

(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
2016年8月25日(25.08.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/132843 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01) H02K 21/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052429
- (22) 国際出願日: 2016年1月28日(28.01.2016)
- (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 2015-029675 2015年2月18日(18.02.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 高橋 裕樹(TAKAHASHI, Yuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 菊地 保宏(KIKUCHI, Yasuhiro); 〒1600003 東京都新宿区本塩町18番地4 MY

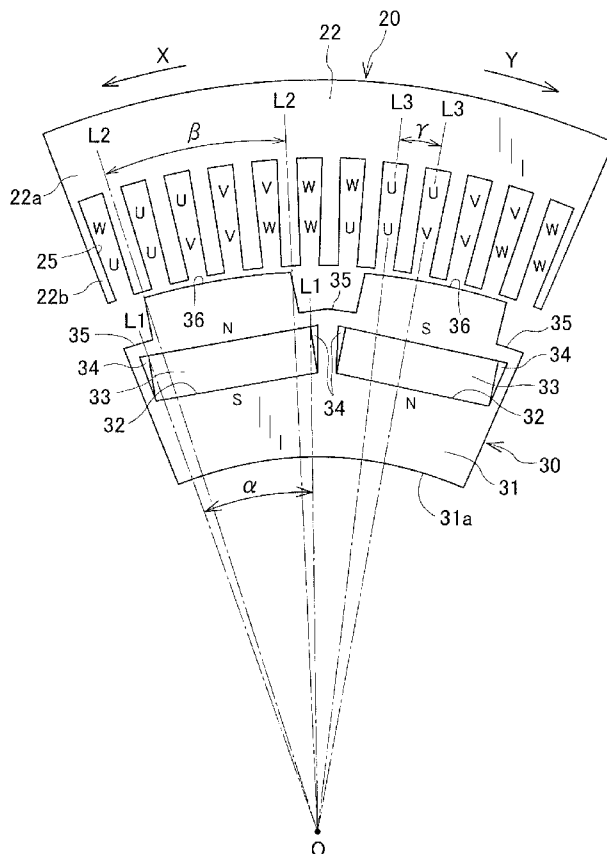
K四ツ谷 2階 よつや国際特許事務所 Tokyo (JP).

- (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, 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.
- (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), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機



(57) Abstract: A rotating electrical machine 1 is provided with: a rotor 30 having a plurality of magnetic poles; and a stator 20 having a stator coil 21 comprising phase windings for three phases, wound onto a stator core 22 having a plurality of slots 25. A slot multiple n is set at 2, and each phase winding of the stator coil 21 is wound across $(n+1)$ adjacent slots 25 using short-pitch winding. If a magnetic pole arc ratio about an axis of rotation O of the rotor 30 is α , a circumferential direction angle extent of a magnetic flux transfer surface 36 of the rotor 30 is β , where said magnetic flux transfer surface 36 faces the stator core 22 and transfers magnetic flux, and a circumferential direction slot pitch of the slots 25 is γ , then in order to make it possible for the magnetic flux flowing between the stator and the rotor to be acquired efficiently, $\beta \leq 2n\gamma$, and $\beta < \alpha$.

(57) 要約: 回転電機 1 は、複数の磁極を有するロータ 30 と、複数のスロット 25 を有するステータコア 22 に巻装された 3 相の相巻線よりなるステータコイル 21 を有するステータ 20 とを備える。スロット倍数 n が 2 とされ、ステータコイル 21 の各相巻線は、隣接する $(n+1)$ 個のスロット 25 に渡って短節巻きに巻装されている。ステータとロータとの間に流れる磁束を効率よく獲得し得るように、ロータ 30 の回転軸線 O を中心として、磁極のアーケレシオを α とし、ステータコア 22 と対向して磁束を授受するロータ 30 の磁束授受面 36 の周方向角度範囲を β とし、スロット 25 の周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。

WO 2016/132843 A1



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))

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本発明は、車両等に搭載されてモータや発電機として使用される回転電機に関する。

背景技術

[0002] 従来、車両に搭載されて使用される回転電機として、周方向に極性が交互に異なる磁極が形成されて回転可能に設けられたロータと、該ロータと径方向に対向して配置され周方向に配列された複数のスロットを有するステータコア、及び該ステータコアのスロットに分布巻きにて巻装された３相の相巻線よりなるステータコイルを有するステータと、を備えたものが一般に知られている。

[0003] そして、特許文献１及び特許文献２には、同一相の相巻線が収容されるスロットをロータの磁極ごとに周方向に連続して２個ずつ有し、スロット倍数が２とされているステータコアが開示されている。また、特許文献１には、長節巻きと短節巻きとをステータコアの周方向に沿って交互に繰り返して波巻きされているステータコイルが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１４－９６９８６号公報

特許文献２：特開平１１－２８５２１６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、上記のような回転電機では、性能の向上を図るためにはステータコアとロータコアとの間に流れる磁束の量を、総じて大きく効率よく獲得する必要がある。しかし、振動の低減などの理由により、スロット倍数の増大化や短節巻き化を行った場合には、総合的な磁束量としては減少している

。しかも、スロット倍数が2以上で分布巻きされたステータコイルに対して、更に複数スロットに渡る短節巻きが施された場合には、ロータに設けられた磁極のアークレシオを大きくすると、同相内で反磁界が生まれることによって、磁束量を効率的に獲得できないという問題がある。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、ステータのスロット倍数が2以上とされて、ステータコイルが分布巻き且つ短節巻きにて巻装されている回転電機において、ステータとロータとの間に流れる磁束を効率よく獲得し得るようにした回転電機を提供することを解決すべき課題とするものである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するためになされた第一の発明に係る回転電機は、
周方向に極性が交互に異なるように配置された複数の磁極を有するロータ（30，40）と、
周方向に配列された複数のスロット（25）を有し前記ロータと径方向に対向して配置されたステータコア（22）、及び前記スロットに収容されて前記ステータコアに分布巻きにて巻装された3相の相巻線よりなるステータコイル（21）を有するステータ（20）と、を備えた回転電機において、
前記ステータコアの前記スロットは、前記ステータコイルの一相当たり n （ n は2以上の自然数）個の割合で形成されてスロット倍数が n とされ、
前記ステータコイルの各前記相巻線は、隣接する $(n+1)$ 個の前記スロットに渡って短節巻きにて巻装され、前記ロータの回転軸線（0）を中心として、前記磁極のアークレシオを α とし、前記ステータコアと対向して磁束を授受する前記ロータの磁束授受面（36，46）の周方向角度範囲を β とし、前記スロットの周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。

[0008] なお、本明細書において、短節巻きとは、ステータのスロットの数をロータの磁極数で除算した値をスロットピッチとする巻線の巻き方を全節巻きとしたときに、全節巻きのスロットピッチよりも小さいスロットピッチで巻く

巻線の巻き方のことをいう。

[0009] この構成によれば、ロータの回転軸線を中心として、磁極のアークレシオを α とし、ステータコアと対向して磁束を授受するロータコアの磁束授受面の周方向角度範囲を β とし、スロットの周方向のスロットピッチを γ とし、スロット倍数を n としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。即ち、第一の発明では、ステータとロータとの間に流れる磁束は、 $\beta < \alpha$ の関係から、磁極のアークレシオ α の範囲において、磁束授受面の周方向角度範囲 β で設定された磁束よりも大きく生み出され、磁極のアークレシオ α よりも小さい周方向角度範囲 β の磁束授受面を通してスロット内に入る。このとき、磁束授受面の周方向角度範囲 β が、 $\beta \leq 2n\gamma$ に設定され、且つステータコイルの各相巻線が、隣接する $(n+1)$ 個のスロットに渡って短節巻きにて巻装されていることから、各相巻線が直列又は並列で接続されていても同相内で反磁界が生まれない。即ち、ステータと対向するロータの磁束授受面の周方向角度範囲 β が、反磁界を起こさない範囲に設定されている。そのため、本発明によれば、ステータとロータとの間に流れる磁束を効率よく獲得することができる。

[0010] また、上記課題を解決するためになされた第二の発明に係る回転電機は、周方向に極性が交互に異なるように配置された複数の磁極を有するロータ(30、40)と、

周方向に配列された複数のスロット(25)を有し前記ロータと径方向に対向して配置されたステータコア(22)、及び前記スロットに収容されて前記ステータコアに分布巻きにて巻装された6相の相巻線よりなるステータコイル(21)を有するステータ(20)と、を備えた回転電機において、

前記ステータコアの前記スロットは、前記ステータコイルの一相あたり n (n は2以上の自然数)個の割合で形成されてスロット倍数が n とされ、

前記ステータコイルの各前記相巻線は、隣接する n 個の前記スロットに渡って短節巻きにて巻装され、

前記ロータの回転軸線(O)を中心として、前記磁極のアークレシオを α

とし、前記ステータコアと対向して磁束を授受する前記ロータの磁束授受面（36, 46）の周方向角度範囲を β とし、前記スロットの周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。

[0011] この構成によれば、ロータの回転軸線を中心として、磁極のアーケシオを α とし、ステータコアと対向して磁束を授受するロータコアの磁束授受面の周方向角度範囲を β とし、スロットの周方向のスロットピッチを γ とし、スロット倍数を n としたときに、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。即ち、第二の発明では、ロータコアの磁束授受面の周方向角度範囲 β が、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ の関係から、反磁界を起こさない範囲に設定されている。このとき、ステータコアとロータコアとの間に流れる磁束は、 $\beta < \alpha$ の関係から、磁束授受面の周方向角度範囲 β で設定された磁極よりも大きな磁束がアーケシオ α の範囲に生み出される。これにより、ステータコイルの各相巻線は、隣接する $(n+1)$ 個のスロットに渡って短節巻きにて巻装されていることから、直列又は並列で接続されていても反磁界が生まれないため、効率よく磁束を獲得することができる。

[0012] なお、この欄および特許請求の範囲に記載された各部材や部位の後の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的な部材や部位との対応関係を示すものであり、特許請求の範囲に記載された各請求項の構成に何ら影響を及ぼすものではない。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施形態1の回転電機の軸方向に沿う模式断面図である。

[図2]実施形態1におけるステータとロータの配置状態を示す2磁極分の部分平面図である。

[図3]実施形態1において用いられる導体セグメントの断面図である。

[図4]実施形態1においてステータコアのスロットに導体セグメントを挿入する状態を示す説明図である。

[図5]実施形態1において用いられる大小一組の導体セグメントの模式的斜視

図である。

[図6]実施形態1に係るステータの一部を示す部分平面図である。

[図7]実施形態1に係るステータの接合側エンド部の一部を示す斜視図である。

[図8]実施形態1においてステータコアのスロットに收容される導体セグメントの配置状態を接合側エンド部側から見た模式説明図である。

[図9]変形例1に係るロータの1磁極分を示す部分平面図である。

[図10]変形例2に係るロータの1磁極分を示す部分平面図である。

[図11]変形例3に係るロータの1磁極分を示す部分平面図である。

[図12]変形例4に係るロータコアの斜視図である。

[図13]変形例4に係るロータコアの軸直角方向に沿った部分断面図である。

[図14]変形例5に係るロータコアの軸直角方向に沿った部分断面図である。

[図15]変形例6に係るロータコアの軸直角方向に沿った部分断面図である。

[図16]変形例7におけるステータとロータの配置状態を示す2磁極分の部分平面図である。

[図17]実施形態2の回転電機の軸方向に沿う模式断面図である。

[図18]実施形態2に係るロータコアの第1ポールコアとステータコアの軸方向から見た正面図である。

[図19]実施形態2におけるステータとロータの配置状態を示す1磁極分の部分平面図である。

[図20]実施形態2に係るロータコアの第1ポールコアの斜視図である。

[図21]実施形態2に係るロータコアの第1ポールコアと第2ポールコアを組み合わせた状態を示す斜視図である。

[図22]変形例8におけるステータとロータの配置状態を示す1磁極分の部分平面図である。

[図23]変形例9に係るロータの軸方向に沿う断面図である。

[図24]変形例10に係る回転電機の軸方向に沿う模式断面図である。

[図25]実施形態3におけるステータとロータの配置状態を示す2磁極分の部

分平面図である。

[図26]変形例 1 1 におけるステータとロータの配置状態を示す 2 磁極分の部分平面図である。

[図27]実施形態 4 におけるステータとロータの配置状態を示す 1 磁極分の部分平面図である。

[図28]変形例 1 2 におけるステータとロータの配置状態を示す 1 磁極分の部分平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明に係る回転電機の実施形態について図面を参照して具体的に説明する。

[0015] [実施形態 1]

実施形態 1 の回転電機 1 は、車両用の電動発電機であって、図 1 に示すように、ハウジング 10 と、ステータコア 22 及びステータコイル 21 を有し電機子として働くステータ 20 と、埋設された複数の永久磁石により周方向に極性が交互に異なる磁極が形成されて界磁として働くロータ 30 と、電力変換装置 50 とを備えている。電力変換装置 50 は、ステータコイル 21 と入出力線 17 等で接続されている。ハウジング 10 は、一端が開口した有底円筒状の一对のハウジング部材 10a, 10b が開口部同士で接合されて、概ね円筒状に形成されている。

[0016] ステータ 20 は、円筒状に形成されて周方向に配列された複数のスロット 25 を有するステータコア 22 と、複数の導体セグメント（導線）23 により構成されたセグメント型のステータコイル 21 と、ステータコア 22 及びステータコイル 21 間を電気絶縁する絶縁シート部材 24 とを備えている。このステータ 20 は、一对のハウジング部材 10a, 10b 間でそれらにステータコア 22 の外周部が挟持されることによりハウジング 10 に固定されている（図 1 参照）。

[0017] ステータコア 22 は、円筒状の複数の電磁鋼板を軸方向に積層して形成された一体型のものである。このステータコア 22 は、図 2 に示すように、外

周部を構成する円筒状のバックコア 22 a と、バックコア 22 a から径方向内側へ突出し周方向に所定距離を隔てて配列された複数のティース 22 b とからなる。ステータコア 22 の隣接する二つのティース 22 b 間には、ステータコア 22 に巻装されるステータコイル 21 を収容できるように、軸方向に貫通するスロット 25 が周方向に等間隔に形成されている。実施形態 1 の場合、一つのスロット 25 の周方向両側を区画する隣り合う二つのティース 22 b の互いに対向する対向面（周方向側面）は、平行となるようにされている。よって、各ティース 22 b は、径方向内側の突出先端に向かって僅かに先細り状となるように形成されている。

[0018] スロット 25 は、ロータ 30 の磁極数（実施形態 1 では 16 極）に対応して、ステータコイル 21 の一相当たり n (n は 2 以上の自然数) 個の割合で形成されており、スロット倍数 n が 2 とされている。よって、実施形態 1 の場合、スロット 25 の数は、 $16 \times 3 \times 2 = 96$ より 96 個とされている。また、ロータ 30 の回転軸線 O を中心とするスロット 25 の周方向のスロットピッチ γ は、 $360^\circ / 96 = 3.75^\circ$ より 3.75° とされている。スロットピッチ γ は、スロット 25 の周方向中心と回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L_3 , L_3 のなす角度で規定される。なお、スロット 25 及びティース 22 b は、それぞれ周方向に等間隔に形成されているので、スロットピッチ γ は、ティース 22 b の周方向のピッチと同じである。

[0019] ステータコア 22 のスロット 25 に巻装されたステータコイル 21 は、3 相の相巻線よりなり、分布巻きにて巻装されている。このステータコイル 21 は、接合端部 23 f（図 5 参照）同士が互いに接合された複数の U 字形状の導体セグメント 23 により構成されている。導体セグメント 23 は、図 3 に示すように、例えば銅やアルミ等の導電性金属材料よりなる矩形断面の導体部 23 j と、内層 231 k 及び外層 232 k からなり導体部 23 j の外周面を覆う 2 層構造の絶縁皮膜 23 k とからなる角線で形成されている。なお、接合端部 23 f は、絶縁皮膜 23 k が剥離されて内部の導体部 23 j が露出した状態になっており、異なる導体セグメント 23 の所定の接合端部 23

f 同士が接合された後、絶縁処理が施されている。

[0020] 導体セグメント23は、図4に示すように、一对の直線部23g、23gとそれぞれの直線部23g、23gの一端部同士を連結するターン部23hとからなるU字形状のものが採用されている。図4には、隣接する2個のスロット25A、25Bにそれぞれ挿入配置される大小で対をなす二組の導体セグメント23（大セグメント231、小セグメント232）が示されている。この場合、対をなす大小セグメント231、232は、それら的一对の直線部（23g1、23g2）（23g3、23g4）が、5スロットピッチ離れた2個のスロット25A、25C（図8参照）に軸方向一端側（図2の紙面裏側、図4の上側）から挿入される。

