

(11)特許出願公開番号

特開2012-254002

(P2012-254002A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012. 12. 20)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

H02P 8/02 (2006.01)

H02 P 8/00

305A

2 F 101

GO 4C 3/14 (2006.01)

GO 4 C 3/14

U

5H580

G04C 3/14

Q

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2012-40426 (P2012-40426)
(22) 出願日	平成24年2月27日 (2012. 2. 27)
(31) 優先権主張番号	特願2011-107607 (P2011-107607)
(32) 優先日	平成23年5月12日 (2011. 5. 12)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2011-107608 (P2011-107608)
(32) 優先日	平成23年5月12日 (2011. 5. 12)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号	特願2011-107609 (P2011-107609)
(32) 優先日	平成23年5月12日 (2011. 5. 12)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(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

(74) 代理人 100154863
弁理士 久原 健太郎

(74) 代理人 100142837
弁理士 内野 則彰

(74) 代理人 100123685
弁理士 木村 信行

(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 福嶋 俊隆
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

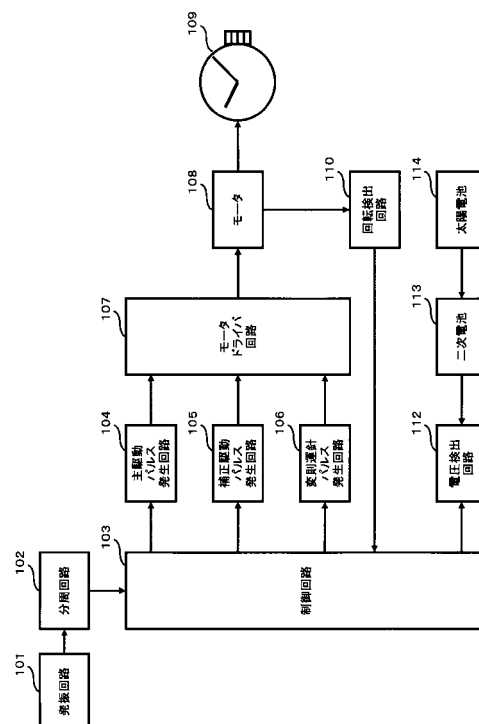
(54) 【発明の名称】 ステッピングモータ制御回路及びアナログ電子時計

(57) 【要約】

【課題】補正駆動パルスでの駆動を極力避けることにより無駄なエネルギー消費を抑制する。

【解決手段】少なくともステッピングモータ１０８に電力を供給する二次電池１１３と、二次電池１１３の電圧を検出する電圧検出回路１１２と、ステッピングモータ１０８の回転状況を検出する回転検出手段と、少なくとも相互にエネルギーが相違する複数種類の主駆動パルス及び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を含む複数種類の駆動パルスの中からステッピングモータ１０８の回転状況に応じた駆動パルスを選択してステッピングモータ１０８を駆動する制御手段と、二次電池１１３が所定の基準電圧になったことを電圧検出手段が検出したとき二次電池１１３が所定の基準電圧になったことを報知するアナログ表示部１０９とを備え、前記制御手段は、二次電池１１３が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路１１２が検出する前に、所定の主駆動パルスＰ１ｋを選択したとき、現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくともステッピングモータに電力を供給する電源としての二次電池と、前記二次電池の電圧を検出する電圧検出手段と、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、複数種類の駆動パルスの中から前記ステッピングモータの回転状況に応じたエネルギーの駆動パルスを選択して前記ステッピングモータを所定パターンで駆動する制御手段と、前記二次電池が所定の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出したとき前記二次電池が所定の基準電圧になったことを報知する報知手段とを備え、

前記制御手段は、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に前記ステッピングモータを所定駆動することになった場合、現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧に設定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、少なくとも相互にエネルギーが相違する複数種類の主駆動パルス及び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を含む複数種類の駆動パルスの中から前記ステッピングモータの回転状況に応じた駆動パルスを選択して前記ステッピングモータを所定パターンで駆動すると共に、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に、所定の主駆動パルスを選択したとき、現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧に設定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 3】

前記基準電圧は複数種類用意されて成り、

前記制御手段は、前記所定の主駆動パルスを選択したとき、前記電圧検出手段が検出した前記二次電池の電圧以上で且つ最も近い基準電圧に設定することを特徴とする請求項 2 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 4】

前記制御手段は、少なくとも主駆動パルス及び前記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を含む複数種類の駆動パルスの中から前記ステッピングモータの回転状況に応じた駆動パルスを選択して前記ステッピングモータを所定パターンで駆動すると共に、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に、前記補正駆動パルスを選択して駆動したとき、現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧に設定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。

30

【請求項 5】

前記基準電圧は複数種類用意されて成り、

前記制御手段は、前記補正駆動パルスを選択して駆動したとき、前記電圧検出手段が検出した前記二次電池の電圧以上で且つ最も近い基準電圧に設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】

前記制御手段は、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に、前記補正駆動パルス在所定回数連続して選択して駆動した場合、前記基準電圧を設定変更することを特徴とする請求項 4 又は 5 記載のステッピングモータ制御回路。

40

【請求項 7】

前記制御手段は、複数種類の駆動パルスの中から前記ステッピングモータの回転状況に応じたエネルギーの駆動パルスを選択して前記ステッピングモータを所定パターンで駆動すると共に、所定駆動パルスを選択して駆動した結果、パルスアップが必要と判定したとき、前記基準電圧を現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧に設定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 8】

前記基準電圧は複数種類用意されて成り、

前記制御手段は、前記所定駆動パルスを選択して駆動した結果、パルスアップが必要と判定したとき、現在の基準電圧よりも高く最も近い基準電圧に設定することを特徴とする

50

請求項 7 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、前記所定駆動パルスを選択して駆動した結果、前記ステッピングモータが発生した基準しきい電圧を超える誘起信号を、前記回転検出手段が検出した駆動後の時間により判別された駆動余力に基いて、パルスアップが必要か否かを判定することを特徴とする請求項 7 又は 8 記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 10】

前記制御手段は、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを電圧検出手段が検出する前は前記ステッピングモータを第 1 パターンで駆動し、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出したときは前記ステッピングモータを前記第 1 パターンとは異なる第 2 パターンで駆動することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載のステッピングモータ制御回路。

10

【請求項 11】

前記制御手段は、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に前記ステッピングモータを所定駆動することになった場合に前記二次電池の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定したときは、前記現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定しないことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載のステッピングモータ制御回路。

【請求項 12】

前記制御手段は、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に前記ステッピングモータを所定駆動することになった場合に前記二次電池の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定した後は、主駆動パルスの代わりに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すると共に所定時間毎に主駆動パルスによって前記ステッピングモータを駆動し、前記回転検出手段が前記主駆動パルスによる駆動によって前記ステッピングモータが回転したことを検出した場合は前記補正駆動パルスから主駆動パルスに変更して前記ステッピングモータを駆動することを特徴とする請求項 11 記載のステッピングモータ制御回路。

20

【請求項 13】

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、

30

前記ステッピングモータ制御回路として、請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載のステッピングモータ制御回路を用いて成ることを特徴とするアナログ電子時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電源として二次電池を用いた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、電源として二次電池を使用し、前記二次電池を太陽電池等の発電手段によって充電するようにしたアナログ電子時計が開発されている。従来の発電手段を持つアナログ電子時計は、相互にエネルギーの異なる複数種類のモータ駆動パルスを用意しておき、二次電池の検出電圧に応じてモータ駆動パルスを切り換えている（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【0003】

また、二次電池の検出電圧が過放電の電圧の場合、二次電池はモータを回転可能な駆動電圧の下限に近い電圧であり、この状態が続けば駆動不能に陥る恐れがある。そこで、二次電池の電圧が過放電の電圧まで低下したとき、主駆動パルスによる駆動から変則運針パルスによる駆動に切り換え、変則運針パルスによって通常とは異なるパターンで時刻針を運針することにより、二次電池の電圧低下を報知するようにしている。変則運針パルスは

50

主駆動パルス P 1 より大きなエネルギーの駆動パルスを使用するため消費電力が大きくなる。

【0004】

一方、主駆動パルス P 1 で過放電の電圧まで回転駆動できれば問題ないが、回転駆動できない場合は、主駆動パルス P 1 よりも更にエネルギーの大きい補正駆動パルス P 2 によって駆動されることになる。したがって、二次電池の消費が激しくなってしまう、過放電電圧に至るまでの時間が早くなってしまうという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特開昭62-238484号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、前記問題点に鑑み成されたもので、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることにより、無駄なエネルギー消費を抑制することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、少なくともステッピングモータに電力を供給する電源としての二次電池と、前記二次電池の電圧を検出する電圧検出手段と、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、複数種類の駆動パルスの中から前記ステッピングモータの回転状況に応じたエネルギーの駆動パルスを選択して前記ステッピングモータを所定パターンで駆動する制御手段と、前記二次電池が所定の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出したとき前記二次電池が所定の基準電圧になったことを報知する報知手段とを備え、前記制御手段は、前記二次電池が現在の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出する前に前記ステッピングモータを所定駆動することになった場合、現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧に設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。

20

【0008】

また本発明によれば、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、

30

ステッピングモータ制御回路として、前記記載のステッピングモータ制御回路を用いて成る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】

【0009】

本発明に係るステッピングモータ制御回路によれば、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

また、本発明に係るアナログ電子時計によれば、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】本発明の第1～第5、第8～第11の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路を使用したアナログ電子時計に共通するブロック図である。

【図2】本発明の第1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に係るフローチャートである。

【図3】本発明の第2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に係るフローチャートである。

【図4】本発明の第3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に係るフローチャートである。

【図5】本発明の第4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

50

時計に係るフローチャートである。

【図 6】本発明の第 5 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に係るフローチャートである。

【図 7】本発明の第 6、第 7、第 12、第 13 の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路を使用したアナログ電子時計に共通するブロック図である。

【図 8】本発明の第 6、第 7、第 12、第 13 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に共通するタイミング図である。

【図 9】本発明の第 6、第 7、第 12、第 13 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に共通する判定チャートである。

【図 10】本発明の第 6 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に係るフローチャートである。

【図 11】本発明の第 7 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に係るフローチャートである。

【図 12】本発明の第 8 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に係るフローチャートである。

【図 13】本発明の第 9 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に係るフローチャートである。

【図 14】本発明の第 10 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に係るフローチャートである。

【図 15】本発明の第 11 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に係るフローチャートである。

【図 16】本発明の第 12 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に係るフローチャートである。

【図 17】本発明の第 13 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に係るフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 1 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を用いたアナログ電子時計のブロック図で、第 1～第 5、第 8～第 11 の実施の形態に共通するブロック図であり、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、前記時計信号の計時動作やアナログ電子時計を構成する各電子回路要素の制御あるいは駆動パルスの変更制御等の各種制御を行う制御回路 103 を備えている。

【0012】

また、アナログ電子時計は、制御回路 103 からの主駆動パルス制御信号に基づいて相互にエネルギーが異なる複数種類の主駆動パルス P1 中から選択し出力する主駆動パルス発生回路 104、制御回路 103 からの補正駆動パルス制御信号に基づいて前記各主駆動パルス P1 よりもエネルギーが大きい補正駆動パルス P2 を出力する補正駆動パルス発生回路 105、制御回路 103 からの変則運針パルス制御信号に基づいて変則運針パルス Ph を出力する変則運針パルス発生回路 106 を備えている。

【0013】

本実施の形態では、ステッピングモータ 108 を回転駆動するための駆動パルスとして複数種類の駆動パルスが用意されている。前記駆動パルスとして、相互にエネルギーの異なる複数種類（即ち複数ランク）の主駆動パルス P1、変則運針パルス Ph、主駆動パルス P1 では回転できない場合に強制的に回転させ得る大きなエネルギーを持った補正駆動パルス P2 を用いるようにしている。

変則運針パルス Ph は各主駆動パルス P1 よりもエネルギーが大きく且つ、いずれか 1 つの主駆動パルスと補正駆動パルス P2 の和よりもエネルギーが小さい駆動パルスである（主駆動パルス P1 < 変則運針パルス Ph < (主駆動パルス P1 + 補正駆動パルス P2)）。

尚、変則運針パルス P h はいずれかの主駆動パルス P 1 を使用するようにしてもよい。

【0014】

また、アナログ電子時計は、主駆動パルス発生回路 104 からの主駆動パルス P 1、補正駆動パルス発生回路 105 からの補正駆動パルス P 2、変則運針パルス発生回路 106 からの変則運針パルス P h に応答してステッピングモータ 108 を回転駆動するモータドライバ回路 107 を備えている。

また、アナログ電子時計は、モータドライバ回路 107 によって回転駆動されるステッピングモータ 108、ステッピングモータ 108 によって回転駆動される時刻表示用の時刻針やカレンダー表示部等を有するアナログ表示部 109、所定の回転検出区間においてステッピングモータ 108 が発生する誘起信号 V R s を検出して回転状況を表す検出信号を出力する回転検出回路 110 を備えている。

10

【0015】

また、アナログ電子時計は、ステッピングモータ 108 をはじめとしてアナログ電子時計の各電子回路要素に電力を供給する電源としての二次電池 113、二次電池 113 を充電する太陽電池 114、二次電池 113 の電圧を検出する電圧検出回路 112 を備えている。二次電池 113 は、少なくともステッピングモータ 108 に電力を供給する電源として機能する。

【0016】

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 109 は報知手段を構成し、回転検出回路 110 は回転検出手段を構成している。太陽電池 114 は電力を発電する発電手段、二次電池 113 を充電する充電手段を構成している。主駆動パルス発生回路 104、補正駆動パルス発生回路 105 及び変則運針パルス発生回路 106 は駆動パルス発生手段を構成している。また、発振回路 101、分周回路 102、制御回路 103、主駆動パルス発生回路 104、補正駆動パルス発生回路 105、変則運針パルス発生回路 106 及びモータドライバ回路 107 は制御手段を構成している。また、発振回路 101、分周回路 102、制御回路 103、主駆動パルス発生回路 104、補正駆動パルス発生回路 105、変則運針パルス発生回路 106、モータドライバ回路 107、回転検出回路 110、電圧検出回路 112、二次電池 113、太陽電池 114 はステッピングモータ制御回路を構成している。

20

【0017】

太陽電池 114 は発電を行って二次電池 113 を充電する。電源である二次電池 113 から、ステッピングモータ 108 をはじめとするアナログ電子時計の回路要素に対して電力が供給され、アナログ電子時計は動作する。

30

図 1 において、アナログ電子時計の通常動作である時刻表示動作について概略説明すると、発振回路 101 は所定周波数の信号を発生し、分周回路 102 は発振回路 101 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（例えば 1 秒周期の信号）を発生し、制御回路 103 に出力する。

