

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年9月2日(02.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/171476 A1

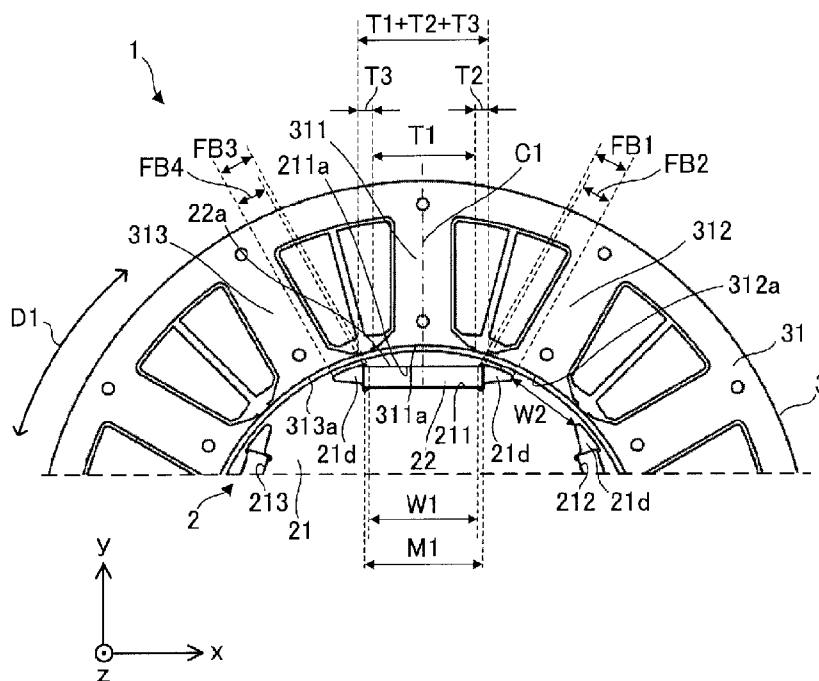
- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/008019
- (22) 国際出願日: 2020年2月27日(27.02.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 隆徳 (WATANABE Takanori); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 麻生

洋樹(ASO Hiroki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 土田 和慶(TSUCHIDA Kazuchika); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 下川 貴也(SHIMOKAWA Takaya); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). ▲高▼橋 諒伍(TAKAHASHI Ryogo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

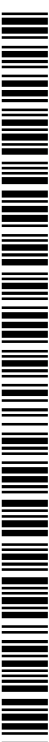
(74) 代理人: 山形 洋一, 外(YAMAGATA Yoichi et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 特許業務法人 山形・佐藤特許事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: ELECTRIC MOTOR, FAN, AND AIR CONDITIONER

(54) 発明の名称: 電動機、ファン、及び空気調和機



(57) Abstract: An electric motor (1) includes a rotor (2), and a stator (3). In plan view orthogonal to the axial direction of the rotor (2), the electric motor (1) satisfies $W2 < W1 < M1$ and $T1 < W1 < T1 + 2 \times T2$, when: a width of a surface (22a) of a permanent magnet (22) is M1; a maximum width of a portion, of an inner wall (211a) of a first magnet insertion hole (21a), that contacts the surface (22a) is W1; a minimum width from the first magnet insertion hole (21a) to the second magnet insertion hole (21a) is W2; a width of a first tip surface (311a) of a first tooth (311) is T1; and a width from the



WO 2021/171476 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

first tip surface (311a) to a second tip surface (312a) of a second tooth (312) is T2.

(57) 要約: 電動機 (1) は、ロータ (2) と、ステータ (3) とを有する。ロータ (2) の軸方向と直交する平面において、永久磁石 (22) の表面 (22a) の幅をM1とし、第1の磁石挿入孔 (21a) の内壁 (211a) のうちの、表面 (22a) に接触している部分の最大幅をW1とし、第1の磁石挿入孔 (21a) から第2の磁石挿入孔 (21a) までの最小幅をW2とし、第1のティース (311) の第1の先端面 (311a) の幅をT1とし、第1の先端面 (311a) から第2のティース (312) の第2の先端面 (312a) までの幅をT2としたとき、電動機 (1) は、 $W2 < W1 < M1$ 、且つ $T1 < W1 < T1 + 2 \times T2$ を満たす。

明 細 書

発明の名称：電動機、ファン、及び空気調和機

技術分野

[0001] 本開示は、電動機に関する。

背景技術

[0002] 電動機用のロータにおける永久磁石の使用量を減らすため、第1の極性を持つ第1の磁極部と、第2の極性を持つ疑似磁極である第2の磁極部とを有するコンシクエントポール型ロータが用いられている。例えば、特許文献1に記載のコンシクエントポール型ロータでは、ステータとロータ間の平均磁束密度を増加させるため、第1の極性を持つ第1の磁極部の占有角と、第2の極性を持つ疑似磁極である第2の磁極部の占有角とが設定されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-201406号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示された技術では、永久磁石が配置された孔が、その孔に隣接する空隙と連通している。この構成により、永久磁石が配置された孔と空隙との間の領域を通過する漏れ磁束が低減される。すなわち、永久磁石のN極からその永久磁石のS極に流れ込む漏れ磁束が低減される。しかしながら、従来の技術では、コンシクエントポール型ロータからステータの対象ティースに流れ込む有効磁束以外の漏れ磁束について考慮されていない。すなわち、対象ティースに隣接するティースに流れ込む漏れ磁束について考慮されていない。そのため、従来の技術では、コンシクエントポール型ロータに大きな永久磁石を配置したとしても、その永久磁石からの磁束を有効に使用できない。

[0005] 本開示の目的は、コンシクエントポール型ロータの永久磁石からステータ

の対象ティースへ流れ込む有効磁束を増加させ、対象ティースに隣接するティースに流れ込む漏れ磁束を低減することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様に係る電動機は、

第1の磁石挿入孔及び前記第1の磁石挿入孔に隣接する第2の磁石挿入孔を有するロータコアと、前記第1の磁石挿入孔に配置された永久磁石と、第1の磁極として機能する第1の磁極領域と、前記第1の磁石挿入孔と前記第2の磁石挿入孔との間の前記ロータコアの一部によって形成される疑似磁極である第2の磁極として機能する第2の磁極領域とを有するコンシクエントポール型ロータと、

周方向に延在するコアバックと、前記コアバックから前記コンシクエントポール型ロータの第1の径方向に延在する第1のティースと、前記第1のティースに隣接している第2のティースとを有し、前記コンシクエントポール型ロータの外側に配置されたステータと

を備え、

前記第1の径方向における内側に面する前記第1の磁石挿入孔の内壁は、前記第1の径方向における外側に面する前記永久磁石の表面に接触しており、

前記コンシクエントポール型ロータの軸方向と直交する平面において、前記永久磁石の長手方向における前記表面の幅をM1とし、

前記平面において、前記第1の磁石挿入孔の前記内壁のうちの、前記永久磁石の前記表面に接触している部分の最大幅をW1とし、

前記平面において、前記第1の磁石挿入孔から前記第2の磁石挿入孔までの最小幅をW2とし、

前記第1のティースのうちの前記ロータコアに面する第1の先端面の、前記平面において前記第1の径方向と直交する第1の方向における幅をT1とし、

前記第1の先端面から前記第2のティースのうちの前記ロータコアに面す

る第2の先端面までの前記第1の方向における幅を $T2$ としたとき、

$$W2 < W1 < M1、且つ T1 < W1 < T1 + 2 \times T2$$

を満たす。

本開示の他の態様に係る電動機は、

第1の磁石挿入孔及び前記第1の磁石挿入孔に隣接する第2の磁石挿入孔を有するロータコアと、前記第1の磁石挿入孔に配置された永久磁石と、第1の磁極として機能する第1の磁極領域と、前記第1の磁石挿入孔と前記第2の磁石挿入孔との間の前記ロータコアの一部によって形成される疑似磁極である第2の磁極として機能する第2の磁極領域とを有するコンシクエントポール型ロータと、

周方向に延在するコアバックと、前記コアバックから前記コンシクエントポール型ロータの第1の径方向に延在する第1のティースと、前記第1のティースに隣接している第2のティースとを有し、前記コンシクエントポール型ロータの外側に配置されたステータと

を備え、

前記第1の径方向における内側に面する前記第1の磁石挿入孔の内壁は、前記第1の径方向における外側に面する前記永久磁石の表面に接触しており

、
前記コンシクエントポール型ロータの軸方向と直交する平面において、前記永久磁石の長手方向における前記表面の幅を $M1$ とし、

前記平面において、前記第1の磁石挿入孔の前記内壁のうちの、前記永久磁石の前記表面に接触している部分の最大幅を $W1$ とし、

前記平面において、前記第1の磁石挿入孔から前記第2の磁石挿入孔までの最小幅を $W2$ とし、

前記第1のティースのうちの前記ロータコアに面する第1の先端面の、前記平面において前記第1の径方向と直交する第1の方向における幅を $T1$ とし、

前記第1の先端面から前記第2のティースのうちの前記ロータコアに面す

る第2の先端面までの前記第1の方向における幅を $T2$ とし、

前記平面において、前記最大幅 $W1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記コンシクエントポール型ロータの回転中心で交差する角度を $\theta W1$ とし、

前記平面において、前記最小幅 $W2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta W2$ とし、

前記平面において、前記幅 $M1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta M1$ とし、

前記平面において、前記幅 $T1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta T1$ とし、

前記平面において、前記幅 $T2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta T2$ としたとき、

$\theta W2 < \theta W1 < \theta M1$ 、且つ $\theta T1 < \theta W1 < \theta T1 + 2 \times \theta T2$ を満たす。

本開示の他の態様に係るファンは、

羽根と、

前記羽根を駆動する前記電動機と

を備える。

本開示の他の態様に係る空気調和機は、

室内機と、

前記室内機に接続された室外機と

を備え、

前記室内機、前記室外機、又は前記室内機及び前記室外機の両方は、前記電動機を有する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、コンシクエントポール型ロータの永久磁石からステータの対象ティースへ流れ込む有効磁束を増加させ、対象ティースに隣接するティースに流れ込む漏れ磁束を低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施の形態1に係る電動機の構造を概略的に示す部分断面図である。
- [図2]電動機の構造を概略的に示す断面図である。
- [図3]ロータの構造を概略的に示す断面図である。
- [図4]ロータの構造を概略的に示す断面図である。
- [図5]図2に示される電動機の一部を示す図である。
- [図6]図5に示される電動機を示す図である。
- [図7]比較例に係る電動機を示す断面図である。
- [図8]第1の先端面の幅に対する第2の先端面に対向する空隙の幅の比率と電動機に生じるコギングトルクとの関係を示すグラフである。
- [図9]第1の先端面の幅に対する第2の先端面に対向する空隙の幅の比率とコギングトルクとの関係、及び第1の先端面の幅に対する第2の先端面に対向する空隙の幅の比率と電動機のトルクとの関係を示すグラフである。
- [図10]幅 T_1 に対応する角度 θ_{T1} に対する幅 F_{B2} に対応する角度 θ_{FB2} の比率 $\theta_{FB2} / \theta_{T1}$ とコギングトルクとの関係、及び幅 T_1 に対応する角度 θ_{T1} に対する幅 F_{B2} に対応する角度 θ_{FB2} の比率 $\theta_{FB2} / \theta_{T1}$ と電動機1のトルクとの関係を示すグラフである。
- [図11]実施の形態2に係るファンの構造を概略的に示す図である。
- [図12]実施の形態3に係る空気調和機の構成を概略的に示す図である。
- [図13]空気調和機の送風機としての室外機内の主要な構成要素を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態1.