[0021] 即ち、大セグメント231は、一方の直線部23g1が一方のスロット25Aの第4層（最外層）に挿入され、他方の直線部23g2がステータコア22の反時計回り方向（図2、図4の矢印Y方向）に5スロットピッチ離れた他方のスロット（図示せず）の第1層（最内層）に挿入される。そして、小セグメント232は、一方の直線部23g3が一方のスロット25Aの第3層に挿入され、他方の直線部23g4がステータコア22の反時計回り方向に5スロットピッチ離れた他方のスロット（図示せず）の第2層に挿入される。このようにして、全スロット25に対して偶数本の導体セグメント23の直線部23gが挿入配置される。実施形態1の場合には、各スロット25内に合計4本の直線部23g1～23g4が径方向1列に配置される。

[0022] 上記のようにして、軸方向一端側から各スロット25内に挿入された大小セグメント231、232は、図5に示すように、直線部23g1～23g4の開放端部が、各スロット25から軸方向他端側（図5の上側）に延出している。そして、大小セグメント231、232の対をなす直線部（23g1、23g2）（23g3、23g4）の開放端部が、ステータコア22の軸方向端面に対して所定の角度をもって斜めに斜行するように互いに周方向反対側へ捻られて、概ね2.5スロットピッチ分の長さの斜行部23eが形成されている。

- [0023] 対をなす大小セグメント231, 232は、図5に示すように、スロット25内に收容され軸方向に沿って直線状に延びる一对のスロット收容部23a、23aと、スロット25から軸方向に露出し周方向に延び出すコイルエンド部とを有する。コイルエンド部は、各スロット收容部23a、23aの一端部同士を連結するように一体に設けられてスロット25の軸方向一端側（回転電機1のリア側で図1の右側）から突出するターン側エンド部23bと、各スロット收容部23a、23aの他端に一体に設けられてスロット25の軸方向他端側（回転電機1のフロント側で図1の左側）から突出する一对の接合側エンド部23c、23cとから構成されている。
- [0024] ターン側エンド部23bは、その先端に湾曲変形により形成された略V字状のターン部23hを有している。一方、接合側エンド部23cは、周方向に捻られてステータコア22の軸方向端面に対して所定の角度をもって斜めに斜行する斜行部23eと、この斜行部23eの先端に屈曲変形により一体に形成された接合端部23fとを有している。
- [0025] ステータコア22の各スロット25には、それぞれ偶数本（本実施形態では4本）の電気導体（各導体セグメント23のスロット收容部23a）が收容されている。一つのスロット25内に收容された4本の電気導体は、図6に示すように、ステータコア22の内周側から第1層、第2層、第3層、第4層の順で1列に配置されている。各スロット25内に收容されたこれらの電気導体が所定のパターンで接続されることにより、ステータコイル21が形成される。
- [0026] 各スロット25内の電気導体は、ステータコア22の軸方向一端側（図5の下側）のターン側エンド部23bにおいては、ターン部23hを経由することにより電氣的に接続されている。これにより、ステータコア22の軸方向一端側には、スロット25から突出した多数のターン部23hによって第1コイルエンド部が形成されている。また、ステータコア22の軸方向他端側（図5の上側）の接合側エンド部23cにおいては、接合端部23f同士が溶接等の手段で接合されることにより電氣的に接続されている。これによ

り、ステータコア 22 の軸方向他端側には、スロット 25 から突出した多数の接合側エンド部 23 c によって第 2 コイルエンド部 21 b が形成されている（図 7 参照）。

[0027] 各スロット 25 内の 1 本の電気導体（スロット収容部 23 a）は、5 スロットピッチ離れた他のスロット 25 内の 1 本の電気導体（スロット収容部 23 a）と対をなしている。例えば、図 8 に示すように、一方のスロット 25 A の第 1 層に収容された電気導体 23 1 a は、ステータコア 22 の時計回り方向（図 4、図 5、図 8 の矢印 X 方向）に向かって 5 スロットピッチ離れた他方のスロット 25 C の第 4 層に収容された電気導体 23 1 b と対をなしている。同様に、一方のスロット 25 A の第 2 層に収容された電気導体 23 2 a は、ステータコア 22 の時計回り方向（矢印 X 方向）に向かって 5 スロットピッチ離れた他方のスロット 25 C の第 3 層に収容された電気導体 23 2 b と対をなしている。

[0028] そして、ステータコア 22 の軸方向一端側のターン側エンド部 23 b において、これらの対をなす電気導体、即ち、第 1 層の電気導体 23 1 a と第 4 層の電気導体 23 1 b とは、ターン部 23 h（23 1 c）を経由することにより接続されている。また、第 2 層の電気導体 23 2 a と第 3 層の電気導体 23 2 b とは、ターン部 23 h（23 2 c）を経由することにより接続されている。

[0029] 即ち、ターン側エンド部 23 b においては、一つのスロット 25 内に収容された第 1 層の電気導体 23 1 a と第 2 層の電気導体 23 2 a が、当該スロット 25 からステータコア 22 の時計回り方向（矢印 X 方向）に向かって延出している。また、一つのスロット 25 内に収容された第 4 層の電気導体 23 1 b と第 3 層の電気導体 23 2 b が、当該スロット 25 からステータコア 22 の反時計回り方向（図 4、図 5、図 8 の矢印 Y 方向）に向かって延出している。

[0030] また、一つのスロット 25 内に収容された第 2 層の電気導体 23 2 a は、ステータコア 22 の時計回り方向（矢印 X 方向）に向かって 5 スロットピッチ

チ離れた他のスロット25内の第1層の電気導体231a'とも対をなしている。これら対をなす第2層の電気導体232aと第1層の電気導体231a'は、ステータコア22の軸方向他端側の接合側エンド部23cにおいて、接合端部23f同士(232dと231d')の接合により接続されている(図5参照)。

[0031] 同様に、一つのスロット25内に収容された第4層の電気導体231b'は、ステータコア22の時計回り方向(矢印X方向)に向かって5スロットピッチ離れた他のスロット25内の第3層の電気導体232bとも対をなしている。これら対をなす第4層の電気導体231b'と第3層の電気導体232bは、ステータコア22の軸方向他端側の接合側エンド部23cにおいて、接合端部23f同士(231e'と232e)の接合により接続されている(図5参照)。

[0032] 即ち、接合側エンド部23cにおいては、一つのスロット25内に収容された第1層の電気導体231aと第3層の電気導体232b'が、当該スロット25からステータコア22の反時計回り方向(矢印Y方向)に向かって延出している。また、一つのスロット25内に収容された第2層の電気導体232aと第4層の電気導体231b'が、当該スロット25からステータコア22の時計回り方向(矢印X方向)に向かって延出している。

[0033] 上記のようにして、ステータコア22の軸方向他端側の接合側エンド部23cにおいて、導体セグメント23の所定の接合端部23f同士が溶接等により接合されて所定のパターンで電氣的に接続される。これにより、所定の導体セグメント23が直列に接続されることによって、ステータコア22のスロット25に沿って周方向に波巻きで巻かれた3本の相巻線(U相、V相、W相)よりなるステータコイル21が形成される。この場合、ステータコイル21の各相巻線は、隣接する(n+1)個(実施形態1の場合n=2で3個)のスロット25に渡って5スロットピッチの短節巻きにて巻装されている。

[0034] 即ち、各相巻線は、図2に示すように、各スロット25の内周側に収容さ

れた2本の電気導体（第1層及び第2層）が、ステータコア22の時計回り方向（矢印X方向）に向かって5スロットピッチ離れたスロット25の外周側に收容された2本の電気導体（第3層及び第4層）と接続している。そのため、実施形態1ではスロット倍数 n が2とされていることから、同一相の相巻線が收容されるスロット25は、第1層及び第2層が收容される内周側と第3層及び第4層が收容される外周側とで、周方向に1スロットピッチずれた状態になっている。

[0035] 具体的には、図2に示すように、第1層及び第2層が收容される内周側では、ステータコア22の反時計回り方向（矢印Y方向）に向かって、U相、V相、W相の各相巻線が收容されるスロット25が2個ずつ順番に繰り返すように配置されている。また、第3層及び第4層が收容される外周側では、内周側に対して、ステータコア22の反時計回り方向（矢印Y方向）へ1スロットピッチずれた状態で、U相、V相、W相の各相巻線が收容されるスロット25が2個ずつ順番に繰り返すように配置されている。これにより、各相巻線は、ステータコア22の隣接する $(n+1)$ 個（ $n=2$ で3個）のスロット25に渡って巻装されている。

[0036] なお、実施形態1のステータコイル21は、基本となるU字形状の導体セグメント23により、各相巻線がステータコア22の周りを4周するように形成される。このとき、ステータコイル21の各相巻線について、出力用引き出し線又は中性点用引き出し線を一体に有するセグメント、並びに1周目と2周目、2周目と3周目、3周目と4周目をそれぞれ接続するターン部を有するセグメントは、基本となる導体セグメント23とは異なる異形セグメント（図示せず）で構成される。これら異形セグメントを用いて、ステータコイル21の各相巻線が星型結線により結線される。

[0037] ロータ30は、図1に示すように、ハウジング10に軸受11を介して回転可能に両端が支持されたシャフト13と一体になって回転するもので、ハウジング10内において、ステータコア22と所定のエアギャップGを介して径方向に対向して同軸状に配置されている。このロータ30は、ステータ

コア 2 2 と所定のエアギャップ G を介して径方向に対向して同軸状に配置され、周方向に配列された複数の磁石収容部 3 2 を有するロータコア 3 1 と、磁石収容部 3 2 に収容されて周方向に極性が交互に異なる磁極を形成する複数の永久磁石 3 3 とを含んで構成されている。

[0038] ロータコア 3 1 は、中央に貫通孔 3 1 a を有する円筒状の複数の鋼板を軸方向に積層して厚肉円筒状に形成されており、シャフト 1 3 の外周に貫通孔 3 1 a を嵌合することにより固定されている。ロータコア 3 1 の外周部には、軸方向に貫通する複数（実施形態 1 では 16 個）の磁石収容部 3 2 が周方向に所定距離を隔てて設けられている。磁石収容部 3 2 は、ロータコア 3 1 の外周側に長辺が位置し内周側に短辺が位置する台形の断面形状を有する。

[0039] 各磁石収容部 3 2 には、断面形状が矩形（長方形）の永久磁石 3 3 が 1 個ずつ埋め込まれている。これにより、ロータコア 3 1 の外周部には、各磁石収容部 3 2 に埋め込まれた永久磁石 3 3 によって、周方向に極性が交互に異なる複数の磁極（実施形態 1 では 16 極（N 極：8、S 極：8））が形成されている。永久磁石 3 3 は、長方形断面形状の長辺が磁石収容部 3 2 の台形断面形状の短辺よりも僅かに短い大きさに形成されている。よって、各磁石収容部 3 2 に収容された永久磁石 3 3 の周方向両側には、断面形状が三角形の磁氣的隙部 3 4 がそれぞれ形成されている。この場合、ロータ 3 0 の回転軸線 O を中心とする磁極のアークレシオ α は、磁石収容部 3 2 に収容された永久磁石 3 3 の外周側平面の周方向両端と回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L 1, L 1 のなす角度で規定される。

[0040] ロータコア 3 1 の外周面には、周方向に隣接する 2 つの磁極の間部分と対応する部位に、径方向内側に凹んだ複数の凹部 3 5 が周方向に所定距離を隔てて設けられている。これにより、ロータコア 3 1 の外周面の周方向に隣接する 2 つの凹部 3 5 の間には、ステータコア 2 2 と対向して磁束を授受する磁束授受面 3 6 が形成されている。ロータ 3 0 の回転軸線 O を中心とする各磁束授受面 3 6 の周方向角度範囲 β は、磁束授受面 3 6 の周方向両端と回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L 2, L 2 のなす角度で規定される。

- [0041] この場合、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、磁極のアークレシオ α よりも小さくされており、 $\beta < \alpha$ となる関係に設定されている。これにより、ステータ 20 とロータ 30 との間に流れる磁束は、 $\beta < \alpha$ の関係から、磁極のアークレシオ α の範囲において、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β で設定された磁束よりも大きく生み出されるようにされている。
- [0042] また、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、スロット倍数 n 及びスロットピッチ γ との関係において、 $\beta \leq 2n\gamma$ を満たすように設定されている。具体的には、 $n = 2$ 、 $\gamma = 3.75^\circ$ から、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq 2 \times 2 \times 3.75^\circ = 15^\circ$ とされ、ステータコア 22 の内周面に対して 4 スロットピッチ以下の範囲となるように設定されている。即ち、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、同相の相巻線において電流が流れる向きが互いに逆方向となる電気導体（スロット収容部 23a）が収容された 2 つのスロット 25 の間隔（4 スロットピッチ）以下となるように設定されている。これにより、各相巻線の同相内で反磁界が生まれないようにされている。
- [0043] 以上のように構成された実施形態 1 の車両用の回転電機 1 は、電力変換装置 50 から供給される電力変換された駆動電流に基づいてステータ 20 を励磁させると、その励磁作用によって回転トルク（動力となる場合を含む）が発生してロータ 30 が回転する。この場合、回転電機 1 は電動機として作動する。発生した回転トルクは、ロータ 30 及びシャフト 13 から例えば車軸などの駆動部に出力される。
- [0044] また、電力変換装置 50 が電力変換信号を出力せず、かつ、エンジンの作動により出力軸の回転力がシャフト 13 に伝達された場合には、ロータ 30 も回転するので、ステータ 20 のステータコイル 21 に逆起電力が発生する。発生した逆起電力（回生電力）は、電力変換装置 50 を介してバッテリーに充電することができる。この場合、回転電機 1 は発電機として作動する。
- [0045] 以上のように、実施形態 1 の回転電機 1 によれば、スロット倍数が n とされ、ステータコイル 21 の各相巻線は、隣接する $(n + 1)$ 個のスロット 2

5に渡って短節巻きにて巻装され、ロータ30の回転軸線Oを中心として、磁極のアークレシオを α とし、磁束授受面36の周方向角度範囲を β とし、スロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。これにより、ステータ20とロータ30との間に磁束が流れる際に、ステータコイル21の各相巻線の同相内に反磁界が生まれないようにされているので、ステータ20とロータ30との間に流れる磁束を効率よく獲得することができる。

[0046] また、実施形態1では、ロータコア31の磁束授受面36の周方向両側に、径方向に凹んだ凹部35が設けられているため、磁束授受面36の周方向角度範囲 β （周方向幅）の設定を簡易に行うことができる。

[0047] 〔変形例1〕

上記の実施形態1のロータ30は、図9に示す変形例1のロータ30のように、ロータコア31の磁束授受面36の周方向両端部、即ち、磁束授受面36と凹部35の径方向及び軸方向に広がる側面35aとが交わる角部に、円弧面状の面取り37を施すようにしてもよい。この場合、磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、磁束授受面36の接線と凹部35の側面35aの接線とが交わる交点P1、P1と、ロータ30の回転軸線Oとをそれぞれ結ぶ2本の直線L4、L4のなす角度で規定される。また、円弧面状のR面取りに代えて、平面状のC面取りとしてもよい。

[0048] 〔変形例2〕

上記の実施形態1のロータ30は、図10に示す変形例2のロータ30のように、2個で対をなしステータ20側に向かうにつれて互いに離間するようにV字状に配置された複数対の磁石収容部32aを有するロータコア31と、V字状に配置された対をなす磁石収容部32aに収容されてそれぞれ一つの磁極を形成する複数対の永久磁石33aとで構成するようにしてもよい。

[0049] この場合、一对の永久磁石33aにより形成される一つの磁極のアークレシオ α は、各永久磁石33aの反磁極中心側で最外周側に位置する角部と、

ロータ 30 の回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L 5, L 5 のなす角度で規定される。なお、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、実施形態 1 と同様である。変形例 2 によれば、各磁極の磁力を強化することができる。

[0050] 〔変形例 3〕

変形例 3 のロータ 30 は、図 11 に示すように、一对の永久磁石 33 a により一つの磁極が形成されている変形例 2 のロータ 30 に対して、各磁極に更に永久磁石 33 b を付加したものである。この場合、ロータコア 31 の V 字状に配置された対をなす磁石収容部 32 a の中間部外周側に、長辺が周方向に延びる長方形断面の磁石収容部 32 b が設けられており、この磁石収容部 32 b に長方形断面の永久磁石 33 b が収容配置されている。この場合、各磁極のアークレシオ α は、変形例 2 と同様である。変形例 3 によれば、各磁極の磁力を変形例 2 より更に強化することができる。

[0051] 〔変形例 4〕

変形例 4 のロータ 30 は、図 12 及び図 13 に示すように、強磁性体の粉末を圧縮して固めた圧粉磁心よりなるロータコア 31 と、ロータコア 31 内に形成された磁石収容部 32 c に収容されて周方向に極性が交互に異なる磁極を形成する複数の永久磁石 33 c とから構成されている。ロータコア 31 は、周方向に分割された複数の分割コア 31 b を円筒状に組み付けてなるいわゆるかご形のものである。

[0052] このロータコア 31 には、軸方向一端側（図 12 の下側）の端面に開口し、所定の径方向幅で周方向に 1 周するように円筒状に形成された磁石収容部 32 c が設けられている。この磁石収容部 32 c には、周方向に極性が交互に異なる複数の磁極（変形例 4 では 16 極（N 極：8、S 極：8））を形成する複数の長方形断面の永久磁石 33 c が収容配置されている。各永久磁石 33 c は、接着剤などでロータコア 31 に固定されている。この場合、ロータ 30 の回転軸線 O を中心とする磁極のアークレシオ α は、永久磁石 33 c の外周側平面の周方向両端と回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L 6, L 6 のなす角度で規定される。

