

(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
2020年8月13日(13.08.2020)



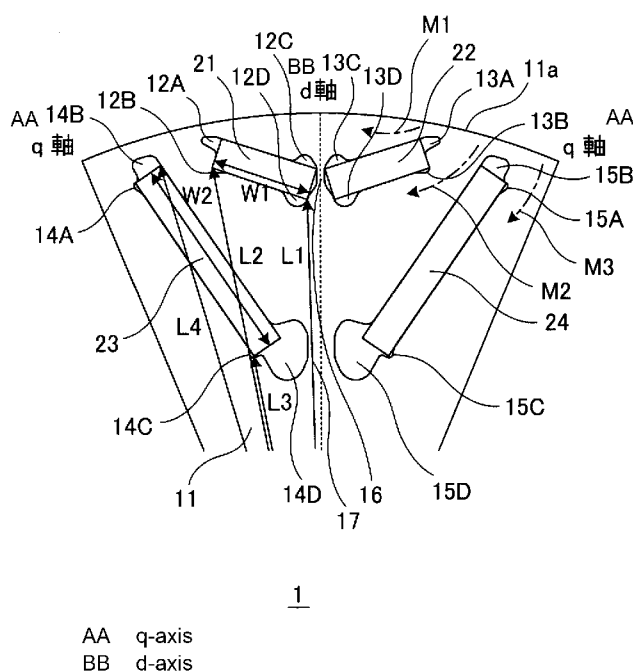
(10) 国際公開番号

WO 2020/161960 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/27 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/039562
- (22) 国際出願日: 2019年10月8日(08.10.2019)
- (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 2019-020270 2019年2月7日(07.02.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社明電舎 (**MEIDENSHA CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 上野 駿 (**UENO, Shun**); 〒1416029 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式会社明電舎内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小林 博通, 外 (**KOBAYASHI, Hiromichi et al.**); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号 掖済会ビル S H I G A 内 外国特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ROTOR

(54) 発明の名称: 回転子



(57) **Abstract:** Provided is a rotor that can improve torque and a rotational rate while maintaining mechanical strength. The present invention is provided with: a plurality of outer-diameter-side magnet grooves 12, 13; a plurality of inner-diameter-side magnet grooves 14, 15; a plurality of outer-diameter-side magnets 21, 22 that fit into the respective outer-diameter-side magnet grooves 12, 13; and a plurality of inner-diameter-side magnets 23, 24 that fit into the respective inner-diameter-side magnet grooves 14, 15. Where the radial length of recessed sections 12c, 13c that are closest to a d-axis

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), 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)）
- 補正された請求の範囲（条約第19条(1)）

among recessed sections 12a-12d, 13a-13d of the outer-diameter-side magnet grooves 12, 13 is Lb1, and the radial length of recessed sections 14d, 15d that are closest to the d-axis among recessed sections of the inner-diameter-side magnet grooves 14, 15, is Lb2, then $Lb2 > Lb1$ is satisfied.

(57) 要約：機械強度を確保しつつ、トルク及び回転速度を向上させることを可能とする回転子を提供する。複数の外径側磁石溝 12, 13 と、複数の内径側磁石溝 14, 15 と、各外径側磁石溝 12, 13 に嵌合する複数の外径側磁石 21, 22 と、各内径側磁石溝 14, 15 に嵌合する複数の内径側磁石 23, 24 とを備え、外径側磁石溝 12, 13 の各凹部 12a~12d, 13a~13d のなかで最も d 軸に近い凹部 12c, 13c の径方向の長さを $Lb1$ とし、内径側磁石溝 14, 15 の各凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部 14d, 15d の径方向の長さを $Lb2$ とすると、 $Lb2 > Lb1$ となるものとする。

明 細 書

発明の名称：回転子

技術分野

[0001] 本発明は、回転電機に設けられる回転子に関するものである。

背景技術

[0002] 回転電機に設けられる回転子のうち、磁石が埋め込まれた回転子においては、磁石の量を増加させることなくトルクを向上させるため、例えば下記特許文献 1 に開示されるように、磁石を多層配置とし、突極比を向上させる手法が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：特許第 5 2 5 9 9 2 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献 1 には、磁石を多層配置にすることで、トルクリプルを低減しつつ出力を向上させることが開示されているが、回転子の強度については検討されておらず、回転子が高速回転する場合に損傷する可能性がある。

[0005] 本発明は、上記技術的課題に鑑み、機械的強度を確保しつつ、トルク及び回転速度を向上させることを可能とする回転子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の第 1 の発明に係る回転子は、

回転子鉄心に、径方向断面視において各 d 軸を中心として線対称に離間して配され、それぞれの四隅には外向きに広がる凹部が形成される複数の外径側磁石溝と、

前記回転子鉄心に、径方向断面視において各前記 d 軸を中心として線対称に離間して配され、それぞれの各前記 d 軸側の一端は、前記外径側磁石溝に

おける各前記 d 軸側の一端よりも内径側に位置し、それぞれの四隅には外向きに広がる凹部が形成される複数の内径側磁石溝と、

径方向断面視において矩形状であり、各前記外径側磁石溝に嵌合する複数の外径側磁石と、

径方向断面視において矩形状であり、各前記内径側磁石溝に嵌合する複数の内径側磁石とを備え、

前記外径側磁石溝の各前記凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部の径方向の長さを L_{b1} とし、前記内径側磁石溝の各前記凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部の径方向の長さを L_{b2} とすると、 $L_{b2} > L_{b1}$ となる

ことを特徴とする。

[0007] 上記課題を解決するための第 2 の発明に係る回転子は、

上記第 1 の発明に係る回転子において、

前記外径側磁石の径方向断面視における長手方向の長さを $W1$ とし、前記内径側磁石の径方向断面視における長手方向の長さを $W2$ とすると、 $0.42 \leq W1 / W2 \leq 0.63$ となる

