

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-532948

(P2017-532948A)

(43) 公表日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 3/26 (2006.01)	HO2K 3/26	E 5H603
HO2K 16/02 (2006.01)	HO2K 3/26	D 5H621
HO2K 21/12 (2006.01)	HO2K 16/02	
	HO2K 21/12	M
	HO2K 21/12	G

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2017-534893 (P2017-534893)
 (86) (22) 出願日 平成27年9月16日 (2015. 9. 16)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年5月12日 (2017. 5. 12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/050400
 (87) 国際公開番号 W02016/044408
 (87) 国際公開日 平成28年3月24日 (2016. 3. 24)
 (31) 優先権主張番号 62/051, 235
 (32) 優先日 平成26年9月16日 (2014. 9. 16)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/855, 126
 (32) 優先日 平成27年9月15日 (2015. 9. 15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 517094161
 グリーンテック モーターズ コーポレイ
 ション
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91
 362 ウェストレーク ビレッジ スウ
 イート 108 ヴィア コリナス 31
 324
 (74) 代理人 110000578
 名古屋国際特許業務法人
 (72) 発明者 ゲーリー ジーン マール
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91
 362 ウェストレーク ビレッジ スウ
 イート 108 ヴィア コリナス 31
 324

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層シート巻線を有する電気モータ

(57) 【要約】

電気機械は、積層シート巻線 (LSW) と、LSWの周りを回転する永久磁石とを使用する。「半径方向」実施形態は、半径方向に磁化された磁石と、回転軸と平行に置かれたLSWとを使用する。「軸方向」実施形態は、軸方向に磁化された磁石と、モータの平面に半径方向に置かれたLSWとを使用する。磁石は、ハルバツハ配列として配置されてもよい。磁石及びLSWは、間にエアギャップを伴い、同心状に配置され、モータは、「ラージ・エアギャップ・エレクトリック・リング」(LAGER) 技術を用いてもよい。積層シートは、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成し、誘電絶縁体層は、各金属層をその隣り合う層から絶縁する。各LSWを一周するように周期的に配置された切込みが、回転軸と平行に延び、金属層の全てを貫通し、隣り合う切込みは、電流が巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を形成するよう、LSWの相対する側から開始する。

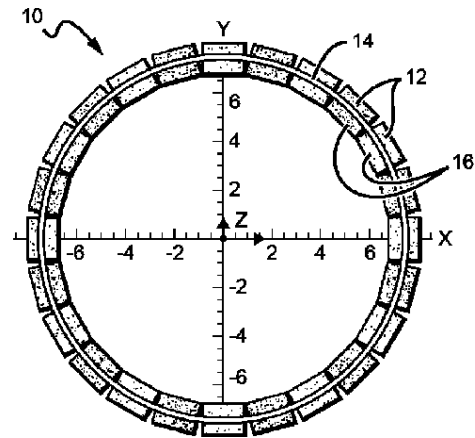


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、半径方向に磁化された第 1 配列の磁石と、

前記回転軸と平行に置かれ、前記磁石が前記回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された第 1 組の積層シート巻線 (LSW) であって、前記磁石及び LSW が、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第 1 組の積層シート巻線 (LSW) と、を備える、電気機械。

【請求項 2】

前記第 1 配列の磁石が、前記第 1 組の巻線の外側にある、請求項 1 に記載の電気機械。

10

【請求項 3】

前記第 1 配列の磁石が、前記第 1 組の巻線の内側にある、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 4】

前記第 1 配列の磁石が、前記第 1 組の巻線の外側又は内側にあり、

前記巻線の、前記第 1 配列の磁石と反対の側に第 1 強磁性リングをさらに備える、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 5】

前記第 1 配列の磁石の外周まわりに第 2 強磁性リングをさらに備える、請求項 4 に記載の電気機械。

【請求項 6】

前記第 1 配列の磁石が希土類磁石である、請求項 1 に記載の電気機械。

20

【請求項 7】

半径方向に磁化された第 2 配列の磁石をさらに備え、

前記第 1 及び第 2 配列の磁石が、それぞれ、前記第 1 組の巻線の内側及び外側にある、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 8】

前記第 1 配列の磁石及び前記第 2 配列の磁石が、それぞれ、ハルバッハ配列として配置された、請求項 7 に記載の電気機械。

【請求項 9】

前記磁石のうちの少なくともいくつかは、台形のくさび形状である、請求項 8 に記載の電気機械。

30

【請求項 10】

前記磁石が角柱形状のくさび形である、請求項 8 に記載の電気機械。

【請求項 11】

前記磁石が湾曲した又は真っすぐなくさび形である、請求項 8 に記載の電気機械。

【請求項 12】

前記第 1 配列の磁石及び前記第 2 配列の磁石が、長方形又は湾曲したれんが形状であり、各磁極が 2 つのブロックを有し、前記 2 つのブロックのうちの 1 つが、方位角方向に対して +45° の角度で磁化され、前記 2 つのブロックのうちのもう 1 つが、方位角方向に対して -45° の角度で磁化された、請求項 8 に記載の電気機械。

40

【請求項 13】

前記巻線は動かず、前記磁石は、前記巻線の周りを、前記回転軸を中心に回転する、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 14】

前記磁石のうちの隣り合う磁石が、その界面において、非導電性接着剤を用いて互いに接合された、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 15】

前記機械が、「ラージ・エアギャップ・エレクトリック・リング (Large Air Gap Electric Ring)」（LAGER）技術を用いる、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 16】

50

追加の組の L S W をさらに備え、そのそれぞれが、前記回転軸と平行に置かれ、前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、前記機械のための各巻線相を提供する多相 L S W である、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 17】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、第 1、第 2、第 3 組の L S W を含む、請求項 16 に記載の電気機械。

【請求項 18】

前記多相 L S W は動かず、前記磁石は、前記 L S W の周りを、前記回転軸を中心に回転する、請求項 16 に記載の電気機械。

【請求項 19】

前記電気機械が電気モータ又は発電機である、請求項 1 に記載の電気機械。

【請求項 20】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、軸方向に磁化された第 1 配列の磁石と、

前記磁石が前記回転軸と一直線に並び垂直軸に磁場を作るように、前記機械の平面に半径方向に置かれた第 1 組の積層シート巻線 (L S W) であって、前記磁石及び L S W が、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第 1 組の積層シート巻線 (L S W) と、を備える、

電気機械。

【請求項 21】

前記第 1 配列の磁石が、前記第 1 組の巻線の一方の側にあり、前記巻線のもう一方の側に、強磁性ディスクをさらに備える、請求項 20 に記載の電気機械。

【請求項 22】

前記第 1 配列の磁石が、前記第 1 組の巻線の一方の側にあり、前記第 1 組の巻線のもう一方の側に、第 2 配列の磁石をさらに備える、請求項 20 に記載の電気機械。

【請求項 23】

前記第 1 及び第 2 配列の磁石のそれぞれを支持する強磁性ディスクをさらに備える、請求項 22 に記載の電気機械。

【請求項 24】

前記第 1 配列の磁石及び前記第 2 配列の磁石が、それぞれ、ハルバッハ配列として配置された、請求項 22 に記載の電気機械。

【請求項 25】

前記磁石が角柱形状のくさび形である、請求項 24 に記載の電気機械。

【請求項 26】

前記第 1 組の巻線が蛇行形状に形成された、請求項 20 に記載の電気機械。

【請求項 27】

前記巻線は動かず、前記磁石は、前記巻線の周りを、前記回転軸を中心に回転する、請求項 20 に記載の電気機械。

【請求項 28】

前記磁石のうちの隣り合う磁石が、その界面において、非導電性接着剤を用いて互いに接合された、請求項 20 に記載の電気機械。

【請求項 29】

前記機械が「ラージ・エアギャップ・エレクトリック・リング」(L A G E R) 技術を用いる、請求項 20 に記載の電気機械。

【請求項 30】

追加の組の L S W をさらに備え、そのそれぞれが、前記機械の平面に半径方向に置かれ、前記第 1 及び前記追加の組の L S W は、前記機械のための各巻線相を提供する多相 L S W である、請求項 20 に記載の電気機械。

