

(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
2023年5月25日(25.05.2023)



(10) 国際公開番号

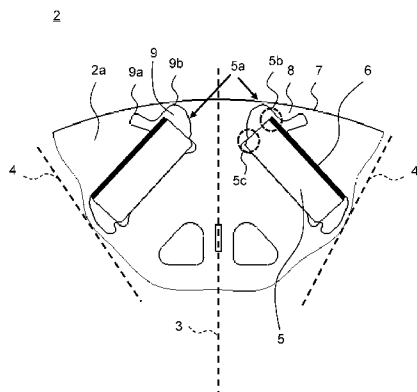
WO 2023/089670 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 1/276 (2022.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/042124
- (22) 国際出願日: 2021年11月16日(16.11.2021)
- (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: 日立 A s t e m o 株式会社(HITACHI ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 吉成 幸広 (YOSHINARI, Yukihiro); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP). 日野 徳昭(HINO, Noriaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP). 宮城 拓弥(MIYAGI, Takuya); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 A s t e m o 株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人サンネクスト国際特許事務所(SUNNEXT INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1400002 東京都品川区東品川二丁目 3 番 1 2 号 シーフォートスクエア センタービルディング 1 6 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: ROTOR FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) 発明の名称: 回転電機の回転子

図 2



(57) Abstract: This rotor for a rotary electric machine comprises a pair of magnets arranged in a V-shape, and a rotor core having formed therein magnet holes through which the magnets are inserted. The rotor core includes, on the radially outside thereof, a protrusion part that has a magnetic gap with respect to an outermost diameter corner portion located on the radially outermost side among corner portions of the magnets, and that is formed so as to be protruded to the magnets, between a first outermost diameter part closer to the magnetic pole center of the rotor than the outermost corner portion is, on the outer diameter of the magnetic gap, and a second outermost diameter part closer to the magnetic pole boundary of the rotor than the outermost diameter corner portion is, on the outermost diameter of the magnetic gap. The protrusion part is opposite to main surfaces of the magnets.

(57) 要約: 回転電機の回転子は、V字状に配置される一対の磁石と、当該磁石が挿入される磁石穴が形成される回転子コアと、を備える。前記回転子コアは、径方向外側において、前記磁石の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部との間に磁気的空隙を有し、また、前記磁気的空隙の外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極中心に近い第1最外径部と、前記磁気的空隙の最外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極境界に近い第2最外径部と、の間に、前記磁石に向かって突出するように形成された突出部を有し、前記突出部は、前記磁石の主面と対向する。



WO 2023/089670 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：回転電機の回転子

技術分野

[0001] 本発明は、回転電機の回転子に関する。

背景技術

[0002] 本願発明の背景技術として、例えば、下記の特許文献1では、磁石の位置決めを目的とした孔が複数形成され、フラックスバリア、サイドブリッジ、およびサイドブリッジの周方向の両端からロータコアの内方に向けて窪んだ第1凹部と第2凹部を設けることで、電動機としての特性を良好に維持しつつ、耐久性を向上させている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：日本国特開2014-197971号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記構成では、最大トルクの増加と応力の低減とを両立できない。これを鑑みて、本発明では、最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機の回転子を提供することが課題である。

課題を解決するための手段

[0005] V字状に配置される一对の磁石と、当該磁石が挿入される磁石穴が形成される回転子コアと、を備える回転電機の回転子であって、前記回転子コアは、径方向外側において、前記磁石の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部との間に磁氣的空隙を有し、また、前記磁氣的空隙の外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極中心に近い第1最外径部と、前記磁氣的空隙の最外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極境界に近い第2最外径部と、の間に、前記磁石に向かって突出するように形成された突出部を有し、前記突出部は、前記磁石の主面と対向する。

発明の効果

[0006] 最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機の回転子を提供できる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]回転電機の断面図

[図2]本発明の一実施形態に係る、回転子コアの一部拡大図

[図3]従来技術の回転子コアの一部の例

[図4]本発明の一実施形態の効果を表すグラフ

[図5]本発明の一実施形態に係る、外周面と磁氣的空隙との間の距離についての図

[0008] (本発明の一実施形態と全体構成)

