(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
2013 年 6 月 27 日 (27.06.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/094024 A1

(51) 国際特許分類：
F16C 32/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2011/079536

(22) 国際出願日： 2011 年 12 月 20 日 (20.12.2011)

(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 (米国を除く全ての指定国について)：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；および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)：筒井 幸雄 (TSUTSUI, Yukio) [JP/JP]; 〒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). 大戸 基道 (OHTO, Motomichi) [JP/JP]; 〒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：宮園 博一 (MIYAZONO, Hirokazu); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５丁目１３番９号 新大阪ＭＴビル１号館 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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,

[続葉有]

(54) Title: MAGNETIC BEARING

(54) 発明の名称：磁気軸受

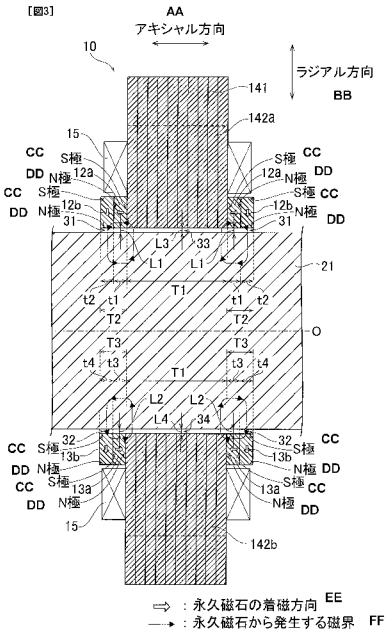


FIG. 3:
AA Axial direction
BB Radial direction
S pole
DD N pole
EE Magnetization direction of permanent magnets
FF Magnetic fields emanating from permanent magnets

(57) Abstract: This magnetic bearing (10) comprises an electromagnet (11) which includes an electromagnet core (14) and coils (15), and also comprises permanent magnets (12a, 12b, 13a, 13b) which are mounted to the electromagnet core and which, together with the electromagnet, support without contact a rotating shaft portion (21) by means of a magnetic attraction force. The permanent magnets are arranged on the surfaces of the outer peripheries of a portion of the electromagnet core, the portion facing the rotating shaft portion.

(57) 要約：この磁気軸受（１０）は、電磁石コア（１４）およびコイル（１５）を含む電磁石（１１）と、電磁石コアに取り付けられ、電磁石と共に磁気吸引力により回転軸部分（２１）を非接触で支持する永久磁石（１２ａ、１２ｂ、１３ａ、１３ｂ）とを備え、永久磁石は、電磁石コアの回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置されている。

WO 2013/094024 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TJ, TM, OAPI (BF, BJ, CF, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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　:磁気軸受

技術分野

[0001] この発明は、磁気軸受に関し、特に、電磁石と永久磁石とを備えた磁気軸受に関する。

背景技術

[0002] 従来、電磁石と永久磁石とを備えた磁気軸受が知られている。このような磁気軸受は、たとえば、特開平１１—１０１２３５号公報に開示されている。

[0003] 上記特開平１１—１０１２３５号公報には、励磁コイルが巻回された電磁鋼板積層体（電磁石コア）からなる電磁石と、電磁鋼板積層体に取り付けられた永久磁石とを備えた磁気軸受が開示されている。この磁気軸受では、電磁石および永久磁石は、共に、回転シャフト（回転軸部分）の軸線方向に沿つて延びる面内で磁界を発生させることによって、磁気吸引力により回転シャフトを半径方向に非接触で支持するように構成されている。また、この磁気軸受では、電磁石から発生する磁界によって構成される磁気回路と交差するように永久磁石が配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１:特開平１１—１０１２３５号公報

発明の概要

発明が解決しょうとする課題

[0005] しかしながら、上記特開平１１—１０１２３５号公報に開示された磁気軸受では、電磁石から発生する磁界によって構成される磁気回路と交差するように永久磁石が配置されているため、電磁石から発生する磁界が永久磁石の着磁方向とは逆方向に永久磁石に印加される場合がある。このため、永久磁石の不可逆減磁が発生しやすいという問題点がある。

[0006] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の１つの目的は、永久磁石の不可逆減磁が発生するのを抑制することが可能な磁気軸受を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、この発明の一の局面による磁気軸受は、電磁石コアおよびコイルを含む電磁石と、電磁石コアに取り付けられ、電磁石と共に磁気吸引力により回転軸部分を非接触で支持する永久磁石とを備え、永久磁石は、電磁石コアの回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置されている。

発明の効果

[0008] この発明の一の局面による磁気軸受では、上記のように、電磁石コアの回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に永久磁石を配置する。これにより、電磁石のコイルから発生する磁界は、電磁石コアの回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置された永久磁石を通過することがない。その結果、電磁石のコイルから発生する磁界が永久磁石の着磁方向とは逆方向に永久磁石に印加されることがないので、永久磁石の不可逆減磁が発生するのを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1] 本発明の一実施形態による磁気軸受のアキシャル方向に沿った模式的な断面図である。

[図2] 本発明の一実施形態による磁気軸受の全体構成を示した図である。

[図3] 図２の１００—１００線に沿った断面図である。

[図4] 本発明の一実施形態による磁気軸受の永久磁石が取り付けられた電磁石コアを回転軸側から見た斜視図である。

[図5] 本発明の一実施形態の第１変形例による磁気軸受の構成を示した図である。

[図6] 本発明の一実施形態の第２変形例による磁気軸受の断面図である。

[図7] 本発明の一実施形態の第３変形例による磁気軸受の構成を示した図であ

る。

[図8]図７の２００－２００線に沿った断面図である。

発明を実施するための形態

[001 0] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[001 1] まず、図１～図４を参照して、本発明の一実施形態による磁気軸受１０の構成について説明する。

[001 2] 図１に示すように、磁気軸受１０は、回転軸２１を有するモータ２０の軸線方向（アキシャル方向：回転軸２１の延びる方向）の両側に一対設けられている。これら一対の磁気軸受１０は、それぞれ、回転軸２１の外周面を取り囲むように配置されている。具体的には、磁気軸受１０は、回転軸２１に対して半径方向（ラジアル方向：回転軸２１に直交する面内で回転軸２１の回転中心０（図２参照）から放射状に延びる直線に沿った方向）に所定の空間（後述する空隙３１～３４（図３参照））を隔てて配置されている。なお、回転軸２１は、本発明の「回転軸部分」の一例である。

[001 3] また、図２および図３に示すように、磁気軸受１０は、電磁石１１と、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂとを備えている。電磁石１１は、アキシャル方向に積層された複数の電磁鋼板（図３参照）からなる電磁石コア１４と、電磁石コア１４の後述する柱状部分１４２ａおよび１４２ヒの外周部に巻回されたコイル１５とを含むように構成されている。また、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂは、希土類磁石やフェライト磁石などにより構成されている。

[0014] 図２に示すように、電磁石コア１４は、回転軸２１の外周面を周状に取り囲む周状部分１４１と、周状部分１４１側から回転軸２１側にラジアル方向に沿って柱状に延びる柱状部分１４２ａおよび１４２ｂとを含むように構成されている。また、図２および図３に示すように、周状部分１４１は、アキシャル方向に沿って延びる筒形状を有している。また、図２に示すように、柱状部分１４２ａは、回転軸２１の上下方向（Ｘ方向）の両側に一対設けられているとともに、柱状部分１４２ｂは、回転軸２１の左右方向（Ｙ方向）

の両側に一対設けられている。このような周状部分１４１と柱状部分１４２ａおよび１４２ｂとを有する一体の部品として構成された電磁石コア１４は、一般的に用いられている。

[001 5] 図２に示すように、電磁石１１のコイル１５は、回転軸２１に直交する面内で流れる磁界 (図２の矢印付きの一点鎖線参照）を発生させることによつて、磁気吸引力により回転軸２１をラジアル方向に非接触で支持するように構成されている。なお、コイル１５から発生した磁界は、周状部分１４１側から回転軸２１側に向かって柱状部分１４２ａを通過するように構成されている。また、コイル１５から発生した磁界は、周状部分１４１側から回転軸２１側に向かって柱状部分１４２ｂを通過するように構成されている。

