

(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
2021年9月16日(16.09.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/182088 A1

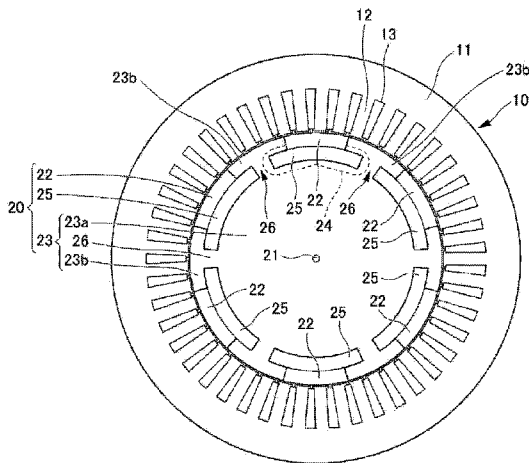
- (51) 国際特許分類:
H02K 1/22 (2006.01) *H02K 1/27* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/006565
- (22) 国際出願日: 2021年2月22日(22.02.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-041287 2020年3月10日(10.03.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社ミツバ (MITSUBA CORPORATION) [JP/JP]; 〒3768555 群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地 Gunma (JP).
- (72) 発明者: 刈谷 暢孝 (KARIYA, Nobutaka); 〒3768555 群馬県桐生市広沢町一丁目二六八一番地 株式会社ミツバ内 Gunma (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 ユニウス国際特許事務所 (UNIUS PATENT ATTORNEYS OFFICE);

〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13-9 新大阪MTビル1号館2階 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, 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, 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, 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,

(54) Title: PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

(54) 発明の名称: 永久磁石同期モータ



(57) Abstract: The present invention increases a variable magnetic flux width. This permanent magnet synchronous motor is provided with a plurality of permanent magnets in a rotor, wherein: the plurality of permanent magnets are each magnetized in the circumferential direction and disposed so that the magnetization directions are alternately reversed; a rotor core constituting the rotor is provided with a plurality of non-magnetic regions provided corresponding to the plurality of respective permanent magnets; and the plurality of non-magnetic regions are respectively extended in the circumferential direction, adjacently to the plurality of respective permanent magnets, on the side more apart from the stator than the plurality of respective permanent magnets.

(57) 要約: 可変磁束幅を増大させる。ロータに複数の永久磁石を備える永久磁石同期モータであって、複数の永久磁石のそれぞれは周方向に着磁されるとともに、着磁方向が交互に反転するように配置され、ロータを構成するロータコアは、複数の永久磁石のそれぞれに対応して設けられた複数の非磁性領域を備え、複数の非磁性領域のそれぞれは、複数の永久磁石のそれぞれよりもステータから離れた側において複数の永久磁石のそれぞれと隣接して周方向に延設されている。

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：永久磁石同期モータ

技術分野

[0001] 本発明は、永久磁石同期モータに関し、とくに可変磁束幅を増大させることが可能な永久磁石同期モータに関する。

背景技術

[0002] 一般的な永久磁石同期モータでは、無通電時でも磁石の磁束がステータに鎖交するため、それによって生ずる誘起電圧が高速領域の拡大や高速領域における効率化を阻害する。このような現象を抑制できるモータとして、ステータに鎖交する磁束を変化させることができる可変磁束モータが開発されている（例えば、特許文献1参照）。この可変磁束モータでは、互いに隣接する永久磁石間にフラックスバイパスを設け、q軸電流により漏れ磁束を変化させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-225277号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の可変磁束モータでは、フラックスバイパスを通る漏れ磁束の強さには制約があるため、可変磁束幅が制限されるという問題がある。

[0005] 本発明は、上記問題を解決すべくなされたもので、可変磁束幅を増大させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記問題を解決するために、本発明の一態様は、ロータに複数の永久磁石を備える永久磁石同期モータであって、前記複数の永久磁石のそれぞれは周方向に着磁されるとともに、着磁方向が交互に反転するように配置され、前記ロータを構成するロータコアは、前記複数の永久磁石のそれぞれに対応し

て設けられた複数の非磁性領域を備え、前記複数の非磁性領域のそれぞれは、前記複数の永久磁石のそれぞれよりも前記ステータから離れた側において前記複数の永久磁石のそれぞれと隣接して周方向に延設されている、永久磁石同期モータを提供する。

発明の効果

[0007] この発明によれば、可変磁束幅を増大させることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施例の永久磁石同期モータの構成を示す断面図である。

[図2]本実施例の永久磁石同期モータの構成を示す斜視図である。

[図3]本実施例の永久磁石同期モータの構成を示す拡大平面図である。

[図4]ロータの外周面に、永久磁石を外側から覆うカバー部を設ける例を示す断面図である。

[図5]無通電時における磁束の流れを示す図である。

[図5A] d 軸電流を流した場合における磁束の流れを示す図である。

[図5B] d 軸電流を流した場合における磁束の流れを示す図である。

[図6]アウターロータ型の永久磁石同期モータの構成を示す拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0010] 図 1 は、本実施例の永久磁石同期モータの構成を示す断面図、図 2 は、本実施例の永久磁石同期モータの構成を示す斜視図、図 3 は、本実施例の永久磁石同期モータの構成を示す拡大平面図である。

[0011] 図 1 ～図 3 に示すように、本実施例の永久磁石同期モータは、略円筒形状のステータ 10 と、ステータ 10 の内部において回転軸線 21（図 1）を中心として回転可能に収容されるロータ 20 と、を備える。なお、以下の記載において、回転軸線 21 を基準として周方向および径方向を規定している。また、回転軸線 21 に近い側を「内側」とし、回転軸線 21 から離れた側を「外側」と規定している。