10

20

30

40

50

【請求項 3 1】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、第 1、第 2、第 3 組の L S W である、請求項 3 0 に記載の電気機械。

【請求項 3 2】

前記多相 L S W は動かず、前記磁石は、前記巻線の周りを、前記回転軸を中心に回転する、請求項 3 0 に記載の電気機械。

【請求項 3 3】

前記電気機械は電気モータ又は発電機である、請求項 2 0 に記載の電気機械。

【請求項 3 4】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、
半径方向に磁化された第 1 配列の磁石と、
前記回転軸と平行に置かれ、前記磁石が前記回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された第 1 組の積層シート巻線 (L S W) であって、前記磁石及び L S W が、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第 1 組の積層シート巻線 (L S W) と、を備え、
前記第 1 組の L S W が、
前記回転軸の周りに半径方向に配置されて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、
各金属層を、その隣り合う金属層から電気的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備える、
電気機械。

10

【請求項 3 5】

前記第 1 組の L S W は、前記巻線を一周するように周期的に配置された切込みをさらに有し、前記切込みのそれぞれが、前記回転軸と平行に延びて前記同心金属層の全てを貫通し、各切込みの奥行は、前記巻線の奥行未満であり、隣り合う切込みは、電流が前記巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を前記切込みが形成するよう、前記巻線の相対する側から開始する、請求項 3 4 に記載の電気機械。

20

【請求項 3 6】

追加の組の L S W をさらに備え、各組が、
前記回転軸の周りに半径方向に配置されて、同心の直列接続された金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、
各金属層をその隣り合う金属層から電気的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備え、
前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、前記電気機械のための各巻線相を提供する、
請求項 3 4 に記載の電気機械。

30

【請求項 3 7】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W は、第 1、第 2、第 3 組の L S W である、請求項 3 6 に記載の電気機械。

【請求項 3 8】

前記第 1 及び前記追加の組の巻線のそれぞれは、前記巻線を一周するように周期的に配置された切込みをさらに有し、前記切込みのそれぞれは、前記回転軸と平行に延びて前記同心金属層の全てを貫通し、各切込みの奥行は、前記巻線の奥行未満であり、隣り合う切込みは、電流が前記巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を前記切込みが形成するよう、前記巻線の相対する側から開始する、請求項 3 6 に記載の電気機械。

40

【請求項 3 9】

前記 L S W は、第 1、第 2、第 3 組の L S W であり、前記 L S W が、前記第 1 の巻線の切込みが、前記第 2 の巻線の切込みに対して、磁石の幅の 3 分の 2 相当の機械的な位相オフセットを提供する角度だけ回転され、前記第 2 の巻線の切込みが、前記第 3 の巻線の切込みに対して、磁石の幅の 3 分の 2 相当の機械的な位相オフセットを提供する角度だけ回転されるように、互いに対して回転される、請求項 3 8 に記載の電気機械。

【請求項 4 0】

各組の巻線の前記切込みの奥行が、必要に応じ、位相間のトルクのバランスを取るよう調整される、請求項 3 8 に記載の電気機械。

50

【請求項 4 1】

各組の巻線の前記切込みの奥行が、必要に応じ、逆起電力（電圧）波形を形作るように調整される、請求項 3 8 に記載の電気機械。

【請求項 4 2】

前記永久磁石配列の奥行の、前記切込みの奥行に対する比が、特定の望ましい特性を提供するように選択される、請求項 3 8 に記載の電気機械。

【請求項 4 3】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、前記エアギャップ内で半径方向に積み重なり、前記電気機械のための同心状入れ子相を提供する、請求項 3 6 に記載の電気機械。

【請求項 4 4】

前記第 1 及び前記追加の組の巻線が交互配置された、請求項 3 6 に記載の電気機械。

【請求項 4 5】

前記第 1 及び前記追加の組の巻線が方位角的に積み重なった、請求項 3 6 に記載の電気機械。

【請求項 4 6】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W は、それぞれ、らせん状に配置され、前記積層金属シートは、誘電体層に連続的に巻かれた各巻線を構成する、請求項 3 6 に記載の電気機械。

【請求項 4 7】

前記積層金属シートは、銅、アルミニウム、金、及び、銀を含む群から選択される導電性材料を備える、請求項 3 4 に記載の電気機械。

【請求項 4 8】

前記第 1 組の L S W の奥行が、前記第 1 配列の磁石の奥行を周期的に超え、前記巻線の一部が、前記第 1 配列の磁石を超えて延在して丸みがある、請求項 3 4 に記載の電気機械。

【請求項 4 9】

前記第 1 組の L S W 内で生じる渦電流を低減させるために、前記第 1 の巻線の軸に沿って前記積層金属シートを貫通する細長い直線スリットをさらに有する、請求項 3 4 に記載の電気機械。

【請求項 5 0】

前記第 1 組の L S W は、前記巻線を一周するように周期的に配置された切込みをさらに有し、前記切込みのそれぞれは、前記回転軸と平行に延びて前記同心金属層の全てを貫通し、各切込みの奥行は、前記巻線の奥行未満であり、隣り合う切込みは、電流が前記巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を前記切込みが形成するよう、前記巻線の相対する側から開始し、

前記切込みの周りの電流の流れを促進するための、前記積層金属シートを貫通する、前記切込みの周りの c 形状スリットをさらに備える、請求項 3 4 に記載の電気機械。

【請求項 5 1】

前記第 1 組の L S W は、前記巻線を一周するように周期的に配置された切込みをさらに有し、前記切込みのそれぞれは、前記回転軸と平行に延びて前記同心金属層の全てを貫通し、各切込みの奥行は、前記巻線の奥行未満であり、隣り合う切込みは、電流が前記巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を前記切込みが形成するよう、前記巻線の相対する側から開始し、

前記切込みの周りの電流の流れを促進するための、前記積層金属シートを貫通する、細長いスリットと c 形状スリットとをさらに備える、請求項 3 4 に記載の電気機械。

【請求項 5 2】

前記 L S W は動かず、前記磁石が、前記巻線の周りを、前記回転軸を中心に回転する、請求項 3 4 に記載の電気機械。

【請求項 5 3】

前記電気機械は、電気モータ又は発電機である、請求項 3 4 に記載の電気機械。

10

20

30

40

50

【請求項 5 4】

対応回転軸を有する電気モータであって、該電気モータは、
軸方向に磁化された第 1 配列の磁石と、
前記磁石が前記回転軸と一直線に並び垂直軸に磁場を作るように、前記モータの平面に半径方向に置かれた第 1 組の積層シート巻線 (L S W) であって、前記磁石及び L S W が、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第 1 組の積層シート巻線 (L S W) と、を備え、

前記第 1 組の L S W が、

前記モータの平面に半径方向に置かれて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、

各金属層を、その隣り合う金属層から電氣的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備える、
電気モータ。

【請求項 5 5】

前記第 1 組の L S W が、蛇行経路をとるように前記モータの平面に半径方向に置かれた、請求項 5 4 に記載のモータ。

【請求項 5 6】

追加の組の L S W をさらに備え、各組は、

前記モータの平面に半径方向に置かれて、同心の直列接続された金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、

各金属層を、その隣り合う金属層から電氣的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備え、

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、前記モータのための各巻線相を提供する、

請求項 5 4 に記載のモータ。

【請求項 5 7】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、第 1、第 2、第 3 組の L S W である、請求項 5 6 に記載の電気機械モータ。

【請求項 5 8】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、互いにオフセットされた、請求項 5 6 に記載のモータ。

【請求項 5 9】

前記第 1 配列の磁石が、前記第 1 及び前記追加の組の L S W の一方の側にあり、
前記第 1 及び前記追加の組の L S W のもう一方の側に、第 2 配列の磁石をさらに備える、
請求項 5 6 に記載のモータ。

【請求項 6 0】

前記第 1 及び前記追加の組の L S W が、それぞれが蛇行経路をとるように、前記モータの平面に半径方向に置かれた、請求項 5 9 に記載のモータ。

【請求項 6 1】

前記 L S W は動かず、前記磁石が、前記巻線の周りを、前記回転軸を中心に回転する、
請求項 5 4 に記載のモータ。

【請求項 6 2】

前記電気機械は、電気モータ又は発電機である、請求項 5 4 に記載の電気機械。

【請求項 6 3】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、

半径方向に磁化された第 1 配列の磁石と、

前記回転軸と平行に置かれ、前記磁石が前記回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された第 1 組の積層シート巻線 (L S W) であって、前記磁石及び L S W が、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第 1 組の積層シート巻線 (L S W) と、

