

(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8月13日(13.08.2015)



(10) 国際公開番号

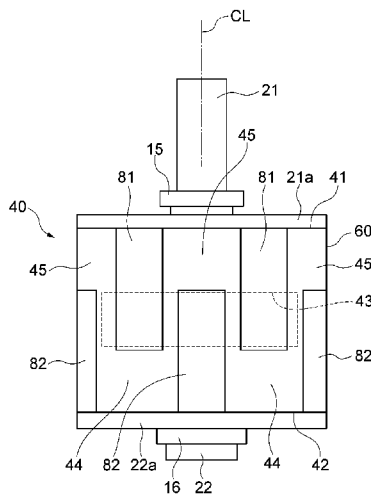
WO 2015/118641 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 21/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052768
- (22) 国際出願日: 2014年2月6日(06.02.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 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: 石橋 利之(ISHIBASHI Toshiyuki); 〒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). 大賀 荘平(OGA Sohei); 〒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). 石井 隆明(ISHII Takaaki); 〒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). 川原 敦志(KAWAHARA Atsushi); 〒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: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiaki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,

[続葉有]

(54) Title: ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機



(57) Abstract: A rotary electric machine is provided with: rotary shafts (21, 22); a plurality of armature coils; a field core (40) that is surrounded by the plurality of armature coils; an annular space (43) that is formed within the field core (40); a field coil that is coiled so as to follow the annular space (43); a plurality of first permanent magnets (81) that are arranged so as to surround the annular space (43) and fixed to the field core (40); and a plurality of second permanent magnets (82) that are arranged so as to alternate with the plurality of first permanent magnets (81) and fixed to the field core (40). The plurality of first permanent magnets (81) are positioned near one end section (41) of the field core (40) and the plurality of second permanent magnets (82) are positioned near the other end section (42) of the field core (40). The field core (40) comprises: a plurality of first pole sections (44) that are adjacent to each of the plurality of first permanent magnets (81) on the other end (42) side; and a plurality of second pole sections (45) that are adjacent to each of the plurality of second permanent magnets (82) on the one end section (41) side. The first pole sections (44) and the second pole sections (45) are magnetized so as to have opposite polarities from each other by the magnetic field that is generated by the field coil.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/118641 A1



LS, LT, 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.

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).

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

回転シャフト 21, 22 と、複数の電機子コイルと、複数の電機子コイルに囲まれた界磁コア 40 と、界磁コア 40 内に形成された環状空間 43 と、環状空間 43 に沿うように巻かれた界磁コイルと、環状空間 43 を囲むように並んで界磁コア 40 に固定された複数の第 1 永久磁石 81 と、複数の第 1 永久磁石 81 と交互に並んで界磁コア 40 に固定された複数の第 2 永久磁石 82 と、を備える。複数の第 1 永久磁石 81 は界磁コア 40 の一端部 41 寄りに位置し、複数の第 2 永久磁石 82 は界磁コア 40 の他端部 42 寄りに位置している。界磁コア 40 は、複数の第 1 永久磁石 81 に対し他端部 42 側にそれぞれ隣接する複数の第 1 極部 44 と、複数の第 2 永久磁石 82 に対し一端部 41 側にそれぞれ隣接する複数の第 2 極部 45 とを有し、第 1 極部 44 及び第 2 極部 45 は、界磁コイルが生じる磁界により互いに逆の極性に磁化される。

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 本開示は、回転電機に関する。

背景技術

[0002] 界磁の磁界強度を変更可能とした回転電機が知られている。界磁の磁界強度を変更可能とするための構成として、電磁石界磁を用いるものが挙げられるが、永久磁石界磁を用いるのに比べ磁界強度が低下する傾向がある。これに対し、例えば特許文献1には、永久磁石界磁及び電磁石界磁を組み合わせで用いた構成が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第3063106号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の構成によれば、永久磁石界磁及び電磁石界磁を組み合わせることにより、磁界強度の高さと可変性との両立が可能となる。しかしながら、永久磁石界磁及び電磁石界磁の両方を搭載するのに伴い回転電機が大型化する傾向がある。

[0005] そこで本開示は、大型化を抑制しつつ、界磁の磁界強度の高さと可変性との両立を図ることができる回転電機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

[0006] 本開示に係る回転電機は、回転シャフトと、回転シャフトの回転中心を囲むように並び、回転磁界を発生させる複数の電機子コイルと、軟質磁性材料により構成され、複数の電機子コイルに囲まれた界磁コアと、回転中心を囲むように界磁コア内に形成された環状空間と、環状空間に沿うように巻かれた界磁コイルと、環状空間を囲むように並んで界磁コアに固定された複数の

第1永久磁石と、複数の第1永久磁石と交互に並んで界磁コアに固定された複数の第2永久磁石と、を備え、回転中心に沿う方向において、複数の第1永久磁石は、第2永久磁石に比べて界磁コアの一端部寄りに位置し、複数の第2永久磁石は、第1永久磁石に比べて界磁コアの他端部寄りに位置しており、界磁コアは、複数の第1永久磁石に対し他端部側にそれぞれ隣接する複数の第1極部と、複数の第2永久磁石に対し一端部側にそれぞれ隣接する複数の第2極部とを有し、第1極部及び第2極部は、界磁コイルが生じる磁界により互いに逆の極性に磁化される。

発明の効果

[0007] 本開示に係る回転電機によれば、大型化を抑制しつつ、界磁の磁界強度の高さと可変性との両立を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態に係る回転電機の回転中心に沿う断面図である。

[図2]図1中の回転シャフト、界磁コア、第1永久磁石及び第2永久磁石の側面図である。

[図3]図1中のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図4]図1中のⅠⅤ－ⅠⅤ線に沿う断面図である。

[図5]図1中のⅤ－Ⅴ線に沿う断面図である。

[図6]図2中の界磁コア、第1永久磁石及び第2永久磁石を破断して示す斜視図である。

[図7]図6において、電磁石界磁による磁界の方向を逆転させた状態を示す斜視図である。

[図8]第2実施形態に係る回転電機の回転中心に沿う断面図である。

[図9]図8中の回転シャフト、界磁コア、第1永久磁石及び第2永久磁石の側面図である。

[図10]図8中のⅩ－Ⅹ線に沿う断面図である。

[図11]図8中のⅩⅠ－ⅩⅠ線に沿う断面図である。

[図12]図8中のⅩⅠⅠ－ⅩⅠⅠ線に沿う断面図である。

[図13]図9中の界磁コア、第1永久磁石及び第2永久磁石を破断して示す斜視図である。

[図14]回転電機の変形例を示す断面図である。

[図15]回転電機の他の変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0010] [第1実施形態]

図1～図5に示すように、回転電機1は、ケース10と、回転シャフト21、22と、ステータコア30と、電機子コイル31と、界磁コア40と、界磁コイル70と、第1永久磁石81と、第2永久磁石82とを備える。なお、図3～図5においては、界磁コイル70の図示が省略されている。

[0011] ケース10は非磁性材料により構成されており、フレーム11と、ブラケット12と、ブラケット13と、カバー14とを有する。フレーム11は筒状を呈する。ブラケット12はフレーム11の一端側を塞いでいる。ブラケット12の中央には、後述の回転シャフト21を通すと共に回転自在に支持する支持孔12aが形成されている。ブラケット13はフレーム11の他端側を塞いでいる。ブラケット13の中央には、後述の回転シャフト22を通すと共に回転自在に支持する支持孔13aが形成されている。

[0012] カバー14は、13の中央部を外側から覆う。カバー14内には、後述の回転検出器24を収容するためのセンサ室14aが形成されている。カバー14の内面の中央には、ケース10内に突出する支持柱14bが形成されている。支持柱14bの先端部は支持孔13aを通り、ケース10内に進入している。

[0013] 回転シャフト21は鉄鋼又はステンレス等により構成されており、ブラケット12に直交した状態で支持孔12aに通されている。回転シャフト21は、例えばボールベアリング等の軸受15を介して支持孔12aの周縁部に

取り付けられており、回転中心CLまわりに回転自在となっている。ブラケット12の内側において、回転シャフト21の端部の外周にはフランジ21aが形成されている。

[0014] 回転シャフト22は鉄鋼又はステンレス等により構成されており、ブラケット13に直交した状態で支持孔13aに通されている。回転シャフト22は、例えばボールベアリング等の軸受16を介して支持孔13aの周縁部に取り付けられており、回転中心CLまわりに回転自在となっている。ブラケット13の内側において、回転シャフト22の端部の外周にはフランジ22aが形成されている。回転シャフト22のもう一方の端部はセンサ室14a内に位置している。回転シャフト22は筒状を呈し、その中央の貫通孔22bには支持柱14bが通されている。

