

(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
2015 年 7 月 30 日(30.07.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/111297 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/22 (2006.01) H02K 21/14 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/081134
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 26 日(26.11.2014)
- (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 2014-012074 2014 年 1 月 27 日(27.01.2014) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 根本 佳奈子(NEMOTO Kanako); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号
株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 江夏 秀俊
(KOKA Hidetoshi); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内

Tokyo (JP). 齋藤 泰行(SAITO Yasuyuki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 松延 豊(MATSUNOBU Yutaka); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

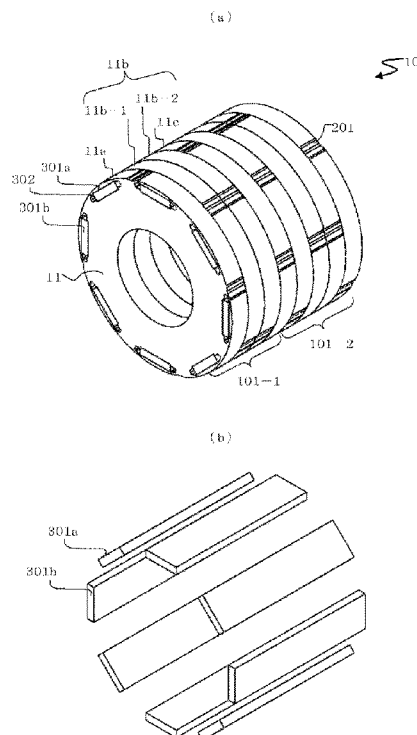
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ROTOR FOR ROTATING ELECTRICAL MACHINE, ROTATING ELECTRICAL MACHINE USING SAID ROTOR, AND ELECTRIC VEHICLE

(54) 発明の名称: 回転電機のロータ、これを用いた回転電機および電動車両

[図1]



(57) Abstract: Provided are a rotor for a rotating electrical machine, a rotating electrical machine in which the rotor is used, and an electric vehicle. The rotor is adaptable to high-speed rotation and is capable of providing the effect of reducing electromagnetic vibration noise even with large stack thicknesses. A rotor (10) of an embedded-magnet rotating electrical machine having N poles, wherein: magnetic gaps (201) provided independently from magnet insertion holes (302) are provided on the surface or in the interior of a rotor piece; the magnetic gaps are provided so as to be asymmetrical about the d-axis and symmetrical about the q axis, symmetrical about the d-axis and asymmetrical about the q axis so as to have a periodicity of $2/N$; and a configuration is obtained by stacking k rotor piece units (101-1, 101-2) (where k is an integer equal to or greater than 2) stacked so that the axial lengths of the rotor pieces are at a ratio of 1:2:1, or stacked k rotor piece units (where k is an integer equal to or greater than 1) stacked so that the axial lengths of the rotor pieces are at a ratio of 1:2:2:1, so that the circumferential positions of the magnetic gaps of adjacent rotor pieces (11a, 11b) are displaced by one pole.

(57) 要約:

[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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

高速回転に対応でき、積厚が長い場合でも電磁振動音低減効果を得られる回転電機のロータ、これを用いた回転電機および電動車両を提供する。極数 N の磁石埋込型の回転電機のロータ (10) において、ロータピースの表面又は内部に、磁石挿入孔 (302) から独立して設けられた磁氣的空隙 (201) が設けられ、磁氣的空隙は、 $2/N$ の周期性を持つように、 d 軸非対称・ q 軸対称、 d 軸対称・ q 軸非対称、又は、 d 軸非対称・ q 軸非対称に設けられ、隣接するロータピース (11a, 11b) の磁氣的空隙の周方向位置が 1 極ずれるように、かつ、ロータピースの軸長が $1:2:1$ となるように積層されたロータピースのユニット (101-1, 101-2) が k 個 (k は 2 以上の整数)、又は、ロータピースの軸長が $1:2:2:1$ となるように積層されたロータピースのユニットが k 個 (k は 1 以上の整数) 積層されて構成されるようにする。

明 細 書

発明の名称：

回転電機のロータ、これを用いた回転電機および電動車両

技術分野

[0001] 本発明は、回転電機のロータ、これを用いた回転電機、および、回転電機が搭載された電動車両に関する。

背景技術

[0002] 回転電機は家電製品、各種OA機器に搭載されており、また、近年ハイブリッド自動車（HEV）や電気自動車（EV）などの電動車両に搭載されている。

[0003] とりわけHEVやEVなどの電動車両用の回転電機は出力が大きいものが要求される。これらの電動車両用の回転電機は、使用回転数範囲が広く、電磁加振力の加振周波数が広い範囲で変化し、特定の回転数で回転電機の構造の固有振動数と加振周波数が一致するため、共振による振動・騒音の発生が不可避である。

[0004] 一方、車室内の快適環境の追求により振動・騒音低減の要求が高まっており、回転電機本体からの振動・騒音を低減する技術も多数開発されている。

[0005] 回転電機本体から発生する振動・騒音の原因となる電磁加振力の向きは径方向、接線方向、軸方向の3方向である。特に可聴帯域の騒音を低減するには、これら電磁加振力の高調波（電磁力高調波）振幅を低減する方法のほか、電磁力高調波の振幅、電気角位相を軸方向で適切なパターンで発生させることにより、振動を抑制する方法がある。

[0006] このような方法として、例えば特許文献1がある。特許文献1では、所定の形状に打ち抜かれた軟磁性体を所定枚数、外周鉄心部においてカシメにより積層して形成される回転子鉄心の内部に磁極を構成する永久磁石が配置される同期電動機の回転子において、回転子鉄心は、回転子鉄心の外周縁に沿って形成され、永久磁石が挿入される永久磁石挿入部と、永久磁石挿入部の

内側に形成される内側鉄心部と、永久磁石挿入部の外側の各磁極に形成される外周鉄心部と、内側鉄心部と前記外周鉄心部とを、各磁極のいずれか一方の端部において連結する連結部並びに外周薄肉部と、各磁極の連結部並びに外周薄肉部が設けられる一方の端部と反対側の端部に設けられ、永久磁石挿入部に連通する開口部を備える。開口部並びに連結部及び外周薄肉部が、隣り合う磁極でそれぞれ同じ磁極間にまとめて配置される。回転子鉄心を軸方向で3分割し、上から順に第1の回転子鉄心、第2の回転子鉄心、第3の回転子鉄心とし、一磁極分回転させてずらして積層する。第1、第3の回転子鉄心の軸方向の長さは同じで、第2の回転子鉄心の軸方向の長さの略半分としている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2012-50274号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に開示されるような、電磁振動音対策で回転子鉄心に永久磁石挿入部に連通する開口部を設ける従来の方法は、高速回転では固定子鉄心の特定の場所に遠心力による応力が集中し損傷するおそれがあり、適用可能な回転電機が低速回転のものに限られるという課題があった。

[0009] また、開口部並びに連結部及び外周薄肉部が、隣り合う磁極でそれぞれ同じ磁極間にまとめて配置され、回転子鉄心を軸方向で3分割し、一磁極分回転させてずらして積層し、第1、第2、第3の固定子鉄心の積厚の比を略1：2：1としたのでは、積厚が長い回転電機に対しては電磁振動音低減効果が十分ではないという課題があった。

[0010] そこで本発明は、高速回転に対応でき、積厚が長い場合でも電磁振動音低減効果を得られる回転電機のロータ、これを用いた回転電機および電動車両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

- [0011] 上記課題を解決するために、例えば請求の範囲に記載の構成を採用する。
- 本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、極数 N の磁石埋込型の回転電機のロータにおいて、ロータピースの表面又は内部に、磁石挿入孔から独立して設けられた磁気的空隙が設けられ、前記磁気的空隙は、 $2/N$ の周期性を持つように、 d 軸非対称・ q 軸対称、 d 軸対称・ q 軸非対称、又は、 d 軸非対称・ q 軸非対称に設けられ、隣接する前記ロータピースの前記磁気的空隙の周方向位置が 1 極ずれるように、かつ、前記ロータピースの軸長が $1:2:1$ となるように積層されたロータピースのユニットが k 個 (k は 2 以上の整数)、又は、前記ロータピースの軸長が $1:2:2:1$ となるように積層されたロータピースのユニットが k 個 (k は 1 以上の整数) 積層されて構成されたことを特徴とする。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、高速回転に対応でき、積厚が長い場合でも電磁振動音低減効果を得られる回転電機のロータ、これを用いた回転電機および電動車両を提供することができる。
- [0013] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1] (a) は本発明になる回転電機のロータの一実施例、実施形態 1 を示す図、(b) は本発明になる回転電機のロータを構成する永久磁石の一実施例を示す図である。
- [図2] 図 1 (a)、図 2 1 のロータの軸方向に垂直な断面を示す図である。
- [図3] ステータの固有モード例を示す図である。
- [図4] ステータの固有モードの軸方向に垂直な断面の円環モードの例 (0 次、4 次) を示した図である。
- [図5] ステータの固有モードの軸方向に平行な断面の軸方向モードの例 (0 次、1 次、2 次、3 次) を示した図である。

[図6]ロータコアピースの軸長が1 : 2 : 1の1ユニットで構成される、従来技術によるロータを示す図である。

[図7]ステータの固有モードの軸方向に平行な断面を、軸方向1次モードを用いて軸方向に分割した図である。

[図8]本発明になる回転電機のロータのもうひとつ別の実施例、実施形態2を示す図である。

[図9]図6、図1、図8のロータ構成における、軸方向に平行な断面の加振力パターン（空間次数が極対数次である径方向電磁力高調波の軸方向位置と振幅の関係）を示した図である。

[図10]軸方向に平行な断面の加振力パターン（本発明による実施形態1、2と1段、2段、従来技術）、軸方向モード次数 m と数6で定義される評価値 u の関係を示す図である。

[図11]本発明による実施形態1、2と、1段、2段、従来技術のロータを備えた回転電機に、径方向空間4次の単位加振力を入力した場合の計算結果を示した図である。

[図12]（a）はスロット数24のステータコアと極数16のロータを備えた集中巻の回転電機の軸方向に垂直な断面を示す図、（b）は図12（a）の永久磁石301a、301b付近を拡大した図である。

[図13]図12の回転電機の径方向空間0次、空間8次の電磁力高調波の計算結果を示した図である。

[図14]（a）は実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図13の径方向空間8次、回転32次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示した図、（b）は実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図13の径方向空間8次、回転80次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示した図である。

[図15]（a）はスロット数48のステータコアと極数8のロータを備えた分布巻の回転電機の軸方向に垂直な断面を示す図、（b）は図15（a）の永

久磁石 301a、301b 付近を拡大した図である。

[図16]図15の回転電機の径方向空間0次、空間4次の電磁力高調波の計算結果を示した図である。

[図17](a)は実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図16の径方向空間4次、回転-44次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示した図、(b)は実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図16の径方向空間4次、回転52次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示した図である。

[図18](a)はスロット数36のステータコアと極数8のロータを備えた分布巻の回転電機の軸方向に垂直な断面を示す図、(b)は図18(a)の永久磁石 301a、301b 付近を拡大した図である。

[図19]図18の回転電機の径方向空間0次、空間4次の電磁力高調波の計算結果を示した図である。

[図20](a)は実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図19の径方向空間4次、回転-32次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示した図、(b)は実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図19の径方向空間4次、回転40次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示した図である。

[図21]本発明になる回転電機のロータのもうひとつ別の実施例、実施形態3を示す図である。

[図22]本発明になる回転電機のロータのもうひとつ別の実施例、実施形態4を示す図である。

[図23]軸方向に平行な断面の加振力パターン（本発明の実施形態3、4と、1段、2段）、軸方向モード次数 m と数6で定義される評価値 u の関係を示す図である。

[図24]本発明による実施形態3、4と、1段、2段のロータを備えた回転電

機に、径方向空間 4 次の単位加振力を入力した場合の計算結果を示した図である。

[図25]本発明の他の実施例をなすステータコアとロータコアの軸方向に垂直な断面を示す図である。

[図26]本発明の他の実施例をなすステータコアとロータコアの軸方向に垂直な断面を示す図である。

[図27]本発明の他の実施例をなすステータコアとロータコアの軸方向に垂直な断面を示す図である。

[図28]本発明の他の実施例をなすステータコアとロータコアの軸方向に垂直な断面を示す図である。

[図29]本発明の他の実施例をなすステータコアとロータコアの軸方向に垂直な断面を示す図である。

[図30]本発明の他の実施例をなすステータコアとロータコアの軸方向に垂直な断面を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明する。

[第 1、第 2 の実施形態]

図 1 は本発明による回転電機のロータの第 1 の実施形態を示す。図 1 (a) に示す回転電機のロータ 10 は、本発明を三相の永久磁石回転電機に適用した場合の例であり、磁石埋込型の 8 極機（極数 $N = 8$ 、極対数 $N / 2 = 4$ ）の構成となっている。ロータコア 11 は同じ軸長の 2 つのユニット 101-1、101-2 より構成されている。ユニット 101-1 は大きくは 3 つのロータコアピース 11a、11b（11b-1、11b-2）、11c より構成される。この 3 つのロータコアピースの軸長の比は 1 : 2 : 1 である。ロータコアピース 11b を軸長が同じ 2 つのロータコアピース 11b-1、11b-2 で構成してもよい。ユニット 101-2 はユニット 101-1 を周方向に 1 極分ずらして積層したものである。なお、永久磁石 301（301a、301b）の周方向位置は、図 1 (b) に示すように軸方向位置に

よらず一定である。

[0016] 図2 (a) にロータコアピース11a、11c、図2 (b) にロータコアピース11bの軸方向に垂直な断面を示す。ロータコア11の表面には永久磁石301a、301b間の補助突極部（磁石の極間中心にあるロータコアの部分）に $1/4 (= 2/N)$ の周期性を持つd軸（磁束が磁石中心を通る軸）、q軸（磁束が極間から極間へ流れる軸）のいずれに対しても非対称な磁氣的空隙201を構成する溝を設けている。永久磁石301（301a、301b）の極性（N極、S極）との位置関係を考えると、ロータコアピース11a、11cと、ロータコアピース11bとでは周方向に磁氣的空隙201が1極分ずれた構成となっている。図2 (a)、図2 (b) の構成とすることにより、ロータコアピース11a、11cとロータコアピース11bとの間で、空間次数が極対数 $(N/2)$ 次（機械角、8極機の場合4次）の電磁力高調波の電気角位相差は π となる。

[0017] なお、磁氣的空隙201は、永久磁石301が挿入される磁石挿入孔302とは独立に設けられる。

[0018] 電磁力高調波は、数1により定義される。2次元電磁場解析で求めたエアギャップに発生する電磁力には高調波成分が含まれ、時間と空間の関数となっている。電磁力を径方向と接線方向の成分に分解し、それぞれを時間と空間でフーリエ級数に展開すると次式が得られる。

