 は、ストップウォッチモードが設定されると、ステップ S 1 として、秒針 3 を 0 秒位置まで正転方向、つまり、時計回りに移動させた場合に、必要なステップ数 M 1 を計算する。

ここで、本実施形態では、秒針 3 は、1 周 6 0 分割で秒を表示している。つまり、秒針 3 を 1 周させるのに必要なステップ数 M 0 は 6 0 ステップである。そして、CPU 2 3 は、秒針 3 が 0 秒位置にあるときに、カウンタのカウント値 C を「0」とし、秒針 3 を 1 ステップ進める毎に当該カウント値 C を「1」増やしている。つまり、CPU 2 3 は、秒針 3 の運針に合わせて、カウント値 C を 1～5 9 まで増やしている。そのため、CPU 2 3 は、上記ステップ数 M 1 を、6 0 からカウント値 C を差し引くことにより求める。

そして、CPU 2 3 は、計算した M 1 が $M 0 / 2$ よりも大きいかな否かを判定する。言い換えれば、CPU 2 3 は、秒針 3 が 0～2 9 秒までの位置にあるかな否かを判定する。

なお、この場合、CPU23は、上記に限らず、例えば、上記カウント値Cが30よりも小さいか否かを判定することによって、秒針3の位置を判定してもよい。

【0037】

ステップS1でNoと判定された場合、つまり、M1が30ステップ以下であると判定された場合、秒針3は30～59秒までの位置にあるので、秒針3を時計回りに移動させた方が、0秒位置まで少ないステップ数で移動させることができる判断できる。そのため、CPU23は、ステップS2として、ドライバー制御部40に、ローター133を正転方向に回転させるステップ数としてM1を設定する信号を出力する。

【0038】

設定信号により、ステップ数=M1が設定されると、ドライバー制御部40は、ステップS3として、ゲート信号P1、P2、N1、N2、N3、N4によって第1モーター13のドライバー50をオンする。なお、フローチャートおよび以下の説明において、ドライバー50をオンするとは、コイル130に駆動電流を流すことができるオン状態にドライバー50を制御することを意味し、ドライバー50をオフするとは、コイル130に駆動電流を流すことができないオフ状態にドライバー50を制御することを意味する。

【0039】

次に、ステップS4として、ドライバー制御部40による正転駆動制御が実行される。なお、正転駆動制御については詳細な説明は割愛するが、正転駆動制御では、ドライバー制御部40は早送り駆動で秒針3を移動させる。

そして、ステップS5において、1ステップ毎に残りステップ数が1減らされ、ドライバー制御部40は、ステップS6として、残りステップ数が0であるか否かを判定する。

ステップS6でNoと判定された場合、ステップS4に戻る。

ステップS6でYesと判定された場合、ローター133をステップS2で設定されたステップ数M1回転させた判断できるため、処理を終了する。

【0040】

ステップS1に戻って、ステップS1でYesと判定された場合、つまり、M1が30ステップよりも大きいと判定された場合、秒針3は0～29秒までの位置にあるので、秒針3を反時計回りに移動させた方が、0秒位置まで少ないステップ数で移動させることができる判断できる。そのため、CPU23は、ステップS7として、ドライバー制御部40に、ローター133を逆転方向に回転させるステップ数としてM2を設定する信号を出力する。なお、本実施形態では、M2は60-M1である。そして、CPU23は、ドライバー制御部40に、ステップS100～S300として、ローター133を正転方向とは反対の逆転方向に回転させる逆転駆動制御を実行させる信号を出力する。

【0041】

〔逆転駆動制御〕

図7は、本実施形態の逆転駆動制御処理における、第1駆動信号出力制御を説明するフローチャートであり、図8は、第2駆動信号出力制御を説明するフローチャートであり、図9は、第3駆動信号出力制御を説明するフローチャートである。また、図10は、逆転駆動制御処理における第1～第3駆動信号の信号波形を示す図である。本実施形態では、ドライバー制御部40は、秒針3を早送り駆動で逆転させる。

また、図11は、第1駆動信号によりローター133が回転する様子を示す図であり、図12は、第2駆動信号によりローター133が回転する様子を示す図であり、図13は、第3駆動信号によりローター133が回転する様子を示す図である。

【0042】

図7に示すように、第1駆動信号出力制御S100が実行されると、ドライバー制御部40は、ステップS101として、ゲート信号P1、P2、N1、N2、N3、N4によって第1モーター13のドライバー50をオンする。すなわち、第1駆動信号の出力が開始される。

本実施形態では、ドライバー50がオンされると、P1がLレベル、P2がHレベルとなり、Pchトランジスタ52がオン、Pchトランジスタ53がオフされる。また、N1～N3がLレベル、N4がHレベルとなり、Nchトランジスタ54、55、56がオフ、Nc

10

20

30

40

50

hトランジスタ57がオンされる。このため、駆動電流が、Pchトランジスタ52、端子O1、コイル130、端子O2、検出抵抗59、Nchトランジスタ57を流れる。

【0043】

次に、ドライバー制御部40は、ステップS102として、第1駆動信号に対応してドライバー50がオンとなつてからの継続時間である第1オン時間Ton1が、所定時間t11を超えたか否かを判定する。ステップS102でNoと判定された場合は、ドライバー制御部40は、ステップS102の処理を繰り返して実行する。

なお、所定時間t11としては、ドライバー50が頻繁にオンとオフとを繰り返して、その際に生じる貫通電流や充放電電流で消費電流が増大することを抑制するために、ドライバー50を最低限オンにする時間が設定されている。

【0044】

ステップS102でYesと判定された場合、電流検出回路60は、ステップS103として、コイル130を流れる電流Iが、上限電流値Imaxを超えたか否かを判定する。

ステップS103でNoと判定された場合、電流検出回路60は、電流Iが上限電流値Imaxを超えるまで、つまり、検出抵抗58、59に発生する電圧が、第1基準電圧発生回路62の基準電圧を超えるまで、ステップS103の判定処理を継続する。

一方、ステップS103でYesと判定された場合、ドライバー制御部40は、ステップS104として、ゲート信号P1、P2、N1、N2、N3、N4によってドライバー50をオフする。具体的には、P1がHレベル、P2がHレベル、N1がHレベル、N2がLレベル、N3がHレベル、N4がHレベルとなる。このため、コイル130の両端が電源端子VSSに接続されて短絡され、ドライバー50からコイル130への電流Iの供給も停止する。したがって、コイル130に電流Iが流れていない状態は、ドライバー50がオフ状態に制御された状態である。

【0045】

次に、ドライバー制御部40は、ステップS105として、第1オン時間Ton1が所定時間t13を超えたか否かを判定する。

ステップS105でNoと判定された場合、ドライバー制御部40は、ステップS106として、第1駆動信号に対応してドライバー50がオフとなつてからの継続時間である第1オフ時間Toff1が、所定時間t12を超えたか否かを判定する。ステップS106でNoと判定された場合は、ドライバー制御部40は、ステップS106の処理を繰り返して実行する。