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施する事が可能である。特に限定しない限り、各構成要素は単数でも複数でも構わない。

[0009] 図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

[0010] (図1)

回転電機100は、固定子1、回転子2を有している。回転子2は所定のエアギャップ(空隙)を介して固定子1と対向している。回転電機100は、例えば、車両駆動用として用いられる永久磁石式の回転電機である。

[0011] (図2、3)

回転子2は、V字状に配置される一対の磁石5と、磁石5が挿入される磁石穴5aが形成される回転子コア2aを備えている。磁石穴5aは、磁石5が挿入されると、径方向外側に磁氣的空隙9が形成される。磁氣的空隙9は

磁石5の漏れ磁束を低減させるための空隙であり、回転子コア2aの最外径の部分と磁石5が有する角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部5bとの間に、設けられている。

[0012] 磁氣的空隙9の最外径部分において、回転子2の磁極中心4に近い部分を第1最外径部9aとする。また、磁氣的空隙9の最外径部分において、回転子2の磁極境界3に近い部分を第2最外径部9bとする。

[0013] 図2には図示されていないが、回転子コア2aには磁極中心4を挟んでもう一方の磁石5が形成され、このような一对の磁石5により、一つの磁極が形成されている。また回転子コア2aでは、N極とS極が交互に配置される。磁極中心4と磁極境界3はそれぞれ、N極・S極となる部分の中心であり磁極がつくる磁束の方向であるd軸、N極・S極となる部分の境界であり、d軸に対して電氣的・磁氣的に直交するq軸である。

[0014] 第1最外径部9aと第2最外径部9bとの間の辺には、径方向内側（回転子コア2aの中心軸側）かつ磁石5に向かって突出するように形成される突出部8が設けられている。この突出部8は、磁石5の主面6と所定の空隙を介して対向している。主面6は、回転子2の磁極（N極、S極）となる面である。

[0015] 従来技術である図3において、回転子コア2Aの磁石穴に挿入される磁石5Aによって設けられる磁氣的空隙9Aには、前述の突出部8のような構造はない。仮に従来技術のように突出部8がない場合、全体的に磁束の通り道が狭くなり、磁束密度が高い状態となってしまうことで、最大トルクは増えるものの、トルクリップルが増大してしまう。

[0016] これを解決するため、本発明では突出部8を設けることで、回転子コア2aの最外径部分の磁束の通り道が部分的に広がることで、磁束密度を下げてトルクを減らし、また、第1最外径部9a、第2最外径部9bにおいて部分的に狭くすることでトルクを増やし、回転位置におけるそれぞれの磁束密度の高低をコントロールしている。これにより、従来形状に比べて回転電機100の最大トルクを増やし、さらに各電流位相に対するトルクリップルを低

減している。

[0017] また、突出部 8 と磁石の主面 6 との間にある所定の空隙は、応力に対しての効果がある。この所定の空隙を埋めてしまうと、突出部 8 の面積が増えて重くなり、突出部 8 を支える部分の応力の最大値が増加してしまう。また、その応力を低減するために支え部分を太くすれば漏れ磁束が増えてしまい、最大トルクが低下してしまうことになる。よって、突出部 8 と磁石の主面 6 との間に所定の空隙を設けることで、応力最大値の増加抑制と最大トルク低下の抑制とを両立している。

[0018] なお、磁石穴 5 a に挿入されている磁石 5 の固定性を高める意味で、磁石 5 の角部のうち磁極境界 3 に最も近い角部 5 c は、回転子コア 2 a と接触している。

[0019] (図 4)

図 4 (a) は、従来技術の構成 (図 3 参照) と本発明の構成 (図 2 参照) のトルクリップルの違いを示したものである。点線で示す従来技術の構成では、回転電機のトルクの変動量 (トルクリップル) の程度が大きかった。しかし、実線で示す本発明の構成では、点線で示す従来技術よりもトルクリップルが低減されていることがわかる。

[0020] 図 4 (b) は、従来技術の構成と本発明の構成とで、時間次数別にトルクリップルの変化を比較したものである。一般的に三相交流モータでは、基本波に対して 6 の倍数の高調波成分にトルクリップルが発生するが、本発明では、時間次数 1 2 次におけるトルクリップルを従来技術の構成よりも 60% 低減できた。

