(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
2022年9月29日(29.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/201481 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 1/08 (2006.01) *H02K 1/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/012796

(22) 国際出願日： 2021年3月26日(26.03.2021)

(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).

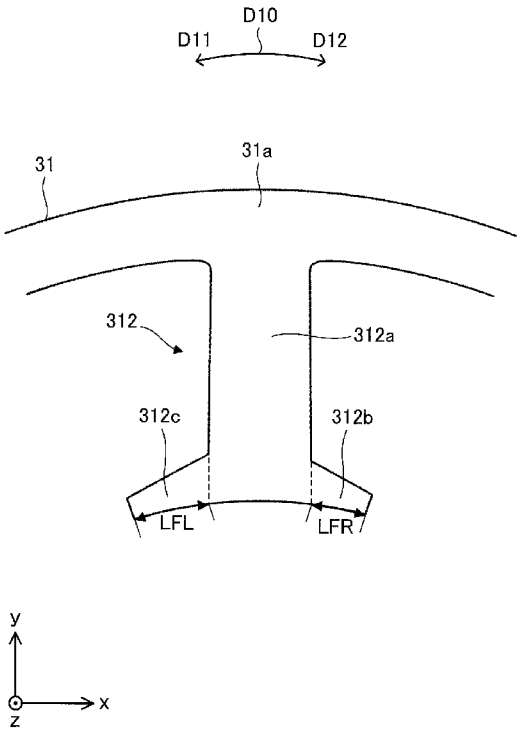
(72) 発明者: 下川 貴也 (**SHIMOKAWA Takaya**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 渡邉 隆徳 (**WATANABE Takanori**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 土田 和慶 (**TSUCHIDA Kazuchika**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). ▲高▼橋 諒伍 (**TAKAHASHI Ryogo**); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目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).

(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, IT, 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.

(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:** This motor (1) comprises a rotor (2) having ten magnetic poles, and a stator (3) having nine teeth (31b). The nine teeth (31b) are configured from three teeth groups. The three teeth (31b) of each of the three teeth groups are configured from a center tooth (311), an upstream tooth (312) and a downstream tooth (313). The upstream tooth (312) has an upstream tooth body (312a), and upstream tip (312b) and a downstream tip (312c). In the plane orthogonal to the axial direction, defining LFR as the length of the inner peripheral surface of the upstream tip (312b) along the inner peripheral surface of the upstream tip (312b) of the upstream tooth (312) and LFL as the length of the inner peripheral surface of the downstream tip (312c) along the inner peripheral surface of the downstream tip (312c) of the upstream tooth (312), it holds that LFL > LFR.

WO 2022/201481 A1

[続葉有]

(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)）

(57) 要約：電動機（１）は、１０個の磁極を持つロータ（２）と、９個のティース（３１ｂ）とを有するステータ（３）とを有する。９個のティース（３１ｂ）は、３組のティース群から構成されている。３組のティース群のうちの各組の３個のティース（３１ｂ）は、中央ティース（３１１）と、上流側ティース（３１２）と、下流側ティース（３１３）とから構成されている。上流側ティース（３１２）は、上流側ティース本体（３１２ａ）と、上流側先端部（３１２ｂ）と、下流側先端部（３１２ｃ）とを有する。軸方向と直交する平面において、上流側ティース（３１２）の上流側先端部（３１２ｂ）の内周面に沿った上流側先端部（３１２ｂ）の内周面の長さをＬＦＲとし、上流側ティース（３１２）の下流側先端部（３１２ｃ）の内周面に沿った下流側先端部（３１２ｃ）の内周面の長さをＬＦＬとしたとき、ＬＦＬ＞ＬＦＲ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]　一般に、１０個の磁極を持つロータと９個のティースを持つステータとを有する電動機が知られている。例えば、特許文献１に記載の電動機では、同相に対応する２個のティース間の幅が、互いに異なる相に対応する２個のティース間の幅よりも大きい。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１２－２０５３８７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　しかしながら、従来の、１０個の磁極を持つロータと９個のティースを持つステータとを有する電動機では、ロータを回転させるための有効磁束のロスが増加し、電動機の効率が低下する。

[0005]　本開示の目的は、１０個の磁極を持つロータと９個のティースを持つステータとを有する電動機におけるロータを回転させるための有効磁束のロスを小さくすることである。

課題を解決するための手段

[0006]　本開示の電動機は、

１０個の磁極を持つロータと、

環状のコアバックと、前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在する９個のティースとを有するステータと

を備え、

前記９個のティースは、周方向に隣接する３個のティースを一組とする３

組のティース群から構成されており、

前記３組のティース群は、Ｕ相、Ｖ相、及びW相にそれぞれ対応しており、

前記３組のティース群のうちの各組の前記３個のティースは、前記３個のティースのうちの中央に位置する中央ティースと、前記中央ティースに対して前記ロータの回転方向における上流側に位置する上流側ティースと、前記中央ティースに対して前記回転方向における下流側に位置する下流側ティースとから構成されており、

前記上流側ティースは、

前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在している上流側ティース本体と、

前記ロータに面しており、前記上流側ティース本体から前記上流側に向けて延在している上流側先端部と、

前記ロータに面しており、前記上流側ティース本体から前記下流側に向けて延在している下流側先端部と

を有し、

軸方向と直交する平面において、前記上流側ティースの前記上流側先端部の内周面に沿った前記上流側ティースの前記上流側先端部の前記内周面の長さをＬＦＲとし、前記上流側ティースの前記下流側先端部の内周面に沿った前記上流側ティースの前記下流側先端部の前記内周面の長さをＬＦＬとしたとき、

ＬＦＬ＞ＬＦＲ

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る室外機と

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各々は、前記電動機を有する。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、１０個の磁極を持つロータと９個のティースを持つステータとを有する電動機におけるロータを回転させるための有効磁束のロスを小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１に係る電動機を概略的に示す部分断面図である。

[図2]ｘｙ平面における電動機を概略的に示す断面図である。

[図3]ロータを概略的に示す断面図である。

[図4]ステータを概略的に示す断面図である。

[図5]ステータを概略的に示す断面図である。

[図6]各中央ティースの構造を概略的に示す平面図である。

[図7]各上流側ティースの構造を概略的に示す平面図である。

[図8]各下流側ティースの構造を概略的に示す平面図である。

[図9]ステータを概略的に示す断面図である。

[図10]ステータを概略的に示す断面図である。

[図11]各中央ティースに取り付けられたインシュレータの構造を概略的に示す平面図である。

[図12]各上流側ティースに取り付けられたインシュレータの構造を概略的に示す平面図である。

[図13]各下流側ティースに取り付けられたインシュレータの構造を概略的に示す平面図である。

[図14]θ１ｆ－θ２ｂ（ｄｅｇ）と電動機に生じる誘起電圧との関係を示すグラフである。

[図15]θ１ｆ－θ２ｂ（ｄｅｇ）と電動機に生じる誘起電圧との関係を示すグラフである。

[図16]実施の形態２に係るファンを概略的に示す図である。

[図17]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。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態１．

各図に示されるｘｙｚ直交座標系において、ｚ軸方向（ｚ軸）は、電動機１の軸線Ａｘと平行な方向を示し、ｘ軸方向（ｘ軸）は、ｚ軸方向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Ａｘ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Ｄ１０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] 図１は、実施の形態１に係る電動機１を概略的に示す部分断面図である。

図２は、ｘｙ平面における電動機１を概略的に示す断面図である。Ｄ１０で示される矢印のうちの矢印Ｄ１１は、ロータ２の回転方向を示す。Ｄ１０で示される矢印のうちの矢印Ｄ１２は、ロータ２の回転方向の逆方向を示す。

[0011] 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、永久磁石同期電動機（ブラシレスＤＣモータとも称する）である。

[0012] ベアリング７ａ及び７ｂは、ロータ２を回転可能に支持する。

[0013] 〈ロータ２〉

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。ロータ２とステータ３との間には、エアギャップが存在する。ロータ２は、軸線Ａｘを

中心として回転する。

[0014] 図３は、ロータ２を概略的に示す断面図である。

ロータ２は、メインマグネット２１と、メインマグネット２１の内側に配置されたシャフト２３とを有する。メインマグネット２１とシャフト２３との間には、樹脂２２が充填されていてもよい。

[0015] メインマグネット２１は、軸方向においてステータコア３１よりも長い。この構成により、軸方向におけるステータコア３１の両端にもロータ２からの磁束が流入しやすいという利点が得られる。

[0016] メインマグネット２１は、例えば、ボンド磁石である。ロータ２は、例えば、ＳＰＭ（Ｓｕｒｆａｃｅ　Ｐｅｒｍａｎｅｎｔ　Ｍａｇｎｅｔ）ロータでもよい。この場合、ロータコアの外周面に複数の永久磁石が取り付けられている。

[0017] メインマグネット２１は、周方向に配列された１０個の磁極を持つ。したがって、ロータ２は、１０個の磁極を持つ。

[0018] ＩＰＭ（Ｉｎｔｅｒｉｏｒ　Ｐｅｒｍａｎｅｎｔ　Ｍａｇｎｅｔ）ロータをロータ２として用いてもよい。ロータ２がＩＰＭロータの場合、例えば、ロータコアに形成された複数の磁石挿入孔に、永久磁石が配置される。ロータ２がＩＰＭロータの場合、ロータコアは、複数の電磁鋼板によって形成される。この場合、各電磁鋼板は、例えば、０．２ｍｍから０．５ｍｍの厚みを持つ。電磁鋼板は、軸方向に積層される。ただし、ロータコアは、複数の電磁鋼板の代わりに、軟磁性材料及び樹脂を混ぜて形成された樹脂鉄心でもよい。

[0019] シャフト２３は、例えば、ロータ２の中央部に形成された孔に挿入されている。

[0020] シャフト２３は、例えば、コーキング又はポリブチレンテレフタレート（ＰｏｌｙＢｕｔｙｌｅｎｅＴｅｒｅｐｈｔｈａｌａｔｅ：ＰＢＴ）などの樹脂２２でメインマグネット２１と一体化される。

[0021] 〈ステータ３〉

図４は、ステータ３を概略的に示す断面図である。

[0022] 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、少なくとも１つのコイル３２と、少なくとも１つのインシュレータ３３とを有する。

[0023] ステータコア３１は、コアバック３１ａ（ヨークとも称する）と、コアバック３１ａからロータ２に向けて延在する９個のティース３１ｂとを有する。コアバック３１ａは、例えば、環状のコアバックである。したがって、ステータコア３１は、環状のコアである。図４に示される例では、ステータコア３１は、コイル３２が配置された９個のスロットを有する。

[0024] 各ティース３１ｂは、径方向に延在している。言い換えると、各ティース３１ｂは、コアバック３１ａからロータ２の回転中心に向けて延在している。

[0025] 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。ステータコア３１は、例えば、軸方向に積層された複数の電磁鋼板である。各電磁鋼板は、環状のコアである。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。

[0026] コイル３２は、３相コイルである。すなわち、コイル３２は、Ｕ相、Ｖ相、及びW相の３相を持つ。各コイル３２は、集中巻で各ティース３１ｂの周囲に巻かれている。

[0027] 図４に示される例では、９個のコイル３２は、９個のティース３１ｂのうちの周方向に隣接する３個のティース３１ｂに巻かれたコイル３２が同一の相を形成するように、９個のティース３１ｂにそれぞれ巻かれている。

[0028] コイル３２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。この場合、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。

[0029] 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（ＰｏｌｙＢｕｔｙｌｅｎｅＴｅｒｅｐｈｔｈａｌａｔｅ：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）などの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。

[0030] 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。

[0031] 図１に示される例では、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。

[0032] 図１に示されるように、回路基板４は、ステータ３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。

[0033] 図１に示されるように、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。

[0034] ステータコア３１を具体的に説明する。

図５は、ステータ３を概略的に示す断面図である。

[0035] ９個のティース３１ｂ（図５では、後述する、３個の中央ティース３１１、３個の上流側ティース３１２、及び３個の下流側ティース３１３）は、周方向に隣接する３個のティース３１ｂを一組とする３組のティース群から構成されている。３組のティース群は、例えば、第１相、第２相、及び第３相にそれぞれ対応している。コイル３２が３相コイルである場合、３組のティース群は、Ｕ相、Ｖ相、及びW相にそれぞれ対応する。本実施の形態では、

図５に示されるように、３組のティース群は、Ｕ相、Ｖ相、及びW相にそれぞれ対応している。

[0036] ｘｙ平面において、３組のティース群のうちの各組の３個のティース３１ｂのうちの中央に位置するティース３１ｂを「中央ティース３１１」と称し、中央ティースに対してロータ２の回転方向Ｄ１１における上流側に位置するティース３１ｂを「上流側ティース３１２」と称し、中央ティースに対して回転方向Ｄ１１における下流側に位置するティース３１ｂを「下流側ティース３１３」と称する。すなわち、３組のティース群のうちの各組の３個のティース３１ｂは、中央ティース３１１と、上流側ティース３１２と、下流側ティース３１３とから構成されている。

[0037] ３組のティース群のうちの各組において、中央ティース３１１、上流側ティース３１２、及び下流側ティース３１３には、同一の相を形成するコイル３２が巻かれている。すなわち、コイル３２に電流が流れたとき、中央ティース３１１に巻かれたコイル３２、上流側ティース３１２に巻かれたコイル３２、及び下流側ティース３１３に巻かれたコイル３２は、同一の相（例えば、Ｕ相、Ｖ相、又はW相）を形成する。