なお、所定時間t12としては、所定時間t11と同様に、ドライバー50が頻繁にオンとオフとを繰り返すことを抑制するために、ドライバー50を最低限オフにする時間が設定されている。

【0046】

ステップS106でYesと判定された場合、電流検出回路60は、ステップS107として、コイル130を流れる電流Iが、下限電流値Iminを下回ったか否かを判定する。

【0047】

ステップS107でNoと判定された場合、電流検出回路60は、電流Iが下限電流値Iminを下回るまで、つまり、検出抵抗58、59に発生する電圧が、第2基準電圧発生回路63の基準電圧を下回るまで、ステップS107の判定処理を継続する。

ステップS107でYesと判定された場合、ステップS101に戻って、ステップS101～ステップS107までの処理を繰り返す。

【0048】

一方、ステップS105でYesと判定された場合、ドライバー制御部40は、ステップS108として、極性の切り替えを実行する。

上記ステップS101～ステップS108までの処理により、図10に示す波形の第1駆動信号が出力される。

このように、本実施形態では、ドライバー制御部40は、電流検出回路60が検出した電流値に応じて第1駆動信号を出力する。すなわち、ドライバー制御部40は、電流Iに応

10

20

30

40

50

じてドライバー５０をオン・オフさせ、かつ、電流 I に基づく第１オン時間 $Ton1$ により極性を切り替える、つまり、第１駆動信号から第２駆動信号に切り替える。

【００４９】

図１１に示すように、第１駆動信号が出力されている状態において、ドライバー制御部４０は、ステーター１３１に反時計回りの磁界が発生するように電流を流す。そのため、ローター１３３は、第１静的安定位置から反時計回り方向、つまり、正転方向に回転する。

この際、前述した所定時間 $t13$ は、ローター１３３の N 極および S 極を通る線分が、図１１における $A-A$ 線、つまり、第１静的安定位置と第２静的安定位置との中間地点を超えてローター１３３が回転しないように設定されている。言い換えれば、第１駆動信号は、ローター１３３が第１静的安定位置に引き付けられている位置から、ローター１３３を正転方向に且つ第２静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる駆動信号である。そのため、ステップ $S108$ で極性が切り替えられると、ローター１３３には時計回り方向、つまり、逆転方向に回転する慣性力が作用する。

ここで、本実施形態では、前述したように、ドライバー制御部４０は、電流検出回路６０で検出した電流 I に応じた $Ton1$ 時間に基づいて、第１駆動信号から第２駆動信号に切り替える。つまり、ドライバー制御部４０は、第１オン時間 $Ton1$ により、ローター１３３の位置を推定して第１駆動信号から第２駆動信号に切り替えるので、ローター１３３を正転方向に且つ第２静的安定位置に引き付けられない位置まで確実に回転させることができる。

【００５０】

次に、図８に示すように、第２駆動信号出力制御 $S200$ が実行されると、ドライバー制御部４０は、ステップ $S201$ として、ドライバー５０をオンする。すなわち、第２駆動信号の出力が開始される。

ここで、ステップ $S108$ において極性を切り替えているので、ドライバー５０がオンされると、 $P1$ が H レベル、 $P2$ が L レベル、 $N1, N2, N4$ が L レベル、 $N3$ が H レベルとなる。これにより、 Pch トランジスター５２がオフ、 Pch トランジスター５３がオンされる。また、 Nch トランジスター５４、５５、５７がオフ、 Nch トランジスター５６がオンされる。このため、電流 I は、 Pch トランジスター５３、端子 $O2$ 、コイル１３０、端子 $O1$ 、検出抵抗５８、 Nch トランジスター５６を流れる。この際、第２駆動信号では、前述した第１駆動信号とは反対方向に電流 I が流れる。

【００５１】

次に、ドライバー制御部４０は、ステップ $S202$ として、第２駆動信号に対応してドライバー５０がオンとなつてからの継続時間である第２オン時間 $Ton2$ が、所定時間 $t21$ を超えたか否かを判定する。

なお、所定時間 $t21$ としては、所定時間 $t11$ と同様に、ドライバー５０を最低限オンにする時間が設定されている。

【００５２】

ステップ $S202$ で No と判定された場合は、ドライバー制御部４０は、ステップ $S202$ の処理を繰り返して実行する。

ステップ $S202$ で Yes と判定された場合、電流検出回路６０は、ステップ $S203$ として、前述したステップ $S103$ と同様の処理を実行する。

ステップ $S203$ で No と判定された場合、電流検出回路６０は、電流 I が上限電流値 I_{max} を超えるまでステップ $S203$ の判定処理を継続する。

一方、ステップ $S203$ で Yes と判定されると、ドライバー制御部４０は、ステップ $S204$ として、ゲート信号 $P1$ 、 $P2$ 、 $N1$ 、 $N2$ 、 $N3$ 、 $N4$ によってドライバー５０をオフする。具体的には、ドライバー５０がオフされると、 $P1$ が H レベル、 $P2$ が H レベル、 $N1$ が L レベル、 $N2$ が H レベル、 $N3$ が H レベル、 $N4$ が H レベルとなる。すなわち、 Pch トランジスター５２、５３および Nch トランジスター５４をオフ、 Nch トランジスター５５、５６、５７をオンされる。そのため、コイル１３０の両端が電源端子 VSS に接続されて短絡され、ドライバー５０からコイル１３０への電流 I の供給が停止する。

【００５３】

次に、ドライバー制御部 40 は、ステップ S 205 として、第 2 駆動信号に対応してドライバー 50 がオフとなつてからの継続時間である第 2 オフ時間 T_{off2} が、所定時間 t_{22} を超えたか否かを判定する。

なお、所定時間 t_{22} としては、所定時間 t_{12} と同様に、ドライバー 50 を最低限オフにする時間が設定されている。

【0054】

ステップ S 205 で No と判定された場合は、ドライバー制御部 40 は、ステップ S 205 の処理を繰り返して実行する。

ステップ S 205 で Yes と判定された場合、電流検出回路 60 は、ステップ S 206 として、前述したステップ S 107 と同様の処理を実行する。

ステップ S 206 で No と判定された場合、電流検出回路 60 は、電流 I が下限電流値 I_{min} を下回るまでステップ S 206 の判定処理を継続する。

【0055】

一方、ステップ S 206 で Yes と判定されたら、ドライバー制御部 40 は、ステップ S 207 として、第 2 オフ時間 T_{off2} が所定時間 t_{23} を超えたか否かを判定する。

ステップ S 207 で No と判定された場合、ステップ S 201 に戻って、ステップ S 201 ～ステップ S 207 までの処理を繰り返す。

【0056】

一方、ステップ S 207 で Yes と判定された場合、ドライバー制御部 40 は、ステップ S 208 として、極性の切り替えを実行する。

上記ステップ S 201 ～ステップ S 208 までの処理により、図 10 に示す波形の第 2 駆動信号が出力される。

このように、本実施形態では、ドライバー制御部 40 は、電流検出回路 60 が検出した電流値に応じて第 2 駆動信号を出力する。すなわち、ドライバー制御部 40 は、電流 I に応じてドライバー 50 をオン・オフさせ、かつ、電流 I に基づく第 2 オフ時間 T_{off2} により極性を切り替える、つまり、第 2 駆動信号から第 3 駆動信号に切り替える。

