

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6312078号
(P6312078)

(45) 発行日 平成30年4月18日(2018.4.18)

(24) 登録日 平成30年3月30日(2018.3.30)

(51) Int.Cl.		F I			
GO4C	3/14	(2006.01)	GO4C	3/14	J
HO2K	37/16	(2006.01)	HO2K	37/16	B
HO2P	8/02	(2006.01)	HO2P	8/02	

請求項の数 12 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-10353 (P2014-10353)	(73) 特許権者	000002325
(22) 出願日	平成26年1月23日(2014.1.23)		セイコーインスツル株式会社
(65) 公開番号	特開2015-137965 (P2015-137965A)		千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
(43) 公開日	平成27年7月30日(2015.7.30)	(74) 代理人	100142837
審査請求日	平成28年11月8日(2016.11.8)		弁理士 内野 則彰
		(74) 代理人	100166305
			弁理士 谷川 徹
		(74) 代理人	100171251
			弁理士 篠田 拓也
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100126664
			弁理士 鈴木 慎吾
		(74) 代理人	100161207
			弁理士 西澤 和純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステップモータ、ステップモータ駆動制御方法、時計用ムーブメントおよび時計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一軸周りに回転自在に設けられた第一ロータを駆動するために励磁される第一コイルと、

第二軸周りに回転自在に設けられた第二ロータを駆動するために励磁される第二コイルと、

前記第一コイルおよび前記第二コイルの少なくともいずれか一方とともに励磁され、前記第一ロータおよび前記第二ロータの少なくともいずれか一方を二相励磁により駆動するための共通コイルと、

を備え、

前記第一コイルと、前記第一コイルが接続され、前記第一ロータが配される第一開口部が形成された第一ヨークと、を有する第一ステータと、

前記第二コイルと、前記第二コイルが接続され、前記第二ロータが配される第二開口部が形成された第二ヨークと、を有する第二ステータと、

前記共通コイルと、前記共通コイルが接続され、前記第一ロータが配される第一共通開口部および前記第二ロータが配される第二共通開口部が形成された共通ヨークと、を有する共通ステータと、

を備え、

前記第一ヨーク、前記第二ヨークおよび前記共通コイルは、前記共通ヨークの主面側に設けられ、

前記第一コイルは前記第一ヨークにおける前記共通ヨーク側の主面側に設けられ、
前記第二コイルは前記第二ヨークにおける前記共通ヨーク側の主面側に設けられている
ことを特徴とするステップモータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のステップモータであって、

前記第一ステータは、前記第一開口部の周囲に設けられ、前記第一コイルの励磁によっ
て前記第一開口部周りに異なった磁極を発生させる第一磁気飽和部を備え、

前記第二ステータは、前記第二開口部の周囲に設けられ、前記第二コイルの励磁によっ
て前記第二開口部周りに異なった磁極を発生させる第二磁気飽和部を備え、

前記共通ステータは、

前記第一共通開口部の周囲に設けられ、前記共通コイルの励磁によって前記第一共通
開口部周りに異なった磁極を発生させる第一共通磁気飽和部と、

前記第二共通開口部の周囲に設けられ、前記共通コイルの励磁によって前記第二共通
開口部周りに異なった磁極を発生させる第二共通磁気飽和部と、

を備え、

前記第一開口部および前記第一共通開口部の少なくともいずれか一方の周囲には、前記
第一ロータに対して保持トルクを作用させる第一切欠部が設けられ、前記第二開口部およ
び前記第二共通開口部の少なくともいずれか一方の周囲には、前記第二ロータに対して保
持トルクを作用させる第二切欠部が設けられていることを特徴とするステップモータ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のステップモータであって、

前記第一切欠部は、前記第一開口部の周囲において前記第一軸を挟んで対向するよう
に一对設けられ、

前記第二切欠部は、前記第二開口部の周囲において前記第二軸を挟んで対向するよう
に一对設けられ、

前記第一共通開口部および前記第二共通開口部は、それぞれ円形状に形成されているこ
とを特徴とするステップモータ。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のステップモータであって、

前記第一切欠部は、前記第一開口部の周囲および前記第一共通開口部の周囲において、
それぞれ前記第一軸を挟んで対向するよう一对ずつ設けられ、

前記第二切欠部は、前記第二開口部の周囲および前記第二共通開口部の周囲において、
それぞれ前記第二軸を挟んで対向するよう一对ずつ設けられていることを特徴とするス
テップモータ。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のステップモータであって、

前記第一切欠部は、前記第一開口部の周囲および前記第一共通開口部の周囲において、
前記第一軸を挟むようにそれぞれ一個ずつ設けられ、

前記第二切欠部は、前記第二開口部の周囲および前記第二共通開口部の周囲において、
前記第二軸を挟むようにそれぞれ一個ずつ設けられていることを特徴とするステップモ
ータ。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のステップモータであって、

前記第一コイルおよび前記第二コイルの導線巻回部分の全長は、前記共通コイルの導線
巻回部分の全長よりも長いことを特徴とするステップモータ。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載のステップモータであって、

前記共通コイルの磁心における磁路の面積は、前記第一コイルの磁心および前記第二
コイルの磁心における磁路の面積の二倍以上の大きさとなっていることを特徴とするス
テップモータ。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のステップモータを駆動するためのステップモータ駆動制御方法であって、

前記第一コイルおよび前記第二コイルの少なくともいずれか一方が励磁されているとき、前記共通コイルを電氣的に開放する開放モードを含むことを特徴とするステップモータ駆動制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のステップモータを備えたことを特徴とする時計用ムーブメント。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の時計用ムーブメントであって、

前記第一コイルと前記第二コイルとは、それぞれ前記共通コイルよりも前記時計用ムーブメントの中心側に配置されていることを特徴とする時計用ムーブメント。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の時計用ムーブメントであって、

前記第一コイルと前記第二コイルとは、それぞれ前記時計用ムーブメントの径方向の外側から内側に向かって、互いに離間距離が大きくなるように配置されるとともに、前記共通コイルを挟んで対称に配置されていることを特徴とする時計用ムーブメント。

【請求項 12】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の時計用ムーブメントを備えたことを特徴とする時計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ステップモータ、ステップモータ駆動制御方法、時計用ムーブメントおよび時計に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えばアナログ式の電子時計における指針の駆動源には、入力されるパルス状の駆動信号に同期して回転する、いわゆるステップモータが用いられている。

ステップモータは、回転自在に設けられたロータと、ロータが配される開口部を有するステータヨークと、を有するステータと、ステータに磁極を発生させるためのコイルと、を主に備えて構成されている。

一般に、アナログ式の電子時計におけるステップモータは、時針を 12 時間に一回転させ、分針を 1 時間に一回転させ、秒針を 60 秒で一回転させる通常運針を行っている。

【0003】

ところで、近年、時計の多機能化にともない、例えば扇形状の中心軸周りに往復運針させるいわゆるレトログランド運針機能や、世界の複数の地域の時刻を表示するいわゆる GMT 機能を搭載した時計では、指針を正方向および逆方向のいずれかの方向に高速に回転（以下、「正逆回転」という。）させる、通常運針とは異なる運針を行うことがある。指針を正逆回転させるためには、ステップモータのロータを正逆回転させる必要がある。

【0004】

例えば特許文献 1 には、ステータに発生させる磁性の異なる三つのパルスを組み合わせて逆転駆動パルスを構成し、この逆転駆動パルスを用いてロータを逆転させるステップモータの駆動方法が記載されている。

また、例えば特許文献 2 には、正転用および逆転用の二つのステータと、正転用および逆転用の二つのコイルとを備え、二つのコイルを択一的に励磁することによりロータを正逆回転可能なステップモータが記載されている。

特許文献 1 および 2 に記載の発明によれば、ロータを正逆回転させることが可能とされている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開昭55-33642号公報

【特許文献2】特公平7-93807号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来技術にあつては、以下のような点で課題が残されている。

特許文献1に記載の従来技術にあつては、ロータを逆回転させるとき、一旦正回転方向にわずかにロータを回転させるように駆動パルス印加した後、ステータの保持トルクにより生じる逆回転方向のトルクを利用しつつ、二つの逆回転用の駆動パルス印加する。このため、正回転時のパルスと比較して、逆回転時のパルスの周期が長くなる。したがって、ロータの逆回転時の回転数（換言すれば、逆回転時の駆動パルスの周波数）の上限に限界があった。

10

【0007】

また、特許文献2に記載の技術にあつては、一本の指針を正逆回転させるために二つのコイルが必要となる。したがって、複数本の指針を有する時計の各指針を独立して正逆回転させるには、指針の数に対して二倍の数のコイルが必要となる。具体的には、二本の指針を独立して正逆方向に運針するためには、四つのコイルが必要となる。このため、ステップモータの搭載スペースの大型化、時計用ムーブメントおよび時計の大型化や、部品点数の増大にともなう高コスト化という点で課題が残されている。

20

【0008】

そこで、本発明は、上記事情に鑑みたものであつて、二個のロータをそれぞれ独立して正方向および逆方向のいずれかの方向に高速で回転させることができる小型かつ低コストなステップモータ、ステップモータ駆動制御方法、ステップモータを備えた時計用ムーブメントおよび時計の提供を課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するため、本発明のステップモータは、第一軸周りに回転自在に設けられた第一ロータを駆動するために励磁される第一コイルと、第二軸周りに回転自在に設けられた第二ロータを駆動するために励磁される第二コイルと、前記第一コイルおよび前記第二コイルの少なくともいずれか一方とともに励磁され、前記第一ロータおよび前記第二ロータの少なくともいずれか一方を二相励磁により駆動するための共通コイルと、を備え、前記第一コイルと、前記第一コイルが接続され、前記第一ロータが配される第一開口部が形成された第一ヨークと、を有する第一ステータと、前記第二コイルと、前記第二コイルが接続され、前記第二ロータが配される第二開口部が形成された第二ヨークと、を有する第二ステータと、前記共通コイルと、前記共通コイルが接続され、前記第一ロータが配される第一共通開口部および前記第二ロータが配される第二共通開口部が形成された共通ヨークと、を有する共通ステータと、を備え、前記第一ヨーク、前記第二ヨークおよび前記共通コイルは、前記共通ヨークの主面側に設けられ、前記第一コイルは前記第一ヨークにおける前記共通ヨーク側の主面側に設けられ、前記第二コイルは前記第二ヨークにおける前記共通ヨーク側の主面側に設けられていることを特徴としている。

30

40

【0010】

本発明によれば、第一ロータを駆動するために励磁される第一コイルと、第二ロータを駆動するために励磁される第二コイルと、第一ロータおよび第二ロータの少なくともいずれか一方を二相励磁により駆動するための共通コイルと、を備えているので、三つのコイルにより第一ロータおよび第二ロータをそれぞれ独立して正方向および逆方向のいずれかの方向に高速で回転させることができる。しかも、従来技術と比較して少ない個数のコイルで、二相励磁により第一ロータおよび第二ロータをそれぞれ独立して正方向および逆方

50

向のいずれかの方向に高速で回転できるので、小型かつ低コストなステップモータとすることができる。

【0012】

本発明によれば、第一ステータと第二ステータと共通ステータとにより、簡単な構成で二相励磁により第一ロータおよび第二ロータをそれぞれ独立して正方向および逆方向のいずれかの方向に高速で回転できるので、小型かつ低コストなステップモータとすることができる。

また、本発明によれば、第一ヨーク、第二ヨークおよび共通コイルが共通ヨークにおける同一の主面側に設けられるとともに、第一コイルおよび第二コイルがそれぞれ共通ヨーク側に配置されるので、ステップモータの厚みを抑制できる。

10

【0013】

また、前記第一ステータは、前記第一開口部の周囲に設けられ、前記第一コイルの励磁によって前記第一開口部周りに異なった磁極を発生させる第一磁気飽和部を備え、前記第二ステータは、前記第二開口部の周囲に設けられ、前記第二コイルの励磁によって前記第二開口部周りに異なった磁極を発生させる第二磁気飽和部を備え、前記共通ステータは、前記第一共通開口部の周囲に設けられ、前記共通コイルの励磁によって前記第一共通開口部周りに異なった磁極を発生させる第一共通磁気飽和部と、前記第二共通開口部の周囲に設けられ、前記共通コイルの励磁によって前記第二共通開口部周りに異なった磁極を発生させる第二共通磁気飽和部と、を備え、前記第一開口部および前記第一共通開口部の少なくともいずれか一方の周囲には、前記第一ロータに対して保持トルクを作用させる第一切欠部が設けられ、前記第二開口部および前記第二共通開口部の少なくともいずれか一方の周囲には、前記第二ロータに対して保持トルクを作用させる第二切欠部が設けられていることを特徴としている。

