

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-175822

(P2017-175822A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 37/14 (2006.01)	HO2K 37/14	B
HO2K 37/16 (2006.01)	HO2K 37/16	B

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2016-61165 (P2016-61165)
 (22) 出願日 平成28年3月25日 (2016.3.25)

(71) 出願人 000001443
 カシオ計算機株式会社
 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
 (74) 代理人 110001254
 特許業務法人光陽国際特許事務所
 (72) 発明者 斉藤 雄太
 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
 計算機株式会社 羽村技術センター内

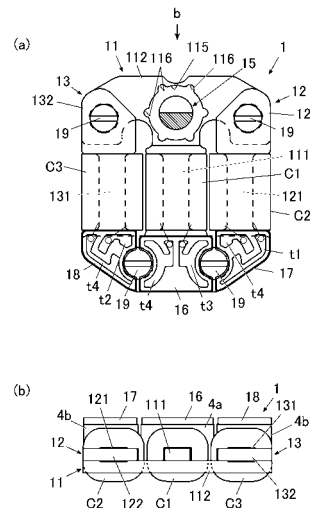
(54) 【発明の名称】 ステッピングモータ、モータ駆動装置及び時刻表示装置

(57) 【要約】

【課題】複数のコイルを備え、このコイルに駆動パルス
 を印加することによりロータを所定のステップ角で回転
 させる場合に、ロータの回転に必要なエネルギーをでき
 る限り抑えて省電力化を可能とするステッピングモータ
 、モータ駆動装置及び時刻表示装置を提供する。

【解決手段】ステッピングモータ1に、径方向に2極着
 磁されたロータ15と、ロータ15を受容するロータ受
 容部115を有するステータ11と、ステータ11と磁
 氣的に結合して設けられた3つのコイルC1、C2、C
 3とを備え、3つのコイルC1、C2、C3のうち、少
 なくとも1つはステータ11の一部に巻き線を施すこと
 で一体的に形成された一体型コイルとした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

径方向に 2 極着磁されたロータと、
前記ロータを受容するロータ受容部を有するステータと、
前記ステータと磁氣的に結合して設けられた 3 つのコイルと、
を備え、
前記 3 つのコイルのうち、少なくとも 1 つは前記ステータの一部に巻き線を施すことで一体的に形成された一体型コイルであることを特徴とするステッピングモータ。

【請求項 2】

前記ステータは、直状部と、この直状部の一端側から前記直状部の延在方向と直交する方向に張り出す張出部と、を有し、
前記一体型コイルは、前記直状部に巻き線を施すことで形成されており、
前記 3 つのコイルのうちの他のコイルは、前記ステータの前記張出部に磁氣的に結合されていることを特徴とする請求項 1 に記載のステッピングモータ。

10

【請求項 3】

前記ロータ受容部には、前記ロータの外周に沿って、ほぼ等間隔にステータ側静止部が設けられており、
前記ロータは、いずれかの前記ステータ側静止部と、前記ロータの分極位置とが対向する位置で静止するように構成されている請求項 1 又は請求項 2 に記載のステッピングモータ。

20

【請求項 4】

前記 3 つのコイルの端子が接続される接続点のうち一部が共通していることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のステッピングモータ。

【請求項 5】

前記 3 つのコイルは直列に接続されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のステッピングモータ。

【請求項 6】

3 つのコイルを備えるステッピングモータを駆動させるモータ駆動回路と、
前記コイルを駆動させるための電流の流れる経路を制御するためのスイッチング素子と、
前記スイッチング素子に駆動パルスを出力する駆動パルス生成部と、
を備え、
前記駆動パルス生成部は、前記コイルを駆動させるための電流の流れる経路が 1 つとなるように、前記スイッチング素子に対して前記駆動パルスを出力することを特徴とするモータ駆動装置。

30

【請求項 7】

前記駆動パルス生成部は、前記スイッチング素子に前記駆動パルスを出力することで前記ステッピングモータのステータにおけるロータの外周に沿って、当該外周を 3 分割した位置にそれぞれ第 1 磁極、第 2 磁極及び第 3 磁極を出現させるとともに、前記 3 つのコイルのうちのいずれか 1 つを順次駆動させるように前記駆動パルスを出力することにより、
前記第 1 磁極、前記第 2 磁極及び前記第 3 磁極の極性を順次切り替えることを特徴とする請求項 6 に記載のモータ駆動装置。

40

【請求項 8】

前記駆動パルス生成部は、前記 3 つのコイルのうち、駆動させないコイルをハイインピーダンス状態とするように前記スイッチング素子に前記駆動パルスを出力することを特徴とする請求項 7 に記載のモータ駆動装置。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のステッピングモータを備えることを特徴とする時刻表示装置。

【請求項 10】

50

請求項 6 から請求項 8 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置を備えることを特徴とする時刻表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステッピングモータ、モータ駆動装置及び時刻表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、2つのコイルを備え、このコイルに適宜駆動パルスを印加することにより正逆転可能に構成されたステッピングモータが知られている。 10

例えば、特許文献 1 には、2つのコイルに同時又は順次に駆動パルスが印加することにより、2極着磁されたロータを所定のステップ角で回転させるステッピングモータが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 195371 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 20

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載されているようなステッピングモータでは、ステッピングモータを回転させる際、2つのコイルの一方にのみ通電する期間と、2つのコイルの双方に通電する期間とが存在する。

このため、後者の期間に消費される電力が大きくなってしまいう問題があり、更なる低消費電力化が望まれていた。

【0005】

本発明は以上のような事情に鑑みてなされたものであり、複数のコイルを備え、このコイルに駆動パルスを印加することによりロータを所定のステップ角で回転させる場合に、ロータの回転に必要なエネルギーをできる限り抑えて低消費電力化を可能とするステッピングモータ、モータ駆動装置及び時刻表示装置を提供することを目的とするものである。 30

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するために、本発明に係るステッピングモータは、
径方向に 2 極着磁されたロータと、
前記ロータを受容するロータ受容部を有するステータと、
前記ステータと磁氣的に結合して設けられた 3 つのコイルと、
を備え、

前記 3 つのコイルのうち、少なくとも 1 つは前記ステータの一部に巻き線を施すことで一体的に形成された一体型コイルであることを特徴としている。 40

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、複数のコイルを備え、このコイルに駆動パルスを印加することによりロータを所定のステップ角で回転させる場合に、ロータの回転に必要なエネルギーをできる限り抑えて低消費電力化を図ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】(a) は実施形態におけるステッピングモータの平面図であり、(b) は (a) における矢視 b 方向から見たステッピングモータの正面図である。

【図 2】(a) はステータの平面図であり、(b) は (a) における矢視 b 方向から見た 50

ステータの側面図であり、(c)はステータにコイル及びコイル基板を搭載した状態の平面図であり、(d)は(c)における矢視d方向から見たステータの正面図である。

【図3】(a)は第1のサイドヨーク及び第2のサイドヨークの平面図であり、(b)は第1のサイドヨーク及び第2のサイドヨークにコイル及びコイル基板を搭載した状態の平面図であり、(c)は(b)における矢視c方向から見たステータの正面図である。

【図4】(a)は実装状態におけるステッピングモータの平面図であり、(b)はメイン基板の平面図である。

【図5】(a)は図4(a)におけるa-a線に沿う断面図であり、(b)は図4(a)におけるb-b線に沿う断面図である。

【図6】第1の実施形態における制御構成を示す要部ブロック図である。

【図7】実施形態に示したステッピングモータ及びモータ駆動装置が適用された時計の一例を示す平面図である。

【図8】第1の実施形態におけるステッピングモータのコイルに流れる磁束を示す図であり、(a)は、1つ目の駆動パルス印加時の初期状態を示し、(b)は、2つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(c)は、3つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(d)は、4つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(e)は、5つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(f)は、6つ目の駆動パルス印加時の状態を示している。

【図9】第1の実施形態におけるモータ駆動回路に流れる電流を示す回路図であり、(a)~(f)は、それぞれ図8(a)~(f)に対応している。

【図10】第1の実施形態の変形例におけるモータ駆動回路に流れる電流を示す回路図であり、(a)~(f)は、それぞれ図8(a)~(f)に対応している。

【図11】第1の実施形態の変形例におけるモータ駆動回路に流れる電流を示す回路図であり、(a)~(f)は、それぞれ図8(a)~(f)に対応している。

【図12】第2の実施形態におけるステッピングモータのコイルに流れる磁束を示す図であり、(a)は、1つ目の駆動パルス印加時の初期状態を示し、(b)は、2つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(c)は、3つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(d)は、4つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(e)は、5つ目の駆動パルス印加時の状態を示し、(f)は、6つ目の駆動パルス印加時の状態を示している。

【図13】第2の実施形態におけるモータ駆動回路に流れる電流を示す回路図であり、(a)~(f)は、それぞれ図12(a)~(f)に対応している。

【図14】第2の実施形態における制御構成を示す要部ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[第1の実施形態]

以下、図1(a)及び図1(b)から図9(a)~図9(f)を参照しつつ、本発明に係るステッピングモータ及びモータ駆動装置の第1の実施形態について説明する。本実施形態に係るステッピングモータ及びモータ駆動装置は、例えば腕時計等の時刻表示装置(本実施形態では時計500を例示、図7参照)の指針を動作させる運針機構や日付機構等を駆動させるために適用される小型のモータ及びこれを駆動させる駆動装置であるが、本発明に係るステッピングモータ及びモータ駆動装置を適用可能な実施形態はこれに限定されるものではない。

【0010】

図1(a)は、本実施形態におけるステッピングモータの平面図であり、図1(b)は、図1(a)における矢視b方向から見たステッピングモータの正面図である。

図1(a)に示すように、ステッピングモータ1は、ステータ(Stator; 固定子)11と、ロータ(Rotor; 回転子)15と、ステータ11と磁氣的に結合して設けられた3つのコイルC1, C2, C3とを備えている。

【0011】

10

20

30

40

50

ロータ15は、径方向に2極着磁された磁石である。図1(a)等では、ロータ15における白抜き部分をS極、斜線ハッチングを施した部分をN極とする。

本実施形態において、ロータ15はほぼ円盤状に形成されており、ロータ15の円中心には図示しない回転支軸が取り付けられている。

ロータ15に適用される磁石としては、例えば希土類磁石等(例えば、サマリウムコバルト磁石等)の永久磁石が好適に用いられるが、ロータ15として適用可能な磁石の種類はこれに限定されない。

ロータ15は、後述するステータ11のロータ受容部115に受容され、回転支軸を回転中心として回転可能に配置されている。なお、本実施形態において、ロータ15は、後述する3つのコイル(第1のコイルC1, 第2のコイルC2, 第3のコイルC3)のいずれか1つに順次に駆動パルスが印加されることによって、ロータ受容部115内で正転方向(すなわち時計回りの方向)及び逆転方向(すなわち反時計回りの方向)いずれの方向にも所定のステップ角(本実施形態では60度)で回転可能となっている。

回転支軸には例えば腕時計等の時刻表示装置(例えば、後述する時計500、図7参照)の指針を運針させるための輪列機構を構成する歯車等(図示せず)が連結されており、ロータ15が回転することにより、この歯車等を回転させるようになっている。

【0012】

図2(a)はステータの平面図であり、図2(b)は図2(a)における矢視b方向から見たステータの側面図であり、図2(c)は図2(a)に示すステータに第1のコイルC1とコイル基板16とを取り付けた状態を示す平面図であり、図2(d)は図2(c)における矢視d方向から見たステータの正面図である。

本実施形態において、ステータ11は、直状部111と、この直状部111の一端側から直状部111の延在方向と直交する方向に張り出す張出部112と、直状部111の他端側から直状部111の延在方向と直交する方向に張り出す張出部113と、を備えている。