【0057】

図 12 に示すように、第 2 駆動信号が出力されている状態において、ステーター 131 には時計回りの磁界が発生する。そのため、ローター 133 は時計回り方向、つまり、逆転方向に回転する。

この際、前述した所定時間 t_{23} は、ローター 133 の N 極および S 極を通る線分が、図 12 における D-D 線、つまり、動的安定位置を超えてローター 133 が回転するように設定されている。言い換えれば、第 2 駆動信号は、ローター 133 を逆転方向に且つ動的安定位置を超えるように回転させる駆動信号である。

ここで、ローター 133 が第 1 静的安定位置、つまり、ローター 133 の N 極および S 極を通る線分が図 11 に示す B-B 線に沿って延びる位置にある状態で第 2 駆動信号が出力された場合、当該第 1 静的安定位置から図 12 に示す動的安定位置までの距離が短い。そのため、ローター 133 は、第 1 静的安定位置から動的安定位置まで回転した際の慣性力が小さく、動的安定位置を超えて回転することが難しい。

これに対し、本実施形態では、前述したように、ローター 133 は、第 1 駆動信号によって中立点を超えない位置まで正転方向に回転した後、逆転方向に回転する慣性力が作用した状態で第 2 駆動信号が出力されて逆転方向に引き付けられる。そのため、ローター 133 は、逆転方向に回転する慣性力が大きく作用するので、動的安定位置を超えて回転することができる。

また、本実施形態では、前述したように、ドライバー制御部 40 は、電流 I に基づく第 2 オフ時間 T_{off2} により、第 2 駆動信号から第 3 駆動信号に切り替える。つまり、ドライバー制御部 40 は、第 2 オフ時間 T_{off2} により、ローター 133 の位置を推定して、第 2 駆動信号から第 3 駆動信号に切り替えるので、動的安定位置を確実に超えるようにローター 133 を回転させることができる。

【0058】

次に、図 9 に示すように、第 3 駆動信号出力制御 S 3 0 0 が実行されると、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 1 として、ドライバー 5 0 をオンする。すなわち、第 3 駆動信号の出力が開始される。

ここで、ステップ S 2 0 8 において極性を切り替えているので、ドライバー 5 0 は前述したステップ S 1 0 1 と同様の状態になる。

【 0 0 5 9 】

次に、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 2 として、第 3 駆動信号に対応してドライバー 5 0 がオンとなつてからの継続時間である第 3 オン時間 T_{on3} が、所定時間 t_{31} を超えたか否かを判定する。

なお、所定時間 t_{31} としては、所定時間 t_{11} と同様に、ドライバー 5 0 を最低限オンにする時間が設定されている。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 3 0 2 で N o と判定された場合は、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 2 の処理を繰り返して実行する。

ステップ S 3 0 2 で Y e s と判定された場合、電流検出回路 6 0 は、ステップ S 3 0 3 として、前述したステップ S 1 0 3 , S 2 0 3 と同様の処理を実行する。

ステップ S 3 0 3 で N o と判定された場合、電流検出回路 6 0 は、電流 I が上限電流値 I_{max} を超えるまでステップ S 1 0 3 の判定処理を継続する。

一方、ステップ S 3 0 3 で Y e s と判定されたら、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 4 として、前述したステップ S 1 0 4 と同様に、ドライバー 5 0 をオフする。

【 0 0 6 1 】

次に、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 5 として、第 3 駆動信号に対応してドライバー 5 0 がオフとなつてからの継続時間である第 3 オフ時間 T_{off3} が、所定時間 t_{32} を超えたか否かを判定する。

なお、所定時間 t_{32} としては、所定時間 t_{12} と同様に、ドライバー 5 0 を最低限オフにする時間が設定されている。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 3 0 5 で N o と判定された場合は、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 5 の処理を繰り返して実行する。

ステップ S 3 0 5 で Y e s と判定された場合、電流検出回路 6 0 は、ステップ S 3 0 6 として、前述したステップ S 1 0 7 , S 2 0 6 と同様の処理を実行する。

ステップ S 3 0 6 で N o と判定された場合、電流検出回路 6 0 は、電流 I が下限電流値 I_{min} を下回るまでステップ S 3 0 6 の判定処理を継続する。

【 0 0 6 3 】

一方、ステップ S 3 0 6 で Y e s と判定されたら、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 7 として、第 3 オフ時間 T_{off3} が所定時間 t_{33} を超えたか否かを判定する。

ステップ S 3 0 7 で N o と判定された場合、ステップ S 3 0 1 に戻って、ステップ S 3 0 1 ~ ステップ S 3 0 7 までの処理を繰り返す。

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ S 3 0 7 で Y e s と判定された場合、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 3 0 8 として、極性の切り替えを実行する。

このように、本実施形態では、ドライバー制御部 4 0 は、電流検出回路 6 0 が検出した電流値に応じて第 3 駆動信号を出力する。すなわち、ドライバー制御部 4 0 は、電流 I に応じてドライバー 5 0 をオン・オフさせ、かつ、電流 I に基づく第 3 オフ時間 T_{off3} により極性を切り替える、つまり、第 3 駆動信号の出力を停止する。

【 0 0 6 5 】

ここで、図 1 3 に示すように、第 3 駆動信号が出力されている状態において、ステータ 1 3 1 には反時計回りの磁界が発生する。これにより、ローター 1 3 3 は時計回り方向、つまり、逆転方向に回転する。

ここで、本実施形態では、前述したように、ドライバー制御部 4 0 は、電流 I に基づく第

10

20

30

40

50

3 オフ時間 T_{off3} により、第3 駆動信号の出力を停止する。つまり、ドライバー制御部 40 は、第3 オフ時間 T_{off3} により、ローター 133 の位置を推定して、第3 駆動信号の極性を切り替えるので、ローター 133 を逆転方向に確実に回転させることができる。

なお、図 13 に示す状態から、極性を切り替えて第3 駆動信号を出力した場合、ステータ 131 には時計回り方向の磁界が発生する。

【0066】

図 6 に戻って、第3 駆動信号出力制御 S300 が終了したら、ドライバー制御部 40 は、ステップ S8 として、残りステップ数を 1 減らす。

そして、ドライバー制御部 40 は、ステップ S9 として、残りステップ数が 0 か否かを判定する。

ステップ S9 で No と判定された場合、ステップ S300 の処理を繰り返す。つまり、ドライバー制御部 40 は、ローター 133 の目標回転量に応じた所定のステップ数 M2 の第3 駆動信号を出力する。