[0038] Ｕ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの中央ティース３１１を「Ｕ相中央ティース」と定義する。Ｕ相中央ティースを「Ｕ相中央ティース３１１」とも称する。Ｕ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの上流側ティース３１２を「Ｕ相上流側ティース」と定義する。言い換えると、９個のティース３１ｂのうちの、Ｕ相中央ティース３１１に隣接する上流側ティース３１２を「Ｕ相上流側ティース」と定義する。Ｕ相上流側ティースを「Ｕ相上流側ティース３１２」とも称する。Ｕ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの下流側ティース３１３を「Ｕ相下流側ティース」と定義する。言い換えると、９個のティース３１ｂのうちの、Ｕ相中央ティース３１１に隣接する下流側ティース３１３を「Ｕ相下流側ティース」と定義する。Ｕ相下流側ティースを「Ｕ相下流側ティース３１３」とも称する。

[0039] Ｖ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの中央ティース３１１を「Ｖ

相中央ティース」と定義する。Ｖ相中央ティースを「Ｖ相中央ティース３１１」とも称する。Ｖ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの上流側ティース３１２を「Ｖ相上流側ティース」と定義する。言い換えると、９個のティース３１ｂのうちの、Ｖ相中央ティース３１１に隣接する上流側ティース３１２を「Ｖ相上流側ティース」と定義する。Ｖ相上流側ティースを「Ｖ相上流側ティース３１２」とも称する。Ｖ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの下流側ティース３１３を「Ｖ相下流側ティース」と定義する。言い換えると、９個のティース３１ｂのうちの、Ｖ相中央ティース３１１に隣接する下流側ティース３１３を「Ｖ相下流側ティース」と定義する。Ｖ相下流側ティースを「Ｖ相下流側ティース３１３」とも称する。

[0040] Ｗ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの中央ティース３１１を「Ｗ相中央ティース」と定義する。Ｗ相中央ティースを「Ｗ相中央ティース３１１」とも称する。Ｗ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの上流側ティース３１２を「Ｗ相上流側ティース」と定義する。言い換えると、９個のティース３１ｂのうちの、Ｗ相中央ティース３１１に隣接する上流側ティース３１２を「Ｗ相上流側ティース」と定義する。Ｗ相上流側ティースを「Ｗ相上流側ティース３１２」とも称する。Ｗ相に対応する３個のティース３１ｂのうちの下流側ティース３１３を「Ｗ相下流側ティース」と定義する。言い換えると、９個のティース３１ｂのうちの、Ｗ相中央ティース３１１に隣接する下流側ティース３１３を「Ｗ相下流側ティース」と定義する。Ｗ相下流側ティースを「Ｗ相下流側ティース３１３」とも称する。

[0041] 例えば、９個のティース３１ｂのうちの、Ｕ相上流側ティース３１２に隣接する下流側ティース３１３は、「Ｖ相下流側ティース」と定義される。９個のティース３１ｂのうちの、Ｕ相下流側ティース３１３に隣接する上流側ティース３１２は、「Ｗ相上流側ティース」と定義される。

[0042] 〈中央ティース３１１〉

図６は、各中央ティース３１１の構造を概略的に示す平面図である。

各中央ティース３１１は、中央ティース本体３１１ａと、上流側先端部３

１１ｂと、下流側先端部３１１ｃとを有する。図６における２本の破線は、中央ティース本体３１１ａの側面の延長線上に位置しており、中央ティース本体３１１ａと上流側先端部３１１ｂとの境界、中央ティース本体３１１ａと下流側先端部３１１ｃとの境界をそれぞれ示す。

[0043] 中央ティース本体３１１ａは、コアバック３１ａからロータ２に向けて延在している。上流側先端部３１１ｂは、中央ティース本体３１１ａからロータ２の回転方向Ｄ１１における上流側に向けて延在している。上流側先端部３１１ｂは、ロータ２に面している。下流側先端部３１１ｃは、中央ティース本体３１１ａからロータ２の回転方向Ｄ１１における下流側に向けて延在している。下流側先端部３１１ｃは、ロータ２に面している。

[0044] 中央ティース３１１の上流側先端部３１１ｂの内周面は、ロータ２に面する上流側先端部３１１ｂの表面である。中央ティース３１１の下流側先端部３１１ｃの内周面は、ロータ２に面する下流側先端部３１１ｃの表面である。ｘｙ平面において、中央ティース３１１の上流側先端部３１１ｂの内周面に沿った中央ティース３１１の上流側先端部３１１ｂの内周面の長さをＬＣＲとし、中央ティース３１１の下流側先端部３１１ｃの内周面に沿った中央ティース３１１の下流側先端部３１１ｃの内周面の長さをＬＣＬとしたとき、長さＬＣＬと長さＬＣＲとの関係は、ＬＣＬ＝ＬＣＲを満たす。

[0045] 〈上流側ティース３１２〉

図７は、各上流側ティース３１２の構造を概略的に示す平面図である。

各上流側ティース３１２は、上流側ティース本体３１２ａと、上流側先端部３１２ｂと、下流側先端部３１２ｃとを有する。図７における２本の破線は、上流側ティース本体３１２ａの側面の延長線上に位置しており、上流側ティース本体３１２ａと上流側先端部３１２ｂとの境界、上流側ティース本体３１２ａと下流側先端部３１２ｃとの境界をそれぞれ示す。

[0046] 上流側ティース本体３１２ａは、コアバック３１ａからロータ２に向けて延在している。上流側先端部３１２ｂは、上流側ティース本体３１２ａからロータ２の回転方向Ｄ１１における上流側に向けて延在している。上流側先

端部３１２ｂは、ロータ２に面している。下流側先端部３１２ｃは、上流側ティース本体３１２ａからロータ２の回転方向Ｄ１１における下流側に向けて延在している。下流側先端部３１２ｃは、ロータ２に面している。

[0047] 上流側ティース３１２の上流側先端部３１２ｂの内周面は、ロータ２に面する上流側先端部３１２ｂの表面である。上流側ティース３１２の下流側先端部３１２ｃの内周面は、ロータ２に面する下流側先端部３１２ｃの表面である。ｘｙ平面において、上流側ティース３１２の上流側先端部３１２ｂの内周面に沿った上流側ティース３１２の上流側先端部３１２ｂの内周面の長さをＬＦＲとし、上流側ティース３１２の下流側先端部３１２ｃの内周面に沿った上流側ティース３１２の下流側先端部３１２ｃの内周面の長さをＬＦＬとしたとき、長さＬＦＬと長さＬＦＲとの関係は、ＬＦＬ＞ＬＦＲを満たす。

[0048] 〈下流側ティース３１３〉

図８は、各下流側ティース３１３の構造を概略的に示す平面図である。

各下流側ティース３１３は、下流側ティース本体３１３ａと、上流側先端部３１３ｂと、下流側先端部３１３ｃとを有する。図８における２本の破線は、下流側ティース本体３１３ａの側面の延長線上に位置しており、下流側ティース本体３１３ａと上流側先端部３１３ｂとの境界、下流側ティース本体３１３ａと下流側先端部３１３ｃとの境界をそれぞれ示す。

[0049] 下流側ティース本体３１３ａは、コアバック３１ａからロータ２に向けて延在している。上流側先端部３１３ｂは、下流側ティース本体３１３ａからロータ２の回転方向Ｄ１１における上流側に向けて延在している。上流側先端部３１３ｂは、ロータ２に面している。下流側先端部３１３ｃは、下流側ティース本体３１３ａからロータ２の回転方向Ｄ１１における下流側に向けて延在している。下流側先端部３１３ｃは、ロータ２に面している。

[0050] 下流側ティース３１３の上流側先端部３１３ｂの内周面は、ロータ２に面する上流側先端部３１３ｂの表面である。下流側ティース３１３の下流側先端部３１３ｃの内周面は、ロータ２に面する下流側先端部３１３ｃの表面で

ある。ｘｙ平面において、下流側ティース３１３の上流側先端部３１３ｂの内周面に沿った下流側ティース３１３の上流側先端部３１３ｂの内周面の長さをＬＢＲとし、下流側ティース３１３の下流側先端部３１３ｃの内周面に沿った下流側ティース３１３の下流側先端部３１３ｃの内周面の長さをＬＢＬとしたとき、長さＬＢＬと長さＬＢＲとの関係は、ＬＢＬ＜ＬＢＲを満たす。

[0051] ステータ３において、３個の中央ティース本体３１１ａ、３個の上流側ティース本体３１２ａ、及び３個の下流側ティース本体３１３ａは、周方向に等間隔で配列されている。

[0052] 図９は、ステータ３を概略的に示す断面図である。

角度θ１ｆは、ｘｙ平面において、直線Ｌ１と直線Ｌ２とが成す角度である。直線Ｌ１は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｕ相中央ティース３１１の上流側先端部３１１ｂの、回転方向Ｄ１１における上流側における端部Ｅ１とを通る直線である。直線Ｌ２は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｕ相上流側ティース３１２の下流側先端部３１２ｃの、回転方向Ｄ１１における下流側における端部Ｅ２とを通る直線である。角度θ１ｆの定義は、Ｕ相のみならず、Ｖ相及びW相の各々における中央ティース３１１と上流側ティース３１２との間の関係にも適用される。

[0053] 角度θ２ｂは、ｘｙ平面において、直線Ｌ３と直線Ｌ４とが成す角度である。直線Ｌ３は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｕ相上流側ティース３１２の上流側先端部３１２ｂの、回転方向Ｄ１１における上流側における端部Ｅ３とを通る直線である。直線Ｌ４は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｖ相下流側ティース３１３の下流側先端部３１３ｃの、回転方向Ｄ１１における下流側における端部Ｅ４とを通る直線である。

[0054] この場合、角度θ１ｆ及び角度θ２ｂの関係は、θ１ｆ＜θ２ｂを満たす。

[0055] 図１０は、ステータ３を概略的に示す断面図である。

角度θ１ｂは、ｘｙ平面において、直線Ｌ５と直線Ｌ６とが成す角度であ

る。直線Ｌ５は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｕ相中央ティース３１１の下流側先端部３１１ｃの、回転方向Ｄ１１における下流側における端部Ｅ５とを通る直線である。直線Ｌ６は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｕ相下流側ティース３１３の上流側先端部３１３ｂの、回転方向Ｄ１１における上流側における端部Ｅ６とを通る直線である。角度θ１ｂの定義は、Ｕ相のみならず、Ｖ相及びW相の各々における中央ティース３１１と下流側ティース３１３との間の関係にも適用される。

[0056] 角度θ３ｆは、ｘｙ平面において、直線Ｌ７と直線Ｌ８とが成す角度である。直線Ｌ７は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、Ｕ相下流側ティース３１３の下流側先端部３１３ｃの、回転方向Ｄ１１における下流側における端部Ｅ７とを通る直線である。直線Ｌ８は、ｘｙ平面において、ロータ２の回転中心と、W相上流側ティース３１２の上流側先端部３１２ｂの、回転方向Ｄ１１における上流側における端部Ｅ８とを通る直線である。

[0057] この場合、角度θ３ｆ及び角度θ１ｂの関係は、θ３ｆ＞θ１ｂを満たす。

[0058] 角度θ１ｆ及び角度θ１ｂの関係は、θ１ｆ＝θ１ｂを満たす。角度θ２ｂ及び角度θ３ｆの関係は、θ２ｂ＝θ３ｆを満たす。さらに、本実施の形態では、電動機１は、θ１ｆ＝θ１ｂ且つθ２ｂ＝θ３ｆを満たす。

[0059] 角度θ２ｂ又は角度θ３ｆの定義は、Ｖ相上流側ティース３１２とW相下流側ティース３１３との間の関係にも適用される。

[0060] 図１１は、各中央ティース３１１に取り付けられたインシュレータ３３の構造を概略的に示す平面図である。

中央ティース３１１を絶縁するインシュレータ３３を「中央インシュレータ３３」とも称する。中央インシュレータ３３は、周方向において中央ティース３１１の上流側先端部３１１ｂに隣接する上流側絶縁部３３１ａと、周方向において中央ティース３１１の下流側先端部３１１ｃに隣接する下流側絶縁部３３１ｂとを有する。上流側絶縁部３３１ａ及び下流側絶縁部３３１ｂは、ロータ２に面している。

[0061] 厚みＴＣＲは、ｘｙ平面における、周方向における中央インシュレータ３３の上流側絶縁部３３１ａの最大厚みである。厚みＴＣＬは、ｘｙ平面における、周方向における中央インシュレータ３３の下流側絶縁部３３１ｂの最大厚みである。この場合、厚みＴＣＬ及び厚みＴＣＲの関係は、ＴＣＬ＝ＴＣＲを満たす。

[0062] 例えば、ｘｙ平面における、中央インシュレータ３３の上流側絶縁部３３１ａの面積は、中央インシュレータ３３の下流側絶縁部３３１ｂの面積と同じである。この構成により、中央ティース本体３１１ａの両側に設けられるコイル３２を配置するためのスペースを均等に設けることができ、その結果、中央ティース本体３１１ａの周囲に均等かつ多くのコイル３２を巻くことができる。