【0013】

直状部111は、ステッピングモータ1におけるセンターヨークを構成するものである。

図2(c)及び図2(d)に示すように、直状部111には、巻き線を施すことで第1のコイルC1が形成されている。

ステッピングモータ1に設けられている3つのコイルC1, C2, C3のうち、少なくとも1つはステータ11の一部に巻き線を施すことで一体的に形成された一体型コイルとなっており、本実施形態では、ステータ11の直状部111に設けられた第1のコイルC1がこの一体型コイルとなっている。

また、図2(b)に示すように、第1のコイルC1が形成される直状部111は、張出部112, 113よりも張出部112, 113の厚み分だけ高さが高くなるように、磁束を飽和させないような幅の広い部分において潰し加工が施されていることが好ましい。

後述するように、張出部112, 113には、第2のコイルC2が形成された第1のサイドヨーク12、第3のコイルC3が形成された第2のサイドヨーク13がそれぞれ係止され、ステッピングモータ1の組み立て状態においては、図1(a)等に示すように、3つのコイルC1, C2, C3が並列的に配置される。このとき、第1のサイドヨーク12及び第2のサイドヨーク13は、ステータ11の張出部112, 113の上に重ねて配置されるため、第2のコイルC2及び第3のコイルC3が形成される部分(後述する直状部121, 131)の高さも張出部112, 113の厚み分だけステータ11よりも高くなる。この点、ステータ11の直状部111に、張出部112, 113の厚み分だけ高さが高くなるように潰し加工を施すことにより、3つのコイルC1, C2, C3の高さ(ステッピングモータ1の厚み方向における高さ)をほぼ面一に揃えることができる。このため、ステッピングモータ1を実装する際に、よりコンパクトに狭い実装スペースにも配置することが可能となる。

【0014】

本実施形態のステータ 11 は、例えばパーマロイ C (P C) 等の高透磁率材料によって形成されている。

パーマロイ C は、 $Ni = 45$ 、 $Fe = Ba1$ を材料成分としており、初透磁率 $60000 \mu i$ 、最大透磁率 $180000 \mu m$ 、飽和磁束密度 $0.65 Bm (T)$ 、保持力 $1.2 Hc (A/m)$ 、固有抵抗 $0.55 \mu . m$ 以上である。

本実施形態では後述する第 1 のサイドヨーク 12 及び第 2 のサイドヨーク 13 を形成する材料として、パーマロイ C (P C) よりも飽和磁束密度が高く磁束が飽和しにくいパーマロイ B (P B) を用いている。

このため、ステータ 11 に形成される第 1 のコイル C 1 の巻き線数を第 1 のサイドヨーク 12 及び第 2 のサイドヨーク 13 に形成される第 2 のコイル C 2 及び第 3 のコイル C 3 の巻き線数と同じにするためには、第 1 のコイル C 1 を通過する磁束が飽和しないように、第 1 のサイドヨーク 12 及び第 2 のサイドヨーク 13 における直状部 121, 131 よりもステータ 11 の直状部 111 の断面積 (磁束の流れに直交する断面の断面積) をその分 (具体的には、1.5 倍から 2 倍程度) 大きく形成して、十分な磁路を確保することが好ましい。

【 0015 】

張出部 112 の幅方向におけるほぼ中央部であり、ステッピングモータ 1 の組み立て状態において、ステータ 11、第 1 のサイドヨーク 12 及び第 2 のサイドヨーク 13 の交点となる位置には、ほぼ円形の孔部であってロータ 15 が受容されるロータ受容部 115 が形成されている。

このロータ受容部 115 には、ロータ 15 の外周に沿って、ほぼ等間隔にステータ側静止部 116 が設けられている。ステータ側静止部 116 は、ロータ 15 の静止状態を維持させるものであり、本実施形態において、ステータ側静止部 116 は、ステータ 11 のロータ受容部 115 の内周面に形成された 6 つの凹部 (すなわち、ノッチ ; notch) である。

ロータ 15 は、いずれかのステータ側静止部 116 と、ロータ 15 の分極位置とが対向している状態において最もインデックストルク (保持トルク) が大きくなるため、駆動パルスが印加されていない非通電状態では、ロータ 15 は、図 1 (a) 等に示すように、いずれかのステータ側静止部 116 と、ロータ 15 の分極位置とが対向する位置で静止する。

【 0016 】

ステータ 11 の張出部 112, 113 には、ステッピングモータ 1 をメインプレート 3 (図 5 (a) 及び図 5 (b) 参照) 等にビス止め固定するためのビス 19 (図 1 (a) 等参照) を挿通させるビス孔 119 が、それぞれ 2 つずつ設けられている。

また、ステータ 11 の張出部 113 には、張出部 113 における幅方向のほぼ中央部であってビス孔 119 を避ける位置にコイル基板 16 が搭載されている。コイル基板 16 には、第 1 のコイル C 1 の端子が接続される接続点 t3 及び接続点 t4 が設けられている。

本実施形態では、後述する第 1 のサイドヨーク 12 及び第 2 のサイドヨーク 13 のコイル C 2, C 3 に対応して設けられるコイル基板 17, 18 がビス孔 119 の片側半分を覆う程度の形状となっており、このビス孔 119 の周りでメイン基板 2 と接触できるような形状で 2 つの接続点 t1, t4 及び t2, t4 が設けられている。コイル基板 16 は、これらコイル基板 17, 18 を補完するようにビス孔 119 の他方側半分を覆う程度の形状に形成され、ビス孔 119 に対応する部分のみ切り欠かれているとともに、第 1 のコイル C 1 と接続される 2 つの接続点 t3, t4 がビス孔 119 に向かって延長されている。

このように、コイル基板 16 とコイル基板 17, 18 とで、2 つのビス孔 119 を両側から囲むように配置することにより、コイル基板 16 が配置されたステータ 11 とコイル基板 17, 18 が配置された第 1 のサイドヨーク 12 及び第 2 のサイドヨーク 13 とを 2 つのビス 19 で締め付け固定することが可能となっている。

また、図 2 (d) 等に示すように、張出部 113 とコイル基板 16 との間には、スペーサ 4a が配置されている。スペーサ 4a は、第 1 のコイル C 1 の高さとはほぼ同じ高さに上

10

20

30

40

50

面がくる厚みに形成されており、このスペーサ 4 a の上にコイル基板 1 6 を配置することでコイル基板 1 6 が第 1 のコイル C 1 の高さとはほぼ同じかこれよりも多少高い位置に配置される。

【0017】

本実施形態において、ステッピングモータ 1 の 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 の端子はそれぞれコイル基板 1 6 , 1 7 , 1 8 のいずれかの接続点 (すなわち、接続点 t 1 ~ t 4) に接続され、後述のモータ駆動回路 5 (図 6 等参照) と電氣的に接続される。

ここで、接続点とは、電氣的、磁氣的、機能的な接続点である。以下接続点 t 1 , t 2 , t 3 , t 4 について同様である。

本実施形態では、この接続点のうちの一部が共通しており、具体的には、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 の各端子の片側の端子の接続点である接続点 t 4 が 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 に共通の接続点となっている。

これにより、4 つの接続点で 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 を制御することとなり、あるコイル (例えば第 1 のコイル C 1) を起動させるときは共通化された接続点 t 4 ともう一方の端子の接続点 (例えば第 1 のコイル C 1 の場合には接続点 t 3) を ON 状態として当該コイル (例えば第 1 のコイル C 1) を起動させ、他のコイル (例えば第 2 のコイル C 2 及び第 3 のコイル C 3) の接続点 t 4 以外の端子の接続点 (例えば第 2 のコイル C 2 の接続点 t 1 と第 3 のコイル C 3 の接続点 t 2) を OFF 状態とすることにより、起動させるコイル (例えば第 1 のコイル C 1) のみに電流を流すことが可能となる。

【0018】

図 3 (a) は、第 1 のサイドヨーク及び第 2 のサイドヨークの平面図であり、図 3 (b) は図 3 (a) に示す第 1 のサイドヨーク及び第 2 のサイドヨークにそれぞれ第 2 のコイル C 2 、第 3 のコイル C 3 及びコイル基板 1 7 , 1 8 を取り付けした状態を示す平面図であり、図 3 (c) は図 2 (b) における矢視 c 方向から見た第 1 のサイドヨーク及び第 2 のサイドヨークの正面図である。

図 1 (a) 等 に示すように、本実施形態において、第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 3 のサイドヨーク 1 3 は、ステータ 1 1 の直状部 1 1 1 を挟んでほぼ左右対称位置 (本実施形態では、第 1 のサイドヨーク 1 2 が図 1 (a) における右側、第 3 のサイドヨーク 1 3 が図 1 (a) における左側) に配置される。

【0019】

本実施形態の第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 は、例えばパーマロイ B (P B) 等の高透磁率材料によって形成されている。

パーマロイ B は、Ni = 77 ~ 78、Mo = 5、Cu = 4、Fe = Ba1 を材料成分としており、初透磁率 4500 μ i、最大透磁率 45000 μ m、飽和磁束密度 1.50 B m (T)、保持力 12 H c (A / m)、固有抵抗 0.45 μ . m 以上である。

このように、第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 を形成するのに適用されるパーマロイ B は、ステータ 1 1 を形成するパーマロイ C と比較して飽和磁束密度が高く、磁束が飽和しにくい。

このため、前述のように、ステータ 1 1 に形成される第 1 のコイル C 1 の巻き線数を第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 に形成される第 2 のコイル C 2 及び第 3 のコイル C 3 の巻き線数と同じにするためには、ステータ 1 1 の直状部 1 1 1 の断面積を大きくする等、第 1 のコイル C 1 において磁束を飽和させないための調整を行うことが好ましい。

【0020】

図 3 (a) に示すように、第 1 のサイドヨーク 1 2 は、直状部 1 2 1 と、直状部 1 2 1 の一端側に配置され直状部 1 2 1 よりも幅の広い張出部 1 2 2 と、直状部 1 2 1 の他端側に配置され直状部 1 2 1 よりも幅の広い張出部 1 2 3 とを備えている。

図 3 (b) 及び図 3 (c) に示すように、直状部 1 2 1 には、巻き線を施すことで第 2 のコイル C 2 が形成されている。

張出部 1 2 2 には、ステータ 1 1 の張出部 1 1 2 に設けられているビス孔 1 1 9 (本実

10

20

30

40

50

施形態では図 2 (a) 及び図 2 (c) において右側に位置するビス孔 1 1 9) に対応する位置にビス 1 9 (図 1 (a) 等参照) を挿通させるビス孔 1 2 8 が設けられている。

また、張出部 1 2 3 には、ステータ 1 1 の張出部 1 1 3 に設けられているビス孔 1 1 9 (本実施形態では図 2 (a) 及び図 2 (c) において右側に位置するビス孔 1 1 9) に対応する位置にビス 1 9 (図 1 (a) 等参照) の挿通を阻害しないように切り欠かれた凹部 1 2 9 が設けられている。

第 1 のサイドヨーク 1 2 は、その張出部 1 2 2 がステータ 1 1 の張出部 1 1 2 に重畳され、張出部 1 2 3 がステータ 1 1 の張出部 1 1 3 に重畳された状態でビス 1 9 により共締め等されることによって固定され一体化される。これにより、第 2 のコイル C 2 がステータ 1 1 の張出部 1 1 2 , 1 1 3 と磁氣的に結合される。

10

【 0 0 2 1 】

また、第 1 のサイドヨーク 1 2 の張出部 1 2 3 には、ほぼ全面に亘って張出部 1 2 3 の形状に沿う形状のコイル基板 1 7 が搭載される。すなわち、コイル基板 1 7 は、ビス孔 1 1 9 の片側半分を覆う程度の形状となっており、ビス孔 1 1 9 に対応する位置のみ張出部 1 2 3 の凹部 1 2 9 に沿う形状に切り欠かれている。