- [0012] ステータ 10 は、複数の突極 12 が形成されたステータコア 11 と、突極 12 にそれぞれ巻き回される複数のコイル 13 と、を備える。突極 12 は、径方向内側に向けて突出し、回転軸線 21 方向に延設されるとともに、周方向に一定間隔で配置されている。ステータコア 11 は、例えば、複数枚の電磁鋼板を回転軸線 21 方向に積層して構成されている。
- [0013] ロータ 20 は、複数（図 1 ～図 2 では 6 個）の永久磁石 22 が取り付けられたロータコア 23 を備える。ロータコア 23 は、例えば、複数枚の電磁鋼板を回転軸線 21 方向に積層して構成されている。
- [0014] ロータコア 23 は、回転軸線 21 まわりの内周部位 23a と、内周部位 23a から径方向に延設される複数の径方向部位 26 と、複数の径方向部位 26 のそれぞれの径方向外側端部から周方向両側に延設される周方向部位 23b とを含む。永久磁石 22 は、周方向で隣り合う周方向部位 23b の間に配置される。
- [0015] 永久磁石 22 は、ロータ 20 の外周面に沿って回転軸線 21 方向に延設されるとともに、周方向に一定間隔で配置されている。永久磁石 22 のそれぞれは、周方向に着磁されるとともに、着磁方向が交互に反転するように配置されている。すなわち、周方向に互いに隣接する永久磁石 22 は、N 極又は S 極どうしが互いに対向した向きに配置されている。周方向に互いに隣接する永久磁石 22 の中間、すなわち径方向部位 26 を通る径方向に d 軸が形成される（図 3）。
- [0016] ロータコア 23 は、複数の永久磁石 22 のそれぞれに対応して設けられた複数（図 1 ～図 2 では 6 個）の非磁性領域 25 を備え、複数の非磁性領域 25 のそれぞれは、複数の永久磁石 22 のそれぞれよりもステータ 10 から離れた側（内側）において複数の永久磁石 22 のそれぞれと隣接して周方向に延設されている。これにより、永久磁石 22 のそれぞれの磁束を永久磁石 22 のそれぞれよりも内側、すなわちステータ 10 から離れた側において短絡する経路となる複数（図 1 ～図 2 では 6 個）の漏れ磁束路 24（図 1 の点線）が形成される。漏れ磁束路 24 および非磁性領域 25 は、いずれも回転軸

線 2 1 方向に延設されている。漏れ磁束路 2 4 の形状は、非磁性領域 2 5 の形状に応じて規定され、漏れ磁束路 2 4 は非磁性領域 2 5 を取り囲むように形成される。図 1 ～図 3 に示すように、径方向部位 2 6 および周方向部位 2 3 b は、それぞれ漏れ磁束路 2 4 の一部を構成する。

[0017] なお、図 1 において、漏れ磁束路 2 4 を 1 つのみ図示しているが、永久磁石 2 2 のそれぞれに対応して、他の漏れ磁束路 2 4 は非磁性領域 2 5 を取り囲むような形状に同様に形成される（図 3 も参照）。

[0018] 図 1 ～図 3 に示すように、非磁性領域 2 5 のそれぞれは、永久磁石 2 2 のそれぞれに対して、周方向両側で対称に設けられている。すなわち、非磁性領域 2 5 の周方向の中心を通る径（回転軸線 2 1 から延びる径）と、対応する永久磁石 2 2 の周方向の中心を通る径（回転軸線 2 1 から延びる径）は、一致している。また、これらの径を対称軸として、非磁性領域 2 5 および永久磁石 2 2 は線対称の形状とされている。

[0019] また、図 1 ～図 3 に示すように、非磁性領域 2 5 の周方向における長さは、永久磁石 2 2 の周方向における長さよりも大きい。

[0020] さらに、周方向に互いに隣接する非磁性領域 2 5 に挟まれた径方向部位 2 6 の周方向の幅（図 3 の矢印で示す D 1）は、永久磁石 2 2 の径方向の幅（図 3 の矢印で示す D 2）の 1 倍～1.2 倍の範囲とすると、漏れ磁束路 2 4 への漏れ磁束の強度を広い範囲で制御しやすくなる。ただし、D 1 と D 2 との比率の範囲は、1 倍～1.2 倍の範囲に限定されない。漏れ磁束の制御については後述する。

[0021] 非磁性領域 2 5 は、ロータコア 2 3 に形成された空隙として形成することができる。ロータコア 2 3 が複数枚の電磁鋼板を積層して構成される場合には、電磁鋼板に非磁性領域 2 5 に対応する切欠きを形成すればよい。

[0022] 非磁性領域 2 5 を非磁性材料により形成することもできる。例えば、ロータコア 2 3 に形成された空隙（非磁性領域 2 5 に対応する空隙）に、樹脂等の非磁性材料を充填することで、非磁性領域 2 5 を形成することができる。この場合、ロータコア 2 3 に形成された空隙が樹脂等で充填されるため、樹

脂の接着性により電磁鋼板および永久磁石 22 を確実に固定することが可能となる。また、ロータコア 23 内の空隙がなくなる。このため、ロータ 20 の堅牢性を向上させることができる。

[0023] 図 4 は、ロータ 20 の外周面に、永久磁石 22 を外側から覆うカバー部 30 を設ける例を示す断面図である。図 4 に示すように、カバー部 30 をロータ 20 の外周面に設けることにより、永久磁石 22 を外側から支持できるため、永久磁石 22 が外側に脱落することを防止できる。カバー部 30 は非磁性材料により形成されることが望ましい。また、ロータコア 23 の外周面と、ステータコア 11（突極 12）の内周面との距離を極力小さく保つために、カバー部 30 の厚みを小さく抑えることが望ましい。

[0024] 図 5 ～図 5 B は、永久磁石の磁束の流れを示す図であり、図 5 は、無通電時における磁束の流れを示す図、図 5 A および図 5 B は、d 軸電流を流した場合における磁束の流れを示す図である。

[0025] 本実施例の永久磁石同期モータは、d 軸電流が流れないときに永久磁石 22 の磁束が漏れ磁束路 24 に向かう第 1 の状態と、d 軸電流が流れたときに漏れ磁束路 24 の一部である径方向部位 26 が磁氣的に飽和する第 2 の状態とをとる。

[0026] コイル 13 に電流（d 軸電流を含む電流）を流さない場合、図 5 に示すように、永久磁石 22 のほぼすべての磁束は漏れ磁束路 24 に沿った磁束 100 となる。したがって、この場合には、ステータ 10 にはほとんど磁束は鎖交しておらず、無通電時のコギングトルクが極めて小さくなる。この結果、モータ始動時の高い制御性を得ることができる。また、鎖交磁束による誘起電圧が抑制されるため、とくに高速領域の拡大と、高速領域での高効率化を図ることができる。