ことを特徴とする。

[0008] 上記課題を解決するための第 3 の発明に係る回転子は、

上記第 2 の発明に係る回転子において、

さらに、 $0.45 \leq W1 / W2 \leq 0.63$ となる

ことを特徴とする。

[0009] 上記課題を解決するための第 4 の発明に係る回転子は、

上記第 1 から 3 のいずれか 1 つの発明に係る回転子において、

前記外径側磁石と回転子軸心との最短距離を $L1$ 、前記外径側磁石の最も q 軸側の角部と前記回転子軸心との距離を $L2$ 、前記内径側磁石と前記回転子軸心との最短距離を $L3$ 、内径側磁石と前記回転子軸心との最大距離を $L4$ とすると、 $\alpha = (L1 - L3) / (L4 - L3)$ 、 $0.5 \leq \alpha \leq 1$ 、 $L1 < L2$ となる

ことを特徴とする。

[0010] 上記課題を解決するための第5の発明に係る回転子は、
上記第4の発明に係る回転子において、
さらに、 $0.5 \leq \alpha \leq 0.85$ となる
ことを特徴とする。

[0011] 上記課題を解決するための第6の発明に係る回転子は、
上記第1から5のいずれか1つの発明に係る回転子において、
前記内径側磁石は、複数の内径側磁石片からなる
ことを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明に係る回転子によれば、機械強度を確保しつつ、トルク及び回転速度を向上させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施例1における回転子鉄心の部分拡大図である。
[図2]本発明の実施例1に係る回転子の部分拡大図である。
[図3]外径側ブリッジ部の径方向の長さよりも内径側ブリッジ部の径方向の長さの方が長く、さらに、内径側磁石溝のd軸側の一端が外径側磁石溝に接近した形状となっている回転子の部分拡大図である。
[図4]本発明の実施例1における、磁石幅比とトルク変化率との関係の解析結果を表すグラフである。
[図5]本発明の実施例1における、外径側磁石と回転子の軸心との最短距離、外径側磁石の最もq軸側の角部と回転子の軸心との距離、内径側磁石と回転子の軸心との最短距離、及び、内径側磁石と回転子の軸心との最大距離と、トルク変化率との関係の解析結果を表すグラフである。
[図6]本発明の実施例2に係る回転子の部分拡大図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明に係る回転子について、実施例にて図面を用いて説明する。

[0015] [実施例1]

まず、図1、2の部分拡大図を用いて、本実施例に係る回転子（回転子1

）の構成を説明する。図 1，2 中において、破線で表している d 軸は主磁束方向を、q 軸は d 軸と電氣的及び磁氣的に直交する方向を、それぞれ示す一般的な表記である。そして図 1，2 は、1 つの q 軸からその q 軸に対して周方向に隣り合う q 軸までの範囲を表している。

[0016] 回転子 1 は、磁石を径方向に多層配置する構造であり、複数の磁石溝 12～15 を有する回転子鉄心 11、及び、この磁石溝 12～15 にそれぞれ配される、複数の径方向断面視において矩形状の磁石 21～24 を備えている。なお、回転子 1 のうち、図示されていない部分においても、図示されている部分と同様の構成となっているが、以下では説明の重複を避けるため省略する。

[0017] 図 2 に示すように、2 つの外径側磁石溝 12，13 は（径方向断面視において）、回転子鉄心 11 の外縁 11a 近傍で、d 軸を中心として線対称に配されている。また、外径側磁石溝 12，13 は、それぞれ、d 軸側の一端（後述する凹部 12c，12d，13c，13d）が、q 軸側の他端（後述する凹部 12a，12b，13a，13b）よりも回転子 1 の内径側に位置するように延伸して形成されている。

[0018] 同じく図 2 に示すように、2 つの内径側磁石溝 14，15 は（径方向断面視において）、d 軸を中心として線対称に配されている。また、内径側磁石溝 14，15 は、それぞれ、d 軸側の一端（後述する凹部 14c，14d，15c，15d）が、q 軸側の他端（後述する凹部 14a，14b，15a，15b）よりも回転子 1 の内径側に位置するように延伸して形成されている。

[0019] また、内径側磁石溝 14，15 の d 軸側の一端（後述する凹部 14c，14d，15c，15d）は、上述した外径側磁石溝 12，13 における d 軸側の一端よりも内径側に位置している。

[0020] さらに、内径側磁石溝 14，15 の q 軸側の他端（後述する凹部 14a，14b，15a，15b）は、周方向において、上述した外径側磁石溝 12，13 における q 軸側の他端と当該他端に最も近い q 軸との間に位置してい

る。

[0021] そして、磁石溝 1 2 ～ 1 5 は、それぞれ四隅には外向きに広がる凹部が形成されている。すなわち、図 1 に示すように、外径側磁石溝 1 2 の四隅には凹部 1 2 a ～ 1 2 d が、外径側磁石溝 1 3 の四隅には凹部 1 3 a ～ 1 3 d が、内径側磁石溝 1 4 の四隅には凹部 1 4 a ～ 1 4 d が、内径側磁石溝 1 5 の四隅には凹部 1 5 a ～ 1 5 d が、それぞれ形成されている。

[0022] 図 2 に示すように、外径側磁石溝 1 2, 1 3 に配される磁石を、それぞれ外径側磁石 2 1, 2 2 とする。外径側磁石 2 1, 2 2 は、外径側磁石溝 1 2, 1 3 (の各凹部以外の部分) に嵌合して配されている。同じようにして、内径側磁石溝 1 4, 1 5 に配される磁石を、それぞれ内径側磁石 2 3, 2 4 とする。内径側磁石 2 3, 2 4 は、内径側磁石溝 1 4, 1 5 (の各凹部以外の部分) に嵌合して配されている。