[0019] [数1]

$$\sigma = \sum_n \sum_l A_{nl} \sin(n\theta - l\omega t + \phi_{nl})$$

[0020] ここで、 σ …径方向または接線方向の単位面積当たりの電磁力

n …空間次数（機械角）

l …回転次数

A_{nl} …空間 n 次、回転 l 次高調波成分の振幅

θ …機械角

ω …基本角周波数

t …時間

ϕ_{nl} …空間 n 次、回転 l 次高調波成分の電気角位相

ロータコアピース 11a、11b、11c の軸長の比は以下の考え方で決定した。

[0021] 図3(a)～(d)に、ステータコア1の固有モードが、軸方向に垂直な断面1cで円環4次(= $N/2$ 次)、軸方向に平行な断面1zで軸方向モード0、1、2、3次の組み合わせとなる固有モードを示す。

[0022] 図4にステータコア1の固有モードの軸方向に垂直な断面1cが円環モードの例(0次、4次)を示す。また、図5にステータコア1の固有モードの軸方向に平行な断面1zの軸方向モードの例(0、1、2、3次)を示す。

[0023] 本発明ではエアギャップで発生する電磁力の径方向高調波成分のうち、空間次数が極対数($N/2$)次(8極機の場合4次)の成分の軸方向分布を、図3に示す固有モードを励起しにくい加振力パターンとする。

[0024] 軸方向を z 軸、ステータコア1の境界条件を両端フリーにしたとき、 m 次($m=0、1、2、3、\dots$)の軸方向モードの径方向変位 $d(m, z)$ が数2を用いて近似的に表されると仮定し、この軸方向モードの発生を抑制可能な軸方向に平行な断面の加振力パターンを考える。なお、簡単に検討するために、構造系はステータコア1のみ、ステータコア1の軸長はロータ11コアの軸長と同じ L ($-L/2 \leq z \leq L/2$) とする。

[0025] [数2]

$$d(m, z) = D_{\max} \cos\left(m\left(\frac{\pi z}{L} + \frac{\pi}{2}\right)\right)$$

[0026] ここで、 $D_{\max}$ …径方向振幅

径方向電磁力高調波の軸方向に平行な断面の加振力パターン(以下、加振力パターンと省略)を $f(k, z)$ とする。ステータコア1の m 次の軸方向モードを励起しないため、加振力パターン $f(k, z)$ が満足する必要がある条件式は次式となる。

[0027]

[数3]

$$v = \int_{-0.5L}^{0.5L} d(m, z) f(k, z) dz = 0$$

[0028] ここで、 $k = 1, 2, 3, \dots$

したがって、図5に示す0次の軸方向モードを励起しないための条件は次式となる。

[0029] [数4]

$$v = \int_{-0.5L}^{0.5L} d(0, z) f(k, z) dz = D_{\max} \int_{-0.5L}^{0.5L} f(k, z) dz = 0$$

[0030] 1次の軸方向モードは奇関数である。そこで、1次の軸方向モードを励起しないための条件として、 $k = 1$ のときの加振力パターン $f(1, z)$ は偶関数であるという制約条件を導入すると、次式が成り立つ。

[0031] [数5]

$$v = \int_{-0.5L}^{0.5L} d(1, z) f(1, z) dz = 0$$

[0032] その他、ロータコア11の分割数最小、ロータコアピース間の軸長の比が簡単な整数比という制約条件を導入する。

[0033] 上記制約条件より導出されるロータ構造は図6で、ロータコア11は3つのロータコアピース11a、11b（11b-1、11b-2）、11c（軸長の比は1：2：1）を1極分ずらして積層したユニット101より構成される。このロータ構成は、ロータコア11を分割した軸長の比が特許文献1の図21に記載の同期電動機の回転子構成と同じなので従来技術と呼ぶ。

[0034] 次に、2次の軸方向モードを励起しないための条件を考える。図7（b）に示すように2次の軸方向モードの軸方向に平行な断面1zは軸長の1／2の位置で軸方向に平行な断面1z-1、1z-2に分解される。このとき、軸方向に平行な断面1z-1が1次の軸方向モード、軸方向に平行な断面1z-2が1次の軸方向モードの逆位相となる。これより導出されるロータ構造は図1となる。このとき、数3中で $k = 2$ とする。

[0035] 3次の軸方向モードを励起しないための条件を考える。図7（c）に示す

ように3次の軸方向モードの軸方向に平行な断面1 zは軸長の1/3の位置で軸方向に平行な断面1 z-1、1 z-2、1 z-3に分解される。このとき、軸方向に平行な断面1 z-1が1次の軸方向モード、軸方向に平行な断面1 z-2が1次の軸方向モードの逆位相、軸方向に平行な断面1 z-3が1次の軸方向モードとなる。これより導出されるロータ構造は図8となり、ロータコア11は同じ軸長の3つのユニット101-1、101-2、101-3より構成されている。ユニット101-1に対し、周方向に101-2は1極分ずれた位置、101-3は同じ位置に積層される。これを、第2の実施形態と呼ぶ。このとき、数3中でk=3とする。

[0036] 以上より、m次(m≧1)の軸方向モードを励起しないためには、ユニット101の軸長をL/mとし、m個のユニット101を互いに周方向に1極分ずらして積層し、ロータコア11を形成すればよいことが分かる。このとき、数3中でk=mである。

[0037] 図9に図6、図1、図8のロータ構成における空間次数が極対数次の径方向電磁力高調波の軸方向に平行な断面の加振力パターンf(k, z)(図中、軸方向に平行な断面の加振力パターン)を示す。

[0038] 振動・騒音低減のためには、多数のkとmの組み合わせについて数3を満足することが望ましい。また、v=0とならないkとmの組み合わせについては、次式で定義されるuが0に近い値となることが望ましい。

[0039] [数6]

$$u = \int_{-0.5L}^{0.5L} \frac{d(m, z)f(k, z)}{|D_{\max} F_{\max}|} dz$$

[0040] ここで、Fmax…径方向電磁力高調波の振幅

図10に本発明による実施形態1(k=2)、2(k=3)と、1段(ロータコア11を周方向に1極分ずらして積層しない)、2段(ロータコア11を軸方向で2等分割し、周方向に1極分ずらして積層)、従来技術(k=1)の軸方向に平行な断面の加振力パターンと軸方向モード次数mと数6で定義される評価値uの関係を示す。図10より従来技術、実施形態1、実施

形態 2 とも $m = 0$ で $u = 0$ 、 $k = m$ で $u = 0$ となっていることが分かる。

(本発明による回転電機での騒音低減効果)

図 1 1 に本発明による実施形態 1、2 と、1 段、2 段、従来技術のロータを備えた回転電機に、径方向空間 4 次の単位加振力を入力し、1 段の音響パワーレベル最大値を 0 dB とした場合の計算結果を示す。図 1 1 より 2 段、従来技術の音響パワーレベルは -1.4 dB、 -6.0 dB であるのに対し、実施形態 1、2 では -13.7 dB、 -33.9 dB となり騒音低減効果が大きい。

(集中巻 16 極 24 スロット機)

図 1 2 (a) に集中巻の回転電機に本発明の実施形態をなすスロット数 24 のステータコアと極数 16 ($N = 16$) のロータの軸方向に垂直な断面を、図 1 2 (b) に図 1 2 (a) の永久磁石 301 a、301 b 付近を拡大した図を示す。図中、回転電機を構成するステータコア 1 の巻線は省略されている。ロータコア 11 の表面には永久磁石 301 a、301 b 間の補助突極部に $1/8$ ($2/N$) の周期性を持つ d 軸、q 軸のいずれに対しても非対称な磁氣的空隙 201 が設けられる。集中巻の回転電機の場合、周期境界条件が同じならば、補助突極部の磁氣的空隙 201 の有無によってトルク、トルクリプル、電磁力高調波の値は変わらない。

[0041] 図 1 3 に、図 1 2 の回転電機の径方向空間 0 次、空間 8 次の電磁力高調波の計算結果を示す。図 1 2 では電磁力高調波振幅を、空間 0 次、回転 48 次高調波振幅を基準に無次元化している。

[0042] 図 1 4 (a)、(b) に、実施形態 1 と、1 段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図 1 3 の径方向空間 8 次の回転 32 次、80 次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示す。図 1 4 では空間 0 次、回転 48 次の電磁力高調波を入力したときの音響パワーレベル最大値を基準に無次元化している。図 1 4 より径方向空間 8 次の回転 32 次、80 次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベル最大値が実施形態 1 では、1 段、従来技術より低減する結果となっている。

(分布巻8極48スロット機)

図15(a)にスロット数48のステータコアと極数8($N=8$)のロータを備えた分布巻の回転電機の軸方向に垂直な断面を、図15(b)に図15(a)の永久磁石301a、301b付近を拡大した図を示す。図中、回転電機を構成するステータコア1の巻線は省略されている。ロータコア11の表面には永久磁石301aの両脇の補助突極部のロータコア11の表面に $1/4$ ($2/N$)の周期性を持つd軸対称、q軸非対称な磁気的空隙201a、201bが設けられている。分布巻の場合、磁気的空隙201の有無でトルクリプル、電磁力高調波が変化する。トルクリプルの増減は磁気的空隙201の形状による。

[0043] 図16に、図15の回転電機の径方向空間0次、空間4次の電磁力高調波の計算結果を示す。図15では電磁力高調波振幅を、空間0次、回転48次高調波振幅を基準に無次元化している。

[0044] 図17(a)、(b)に、実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図16の径方向空間4次の回転-44次、52次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示す。図17では空間0次、回転48次の電磁力高調波を入力したときの音響パワーレベル最大値を基準に無次元化している。図17より径方向空間4次の回転-44次、52次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベル最大値が実施形態1では、1段、従来技術より低減する結果となっている。

(分布巻8極36スロット機)

図18(a)にスロット数36のステータコアと極数8($N=8$)のロータを備えた分布巻の回転電機の軸方向に垂直な断面を、図18(b)に図18(a)の永久磁石301a、301b付近を拡大した図を示す。図中、回転電機を構成するステータコア1の巻線は省略されている。ロータコア11の表面には永久磁石301a、301b間の補助突極部に $1/4$ ($2/N$)の周期性を持つd軸非対称、q軸対称な磁気的空隙201bが設けられている。また、ロータコア11の表面の永久磁石301a、301bが存在する

円周部には $1/8$ ($1/N$) の周期性を持つ d 軸対称、 q 軸対称な磁氣的空隙 201a、201c を構成する切欠が設けられている。磁氣的空隙 201a、201b、201c 全体としては $1/4$ ($2/N$) の周期性を持つことになる。

[0045] 図19に、図18の回転電機の空間0次、空間4次の径方向電磁力高調波の計算結果を示す。図19では電磁力高調波振幅を、空間0次、回転72次高調波振幅を基準に無次元化している。

[0046] 図20(a)、(b)に、実施形態1と、1段、従来技術のロータを備えた回転電機の解析モデルに、図19の径方向空間4次の回転-32次、40次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベルの計算結果を示す。図20では空間0次、回転72次の電磁力高調波を入力したときの音響パワーレベル最大値を基準に無次元化している。図20より径方向空間4次の回転-32次、40次の電磁力高調波を入力した場合の音響パワーレベル最大値が実施形態1では、1段、従来技術より低減する結果となっている。

[第3、第4の実施形態]

ロータコアピースの軸長の比を第1、第2の実施形態とは別な制約条件で決定することを考える。

[0047] 第1、第2の実施形態では1次の軸方向モードを励起しないための条件として、 $k=1$ のときの加振力パターン $f(1, z)$ は偶関数であるとした。第3、第4の実施形態では、加振力パターン $f(k, z)$ は奇関数であるという制約条件を導入する。

[0048] m 次の軸方向モードを励起しないために追加される条件は、次式となる。

[0049] [数7]

$$v' = \int_0^{0.5L} d(m, z) f(k, z) dz = 0, \quad k = m$$

[0050] したがって、1次の軸方向モードを励起しないために追加される条件は、次式となる。

[0051]

[数8]

$$v' = \int_0^{0.5L} d(1, z) f(1, z) dz = D_{\max} \int_0^{0.5L} \cos\left(\frac{\pi z}{L} + \frac{\pi}{2}\right) f(1, z) dz = 0$$

[0052] 数8が成立する場合は、 $m = 1$ に対して、 $v = 0$ 、 $u = 0$ も成立する。

[0053] その他、分割数最小（軸長の半分 $L/2$ で分割数2）という制約条件を付け加える。

[0054] 上記制約条件より導出されるロータ構造は図21である。これを、第3の実施形態と呼ぶ。ロータコア11は4つのロータコアピース11a、11b（11b-1、11b-2）、11c（11c-1、11c-2）、11d（軸長の比は1:2:2:1）を1極分ずらして積層したユニット401より構成される。ロータコアピース11bを軸長が同じ2つのロータコアピース11b-1、11b-2で構成してもよい。ロータコアピース11cについても11bと同様である。

[0055] 図2（a）にロータコアピース11a、11c、図2（b）にロータコアピース11b、11dの軸方向に垂直な断面を示す。ロータコア11の表面には $1/4$ （ $=2/N$ ）の周期性を持つ磁氣的空隙201を構成する溝を設けている。永久磁石301（301a、301b）の極性（N極、S極）との位置関係を考えると、ロータコアピース11a、11cとロータコアピース11b、11dは周方向に磁氣的空隙201が1極分ずれた構成となっている。図2（a）、図2（b）の構成とすることにより、ロータコアピース11a、11cとロータコアピース11b、11d間で発生する径方向の空間次数が極対数（ $N/2$ ）次（機械角、8極機の場合4次）の電磁力高調波の電気角位相差は π となる。

[0056] なお、2次の軸方向モードは偶関数であるので、第3の実施形態は $m = 2$ に対しても $v = 0$ 、 $u = 0$ となる。

[0057] 図22に第4の実施形態を示す。ロータコア11は軸方向に同じ軸長の2つのユニット401-1、401-2より構成されている。ユニット401-1は大きくは4つのロータコアピース11a、11b（11b-1、11

$b-2$)、 $11c$ ($11c-1$ 、 $11c-2$)、 $11d$ より構成され、軸長の比は $1:2:2:1$ である。ユニット $401-2$ はユニット $401-1$ と同じ構成である。このとき、数3、数6、数7中で $k=2$ とする。

このとき、 $m=2$ に対して $v=0$ 、 $u=0$ 、 $v'=0$ となる。

[0058] 以上より、 m 次の軸方向モードを励起しないためには、ユニット 401 の軸長を L/m とし、 m 個のユニット 401 を積層し、ロータコア 11 を形成すればよい。このとき、数3、数6、数7中で $k=m$ である。

[0059] 図23に本発明による実施形態3、4と、1段（1極ずらしなし）、2段（ロータコアを軸方向で2等分割し、周方向に1極分ずらして積層）の軸方向に平行な断面の加振力パターンと軸方向モード次数 m と数6で定義される評価値 u の関係を示す。図23より従来技術、実施形態3、実施形態4とも $m=0$ で $u=0$ 、 $k=m$ で $u=0$ となっていることが分かる。

