

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-243473

(P2010-243473A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO4C	3/14	(2006.01)	GO4C	3/14	W	2F101		
HO2P	8/02	(2006.01)	GO4C	3/14	U	5H580		
			HO2P	8/00	305B			
			HO2P	8/00	305C			

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-3351 (P2010-3351)	(71) 出願人	000002325 セイコーインスツル株式会社 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(22) 出願日	平成22年1月8日(2010.1.8)	(74) 代理人	100154863 弁理士 久原 健太郎
(31) 優先権主張番号	特願2009-65973 (P2009-65973)	(74) 代理人	100142837 弁理士 内野 則彰
(32) 優先日	平成21年3月18日(2009.3.18)	(74) 代理人	100123685 弁理士 木村 信行
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	加藤 一雄 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
		(72) 発明者	本村 京志 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内

最終頁に続く

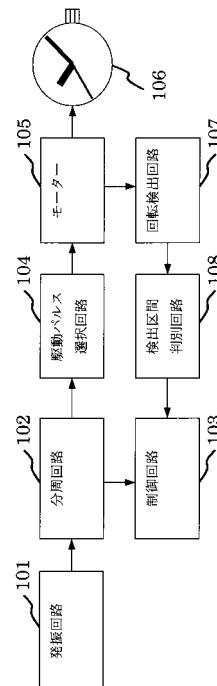
(54) 【発明の名称】 ステッピングモータ制御回路及びアナログ電子時計

(57) 【要約】

【課題】駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルスのランク変更動作を最適化し低消費化を図る。

【解決手段】ステッピングモータ105の回転状況を検出する検出区間を主駆動パルスP1による駆動直後の第1区間T1、第1区間T1よりも後の第2区間T2、第2区間よりも後の第3区間T3に区分して回転状況を検出し、制御回路103は、その内部に記憶した各主駆動パルスと第2区間の長さとを対応付けた区間テーブルを参照して、現在の主駆動パルスP1のエネルギーに対応する長さの第2区間に設定し、検出区間判別回路108はどの区間T1~T3で基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsが発生したのかを判定する。制御回路103は前記判定に基づいて主駆動パルスP1のパルス制御を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ステッピングモータのロータの回転によって発生する誘起信号を検出し、前記誘起信号が所定の検出区間内において所定の基準しきい電圧を超えたか否かによって、前記ステッピングモータの回転状況を検出する回転検出手段と、前記回転検出手段による検出結果に応じて、相互にエネルギーが相違する複数の主駆動パルスのいずれか又は前記各主駆動パルスよりもエネルギーの大きい補正駆動パルスによって前記ステッピングモータを駆動制御する制御手段とを備え、

前記検出区間は複数の区間に区分されて成り、

前記制御手段は、前記ステッピングモータの駆動エネルギーの大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御することを特徴とするステッピングモータ制御回路。 10

【請求項 2】

前記制御手段は、前記主駆動パルス毎に定めたエネルギーの大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御することを特徴とする請求項 1 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 3】

前記ステッピングモータを駆動するための電源を有し、

前記制御手段は、前記主駆動パルス毎に定めたエネルギーの大きさ及び前記電源の電圧の大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御することを特徴とする請求項 1 記載のステッピングモータ制御回路。 20

【請求項 4】

前記検出区間を主駆動パルスによる駆動直後の第 1 区間、前記第 1 区間よりも後の第 2 区間、前記第 2 区間よりも後の第 3 区間に区分し、通常負荷の状態において、前記第 1 区間は前記ロータを中心とする空間の第 3 象限において前記ロータの正方向回転状況を判定する区間及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 2 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 3 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転後の回転状況を判定する区間であり、

前記制御手段は、主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、前記第 2 区間を長く設定して回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一に記載のステッピングモータ制御回路。 30

【請求項 5】

各主駆動パルスのランクアップ電圧の差が所定範囲内になるように前記第 2 区間を変えて回転状況を判定することを特徴とする請求項 4 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 6】

各主駆動パルスのランクアップ電圧が等しくなるように前記第 2 区間を変えて回転状況を判定することを特徴とする請求項 5 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 7】

前記制御手段は、櫛歯状の主駆動パルスのデューティ比が小さいほど、または、矩形波状主駆動パルスのパルス幅が短いほど、前記第 2 区間を長くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか一に記載のステッピングモータ制御回路。 40

【請求項 8】

前記制御手段は、前記検出区間が変化しないように前記第 2 区間の変化量に応じて前記第 3 区間を変えて回転状況を判定することを特徴とする請求項 4 乃至 7 のいずれか一に記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 9】

前記制御手段は、各主駆動パルスと前記第 2 区間の長さとを対応付けた区間テーブルを記憶し、前記区間テーブルを参照して現在の主駆動パルスに対応する長さの第 2 区間に設定して回転状況を判定することを特徴とする請求項 4 乃至 8 のいずれか一に記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 10】

前記検出区間を主駆動パルスによる駆動直後の第 1 区間、前記第 1 区間よりも後の第 2 区間、前記第 2 区間よりも後の第 3 区間に区分し、通常負荷の状態において、前記第 1 区間は前記ロータを中心とする空間の第 3 象限において前記ロータの正方向回転状況を判定する区間及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 2 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 3 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転後の回転状況を判定する区間であり、

前記制御手段は、主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、前記第 3 区間の開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 1】

各主駆動パルスのランクアップ電圧の差が所定範囲内になるように前記第 3 区間の開始タイミングを変えて回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 0 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 2】

各主駆動パルスのランクアップ電圧が等しくなるように前記第 3 区間の開始タイミングを変えて回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 1 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 3】

前記制御手段は、櫛歯状の主駆動パルスのデューティ比が小さいほど、または、矩形波状主駆動パルスのパルス幅が短いほど、前記第 3 区間の開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 2 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 4】

前記制御手段は、前記検出区間が変化しないように前記第 3 区間の開始タイミングの変化量に応じて前記第 2 区間の長さを変えて回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 3 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 5】

前記制御手段は、各主駆動パルスと前記第 3 区間の開始タイミングとを対応付けた区間テーブルを記憶し、前記区間テーブルを参照して現在の主駆動パルスに対応するタイミングに前記第 3 区間の開始タイミングを設定して回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 4 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 6】

前記検出区間を主駆動パルスによる駆動直後の第 1 区間、前記第 1 区間よりも後の第 2 区間、前記第 2 区間よりも後の第 3 区間に区分し、通常負荷の状態において、前記第 1 区間は前記ロータを中心とする空間の第 3 象限において前記ロータの正方向回転状況を判定する区間及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 2 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 3 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転後の回転状況を判定する区間であり、

前記制御手段は、前記主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、前記第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 1 7】

前記検出区間を主駆動パルスによる駆動直後の第 1 区間、前記第 1 区間よりも後の第 2 区間、前記第 2 区間よりも後の第 3 区間に区分し、通常負荷の状態において、前記第 1 区間は前記ロータを中心とする空間の第 3 象限において前記ロータの正方向回転状況を判定する区間及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 2 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第 3 区間は前記第 3 象限において前記ロータの最初の逆方向回転後の回転状況を判定する区間であり、

前記ステッピングモータを駆動するための電源を有して成り、

前記制御手段は、前記電源の電圧が低いほど、前記第 2 区間の開始タイミングを遅くし

10

20

30

40

50

て回転状況を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 18】

前記制御手段は、前記電源の電圧が低いほど、前記第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 17 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 19】

前記制御手段は、前記電源の電圧が低く且つ主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、前記第 2 区間の開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 17 記載のステッピングモータ制御回路。

10

【請求項 20】

前記制御手段は、前記電源の電圧が低く且つ主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、前記第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 19 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 21】

各主駆動パルスのランクアップ電圧の差が所定範囲内になるように前記開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 16 乃至 20 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 22】

各主駆動パルスのランクアップ電圧が等しくなるように前記開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 21 記載のステッピングモータ制御回路。

20

【請求項 23】

前記制御手段は、前記検出区間の長さが変化しないように前記開始タイミングを遅くして回転状況を判定することを特徴とする請求項 16 乃至 22 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 24】

時刻針を回転駆動するステッピングモータと、前記ステッピングモータを制御するステッピングモータ制御回路とを有するアナログ電子時計において、

前記ステッピングモータ制御回路として、請求項 1 乃至 23 のいずれかーに記載のステッピングモータ制御回路を用いたことを特徴とするアナログ電子時計。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステッピングモータ制御回路及び前記ステッピングモータ制御回路を用いたアナログ電子時計に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ロータ収容孔及びロータの停止位置を決める位置決め部を有するステータと、前記ロータ収容孔内に配設されたロータと、コイルとを有し、前記コイルに交番信号を供給して前記ステータに磁束を発生させることによって前記ロータを回転させると共に、前記位置決め部に対応する位置に前記ロータを停止するようにしたステッピングモータがアナログ電子時計等に使用されている。