[0023] 磁石溝 1 2 ～ 1 5 にそれぞれ磁石 2 1 ～ 2 4 が 1 つずつ配された状態において、上記各凹部と磁石 1 2 ～ 1 5 との間には、それぞれ非磁性領域 (フラックスバリア) としての空隙が形成される形状となっている。

[0024] すなわち、図 2 に示すように、外径側磁石溝 1 2 については、凹部 1 2 a と外径側磁石 2 1 との間には空隙 1 2 A が、凹部 1 2 b と外径側磁石 2 1 との間には空隙 1 2 B が、凹部 1 2 c と外径側磁石 2 1 との間には空隙 1 2 C が、凹部 1 2 d と外径側磁石 2 1 との間には空隙 1 2 D が、それぞれ形成されることとなる。ただし、このうち空隙 1 2 C については、外径側磁石 2 1 の角部が凹部 1 2 c に当接していることで、空間が 2 分割されている。

[0025] そして、その他の磁石溝 1 3, 1 4, 1 5 の凹部 1 3 a ～ 1 3 d, 1 4 a ～ 1 4 d, 1 5 a ～ 1 5 についても同様に、磁石 2 2 ～ 2 4 がそれぞれ配された状態において、空隙 1 3 A ～ 1 3 D, 1 4 A ～ 1 4 D, 1 5 A ～ 1 5 D がそれぞれ形成され、空隙 1 3 C, 1 4 C, 1 5 C においては、磁石 2 2, 2 3, 2 4 により、それぞれ空間が 2 分割されている。

[0026] また、回転子鉄心 1 1 は、外径側磁石溝 1 2 の凹部 1 2 c と外径側磁石溝 1 3 の凹部 1 3 c との間に、外径側ブリッジ部 1 6 が形成されており、内径

側磁石溝 1 4 の凹部 1 4 d と内径側磁石溝 1 5 の凹部 1 5 d との間には、内径側ブリッジ部 1 7 が形成されている。

[0027] 換言すれば、回転子鉄心 1 1 において、外径側磁石溝 1 2 と外径側磁石溝 1 3 とは互いに離間して形成されており、内径側磁石溝 1 4 と内径側磁石溝 1 5 も互いに離間して形成されているということである。

[0028] 回転子鉄心 1 1 は、図 1 に示すように、外径側ブリッジ部 1 6 の径方向の長さ、すなわち凹部 1 2 c, 1 3 c (外径側磁石溝 1 2, 1 3 の各凹部のなかで最も d 軸に近い凹部) の径方向の長さを、 L_{b1} とし、内径側ブリッジ部 1 7 の径方向の長さ、すなわち凹部 1 4 d, 1 5 d (内径側磁石溝 1 4, 1 5 の各凹部のなかで最も d 軸に近い凹部) の径方向の長さを、 L_{b2} とすると、 $L_{b2} > L_{b1}$ となっている。

[0029] そして、図 2 に示すように、外径側磁石 2 1, 2 2 の (径方向断面視における) 長手方向 (図 1 の外径側磁石溝 1 2, 1 3 の延伸方向) の長さを W_1 、内径側磁石 2 3, 2 4 の (径方向断面視における) 長手方向 (図 1 の内径側磁石溝 1 4, 1 5 の延伸方向) の長さを W_2 とすると、 $0.42 \leq W_1 / W_2 \leq 0.63$ 、好ましくは、 $0.45 \leq W_1 / W_2 \leq 0.63$ となる。

[0030] さらに、外径側磁石 2 1, 2 2 と回転子 1 の軸心 (図示略) との最短距離を L_1 、外径側磁石 2 1, 2 2 の最も q 軸側の角部と回転子 1 の軸心との距離を L_2 、内径側磁石 2 3, 2 4 と回転子 1 の軸心との最短距離を L_3 、内径側磁石 2 3, 2 4 と回転子 1 の軸心との最大距離を L_4 とすると、 $\alpha = (L_1 - L_3) / (L_4 - L_3)$ 、 $0.5 \leq \alpha \leq 1$ 、 $L_1 < L_2$ となるものとする。ただし、好ましくは $0.5 \leq \alpha \leq 0.85$ とする。

以上が回転子 1 の構成についての説明である。

[0031] ここで、仮に、外径側磁石 2 1, 2 2 と内径側磁石 2 3, 2 4 との磁石幅比を、 $W_1 / W_2 < 0.42$ とすると、外径側磁石 2 1, 2 2 のサイズが小さすぎてしまい、マグネットトルクが低下するが、当該磁石幅比を、 $0.63 < W_1 / W_2$ としても、外径側磁石 2 1, 2 2 のサイズが大きすぎて、回転子鉄心 1 1 の磁路 (特に後述する磁路 M 2) が狭くなってしまい、リラク

タンストルクが低下する。

[0032] 図4は、磁石幅比 $W1/W2$ とトルク変化率との関係の解析結果を表すグラフである。

なお、当該グラフにおけるトルク変化率については、 $W1/W2 = 0.35$ を基準（0%）としている。そして、当該グラフには、 $W1/W2 < 0.42$ 及び $0.63 < W1/W2$ の領域において、トルク率が大きく減少することが示されている。

[0033] したがって、本実施例のように、 $0.42 \leq W1/W2 \leq 0.63$ 、より好ましくは、 $0.45 \leq W1/W2 \leq 0.63$ とすることで、高トルク特性を有することができる。

[0034] また、一般的に、磁石を径方向に多層配置する構造の回転子の回転中においては、外径側ブリッジ部16に比べ、内径側ブリッジ部17の方が大きな応力が発生する。これは、回転子1の内径側に回転軸を焼き嵌めする製造工程に起因するもので、回転子1の内径側は、遠心力に加え、焼き嵌め時の応力を受けるためである。