実施の形態1に係る電動機1について説明する。

各図に示される x y z 直交座標系において、 z 軸方向(z 軸)は、電動機1の軸線 A_x と平行な方向を示し、 x 軸方向(x 軸)は、 z 軸方向(z 軸)に直交する方向を示し、 y 軸方向(y 軸)は、 z 軸方向及び x 軸方向の両方に直交する方向を示す。軸線 A_x は、ロータ2の回転中心、すなわち、ロー

タ2の回転軸である。軸線Axと平行な方向は、「ロータ2の軸方向」又は単に「軸方向」とも称する。径方向は、ロータ2又はステータ3の半径方向であり、軸線Axと直交する方向である。xy平面は、軸方向と直交する平面である。矢印D1は、軸線Axを中心とする周方向を示す。ロータ2又はステータ3の周方向を、単に「周方向」とも称する。

[0010] 〈電動機1〉

図1は、実施の形態1に係る電動機1の構造を概略的に示す部分断面図である。

図2は、電動機1の構造を概略的に示す断面図である。

電動機1は、ロータ2と、ステータ3と、回路基板4と、モールド樹脂5と、ロータ2を回転可能に保持するベアリング7a及び7bとを有する。電動機1は、例えば、永久磁石埋込型電動機（IPMモータ）などの永久磁石同期電動機である。

[0011] 〈ステータ3〉

ステータ3は、ロータ2の外側に配置されている。ステータ3は、ステータコア31と、コイル32と、インシュレータ33とを有する。ステータコア31は、周方向に延在するコアバック31aと、コアバック31aから径方向に延在する複数のティース31bとを有する環状のコアである。

[0012] ステータコア31は、例えば、磁性を持つ複数の鉄の薄板で構成されている。本実施の形態では、ステータコア31は、軸方向に積層された複数の電磁鋼板で構成されている。ステータコア31の各電磁鋼板の厚さは、例えば、0.2mmから0.5mmである。

[0013] コイル32（すなわち、巻線）は、ステータコア31に取り付けられたインシュレータ33に巻かれている。コイル32は、インシュレータ33によって絶縁されている。コイル32は、例えば、銅又はアルミニウムを含む材料で作られている。

[0014] インシュレータ33は、例えば、ポリブチレンテレフタレート（Poly Butylene Terephthalate：PBT）、ポリフェニレン

サルファイド (PolyPhenylene Sulfide: PPS)、液晶ポリマー (Liquid Crystal Polymer: LCP)、ポリエチレンテレフタレート (PolyEthylene Terephthalate: PET) といった絶縁性の樹脂で作られている。樹脂で作られたインシュレータ33は、例えば、0.035mmから0.4mmの厚さの絶縁性フィルムである。

[0015] 例えば、インシュレータ33は、ステータコア31と一体的に成形される。ただし、ステータコア31とは別にインシュレータ33が成形されてもよい。この場合、インシュレータ33が成形された後に、インシュレータ33がステータコア31に嵌められる。

[0016] 本実施の形態では、ステータコア31、コイル32、及びインシュレータ33は、モールド樹脂5によって覆われている。ステータコア31、コイル32、及びインシュレータ33は、例えば、鉄を含む材料で作られた円筒状シェルによって固定されてもよい。この場合、例えば、ステータ3は、ロータ2と共に、焼き嵌めによって円筒状シェルで覆われる。

[0017] 回路基板4は、モールド樹脂5によってステータ3と共に固定されている。回路基板4は、電動機1を制御するための駆動素子を有する。

[0018] モールド樹脂5は、回路基板4をステータ3と一体化させる。モールド樹脂5は、例えば、不飽和ポリエステル樹脂 (BMC)、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂である。

[0019] 〈ロータ2〉

図3及び図4は、ロータ2の構造を概略的に示す断面図である。図3に示される「N」は、ロータ2のN極 (具体的には、ステータ3に対して機能するN極) を示し、「S」は、ロータ2のS極 (具体的には、ステータ3に対して機能するS極) を示す。

ロータ2は、ロータコア21と、複数の永久磁石22と、シャフト23と、非磁性部材24とを有する。ロータ2は、ステータ3の内側に回転可能に配置されている。具体的には、各永久磁石22がステータ3に面するように

、ロータ2がステータ3の内側に配置されている。ロータ2の回転軸は、軸線Axと一致する。エアギャップがロータコア21とステータ3との間に設けられている。

[0020] ロータコア21は、軸方向に積層された複数のコア210で構成されている。ロータコア21（すなわち、複数のコア210）は、非磁性部材24に固定されている。ロータコア21は、シャフト23に固定されていてもよい。シャフト23は、ベアリング7a及び7bによって回転可能に保持されている。電動機1が駆動すると、ロータコア21は、シャフト23と共に回転する。

[0021] 軸方向において、ロータコア21は、ステータコア31よりも長くてもよい。これにより、ロータ2（具体的には、各永久磁石22）からの磁束が、ステータコア31に効率的に流入する。

[0022] ロータコア21（すなわち、複数のコア210）は、複数の磁石挿入孔21aと、シャフト挿入孔21bとを有する。

[0023] 本実施の形態では、ロータコア21は複数の磁石挿入孔21aを有し、少なくとも1つの永久磁石22が各磁石挿入孔21aに配置されている。

[0024] ロータコア21は、例えば、複数の電磁鋼板によって構成されている。この場合、複数のコア210の各々は、電磁鋼板である。ただし、複数のコア210は、電磁鋼板以外のコアを含んでもよい。例えば、ロータコア21は、予め定められた形状を持つ複数の鉄のコアによって構成されてもよく、軟磁性材料及び樹脂の混合物で構成されていてもよい。

[0025] ロータコア21の各コア210は、例えば、0.2mmから0.5mmの厚みを持つ。ロータコア21のコア210は、軸方向に積層されている。

[0026] 複数の磁石挿入孔21aは、ロータコア21の周方向に等間隔で形成されている。本実施の形態では、5個の磁石挿入孔21aがロータコア21に設けられている。各磁石挿入孔21aは、少なくとも1つの永久磁石22が配置された磁石配置部21cと、永久磁石22の長手方向において磁石配置部21cに連通する2つの空隙21dとを含む。

- [0027] シャフト挿入孔 21b は、ロータコア 21 の中央部に設けられている。シャフト挿入孔 21b は、軸方向にロータコア 21 を貫通している。シャフト挿入孔 21b に、シャフト 23 が配置されている。
- [0028] ロータ 2 は、コンシクエントポール型ロータである。すなわち、ロータ 2 は、各永久磁石 22 によって形成される第 1 の磁極と、互いに隣接する 2 つの磁石挿入孔 21a の間のロータコア 21 の一部によって形成される疑似磁極である第 2 の磁極とを持つ。すなわち、第 2 の磁極は、ロータコア 21 の周方向において各磁石挿入孔 21a に隣接するロータコア 21 の一部によって形成される疑似磁極である。
- [0029] 図 4 に示されるように、ロータ 2 は、複数の第 1 の磁極領域 N1 と、複数の第 2 の磁極領域 S1 とを有する。各第 1 の磁極領域 N1 は、x y 平面において、永久磁石 22 の少なくとも一部及び磁石挿入孔 21a の少なくとも一部を含む領域である。具体的には、各第 1 の磁極領域 N1 は、x y 平面において、径方向における内側に面する磁石挿入孔 21a の内壁 211a に接触する永久磁石 22 の表面 22a の両端とロータ 2 の回転中心とを通る 2 直線との間の領域である。各第 2 の磁極領域 S1 は、x y 平面において、互いに隣接する 2 つの磁石挿入孔 21a の各々の一端とロータ 2 の回転中心とを通る 2 直線との間の領域である。すなわち、各第 2 の磁極領域 S1 は、磁石挿入孔 21a 及び永久磁石 22 を含まない領域である。
- [0030] 各第 1 の磁極領域 N1 と各第 2 の磁極領域 S1 との間の領域は、極間領域である。
- [0031] 各永久磁石 22 は、ロータ 2 の第 1 の磁極としての N 極を形成する。ロータコア 21 の周方向において各磁石挿入孔 21a に隣接するロータコア 21 の一部は、ロータ 2 の疑似磁極である第 2 の磁極としての S 極を形成する。この場合、各第 1 の磁極領域 N1 は、第 1 の磁極（本実施の形態では、ステータ 3 に対して N 極の役目をする磁極）として機能し、各第 2 の磁極領域 S1 は、第 2 の磁極（本実施の形態では、ステータ 3 に対して S 極の役目をする疑似磁極）として機能する。言い換えると、各第 1 の磁極領域 N1 は第 1

の極性として機能し、各第2の磁極領域S1は第1の極性とは異なる第2の極性として機能する。

[0032] 永久磁石22の数は、ロータ2の磁極の数 n (n は4以上の偶数)の半分である。ロータ2の磁極の数 n は、ステータ3に対してN極として機能する磁極と、ステータ3に対してS極として機能する磁極の数との合計数である。ロータ2のN極及びS極は、ロータ2の周方向に交互に位置している。本実施の形態では、 $n=10$ である。

[0033] シャフト23は、例えば、非磁性部材24でロータコア21に固定されている。非磁性部材24は、シャフト挿入孔21bに配置されている。非磁性部材24は、シャフト23をロータコア21に連結する。

