

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6982612号

(P6982612)

(45) 発行日 令和3年12月17日 (2021. 12. 17)

(24) 登録日 令和3年11月24日 (2021. 11. 24)

(51) Int. Cl. F I  
**HO2K 1/14 (2006.01)** HO2K 1/14 Z  
**HO2K 21/14 (2006.01)** HO2K 21/14 M

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2019-511691 (P2019-511691)	(73) 特許権者	517099982
(86) (22) 出願日	平成29年8月29日 (2017. 8. 29)		エルジー イノテック カンパニー リミテッド
(65) 公表番号	特表2019-527016 (P2019-527016A)		大韓民国, 07796, ソウル, カンソーグ, マコク チョンカン 10-ロ, 30
(43) 公表日	令和1年9月19日 (2019. 9. 19)	(74) 代理人	100114188
(86) 国際出願番号	PCT/KR2017/009410		弁理士 小野 誠
(87) 国際公開番号	W02018/044027	(74) 代理人	100119253
(87) 国際公開日	平成30年3月8日 (2018. 3. 8)		弁理士 金山 賢教
審査請求日	令和2年8月4日 (2020. 8. 4)	(74) 代理人	100129713
(31) 優先権主張番号	10-2016-0114086		弁理士 重森 一輝
(32) 優先日	平成28年9月5日 (2016. 9. 5)	(74) 代理人	100137213
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		弁理士 安藤 健司
(31) 優先権主張番号	10-2017-0013935	(74) 代理人	100143823
(32) 優先日	平成29年1月31日 (2017. 1. 31)		弁理士 市川 英彦
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステーターおよびこれを含むモーター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸と、  
 前記回転軸が挿入されるホールを含むローターと、  
 前記ローターの外側に配置されるステーターと、  
 を含むモーターであって、  
 前記ステーターは、  
 複数の歯を有するステーターコアと、  
 前記歯に巻線されるコイルを含み、  
 前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、  
 前記シューは、複数の半円形の溝を含み、  
 前記シューは、前記ローターのマグネットと対向するように配置され、前記シューの内側面と前記マグネットの外側面との間には、エアギャップ (G) が形成され、  
 前記溝の横断面の中心 C 1 は、前記シューの一端端点 P から円周方向に一定の角度 2 離隔して配置され、  
 前記角度 2 は、前記シューの端点と隣接した前記シューの端点と前記回転軸の中心と成す角度 1 の 0 . 4 5 ないし 0 . 5 5 であり、  
 前記溝の半径 (R) は、前記シューの内側面と前記マグネットの外側面との間の前記エアギャップ (G) の間隔 D の 0 . 9 から 1 . 1 である、  
 モーター。

10

20

## 【請求項 2】

前記角度 2 は、前記角度 1 の 0 . 5 である請求項 1 に記載のモーター。

## 【請求項 3】

前記溝は、2 つであり、

2 つの前記溝は、円周方向を基準とする前記シューの幅中心と前記ステーターコアの中心を結ぶ基準線を基準に対称になるように配置される請求項 1 または請求項 2 に記載のモーター。

## 【請求項 4】

前記溝は、前記ステーターコアの軸方向に沿って配置される請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のモーター。

10

## 【請求項 5】

前記溝の半径 R は、前記ステーターのシューと前記ローターとの間の間隔 D と同一である請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のモーター。

## 【請求項 6】

単位回転中にコギングトルク波形の振動回数が前記ローターの前記マグネットの数と前記歯の数の最小公倍数の 3 倍である請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のモーター。

## 【請求項 7】

前記ボディーの側面と、前記ボディーの側面から繋がる前記シューの側面が成す角度は、 $145^{\circ}$  ないし  $155^{\circ}$  である請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のモーター。

## 【請求項 8】

9 つの歯が前記ステーターコアのヨークに形成され、6 つのマグネットが前記ローターのローターコアに配置される、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のモーター。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

実施例は、ステーターおよびこれを含むモーターに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

モーターは、電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換させて回転力を得る装置として、車両、家庭用電子製品、産業用器機などに広く使用される。

30

## 【0003】

モーターは、ハウジング、回転軸、ハウジングの内周面に配置されるステーター、回転軸の外周面に設置されるローターなどを含み得る。ここで、前記モーターのステーターは、ローターとの電気的相互作用を誘発してローターの回転を誘導する。

## 【0004】

特に、前記モーターは、自動車の操向の安全性を確保するための装置に用いられ得る。例えば、前記モーターのような別の動力で補助する操向装置に使用され得る。

## 【0005】

従来は、これらの補助操向装置を油圧を用いた装置として使用したが、最近では、動力の損失が少なく、正確性に優れた電動式操向装置 (Electronic Power Steering System、EPS) が使用される。

40

## 【0006】

前記電動式操向装置 (EPS) は、車両の旋回安全性を確保し、迅速な復元力を提供することにより、運転手にとって安全な走行が可能にする装置である。これらの電動式操向装置は、車速センサー、トルクアングルセンサーおよびトルクセンサーなどで感知した運行条件に応じて、電子制御装置 (Electronic Control Unit: ECU) を通じて前記モーターを駆動して車両の操向軸の駆動を制御する。

## 【0007】

前記モーターは、ステーターとローターを含む。

## 【0008】

50

ステーターは、複数のスロットを形成する複数の歯 ( T o o t h ) を含み得、ローターは、歯と対向するように配置される複数のマグネットを含み得る。ここで、隣接する歯は、相互に離れて配置されてスロットオープン ( S l o t   O p e n ) を形成する。すなわち、前記スロットオープンは、隣接した歯間フラックス ( F l u x ) の漏洩防止のために形成され得る。

【 0 0 0 9 】

これにより、ローターの回転時、フラックスは、透磁率が大きい歯側を介して移動するが、スロットオープン領域で、透磁率の差によってトルク脈動が発生し得る。

【 0 0 1 0 】

したがって、ローターが回転する過程で、金属材料のステーターコアと空の空間であるスロットオープンの空気透磁率の差によってコギングトルク ( C o g g i n g   T o r q u e ) が発生し得る。これらのコギングトルクは、騒音と震動の原因となるため、コギングトルクを減らすことがモーターの品質を高めるのにあたって何より重要である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

コギングトルク ( C o g g i n g   T o r q u e ) とトルクリップル ( T o r q u e   R i p p l e ) を減少させて品質を向上させることができるモーターを提供する。

【 0 0 1 2 】

実施例が解決しようとする課題は、前述した課題に限定されず、ここで言及されていないまた他の課題は、下の記載から当業者に明確に理解されるべきである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

前記課題は、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記シューは、複数の溝を含み、円周方向を基準とする前記溝の幅は、前記歯との間に形成されたスロットオープンの幅の 9 0 % ないし 1 1 0 % 以内であるステーターによって達成される。

【 0 0 1 4 】

ここで、前記ボディーの側面と、前記ボディーの側面から繋がる前記シューの側面が成す角度は、 $145^{\circ}$  ないし  $155^{\circ}$  であり得る。

【 0 0 1 5 】

前記課題は、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記ボディーの側面と、前記ボディーの側面から繋がる前記シューの側面が成す角度は、 $145^{\circ}$  ないし  $155^{\circ}$  であるステーターによって達成される。

【 0 0 1 6 】

前記課題は、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記シューは、複数の半円形の溝を含み、前記溝の横断面の中心 C 1 は、前記シューの一側端点 P から円周方向に一定の角度  $\theta_2$  離隔して配置され、前記角度  $\theta_2$  は、前記シューの端点と隣接した前記シューの端点が前記回転軸の中心と成す角度  $\theta_1$  の  $0.45$  ないし  $0.55$  であるステーターによって達成される。

【 0 0 1 7 】

ここで、前記角度  $\theta_2$  は、前記角度  $\theta_1$  の  $0.5$  であり得る。

【 0 0 1 8 】

一方、前記溝は、2つであり、2つの前記溝は、円周方向を基準とする前記シューの幅中心と前記ステーターコアの中心を経る基準線を基準に対称となるように配置され得る。

【 0 0 1 9 】

また、前記溝は、前記ステーターコアの軸方向に沿って配置され得る。

10

20

30

40

50

## 【0020】

前記課題は、回転軸と、前記回転軸が挿入されるホールを含むローターと、前記ローターの外側に配置されるステーターを含み、前記ステーターは、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記シューは、複数の溝を含み、円周方向を基準とする前記溝の幅は、前記歯との間に形成されたスロットオープンの幅の90%ないし110%以内であるモーターによって達成される。

