

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7209260号

(P7209260)

(45)発行日 令和5年1月20日(2023.1.20)

(24)登録日 令和5年1月12日(2023.1.12)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 K 1/18 (2006.01)

H 0 2 K 1/18

B

H 0 2 K 1/02 (2006.01)

H 0 2 K 1/02

B

H 0 2 K 1/14 (2006.01)

H 0 2 K 1/14

Z

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号 特願2019-88270(P2019-88270)
(22)出願日 令和1年5月8日(2019.5.8)
(65)公開番号 特開2020-184836(P2020-184836
A)
(43)公開日 令和2年11月12日(2020.11.12)
審査請求日 令和3年12月14日(2021.12.14)

(73)特許権者 314012076
パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(74)代理人 110002952
弁理士法人鷲田国際特許事務所
(72)発明者 齋藤 光央
大阪府門真市大字門真1006番地 パ
ナソニック株式会社内
(72)発明者 野尻 尚紀
大阪府門真市大字門真1006番地 パ
ナソニック株式会社内
(72)発明者 濱田 秀明
大阪府門真市大字門真1006番地 パ
ナソニック株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 固定子およびモータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のティース部を備えた磁性薄帯が複数積層された固定子であって、
前記磁性薄帯は、
前記複数のティース部の先端部分に沿って形成された楕円形状の内径部を有し、
積層された前記磁性薄帯は、前記磁性薄帯を水平方向に所定角度ずらさずに積層させた複
数の小積層体に分けられ、
前記複数の小積層体のうち、少なくとも1つの小積層体が、他の小積層体に対して水平方
向に所定角度ずれており、かつ、積層された前記磁性薄帯の全ての前記ティース部の位置
が一致しており、
前記小積層体1つあたりの厚みは、0.06mm乃至5mmである、
固定子。

【請求項2】

前記所定角度は、互いに隣り合う前記ティース部の為す角度、または、互いに隣り合う
前記ティース部の為す角度の整数倍の角度である、
請求項1に記載の固定子。

【請求項3】

前記磁性薄帯は、非晶質薄帯またはナノ結晶薄帯である、
請求項1または2に記載の固定子。

【請求項4】

前記磁性薄帯の１つあたりの厚みは、０．０１乃至０．０６ｍｍである、
請求項１から３のいずれか１項に記載の固定子。

【請求項５】

請求項１から４のいずれか１項に記載の固定子と、
回転子と、を含む、
モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、固定子およびモータに関する。

10

【背景技術】

【０００２】

従来、モータの固定子（固定子鉄心ともいう）には、積層部材として、純鉄、電磁鋼板、非晶質磁性体、またはナノ結晶粒を有する磁性体を用いられている。非晶質磁性体またはナノ結晶粒を有する磁性体は、電磁鋼板よりも鉄損が数分の一と低いため、モータの高効率化を目的として用いられる。

【０００３】

ここで、図６を用いて、特許文献１に開示されている固定子について説明する。図６は、特許文献１の固定子３３の上面図である。

【０００４】

20

図６に示す固定子３３は、軟磁性材である電磁鋼板３１が複数積層されて構成されている。電磁鋼板３１同士は、カシメにより密着している。固定子３３（電磁鋼板３１）の内側には、複数のティース部３２が設けられている。なお、図６では、ティース部３２に巻回されるコイルの図示を省略している。

【０００５】

また、図６では、隣り合うティース部３２の先端部が円周状に配置されていることにより、固定子の内径部３４が形成されている。電磁鋼板３１の積層方向全体に亘って高精度の形状を確保するために、固定子の内径部３４の真円度を０．０３ｍｍ以下としている。なお、特許文献１にも記載されているが、通常φ４０ｍｍ乃至φ１００ｍｍ程度の固定子の内径部の真円度は、０．１ｍｍ程度にすることが多い。

30

【０００６】

このように固定子の内径部３４の真円度を０．１ｍｍ程度にする理由については、以下の通りである。例えば、固定子の内径部３４の寸法精度が悪く、真円度が０．１ｍｍより大きい場合、エアギャップ３６（固定子３３の内側に配置される回転子３５の側面部と、ティース部３２の先端部との間の距離）にばらつきが生じる。これにより、コギングトルクなどのトルク脈動が大きくなり、モータの動作が不安定となる。

