

(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 11 月 26 日(26.11.2015)

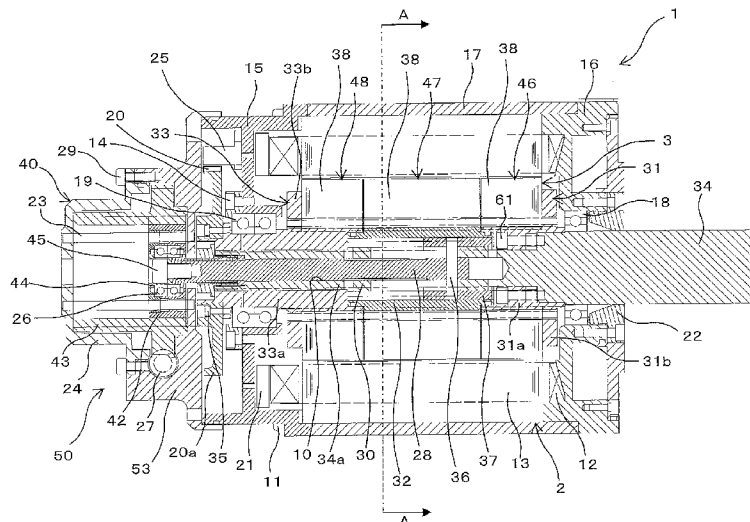


(10) 国際公開番号
WO 2015/177922 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 21/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/063700
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 23 日(23.05.2014)
- (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: 野中 剛(NONAKA Tsuyoshi); 〒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).
- (74) 代理人: 益田 博文, 外(MASUDA Hirofumi et al.); 〒1100015 東京都台東区東上野 1-7-1 3 東上野上村ビル 2 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, 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.
- (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 (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))

(54) Title: ROTATING ELECTRICAL MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機



(57) Abstract: [Problem] To reduce the radial size of a variable-field-magnet-type rotating electrical machine. [Solution] A variable-field-magnet-type rotating electrical machine (1) that changes a field magnetic flux has a shaft (34), fixed rotors (46, 48) fixed to the shaft (34), a movable rotor (47) that is coupled to the shaft (34) so as to rotate in relation to the fixed rotors (46, 48), a rod (28) that is disposed inside the shaft (34) and causes the movable rotor (47) to relatively rotate by sliding along the shaft (34) and moving in the axial direction, and a drive mechanism (50) that is disposed on the non-load-side of the shaft (34) and moves the rod (28) in the axial direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/177922 A1



【課題】可変界磁型の回転電機の径方向のサイズを小型化する。【解決手段】界磁磁束を変化させる可変界磁型の回転電機 1 であって、シャフト 3 4 と、シャフト 3 4 に固定された固定回転子 4 6, 4 8 と、固定回転子 4 6, 4 8 に対して相対回転するようにシャフト 3 4 に連結された可動回転子 4 7 と、シャフト 3 4 の内側に配置され、シャフト 3 4 と摺動して軸方向に移動することで可動回転子 4 7 を相対回転させるロッド 2 8 と、シャフト 3 4 の反負荷側に配置され、ロッド 2 8 を軸方向に移動させる駆動機構 5 0 と、を有する。

明 細 書

発明の名称： 回転電機

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、回転電機に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、固定子巻線と固定子鉄心を設置した固定子と、界磁用磁石が設置された複数の磁極部が 2 組に分かれて相対的に回転する回転子と、2 組の磁極部を相対的に回転する機構を有する回転電機が記載されている。回転する機構は、シャフトに対して回転する磁極部を支持する部材とねじ嵌合し、シャフトの外側を軸方向に移動自在な部材と、この部材を軸方向に移動させるための送りねじ機構とを有する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 4 6 4 4 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術では、送りねじ機構がシャフトの内側に設けられるので、シャフト及び軸受の外径が大きくなり、回転電機の径方向のサイズが大きくなる傾向にある。一方で、搭載性等の観点から、回転電機の軸方向については比較的大きなサイズが許容されるが、径方向のサイズについては小さく抑えたい場合がある。この場合には、装置構成のさらなる最適化が要望される。

[0005] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、径方向のサイズを小型化できる可変界磁型の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] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、界磁磁束を変化させる可変界磁型の回転電機であって、シャフトと、前記シャフトに固定された固定回転子と、前記固定回転子に対して相対回転するように前記シャフト

に連結された可動回転子と、前記シャフトの内側に配置され、前記シャフトと摺動して軸方向に移動することで前記可動回転子を相対回転させるロッドと、前記シャフトの軸方向一方側に配置され、前記ロッドを軸方向に移動させる駆動機構と、を有する回転電機が適用される。

[0007] また、本発明の別の観点によれば、界磁磁束を変化させる可変界磁型の回転電機であって、シャフトと、永久磁石を備えた回転子と、前記シャフトの軸方向に動作することで前記回転子の界磁磁束を可変させる手段と、前記界磁磁束を可変させる手段を軸方向に動作させる手段と、を有する回転電機が適用される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、可変界磁型の回転電機の径方向のサイズを小型化できる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態に係る回転電機の軸方向断面図である。

[図2]図1のA-A断面図である。

[図3]回転電機を反負荷側から見た側面図である。

[図4]シャフト、スライダ及びハブの構造を表す斜視図である。

[図5]ロッドを連結したシャフト及び回転子の構造を部分的に破断して表す斜視図である。

[図6A]ロッドが負荷側に移動したときのグリスの流れを表す説明図である。

[図6B]ロッドが反負荷側に移動したときのグリスの流れを表す説明図である。

。。

[図7]送りめねじ、送りおねじ、ロッド及び送りねじピンの構造を表す斜視図である。

[図8]界磁磁束が最小の時の回転子の状態を表す斜視図である。

[図9]界磁磁束が中程度の時の回転子の状態を表す斜視図である。

[図10]界磁磁束が最大の時の回転子の状態を表す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、一実施の形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下では、回転電機等の構成の説明の便宜上、上下左右等の方向を適宜使用するが、回転電機等の各構成の位置関係を限定するものではない。

[0011] <回転電機の全体構成>

まず、本実施形態に係る回転電機 1 の全体構成について説明する。回転電機 1 は、界磁磁束を変化させることが可能な可変界磁型の回転電機である。回転電機 1 は、モータでも発電機でもよい。

[0012] 図 1 及び図 2 に示すように、回転電機 1 は、略円筒状のフレーム 17 の内周面に設けられた環状の固定子 2 と、固定子 2 の径方向内側に同心に配置されたシャフト 34 と、シャフト 34 に設けられた回転子 3 と、を備える。回転子 3 は、軸方向に複数に分割されるとともに、互いに相対的に回転可能に構成されている。本例では、回転子 3 は、軸方向に 3 つに分割され、軸方向中央に配置された 1 つの可動回転子 47 と、可動回転子 47 と隣接するように負荷側（図 1 中右側）に配置された固定回転子 46 及び反負荷側（図 1 中左側）に配置された固定回転子 48 と、を有している。

[0013] なお、本明細書において「負荷側」とは回転電機 1 に対してシャフト 34 が突出する方向（図 1 中右側）を指し、「反負荷側」とは負荷側の反対方向、すなわち回転電機 1 に対して駆動機構 50 が配置される方向（図 1 中左側）を指す。

[0014] 回転子 3 の軸方向両端には、負荷側プレート 31 及び反負荷側プレート 33 が配置される。負荷側プレート 31 は、シャフト 34 が挿入される円筒部 31a と、円筒部 31a の外周に設けられたフランジ部 31b とを有する。円筒部 31a は固定ボルト 61 によりシャフト 34 に固定され、フランジ部 31b は図示しないボルトにより固定回転子 46 の負荷側の端面に固定される。これにより、固定回転子 46 は負荷側プレート 31 を介してシャフト 34 に固定される。

[0015] 反負荷側プレート 33 は、シャフト 34 が挿入される円筒部 33a と、円筒部 33a の外周に設けられたフランジ部 33b とを有する。円筒部 33a