[0027] 図 5 A および図 5 B に示すように、対応するコイル 13 に永久磁石 22 の磁束を強める方向の d 軸電流を流した場合、周方向に互いに隣接する非磁性領域 25 に挟まれた径方向部位 26（漏れ磁束路 24 の一部）は、d 軸電流により飽和する。このため、永久磁石 22 から周方向に延びる磁束の大部分

は漏れ磁束路 24 に沿った内周方向に向かわず、磁束 200 として示すように、90° 折れ曲がるようにして外周方向に向かう。磁束 200 はステータ 10 とロータ 20 との間の間隙を介して、鎖交磁束としてステータ 10 内を流れる。したがって、この場合には、d 軸電流と永久磁石 22 による磁束のほとんどが鎖交磁束となり、磁束が漏れ磁束路 24 に分流することによるトルクの低下などが抑制される。

[0028] このように、本実施例の永久磁石同期モータでは、d 軸電流により漏れ磁束路 24 への漏れ磁束を広範囲で制御できる。すなわち、漏れ磁束の可変磁束幅を増大させることができる。とくに、無通電時を含め、d 軸電流がゼロの場合、又は小さい場合には、永久磁石 22 の磁束の大部分が漏れ磁束路 24 への漏れ磁束となる。このため、鎖交磁束の強度を極めて小さくすることができる。また、永久磁石 22 の磁束を強める方向の d 軸電流を流すことにより、漏れ磁束路 24 への漏れ磁束に対する鎖交磁束の強度の割合を極めて大きくすることができる。

[0029] このように、本実施例の永久磁石同期モータでは、d 軸電流を介して、漏れ磁束路 24 への漏れ磁束および鎖交磁束の割合を広範囲かつ柔軟に制御することができる。したがって、低速時の制御性の向上、高速領域の拡大、高速領域における高効率化などを図ることができる。

[0030] 以上、この発明の実施例について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

[0031] 例えば、上記実施例では、ロータがステータの内側に配置されるインナーロータ型の永久磁石同期モータについて説明したが、ロータがステータの外側に配置されるアウターロータ型の永久磁石同期モータに対し、本発明を適用することも可能である。

[0032] 図 6 は、アウターロータ型の永久磁石同期モータの構成を示す拡大断面図である。図 6 は、回転軸線 21 に直交する方向の断面を示している。

図 6 に示すように、アウターロータ型の永久磁石同期モータは、略円柱形

状のステータ 110 と、ステータ 110 の外部において回転軸線 21 を中心として回転可能に収容されるロータ 120 と、を備える。

[0033] ステータ 110 は、複数の突極 112 が形成されたステータコア 111 と、突極 112 にそれぞれ巻き回される複数のコイル 113 と、を備える。突極 112 は、径方向外側に向けて突出し、回転軸線 21 方向に延設されるとともに、周方向に一定間隔で配置されている。ステータコア 111 は、例えば、複数枚の電磁鋼板を回転軸線 21 方向に積層して構成されている。なお、図 6 では、1 つの突極 112 のみを図示している。

[0034] ロータ 120 は、複数の永久磁石 122 が取り付けられたロータコア 123 を備える。ロータコア 123 は、例えば、複数枚の電磁鋼板を回転軸線 21 方向に積層して構成されている。なお、図 6 では、一部の永久磁石 122 のみを図示している。

[0035] ロータコア 123 は、外周部位 123a と、外周部位 123a から径方向に延設される複数の径方向部位 126 と、複数の径方向部位 126 のそれぞれの径方向内側端部から周方向両側に延設される周方向部位 123b とを含む。永久磁石 122 は、周方向で隣り合う周方向部位 123b の間に配置される。

[0036] 永久磁石 122 は、ロータ 120 の外周面に沿って回転軸線 21 方向に延設されるとともに、周方向に一定間隔で配置されている。永久磁石 122 のそれぞれは、周方向に着磁されるとともに、着磁方向が交互に反転するように配置されている。すなわち、周方向に互いに隣接する永久磁石 122 は、N 極又は S 極どうしが互いに対向した向きに配置されている。周方向に互いに隣接する永久磁石 122 の中間、すなわち径方向部位 126 を通る径方向に d 軸が形成される。

[0037] ロータコア 123 は、複数の永久磁石 122 のそれぞれに対応して設けられた複数の非磁性領域 125 を備え、複数の非磁性領域 125 のそれぞれは、複数の永久磁石 122 のそれぞれよりもステータ 110 から離れた側（外側）において複数の永久磁石 122 のそれぞれと隣接して周方向に延設され

ている。これにより、永久磁石 1 2 2 のそれぞれの磁束を永久磁石 1 2 2 のそれぞれよりも外側、すなわちステータ 1 1 0 から離れた側において短絡する経路となる複数の漏れ磁束路 1 2 4（図 6 の点線）が形成される。漏れ磁束路 1 2 4 および非磁性領域 1 2 5 は、いずれも回転軸線 2 1 方向に延設されている。漏れ磁束路 1 2 4 の形状は、非磁性領域 1 2 5 の形状に応じて規定され、漏れ磁束路 1 2 4 は非磁性領域 1 2 5 を取り囲むように形成される。図 6 に示すように、径方向部位 1 2 6 および周方向部位 1 2 3 b は、それぞれ漏れ磁束路 1 2 4 の一部を構成する。

[0038] なお、図 6 に示す永久磁石同期モータにおいても、周方向に互いに隣接する非磁性領域 1 2 5 に挟まれた径方向部位 1 2 6 の周方向の幅を、永久磁石 1 2 2 の径方向の幅の 1 倍～1.2 倍の範囲とすることができる。この場合、漏れ磁束路 1 2 4 への漏れ磁束の強度を広い範囲で制御しやすくなる。

[0039] 図 6 に示す永久磁石同期モータは、d 軸電流が流れないときに永久磁石 1 2 2 の磁束が漏れ磁束路 1 2 4 に向かう第 1 の状態と、d 軸電流が流れたときに漏れ磁束路 1 2 4 の一部である径方向部位 1 2 6 が磁氣的に飽和する第 2 の状態とをとる。