[001 6] ここで、本実施形態では、図２～図４に示すように、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂは、電磁石コア１４の回転軸２１に対向する部分（すなわち、柱状部分１４２ａおよび１４２ｂ）の外周部の表面に配置されている。具体的には、永久磁石１２ａおよび１２ｂは、柱状部分１４２ａのコイル１５に対して回転軸２１側の端部近傍の外周部の表面に配置されている。また、永久磁石１３ａおよび１３ｂは、柱状部分１４２ｂのコイル１５に対して回転軸２１側の端部近傍の外周部の表面に配置されている。なお、図４では、簡単化のため、コイル１５の図示を省略している。

[001 7] 以上のような構成により、本実施形態では、コイル１５から発生する磁界（図２の矢印付きの一点鎖線参照）は、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを通過しないように構成されている。すなわち、図２～図４に示すように、コイル１５から発生する磁界は、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の内周側の領域 (図４の網掛け部分参照）を通過して磁気回路を構成する一方、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）は、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に配置されているため、コイル１５から発生する磁界は、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を通過しないように構成されている。

[001 8] 図２および図４に示すように、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１

３ｂの回転軸２１に対向する表面は、アキシャル方向から見て、回転軸２１の円形の外周面に対応する円弧形状を有している。同様に、柱状部分１４２ａおよび１４２ｂの回転軸２１に対向する表面も、アキシャル方向から見て、回転軸２１の円形の外周面に対応する円弧形状を有している。ここで、図３および図４に示すように、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の回転軸２１に対向する表面と、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の回転軸２１に対向する表面とは、アキシャル方向に沿って略連続している。これにより、図３に示すように、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）と回転軸２１との間の空隙３１（３２）のギャップ長Ｌ１（Ｌ２）と、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）と回転軸２１との間の空隙３３（３４）のギャップ長Ｌ３（Ｌ４）とは、互いに略等しくなつている。

[001 9] 図２～図４に示すように、永久磁石１２ａは、柱状部分１４２ａの矩形形状を有する外周部（図４の点線で取り囲まれた部分参照）の互いに対向する２辺を含む表面（柱状部分１４２ａのアキシャル方向の両端面）上に配置されている。また、永久磁石１２ｂは、永久磁石１２ａの柱状部分１４２ａとは反対側の表面上に配置されている。すなわち、永久磁石１２ａおよび１２ｂは、柱状部分１４２ａの表面から外側に突出するように、アキシャル方向に沿ってこの順番で積層されている。なお、永久磁石１２ａと柱状部分１４２ａとは、接着剤などにより互いに接着されている。また、永久磁石１２ａと永久磁石１２ｂとも、接着剤などにより互いに接着されている。なお、永久磁石１２ａは、本発明の「第１永久磁石」の一例であるとともに、永久磁石１２ｂは、本発明の「第２永久磁石」の一例である。

[0020] 図３に示すように、永久磁石１２ａの厚みｔ１（柱状部分１４２ａの表面から突出する方向（アキシャル方向）の厚み）は、電磁石コア１４の厚みＴ１（周状部分１４１および柱状部分１４２ａおよび１４２ｂのアキシャル方向の厚み）よりも小さく設定されている。また、永久磁石１２ｂの厚みｔ２も、電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さく設定されている。さらに、永久磁石１２ａの厚みｔ１と永久磁石１２ｂの厚みｔ２との合計の厚みＴ２も、

電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さく設定されている。なお、永久磁石１２ａおよび１２ｂのそれぞれの厚みｔ１およびｔ２は、永久磁石１２ａおよび１２ｂと回転軸２１との間の空隙３１のギヤップ長Ｌ１よりも大きく設定されている。

[0021] 同様に、図２～図４に示すように、永久磁石１３ａは、柱状部分１４２ｂの矩形形状を有する外周部（図４の点線で取り囲まれた部分参照）の互いに対向する２辺を含む表面（柱状部分１４２ｂのアキシャル方向の両端面）上に接着されている。また、永久磁石１３ｂは、永久磁石１３ａの柱状部分１４２ｂとは反対側の表面上に接着されている。すなわち、永久磁石１３ａおよび１３ｂは、柱状部分１４２ｂの表面から外側に突出するように、アキシャル方向に沿ってこの順番で積層されている。なお、永久磁石１３ａは、本発明の「第１永久磁石」の一例であるとともに、永久磁石１３ｂは、本発明の「第２永久磁石」の一例である。

[0022] また、図３に示すように、永久磁石１３ａの厚みｔ３は、電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さく設定されている。また、永久磁石１３ｂの厚みｔ４も、電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さく設定されている。さらに、永久磁石１３ａの厚みｔ３と永久磁石１３ｂの厚みｔ４との合計の厚みＴ３も、電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さく設定されている。なお、永久磁石１３ａおよび１３ｂのそれぞれの厚みｔ３およびｔ４は、永久磁石１３ａおよび１３ｂと回転軸２１との間の空隙３２のギャップ長Ｌ２よりも大きく設定されている。

[0023] ここで、本実施形態では、図３に示すように、永久磁石１２ａは、永久磁石１２ａおよび１２ｂの積層方向（アキシャル方向）に沿った方向（柱状部分１４２ａの表面から突出する方向（図３の白抜き矢印参照））に着磁されている。また、永久磁石１２ｂは、コイル１５から発生する磁界（図２の矢印付きの一点鎖線参照）が電磁石コア１４の柱状部分１４２ａと回転軸２１との間の空隙３３を通過する方向（ラジアル方向）に沿った方向（柱状部分１４２ａ側から回転軸２１側に向かう方向（図３の白抜き矢印参照））に着

磁されている。なお、永久磁石１３ａは、永久磁石１２ａとは逆に、柱状部分１４２ｂの表面から突出する方向とは反対方向（図３の白抜き矢印参照）に着磁されている。また、永久磁石１３ｂは、永久磁石１２ｂとは逆に、回転軸２１側から柱状部分１４２ｂ側に向かう方向（図３の白抜き矢印参照）に着磁されている。

[0024] すなわち、図３に示すように、永久磁石１２ａは、柱状部分１４２ａ側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されているとともに、永久磁石１２ｂ側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されている。また、永久磁石１２ｂは、回転軸２１側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されているとともに、回転軸２１とは反対側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されている。これにより、永久磁石１２ａおよび１２ｂから発生する磁界（図３の上側の矢印付きの二点鎖線参照）は、空隙３１、回転軸２１、空隙３３および柱状部分１４２ａの永久磁石１２ａ側の表面近傍をこの順番で通過して循環することにより、アキシャル方向に沿った面内で磁気回路を構成する。

[0025] また、永久磁石１３ａは、永久磁石１２ａとは逆に、柱状部分１４２ｂ側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されているとともに、永久磁石１２ｂ側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されている。また、永久磁石１３ｂは、永久磁石１２ｂとは逆に、回転軸２１側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されているとともに、回転軸２１とは反対側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されている。これにより、永久磁石１３ａおよび１３ｂから発生する磁界（図３の下側の矢印付きの二点鎖線参照）は、柱状部分１４２ｂの永久磁石１３ａ側の表面近傍、空隙３４、回転軸２１および空隙３２をこの順番で通過して循環することにより、アキシャル方向に沿った面内で磁気回路を構成する。

[0026] 本実施形態では、上記のように、電磁石１１のコイル１５から発生する磁界（図２の矢印付きの一点鎖線参照）が永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを通過しないように、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを電磁石コア１４の回転軸２１に対向する部分（すなわち、柱状部分１

４２ａおよび１４２ｂ）の外周部の表面に配置する。これにより、コイル15から発生する磁界は、柱状部分１４２ａおよび１４２ｂの外周部の表面に配置された永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを通過することがない。その結果、コイル１５から発生する磁界が永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂの着磁方向とは逆方向に永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂに印加されることがないので、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂの不可逆減磁が発生するのを抑制することができる。

[0027] また、本実施形態では、上記のように、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面から突出する方向の永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の厚みｔ１およびｔ２（ｔ３およびｔ４）の合計の厚みＴ２（Ｔ３）を、電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さくする。ここで、一般に、磁気軸受では、電磁石および永久磁石の磁気吸引力によって回転軸が変形するのを抑制するために、回転軸の電磁石および永久磁石によつて非接触で支持される部分のアキシャル方向の長さ（電磁石および永久磁石から発生する磁界が通過する回転軸の領域のアキシャル方向の長さ）を小さくするのが好ましい。この場合において、本実施形態では、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の厚みｔ１およびｔ２（ｔ３およびｔ４）の合計の厚みＴ２（Ｔ３）を、電磁石コア１４の厚みＴ１よりも小さくしているので、電磁石１１、および、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）によって非接触で支持される回転軸２１の部分のアキシャル方向の長さ（電磁石１１、および、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）から発生する磁界が通過する回転軸２１の領域のアキシャル方向の長さ）を極力小さくすることができる。これにより、電磁石１１、および、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の磁気吸引力によって回転軸２１が変形するのを抑制することができる。