【０００７】

コギングトルクは、無通電状態においてロータの回転に伴って正負に生じるトルクであり、モータが動作したときに騒音や振動が発生する原因となる。よって、精密モータでは、モータの制御性および効率性の向上を目的として、コギングトルクをより小さくすることが求められる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【文献】特許３６７８１０２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

しかしながら、図６に示した固定子３３を、電磁鋼板３１の代わりに、非晶質磁性体またはナノ結晶粒を有する磁性体の薄帯（以下、磁性薄帯という）を用いて構成する場合、

50

その磁性薄帯固有の物性上の理由により、固定子の内径部は楕円形状となる。その結果、以下の問題点が生じる。

【 0 0 1 0 】

その問題点について、図 7 A、図 7 B を用いて説明する。図 7 A は、磁性薄帯 1 を積層して構成された固定子 3 3 a の上面図である。図 7 B は、固定子 3 3 a の内径部 3 4 a と回転子 3 5 とが為すエアギャップ 3 6 を示す模式図である。

【 0 0 1 1 】

図 7 A、図 7 B に示すように、磁性薄帯 1 を積層した場合、固定子の内径部 3 4 は楕円形状となる。これにより、図 7 B に示すように、固定子 3 3 a の内径部 3 4 a と回転子 3 5 とが為すエアギャップ 3 6 のばらつきが大きくなる。その結果、コギングトルクが大きくなってしまう。

10

【 0 0 1 2 】

本開示の一態様の目的は、コギングトルクを低減できる固定子およびモータを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

本開示の一態様に係る固定子は、複数のティース部を備えた磁性薄帯が複数積層された固定子であって、前記磁性薄帯は、前記複数のティース部の先端部分に沿って形成された楕円形状の内径部を有し、積層された前記磁性薄帯は、前記磁性薄帯を水平方向に所定角度ずらさずに積層させた複数の小積層体に分けられ、前記複数の小積層体のうち、少なくとも 1 つの小積層体が、他の小積層体に対して水平方向に所定角度ずれており、かつ、積層された前記磁性薄帯の全ての前記ティース部の位置が一致しており、前記小積層体 1 つあたりの厚みは、0 . 0 6 mm 乃至 5 mm である。

20

【 0 0 1 4 】

本開示の一態様に係るモータは、本開示の一態様に係る固定子と、回転子と、を含む。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本開示によれば、コギングトルクを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

30

【図 1】本開示の実施の形態に係る磁性薄帯の上面図

【図 2】本開示の実施の形態に係るモータの上面図

【図 3】図 2 に示した L - L の断面拡大図

【図 4】本開示の実施の形態に係る小積層体それぞれの内径部およびエアギャップの一例を模式的に示す上面図

【図 5 A】本開示の実施の形態に係る固定子および回転子の上面図

【図 5 B】本開示の実施の形態に係る小積層体それぞれの内径部およびエアギャップの一例を模式的に示す上面図

【図 6】特許文献 1 の固定子の上面図

【図 7 A】非晶質磁性体またはナノ結晶粒を有する磁性体の薄帯を用いた固定子の上面図

40

【図 7 B】図 7 A に示した固定子におけるエアギャップを示す模式図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、各図において共通する構成要素については同一の符号を付し、それらの説明は適宜省略する。

【 0 0 1 8 】

まず、図 1 を用いて、本実施の形態に係る磁性薄帯 1 について説明する。図 1 は、本実施の形態の磁性薄帯 1 の上面図である。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示す磁性薄帯 1 は、例えば、非晶質磁性体の薄帯（非晶質薄帯といってもよい）