20

【0014】

本発明によれば、第一ステータ、第二ステータおよび共通ステータの各ステータは、各開口部の周囲に異なった磁極を発生させる磁気飽和部を備えているので、コイルの通電方向を切り替えることにより磁極を切り替えて、第一ロータおよび第二ロータを所定方向に回転させることができる。

また、第一開口部および第一共通開口部の少なくともいずれか一方の周囲には第一ロータに対して保持トルクを作用させる第一切欠部が設けられ、第二開口部および第二共通開口部の少なくともいずれか一方の周囲には、第二ロータに対して保持トルクを作用させる第二切欠部が設けられているので、各コイルの非通電状態において第一ロータおよび第二ロータの初期位置を決定することができる。

30

【0015】

また、前記第一切欠部は、前記第一開口部の周囲において前記第一軸を挟んで対向するように一对設けられ、前記第二切欠部は、前記第二開口部の周囲において前記第二軸を挟んで対向するように一对設けられ、前記第一共通開口部および前記第二共通開口部は、それぞれ円形状に形成されていることを特徴としている。

【0016】

本発明によれば、第一開口部の周囲において第一軸を挟んで対向するように第一切欠部を一对設け、第二開口部の周囲において第二軸を挟んで対向するように第二切欠部を一对設けているので、共通ヨークの第一共通開口部および第二共通開口部に第一切欠部および第二切欠部を設ける必要がない。したがって、円形状の第一共通開口部および第二共通開口部を有する共通ヨークを容易に形成できるので、ステップモータのさらなる低コスト化ができる。また、共通ヨークの第一共通開口部および第二共通開口部の周辺について、強度の低下を抑制できる。

40

【0017】

また、前記第一切欠部は、前記第一開口部の周囲および前記第一共通開口部の周囲において、それぞれ前記第一軸を挟んで対向するように一对ずつ設けられ、前記第二切欠部は、前記第二開口部の周囲および前記第二共通開口部の周囲において、それぞれ前記第二軸

50

を挟んで対向するように一対ずつ設けられていることを特徴としている。

【0018】

本発明によれば、第一開口部の周囲および第一共通開口部の周囲に第一切欠部をそれぞれ一対ずつ設け、第二開口部の周囲および第二共通開口部の周囲に第二切欠部をそれぞれ一対ずつ設けているので、高い保持トルクを発生できる。したがって、外乱に強いステップモータとすることができる。

【0019】

また、前記第一切欠部は、前記第一開口部の周囲および前記第一共通開口部の周囲において、前記第一軸を挟むようにそれぞれ一個ずつ設けられ、前記第二切欠部は、前記第二開口部の周囲および前記第二共通開口部の周囲において、前記第二軸を挟むようにそれぞれ一個ずつ設けられていることを特徴としている。

10

【0020】

本発明によれば、第一開口部の周囲および第一共通開口部の周囲に第一切欠部をそれぞれ一個ずつ設け、第二開口部の周囲および第二共通開口部の周囲に第二切欠部をそれぞれ一個ずつ設けているので、第一開口部、第二開口部、第一共通開口部および第二共通開口部の周辺について、強度の低下を抑制できる。

【0021】

また、前記第一ヨーク、前記第二ヨークおよび前記共通コイルは、前記共通ヨークの主面側に設けられ、前記第一コイルは前記第一ヨークにおける前記共通ヨーク側の主面側に設けられ、前記第二コイルは前記第二ヨークにおける前記共通ヨーク側の主面側に設けら

20

【0023】

また、前記第一コイルおよび前記第二コイルの導線巻回部分の全長は、前記共通コイルの導線巻回部分の全長よりも長いことを特徴としている。

本発明によれば、第一コイルおよび第二コイルのターン数を増加させることができるので、少ない消費電力で高い磁力を発生できる。

【0024】

また、前記共通コイルの磁心における磁路の面積は、前記第一コイルの磁心および前記第二コイルの磁心における磁路の面積の二倍以上の大きさとなっていることを特徴としている。

30

【0025】

本発明によれば、共通コイルの磁心が磁気飽和するのを防止できる。

【0026】

また、本発明のステップモータ駆動制御方法は、前記第一コイルおよび前記第二コイルの少なくともいずれか一方が励磁されているとき、前記共通コイルを電氣的に開放する開放モードを含むことを特徴としている。

【0027】

本発明によれば、第一コイルおよび第二コイルの少なくともいずれか一方が励磁されているときに、第一コイルおよび第二コイルの磁束により共通コイルに起電力が発生するのを防止できる。したがって、第一コイルおよび第二コイルの少なくともいずれか一方が励磁されて第一ロータおよび第二ロータの少なくともいずれかが回転しているときに、回転しているロータに対して共通コイルによる電磁ブレーキが作用するのを防止できる。

40

【0028】

また、本発明の時計用ムーブメントは、上述のステップモータを備えたことを特徴としている。

【0029】

本発明によれば、複数の指針を正方向および逆方向にそれぞれ独立して高速に運針できるムーブメントとすることができる。

【0030】

また、前記第一コイルと前記第二コイルとは、それぞれ前記共通コイルよりも前記時計

50

用ムーブメントの中心側に配置されていることを特徴としている。

また、前記第一コイルと前記第二コイルとは、それぞれ前記時計用ムーブメントの径方向の外側から内側に向かって、互いに離間距離が大きくなるように配置されるとともに、前記共通コイルを挟んで対称に配置されていてもよい。

【0031】

本発明によれば、小型なムーブメントとすることができる。

【0032】

また、本発明の時計は、上述の時計用ムーブメントを備えたことを特徴としている。

【0033】

本発明によれば、複数の指針を正方向および逆方向にそれぞれ独立して高速に運針できるとともに、小型な時計とすることができる。

10

【発明の効果】

【0034】

本発明によれば、第一ロータを駆動するために励磁される第一コイルと、第二ロータを駆動するために励磁される第二コイルと、第一ロータおよび第二ロータの少なくともいずれか一方を二相励磁により駆動するための共通コイルと、を備えているので、三つのコイルにより第一ロータおよび第二ロータをそれぞれ独立して正方向および逆方向のいずれかの方向に高速で回転させることができる。しかも、従来技術と比較して少ない個数のコイルで、二相励磁により第一ロータおよび第二ロータをそれぞれ独立して正方向および逆方向のいずれかの方向に高速で回転できるので、小型かつ低コストなステップモータとすることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】時計および時計に組み込まれた時計用ムーブメントの説明図である。

【図2】実施形態に係るステップモータの斜視図である。

【図3】実施形態に係るステップモータの分解斜視図である。

【図4】実施形態に係るステップモータの分解平面図である。

【図5】ステップモータを駆動するための駆動システムをブロック図で図示したものである。

【図6】駆動パターンのフローチャートである。

30

【図7】駆動パターンP1の駆動パルスを示す説明図である。

【図8】駆動パターンP1による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図9】駆動パターンP2の駆動パルスを示す説明図である。

【図10】駆動パターンP2による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図11】駆動パターンP3の駆動パルスを示す説明図である。

【図12】駆動パターンP3による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図13】駆動パターンP4の駆動パルスを示す説明図である。

40

【図14】駆動パターンP4による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図15】駆動パターンP5の駆動パルスを示す説明図である。

【図16】駆動パターンP5による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図17】駆動パターンP6の駆動パルスを示す説明図である。

【図18】駆動パターンP6による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図19】駆動パターンP7の駆動パルスを示す説明図である。

【図20】駆動パターンP7による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したもので

50

ある。

【図 2 1】駆動パターン P 8 の駆動パルスを示す説明図である。

【図 2 2】駆動パターン P 8 による第一ロータおよび第二ロータの回転を図示したものである。

【図 2 3】実施形態の第一変形例に係るステップモータの分解平面図である。

【図 2 4】実施形態の第二変形例に係るステップモータの分解平面図である。

【図 2 5】実施形態の第三変形例に係るステップモータを備えた時計用ムーブメントの説明図である。

【図 2 6】実施形態の第四変形例に係るステップモータを備えた時計用ムーブメントの説明図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下に、この発明の実施形態について、図面を用いて説明する。

以下では、まず実施形態に係るステップモータを備えた時計および時計に組み込まれた時計用ムーブメントについて説明をした後、実施形態に係るステップモータの詳細について説明をする。

【0037】

(時計)

一般に、時計の駆動部分を含む機械体を「ムーブメント」と称する。このムーブメントに文字板、針を取り付けて、時計ケースの中に入れて完成品にした状態を時計の「コンプリート」と称する。時計の基板を構成する地板の両側のうち、時計ケースのガラスのある方の側、すなわち、文字板のある方の側をムーブメントの「裏側」と称する。また、地板の両側のうち、時計ケースのケース裏蓋のある方の側、すなわち、文字板と反対の側をムーブメントの「表側」と称する。

20

【0038】

図 1 は、時計 1 およびこの時計 1 に組み込まれた時計用ムーブメント 10 の説明図である。なお、図 1 では、表輪列 15、時針 12、分針 13 および秒針 14 を二点鎖線で図示している。以下では、実施形態に係るステップモータ 20 を備えた時計用ムーブメント 10、およびこの時計用ムーブメント 10 を備えた時計 1 について説明をした後、実施形態に係るステップモータ 20 について詳述する。

30

【0039】

図 1 に示すように、本実施形態の時計 1 は、クォーツ式の腕時計（電子時計）であり、不図示のケース裏蓋とガラス 2 により形成された時計ケース 3 内に、時計用ムーブメント 10 と、少なくとも時に関する情報を示す目盛り等を有する文字板 11 と、時を示す時針 12、分を示す分針 13 および秒を示す秒針 14 を含む指針と、を備えている。

【0040】

時計用ムーブメント 10 は、該時計用ムーブメント 10 の基板を構成する不図示の地板および地板よりも表側に配置された不図示の輪列受を有している。地板の裏側には、文字板 11 がガラス 2 を通じて視認可能に配置されている。また、地板の表側には、時計 1 の源振を構成する不図示の水晶ユニットや表輪列 15 等が配置される。水晶ユニットは、内部に所定の周波数で発振する不図示の水晶振動子を有しており、不図示の回路基板に接続されている。

40

【0041】

回路基板には、不図示の集積回路（IC）が実装されている。集積回路は、水晶振動子の振動に基づいて基準信号を出力する発振部（オシレータ）と、この発振部の出力信号を分周する分周部（デバイダ）と、分周部の出力信号に基づいてステップモータ 20 を駆動するモータ駆動信号を出力する駆動部（ドライバ）と、を内部に有している。

ステップモータ 20 は、第一ロータ 60 と、第二ロータ 70 と、第一ステータ 30、第二ステータ 40 および共通ステータ 50 により構成されたステータユニット 25 と、を備えている。ステータユニット 25 は、地板と輪列受との間に支持されている。また、第一

50

ロータ60および第二ロータ70は、地板と輪列受との間に回転可能に支持されている。ステップモータ20については、後に詳細に説明する。

【0042】

地板の表側には、第一ロータ60に形成された第一ロータかな61および第二ロータ70に形成された第二ロータかな71と噛合し、第一ロータ60および第二ロータ70の回転に基づいて回転する複数の歯車15a, 15b, 15cと、複数の歯車15a, 15b, 15cと噛合する不図示の筒車と、が配置されている。各歯車15a, 15b, 15cと筒車とは、表側の表輪列15を構成する。

【0043】

第一ロータ60は、歯車15aを介して歯車15cと噛合している。歯車15cは、1時間に1回転するように構成されており、分針13が取り付けられている。すなわち、第一ロータ60は、分針13を運針している。

10

第二ロータ70は、歯車15bを介して不図示の筒車と噛合している。筒車は、12時間に1回転するように構成されており、時計針12が取り付けられている。すなわち、第二ロータ70は、時計針12を運針している。

【0044】

(ステップモータ)

図2は、実施形態に係るステップモータ20の斜視図であり、図3は、実施形態に係るステップモータ20の分解斜視図である。なお、図2以降の各図においては、分かり易くするために、第一ロータかな61および第二ロータかな71(いずれも図1参照)の図示を省略している。

20

【0045】

図2に示すように、実施形態に係るステップモータ20は、第一ロータ60と、第二ロータ70と、第一ステータ30、第二ステータ40および共通ステータ50により構成されたステータユニット25と、により構成されている。以下、ステップモータ20の各構成部品について詳細に説明する。

