

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6258990号  
(P6258990)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.

F 1

|             |              |                  |             |              |
|-------------|--------------|------------------|-------------|--------------|
| <b>H02K</b> | <b>29/08</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>H02K</b> | <b>29/08</b> |
| <b>H02P</b> | <b>6/16</b>  | <b>(2016.01)</b> | <b>H02P</b> | <b>6/16</b>  |
| <b>H02P</b> | <b>6/06</b>  | <b>(2006.01)</b> | <b>H02P</b> | <b>6/06</b>  |

請求項の数 8 (全 12 頁)

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-27042 (P2016-27042)    |
| (22) 出願日  | 平成28年2月16日 (2016.2.16)        |
| (65) 公開番号 | 特開2017-147817 (P2017-147817A) |
| (43) 公開日  | 平成29年8月24日 (2017.8.24)        |
| 審査請求日     | 平成29年10月4日 (2017.10.4)        |

早期審査対象出願

|           |   |
|-----------|---|
| (73) 特許権者 | 715001390<br>株式会社プロドローン<br>愛知県名古屋市中区新栄町二丁目4番地<br>坂種栄ビル16階 |
| (74) 代理人  | 110002158<br>特許業務法人上野特許事務所                                |
| (72) 発明者  | 菅木 紀代一<br>東京都千代田区平河町一丁目2番10号<br>株式会社プロドローン内               |
| (72) 発明者  | 市原 和雄<br>東京都千代田区平河町一丁目2番10号<br>株式会社プロドローン内                |

審査官 森山 拓哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】モータ駆動装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アウターロータ型センサレスブラシレスモータ(以下、単に「モータ」という。)用のモータ駆動装置であって、

前記モータ駆動装置は、外付け磁気センサと駆動回路部とを有し、

前記外付け磁気センサは、前記モータの側方近傍に配置され、前記モータのロータ内周面に配置された永久磁石の漏れ磁束を前記モータの外部から検知可能であり、

前記駆動回路部は、該駆動回路部に入力された前記モータの制御信号と、前記外付け磁気センサのフィードバックとに基づいて前記モータの回転を制御することを特徴とするモータ駆動装置。

## 【請求項 2】

前記外付け磁気センサはホール素子を用いたセンサであり、前記漏れ磁束の磁場により発生したホール電圧をアナログ信号として前記駆動回路部にフィードバックすることを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

## 【請求項 3】

前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されていることを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

## 【請求項 4】

前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されており、これら外付け磁気センサの配置間隔は、前記ロータ内周面に配置された各永久磁石の回転方向にお

ける幅よりも狭いまたは広いことを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

**【請求項5】**

前記駆動回路部は、前記モータの回転速度に応じて、そのときのトルクが最大となるように該モータの進角を自動的に調節可能であることを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

**【請求項6】**

前記外付け磁気センサは、前記ロータの軸方向と平行する方向に並べて配置された主センサおよび副センサの二つの磁気センサを一単位とすることを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

**【請求項7】**

10

前記モータに取り付けられるセンサアダプタ部をさらに備え、

前記外付け磁気センサは前記センサアダプタ部に固定されており、

前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の部位のうち、前記センサアダプタ部が前記モータに取り付けられたときに、前記モータの側方近傍となる位置に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のモータ駆動装置。

**【請求項8】**

前記センサアダプタ部は、前記モータの底面に結合される底部と、前記モータの側方に配置される側部と、を有し、

前記側部は前記底部の上面から垂直に延出しており、

前記側部は、前記モータのロータ外周面の形状に沿って、該ロータ外周面の周方向における少なくとも一部を覆う範囲で、該ロータ外周面との間に僅かに隙間が設けられる位置に配置されており、

20

前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の前記側部に配置されていることを特徴とする請求項7に記載のモータ駆動装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明はモータ駆動装置に関し、更に詳しくは、アウターロータ型センサレスブラシレスモータ用のモータ駆動装置に関する。

