

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6902016号
(P6902016)

(45) 発行日 令和3年7月14日 (2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月22日 (2021.6.22)

(51) Int. Cl.	F I
GO4C 3/14 (2006.01)	GO4C 3/14 T
HO2P 8/02 (2006.01)	HO2P 8/02

請求項の数 12 (全 58 頁)

(21) 出願番号	特願2018-500179 (P2018-500179)	(73) 特許権者	000001960
(86) (22) 出願日	平成29年2月15日 (2017.2.15)		シチズン時計株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/005596		東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(87) 国際公開番号	W02017/141994	(74) 代理人	110000154
(87) 国際公開日	平成29年8月24日 (2017.8.24)		特許業務法人はるか国際特許事務所
審査請求日	令和1年12月3日 (2019.12.3)	(72) 発明者	田京 祐
(31) 優先権主張番号	特願2016-25978 (P2016-25978)		東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(32) 優先日	平成28年2月15日 (2016.2.15)		シチズン時計株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	福島 敏明
			東京都西東京市田無町六丁目1番12号
			シチズン時計株式会社内
		(72) 発明者	前田 俊成
			東京都西東京市田無町六丁目1番12号
			シチズン時計株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子時計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

径方向に2極以上着磁されたロータと、

該ロータを介して対向して設けられる第1のステータ磁極部及び第2のステータ磁極部と、該第1のステータ磁極部と該第2のステータ磁極部の間にあって、前記ロータに向き合って設けられる第3のステータ磁極部と、を有するステータと、

前記第1のステータ磁極部と前記第3のステータ磁極部に磁氣的に結合する第1のコイルと、

前記第2のステータ磁極部と前記第3のステータ磁極部に磁氣的に結合する第2のコイルと、

を有する2コイルステップモータと、

前記第1のコイル又は前記第2のコイルに、前記ロータを駆動するための駆動パルスを出力する駆動パルス発生回路と、

を有し、

複数の前記駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、前記ロータが360度単位で回転駆動され、

前記ロータが360度単位で回転駆動される高速駆動と、前記ロータが180度単位で回転駆動される通常駆動が切り替え可能に構成され、

前記高速駆動のときは、前記通常駆動のときよりも速い周波数で前記ロータが駆動されることを特徴とする電子時計。

【請求項 2】

径方向に 2 極以上着磁されたロータと、

該ロータを介して対向して設けられる第 1 のステータ磁極部及び第 2 のステータ磁極部と、該第 1 のステータ磁極部と該第 2 のステータ磁極部の間にあって、前記ロータに向き合って設けられる第 3 のステータ磁極部と、を有するステータと、

前記第 1 のステータ磁極部と前記第 3 のステータ磁極部に磁氣的に結合する第 1 のコイルと、

前記第 2 のステータ磁極部と前記第 3 のステータ磁極部に磁氣的に結合する第 2 のコイルと、

を有する 2 コイルステップモータと、

前記第 1 のコイル又は前記第 2 のコイルに、前記ロータを駆動するための駆動パルスを出力する駆動パルス発生回路と、

を有し、

複数の前記駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、前記ロータが 360 度単位で回転駆動され、

前記駆動パルス列から特定の駆動パルスを選択するタイミングを切り替えることで、高速駆動パルス列又は通常駆動パルスを選択することを特徴とする電子時計。

10

【請求項 3】

径方向に 2 極以上着磁されたロータと、

該ロータを介して対向して設けられる第 1 のステータ磁極部及び第 2 のステータ磁極部と、該第 1 のステータ磁極部と該第 2 のステータ磁極部の間にあって、前記ロータに向き合って設けられる第 3 のステータ磁極部と、を有するステータと、

前記第 1 のステータ磁極部と前記第 3 のステータ磁極部に磁氣的に結合する第 1 のコイルと、

前記第 2 のステータ磁極部と前記第 3 のステータ磁極部に磁氣的に結合する第 2 のコイルと、

を有する 2 コイルステップモータと、

前記第 1 のコイル又は前記第 2 のコイルに、前記ロータを駆動するための駆動パルスを出力する駆動パルス発生回路と、

を有し、

複数の前記駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、前記ロータが 360 度単位で回転駆動され、

さらに前記ロータの回転を検出するための検出パルスを発生する検出パルス発生回路と、

前記検出パルスを前記第 1 のコイル又は前記第 2 のコイルに印加することにより検出される検出信号に基づいて、前記ロータの回転 / 非回転を判定する回転検出判定回路と、を有し、

前記駆動パルス列に含まれる駆動パルスの一部により構成される可変駆動パルスを有し、前記可変駆動パルスは、前記回転検出判定回路による前記ロータの回転 / 非回転の結果に応じて、その長さが可変されることを特徴とする電子時計。

20

30

40

【請求項 4】

径方向に 2 極以上着磁されたロータと、

該ロータを介して対向して設けられる第 1 のステータ磁極部及び第 2 のステータ磁極部と、該第 1 のステータ磁極部と該第 2 のステータ磁極部の間にあって、前記ロータに向き合って設けられる第 3 のステータ磁極部と、を有するステータと、

前記第 1 のステータ磁極部と前記第 3 のステータ磁極部に磁氣的に結合する第 1 のコイルと、

前記第 2 のステータ磁極部と前記第 3 のステータ磁極部に磁氣的に結合する第 2 のコイルと、

を有する 2 コイルステップモータと、

50

前記第 1 のコイル又は前記第 2 のコイルに、前記ロータを駆動するための駆動パルスを出力する駆動パルス発生回路と、
を有し、

複数の前記駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、前記ロータが 360 度単位で回転駆動され、

前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁する第 1 の駆動パルス列と、前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁しない第 2 の駆動パルス列を有し、すくなくとも、電源電圧及び温度のいずれかに基づいて、前記駆動パルス列として、前記第 1 の駆動パルス列と前記第 2 の駆動パルス列のいずれかをを用いるか選択することを特徴とする電子時計。

10

【請求項 5】

前記駆動パルス列が 3 個の前記駆動パルスで構成される
ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電子時計。

【請求項 6】

前記高速駆動される第 1 の 2 コイルステップモータと、
前記通常駆動される第 2 の 2 コイルステップモータと、を有し、
前記第 2 の 2 コイルステップモータの駆動周波数は、前記第 1 の 2 コイルステップモータの駆動周波数より低い
ことを特徴とする請求項 1 に記載の電子時計。

【請求項 7】

前記第 1 のコイルの 1 の端子と、前記第 2 コイルの 1 の端子が短絡される請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電子時計。

20

【請求項 8】

前記駆動パルス列に含まれる駆動パルスのうち、少なくとも 1 つは、前記第 1 のコイルを励磁するパルスと、前記第 2 のコイルを励磁するパルスを交互に繰り返して構成される請求項 7 に記載の電子時計。

【請求項 9】

すくなくとも、電源電圧及び温度のいずれかに基づいて、前記駆動パルス列のデューティを切り替える、
請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電子時計。

30

【請求項 10】

さらに、回転開始からの経過時間に応じて、前記駆動パルス列のデューティを変更する、
請求項 9 に記載の電子時計。

【請求項 11】

前記可変駆動パルスは、前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁しない前記駆動パルス列であり、

前記駆動パルス列に含まれる駆動パルスの残りにより構成される固定駆動パルスとして、前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁する第 1 の固定駆動パルスと前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁しない第 2 の固定駆動パルスを有し、

40

前記可変駆動パルスは、条件によらず用いられ、前記固定駆動パルスは、回転開始からの経過時間に応じて、前記第 1 の固定駆動パルスと前記第 2 の固定駆動パルスのいずれを用いるか選択する、
請求項 3 に記載の電子時計。

【請求項 12】

前記可変駆動パルスは、前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁しない前記駆動パルス列であり、

前記駆動パルス列に含まれる駆動パルスの残りにより構成される固定駆動パルスと、前記可変駆動パルスが印加されるコイルに対し、異なるコイルに印加される第 2 の可変駆動パルスと、を有し、

50

前記可変駆動パルスは、条件によらず用いられ、回転開始からの経過時間に応じて、前記固定駆動パルスと前記第2の可変駆動パルスのいずれを用いるか選択する、請求項3に記載の電子時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、2コイルステップモータを用いたアナログ表示方式の電子時計に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、アナログ表示手段を備えた電子時計は、指針をステップモータによって駆動することが一般的である。このステップモータは、コイルによって磁化されるステータと、2極磁化された円盤状の回転体であるロータで構成され、たとえば1秒毎にロータが180度回転駆動されることで指針によって時刻を表示している。 10

【0003】

このようなステップモータによるアナログ表示方式の電子時計は、指針を動かす輪列のバックラッシュ等により、秒針などで表示位置ずれが起き、文字板目盛とのずれが発生していた。また、ステップモータの小型化を優先するために、表示車の保有トルクが小さくなり、衝撃などによって指針位置が狂う等の問題もあった。

【0004】

このような問題を解決するために、ステップモータを駆動する駆動パルスを第1の駆動パルスと第2の駆動パルスで成る2ステップ構成とし、第1の駆動パルスと第2の駆動パルスの出力間隔を50ms以下としたモータ制御回路を備えた電子時計が提案されている（たとえば特許文献1参照）。 20

【0005】

この特許文献1の電子時計によれば、出力間隔が50ms以下の第1の駆動パルスと第2の駆動パルスを出力することで、ロータの回転速度を通常より高速、例えば倍の回転速度にすることができ、これにより、ロータから秒表示車までの減速比が大きくなることで、指針の保有トルクが上がり、且つ、バックラッシュによる指針の表示位置ずれを改善できることが示されている。

【0006】

また、アナログ表示方式の電子時計に用いられるステップモータの駆動方式として、第1及び第2のコイルが共通の接続点に対して接続され、3つのフェーズごとに印加する電流を切り替えるものが提案されている（例えば特許文献2参照）。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第3166654号公報（第2頁、図1）

【特許文献2】特開2016-178742号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 40

【0008】

しかしながら、特許文献1で提示されている電子時計は、ロータの1回転（360度）が2ステップ駆動となるので、第1の駆動パルスと第2の駆動パルスの間に時間的な間隔があり、ロータの動きに減速、振動、停止、再加速等が生じ、その結果、指針の動きがぎこちなく不自然であり、見栄えの悪い動きとなって、電子時計の使用者に不快感を与える課題がある。

【0009】

また、この問題を回避するために、第1の駆動パルスと第2の駆動パルスの間を時間的に狭めると、ロータの回転後の振動が収束しない状態で次の駆動が行われるので、ロータが逆転してしまう異常動作の頻度が増して、ステップモータが誤動作する危険性がある。 50

また、1回転(360度)が従来の駆動と同様に2ステップ駆動であるので、ロータを高速に回転させるには限界があり、ステップモータの高速駆動には不向きである。

【0010】

本発明の目的は上記課題を解決し、2コイルステップモータを1ステップ360度単位で回転駆動することで、指針の動きが滑らかに、且つ、高速に駆動できる電子時計を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明の電子時計は下記記載の構成を採用する。

【0012】

本発明の電子時計は、径方向に2極以上着磁されたロータと、該ロータを介して対向して設けられる第1のステータ磁極部及び第2のステータ磁極部と、該第1のステータ磁極部と該第2のステータ磁極部の間にあって、ロータに向き合って設けられる第3のステータ磁極部と、を有するステータと、第1のステータ磁極部と第3のステータ磁極部に磁氣的に結合する第1のコイルと、第2のステータ磁極部と第3のステータ磁極部に磁氣的に結合する第2のコイルと、を有する2コイルステップモータと、第1のコイル又は第2のコイルに、ロータを駆動するための駆動パルスを出力する駆動パルス発生回路と、を有し、複数の駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、ロータが360度単位で回転駆動されることを特徴とする。

【0013】

本発明の電子時計により、複数の駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、1ステップ360度単位での回転駆動が可能となり、ステップモータの高速駆動が実現できる。また、ロータが1回転(360度)を短時間に停止することなく回転するので、指針の動きが滑らかになり、ぎこちなさがなく、見栄えの良い電子時計を提供できる。また、ステップモータの駆動が1ステップ360度単位であるので、従来のステップモータの1ステップ180度回転で輪列の歯車減速比1/30と比較した場合、歯車減速比を2倍(1/60)にでき、指針のトルクアップが可能となって、指針の耐衝撃性が向上する。

【0014】

また、駆動パルス列が3個の駆動パルスで構成されることを特徴とする。

【0015】

これにより、1ステップ360度の回転駆動をわずか3個の駆動パルスで実現できるので、従来の2ステップ駆動と比較して高速駆動が可能となり、指針の早送り動作において、従来よりも高速に指針を動かすことが可能となる。

【0016】

また、ロータが360度単位で回転駆動される高速駆動と、ロータが180度単位で回転駆動される通常駆動が切り替え可能に構成され、高速駆動のときは、通常駆動のときよりも速い周波数でロータが駆動されることを特徴とする。

【0017】

これにより、ロータが360度単位で回転する高速駆動と、ロータが180度単位で回転する通常駆動とが切り替え可能であるので、たとえば、指針を早送り運針させる場合は、1ステップ360度回転の高速駆動をすることができ、1秒運針などの通常運針の場合は、1ステップ180度単位の通常駆動をすることができる。

【0018】

また、高速駆動される第1の2コイルステップモータと、通常駆動される第2の2コイルステップモータと、を有し、第2の2コイルステップモータの駆動周波数は、第1の2コイルステップモータの駆動周波数より低いことを特徴とする。

【0019】

これにより、高速駆動される第1の2コイルステップモータは、針形状が比較的大きく、駆動頻度が低い分時計駆動用として使用できる。分時計は形状が比較的大きいので耐衝撃性が重要であるが、駆動頻度が低いので低消費電駆動は重要ではない。従って、ロータが

10

20

30

40

50

360度単位で回転することで歯車減速比を2倍にして指針をトルクアップし、耐衝撃性を向上できる高速駆動の第1の2コイルステップモータが分時計駆動用に適している。また、通常駆動される第2のステップモータは、針形状が比較的小さく駆動頻度が高い秒針駆動用として使用できる。秒針は形状が比較的小さいので耐衝撃性は重要でなく、一方、駆動頻度が高いので低消費電力駆動が重要である。従って、通常駆動される第2の2コイルステップモータが秒針駆動用に適している。

【0020】

また、駆動パルス列から特定の駆動パルスを選択するタイミングを切り替えることで、高速駆動パルス列又は通常駆動パルスを選択することを特徴とする。

【0021】

これにより、一つの駆動パルス発生回路を配置し、出力される駆動パルス列から特定の駆動パルスを選択するタイミングを切り替えることで、高速駆動パルス列又は通常駆動パルスを選択して出力できるので、駆動パルス発生回路を一つのみで構成でき、電子時計の回路規模を縮小できるメリットがある。

【0022】

また、第1のコイルの1の端子と、第2コイルの1の端子が短絡されることを特徴とする。

【0023】

これにより、供給すべき駆動波形が3つで済み、またトランジスタの数も少なく済むため、回路規模の小型化やコスト削減効果が見込める。

【0024】

また、駆動パルス列に含まれる駆動パルスのうち、少なくとも1つは、第1のコイルを励磁するパルスと、第2のコイルを励磁するパルスを交互に繰り返して構成されることを特徴とする。

【0025】

これにより、2つのコイルが同時に励磁されることがなく、消費電流の最大値を低く抑えることができるため、外気温が低い場合や、電源電圧が低下している状態など、電源条件が厳しい場合でも1ステップ360度回転駆動による高速駆動が可能である。

【0026】

さらに、ロータの回転を検出するための検出パルスを発生する検出パルス発生回路と、検出パルスを第1のコイル又は第2のコイルに印加することにより検出される検出信号に基づいて、ロータの回転/非回転を判定する回転検出判定回路と、を有し、駆動パルス列に含まれる駆動パルスの一部により構成される可変駆動パルスを有し、可変駆動パルスは、回転検出判定回路によるロータの回転/非回転の結果に応じて、その長さが可変されることを特徴とする。

【0027】

これにより、1ステップで360度の回転駆動をさせる場合において、ロータの回転/非回転の検出ができ、非回転の場合に補正パルスを出力することで、ロータを確実に回転させることができる。また、出力される高速駆動パルス列の長さは、ロータの回転に必要な分のみで済むため、消費電力が削減されるとともに、無駄時間が排除されて高速駆動が可能である。

【0028】

また、すくなくとも、電源電圧及び温度のいずれかに基づいて、前記駆動パルス列のデューティを切り替えることを特徴とする。

【0029】

これにより、電力消費及び出力の異なる複数種類の駆動パルスをステップモータに印加することができる。

【0030】

さらに、回転開始からの経過時間に応じて、前記駆動パルス列のデューティを変更することを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

これにより、駆動力に余裕がある場合には、無駄な消費電力を削減し、駆動力に余裕がない場合には非回転となることで生じる無駄な電力消費を抑えるから、消費電力の低減と、ロータの安定した回転とをバランスよく実現できる。

【 0 0 3 2 】

また、第 1 のコイルと第 2 のコイルを同時に励磁する第 1 の駆動パルス列と、第 1 のコイルと第 2 のコイルを同時に励磁しない第 2 の駆動パルス列を有し、すくなくとも、電源電圧及び温度のいずれかに基づいて、駆動パルス列として、第 1 の駆動パルス列と第 2 の駆動パルス列のいずれかをを用いるか選択することを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

これにより、大電流の消費による一時的な電圧低下が懸念される条件下では電流値を抑えて電源電圧の低下を抑え、その心配がない条件下では高速な 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動を実現できる。

【 0 0 3 4 】

また、可変駆動パルスは、第 1 のコイルと第 2 のコイルを同時に励磁しない駆動パルス列であり、駆動パルス列に含まれる駆動パルスの残りにより構成される固定駆動パルスとして、第 1 のコイルと第 2 のコイルを同時に励磁する第 1 の固定駆動パルスと前記第 1 のコイルと前記第 2 のコイルを同時に励磁しない第 2 の固定駆動パルスを有し、前記可変駆動パルスは、条件によらず用いられ、前記固定駆動パルスは、回転開始からの経過時間に応じて、前記第 1 の固定駆動パルスと前記第 2 の固定駆動パルスのいずれを用いるか選択

【 0 0 3 5 】

これにより、回転検出のタイミングを検出するのみで、電源電圧の値や、電子時計の温度を直接検出することなく、一時的な電源電圧の低下が問題となりうる条件を判別し、大電流の消費による一時的な電源電圧の低下の問題を回避しつつ、1 ステップ 3 6 0 度回転による高速回転を安定して実現でき、小型化・低コスト化を図ることができる。

【 0 0 3 6 】

また、可変駆動パルスは、第 1 のコイルと第 2 のコイルを同時に励磁しない駆動パルス列であり、駆動パルス列に含まれる駆動パルスの残りにより構成される固定駆動パルスと、可変駆動パルスが印加されるコイルに対し、異なるコイルに印加される第 2 の可変駆動

【 0 0 3 7 】

これにより、回転検出のタイミングを検出するのみで、電源電圧の値や、電子時計の温度を直接検出することなく、一時的な電源電圧の低下が問題となりうる条件を判別し、大電流の消費による一時的な電源電圧の低下の問題を回避しつつ、1 ステップ 3 6 0 度回転による高速回転を安定して実現できる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 8 】

上記の如く本発明によれば、複数の駆動パルスで構成される駆動パルス列によって、1 ステップ 3 6 0 度単位での回転駆動が可能となり、ステップモータの高速駆動が実現できる。また、ロータが一回転を短時間に停止することなく回転するので、指針の動きが滑らかになり、ごこちなさがなく、見栄えの良い電子時計を提供できる。また、ステップモータの駆動が 1 ステップ 3 6 0 度単位であるので、従来のステップモータの 1 ステップ 1 8 0 度回転と比較した場合、歯車減速比を 2 倍にでき、指針のトルクアップが可能となり、指針の耐衝撃性が向上する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係る電子時計の概略構成を示す構成図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る 2 コイルステップモータの概略構成を示す平面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係るドライバ回路の一例を示す回路図である。

【図 4】従来の 1 ステップ 180 度回転駆動の第 1 ステップを説明する駆動パルスの波形図とドライバ回路のトランジスタ動作表、および、ステップモータの動作図である。

【図 5】従来の 1 ステップ 180 度回転駆動の第 2 ステップを説明する駆動パルスの波形図とステップモータの動作図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態に係る高速駆動パルス列の波形図とドライバ回路のトランジスタ動作表である。

【図 7】本発明の第 1 の実施形態に係る 2 コイルステップモータの 1 ステップ 360 度回転駆動を説明する動作図である。

10

【図 8】本発明の第 2 の実施形態に係る電子時計の概略構成を示す構成図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施形態に係るドライバ回路の一例を示す回路図である。

【図 10】本発明の第 2 の実施形態に係る高速駆動パルスと通常駆動パルスを説明する波形図である。

【図 11】本発明の第 2 の実施形態に係る高速駆動と通常駆動によるドライバ回路のトランジスタ動作表である。

【図 12】本発明の第 3 の実施形態に係る電子時計の概略構成を示す構成図である。

【図 13】従来の 2 コイルステップモータの高速駆動の波形図と動作図である。

【図 14】本発明の第 3 の実施形態に係る 2 コイルステップモータの高速駆動パルスの波形図と高速駆動の動作図である。

20

【図 15】本発明の第 3 の実施形態の変形例 1 に係る 2 コイルステップモータの高速駆動パルスの波形図と高速駆動の動作図である。

【図 16】本発明の第 3 の実施形態の変形例 2 に係る 2 コイルステップモータの高速駆動パルスの波形図と高速駆動の動作図である。

【図 17】本発明の第 3 の実施形態の変形例 3 に係る 2 コイルステップモータの高速駆動パルスの波形図と高速駆動の動作図である。

【図 18】本発明の第 4 の実施形態に係る電子時計の概略構成を示す構成図である。

【図 19】本発明の第 4 の実施形態に係るドライバ回路の一例を示す回路図である。

【図 20】本発明の第 4 の実施形態に係る高速駆動パルス列の波形図とドライバ回路のトランジスタ動作表である。

30

【図 21】本発明の第 5 の実施形態に係る高速駆動パルス列の波形図とドライバ回路のトランジスタ動作表である。

【図 22】本発明の第 5 の実施形態に係る 2 コイルステップモータの 1 ステップ 360 度回転駆動を説明する動作図である。

【図 23】本発明の第 6 の実施形態に係る電子時計の概略構成を示す構成図である。

【図 24】本発明の第 6 の実施形態に係るドライバ回路の一例を示す回路図である。

【図 25】ステップモータの構造を示す図である。

【図 26】ステップモータのロータの回転と非回転を説明する図である。

【図 27】本発明の第 6 の実施形態に係る高速駆動パルス列の波形図である。

40

【図 28】本発明の第 6 の実施形態に係るパルス波形を説明する図である。

【図 29】本発明の第 6 の実施形態に係る高速駆動パルス列出力の動作を説明するフロー図である。

【図 30】可変駆動パルスが印加された際の、コイル A 及びコイル B に発生する誘起電流の波形と、コイル端子に印加されるパルス及び検出信号を示す図である。

【図 31】本発明の第 6 の実施形態の変形例 1 に係るパルス波形を説明する図である。

【図 32】本発明の第 6 の実施形態の変形例 2 に係るパルス波形を説明する図である。

【図 33】本発明の第 7 の実施形態に係る高速駆動パルス列の波形図である。

【図 34】本発明の第 7 の実施形態に係る 2 コイルステップモータの 1 ステップ 360 度回転駆動を説明する動作図である。

50

【図 3 5】本発明の第 8 の実施形態に係る高速駆動パルス列出力の動作を説明するフロー図である。

【図 3 6】本発明の第 8 の実施形態に係るパルス波形を説明する図である。

【図 3 7】本発明の第 8 の実施形態の変形例に係る高速駆動パルス列出力の動作を説明するフロー図である。

【図 3 8】本発明の第 8 の実施形態の変形例に係るパルス波形を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下図面により本発明の実施の形態を詳述する。

【0041】

10

[各実施形態の特徴]

第 1 の実施形態の特徴は本発明の基本構成であり、一つの 2 コイルステップモータを有し、2 コイルステップモータが 1 ステップ 360 度回転し、電子時計の秒針を 1 ステップで 1 秒運針する構成である。第 2 の実施形態の特徴は、分時計駆動用と秒針駆動用に二つの 2 コイルステップモータを有し、分時計駆動用の 2 コイルステップモータが 1 ステップ 360 度回転することで電子時計の分針が 1 ステップで 1 分運針し、秒針駆動用の 2 コイルステップモータが 1 ステップ 180 度回転することで電子時計の秒針が 1 ステップで 1 秒運針する構成である。第 3 の実施形態の特徴は、一つの 2 コイルステップモータと、高速駆動パルス発生回路と通常駆動パルス発生回路の二つの駆動パルス発生回路を有する構成である。

20

【0042】

[第 1 の実施形態]

[第 1 の実施形態の電子時計の構成説明：図 1]

第 1 の実施形態の電子時計の概略構成について図 1 を用いて説明する。符号 1 は第 1 の実施形態のアナログ表示方式の電子時計である。電子時計 1 は、水晶振動子（図示せず）によって所定の基準信号 P1 を出力する発振回路 2、基準信号 P1 を入力して制御信号 CN1 を出力する制御回路 3、高速駆動パルス発生回路 4、ドライバ回路 10、および、2 コイルステップモータ 20（以下、「ステップモータ 20」と略す）を有している。

【0043】

なお、電子時計 1 は、指針や文字板を備えた表示部、輪列、電源、操作部材等を含むが、本発明には直接係わらないので図示は省略する。

30

【0044】

高速駆動パルス発生回路 4 は、制御回路 3 からの制御信号 CN1 を入力して、ステップモータ 20 を駆動する複数の高速駆動パルスで構成される高速駆動パルス列 SP10 を生成し、ドライバ回路 10 に出力する。なお、高速駆動パルス列 SP10 は、後述するドライバ回路 10 の 4 つのバッファ回路を制御して駆動波形 O1 ~ O4 を出力するために、一例として 4 ビットで構成される。

【0045】

また、高速駆動パルス列 SP10 は、ステップモータ 20 を 1 ステップ 360 度単位で回転させる駆動パルスであるが、指針を動かす輪列の歯車減速比によっては、必ずしも指針を高速駆動できるものではないが、高速駆動が可能な駆動パルスであるので高速駆動パルス列と称する。

40

【0046】

ドライバ回路 10 は、高速駆動パルス列 SP10 を入力し、複数の駆動パルスに基づいた駆動波形 O1、O2、O3、O4 をステップモータ 20 に供給し、ステップモータ 20 を駆動する。なお、ドライバ回路 10 の詳細な構成は後述する。

【0047】

ステップモータ 20 は、コイル A、コイル B の二つのコイルを有している。なお、ステップモータ 20 の詳細は後述する。

【0048】

50

[ステップモータの構成説明：図 2]

次に、ステップモータ 20 の構成について図 2 を用いて説明する。ステップモータ 20 は、ロータ 21、ステータ 22、二つのコイル A、コイル B などによって構成される。ロータ 21 は 2 極磁化された円盤状の回転体であり、径方向に N 極、S 極が着磁されている。

