

明 細 書

発明の名称： ブラシレスＤＣモータ

技術分野

[0001] 本発明は、天井扇や換気扇等に使用されるファン駆動用のブラシレスＤＣモータに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、天井扇においては、送風および室内空気の攪拌（サーキュレーション）による、より快適な環境の実現が求められている。そして広い居住空間や、商業・公共施設等の天井が高い場所では、大風量すなわち広範囲に強い風を送る必要があり、羽根径を大きくした大型の天井扇が求められている。

[0003] 従来、この種のブラシレスＤＣモータを搭載した天井扇は、特許文献１に開示された構成のものが知られている。

[0004] 以下、そのブラシレスＤＣモータを搭載した天井扇について、図１３を参照しながら説明する。

[0005] 図１３に示すように、駆動コイル１０２がステータコア１０１に巻かれ、ステータコア１０１の中心部にシャフト１０３が固定される。シャフト１０３にベアリング１０４ａの内輪を固定し、ベアリング１０４ａの外輪にはロータヨーク１０５が固定される。ロータヨーク１０５の内周面には複数個のマグネット１０６が所定間隔で取付けられている。そして、マグネット１０６の磁束を検出する位置検出素子１０７がステータコア１０１に固定される。

[0006] また、ベアリング１０４ａの反対側には、シャフト１０３にベアリング１０４ｂの内輪を固定し、ベアリング１０４ｂの外輪にはロータカバー１０８が固定される。そして、ステータコア１０１をロータヨーク１０５とロータカバー１０８が包む形で、ロータヨーク１０５とロータカバー１０８が固定され、ブラシレスＤＣモータ１０９が構成される。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2016-63678号公報

発明の概要

[0008] ところが、このような従来のブラシレスDCモータでは、以下のような課題を有している。

[0009] 羽根径が大きく大風量の天井扇を実現するためには、モータの構成部品であるステータコアやマグネットの大型化が必要である。すなわち、ステータコアの外径を大きくする、積層方向の厚さを増す、またはマグネットを軸方向に長くする等により実現可能である。しかしながら、モータの構成部品を各々新規設計するには、新たな設備や金型が必要となり開発投資が増大する。

[0010] そこで本発明は、上記従来の課題を解決するものであり、新たな設備や金型の投資を抑え、低コストでかつ駆動トルクが大きく高出力化が可能なブラシレスDCモータを提供することを目的とする。

[0011] そして、この目的を達成するために、本発明の一態様に係るブラシレスDCモータは、回転軸を構成するシャフトと、第1ステータと、第2ステータと、第1ロータと、第2ロータと、連結部と、を備える。第1ステータは、天面及び底面を備えた円筒形状であり円筒形状における円の中心がシャフトに固定されている。第2ステータは、天面及び底面を備えた円筒形状であり第1ステータと隣接させて円筒形状における円の中心がシャフトに固定されている。第1ロータは、回転軸に直交する面に構成される第1フランジ部を有し第1ステータの側面に対向してシャフトに回転可能に取り付けられている。第2ロータは、回転軸に直交する面に構成される第2フランジ部を有し第2ステータの側面に対向してシャフトに回転可能に取り付けられている。連結部は、第1ロータと第2ロータとを回転軸方向で連結する。第1ステータは、配線基板と、第1ステータコアと、第1駆動コイルと、を有する。配線基板は、第2ステータが隣接する面とは逆面に設けられ、第1ステータおよび第2ステータに結線される。第1ステータコアは、第1ステータの中心

から放射状に形成された複数の第1突極を有する。第1駆動コイルは、配線基板に結線され、複数の第1の突極のそれぞれに巻装されている。第2ステータは、第2ステータコアと、第2駆動コイルと、を有する。第2ステータコアは、第2ステータの中心から放射状に形成された複数の第2の突極を有する。第2駆動コイルは、複数の第2の突極のそれぞれに巻装されている。第1駆動コイルは、第1ステータコアの隙間を通るモータリード線を介して第2駆動コイルと結線される。

[0012] 本発明によれば、低コストで高出力化が可能なブラシレスDCモータを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の実施の形態1のブラシレスDCモータを搭載した天井扇の側面図である。

[図2]図2は、ブラシレスDCモータの全体構成を示す組立斜視図である。

[図3]図3は、ブラシレスDCモータのロータ構成を示す組立図である。

[図4]図4は、ブラシレスDCモータの全体構成を示す断面図である。

[図5A]図5Aは、ブラシレスDCモータの保持リングの固定状態を示す図である。

[図5B]図5Bは、図5Aの要部拡大図である。

[図6A]図6Aは、ブラシレスDCモータの第1ロータと第2ロータとの間で隣接するマグネットの磁化の方向を示す断面図である。

[図6B]図6Bは、ブラシレスDCモータの第1ロータと第2ロータとの間で隣接するマグネットの磁化の方向を示す断面図である。

[図7A]図7Aは、ブラシレスDCモータのロータと連結部の組み付けの状態を示す斜視図である。

[図7B]図7Bは、連結部の斜視図である。

[図7C]図7Cは、図7Bの要部拡大図である。

[図8]図8は、ブラシレスDCモータを搭載した天井扇の構成を示すブロック図である。

[図9A]図9Aは、ブラシレスDCモータのモタリード線の配線構造を示す断面図である。

[図9B]図9Bは、ブラシレスDCモータのモタリード線の配線構造を示す断面図である。

[図10]図10は、モタリード線の配線の状態を示す平面図である。

[図11]図11は、本発明の実施の形態2に係るブラシレスDCモータの全体構成を示す断面図である。

[図12]図12は、ブラシレスDCモータを搭載した天井扇の構成を示すブロック図である。

[図13]図13は、従来のブラシレスDCモータの構成を示す組立図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施の形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定するものではない。また、全図面を通して、同一の部位については同一の符号を付して二度目以降の説明を省略している。