## 【0021】

ここで、前記ボディーの側面と、前記ボディーの側面から繋がる前記シューの側面が成す角度は、 $145^{\circ}$  ないし  $155^{\circ}$  であり得る。

10

## 【0022】

前記課題は、回転軸と、前記回転軸が挿入されるホールを含むローターと、前記ローターの外側に配置されるステーターを含み、前記ステーターは、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記ボディーの側面と、前記ボディーの側面から繋がる前記シューの側面が成す角度は、 $145^{\circ}$  ないし  $155^{\circ}$  であるモーターによって達成される。

## 【0023】

一方、単位回転中にコギングトルク波形の震動回数が前記ローターのマグネットの数と前記歯の数の最小公倍数の3倍であり得る。

20

## 【0024】

前記課題は回転軸と、前記回転軸が挿入されるホールを含むローターと、前記ローターの外側に配置されるステーターと、前記ステーターは、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記シューは、複数の半円形の溝を含み、前記溝の横断面の中心C1は、前記シューの一側端点Pから円周方向に一定の角度  $\theta_2$  離隔して配置され、前記角度  $\theta_2$  は、前記シューの端点と隣接した前記シューの端点が前記回転軸の中心と成す角度  $\theta_1$  の  $0.45$  ないし  $0.55$  であるモーターによって達成される。

## 【0025】

ここで、前記溝の半径Rは、前記ステーターのシューと前記ローターとの間の間隔Dの  $0.9$  ないし  $1.1$  であり得る。

30

## 【0026】

前記課題は、回転軸と、前記回転軸が挿入されるホールを含むローターと、前記ローターの外側に配置されるステーターと、前記ステーターは、複数の歯を有するステーターコアと、前記歯に捲線されるコイルを含み、前記歯は、前記コイルが巻かれるボディーと前記ボディーに繋がるシューを含み、前記シューは、複数の半円形の溝を含み、前記溝の半径Rは、前記ステーターのシューと前記ローターとの間の間隔Dの  $0.9$  ないし  $1.1$  であるモーターによって達成される。

## 【0027】

一方、前記溝の半径Rは、前記ステーターのシューと前記ローターとの間の間隔Dと同一であり得る。

40

## 【0028】

具体的には、前記ローターは、ローターコアおよび前記ローターコアの外周面に配置されるマグネットを含み、前記溝の半径Rは、前記ステーターのシューと前記ローターのマグネットとの間の間隔Dと同一であり得る。

## 【発明の効果】

## 【0029】

実施例によるモーターは、ステーターの歯に溝を形成させてコギングメイン次数を増加させることにより、コギングトルクを大きく削減する有利な効果を提供する。

## 【0030】

50

また、前記モーターは、前記溝を半円形に形成してコギングトルクおよびトルクリップルを減少させることにより、モーターの品質を向上させることができる。

【0031】

このとき、スロットオープンを基準に前記溝の位置を限定し、エアギャップを基準に前記溝の半径を限定してモーターの性能を維持しつつ品質をさらに向上させることができる。

【0032】

本発明の多様かつ有益な長所と効果は、前述した内容に限定されず、本発明の具体的な実施形態を説明する過程で、より易しく理解できるであろう。

【図面の簡単な説明】

10

【0033】

【図1】実施例によるモーターを示す図面である。

【図2】ステーターとローターを示す図面である。

【図3】歯の溝を示す図面である。

【図4】実施例によるモーターによって増加するコギングメイン次数を示す表である。

【図5】溝の幅を示す図面である。

【図6】溝の幅に応じるコギングトルク波形の変化を示す表である。

【図7】歯のボディーとシューとの角度を示す図面である。

【図8】歯のボディーとシューとの角度に応じるコギングトルクの変化を示すグラフである。

20

【図9】歯のボディーとシューとの角度に応じるトルクリップルの変化を示すグラフである。

【図10】歯のボディーとシューとの角度に応じるコギングトルク波形の変化を示すグラフである。

【図11】図1のA-Aを示す前記モーターの横断面図である。

【図12】実施例によるモーターのステーターコアとローターの配置関係を示す図面である。

【図13】図12のB1領域でステーターとローターを示す図面である。

【図14】実施例によるモーターの歯および溝を示す図面である。

【図15】実施例によるモーターと溝が形成されないモーターのトルクを比較する図面である。

30

【図16】実施例によるモーターに形成された溝の半径とエアギャップの間隔によるコギングトルクとトルクリップルを示す図面である。

【図17】実施例によるモーターに形成された溝の半径とエアギャップの間隔によるトルクを比較する図面である。

【図18】実施例によるモーターに形成された溝の中心C1の位置によるコギングトルクとトルクリップルを示す図面である。

【図19】溝がないモーターと実施例によるモーターの性能を示す表である。

【図20】常温で溝がないモーターと実施例によるモーターの性能を示す図面である。

【図21】四角形の溝が形成されたモーターと実施例によるモーターの性能を示す表である。

40

【図22】四角形の溝が形成されたモーターと実施例によるモーターの性能を示す図面である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

本発明は、様々な変更を加えることができ、様々な実施例を有することができる。特定の実施例を図面に例示して説明する。しかし、これは本発明を特定の実施形態について限定するものではなく、本発明の思想および技術範囲に含まれるすべての変更、均等物ないし代替物を含むものと理解されるべきである。

【0035】

50

第2、第1などのように序数を含む用語は、様々な構成要素を説明するために使用できるが、前記構成要素は、前記用語によって限定されない。前記用語は、一つの構成要素を他の構成要素から区別する目的にのみ使用する。例えば、本発明の技術的範囲を逸脱せず、第2構成要素は、第1構成要素と命名し得、同様に第1構成要素も第2構成要素と命名し得る。および/またはという用語は、複数の列挙された項目の組合または複数の列挙された項目のうちいずれかの項目を含む。

【0036】

ある構成要素が他の構成要素に「繋がれて」いるとか「接続されて」いると言及したときには、その他の構成要素に直接的に繋がれているとかまたは接続されていることもできるが、中間に他の構成要素が存在することもできると理解されるべきである。一方、ある構成要素が他の構成要素に「直接繋がれて」いるとか「直接接続されて」いると言及したときには、中間に他の構成要素が存在しないものと理解されるべきである。

10

【0037】

実施例の説明において、ある1つの構成要素が他の構成要素の「上(うえ)または下(した)(On or Under)」に形成されるものと記載される場合において、上(うえ)または下(した)(On or Under)は、2つの構成要素が互いに直接(Directly)接触するか、または1つ以上の他の構成要素が前記2つの構成要素との間に配置されて(Indirectly)形成されることをすべて含む。また「上(うえ)または下(した)(On or Under)」と表現される場合、1つの構成要素を基準に上側方向だけでなく、下側方向の意味も含み得る。

20

【0038】

本出願で使用した用語は、単に特定の実施例を説明するために使用されたもので、本発明を限定しようとする意図ではない。単数の表現は、文脈上明らかに別の方法で意味しない限り、複数の表現を含む。本出願で、「含む」または「有する」などの用語は、明細書上に記載された特徴、数字、段階、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたものが存在することを指定しようとするのであって、一つまたはそれ以上の他の特徴や数字、段階、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたものなどの存在または付加の可能性をあらかじめ排除しないものと理解されるべきである。

【0039】

別の方法で定義されない限り、技術的または科学的な用語を含んでここで使用されるすべての用語は、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者によって一般的に理解されることと同じ意味を有することになる。一般的に使用する辞書に定義されているような用語は、関連技術の文脈上有する意味と一致する意味を有するものと解釈されるべきであり、本出願で明白に定義しない限り、理想的または過度に形式的な意味として解釈されない。