[0060] 図24に本発明による実施形態3、4と、1段、2段のロータを備えた回転電機に、径方向空間4次の単位加振力を入力し、1段の音響パワーレベル最大値を 0 dB とした場合の計算結果を示す。図11より、音響パワーレベルは2段で -1.4 dB であるのに対し、実施形態3、4では -9.9 dB 、 -26.0 dB となり、騒音低減効果が大きい。

（ロータコアの軸方向断面形状）

図25～図30は、本発明の他の磁氣的空隙 201 の実施例を示す。以下で説明すること以外は実施形態1～4に同じである。

[0061] 図25は磁氣的空隙 201 として、ロータコア 11 内の永久磁石 $301a$ 、 $301b$ 間の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸非対称、 q 軸対称な磁氣的空隙 $201a$ 、 $201b$ を構成する穴が設けられている。

[0062] 図26は磁氣的空隙 201 として、ロータコア 11 内の永久磁石 $301a$ 、 $301b$ 間の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸非対称、 q 軸非対称な磁氣的空隙 201 を構成する穴が設けられている。

[0063] 図27は磁氣的空隙 201 として、ロータコア 11 表面に永久磁石 $301a$ の両脇の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸対称、 q 軸非対称な磁氣

的空隙 201 a、201 b を構成する溝、ロータコア 11 内の永久磁石 301 a、301 b 間の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸非対称、q 軸対称な磁気的空隙 201 c を構成する穴が設けられている。

[0064] 図 28 は磁気的空隙 201 として、ロータコア 11 表面の永久磁石 301 a が存在する円周部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸対称、q 軸非対称な磁気的空隙 201 a を構成する切欠が、ロータコア 11 表面の永久磁石 301 a、301 b 間の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸非対称、q 軸対称な磁気的空隙 201 b を構成する溝が設けられている。

[0065] 図 29 は磁気的空隙 201 として、ロータコア 11 表面の永久磁石 301 a が存在する円周部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸対称、q 軸非対称な磁気的空隙 201 a を構成する切欠が、ロータコア 11 表面の永久磁石 301 a、301 b 間の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸非対称、q 軸対称な磁気的空隙 201 b を構成する溝が、ロータコア 11 内の永久磁石 301 a、301 b 間の補助突極部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸非対称、q 軸対称な磁気的空隙 201 c を構成する穴が設けられている。

[0066] 図 30 は磁気的空隙 201 として、ロータコア 11 表面の永久磁石 301 a が存在する円周部に $2/N$ の周期性を持つ d 軸対称、q 軸非対称な磁気的空隙 201 を構成する切欠が設けられている。

[0067] 図 25 ～ 図 30 に示すように、磁気的空隙 201 が、ロータコア 11 の表面に形成した溝、切欠、またはロータコア 11 の内部に形成した穴、あるいはこれらの組み合わせであっても、磁気的空隙 201 の周期性が $2/N$ であればよい。

[0068] 以上より、本発明により、振動・騒音に影響する径方向の極対数次の空間次数（機械角）を持つ電磁力高調波に起因する振動・騒音を低減でき、その結果、回転電機の振動・騒音を低減できる。

[0069] なお、本発明は上記した実施例の回転電機の相数、極数、スロット数に限定されるものではない。また、本発明の特徴を損なわない限り、本発明は上記実施の形態に何ら限定されるものではない。

符号の説明

- [0070] 1 …ステータコア
- 1 c …ステータコアの軸方向に垂直な断面
- 1 z …ステータコアの軸方向に平行な断面
- 1 0 …ロータ
- 1 1 …ロータコア
- 1 1 a、1 1 b、1 1 b-1、1 1 b-2、1 1 c、1 1 c-1、1 1 c-2、1 1 d …ロータコアピース
- 1 0 1、1 0 1-1、1 0 1-2、1 0 1-3、4 0 1、4 0 1-1、4 0 1-2 …ユニット
- 2 0 1、2 0 1 a、2 0 1 b、2 0 1 c …磁気的空隙
- 3 0 1、3 0 1 a、3 0 1 b …永久磁石

請求の範囲

[請求項1]

極数 N の磁石埋込型の回転電機のロータにおいて、

ロータピースの表面又は内部に、磁石挿入孔から独立して設けられた磁氣的空隙が設けられ、

前記磁氣的空隙は、 $2/N$ の周期性を持つように、 d 軸非対称・ q 軸対称、 d 軸対称・ q 軸非対称、又は、 d 軸非対称・ q 軸非対称に設けられ、

隣接する前記ロータピースの前記磁氣的空隙の周方向位置が 1 極ずれるように、

かつ、前記ロータピースの軸長が $1 : 2 : 1$ となるように積層されたロータピースのユニットが k 個 (k は 2 以上の整数)、

又は、前記ロータピースの軸長が $1 : 2 : 2 : 1$ となるように積層されたロータピースのユニットが k 個 (k は 1 以上の整数) 積層されて構成された回転電機のロータ。

[請求項2]

極数 N の磁石埋込型の回転電機のロータにおいて、

ロータピースの表面又は内部に、磁石挿入孔から独立して設けられた磁氣的空隙が設けられ、

前記磁氣的空隙は、 $2/N$ の周期性を持つように、 d 軸非対称かつ q 軸非対称に設けられ、

隣接する前記ロータピースの前記磁氣的空隙の周方向位置が 1 極ずれるように積層されて構成された回転電機のロータ。

[請求項3]

請求項 2 に記載の回転電機のロータにおいて、

前記ロータコアピースの軸長は、 $1 : 2 : 1$ を 1 ユニットとし、前記ユニットが k 個 (k は 2 以上の整数)、

又は、 $1 : 2 : 2 : 1$ を 1 ユニットとし、前記ユニットが k 個 (k は 1 以上の整数) 積層されて構成された回転電機のロータ。

[請求項4]

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の回転電機のロータにおいて、

前記磁氣的空隙が、前記ロータコアの表面に形成した溝、切欠、又

は前記ロータコアの内部に形成した穴である回転電機のロータ。

[請求項5]

請求項4に記載の回転電機のロータにおいて、

前記磁気的空隙が、前記ロータコアの表面に形成した溝、切欠、又は前記ロータコアの内部に形成した穴のいずれかの組み合わせである回転電機のロータ。

[請求項6]

請求項1乃至5のいずれかに記載の回転電機のロータと、

ステータとを有する回転電機であって、

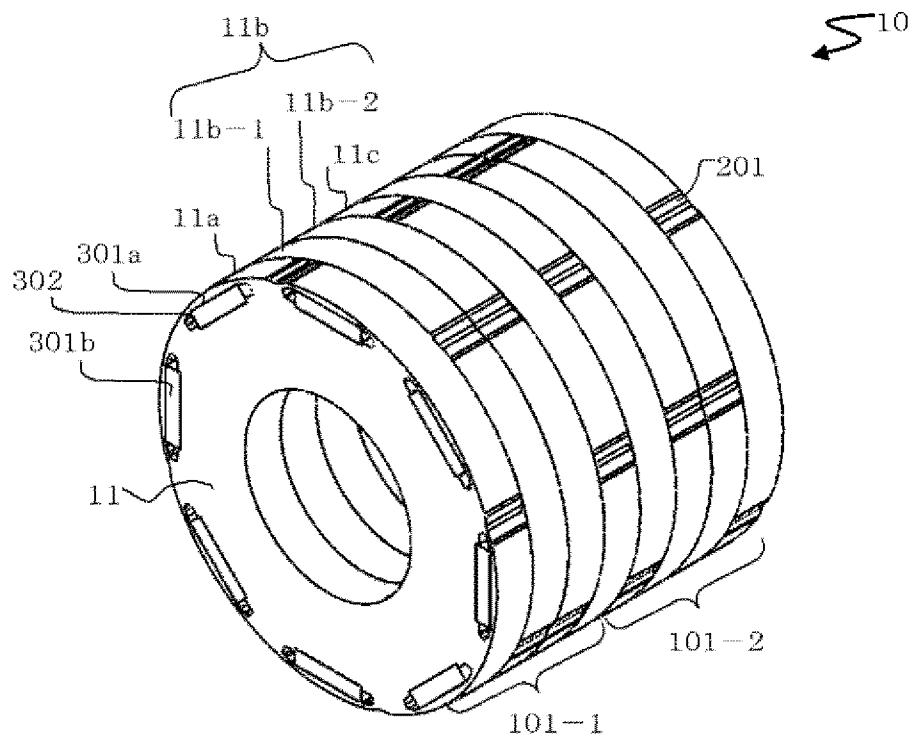
前記ステータが、スロット数が1極当たり、又は1極対当りで整数となる回転電機。

[請求項7]

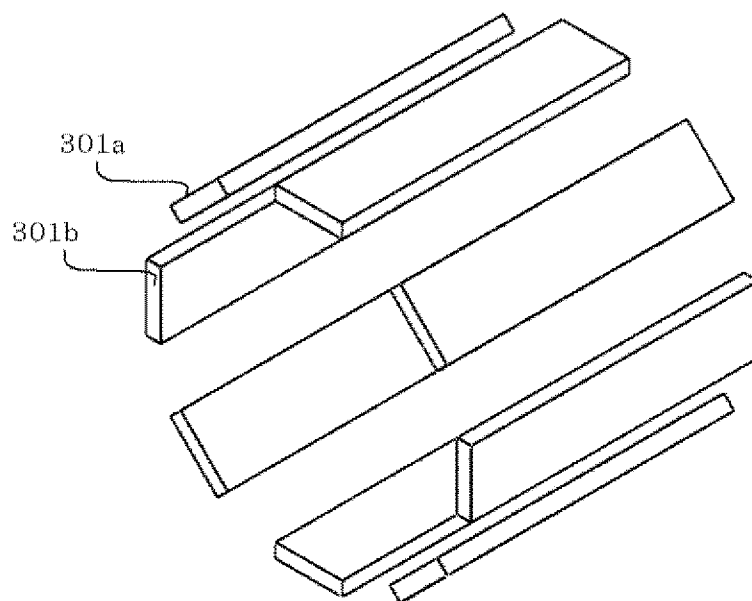
請求項6に記載の回転電機を備えた電動車両。

[図1]

图 1
(a)



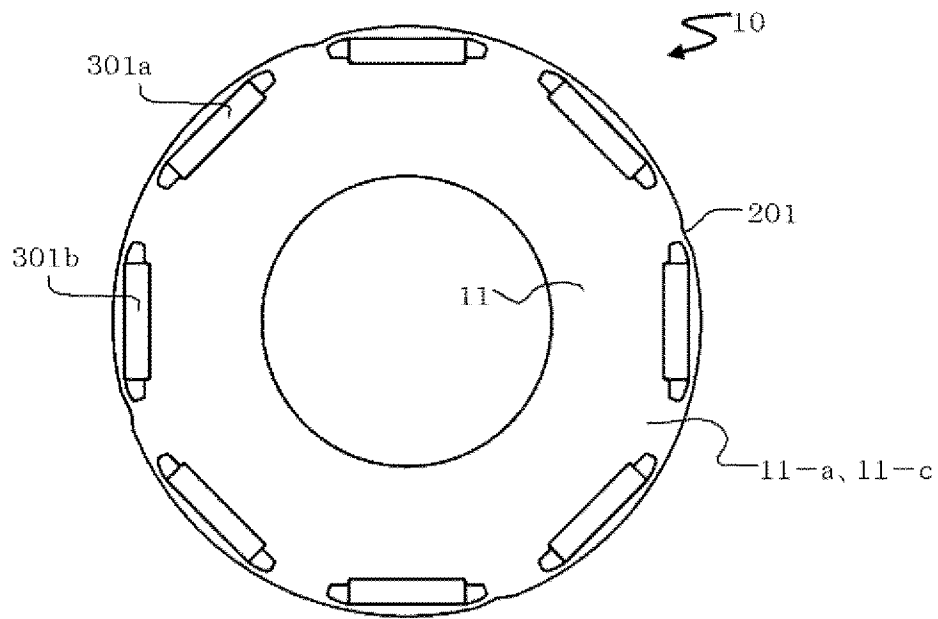
(b)



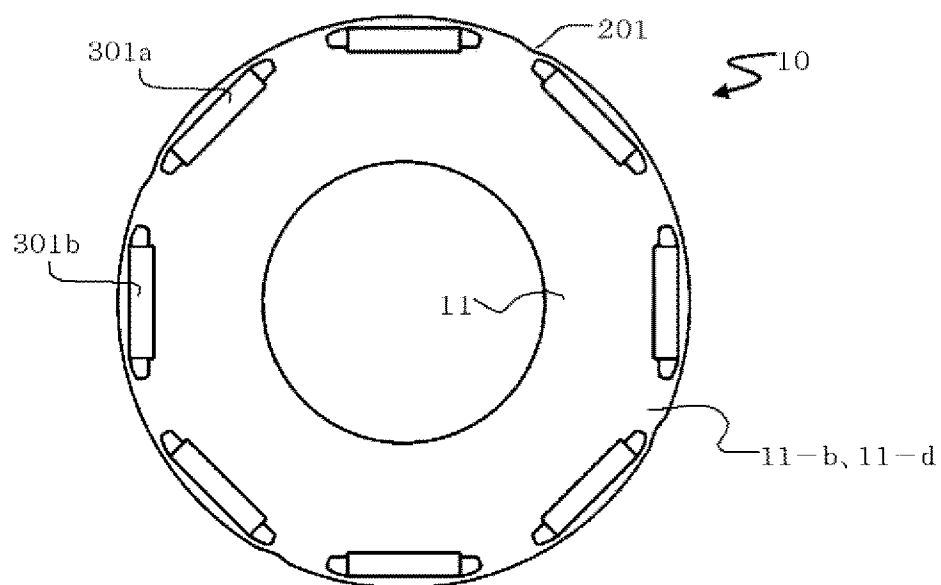
[図2]

図 2

(a)



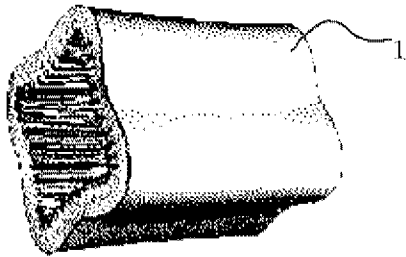
(b)



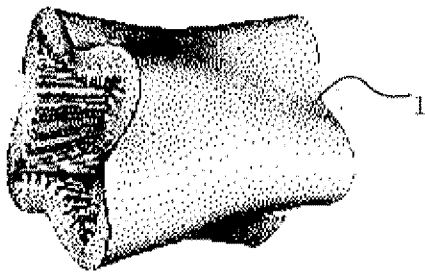
[図3]

図 3

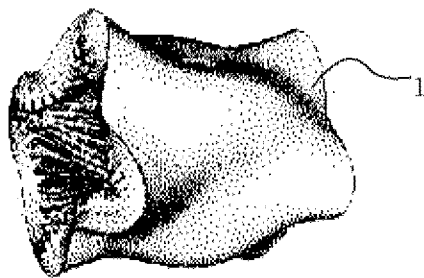
(a)