[0035] そこで、回転子1は、 $Lb2 > Lb1$ とすることで、内径側ブリッジ17の方が外径側ブリッジ部16より緩やかに湾曲することとなり、強度を高めることができ、高速回転時の損傷を防止することができる。

[0036] しかしながら、単に $Lb2 > Lb1$ の関係にするだけでは、例えば、図3の回転子11'の形状であっても成立する。図3に示す回転子1'は、回転子鉄心11'に形成される磁石溝12'~15'のうち、外径側磁石溝12'、13'は、図1、2における外径側磁石溝12、13と同様の形状であるが、内径側磁石溝14'、15'は、図1、2における内径側磁石溝14、15に比べ、d軸側の一端が外径側磁石溝12'、13'に接近した形状となっている。

[0037] 磁石を径方向に多層配置する構造の回転子においては、図2に一点鎖線矢印で示すように、外径側磁石溝13と外縁11aとの間を通る磁路M1、外径側磁石溝13と内径側磁石溝15との間を通る磁路M2、及び、内径側磁

石溝 15 とそれに最も近い q 軸との間を通る磁路 M3 がある。

[0038] 図 3 に示す回転子 1' の場合、外径側磁石溝 12', 13' と内径側磁石溝 14', 15' との距離が狭くなる。すなわち、図 3 中に一点鎖線矢印で示すような、外径側磁石溝 12', 13' と内径側磁石溝 14', 15' との間を通る磁路 M2' (図 2 の磁路 M2 に対応) の幅が、特に破線円 A 周辺の位置 (d 軸側の一端周辺) において狭くなる。これにより、磁気飽和を引き起こしてリラクタンストルクが低下する虞がある。

[0039] そこで、磁石 21~24 のサイズを、 $0.42 \leq W1/W2 \leq 0.63$ 、より好ましくは、 $0.45 \leq W1/W2 \leq 0.63$ とするとともに、磁石溝 12~15 の配置を、 $\alpha = (L1 - L3) / (L4 - L3)$ 、 $0.5 \leq \alpha \leq 1$ 、 $L1 < L2$ とすることで、磁石 21~24 の径方向断面視における断面積を同一にしながら、磁石溝 12~15 間の距離、すなわち、磁路 M1、磁路 M2、及び、磁路 M3 を確保することができる。これにより、回転子 1 は、磁気飽和が抑制され、トルクの向上を実現することができる。

[0040] 図 5 は、 α とトルク変化率との関係の解析結果を表すグラフである。なお、当該グラフは、 $W1/W2 = 0.57$ 、 $L3 = 45 \text{ mm}$ 、 $L4 = 59 \text{ mm}$ を前提条件とし、トルクの変化率については、 $\alpha = 0.5$ を基準 (0%) としている。当該グラフには、 $\alpha < 0.5$ の領域は $\alpha \geq 0.5$ の領域よりトルクの減少率が大きいことが示されている。

[0041] さらに、トルクリプルは、 $\alpha < 0.5$ の領域では一度減少してから大きく増加する。これは、すなわち、製造ばらつきに対する感度が大きい (影響を受けやすい) ことを示している。

[0042] よって、 α は $0.5 \leq \alpha \leq 1$ が適しており、好ましくは、トルクが最大、トルクリプルは最小となる $0.5 \leq \alpha \leq 0.85$ の範囲が適している。

[0043] このようにして本実施例においては、特に大きい応力が発生する内径側ブリッジ部を緩やかに湾曲させることで、機械強度が向上し、高速回転を可能とするとともに、外径側磁石溝と内径側磁石溝との距離を広げることで、ブリッジ部を緩やかに湾曲させることで非磁性領域が大きくなっても、磁気飽

和すなわちトルクの低下を抑制することができ、高トルクかつ高速回転を可能とするものである。

[0044] [実施例 2]

図 6 の部分拡大図を用いて、本実施例に係る回転子（回転子 2）の構成を説明する。以下では、実施例 1 の回転子 1 と相違する構成を中心に説明し、実施例 1 の回転子 1 と同一の構成については極力説明を省略する。

[0045] なお、図 6 中においても、図 1, 2 同様、破線で表している d 軸は主磁束方向を、q 軸は d 軸と電氣的及び磁氣的に直交する方向を、それぞれ示しており、図 6 は、1 つの q 軸からその q 軸に対して周方向に隣り合う q 軸までの範囲を表していることになる。

[0046] 回転子 2 では、図 6 に示すように、内径側磁石溝 1 4 に収まる内径側磁石（回転子 1 における内径側磁石 2 3）が、（径方向断面視における）長手方向に並べられた内径側磁石片 2 3 a, 2 3 b から成るものとし、内径側磁石溝 1 5 に収まる内径側磁石（回転子 1 における内径側磁石 2 4）が、（径方向断面視における）長手方向に並べられた内径側磁石片 2 4 a, 2 4 b から成るものとしている。

[0047] 内径側磁石片 2 3 a, 2 3 b は、内径側磁石溝 1 4 に収まる内径側磁石（回転子 1 における内径側磁石 2 3）を（径方向断面視における）長手方向に 2 等分したものであり、内径側磁石片 2 4 a, 2 4 b は、内径側磁石（回転子 1 における内径側磁石 2 4）を（径方向断面視における）長手方向に 2 等分したものである。

[0048] 回転子 2 は、上述の構成とすることで、磁石の損失を低減することができ、それにより、モータ効率が向上し、温度上昇も低減されるため、より長い連続運転時間を実現することができる。

[0049] なお、本実施例においては、内径側磁石溝 1 4, 1 5 に収まる内径側磁石が、それぞれ（径方向断面視において）長手方向に 2 等分されたものとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、内径側磁石が、分割の角度、分割の個数、互いの分割幅比に依らず、複数の内径側磁石片から