[0015] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係るブラシレスDCモータ2Aを搭載した天井扇1の側面図を示したものである。

[0016] 天井扇1は、天井に取り付けられる扇風機であり、シーリングファンとも呼ばれ、駆動源としてブラシレスDCモータ2Aが利用される。支柱4は、天井に鉛直下向きに固定され、支柱4には、回転軸を構成するシャフト6が接続されている。支柱4の下側には、モータ駆動装置7が取り付けられている。さらに、モータ駆動装置7の下側に羽根3を備えたブラシレスDCモータ2Aが取り付けられている。ブラシレスDCモータ2Aは本体カバー5で覆われている。

[0017] 図2は、ブラシレスDCモータ2Aの全体構成を示す組立斜視図である。

[0018] ブラシレスDCモータ2Aは、アウターロータ型のブラシレスDCモータである。ブラシレスDCモータ2Aは、シャフト6と、第1ステータ11a

と、第2ステータ11bと、第1ロータ12aと、第2ロータ12bと、連結部13とを備えている。なお、以後、ステータと記した場合には、第1ステータ11a及び第2ステータ11bを指す。また、ロータと記した場合には第1ロータ12a及び第2ロータ12bを指す。

[0019] シャフト6は、ブラシレスDCモータ2Aの回転軸を構成する。

[0020] 第1ステータ11aは、天面及び底面を備えた円筒形状であり円筒形状における円の中心がシャフト6に固定されている。

[0021] 第2ステータ11bは、天面及び底面を備えた、第1ステータ11aと同一サイズの円筒形状であり円筒形状における円の中心がシャフト6に固定されている。

[0022] 第1ステータ11aと第2ステータ11bとは、第1ステータ11aの底面と第2ステータ11bの天面を対向させ、隣接させてシャフト6にそれぞれ固定されている。なお、底面と天面の定義は後述する。

[0023] 第1ロータ12aは、有天中空円筒形状を有し、底面側は開口を備える。また、第1ロータ12aは、底面の外周縁部からさらに外周側に向けた第1フランジ部23a（図3、図4参照）を備える。

[0024] 第2ロータ12bは、有天中空円筒形状を有し、底面側は開口を備える。また、第2ロータ12bは、底面の外周縁部からさらに外周側に向けた第2フランジ部23b（図4参照）を備える。

[0025] 第1ロータ12aは、第1ステータ11aの外周側の側面に、第1ロータ12aの内周側の側面を対向させた状態で、第1ステータ11aの天面側に設けられたベアリング14aを介してシャフト6に回転可能に取り付けられている。また、第2ロータ12bは、第2ステータ11bの外周側の側面に、第2ロータ12bの内周側の側面を対向させた状態で、第2ステータ11bの天面側に設けられたベアリング14bを介してシャフト6に取り付けられている。

[0026] 連結部13は、第1ロータ12aと第2ロータ12bとを回転軸方向で連結している。なお、第1ロータ12aの第1フランジ部23aと第2ロータ

12bの第2フランジ部23bとが、連結部13を介して接続されている。

[0027] ここで、ステータ、つまり第1ステータ11aと、第2ステータ11bは、同一部品である。ここで同一部品とは、1つの部品で第1ステータ11aとして利用ができ、かつ第2ステータ11bとしても利用ができることを意味する。

[0028] また、ロータ、つまり第1ロータ12aと第2ロータ12bは、同一部品である。こちらも同一部品とは、1つの部品で第1ロータ12aとして利用ができ、かつ第2ロータ12bとしても利用ができることを意味する。

[0029] 第1ステータ11aは、第1ステータコア15aと第1インシュレータ16aと第1駆動コイル17aと第1配線基板18aとを備える。

[0030] 第1ステータコア15aは、円筒形状であり複数枚の電磁鋼板を回転軸方向に積層してなる。第1ステータコア15aは、円筒形状における円の中心にシャフト6を圧入保持する中心孔を有し、この中心から放射状に3n個の突極19（第1の突極）が形成されている（図9A参照）。なお、nは1以上の整数である。

[0031] 突極19は、第1インシュレータ16aにより絶縁が施され、突極19の側面に第1インシュレータ16aを介して第1駆動コイル17aが巻装されている（図9A参照）。

[0032] 第1インシュレータ16aは、樹脂成形品の絶縁材である。第1インシュレータ16aを回転軸方向上下から第1ステータコア15aに被せることにより突極19と第1駆動コイル17aとの間が絶縁される。

[0033] 第1駆動コイル17aは、U相、V相、W相の3相それぞれに対して設けられた3本の巻線、つまり3相巻線からなるスター結線コイルである。第1駆動コイル17aは、突極19の外周に被せられた第1インシュレータ16aのさらに外周に巻装される。なお、駆動コイルの結線の詳細については後述する。

[0034] 第1配線基板18aは、第1インシュレータ16aにより保持され第1駆動コイル17aの口出し線がそれぞれ結線されている。第1配線基板18a

は、第1駆動コイル17aに通電することにより磁界を発生させる。

[0035] なお、本実施の形態においては、第1ステータ11aについて、第1配線基板18aが固定されている面を天面とし、天面に対向する面を底面と定義している。言い換えると、第1配線基板18aは、第1ステータ11aにおいて、第2ステータ11bが隣接する面（底面）とは逆面である天面に固定される。