[0040] コイル 1 1 3 に電流（d 軸電流を含む電流）を流さない場合、永久磁石 1 2 2 のほぼすべての磁束は漏れ磁束路 1 2 4 に沿った磁束となる。したがって、この場合には、ステータ 1 1 0 にはほとんど磁束は鎖交しておらず、無通電時のコギングトルクが極めて小さくなる。この結果、モータ始動時の高い制御性を得ることができる。また、鎖交磁束による誘起電圧が抑制されるため、とくに高速領域の拡大と、高速領域での高効率化を図ることができる。

[0041] 対応するコイル 1 1 3 に永久磁石 1 2 2 の磁束を強める方向の d 軸電流を流した場合、周方向に互いに隣接する非磁性領域 1 2 5 に挟まれた径方向部位 1 2 6（漏れ磁束路 1 2 4 の一部）は、d 軸電流により飽和する。このため、永久磁石 1 2 2 から周方向に延びる磁束の大部分は漏れ磁束路 1 2 4 に沿った外周方向に向かわず、磁束 2 0 0 として示すように、90°折れ曲が

るようにして内周方向に向かう。磁束 200 はステータ 110 とロータ 120 との間の間隙を介して、鎖交磁束としてステータ 110 内を流れる。したがって、この場合には、d 軸電流と永久磁石 122 による磁束のほとんどが鎖交磁束となり、磁束が漏れ磁束路 124 に分流することによるトルクの低下などが抑制される。

[0042] このように、図 6 に示す永久磁石同期モータにおいても、d 軸電流により漏れ磁束路 124 への漏れ磁束を広範囲で制御できる。すなわち、漏れ磁束の可変磁束幅を増大させることができる。とくに、無通電時を含め、d 軸電流がゼロの場合、又は小さい場合には、永久磁石 122 の磁束の大部分が漏れ磁束路 124 への漏れ磁束となる。このため、鎖交磁束の強度を極めて小さくすることができる。また、永久磁石 122 の磁束を強める方向の d 軸電流を流すことにより、漏れ磁束路 124 への漏れ磁束に対する鎖交磁束の強度の割合を極めて大きくすることができる。

[0043] なお、以上の本発明の実施例に関し、更に以下の付記を開示する。

[0044] (付記 1)

ロータ (20、120) に複数の永久磁石 (22、122) を備える永久磁石同期モータであって、

前記複数の永久磁石のそれぞれは周方向に着磁されるとともに、着磁方向が交互に反転するように配置され、

前記ロータを構成するロータコア (23、123) は、

前記複数の永久磁石のそれぞれに対応して設けられた複数の非磁性領域 (25、125) を備え、

前記複数の非磁性領域のそれぞれは、前記複数の永久磁石のそれぞれよりもステータ (10) から離れた側において前記複数の永久磁石のそれぞれと隣接して周方向に延設されている、永久磁石同期モータ。

[0045] 付記 1 の構成によれば、永久磁石のそれぞれの磁束を永久磁石のそれぞれよりもステータから離れた側において短絡する経路となる漏れ磁束路が形成されるので、磁束を漏れ磁束路に導く磁束の強度を制御することによって、

ステータに鎖交する磁束の強度を変化させることができる。

[0046] (付記 2)

付記 1 に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記非磁性領域は、非磁性材料又は前記ロータコアに形成された空隙により構成される、永久磁石同期モータ。

[0047] 付記 2 の構成によれば、非磁性材料又はロータコアに形成された空隙により構成される非磁性領域の範囲に応じて、漏れ磁束路を規定することができる。非磁性領域を非磁性材料により構成した場合には、ロータの堅牢性などを獲得することができる。

[0048] (付記 3)

付記 1 又は付記 2 に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記非磁性領域のそれぞれ、および、前記永久磁石のそれぞれは、径方向に延びる共通の対称軸について線対称とされている、永久磁石同期モータ。

[0049] 付記 3 の構成によれば、非磁性領域が永久磁石に対して、周方向両側で対称に設けられているので、ロータの回転方向に依らず、ステータに鎖交する磁束の制御に関して同様の効果を得ることができる。

[0050] (付記 4)

付記 1 から付記 3 のいずれか 1 項に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記非磁性領域の周方向における長さは、前記永久磁石のそれぞれの周方向における長さよりも大きい、永久磁石同期モータ。

[0051] 付記 4 の構成によれば、非磁性領域の周方向における長さは、永久磁石の周方向における長さよりも大きいので、漏れ磁束路が形成される位置を適切に規定することができる。

[0052] (付記 5)

付記 1 から付記 4 のいずれか 1 項に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記ロータコアは、

回転軸線 (21) まわりの内周部位 (23a) と、

前記内周部位から径方向に延設される複数の径方向部位 (26) と、

複数の径方向部位のそれぞれの径方向外側端部から周方向両側に延設される周方向部位（２３ｂ）とを含み、

前記永久磁石は、周方向で隣り合う前記周方向部位の間に配置され、

前記非磁性領域は、周方向で隣り合う前記径方向部位の間に配置される、永久磁石同期モータ。

[0053] 付記５の構成によれば、周方向部位と径方向部位とを通るように漏れ磁束路が形成される。

[0054] （付記５Ａ）

付記１から付記４のいずれか１項に記載の永久磁石同期モータにおいて、前記ロータコアは、

回転軸線（２１）まわりの外周部位（１２３ａ）と、

前記外周部位から径方向に延設される複数の径方向部位（１２６）と、

複数の径方向部位のそれぞれの径方向内側端部から周方向両側に延設される周方向部位（１２３ｂ）とを含み、

前記永久磁石は、周方向で隣り合う前記周方向部位の間に配置され、

前記非磁性領域は、周方向で隣り合う前記径方向部位の間に配置される、永久磁石同期モータ。

[0055] 付記５Ａの構成によれば、アウターロータ型の永久磁石同期モータにおいて、周方向部位と径方向部位とを通るように漏れ磁束路が形成される。なお、付記５Ａの構成において、周方向に互いに隣接する非磁性領域に挟まれた径方向部位の周方向の幅を、永久磁石の径方向の幅の１倍～１．２倍の範囲とすることができる。この場合、漏れ磁束路への漏れ磁束の強度を広い範囲で制御しやすくなる。

