

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日

2013 年 6 月 13 日 (13.06.2013)

W O | P C T

(10) 国際公開番号

W O 2013/084901 A 1

- (51) 国際特許分類 :
H02K 17/16 (2006.01) H02K 1/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP20 12/08 1420
- (22) 国際出願日 : 2012 年 12 月 4 日 (04.12.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 201 1-266230 201 1 年 12 月 5 日 (05.12.201 1) JP
- (71) 出願人 : 株式会社 安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者 : 吉村 憲昭 (YOSHIMURA Noriaki); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社 安川電機内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人 : 益田 博文 (MASUDA Hirofumi); 〒1100015 東京都台東区東上野 1-7-1 3 東上野上村ビル 2 階 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, ML, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MOTOR

(54) 発明の名称 : モーター

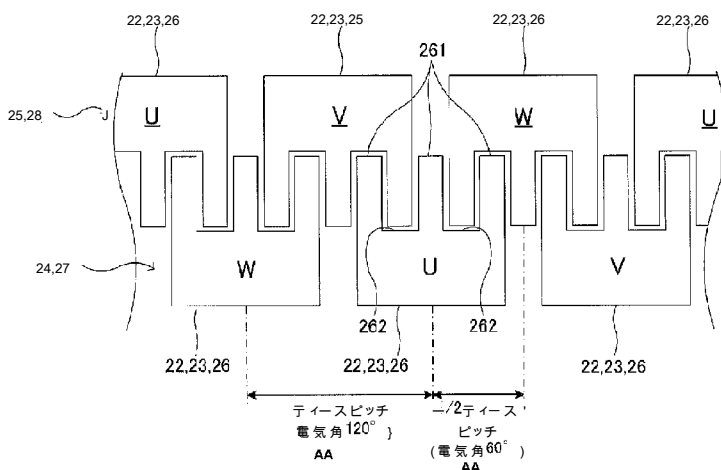


FIG. 4:
AA Tooth pitch (electric angle)

(57) Abstract: [Problem] To provide an induction motor, synchronous reluctance motor, or the like capable of using a concentrated winding as a winding. [Solution] A motor (100) provided with a stator (20) and rotor (10) disposed opposite each other, relatively movable through a magnetic air gap (S), in which: the stator (20) has a yoke (21), a plurality of teeth (22) provided protruding from the yoke (21) on the magnetic air gap (S) side, and a plurality of windings (23) wound around each tooth (22) in a concentrated winding; the plurality of teeth (22) are configured by tooth groups (24, 25) comprising a plurality of teeth (22) arranged in parallel in a circumferential direction being arranged in two columns in the axial direction; and a first tooth group (24) and a second tooth group (25), adjacent in the axial direction, are disposed in the circumferential direction offset by a 1/2 tooth pitch.

(57) 要約 : 【課題】巻線を集中巻きとすることが可能なインダクションモーターや同期リラクタンスモーターを提供する。【解決手段】磁氣的空間

隙 S を介して相対移動可能に対向配置された固定子 20 と回転子 10 を備えたモーター 100 であって、固定子 20 は、ヨーク 21 と、ヨーク 21 から磁氣的空間 S 側に突出して設けられた複数のティース 22 と、ティース 22 ごとに集中巻き方式で巻き付けられた複数の巻線 23 と、を有し、複数のティース 22 は、円周方向に並列された複数のティース 22 からなるティース群 24、25 が軸方向に 2 列並べられて構成され、軸方向に隣り合う第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 は、円周方向に 1/2 ティースピッチずれて配置されている。



084901 A1

明 細 書

発明の名称 : モータ

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、交流モータに関する。

背景技術

[0002] 例えば、回転型モータを構成する固定子は、円環状のヨークと、ヨークから径方向内側に突出する複数のティースと、隣接するティース間に形成されるスロットとを備えた鋼板が積層された固定子鉄心を有する。巻線は、固定子鉄心のスロット内に挿入されつつティースに巻装される。巻線の巻装形態には、集中巻き方式と分布巻き方式がある。集中巻き方式とは、ティースごとに巻線が巻装される形態であり、分布巻き方式とは、複数のティースに跨って巻線が巻装される形態である。これらの方式で巻線が巻装された固定子を有するモータが、例えば特許文献 1 に記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1 : 特開 2 0 0 1 _ 1 2 8 4 0 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 一般に、集中巻き方式によれば、ティースごとに巻線が巻装されることから、固定子鉄心端部からの巻線端部（コイルエンド）の突出長を分布巻き方式に比べて短くすることができ、モータの小型化を図り易いという利点がある。また、スロット断面に対する巻線断面の比からなる占積率を高め易く、生産効率も高いという利点もある。一方、分布巻き方式によれば、巻線の作り出す磁束密度分布を正弦波により近くすることができるという利点がある。

[0005] ところで、近年、希土類磁石の原料である Nd（ネオジウム）や Dy（ジスプロシウム）の高騰により、モータのレアアースフリー化の機運が高まって

いる。そして、レアアースフリー化に好適なモータとしてよく挙げられるのが、インダクションモータや同期リラクタンスモータである。

[0006] インダクションモータや同期リラクタンスモータに対しては、固定子の界磁による磁束密度分布が正弦波に近い方が好ましいとされている。このため、分布巻き方式が採用されるのが一般的である。しかしながら、モータの体格の小型化は一般的技術課題として常に要請されており、その観点からは集中巻き方式の方がより望ましい。したがって、小型化が可能な集中巻き方式を採用可能なインダクションモータや同期リラクタンスモータが切望されていた。

[0007] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、巻線を集中巻きとすることが可能なインダクションモータや同期リラクタンスモータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、磁気的空隙を介して相対移動可能に対向配置された固定子と可動子を備えたモータであって、前記固定子及び前記可動子のいずれか一方は、ヨークと、前記ヨークから前記磁気的空隙側に突出して設けられた複数のティースと、前記ティースごとに集中巻き方式で巻き付けられた複数の巻線と、を有し、前記複数のティースは、相対移動方向に並列された複数のティースからなるティース群が前記相対移動方向に垂直な方向に複数列並べられて構成され、前記相対移動方向に垂直な方向に隣り合う第1ティース群と第2ティース群は、前記相対移動方向に $1/2$ ティースピッチずれて配置されているモータが適用される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、インダクションモータや同期リラクタンスモータにおいて巻線を集中巻きとすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 第1の実施形態に係るモータの全体構成を表す縦断面図である。

[図2] 図1中I-I'断面に相当する横断面図である。

[図3] ティースの先端に設けた磁束交差部材の構造を説明するための説明図である。

[図4] ティース、巻線及び磁束交差部材の配置構成を説明するための説明図である。

[図5] 磁束密度分布を解析するためのモデルを説明するための説明図である。

[図6] 磁束密度分布の解析結果を説明するための説明図である。

[図7] 磁束交差部材を板状部材とする変形例を説明するための説明図である。

[図8] 板状部材である磁束交差部材の詳細構造の一例を説明するための説明図である。

[図9] 板状部材である磁束交差部材の積層鋼板の一例を説明するための説明図である。

[図10] スロットコンビネーションのバリエーションを説明するための説明図である。

[図11] 第1の実施形態をリニアモータに適用した場合の全体構成を表す縦断面図である。

[図12] 第2の実施形態に係るモータの全体構成を表す縦断面図である。

[図13] 図12中X-I-I'-X-I-I'断面に相当する横断面図である。

[図14] ティース、巻線の配置構成を説明するための説明図である。

[図15] 円筒導体に設けたスリットの機能を説明するための説明図である。

[図16] 可動部速度に対する推力を解析するためのモデルを説明するための説明図である。

[図17] 可動部速度に対する推力の解析結果を説明するための説明図である。

[図18] 第2の実施形態をリニアモータに適用した場合の全体構成を表す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[001 1] < 第1の実施形態 >

まず、第1の実施形態について図面を参照して説明する。

[001 2] < 1-1. モータの構成 >

まず、本実施形態に係るモータ 100 の全体構成について説明する。本実施形態では、モータ 100 が 3 相交流を用いた回転型のインダクションモータであり、断面のスロットコンビネーションが永久磁石同期モータで言うところの 2 ポール 3 スロット (2 P 3 S) である場合を一例として説明する。図 1 及び図 2 に示すように、モータ 100 は、回転軸 1 と、フレーム 2 と、フレーム 2 の一方側 (図 1 中右側) 端部に設けられたブラケット 3 と、ブラケット 3 に外輪が嵌合された軸受 4 と、フレーム 2 の他方側 (図 1 中左側) 端部に設けられたブラケット 5 と、ブラケット 5 に外輪が嵌合された軸受 6 とを備えている。回転軸 1 は、軸受 4 と軸受 6 により回転自在に支持されている。

[0013] 回転軸 1 には、当該回転軸 1 と同一軸心となるように回転子 10 (可動子の一例に相当) が設けられている。回転子 10 は、円環状の鋼板が軸方向に積層されて形成された積層鉄心体 11 と、この積層鉄心体 11 の外周に固定された銅又はアルミ製の円筒導体 12 とを有している。また、フレーム 2 の内周には、固定子 20 が設けられている。回転子 10 と固定子 20 とは、磁気的空隙 S を介して半径方向に対向配置されており、回転軸 1 の回転により円周方向に相対移動可能な構成となっている。

[0014] なお、回転子 10 の構成は上記に限らず、積層鉄心体 11 の外周を貫通させた複数の棒状の導体の両端を端絡環に固定した構造 (いわゆる「かご形構造」) としてもよい。

[0015] 固定子 20 は、円筒状のヨーク 21 と、ヨーク 21 から磁気的空隙 S 側 (半径方向内側) に突出して設けられた複数 (この例では 12) のティース 22 と、各ティース 22 ごとに集中巻き方式で巻き付けられた複数 (この例では 12) の巻線 23 とを有している。ヨーク 21 とティース 22 は、鋼板を軸方向に積層することで形成されている。複数のティース 22 は、円周方向に並列された複数 (この例では 6) のティース 22 からなるティース群 24、25 が軸方向に複数列 (この例では 2 列) 並べられて構成されている。以下、軸方向一方側 (図 1 中右側) のティース群を第 1 ティース群 24、軸方

向他方側（図 1 中左側）のティース群を第 2 ティース群 25 と呼称する。図 4 に示すように、相対移動方向に垂直な方向（回転軸 1 の軸方向。図 4 中上下方向）に隣り合う第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 は、相対移動方向（円周方向。図 4 中左右方向）に $1/2$ ティースピッチずれて配置されている。なお、図 4 は、説明の便宜のため、円周方向に配置された各ティース 22 等を平面上に配置した状態で示している。

[001 6] モータ 100 が有する複数の巻線 23 は、第 1 ティース群 24 に巻き付けられた第 1 巻線群 27 と、第 2 ティース群 25 に巻き付けられた第 2 巻線群 28 を有している。これら第 1 巻線群 27 と第 2 巻線群 28 とは、巻線 23 の巻き方向がモータ 100 のスロットコンビネーションに応じて決定され、同相同士 of 電気角が略一致するように配置されている。具体的には、モータ 100 のスロットコンビネーションは上述したように断面のスロットコンビネーションが永久磁石同期モータで言うところの 2 ポール 3 スロット (2 P 3 S) であるため、図 4 に示すように、第 1 巻線群 27 と第 2 巻線群 28 の巻線 23 の巻き方向は互いに反対となる。なお、図 4 に示す U、V、W は U 相、V 相、W 相に対応する各巻線 23 を示しており、これらと巻き方向が反対である巻線 23 をそれぞれ U、V、W で図示している（他の図も同様）。また、図 4 に示すように、第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 の同相のティースピッチは、互いに電気角で略 180 度ずれるように配置されている。このように、第 1 巻線群 27 と第 2 巻線群 28 とは、巻き方向が反対である同相の巻線 23 が電気角で略 180 度ずれて、第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 の同相のティースピッチは、互いに電気角で略 180 度ずれるように配置される結果、 180 度（巻き方向によるずれ） $- 180$ 度（ティースピッチによるずれ） $= 0$ 度となり、同相同士の電気角が略一致する配置となっている。

[001 7] 各ティース 22 の磁氣的空隙 S 側の先端には、磁束交差部材 26 がそれぞれ設けられている。磁束交差部材 26 は、第 1 巻線群 27 を構成する巻線 23（以下適宜、第 1 巻線 23」と呼称する。）に鎖交する磁束（以下適宜