[0036] 第2ステータ11bは、第2ステータコア15bと第2インシュレータ16bと第2駆動コイル17bと第2配線基板18bとを備える。第2ステータコア15bは、円筒形状であり複数枚の電磁鋼板を回転軸方向に積層してなる。第2ステータコア15bは、円筒形状における円の中心にシャフト6を圧入保持する中心孔を有し、この中心から放射状に3n個の突極（第2の突極）が形成されている。なお、nは1以上の整数である。

[0037] なお、第2ステータ11bは、第1ステータ11aと同一部品であり、同じ構成要素からなるのでその説明を省略する。ただし、本実施の形態においては、第2配線基板18bは、第1ステータコア15aの底面に隣接させて配置される。つまり、天井扇1の設置状態において、鉛直上方から順に、第1配線基板18a、第1ステータコア15a、第2配線基板18b、第2ステータコア15bの順番で配置される。

[0038] 第1ステータ11aと第2ステータ11bの構成上の違いは、2点ある。以下に詳細について説明する。

[0039] 1つ目は、第1ステータ11aの第1配線基板18aには、第1駆動コイル17aの近傍に、周辺温度を検知する1つの温度検出部30が設けられている点である。つまり、第2配線基板18bには、温度検出部30は設けられていない。ここで周辺温度とは、具体的には第1ステータ11aと第2ステータ11bとの双方の温度を指す。

[0040] 2つ目は、第1ステータ11aの第1配線基板18aの外周に、第1ロータ12aの回転位置を検出する1組の位置検出部31が設けられている点である。つまり、第2ステータ11bには、位置検出部31は設けられてい

い。ここで1組とは、第1ステータ11aに位置検出部31を構成する複数要素が設けられていることを意味し、第2ステータ11bに設けられていることを指すものではない。位置検出部31は、第1ロータ12aの回転位置を検出することで、結果的に同一回転速度で回転する第2ロータ12bの回転位置も検出していることになる。

[0041] 温度検出部30と位置検出部31は、ステータ及びロータが上下に二段重ねに設けられて同一の動きをするため、それぞれに設けることは不要である。これにより、ブラシレスDCモータ2Aを回転させるという所期の目的を達成しながら、部品点数を削減できるため、材料コストの低減を図ることができる。

[0042] 第1配線基板18aと第2配線基板18bとは、モータリード線29（図4参照）により接続されるが詳細は後述する。

[0043] 図3は、ブラシレスDCモータ2Aのロータの構成を示す組立図である。

[0044] 第1ロータ12aは、第1ロータヨーク20aと、第1マグネット21aと、第1保持リングA22aと、第1保持リングB22bとを備える。

[0045] 第1ロータヨーク20aは、回転軸に直交する底面に第1フランジ部23aを有する。第1ロータヨーク20aの内周面には、複数（本実施の形態では10個）の第1マグネット21aが周方向に等間隔に配置されている。

[0046] 第1マグネット21aは、隣接するマグネットの内周側の側面には異極が位置するように配置されている。つまり、第1マグネット21aは、異なる極が周方向に沿って交互に配置される。

[0047] 第1保持リングA22aおよび第1保持リングB22bは、同一部品の樹脂成型品からなり、第1マグネット21aを回転軸方向の両側から固定する。第1保持リングA22aおよび第1保持リングB22bは、基部24と、突起部25を有する。基部24は、円環状であって、回転軸方向から第1マグネット21aに当接する。突起部25は、複数あって、第1マグネット21aを一部覆うように、回転軸方向であって第1マグネット21aに沿って延出している。また、基部24の突起部25が設けられた面とは逆面には、

糸リブ 2 6 が設けられている。

[0048] 糸リブ 2 6 は、逆面において、回転軸方向であって第 1 マグネット 2 1 a とは逆方向に延出したリブである。糸リブ 2 6 は、突起部 2 5 より延出度合いが小さい糸状の突起であり、円環に対して放射状に複数設けられる。つまり、糸リブ 2 6 は、保持リング（第 1 保持リング A 2 2 a、第 1 保持リング B 2 2 b）における中央開口部の内周端よりも外周側に設けられている。糸リブ 2 6 は、隣接する突起部 2 5 の間に 1 個または複数個（本実施の形態では 2 個）設けられる。この構成により、糸リブ 2 6 は、第 1 ロータヨーク 2 0 a の回転軸方向の力を第 1 マグネット 2 1 a に伝達することで、第 1 マグネット 2 1 a の軸に垂直な二つの辺を、軸方向双方から付勢する。

[0049] 第 2 ロータ 1 2 b は、第 2 ロータヨーク 2 0 b と、第 2 マグネット 2 1 b と、第 2 保持リング A 3 2 a と、第 2 保持リング B 3 2 b とを備える（図 5 A 参照）。第 2 ロータ 1 2 b は、第 1 ロータ 1 2 a と同一部品であり同じ構成要素からなるのでその説明を省略する。

[0050] 次に、図 4 ～ 1 2 を用いて、本願のブラシレス DC モータ 2 A の詳細を説明する。

[0051] 図 4 は、ブラシレス DC モータ 2 A の全体構成を示す断面図である。

[0052] シャフト 6 には、第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b が圧入固定されている。第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b は、第 1 ステータ 1 1 a の底面と第 2 ステータ 1 1 b の天面とを隣接させ、第 1 ステータ 1 1 a の周方向の基点と第 2 ステータ 1 1 b の周方向の基点とを回転軸の軸方向上で一致させて配置されている。