[0015] センサ室14a内には、回転シャフト22の回転角度又は回転角速度を検出するための回転検出器24が設けられている。回転検出器24は、例えばレゾルバ、磁気式エンコーダ又は光学式エンコーダ等である。

[0016] ステータコア30は、例えば3%珪素鉄等の鉄系の軟質磁性材料により構成され、ヨーク30aと複数のティース30bとを有する。ステータコア30は、例えば珪素鋼板に絶縁被膜を形成した電磁鋼板を積層したものであってもよく、軟質磁性複合材料(SMC)を圧縮成形したものであってもよく、鉄系の軟質磁性材料のみにより形成されたものであってもよい。

[0017] ヨーク30aは筒状を呈し、回転中心CLを囲んだ状態でフレーム11の内側に嵌合しており、接着等によりフレーム11に固定されている(図3～図5参照)。複数のティース30bは、ヨーク30aの周方向に沿って並んでいる。ティース30bのそれぞれは、回転中心CLに沿って延びると共に、ヨーク30aの内面から回転中心CL側に突出している。

[0018] 複数の電機子コイル31は、ティース30bにそれぞれ巻き付けられており、回転中心CLを囲んでいる。電機子コイル31は、例えば3相交流の供給に応じ、回転中心CLまわりに回転磁界を形成する。なお、回転電機1は、ステータコア30を有しないギャップワインディングモータであってもよ

い。

[0019] 界磁コア40は、ケース10内においてフランジ21aとフランジ22aとの間に配置され、電機子コイル31に囲まれている。界磁コア40は、例えば3%珪素鉄等の鉄系の軟質磁性材料により構成され、内側コア50と外側コア60とを有する。

[0020] 内側コア50及び外側コア60は、例えば珪素鋼板に絶縁被膜を形成した電磁鋼板を積層したものであってもよく、軟質磁性複合材料(SMC)を圧縮成形したものであってもよく、鉄系の軟質磁性材料のみにより形成されたものであってもよい。

[0021] 内側コア50は円柱状を呈し、回転シャフト21, 22に対して同心となるように配置されている。内側コア50は、回転シャフト21, 22には固定されずに、支持柱14bに固定されている。内側コア50の回転シャフト21側の端部には突起52が設けられている。突起52は、軸受53を介して回転シャフト21の中心部に取り付けられている。突起52と回転シャフト21とは、回転中心CLまわりに互いに回転自在となっている。内側コア50の外周面には、全周に亘る溝51が形成されている。回転中心CLに沿う方向において、溝51は内側コア50の中間部に位置している。中間部は、中間及びその近傍部分を意味する。

[0022] 外側コア60は円筒状を呈し、内側コア50の外側に嵌合した状態で回転シャフト21, 22に固定されている。具体的に、外側コア60の一端部は回転シャフト21に固定され、外側コア60の他端部は回転シャフト22に固定されている。外側コア60の内周面には、全周に亘る溝61が形成されている。溝61は、回転シャフト21と回転シャフト22の中間部に位置している。

[0023] 内側コア50の溝51と外側コア60の溝61とは、互いに協働して環状空間43を構成する。環状空間43は、回転中心を囲むように界磁コア40内に形成される。内側コア50は環状空間43の内周側を画し、外側コア60は環状空間43の外周側を画している。なお、溝51, 61の両方が形成

されることは必須ではない。溝 5 1 のみで環状空間 4 3 が構成されていてもよいし、溝 6 1 のみで環状空間 4 3 が構成されていてもよい。

[0024] 界磁コイル 7 0 は、回転中心 C L を囲むように巻かれ、環状空間 4 3 内に収容されている。すなわち界磁コイル 7 0 は、環状空間 4 3 に沿うように巻かれている。界磁コイル 7 0 は、例えば接着等により内側コア 5 0 に固定されており、例えば直流の供給に応じて磁界を生じる。

[0025] 複数の第 1 永久磁石 8 1 は、環状空間 4 3 を囲むように並んで外側コア 6 0 の外周面（界磁コア 4 0 の外周面）に固定されている。第 1 永久磁石 8 1 は、外側コア 6 0 の外周面に沿うと共に、回転中心 C L に沿って延びた短冊状を呈している。第 1 永久磁石 8 1 は、硬質磁性材料により構成されており、回転中心 C L 側に向かって磁化されている（図 4 及び図 5 中の矢印参照）。すなわち、第 1 永久磁石 8 1 の N 極は回転中心 C L 側に面している。第 1 永久磁石 8 1 の具体例として、アルニコ磁石、フェライト磁石、ネオジム磁石等が挙げられる。

[0026] 全ての第 1 永久磁石 8 1 は、回転中心 C L に沿う方向において、第 2 永久磁石 8 2 に比べて界磁コア 4 0 の一端部（例えば回転シャフト 2 1 側の端部 4 1）寄りに位置している。第 1 永久磁石 8 1 の一端部 4 1 側の端面は界磁コア 4 0 の端面に揃っているが、これは必須ではない。

[0027] 複数の第 2 永久磁石 8 2 は、第 1 永久磁石 8 1 と交互に並んで外側コア 6 0 の外周面（界磁コア 4 0 の外周面）に固定されている。第 1 永久磁石 8 1 と第 2 永久磁石 8 2 とは他の永久磁石を介することなく並んでいる。第 2 永久磁石 8 2 は、外側コア 6 0 の外周面に沿うと共に、回転中心 C L に沿って延びた短冊状を呈している。第 2 永久磁石 8 2 は、硬質磁性材料により構成されており、界磁コア 4 0 の外周側に向かって磁化されている（図 3 及び図 4 中の矢印参照）。すなわち、第 2 永久磁石 8 2 の N 極は界磁コア 4 0 の外周側に面している。第 2 永久磁石 8 2 の具体例として、アルニコ磁石、フェライト磁石、ネオジム磁石等が挙げられる。

[0028] 全ての第 2 永久磁石 8 2 は、回転中心 C L に沿う方向において、第 1 永久

磁石 8 1 に比べて界磁コア 4 0 の他端部（例えば回転シャフト 2 2 側の端部 4 2）寄りに位置している。第 2 永久磁石 8 2 の他端部 4 2 側の端面は界磁コア 4 0 の端面に揃っているが、これは必須ではない。

[0029] 第 1 永久磁石 8 1 が一端部 4 1 寄りに位置することにより、外側コア 6 0 には、複数の第 1 永久磁石 8 1 に対し他端部 4 2 側にそれぞれ隣接する複数の第 1 極部 4 4 が設けられる。第 2 永久磁石 8 2 が他端部 4 2 寄りに位置することにより、外側コア 6 0 には、複数の第 2 永久磁石 8 2 に対し一端部 4 1 側にそれぞれ隣接する複数の第 2 極部 4 5 が設けられる。すなわち、界磁コア 4 0 は、第 1 極部 4 4 と第 2 極部 4 5 とを有する。

[0030] 外側コア 6 0 において、複数の第 1 永久磁石 8 1 に囲まれる部分には、複数の第 1 永久磁石 8 1 にそれぞれ対応する複数の空洞 6 2 が形成されている（図 5 及び図 6 参照）。すなわち、空洞 6 2 は界磁コア 4 0 に形成されている。それぞれの空洞 6 2 は、回転中心 C L に沿って延びており、一端部 4 1 側に開放されている。空洞 6 2 は、第 1 非磁性領域に相当する。なお、第 1 非磁性領域は空洞に限られない。例えば、空洞 6 2 に相当する部分に樹脂材料等が充填されていてもよい。

[0031] 外側コア 6 0 において、複数の第 2 永久磁石 8 2 に囲まれる部分には、複数の第 2 永久磁石 8 2 にそれぞれ対応する複数の空洞 6 3 が形成されている（図 3 及び図 6 参照）。すなわち、空洞 6 3 は界磁コア 4 0 に形成されている。それぞれの空洞 6 3 は、回転中心 C L に沿って延びており、他端部 4 2 側に開放されている。空洞 6 3 は、第 2 非磁性領域に相当する。なお、第 2 非磁性領域は空洞に限られない。例えば、空洞 6 3 に相当する部分に樹脂材料等が充填されていてもよい。

[0032] 第 1 永久磁石 8 1 及び第 2 永久磁石 8 2 は、電機子コイル 3 1 による回転磁界と相互に作用する磁界を発生する。界磁コア 4 0 は、第 1 永久磁石 8 1 及び第 2 永久磁石 8 2 により形成される磁界の経路として機能する。すなわち、第 1 永久磁石 8 1、第 2 永久磁石 8 2 及び界磁コア 4 0 は永久磁石界磁を構成する。