、第 1 磁束」と呼称する。)と、第 2 巻線群 2 8 を構成する巻線 2 3 (以下適宜、第 2 巻線 2 3」と呼称する)に鎖交する磁束 (以下適宜、第 2 磁束」と呼称する。)とを、交差させるための部材である。図 3 に、この磁束交差部材 2 6 の構造を示す。なお、図 3 は、説明の便宜のため、各巻線群 2 7, 2 8 を構成する円周方向に並列された 6 つの巻線 2 3 等のうち、U 相、V 相、W 相に対応する 3 つの巻線 2 3 等を抽出すると共に、円周方向に配置された各巻線 2 3 等を平面上に配置した状態で示している。また、第 1 巻線群 2 7 に対応する磁束交差部材 2 6 と第 2 巻線群 2 8 に対応する磁束交差部材 2 6 とは、図 4 に示すように互いに噛み合うように配置されるが、図 3 では磁束交差部材 2 6 の構造の理解を容易とするために離間させて図示している。さらに、実際には図 2 に示すように各巻線 2 3 間には隙間が存在するが、図 3 ではこの隙間の図示を省略している。

[001 8] 図 3 に示すように、磁束交差部材 2 6 は、第 1 巻線 2 3 及び第 2 巻線 2 3 の一方に対応するティース 2 2 の先端から他方に対応するティース 2 2 の先端に向けて軸方向に延びるように形成された複数 (この例では 3) の櫛歯 2 6 1 を有する櫛歯状部材である。各櫛歯 2 6 1 は、円周方向から見た形状が、対向するティース 2 2 側の先端が尖った略三角形形状となるように形成されており、各ティース 2 2 において円周方向に略等間隔に配置されている。図 4 に示すように、各磁束交差部材 2 6 は、中心に位置する櫛歯 2 6 1 が対向する 2 つの磁束交差部材 2 6, 2 6 の間に位置し、3 つの櫛歯 2 6 1 により形成される 2 つの凹部 2 6 2 に対向する 2 つの磁束交差部材 2 6, 2 6 の櫛歯 2 6 1 が各々挿入されることで、各磁束交差部材 2 6 は所定の間隙を介しつつ噛み合うように配置されている。このような構成により、第 1 磁束と第 2 磁束を効率的に交差させることが可能となっている。

[001 9] なお、本実施形態では各磁束交差部材 2 6 の櫛歯 2 6 1 の数を 3 としたが、これに限定するものではなく、2 以上であればよい。但し、偶数よりも奇数である方が好ましい。これは、櫛歯 2 6 1 が奇数の場合、形成される凹部 2 6 2 の数が偶数となるため、中心に位置する櫛歯 2 6 1 の両側に同数の櫛

歯 2 6 1 を噛み合わせることが可能となり、各磁束交差部材 2 6 を無駄なく（言い換えれば余った凹部 2 6 2 が無く）均一に噛み合わせて配置することができるからである。

[0020] また、本実施形態では、櫛歯 2 6 1 の形状を円周方向から見て略三角形状となるようにしたが、これに限定するものではなく、台形状あるいは矩形状等、他の形状としてもよい。

[0021] 以上のような構成により、モータ 1 0 0 の固定子 2 0 と積層鉄心体 1 1 との間で磁気回路を構成し、円筒導体 1 2 に磁束を通過させることにより、円筒導体 1 2 に渦電流を発生させ、この円筒導体 1 2 を通過する磁束と渦電流により発生する磁束から生ずる電磁力が回転子 1 0 のトルク（回転力）として作用する。

[0022] < 1 - 2 . 磁束密度分布の解析結果 >

本願発明者等は、テース形状等の異なる 2 つのモデル A , B について、磁氣的空隙 S の磁束密度分布についての解析を行った。この解析結果について、図 5 及び図 6 を用いて説明する。なお、図 5 ではテース形状を見易くするためにヨーク及びテースと巻線とを分離して図示している。

[0023] 図 5 (a) に示すモデル A は、スロットコンビネーションが例えば永久磁石同期モータで言うところの 2 ポール 3 スロット (2 P 3 S) であるテース及び巻線の一般的な形状をモデル化したものであり、比較例としてのモデルである。すなわち、モデル A では、3 つのテース 2 2 ' がヨーク 2 Γ から磁氣的空隙 S 側（図 5 中下側）に突出して設けられ、3 つの巻線 2 3 ' が各テース 2 2 ' ごとに集中巻き方式で巻き付けられる。

[0024] 一方、図 5 (b) に示すモデル B は、モデル A と同様のスロットコンビネーションである、本実施形態に対応したテース及び巻線の形状をモデル化したものである。すなわち、モデル B では、第 1 テース群 2 4 と第 2 テース群 2 5 は、相対移動方向に 1 / 2 テースピッチずれて配置されている。また、第 1 巻線群 2 7 と第 2 巻線群 2 8 の巻線 2 3 の巻き方向は互いに反対であり、同相の巻線 2 3（巻き方向は反対）は互いに電気角で略 1 8 0 度

ずれるように配置されている。そして、各ティース22の先端には、3本の櫛歯261を有する磁束交差部材26がそれぞれ設けられている。

[0025] 図6(a)に、モデルA及びモデルBの鋼板積層方向(回転軸1の軸方向)中心断面における磁気的空隙Sの磁束密度分布を示す。図6(a)に示すように、モデルBではモデルAに比べて磁束密度分布が正弦波に近づいているのが分かる。また、モデルA及びモデルBの磁束密度分布についてのフーリエ解析結果を図6(b)及び図6(c)にそれぞれ示す。図6(b)に示すように、モデルAでは、磁束密度分布が1次成分(基本波)のみの正弦波分布とならず、高調波成分を含むものとなる。高調波成分のうち2次成分が1次成分の約60%となっており、特に大きいことが分かる。

[0026] 一方、図6(c)に示すように、モデルBでは、2次成分がほぼ0となり、1次成分以外の全ての高調波成分の合計が1次成分の13%以下となっている。これは、第1巻線23に鎖交する第1磁束と第2巻線23に鎖交する第2磁束の1次成分は電気角の位相が同じで同じ大きさとなるが、2次成分は同じ電気角で同じ大きさ且つ向きが反対となるので、磁束交差部材26によって第1磁束と第2磁束を交差させることにより、2次成分を互いに相殺することができるからである。したがって、モデルBでは磁束密度分布が正弦波に近づいていることが、フーリエ解析結果からも分かる。

[0027] < 1-3. 第1の実施形態の効果 >

本実施形態のモータ100では、固定子20が円周方向に1/2ティースピッチずれて配置された第1ティース群24と第2ティース群25を有しており、これらの各ティース22に巻線23を集中巻き方式で巻き付けた構成とする。そして、第1ティース群24と第2ティース群25にそれぞれ巻き付けられた第1巻線群27と第2巻線群28の巻線23の巻き方向をスロットコンビネーションに応じて決定し、且つ、同相同士の電気角が略一致するように配置する。このようにすることで、上述したように第1磁束と第2磁束とを交差させ、特に影響が大きい2次成分を互いに相殺することができる。したがって、磁束密度分布を主に1次成分のみとすることができ、巻線2

3を集中巻きとしつつ正弦波に近い磁束密度分布を作り出すことができる。その結果、レアアースフリー化に好適なモータであるインダクションモータや同期リラクタンスモータに集中巻きを適用することが可能となり、モータを小型化しつつ、レアアースフリー化を図ることができる。

[0028] また、本実施形態では特に、複数のティース22の先端に磁束交差部材26をそれぞれ設け、この磁束交差部材26により、第1巻線23に鎖交する第1磁束と第2巻線23に鎖交する第2磁束とを交差させる。これにより、第1巻線23と第2巻線23を磁気的空隙Sの一方側（本実施形態では外周側）に配置することが可能となる。その結果、次のような効果を得る。すなわち、磁束密度分布の2次成分を相殺するために、例えば回転子の軸方向両側又は径方向両側に2つの固定子に対向配置させ、それら2つの固定子同士の間で巻線の巻き方向を互いに反対にすると共に、同相の巻線が電気角で略180度ずれるように配置する構成が考えられる。この場合、回転子の両側に固定子を配置した特殊な構造のモータにしか適用することができず、汎用性が低いという問題がある。これに対し、本実施形態では磁束交差部材26を設けることにより、回転子10の一方側（この例では半径方向外側）に1つの固定子20を配置させ、その固定子20の中で第1及び第2巻線23の巻き方向を互いに反対にすると共に、同相の第1及び第2巻線23が互いに電気角で略180度ずれるように配置することが可能である。したがって、回転子10の外側に固定子20を配置した広く用いられる構造のモータに適用することが可能であり、汎用性が高いという利点がある。

[0029] また、本実施形態では特に、磁束交差部材26を複数の櫛歯261を有する櫛歯状部材とすることにより、第1磁束と第2磁束を効率的に交差させ、磁束密度分布の2次成分の相殺効果を高めることができる。特に、櫛歯261の数を奇数とすることにより、1つの櫛歯261が中心に位置すると共にその両側に同数の凹部262が対称に配置された、対称性のよい磁束交差部材26とすることが可能である。その結果、各磁束交差部材26を無駄なく（余った凹部262が無く）規則性をもって均一に噛み合わせて配置することが

可能となり、磁束密度分布の２次成分の相殺効果を高めることができる。

[0030] < １ - ４ . 変形例 >

なお、上記第１の実施形態に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を順を追って説明する。

[0031] (１) 磁束交差部材を板状部材とする場合

上記第１の実施形態では、磁束交差部材２６を複数の櫛歯２６１を有する櫛歯状部材としたが、磁束交差部材の形状をこれに限定するものではない。例えば、磁束交差部材を板状の部材としてもよい。本変形例について、図７乃至図９を用いて説明する。なお、図７及び図８は、説明の便宜のため、前述の図３等と同様に、円周方向に配置された各ティース２２等を部分的に抽出して平面上に配置した状態で示している。

[0032] 図７に示すように、本変形例では、磁束交差部材２９は、第１巻線２３に対応するティース２２の先端と第２巻線２３に対応するティース２２の先端を接続する板状部材（円周方向に鋼板を積層した結果、全体として板状に形成される）として構成されている。なお、上記実施形態と同様に、第１ティース群２４と第２ティース群２５が相対移動方向に１／２ティースピッチずれて配置され、第１巻線群２７と第２巻線群２８の巻線２３の巻き方向は互いに反対であり、同相の巻線２３（巻き方向は反対）は互いに電気角で略１８０度ずれるように配置されている。

[0033] 磁束交差部材２９の詳細構造の一例を図８及び図９に示す。なお、これら図８及び図９では、ヨーク２１の図示を省略している。図８及び図９に示すように、ティース２２及び磁束交差部材２９は、３種類の形状の鋼板２９１，２９２，２９３を接着層２９４を介して円周方向に積層することにより形成される。本変形例でも、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、上記実施形態では磁束交差部材２６の形状が複雑であるため積層構造が複雑となるが、本変形例によればこのように数種類の単純な形状の鋼板を積層して形成できるため、固定子２０の構造を簡素化できる。

[0034] (2) スロットコンビネーションのバリエーション

上記第1の実施形態では、モータ100のスロットコンビネーションが永久磁石同期モータで言うところの2ポール3スロット(2P3S)である場合を一例として説明したが、これに限定するものではなく、種々のスロットコンビネーションのモータに適用することが可能である。適用可能なスロットコンビネーションの例を図10に示す。

[0035] 図10(a)に示すように、スロットコンビネーションが2ポール3スロット(2P3S)のモータに適用してもよい。この場合、上記実施形態と同様に、ティースピッチは電気角で120度となるので、第1ティース群24と第2ティース群25における同相のピッチ間隔を1.5ティースピッチずらし、電気角で180度(120度×1.5ティースピッチ)のずれとする。さらに、第1巻線群27と第2巻線群28の巻線23の巻き方向を互いに反対とし、電気角で略180度ずれるように配置することで、180度(ティースピッチによるずれ) - 180度(巻き方向によるずれ) = 0度となり、同相同士の電気角を略一致させることができる。