[0056] （付記６）

付記５に記載の永久磁石同期モータにおいて、

周方向に互いに隣接する前記非磁性領域に挟まれた前記径方向部位の周方向の幅は、前記永久磁石の径方向の幅の１倍～１．２倍の範囲とされている、永久磁石同期モータ。

[0057] 付記 6 の構成によれば、径方向部位の周方向の幅は、永久磁石の径方向の幅の 1 倍～1.2 倍の範囲とされているので、漏れ磁束路が形成される径方向部位の周方向の幅を適切に規定することができ、漏れ磁束路への漏れ磁束の強度を広い範囲で制御しやすくなる。

[0058] (付記 7)

付記 1 から付記 6 のいずれか 1 項に記載の永久磁石同期モータにおいて、
前記ロータは、前記ステータよりも内側に配置され、

前記ロータは、前記永久磁石を外側から覆うカバー部を備える、永久磁石同期モータ。

[0059] 付記 7 の構成によれば、カバー部によってロータが外側に脱落することを防止できる。

[0060] (付記 8)

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記ロータコアには、前記永久磁石のそれぞれの磁束を短絡する漏れ磁束路 (24、124) が形成され、

前記漏れ磁束路は、前記永久磁石のそれぞれよりもステータから離れた側において非磁性領域を取り囲むように形成され、

前記永久磁石同期モータは、

d 軸電流が流されないときに前記永久磁石の磁束が前記漏れ磁束路に向かう第 1 の状態と、

前記 d 軸電流が流されたときに前記漏れ磁束路の少なくとも一部が磁氣的に飽和する第 2 の状態と、

をとる、永久磁石同期モータ。

[0061] 付記 8 の構成によれば、永久磁石同期モータは、永久磁石の磁束が漏れ磁束路に向かう第 1 の状態と、漏れ磁束路の少なくとも一部が磁氣的に飽和する第 2 の状態とをとるので、ステータに鎖交する磁束の強度を広い範囲で制御できる。

符号の説明

[0062]	1 0、1 1 0	ステータ
	2 0、1 2 0	ロータ
	2 1	回転軸線
	2 2、1 2 2	永久磁石
	2 3、1 2 3	ロータコア
	2 4、1 2 4	漏れ磁束路
	2 5、1 2 5	非磁性領域
	2 6、1 2 6	径方向部位
	3 0	カバー部

請求の範囲

- [請求項1] ロータに複数の永久磁石を備える永久磁石同期モータであって、
前記複数の永久磁石のそれぞれは周方向に着磁されるとともに、着磁方向が交互に反転するように配置され、
前記ロータを構成するロータコアは、
前記複数の永久磁石のそれぞれに対応して設けられた複数の非磁性領域を備え、
前記複数の非磁性領域のそれぞれは、前記複数の永久磁石のそれぞれよりもステータから離れた側において前記複数の永久磁石のそれぞれと隣接して周方向に延設されている、永久磁石同期モータ。
- [請求項2] 請求項1に記載の永久磁石同期モータにおいて、
前記非磁性領域は、非磁性材料又は前記ロータコアに形成された空隙により構成されている、永久磁石同期モータ。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の永久磁石同期モータにおいて、
前記非磁性領域のそれぞれ、および、前記永久磁石のそれぞれは、径方向に延びる共通の対称軸について線対称とされている、永久磁石同期モータ。
- [請求項4] 請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の永久磁石同期モータにおいて、
前記非磁性領域の周方向における長さは、前記永久磁石のそれぞれの周方向における長さよりも大きい、永久磁石同期モータ。
- [請求項5] 請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の永久磁石同期モータにおいて、
前記ロータコアは、
回転軸線まわりの内周部位と、
前記内周部位から径方向に延設される複数の径方向部位と、
複数の径方向部位のそれぞれの径方向外側端部から周方向両側に延設される周方向部位とを含み、

