

(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
2024年9月26日(26.09.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/195734 A1

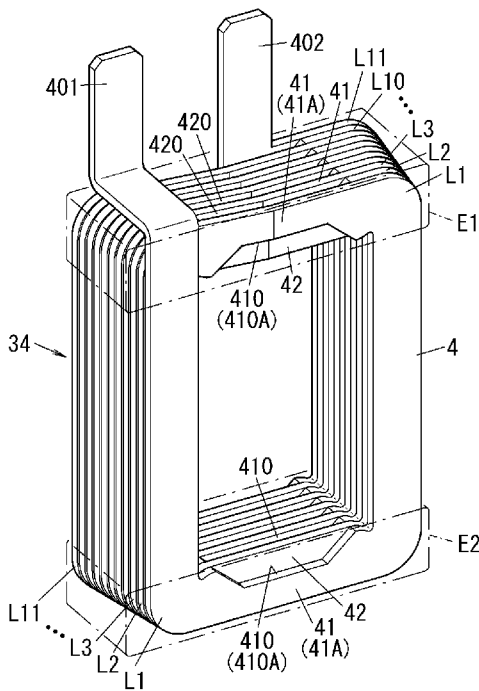
- (51) 国際特許分類:
H02K 3/18 (2006.01) *H02K 3/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/010292
- (22) 国際出願日: 2024年3月15日(15.03.2024)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2023-047327 2023年3月23日(23.03.2023) JP
- (71) 出願人: パナソニックIPマネジメント株式会社(PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町2番6号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 菊地 惇文(KIKUCHI, Atsufumi). 崎山 一幸(SAKIYAMA, Kazuyuki).
- (74) 代理人: 弁理士法人北斗特許事務所(HOKUTO PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒5300001 大

阪府大阪市北区梅田一丁目12-17 JR 梅田スクエアビル 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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,

(54) Title: MOTOR

(54) 発明の名称: モータ



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of reducing eddy current loss generated in a winding. A motor (1) comprises a rotor (2) and a stator (3). The rotor (2) includes a rotor yoke (22) and a plurality of magnets (23). The stator (3) includes a stator core (31) that has a plurality of teeth (33), and a plurality of windings (34) that are wound around the plurality of teeth (33). A wire (4) that constitutes each winding (34) includes a plurality of first narrow portions (41) and a plurality of second narrow portions (42) that are alternately positioned in the radial direction. Each of the plurality of first narrow portions (41) is formed narrow by providing a first notch (410) on the side of the wire (4) that is closer to the teeth (33). Each of the plurality of second narrow portions (42) is formed narrow by providing a second notch (420) on the side of the wire (4) that is farther from the teeth (33).



WO 2024/195734 A1

IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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)）

(57) 要約：巻線において生じる渦電流損失を低減させる。モータ（1）は、ロータ（2）及びステータ（3）を備える。ロータ（2）は、ロータヨーク（22）及び複数の磁石（23）を含む。ステータ（3）は、複数のティース（33）を有するステータコア（31）と、複数のティース（33）に巻き付けられた複数の巻線（34）と、を含む。各巻線（34）を構成する線材（4）は、径方向において交互に並んで位置する複数の第1幅狭部分（41）及び複数の第2幅狭部分（42）を含む。複数の第1幅狭部分（41）の各々は、線材（4）のうちティース（33）に近い側に第1切り欠き（410）が設けられることで、幅狭に形成された部分である。複数の第2幅狭部分（42）の各々は、線材（4）のうちティース（33）から遠い側に第2切り欠き（420）が設けられることで、幅狭に形成された部分である。

明 細 書

発明の名称： モータ

技術分野

[0001] 本開示は、モータに関し、詳しくは、ロータ及びステータを備え、かつステータが複数の巻線を含むモータに関する。

背景技術

[0002] ロータ及びステータを備え、かつステータが複数の巻線を含むモータにおいて、渦電流損失を抑える技術が、特許文献1に開示されている。この技術では、巻線の各層が、渦電流のループサイズを小さくするための凹部を有している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2019/203076号

発明の概要

[0004] 上記した従来の技術において、巻線の各層の凹部は、ステータの径方向において直線状に並ぶように設けられている。この技術では、渦電流のループサイズが小さくなる効果を得るために、周波数域等の条件を満たすことが要求される。

[0005] 本開示は、巻線において生じる渦電流損失を、周波数域等の条件によらず効果的に低減させることができるモータを提供することを、目的とする。

[0006] 本開示の一態様に係るモータは、ロータと、径方向、周方向、及び軸方向を有するステータと、を備える。前記ロータは、ロータヨークと、前記ロータヨークの外周面に配された複数の磁石と、を含む。前記ステータは、前記周方向に互いに距離をあけて位置し、かつ前記径方向の内側に突出する複数のティースを有するステータコアと、前記複数のティースに巻き付けられた複数の巻線と、を含む。

[0007] 前記複数の巻線の各々は、平角状の線材を、前記複数のティースのうち対

応するティースに巻き付けることで形成されている。各巻線を構成する前記線材は、前記径方向において交互に並んで位置する複数の第1幅狭部分及び複数の第2幅狭部分を含む。

[0008] 前記複数の第1幅狭部分の各々は、前記線材のうち前記対応するティースに近い側に第1切り欠きが設けられることで、幅狭に形成された部分である。前記複数の第2幅狭部分の各々は、前記線材のうち前記対応するティースから遠い側に第2切り欠きが設けられることで、幅狭に形成された部分である。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]図1は、一実施形態のモータを示す平面図である。
- [図2]図2は、図1のA-A線断面図である。
- [図3]図3は、同上のモータの要部を示す斜視図である。
- [図4]図4は、同上のモータが備える巻線を示す正面図である。
- [図5]図5は、同上の巻線を示す斜視図である。
- [図6]図6は、同上のモータの効果を説明するための模式的な要部断面図である。
- [図7]図7は、図6で生じる磁束の向きを示す模式的な要部断面図である。
- [図8]図8は、変形例1の巻線を示す斜視図である。
- [図9]図9は、変形例2の巻線を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0010] (実施形態)

以下、本開示のモータについて、添付図面に基づいて説明する。ただし、以下に説明する構成は、本開示の一例に過ぎない。本開示は、下記の実施形態に限定されず、本開示の技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に依りて種々の変更が可能である。また、下記の実施形態の説明に用いる各図は、模式的な図である。各図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比は、実際の寸法比を反映しているとは限らない。

[0011] (1) 概要

図1及び図2等にも示されるように、一実施形態のモータ1は、ロータ2と、ステータ3と、を備える。

- [0012] ロータ2は、軸心C1を回転中心とする円柱状の回転軸21と、回転軸21に結合されたロータヨーク22と、複数の磁石23と、を含む。軸心C1は仮想的な軸である。ロータヨーク22は、外周面を有する円筒状の部材である。複数の磁石23は、ロータヨーク22の外側面に配されている。複数の磁石23は、ロータヨーク22の周方向に並んで位置している。
- [0013] ステータ3は、円筒状であるステータヨーク32と、複数のティース33と、複数の巻線34と、を含む。
- [0014] ステータ3は、ロータ2と同心に配置される。ステータ3は、径方向、周方向、及び軸方向を有する。ステータ3がロータ2と同心に配置された状態で、ステータ3の径方向は、ロータ2の径方向と一致し、ステータ3の周方向は、ロータ2の周方向と一致し、ステータ3の軸方向は、ロータ2の軸方向と一致する。
- [0015] 複数のティース33は、ステータヨーク32の内周面において周方向に互いに距離をあげた複数の位置から、径方向の内側に向けて（つまりロータ2に向けて）突出している。
- [0016] 複数の巻線34は、複数のティース33の各々に対して螺旋状に巻き付けられている。複数の巻線34と複数のティース33は、一対一で対応している。各巻線34は、平角状である線材4を、対応するティース33の外周面に沿って多層巻きすることで構成されている。
- [0017] 各巻線34を構成する平角状の線材4は、全長にわたって均等な幅を有するものではなく、その一部に複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42が含まれている。各巻線34において、線材4に含まれる複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42は、ステータ3の径方向において交互に並んで位置している。
- [0018] ここにおいて、ロータ2の軸方向は、回転軸21が伸びる方向と一致し、言い換えれば、回転軸21の軸心C1が伸びる方向と一致する。ロータ2の