ハウジングであって、該ハウジング内に前記磁石及び巻線が収容されるハウジングと、

前記ハウジング内の通気口であって、該通気口を通過して、空気が前記磁石及び巻線に供給され、熱い空気が前記磁石及び巻線から排出されることが可能な通気口と、を備える、
電気機械。

10

20

30

40

50

【請求項 6 4】

前記磁石は、前記モータの回転子であり、

熱い空気を強制的に前記ハウジングから出すために前記回転子と共に回転するように接続されたファンブレードの特徴をさらに備える、請求項 6 3 に記載の電気機械。

【請求項 6 5】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、

軸方向に磁化された第 1 配列の磁石と、

前記磁石が前記回転軸と一直線に並び垂直軸に磁場を作るように、前記モータの平面に半径方向に置かれた第 1 組の積層シート巻線であって、前記磁石及び巻線が、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第 1 組の積層シート巻線と、

ハウジングであって、該ハウジング内に前記磁石及び巻線が収容されるハウジングと、前記ハウジング内の通気口であって、該通気口を通して、外気が前記磁石及び巻線に供給され、前記磁石及び巻線から排出されることが可能な通気口と、を備える、

電気機械。

【請求項 6 6】

前記磁石は前記モータの回転子であり、

熱い空気を強制的に前記ハウジングから出すよう前記回転子に接続されたファンブレードの特徴をさらに備える、請求項 6 5 に記載の電気機械。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

[関連出願]

本出願は、2014年9月16日に提出された、G e r y らの仮特許出願第 6 2 / 0 5 1 , 2 3 5 号の利益を主張するものである。

[発明の背景]

[発明の分野]

本発明は、一般的には電気機械に関し、より具体的には積層シート巻線 (L S W) を用いた高効率モータ及び発電機に関する。

[関連技術の説明]

国家及び地球規模の電力コストは、世の中のエネルギーへの包括的要求が増すにつれて、大きく増加すると予想される。米国エネルギー省によれば、エネルギー消費にとって最悪の元凶は、米国で生産される全ての電力のほぼ 5 0 % を消費する電気モータである。電気モータは、米国で年間 6 0 0 0 億ドルの価格の電力を消費し、その数字は、2030年までに 1 兆ドルに増加すると予測される。

【0002】

電気モータの基本設計は、N i k o l a T e s l a による 1 8 8 8 年の発明以来少しずつ変化してきた。現在のモータ製造者は、改良された材料及び製造工程を用いることで、効率をわずかに増加させてきたが、電気が機械的運動に変換される際に、依然として多量のエネルギーが熱として失われている。熱関連問題に取り組むために、追加のエネルギーコストを負う可能性がある。例えば、交流誘導電動機の中には、モータが作り出す多量の熱を放散させるだけのために、電力を消費するファンを使用するものがある。別の例としては、モータが高速だと熱の量の増加を引き起こし、効率に悪影響を及ぼす (熱損失のために、より少ない入力電力が、使用できる機械的動力に変換されるため) 。

【0003】

電力消費及び関連コストを、ただちに、かつ有意に低減させるために、より高効率、高費用効果の電気モータが必要とされる。

【発明の概要】

【0004】

よりコンパクトで軽い設計で高い効率を提供し、従来の機械より放熱が少ない電気機械、好ましくはモータ又は発電機を提示する。以下の説明では、電気モータに言及するが、

モータ及び発電機の両方を含んだ電気機械が考えられると理解される。

【0005】

本願の電気機械は、積層シートからなる固定巻線と、囲むように配列され、巻線により生じる磁場に応じて巻線の周りを回転する永久磁石とを使用する。

多数の実施形態が説明されている。「半径方向」実施形態は、半径方向に磁化された少なくとも1つの配列の磁石と、モータの回転軸と平行に置かれ、磁石がモータの回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された少なくとも1つの組の積層シート巻線(LSW)とを使用する。あるいは、モータは、「軸方向」実施形態に配置されてもよく、その場合、少なくとも1つの配列の磁石が軸方向に磁化され、磁石が回転軸と一直線に並ぶ垂直軸に磁場を作るように、少なくとも1つの組のLSWが、モータの平面に半径方向に置かれる。半径方向及び軸方向実施形態の両方とも、磁石配列は、ハルバッハ(Halbach)配列として配置されてよい、いくつかの考えられ得るハルバッハ配列の配置が、説明される。

10

【0006】

半径方向及び軸方向実施形態の両方とも、磁石及び巻線は、間にエアギャップを伴い、同心状に配置される。モータは、「ラージ・エアギャップ・エレクトリック・リング(Large Air Gap Electric Ring)」(LAGER)技術を用いてもよく、その場合、エアギャップを従来のモータで使用されるものより大きくし、LSWをエアギャップ内に配置してもよい。

【0007】

半径方向実施形態では、好ましくは3相(またはそれ以上の)モータを提供するための3組(またはそれ以上の)巻線が、モータの回転軸の周りに半径方向に配置されて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートを備え、誘電絶縁体層が、各金属層をその隣り合う金属層から電気的に絶縁するために使用される。好ましくは、切込みが、各LSWに一周するように周期的に配置され、各切込みが、回転軸と平行に延びて同心金属層の全てを貫通し、各切込みの奥行きが、LSWの奥行き未満であり、隣り合う切込みが、電流がLSWを一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を切込みが形成するよう、LSWの相対する側から開始する。

20

【0008】

軸方向実施形態では、好ましくは上述の通り3相以上の巻線が、モータの平面に半径方向に置かれて、好ましくは蛇行経路をとった、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートを備え、誘電絶縁体層が、各金属層をその隣り合う金属層から電気的に絶縁する。

30

【0009】

積層シートは、銅又はアルミニウムなどの導電性材料から作られることが好ましい。各巻線の導体の金属密度は、従来の巻線の提供する金属密度よりはるかに高いため、力密度が高くなる。

【0010】

本発明のこれらの及びその他の特徴、側面、及び利点は、以下の図面、説明、及び請求項を参照して、よりよく理解されるであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】半径方向構成の本願モータの側面図である。

【図2】バックアイアン(back-iron)を使用した半径方向構成の本願モータの側面図である。

【図3a】2つのハルバッハ磁石配列を使用した半径方向構成の本願モータの側面図である。

【図3B】図3aに表すハルバッハ磁石配列の拡大図である。

【図4】角柱形の磁石を使用したハルバッハ磁石配列構成の拡大図である。

【図5】長方形の磁石を使用した磁石配列構成の拡大図であり、各磁極が互いに90°に

50

磁化された2つのブロックで形成される。

【図6】軸方向構成の本願モータの斜視図である。

【図7】軸方向構成の断面図であり、モータの積層シート巻線(LSW)の蛇行経路を表す。

【図8】2つのハルパッハ磁石配列を使用した軸方向構成の本願モータの拡大図である。

【図9a】1組のLSWを表す、半径方向構成の本願モータの拡大図である。

【図9b】図9aに表す1組のLSWの拡大図である。

【図10】半径方向構成の本願モータとともに使用可能なLSWの斜視図である。

【図11】3組のLSWを表す、半径方向構成の本願モータの拡大図である。

【図12】ここに記載の巻線切込みを表す、3組のLSWの一部の図である。

10

【図13】交互配置された3組のLSWを表す、半径方向構成の本願モータの拡大図である。

【図14】方位角的に積み重なった3組のLSWを表す、半径方向構成の本願モータの拡大図である。

【図15】方位角的に積み重なった3組のLSWを表す、半径方向構成の本願モータの考えられ得る別の実施形態の拡大図である。

【図16a】磁石配列の奥行を超える奥行を有する1組のLSWを表す、半径方向構成の本願モータの拡大図である。

【図16b】トルク対導体奥行のグラフである。

【図17】細長い垂直スリットを有するLSWの拡大図である。

20

【図18】湾曲したc形状スリットを有するLSWの拡大図である。

【図19】細長い垂直スリット及び湾曲したc形状スリットの両方を有するLSWの拡大図である。

【図20】モータの平面に半径方向に置かれた3組のLSWを表す、軸方向構成の本願モータの拡大図である。

【図21】3組のLSWの蛇行経路を表す、軸方向構成の本願モータの断面図である。

【図22】本願モータとともに使用可能な、通気口を有するモータハウジングの斜視図である。

【図23】ファンブレードの特徴を有する本願モータの斜視図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0012】