[0053] ロータコア31の外周面には、径方向内側に凹んだ複数（変形例4では16個）の凹部35が周方向に所定距離を隔てて設けられている。これにより、ロータコア31の外周面の隣接する2つの凹部35の間には、ステータコア22と対向して磁束を授受する磁束授受面36が形成されている。ロータ30の回転軸線Oを中心とする各磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、実施形態1と同様に、磁束授受面36の周方向両端と回転軸線Oとをそれぞれ結ぶ2本の直線L7、L7のなす角度で規定される。なお、変形例4の場合にも、磁極のアークレシオ α 及び磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、実施形態1と同様に、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ の関係を満たすように設定されている。

[0054] [変形例5]

変形例5のロータ30は、図14に示すように、変形例4と同様に形成されたかご形のロータコア31の磁石収容部32dに、永久磁石33d、33eをハルバツハ配列で配置したものである。この場合、永久磁石33d、33eは、周方向に極性が交互に異なる磁極を形成するように、永久磁石33d、33eの配向方向が径方向及び周方向の2方向を向くように配置されている。各永久磁石33d、33eは、接着剤などでロータコア31に固定されている。なお、変形例5の場合にも、磁極のアークレシオ α 及び磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、変形例4と同様に規定され、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ の関係を満たすように設定されている。

[0055] 変形例5の場合には、配向方向が周方向を向くように配置される永久磁石33eが存在し、無効となる磁力が存在するが、変形例5によれば、無効磁束を下げ、その永久磁石33eのもつ特性を十分に発揮させることができる。その結果、求められる磁力の向上に付随し、パーミアンスが上昇し、耐熱性が向上する。

[0056] [変形例6]

変形例6のロータ30は、図15に示すように、変形例4と同様に形成されたかご形のロータコア31に埋め込まれる永久磁石33fとして、円筒状

に形成されて周方向に複数の磁極が着磁された等方性磁石を採用したものである。この等方性磁石は、周方向に極性が交互に異なるように形成された複数の磁極（変形例 6 では 12 極（N 極：6、S 極：6））を有する。よって、ロータコア 31 の外周面には、それぞれ 12 個の凹部 35 と磁束授受面 36 が周方向に交互に配置されている。

[0057] この場合、ロータ 30 の回転軸線 O を中心とする各磁極のアークレシオ α は、各磁極の反磁極中心側で最外周側に位置する角部と、回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L8、L8 のなす角度で規定される。具体的には、アークレシオ α は、6 スロットピッチで 22.5° とされている。また、各磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、変形例 4 と同様に、2 本の直線 L7、L7 のなす角度で規定される。なお、変形例 6 の場合にも、磁極のアークレシオ α 及び磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、実施形態 1 と同様に、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ の関係を満たすように設定されている。

[0058] [変形例 7]

変形例 7 は、図 16 に示すように、ステータコア 22 の内周部に設けられた各ティース 22b の突出先端部に、周方向両側に張り出す鏑部 22c を有する点で、上記実施形態 1 のステータコア 22 と異なる。この場合、ロータ 30 の回転軸線 O を中心として、ティース 22b の周方向中心から鏑部 22c の周方向先端までの周方向角度範囲を δ としたときに、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq 2n\gamma - 2\delta$ とされている。なお、周方向角度範囲 δ は、ティース 22b の周方向中心と回転軸線 O を結ぶ直線 L9 と、鏑部 22c の周方向先端と回転軸線 O を結ぶ直線 L10 とのなす角度により規定される。

[0059] 変形例 7 のように、各ティース 22b の突出先端部に鏑部 22c を有する場合には、磁束授受面 36 の周方向角度範囲 β を上記の範囲に設定することで、ステータ 20 とロータ 30 との間に流れる磁束を効率よく獲得することができる。

[0060] [実施形態 2]

上記実施形態１の回転電機１では、永久磁石埋め込み型のロータ３０が採用されていたのに対して、実施形態２の回転電機２は、ランデル型コア４１及び界磁コイル４４を有する電磁石型のロータ４０が採用されている点で異なる。よって、実施形態１と共通する部材や構成についての詳しい説明は省略し、以下、図１７～図２１を参照して異なる点及び重要な点を説明する。なお、実施形態１と共通する部材については同じ符号を用いる。

[0061] 実施形態の回転電機２は、車両用の電動発電機であって、図１７に示すように、ハウジング１０と、ステータコア２２及びステータコイル２１を有し電機子として働くステータ２０と、ランデル型コア４１及び界磁コイル４４を有し界磁として働くロータ４０と、電力変換装置５０とを備えている。実施形態２のハウジング１０、ステータ２０及び電力変換装置５０は、実施形態１と同じであるので、実施形態１の説明及び図１～図８等を援用し、詳しい説明は省略する。

[0062] ロータ４０は、図１７に示すように、ハウジング１０に軸受１１を介して回転可能に両端が支持されたシャフト１３と一体になって回転するもので、フロント側の第１ポールコア４２とリア側の第２ポールコア４３を軸方向に組み付けてなるランデル型コア４１と、ランデル型コア４１に巻装された界磁コイル４４と、を備えている。

[0063] ランデル型コア４１の第１ポールコア４２は、図１８及び図２０に示すように、シャフト１３の外周に嵌合固定された円筒状のボス部４２ａと、ボス部４２ａの軸方向一端部から径方向に延びるディスク部４２ｂと、ディスク部４２ｂの外周部から軸方向に沿ってボス部４２ａ側に延びる複数（実施形態２では８個）の第１爪磁極部４２ｃとからなる。また、第２ポールコア４３は、図１７及び図２１に示すように、第１ポールコア４２と同様に構成されており、ボス部４３ａと、ディスク部４３ｂと、８個の第２爪磁極部４３ｃとからなる。

[0064] 第１ポールコア４２と第２ポールコア４３は、それぞれの第１爪磁極部４２ｃと第２爪磁極部４３ｃを互い違いに向かい合わせるようにして、両ボス

部 4 2 a, 4 3 a の軸方向端面同士が接面する状態に組み付けられている (図 1 7 及び図 2 1 参照)。これにより、第 1 爪磁極部 4 2 c と第 2 爪磁極部 4 3 c が、周方向に所定距離を隔てて交互に配置されている。そして、両ボス部 4 2 a, 4 3 a の外周面と第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c との間の空間部に、絶縁処理された導体線を円筒状かつ同心状に巻回してなる界磁コイル 4 4 が配置されている。この界磁コイル 4 4 への通電によって、第 1 爪磁極部 4 2 c と第 2 爪磁極部 4 3 c が互いに異なる極性に磁化される。実施形態 2 の場合には、第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c が 8 個ずつ設けられているので、16 極 (N 極 : 8、S 極 : 8) の磁極が形成されるようになっている。

[0065] 第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c は、軸方向根元側 (ディスク部 4 2 b, 4 3 b 側) から先端側に向かって徐々に細くなる先細り状に形成されている。そして、第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c の周方向両側の側面と外周面とが交わる角部には、平面状の面取り 4 2 d, 4 3 d が施されている。第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c のそれぞれ周方向両側で対をなす面取り 4 2 d, 4 3 d の間に位置する外周面は、ステータコア 2 2 と対向して磁束を授受する磁束授受面 4 6 となっている。

[0066] 第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c のロータ 4 0 の回転軸線 O を中心とするアークレシオ α は、図 1 9 に示すように、第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c の周方向両側の側面と面取り 4 2 d, 4 3 d とが交わる角部と回転軸線 O とをそれぞれ結ぶ 2 本の直線 L 1 1, L 1 1 のなす角度で規定される。この場合、第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c のアークレシオ α は、第 1 及び第 2 爪磁極部 4 2 c, 4 3 c が軸方向に先細り状に形成されていることから軸方向に変化しており、軸方向根元側が最大角 $\alpha_{\max}$ となっている。

[0067] このアークレシオ α の最大角 $\alpha_{\max}$ は、スロット倍数 n 及びスロットピッチ γ との関係において、 $\alpha_{\max} \geq 3 n \gamma$ を満たすように設定されている。具体的には、 $n = 2$ 、 $\gamma = 3.75^\circ$ から、アークレシオ α の最大角 $\alpha_{\max}$ は、 $\alpha_{\max} \geq 3 \times 2 \times 3.75^\circ = 22.5^\circ$ とされ、ステータコア 2 2 の内周面に対

して6スロットピッチ以上の範囲となるように設定されている。

[0068] また、第1及び第2爪磁極部42c、43cの磁束授受面46の周方向角度範囲を β は、磁束授受面46の周方向両端と回転軸線Oとをそれぞれ結ぶ2本の直線L12、L12のなす角度で規定される。この場合、磁束授受面46の周方向角度範囲 β は、第1及び第2爪磁極部42c、43cのアークレシオ α よりも小さくされており、 $\beta < \alpha$ となる関係に設定されている。これにより、ステータ20とロータ40との間に流れる磁束は、 $\beta < \alpha$ の関係から、第1及び第2爪磁極部42c、43cのアークレシオ α の範囲において、磁束授受面46の周方向角度範囲 β で設定された磁束よりも大きく生み出されるようにされている。

[0069] また、磁束授受面46の周方向角度範囲 β は、スロット倍数 n 及びスロットピッチ γ との関係において、 $\beta \leq 2n\gamma$ を満たすように設定されている。具体的には、実施形態1と同様に、 $n=2$ 、 $\gamma=3.75^\circ$ から、磁束授受面46の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq 2 \times 2 \times 3.75^\circ = 15^\circ$ とされ、ステータコア22の内周面に対して4スロットピッチ以下の範囲となるように設定されている。即ち、磁束授受面46の周方向角度範囲 β は、同相の相巻線において電流が流れる向きが互いに逆方向となる電気導体（スロット収容部23a）が収容された2つのスロット25の間隔（4スロットピッチ）以下となるように設定されている。これにより、各相巻線の同相内で反磁界が生まれないようにされている。

[0070] 以上のように構成された実施形態2の車両用の回転電機2は、電力変換装置50から供給される電力変換された駆動電流に基づいてステータ20を励磁させると、その励磁作用によって回転トルク（動力となる場合を含む）が発生してロータ40が回転する。この場合、回転電機2は電動機として作動する。発生した回転トルクは、ロータ40及びシャフト13から例えば車軸などの駆動部に出力される。

[0071] また、電力変換装置50が電力変換信号を出力せず、かつ、エンジンの作動により出力軸の回転力がシャフト13に伝達された場合には、ロータ40

も回転するので、ステータ20のステータコイル21に逆起電力が発生する。発生した逆起電力（回生電力）は、電力変換装置50を介してバッテリーに充電することができる。この場合、回転電機2は発電機として作動する。

[0072] 以上のように、実施形態2の回転電機2によれば、スロット倍数が n とされ、ステータコイル21の各相巻線は、隣接する $(n+1)$ 個のスロット25に渡って短節巻きにて巻装され、ロータ30の回転軸線Oを中心として、第1及び第2爪磁極部42c, 43cのアークレシオを α とし、磁束授受面36の周方向角度範囲を β とし、スロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされて、アークレシオ α の最大角 $\alpha_{\max}$ が、 $\alpha_{\max} \geq 3n\gamma$ とされている。これにより、ステータ20とロータ40との間に磁束が流れる際に、ステータコイル21の各相巻線の同相内に反磁界が生まれないようにされているので、ステータ20とロータ40との間に流れる磁束を効率よく獲得することができるなど実施形態1と同様の作用及び効果を奏する。

[0073] また、実施形態2では、ランデル型コア41及び界磁コイル44を有する電磁石型のロータ40が採用されているので、2次元平面が軸方向に連続する実施形態1の永久磁石埋め込み型のロータ30に比べ、ステータ20の軸方向端面付近では、 $\beta \geq 3n$ とすることができるので、磁力強化を図ることができる。

[0074] 〔変形例8〕

変形例8は、図22に示すように、変形例7と同様に、ステータコア22の内周部に設けられた各ティース22bの突出先端部に、周方向両側に張り出す鏑部22cを有する点で、上記実施形態2のステータコア22と異なる。この場合、ロータ30の回転軸線Oを中心として、ティース22bの周方向中心から鏑部22cの周方向先端までの周方向角度範囲を δ としたときに、磁束授受面46の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq 2n\gamma - 2\delta$ とされている。なお、周方向角度範囲 δ は、ティース22bの周方向中心と回転軸線Oを結ぶ直線L9と、鏑部22cの周方向先端と回転軸線Oを結ぶ直線L10とのなす角度により規定される。

[0075] 変形例 8 のように、各ティース 22b の突出先端部に鏑部 22c を有する場合には、磁束授受面 46 の周方向角度範囲 β を上記の範囲に設定することで、ステータ 20 とロータ 40 との間に流れる磁束を効率よく獲得することができる。

[0076] 〔変形例 9〕

変形例 9 は、図 23 に示すように、上記実施形態 2 のランデル型コア 41 及び界磁コイル 44 を有する電磁石型のロータ 40 において、シャフト 13 の内部に液体冷媒が軸方向に流通する第 1 流通路 15 を有するようにしたものである。変形例 9 によれば、電磁石型のロータ 40 内に設けられた流通路 15 に液体冷媒を流通させることで、発熱する界磁コイル 44 を集中的に冷却することができる。

[0077] 〔変形例 10〕

変形例 10 は、図 24 に示すように、上記変形例 9 の第 1 流通路 15 を有するロータ 40 に対して、更にシャフト 13 の軸方向中央部において放射方向に延びる複数の第 2 流通路 16 を付加したものである。この第 2 流通路 16 は、径方向内側が第 1 流通路 15 と連通し、径方向外方側がランデル型コア 41 を構成する第 1 及び第 2 ポールコア 42, 43 の両ボス部 42a, 43a の外周面に開口している。なお、ハウジング 10 の下方部には、第 2 流通路 16 から放出された液体冷媒を回収するドレン孔 19 が設けられている。

[0078] 変形例 10 によれば、ロータ 40 の回転時の遠心力によって、液体冷媒が第 1 流通路 15 から第 2 流通路 16 を通って放射方向に放出されるため、界磁コイル 44 及び第 1 及び第 2 爪磁極部 42c, 43c を液体冷媒で直接的に冷却することができる。これにより、効率よく冷却することができるので、良好な冷却効果を得ることができる。

[0079] 〔実施形態 3〕

上記実施形態 1 の回転電機 1 では、3 相の相巻線よりなるステータコイル 21 が採用されていたのに対して、実施形態 3 の回転電機は、6 相の相巻線

よりなるステータコイル 21 が採用されている点で異なる。よって、実施形態 1 と共通する部材や構成についての詳しい説明は省略し、以下、図 3 ～ 図 8、図 25 を参照して異なる点及び重要な点を説明する。なお、実施形態 1 と共通する部材については同じ符号を用いる。

[0080] 実施形態 3 の 6 相の相巻線よりなるステータコイル 21 は、実施形態 1 と同様に、図 4 に示す大小で対をなす U 字形状の導体セグメント 23（大セグメント 231，小セグメント 232）を採用して形成されている。この場合、対をなす一組の大小セグメント 231，232 は、それらの一对の直線部（23g1，23g2）（23g3，23g4）が、5 スロットピッチ離れた 2 個のスロット 25A，25C（図 8 参照）に軸方向一端側（図 4 の上側、図 25 の紙面裏側）から挿入されている。

[0081] 即ち、大セグメント 231 は、一方の直線部 23g1 が一方のスロット 25A の第 4 層（最外層）に挿入され、他方の直線部 23g2 がステータコア 22 の反時計回り方向（図 4、図 25 の矢印 Y 方向）に 5 スロットピッチ離れた他方のスロット（図示せず）の第 1 層（最内層）に挿入される。そして、小セグメント 232 は、一方の直線部 23g3 が一方のスロット 25A の第 3 層に挿入され、他方の直線部 23g4 がステータコア 22 の反時計回り方向に 5 スロットピッチ離れた他方のスロット（図示せず）の第 2 層に挿入される。このようにして、全スロット 25 に対して偶数本の導体セグメント 23 の直線部 23g が挿入配置される。実施形態 3 の場合には、各スロット 25 内に合計 4 本の直線部 23g1 ～ 23g4 が径方向 1 列に配置される（図 6、図 8 参照）。

[0082] この場合、各スロット 25 内の 1 本の電気導体（スロット収容部 23a）は、5 スロットピッチ離れた他のスロット 25 内の 1 本の電気導体（スロット収容部 23a）と対をなしている。例えば、図 8 に示すように、一方のスロット 25A の第 1 層に収容された電気導体 231a は、ステータコア 22 の時計回り方向（図 4、図 5、図 8、図 25 の矢印 X 方向）に向かって 5 スロットピッチ離れた他方のスロット 25C の第 4 層に収容された電気導体 2