50

である。磁性薄帯 1 は、例えば、溶融状態の金属を約 1 0 0 0 0 0 0 / 秒程度の超高速で急冷する液体急冷凝固法により製造される。

【 0 0 2 0 】

磁性薄帯 1 の 1 枚あたりの厚みを概ね 0 . 0 1 m m より小さくすると、液体急冷凝固法によって磁性薄帯 1 に穴が空き、モータ 1 0 0 (図 2 参照) の効率が低下する。一方、磁性薄帯 1 の 1 枚あたりの厚みを概ね 0 . 0 6 m m より大きくすると、磁気特性が低下するため、モータ 1 0 0 の効率が低下する。よって、磁性薄帯 1 の 1 枚あたりの厚みは、概ね 0 . 0 1 乃至 0 . 0 6 m m であることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

図 1 に示すように、磁性薄帯 1 は、その内側に突起状のティース部 4 を有している。なお、図 1 では、ティース部 4 の数が 5 つである場合を例示しているが、これに限定されない。

10

【 0 0 2 2 】

また、図 1 に示すように、磁性薄帯 1 の内径部 3 は、各ティース部 4 の先端部に沿って形成されており、楕円形状である。

【 0 0 2 3 】

以上説明した磁性薄帯 1 は、後述するモータ 1 0 0 の固定子 7 に用いられる。

【 0 0 2 4 】

次に、図 2 ~ 図 4 を用いて、本実施の形態に係るモータ 1 0 0 について説明する。図 2 は、本実施の形態のモータ 1 0 0 の上面図である。図 3 は、図 1 に示した点線 L - L の断面拡大図である。図 4 は、小積層体それぞれの内径部およびエアギャップの一例を模式的に示す上面図である。

20

【 0 0 2 5 】

モータ 1 0 0 は、固定子 7 と、固定子 7 により回転される回転子 5 とを有する。

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、回転子 5 は、固定子 7 における各ティース部 4 の内側に設けられる。

【 0 0 2 7 】

固定子 7 は、図 1 に示した磁性薄帯 1 を複数積層した積層体 2 (図 3 参照) を有する。

【 0 0 2 8 】

また、図 2 に示すように、固定子 7 の内径部 3 は、各ティース部 4 の先端部に沿って形成されている。なお、図 2 では、ティース部 4 に巻回されるコイルの図示を省略している。

30

【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、積層体 2 は、小積層体 1 5 a ~ 1 5 f を含む。

【 0 0 3 0 】

小積層体 1 5 a ~ 1 5 f は、それぞれ、複数の磁性薄帯 1 を円周方向にずらさずに積層させたものである。小積層体 1 5 a ~ 1 5 f それぞれの厚みは、概ね 0 . 0 6 m m 乃至 5 m m である。

【 0 0 3 1 】

なお、本実施の形態において「円周方向」とは、各上面図において時計回りの方向または反時計回りの方向をいう。また、円周方向は、水平方向の一例である。

40

【 0 0 3 2 】

このような小積層体 1 5 a ~ 1 5 f を、全てのティース部 4 の位置を一致させ、かつ、円周方向に所定角度回転させて (換言すれば、所定角度水平回転させて) 積層させる。所定角度は、例えば、120°である。これにより、例えば、小積層体 1 5 c、1 5 d (内径部 1 6 c、1 6 d) は、小積層体 1 5 a、1 5 b (内径部 1 6 a、1 6 b) に対して円周方向に 120°ずれ、小積層体 1 5 e、1 5 f (内径部 1 6 e、1 6 f) は、小積層体 1 5 c、1 5 d (内径部 1 6 c、1 6 d) に対して円周方向に 120°ずれる (図 4 参照)。

【 0 0 3 3 】

図 3、図 4 に示す内径部 1 6 a ~ 1 6 f は、それぞれ、上述したように積層された小積

50

層体 15 a ~ 15 f の内径部である。内径部 16 a ~ 16 f は、それぞれ、設計上の内径部 $\phi 60\text{ mm}$ に対して、概ね $\phi 59.5\text{ mm}$ 乃至 $\phi 60.5\text{ mm}$ の範囲である。

【0034】

上述したように小積層体 15 a ~ 15 f を円周方向にずらして積層することにより、図 4 に示すように、エアギャップ 14 を、小積層体 15 a ~ 15 f の積層方向（固定子 7 の厚さ方向といってもよい）および固定子 7 の円周方向全体において平均化することができる。エアギャップ 14 は、固定子 7 の内径部 10 と回転子 5 との間の距離である。