[0033] 界磁コア４０は、界磁コイル７０による磁界の磁路としても機能する。界磁コイル７０が生じる磁界は、界磁コア４０の中心側を通過して第１極部４４及び第２極部４５の一方側から他方側へ向かう。このため、界磁コア４０の第１極部４４及び第２極部４５は、界磁コイル７０が生じる磁界により互いに逆の極性に磁化され、電機子コイル３１による回転磁界と相互に作用する磁界を形成する。すなわち、界磁コイル７０及び界磁コア４０は電磁石界磁を構成する。電磁石界磁においては、界磁コイル７０に供給する電力に応じて磁界の強度及び方向を変更可能である。

[0034] 図６中の矢印は、界磁コイル７０による磁界が第１極部４４側から第２極部４５側に向かっている場合の磁化方向を示している。この場合、第１永久磁石８１に隣接する第１極部４４は第１永久磁石８１と同じ極性に磁化され、第２永久磁石８２に隣接する第２極部４５は第２永久磁石８２と同じ極性に磁化されるので、第１永久磁石８１及び第２永久磁石８２のみで形成される界磁に比べ強い界磁が得られる。

[0035] 図７中の矢印は、界磁コイル７０による磁界が第２極部４５側から第１極部４４側に向かっている場合の磁化方向を示している。この場合、第１永久磁石８１に隣接する第１極部４４は第１永久磁石８１と逆の極性に磁化され、第２永久磁石８２に隣接する第２極部４５は第２永久磁石８２と逆の極性に磁化されるので、第１永久磁石８１及び第２永久磁石８２のみで形成される界磁に比べ弱い界磁が得られる。

[0036] このように、永久磁石界磁と電磁石界磁とを組み合わせることにより、界磁の磁界強度の高さと可変性との両立を図ることができる。

[0037] 上述したように、複数の第１永久磁石８１は界磁コア４０の一端部４１寄りに位置し、複数の第２永久磁石８２は界磁コア４０の他端部４２寄りに位置している。換言すると、第１永久磁石８１と第２永久磁石８２とは、界磁コア４０の周方向で千鳥状に配置されている。この配置により界磁コア４０に構成される余剰部分が、第１極部４４及び第２極部４５として利用されている。このように、第１永久磁石８１及び第２永久磁石８２を千鳥状に配置

することで構成される界磁コア４０の余剰部分を電磁石界磁の磁極として利用することにより、界磁コア４０を永久磁石界磁及び電磁石界磁に兼用することが可能となっている。これにより、界磁の大型化を抑制できる。従って、回転電機１によれば、大型化を抑制しつつ、界磁の磁界強度の高さ及び可変性の両立を図ることができる。

[0038] 外側コア６０には、第１非磁性領域として空洞６２が形成され、第２非磁性領域として空洞６３が形成されている。空洞６２により、界磁コア４０の中心側と第１永久磁石８１との間の軟質磁性領域が分断される。空洞６３により、界磁コア４０の中心側と第２永久磁石８２との間の磁路の磁気抵抗が高くなる。これにより、界磁コイル７０が生じた磁界が第１極部４４及び第２極部４５を通る磁路に集中し易くなるので、第１極部４４及び第２極部４５をより強く磁化できる。従って、界磁の磁界強度の高さ及び可変性を共に向上させることができる。

[0039] 界磁コア４０は、内側コア５０及び外側コア６０に分かれており、外側コア６０のみが回転シャフト２１、２２に固定されている。内側コア５０は回転シャフト２１、２２に固定されず、支持柱１４ｂに固定されている。界磁コイル７０は内側コア５０に固定されている。すなわち、界磁コイル７０は、内側コア５０を介してケース１０に固定されている。このため、回転シャフト２１、２２が回転しても界磁コイル７０は回転しない。従って、外部から供給された電力を界磁コイル７０に導くための給電部の構成を単純化できるので、回転電機１の大型化を更に抑制できる。

[0040] 〔第２実施形態〕

図８～図１２に示すように、第２実施形態に係る回転電機１Ａは、回転電機１の界磁コア４０を界磁コア４０Ａに置き換えたものである。なお、図１０～図１２においては、界磁コイル７０の図示が省略されている。界磁コア４０Ａは、界磁コア４０と同様の材料により構成され、内側コア５０と外側コア６０Ａとを有する。外側コア６０Ａは、第１筒状体６４と、第２筒状体６５と、第１爪部６６と、第２爪部６７とを有する（図１３参照）。

- [0041] 第1筒状体64は、回転中心CLに沿った筒状を呈し、一端部41側において内側コア50の外周に嵌合する。第2筒状体65は、回転中心CLに沿った筒状を呈し、他端部42側において内側コア50の外周に嵌合する。第1筒状体64、第2筒状体65及び内側コア50は、回転中心CLに沿うコア本体46を構成する。すなわち界磁コア40Aは、コア本体46と、第1爪部66と、第2爪部67とを有する。
- [0042] 複数の第1爪部66は、第2筒状体65を囲むように並び、それぞれ他端部42側でコア本体46の外周面に接続され、一端部41側に延びている。すなわち複数の第1爪部66は、コア本体46を囲むように並ぶ。第1爪部66は、第1梁部66aと第1連結部66bとを有する。第1梁部66aは、回転中心CLに沿って他端部42側から一端部41側に延びている。第1連結部66bは、第1梁部66aとコア本体46とを他端部42側でつなぐ。
- [0043] 第2爪部67は、第1爪部66と交互に並び、それぞれ一端部41側でコア本体46の外周面に接続されて、他端部42側に延びている。第2爪部67は、第2梁部67aと第2連結部67bとを有する。第2梁部67aは、回転中心CLに沿って一端部41側から他端部42側に延びている。第2連結部67bは、第2梁部67aとコア本体46とを一端部41側でつなぐ。
- [0044] 第1梁部66aは第2連結部67b同士の間まで延び、第2梁部67aは第1連結部66b同士の間まで延びている。第1梁部66aの両端部はフランジ21a, 22aにそれぞれ固定され、第2梁部67aの両端部もフランジ21a, 22aにそれぞれ固定されている。これにより、第1筒状体64及び第2爪部67と、第2筒状体65及び第1爪部66とが一体化されている。
- [0045] 外側コア60を外側コア60Aに置き換えた構成においても、外側コア60Aの内周面には全周に亘る溝61が形成される。溝61の開口部は、第1筒状体64及び第2筒状体65により構成される。溝61の底部は、第1梁部66a及び第2連結部67bにより構成される。溝61の側部は、第1連

結部 66b 及び第 2 連結部 67b により構成される。外側コア 60A の溝 61 も、溝 51 と協働して環状空間 43 を構成するので、第 1 爪部 66 及び第 2 爪部 67 は、環状空間 43 の外周面を画す。

[0046] 複数の第 1 永久磁石 81 は、第 2 永久磁石 82 に比べ一端部 41 寄りに位置した状態で複数の第 1 爪部 66 の外周面にそれぞれ固定されている。複数の第 2 永久磁石 82 は、第 1 永久磁石 81 に比べ他端部 42 寄りに位置した状態で複数の第 2 爪部 67 の外周面にそれぞれ固定されている。第 1 極部 44 は、第 1 連結部 66b に対応する位置に形成される。第 2 極部 45 は、第 2 連結部 67b に対応する位置に形成される。

[0047] 外側コア 60A における第 1 非磁性領域は、第 1 爪部 66 とコア本体 46 との間の空隙 62A により構成される。外側コア 60A における第 1 非磁性領域の少なくとも一部は、第 1 爪部 66 と第 2 筒状体 65 との間の空隙 62A により構成される。

[0048] 外側コア 60A における第 2 非磁性領域は、第 2 爪部 67 とコア本体 46 との間の空隙 63A により構成される。外側コア 60A における第 2 非磁性領域の少なくとも一部は、第 2 爪部 67 と第 1 筒状体 64 との間の空隙 63A により構成される。

[0049] 回転電機 1A によっても、回転電機 1 と同様の効果が得られる。更に回転電機 1A では、第 1 極部 44 と第 2 極部 45 との間の軟質磁性領域が、第 1 爪部 66 と第 2 爪部 67 との境界により分断される。このため、界磁コア 40 の中心側を通して第 1 極部 44 及び第 2 極部 45 の一方側から他方側に向かうように生じた磁界を、他方側から一方側に導く磁路が分断される。これにより、第 1 極部 44 及び第 2 極部 45 をより強く磁化できるので、界磁の磁界強度の高さ及び可変性を共に向上させることができる。