3 1 bと対をなしている。同様に、一方のスロット 2 5 Aの第 2 層に収容された電気導体 2 3 2 aは、ステータコア 2 2の時計回り方向（矢印 X 方向）に向かって 5 スロットピッチ離れた他方のスロット 2 5 Cの第 3 層に収容された電気導体 2 3 2 bと対をなしている。

[0083] そして、実施形態 1と同様に、大小セグメント 2 3 1, 2 3 2の、各スロット 2 5から軸方向他端側（図 5の上側）に延出している対をなす直線部（2 3 g 1, 2 3 g 2）（2 3 g 3, 2 3 g 4）の開放端部が、互いに周方向反対側へ捻られて、概ね 2.5 スロットピッチ分の長さの斜行部 2 3 eが形成される。この斜行部 2 3 eの先端には、屈曲変形により接合端部 2 3 fが一体に形成されている。その後、ステータコア 2 2の軸方向他端側において、導体セグメント 2 3の所定の接合端部 2 3 f同士が溶接等の手段で接合されて所定のパターンで電氣的に接続される。

[0084] これにより、所定の導体セグメント 2 3が直列に接続されることによって、ステータコア 2 2のスロット 2 5に沿って周方向に波巻きで巻かれた 6本の相巻線（U相、V相、W相、X相、Y相、Z相）よりなるステータコイル 2 1が形成される。この場合、ステータコイル 2 1の各相巻線は、隣接する n 個（実施形態 3の場合 n = 2で 2 個）のスロット 2 5に渡って 5 スロットピッチの短節巻きにて巻装されている。

[0085] 即ち、各相巻線は、図 2 5に示すように、各スロット 2 5の内周側に収容された 2 本の電気導体（第 1 層及び第 2 層）が、ステータコア 2 2の時計回り方向（矢印 X 方向）に向かって 5 スロットピッチ離れたスロット 2 5の外周側に収容された 2 本の電気導体（第 3 層及び第 4 層）と接続している。そのため、実施形態 3ではスロット倍数 n が 2 とされていることから、同一相の相巻線が収容されるスロット 2 5は、第 1 層及び第 2 層が収容される内周側と第 3 層及び第 4 層が収容される外周側とで、周方向に 1 スロットピッチずれた状態になっている。

[0086] 具体的には、図 2 5に示すように、第 1 層及び第 2 層が収容される内周側では、ステータコア 2 2の反時計回り方向（矢印 Y 方向）に向かって、U相

、X相、V相、Y相、W相、Z相の各相巻線が収容されるスロット25が1個ずつ順番に繰り返すように配置されている。また、第3層及び第4層が収容される外周側では、内周側に対して、ステータコア22の反時計回り方向（矢印Y方向）へ1スロットピッチずれた状態で、U相、X相、V相、Y相、W相、Z相の各相巻線が収容されるスロット25が1個ずつ順番に繰り返すように配置されている。これにより、各相巻線は、ステータコア22の隣接する n 個（ $n=2$ で2個）のスロット25に渡って巻装されている。

[0087] なお、実施形態3のステータコイル21は、実施形態1と同様に、基本となるU字形状の導体セグメント23により、各相巻線がステータコア22の周りを4周するように形成される。このとき、ステータコイル21の各相巻線について、出力用引き出し線又は中性点用引き出し線を一体に有するセグメント、並びに1周目と2周目、2周目と3周目、3周目と4周目をそれぞれ接続するターン部を有するセグメントは、基本となる導体セグメント23とは異なる異形セグメント（図示せず）で構成される。これら異形セグメントを用いて、ステータコイル21の各相巻線が星型結線により結線される。

[0088] 実施形態3において、ロータ30の回転軸線Oを中心とする、磁極のアーケレシオ α 及び磁束授受面36の周方向角度範囲 β 、並びにスロットピッチ γ は、実施形態1と同様に規定されるものであるが、実施形態3では、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ となるように設定されている。即ち、 $\beta < \alpha$ の関係から、ステータ20とロータ30との間に流れる磁束は、磁極のアーケレシオ α の範囲において、磁束授受面36の周方向角度範囲 β で設定された磁束よりも大きく生み出されるようにされている。

[0089] また、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ の関係から、磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq (3 \times 2 - 1) \times 3.75^\circ = 18.75^\circ$ とされ、ステータコア22の内周面に対して5スロットピッチ以下の範囲となるように設定されている。即ち、磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、同相の相巻線において電流が流れる向きが互いに逆方向となる電気導体（スロット収容部23a）が収容された2つのスロット25の間隔（5スロットピッチ）以下となる

ように設定されている。これにより、各相巻線の同相内で反磁界が生まれな
いようにされている。

[0090] 以上のように、実施形態3の回転電機によれば、スロット倍数が n とされ、ステータコイル21の各相巻線は、隣接する n 個のスロット25に渡って短節巻きにて巻装され、ロータ30の回転軸線Oを中心として、磁極のアーケシオを α とし、磁束授受面36の周方向角度範囲を β とし、スロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq (3n - 1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている。これにより、実施形態1と同様に、ステータ20とロータ30との間に磁束が流れる際に、ステータコイル21の各相巻線の同相内に反磁界が生まれないようにされているので、ステータ20とロータ30との間に流れる磁束を効率よく獲得することができる。

[0091] 特に、実施形態3の場合には、磁束授受面36の周方向角度範囲 β の上限が、実施形態1の場合の4スロットピッチから5スロットピッチに増大されるため、磁束授受面36を流れる磁束の量を増大させて性能の向上を図ることができる。

[0092] [変形例11]

変形例11は、図26に示すように、変形例7、8と同様に、ステータコア22の内周部に設けられた各ティース22bの突出先端部に、周方向両側に張り出す鏑部22cを有する点で、上記実施形態3のステータコア22と異なる。この場合、ロータ30の回転軸線Oを中心として、ティース22bの周方向中心から鏑部22cの周方向先端までの周方向角度範囲を δ としたときに、磁束授受面36の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq (3n - 1)\gamma - 2\delta$ とされている。なお、周方向角度範囲 δ は、ティース22bの周方向中心と回転軸線Oを結ぶ直線L9と、鏑部22cの周方向先端と回転軸線Oを結ぶ直線L10とのなす角度により規定される。

[0093] 変形例11のように、各ティース22bの突出先端部に鏑部22cを有する場合には、磁束授受面36の周方向角度範囲 β を上記の範囲に設定することで、ステータ20とロータ30との間に流れる磁束を効率よく獲得するこ

とができる。

[0094] 〔実施形態４〕

上記実施形態３の回転電機では、永久磁石埋め込み型のロータ３０が採用されていたのに対して、実施形態４の回転電機は、ランデル型コア４１及び界磁コイル４４を有する電磁石型のロータ４０が採用されている点で異なる。即ち、実施形態４の回転電機は、図２７に示すように、実施形態３の６相の相巻線よりなるステータコイル２１を有するステータ２０（図２５参照）と、実施形態２のランデル型コア４１及び界磁コイル４４を有するロータ４０（図１９参照）とを組み合わせ構成されている。よって、図２７において、実施形態２，３と共通する部材に同じ符号を付すだけに止めて、実施形態４の回転電機の構成等についての詳しい説明は省略する。

[0095] 以上のように、実施形態４の回転電機によれば、スロット倍数が n とされ、ステータコイル２１の各相巻線は、隣接する n 個のスロット２５に渡って短節巻きにて巻装され、ロータ３０の回転軸線 O を中心として、第１及び第２爪磁極部４２ｃ，４３ｃのアークレシオを α とし、磁束授受面３６の周方向角度範囲を β とし、スロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq (3n - 1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされて、アークレシオ α の最大角 $\alpha_{\max}$ が、 $\alpha_{\max} \geq 3n\gamma$ とされている。これにより、実施形態３の回転電機と同様の作用及び効果を得ることができる。

[0096] 〔変形例１２〕

変形例１２は、図２８に示すように、変形例７，８，１１と同様に、ステータコア２２の内周部に設けられた各ティース２２ｂの突出先端部に、周方向両側に張り出す鏑部２２ｃを有する点で、上記実施形態４のステータコア２２と異なる。この場合、ロータ３０の回転軸線 O を中心として、ティース２２ｂの周方向中心から鏑部２２ｃの周方向先端までの周方向角度範囲を δ としたときに、磁束授受面４６の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq (3n - 1)\gamma - 2\delta$ とされている。なお、周方向角度範囲 δ は、ティース２２ｂの周方向中心と回転軸線 O を結ぶ直線 L_9 と、鏑部２２ｃの周方向先端と回転軸線 O

を結ぶ直線 L 10 とのなす角度により規定される。

[0097] 変形例 12 のように、各ティース 22 b の突出先端部に鰐部 22 c を有する場合には、磁束授受面 46 の周方向角度範囲 β を上記の範囲に設定することで、ステータ 20 とロータ 40 との間に流れる磁束を効率よく獲得することができる。

[0098] [他の実施形態]

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更することが可能である。

[0099] 例えば、上記の実施形態 1～4 では、本発明に係る回転電機を車両用の電動発電機に適用した例を説明したが、本発明は、車両に搭載されて、発電機又は電動機として単独の機能で使用する回転電機にも適用することができる。

符号の説明

[0100] 1, 2…回転電機、 13…シャフト、 15…第 1 流通路、 16…第 2 流通路、 20…ステータ、 21…ステータコイル、 22…ステータコア、 22 b…ティース、 22 c…鰐部、 25…スロット、 30…ロータ、 31…ロータコア、 32, 32 a, 32 b, 32 c, 32 d, 32 e…磁石収容部、 33, 33 a, 33 b, 33 c, 33 d, 33 e, 33 f…永久磁石、 35…凹部、 36…磁束授受面、 37…面取り、 40…ロータ、 41…ランデル型コア、 42…第 1 ポールコア、 42 c…第 1 爪磁極部、 43…第 2 ポールコア、 43 c…第 2 爪磁極部、 44…界磁コイル、 46…磁束授受面、 O…ロータの回転軸線。

請求の範囲

- [請求項1] 周方向に極性が交互に異なるように配置された複数の磁極を有するロータ（30，40）と、
- 周方向に配列された複数のスロット（25）を有し前記ロータと径方向に対向して配置されたステータコア（22）、及び前記スロットに收容されて前記ステータコアに分布巻きにて巻装された3相の相巻線よりなるステータコイル（21）を有するステータ（20）と、を備えた回転電機であって、
- 前記ステータコアの前記スロットは、前記ステータコイルの一相当たり n （ n は2以上の自然数）個の割合で形成されてスロット倍数が n とされ、
- 前記ステータコイルの各前記相巻線は、隣接する（ $n+1$ ）個の前記スロットに渡って短節巻きにて巻装され、
- 前記ロータの回転軸線（0）を中心として、前記磁極のアークレシオを α とし、前記ステータコアと対向して磁束を授受する前記ロータの磁束授受面（36，46）の周方向角度範囲を β とし、前記スロットの周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている回転電機。
- [請求項2] 前記ロータ（30）は、磁石收容部（32，32a，32b，32c，32d，32e）を有するロータコア（31）と、前記磁石收容部に收容されて周方向に極性が交互に異なる前記磁極を形成する永久磁石（33，33a，33b，33c，33d，33e，33f）とを有する請求項1に記載の回転電機。
- [請求項3] 前記ロータコアは、前記磁束授受面（36）の周方向両側に径方向に凹んだ凹部（35）を有する請求項2に記載の回転電機。
- [請求項4] 前記磁束授受面の周方向両端の角部には、面取り（37）が施されている請求項3に記載の回転電機。
- [請求項5] 前記永久磁石（33d）は、周方向に極性が交互に異なる前記磁極

を形成するように、前記永久磁石の配向方向が径方向及び周方向の2方向を向くようにハルバッハ配列で配置されている請求項2～4の何れか一項に記載の回転電機。

[請求項6] 前記永久磁石(33e)は、円筒状に形成されて周方向に複数の前記磁極が着磁された等方性磁石である請求項2～4の何れか一項に記載の回転電機。

[請求項7] 前記ロータ(40)は、第1爪磁極部(42c)を有する第1ポールコア(42)と第2爪磁極部(43c)を有する第2ポールコア(43)とを組み合わせるなり前記第1爪磁極部と前記第2爪磁極部が周方向に交互に配置されているランデル型コア(41)と、前記ランデル型コアに巻装された界磁コイル(44)と、を備え、

前記ロータの回転軸線を中心として、前記第1及び第2爪磁極部のアークレシオを α とし、前記ステータコアと対向して磁束を授受する前記第1及び第2爪磁極部の磁束授受面(46)の周方向角度範囲を β とし、前記スロットの周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq 2n\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされているとともに、

前記第1及び第2爪磁極部は、前記アークレシオ α が軸方向に変化するように形成されて、前記アークレシオ α の最大角 $\alpha_{\max}$ が、 $\alpha_{\max} \geq 3n\gamma$ とされている請求項1に記載の回転電機。

[請求項8] 前記第1及び第2爪磁極部の前記磁束授受面の周方向角度範囲 β は、前記第1及び第2爪磁極部の軸方向根元側から先端側に向かって徐々に小さくなっている請求項7に記載の回転電機。

[請求項9] 前記ロータは、シャフト(13)の内部に液体冷媒が軸方向に流通する第1流通路(15)を有する請求項7又は8に記載の回転電機。

[請求項10] 前記シャフト及び前記ランデル型コアは、前記第1流通路と連通し、前記液体冷媒が放射方向に流通する第2流通路(16)を有する請求項9に記載の回転電機。

[請求項11] 前記ステータコアは、径方向に突出して周方向に配列される前記ス

ロットを区画する複数のティース（２２ｂ）を有するとともに、前記ティースは、突出先端部に周方向両側に張り出す鏑部（２２ｃ）を有し、

前記ロータの回転軸線を中心として、前記ティースの周方向中心から前記鏑部の周方向先端までの周方向角度範囲を δ としたときに、

前記磁束授受面の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq 2n\gamma - 2\delta$ とされている請求項１～１０の何れか一項に記載の回転電機。

[請求項１２]

周方向に極性が交互に異なるように配置された複数の磁極を有するロータ（３０，４０）と、

周方向に配列された複数のスロット（２５）を有し前記ロータと径方向に対向して配置されたステータコア（２２）、及び前記スロットに收容されて前記ステータコアに分布巻きにて巻装された６相の相巻線よりなるステータコイル（２１）を有するステータ（２０）と、を備えた回転電機であって、

前記ステータコアの前記スロットは、前記ステータコイルの一相あたり n （ n は２以上の自然数）個の割合で形成されてスロット倍数が n とされ、

前記ステータコイルの各前記相巻線は、隣接する n 個の前記スロットに渡って短節巻きにて巻装され、

前記ロータの回転軸線（０）を中心として、前記磁極のアークレシオを α とし、前記ステータコアと対向して磁束を授受する前記ロータの磁束授受面（３６，４６）の周方向角度範囲を β とし、前記スロットの周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされている回転電機。

[請求項１３]

前記ロータ（３０）は、磁石收容部（３２）を有するロータコア（３１）と、前記磁石收容部に收容されて周方向に極性が交互に異なる前記磁極を形成する複数の永久磁石（３３）とを有する請求項１２に記載の回転電機。

[請求項14] 前記ロータ（40）は、第1爪磁極部（42c）を有する第1ポールコア（42）と第2爪磁極部（43c）を有する第2ポールコア（43）とを組み合わせるなり前記第1爪磁極部と前記第2爪磁極部が周方向に交互に配置されているランデル型コア（41）と、前記ランデル型コアに巻装された界磁コイル（44）とを有し、

前記ロータの回転軸線を中心として、前記第1及び第2爪磁極部のアークレシオを α とし、前記ステータコアと対向して磁束を授受する前記第1及び第2爪磁極部の磁束授受面（46）の周方向角度範囲を β とし、前記スロットの周方向のスロットピッチを γ としたときに、 $\beta \leq (3n-1)\gamma$ 、且つ $\beta < \alpha$ とされているとともに、