ステップ S9 で Yes と判定された場合、ドライバー制御部 40 は、ステップ S10 として、所定のステップ数 M2 における最後の第3 駆動信号の出力が停止してからの経過時間 T4 が所定時間 $t4$ を超えたか否かを判定する。

なお、所定時間 $t4$ としては、ローター 133 が確実に制止する程度の時間が設定されており、例えば、10msec 程度の時間が設定されている。

ステップ S10 で No と判定されたら、ドライバー制御部 40 は、ステップ S10 で Yes と判定されるまで処理を繰り返す。

【0067】

ステップ S10 で Yes と判定された場合、ドライバー制御部 40 は、ステップ S11 として、極性を切り替える。

そして、ドライバー制御部 40 は、ステップ S12 として、修正駆動信号を出力する。

【0068】

図 14 は、第1～第3 駆動信号および修正駆動信号の信号波形を示す図である。

図 14 に示すように、ドライバー制御部 40 は、所定のステップ数 M2 における最後の第3 駆動信号と同じ極性の修正駆動信号を出力する。すなわち、修正駆動信号は、最後の第3 駆動信号が発生させる磁界の向きと同じ向きとなる磁界を発生させる。

そして、ステップ S12 で修正駆動信号が出力されたら、秒針 3 の駆動制御を終了する。

【0069】

〔第1 実施形態の作用効果〕

このような第1 実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

本実施形態では、電子時計 1 は、電流検出回路 60 が検出した電流値に応じて、ドライバー 50 に第1～第3 駆動信号を出力するドライバー制御部 40 を備える。つまり、ドライバー制御部 40 は、電流検出回路 60 で検出した電流 I に応じて、ドライバー 50 をオン・オフさせるとともに、ドライバー 50 のオン状態またはオフ状態の継続時間に基づいて極性を切り替える。そして、ドライバー制御部 40 は、ローター 133 が第1 静的安定位置に引き付けられている位置から、ローター 133 を正転方向に且つ第2 静的安定位置に引き付けられない位置まで回転させる第1 駆動信号を出力する。その後、ドライバー制御部 40 は、ローター 133 を正転方向とは反対の逆転方向に且つ動的安定位置を超えるように回転させる第2 駆動信号を出力する。そして、ドライバー制御部 40 は、ローター 133 を逆転方向に回転させる第3 駆動信号を出力する。

これにより、第1 駆動信号により、正転方向、かつ、第1 静的安定位置と第2 静的安定位置との中間地点を超えないようにローター 133 を回転させて、ローター 133 に逆転方向の慣性力が作用している状態で、ローター 133 を逆転方向に回転させる第2 駆動信号を出力する。そのため、当該第2 駆動信号によって、動的安定位置を超えるようにローター 133 を回転させることができる。さらに、その後、動的安定位置を超えた状態で、ローター 133 を逆転方向に回転させる第3 駆動信号を出力するので、ローター 133 を逆転させることができる。そのため、第1 モーター 13 を電流で制御する場合において、

10

20

30

40

50

第1モーター13を逆転駆動することができる。

また、ドライバー制御部40は、電流Iに基づいて、ローター133の位置を推定して第1駆動信号から第2駆動信号に切り替えるので、ローター133を正転方向に且つ第2静的安定位置に引き付けられない位置まで確実に回転させることができる。

さらに、ドライバー制御部40は、電流Iに基づいて、ローター133の位置を推定して第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えるので、動的安定位置を確実に超えるようにローター133を回転させることができる。

さらに、ドライバー制御部40は、電流Iに基づいて、ローター133の位置を推定して第3駆動信号の極性を切り替えるので、ローター133を逆転方向に確実に回転させることができる。

10

【0070】

本実施形態では、ドライバー制御部40は、第2駆動信号に対応するオフ状態の継続時間である第2オフ時間 T_{off2} が所定時間 t_{23} を超えたら、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替える。

また、ドライバー制御部40は、第3駆動信号に対応するオフ状態の継続時間である第3オフ時間 T_{off3} が所定時間 T_{33} を超えたら、第3駆動信号の出力を停止する。

つまり、第2オフ時間 T_{off2} および第3オフ時間 T_{off3} に基づいて、ローター133の位置を推定して、駆動信号の切り替えを実行する。そのため、駆動信号を予め設定された時間出力する場合、つまり、固定パルスを出力する場合に比べて、ローター133に負荷がかかったり、外乱が生じたりした場合でも、ローター133を安定して逆転させることができる。

20

【0071】

本実施形態では、ドライバー制御部40は、ローター133の目標回転量に応じた所定のステップ数M2の第3駆動信号を出力する。これにより、ローター133を所望の回転量だけ逆転させることができる。そのため、例えば、第1モーター13を逆転駆動させるように制御して、秒針3を所望の位置に移動させることができる。

また、2ステップ目以降において、ドライバー制御部40は、第1, 2駆動信号は出力せず、所定のステップ数M2の第3駆動信号だけを出力するので、ステップ毎に第1～第3駆動信号を出力する場合に比べて、消費電流を低減することができる。

【0072】

30

本実施形態では、ドライバー制御部40は、所定のステップ数M2における最後の第3駆動信号が発生させる磁界の向きと同じ向きとなる磁界を発生させる修正駆動信号を、最後の第3駆動信号の後に出力する。

これにより、ローター133が正常に動作した場合は、ローター133は、最後の第3駆動信号で発生する磁界の向きに引き寄せられた状態で停止しているため、修正駆動信号と同じ向きの磁界を発生させても回転せずに停止状態を維持する。

一方、ローター133がオーバーランした場合、つまり、1ステップ多く逆転した場合、ローター133は、最後の第3駆動信号で発生する磁界の向きと反発する状態で停止している。このため、修正駆動信号によって、最後の第3駆動信号と同じ向きに磁界を発生させることにより、ローター133を1ステップ分だけ正転させ、正常動作の終了時と同じ状態に戻すことができる。

40

この際、本実施形態では、所定ステップ数M2における最後の第3駆動信号の出力が停止してから、所定時間 t_4 を経過した後、つまり、ローター133が確実に停止した後に、修正駆動信号を出力する。そのため、修正駆動信号によってローター133の回転が所定のステップ数M2よりも多くなることを防ぐことができる。

【0073】

〔第2実施形態〕

次に、本開示の第2実施形態について、図15～18に基づいて説明する。第2実施形態では、第2オン時間 T_{on2} に基づいて第2駆動信号から第3駆動信号に切り替え、第3オン時間 T_{on3} に基づいて、第3駆動信号の出力を停止する点で、前述した第1実施形態と異

50

なる。また、第2実施形態では、残りステップ数が1になった後、所定時間 t_4 が経過したら、第1～第3駆動信号を1ステップ分出力する点で、前述した第1実施形態と異なる。

なお、第2実施形態において、第1実施形態と同一または同様の構成には同一符号を付し、説明を省略または簡略する。

【0074】

〔モーター制御回路の制御処理〕

図15は、第2実施形態のモーター制御処理を示すフローチャートである。なお、図15において、ステップS1～S8、S10は、前述した第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0075】