[発明の詳細な説明]

本願モータは、「半径方向」及び「軸方向」構成の両方で提供することができ、各構成に、考えられ得るいくつかの異なる磁石及び巻線の変形例が存在する。半径方向構成を図1に表す。モータ10は、図1でモータのあるx-y平面と垂直な対応回転軸を有する。モータは、半径方向に磁化された少なくとも第1配列の永久磁石12と、回転軸と平行に置かれ、磁石12が回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された少なくとも第1組14のLSWとを有する。磁石12及びLSW14は、間にエアギャップ(図1では見えない)を伴い同心状に配置される。ここにおいて、「奥行」とは、回転軸と平行な軸(「巻線軸」ともいう)に沿って測った距離のことであり、「幅」とは、半径方向に測った距離のことであると留意してほしい。モータには、LAGER技術を用いることが好ましく、その場合、巻線をエアギャップ内に配置し、エアギャップを従来のモータで使用されるものより大きくしてもよい。

40

【0013】

本願モータは、第1組のLSW14の外側又は巻線の内側に、単一配列の磁石12を有してもよい。モータは、半径方向に磁化された第2配列の永久磁石16も有してよく、図1にあるように、第1及び第2磁石配列が、LSW14の両側にあってもよい。作動の際、LSW14は動かず、磁石配列が、巻線の周りを、回転軸を中心に回転する。

【0014】

別の考えられ得る実施形態では、第1配列の磁石12を、LSW14の外側又は内側に

50

有し、かつ、「バックアイアン」、一般的には第1強磁性リング18を、巻線の、第1配列の磁石と反対の側に使用する、これは図2に表される。第2の強磁性リング20を、第1磁石配列12の外周まわりに用いて、磁石間の磁場の経路のための追加の材料を提供してもよい。強磁性リングを使用することで、磁石が作る磁束が強まるため、電流の使用が低減され、モータ損失が減少する。しかし、強磁性リングも、リング構造内の渦電流のために、いくらかの損失を生む恐れのあることに留意してほしい。どんな種類の永久磁石が使用されてもよい。磁石は、例えば、希土類磁石であってもよい。

【0015】

別の考えられ得るモータの実施形態を、図3a及び3bに表す。ここでは、磁場は、LSW14の外側及び内側にそれぞれ設けられた第1及び第2磁石配列22、24により生み出され、両配列とも、ハルパッハ永久磁石配列として配置される。図3bは、図3aに表すハルパッハ配列の拡大図であり、磁石の磁化方向を矢印で表す。このように配置された場合、ハルパッハ配列は、モータの作動に必要な全磁場の経路を提供し、それにより、強磁性リング(図2のリング20のような)が不要になり得る。磁場の経路内に鉄がなければ、鉄損失がなくなり、磁石アセンブリをより小さく軽くすることができる一方で、巻線の方向に高い磁束密度を生む。これは、単位トルク及び電力あたりの回転質量を、大きく低減させる。

【0016】

配列内の個々の磁石は、多くの異なった形状を有することが可能である。例えば、磁石は、湾曲した又は真っすぐなくさび形にすることができる。図3a及び3bに表す実施形態では、横型磁石(26、28)は、台形のくさび形状をしている。他の実施形態では、長方形又は湾曲したれんが形状の磁石を使用してもよい。さらなる他の実施形態では、台形、円筒形、及び、長方形などの異なる形状の磁石を組み合わせが、使用され得る。磁石を、その界面30において非導電性接着剤を用いて接合することが好ましく、これは、磁石の接合部を横切る渦から渦電流を除去するのに役立つ。特定用途のための望ましい磁石形状を、いくつかの方法で選択してもよい。1つの方法では、例えば電氣的要件、寸法、コストなどの現実世界の制約が、配列を作る際に使用される磁石の形状を規定する。いったん磁石の形状がわかれば、システムの他のパラメータを決めてもよい。

【0017】

LSW36の両側に、第1及び第2ハルパッハ永久磁石配列32、34を用いた別の実施形態を、図4に表す。「くさび形ハルパッハ配列」(WHB)と呼ばれるこの配置は、磁石の全てが角柱形状のくさび形であり、各磁石は、矢印で示された磁化方向を有する。図示された角度が付けられた方向は、エアギャップ内に、従来のハルパッハ配列より高い磁束密度をもたらす可能性がある。配列は、回転機を収容するために環状に配置される。この実施形態では、以下でより詳細に述べるLSW36の丸みのある端部も用いられる。

【0018】

別の考えられ得る半径方向実施形態を、図5に表す。第1及び第2配列の磁石40、42は、長方形の又は湾曲したれんが形状である。各磁極は、互いに対して90°に磁化された2ブロックを有し、2つのブロックのうちの1つ、例えばブロック磁石44は、方位角方向に対して+45°の角度で磁化され、2つのブロックのうちのもう1つ、例えばブロック磁石46は、方位角方向に対して-45°の角度で磁化される。磁石が長方形であるために、この実施形態は、図4に表す角柱形状のくさび形の実施形態より、製造がずっと容易である。それぞれが磁極弧の半分をカバーするブロック磁石と、方位角方向から±45°の磁化パターンとを使用して、図4に表す磁場密度と同様の磁場密度を得てもよい。同様の磁場効果を生むために、他の磁石形状及び磁化方向を用いることができると理解される。

【0019】

「軸方向」構成を図6に表す。モータ50は、上記のような対応回転軸を有する。モータは、軸方向に磁化された少なくとも第1配列の磁石52と、磁石が回転軸と一直線に並ぶ垂直軸に磁場を作るように、モータの平面に半径方向に置かれた、少なくとも第1組の

10

20

30

40

50

L S W 5 4 とを備える。磁石及び L S W は、間にエアギャップを伴い、同心状に配置される。

【 0 0 2 0 】

軸方向構成のモータは、いくつかの構成のうちのいずれを有してもよい。例えば、モータは、L S W 5 4 の一方の側の単一配列の磁石と、巻線のもう一方の側の強磁性ディスクなどのバックアイアンとを有してもよい。別の考えられ得る配置では、L S W の一方の側の第 1 配列の磁石と、巻線のもう一方の側の第 2 配列の磁石とを有する。さらなる別の可能性としては、図 6 に表すとおり、L S W 5 4 の一方の側の第 1 配列の磁石 5 2 と、巻線のもう一方の側の第 2 配列の磁石 5 6 と、各磁石配列を支持する強磁性ディスク 5 8、6 0 などのバックアイアンとを有する。

10

【 0 0 2 1 】

巻線 5 4 は、蛇行形状に形成することができる、これを図 7 に表す、ここでは、巻線は、磁石配列 5 2 (巻線を見せるために、一部が取り除かれている)の下に表されている。こうすることで、電流は L S W が形成する蛇行経路を強制的に流され、磁石の構造に適切にかみあってトルクを生む。

【 0 0 2 2 】

別の考えられ得る軸方向実施形態を、図 8 に表す。ここでは、第 1 配列の磁石 6 2 及び第 2 配列の磁石 6 4 が、それぞれ、ハルパツ八配列として配置される。磁石は、角柱形状のくさび形であることが好ましい。図 7 に示す磁化方向は、1つの可能な配置にすぎないことに留意してほしい。例えば、磁化方向が $\pm 45^\circ$ の配列も考えられる。半径方向構成と同じく、作動時に L S W 5 4 は動かず、磁石配列が、巻線の周りを、回転軸を中心に回転する。