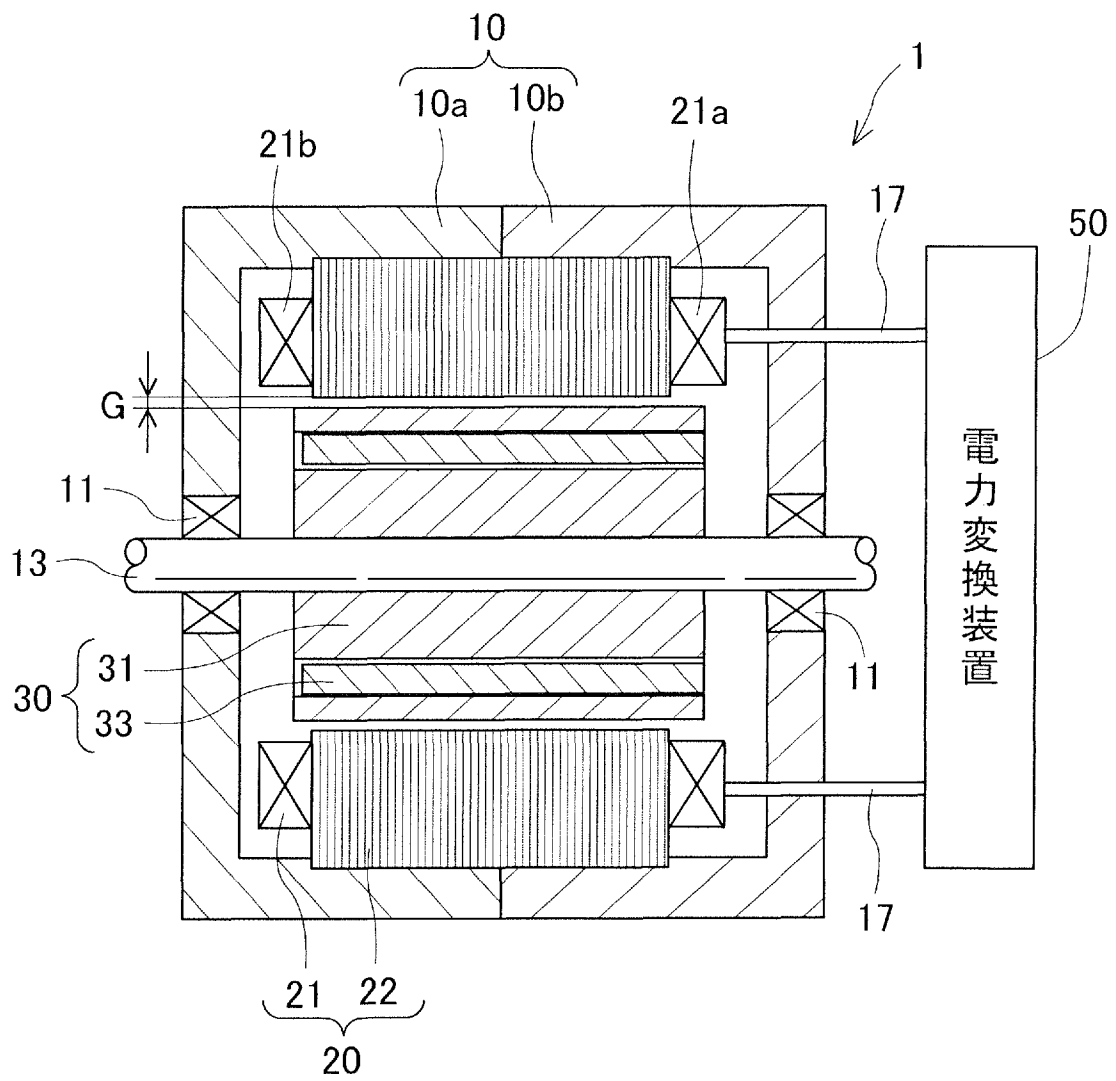
前記第1及び第2爪磁極部は、前記アークレシオ α が軸方向に変化するように形成されて、前記アークレシオ α の最大角 $\alpha_{\max}$ が、 $\alpha_{\max} \geq 3n\gamma$ とされている請求項12に記載の回転電機。

[請求項15] 前記ステータコアは、径方向に突出して周方向に配列される前記スロットを区画する複数のティース（22b）を有するとともに、前記ティースは、突出先端部に周方向両側に張り出す鏑部（22c）を有し、

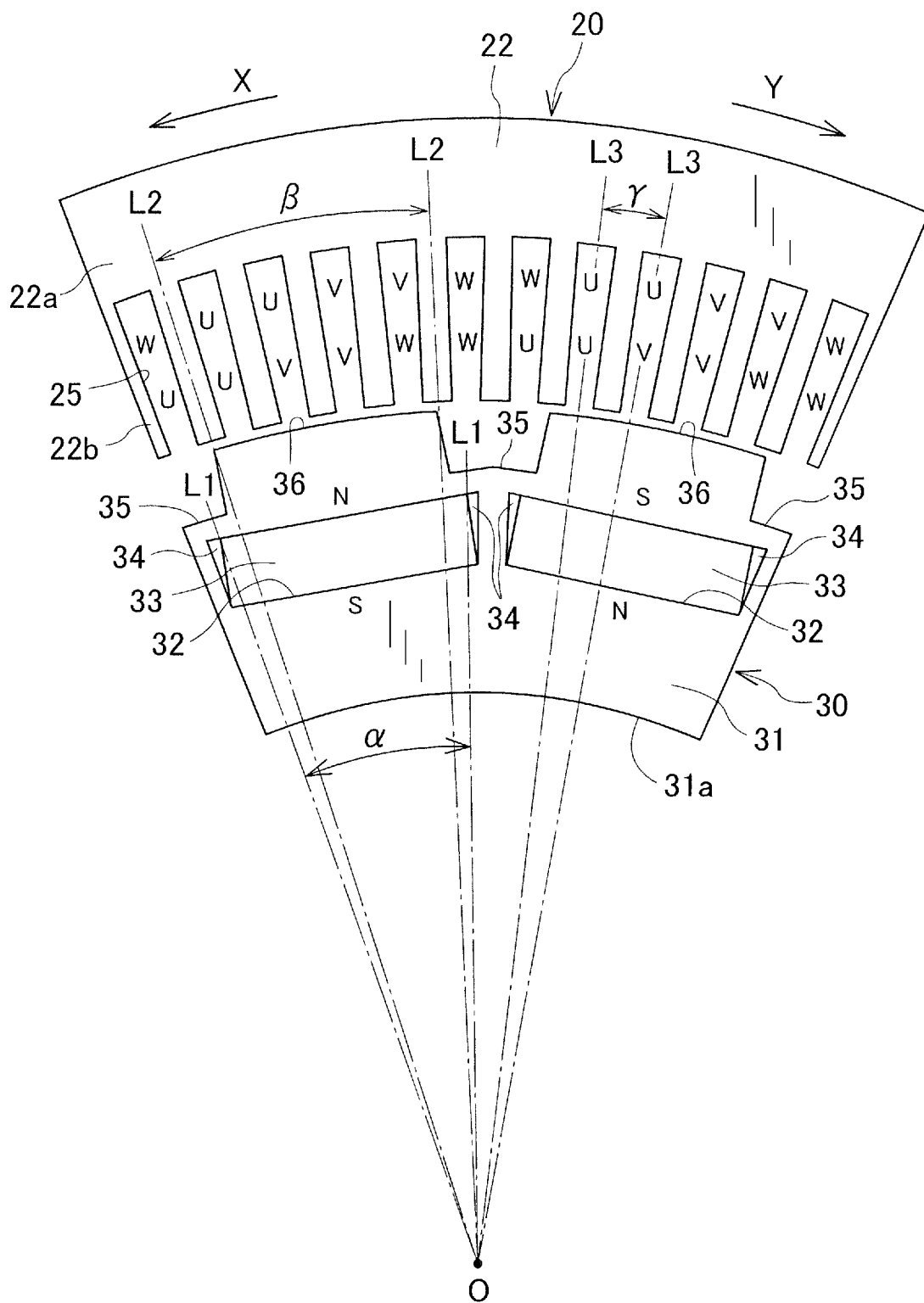
前記ロータの回転軸線を中心として、前記ティースの周方向中心から前記鏑部の周方向先端までの周方向角度範囲を δ としたときに、

前記磁束授受面の周方向角度範囲 β は、 $\beta \leq (3n-1)\gamma - 2\delta$ とされている請求項12～14の何れか一項に記載の回転電機。

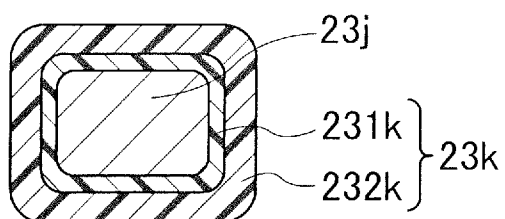
[図1]



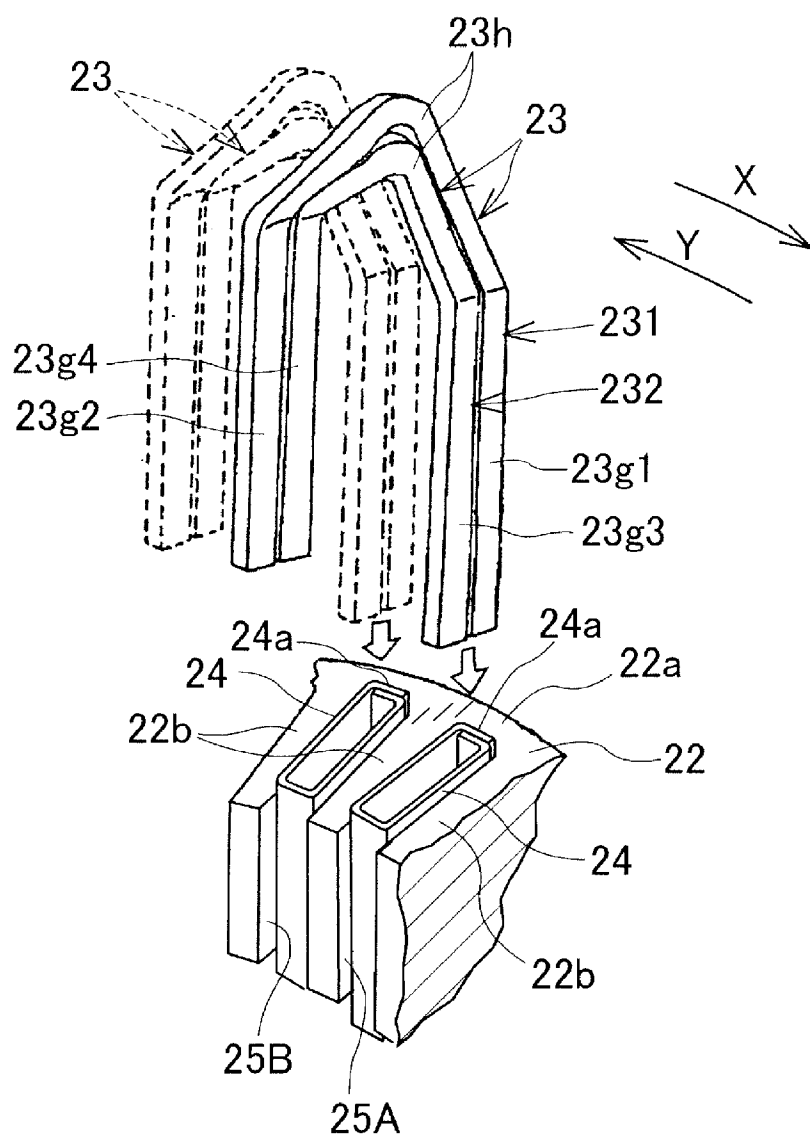
[図2]



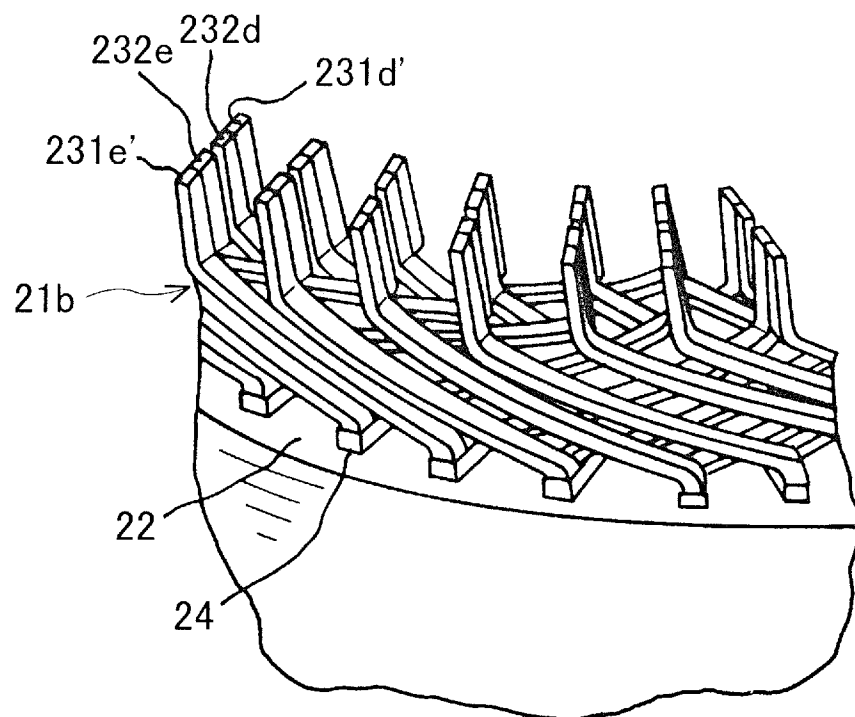
[図3]



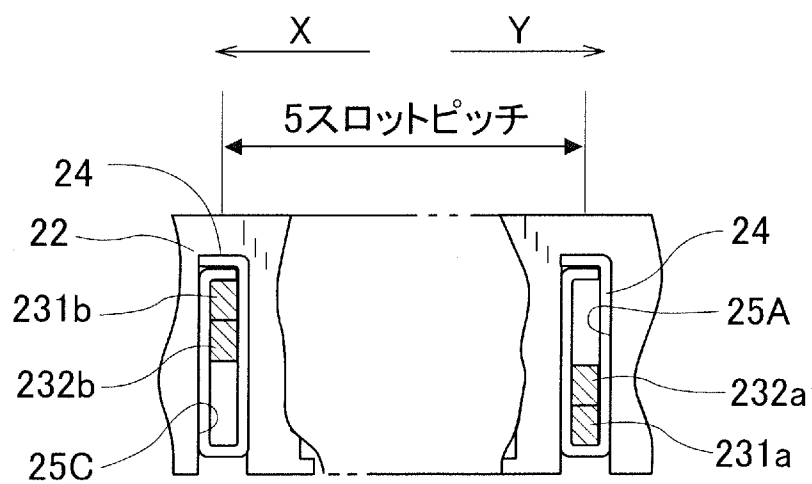
[図4]



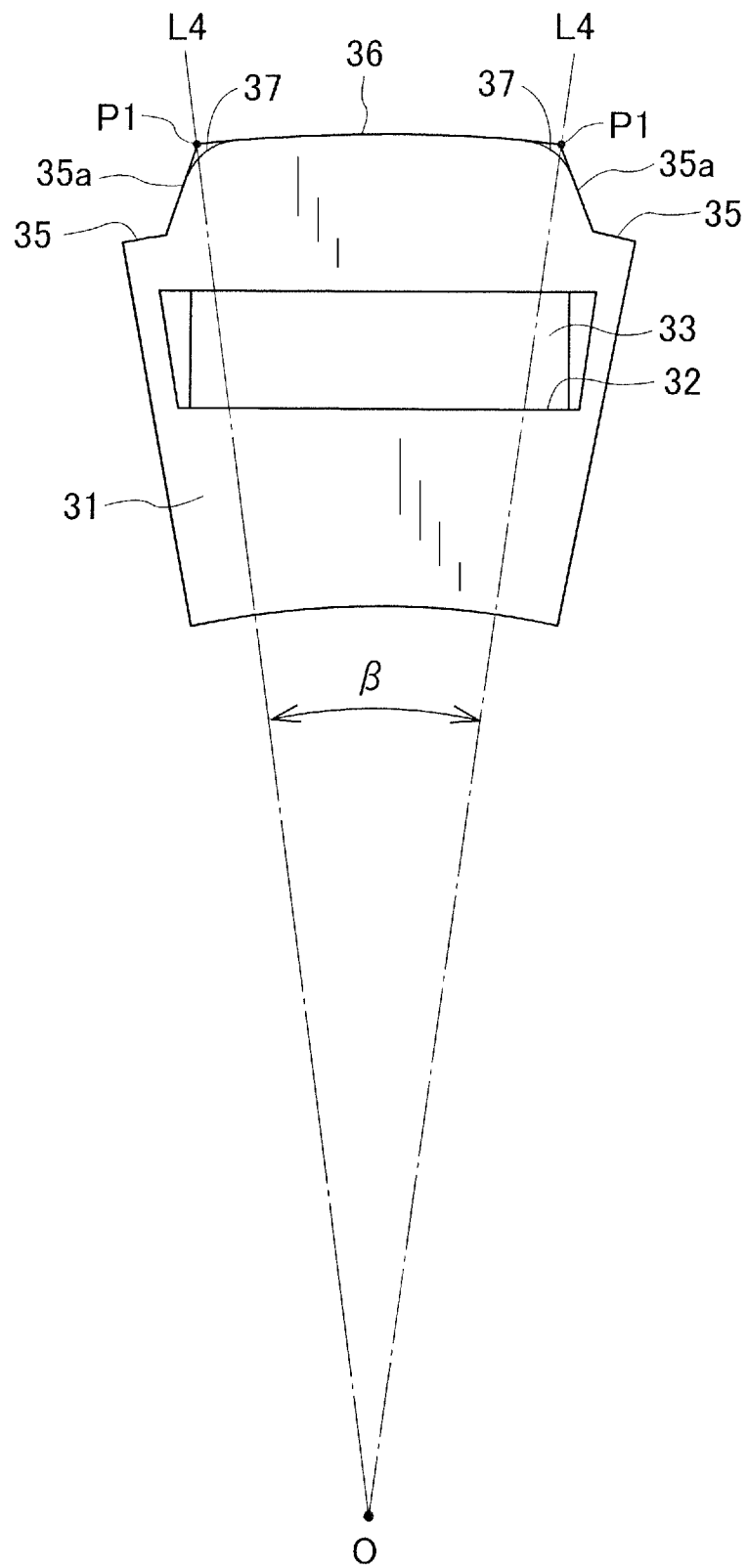
[図7]