**【背景技術】**

30

**【0002】**

従来、整流子モータの構造的な欠点を改良したモータとしてブラシレスモータが広く使用されている。整流子モータは、ロータにコイルが、ステータに永久磁石が用いられた構造であり、ロータの各コイルの転流タイミングを整流子とブラシによる機械的なスイッチで制御することでロータを回転させるモータである。一方、ブラシレスモータは、ロータに永久磁石が、ステータにコイルが用いられた構造であり、ステータの各コイルの転流タイミングをインバータ回路で電子的に制御することでロータを回転させるモータである。ブラシレスモータでは、整流子モータのブラシと整流子の役割をインバータ回路が担っていることから、これらブラシと整流子の機械的接触に起因する電気ノイズや機械ノイズがなく、モータの寿命、メンテナンス性、および静音性に優れるという特徴がある。

40

**【0003】**

ブラシレスモータには、センサ付きブラシレスモータと、センサレスブラシレスモータの二種類がある。センサ付きブラシレスモータとは、ホールICなどの磁気センサをモータ内部に複数配置し、これら磁気センサのフィードバックからロータの位置角度や回転角度、回転速度（回転数）、回転方向、（以下、これらを総称して「位置角度等」ともいう。）を検出する方式のブラシレスモータである。一方、センサレスブラシレスモータとは、磁気センサを用いることなくロータの位置角度等を検知する方式のブラシレスモータであり、コイルの逆起電力を利用したものが一般的である。

**【0004】**

センサ付きブラシレスモータの長所としては、ロータ停止時を含むロータの位置角度等

50

を高い精度で特定することができ、また、逆起電力からロータの位置角度等を算出するステップが不要であることから、モータのレスポンスが早いこと、低速回転時でも高いトルクを維持可能であること、高い省電力性などがあげられる。一方、短所としては、磁気センサとして一般に使用されるホール I C に温度制限があるため高温環境下では使用できないことや、モータと駆動回路を接続する配線の本数が多く、ケーブリングが煩雑になること、センサレスブラシレスモータに比べて高コストになることなどがあげられる。

#### 【 0 0 0 5 】

センサレスブラシレスモータの長所としては、磁気センサが不要であるため高温環境下でも使用可能であること、配線の数が少なくケーブリングが簡単であること、センサ付きブラシレスモータに比べてコストを低く抑えることができるなどがあげられる。短所としては、逆起電力の検出回路に時定数があり、使用できる回転速度に制限があることや、加減速を繰り返すような動作には適さないこと、さらに、逆起電力はロータの回転により発生するため、始動後に回転方向を修正するなど、制御が複雑になることなどがあげられる。10

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特開昭 58 - 172993 号

【特許文献 2】特開平 01 - 008890 号

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【 0 0 0 7 】

上で述べたように、センサ付きブラシレスモータとセンサレスブラシレスモータはそれぞれ一長一短があり、その用途や許容されるコストに応じて使い分けがされている。しかし、例えばセンサレスブラシレスモータが使われている機器であっても、目的によってはセンサ付きブラシレスモータを用いる方が望ましい場合がある。20

#### 【 0 0 0 8 】

一般に、センサレスブラシレスモータが予め組み付けられている機器で、そのモータをセンサ付きブラシレスモータに交換するためには、モータと駆動回路の両方を交換する必要があり、コスト的な無駄が大きい。さらにアウターロータ型モータなど、インナーロータ型よりも種類の少ないモータでは、代用可能なセンサ付きブラシレスモータが見つからず、交換自体が難しいことがある。更に、アウターロータ構造はモータ内部のスペースが狭く、モータ内に事後的にセンサを設置することも難しい。30

#### 【 0 0 0 9 】

上記問題に鑑み、本発明が解決しようとする課題は、アウターロータ型センサレスブラシレスモータに対して、センサ付きブラシレスモータの特性を付与可能なモータ駆動装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するため、本発明のモータ駆動装置は、アウターロータ型センサレスブラシレスモータ（以下、単に「モータ」ともいう。）用のモータ駆動装置であって、前記モータ駆動装置は、外付け磁気センサと駆動回路部とを有し、前記外付け磁気センサは、前記モータのロータ内周面に配置された永久磁石の漏れ磁束を該ロータの外部から検知可能であり、前記駆動回路部は、該駆動回路部に入力された前記モータの制御信号と、前記外付け磁気センサのフィードバックとに基づいて前記モータを駆動することを特徴とする。40

#### 【 0 0 1 1 】

アウターロータ型モータは、モータケースの内周面に複数の永久磁石が配置されており、モータケース自体がロータとして回転する。これら複数の永久磁石は、モータケース内周面の周方向に沿って、隣接する永久磁石と互いに磁極の向きが反対となるように並べら50