[0028] また、本実施形態では、上記のように、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面上に配置した永久磁石１２ａ（１３ａ）を、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の積層方向（アキシャ

ル方向）に沿った方向（図３の白抜き矢印参照）に着磁する。そして、永久磁石１２ａ（１３ａ）の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）とは反対側の表面上に配置した永久磁石１２ｂ（１３ｂ）を、コイル１５から発生する磁界が柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）と回転軸２１との間の空隙３３（３４）を通過する方向（ラジアル方向）に沿った方向（図３の白抜き矢印参照）に着磁する。これにより、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）から発生する磁界（図３の上側（下側）の矢印付きの二点鎖線参照）は、空隙３１（３２）、回転軸２１、空隙３３（３４）、および、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の永久磁石１２ａ（１２ｂ）側の表面近傍を通過するような磁気回路をアキシャル方向に沿つた面内で容易に構成することができる。

[0029] また、本実施形態では、上記のように、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の矩形形状を有する外周部（図４の点線で取り囲まれた部分参照）の互いに対向する２辺を含む表面（アキシャル方向の両端面）に配置する。これにより、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）のアキシャル方向の両端面に配置した永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）により、回転軸２１をアキシャル方向にバランスよく支持することができる。

[0030] また、本実施形態では、上記のように、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部にコイル１５を巻回し、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）のコイル１５に対して回転軸２１側の端部近傍の外周部の表面に永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を配置する。これにより、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を回転軸２１に近づけることができるので、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の磁気吸引力を回転軸２１に確実に働かせることができる。

[0031] また、本実施形態では、上記のように、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）と回転軸２１との間の空隙３３（３４）のギャップ長Ｌ３（Ｌ４）と、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）と回転軸２１との間の空隙３１（３２）のギャップ長Ｌ１（Ｌ２）とを、互いに略等し

くする。これにより、回転軸２１に対する電磁石１１の磁気吸引力の働きやすさと、回転軸２１に対する永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の磁気吸引力の働きやすさとを略等しくすることができる。

[0032] また、本実施形態では、上記のように、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に配置した永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の回転軸２１に対向する表面を、アキシャル方向から見て、回転軸２１の円形の外周面に対応する円弧形状に形成する。これにより、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）と回転軸２１との間の空隙３１（３２）のギャップ長Ｌ２を回転軸２１の円周方向に沿って均一にすることができるので、永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）の磁気吸引力を回転軸２１の円周方向に沿って均一に働かせることができる。

[0033] また、本実施形態では、上記のように、回転軸２１の外周面を周状に取り囲む周状部分１４１と、周状部分１４１から回転軸２１側に柱状に延びる柱状部分１４１ａおよび１４１ｂとを含むように電磁石コア１４を構成し、柱状部分１４１ａおよび１４１ｂの外周部の表面に永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを配置する。これにより、一般的に用いられている電磁石コア（周状部分１４１と柱状部分１４２ａおよび１４２ｂとを有する一体の部品として構成された電磁石コア１４）の柱状部分１４２ａおよび１４２ｂの外周部の表面に永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを配置するだけで、容易に、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂの不可逆減磁が発生するのを抑制することが可能な電磁石コア１４を構成することができる。

[0034] なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0035] たとえば、上記実施形態では、図２～図４に示すように、電磁石コア１４

の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）のアキシャル方向の両端面に永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を配置する例を示したが、本発明はこれに限らない。本発明では、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）のアキシャル方向の両端面の少なくとも一方に永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）が配置されていればよい。また、本発明では、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）のアキシャル方向の両端面以外の端面に永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を配置してもよい。たとえば、図５に示した第１変形例のように、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の周方向（回転軸２１の回転方向）の両端面に永久磁石１１２ａおよび１１２ｂ（１１３ａおよび１１３ｂ）を配置してもよい。

[0036] 図５に示すように、第１変形例では、永久磁石１１２ａおよび１１２ｂは、柱状部分１４２ａの周方向の両端面にこの順番で積層されている。なお、永久磁石１１２ａは、柱状部分１４２ａ側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されているとともに、永久磁石１１２ｂ側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されている。また、永久磁石１１２ｂは、回転軸２１側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されているとともに、回転軸２１とは反対側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されている。これにより、永久磁石１１２ａおよび１１２ｂから発生する磁界（図５の左上側の矢印付きの二点鎖線参照）は、永久磁石１１２ａおよび１１２ｂと回転軸２１との間の空隙３５、回転軸２１、柱状１４２ａと回転軸２１との間の空隙３３、および、柱状部分１４２ａの永久磁石１１２ａ側の表面近傍をこの順番で通過して循環することにより、アキシャル方向に直交する面内で磁気回路を構成する。

[0037] また、図５に示すように、第１変形例では、永久磁石１１３ａおよび１１３ｂは、柱状部分１４２ｂの周方向の両端面にこの順番で積層されている。永久磁石１１３ａは、永久磁石１１２ａとは逆に、柱状部分１４２ｂ側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されているとともに、永久磁石１１３ｂ側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されている。また、永久磁石１１

３ｂは、永久磁石１１２ｂとは逆に、回転軸２１側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されているとともに、回転軸２１とは反対側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されている。これにより、永久磁石１１３ａおよび１１３ｂから発生する磁界（図５の右下側の矢印付きの二点鎖線参照）は、柱状部分１４２ｂの永久磁石１１３ａ側の表面近傍、柱状部分１４２ｂと回転軸２１との間の空隙３６、回転軸２１、および、永久磁石１１３ａおよび１１３ｂと回転軸２１との間の空隙３２をこの順番で通過して循環することにより、アキシャル方向に直交する面内で磁気回路を構成する。

[0038] この第１変形例においても、上記実施形態と同様に、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）に巻回されたコイル１５から発生する磁界（図５の矢印付きの一点鎖線参照）は、永久磁石１１２ａおよび１１２ｂ（１１３ａおよび１１３ｂ）を通過しないように構成されている。これにより、コイル１５から発生する磁界が永久磁石１１２ａ、１１２ｂ、１１３ａおよび１１３ｂの着磁方向とは逆方向に永久磁石１１２ａ、１１２ｂ、１１３ａおよび１１３ｂに印加されることがないので、永久磁石１１２ａ、１１２ｂ、１１３ａおよび１１３ｂの不可逆減磁が発生するのを抑制することができる。

[0039] また、第１変形例では、上記のように、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の周方向（回転軸２１の回転方向）の両端面に永久磁石１１２ａおよび１１２ｂ（１１３ａおよび１１３ｂ）を配置することによって、コイル１５から発生する磁界、および、永久磁石１１２ａおよび１１２ｂ（１１３ａおよび１１３ｂ）から発生する磁界が通過する回転軸２１の領域のアキシャル方向の長さを小さくすることができる。これにより、コイル１５から発生する磁界、および、永久磁石１１２ａおよび１１２ｂ（１１３ａおよび１１３ｂ）から発生する磁界に起因した磁気吸引力によって回転軸２１が変形するのを抑制することができる。

[0040] また、上記実施形態では、図３および図４に示すように、電磁石コア１４の柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に２つの永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を積層する例を示したが、本発明はこれ

に限らない。本発明では、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に３つ以上の永久磁石を積層してもよい。また、本発明では、図６に示した第２変形例のように、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に１つの永久磁石２１２（２１３）を配置してもよい。

[0041] 図６に示すように、第２変形例では、柱状部分１４２ａのアキシャル方向の両端面に配置された永久磁石２１２は、柱状部分１４２ａ側の表面近傍がＳ極性を有するとともに、回転軸２１側の表面近傍がＮ極性を有するように着磁されている。また、柱状部分１４２ｂのアキシャル方向の両端面に配置された永久磁石２１３は、柱状部分１４２ｂ側の表面近傍がＮ極性を有するとともに、回転軸２１側の表面近傍がＳ極性を有するように着磁されている。