[0050] 上述したように、第 1 梁部 66a は第 2 連結部 67b 同士の間まで延び、第 2 梁部 67a は第 1 連結部 66b 同士の間まで延びており、第 1 極部 44 及び第 2 極部 45 は、第 1 連結部 66b 及び第 2 連結部 67b にそれぞれ対応する位置に形成される。第 1 連結部 66b 及び第 2 連結部 67b に対応す

る部分がそれぞれ第1極部44及び第2極部45として有効活用されるので、界磁を更に小型化できる。

[0051] 以上、実施形態について説明してきたが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

[0052] 例えば、回転電機1において内側コア50及び外側コア60を一体化し、界磁コア40全体を回転シャフト21、22に固定してもよい。この場合、界磁コイル70は回転シャフト21、22及び界磁コア40の回転に伴って回転する。このため、図14に示すように、界磁コイル70の回転を許容しつつ、界磁コイル70に電力を導く給電部27を設ける必要がある。給電部27は、回転シャフト22の外周面に全周に亘って形成された環状電極28と、ケース10に固定されて環状電極28に接する接点29とにより構成されている。なお、給電部27の構成はこれに限られず、回転体に給電可能であればどのようなものであってもよい。例えば、電磁誘導方式、電波方式又は電磁界共鳴方式等を利用した非接触の電力伝送部（例えば回転トランス、発電機等）、液体金属を利用した回転コネクタ等が挙げられる。

[0053] 第1永久磁石81及び第2永久磁石82は、必ずしも外側コア60、60Aの外周面（界磁コア40、40Aの外周面）に固定されていなくてもよく、外側コア60、60A（界磁コア40、40A）に埋設されていてもよい（図15参照）。

産業上の利用可能性

[0054] 本発明は、回転電機に利用可能である。

符号の説明

[0055] 1…回転電機、21、22…回転シャフト、27…給電部、31…電機子コイル、40、40A…界磁コア、41…一端部、42…他端部、43…環状空間、44…第1極部、45…第2極部、46…コア本体、50…内側コア、60、60A…外側コア、62…空洞（第1非磁性領域）、62A…空隙（第1非磁性領域）、63…空洞（第2非磁性領域）、63A…空隙（第

2 非磁性領域)、64…第1筒状体、65…第2筒状体、66…第1爪部、66a…第1梁部、66b…第1連結部、67…第2爪部、67a…第2梁部、67b…第2連結部、70…界磁コイル、81…第1永久磁石、82…第2永久磁石、CL…回転中心。

請求の範囲

[請求項1]

回転シャフトと、
前記回転シャフトの回転中心を囲むように並び、回転磁界を発生させる複数の電機子コイルと、
軟質磁性材料により構成され、前記複数の電機子コイルに囲まれた界磁コアと、
前記回転中心を囲むように前記界磁コア内に形成された環状空間と、
前記環状空間に沿うように巻かれた界磁コイルと、
前記環状空間を囲むように並んで前記界磁コアに固定された複数の第1永久磁石と、
前記複数の第1永久磁石と交互に並んで前記界磁コアに固定された複数の第2永久磁石と、を備え、
前記回転中心に沿う方向において、前記複数の第1永久磁石は、前記第2永久磁石に比べて前記界磁コアの一端部寄りに位置し、前記複数の第2永久磁石は、前記第1永久磁石に比べて前記界磁コアの他端部寄りに位置しており、
前記界磁コアは、前記複数の第1永久磁石に対し前記他端部側にそれぞれ隣接する複数の第1極部と、前記複数の第2永久磁石に対し前記一端部側にそれぞれ隣接する複数の第2極部とを有し、前記第1極部及び前記第2極部は、前記界磁コイルが生じる磁界により互いに逆の極性に磁化される、回転電機。

[請求項2]

前記界磁コアにおいて、前記複数の第1永久磁石に囲まれる部分には、前記複数の第1永久磁石にそれぞれ対応する複数の第1非磁性領域が形成され、
前記界磁コアにおいて、前記複数の第2永久磁石に囲まれる部分には、前記複数の第2永久磁石にそれぞれ対応する複数の第2非磁性領域が形成されている、請求項1記載の回転電機。

[請求項3] 前記第1非磁性領域及び前記第2非磁性領域は空洞である、請求項2記載の回転電機。

[請求項4] 前記界磁コアは、
前記回転中心に沿ったコア本体と、
前記コア本体を囲むように並び、それぞれ前記他端部側で前記コア本体の外周面に接続され、前記一端部側に延びて前記環状空間の外周側を画す複数の第1爪部と、

前記複数の第1爪部と交互に並び、それぞれ前記一端部側で前記コア本体の外周面に接続され、前記他端部側に延びて前記環状空間の外周側を画す複数の第2爪部と、を有し、

前記複数の第1永久磁石は、前記第2永久磁石に比べ前記一端部寄りに位置した状態で前記複数の第1爪部にそれぞれ固定され、前記複数の第2永久磁石は、前記第1永久磁石に比べ前記他端部寄りに位置した状態で前記複数の第2爪部にそれぞれ固定され、

前記第1非磁性領域は前記第1爪部と前記コア本体との間の空隙により構成され、前記第2非磁性領域は前記第2爪部と前記コア本体との間の空隙により構成される、請求項2記載の回転電機。

[請求項5] 前記第1爪部は、前記回転中心に沿って前記他端部側から前記一端部側に延びた第1梁部と、前記第1梁部と前記コア本体とを前記他端部側でつなぐ第1連結部とを有し、

前記第2爪部は、前記回転中心に沿って前記一端部側から前記他端部側に延びた第2梁部と、前記第2梁部と前記コア本体とを前記一端部側でつなぐ第2連結部とを有し、

前記第1梁部は前記第2連結部同士の間まで延び、前記第2梁部は前記第1連結部同士の間まで延びており、

前記第1極部及び前記第2極部は、前記第1連結部及び前記第2連結部にそれぞれ対応する位置に形成される、請求項4記載の回転電機。

- [請求項6] 前記界磁コアは、前記回転シャフトに固定されている、請求項1～5のいずれか一項記載の回転電機。
- [請求項7] 前記回転シャフト及び前記界磁コアの回転に伴う前記界磁コイルの回転を許容しつつ、前記界磁コイルに電力を供給する給電部を更に備える、請求項6記載の回転電機。
- [請求項8] 前記界磁コアは、前記環状空間の外周側を画して前記回転シャフトに固定された外側コアと、前記回転シャフトに固定されずに前記環状空間の内周側を画す内側コアと、に分かれており、
前記第1永久磁石及び前記第2永久磁石は前記外側コアに固定され、
前記第1極部及び前記第2極部は前記外側コアに設けられ、
前記界磁コイルは前記内側コアに固定されている、請求項1記載の回転電機。
- [請求項9] 前記外側コアにおいて、前記複数の第1永久磁石に囲まれる部分には、前記複数の第1永久磁石にそれぞれ対応する複数の第1非磁性領域が形成され、
前記外側コアにおいて、前記複数の第2永久磁石に囲まれる部分には、前記複数の第2永久磁石にそれぞれ対応する複数の第2非磁性領域が形成されている、請求項8記載の回転電機。
- [請求項10] 前記第1非磁性領域及び前記第2非磁性領域は空洞である、請求項9記載の回転電機。
- [請求項11] 前記外側コアは、
前記回転中心に沿った筒状を呈し、前記一端部側及び前記他端部側において前記内側コアの外周にそれぞれ嵌合する第1筒状体及び第2筒状体と、
前記第2筒状体を囲むように並び、それぞれ前記他端部側で前記第2筒状体の外周面に接続され、前記一端部側に延びて前記環状空間の外周側を画す複数の第1爪部と、

前記複数の第 1 爪部と交互に並び、それぞれ前記一端部側で前記第 1 筒状体の外周面に接続され、前記他端部側に延びて前記環状空間の外周側を画す複数の第 2 爪部と、を有し、

前記複数の第 1 永久磁石は、前記第 2 永久磁石に比べ前記一端部寄りに位置した状態で前記複数の第 1 爪部にそれぞれ固定され、前記複数の第 2 永久磁石は、前記第 1 永久磁石に比べ前記他端部寄りに位置した状態で前記複数の第 2 爪部にそれぞれ固定され、

前記第 1 非磁性領域の少なくとも一部は前記第 1 爪部と前記第 2 筒状体との間の空隙により構成され、前記第 2 非磁性領域の少なくとも一部は前記第 2 爪部と前記第 1 筒状体との間の空隙により構成される、請求項 9 記載の回転電機。