れている。これら各永久磁石の磁束は、僅かではあるがモータケースの外部にも漏出している。外付け磁気センサによりこの漏れ磁束を検知して、駆動回路部にフィードバックすることにより、センサレスブラシレスモータをあたかもセンサ付きブラシレスモータのように制御することが可能となる。

#### 【0012】

また、前記外付け磁気センサはホール素子を用いたセンサであり、前記漏れ磁束の磁場により発生したホール電圧をアナログ信号として前記駆動回路部にフィードバックすることが好ましい。

#### 【0013】

センサ付きブラシレスモータでは、一般に、その磁気センサとしてホールICが用いられることが多い。これは、モータ内部におけるホールICの配置位置が最適化されており、デジタル値で判定した方が簡便かつ高精度にロータの位置角度等を特定できるからである。本構成では、磁気センサとしてホール素子を用い、ホール電圧をあえてアナログ信号で表現することにより、漏れ磁束の僅かな強弱からロータの位置角度等を特定することが可能とされている。なお、ホール素子を複数のホールICで代用することも可能である。この場合、各ホールICの配置間隔を厳密に設定する必要があることから、モータごとにその配置間隔を調節する必要がある等、製造上の難点があるが、ホール素子を用いた場合とほぼ同等の機能を実現することができる。

#### 【0014】

また、前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されていることが好ましい。

#### 【0015】

ロータの周方向における一点のみでなく、複数点から漏れ磁束を検知することにより、ロータの停止時においてもロータの位置角度を特定することが可能となる。さらに、ロータ停止時におけるその永久磁石の磁極配置が特定できることにより、モータ始動時にロータを任意の方向に回転させることができることになる。これにより、モータの滑らかな始動動作を実現することができる。

#### 【0016】

また、前記外付け磁気センサは、前記ロータの周方向に沿って複数配置されており、これら外付け磁気センサの配置間隔は、前記ロータ内周面に配置された各永久磁石の回転方向における幅よりも狭いまたは広いことが好ましい。

#### 【0017】

永久磁石のその回転方向における幅とは異なる間隔で複数の外付け磁気センサが配置されていることにより、これら隣接する外付け磁気センサが同じ磁極を示すか、異なる磁極を示すかという簡単な判定でロータの位置角度をある程度特定することが可能となる。

#### 【0018】

また、前記駆動回路部は、前記モータの回転速度に応じて、そのときのトルクが最大となるように該モータの進角を調節可能であることが好ましい。

#### 【0019】

ロータの回転速度（回転数）に応じて動的に進角を最適化することにより、センサレスブラシレスモーターを用いつつも、低速回転時から高速回転時にわたって高いトルクを維持することが可能となる。

#### 【0020】

また、前記外付け磁気センサは、前記ロータの軸方向と平行する方向に並べて配置された主センサおよび副センサの二つの磁気センサを一単位とすることが好ましい。

#### 【0021】

ロータに対して縦（軸方向と平行する方向）に並べられた二つの磁気センサを一単位として扱うことにより、例えばその平均値をとって位置角度等の検知精度を高めることや、副センサを主センサ故障時の予備として信頼性を向上させることができる。

#### 【0022】

10

20

30

40

50

また、前記モータに取り付けられるセンサアダプタ部をさらに備え、前記外付け磁気センサは前記センサアダプタ部に固定されており、前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の部位のうち、前記センサアダプタ部が前記モータに取り付けられたときに、前記モータの側方近傍となる位置に配置されている構成としてもよい。

#### 【0023】

さらに、前記センサアダプタ部は、前記モータの底面に結合される底部と、前記モータの側方に配置される側部と、を有し、前記側部は前記底部の上面から垂直に延出しており、前記側部は、前記モータのロータ外周面の形状に沿って、該ロータ外周面の周方向における少なくとも一部を覆う範囲で、該ロータ外周面との間に僅かに隙間が設けられる位置に配置されており、前記外付け磁気センサは、前記センサアダプタ部の前記側部に配置されている構成としてもよい。10

#### 【0024】

外付け磁気センサをロータ近傍に配置するためのセンサアダプタ部を別途備えることにより、外付け磁気センサの位置調節が容易となる。

#### 【発明の効果】

#### 【0025】

以上のように、本発明にかかるモータ駆動装置によれば、アウターロータ型センサレスブラシレスモータに対して、センサ付きブラシレスモータの特性を付与することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0026】