[0036] また図10(b)に示すように、スロットコンビネーションが4ポール3スロット(4P3S)のモータに適用してもよい。この場合、ティースピッチは電気角で240度となるので、第1ティース群24と第2ティース群25における同相のピッチ間隔を1.5ティースピッチずらし、電気角で360度(240度×1.5ティースピッチ)のずれとする。さらに、第1巻線群27と第2巻線群28の巻線23の巻き方向を互いに同一とし、電気角で略0度に配置することで、360度(ティースピッチによるずれ) - 0度(巻き方向によるずれ) = 360度 = 0度(電気角)となり、同相同士の電気角を略一致させることができる。

[0037] また図10(c)に示すように、スロットコンビネーションが8ポール9スロット(8P9S)のモータに適用してもよい。この場合、ティースピッチは電気角で160度となるので、第1ティース群24と第2ティース群25における同相のピッチ間隔を4.5ティースピッチずらし、電気角で72

0 度 (160 度 $\times$ 4.5 ティースピッチ) のずれとする。さらに、第 1 巻線群 27 と第 2 巻線群 28 の巻線 23 の巻き方向を図 10 (c) に示すように互いに同一とし、電気角で略 0 度に配置することで、720 度 (ティースピッチによるずれ) $-$ 0 度 (巻き方向によるずれ) = 720 度 = 0 度 (電気角) となり、同相同士の電気角を略一致させることができる。

[0038] また図 10 (d) に示すように、スロットコンビネーションが 10 ポール 9 スロット (10 P 9 S) のモータに適用してもよい。この場合、ティースピッチは電気角で 200 度となるので、第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 における同相のピッチ間隔を 4.5 ティースピッチずらし、電気角で 900 度 (200 度 $\times$ 4.5 ティースピッチ) のずれとする。さらに、第 1 巻線群 27 と第 2 巻線群 28 の巻線 23 の巻き方向を図 10 (d) に示すように互いに反対とし、電気角で略 180 度ずれるように配置することで、900 度 (ティースピッチによるずれ) $-$ 180 度 (巻き方向によるずれ) = 720 度 = 0 度 (電気角) となり、同相同士の電気角を略一致させることができる。

[0039] また図 10 (e) に示すように、スロットコンビネーションが 10 ポール 12 スロット (10 P 12 S) のモータに適用してもよい。この場合、ティースピッチは電気角で 150 度となるので、第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 における同相のピッチ間隔を 2.5 ティースピッチずらし、電気角で 375 度 (150 度 $\times$ 2.5 ティースピッチ) のずれとする。さらに、第 1 巻線群 27 と第 2 巻線群 28 の巻線 23 の巻き方向を図 10 (e) に示すように互いに同一とし、電気角で略 0 度に配置することで、375 度 (ティースピッチによるずれ) $-$ 0 度 (巻き方向によるずれ) = 375 度 ($\approx$ 0 度) となり、同相同士の電気角を近傍範囲内とすることができる。

[0040] また図 10 (f) に示すように、スロットコンビネーションが 14 ポール 12 スロット (14 P 12 S) のモータに適用してもよい。この場合、ティースピッチは電気角で 210 度となるので、第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 における同相のピッチ間隔を 2.5 ティースピッチずらし、電気

角で525度(210度×2.5ティースピッチ)のずれとする。さらに、第1巻線群27と第2巻線群28の巻線23の巻き方向を図10(f)に示すように互いに反対とし、電気角で略180度ずれるように配置することで、525度(ティースピッチによるずれ)−180度(巻き方向によるずれ)=345度(≒0度)となり、同相同士の電気角を近傍範囲内とすることができる。

[0041] 以上のスロットコンビネーションのモータに適用しても、上記第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0042] (3) リニアモータに適用する場合

上述した第1の実施形態及び変形例に係る構成は、リニアモータにも適用することが可能である。本変形例について図11を用いて説明する。

[0043] 本変形例では、モータ200がリニアインダクションモータである場合を一例として説明する。図11に示すように、モータ200は、磁気的空隙Sを介して図11中左右方向に相対移動可能に対向配置された固定子220と可動子210を備えている。

[0044] 固定子220は、平板状のヨーク221と、ヨーク221から磁気的空隙S側に突出して設けられた複数のティース222と、各ティース222ごとに集中巻き方式で巻き付けられた複数の巻線223とを有している。複数のティース222は、相対移動方向(図11中左右方向)に並列された複数のティース222からなるティース群224、225(図11ではティース群224のみ図示。)が相対移動方向に垂直な方向(図11中紙面に垂直な方向)に複数列並べられて構成され、相対移動方向に垂直な方向に隣り合う第1ティース群224と第2ティース群225は、相対移動方向に1/2ティースピッチずれて配置されている。また、第1ティース群224に巻き付けられた第1巻線群227と、第2ティース群225に巻き付けられた第2巻線群228(図示省略)は、巻線223の巻き方向がモータ200のスロットコンビネーションに応じて決定され、同相同士の電気角が略一致するように配置されている。さらに、各ティース222の磁気的空隙S側の先端には

、前述の実施形態と同様に、図示しない磁束交差部材 2 2 6 がそれぞれ設けられている。

[0045] 一方、可動子 2 1 0 は、銅又はアルミ製の二次側導体 2 1 1 と、この二次側導体 2 1 1 の磁氣的空隙 S とは反対側に固定された鉄板 2 1 2 とを有している。固定子 2 2 0 と鉄板 2 1 2 との間で磁気回路を構成し、二次側導体 2 1 1 に磁束を通過させることにより、二次側導体 2 1 1 に渦電流を発生させ、この二次側導体 2 1 1 を通過する磁束と渦電流により発生する磁束から生ずる電磁力が可動子 2 1 0 の推力として作用する。

[0046] リニアモータに適用した本変形例においても、上記第 1 の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0047] < 第 2 の実施形態 >

次に、第 2 の実施形態について図面を参照して説明する。上記第 1 の実施形態では、ティース 2 2 の先端に磁束交差部材 2 6 を設け、第 1 巻線 2 3 に鎖交する第 1 磁束と第 2 巻線 2 3 に鎖交する第 2 磁束とを交差させて、磁束密度分布の 2 次成分を相殺する構造としたが、これに限定されない。第 2 の実施形態は、二次側導体に複数のスリットを設けることで、磁束密度分布の 2 次成分により発生する誘起電圧を相殺するものである。

[0048] < 2 - 1 . モータの構成 >

本実施形態に係るモータ 1 0 0 A の全体構成について説明する。本実施形態でも、上記第 1 の実施形態と同様に、モータ 1 0 0 A が 3 相交流を用いた回転型のインダクションモータであり、断面のスロットコンビネーションが永久磁石同期モータで言うところの 2 ポール 3 スロット (2 P 3 S) である場合を一例として説明する。

[0049] 図 1 2 及び図 1 3 に示すように、固定子 2 0 は、円筒状のヨーク 2 1 と、ヨーク 2 1 から磁氣的空隙 S 側 (半径方向内側) に突出して設けられた複数 (この例では 1 2) のティース 2 2 A と、各ティース 2 2 A ごとに集中巻き方式で巻き付けられた複数 (この例では 1 2) の巻線 2 3 とを有している。ヨーク 2 1 とティース 2 2 A は、鋼板を軸方向に積層することで形成されて

いる。複数のテ ィー ス 2 2 A は、円周方向に並列された複数（この例では 6）のテ ィー ス 2 2 A からなるテ ィー ス群 2 4，2 5 が軸方向に複数列（この例では 2 列）並べられて構成されている。本実施形態では、各テ ィー ス 2 2 A の磁気的空隙 S 側の先端に磁束交差部材は設けられておらず、各テ ィー ス 2 2 A は角柱状に形成される。

[0050] 以下、軸方向一方側（図 1 2 中右側）のテ ィー ス群を第 1 テ ィー ス群 2 4、軸方向他方側（図 1 2 中左側）のテ ィー ス群を第 2 テ ィー ス群 2 5 と呼称する。図 1 4 に示すように、相対移動方向に垂直な方向（回転軸 1 の軸方向。図 1 4 中上下方向）に隣り合う第 1 テ ィー ス群 2 4 と第 2 テ ィー ス群 2 5 は、相対移動方向（円周方向。図 1 4 中左右方向）に 1 Z 2 テ ィー スピッチずれて配置されている。なお、図 1 4 は、説明の便宜のため、円周方向に配置された各テ ィー ス 2 2 等を平面上に配置した状態で示している。

[0051] モータ 1 0 0 A が有する複数の巻線 2 3 は、第 1 テ ィー ス群 2 4 に巻き付けられた第 1 巻線群 2 7 と、第 2 テ ィー ス群 2 5 に巻き付けられた第 2 巻線群 2 8 を有している。これら第 1 巻線群 2 7 と第 2 巻線群 2 8 とは、巻線 2 3 の巻き方向がモータ 1 0 0 のスロットコンビネーションに応じて決定され、同相同士の電気角が略一致するように配置されている。具体的には、モータ 1 0 0 のスロットコンビネーションは上述したように断面のスロットコンビネーションが永久磁石同期モータで言うところの 2 ポール 3 スロット（2 P 3 S）であるため、図 1 4 に示すように、第 1 巻線群 2 7 と第 2 巻線群 2 8 の巻線 2 3 の巻き方向は互いに反対となる。また、図 1 4 に示すように、第 1 テ ィー ス群 2 4 と第 2 テ ィー ス群 2 5 の同相のテ ィー スピッチは、互いに電気角で略 1 8 0 度ずれるように配置されている。このように、第 1 巻線群 2 7 と第 2 巻線群 2 8 とは、巻き方向が反対である同相の巻線 2 3 が電気角で略 1 8 0 度ずれて、第 1 テ ィー ス群 2 4 と第 2 テ ィー ス群 2 5 の同相のテ ィー スピッチは、互いに電気角で略 1 8 0 度ずれるように配置される結果、 $180 \text{ 度（巻き方向によるずれ）} - 180 \text{ 度（テ ィー スピッチによるずれ）} = 0 \text{ 度}$ となり、同相同士の電気角が略一致する配置となっている。

[0052] 回転子 10 は、円環状の鋼板が軸方向に積層されて形成された積層鉄心体 11 と、この積層鉄心体 11 の外周に固定された銅又はアルミ製の円筒導体 12A（二次側導体の一例に相当）とを有している。図 13 に示すように、円筒導体 12A は、相対移動方向に垂直な方向（回転軸 1 の軸方向。図 13 中紙面に垂直な方向）に沿った複数のスリット 31 を備える。各スリット 31 は、円筒導体 12A を半径方向に貫通して形成され、円筒導体 12A の円周方向全体に亘って略等間隔に配置される。

[0053] スリット 31 を備えた円筒導体 12A は、円筒状の導体に丸鋸等を用いて切削により形成されてもよいし、スリット 31 に対応する凹部を有する棒状の導体を円周方向に並べることで形成されてもよい。これらの場合、各スリット 31 は空隙となる。また、棒状の導体と絶縁体を円周方向に積層することで、絶縁体部分のスリット 31 としてもよい。この場合、各スリット 31 には絶縁体が充填された状態となる。モータ 100A の上記以外の構成は、前述したモータ 100 と同様である。

[0054] < 2 - 2 . 円筒導体で発生する誘起電圧 >

次に、図 15 を用いて、スリット 31 の機能について説明する。なお、図 15 では、説明の便宜のため、円筒導体 12A を板状とした状態で示している。また、図 15 中の矢印の長さは誘起電圧の大きさを示す。

[0055] 図 15（a）において、図中手前側の領域 12A1 は第 1 ティース群 24 に巻き付けられた第 1 巻線群 27 に対応し、図中奥側の領域 12A2 は第 2 ティース群 25 に巻き付けられた第 2 巻線群 28 に対応する。第 1 ティース群 24 と第 2 ティース群 25 とが、相対移動方向（図 15 中左右方向）に 1 / 2 ティースピッチずれて配置されることにより、円筒導体 12A の各領域 12A1, 12A2 に発生する誘起電圧は、図 15（a）に示すような分布となる。そして、スリット 31 を設けることにより、各スリット 31 間における円筒導体 12A の各電流経路において、2 次成分により発生する誘起電圧が相殺され、1 次成分により発生する誘起電圧のみを取り出すことが可能となる。その結果、図 15（b）に示すように、円筒導体 12A 中に発生す