は図示しない固定ボルトによりシャフト 34 に固定され、フランジ部 33b は図示しないボルトにより固定回転子 48 の反負荷側の端面に固定される。これにより、固定回転子 48 は反負荷側プレート 33 を介してシャフト 34 に固定される。

[0016] シャフト 34 と負荷側ブラケット 16 の間には負荷側軸受 18 が介挿され、反負荷側プレート 33 の円筒部 33a と反負荷側ブラケット 15 との間には、反負荷側軸受 19（第 2 軸受の一例に相当）が介挿されている。シャフト 34 等は、負荷側軸受 18 及び反負荷側軸受 19 を介して負荷側ブラケット 16 及び反負荷側ブラケット 15 に回転自在に支持されている。反負荷側軸受 19 は、軸方向の支持方向が対向するように配置された一对のアンギュラ軸受で構成される。これら一对の反負荷側軸受 19 は、ボルト 14 によって反負荷側ブラケット 15 に取り付けられている。一对の反負荷側軸受 19 は、軸方向の支持方向が対向するように配置されることにより、シャフト 34 及び反負荷側プレート 33 に作用するラジアル方向の力を支持するのに加えて、シャフト 34 及び反負荷側プレート 33 に作用する軸方向の力を支持可能である。負荷側軸受 18 はラジアル軸受であり、シャフト 34 に作用するラジアル方向の力を支持する。負荷側軸受 18 は軸受カバー 22 で覆われている。

[0017] 反負荷側ブラケット 15 及びフレーム 17 は、反負荷側から挿通したフレーム締結ボルト 11 によって負荷側ブラケット 16 に固定されている。反負荷側プレート 33 の円筒部 33a の反負荷側の端部には、センサマグネット 20 の支持部 20a がボルト 35 で取り付けられている。反負荷側ブラケット 15 には、センサマグネット 20 の磁気を検出することにより回転子 3 の回転位置を検出する位置検出部 25 が設けられている。

[0018] 図 1 及び図 3 に示すように、回転電機 1 は、ロッド 28 と、駆動機構 50 とを備えている。ロッド 28 は、シャフト 34 の反負荷側の内側に配置され、シャフト 34 と摺動して軸方向に移動することで、固定回転子 46, 48 に対し可動回転子 47 を相対回転させる。駆動機構 50 は、シャフト 34 の

反負荷側（軸方向一方側の一例）に配置され、ロッド 28 を軸方向に移動させる。

[0019] 図 2 に示すように、固定子 2 は、フレーム 17 の内周面に設けられ複数（この例では 12）のティース部 13a を有する環状の固定子鉄心 13 と、複数のティース部 13a に巻回された複数（この例では 12）の固定子巻線 12 とを備えている。固定子鉄心 13 の反負荷側には、固定子巻線 12 の巻き始め及び巻き終りの末端を結線処理する結線部 21 が配置されている。

[0020] <回転子の構成>

図 2 に示すように、可動回転子 47 は、固定子 2 と磁氣的空隙を空けて配置された回転子鉄心 38 と、回転子鉄心 38 に設けられた複数（この例では 16）の永久磁石 39 とを備えている。複数の永久磁石 39 は、軸方向から見て、N 極又は S 極の同極の磁極同士を対向させた 2 つの永久磁石 39、39 が径方向内側に凸の V 字状の対をなす態様で、対向する同極の磁極を周方向に交互に異ならせて回転子鉄心 38 の内部に配置されている。これにより、可動回転子 47 の周方向に交互に極性の異なる N 極と S 極の複数（この例では 8）の磁極部 47a が形成されている。

[0021] 図 2 に示すように、可動回転子 47 では、回転子鉄心 38 がシャフト 34 の外面にスライダ 37 及びハブ 32 を介して設けられる。これにより、可動回転子 47 は固定回転子 46、48 に対し相対的に回転可能に構成されている。この回転機構の詳細については後述する。

[0022] 固定回転子 46、48 は、可動回転子 47 と同様な構成を有する。固定回転子 46、48 は、後述の図 5 及び図 8～図 10 に示すように、固定子 2 と磁氣的空隙を空けて配置された回転子鉄心 38 と、上記可動回転子 47 の永久磁石 39 と同数（この例では 16）の永久磁石 39 とを備えている。複数の永久磁石 39 は、軸方向から見て、同極の磁極同士を対向させた 2 つの永久磁石 39、39 が径方向内側に凸の V 字状の対をなす態様で、対向する同極の磁極を周方向に交互に異ならせて回転子鉄心 38 の内部に配置されている。これにより、固定回転子 46、48 の周方向に交互に極性の異なる N 極

とS極の複数（この例では8）の磁極部46a, 48aがそれぞれ形成されている。

[0023] <可動回転子の回転機構>

可動回転子47の回転子鉄心38は、上述したように、スライダ37及びハブ32を介してシャフト34に取り付けられている。図4及び図5に示すように、シャフト34は、反負荷側（図4及び図5中左下側）に小径部34aを備える。小径部34aの外側にはスライダ37用の装着部30が突設されており、内側にはロッド28を摺動自在に収容する軸方向のロッド挿入孔10が設けられている。図4に示すように、装着部30は、軸方向に沿う複数のスプライン部30aと、小径部34aの径方向両側においてスプライン部30a同士の間形成されたピン通し孔30bとを備えている。ピン通し孔30bは軸方向に沿って長穴状に設けられている。

[0024] スライダ37は、略円筒状に形成され、この例では装着部30の略半分の軸方向長さを有している。スライダ37は、内周面に軸方向に沿った複数のスプライン部37aが形成され、外周面に周方向に傾斜したねじりスプライン部37bが形成されている。スライダ37には、スライダ用の駆動ピン36が径方向に貫通固定されている。駆動ピン36は、シャフト34のロッド挿入孔10に挿入されたロッド28の先端部を貫通して連結されている（図1参照）。装着部30に装着されたスライダ37は、スプライン部37aが装着部30のスプライン部30aに係合することにより、回転動作が規制されつつ軸方向に移動可能となる。スライダ37は、駆動ピン36が連結されたロッド28の軸方向の移動によって軸方向に駆動される。このとき、ロッド28の移動に伴うスライダ37の移動可能な範囲は、ロッド28の駆動ピン36と装着部30のピン通し孔30bとによって規制され、おおよそシャフト34の装着部30の軸方向寸法の範囲内で軸方向に移動可能である。

[0025] 可動回転子47の回転子鉄心38はハブ32の外周面に装着される。ハブ32は、シャフト34の装着部30より若干長い軸方向長さを有している。ハブ32の内周面には、スライダ37のねじりスプライン部37bに係合す

るねじりスプライン部 32a が形成されている。ハブ 32 の外周面には、周方向の複数箇所（この例では 90° 間隔で 4 箇所）に、回転子鉄心 38 を固定する軸方向に沿った凹溝部 32b が形成されている。一方、回転子鉄心 38 の内周面には、凹溝部 32b と嵌合する凸条部 38a（図 2 参照）が設けられている。スライダ 37 に装着されたハブ 32 は、ねじりスプライン部 32a がスライダ 37 のねじりスプライン部 37b に係合することにより、ロッド 28 の移動に伴うスライダ 37 の軸方向の所定量の移動により周方向に所定量回転する。これにより、ハブ 32 に装着された可動回転子 47 が周方向に所定量回転する。このとき、可動回転子 47 は、スライダ 37 の移動可能範囲内の移動によって、固定回転子 46、48 に対する相対的な電気角が 0 度から 180° の範囲で回転される（後述の図 8～図 10 参照）。

[0026] <駆動機構の構成>

駆動機構 50 は、送りねじ機構として構成されている。すなわち、図 1、図 3 及び図 7 に示すように、駆動機構 50 は、筒状の送りめねじ 43（めねじ部材の一例に相当）と、送りめねじ 43 の内側に嵌め合わされ、ロッド 28 の反負荷側端部が連結された送りおねじ 42（おねじ部材の一例に相当）と、送りめねじ 43 を回転させるウォームギヤ 27 と、ウォームギヤ 27 を駆動する制御モータ 51 とを備えている。送りおねじ 42 は一条ねじでもよいが、本実施形態では図 7 に示すように多条ねじ（この例では 2 条ねじ）として形成されている。これにより、送りおねじ 42 の 1 回転に相当する送りめねじ 43 の回転量で送りおねじ 42 が進む移動量がピッチ p の 2 倍となり、送りめねじ 43 の回転量に対する送りおねじ 42 のストロークを大きくすることができる。