【図1】実施形態にかかる無人航空機の機能構成を示すブロック図である。

【図2】モータの平面視断面図である。

【図3】センサアダプタ部の外観を示す斜視図および正面図である。

【図4】センサアダプタ部の取り付け工程を示す説明図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0027】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。以下の実施形態は、複数の回転翼を備える無人航空機に本発明のモータ駆動装置が適用された例である。本実施形態の無人航空機はアウターロータ型センサレスブラシレスモータが搭載された製品であり、その当初のモータ駆動装置が本発明のモータ駆動装置に交換されている。30

#### 【0028】

図1は無人航空機900の機能構成を示すブロック図である。本実施形態における無人航空機900の主な機能は、後述するライトコントローラ910、モータ駆動装置400、およびモータ500、ならびに、無人航空機900の操縦者からの操縦信号を受信する受信機950、および無人航空機900の各装置に電力を供給するバッテリー920により構成されている。

#### 【0029】

##### [ライトコントローラの構成]

ライトコントローラ910の機能は、主に、センサ類911、飛行制御プログラム912、および、PWMコントローラ913により構成されている。センサ類910は、無人航空機900の機体の傾きや回転のほか、現在の緯度経度、高度、および機首の方位角を含む自機の位置情報を取得する。飛行制御プログラム912は、これらセンサ類910の出力値を参照しながら飛行中の無人航空機900の姿勢や基本的な飛行動作を制御するプログラムである。PWMコントローラ913は、飛行制御プログラム912の指示をPWM信号(制御信号)に変換してモータ駆動装置400に伝える装置である。

#### 【0030】

##### [モータの構成]

図2はモータ500の平面視断面図である。モータ500は一般的なアウターロータ型センサレスブラシレスモータである。モータ500のモータケース510には、その内周40

面に8枚の永久磁石520が配置されており、モータケース510自体がロータ510'として回転する。尚、本発明における「ロータ」とはモータケース510のことを意味している。これら8枚の永久磁石520は、隣接する永久磁石520と互いに磁極の向きが反対となるように、モータケース510内周面の周方向に沿って並べられている。これら各永久磁石520の磁束は、モータケース510がヨークとして作用しているため僅かではあるが、モータケース510の外部にも漏出している。

#### 【0031】

##### [モータ駆動装置の構成]

###### (全体構成)

モータ駆動装置400は、本実施形態のモータ500のようなアウターロータ型センサレスブラシレスモータ専用のモータ駆動装置である。図1に示すように、モータ駆動装置400は、外付け磁気センサ200(外付け磁気センサ210, 220)、駆動回路部100、およびセンサアダプタ部300により構成されている。

10

#### 【0032】

モータ500に対する始動/停止、回転方向(CW/CCW)、および回転速度(回転数)などの指示は、ライトコントローラ910の飛行制御プログラム912により作成される。かかる指示はPWMコントローラ913によりPWM信号に変換され、モータ駆動装置400の駆動回路部100に入力される。駆動回路部100は、モータ500の各コイル531(図2参照)にリード線u, v, wで接続されており、PWMコントローラ913から受信したPWM信号(飛行制御プログラム912の指示)に従ってリード線u, v, wの電流を制御し、モータ500を駆動する。

20

#### 【0033】

##### (外付け磁気センサ)

外付け磁気センサ200はホール素子を用いた磁気センサである。外付け磁気センサ200はセンサアダプタ部300に固定されており、ロータ510'の側方近傍でロータ510'の漏れ磁束を検知する。外付け磁気センサ200の配線201は駆動回路部100に接続されており、外付け磁気センサ200は、漏れ磁束の磁場により発生したホール電圧をアナログ信号として駆動回路部100にフィードバックする(以下、このような磁気センサを「アナログ磁気センサ」ともいう。)。一般に、センサ付きブラシレスモータでは、その磁気センサとしてホールICが用いられることが多いが、本実施形態ではホール電圧値をあえてアナログ信号でフィードバックすることにより、漏れ磁束の僅かな強弱からロータ510'の位置角度等を特定することが可能とされている。ホール素子を用いたアナログ磁気センサには、当然、リニアホールICも含まれる。