コイル基板 1 7 には、第 2 のコイル C 2 の端子が接続される接続点 t 1 及び接続点 t 4 がビス孔 1 1 9 の周りでメイン基板 2 と接触できるような形状で設けられている。第 2 のコイル C 2 は端子が接続点 t 1 及び接続点 t 4 と接続されることで後述のモータ駆動回路 5 (図 9 (a) 等参照) と電氣的に接続される。このうち接続点 t 4 は前述のように 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 に共通の接続点となっている。

20

【 0 0 2 2 】

また、図 3 (c) 等に示すように、張出部 1 2 3 とコイル基板 1 7 との間には、スペーサ 4 b が配置されている。スペーサ 4 b は、第 2 のコイル C 2 の高さとはほぼ同じ高さに上面がくる厚みに形成されており、このスペーサ 4 b の上にコイル基板 1 7 を配置することでコイル基板 1 7 が第 2 のコイル C 2 の高さとはほぼ同じかこれよりも多少高い位置に配置される。

なお、スペーサ 4 b の厚みは、ステータ 1 1 のコイル基板 1 6 と張出部 1 1 3 との間に配置されるスペーサ 4 a の厚みよりも第 1 のサイドヨーク 1 2 の張出部 1 2 3 の厚み分だけ薄く形成されている。

【 0 0 2 3 】

第 1 のサイドヨーク 1 2 と同様に、第 2 のサイドヨーク 1 3 は、直状部 1 3 1 と、直状部 1 3 1 の一端側に配置され直状部 1 3 1 よりも幅の広い張出部 1 3 2 と、直状部 1 3 1 の他端側に配置され直状部 1 3 1 よりも幅の広い張出部 1 3 3 とを備えている。

30

図 3 (b) 及び図 3 (c) に示すように、直状部 1 3 1 には、巻き線を施すことで第 3 のコイル C 3 が形成されている。

張出部 1 3 2 には、ステータ 1 1 の張出部 1 1 2 に設けられているビス孔 1 1 9 (本実施形態では図 2 (a) 及び図 2 (c) において左側に位置するビス孔 1 1 9) に対応する位置にビス 1 9 (図 1 (a) 等参照) を挿通させるビス孔 1 3 8 が設けられている。

また、張出部 1 3 3 には、ステータ 1 1 の張出部 1 1 3 に設けられているビス孔 1 1 9 (本実施形態では図 2 (a) 及び図 2 (c) において左側に位置するビス孔 1 1 9) に対応する位置にビス 1 9 (図 1 (a) 等参照) の挿通を阻害しないように切り欠かれた凹部 1 3 9 が設けられている。

40

第 2 のサイドヨーク 1 3 は、その張出部 1 3 2 がステータ 1 1 の張出部 1 1 2 に重畳され、張出部 1 3 3 がステータ 1 1 の張出部 1 1 3 に重畳された状態でビス 1 9 により共締め等されることによって固定され一体化される。これにより、第 3 のコイル C 3 がステータ 1 1 の張出部 1 1 2 , 1 1 3 と磁氣的に結合される。

【 0 0 2 4 】

また、第 2 のサイドヨーク 1 3 の張出部 1 3 3 には、ほぼ全面に亘って張出部 1 3 3 の形状に沿う形状のコイル基板 1 8 が搭載される。すなわち、コイル基板 1 8 は、ビス孔 1 1 9 の片側半分を覆う程度の形状となっており、ビス孔 1 1 9 に対応する位置のみ張出部

50

133の凹部139に沿う形状に切り欠かれている。

コイル基板18には、第3のコイルC3の端子が接続される接続点t2及び接続点t4がビス孔119の周りでメイン基板2と接触できるような形状で設けられている。第3のコイルC3は端子が接続点t2及び接続点t4と接続されることでモータ駆動回路5と電氣的に接続される。このうち接続点t4は前述のように3つのコイルC1, C2, C3に共通の接続点となっている。

【0025】

また、図3(c)等を示すように、張出部133とコイル基板18との間には、スペーサ4bが配置されている。スペーサ4bは、第3のコイルC3の高さとほぼ同じ高さに上面がくる厚みに形成されており、このスペーサ4bの上にコイル基板18を配置することでコイル基板18が第3のコイルC3の高さとほぼ同じかこれよりも多少高い位置に配置される。

10

なお、スペーサ4bの厚みは、ステータ11のコイル基板16と張出部113との間に配置されるスペーサ4aの厚みよりも第2のサイドヨーク13の張出部133の厚み分だけ薄く形成されており、第1のサイドヨーク12の張出部123とコイル基板17との間に配置されるスペーサ4bと同じ厚みとなっている。

【0026】

図4(a)は、コイル基板16, 17, 18等が実装された完成状態のステッピングモータ1の平面図であり、図4(b)は、ステッピングモータ1が実装されるメイン基板2の例を示したものである。なお、図4(a)では、メイン基板2の図示を省略している。また、図4(b)では、メイン基板2のうち、ステッピングモータ1が実装される部分のみを示している。

20

また、図5(a)は、メイン基板2上にステッピングモータ1を実装した場合の各部材の配置関係を示す図4(a)におけるa-a線に沿う断面図であり、図5(b)は、メイン基板2上にステッピングモータ1を実装した場合の各部材の配置関係を示す図4(a)におけるb-b線に沿う断面図である。

【0027】

図4(a)に示すように、3つのコイルC1, C2, C3の端子とコイル基板16, 17, 18に設けられた接続点t1, t2, t3, t4との接続部分は、接続部分を保護する溶着保護樹脂が塗布された樹脂塗布領域16a, 17a, 18aとなっている。図4(b)に示すように、メイン基板2におけるこれら樹脂塗布領域16a, 17a, 18aに対応する位置には、それぞれ切欠き部26, 27, 28が形成されており、メイン基板2の上にステッピングモータ1を実装した際には、樹脂塗布領域16a, 17a, 18aが切欠き部26, 27, 28内に配置される。このようにすることで、メイン基板2とステッピングモータ1のコイル基板16, 17, 18との間に樹脂塗布領域16a, 17a, 18aの厚み分の隙間が空くことがなく、実装スペースの無駄を省いて効率よくステッピングモータ1の実装を行うことができる。

30

また、メイン基板2には、コイル用端子22a, 22b, 22c, 22dが設けられている。メイン基板2の上にステッピングモータ1を配置した実装状態において、コイル用端子22aにはコイル側の接続点t1が接続され、コイル用端子22bにはコイル側の接続点t2が接続され、コイル用端子22cにはコイル側の接続点t3が接続され、コイル用端子22dにはコイル側の接続点t4が接続されるようになっている。

40

このように、各コイル用端子22a, 22b, 22c, 22dにそれぞれ接続点t1, t2, t3, t4が接続されることにより、3つのコイルC1, C2, C3がメイン基板2と電氣的に接続される。

【0028】

本実施形態では、ステッピングモータ1は、メイン基板2と図示しないモジュール等に設けられているメインプレート3との間に固定配置されるようになっている。

メイン基板2におけるステータ11のビス孔119に対応する位置には、ビス19を挿通させる基板側ビス孔219がそれぞれ設けられている。

50

また、メインプレート 3 におけるステータ 1 1 のビス孔 1 1 9 に対応する位置には、ビス 1 9 の先端側が挿入される中空の支柱部材 3 1 が設けられている。支柱部材 3 1 へのビス 1 9 の固定は、例えば支柱部材 3 1 内部とビス 1 9 の外周とに互いに嵌り合うねじ部（図示せず）を形成して、ビス 1 9 を支柱部材 3 1 に螺着させることによって行われる。なお、支柱部材 3 1 にビス 1 9 を固定させる手法はこれに限定されず、例えば、ビス 1 9 の先端側がメインプレート 3 の支柱部材 3 1 内に圧入されることで両者を固定してもよい。

図 5 (a) は、ステップモータ 1 をメイン基板 2 とメインプレート 3 との間に実装した場合における図 4 (a) の a - a 線に沿う要部断面図であり、図 5 (b) は、図 4 (a) の b - b 線に沿う要部断面図である。

図 5 (a) 及び図 5 (b) に示すように、ステップモータ 1 は、ビス 1 9 をメイン基板 2 の基板側ビス孔 2 1 9 からステップモータ 1 側に向かって挿通させ、ビス 1 9 の先端側がメインプレート 3 の支柱部材 3 1 内で螺着されることでメイン基板 2 に固定される。

前述のように、第 1 のサイドヨーク 1 2 に設けられるコイル基板 1 7 と張出部 1 2 3 との間及び第 2 のサイドヨーク 1 3 に設けられるコイル基板 1 8 と張出部 1 3 3 との間に配置されるスペーサ 4 b は、ステータ 1 1 に設けられるコイル基板 1 6 と張出部 1 1 3 との間に配置されるスペーサ 4 a よりも張出部 1 2 3 , 1 3 3 の厚み分だけ厚みが薄くなっている（図 5 (a) 及び図 5 (b) 参照）。このため、図 1 (b) に示すように、ステップモータ 1 の組み立て状態において、3 つのコイル基板 1 6 , 1 7 , 1 8 は、ほぼ面一に配置されるように構成されている。これにより、ステップモータ 1 全体をコンパクトで実装しやすい形状とすることができる。

【 0 0 2 9 】

次に、本実施形態のステップモータ 1 を駆動させるモータ駆動装置について説明する。本実施形態では、モータ駆動装置は、以下に述べる駆動パルス生成部 6 5 1、スイッチング素子 5 1 ~ 5 8（後述）、モータ駆動回路 5 を備えて構成されている。

本実施形態のステップモータ 1 は、前述のように、時計 5 0 0（図 7 参照）の指針 5 0 2（図 7 参照）を動作させる運針機構を駆動させるものである。

図 6 は、本実施形態における制御構成を示す要部ブロック図である。

図 6 に示すように、時計 5 0 0 には、時計各部の動作を制御する制御部 6 が設けられている。

制御部 6 は、CPU（Central Processing Unit）6 1、ROM（Read Only Memory）6 2、RAM（Random Access Memory）6 3、発振器（図 6 において「OSC」と記載）6 4 及びモータ制御部 6 5 等を備えている。

制御部 6 の構成は、特に限定されないが、例えばLSI（Large Scale Integration；大規模集積回路）等で構成されている。

CPU 6 1 は、ROM 6 2 に記憶された制御プログラムに基づいて、モータ制御部 6 5 に対して各種コマンドを出力する。RAM 6 3 は、CPU 6 1 のワークメモリとして用いられる。また、発振器 6 4 は、図示しない振動子との組み合わせにより、固有の周波数信号を生成してCPU 6 1 等に対し動作クロックを出力する。

【 0 0 3 0 】

モータ制御部 6 5 は、駆動パルスを生成してモータ駆動回路 5 に対しこの駆動パルスを出力する駆動パルス生成部 6 5 1 と、ロータ 1 5 が正常に回転したか否かを判定する回転検出判定部 6 5 2 と、第 1 のスイッチング部 6 5 3 等を備えている。

駆動パルス生成部 6 5 1 は、ステップモータ 1 を駆動させる際に、スイッチング素子（本実施形態では、スイッチング素子 5 1 ~ 5 8（後述）を備える第 1 のスイッチング部 6 5 3）に駆動パルスを出力するものである。本実施形態では、駆動パルス生成部 6 5 1 は、コイル C 1 , C 2 , C 3 を駆動させるための電流の流れる経路が 1 つとなるように、スイッチング素子 5 1 ~ 5 8 に対して駆動パルスを出力する。

駆動パルス生成部 6 5 1 がスイッチング素子 5 1 ~ 5 8 に対して駆動パルスを出力することにより、ステップモータ 1 のステータ 1 1 におけるロータ 1 5 の外周に沿って、