[0027] 送りめねじ 43 は、外周にホイールギヤ 41 を一体に備えており、このホイールギヤ 41 にウォームギヤ 27 が噛み合わされる。ウォームギヤ 27 は、減速機 52 を介して制御モータ 51 に取り付けられている。送りめねじ 43 は、アルミ等の金属製としてもよいが、例えば樹脂製とすることにより、ホイールギヤ 41 とウォームギヤ 27 との噛み合いによる騒音を低減できる

。

[0028] また、駆動機構 50 は、ハウジング 40 と、送りねじピン 23（ピン部材の一例に相当）とを有する。図 1 及び図 3 に示すように、ハウジング 40 は、反負荷側ブラケット 15 の反負荷側に設けられたベース部 53 と、ベース部 53 にボルト 29 によって取り付けられたカバー 24 とを備えている。これにより、ハウジング 40 は、送りねじ 43 を収納し、送りねじ 43 の回転を許容すると共に軸方向移動を規制する。送りねじピン 23 は、送りねじ 42 を貫通してハウジング 40 に固定され、送りねじ 42 の回転を規制すると共に軸方向移動を許容する。図 7 に示すように、送りねじ 42 は、複数（この例では 2）の軸方向のピン孔 42a を備える。ピン孔 42a に貫通させた複数の送りねじピン 23 は、ハウジング 40 のベース部 53 とカバー 24 とに両端が固定されている。

[0029] また、図 1 に示すように、駆動機構 50 は、送りねじ 42 とロッド 28 とを連結する可動軸受 26（第 1 軸受の一例に相当）を有している。可動軸受 26 は、軸方向の支持方向が対向するように配置された一对の例えばアンギュラ軸受である。これら可動軸受 26、26 は軸受ホルダ 44 に保持され、この軸受ホルダ 44 がボルト 45 によってロッド 28 に固定されている。このように、送りねじ 42 とロッド 28 との連結に可動軸受 26 を用いることにより、シャフト 34 と共に高速で回転するロッド 28 と回転を規制された送りねじ 42 とを連結できる。また、可動軸受 26 を一对のアンギュラ軸受とすることで、送りねじ 42 とロッド 28 との間に作用する軸方向の力を支持可能となり、送りねじ 42 の軸方向の推進力をロッド 28 に伝達することができる。

[0030] なお、図 6A 及び図 6B に示すように、シャフト 34 は、ロッド挿入孔 10 の軸方向複数箇所（この例では 2 箇所）にグリス潤滑孔 49a、49b を有している。図 6A に示すように、ロッド 28 が負荷側に移動したときには、ロッド挿入孔 10 の先端部分のグリスがグリス潤滑孔 49a を介してシャフト 34 の外部に流出し、スライダ 37 とシャフト 34 との隙間（例えばス

プライン部 37a とスプライン部 30a との隙間) を通って反負荷側に向けて流れ、グリス潤滑孔 49b を介してシャフト 34 の内部 (ロッド 28 のグリス溜まり 28a) に流入する。また、図 6B に示すように、ロッド 28 が反負荷側に移動したときには、シャフト 34 の内部 (ロッド 28 のグリス溜まり 28a) のグリスがグリス潤滑孔 49b を介してシャフト 34 の外部に流出し、スライダ 37 とシャフト 34 との隙間を通して負荷側に向けて流れ、グリス潤滑孔 49a を介してシャフト 34 の内部 (ロッド挿入孔 10 の先端部分) に流入する。このようにして、ロッド 28 の軸方向の移動に応じてグリスをシャフト 34 の内部と外部との間で流出入させて循環させることができる。

[0031] <駆動機構による可動回転子の回転動作>

駆動機構 50 は、次のように動作する。すなわち、制御モータ 51 によりウォームギヤ 27 が駆動されると、ホイールギヤ 41 を介して送りめねじ 43 が回転する。送りめねじ 42 は、送りめねじ 43 に噛み合っているととも送りねじピン 23 によって回転を規制されているので、送りめねじ 43 が回転すると、送りめねじ 43 の回転運動が送りめねじ 42 によって直線運動に変換され、送りめねじ 42 が軸方向に直線的に移動する。送りめねじ 42 が軸方向に移動すると、送りめねじ 42 と可動軸受 26 を介して連結されたロッド 28 は、シャフト 34 と共に高速回転しながら小径部 34a のロッド挿入孔 10 内を軸方向に摺動しつつ移動する。そして、ロッド 28 の移動に伴い駆動ピン 36 が軸方向に移動し、駆動ピン 36 に結合されたスライダ 37 が軸方向に移動する。スライダ 37 の軸方向の移動により、スライダ 37 の外周にねじりスプライン部 32a によりねじれ方向にスプライン結合されたハブ 32 が周方向に回転する。これにより、ハブ 32 の外周面に固定された可動回転子 47 は、固定回転子 46 及び固定回転子 48 に対し相対回転する。

[0032] <界磁磁束の変化>

次に、図 8 乃至図 10 を参照しつつ、界磁磁束の変化について説明する。

図 8 に、界磁磁束が最大である時の回転子 3 の状態を示す。このとき、スライダ 37 の駆動ピン 36 がシャフト 34 のピン通し孔 30 b の負荷側の端部近傍に位置し、ロッド 28 がシャフト 34 のロッド挿入孔 10 に押し込まれた状態である。この状態では、固定回転子 46, 48 と可動回転子 47 の同じ極性の磁極部、すなわち固定回転子 46, 48 の N 極（又は S 極）の磁極部 46 a, 48 a と可動回転子 47 の N 極（又は S 極）の磁極部 47 a とが軸方向に揃う（相対角度が電気角で 0 度）ことで、回転子 3 の界磁磁束は最大となる。

[0033] 図 9 に、界磁磁束が中程度である時の回転子 3 の状態を示す。このとき、駆動機構 50 により、スライダ 37 の駆動ピン 36 がシャフト 34 のピン通し孔 30 b の軸方向中央位置近傍に位置するまでロッド 28 が反負荷側に移動され、ロッド 28 がシャフト 34 のロッド挿入孔 10 から途中まで引き出された状態である。このロッド 28 の移動に伴うスライダ 37 の移動によりハブ 32 が回転し、可動回転子 47 がスライダ 37 の移動量に対応した角度だけ回転する。この状態では、固定回転子 46, 48 と可動回転子 47 は、同じ極性である N 極（又は S 極）の磁極部 46 a, 48 a と N 極（又は S 極）の磁極部 47 a とが軸方向に揃う状態と、異なる極性である N 極（又は S 極）の磁極部 46 a, 48 a と S 極（又は N 極）の磁極部 47 a とが軸方向に揃う状態との中間状態にあり、回転子 3 の界磁磁束は中程度となる。

[0034] 図 10 に、界磁磁束が最小である時の回転子 3 の状態を示す。このとき、駆動機構 50 により、スライダ 37 の駆動ピン 36 がシャフト 34 のピン通し孔 30 b の反負荷側の端部近傍に位置するまでロッド 28 が反負荷側に移動され、ロッド 28 がシャフト 34 のロッド挿入孔 10 から最大量引き出された状態である。この状態では、固定回転子 46, 48 と可動回転子 47 の異なる極性の磁極部、すなわち固定回転子 46, 48 の N 極（又は S 極）の磁極部 46 a, 48 a と可動回転子 47 の S 極（又は N 極）の磁極部 47 a とが軸方向に揃う（相対角度が電気角で 180 度）ことで、永久磁石 39 による磁束が固定回転子 46, 48 と可動回転子 47 との間で短絡し、回転子

3の界磁磁束は最小となる。

[0035] 以上において、ロッド28がシャフトの軸方向に動作することで回転子の界磁磁束を可変させる手段の一例に相当し、駆動機構50が界磁磁束を可変させる手段を軸方向に動作させる手段の一例に相当する。