【0046】

第一ロータ60は、例えばサマリウム(Sm)やコバルト(Co)等を主原料とする、いわゆるサマリウムコバルト磁石であり、焼結により円柱状に形成されている。

第一ロータ60は、周方向に沿ってN極およびS極の二極に磁化されている。なお、図3においては、S極とN極との境界を二点鎖線で図示している。

30

第二ロータ70は、第一ロータ60と同一である。したがって、第二ロータ70については説明を省略する。

【0047】

図3に示すように、第一ステータ30は、第一ヨーク31と、第一コイル37とを備えている。

第一ヨーク31は、例えば鉄(Fe)やニッケル(Ni)等を主原料とする、いわゆるパーマロイ等の透磁率の大きな金属材料により全体としてU字形状に形成されており、平面視で長方形の第一本体部32と、第一本体部32から外側に延出された一对の第一取付部33, 33とにより構成されている。

40

【0048】

第一ヨーク31の一对の第一取付部33, 33の間には、第一コイル37が第一本体部32と平行となるように配置されている。

第一コイル37は、巻胴部38aと、巻胴部38aの両端に形成された固定部38b, 38bとを備えた磁心38の巻胴部38aに、導線39を巻回することにより形成されている。

【0049】

磁心38は、第一ヨーク31と同様に、例えばパーマロイ等の透磁率の大きな金属材料により形成されている。導線39は、例えば銅等の導電率の高い金属材料により形成されている。

50

磁心 38 は、両端の固定部 38b, 38b をそれぞれ第一ヨーク 31 の第一取付部 33, 33 に対して例えば不図示のネジ等によって締結固定することにより、機械的および磁氣的に第一ヨーク 31 と接続される。本実施形態では、磁心 38 (すなわち第一コイル 37) は、第一ヨーク 31 の両主面のうち、後述の共通ヨーク 51 が設けられた取付面 31a 側に配置される。第一ステータ 30 には、第一ヨーク 31 と磁心 38 とにより、環状の磁路が形成される。

【0050】

図 4 は、実施形態に係るステップモータ 20 の分解平面図である。なお、図 4 においては、便宜上、分解して図示した第一ステータ 30 および共通ステータ 50 のそれぞれに第一ロータ 60 が配され、第二ステータ 40 および共通ステータ 50 のそれぞれに第二ロータ 70 が配された状態で図示している。

10

【0051】

図 4 に示すように、第一ヨーク 31 における第一本体部 32 と第一取付部 33 との接続部分に対応した位置には、第一開口部 34 が形成されている。

第一開口部 34 は、平面視で第一軸 C1 を中心軸とする円形状に形成されており、第一ロータ 60 よりも大径となっている。第一ロータ 60 は、第一開口部 34 の中心軸である第一軸 C1 と同軸に配置されて、第一軸 C1 周りに回転自在に設けられる。

【0052】

第一開口部 34 の周囲には、第一コイル 37 の励磁によって第一ヨーク 31 の第一開口部 34 周りに異なった磁極を発生させる第一磁気飽和部 35, 35 が一対形成されている。

20

第一磁気飽和部 35, 35 は、第一本体部 32 と第一取付部 33 との接続部分の角部および隅部を円弧状に凹ませて形成されており、第一軸 C1 を挟んで対向している。第一開口部 34 の周囲における第一磁気飽和部 35, 35 に対応した部分は、第一開口部 34 の径方向の外側の肉厚が他の部分と比較して薄くなっている。第一コイル 37 に通電して第一コイル 37 を励磁したとき、第一磁気飽和部 35, 35 を境界として、第一開口部 34 の周囲に S 極および N 極の磁極が発生する。

【0053】

第一開口部 34 の周囲には、第一ロータ 60 に対して保持トルクを作用させる一対の第一切欠部 36 が設けられている。第一切欠部 36 は、第一開口部 34 の周囲において、第一軸 C1 を挟んで第一本体部 32 の延在方向に沿って対向するように設けられている。

30

一対の第一切欠部 36 の間は、第一開口部 34 の内周面と第一ロータ 60 との離間距離が他の部分よりも狭い保持トルク発生部 36a となっている。保持トルク発生部 36a は、滑らかな円弧状に形成されている。

【0054】

第一コイル 37 の非通電状態において、保持トルクは、第一ヨーク 31 の保持トルク発生部 36a と、第一ロータ 60 を構成する磁石との吸引力によって発生する。第一ロータ 60 は、第一コイル 37 の非通電状態において、第一切欠部 36 に対応する位置に S 極と N 極との境界が配置された状態で保持トルクにより保持される。したがって、第一コイル 37 の非通電状態において、例えば衝撃等により時計 1 の指針 (図 1 参照) に回転力が作用しても、第一ロータ 60 が回転することがないので、指針が所定位置に保持される。

40

【0055】

図 3 に示すように、第二ステータ 40 は、第二ヨーク 41 と、第二コイル 47 とを備えている。ここで、第二ステータ 40 は、第二切欠部 46 の形成位置を除いて、第一ステータ 30 と対称形状となっている。したがって、以下の第二ステータ 40 の説明において、第一ステータ 30 と同様の構成については説明を適宜省略する。

第二ヨーク 41 は、第二本体部 42 と、第二本体部 42 から外側に延出された一対の第二取付部 43, 43 とにより構成されている。

第二ヨーク 41 の一対の第二取付部 43, 43 の間には、第二コイル 47 が第二本体部 42 と平行となるように配置されている。第二コイル 47 の全長は、第一コイル 37 の全

50

長と同一となるように設定されている。

第二コイル 47 は、巻胴部 48 a と、巻胴部 48 a の両端に形成された固定部 48 b , 48 b とを備えた磁心 48 の巻胴部 48 a に、導線 49 を巻回することにより形成されている。本実施形態では、磁心 48 (すなわち第二コイル 47) は、第二ヨーク 41 の両面のうち、後述の共通ヨーク 51 が設けられた取付面 41 a 側に配置される。

【0056】

図 4 に示すように、第二ヨーク 41 における第二本体部 42 と第二取付部 43 との接続部分に対応した位置には、第二開口部 44 が形成されている。

第二開口部 44 は、平面視で第二軸 C2 を中心軸とする円形状に形成されており、第二ロータ 70 よりも大径となっている。第二ロータ 70 は、第二開口部 44 の中心軸である第二軸 C2 と同軸に配置されて、第二軸 C2 周りに回転自在に設けられる。

10

【0057】

第二開口部 44 の周囲には、第二コイル 47 の励磁によって第二ヨーク 41 の第二開口部 44 周りに異なった磁極を発生させる第二磁気飽和部 45 , 45 が一対形成されている。第二コイル 47 に通電して第二コイル 47 を励磁したとき、第二磁気飽和部 45 , 45 を境界として、第二開口部 44 の周囲に S 極および N 極の磁極が発生する。

【0058】

第二開口部 44 の周囲には、第二ロータ 70 に対して保持トルクを作用させる一対の第二切欠部 46 が設けられている。第二切欠部 46 は、第二開口部 44 の周囲において、第二軸 C2 を挟んで第二取付部 43 の延在方向に沿って対向するように設けられている。

20

一対の第二切欠部 46 の間は、第二開口部 44 の内周面と第二ロータ 70 との離間距離が他の部分よりも狭い保持トルク発生部 46 a となっている。

第二ロータ 70 は、第二コイル 47 の非通電状態において、第二切欠部 46 に対応する位置に S 極と N 極との境界が配置された状態で保持トルクにより保持される。

なお、第一ロータ 60 の保持トルクによる安定静止位置の位相と、第二ロータ 70 の保持トルクによる安定静止位置の位相とは、90°ずれている。

【0059】

図 3 に示すように、共通ステータ 50 は、共通ヨーク 51 と、共通コイル 57 とを備えている。

共通ヨーク 51 は、第一ヨーク 31 および第二ヨーク 41 と同様に例えば鉄 (Fe) やニッケル (Ni) 等を主原料とする、いわゆるパーマロイ等の透磁率の大きな金属材料により形成されている。共通ヨーク 51 は、全体として矩形棒状に形成されており、第一ヨーク 31 の第一本体部 32 に積層される第一共通本体部 52 a と、第二ヨーク 41 の第二本体部 42 に積層される第二共通本体部 52 b と、第一共通本体部 52 a の端部と第二共通本体部 52 b の端部とを接続する一対の連結部 53 , 53 と、により構成されている。

30

【0060】

図 4 に示すように、第一共通本体部 52 a と連結部 53 との接続部分であって、第一ステータ 30 の第一開口部 34 に対応する位置には、第一共通開口部 54 a が形成されている。第一共通開口部 54 a は、第一軸 C1 を中心軸とする円形状に形成されており、第一開口部 34 と同軸となっている。第一共通開口部 54 a は、第一開口部 34 と同一の直径となるように形成されている。

40

【0061】

第一共通開口部 54 a の周囲には、共通コイル 57 の励磁によって第一共通開口部 54 a 周りに異なった磁極を発生させる第一共通磁気飽和部 55 a , 55 a が一対形成されている。第一共通磁気飽和部 55 a , 55 a は、第一共通本体部 52 a と連結部 53 との接続部分の角部および隅部を円弧状に凹ませて形成されており、第一軸 C1 を挟んで対向している。第一共通磁気飽和部 55 a , 55 a は、第一ステータ 30 の第一磁気飽和部 35 , 35 に対して、位相が 90°ずれている。

【0062】

第二共通本体部 52 b と連結部 53 との接続部分であって、第二ステータ 40 の第二開

50

口部 4 4 に対応する位置には、第二共通開口部 5 4 b が形成されている。第二共通開口部 5 4 b は、第二軸 C 2 を中心軸とする円形状に形成されており、第二開口部 4 4 と同軸となっている。第二共通開口部 5 4 b は、第二開口部 4 4 と同一の直径となるように形成されている。

【 0 0 6 3 】

第二共通開口部 5 4 b の周囲には、共通コイル 5 7 の励磁によって第二共通開口部 5 4 b 周りに異なった磁極を発生させる第二共通磁気飽和部 5 5 b , 5 5 b が一対形成されている。第二共通磁気飽和部 5 5 b , 5 5 b は、第二共通本体部 5 2 b と連結部 5 3 との接続部分の角部および隅部を円弧状に凹ませて形成されており、第二軸 C 2 を挟んで対向している。第二共通磁気飽和部 5 5 b , 5 5 b は、第二ステータ 4 0 の第二磁気飽和部 4 5 , 4 5 に対して、位相が 9 0 ° ずれている。

10

【 0 0 6 4 】

第一共通本体部 5 2 a と第二共通本体部 5 2 b との間には、共通コイル 5 7 が第一共通本体部 5 2 a と第二共通本体部 5 2 b と平行となるように、かつ一対の連結部 5 3 , 5 3 に跨るように配置されている。なお、共通コイル 5 7 は、第一コイル 3 7 および第二コイル 4 7 と同様の構成であるため以下では詳細な説明を適宜省略する。

【 0 0 6 5 】

共通コイル 5 7 は、巻胴部 5 8 a と、巻胴部 5 8 a の両端に形成された固定部 5 8 b , 5 8 b とを備えた磁心 5 8 の巻胴部 5 8 a に、導線 5 9 を巻回することにより形成されている。本実施形態において、共通コイル 5 7 の全長は、第一コイル 3 7 および第二コイル 4 7 の全長と同一となるように設定されている。

20

共通ステータ 5 0 には、共通ヨーク 5 1 の第一共通本体部 5 2 a と連結部 5 3 , 5 3 と磁心 5 8 とにより環状の磁路が形成されるとともに、共通ヨーク 5 1 の第二共通本体部 5 2 b と連結部 5 3 , 5 3 と磁心 5 8 とにより環状の磁路が形成される。

ここで、共通コイル 5 7 の磁心 5 8 における磁路の面積は、第一コイル 3 7 の磁心 3 8 および第二コイル 4 7 の磁心 4 8 における磁路の面積の二倍以上の大きさとなっている。これにより、共通コイル 5 7 の磁心 5 8 が磁気飽和するのを防止できる。