40

【0003】

前記ステッピングモータの制御方式として、ステッピングモータを主駆動パルス P1 によって駆動した際に、前記ステッピングモータに生じる誘起信号を検出することによって回転したか否かを検出し、回転したか否かに応じて、パルス幅の異なる主駆動パルス P1 に変更して駆動する、あるいは、主駆動パルス P1 よりもパルス幅の大きい補正駆動パルス P2 によって強制的に回転させるようにした補正駆動方式が使用されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

50

また、特許文献2では、前記ステッピングモータの回転を検出する際に、誘起信号の検出に加え、検出時刻を基準時間と比較判別する手段を設け、主駆動パルスP11でステッピングモータを回転駆動した後、検出信号が所定の基準しきい電圧Vcompを下回ると補正駆動パルスP2を出力し、次の主駆動パルスP1は前記主駆動パルスP11よりエネルギーの大きい主駆動パルスP12に変更(パルスアップ)して駆動する。主駆動パルスP12で回転したときの検出時刻が基準時間より早いと、主駆動パルスP12から主駆動パルスP11に変更(パルスダウン)する。これにより、特許文献1記載の発明に比べて負荷状況を精度良く検出することが可能になるため、負荷に応じた主駆動パルスP1で回転し、消費電流を低減することが可能になる。

【0005】

しかしながら、検出区間に誘起される誘起電圧は、通常、駆動余裕が減少すると誘起信号の発生時刻が遅れる傾向にあるが、負荷変動や量産時特性ばらつき等によって誘起信号の発生時期がばらつく等して駆動余力を適切に判別できない恐れがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特公昭61-15385号公報

【特許文献2】WO2005/119377号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルスのランク変更動作を最適化し低消費化を図ることを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によれば、ステッピングモータのロータの回転によって発生する誘起信号を検出し、前記誘起信号が所定の検出区間内において所定の基準しきい電圧を超えたか否かによって、前記ステッピングモータの回転状況を検出する回転検出手段と、前記回転検出手段による検出結果に応じて、相互にエネルギーが相違する複数の主駆動パルスのいずれか又は前記各主駆動パルスよりもエネルギーの大きい補正駆動パルスによって前記ステッピングモータを駆動制御する制御手段とを備え、前記検出区間を主駆動パルスによる駆動直後の第1区間、前記第1区間よりも後の第2区間、前記第2区間よりも後の第3区間に区分し、通常負荷の状態において、前記第1区間は前記ロータを中心とする空間の第3象限において前記ロータの正方向回転状況を判定する区間及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第2区間は前記第3象限において前記ロータの最初の逆方向回転状況を判定する区間、前記第3区間は前記第3象限において前記ロータの最初の逆方向回転後の回転状況を判定する区間であり、前記制御手段は、主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、前記第2区間を長く設定して回転状況を判定することを特徴とするステッピングモータ制御回路が提供される。

【0009】

また、本発明によれば、制御手段は、主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、第3区間の開始タイミングが遅くなるように設定して回転状況を判定することを特徴とするステッピングモータ制御回路が提供される。

【0010】

また、本発明によれば、ステッピングモータのロータの回転によって発生する誘起信号を検出し、前記誘起信号が所定の検出区間内において所定の基準しきい電圧を超えたか否かによって、前記ステッピングモータの回転状況を検出する回転検出手段と、前記回転検出手段による検出結果に応じて、相互にエネルギーが相違する複数の主駆動パルスのいずれか又は前記各主駆動パルスよりもエネルギーの大きい補正駆動パルスによって前記ステッピングモータを駆動制御する制御手段とを備え、前記検出区間は複数の区間に区分されて成

10

20

30

40

50

り、前記制御手段は、前記ステップングモータの駆動エネルギーの大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御することを特徴とするステップングモータ制御回路が提供される。

【0011】

また、本発明によれば、時刻針を回転駆動するステップングモータと、前記ステップングモータを制御するステップングモータ制御回路とを有するアナログ電子時計において、前記ステップングモータ制御回路として、前記いずれかに記載のステップングモータ制御回路を用いたことを特徴とするアナログ電子時計が提供される。

【発明の効果】

【0012】

本発明に係るモータ制御回路、アナログ電子時計によれば、駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルスのランク変更動作を最適化し低消費化を図ることが可能になる。また、ランクアップ駆動余裕度を最適化して、低消費化を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計のブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態に係るアナログ電子時計に使用するステップングモータの構成図である。

【図3】本発明の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を説明するためのタイミング図である。

【図4】本発明の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を説明するためのタイミング図である。

【図5】本発明の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の処理を示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を説明する判定チャートである。

【図7】本発明の他の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を説明するためのタイミング図である。

【図8】本発明の他の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の処理を示すフローチャートである。

【図9】本発明の更に他の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計のブロック図である。

【図10】本発明の前記更に他の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を説明するためのタイミング図である。

【図11】本発明の前記更に他の実施の形態に係るステップングモータ制御回路及びアナログ電子時計の処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1は、本発明の実施の形態に係るモータ制御回路を用いたアナログ電子時計のブロック図で、アナログ電子腕時計の例を示している。

図1において、アナログ電子時計は、所定周波数の信号を発生する発振回路101、発振回路101で発生した信号を分周して計時の基準となる時計信号を発生する分周回路102、電子時計を構成する各電子回路要素の制御や駆動パルスの変更制御等の制御を行う制御回路103、制御回路103からの制御信号に基づいてモータ回転駆動用の駆動パルスを選択し出力する駆動パルス選択回路104、駆動パルス選択回路104からの駆動パルスによって回転駆動されるステップングモータ105、ステップングモータ105によって回転駆動され時刻を表示するための時刻針を有するアナログ表示部106を備えている。

【0015】

10

20

30

40

50

また、アナログ電子時計は、ステップングモータ105の回転状況を表す誘起信号を所定の検出区間において検出する回転検出回路107、回転検出回路107が所定の基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を検出した時刻と検出した区間とを比較して、前記誘起信号 V_{Rs} がどの区間において検出されたのかを判定する検出区間判別回路108を有している。後述するように、ステップングモータ105が回転したか否かを検出する検出区間は3つの区間に区分している。

【0016】

回転検出回路107は、前記特許文献1に記載された回転検出回路と同様の原理を利用して誘起信号を検出する構成のものであり、所定の基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を検出する。

ここで、発振回路101及び分周回路102は信号発生手段を構成し、アナログ表示部106は時刻表示手段を構成している。回転検出回路107は回転検出手段を構成し、制御回路103、駆動パルス選択回路104及び検出区間判別回路108は制御手段を構成している。

【0017】

図2は、本発明の実施の形態に使用するステップングモータ105の構成図で、アナログ電子時計で一般に用いられている時計用ステップングモータの例を示している。

図2において、ステップングモータ105は、ロータ収容用貫通孔203を有するステータ201、ロータ収容用貫通孔203に回転可能に配設されたロータ202、ステータ201と接合された磁心208、磁心208に巻回されたコイル209を備えている。ステップングモータ105をアナログ電子時計に用いる場合には、ステータ201及び磁心208はネジ(図示せず)によって地板(図示せず)に固定され、互いに接合される。コイル209は、第1端子OUT1、第2端子OUT2を有している。

【0018】

ロータ202は、2極(S極及びN極)に着磁されている。磁性材料によって形成されたステータ201の外端部には、ロータ収容用貫通孔203を挟んで対向する位置に複数(本実施の形態では2個)の切り欠き部(外ノッチ)206、207が設けられている。各外ノッチ206、207とロータ収容用貫通孔203間には可飽和部210、211が設けられている。

【0019】

可飽和部210、211は、ロータ202の磁束によっては磁気飽和せず、コイル209が励磁されたときに磁気飽和して磁気抵抗が大きくなるように構成されている。ロータ収容用貫通孔203は、輪郭が円形の貫通孔の対向部分に複数(本実施の形態では2つ)の半月状の切り欠き部(内ノッチ)204、205を一体形成した円孔形状に構成されている。

【0020】

切り欠き部204、205は、ロータ202の停止位置を決めるための位置決め部を構成している。コイル209が励磁されていない状態では、ロータ202は、図2に示すように前記位置決め部に対応する位置、換言すれば、ロータ202の磁極軸Aが、切り欠き部204、205を結ぶ線分と直交するような位置(角度0位置)に安定して停止している。ロータ202の回転軸(回転中心)を中心とするXY座標空間を4つの象限(第1象限I~第4象限IV)に区分している。

【0021】

いま、駆動パルス選択回路104から矩形波の駆動パルスをコイル209の端子OUT1、OUT2間に供給して(例えば、第1端子OUT1側を正極、第2端子OUT2側を負極)、図2の矢印方向に電流*i*を流すと、ステータ201には破線矢印方向に磁束が発生する。これにより、可飽和部210、211が飽和して磁気抵抗が大きくなり、その後、ステータ201に生じた磁極とロータ202の磁極との相互作用によって、ロータ202は図2の矢印方向に180度回転し、磁極軸が角度1位置で安定的に停止する。尚、ステップングモータ105を回転駆動することによって通常動作(本実施の形態ではアナ