[0036] <実施形態の効果>

以上説明したように、本実施形態の回転電機1は、シャフト34と、シャフト34に固定された固定回転子46、48と、固定回転子46、48に対して相対回転するようにシャフト34に連結された可動回転子47と、シャフト34の内側に配置され、シャフト34と摺動して軸方向に移動することで可動回転子47を相対回転させるロッド28と、シャフト34の反負荷側に配置され、ロッド28を軸方向に移動させる駆動機構50と、を有する。

[0037] 本実施形態では、ロッド28がシャフト34と摺動して軸方向に移動するので、シャフト34の外径はおおよそロッド28の外径にシャフト34の肉厚を加えたものとなる。これにより、シャフト34の内部に軸受等を含む送りねじ機構が設けられる場合に比べて、シャフト34の外径を小さくできる。言い換えれば、シャフト34に小径部34aを設けることができる。したがって、回転電機1の径方向のサイズを小型化しつつ、軸方向には（駆動機構50が配置されることにより）比較的長い胴長の回転電機1を実現できるので、車両等への搭載性を向上できる。

[0038] また、軸受（本実施形態では反負荷側軸受19）を小径化できるので高速回転化が容易になる。さらに、シャフト34の構成を簡素化でき、剛性を高めることができる。さらに、ロッド28を軸方向に移動させる駆動機構50をシャフト34の外部に設けるので、送りねじ機構以外にも油圧シリンダ等の多様な駆動機構を採用することが可能となり、設計の自由度を向上できる。

[0039] また、本実施形態では特に、駆動機構50が送りねじ機構として構成される。これにより、構成を簡素化できる。また、油圧駆動機構等に比べてロッド28の位置精度を高めることができる。

- [0040] また、本実施形態では特に、駆動機構 50 が送りねじ機構を駆動する制御モータ 51 を有する。制御モータ 51 を用いて送りねじ機構を駆動し、可動回転子 47 を固定回転子 46, 48 に対して相対回転させることにより、負荷トルクや回転速度に関わりなく、回転子 3 の界磁磁束を正確に制御することができる。したがって、回転電機 1 を最適な運転状況で駆動できる。
- [0041] また、本実施形態では特に、駆動機構 50 が、筒状の送りめねじ 43 と、送りめねじ 43 の内側にはめ合わされ、ロッド 28 が連結された送りおねじ 42 と、を有する。これにより、送りめねじ 43 の回転運動を送りおねじ 42 の直線運動に変換し、ロッド 28 に対し軸方向に大きな推進力を与えることができる。
- [0042] また、本実施形態では特に、駆動機構 50 は、送りめねじ 43 を収納し、送りめねじ 43 の回転を許容すると共に軸方向移動を規制するハウジング 40 (カバー 24 及びベース部 53) と、送りおねじ 42 を貫通してハウジング 40 に固定され、送りおねじ 42 の回転を規制すると共に軸方向移動を許容する送りねじピン 23 と、を有する。これにより、送りめねじ 43 の回転運動を送りおねじ 42 の直線運動に変換し、ロッド 28 に対し軸方向に大きな推進力を与えることができる。また、ハウジング 40 により送りねじ機構 (送りおねじ 42 及び送りめねじ 43 等) を保護することができる。
- [0043] また、本実施形態では特に、駆動機構 50 は、送りおねじ 42 とロッド 28 を連結する可動軸受 26 を有し、可動軸受 26 は、軸方向の支持方向が対向するように配置された一対のアンギュラ軸受である。これにより、可動軸受 26 によって、シャフト 34 と共に高速で回転するロッド 28 と回転を規制された送りおねじ 42 とを連結できる。また、可動軸受 26 を一対のアンギュラ軸受とすることで、送りおねじ 42 とロッド 28 との間に作用する軸方向の力を支持可能となり、送りおねじ 42 の軸方向の推進力をロッド 28 に伝達することができる。
- [0044] また、本実施形態では特に、送りめねじ 43 は、外周にホイールギヤ 41 を備え、駆動機構 50 は、ホイールギヤ 41 と噛み合うウォームギヤ 27 を

有する。これにより、ウォーム減速機を構成して送りめねじ４３を回転させることができるので、大きな回転トルクが得られると共に、バックラッシュを低減することができる。

[0045] また、本実施形態では特に、送りめねじ４３を樹脂製とすることにより、送りめねじ４３のホイールギヤ４１とウォームギヤ２７との噛み合いによる騒音を低減できる。

[0046] また、本実施形態では特に、送りおねじ４２を二条ねじとすることにより、一条ねじとする場合に比べて、送りめねじ４３の回転量に対する送りおねじ４２のストロークを大きくすることができる。

[0047] また、本実施形態では特に、シャフト３４は、ロッド２８が挿入されるロッド挿入孔１０の軸方向複数箇所にグリス潤滑孔４９を有する。これにより、ロッド２８の軸方向の移動に応じてグリスをシャフト３４の内部と外部との間で流出入させて循環させることができるので、シャフト３４内でのロッド２８の軸方向の動作を滑らかにできる。

[0048] また、本実施形態では特に、回転電機１は、ロッド２８の端部に連結され、可動回転子４７の内側で可動回転子４７とねじれ方向にスプライン結合し、シャフト３４の外側を軸方向にスライドするようにシャフト３４に連結されたスライダ３７を有する。これにより、ロッド２８を介してスライダ３７を軸方向に所定量移動させることにより、可動回転子４７を固定回転子４６、４８に対して所定量相対回転させることができる。

[0049] また、本実施形態では特に、回転電機１はシャフト３４を軸方向２箇所支持する軸受１８、１９を有し、このうち軸方向一方側に配置された反負荷側軸受１９については、軸方向の支持方向が対向するように配置された一対のアンギュラ軸受とする。これにより、ロッド２８を軸方向に移動させる際にシャフト３４等に作用する軸方向の反力を支持することができる。

[0050] <変形例>

なお、開示の実施形態は、上記に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

- [0051] 例えば、以上では駆動機構 50 が送りねじ機構である場合を一例として説明したが、これに限定されるものではない。駆動機構 50 はロッド 28 を軸方向に移動させることが可能な機構であればよく、例えば油圧駆動機構等、他の駆動機構としてもよい。
- [0052] また以上では、回転電機 1 の回転子 3 を軸方向に 3 分割する構成としたが、分割数を 3 以外としてもよい。さらに、回転子 3 を軸方向でなく径方向に分割する構成（例えば内周側回転子と外周側回転子）としてもよい。この場合には、例えば外周側回転子をプレート 31, 33 を介してシャフト 34 に固定しておき、ハブ 32 の回転により内周側回転子が外周側回転子に対し相対回転する構成とすればよい。
- [0053] また、以上既に述べた以外にも、上記実施形態による手法を適宜組み合わせて利用しても良い。その他、一々例示はしないが、上記実施形態は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

符号の説明

- | | | |
|--------|----|-------------------|
| [0054] | 1 | 回転電機 |
| | 10 | ロッド挿入孔 |
| | 19 | 反負荷側軸受（第 2 軸受の一例） |
| | 23 | 送りねじピン（ピン部材の一例） |
| | 26 | 可動軸受（第 1 軸受の一例） |
| | 27 | ウォームギヤ |
| | 28 | ロッド |
| | 34 | シャフト |
| | 37 | スライダ |
| | 39 | 永久磁石 |
| | 40 | ハウジング |
| | 41 | ホイールギヤ |
| | 42 | 送りおねじ（おねじ部材の一例） |

4 3	送りめねじ（めねじ部材の一例）
4 6, 4 8	固定回転子
4 7	可動回転子
4 9 a, 4 9 b	グリス潤滑孔
5 0	駆動機構
5 1	制御モータ