る誘起電圧の分布は正弦波に近い形状となる。

[0056] < 2 - 3 . 回転子速度 (可動部速度) に対するトルク (推力) の解析結果 >

本願発明者等は、2つのモデルA, Cについて、回転子速度に対するトルクの検討を行った。ただし、解析の便宜上、本願発明者等はリニアモータとして解析を行っており、可動部速度に対する推力について解析している。この解析結果について、図16及び図17を用いて説明する。なお、図16では説明の便宜上、円筒導体を板状に図示している。

[0057] 図16(a)に示すモデルAは、図5(a)に示したものと同様である。そして、円筒導体12にはスリットは設けられていない。一方、図16(b)に示すモデルCは、モデルAと同様のスロットコンビネーションである、本実施形態に対応したティース及び巻線の形状をモデル化したものである。すなわち、モデルCでは、第1ティース群24と第2ティース群25は、相対移動方向に1/2ティースピッチずれて配置されている。また、第1巻線群27と第2巻線群28の巻線23の巻き方向は互いに反対であり、同相の巻線23(巻き方向は反対)は互いに電気角で略180度ずれるように配置されている。そして、各ティース22は角柱状であり、円筒導体12Aには、相対移動方向に垂直な方向に沿った複数のスリット31が設けられている。

[0058] 図17(a)に、モデルAの可動部速度に対する推力の解析結果を示す。図17(a)に示すように、モデルAでは、可動部速度が2.4 m/sである場合の推力が可動部速度が0 m/sである場合の推力の約20%以下となっており、推力が大幅に低下している。すなわち、集中巻きを採用したインダクションモータでは、回転子速度(可動部速度)が大きくなるにつれてトルク(推力)が低下することが分かる。前述の図6(b)に示すように、モデルAでは、磁束密度分布が1次成分のみならず、高調波成分を含む。したがって、このように推力が低下する原因は、主に推力に寄与する1次成分とは次数の異なる高調波成分にあると推測される。つまり、1次成分と2次成

分の進行方向は逆方向であるので、回転子速度（可動部速度）を変化させる場合には、１次成分に対するすべり周波数と２次成分に対するすべり周波数のどちらかしか一定にはできない。このため、１次成分に対するすべり周波数を一定として回転子速度（可動部速度）を変化させた場合、２次成分については回転子速度（可動部速度）の変化につれてすべり周波数も変化しており、２次成分が推力に与える影響が変化してトルク（推力）が低下していると考えられる。

[0059] 一方、図１７（ｂ）に示すように、モデルＣでは、可動部速度を 0 m/s から 2.4 m/s に変化させても推力の低下がほとんど生じていない。これは、モデルＣでは、１次成分のみが推力に寄与し、２次成分が推力に与える影響が排除されているからだと考えられる。したがって、円筒導体１２Ａにスリット３１を設けることにより、磁束密度の２次成分により発生する誘起電圧を相殺できることが分かる。

[0060] < ２ - ４ . 第２の実施形態の効果 >

本実施形態のモータ１００Ａでは、円筒導体１２Ａが相対移動方向に垂直な方向に沿った複数のスリット３１を備える。これにより、磁束密度の２次成分により発生する誘起電圧が相殺され、円筒導体１２Ａ中に発生する誘起電圧の分布を正弦波に近い形状とすることができる。つまり、本実施形態によれば、第１の実施形態のようにテース２２の先端に磁束交差部材を設けずに、円筒導体１２Ａにスリット３１を設けることによって、正弦波に近い磁束密度分布を作り出したのと同様の効果を得ることができる。その結果、レアアースフリー化に好適なモータであるインダクションモータや同期リラクタンスモータに集中巻きを適用することが可能となり、モータを小型化しつつ、レアアースフリー化を図ることができる。また、集中巻きのインダクションリニアモータを実現できるので、分布巻きのインダクションリニアモータに比べて、１次側の銅損を低減でき、組立工数を削減できる効果もある。

[0061] < ２ - ５ . 変形例 >

なお、上記第2の実施形態に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。例えば、図18に示すように、上述した第2の実施形態に係る構成は、リニアモータにも適用することが可能である。このモータ200Aでは、可動子210の二次側導体211Aは、相対移動方向に垂直な方向（図18中紙面に垂直な方向）に沿った複数のスリット231を備える。各スリット231は、二次側導体211Aを貫通して形成され、二次側導体211Aの相対移動方向全体に亘って略等間隔に配置される。モータ200Aのその他の構成は、図11に示すモータ200と同様である。リニアモータに適用した本変形例においても、上記第2の実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0062] また、上記第2の実施形態に係る構成は、第1の実施形態の同様に、図10に示す種々のスロットコンビネーションのモータに適用することが可能である。

[0063] また、以上の第1及び第2の実施形態では、モータがインダクションモータである場合を一例として説明したが、これに限らず、リラクタンスモータにも適用することが可能である。また以上では、相対移動方向に垂直な方向に隣り合う第1ティース群と第2ティース群が相対移動方向に1/2ティースピッチずれて配置した構成を、固定子側に設けた場合を一例として説明したが、これに限らず、可動子側に設けてもよい。

[0064] また上記第1及び第2の実施形態では、モータが、回転子10を固定子20の内側に備えたインナーロータ型である場合を一例として説明したが、回転子10を固定子20の外側に備えたアウトロータ型のモータに対しても適用可能である。

[0065] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態や各変形例による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。

[0066] その他、一々例示はしないが、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

[0067]	S	磁 気 的 空 隙
	1 0	回 転 子 (可 動 子)
	1 2 A	円 筒 導 体 (二 次 側 導 体)
	2 0	固 定 子
	2 1	ヨ ー ク
	2 2	テ ィ ー ス
	2 2 A	テ ィ ー ス
	2 3	巻 線、 第 1 巻 線、 第 2 巻 線
	2 4	第 1 テ ィ ー ス 群
	2 5	第 2 テ ィ ー ス 群
	2 6	磁 束 交 差 部 材
	2 7	第 1 巻 線 群
	2 8	第 2 巻 線 群
	2 9	磁 束 交 差 部 材
	3 1	ス リ ッ ト
	1 0 0	モ ー タ
	1 0 0 A	モ ー タ
	2 0 0	モ ー タ
	2 0 0 A	モ ー タ
	2 1 0	可 動 子
	2 1 1 A	二 次 側 導 体
	2 2 0	固 定 子
	2 2 1	ヨ ー ク
	2 2 2	テ ィ ー ス
	2 2 3	巻 線
	2 2 4	第 1 テ ィ ー ス 群
	2 2 7	第 1 巻 線 群
	2 3 1	ス リ ッ ト

L 9 Z

mm

請求の範囲

- [請求項 1] 磁気的空隙を介して相対移動可能に対向配置された固定子と可動子を備えたモータであって、
- 前記固定子及び前記可動子のいずれか一方は、
- ヨークと、
- 前記ヨークから前記磁気的空隙側に突出して設けられた複数のティースと、
- 前記ティースごとに集中巻き方式で巻き付けられた複数の巻線と、
- を有し、
- 前記複数のティースは、
- 相対移動方向に並列された複数のティースからなるティース群が前記相対移動方向に垂直な方向に複数列並べられて構成され、前記相対移動方向に垂直な方向に隣り合う第 1 ティース群と第 2 ティース群は、前記相対移動方向に $1/2$ ティースピッチずれて配置されていることを特徴とするモータ。
- [請求項 2] 前記複数の巻線は、
- 前記第 1 ティース群に巻き付けられた第 1 巻線群と、前記第 2 ティース群に巻き付けられた第 2 巻線群を有し、前記第 1 巻線群と前記第 2 巻線群の巻線の巻き方向はモータのスロットコンビネーションに応じて決定され、同相同士電気角が略一致又は近傍範囲内となるように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のモータ。
- [請求項 3] 前記複数のティースの先端にそれぞれ設けられ、前記第 1 巻線群を構成する第 1 巻線に鎖交する第 1 磁束と前記第 2 巻線群を構成する第 2 巻線に鎖交する第 2 磁束とを交差させるための磁束交差部材をさらに有することを特徴とする請求項 2 に記載のモータ。
- [請求項 4] 前記磁束交差部材は、

前記第 1 巻線及び前記第 2 巻線の一方に対応する前記テ ィースの先端から他方に対応する前記テ ィースの先端に向けて形成された複数の櫛歯を有する櫛歯状部材である