[0053] また基点とは、2 つの同一部品である第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b との周方向（回転方向）における位置を示す記しである。基点を一致させることで第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b との周方向の位置を一致させることが可能である。本実施の形態では、基点を一致させることで、第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b との間で隣接するマグネットの磁化の方向を一致させることができる。

- [0054] 連結部 1 3 は、基部 2 7 と、係止部 2 8 とを備えている。
- [0055] 基部 2 7 は、アルミニウムを中空円盤状に鋳造成形されたものである。基部 2 7 の中央開口部は、その内径が第 1 ステータ 1 1 a および第 2 ステータ 1 1 b の外径より大きい。基部 2 7 は、図 4 において、円盤状における上面である一面が、第 1 ロータ 1 2 a の底面側に設けられた第 1 フランジ部 2 3 a と当接する。また基部 2 7 は、円盤状における下面である他面が、第 2 ロータ 1 2 b の底面側に設けられた第 2 フランジ部 2 3 b と当接する。つまり基部 2 7 は、第 1 ロータ 1 2 a と第 2 ロータ 1 2 b とに回転軸方向から当接する。言い換えると、第 1 ロータ 1 2 a と第 2 ロータ 1 2 b とは、基部 2 7 に回転軸方向の両側から当接する。
- [0056] 係止部 2 8 は、天井扇 1 の羽根 3 をブラシレス DC モータ 2 A に連結する部位であり、基部 2 7 の周囲に、等間隔に複数備えられている。
- [0057] 第 1 ロータ 1 2 a は、内周側の側面を第 1 ステータ 1 1 a の側面に対向させてシャフト 6 に回転可能に取り付けられている。第 2 ロータ 1 2 b は、内周側の側面を第 2 ステータ 1 1 b の側面に対向させてシャフト 6 に回転可能に取り付けられている。連結部 1 3 は、回転軸方向に第 1 フランジ部 2 3 a と第 2 フランジ部 2 3 b とで連結するように配置されている。つまり、第 1 ロータ 1 2 a と第 2 ロータ 1 2 b とは、底面同士を近接させることで内部空間にステータを格納する。
- [0058] 上記構成では、基部 2 7 の中央開口部は、その内径が第 1 ステータ 1 1 a および第 2 ステータ 1 1 b の外径より大きい。このため、シャフト 6 に第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b とを固定した後、第 1 ロータ 1 2 a と連結部 1 3 と第 2 ロータ 1 2 b とが、ステータ構成部品を包む形で組み付けられる。つまり、連結部 1 3 を、第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b との軸方向中間面に配置することが容易にできる構成であるため、組立作業性が向上する。
- [0059] また、連結部 1 3 に羽根 3 が固定され、連結部 1 3 の上下に第 1 ロータ 1 2 a と第 2 ロータ 1 2 b とがある。すなわちブラシレス DC モータ 2 A の重

心である回転軸方向中間面に羽根 3 が存在することから、羽根 3 の回転振れによる製品の振動や騒音を低減し、高速回転しても高精度の釣り合い良さを実現することができ、静穏性を向上することができる。

[0060] モータリード線 2 9 は、第 1 配線基板 1 8 a と第 2 配線基板 1 8 b とを接続する。また、モータリード線 2 9 は、第 1 配線基板 1 8 a を介して第 1 ステータ 1 1 a の第 1 駆動コイル 1 7 a における 3 相と、各相（U 相、V 相、W 相）で接続される。さらにモータリード線 2 9 は、第 2 配線基板 1 8 b を介して第 2 ステータ 1 1 b の第 2 駆動コイル 1 7 b における 3 相と、各相（U 相、V 相、W 相）で接続される。この接続において、第 1 駆動コイル 1 7 a における 3 相と、第 2 駆動コイル 1 7 b における 3 相とは、それぞれ相を一致して並列接続される。

[0061] 上記構成において、第 1 駆動コイル 1 7 a と第 2 駆動コイル 1 7 b とに通電することにより、第 1 ステータ 1 1 a および第 2 ステータ 1 1 b には、回転方向が等しく、同期した回転磁界が発生する。

[0062] なお、駆動コイルの結線の詳細については後述する。

[0063] 図 5 A は、ブラシレス DC モータ 2 A の保持リングの固定状態を示す図である。図 5 B は、図 5 A の要部拡大図である。

[0064] 図 5 A に示すように、第 1 マグネット 2 1 a は、第 1 保持リング A 2 2 a、第 1 保持リング B 2 2 b により保持されている。また、第 2 マグネット 2 1 b は、第 2 保持リング A 3 2 a、第 2 保持リング B 3 2 b により保持されている。

[0065] 図 5 B に示すように、保持リング（第 1 保持リング A 2 2 a、第 1 保持リング B 2 2 b）の基部 2 4 に設けられた糸リブ 2 6 が、第 1 ロータヨーク 2 0 a の内壁と連結部 1 3 の端面とからの回転軸方向の押圧を、第 1 マグネット 2 1 a に伝達している。また同様に、第 2 保持リング A 3 2 a、第 2 保持リング B 3 2 b の基部 2 4 に設けられた糸リブ 2 6 が、第 2 ロータヨーク 2 0 b の内壁と連結部 1 3 の端面とからの回転軸方向の押圧を、第 2 マグネット 2 1 b に伝達している。