請求の範囲

- [請求項1] 界磁磁束を変化させる可変界磁型の回転電機であって、
シャフトと、
前記シャフトに固定された固定回転子と、
前記固定回転子に対して相対回転するように前記シャフトに連結された可動回転子と、
前記シャフトの内側に配置され、前記シャフトと摺動して軸方向に移動することで前記可動回転子を相対回転させるロッドと、
前記シャフトの軸方向一方側に配置され、前記ロッドを軸方向に移動させる駆動機構と、
を有することを特徴とする回転電機。
- [請求項2] 前記駆動機構は、
送りねじ機構である
ことを特徴とする請求項1に記載の回転電機。
- [請求項3] 前記駆動機構は、
前記送りねじ機構を駆動する制御モータを有する
ことを特徴とする請求項2に記載の回転電機。
- [請求項4] 前記駆動機構は、
筒状のめねじ部材と、
前記めねじ部材の内側にはめ合わされ、前記ロッドが連結されたおねじ部材と、
を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の回転電機。
- [請求項5] 前記駆動機構は、
前記めねじ部材を収納し、前記めねじ部材の回転を許容すると共に軸方向移動を規制するハウジングと、
前記おねじ部材を貫通して前記ハウジングに固定され、前記おねじ部材の回転を規制すると共に軸方向移動を許容するピン部材と、

を有することを特徴とする請求項 4 に記載の回転電機。

[請求項6]

前記駆動機構は、

前記おねじ部材と前記ロッドを連結する第 1 軸受を有し、

前記第 1 軸受は、

軸方向の支持方向が対向するように配置された一对のアンギュラ軸受である

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の回転電機。

[請求項7]

前記めねじ部材は、

外周にホイールギヤを備え、

前記駆動機構は、

前記ホイールギヤと噛み合うウォームギヤを有する

ことを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

[請求項8]

前記めねじ部材は、

樹脂製である

ことを特徴とする請求項 7 に記載の回転電機。

[請求項9]

前記おねじ部材は、

二条ねじである

ことを特徴とする請求項 4 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

[請求項10]

前記シャフトは、

前記ロッドが挿入されるロッド挿入孔の軸方向複数箇所にグリス潤滑孔を有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

[請求項11]

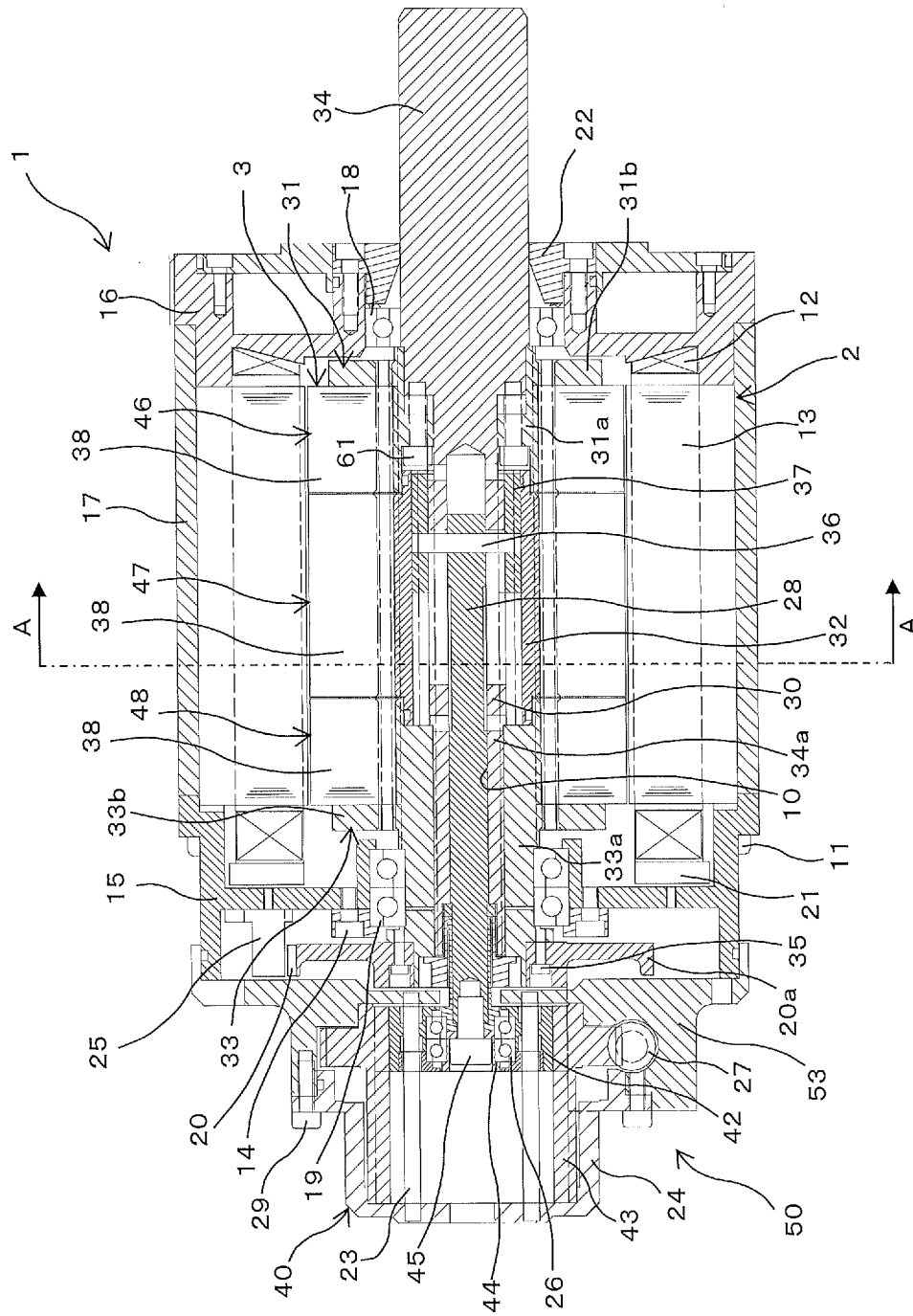
前記ロッドの端部に連結され、前記可動回転子の内側で前記可動回転子とねじれ方向にスプライン結合し、前記シャフトの外側を軸方向にスライドするように前記シャフトに連結されたスライダをさらに有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の回転電機