[請求項 12]

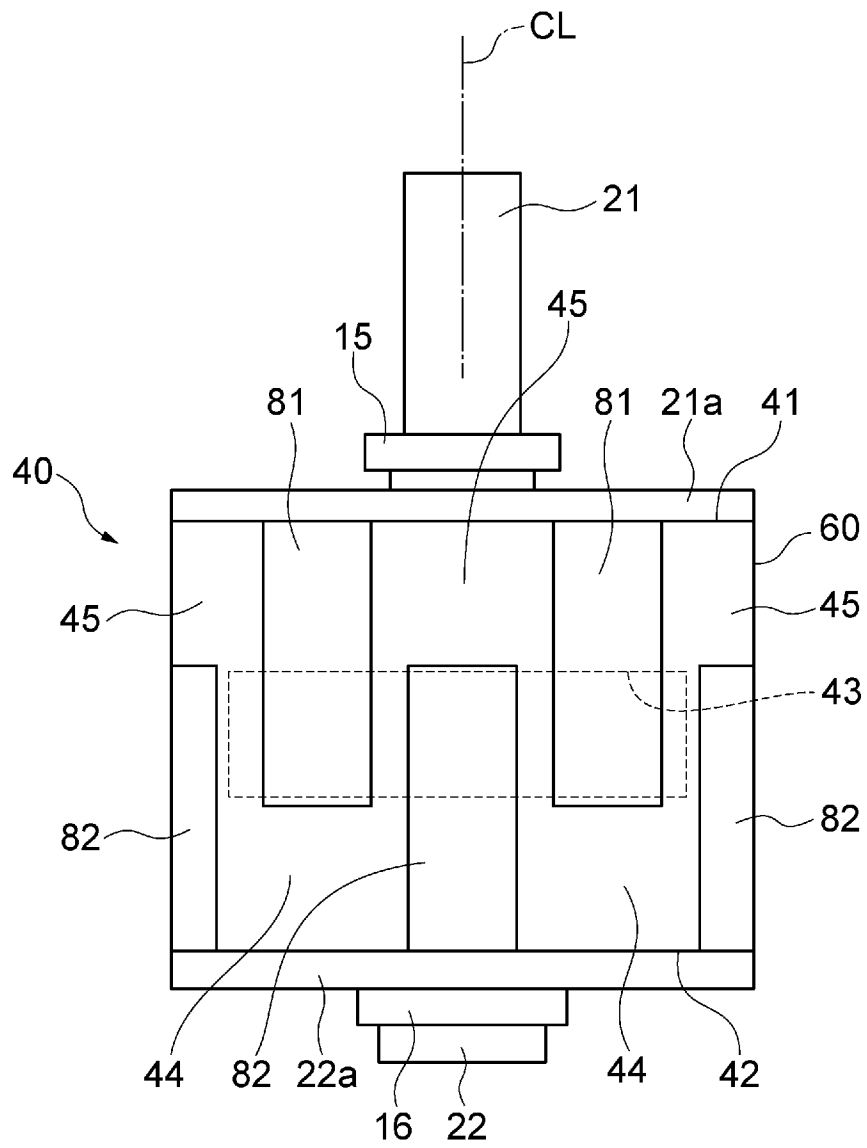
前記第 1 爪部は、前記回転中心に沿って前記他端部側から前記一端部側に延びた第 1 梁部と、前記第 1 梁部と前記第 2 筒状体とを前記他端部側でつなぐ第 1 連結部とを有し、

前記第 2 爪部は、前記回転中心に沿って前記一端部側から前記他端部側に延びた第 2 梁部と、前記第 2 梁部と前記第 1 筒状体とを前記一端部側でつなぐ第 2 連結部とを有し、

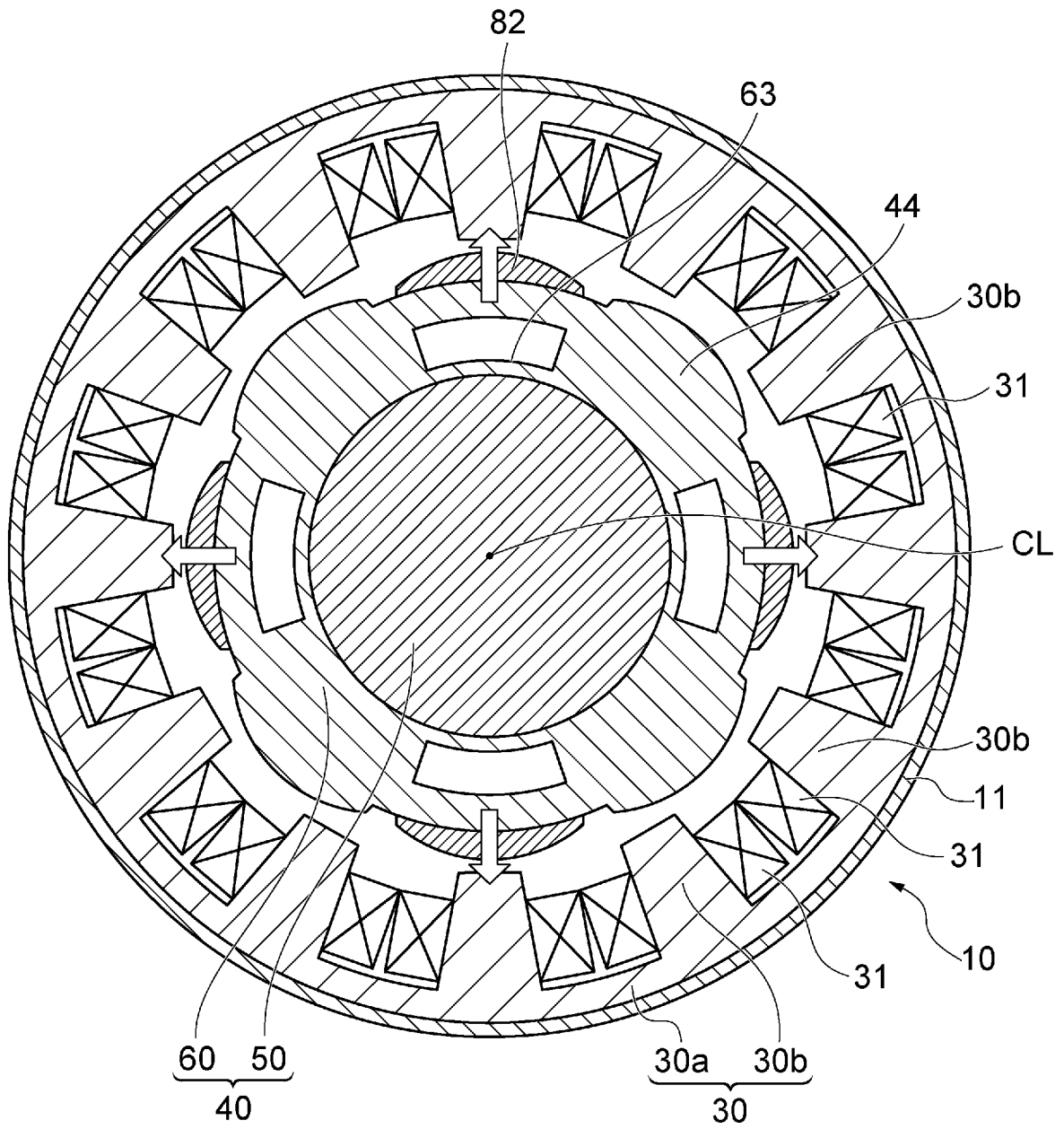
前記第 1 梁部は前記第 2 連結部同士の間まで延び、前記第 2 梁部は前記第 1 連結部同士の間まで延びており、