10

20

30

40

50

ログ電子時計であるため運針動作)を行わせるための回転方向(図2では反時計回り方向)を正方向とし、その逆(時計回り方向)を逆方向としている。

【0022】

次に、駆動パルス選択回路104から、逆極性の矩形波の駆動パルスをコイル209の端子OUT1、OUT2に供給して(前記駆動とは逆極性となるように、第1端子OUT1側を負極、第2端子OUT2側を正極)、図2の反矢印方向に電流を流すと、ステータ201には反破線矢印方向に磁束が発生する。これにより、可飽和部210、211が先ず飽和し、その後、ステータ201に生じた磁極とロータ202の磁極との相互作用によって、ロータ202は前記と同一方向(正方向)に180度回転し、磁極軸が角度0位置で安定的に停止する。

10

【0023】

以後このように、コイル209に対して極性の異なる信号(交番信号)を供給することによって、前記動作が繰り返し行われて、ロータ202を180度ずつ矢印方向に連続的に回転させることができるように構成されている。尚、本実施の形態では、駆動パルスとして、後述するように、相互にエネルギーの異なる複数の主駆動パルスP11~P1n及び補正駆動パルスP2を用いている。

【0024】

図3は、本実施の形態において、主駆動パルスP1によってステッピングモータ105を駆動した場合のタイミング図で、負荷の状態、ロータ202の回転挙動及びパルス制御動作をあわせて示している。

20

図3において、P1は主駆動パルスP1を表すと共にロータ202が主駆動パルスP1によって回転駆動される区間を表し、領域a~eは主駆動パルスP1の駆動停止後の自由振動によってロータ202が回転する位置を表す領域である。

【0025】

主駆動パルスP1による駆動直後の所定の検出区間を第1区間T1、第1区間T1よりも後の所定時間を第2区間T2、第2区間よりも後の所定時間を第3区間T3としている。このように、主駆動パルスP1による駆動終了直後から始まる検出区間T全体を複数の区間(本実施の形態では3つの区間T1~T3)に区分している。尚、本実施の形態では、誘起信号VRSを検出しない期間であるマスク区間は設けていない。

ロータ202を中心として、その回転によってロータ202の主磁極が位置するXY座標空間を第1象限I~第4象限IVに区分した場合、第1区間T1~第3区間T3は次のように表すことができる。

30

【0026】

即ち、通常負荷の状態において、第1区間T1はロータ202を中心とする空間の第3象限IIIにおいてロータ202の正方向回転状況を判定する区間及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、第2区間T2は第3象限IIIにおいてロータ202の最初の逆方向回転状況を判定する区間、第3区間T3は第3象限IIIにおいてロータ202の最初の逆方向回転後の回転状況を判定する区間である。ここで、通常負荷とは通常時に駆動される負荷を意味しており、本実施の形態では、時刻針を駆動する場合の負荷を通常負荷としている。

40

【0027】

Vcompはステッピングモータ105で発生する誘起信号VRSの電圧レベルを判定する基準しきい電圧であり、ステッピングモータ105が回転した場合等のようにロータ202が一定の速い動作を行った場合には誘起信号VRSが基準しきい電圧Vcompを超え、回転しない場合等のようにロータ202が一定の速い動作を行わない場合には誘起信号VRSが基準しきい電圧Vcompを超えないように基準しきい電圧Vcompは設定されている。

例えば、図3において、本実施の形態に係るステッピングモータ制御回路では、通常負荷の状態において、領域bで生じた誘起信号VRSは第1区間T1において検出され、領域cで生じた誘起信号VRSは第1区間T1及び第2区間T2において検出され、領域c

50

の後に生じた誘起信号 $V R s$ は第 3 区間 $T 3$ において検出される。

【 0 0 2 8 】

回転検出回路 1 0 7 が基準しきい電圧 $V c o m p$ を超える誘起信号 $V R s$ を検出した場合をその区間の判定値「1」、回転検出回路 1 0 7 が基準しきい電圧 $V c o m p$ を超える誘起信号 $V R s$ を検出できなかった場合をその区間の判定値「0」とすると、駆動負荷の状態が図 3 の通常負荷の例では、回転状況を表す誘起信号 $V R s$ のパターン（第 1 区間 $T 1$ の判定値，第 2 区間 $T 2$ の判定値，第 3 区間 $T 3$ の判定値）として（0，1，0）が得られており、制御回路 1 0 3 は駆動エネルギーが過大（余裕回転）と判定して、主駆動パルス $P 1$ の駆動エネルギーを 1 ランクダウン（パルスダウン）するようにパルス制御を行う。

【 0 0 2 9 】

また、負荷増分小の状態においては、領域 a で生じた誘起信号 $V R s$ は第 1 区間 $T 1$ において検出され、領域 b で生じた誘起信号は第 1 区間 $T 1$ 及び第 2 区間 $T 2$ において検出され、領域 c で生じた誘起信号は第 2 区間 $T 2$ 及び第 3 区間 $T 3$ において検出される。図 3 では、パターン（1，1，0）が得られており、制御回路 1 0 3 は駆動エネルギーが適切（余裕ない回転）と判定して、主駆動パルス $P 1$ の駆動エネルギーを変更せずに維持するようにパルス制御を行う。

【 0 0 3 0 】

図 6 は負荷状況に応じた前記動作をまとめた判定チャートである。図 6 において、前述したとおり、基準しきい電圧 $V c o m p$ を超える誘起信号 $V R s$ を検出した場合をその区間の判定値「1」、基準しきい電圧 $V c o m p$ を超える誘起信号 $V R s$ を検出できなかった場合をその区間の判定値「0」と表している。また、「0 / 1」や「1 / 0」は、その区間の判定値が「1」、「0」のどちらでもよいことを表している。判定チャートは制御回路 1 0 3 内の記憶手段（図示せず）に予め記憶されている。

【 0 0 3 1 】

図 6 に示すように、回転検出回路 1 0 7 が基準しきい電圧 $V c o m p$ を超える誘起信号 $V R s$ の有無を検出し、検出区間判別回路 1 0 8 が前記誘起信号 $V R s$ の検出時期を判定したパターンに基づいて、制御回路 1 0 3 は自己の内部に記憶した図 6 の判定チャートを参照して、制御回路 1 0 3 及び駆動パルス選択回路 1 0 4 は主駆動パルス $P 1$ のパルスアップやパルスダウンあるいは補正駆動パルス $P 2$ による駆動等の後述する駆動パルス制御を行ってステッピングモータ 1 0 5 を回転制御する。

【 0 0 3 2 】

例えば、制御回路 1 0 3 は、パターン（1 / 0，0，0）の場合、ステッピングモータ 1 0 5 が回転していない（非回転）と判定して、補正駆動パルス $P 2$ によってステッピングモータ 1 0 5 を駆動するように駆動パルス選択回路 1 0 4 を制御した後、次回駆動時に 1 ランクアップした主駆動パルス $P 1$ に変更して駆動するように駆動パルス選択回路 1 0 4 を制御する。

【 0 0 3 3 】

制御回路 1 0 3 は、パターン（1 / 0，0，1）の場合、ステッピングモータ 1 0 5 は回転したが、通常負荷に対して大きい負荷が増えた状態（負荷増分大）であり、次回駆動時に非回転になる恐れがある（ぎりぎり回転）と判定して、非回転になることを予防するために補正駆動パルス $P 2$ による駆動を行うことなく、早めに次回駆動時に 1 ランクアップした主駆動パルス $P 1$ に変更して駆動するように駆動パルス選択回路 1 0 4 を制御する。

【 0 0 3 4 】

図 4 は、本実施の形態においてパターン（1，0，1）が発生して主駆動パルス $P 1$ をランクアップする場合の動作説明図で、基準しきい電圧 $V c o m p$ を超える誘起信号 $V R s$ が検出される時と駆動電圧との関係を併せて示している。

同図（A）は、駆動エネルギーランクが第 1 ランクの主駆動パルス $P 1 1$ 、第 4 ランクの主駆動パルス $P 1 4$ （ $P 1 1 < P 1 4$ ）を示す波形図で、主駆動パルスとしてパルス幅が一定の櫛歯状の主駆動パルスを用いてデューティ比を変えることによって駆動エネルギーの

10

20

30

40

50

ランクを変えるように構成している。主駆動パルスとして矩形波状の主駆動パルスを使用してもよく、この場合は、パルス幅を変えることによって駆動エネルギーのランクを変えることになる。

【0035】

同図(B)は、主駆動パルスP1によって駆動した場合に発生する誘起信号V_{Rs}と基準しきい電圧V_{comp}との関係を示す図である。図の例では、領域a、cにおいて、基準しきい電圧V_{comp}を超える誘起信号V_{Rs}が検出されており、以下の同図(C)、(D)において誘起信号V_{Rs}の判定値パターン(1, 0, 1)が得られるように区間が設定される。