[0034] 非磁性部材24は、例えば、オーステナイト系ステンレス、アルミニウム、不飽和ポリエステル樹脂 (Bulk Molding Compound : BMC)、ポリブチレンテレフタレート (PolyButylene Terephthalate : PBT)、ポリフェニレンサルファイド (PolyPhenylene Sulfide : PPS)、液晶ポリマー (Liquid Crystal Polymer : LCP)、ポリエチレンテレフタレート (PolyEthylene Terephthalate : PET) といった非磁性材料で作られている。

[0035] 非磁性部材24は、例えば、樹脂である。この場合、非磁性部材24は、例えば、不飽和ポリエステル樹脂 (BMC)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、液晶ポリマー (LCP)、ポリエチレンテレフタレート (PET) といった非磁性樹脂で作られている。

[0036] 各永久磁石22は、例えば、平板状の永久磁石である。各永久磁石22は、例えば、ネオジム又はサマリウムを含む希土類磁石である。永久磁石22は、鉄を含むフェライト磁石でもよい。永久磁石22の種類は、本実施の形態の例に限られず、他の材料によって永久磁石22が形成されていてもよい。

[0037] 各磁石挿入孔21a内の永久磁石22は、径方向に磁化されており、これにより各永久磁石22からの磁束は、ステータ3に流入する。

[0038] 図5は、図2に示される電動機1の一部を示す図である。

図5において、3つの磁石挿入孔のうちの、真ん中の磁石挿入孔を「第1の磁石挿入孔211」と称し、右側の磁石挿入孔を「第2の磁石挿入孔212」と称し、左側の磁石挿入孔を「第3の磁石挿入孔213」と称する。すなわち、x-y平面において、第2の磁石挿入孔212及び第3の磁石挿入孔213は、第1の磁石挿入孔211に隣接している。

[0039] 図4を参照して説明したように、図5に示されるロータコア21において、永久磁石22に接触している領域が、第1の磁極として機能する第1の磁極領域N1である。図5に示されるロータコア21において、第1の磁石挿入孔211と第2の磁石挿入孔212との間の領域が、疑似磁極である第2の磁極として機能する第2の磁極領域S1である。

[0040] 図5において、第1の磁石挿入孔211に対向するティースを「第1のティース311」と称し、第1のティース311の右側に位置するティースを「第2のティース312」と称し、第1のティース311の左側に位置するティースを「第3のティース313」と称する。すなわち、x-y平面において、第2のティース312及び第3のティース313は、第1のティース311に隣接している。

[0041] 各ティース31bは、ロータコア21に面する先端面を有する。図5に示される例では、第1のティース311はロータコア21に面する先端面311aを有し、第2のティース312はロータコア21に面する先端面312aを有し、第3のティース313はロータコア21に面する先端面313aを有する。第1のティース311の先端面311aを「第1の先端面311a」とも称し、第2のティース312の先端面312aを「第2の先端面312a」とも称し、第3のティース313の先端面313aを「第3の先端面313a」とも称する。

[0042] 図5に示されるx-y平面において、第1のティース311が延在する方向

を「第1の径方向」と称し、第2のティース312が延在する方向を「第2の径方向」と称し、第3のティース313が延在する方向を「第3の径方向」と称する。

[0043] x y 平面において、第1の磁極の中心を示す磁極中心線C1は、永久磁石22の中心を通る。図5に示されるように、 x y 平面において、第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線C1と第1の径方向とが一致している。この場合、第1の磁石挿入孔211は、第1のティース311に対向している。

[0044] 各磁石挿入孔21aの2つの空隙21dのうちの一つは、第2のティース312に対向しており、他方は第3のティース313に対向している。

[0045] 第1の径方向における内側に面する第1の磁石挿入孔211の内壁211aは、第1の径方向における外側に面する永久磁石22の表面22aに接触している。

[0046] 幅M1は、 x y 平面において、永久磁石22の長手方向における表面22aの幅である。図5に示される例では、幅M1は、磁極中心線C1と直交する第1の方向における表面22aの幅である。

[0047] 幅W1は、 x y 平面において、第1の磁石挿入孔211の内壁211aのうちの、永久磁石22の表面22aに接触している部分の最大幅である。本実施の形態において、幅M1と幅W1の関係は、 $W1 < M1$ である。

[0048] 幅W2は、 x y 平面において、第1の磁石挿入孔211から第2の磁石挿入孔212までの最小幅である。

[0049] 幅T1は、第1のティース311のうちの第1の先端面311aの、 x y 平面において第1の径方向と直交する第1の方向における幅である。上述のように、図5において、第1の方向は、磁極中心線C1と直交する方向でもある。

[0050] 幅T2は、第1の先端面311aから第2の先端面312aまでの第1の方向における幅である。幅T3は、第1の先端面311aから第3の先端面313aまでの第1の方向における幅である。本実施の形態では、 $T2 = T3$ である。第2の先端面312aから第3の先端面313aまでの第1の方

向における幅は、 $T_2 + T_1 + T_3 = T_1 + 2 \times T_2$ である。

[0051] 図5に示される例において、電動機1は、 $W_2 < W_1 < M_1$ 、且つ $T_1 < W_1 < T_1 + 2 \times T_2$ を満たす。

[0052] 第2のティース312に対向する空隙21dに関し、幅FB1は、xy平面において、第2の径方向と直交する第2の方向におけるその空隙21dの幅である。第2のティース312に対向する空隙21dに関し、幅FB2は、xy平面において、第2の径方向と直交する第2の方向におけるその空隙21dのうちの、第2の先端面312aに対向する部分の幅である。図5に示される例では、第2のティース312に対向する空隙21dに関し、幅FB1及び幅FB2の関係は、 $FB_1 > FB_2$ である。

[0053] 同様に、第3のティース313に対向する空隙21dに関し、幅FB3は、xy平面において、第3の径方向と直交する第3の方向におけるその空隙21dの幅である。第3のティース313に対向する空隙21dに関し、幅FB4は、xy平面において、第3の径方向と直交する第3の方向におけるその空隙21dのうちの、第3の先端面313aに対向する部分の幅である。図5に示される例では、第3のティース313に対向する空隙21dに関し、幅FB3及び幅FB4の関係は、 $FB_3 > FB_4$ である。

[0054] 本実施の形態では、第2のティース312に対向する空隙21dの幅FB1は、第3のティース313に対向する空隙21dの幅FB3と等しく、第2の先端面312aに対向する空隙21dの幅FB2は、第3の先端面313aに対向する空隙21dの幅FB4と等しい。

[0055] 図6は、図5に示される電動機1を示す図である。

図6に示される例において、電動機1は、 $\theta W_2 < \theta W_1 < \theta M_1$ 、且つ $\theta T_1 < \theta W_1 < \theta T_1 + 2 \times \theta T_2$ を満たす。

[0056] 角度 θW_2 、 θW_1 、 θM_1 、 θT_1 、 θT_2 は、図5に示される幅 W_2 、 W_1 、 M_1 、 T_1 、 T_2 にそれぞれ対応する角度を示す。

[0057] 具体的には、角度 θW_2 は、xy平面において幅 W_2 をなす2つの点（幅 W_2 の両端）をそれぞれ通る2直線が、ロータ2の回転中心で交差する角度

である。すなわち、角度 $\theta W 2$ は、 $x y$ 平面において幅 $W 2$ の一端及びロータ2の回転中心を通る直線と幅 $W 2$ の他端及びロータ2の回転中心を通る直線とがなす角度である。

[0058] 角度 $\theta W 1$ は、 $x y$ 平面において幅 $W 1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、ロータ2の回転中心で交差する角度である。すなわち、角度 $\theta W 1$ は、 $x y$ 平面において幅 $W 1$ の一端及びロータ2の回転中心を通る直線と幅 $W 1$ の他端及びロータ2の回転中心を通る直線とがなす角度である。

[0059] 角度 $\theta M 1$ は、 $x y$ 平面において幅 $M 1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、ロータ2の回転中心で交差する角度である。すなわち、角度 $\theta M 1$ は、 $x y$ 平面において幅 $M 1$ の一端及びロータ2の回転中心を通る直線と幅 $M 1$ の他端及びロータ2の回転中心を通る直線とがなす角度である。

[0060] 角度 $\theta T 1$ は、 $x y$ 平面において幅 $T 1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、ロータ2の回転中心で交差する角度である。すなわち、角度 $\theta T 1$ は、 $x y$ 平面において幅 $T 1$ の一端及びロータ2の回転中心を通る直線と幅 $T 1$ の他端及びロータ2の回転中心を通る直線とがなす角度である。

[0061] 角度 $\theta T 2$ は、 $x y$ 平面において幅 $T 2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、ロータ2の回転中心で交差する角度である。すなわち、角度 $\theta T 2$ は、 $x y$ 平面において幅 $T 2$ の一端及びロータ2の回転中心を通る直線と幅 $T 2$ の他端及びロータ2の回転中心を通る直線とがなす角度である。

[0062] 同様に、角度 $\theta F B 2$ は、図5に示される幅 $F B 2$ に対応する角度を示す。具体的には、角度 $\theta F B 2$ は、 $x y$ 平面において幅 $F B 2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、ロータ2の回転中心で交差する角度である。すなわち、角度 $\theta F B 2$ は、 $x y$ 平面において幅 $F B 2$ の一端及びロータ2の回転中心を通る直線と幅 $F B 2$ の他端及びロータ2の回転中心を通る直線とがなす角度である。

[0063] 〈電動機1の利点〉

図7は、比較例に係る電動機1aを示す断面図である。

比較例に係る電動機1aでは、ロータ2aが、本実施の形態に係る電動機

1のロータ2と異なる。具体的には、比較例に係る電動機1aのロータ2aは、コンシクエントポール型ロータではなく、通常のIPM (Interior Permanent Magnet) ロータである。すなわち、比較例に係る電動機1aのロータ2aでは、ステータ3に対して第1の磁極（例えば、N極）として機能する永久磁石22とステータ3に対して第2の磁極（例えば、S極）として機能する永久磁石22とが、周方向に交互に配列されている。

[0064] 通常、IPMロータにおいて、各永久磁石の長手方向の幅M1が大きいほど、永久磁石の磁力が増加し、ロータの出力が増加する。しかしながら、コンシクエントポール型ロータではない通常のロータでは、各永久磁石の長手方向の幅M1、具体的には、周方向における各永久磁石の幅は、最大でも L/n (L:ロータコアの円周、n:磁極数)に制限される。

[0065] これに対して、本実施の形態に係る電動機1のロータ2は、図5に示されるように、 $W2 < W1 < M1$ を満たす。したがって、本実施の形態に係る電動機1のロータ2では、比較例に比べて、第1の磁極を形成する永久磁石22の幅M1を大きくすることができる。その結果、比較例に比べて少ない永久磁石22で、ロータ2の効率を改善することができる。