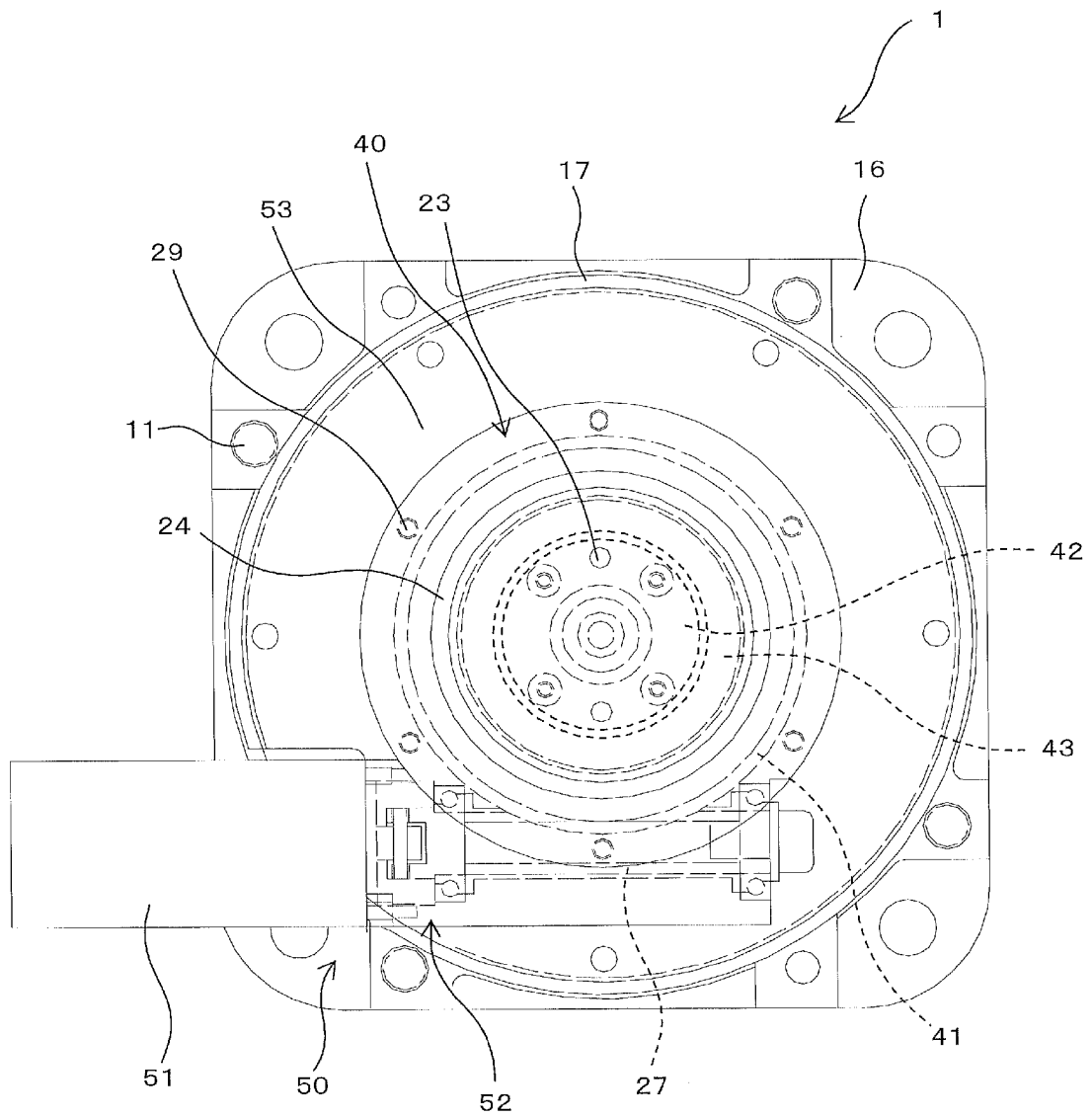
。

- [請求項12] 前記シャフトを軸方向2箇所で支持する第2軸受をさらに有し、
 軸方向一方側に配置された前記第2軸受は、
 軸方向の支持方向が対向するように配置された一对のアンギュラ軸
 受である
 ことを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載の回転電機
 。

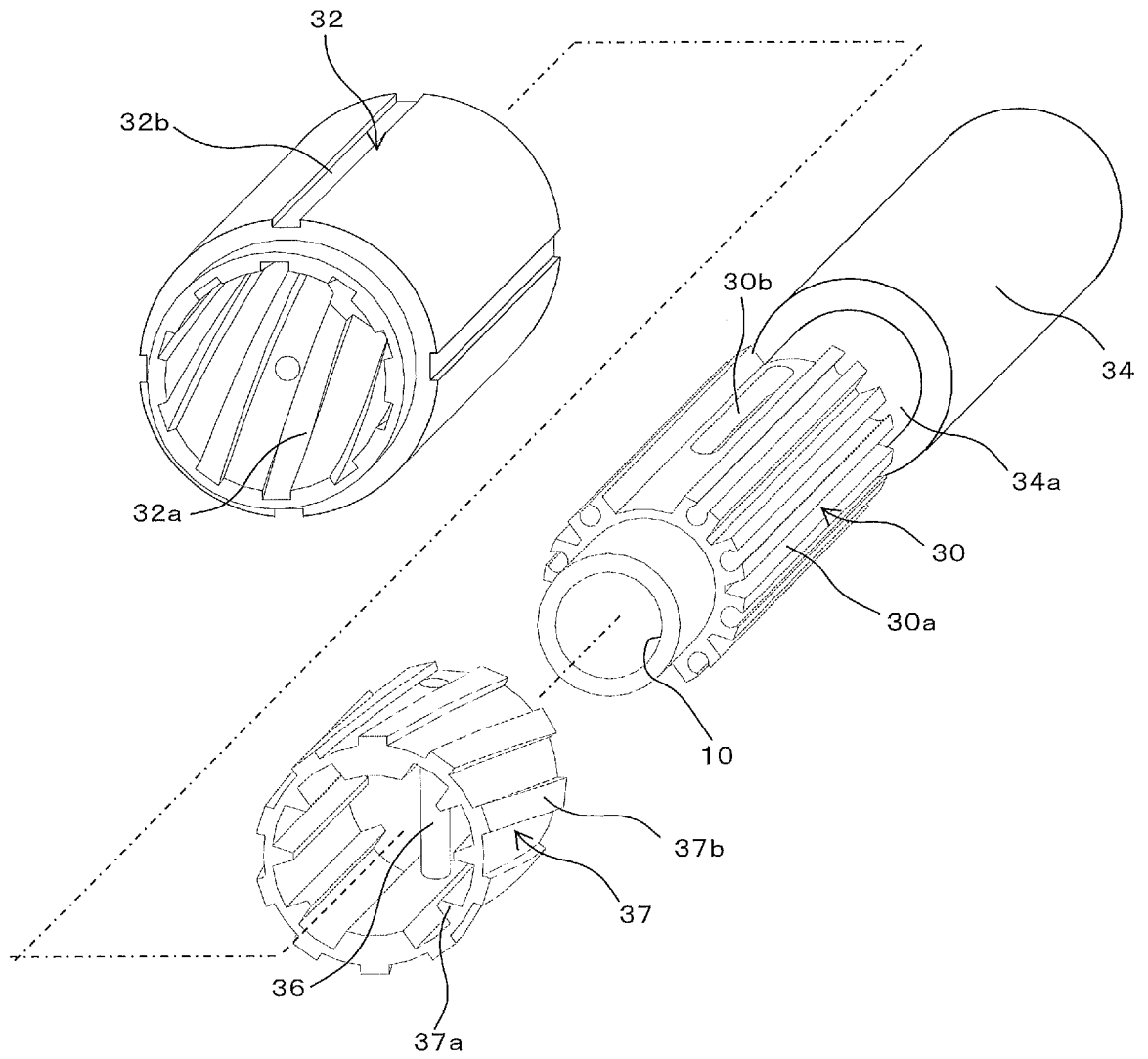
[図1]



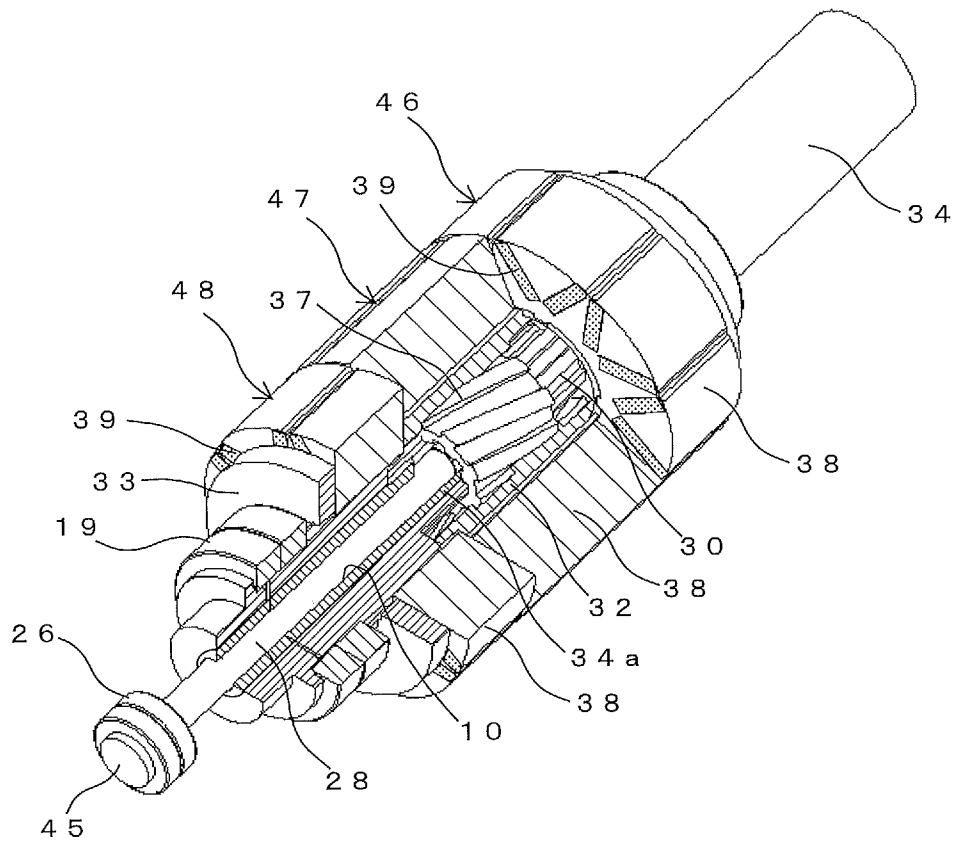
[図3]