20

【 0 0 2 3 】

ここに記載される全ての実施形態で用いられる L S W の詳細を、以下に説明する。半径方向実施形態では、第 1 組の L S W は、回転軸の周りに半径方向に配置されて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、各金属層をその隣り合う金属層から電氣的に絶縁するために使用される誘電絶縁体層とを備えるであろう。これを、図 9 a 及び 9 b に表す。図 9 a に、1組の L S W 7 0 を、磁石配列 7 2 及び 7 4 の間に表す(エアギャップ 7 5 により磁石から分離されている)、巻線 7 0 の拡大図を、図 9 b に表す。図 9 b で最もよく見て取れるように、L S W 7 0 は、直列接続された同心金属層 7 6 で構成された連続積層体と、各金属層をその隣り合う金属層から電氣的に絶縁するために使用される誘電絶縁体層 7 8 とを備える。好ましくは、巻線の両端に近い L S W 7 0 の部分 8 0 は、その他の層のへりを超えて延在し、巻線のための電気接続点を提供する。

30

【 0 0 2 4 】

本願モータに使用する L S W は、1相あたり同心円状に 15 回巻かれたらせん体を備えるのが好ましい。1つの例示的な実施形態では、各層は 0.0117 インチ厚であり、0.0014 インチの厚さの誘電絶縁体層で覆われる。意図する用途によって、より多くの又はより少ない層が使用できること、及び、これらの層の厚さが異なってもよいことが理解される。

40

【 0 0 2 5 】

L S W 7 0 の斜視図を図 10 に表す。そこに示される通り、好ましくは、巻線 7 0 は、巻線を一周するように周期的に配置された切込み 8 2 をさらに備え、切込みのそれぞれが、モータの回転軸と平行に延びて同心金属層の全てを貫通する。各切込みの奥行は、巻線 7 0 の奥行未満であり、隣り合う切込みは、電流が巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を切込みが形成するよう、巻線の相対する側から開始する。他の多相巻線構成も可能であることが理解される。

【 0 0 2 6 】

3組の巻線に与えられる 3 相交流電源を使用して、多くのモータが作動される。半径方向構成のモータのための 3 組の L S W を用いた 1つの考えられ得る実施形態を、図 11 に

50

表す。第 1、第 2、及び、第 3 組の L S W 9 0、9 2、9 4 が、エアギャップ内で磁石配列 9 6 と 9 8 との間に半径方向に積み重なっている。好ましくは、各組の L S W は、上述の L S W 7 0、すなわち、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体と同様に構成され、各金属層をその隣り合う金属層から電氣的に絶縁するために使用される誘電絶縁体層を有する。第 1、第 2、及び、第 3 組の L S W 9 0、9 2、9 4 は、モータのための各巻線相を提供する。好ましくは、巻線の各組は、上述のように巻線の同心金属層の全てを貫通する切込みを有し、そのため、電流が巻線を一周するように流れる際に電流が流れる蛇行経路を、各巻線が定義する。

【 0 0 2 7 】

第 1 の巻線の切込みが、第 2 の巻線の切込みに対して磁石の幅の 3 分の 2 相当の機械的な位相オフセットを提供する角度だけ回転され、第 2 の巻線の切込みが、第 3 の巻線の切込みに対して磁石の幅の 3 分の 2 相当の機械的な位相オフセットを提供する角度だけ回転されるように、L S W 9 0、9 2、9 4 が、互いに対して回転されることが好ましい。

10

【 0 0 2 8 】

磁石ピッチ角は、極性が逆の 2 つの隣り合う磁石によりカバーされる角度である。磁石の幅 d_1 及び d_2 は、同じである必要はない。実際、いくつかの実施形態では、モータの中心からの各磁石の異なる距離に適合させるために、幅を意図的に変えてもよい。例えば、内側及び外側配列の磁束を釣り合わせるために、 d_2 は d_1 より大きくてもよい。

【 0 0 2 9 】

図 1 1 に表すような巻線配置の 1 つの潜在的な利点は、相間絶縁層 ($\times 2$) だけが、高い相間電圧を維持する必要があることである。

20

各相が異なる半径に位置するため、各相は、異なるトルクを有することになる。加えて、エアギャップ内の磁場が均一でなければ、別の変動源を導入してもよい。本願モータの実施形態は、トルクのバランスを取ることによってトルクの脈動を最小化するために、例えば導体サイズ (奥行及び円弧の長さ) 及び / 又は位相の層数を変えることで、各相が生む不均等なトルクを相殺するように配置されてもよい。

【 0 0 3 0 】

各相の巻線に設けられた切込みの奥行を変えることで、相間のトルクのバランスを取ってもよい。これを、3 組の巻線 1 0 2、1 0 4、1 0 6 それぞれの切込み奥行 (切込み奥行 1 0 0 など) を表す図 1 2 に示す。各相の巻線の蛇行を定義する切込みの奥行は、逆起電力 (電圧) 波形を形成するために調整可能であり、これにより、効率を改善することができる。特定の望ましい特性を実現するために、永久磁石配列の奥行の、巻線切込みの奥行に対する比も変えてよい。

30

【 0 0 3 1 】

半径方向構成のモータのための別の考えられ得る L S W の実施形態では、図 1 3 に表すように、位相層 1 1 0、1 1 2、1 1 4 は、磁石配列 1 1 6、1 1 8 の間で交互配置されている。これにより、準同一位相が作られ、こうして、製造上の困難な挑戦であり得る上述のような巻線の切込みを設ける必要性を、回避してもよい。

【 0 0 3 2 】

別の L S W の実施形態を図 1 4 に示し、モータの片側図を表す。ここでは、3 つの相 (1 2 0、1 2 2、1 2 4) が、エアギャップ内で磁石配列 1 2 6 と 1 2 8 との間に方位角的に積み重なっている (本例示の実施形態では、強磁性リング 1 3 0 が含まれる)。これは「かご」巻線と呼ばれ、電流はかごの一方の側からもう一方の側へ流れる。

40

【 0 0 3 3 】

図 1 5 に、3 つの相 1 4 0、1 4 2、1 4 4 が方位角的に積み重なった別の実施形態を表す (磁石配列は図示しない)。巻線 3 組は、積層金属シートが、誘電体層に連続的に巻かれた各巻線を構成し、らせん状に配置されてもよい。

【 0 0 3 4 】

図 1 6 a に表すように、L S W 1 5 0 は、磁石 1 5 2 の奥行を超える奥行が設けられていてもよい、L S W 導体の奥行対トルクのグラフを、図 1 6 b に表す。磁石 1 5 2 を超え

50

て延びる L S W 1 5 0 の部分には、丸みがあることが好ましい。磁石の奥行に対して導体の奥行を小さくすると、機械的出力を犠牲にすることなく導体の交流抵抗を低減させることで、効率が改善される。いくつかの実施形態では、巻線の端部は、単なる直線的なヘリである。図 1 6 a に表す実施形態の巻線端部は、巻線の製造に必要な材料の総量を削減するために丸みを帯びている。丸みのある端部は、いずれにせよ電流が流れないであろう真っ直ぐな端部の巻線から材料を取り除いたものである。加えて、露出した丸みのある巻線端部は、モータを取り巻く外気へと熱エネルギーを放散させるヒートシンクの役割を果たすことも可能である。1つの実施形態では、スロット (s l o t) の特徴を備えるハウジングは、機械の回転運動を用いて巻線端部全体に気流を生んで放熱を促進する、これを、より詳細に以下に説明する。

10

【 0 0 3 5 】

巻線全体にスリットを導入すると、L S W 内で生じる渦電流を低減させることで、効率が改善される。いくつかの異なるスリットの向きと寸法が、考えられる。例えば、図 1 7 に表すように、細長い直線スリット 1 6 0 を、巻線軸に沿って L S W 1 6 2 を通る形成し、巻線内で生じる渦電流を低減させることができる。図 1 7 は、上述の切込み 1 6 4 の使用も表す。スリットの数と長さとは、特定用途の要件に応じて調整され得る。

【 0 0 3 6 】

図 1 8 に表す別の実施形態では、湾曲した c 形状スリット 1 7 0 を、L S W 1 7 2 の端部近くに配置し、第 1 の切込み 1 7 4 の周りの電流の流れを促進し、それにより渦電流を低減させることができる。湾曲スリットの数及びスリットの直線部分の長さは、特定用途のために、必要に応じ調整され得る。