30

【0040】

以下、添付された図面を参照して実施例を具体的に説明するが、図面符号にかかわらず同一または対応する構成要素は、同じ参照番号を付与し、これに対する重複される説明は省略する。

【0041】

図1は、実施例によるモーターを示す縦断面図である。

40

【0042】

図1を参照すると、実施例によるモーター1は、ハウジング100、ブラケット200、ステーター300、ローター400および回転軸500を含み得る。ここで、前記ブラケット200は、ハウジング100の開放された上部を覆うように配置され得る。

【0043】

ハウジング100とブラケット200は、前記モーター1の外形を形成し得る。ここで、ハウジング100は、上部に開口が形成された筒状に形成され得る。

【0044】

したがって、ハウジング100とブラケット200の結合によって内部に収容空間が形

50

成され得る。そして、前記収容空間には、図 1 に示すように、ステーター 3 0 0、ローター 4 0 0 および回転軸 5 0 0 などが配置され得る。

【 0 0 4 5 】

ハウジング 1 0 0 は、円筒状に形成されて内周面にステーター 3 0 0 が支持されるように配置され得る。ハウジング 1 0 0 の下部には、回転軸の下部を支持するベアリング 1 0 を収容するポケット部が設けられ得る。

【 0 0 4 6 】

また、ハウジング 1 0 0 の上部に配置されるブラケット 2 0 0 にも、回転軸 5 0 0 の上部を支持するポケット部が設けられ得る。そして、ブラケット 2 0 0 は、外部ケーブルが接続されたコネクタが挿入されるホールまたは溝を含み得る。

10

【 0 0 4 7 】

ステーター 3 0 0 は、ハウジング 2 0 0 の内周面によって支持されることができる。そして、ステーター 3 0 0 は、ローター 4 0 0 の外側に配置される。

【 0 0 4 8 】

ステーター 3 0 0 は、ローター 4 0 0 との電氣的相互作用を引き起こしてローター 4 0 0 の回転を誘導する。

【 0 0 4 9 】

ローター 4 0 0 は、ステーター 3 0 0 の内側に配置される。ローター 4 0 0 は、ローターコアとローターコアに結合するマグネットを含み得る。ローター 4 0 0 は、ローターコアとマグネットの結合方式に応じて次のような形に区分できる。

20

【 0 0 5 0 】

ローター 4 0 0 は、マグネットがローターコアの外周面に結合されるタイプで実装できる。このようなタイプのローターは、マグネットの離脱を防止し、結合力を高めるために別の缶部材 2 0 がローターコアに結合され得る。または、マグネットとローターコアが二重射出されて一体に形成され得る。

【 0 0 5 1 】

ローター 4 0 0 は、マグネットがローターコアの内部に結合されるタイプで実装できる。このようなタイプのローターは、ローターコアの内部にマグネットが挿入されるポケットが設けられ得る。

【 0 0 5 2 】

30

一方、ローターコアは、薄い鋼板状の複数のプレートが相互積層されて成り立つことができる。または、ローターコアは、スキュー ( S k e w ) 角を形成しないように一つの筒状で実施されることができ、マグネットもスキュー ( S k e w ) 角を形成しないようにローターコアに付着することができる。一方、ローターコアは、スキュー ( S k e w ) 角を形成する複数のパック ( P u c k ) ( 単位コア ) が積層される形態で成り立つこともできる。

【 0 0 5 3 】

回転軸 5 0 0 は、ローター 4 0 0 に結合され得る。電流供給を通じてステーター 3 0 0 とローター 4 0 0 に電磁氣的相互作用が発生すると、ローター 4 0 0 が回転し、これに連動して回転軸 5 0 0 が回転する。回転軸 5 0 0 は、車両の操向軸と接続されて操向軸に動力を伝達できる。回転軸 5 0 0 は、図 1 に示すように、ベアリング 1 0 によって支持されることができる。

40

【 0 0 5 4 】

センシングマグネット組立体 6 0 0 は、ローター 4 0 0 と連動するように回転軸 5 0 0 に結合されてローター 4 0 0 の位置を検出するための装置である。

【 0 0 5 5 】

センシングマグネット組立体 6 0 0 は、センシングマグネットとセンシングプレートを含み得る。センシングマグネットとセンシングプレートは、同軸を有するように結合され得る。

【 0 0 5 6 】

50

前記センシングマグネットは、内周面を形成するホールに隣接して円周方向に配置されるメインマグネットと端に形成されるサブマグネットを含み得る。メインマグネットは、モーターのローター４００に挿入されたドライブマグネットと同じように配列され得る。サブマグネットは、メインマグネットより細分化されて多くの極からなる。これによって、回転角度をより細密に分割して測定することが可能であり、モーターの駆動をよりスムーズにできる。

【００５７】

前記センシングプレートは、円板状の金属材質で形成され得る。センシングプレートの上面には、センシングマグネットが結合され得る。そして、センシングプレートは、回転軸５００に結合され得る。ここで、前記センシングプレートには、回転軸５００が貫通するホールが形成される。

10

【００５８】

印刷回路基板７００には、センシングマグネットの磁気力を感知するセンサーが配置され得る。

【００５９】

このとき、前記センサーは、ホールＩＣ（Hall IC）であり得る。前記センサーは、メインマグネットまたはサブマグネットのＮ極とＳ極の変化を感知してセンシングシグナルを生成する。３相ブラシレス（Brushless）モーターの場合、Ｕ、Ｖ、Ｗ相の情報を得る少なくとも３つのセンシングシグナルが必要であるため、少なくとも３つのセンサーが配置され得る。

20

【００６０】

印刷回路基板７００は、ブラケット２００の下面に結合されて前記センサーが前記センシングマグネットを対向するようにセンシングマグネット組立体６００の上に配置され得る。

【００６１】

図２は、ステーターとローターを示す図面であり、図３は、歯の溝を示す図面であり、図４は、実施例によるモーターによって増加するコギングメイン次数を示す表であり、図５は、溝の幅を示す図面であり、図６は、溝の幅に応じるコギングトルク波形の変化を示す表であり、図７は、歯のボディーとシューとの角度を示す図面であり、図８は、歯のボディーとシューとの角度に応じるコギングトルクの変化を示すグラフであり、図９は、歯のボディーとシューとの角度に応じるトルクリップルの変化を示すグラフであり、図１０は、歯のボディーとシューとの角度に応じるコギングトルク波形の変化を示すグラフである。

30

【００６２】

図２ないし図１０を参照して、ステーターの歯に配置される溝およびシューによるコギングトルクおよびトルクリップルの変化について説明する。

【００６３】

図１および図２を参照すると、ステーター３００は、ステーターコア３１０とコイル３２０を含み得る。そして、前記ステーター３００のステーターコア３１０とコイル３２０との間にインシュレーター３３０が配置され得る。

40

【００６４】

ステーターコア３１０は、薄い鋼板状の複数のプレートが相互積層されて成り立つことができる。また、ステーターコア３１０は、複数の分割コアが相互結合されるか、または接続されて成り立つことができる。

【００６５】

ステーターコア３１０は、ヨーク３１１、複数の歯３１２および歯３１２に形成された溝３１５を含み得る。ここで、前記溝３１５は、ノッチ（Notch）と命名し得る。

【００６６】

ヨーク３１１には、中心Ｃに向かって突出する歯３１２が配置され得る。ここで、軸Ｃの方向から見ると、ヨーク３１１は、環状の形状に形成され得る。歯３１２には、コイ

50



ル 3 2 0 が巻かれる。歯 3 1 2 は、環状のヨークの内周面に沿って一定の間隔ごとに複数個が配置され得る。図 2 で計 1 2 個の歯 3 1 2 を図示しているが、本発明は、ここに限定されず、マグネット 4 2 0 の極数に応じて様々に変更実施できる。

【 0 0 6 7 】

ローターコア 4 1 0 の外周面には、マグネット 4 2 0 が付着され得る。歯 3 1 2 の端は、マグネット 4 2 0 と対向するように配置される。ここで、ローター 4 0 0 は、ローターコア 4 1 0 およびローターコア 4 1 0 に配置される複数のマグネット 4 2 0 を含み得る。