【 0049 】

ステータ 22 は、軟磁性材によって成り、ロータ 21 が挿入されるロータ穴 22 d が設けられ、このロータ穴 22 d にロータ 21 が配置されている。ステータ 22 は、ロータ 21 に略対向して第 1 のステータ磁極部 22 a (以下、「第 1 磁極部 22 a」と略す)と第 2 のステータ磁極部 22 b (以下、「第 2 磁極部 22 b」と略す)が設けられている。また、第 1 磁極部 22 a と第 2 磁極部 22 b の間にあつてロータ 21 に向き合う位置に第 3 のステータ磁極部 22 c (以下、「第 3 磁極部 22 c」と略す)が設けられている。

10

【 0050 】

また、第 1 磁極部 22 a と第 3 磁極部 22 c に磁氣的に結合する第 1 のコイルとしてのコイル A と、第 2 磁極部 22 b と第 3 磁極部 22 c に磁氣的に結合する第 2 のコイルとしてのコイル B が設けられている。

【 0051 】

コイル A は絶縁基板 23 a 上にコイル端子 O 1、O 2 を有しており、コイル A の巻線の両端が接続されている。また、コイル B は絶縁基板 23 b 上にコイル端子 O 3、O 4 を有しており、コイル B の巻線の両端が接続されている。この各コイル端子 O 1 ~ O 4 に、前述したドライバ回路 20 から出力される駆動波形 O 1 ~ O 4 がそれぞれ供給される。

20

【 0052 】

なお、説明をわかりやすくするために、各コイル端子と供給される各駆動波形の符号を共通にしている。また、一例としてコイル端子 O 1 がコイル A の巻始めであり、コイル端子 O 4 がコイル B の巻始めである。

【 0053 】

また、図 2 で示すロータ 21 は静止状態であり、図面の上方を 0 度と規定し、その位置から反時計回りに 90 度、180 度、270 度と規定する。ロータ 21 は、N 極が 0 度に位置するときと、180 度に位置するときが静止位置 (静的安定点) である。よって、図 2 で示すロータ 21 は、N 極が静止位置 0 度にある。

30

【 0054 】

[ドライバ回路の回路構成の説明：図 3]

次に、ステップモータ 20 を駆動するためのドライバ回路 10 の回路構成の一例について図 3 を用いて説明する。ドライバ回路 10 は、ステップモータ 20 のコイル A、コイル B に高速駆動パルス列 SP 10 による駆動波形 O 1 ~ O 4 を供給する 4 つのバッファ回路によって構成される。

【 0055 】

この 4 つのバッファ回路の構成を説明すると、まず、低 ON 抵抗の P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ P 1 と、低 ON 抵抗の N チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ N 1 と、のコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が、駆動波形 O 1 を出力してコイル A のコイル端子 O 1 に供給される。

40

【 0056 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 2 とトランジスタ N 2 とのコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が、駆動波形 O 2 を出力してコイル A のコイル端子 O 2 に供給される。

【 0057 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 3 とトランジスタ N 3 とのコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が、駆動波形 O 3 を出力してコイル B のコイル端子 O 3 に供給される。

【 0058 】

50

また同様に、それぞれ低ON抵抗のトランジスタP4とトランジスタN4とのコンプリメンタリ接続となるバッファ回路が、駆動波形O4を出力してコイルBのコイル端子O4に供給される。

【0059】

各トランジスタP1～P4、N1～N4のそれぞれゲート端子Gは、図示しないが、前述した高速駆動パルス発生回路4からの高速駆動パルス列SP10を入力し、各トランジスタは高速駆動パルス列SP10に基づいてON/OFF制御され、駆動波形O1～O4が出力される。ここで、高速駆動パルス列SP10が前述したように4ビットで構成されれば、図示しないが、各ビットの高速駆動パルス列SP10が4つのバッファ回路のトランジスタのゲート端子Gにそれぞれ入力される。なお、各トランジスタのON/OFF動作の詳細は後述する。

10

【0060】

[従来の2コイルステップモータの駆動説明：図4、図5]

次に、2コイルステップモータを1ステップ180度単位で回転駆動する駆動波形は公知であるが、本発明を理解する上で必要であるので、図2で示したステップモータ20と図3のドライバ回路10を用いて、1ステップ180度回転駆動を2ステップで行って360度回転駆動する従来の駆動波形の一例と従来のステップモータの回転動作の概要を図4と図5を用いて説明する。

【0061】

まず、ステップモータ20のロータ21のN極を静止位置0度(図2参照)から正転方向(反時計回り)に180度回転させる第1ステップの駆動パルスSP01とロータ21の回転動作について図4を用いて説明する。

20

【0062】

図4(a)は、ステップモータ20のロータ21のN極を静止位置0度から1ステップ180度正転させるための駆動パルスSP01による駆動波形であり、ドライバ回路10の駆動波形O1～O4を示している。ここで、駆動波形O1～O4は、通常状態で電圧0V(VDD)に保たれ、駆動パルスによって電圧-V(VSS)となる。なお、駆動波形O1～O4の表示形態は、後述するすべての駆動波形に共通である。

【0063】

また、図4(b)は、ステップモータ20の第1ステップの駆動パルスSP01と、後述する第2ステップの駆動パルスSP02と、によって動作するドライバ回路10の各トランジスタの動作表(ON/OFF動作)である。また、図4(c)と図4(d)は、第1ステップでの駆動パルスSP01によるステップモータ20の回転動作を示している。

30

【0064】

図4(a)において、第1ステップでロータ21のN極を静止位置0度から正転させる場合、駆動パルスSP01によって駆動波形O3は電圧-Vとなり、他の駆動波形O1、O2、O4は電圧0Vとなる。また、駆動パルスSP01の出力が終了すると、次の駆動パルスの到来まで、すべての駆動波形O1～O4は電圧0Vが維持される。

【0065】

次に、第1ステップの駆動パルスSP01によるドライバ回路10の各トランジスタの動作を図4(b)の動作表で説明する。ここで、駆動パルスSP01によって駆動波形O3が電圧-Vとなるので、ドライバ回路10のトランジスタN3とトランジスタP4がON、トランジスタP3とトランジスタN4がOFFし、駆動電流がコイル端子O4からコイル端子O3に流れ、コイルBが励磁される。

40

【0066】

また、第1ステップの駆動パルスSP01によってドライバ回路10の駆動波形O1、O2は、共に電圧0Vとなるので、トランジスタP1、P2がON、トランジスタN1、N2がOFFして、コイルAのコイル端子O1、O2は共にVDDに接続されて電圧0Vとなり、コイルAには駆動電流が流れず、コイルAは励磁されない。

【0067】

50

次に、図4(c)と図4(d)を用いて、ステップモータ20の第1ステップの回転動作を説明する。図4(c)において、駆動パルスSP01によって駆動波形O3が電圧-Vになると、前述したように、図示しないが駆動電流がコイル端子O4からコイル端子O3に流れ、コイルBが励磁される(コイルBの矢印は励磁方向を示す)。これにより、第2磁極部22bがN極、第3磁極部22cがS極に磁化され、また、コイルAは励磁されないで、第1磁極部22aは第3磁極部22cと同じS極となる。

【0068】

その結果、ロータ21のN極と、第1磁極部22a及び第3磁極部22cのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第2磁極部22bのN極が引き合い、ロータ21は静止位置0度から反時計回りに約135度回転する。

10

【0069】

次に、図4(d)において、駆動パルスSP01が終了すると、コイルBの励磁が無くなり、第1～第3磁極部22a～22cの磁化が消えるが、ロータ21は、N極が約135度の位置から180度の静的安定点まで回転を継続し、その位置で保持される。この結果、ロータ21は、第1ステップの駆動パルスSP01によって180度回転駆動される。

【0070】

次に、ステップモータ20のロータ21のN極を静止位置180度から正転(反時計回り)させる第2ステップの駆動パルスSP02とロータ21の回転動作について図5を用いて説明する。図5(a)は、ステップモータ20のロータ21のN極を静止位置180度から1ステップ180度正転させるための駆動パルスSP02による駆動波形であり、ドライバ回路10の駆動波形O1～O4を示している。また、図5(b)～図5(d)は、第2ステップでの駆動パルスSP02によるステップモータ20の回転動作を示している。

20

【0071】

図5(a)において、第2ステップでロータ21のN極を静止位置180度から正転させる場合、駆動パルスSP02によって駆動波形O4は電圧-Vとなり、他の駆動波形O1、O2、O3は電圧0Vとなる。また、駆動パルスSP02の出力が終了すると、次の駆動パルスの到来まで、すべての駆動波形O1～O4は電圧0Vが維持される。

【0072】

次に、第2ステップの駆動パルスSP02によるドライバ回路10の各トランジスタの動作を図4(b)で説明する。ここで、駆動パルスSP02によって、駆動波形O4が電圧-Vとなるので、ドライバ回路10のトランジスタN4とトランジスタP3がON、トランジスタP4とトランジスタN3がOFFし、駆動電流がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBは第1ステップとは逆向きに励磁される。

30

【0073】

また、第2ステップの駆動パルスSP02によって駆動波形O1、O2は、第1ステップと同様に共に電圧0Vとなるので、トランジスタP1、P2がON、トランジスタN1、N2がOFFして、コイルAのコイル端子O1、O2は共にVDDに接続されて電圧0Vとなり、コイルAには駆動電流が流れず、コイルAは励磁されない。

40

【0074】

次に、図5(b)～図5(d)を用いて、ステップモータ20の第2ステップの回転動作を説明する。図5(b)は、第2ステップのロータ21の初めの位置を示し、ロータ21のN極が、静止位置180度(図面上の下向き)に位置して保持されている状態である。

【0075】

この状態から図5(c)において、駆動パルスSP02によって駆動波形O4が電圧-Vになると、前述したように、図示しないが駆動電流がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBが励磁される(コイルBの矢印は励磁方向を示す)。これにより、第2磁極部22bがS極、第3磁極部22cがN極に磁化され、また、コイルAは励磁され

50

ないので、第1磁極部22aは第3磁極部22cと同じN極となる。

【0076】

その結果、ロータ21のS極と、第1磁極部22a及び第3磁極部22cのN極が引き合い、また、ロータ21のN極と第2磁極部22bのS極が引き合い、ロータ21は静止位置180度から反時計回りに回転し、ロータ21のN極は0度を起点にして約315度の位置まで回転する。

【0077】

次に、図5(d)において、駆動パルスSP02が終了すると、コイルBの励磁が無くなり、第1～第3磁極部22a～22cの磁化が消えるが、ロータ21は、N極が約315度の位置から0度の静的安定点まで回転を継続し、その位置で保持される。この結果、ロータ21は、第2ステップの駆動パルスSP02によって180度回転駆動される。

10

【0078】

このように、従来の2コイルステップモータは、通常、単発の駆動パルスによって1ステップ180度単位で回転駆動され、従って、2ステップによって360度回転駆動されるのである。この従来の2ステップによる360度回転駆動では、第1ステップの駆動パルスSP01と第2ステップの駆動パルスSP02との間に時間的な間隔があり、2コイルステップモータであっても、前述したように、ロータ21の動きに減速、振動、停止、再加速等が生じ、指針の動きがぎこちなく不自然であり、滑らかさがなく、見栄えの悪い動きとなって問題である。

【0079】

20

[第1の実施形態の高速駆動パルスとドライバ回路の各トランジスタの動作説明：図6]

次に、第1の実施形態のステップモータを1ステップ360度単位で回転駆動する高速駆動パルスの駆動波形の一例とドライバ回路の各トランジスタの動作について図6を用いて説明する。

【0080】

まず、ステップモータ20のロータ21のN極を静止位置0度(図2参照)から正転方向(反時計回り)に360度単位で回転駆動する高速駆動パルス列SP10の駆動波形について図6(a)を用いて説明する。図6(a)は、ステップモータ20のロータ21を1ステップ360度単位で回転させるための高速駆動パルス列SP10による駆動波形であり、ドライバ回路10から出力される4つの駆動波形O1～O4の一例を示している。

30

【0081】

図6(a)において、高速駆動パルス列SP10は、第1駆動パルスSP11、第2駆動パルスSP12、第3駆動パルスSP13の3個の駆動パルスが順次出力される構成である。

【0082】

第1駆動パルスSP11は、駆動波形O3が電圧-Vであり、他の駆動波形O1、O2、O4は電圧0Vである。これにより、駆動波形O3とO4に接続されるステップモータ20のコイルBに駆動電流が流れて励磁される。

【0083】

また、第2駆動パルスSP12は、駆動波形O2、O4が電圧-Vであり、駆動波形O1、O3が電圧0Vである。これにより、ステップモータ20のコイルA、コイルBの両方に駆動電流が流れて、両方のコイルA、コイルBが励磁される。

40

【0084】

また、第3駆動パルスSP13は、駆動波形O4が電圧-Vであり、他の駆動波形O1、O2、O3は電圧0Vである。これにより、ステップモータ20のコイルBが第2駆動パルスSP12と同じ方向に励磁される。

【0085】

なお、高速駆動パルス列SP10の周期、すなわち、第1～第3駆動パルスSP11～SP13の合計のパルス幅は任意である。また、駆動波形O1～O4は、連続するフルパルスとして図示しているが、複数の細かいパルス群によるチョッパ形の駆動パルスでもよ

50

い。

【 0 0 8 6 】

次に、高速駆動パルス列 S P 1 0 によるドライバ回路 1 0 の各トランジスタの動作を図 6 (b) の動作表を用いて説明する。なお、ドライバ回路 1 0 は図 3 を参照する。図 6 (b) において、第 1 駆動パルス S P 1 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V、駆動波形 O 4 が電圧 0 V となるので、トランジスタ N 3 とトランジスタ P 4 が O N、トランジスタ P 3 とトランジスタ N 4 が O F F し、駆動電流がコイル B のコイル端子 O 4 からコイル端子 O 3 に流れ、コイル B が励磁される。

【 0 0 8 7 】

また、駆動波形 O 1、O 2 は、共に電圧 0 V となるので、トランジスタ P 1、P 2 が O N、トランジスタ N 1、N 2 が O F F し、コイル A には駆動電流が流れず、コイル A は励磁されない。

【 0 0 8 8 】

また、第 2 駆動パルス S P 1 2 は、駆動波形 O 1 が電圧 0 V、駆動波形 O 2 が電圧 - V となるので、トランジスタ P 1 とトランジスタ N 2 が O N、トランジスタ N 1 とトランジスタ P 2 が O F F し、駆動電流がコイル端子 O 1 からコイル端子 O 2 に流れ、コイル A が励磁される。また、駆動波形 O 3 が電圧 0 V、駆動波形 O 4 が電圧 - V となるので、トランジスタ P 3 とトランジスタ N 4 が O N、トランジスタ N 3 とトランジスタ P 4 が O F F し、駆動電流がコイル端子 O 3 からコイル端子 O 4 に流れ、コイル B が励磁される。

【 0 0 8 9 】

また、第 3 駆動パルス S P 1 3 は、駆動波形 O 3 が電圧 0 V、駆動波形 O 4 が電圧 - V となるので、トランジスタ P 3 とトランジスタ N 4 が O N、トランジスタ N 3 とトランジスタ P 4 が O F F し、駆動電流がコイル端子 O 3 からコイル端子 O 4 に流れ、コイル B が励磁される。また、駆動波形 O 1、O 2 は、共に電圧 0 V となるので、トランジスタ P 1、P 2 が O N、トランジスタ N 1、N 2 が O F F し、コイル A には駆動電流が流れず、コイル A は励磁されない。

【 0 0 9 0 】

このように、高速駆動パルス列 S P 1 0 の 3 個の第 1 ~ 第 3 駆動パルス S P 1 1 ~ S P 1 3 によって、ドライバ回路 1 0 の各トランジスタが O N / O F F 制御され、ステップモータ 2 0 のコイル A、B を励磁するのである。

【 0 0 9 1 】

[第 1 の実施形態の 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動の説明 : 図 7]

次に、第 1 の実施形態のステップモータ 2 0 の 1 ステップ 3 6 0 度単位的高速回転駆動について図 7 を用いて説明する。なお、説明の条件として、駆動パルスは、図 6 に示した高速駆動パルス列 S P 1 0 であり、ステップモータ 2 0 の最初の状態は、前述した図 2 に示すように、ロータ 2 1 の N 極が静止位置 0 度にあるとする。また、ステップモータ 2 0 の各部材の符号は、図 7 (a) にのみ記して他は省略する。

【 0 0 9 2 】

図 7 (a) は、高速駆動パルス列 S P 1 0 の第 1 駆動パルス S P 1 1 がステップモータ 2 0 に供給された状態であり、この場合、前述したように、駆動電流 (図示せず) がコイル端子 O 4 からコイル端子 O 3 に流れ、コイル B が矢印の方向に励磁される。これにより、第 2 磁極部 2 2 b が N 極、第 3 磁極部 2 2 c が S 極に磁化され、また、コイル A は励磁されないで、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じ S 極となる。

【 0 0 9 3 】

その結果、ロータ 2 1 の N 極と、第 1 磁極部 2 2 a 及び第 3 磁極部 2 2 c の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極と第 2 磁極部 2 2 b の N 極が引き合い、ロータ 2 1 は反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は静止位置 0 度から約 1 3 5 度の位置まで回転する。

【 0 0 9 4 】

次に、図 7 (b) において、第 2 駆動パルス S P 1 2 が供給されると、前述したように、駆動電流 (図示せず) がコイル端子 O 1 からコイル端子 O 2 に流れ、コイル A が矢印の

10

20

30

40

50

方向に励磁される。また同様に駆動電流（図示せず）がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBが矢印の方向（コイルAと反対方向）に励磁される。

【0095】

これにより、第1磁極部22aがN極に磁化され、第2磁極部22bがS極に磁化され、第3磁極部22cは磁化が打ち消し合って磁化されない。その結果、ロータ21のN極と第2磁極部22bのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第1磁極部22aのN極が引き合い、ロータ21は停止することなく更に反時計回りに回転し、ロータ21のN極は約270度の位置まで回転する。

【0096】

次に、図7(c)において、第3駆動パルスSP13が供給されると、前述したように、駆動電流（図示せず）がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBが矢印の方向に励磁される。これにより、第2磁極部22bがS極、第3磁極部22cがN極に磁化され、また、コイルAは励磁されないのので、第1磁極部22aは第3磁極部22cと同じN極となる。その結果、ロータ21のS極と、第1磁極部22a及び第3磁極部22cのN極が引き合い、ロータ21は停止することなく更に反時計回りに回転し、ロータ21のN極は約315度の位置まで回転する。

【0097】

次に、図7(d)において、高速駆動パルス列SP10の供給が終了すると、駆動波形O1～O4はすべて電圧0Vとなるので、ステップモータ20のコイルA、コイルBの励磁が無くなり、第1～第3磁極部22a～22cの磁化が消えるが、ロータ21は、N極が約315度の位置から停止することなく360度（0度）の静的安定点まで回転を継続し、その位置で保持される。このように、ステップモータ20は、3個の駆動パルスSP11～SP13で構成される高速駆動パルス列SP10による1ステップ駆動で360度回転駆動される。すなわち、1ステップ360度単位の回転駆動が実現できる。

【0098】

以上のように、第1の実施形態の電子時計によれば、ステップモータ20に3個の駆動パルスSP11～SP13で構成される高速駆動パルス列SP10を供給することで、1ステップで360度単位の回転駆動ができる。これにより、従来は、1ステップ180度回転で輪列の歯車減速比を1/30として1秒運針していたが、本実施形態では、ステップモータが1ステップ360度回転で駆動されるので、歯車減速比を2倍の1/60に増やして1秒運針することが可能となり、指針のトルクアップを実現でき、指針の耐衝撃性が大きく向上する。

【0099】

また、ロータ21が回転途中で停止することなく360度単位で回転するので、指針の動きが滑らかになり、ぎこちなさがなく、見栄えの良い電子時計を提供できる。また、ステップモータが1ステップ360度回転することで、輪列のバックラッシュなどによる指針の表示位置ずれを改善することができる。

【0100】

なお、ステップモータ20のロータ21のN極が静止位置0度にあるとき（図2参照）、ロータ21を1ステップ360度回転で逆転（時計回り）させる場合は、図示しないが、図6(a)で示した駆動波形O1～O4において、駆動波形O1とO4を入れ替え、且つ、駆動波形O2とO3を入れ替えてステップモータ20を駆動することで、ロータ21を逆転させることができる。この逆転駆動においても、ロータ21を1ステップ360度単位で回転できるので、同様の効果を得ることができる。

【0101】

また、ステップモータ20のロータ21のN極が静止位置180度（S極が0度）にある場合は、図6(a)で示した駆動波形O1～O4において、駆動波形O1とO2を入れ替え、且つ、駆動波形O3とO4を入れ替えることで、ロータ21を1ステップ360度単位で同様に駆動することができる。

【0102】

10

20

30

40

50

[第 2 の実施形態]

[第 2 の実施形態の電子時計の構成説明：図 8]

次に、第 2 の実施形態の電子時計の概略構成について図 8 を用いて説明する。符号 3 0 は第 2 の実施形態のアナログ表示方式の電子時計である。電子時計 3 0 は、水晶振動子（図示せず）によって所定の基準信号 P 1 を出力する発振回路 3 2、基準信号 P 1 を入力して制御信号 C N 1、C N 2、C N 3 を出力する制御回路 3 3、高速駆動パルス発生回路 3 4、分時計駆動タイミング回路 3 5、秒針駆動タイミング回路 3 6、セレクトア 3 7、ドライバ回路 4 0、第 1 の 2 コイルステップモータ 4 1（以下、「ステップモータ 4 1」と略す）と、第 2 の 2 コイルステップモータ 4 2（以下、「ステップモータ 4 2」と略す）を有している。

10

【 0 1 0 3 】

なお、電子時計 3 0 は、指針等による表示部、輪列、電源、操作部材等を含むが、本発明には直接係わらないので図示は省略する。

【 0 1 0 4 】

高速駆動パルス発生回路 3 4 は、制御信号 C N 1 を入力して、ステップモータ 4 1、4 2 を駆動するための複数の駆動パルスで構成される高速駆動パルス列 S P を生成し出力する。

【 0 1 0 5 】

分時計駆動タイミング回路 3 5 は、制御信号 C N 2 を入力して、分時計を駆動のための高速駆動パルスを選択する高速駆動タイミング信号 P 2 を生成し出力する。

20

【 0 1 0 6 】

秒針駆動タイミング回路 3 6 は、制御信号 C N 3 を入力して、秒針を駆動のための通常駆動パルスを選択する通常駆動タイミング信号 P 3 を生成し出力する。

【 0 1 0 7 】

セレクトア 3 7 は、高速駆動パルス列 S P を入力し、高速駆動タイミング信号 P 2 に基づいて高速駆動パルス列 S P をそのまま通過させて高速駆動パルス列 S P 1 0 として出力する。また、セレクトア 3 7 は、通常駆動タイミング信号 P 3 に基づいて高速駆動パルス列 S P の特定の駆動パルスを選択し、通常駆動パルス S P 0 0 として出力する。なお、高速駆動パルス列 S P 1 0 が出力される場合を高速駆動モードと称し、通常駆動パルス S P 0 0 が出力される場合を通常駆動モードと称する。

30

【 0 1 0 8 】

ドライバ回路 4 0 は、セレクトア 3 7 からの高速駆動パルス列 S P 1 0 または通常駆動パルス S P 0 0 を入力し、各駆動パルスに基づいた駆動波形 O 1 ~ O 8 を二つのステップモータ 4 1、4 2 のそれぞれのコイル A、コイル B に供給し、ステップモータ 4 1、4 2 を駆動する。なお、ドライバ回路 4 0 の詳細な構成は後述する。

【 0 1 0 9 】

ステップモータ 4 1、4 2 は、それぞれコイル A、コイル B を有し、その構成は第 1 の実施形態のステップモータ 2 0（図 2 参照）と同様であるので詳細な説明は省略する。ここで、ステップモータ 4 1 は、一例として電子時計 3 0 の分時計（図示せず）を駆動するために配置され、ステップモータ 4 2 は、一例として電子時計 3 0 の秒針（図示せず）を駆動するために配置される。

40

【 0 1 1 0 】

ステップモータ 4 1 のコイル A のコイル端子 O 1、O 2 は、ドライバ回路 4 0 からの駆動波形 O 1、O 2 にそれぞれ接続され、コイル B のコイル端子 O 3、O 4 は、ドライバ回路 4 0 の駆動波形 O 3、O 4 にそれぞれ接続される。また、もう一方のステップモータ 4 2 のコイル A のコイル端子 O 1、O 2 は、ドライバ回路 4 0 の駆動波形 O 5、O 6 にそれぞれ接続され、コイル B のコイル端子 O 3、O 4 は、ドライバ回路 4 0 の駆動波形 O 7、O 8 にそれぞれ接続される。このように、第 2 の実施形態の電子時計 3 0 は、分時計駆動用と秒針駆動用に二つのステップモータ 4 1、4 2 を有することが特徴である。

【 0 1 1 1 】

50

[第 2 の実施形態のドライバ回路の回路構成の説明：図 9]

次に、ステップモータ 4 1、4 2 を駆動するためのドライバ回路 4 0 の回路構成の一例について図 9 を用いて説明する。ドライバ回路 4 0 は、ステップモータ 4 1、4 2 のそれぞれのコイル A、コイル B に 8 つの駆動波形を供給する 8 個のバッファ回路によって構成される。

【 0 1 1 2 】

ここで、ステップモータ 4 1 に対しては、低 ON 抵抗の P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ P 1 と、低 ON 抵抗の N チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ N 1 と、のコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が、駆動波形 O 1 を出力してコイル A のコイル端子 O 1 に接続される。また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 2 とトランジスタ N 2 とでなるバッファ回路が、駆動波形 O 2 を出力してコイル A のコイル端子 O 2 に接続される。

10

【 0 1 1 3 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 3 とトランジスタ N 3 とでなるバッファ回路が、駆動波形 O 3 を出力してコイル B のコイル端子 O 3 に接続される。

【 0 1 1 4 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 4 とトランジスタ N 4 とでなるバッファ回路が、駆動波形 O 4 を出力してコイル B のコイル端子 O 4 に接続される。

【 0 1 1 5 】

また、ステップモータ 4 2 に対しては、低 ON 抵抗のトランジスタ P 5 と低 ON 抵抗のトランジスタ N 5 とのコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が、駆動波形 O 5 を出力してコイル A のコイル端子 O 1 に接続される。

20

【 0 1 1 6 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 6 とトランジスタ N 6 とでなるバッファ回路が、駆動波形 O 6 を出力してコイル A のコイル端子 O 2 に接続される。

【 0 1 1 7 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 7 とトランジスタ N 7 とでなるバッファ回路が、駆動波形 O 7 を出力してコイル B のコイル端子 O 3 に接続される。

【 0 1 1 8 】

また同様に、それぞれ低 ON 抵抗のトランジスタ P 8 とトランジスタ N 8 とでなるバッファ回路が、駆動波形 O 8 を出力してコイル B のコイル端子 O 4 に接続される。

30

【 0 1 1 9 】

また、各トランジスタ P 1 ~ P 8、N 1 ~ N 8 の各ゲート端子 G は、図示しないが、前述したセレクト 3 7 からの高速駆動パルス列 S P 1 0 または通常駆動パルス S P 0 0 を入力し、各トランジスタは駆動パルスに基づいて ON / OFF 制御され、ステップモータ 4 1、4 2 の各コイル A、コイル B に駆動波形 O 1 ~ O 8 を供給する。

【 0 1 2 0 】

[第 2 の実施形態の駆動パルスの生成と駆動波形の説明：図 1 0]