[0042] これにより、第２変形例では、永久磁石２１２から発生する磁界（図６の上側の矢印付きの二点鎖線参照）、および、永久磁石２１３から発生する磁界（図６の下側の矢印付きの二点鎖線参照）は、それぞれ、上記実施形態による永久磁石１２ａおよび１２ｂから発生する磁界（図３の上側の矢印付きの二点鎖線参照）、および、永久磁石１３ａおよび１３ｂから発生する磁界（図３の下側の矢印付きの二点鎖線参照）と同様の磁気回路を構成する。なお、この第２変形例においても、上記実施形態と同様に、柱状部分１４２ａおよび１４２ｂに巻回されたコイル１５から発生する磁界（図２の矢印付きの一点鎖線参照）は、永久磁石２１２および２１３を通過しないように構成されている。

[0043] 第２変形例では、上記のように、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）側の表面近傍と、回転軸２１側の表面近傍とが互いに異なる極性（Ｎ極性およびＳ極性）を有するように着磁した１つの永久磁石２１２（２１３）を配置する。これにより、柱状部分１４２ａ（１４２ｂ）の外周部の表面に２つの永久磁石１２ａおよび１２ｂ（１３ａおよび１３ｂ）を配置した上記実施形態に比べて、部品点数を削減することができる。

[0044] また、上記実施形態では、図２に示すように、一般的に用いられている電磁石コア（周状部分１４１と柱状部分１４２ａおよび１４２ｂとを有する一体の部品として構成された電磁石コア１４）を用いた例を示したが、本発明はこれに限らない。本発明では、図７および図８に示した第３変形例のように、略Ｕ字形状を有する４つのコア部分１１４０が回転軸２１を取り囲むように周方向（回転軸２１の回転方向）に沿って隣接して配置されることにより構成された電磁石コア１１４を用いてもよい。

[0045] 図７に示すように、第３変形例では、電磁石コア１１４を構成する４つのコア部分１１４０は、回転軸２１を上下方向（Ｘ方向）および左右方向（Ｙ方向）の両側から挟みこむように配置されている。また、４つのコア部分１１４０は、それぞれ、周状部分１１４１と、周状部分１１４１の周方向の両端部から回転軸２１側に延びる一対の柱状部分１１４２ａおよび１１４２ｂとを有している。そして、図８に示すように、柱状部分１１４２ａのアキシャル方向の両端面には、永久磁石３１２ａおよび３１２ｂがこの順番で積層されている。また、柱状部分１１４２ｂのアキシャル方向の両端面にも、永久磁石３１３ａおよび３１３ｂがこの順番で積層されている。なお、図７に示すように、４つのコア部分１１４０は、それぞれの柱状部分１１４２ａ（１１４２ｂ）が周方向に沿って隣接するように配置されている。

[0046] また、図７に示すように、第３変形例では、永久磁石３１２ａおよび３１２ｂは、それぞれ、上記実施形態による永久磁石１２ａおよび１２ｂの着磁方向（図３参照）と同様の着磁方向を有するように着磁されている。また、永久磁石３１３ａおよび３１３ｂは、それぞれ、上記実施形態による永久磁石１３ａおよび１３ｂの着磁方向（図３参照）と同様の着磁方向を有するように着磁されている。これにより、永久磁石３１２ａおよび３１２ｂから発生する磁界（図７の上側の矢印付きの二点鎖線参照）、および、永久磁石３１３ａおよび３１３ｂから発生する磁界（図７の下側の矢印付きの二点鎖線参照）は、それぞれ、上記実施形態による永久磁石１２ａおよび１２ｂから発生する磁界（図３の上側の矢印付きの二点鎖線参照）、および、永久磁石

１３ａおよび１３ｂから発生する磁界（図３の下側の矢印付きの二点鎖線参照）と同様の磁気回路を構成する。

[0047] この第３変形例においても、上記実施形態と同様に、柱状部分１１４２ａ（１１４２ｂ）に巻回されたコイル１５から発生する磁界（図７の矢印付きの一点鎖線参照）は、永久磁石３１２ａおよび３１２ｂ（３１３ａおよび３１３ｂ）を通過しないように構成されている。

[0048] 第３変形例では、上記のように、回転軸２１を上下方向（Ｘ方向）および左右方向（Ｙ方向）の両側から挟みこむように配置した略Ｕ字形状を有する４つのコア部分１１４０によって電磁石コア１１４を構成する。これにより、回転軸２１を上下方向（左右方向）の両側から挟み込む一対の略Ｕ字形状のコア部分１１４０によって、回転軸２１に対して上下方向（左右方向）に磁気吸引力を働かせることができるので、磁気吸引力の制御を容易に行うことができる。

[0049] また、上記実施形態では、図２に示すように、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂの回転軸２１に対向する表面を、アキシャル方向から見て、回転軸２１の円形の外周面に対応する円弧形状を有するように形成した例を示したが、本発明はこれに限らない。本発明では、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂの回転軸２１に対向する表面を、アキシャル方向から見て直線状に形成してもよい。すなわち、永久磁石１２ａ、１２ｂ、１３ａおよび１３ｂを、アキシャル方向から見て矩形形状を有するように形成してもよい。

[0050] また、上記実施形態では、回転軸をラジアル方向に非接触で支持するラジアル磁気軸受に本発明を適用した例を示したが、本発明は、回転軸をアキシャル方向に非接触で支持するアキシャル磁気軸受にも適用可能である。

請求の範囲

[請求項1] 電磁石コア（１４、１１４）およびコイル（１５）を含む電磁石（１１）と、

前記電磁石コアに取り付けられ、前記電磁石と共に磁気吸引力により回転軸部分（２１）を非接触で支持する永久磁石（１２ａ、１２ｂ、１３ａ、１３ｂ、１１２ａ、１１２ｂ、１１３ａ、１１３ｂ、２１２、２１３、３１２ａ、３１２ｂ、３１３ａ、３１３ｂ）とを備え、

前記永久磁石は、前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置されている、磁気軸受（１０）。

[請求項2] 前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の外周部の表面から突出する方向の前記永久磁石の厚みは、前記電磁石コアの厚みよりも小さい、請求項１に記載の磁気軸受。

[請求項3] 前記永久磁石のうちの前記電磁石コアの前記外周部側の表面とは反対の表面側は、前記電磁石のコイルから発生する磁界が前記電磁石コアと前記回転軸部分との間の空間（３３、３４）を通過する方向に沿った方向に着磁されている、請求項１に記載の磁気軸受。

[請求項4] 前記永久磁石は、前記電磁石コアの前記外周部の表面に積層された複数の永久磁石（１２ａ、１２ｂ、１３ａ、１３ｂ、１１２ａ、１１２ｂ、１１３ａ、１１３ｂ、３１２ａ、３１２ｂ、３１３ａ、３１３ｂ）を含み、

前記複数の永久磁石のうちの前記電磁石コアの前記外周部の表面側とは反対側に配置された永久磁石（１２ｂ、１３ｂ、１１２ｂ、１１３ｂ、３１２ｂ、３１３ｂ）は、前記コイルから発生する磁界が前記電磁石コアと前記回転軸部分との間の空間を通過する方向に沿った方向に着磁されている、請求項３に記載の磁気軸受。

[請求項5] 前記複数の永久磁石は、

前記電磁石コアの前記外周部の表面上に配置され、前記複数の永久磁石の積層方向に沿った方向に着磁された第１永久磁石（１２ａ、１

３ａ、１１２ａ、１１３ａ、３１２ａ、３１３ａ）と、

前記第１永久磁石の前記電磁石コアの前記外周部の表面側とは反対側に配置され、前記コィルから発生する磁界が前記電磁石コアと前記回転軸部分との間の空間を通過する方向に沿った方向に着磁された第２永久磁石（１２ｂ、１３ｂ、１１２ｂ、１１３ｂ、３１２ｂ、３１３ｂ）とを含む、請求項４に記載の磁気軸受。

[請求項6] 前記永久磁石の少なくとも前記電磁石コア側の端部近傍は、前記永久磁石が配置された前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に対して略直交する方向に沿って着磁されている、請求項１に記載の磁気軸受。

[請求項7] 前記永久磁石は、前記電磁石コアの前記外周部側の表面近傍と、前記回転軸部分側の表面近傍とが互いに異なる極性を有するように着磁された１つの永久磁石（２１２、２１３）からなる、請求項３に記載の磁気軸受。

[請求項8] 前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の外周部は、矩形形状を有し、

前記永久磁石は、矩形形状を有する前記電磁石コアの前記外周部の少なくとも１辺の表面に配置されている、請求項１に記載の磁気軸受。

[請求項9] 前記永久磁石は、矩形形状を有する前記電磁石コアの前記外周部の互いに対向する２辺の表面に配置されている、請求項８に記載の磁気軸受。

[請求項10] 前記コイルは、前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の外周部に巻回されており、