前記第 1 極部及び前記第 2 極部は、前記第 1 連結部及び前記第 2 連結部にそれぞれ対応する位置に形成される、請求項 11 記載の回転電機。

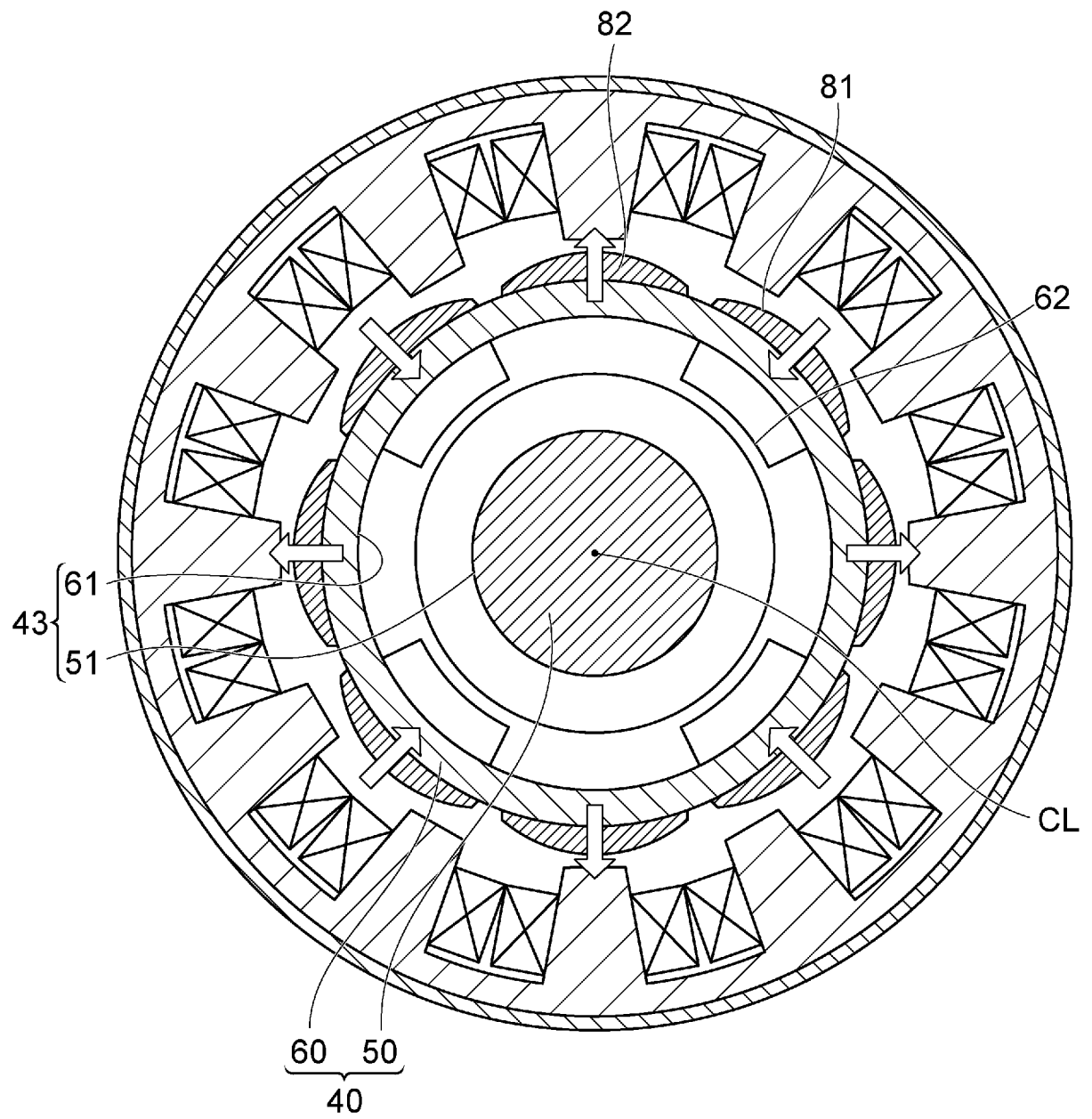
[図2]



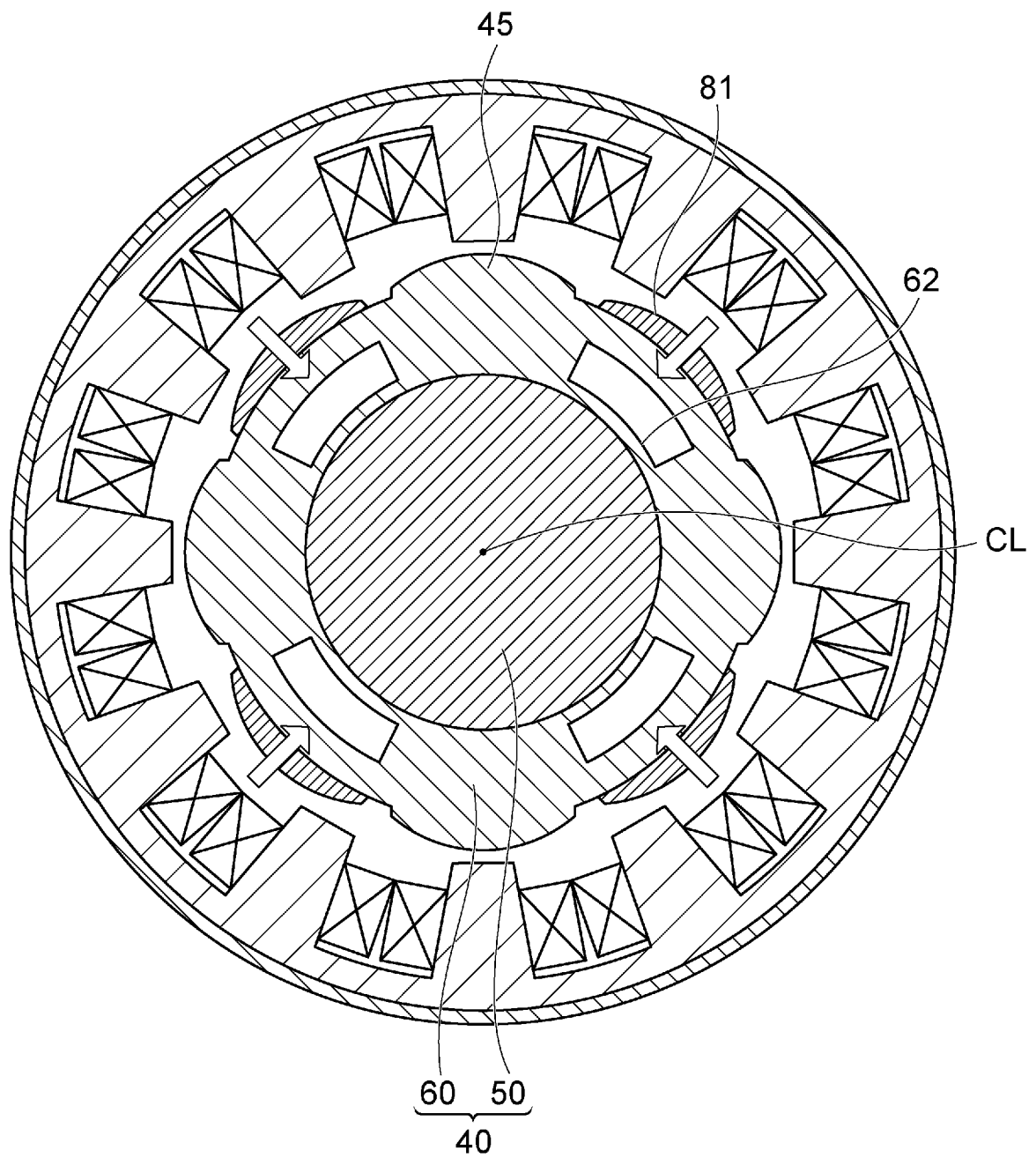
[図3]