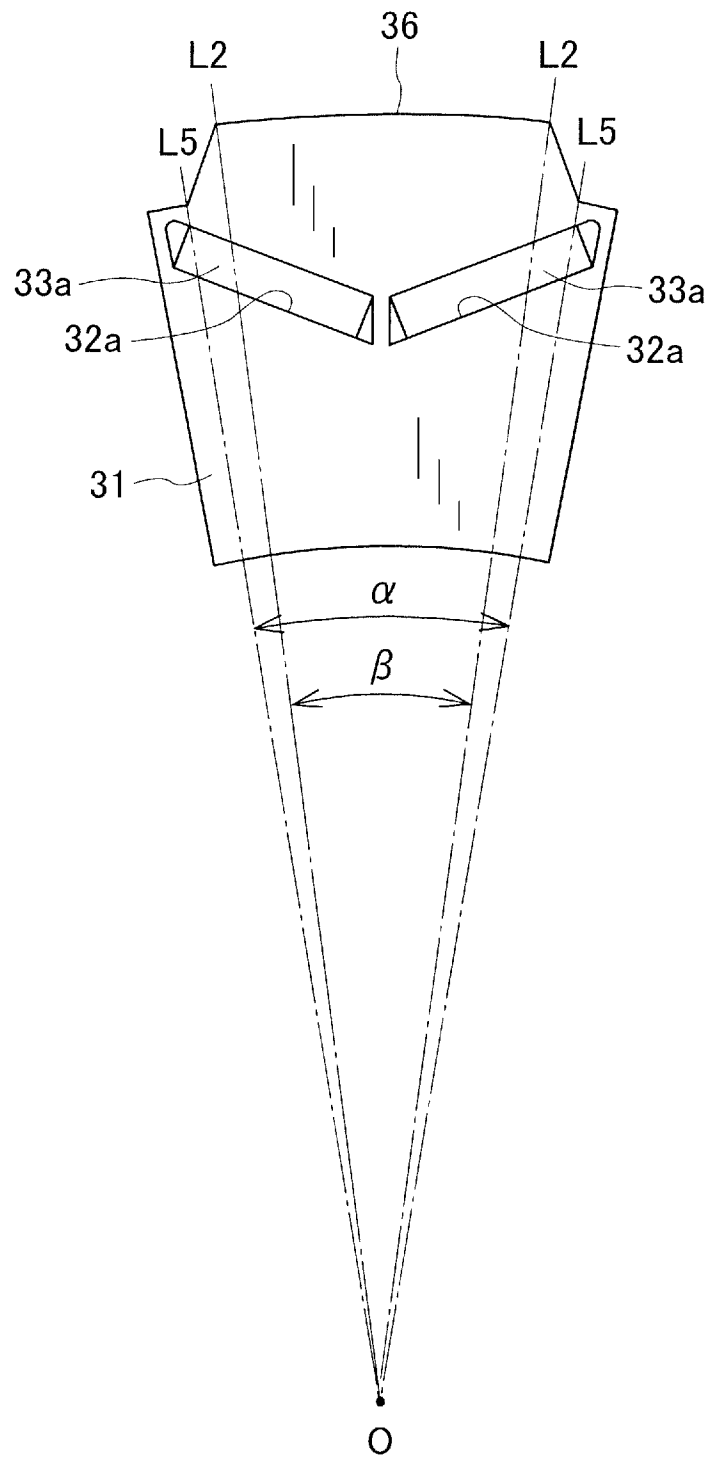
[図8]



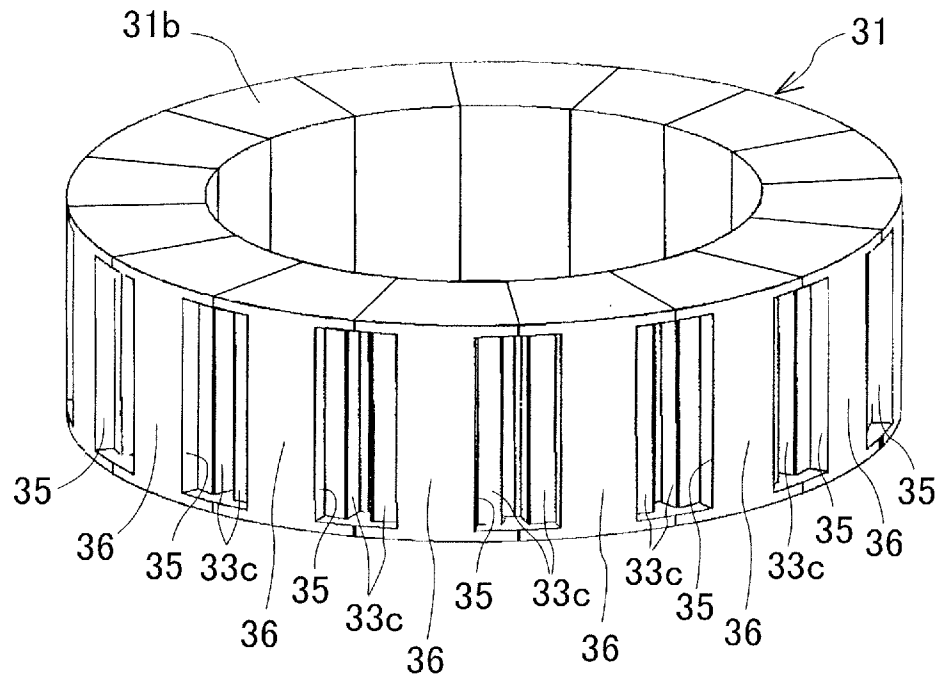
[図9]



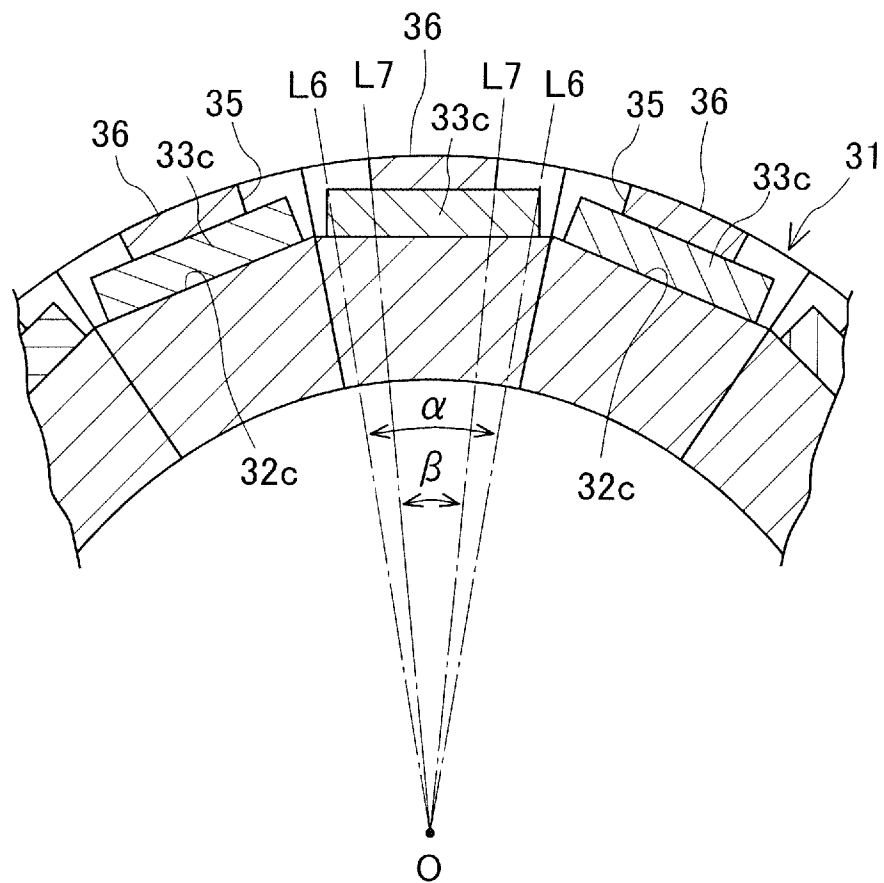
[図10]



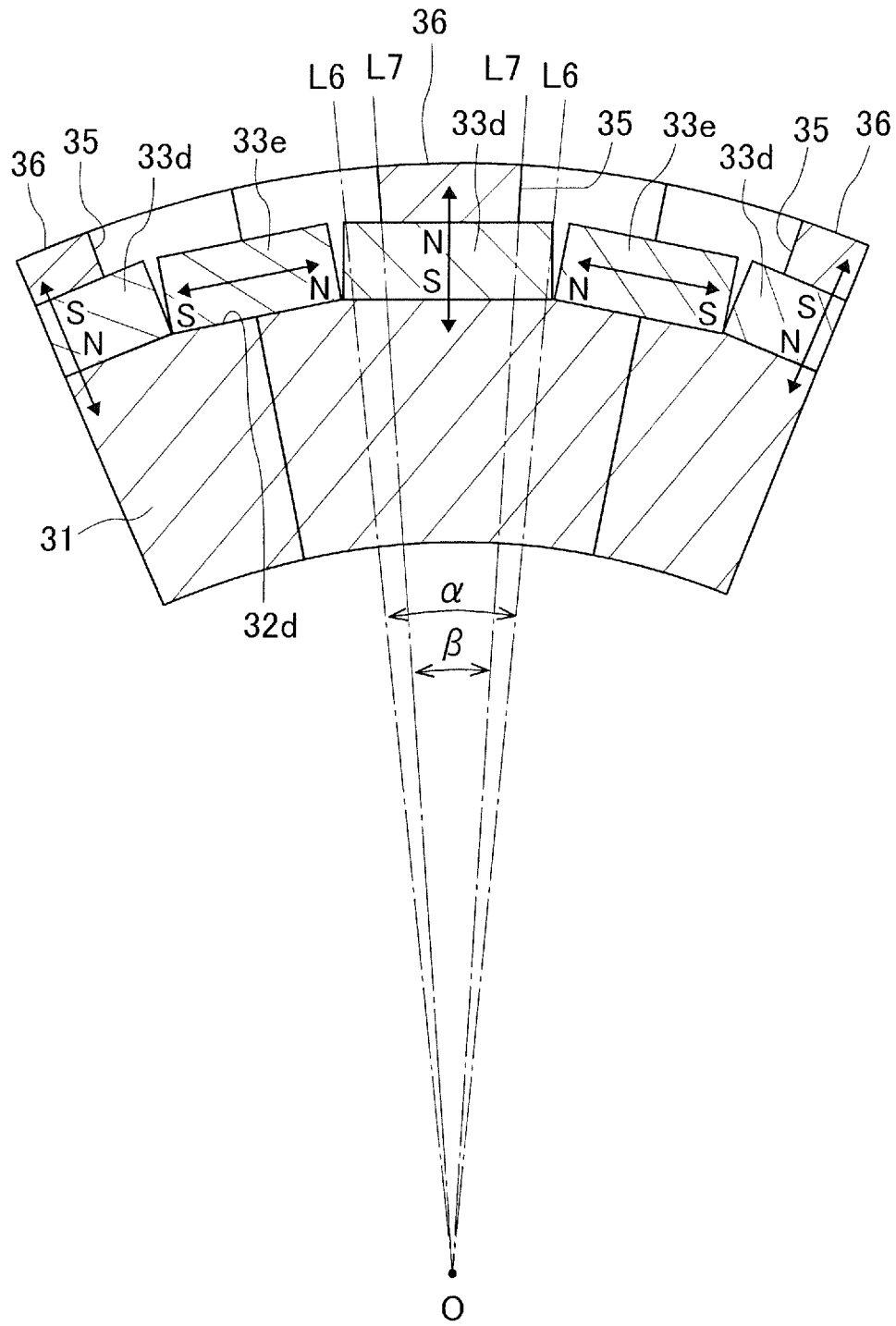
[図12]



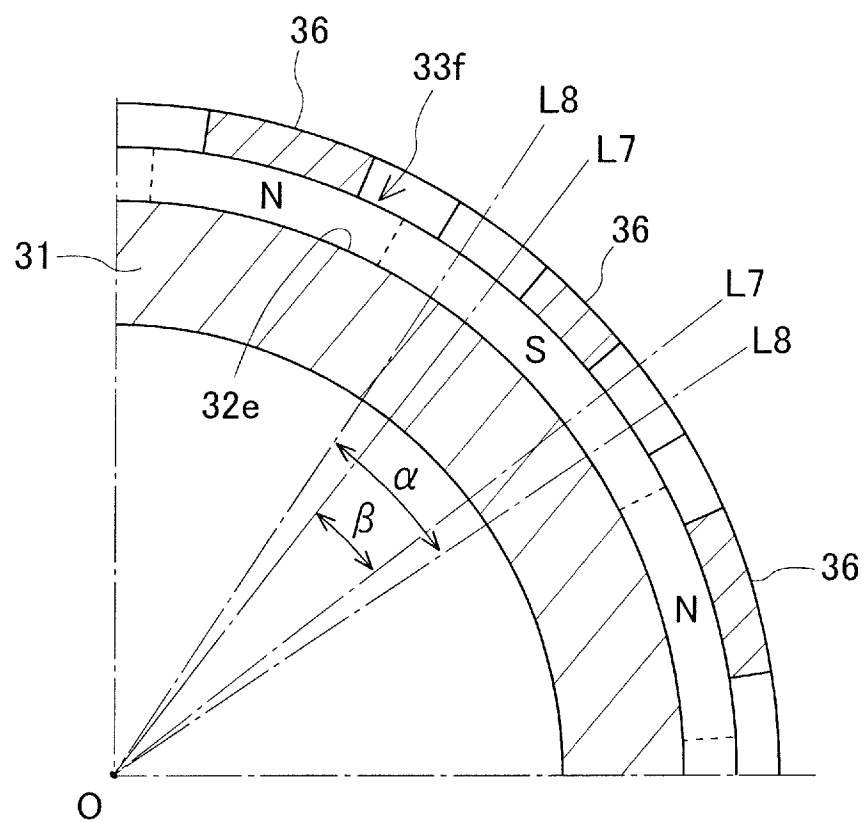
[図13]



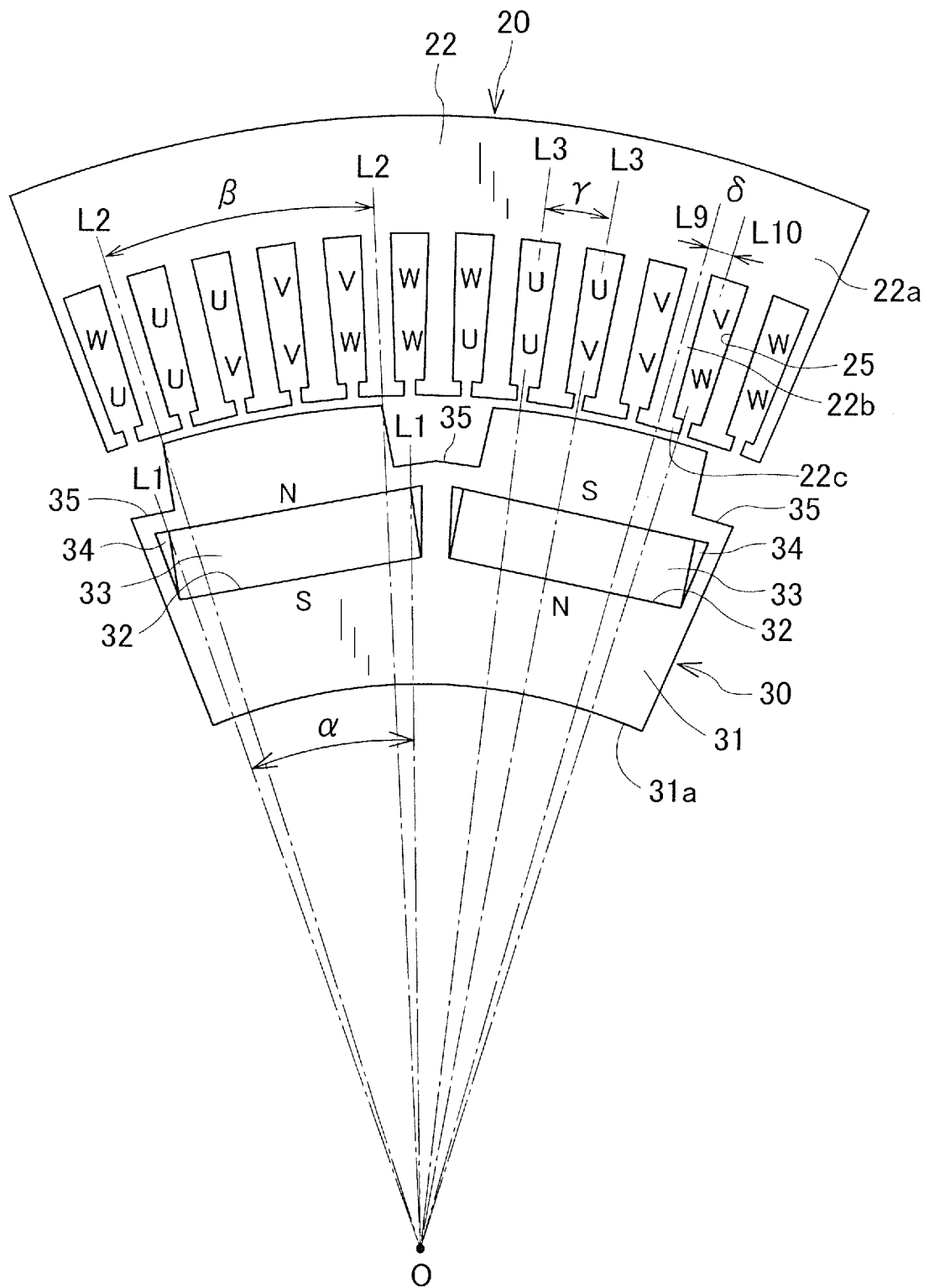
[図14]