径方向は、ロータ2の軸方向と直交する。ロータヨーク22は、回転軸21の軸心C1を中心として、ロータ2の周方向に回転可能である。ステータ3の軸方向は、回転軸21の軸心C1が伸びる方向と一致する。ステータ3の径方向は、ステータ3の軸方向と直交する。ステータヨーク32は、ステータ3の周方向において無端状に連続している。

[0019] 本開示で用いる直交の文言は、二者間の角度が厳密に90度の状態に限定されず、二者間の角度が、90度を中心とした誤差の範囲内（一例として、80度から100度の範囲内）にある状態も含まれる。

[0020] (2) 詳細

以下、一実施形態のモータ1の詳細について、図1から図7を参照して説明する。

[0021] 一実施形態のモータ1は、例えば、ステータ3の内側にロータ2が配置されたインナーロータ型のブラシレスモータである。モータ1は、例えば、互いに120度位相が異なる3相（詳細にはU相、V相、W相）の交流電流で通電駆動される。

[0022] モータ1は、ロータ2及びステータ3を備える。モータ1は、ロータ2及びステータ3を収容するケーシングを更に備えることが好ましい。

[0023] (2.1) ロータ

ロータ2は、上述したように、回転軸21と、ロータヨーク22と、複数の磁石23と、を備える。

[0024] ロータヨーク22は、例えば、ロータ2の軸方向において複数枚の無方向性磁性鋼板を積層することで、形成される。ロータヨーク22が、鉄、ケイ素鋼、パーマロイ、又はフェライト等で形成されてもよい。

[0025] 回転軸21は、ロータヨーク22が有する中央の孔に、挿入されている。回転軸21と、ロータヨーク22と、は互いに固定されている。ロータヨーク22は、回転軸21と一体に、軸心C1まわりに回転可能に構成されている。

[0026] 一実施形態において、ロータ2は、表面磁石型のロータである。ロータヨ

ーク22の外側面には、複数の磁石23が、ロータ2の周方向において等間隔に並ぶように取り付けられている。一実施形態では、ロータヨーク22の外周面に、10個の磁石23が等間隔に取り付けられている。

[0027] 複数の磁石23の各々は、例えば直方体状の形状を有する永久磁石である。複数の磁石23の各々は、例えばネオジム磁石である。複数の磁石23は、ロータ2の周方向において磁極が交互に並ぶように、ロータヨーク22の外側面に配置されている。

[0028] (2.2)ステータ

ステータ3は、ステータコア31と、複数の巻線34と、を有する。

[0029] ステータコア31は、上述したステータヨーク32と、複数のティース33と、で構成されている。

[0030] ステータヨーク32は、円筒状の形状を有する。ステータヨーク32は、例えば、ステータ3の軸方向において複数枚の無方向性磁性鋼板を積層することで、形成される。ステータヨーク32は、ロータ2と同心に配置される。つまり、円筒状であるステータヨーク32の中心軸は、ロータ2が有する回転軸21の軸心C1と一致する。

[0031] ステータヨーク32の内周面からは、複数のティース33が、径方向の内側に突出している。複数のティース33は、ステータ3の周方向に互いに距離をあけて位置している。一実施形態では、ステータ3の周方向において等間隔に並ぶように、複数のティース33がロータ2に向けて突出している。複数のティース33の各々は、例えば、ステータヨーク32に設けられた溝に、ティース33の一部が嵌まり込むことで、ステータヨーク32に固定される。一実施形態では、複数のティース33とステータヨーク32とが別体に形成されているが、複数のティース33とステータヨーク32とが一体に形成されてもよい。

[0032] 複数のティース33の各々は、ステータ3の径方向において、空隙を介してロータヨーク22と対向する。複数のティース33の各々には、絶縁性を有するインシュレータを介して、巻線34が螺旋状に巻き付けられている。

- [0033] 一実施形態では、ステータヨーク32の内周面に、12個のティース33が等間隔に配置されている。12個のティース33の各々には、巻線34が巻き付けられている。12個の巻線34は、上記の3相に対応する3つのグループに分けられている。3つのグループはそれぞれ、ロータヨーク22の周方向において等間隔に配置された4つの巻線34を含む。巻線34は、例えば銅又は銅合金で形成された平角形状の線材4を多層巻きして構成されている。巻線34は、例えばエッジワイズ巻線である。平角形状の線材4は、言い換えれば平角線である。
- [0034] 複数の巻線34の各々は、コイルエンド部E1、E2を含む（図4及び図5を参照）。コイルエンド部E1、E2は、巻線34をステータ3の径方向に見たときに、巻線34のうちステータコア31から外側にはみ出して位置する部分である。
- [0035] コイルエンド部E1、E2は、ステータ3の軸方向において、互いに反対側に位置する。コイルエンド部E1、E2は、ステータコア31から軸方向の第1側にはみ出して位置する第1コイルエンド部E1と、ステータコア31から軸方向の第2側にはみ出して位置する第2コイルエンド部E2と、を含む。第1及び第2コイルエンド部E1、E2は、互いに平行に位置する。
- [0036] 第1及び第2コイルエンド部E1、E2は、各巻線34のうち、ロータ2を回転させるための有効磁界の発生には寄与しない部分である。ここでの“寄与しない”とは、厳密な意味で寄与しない場合に加えて、実質的に寄与しないと見なせる場合を含む。
- [0037] 一実施形態では、第1及び第2コイルエンド部E1、E2の各々に、複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42が、設けられている。複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42は、ステータ3の径方向において1つずつ交互に位置する。一実施形態において、複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42は、第1及び第2コイルエンド部E1、E2にのみ設けられている。
- [0038] 複数の第1幅狭部分41の各々は、平角形状の線材4に第1切り欠き41

0が設けられることで、その周辺の他の部分よりも幅狭に形成された部分である。第1切り欠き410は、対応するティース33に線材4が巻き付けられた状態において、対応するティース33に近い側の端縁部に、設けられている。第1切り欠き410は、線材4のうち対応するティース33に近い側の端縁から、切り欠かれた形状を有する。第1切り欠き410は、対応するティース33に向けて開放されている。第1切り欠き410は、対応するティース33から離れた部分ほど幅狭となるように形成された、台形状の切り欠きである。

[0039] 第1切り欠き410の形状はこれに限定されず、矩形状、三角形状等の多様な形状を採用することが可能である。台形状は矩形状に含まれる。矩形状、三角形状等の各形状は、幾何学的に厳密な意味に限定されず、そのような形状とみなし得る形状を含む。線材4に第1切り欠き410を形成する方法は、打抜き加工でも切削加工でもよく、適宜の方法を採用することが可能である。

[0040] 複数の第2幅狭部分42の各々は、平角形状の線材4に第2切り欠き420が設けられることで、その周辺の他の部分よりも幅狭に形成された部分である。第2切り欠き420は、対応するティース33に線材4が巻き付けられた状態において、対応するティース33から遠い側の端縁部に、設けられている。第2切り欠き420は、線材4のうち対応するティース33から遠い側の端縁から、切り欠かれた形状を有する。第2切り欠き420は、対応するティース33から離れる向きに開放されている。第1切り欠き410と第2切り欠き420は、互いに反対の向きに開放されている。第2切り欠き420は、対応するティース33に近い部分ほど幅狭となるように形成された、台形状の切り欠きである。

[0041] 第2切り欠き420の形状はこれに限定されず、矩形状、三角形状等の多様な形状を採用することが可能である。台形状は矩形状に含まれる。矩形状、三角形状等の各形状は、幾何学的に厳密な意味に限定されず、そのような形状とみなし得る形状を含む。線材4に第2切り欠き420を形成する方法

は、打抜き加工でも切削加工でもよく、適宜の方法を採用することが可能である。

[0042] 第1コイルエンド部E1において、第1切り欠き410及び第2切り欠き420は、第1コイルエンド部E1の中間部に形成されている。第1コイルエンド部E1における第1切り欠き410及び第2切り欠き420は、第1コイルエンド部E1の全長にわたっては形成されていない。同様に、第2コイルエンド部E2において、第1切り欠き410及び第2切り欠き420は、第2コイルエンド部E2の中間部に形成されている。第2コイルエンド部E2における第1切り欠き410及び第2切り欠き420は、第2コイルエンド部E2の全長にわたっては形成されていない。