【 0 0 6 8 】

図 2 の B 領域を示す図 3 を参照すると、歯 3 1 2 は、ボディー 3 1 3 とシュー ( Shoe ) 3 1 4 を含み得る。ここで、前記ボディー 3 1 3 は、コイル巻線部と命名し得る。また、シュー 3 1 4 は、突起部と命名し得る。

10

【 0 0 6 9 】

ボディー 3 1 3 は、コイル 3 2 0 が巻かれる所である。シュー 3 1 4 は、ボディー 3 1 3 の端に配置される。シュー 3 1 4 の端面はマグネット 4 2 0 を対向するように配置される。隣接する歯 3 1 2 と歯 3 1 2 との間は、コイル 3 2 0 の巻線空間に形成される。ここで、前記巻線空間 S は、スロット S を意味する。

【 0 0 7 0 】

隣接する歯 3 1 2 のシュー 3 1 4 とシュー 3 1 4 は、互いに離れて配置されてスロットオープン O を形成する。スロットオープン O は、巻線空間 S の入口として、コイル 3 2 0 を巻線するノズルが挿入される所である。

20

【 0 0 7 1 】

シュー 3 1 4 の端面は、溝 3 1 5 を含み得る。溝 3 1 5 は、シュー 3 1 4 の端面で凹に形成され得る。溝 3 1 5 の形状を角形に図示したが、本発明は、これに限定されない。そして、溝 3 1 5 は、ステーターコア 3 1 0 の軸方向に沿って配置され得る。言い替えれば、溝 3 1 5 は、ステーターコア 3 1 0 の上端から下端までステーターコア 3 1 0 の高さ方向 ( 軸方向 ) に沿って長く配置され得る。

【 0 0 7 2 】

溝 3 1 5 は、2 つが配置され得る。図 2 および図 3 を参照すると、歯 3 1 2 のボディー 3 1 3 の幅中心とステーターコア 3 1 0 の中心 C を経る基準線 L を基準に、2 つの溝 3 1 5 は、対称になるように配置され得る。このような溝 3 1 5 は、磁束密度の変化を引き起こすスロットオープン O と対応する役割をすることにより、単位周期当たりコギングトルクの波形の振動数を増やしてコギングトルクを大きく減らす役割をする。

30

【 0 0 7 3 】

図 4 を参照すると、溝 3 1 5 がない 8 極 1 2 スロットのモーターの場合、コギングメイン次数は、マグネット 4 2 0 の数である 8 とスロットの数である 1 2 の最小公倍数である 2 4 にあたる。例えば、6 極 9 スロットのモーターの場合、コギングメイン次数は、マグネットの数である 6 とスロットの数である 9 の最小公倍数である 1 8 にあたる。ここで、コギングメイン次数とは、モーターの単位回転 ( 1 回転 ) 当たりコギングトルク波形の震動回数を意味する。ここで、震動回数は、ピークを形成するコギングトルク波形の反復回数を示す。そして、スロットの数は、ツース 3 1 2 の数に対応する。

40

【 0 0 7 4 】

2 つの溝 3 1 5 がある 8 極 1 2 スロットのモーターの場合、溝 3 1 5 によってスロット数が 1 2 から 3 6 に増加するとみなせるため、コギングメイン次数が 2 4 から 7 2 に 3 倍が増加することになる。このように 2 つの溝 3 1 5 を通じてコギングメイン次数が 3 倍に増えることは、コギングトルク波形の震動回数が 3 倍に増えることを意味するため、コギングトルクを大きく減らすことができる。

【 0 0 7 5 】

図 5 および図 6 を参照すると、溝 3 1 5 の幅 W 1 は、スロットオープン O の幅 W 2 の 9 0 % ないし 1 1 0 % 以内に設定される。ここで、溝 3 1 5 の幅 W 1 は、ステーターコア 3 1 0 の円周方向を基準に、溝 3 1 5 の入口のいずれかの一側端から他の一側端までの距離

50

を意味する。そして、スロットオープンOの幅W2は、ステーターコア310の円周方向を基準に、スロットオープンOの入口のいずれか一側端から他の一側端までの距離を意味する。

【0076】

図6の(a)で示すように、溝315の幅W1がスロットオープンOの幅W2の90%ないし110%を外れた場合、コギングトルク波形にステーターの成分すなわち、マグネット420の極数と同一なコギングメイン次数が含まれる問題点が発生する。

【0077】

しかし、図6の(b)で示すように、溝315の幅W1がスロットオープンOの幅W2の90%ないし110%以内である場合、コギングメイン次数「72」にあたるコギングトルク波形のみが検出されることを確認できる。

10

【0078】

図7を参照すると、歯312のボディー313とシュー314が成す角度は、 $145^{\circ}$ ないし $155^{\circ}$ であり得る。具体的に、ボディー313の側面313aと、ボディー313の側面313aと繋がるシュー314の側面314aが成す角度が $145^{\circ}$ ないし $155^{\circ}$ であり得る。

【0079】

図8を参照すると、ボディー313とシュー314が成す角度が $145^{\circ}$ ないし $155^{\circ}$ である範囲内でコギングトルクが大きく減少することが分かる。同時に、図9を参照すると、ボディー313とシュー314が成す角度が $145^{\circ}$ ないし $155^{\circ}$ である範囲内でトルクリップルが低く示され、角度が $145^{\circ}$ ないし $155^{\circ}$ を外れる場合、トルクリップルが大きく増加することを確認できる。特に、角度が $155^{\circ}$ よりも大きくなる場合、トルクリップルが急激に増加することを知る。

20

【0080】

図10を参照すると、シュー314の側面314aが成す角度が $145^{\circ}$ から $155^{\circ}$ に向かうにつれて、コギングトルク波形の振幅がますます減少することを確認できる。

【0081】

図11は、図1のA-Aを示す前記モーターの横断面図であり、図12は、実施例によるモーターのステーターコアとローターの配置関係を示す図面であり、図13は、図12のB1領域でステーターとローターを示す図面であり、図14は、実施例によるモーターの歯および溝を示す図面であり、図15は、実施例によるモーターと溝が形成されないモーターのトルクを比較する図面であり、図16は、実施例によるモーターに形成された溝の半径とエアギャップの間隔によるコギングトルクとトルクリップルを示す図面であり、図17は、実施例によるモーターに形成された溝の半径とエアギャップの間隔によるトルクを比較する図面であり、図18は、実施例によるモーターに形成された溝の中心C1の位置によるコギングトルクとトルクリップルを示す図面であり、図19は、溝がないモーターと実施例によるモーターの性能を示す表であり、図20は、常温で溝がないモーターと実施例によるモーターの性能を示す図面であり、図21は、四角形の溝が形成されたモーターと実施例によるモーターの性能を示す表であり、図22は、四角形の溝が形成されたモーターと実施例によるモーターの性能を示す図面である。

30

40

【0082】

図11ないし図22を参照して、ステーターの歯に配置される溝およびエアギャップによるトルク、コギングトルクおよびトルクリップルの変化について説明する。

【0083】

図11を参照してよく見ると、前記モーター1のステーター300は、ステーターコア310、コイル320およびインシュレーター330を含み得る。そして、ステーターコア310は、ヨーク311、複数の歯312および歯312に形成された複数の溝315を含み得る。このとき、歯312は、9つがヨーク311に形成され得る。そして、歯312に対応して6つのマグネット420がローターコア410に配置され得る。

【0084】

50

そして、それぞれの歯 3 1 2 は、コイル 3 2 0 が捲線されるボディー 3 1 3 およびボディー 3 1 3 から延長されるように形成されるシュー 3 1 4 を含み得る。

【 0 0 8 5 】

ヨーク 3 1 1 は円筒形状に形成され得る。

【 0 0 8 6 】

複数の歯 3 1 2 は、ヨーク 3 1 1 から中心 C に向かって突出するように配置され得る。

【 0 0 8 7 】

図 1 2 に示すように、歯 3 1 2 は、ヨーク 3 1 1 の内周面に沿って一定の間隔ごとに中心 C に向かって突出するように配置され得る。このとき、複数の歯 3 1 2 は、所定の間隔で相互離隔してヨーク 3 1 1 の内周面に配置され得る。