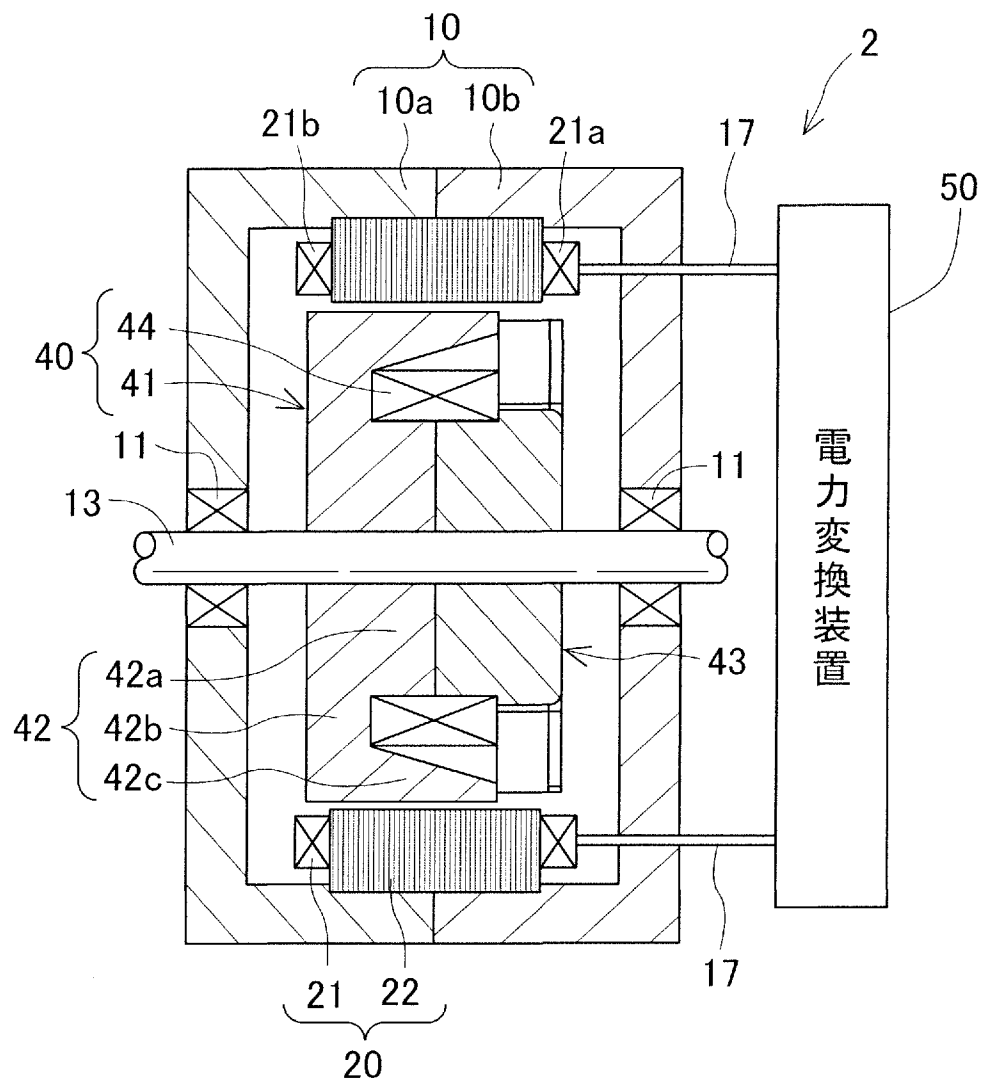
[図15]



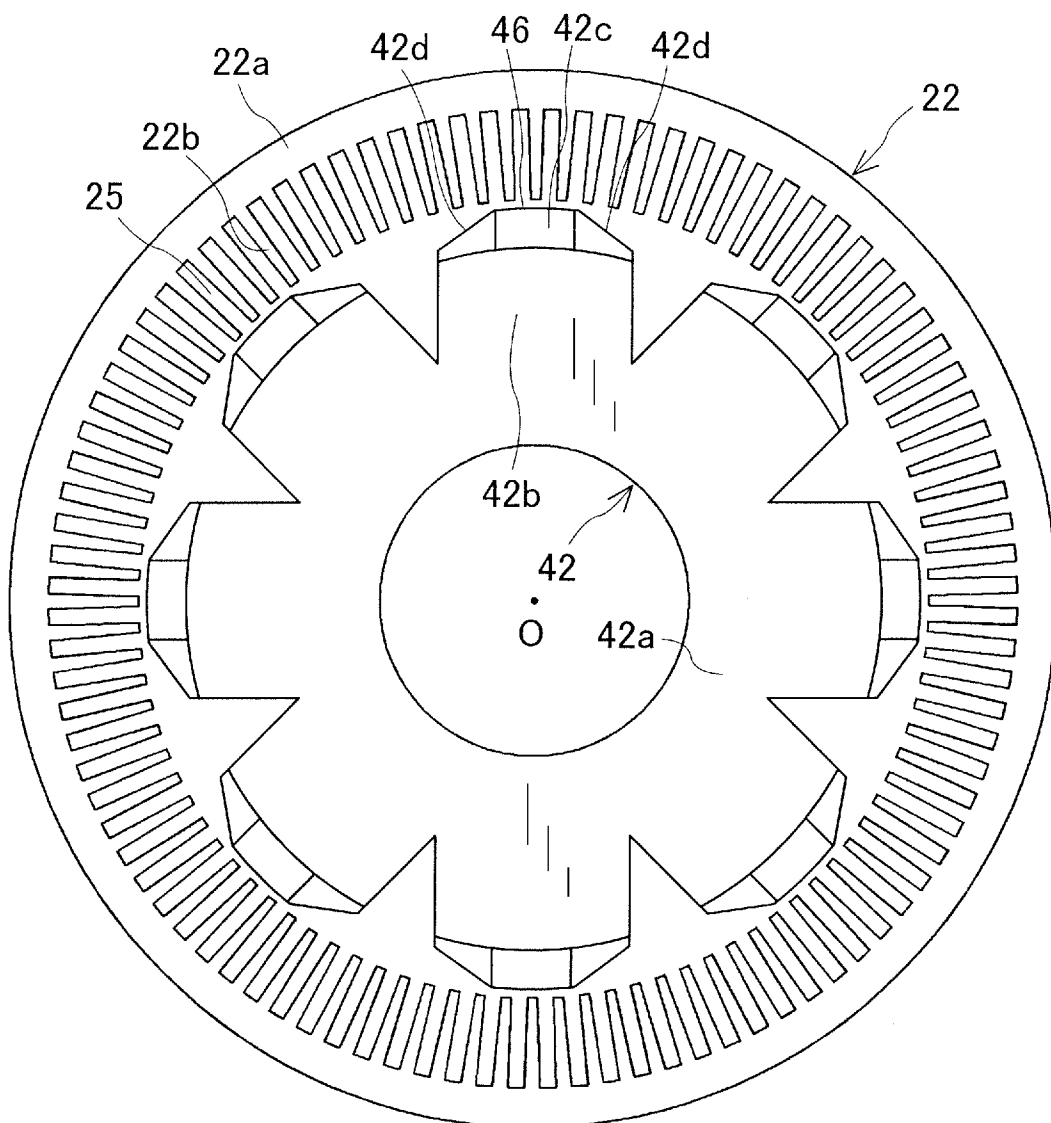
[図16]



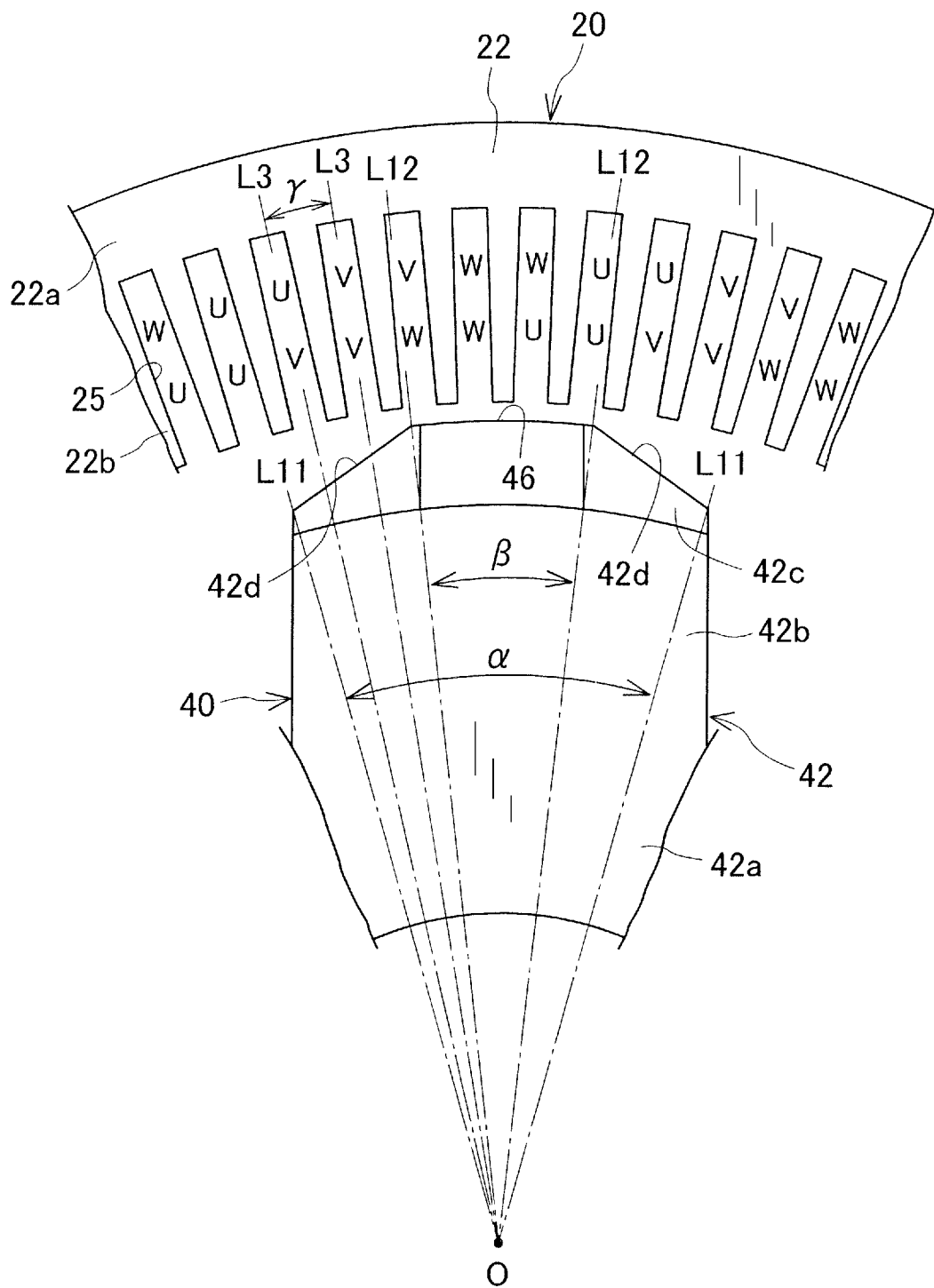
[図17]



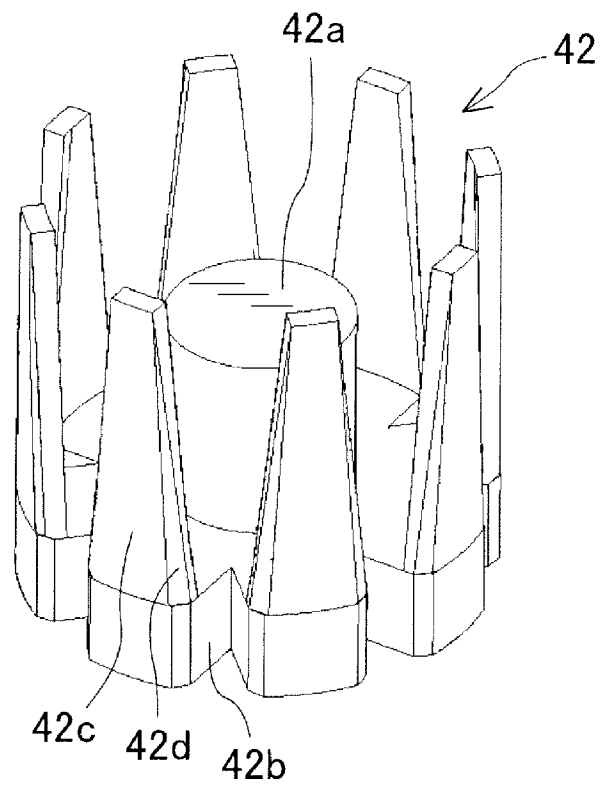
[図18]



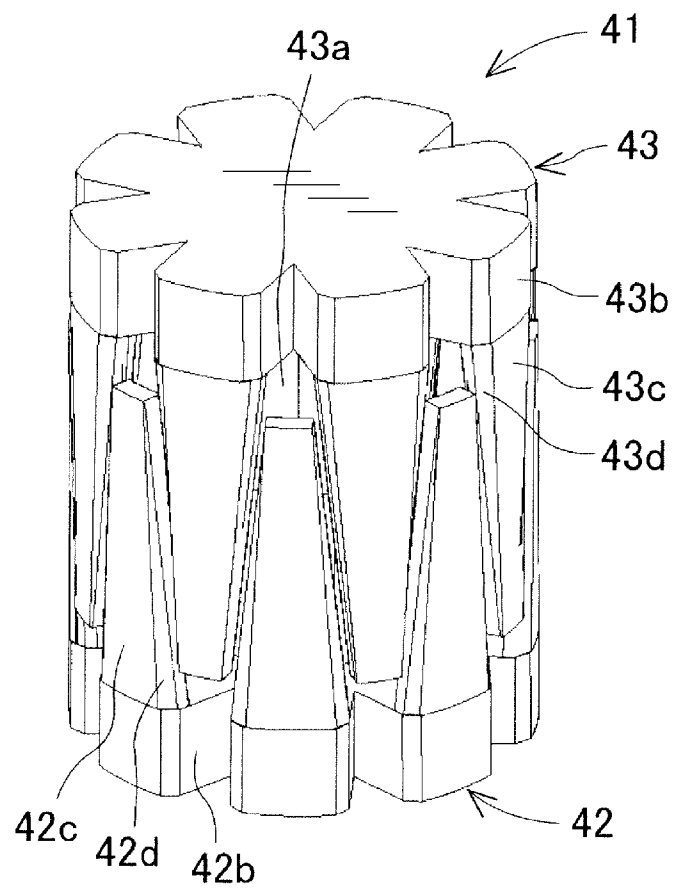
[図19]