【 0 0 6 6 】

磁心 5 8 (すなわち共通コイル 5 7) は、第一共通本体部 5 2 a と第二共通本体部 5 2 b との間において、共通ヨーク 5 1 の主面 5 1 a に取り付けられる。また、第一ヨーク 3 1 は、第一本体部 3 2 が共通ヨーク 5 1 の第一共通本体部 5 2 a に対して、所定の間隔をあけて絶磁された状態で主面 5 1 a 側に設けられる。また、第二ヨーク 4 1 は、第二本体部 4 2 が共通ヨーク 5 1 の第二共通本体部 5 2 b に対して、所定の間隔をあけて絶磁された状態で主面 5 1 a 側に設けられる。

30

このとき、第一コイル 3 7 は第一ヨーク 3 1 における共通ヨーク 5 1 側の取付面 3 1 a 側に設けられ、第二コイル 4 7 は第二ヨーク 4 1 における共通ヨーク 5 1 側の取付面 4 1 a 側に設けられている。すなわち、第一ヨーク 3 1、第二ヨーク 4 1 および共通コイル 5 7 が共通ヨーク 5 1 における同一の主面 5 1 a 側に設けられるとともに、第一コイル 3 7 および第二コイル 4 7 がそれぞれ共通ヨーク 5 1 側に配置されるので、ステップモータ 2 0 の厚みを抑制できる。

40

【 0 0 6 7 】

(作用)

図 5 は、ステップモータ 2 0 を駆動するための駆動システム 8 0 をブロック図で図示したものである。

続いて、上述のように形成されたステップモータ 2 0 の作用について説明する。以下では、まずステップモータ 2 0 を駆動するための駆動システム 8 0 を説明した後、ステップモータ 2 0 を駆動したときの作用について説明する。

図 5 に示すように、ステップモータ 2 0 を駆動するための駆動システム 8 0 は、主に発振回路 8 1 と、分周回路 8 2 と、制御回路 8 3 と、駆動パルス発生回路 8 4 と、補正パルス発生回路 8 5 と、ドライバ回路 8 6 と、回転検出回路 8 7 と、を備えている。

50

【 0 0 6 8 】

発振回路 8 1 は、例えば不図示の水晶振動子やコンデンサ、抵抗、増幅素子等を備えており、生成された発振信号を基準クロック信号として出力するための回路である。

分周回路 8 2 は、例えば発振回路 8 1 から得られる基準クロック信号を入力とし、この基準クロック信号に同期するとともに、所望の周期に分周された信号を得るための回路である。

制御回路 8 3 は、不図示の中央処理装置 (C P U) やメモリ等を備えており、分周回路 8 2 からの信号を用いて計時する計時手段や、時計 1 の各構成要素や全体を制御する制御手段を構成する回路である。

【 0 0 6 9 】

駆動パルス発生回路 8 4 は、例えば定電圧回路や整流回路等を備えており、ステップモータ 2 0 の第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 を駆動させる駆動パルスを発生するための回路である。

補正パルス発生回路 8 5 は、時計 1 2 および分針 1 3 の通常の運針時において、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 を確実に駆動させるために、補正パルスを発生するための回路である。具体的には、省電力に対応した通常の駆動パルスにより第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 の少なくともいずれか一方が回転しないときに、通常の駆動パルスよりも例えばパルス幅の広い補正パルスを対象となるコイルに対して印加し、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 を強制的に駆動させるための回路である。

【 0 0 7 0 】

ドライバ回路 8 6 は、制御回路 8 3 の指令に基づく所定の周波数で、第一コイル 3 7、第二コイル 4 7 および共通コイル 5 7 に駆動パルスを印加し、または第一コイル 3 7、第二コイル 4 7 に補正パルスを印加するための回路である。また、ドライバ回路 8 6 には、共通コイル 5 7 に接続され、共通コイル 5 7 を電気的に開放状態にすることが可能な開放装置が設けられている。開放装置は、例えば可変抵抗である。可変抵抗は、抵抗値が上昇して、共通コイル 5 7 における電流の導通を遮断することにより、共通コイル 5 7 を電気的に開放状態としている。なお、開放装置として、例えば共通コイル 5 7 における電流の導通を遮断するスイッチ等を設けてもよい。

回転検出回路 8 7 は、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 の回転時に発生する信号 (例えば逆起電力等) を検出し、制御回路 8 3 にフィードバックするための回路である。

【 0 0 7 1 】

続いて、上述の駆動システム 8 0 によりステップモータ 2 0 を駆動したときの作用について説明する。

図 6 は、駆動パターンのフローチャートである。なお、以下のフローチャートの説明において、各部の符号は図 1 から図 5 を参照されたい。

図 6 のフローチャートに示すように、ステップモータ 2 0 を駆動するときの駆動パターンは、指針を正逆回転させる通常運針以外の運針を行うための駆動パターン P 1 から駆動パターン P 8 と、指針の通常運針を行うための駆動パターン P 9 とが存在する。

【 0 0 7 2 】

まず、制御回路 8 3 は、使用者の時計 1 の操作等に基づき、通常運針か否かを判断する (ステップ S 1) 。

ステップ S 1 において、通常運針を行わず指針を正逆回転させると判断した場合 (「 N O 」 である場合) には、駆動パターンを選定して (ステップ S 3)、駆動パターン P 1 ~ 駆動パターン P 8 のいずれかの駆動パターンによりステップモータ 2 0 を駆動し (ステップ S 5 ~ S 1 9)、ステップモータ 2 0 の駆動フローを終了する。

【 0 0 7 3 】

これに対して、ステップ S 1 において、通常運針を行うと判断した場合 (「 Y E S 」 である場合) には、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 を通常回転させる駆動パターン P 9 によりステップモータ 2 0 を駆動する (ステップ S 2 1)。駆動パターン P 9 では、第一ステータ 3 0 の第一コイル 3 7 を励磁して第一ロータ 6 0 を駆動するとともに、第二ス

10

20

30

40

50

テータ 40 の第二コイル 47 を励磁して第二ロータ 70 を駆動する。すなわち、駆動パターン P9 では、いわゆる単相励磁により、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 を通常回転させる。

ここで、通常運針を行う場合、制御回路 83 は、第一コイル 37 および第二コイル 47 が励磁されているときに共通コイル 57 を電氣的に開放する開放モードによりステップモータ 20 を制御する。具体的には、制御回路 83 は、ドライバ回路 86 に設けられた可変抵抗の抵抗値を上昇させて、共通コイル 57 を電氣的に開放する。これにより、第一コイル 37 および第二コイル 47 の磁束によって、共通コイル 57 に起電力が発生するのを防止できる。したがって、第一コイル 37 および第二コイル 47 が励磁されて第一ロータ 60 および第二ロータ 70 が回転しているときに、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 に対して共通コイル 57 による電磁ブレーキが作用するのを防止できる。

10

【0074】

次いで、このとき、駆動される第一ロータ 60 および第二ロータ 70 が回転したか否かを判断する（ステップ S23）。

ステップ S23 において、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 が回転した場合には、ステップモータ 20 の駆動フローを終了する。

また、ステップ S23 において、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 の少なくともいずれか一方のロータが回転していないと判断された場合（「NO」である場合）には、対象となるロータを駆動するコイルに対して、補正パルス进行を印加する（ステップ S25）。そして、ステップ S21 で駆動しなかった第一ロータ 60 または第二ロータ 70 を強制的に駆動し、ステップモータ 20 の駆動フローを終了する。

20

【0075】

続いて、以下に、通常運針時以外の各駆動パターン P1 ~ P8 について、詳細に説明する。なお、駆動パターン P9 については、一般的な単相ステップモータと同一であるため、説明を省略する。

【0076】

（駆動パターン P1）

図 7 は、横軸を時間 t とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターン P1 の駆動パルスを示す説明図である。

図 8 は、駆動パターン P1 による第一ロータ 60 および第二ロータ 70 の回転を図示したものであって、図 8 (a) から図 8 (e) は、それぞれ時間 t_0 から時間 t_4 における状態を図示している。なお、図 8 において、第一ステータ 30 に発生する磁束を矢印 F1 で図示し、第二ステータ 40 に発生する磁束を矢印 F2 で図示し、共通ステータ 50 に発生する磁束を矢印 F3 で図示している。また、図 8 において、各ロータ 60, 70 の磁極および各ステータ 30, 40, 50 に発生する磁極に対して、S および N の符号を付している。

30

【0077】

ここで、駆動パルスの「Hi」および「Lo」について、以下のように定義する。すなわち、各コイル 37, 47, 57 の各磁心 38, 48, 58 に対して、図 8 における下方から上方に向かって通過するように磁束 F1, F2, F3 を発生するときの駆動パルスを「Hi」と定義する。また、各コイル 37, 47, 57 の各磁心 38, 48, 58 に対して、図 8 における上方から下方に向かって通過するように磁束 F1, F2, F3 を発生するときの駆動パルスを「Lo」と定義する。また、時間 t_0 における第一ロータ 60 および第二ロータ 70 の位置を、初期位置という。

40

【0078】

駆動パターン P1 は、第一軸 C1 周りにおける反時計回り方向（以下、「CCW」方向という。）に、第一ロータ 60 を通常運針時よりも高速に 180° 回転させる。

まず、図 7 に示すように、時間 t_0 の初期状態では、第一コイル 37 に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル 47 に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル 57 に対する駆動パルスを「OFF」とする。このとき、図 8 (a) に示すようにステッ

50

ブモータ20は静止状態となっており、第一ロータ60および第二ロータ70は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【0079】

次いで、図7に示すように、時間t1では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Hi」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Hi」とする。これにより、図8(b)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCCW方向に90°回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、初期位置に保持される。

10

【0080】

次いで、図7に示すように、時間t2では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Hi」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Lo」とする。これにより、図8(c)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCCW方向にさらに90°回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りに時計回り方向(以下、「CW」方向という。)に90°回転する。

【0081】

次いで、図7に示すように、時間t3では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Hi」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図8(d)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに180°回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCCW方向に回転する。

20

【0082】

次いで、図7に示すように、時間t4では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図8(e)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに180°回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、第二ステータ40の保持トルクによって初期位置に保持される。以上で、駆動パターンP1が終了する。

30

このように、駆動パターンP1では、第一ロータ60が第一コイル37と共通コイル57とにより二相励磁されて回転するので、単相励磁されて第一ロータ60が回転する通常運針時よりも高速に回転できる。

【0083】

(駆動パターンP2)

図9は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターンP2の駆動パルスを示す説明図である。

図10は、駆動パターンP2による第一ロータ60および第二ロータ70の回転を図示したものである。なお、図9と図10との関係は、図7と図8との関係と同一となっており、図10(a)から図10(d)は、それぞれ時間t0から時間t3における状態を図示している。

40

【0084】

駆動パターンP2は、第一軸C1周りにおけるCCW方向に第一ロータ60を通常運針時よりも高速に180°回転させるとともに、第二軸C2周りにおけるCCW方向に第二ロータ70を通常運針時よりも高速に180°回転させる。

まず、図10(a)に示すように、時間t0の初期状態では、第一ロータ60および第二ロータ70は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【0085】

50

次いで、図9に示すように、時間 t_1 では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Lo」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Hi」とする。これにより、図10(b)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCCW方向に 90° 回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCCW方向に 90° 回転する。

【0086】

次いで、図9に示すように、時間 t_2 では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Lo」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Lo」とする。これにより、図10(c)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCCW方向にさらに 90° 回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCCW方向にさらに 90° 回転する。

【0087】

次いで、図9に示すように、時間 t_3 では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図10(d)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに 180° 回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、第二ステータ40の保持トルクによって、初期位置から第二軸C2周りに 180° 回転した位置に保持される。以上で、駆動パターンP2が終了する。

このように、駆動パターンP2では、第一ロータ60が第一コイル37と共通コイル57とにより二相励磁されて回転し、第二ロータ70が第二コイル47と共通コイル57とにより二相励磁されて回転するので、単相励磁されて第一ロータ60および第二ロータ70が回転する通常運針時よりも高速に回転できる。

【0088】

(駆動パターンP3)

図11は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターンP3の駆動パルスを示す説明図である。

図12は、駆動パターンP3による第一ロータ60および第二ロータ70の回転を図示したものである。なお、図11と図12との関係は、図7と図8との関係と同一となっており、図12(a)から図12(e)は、それぞれ時間 t_0 から時間 t_4 における状態を図示している。

【0089】

駆動パターンP3は、第一軸C1周りにおけるCCW方向に第一ロータ60を通常運針時よりも高速に 180° 回転させるとともに、第二軸C2周りにおけるCW方向に第二ロータ70を通常運針時よりも高速に 180° 回転させる。