10

【 0 0 8 8 】

したがって、いずれか一つの歯 3 1 2 と隣接するように配置される他の一つの歯 3 1 2 との間には、コイル 3 2 0 が捲線される空間が形成され得る。ここで、前記空間は、スロット S を意味する。

【 0 0 8 9 】

そして、前記シュー 3 1 4 が互いに離隔して配置されることによって、前記スロット S の開口部が形成され得る。ここで、前記開口部は、スロットオープン O を意味する。

【 0 0 9 0 】

したがって、スロットオープン O は、いずれか一つのシュー 3 1 4 の端点 P と隣接するように配置される他の一つのシュー 3 1 4 の端点 P との間の空間を意味し、前記スロットオープン O は、回転軸 5 0 0 の中心 C を基準に所定の角度  $\theta_1$  を形成する。ここで、前記角度  $\theta_1$  は、回転軸 5 0 0 の中心 C を基準に  $4 \text{ deg.}$  (度) であり得る。

20

【 0 0 9 1 】

図 1 3 に示すように、前記角度  $\theta_1$  は、スロットオープン O の幅 W 2 を示し、前記幅 W 2 は、スロットオープン O の一側から他側までの距離を意味する。

【 0 0 9 2 】

ボディー 3 1 3 には、コイル 3 2 0 が捲線されることができる。このとき、前記ボディー 3 1 3 には、インシュレーター 3 3 0 が配置され得る。前記インシュレーター 3 3 0 は、ボディー 3 1 3 とコイル 3 2 0 を絶縁させる。

【 0 0 9 3 】

そして、ボディー 3 1 3 は、ヨーク 3 1 1 から中心 C に向かって突出するように配置され得る。

30

【 0 0 9 4 】

シュー 3 1 4 は、ボディー 3 1 3 の端部から延長されるように形成され得る。そして、シュー 3 1 4 は、マグネット 4 2 0 と対向するように配置され得る。

【 0 0 9 5 】

そして、シュー 3 1 4 には、複数の溝 3 1 5 が配置され得る。軸方向から見ると、溝 3 1 5 は、半円形に形成され得る。図 1 2 に示すように、シュー 3 1 4 は、マグネット 4 2 0 と対向するように配置されるが、所定の間隔でマグネット 4 2 0 と離隔して配置され得る。これに応じて、シュー 3 1 4 の内側面とマグネット 4 2 0 の外側面との間には、エアギャップ G が形成され得る。

40

【 0 0 9 6 】

このとき、エアギャップ G は、シュー 3 1 4 とローター 4 0 0 との間の間隔を意味し得る。好ましくは、エアギャップ G は、シュー 3 1 4 とマグネット 4 2 0 との間の間隔を意味し得る。ここで、内側とは、中心 C を基準に中心 C に向かって配置される方向を意味し、外側とは、内側とは反対の方向を意味し得る。

【 0 0 9 7 】

溝 3 1 5 は、シュー 3 1 4 に 2 つが形成され得る。このとき、2 つの溝 3 1 5 は、円周方向を基準にシュー 3 1 4 の幅中心とステーターコア 3 1 0 の中心 C を経る基準線 L を基準に対称になるように配置され得る。

50

## 【 0 0 9 8 】

溝 3 1 5 は、磁束密度の変化を引き起こすスロットオープン O と対応する役割をすることにより、静磁気エネルギー変化（変動量）を減らす役割を行う。これに応じて、溝 3 1 5 は、単位周期当たりコギングトルクの波形の振動数を増やしてコギングトルクを大きく減らす役割をする。

## 【 0 0 9 9 】

図 1 5 は、実施例によるモーターと溝が形成されないモーターのトルクを比較する図面であって、図 1 5 の（ a ）は、溝が形成されないモーターの脈動を示す図面であり、図 1 5 の（ b ）は、実施例によるモーターの脈動を示す図面である。

## 【 0 1 0 0 】

図 1 5 を参照してよく見ると、コギングトルクおよびトルクリップルについてのトルクの脈動（繰り返しトルク波形）は、極（マグネット数）とスロットの数の最小公倍数値として計算できるが、図 1 5 の（ a ）に示すように、溝 3 1 5 が形成されない 6 極 9 スロットのモーターの場合、最小公倍数である 1 8 が脈動にあたる。ここで、前記脈動は、ピークを形成する波形の反復回数を意味し得る。

## 【 0 1 0 1 】

そして、図 1 5 の（ b ）に示すように、実施例によるモーター 1 の場合、シュー 3 1 4 ごとに 2 つの溝 3 1 5 が形成されているため、6 極 2 7 スロットの最小公倍数である 5 4 が脈動にあたる。

## 【 0 1 0 2 】

したがって、前記モーター 1 は、脈動の震動回数が 3 倍に増えるためコギングトルクを大きく減らすことができる。

## 【 0 1 0 3 】

一方、溝 3 1 5 は、回転軸 5 0 0 の方向に形成され得る。図 1 4 に示すように、溝 3 1 5 は、ステーターコア 3 1 0 の上端から下端まで高さ方向（軸方向）に沿って長く配置され得る。このとき、溝 3 1 5 は、半円柱形状に形成され得る。

## 【 0 1 0 4 】

したがって、図 1 2 および図 1 3 に示すように、溝 3 1 5 の横断面は、半円形の形状に形成され得る。これに応じて、溝 3 1 5 は、溝 3 1 5 の中心 C 1 を基準に所定の半径 R を有するように形成され得る。

## 【 0 1 0 5 】

これにより、半円形の溝 3 1 5 は、横の長さが横方向（半径方向）で同一であるため、コギングトルクを減少させるのに有利である。ここで、前記横方向は、前記軸方向に対して垂直の方向であり得る。

## 【 0 1 0 6 】

図 1 6 は、実施例によるモーターに形成された溝の半径とエアギャップの間隔によるコギングトルクとトルクリップルを示す図面であって、図 1 6 の（ a ）は、溝の半径とエアギャップの間隔によるコギングトルクを示す図面であり、図 1 6 の（ b ）は、溝の半径とエアギャップの間隔によるトルクリップルを示す図面である。

## 【 0 1 0 7 】

図 1 7 は、実施例によるモーターに形成された溝の半径とエアギャップの間隔によるトルクを比較する図面であって、図 1 7 の（ a ）は、溝の半径とエアギャップの間隔が異なる場合によるモーターのトルクを示す図面であり、図 1 7 の（ b ）は、溝の半径とエアギャップの間隔が同じである場合によるモーターのトルクを示す図面である。

## 【 0 1 0 8 】

一方、溝 3 1 5 の半径 R は、エアギャップ G の間隔 D に対応して形成され得る。ここで、エアギャップ G の間隔 D は、マグネット 4 2 0 の幅中心とシュー 3 1 4 との間隔であり得る。

## 【 0 1 0 9 】

溝 3 1 5 の半径 R は、エアギャップ G の間隔 D 対比 0 . 9 ないし 1 . 1 で形成され得る

10

20

30

40

50

**【 0 1 1 0 】**

**【 0 1 1 1 】**

10

【 0 1 1 2 】

**【 0 1 1 3 】**

20

【 0 1 1 4 】

【 0 1 1 5 】

30

【 0 1 1 6 】

**【 0 1 1 7 】**

【 0 1 1 8 】

40

【 0 1 1 9 】

【 0 1 2 0 】

50

例えば、前記第1角度 1が4deg.の場合、前記第2角度 2は、1.8deg.ないし2.2deg.の範囲で形成され得る。好ましくは、前記第2角度 2は、2.0deg.で形成され得る。

【0121】

したがって、溝315の中心C1は、シュー314の一側端点Pから前記第1角度 1対比0.45ないし0.55で形成され得る。好ましくは、溝315の中心C1は、シュー314の一側端点Pから前記第1角度 1対比0.5で形成され得る。

【0122】

図18は、実施例によるモーターに形成された溝の中心C1の位置によるコギングトルクとトルクリップルを示す図面である。このとき、溝315の数は、2つであり、溝315の半径RとエアギャップGの間隔Dは、0.5mmで同一であり、スロットオープンOの第1角度 1は、4deg.である。