なるものとすればよい。

産業上の利用可能性

[0050] 本発明は、回転電機に設けられる回転子として好適である。

符号の説明

- [0051] 1, 1', 2 回転子
11, 11' 回転子鉄心
11a (回転子鉄心の) 外縁
12, 13, 12', 13' 外径側磁石溝
14, 15, 14', 15' 内径側磁石溝
12a~12d, 13a~13d, 14a~14d, 15a~15d 凹部
12A~12D, 13A~13D, 14A~14D, 15A~15D 空隙
16 外径側ブリッジ部
17 内径側ブリッジ部
21, 22 外径側磁石
23, 24 内径側磁石
23a, 23b, 24a, 24b 内径側磁石片
M1, M2, M2', M3 磁路

請求の範囲

[請求項1] 回転子鉄心に、径方向断面視において各 d 軸を中心として線対称に離間して配され、それぞれの四隅には外向きに広がる凹部が形成される複数の外径側磁石溝と、

前記回転子鉄心に、径方向断面視において各前記 d 軸を中心として線対称に離間して配され、それぞれの各前記 d 軸側の一端は、前記外径側磁石溝における各前記 d 軸側の一端よりも内径側に位置し、それぞれの四隅には外向きに広がる凹部が形成される複数の内径側磁石溝と、

径方向断面視において矩形状であり、各前記外径側磁石溝に嵌合する複数の外径側磁石と、

径方向断面視において矩形状であり、各前記内径側磁石溝に嵌合する複数の内径側磁石とを備え、

前記外径側磁石溝の各前記凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部の径方向の長さを L_{b1} とし、前記内径側磁石溝の各前記凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部の径方向の長さを L_{b2} とすると、 $L_{b2} > L_{b1}$ となる

ことを特徴とする回転子。

[請求項2] 前記外径側磁石の径方向断面視における長手方向の長さを $W1$ とし、前記内径側磁石の径方向断面視における長手方向の長さを $W2$ とすると、 $0.42 \leq W1 / W2 \leq 0.63$ となる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の回転子。

[請求項3] さらに、 $0.45 \leq W1 / W2 \leq 0.63$ となる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の回転子。

[請求項4] 前記外径側磁石と回転子軸心との最短距離を $L1$ 、前記外径側磁石の最も q 軸側の角部と前記回転子軸心との距離を $L2$ 、前記内径側磁石と前記回転子軸心との最短距離を $L3$ 、内径側磁石と前記回転子軸心との最大距離を $L4$ とすると、 $\alpha = (L1 - L3) / (L4 - L3$

), $0.5 \leq \alpha \leq 1$, $L_1 < L_2$ となる

ことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の回転子。

[請求項5]

さらに、 $0.5 \leq \alpha \leq 0.85$ となる

ことを特徴とする請求項4に記載の回転子。

[請求項6]

前記内径側磁石は、複数の内径側磁石片からなる

ことを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の回転子。

補正された請求の範囲
[2020年5月25日(25.05.2020) 国際事務局受理]

【請求項 1】（補正後）

回転子鉄心に、径方向断面視において各 d 軸を中心として線対称に離間して配され、それぞれの四隅には外向きに広がる凹部が形成される複数の外径側磁石溝と、

前記回転子鉄心に、径方向断面視において各前記 d 軸を中心として線対称に離間して配され、それぞれの各前記 d 軸側の一端は、前記外径側磁石溝における各前記 d 軸側の一端よりも内径側に位置し、それぞれの四隅には外向きに広がる凹部が形成される複数の内径側磁石溝と、

径方向断面視において矩形状であり、各前記外径側磁石溝に嵌合する複数の外径側磁石と、

径方向断面視において矩形状であり、各前記内径側磁石溝に嵌合する複数の内径側磁石と、

前記両外径側磁石溝の凹部間に湾曲状に形成された外径側ブリッジ部と、
前記両内径側磁石溝の凹部間に湾曲状に形成された内径側ブリッジ部と、を
備え、

前記外径側磁石溝の各前記凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部の径方向の長さを $Lb1$ とし、前記内径側磁石溝の各前記凹部のなかで最も前記 d 軸に近い凹部の径方向の長さを $Lb2$ とすると、 $Lb2 > Lb1$ となり、

前記内径側ブリッジ部が、外径側ブリッジ部よりも緩やかに湾曲することを特徴とする回転子。

【請求項 2】

前記外径側磁石の径方向断面視における長手方向の長さを $W1$ とし、前記内径側磁石の径方向断面視における長手方向の長さを $W2$ とすると、 $0.42 \leq W1 / W2 \leq 0.63$ となる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の回転子。

【請求項 3】

さらに、 $0.45 \leq W1 / W2 \leq 0.63$ となる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の回転子。

【請求項 4】

前記外径側磁石と回転子軸心との最短距離を L_1 、前記外径側磁石の最も q 軸側の角部と前記回転子軸心との距離を L_2 、前記内径側磁石と前記回転子軸心との最短距離を L_3 、内径側磁石と前記回転子軸心との最大距離を L_4 とすると、 $\alpha = (L_1 - L_3) / (L_4 - L_3)$ 、 $0.5 \leq \alpha \leq 1$ 、 $L_1 < L_2$ となる