10

20

30

40

50

当該外周を3分割した位置にそれぞれ磁極（第1磁極、第2磁極及び第3磁極）を出現させるようになっている。

本実施形態では、駆動パルス生成部651は、ステッピングモータ1の3つのコイルC1, C2, C3のうちのいずれか1つを順次駆動させるように適宜スイッチング素子51~58に対して駆動パルスを出力する。そして、これにより、ロータ15の外周に沿って現れる磁極（第1磁極、第2磁極及び第3磁極）の極性を順次切り替えるようになっている。

また、第1のスイッチング部653は、LSI等で構成される制御部6内に設けられる内部的なスイッチであるスイッチング素子51~58を備え、コイルC1, C2, C3を駆動させるための電流の流れる経路を制御するものである。

【0031】

また、本実施形態のモータ駆動回路5は、3つのコイルC1, C2, C3を備えるステッピングモータ1を駆動させるブリッジ回路である。モータ駆動回路5には、駆動パルス生成部651から出力される駆動パルスにしたがって適宜スイッチング素子51~58（後述）のON/OFFが切り替えられることで所定の経路で電流が流れるようになっている。

図9(a)から図9(f)は、本実施形態におけるモータ駆動回路5の構成例を示す回路図である。

図9(a)から図9(f)に示すように、本実施形態のモータ駆動回路5において、電圧入力端59と接地端60の間には、図示しない電源電圧Vccが印加される。そして、電圧入力端59と接地端60の間には、3つのコイルC1, C2, C3と、FET（電界効果トランジスタ）等で構成される複数のスイッチング素子51~58（LSI等で構成される制御部6内に設けられる内部スイッチ）とが配置されている。

【0032】

具体的には、第2のコイルC2と接続されている接続点t1と電圧入力端59との間にスイッチング素子51が配置され、第3のコイルC3と接続されている接続点t2と電圧入力端59との間にスイッチング素子52が配置され、第1のコイルC1と接続されている接続点t3と電圧入力端59との間にスイッチング素子53が配置されている。また、3つのコイルC1, C2, C3と接続され共通化された接続点である接続点t4と電圧入力端59の間にはスイッチング素子54が配置されている。

また、接続点t1と接地端60との間にスイッチング素子55が配置され、接続点t2と接地端60との間にスイッチング素子56が配置され、接続点t3と接地端60との間にスイッチング素子57が配置され、接続点t4と接地端60との間にスイッチング素子58が配置されている。

なお、モータ駆動回路5の構成は、ここに例示したものに限定されず、適宜変更可能である。

【0033】

図7は、実施形態のステッピングモータ1及びモータ駆動装置を腕時計等の時刻表示装置の指針の運針機構（輪列機構）を駆動させる駆動源として適用した場合の構成例を示した模式図である。

本実施形態のステッピングモータ1及びモータ駆動装置は、例えば、図7に示すように、アナログ表示部501を備える時刻表示装置である時計500において、指針502（図7では、時計と分針のみを示している。なお、指針は図示例に限定されない。）を運針させるための運針機構（輪列機構）503を動作させる駆動源として用いられる。

この場合、運針機構（輪列機構）503を構成する歯車にロータ15の回転支軸が連結される。これにより、ステッピングモータ1のロータ15が回転すると、運針機構503を介して指針502が指針軸504を中心にアナログ表示部501において回転する。

このように、本実施形態のステッピングモータ1を時計の運針機構を駆動させる駆動源として適用した場合には、3つのコイルC1, C2, C3のうちのいずれか1つに順次通電されるようにモータ駆動装置による制御を行う。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

次に、本実施形態におけるステッピングモータ 1 及びモータ駆動装置の作用について説明する。

ステッピングモータ 1 を組み立てる際には、まず、ステータ 1 1 の直状部 1 1 1 を、張出部 1 1 2 , 1 1 3 の厚み分だけ張出部 1 1 2 , 1 1 3 よりも高さが高くなるように、潰し加工が施した上で、この直状部 1 1 1 に巻き線を施して第 1 のコイル C 1 を形成する。また、第 1 のサイドヨーク 1 2 の直状部 1 2 1 に巻き線を施して第 2 のコイル C 2 を形成し、第 2 のサイドヨーク 1 3 の直状部 1 3 1 に巻き線を施して第 3 のコイル C 3 を形成する。

本実施形態では、3つのコイル C 1 , C 2 , C 3 の巻き線数(ターン数)は同じとする。なお、コイル C 1 , C 2 , C 3 が形成される直状部 1 1 1 , 1 2 1 , 1 3 1 の材質や断面積の大きさ等によっては、コイル C 1 , C 2 , C 3 の巻き線数を適宜変えてもよい。

次に、ステータ 1 1 のビス孔 1 1 9 と第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 のビス孔 1 2 8 , 1 3 8 との位置が合うようにして、ステータ 1 1 の張出部 1 1 2 の上に第 1 のサイドヨーク 1 2 の張出部 1 2 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 の張出部 1 3 2 を重ね合わせる。このとき、ステータ 1 1 は、第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 よりも低くなるが、ステータ 1 1 の直状部 1 1 1 には前述のように潰し加工が施されているため、3つのコイル C 1 , C 2 , C 3 の高さは、ほぼ面一となる(図 1 (b) 参照)。

【 0 0 3 5 】

そして、ステータ 1 1 の張出部 1 1 3 のほぼ中央部にスペーサ 4 a を配置し、その上にコイル基板 1 6 を載置する。

また、第 1 のサイドヨーク 1 2 の張出部 1 2 3 にスペーサ 4 a よりも張出部 1 2 3 の厚み分だけ薄いスペーサ 4 b を配置し、その上にコイル基板 1 7 を載置する。同様に、第 2 のサイドヨーク 1 3 の張出部 1 3 3 にスペーサ 4 a よりも張出部 1 3 3 の厚み分だけ薄いスペーサ 4 b を配置し、その上にコイル基板 1 8 を載置する。これにより、コイル基板 1 6 , 1 7 , 1 8 がコイル C 1 , C 2 , C 3 の高さよりもわずかに高くなるとともに、3つのコイル基板 1 6 , 1 7 , 1 8 がほぼ面一となる位置に揃う(図 1 (b) 参照)。

【 0 0 3 6 】

次に、コイル基板 1 6 の接続点 t 3 , t 4 に第 1 のコイル C 1 の端子を接続し、コイル基板 1 7 の接続点 t 1 , t 4 に第 2 のコイル C 2 の端子を接続し、コイル基板 1 8 の接続点 t 2 , t 4 に第 3 のコイル C 3 の端子を接続する。そして、これらの接続部分に保護用の樹脂を塗布して樹脂塗布領域 1 6 a , 1 7 a , 1 8 a を形成する。

ステッピングモータ 1 各部の接続が完了すると、これを、支柱部材 3 1 の位置にビス孔 1 1 9 の位置が合うように位置を調整してメインプレート 3 の上にステータ 1 1 と第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 (ステッピングモータ 1) を配置し、さらにメイン基板 2 の基板側ビス孔 2 1 9 を支柱部材 3 1 及びビス孔 1 1 9 の位置に合せて、ステッピングモータ 1 の上からメイン基板 2 を配置する。そして、張出部 1 1 2 と張出部 1 1 3 に対応する位置にそれぞれ 2 か所ずつ設けられている基板側ビス孔 2 1 9 及びステータ 1 1 のビス孔 1 1 9 にビス 1 9 を挿通させてビス 1 9 の先端側がメインプレート 3 の支柱部材 3 1 内に固定されるまで螺入する。これにより、ステータ 1 1 と第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 とがビス 1 9 によって共締めされるとともに、ステッピングモータ 1 がメインプレート 3 及びメイン基板 2 に固定される。また、ステッピングモータ 1 がメイン基板 2 に固定されることにより、各コイル基板 1 6 , 1 7 , 1 8 に接続された各コイル C 1 , C 2 , C 3 の端子が、メイン基板 2 上のコイル用端子 2 2 a ~ 2 2 d と電氣的に接続される。

なお、前述のように、各コイル C 1 , C 2 , C 3 の高さや各コイル基板 1 6 , 1 7 , 1 8 の高さがほぼ面一に揃えられていることで、ステッピングモータ 1 をメインプレート 3 及びメイン基板 2 に固定した際にがたつきを生じにくく、また、無駄な隙間を生じずに効率よく実装することができる。

10

20

30

40

50

【0037】

次に、図8(a)～図8(f)及び図9(a)～図9(f)を参照して、本実施形態におけるモータ駆動装置によるステッピングモータ1の動作制御について説明する。

図8(a)～図8(f)は、ロータ15を正転(すなわち図8(a)等に矢印で示す時計回りの方向に回転)させる場合のロータ15の回転方向における位置及び各コイルC1, C2, C3に流れる磁束の流れ(図中矢印で示す)を示す図である。なお、ロータ受容部115の周りに示した「S」「N」は、通電状態においてロータ受容部115の周りに現れる磁極(第1の磁極、第2の磁極、第3の磁極)の極性を示している。

図9(a)～図9(f)はそれぞれ図8(a)～図8(f)と対応しており、図中の矢印線は、電流の流れを示している。

10

【0038】

まず、駆動パルス生成部651の制御により、モータ駆動回路5のスイッチング素子51, 56, 57, 58をON状態とし、スイッチング素子52, 53, 54, 55をOFF状態とする。これにより、図8(a)及び図9(a)に示すように、第2のコイルC2に電源電圧Vccが印加され、接続点t2から接続点t4に向かう方向に電流が流れる。

このとき、ステータ11には、図8(a)に示すように3つの磁極が現れ、ロータ15は、N極がステータ11側のS極と対向し、分極位置がステータ側静止部116と対向する位置で静止する。なお、これを以下「初期位置」とする。

【0039】

次に、駆動パルス生成部651の制御により、モータ駆動回路5のスイッチング素子51, 53, 54, 56をON状態とし、スイッチング素子52, 55, 57, 58をOFF状態とする。これにより、図8(b)及び図9(b)に示すように、第3のコイルC3に電源電圧Vccが印加され、接続点t4から接続点t2に向かう方向に電流が流れる。

このとき、ステータ11には、図8(b)に示すように3つの磁極が現れ、ロータ15は、初期位置から60度時計回りに回転し、S極がステータ11側のN極と対向し、分極位置がステータ側静止部116と対向する位置で静止する。

20

次に、駆動パルス生成部651の制御により、モータ駆動回路5のスイッチング素子53, 55, 56, 58をON状態とし、スイッチング素子51, 52, 54, 57をOFF状態とする。これにより、図8(c)及び図9(c)に示すように、第1のコイルC1に電源電圧Vccが印加され、接続点t3から接続点t4に向かう方向に電流が流れる。

このとき、ステータ11には、図8(c)に示すように3つの磁極が現れ、ロータ15は、初期位置から120度時計回りに回転し、N極がステータ11側のS極と対向し、分極位置がステータ側静止部116と対向する位置で静止する。

30

【0040】

次に、駆動パルス生成部651の制御により、モータ駆動回路5のスイッチング素子52, 53, 54, 55をON状態とし、スイッチング素子51, 56, 57, 58をOFF状態とする。これにより、図8(d)及び図9(d)に示すように、第2のコイルC2に電源電圧Vccが印加され、接続点t4から接続点t1に向かう方向に電流が流れる。

このとき、ステータ11には、図8(d)に示すように3つの磁極が現れ、ロータ15は、初期位置から180度時計回りに回転し、S極がステータ11側のN極と対向し、分極位置がステータ側静止部116と対向する位置で静止する。

40

次に、駆動パルス生成部651の制御により、モータ駆動回路5のスイッチング素子52, 55, 57, 58をON状態とし、スイッチング素子51, 53, 54, 56をOFF状態とする。これにより、図8(e)及び図9(e)に示すように、第3のコイルC3に電源電圧Vccが印加され、接続点t2から接続点t4に向かう方向に電流が流れる。