[0021] (図 5)

図 2 で示した第 1 最外径部 9 a と第 2 最外径部 9 b について、それぞれが突出部 8 に比べて磁路 (磁氣的空隙 9 の最外径部分) が狭まっていることで磁束密度が高くなり、トルクを増やしている。第 1 最外径部 9 a と第 2 最外径部 9 b とは、それぞれ回転子コア 2 a の外周面から磁氣的空隙 9 まで距離 10 と距離 11 が異なるように形成されている。

[0022] これは、実験結果により、距離10と距離11を同じにすると、強度が増して応力の最大値を小さくすることができるが、磁束の通り道が増えることで漏れ磁束が増えてしまい、最大トルクが低下してしまうことがわかったためである。図5に示すように距離11<距離10として空隙部分に差をつけることで、最大トルクの増加と応力の最大値の低減とを両立することができる。

[0023] 以上説明した本発明の一実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

[0024] (1) 回転電機100の回転子2は、V字状に配置される一対の磁石5と、磁石5が挿入される磁石穴5aが形成される回転子コア2aと、を備える。回転子コア2aは、径方向外側において、磁石5の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部5bとの間に磁気的空隙9を有し、また、磁気的空隙9の外径において最外径角部5bよりも回転子2の磁極中心4に近い第1最外径部9aと、磁気的空隙9の外径において最外径角部5bよりも回転子2の磁極境界3に近い第2最外径部9bと、の間に、磁石5に向かって突出するように形成された突出部8を有する。突出部8は、磁石5の主面6と対向する。このようにしたことで、最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機100の回転子2を提供できる。

[0025] (2) 突出部8は、磁石5の主面6と所定の空隙を介して対向する。このようにしたことで、回転子2に対する応力を低減できる。

[0026] (3) 回転子2の外周面と第1最外径部9aとの距離が、回転子2の外周面と第2最外径部9bとの距離よりも長い。このようにしたことで、回転電機100の最大トルクの増加と応力の最大値の低減とを両立することができる。

[0027] (4) 磁石5の角部のうち、磁極境界4に最も近い角部5cは回転子コア2aと接触する。このようにしたことで、磁石5は回転子コア2aへの固定性が高まる。

[0028] (5) 回転電機100は、本発明の一実施形態に示した回転子2と所定のエ

アギャップを介して対向する固定子1と、を備える。このようにしたこと
で、最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減
させる回転電機100を実現できる。

[0029] なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸
脱しない範囲内で様々な変形や他の構成を組み合わせることができる。また
本発明は、上記の実施形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず
、その構成の一部を削除したものも含まれる。

符号の説明

- [0030] 1 固定子
2 回転子
2 a 回転子コア
3 磁極境界
4 磁極中心
5 磁石
5 a 磁石穴
5 b 最外径角部
5 c 磁極境界側の角部
6 磁石の主面
7 外周面
8 突出部
9 磁氣的空隙
9 a 第1最外径部
9 b 第2最外径部
10 外周面と磁氣的空隙との間の距離（第1最外径部）
11 外周面と磁氣的空隙との間の距離（第2最外径部）
100 回転電機