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の回転子。

【請求項 5】

さらに、 $0.5 \leq \alpha \leq 0.85$ となる

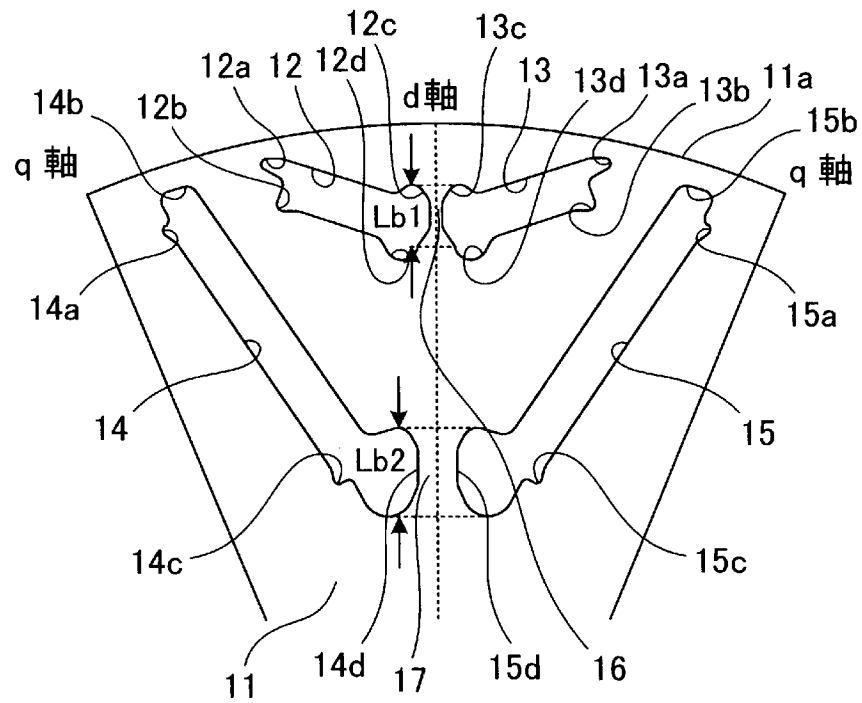
ことを特徴とする請求項 4 に記載の回転子。

【請求項 6】

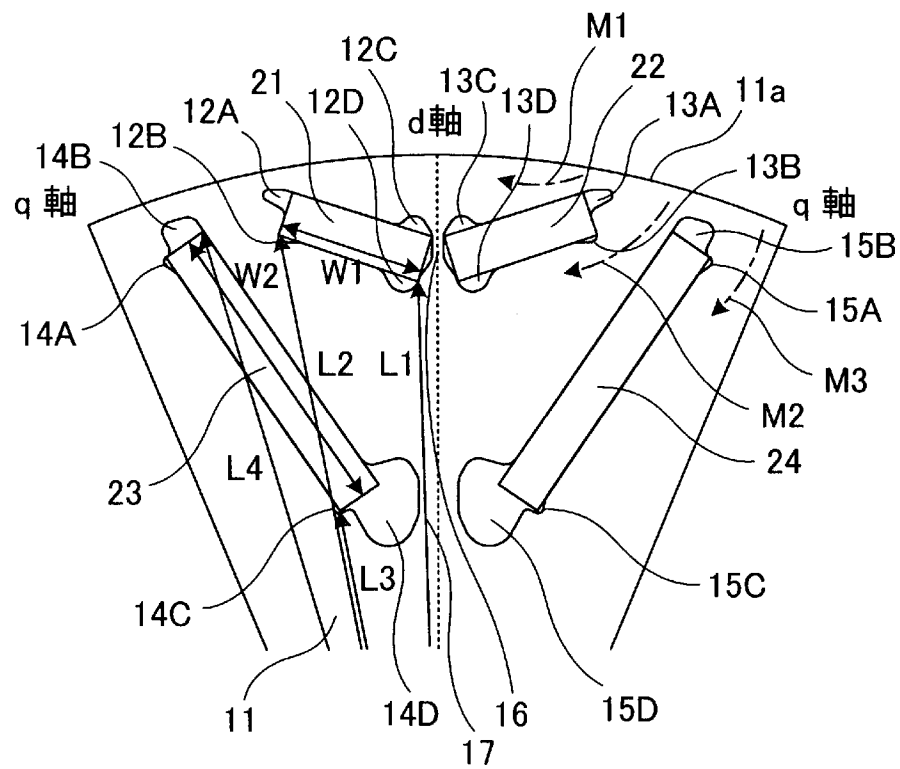
前記内径側磁石は、複数の内径側磁石片からなる

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の回転子。

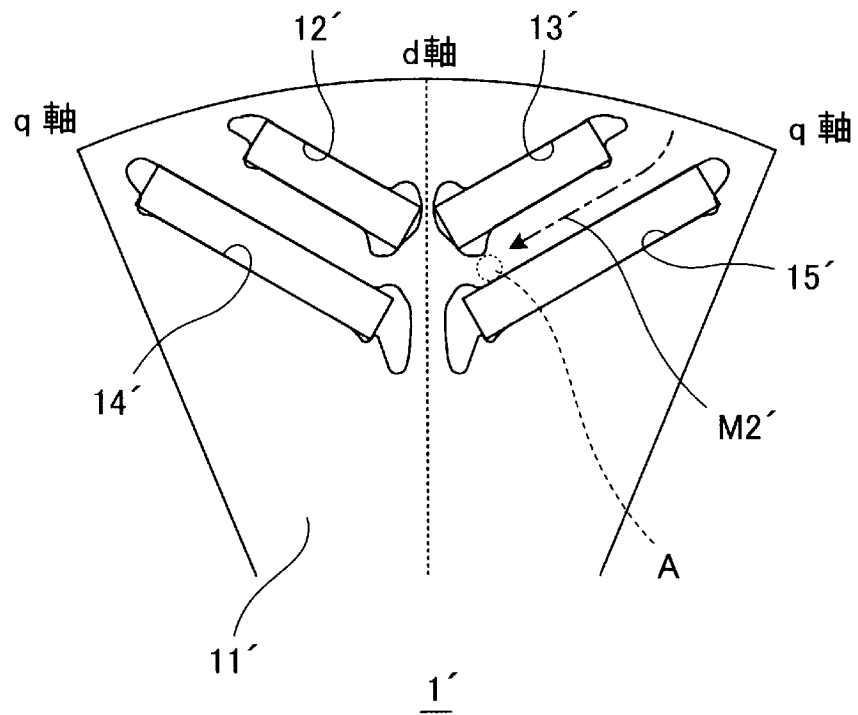
[図1]