次に、第 2 の実施形態の駆動パルスの生成と駆動波形の一例について図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 (a) は、高速駆動パルス発生回路 3 4 から出力される高速駆動パルス列 S P と、高速駆動タイミング信号 P 2、通常駆動タイミング信号 P 3 の一例である。図 1 0 (b) は、高速駆動モードで分時計を駆動するための高速駆動パルス列 S P 1 0 の駆動波形の一例である。図 1 0 (c) は、通常駆動モードで秒針を駆動するための通常駆動パルス S P 0 0 の駆動波形の一例である。図 1 0 (a) ~ 図 1 0 (c) は、時間軸を揃えて記述している。なお、電子時計 3 0 の構成は、図 8 の構成図を参照する。

40

【 0 1 2 1 】

図 1 0 (a) において、高速駆動パルス発生回路 3 4 から出力される高速駆動パルス列 S P は、一例として 4 ビットの S P a ~ S P d であり、時系列的に第 1 駆動パルス S P 1、第 2 駆動パルス S P 2、第 3 駆動パルス S P 3 の 3 個の駆動パルスで構成され、ドライバ回路 4 0 の各トランジスタを ON / OFF 制御するために論理 “ 1 ” または論理 “ 0 ”

50

でなるパルス列である。

【0122】

第1駆動パルスSP1は、SPA、SPb、SPdが論理“1”であり、SPcが論理“0”である。また、第2駆動パルスSP2は、SPA、SPcが論理“1”であり、SPb、SPdが論理“0”である。また、第3駆動パルスSP3は、SPA、SPb、SPcが論理“1”であり、SPdが論理“0”である。この高速駆動パルス列SPは制御回路33の制御によって、任意の期間、所定の周期で繰り返し出力され、図10(a)では、少なくとも2回繰り返し出力されたことを示している。

【0123】

また、高速駆動タイミング信号P2は、高速駆動パルス列SPの第1～第3駆動パルスSP1～SP3のタイミングで、一例として論理“0”となり、他のタイミングでは論理“1”となる信号である。セクタ37は、高速駆動モードにおいて、この高速駆動タイミング信号P2の論理“0”のタイミングで高速駆動パルス列SPを通過させ、高速駆動パルス列SP10としてドライバ回路40に供給する。

10

【0124】

また、通常駆動タイミング信号P3は、二つのステップを有し、最初の第1ステップでは、高速駆動パルス列SPの第1駆動パルスSP1のタイミングに合わせて論理“0”となり、次の第2ステップでは、第3駆動パルスSP3のタイミングに合わせて論理“0”となる信号である。セクタ37は、通常駆動モードにおいて、この通常駆動タイミング信号P3の論理“0”のタイミングで高速駆動パルス列SPの第1駆動パルスSP1(第1ステップ)と第3駆動パルスSP3(第2ステップ)を通過させ、通常駆動パルスSP00としてドライバ回路40に供給する。

20

【0125】

次に図10(b)において、高速駆動モードでの駆動パルスを説明する。制御回路33が高速駆動モードに選択されると、制御信号CN2を出力し、分時計駆動タイミング回路35は、制御信号CN2によって高速駆動タイミング信号P2を出力する。セクタ37は、高速駆動タイミング信号P2によって、4ビットの高速駆動パルス列SPが通過して出力するように動作する。

【0126】

これにより、高速駆動モードでは、前述したように、4ビットの高速駆動パルス列SPがそのままセクタ37を通過し、高速駆動パルス列SP10としてドライバ回路40に供給される。なお、セクタ37から出力される高速駆動パルス列SP10は、第1の実施形態の高速駆動パルス列SP10と同様であるので同一符号とし、構成する第1、第2、第3駆動パルスSP11、SP12、SP13も同一符号とする。

30

【0127】

ドライバ回路40は、入力する4ビットの高速駆動パルス列SP10の第1～第3駆動パルスSP11～SP13に基づいて、各トランジスタが順次ON/OFF動作し、図10(b)に示す駆動波形O1～O4を出力する。

【0128】

ステップモータ41のコイルA、コイルBは、この駆動波形O1～O4を入力し、1ステップ360度単位で高速回転駆動される。なお、ステップモータ41による高速回転駆動は、前述した第1の実施形態の1ステップ360度単位の高速度回転駆動(図7参照)と同様であるので、ステップモータの動作説明は省略する。

40

【0129】

ここで、高速駆動パルス列SP10の繰り返し周期T1(図10(b)参照)を60秒とし、ステップモータ41の1ステップ360度回転によって、分針が1分進むように輪列(図示せず)の歯車減速比を大きく設定(1/60)すれば、ステップモータ41は、60秒毎に360度回転し、分針を1分運針することができる。

【0130】

次に図10(c)において、通常駆動モードでの駆動パルスを説明する。制御回路33

50

が通常駆動モードに選択されると、制御信号CN3を出力し、秒針駆動タイミング回路36は、制御信号CN3によって、通常駆動タイミング信号P3を出力する。セクタ37は、通常駆動タイミング信号P3が論理“0”の期間に、4ビットの高速駆動パルス列SPが通過して出力するように動作する。

【0131】

これにより、通常駆動モードでは、前述したように、セクタ37によって選択された4ビットの通常駆動パルスSP00が出力し、ドライバ回路40に供給される。なお、通常駆動パルスSP00の第1ステップの駆動パルスを第1駆動パルスSP01と称し、第2ステップの駆動パルスを第2駆動パルスSP02と称する。

【0132】

ドライバ回路40は、入力する4ビットの通常駆動パルスSP00の第1駆動パルスSP01と第2駆動パルスSP02に基づいて、各トランジスタがON/OFF動作し、図10(c)に示す駆動波形O5～O8を出力する。

【0133】

ここで、通常駆動パルスSP00の第1ステップである第1駆動パルスSP01は、選択された高速駆動パルス列SPcが論理“0”であるので(図10(a)参照)、駆動波形O7が電圧-Vとなるように制御され、他の駆動波形O5、O6、O8は電圧0Vとなる。また、通常駆動パルスSP00の第2ステップである第2駆動パルスSP02は、選択された高速駆動パルス列SPdが論理“0”であるので(図10(a)参照)、駆動波形O8が電圧-Vとなるように制御され、他の駆動波形O5、O6、O7は電圧0Vとなる。ステップモータ42のコイルA、コイルBは、この駆動波形O5～O8を入力し、通常駆動される。

【0134】

この通常駆動パルスSP00による駆動波形O5～O8は、図4と図5で前述した従来の1ステップ180度回転の駆動波形と同様であり、従って、ステップモータ42の通常駆動動作は、図4、図5で示した従来の1ステップ180度回転駆動と同様であるので、ここでの説明は省略する。

【0135】

このように、通常駆動モードの通常駆動パルスSP00は、秒針を駆動するステップモータ42を1ステップ180度回転させることができる。そして、第1駆動パルスSP01と第2駆動パルスSP02の周期T2(図10(c))を一例として1秒とするならば、ステップモータ42は、1秒毎に180度回転し、秒針を1秒運針することができる。すなわち、第2の実施形態は、高速駆動モードでは、高速駆動パルス列SP10によってステップモータ41を1ステップ360度回転駆動して分針を1分運針し、また、通常駆動モードでは、従来のように通常駆動パルスSP00によってステップモータ42を1ステップ180度回転駆動して秒針を1秒運針するのである。

【0136】

なお、図10(b)に示す高速駆動モードでの高速駆動パルス列SP10による駆動波形O1～O4は、この駆動波形に限定されず、2コイルステップモータを1ステップ360度回転駆動できるどのような駆動波形でもよい。

【0137】

[第2の実施形態のドライバ回路の動作説明：図11]

次に、第2の実施形態のドライバ回路40の各トランジスタのON/OFF動作によって、高速駆動パルス列SP10と通常駆動パルスSP00の各駆動波形がどのように作られるかを図11の各トランジスタの動作表を用いて説明する。

【0138】

第2の実施形態のドライバ回路40は、前述したように、8個のトランジスタP1～P8と、8個のトランジスタN1～N8と、によるコンプリメンタリ接続の8個のバッファ回路で構成され、各バッファ回路から駆動波形O1～O8が出力される(図9参照)。

【0139】

まず、図 11 の動作表左側から高速駆動モードでの各トランジスタの ON / OFF 動作を説明する。高速駆動モードで駆動されるステップモータ 41 (分時計駆動) は、駆動波形 O1 ~ O4 によって駆動され、従って高速駆動モードでは、ドライバ回路 40 のトランジスタ P1 ~ P4 とトランジスタ N1 ~ N4 が動作することで駆動波形 O1 ~ O4 が出力される。

【0140】

ここで、図 11 において、高速駆動パルス列 SP10 の第 1 駆動パルス SP11 では、駆動波形 O3 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O1、O2、O4 は電圧 0 V であるので (図 10 (b) 参照)、トランジスタ N3 が ON、トランジスタ P3 が OFF となり、他のトランジスタ P1、P2、P4 は ON、トランジスタ N1、N2、N4 は OFF となるように制御される。

10

【0141】

また、第 2 駆動パルス SP12 では、駆動波形 O2、O4 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O1、O3 は電圧 0 V であるので (図 10 (b) 参照)、トランジスタ N2、N4 が ON、トランジスタ P2、P4 が OFF となり、他のトランジスタ P1、P3 は ON、トランジスタ N1、N3 は OFF となるように制御される。

【0142】

また、第 3 駆動パルス SP13 では、駆動波形 O4 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O1、O2、O3 は電圧 0 V であるので (図 10 (b) 参照)、トランジスタ N4 が ON、トランジスタ P4 が OFF となり、他のトランジスタ P1、P2、P3 は ON、トランジスタ N1、N2、N3 は OFF となるように制御される。

20

【0143】

また、後述する通常駆動モードでは、ステップモータ 41 は駆動されず、駆動波形 O1 ~ O4 は、すべて電圧 V0 となるので、トランジスタ P1 ~ P4 がすべて ON、トランジスタ N1 ~ N4 がすべて OFF となるように制御される。

【0144】

次に、図 11 の動作表右側から通常駆動モードでの各トランジスタの ON / OFF 動作を説明する。通常駆動モードで駆動されるステップモータ 42 (秒針駆動) は、駆動波形 O5 ~ O8 によって駆動され、従って通常駆動モードでは、ドライバ回路 40 のトランジスタ P5 ~ P8 とトランジスタ N5 ~ N8 が動作することで駆動波形 O5 ~ O8 が出力される。

30

【0145】

ここで、図 11 において、通常駆動パルス SP00 の第 1 ステップの第 1 駆動パルス SP01 では、駆動波形 O7 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O5、O6、O8 は電圧 0 V であるので (図 10 (c) 参照)、トランジスタ N7 が ON、トランジスタ P7 が OFF となり、他のトランジスタ P5、P6、P8 は ON、トランジスタ N5、N6、N8 は OFF となるように制御される。

【0146】

また、通常駆動パルス SP00 の第 2 ステップの第 2 駆動パルス SP02 では、駆動波形 O8 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O5、O6、O7 は電圧 0 V であるので (図 10 (c) 参照)、トランジスタ N8 が ON、トランジスタ P8 が OFF となり、他のトランジスタ P5、P6、P7 は ON、トランジスタ N5、N6、N7 は OFF となるように制御される。

40

【0147】

また、前述した高速駆動モードでは、ステップモータ 42 は駆動されず、駆動波形 O5 ~ O8 は、すべて電圧 V0 となるので、トランジスタ P5 ~ P8 がすべて ON、トランジスタ N5 ~ N8 がすべて OFF となるように制御される。

【0148】

なお、図 11 の動作表において、各駆動パルスで各トランジスタの ON / OFF 動作が切り替えられる位置を楕円で囲んで示している。たとえば、高速駆動モードにおいて、第

50

１駆動パルスＳＰ１１では駆動波形Ｏ３が電圧－Ｖとなるので、トランジスタＰ３がＯＮからＯＦＦに切り替わり、トランジスタＮ３がＯＦＦからＯＮに切り替わるため、トランジスタＰ３のＯＦＦとトランジスタＮ３のＯＮを楕円で囲み、第１駆動パルスＳＰ１１によってトランジスタＰ３、Ｎ３の動作が切り替わることを表している。

【０１４９】

また、高速駆動パルス列ＳＰ１０によるステップモータ４１の１ステップ３６０度回転の動作は、前述した第１の実施形態のステップモータ２０の動作（図７参照）と同様であり、また、通常駆動パルスＳＰ００によるステップモータ４２の動作は、前述した従来のステップモータの動作（図４、図５参照）と同様であるので、ここでの説明は省略する。

【０１５０】

以上のように、第２の実施形態の電子時計によれば、分時計駆動用に１ステップ３６０度回転で高速駆動を行うステップモータ４１と、秒針駆動用に１ステップ１８０度回転で通常駆動を行うステップモータ４２と、の二つのステップモータを有している。また、秒針を動かすステップモータ４２を駆動する通常駆動パルスＳＰ００の駆動周波数（駆動パルスの出力間隔）は、分時計を動かすステップモータ４１を駆動する高速駆動パルス列ＳＰ１０の駆動周波数より低く設定される。これにより、二つのステップモータによって駆動周波数が異なる運針を実現できる。

【０１５１】

ここで、秒針は一般的に他の指針に比べて針形状が小さく軽いので、耐衝撃性はそれほど重視されないが、秒針は通常１秒運針であるために駆動頻度が高く、低消費電駆動が重視される。また、分時計は一般的に秒針に比べて針形状が大きく重いので、耐衝撃性が重視されるが、駆動頻度は低いので低消費電駆動は重視されない。

【０１５２】

従って、分時計駆動用に１ステップ３６０度回転のステップモータ４１を配置することで、分針の歯車減速比を大きく（１／６０）できるので、分針のトルクアップを実現でき、分針の耐衝撃性が向上し、分針に求められる性能を満たすことができる。また、秒針駆動用に１ステップ１８０度回転の通常駆動のステップモータ４２を配置することで、秒針の歯車減速比は従来通り１／３０であるが、１ステップの駆動パルスを単発で実現でき（図１０（ｃ）参照）、低消費電駆動が可能となる。

【０１５３】

また、第２の実施形態では、高速駆動パルス発生回路３４を配置し、一つの駆動パルス列から特定の駆動パルスを選択するタイミングを切り替えることで、高速駆動パルス列ＳＰ１０と通常駆動パルスＳＰ００を生成するので、駆動パルス発生回路を一つのみで構成でき、電子時計の回路規模を縮小できるメリットがある。

【０１５４】

[第３の実施形態]

[第３の実施形態の電子時計の構成説明：図１２]

次に、第３の実施形態の電子時計の概略構成について図１２を用いて説明する。符号５０は第３の実施形態のアナログ表示方式の電子時計である。電子時計５０は、水晶振動子（図示せず）によって所定の基準信号Ｐ１を出力する発振回路５２、基準信号Ｐ１を入力して制御信号ＣＮ４、ＣＮ５、ＣＮ６を出力する制御回路５３、高速駆動パルス発生回路５４、通常駆動パルス発生回路５５、切替制御回路５６、セレクト５７、ドライバ回路６０、および、２コイルステップモータ２０（以下、「ステップモータ２０」と略す）を有している。

【０１５５】

なお、電子時計５０は、指針等による表示部、輪列、電源、操作部材等を含むが、本発明には直接係わらないので図示は省略する。

【０１５６】

高速駆動パルス発生回路５４は、制御信号ＣＮ４を入力して、ステップモータ２０を高速に駆動するための高速駆動パルス列ＳＰ２０を生成し出力する。なお、高速駆動パルス

10

20

30

40

50

列SP20は、前述した第1及び第2の実施形態の高速駆動パルス列SP10と駆動波形が異なる例を示すので別符号とした。また、高速駆動パルス列SP20は、高速駆動パルス列SP10と同様に3個の駆動パルスで構成されるが、詳細は後述する。

【0157】

通常駆動パルス発生回路55は、制御信号CN5を入力して、ステップモータ20を通常駆動するための通常駆動パルスSP00を生成し出力する。なお、第3の実施形態の通常駆動パルスSP00は、前述した第2の実施形態の通常駆動パルスSP00と駆動波形が同一なので同一符号とした。

【0158】

切替制御回路56は、制御信号CN6を入力して、駆動モードに応じて高速駆動パルス列SP20と通常駆動パルスSP00を切り替えるための切替信号P4を出力する。

10

【0159】

セクタ57は、高速駆動パルス列SP20と通常駆動パルスSP00との2種類の駆動パルスを入力し、切替信号P4によって2種類の駆動パルスのいずれかを選択し出力する。

【0160】

ドライバ回路60は、セクタ57からの高速駆動パルス列SP20または通常駆動パルスSP00のいずれかの駆動パルスを入力し、駆動パルスに基づいた駆動波形O1～O4をステップモータ20のコイルA、コイルBに供給し、ステップモータ20を駆動する。なお、ドライバ回路60の回路構成は、前述した第1の実施形態のドライバ回路10（図3参照）と同様であるので回路構成及び各トランジスタの動作説明は省略する。

20

【0161】

ステップモータ20は、第1のコイルとしてコイルA、第2のコイルとしてコイルBの二つのコイルを有しており、前述した第1の実施形態のステップモータ20（図2参照）と同様であるので、同一符号として構成の詳細は省略する。

【0162】

[第3の実施形態の電子時計の動作説明：図12]

次に、第3の実施形態の電子時計の概略動作について図12を用いて説明する。電子時計50は前述したように、一つのステップモータ20を有し、高速駆動パルス発生回路54と通常駆動パルス発生回路55の二つの駆動パルス発生回路を有する構成である。

30

【0163】

電子時計50は、1秒運針等を行う通常駆動モードと、時刻修正などで高速運針を行う高速駆動モードと、を備えている。ここで、電子時計50が高速駆動モードである場合、制御回路53は制御信号CN4を出力して高速駆動パルス発生回路54を起動し、高速駆動パルス列SP20を出力する。また、電子時計50が通常駆動モードである場合、制御回路53は制御信号CN5を出力して通常駆動パルス発生回路55を起動し、通常駆動パルスSP00を出力する。

【0164】

また、電子時計50が高速駆動モードを選択すると、制御回路53は制御信号CN6を出力して切替制御回路56を動作させ、高速駆動モードの切替信号P4を出力してセクタ57に伝達する。セクタ57は切替信号P4を入力し、高速駆動パルス列SP20を選択してドライバ回路60に出力する。

40

【0165】

ドライバ回路60は、複数の駆動パルスでなる高速駆動パルス列SP20によって、内部のバッファ回路を動作させ、高速駆動に対応した駆動波形O1～O4を順次出力して、ステップモータ20を1ステップ360度単位で高速回転駆動を行う。

【0166】

また、電子時計50が通常駆動モードを選択すると、制御回路53は制御信号CN6を出力して切替制御回路56を動作させ、通常駆動モードの切替信号P4を出力してセクタ57に伝達する。セクタ57は、切替信号P4を入力し、通常駆動パルスSP00を

50

選択してドライバ回路 60 に出力する。

【0167】

ドライバ回路 60 は、通常駆動パルス SP00 によって内部のバッファ回路を動作させ、通常駆動に対応した駆動波形 O1 ~ O4 を出力し、ステップモータ 20 を 1 ステップ 180 度単位で通常回転駆動（たとえば 1 秒運針）を行う。

【0168】

[従来の 2 コイルステップモータの 2 ステップ 360 度回転駆動の説明：図 13]

次に、第 3 の実施形態のステップモータの高速駆動動作を説明する前に、比較のために、2 コイルステップモータによる従来の高速駆動動作の一例を図 13 を用いて説明する。なお、2 コイルステップモータとドライバ回路は、図 12 に示した第 3 の実施形態の構成図を適用する。

10

【0169】

図 13 (a) は、ステップモータ 20 を従来の 1 ステップ 180 度回転を連続して 2 ステップで行い、ロータを高速に 2 ステップ 360 度回転駆動させる駆動波形の一例である。図 13 (a) において、第 1 ステップの第 1 駆動パルス SP1-1 は、駆動波形 O3 が電圧 -V であり、他の駆動波形 O1、O2、O4 は電圧 0V である。これにより、駆動波形 O3 と O4 に接続されるステップモータ 20 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

【0170】

次に、第 1 ステップの第 2 駆動パルス SP1-2 は、駆動波形 O2、O3 が電圧 -V であり、駆動波形 O1、O4 が電圧 0V である。これにより、ステップモータ 20 のコイル A、コイル B の両方に駆動電流が流れて、両方のコイル A、コイル B が同じ方向に励磁される。

20

【0171】

次に、第 2 ステップの第 1 駆動パルス SP2-1 は、駆動波形 O4 が電圧 -V であり、他の駆動波形 O1、O2、O3 は電圧 0V である。これにより、駆動波形 O3 と O4 に接続されるステップモータ 20 のコイル B に駆動電流が流れて第 1 ステップと逆の方向に励磁される。

【0172】

次に、第 2 ステップの第 2 駆動パルス SP2-2 は、駆動波形 O1、O4 が電圧 -V であり、駆動波形 O2、O3 が電圧 0V である。これにより、ステップモータ 20 のコイル A、コイル B に駆動電流が流れて、両方のコイル A、コイル B が第 1 ステップと逆の方向に励磁される。

30

【0173】

次に、従来の 2 ステップによる 360 度回転駆動のステップモータの動作を図 13 (b) ~ 図 13 (e) によって説明する。なお、ステップモータ 20 の各部材の符号は、図 13 (b) にのみ記して他は省略する。図 13 (b) は、ステップモータ 20 に第 1 ステップの第 1 駆動パルス SP1-1 が供給された場合の動作である。ここで、第 1 駆動パルス SP1-1 が供給されると、駆動電流（図示せず）がコイル端子 O4 からコイル端子 O3 に流れ、コイル B が矢印の方向に励磁される。

40

【0174】

これにより、第 2 磁極部 22b が N 極、第 3 磁極部 22c が S 極に磁化され、また、コイル A は励磁されないで、第 1 磁極部 22a は第 3 磁極部 22c と同じ S 極となる。その結果、ロータ 21 の N 極と、第 1 磁極部 22a 及び第 3 磁極部 22c の S 極が引き合い、また、ロータ 21 の S 極と第 2 磁極部 22b の N 極が引き合い、ロータ 21 は反時計回りに回転し、ロータ 21 の N 極は静止位置 0 度から約 135 度の位置まで回転する。

【0175】

次に、図 13 (c) において、第 1 ステップの第 2 駆動パルス SP1-2 が供給されると、駆動電流がコイル端子 O1 からコイル端子 O2 に流れ、コイル A が矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子 O4 からコイル端子 O3 に流れ、コイル B が矢

50

印の方向に励磁される。

【 0 1 7 6 】

これにより、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b が N 極に磁化され、第 3 磁極部 2 2 c は S 極に磁化される。その結果、ロータ 2 1 の N 極と第 3 磁極部 2 2 c の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極は、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b の両方の N 極と引き合うので、ロータ 2 1 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は 1 8 0 度の位置まで回転し静止する。すなわち、第 1 ステップでロータ 2 1 は 1 8 0 度回転する。

【 0 1 7 7 】

次に、図 1 3 (d) において、第 2 ステップの第 1 駆動パルス S P 2 - 1 が続けて供給されると、駆動電流がコイル端子 O 3 からコイル端子 O 4 に流れ、コイル B が矢印の方向に励磁される。これにより、第 2 磁極部 2 2 b が S 極、第 3 磁極部 2 2 c が N 極に磁化され、また、コイル A は励磁されないのので、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じ N 極となる。

10

【 0 1 7 8 】

その結果、ロータ 2 1 の N 極と第 2 磁極部 2 2 b の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極と、第 1 磁極部 2 2 a 及び第 3 磁極部 2 2 c の N 極が引き合い、ロータ 2 1 は反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は約 3 1 5 度の位置まで回転する。

【 0 1 7 9 】

次に、図 1 3 (e) において、第 2 ステップの第 2 駆動パルス S P 2 - 2 が供給されると、駆動電流がコイル端子 O 2 からコイル端子 O 1 に流れ、コイル A が矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子 O 3 からコイル端子 O 4 に流れ、コイル B が矢印の方向に励磁される。

20

【 0 1 8 0 】

これにより、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b が S 極に磁化され、第 3 磁極部 2 2 c は N 極に磁化される。その結果、ロータ 2 1 の S 極と第 3 磁極部 2 2 c の N 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の N 極は、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b の両方の S 極と引き合うので、ロータ 2 1 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は 3 6 0 度 (0 度) の位置まで回転し静止する。すなわち、第 2 ステップでロータ 2 1 は 1 8 0 度回転し、合計 2 ステップで 3 6 0 度回転駆動される。

【 0 1 8 1 】

30

このように、従来の 1 ステップ 1 8 0 度回転駆動を連続で行えば、ロータ 2 1 は比較的高速に 3 6 0 度回転するが、2 ステップによる駆動であって、第 1 ステップで第 1 駆動パルス S P 1 - 1 と第 1 駆動パルス S P 1 - 2、第 2 ステップで第 1 駆動パルス S P 1 - 1 と第 2 駆動パルス S P 2 - 2 の合計 4 個の駆動パルスが必要であり、ステップモータの高速回転性能を最大限に引き出した駆動とは言えない。また、ドライバ回路は 3 6 0 度回転駆動で合計 4 個の駆動パルスをステップモータに供給するので、駆動消費電力が大きいという課題もある。

【 0 1 8 2 】

[第 3 の実施形態の高速駆動の説明 : 図 1 4]

次に、第 3 の実施形態の高速駆動モードにおける 1 ステップ 3 6 0 度単位的高速回転駆動について図 1 4 を用いて説明する。図 1 4 (a) は、ステップモータ 2 0 を 1 ステップ 3 6 0 度単位で回転駆動させる高速駆動パルス列 S P 2 0 の駆動波形の一例である。ここで、第 3 の実施形態の高速駆動パルス列 S P 2 0 は、第 1 駆動パルス S P 2 1、第 2 駆動パルス S P 2 2、第 3 駆動パルス S P 2 3 の 3 個の駆動パルスで構成される。

40

【 0 1 8 3 】

図 1 4 (a) において、第 1 駆動パルス S P 2 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 1、O 2、O 4 は電圧 0 V である。これにより、駆動波形 O 3 と O 4 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 1 8 4 】

次に、第 2 駆動パルス S P 2 2 は、駆動波形 O 2、O 4 が電圧 - V であり、駆動波形 O

50

1、O3が電圧0Vである。これにより、ステップモータ20のコイルA、コイルBの両方に駆動電流が流れて、両方のコイルA、コイルBが向き合う方向に励磁される。

【0185】

次に、第3駆動パルスSP23は、駆動波形O1、O4が電圧-Vであり、駆動波形O2、O3が電圧0Vである。これにより、ステップモータ20のコイルA、コイルBの両方に駆動電流が流れて、両方のコイルA、コイルBが同じ方向に励磁される。

【0186】

次に、第3の実施形態の高速駆動モードにおける1ステップ360度回転のステップモータの高速駆動について図14(b)~図14(e)を用いて説明する。なお、ステップモータ20の各部材の符号は、図14(b)にのみ記して他は省略する。図14(b)は、ステップモータ20の静止状態であり、ステップモータ20のロータ21のN極が、静止位置0度(図面上の上向き)に位置して保持されている状態を示している。