【0018】

制御回路 103 は、前記時計信号に応答して所定周期で、回転検出回路 110 によるステッピングモータ 108 の回転検出結果に基づいて、ステッピングモータ 108 を負荷の大きさや二次電池 113 の電圧に応じたエネルギーランクの主駆動パルス P 1 で回転駆動するように主駆動パルス発生回路 104 に主駆動パルス制御信号を出力する。

40

主駆動パルス P 1 は通常動作時の時刻針（秒針、分針、時針）運針時にステッピングモータ 108 を回転駆動するための駆動パルス、補正駆動パルス P 2 は主駆動パルス P 1 ではステッピングモータ 108 を回転させることができなかった場合にステッピングモータ 108 を強制的に回転させるための駆動パルスである。通常動作時の時刻針運針時には、所定時間（例えば 1 秒）毎にステッピングモータ 108 を 1 回駆動する（第 1 パターン）。変則運針パルスは時刻針を第 1 パターンとは異なる第 2 パターン（例えば、2 秒毎にステッピングモータ 108 を 2 秒分纏めて駆動（2 秒運針））で運針駆動するための駆動パルスである。

50

【0019】

主駆動パルス発生回路104は、制御回路103からの主駆動パルス制御信号に対応するエネルギーランクの主駆動パルスP1をモータドライバ回路107に出力する。モータドライバ回路107は前記主駆動パルスP1によってステッピングモータ108を回転駆動する。ステッピングモータ108は前記主駆動パルスP1によって回転駆動されて、アナログ表示部109の時刻針を回転駆動する。これにより、ステッピングモータ108が正常に回転した場合には、アナログ表示部109では、時刻針による現在時刻表示が行われる。

【0020】

回転検出回路110は、ステッピングモータ108の回転自由振動によって発生する誘起信号VRSのうち所定の基準しきい電圧Vcompを超える検出信号VRSを所定の検出区間Tにおいて検出する。

回転検出回路110は、ステッピングモータ108が回転した場合には所定の基準しきい電圧Vcompを超える検出信号VRSを検出し、ステッピングモータ108が回転しない場合には基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRSを検出できないように構成されている。回転検出回路110は、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRSを検出したか否か、即ち、ステッピングモータ108が回転したか否かを表す検出信号を制御回路103に出力する。

【0021】

制御回路103は、ステッピングモータ108が回転したことを回転検出回路110が検出した場合には、次回駆動時、前回と同じエネルギーの主駆動パルスP1で駆動するように主駆動パルス発生回路104に制御信号を出力する。主駆動パルス発生回路104は、前記制御信号に応答して前回と同じ主駆動パルスP1で駆動する。

一方、制御回路103は、ステッピングモータ108が回転しなかったことを回転検出回路110が検出した場合には、補正駆動パルス発生回路105に補正駆動パルスP2で駆動するように制御信号を出力する。補正駆動パルス発生回路105は前記制御信号に応答して、モータドライバ回路107を介して補正駆動パルスP2によって駆動する。これにより、ステッピングモータ108を強制的に回転させる。

【0022】

また、制御回路103は、ステッピングモータ108が回転しなかったことを回転検出回路110が検出した場合には、次回駆動時、前回の主駆動パルスP1から1ランクアップしたエネルギーの主駆動パルスP1で駆動するように主駆動パルス発生回路104に制御信号を出力する。主駆動パルス発生回路104は、前記制御信号に応答して1ランク上のエネルギーの主駆動パルスP1で駆動する。これにより、次回駆動時により確実な回転が行われる。

図2は、本発明の第1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が過放電検出値の設定や変則運転針駆動を制御する場合の処理を示すフローチャートである。

【0023】

以下、図1、図2を参照して、本発明の第1の実施の形態の動作を詳細に説明する。

制御回路103は、主駆動パルスP1によって時刻針を1秒周期の第1パターンでステッピングモータ108を駆動している状態において、電圧検出回路112を制御して二次電池113の電圧を検出させる。

制御回路103は、電圧検出回路112が所定の過放電の電圧（過放電検出値）を検出したか否かを判定する（ステップS201）。

【0024】

ここで、過放電検出値は、二次電池113の電圧が所定電圧（過放電領域の電圧）まで低下したか否かを判定するための所定の基準電圧である。

電圧検出回路112が過放電検出値を検出することは、二次電池113が所定の電圧（過放電領域の電圧）まで低下したということを意味しており、これは、ステッピングモータ

10

20

30

40

50

タ 1 0 8 を主駆動パルス P 1 のみで正常に回転駆動することが困難な状態にまで二次電池 1 1 3 の電圧が低下したことを意味する。

二次電池 1 1 3 の電圧が過放電検出値まで低下したときは、主駆動パルス P 1 でステッピングモータ 1 0 8 を回転することができず、補正駆動パルス P 2 による駆動が頻繁に行われるようになる。

【 0 0 2 5 】

本第 1 の実施の形態では、過放電検出値として、複数の基準電圧が用意されており、所定の低電圧である第 1 基準電圧 (L o) と、前記第 1 基準電圧よりも高い所定の高電圧である第 2 基準電圧 (H i) の 2 種類が用意されている。二次電池 1 1 3 が過放電領域にあるか否かを検出する基準電圧として、これらを切り換えて設定するようにしている。初期状態として第 1 基準電圧の過放電検出値が設定されている。

10

制御回路 1 0 3 は、電圧検出回路 1 1 2 が過放電検出値を検出したと判定すると、即ち、二次電池 1 1 3 が第 1 基準電圧まで低下したと判定すると (ステップ S 2 0 1) 、変則運針パルス発生回路 1 0 6 に変則運針パルス制御信号を出力して、変則運針させる (ステップ S 2 0 8) 。

【 0 0 2 6 】

変則運針パルス発生回路 1 0 6 は、前記制御信号に応答して、モータドライバ回路 1 0 7 に変則運針パルス P h を出力する。モータドライバ回路 1 0 7 は、変則運針パルスにより、ステッピングモータ 1 0 8 を前記第 1 パターンとは異なる第 2 パターンで運針駆動する。前記第 2 パターンは、例えば、2 秒ごとにステッピングモータ 1 0 8 を 2 秒分纏めて運針駆動 (2 秒運針) するように構成することができる。

20

上記のようにして変則運針が行われることにより、ユーザに対して、二次電池 1 1 3 が駆動限界である所定電圧 (過放電領域の電圧) まで低下したことが報知される。ユーザは、太陽電池 1 1 4 を太陽光で照射する等して発電させて二次電池 1 1 3 を充電させ、アナログ電子時計に安定した動作をさせることができる。

【 0 0 2 7 】

また、二次電池 1 1 3 の電圧が所定電圧以下に低下した場合、主駆動パルス P 1 ではステッピングモータ 1 0 8 を回転させることができず、補正駆動パルス P 2 によって回転することになるため、電力消費が大きくなるが、本第 1 の実施の形態では、二次電池 1 1 3 が所定電圧まで低下したときに変則運針を行うことによって電圧低下を報知して充電を促すため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数を削減することが可能になり、低消費電力化が可能になる。

30

【 0 0 2 8 】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 2 0 1 において電圧検出回路 1 1 2 が過放電を検出していないと判定した場合、主駆動パルス発生回路 1 0 4 に対して主駆動パルス P 1 を出力するように制御信号を出力する (ステップ S 2 0 2) 。主駆動パルス発生回路 1 0 4 は、前記制御信号に対応するエネルギーの主駆動パルス P 1 をモータドライバ回路 1 0 7 に出力し、モータドライバ回路 1 0 7 は前記主駆動パルス P 1 によってステッピングモータ 1 0 8 を回転駆動する。

【 0 0 2 9 】

回転検出回路 1 1 0 は、回転検出期間 T において、ステッピングモータ 1 0 8 の回転自由振動によって発生する誘起信号 V R s を検出し、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を検出したか否か、即ち、ステッピングモータ 1 0 8 が回転したか否かを表す検出信号を制御回路 1 0 3 に出力する。

40

制御回路 1 0 3 は、回転検出回路 1 1 0 の検出結果に基づいて、ステッピングモータ 1 0 8 が回転したか否かを判定する (ステップ S 2 0 3) 。

【 0 0 3 0 】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 2 0 3 においてステッピングモータ 1 0 8 が回転しなかったと判定すると、エネルギーを 1 ランクアップした主駆動パルス P 1 に変更するように主駆動パルス発生回路 1 0 4 に制御信号を出力する (ステップ S 2 0 4) 。主駆動パル

50

ス発生回路104は、次回の処理ステップS202における駆動時に、制御回路103からの前記制御信号に対応する1ランクアップした主駆動パルスP1で駆動することになる。

次に制御回路103は、補正駆動パルスP2によって駆動するように補正駆動パルス発生回路105に制御信号を出力する(ステップS205)。補正駆動パルス発生回路105は前記制御信号に応答して、モータドライバ回路107を介して補正駆動パルスP2でステッピングモータ108を強制的に回転駆動する。

【0031】

次に制御回路103は、前記1ランクアップした主駆動パルスP1が所定エネルギーの主駆動パルスP1か否か、即ち、二次電池113が過放電であることを表す所定ランク(過放電ランク)の主駆動パルスP1kか否かを判定する(ステップS206)。前記過放電ランクの主駆動パルスP1kは、複数の主駆動パルスP1の中の1つの駆動パルスであり、製品の特性バラツキ等に応じて適宜選定できるが、例えば、最大エネルギーランクの主駆動パルスP1maxを過放電ランクの主駆動パルスP1kとして使用するようにしてもよい。

【0032】

制御回路103は、処理ステップS206において過放電ランクの主駆動パルスP1kと判定した場合、過放電検出値を第1基準電圧よりも高電圧の第2基準電圧(Hi)に変更する(ステップS207)。これにより、次回のステップS201の処理においては、二次電池113の電圧が第2基準電圧である高い過放電検出値か否かが判定されることになるため、二次電池113の電圧が前記高い過放電検出値まで低下したときに処理ステップS208の変則運針が行われることになる。よって、二次電池113が過放電に達したことが補正駆動パルスP2による駆動が行われる前に検出されるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

【0033】

制御回路103は、処理ステップS206において過放電ランクの主駆動パルスP1kではないと判定した場合や、処理ステップS203においてステッピングモータ108が回転したと判定した場合は処理ステップS201に戻る。

以上のようにして、補正駆動パルスP2による駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

【0034】

図3は、本発明の第2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、図2と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

本第2の実施の形態のブロック図は図1と同じである。

前記第1の実施の形態では過放電検出値として低電圧の第1基準電圧と前記第1電圧よりも高電圧の第2基準電圧の2種類を用いており、本第2の実施の形態でも、複数の基準電圧を用いる点では前記第1の実施の形態と同じである。

【0035】

但し本第2の実施の形態では、過放電検出値として、所定の最も低い電圧(第1基準電圧)、前記最低電圧よりも高い所定の中電圧(第2基準電圧)、前記中電圧よりも高い所定の高電圧(第3基準電圧)の3種類を用いており、又、基準電圧を変更する際の処理が異なっている。

以下、図1、図3を用いて、本発明の第2の実施の形態に関して、前記第1の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0036】

制御回路103は、電圧検出回路112が所定の過放電検出値を検出したか否かを判定する(ステップS201)。初期状態として、前記過放電検出値は最低電圧である第1基準電圧に設定されている。

制御回路103は、処理ステップS201において、二次電池113の電圧が初期状態

10

20

30

40

50

として設定された第1基準電圧に低下したことを検出したと判定すると、変則運針パルス発生回路106に変則運針パルス制御信号を出力して、変則運針させる（ステップS208）。

【0037】

制御回路103は、処理ステップS201で過放電検出値を検出していないと判定した後、現在の主駆動パルスP1のランクが過放電ランクの主駆動パルスP1kか否かを判定する（ステップS206）。即ち、処理ステップS204においてランクアップした後の主駆動パルスP1が過放電ランクの主駆動パルスP1kか否かを判定する。ここで、過放電ランクの主駆動パルスP1kは、予め定めた所定エネルギーの主駆動パルスP1であり、例えば、最大エネルギーの主駆動パルスP1maxである。

10

制御回路103は、処理ステップS206において過放電ランクの主駆動パルスP1kであると判定すると、電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第2基準電圧か否かを判定する（ステップS301）。

【0038】

制御回路103は、処理ステップS301において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第2基準電圧ではないと判定すると、電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第3基準電圧か否かを判定する（ステップS302）。

20

【0039】

制御回路103は、処理ステップS302において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第3基準電圧ではないと判定すると、処理ステップS201に戻る。

制御回路103は、処理ステップS302において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第3基準電圧であると判定すると、過放電検出値を第3基準電圧に設定して処理ステップS201に戻る（ステップS304）。

【0040】

次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定処理（ステップS201の処理）は、第3基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1、第2基準電圧に設定していたときよりも、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態で早めに変則運針パルスPhによる駆動が行われるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減されることになる。

30

【0041】

制御回路103は、処理ステップS301において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第2基準電圧であると判定すると、過放電検出値を第2基準電圧に設定して処理ステップS201に戻る（ステップS303）。

次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定処理（ステップS201の処理）は、第2基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1基準電圧に設定していたときよりも、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態で早めに変則運針パルスPhによる駆動が行われるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減されることになる。

40

【0042】

このように、過放電検出値を現在の二次電池113の電圧以上で最も近い基準電圧に変更するため、不必要に高い基準電圧に変更（例えば、第1基準電圧から直ちに第3基準電圧に変更）することを防止することができ、二次電池113の電圧が高いにも拘わらず変則運針駆動が早く行われるのを防止することができる。

また、過放電検出値を第1基準電圧～第3基準電圧のいずれかに設定変更することによ

50

り、二次電池 1 1 3 の電圧が低下した場合、補正駆動パルス P 2 によって駆動する事態が発生する前に、過放電検出値を検出して変則運針を行って充電を促すため、補正駆動パルス P 2 による駆動を極力避けることが可能になり、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる等の効果を奏する。

【0043】

また、本第 2 の実施の形態では、複数種類の過放電検出値が用意されており、所定駆動パルス P 1 k を選択したとき、制御手段は、二次電池 1 1 3 の電圧以上で且つ二次電池 1 1 3 の現在の電圧に最も近い過放電検出値を選択して小刻みに設定変更するため、ステッピングモータ 1 0 8 の駆動限界電圧に近い状態の最適な過放電検出値に設定することが可能になる。