【0036】

同図(C)は、第2区間T2を所定時間に固定した場合に、基準しきい電圧V_{comp}を超える誘起信号V_{Rs}が検出される時点tと駆動電圧との関係を示す図で、ランクアップ電圧が主駆動パルスの駆動エネルギーの大きさによって変化する様子を示している。ここで、ランクアップ電圧とは、補正駆動パルスP2による駆動を行うことなく主駆動パルスP1をランクアップしてステッピングモータ105を駆動するときの駆動電圧であり、具体的には、パターン(0/1, 0, 1)が発生して主駆動パルスをランクアップして駆動するときの駆動電圧である。

【0037】

破線は主駆動パルスP11によって駆動した際に基準しきい電圧V_{comp}を超える誘起信号V_{Rs}が発生する時点tと駆動電圧との関係を示し、又、実線は主駆動パルスP14によって駆動した際に基準しきい電圧V_{comp}を超える誘起信号V_{Rs}が発生する時点tと駆動電圧との関係を示している。尚、P11最小駆動電圧、P14最小駆動電圧は、各々、主駆動パルスP11、P14によってステッピングモータ105を回転させることが可能な最小の駆動電圧である。

【0038】

主駆動パルスP11、P14のいずれで駆動した場合も、駆動電圧が低下するにしたがってステッピングモータ105の回転が遅くなるため基準しきい電圧V_{comp}を超える誘起信号V_{Rs}の発生時期が遅くなるが、主駆動パルスによる駆動からの経過時間が長い程それが顕著になっている。例えば第3区間T3では第1区間T1に比べて、主駆動パルスP11による駆動の場合の方が主駆動パルスP14による駆動の場合よりも遅く発生している。

【0039】

主駆動パルスP11、P14のいずれで駆動した場合も、第1区間T1において判定値「1」、第2区間T2において判定値「0」、第3区間T3において判定値「1」が得られている。第2区間の長さが一定値に固定されており、主駆動パルスP11、P14のいずれで駆動した場合も、印で示すように第3区間T3に入った同じ時点で判定値「1」が検出され、制御回路103はこの時点でパターン(1, 0, 1)が発生したと判定することになる。したがって、図示するように、主駆動パルスP11駆動時のランクアップ電圧は主駆動パルスP14駆動時のランクアップ電圧よりも大きい値となる。

【0040】

このように、主駆動パルスのエネルギー量が小さくなるほどロータ202の回転速度が落ちて、第3象限IIIの誘起信号V_{Rs}の発生タイミングが遅くなる。このため、エネルギー量が高い駆動パルスP14のランクアップ駆動余裕にあわせて最適化して第3区間T3を設定すると、エネルギー量が低い駆動パルスP11の場合、最小駆動電圧に対して必要以上に高い電圧でランクアップを行ってしまい、低消費化に限界を生じる。

【0041】

同図(D)は本実施の形態における動作を説明する図であり、同図(C)の問題を解消するようにしている。

即ち、本実施の形態では、同図(D)に示すように、制御回路103は、主駆動パルスP1の駆動エネルギー(櫛歯状主駆動パルスの場合はデューティ比、矩形波状主駆動パルス

10

20

30

40

50

の場合はパルス幅)に応じて第2区間T2の長さを変えるように制御する。同図(D)の例では、制御回路103は主駆動パルスP1の駆動エネルギーが小さい(駆動エネルギーのランクが低い)ほど、第2区間T2が長くなるように設定する。また、制御回路103は各主駆動パルスP1のランクアップ電圧の差が所定範囲内になるように、好ましくは等しくなるように第2区間T2を変えるようにしている。また、制御回路103は検出区間T全体の長さが変化しないように、第2区間T2の変化量に応じて第3区間T3を短くしている。

【0042】

換言すれば、制御回路103は、予め定めた主駆動パルスP1毎に定めたエネルギー(具体的には駆動エネルギーのランク)に応じて第3区間T3の開始タイミングを変えるように制御する。同図(D)の例では、制御回路103は予め定めた主駆動パルスP1のエネルギーが小さい(駆動エネルギーのランクが低い)ほど、第3区間T3の開始タイミングが遅くなるように設定する。また、制御回路103は各主駆動パルスP1のランクアップ電圧の差が所定範囲内になるように、好ましくは等しくなるように第3区間T3の開始タイミングを変えるようにしている。また、制御回路103は検出区間T全体の長さが変化しないように、第3区間T3の開始タイミングの変化量に応じて第2区間T2の長さを変化させている。

10

【0043】

同図(D)において、主駆動パルスP11では第1区間をT1、第2区間をT21、第3区間をT31とし、主駆動パルスP14では第1区間を主駆動パルスP11と同じT1、第2区間をT21より短いT24、第3区間をT31より長いT34としている。尚、各主駆動パルスにおける検出区間T全体は同一になるように構成する場合には、主駆動パルスP11の第2区間T21と第3区間T31の和は、主駆動パルスP14の第2区間T24と第3区間T34の和に等しくなるように設定する。

20

【0044】

制御回路103は、各主駆動パルスP1と第2区間T2の長さに対応付けた区間テーブルをその記憶手段に予め記憶しており、回転検出時に前記区間テーブルを参照して、現在の主駆動パルスP1に対応する長さの第2区間T2を選定する。第2区間の長さとともに第3区間の長さも併せて前記区間テーブルに格納しておいて、第1区間は一定とし、第2区間とともに第3区間を変えるようにしてもよい。検出区間判別回路108は、制御回路103によって設定された長さの各第1区間~第3区間を用いて、前記各区間において回転検出回路107が検出した誘起信号VRSの判定値を得る。

30

【0045】

同図(D)では、主駆動パルスP11で駆動した場合、第1区間T1において判定値「1」、第2区間T21において判定値「0」、印で示すように第3区間T31において判定値「1」が得られている。また、主駆動パルスP14で駆動した場合、第1区間T1において判定値「1」、第2区間T24において判定値「0」、印で示すように第3区間T34において判定値「1」が得られている。制御回路103は、主駆動パルスP11、P14のいずれの場合も、前記印の時点でパターン(1,0,1)が発生したと判定する。この場合のランクアップ電圧は同一になっており、前記ランクアップ電圧は各主駆動パルスの最小駆動電圧よりも高くなるように設定されている。

40

【0046】

このように、第2区間T2を各主駆動パルスのエネルギーに応じた長さT2nに変えることによってランクアップ電圧を低い値に設定することにより、各主駆動パルス毎のランクアップ電圧を下げて消費電力を低減することが可能になる。また、駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルスのランク変更動作を最適化し低消費化を図ることが可能になる。

図5は、本発明の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を示すフローチャートであり、主として制御回路103の処理を示すフローチャートである。

50

以下、図 1 ~ 図 6 を参照して、本発明の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路及びアナログ電子時計の動作を詳細に説明する。

【 0 0 4 7 】

図 1 において、発振回路 1 0 1 は所定周波数の基準クロック信号を発生し、分周回路 1 0 2 は発振回路 1 0 1 で発生した前記信号を分周して計時の基準となる時計信号を発生し、制御回路 1 0 3 に出力する。

制御回路 1 0 3 は、前記時間信号を計数して計時動作を行い、先ず主駆動パルス P 1 n のランク 1 にして (図 5 のステップ S 5 0 1)、最小駆動エネルギーの主駆動パルス P 1 1 でステッピングモータ 1 0 5 を回転駆動するように制御信号を出力する (ステップ S 5 0 2、S 5 0 3)。

10

【 0 0 4 8 】

駆動パルス選択回路 1 0 4 は、制御回路 1 0 3 からの制御信号に应答して、主駆動パルス P 1 1 によってステッピングモータ 1 0 5 を回転駆動する。ステッピングモータ 1 0 5 は主駆動パルス P 1 1 によって回転駆動されて、アナログ表示部 1 0 6 を駆動する。これにより、ステッピングモータ 1 0 5 が正常に回転した場合には、アナログ表示部 1 0 6 では、時刻針によって現在時刻が随時表示される。

制御回路 1 0 3 は、ステッピングモータ 1 0 5 を回転駆動後、自己が予め記憶している前記区間テーブルを参照して第 1 区間 ~ 第 3 区間を、主駆動パルス P 1 のランクに応じた長さの区間に設定して、ステッピングモータ 1 0 5 の回転状況の判定を行う。

【 0 0 4 9 】

20

制御回路 1 0 3 は、回転検出回路 1 0 7 が所定の基準しきい電圧 V c o m p を超えるステッピングモータ 1 0 5 の誘起信号 V R s を検出したか否かの判定、及び、検出区間判別回路 1 0 8 が前記誘起信号 V R s の検出時刻 t は第 1 区間 T 1 内と判定したか否かの判定 (即ち、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 1 区間 T 1 内で検出したか否かの判定) を行って (ステップ S 5 0 4)、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 1 区間 T 1 内で検出していないと判定した場合には、前記同様にして、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 2 区間 T 2 n 内で検出したか否かを判定する (ステップ S 5 0 5)。