前記永久磁石は、周方向で隣り合う前記周方向部位の間に配置され、

前記非磁性領域は、周方向で隣り合う前記径方向部位の間に配置される、永久磁石同期モータ。

[請求項6] 請求項5に記載の永久磁石同期モータにおいて、

周方向に互いに隣接する前記非磁性領域に挟まれた前記径方向部位の周方向の幅は、前記永久磁石の径方向の幅の1倍～1.2倍の範囲とされている、永久磁石同期モータ。

[請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記ロータは、前記ステータよりも内側に配置され、

前記ロータは、前記永久磁石を外側から覆うカバー部を備える、永久磁石同期モータ。

[請求項8] 請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の永久磁石同期モータにおいて、

前記ロータコアには、前記永久磁石のそれぞれの磁束を短絡する漏れ磁束路が形成され、

前記漏れ磁束路は、前記永久磁石のそれぞれよりもステータから離れた側において前記非磁性領域を取り囲むように形成され、

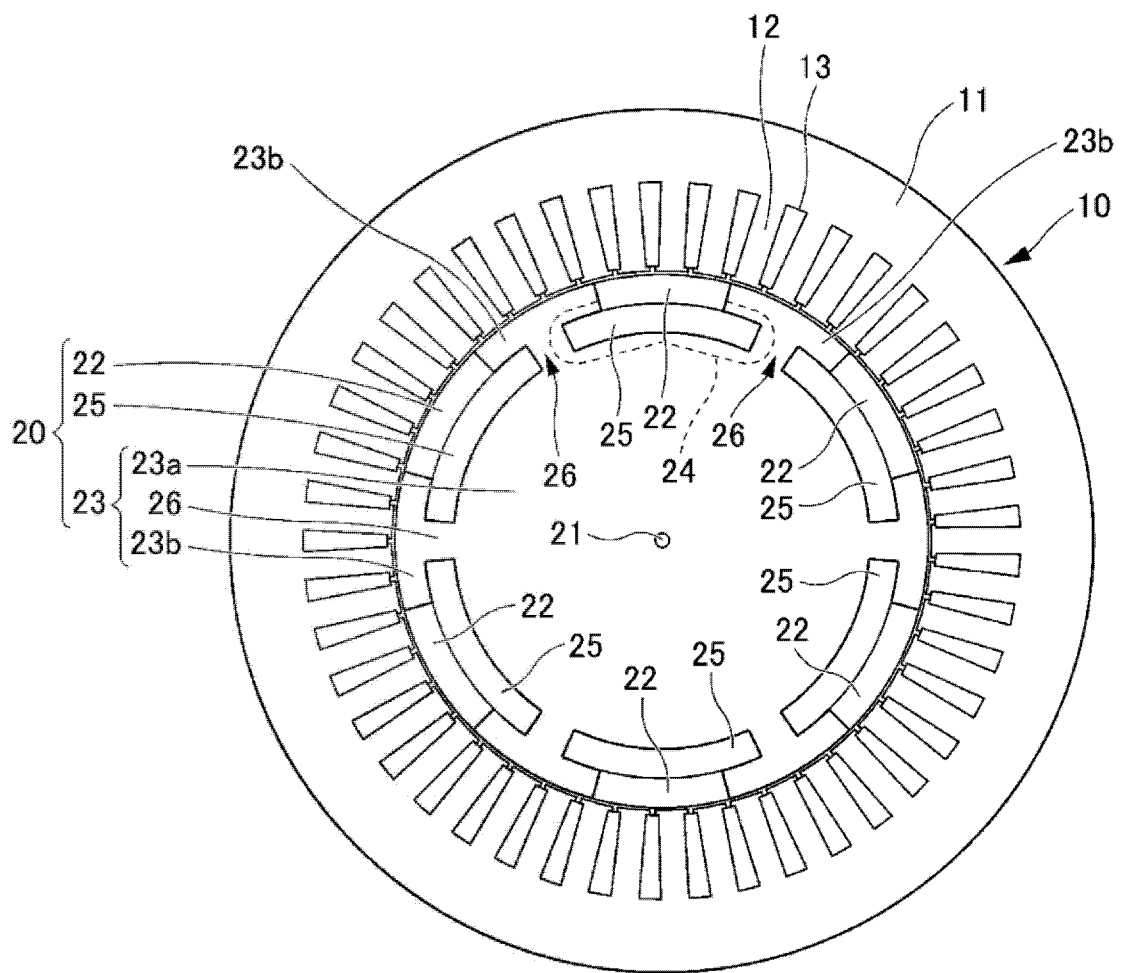
前記永久磁石同期モータは、

d軸電流が流されないときに前記永久磁石の磁束が前記漏れ磁束路に向かう第1の状態と、

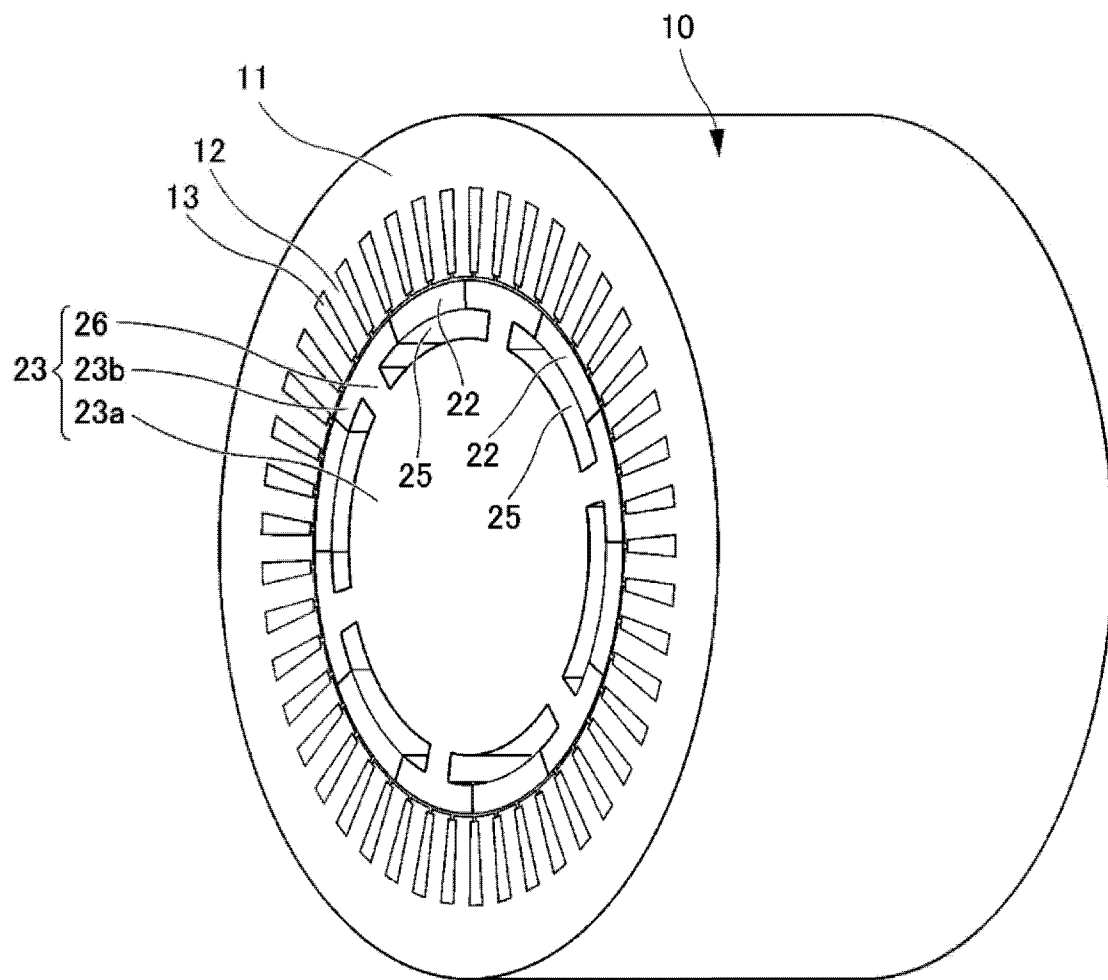
前記d軸電流が流されたときに前記漏れ磁束路の少なくとも一部が磁氣的に飽和する第2の状態と、