[0066] 本実施の形態に係る電動機1は、図5に示されるように、 $T1 < W1$ を満たす。したがって、図5に示される例では、各永久磁石22から対象ティースである第1のティース311へ流れ込む有効磁束を増加させることができる。

[0067] 幅W1が $T1 + 2 \times T2$ よりも大きい場合、永久磁石22からの磁束が対象ティースではないティースに流れ込み、漏れ磁束が増加する。幅W1が $T1 + 2 \times T2$ よりも大きい場合、例えば、図5では、永久磁石22からの磁束が第2のティース312及び第3のティース313に流れ込み、漏れ磁束が増加する。本実施の形態に係る電動機1は、図5に示されるように、 $W1 < T1 + 2 \times T2$ を満たす。したがって、図5に示される例では、対象ティースである第1のティース311に隣接する第2のティース312及び第3

のティース313に流れ込む漏れ磁束を低減することができる。

[0068] 本実施の形態に係る電動機1は、 $W2 < W1 < M1$ 、且つ $T1 < W1 < T1 + 2 \times T2$ を満たす。したがって、各永久磁石22から対象ティースへ流れ込む有効磁束を増加させ、対象ティースに隣接するティースに流れ込む漏れ磁束を低減することができる。

[0069] 幅FB1及び幅FB2の関係が、 $FB1 > FB2$ である場合、第1の磁石挿入孔211に配置された永久磁石22から第2のティース312へ流れ込む漏れ磁束を低減することができる。したがって、各永久磁石22から対象ティースへ流れ込む有効磁束を増加させ、対象ティースに隣接するティースに流れ込む漏れ磁束を低減することができる。

[0070] 図8は、第1の先端面311aの幅T1に対する第2の先端面312aに対向する空隙21dの幅FB2の比率 $FB2 / T1$ と電動機1に生じるコギングトルクとの関係を示すグラフである。

図8に示されるように、電動機1は、 $0.14 < FB2 / T1 < 0.34$ を満たすことが望ましい。この構成により、電動機1におけるコギングトルクを低減することができる。その結果、電動機1におけるコギングトルクによる振動及び騒音を低減することができる。

[0071] 図9は、第1の先端面311aの幅T1に対する第2の先端面312aに対向する空隙21dの幅FB2の比率 $FB2 / T1$ とコギングトルクとの関係、及び第1の先端面311aの幅T1に対する第2の先端面312aに対向する空隙21dの幅FB2の比率 $FB2 / T1$ と電動機1のトルクとの関係を示すグラフである。図9において、トルクの最大値を1.000とする。

図9に示されるように、電動機1は、 $0.165 < FB2 / T1 < 0.285$ を満たすことが望ましい。この構成により、電動機1の最大トルクを維持しながら、電動機1におけるコギングトルクを低減することができる。その結果、電動機1の最大トルクを維持しながら、電動機1におけるコギングトルクによる振動及び騒音を低減することができる。

[0072] 図9に示されるように、電動機1は、 $0.175 < FB2 / T1 < 0.24$ を満たすことがより望ましい。この構成により、電動機1の最大トルクの低下を抑えることができ、電動機1におけるコギングトルクを効果的に低減することができる。その結果、電動機1の最大トルクの低下を抑えることができ、電動機1におけるコギングトルクによる振動及び騒音を効果的に低減することができる。

[0073] 本実施の形態に係る電動機1は、図6に示されるように、 $\theta W2 < \theta W1 < \theta M1$ 、且つ $\theta T1 < \theta W1 < \theta T1 + 2 \times \theta T2$ を満たす。したがって、図6に示される例では、各永久磁石22から対象ティースへ流れ込む有効磁束を増加させ、対象ティースである第1のティース311に隣接する第2のティース312及び第3のティース313に流れ込む漏れ磁束を低減することができる。

[0074] 図10は、幅T1に対応する角度 $\theta T1$ に対する幅FB2に対応する角度 $\theta FB2$ の比率 $\theta FB2 / \theta T1$ とコギングトルクとの関係、及び幅T1に対応する角度 $\theta T1$ に対する幅FB2に対応する角度 $\theta FB2$ の比率 $\theta FB2 / \theta T1$ と電動機1のトルクとの関係を示すグラフである。図10において、トルクの最大値を1.000とする。

図10に示されるように、電動機1は、 $0.14 < \theta FB2 / \theta T1 < 0.34$ を満たすことが望ましい。この構成により、電動機1におけるコギングトルクを低減することができる。その結果、電動機1におけるコギングトルクによる振動及び騒音を低減することができる。

[0075] 図10に示されるように、電動機1は、 $0.165 < \theta FB2 / \theta T1 < 0.285$ を満たすことが望ましい。この構成により、電動機1の最大トルクを維持しながら、電動機1におけるコギングトルクを低減することができる。その結果、電動機1の最大トルクを維持しながら、電動機1におけるコギングトルクによる振動及び騒音を低減することができる。

[0076] 図10に示されるように、電動機1は、 $0.175 < \theta FB2 / \theta T1 < 0.24$ を満たすことがより望ましい。この構成により、電動機1の最大ト

ルクの低下を抑えることができ、電動機 1 におけるコギングトルクを効果的に低減することができる。その結果、電動機 1 の最大トルクの低下を抑えることができ、電動機 1 におけるコギングトルクによる振動及び騒音を効果的に低減することができる。

[0077] 実施の形態 2.

図 1 1 は、実施の形態 2 に係るファン 6 0 の構造を概略的に示す図である。

ファン 6 0 は、羽根 6 1 と、電動機 6 2 とを有する。ファン 6 0 は、送風機とも称する。電動機 6 2 は、実施の形態 1 に係る電動機 1 である。羽根 6 1 は、電動機 6 2 のシャフトに固定されている。電動機 6 2 は、羽根 6 1 を駆動する。具体的には、電動機 6 2 は、羽根 6 1 を回転させる。電動機 6 2 が駆動すると、羽根 6 1 が回転し、気流が生成される。これにより、ファン 6 0 は送風することができる。

[0078] 実施の形態 2 に係るファン 6 0 では、電動機 6 2 に実施の形態 1 で説明した電動機 1 が適用されるので、実施の形態 1 で説明した利点と同じ利点を得ることができる。さらに、ファン 6 0 の効率の低下を防ぐことができる。

[0079] 実施の形態 3.

実施の形態 3 に係る空気調和機 5 0 (冷凍空調装置又は冷凍サイクル装置とも称する) について説明する。

図 1 2 は、実施の形態 3 に係る空気調和機 5 0 の構成を概略的に示す図である。

図 1 3 は、空気調和機 5 0 の送風機としての室外機 5 3 内の主要な構成要素を概略的に示す図である。

[0080] 実施の形態 3 に係る空気調和機 5 0 は、送風機 (第 1 の送風機) としての室内機 5 1 と、冷媒配管 5 2 と、室内機 5 1 に接続された送風機 (第 2 の送風機) としての室外機 5 3 とを備える。例えば、室外機 5 3 は、冷媒配管 5 2 を通して室内機 5 1 に接続されている。

[0081] 室内機 5 1 は、電動機 5 1 a (例えば、実施の形態 1 に係る電動機 1) と

、電動機51aによって駆動されることにより、送風する送風部51bと、電動機51a及び送風部51bを覆うハウジング51cとを有する。送風部51bは、例えば、電動機51aによって駆動される羽根51dを有する。例えば、羽根51dは、電動機51aのシャフトに固定されており、気流を生成する。

[0082] 室外機53は、電動機53a（例えば、実施の形態1に係る電動機1）と、送風部53bと、圧縮機54と、熱交換器（図示しない）と、送風部53b、圧縮機54、及び熱交換器を覆うハウジング53cとを有する。送風部53bは、電動機53aによって駆動されることにより、送風する。送風部53bは、例えば、電動機53aによって駆動される羽根53dを有する。例えば、羽根53dは、電動機53aのシャフトに固定されており、気流を生成する。圧縮機54は、電動機54a（例えば、実施の形態1に係る電動機1）と、電動機54aによって駆動される圧縮機構54b（例えば、冷媒回路）と、電動機54a及び圧縮機構54bを覆うハウジング54cとを有する。

[0083] 空気調和機50において、室内機51及び室外機53の少なくとも1つは、実施の形態1で説明した電動機1を有する。すなわち、室内機51、室外機53、又はこれらの両方は、実施の形態1で説明した電動機1を有する。具体的には、送風部の駆動源として、電動機51a及び53aの少なくとも一方に、実施の形態1で説明した電動機1が適用される。すなわち、室内機51、室外機53、又はこれらの両方に、実施の形態1で説明した電動機1が適用される。圧縮機54の電動機54aに、実施の形態1で説明した電動機1を適用してもよい。

[0084] 空気調和機50は、例えば、室内機51から冷たい空気を送風する冷房運転、温かい空気を送風する暖房運転等の空調を行うことができる。室内機51において、電動機51aは、送風部51bを駆動するための駆動源である。送風部51bは、調整された空気を送風することができる。

[0085] 図13に示されるように、室外機53において、電動機53aは、例えば

、ねじ53eによって室外機53のハウジング53cに固定されている。

[0086] 実施の形態3に係る空気調和機50では、電動機51a及び53aの少なくとも一方に、実施の形態1で説明した電動機1が適用されるので、実施の形態1で説明した利点と同じ利点を得ることができる。その結果、空気調和機50の効率の低下を防ぐことができる。

[0087] さらに、送風機（例えば、室内機51）の駆動源として、実施の形態1に係る電動機1が用いられる場合、実施の形態1で説明した利点と同じ利点を得ることができる。その結果、送風機の効率の低下を防ぐことができる。実施の形態1に係る電動機1と電動機1によって駆動される羽根（例えば、羽根51d又は53d）とを有する送風機は、送風する装置として単独で用いることができる。この送風機は、空気調和機50以外の機器にも適用可能である。

[0088] さらに、圧縮機54の駆動源として、実施の形態1に係る電動機1が用いられる場合、実施の形態1で説明した利点と同じ利点を得ることができる。その結果、圧縮機54の効率の低下を防ぐことができる。

[0089] 実施の形態1で説明した電動機1は、空気調和機50以外に、換気扇、家電機器、又は工作機など、駆動源を有する機器に搭載できる。

[0090] 以上に説明した各実施の形態における特徴は、互いに適宜組み合わせることができる。

符号の説明

[0091] 1, 51a, 53a, 62 電動機、 2 ロータ、 3 ステータ、
21 ロータコア、 21a 磁石挿入孔、 21b シャフト挿入孔、
22 永久磁石、 24 非磁性部材、 50 空気調和機、 51 室内機、
53 室外機、 60 ファン、 61 羽根、 210 コア、
311 第1のティース、 312 第2のティース、 313 第3のティース、
311a, 312a, 313a 先端面、 N1 第1の磁極領域、 S1 第2の磁極領域。