[0043] 第1及び第2コイルエンド部E1、E2の各々は、対応するティース33の突出方向において互いに重なる複数の層L1-L11を、有している。これら複数の層L1-L11は、対応するティース33に多層巻きされた線材4の一部で、構成されている。第1及び第2コイルエンド部E1、E2では、互いに重なる複数の層L1-L11の両端縁が揃っている。

[0044] 一実施形態において、複数の層L1-L11は、例えば11個の層L1-L11である。線材4の両端部を構成する第1端部401及び第2端部402は、ステータ3の軸方向の同一側に引き出されている。つまり、線材4の第1端部401が引き出される向きと、線材4の第2端部402が引き出される向きと、は同一である。第1端部401と第2端部402は、互いに平行に位置する。

[0045] 第1及び第2コイルエンド部E1、E2の各々に設けられた、交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42のなかで、第1幅狭部分41Aが、径方向の最も内側に位置する。第1幅狭部分41Aは、複数の第1幅狭部分41に含まれる1つの第1幅狭部分41である。交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42のなかで、第1幅狭部分41Aが、最もロータ2の近くに位置している。

[0046] 第1及び第2コイルエンド部E1、E2の各々においては、複数の層L1

—L 1 1のうち径方向において最も内側の層L 1に、第1幅狭部分4 1 Aが設けられている。複数の層L 1—L 1 1のうち径方向において2番目に内側の層L 2には、第2幅狭部分4 2が設けられている。3番目以降の層L 3—L 1 1においても、第1幅狭部分4 1及び第2幅狭部分4 2が交互に並ぶように設けられている。

[0047] 一実施形態では、第1コイルエンド部E 1における径方向の最も外側の層L 1 1から、第2端部4 0 2が引き出されている。第1コイルエンド部E 1では、互いに重なる複数の層L 1—L 1 1のうち、最も外側の層L 1 1を除いた層L 1—L 1 0に位置するように、複数の第1幅狭部分4 1及び複数の第2幅狭部分4 2が、交互に設けられている。第2コイルエンド部E 2では、互いに重なる複数の層L 1—L 1 1の全てに位置するように、複数の第1幅狭部分4 1及び複数の第2幅狭部分4 2が、交互に設けられている。

[0048] 上記の構成を、第1切り欠き4 1 0及び第2切り欠き4 2 0の配置に基づいて説明すると、以下のとおりである。つまり、第1及び第2コイルエンド部E 1, E 2の各々に、交互に位置する複数の第1切り欠き4 1 0及び複数の第2切り欠き4 2 0が設けられている。交互に位置する複数の第1切り欠き4 1 0及び複数の第2切り欠き4 2 0のなかで、第1切り欠き4 1 0 Aが、径方向の最も内側に位置する。第1切り欠き4 1 0 Aは、複数の第1切り欠き4 1 0に含まれる1つの第1切り欠き4 1 0である。交互に位置する複数の第1切り欠き4 1 0及び複数の第2切り欠き4 2 0のなかで、第1切り欠き4 1 0 Aが、最もロータ2の近くに位置している。

[0049] 第1及び第2コイルエンド部E 1, E 2の各々が有する、互いに重なる複数の層L 1—L 1 1に、交互に位置する複数の第1切り欠き4 1 0及び複数の第2切り欠き4 2 0が、設けられている。これら複数の層L 1—L 1 1のうち径方向において最も内側の層L 1に、第1切り欠き4 1 0 Aが設けられている。複数の層L 1—L 1 1のうち径方向において2番目に内側の層L 2には、第2切り欠き4 2 0が設けられている。3番目以降の層L 3—L 1 1においても、複数の第1切り欠き4 1 0及び複数の第2切り欠き4 2 0が交

互に並ぶように設けられている。

[0050] 第1コイルエンド部E1では、互いに重なる複数の層L1-L11のうち、最も外側の層L11を除いた層L1-L10に位置するように、複数の第1切り欠き410及び複数の第2切り欠き420が、交互に設けられている。第2コイルエンド部E2では、互いに重なる複数の層L1-L11の全てに位置するように、複数の第1切り欠き410及び複数の第2切り欠き420が、交互に設けられている。

[0051] (2.3) 渦電流の低減効果

ロータヨーク22に設けられた複数の磁石23のうち、ステータ3の周方向において隣接する2つのティース33A, 33Bに対向している1つの磁石23A(図1を参照)に着目して、上記の複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42を線材4に設けたことによる渦電流の低減効果を、説明する。

[0052] 磁石23Aが、隣接する2つのティース33A, 33Bに対向している場合、磁石23Aから出る磁束B1は、例えばティース33Aに掃引され、ステータヨーク32を経由して、隣接するティース33Bから磁石23Aに戻る。このように流れる磁束B1が、ロータ2を回転させる主磁束を構成する。

[0053] 磁石23Aから出る磁束には、主磁束に加えて漏れ磁束が含まれる。漏れ磁束は、ステータコア31から漏れ出る磁束である。この漏れ磁束が、ティース33A又は33Bに巻き付けられた巻線34に鎖交すると、その巻線34には渦電流が生じ、この電流に応じた渦電流損失が発生する。渦電流損失は熱となり、巻線34の温度上昇を招く可能性がある。また、モータ1の効率悪化を招く可能性がある。

[0054] 一実施形態のモータ1では、巻線34の線材4として平角線を用いることで、占積率の向上、及び巻線34のDC抵抗の低減を図っているが、線材4が平角線であることにより、線材4が撚り線又は丸線である場合と比較して、漏れ磁束と鎖交する範囲が大きくなり、渦電流が増加する可能性がある。

これに対応して、一実施形態では、上記したように、巻線34の第1及び第2コイルエンド部E1、E2の各々に、交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42を設けている。そのため、以下に述べる機序によって、一実施形態では渦電流損失の減少を図ることができる。

[0055] 図6及び図7では、本開示の機序を説明するために、均等な幅を有する線材4（つまり複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42を設けていない線材4）で形成された巻線34を、比較例として、ティース33の上側において断面で示している。図6及び図7では、一実施形態の線材4（つまり複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42が設けられた線材4）で形成された巻線34を、ティース33の下側において断面で示している。

[0056] ティース33の上側に示した比較例の巻線34では、巻線34の各層L1-L11に流れる電流で生じる磁束の向きが、図7中に矢印で示す向きとなり、各層L1-L11で生じた磁束が強め合う。これにより、近接効果による電流の集中が促され、実効的な電気抵抗が上昇することで、各層L1-L11での渦電流損失が増大する。

[0057] これに対して、ティース33の下側に示した一実施形態の巻線34では、巻線34の各層L1-L11に流れる電流で生じる磁束の向きが、図7中に矢印で示す向きとなり、隣接する層間での磁束の相殺が生じる。そのため、一実施形態の巻線34の隣接する層間においては、近接効果による電流の集中が抑制される。したがって、一実施形態のモータ1では、各層L1-L11での渦電流損失が抑えられる。

[0058] 図4及び図7に示されるように、線材4における各第1幅狭部分41の幅寸法をA1とし、各第2幅狭部分42の幅寸法をA2とし、線材4のうち第1幅狭部分41及び第2幅狭部分42を除いた部分の幅寸法（言い換えれば、第1切り欠き410や第2切り欠き420が設けられない場合の線材4の幅寸法）をBとしたとき、 $A1/B$ の値が0.375から0.75の範囲内にあり、 $A2/B$ の値が0.375から0.75の範囲内にあることが好ま

しい。

[0059] 本発明者等が実施したシミュレーションでは、 $A1/B = A2/B = 1.0$ である場合（つまり線材4に第1切り欠き410及び第2切り欠き420を設けていない場合）に、渦電流損は188.4 mWである。

[0060] これに対して、 $A1/B = A2/B = 0.75$ である場合の渦電流損は、174.2 mWである。 $A1/B = A2/B = 0.625$ である場合の渦電流損は、132.4 mWである。 $A1/B = A2/B = 0.5$ である場合の渦電流損は、119.9 mWである。 $A1/B = A2/B = 0.375$ である場合の渦電流損は、172.2 mWである。 $A1/B = A2/B = 0.25$ である場合の渦電流損は、180.5 mWである。