20

【 0 0 3 7 】

さらなる別の実施形態では、図 1 9 に表すように、細長い直線スリット 1 8 0 と切込み 1 8 4 の周りの湾曲 c 形状スリット 1 8 2 との組み合わせを、L S W 1 8 6 に設けることができる。ここでは、スリットのうちの少なくともいくつかは、切込みにより作られた蛇行経路を流れ、切込みの周りの電流の流れを促進する。

【 0 0 3 8 】

本願モータの軸方向構成に適した L S W を、図 2 0 に表す。モータ 2 0 0 は、軸方向に磁化された少なくとも第 1 配列の磁石と、磁石が回転軸と一直線に並ぶ垂直軸に磁場を作るように、モータの平面に半径方向に置かれた少なくとも第 1 組の L S W とを備える。磁石及び L S W は、間にエアギャップを伴い同心状に配置される。

30

【 0 0 3 9 】

図 2 0 に表す例示的实施形態は、L S W の両側に、磁石 2 0 2 、 2 0 4 の配列を有し、ここでは、第 1 、第 2 、第 3 組の L S W 2 0 6 、 2 0 8 、 2 1 0 を備える。巻線の各組は、モータ 2 0 0 の平面に半径方向に置かれて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、各金属層をその隣り合う金属層から電氣的に絶縁する誘電絶縁体層とを備える。

【 0 0 4 0 】

巻線 2 0 6 、 2 0 8 、 2 1 0 は、図 2 0 に表すように、互いにオフセットされることが好ましい。必須ではないが、磁石配列 2 0 2 及び 2 0 4 は、方位角方向から $\pm 45^\circ$ の磁化パターンを有することが好ましい。

40

【 0 0 4 1 】

モータの軸方向構成のための巻線は、蛇行経路をとるように、モータの平面に半径方向に置かれることが好ましい。これを図 2 1 に示し、2つの磁石配列の間に挟まれた3つの蛇行巻線 2 0 6 、 2 0 8 、 2 1 0 を見せるために、上側磁石配列 2 0 2 の一部が取り除かれている。

【 0 0 4 2 】

巻線は、種々の導電性材料を使用して製造されてもよい。適切な材料には、例えば銅、アルミニウム、金、銀が含まれるが、その他の導電性材料が使用され得る。各 L S W の導体の金属密度は、従来の巻線が提供する金属密度よりはるかに高いため、力密度が高くな

50

る。電流入力及びトルク出力に対して、体積及び重量が低減される。

【0043】

例えば、のこぎりやレーザーを使用して、巻線基材にスリットを切り込むサブトラクティブ法を用いて、LSWは製造され得る。(例えば)3D印刷などのアディティブ法を用いても、LSWは製造され得る。

【0044】

本願モータのための種々の冷却の特徴が考えられる。図22に表す実施形態では、空気をハウジング内部に取り込んで内部要素(LSW、磁石配列など)中に行き渡らせ、モータからの放熱を助けるように設計されてもよい通気口222を有するハウジング220内に、モータがある。通気口は、空気をハウジングから放出するようにも設計されてよい。

10

【0045】

図23に表す実施形態では、内部のモータを見せるために、ハウジング220の大部分が取り除かれているが、回転子230が、固定子232内において、回転子と共に回転して、巻線近くで生まれた熱い空気を強制的にハウジングから出すように配置されたファンブレード234と共に回転する。

【0046】

本願モータの実施形態は、電気モータの知識を有する者によく知られた技術を用いて、電気信号で駆動されるであろう。モータは、ブラシレス交流、及び、ブラシレス直流配置を含む多数のモータのタイプのいずれかとして構成されてもよい。ここに記載されるように、3組の巻線が3相モータに使用され、3相交流信号で駆動される場合に、最高の性能が実現される。その他の多相巻線も可能である。

20

【0047】

LSWにおける高い金属密度と、少なくとも1つのハルパツ八磁石配列とを組み合わせる実施形態により、単位重量及びサイズあたりのモータのトルク及び出力の、非常に有意な増加が得られる。このためさらに、従来のモータ設計に比べ、冷却要件が減ってモータ設計がより単純化され、単位出力あたりの使用材料が減り、効率が增加する。回転質量がより小さくなり、モータの平衡を保つのが、より単純になる。軸受及び構造体のサイズ及び質量が減るため、設計全体をさらに最適化できる。質量が小さく、サイズが小さいために、設置要件が最小化される。磁石配列とLSWとの両方で、磁束密度が極めて高いため、従来の設計に比べて、単位体積及び質量あたりのトルクが非常に大きくなる。加速がはるかに大きくなり、特に乗り物などの多速度用途で使用されるモータにとって、加速による効率損失が大きく低減される。

30

【0048】

ここに記載されたLSW技術は、積層造形及び先進材料に適しており、従来の製造技術で得られない設計の自由を与える。LSWは、最先端の堆積法で製造され得、さらに製造可能性を最適化して、複雑な巻線機及び手作業の巻線工程の必要性をなくすることができる。

【0049】

ここに記載の本発明の実施形態は、例示的な多数の変形例であり、実質的に同等の結果を達成するために、変形及び再構成を、容易に想像することができ、それらはすべて、添付のクレームに定義される本発明の主旨及び範囲内に含まれることを意図するものである。

40

【 図 1 】

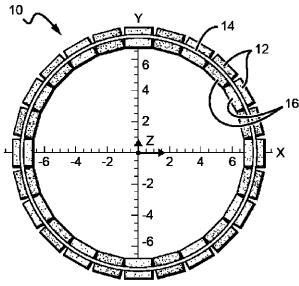


FIG. 1

【 図 2 】

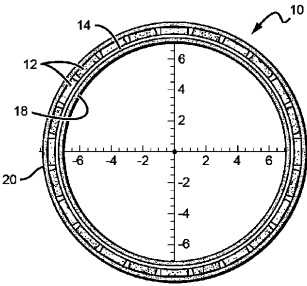
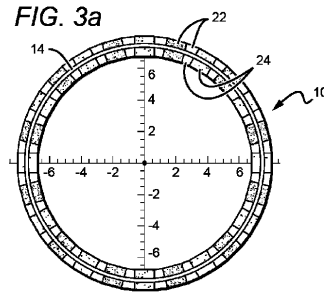
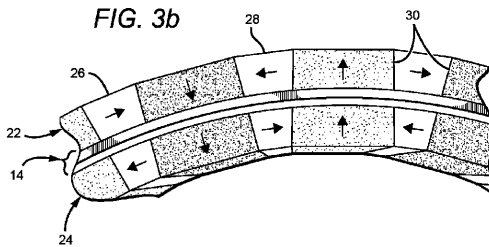


FIG. 2

【 図 3 a 】



【 図 3 b 】



【 図 4 】

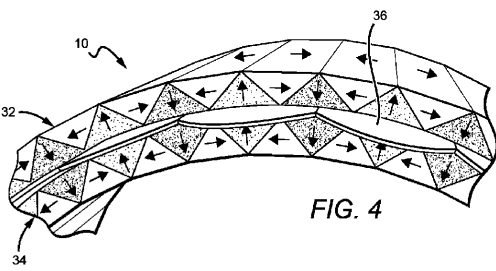


FIG. 4

【 図 5 】

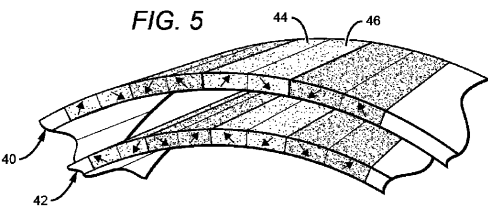


FIG. 5

【 図 6 】

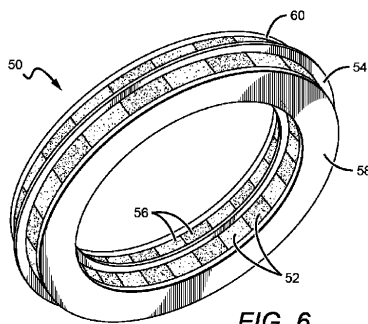


FIG. 6

【 図 7 】

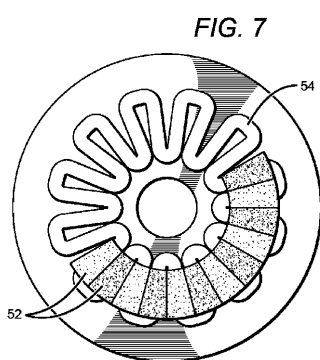
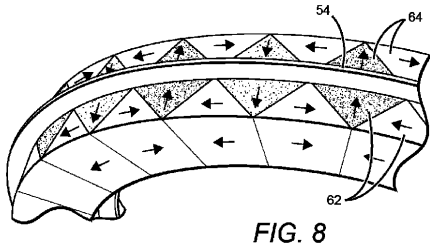
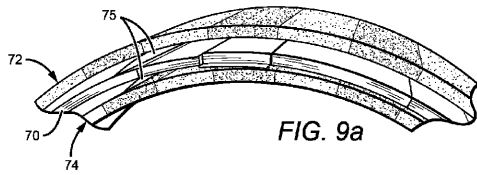