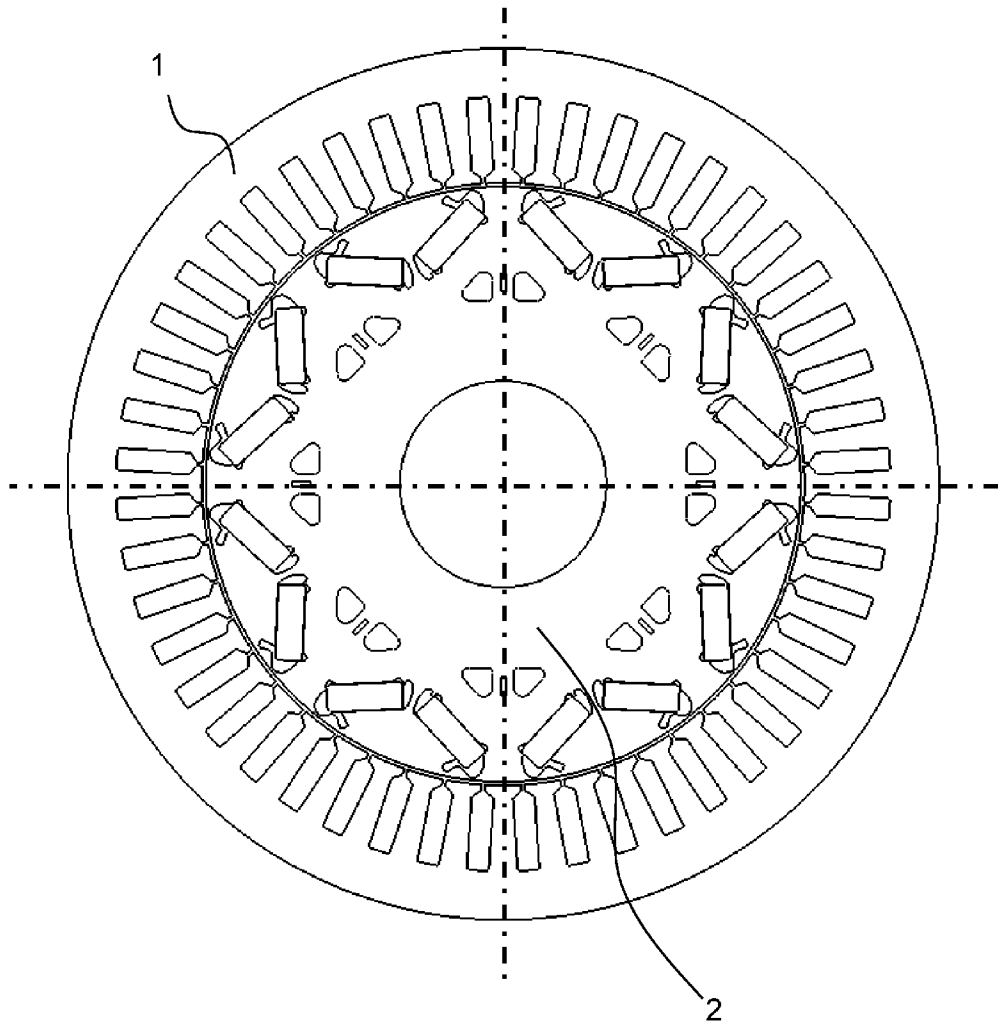
請求の範囲

- [請求項1] V字状に配置される一対の磁石と、当該磁石が挿入される磁石穴が形成される回転子コアと、を備える回転電機の回転子であって、
前記回転子コアは、径方向外側において、前記磁石の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部との間に磁气的空隙を有し、また、前記磁气的空隙の外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極中心に近い第1最外径部と、前記磁气的空隙の外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極境界に近い第2最外径部と、の間に、前記磁石に向かって突出するように形成された突出部を有し、
前記突出部は、前記磁石の主面と対向する
回転電機の回転子。
- [請求項2] 請求項1に記載の回転電機の回転子であって、
前記突出部は、前記磁石の主面と所定の空隙を介して対向する
回転電機の回転子。
- [請求項3] 請求項1に記載の回転電機の回転子であって、
前記回転子の外周面と前記第1最外径部との距離が、前記回転子の外周面と前記第2最外径部との距離よりも長い
回転電機の回転子。
- [請求項4] 請求項1に記載の回転電機の回転子であって、
前記磁石の角部のうち、前記磁極境界に最も近い角部は前記回転子コアと接触する
回転電機の回転子。
- [請求項5] 請求項1ないし4のいずれか一つに記載の回転電機の回転子と、
前記回転子と所定のエアギャップを介して対向する固定子と、を備える
回転電機。

[図1]