[0061] 上記のシミュレーション結果からも、 $A1/B$ の値及び $A2/B$ の値が、0.375から0.75の範囲内にある場合に、渦電流損失の減少効果が顕著であることが分かる。渦電流損失の減少効果を最大限に得るには、一実施形態のように $A1/B = A2/B = 0.5$ であることが望ましい。

[0062] (3) 変形例

上記の実施形態は、本開示の様々な実施形態の一つに過ぎない。上記の実施形態は、本開示の目的を達成できれば、設計等に依じて種々の変更が可能である。

[0063] 以下においては、上記の実施形態の変形例を列挙する。変形例の説明において、上記の実施形態で説明した構成と同様の構成については、同一符号を付して詳しい説明を省略する。以下に列挙する各種の変形例は、適宜に組み合わせて適用することが可能である。

[0064] (3.1) 変形例1

図8は、変形例1の巻線34を示している。この巻線34の第1コイルエンド部E1では、互いに重なる複数の層L1-L11のうち、最も内側の層L1を含む層L1-L8に、1つずつ交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42が、設けられている。他の層には第1幅狭部分41や第2幅狭部分42が設けられていない。第2コイルエンド部E2に

においても同様である。複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42が設けられる層の数は、4以上であればよく、特に限定されない。

[0065] 変形例1においても、上記の実施形態と同様に、渦電流損失が減少する効果が得られる。

[0066] (3.2) 変形例2

図9は、変形例2の巻線34を示している。この巻線34では、巻線34のうち第1及び第2コイルエンド部E1、E2を除いた2つの部分S1、S2の各々に、ステータ3の径方向において交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42が、設けられている。部分S1、S2は、ステータ3の径方向に見たときにステータコア31と重なって位置する部分である。

[0067] 部分S1、S2の各々は、対応するティース33の突出方向において互いに重なる複数の層L1-L11を、有している。これら複数の層L1-L11は、多層巻きされた線材4の一部で、構成されている。部分S1、S2においては、互いに重なる複数の層L1-L11の両端縁が揃っている。

[0068] 部分S1、S2は、第1及び第2コイルエンド部E1、E2を繋ぐ部分である。部分S1、S2は、互いに平行に位置する。第1及び第2コイルエンド部E1、E2と、部分S1、S2と、を含む巻線34は、ステータ3の径方向に見て矩形状の外形を有する。

[0069] 変形例2においても、交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42のなかで、複数の第1幅狭部分41に含まれる1つの第1幅狭部分41Aが、ステータ3の径方向の最も内側に（つまりロータ2の最も近くに）位置する。

[0070] 上記の構成を、第1切り欠き410及び第2切り欠き420の配置に基づいて説明すると、巻線34の部分S1、S2の各々に、ステータ3の径方向において交互に位置する複数の第1切り欠き410及び複数の第2切り欠き420が、設けられている。交互に位置する複数の第1切り欠き410及び複数の第2切り欠き420のなかで、複数の第1切り欠き410に含まれる

1つの第1切り欠き410Aが、ステータ3の径方向の最も内側に（つまりロータ2の最も近くに）位置する。

[0071] 変形例2においても、上記の実施形態及び変形例1と同様に、渦電流損失が減少する効果が得られる。なお、交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42は、部分S1、S2の両方に設けられているが、部分S1、S2の一方にだけに設けられてもよい。

[0072] また、交互に位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42を、一実施形態のように巻線34の第1及び第2コイルエンド部E1、E2の各々に設ける構成と、変形例2のように巻線34の部分S1、S2の両方又は一方に設ける構成と、がともに採用されてもよい。

[0073] (3.3) その他

上記の実施形態及び変形例1、2では、第1幅狭部分41及び第2幅狭部分42が、1つずつ交互に配置されているが、これに限らず、例えば複数ずつ交互に配置されてもよい。また、1つの第1幅狭部分41と複数の第2幅狭部分42とが交互に並ぶように配置されてもよいし、複数の第1幅狭部分41と1つの第2幅狭部分42とが交互に並ぶように配置されてもよく、これらの配置は適宜に変更することが可能である。上記のいずれの配列パターンも、交互に並んで位置する複数の第1幅狭部分41及び複数の第2幅狭部分42の多様な配列パターンに含まれる。

[0074] 上記の実施形態及び変形例1、2では、複数の第1幅狭部分41の幅寸法A1が均一であり、複数の第2幅狭部分42の幅寸法A2が均一であるが、これらが均一であることは必須でない。例えば、複数の第1幅狭部分41のうち径方向外側に位置するものほど小さくなるように、各第1幅狭部分41の幅寸法A1が設定されてもよい。複数の第2幅狭部分42のうち径方向外側に位置するものほど小さくなるように、各第2幅狭部分42の幅寸法A2が設定されてもよい。各第1幅狭部分41の幅寸法A1と、各第2幅狭部分42の幅寸法A2と、は適宜に変更することが可能である。

[0075] 以上、本開示を添付図面に示す実施形態及び各種の変形例に基づいて説明

したが、本開示はこれらに限定されない。本開示の意図する範囲内であれば、各種の変形例において適宜の設計変更を行うことや、各種の変形例の構成を適宜に組み合わせて適用することが可能である。

[0076] (4) まとめ

第1の態様のモータ(1)は、ロータ(2)と、径方向、周方向、及び軸方向を有するステータ(3)と、を備える。ロータ(2)は、ロータヨーク(22)と、ロータヨーク(22)の外周面に配された複数の磁石(23)と、を含む。ステータ(3)は、周方向に互いに距離をあけて位置し、かつ径方向の内側に突出する複数のティース(33)を有するステータコア(31)と、複数のティース(33)に巻き付けられた複数の巻線(34)と、を含む。複数の巻線(34)の各々は、平角状の線材(4)を、複数のティース(33)のうち対応するティース(33)に巻き付けることで形成されている。各巻線(34)を構成する線材(4)は、径方向において交互に並んで位置する複数の第1幅狭部分(41)及び複数の第2幅狭部分(42)を含む。複数の第1幅狭部分(41)の各々は、線材(4)のうち対応するティース(33)に近い側に第1切り欠き(410)が設けられることで、幅狭に形成された部分である。複数の第2幅狭部分(42)の各々は、線材(4)のうち対応するティース(33)から遠い側に第2切り欠き(420)が設けられることで、幅狭に形成された部分である。

[0077] この態様によれば、各巻線(34)において複数の第1幅狭部分(41)及び複数の第2幅狭部分(42)が交互に並んで位置することで、各巻線(34)において磁束の相殺が生じる。これにより、近接効果による電流の集中が抑えられ、その結果として渦電流損失が抑えられる。つまり、この態様によれば、従来技術のように周波数域等の条件を満たすことが要求されることなく、巻線(34)において生じる渦電流損失を、効果的に低減させることができる。

[0078] 第2の態様のモータ(1)では、第1の態様において、各第1幅狭部分(41)の幅寸法をA1とし、各第2幅狭部分(42)の幅寸法をA2とし、

線材（４）のうち第１幅狭部分（４１）及び第２幅狭部分（４２）を除いた部分の幅寸法を B としたとき、 $A1/B$ の値は、 0.375 から 0.75 の範囲内にあり、 $A2/B$ の値は、 0.375 から 0.75 の範囲内にある。

[0079] この態様によれば、巻線（３４）において生じる渦電流損失を、効果的に低減させることができる。

[0080] 第３の態様のモータ（１）は、第１又は第２の態様において、交互に位置する複数の第１幅狭部分（４１）及び複数の第２幅狭部分（４２）のなかで、複数の第１幅狭部分（４１）に含まれる１つの第１幅狭部分（４１）が、径方向の最も内側に位置する。

[0081] この態様によれば、漏れ磁束の影響が大きく及ぶ位置に第１切り欠き（４１０）を配することができ、したがって、巻線（３４）において生じる渦電流損失を効果的に低減させることができる。

[0082] 第４の態様のモータは、第１から第３のいずれか１つの態様において、各巻線（３４）は、径方向に見たときにステータコア（３１）からはみ出して位置するコイルエンド部（ $E1$ 、 $E2$ ）を含む。交互に位置する複数の第１幅狭部分（４１）及び複数の第２幅狭部分（４２）は、コイルエンド部（ $E1$ 、 $E2$ ）に設けられている。

[0083] この態様によれば、漏れ磁束の影響が大きく及ぶコイルエンド部（ $E1$ 、 $E2$ ）に、交互に位置する複数の第１幅狭部分（４１）及び複数の第２幅狭部分（４２）を配することで、巻線（３４）において生じる渦電流損失を効果的に低減させることができる。

