

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7617566号
(P7617566)

(45)発行日 令和7年1月20日(2025.1.20)

(24)登録日 令和7年1月9日(2025.1.9)

(51)国際特許分類	F I		
H 0 2 K 21/24 (2006.01)	H 0 2 K	21/24	M
H 0 2 K 16/02 (2006.01)	H 0 2 K	21/24	G
H 0 2 K 3/26 (2006.01)	H 0 2 K	16/02	
	H 0 2 K	3/26	D

請求項の数 36 (全24頁)

(21)出願番号	特願2021-523485(P2021-523485)	(73)特許権者	518109826
(86)(22)出願日	令和1年10月30日(2019.10.30)		イー・サーキット モーターズ, インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2022-506263(P2022-506263 A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02494, ニーダム ハイツ, チャールズ ストリート 10
(43)公表日	令和4年1月17日(2022.1.17)	(74)代理人	100078282
(86)国際出願番号	PCT/US2019/058716		弁理士 山本 秀策
(87)国際公開番号	WO2020/092470	(74)代理人	100113413
(87)国際公開日	令和2年5月7日(2020.5.7)		弁理士 森下 夏樹
審査請求日	令和4年10月26日(2022.10.26)	(74)代理人	100181674
(31)優先権主張番号	62/754,051		弁理士 飯田 貴敏
(32)優先日	平成30年11月1日(2018.11.1)	(74)代理人	100181641
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 石川 大輔
(31)優先権主張番号	16/665,763	(74)代理人	230113332
(32)優先日	令和1年10月28日(2019.10.28)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 周期的トルク要件のためのステータおよびロータ設計

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータまたは発電機であって、前記モータまたは発電機は、
 回転軸を有するロータであって、前記ロータは、前記回転軸に平行なロータ磁束を発生させるように構成され、前記ロータ磁束のプロファイルは、前記回転軸のまわりに周方向に変化し、前記ロータはさらに、前記ロータ磁束がピーク値を有する1つ以上の場所が、前記回転軸のまわりに、かつ、前記周方向に対して不均一に、分配されるように、構成される、ロータと、

前記ロータ磁束と異なる、前記回転軸に平行なステータ磁束を発生させるように構成されたステータと

を備え、

前記ステータ磁束のプロファイルは、前記回転軸のまわりに前記周方向に変化し、前記ステータはさらに、前記ステータ磁束がピーク値を有する1つ以上の場所が、前記回転軸のまわりに、かつ、前記周方向に対して不均一に、分配されるように、構成される、モータまたは発電機。

【請求項2】

前記ロータは、1つ以上の磁石セグメントを備え、前記1つ以上の磁石セグメントは、前記1つ以上の磁石セグメントが前記回転軸のまわりの角度の関数として不均一に分配されるように、前記回転軸のまわりに周方向に分配され、前記1つ以上の磁石セグメントの各々は、前記ロータ磁束のそれぞれの部分を発生させる、請求項1に記載のモータまたは

発電機。

【請求項 3】

前記ステータは、1つ以上の印刷回路基板セグメントを備え、前記1つ以上の印刷回路基板セグメントは、前記1つ以上の印刷回路基板セグメントが前記回転軸のまわりの角度の関数として不均一に分配されるように、前記回転軸のまわりに周方向に分配される、請求項1に記載のモータまたは発電機。

【請求項 4】

前記ステータは、電流を印加されると前記ステータ磁束の1つ以上のそれぞれの部分を発生させるために、少なくとも1つの誘電体層上に配置された伝導性トレースを備えている、請求項1に記載のモータまたは発電機。

10

【請求項 5】

前記伝導性トレースは、前記少なくとも1つの誘電体層上に配置され、電源に結合されることによって、前記電源によって出力される電流の多相セットに対応する回転する磁束を発生させる、請求項4に記載のモータまたは発電機。

【請求項 6】

前記ロータおよび前記ステータは、前記ロータが一定の速度で前記ステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、前記ロータ磁束と前記ステータ磁束との相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるように構成されている、請求項1～5のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

20

【請求項 7】

前記ロータおよび前記ステータは、前記ロータが前記回転軸のまわりに完全な機械的回転を通して回転すると、前記ステータに対する前記ロータの角度位置の関数として非周期的に変化する、前記ロータと前記ステータとの間のトルク能力を提供するように構成されている、請求項1～5のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

【請求項 8】

前記ロータは、少なくとも、前記回転軸に平行な第1の方向に前記ロータ磁束のそれぞれの部分を発生させるように配向された第1、第2、および第3の磁石を備え、

前記第1の磁石と前記第2の磁石との間に角度的に位置付けられている、前記第1の方向に磁束を発生させるように配向されている他の磁石がなく、

前記第2の磁石と前記第3の磁石との間に角度的に位置付けられている、前記第1の方向に磁束を発生させるように配向されている他の磁石がなく、

30

前記第1の磁石と前記第2の磁石との間の第1の距離は、前記第2の磁石と前記第3の磁石との間の第2の距離の少なくとも2倍である、請求項1～5のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

【請求項 9】

前記ステータは、第1の極性の電流を印加されると、少なくとも、前記回転軸に平行な第2の方向に前記ステータ磁束のそれぞれの部分を発生させるように配向された第1、第2、および第3の巻線を備え、

前記第1の極性の電流を印加されると、前記第1の巻線と前記第2の巻線との間に角度的に位置付けられている、前記第2の方向に磁束を発生させるように配向されている他の巻線がなく、

40

前記第1の極性の電流を印加されると、前記第2の巻線と前記第3の巻線との間に角度的に位置付けられている、前記第2の方向に磁束を発生させるように配向されている他の巻線がなく、

前記第1の巻線と前記第2の巻線との間の第3の距離は、前記第2の巻線と前記第3の巻線との間の第4の距離の少なくとも2倍である、請求項8に記載のモータまたは発電機。

【請求項 10】

前記ロータの第1の部分は、前記ロータに対する第1の場所において、前記回転軸に平行な第1のピーク磁束密度を発生させるように構成され、

前記ロータの第2の部分は、前記ロータに対する第2の場所において、前記回転軸に平

50

行な第 2 のピーク磁束密度を発生させるように構成され、

前記ステータの第 1 の部分は、前記ステータに対する第 3 の場所において、前記回転軸に平行な第 3 のピーク磁束密度を発生させるように構成され、

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 2 のトルク能力よりも大きくなるように構成されている、請求項 1 ~ 5 のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

【請求項 1 1】

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力よりも少なくとも 2 5 パーセント大きくなるように構成されている、請求項 1 0 に記載のモータまたは発電機。

10

【請求項 1 2】

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力の少なくとも 2 倍であるように構成されている、請求項 1 0 に記載のモータまたは発電機。

【請求項 1 3】

前記ステータの第 1 の部分は、前記ステータに対する第 1 の場所において、前記回転軸に平行な第 1 のピーク磁束密度を発生させるように構成され、

20

前記ステータの第 2 の部分は、前記ステータに対する第 2 の場所において、前記回転軸に平行な第 2 のピーク磁束密度を発生させるように構成され、

前記ロータの第 1 の部分は、前記ロータに対する第 3 の場所において、前記回転軸に平行な第 3 のピーク磁束密度を発生させるように構成され、

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 2 のトルク能力よりも大きくなるように構成されている、請求項 1 ~ 5 のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

30

【請求項 1 4】

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力よりも少なくとも 2 5 パーセント大きくなるように構成されている、請求項 1 3 に記載のモータまたは発電機。

【請求項 1 5】

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力の少なくとも 2 倍であるように構成されている、請求項 1 3 に記載のモータまたは発電機。

40

【請求項 1 6】

前記回転軸に平行な方向に沿って見たときに、前記ロータの断面は、第 1 の半円部分と第 2 の半円部分とを備える円形状であり、

前記ロータは、前記ロータ磁束を発生させるように構成および配置された複数の磁石を備え、前記複数の磁石は、前記ロータの前記第 1 の半円部分が前記ロータ磁束の第 1 の部分を発生させ、前記ロータの前記第 2 の半円部分が、前記第 1 の部分よりも実質的に多い、前記ロータ磁束の第 2 の部分を発生させるように配置されている、請求項 1 ~ 5 のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

【請求項 1 7】

前記回転軸に平行な方向に沿って見たときに、前記ロータの断面は、第 1 の半円部分と第

50

2の半円部分とを備える円形形状であり、

前記ロータの1つ以上の部分は、前記ロータの前記第1の半円部分の1つ以上の第1の角度場所においておよび前記ロータの前記第2の半円部分の0個以上の第2の角度場所において、前記回転軸に平行な第1の方向にピーク磁束密度を発生させるように構成され、前記1つ以上の第1の角度場所の量は、前記0個以上の第2の角度場所の量よりも多い、請求項1～5のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

【請求項18】

前記回転軸に平行な前記方向に沿って見たときに、前記ステータの断面は、第1の半円部分と第2の半円部分とを備える円形形状であり、

前記ステータの1つ以上の部分は、前記ステータの前記第1の半円部分の1つ以上の第3の角度場所においておよび前記ステータの前記第2の半円部分の0個以上の第4の角度場所において、前記回転軸に平行な第2の方向にピーク磁束密度を発生させるように構成され、前記1つ以上の第3の角度場所の量は、前記0個以上の第4の角度場所の量よりも多い、請求項17に記載のモータまたは発電機。