このとき、ステータ11には、図8(e)に示すように3つの磁極が現れ、ロータ15は、初期位置から240度時計回りに回転し、N極がステータ11側のS極と対向し、分極位置がステータ側静止部116と対向する位置で静止する。

【0041】

さらに、駆動パルス生成部651の制御により、モータ駆動回路5のスイッチング素子

50

5 1 , 5 2 , 5 4 , 5 7 を ON 状態とし、スイッチング素子 5 3 , 5 5 , 5 6 , 5 8 を OFF 状態とする。これにより、図 8 (f) 及び図 9 (f) に示すように、第 1 のコイル C 1 に電源電圧 V c c が印加され、接続点 t 4 から接続点 t 3 に向かう方向に電流が流れる。

このとき、ステータ 1 1 には、図 8 (f) に示すように 3 つの磁極が現れ、ロータ 1 5 は、初期位置から 3 0 0 度時計回りに回転し、S 極がステータ 1 1 側の N 極と対向し、分極位置がステータ側静止部 1 1 6 と対向する位置で静止する。

そして、再度駆動パルス生成部 6 5 1 の制御により、モータ駆動回路 5 のスイッチング素子 5 1 , 5 6 , 5 7 , 5 8 を ON 状態とし、スイッチング素子 5 2 , 5 3 , 5 4 , 5 5 を OFF 状態とすることにより、図 8 (a) 及び図 9 (a) に示す状態となり、ロータ 1 5 は、初期位置から 3 6 0 度回転して元の位置に戻る。

このように、本実施形態では、ロータ 1 5 を 1 ステップ (本実施形態では 6 0 度) ずつ回転させる場合に、駆動パルス生成部 6 5 1 が、コイル C 1 , C 2 , C 3 を駆動させるための電流の流れる経路が 1 つとなるように、モータ駆動回路 5 に対して駆動パルスを出力する。具体的には、駆動パルス生成部 6 5 1 は、いずれか 1 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 のみが駆動するようにモータ駆動回路 5 に対して駆動パルスを出力し、順次いずれか 1 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 が駆動されるようになっている。このため、2 つ以上のコイルを並列に通電して駆動させる場合よりも一層の省電力化を実現することができる。

【 0 0 4 2 】

以上のように、本実施形態によれば、ステップモータ 1 に 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 を設けるとともに、この 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 のうち、少なくとも 1 つ (本実施形態では第 1 のコイル C 1) はステータ 1 1 の一部に巻き線を施すことで一体的に形成された一体型コイルとしている。このため、ステップモータ 1 の構成を複雑化させたり、大型化することなく、最小の実装面積で 3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 を有するステップモータ 1 を実現することができ、小型の腕時計等における高密度実装にも対応することができる。

また、ステータ 1 1 は、直状部 1 1 1 を有しており、ステータ 1 1 に一体的に形成された一体型コイルである第 1 のコイル C 1 は、この直状部 1 1 1 に巻き線を施すことで形成されている。このため、専用のコイルコアに巻き線を施す場合と同様に均等に巻き線を施すことができる。

また、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 のうちの他のコイル (本実施形態では第 2 のコイル C 2 及び第 3 のコイル C 3) は、ステータ 1 1 の張出部 1 1 3 に磁氣的に結合されている。これにより、3 つコイル全てがステップモータ 1 を構成するコイルとして動作することが可能であるとともに、組み立て前の状態ではそれぞれが別個の部材であり、各巻き線部に巻き線を施して各コイルを完成させてから一体化させることができるため、ステップモータ 1 の組み立て作業性を落とすことなく、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 を有するステップモータ 1 を実現することができる。

また、ロータ受容部 1 1 5 には、ロータ 1 5 の外周に沿って、ほぼ等間隔にステータ側静止部 1 1 6 が設けられており、ロータ 1 5 は、いずれかのステータ側静止部 1 1 6 と、ロータ 1 5 の分極位置とが対向する位置で静止するように構成されている。このように、ステータ側静止部 1 1 6 を設けることで、ロータ 1 5 を所望の位置で確実に静止させることができ、高精度のモータを実現することができる。

また、本実施形態では、ステータ 1 1 と第 1 のサイドヨーク 1 2 及び第 2 のサイドヨーク 1 3 を 4 つのビス 1 9 によって共締めし、メインプレート 3 及びメイン基板 2 に固定している。これにより、実装面積のロスを抑えるとともに、部品点数を減少させることによる製品コストの低減及び組み立て作業性の向上を図ることができる。

また、従来 3 つのコイルを駆動させるためには、各コイルについて 2 つずつ、6 つの端子を設ける必要があり、IC チップのダウンサイジング等において難点があった。この点、本実施形態では、各コイルの片側の端子の接続点を共通として、4 つの接続点を設けることで対応している。このため、実装面積を小さく抑え、効率よく高密度な実装を実現す

10

20

30

40

50

ることができる。

また、60度等の細かいステップ角を実現しうるステッピングモータのロータとして異型の磁石を用いることも考えられるが、異型の磁石は時計用のモータ等に組み込むことのできる極小サイズに形成することは困難であり、手間やコストがかかるとともに、仮に形成することができたとしても、異型の磁石では形状と着磁の向きを統一させることが極めて困難であり、実現性に乏しい。この点、本実施形態では、ステッピングモータ1のロータ15として、径方向に2極着磁された円盤状の磁石を用いているため、異型の磁石を用いる場合と比べて容易に生産及びモータへの組み込みが可能である。

また、2つのコイルを有するステッピングモータの場合、3箇所のヨーク（センターヨーク及び一对のサイドヨーク）に対する各ステップにはコイルの逆起電力の影響を受けやすいステップと受けにくいステップが存在する。このため、ステップ角が不均一となりやすくロータの回転を円滑にすることが困難で、時計の指針を動作させるためのモータに適用した場合、滑らかな運針を行うことができなかつた。この点、本実施形態では、3つのコイルC1, C2, C3を備え、これらを順次駆動させることでロータ15を回転させるため、ステップ角を安定させてロータ15を円滑に回転させることができ、精度のよいステッピングモータを実現することが可能となる。これにより、滑らかな運針を実現することができ、例えば秒針等をスイープ運針させる場合等において特に有効となる。

また、本実施形態では、3つのコイルC1, C2, C3の端子が接続される接続点t1~t4のうち一部（本実施形態では接続点t4）が共通とされている。このため、配線や回路構成等を単純化することができる。

また、本実施形態では、駆動パルス生成部651は、コイルC1, C2, C3を駆動させるための電流の流れる経路が1つとなるように、適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に対して駆動パルスを出力する。具体的には、ステッピングモータ1の3つのコイルC1, C2, C3のうちのいずれか1つを順次駆動させるように駆動パルスを出力する。このため、3つのコイルC1, C2, C3を備える場合でも、2つ以上の経路で電流が流れる場合と比較して、低消費電力化を図ることができる。

そして、駆動パルス生成部651は、適宜スイッチング素子51~58に3つのコイルC1, C2, C3のうちのいずれか1つを順次駆動させるように駆動パルスを出力することでステータ11に現れる第1磁極、第2磁極及び第3磁極の極性を順次切り替えることができるようになっている。これにより、省電力化を図りつつ、正確なステップ角でロータ15を回転させ、高精度なステッピングモータ1を実現することができる。

【0043】

なお、駆動パルス生成部651によるスイッチング素子51~58への駆動パルスの出力制御は、本実施形態に例示したものに限定されない。

例えば、駆動させるコイル以外のコイルについてはハイインピーダンス状態としてもよい。

ここで、駆動させるコイル以外のコイルについてはハイインピーダンス状態とする例について、図10(a)~図10(f)を参照しつつ説明する。なお、図10(a)~図10(f)は、図8(a)~図8(f)とそれぞれ対応している。

【0044】

まず、初期状態において、第2のコイルC2のみに通電させる場合、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子51, 56のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(a)及び図10(a)に示すように、第2のコイルC2のみに電源電圧Vccが印加され、その他の第1のコイルC1及び第3のコイルC3については電流経路が断たれて（すなわち、第1のコイルC1及び第3のコイルC3が擬似的にモータ駆動回路5から切り離されて）ハイインピーダンス状態となる。

また、初期状態からロータ15を60度回転させる場合には、第3のコイルC3のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子53, 56のみをON状

10

20

30

40

50

態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51～58に駆動パルスを出し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(b)及び図10(b)に示すように、第3のコイルC3のみに電源電圧Vccが印加され、その他の第1のコイルC1及び第2のコイルC2については電流経路が断たれて(すなわち、第1のコイルC1及び第2のコイルC2が擬似的にモータ駆動回路5から切り離されて)ハイインピーダンス状態となる。

【0045】

また、初期状態からロータ15を120度回転させる場合には、第1のコイルC1のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子53, 58のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51～58に駆動パルスを出し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(c)及び図10(c)に示すように、第1のコイルC1のみに電源電圧Vccが印加され、その他の第2のコイルC2及び第3のコイルC3については電流経路が断たれて(すなわち、第2のコイルC2及び第3のコイルC3が擬似的にモータ駆動回路5から切り離されて)ハイインピーダンス状態となる。

また、初期状態からロータ15を180度回転させる場合には、第2のコイルC2のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子52, 55のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51～58に駆動パルスを出し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(d)及び図10(d)に示すように、第2のコイルC2のみに電源電圧Vccが印加され、その他の第1のコイルC1及び第3のコイルC3については電流経路が断たれて(すなわち、第1のコイルC1及び第3のコイルC3が擬似的にモータ駆動回路5から切り離されて)ハイインピーダンス状態となる。

【0046】

また、初期状態からロータ15を240度回転させる場合には、第3のコイルC3のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子52, 57のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51～58に駆動パルスを出し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(e)及び図10(e)に示すように、第3のコイルC3のみに電源電圧Vccが印加され、その他の第1のコイルC1及び第2のコイルC2については電流経路が断たれて(すなわち、第1のコイルC1及び第2のコイルC2が擬似的にモータ駆動回路5から切り離されて)ハイインピーダンス状態となる。

また、初期状態からロータ15を300度回転させる場合には、第1のコイルC1のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子54, 57のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51～58に駆動パルスを出し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(f)及び図10(f)に示すように、第1のコイルC1のみに電源電圧Vccが印加され、その他の第2のコイルC2及び第3のコイルC3については電流経路が断たれて(すなわち、第2のコイルC2及び第3のコイルC3が擬似的にモータ駆動回路5から切り離されて)ハイインピーダンス状態となる。

【0047】

このように、通常接続と状態の異なるハイインピーダンス接続とすることにより低消費電流化も可能となる。

すなわち、通電するコイル(例えば第1のコイルC1)以外のコイル(例えば第2のコイルC2及び第3のコイルC3)をハイインピーダンス状態としながら1つのコイル(例えば第1のコイルC1)を駆動することにより、駆動していないコイル(例えば第2のコイルC2及び第3のコイルC3)から発生するリアクタンスを無くすることが可能となり、低消費電流で駆動させ、低消費電力化を図ることが可能となる。

また、回転検出判定部652がロータ15の回転検出を行う場合、回転検出対象となるコイルで生じた逆起電力を回転検出判定部652において検出する。しかし、複数のコイ

10

20

30

40

50

ルを備えるステッピングモータにおいては、回転検出対象となるコイルで生じた逆起電力が駆動していないか他のコイルも含めた複数のコイル（本実施形態では3つのコイルC1, C2, C3）で分散されたり、吸収しあったりすることにより、逆起電力のピークが低くなってしまい、正確な回転検出が難しいという問題がある。この点、通電するコイル以外のコイルをハイインピーダンス状態とすることにより、逆起電力の分散や吸収をなくすことができ、回転検出判定部652による回転検出の精度を向上させることができる。