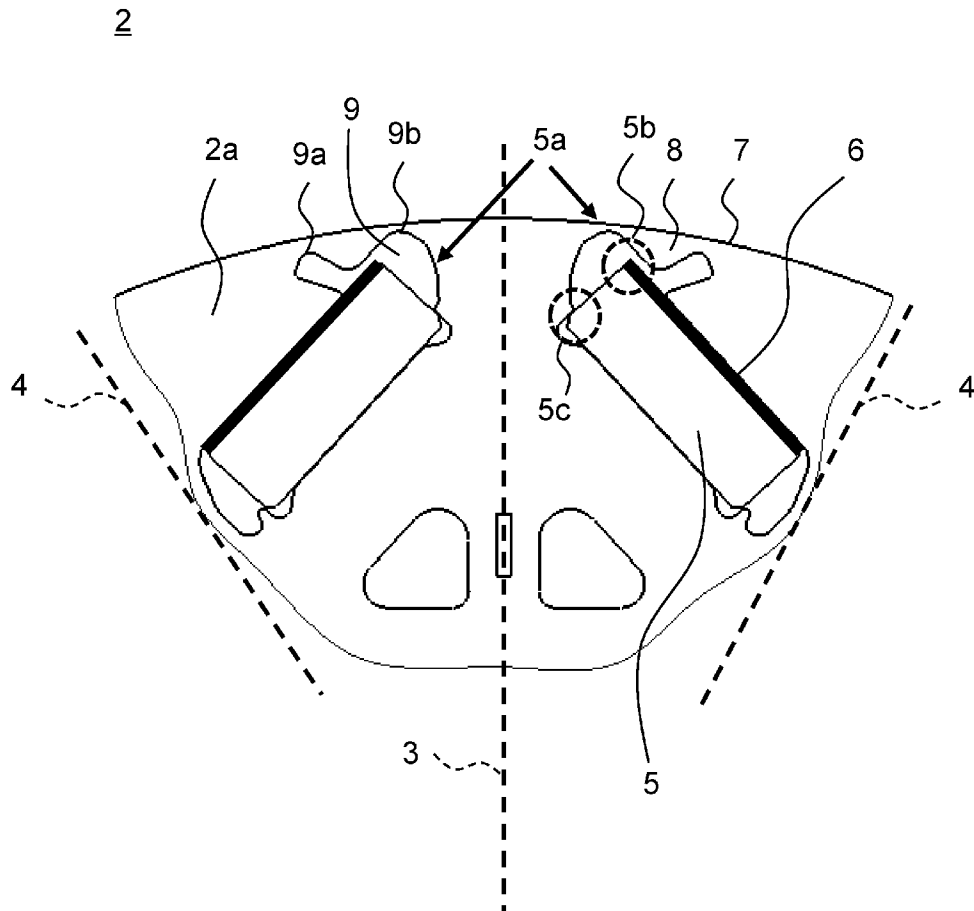
図 1

100



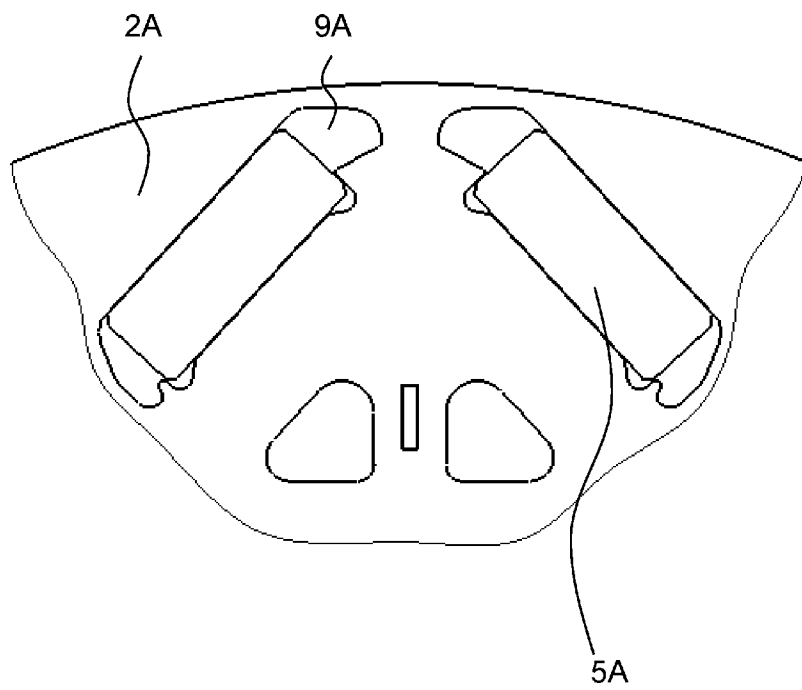
[図2]