10

尚、本実施の形態では、過放電検出値を 3 種類用いたが、それ以上の種類の過放電検出値を用いるようにしてもよい。

【0044】

以上述べたように、本発明の第 1、第 2 の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路は、少なくともステッピングモータ 1 0 8 に電力を供給する電源としての二次電池 1 1 3 と、二次電池 1 1 3 の電圧を検出する電圧検出回路 1 1 2 と、ステッピングモータ 1 0 8 の回転状況を検出する回転検出手段と、少なくとも相互にエネルギーが相違する複数種類の主駆動パルス及び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を含む複数種類の駆動パルスの中からステッピングモータ 1 0 8 の回転状況に応じた駆動パルスを選択してステッピングモータ 1 0 8 を所定パターンで駆動する制御手段と、二次電池 1 1 3 が所定の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出したとき二次電池 1 1 3 が所定の基準電圧になったことを報知する報知手段とを備え、制御手段は、二次電池 1 1 3 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 1 1 2 が検出する前に、所定の主駆動パルス P 1 k を選択したとき、現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定することを特徴としている。

20

【0045】

ここで、基準電圧は複数種類用意されて成り、制御手段は、所定の主駆動パルス P 1 k を選択したとき、電圧検出手段が検出した二次電池の電圧以上で且つ最も近い基準電圧に設定するように構成することができる。

また、前記制御手段は、二次電池 1 1 3 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 1 1 2 が検出する前はステッピングモータ 1 0 8 を第 1 パターンで駆動し、二次電池 1 1 3 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 1 1 2 が検出したときはステッピングモータ 1 0 8 を前記第 1 パターンとは異なる第 2 パターンで駆動するように構成することができる。

30

【0046】

したがって、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

また、過放電検出値を検出する前に過放電ランクの主駆動パルス P 1 k で駆動することになった場合、過放電検出値を高い値に変更することにより、補正駆動パルス P 2 で駆動を行う事態が生じる前に充電を促すことが可能になる。これにより、過放電検出値を検出する前に過放電ランクの主駆動パルス P 1 k による駆動を行う事態が生じて、変則運針に切り換わる前に補正駆動パルス P 2 による駆動を行う事態が生じることを極力避けることが可能になる。よって、過放電ランクの主駆動 P 1 k が出る前に過放電検出値を検出して変則運針へ切り換えを行うことが可能になる。

40

【0047】

また、前記実施の形態に係るアナログ電子時計は、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、ステッピングモータ制御回路として、前記ステッピングモータ制御回路を用いて成ることを特徴としているので、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。また、変

50

則運針への切り換えが最適化されるため、電子時計の二次電池 1 1 3 の持続時間を延ばす事が可能になる。

【0048】

次に、本発明の第 3～第 5 の実施の形態について説明する。第 3～第 5 の実施の形態のブロック図は第 1 図と同じである。

図 4 は、本発明の第 3 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 1 0 3 が過放電検出値の設定や変則運針駆動を制御する場合の処理を示すフローチャートである。

【0049】

以下、図 1、図 4 を参照して、本発明の第 3 の実施の形態の動作を詳細に説明する。

制御回路 1 0 3 は、主駆動パルス P 1 によって時刻針を 1 秒周期の第 1 パターンでステッピングモータ 1 0 8 を駆動している状態において、電圧検出回路 1 1 2 を制御して二次電池 1 1 3 の電圧を検出させる。

制御回路 1 0 3 は、電圧検出回路 1 1 2 が所定の過放電の電圧（過放電検出値）を検出したか否かを判定する（ステップ S 4 0 1）。

【0050】

ここで、過放電検出値は、二次電池 1 1 3 の電圧が所定電圧（過放電領域の電圧）まで低下したか否かを判定するための所定の基準電圧である。

電圧検出回路 1 1 2 が過放電検出値を検出することは、二次電池 1 1 3 が所定の電圧（過放電領域の電圧）まで低下したということを意味しており、これは、ステッピングモータ 1 0 8 を主駆動パルス P 1 のみで正常に回転駆動することが困難な状態にまで二次電池 1 1 3 の電圧が低下したことを意味する。

二次電池 1 1 3 の電圧が過放電検出値まで低下したときは、主駆動パルス P 1 でステッピングモータ 1 0 8 を回転することができず、補正駆動パルス P 2 による駆動が頻繁に行われるようになる。

【0051】

本第 3 の実施の形態では、過放電検出値として、複数の基準電圧が用意されており、所定の低電圧である第 1 基準電圧（L o）と、前記第 1 基準電圧よりも高い所定の高電圧である第 2 基準電圧（H i）の 2 種類が用意されている。二次電池 1 1 3 が過放電領域にあるか否かを検出する基準電圧として、これらを切り換えて設定するようにしている。初期状態として第 1 基準電圧の過放電検出値が設定されている。

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 4 0 1 において、電圧検出回路 1 1 2 が過放電検出値を検出したと判定すると、即ち、二次電池 1 1 3 が第 1 基準電圧まで低下したと判定すると、変則運針パルス発生回路 1 0 6 に変則運針パルス制御信号を出力して、変則運針させる（ステップ S 4 0 6）。

【0052】

変則運針パルス発生回路 1 0 6 は、前記制御信号に応答して、モータドライバ回路 1 0 7 に変則運針パルス P h を出力する。モータドライバ回路 1 0 7 は、変則運針パルスにより、ステッピングモータ 1 0 8 を前記第 1 パターンとは異なる第 2 パターンで運針駆動する。前記第 2 パターンは、例えば、2 秒ごとにステッピングモータ 1 0 8 を 2 秒分纏めて運針駆動（2 秒運針）するように構成することができる。

上記のようにして変則運針が行われることにより、ユーザに対して、二次電池 1 1 3 が駆動限界である所定電圧（過放電領域の電圧）まで低下したことが報知される。ユーザは、太陽電池 1 1 4 を太陽光で照射する等して発電させて二次電池 1 1 3 を充電させ、アナログ電子時計に安定した動作をさせることができる。

【0053】

また、二次電池 1 1 3 の電圧が所定電圧以下に低下した場合、主駆動パルス P 1 ではステッピングモータ 1 0 8 を回転させることができず、補正駆動パルス P 2 によって回転することになるため、電力消費が大きくなるが、本第 1 の実施の形態では、二次電池 1 1 3 が所定電圧まで低下したときに変則運針を行うことによって電圧低下を報知して充電を促

すため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数を削減することが可能になり、低消費電力化が可能になる。

【0054】

制御回路 103 は、処理ステップ S 401 において電圧検出回路 112 が過放電を検出していないと判定した場合、主駆動パルス発生回路 104 に対して主駆動パルス P 1 を出力するように制御信号を出力する（ステップ S 402）。主駆動パルス発生回路 104 は、前記制御信号に対応するエネルギーの主駆動パルス P 1 をモータドライバ回路 107 に出力し、モータドライバ回路 107 は前記主駆動パルス P 1 によって第 1 パターンでステッピングモータ 108 を回転駆動する。ステッピングモータ 108 はアナログ表示部 109 を駆動する。アナログ表示部 109 では通常の運針駆動が行われ、時刻表示が行われる。

10

【0055】

回転検出回路 110 は、回転検出期間 T において、ステッピングモータ 108 の回転自由振動によって発生する誘起信号 V R s を検出し、基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を検出したか否か、即ち、ステッピングモータ 108 が回転したか否かを表す検出信号を制御回路 103 に出力する。

制御回路 103 は、回転検出回路 110 の検出結果に基づいて、ステッピングモータ 108 が回転したか否かを判定する（ステップ S 403）。

【0056】

制御回路 103 は、処理ステップ S 403 においてステッピングモータ 108 が回転しなかったと判定すると、補正駆動パルス P 2 で駆動するように補正駆動パルス発生回路 105 に制御信号を出力する（ステップ S 404）。補正駆動パルス発生回路 105 は前記制御信号に応答して、モータドライバ回路 107 を介して補正駆動パルス P 2 でステッピングモータ 108 を強制的に回転駆動する。

20

【0057】

尚、主駆動パルス P 1 を複数種類用いる場合は、次回駆動時にエネルギーを 1 ランクアップした主駆動パルス P 1 に変更するように主駆動パルス発生回路 104 に制御信号を出力するように構成することができる。この場合、主駆動パルス発生回路 104 は、次の処理ステップ S 402 における駆動時に、1 ランクアップした主駆動パルス P 1 で駆動することになる。

【0058】

制御回路 103 は、前述したように補正駆動パルス P 2 を選択してステッピングモータ 108 を駆動した場合、過放電検出値を第 1 基準電圧よりも高電圧の第 2 基準電圧（H i）に変更する（ステップ S 405）。

30

これにより、次のステップ S 401 の処理においては、二次電池 113 の電圧が第 2 基準電圧である高い過放電検出値か否かが判定されることになるため、二次電池 113 の電圧が前記高い過放電検出値まで低下したときに処理ステップ S 406 の変則運針が行われることになる。

【0059】

よって、二次電池 113 が過放電に達したことが補正駆動パルス P 2 による駆動が行われる前に検出されるため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

40

制御回路 103 は、処理ステップ S 403 においてステッピングモータ 108 が回転したと判定した場合は処理ステップ S 401 に戻る。

以上のようにして、補正駆動パルス P 2 による駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

【0060】

図 5 は、本発明の第 4 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、図 4 と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

前記第 3 の実施の形態では過放電検出値として低電圧の第 1 基準電圧と前記第 1 基準電

50

圧よりも高電圧の第2基準電圧の2種類を用いており、本第4の実施の形態でも、複数の基準電圧を用いる点では前記第3の実施の形態と同じである。

【0061】

但し本第4の実施の形態では、過放電検出値として、所定の最も低い電圧（第1基準電圧）、前記最低電圧よりも高い所定の中電圧（第2基準電圧）、前記中電圧よりも高い所定の高電圧（第3基準電圧）の3種類を用いており、又、基準電圧を変更する際の処理が異なっている。

以下、図1、図5を用いて、本発明の第4の実施の形態に関して、前記第3の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0062】

制御回路103は、電圧検出回路112が所定の過放電検出値を検出したか否かを判定する（ステップS401）。初期状態として、前記過放電検出値は最低電圧である第1基準電圧に設定されている。

制御回路103は、処理ステップS401において、二次電池113の電圧が初期状態として設定された第1基準電圧に低下したことを検出したと判定すると、変則運針パルス発生回路106に変則運針パルス制御信号を出力して、変則運針させる（ステップS406）。

【0063】

制御回路103は、処理ステップS401で過放電検出値を検出していないと判定した後、処理ステップS404において補正駆動パルスP2による駆動を行うと、電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第2基準電圧か否かを判定する（ステップS501）。

制御回路103は、処理ステップS501において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第2基準電圧ではないと判定すると、電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第3基準電圧か否かを判定する（ステップS502）。

【0064】

制御回路103は、処理ステップS502において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第3基準電圧ではないと判定すると、処理ステップS401に戻る。

制御回路103は、処理ステップS502において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第3基準電圧であると判定すると、過放電検出値を第3基準電圧に設定して処理ステップS401に戻る（ステップS504）。

【0065】

次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定処理（ステップS401の処理）は、第3基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1、第2基準電圧に設定していたときよりも、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態で早めに変則運針パルスPhによる駆動が行われるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減されることになる。

【0066】

制御回路103は、処理ステップS501において電圧検出回路112が検出した二次電池113の現在の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値が第2基準電圧であると判定すると、過放電検出値を第2基準電圧に設定して処理ステップS401に戻る（ステップS503）。

次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定処理（ステップS401の処理）は、第2基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1基準電圧に設定していたときよりも、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態で早めに変則運針パルスPhによる駆動が行われるため、補正駆動パルスP2

10

20

30

40

50

による駆動回数が低減されることになる。

【0067】

このように、過放電検出値を現在の二次電池113の電圧以上で最も近い基準電圧に変更するため、不必要に高い基準電圧に変更（例えば、第1基準電圧から直ちに第3基準電圧に変更）することを防止することができ、二次電池113の電圧が高いにも拘わらず変則運転駆動が早く行われるのを防止することができる。

また、過放電検出値を第1基準電圧～第3基準電圧のいずれかに設定変更することにより、二次電池113の電圧が低下した場合、補正駆動パルスP2によって駆動する事態が発生する前に、過放電検出値を検出して変則運転を行って充電を促すため、補正駆動パルスP2による駆動を極力避けることが可能になり、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる等の効果を奏する。

10

【0068】

また、本第4の実施の形態では、複数種類の過放電検出値が用意されており、補正駆動パルスP2を選択して駆動した場合、制御手段は、二次電池113の電圧以上で且つ二次電池113の現在の電圧に最も近い過放電検出値を選択して小刻みに設定変更するため、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態の最適な過放電検出値に設定することが可能になる。

尚、本実施の形態では、過放電検出値を3種類用いたが、それ以上の種類の過放電検出値を用いるようにしてもよい。

【0069】

20

図6は、本発明の第5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、図4と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

前記第3の実施の形態では、補正駆動パルスP2によって1回駆動すると、過放電検出値を設定変更するように構成したが、本第5の実施の形態では、補正駆動パルスP2による駆動を所定回数行った場合に過放電検出値を設定変更するように構成している。

【0070】

尚、本第5の実施の形態では、前記第3の実施の形態と同様に過放電検出値として低電圧の第1基準電圧と前記第1基準電圧よりも高電圧の第2基準電圧の2種類を用いた例で説明するが、前記第4の実施の形態と同様に3つ以上の過放電検出値を用いて過放電検出値を設定変更するように構成することができる。

30

以下、図1、図6を用いて、本発明の第5の実施の形態に関して、前記第3の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0071】

制御回路103は、先ず初期設定を行う（ステップS601）。前記初期設定では制御回路103は、補正駆動パルスP2による駆動回数を計数した計数値nを0に初期化し又、過放電検出値を第1基準電圧（Lo）に設定する。補正駆動パルスP2を計数する回数である規定回数は予めNに設定されている。

本第5の実施の形態でも前記第3の実施の形態と同様に、過放電検出値として、複数の基準電圧が用意されており、所定の低電圧である第1基準電圧（Lo）と、前記第1基準電圧よりも高い所定の高電圧である第2基準電圧（Hi）の2種類が用意されている。二次電池113が過放電領域にあるか否かを検出する基準電圧として、これらを切り換えて設定するようにしている。処理ステップS601では前述したように、初期状態として第1基準電圧（Lo）の過放電検出値が設定されている。

40

【0072】

制御回路103は、電圧検出回路112が所定の過放電の電圧（過放電検出値）を検出したか否かを判定する（ステップS401）。

制御回路103は、処理ステップS401において、電圧検出回路112が過放電検出値を検出したと判定すると、即ち、二次電池113が第1基準電圧まで低下したと判定すると、変則運転パルス発生回路106に変則運転パルス制御信号を出力して、変則運転さ