ことを特徴とする請求項 3 に記載のモータ。

[請求項 5] 前記櫛歯の数は、奇数である

ことを特徴とする請求項 4 に記載のモータ。

[請求項 6] 前記磁束交差部材は、

前記第 1 巻線に対応する前記テ ィースの先端と前記第 2 巻線に対応する前記テ ィースの先端を接続する板状部材である

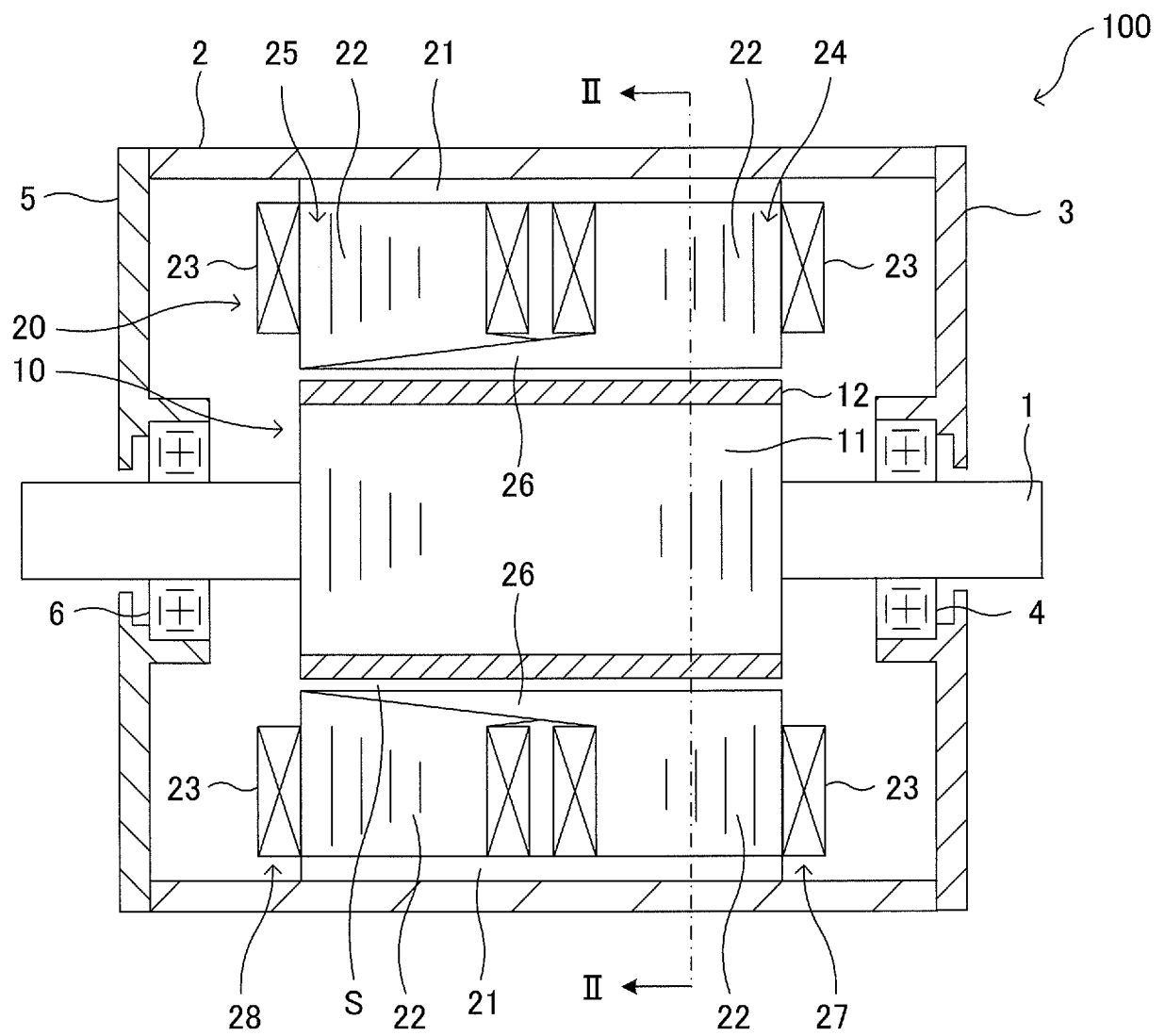
ことを特徴とする請求項 3 に記載のモータ。

[請求項 7] 前記固定子及び前記可動子のいずれか他方は、

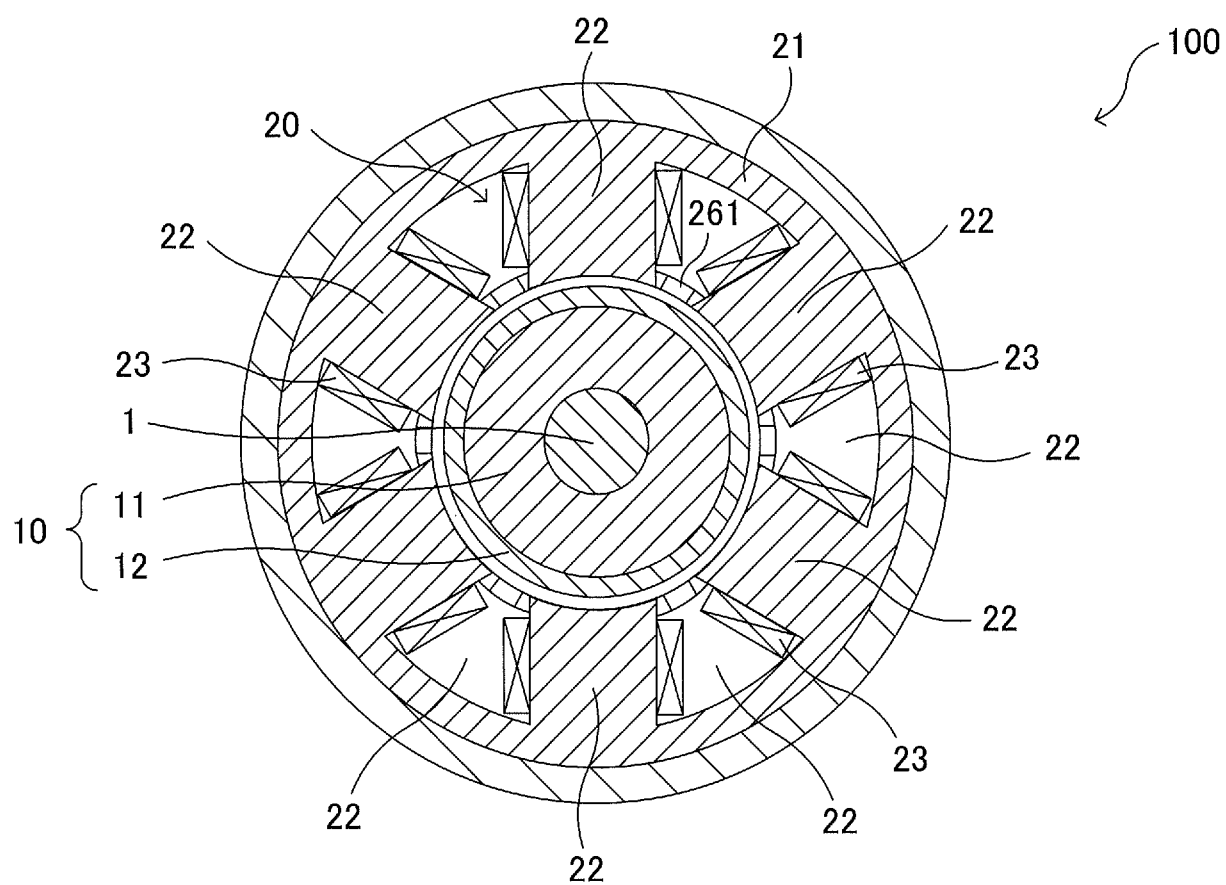
前記相対移動方向に垂直な方向に沿った複数のスリットを備えた二次側導体を有する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のモータ。

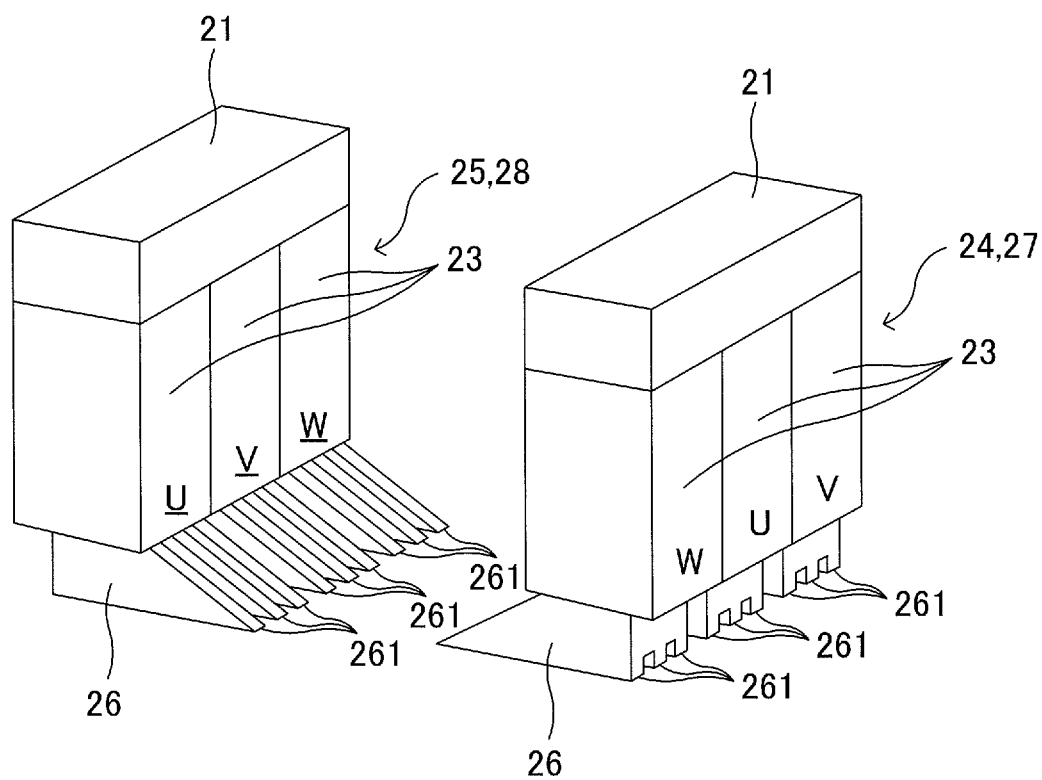
[図1]



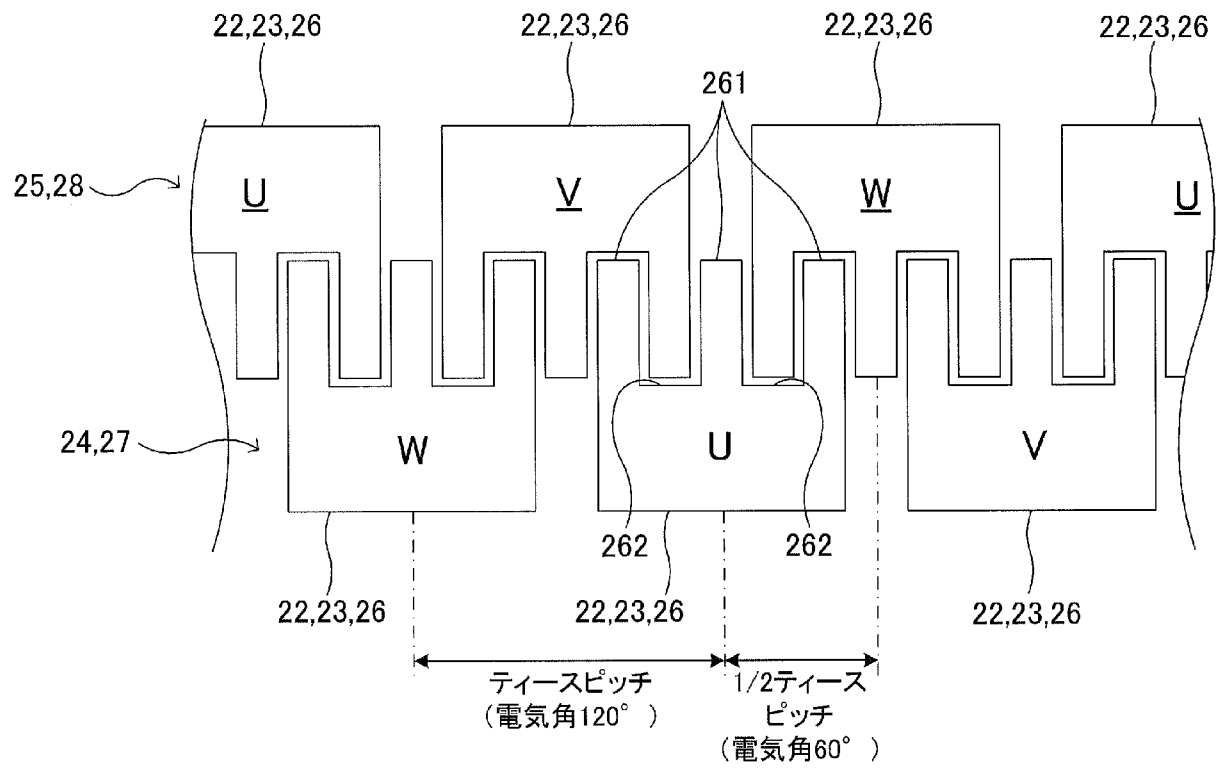
[図2]



[図3]

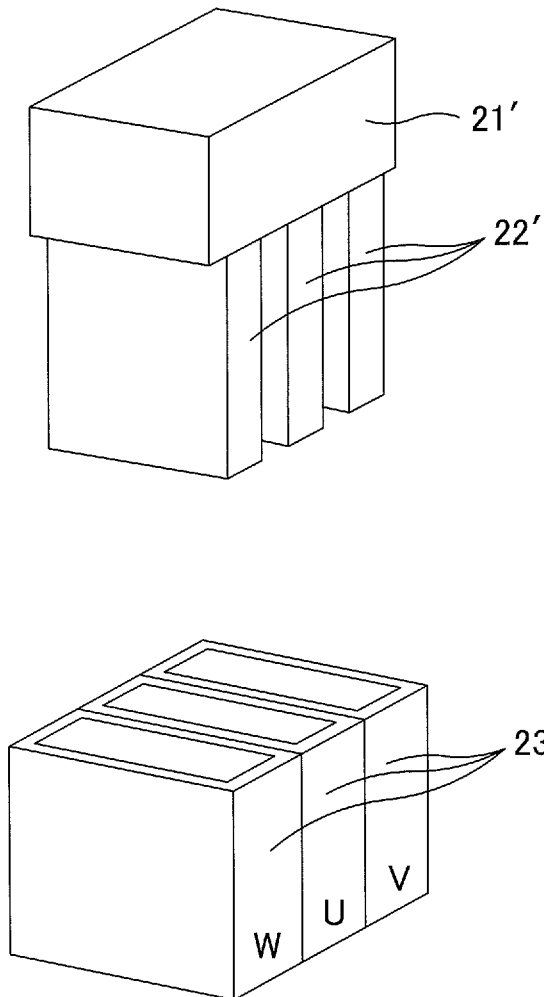


[図4]