図 2



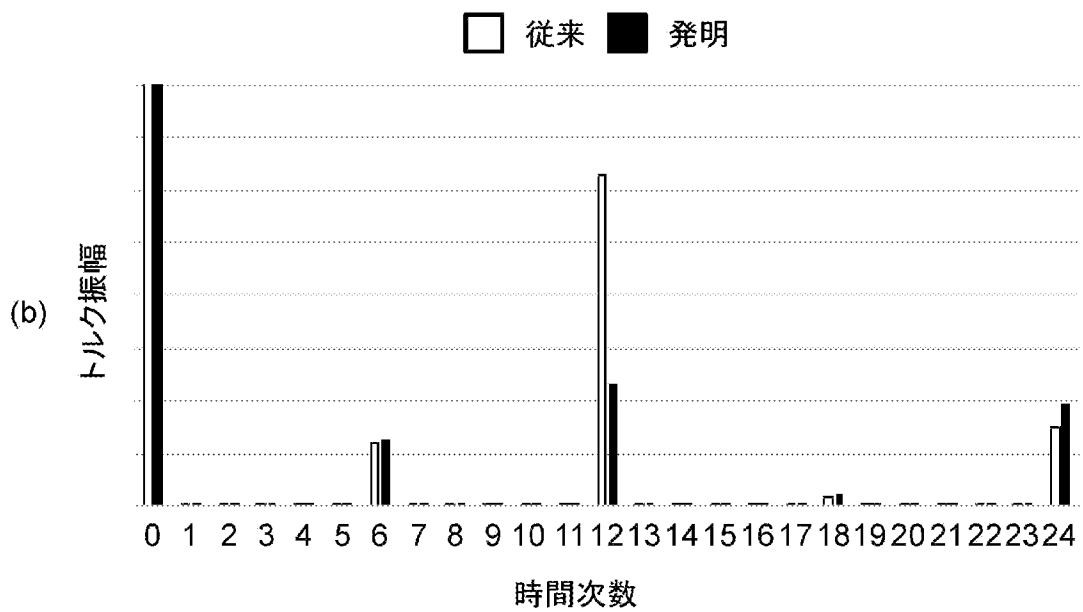
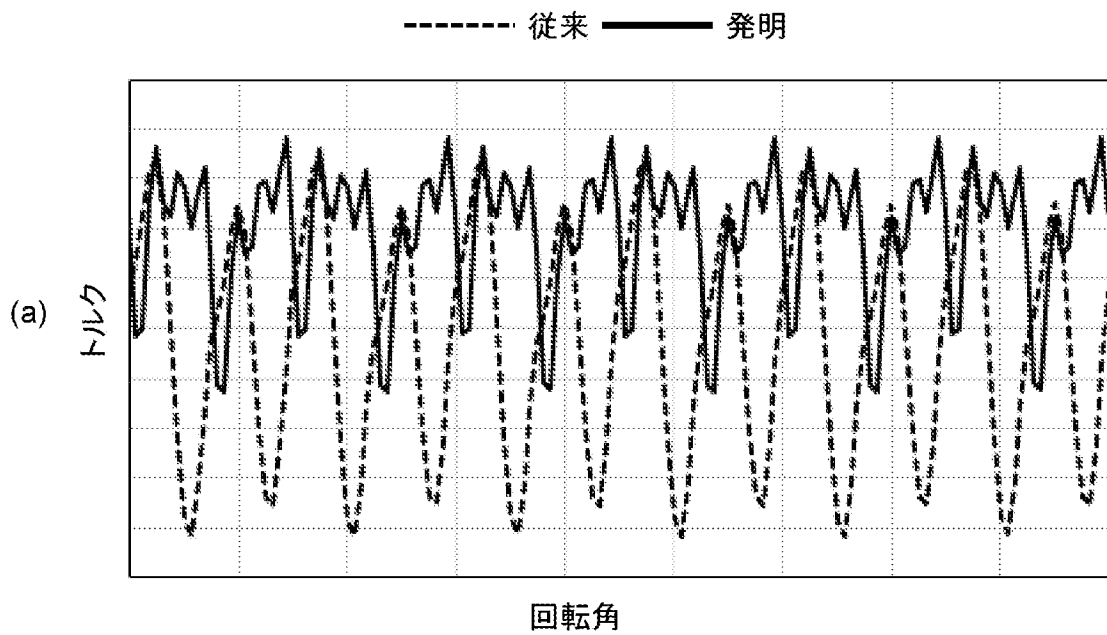
[図3]