50

せる（ステップ S 4 0 6）。

【0073】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 4 0 1 において電圧検出回路 1 1 2 が過放電を検出していないと判定した場合、主駆動パルス発生回路 1 0 4 に対して主駆動パルス P 1 を出力するように制御信号を出力する（ステップ S 4 0 2）。主駆動パルス発生回路 1 0 4 は、前記制御信号に対応するエネルギーの主駆動パルス P 1 をモータドライバ回路 1 0 7 に出力し、モータドライバ回路 1 0 7 は前記主駆動パルス P 1 によってステッピングモータ 1 0 8 を回転駆動する。

制御回路 1 0 3 は、回転検出回路 1 1 0 の検出結果に基づいて、ステッピングモータ 1 0 8 が回転したか否かを判定する（ステップ S 4 0 3）。

10

【0074】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 4 0 3 においてステッピングモータ 1 0 8 が回転しなかったと判定すると、補正駆動パルス P 2 で駆動するように補正駆動パルス発生回路 1 0 5 に制御信号を出力する（ステップ S 4 0 4）。補正駆動パルス発生回路 1 0 5 は前記制御信号に応答して、モータドライバ回路 1 0 7 を介して補正駆動パルス P 2 でステッピングモータ 1 0 8 を強制的に回転駆動する。

【0075】

尚、主駆動パルス P 1 が複数種類有る場合は、次回駆動時にエネルギーを 1 ランクアップした主駆動パルス P 1 に変更するように主駆動パルス発生回路 1 0 4 に制御信号を出力するように構成することができる。この場合、主駆動パルス発生回路 1 0 4 は、次回の処理ステップ S 4 0 2 における駆動時に、1 ランクアップした主駆動パルス P 1 で駆動することになる。

20

【0076】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 4 0 4 において補正駆動パルス P 2 を選択して駆動したため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数の計数値に 1 加算する（ステップ S 6 0 2）。

制御回路 1 0 3 は、補正駆動パルス P 2 による駆動回数が規定回数 N になったと判定した場合、即ち、所定回数連続して補正駆動パルス P 2 を選択して駆動したと判定した場合（ステップ S 6 0 3）、過放電検出値を第 1 基準電圧よりも高電圧の第 2 基準電圧（H i）に変更する（ステップ S 4 0 5）。これにより、次回のステップ S 4 0 1 の処理においては、二次電池 1 1 3 の電圧が第 2 基準電圧である高い過放電検出値か否かが判定されることになるため、二次電池 1 1 3 の電圧が前記高い過放電検出値まで低下したときに処理ステップ S 4 0 6 の変則運転が行われることになる。よって、二次電池 1 1 3 が過放電に達したことが補正駆動パルス P 2 による駆動が行われる前に検出されるため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

30

【0077】

制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 4 0 3 においてステッピングモータ 1 0 8 が回転したと判定した場合は処理ステップ S 4 0 1 に戻る。

以上のようにして、補正駆動パルス P 2 による駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

40

また、補正駆動パルス P 2 によって所定回数駆動した場合に過放電検出値を設定変更するため、定常的な補正駆動パルス P 2 による駆動が行われるときに過放電検出値を変更することができ、突発的な現象によって過放電検出値を変更するようなことを防止できる。したがって、過放電検出値の不要な設定変更を防止することができる。

【0078】

以上述べたように、本発明の第 3 ～ 第 5 の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路は、少なくともステッピングモータ 1 0 8 に電力を供給する電源としての二次電池 1 1 3 と、二次電池 1 1 3 の電圧を検出する電圧検出回路 1 1 2 と、ステッピングモータ 1 0 8 の回転状況を検出する回転検出手段と、少なくとも主駆動パルス及び前記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を含む複数種類の駆動パルスの中からステッピン

50

グモータ 108 の回転状況に応じた駆動パルスを選択してステッピングモータ 108 を所定パターンで駆動する制御手段と、二次電池 113 が所定の基準電圧になったことを前記電圧検出手段が検出したとき、二次電池 113 が所定の基準電圧になったことを報知する報知手段とを備え、制御手段は、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前に、前記補正駆動パルスを選択して駆動したとき、現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定することを特徴としている。

【0079】

ここで、基準電圧は複数種類用意されて成り、制御手段は、補正駆動パルス P2 を選択して駆動したとき、電圧検出回路 112 が検出した二次電池 113 の電圧以上で且つ最も近い基準電圧に設定するように構成することができる。

10

また、前記制御手段は、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前はステッピングモータ 108 を第 1 パターンで駆動し、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出したときはステッピングモータ 108 を前記第 1 パターンとは異なる第 2 パターンで駆動するように構成することができる。

また、前記制御手段は、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前に、補正駆動パルス P2 を所定回数連続して選択して駆動した場合、基準電圧を設定変更するように構成することができる。

【0080】

したがって、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

20

また、過放電検出値を検出する前に補正駆動パルス P2 で駆動することになった場合、過放電検出値を高い値に変更することにより、補正駆動パルス P2 で駆動を行う事態が生じる前に充電を促すことが可能になる。これにより、変則運針に切り換わる前に補正駆動パルス P2 による駆動を行う事態が生じることを極力避けることが可能になる。

【0081】

また、前記実施の形態に係るアナログ電子時計は、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、ステッピングモータ制御回路として、前記ステッピングモータ制御回路を用いて成ることを特徴としているので、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。また、変則運針への切り換えが最適化されるため、電子時計の二次電池 113 の持続時間を延ばす事が可能になる。

30

【0082】

図 7 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を用いたアナログ電子時計のブロック図で、第 6、第 7、第 12、第 13 の実施の形態に共通するブロック図であり、アナログ電子腕時計の例を示している。

図 7 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、前記時計信号の計時動作やアナログ電子時計を構成する各電子回路要素の制御あるいは駆動パルスの変更制御等の各種制御を行う制御回路 103 を備えている。

40

【0083】

また、アナログ電子時計は、制御回路 103 からの主駆動パルス制御信号に基づいて相互にエネルギーが異なる複数種類の主駆動パルス P1 中から選択し出力する主駆動パルス発生回路 104、制御回路 103 からの補正駆動パルス制御信号に基づいて前記各主駆動パルス P1 よりもエネルギーが大きい補正駆動パルス P2 を出力する補正駆動パルス発生回路 105、制御回路 103 からの変則運針パルス制御信号に基づいて変則運針パルス Ph を出力する変則運針パルス発生回路 106 を備えている。変則運針パルス Ph は、各主駆動パルス P1 よりもエネルギーが大きく且つ主駆動パルス P1 と補正駆動パルス P2 の和よりもエネルギーが小さい駆動パルスである（主駆動パルス P1 < 変則運針パルス Ph < （主駆

50

動パルス P 1 + 補正駆動パルス P 2)。尚、変則運針パルスとしていずれかの主駆動パルスを用いるようにしてもよい。

【0084】

また、アナログ電子時計は、主駆動パルス発生回路 104 からの主駆動パルス P 1、補正駆動パルス発生回路 105 からの補正駆動パルス P 2、変則運針パルス発生回路 106 からの変則運針パルスにตอบสนองしてステッピングモータ 108 を回転駆動するモータドライバ回路 107 を備えている。

また、アナログ電子時計は、モータドライバ回路 107 によって回転駆動されるステッピングモータ 108、ステッピングモータ 108 によって回転駆動される時刻表示用の時刻針やカレンダー表示部等を有するアナログ表示部 109、所定の回転検出区間においてステッピングモータ 108 が発生する誘起信号 V R s を検出して回転状況を表す検出信号を出力する回転検出回路 110、回転検出回路 110 が検出した誘起信号 V R s に基づいてステッピングモータ 108 を回転駆動する駆動パルスのエネルギー余裕の程度を判別する動作余裕判別回路 111 を備えている。

【0085】

また、アナログ電子時計は、ステッピングモータ 108 をはじめとしてアナログ電子時計の各電子回路要素に電力を供給する電源としての二次電池 113、二次電池 113 を充電する太陽電池 114、二次電池 113 の電圧を検出する電圧検出回路 112 を備えている。二次電池 113 は、少なくともステッピングモータに電力を供給する電源として機能する。

【0086】

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 109 は報知手段を構成している。回転検出回路 110 及び動作余裕判別回路 111 は回転検出手段を構成している。太陽電池 114 は電力を発電する発電手段、二次電池 113 を充電する充電手段を構成している。主駆動パルス発生回路 104、補正駆動パルス発生回路 105 及び変則運針パルス発生回路 106 は駆動パルス発生手段を構成している。また、発振回路 101、分周回路 102、制御回路 103、主駆動パルス発生回路 104、補正駆動パルス発生回路 105、変則運針パルス発生回路 106 及びモータドライバ回路 107 は制御手段を構成している。また、発振回路 101、分周回路 102、制御回路 103、主駆動パルス発生回路 104、補正駆動パルス発生回路 105、変則運針パルス発生回路 106、モータドライバ回路 107、回転検出回路 110、動作余裕判別回路 111、電圧検出回路 112、二次電池 113、太陽電池 114 はステッピングモータ制御回路を構成している。

【0087】

太陽電池 114 は発電を行って二次電池 113 を充電する。電源である二次電池 113 から、ステッピングモータ 108 をはじめとするアナログ電子時計の回路要素に対して電力が供給され、アナログ電子時計は動作する。

通常動作である時刻表示動作を概略説明すると、図 7 において、発振回路 101 は所定周波数の信号を発生し、分周回路 102 は発振回路 101 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（例えば 1 秒周期の信号）を発生し、制御回路 103 に出力する。

【0088】

制御回路 103 は、前記時計信号にตอบสนองして所定周期でステッピングモータ 108 を負荷の大きさや二次電池 113 の電圧に応じた駆動パルスで回転駆動するように主駆動パルス発生回路 104 に主駆動パルス制御信号を出力する。

本実施の形態では、ステッピングモータ 108 を回転駆動するための駆動パルスとして複数種類の駆動パルスが用意されている。前記駆動パルスとして、相互にエネルギーの異なる複数種類（即ち複数ランク）の主駆動パルス P 1、各主駆動パルス P 1 よりもエネルギーの大きい変則運針パルス P h、前記変則運針パルスよりもエネルギーの大きい補正駆動パルス P 2 を用いるようにしている。

【0089】

主駆動パルスP1は通常の時刻針（秒針、分針、時針）運針（1秒周期等の所定周期（第1パターン）での時刻針の運針）時にステッピングモータ108を回転駆動するための駆動パルス、補正駆動パルスP2は主駆動パルスP1ではステッピングモータ108を回転させることができなかった場合にステッピングモータ108を強制的に回転させるための駆動パルス、変則運針パルスは時刻針を第1パターンとは異なる第2パターン（例えば、2秒毎にステッピングモータ108を2秒分纏めて運針（2秒運針））で運針駆動するための駆動パルスである。

【0090】

主駆動パルス発生回路104は、制御回路103からの主駆動パルス制御信号に対応するエネルギーランクの主駆動パルスP1をモータドライバ回路107に出力する。モータドライバ回路107は前記主駆動パルスP1によってステッピングモータ108を回転駆動する。ステッピングモータ108は前記主駆動パルスP1によって回転駆動されて、アナログ表示部109の時刻針を回転駆動する。これにより、ステッピングモータ108が正常に回転した場合には、アナログ表示部109では、時刻針による現在時刻表示が行われる。

【0091】

回転検出回路110は、ステッピングモータ108の回転自由振動によって発生する誘起信号VRSのうち所定の基準しきい電圧Vcompを超える検出信号VRSを所定の検出区間Tにおいて検出する。

回転検出回路110は、ステッピングモータ108が回転した場合等のようにステッピングモータ108のロータ（図示せず）が一定の速い動作を行った場合には所定の基準しきい電圧Vcompを超える検出信号VRSを検出し、ステッピングモータ108が回転しない場合等のように前記ロータが一定の速い動作を行わない場合には検出信号VRSは基準しきい電圧Vcompを越えないように基準しきい電圧Vcompが設定されている。

【0092】

動作余裕判別回路111は、回転検出回路110が検出した基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRSの検出時刻と検出した区間とを比較して、誘起信号VRSがどの区間において検出されたのかを判別し、駆動エネルギーの余裕の程度を判別する。後述するように本実施の形態では、ステッピングモータ108の回転状況を検出する検出区間を複数の区間に区分している。

このように、回転検出回路110はステッピングモータ108が発生した基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRSを検出し、動作余裕判別回路111は前記誘起信号VRSが検出区間のどの区間に属するかを判定し、誘起信号VRSの属する区間を表すパターンに基づいて、その時駆動した駆動パルスの駆動余力を判別する。

【0093】

制御回路103は、動作余裕判別回路111が判別した駆動余力に基づいて、主駆動パルスP1のエネルギーを1ランク上げる動作（パルスアップ）や主駆動パルスP1のエネルギーを1ランク下げる動作（パルスダウン）を行うように主駆動パルス発生回路104に制御信号を出力してパルス制御を行い、あるいは、補正駆動パルスP2によって駆動するように補正駆動パルス発生回路105に制御信号を出力してパルス制御を行う。

主駆動パルス発生回路104や補正駆動パルス発生回路105は前記制御信号に応じた駆動パルスをモータドライバ回路107に出力し、モータドライバ回路107は当該駆動パルスによってステッピングモータ108を回転駆動する。

【0094】

図8は、本発明の第6、第7、第12、第13の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108を駆動した場合のタイミング図で、駆動パルスの余裕の程度、ステッピングモータ108のロータ202の回転位置、回転状況を表す誘起信号VRSのパターン及びパルス制御動作をあわせて示している。

図 8 において、P 1 は主駆動パルス P 1 を表すと共にロータ 2 0 2 が主駆動パルス P 1 によって回転駆動される領域を表し、又、a ~ e は主駆動パルス P 1 の駆動停止後の自由振動によるロータ 2 0 2 の回転位置を表す領域である。

【0095】

主駆動パルス P 1 による駆動直後の所定時間を第 1 区間 T 1、第 1 区間 T 1 よりも後の所定時間を第 2 区間 T 2、第 2 区間 よりも後の所定時間を第 3 区間 T 3 としている。このように、主駆動パルス P 1 による駆動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 T 1 ~ T 3）に区分している。尚、本実施の形態では、誘起信号 V R s 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 2 0 2 を中心として、その回転によってロータ 2 0 2 の主磁極 A が位置する X Y 座標空間を第 1 象限 I ~ 第 4 象限 I V に区分した場合、第 1 区間 T 1 ~ 第 3 区間 T 3 は次のように表すことができる。

【0096】

即ち、通常駆動の状態（即ち駆動エネルギーが余裕大の回転状態）において、第 1 区間 T 1 はロータ 2 0 2 を中心とする空間の第 3 象限 I I I においてロータ 2 0 2 の正方向回転状況を判定する区間、第 2 区間 T 2 は第 3 象限 I I I においてロータ 2 0 2 の最初の正方向回転状況及び最初の逆方向回転状況を判定する区間、第 3 区間 T 3 は第 3 象限 I I I においてロータ 2 0 2 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、通常駆動とは通常時に駆動される負荷を主駆動パルス P 1 で正常に駆動できる状態であり、本実施の形態では、時刻針を負荷として、主駆動パルス P 1 で正常に駆動できる状態を通常駆動としている。