[0063] 図１２は、各上流側ティース３１２に取り付けられたインシュレータ３３の構造を概略的に示す平面図である。

上流側ティース３１２を絶縁するインシュレータ３３を「上流側インシュレータ３３」とも称する。上流側インシュレータ３３は、周方向において上流側ティース３１２の上流側先端部３１２ｂに隣接する上流側絶縁部３３２ａと、周方向において上流側ティース３１２の下流側先端部３１２ｃに隣接する下流側絶縁部３３２ｂとを有する。上流側絶縁部３３２ａ及び下流側絶縁部３３２ｂは、ロータ２に面している。

[0064] 厚みＴＦＲは、ｘｙ平面における、周方向における上流側インシュレータ３３の上流側絶縁部３３２ａの最大厚みである。厚みＴＦＬは、ｘｙ平面における、周方向における上流側インシュレータ３３の下流側絶縁部３３２ｂの最大厚みである。この場合、厚みＴＦＬ及び厚みＴＦＲの関係は、ＴＦＬ＜ＴＦＲを満たす。

[0065] 例えば、ｘｙ平面における、上流側インシュレータ３３の上流側絶縁部３３２ａの面積は、上流側インシュレータ３３の下流側絶縁部３３２ｂの面積よりも大きい。この構成により、上流側ティース本体３１２ａの両側に設けられるコイル３２を配置するためのスペースを均等に設けることができ、そ

の結果、上流側ティース本体３１２ａの周囲に均等かつ多くのコイル３２を巻くことができる。

[0066] 図１３は、各下流側ティース３１３に取り付けられたインシュレータ３３の構造を概略的に示す平面図である。

下流側ティース３１３を絶縁するインシュレータ３３を「下流側インシュレータ３３」とも称する。下流側インシュレータ３３は、周方向において下流側ティース３１３の上流側先端部３１３ｂに隣接する上流側絶縁部３３３ａと、周方向において下流側ティース３１３の下流側先端部３１３ｃに隣接する下流側絶縁部３３３ｂとを有する。上流側絶縁部３３３ａ及び下流側絶縁部３３３ｂは、ロータ２に面している。

[0067] 厚みＴＢＲは、ｘｙ平面における、周方向における下流側インシュレータ３３の上流側絶縁部３３３ａの最大厚みである。厚みＴＢＬは、ｘｙ平面における、周方向における下流側インシュレータ３３の下流側絶縁部３３３ｂの最大厚みである。この場合、厚みＴＢＬ及び厚みＴＢＲの関係は、ＴＢＬ＞ＴＢＲを満たす。

[0068] 例えば、ｘｙ平面における、下流側インシュレータ３３の下流側絶縁部３３３ｂの面積は、下流側インシュレータ３３の上流側絶縁部３３３ａの面積よりも大きい。この構成により、下流側ティース本体３１３ａの両側に設けられるコイル３２を配置するためのスペースを均等に設けることができ、その結果、下流側ティース本体３１３ａの周囲に均等かつ多くのコイル３２を巻くことができる。

[0069] 〈電動機１の利点〉

電動機１の利点を以下に説明する。

通常、１０個の磁極を持つロータと９個のティースを持つステータとを有する電動機において、各相の中央ティースに流入する磁束の位相を基準（すなわち、０ｄｅｇ）とすると、中央ティースに隣接する上流側ティースに流入する磁束の位相差は電気角で＋２０ｄｅｇであり、その中央ティースに隣接する下流側ティースに流入する磁束の位相差は電気角で－２０ｄｅｇであ

る。この場合、各相において３個のティースに流入する磁束を合成すると、隣接する２つのティース間において一部の磁束が打ち消し合うことにより、電動機１における磁束のロスが生じる。

[0070] 本実施の形態では、電動機１は、ＬＦＬ＞ＬＦＲを満たす。したがって、各相において、上流側ティース３１２に流入する磁束の位相を、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に近づけることができる。言い換えると、各相において、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に対する上流側ティース３１２に流入する磁束の位相差を小さくすることができ、電動機１における磁束のロスを低減することができる。その結果、電動機１におけるロータ２を回転させるための有効磁束のロスを小さくすることができる。

[0071] ステータ３において、３個の中央ティース本体３１１ａ、３個の上流側ティース本体３１２ａ、及び３個の下流側ティース本体３１３ａは、周方向に等間隔で配列されている。したがって、コイル３２を配置するためのスペースを、周方向においてステータ３に均等に設けることができる。その結果、コイル３２を、これらの中央ティース本体３１１ａ、上流側ティース本体３１２ａ、及び下流側ティース本体３１３ａの周囲に均等かつ多くのコイル３２を巻くことができる。

[0072] 電動機１が、ＬＢＬ＜ＬＢＲを満たすとき、各相において、下流側ティース３１３に流入する磁束の位相を、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に近づけることができる。言い換えると、各相において、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に対する下流側ティース３１３に流入する磁束の位相差を小さくすることができ、電動機１における磁束のロスを低減することができる。その結果、電動機１におけるロータ２を回転させるための有効磁束のロスを小さくすることができる。

[0073] 電動機１が、θ１ｆ＜θ２ｂを満たすとき、各相において、上流側ティース３１２に流入する磁束の位相を、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に近づけることができる。言い換えると、各相において、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に対する上流側ティース３１２に流入する磁束の

位相差を小さくすることができ、電動機１における磁束のロスを低減することができる。その結果、電動機１におけるロータ２を回転させるための有効磁束のロスを小さくすることができる。

[0074] 電動機１が、θ３ｆ＞θ１ｂを満たすとき、各相において、下流側ティース３１３に流入する磁束の位相を、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に近づけることができる。言い換えると、各相において、中央ティース３１１に流入する磁束の位相に対する下流側ティース３１３に流入する磁束の位相差を小さくすることができ、電動機１における磁束のロスを低減することができる。その結果、電動機１におけるロータ２を回転させるための有効磁束のロスを小さくすることができる。

[0075] 電動機１が、θ１ｆ＝θ１ｂ且つθ２ｂ＝θ３ｆを満たすとき、ｘｙ平面における中央ティース３１１に関して各相のステータコア３１の構造が対称である。この構成により、ロータ２の回転中における特異音を低減することができる。

[0076] 図１４及び図１５は、角度θ１ｆと角度θ２ｂとの差分である「θ１ｆ－θ２ｂ」（ｄｅｇ）と電動機１に生じる誘起電圧との関係を示すグラフである。

図１４及び図１５に示されるグラフの縦軸は、電動機に生じる誘起電圧を示す。θ１ｆ－θ２ｂ＝０である電動機に生じる誘起電圧を基準値１とする。図１４及び図１５に示されるグラフの横軸は、θ１ｆ－θ２ｂ（ｄｅｇ）を示す。

図１４に示されるように、電動機１が、－１８（ｄｅｇ）≦（θ１ｆ－θ２ｂ）＜０（ｄｅｇ）を満たすとき、誘起電圧が１以上である。この場合、角度θ１ｆと角度θ２ｂとが等しい通常の電動機に比べて、電動機１に生じる誘起電圧を向上させることができる。

[0077] 図１５に示されるように、電動機１が、－１６（ｄｅｇ）≦（θ１ｆ－θ２ｂ）≦－５（ｄｅｇ）を満たすとき、誘起電圧が１．０２５以上である。この場合、角度θ１ｆと角度θ２ｂとが等しい通常の電動機に比べて、電動

機１に生じる誘起電圧をさらに向上させることができる。

[0078] 図１２に示されるように、電動機１がＴＦＬ＜ＴＦＲを満たすとき、ＬＦＬ＞ＬＦＲ又はθ１ｆ＜θ２ｂであっても、上流側ティース本体３１２ａに対して回転方向Ｄ１１における上流側に配置されるコイル３２のためのスペースを確保することができる。この構成により、上流側ティース本体３１２ａの両側に設けられるコイル３２を配置するためのスペースを均等に設けることができ、その結果、上流側ティース本体３１２ａの周囲に均等かつ多くのコイル３２を巻くことができる。

[0079] 図１３に示されるように、電動機１がＴＢＬ＞ＴＢＲを満たすとき、ＬＢＬ＜ＬＢＲ又はθ３ｆ＞θ１ｂであっても、下流側ティース本体３１３ａに対して回転方向Ｄ１１における下流側に配置されるコイル３２のためのスペースを確保することができる。この構成により、下流側ティース本体３１３ａの両側に設けられるコイル３２を配置するためのスペースを均等に設けることができ、その結果、下流側ティース本体３１３ａの周囲に均等かつ多くのコイル３２を巻くことができる。

[0080] 実施の形態２.

図１６は、実施の形態２に係るファン６０を概略的に示す図である。

ファン６０は、羽根６１と、電動機６２とを有する。ファン６０は、送風機とも称する。羽根６１は、例えば、ガラス繊維を含むポリプロピレン（ｐｏｌｙｐｒｏｐｙｌｅｎｅ：ＰＰ）で形成されている。

[0081] 電動機６２は、実施の形態１に係る電動機１である。羽根６１は、電動機６２のシャフトに固定されている。電動機６２は、羽根６１を駆動する。具体的には、電動機６２は、羽根６１を回転させる。電動機６２が駆動すると、羽根６１が回転し、気流が生成される。これにより、ファン６０は送風することができる。

[0082] 実施の形態２に係るファン６０では、電動機６２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６０の効率を高めることができる。

[0083] 実施の形態３．

実施の形態３に係る空気調和機１０（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１７は、実施の形態３に係る空気調和機１０の構成を概略的に示す図である。

[0084] 実施の形態３に係る空気調和機１０は、送風機（第１の送風機とも称する）としての室内機１１と、室内機１１に接続される送風機（第２の送風機とも称する）としての室外機１３とを有する。

[0085] 本実施の形態では、空気調和機１０は、室内機１１と、冷媒配管１２と、室外機１３とを有する。例えば、室外機１３は、冷媒配管１２を通して室内機１１に接続される。

[0086] 室内機１１は、電動機１１ａ（例えば、実施の形態１に係る電動機１）と、電動機１１ａによって駆動されることにより、送風する送風部１１ｂと、電動機１１ａ及び送風部１１ｂを覆うハウジング１１ｃとを有する。送風部１１ｂは、例えば、電動機１１ａによって駆動される羽根１１ｄを有する。例えば、羽根１１ｄは、電動機１１ａのシャフトに固定されており、気流を生成する。

[0087] 室外機１３は、電動機１３ａ（例えば、実施の形態１に係る電動機１）と、送風部１３ｂと、圧縮機１４と、熱交換器（図示しない）と、送風部１３ｂ、圧縮機１４、及び熱交換器を覆うハウジング１３ｃとを有する。送風部１３ｂは、電動機１３ａによって駆動されることにより、送風する。送風部１３ｂは、例えば、電動機１３ａによって駆動される羽根１３ｄを有する。例えば、羽根１３ｄは、電動機１３ａのシャフトに固定されており、気流を生成する。圧縮機１４は、電動機１４ａ（例えば、実施の形態１に係る電動機１）と、電動機１４ａによって駆動される圧縮機構１４ｂ（例えば、冷媒回路）と、電動機１４ａ及び圧縮機構１４ｂを覆うハウジング１４ｃとを有する。

[0088] 空気調和機１０において、室内機１１及び室外機１３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１１、室外機１３、又は室内機１１及び室外機１３の各々は、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１１ａ及び１３ａ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１１、室外機１３、又は室内機１１及び室外機１３の各々に、実施の形態１で説明した電動機１が適用される。圧縮機１４の電動機１４ａに、実施の形態１で説明した電動機１を適用してもよい。

[0089] 空気調和機１０は、例えば、室内機１１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１１において、電動機１１ａは、送風部１１ｂを駆動するための駆動源である。送風部１１ｂは、調整された空気を送風することができる。

[0090] 室内機１１において、電動機１１ａは、例えば、ねじによって室内機１１のハウジング１１ｃに固定されている。室外機１３において、電動機１３ａは、例えば、ねじによって室外機１３のハウジング１３ｃに固定されている。

[0091] 実施の形態３に係る空気調和機１０では、電動機１１ａ及び１３ａ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１０の効率を高めることができる。

[0092] さらに、送風機（例えば、室内機１１）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１１ｄ又は１３ｄ）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１０以外の機器にも適用可能である。

[0093] さらに、圧縮機１４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１４の効率を高めることができる。

[0094] 実施の形態１で説明した電動機１は、空気調和機１０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。

[0095] 以上に説明した各実施の形態における特徴及び各変形例における特徴は、互いに組み合わせることができる。

符号の説明

[0096] １，１１ａ，１３ａ，１４ａ，６２ 電動機、 ２ ロータ、 ３ ステータ、 ２１ メインマグネット、 ３１ ステータコア、 ３１ａ コアバック、 ３１ｂ ティース、 ３２ コイル、 ３３ インシュレータ、 ３１１ 中央ティース、 ３１１ａ 中央ティース本体、 ３１１ｂ，３１２ｂ，３１３ｂ 上流側先端部、 ３１１ｃ，３１２ｃ，３１３ｃ 下流側先端部、 ３１２ 上流側ティース、 ３１２ａ 上流側ティース本体、 ３１３ 下流側ティース、 ３１３ａ 下流側ティース本体、 ３３１ａ，３３２ａ，３３３ａ 上流側絶縁部、 ３３１ｂ，３３２ｂ，３３３ｂ 下流側絶縁部。

請求の範囲

[請求項1] １０個の磁極を持つロータと、

環状のコアバックと、前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在する９個のティースとを有するステータと