FIG. 7

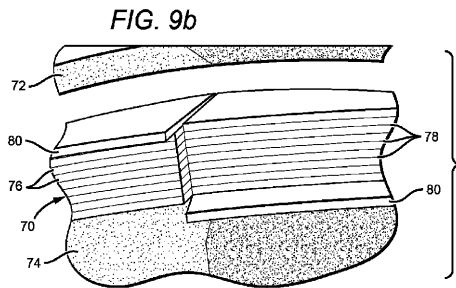
【 図 8 】



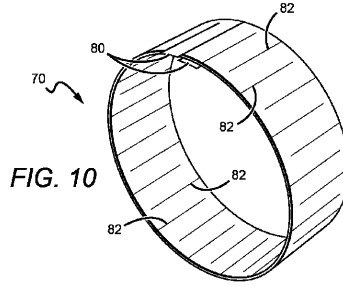
【 図 9 a 】



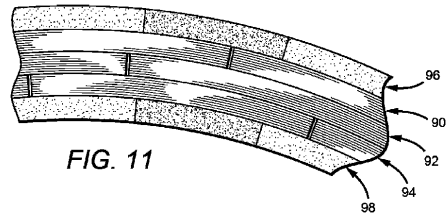
【 図 9 b 】



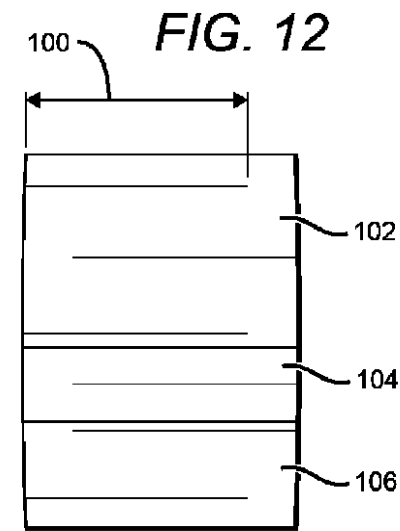
【 図 1 0 】



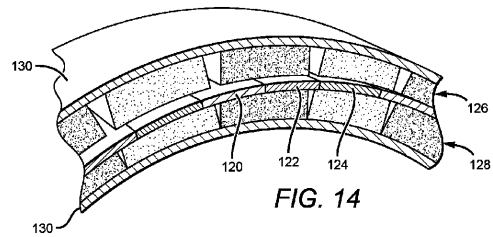
【 図 1 1 】



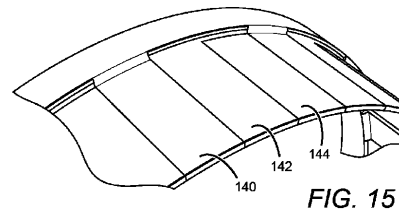
【 図 1 2 】



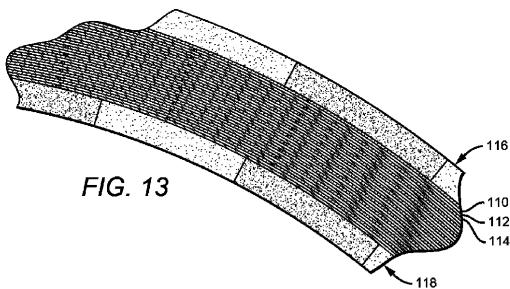
【 図 1 4 】



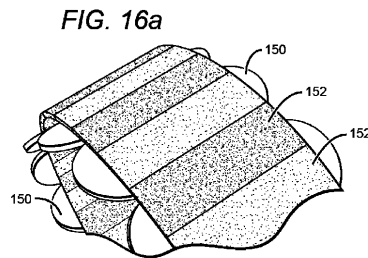
【 図 1 5 】



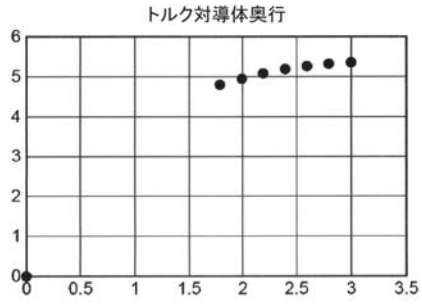
【 図 1 3 】



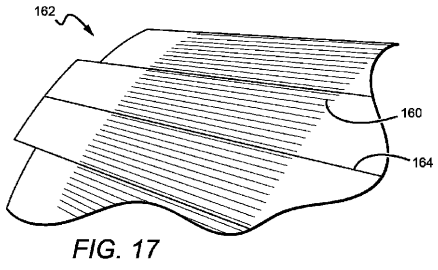
【 図 1 6 a 】



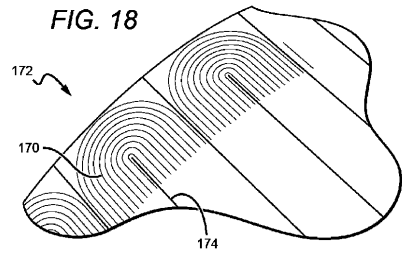
【図16b】



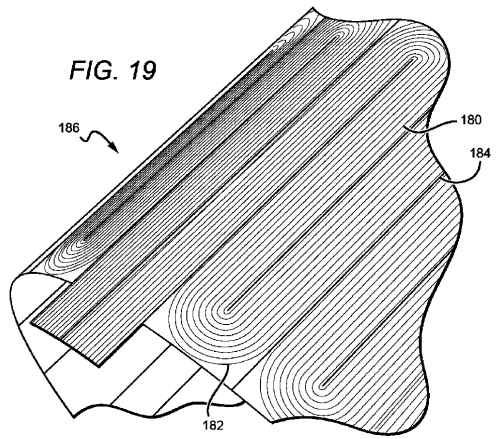
【図17】



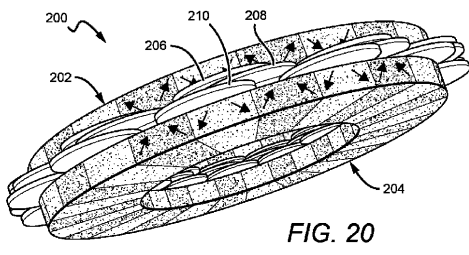
【図18】



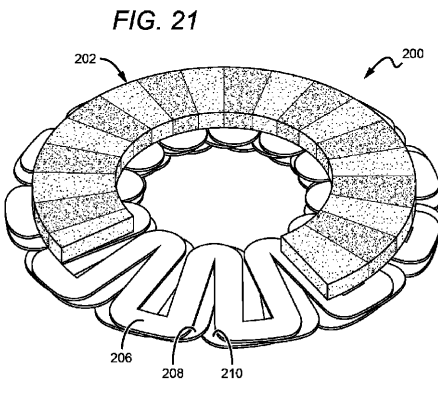
【図19】



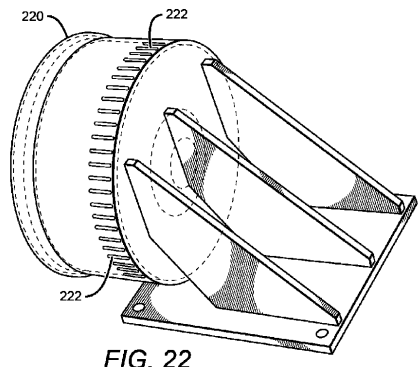
【図20】



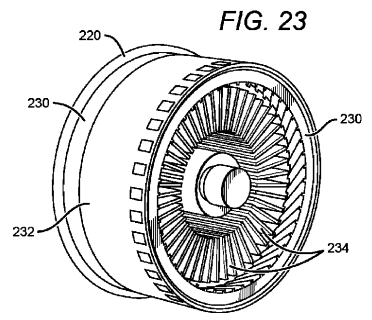
【図21】



【図22】



【図23】



【手続補正書】

【提出日】平成29年5月12日(2017.5.12)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、半径方向に磁化された第1配列の磁石と、前記回転軸と平行に置かれ、前記磁石が前記回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された第1組の積層シート巻線(LSW)であって、前記磁石及びLSWが、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第1組の積層シート巻線(LSW)と、を備える、電気機械。