【0035】

以上説明したように、本実施の形態の固定子 7 では、エアギャップ 14 の円周方向のばらつきと積層方向のばらつきを平均化できるので、全体としてエアギャップ 14 を小さく
10
することができる。従来のモータでは、定格トルクの 1.5 % 乃至 2.0 % の範囲で発生していたコギングトルクを、本実施の形態の固定子 7 を備えたモータ 100 では、定格トルクの 0.2 % 乃至 0.7 % にまで低減することができた。

【0036】

なお、小積層体 15 a ~ 15 f それぞれの厚みを小さくするほど、小積層体 15 a ~ 15 f の積層方向に対するエアギャップ 14 のばらつきを均等にでき、コギングトルクをより小さくすることができる。ただし、小積層体 15 a ~ 15 f それぞれの厚みを概ね 0.06 mm よりも小さくすると、小積層体 15 a ~ 15 f の剛性が低くなる。その結果、ティース部 4 の先端部が変形したり、モータ 100 の効率が低下したりしてしまう。その一方で、小積層体 15 a ~ 15 f それぞれの厚みを概ね 5 mm より大きくすると、小積層体
20
15 a ~ 15 f の積層方向に対するエアギャップ 14 の局所的な偏りが無視できなくなり、コギングトルクを悪化させる。以上のことから、小積層体 15 a ~ 15 f それぞれの厚みは、概ね 0.06 mm 乃至 5 mm であることが好ましい。

【0037】

また、小積層体 15 a ~ 15 f を円周方向に回転させる角度（以下、回転角度という）は、隣り合うティース部 4 の為す角度（例えば、図 4 に示す 60° ）の整数倍であることが好ましい。例えば、図 2 に示したようにティース部 4 の数が 6 個である場合、回転角度を 120° とする。なお、ティース部 4 の数が 6 個以外である場合でも、回転角度を隣り合うティース部 4 の為す角度の整数倍とすることにより、エアギャップ 14 のばらつきを小さくすることができ、コギングトルクを低減できる。
30

【0038】

ここで、例えば固定子 7 におけるティース部 4 の数が 4 個である場合について、図 5 A、図 5 B を用いて説明する。図 5 A は、固定子 5 および回転子 7 の上面図である。図 5 B は、小積層体 15 a ~ 15 d それぞれの内径部 16 a ~ 16 d およびエアギャップ 14 の一例を模式的に示す上面図である。

【0039】

図 5 A に示すように、固定子 7 は、4 個のティース部 4 を有する。隣り合うティース部 4 の為す角度は、 90° である。また、固定子 7 は、積層された小積層体 15 a ~ 15 d を含む。

【0040】

図 5 A に示すように、小積層体 15 a、15 b は、小積層体 15 c、15 d に対し、円周方向に 90° 回転している。これにより、例えば、小積層体 15 a、15 b は、小積層体 15 c、15 d に対して円周方向に 90° ずれる。すなわち、この場合では、隣り合うティース部 4 の為す角度と、回転角度とが同じである。

【0041】

この場合でも、図 5 B に示すように、エアギャップ 14 を、小積層体 15 a ~ 15 d の積層方向（固定子 7 の厚さ方向といってもよい）および固定子 7 の円周方向全体において平均化することができる。

【0042】

したがって、固定子 7 のティース部 4 が 4 個である場合でも、エアギャップ 14 のばら
50

つきを小さくする（換言すれば、平均化する）ことができ、コギングトルクを低減することができる。

【 0 0 4 3 】

以下、エアギャップ 1 4 のばらつきを小さくでき、コギングトルクを低減できた理由について説明する。

【 0 0 4 4 】

図 1 に示した磁性薄帯 1 は、非晶質薄帯であり、Fe（鉄）系磁性材料を用いて液体急冷凝固法により製造される。液体急冷凝固法では、超高速で非晶質薄帯を巻き取る必要がある。そのため、液体急冷凝固法では、ある一定幅の状態の磁性材料に対して液体を供給しつつ、水冷された銅ロールに磁性材料を連続的に巻きつけては、非晶質薄帯を銅ロールから引き剥がすという工程が採用されている。