【0097】

また、通常駆動に対して僅かに駆動エネルギーが小さい状態（負荷増分小の駆動状態、エネルギーが余裕小の回転状態）では、第 1 区間 T 1 は第 2 象限 I I においてロータ 2 0 2 の正方向回転状況を判定する区間、第 2 区間 T 2 は第 3 象限 I I I においてロータ 2 0 2 の最初の正方向の回転状況及び最初の逆方向の回転状況を判定する区間、第 3 区間 T 3 は第 3 象限 I I I におけるロータ 2 0 2 の最初の逆方向回転以後の回転状況を判定する区間である。

【0098】

また、エネルギーが前記余裕小の回転状態よりも更に駆動エネルギーが小さい状態（負荷増分大の駆動状態、エネルギーがぎりぎりの回転状態）では、第 1 区間 T 1 は第 2 象限 I I においてロータ 2 0 2 の正方向回転状況を判定する区間、第 2 区間 T 2 は第 2 象限 I I においてロータ 2 0 2 の正方向回転状況及び第 3 象限 I I I においてロータ 2 0 2 の最初の正方向の回転状況を判定する区間、第 3 区間 T 3 は第 3 象限 I I I におけるロータ 2 0 2 の最初の逆方向回転以後の回転状況を判定する区間である。

【0099】

また、エネルギーが前記ぎりぎりの回転状態よりも更に駆動エネルギーが小さい状態（負荷増分極大の駆動状態、エネルギーが不足して非回転状態）では、ロータ 2 0 2 を回転させることができない状態である。

例えば、図 8 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、通常駆動の状態において、領域 b 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 c で生じた誘起信号 V R s 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 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。

【0100】

回転検出回路 1 1 0 が基準しきい電圧 V c o m p を超える誘起信号 V R s を検出した場合を判定値「1」、回転検出回路 1 1 0 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判定値「0」とすると、図 8 の通常駆動の例では、回転状況を表すパターン（第 1 区間の判定値、第 2 区間の判定値、第 3 区間の判定値）として（0, 1, 0）が得られている。この場合、制御回路 1 0 3 は駆動エネルギーの余裕が大と判定して、駆動エネルギーを 1 ランクダウン（パルスダウン）して、1 ランク下の主駆動パル

ス P 1 に変更するようにパルス制御を行う。

【0101】

図 9 は本発明の第 6、第 7、第 12、第 13 の実施の形態のパルス制御動作をまとめた判定チャートである。図 9 において、前述したとおり、基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を検出した場合を判定値「1」、基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} を検出できなかった場合を判定値「0」と表している。また、「1/0」は、判定値が「1」、「0」のどちらでもよいことを表している。

【0102】

図 9 に示すように、回転検出回路 110 が基準しきい電圧 V_{comp} を超える誘起信号 V_{Rs} の有無を検出し、動作余裕判別回路 111 が前記誘起信号 V_{Rs} のパターンに基づいてエネルギーの余裕度を判定し、制御回路 103 内部に記憶した図 9 の判定チャートを参照して、制御回路 103 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パルス制御を行ってステッピングモータ 108 を回転制御する。

【0103】

例えば、制御回路 103 は、パターン (1/0, 0, 0) の場合、ステッピングモータ 108 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 108 を駆動するように補正駆動パルス発生回路 105 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主駆動パルス発生回路 104 を制御する。

【0104】

制御回路 103 は、パターン (1/0, 0, 1) の場合、ステッピングモータ 108 は回転したが、負荷に対して駆動エネルギーがかなり低い状態であり、次回駆動時に非回転になる恐れがあると判定して、補正駆動パルス P 2 による駆動を行うことなく、前もって次回駆動時に 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主駆動パルス発生回路 104 を制御する。

【0105】

制御回路 103 は、パターン (1, 1, 1/0) の場合、ステッピングモータ 108 は回転し、負荷に対して駆動エネルギーの余裕は小さいが次回も回転可能と判定して、次回駆動時に主駆動パルス P 1 を変更せずに駆動するように主駆動パルス発生回路 104 を制御する。

制御回路 103 は、パターン (0, 1, 1/0) の場合、ステッピングモータ 108 は回転し、負荷に対して駆動エネルギーが過大と判定して、主駆動パルス P 1 を 1 ランクダウンした主駆動パルス P 1 に変更して駆動するように主駆動パルス発生回路 104 を制御する。

図 10 は、本発明の第 6 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。

【0106】

以下、図 7～図 10 を参照して、本発明の第 6 の実施の形態の動作を詳細に説明する。

制御回路 103 は、主駆動パルス P 1 によって時刻針を 1 秒周期の第 1 パターンで駆動している状態において、電圧検出回路 112 を制御して二次電池 113 の電圧を検出させる。

制御回路 103 は、電圧検出回路 112 が所定の過放電検出値を検出したと判定すると (ステップ S 701)、変則運針パルス発生回路 106 に変則運針パルス制御信号を出力して、変則運針させる (ステップ S 709)。

【0107】

ここで、過放電検出値は、二次電池 113 が所定電圧 (過放電領域の電圧) になったか否かを判定するための基準電圧である。本第 6 の実施の形態では、過放電検出値として、複数の基準電圧を用いており、所定の低電圧である第 1 基準電圧と、前記第 1 基準電圧よ

10

20

30

40

50

りも高い所定の高電圧である第2基準電圧の2種類を用いている。後述するように、過放電領域か否かを検出する基準電圧として、これらを切り替えて設定するようにしている。電圧検出回路112が過放電検出値を検出した場合は、二次電池113が所定の電圧（過放電領域の電圧）まで低下したことを意味しており、これは、ステッピングモータ108を主駆動パルスP1のみで正常に回転駆動することが困難な状態にまで二次電池113の電圧が低下したことを意味する。

【0108】

変則運針パルス発生回路106は、前記制御信号に応答して、モータドライバ回路107に変則運針パルスPhを出力する。モータドライバ回路107は、ステッピングモータ108を第2パターン（例えば2秒運針）で変則運針駆動する。これにより、ユーザに対して、二次電池113が駆動限界である所定電圧（過放電領域の電圧）まで低下したことが報知される。ユーザは、太陽電池114を太陽光で照射する等して発電させて二次電池113を充電させ、アナログ電子時計に安定した動作をさせることができる。

【0109】

また、二次電池113の電圧が所定電圧以下に低下した場合、主駆動パルスP1ではステッピングモータ108を回転させることができず、補正駆動パルスP2によって回転することになるため、電力消費が大きくなるが、本第6の実施の形態では、二次電池113が所定電圧まで低下したときに変則運針を行うことによって電圧低下を報知して充電を促すため、補正駆動パルスP2による駆動回数を削減することが可能になり、低消費電力化が可能になる。

【0110】

制御回路103は、処理ステップS701において電圧検出回路112が過放電を検出していないと判定した場合、主駆動パルス発生回路104に対して主駆動パルスP1を発生するように制御信号を出力する（ステップS702）。主駆動パルス発生回路104は、前記制御信号に対応するエネルギーの主駆動パルスP1をモータドライバ回路107に出力し、モータドライバ回路107は前記主駆動パルスP1によってステッピングモータ108を回転駆動する。

【0111】

回転検出回路110は、回転検出期間Tにおいて、ステッピングモータ108の回転によって生じる誘起信号VRsのうち、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRsを検出する。動作余裕判別回路111は、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRsに基づいて、誘起信号VRsのパターンを生成して駆動エネルギーの余裕度を判別する。

制御回路103は、動作余裕判別回路111が判別した余裕度に基づいて、パルスアップが不要か否かを判定する（ステップS703）。

【0112】

制御回路103は、処理ステップS703においてパルスアップが必要と判定すると（駆動エネルギーがぎりぎり回転の場合である。）、主駆動パルスP1を1ランクアップするように主駆動パルス発生回路104を制御する（ステップS704）。主駆動パルス発生回路104は、次回駆動時に制御回路103の制御に応答して1ランクアップした主駆動パルスP1をモータドライバ回路107に出力し、モータドライバ回路107は前記主駆動パルスP1によってステッピングモータ108を回転駆動する。

【0113】

回転検出回路110は、次の回転検出期間Tにおいて、ステッピングモータ108の回転によって生じる誘起信号VRsのうち、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRsを検出する。動作余裕判別回路111は、基準しきい電圧Vcompを超える誘起信号VRsに基づいて、誘起信号VRsのパターンを生成して駆動エネルギーの余裕度を判別する。

制御回路103は、動作余裕判別回路111が判別した余裕度に基づいて、パルスアップが不要か否かを判定する（ステップS705）。

【0114】

制御回路103は、処理ステップS705においてパルスアップが必要と判定すると（非回転の場合である。）、補正駆動パルスP2で駆動するように補正駆動パルス発生回路105を制御する（ステップS706）。補正駆動パルス発生回路105は、制御回路103の制御に応答して補正駆動パルスP2をモータドライバ回路107に出力し、モータドライバ回路107は補正駆動パルスP2によってステッピングモータ108を回転駆動する。

【0115】

次に制御回路103は、現在の主駆動パルスP1のランクが過放電ランクの主駆動パルスP1kか否かを判定する（ステップS707）。即ち、処理ステップS704においてステッピングモータ108を回転させることができなかった主駆動パルスP1が過放電ランクの主駆動パルスP1kか否かを判定する。ここで、過放電ランクの主駆動パルスP1kは、予め定めた所定エネルギーの主駆動パルスP1であり、例えば、最大エネルギーの主駆動パルスP1maxである。

【0116】

制御回路103は、処理ステップS707において過放電ランクの主駆動パルスP1kであると判定すると、過放電検出値を高電圧の第2基準電圧（Hi）に設定して処理ステップS701に戻る（ステップS708）。これにより、次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定は、第2基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1基準電圧に設定していたときよりも、早めに変則運転パルスによる駆動が行われるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減されることになる。よって、省電力化が図られる。

制御回路103は、処理ステップS707において現在の主駆動パルスP1が過放電ランクの主駆動パルスP1kではないと判定した場合、処理ステップS705においてパルスアップが不要と判定した場合、及び、処理ステップS703においてパルスアップが不要と判定した場合は処理ステップS701に戻る。

【0117】

以上述べたように、本発明の第6の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路は、少なくともステッピングモータ108に電力を供給する電源としての二次電池113と、二次電池113の電圧を検出する電圧検出回路112と、ステッピングモータ108の回転状況を検出する回転検出手段と、複数種類の駆動パルスの中からステッピングモータ108の回転状況に応じたエネルギーの駆動パルスを選択してステッピングモータ108を第1パターンで駆動する制御手段と、二次電池113が所定の基準電圧になったことを電圧検出回路112が検出したとき二次電池113が所定の基準電圧になったことを報知する報知手段とを備え、前記制御手段は、所定駆動パルスP1kを選択して駆動した結果、パルスアップが必要と判定したとき、前記基準電圧を現在の基準電圧よりも高い基準電圧に設定することを特徴としている。

【0118】

ここで、前記制御手段は、二次電池113が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路112が検出する前はステッピングモータ108を第1パターンで駆動し、二次電池113が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路112が検出したときはステッピングモータ108を第1パターンとは異なる第2パターンで駆動するように構成することができる。

【0119】

このように、主駆動パルスP1によるステッピングモータの回転状態に応じて二次電池113の電圧が過放電領域に達したかを判断し、過放電か否かを判定する基準である基準電圧を切り替えるようにしている。また、複数種類のエネルギーの主駆動パルスP1の中から過放電パルスランクの主駆動パルスP1kを設定し、その駆動パルスP1kによる駆動が余裕のない駆動状態（パルスアップが必要な状態）に達したら過放電検出値を検出する前に補正駆動パルスP2が出力されてしまうと判断し、過放電検出値を高電圧側に切り替

え、補正駆動パルス P 2 の出力を回避するようにしている。

【0120】

したがって、本第 6 の実施の形態に係るステッピングモータ制御回路によれば、補正駆動パルス P 2 による駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

また、二次電池 113 が所定電圧まで低下したときに変則運針を行うことによって電圧低下を報知して充電を促すため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数を削減することが可能になり、低消費電力化が可能になる。

また、変則運針への切り替えが最適化されるため、二次電池 113 の持続時間を延ばす事が出来る。

10

【0121】

また、本発明の第 6 の実施の形態に係るアナログ電子時計は、時刻針を回転駆動するステッピングモータ 108 と、ステッピングモータ 108 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、ステッピングモータ 108 を制御するステッピングモータ制御回路として、上述したステッピングモータ制御回路を用いて成ることを特徴としている。

したがって、補正駆動パルス P 2 による駆動を極力避けることができ、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる等の効果を奏する。

【0122】

図 11 は、本発明の第 7 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、図 10 と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

20

前記第 6 の実施の形態では過放電検出値として低電圧の第 1 基準電圧と高電圧の第 2 基準電圧の 2 種類を用いており、本第 7 の実施の形態においても複数の基準電圧を用いる点では同じである。

【0123】

しかしながら、本第 7 の実施の形態では、過放電検出値として、所定の最も低い電圧（第 1 基準電圧）、前記最低電圧よりも高い所定の中電圧（第 2 基準電圧）、前記中電圧よりも高い所定の高電圧（第 3 基準電圧）の 3 種類を用いており、又、基準電圧を変更する際の処理が異なっている。

30

以下、図 7～図 9 及び図 11 を用いて、本発明の第 7 の実施の形態に関して、前記第 6 の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0124】

制御回路 103 は、電圧検出回路 112 が所定の過放電検出値を検出したか否かを判定する（ステップ S701）。過放電検出値は、二次電池 113 が所定電圧（過放電領域の電圧）になったか否かを判定するための基準値であり、前記 3 種類の基準電圧を用いている。後述するように、過放電領域か否かを検出する基準電圧として、これらを切り替えて設定するようにしている。尚、ここでは初期状態として、前記過放電検出値は最低電圧である第 1 基準電圧に設定されているものとする。

【0125】

40

制御回路 103 は、処理ステップ S701 において、初期状態として設定された第 1 基準電圧を検出したと判定すると、変則運針パルス発生回路 106 に変則運針パルス制御信号を出力して、変則運針させる（ステップ S709）。

制御回路 103 は、処理ステップ S701 において第 1 基準電圧を検出していないと判定した後、処理ステップ S705 において、1 ランクアップした主駆動パルス P1 でもパルスアップが必要と判定すると（非回転の場合である。）、補正駆動パルス P2 で駆動するように補正駆動パルス発生回路 105 を制御する（ステップ S706）。補正駆動パルス発生回路 105 は、制御回路 103 の制御にตอบสนองして補正駆動パルス P2 をモータドライバ回路 107 に出力し、モータドライバ回路 107 は補正駆動パルス P2 によってステッピングモータ 108 を回転駆動する。