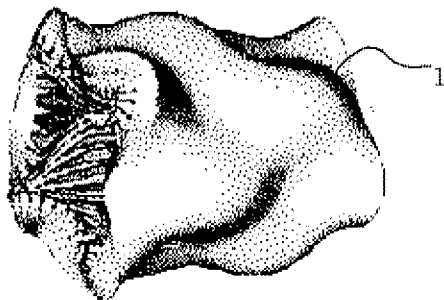
(b)



(c)

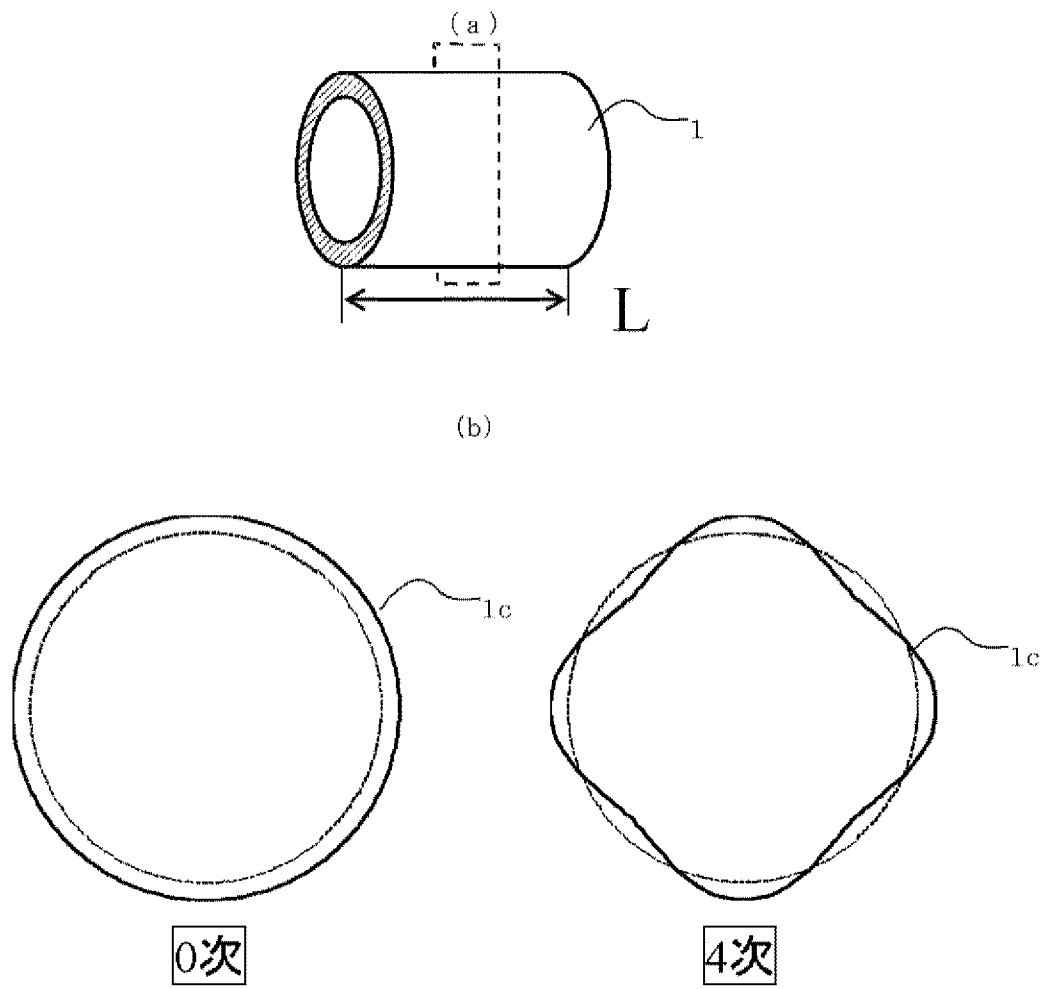


(d)



[図4]

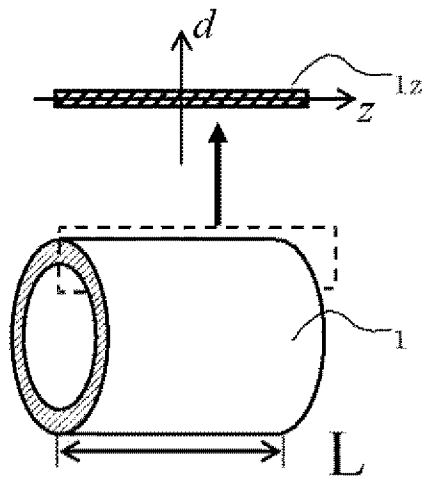
図 4



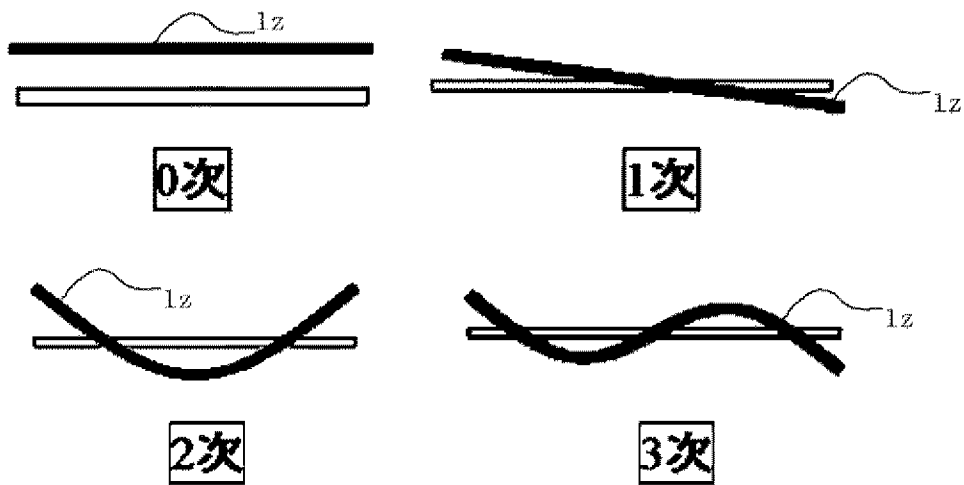
[図5]

図 5

(a)

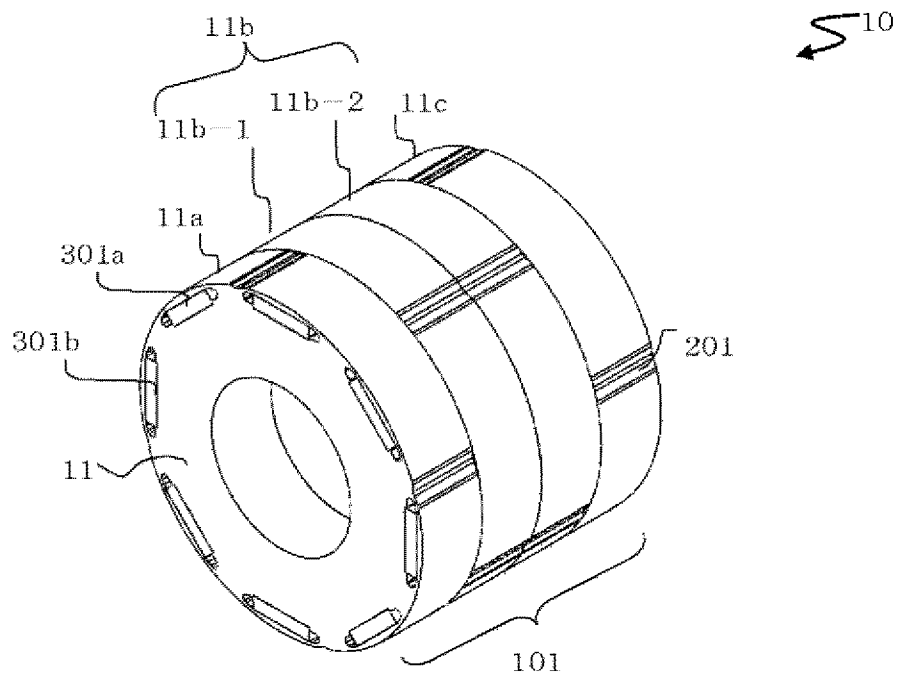


(b)



[図6]

図 6



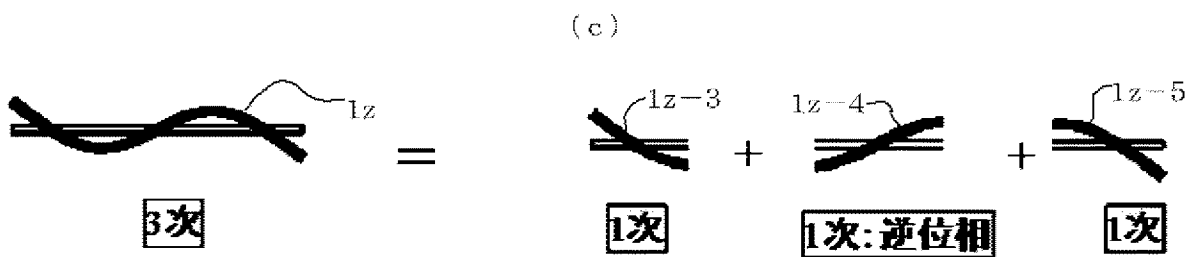
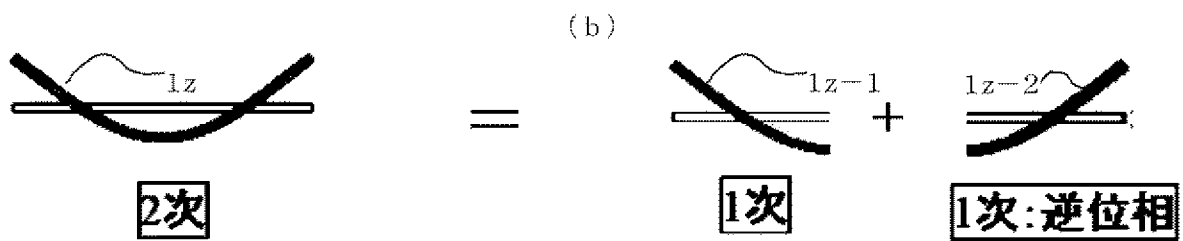
[図7]

図 7

(a)

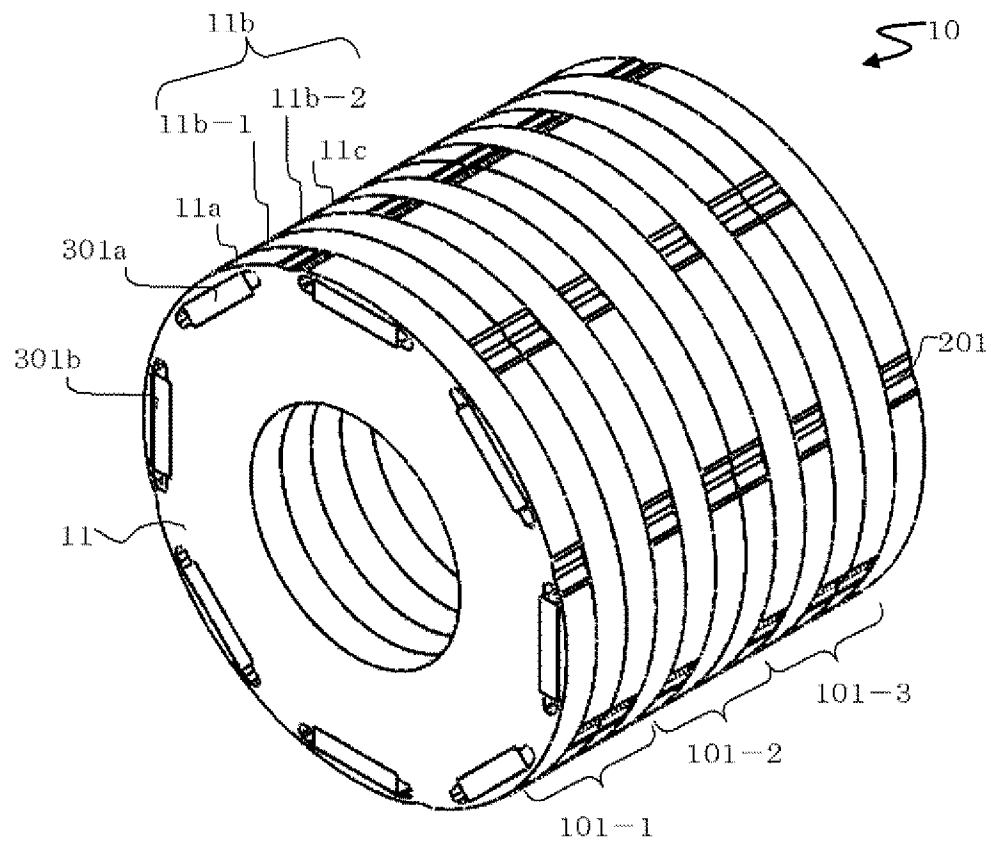


1次

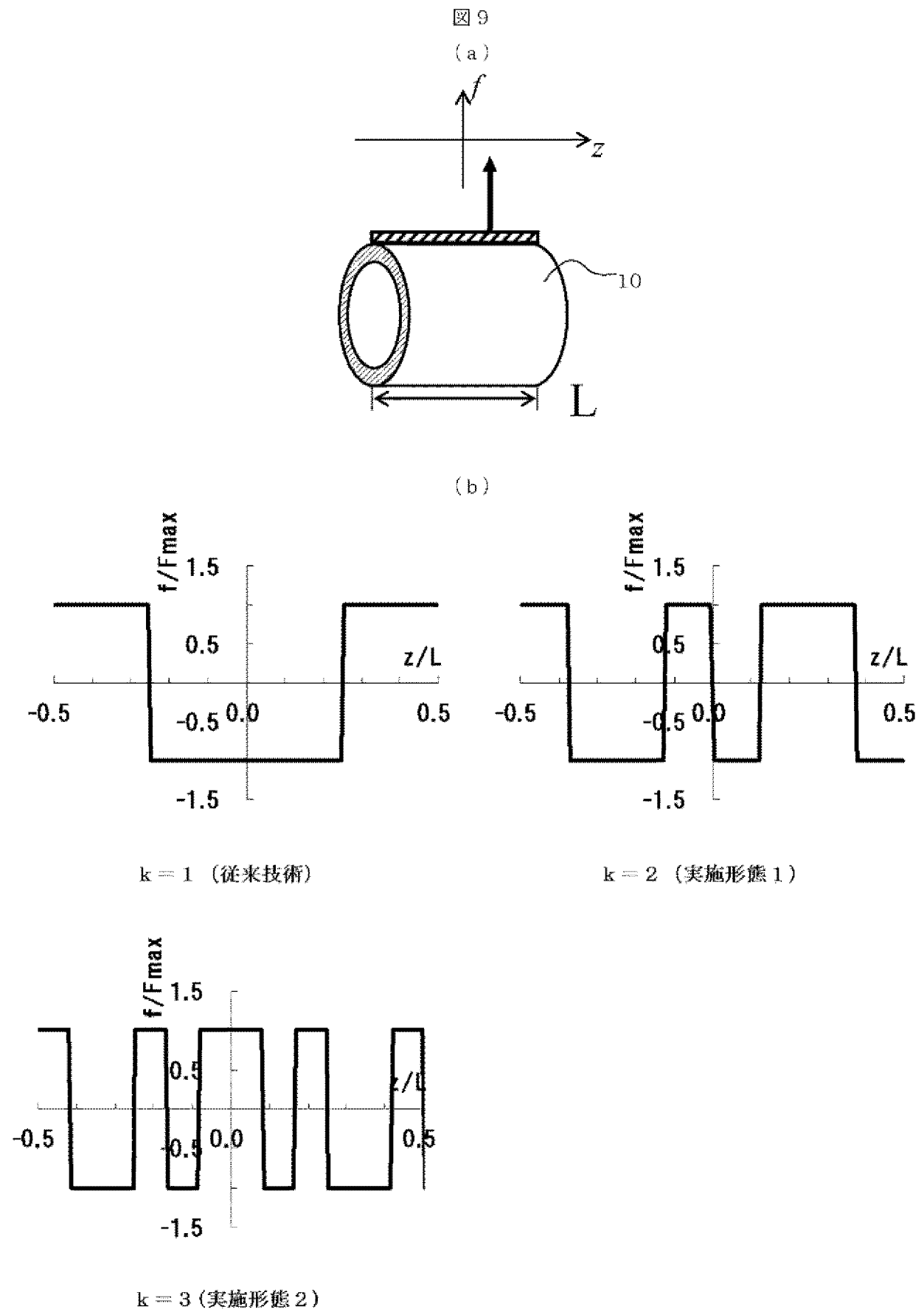


[図8]