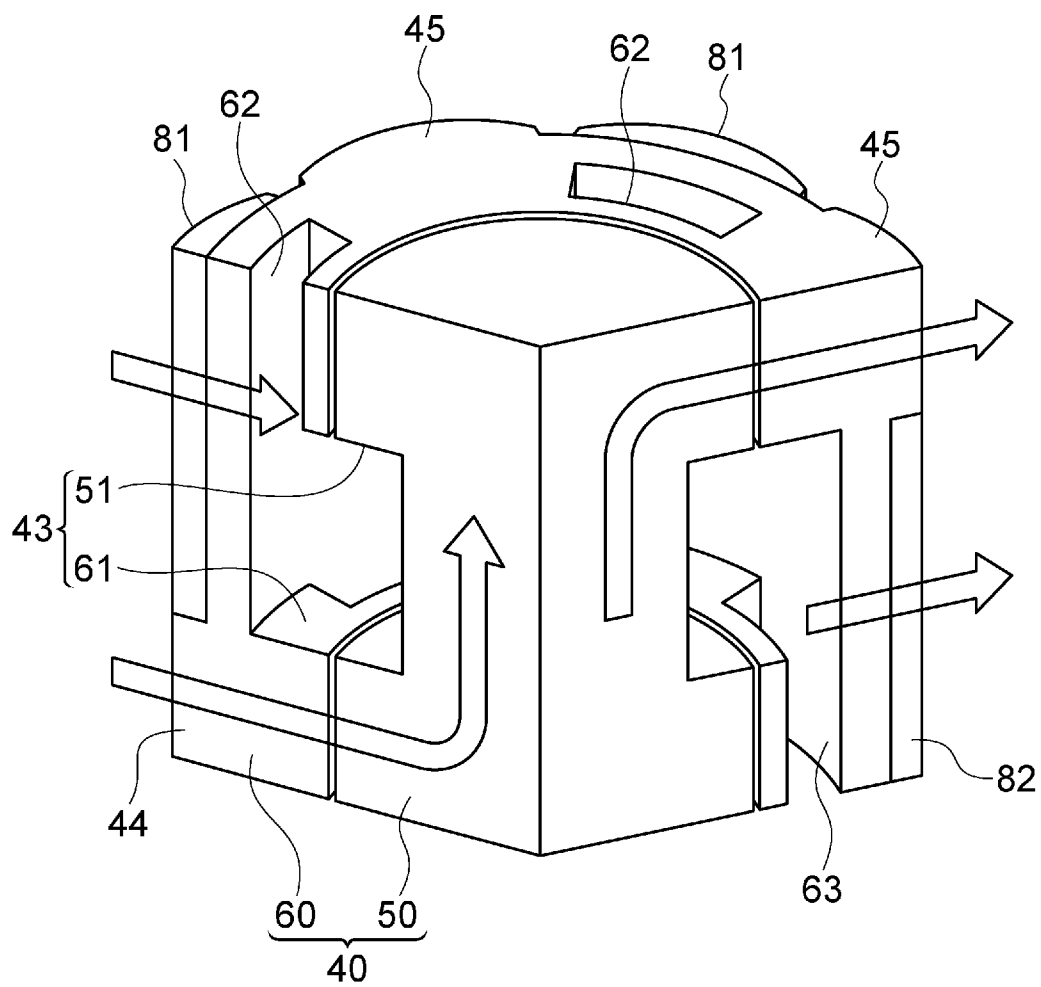
[図4]



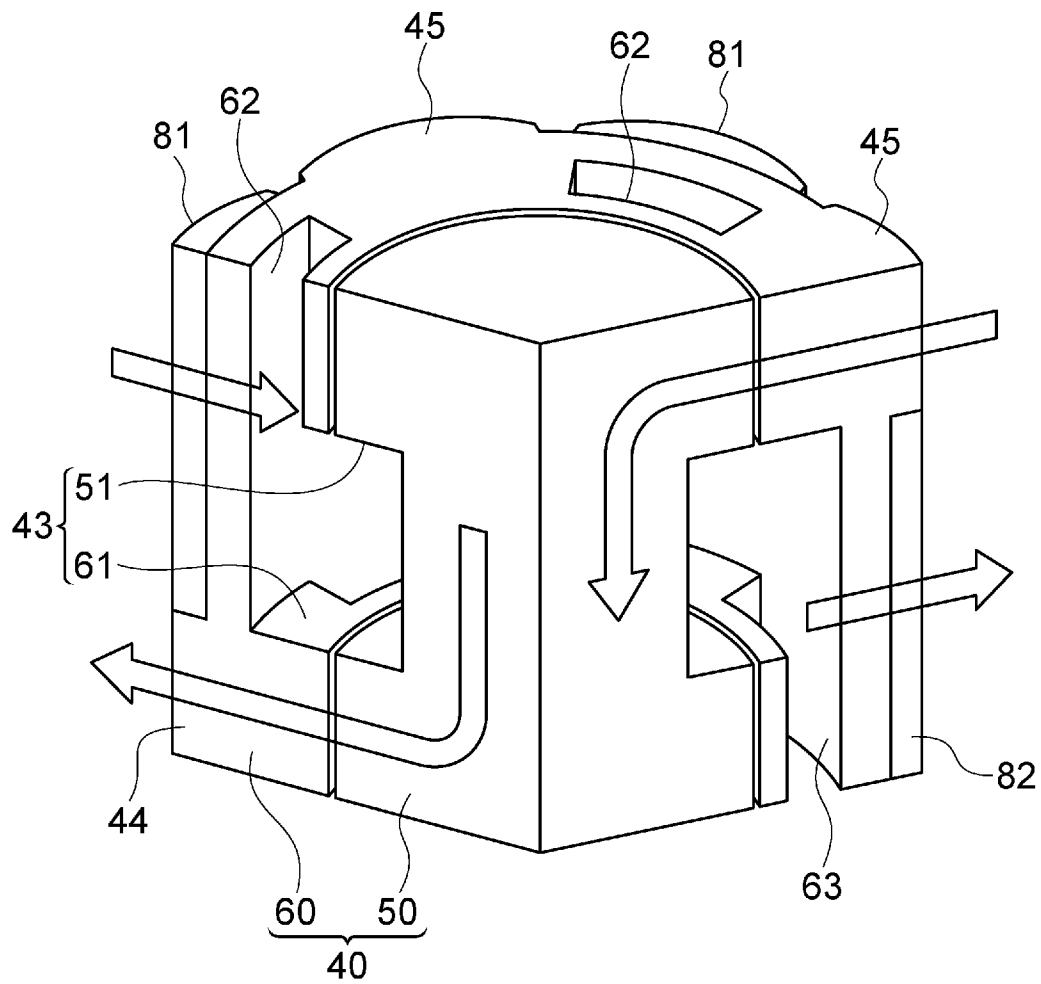
[図5]



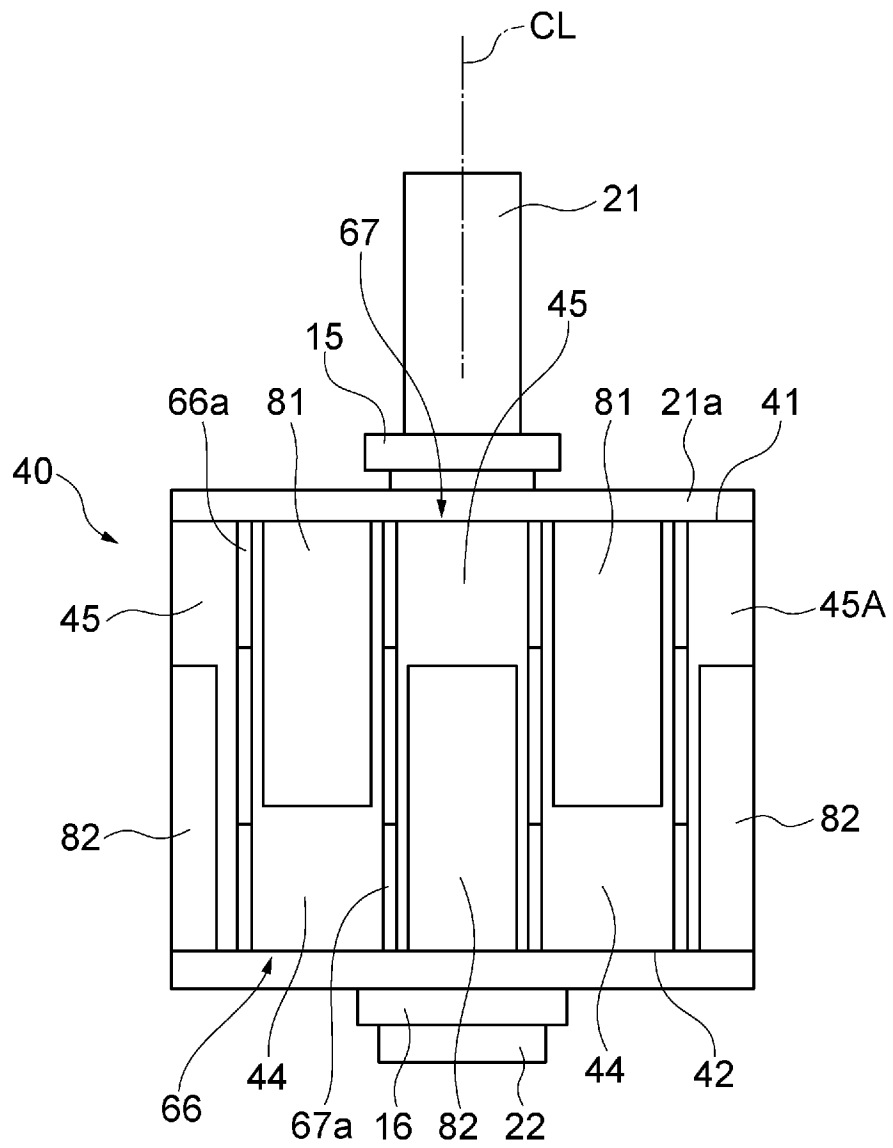
[図6]