50

【0126】

次に制御回路103は、現在の主駆動パルスP1のランクが過放電ランクの主駆動パルスP1kか否かを判定する（ステップS707）。即ち、処理ステップS704においてステッピングモータ108を回転させることができなかった主駆動パルスP1が過放電ランクの主駆動パルスP1kか否かを判定する。ここで、過放電ランクの主駆動パルスP1kは、予め定めた所定エネルギーの主駆動パルスP1であり、例えば、最大エネルギーの主駆動パルスP1maxである。

制御回路103は、処理ステップS707において過放電ランクの主駆動パルスP1kであると判定すると、現在の基準電圧よりも高い電圧であって最も近い基準電圧が第2基準電圧か否かを判定する（ステップS801）。

10

【0127】

制御回路103は、処理ステップS801において現在の基準電圧よりも高い電圧であって最も近い基準電圧が第2基準電圧と判定すると、過放電検出値を第2基準電圧に設定する（ステップS803）。

次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定処理（ステップS701の処理）は、第2基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1基準電圧に設定していたときよりも、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態で早めに変則運転パルスPhによる変則運転駆動が行われるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減されることになる。

【0128】

20

制御回路103は、処理ステップS801において現在の基準電圧よりも高い電圧であって最も近い基準電圧が第2基準電圧ではないと判定した場合、現在の基準電圧よりも高い電圧であって最も近い基準電圧が第3基準電圧か否かを判定する（ステップS802）。

制御回路103は、処理ステップS802において現在の基準電圧よりも高い電圧であって最も近い基準電圧が第3基準電圧と判定すると、過放電検出値を第3基準電圧に設定する（ステップS804）。

【0129】

次回から二次電池113の電圧が過放電検出値に達したか否かの判定処理（ステップS701の処理）は、第3基準電圧を用いて行われることになる。したがって、過放電検出値を第1又は第2基準電圧に設定していたときよりも、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態で早めに変則運転パルスPhによる変則運転駆動が行われるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減されることになる。

30

【0130】

制御回路103は、処理ステップS802において現在の基準電圧よりも高い電圧であって最も近い基準電圧が第3基準電圧ではないと判定すると処理ステップS701へ戻る。

このように、過放電検出値を現在の基準電圧よりも高電圧で最も近い基準電圧に変更するため、不必要に高い基準電圧に変更（例えば、第1基準電圧から直ちに第3基準電圧に変更）することを防止することができ、二次電池113の電圧が高いにも拘わらず変則運転駆動が早く行われるのを防止することができる。

40

【0131】

また、過放電検出値を第1基準電圧～第3基準電圧のいずれかに設定することにより、二次電池113の電圧が低下した場合、補正駆動パルスP2によって駆動する事態が発生する前に、過放電検出値を検出して変則運転を行って充電を促すため、補正駆動パルスP2による駆動を極力避けることが可能になり、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる等の効果を奏する。

【0132】

また、本第7の実施の形態では、複数種類の過放電検出値が用意されており、所定駆動パルスP1kを選択して駆動した結果、パルスアップが必要と判定したとき、制御手段は

50

、現在の過放電検出値よりも高電圧で且つ最も近い過放電検出値を選択して小刻みに設定変更するため、ステッピングモータ108の駆動限界電圧に近い状態の最適な過放電検出値に設定することが可能になる。

尚、本第7の実施の形態では、過放電検出値を3種類用いたが、それ以上の種類の過放電検出値を用いるようにしてもよい。

【0133】

図12は、本発明の第8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、図2と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

前記第1の実施の形態では、二次電池113が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路112が検出する前に所定の主駆動パルスを選択したとき、制御手段が現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定するように構成したが、本第8の実施の形態では、制御手段は、二次電池113が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路112が検出する前にステッピングモータ108を所定駆動することになった場合（本第8の実施の形態では所定の主駆動パルスを選択した場合）に、二次電池113の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定したときは、前記現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定しないようにしている。

【0134】

以下、図1及び図12を用いて、本発明の第8の実施の形態に関して、前記第1の実施の形態と相違する部分について説明する。

制御回路103は、処理ステップS204において1ランクアップした主駆動パルスP1が所定エネルギーの主駆動パルスP1か否か、即ち、二次電池113が過放電であることを表す所定ランク（過放電ランク）の主駆動パルスP1kか否かを判定する（ステップS206）。前記過放電ランクの主駆動パルスP1kは、複数の主駆動パルスP1の中の1つの駆動パルスであり、製品の特性バラツキ等に応じて適宜選定できるが、例えば、最大エネルギーランクの主駆動パルスP1maxを過放電ランクの主駆動パルスP1kとして使用するようにしてもよい。

【0135】

制御回路103は、処理ステップS206において過放電ランクの主駆動パルスP1kと判定した場合、過放電検出値を第1基準電圧（Lo）よりも高電圧の第2基準電圧（Hi）に変更する（ステップS207）。

次に制御回路103は、電圧検出回路112が新たに設定された過放電検出値である第2基準電圧（Hi）を検出していない即ち、二次電池113が第2基準電圧以下ではないと判定した場合（ステップS1201）、日車駆動動作等の一時的な負荷変動と判定し、過放電検出値を第1基準電圧（Lo）に戻して第2基準電圧（Hi）側には変更しない（ステップS1202）。これにより、不必要に過放電検出値が変更されることを防止できるため二次電池113の電圧を適正に判定することができ、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

【0136】

制御回路103は、処理ステップS1201において第2基準電圧（Hi）を検出した即ち、二次電池113が第2基準電圧以下と判定した場合には、二次電池113の電圧が低下したと判定して、第2基準電圧（Hi）に変更した状態で処理ステップS201に戻る。これにより、次のステップS201の処理においては、二次電池113の電圧が第2基準電圧である高い過放電検出値か否かが判定されることになるため、二次電池113の電圧が前記高い過放電検出値まで低下したときに処理ステップS208の変則運転針が行われることになる。よって、二次電池113が過放電に達したことが補正駆動パルスP2による駆動が行われる前に検出されるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

【0137】

図13は、本発明の第9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、図 2、図 1 2 と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

以下、図 1 及び図 1 3 を用いて、本発明の第 9 の実施の形態に関して、前記第 8 の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0138】

制御回路 1 0 3 は、二次電池 1 1 3 が過放電検出値以下に低下していないことを電圧検出回路 1 1 2 が検出したと判定した場合（ステップ S 2 0 1）、時間経過を表すフラグが「1」か否かを判定する（ステップ S 1 3 0 1）。

制御回路 1 0 3 は、前記フラグが「1」でない場合（即ち前記フラグが「0」の場合であり、前回の主駆動パルス P 1 による駆動から所定時間経過した場合）は、主駆動パルス P 1 による駆動を行い（ステップ S 2 0 2）、処理ステップ S 2 0 3～S 2 0 7、S 1 2 0 1、S 1 2 0 2 の処理を行った後、前記フラグを「1」にセットして処理ステップ S 2 0 1 に戻る（ステップ S 1 3 0 2）。

【0139】

一方、制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 1 3 0 1 において前記フラグが「1」と判定した場合（即ち前回の主駆動パルス P 1 による駆動から所定時間経過していない場合）、補正駆動パルス P 2 によってステッピングモータ 1 0 8 を駆動するように制御する（ステップ S 1 3 0 3）。モータドライバ回路 1 0 7 は補正駆動パルス P 2 によってステッピングモータ 1 0 8 を駆動する。

次に制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 1 3 0 2 で前記フラグを「1」にセットした後所定時間経過した（即ち前回の主駆動パルス P 1 による駆動から所定時間経過した）と判定した場合には（ステップ S 1 3 0 4）、フラグを「0」にリセットして処理ステップ S 2 0 1 に戻る（ステップ S 1 3 0 5）。制御回路 1 0 3 は、処理ステップ S 1 3 0 4 において前記所定時間経過していないと判定した場合には直ちに処理ステップ S 2 0 1 に戻る。

【0140】

本第 9 の実施の形態によれば、前記第 8 の実施の形態と同様に、制御手段は、二次電池 1 1 3 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 1 1 2 が検出する前にステッピングモータ 1 0 8 を所定駆動することになった場合（本第 9 の実施の形態では所定の主駆動パルスを選択した場合）に二次電池 1 1 3 の電圧が現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧を超えていると判定したときは、前記現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定しないようにしている。

【0141】

また、本第 9 の実施の形態では更に、制御手段は、二次電池 1 1 3 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 1 1 2 が検出する前にステッピングモータ 1 0 8 を所定駆動することになった場合に二次電池 1 1 3 の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定した後は、主駆動パルス P 1 の代わりに補正駆動パルス P 2 によってステッピングモータ 1 0 8 を駆動すると共に所定時間経過する毎に主駆動パルス P 1 によってステッピングモータ 1 0 8 を駆動し、回転検出回路 1 1 2 が前記主駆動パルス P 1 による駆動によってステッピングモータ 1 0 8 が回転したことを検出した場合は補正駆動パルス P 2 から主駆動パルス P 1 に戻してステッピングモータ 1 0 8 を駆動するようにしている。

したがって、前記実施の形態 8 と同様の効果を奏するばかりでなく、一時的な負荷変動が発生した場合、負荷増時においても正常に回転駆動することができると共に負荷減少後は駆動エネルギーを低減することにより省電力化が可能になるという効果を奏する。

【0142】

図 1 4 は、本発明の第 1 0 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、図 4、図 1 2 と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

以下、図 1 及び図 1 4 を用いて、本発明の第 1 0 の実施の形態に関して、前記第 3 の実

施の形態と相違する部分について説明する。

【0143】

制御回路103は、処理ステップS404において補正駆動パルスP2によって駆動した後、過放電検出値を第1基準電圧(Lo)よりも高電圧の第2基準電圧(Hi)に変更する(ステップS405)。

次に制御回路103は、電圧検出回路112が新たに設定された過放電検出値である第2基準電圧(Hi)を検出していない即ち、二次電池113が第2基準電圧(Hi)以下に低下していない電圧であると判定した場合(ステップS1201)、日車駆動動作等の一時的な負荷変動と判定し、過放電検出値を第1基準電圧(Lo)に戻して第2基準電圧(Hi)側には変更しない(ステップS1202)。これにより、不必要に過放電検出値が変更されることを防止できるため二次電池113の電圧を適正に判定することができ、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

10

【0144】

制御回路103は、処理ステップS1201において第2基準電圧(Hi)を検出した即ち、二次電池113が第2基準電圧(Hi)以下であると判定した場合には、二次電池113の電圧が低下したと判定して、第2基準電圧(Hi)に変更した状態で処理ステップS401に戻る。これにより、次のステップS401の処理においては、二次電池113の電圧が第2基準電圧である高い過放電検出値か否かが判定されることになるため、二次電池113の電圧が前記高い過放電検出値まで低下したときに処理ステップS406の変則運転が行われることになる。よって、二次電池113が過放電に達したことが補正駆動パルスP2による駆動が行われる前に検出されるため、補正駆動パルスP2による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

20

【0145】

図15は、本発明の第11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、図4、図13、図14と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

以下、図1及び図15を用いて、本発明の第11の実施の形態に関して、前記第10の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0146】

制御回路103は、二次電池113が過放電検出値以下に低下していないことを電圧検出回路112が検出したと判定した場合(ステップS401)、時間経過を表すフラグが「1」か否かを判定する(ステップS1301)。

30

制御回路103は、処理ステップS1301においてフラグが「1」でないと判定した場合(即ちフラグが「0」と判定した場合であり、前回の主駆動パルスP1による駆動から所定時間経過した場合)は、処理ステップS402～S405、S1201、S1202の処理を行った後、前記フラグを「1」にセットして処理ステップS401に戻る(ステップS1302)。

【0147】

一方、制御回路103は、処理ステップS1301において前記フラグが「1」と判定した場合(即ち前回の主駆動パルスP1による駆動から所定時間経過していない場合)、補正駆動パルスP2によってステッピングモータ108を駆動するように制御する(ステップS1303)。モータドライバ回路107は補正駆動パルスP2によってステッピングモータ108を駆動する。

40

次に制御回路103は、処理ステップS1302で前記フラグを「1」にセットした後所定時間経過した(即ち前回の主駆動パルスP1による駆動から所定時間経過した)と判定した場合には(ステップS1304)、フラグを「0」にリセットして処理ステップS401に戻る(ステップS1305)。制御回路103は、処理ステップS1304において所定時間経過していないと判定した場合には直ちに処理ステップS401に戻る。

【0148】

本第11の実施の形態によれば、前記第10の実施の形態と同様に、制御手段は、二次

50

電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前にステッピングモータ 108 を所定駆動することになった場合（本第 11 の実施の形態では補正駆動パルス P2 を選択した場合）に二次電池 113 の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定したときは、前記現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定しないようにしている。

【0149】

また、本第 11 の実施の形態では更に、制御手段は、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前にステッピングモータ 108 を所定駆動することになった場合に二次電池 113 の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定した後は、主駆動パルス P1 の代わりに補正駆動パルス P2 によってステッピングモータ 108 を駆動すると共に所定時間経過する毎に主駆動パルス P1 によってステッピングモータ 108 を駆動し、回転検出回路 112 が前記主駆動パルス P1 による駆動によってステッピングモータ 108 が回転したことを検出した場合は補正駆動パルス P2 から主駆動パルス P1 に変更してステッピングモータ 108 を駆動するようにしている。

したがって、前記実施の形態 10 と同様の効果を奏するばかりでなく、一時的な負荷変動が発生した場合、負荷増時においても正常に回転駆動することができると共に負荷減少後は駆動エネルギーを低減することにより省電力化が可能になるという効果を奏する。

【0150】

図 16 は、本発明の第 12 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、図 10、図 12 と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

以下、図 7～図 9 及び図 16 を用いて、本発明の第 12 の実施の形態に関して、前記第 6 の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0151】

制御回路 103 は、処理ステップ S707 において現在の主駆動パルス P1 のランクが過放電ランクの主駆動パルス P1k か否かを判定する。即ち、処理ステップ S704 においてステッピングモータ 108 を回転させることができなかった主駆動パルス P1 が過放電ランクの主駆動パルス P1k か否かを判定する。ここで、過放電ランクの主駆動パルス P1k は、予め定めた所定エネルギーの主駆動パルス P1 であり、例えば、最大エネルギーの主駆動パルス P1max である。

【0152】

制御回路 103 は、処理ステップ S707 において過放電ランクの主駆動パルス P1k であると判定すると、過放電検出値を第 1 基準電圧 (Lo) よりも高電圧の第 2 基準電圧 (Hi) に設定する (ステップ S708)。