を備え、

前記９個のティースは、周方向に隣接する３個のティースを一組とする３組のティース群から構成されており、

前記３組のティース群は、Ｕ相、Ｖ相、及びW相にそれぞれ対応しており、

前記３組のティース群のうちの各組の前記３個のティースは、前記３個のティースのうちの中央に位置する中央ティースと、前記中央ティースに対して前記ロータの回転方向における上流側に位置する上流側ティースと、前記中央ティースに対して前記回転方向における下流側に位置する下流側ティースとから構成されており、

前記上流側ティースは、

前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在している上流側ティース本体と、

前記ロータに面しており、前記上流側ティース本体から前記上流側に向けて延在している上流側先端部と、

前記ロータに面しており、前記上流側ティース本体から前記下流側に向けて延在している下流側先端部と

を有し、

軸方向と直交する平面において、前記上流側ティースの前記上流側先端部の内周面に沿った前記上流側ティースの前記上流側先端部の前記内周面の長さをＬＦＲとし、前記上流側ティースの前記下流側先端部の内周面に沿った前記上流側ティースの前記下流側先端部の前記内周面の長さをＬＦＬとしたとき、

ＬＦＬ＞ＬＦＲ

を満たす電動機。

[請求項2] 前記下流側ティースは、

前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在している下流側ティース本体と、

前記ロータに面しており、前記下流側ティース本体から前記上流側に向けて延在している上流側先端部と、

前記ロータに面しており、前記下流側ティース本体から前記下流側に向けて延在している下流側先端部と

を有し、

前記平面において、前記下流側ティースの前記上流側先端部の内周面に沿った前記下流側ティースの前記上流側先端部の前記内周面の長さをＬＢＲとし、前記下流側ティースの前記下流側先端部の内周面に沿った前記下流側ティースの前記下流側先端部の前記内周面の長さをＬＢＬとしたとき、

ＬＢＬ＜ＬＢＲ

を満たす請求項１に記載の電動機。

[請求項3] 前記中央ティースは、

前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在している中央ティース本体と、

前記ロータに面しており、前記中央ティース本体から前記上流側に向けて延在している上流側先端部と、

前記ロータに面しており、前記中央ティース本体から前記下流側に向けて延在している下流側先端部と

を有し、

前記Ｕ相に対応する前記３個のティースのうちの前記中央ティースをＵ相中央ティースと定義し、

前記Ｕ相に対応する前記３個のティースのうちの前記上流側ティースをＵ相上流側ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相上流側ティースに隣接する前記下流側ティースをＶ相下流側ティースと定義し、

前記平面において、前記ロータの回転中心と前記Ｕ相中央ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線と、前記回転中心と前記Ｕ相上流側ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ１ｆとし、

前記平面において、前記回転中心と前記Ｕ相上流側ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線と、前記回転中心と前記Ｖ相下流側ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ２ｂとしたとき、

θ１ｆ＜θ２ｂ

を満たす請求項１又は２に記載の電動機。

[請求項4] 前記中央ティースは、

前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在している中央ティース本体と、

前記ロータに面しており、前記中央ティース本体から前記上流側に向けて延在している上流側先端部と、

前記ロータに面しており、前記中央ティース本体から前記下流側に向けて延在している下流側先端部と

を有し、

前記Ｕ相に対応する前記３個のティースのうちの前記中央ティースをＵ相中央ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相中央ティースに隣接する前記下流側ティースをＵ相下流側ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相下流側ティースに隣接する前記上流側ティースをW相上流側ティースと定義し、

前記平面において、前記ロータの回転中心と前記W相上流側ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線と、前

記回転中心と前記Ｕ相下流側ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ３ｆとし、

前記平面において、前記回転中心と前記Ｕ相中央ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線と、前記回転中心と前記Ｕ相下流側ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ１ｂとしたとき、

θ３ｆ＞θ１ｂ

を満たす請求項１から３のいずれか１項に記載の電動機。

[請求項5] 前記中央ティースは、

前記環状のコアバックから前記ロータに向けて延在している中央ティース本体と、

前記ロータに面しており、前記中央ティース本体から前記上流側に向けて延在している上流側先端部と、

前記ロータに面しており、前記中央ティース本体から前記下流側に向けて延在している下流側先端部と

を有し、

前記Ｕ相に対応する前記３個のティースのうちの前記中央ティースをＵ相中央ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相中央ティースに隣接する前記上流側ティースをＵ相上流側ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相中央ティースに隣接する前記下流側ティースをＵ相下流側ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相上流側ティースに隣接する前記下流側ティースをＶ相下流側ティースと定義し、

前記９個のティースのうちの、前記Ｕ相下流側ティースに隣接する前記上流側ティースをW相上流側ティースと定義し、

前記平面において、前記ロータの回転中心と前記Ｕ相中央ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線と、前記

回転中心と前記Ｕ相上流側ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ１ｆとし、

前記平面において、前記回転中心と前記Ｕ相上流側ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線と、前記回転中心と前記Ｖ相下流側ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ２ｂとし、

前記平面において、前記ロータの回転中心と前記W相上流側ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線と、前記回転中心と前記Ｕ相下流側ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ３ｆとし、

前記平面において、前記回転中心と前記Ｕ相中央ティースの前記下流側先端部の前記下流側における端部とを通る直線と、前記回転中心と前記Ｕ相下流側ティースの前記上流側先端部の前記上流側における端部とを通る直線とが成す角度をθ１ｂとしたとき、