請求の範囲

[請求項1]

第1の磁石挿入孔及び前記第1の磁石挿入孔に隣接する第2の磁石挿入孔を有するロータコアと、前記第1の磁石挿入孔に配置された永久磁石と、第1の磁極として機能する第1の磁極領域と、前記第1の磁石挿入孔と前記第2の磁石挿入孔との間の前記ロータコアの一部によって形成される疑似磁極である第2の磁極として機能する第2の磁極領域とを有するコンシクエントポール型ロータと、

周方向に延在するコアバックと、前記コアバックから前記コンシクエントポール型ロータの第1の径方向に延在する第1のティースと、前記第1のティースに隣接している第2のティースとを有し、前記コンシクエントポール型ロータの外側に配置されたステータと

を備え、

前記第1の径方向における内側に面する前記第1の磁石挿入孔の内壁は、前記第1の径方向における外側に面する前記永久磁石の表面に接触しており、

前記コンシクエントポール型ロータの軸方向と直交する平面において、前記永久磁石の長手方向における前記表面の幅をM1とし、

前記平面において、前記第1の磁石挿入孔の前記内壁のうちの、前記永久磁石の前記表面に接触している部分の最大幅をW1とし、

前記平面において、前記第1の磁石挿入孔から前記第2の磁石挿入孔までの最小幅をW2とし、

前記第1のティースのうちの前記ロータコアに面する第1の先端面の、前記平面において前記第1の径方向と直交する第1の方向における幅をT1とし、

前記第1の先端面から前記第2のティースのうちの前記ロータコアに面する第2の先端面までの前記第1の方向における幅をT2としたとき、

$$W2 < W1 < M1、且つ T1 < W1 < T1 + 2 \times T2$$

を満たす電動機。

[請求項2] 前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通しており前記第2のティースに対向する空隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径方向と直交する方向における幅を $F B 2$ としたとき、

$$0.14 < F B 2 / T 1 < 0.34$$

を満たす請求項1に記載の電動機。

[請求項3] 前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通する空隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径方向と直交する方向における幅を $F B 2$ としたとき、

$$0.165 < F B 2 / T 1 < 0.285$$

を満たす請求項1に記載の電動機。

[請求項4] 前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通する空隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径

方向と直交する方向における幅を $F B 2$ としたとき、

$$0.175 < F B 2 / T 1 < 0.24$$

を満たす請求項 1 に記載の電動機。

[請求項 5]

第 1 の磁石挿入孔及び前記第 1 の磁石挿入孔に隣接する第 2 の磁石挿入孔を有するロータコアと、前記第 1 の磁石挿入孔に配置された永久磁石と、第 1 の磁極として機能する第 1 の磁極領域と、前記第 1 の磁石挿入孔と前記第 2 の磁石挿入孔との間の前記ロータコアの一部によって形成される疑似磁極である第 2 の磁極として機能する第 2 の磁極領域とを有するコンシクエントポール型ロータと、

周方向に延在するコアバックと、前記コアバックから前記コンシクエントポール型ロータの第 1 の径方向に延在する第 1 のティースと、前記第 1 のティースに隣接している第 2 のティースとを有し、前記コンシクエントポール型ロータの外側に配置されたステータと

を備え、

前記第 1 の径方向における内側に面する前記第 1 の磁石挿入孔の内壁は、前記第 1 の径方向における外側に面する前記永久磁石の表面に接触しており、

前記コンシクエントポール型ロータの軸方向と直交する平面において、前記永久磁石の長手方向における前記表面の幅を $M 1$ とし、

前記平面において、前記第 1 の磁石挿入孔の前記内壁のうちの、前記永久磁石の前記表面に接触している部分の最大幅を $W 1$ とし、

前記平面において、前記第 1 の磁石挿入孔から前記第 2 の磁石挿入孔までの最小幅を $W 2$ とし、

前記第 1 のティースのうちの前記ロータコアに面する第 1 の先端面の、前記平面において前記第 1 の径方向と直交する第 1 の方向における幅を $T 1$ とし、

前記第 1 の先端面から前記第 2 のティースのうちの前記ロータコアに面する第 2 の先端面までの前記第 1 の方向における幅を $T 2$ とし、

前記平面において、前記最大幅 $W1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記コンシクエントポール型ロータの回転中心で交差する角度を $\theta W1$ とし、

前記平面において、前記最小幅 $W2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta W2$ とし、

前記平面において、前記幅 $M1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta M1$ とし、

前記平面において、前記幅 $T1$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta T1$ とし、

前記平面において、前記幅 $T2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta T2$ としたとき、

$\theta W2 < \theta W1 < \theta M1$ 、且つ $\theta T1 < \theta W1 < \theta T1 + 2 \times \theta T2$ を満たす

電動機。

[請求項6]

前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通しており前記第2のティースに対向する空隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径方向と直交する方向における幅を $F B2$ とし、

前記平面において、前記幅 $F B2$ をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を $\theta F B2$ としたとき、

$0.14 < \theta F B2 / \theta T1 < 0.34$

を満たす請求項5に記載の電動機。

[請求項7]

前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通する空

隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径方向と直交する方向における幅をF B 2とし、

前記平面において、前記幅F B 2をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を θ_{FB2} としたとき、

$$0.165 < \theta_{FB2} / \theta_{T1} < 0.285$$

を満たす請求項5に記載の電動機。

[請求項8]

前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通する空隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径方向と直交する方向における幅をF B 2とし、

前記平面において、前記幅F B 2をなす2つの点をそれぞれ通る2直線が、前記回転中心で交差する角度を θ_{FB2} としたとき、

$$0.175 < \theta_{FB2} / \theta_{T1} < 0.24$$

を満たす請求項5に記載の電動機。

[請求項9]

前記第1の磁石挿入孔は、前記永久磁石が配置された磁石配置部と、前記永久磁石の前記長手方向において前記磁石配置部に連通しており前記第2のティースに対向する空隙とを含み、

前記平面において、前記第1の磁極の磁極中心を通る磁極中心線と前記第1の径方向とが一致している場合において、

前記平面において、前記空隙のうちの前記第2の先端面に対向する

部分の、前記コアバックから前記第2のティースが延在する第2の径方向と直交する方向における幅をFB2とし、前記平面において、前記第2の径方向と直交する前記方向における前記第2のティースに対向する前記空隙の幅をFB1としたとき、

$$FB1 > FB2$$

を満たす請求項1から8のいずれか1項に記載の電動機。

[請求項10]

羽根と、

前記羽根を駆動する請求項1から9のいずれか1項に記載の電動機と

を備えたファン。

[請求項11]