[0084] 第５の態様のモータ（１）では、第４の態様において、コイルエンド部（ $E1$ 、 $E2$ ）は、径方向において重なる複数の層（ $L1-L11$ ）を有する。複数の層（ $L1-L11$ ）のうち径方向において最も内側の層（ $L1$ ）に、複数の第１幅狭部分（４１）に含まれる１つの第１幅狭部分（４１）が、設けられている。

[0085] この態様によれば、漏れ磁束の影響が大きく及ぶ位置に第１切り欠き（４１０）を配することができ、したがって、巻線（３４）において生じる渦電

流損失を効果的に低減させることができる。

[0086] 第6の態様のモータ(1)は、第1から第3のいずれか1つの態様において、各巻線(34)は、径方向に見たときにステータコア(31)からはみ出して位置する第1コイルエンド部(E1)及び第2コイルエンド部(E2)を含む。交互に位置する複数の第1幅狭部分(41)及び複数の第2幅狭部分(42)は、第1コイルエンド部(E1)及び第2コイルエンド部(E2)の各々に設けられている。

[0087] この態様によれば、漏れ磁束の影響が大きく及ぶ第1コイルエンド部(E1)及び第2コイルエンド部(E2)の両方に、交互に位置する複数の第1幅狭部分(41)及び複数の第2幅狭部分(42)を配することで、巻線(34)において生じる渦電流損失を効果的に低減させることができる。

[0088] 第7の態様のモータ(1)では、第6の態様において、第1コイルエンド部(E1)及び第2コイルエンド部(E2)の各々は、径方向において互いに重なる複数の層(L1-L11)を有する。複数の層(L1-L11)のうち径方向において最も内側の層(L1)に、複数の第1幅狭部分(41)に含まれる1つの第1幅狭部分(41)が、設けられている。

[0089] この態様によれば、漏れ磁束の影響が大きく及ぶ位置に第1切り欠き(410)を配することができ、したがって、巻線(34)において生じる渦電流損失を効果的に低減させることができる。

[0090] 第8の態様のモータ(1)は、第1から第7のいずれか1つの態様において、各巻線(34)は、径方向に見たときにステータコア(31)と重なって位置する部分(S1, S2)を含む。交互に位置する複数の第1幅狭部分(41)及び複数の第2幅狭部分(42)は、この部分(S1, S2)に設けられている。

[0091] この態様によっても、巻線(34)において生じる渦電流損失を効果的に低減させることができる。

符号の説明

[0092] 1 モータ

- 2 ロータ
- 2 2 ロータヨーク
- 2 3 磁石
- 3 ステータ
- 3 1 ステータコア
- 3 3 ティース
- 3 4 巻線
- 4 線材
- 4 1 第1幅狭部分
- 4 1 0 第1切り欠き
- 4 2 第2幅狭部分
- 4 2 0 第2切り欠き
- E 1 第1コイルエンド部
- E 2 第2コイルエンド部
- S 1 部分
- S 2 部分
- L 1 - L 1 1 層

請求の範囲

[請求項1]

ロータと、
径方向、周方向、及び軸方向を有するステータと、を備え、
前記ロータは、
ロータヨークと、
前記ロータヨークの外周面に配された複数の磁石と、を含み、
前記ステータは、
前記周方向に互いに距離をあけて位置し、かつ前記径方向の内側に突出する複数のティースを有するステータコアと、
前記複数のティースに巻き付けられた複数の巻線と、を含み、
前記複数の巻線の各々は、平角状の線材を、前記複数のティースのうち対応するティースに巻き付けることで形成されており、
各巻線を構成する前記線材は、前記径方向において交互に並んで位置する複数の第1幅狭部分及び複数の第2幅狭部分を含み、
前記複数の第1幅狭部分の各々は、前記線材のうち前記対応するティースに近い側に第1切り欠きが設けられることで、幅狭に形成された部分であり、
前記複数の第2幅狭部分の各々は、前記線材のうち前記対応するティースから遠い側に第2切り欠きが設けられることで、幅狭に形成された部分である、
モータ。

[請求項2]

各第1幅狭部分の幅寸法をA1とし、各第2幅狭部分の幅寸法をA2とし、前記線材のうち前記第1幅狭部分及び前記第2幅狭部分を除いた部分の幅寸法をBとしたとき、
A1/Bの値は、0.375から0.75の範囲内にあり、
A2/Bの値は、0.375から0.75の範囲内にある、
請求項1のモータ。

[請求項3]