図 8

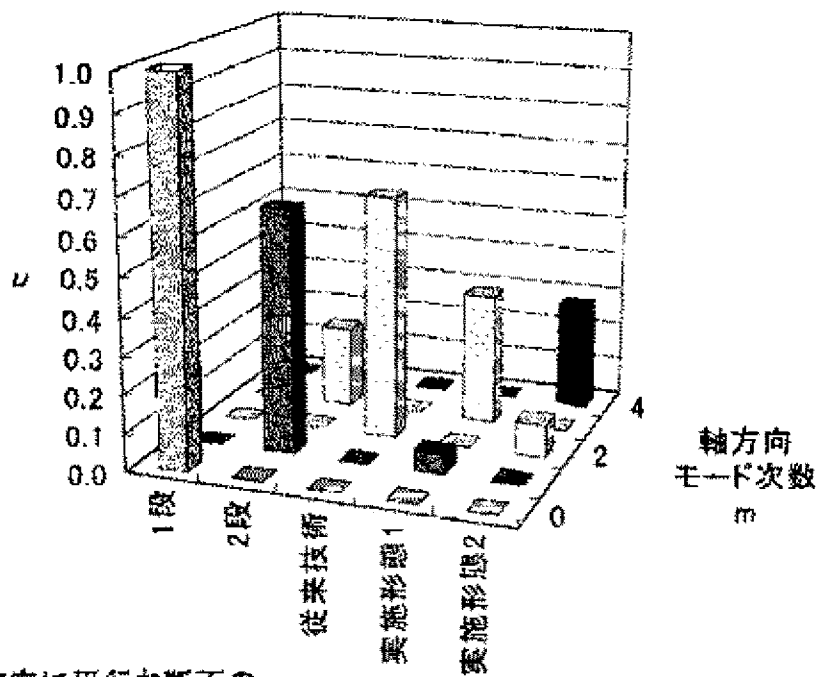


[図9]



[図10]

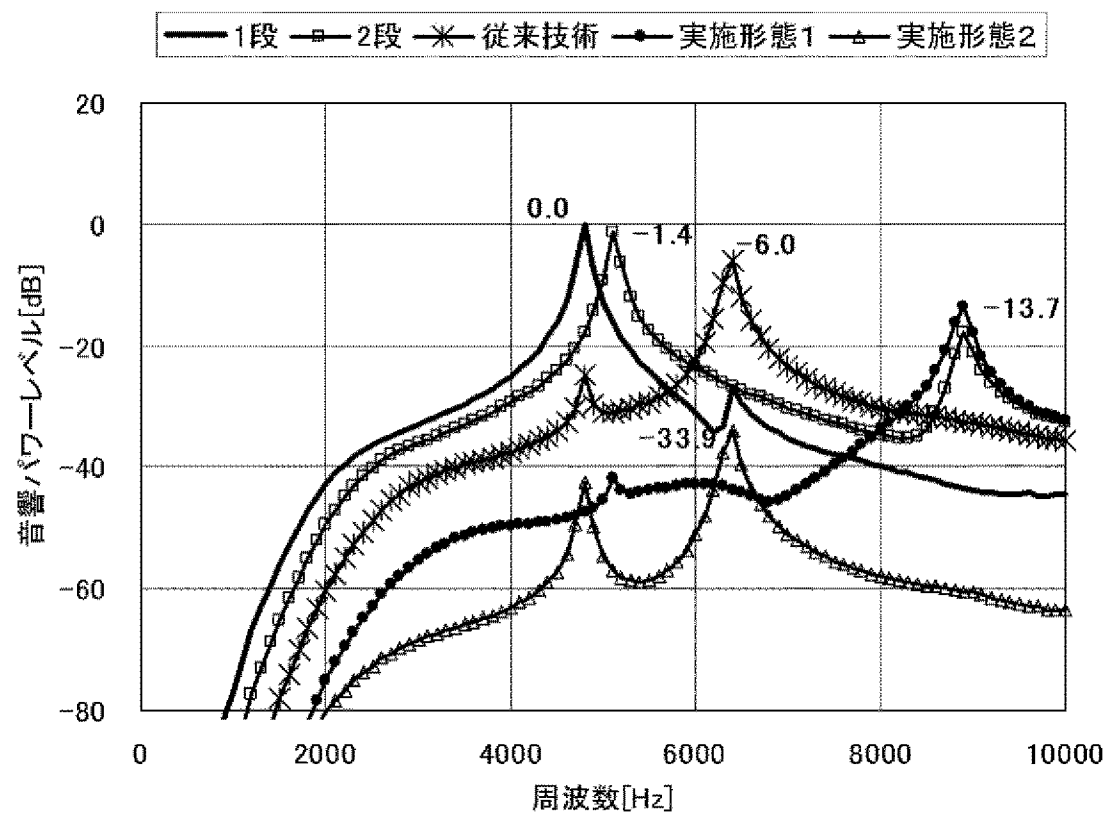
図10



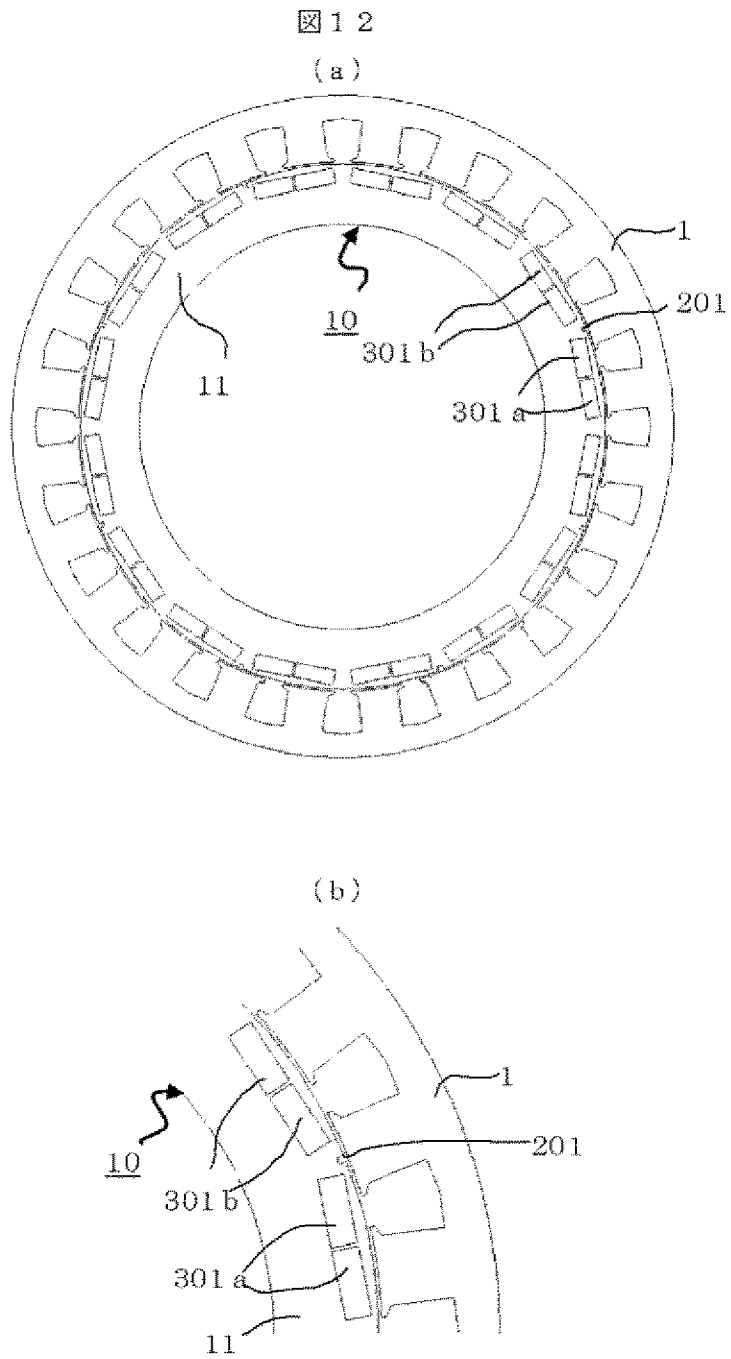
軸方向に平行な断面の
加振力パターン

[図11]

図11

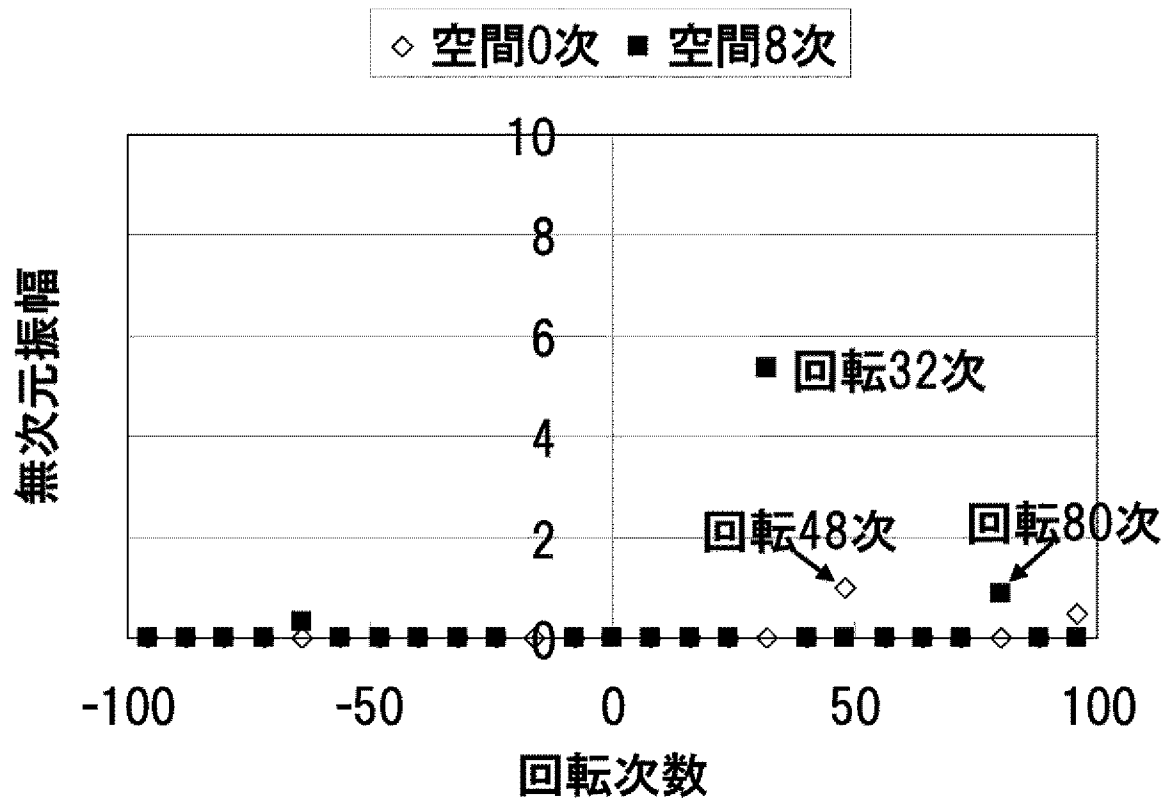


[図12]



[図13]