【0048】

また、モータ駆動回路5の各部の接続やON/OFF切り替えの仕方は、本実施形態で示したものに限定されない。

例えば、図11(a)に示すように、初期状態において、第2のコイルC2のみに通電させる場合、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子51, 56, 57, 58をON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(a)及び図11(a)に示すように、第2のコイルC2のみに電源電圧Vccが印加される。

【0049】

また、初期状態からロータ15を60度回転させる場合には、第3のコイルC3のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子53, 54, 55, 56のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(b)及び図11(b)に示すように、第3のコイルC3のみに電源電圧Vccが印加される。

また、初期状態からロータ15を120度回転させる場合には、第1のコイルC1のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子51, 52, 53, 58のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(c)及び図11(c)に示すように、第1のコイルC1のみに電源電圧Vccが印加される。

また、初期状態からロータ15を180度回転させる場合には、第2のコイルC2のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子52, 53, 54, 55のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(d)及び図11(d)に示すように、第2のコイルC2のみに電源電圧Vccが印加される。

【0050】

また、初期状態からロータ15を240度回転させる場合には、第3のコイルC3のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子51, 52, 57, 58のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(e)及び図11(e)に示すように、第3のコイルC3のみに電源電圧Vccが印加される。

また、初期状態からロータ15を300度回転させる場合には、第1のコイルC1のみに通電させるため、駆動パルス生成部651は、スイッチング素子54, 55, 56, 57のみをON状態とし、その他のスイッチング素子をOFF状態とするように適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に駆動パルスを出力し、モータ駆動回路5を制御する。これにより、図8(f)及び図11(f)に示すように、第1のコイルC1のみに電源電圧Vccが印加される。

【0051】

このように、配線の仕方やON/OFF切り替えの仕方を適宜変えることによっても、

10

20

30

40

50

本実施形態と同様に、コイルC1, C2, C3を駆動させるための電流の流れる経路が1つとなるように、適宜第1のスイッチング部653のスイッチング素子51~58に対して駆動パルスを出し、3つのコイルC1, C2, C3のうちのいずれか1つを順次駆動させることができる。

これにより、ステッピングモータ1を駆動させる際のエネルギーを抑え、低消費電力化を図ることができる。

【0052】

[第2の実施形態]

次に、図12(a)~図12(f)から図14を参照しつつ、本発明に係るステッピングモータ及びモータ駆動装置の第2の実施形態について説明する。なお、本実施形態は、
10
コイルの接続の仕方及びその動作制御のみが第1の実施形態と異なるものであるため、以下においては、特に第1の実施形態と異なる点について説明する。

なお、本実施形態のステッピングモータ及びモータ駆動装置を時計等の時刻表示装置に適用した場合の構成は第1の実施形態と同様であることからその説明を省略する。

【0053】

本実施形態において、ステッピングモータ1は第1の実施形態と同様に3つのコイルC1, C2, C3を備えている。

図12(a)~図12(f)は、ステッピングモータ1のロータ15を1ステップ60度ずつ回転させる場合においてコイルC1, C2, C3に流れる磁束の流れを示したものであり、矢印線は各コイルC1, C2, C3に流れる磁束の向きを示している。
20

図13(a)~図13(f)は、モータ駆動回路5を示す回路図であり、図13(a)~図13(f)はそれぞれ図12(a)~図12(f)の各状態に対応している。

また、図14は、本実施形態における制御構成を示す要部ブロック図である。

【0054】

本実施形態において、図13(a)~図13(f)に示すように、3つのコイルC1, C2, C3は、直列に接続されている。

また、図14に示すように、本実施形態では、第1の実施形態と同様に、LSI等で構成される制御部6内に設けられる内部的なスイッチであるスイッチング素子51~58を有する第1のスイッチング部653を備える他、直列に接続された第1のコイルC1、第2のコイルC2、第3のコイルC3の間のON/OFF状態を切り替えるスイッチング素子61~64を有する第2のスイッチング部654を備えている。ここで、スイッチング素子61~64は、メイン基板2上等に設けられる外部的なスイッチである。
30

なお、このように、本実施形態では、外部スイッチとして設けられるスイッチング素子61~64を備えているため、第1の実施形態と異なり、図12(a)~図12(f)に示すように、電氣的、磁氣的、機能的接続点であるt1, t2, t3, t4とステッピングモータ1上の物理的なパッドとの対応関係が適宜変化する。

【0055】

駆動パルス生成部651は、3つのコイルC1, C2, C3を同時駆動させる駆動パルスを生成し、スイッチング素子51~58(スイッチング素子51~58を有する第1のスイッチング部653)及びスイッチング素子61~64(スイッチング素子61~64を有する第2のスイッチング部654)に出力する。なお、この場合にも、第1の実施形態と同様に、コイルC1, C2, C3を駆動させるための電流の流れる経路は1つとなるように、適宜スイッチング素子51~58を有する第1のスイッチング部653及びスイッチング素子61~64を有する第2のスイッチング部654に対して駆動パルスを出し、
40
第1のスイッチング部653及び第2のスイッチング部654は、駆動パルスに従い、適宜各スイッチング素子51~58, 61~64のON/OFF状態の切り替えを行う。

【0056】

なお、その他の構成は、第1の実施形態と同様であることから、同一部材には同一の符号を付して、その説明を省略する。
50

【 0 0 5 7 】

次に、本実施形態におけるステッピングモータ 1 及びモータ駆動装置の作用について説明する。

まず、初期状態である図 1 2 (a) においては、図 1 3 (a) に示すように、駆動パルス生成部 6 5 1 は、スイッチング素子 5 1 , 5 8 , 6 1 , 6 4 を ON 状態とし、その他のスイッチング素子を OFF 状態とするように第 1 のスイッチング部 6 5 3 及び第 2 のスイッチング部 6 5 4 を制御する。これにより、モータ駆動回路 5 に流れる電流経路は 1 つであるが、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 全てが同時に駆動し、各コイル C 1 , C 2 , C 3 には図 1 2 (a) に示すような磁束の流れが生じる。

【 0 0 5 8 】

10

また、初期状態からロータ 1 5 を 6 0 度回転させる場合には、図 1 3 (b) に示すように、駆動パルス生成部 6 5 1 は、スイッチング素子 5 2 , 5 8 , 6 2 , 6 3 を ON 状態とし、その他のスイッチング素子を OFF 状態とするように第 1 のスイッチング部 6 5 3 及び第 2 のスイッチング部 6 5 4 を制御する。これにより、モータ駆動回路 5 に流れる電流経路は 1 つであるが、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 全てが同時に駆動し、各コイル C 1 , C 2 , C 3 には図 1 2 (b) に示すような磁束の流れが生じる。そして、ロータ 1 5 の周囲に現れる 3 つの磁極が切り換えられ、ロータ 1 5 が初期状態から 6 0 度回転する。

また、初期状態からロータ 1 5 を 1 2 0 度回転させる場合には、図 1 3 (c) に示すように、駆動パルス生成部 6 5 1 は、スイッチング素子 5 1 , 5 8 , 6 1 , 6 3 を ON 状態とし、その他のスイッチング素子を OFF 状態とするように第 1 のスイッチング部 6 5 3 及び第 2 のスイッチング部 6 5 4 を制御する。これにより、モータ駆動回路 5 に流れる電流経路は 1 つであるが、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 全てが同時に駆動し、各コイル C 1 , C 2 , C 3 には図 1 2 (c) に示すような磁束の流れが生じる。そして、ロータ 1 5 の周囲に現れる 3 つの磁極が切り換えられ、ロータ 1 5 が初期状態から 1 2 0 度回転する。

20

【 0 0 5 9 】

また、初期状態からロータ 1 5 を 1 8 0 度回転させる場合には、図 1 3 (d) に示すように、駆動パルス生成部 6 5 1 は、スイッチング素子 5 1 , 5 7 , 6 1 , 6 4 を ON 状態とし、その他のスイッチング素子を OFF 状態とするように第 1 のスイッチング部 6 5 3 及び第 2 のスイッチング部 6 5 4 を制御する。これにより、モータ駆動回路 5 に流れる電流経路は 1 つであるが、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 全てが同時に駆動し、各コイル C 1 , C 2 , C 3 には図 1 2 (d) に示すような磁束の流れが生じる。そして、ロータ 1 5 の周囲に現れる 3 つの磁極が切り換えられ、ロータ 1 5 が初期状態から 1 8 0 度回転する。

30

また、初期状態からロータ 1 5 を 2 4 0 度回転させる場合には、図 1 3 (e) に示すように、駆動パルス生成部 6 5 1 は、スイッチング素子 5 4 , 5 6 , 6 2 , 6 3 を ON 状態とし、その他のスイッチング素子を OFF 状態とするように第 1 のスイッチング部 6 5 3 及び第 2 のスイッチング部 6 5 4 を制御する。これにより、モータ駆動回路 5 に流れる電流経路は 1 つであるが、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 全てが同時に駆動し、各コイル C 1 , C 2 , C 3 には図 1 2 (e) に示すような磁束の流れが生じる。そして、ロータ 1 5 の周囲に現れる 3 つの磁極がさらに切り換えられ、ロータ 1 5 が初期状態から 2 4 0 度回転する。

40

【 0 0 6 0 】

さらに、初期状態からロータ 1 5 を 3 0 0 度回転させる場合には、図 1 3 (f) に示すように、駆動パルス生成部 6 5 1 は、スイッチング素子 5 4 , 5 5 , 6 1 , 6 3 を ON 状態とし、その他のスイッチング素子を OFF 状態とするように第 1 のスイッチング部 6 5 3 及び第 2 のスイッチング部 6 5 4 を制御する。これにより、モータ駆動回路 5 に流れる電流経路は 1 つであるが、3 つのコイル C 1 , C 2 , C 3 全てが同時に駆動し、各コイル C 1 , C 2 , C 3 には図 1 2 (f) に示すような磁束の流れが生じる。そして、ロータ 1 5 の周囲に現れる 3 つの磁極が切り換えられ、ロータ 1 5 が初期状態から 6 0 度回転する

50

。

このように、電流の向きを変えながら全てのコイルC1, C2, C3を同時起動させることで、1つずつコイルを駆動させる場合と比較してさらなる低消費電力化を図ることができる。

【0061】

なお、その他の点については、第1の実施形態と同様であることから、その説明を省略する。

【0062】

以上のように、本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果を得られる他、以下の効果を得ることができる。

すなわち、本実施形態では、ステッピングモータ1の3つのコイルC1, C2, C3を直列に接続し、全てのコイルC1, C2, C3を同時起動させるようになっている。

この場合、コイルC1, C2, C3の抵抗値は3倍となる。このため、駆動パルス生成部651からモータ駆動回路5に対して同じパルス幅の駆動パルスが入力された場合、消費電流は1つずつコイルを駆動させる場合と比較して1/3となり、かつコイルC1, C2, C3自体に発生する磁束は3倍となる。このため、並列にコイルを接続して、1つずつコイルを駆動させる場合と比較してエネルギー効率が大きく向上する。

このため、同じ消費電流でより大きな出力を得ることが可能となる。また、同じ出力を得るためのコイルの巻き線数を少なくすることも可能であり、この場合にはステッピングモータ1のさらなる小型化を図ることができる。

また、回転検出判定部652においてロータ15の回転検出を行う場合において、本実施形態のように3つのコイルC1, C2, C3を直列に接続した場合には、逆起電力のピークが高くなり、回転検出精度を向上させることも期待できる。

【0063】

なお、以上本発明の実施形態について説明したが、本発明は、かかる実施形態に限定されず、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形が可能であることは言うまでもない。