10

【請求項19】

前記回転軸に平行な方向に沿って見たときに、前記ロータの断面は、第1の半円部分と第2の半円部分とを備える円形形状であり、

前記ロータの前記第1の半円部分は、前記回転軸に平行な第1の方向に前記ロータ磁束のそれぞれの第1の部分を発生させるように配向された第1の量の磁石を含み、

前記ロータの前記第2の半円部分は、前記第1の方向に前記ロータ磁束のそれぞれの第2の部分を発生させるように配向された第2の量の磁石を含み、

20

前記第1の量は、前記第2の量よりも多い、請求項1～5のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

【請求項20】

前記回転軸に平行な前記方向に沿って見たときに、前記ステータの断面は、第1の半円部分と第2の半円部分とを備える円形形状であり、

前記ステータの前記第1の半円部分は、第1の極性の電流を印加されると、前記回転軸に平行な第2の方向に前記ステータ磁束のそれぞれの第1の部分を発生させるように配向された第3の量の巻線を含み、

前記ステータの前記第2の半円部分は、前記第1の極性の電流を印加されると、前記第2の方向に前記ステータ磁束のそれぞれの第2の部分を発生させるように配向された第4の量の巻線を含み、

30

前記第3の量は、前記第4の量よりも多い、請求項19に記載のモータまたは発電機。

【請求項21】

前記ロータは、前記ロータ磁束を発生させるように構成された1つ以上の磁石を備え、前記1つ以上の磁石は、前記1つ以上の磁石が前記回転軸のまわりの角度の関数として不均一に分配されるように、前記回転軸のまわりに周方向に分配され、

前記ステータは、電流を印加されると、前記ステータ磁束を発生させる1つ以上の巻線を備え、前記1つ以上の巻線は、前記1つ以上の巻線が前記回転軸のまわりの角度の関数として不均一に分配されるように、前記回転軸のまわりに周方向に分配されている、請求項1～5のうちのいずれかに記載のモータまたは発電機。

40

【請求項22】

方法であって、前記方法は、

軸方向磁束モータまたは発電機のロータの1つ以上の磁石を、前記ロータの回転軸のまわりに周方向に変化するプロファイルを有するロータ磁束を発生させるように配置することであって、前記1つ以上の磁石は、前記ロータ磁束がピーク値を有する1つ以上の場所が、前記回転軸のまわりに、かつ、前記周方向に対して不均一に、分配されるように、前記ロータ磁束を発生させるように構成および配置される、ことと、

前記軸方向磁束モータまたは発電機のステータの1つ以上の磁束生成巻線を、前記回転軸のまわりに前記周方向に変化するプロファイルを有するステータ磁束を発生させるよう

50

に配置することであって、前記1つ以上の磁束生成巻線は、前記ステータ磁束がピーク値を有する1つ以上の場所が、前記回転軸のまわりに、かつ、前記周方向に対して不均一に、分配されるように、前記ステータ磁束を発生させるように構成および配置される、こととを含む、方法。

【請求項23】

前記1つ以上の磁束生成巻線を配置することは、前記1つ以上の磁束生成巻線を含む1つ以上の印刷回路基板セグメントを、前記1つ以上の印刷回路基板セグメントが前記回転軸のまわりの角度の関数として不均一に分配されるように、前記回転軸のまわりに配置することを含む、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記1つ以上の磁束生成巻線を配置することは、前記ロータが一定の速度で前記ステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、前記ロータと前記ステータとによって発生させられる磁束の相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるように、前記1つ以上の磁束生成巻線を位置付けることを含む、請求項22～23のうちのいずれかに記載の方法。

【請求項25】

前記ロータと前記ステータとの間に提供されるトルク能力が、前記ロータが前記回転軸のまわりに完全な機械的回転を通して回転すると、前記ステータに対する前記ロータの角度位置の関数として非周期的に変化するよう、前記1つ以上の磁石および前記1つ以上の磁束生成巻線を位置付けることをさらに含む、請求項22～23のうちのいずれかに記載の方法。

【請求項26】

前記1つ以上の磁石を配置することは、

前記回転軸に平行な第1の方向に磁束を発生させるように、少なくとも第1、第2、および第3の磁石を配向することと、

前記第1の磁石と前記第2の磁石との間に角度的に位置付けられている、前記第1の方向に磁束を発生させるように配向されている他の磁石がないように、前記第1および第2の磁石を位置付けることと、

前記第2の磁石と前記第3の磁石との間に角度的に位置付けられている、前記第1の方向に磁束を発生させるように配向されている他の磁石がないように、前記第2および第3の磁石を位置付けることと、

前記第1の磁石と前記第2の磁石との間の第1の距離が、前記第2の磁石と前記第3の磁石との間の第2の距離の少なくとも2倍であるように、前記第1、第2および第3の磁石を位置付けることと

を含む、請求項22～23のうちのいずれかに記載の方法。

【請求項27】

前記1つ以上の磁束生成巻線を配置することは、

前記回転軸に平行な第2の方向に磁束を発生させるように、少なくとも第1、第2、および第3の磁束生成巻線を配向することと、

前記第1の磁束生成巻線と前記第2の磁束生成巻線との間に角度的に位置付けられている、前記第2の方向に磁束を発生させるように配向されている他の磁束生成巻線がないように、前記第1および第2の磁束生成巻線を位置付けることと、

前記第2の磁束生成巻線と前記第3の磁束生成巻線との間に角度的に位置付けられている、前記第2の方向に磁束を発生させるように配向されている他の磁束生成巻線がないように、前記第2および第3の磁束生成巻線を位置付けることと、

前記第1の磁束生成巻線と前記第2の磁束生成巻線との間の第3の距離は、前記第2の磁束生成巻線と前記第3の磁束生成巻線との間の第4の距離の少なくとも2倍であるように、前記第1、第2および第3の磁束生成巻線を位置付けることと

を含む、請求項26に記載の方法。

【請求項28】

10

20

30

40

50

前記 1 つ以上の磁石を配置することは、前記ロータに対する第 1 の場所において、前記回転軸に平行な第 1 のピーク磁束密度を発生させるように第 1 の磁石を位置付けることと、前記ロータに対する第 2 の場所において、前記回転軸に平行な第 2 のピーク磁束密度を発生させるように第 2 の磁石を位置付けることとを含み、

前記 1 つ以上の磁束生成巻線を配置することは、前記ステータに対する第 3 の場所において、前記回転軸に平行な第 3 のピーク磁束密度を発生させるように第 1 の磁束生成巻線を位置付けることとを含み、

前記 1 つ以上の磁石および前記 1 つ以上の磁束生成巻線は、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 2 のトルク能力よりも大きくなるように配置されている、請求項 2 2 ~ 2 3 のうちのいずれかに記載の方法。

10

【請求項 2 9】

前記 1 つ以上の磁石および前記 1 つ以上の磁束生成巻線は、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力よりも少なくとも 2 5 パーセント大きくなるように配置されている、請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記 1 つ以上の磁石および前記 1 つ以上の磁束生成巻線は、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力の少なくとも 2 倍であるように配置されている、請求項 2 8 に記載の方法。

20

【請求項 3 1】

前記 1 つ以上の磁束生成巻線を配置することは、前記ステータに対する第 1 の場所において、前記回転軸に平行な第 1 のピーク磁束密度を発生させるように第 1 の磁束生成巻線を位置付けることと、前記ステータに対する第 2 の場所において、前記回転軸に平行な第 2 のピーク磁束密度を発生させるように第 2 の磁束生成巻線を位置付けることとを含み、

前記 1 つ以上の磁石を配置することは、前記ロータに対する第 3 の場所において、前記回転軸に平行な第 3 のピーク磁束密度を発生させるように第 1 の磁石を位置付けることとを含み、

30

前記ロータおよび前記ステータは、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記ロータと前記ステータとの間の第 2 のトルク能力よりも大きくなるように構成されている、請求項 2 2 ~ 2 3 のうちのいずれかに記載の方法。

【請求項 3 2】

前記 1 つ以上の磁石および前記 1 つ以上の磁束生成巻線は、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力よりも少なくとも 2 5 パーセント大きくなるように配置されている、請求項 3 1 に記載の方法。

40

【請求項 3 3】

前記 1 つ以上の磁石および前記 1 つ以上の磁束生成巻線は、前記第 1 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 1 のトルク能力が、前記第 2 の場所が前記第 3 の場所と角度的に整列されるときの前記第 2 のトルク能力の少なくとも 2 倍であるように配置されている、請求項 3 1 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記回転軸に平行な方向に沿って見たときに、前記ロータの断面は、第 1 の半円部分と第 2 の半円部分とを備える円形形状であり、

前記 1 つ以上の磁石を配置することは、前記ロータの前記第 1 の半円部分が前記回転軸に平行な第 1 の方向に第 1 の量の磁束を発生させ、前記ロータの前記第 2 の半円部分が、

50

前記第 1 の方向に、前記第 1 の量よりも実質的に多い第 2 の量の磁束を発生させるように、前記 1 つ以上の磁石を位置付けることを含む、請求項 2 2 ~ 2 3 のうちのいずれかに記載の方法。