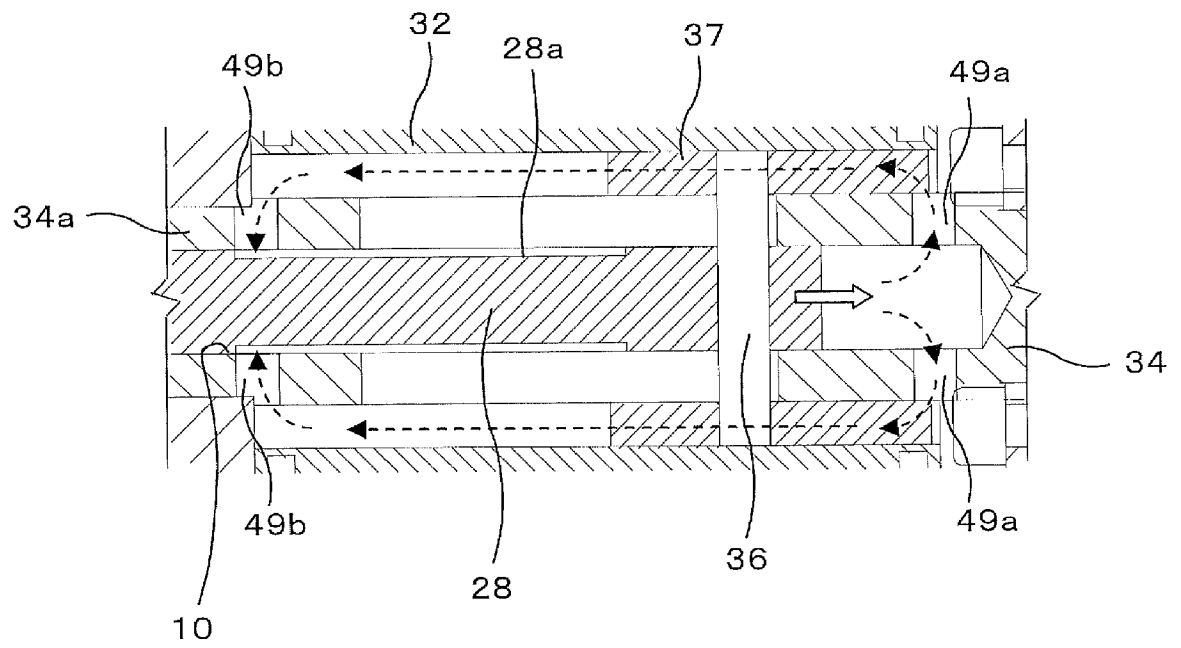
[図4]



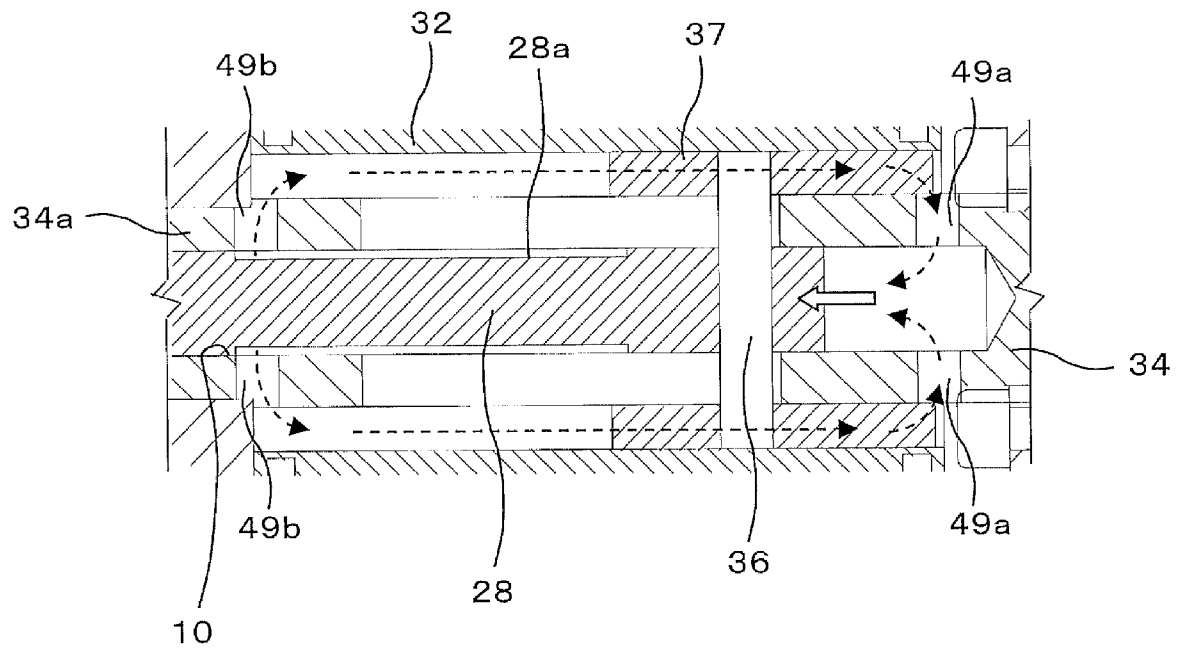
[図5]



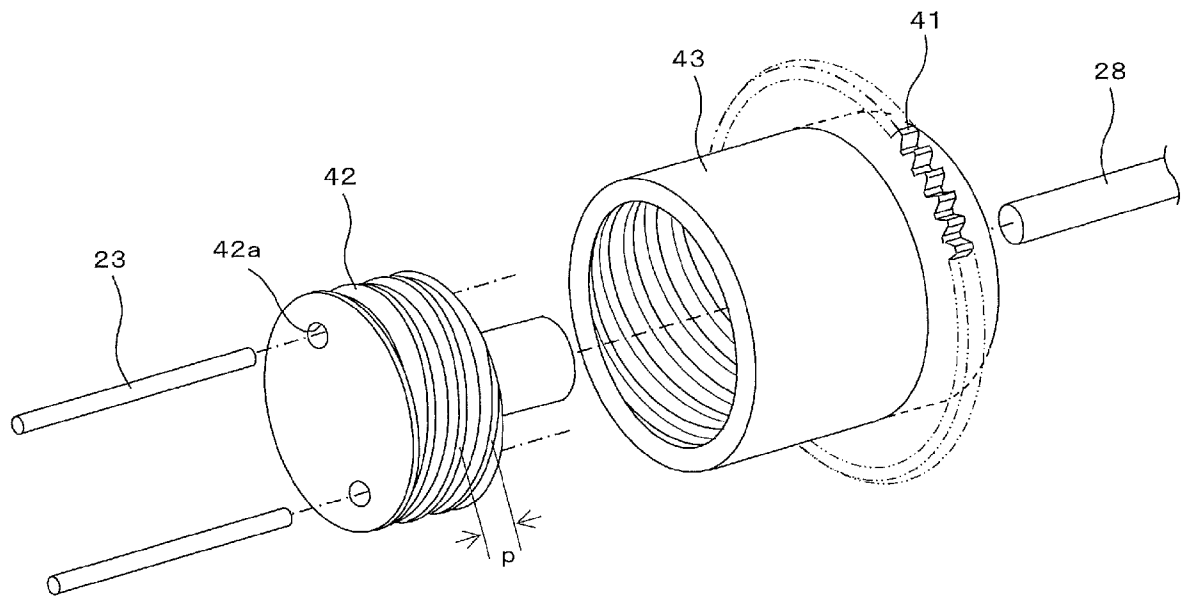
[図6A]