10

【0187】

次に、図14(c)は、ステップモータ20の静止状態から第1駆動パルスSP21が供給された場合の動作である。ここで、第1駆動パルスSP21が供給されると、駆動電流(図示せず)がコイル端子O4からコイル端子O3に流れ、コイルBが矢印の方向に励磁される。

【0188】

これにより、第2磁極部22bがN極、第3磁極部22cがS極に磁化され、また、コイルAは励磁されないで、第1磁極部22aは第3磁極部22cと同じS極となる。その結果、ロータ21のN極と、第1磁極部22a及び第3磁極部22cのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第2磁極部22bのN極が引き合い、ロータ21は反時計回りに回転し、ロータ21のN極は静止位置0度から約135度の位置まで回転する。

20

【0189】

次に、図14(d)において、ロータ21のN極が約135度付近の位置で次の第2駆動パルスSP22が供給されると、駆動電流がコイル端子O1からコイル端子O2に流れ、コイルAが矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBが矢印の方向に励磁される。

【0190】

これにより、第1磁極部22aがN極に磁化され、第2磁極部22bがS極に磁化され、第3磁極部22cは磁化が打ち消し合って磁化されない。その結果、ロータ21のN極と第2磁極部22bのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第1磁極部22aのN極が引き合い、ロータ21はさらに反時計回りに回転し、ロータ21のN極は約270度の位置まで回転する。

30

【0191】

次に、図14(e)において、ロータ21のN極が約270度付近の位置で次の第3駆動パルスSP23が供給されると、駆動電流がコイル端子O2からコイル端子O1に流れ、コイルAが矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBが矢印の方向に励磁される。

【0192】

これにより、第1磁極部22aと第2磁極部22bがS極に磁化され、第3磁極部22cはN極に磁化される。その結果、ロータ21のS極と第3磁極部22cのN極が引き合い、また、ロータ21のN極は、第1磁極部22aと第2磁極部22bの両方のS極と引き合うので、ロータ21はさらに反時計回りに回転し、ロータ21のN極は約360度(0度)の位置まで回転する。このように、3個の駆動パルスで構成される高速駆動パルス列SP20によって、ステップモータ20は1ステップ360度単位で高速回転駆動を実現できる。

40

【0193】

ここで、図14(e)に示すように、ロータ21が360度(0度)位置に戻った時点で、連続して高速駆動パルス列SP20が供給されると、先頭の第1駆動パルスSP21

50

によって、図 1 4 (c) に示すように、再び第 2 磁極部 2 2 b が N 極、第 3 磁極部 2 2 c と第 1 磁極部 2 2 a が S 極に磁化される。その結果、ロータ 2 1 の N 極と、第 1 磁極部 2 2 a 及び第 3 磁極部 2 2 c の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極と第 2 磁極部 2 2 b の N 極が引き合い、ロータ 2 1 は反時計回りに回転を継続し、ロータ 2 1 の N 極は静止位置 0 度から約 1 3 5 度の位置まで回転する。

【 0 1 9 4 】

以降、高速駆動パルス列 S P 2 0 の各駆動パルスが連続して供給されれば、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 は図 1 4 (c) ~ 図 1 4 (e) で示す回転動作を繰り返すことになる。すなわち、高速駆動パルス列 S P 2 0 の連続出力によって、ステップモータ 2 0 は 1 ステップ 3 6 0 度単位的高速回転駆動が継続される。

10

【 0 1 9 5 】

なお、第 3 の実施形態の通常駆動モードでの通常駆動は、図 4、図 5 で示した従来の 1 ステップ 1 8 0 度回転駆動と同様であるので、ここでの説明は省略する。そして、通常駆動モードでの通常駆動パルス S P 0 0 を、たとえば、1 秒周期で出力することで、秒針を 1 秒運針することができる。

【 0 1 9 6 】

以上のように、第 3 の実施形態によれば、1 ステップ 3 6 0 度の回転駆動をわずか 3 個の駆動パルスで実現できるので、従来の 2 ステップ駆動 (図 1 3 参照) と比較して、ステップモータの回転限界に迫る速さで高速駆動が可能となる。

【 0 1 9 7 】

20

また、高速駆動パルス列 S P 2 0 を連続して出力することで、ステップモータ 2 0 を連続して高速回転することが可能である。これにより、たとえば指針の早送り動作において、従来よりも高速に早送り動作が可能となり、指針の時刻修正等を素早く短時間で行うことができる。

【 0 1 9 8 】

また、従来の 2 ステップ駆動では、4 個の駆動パルスが必要であったが (図 1 3 参照) 、本実施形態では、わずか 3 個の駆動パルスによって 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動を実現できるので、駆動パルス数が少ない分、低消費電駆動が実現できる。

【 0 1 9 9 】

また、駆動パルスは、ステップモータ 2 0 の個体差や電源変動等を考慮して駆動力に余裕を持たせる必要があり、そのため、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 は、駆動パルス毎に、電磁的安定点をオーバーラップして回転することが多い。このオーバーラップが存在すると、ロータ 2 1 は僅かに回転が戻ったり微振動したりすることがあるが、ロータ 2 1 のこのような動きは、ステップモータ 2 0 の損失となって駆動効率が低下する原因となる。しかし、本実施形態では、高速駆動パルス列 S P 2 0 のわずか 3 個の駆動パルスによって 3 6 0 度回転駆動を実現しているので、ロータ 2 1 のオーバーラップ回数が減り、結果としてステップモータの駆動効率が向上する効果がある。

30

【 0 2 0 0 】

このように、第 3 の実施形態では、高速駆動モードにおいて、高速駆動パルス列 S P 2 0 を連続して出力することで、通常駆動モード (たとえば 1 秒運針) での通常駆動パルス S P 0 0 より速い駆動周波数でステップモータのロータが駆動され、指針を高速駆動できるのである。

40

【 0 2 0 1 】

なお、第 3 の実施形態では、高速駆動パルス発生回路 5 4 と通常駆動パルス発生回路 5 5 の二つの駆動パルス発生回路を備えているが、この構成に限定されず、第 2 の実施形態のように、一つの駆動パルス発生回路からの高速駆動パルス列と通常駆動パルスをタイミングによって選択して切り替える構成でもよい。

【 0 2 0 2 】

[第 3 の実施形態の変形例 1 による高速駆動の説明 : 図 1 5]

次に、第 3 の実施形態の変形例 1 による 2 コイルステップモータの高速駆動について図

50

15を用いて説明する。なお、後述する他の変形例を含めて各変形例は、高速駆動パルス列の駆動波形のみが異なるだけであるので、高速駆動モードでの駆動波形とステップモータの高速駆動動作についてのみ説明し、各変形例の構成図や通常駆動モードの説明は省略する。

【0203】

図15(a)は、第3の実施形態の変形例1による1ステップ360度回転駆動させる高速駆動パルス列SP30の駆動波形の一例である。図15(a)において、高速駆動パルス列SP30は、第1駆動パルスSP31、第2駆動パルスSP32、第3駆動パルスSP33の3個の駆動パルスによって構成される。

【0204】

第1駆動パルスSP31は、駆動波形O3が電圧-Vであり、他の駆動波形O1、O2、O4は電圧0Vである。これにより、駆動波形O3とO4に接続されるステップモータ20のコイルBに駆動電流が流れて励磁される。

【0205】

次に、第2駆動パルスSP32は、駆動波形O2が電圧-Vであり、駆動波形O1、O3、O4が電圧0Vである。これにより、駆動波形O1とO2に接続されるステップモータ20のコイルAに駆動電流が流れて励磁される。

【0206】

次に、第3駆動パルスSP33は、駆動波形O1、O4が電圧-Vであり、駆動波形O2、O3が電圧0Vである。これにより、ステップモータ20のコイルA、コイルBの両方に駆動電流が流れて、両方のコイルA、コイルBが同じ方向に励磁される。

【0207】

次に、変形例1による1ステップ360度回転のステップモータの高速駆動について図15(b)~図15(e)を用いて説明する。なお、ステップモータ20の各部材の符号は、図15(b)にのみ記して他は省略する。図15(b)は、ステップモータ20の静止状態であり、ステップモータ20のロータ21のN極が、静止位置0度(図面上の上向き)に位置して保持されている状態を示している。

【0208】

次に、図15(c)は、ステップモータ20の静止状態から第1駆動パルスSP31が供給された場合の動作である。ここで、第1駆動パルスSP31が供給されると、駆動電流(図示せず)がコイル端子O4からコイル端子O3に流れ、コイルBが矢印の方向に励磁される。

【0209】

これにより、第2磁極部22bがN極、第3磁極部22cがS極に磁化され、また、コイルAは励磁されないで、第1磁極部22aは第3磁極部22cと同じS極となる。その結果、ロータ21のN極と、第1磁極部22a及び第3磁極部22cのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第2磁極部22bのN極が引き合い、ロータ21は反時計回りに回転し、ロータ21のN極は静止位置0度から約135度の位置まで回転する。

【0210】

次に、図15(d)において、ロータ21のN極が約135度付近の位置で次の第2駆動パルスSP32が供給されると、駆動電流がコイル端子O1からコイル端子O2に流れ、コイルAが矢印の方向に励磁される。

【0211】

これにより、第1磁極部22aがN極、第3磁極部22cがS極に磁化され、また、コイルBは励磁されないで、第2磁極部22bは第3磁極部22cと同じS極となる。その結果、ロータ21のN極と、第2磁極部22b及び第3磁極部22cのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第1磁極部22aのN極が引き合い、ロータ21は反時計回りにさらに回転し、ロータ21のN極は約225度の位置まで回転する。

【0212】

次に、図15(e)において、ロータ21のN極が約225度付近の位置で次の第3駆

10

20

30

40

50

動パルス S P 3 3 が供給されると、駆動電流がコイル端子 O 2 からコイル端子 O 1 に流れ、コイル A が矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子 O 3 からコイル端子 O 4 に流れ、コイル B がコイル A と同じ方向に励磁される。

【 0 2 1 3 】

これにより、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b が S 極に磁化され、第 3 磁極部 2 2 c は N 極に磁化される。その結果、ロータ 2 1 の S 極と第 3 磁極部 2 2 c の N 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の N 極は、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b の両方の S 極と引き合うので、ロータ 2 1 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は約 3 6 0 度 (0 度) の位置まで回転する。このように、変形例 1 においても、3 個の駆動パルスで構成される高速駆動パルス列 S P 3 0 によって、ステップモータ 2 0 は 1 ステップ 3 6 0 度単位で高速回転駆動を実現できる。

10

【 0 2 1 4 】

以上のように、第 3 の実施形態の変形例 1 によれば、1 ステップ 3 6 0 度の回転駆動をわずか 3 個の駆動パルスで実現できるので、第 3 の実施形態と同様の優れた効果を得ることができる。

【 0 2 1 5 】

[第 3 の実施形態の変形例 2 による高速駆動の説明 : 図 1 6]

次に、第 3 の実施形態の変形例 2 による 2 コイルステップモータの高速駆動について図 1 6 を用いて説明する。図 1 6 (a) は、第 3 の実施形態の変形例 2 による 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動させる高速駆動パルス列 S P 4 0 の駆動波形の一例である。

20

【 0 2 1 6 】

図 1 6 (a) において、高速駆動パルス列 S P 4 0 は、第 1 駆動パルス S P 4 1、第 2 駆動パルス S P 4 2、第 3 駆動パルス S P 4 3 の 3 個の駆動パルスによって構成される。第 1 駆動パルス S P 4 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 1、O 2、O 4 は電圧 0 V である。これにより、駆動波形 O 3 と O 4 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 2 1 7 】

次に、第 2 駆動パルス S P 4 2 は、駆動波形 O 2、O 4 が電圧 - V であり、駆動波形 O 1、O 3 が電圧 0 V である。これにより、ステップモータ 2 0 のコイル A とコイル B の両方に駆動電流が流れて対向して励磁される。

30

【 0 2 1 8 】

次に、第 3 駆動パルス S P 4 3 は、駆動波形 O 1 が電圧 - V であり、駆動波形 O 2、O 3、O 4 が電圧 0 V である。これにより、ステップモータ 2 0 のコイル A に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 2 1 9 】

次に、変形例 2 による 1 ステップ 3 6 0 度回転のステップモータの高速駆動について図 1 6 (b) ~ 図 1 6 (e) を用いて説明する。なお、ステップモータ 2 0 の各部材の符号は、図 1 6 (b) にのみ記して他は省略する。図 1 6 (b) は、ステップモータ 2 0 の静止状態であり、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 の N 極が、静止位置 0 度 (図面上の上向き) に位置して保持されている状態を示している。

40

【 0 2 2 0 】

次に、図 1 6 (c) は、ステップモータ 2 0 の静止状態から第 1 駆動パルス S P 4 1 が供給された場合の動作である。ここで、第 1 駆動パルス S P 4 1 が供給されると、駆動電流がコイル端子 O 4 からコイル端子 O 3 に流れ、コイル B が矢印の方向に励磁される。

【 0 2 2 1 】

これにより、第 2 磁極部 2 2 b が N 極、第 3 磁極部 2 2 c が S 極に磁化され、また、コイル A は励磁されないで、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じ S 極となる。その結果、ロータ 2 1 の N 極と、第 1 磁極部 2 2 a 及び第 3 磁極部 2 2 c の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極と第 2 磁極部 2 2 b の N 極が引き合い、ロータ 2 1 は反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は静止位置 0 度から約 1 3 5 度の位置まで回転する。

50

【 0 2 2 2 】

次に、図 1 6 (d) において、ロータ 2 1 の N 極が約 1 3 5 度付近の位置で次の第 2 駆動パルス S P 4 2 が供給されると、駆動電流がコイル端子 O 1 からコイル端子 O 2 に流れ、コイル A が矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子 O 3 からコイル端子 O 4 に流れ、コイル B が矢印の方向に励磁される。

【 0 2 2 3 】

これにより、第 1 磁極部 2 2 a が N 極に磁化され、第 2 磁極部 2 2 b が S 極に磁化され、第 3 磁極部 2 2 c は磁化が打ち消し合って磁化されない。その結果、ロータ 2 1 の N 極と第 2 磁極部 2 2 b の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極と第 1 磁極部 2 2 a の N 極が引き合い、ロータ 2 1 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は約 2 7 0 度の位置まで回転する。

10

【 0 2 2 4 】

次に、図 1 6 (e) において、ロータ 2 1 の N 極が約 2 7 0 度付近の位置で次の第 3 駆動パルス S P 4 3 が供給されると、駆動電流がコイル端子 O 2 からコイル端子 O 1 に流れ、コイル A が矢印の方向に励磁される。

【 0 2 2 5 】

これにより、第 1 磁極部 2 2 a が S 極、第 3 磁極部 2 2 c が N 極に磁化され、また、コイル B は励磁されないの、第 2 磁極部 2 2 b は第 3 磁極部 2 2 c と同じ N 極となる。その結果、ロータ 2 1 の N 極と第 1 磁極部 2 2 a の S 極が引き合い、また、ロータ 2 1 の S 極と、第 2 磁極部 2 2 b 及び第 3 磁極部 2 2 c の N 極が引き合い、ロータ 2 1 は反時計回りにさらに回転し、ロータ 2 1 の N 極は図示するように約 3 6 0 度 (0 度) を超える位置まで回転し、その後、第 3 駆動パルス S P 4 3 が終了すると、ロータ 2 1 の N 極は静止位置 3 6 0 度 (0 度) の位置に戻って静止する。

20

【 0 2 2 6 】

なお、高速駆動パルス列 S P 4 0 が連続して出力されれば、ロータ 2 1 の N 極は約 3 6 0 度 (0 度) を超える位置から戻ることなく、次の第 1 駆動パルス S P 4 1 によってロータ 2 1 の N 極は約 1 3 5 度の位置まで回転し (図 1 6 (c) 参照)、以降、高速回転駆動が継続される。このように、変形例 2 においても、3 個の駆動パルスで構成される高速駆動パルス列 S P 4 0 によって、ステップモータ 2 0 は 1 ステップ 3 6 0 度単位で高速回転駆動を実現できる。

30

【 0 2 2 7 】

以上のように、第 3 の実施形態の変形例 2 によれば、1 ステップ 3 6 0 度の回転駆動をわずか 3 個の駆動パルスで実現できるので、第 3 の実施形態と同様の優れた効果を得ることができる。

【 0 2 2 8 】

[第 3 の実施形態の変形例 3 による高速駆動の説明 : 図 1 7]

次に、第 3 の実施形態の変形例 3 による 2 コイルステップモータの高速駆動について図 1 7 を用いて説明する。図 1 7 (a) は、第 3 の実施形態の変形例 3 による 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動させる高速駆動パルス列 S P 5 0 の駆動波形の一例である。

【 0 2 2 9 】

図 1 7 (a) において、高速駆動パルス列 S P 5 0 は、第 1 駆動パルス S P 5 1、第 2 駆動パルス S P 5 2、第 3 駆動パルス S P 5 3 の 3 個の駆動パルスによって構成される。第 1 駆動パルス S P 5 1 は、駆動波形 O 1、O 3 が電圧 - V であり、駆動波形 O 2、O 4 は電圧 0 V である。これにより、ステップモータ 2 0 のコイル A とコイル B の両方に駆動電流が流れて励磁される。

40

【 0 2 3 0 】

次に、第 2 駆動パルス S P 5 2 は、駆動波形 O 2 が電圧 - V であり、駆動波形 O 1、O 3、O 4 が電圧 0 V である。これにより、ステップモータ 2 0 のコイル A に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 2 3 1 】

50

次に、第3駆動パルスSP53は、駆動波形O1、O4が電圧-Vであり、駆動波形O2、O3が電圧0Vである。これにより、ステップモータ20のコイルA、コイルBの両方に駆動電流が流れて、コイルAとコイルBの両方が同じ向きに励磁される。

【0232】

次に、変形例3による1ステップ360度回転のステップモータの高速駆動を図17(b)～図17(e)によって説明する。なお、ステップモータ20の各部材の符号は、図17(b)にのみ記して他は省略する。図17(b)は、ステップモータ20の静止状態であり、ステップモータ20のロータ21のN極が、静止位置0度(図面上の上向き)に位置して保持されている状態を示している。

【0233】

次に、図17(c)は、ステップモータ20の静止状態から第1駆動パルスSP51が供給された場合の動作である。ここで、第1駆動パルスSP51が供給されると、駆動電流がコイル端子O2からコイル端子O1に流れ、コイルAが矢印の方向に励磁される。また同様に、駆動電流がコイル端子O4からコイル端子O3に流れ、コイルBが矢印の方向に励磁される。

【0234】

これにより、第1磁極部22aがS極に磁化され、第2磁極部22bがN極に磁化され、第3磁極部22cは磁化が打ち消し合って磁化されない。その結果、ロータ21のN極と第1磁極部22aのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第2磁極部22bのN極が引き合い、ロータ21は反時計回りに回転し、ロータ21のN極は静止位置0度から約90度の位置まで回転する。

【0235】

次に、図17(d)において、ロータ21のN極が約90度付近の位置で次の第2駆動パルスSP52が供給されると、駆動電流がコイル端子O1からコイル端子O2に流れ、コイルAが矢印の方向に励磁される。

【0236】

これにより、第1磁極部22aがN極、第3磁極部22cがS極に磁化され、また、コイルBは励磁されない。第2磁極部22bは第3磁極部22cと同じS極となる。その結果、ロータ21のN極と、第2磁極部22b及び第3磁極部22cのS極が引き合い、また、ロータ21のS極と第1磁極部22aのN極が引き合い、ロータ21は反時計回りにさらに回転し、ロータ21のN極は約225度の位置まで回転する。

【0237】

次に、図17(e)において、ロータ21のN極が約225度付近の位置で次の第3駆動パルスSP53が供給されると、駆動電流がコイル端子O2からコイル端子O1に流れ、コイルAが矢印の方向に励磁される。また同様に駆動電流がコイル端子O3からコイル端子O4に流れ、コイルBがコイルAと同じ方向に励磁される。

【0238】

これにより、第1磁極部22aと第2磁極部22bが共にS極に磁化され、第3磁極部22cはN極に磁化される。その結果、ロータ21のS極と第3磁極部22cのN極が引き合い、また、ロータ21のN極は、第1磁極部22aと第2磁極部22bの両方のS極と引き合うので、ロータ21はさらに反時計回りに回転し、ロータ21のN極は360度(0度)の位置まで回転する。このように、変形例3においても、3個の駆動パルスで構成される高速駆動パルス列SP50によって、ステップモータ20は1ステップ360度単位で高速回転駆動を実現できる。

【0239】

以上のように、第3の実施形態の変形例3によれば、1ステップ360度の回転駆動をわずか3個の駆動パルスで実現できるので、第3の実施形態と同様の優れた効果を得ることができる。

【0240】

[第4の実施形態]

10

20

30

40

50

[第 4 の実施形態の電子時計の構成説明：図 1 8]

次に、第 4 の実施形態の電子時計の概略構成について図 1 8 を用いて説明する。符号 7 0 は第 4 の実施形態のアナログ表示方式の電子時計である。電子時計 7 0 は基本的な構成として、基準信号 P 1 を出力する発振回路 7 2、基準信号 P 1 を入力して制御信号 C N 1 を出力する制御回路 7 3、高速駆動パルス発生回路 7 4、ドライバ回路 8 0、および、ステップモータ 2 0 を有している点は先の第 1 の実施形態と同様である。

【 0 2 4 1 】

本実施形態では、ステップモータ 2 0 の 2 つのコイル A 及びコイル B とドライバ回路 8 0 とを接続する際に、第 1 の実施形態において図 1 に示したコイル端子 O 2 及びコイル端子 O 4 に相当するコイル端子が短絡されるように接続されている。そのため、ドライバ回路 8 0 からは、駆動波形として O 1、O 2'、O 3 の 3 つが供給される。駆動波形 O 1 は、コイル A のコイル端子 O 1 に、駆動波形 O 3 は、コイル B のコイル端子 O 3 にそれぞれ供給され、駆動波形 O 2' は、コイル A とコイル B のコイル端子 O 2' に共通に供給される。

10

【 0 2 4 2 】

高速駆動パルス発生回路 7 4 は、制御信号 C N 1 を入力して、ステップモータ 2 0 を高速に駆動するための高速駆動パルス列 S P 6 0 を生成し出力する。なお、高速駆動パルス列 S P 6 0 は、前述した各実施形態の高速駆動パルス列 S P 1 0、S P 2 0 と駆動波形が異なる例を示すので別符号とした。また、高速駆動パルス列 S P 6 0 もまた、3 個の駆動パルスで構成される。

20

【 0 2 4 3 】

[ドライバ回路の回路構成の説明：図 1 9]

次に、ステップモータ 2 0 を駆動するためのドライバ回路 8 0 の回路構成の一例について図 1 9 を用いて説明する。ドライバ回路 8 0 は、ステップモータ 2 0 のコイル A、コイル B に 3 つの駆動波形を供給する 3 つのバッファ回路によって構成される。

【 0 2 4 4 】

コイル A のコイル端子 O 1 に対しては、P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ P 1 と、N チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ N 1 と、のコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が接続され、駆動波形 O 1 が出力される。

【 0 2 4 5 】

コイル B のコイル端子 O 3 に対しては、P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ P 3 と、N チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ N 3 と、のコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が接続され、駆動波形 O 3 が出力される。

30

【 0 2 4 6 】

そして、コイル A 及びコイル B に共通に設けられるコイル端子 O 2' に対しては、P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ P 2' と、N チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ N 2' と、のコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路が接続され、コイル A とコイル B とに共通して駆動波形 O 2' が出力されるようになっている。

【 0 2 4 7 】

[第 4 の実施形態の駆動パルスの生成と駆動波形の説明：図 2 0]

40

次に、第 4 の実施形態のステップモータを 1 ステップ 3 6 0 度単位で回転駆動する高速駆動パルスの駆動波形の一例とドライバ回路の各トランジスタの動作について図 2 0 を用いて説明する。

【 0 2 4 8 】

まず、高速駆動パルス列 S P 6 0 は、図 1 8 のステップモータ 2 0 のロータを静止位置 0 度から正転方向（反時計回り）に 3 6 0 度単位で回転駆動するものである。図 2 0 (a) は、かかる高速駆動パルス S P 6 0 による駆動波形であり、ドライバ回路 8 0 から出力される 3 つの駆動波形 O 1、O 2'、O 3 を示している。

【 0 2 4 9 】

図 2 0 (a) において、高速駆動パルス発生回路 7 4 から出力される高速駆動パルス列

50

S P 6 0 は、本例では 3 ビットの S P 6 1 ~ S P 6 3 でなり、時系列的に第 1 駆動パルス S P 6 1、第 2 駆動パルス S P 6 2、第 3 駆動パルス S P 6 3 の 3 個の駆動パルスで構成され、ドライバ回路 8 0 の各トランジスタを O N / O F F するために論理 “ 1 ” または論理 “ 0 ” でなるパルス列である。

【 0 2 5 0 】

第 1 駆動パルス S P 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 1、O 2 ' は電圧 0 V である。これにより、コイル端子 O 2 ' と O 3 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 2 5 1 】

また、第 2 駆動パルス S P 6 2 は、駆動波形 O 2 ' が電圧 - V であり、駆動波形 O 1、O 3 が電圧 0 V である。そして、駆動波形 O 2 ' はコイル A とコイル B の両方に印加されるため、これにより、ステップモータ 2 0 のコイル A、コイル B の両方に駆動電流が流れて、両方のコイル A、コイル B が励磁される。

【 0 2 5 2 】

また、第 3 駆動パルス S P 6 3 は、駆動波形 O 1、O 2 ' が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 3 は電圧 0 V である。これにより、駆動波形 O 2 ' と O 3 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れ、第 1 駆動パルス S P 6 1 の逆方向に励磁される。

【 0 2 5 3 】

次に、高速駆動パルス列 S P 6 0 によるドライバ回路 8 0 の各トランジスタの動作を図 2 0 (b) の動作表を用いて説明する。なお、ドライバ回路は図 1 9 を参照する。図 2 0 (b) において、第 1 駆動パルス S P 6 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V、他の駆動波形 O 1、O 2 ' が電圧 0 V となるので、トランジスタ P 2 ' と N 3 が O N、トランジスタ N 2 '、P 3 が O F F し、駆動電流がコイル B のコイル端子 O 2 ' からコイル端子 O 3 に流れ、コイル B が励磁される。

【 0 2 5 4 】

また、トランジスタ N 1 が O F F、トランジスタ P 1 が O N となり、駆動波形 O 1 及び O 2 ' がともに電圧 0 V となるので、コイル A には駆動電流が流れず、コイル A は励磁されない。なお、トランジスタ P 1 は、ここでは O N としているが、これを O F F としても差し支えない。図 2 0 (b) では、このことを指して、括弧内に O F F と記載している。

【 0 2 5 5 】

また、第 2 駆動パルス S P 6 2 は、駆動波形 O 2 ' が電圧 - V、他の駆動波形 O 1、O 3 が電圧 0 V となるので、トランジスタ P 1、N 2 ' 及び P 3 が O N、トランジスタ N 1、P 2 '、N 3 が O F F し、駆動電流がコイル A のコイル端子 O 1 からコイル端子 O 2 ' に流れるとともに、コイル B のコイル端子 O 3 からコイル端子 O 2 ' にも流れるので、コイル A とコイル B がともに励磁される。