次に制御回路 103 は、電圧検出回路 112 が新たに設定された過放電検出値である第 2 基準電圧 (Hi) を検出していない即ち、二次電池 113 が第 2 基準電圧以下ではないと判定した場合 (ステップ S1201)、日車駆動動作等の一時的な負荷変動と判定し、過放電検出値を第 1 基準電圧 (Lo) に戻して第 2 基準電圧 (Hi) 側には変更しない (ステップ S1202)。これにより、不必要に過放電検出値が変更されることを防止できるため二次電池 113 の電圧を適正に判定することができ、補正駆動パルス P2 による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

【0153】

制御回路 103 は、処理ステップ S1201 において第 2 基準電圧 (Hi) を検出した即ち、二次電池 113 が第 2 基準電圧 (Hi) 以下と判定した場合には、第 2 基準電圧 (Hi) に変更した状態で処理ステップ S701 に戻る。これにより、次のステップ S701 の処理においては、二次電池 113 の電圧が第 2 基準電圧 (Hi) である高い過放電検出値か否かが判定されることになるため、二次電池 113 の電圧が前記高い過放電検出値まで低下したときに処理ステップ S709 の変則運転針が行われることになる。よって、二次電池 113 が過放電に達したことが補正駆動パルス P2 による駆動が行われる前に検

出されるため、補正駆動パルス P 2 による駆動回数が低減され、消費電力の抑制が可能になる。

【0154】

図 17 は、本発明の第 13 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、図 10、図 12 と同一処理を行う部分については同一符号を付している。

以下、図 7～図 9 及び図 17 を用いて、本発明の第 13 の実施の形態に関して、前記第 12 の実施の形態と相違する部分について説明する。

【0155】

制御回路 103 は、二次電池 113 が過放電検出値以下に低下していないことを電圧検出回路 112 が検出したと判定した場合（ステップ S701）、時間経過を表すフラグが「1」か否かを判定する（ステップ S1301）。 10

制御回路 103 は、処理ステップ S1301 においてフラグが「1」でないと判定した場合（即ちフラグが「0」と判定した場合であり、前回の主駆動パルス P1 による駆動から所定時間経過した場合）は、処理ステップ S702～S708、S1201、S1202 の処理を行った後、前記フラグを「1」にセットして処理ステップ S701 に戻る（ステップ S1302）。

【0156】

一方、制御回路 103 は、処理ステップ S1301 において前記フラグが「1」と判定した場合（即ち前回の主駆動パルス P1 による駆動から所定時間経過していない場合）、補正駆動パルス P2 によってステッピングモータ 108 を駆動するように制御する（ステップ S1303）。モータドライバ回路 107 は補正駆動パルス P2 によってステッピングモータ 108 を駆動する。 20

次に制御回路 103 は、処理ステップ S1302 で前記フラグを「1」にセットした後所定時間経過した（即ち前回の主駆動パルス P1 による駆動から所定時間経過した）と判定した場合には（ステップ S1304）、前記フラグを「0」にリセットして処理ステップ S701 に戻る（ステップ S1305）。制御回路 103 は、処理ステップ S1304 において所定時間経過していないと判定した場合には直ちに処理ステップ S701 に戻る。

【0157】

本第 13 の実施の形態によれば、前記第 12 の実施の形態と同様に、制御手段は、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前にステッピングモータ 108 を所定駆動することになった場合（本第 13 の実施の形態では誘起信号 V_{Rs} のパターンが所定パターンになった場合）に二次電池 113 の電圧が現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧を超えていると判定したときは、前記現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定しないようにしている。 30

【0158】

また、本第 13 の実施の形態では更に、制御手段は、二次電池 113 が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路 112 が検出する前にステッピングモータ 108 を所定駆動することになった場合に二次電池 113 の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定した後は、主駆動パルス P1 の代わりに補正駆動パルス P2 によってステッピングモータ 108 を駆動すると共に所定時間経過する毎に主駆動パルス P1 によってステッピングモータ 108 を駆動し、回転検出回路 112 が前記主駆動パルス P1 による駆動によってステッピングモータ 108 が回転したことを検出した場合は補正駆動パルス P2 から主駆動パルス P1 に変更してステッピングモータ 108 を駆動するようにしている。 40

したがって、前記実施の形態 12 と同様の効果を奏するばかりでなく、一時的な負荷変動が発生した場合、負荷増時においても正常に回転駆動することができると共に負荷減少後は駆動エネルギーを低減することにより省電力化が可能になるという効果を奏する。

【0159】

上述した本発明の各実施の形態に係るステッピングモータ制御回路は、少なくともステッピングモータ１０８に電力を供給する電源としての二次電池１１３と、二次電池１１３の電圧を検出する電圧検出回路１１２と、ステッピングモータ１０８の回転状況を検出する回転検出手段と、複数種類の駆動パルスの中からステッピングモータ１０８の回転状況に応じたエネルギーの駆動パルスを選択してステッピングモータ１０８を所定パターンで駆動する制御手段と、二次電池１１３が所定の基準電圧になったことを電圧検出回路１１２が検出したとき二次電池１１３が所定の基準電圧になったことを報知する報知手段とを備え、前記制御手段は、二次電池１１３が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路１１２が検出する前にステッピングモータ１０８を所定駆動することになった場合、現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧に設定することを特徴としている。

10

【０１６０】

ここで、前記制御手段は、二次電池１１３が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路１１２が検出する前にステッピングモータ１０８を所定駆動することになった場合に二次電池１１３の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定したときは、前記現在の基準電圧よりも高い所定の基準電圧に設定しないように構成することができる。

【０１６１】

また、前記制御手段は、二次電池１１３が現在の基準電圧になったことを電圧検出回路１１２が検出する前にステッピングモータ１０８を所定駆動することになった場合に二次電池１１３の電圧が現在の基準電圧よりも高い前記所定の基準電圧を超えていると判定した後は、主駆動パルスＰ１の代わりに補正駆動パルスＰ２によってステッピングモータ１０８を駆動すると共に所定時間毎に主駆動パルスＰ１によってステッピングモータ１０８を駆動し、前記回転検出手段が前記主駆動パルスＰ１による駆動によってステッピングモータ１０８が回転したことを検出した場合は補正駆動パルスＰ２から主駆動パルスＰ１に変更してステッピングモータ１０８を駆動するように構成することができる。

20

【０１６２】

また、本発明の各アナログ電子時計は、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、前記いずれかに記載のステッピングモータ制御回路を用いて成ることを特徴としている。

30

【０１６３】

したがって、本発明の各実施の形態に係るステッピングモータ制御回路によれば、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる。

また、本発明の各実施の形態に係るアナログ電子時計によれば、補正駆動パルスによる駆動を極力避けることができ、したがって、無駄なエネルギー消費を抑制することが可能になる等の効果を奏する。

【０１６４】

尚、前記第各実施の形態では、二次電池１１３の充電手段として太陽電池１１４を内蔵する構成としたが、自動巻きや手巻きの充電手段等、太陽電池１１４以外の充電手段を用いるように構成してもよく又、充電手段をアナログ電子時計とは別体に構成してもよい。

40

また、時刻針やカレンダー以外を駆動するためのステッピングモータにも適用可能である。

また、ステッピング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】**【０１６５】**

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

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

50

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。

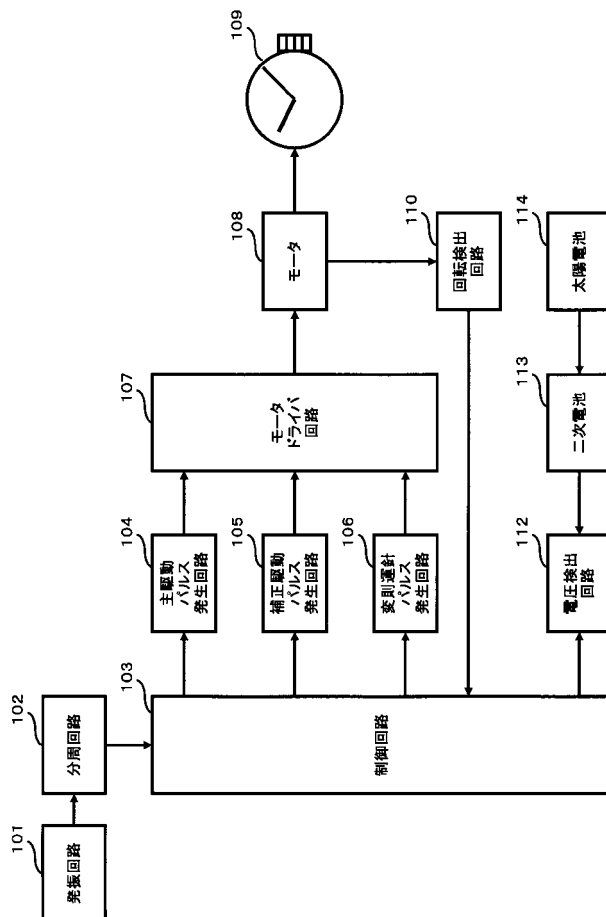
【符号の説明】

【0166】

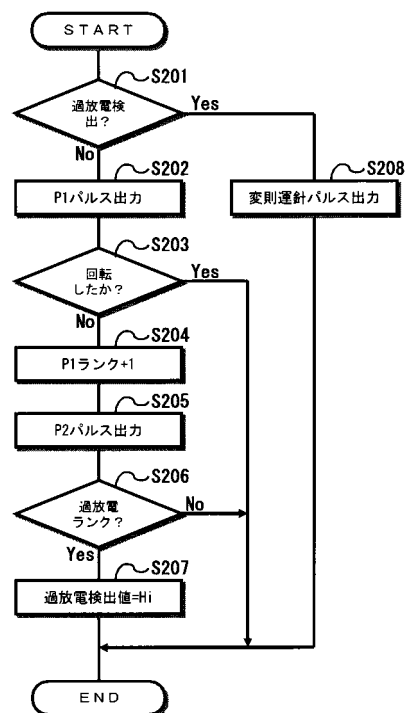
- 101・・・発振回路
- 102・・・分周回路
- 103・・・制御回路
- 104・・・主駆動パルス発生回路
- 105・・・補正駆動パルス発生回路
- 106・・・変則運針パルス発生回路
- 107・・・モータドライバ回路
- 108・・・ステッピングモータ
- 109・・・アナログ表示部
- 110・・・回転検出回路
- 111・・・動作余裕判別回路
- 112・・・電圧検出回路
- 113・・・二次電池
- 114・・・太陽電池