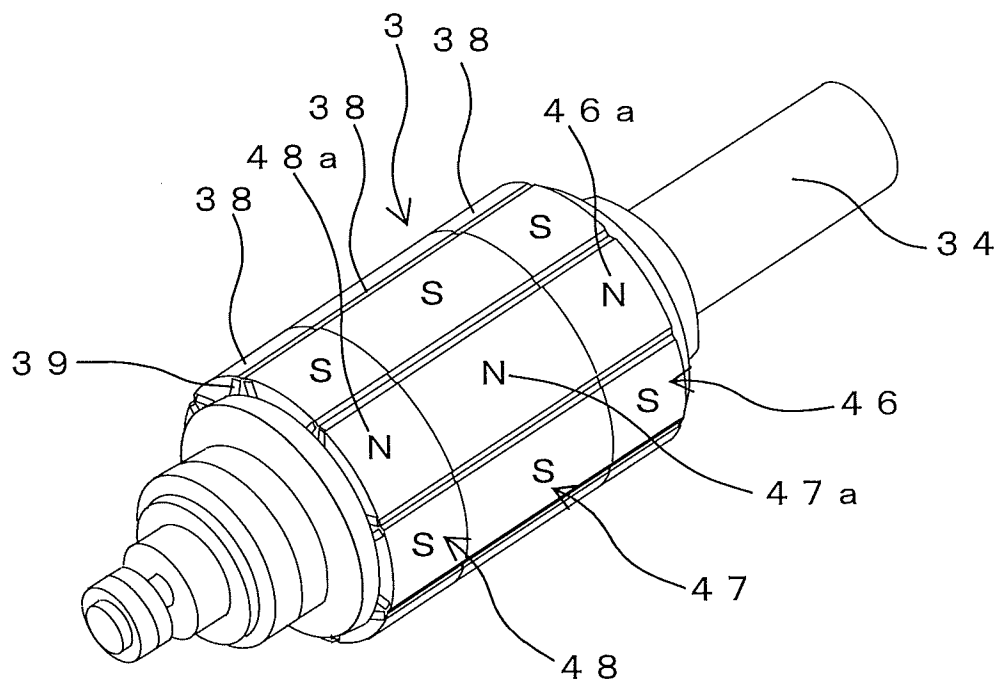
[図6B]



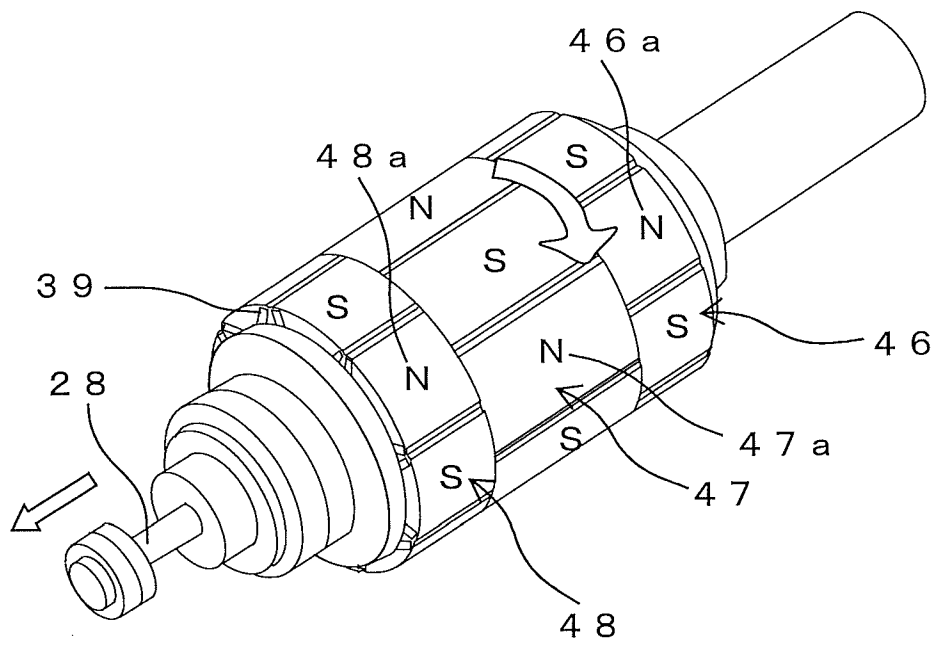
[図7]



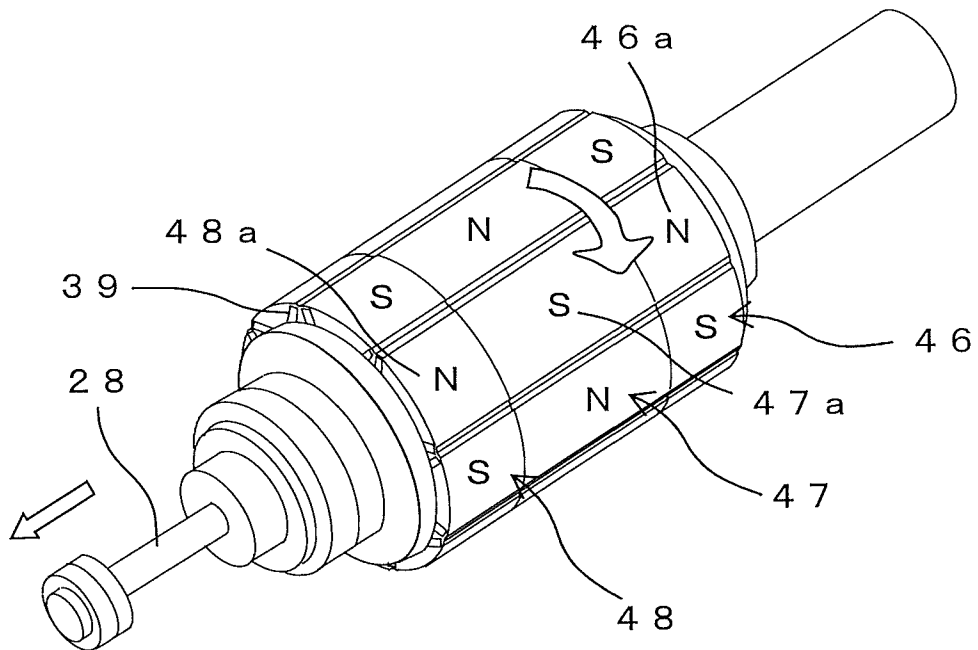
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/063700

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K21/02(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)

H02K21/02

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	JP 2013-46440 A (Yaskawa Electric Corp.), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0017] to [0018], [0025] to [0027]; fig. 4, 11 & US 2013/0049651 A1 & CN 102957243 A	1-4 5-12
Y	JP 6-323390 A (Mitsuba Electric Mfg. Co., Ltd.), 25 November 1994 (25.11.1994), paragraphs [0009] to [0011]; fig. 1 & US 5528951 A & CA 2123283 C	5-12
Y	JP 7-230251 A (Fujitsu General Ltd.), 29 August 1995 (29.08.1995), paragraphs [0006] to [0007]; fig. 1 to 2 (Family: none)	5-12

☒ 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
16 July, 2014 (16.07.14)

Date of mailing of the international search report
29 July, 2014 (29.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/063700

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 5-50873 A (Keiper Recaro GmbH & Co.), 02 March 1993 (02.03.1993), paragraphs [0004] to [0011]; fig. 1 to 3 & DE 4101470 C1	5-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K21/02 (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. H02K21/02

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	JP 2013-46440 A（株式会社安川電機）2013.03.04, 段落【0017】 - 【0018】, 段落【0025】 - 【0027】, 図4, 11 & US 2013/0049651 A1 & CN 102957243 A	1-4 5-12
Y	JP 6-323390 A（株式会社三ツ葉電機製作所）1994.11.25, 段落【0009】 - 【0011】、図1 & US 5528951 A & CA 2123283 C	5-12
Y	JP 7-230251 A（株式会社富士通ゼネラル）1995.08.29, 段落【0006】 - 【0007】、図1-2（ファミリーなし）	5-12

☒ 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

1 6 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 9 . 0 7 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森山 拓哉

3 V

3 9 2 4

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 5-50873 A (カイパー レカロ ゲゼルシャフト ミット ベシ ユレンクテル ハフツング ウント コンパニー) 1993.03.02, 段 落【0004】 - 【0011】、図 1-3 & DE 4101470 C1	5-12