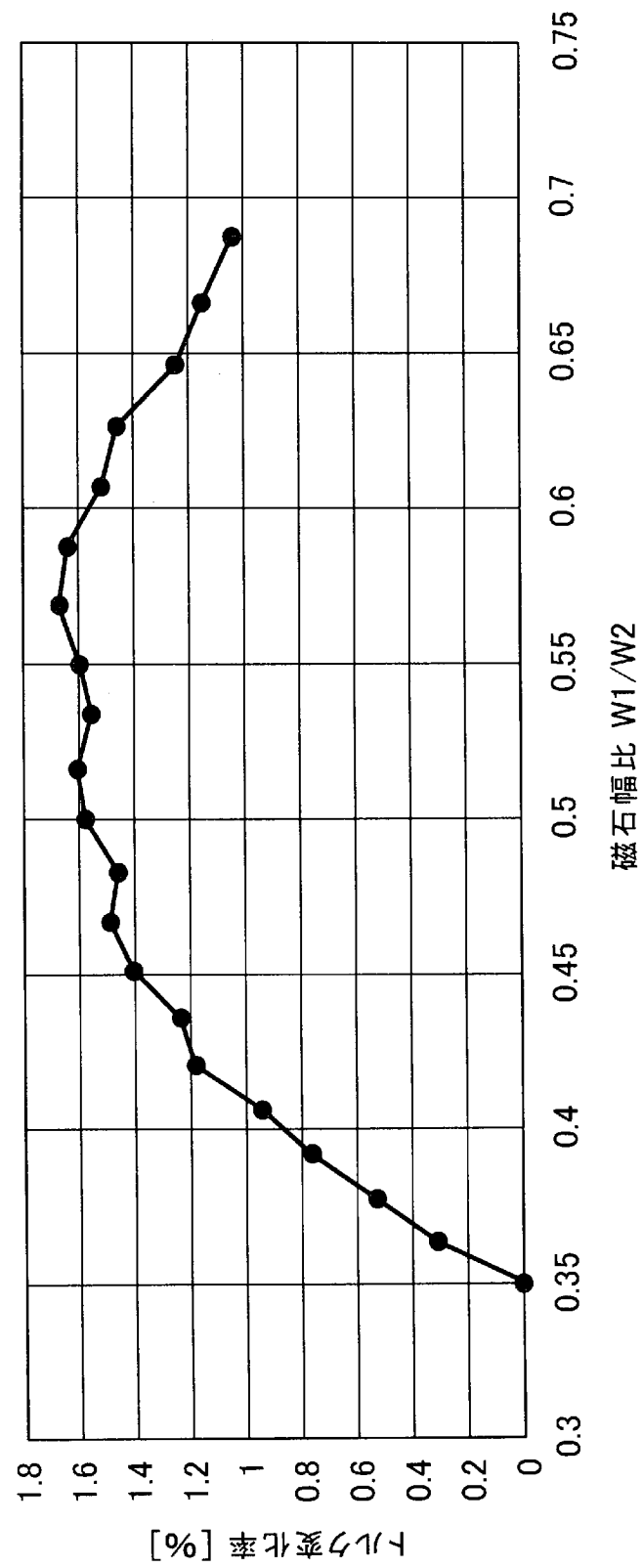
[図2]



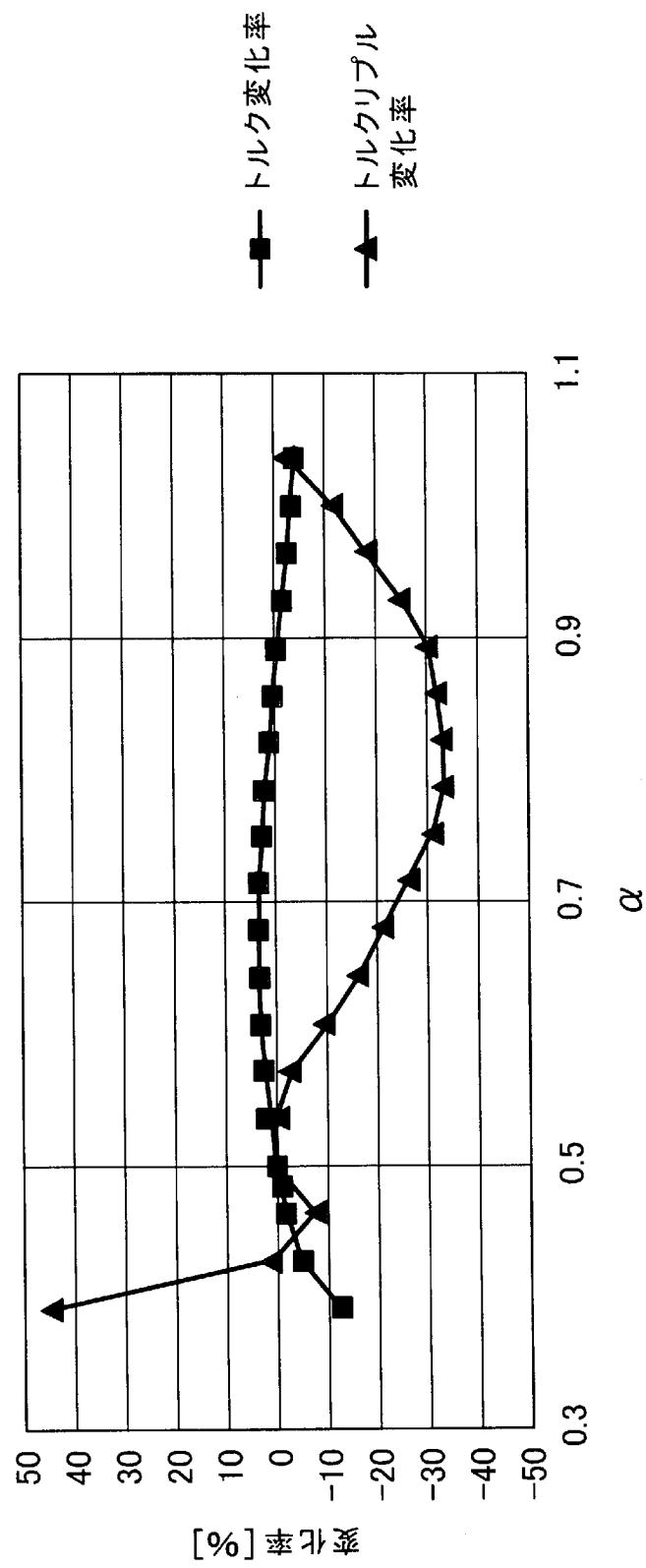
[図3]