交互に位置する前記複数の第1幅狭部分及び前記複数の第2幅狭部

分のなかで、前記複数の第1幅狭部分に含まれる1つの第1幅狭部分が、前記径方向の最も内側に位置する、

請求項1又は2のモータ。

[請求項4] 各巻線は、前記径方向に見たときに前記ステータコアからはみ出して位置するコイルエンド部を含み、

交互に位置する前記複数の第1幅狭部分及び前記複数の第2幅狭部分は、前記コイルエンド部に設けられている、

請求項1から3のいずれか一項のモータ。

[請求項5] 前記コイルエンド部は、前記径方向において重なる複数の層を有し、

前記複数の層のうち前記径方向において最も内側の層に、前記複数の第1幅狭部分に含まれる1つの第1幅狭部分が、設けられている、

請求項4のモータ。

[請求項6] 各巻線は、前記径方向に見たときに前記ステータコアからはみ出して位置する第1コイルエンド部及び第2コイルエンド部を含み、

交互に位置する前記複数の第1幅狭部分及び前記複数の第2幅狭部分は、前記第1コイルエンド部及び第2コイルエンド部の各々に設けられている、

請求項1から3のいずれか一項のモータ。

[請求項7] 前記第1コイルエンド部及び第2コイルエンド部の各々は、前記径方向において互いに重なる複数の層を有し、

前記複数の層のうち前記径方向において最も内側の層に、前記複数の第1幅狭部分に含まれる1つの第1幅狭部分が、設けられている、

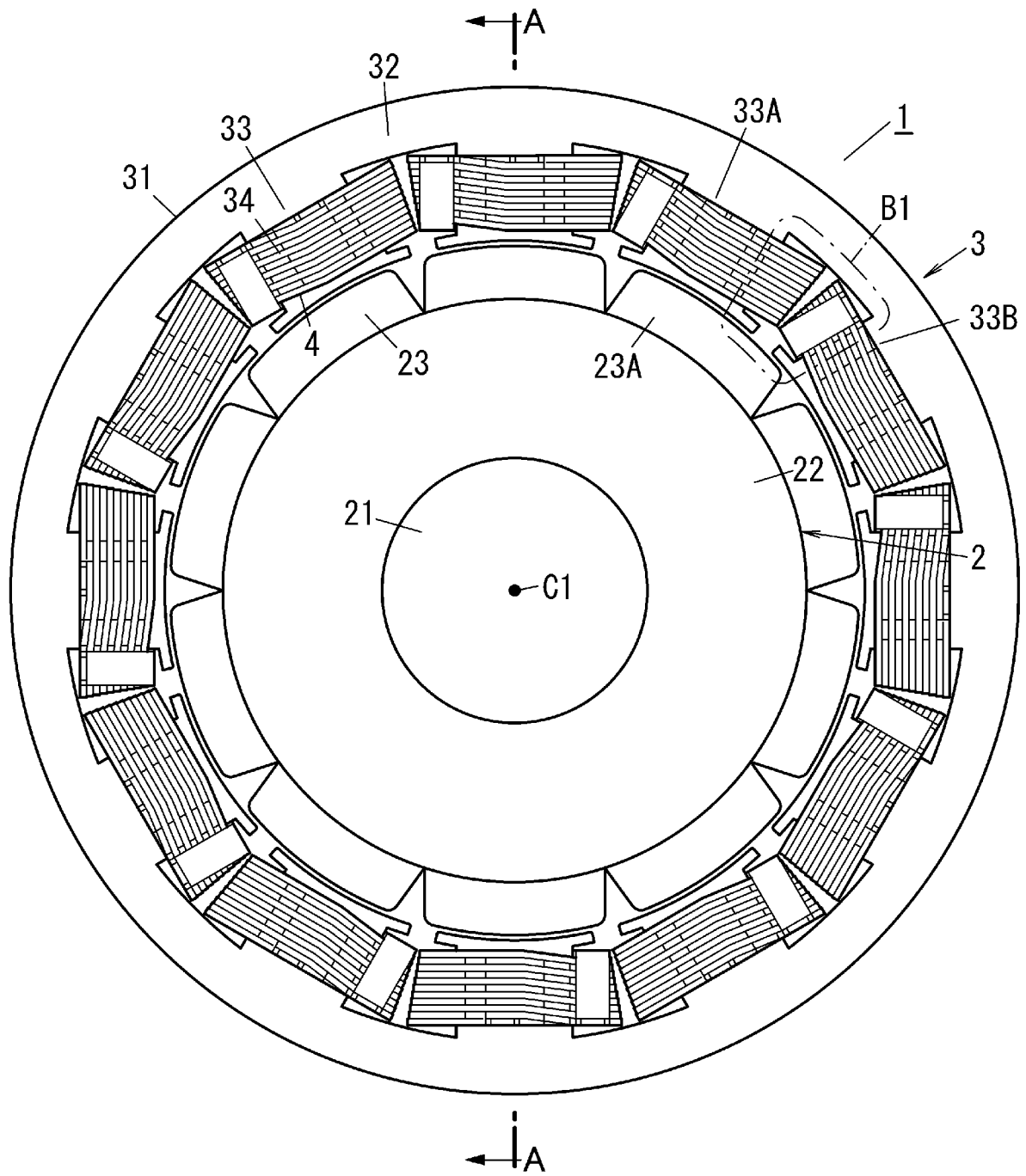
請求項6のモータ。

[請求項8] 各巻線は、前記径方向に見たときに前記ステータコアと重なって位置する部分を含み、

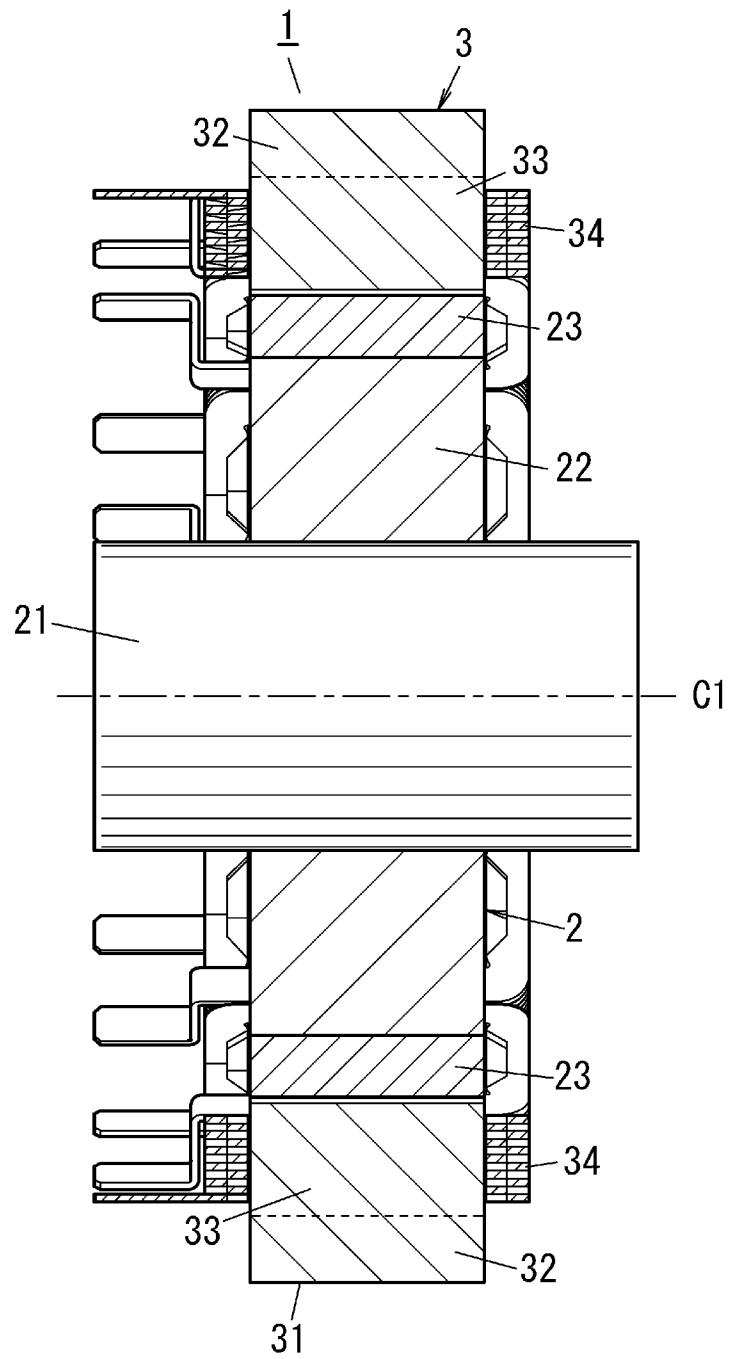
交互に位置する前記複数の第1幅狭部分及び前記複数の第2幅狭部分は、前記部分に設けられている、

請求項 1 から 7 のいずれか一項のモータ。

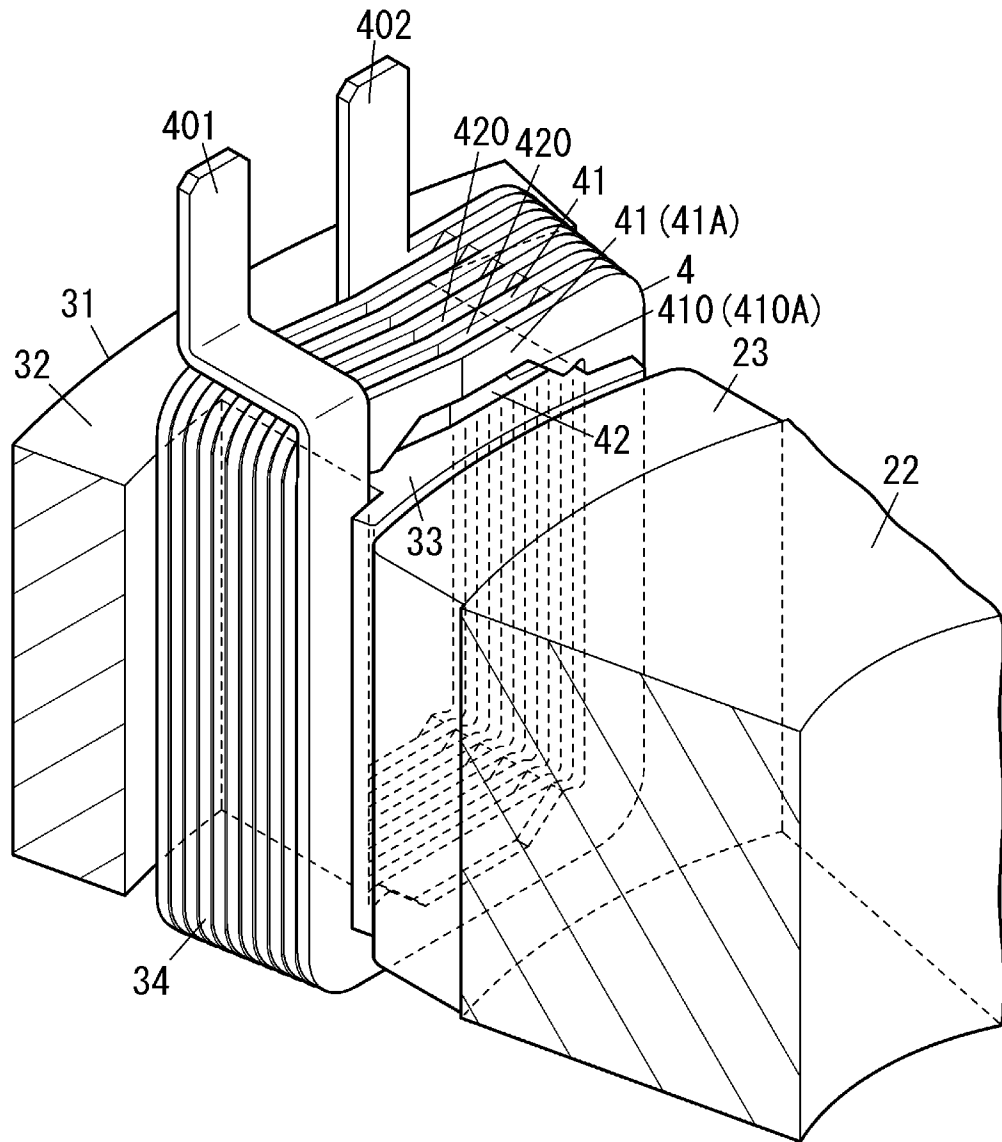
[図1]