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 0 5 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 2 区間 T 2 n 内で検出していないと判定した場合、前記同様にして、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 3 区間 T 3 n 内で検出したか否かを判定する (ステップ S 5 0 6)。

30

【 0 0 5 0 】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 0 6 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 3 区間 T 3 n 内で検出していないと判定した場合、補正駆動パルス P 2 によってステッピングモータ 1 0 5 を駆動した後 (ステップ S 5 0 7)、当該主駆動パルス P 1 のランク n が最大ランク m でない場合には主駆動パルス P 1 を 1 ランクアップして主駆動パルス P 1 (n + 1) に変更した後に処理ステップ S 5 0 2 に戻り、次回の駆動はこの主駆動パルス P 1 (n + 1) によって駆動する (ステップ S 5 0 8、S 5 0 9 ; 図 3 及び図 6 の非回転の場合である。)。

40

【 0 0 5 1 】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 0 8 において、当該主駆動パルス P 1 のランク n が最大ランク m の場合には、主駆動パルス P 1 を変更せずに処理ステップ S 5 0 2 に戻る (ステップ S 5 1 4)。

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 0 6 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 3 区間 T 3 内で検出したと判定した場合 (図 4 (D) に示したような判定値パターンが (0 / 1 , 0 , 1) の場合であり、図 3 及び図 6 の負荷増分大の場合である。)、当該主駆動パルス P 1 のランク n が最大ランク m でない場合には、主駆動パルス P 1 を 1 ランクアップして主駆動パルス P 1 (n + 1) に変更して処理ステップ S 5 0 2 に戻り、次回の駆動はこの主駆動パルス P 1 によって駆動する (ステップ S 5 1 0、

50

S 5 0 9)。

【 0 0 5 2 】

このように、主駆動パルスのエネルギー量にかかわらず一律、同一検出区間でステップモータ 1 0 5 の回転状況を判定するのではなく（図 4（C）参照）、主駆動パルスのエネルギー量に応じて、区間の長さを変化させることにより、全ての主駆動パルスのランクでのランクアップ駆動余裕度を最適化して、低消費化を図ることができる。即ち、駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルスのランク変更動作を最適化し低消費化を図ることが可能になる。

【 0 0 5 3 】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 1 0 において、当該主駆動パルス P 1 のランク n が最大ランク m の場合にはランク変更できないため、主駆動パルス P 1 は変更せずに維持して処理ステップ S 5 0 2 に戻り、次回の駆動はこの主駆動パルス P 1 によって駆動する（ステップ S 5 1 1）。

10

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 0 4 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 1 区間 T 1 内で検出したと判定した場合、前記同様にして、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 2 区間 T 2 n 内で検出したか否かを判定する（ステップ S 5 1 2）。

【 0 0 5 4 】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 1 2 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 2 区間 T 2 n 内で検出していないと判定した場合、処理ステップ S 5 0 6 に移行して前記処理を行う。

20

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 1 2 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を第 2 区間 T 2 内で検出したと判定した場合、処理ステップ S 5 1 1 に移行する（図 3 及び図 6 の負荷増分小の場合である。）。

【 0 0 5 5 】

一方、制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 5 0 5 において、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を区間 T 2 n 内で検出したと判定した場合（図 3 及び図 6 の通常負荷の場合である。）、主駆動パルス P 1 のランク n が最低ランク 1 のときはランクを下げるできないためランクを変更せずに処理ステップ S 5 0 2 に戻り（ステップ S 5 1 3、S 5 1 4）、主駆動パルス P 1 のランク n が最低ランク 1 でないときは主駆動パルス P 1 を 1 ランクダウンして処理ステップ S 5 0 2 に戻る（ステップ S 5 1 3、S 5 1 5）。これにより、駆動余力が更に大きいときは主駆動パルス P 1 を直ちにパルスダウンして、安定駆動を維持すると共に省電力化を図ることができる。

30

【 0 0 5 6 】

図 7 は本発明の他の実施の形態の動作説明図、図 8 は本発明の他の実施のフローチャートで、各々、前記実施の形態の図 4、図 5 に対応する図であり、同一部分には同一符号を付している。

前記実施の形態では、主駆動パルス P 1 のランクに応じて 1 つの区間の開始タイミングを遅くするように構成したが、本他の実施の形態では主駆動パルス P 1 のランクに応じて複数の区間のタイミングを遅くするように構成している。

40

以下、本他の実施の形態の動作を、前記実施の形態と相違する部分について説明する。

【 0 0 5 7 】

尚、本他の実施の形態のブロック図やパルス制御動作は前記実施の形態と同一であるが、本他の実施の形態においては、制御回路 1 0 3 は、各主駆動パルス P 1 毎に第 2 区間 T 2 及び第 3 区間 T 3 の開始タイミングを対応付けた区間テーブルをその記憶手段に予め記憶しており、回転検出時に前記区間テーブルを参照して、第 2 区間 T 2 及び第 3 区間 T 3 の開始タイミングを予め定めた主駆動パルス P 1 のエネルギーランクに応じたタイミングに設定する。この場合も、検出区間 T の長さは一定になるように構成している。

【 0 0 5 8 】

例えば、図 7（D）の例では、主駆動パルス P 1 1 に対応して設定される検出区間 T は

50

第 1 区間 T 1 1、第 2 区間 T 2 1、第 3 区間 T 3 1 に区分され、主駆動パルス P 1 4 に対応して設定される検出区間 T は第 1 区間 T 1 4、第 2 区間 T 2 4、第 3 区間 T 3 4 に区分される。また、第 2 区間 T 2 1 の開始タイミングは第 2 区間 T 2 4 の開始タイミングよりも遅くなるように設定され又、第 3 区間 T 3 1 の開始タイミングは第 3 区間 T 3 4 の開始タイミングよりも遅くなるように設定されている。主駆動パルス P 1 のエネルギーに応じて検出区間 T を区分した状態で回転状況の判定が行われる。

また、図 4 では、主駆動パルス P 1 1、P 1 4 によってステッピングモータ 1 0 5 を回転させることが可能な最小の駆動電圧である P 1 1 最小駆動電圧、P 1 4 最小駆動電圧は図示せずに省略したが、図 7 には P 1 1 最小駆動電圧、P 1 4 最小駆動電圧を明記している。

10

【 0 0 5 9 】

図 1 において、制御回路 1 0 3 は、分周回路 1 0 2 からの時間信号を計数して計時動作を行い、主駆動パルス P 1 n のランク 1 にして、最小駆動エネルギーの主駆動パルス P 1 1 でステッピングモータ 1 0 5 を回転駆動するように制御信号を出力する（図 8 のステップ S 5 0 1 ~ S 5 0 3）。

駆動パルス選択回路 1 0 4 は、制御回路 1 0 3 からの制御信号にตอบสนองして、主駆動パルス P 1 1 によってステッピングモータ 1 0 5 を回転駆動する。ステッピングモータ 1 0 5 は主駆動パルス P 1 1 によって回転駆動されて、アナログ表示部 1 0 6 を駆動する。これにより、ステッピングモータ 1 0 5 が正常に回転した場合には、アナログ表示部 1 0 6 では、時刻針によって現在時刻が随時表示される。

20

【 0 0 6 0 】

制御回路 1 0 3 は、ステッピングモータ 1 0 5 を回転駆動後、自己が予め記憶している区間テーブルを参照して第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングを、主駆動パルス P 1 のランクに応じて設定し、ステッピングモータ 1 0 5 の回転状況の判定を行う。即ち、制御回路 1 0 3 は、前記区間テーブルを参照して、主駆動パルス P 1 のランクが小さいほど、第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングが遅くなるように設定し、ステッピングモータ 1 0 5 の回転状況の判定を行う。

【 0 0 6 1 】

制御回路 1 0 3 は、回転検出回路 1 0 7 が所定の基準しきい電圧 V_{comp} を超えるステッピングモータ 1 0 5 の誘起信号 V_{Rs} を検出したか否かの判定、及び、検出区間判別回路 1 0 8 が前記誘起信号 V_{Rs} の検出時刻 t は第 1 区間 T 1 n（ここでは、 $n = 1$ のため第 1 区間 T 1 1）内と判定したか否かの判定（即ち、基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を第 1 区間 T 1 n 内で検出したか否かの判定）を行って（ステップ S 8 0 1）、基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を第 1 区間 T 1 n 内で検出していないと判定した場合には、前記同様にして処理ステップ S 5 0 5 以降の処理を行う。

30

【 0 0 6 2 】

また、制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 8 0 1 において基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を第 1 区間 T 1 n 内で検出したと判定した場合、前記同様にして、処理ステップ S 5 1 2 以降の処理を行う。