10

【 0 0 4 5 】

磁性材料は、急冷されて凝固する時に（換言すれば、非晶質へ相変態する時に）、銅ロールに巻きついた状態となる。このとき、磁性材料は、その流れ方向（銅ロールの円周方向）において、銅ロールの曲率に保たれる。よって、磁性材料内には、歪みが蓄積される。一方、磁性材料は、その幅方向において、銅ロールの曲率の影響を受けることはない。

【 0 0 4 6 】

その結果、磁性材料は、その幅方向と流れ方向とにおいて、蓄積される歪み量が大きく異なるという特徴がある。

【 0 0 4 7 】

20

この磁性材料を図 1 に示した磁性薄帯 1 の形状に加工すると、磁性材料内の莫大な歪みがある程度開放されるため、加工後の形状には変形が生じる。しかし、上述したとおり、磁性材料の幅方向と流れ方向とにおいて歪み量が異なるため、結果的には、図 1 に示したように、内径部 3 が楕円形状の磁性薄帯 1 が形成される。

【 0 0 4 8 】

よって、磁性薄帯 1 を積層して形成された小積層体 1 5 a ~ 1 5 f の内径部 1 6 a ~ 1 6 f（図 4 参照）も楕円形状となる。

【 0 0 4 9 】

本実施の形態では、このような小積層体 1 5 a ~ 1 5 f を、全てのティース部 4 の位置を一致させ、かつ、円周方向に所定角度回転させて積層させることにより、固定子 7 を作製する。この固定子 7 では、図 4 に示したように、エアギャップ 1 4 を、固定子 7（積層体 2 でもよい）の円周方向および固定子 7（積層体 2 でもよい）の厚み方向において平均化することができる。

30

【 0 0 5 0 】

このようにエアギャップ 1 4 を平均化することにより、モータ 1 0 0 の回転動作時に回転子 5 から固定子 7 に入る磁束密度のばらつきを小さくすることができる。その結果、コギングトルクを低減することができる。

【 0 0 5 1 】

なお、本開示は、上記実施の形態の説明に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の変形が可能である。

40

【 0 0 5 2 】

例えば、実施の形態では、磁性薄帯 1 が非晶質薄帯である場合を例に挙げて説明したが、磁性薄帯 1 は、ナノ結晶粒を有する磁性体の薄帯（以下、ナノ結晶薄帯という）であってもよい。このナノ結晶薄帯は、一般的に、非晶質薄帯に対して一定の熱処理を与えた場合にのみ生成できる結晶状態の薄帯である。そのため、ナノ結晶薄帯は、非晶質薄帯と同様に、楕円形状の内径部を有する形状となる。したがって、ナノ結晶薄帯を用いて形成された小積層体の内径部も楕円形状となる。そして、その小積層体を円周方向に回転させて積層した固定子、および、その固定子を備えたモータは、エアギャップのばらつきを平均化することができる。よって、その結果、コギングトルクを低減することができる。

【産業上の利用可能性】

50

【 0 0 5 3 】

本開示の固定子およびモータは、インナーロータ方式またはアウターロータ方式のモータなど様々な構造のモータに適用することが可能である。また、本開示の固定子は、トランスおよびパワーチョークコイル等の磁気を応用した電子部品の用途にも適用できる。