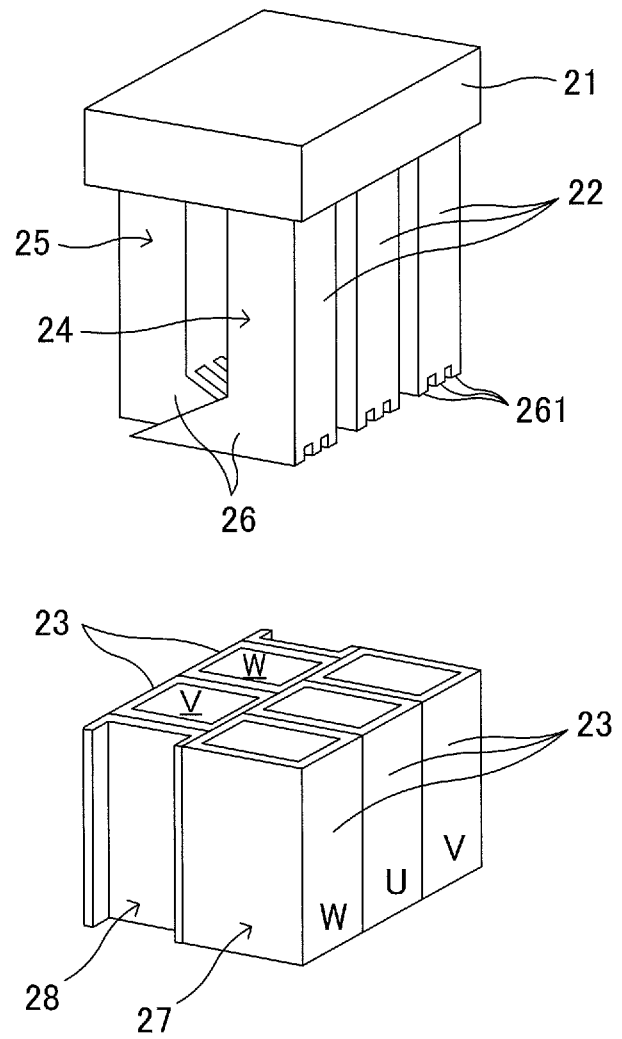


[図5]

(a)

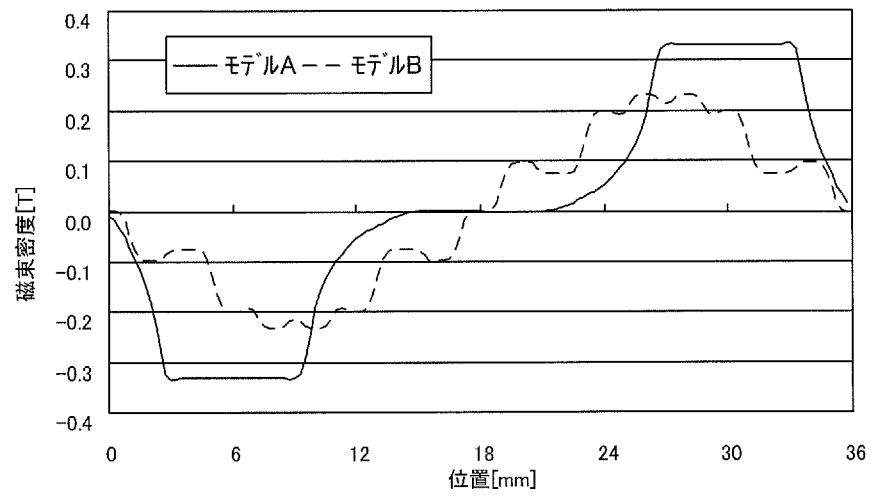
モデルA(比較例)

(b)

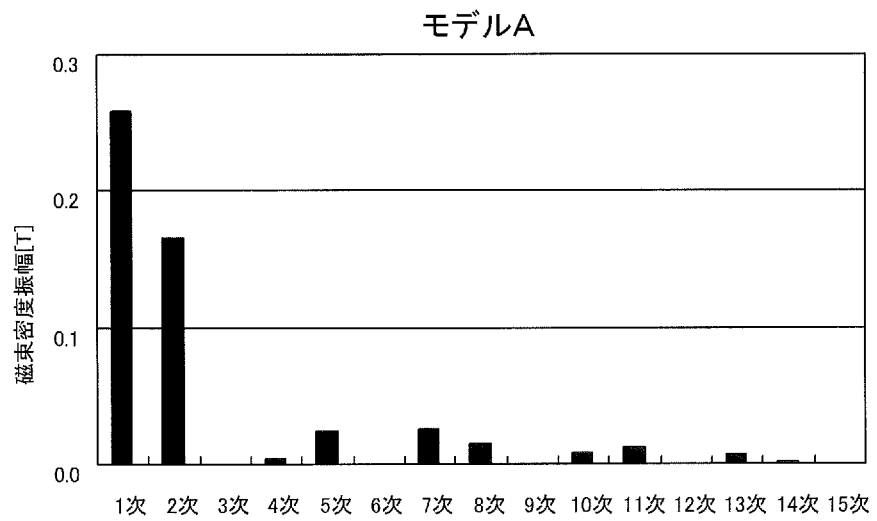
モデルB(第1実施形態)

[図6]

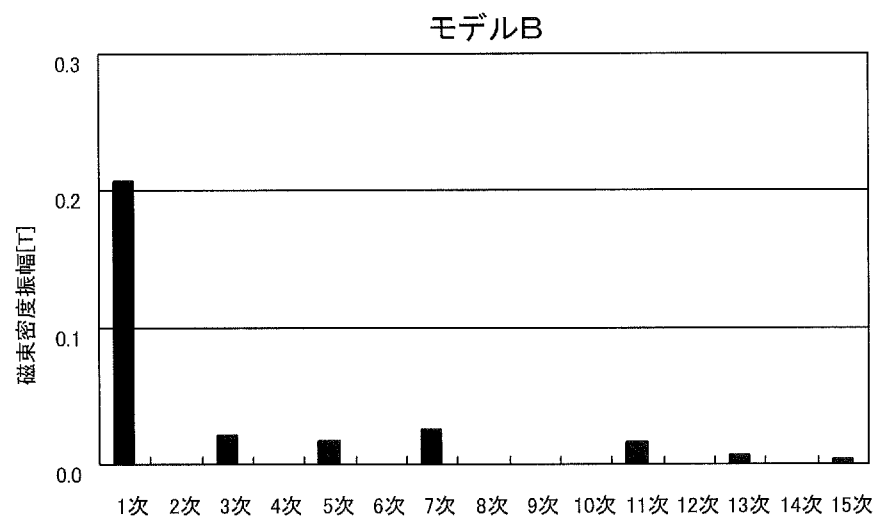
(a)



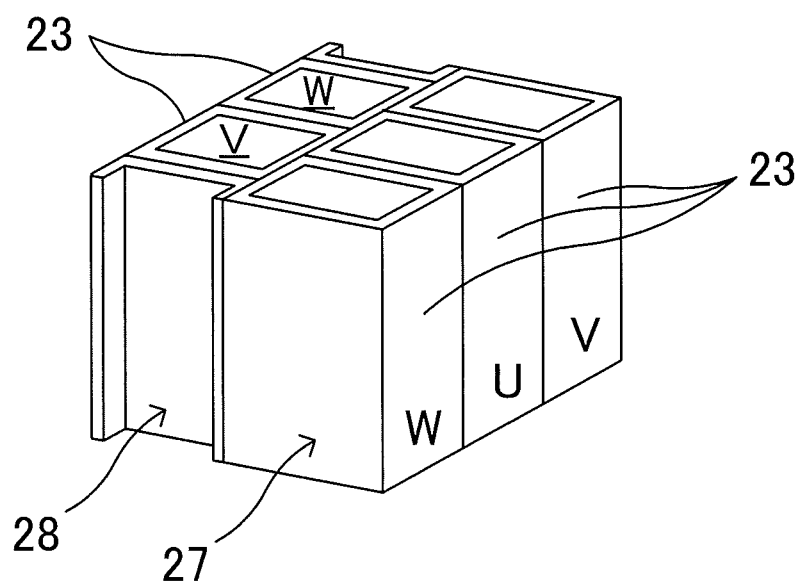
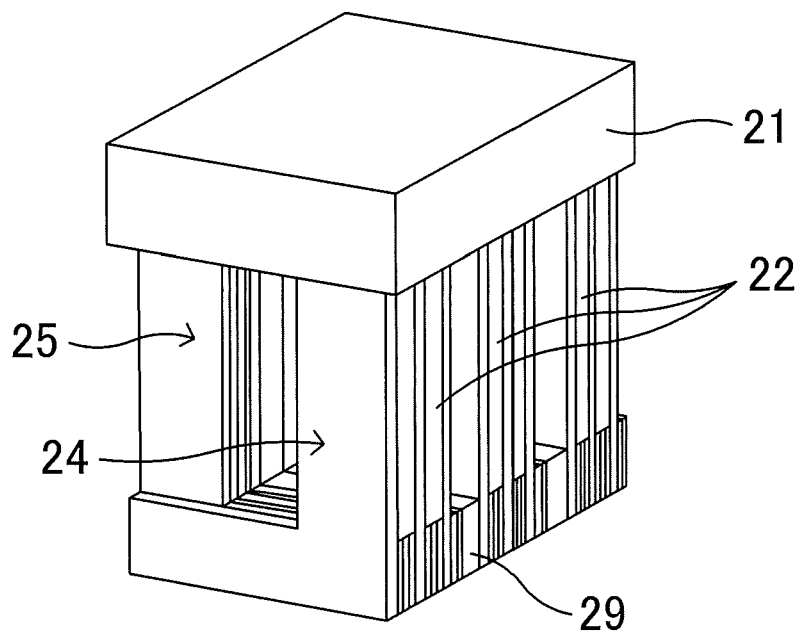
(b)

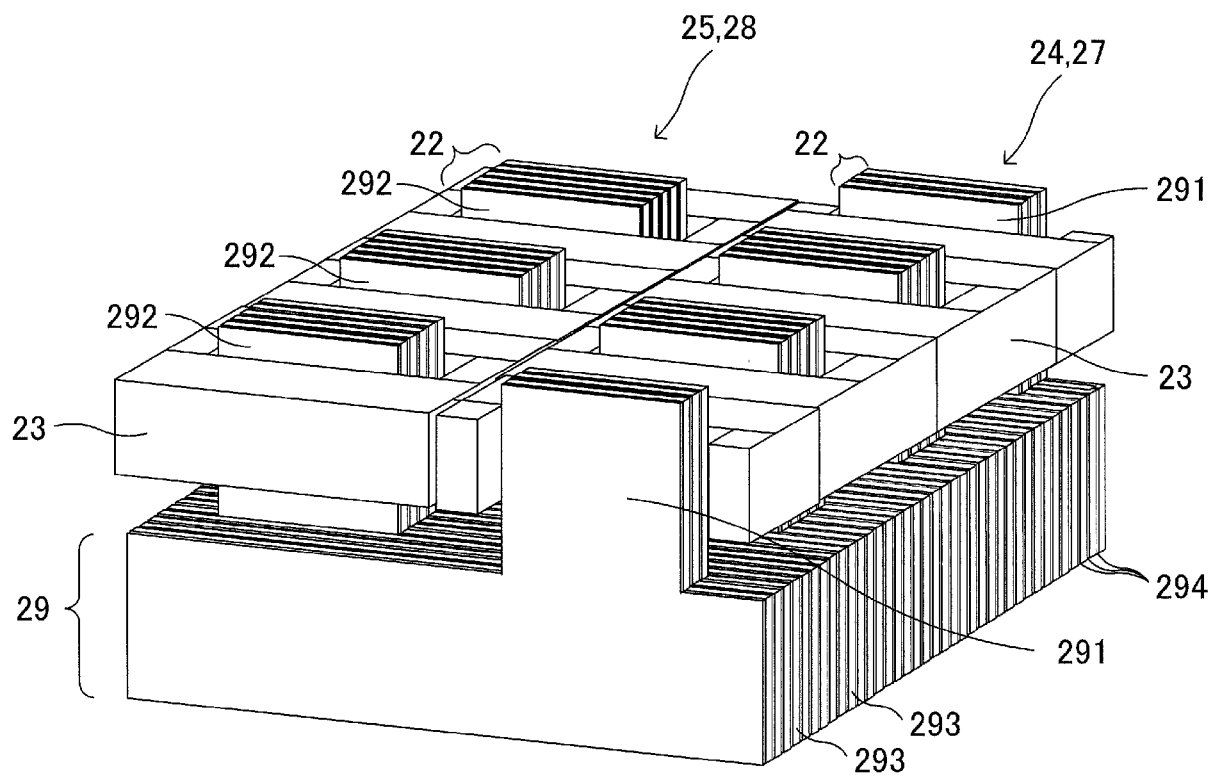


(c)