図15に示すように、ステップS1でYesと判定された場合、CPU23は、ステップS7として、ドライバー制御部40に、ローター133を逆転方向に回転させるステップ数としてM2を設定する信号を出力する。そして、CPU23は、ドライバー制御部40に、ステップS100、S400、S500として、第1～第3駆動信号出力制御を実行させる信号を出力する。

【0076】

〔逆転駆動制御〕

図16は、本実施形態の逆転駆動制御処理における、第2駆動信号出力制御S400を説明するフローチャートであり、図17は、第3駆動信号出力制御S500を説明するフローチャートである。なお、本実施形態において、第1駆動信号出力制御S100は、前述した第1実施形態と同様であるため説明を省略する。また、図16において、ステップS401～S404、S406～S408は、前述した第1実施形態のステップS101～S104、S106～S108と同様であるため、説明を省略する。さらに、図17において、ステップS501～S504、S506～S508は、前述した第1実施形態のステップS101～S104、S106～S108と同様であるため、説明を省略する。

【0077】

図16に示すように、本実施形態では、ドライバー制御部40は、ステップS404でドライバー50をオフした後、ステップS405として、第2オン時間 T_{on2} が所定時間 t_{24} を超えたか否かを判定する。つまり、ドライバー50のオン状態の継続時間である第2オン時間 T_{on2} が所定条件としての所定時間 t_{24} を超えたら、電流Iが下限電流値 I_{min} を下回るまで待つことなく、第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えるようにドライバー制御部40は構成されている。

【0078】

また、図17に示すように、ドライバー制御部40は、ステップS504でドライバー50をオフした後、ステップS505として、第3オン時間 T_{on3} が所定時間 t_{34} を超えたか否かを判定する。つまり、ドライバー50のオン状態の継続時間である第3オン時間 T_{on3} が所定条件としての所定時間 t_{34} を超えたら、電流Iが下限電流値 I_{min} を下回るまで待つことなく、第3駆動信号の出力を停止するようにドライバー制御部40は構成されている。

【0079】

図15に戻って、ドライバー制御部40は、ステップS13として、残りステップ数が1か否かを判定する。

ステップS13でNoと判定された場合、ステップS500に戻って、第3駆動信号出力制御を繰り返す。つまり、ドライバー制御部40は、ローター133の目標回転量に応じた所定のステップ数M2よりも1回少ないステップ数の第3駆動信号を出力する。

【0080】

ステップS13でYesと判定されたら、ドライバー制御部40は、前述した第1実施形態と同様に、ステップS10として、最後の第3駆動信号の出力が停止してからの経過時間T4が所定時間 t_4 を超えたか否かを判定する。

【0081】

10

20

30

40

50

ステップ S 1 0 で N o と判定されたら、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 1 0 で Y e s と判定されるまで処理を繰り返す。

ステップ S 1 0 で Y e s と判定された場合、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 1 0 0 として、第 1 駆動信号出力制御を実行する。その後、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 4 0 0 として、第 2 駆動信号出力制御を実行する。さらにその後、ドライバー制御部 4 0 は、ステップ S 5 0 0 として、第 3 駆動信号出力制御を実行する。

【 0 0 8 2 】

図 1 8 は、本実施形態における第 1 ～第 3 駆動信号の信号波形を示す図である。

図 1 8 に示すように、ドライバー制御部 4 0 は、M 2 - 1 ステップ目の第 3 駆動信号の出力が停止した後、所定時間 t 4 が経過したら、1 ステップ分の第 1 ～第 3 駆動信号を出力する。

10

そして、ステップ S 5 0 0 で第 3 駆動信号が出力されたら、秒針 3 の駆動制御が終了する。

【 0 0 8 3 】

〔第 2 実施形態の作用効果〕

このような第 2 実施形態によれば、以下の効果を得ることができる。

本実施形態では、ドライバー制御部 4 0 は、第 1 駆動信号に対応するオン状態の継続時間である第 1 オン時間 Ton1 が所定時間 t 1 3 を超えたら、ドライバー 5 0 に出力する駆動信号を第 1 駆動信号から第 2 駆動信号に切り替える。

また、ドライバー制御部 4 0 は、第 2 駆動信号に対応するオン状態の継続時間である第 2 オン時間 Ton2 が所定時間 t 2 4 を超えたら、ドライバー 5 0 に出力する駆動信号を第 2 駆動信号から第 3 駆動信号に切り替える。

20

さらに、ドライバー制御部 4 0 は、第 3 駆動信号に対応するオン状態の継続時間である第 3 オン時間 Ton3 が所定時間 t 3 4 を超えたら、第 3 駆動信号の出力を停止する。

つまり、本実施形態では、ドライバー制御部 4 0 は、第 1 オン時間 Ton1、第 2 オン時間 Ton2、第 3 オン時間 Ton3 に基づいて、ローター 1 3 3 の位置を推定して、駆動信号の切り替えを実行する。これにより、ドライバー制御部 4 0 は、ドライバー 5 0 をオフした後、電流 I が下限電流値 I min を下回るまで待つことなく極性を切り替えるので、各駆動信号のオフ状態の継続時間であるオフ時間に基づいて駆動信号の切り替えを実行する場合に比べて、各駆動信号が出力されている時間を短くすることができる。そのため、消費電流を抑制することができる。

30

【 0 0 8 4 】

本実施形態では、ドライバー制御部 4 0 は、所定のステップ数 M 2 よりも 1 ステップ分少ない第 3 駆動信号を出力した後、所定時間 t 4 が経過したら、第 1 駆動信号を出力し、その後、第 2 駆動信号を出力し、その後、1 ステップ分の第 3 駆動信号を出力する。

そのため、ローター 1 3 3 がオーバーラン、つまり、1 ステップ多く逆転してしまうことを抑制できる。

【 0 0 8 5 】

〔変形例〕

なお、本開示は前述の各実施形態に限定されるものではなく、本開示の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本開示に含まれるものである。

40

【 0 0 8 6 】

前記各実施形態では、ドライバー制御部 4 0 は、第 1 オン時間 Ton1 に基づいて、ドライバー 5 0 に出力する駆動信号を第 1 駆動信号から第 2 駆動信号に切り替えていたが、これに限定されない。例えば、ドライバー制御部 4 0 は、第 1 オフ時間 Toff1 に基づいて、ドライバー 5 0 に出力する駆動信号を第 1 駆動信号から第 2 駆動信号に切り替えるように構成されていてもよい。また、ドライバー制御部 4 0 は、第 1 駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、ドライバー 5 0 に出力する駆動信号を第 1 駆動信号から第 2 駆動信号に切り替えるように構成されていてもよい。

【 0 0 8 7 】

50

前記第1実施形態では、ドライバー制御部40は、第2オフ時間 T_{off2} に基づいて、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えていたが、これに限定されない。例えば、ドライバー制御部40は、第2オン時間 T_{on2} に基づいて、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えるように構成されていてもよい。また、ドライバー制御部40は、第2駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えるように構成されていてもよい。