図 3



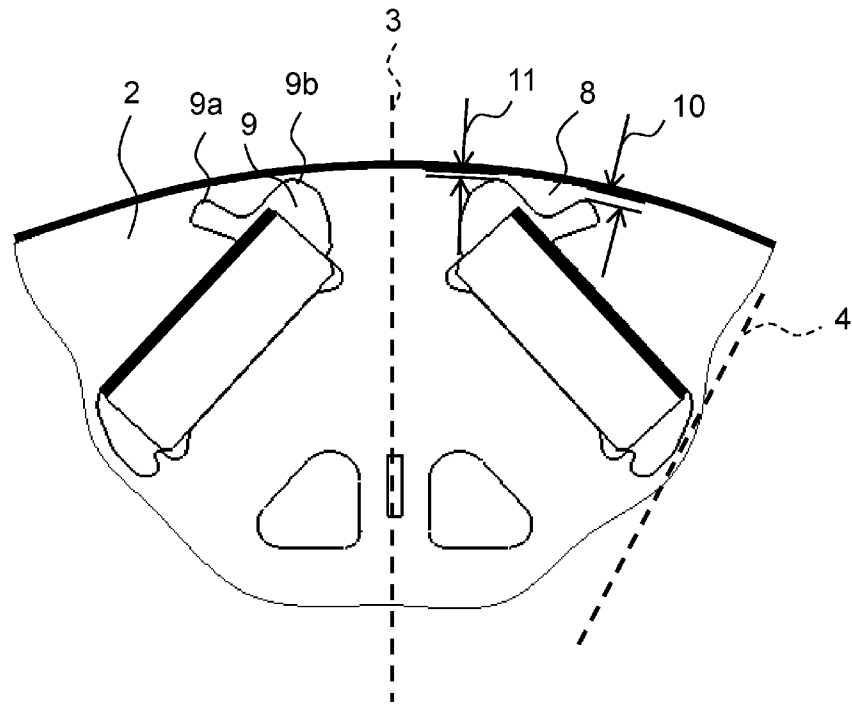
[図4]

図 4



[図5]

図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/042124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H02K 1/276</i> (2022.01)i FI: H02K1/276		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K1/27		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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 A	JP 2020-120444 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 06 August 2020 (2020-08-06) paragraphs [0001]-[0059], fig. 1-4	1-2, 4-5 3
A	WO 2021/214824 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 October 2021 (2021-10-28) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2013-188023 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 19 September 2013 (2013-09-19) entire text, all drawings	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 December 2021		Date of mailing of the international search report 11 January 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/042124

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-120444	A	06 August 2020	CN	111463937	A	
WO	2021/214824	A1	28 October 2021	(Family: none)			
JP	2013-188023	A	19 September 2013	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/276(2022.01)i FI: H02K1/276		
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）） 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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021年		
国際調査でを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 A	JP 2020-120444 A（本田技研工業株式会社）06.08.2020（2020 - 08 - 06） 段落[0001]-[0059], 図1-4	1-2, 4-5 3
A	WO 2021/214824 A1（三菱電機株式会社）28.10.2021（2021 - 10 - 28） 全文, 全図	1-5
A	JP 2013-188023 A（日産自動車株式会社）19.09.2013（2013 - 09 - 19） 全文, 全図	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 21.12.2021	国際調査報告の発送日 11.01.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 池田 貴俊 3V 9256 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/042124

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-120444 A	06.08.2020	CN 111463937 A	
WO 2021/214824 A1	28.10.2021	(ファミリーなし)	
JP 2013-188023 A	19.09.2013	(ファミリーなし)	