- [0066] この構成により、モータ回転中におけるマグネット（第1マグネット21a、第2マグネット21b）や保持リング（第1保持リングA22a、第1保持リングB22b、第2保持リングA32a、第2保持リングB32b）のガタつきを防止し、静穏性が向上する。
- [0067] 図6A、図6Bは、はブラシレスDCモータ2Aの第1ロータ12aと第2ロータ12bとの間で隣接するマグネット（第1マグネット21a、第2マグネット21b）の磁化の方向を示す断面図である。
- [0068] 図6Aは隣接するマグネットの磁化の方向が同極の場合である。この場合、第1ステータ11aと第2ステータ11bから発生する回転磁界と、第1ロータ12aと第2ロータ12bから得られるトルクが同期することにより、連続的でスムーズな回転を得ることができる。一方、図6Bは隣接するマグネットの磁化の方向が同極でない、つまり異極の場合である。この場合、回転位置によるトルクの違いから、回転ムラが発生してしまい、連続的でスムーズな回転を得ることができず、またモータ出力も低下する。したがって、図6Aのような組立が必要である。
- [0069] 本実施の形態では、第1ロータ12aと第2ロータ12bとの間で隣接するマグネットの磁化の方向を同一として第1フランジ部23aと第2フランジ部23bとを軸方向で連結している。
- [0070] これにより、第1ロータ12aと第2ロータ12bにそれぞれ発生する回転磁束が軸方向に垂直な面で同一となるため、駆動トルクが大きく高出力が得られる。
- [0071] 図7AはブラシレスDCモータ2Aのロータと連結部13の組み付けの状態を示す斜視図である。図7Bは、連結部13の斜視図である。図7Cは、図7Bの要部拡大図である。
- [0072] 第1フランジ部23aと第2フランジ部23bとは、互いに磁化の方向を判別できるように、フランジ部側に切り欠き等のフランジ部側目印41およびフランジ部側目印42を備えている。一方、連結部13は、基部27の両面に、フランジ部側目印41およびフランジ部側目印42と対応する凹部、

つまり連結部側目印４３および連結部側目印４４を備えている。

[0073] 連結部１３における一面に設けられた連結部側目印４３と第１フランジ部２３ａにおけるフランジ部側目印４１とを一致させて配置する。また、連結部１３における他面に設けられた連結部側目印４４と第２フランジ部２３ｂにおけるフランジ部側目印４２とを一致させて配置する。

[0074] これにより、本実施の形態では、同一部品を使用しているため外見上同一であり、また磁石の極性も目視では判断できないロータヨークにおいて、第１ロータヨーク２０ａと第２ロータヨーク２０ｂとの間で隣接するマグネットの磁化の方向を同極とすることができる。

[0075] 連結部１３は、アルミニウムを中空円盤状に鋳造成形された場合、回転軸との垂直度を出すために、連結部１３におけるフランジ部との接合面をマシニング加工する場合がある。これにより羽根の回転振れを低減しブラシレスＤＣモータ２Ａの品質を高く保つことができる。その場合、連結部１３側には凹部の連結部側目印４３および連結部側目印４４が有効である。

[0076] また、上記以外の場合、図７Ｂ、図７Ｃに示すように、連結部１３側には凸部の連結部側目印４５および連結部側目印４６が有効である。これにより切り欠きと凸部とを一致させて配置しないと組立できない構成が可能となるため、組立間違いを防止し品質を高く保つことができる。

[0077] 図８は、ブラシレスＤＣモータ２Ａを搭載した天井扇の構成を示すブロック図である。

[0078] ブラシレスＤＣモータ２Ａは、図１に示したモータ駆動装置７の内部に、モータ駆動回路５１を備える。

[0079] モータ駆動回路５１は、図８に示すように、第１ステータ１１ａおよび第２ステータ１１ｂに結線され、ロータを駆動するための駆動信号を出力する。

[0080] ステータは、上述のように、突極１９と、駆動コイル１７を備える。そして、駆動コイル１７は、図８に示すように、スター結線コイル５２である。例えば第１駆動コイル１７ａは、スター結線コイルとして、Ｕ１相、Ｖ１相

、W 1 相、を備える。また、第 2 駆動コイル 1 7 b は、スター結線コイルとして、U 2 相、V 2 相、W 2 相を備える。

[0081] スター結線コイル 5 2 は、第 1 ステータ 1 1 a の各相と第 2 ステータ 1 1 b の各相とを一致させてそれぞれ並列接続され、1 つのモータ駆動回路 5 1 により駆動制御される。

[0082] モータ駆動回路 5 1 は、上段と下段からなり、それぞれ複数のスイッチング素子でブリッジ接続されたインバータ回路 5 3 と、駆動ロジック制御部 5 8 と、デューティ指示部 5 9 と、モータ電流検出部 6 0 とを備える。

[0083] 交流電源 5 4 から供給された交流電圧は、整流ダイオード 5 5 で整流され、平滑コンデンサ 5 6 で直流電圧に平滑されて、接点開閉部 5 7 を介して、インバータ回路 5 3 に印加される。

[0084] 駆動ロジック制御部 5 8 は、インバータ回路 5 3 に印加される直流電圧をスイッチング素子の上段または下段で PWM 制御するとともに、ブラシレス DC モータ 2 A の回転位置を検出する位置検出部 3 1 からの信号を元に駆動コイルに所定の方向と順序で順次全波通電する。

[0085] モータ電流検出部 6 0 は、インバータ回路 5 3 に流れる電流を検出する。

[0086] デューティ指示部 5 9 は、スイッチング素子を PWM 制御する際の ON / OFF デューティを指示する。デューティ指示部 5 9 では、モータ電流検出部 6 0 からのモータ電流値を基に、モータ電流値が所定電流値より低い場合はデューティを増加させ、モータ電流値が所定電流値より高い場合はデューティを減少させることで、モータ電流を所定電流に制御する。