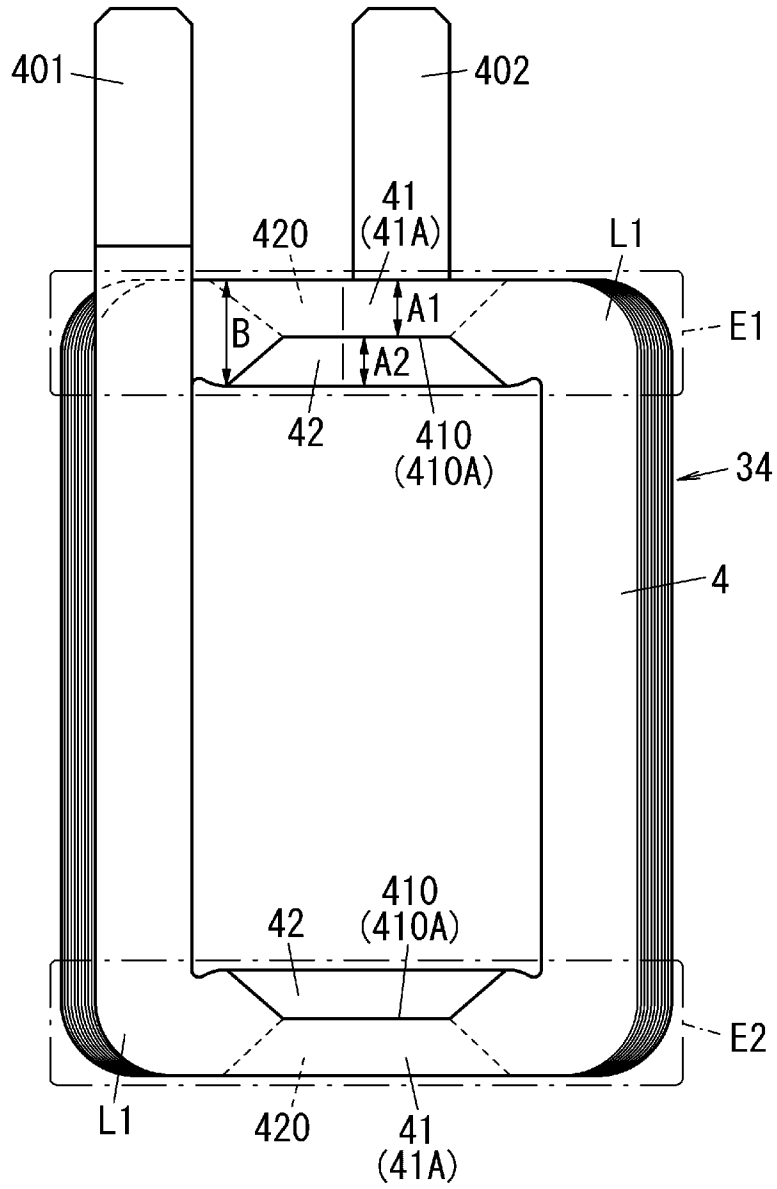
[図2]



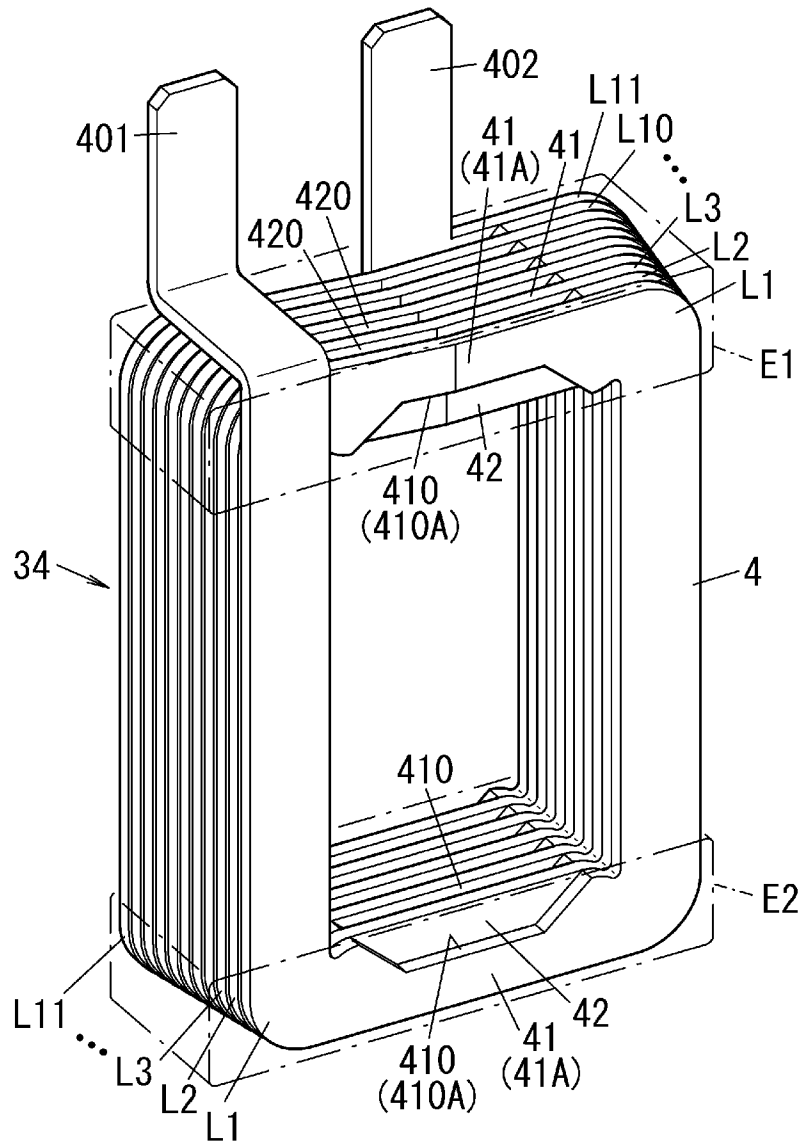
[図3]



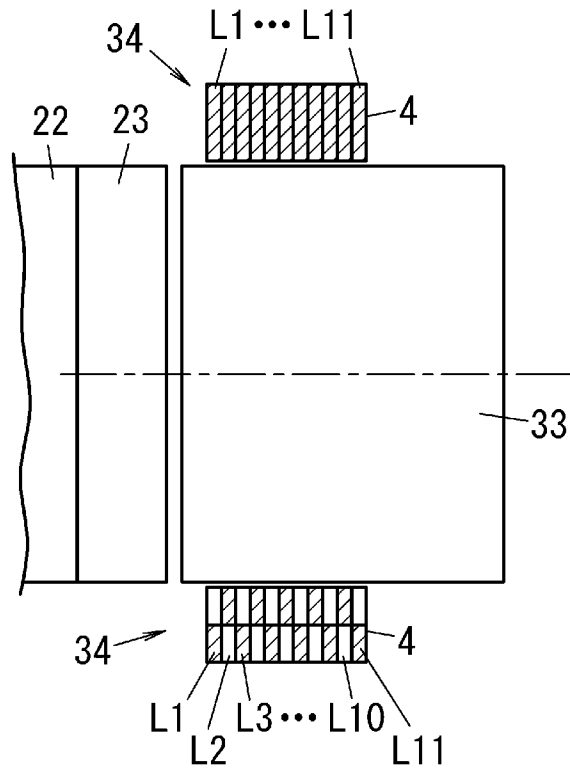
[図4]