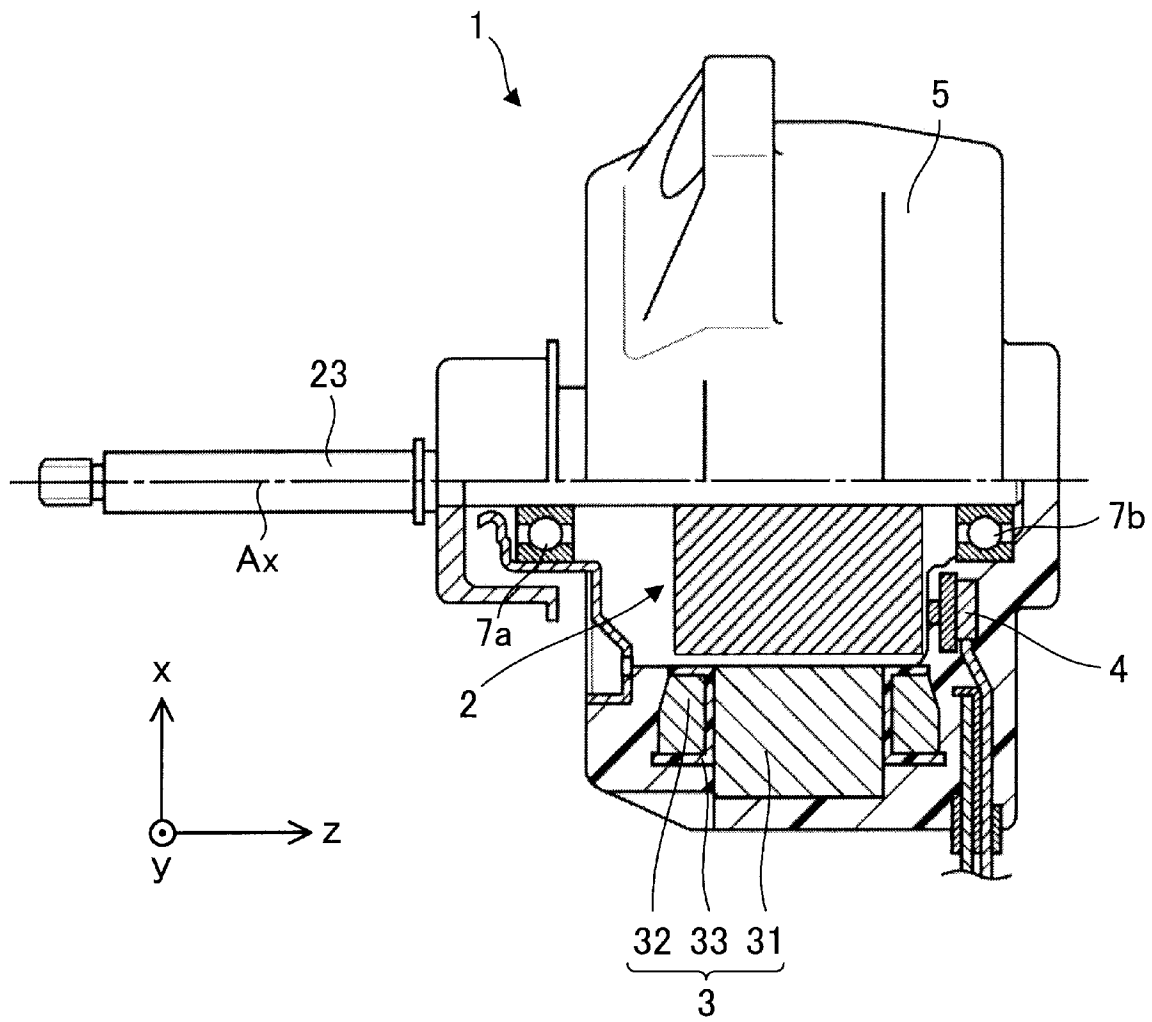
室内機と、

前記室内機に接続された室外機と

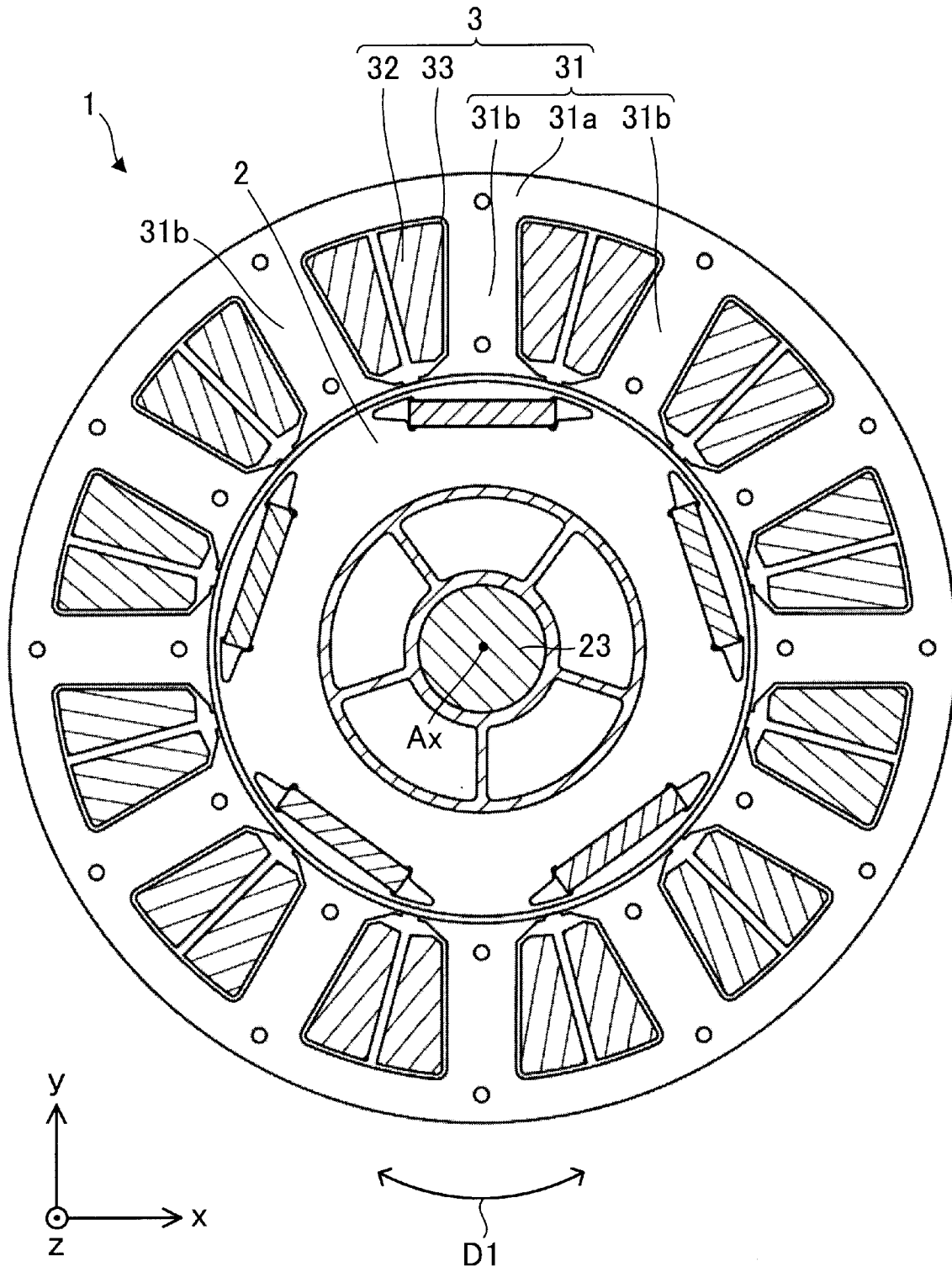
を備え、

前記室内機、前記室外機、又は前記室内機及び前記室外機の両方は、請求項1から9のいずれか1項に記載の電動機を有する空気調和機。

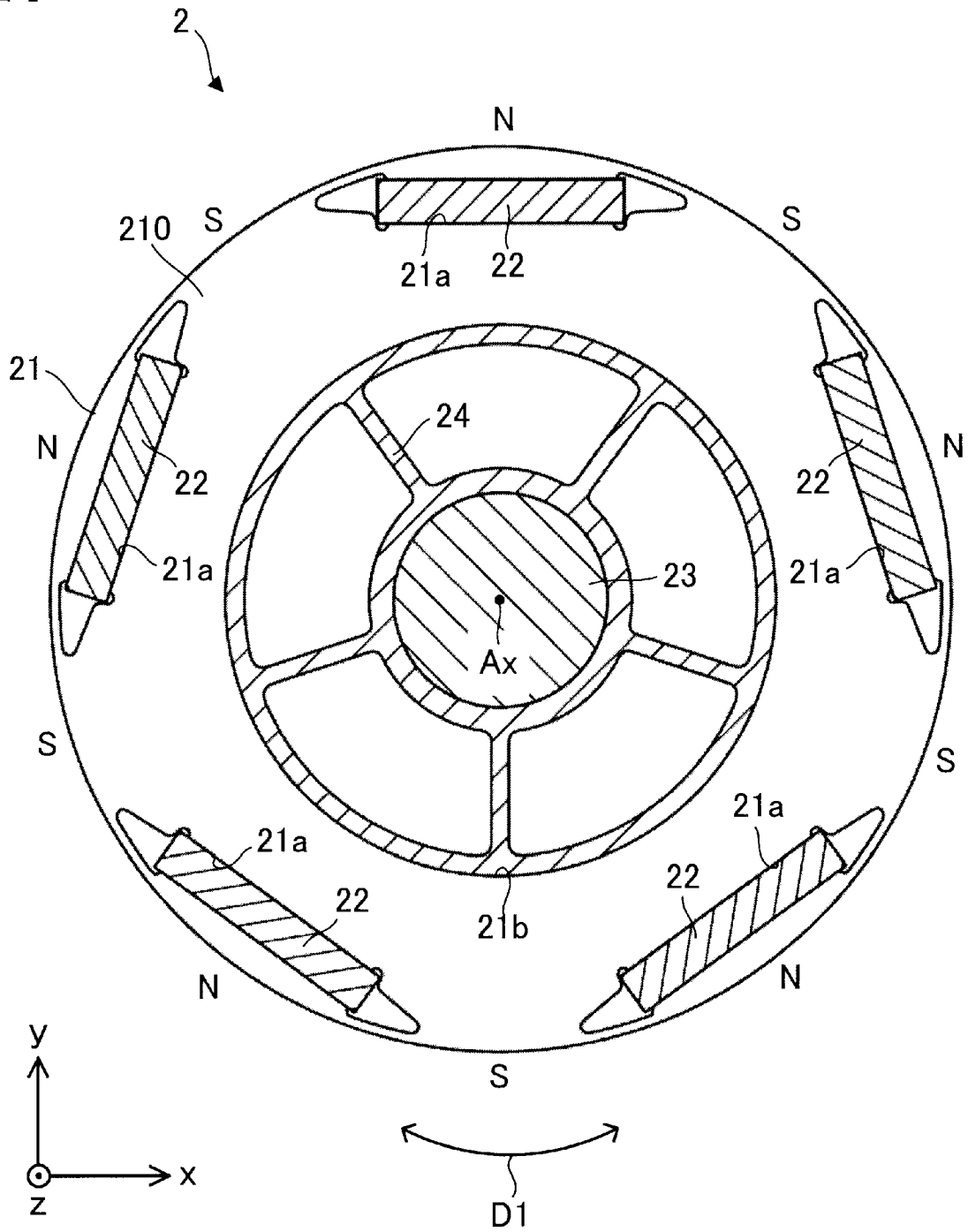
[図1]



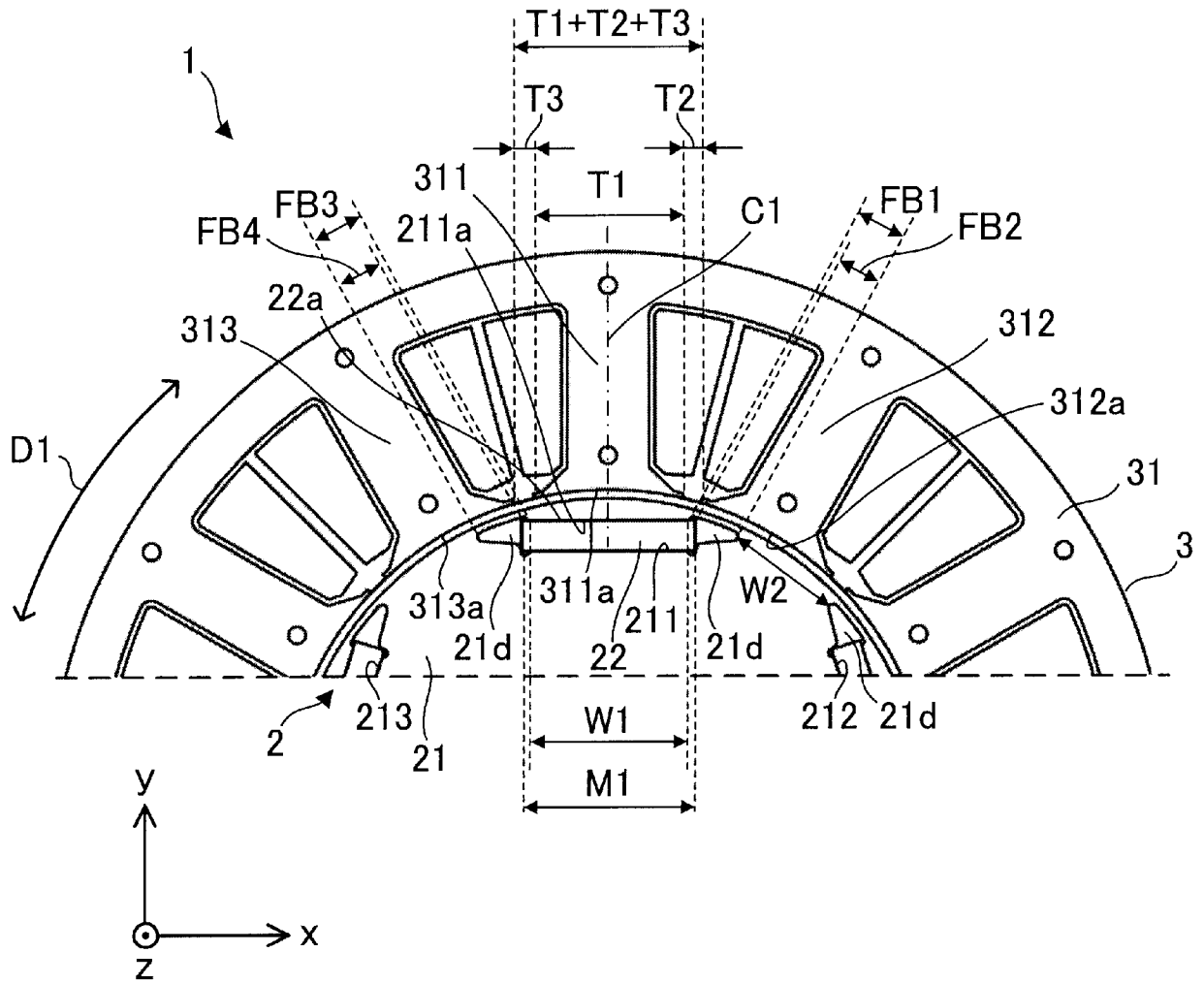
[図2]