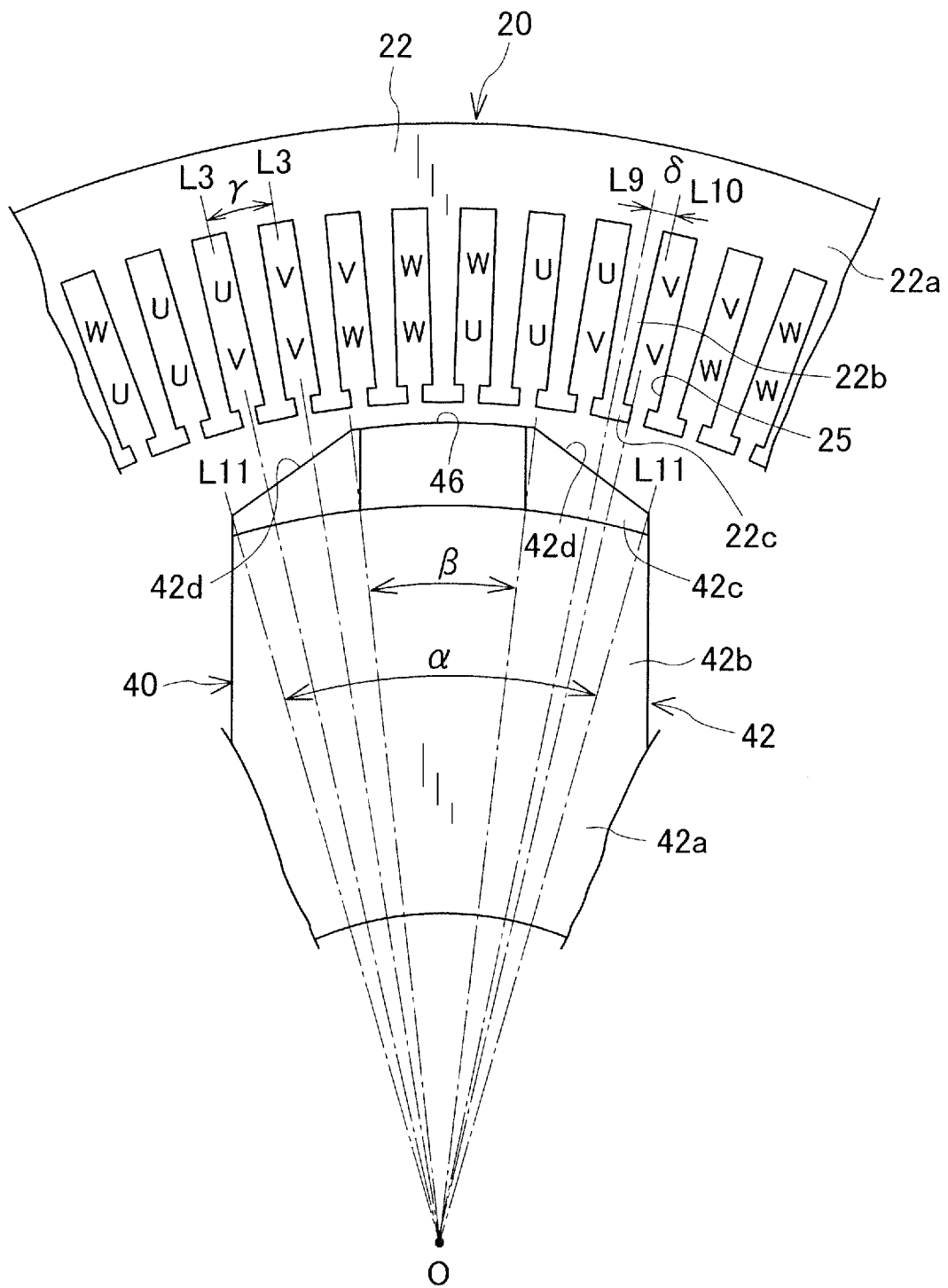
[図20]



[図21]

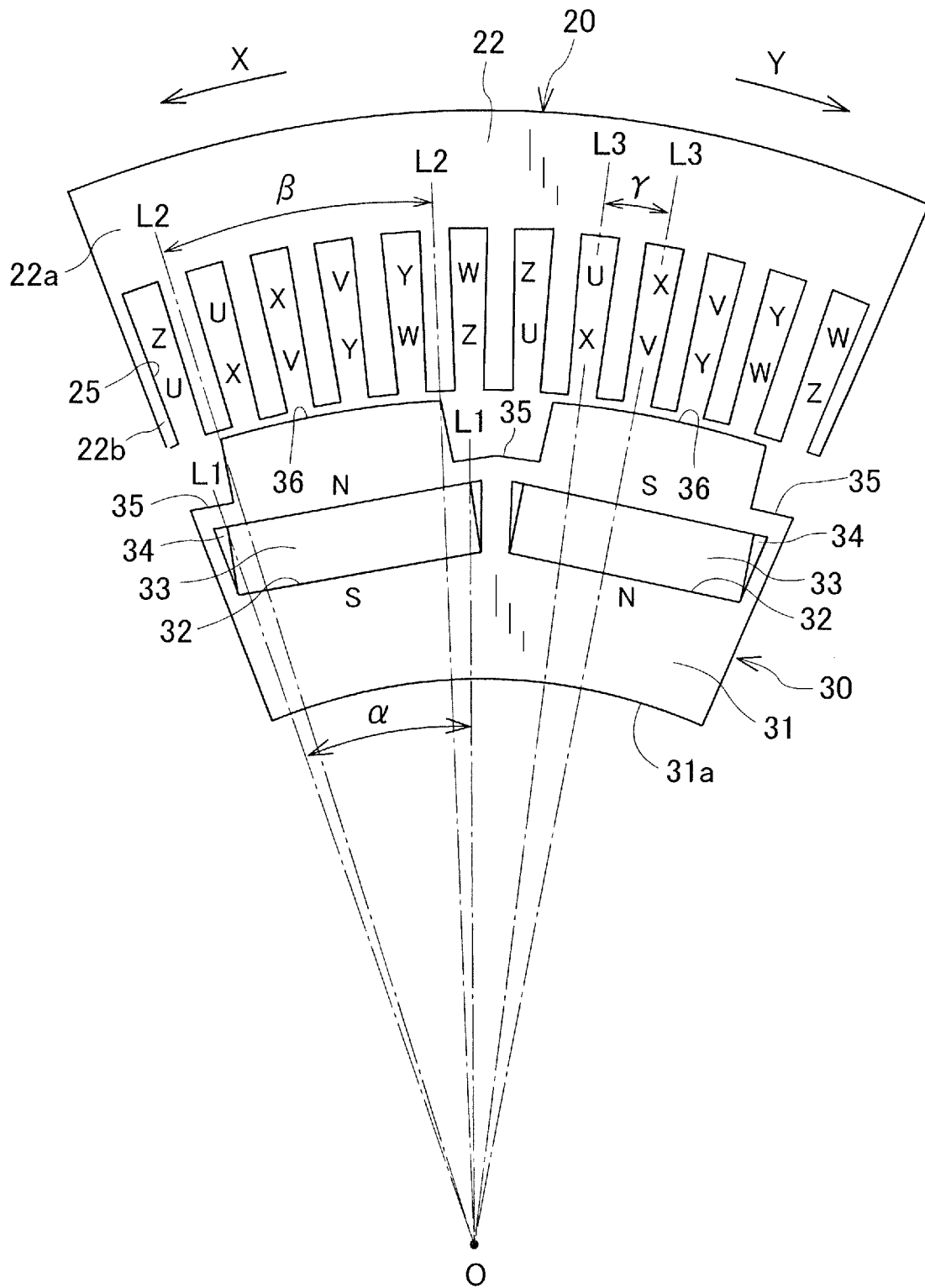


[図22]

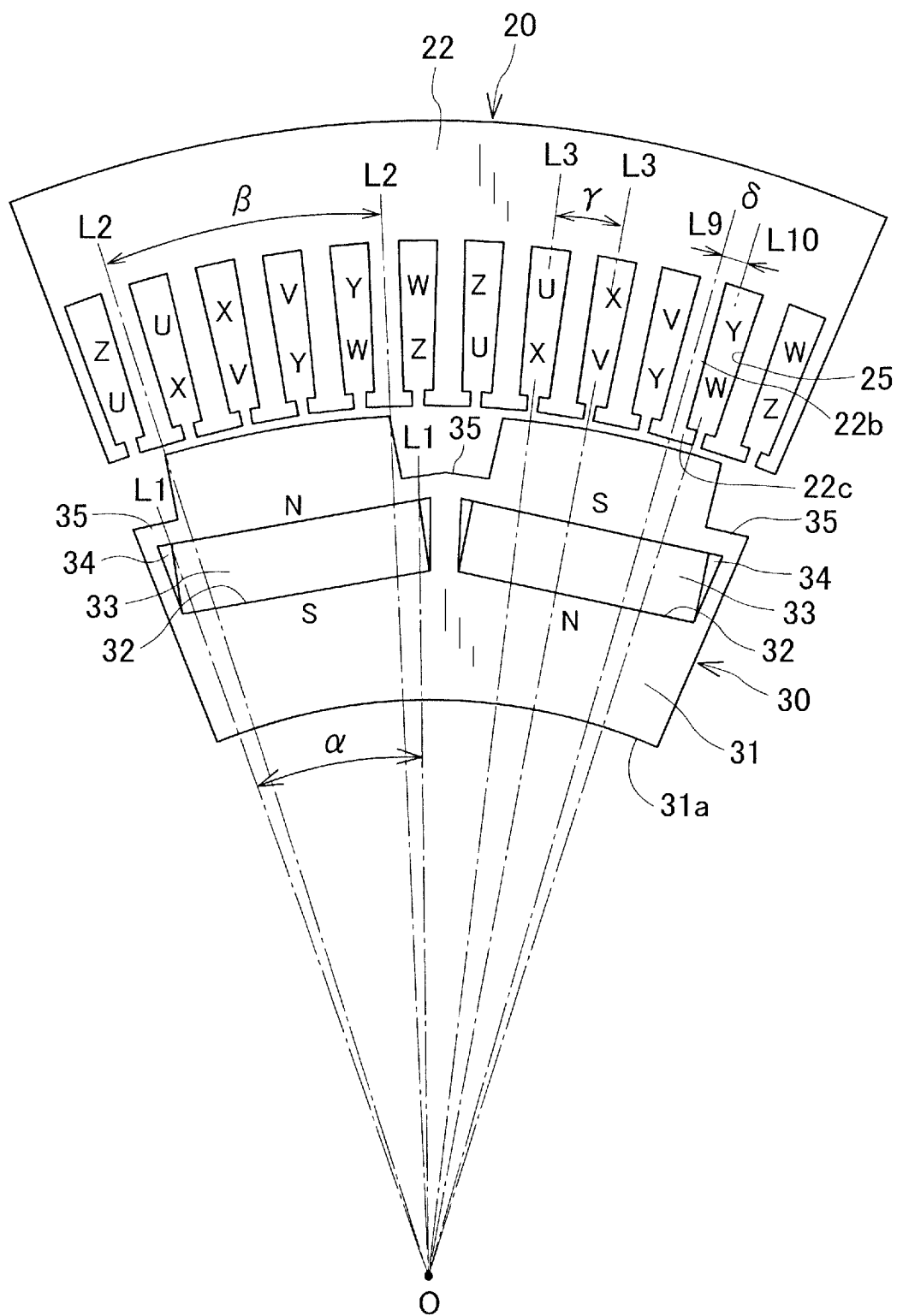


A cross-sectional view of a device. A central horizontal channel, labeled 15, is shown with two parallel arrows indicating flow from left to right. This channel is flanked by two large, hatched rectangular blocks, labeled 13 on the left and 40 on the right. The block 40 has a rectangular cutout on its right side, labeled 41, which is aligned with the central channel. The entire assembly is supported by a base structure.

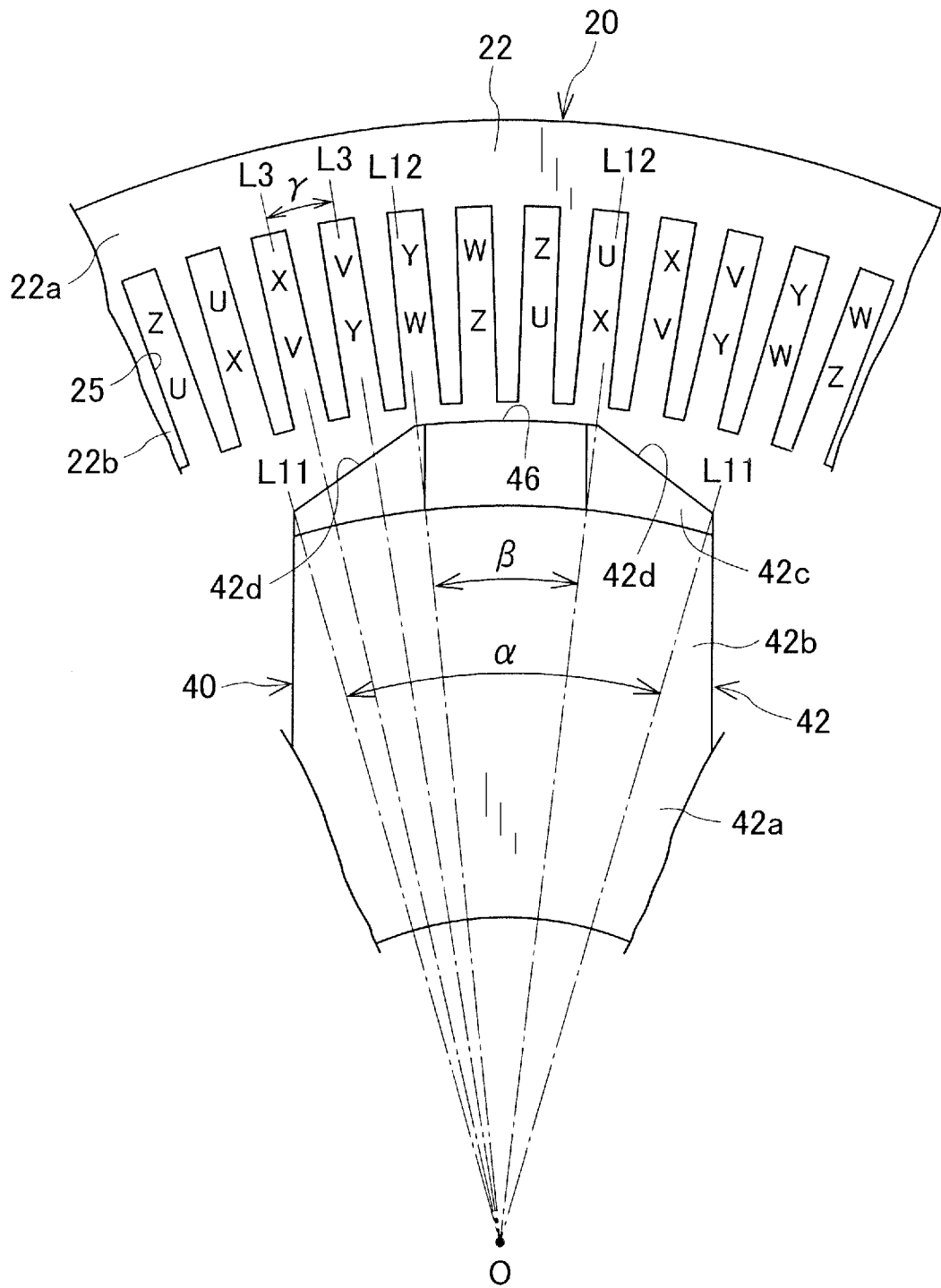
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052429

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

H02K1/27, 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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2013-223257 A (Denso Corp.), 28 October 2013 (28.10.2013), paragraphs [0015] to [0035], [0052] to [0058]; fig. 1 to 2 & US 2013/0270958 A1 paragraphs [0045] to [0075], [0106] to [0118]; fig. 1 to 2	1-6, 11-13, 15 7-10, 14
Y A	WO 2014/156678 A1 (Komatsu Ltd.), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraph [0010]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-6, 11-13, 15 7-10, 14
Y A	US 8710786 B1 (THE BOEING CO.), 29 April 2014 (29.04.2014), paragraphs [0041] to [0045]; fig. 4A, 8 (Family: none)	5 7-10, 14

☒ 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
21 April 2016 (21.04.16)

Date of mailing of the international search report
10 May 2016 (10.05.16)

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/JP2016/052429

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2011-30314 A (Panasonic Corp.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraphs [0047] to [0069]; fig. 2 (Family: none)	6 7-10, 14
A	JP 2015-23763 A (Denso Corp.), 02 February 2015 (02.02.2015), paragraphs [0014] to [0031]; fig. 1 to 6 (Family: none)	7-10, 14
A	JP 9-247915 A (Denso Corp.), 19 September 1997 (19.09.1997), paragraph [0002]; fig. 11 (Family: none)	7-10, 14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. 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（IPC））

Int.Cl. 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y A	JP 2013-223257 A（株式会社デンソー）2013.10.28, 段落 [0015]-[0035]、[0052]-[0058]、図1-2 & US 2013/0270958 A1, 段 落[0045]-[0075]、[0106]-[0118]、図1-2	1-6, 11-13, 15 7-10, 14
Y A	WO 2014/156678 A1（株式会社小松製作所）2014.10.02, 段落[0010]、 図1-2（ファミリーなし）	1-6, 11-13, 15 7-10, 14
Y A	US 8710786 B1（THE BOEING COMPANY）2014.04.29, 段落 [0041]-[0045]、図4A、図8（ファミリーなし）	5 7-10, 14

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

21.04.2016

国際調査報告の発送日

10.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

上野 力

3 V

5 5 6 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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 A	JP 2011-30314 A (パナソニック株式会社) 2011. 02. 10, 段落 [0047]-[0069]、図 2 (ファミリーなし)	6 7-10, 14
A	JP 2015-23763 A (株式会社デンソー) 2015. 02. 02, 段落 [0014]-[0031]、図 1-6 (ファミリーなし)	7-10, 14
A	JP 9-247915 A (株式会社デンソー) 1997. 09. 19, 段落[0002]、図 11 (ファミリーなし)	7-10, 14