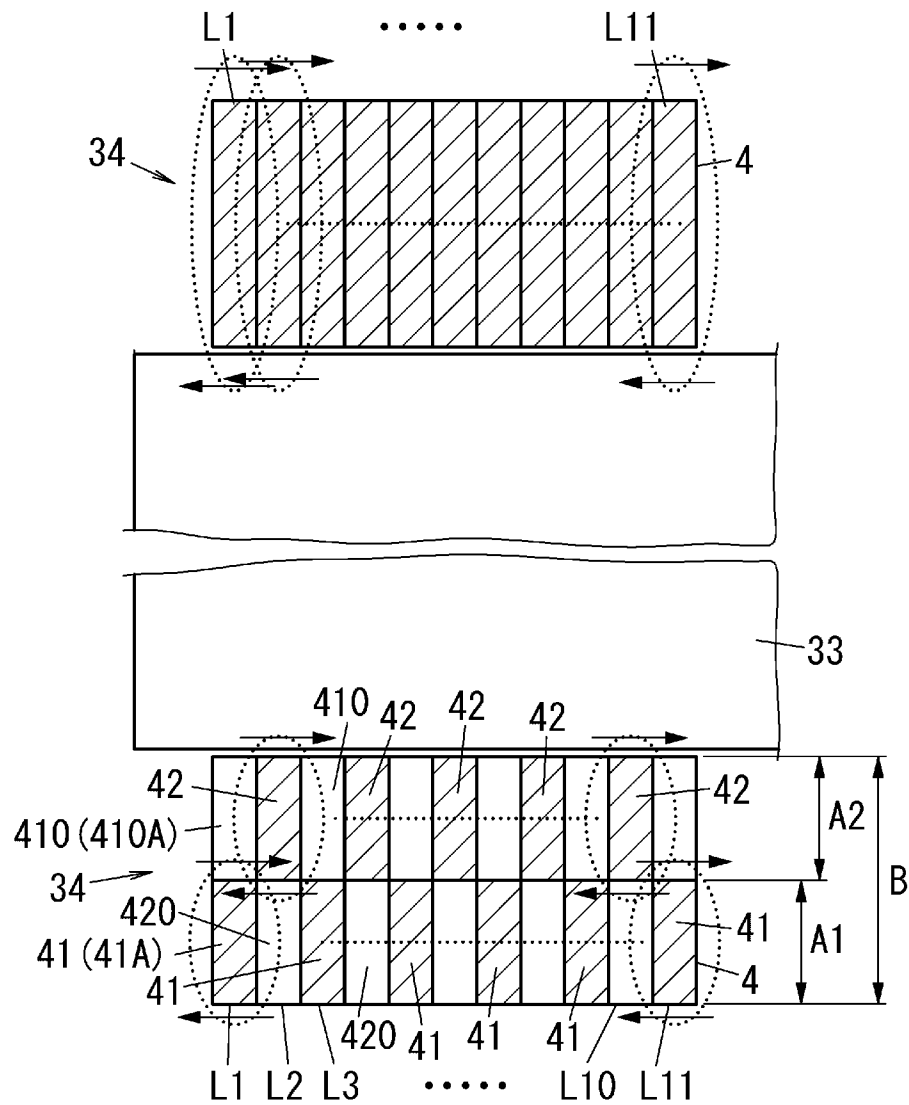
[図5]



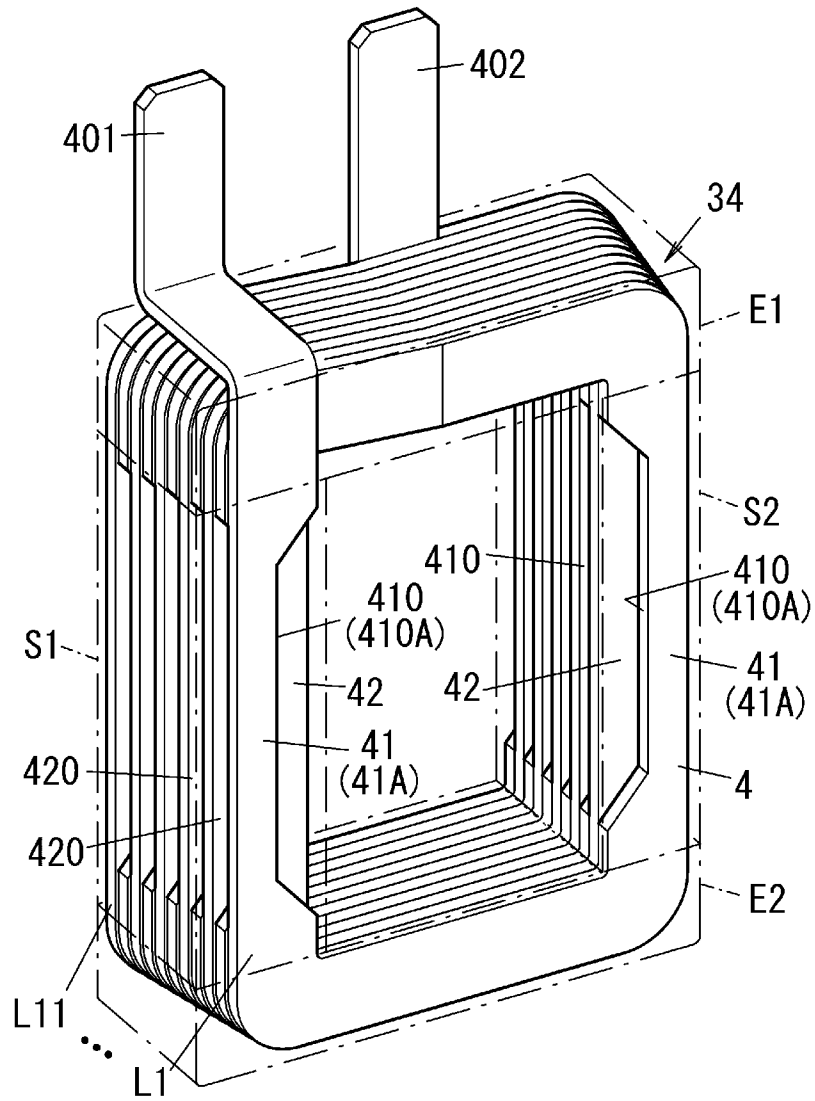
[図6]



[図7]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/010292

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|--|
| <i>H02K 3/18</i> (2006.01)i; <i>H02K 3/28</i> (2006.01)i FI: H02K3/18 P; H02K3/28 M | | |
| 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) H02K3/18; H02K3/28 | | |
| 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 | | |
| 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 | WO 2020/017143 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 23 January 2020 (2020-01-23) | 1-8 |
| A | JP 2005-304244 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 27 October 2005 (2005-10-27) | 1-8 |
| A | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 089784/1980 (Laid-open No. 017238/1982) (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 28 January 1982 (1982-01-28) | 1-8 |
| <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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 08 May 2024 | | Date of mailing of the international search report 28 May 2024 |
| 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/JP2024/010292

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------|----|-----------------------------------|
| WO | 2020/017143 | A1 | 23 January 2020 | EP | 3826146 | A1 | |
| | | | | CN | 112385121 | A | |
| JP | 2005-304244 | A | 27 October 2005 | (Family: none) | | | |
| JP | 57-017238 | U1 | 28 January 1982 | (Family: none) | | | |

| | | |
|--|--|--------------------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 3/18(2006.01)i; H02K 3/28(2006.01)i FI: H02K3/18 P; H02K3/28 M | | |
| 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）） H02K3/18; H02K3/28 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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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 |
| A | WO 2020/017143 A1 (パナソニックIPマネジメント株式会社) 23.01.2020 (2020 - 01 - 23) | 1-8 |
| A | JP 2005-304244 A (トヨタ自動車株式会社) 27.10.2005 (2005 - 10 - 27) | 1-8 |
| A | 日本国実用新案登録出願55-089784号(日本国実用新案登録出願公開57-017238号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 28.01.1982 (1982-01-28) | 1-8 |
| <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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 | 08.05.2024 | 国際調査報告の発送日 28.05.2024 |
| 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） 稲葉 礼子 3V 7866 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/JP2024/010292

| 引用文献 | | | 公表日 | パテントファミリー文献 | | | 公表日 |
|------|-------------|----|------------|-------------|-----------|----|-----|
| WO | 2020/017143 | A1 | 23.01.2020 | EP | 3826146 | A1 | |
| | | | | CN | 112385121 | A | |
| JP | 2005-304244 | A | 27.10.2005 | (ファミリーなし) | | | |
| JP | 57-017238 | U1 | 28.01.1982 | (ファミリーなし) | | | |