【0088】

前記第2実施形態では、ドライバー制御部40は、第2オン時間 T_{on2} に基づいて、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えていたが、これに限定されない。例えば、ドライバー制御部40は、第2オフ時間 T_{off2} に基づいて、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えるように構成されていてもよい。また、ドライバー制御部40は、第2駆動信号の出力を開始してから予め設定された時間が経過したら、ドライバー50に出力する駆動信号を第2駆動信号から第3駆動信号に切り替えるように構成されていてもよい。

【0089】

前記第1実施形態では、ドライバー制御部40は、第3オフ時間 T_{off3} に基づいて、ドライバー50に出力する第3駆動信号を停止させていたが、これに限定されない。例えば、ドライバー制御部40は、第3オン時間 T_{on3} に基づいて、ドライバー50に出力する第3駆動信号を停止するように構成されていてもよい。

【0090】

前記第2実施形態では、ドライバー制御部40は、第3オン時間 T_{on3} に基づいて、ドライバー50に出力する第3駆動信号を停止させていたが、これに限定されない。例えば、ドライバー制御部40は、第3オフ時間 T_{off3} に基づいて、ドライバー50に出力する第3駆動信号を停止するように構成されていてもよい。

【0091】

前記第1実施形態では、ドライバー制御部40は、最後の第3駆動信号を出力した後に、修正駆動信号を出力していたが、これに限定されない。例えば、ドライバー制御部40が修正駆動信号を出力しない場合も、本開示に含まれる。

また、前記第2実施形態と同様に、ドライバー制御部40は、ローター133の目標回転量に応じた所定のステップ数 $M2$ よりも1回少ないステップ数の第3駆動信号を出力し、その後、第1～第3駆動信号を出力するように構成されていてもよい。

【0092】

前記第2実施形態では、ドライバー制御部40は、ローター133の目標回転量に応じた所定のステップ数 $M2$ よりも1回少ないステップ数の第3駆動信号を出力し、第1～第3駆動信号を出力した後、さらに修正駆動信号を出力するように構成されていてもよい。

また、ドライバー制御部40は、ローター133の目標回転量に応じた所定のステップ数 $M2$ の第3駆動信号を出力するよう構成されていてもよく、さらに、最後の第3駆動信号が出力した後に、修正駆動信号を出力するよう構成されていてもよい。

【0093】

前記各実施形態では、ドライバー50を最低限オンにする時間として、所定時間 $t11$, $t21$, $t31$ が設定されていたが、これに限定されず、これらの所定時間が設定されない場合も、本開示に含まれる。

同様に、前記各実施形態では、ドライバー50を最低限オフにする時間として、所定時間 $t12$, $t22$, $t32$ が設定されていたが、これに限定されず、これらの所定時間が設定されない場合も、本開示に含まれる。

【0094】

前記各実施形態では、電子時計1は、腕時計タイプのものであるが、例えば、置時計であってもよい。また、本開示の時計用モーター制御回路は、時計の指針を駆動するモーターを制御するものに限定されず、例えば、日車用のモーター制御回路等にも適用できる。

【符号の説明】

【0095】

1…電子時計、10…ムーブメント、11…水晶振動子、12…電池、13…第1モーター（ステップモーター）、21…発振回路、22…分周回路、23…CPU、24…ROM、26…入力回路、27…BUS、30A…第1モーター制御回路（時計用モーター制御回路）、40…ドライバー制御部、50…ドライバー、60…電流検出回路（電流検出部）、130…コイル、131…ステーター、133…ローター。

10

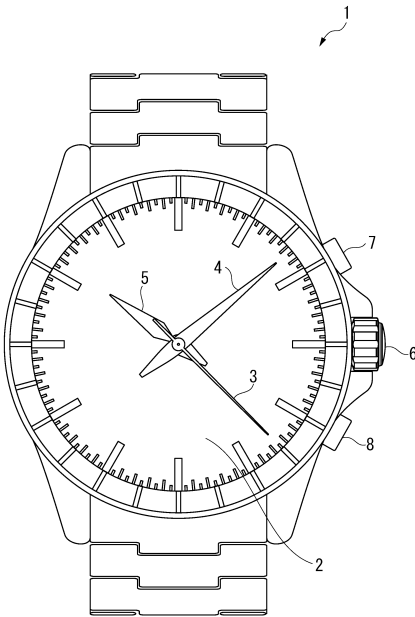
20

30

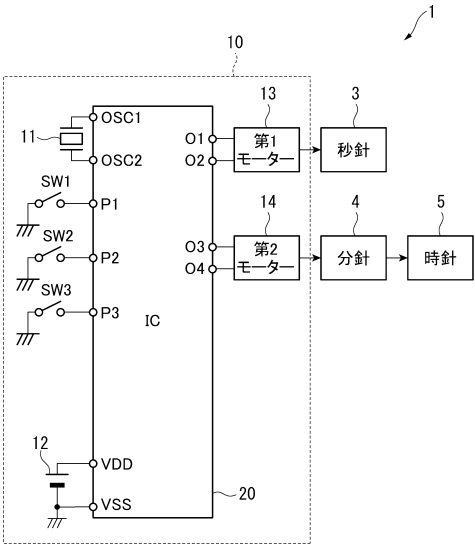
40

50

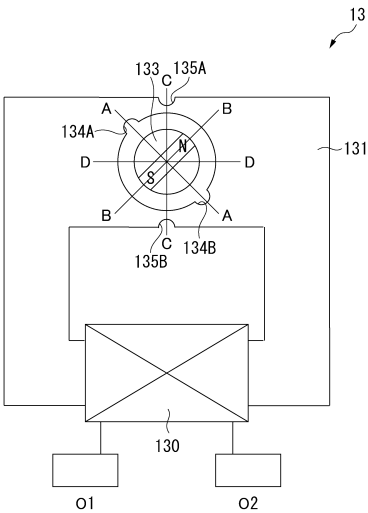
【図面】
【図 1】



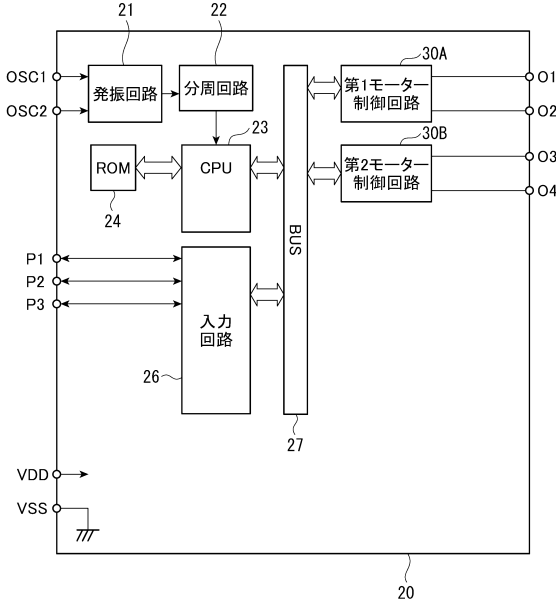
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