【請求項 3 5】

前記回転軸に平行な方向に沿って見たときに、前記ロータの断面は、第 1 の半円部分と第 2 の半円部分とを備える円形形状であり、

前記 1 つ以上の磁石を配置することは、

前記回転軸に平行な第 1 の方向にピーク磁束密度を発生させるように 1 つ以上の第 1 の磁石を配向することと、

前記ロータの前記第 1 の半円部分上の 1 つ以上の第 1 の角度場所において第 1 の量の前記 1 つ以上の第 1 の磁石を位置付けることと、

10

前記ロータの前記第 2 の半円部分上の 0 個以上の第 2 の角度場所において第 2 の量の前記 1 つ以上の第 1 の磁石を位置付けることと

を含み、

前記第 2 の量は、前記第 1 の量よりも多い、請求項 2 2 ~ 2 3 のうちのいずれかに記載の方法。

【請求項 3 6】

前記回転軸に平行な方向に沿って見たときに、前記ステータの断面は、第 1 の半円部分と第 2 の半円部分とを備える円形形状であり、

前記 1 つ以上の磁束生成巻線を配置することは、

20

前記回転軸に平行な第 1 の方向にピーク磁束密度を発生させるように 1 つ以上の第 1 の磁束生成巻線を配向することと、

前記ステータの前記第 1 の半円部分上の 1 つ以上の第 3 の角度場所において第 3 の量の前記 1 つ以上の磁束生成巻線を位置付けることと、

前記ステータの前記第 2 の半円部分上の 0 個以上の第 4 の角度場所において第 4 の量の前記 1 つ以上の磁束生成巻線を位置付けることと

を含み、

前記第 3 の量は、前記第 4 の量よりも多い、請求項 2 2 ~ 2 3 のうちのいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本願は、2018年11月1日出願され、「PLANAR STATOR AND ROTOR DESIGN FOR PERIODIC TORQUE REQUIREMENTS」と題された米国仮出願第62/754,051号の第35 U.S.C. § 119(e)号に基づく利益を主張する。本願は、2019年4月8日出願され、「STRUCTURES AND METHODS FOR CONTROLLING LOSSES IN PRINTED CIRCUIT BOARDS」と題された米国特許出願第16/378,294号の一部継続出願であり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、それは、2018年10月19日出願され、現在米国特許第10,256,690号である「STRUCTURES AND METHODS FOR CONTROLLING LOSSES IN PRINTED CIRCUIT BOARDS」と題された米国特許出願第16/165,745号の継続出願であり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、それは、2017年12月22日出願され、現在米国特許第10,170,953号である「PLANAR COMPOSITE STRUCTURES AND ASSEMBLIES FOR AXIAL FLUX MOTORS AND GENERATORS」と題された米国特許出願第15/852,972号の継続出願であり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、それは、2017年7月10日出願され、「STRUCTURES AND METHOD

40

50

S OF STACKING SUBASSEMBLIES IN PLANAR COMPOSITE STATORS TO OBTAIN HIGHER WORKING VOLTAGES」と題された米国仮出願第62/530,552号の第35 U.S.C. § 119(e)号に基づく利益を主張し、それは、2017年6月1日に出願され、現在米国特許第9,859,763号である「STRUCTURES AND METHODS FOR CONTROLLING LOSSES IN PRINTED CIRCUIT BOARDS」と題された米国特許出願第15/611,359号の一部継続出願でもあり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、その(A)は、2016年9月30日に出願され、現在米国特許第9,800,109号である「STRUCTURES AND METHODS FOR CONTROLLING LOSSES IN PRINTED CIRCUIT BOARDS」と題された米国特許出願第15/283,088号の一部継続出願であり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、それは、2016年6月30日に出願され、現在米国特許第9,673,684号である「STRUCTURES AND METHODS FOR THERMAL MANAGEMENT IN PRINTED CIRCUIT BOARD STATORS」と題された米国特許出願第15/199,527号の一部継続出願であり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、これはまた、2015年10月2日に出願され、「STRUCTURES TO REDUCE LOSSES IN PRINTED CIRCUIT BOARD WINDINGS」と題された(1)米国仮特許出願第62/236,407号および2015年10月2日に出願され、「STRUCTURES FOR THERMAL MANAGEMENT IN PRINTED CIRCUIT BOARD STATORS」と題された(2)米国仮特許出願第62/236,422号の各々の第35 U.S.C. § 119(e)号に基づく利益を主張し、その(B)は、2016年7月12日に出願され、現在米国特許第9,673,688号である「APPARATUS AND METHOD FOR FORMING A MAGNET ASSEMBLY」と題された米国特許出願第15/208,452号の一部継続出願であり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、それは、2016年1月6日に出願され、「ALIGNMENT OF MAGNETIC COMPONENTS IN AXIAL FLUX MACHINES WITH GENERALLY PLANAR WINDINGS」と題された米国仮特許出願第62/275,653号の第35 U.S.C. § 119(e)号に基づく利益を主張する。本願は、2018年5月18日に出願され、米国特許出願公開第US 2018/0351441号として公開され、「PRE-WARPED ROTORS FOR CONTROL OF MAGNET-STATOR GAP IN AXIAL FLUX MACHINES」と題された米国特許出願第15/983,985号の一部継続出願でもあり、その第35 U.S.C. § 120号に基づく利益を主張し、それは、2017年6月5日に出願され、「PRE-WARPED ROTORS FOR CONTROL OF MAGNET-STATOR GAP IN AXIAL FLUX MACHINES」と題された(1)米国仮特許出願第62/515,251号および2017年6月5日に出願され、「AIR CIRCULATION IN AXIAL FLUX MACHINES」と題された(2)米国仮特許出願第62/515,256号の各々への第35 U.S.C. § 119(e)号に基づく利益を主張する。前述の出願、公開、および特許の各々の内容は、あらゆる目的のために、本明細書に参照することによってその全体として本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

米国特許第7,109,625号(「第'625号特許」)(特許文献1)を含むいくつかの特許によって説明される永久磁石軸方向磁束モータおよび発電機は、交互する南北極を特徴とする磁石間に挿入される略平面印刷回路基板ステータ(PCS)を特徴とする。これらの印刷回路基板ステータは、ステータの外側縁から固定フレームに支持されるとき

、孔を有し、ロータを連結するシャフトが、その孔を通る。代替実施形態は、内側および外側半径の役割を入れ替えることであり、ステータの内側半径が支持され、ロータがステータを内包する状況をもたらす。シャフトは、この構成において外側半径に事実上移動させられ、時として、「外側ランナ」と呼ばれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許第7,109,625号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、例えば、以下を提供する。

(項目1)

モータまたは発電機であって、前記モータまたは発電機は、
 回転軸を有するロータであって、前記ロータは、前記回転軸に平行な第1の磁束を発生させるように構成されている、ロータと、
 前記回転軸に平行な第2の磁束を発生させるように構成されたステータと
 を備え、
 前記ロータまたは前記ステータのうちの少なくとも1つは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された磁束プロファイルを発生させるように構成されている、モータまたは発電機。

(項目2)

前記ロータは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された第1の磁束プロファイルを発生させるように構成されている、項目1に記載のモータまたは発電機。

(項目3)

前記ロータは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された1つ以上の磁石セグメントを備えている、項目2に記載のモータまたは発電機。

(項目4)

前記1つ以上の磁石セグメントの各々は、前記第1の磁束が最大密度を有するそれぞれの表面場所を有し、前記それぞれの表面場所は、前記回転軸のまわりに不均一に分配されている、項目3に記載のモータまたは発電機。

(項目5)

前記ロータは、前記ロータが実質的に一定の速度で前記ステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、前記第1の磁束と前記第2の磁束との相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるように構成されている、項目2に記載のモータまたは発電機。

(項目6)

前記ステータは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された第2の磁束プロファイルを発生させるように構成されている、項目2に記載のモータまたは発電機。

(項目7)

前記ステータは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された磁束プロファイルを発生させるように構成されている、項目1に記載のモータまたは発電機。

(項目8)

前記ステータは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された1つ以上の印刷回路基板セグメントを備えている、項目7に記載のモータまたは発電機。

(項目9)

前記ステータは、電流を印加されると前記第2の磁束を発生させるために、少なくとも1つの誘電体層上に配置された伝導性トレースを備えている、項目1に記載のモータまたは発電機。

(項目10)

10

20

30

40

50

前記ステータは、前記伝導性トレースが電流を印加された任意の所与の時点で、前記第2の磁束の最大密度の1つ以上の場所が、前記回転軸のまわりに不均一に分配されるように構成されている、項目9に記載のモータまたは発電機。

(項目11)

前記伝導性トレースは、前記少なくとも1つの誘電体層上に配置され、電源に結合されることによって、前記電源によって出力される電流の3つの相に対応する前記第2の磁束の3つの相を発生させる、項目10に記載のモータまたは発電機。

(項目12)

前記ステータは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された1つ以上の印刷回路基板セグメントを備えている、項目10に記載のモータまたは発生器。

(項目13)

前記ロータまたは前記ステータのうちの少なくとも1つは、前記ロータが一定の速度で前記ステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、前記第1の磁束と前記第2の磁束との相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるように構成されている、項目1に記載のモータまたは発電機。