θ１ｆ＝θ１ｂ且つθ２ｂ＝θ３ｆ

を満たす請求項１から４のいずれか１項に記載の電動機。

[請求項6] －１８（ｄｅｇ）≦（θ１ｆ－θ２ｂ）＜０（ｄｅｇ）

を満たす請求項５に記載の電動機。

[請求項7] －１６（ｄｅｇ）≦（θ１ｆ－θ２ｂ）≦－５（ｄｅｇ）

を満たす請求項５に記載の電動機。

[請求項8] 前記ステータは、前記上流側ティースを絶縁する上流側インシュレータを有し、

前記上流側インシュレータは、

前記周方向において前記上流側ティースの前記上流側先端部に隣接する上流側絶縁部と、

前記周方向において前記上流側ティースの前記下流側先端部に隣接する下流側絶縁部と

を有し、

前記平面において、前記周方向における前記上流側インシュレータの前記上流側絶縁部の最大厚みをＴＦＲとし、

前記平面において、前記周方向における前記上流側インシュレータの前記下流側絶縁部の最大厚みをＴＦＬとしたとき、

ＴＦＬ＜ＴＦＲ

を満たす請求項１から７のいずれか１項に記載の電動機。

[請求項9] 前記ステータは、前記下流側ティースを絶縁する下流側インシュレータを有し、

前記下流側インシュレータは、

前記周方向において前記下流側ティースの前記上流側先端部に隣接する上流側絶縁部と、

前記周方向において前記下流側ティースの前記下流側先端部に隣接する下流側絶縁部と

を有し、

前記平面において、前記周方向における前記下流側インシュレータの前記上流側絶縁部の最大厚みをＴＢＲとし、

前記平面において、前記周方向における前記下流側インシュレータの前記下流側絶縁部の最大厚みをＴＢＬとしたとき、

ＴＢＬ＞ＴＢＲ

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る室外機と

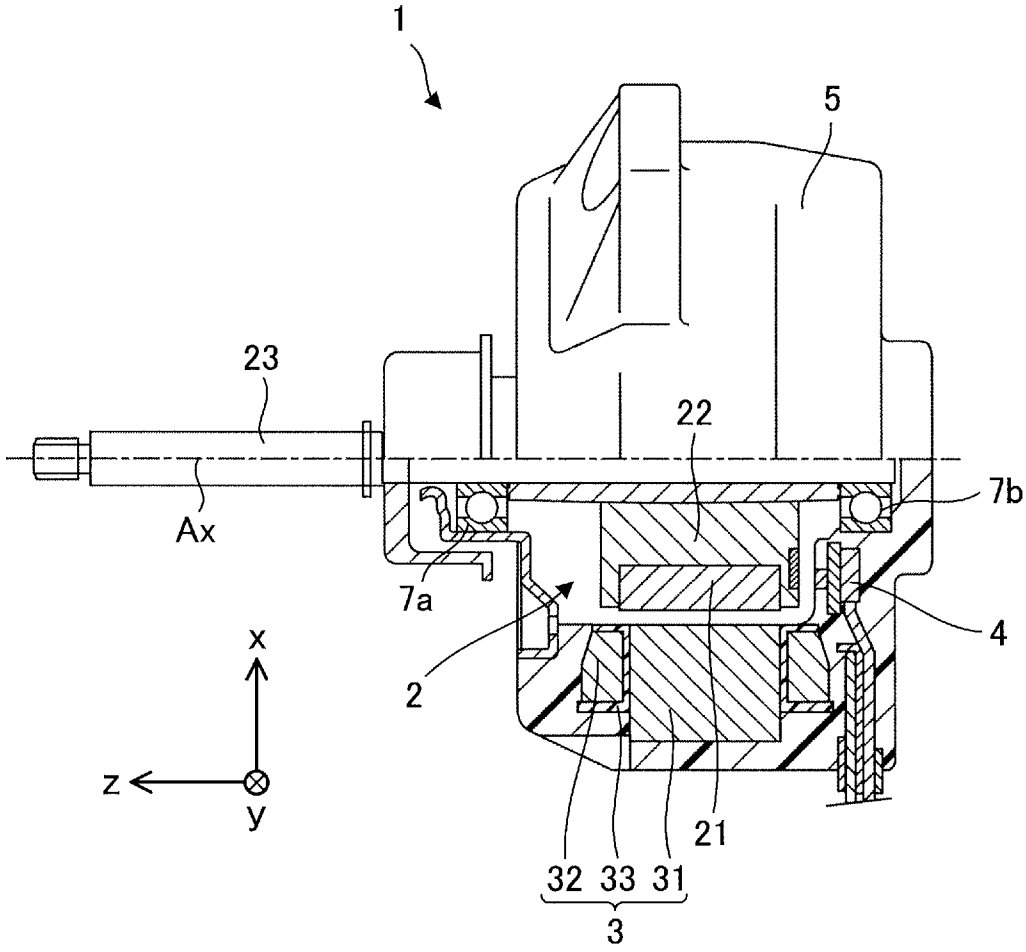
を備え、

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各々は

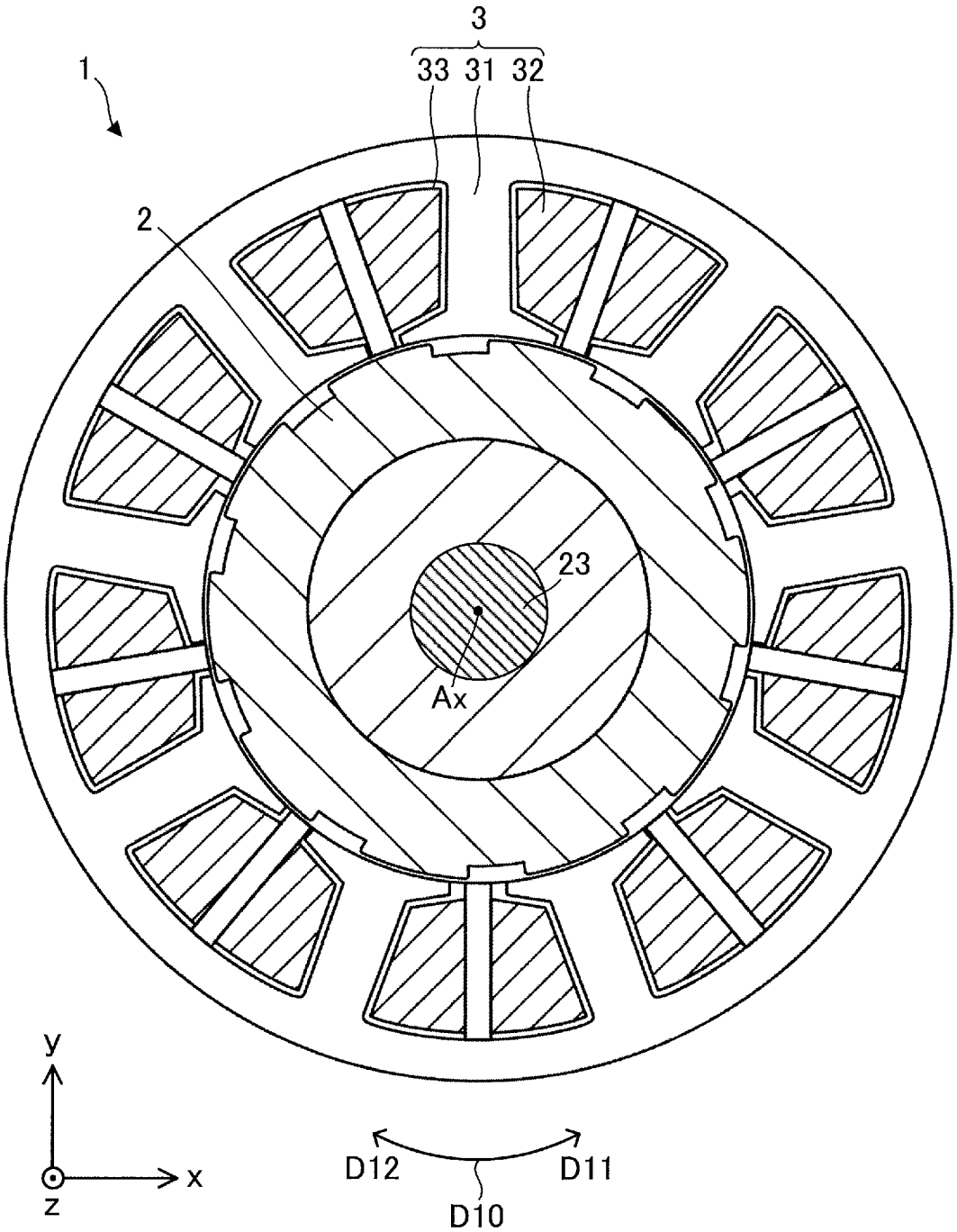
、請求項１から９のいずれか１項に記載の電動機を有する

空気調和機。

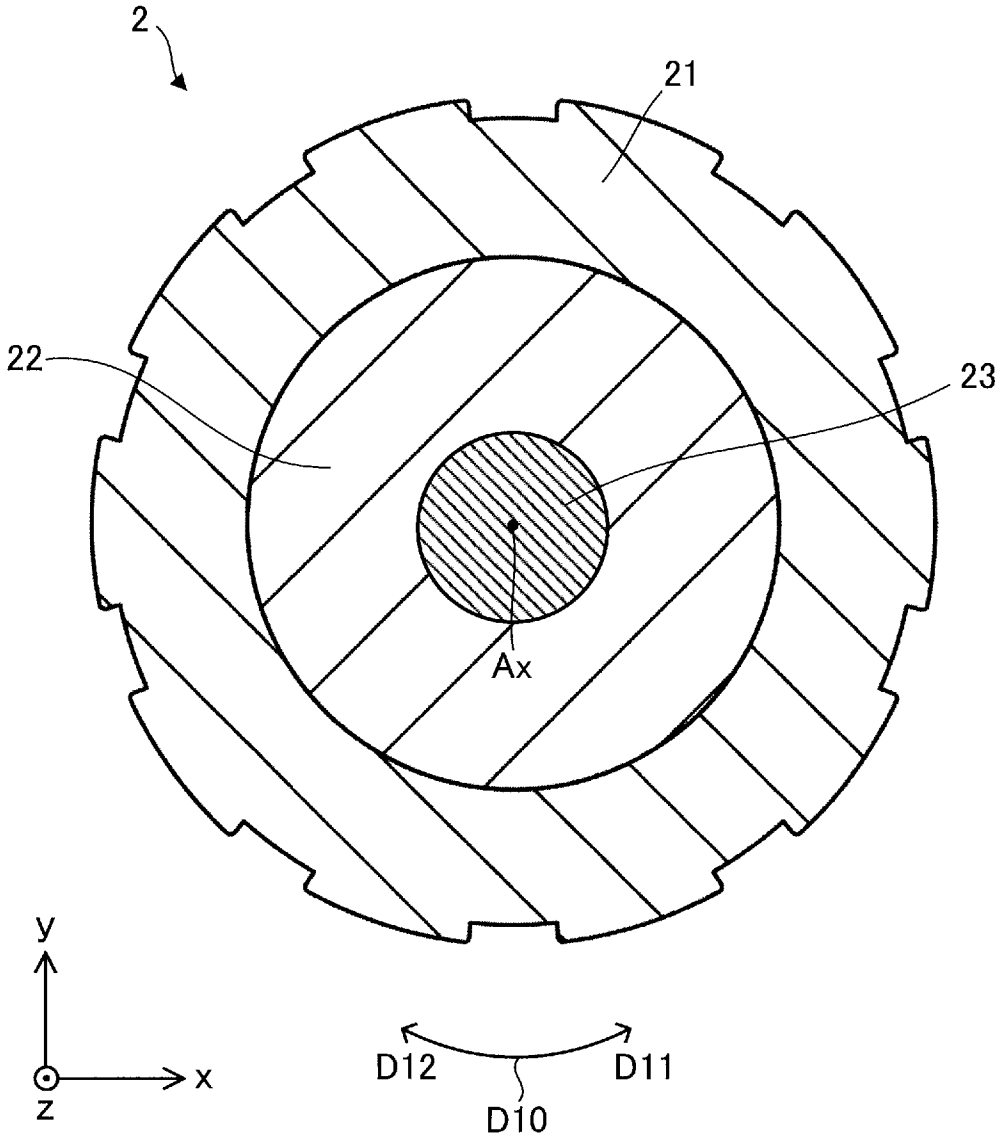
[図1]



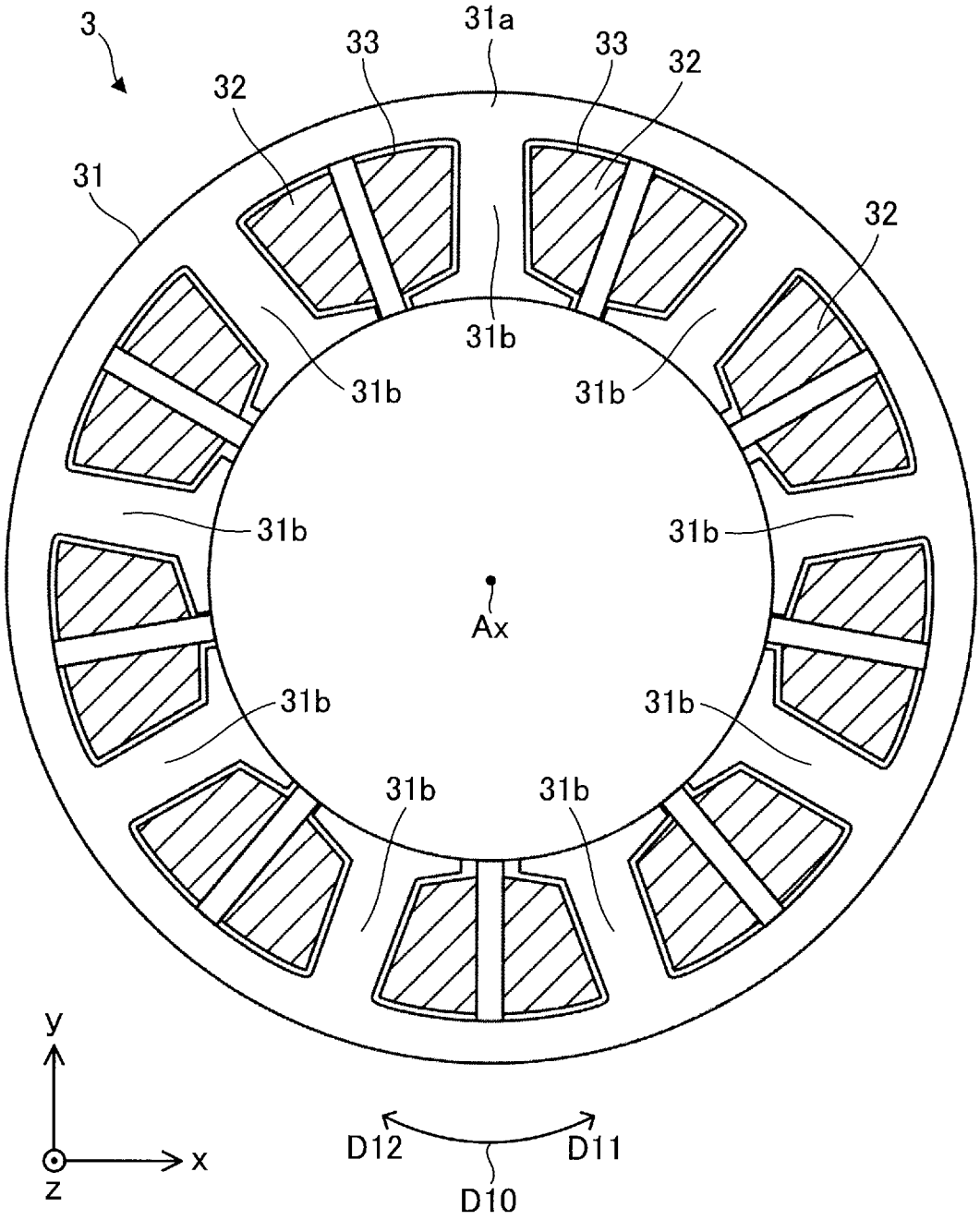
[図2]



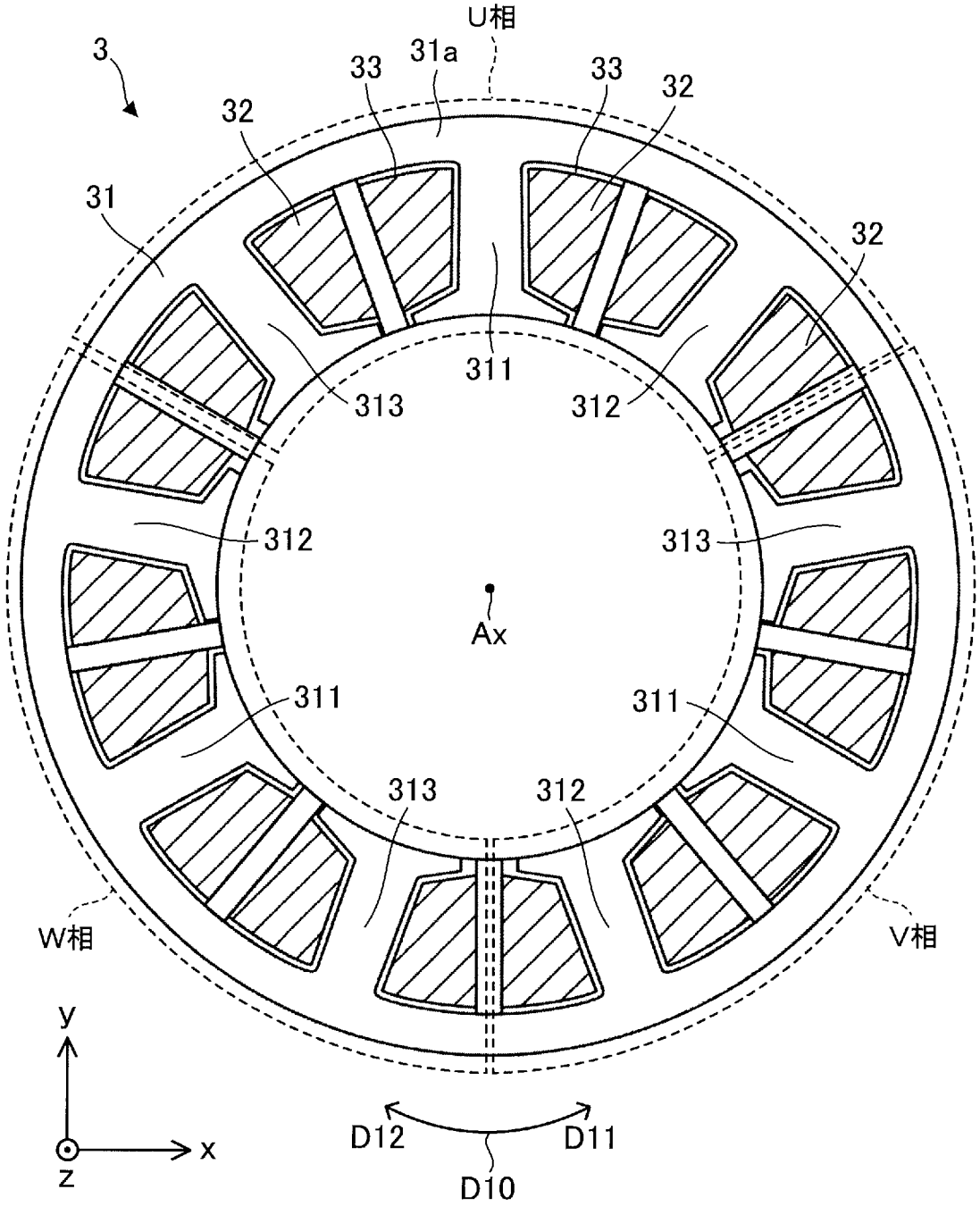
[図3]