30

#### 【0034】

尚、外付け磁気センサ200は常にアナログ磁気センサである必要はなく、要求される検出精度や配置される外付け磁気センサ200の数および位置などに応じて、一般的なホールIC(HまたはLのデジタル値を出力する磁気センサ)を用いることもできる。

#### 【0035】

本実施形態における外付け磁気センサ200は、ロータ510'の周方向に沿って2つ配置されている(外付け磁気センサ210, 220)。これら2つの外付け磁気センサ210, 220の配置間隔は、ロータ510'の各永久磁石520の回転方向における幅(以下、単に「永久磁石520の幅」ともいう。)よりも狭い。これにより、例えばこれら外付け磁気センサ210, 220が同じ磁極を示すか、それとも異なる磁極を示すかという簡単な判定でロータ510'の大まかな位置角度を特定することができるなど、外付け磁気センサ200が1つだけの場合に比べて、ロータ510'停止時における位置角度の検出精度が高められている。

40

#### 【0036】

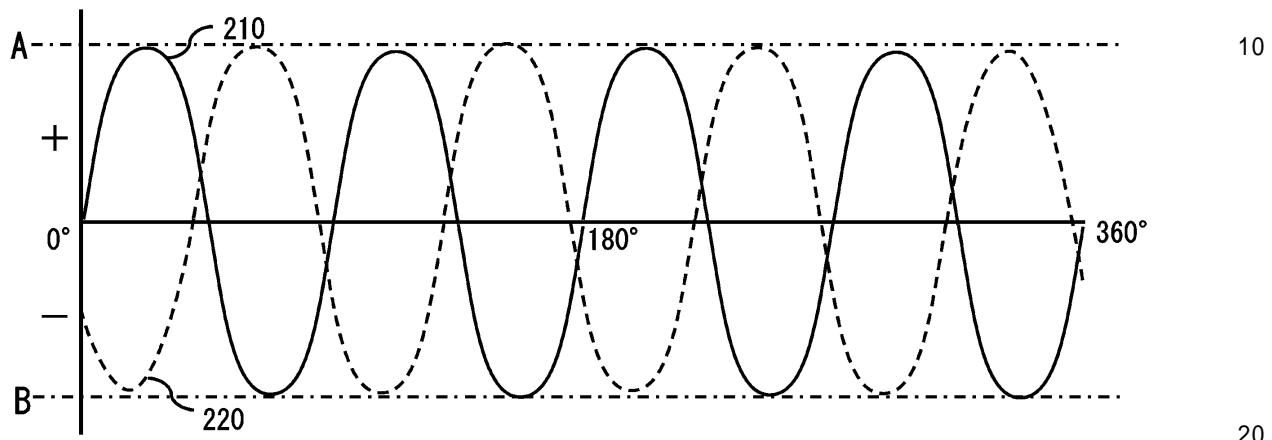
次段落に示す表1は外付け磁気センサ210, 220により検知される漏れ磁束(ホール電圧値)をモデル化したグラフである。実線の波形が外付け磁気センサ210のホール電圧値であり、破線の波形が外付け磁気センサ220のホール電圧値である。表1が示す

50

波形はロータ 510' が時計回り (CW) に一回転したときの様子である。プラス側の極値 A は N 極の永久磁石 520 の幅方向の中心にあたり、マイナス側の極値 B は S 極の永久磁石 520 の幅方向の中心にあたる。実際にはモータ 500 内部のステータ 530 と永久磁石 520 の磁力が干渉し合い、表 1 のようなきれいな波形とはならないが、同様の傾向を取得することができれば十分であり、多少の波形の乱れは実運用上特に問題とはならない。

## 【0037】

【表 1】



## 【0038】

尚、外付け磁気センサ 200 は常に 2 つである必要はなく、滑らかな始動動作の必要性や、要求される信頼性に応じて、1 つとしてもよく、3 つ以上としてもよい。例えば、外付け磁気センサ 200 を周方向に 3 つ配置した場合、そのうち 1 つが故障しても位置角度等の検出性能に影響はない。このようにして外付け磁気センサ 200 にディペンダビリティをもたせることも可能である。尚、2 つ以上の外付け磁気センサ 200 がその数の効果を発揮するのは、主に、停止中のロータ 510' の位置角度を特定するときである。ロータ 510' が回転を始めた後は、基本的にその回転速度（回転数）を監視するだけなので、外付け磁気センサ 200 が 1 つでも複数でも効果にそれほど違いはない。