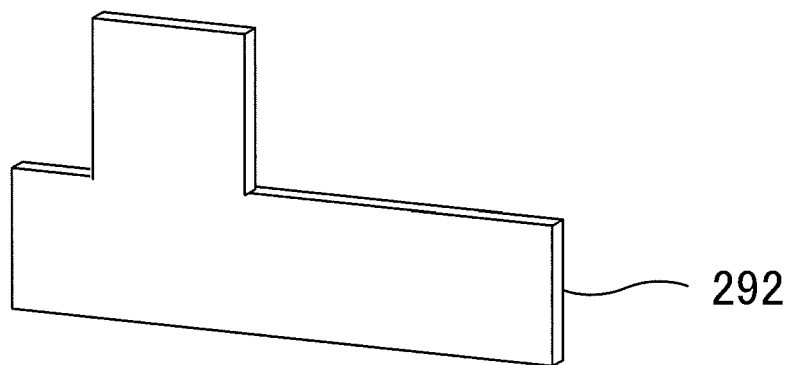
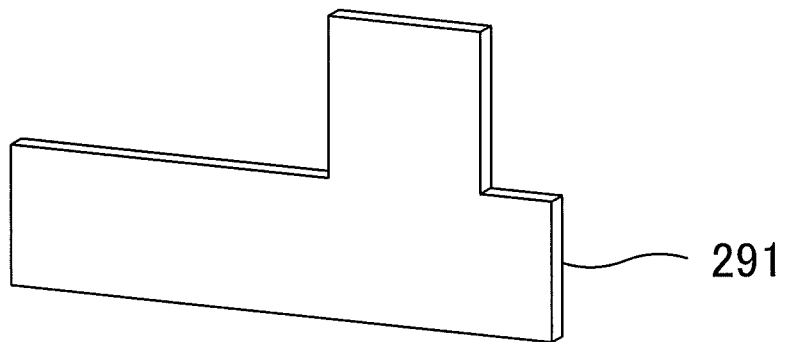


[図7]



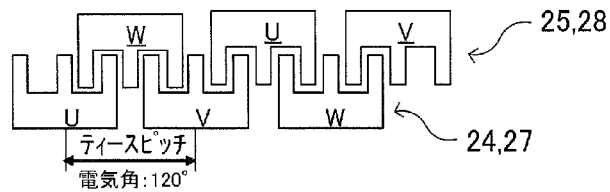


[図9]

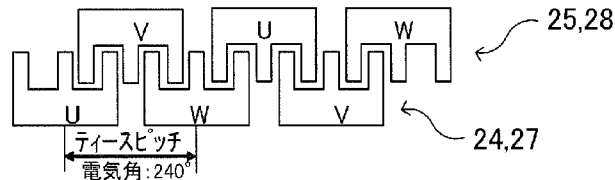


[図10]

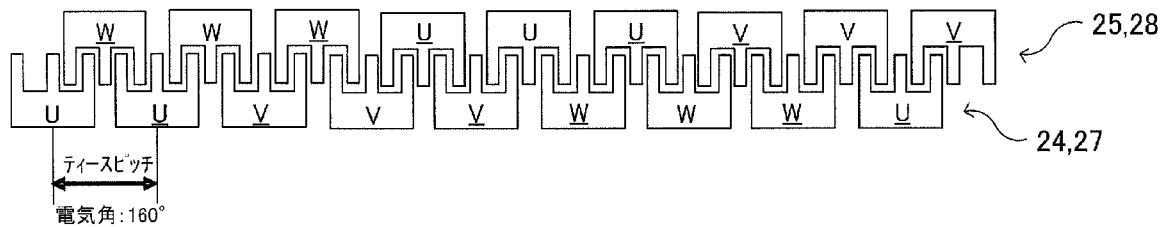
(a) 2P3S(2ポール3スロット)



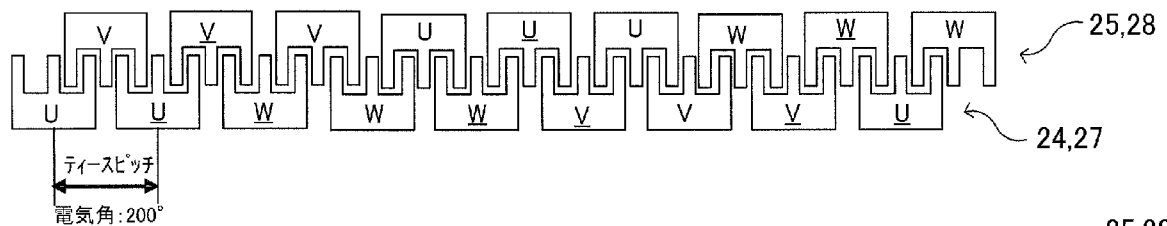
(b) 4P3S(4ポール3スロット)



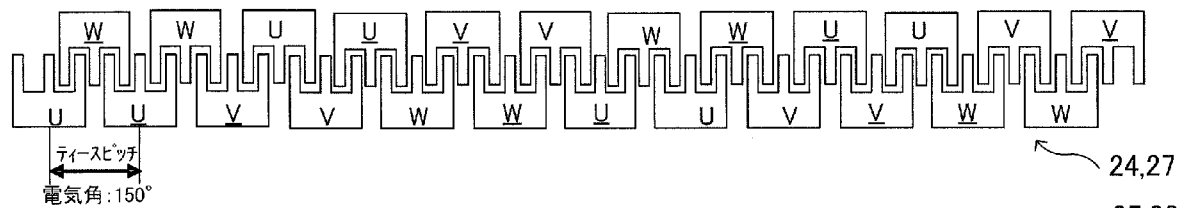
(c) 8P9S(8ポール9スロット)



(d) 10P9S(10ポール9スロット)



(e) 10P12S(10ポール12スロット)



(f) 14P12S(14ポール12スロット)

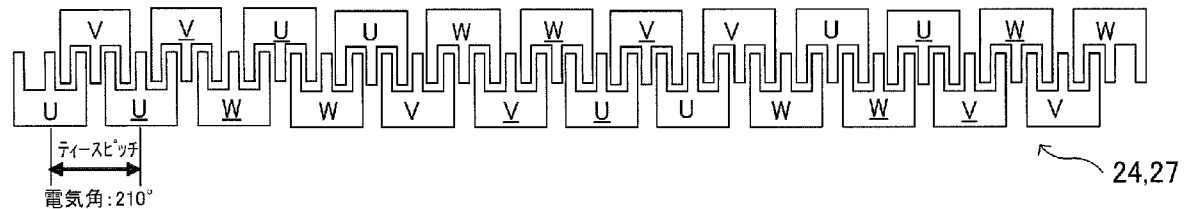
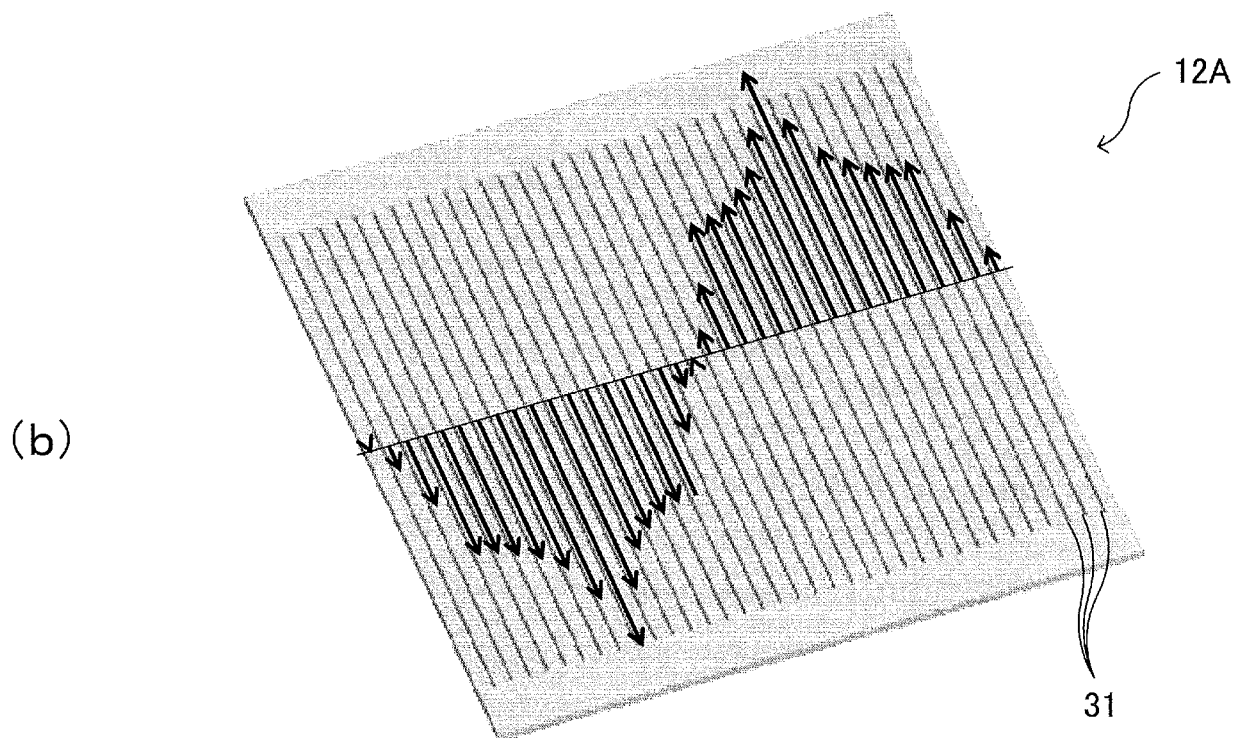
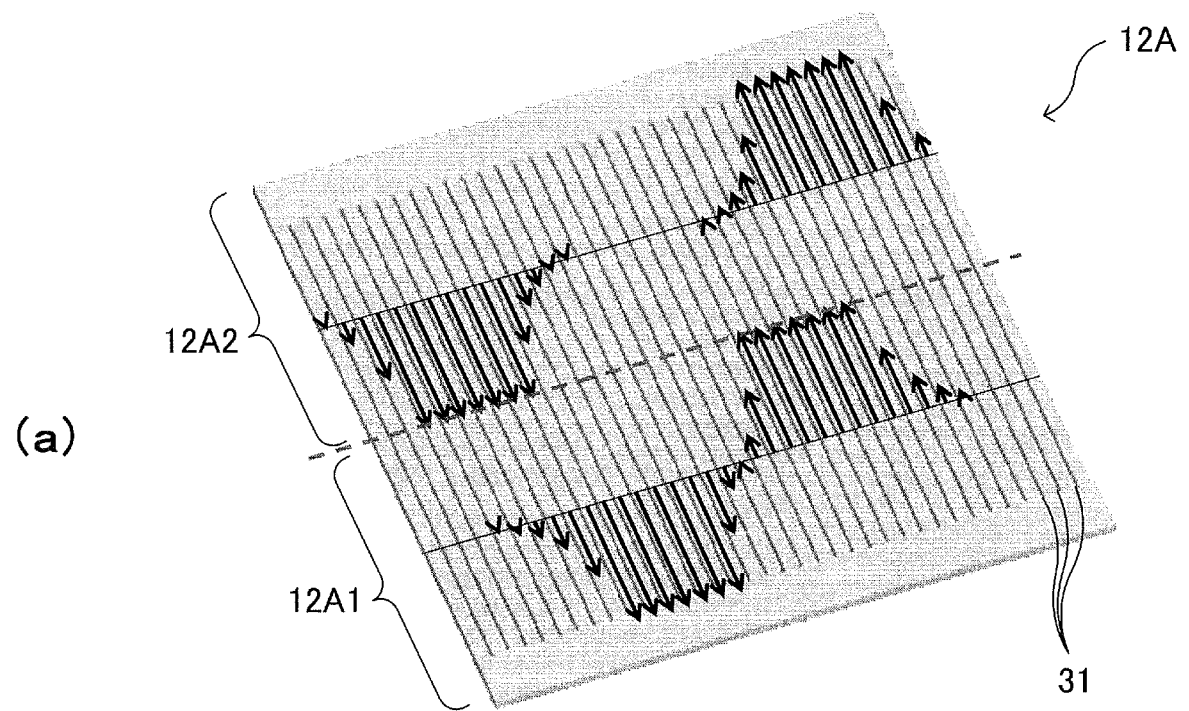


FIG. 1 is a cross-sectional view of a circular device 100A. The device includes a central circular core 1. Surrounding the core is a ring 20. The ring 20 contains eight rectangular blocks 22A. The outermost layer is a circular shell 21. The entire device is labeled 100A. A bracket 10 groups the core 1 and the ring 20. A bracket 23 groups the blocks 22A. A bracket 31 groups the shell 21.