本他の実施の形態においては、主駆動パルス P 1 のエネルギーが小さいほど、第 2 区間 T 2 及び第 3 区間 T 3 の開始タイミングを遅くして回転状況を判定するようにしているため、駆動余力を適切に判定することが可能になり、主駆動パルス P 1 のランク変更動作を最適化し低消費化を図ることが可能になる。また、ランクアップ駆動余裕度を最適化して、低消費化を図ることが可能になるという効果を奏する。

40

【 0 0 6 3 】

図 9 は本発明の更に他の実施の形態に係るモータ制御回路を用いたアナログ電子時計のブロック図、図 1 0 は本他の実施の形態の動作説明図、図 1 1 は本他の実施の形態のフローチャートで、各々、前記実施の形態の図 1、図 4、図 5 に対応する図であり、同一部分には同一符号を付している。

図 9 において、本他の実施の形態では、ステッピングモータ 1 0 5 やステッピングモータ

50

タ制御回路をはじめとするアナログ電子時計の電子的構成要素を駆動する電源として電池 902 を有しており、又、電池 902 の電圧を検出する電源電圧検出回路 901 を備えている。ここで、電源電圧検出回路 901 は電源電圧検出手段を構成している。また、制御回路 103、駆動パルス選択回路 104、検出区間判別回路 108 及び電源電圧検出回路 901 は制御手段を構成している。

【0064】

本他の実施の形態においては、制御回路 103 は、各ランクの主駆動パルス P1 及び所定電源電圧と第 2 区間 T2 及び第 3 区間 T3 の開始タイミングとを対応付けた区間テーブルをその記憶手段に予め記憶しており、回転検出時に前記区間テーブルを参照して、第 2 区間 T2 及び第 3 区間 T3 の開始タイミングを、予め定めた主駆動パルス P1 のエネルギー
10
ランク及び電源電圧検出回路 901 が検出した電池 902 の電圧に応じたタイミングに設定する。このように、本他の実施の形態では、主駆動パルス P1 のエネルギーランク及び電源の電圧値に応じて複数の区間の開始タイミングを変えるように構成している。この場合も、検出区間 T の長さは一定になるように構成している。

【0065】

以下、本他の実施の形態の動作を、前記各実施の形態と相違する部分について詳細に説明する。

図 11 において、制御回路 103 は、分周回路 102 からの時間信号を計数して計時動作を行い、主駆動パルス P1n のランク 1 に設定し（ステップ S501）、電源電圧検出回路 901 が検出した電池 902 の電圧 Vdd の大きさを判定する（ステップ S111、
20
S113）。

【0066】

制御回路 103 は、電池 902 の電圧 Vdd が所定の第 1 ランクアップ電圧（第 1 電圧）V1 を超える場合にはランクアップ電圧種別 i を 1（即ちランクアップ電圧 V1）に設定する（ステップ S112；図 10（D）参照）。制御回路 103 は、自己が予め記憶している区間テーブルを参照して、主駆動パルス P1 のランク及びランクアップ電圧種別 i に応じて第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングを設定する。ここでも検出区間 T の長さは一定となるようにする。

【0067】

この場合、主駆動パルス P1 のランク n が 1 でランクアップ電圧種別 i が 1 のため、図 10（D）に示すように、検出区間 T は第 1 区間 T111、第 2 区間 T211、第 3 区間 T311 に区分される。尚、主駆動パルス P1 が主駆動パルス P14 の場合には、第 1 区間 T141、第 2 区間 T241、第 3 区間 T341 に区分される。即ち、制御回路 103 は、前記区間テーブルを参照して、主駆動パルス P1 のランクが小さく且つランクアップする電源電圧が低いほど、第 2 区間及び第 3 区間の開始タイミングが遅くなるように設定し、ステッピングモータ 105 の回転状況の判定を行う。
30

【0068】

制御回路 103 は、処理ステップ S111 において電池 902 の電圧 Vdd が第 1 ランクアップ電圧 V1 を超えないと判定した場合、電池 902 の電圧 Vdd が第 2 ランクアップ電圧（第 2 電圧）V2（ $V2 < V1$ ）を超えると判定したときは（ステップ S113）
40
、ランクアップ電圧種別 i を 2（即ちランクアップ電圧 V2）に設定する（ステップ S114）。この場合、図 10（D）に示すように、検出区間 T は第 1 区間 T112、第 2 区間 T212、第 3 区間 T312 に区分される。尚、主駆動パルス P1 が主駆動パルス P14 の場合には、第 1 区間 T142、第 2 区間 T242、第 3 区間 T342 に区分される。

【0069】

制御回路 103 は、処理ステップ S113 において電池 902 の電圧 Vdd が第 2 ランクアップ電圧 V2 を超えないと判定した場合、ランクアップ電圧種別 i を 3（即ちランクアップ電圧（第 3 電圧）V3（ $V3 < V2$ ））に設定する（ステップ S115）。この場合、図 10（D）に示すように、検出区間 T は第 1 区間 T113、第 2 区間 T213、第 3 区間 T313 に区分される。尚、主駆動パルス P1 が主駆動パルス P14 の場合には、
50

第1区間T143、第2区間T243、第3区間T343に区分される。

【0070】

次に、制御回路103は、最小駆動エネルギーの主駆動パルスP11でステップモータ105を回転駆動するように制御信号を出力する(ステップS502、S503)。

駆動パルス選択回路104は、制御回路103からの制御信号にตอบสนองして、主駆動パルスP11によってステップモータ105を回転駆動する。ステップモータ105は主駆動パルスP11によって回転駆動されて、アナログ表示部106を駆動する。これにより、ステップモータ105が正常に回転した場合には、アナログ表示部106では、時刻針によって現在時刻が随時表示される。

【0071】

制御回路103は、ステップモータ105を回転駆動後、前記の如く設定した検出区間Tを用いて、回転検出回路107の検出結果及び検出区間判別回路108の区間判別結果に基づいてステップモータ105の回転状況の判定を行う。

即ち、制御回路103は、回転検出回路107が所定の基準しきい電圧Vcompを超えるステップモータ105の誘起信号Vrsを検出したか否かの判定、及び、検出区間判別回路108が前記誘起信号Vrsの検出時刻tは第1区間T1ni(ここでは、n=1、i=1のため第1区間T111)内と判別したか否かの判定(即ち、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第1区間T1ni内で検出したか否かの判定)を行う(ステップS116)。

【0072】

制御回路103は、処理ステップS116において基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第1区間T1ni内で検出していないと判定した場合には、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第2区間T2ni(ここでは第2区間T211)内で検出したか否かを判定する(ステップS117)。

制御回路103は、処理ステップS117において基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第2区間T2ni内で検出していないと判定した場合には、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第3区間T3ni(ここでは第3区間T311)内で検出したか否かを判定し(ステップS118)、その判定結果に応じて、処理ステップS507以降の処理又は処理ステップS510以降の処理を行う。

制御回路103は、処理ステップS117において基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第2区間T2ni内で検出したと判定した場合には、処理ステップS513以降の処理を行う。

【0073】

制御回路103は、処理ステップS116において基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第1区間T1ni内で検出したと判定した場合、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第2区間T2ni内で検出したと判定したときには処理ステップS511以降の処理を行い、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号Vrsを第2区間T2ni内で検出していないと判定したときには処理ステップS118以降の処理を行う(ステップS119)。

主駆動パルスP1のランク及び電源電圧に応じて前記処理を繰り返すことにより、ステップモータ105の回転状況を検出してパルス制御を行い、回転制御する。

【0074】

本他の実施の形態においては、電源を構成する電池902の電圧が低く且つ主駆動パルスP1のエネルギーが小さいほど、第2区間T2及び第3区間T3の開始タイミングを遅くして回転状況を判定するように構成しているため、駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルスP1のランク変更動作を最適化し低消費化を図ることが可能になり、又、ランクアップ駆動余裕度を最適化して、低消費化を図ることが可能になるという効果を奏する。

【0075】

また、従来の酸化銀電池の電池電圧変化量が1.57~1.3V程度と小さかったのに

10

20

30

40

50

対して、ソーラ時計の様に電池電圧の変化量が $2.3\text{V} \sim 1.0\text{V}$ と広い場合に、検出区間を低電圧側に合わせると、高電圧側で負荷が増加しても誘起電圧のタイミングが検出区間までシフトせず、負荷の増加が検出できず駆動余裕が確保できなくなる恐れがあるが、本他の実施の形態では、電源電圧の値に応じて検出区間 T を変化させることにより、高電圧から低電圧までランクアップ駆動余裕度を確保しつつ低消費化を図ることが可能になる。