(項目14)

方法であって、前記方法は、軸方向磁束モータまたは発電機のロータの回転軸のまわりにステータの1つ以上の磁束生成巻線を不均一に配置することを含む、方法。

(項目15)

前記1つ以上の磁束生成巻線を配置することは、前記回転軸のまわりに前記巻線を含む1つ以上の印刷回路基板セグメントを不均一に配置することを含む、項目14に記載の方法。

(項目16)

前記ロータは、前記回転軸のまわりに不均一に配置された磁石を備えている、項目15に記載の方法。

(項目17)

前記1つ以上の印刷回路基板セグメントを配置することは、前記巻線が電流を印加された任意の所与の時点で、前記第2の磁束の最大密度の1つ以上の場所が前記回転軸のまわりに不均一に分配されるように、前記1つ以上の印刷回路基板セグメントを配置することをさらに含む、項目15に記載の方法。

(項目18)

前記1つ以上の磁束生成巻線を配置することは、前記ロータが一定の速度で前記ステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、前記ロータと前記ステータとによって発生させられる磁束の相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるように、前記1つ以上の磁束生成巻線を配置することを含む、項目14に記載の方法。

(項目19)

モータまたは発電機における使用のためのロータであって、前記ロータは、支持構造と、

1つ以上の磁石セグメントと

を備え、

前記1つ以上の磁石セグメントは、前記支持構造によって支持され、前記1つ以上の磁石セグメントは、ステータと組み立てられると、前記支持構造が回転する回転軸に平行な第1の磁束を発生させ、前記ステータは、前記回転軸に平行な第2の磁束を発生させ、前記1つ以上の磁石セグメントは、前記回転軸のまわりに不均一に分配された磁束プロフィールを発生させるように構成および配置されている、ロータ。

(項目20)

前記1つ以上の磁石セグメントは、少なくとも第1の磁石セグメントと、前記第1の磁石セグメントから間隔を置かれた第2の磁石セグメントとを含み、前記第1の磁石セグメントは、前記第2の磁石セグメントより多数の隣接する磁石を含む、項目19に記載のロータ。

10

20

30

40

50

本明細書に開示される実施形態の目的、側面、特徴、および利点は、同様の参照番号が、類似する、または同じ要素を識別する以下の発明を実施するための形態、添付される請求項、および付随の図からより完全に明白となるであろう。図と関連して本明細書に導入される参照番号は、他の特徴に関する文脈を提供するために、本明細書において追加の説明を伴わずに1つ以上の後続の図に繰り返され得、全ての要素が、全ての図に標識化されるわけではないこともある。図面は、必ずしも縮尺通りではなく、代わりに、実施形態、原理、および概念を例証することに重点が置かれている。図面は、本明細書とともに含まれる請求項の範囲を限定することを意図していない。

【図面の簡単な説明】

【0005】

10

【図1A】図1Aは、本開示のいくつかの側面が採用され得る軸方向磁束モータまたは発電機の例を示す。

【0006】

【図1B】図1Bは、図1Aに示される軸方向磁束モータまたは発電機の構成要素およびそのような構成要素を組み立てるための手段を示す拡大図である。

【0007】

【図2】図2は、等面積を有するが、異なる構成を有する3つの印刷回路基板ステータを示す概念図である。

【0008】

【図3】図3は、複数のステータセグメントが、標準的寸法の印刷回路基板パネル上での製造のために配置され得る方法を示す略図である。

20

【0009】

【図4】図4は、図3に示されるステータセグメントのサブセットが、それらが、図3に示される回路基板パネル上で縁・縁に配置された場合にどのように見えるであろうかを示す略図である。

【0010】

【図5】図5は、本開示のいくつかの側面による、ロータ上の磁石に対するステータセグメントの例示的配置を示す。

【0011】

【図6】図6は、図5と同じ配置を示すが、ロータは、ステータセグメントがピークトルクを提供する磁石区分と重複する場合の角度において示される。

30

【0012】

【図7】図7は、本開示のいくつかの側面による、ロータ上の磁石に対する複数のステータセグメントの例示的配置を示す。

【0013】

【図8】図8は、本開示のいくつかの側面による、洗濯機負荷とともに構成および統合される軸方向磁束モータの例示的实施形態の断面を図示する。

【発明を実施するための形態】

【0014】

(発明の概要)

40

本発明の概要は、発明を実施するための形態において下記にさらに説明される簡略化形態における一連の概念を導入するために提供される。本発明の概要は、重要な特徴または不可欠な要素を識別することを意図しておらず、本明細書とともに含まれる請求項の範囲を限定することも意図していない。

開示される実施形態のうちのいくつかにおいて、モータまたは発電機は、ロータと、ステータとを備え、ロータは、回転軸を有し、回転軸に平行な第1の磁束を発生させるように構成され、ステータは、回転軸に平行な第2の磁束を発生させるように構成され、ロータまたはステータのうちの少なくとも1つは、回転軸のまわりに不均一に分配される磁束プロファイルを発生させるように構成されている。

他の開示される実施形態において、方法は、軸方向磁束モータまたは発電機のロータの

50

回転軸のまわりにステータの1つ以上の磁束生成巻線を不均一に配置することを伴う。

また他の開示される実施形態において、モータまたは発電機における使用のためのロータは、支持構造と、1つ以上の磁石セグメントとを備え、1つ以上の磁石セグメントは、支持構造によって支持され、1つ以上の磁石セグメントは、回転軸に平行な第1の磁束を発生させ、支持構造は、ステータと組み立てられると、回転軸のまわりに回転し、ステータは、回転軸に平行な第2の磁束を発生させ、1つ以上の磁石セグメントは、回転軸のまわりに不均一に分配される磁束プロファイルを発生させるように構成および配置される。

(詳細な説明)

【0015】

米国特許第7,109,625号、第9,673,688号、第9,800,109号、第9,673,684号、および第10,170,953号、および、米国特許出願公開第2018-0351441 A1号(「第'441号公開」)(それらの各々の全内容は、参照することによって本明細書に組み込まれる)に開示されるもの等の既存の軸方向磁束モータまたは発電機において、ステータの磁束発生構成要素は、単一の連続的印刷回路基板から成るか、複数の印刷回路基板セグメントから成るかにかわらず、ステータの巻線が電流を印加された任意の所与の時点で、ステータによって発生させられるピーク磁束の場所が、ロータの回転軸のまわりの角度に対して均一に分配されるように配置される。同様に、そのような機械において、ロータの磁束発生構成要素も、リング磁石から成るか、ポケット内に配置された個々の磁石から成るかどうかにかわらず、任意の所与の時点で、ロータによって発生させられるピーク磁束の場所が、同様にロータの回転軸のまわりの角度に対して均一に分配されるように配置される。故に、全てのそのような機械において、機械が動作中である任意の所与の時点で、ロータおよびステータの各々によって発生させられるピーク磁束の場所は、機械の回転軸のまわりの角度の関数として均一に分配される。言い換えると、そのような機械におけるロータおよびステータの各々に関して、同じ角度が、回転軸のまわりにピーク磁束の各場所をピーク磁束の次の隣接する場所から分離し、それによって、ロータおよびステータの各々の磁束プロファイルは、回転軸のまわりに均一に分配される。

【0016】

ある負荷および機械構成に関して従来の設計に対して費用において利点を有する代替設計が、本明細書に開示され、ステータおよび/またはロータは、代わりに、ロータの回転軸のまわりに不均一に分配される磁束プロファイルを有するように構成され得る。いくつかの実施形態において、例えば、ステータは、それが機械の主軸を包囲する弧の一部を描くように構成されることができる。そのようなステータセグメントが、機械と取り付けられる負荷との統合に起因して、同じ軸のまわりで均一に分配される等面積のステータと比較して大きい半径に位置付けられることができるならば、生成されるトルクは、ギャップにおける同等の磁束およびステータにおける電流密度限界を仮定すると、ステータセグメントが配置される半径の増加に比例し得る。しかしながら、「中心外れ」ステータセグメントに関するギャップにおける同等の磁束を維持する費用は、そのセグメントによって対される角度に反比例する磁石体積における増加である。これは、殆どの場合、望ましいトレードオフではない。しかしながら、ピークトルクがシャフト角度の特定の角度または範囲において所望される用途において、磁石材料は、ロータに対して不均一に分配され得、それによって、ステータは、ピークトルクが所望されるシャフト角度においてピーク磁束密度にさらされる。源が周期的トルク生産能力を有する発電機用途に関して、この原理に従って設計される機械は、類似する利点を提供し得る。

【0017】

特定の角度においてピークトルクを生産するためのステータおよび磁石システムの設計は、1つのステータセグメントおよび/またはロータ上の磁性材料の1つの集中度に限定されないが、これは、最も単純な実施形態である。1つ以上の不均一に分配されるステータセグメントおよび/または1つ以上の不均一に分配される磁石セグメントを含む実施形態は、角度の関数としてのトルク能力の有用な組み合わせを提供し得る。角度の関数とし