まず、図12(a)に示すように、時間 t_0 の初期状態では、第一ロータ60および第二ロータ70は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【0090】

次いで、図11に示すように、時間 t_1 では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Hi」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Hi」とする。これにより、図12(b)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCCW方向に 90° 回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、初期位置に保持される。

【0091】

10

20

30

40

50

次いで、図 1 1 に示すように、時間 t_2 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 H_i 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 H_i 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L_o 」とする。これにより、図 1 2 (c) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第一軸 C_1 周りにおける $C C W$ 方向にさらに 90° 回転する。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C_2 周りにおける $C W$ 方向に 90° 回転する。

【0092】

次いで、図 1 1 に示すように、時間 t_3 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 $O F F$ 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 L_o 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L_o 」とする。これにより、図 1 2 (d) に示すように、第一ロータ 6 0 は、第一ステータ 3 0 の保持トルクによって、初期位置から第一軸 C_1 周りに 180° 回転した位置に保持される。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C_2 周りにおける $C W$ 方向にさらに 90° 回転する。

【0093】

次いで、図 1 1 に示すように、時間 t_4 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 $O F F$ 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 $O F F$ 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 $O F F$ 」とする。これにより、図 1 2 (e) に示すように、第一ロータ 6 0 は、第一ステータ 3 0 の保持トルクによって、初期位置から第一軸 C_1 周りに 180° 回転した位置に保持される。また、第二ロータ 7 0 は、第二ステータ 4 0 の保持トルクによって、初期位置から第二軸 C_2 周りに 180° 回転した位置に保持される。以上で、駆動パターン P_3 が終了する。

【0094】

(駆動パターン P_4)

図 1 3 は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターン P_4 の駆動パルスを示す説明図である。

図 1 4 は、駆動パターン P_4 による第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 の回転を図示したものである。なお、図 1 3 と図 1 4 との関係は、図 7 と図 8 との関係と同一となっており、図 1 4 (a) から図 1 4 (e) は、それぞれ時間 t_0 から時間 t_4 における状態を図示している。

【0095】

駆動パターン P_4 は、第一軸 C_1 周りにおける $C W$ 方向に第一ロータ 6 0 を通常運針時よりも高速に 180° 回転させる。

まず、図 1 4 (a) に示すように、時間 t_0 の初期状態では、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【0096】

次いで、図 1 3 に示すように、時間 t_1 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L_o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 H_i 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L_o 」とする。これにより、図 1 4 (b) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第一軸 C_1 周りにおける $C W$ 方向に 90° 回転する。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C_2 周りにおける $C W$ 方向に 90° 回転する。

【0097】

次いで、図 1 3 に示すように、時間 t_2 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 H_i 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 H_i 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L_o 」とする。これにより、図 1 4 (c) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第一軸 C_1 周りにおける $C W$ 方向にさらに 90° 回転する。また、第二ロータ 7 0 は、

磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、初期位置から第二軸C2周りにおけるCW方向に90°回転した位置に保持される。

【0098】

次いで、図13に示すように、時間t3では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Hi」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図14(d)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに180°回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40に発生する磁極により吸引されて、CCW方向に回転する。

【0099】

次いで、図13に示すように、時間t4では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図14(e)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに180°回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、第二ステータ40の保持トルクによって、初期位置に保持される。以上で、駆動パターンP4が終了する。

【0100】

(駆動パターンP5)

図15は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターンP5の駆動パルスを示す説明図である。

図16は、駆動パターンP5による第一ロータ60および第二ロータ70の回転を図示したものである。なお、図15と図16との関係は、図7と図8との関係と同一となっており、図16(a)から図16(e)は、それぞれ時間t0から時間t4における状態を図示している。

【0101】

駆動パターンP5は、第一軸C1周りにおけるCW方向に第一ロータ60を通常運針時よりも高速に180°回転させるとともに、第二軸C2周りにおけるCCW方向に第二ロータ70を通常運針時よりも高速に180°回転させる。

まず、図16(a)に示すように、時間t0の初期状態では、第一ロータ60および第二ロータ70は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【0102】

次いで、図15に示すように、時間t1では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Lo」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Lo」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Hi」とする。これにより、図16(b)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、初期位置に保持される。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCCW方向に90°回転する。

【0103】

次いで、図15に示すように、時間t2では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Lo」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Lo」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Lo」とする。これにより、図16(c)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCW方向に90°回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCCW方向にさらに90°回転する。

【0104】

次いで、図15に示すように、時間t3では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Lo」とする。これにより、図16(d)に示すように、第一ロータ

10

20

30

40

50

60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCW方向にさらに90°回転する。また、第二ロータ70は、第二ステータ40の保持トルクによって、初期位置から第二軸C2周りに180°回転した位置に保持される。

【0105】

次いで、図15に示すように、時間t4では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図16(e)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに180°回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、第二ステータ40の保持トルクによって、初期位置から第二軸C2周りに180°回転した位置に保持される。以上で、駆動パターンP5が終了する。

10

【0106】

(駆動パターンP6)

図17は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターンP6の駆動パルスを示す説明図である。

図18は、駆動パターンP6による第一ロータ60および第二ロータ70の回転を図示したものである。なお、図17と図18との関係は、図7と図8との関係と同一となっており、図18(a)から図18(d)は、それぞれ時間t0から時間t3における状態を図示している。

20

【0107】

駆動パターンP6は、第一軸C1周りにおけるCW方向に第一ロータ60を通常運針時よりも高速に180°回転させるとともに、第二軸C2周りにおけるCW方向に第二ロータ70を通常運針時よりも高速に180°回転させる。

まず、図18(a)に示すように、時間t0の初期状態では、第一ロータ60および第二ロータ70は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【0108】

次いで、図17に示すように、時間t1では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Lo」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Hi」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Lo」とする。これにより、図18(b)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCW方向に90°回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCW方向に90°回転する。

30

【0109】

次いで、図17に示すように、時間t2では、第一コイル37に対する駆動パルスを「Hi」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「Lo」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「Lo」とする。これにより、図18(c)に示すように、第一ロータ60は、磁極が第一ステータ30および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第一軸C1周りにおけるCW方向にさらに90°回転する。また、第二ロータ70は、磁極が第二ステータ40および共通ステータ50に発生する磁極により吸引されて、第二軸C2周りにおけるCW方向にさらに90°回転する。

40

【0110】

次いで、図17に示すように、時間t3では、第一コイル37に対する駆動パルスを「OFF」とし、第二コイル47に対する駆動パルスを「OFF」とし、共通コイル57に対する駆動パルスを「OFF」とする。これにより、図18(d)に示すように、第一ロータ60は、第一ステータ30の保持トルクによって、初期位置から第一軸C1周りに180°回転した位置に保持される。また、第二ロータ70は、第二ステータ40の保持トルクによって、初期位置から第二軸C2周りに180°回転した位置に保持される。以上で、駆動パターンP6が終了する。

50

【 0 1 1 1 】

(駆動パターン P 7)

図 1 9 は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターン P 7 の駆動パルスを示す説明図である。

図 2 0 は、駆動パターン P 7 による第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 の回転を図示したものである。なお、図 1 9 と図 2 0 との関係は、図 7 と図 8 との関係と同一となっており、図 2 0 (a) から図 2 0 (e) は、それぞれ時間 t_0 から時間 t_4 における状態を図示している。

【 0 1 1 2 】

駆動パターン P 7 は、第二軸 C 2 周りにおける C C W 方向に第二ロータ 7 0 を通常運針時よりも高速に 180° 回転させる。

まず、図 2 0 (a) に示すように、時間 t_0 の初期状態では、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【 0 1 1 3 】

次いで、図 1 9 に示すように、時間 t_1 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 H i 」とする。これにより、図 2 0 (b) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、初期位置に保持される。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C 2 周りにおける C C W 方向に 90° 回転する。

【 0 1 1 4 】

次いで、図 1 9 に示すように、時間 t_2 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とする。これにより、図 2 0 (c) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第一軸 C 1 周りに C W 方向に 90° 回転する。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C 2 周りにおける C C W 方向にさらに 90° 回転する。

【 0 1 1 5 】

次いで、図 1 9 に示すように、時間 t_3 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とする。これにより、図 2 0 (d) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 に発生する磁極により吸引されて、第一軸 C 1 周りにおける C C W 方向に回転する。また、第二ロータ 7 0 は、第二ステータ 4 0 の保持トルクによって、初期位置から第二軸 C 2 周りに 180° 回転した位置に保持される。

【 0 1 1 6 】

次いで、図 1 9 に示すように、時間 t_4 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とする。これにより、図 2 0 (e) に示すように、第一ロータ 6 0 は、第一ステータ 3 0 の保持トルクによって、初期位置に保持される。また、第二ロータ 7 0 は、第二ステータ 4 0 の保持トルクによって初期位置から第二軸 C 2 周りに 180° 回転した位置に保持される。以上で、駆動パターン P 7 が終了する。

【 0 1 1 7 】

(駆動パターン P 8)

図 2 1 は、横軸を時間とし、縦軸を駆動パルスとしたときの駆動パターン P 8 の駆動パルスを示す説明図である。

図 2 2 は、駆動パターン P 8 による第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 の回転を図示したものである。なお、図 2 1 と図 2 2 との関係は、図 7 と図 8 との関係と同一となっており、図 2 2 (a) から図 2 2 (e) は、それぞれ時間 t_0 から時間 t_4 における状態を

10

20

30

40

50

図示している。

【 0 1 1 8 】

駆動パターン P 8 は、第二軸 C 2 周りにおける C W 方向に第二ロータ 7 0 を通常運針時よりも高速に 1 8 0 ° 回転させる。

まず、図 2 2 (a) に示すように、時間 t 0 の初期状態では、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 は、それぞれ保持トルクによって初期位置に保持される。

【 0 1 1 9 】

次いで、図 2 1 に示すように、時間 t 1 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 H i 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とする。これにより、図 2 2 (b) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第一軸 C 1 周りにおける C W 方向に 9 0 ° 回転する。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C 2 周りにおける C W 方向に 9 0 ° 回転する。

10

【 0 1 2 0 】

次いで、図 2 1 に示すように、時間 t 2 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とする。これにより、図 2 2 (c) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、初期位置から第一軸 C 1 周りにおける C W 方向に 9 0 ° 回転した位置に保持される。また、第二ロータ 7 0 は、磁極が第二ステータ 4 0 および共通ステータ 5 0 に発生する磁極により吸引されて、第二軸 C 2 周りにおける C W 方向にさらに 9 0 ° 回転する。

20

【 0 1 2 1 】

次いで、図 2 1 に示すように、時間 t 3 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 L o 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とする。これにより、図 2 2 (d) に示すように、第一ロータ 6 0 は、磁極が第一ステータ 3 0 に発生する磁極により吸引されて、 C C W 方向に回転する。また、第二ロータ 7 0 は、第二ステータ 4 0 の保持トルクによって、初期位置から第二軸 C 2 周りに 1 8 0 ° 回転した位置に保持される。

【 0 1 2 2 】

次いで、図 2 1 に示すように、時間 t 4 では、第一コイル 3 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とし、第二コイル 4 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とし、共通コイル 5 7 に対する駆動パルスを「 O F F 」とする。これにより、図 2 2 (e) に示すように、第一ロータ 6 0 は、第一ステータ 3 0 の保持トルクによって、初期位置に保持される。また、第二ロータ 7 0 は、第二ステータ 4 0 の保持トルクによって、初期位置から第二軸 C 2 周りに 1 8 0 ° 回転した位置に保持される。以上で、駆動パターン P 8 が終了する。

30

【 0 1 2 3 】

(効果)

本実施形態によれば、第一ロータ 6 0 を駆動するために励磁される第一コイル 3 7 と、第二ロータ 7 0 を駆動するために励磁される第二コイル 4 7 と、第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 の少なくともいずれか一方を二相励磁により駆動するための共通コイル 5 7 と、を備えているので、三つのコイルにより第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 をそれぞれ独立して C W 方向および C C W 方向のいずれかの方向に高速で回転させることができる。しかも、従来技術と比較して少ない個数のコイルで、二相励磁により第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 をそれぞれ独立して C W 方向および C C W 方向のいずれかの方向に高速で回転できるので、小型かつ低コストなステップモータ 2 0 とすることができる。

40

【 0 1 2 4 】

また、第一ステータ 3 0 と第二ステータ 4 0 と共通ステータ 5 0 とにより、簡単な構成で二相励磁により第一ロータ 6 0 および第二ロータ 7 0 をそれぞれ独立して C W 方向および C C W 方向のいずれかの方向に高速で回転できるので、小型かつ低コストなステップモ