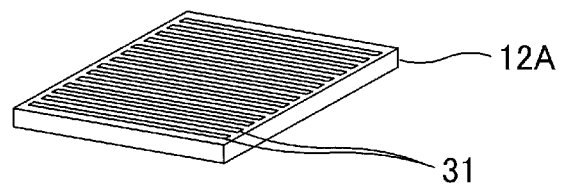
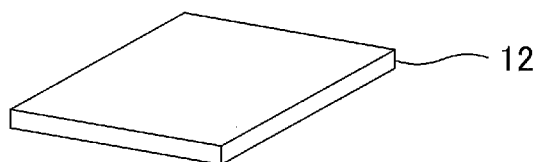
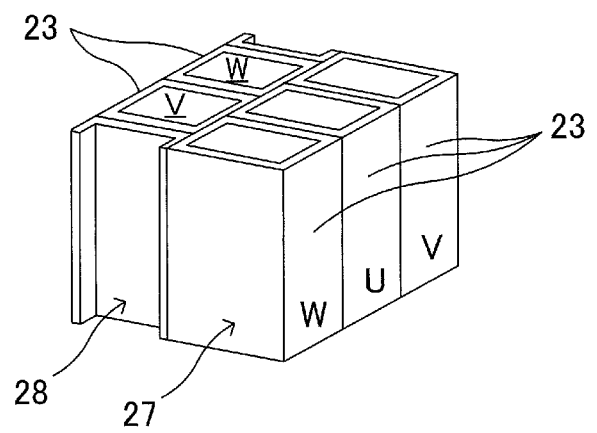
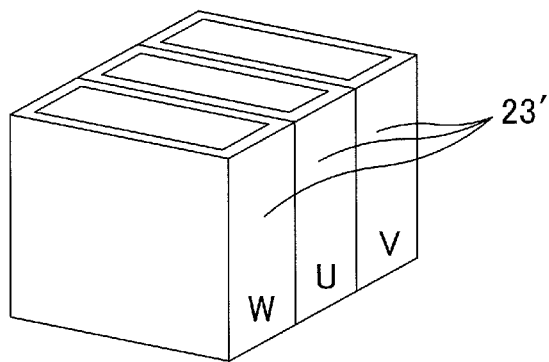
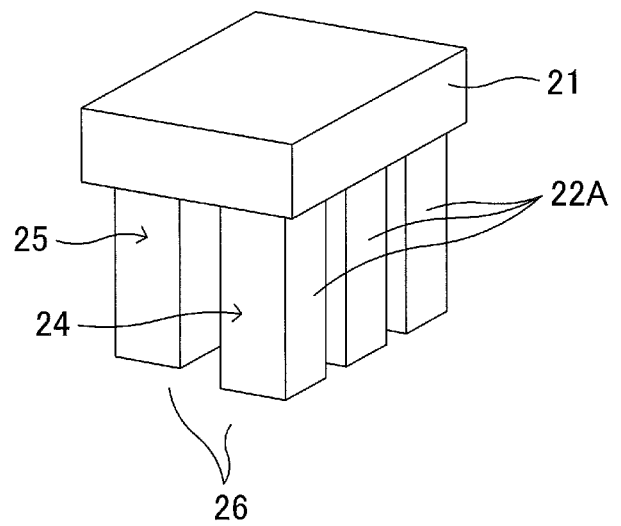
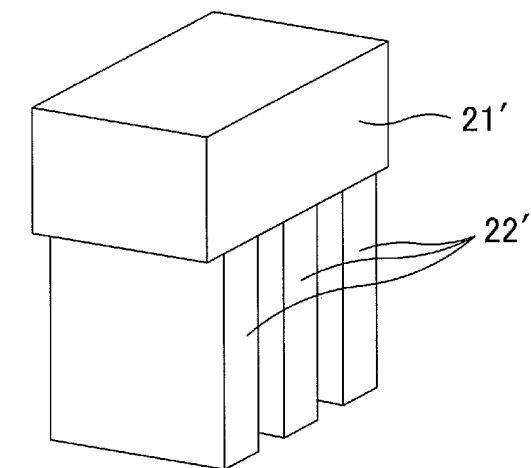
[図15]



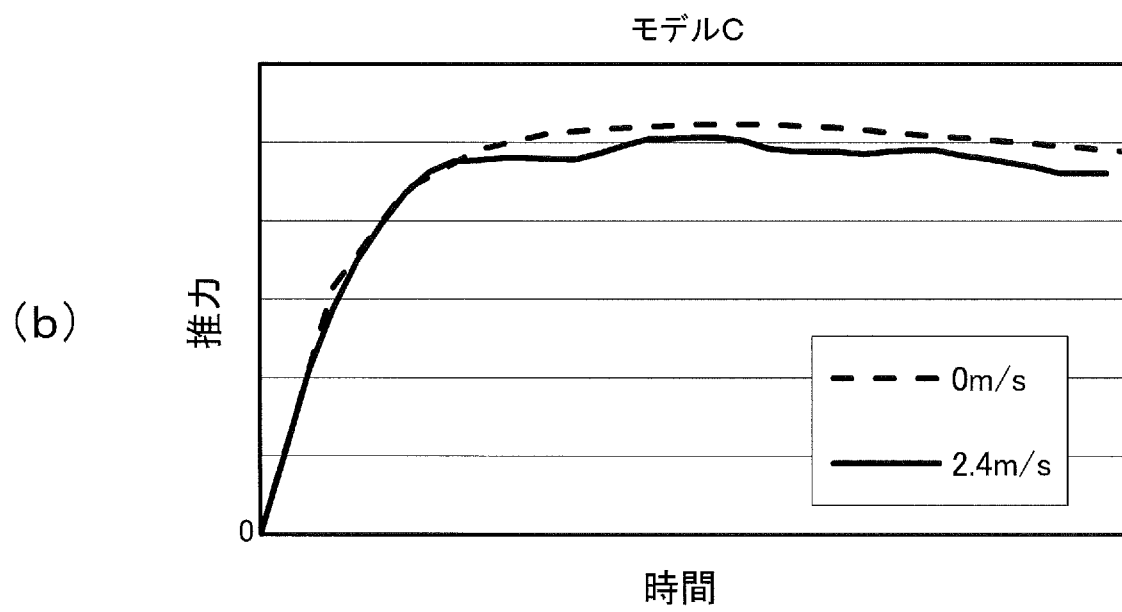
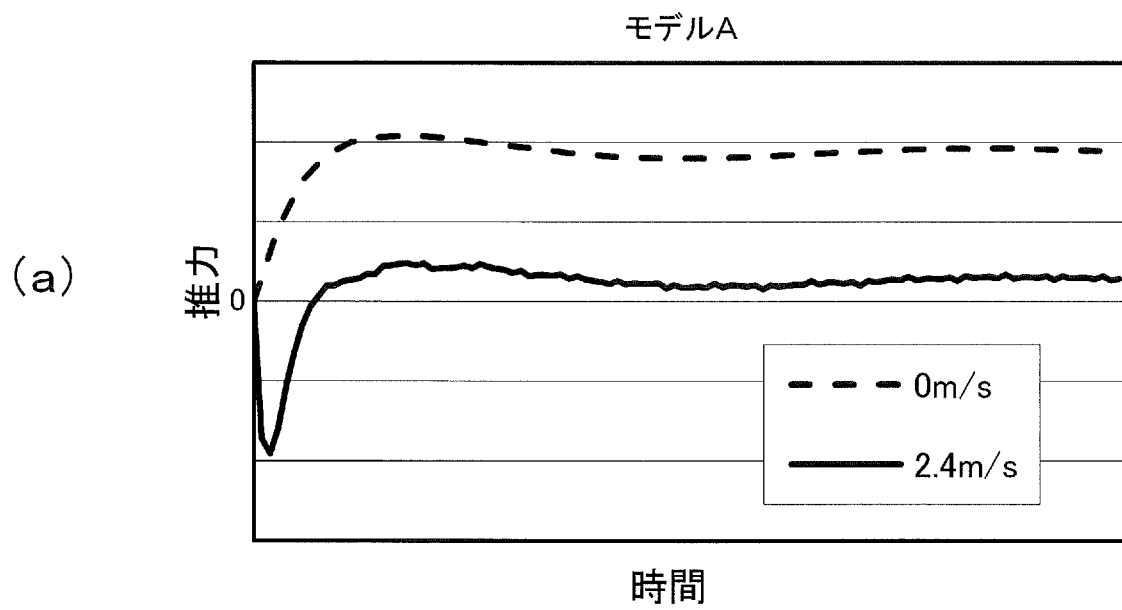
[図16]

(a)

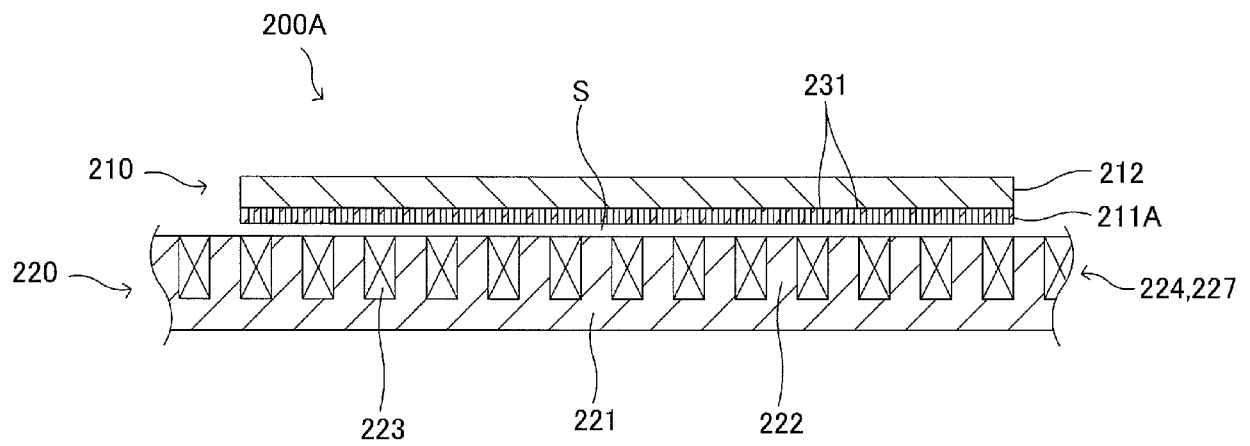
(b)

モデルA(比較例)モデルC(第2実施形態)

[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 2 / 0 8 1 4 2 0

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1 7/2 6 (2006.01)i, H02K1 / 14 (2006.01)i

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)

H02K17/16, H02K1/14

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922 - 1996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996 - 2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

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.
Y A	JP 7-298578 A (Mei densha Corp.), 10 November 1995 (10.11.1995), paragraphs [0025] to [0045]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2, 7 3-6
Y A	JP 2002-512499 A (Hogana s AB.), 23 April 2002 (23.04.2002), paragraphs [0012] to [0019]; fig. 1 to 2 & us 6815863 B1 & EP 1074083 A1 & Wo 1999/054985 A1 & SE 512784 C2 & SE 9801401 A & AU 4298599 A & ZA 9805978 A & CA 2329021 A1 & TW 475313 B & CN 1298566 A	1-2, 7 3-6



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

"I" 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

01 March, 2013 (01.03.13)

Date of mailing of the international search report

12 March, 2013 (12.03.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H02K17/16 (2006. 01) i , H02K1/14 (2006. 01) i

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 (I P C))

Int.Cl. H02K17/16, H02K1/14

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	1 9 2 2 - 1 9
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0

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)
8 年

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
Y A	JP 7-298578 A (株式会社明電舎) 1995. 11. 10、段落 0025 — 0045、第 1 — 5 図 (アミノなし)	1-2 ,7 3-6
Y A	JP 2002-512499 A (ホガナス アクチボラゲット) 2002. 04. 23、段落 0012 — 0019、第 1 — 2 図 & US 6815863 B1 & EP 1074083 A1 & WO 1999/054985 A1 & SE 512784 C2 & SE 9801401 A & AU 4298599 A & ZA 9805978 A & CA 2329021 A1 & TW 475313 B & CN 1298566 A	1-2 ,7 3-6

☐ 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

IA 「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」
IE 「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」
I 「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)」
IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
IP 「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

IT 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」
IX 「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」
IY 「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」
I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

0 1 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 3 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 — 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

服部 俊樹

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

3 V

3 7 3 6