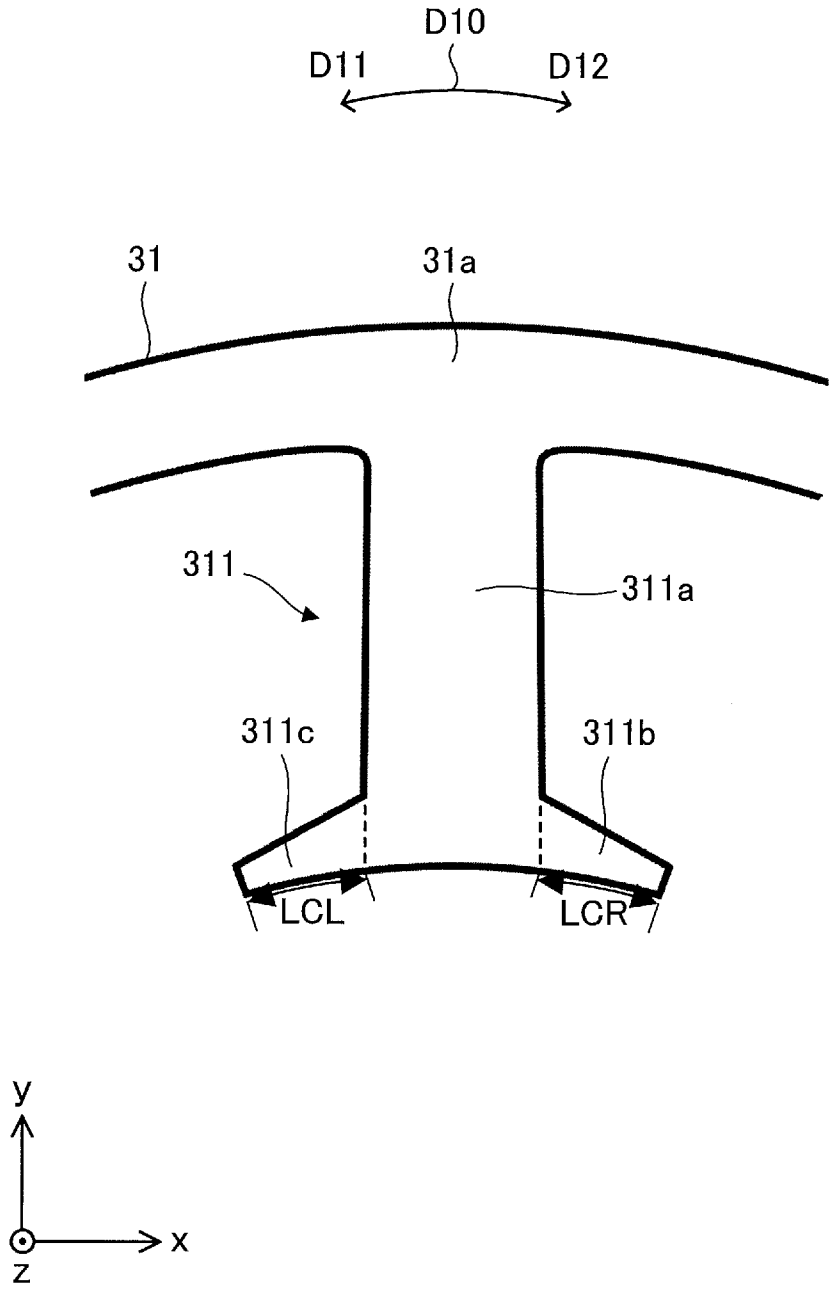
[図4]


3
31a
33
33
32
32
31
32
31b
31b
31b
31b
31b
31b
31b
31b
Ax
y
x
z
D12
D11
D10

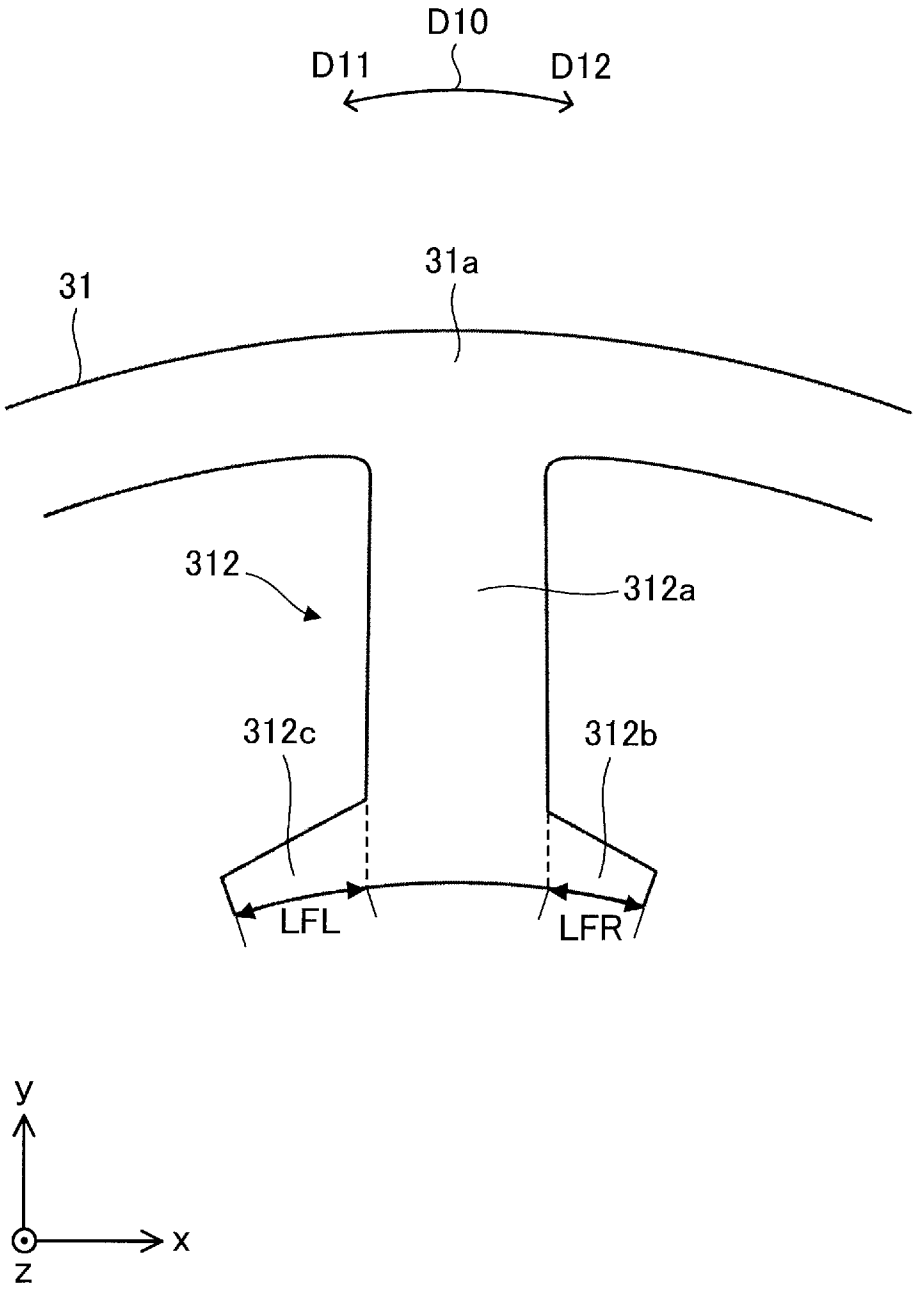
[図5]


U相
3
31a
33
33
32
32
31
32
311
313
312
312
313
Ax
311
311
313
312
W相
V相
y
x
z
D12
D11
D10

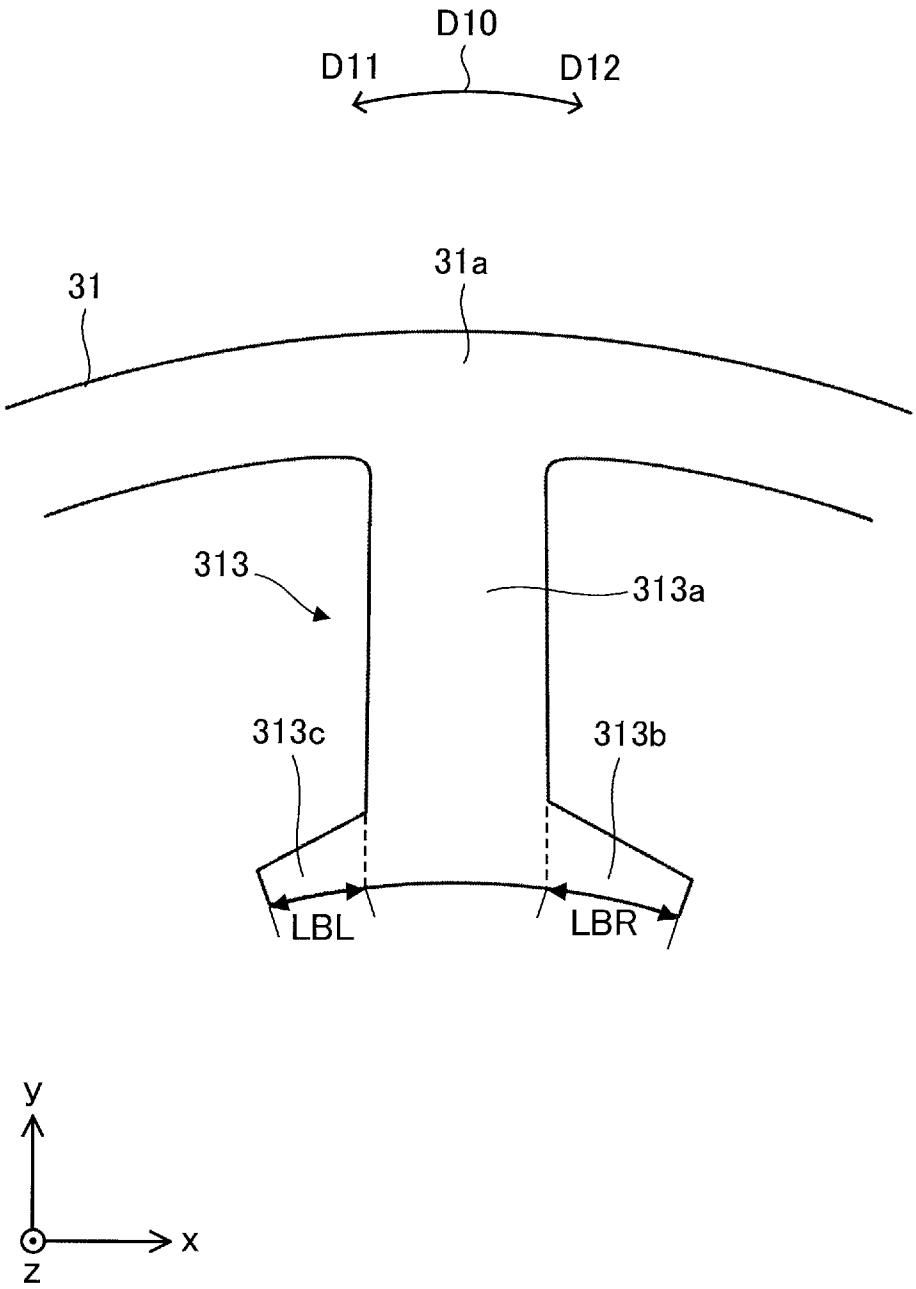
[図6]



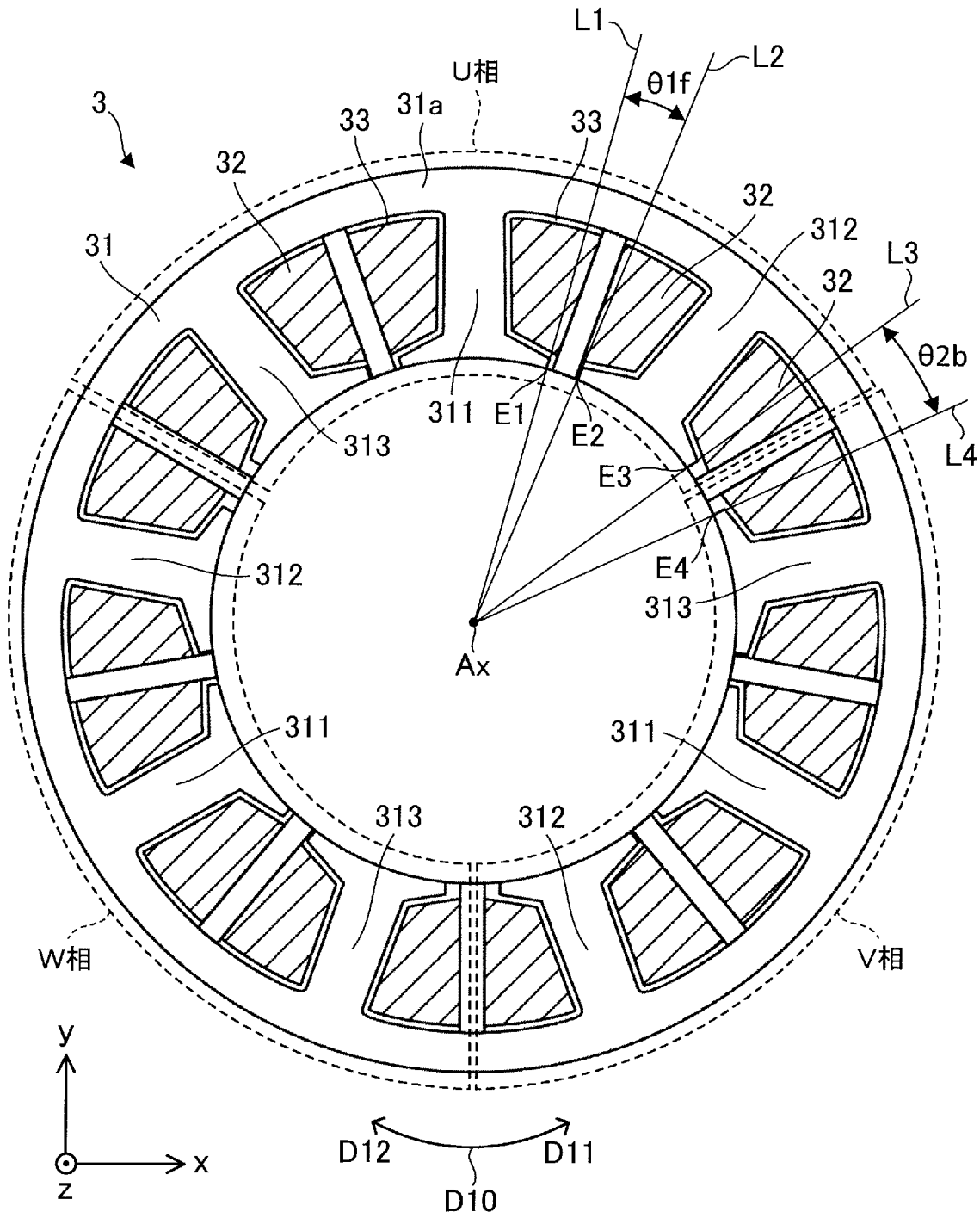
[図7]