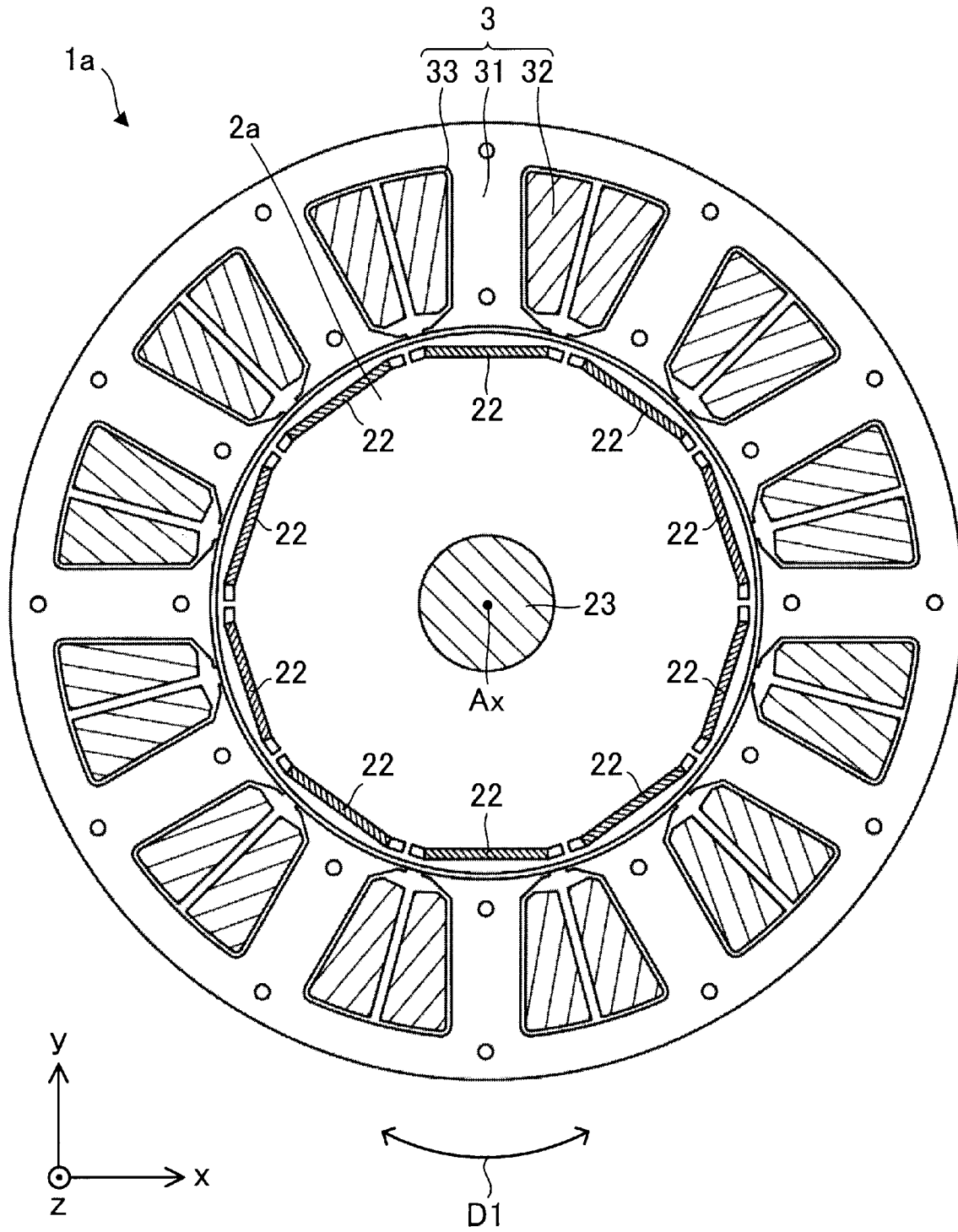
[図3]



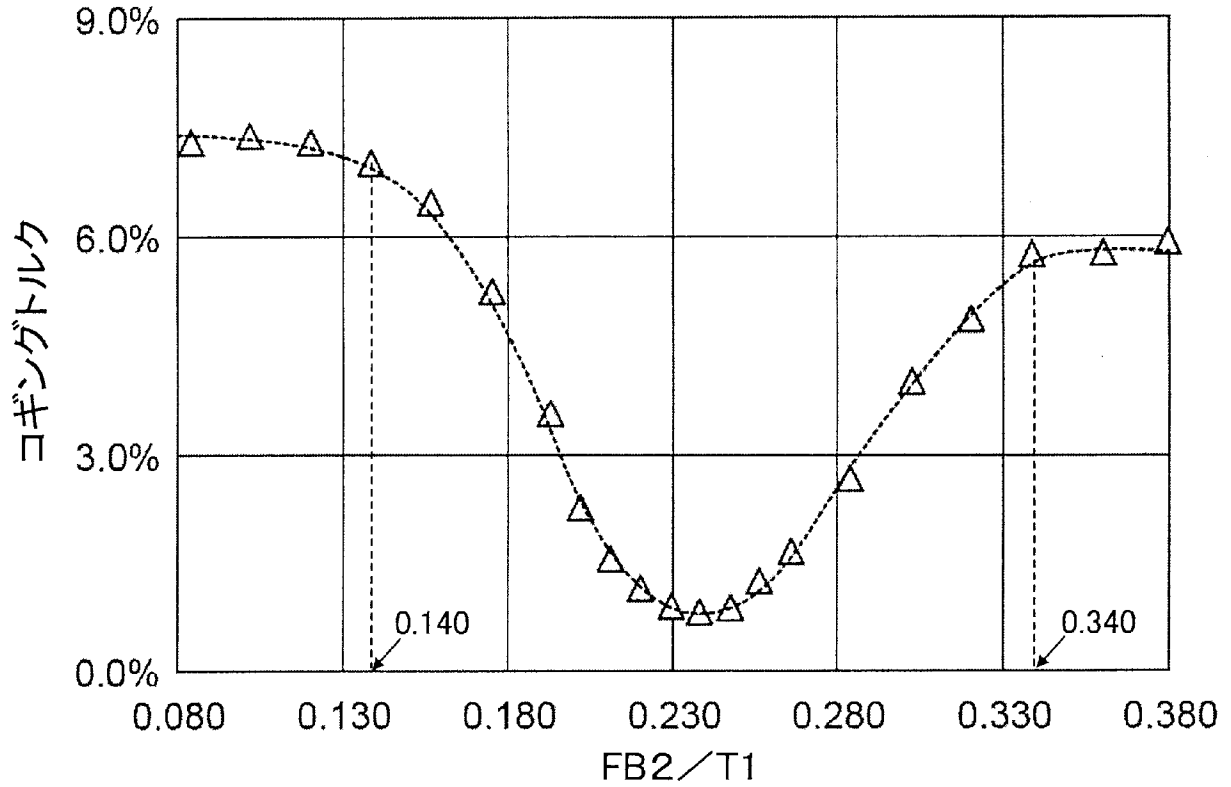
[図5]



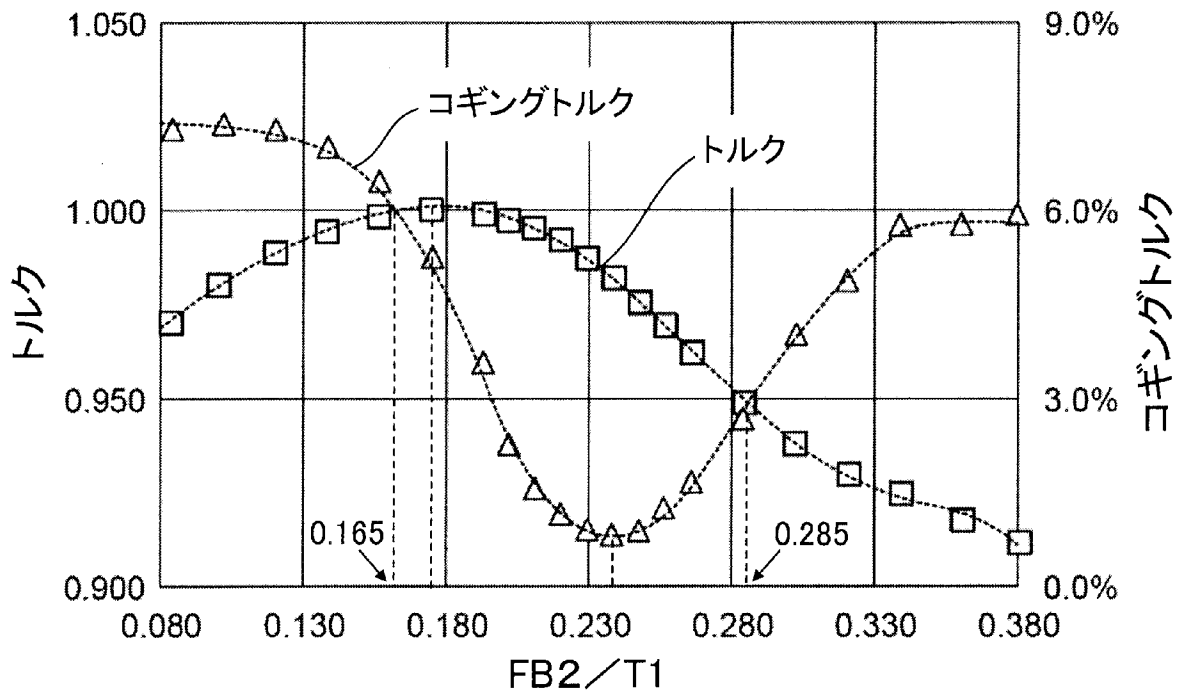
[図7]