## 【0039】

さらに、外付け磁気センサ 200 の配置間隔も、常に各永久磁石 520 の幅より狭く設けられている必要はなく、逆に各永久磁石 520 の幅よりも広い間隔としてもよい。ただし、例えば本実施形態のように永久磁石 520 が 8 つの場合に、配置間隔を  $45^\circ$  ( $360^\circ / 8$ ) の倍数にすると、これら外付け磁気センサ 200 が常に同一または逆の磁極を検知し続けることになり、外付け磁気センサ 200 を複数配置する意味が希薄となる。よって、外付け磁気センサ 200 の配置間隔は、少なくとも  $360^\circ / (\text{永久磁石 } 520 \text{ の個数})$  の倍数以外の間隔とすることが望ましい。

## 【0040】

また、本実施形態における「位置角度の特定」とはロータ 510' の絶対位置 ( $360^\circ$  の範囲における位置角度) を特定することではなく、 $360^\circ / (\text{永久磁石 } 520 \text{ の個数}) \times 2$  (隣接する N 極と S 極)、つまり本実施形態では、 $360^\circ$  の範囲のうちいずれか  $90^\circ$  の範囲内における位置角度を特定することを意味している。表 1 に示されるように、外付け磁気センサ 210, 220 の値の組み合わせは、任意の  $90^\circ$  の範囲内においてどの角度を切り取っても一意となっている。この範囲の位置角度を特定することができれば、ロータ 510' の絶対角度までは分からぬものの、そのときのロータ 510' の永久磁石 520 の磁極配置を特定することは可能である。これにより、停止状態のモータ 500 の始動時において、一旦モータ 500 を始動させてその後に回転方向を修正したりする必要がなく、ロータ 510' を最初から任意の方向へ回転させることが可能とされている。つまり滑らかな始動動作が実現されている。

## 【0041】

10

20

30

40

50

図3はセンサアダプタ部300の外観を示す斜視図および正面図である。図3(b)に示すように、外付け磁気センサ210, 220は、それぞれ、ロータ510'の軸方向と平行する方向に並べられた(図3(b)において縦に並べられた)主センサ211, 221および副センサ212, 222の2つの磁気センサを一単位として構成されている。本実施形態では基本的に主センサ211, 221のみが外付け磁気センサ210, 220として用いられており、例えば主センサ211, 221からのフィードバックが途絶えるなど、主センサ211, 221の動作に異常が生じた場合にのみ副センサ212, 222が用いられる。主センサ211, 221および副センサ212, 222の使い分けは本実施形態の態様には限られず、その他、例えば主センサ211, 221および副センサ212, 222ごとに平均値をとったり、主センサ211, 221と副センサ212, 222のうちホール電圧値の波形が明確な方のみを採用したりすることも可能である。

#### 【0042】

##### (駆動回路部)

駆動回路部100は、PWMコントローラ913のPWM信号と、外付け磁気センサ200のフィードバックに基づいてモータ500の回転を制御するマイクロコントローラである。駆動回路部100の基本的な機能は、センサ付きブラシレスモータの駆動回路(「ESC(Electric Speed Controller)」や「アンプ」と呼ばれることがある)と同じである。

#### 【0043】

駆動回路部100は、主に、駆動制御プログラム110と、パワー回路120により構成されている。パワー回路120はトランジスタで構成されたインバータ回路を備えており、トランジスタのON-OFFを切り替えることにより、ステータ530のコイル531に流れる電流の向きを反転させる。駆動制御プログラム110は、PWMコントローラ913からのPWM信号に従い、また、外付け磁気センサ200のフィードバックからロータ510'の位置角度等を特定し、パワー回路120を通じて各トランジスタのベースを操作し、コイル531の転流タイミングを制御する。