【0076】

尚、本他の実施の形態では、電源電圧及び主駆動パルスエネルギーを考慮して第2区間 T_2 及び第3区間 T_3 の開始タイミングを変えるように構成したが、電源電圧及び主駆動パルスエネルギーを考慮して第3区間のみの開始タイミングを変えるように構成してもよい。例えば、制御手段は、電源の電圧が低く且つ主駆動パルスのエネルギーが小さいほど、第3区間 T_3 の開始タイミングを遅くして回転状況を判定するように構成してもよい。

また、制御手段は、主駆動パルス P_1 のエネルギーは考慮せずに電源の電圧のみを考慮して、電源の電圧が低いほど、第3区間 T_3 のみの開始タイミングを遅くして回転状況を判定するように構成してもよい。

また、制御手段は、主駆動パルス P_1 のエネルギーは考慮せずに電源の電圧のみを考慮して、電源の電圧が低いほど、第2区間 T_2 及び第3区間 T_3 の開始タイミングを遅くして回転状況を判定するように構成してもよい。

【0077】

以上述べたように、本発明の実施の形態に係るステップモータ制御回路は、ステップモータ105のロータ202の回転によって発生する誘起信号 V_{Rs} を検出し、前記誘起信号 V_{Rs} が所定の検出区間 T 内において所定の基準しきい電圧 V_{comp} を超えたか否かによって、前記ステップモータ105の回転状況を検出する回転検出手段と、前記回転検出手段による検出結果に応じて、相互にエネルギーが相違する複数の主駆動パルス P_1 のいずれか又は前記各主駆動パルス P_1 よりもエネルギーの大きい補正駆動パルス P_2 によって前記ステップモータ105を駆動制御する制御手段とを備え、前記検出区間 T は複数の区間に区分されて成り、前記制御手段は、前記ステップモータ105の駆動エネルギーの大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御することを特徴としている。

したがって、駆動余力を適切に判定することによって主駆動パルス P_1 のランク変更動作を最適化し低消費化を図ることが可能になる。また、ランクアップ駆動余裕度を最適化して、低消費化を図ることが可能になる等の効果を奏する。

【0078】

ここで、前記制御手段は、前記主駆動パルス P_1 毎に定めたエネルギーの大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御するように構成してもよい。

また、前記ステップモータ105を駆動するための電源を有し、前記制御手段は、主駆動パルス P_1 毎に定めたエネルギーの大きさ及び前記電源の電圧の大きさに応じて前記区間の開始タイミングを変更制御するように構成してもよく、これにより、前記区間の開始タイミングを、少なくとも電源電圧の大きさに応じたタイミングに設定して、より正確に回転状況を判定することが可能になる。

【0079】

また、前記各実施の形態では、各主駆動パルス P_1 のエネルギーランクを変えるために、デューティ比あるいはパルス幅を変えるようにしたが、パルス電圧を変える等によっても、駆動エネルギーを変えることが可能である。

また、ステップモータの応用例として電子時計の例で説明したが、モータを使用する電子機器に適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明に係るステップモータ制御回路は、ステップモータを使用する各種電子機器に適用可能である。

10

20

30

40

50

また、本発明に係る電子時計は、カレンダー機能付きアナログ電子腕時計、カレンダー機能付きアナログ電子置時計等の各種カレンダー機能付きアナログ電子時計をはじめ、各種のアナログ電子時計に適用可能である。

【符号の説明】

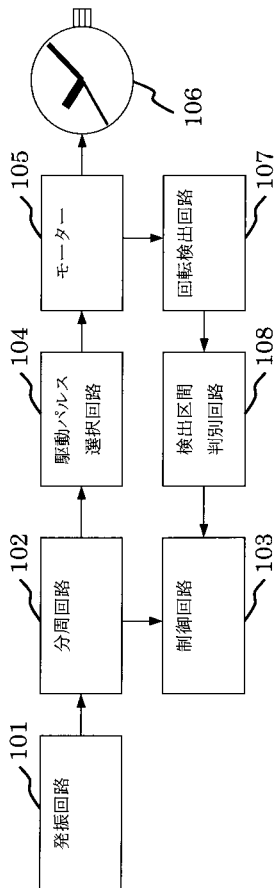
【0081】

- 101・・・発振回路
- 102・・・分周回路
- 103・・・制御回路
- 104・・・駆動パルス選択回路
- 105・・・ステッピングモータ
- 106・・・アナログ表示部
- 107・・・回転検出回路
- 108・・・検出区間判別回路
- 201・・・ステータ
- 202・・・ロータ
- 203・・・ロータ収容用貫通孔
- 204、205・・・切り欠き部（内ノッチ）
- 206、207・・・切り欠き部（外ノッチ）
- 208・・・磁心
- 209・・・コイル
- 210、211・・・可飽和部
- OUT1・・・第1端子
- OUT2・・・第2端子
- 901・・・電源電圧検出回路
- 902・・・電池