【 0 2 5 6 】

さらに、第 3 駆動パルス S P 6 3 は、駆動波形 O 1 が電圧 - V、他の駆動波形 O 2 '、O 3 が電圧 0 V となるので、トランジスタ N 2 ' と P 3 が O N、トランジスタ P 2 '、N 3 が O F F し、駆動電流がコイル B のコイル端子 O 3 からコイル端子 O 2 ' に流れ、コイル B が励磁される。

【 0 2 5 7 】

また、トランジスタ P 1 が O F F、トランジスタ N 1 が O N となり、駆動波形 O 1 及び O 2 ' がともに電圧 - V となるので、コイル A には駆動電流が流れず、コイル A は励磁されない。なお、トランジスタ N 1 は、ここでは O N としているが、これを O F F としても差し支えない。

【 0 2 5 8 】

このように、高速駆動パルス列 S P 6 0 の 3 個の第 1 ~ 第 3 駆動パルス S P 6 1 ~ 6 3 によって、ドライバ回路 8 0 の各トランジスタが O N / O F F 制御され、ステップモータ 2 0 のコイル A、B を励磁する。

【 0 2 5 9 】

10

20

30

40

50

[第 4 の実施形態の 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動の説明：図 7]

第 4 の実施形態のステップモータ 2 0 の 1 ステップ 3 6 0 度単位の高速回転駆動は、第 1 の実施形態におけるものと同じであるから、図 7 を参照して説明する。まず、図 7 (a) に示すのは、高速駆動パルス列 S P 6 0 の第 1 駆動パルス S P 6 1 がステップモータ 2 0 に供給された状態であり、コイル B が矢印の方向に励磁されるから、第 2 磁極部 2 2 b が N 極、第 3 磁極部 2 2 c が S 極に磁化され、またコイル A は磁化されないから、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じく S 極となる。そのため、ロータ 2 1 は反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は反時計回りに回転し、静止位置 0 度から約 1 3 5 度の位置まで回転する。

【 0 2 6 0 】

10

次に、図 7 (b) に示すように、第 2 駆動パルス S P 6 2 が供給されると、コイル A 及びコイル B の両方が矢印の方向に励磁されるから、第 1 磁極部 2 2 a が N 極に、第 2 磁極部 2 2 b が S 極に磁化され、第 3 磁極部 2 2 c は磁化されない。その結果、ロータ 2 1 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は約 2 7 0 度の位置まで回転する。

【 0 2 6 1 】

さらに、図 7 (c) に示すように、第 3 駆動パルス S P 6 3 が供給されると、コイル B が矢印の方向に励磁されるから、第 2 磁極部 2 2 b が S 極、第 3 磁極部 2 2 c が N 極に磁化され、またコイル A は励磁されないから、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じく N 極となる。その結果、ロータ 2 1 は停止することなく更に反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は約 3 1 5 度の位置まで回転する。

20

【 0 2 6 2 】

その後、図 7 (d) に示すように、高速駆動パルス列 S P 6 0 の供給が終了すると、駆動波形 O 1、O 2'、O 3 はすべて電圧 0 V となるので、コイル A 及びコイル B の励磁はなくなり、第 1 ~ 第 3 磁極部の磁化が消え、ロータ 2 1 は、停止することなく 3 6 0 度 (0 度) の静的安定点まで回転を継続し、その位置で保持される。このようにして、3 個の駆動パルス S P 6 1 ~ S P 6 3 で構成される高速駆動パルス列 6 0 による、1 ステップ駆動での 3 6 0 度回転駆動が実現できる。

【 0 2 6 3 】

このように、第 4 の実施形態の電子時計によれば、コイル A とコイル B のコイル端子 O 2' を短絡し、共通とした場合においても、3 個の駆動パルス S P 6 1 ~ 6 3 で構成される高速駆動パルス列 S P 6 0 を供給することで、1 ステップで 3 6 0 度の回転駆動ができる。この場合、供給すべき駆動波形が 3 つで済み、またトランジスタの数も第 1 の実施形態のものに比して少なく済むため、回路規模の小型化やコスト削減効果がある。

30

【 0 2 6 4 】

もちろん、歯車減速比を 1 / 6 0 とすることによる、指針のトルクアップの効果、耐衝撃性の向上の効果が得られるとともに、指針の動きが滑らかで見栄えが良いものとなる点についても第 1 の実施形態のものと同様である。

【 0 2 6 5 】

なお、第 4 の実施形態に係る 1 ステップ駆動での 3 6 0 度回転駆動を、第 2 の実施形態における高速駆動モードでの 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動に用いてもよいことは、言うまでもない。

40

【 0 2 6 6 】

[第 5 の実施形態]

[第 5 の実施形態の電子時計の構成及びドライバ回路の回路構成の説明：図 1 8、1 9]

次に、第 5 の実施形態の電子時計について説明する。第 5 の実施形態に係る電子時計 7 0 の概略構成は、先の第 4 の実施形態のものと同様であり、図 1 8 に示した通りである。電子時計 7 0 の基本的な構成である、基準信号 P 1 を出力する発振回路 7 2、基準信号 P 1 を入力して制御信号 C N 1 を出力する制御回路 7 3、高速駆動パルス発生回路 7 4、ドライバ回路 8 0、および、ステップモータ 2 0 を有している点についても同様であるが、高速駆動パルス発生回路 7 4 から出力される高速駆動パルスが相違するので、同図にお

50

る符号 S P 6 0 は、本実施形態では符号 S P 7 0 として読み替えるものとする。

【 0 2 6 7 】

また、第 5 の実施形態における、ステップモータ 2 0 を駆動するためのドライバ回路 8 0 の回路構成についても、先の第 4 の実施形態のものと同様であるから、図 1 9 を参照するものとする。

【 0 2 6 8 】

[第 5 の実施形態の駆動パルスの生成と駆動波形の説明：図 2 1]

次に、第 5 の実施形態のステップモータを 1 ステップ 3 6 0 度単位で回転駆動する高速駆動パルスの駆動波形の一例とドライバ回路の各トランジスタの動作について図 2 1 を用いて説明する。

10

【 0 2 6 9 】

まず、高速駆動パルス列 S P 7 0 は、図 1 8 のステップモータ 2 0 のロータを静止位置 0 度から正転方向（反時計回り）に 3 6 0 度単位で回転駆動するものである。図 2 1（a）は、かかる高速駆動パルス S P 6 0 による駆動波形であり、ドライバ回路 8 0 から出力される 3 つの駆動波形 O 1、O 2'、O 3 を示している。

【 0 2 7 0 】

図 2 1（a）において、高速駆動パルス発生回路 7 4 から出力される高速駆動パルス列 S P 7 0 は、本例では 3 ビットの S P 7 1 ~ S P 7 3 でなり、事例列的に第 1 駆動パルス S P 7 1、第 2 駆動パルス S P 7 2、第 3 駆動パルス S P 7 3 の 3 個の駆動パルスで構成され、ドライバ回路 8 0 の各トランジスタを O N / O F F するために論理“ 1 ”または論理“ 0 ”でなるパルス列である。

20

【 0 2 7 1 】

第 1 駆動パルス S P 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 1、O 2' は電圧 0 V である。これにより、駆動波形 O 2' と O 3 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 2 7 2 】

また、第 2 駆動パルス S P 7 2 は、駆動波形 O 2' が電圧 - V であり、駆動波形 O 1、O 3 が電圧 0 V である。そして、駆動波形 O 2' はコイル A とコイル B の両方に印加されるため、これにより、ステップモータ 2 0 のコイル A、コイル B の両方に駆動電流が流れて、両方のコイル A、コイル B が励磁される。

30

【 0 2 7 3 】

第 3 駆動パルス S P 7 3 は、駆動波形 O 1 が電圧 - V であり、駆動波形 O 2' が電圧 0 V である駆動パルス S P 7 3 a と、駆動波形 O 1 と駆動波形 O 2' がともに電圧 - V である駆動パルス S P 7 3 b とを含み、この駆動パルス S P 7 3 a と駆動パルス 7 3 b が一定のパターンで繰り返されて、全体として駆動パルス S P 7 3 を構成する。なお、他の駆動波形 O 3 は電圧 0 V である。これにより、駆動パルス S P 7 3 a が印加されている際は、コイル端子 O 2' と O 1 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル A に駆動電流が流れ励磁され、駆動パルス S P 7 3 b が印加されている際は、コイル端子 O 2' と O 3 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れ励磁される。

【 0 2 7 4 】

40

次に、高速駆動パルス列 S P 7 0 によるドライバ回路 8 0 の各トランジスタの動作を図 2 1（b）の動作表を用いて説明する。図 2 1（b）において、第 1 駆動パルス S P 7 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V、他の駆動波形 O 1、O 2' が電圧 0 V となるので、トランジスタ P 2' と N 3 が O N、トランジスタ N 2'、P 3 が O F F し、駆動電流がコイル B のコイル端子 O 2' からコイル端子 O 3 に流れ、コイル B が励磁される。

【 0 2 7 5 】

また、トランジスタ N 1 が O F F、トランジスタ P 1 が O N となり、駆動波形 O 1 及び O 2' がともに電圧 0 V となるので、コイル A には駆動電流が流れず、コイル A は励磁されない。なお、トランジスタ P 1 は、ここでは O N としているが、これを O F F としても差し支えない。

50

【 0 2 7 6 】

また、第 2 駆動パルス S P 7 2 は、駆動波形 O 2 ' が電圧 - V、他の駆動波形 O 1、O 3 が電圧 0 V となるので、トランジスタ P 1、N 2 ' 及び P 3 が O N、トランジスタ N 1、P 2 '、N 3 が O F F し、駆動電流がコイル A のコイル端子 O 1 からコイル端子 O 2 ' に流れるとともに、コイル B のコイル端子 O 3 からコイル端子 O 2 ' にも流れるので、コイル A とコイル B がともに励磁される。

【 0 2 7 7 】

さらに、第 3 駆動パルス S P 7 3 では、駆動波形 O 1 が電圧 - V、駆動波形 O 3 が電圧 0 V に維持され、駆動波形 O 2 ' の電圧が区間により異なる。第 3 駆動パルス S P 7 3 a の区間では、駆動波形 O 2 ' が電圧 0 V となるので、トランジスタ P 2 ' が O N、トランジスタ N 2 ' が O F F となる。そして、トランジスタ P 1、N 3 は O F F であり、トランジスタ N 1、P 3 は O N であるから、駆動電流がコイル A のコイル端子 O 1 からコイル端子 O 2 ' に流れ、コイル A が励磁される。一方、第 3 駆動パルス S P 7 3 b の区間では、駆動波形 O 2 ' が電圧 - V となるので、トランジスタ P 2 ' が O F F、トランジスタ N 2 ' が O N となる。そして、やはりトランジスタ P 1、N 3 は O F F であり、トランジスタ N 1、P 3 は O N であるから、駆動電流がコイル B のコイル端子 O 2 ' からコイル端子 O 3 に流れ、コイル B が励磁される。

【 0 2 7 8 】

なお、第 3 駆動パルス S P 7 3 a の区間では、コイル端子 O 3 及び O 2 ' がともに電圧 0 V となるので、コイル B には駆動電流が流れず、コイル B は励磁されない。このとき、トランジスタ P 3 は、ここでは O N としているが、これを O F F としても差し支えない。

【 0 2 7 9 】

また、第 3 駆動パルス S P 7 3 b の区間では、コイル端子 O 1 及び O 2 ' がともに電圧 - V となるので、コイル A には駆動電流が流れず、コイル A は励磁されない。このとき、トランジスタ N 1 は、ここでは O N としているが、これを O F F としても差し支えない。

【 0 2 8 0 】

第 3 駆動パルス S P 7 3 において、第 3 駆動パルス S P 7 3 a と第 3 駆動パルス 7 3 b が繰り返される順番は特に限定されず、ここで示した例では、最初に第 3 駆動パルス S P 7 3 a が印加され、続いて第 3 駆動パルス 7 3 b が印加され、以下繰り返すものとしているが、この順を逆順としてもよい。さらに、第 3 駆動パルス S P 7 3 a、第 3 駆動パルス S P 7 3 b、第 3 駆動パルス S P 7 3 b、第 3 駆動パルス S P 7 3 a のような順として以下これを繰り返すようにしてもよい。コイル A とコイル B に励磁される磁力が均等となるよう、第 3 駆動パルス S P 7 3 の区間において、第 3 駆動パルス S P 7 3 a が占める合計期間と、第 3 駆動パルス 7 3 b が占める合計期間が等しくなるようにすることが望ましいが、コイル A とコイル B に励磁される磁力が実用上均等となる範囲で、この合計期間が異なってもよい。また、第 3 駆動パルス S P 7 3 a と第 3 駆動パルス 7 3 b の長さは等しい方が、第 3 駆動パルス S P 7 3 を構成しやすく望ましいが、必ずしも一致していなくともよい。

【 0 2 8 1 】

このように、高速駆動パルス列 S P 7 0 の 3 個の第 1 ~ 第 3 駆動パルス S P 7 1 ~ 7 3 によって、ドライバ回路 8 0 の各トランジスタが O N / O F F 制御され、ステップモータ 2 0 のコイル A、B を励磁する。

【 0 2 8 2 】

[第 5 の実施形態の 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動の説明 : 図 2 2]

第 5 の実施形態のステップモータ 2 0 の 1 ステップ 3 6 0 度単位的高速回転駆動を、図 2 2 を参照して説明する。まず、図 2 2 (a) に示すのは、高速駆動パルス列 S P 7 0 の第 1 駆動パルス S P 7 1 がステップモータ 2 0 に供給された状態であり、コイル B が矢印の方向に励磁されるから、第 2 磁極部 2 2 b が N 極、第 3 磁極部 2 2 c が S 極に磁化され、またコイル A は磁化されないから、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じく S 極となる。そのため、ロータ 2 1 は反時計回りに回転し、ロータ 2 1 の N 極は反時計回りに

回転し、静止位置 0 度から約 135 度の位置まで回転する。

【0283】

次に、図 22 (b) に示すように、第 2 駆動パルス SP72 が供給されると、コイル A 及びコイル B の両方が矢印の方向に励磁されるから、第 1 磁極部 22a が N 極に、第 2 磁極部 22b が S 極に磁化され、第 3 磁極部 22c は磁化されない。その結果、ロータ 21 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 21 の N 極は約 270 度の位置まで回転する。

【0284】

さらに、第 3 駆動パルス SP73 が供給されるが、第 3 駆動パルス SP73 は、第 3 駆動パルス SP73a と第 3 駆動パルス SP73b からなっている。図 22 (c) は、第 3 駆動パルス SP73a が供給された状態であり、コイル A が矢印の方向に励磁されるから、第 1 磁極部 22a が S 極に、第 2 磁極部 22b 及び第 3 磁極部 22c が N 極に磁化される。また、図 22 (d) は、第 3 駆動パルス SP73b が供給された状態であり、コイル B が矢印の方向に励磁されるから、第 2 磁極部 22b が S 極に、第 1 磁極部 22a 及び第 3 磁極部 22c が N 極に磁化される。

【0285】

そして、第 3 駆動パルス SP73 の区間では、第 3 駆動パルス SP73a と第 3 駆動パルス SP73b が短い間隔で繰り返し印加されるから、図 22 (c) に示した磁化状態と、図 22 (d) に示した磁化状態が繰り返し現れることになり、ステップモータ 20 に現れる実効的な磁化状態は、この 2 つの磁化状態を合成したものとみなすことができる。その結果、第 3 磁極部 22c は、図 22 (c) と図 22 (d) に示した磁化状態に共通して N 極に磁化されるため、第 3 駆動パルス SP73 の全区間にわたって N 極となる。一方、第 1 磁極部 22a と第 2 磁極部 22b は、異なる極が交互に出現するため、磁化状態は見かけの上で相殺され、実効的に無磁化あるいは、弱い磁化状態となる。これにより、ロータ 21 はさらに反時計回りに回転し、ロータ 21 の N 極は約 360 度の位置まで回転する。

【0286】

このようにして、3 個の駆動パルス SP71 ~ SP73 で構成される高速駆動パルス列 70 による、1 ステップ駆動での 360 度回転駆動が実現できる。

【0287】

なお、この時の図 22 (c) に示した磁化状態と、図 22 (d) に示した磁化状態の合成による第 3 駆動パルス SP73 の磁化状態は、第 3 の実施形態において、図 14 (e) に示したものとおおむね等しいものとなる。しかしながら、図 22 より明らかなように、コイル A とコイル B を同時に励磁するものではないため、ロータ 21 に十分な回転力を与えるため、第 3 駆動パルス SP73 の長さは、先の第 1 駆動パルス SP71 及び第 2 駆動パルス SP72 よりも長いものとしてよい。

【0288】

このように、第 5 の実施形態の電子時計によれば、コイル A とコイル B のコイル端子 O2' を短絡し、共通とした場合においても、3 個の駆動パルス SP71 ~ 73 で構成される高速駆動パルス列 SP70 を供給することで、1 ステップで 360 度の回転駆動ができる。この場合、供給すべき駆動波形が 3 つで済み、またトランジスタの数も第 1 の実施形態のものに比して少なく済むため、回路規模の小型化やコスト削減効果がある。

【0289】

また、第 5 の実施形態に係る 1 ステップ駆動での 360 度回転駆動を、第 3 の実施形態における高速駆動モードでの 1 ステップ 360 度回転駆動に用いてもよい。このようにすることにより、通常駆動モードでの 1 ステップ 180 度回転駆動に加えて、高速駆動モードでの 1 ステップ 360 度回転駆動を実現できる。さらに、第 5 の実施形態に係る 1 ステップ駆動での 360 度回転駆動では、コイル A とコイル B を同時に励磁することがなく、消費電流の最大値を低く抑えることができるため、外気温が低い場合や、電源電圧が低下している状態など、電源条件が厳しい場合でも 1 ステップ 360 度回転駆動による高速駆動が可能である。

【 0 2 9 0 】

[第 6 の実施形態]

[第 6 の実施形態の電子時計の構成説明：図 2 3]

次に、第 6 の実施形態の電子時計の概略構成について図 2 3 を用いて説明する。符号 9 0 は第 6 の実施形態のアナログ表示方式の電子時計である。電子時計 9 0 は基本的な構成として、基準信号 P 1 を出力する発振回路 9 2、基準信号 P 1 を入力して制御信号 C N 7、C N 8、C N 9 及び C N 1 0 を出力する制御回路 9 3、高速駆動パルス発生回路（可変部）9 4 及び高速駆動パルス発生回路（固定部）9 5 の 2 つの高速駆動パルス発生回路、補正パルス発生回路 9 6、検出パルス発生回路 9 7、パルス選択回路 1 6、ドライバ回路 1 0 0、及び、ステップモータ 2 0 を有している他、回転検出判定回路 9 1 を有している。

10

【 0 2 9 1 】

高速駆動パルス発生回路（可変部）9 4 及び高速駆動パルス発生回路（固定部）9 5 は、制御信号 C N 7 及び C N 8 をそれぞれ入力され、ステップモータ 2 0 を駆動するための複数の駆動パルスで構成される高速駆動パルス列の一部分である S P 3 0 及び S P 4 0 を生成し出力する。

【 0 2 9 2 】

補正パルス発生回路 9 6 は、制御信号 C N 9 を入力され、ステップモータ 2 0 を駆動するための補正パルス F P を生成し出力する。

【 0 2 9 3 】

検出パルス発生回路 9 7 は、制御信号 C N 1 0 を入力され、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 が正常に回転したことを検出するための検出パルス C P を生成し出力する。

20

【 0 2 9 4 】

パルス選択回路 1 6 は、高速駆動パルス発生回路（可変部）9 4 及び高速駆動パルス発生回路（固定部）9 5、補正パルス発生回路 9 6 及び検出パルス発生回路 9 7 により生成され出力されたパルス S P 3 0、S P 4 0、F P 及び C P を選択し、適切なタイミングでドライバ回路 1 0 0 へと出力する。

【 0 2 9 5 】

ドライバ回路 1 0 0 は、パルス選択回路 1 6 から入力されたパルスに基づき、ステップモータ 2 0 のコイル A、コイル B に駆動波形 O 1 ~ O 4 を供給し、ステップモータ 2 0 を駆動する。

30

【 0 2 9 6 】

回転検出判定回路 9 1 は、ステップモータ 2 0 のコイル A、コイル B に検出パルス C P が供給されることにより検出される検出信号 C S により、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 の自由回転による誘起電流を検出し、ロータ 2 1 の回転の有無を判定し、判定結果 C K を出力する。出力された判定結果 C K は、パルス選択回路 1 6 に入力され、パルスの切り替え制御に使用される。

【 0 2 9 7 】

[第 6 の実施形態のドライバ回路の回路構成の説明：図 2 4]

次に、ステップモータ 2 0 を駆動するためのドライバ回路 1 0 0 の回路構成の一例について図 2 4 を用いて説明する。ドライバ回路 1 0 0 は、ステップモータ 2 0 のコイル A、コイル B に 4 つの駆動波形を供給する 4 つのバッファ回路によって構成される。

40

【 0 2 9 8 】

コイル A 及びコイル B のコイル端子 O 1 ~ O 4 に対しては、図 2 4 に示すように、P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ P 1 ~ 4 と、N チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ N 1 ~ 4 と、のコンプリメンタリ接続でなるバッファ回路がそれぞれ接続され、駆動波形 O 1 ~ O 4 が出力される。

【 0 2 9 9 】

さらにコイル A のコイル端子 O 1、O 2 に対しては、それぞれ検出抵抗を介して P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ T P 1 及び T P 2 がそれぞれ接続され、コ

50

イル B のコイル端子 O 3、O 4 に対しては、それぞれ検出抵抗を介して P チャンネル MOS トランジスタであるトランジスタ TP 3 及び TP 4 がそれぞれ接続される。トランジスタ TP 1 ~ TP 4 に対しては、検出パルス CP が出力され、それにより得られた検出信号 CS は回転検出判定回路 9 1 に入力される。

【 0 3 0 0 】

[第 6 の実施形態の回転検出の説明：図 2 5、図 2 6]

ここで、検出パルス CP 及び回転検出判定回路 9 1 によるステップモータ 2 0 のロータ 2 1 の回転検出について図 2 5、図 2 6 を参照して説明する。

【 0 3 0 1 】

図 2 5 は、ステップモータ 2 0 の構造を示す図である。ステップモータ 2 0 のステータ 10 には、ロータ 2 1 をはさんで対向する第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b、さらに第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b の間にロータ 2 1 に対抗するように第 3 磁極部 2 2 c が設けられ、第 1 磁極部 2 2 a と第 3 磁極部 2 2 c との間に磁気回路を形成するようにコイル A が、第 2 磁極部 2 2 b と第 3 磁極部 2 2 c との間に磁気回路を形成するようにコイル B がそれぞれ設けられる。

【 0 3 0 2 】

ロータ 2 1 をはさんで第 3 磁極部 2 2 c の反対側となる、第 1 磁極部 2 2 a と第 2 磁極部 2 2 b の間には、ステータの幅が狭くなる狭窄部 2 3 が設けられる。また、ロータ 2 1 の中心から見て、第 3 磁極部 2 2 c の方向を 0 度とし、左右おおむね 7 5 度の位置にスリット 2 4 が設けられ、第 1 磁極部 2 2 a と第 3 磁極部 2 2 c、第 2 磁極部 2 2 b と第 3 磁極部 2 2 c が直接磁氣的に接続されないよう、スリット 2 4 が設けられる。なお、このスリット 2 4 は、ここで示したように間隙であってもよいし、細幅の非磁性材料をスリット 2 4 の位置に挿入し、ステータと結合させたものであってもよい。 20

【 0 3 0 3 】

このように、狭窄部 2 3 及びスリット 2 4 を設けることにより、ロータ 2 1 に駆動パルスが与えられ回転している間および、ロータ 2 1 の慣性により自由回転している間に、電磁誘導によりステータに発生する磁気は、磁気抵抗の大きい狭窄部 2 3 及びスリット 2 4 を通過しにくくなるため、その大部分がコイル A 又はコイル B を通過する経路をとることになる。これにより、コイル A 又はコイル B を用いて、ロータ 2 1 の回転により誘起される誘起電流をコイル A、B を用いて検出する際の検出感度が高まる。 30

【 0 3 0 4 】

すなわち、検出パルス CP により、所定のタイミングで図 2 4 に示したトランジスタ TP 1 ~ TP 4 を ON とすることで、各トランジスタに対応するコイル端子 O 1 ~ O 4 に発生する誘起電流の大きさを電圧信号である検出信号 CS として取り出すことができる。回転検出判定回路 9 1 は、検出信号 CS に基づいて、ロータ 2 1 の回転及び非回転の判定を行い、判定結果 CK を出力する。

【 0 3 0 5 】

ここで、ロータ 2 1 の回転と非回転について説明する。図 2 6 は、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 の回転と非回転を説明する図である。図 2 6 (a) は、ロータ 2 1 が非回転、すなわち、駆動パルスが印加されたにもかかわらず、ロータ 2 1 が所望の角度回転せず、回転に失敗した場合を示している。この場合、駆動パルスが出力され、ロータ 2 1 が反時計回りにいったん回転するが、駆動力が不足しているためロータ 2 1 が保持トルクにより時計回りに逆回転して初期位置である 0 度に戻されてしまう。この場合は最終的にロータ 2 1 はなんら回転しなかったこととなるので、これを非回転と称する。同図中、駆動パルスが出力されている期間におけるロータ 2 1 の回転は破線で示している。 40

【 0 3 0 6 】

図 2 6 (b) はロータ 2 1 が回転、すなわち、印加された駆動パルスによりロータ 2 1 が所望の角度回転して、回転に成功した場合である。この場合、駆動パルスが出力され、ロータ 2 1 が反時計回りにある一定角度以上回転することにより、駆動パルスの出力停止後も、さらに保持トルクにより反時計回りに回転し、1 ステップの回転目標位置である 1 50

80度まで回転する。この場合は、最終的にロータ21は1ステップ分の目標回転位置まで回転したことになるので、これを回転と称する。

【0307】

このように、ロータ21が回転の場合と非回転の場合とでは、駆動パルス出力後のロータ21の挙動が異なり、そのため、コイルA、コイルBに発生する誘起電流の波形も異なる。この波形の違いを検出パルスCPにより、検出信号CSとして取り出し、回転検出判定回路91はロータの回転/非回転を判定している。

【0308】

[第6の実施形態の駆動パルスの生成と駆動波形の説明：図27]

第6の実施形態のステップモータを1ステップ360度単位で回転駆動する高速駆動パルスの駆動波形の一例を図27を用いて説明する。なお、ここで説明する駆動波形それ自体は、第1の実施形態において、図6を参照して説明したものと同一である。

【0309】

ただし、本実施形態では、高速駆動パルス列を前半の可変駆動パルスSP30と、後半の固定駆動パルスSP40とに分けて取り扱う。図27に示した高速駆動パルス列全体は図6に示したものと同一であり、また、高速駆動パルス列を構成する3個の駆動パルスSP11、SP12及びSP13は第1の実施形態のものと同一であるから、同符号を付して示した。

【0310】

ここで、可変駆動パルスSP30は、駆動パルス11に相当している。そして、可変駆動パルスSP30は、後述するように、条件によってその長さ(期間)が変更される。これに対し、固定駆動パルスSP40は、駆動パルス12及び駆動パルスSP13に相当している。固定駆動パルスSP40の長さは固定であり、あらかじめ定められている。