をとる、永久磁石同期モータ。

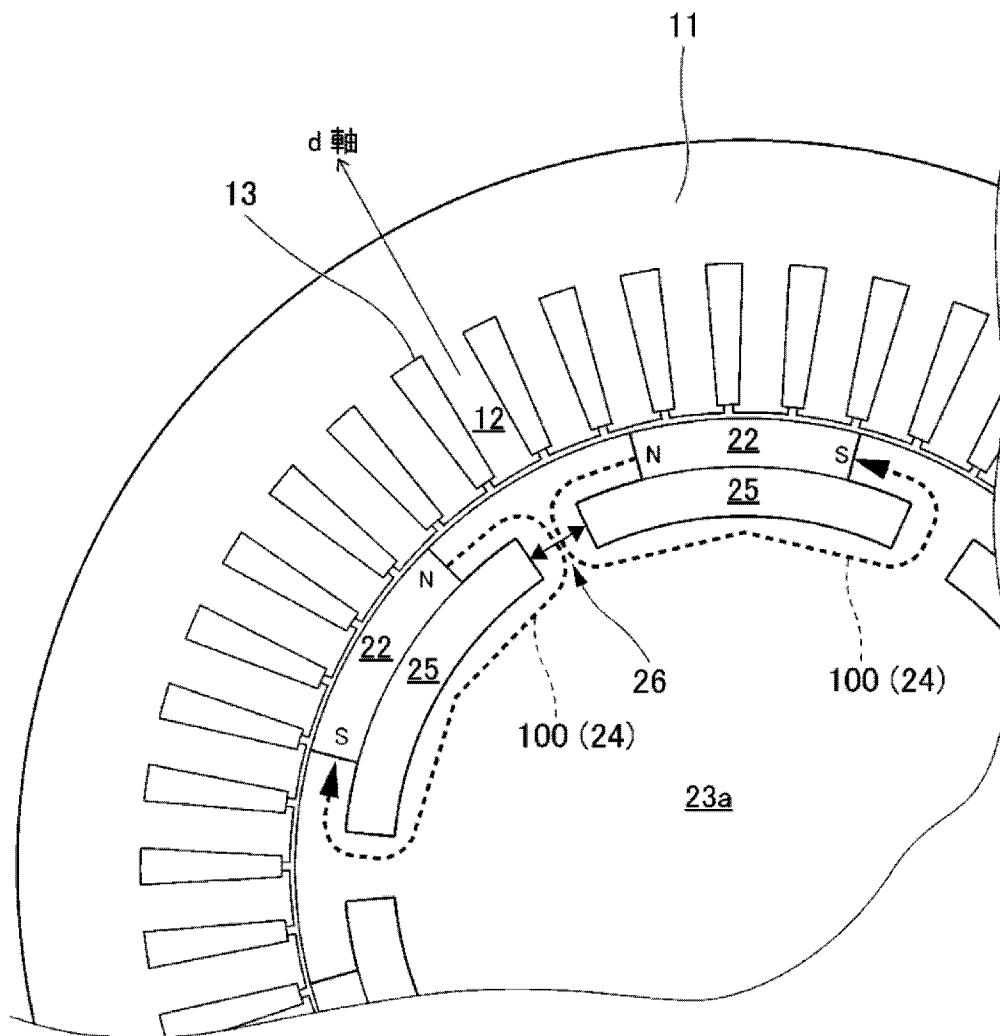
[図1]



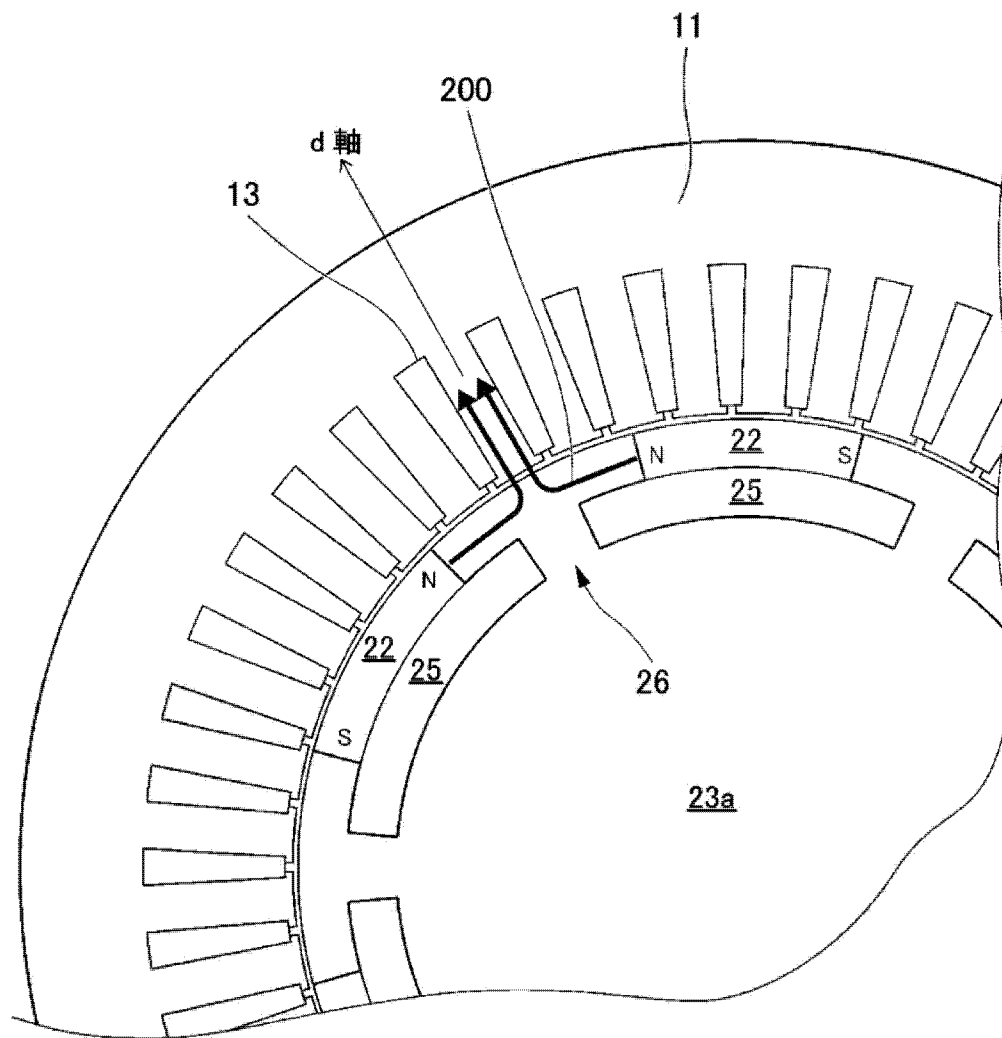
[図2]