50

ータ 20 とすることができる。

【0125】

また、第一ステータ 30、第二ステータ 40 および共通ステータ 50 の各ステータは、それぞれ第一開口部 34、第二開口部 44、第一共通開口部 54a および第二共通開口部 54b の周囲に異なった磁極を発生させる第一磁気飽和部 35、第二磁気飽和部 45、第一共通磁気飽和部 55a および第二共通磁気飽和部 55b を備えているので、各コイル 37, 47, 57 の通電方向を切り替えることにより磁極を切り替えて、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 を所定方向に回転させることができる。

また、第一開口部 34 の周囲には第一ロータ 60 に対して保持トルクを作用させる第一切欠部 36 が設けられ、第二開口部 44 の周囲には、第二ロータ 70 に対して保持トルクを作用させる第二切欠部 46 が設けられているので、各コイル 37, 47, 57 の非通電状態において第一ロータ 60 および第二ロータ 70 の初期位置を決定することができる。

【0126】

また、第一開口部 34 の周囲において第一軸 C1 を挟んで対向するように第一切欠部 36 を一対設け、第二開口部 44 の周囲において第二軸 C2 を挟んで対向するように第二切欠部 46 を一対設けているので、第一共通開口部 54a および第二共通開口部 54b に第一切欠部 36 および第二切欠部 46 を設ける必要がない。したがって、円形状の第一共通開口部 54a および第二共通開口部 54b を有する共通ヨーク 51 を容易に形成できるので、ステップモータ 20 のさらなる低コスト化ができる。また、共通ヨーク 51 の第一共通開口部 54a および第二共通開口部 54b の周辺について、強度の低下を抑制できる。

【0127】

また、第一ヨーク 31、第二ヨーク 41 および共通コイル 57 が共通ヨーク 51 における同一の主面 51a 側に設けられるとともに、第一コイル 37 および第二コイル 47 がそれぞれ共通ヨーク 51 側に配置されるので、ステップモータ 20 の厚みを抑制できる。

【0128】

また、共通コイル 57 の磁心 58 における磁路の面積は、第一コイル 37 の磁心 38 および第二コイル 47 の磁心 48 における磁路の面積の二倍以上の大きさとなっているので、共通コイル 57 の磁心 58 が磁気飽和するのを防止できる。

【0129】

また、本実施形態のステップモータ駆動制御方法によれば、共通コイル 57 を電氣的に開放する開放モードを含むので、第一コイル 37 および第二コイル 47 が励磁されているときに、第一コイル 37 および第二コイル 47 の磁束により共通コイル 57 に起電力が発生するのを防止できる。したがって、第一コイル 37 および第二コイル 47 が励磁されて第一ロータ 60 および第二ロータ 70 が回転しているときに、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 に対して共通コイル 57 による電磁ブレーキが作用するのを防止できる。

【0130】

また、本実施形態の時計用ムーブメント 10 によれば、従来技術と比較して少ない個数のコイルによって、時計 12 および分針 13 を CW 方向および CCW 方向にそれぞれ独立して運針できるとともに、二相励磁により高速に運針できる。

また、本実施形態の時計 1 によれば、従来技術と比較して少ない個数のコイルによって、時計 12 および分針 13 を CW 方向および CCW 方向にそれぞれ独立して高速に運針できるとともに、小型化ができる。

【0131】

(実施形態の各変形例)

続いて、実施形態に係るステップモータ 20 の各変形例について説明する。上述の実施形態に係るステップモータ 20 では、第一ステータ 30 の第一切欠部 36 が第一開口部 34 の周囲において第一軸 C1 を挟んで対向するように一対設けられ、第二ステータ 40 の第二切欠部 46 が第二開口部 44 の周囲において第二軸 C2 を挟んで対向するように一対設けられ、第一共通開口部 54a および第二共通開口部 54b がそれぞれ円形状に形成されていたが、第一切欠部 36 および第二切欠部 46 の形成位置については上述の実施形態

に限定されない。

【 0 1 3 2 】

図 2 3 は、実施形態の第一変形例に係るステップモータ 2 0 の分解平面図である。

図 2 3 に示すように、第一切欠部 3 6 が第一ステータ 3 0 の第一開口部 3 4 の周囲および共通ステータ 5 0 の第一共通開口部 5 4 a の周囲において、それぞれ第一軸 C 1 を挟んで対向するように一対ずつ設けられ、第二切欠部 4 6 が第二ステータ 4 0 の第二開口部 4 4 の周囲および共通ステータ 5 0 の第二共通開口部 5 4 b の周囲において、それぞれ第二軸 C 2 を挟んで対向するように一対ずつ設けられていてもよい。

実施形態の第一変形例によれば、第一開口部 3 4 の周囲および第一共通開口部 5 4 a の周囲に第一切欠部 3 6 をそれぞれ一対ずつ設け、第二開口部 4 4 の周囲および第二共通開口部 5 4 b の周囲に第二切欠部 4 6 をそれぞれ一対ずつ設けているので、第一共通開口部 5 4 a および第二共通開口部 5 4 b にも保持トルク発生部 5 6 a , 5 6 b を形成でき、高い保持トルクを発生できる。したがって、外乱に強いステップモータ 2 0 とすることができる。

10

【 0 1 3 3 】

図 2 4 は、実施形態の第一変形例に係るステップモータ 2 0 の分解平面図である。

図 2 4 に示すように、第一切欠部 3 6 が第一開口部 3 4 の周囲および第一共通開口部 5 4 a の周囲において、第一軸 C 1 を挟むようにそれぞれ一個ずつ設けられ、第二切欠部 4 6 が第二開口部 4 4 の周囲および第二共通開口部 5 4 b の周囲において、第二軸 C 2 を挟むようにそれぞれ一個ずつ設けられていてもよい。

20

実施形態の第二変形例によれば、第一開口部 3 4 の周囲および第一共通開口部 5 4 a の周囲に第一切欠部 3 6 をそれぞれ一個ずつ設け、第二開口部 4 4 の周囲および第二共通開口部 5 4 b の周囲に第二切欠部 4 6 をそれぞれ一個ずつ設けているので、第一共通開口部 5 4 a および第二共通開口部 5 4 b にも保持トルク発生部 5 6 a , 5 6 b を形成できるとともに、第一開口部 3 4 、第二開口部 4 4 、第一共通開口部 5 4 a および第二共通開口部 5 4 b の周辺について、強度の低下を抑制できる。

【 0 1 3 4 】

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の各実施形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において様々な変形例が考えられる。

【 0 1 3 5 】

第一ステータ 3 0 、第二ステータ 4 0 、共通ステータ 5 0 の配置や形状等は、実施形態に限定されることはなく、種々変更が可能である。

30

図 2 5 は、実施形態の第三変形例に係るステップモータ 2 0 を備えた時計用ムーブメント 1 0 の説明図である。なお、図 2 5 では、時計用ムーブメント 1 0 を構成する部品のうち、ステップモータ 2 0 のみを図示している。

【 0 1 3 6 】

図 2 5 に示すように、実施形態の第三変形例に係るステップモータ 2 0 は、共通コイル 5 7 における導線 5 9 の巻回部分の全長を L_1 とし、第一コイル 3 7 および第二コイル 4 7 におけるそれぞれの導線 3 9 および導線 4 9 の巻回部分の全長を L_2 としたとき、共通コイル 5 7 における導線 5 9 の巻回部分の全長 L_1 よりも第一コイル 3 7 および第二コイル 4 7 における導線 3 9 , 4 9 の巻回部分の全長 L_2 のほうが長くなっている。これにより、第一コイル 3 7 および第二コイル 4 7 のターン数を増加させることができるので、少ない消費電力で高い磁力を発生できる。

40

また、第一コイル 3 7 と第二コイル 4 7 とは、それぞれ共通コイル 5 7 よりも時計用ムーブメント 1 0 の中心側に配置されている。これにより、円形状に形成された時計用ムーブメント 1 0 の縁部に沿って、効率よくステップモータ 2 0 を配置できるので、小型な時計用ムーブメント 1 0 とすることができる。

【 0 1 3 7 】

図 2 6 は、実施形態の第四変形例に係るステップモータ 2 0 を備えた時計用ムーブメント 1 0 の説明図である。なお、図 2 6 では、図 2 5 と同様に、時計用ムーブメント 1 0 を

50

構成する部品のうち、ステップモータ 20 のみを図示している。

図 26 に示すように、実施形態の第四変形例に係るステップモータ 20 は、共通コイル 57 における導線 59 の巻回部分の全長 L1 よりも、第一コイル 37 および第二コイル 47 における導線 39, 49 の巻回部分の全長 L2 のほうが長くなっている。

また、第一コイル 37 と第二コイル 47 とは、それぞれ時計用ムーブメント 10 の径方向の外側から内側に向かって、互いに離間距離が大きくなるように配置されるとともに、共通コイル 57 を挟んで対称に配置されている。これにより、前述の第三変形例と同様に、円形状に形成された時計用ムーブメント 10 の縁部に沿って、効率よくステップモータ 20 を配置できるので、小型な時計用ムーブメント 10 とすることができる。

さらに、本発明の実施形態に係るステップモータ 20 と、従来の単相ステップモータ 20A とを併用してもよい。

【0138】

実施形態では、第一ロータ 60 が分針 13 を運針し、第二ロータ 70 が時計針 12 を運針していたが、運針される指針は実施形態に限定されない。したがって、例えば、第一ロータ 60 および第二ロータ 70 は、いわゆるレトログランド等の特殊表示に係る指針を運針してもよい。

【0139】

実施形態では、時計用ムーブメント 10 に一個のステップモータ 20 が搭載されていたが、ステップモータ 20 の搭載個数は一個に限定されない。したがって、ステップモータ 20 は、時計用ムーブメント 10 に複数個搭載されてもよい。

【0140】

実施形態では、実施形態のステップモータ 20 を適用した時計 1 として、クォーツ式の腕時計を例に説明をしたが、実施形態のステップモータ 20 の適用は、クォーツ式の腕時計に限定されない。また、実施形態のステップモータ 20 の適用は、時計 1 に限定されることはない。実施形態のステップモータ 20 は、種々の電子機器に対して効果的に適用できる。

【0141】

第一ロータ 60 や第二ロータ 70、第一ステータ 30、第二ステータ 40、共通ステータ 50 等を形成する材料や製法等は、実施形態に限定されない。したがって、例えば第一ロータ 60 および第二ロータ 70 を形成する磁石は、サマリウムやコバルト等を主原料としたいわゆるサマリウムコバルト磁石に限定されることはなく、ネオジム磁石やアルニコ磁石等であってもよい。

【0142】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。

【符号の説明】

【0143】

1・・・時計 10・・・時計用ムーブメント 30・・・第一ステータ 31・・・第一ヨーク 34・・・第一開口部 35・・・第一磁気飽和部 36・・・第一切欠部 37・・・第一コイル 40・・・第二ステータ 41・・・第二ヨーク 44・・・第二開口部 45・・・第二磁気飽和部 46・・・第二切欠部 47・・・第二コイル 50・・・共通ステータ 51・・・共通ヨーク 51a・・・主面 54a・・・第一共通開口部 54b・・・第二共通開口部 55a・・・第一共通磁気飽和部 55b・・・第二共通磁気飽和部 57・・・共通コイル 60・・・第一ロータ 70・・・第二ロータ C1・・・第一軸 C2・・・第二軸