【0311】

なお、可変駆動パルスSP30及び固定駆動パルスSP40を構成する駆動パルスSP11~13を出力するためのドライバ回路80の各トランジスタの動作は、第1の実施形態において図6を参照して説明したものと同様であるから、ここでは重複する説明は省略する。

【0312】

[第6の実施形態のパルス波形の説明：図28]

図28は、第6の実施形態のパルス波形を説明する図である。同図中、(1)~(3)で示したパルス波形は、ロータ21が回転と判定された時にステップモータ20に印加される駆動パルス、すなわち、可変駆動パルスSP30と固定駆動パルスSP40の例を示している。(1)~(3)に示したものの他、どのパルス波形が選択されるかは、回転検出の結果に依存して変化する。また、(4)は、ロータ21が非回転と判定されたときにステップモータ20に印加される補正パルスFPを示している。(5)は、回転検出を行うための検出パルスCPを印加するタイミングを示している。

【0313】

本実施形態では、可変駆動パルスSP30の長さを、1ms刻みで1ms~5msの5つより選択できるようにしており、固定駆動パルスSP40は、可変駆動パルスSP30の直後に3.5msの間出力されるようになっている。どの長さの可変駆動パルスが選択されるかは、回転検出を行い、その結果に基づいて選択される。より詳しくはこの後説明するが、基本的な考え方は、回転と判断されるまで可変駆動パルスSP30を出力し続けるというものである。

【0314】

そして、最長の長さ(5ms)の可変駆動パルスSP30を出力しても回転との判断が得られない場合、(4)に示す補正パルスFPを出力し、ロータ21を確実に回転させる。なお、補正パルスFPは、ロータ21が非回転と判断された場合に、ロータ21を確実に回転させるために出力されるものであり、強い駆動力を持つようにその波形が設定される。ここでは、5msの間の連続出力に続き、デューティ8/16による、0.25ms

10

20

30

40

50

毎のパルス出力を 4 m s の間継続する波形となっている。

【 0 3 1 5 】

検出パルス C P は、可変駆動パルス S P 3 0 の出力開始後、0 . 2 5 m s 経過後から 4 . 7 5 m s 経過するまで 0 . 5 m s 毎に出力される、1 6 μ s 幅のパルスとしている。

【 0 3 1 6 】

なお、以上の説明での可変駆動パルス S P 3 0、固定駆動パルス S P 4 0、補正パルス F P の長さや形状、検出パルス C P の出力タイミングなどは一例であり、ステップモータ 2 0 の形状や大きさ、ステップモータ 2 0 に取り付けられる付加など種々の構成に応じて変更されてよい。

【 0 3 1 7 】

10

[第 6 の実施形態の高速駆動パルス列出力のフローの説明：図 2 9]

図 2 9 は、第 6 の実施形態の高速駆動パルス列出力の動作を説明するフロー図である。以下、このフロー図に従って、制御回路 9 3 により制御される本実施形態に係る電子時計 9 0 の動作を説明する。

【 0 3 1 8 】

まず、運針のタイミングで、可変駆動パルス S P 3 0 を高速駆動パルス発生回路（可変部）より出力される可変駆動パルス S P 3 0 をパルス選択回路 1 6 により選択し、ドライバ回路 1 0 0 に出力する（S T 1）。これにより、ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 が回転を開始する。そして、0 . 2 5 m s 経過後より 5 m s 毎に、検出パルス発生回路から出力される検出パルス C P がパルス選択回路 1 6 により選択され、ドライバ回路 1 0 0 に出力され、回転検出を開始する（S T 2）。この結果得られる検出信号 C S に基づいて、回転検出判定回路 9 1 は、判定結果 C K を出力する。

20

【 0 3 1 9 】

ここで、回転検出判定回路 9 1 による回転 / 非回転の判定について図 3 0 を参照して説明する。図 3 0 は、可変駆動パルス S P 3 0 が印加された際の、コイル A 及びコイル B に発生する誘起電流の波形と、コイル端子 O 1 ~ O 4 に印加されるパルス及び検出信号を示す図である。

【 0 3 2 0 】

時刻 0 m s より、可変駆動パルス S P 3 0 がコイル端子 O 3 に印加され、コイル B のコイル端子 O 3 - O 4 間に電圧が印加され、コイル B が励磁される。これによりロータ 2 1 が回転を始め、コイル A 及び B には、正の向きの誘導電流が発生する。

30

【 0 3 2 1 】

検出パルス C P は、可変駆動パルス S P 3 0 が印加されたコイルとは異なるコイルである、コイル A に印加される。具体的には、コイル端子 O 1 に開始後 0 . 2 5 m s 後から 0 . 5 m s 毎に印加され、これにより各検出パルス C P に応じた検出信号 C S が得られる。

【 0 3 2 2 】

図 3 0 のコイル A に生じる誘導電流の波形より明らかなように、ロータ 2 1 の回転当初は、コイル A に生じる誘導電流は正の符号をもつあまり大きくない値となる。条件にもよるが、ここで示した例では、回転開始からおおよそ 2 . 5 m s 経過した時点でこの誘導電流の符号が反転し、負の符号となり、ある一定以上の値を示す波形の山が生じる。

40

【 0 3 2 3 】

この負の値を持つ波形の山は、ロータ 2 1 がポテンシャルの山を乗り越え、目標となる静的安定点に向かって回転していることを示しており、図 3 0 でハッチングで示したこの負の符号を持つ波形の山を検出することにより、回転の検出ができる。

【 0 3 2 4 】

コイル端子 O 1 から検出される検出信号 C S は、負の所定の閾値 t_h と比較される。そして、図 3 0 に示すように、この例では回転開始から 2 . 7 5 m s 経過後の C P 2 . 7 5 までは、この閾値 t_h を下回ることがなく、検出信号 C S は得られないが、3 . 2 5 m s 経過後の検出パルス C P 3 . 2 5 により、閾値 t_h を下回る検出信号 C S が得られる。

【 0 3 2 5 】

50

そして、本実施形態では、連続して2回の検出信号CSが得られることにより回転と判断するようにしているので、さらに続けて回転開始から3.75ms経過後の検出パルスCP3.75による検出信号CSが検出された時点で、回転検出判定回路91は回転と判定し、判定結果CKを出力するようにしている。また、回転開始から4.75ms経過しても連続する2回の検出信号CSが得られなかった場合は、非回転と判定し、判定結果CKを出力する。

【0326】

なお、連続する検出信号CSが得られるタイミングは、電源電圧や負荷の大きさ、電子時計90の姿勢など種々の条件により異なる。また、判定の条件は2回の連続する信号には限定されず、1回とするか、3回以上とするか、また、連続して得られた場合とするか、所定期間内で得られた信号の数を加算するかなど、その設定は任意である。

10

【0327】

図29に戻り、回転検出開始後、回転判定が得られたタイミングを監視する。すなわち、まず、回転開始より0.75ms経過までに検出信号CSが2回得られたかを判定する(ST31)。検出信号CSが2回得られた場合(ST31:Y)、回転検出を終了し(ST41)検出パルスCPの出力を停止し、可変駆動パルスSP30の幅を1msに設定する(ST51)。これにより、可変駆動パルスSP30の出力は1msで終了し、続けて固定駆動パルスSP40が出力され(ST7)、ロータ21の1ステップの回転は終了する。

【0328】

20

回転開始より0.75ms経過までに検出信号CSが2回得られなかった場合(ST31:N)、次は1.75ms経過までに検出信号CSが2回得られたかを判定する(ST32)。得られた場合(ST32:Y)、回転検出を終了し(ST42)、可変駆動パルスSP30の幅を2msに設定し(ST53)、可変駆動パルスSP30の出力終了後、続けて固定駆動パルスSP40を出力する(ST7)。

【0329】

同様に、回転開始より1.75ms経過までに検出信号CSが2回得られなかった場合(ST32:N)、次は2.75ms経過までに検出信号CSが2回得られたかを判定する(ST33)。得られた場合(ST33:Y)、回転検出を終了し(ST43)、可変駆動パルスSP30の幅を3msに設定し(ST53)、可変駆動パルスSP30の出力終了後、続けて固定駆動パルスSP40を出力する(ST7)。

30

【0330】

同様に、回転開始より2.75ms経過までに検出信号CSが2回得られなかった場合(ST33:N)、次は3.75ms経過までに検出信号CSが2回得られたかを判定する(ST34)。得られた場合(ST34:Y)、回転検出を終了し(ST44)、可変駆動パルスSP30の幅を4msに設定し(ST54)、可変駆動パルスSP30の出力終了後、続けて固定駆動パルスSP40を出力する(ST7)。

【0331】

同様に、回転開始より3.75ms経過までに検出信号CSが2回得られなかった場合(ST34:N)、次は4.75ms経過までに検出信号CSが2回得られたかを判定する(ST35)。得られた場合(ST35:Y)、回転検出を終了し(ST45)、可変駆動パルスSP30の幅を5msに設定し(ST55)、可変駆動パルスSP30の出力終了後、続けて固定駆動パルスSP40を出力する(ST7)。

40

【0332】

そして、回転開始より4.75ms経過までに検出信号CSが2回得られなかった場合(ST54:N)は、非回転と判定されたことになるため、補正パルスFPを出力し(ST6)、ロータ21を確実に回転させる。

【0333】

なお、ここで示した例では可変駆動パルスSP30の幅は1ms~5msの間で、1ms刻みの5段階で設定したが、これをより細かく(または粗く)設定してもよいし、回転

50

判定がなされれば直ちに可変駆動パルス S P 3 0 の出力を停止して固定駆動パルス S P 4 0 を出力するようにしてもよい。また、固定駆動パルス S P 4 0 の出力後直ちに又は一定期間（例えば 1 m s）経過後に再度可変駆動パルス S P 3 0 を出力するようにして、無駄時間を排除して高速にロータ 2 1 を回転させるようにしてもよい。

【 0 3 3 4 】

このように、第 6 の実施形態の電子時計によれば、1 ステップで 3 6 0 度の回転駆動をさせる場合において、ロータ 2 1 の回転 / 非回転の検出ができ、非回転の場合に補正パルス F P を出力することで、ロータ 2 1 を確実に回転させることができる。また、出力される高速駆動パルス列の長さは、ロータ 2 1 の回転に必要な分のみで済むため、消費電力が削減されるとともに、無駄時間が排除されて高速駆動が可能である。

10

【 0 3 3 5 】

[第 6 の実施形態の変形例 1 : 図 3 1]

第 6 の実施形態において、可変駆動パルス S P 3 0 と固定駆動パルス 4 0 の出力波形は、図 2 8 に示した通りであるが、さらに、電源電圧に応じて、この波形のパルス形状を変形してもよい。図 3 1 は変形後のパルス波形を示しており、(1) ~ (3) に示す可変駆動パルス S P 3 0 と固定駆動パルス 4 0 が、連続出力によるもの（フルパルス）ではなく、一定周期で O N / O F F を切り替えるもの（チョッパパルス）となっている。図 3 1 に示した例では、このチョッパパルスのデューティは 8 / 1 6 となっており、0 . 2 5 m s 周期で出力の O N / O F F が繰り返し切り替わるようになっている。

【 0 3 3 6 】

20

このチョッパパルスによるパルス波形は、出力が抑えられる分電力消費が少なくなる。一方で、出力が低下するため非回転となりやすい。そこで、電源電圧が高い、すなわち、所定値以上である場合に（例えば、2 . 5 V 以上）は駆動力に余裕があるため、図 3 1 で示したチョッパパルスを用いて消費電力の削減を図り、電源電圧が所定値未満の場合に（例えば、2 . 5 V 未満）、図 2 8 で示したフルパルスを用いて安定的にロータ 2 1 を回転させるとよい。

【 0 3 3 7 】

このようにすることで、ドライバ回路へのパルスを出力する最終段において、信号の O N / O F F を所定の周期で行うだけで、電力消費及び出力の異なる複数種類の駆動パルスをステップモータ 2 0 に印加することができ、可変駆動パルス S P 3 0 と固定駆動パルス S P 4 0 を個別に用意する必要がない。なお、チョッパパルスのデューティは任意であるし、電源電圧に応じて 3 種類以上のパルス波形を用意してもよい。また、可変駆動パルス S P 3 0 と固定駆動パルス S P 4 0 のデューティ及び周期を異なるものとしてもよい。

30

【 0 3 3 8 】

なお、補正パルス F P は、ロータ 2 1 を確実に回転させるため強い駆動力が必要となるため、チョッパパルスとすることによる出力の制限は望ましくないが、電源電圧等の条件により、確実にロータ 2 1 の回転が見込める場合には、その範囲内において、可変駆動パルス S P 3 0 と固定駆動パルス S P 4 0 と同様にチョッパパルスとしてもよい。

【 0 3 3 9 】

[第 6 の実施形態の変形例 2 : 図 3 2]

40

第 6 の実施形態の変形例 1 において、さらに、電源電圧に応じて変形されたパルス波形であるチョッパパルスのデューティを、時間経過に応じて変更してもよい。図 3 2 は第 6 の実施形態の変形例 2 のパルス波形の一部を示しており、(1) が可変駆動パルス S P 3 0 の長さが 1 m s のもの、(2) が可変駆動パルス S P 3 0 の長さが 2 m s のもの、(3) が可変駆動パルス S P 3 0 の長さが 3 m s のものとなっている。可変駆動パルス S P 3 0 の長さが 4 m s のものと 5 m s のものは、図示を省略している。

【 0 3 4 0 】

ここでの基本的な考え方は、回転判定が得られるまでの時間が長くなるほど、より強い駆動力を生じる駆動パルスを与えるというものである。すなわち、電源電圧が高く、駆動力に余裕がある場合には早いタイミングで回転判定がえられ、不要な電力消費を避けるた

50

め、デューティを低くして消費電力を削減しても差し支えないと考えられるのに対し、電源電圧が低下して駆動力の余裕がなくなってくると、回転判定が得られるまでの時間が長くなり、また非回転とならないよう、十分な駆動力をもつ駆動パルスを与える必要があると考えられる。

【0341】

そこで、本変形例では、まず、回転開始から最初の1msの間は、低いデューティである8/16のチョッパパルスによる可変駆動パルスSP30をステップモータ20に印加する。これにより回転判定が得られれば(1)の波形となり、駆動力に余裕があることがわかるので、固定駆動パルスSP40のデューティも2/16と低いものとなる。また、固定駆動パルスSP40の期間自体も、第2駆動パルス12が0.75ms、第3駆動パルスが0.25msの合計1msと短いものとしてよい。

10

【0342】

回転開始から1msで回転判定が得られなければ、可変駆動パルスSP30のデューティを上げ、駆動力を増加する。具体的には、チョッパパルスのデューティを10/16とする。これにより回転判定が得られれば(2)の波形となる。この場合は、駆動力を考慮して、固定駆動パルスSP40のデューティを4/16と(1)の場合より強いものとする。また、固定駆動パルスSP40の期間は、第2駆動パルス12が1ms、第3駆動パルスが0.5msの合計1.5msと(1)の場合より長いものとしてよい。

【0343】

さらに回転開始から2msで回転判定が得られなければ、さらに可変駆動パルスSP30のデューティを上げ、駆動力を増加する。具体的には、チョッパパルスのデューティを12/16とする。これにより回転判定が得られれば(3)の波形となる。そして、駆動力を考慮して、固定駆動パルスSP40のデューティは6/16と(2)の場合よりさらに強いものとする。さらに、固定駆動パルスSP40の期間は、第2駆動パルス12が1.25ms、第3駆動パルスが0.75msの合計2msと(2)の場合よりさらに長いものとしてよい。

20

【0344】

以下同様に、回転開始より3ms、4ms経過するごとに可変駆動パルスSP30のデューティを上げ同時に固定駆動パルスSP40のデューティも上げていく。このとき、固定駆動パルスSP40の長さも同時に上げていくようにしてもよい。このようにすることで、駆動力に余裕がある場合には、無駄な消費電力を削減し、電源電圧の低下などに伴い駆動力の余裕がなくなるにしがって、回転開始から回転判定が得られるまでに時間がかかるようになるので、回転開始からの時間の経過に伴って印加する駆動パルスのデューティを増加させて駆動力を増すことで、非回転となるリスクを低減する。すなわち、チョッパパルス化による駆動力低下による回転の失敗により、補正パルスFPが頻繁に出力され、かえって消費電力が増加するといった事態を防止できる。これにより、消費電力の低減と、ロータ21の安定した回転とをバランスよく実現できる。

30

【0345】

なお、図32で示した例では、固定駆動パルスSP40のデューティと長さの両方を変化させていたが、これをいずれか片方のみ、例えば長さは一定でデューティのみ変化させたり、デューティは一定で長さのみ変化させるようにしてもよい。

40

【0346】

[第7の実施形態]

第7の実施形態に係る電子時計は、第1の実施形態に係る電子時計1と基本的に構造、制御は共通である。そのため、図1～7を参照して説明された事項は本実施形態に係る電子時計にも共通である。

【0347】

第7の実施形態では、電源電圧や電子時計の温度に応じて、1ステップ360度駆動時の駆動パルスを切り替える。すなわち、図7を参照すると、1ステップ360度駆動による高速駆動において、図7(b)の状態は、コイルAとコイルBの両方を励磁しているこ

50

とになる。この場合、コイル A 又はコイル B を単独で励磁する場合に比べ、おおよそ 2 倍程度の電流が必要となる。

【 0 3 4 8 】

一方で、図 4 及び 5 に示されるように、1 ステップ 1 8 0 度駆動による通常駆動では、コイル A とコイル B が同時に励磁されることはない。

【 0 3 4 9 】

ここで、瞬間的に大きな電量を消費すると、電源電圧の一時的な低下を招来する。条件が良く、電源電圧に十分な余裕があれば問題はないが、蓄電量が減少し、電源電圧自体が低下している場合や、温度が低く、電源電圧の一時的な低下が生じやすい条件では、図 7 に示した 1 ステップ 3 6 0 度駆動による高速駆動時における一時的な電源電圧の低下が問題となる可能性がある。

10

【 0 3 5 0 】

そこで、第 7 の実施形態では、1 ステップ 3 6 0 度駆動による高速駆動時の波形を、図 7 に示したものと、電源電圧が一定値以下あるいは電子時計の温度が一定以下など、電源電圧の一時的な低下が懸念される場合に使用すべき、低電流用駆動波形との 2 通りを用意し、電源電圧又は電子時計の温度に応じて両者を切り替えるように構成している。

【 0 3 5 1 】

[第 7 の実施形態の駆動パルスの低電流用駆動波形の説明：図 3 3]

図 3 3 は、第 7 の実施形態の駆動パルスの駆動波形の一例である、高速駆動パルス列 S P 8 0 を説明する図である。まず、高速駆動パルス列 S P 8 0 は、図 2 のステップモータ 2 0 のロータを静止位置 0 度から正転方向（反時計回り）に 3 6 0 度単位で回転駆動するものである。図 3 3 は、かかる高速駆動パルス S P 8 0 による駆動波形であり、ドライバ回路 1 0 から出力される 4 つの駆動波形 O 1、O 2、O 3 及び O 4 を示している。

20

【 0 3 5 2 】

図 3 3 において、高速駆動パルス発生回路 4 から出力される高速駆動パルス列 S P 8 0 は、本例では 3 ビットの S P 8 1 ~ S P 8 3 でなり、時系列的に第 1 駆動パルス S P 8 1、第 2 駆動パルス S P 8 2、第 3 駆動パルス S P 8 3 の 3 個の駆動パルスで構成され、ドライバ回路 8 0 の各トランジスタを ON / OFF するために論理 “ 1 ” または論理 “ 0 ” でなるパルス列である。

【 0 3 5 3 】

30

第 1 駆動パルス S P 8 1 は、駆動波形 O 3 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 1 ~ O 3 は電圧 0 V である。これにより、コイル端子 O 3 と O 4 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 3 5 4 】

また、第 2 駆動パルス S P 8 2 は、駆動波形 O 2 が電圧 - V であり、駆動波形 O 1、O 3 及び O 4 が電圧 0 V である。これにより、コイル端子 O 1 と O 2 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル A に駆動電流が流れて励磁される。

【 0 3 5 5 】

また、第 3 駆動パルス S P 8 3 は、駆動波形 O 4 が電圧 - V であり、他の駆動波形 O 1 ~ O 3 は電圧 0 V である。これにより、コイル端子 O 3 と O 4 に接続されるステップモータ 2 0 のコイル B に駆動電流が流れて励磁される。

40

【 0 3 5 6 】

[第 7 の実施形態の低電流用駆動波形による 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動の説明：図 3 4]

第 7 の実施形態のステップモータ 2 0 の低電流用駆動波形による 1 ステップ 3 6 0 度単位的高速回転駆動を、図 3 4 を参照して説明する。まず、図 3 4 (a) に示すのは、高速駆動パルス列 S P 8 0 の第 1 駆動パルス S P 8 1 がステップモータ 2 0 に供給された状態であり、コイル B が矢印の方向に励磁されるから、第 2 磁極部 2 2 b が N 極、第 3 磁極部 2 2 c が S 極に磁化され、またコイル A は磁化されないから、第 1 磁極部 2 2 a は第 3 磁極部 2 2 c と同じく S 極となる。そのため、ロータ 2 1 は反時計回りに回転し、ロータ 2

50

1のN極は反時計回りに回転し、静止位置0度から約135度の位置まで回転する。

【0357】

次に、図34(b)に示すように、第2駆動パルスSP62が供給されると、コイルAが矢印の方向に励磁されるから、第1磁極部22aがN極に、第2磁極部22bと第3磁極部22cがS極に磁化される。その結果、ロータ21はさらに反時計回りに回転し、ロータ21のN極は約225度の位置まで回転する。

【0358】

さらに、図34(c)に示すように、第3駆動パルスSP83が供給されると、コイルBが矢印の方向に励磁されるから、第2磁極部22bがS極、第1磁極部22aと第3磁極部22cがN極に磁化される。その結果、ロータ21は停止することなく更に反時計回りに回転し、ロータ21のN極は約315度の位置まで回転する。

10

【0359】

その後、図34(d)に示すように、高速駆動パルス列SP80の供給が終了すると、コイル端子O1～O4はすべて電圧0Vとなるので、コイルA及びコイルBの励磁はなくなり、第1～第3磁極部の磁化が消え、ロータ21は、停止することなく360度(0度)の静的安定点まで回転を継続し、その位置で保持される。このようにして、3個の駆動パルスSP81～SP83で構成される高速駆動パルス列80による、1ステップ駆動での360度回転駆動が実現できる。

【0360】

この第7の実施形態の低電流用駆動波形である高速駆動パルス列SP80による駆動では、図34の(b)から(c)にかけて、ロータ21を225度の位置から315度の位置まで90度回転させる必要があるが、この回転を単独のコイルの励磁により行うため、図6に示した高速駆動用の高速駆動パルス列SP10に比して、駆動力がやや劣る。そのため、高速駆動パルス列SP80によるロータ21の回転にはやや時間を要する傾向がある。

20

【0361】

一方で、図34より明らかなように、低電流用駆動波形である高速駆動パルス列SP80では、2つのコイルを同時に励磁することがないため、電流の最大値は図6に示した高速駆動パルス列SP10に比して約1/2である。そのため、大電流の消費による一時的な電圧低下が懸念される条件における高速駆動においては、低電流用駆動波形である高速駆動パルス列SP80を使用し、そうでない場合には、図6に示した高速駆動パルス列SP10を使用するとよい。

30

【0362】

なお、この高速駆動パルス列SP80は、第1の実施形態のみならず、第3の実施形態に適用してもよい。その場合、例えば、図14に示した高速駆動パルス列SP20を、条件に応じて本実施形態の低電流用駆動波形である高速駆動パルス列SP80と切り替えて用いればよい。

【0363】

[第8の実施形態]

第8の実施形態に係る電子時計は、第6の実施形態と、第7の実施形態との組み合わせにより、低消費電力と、電源電圧低下や低温などの電源条件が悪い場合の回転の安定性を、さらに高い信頼性で両立させた例である。

40

【0364】

図27に示す第6の実施形態に係る高速駆動パルス列SPと、図33に示す第7の実施形態に係る低電流用駆動波形による高速駆動パルス列SP80とを比較すると、第1駆動パルスSP11及びSP81は共通である。すなわち、第7の実施形態に係る低電流用駆動波形による高速駆動パルス列SP80を第1駆動パルスSP81からなる可変駆動パルスSP30と第2、第3駆動パルスSP82、SP83からなる固定駆動パルスSP90とに分けると、可変駆動パルスSP30は第6の実施形態と、第7の実施形態とで共通である。

50

【 0 3 6 5 】

一方、第 6 の実施形態の固定駆動パルス S P 4 0 と第 7 の実施形態の固定駆動パルス S P 9 0 とは異なる駆動パルスとなっている。

【 0 3 6 6 】

そこで、本実施形態は、第 6 の実施形態のように、回転判定がなされるまでの時間に応じて可変駆動パルス S P 3 0 の長さを変更するとともに、回転判定がなされるまでの時間が長く、電源条件が良くないと判断される場合に、固定駆動パルスを低電流用駆動波形による固定駆動パルス S P 9 0 に切り替えるようにするものである。

【 0 3 6 7 】

[第 8 の実施形態の高速駆動パルス列出力のフローの説明：図 3 5]

10

図 3 5 は、第 8 の実施形態の高速駆動パルス列出力のフローを説明するフロー図である。以下、このフロー図に従って、制御回路により制御される本実施形態に係る電子時計の動作を説明する。

【 0 3 6 8 】

この動作フローでは、S T 1、S T 2、S T 3 1 ~ S T 3 5、S T 4 1 ~ S T 4 5、S T 5 1 ~ S T 5 5、S T 6 及び S T 7 で行われる動作は図 2 9 に示した第 6 の実施形態に係るフローと同じである。そして、S T 5 5 ののち、図 2 9 に示したフローでは、S T 7 へと進んでいたところ、これに変えて S T 7 1 へと進むようになっている点のみが異なっている。

【 0 3 6 9 】

20

すなわち、運針のタイミングで、可変駆動パルス S P 3 0 をドライバ回路 1 0 0 に出力し (S T 1) ステップモータ 2 0 のロータ 2 1 を回転開始させ、続いて回転検出を開始する (S T 2)。そして S T 3 1 ~ S T 3 5 により、回転判定が得られると、S T 4 1 ~ 4 5 にて回転検出を終了し、S T 5 1 ~ S T 5 5 にて、回転判定が得られるまでの時間に応じて可変駆動パルス S P 3 0 の長さを設定する。S T 5 1 ~ S T 5 4 の実行後は、S T 7 にて固定駆動パルス S P 4 0 を出力する。また、S T 3 5 にて非回転との判定となった場合 (S T 3 5 : N) は、S T 6 にて補正パルス F P を出力し、これにより 1 ステップ 3 6 0 度回転駆動が実現される。

【 0 3 7 0 】

ここで、S T 3 5 にて回転開始から 4 . 7 5 m s 経過するまでに回転判定が得られた場合は、電源電圧が低いなどの理由により、駆動力が低下している条件であることが推測される。このような条件下では、大電流の消費による一時的な電源電圧の低下によりなんらかの問題が生じることが懸念される。

30

【 0 3 7 1 】

そこで、S T 5 5 による 5 m s の可変駆動パルス S P 3 0 の出力後は、S T 7 1 へと進み、図 3 3 に示した低電流用駆動波形による固定駆動パルス S P 9 0 に切り替え出力する。固定駆動パルス S P 9 0 による駆動では、2 つのコイルを同時に励磁することがなく、一時的な電圧低下を生じにくい。