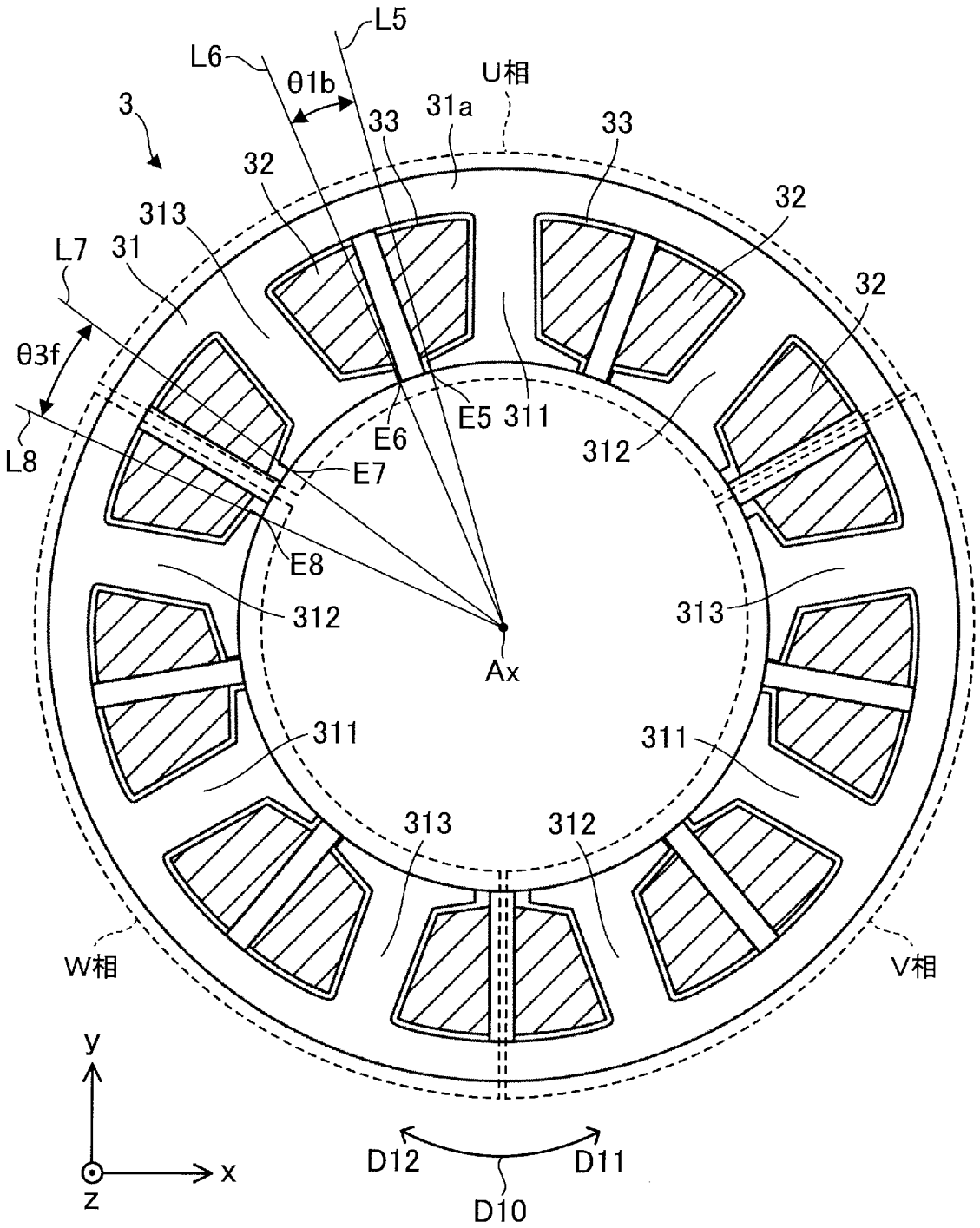
[図8]



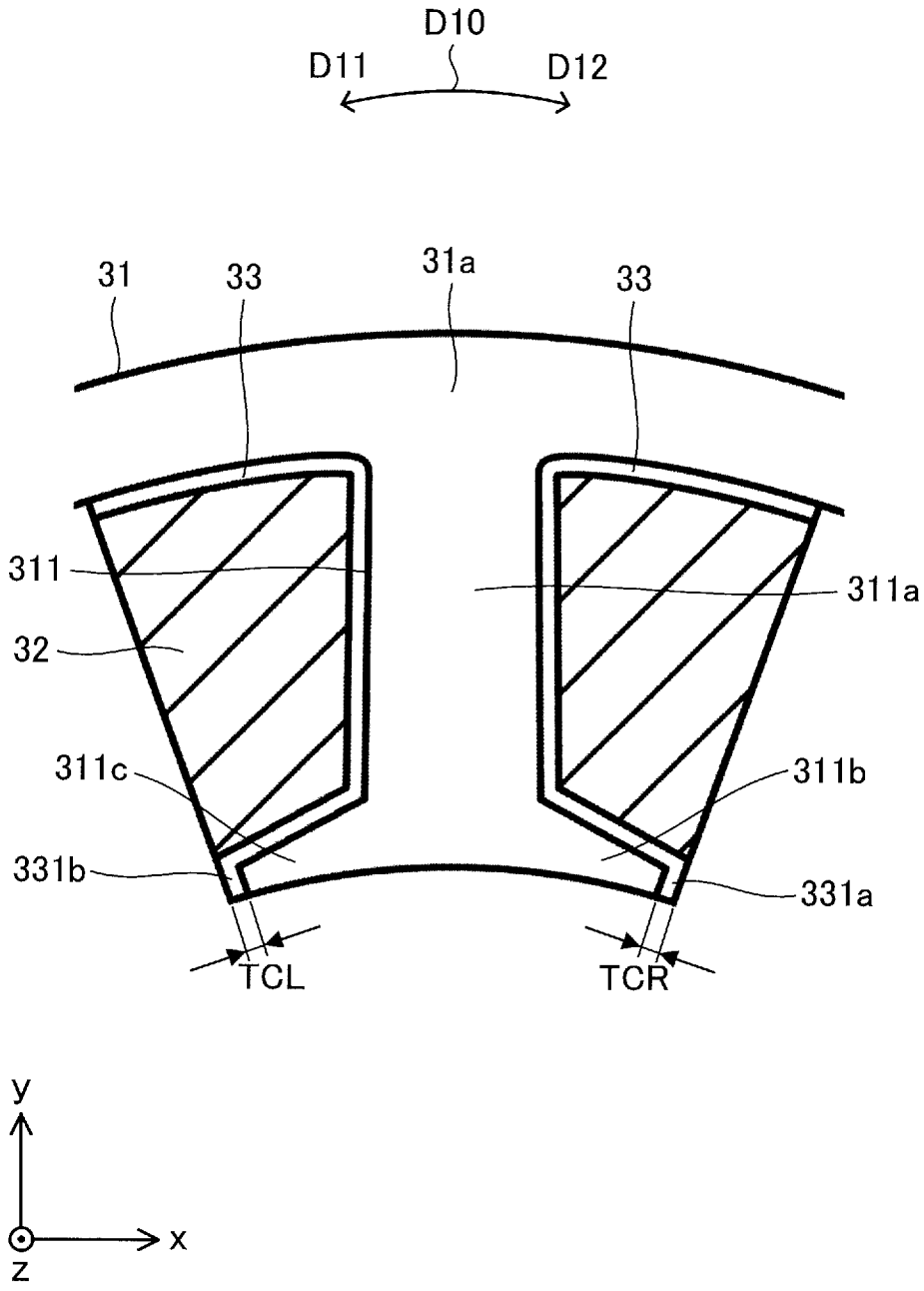
[図9]


L1
L2
θ1f
U相
3
33
31a
33
32
32
312
L3
31
32
θ2b
311
E1
E2
313
E3
L4
E4
312
313
Ax
311
311
313
312
W相
V相
y
x
z
D12
D11
D10

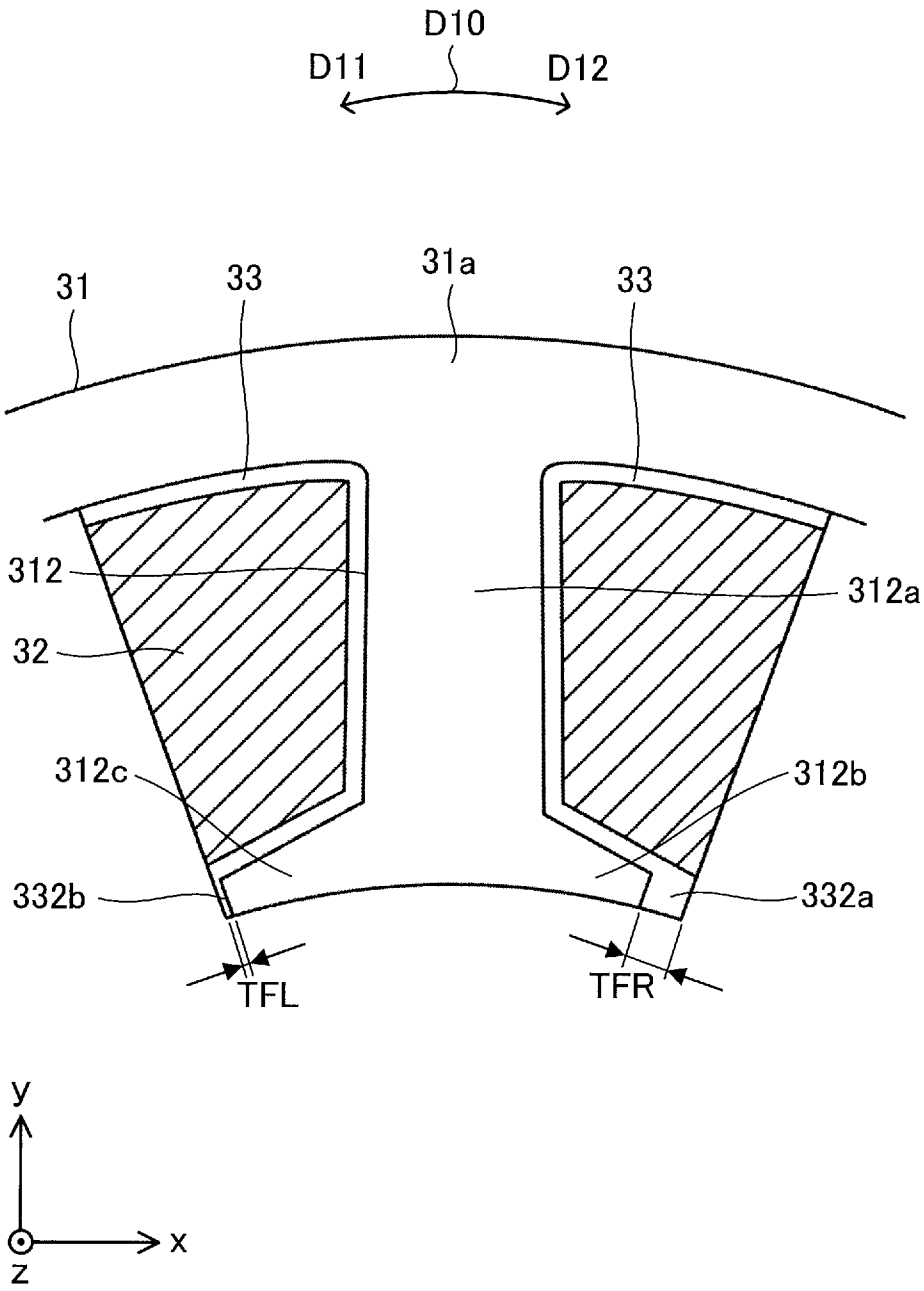
[図10]


L5
L6
θ1b
U相
3
33
31a
33
32
313
32
L7
31
32
θ3f
E6
E5
311
L8
E7
312
E8
312
313
Ax
311
311
313
312
W相
V相
y
x
z
D12
D11
D10