10

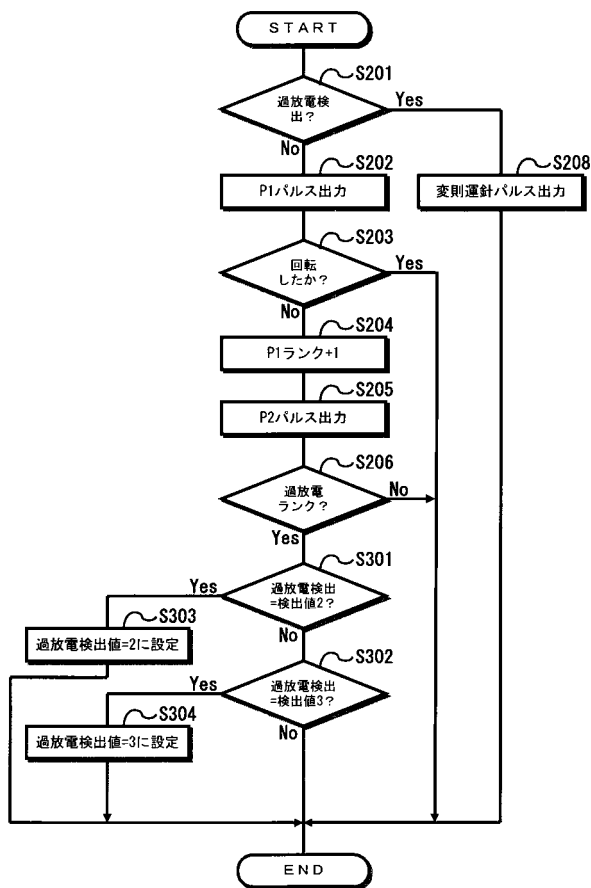
【図1】



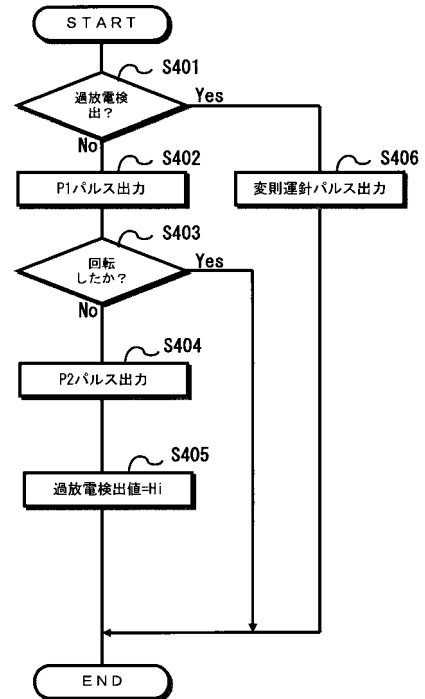
【図2】



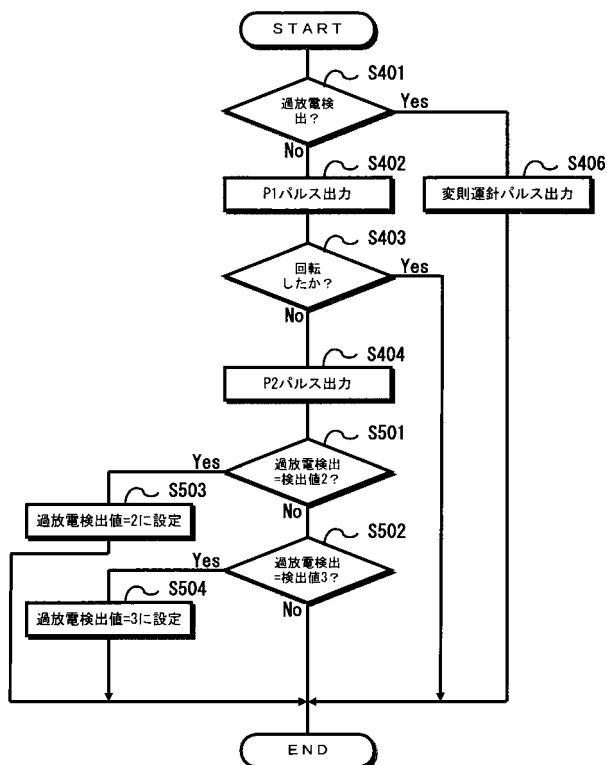
【図 3】



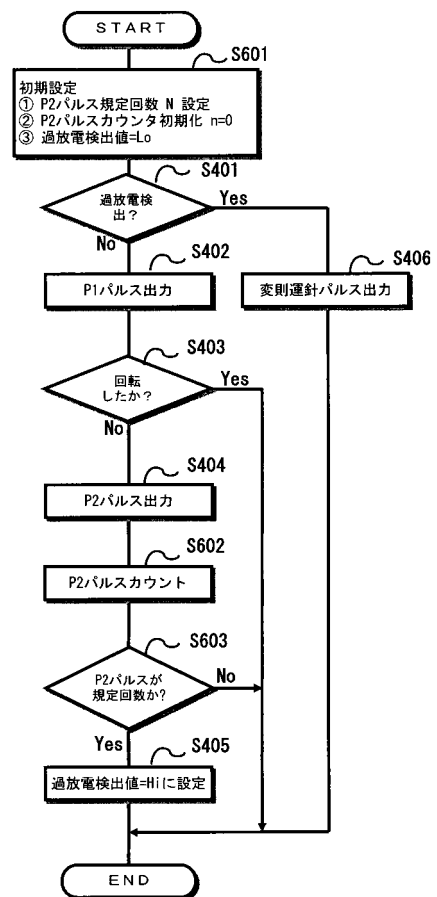
【図 4】



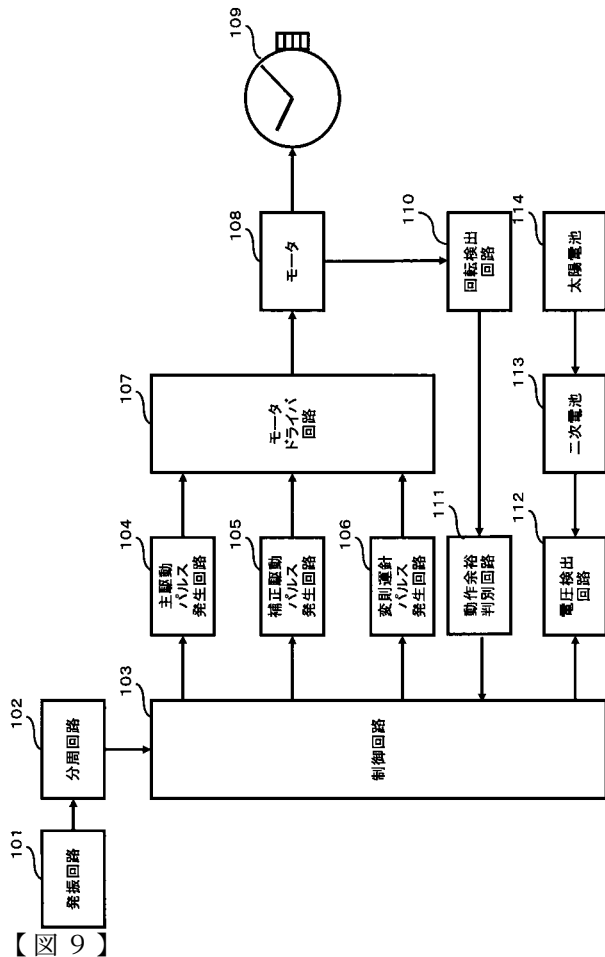
【図 5】



【図 6】



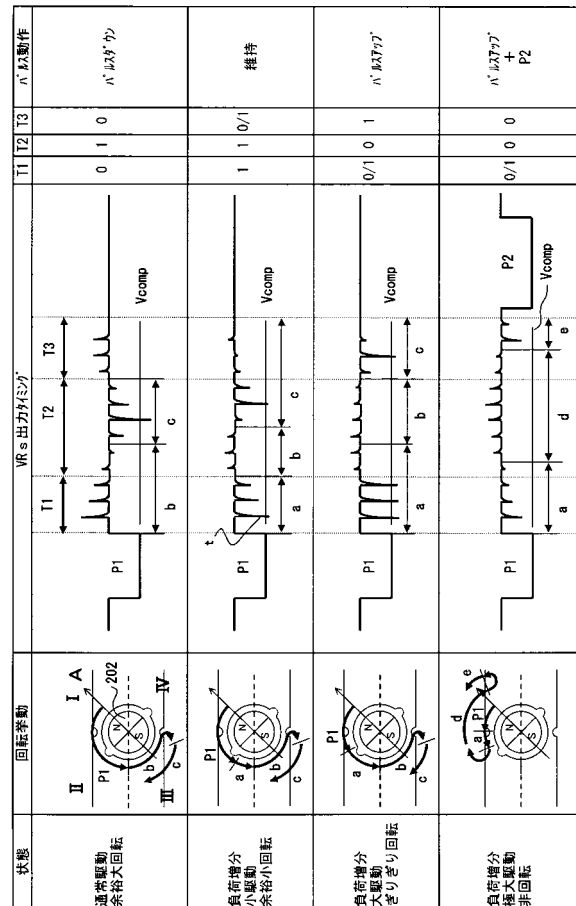
【図 7】



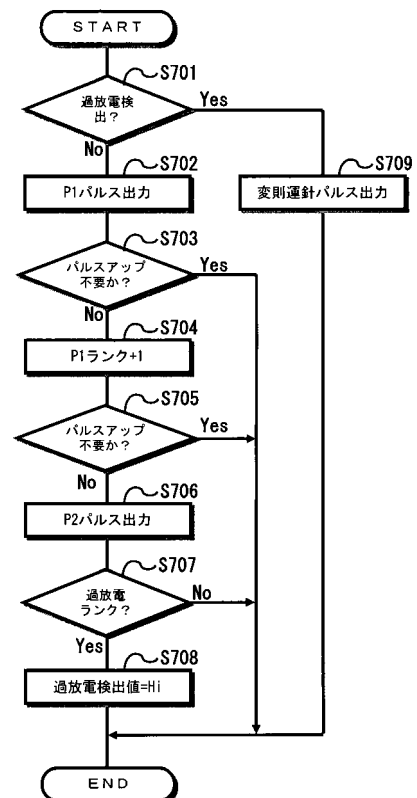
【図 9】

回転検出				ランク操作		
T1	T2	T3	判定	判断	P1	P2
0	1	1/0	通常駆動 余裕大回転	ダウン	-1ランク	なし
1	1	1/0	負荷増分 小駆動 余裕回転	維持	±0ランク	なし
1/0	0	1	負荷増分 大駆動 ぎりぎり回転	アップ	+1ランク	なし
1/0	0	0	負荷増分 極大駆動 非回転	P2+アップ	+1ランク	あり

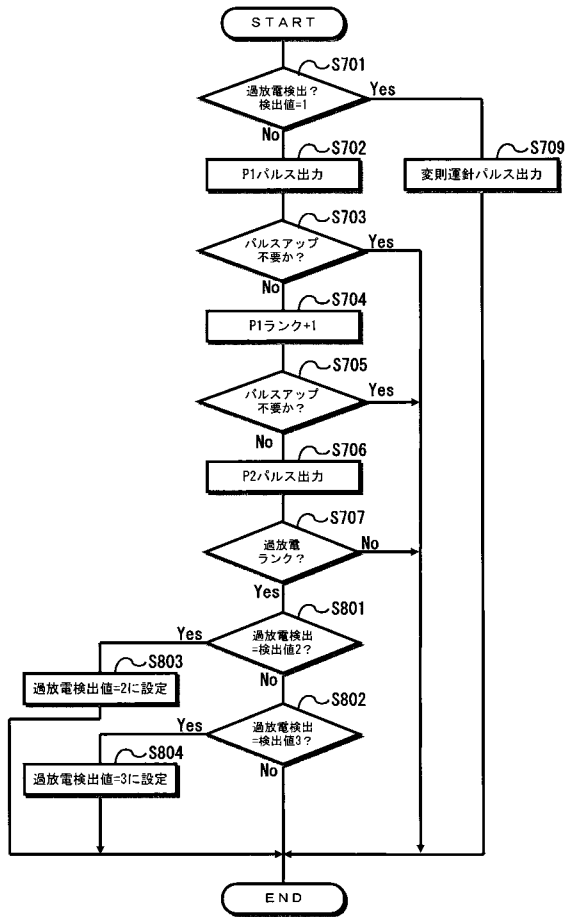
【図 8】



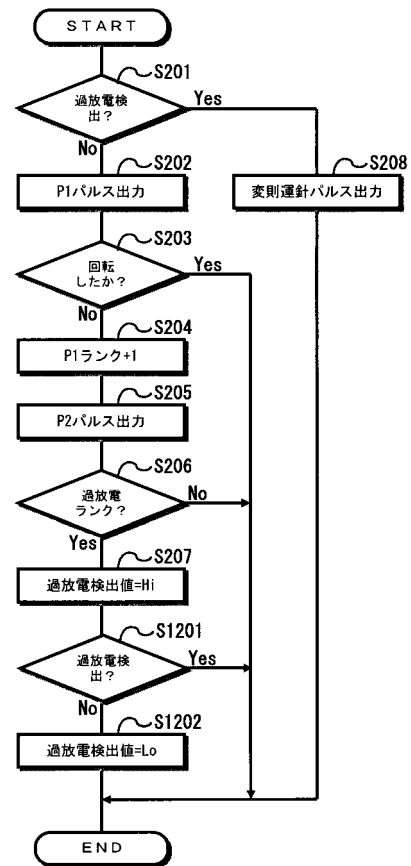
【図 10】



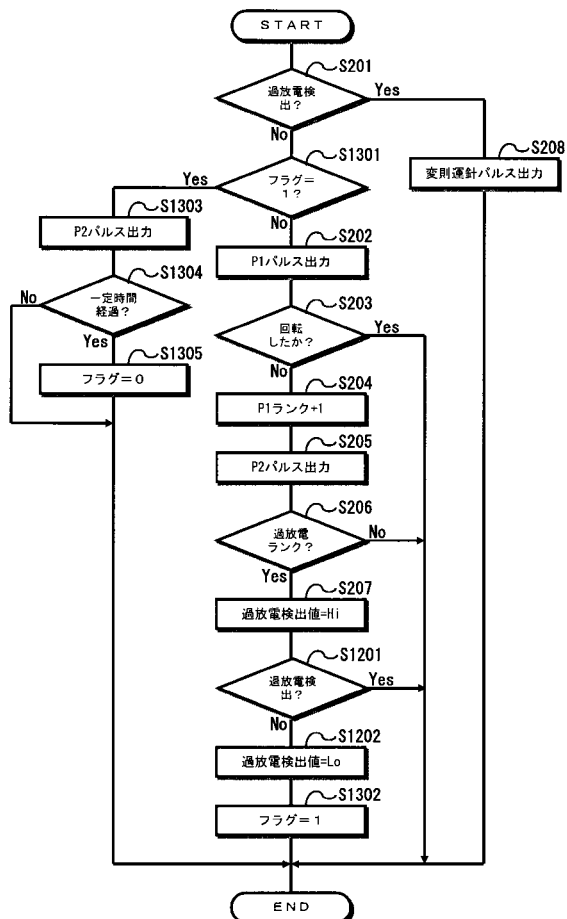
【図 1 1】



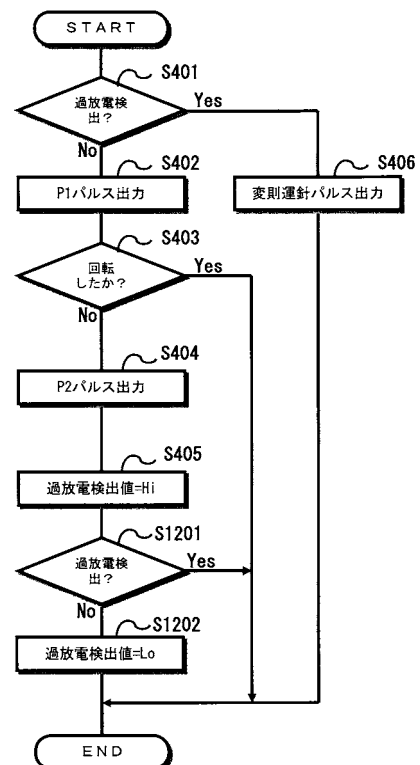
【図 1 2】



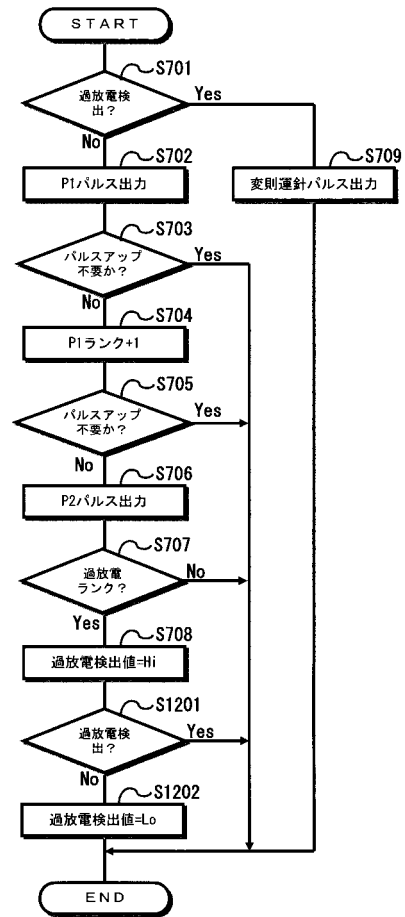
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 16】



```

graph TD
    START([START]) --> S701{過放電検出?}
    S701 -- Yes --> S709[変則運転針バルス出力]
    S701 -- No --> S1301{フラグ=1?}
    S1301 -- Yes --> S1303[P2バルス出力]
    S1301 -- No --> S702[P1バルス出力]
    S1303 --> S1304{一定時間経過?}
    S1304 -- Yes --> S1305[フラグ=0]
    S1304 -- No --> S702
    S702 --> S703{バルスアップ不要か?}
    S703 -- Yes --> S705{バルスアップ不要か?}
    S703 -- No --> S704[P1ランク+1]
    S704 --> S705
    S705 -- Yes --> S706[P2バルス出力]
    S705 -- No --> S706
    S706 --> S707{過放電ランク?}
    S707 -- No --> S709
    S707 -- Yes --> S708[過放電検出値=Hi]
    S708 --> S1201{過放電検出?}
    S1201 -- Yes --> S709
    S1201 -- No --> S1202[過放電検出値=Lo]
    S1202 --> S1302[フラグ=1]
    S1302 --> S701
    S709 --> END([END])
  
```

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 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
(72)発明者 清水 洋
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 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
(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
Fターム(参考) 2F101 BA05 BD01 BH01 BH04 BH07
5H580 AA01 BB01 CA02 CA05 CA16 DD02 DD03 HH23 HH24 HH40
JJ09