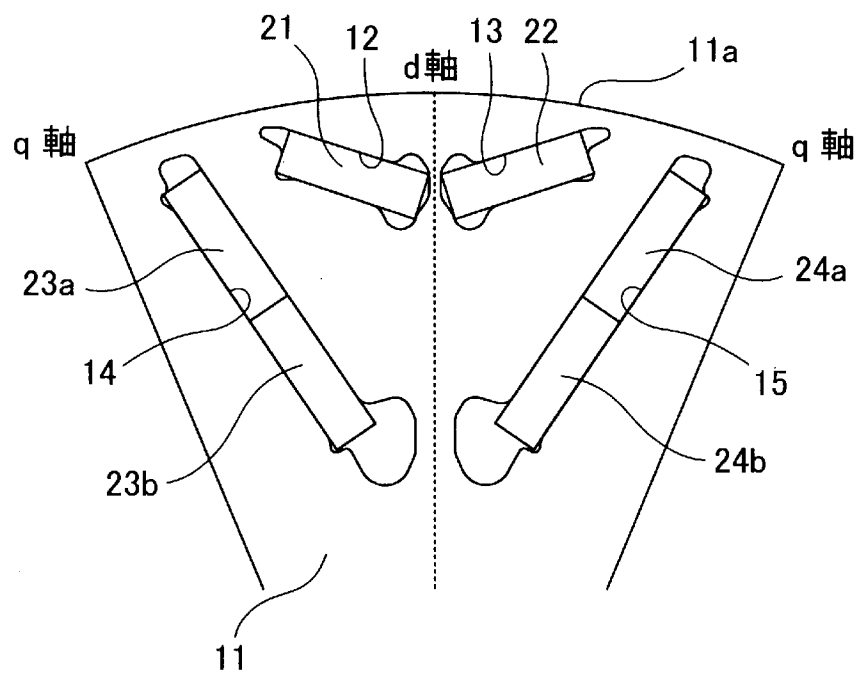
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/039562

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K1/27 (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)

Int. Cl. H02K1/27

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	US 2008/0007131 A1 (REMY INTERNATIONAL, INC.) 10	1
Y	January 2008, paragraphs [0021], [0022], [0032], [0033], fig. 5, 6 & WO 2007/146251 A2 & KR 10-2009-0027728 A & CN 101501969 A	2-6
Y	CN 107565723 A (VOLKSWAGEN AG) 09 January 2018, paragraphs [0086]-[0091], [0100], fig. 1-3 & DE 102016212022 A1	2-6
Y	CN 104242509 A (OPSTAR COMMUNICATION EQUIPMENT CO., LTD.) 24 December 2014, paragraphs [0017]-[0022], fig. 1 (Family: none)	4-6

☒ 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
12.12.2019

Date of mailing of the international search report
24.12.2019

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/JP2019/039562

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 2016-73056 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 May 2016, paragraphs [0017]-[0022], fig. 1, 2 & US 2016/0094097 A1, paragraphs [0035]-[0041], fig. 1, 2 & CN 105471134 A	6
A	US 2017/0179779 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS L.L.C.) 22 June 2017, paragraphs [0017]-[0031], fig. 2, 3 & DE 102016123984 A1 & CN 106899105 A	1-6

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

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

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	US 2008/0007131 A1 (REMY INTERNATIONAL, INC.) 2008.01.10, 段落[0021]-[0022], [0032]-[0033], 図 5-6 & WO 2007/146251 A2 & KR 10-2009-0027728 A & CN 101501969 A	1 2-6
Y	CN 107565723 A (VOLKSWAGEN AG) 2018.01.09, 段落[0086]-[0091], [0100], 図 1-3 & DE 102016212022 A1	2-6
Y	CN 104242509 A (OPSTAR COMMUNICATION EQUIPMENT CO., LTD.) 2014.12.24, 段落[0017]-[0022], 図 1 (ファミリーなし)	4-6

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

12.12.2019

国際調査報告の発送日

24.12.2019

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)

安池 一貴

3 V

9150

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	JP 2016-73056 A (トヨタ自動車株式会社) 2016.05.09, 段落 [0017]-[0022], 図 1-2 & US 2016/0094097 A1, 段落[0035]-[0041], 図 1-2 & CN 105471134 A	6
A	US 2017/0179779 A1 (GM GLOBAL TECHNOLOGY OPERATIONS LLC) 2017.06.22, 段落[0017]-[0031], 図 2-3 & DE 102016123984 A1 & CN 106899105 A	1-6