10

20

30

40

50

での同じまたは類似するトルク能力が、1つ以上の不均一に分配されるステータセグメントおよび1つ以上の不均一に分配される磁石セグメントの異なる組み合わせを使用して達成され得ることを理解されたい。例えば、角度の関数としての同じまたは類似するトルク能力は、ステータセグメント対ロータ磁石場所の分配を入れ替えることによって達成されることができる。これは、設計者が、角度の関数と同じまたは類似するトルク能力を維持しながら、磁石材料の費用とステータ面積とにおけるトレードオフをもたらすことを可能にし得る。

【0018】

特定の角度においてピークトルクを生産するための機械の設計は、連続回転を妨げない。連続回転が所望されるとき、ここで開示される原理に従って設計される機械は、ほぼ一定の速度を提供するために、取り付けられる負荷の慣性モーメントによって滑らかにされる一連のパルスにおける（ピークトルク角度における）トルクを供給することができる。この設計の利点は、ステータが、磁石と重複しないとき、渦電流に起因するステータの損失が、ゼロであり得ることである。連続回転に関する別の可能性は、ステータセグメントが、常時、「ピークトルク」角度より小さい大きさにおいてであるが、磁束を経験するように磁石を分配することである。

10

【0019】

本明細書に説明されるいくつかの実施形態は、機械半径が、従来の設計と比較して大きく増加させられ得る用途に関して特に有利であり得る。これらの用途において、均一な平面回路基板ステータより大きい半径において配置される平面回路基板ステータ（PCS）セグメントが、ステータの単位面積あたりのより高いピークトルクを達成し得る。さらに、大きい半径における薄い環状ステータと比較して、ステータセグメントは、標準的サイズの印刷回路基板「パネル」上に「タイル張り」または配置されることができる。これは、印刷回路基板材料のより効率的な利用を可能にし、関連付けられる機械の費用を削減し得る。

20

【0020】

用途分野の例は、往復ピストンまたはダイヤフラムタイプポンプを含み、それらは、周期的トルク要件を有し得る。バランスの目的のために、これらの機械は、中心外れ質量を頻繁に含み、中心外れ質量は、非対称に設計されるロータによって潜在的に置換されることができる。同様に、単一ピストン機関に結合される発電機は、ステータセグメントタイプ発電機において磁性材料を伴う平衡質量の共同設計から利益を享受し得る。他の潜在的用途は、モータまたは発電機が限定された角度を通して移動する洗濯機または他の用途、および、周期的または「逆転」タイプ負荷を含む。

30

【0021】

本明細書に開示される新規の概念の基本的観察は、設計の基本的考慮事項に基づいて、ステータの内部編成および接続から独立して、そうでなければ同等のステータまたはステータセグメントに関する「スケーリング」の議論に要約されることができる。第'625号特許の説明に準拠する従来の環状PCSにおいて、トルクは、以下のように表されることができる。

【数1】

$$\tau = \int_{r_1}^{r_2} \int_0^{2\pi} r \, dr \, d\theta \, r f_{dens}(r).$$

40

【0022】

この式の成分は、ステータのアクティブエリアを含む第1の半径 r_1 から第2の半径 r_2 までの積分を含む。積分は、 r に対する積分の限界によって完全な環帯を対象とする。項 $r \, dr \, d\theta$ は、微小面積要素であり、 $r \, f_{dens}$ は、方程式 $\tau = r \times F$ に対応するトルク密度の大きさである。力密度は、軸方向磁束および半径方向電流密度に起因して方向であり、すなわち、以下である。

【数2】

50

$$f_{dens} = J(r)xB$$

【 0 0 2 3 】

ここにおいて、力密度は、ステータによって支持される電流密度と、その電流密度におけるロータ磁石回路およびステータ反応からもたらされる磁束密度との積である。例証のために、 B は、半径方向であると仮定される。第 625 号特許に従って設計されるステータにおいて、発散半径方向トレースは、事実上、内側半径 r_1 から電流密度における $1/r$ の減少を導入する。この効果を捕捉するモデルは、以下である。

【 数 3 】

$$J(r) = J_0 r_1/r$$

【 0 0 2 4 】

式中、 J_0 は、内側半径における所与の銅重量、ビアサイズ、およびクリアランス要件における特徴の干渉に基づく最大支持電流密度である。このモデルに関し、

【 数 4 】

$$\tau_{peak} = J_0 B A r_1$$

であり、ステータによって支持される電流密度は、特徴サイズおよび関連付けられるクリアランスに依存する r_1 において配置され得る内側ビアの数、 r_1 における円周、およびその円周が製作限界に接近する間隔で特徴を収容するかどうかによって依存する。したがって、 J_0 を定数と見なすことは、厳密には正しくない。例えば、 $r_1 = 0$ に関して、いかなるビアも、収容されることができず、 $J_0 = 0$ である。しかしながら、実践的に着目されるモータに関して、 J_0 は、主として、熱的考慮事項およびクリアランス要件に依存する値に接近するであろう。そうでなければ同等のステータの間の比較の目的のために J_0 を定数とすることは、より小さい r_1 を伴う中心シャフトの周囲に位置する従来のステータをより大きい半径におけるステータセグメントより優位性があるように見せる傾向がある。

【 0 0 2 5 】

角度範囲 δ を伴うステータまたはステータセグメントの面積 A は、以下である。

【 数 5 】

$$A = \frac{\delta}{2\pi} \pi(r_2^2 - r_1^2)$$

【 0 0 2 6 】

従来の設計のステータに関して、 $n = 2$ である。ステータセグメントに関して、 n は、理想的に、極対の全体数に対応する。費用に基づくステータセグメントと従来の設計との間の比較の目的のために、等面積のステータと磁石アセンブリとを比較することが、合理的である。内側半径 r_1 が、増加させられ、ここにおいて、独立変数と見なされるので、 n および r_2 の複数の解が、任意の r_1 に関して存在する。特に、 n を考慮すると、セグメントにわたる極の間隔は、従来のステータにおけるように、 $2/n$ ラジアンにわたって極を均一に配置する通常の制約にも準拠する必要はない。これは、従来のステータによって享受されないセグメントに関する相当な設計柔軟性、および等面積 A を達成する能力を示唆する。コンパクトな n を伴ってステータエリアをより大きい r_1 に変位させる利点の例は、以下を含む：(1) より大きい r_1 を伴うステータセグメントが、単位面積あたりのより高いピークトルクをもたらすこと、(2) ステータセグメントおよび磁性材料が、特定のロータ角度（または角度範囲）において完全に重複するとき、ピークトルクが、利用可能であること、(3) 磁性材料およびステータが、重複しないとき、機械におけるい

10

20

30

40

50

かなる渦電流損失も、存在しないこと、(4)ステータセグメントが、 r_1 、 r_2 および
 が、セグメントが印刷回路基板パネル上で「入れ子」になり得るようなものである場合
 に取得されることができ、無駄な材料および費用を最小化すること、および、(5)単位
 面積あたり(または単位費用あたり)のピークトルクが、ステータセグメントの半径とと
 もに増加すること。

【0027】

具体的トルク T_p を満たす $\theta = 2$ を伴うプロトタイプ of 従来のステータに関する設計
 手順を前提として、角度 θ に及ぶプロトタイプ設計における極のサブセットに対するステ
 ータセグメントに関する設計は、セグメントが磁性材料と完全に重複する角度の範囲にわた
 って

【数6】

$$\frac{\delta}{2\pi} T_p$$

のピークトルクを生産するように推測されることができ。したがって、セグメントに関
 する実践的設計手順は、従来のステータプロトタイプを設計することであり、トルク要件
 は、セグメントにおいて保全されるように意図される極に対する従来のステータにおける
 極の比率によって増加させられる。この手順は、好都合であるが、極の間隔が、セグメン
 トの角度範囲および従来の設計の 2 範囲に同時に制約されるので、セグメント設計にお
 ける自由度を活用していない。セグメント角度 θ は、 2 の約数である必要はなく、した
 がって、設計制約を満たすように最適化されることができ。

【0028】

固定フレームおよびロータ上の特定の角度に集中したステータセグメントと磁性材料と
 の組み合わせは、角度の関数としての種々のトルク能力を達成することができる。ロータ
 上の1つ以上のエリアは、異なる磁束密度、1つ以上の極対を備える磁性材料を支持し得
 、ロータ上の1つ以上のエリアは、種々の角度において分配され得る。固定フレーム内に
 、種々の角度において位置付けられた1つ以上のステータセグメントが、存在し得る。

【0029】

本明細書に開示されるもの等の不均一に分配されるステータおよび/またはロータが採
 用され得るモータおよび/または発電機設計の例は、米国特許第7,109,625号、
 第9,673,688号、第9,800,109号、第9,673,684号、および第
 10,170,953号、および米国特許出願公開第2018-0351441 A1号
 (「第441号公開」)(上記を参照することによって組み込まれる)に説明されている
 。そのような機械の例証的例が、最初に、図1Aおよび1Bに関連して説明されるであ
 ろう。ロータの回転軸のまわりに不均一に分配される磁束プロファイルを有し、そのよう
 な機械に採用され得るステータおよびロータの例が、次いで、図2-8に関連して説明さ
 れるであろう。