前記永久磁石は、前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の前記コイルに対して前記回転軸部分側の部分の前記外周部の表面に配置されている、請求項１に記載の磁気軸受。

[請求項11] 前記永久磁石は、前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分

の前記回転軸部分側の端部近傍の前記外周部の表面に配置されている、請求項１０に記載の磁気軸受。

[請求項12] 前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分と前記回転軸部分との間の空間（３３、３４）と、前記永久磁石と前記回転軸部分との間の空間（３１、３２、３５、３６）とは、互いに略等しいギャップ長を有する、請求項１１に記載の磁気軸受。

[請求項13] 前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置された前記永久磁石の前記回転軸部分に対向する表面は、前記回転軸部分の円形の外周面に対応する円弧形状を有する、請求項１２に記載の磁気軸受。

[請求項14] 前記電磁石のコイルから発生する磁界は、前記電磁石コアの前記回転軸部分に対向する部分の内周側の領域を通過して磁気回路を構成する、請求項１に記載の磁気軸受。

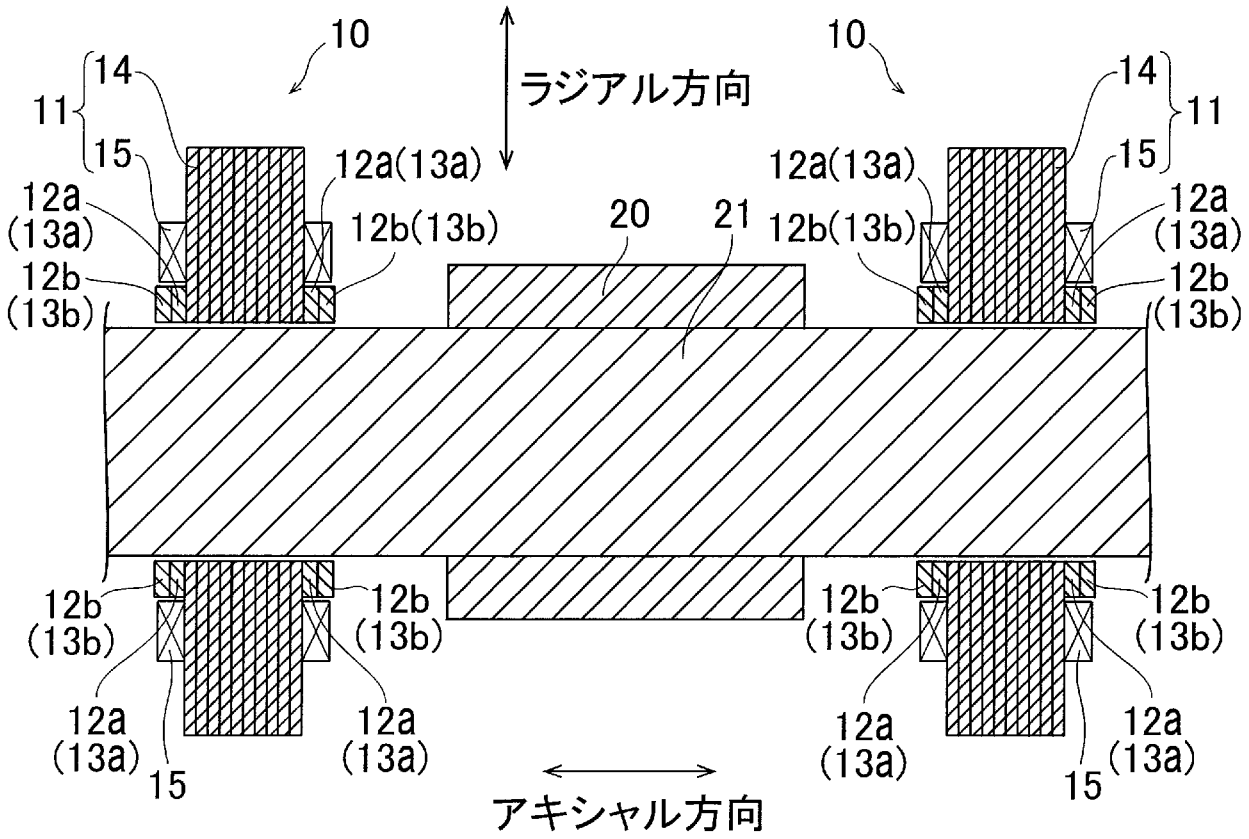
[請求項15] 前記電磁石コアは、前記回転軸部分の外周面を周状に取り囲む周状部分（１４１、１１４１）と、前記周状部分から前記回転軸部分側に柱状に延びる柱状部分（１４２ａ、１４２ｂ、１１４２ａ、１１４２ｂ）とを含み、

前記永久磁石は、前記柱状部分の前記回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置されている、請求項１に記載の磁気軸受。

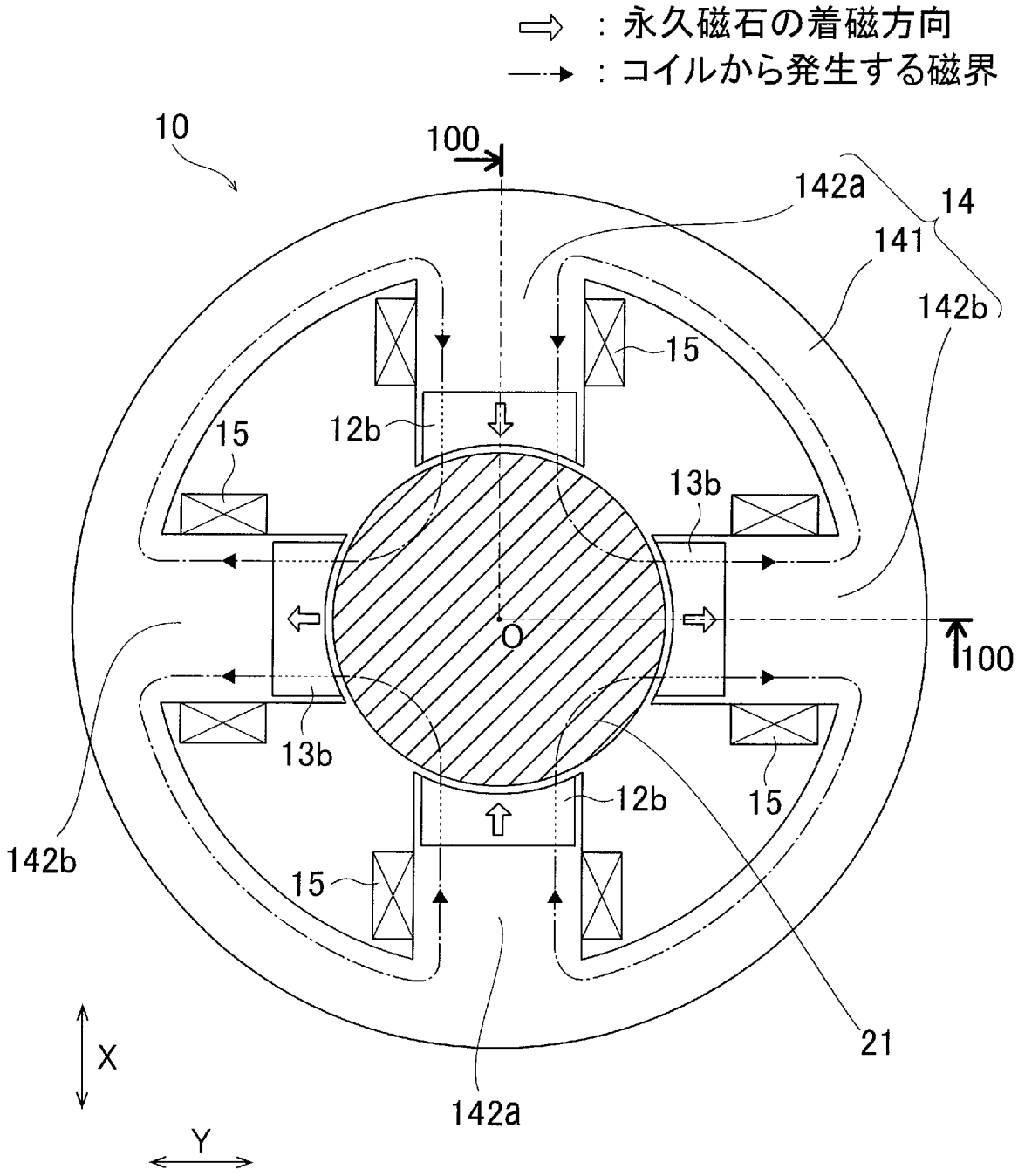
[請求項16] 前記電磁石コアは、前記周状部分と前記柱状部分とを有する複数のコア部分（１１４０）を含み、