【 0 3 7 2 】

[第 8 の実施形態のパルス波形の説明：図 3 6]

40

図 3 6 は、第 8 の実施形態のパルス波形を説明する図である。同図中、(1) ~ (3) で示したパルス波形は、ロータ 2 1 が回転と判定された時にステップモータ 2 0 に印加される駆動パルスを示している。また、(4) は補正パルス F P、(5) は検出パルス C P を印加するタイミングを示している。

【 0 3 7 3 】

ここで、(1)、(2) に示すように、回転判定が回転開始から 3 . 7 5 m s までに得られ、可変駆動パルス S P 3 0 の長さが 4 m s 以下の場合は、可変駆動パルス S P 3 0 の出力後直ちに固定駆動パルス S P 4 0 が出力され、2 つのコイルを同時に励磁することによる 1 ステップ 3 6 0 度駆動がなされる。

【 0 3 7 4 】

50

これに対し、(3)に示すように、回転判定が回転開始から3.75ms以降に得られ、可変駆動パルスSP30の長さが5msと長い場合には、可変駆動パルスSP30の後出力される固定駆動パルスは低電流用駆動波形による固定駆動パルスSP90となり、2つのコイルを同時に励磁することなく1ステップ360度駆動がなされるようになっている。この場合、(1)、(2)に示す固定駆動パルスSP40はその長さが3.5msであるのに対し、(3)に示す固定駆動パルスSP90はその長さが7.0msと長くなっており、低電流であっても確実にロータ21を回転させることができるようになっている。

【0375】

こうすることにより、回転検出のタイミングを検出するのみで、電源電圧の値や、電子時計の温度を直接検出することなく、一時的な電源電圧の低下が問題となりうる条件を判別し、大電流の消費による一時的な電源電圧の低下の問題を回避しつつ、1ステップ360度回転による高速回転を安定して実現できる。これにより、電源電圧の検出回路や温度の判定回路などの回路規模を小さくし、小型化・低コスト化を図ることができる。

【0376】

なお、固定駆動パルスとして、固定駆動パルスSP40に切り替えて低電流用駆動波形による固定駆動パルスSP90を用いる条件は、ここで示したように、回転開始から3.75msまでに回転判定が得られなかった場合に限定されるものではなく、これを適宜変更してもよい。例えば、回転開始から2.75msまでに回転判定が得られなかった場合に(図35のST34:Y)、ST71へと進み固定駆動パルスSP90を用いるようにしてもよい。

【0377】

[第8の実施形態の変形例：図36]

以上説明した第8の実施形態では、一時的な電源電圧の低下が問題となりうる条件であると推定された場合に、低電流用駆動波形による固定駆動パルスSP90を用いるようにしているが、これに変えて、印加する端子を反転させた可変駆動パルスSP30'を出力するようにしてもよい。

【0378】

[第8の実施形態の変形例の高速駆動パルス列出力のフローの説明：図37]

図37は、第8の実施形態の変形例の高速駆動パルス列出力のフローを説明するフロー図である。このフローは、第8の実施形態のものとして示した図35のものに対し、ST71に変えて、ST72が使用されている点のみ異なっており、他の点は同一である。

【0379】

すなわち、ST35にて回転開始から4.75ms経過するまでに回転判定が得られた場合に(ST35:Y)、回転検出を終了し(ST45)、可変駆動パルスSPの幅を5msに設定して出力したのち、印加するコイルを切り替えた可変駆動パルスSP30'を出力する。

【0380】

ここで、印加するコイルを切り替えた可変駆動パルスSP30'とは、通常の可変駆動パルスがコイルA又はコイルBのいずれかに印加されるものであることから、(この場合はコイルB)、これを他方のコイル(この場合はコイルA)に印加するものとなるように印加するコイル端子を入れ替えたものである。

【0381】

より具体的には、可変駆動パルスSP30の駆動波形O1及びO2を駆動波形O3及びO4にそれぞれ入れ替え、また駆動波形O3及びO4を駆動波形O1及びO2にそれぞれ入れ替えたものが可変駆動パルスSP30'である。そして、可変駆動パルスSP30'は、ロータ21が180度の位置にある場合に、さらに180度ロータ21を反時計回りに360度(0度)の位置まで回転させる駆動パルスである。

【0382】

すなわち、ST55にて幅5msの通常の可変駆動パルスSP30が出力された状態で

10

20

30

40

50

、ロータ 2 1 は 1 3 5 度まで回転しており、その後保持トルクにより静的安定点である 1 8 0 度の位置まで回転すると考えられるから、その状態からさらに可変駆動パルス S P 3 0 ' を印加することにより、ロータ 2 1 を 3 1 5 度の位置まで回転させ、さらにその後保持トルクにより静的安定点である 3 6 0 度 (0 度) の位置まで回転させることができるのである。

【 0 3 8 3 】

[第 8 の実施形態の変形例のパルス波形の説明 : 図 3 8]

図 3 8 は、第 8 の実施形態の変形例のパルス波形を説明する図である。このフローは、第 8 の実施形態のものとして示した図 3 7 のものに対し、(3) の波形のみ異なっており、他の点は同一である。

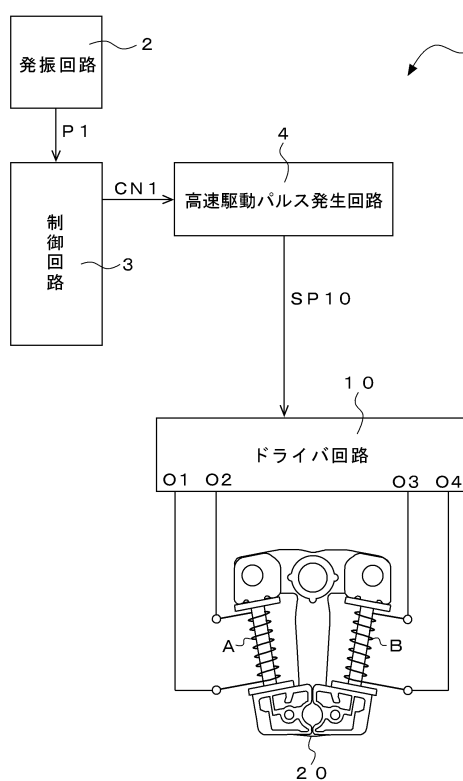
【 0 3 8 4 】

すなわち、(3) に示した、回転判定が回転開始から 3 . 7 5 m s 以降に得られた場合には、幅 5 m s の可変駆動パルス S P 3 0 に続き、ロータ 2 1 が静的安定位置に到達するまでの期間として、パルスを印加しない期間を 8 m s 設け、その後可変駆動パルス S P 3 0 ' を出力するようにしている。そして、可変駆動パルス S P 3 0 及び、可変駆動パルス S P 3 0 ' は 2 つのコイルを同時に励磁するものではないため、この変形例においても、先の第 8 の実施形態で説明した場合と同様に、回転検出のタイミングを検出するのみで、電源電圧の値や、電子時計の温度を直接検出することなく、一時的な電源電圧の低下が問題となりうる条件を判別し、大電流の消費による一時的な電源電圧の低下の問題を回避しつつ、1 ステップ 3 6 0 度回転による高速回転を安定して実現できる。

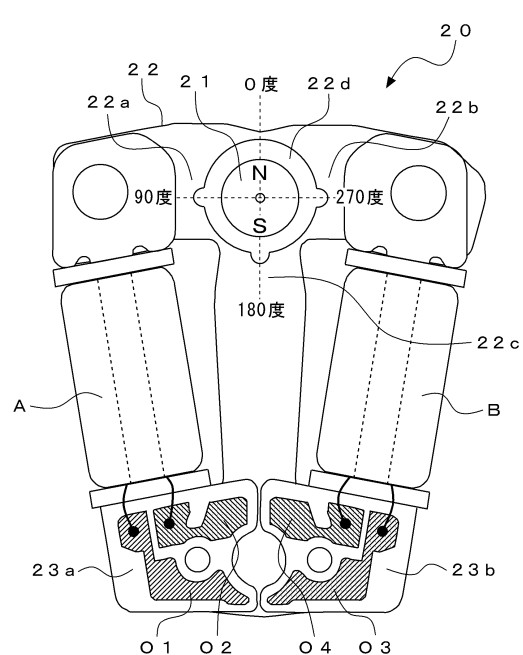
【 0 3 8 5 】

なお、本発明の各実施形態で示した構成図、回路図、波形図等は、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を満たすものであれば、任意に変更することができる。

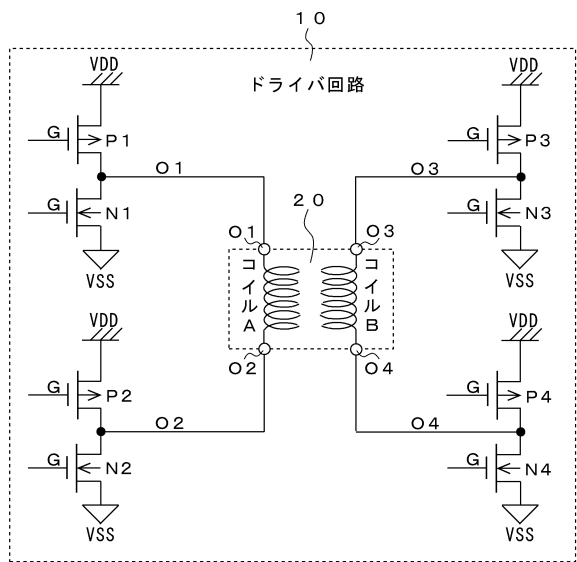
【 図 1 】



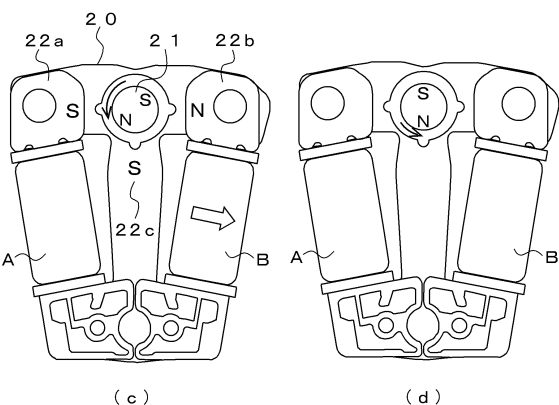
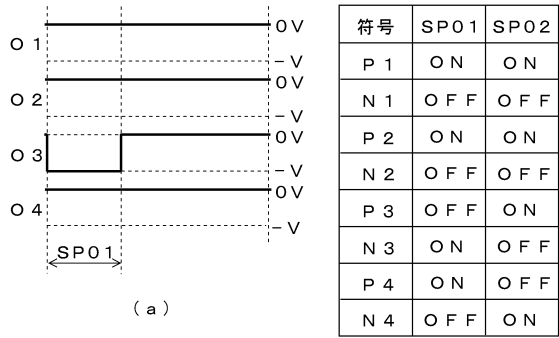
【 図 2 】



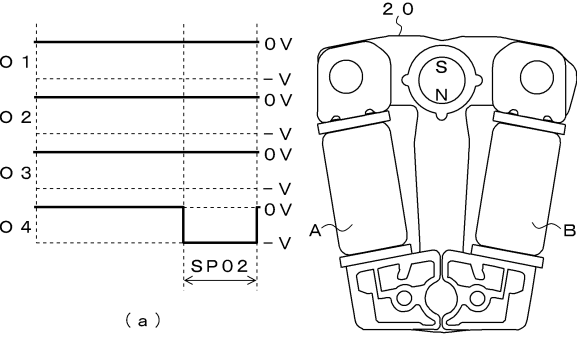
【図 3】



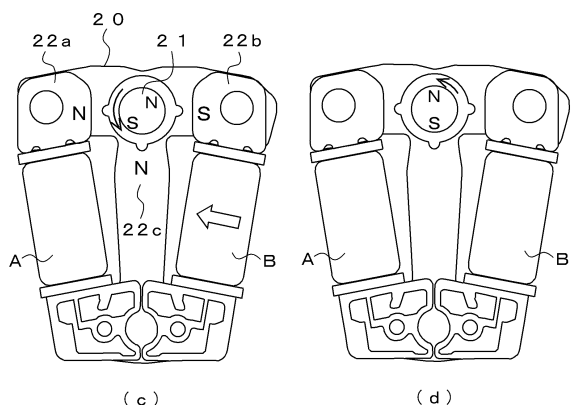
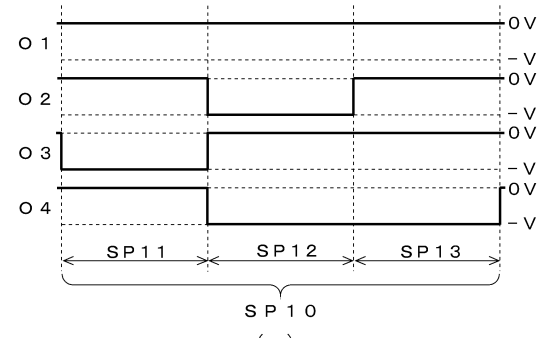
【図 4】



【図 5】

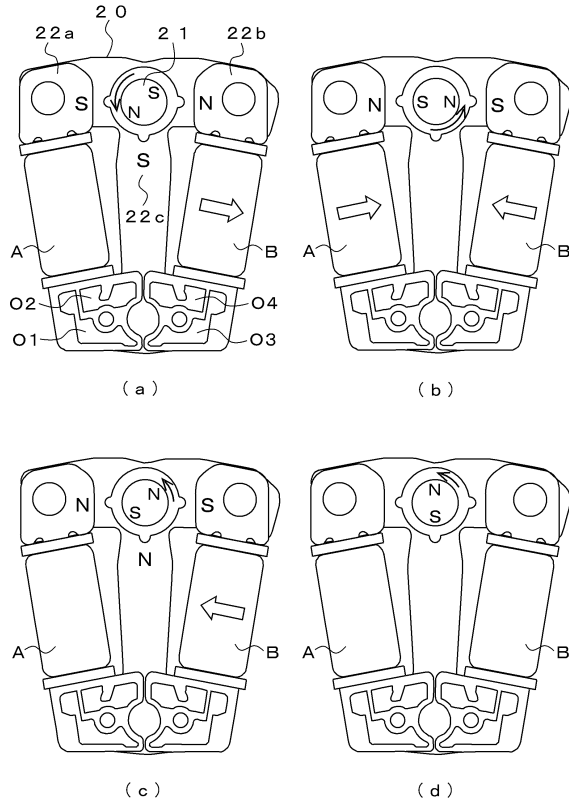


【図 6】

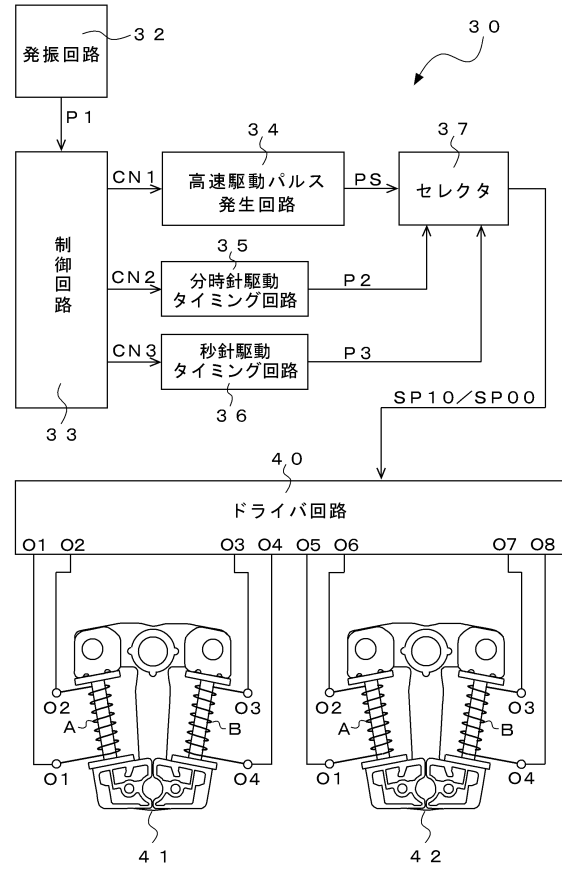


符号	高速駆動パルス列 SP10		
	SP11	SP12	SP13
P 1	ON	ON	ON
N 1	OFF	OFF	OFF
P 2	ON	OFF	ON
N 2	OFF	ON	OFF
P 3	OFF	ON	ON
N 3	ON	OFF	OFF
P 4	ON	OFF	OFF
N 4	OFF	ON	ON

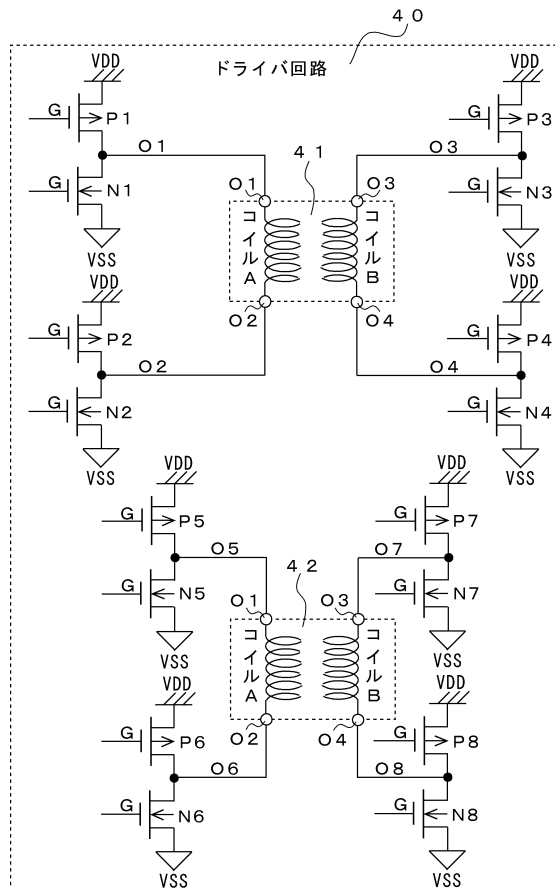
【 図 7 】



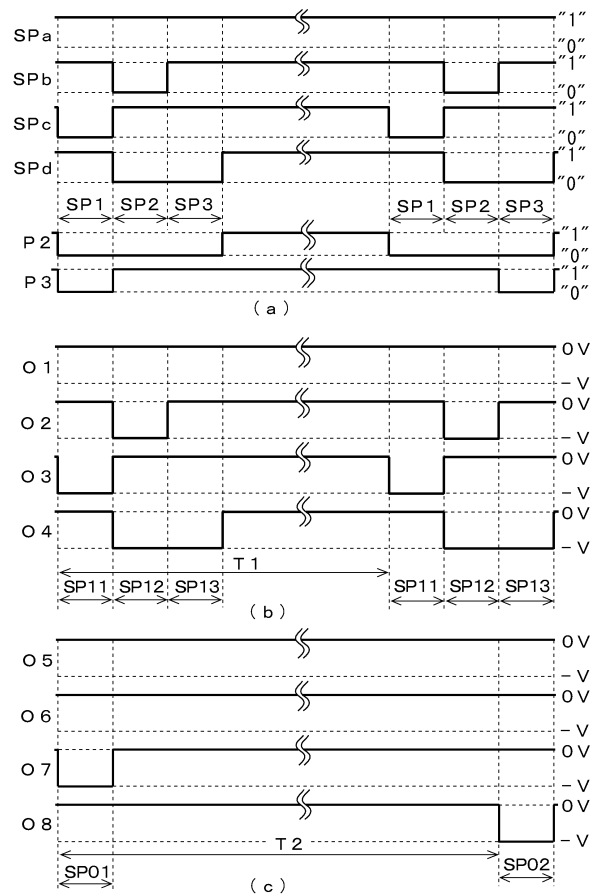
【 図 8 】



【 図 9 】



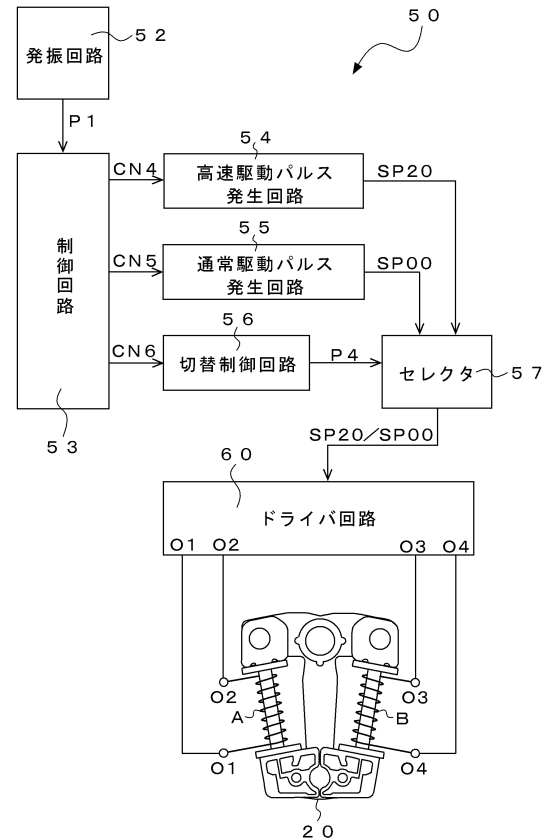
【 ㄨ 1 0 】



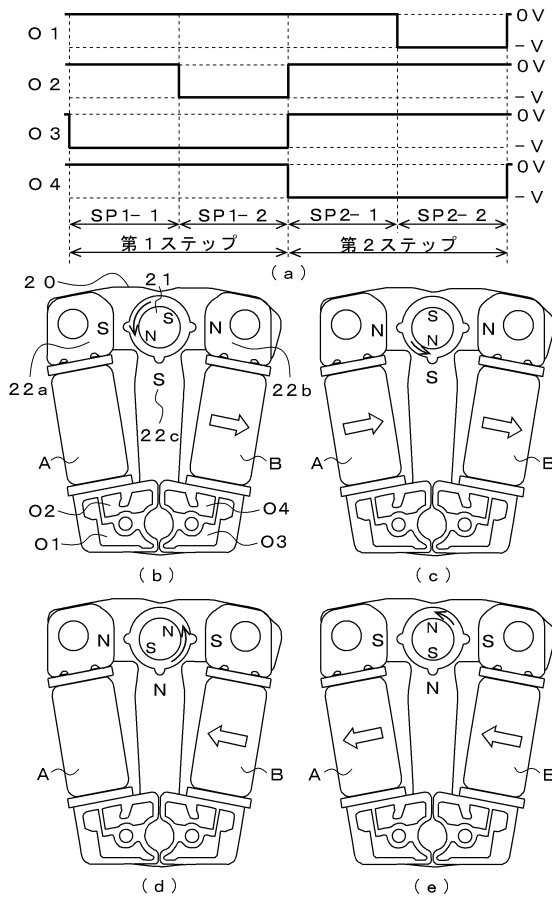
【図 1 1】

符号	高速駆動（分時計）			通常駆動（秒針）	
	SP11	SP12	SP13	SP01	SP02
P 1	ON	ON	ON	ON	ON
N 1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
P 2	ON	OFF	ON	ON	ON
N 2	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
P 3	OFF	ON	ON	ON	ON
N 3	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
P 4	ON	OFF	OFF	ON	ON
N 4	OFF	ON	ON	OFF	OFF
P 5	ON	ON	ON	ON	ON
N 5	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
P 6	ON	ON	ON	ON	ON
N 6	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
P 7	ON	ON	ON	OFF	ON
N 7	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
P 8	ON	ON	ON	ON	OFF
N 8	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