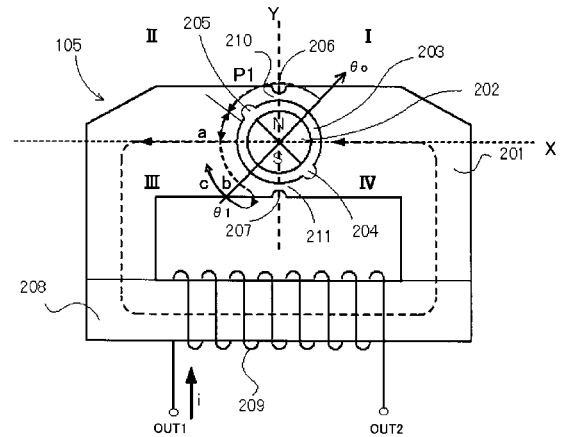
10

20

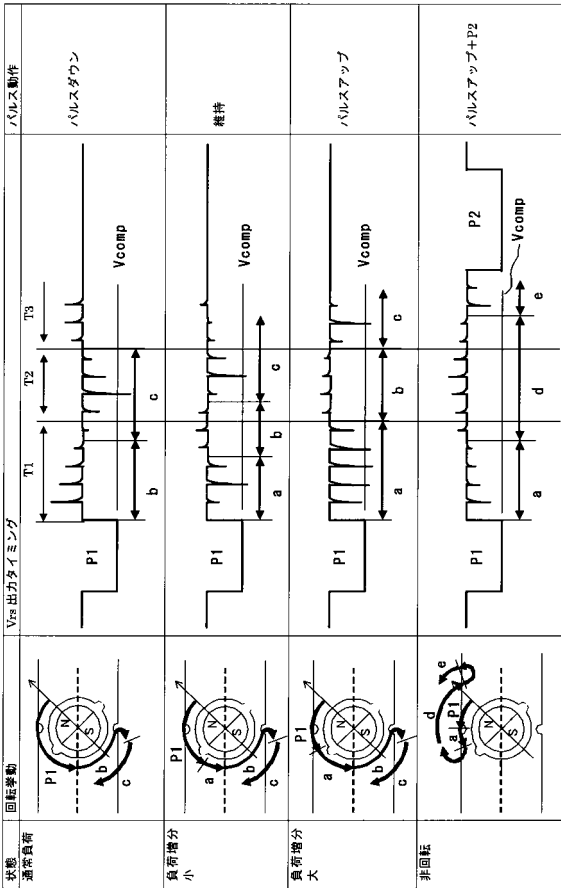
【図1】



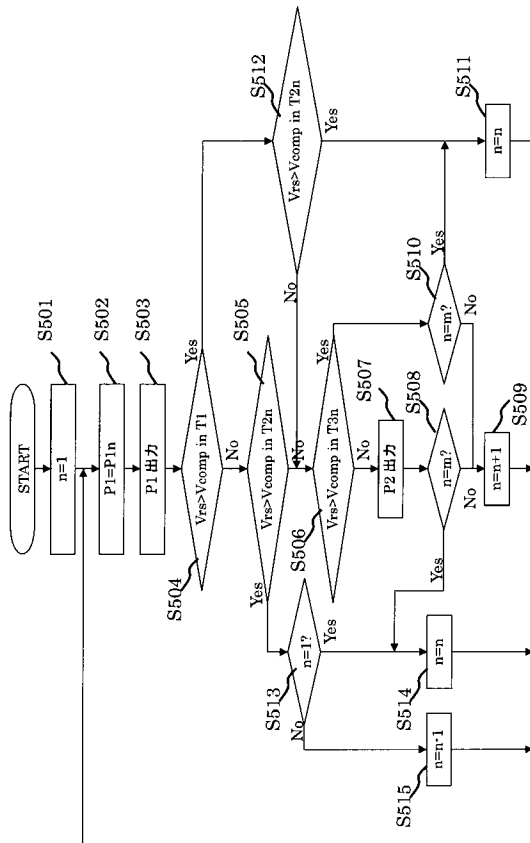
【図2】



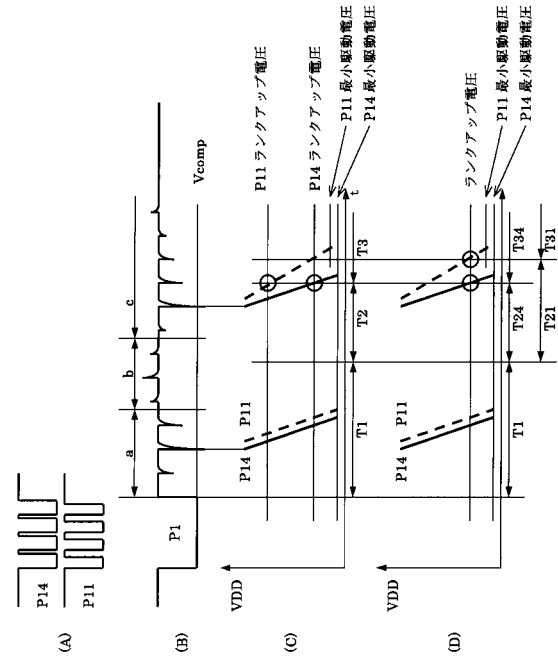
【図 3】



【図 5】



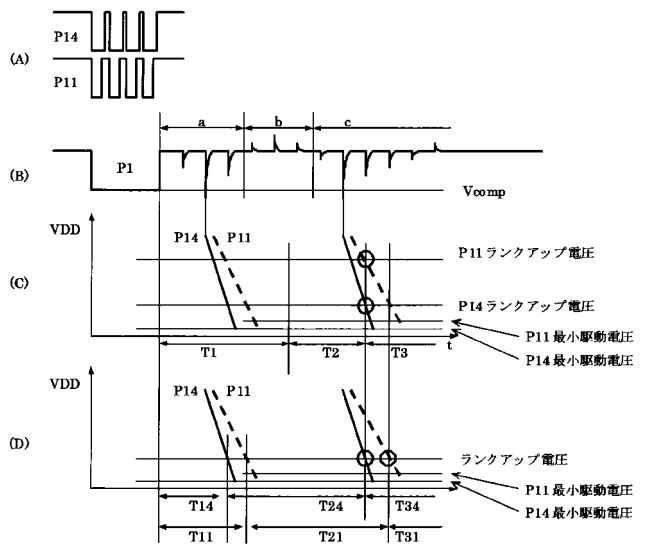
【図 4】



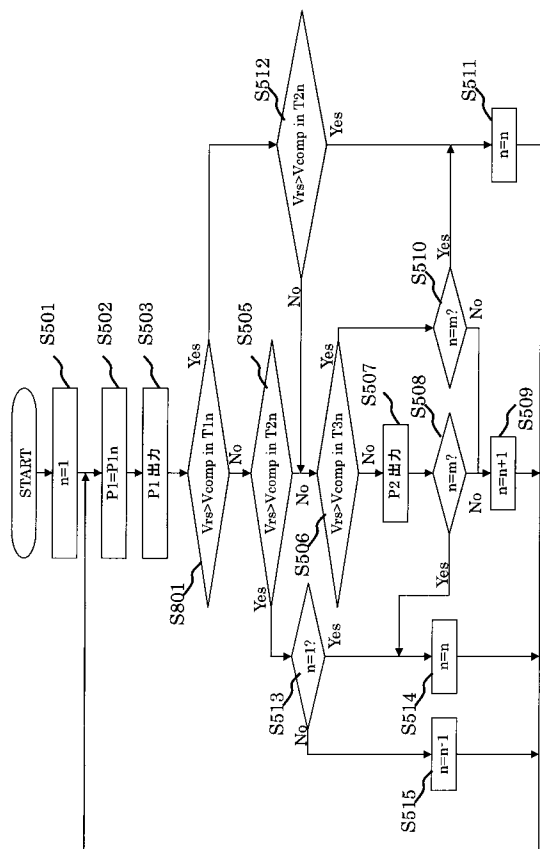
【図 6】

回転検出				ランク操作		
T1	T2	T3	判定	判断	P1	P2
0	1	1/0	通常負荷	Down	-1 ランク	なし
1	1	1/0	負荷増分小	Keep	0	なし
0/1	0	1	負荷増分大	Up	+1 ランク	なし
0/1	0	0	非回転	P2 & Up	+1 ランク	あり

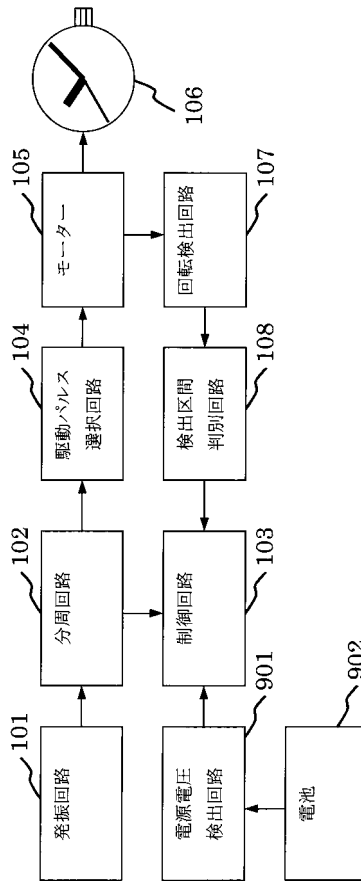
【図 7】



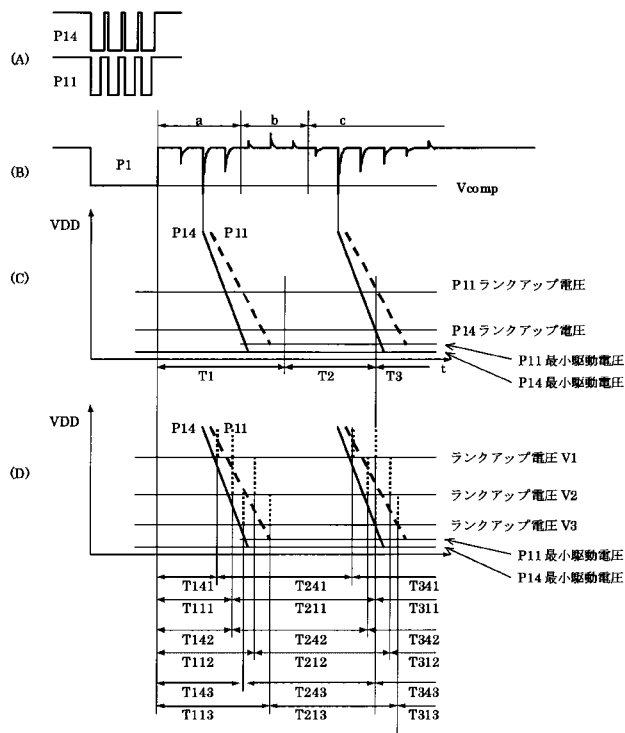
【図 8】



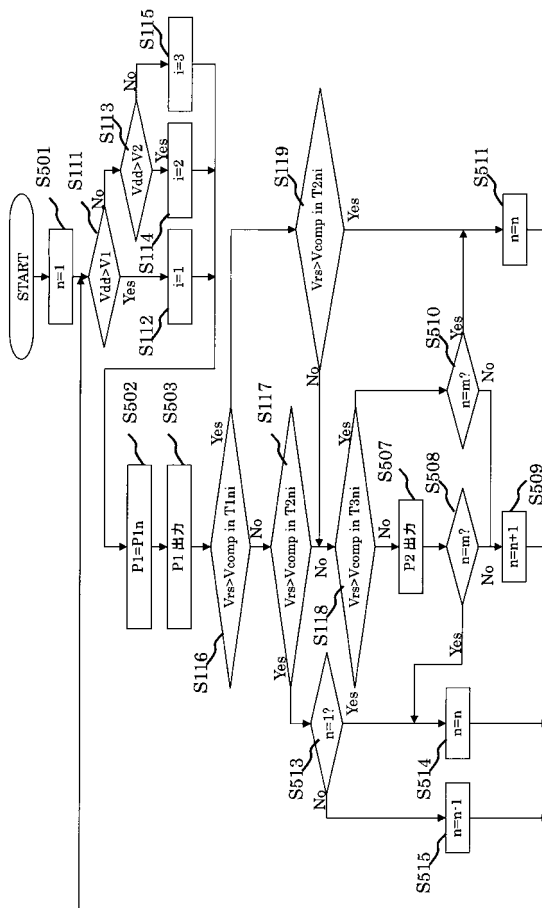
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 間中 三郎
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
- (72)発明者 小笠原 健治
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
- (72)発明者 佐久本 和実
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
- (72)発明者 長谷川 貴則
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
- (72)発明者 山本 幸祐
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
- (72)発明者 高倉 昭
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイコーインスツル株式会社内
- Fターム(参考) 2F101 BA05 BH01 BH04 BH08
5H580 AA01 BB01 CA02 CA05 FA03 FA22 FA23 FA28 FB03 GG04
HH23 HH24 HH35