【0123】

図18の(a)に示すように、溝315の中心C1の位置がシュー314の一側端点Pから2.0deg.に位置するときを変曲点として、コギングトルクは増加する。

【0124】

したがって、溝315の中心C1の位置がシュー314の一側端点Pから1.8deg.ないし2.2deg.の範囲に存在するとき、前記モーター1は、効果的な性能を発揮することができる。好ましくは、溝の中心C1の位置がシュー314の一側端点Pから2.0deg.に位置するとき、コギングトルクは、最低値を有することになり、前記モーター1は、最適の性能を発揮することができる。

【0125】

図18の(b)に示すように、溝315の中心C1の位置がシュー314の一側端点Pから1.8deg.ないし2.5deg.の範囲で約100mNmのトルクリップル値を維持する。

【0126】

したがって、前記モーター1のコギングトルクとトルクリップルを考慮するとき、シュー314の一側端点Pから1.8deg.ないし2.2deg.に位置する溝315の中心C1の範囲は、最適範囲で確認できる。特に、溝315の中心C1の位置がシュー314の一側端点Pから2.0deg.に位置するとき、コギングトルクは、最低値を有することになり、前記モーター1は、最適の性能を発揮することができる。

【0127】

以下、図19ないし図22を参照して、前記モーター1の性能について説明する。

【0128】

図19および図20を参照してよく見ると、溝がないモーターと比較するとき、前記モーター1のように溝315が備えられた場合、コギングトルクは、79%減少し、トルクリップルは、39.7%減少したことを確認できる。また、前記コギングトルクおよびトルクリップル以外の値の変化量は、わずかであることを確認できる。

【0129】

したがって、前記モーター1は、溝がないモーターに比べて性能上には差がないながらも、コギングトルク(Cogging Torque)とトルクリップル(Torque Ripple)を減少させ、品質を向上させることができる。

【0130】

図21および図22を参照してよく見ると、四角形の溝(Square Notch)が形成されたモーターと比較するとき、前記モーター1のように前述した半円形の溝315が備えられた場合、コギングトルクは、67.4%減少し、トルクリップルは、2.5%増加したことを確認できる。また、前記コギングトルクおよびトルクリップル以外の値の変化量は、わずかであることを確認できる。

【0131】

ここで、四角形の溝は、一辺の長さとは対角線の長さで差がある。特に、四角形の溝の中

10

20

30

40

50

心を基準に半径方向の辺の長さ対角線の長さで差がある。

【0132】

すなわち、四角形の溝は、横の長さが方向別に差があるため、前記モーター1の半円形の溝315がコギングトルクの側面でさらに効果がある。

【0133】

したがって、前記モーター1は、四角形の溝が形成されたモーターに比べて性能上には差がないながらも、コギングトルク (Cogging Torque) を減少させ、品質を向上させることができる。

【0134】

前記では、本発明の実施例を参照して説明したが、当該の技術分野の通常の知識を有する者は、下記の特許請求の範囲に記載された本発明の思想および領域から逸脱しない範囲内で本発明を様々に修正および変更させる可能性があることを理解するべきである。そして、このような修正と変更に係る相違点を添付された請求範囲で規定する本発明の範囲に含まれるものと解釈されるべきである。

10

【符号の説明】

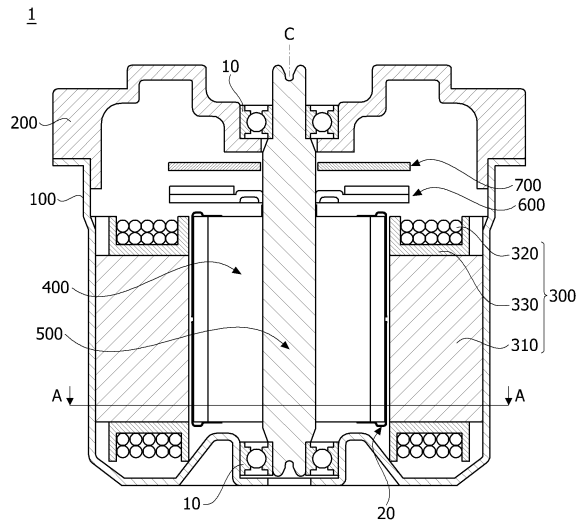
【0135】

- 1 : モーター
- 10 : ベアリング
- 100 :ハウジング
- 200 : ブラケット
- 300 : スターター
- 310 : スターターコア
- 311 : ヨーク
- 312 : 歯
- 313 : ボディー
- 314 : シュー
- 315 : 溝
- 320 : コイル
- 400 : ローター
- 410 : ローターコア
- 420 : マグネット
- 500 : 回転軸
- 600 : センシングマグネット組立体
- 700 : 印刷回路基板

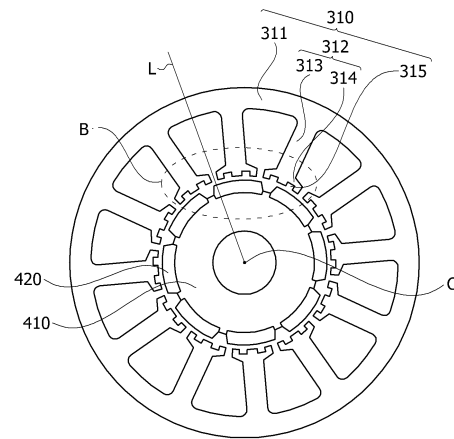
20

30

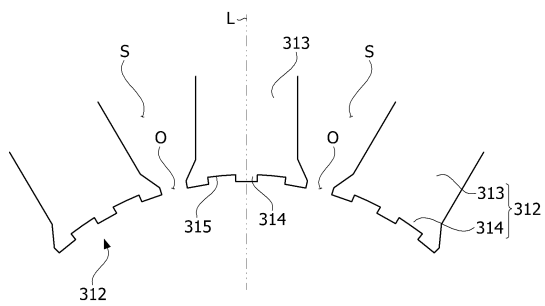
【図 1】



【図 2】



【図 3】



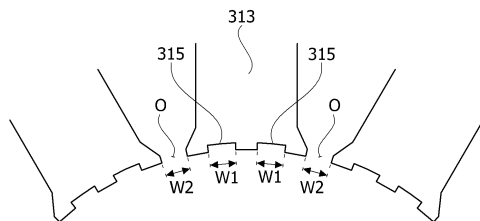
【図 4】

極数	スロット数	コギングメイン次数
8	12	24

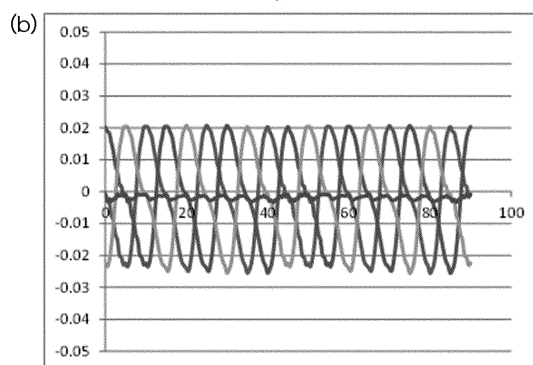
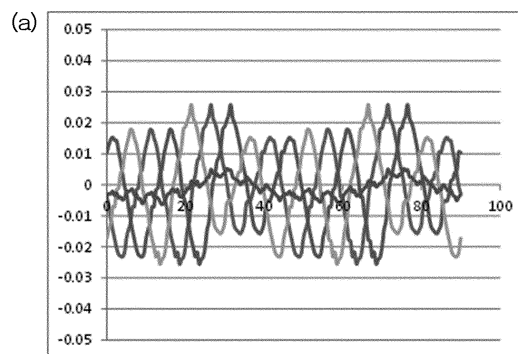