【0030】

図1Aは、ロータ構成要素104aおよび104b、シャフト108、ワイヤ114、
 およびコントローラ112を伴うアセンブリにおいて平面複合ステータ110を採用する
 システム100の例を示す。これらの構成要素およびそれらの組立のための手段を示す
 拡大図が、図1Bに示される。ロータアセンブリの永久磁化部分106a、106bにおけ
 る磁極のパターンも、図1Bの拡大図において明白である。図1Aは、電気接続114が
 、PCS110の外側半径において採用され、ステータが、外側周辺においてフレームま
 たはケースに搭載される実施形態の例である。別の有用な構成である「外側ランナ」構
 成は、内側半径においてステータを搭載し、内側半径において電気接続114を作製し、
 シャフト108をロータ半体を分離する環状リングと置換することを伴う。システムを10
 6aまたは106bのいずれかの1つのみの磁石で構成すること、または連続する磁石ア
 センブリ間に複数のステータを挿入することも、可能である。ワイヤ114は、ステータ
 上に搭載されるホール効果または類似するセンサの読み取り値に基づいて、ロータの位置

10

20

30

40

50

についての情報も伝え得る。示されないが、類似する目的で、シャフト 108 に取り付けられるエンコーダが、位置情報をコントローラ 112 に提供し得る。

【0031】

図 1 A および 1 B のシステム 100 は、コントローラ 112 およびシャフト 108 に接続される構成要素の動作に応じて、モータまたは発電機のいずれかとして機能することができる。モータシステムとして、コントローラ 112 は、ステータ 110 における電流がシャフト 108 に接続された磁石 104 a、104 b から生じるギャップにおける磁束に起因してシャフトのまわりでトルクを生成するように、スイッチを動作させる。コントローラ 112 の設計に応じて、ギャップにおける磁束および/またはロータの位置は、シャフト 108 におけるトルク出力を達成するようにスイッチを動作させるために、測定または推定され得る。発電機システムとして、シャフト 108 に接続される機械的回転動力の源が、ステータの端子 112 において電圧波形を生成する。これらの電圧は、負荷に直接印加されることができるか、または、それらは、コントローラ 112 内の 3 相（または多相）整流器を用いて整流されることができる。整流器実装 112 は、発電機モードにおいてダイオードを使用して「自己整流」されることができるか、または、モータコントローラの制御されたスイッチを使用して構築されることができるが、それは、シャフトトルクが、機械的源によって提供されるトルクに対抗し、機械的エネルギーが電気エネルギーに変換されるように動作させられる。したがって、図 1 A の同じ構成が、コントローラ 112 が動作させられる方法に応じて、発電機およびモータの両方として機能し得る。加えて、コントローラ 112 は、フィルタ構成要素を含み得、フィルタ構成要素は、スイッチング効果を軽減し、ワイヤ 114 からの EMI / RFI を低減させ、損失を低減させ、コントローラに供給され、または、コントローラから送達される電力における追加の柔軟性を提供する。

10

20

【0032】

図 2 は、等面積であるが、異なる角度および半径方向範囲を有する 3 つのステータ 202、204、206 の幾何学形状を示す。ステータ 204 および 206 は、内側半径が異なる。ステータ 206 は、第 625 号特許によって説明されるようなステータに典型的な相対的寸法を示す。ステータ 204 は、薄い環状設計である。ステータ 204 において、内側半径は、増加させられているが、これらの相対的寸法を伴うステータは、印刷回路基板材料の「パネル」を効率的に利用しない。ステータ 202 は、本明細書に提案されるように、ステータ 204 と等面積かつ同等の半径のステータセグメント 208 を示す。他の条件が同じであり、より大きい半径において、ステータ 202 および 204 は、半径がトルクアームを増加させるので、ステータ 206 より高いピークトルクを生産するであろう。

30

【0033】

図 3 は、標準的サイズの印刷回路基板パネル 302 における図 2 に示されるセグメント 208 のようなステータセグメントの「パネル化」またはパッキングを示す。パネル 302 の有効利用は、図示される配置では高い。ステータセグメント 208 の費用は、パネル 302 の利用に反比例する。

【0034】

図 4 は、パネル 302 における図 3 におけるものと同じサイズのセグメント 208 の効果的でない配置を示す。この配置は、実践的ではないが、それは、セグメント 208 によって達成されるものと同じ内側および外側半径を伴う従来のステータに関して達成されるであろう有効パネル利用を示す。

40

【0035】

図 5 は、ロータ 504 上の磁石 502 に対するステータセグメント 208 の例示的配置を示す。図示される例において、本明細書において「高密度磁石エリア」とも称される磁石 502 のロータ 504 上の高密度角度範囲 506 は、ステータセグメント 208 との重複の角度においてピークトルクを達成するように提供される。本明細書において、「低密度磁石エリア」とも称される磁石 502 の低密度角度範囲 508 が、角度から独立したより低いトルク能力を提供するように配置される。図示されないが、いくつかの実施形態に

50

において、非磁性要素が、全体としてのロータ504の重量をバランスさせるために、低密度磁石エリア508の近傍に追加され得ることを理解されたい。さらに、いくつかの実施形態において、反対の極性であるが対応する磁石配置を有する追加のロータ部分（図示せず）が、ロータ504の図示される部分の上方に位置付けられ得、それによって、ステータセグメント208は、2つのロータ部分間のギャップ内に位置付けられ得、磁束線が、対向する反対の極性の磁石の対間のロータの回転軸に平行な方向に延びていることを理解されたい。加えて、図5に図示されないが、ステータセグメント208が、伝導性トレースおよび/またはビア（例えば、1つ以上の誘電体層上に配置されている）を含み得ることを理解されたい（それらは、通電されると、ロータの回転軸に平行な方向に磁束を発生させる巻線を形成するように構成される）。そのような巻線は、そのような磁束を発生させるために、電力供給源（図5に図示せず）から電流の1つ以上の相を受け取るように構成され得、そのような巻線は、1つ以上の螺旋において、1つ以上の蛇行パターンにおいて、または別様に配置され得る。

10

【0036】

図5に示されるように、いくつかの実施形態において、ステータセグメント208は、ステータセグメント208が1つ以上のファスナ512を使用して取り付けられ得る弓形取り付け部材510を介して定位置に保持され得、ステータセグメント208の1つ以上の巻線（図示せず）は、印加する電流を巻線に供給するように、取り付け部材510に関連付けられる端子514に接続され得、その端子は、図1Aおよび1Bに関連して上で議論されるコントローラ112等のコントローラ（図5に図示せず）に接続され得る。

20

【0037】

図6は、図5と同じ構成を示すが、ロータ504は、ステータセグメント208がピークトルクを提供する高密度磁石区分506と重複する角度に位置付けられている。

【0038】

図7は、図4および5の代替配置を示す。示されるように、高密度角度範囲506とともに、低密度磁石領域508（図7に図示せず）を採用することに加えて、またはその代わりに、ステータセグメント208a-gは、それらが任意の角度において一定の利用可能なトルクを伴う環状ステータを完全に描く、またはほぼ描くように配置され得る。いくつかの実施形態において、ステータセグメント208a-gの一部は、より小さくされ得、より粗いピッチで配置され得、より少ない巻線の「巻数」を含み得、および/または、1つ以上の他のステータセグメント208より少ない電力を供給され得、それによって、集中した磁石を伴う機械が、依然として任意の角度においてトルク能力を提供しながら、角度特定のピークトルクを提供し得る。例えば、いくつかの実施形態において、ステータセグメント208aは、そのような目的のために、他のステータセグメント208b-gと異なって構成、配置、および/または印加され得る。

30

【0039】

採用される磁石502およびステータセグメント208の特定の配置にかかわらず、少なくともいくつかの状況において、ロータ504の回転中、少なくとも1つのステータセグメント208が少なくとも部分的に各位置において少なくとも1つの磁石502と重複し、それによって、ロータ504が、ステータセグメント208からのいかなる磁束も磁石502からの磁束と相互作用しない位置において「スタック」状態にならないことを確実にするために、注意が払われ得る。

40

【0040】

上で説明される例示的構成の各々において、ステータセグメント208および/またはロータ504の磁石502は、機械の回転の主軸のまわりで不均一に分配される磁束プロファイルを有するように構成されている。特に、ステータセグメント208は、ステータの巻線が通電される任意の所与の時点で、ステータによって発生させられるピーク磁束の場所が、ロータの回転軸のまわりの角度に対して不均一に分配されるように配置される。同様に、そのような機械において、ロータ504の磁石502も、任意の所与の時点で、ロータによって発生させられるピーク磁束の場所が、同様にロータの回転軸のまわりの角

50

度に対して不均一に分配されるように配置される。故に、そのような機械におけるロータおよびステータの各々に関して、異なる角度が、そのような構成要素によって発生させられる磁束プロファイルが、回転軸のまわりに不均一に分配されるように、回転軸のまわりにピーク磁束のいくつかの場所をピーク磁束の隣接する場所から分離する。