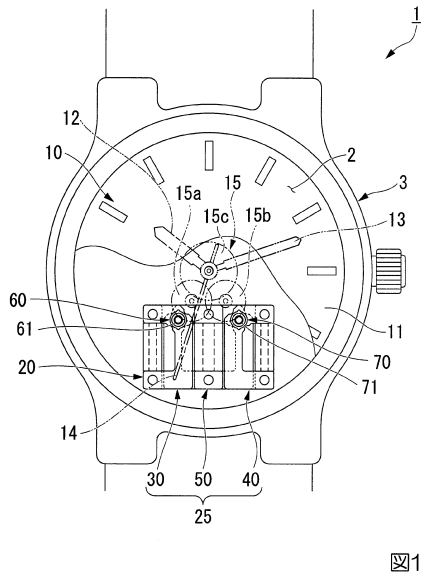
10

20

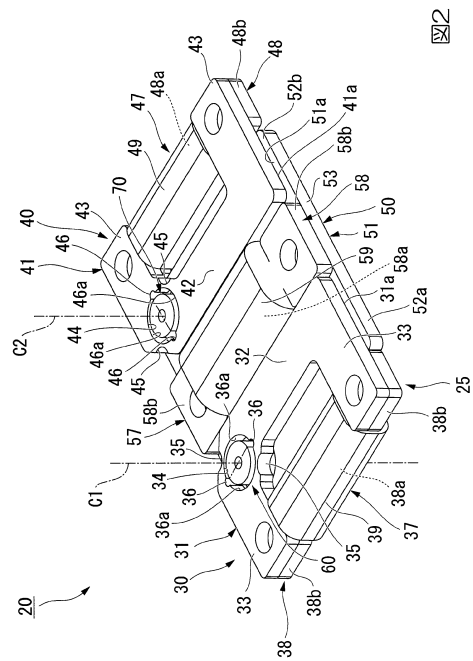
30

40

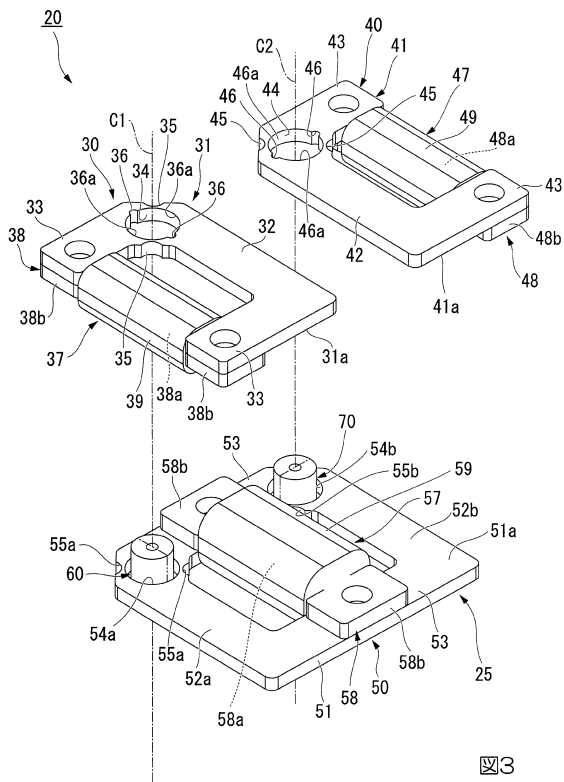
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