[0087] 温度検出部 3 0 は、第 1 駆動コイル 1 7 a の近傍に配置することが有効である。第 1 駆動コイル 1 7 a は第 2 駆動コイル 1 7 b の上側に配置されており、暖められた空気は上方に移動することから、第 1 駆動コイル 1 7 a と第 2 駆動コイル 1 7 b の最高温度を検知することができる。また、温度検出部 3 0 は接点開閉部 5 7 に接続されており、例えば非正常動作時に、第 1 駆動コイル 1 7 a の温度が規定値を越えた場合、接点開閉部 5 7 の動作を停止することで、直流電圧のインバータ回路 5 3 への通電を遮断して、安全性を保

つことができる。

[0088] 以上のような構成により、モータ駆動回路が一部品のみで実現できるため、材料コストの低減を図ることができる。

[0089] 図9A、図9Bは、ブラシレスDCモータ2Aのモータリード線29の配線構造を示す断面図である。なお、図9A、図9Bは、図4のA-A断面図を示す図である。

[0090] 図9Aに示すように、第1ステータ11aは、その中心から放射状に形成された突極19を有する第1ステータコア15aと、第1インシュレータ16aと、3相巻線からなる第1駆動コイル17aが備えられている。

[0091] モータリード線29は、隣接する第1ステータコア15aの突極19の隙間であるスロット71を通され、第1ステータ11aと第2ステータ11bと、言い換えると第1配線基板18aと第2配線基板18bとを結線する。結果的に、第1駆動コイル17aと第2駆動コイル17bとが結線される。

[0092] 一般的に、天井扇のシャフトは中空状のパイプであることが多い。ステータを結線するために、2つの配線基板近傍におけるシャフト側面に、配線用の孔がそれぞれ開けられる。そこにモータリード線が通され、ステータを結線する。この場合、本実施の形態のようにステータの間隔が狭いと、シャフト内部にモータリード線を挿入し、配線基板に結線する作業は著しく困難である。

[0093] したがって、本実施の形態のように、スロット71を通すことで結線作業が容易になり、組立作業性が向上する。また、モータリード線29がスロット71内に保持されるため、ロータ回転中に、ロータヨーク内周面に固定されたマグネットとの接触による断線を防止し、品質を高く保つことができる。

[0094] スロット71は、モータリード線29を囲むポリエステルフィルム等による絶縁フィルム72を備えている。これにより、モータリード線29が第1駆動コイル17aに直接接触しないため、絶縁性および耐熱性の優れた配線構造となり、品質を高く保つことができる。

- [0095] また、図 9 B に示すように、絶縁フィルム 7 2 にかえて絶縁チューブ 7 3 でモータリード線 2 9 に覆っても良い。
- [0096] 図 1 0 は、本実施の形態におけるモータリード線 2 9 の配線の状態を示す平面図である。
- [0097] 第 1 配線基板 1 8 a は、モータリード線 2 9 が第 1 ステータ 1 1 a の外周方向への移動を抑止する移動抑止片 7 4 を備えている。
- [0098] 移動抑止片 7 4 は、内周側にモータリード線 2 9 を通過させる凹部 7 5 と、凹部 7 5 における第 1 ステータ 1 1 a の外周側には第 1 ステータ 1 1 a の周方向に延設された凸部 7 6 とを備えている。
- [0099] 上述のスロット 7 1 は外周側に開いているため、モータリード線 2 9 の配線時には有利であり、これによりモータリード線 2 9 は、周方向には固定される。しかし、モータリード線 2 9 は、外周方向（半径方向）には係止されていない。これに対して、凹部 7 5 を通されたモータリード線 2 9 は、凸部 7 6 により外周方向への移動が抑制される。これにより、モータリード線 2 9 をスロット内に確実に保持できるため、外側で回転するマグネットとの接触を防止して断線を回避し、品質を高く保つことができる。また、新たな部品を設ける必要も無い。なお、第 2 配線基板 1 8 b も第 1 配線基板 1 8 a と同様に移動抑止片 7 4 を備えていてもよい。
- [0100] このように本発明の実施の形態 1 におけるブラシレス DC モータ 2 A によれば、第 1 ステータ 1 1 a と第 2 ステータ 1 1 b、第 1 ロータ 1 2 a と第 2 ロータ 1 2 b とがそれぞれ同一部品であることから、新たな設備や金型の投資を抑えることができるため、低コストでかつ駆動トルクが大きく高出力化が可能となる。
- [0101] （実施の形態 2）
- 図 1 1 および図 1 2 は本発明の実施の形態 2 に係るブラシレス DC モータ 2 B を示す図である。この図において、図 1 から図 1 0 と同じ構成要素については同一の符号を用い、その詳細な説明は省略する。
- [0102] 図 1 1 は、本発明の実施の形態 2 におけるブラシレス DC モータ 2 B の全