極数	スロット数 (2つの溝)	コギングメイン次数
8	12	72

【図 5】

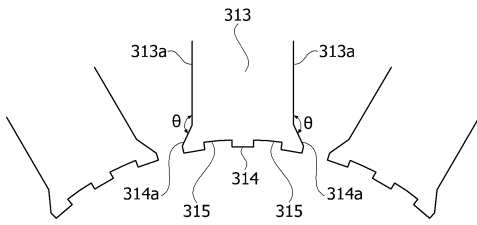


【図 6】

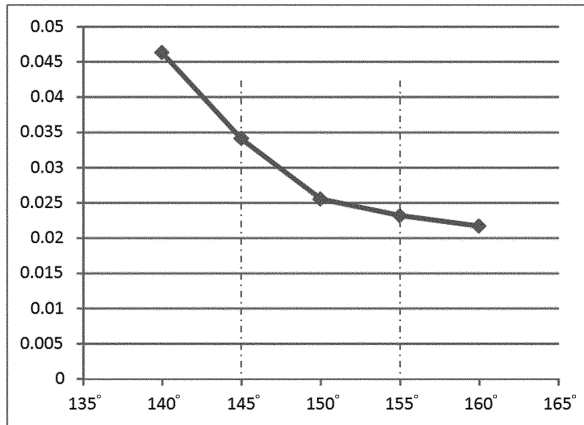




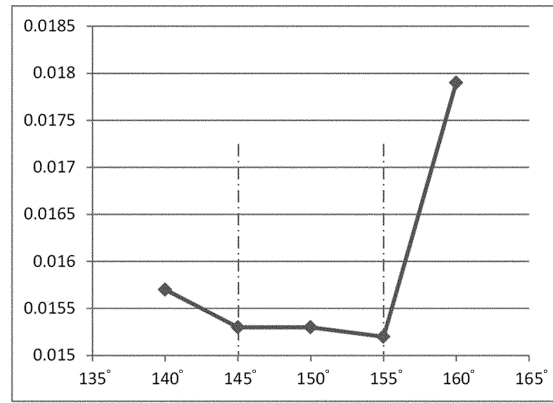
【図 7】



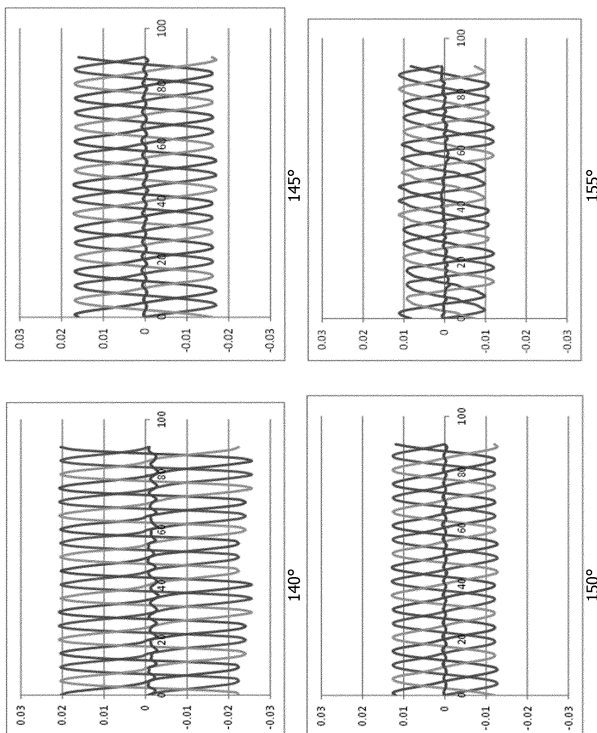
【図 8】



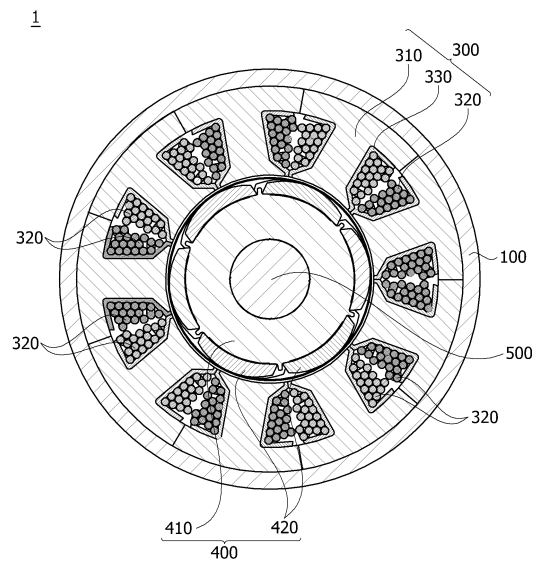
【図 9】



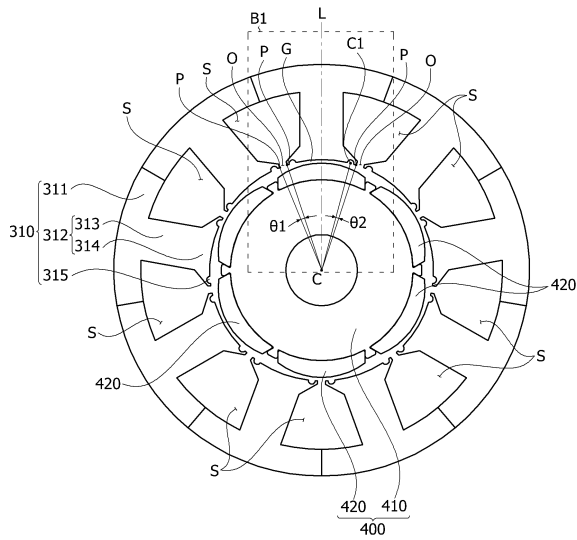
【図 10】



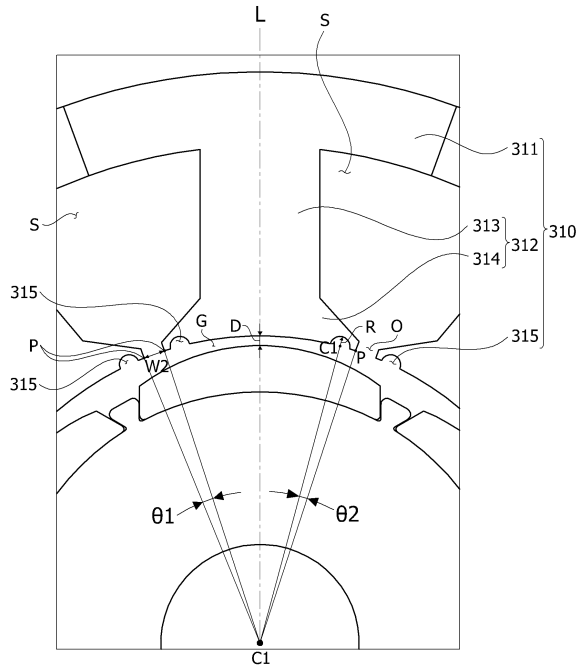
【図 11】



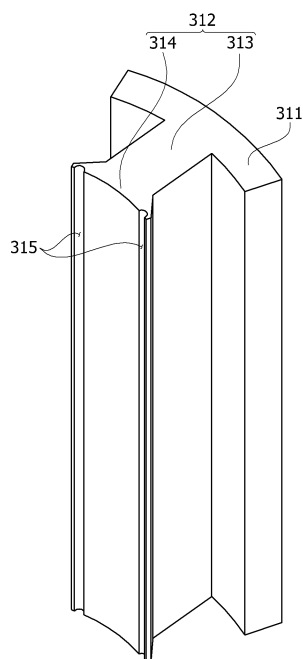
【図 12】



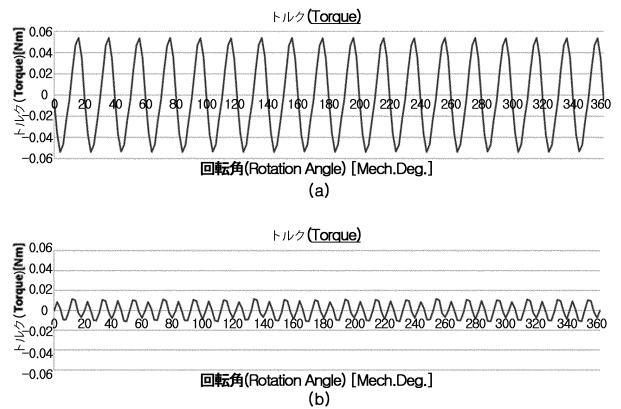
【図 13】



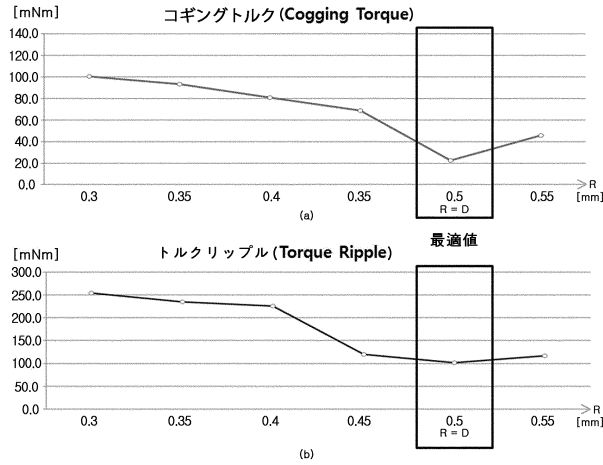
【図 14】



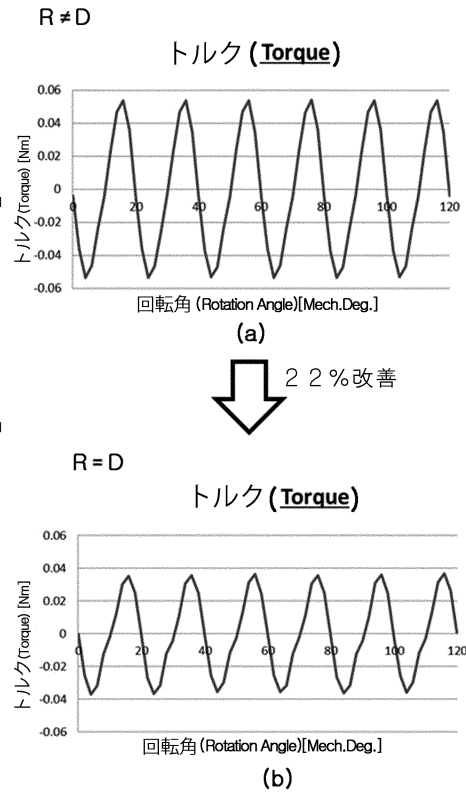
【図 15】



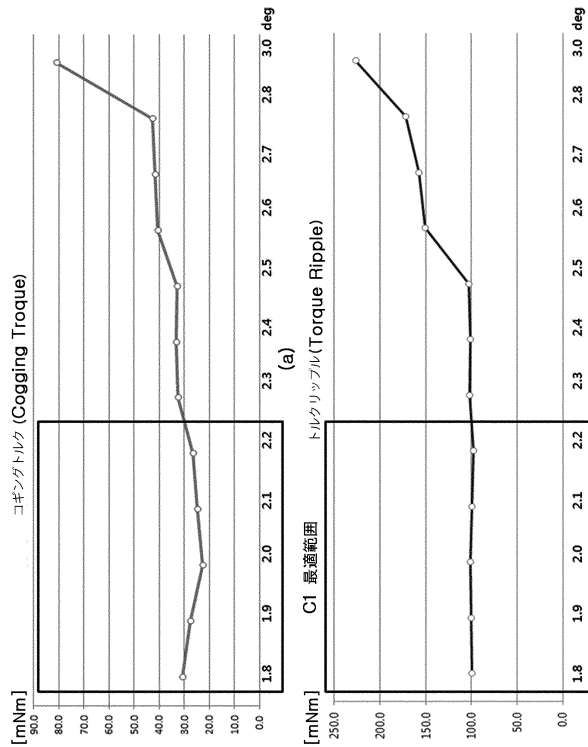
【図 16】



【図 17】



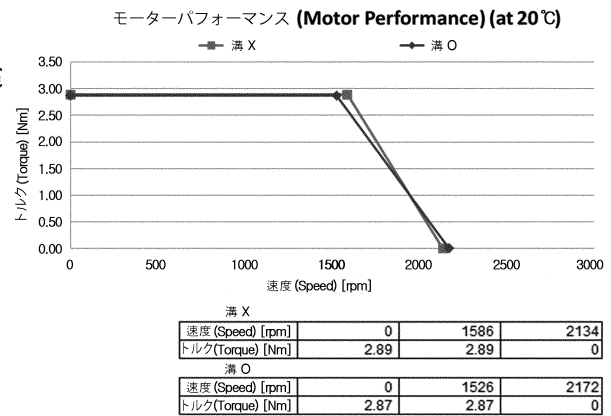
【図 18】



【図 19】

	コギングトルク (Cogging Torque) (mNm)	逆起電力 ( $E_b$ ) (Vs/rad)	トルク (Torque) (Nm)	トルクリップル (Torque Ripple) (mNm)	定格速度 (Base Speed) (rpm)
① 満 X	107.7	0.0480	2.89	168.5	1586
② 満 O	22.6	0.0472	2.87	101.6	1526
比率 [%]	79.0 ↓	1.7 ↓	0.7 ↓	39.7 ↓	3.8 ↓

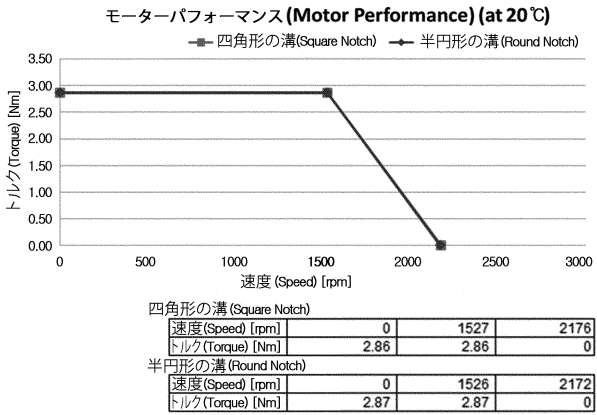
【図 20】



【図 2 1】

	コギングトルク (Cogging Torque) (mNm)	逆起電力 ( $K_e$ ) (Vs/rad)	トルク (Torque) (Nm)	トルクリップル (Torque Ripple) (mNm)	定格速度 (Base Speed) (rpm)