#### 【0044】

このように、外付け磁気センサ200が検知した漏れ磁束を駆動回路部100にフィードバックして、駆動回路部100がそのフィードバックに基づいてモータ500を駆動させることにより、センサレスブラシレスモータをあたかもセンサ付きブラシレスモータのように制御することができる。つまり、センサレスブラシレスモータにセンサ付きブラシレスモータの長所を付与することが可能となる。すなわち、センサレスブラシレスモータを使いつつも、ロータ510'の停止時を含むロータ510'の位置角度等を高い精度で特定することができ、モータ500のレスポンスを高め、低速回転時でも高いトルクを維持することを可能とし、省電力性を向上させることができる。

#### 【0045】

また、駆動回路部100の駆動制御プログラム110は、モータ500の回転速度に応じて、そのときのトルクが最大となるようにモータ500の進角を自動的に調節する機能を備えている。一般にモータは、特定の回転数をピークとして、それより回転数が増えても減ってもトルクが低下する。駆動制御プログラム110は、モータ500の回転速度の上昇・下降に応じて自動的に進角を大きく・小さくする制御を行うことにより、低速回転時から高速回転時まで高いトルクを維持することが可能とされている。

#### 【0046】

尚、所定時間内の回転数やその回転数に応じた負荷をパラメータ化し、そのときの回転速度に応じた最適な進角を算出する式を関数にすることで、どのような回転数であっても最大のトルクを出すことが可能となるが、現時点では、あらゆる種類のモータに共通して適用可能な関数は存在しない。そのため、使用するモータごとにオシロスコープなどを用いて検証を行い、パラメータ値を事前に設定しておく必要がある。ただし、モータの極数とスロット数が同じであればパラメータ値も概ね同じものとなることが予測される。

#### 【0047】

10

20

30

40

50

(センサアダプタ部)

以下、図1および図3を用いてセンサアダプタ部300の構成について説明する。センサアダプタ部300は、外付け磁気センサ200を、ロータ510'の側方近傍における漏れ磁束の検知に最適な位置に配置し、かつ固定するための部材である。センサアダプタ部300は、樹脂製または金属製の部材であり、モータ500の底面にねじ止めされた円板状の底部310と、底部310の外縁部からモータ500側に垂直に延出した側部320と、からなる。側部320は、ロータ510'外周面の形状に沿って、その周方向の一部を覆う範囲で、ロータ510'外周面との間に僅かに隙間を設けて配置されている。外付け磁気センサ200は側部320に配置されている。これにより、センサアダプタ部300がモータ500に取り付けられたときに、外付け磁気センサ200がロータ510'側方近傍となる位置に配置される。

【0048】

図4は、センサアダプタ部300の組み付け工程を示す図である。図4(a)は無人航空機900のアーム930からモータ500を取り外す様子を示している。モータ500をアーム930から取り外す際には、単にこれらを結合している止めねじ932を外せばよい。図4(b)はセンサアダプタ部300をモータ500とアーム930に取り付ける様子を示している。センサアダプタ部300の底部310には、モータ500の底面に設けられたねじ穴と同じ位置に貫通孔311が設けられている。センサアダプタ部300を取り付ける際には、モータ500とアーム930の間にセンサアダプタ部300の底部310を挟み、底部310の貫通孔311を通して止めねじ932をモータ500に取り付ける。

【0049】

本実施形態のモータ駆動装置400はセンサアダプタ部300を備えていることにより、外付け磁気センサ200の位置調節や、外付け磁気センサ200を漏れ磁束の検知に最適な位置での固定を簡単に行うことが可能とされている。尚、センサアダプタ部300は必須の構成ではなく、例えば無人航空機900の機体の形状によっては、その機体に直接外付け磁気センサ200を固定することなども考えられる。

【0050】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の改変が可能である。

【符号の説明】

【0051】

- 400 モータ駆動装置
- 100 駆動回路部
- 110 駆動制御プログラム
- 120 パワー回路
- 200(210, 220) 外付け磁気センサ
- 201 配線
- 211, 221 主センサ
- 212, 222 副センサ
- 300 センサアダプタ部
- 310 底部
- 311 貫通孔
- 320 側部
- 500 モータ(アウターロータ型ブラシレスモータ)
- 510(510') モータケース(ロータ)
- 520 永久磁石
- 530 ステータ
- 531 コイル
- 900 無人航空機