体構成を示す断面図である。また図12は、本発明の実施の形態におけるブラシレスDCモータ2Bを搭載した天井扇の構成を示すブロック図である。

[0103] 図11に示すように、シャフト6には、第1ステータ11aと第2ステータ11bが圧入固定されている。

[0104] 第1ステータ11aと第2ステータ11bのシャフト6への固定は、第1ステータ11aの底面と第2ステータ11bの底面とを隣接させて行なわれる。ここで、第1ステータ11aの底面とは、円筒形状において、第1配線基板18aが配置されていない側の面である。また、第2ステータ11bの底面とは、円筒形状において、第2配線基板18bが配置されていない側の面である。上述のように底面同士を隣接させた状態で、第1ステータ11aの周方向の基点と第2ステータ11bの周方向の基点とを回転軸の軸方向上で一致させる。基点を一致させることで、第1ステータ11aと第2ステータ11bとの間で隣接するマグネットの磁化の方向を一致させることができる。

[0105] つまり、本実施の形態では、天井扇1の設置状態において、鉛直上方から順に、第1配線基板18a、第1ステータコア15a、第2ステータコア15b、第2配線基板18bの順番で配置される点で、実施の形態1と異なる。ただし、隣接するマグネットの磁化の方向が一致している点は、実施の形態1と同様である。

[0106] モータリード線29は、上記状態において、第1配線基板18aと第2配線基板18bとを接続する。結果的に、モータリード線29は、第1配線基板18aを介して第1ステータ11aの第1駆動コイル17aにおける3相と、各相（U1相、V1相、W1相）で接続される。さらにモータリード線29は、第2配線基板18bを介して第2ステータ11bの第2駆動コイル17bにおける3相と、各相（U2相、V2相、W2相）で接続される。なお、モータリード線29が第1配線基板18aと第2配線基板18bとを接続する際には、第1ステータ11aと第2ステータ11bとに設けられた2つのスロット71を通して接続される。

[0107] ここで、本実施の形態においては、第1駆動コイル17aにおける1相（例えばU1相）と、第2駆動コイル17bにおける、第1駆動コイル17aの1相に一致する1相（例えばU2相）とは、それぞれ相を一致して並列接続される。ただし、第1駆動コイル17aにおける他の2相（例えばV1相とW1層）と、第2駆動コイル17bにおける、第1駆動コイル17aにおける他の2相に対応する2相（例えばV2相とW2層）とは、入れ替えて並列接続される。つまり、一例として、U1相とU2相、V1相とW2層、W1層とV2相とが並列接続される。

[0108] 上記構成において、第1駆動コイル17aと第2駆動コイル17bとに通電することにより、第1ステータおよび第2ステータには、回転方向が等しく、同期した回転磁界を発生させることができる。

[0109] このように本発明の実施の形態におけるブラシレスDCモータ2Bによっても、実施の形態1と同様の作用、効果を得ることができる。

産業上の利用可能性

[0110] 本発明に係るブラシレスDCモータは、低コストで高出力化を可能とするものであるので、天井扇などの駆動用モータとして有用である。

符号の説明

- [0111] 1 天井扇
2A、2B、109 ブラシレスDCモータ
3 羽根
4 支柱
5 本体カバー
6、103 シャフト
7 モータ駆動装置
11a 第1ステータ
11b 第2ステータ
12a 第1ロータ
12b 第2ロータ

- 1 3 連結部
- 1 4 a、1 0 4 a ベアリング
- 1 4 b、1 0 4 b ベアリング
- 1 5 a 第1ステータコア
- 1 5 b 第2ステータコア
- 1 6 a 第1インシュレータ
- 1 6 b 第2インシュレータ
- 1 7 a 第1駆動コイル
- 1 7 b 第2駆動コイル
- 1 8 a 第1配線基板
- 1 8 b 第2配線基板
- 1 9 突極
- 2 0 a 第1ロータヨーク
- 2 0 b 第2ロータヨーク
- 2 1 a 第1マグネット
- 2 1 b 第2マグネット
- 2 2 a 第1保持リングA
- 2 2 b 第1保持リングB
- 2 3 a 第1フランジ部
- 2 3 b 第2フランジ部
- 2 4 基部
- 2 5 突起部
- 2 6 糸リブ
- 2 7 基部
- 2 8 係止部
- 2 9 モータリード線
- 3 0 温度検出部
- 3 1 位置検出部

- 3 2 a 第2保持リングA（保持リング）
- 3 2 b 第2保持リングB（保持リング）
- 4 1 フランジ部側目印（切り欠き）
- 4 2 フランジ部側目印（切り欠き）
- 4 3、4 4 連結部側目印
- 4 5、4 6 連結部側目印
- 5 1 モータ駆動回路
- 5 2 スター結線コイル
- 5 3 インバータ回路
- 5 4 交流電源
- 5 5 整流ダイオード
- 5 6 平滑コンデンサ
- 5 7 接点開閉部
- 5 8 駆動ロジック制御部
- 5 9 デューティ指示部
- 6 0 モータ電流検出部
- 7 1 スロット
- 7 2 絶縁フィルム
- 7 3 絶縁チューブ
- 7 4 移動抑止片
- 7 5 凹部
- 7 6 凸部

請求の範囲

[請求項1]