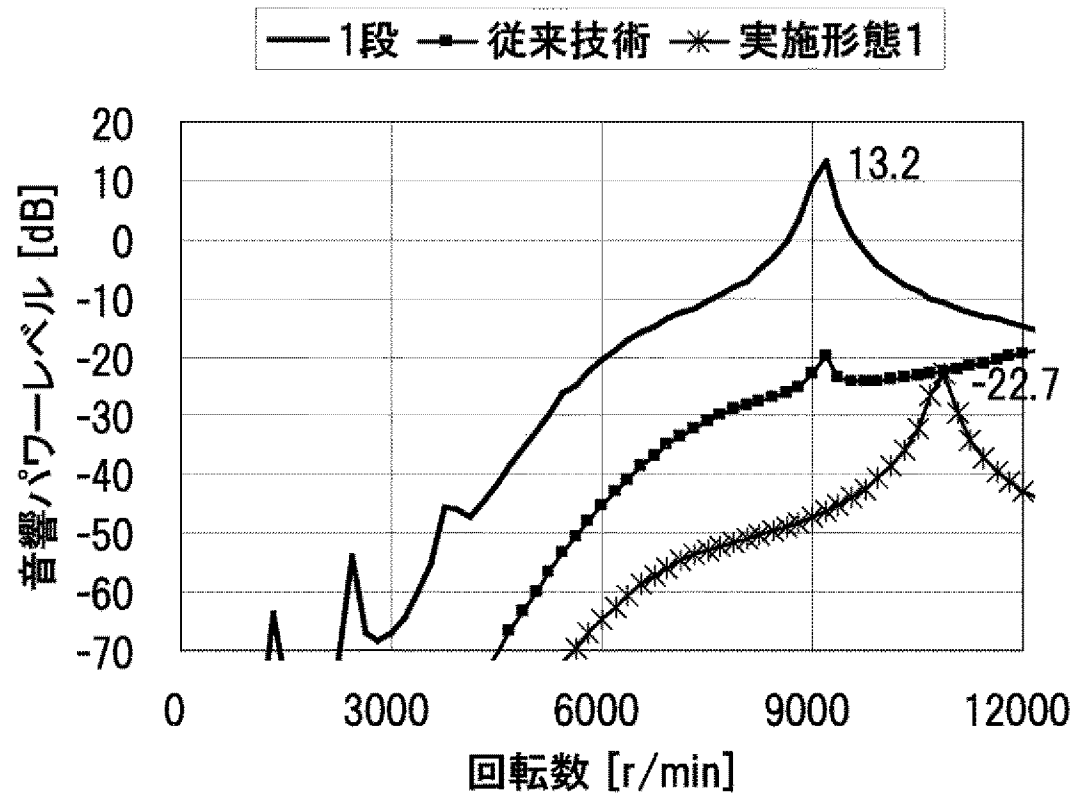
図 13



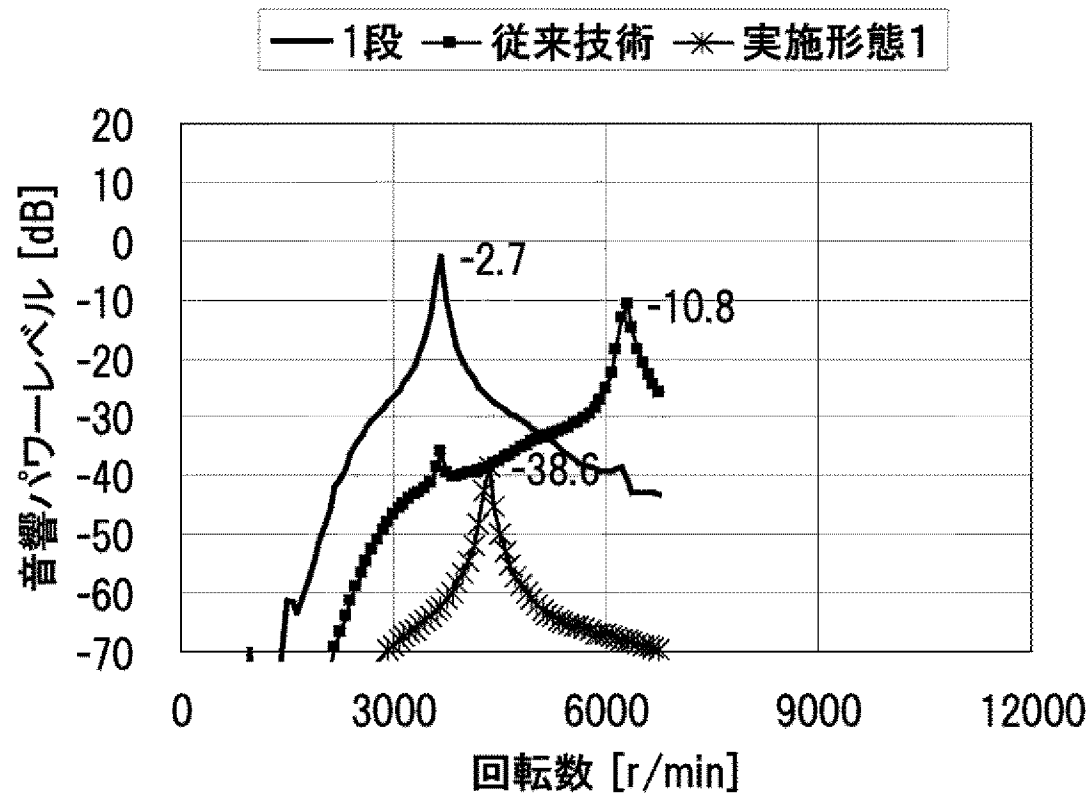
[図14]

図 14

(a)



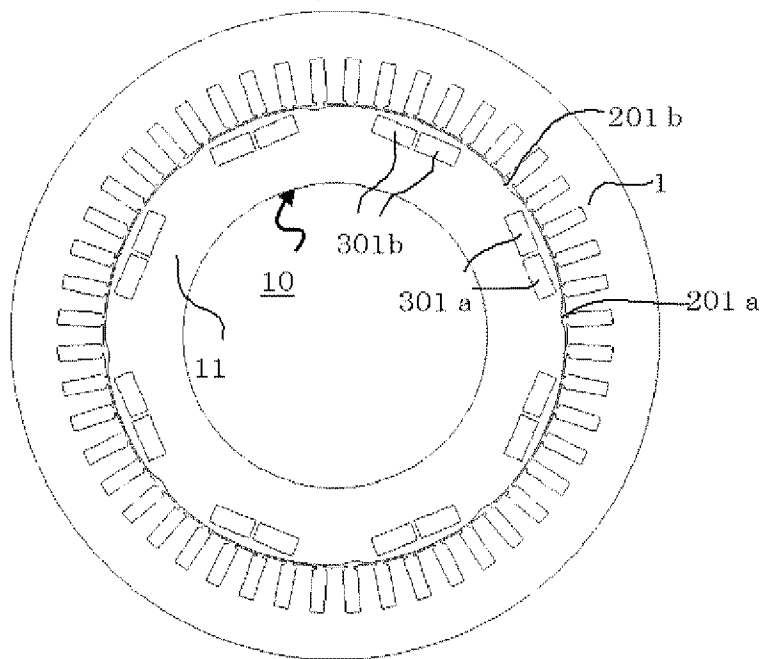
(b)



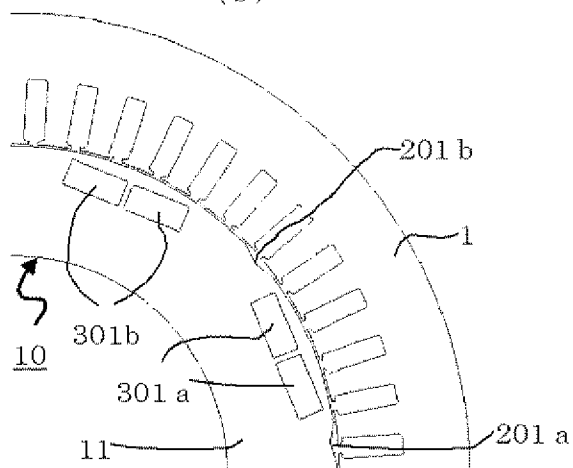
[図15]

図 15

(a)

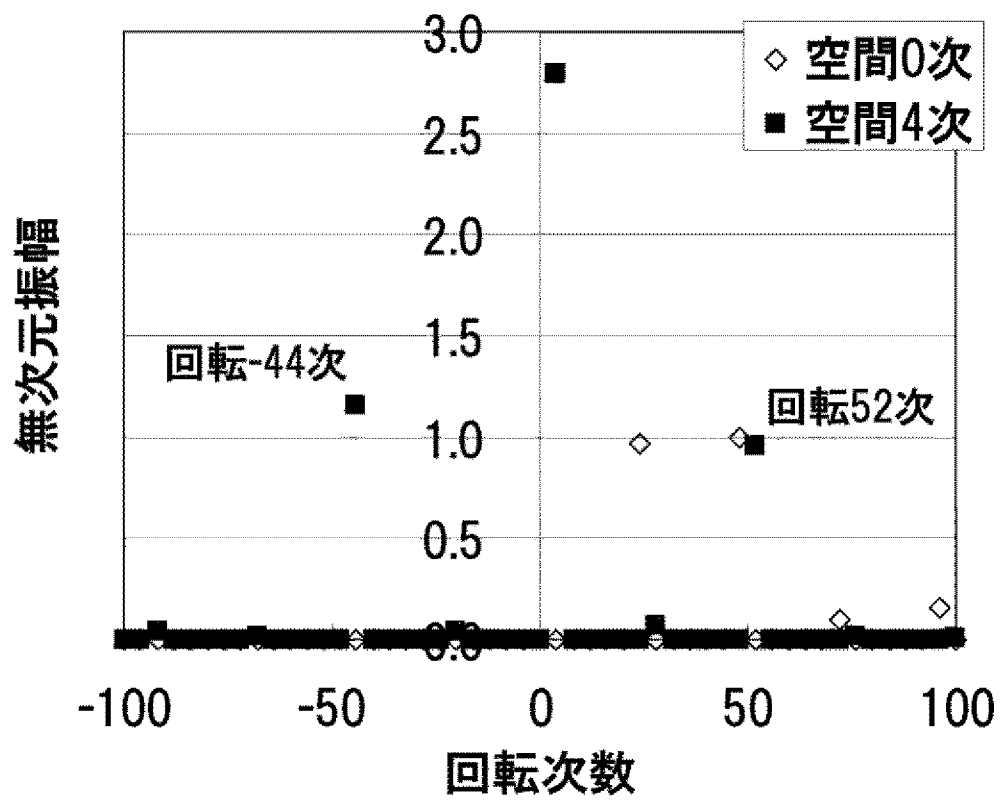


(b)



[図16]

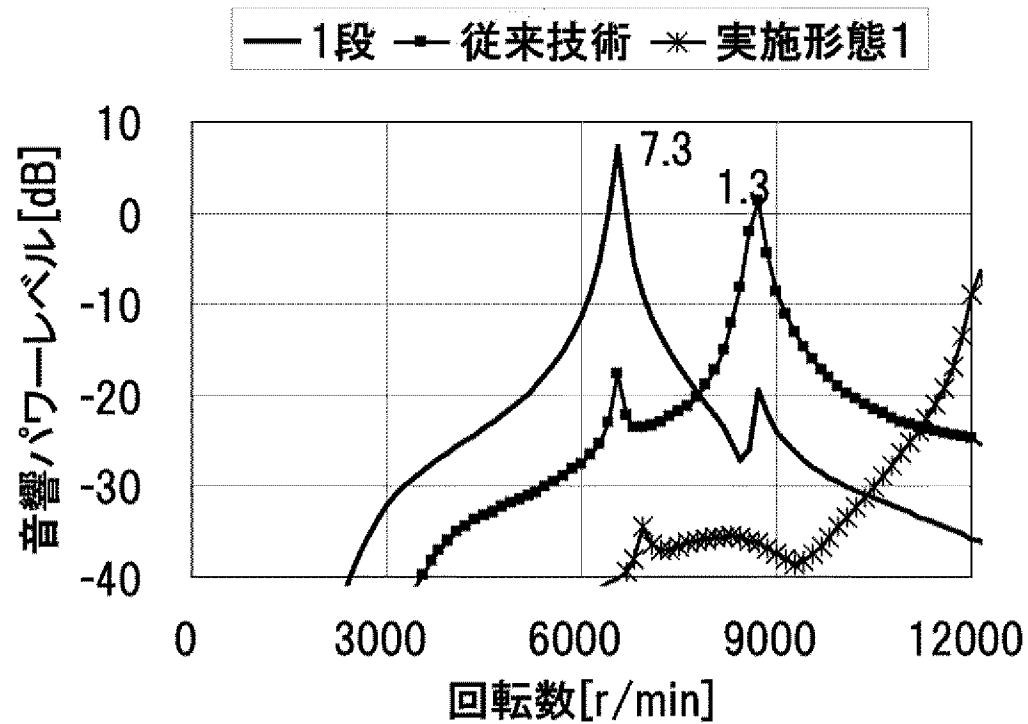
図 16



[図17]

図 17

(a)



(b)

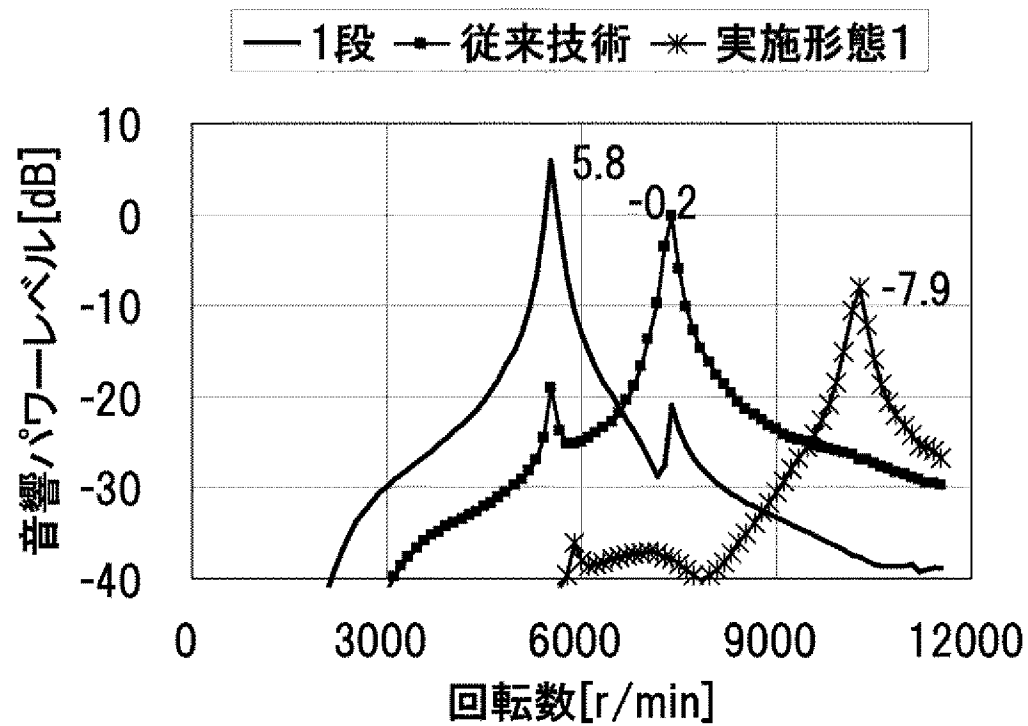


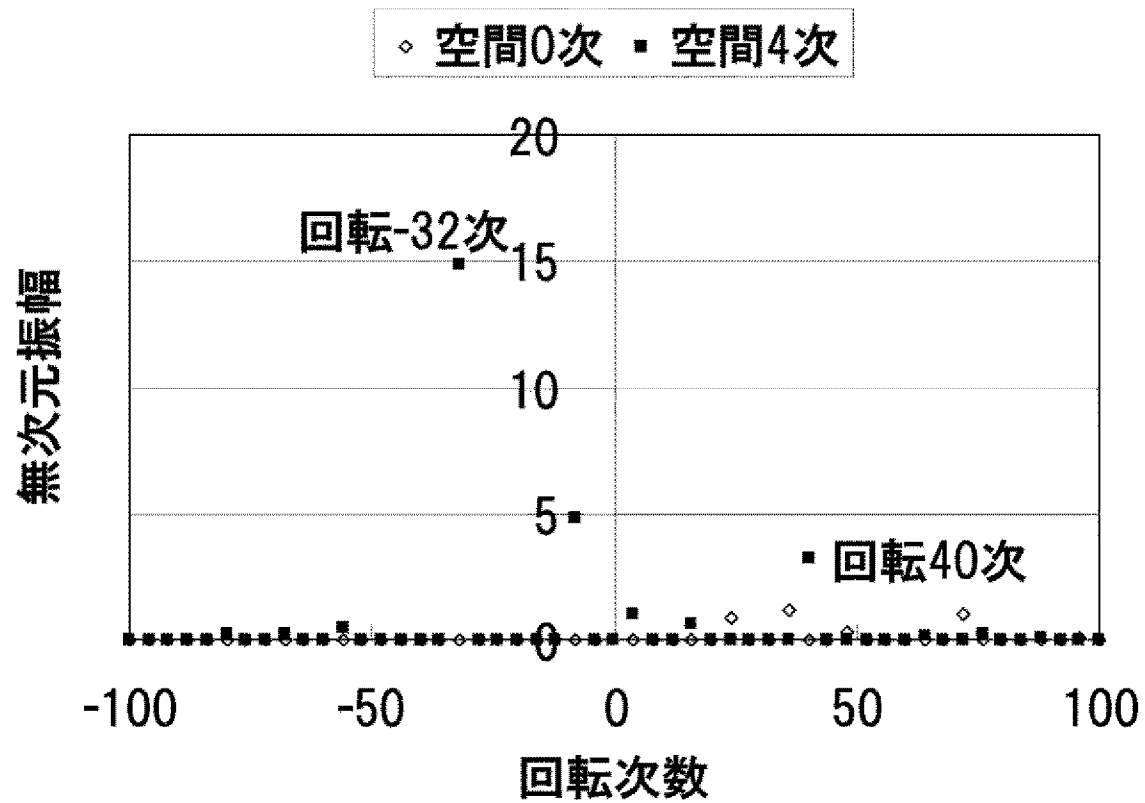
图 18

FIG. 1 is a schematic diagram of a circular device 1. The device has a central circular region 10. Within region 10, there are two sub-regions, 301a and 301b, separated by a curved boundary 11. Surrounding the central region is a ring of rectangular segments 201a. The outermost layer of the device consists of a series of elongated, teardrop-shaped segments 201b and 201c.