【0064】

例えば、上記各実施形態では、ステータ11をパーマロイCで形成し、第1のサイドヨーク12及び第2のサイドヨーク13はこのパーマロイCよりも飽和磁束密度の高いパーマロイBで形成する場合を例示したが、ステータ11及び第1のサイドヨーク12、第2のサイドヨーク13を形成する材料は高透磁率材料であればよく、ここに例示したものに限定されない。

例えば、ステータ11及び第1のサイドヨーク12、第2のサイドヨーク13を全てパーマロイCで形成してもよいし、これらすべてをパーマロイBで形成してもよい。

また、これらのいずれか又は全てを純鉄等で形成していてもよい。

なお、ステータ11及び第1のサイドヨーク12、第2のサイドヨーク13を全て同じ材料で形成する場合には、飽和磁束密度の違い等を考慮する必要がない。このため、ステータ11の直状部111の断面積を、第1のサイドヨーク12及び第2のサイドヨーク13の直状部121, 131の断面積よりも大きくする等の調整を行う必要がなく、設計及び製造の効率を向上させることができる。

【0065】

また、上記各実施形態では、ステッピングモータ1が、センターヨークを構成するステータ11と、2つのサイドヨーク(すなわち、第1のサイドヨーク12及び第2のサイドヨーク13)とを磁氣的に結合させることで構成されている場合を例示したが、ステータ11及びサイドヨークの構成はこれに限定されない。

例えば、上記のように、ステッピングモータのセンターヨークを構成するステータ11と、2つのサイドヨークとを全て同じ材料で形成する場合には、これらを一体の部材として形成し、それぞれの直状部の間を通しながら巻き線を施して3つのコイルC1, C2, C3を構成してもよい。

このように、センターヨークを構成するステータ11と、2つのサイドヨークとを物質

10

20

30

40

50

的に一体に形成した場合には、部材同士の接続部分がなくなる。これにより、接続部分の空気層における損失（ロス）をなくすることができ、ステッピングモータにおいて、より効率的で低消費電流での駆動を実現し、さらなる省電力化を図ることができる。

【0066】

また、第1の実施形態では1つのコイルのみを駆動させる場合を例示し、第2の実施形態では、3つのコイルを直列で接続して3つ同時に駆動させる場合を例示したが、コイルの駆動のさせ方はこれに限定されない。

例えば、3つのコイルC1, C2, C3を備える場合に、これらのうちのいずれか2つ（例えば第1のコイルC1と第2のコイルC2）を同時に駆動させるようにしてもよい。

この場合には、ステータ11に現れる磁極が2つとなり、3つ目は極性のない無極の状態となり、ロータ15の静止する向きが30度ずれることとなる。このため、ロータ15を安定的に停止させるためには、ステータ側静止部116も図1(a)等に示したのからそれぞれ30度ずつずれた位置に配置することが好ましい。

【0067】

また、上記各実施形態におけるステータ側静止部116は、ロータ15の静止状態を維持するための十分なインデックストルク（保持トルク）を得られるものであればよく、その形状等は、各実施形態において例示したものに限定されない。さらに、ロータ15側にも凹部等の静止部を形成してもよい。

【0068】

また、上記各実施形態では、ステッピングモータ1及びモータ駆動措置が時計500等の時刻表示装置の指針の運針機構を駆動させるものである場合を例として説明しているが、ステッピングモータ1及びモータ駆動措置は時計の運針機構を駆動させるものに限定されない。

例えば、その他指針等を備える時刻表示装置にステッピングモータ1及びモータ駆動措置を適用してもよい。

また、ステッピングモータ1及びモータ駆動措置は時刻表示装置に適用されるものに限定されず、所定のステップ角で駆動するモータによって駆動する各種機器の駆動源として適用することが可能である。

【0069】

その他、本発明が上記各実施形態に限定されず、適宜変更可能であることはいうまでもない。

【0070】

以上本発明のいくつかの実施形態を説明したが、本発明の範囲は、上述の実施形態に限定するものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲とその均等の範囲を含む。

以下に、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲に記載した発明を付記する。付記に記載した請求項の項番は、この出願の願書に最初に添付した特許請求の範囲の通りである。

〔付記〕

< 請求項1 >

径方向に2極着磁されたロータと、
前記ロータを受容するロータ受容部を有するステータと、
前記ステータと磁氣的に結合して設けられた3つのコイルと、
を備え、

前記3つのコイルのうち、少なくとも1つは前記ステータの一部に巻き線を施すことで一体的に形成された一体型コイルであることを特徴とするステッピングモータ。

< 請求項2 >

前記ステータは、直状部と、この直状部の一端側から前記直状部の延在方向と直交する方向に張り出す張出部と、を有し、

前記一体型コイルは、前記直状部に巻き線を施すことで形成されており、

前記3つのコイルのうちの他のコイルは、前記ステータの前記張出部に磁氣的に結合さ

10

20

30

40

50

れていることを特徴とする請求項 1 に記載のステッピングモータ。

< 請求項 3 >

前記ロータ受容部には、前記ロータの外周に沿って、ほぼ等間隔にステータ側静止部が設けられており、

前記ロータは、いずれかの前記ステータ側静止部と、前記ロータの分極位置とが対向する位置で静止するように構成されている請求項 1 又は請求項 2 に記載のステッピングモータ。

< 請求項 4 >

前記 3 つのコイルの端子が接続される接続点のうち一部が共通していることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のステッピングモータ。

< 請求項 5 >

前記 3 つのコイルは直列に接続されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のステッピングモータ。

< 請求項 6 >

3 つのコイルを備えるステッピングモータを駆動させるモータ駆動回路と、

前記コイルを駆動させるための電流の流れる経路を制御するためのスイッチング素子と

、
前記スイッチング素子に駆動パルスを入力する駆動パルス生成部と、
を備え、

前記駆動パルス生成部は、前記コイルを駆動させるための電流の流れる経路が 1 つとなるように、前記スイッチング素子に対して前記駆動パルスを入力することを特徴とするモータ駆動装置。

< 請求項 7 >

前記駆動パルス生成部は、前記スイッチング素子に前記駆動パルスを入力することで前記ステッピングモータのステータにおけるロータの外周に沿って、当該外周を 3 分割した位置にそれぞれ第 1 磁極、第 2 磁極及び第 3 磁極を出現させるとともに、前記 3 つのコイルのうちのいずれか 1 つを順次駆動させるように前記駆動パルスを入力することにより、前記第 1 磁極、前記第 2 磁極及び前記第 3 磁極の極性を順次切り替えることを特徴とする請求項 6 に記載のモータ駆動装置。

< 請求項 8 >

前記駆動パルス生成部は、前記 3 つのコイルのうち、駆動させないコイルをハイインピーダンス状態とするように前記スイッチング素子に前記駆動パルスを入力することを特徴とする請求項 7 に記載のモータ駆動装置。

< 請求項 9 >

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載のステッピングモータを備えることを特徴とする時刻表示装置。

< 請求項 10 >

請求項 6 から請求項 8 のいずれか一項に記載のモータ駆動装置を備えることを特徴とする時刻表示装置。

【符号の説明】

【0071】

1	ステッピングモータ
5	モータ駆動回路
11	ステータ
12	第 1 のサイドヨーク
13	第 2 のサイドヨーク
15	ロータ
500	時計
651	駆動パルス生成部
C1	第 1 のコイル