回転軸を構成するシャフトと、

天面及び底面を備えた円筒形状であり前記円筒形状における円の中心を前記シャフトに固定された第1ステータと、

天面及び底面を備えた円筒形状であり前記第1ステータと隣接させて前記円筒形状における円の中心を前記シャフトに固定された第2ステータと、

前記回転軸に直交する面に構成される第1フランジ部を有し前記第1ステータの側面に対向して前記シャフトに回転可能に取り付けられた第1ロータと、

前記回転軸に直交する面に構成される第2フランジ部を有し前記第2ステータの側面に対向して前記シャフトに回転可能に取り付けられた第2ロータと、

前記第1ロータと前記第2ロータとを前記回転軸方向で連結する連結部と、を備え、

前記第1ステータは、

前記第2ステータが隣接する面とは逆面に設けられ、前記第1ステータおよび前記第2ステータに結線される配線基板と、

前記第1ステータの前記中心から放射状に形成された複数の第1の突極を有する第1ステータコアと、

前記配線基板に結線され、前記複数の第1の突極のそれぞれに巻装された第1駆動コイルと、を有し、

前記第2ステータは、

前記第2ステータの前記中心から放射状に形成された複数の第2の突極を有する第2ステータコアと、

前記複数の第2の突極のそれぞれに巻装された第2駆動コイルと、を有し

前記第1駆動コイルは、

前記第 1 ステータコアの隙間を通るモータリード線を介して前記第 2 駆動コイルと結線されるブラシレス DC モータ。

[請求項 2] 前記第 1 ステータコアの前記隙間には、絶縁フィルムが設けられている、請求項 1 に記載のブラシレス DC モータ。

[請求項 3] 前記配線基板は、
前記モータリード線の前記第 1 ステータの外周方向への移動を抑止する移動抑止片を備えた請求項 1 に記載のブラシレス DC モータ。

[請求項 4] 前記移動抑止片は、
前記モータリード線を通過させる凹部と、
前記凹部における前記第 1 ステータの外周側に前記第 1 ステータの周方向に延設された凸部と、を備えた請求項 3 に記載のブラシレス DC モータ。

[請求項 5] 前記第 1 ステータおよび前記第 2 ステータに結線され、駆動信号を出力するモータ駆動回路を備え、
前記複数の第 1 の突極は $3n$ (n は 1 以上の整数) 個あり、
前記第 1 駆動コイルは 3 相巻線からなるスター結線コイルであり、
前記複数の第 2 の突極は $3n$ (n は 1 以上の整数) 個あり、
前記第 2 駆動コイルは 3 相巻線からなるスター結線コイルであり、
前記第 1 駆動コイルと前記第 2 駆動コイルは、
前記第 1 ステータの各相と前記第 2 ステータの各相とを一致させてそれぞれ並列接続され、
前記モータ駆動回路により駆動制御される請求項 1 に記載のブラシレス DC モータ。

[請求項 6] 前記第 1 ステータおよび第 2 ステータに結線され、駆動信号を出力するモータ駆動回路を備え、
前記複数の第 1 の突極は $3n$ (n は 1 以上の整数) 個あり、
前記第 1 駆動コイルは 3 相巻線からなるスター結線コイルであり、
前記複数の第 2 の突極は $3n$ (n は 1 以上の整数) 個あり、

前記第2駆動コイルは3相巻線からなるスター結線コイルであり、
前記第1駆動コイルと前記第2駆動コイルは、

前記第1ステータのうちの1相と前記第2ステータの前記1相に一致する相とが並列接続され、

前記第1ステータの他の2相と前記第2ステータの前記他の2相と一致する2相とを入れ替えて並列接続され、

前記モータ駆動回路により駆動制御される請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

[請求項7] 前記連結部は、

前記第1フランジ部と前記第2フランジ部とに連結する請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

[請求項8] 前記第1ロータは第1マグネットを有し、

前記第2ロータは第2マグネットを有し、

前記連結部は、

前記第1ロータと前記第2ロータとの間で前記回転軸に沿った方向に隣接する前記第1マグネットの磁化の方向と前記第2マグネットの磁化の方向とを同一として前記第1フランジ部と前記第2フランジ部とを前記回転軸方向で連結した請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

[請求項9] 前記第1ステータと前記第2ステータとの双方の周辺温度を検知する1つの温度検出部を備えた請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

[請求項10] 前記第1ロータと前記第2ロータとの双方の回転位置を検出する1組の位置検出部を備えた請求項1に記載のブラシレスDCモータ。

[請求項11] 回転軸を構成するシャフトと、

天面及び底面を備えた円筒形状であり前記円筒形状における円の中心を前記シャフトに固定された第1ステータと、

天面及び底面を備えた円筒形状であり前記第1ステータと隣接させて前記円筒形状における円の中心を前記シャフトに固定された第2ス

テータと、

前記回転軸に直交する面に構成される第 1 フランジ部を有し前記第 1 ステータの側面に対向する内周面に複数の第 1 マグネットを有して前記シャフトに回転可能に取り付けられた第 1 ロータと、

前記回転軸に直交する面に構成される第 2 フランジ部を有し前記第 2 ステータの側面に対向する内周面に複数の第 2 マグネットを有して前記シャフトに回転可能に取り付けられた第 2 ロータと、

前記第 1 ロータと前記第 2 ロータとを前記回転軸方向で連結する連結部と、を備え、

前記第 2 ロータは、

前記第 2 フランジ部側の端部で前記第 2 マグネットを前記第 2 ロータ内に保持するための中空円形の保持リングを備え、

前記保持リングは、

前記連結部からの押圧を前記第 2 マグネットに伝達する糸リブを備えたブラシレス DC モータ。

[請求項12]

前記連結部は、

中空円盤状であり前記中空円盤状における中央開口部の内径が前記第 1 ステータおよび前記第 2 ステータの外径より大きく、

前記糸リブは、

前記中空円形の保持リングにおける中央開口部の内周端よりも外周側に設けられた請求項 11 に記載のブラシレス DC モータ。

[請求項13]

前記第 1 ステータと前記第 2 ステータとは同一部品であり、

前記第 1 ロータと前記第 2 ロータとは同一部品である請求項 11 に記載のブラシレス DC モータ。