前記永久磁石は、前記複数のコア部分の各々の前記柱状部分の前記回転軸部分に対向する部分の外周部の表面に配置されている、請求項１５に記載の磁気軸受。

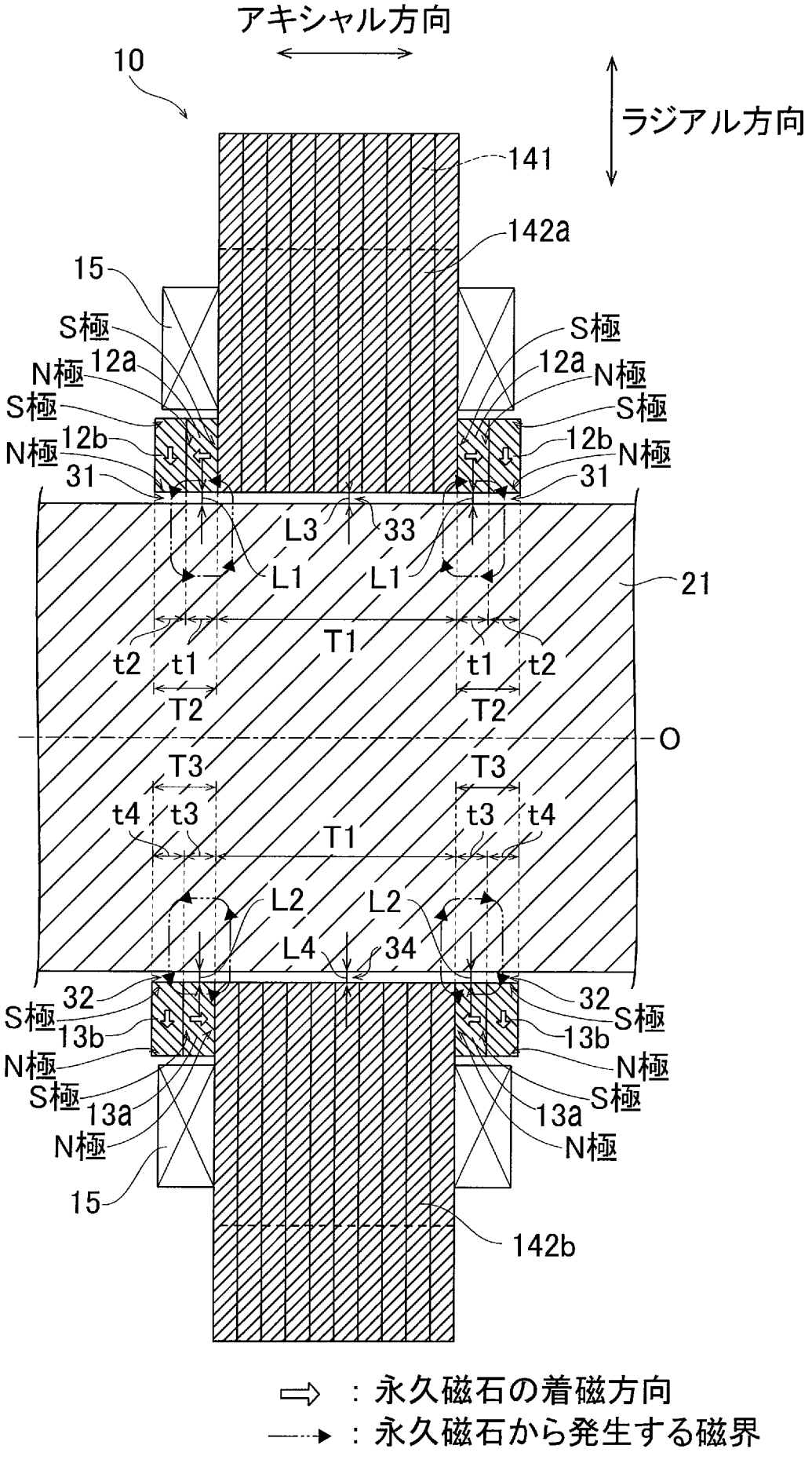
[図1]



[図2]


⇨ : 永久磁石の着磁方向
⟶ : コイルから発生する磁界
10
100
142a
14
141
142b
15
12b
13b
O
100
142b
13b
12b
15
15
21
X
Y
142a

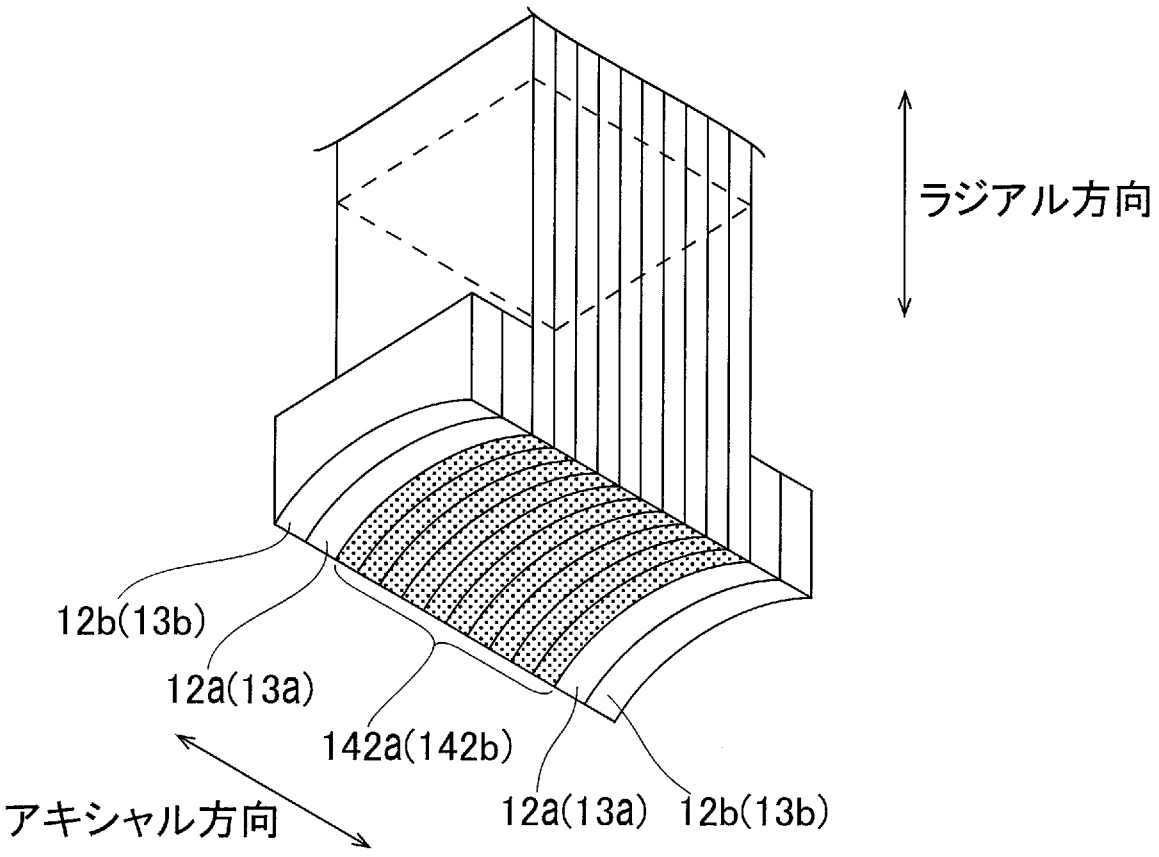
[図3]