10

20

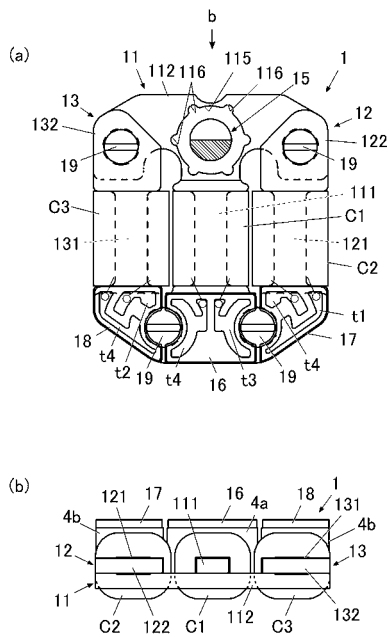
30

40

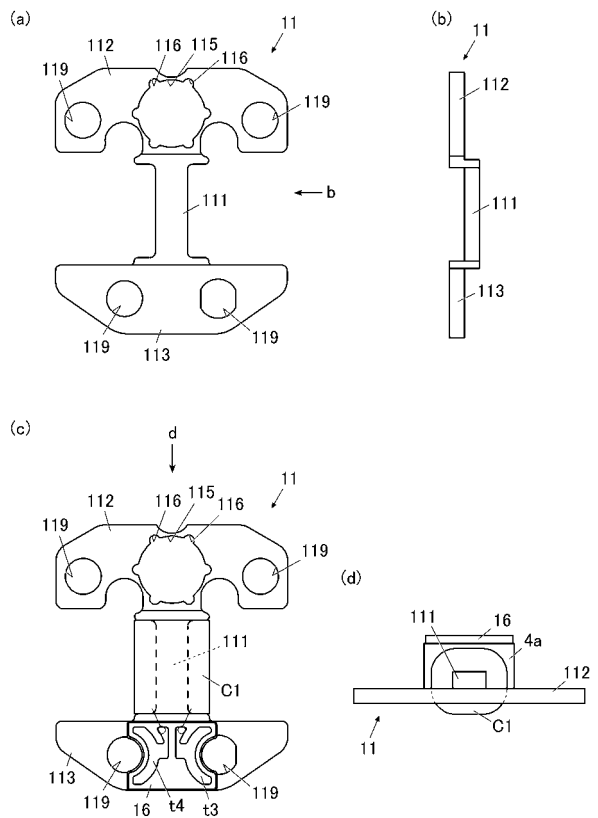
50

- C 2 第 2 の コイル
- C 3 第 3 の コイル

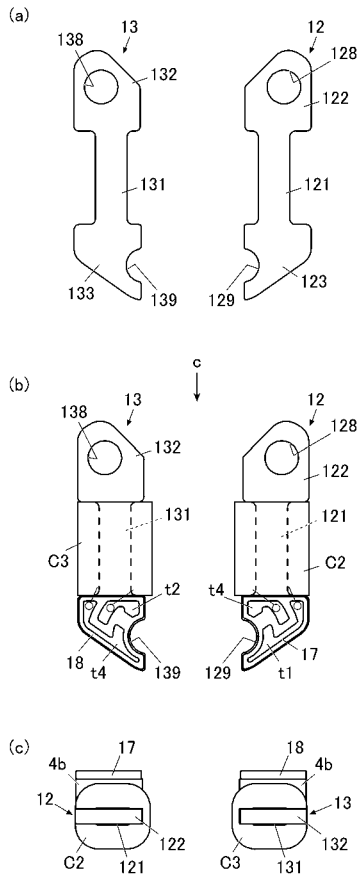
【 図 1 】



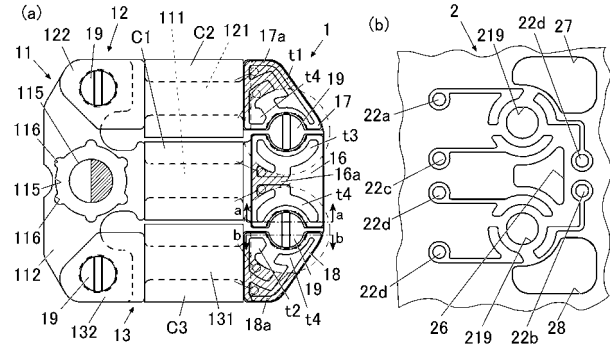
【 図 2 】



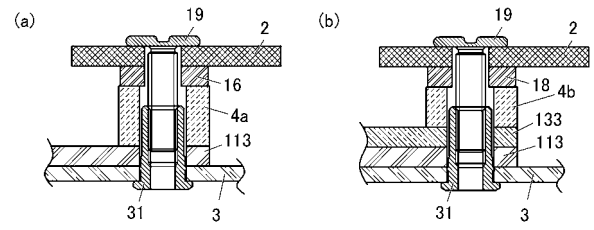
【 図 3 】



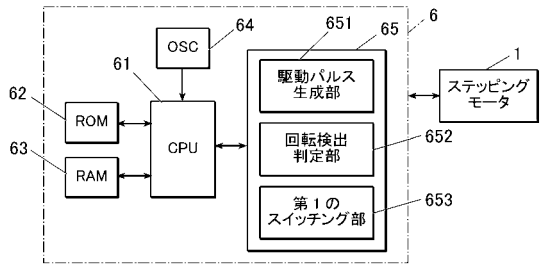
【 図 4 】



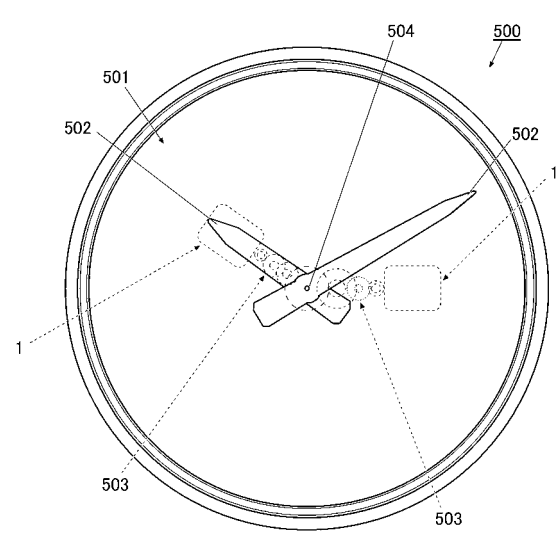
【 図 5 】



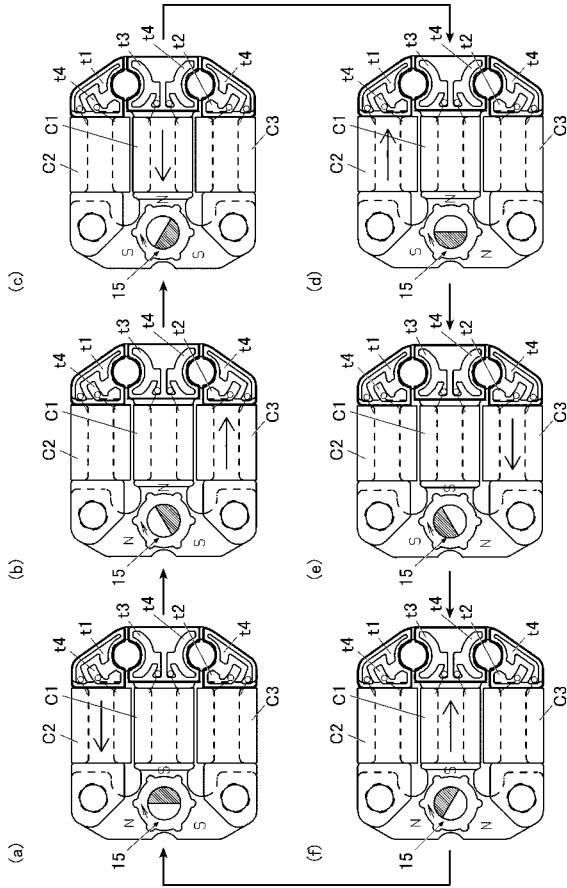
【 図 6 】



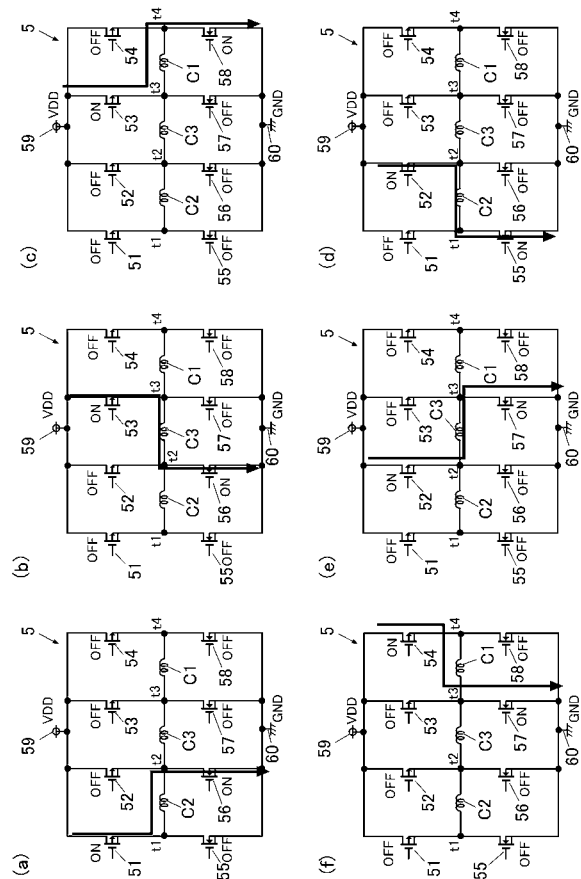
【 図 7 】



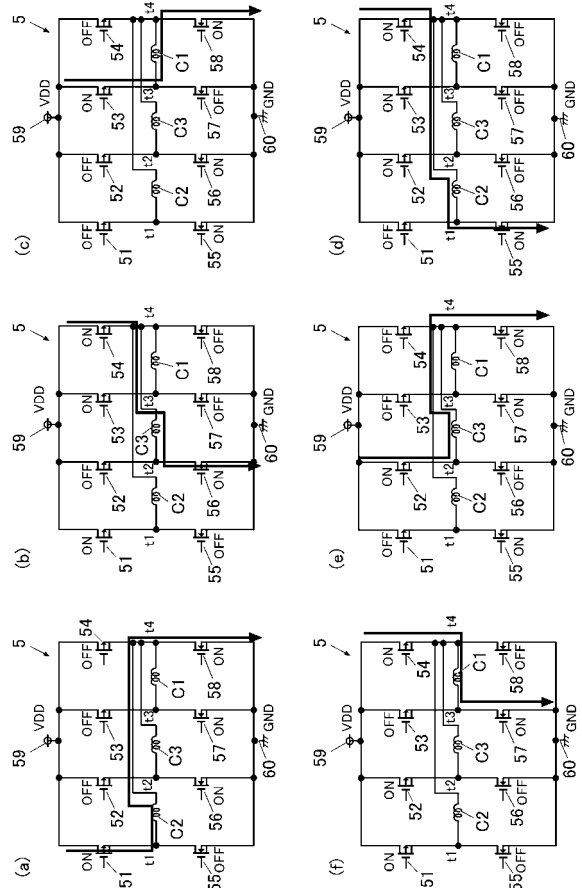
【 図 8 】



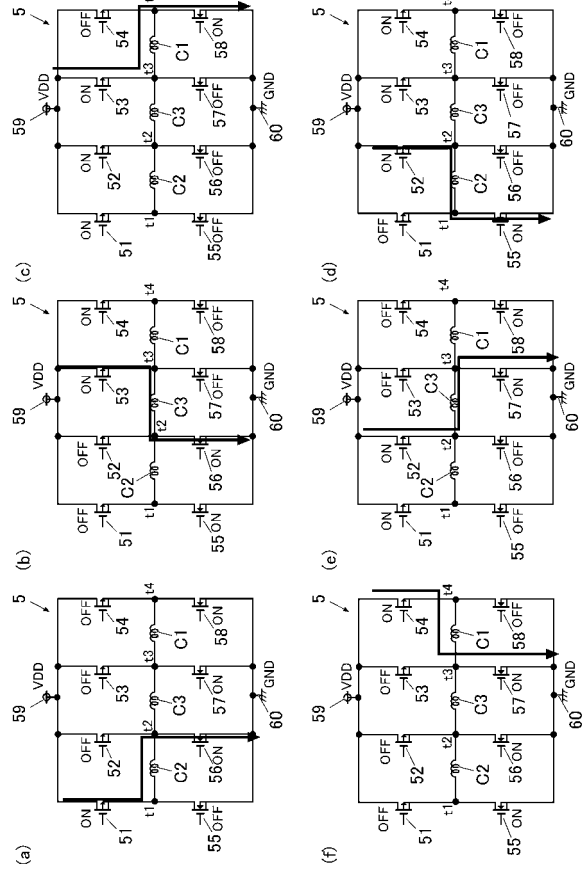
【 図 10 】



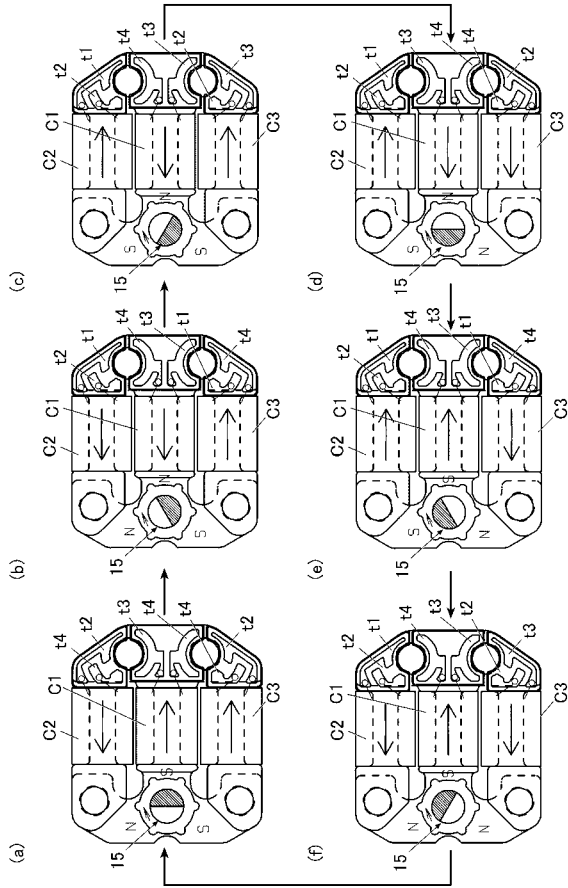
【 図 9 】



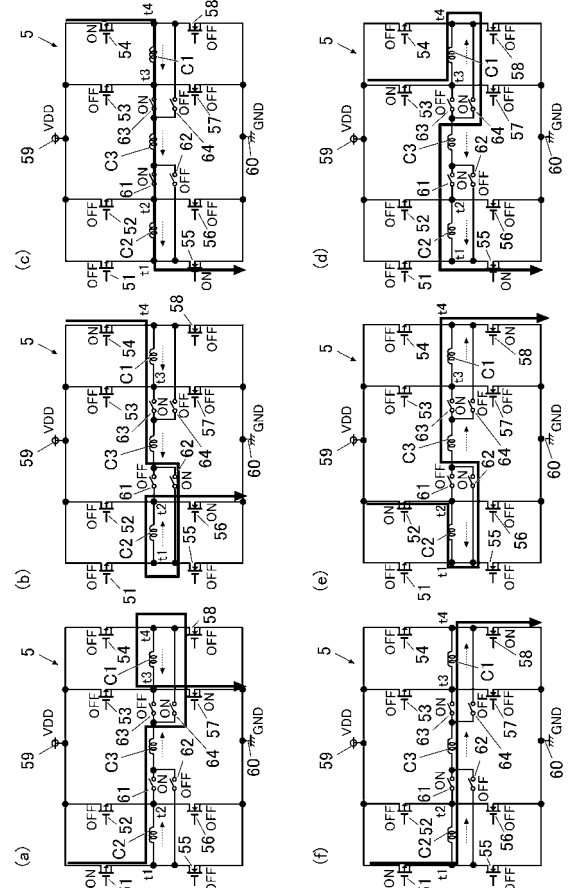
【 図 11 】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