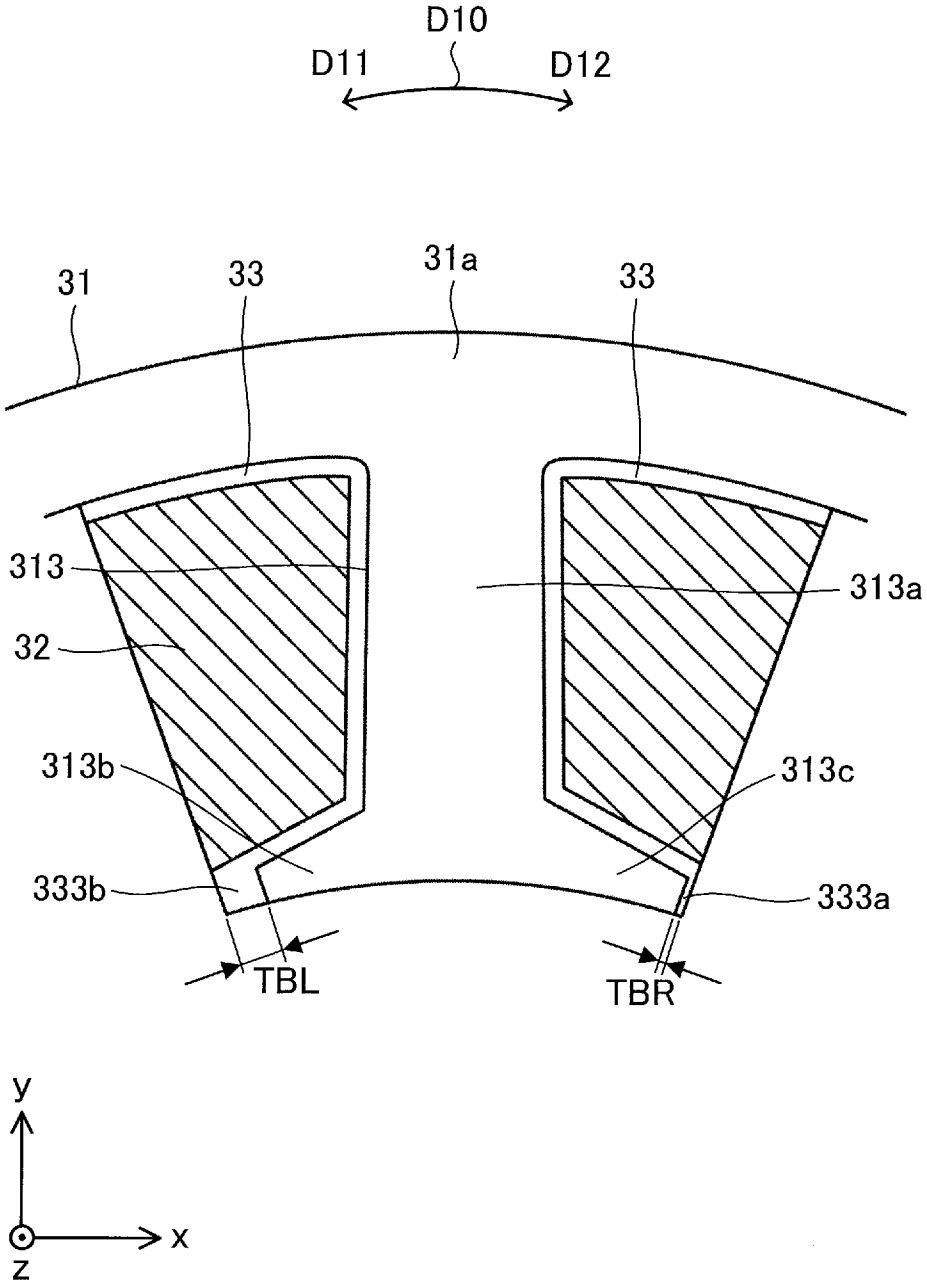
[図11]


D10
D11
D12
31
33
31a
33
311
311a
32
311c
311b
331b
331a
TCL
TCR
y
x
z

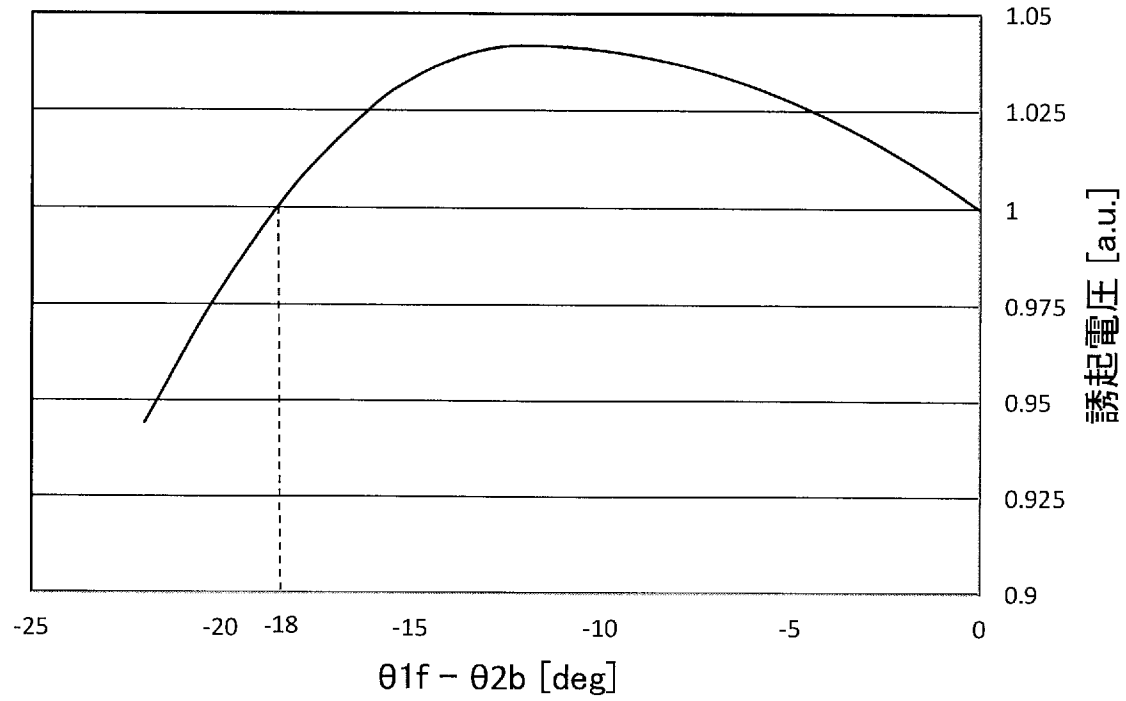
[図12]


D10
D11
D12
31
33
31a
33
312
312a
32
312c
312b
332b
332a
TFL
TFR
y
x
z

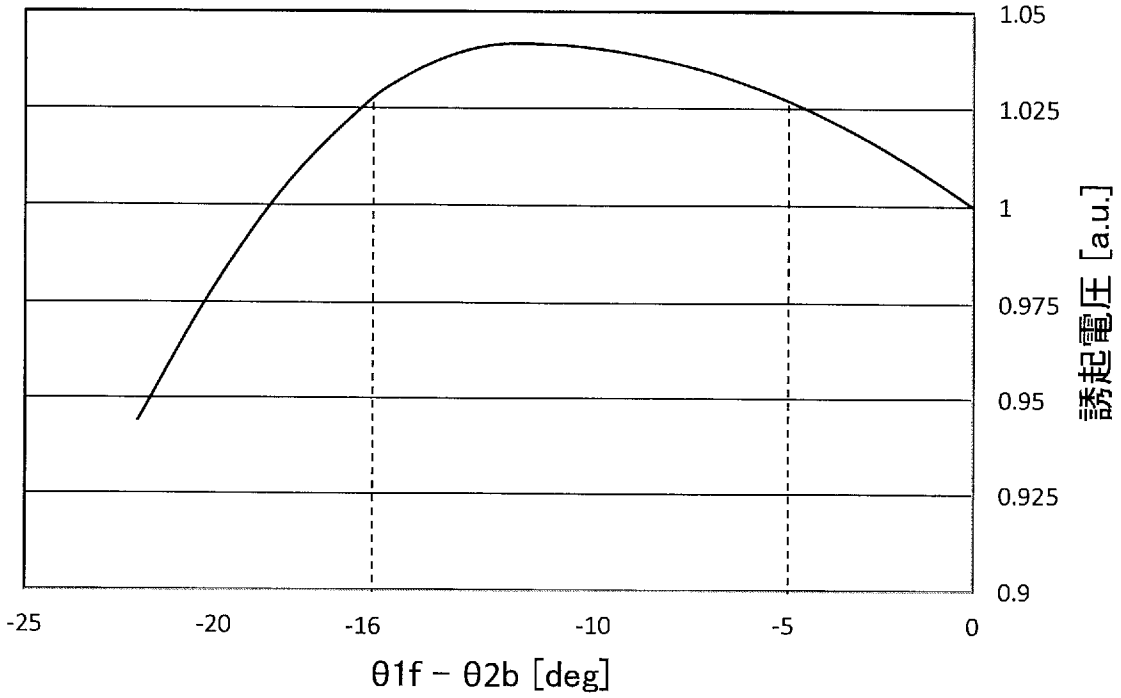
[図13]


D10
D11
D12
31
33
31a
33
313
313a
32
313b
313c
333b
333a
TBL
TBR
y
x
z

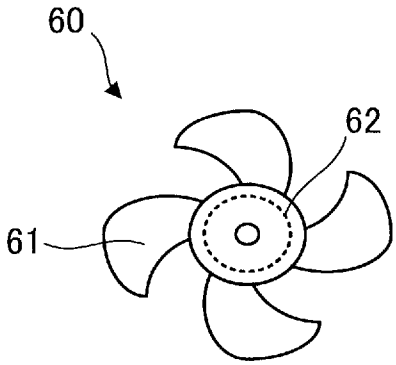
[図14]


1.05
1.025
1
0.975
0.95
0.925
0.9
誘起電圧 [a.u.]
-25
-20
-18
-15
-10
-5
0
θ1f − θ2b [deg]

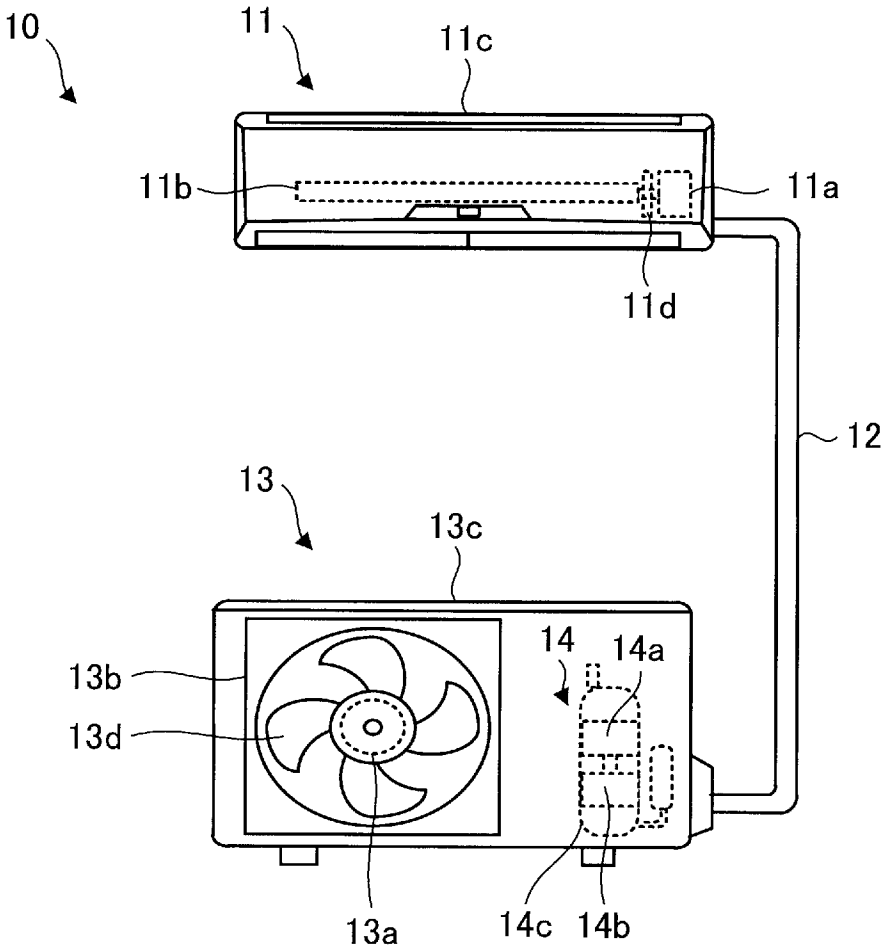
[図15]


1.05
1.025
1
0.975
0.95
0.925
0.9
誘起電圧 [a.u.]
-25
-20
-16
-10
-5
0
θ1f − θ2b [deg]

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/012796

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K 1/08(2006.01)i; H02K 1/06(2006.01)i
FI: H02K1/08; H02K1/06 Z

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)
H02K1/08; H02K1/06

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 Y	JP 2004-215479 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 29 July 2004 (2004-07-29) paragraphs [0049]-[0056], fig. 1, 5-6	1-7 8-11
Y	JP 2019-115141 A (SANDEN HOLDINGS CORP) 11 July 2019 (2019-07-11) paragraph [0044], fig. 9	8-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
18 May 2021 (18.05.2021)	25 May 2021 (25.05.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/012796

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-215479 A	29 Jul. 2004	US 2004/0245881 A1 paragraphs [0071]-[0078], fig. 1, 5-6 WO 2003/084034 A1 EP 1492216 A1 CN 1579043 A AU 2003236179 A1	
JP 2019-115141 A	11 Jul. 2019	WO 2019/123913 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/012796

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02K 1/08(2006.01)i; H02K 1/06(2006.01)i
FI: H02K1/08; H02K1/06 Z

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））

H02K1/08; H02K1/06

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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	JP 2004-215479 A (松下電器産業株式会社) 29.07.2004 (2004-07-29) 段落0049-0056,図1,5-6	1-7
Y		8-11
Y	JP 2019-115141 A (サンデンホールディングス株式会社) 11.07.2019 (2019-07-11) 段落0044,図9	8-11

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的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
“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
“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
18.05.2021	25.05.2021

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）
服部　俊樹 3V 3736
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/JP2021/012796

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2004-215479 A	29.07.2004	US 2004/0245881 A1 段落0071-0078,図1,5-6 WO 2003/084034 A1 EP 1492216 A1 CN 1579043 A AU 2003236179 A1	
JP 2019-115141 A	11.07.2019	WO 2019/123913 A1	