【0041】

図8は、本開示のいくつかの側面による、図5および6に示されるもののような構成要素とともに構成され、洗濯機負荷804と統合される軸方向磁束モータ802の例示的实施形態の断面を図示する。示されるように、モータ802のステータセグメント208は、取り付け部材510および1つ以上のファスナ512を介して洗濯機槽808を含む筐体806に固定され得、洗濯機槽808は、軸受要素810を介して筐体806に回転可能に結合され得る。モータ802のロータ504は、洗濯機槽808から延び、および/または、それに固定して取り付けられ得るシャフト812を介して、洗濯機槽808を直接駆動し得る。図示される構成において、「急回転」モードにおける比較的高い速度および低いトルクにおける連続回転が、図5および6に関連して上で説明されるように、ステータセグメント208と、高密度磁石領域506および1つ以上の低密度磁石領域508に配置される磁石502の集合とを使用して達成され得る。そのような急回転モード中、ロータの回転軸のまわりのロータおよびステータの磁束プロファイルの不均一な分配に起因して、ロータ504が、実質的に一定の速度でステータセグメント208に対してある範囲の角度を通して回転すると、ロータおよびステータによって発生させられる磁束間の相互作用に起因して生成されるトルクの周期性は、不規則である。「洗濯」モードのために必要とされる逆転アクションは、トルクが特定の角度において供給され得る比較的

10

20

(本開示による装置および方法の例示的実装)

【0042】

以下の段落(A1) - (A14)は、本開示に従って実装され得る装置の例を説明する。

【0043】

(A1) モータまたは発電機は、回転軸を有し、回転軸に平行な第1の磁束を発生させるように構成されたロータと、回転軸に平行な第2の磁束を発生させるように構成されたステータとを備え得、ロータまたはステータのうちの少なくとも1つは、回転軸のまわりに不均一に分配された磁束プロファイルを発生させるように構成されている。

30

【0044】

(A2) モータまたは発電機は、段落(A1)に説明されるように構成され得、ロータは、回転軸のまわりに不均一に分配された第1の磁束プロファイルを発生させるようにさらに構成され得る。

【0045】

(A3) モータまたは発電機は、段落(A2)に説明されるように構成され得、ロータは、回転軸のまわりに不均一に分配された1つ以上の磁石セグメントをさらに備え得る。

【0046】

(A4) モータまたは発電機は、段落(A3)に説明されるように構成され得、1つ以上の磁石セグメントの各々は、第1の磁束が最大密度を有するそれぞれの表面場所をさらに有し得、それぞれの表面場所は、回転軸のまわりに不均一に分配され得る。

40

【0047】

(A5) モータまたは発電機は、段落(A2) - (A4)のいずれかに説明されるように構成され得、ロータは、ロータが実質的に一定の速度でステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、第1の磁束と第2の磁束との相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるようにさらに構成され得る。

【0048】

(A6) モータまたは発電機は、段落(A2) - (A5)のいずれかに説明されるように構成され得、ステータは、回転軸のまわりに不均一に分配された第2の磁束プロファイ

50

ルを発生させるようにさらに構成され得る。

【 0 0 4 9 】

(A 7) モータまたは発電機は、段落 (A 1) に説明されるように構成され得、ステータは、回転軸のまわりに不均一に分配される磁束プロファイルを発生させるようにさらに構成され得る。

【 0 0 5 0 】

(A 8) モータまたは発電機は、段落 (A 2) - (A 7) のいずれかに説明されるように構成され得、ステータは、回転軸のまわりに不均一に分配された 1 つ以上の印刷回路基板セグメントをさらに備え得る。

【 0 0 5 1 】

(A 9) モータまたは発電機は、段落 (A 2) - (A 8) のいずれかに説明されるように構成され得、ステータは、少なくとも 1 つの誘電体層上に配置された伝導性トレースをさらに備え、電流を印加されると、第 2 の磁束を発生させ得る。

【 0 0 5 2 】

(A 1 0) モータまたは発電機は、段落 (A 2) - (A 9) のいずれかに説明されるように構成され得、ステータは、伝導性トレースが電流を印加された任意の所与の時点で、第 2 の磁束の最大密度の 1 つ以上の場所が、回転軸のまわりに不均一に分配されるようにさらに構成され得る。

【 0 0 5 3 】

(A 1 1) モータまたは発電機は、段落 (A 9) または段落 (A 1 0) に説明されるように構成され得、伝導性トレースは、少なくとも 1 つの誘電体層上に配置され、電源に結合されることによって、電源によって出力される電流の 3 つの相に対応する第 2 の磁束の 3 つの相を発生させる。

【 0 0 5 4 】

(A 1 2) モータまたは発電機は、段落 (A 1) - (A 1 1) のいずれかに説明されるように構成され得、ステータは、ロータが、一定の速度でステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、第 1 の磁束と第 2 の磁束との相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるようにさらに構成され得る。

【 0 0 5 5 】

(A 1 3) モータまたは発電機における使用のためのロータは、支持構造と、支持構造によって支持され、回転軸に平行な第 2 の磁束を発生させるステータと組み立てられると、そのまわりで支持構造が回転する回転軸に平行な第 1 の磁束を発生させる 1 つ以上の磁石セグメントであって、1 つ以上の磁石セグメントは、回転軸のまわりに不均一に分配される磁束プロファイルを発生させるように構成および配置されている、1 つ以上の磁石セグメントとを備え得る。

【 0 0 5 6 】

(A 1 4) ロータは、段落 A 1 3 に説明されるように構成され得、1 つ以上の磁石セグメントは、少なくとも第 1 の磁石セグメントと、第 1 の磁石セグメントから間隔を置かれる第 2 の磁石セグメントとをさらに含み得、第 1 の磁石セグメントは、第 2 の磁石セグメントより多数の隣接する磁石を含み得る。

【 0 0 5 7 】

以下の段落 (M 1) - (M 5) は、本開示に従って実装され得る方法の例を説明する。

【 0 0 5 8 】

(M 1) 方法は、軸方向磁束モータまたは発電機のロータの回転軸のまわりにステータの 1 つ以上の磁束生成巻線を不均一に配置することを含み得る。

【 0 0 5 9 】

(M 2) 方法は、段落 (M 1) に説明されるように実施され得、1 つ以上の磁束生成巻線を配置することは、回転軸のまわりに巻線を含む 1 つ以上の印刷回路基板セグメントを不均一に配置することをさらに含む。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

(M3)方法は、段落(M1)または段落(M2)に説明されるように実施され得、1つ以上の印刷回路基板セグメントを配置することは、巻線が電流を印加された任意の所与の時点で、第2の磁束の最大密度の1つ以上の場所が回転軸のまわりに不均一に分配されるように、1つ以上の印刷回路基板セグメントを配置することをさらに含み得る。

【0061】

(M4)方法は、段落(M1) - (M3)のいずれかに説明されるように実施され得、ロータは、回転軸のまわりに不均一に配置される磁石を備え得る。

【0062】

(M5)方法は、段落(M1) - (M4)のいずれかに説明されるように実施され得、1つ以上の磁束生成巻線を配置することは、ロータが一定の速度でステータに対してある範囲の角度を通して回転すると、ロータとステータとによって発生させられる磁束の相互作用に起因して生成されるトルクの周期性が不規則であるように、1つ以上の磁束生成巻線を配置することをさらに含み得る。

10

【0063】

少なくとも1つの実施形態のいくつかの側面をこのように説明したが、種々の改変、修正、および改良が、当業者に容易に想起されるであろうことを理解されたい。そのような改変、修正、および改良は、本開示の一部であることを意図しており、本開示の精神および範囲内であることを意図している。故に、前述の説明および図面は、例にすぎない。

【0064】

本開示の種々の側面は、単独で、組み合わせて、または前述に説明される実施形態において具体的に議論されていない種々の配置において使用され得、したがって、本願において、前述の説明に記載され、または図面に図示される構成要素の詳細および配置に限定されない。例えば、一実施形態に説明される側面は、他の実施形態に説明される側面と任意の様式で組み合わせられ得る。

20

【0065】

開示される側面は、方法としても具現化され得、その例が、提供されている。方法の一部として実施される行為は、任意の好適な方法で順序付けられ得る。故に、行為が、例証的实施形態において連続的行為として示されているが、いくつかの行為を同時に実施することを含み得る例証されるものと異なる順序で実施される実施形態が、構築され得る。

【0066】

請求項において請求項要素を修飾するための「第1」、「第2」、「第3」等の序数用語の使用は、それだけにおいて、1つの請求項要素の別のものに対するいかなる優先、先行、または順序も暗示せず、または方法の行為が実施される時間的順序を暗示せず、単に、ある名称を有する1つの請求される要素を、(序数用語の使用がなければ)同じ名称を有する別の要素から区別し、請求項要素を区別するための標識として使用される。

30

【0067】

本明細書に使用される表現法および専門用語も、説明の目的のために使用され、限定と見なされるべきではない。本明細書における「~を含む」、「~を備える」、または「~を有する」、「~を含む」、「~を伴う」、およびそれらの変形例の使用は、その後列挙されるアイテムおよびその均等物および追加のアイテムを包含することを意味する。