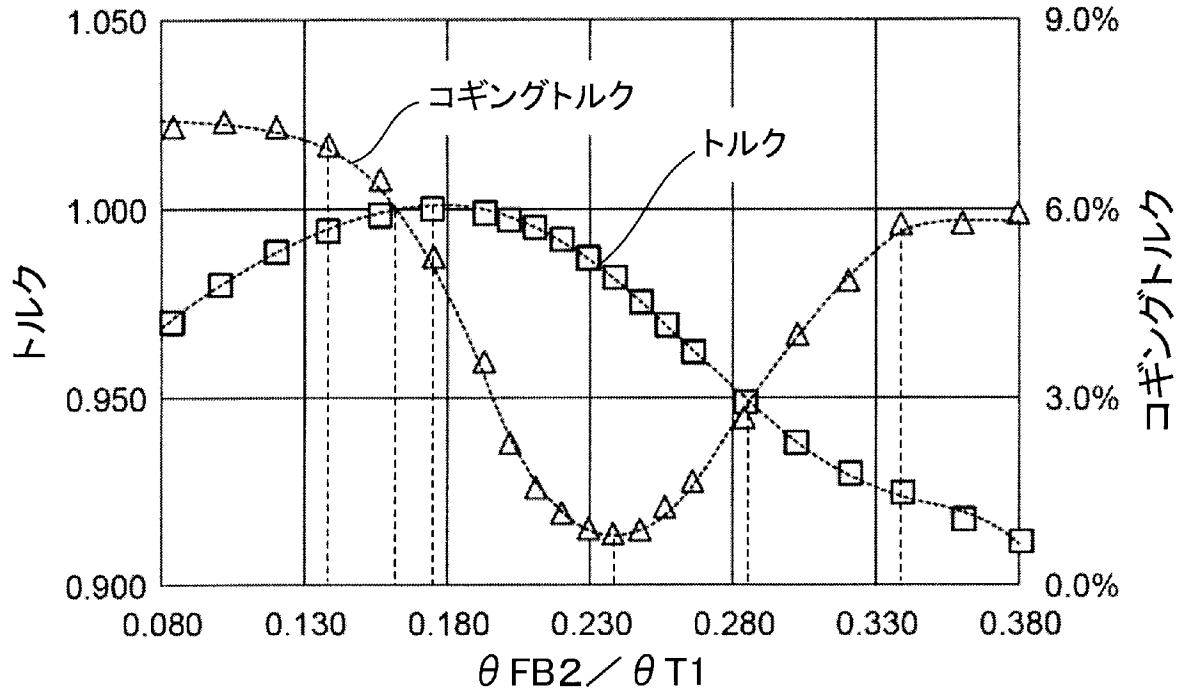
[図8]



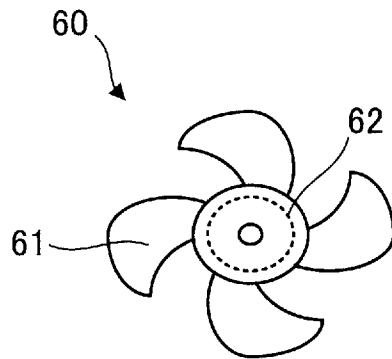
[図9]



[図10]

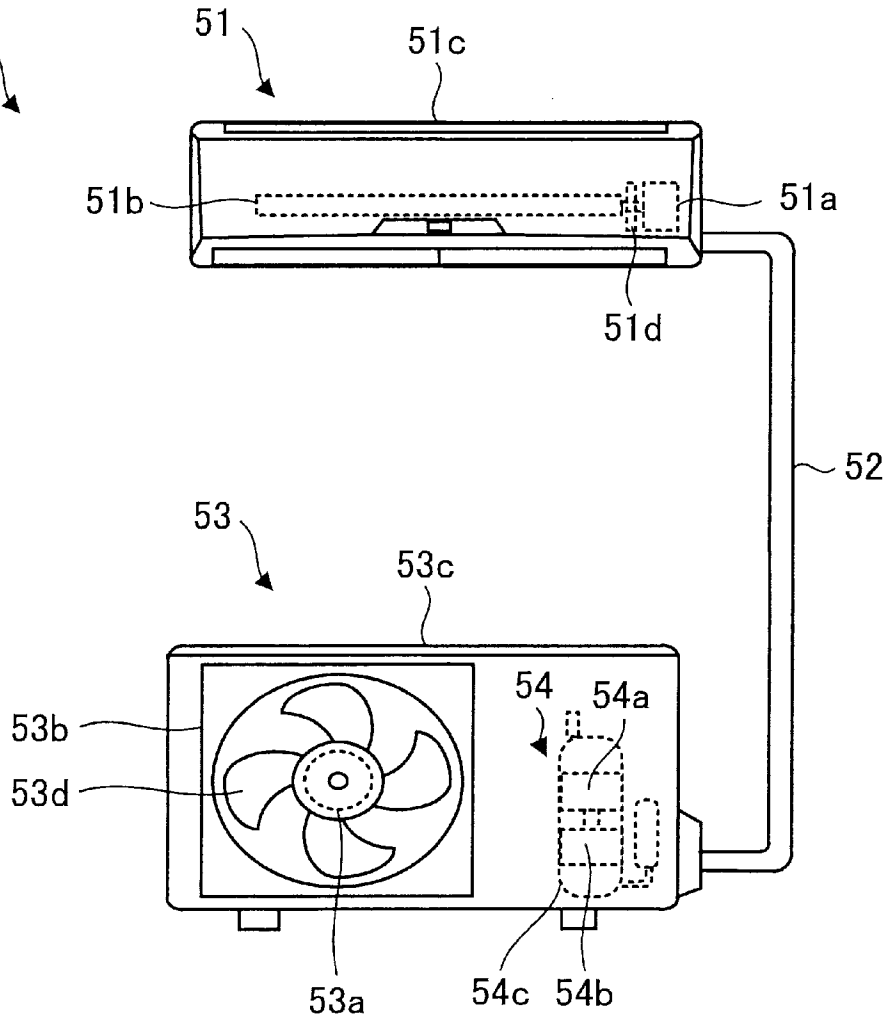


[図11]

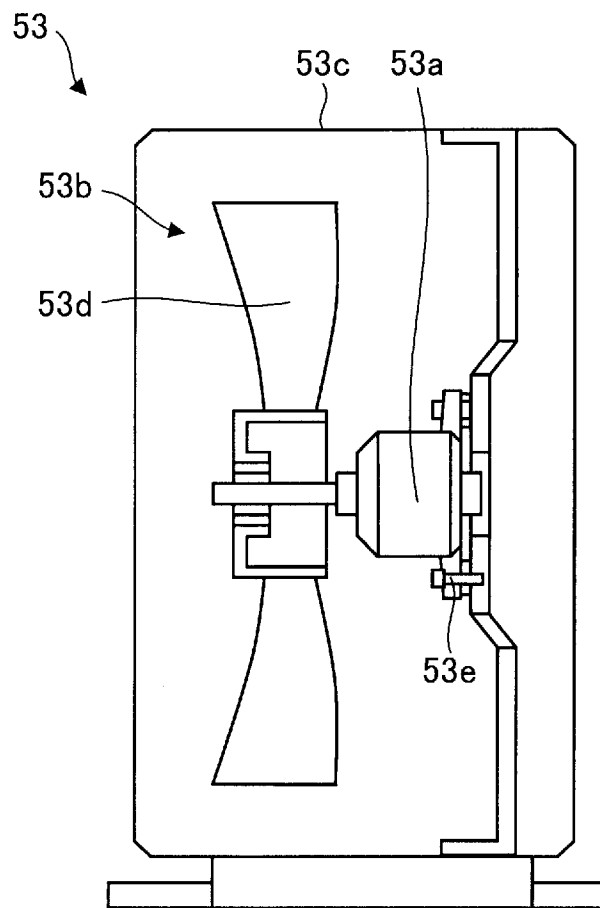


[図12]

50



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/008019

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K1/27 (2006.01) i
 FI: H02K1/27 501M, H02K1/27 501K

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)

Int. Cl. H02K1/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017/085814 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 May 2017, paragraphs [0015]-[0029], [0080], fig. 1-7, 10	1-11
A	WO 2020/003341 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 January 2020, entire text, all drawings	1-11
A	WO 2019/026273 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 February 2019, entire text, all drawings	1-11
A	JP 2012-143088 A (ASMO CO., LTD.) 26 July 2012, entire text, all drawings	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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
30.03.2020

Date of mailing of the international search report
07.04.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/008019

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2017/085814 A1	26.05.2017	US 2018/0219438 A1 paragraphs [0026]- [0040], [0092], fig. 1-7, 10 GB 2559493 A KR 10-2018-0048819 A CN 108352743 A	
WO 2020/003341 A1	02.01.2020	(Family: none)	
WO 2019/026273 A1	07.02.2019	(Family: none)	
JP 2012-143088 A	26.07.2012	US 2012/0169163 A1 entire text, all drawings CN 102593976 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/27(2006.01)i FI: H02K1/27 501M; H02K1/27 501K		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02K1/27 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2017/085814 A1（三菱電機株式会社）26.05.2017（2017-05-26） 段落[0015]-[0029]、[0080]、図1-7、図10	1-11
A	WO 2020/003341 A1（三菱電機株式会社）02.01.2020（2020-01-02） 全文、全図	1-11
A	WO 2019/026273 A1（三菱電機株式会社）07.02.2019（2019-02-07） 全文、全図	1-11
A	JP 2012-143088 A（アスモ株式会社）26.07.2012（2012-07-26） 全文、全図	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
30.03.2020	07.04.2020	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田村 恵里加 3V 4656 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/008019

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2017/085814	A1	26.05.2017	US 2018/0219438 A1 段落[0026]-[0040]、[0092]、図1-7、図10 GB 2559493 A KR 10-2018-0048819 A CN 108352743 A	
WO	2020/003341	A1	02.01.2020	(ファミリーなし)	
WO	2019/026273	A1	07.02.2019	(ファミリーなし)	
JP	2012-143088	A	26.07.2012	US 2012/0169163 A1 全文、全図 CN 102593976 A	