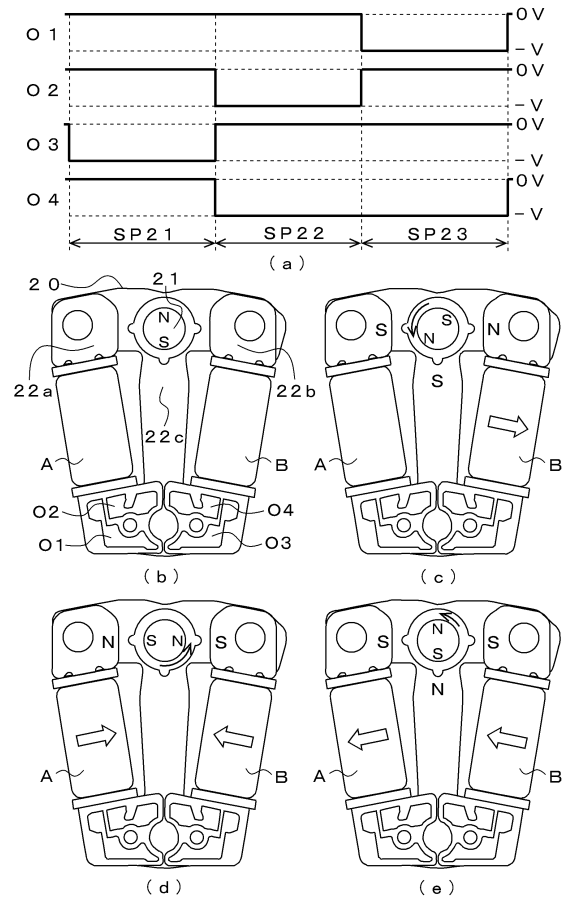
【図 1 2】



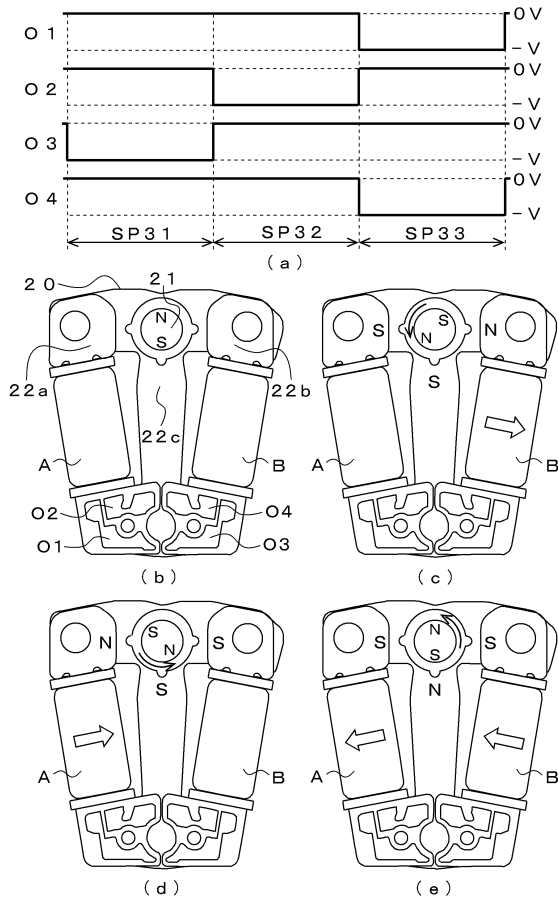
【図 1 3】



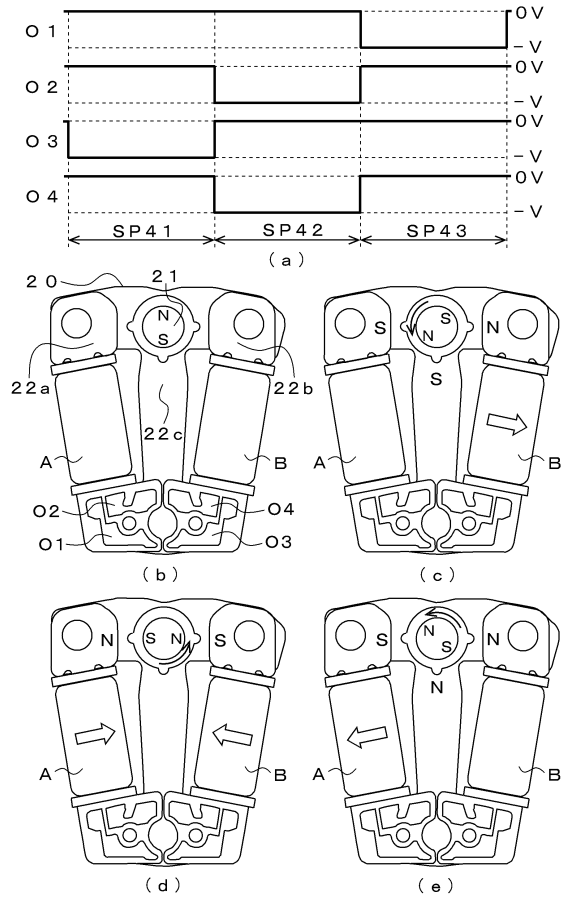
【図 1 4】



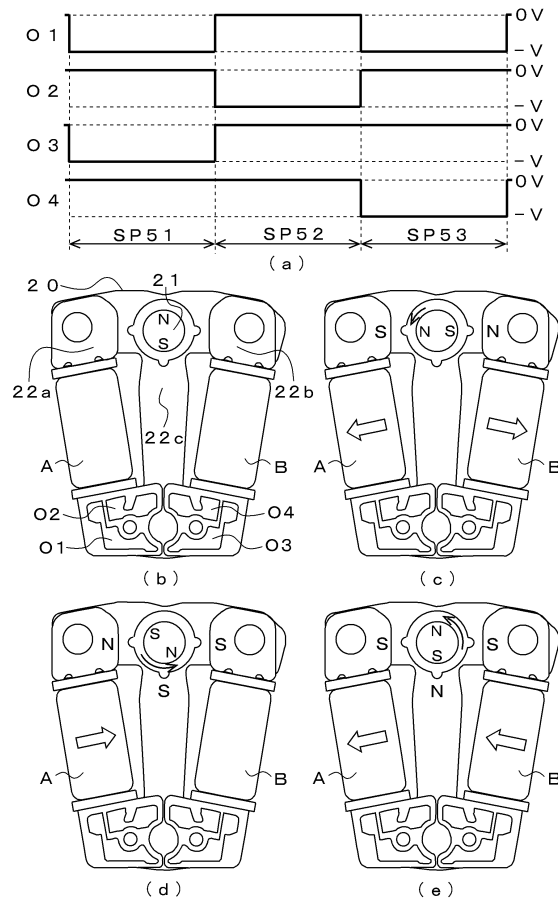
【図 15】



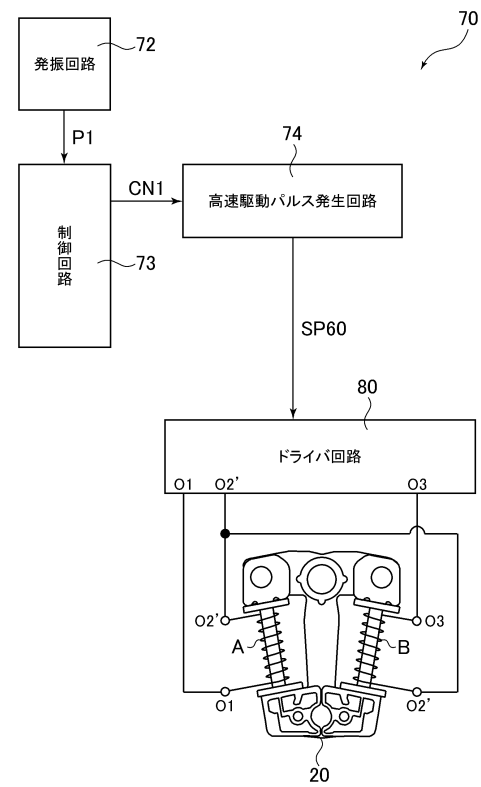
【図 16】



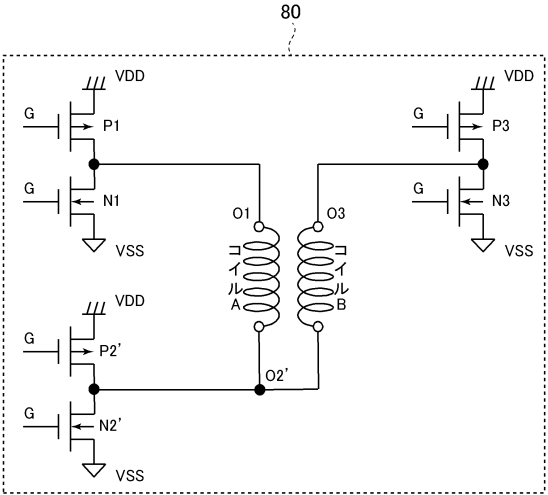
【図 17】



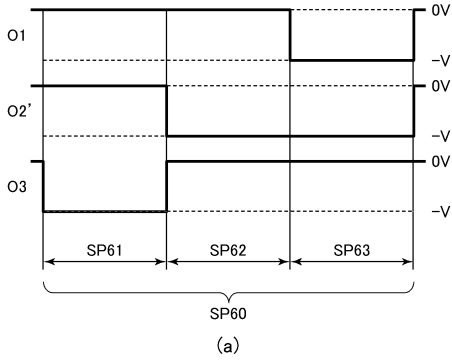
【図 18】



【図 19】

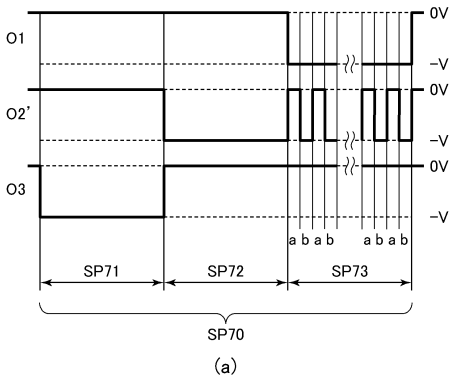


【図 20】



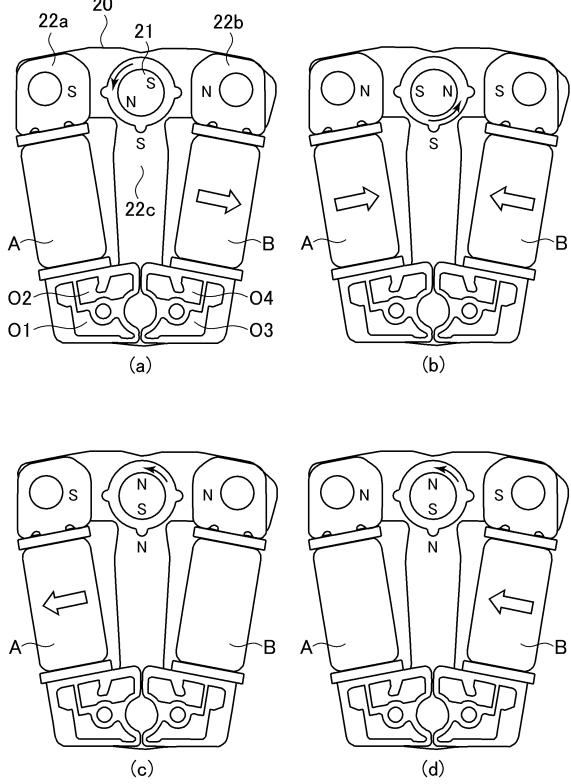
符号	高速駆動パルス列SP60		
	SP61	SP62	SP63
P1	ON(OFF)	ON	OFF
N1	OFF	OFF	ON(OFF)
P2'	ON	OFF	OFF
N2'	OFF	ON	ON
P3	OFF	ON	ON
N3	ON	OFF	OFF

【図 21】

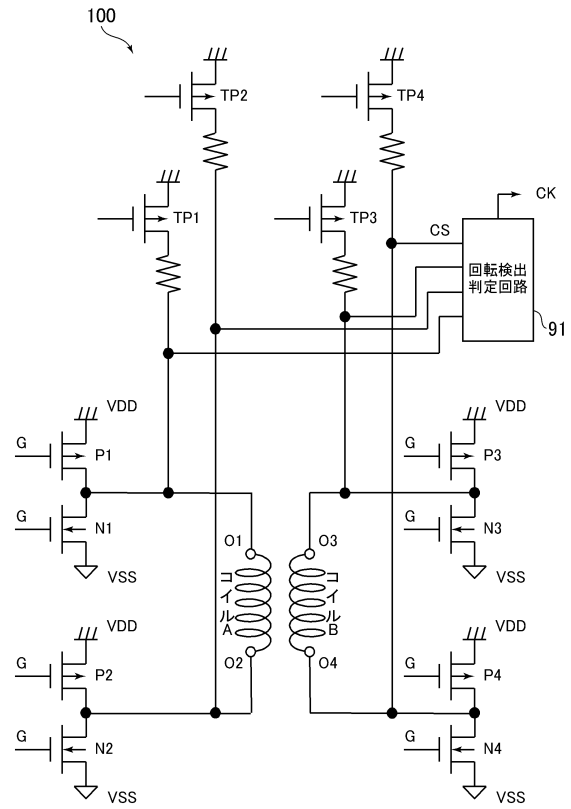


符号	高速駆動パルス列SP70			
	SP71	SP72	SP73a	SP73b
P1	ON(OFF)	ON	OFF	OFF
N1	OFF	OFF	ON	ON(OFF)
P2'	ON	OFF	ON	OFF
N2'	OFF	ON	OFF	ON
P3	OFF	ON	ON(OFF)	ON
N3	ON	OFF	OFF	OFF

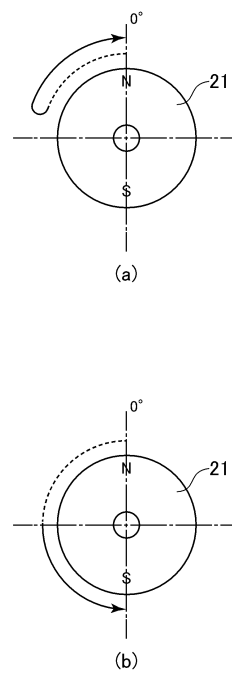
【図 22】



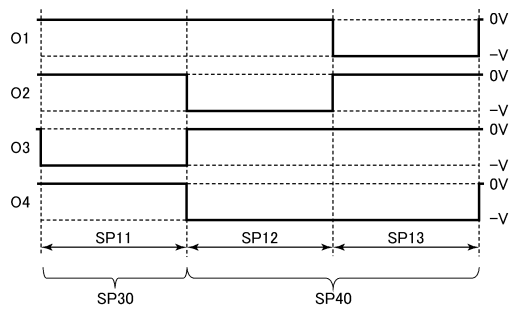
【 図 2 4 】



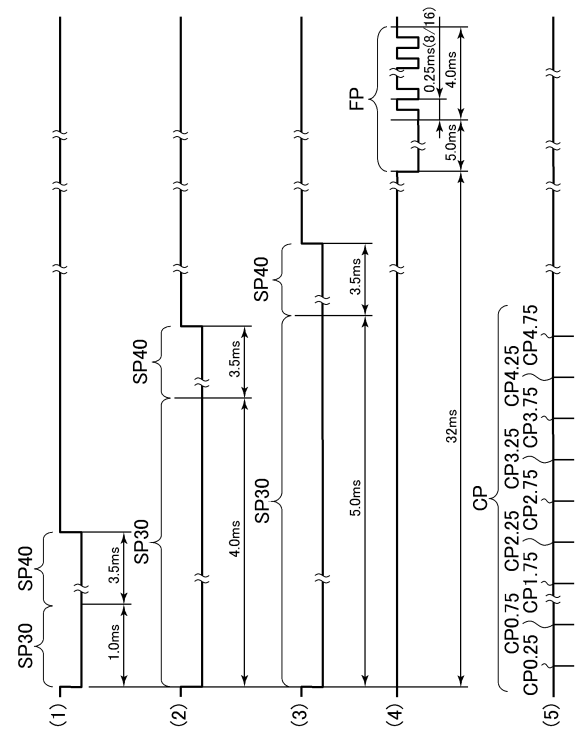
【 図 2 6 】



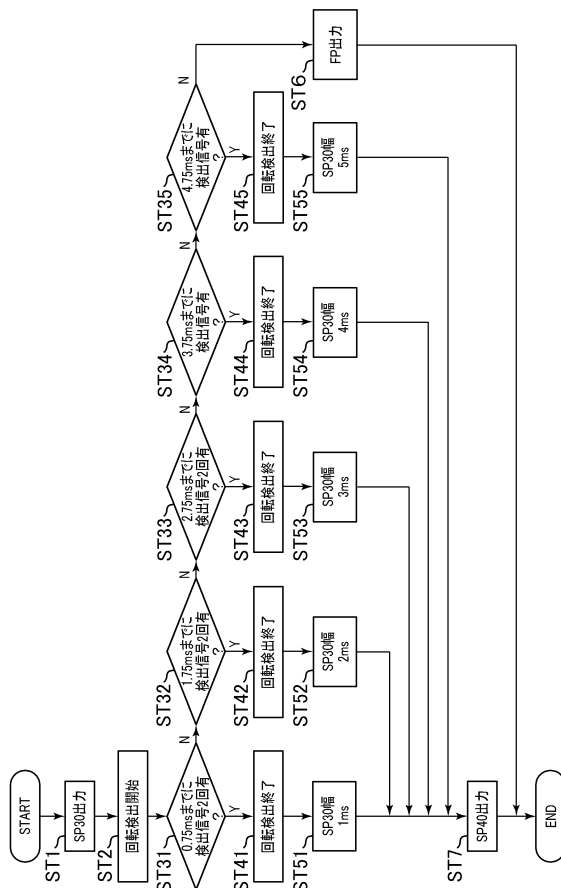
【図 27】



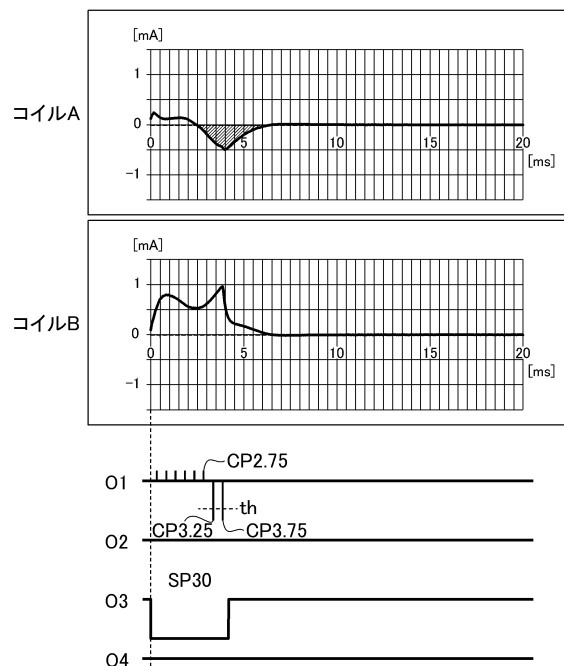
【図 28】



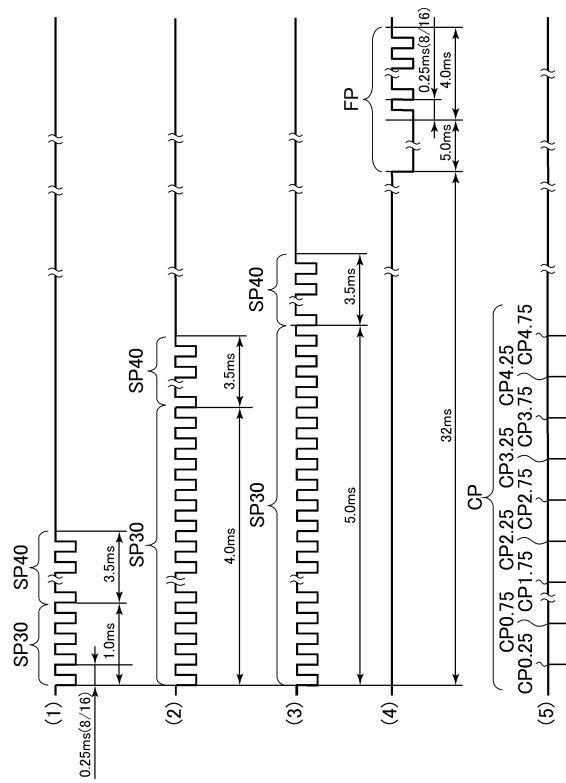
【図 29】



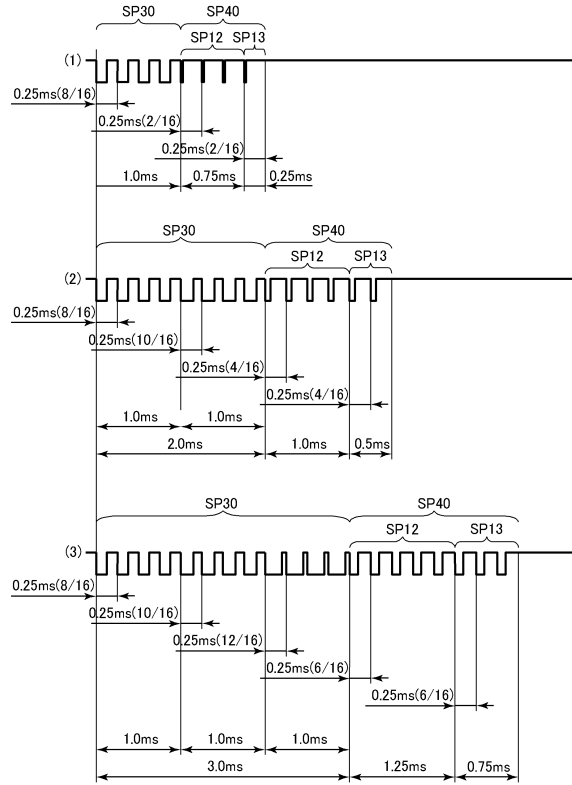
【図 30】



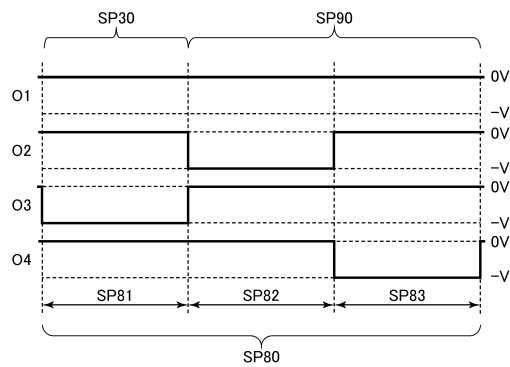
【図 3 1】



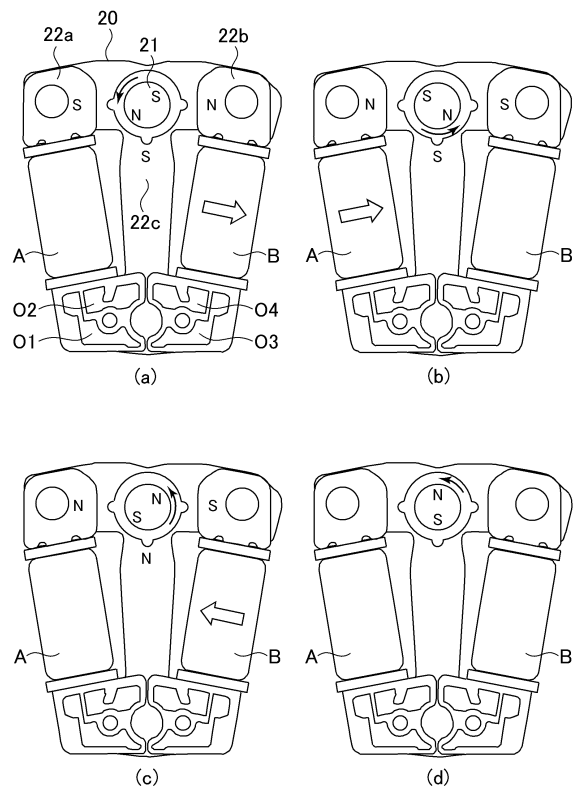
【図 3 2】



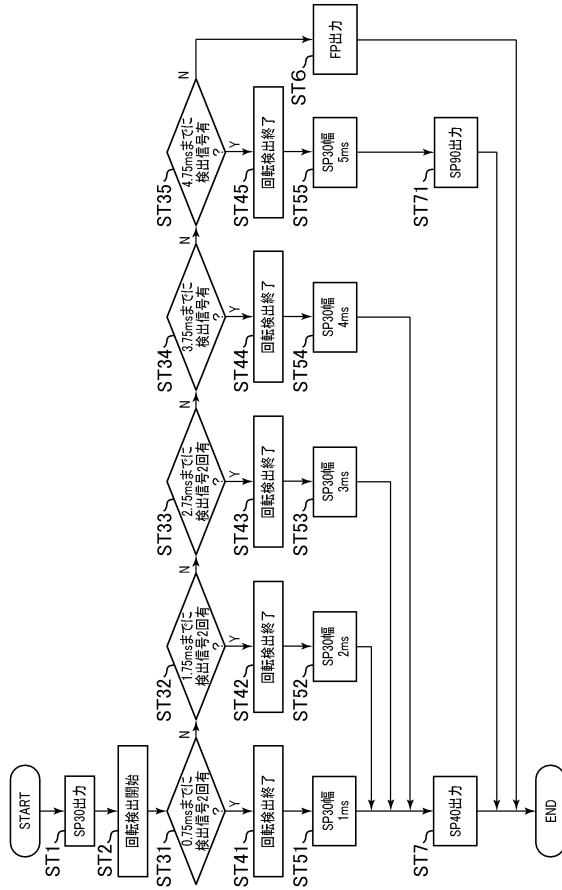
【図 3 3】



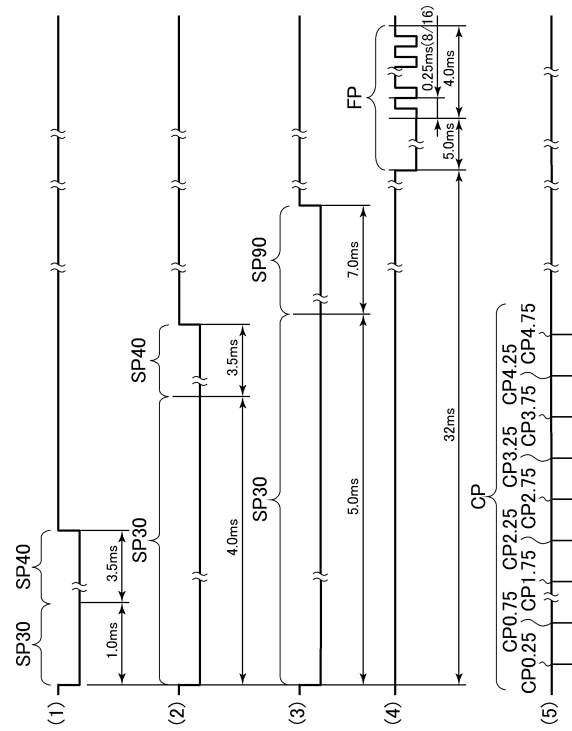
【図 3 4】



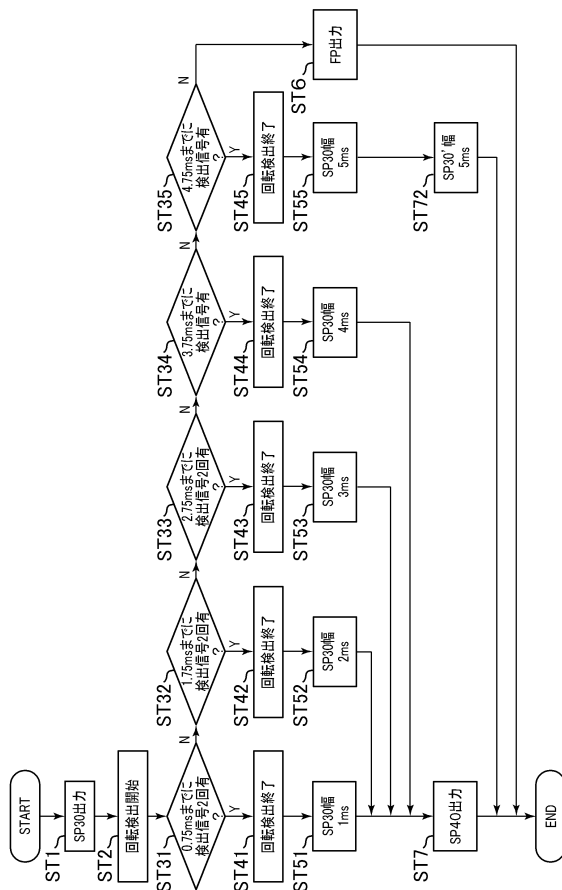
【 図 3 5 】



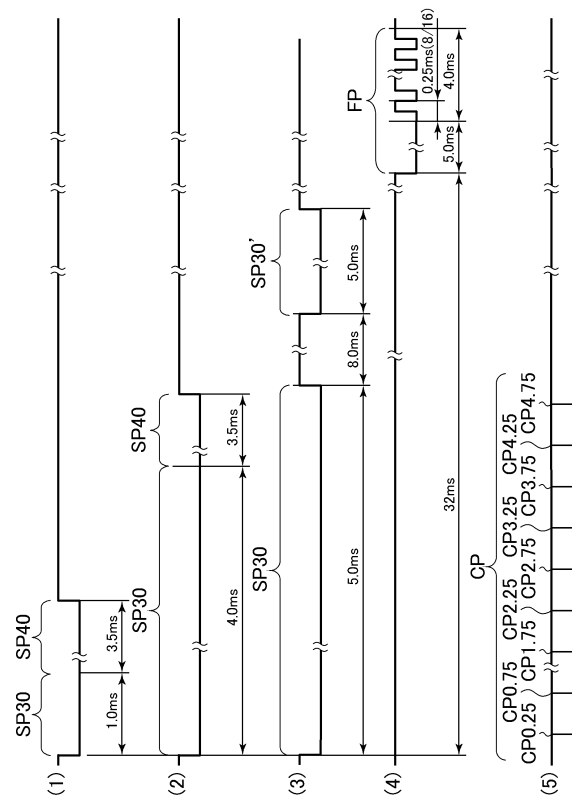
【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



【 図 3 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 入 大祐
東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内
- (72)発明者 松王 大輔
東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内
- (72)発明者 西田 雅俊
東京都西東京市田無町六丁目 1 番 1 2 号 シチズン時計株式会社内

審査官 榮永 雅夫

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 8 4 6 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 0 1 6 1 8 (J P , A)
特許第 3 4 0 7 8 8 7 (J P , B 2)
特開 2 0 1 0 - 4 3 9 4 9 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-------------------|
| G 0 4 C | 3 / 1 4 |
| H 0 2 P | 8 / 0 0 - 8 / 4 2 |
| H 0 2 K | 3 7 / 1 4 |