40

【図面】

【図 1 A】

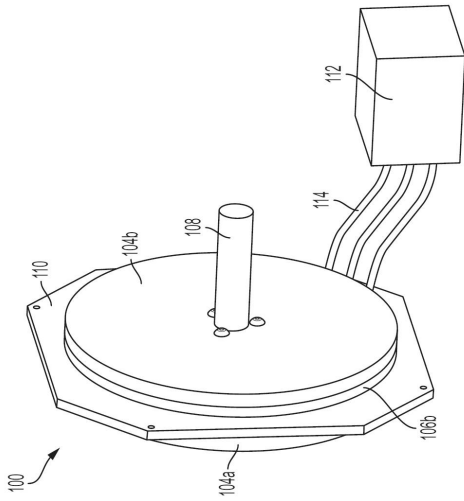


FIG. 1A

【図 1 B】

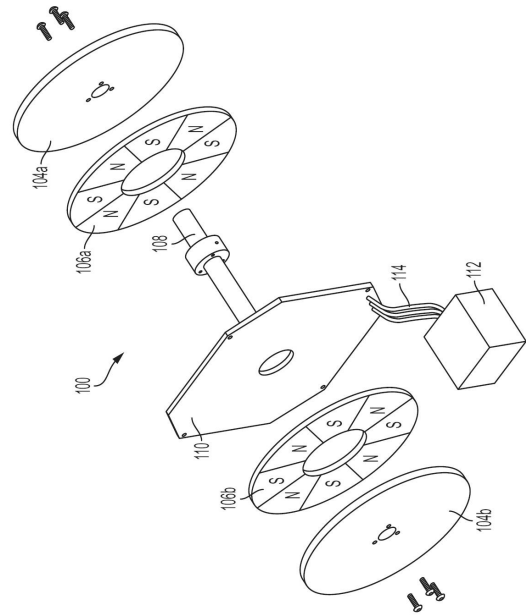
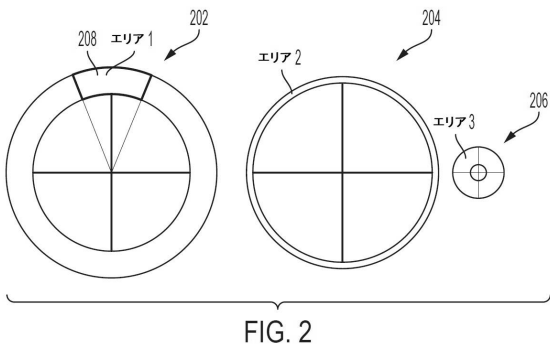


FIG. 1B

【図 2】



【図 3】

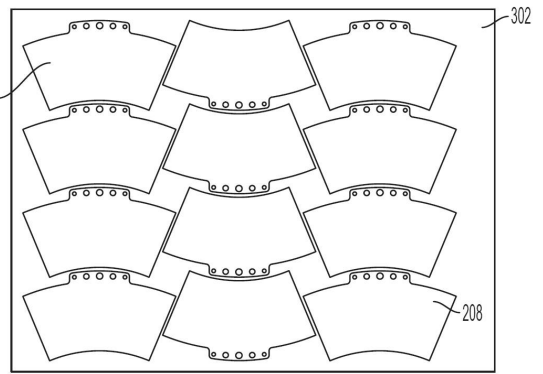


FIG. 3

10

20

30

40

50

【 図 4 】

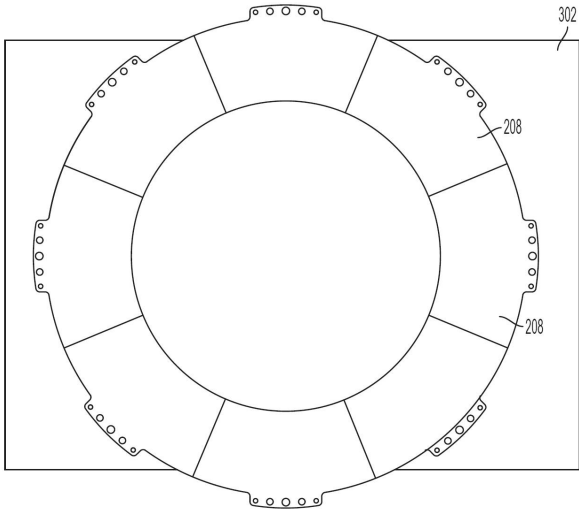


FIG. 4

【 図 5 】

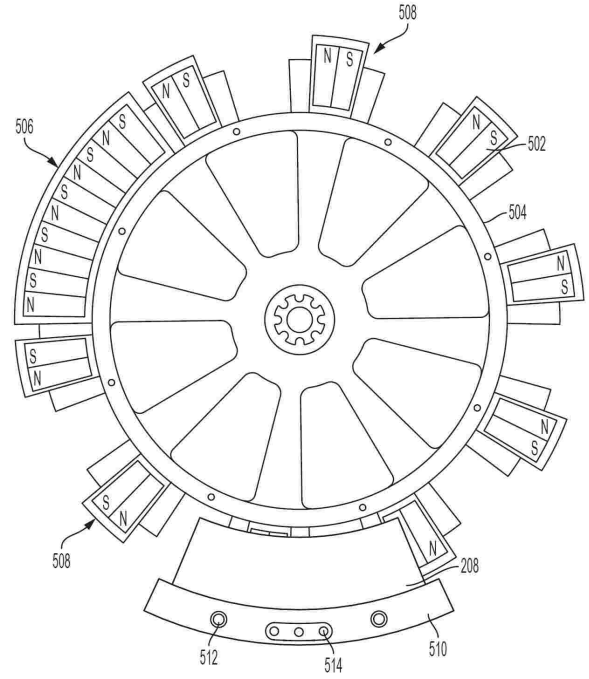


FIG. 5

【 図 6 】

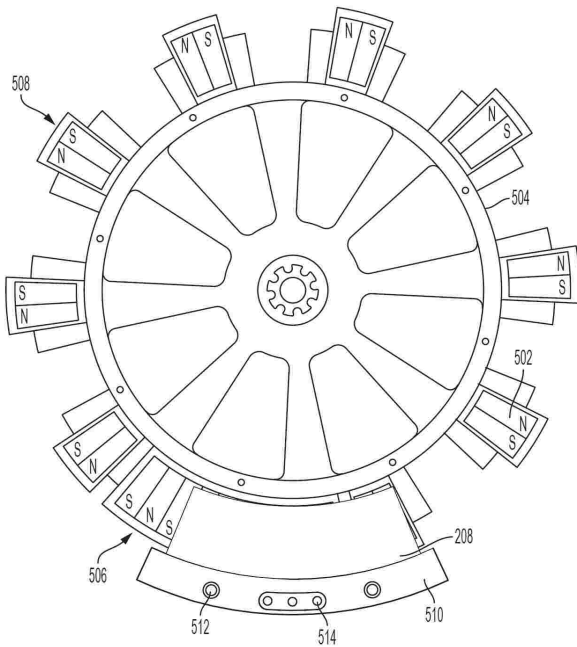


FIG. 6

【 図 7 】

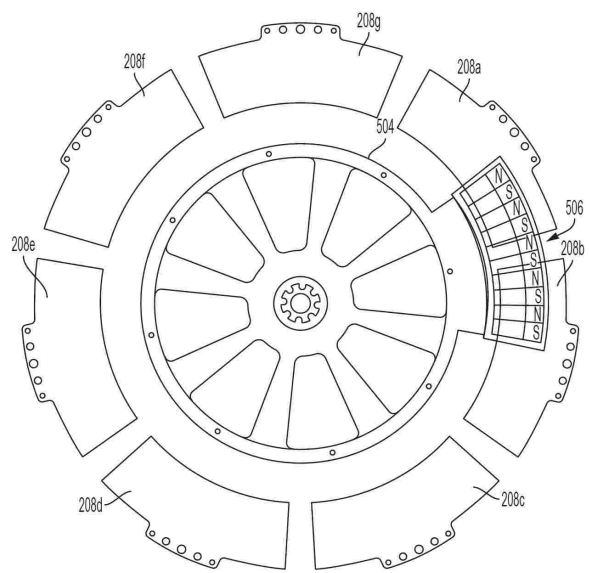


FIG. 7

10

20

30

40

50

【 8 】

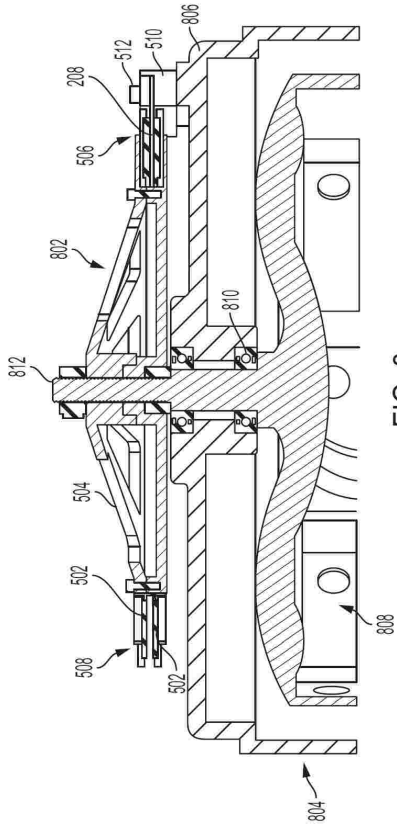


FIG. 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

弁護士 山本 健策

(72)発明者 ショー, スティーブン ロバート

アメリカ合衆国 モンタナ 59715, ボーズマン, ライジング イーグル ロード 6880

(72)発明者 ミルハイム, ジョージ ハーダー

アメリカ合衆国 モンタナ 59718, ボーズマン, バージニア ウェイ 313

審査官 谿花 正由輝

(56)参考文献 特開平10-004666(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02K 21/24

H02K 16/02

H02K 3/26