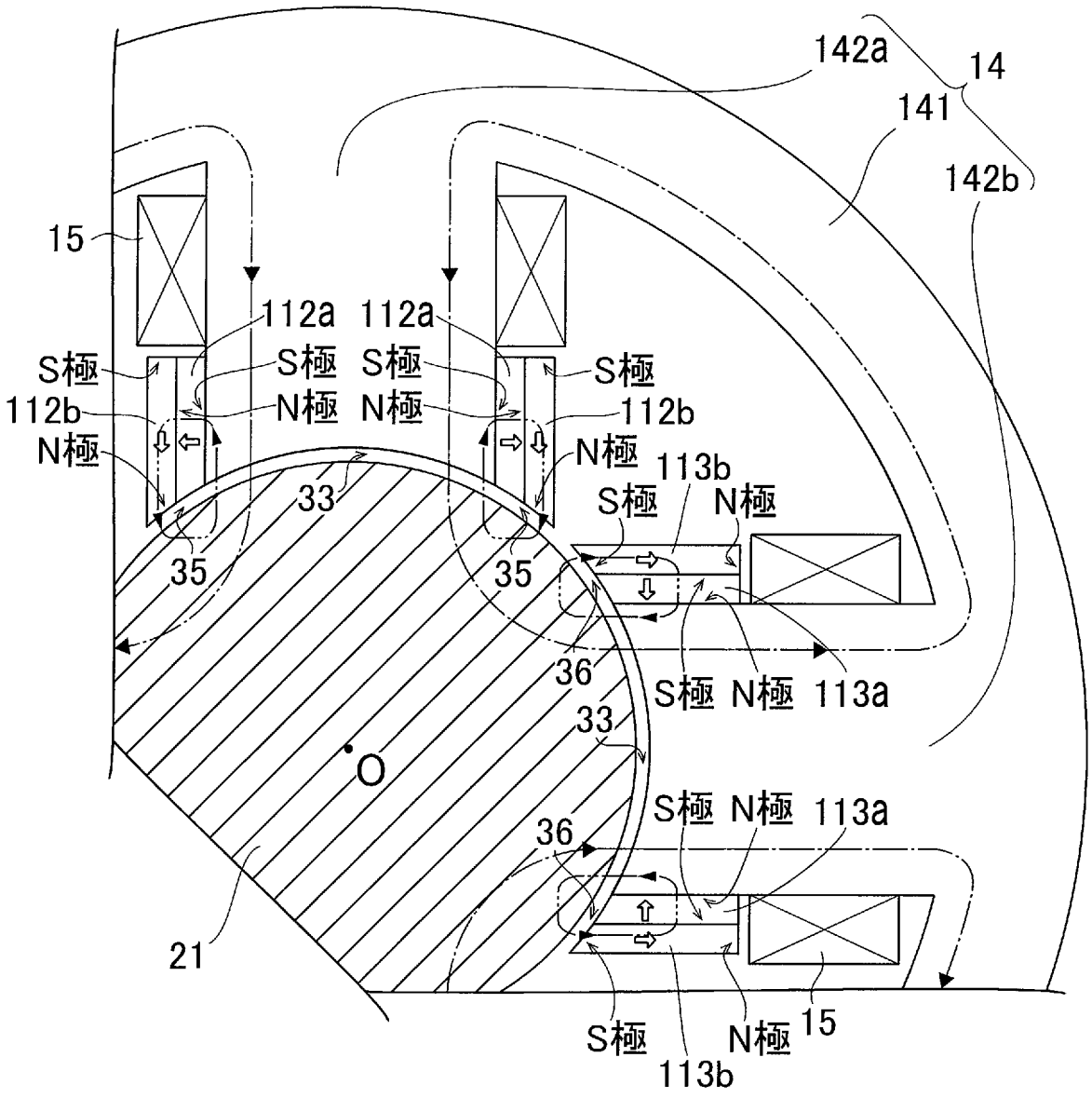
⇨ ：永久磁石の着磁方向

⟶ ：永久磁石から発生する磁界

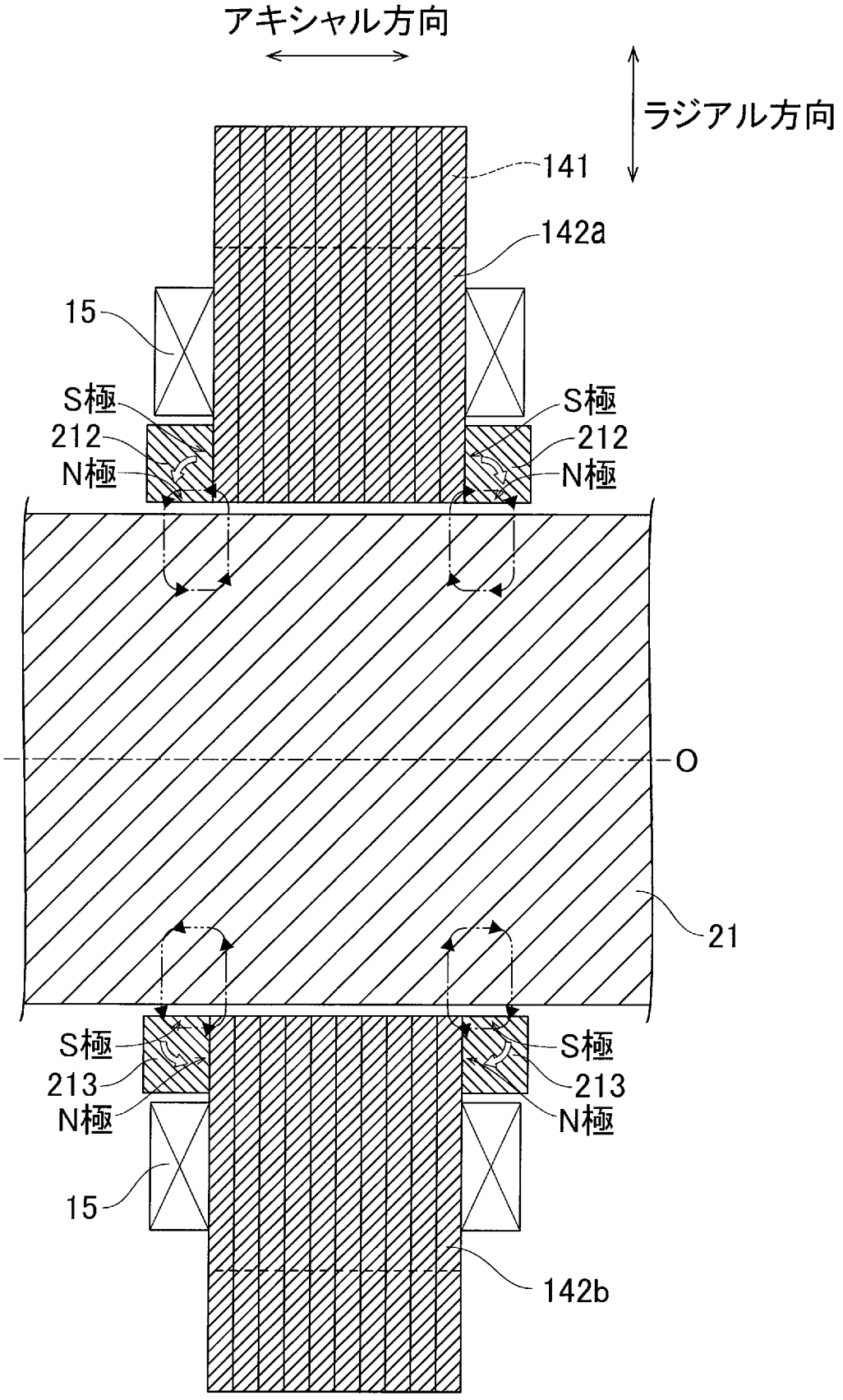
[図4]