Figure 1 is a schematic diagram of a curved structure 10. The structure 10 is shown as a curved line with a series of protrusions 201a, 201b, and 201c. A wavy line 11 is shown on the left. A rectangular block 301a is positioned below the protrusions, and a rectangular block 301b is positioned to the left of the protrusions.

[図19]

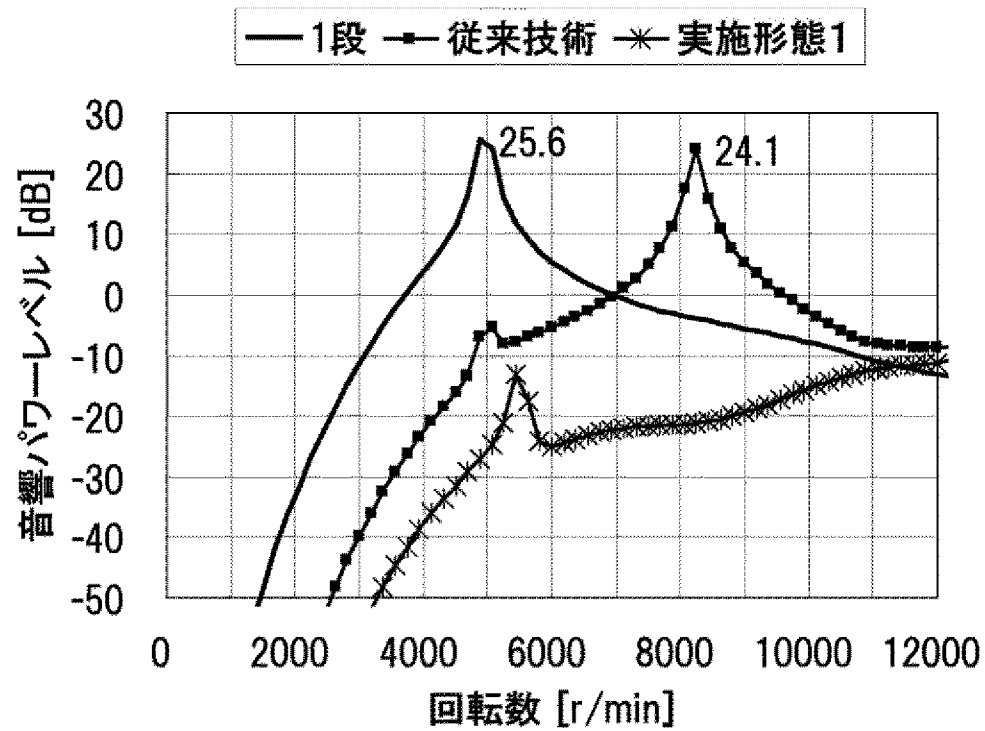
図 19



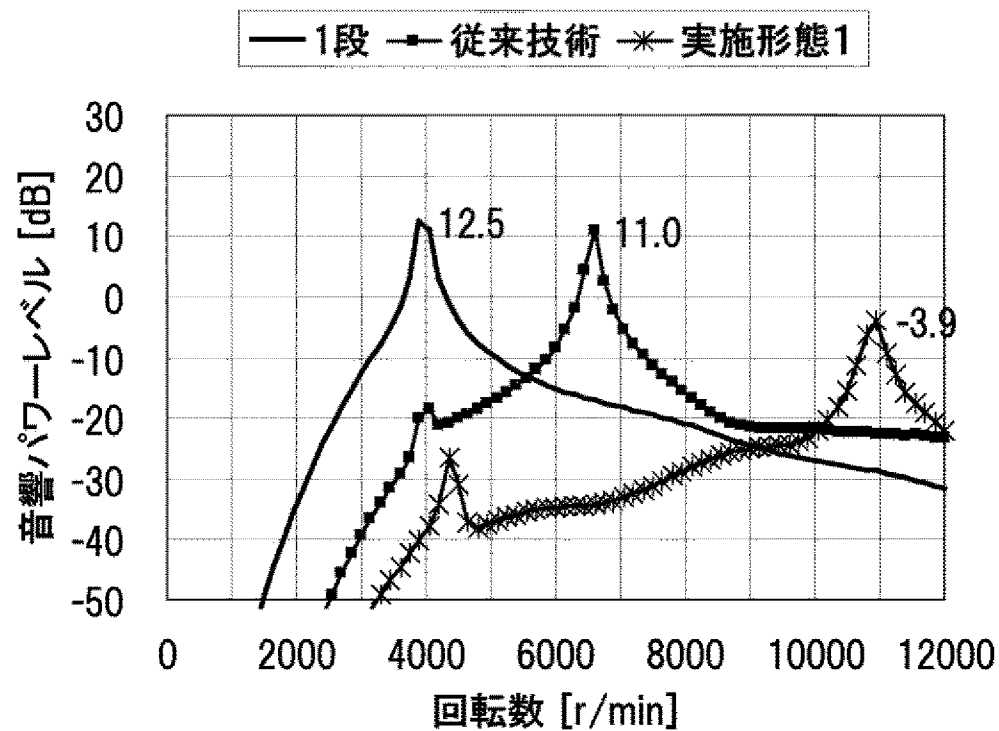
[図20]

図 20

(a)

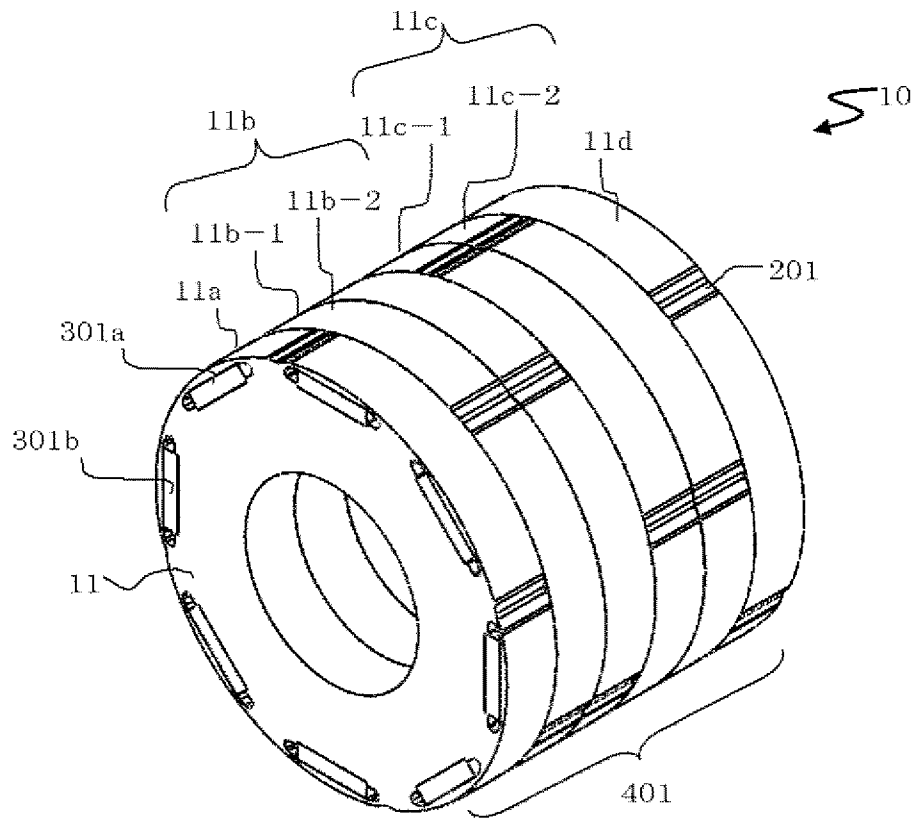


(b)



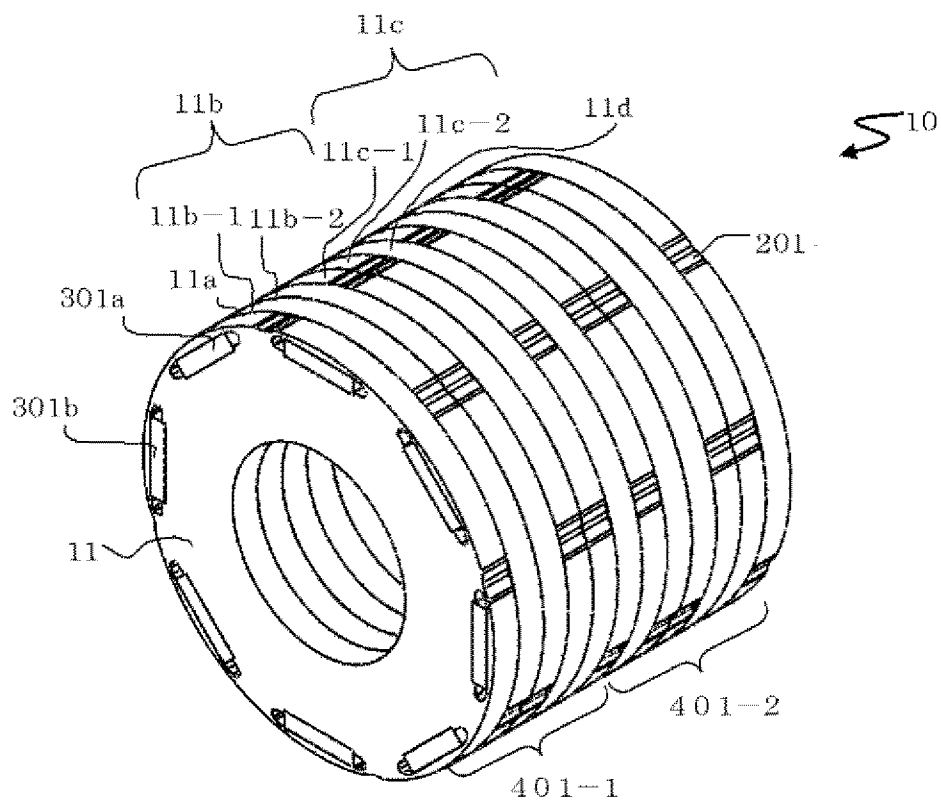
[図21]

図 2 1



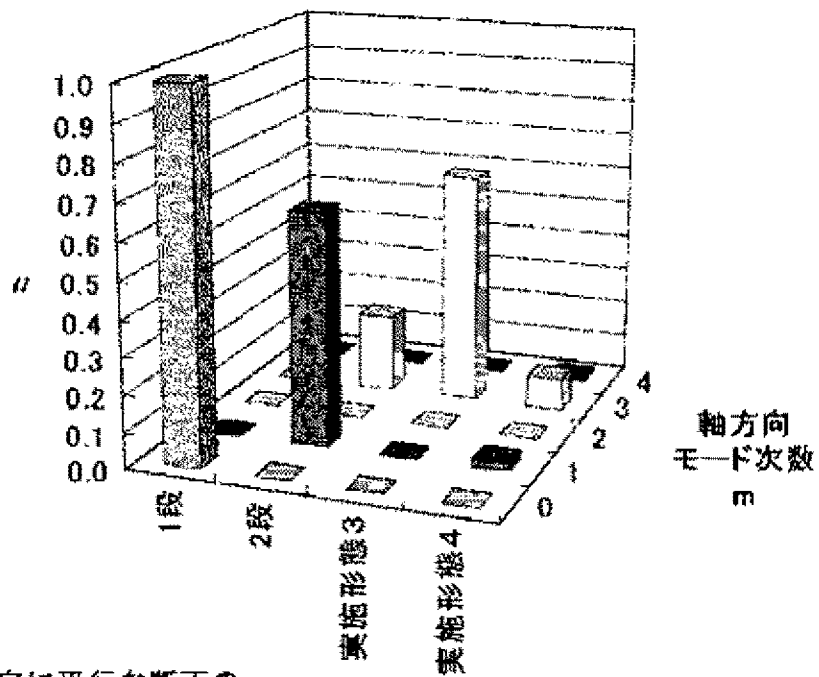
[図22]

図 2 2



[図23]