① 四角形の溝 (Square Notch)	69.4	0.0471	2.86	99.1	1527
② 半円形の溝 (Round Notch)	22.6	0.0472	2.87	101.6	1526
比率 [%]	67.4 ↓	0.2 ↑	0.3 ↑	2.5 ↑	0.1 ↓

【図 2 2】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100151448  
弁理士 青木 孝博
- (74)代理人 100183519  
弁理士 櫻田 芳恵
- (74)代理人 100196483  
弁理士 川崎 洋祐
- (74)代理人 100203035  
弁理士 五味渕 琢也
- (74)代理人 100185959  
弁理士 今藤 敏和
- (74)代理人 100160749  
弁理士 飯野 陽一
- (74)代理人 100160255  
弁理士 市川 祐輔
- (74)代理人 100202267  
弁理士 森山 正浩
- (74)代理人 100146318  
弁理士 岩瀬 吉和
- (72)発明者 ウ, シュンフン  
大韓民国 04637, ソウル, ジュン - グ, ファムーロ, 98, エルジー ソウルステーション  
ビルディング, セブンティーンズ フロア
- (72)発明者 ピョン, チンス  
大韓民国 04637, ソウル, ジュン - グ, ファムーロ, 98, エルジー ソウルステーション  
ビルディング, セブンティーンズ フロア

審査官 宮崎 賢司

- (56)参考文献 韓国公開特許第10 - 2015 - 0104240 (KR, A)  
特開平08 - 308198 (JP, A)  
特開平08 - 214525 (JP, A)  
特開2015 - 70663 (JP, A)  
国際公開第2008 / 050637 (WO, A1)  
特開平10 - 042531 (JP, A)  
特開2001 - 339921 (JP, A)  
中国特許出願公開第103683562 (CN, A)  
特開2012 - 29515 (JP, A)  
特開2010 - 172063 (JP, A)  
米国特許出願公開第2010 / 0156226 (US, A1)  
特開2009 - 189163 (JP, A)  
特開2004 - 274963 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1 / 14  
H02K 21 / 14