10

20

30

40

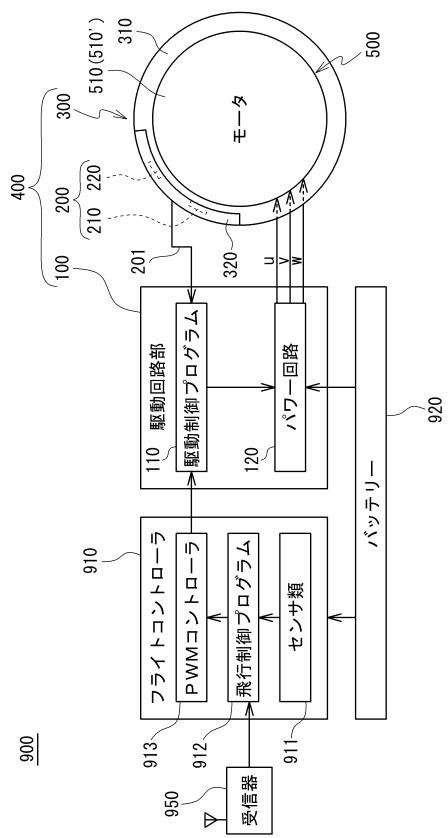
50

910 フライトコントローラ

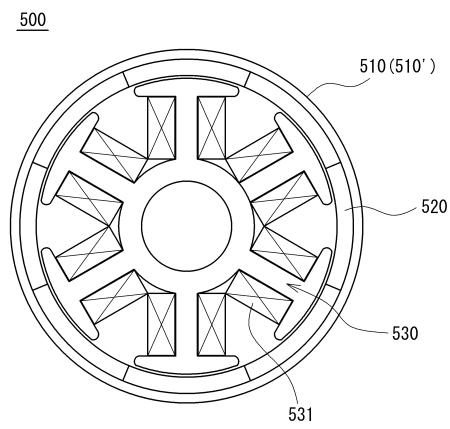
913 PWMコントローラ(パルス幅変調器)

920 バッテリー

【図1】

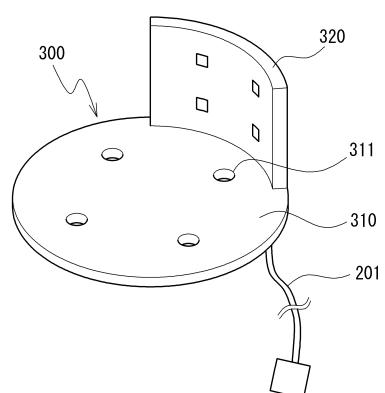


【図2】

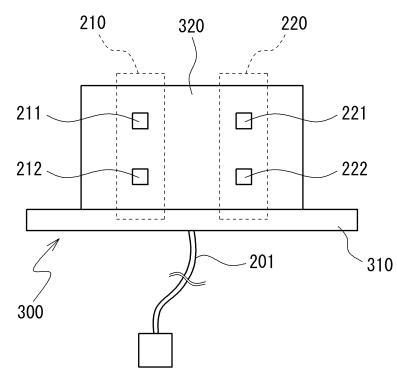


【図3】

(a)

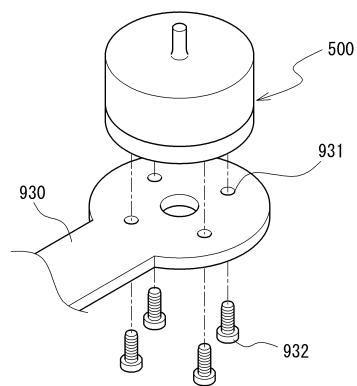


(b)

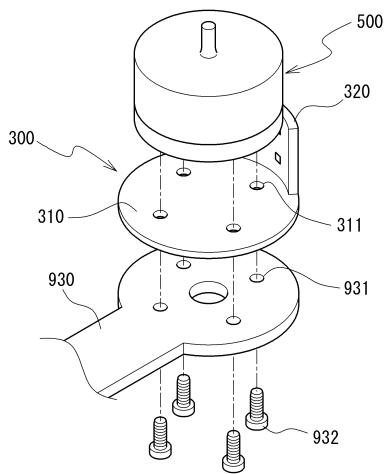


【図4】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-188891(JP,A)  
特開2009-141990(JP,A)  
特開2007-46511(JP,A)  
実開平2-114373(JP,U)  
特開平3-198647(JP,A)  
特開2014-230363(JP,A)  
特開2002-272165(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 29/00 - 29/14  
H02P 6/00 - 6/34