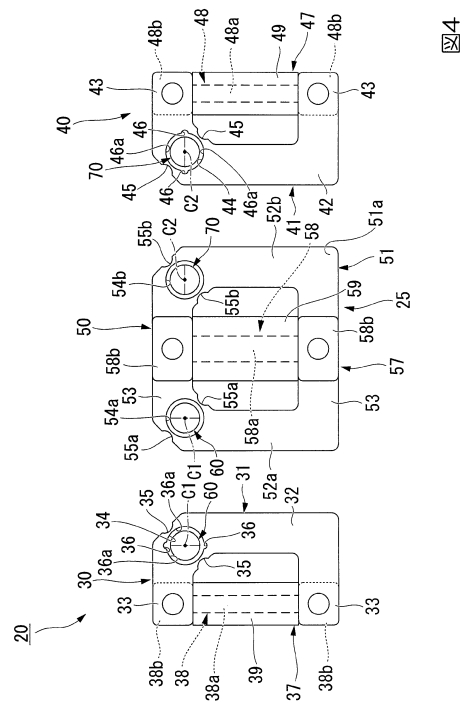


図3

図4

【図5】

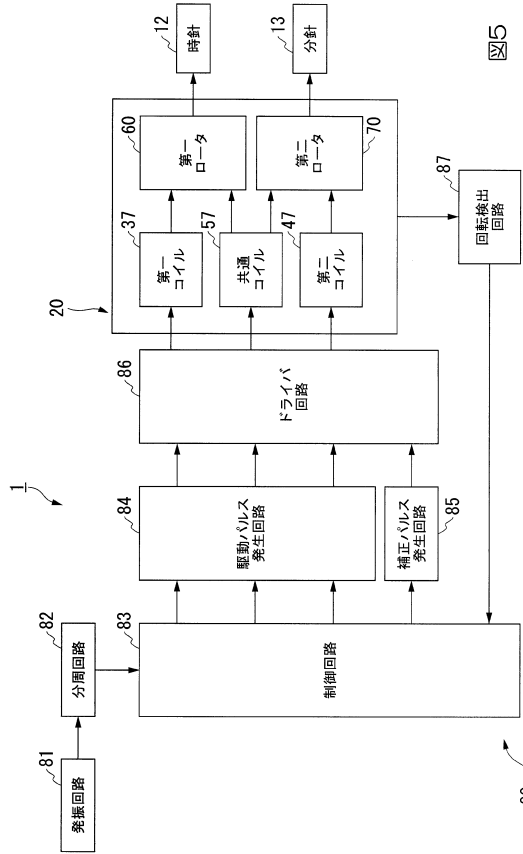


図5

【図6】

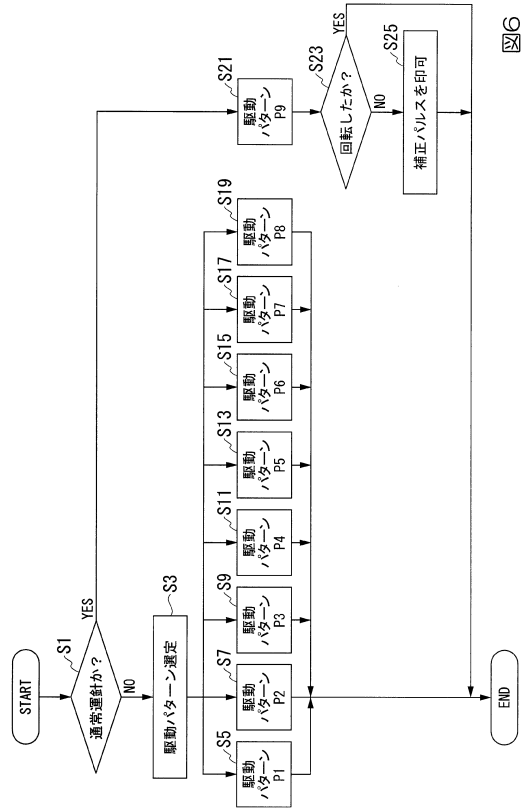


図6

【図7】

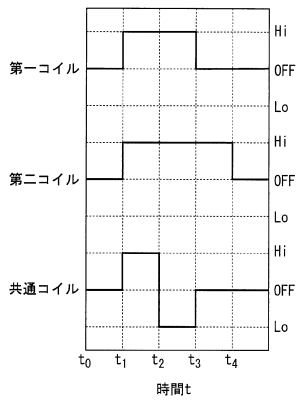


図7

【図8】

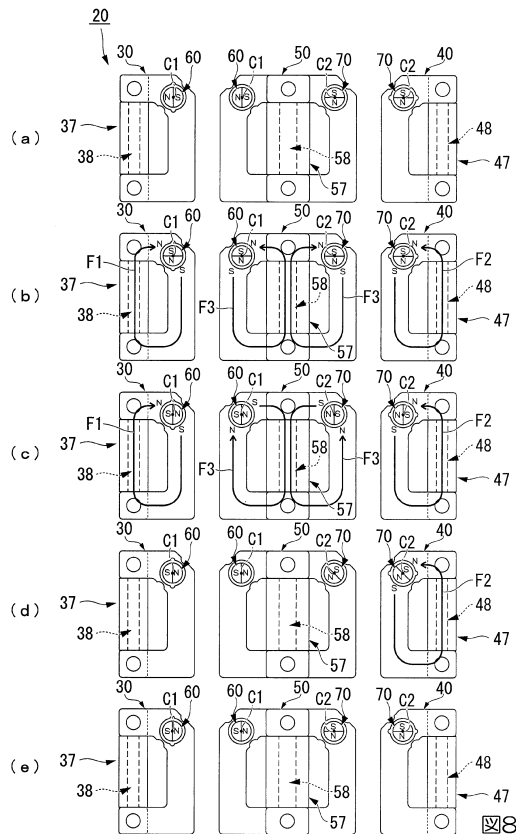


図8

【図9】

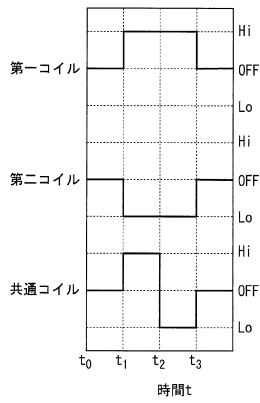


図9

【図10】

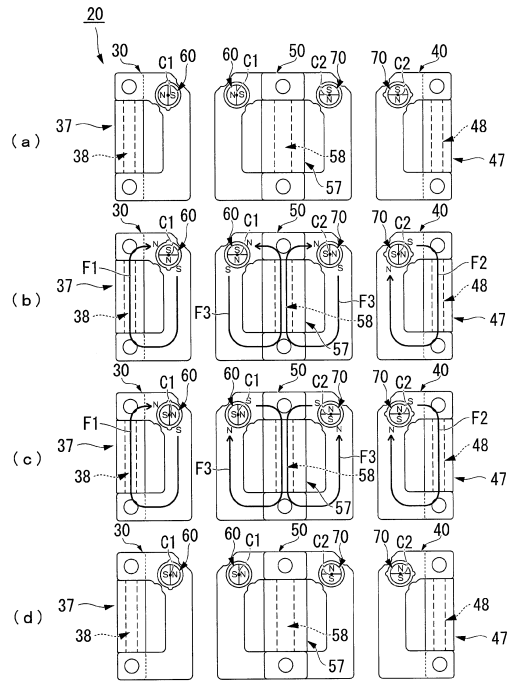


図10

【図11】

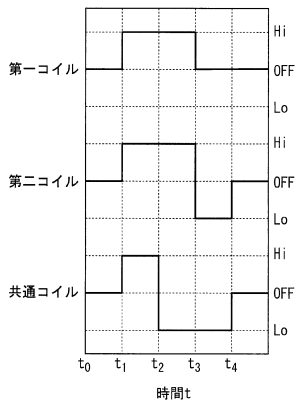


図11

【図12】

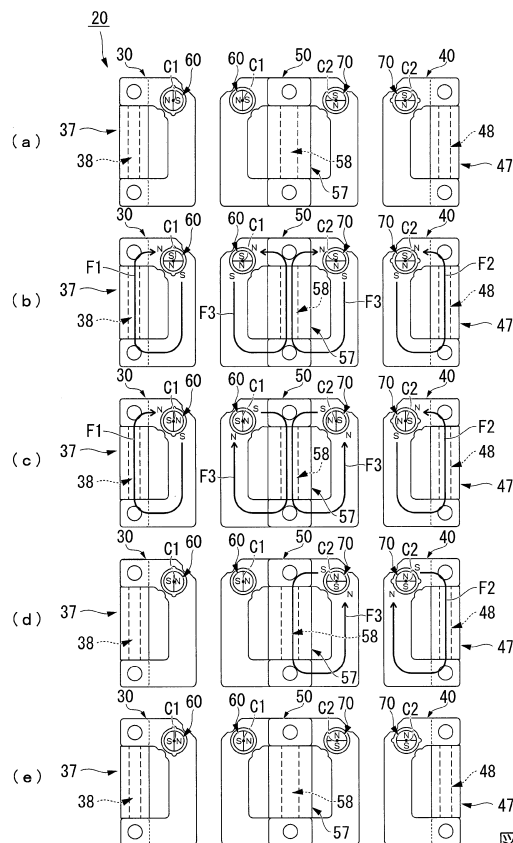


図12

【図13】

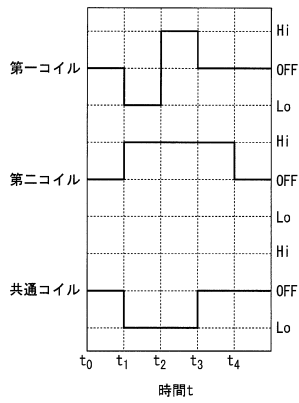


図13

【図14】

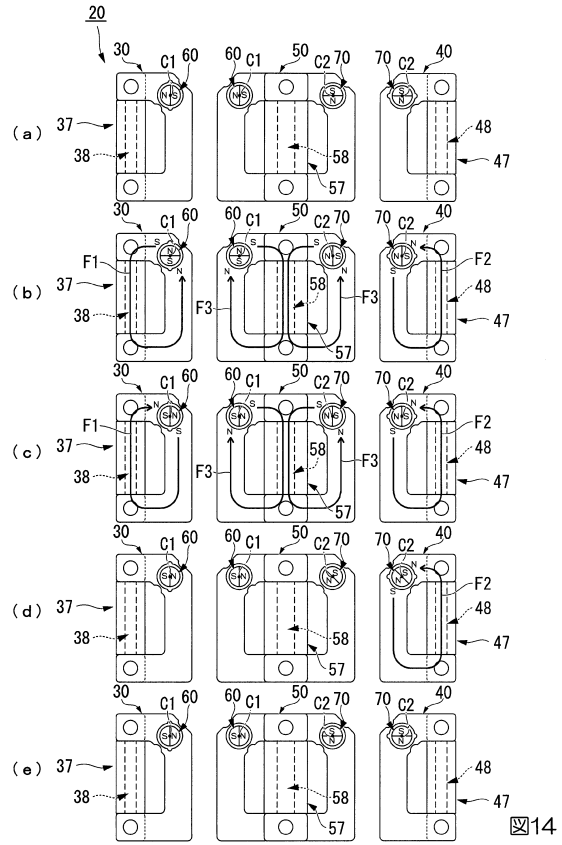


図14

【図15】

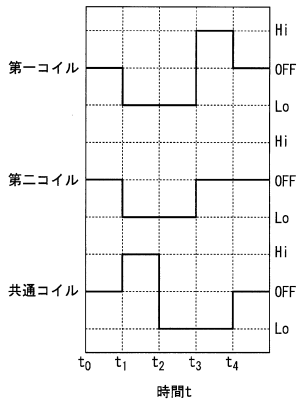


図15

【図16】

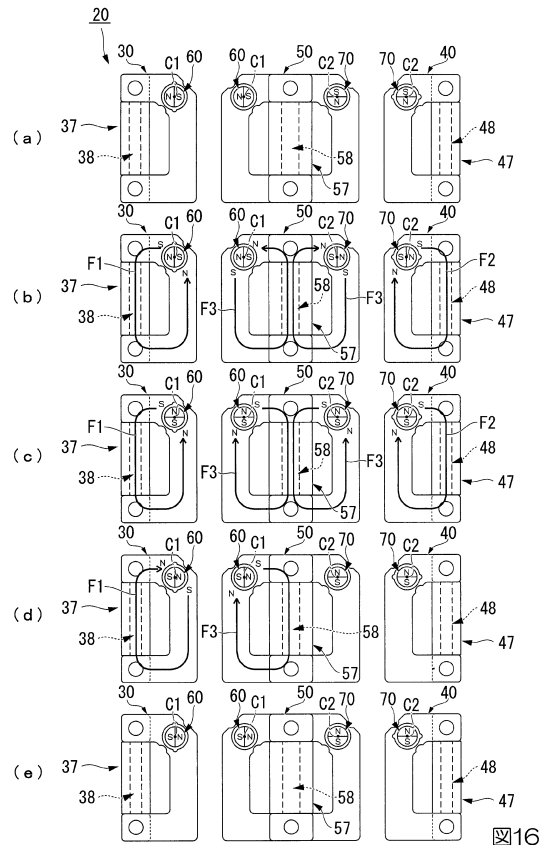


図16

【図17】

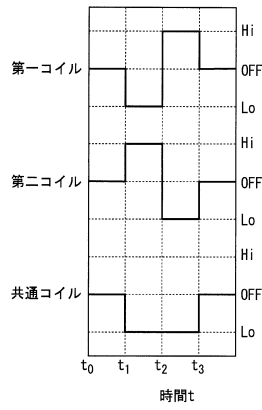


図17

【図18】

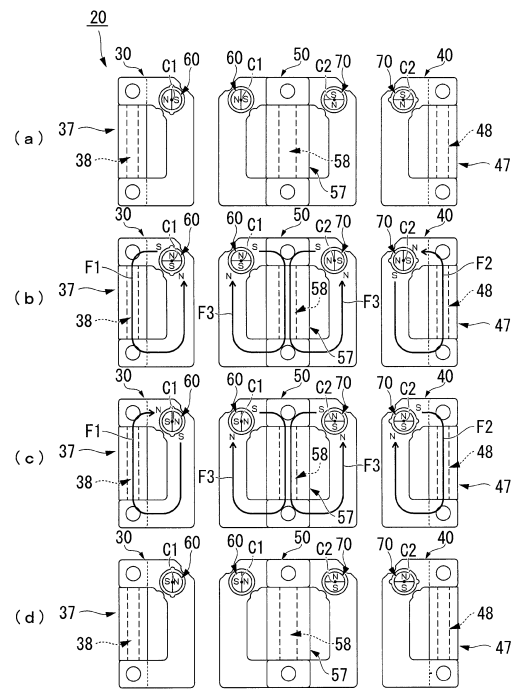


図18

【図19】

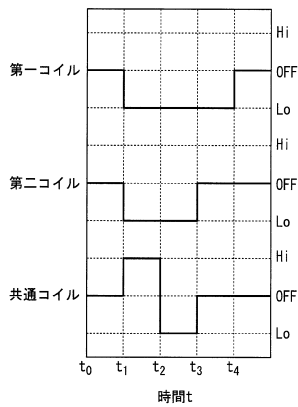


図19

【図20】

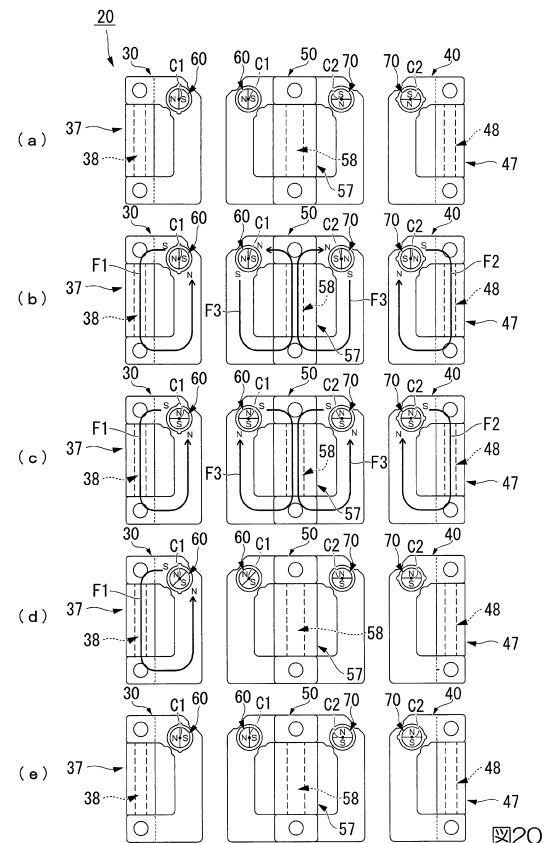


図20

【図21】

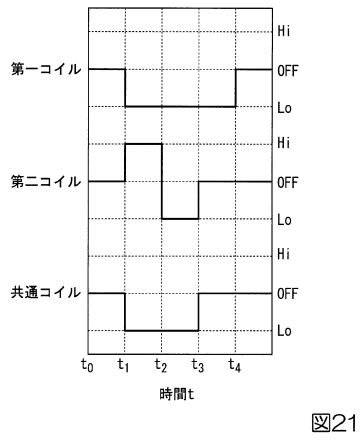


図21

【図22】

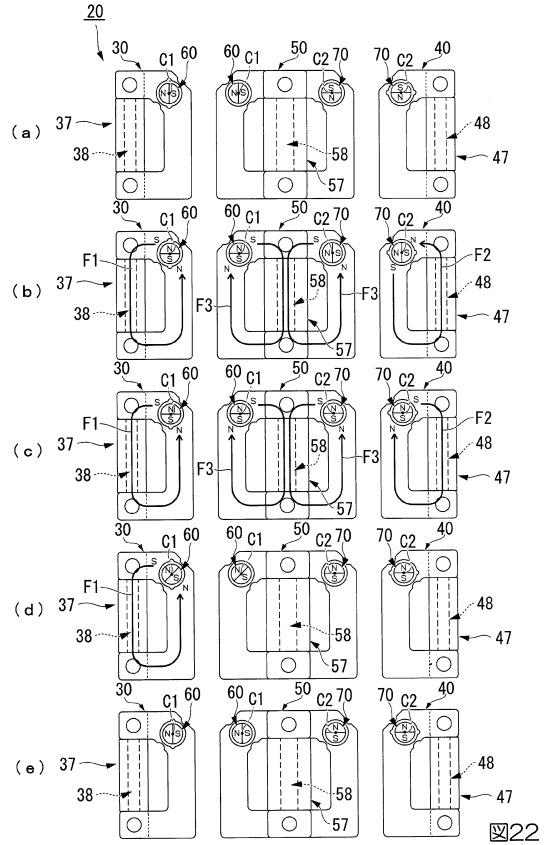


図22

【図23】

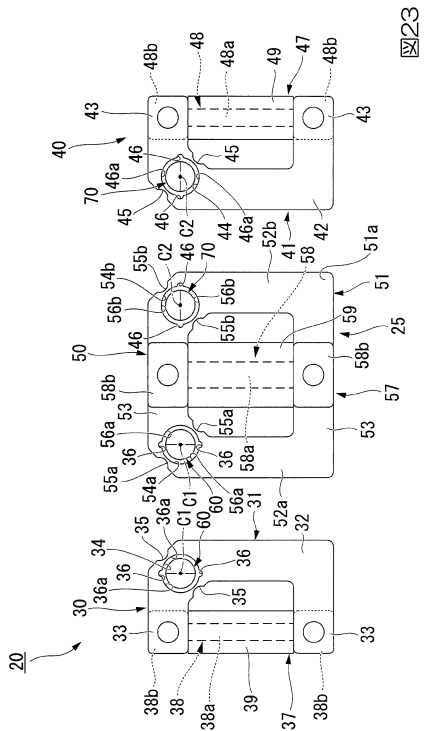


図23

【図24】

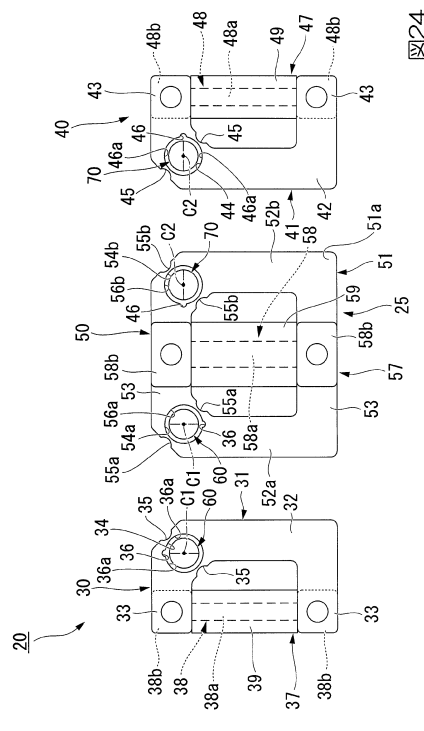


図24

【 図 2 5 】

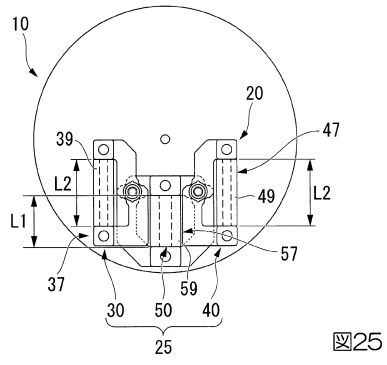


図25

【 図 2 6 】

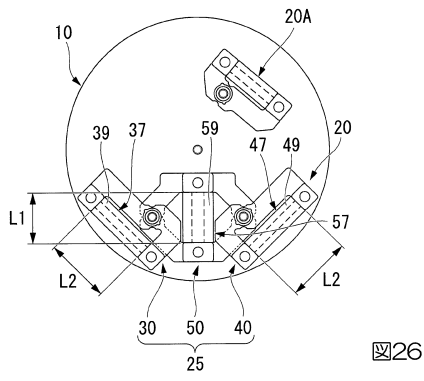


図26

フロントページの続き

(72)発明者 里舘 貴之

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

審査官 榮永 雅夫

(56)参考文献 国際公開第2000/005803(WO, A1)

特開2009-189080(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G04C 3/14

H02K 21/14

H02K 37/14 - 16

H02P 8/00 - 42