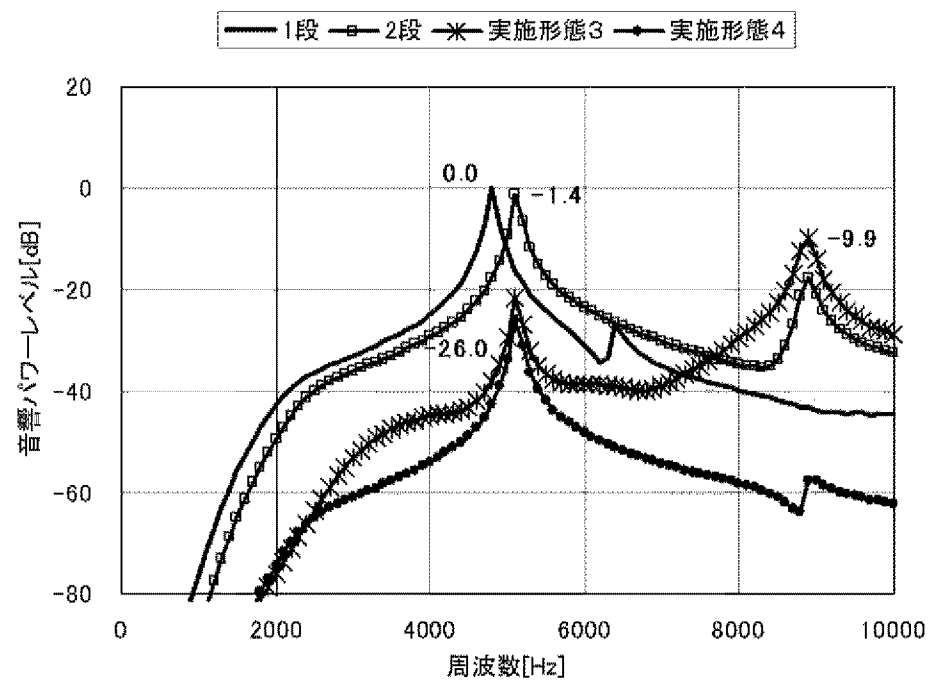
図 2 3



軸方向に平行な断面の
加振力パターン

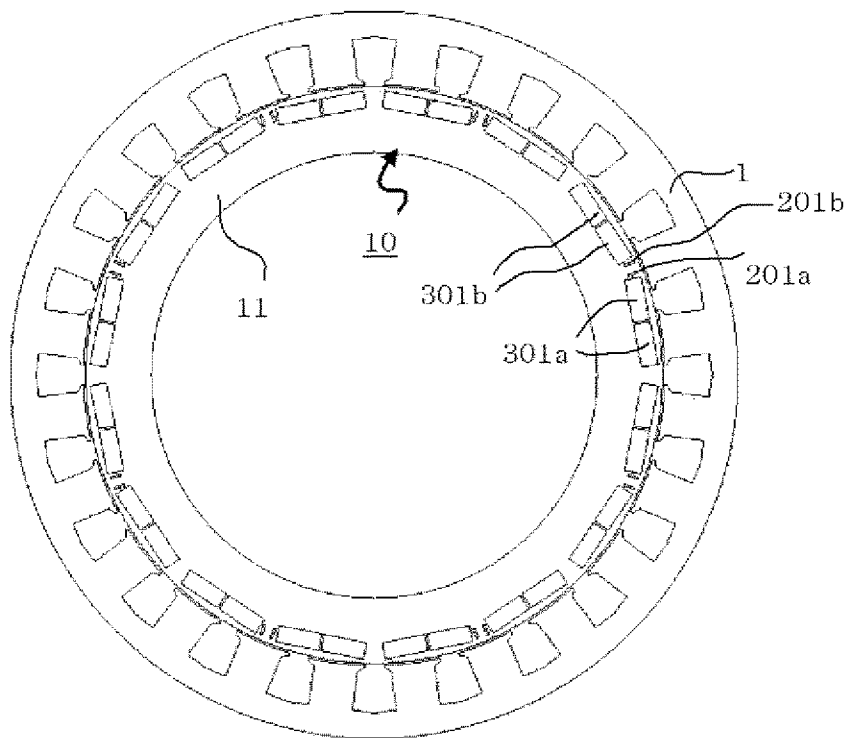
[図24]

図 2 4



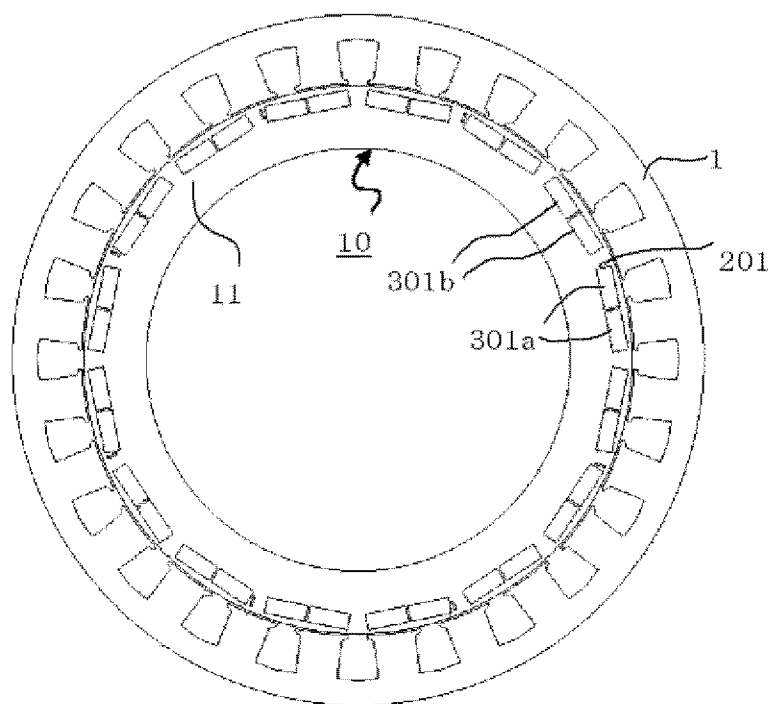
[図25]

図 2 5



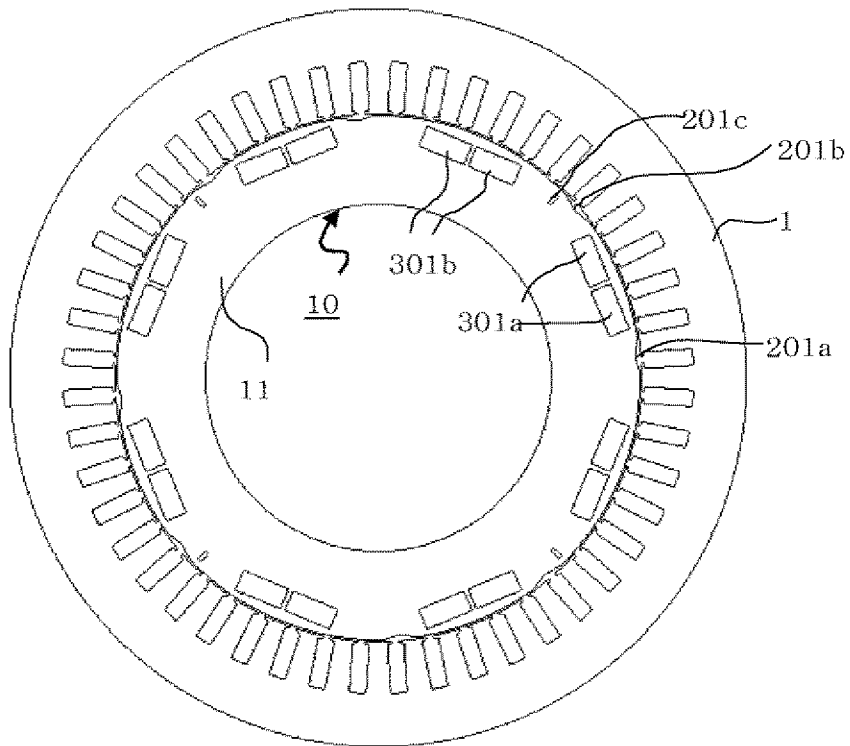
[図26]

図 2 6



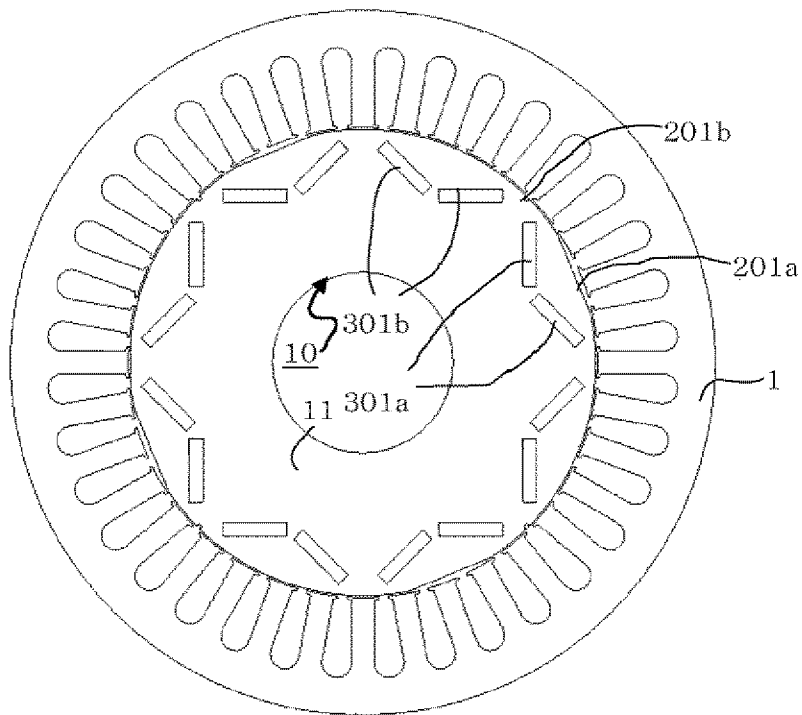
[図27]

図 27



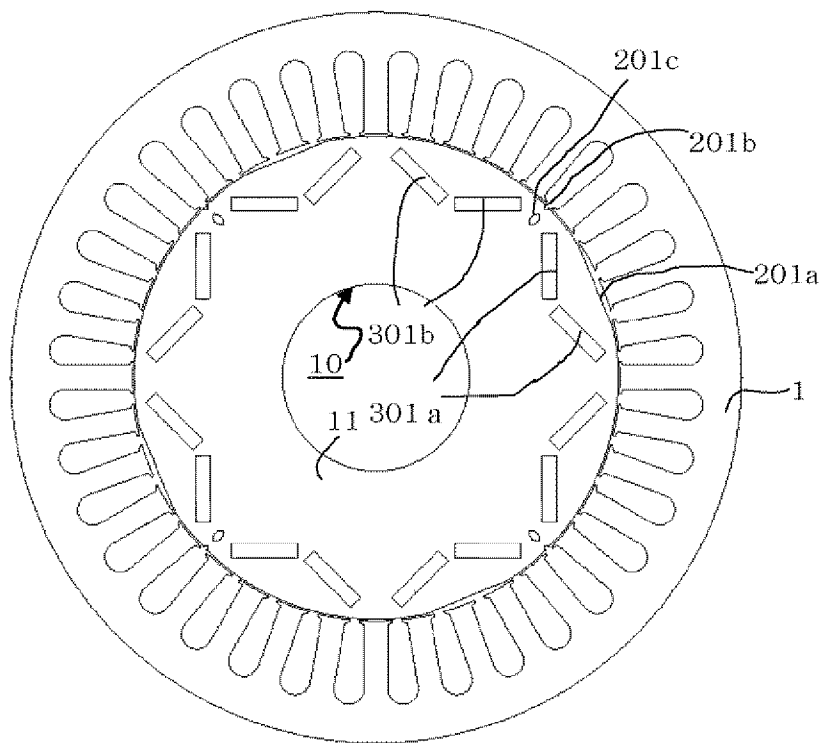
[図28]

図 28



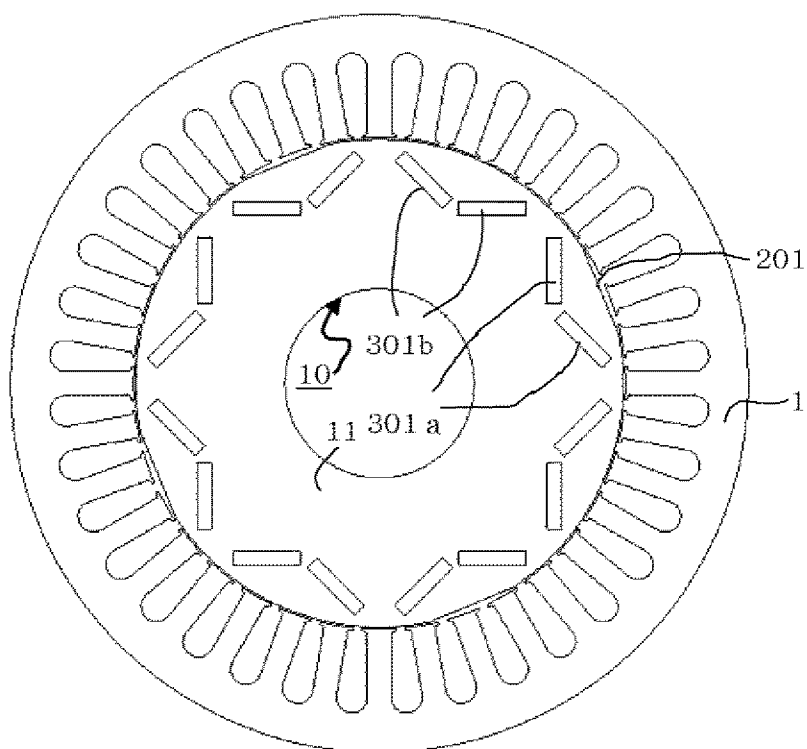
[図29]

図 29



[図30]

図 30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/081134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K1/22(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i, H02K21/14(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)

H02K1/22, H02K1/27, H02K21/14

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2013-150437 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 01 August 2013 (01.08.2013), claims 1 to 4; paragraphs [0010] to [0011], [0032] to [0034], [0042], [0066] to [0068]; fig. 1, 3 to 5, 13 & US 2014/0361646 A1 & WO 2013/108680 A1 & DE 112013000618 T5 & CN 104054236 A	1-4 5-7
Y	JP 2011-142735 A (Hitachi, Ltd.), 21 July 2011 (21.07.2011), paragraphs [0013] to [0030], [0035] to [0043]; fig. 1 to 4, 17 to 28 & US 2011/0163624 A1 & EP 2355306 A2	5-7

☒ 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
05 February 2015 (05.02.15)

Date of mailing of the international search report
17 February 2015 (17.02.15)

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

International application No.

PCT/JP2014/081134

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-303447 A (Honda Motor Co., Ltd.), 24 December 2009 (24.12.2009), paragraphs [0026] to [0030]; fig. 2 (Family: none)	5-7
A	JP 2008-29095 A (Hitachi Industrial Equipment System Co., Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings & US 2008/0018190 A1 & US 2010/0244609 A1 & CN 101110528 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K1/22(2006.01)i, H02K1/27(2006.01)i, H02K21/14(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. H02K1/22, H02K1/27, H02K21/14

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 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2013-150437 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）	1-4
Y	2013.08.01, 【請求項1】－【請求項4】, 段落【0010】－【0011】, 【0032】－【0034】, 【0042】, 【0066】－【0068】, 図1, 3－5, 1 3 & US 2014/0361646 A1 & WO 2013/108680 A1 & DE 112013000618 T5 & CN 104054236 A	5-7
Y	JP 2011-142735 A（株式会社日立製作所）2011.07.21, 段落【0013】 －【0030】, 【0035】－【0043】, 図1－4, 17－28 & US 2011/0163624 A1 & EP 2355306 A2	5-7

☒ 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
「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

0 5 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 2 . 2 0 1 5

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100-8915
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）

安池 一貴

3 V

9 1 5 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

C (続き) . 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	JP 2009-303447 A (本田技研工業株式会社) 2009. 12. 24, 段落【0026】 － 【0030】, 図 2 (ファミリーなし)	5-7
A	JP 2008-29095 A (株式会社日立産機システム) 2008. 02. 07, 全文, 全図 & US 2008/0018190 A1 & US 2010/0244609 A1 & CN 101110528 A	1-7