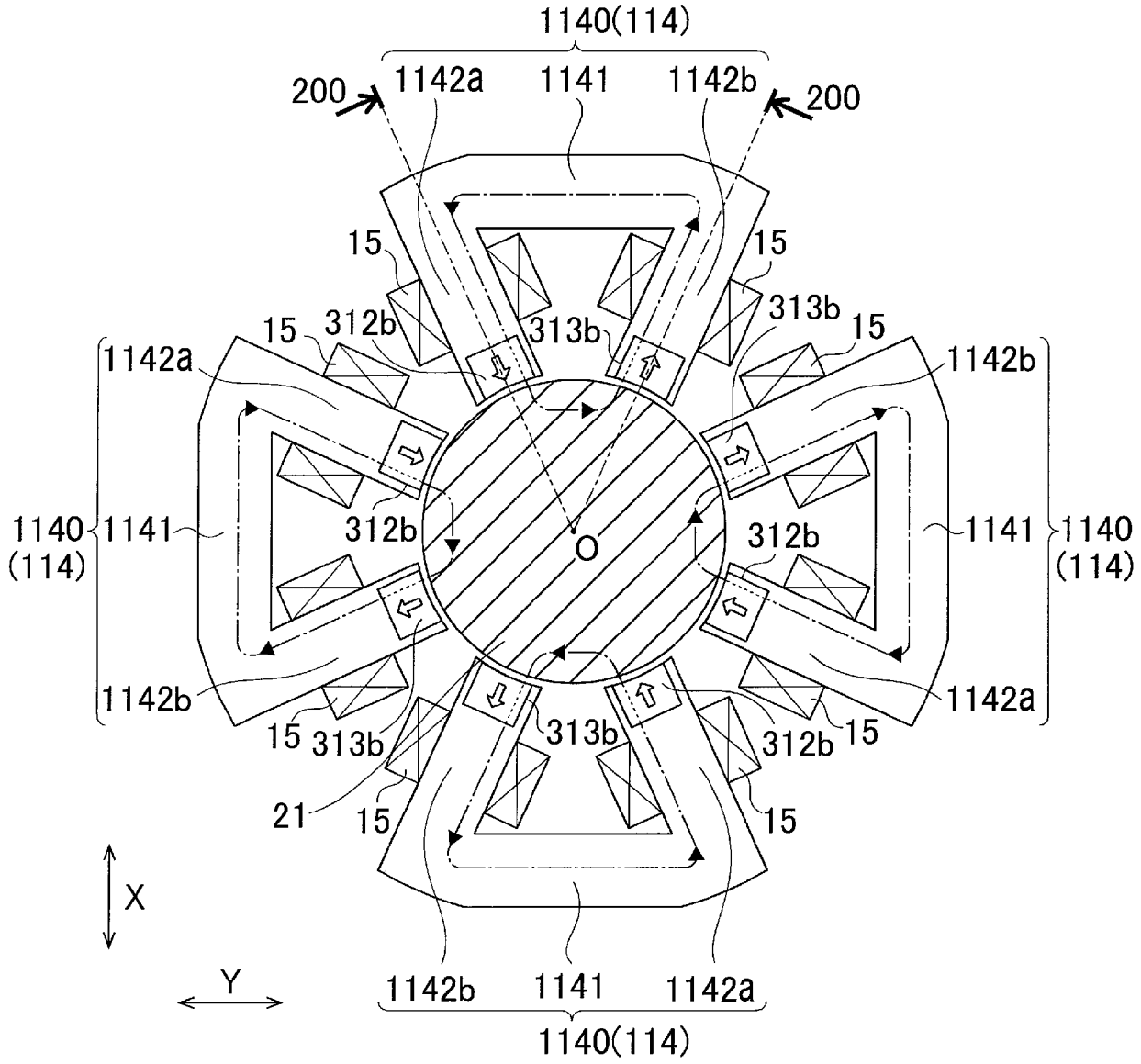
[図5]


142a
14
141
142b
15
112a
112a
S極
S極
S極
S極
112b
N極
N極
112b
N極
N極
113b
33
S極
N極
35
35
36
S極
N極
113a
33
O
S極
N極
113a
36
21
S極
N極
15
113b

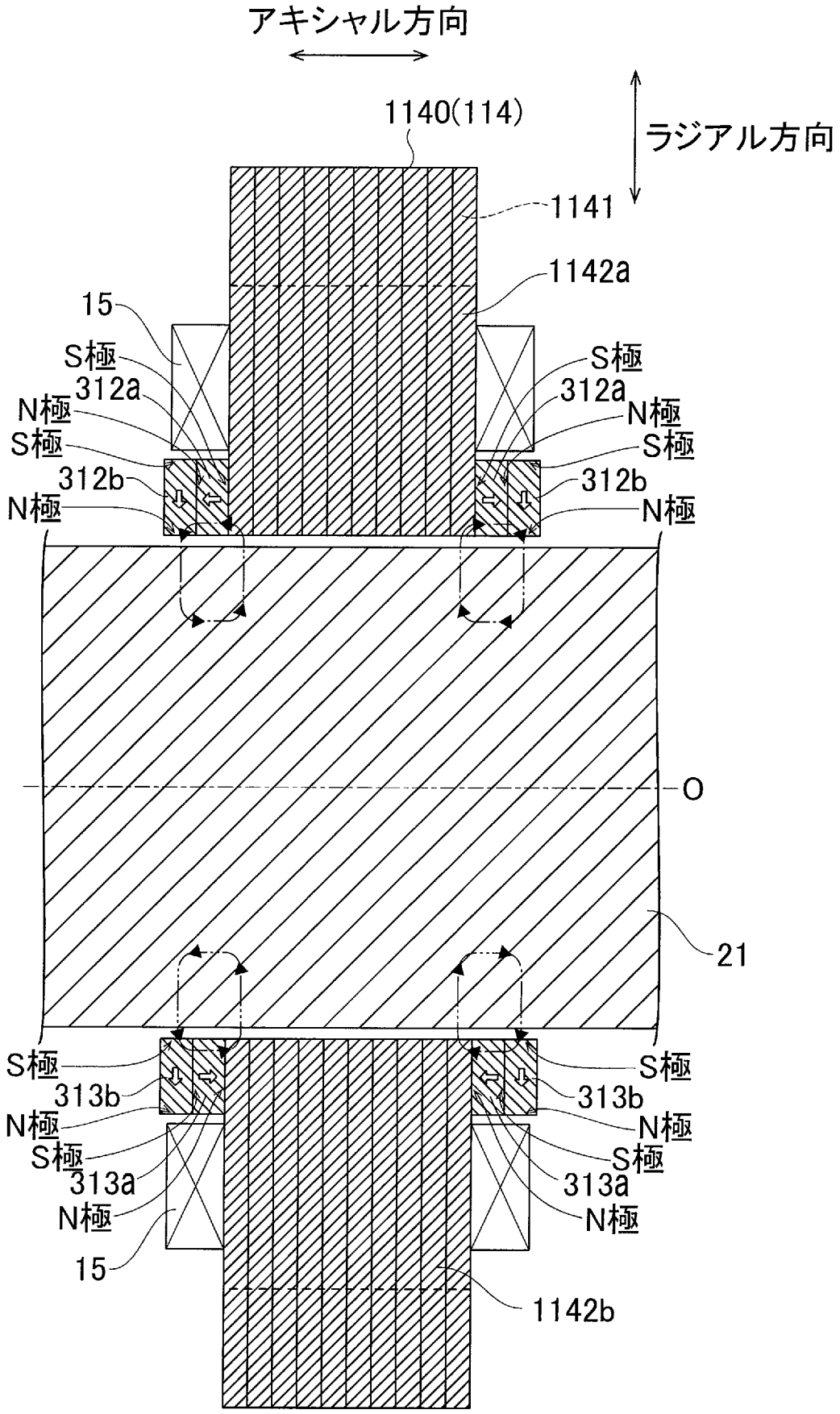
[図6]


アキシャル方向
ラジアル方向
141
142a
15
S極
212
N極
S極
212
N極
O
21
S極
213
N極
S極
213
N極
15
142b

[図7]


1140(114)
200
1142a
1141
1142b
200
15
15
15
312b
313b
313b
15
1142a
1142b
1140
(114)
1141
312b
O
312b
1141
1140
(114)
1142b
1142a
15
313b
313b
312b
15
21
15
15
X
Y
1142b
1141
1142a
1140(114)

[図8]


アキシャル方向
ラジアル方向
1140(114)
1141
1142a
15
S極
312a
N極
S極
312b
N極
S極
312a
N極
S極
312b
N極
O
21
S極
313b
N極
S極
313a
N極
15
S極
313b
N極
S極
313a
N極
1142b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/079536

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
FI 6C32/04 (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)
F16C32/04

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 1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
A	JP 11-101234 A (Seiko Instruments Inc.), 13 April 1999 (13.04.1999), (Family: none)	1-16
A	JP 2005-61578 A (Iwaki Co., Ltd.), 10 March 2005 (10.03.2005), (Family: none)	1-16

☐ 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, exhibnion 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 tiie 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	Date of mailing of the international search report
31 January, 2012 (31.01.12)	14 February, 2012 (14.02.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７９５３６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16C32/04 (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.　F16C32/04

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－
日本国公開実用新案公報	１９７１－２
日本国実用新案登録公報	１９９６－
日本国登録実用新案公報	１９９４－２

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
A	JP 11-101234　A (セイコー精機株式会社) 1999. 04. 13, (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2005-61578　A (株式会社イワキ) 2005. 03. 10, (ファミリーなし)	1-16

☐ 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	国際調査報告の発送日
３１．０１．２０１２	１４．０２．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｊ　９２３８
関口　勇
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８