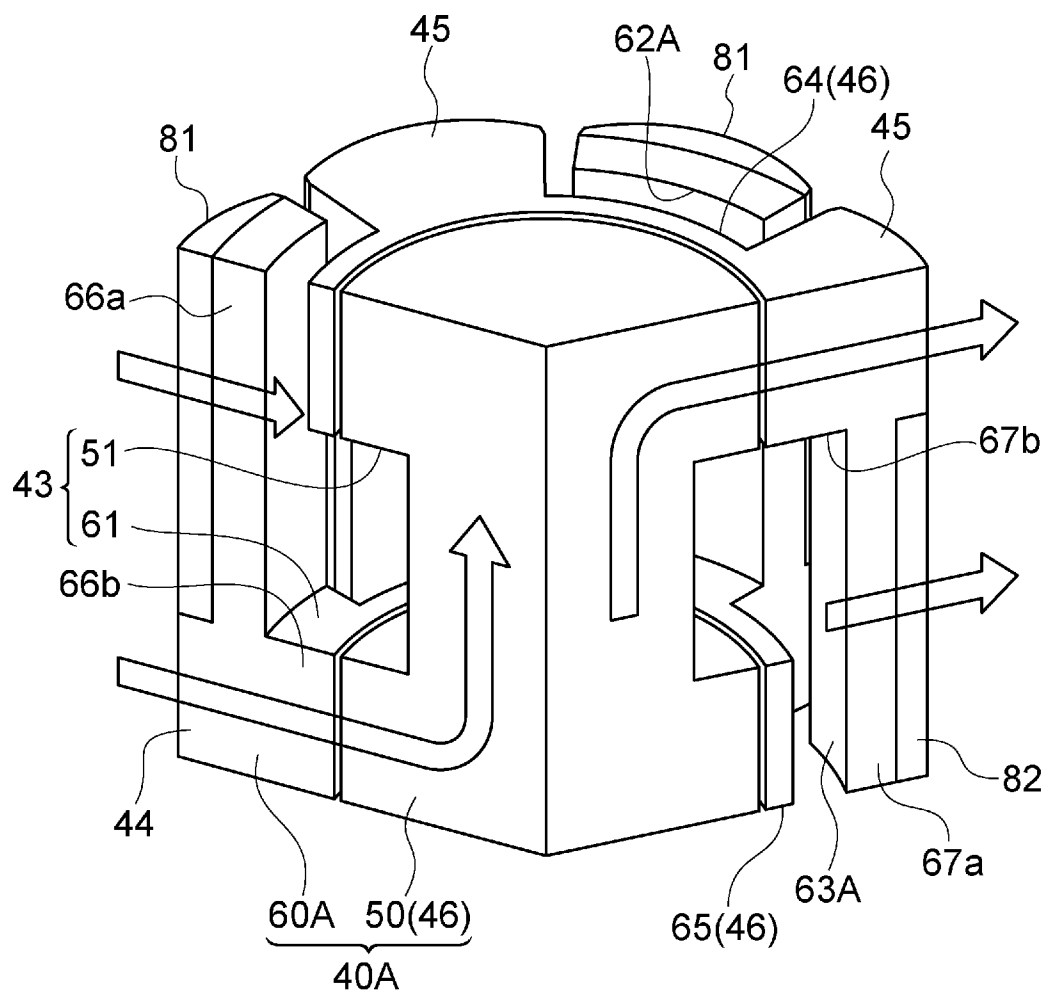
[図7]



[図9]

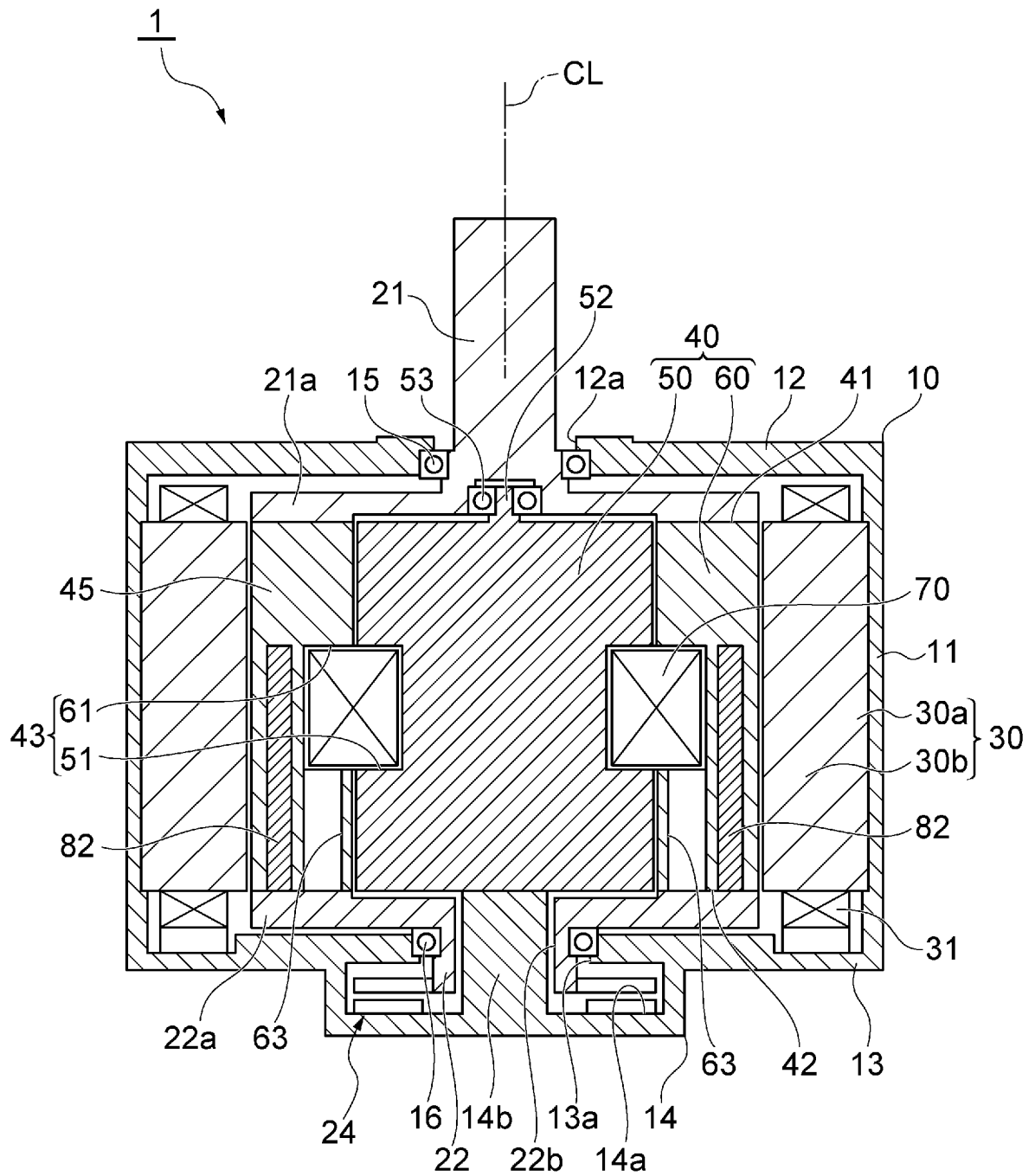


[図13]



[illegible]

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052768

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	JP 2003-164127 A (Denso Corp.), 06 June 2003 (06.06.2003), paragraphs [0017] to [0036]; fig. 1 to 6 & US 2003/0102758 A1	1, 6 7 2-5, 8-12
Y A	JP 11-127561 A (Denso Corp.), 11 May 1999 (11.05.1999), paragraphs [0013] to [0042]; fig. 1 to 15 & US 2002/0005673 A1 & EP 0911944 A2	7 2-5, 8-12

☐ 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, 2014 (21.04.14)

Date of mailing of the international search report
28 April, 2014 (28.04.14)

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. 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. 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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 Y A	JP 2003-164127 A（株式会社デンソー）2003.06.06, [0017] - [0036], [図1] - [図6] & US 2003/0102758 A1	1, 6 7 2-5, 8-12
Y A	JP 11-127561 A（株式会社デンソー）1999.05.11, [0013] - [0042], [図1] - [図15] & US 2002/0005673 A1 & EP 0911944 A2	7 2-5, 8-12

☐ 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

2 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 4

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）

塩治 雅也

3 V

3 6 3 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3357