【請求項2】

前記第1配列の磁石が、前記第1組の巻線の外側又は内側にあり、前記巻線の、前記第1配列の磁石と反対の側に第1強磁性リングをさらに備える、請求項1に記載の電気機械。

【請求項3】

半径方向に磁化された第2配列の磁石をさらに備え、前記第1及び第2配列の磁石が、それぞれ、前記第1組の巻線の内側及び外側にある、請求項1に記載の電気機械。

【請求項4】

前記第1配列の磁石及び前記第2配列の磁石が、それぞれ、ハルバッハ配列として配置された、請求項3に記載の電気機械。

【請求項5】

前記第1配列の磁石及び前記第2配列の磁石が、長方形又は湾曲したれんが形状であり、各磁極が2つのブロックを有し、前記2つのブロックのうちの1つが、方位角方向に対して+45°の角度で磁化され、前記2つのブロックのうちのもう1つが、方位角方向に対して-45°の角度で磁化された、請求項4に記載の電気機械。

【請求項6】

追加の組のLSWをさらに備え、そのそれぞれが、前記回転軸と平行に置かれ、前記第1及び前記追加の組のLSWが、前記機械のための各巻線相を提供する多相LSWである、請求項1に記載の電気機械。

【請求項7】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、軸方向に磁化された第1配列の磁石と、前記磁石が前記回転軸と一直線に並ぶ垂直軸に磁場を作るように、前記機械の平面に半径方向に置かれた第1組の積層シート巻線(LSW)であって、前記磁石及びLSWが、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第1組の積層シート巻線(LSW)と、を備える、電気機械。

【請求項8】

前記第1配列の磁石が、前記第1組の巻線の一方の側にあり、前記第1組の巻線のもう一方の側に、第2配列の磁石をさらに備える、請求項7に記載の電気機械。

【請求項9】

前記第1及び第2配列の磁石のそれぞれを支持する強磁性ディスクをさらに備える、請求項8に記載の電気機械。

【請求項 10】

前記第1配列の磁石及び前記第2配列の磁石が、それぞれ、ハルバッハ配列として配置された、請求項8に記載の電気機械。

【請求項 11】

追加の組のLSWをさらに備え、そのそれぞれが、前記機械の平面に半径方向に置かれ、前記第1及び前記追加の組のLSWは、前記機械のための各巻線相を提供する多相LSWである、請求項7に記載の電気機械。

【請求項 12】

対応回転軸を有する電気機械であって、該電気機械は、半径方向に磁化された第1配列の磁石と、前記回転軸と平行に置かれ、前記磁石が前記回転軸と垂直な平面に磁場を作るように配置された第1組の積層シート巻線(LSW)であって、前記磁石及びLSWが、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第1組の積層シート巻線(LSW)と、を備え、前記第1組のLSWが、前記回転軸の周りに半径方向に配置されて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、各金属層を、その隣り合う金属層から電気的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備える、電気機械。

【請求項 13】

前記第1組のLSWは、前記巻線を一周するように周期的に配置された切込みをさらに有し、前記切込みのそれぞれが、前記回転軸と平行に延びて前記同心金属層の全てを貫通し、各切込みの奥行きは、前記巻線の奥行き未満であり、隣り合う切込みは、電流が前記巻線を一周するように流れる際に、電流が流れる蛇行経路を前記切込みが形成するよう、前記巻線の相対する側から開始する、請求項12に記載の電気機械。

【請求項 14】

追加の組のLSWをさらに備え、各組が、前記回転軸の周りに半径方向に配置されて、同心の直列接続された金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、各金属層をその隣り合う金属層から電気的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備え、前記第1及び前記追加の組のLSWが、前記電気機械のための各巻線相を提供する、請求項12に記載の電気機械。

【請求項 15】

対応回転軸を有する電気モータであって、該電気モータは、軸方向に磁化された第1配列の磁石と、前記磁石が前記回転軸と一直線に並ぶ垂直軸に磁場を作るように、前記モータの平面に半径方向に置かれた第1組の積層シート巻線(LSW)であって、前記磁石及びLSWが、間にエアギャップを伴い、同心状に配置された第1組の積層シート巻線(LSW)と、を備え、前記第1組のLSWが、前記モータの平面に半径方向に置かれて、直列接続された同心金属層で構成された連続積層体を形成する積層金属シートと、各金属層を、その隣り合う金属層から電気的に絶縁する誘電絶縁体層と、を備える、電気モータ。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2015/050400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H02K3/26 H02K3/04 H02K21/12 H02K1/27 ADD. H02K15/03		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 691 727 A1 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG [DE]; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]) 10 January 1996 (1996-01-10) the whole document	1-66
X	US 5 289 066 A (CLARK PETER B [NZ]) 22 February 1994 (1994-02-22) abstract; claims; figures	1-66
X	US 2011/057629 A1 (LIN GLORIA [US] ET AL) 10 March 2011 (2011-03-10) abstract; figures; examples	1-66
X	US 5 955 813 A (BOLTE EKKEHARD [DE] ET AL) 21 September 1999 (1999-09-21) the whole document	1
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 December 2015		Date of mailing of the international search report 23/12/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ramos, Horacio

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2015/050400

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 20 2012 008804 U1 (TECH UNIVERSITÄT CHEMNITZ [DE]) 9 January 2014 (2014-01-09) abstract; figures -----	34-62
A	US 2012/086296 A1 (CLEVELAND MARK A [US]) 12 April 2012 (2012-04-12) abstract; figures -----	34-62

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2015/050400

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0691727	A1	10-01-1996	DE 4423620 A1 11-01-1996 EP 0691727 A1 10-01-1996 JP H0847189 A 16-02-1996 SG 52155 A1 28-09-1998 US 5604390 A 18-02-1997
US 5289066	A	22-02-1994	AU 647775 B2 31-03-1994 AU 7231891 A 21-08-1991 CA 2074360 A1 02-08-1991 DE 69126125 D1 19-06-1997 DE 69126125 T2 28-08-1997 EP 0513094 A1 19-11-1992 ES 2104691 T3 16-10-1997 JP 2762314 B2 04-06-1998 JP H05504042 A 24-06-1993 NZ 232333 A 23-12-1993 US 5289066 A 22-02-1994 WO 9111842 A1 08-08-1991
US 2011057629	A1	10-03-2011	US 2011057629 A1 10-03-2011 US 2012235510 A1 20-09-2012
US 5955813	A	21-09-1999	DE 4420371 A1 14-12-1995 EP 0764357 A1 26-03-1997 JP H10501678 A 10-02-1998 TW 463448 B 11-11-2001 US 5955813 A 21-09-1999 WO 9534934 A1 21-12-1995
DE 202012008804	U1	09-01-2014	NONE
US 2012086296	A1	12-04-2012	EP 2625771 A2 14-08-2013 JP 2014507102 A 20-03-2014 US 2012086296 A1 12-04-2012 WO 2012047442 A2 12-04-2012

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 ジョーンズ ダン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 1 3 6 2 ウエストレーク ビレッジ スウィート 1 0
8 ヴィア コリナス 3 1 3 2 4

Fターム(参考) 5H603 AA01 AA07 AA11 BB01 BB02 BB07 BB09 BB10 BB12 BB13
BB14 CA01 CB01 CB23 CB24 CC07 CC14 CC19 CD23 CD25
CE06 CE12 CE13 CE14 FA02
5H621 BB02 BB06 BB07 BB10 GB01 HH01