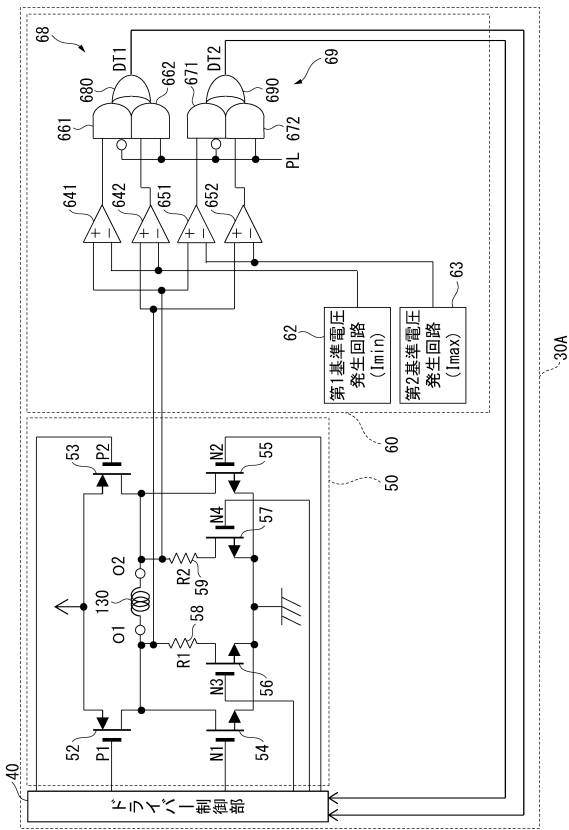
20

30

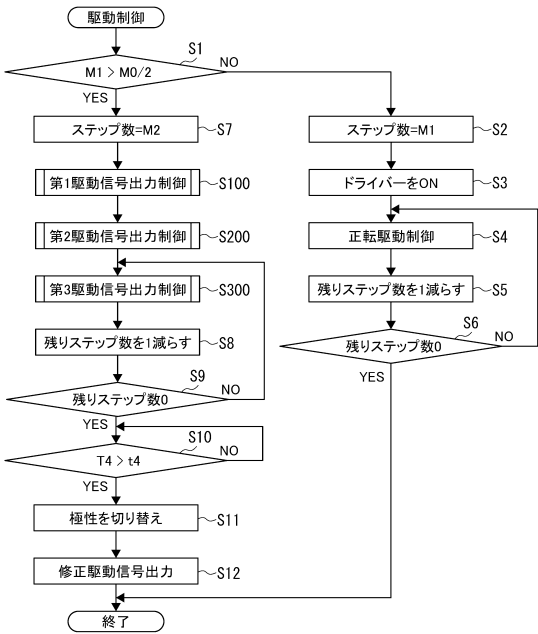
40

50

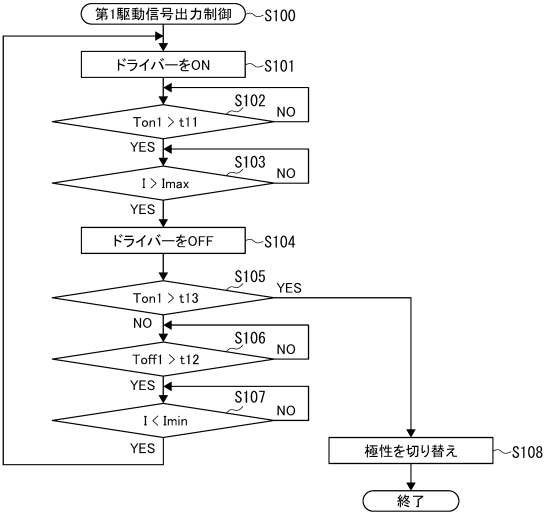
【図 5】



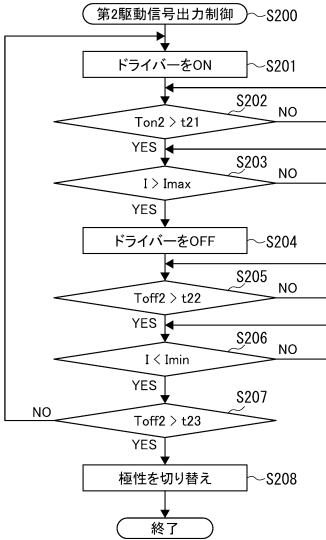
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