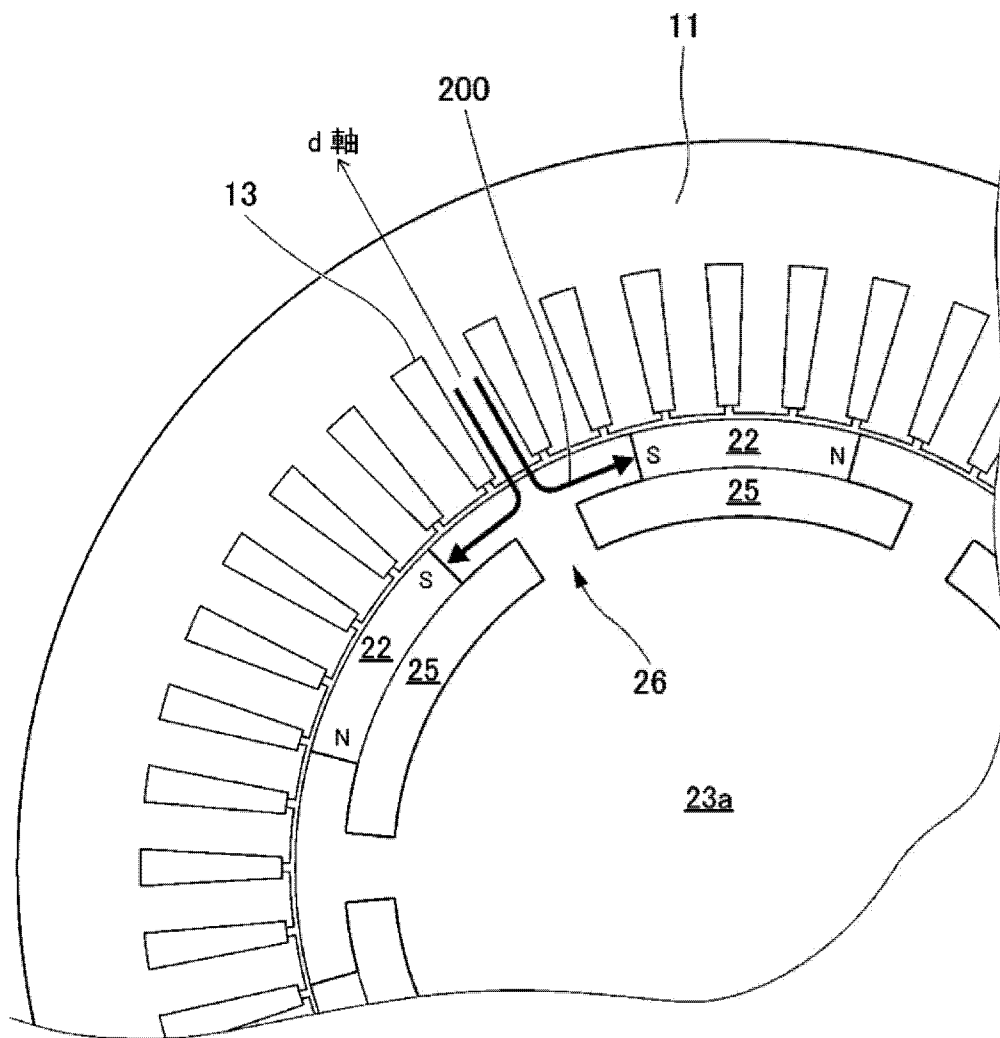
[図5]



[図5A]



[図5B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/006565

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H02K1/22(2006.01) i, H02K1/27(2006.01) i
FI: H02K1/22A, H02K1/27501M

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. H02K1/22, 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 Y	JP 60-144133 A (HITACHI, LTD.) 30 July 1985 (1985-07-30), page 2, upper left column, line 13 to lower right column, line 1, fig. 1-5	1-6 7-8
X Y	JP 2015-130793 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 July 2015 (2015-07-16), paragraphs [0026]-[0031], fig. 2	1-6 7-8
Y	JP 2-7844 A (ADVANCE KOOJINEREREESHIYON SYST GIJUTSU KENKYU KUMIAI), 11 January 1990 (1990-01-11), page 2, upper right column, line 8 to lower right column, line 19, fig. 1	7-8
A	JP 2007-143331 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 07 June 2007 (2007-06-07), entire text, all drawings	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 15 April 2021	Date of mailing of the international search report 27 April 2021
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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/006565

JP 60-144133 A	30 July 1985	(Family: none)
JP 2015-130793 A	16 July 2015	(Family: none)
JP 2-7844 A	11 January 1990	(Family: none)
JP 2007-143331 A	07 June 2007	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02K 1/22(2006.01)i; H02K 1/27(2006.01)i FI: H02K1/22 A; H02K1/27 501M										
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）） H02K1/22; 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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			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
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	JP 60-144133 A（株式会社日立製作所）30.07.1985（1985 - 07 - 30） 2 ページ左上欄 13 行ー右下欄 1 行、図 1 - 5	1-6								
Y		7-8								
X	JP 2015-130793 A（三菱電機株式会社）16.07.2015（2015 - 07 - 16） 段落 0026 - 0031、図 2	1-6								
Y		7-8								
Y	JP 2-7844 A（アドバンス・コージェネレーションシステム技術研究組合） 11.01.1990（1990 - 01 - 11） 2 ページ右上欄 8 行ー右下欄 19 行、図 1	7-8								
A	JP 2007-143331 A（松下電器産業株式会社）07.06.2007（2007 - 06 - 07） 全文、全図	1-8								
☐ 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、一般的な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 15.04.2021		国際調査報告の発送日 27.04.2021								
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） 島倉 理 3V 4131 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/JP2021/006565

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	60-144133	A	30.07.1985	(ファミリーなし)	
JP	2015-130793	A	16.07.2015	(ファミリーなし)	
JP	2-7844	A	11.01.1990	(ファミリーなし)	
JP	2007-143331	A	07.06.2007	(ファミリーなし)	