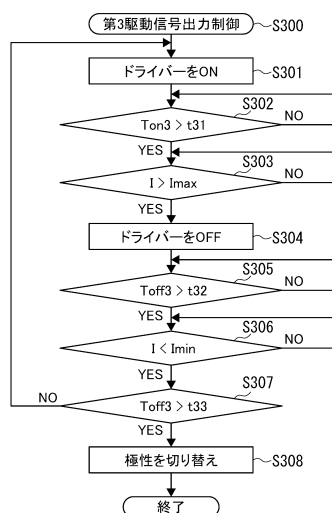
20

30

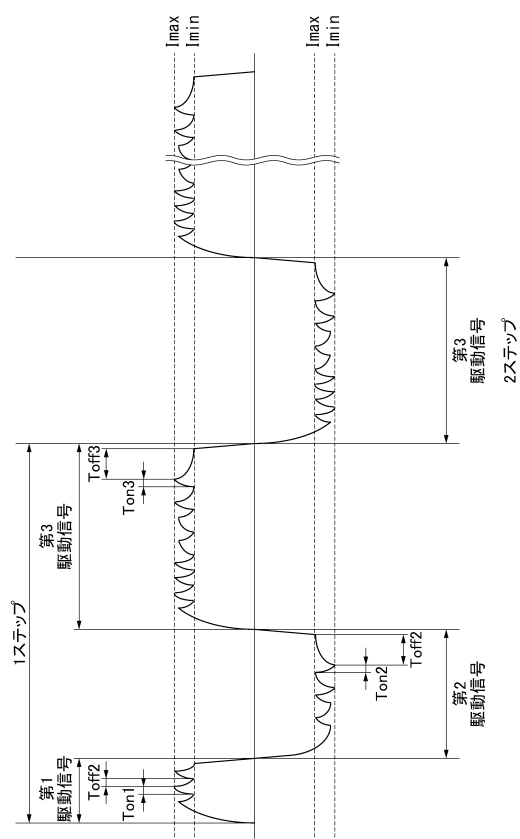
40

50

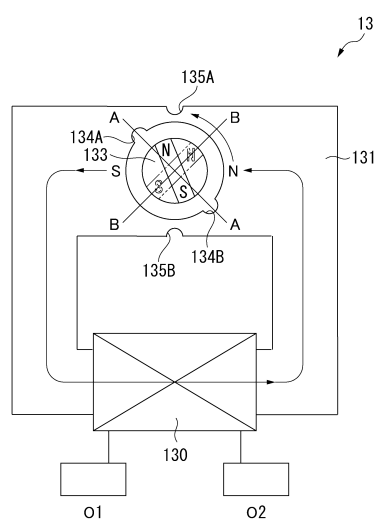
【圖 9】



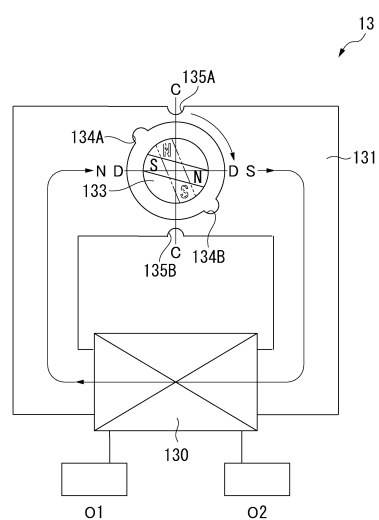
【図 10】



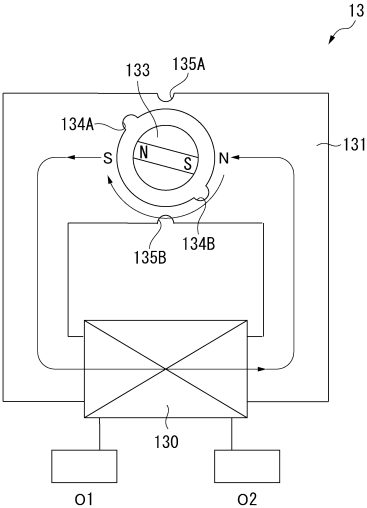
【図 11】



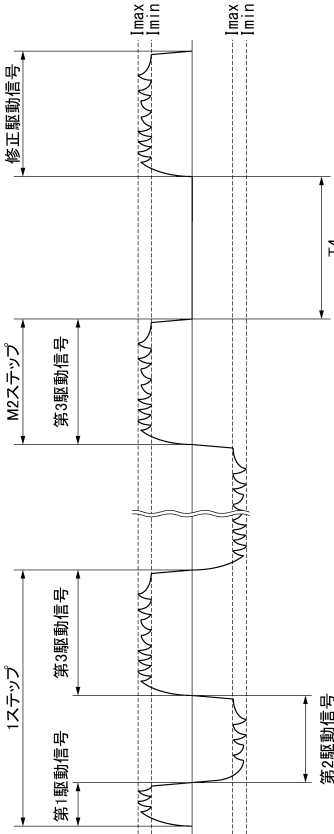
【図 12】



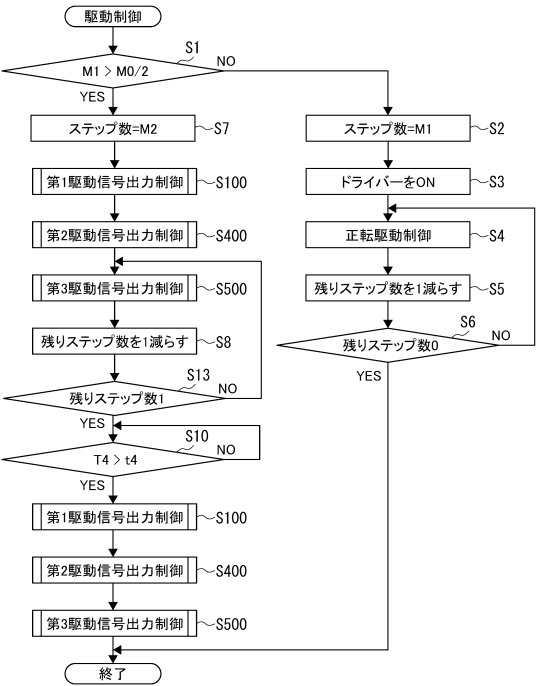
【図 1 3】



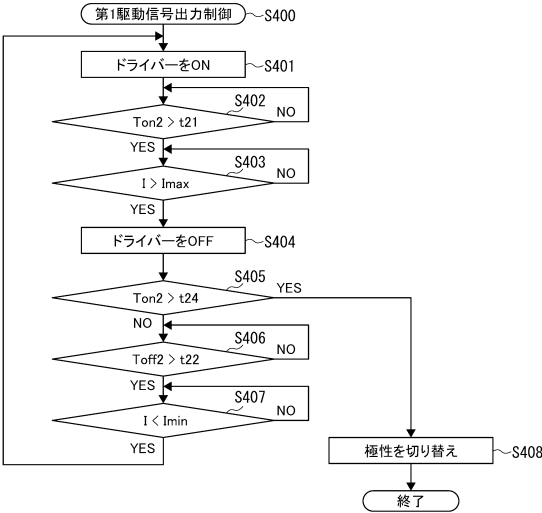
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

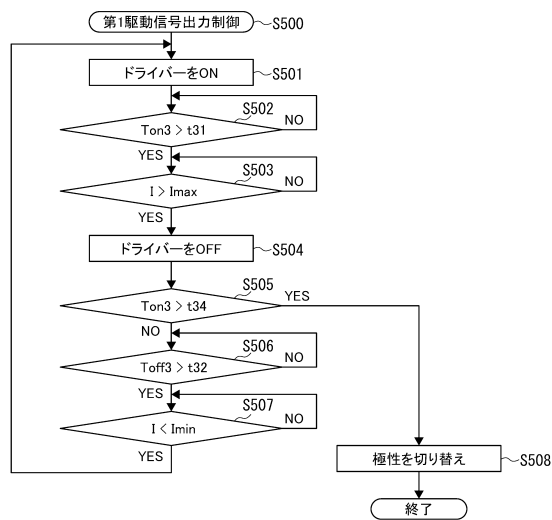
20

30

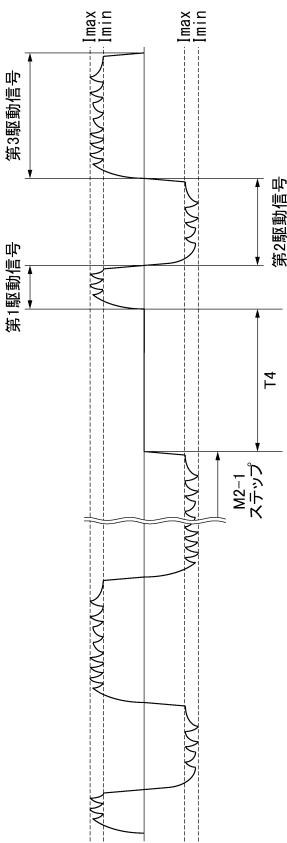
40

50

【図 17】



【図 18】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭５９－４６５７５（ＪＰ，Ａ）
 特開昭５４－８６７２３（ＪＰ，Ａ）
 特開２０１６－４４９８２（ＪＰ，Ａ）
 特開昭５７－１６３７６（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G 0 4 C 3／１４
 H 0 2 P 8／００ － ８／４２