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

1 磁性薄帯

2 積層体

3 磁性薄帯の内径部

4、32 ティース部

10

5、35 回転子

7、33、33a 固定子

10、34、34a 固定子の内径部

14、36 エアギャップ

15a、15b、15c、15d、15e、15f 小積層体

16a、16b、16c、16d、16e、16f 小積層体の内径部

31 電磁鋼板

20

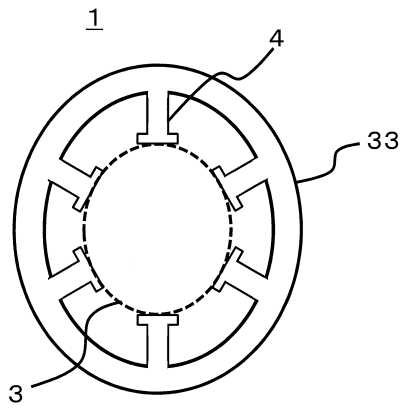
30

40

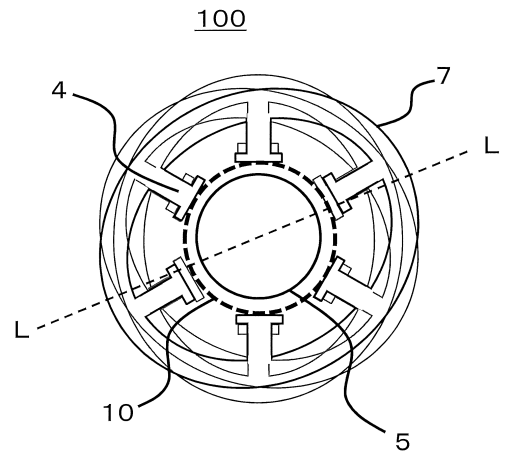
50

【図面】

【図 1】



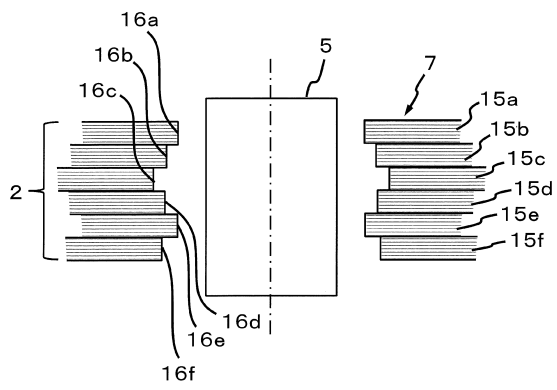
【図 2】



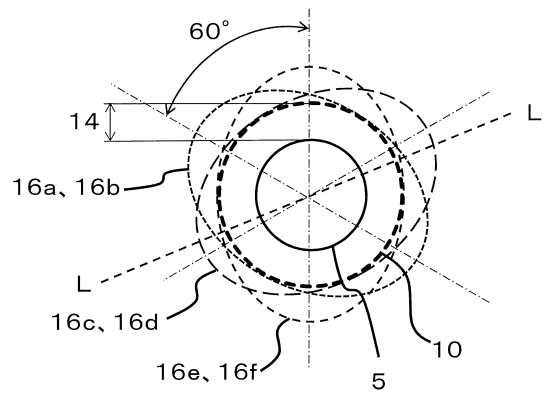
10

20

【図 3】



【図 4】

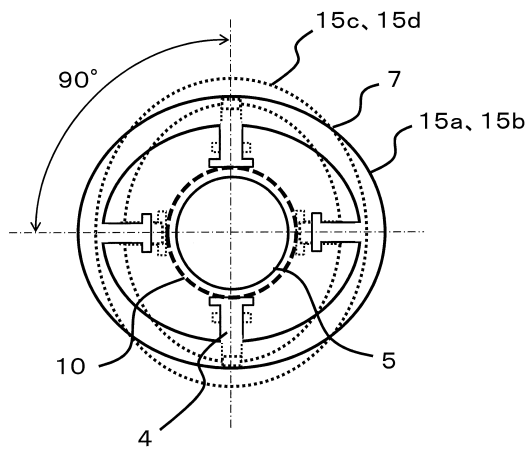


30

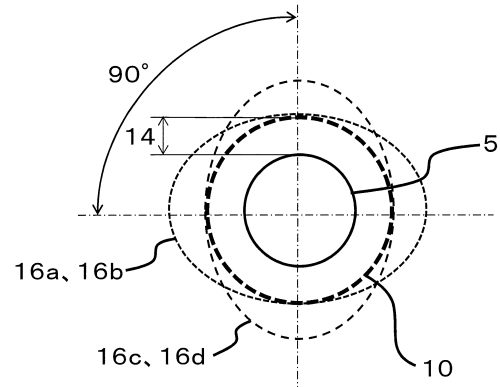
40

50

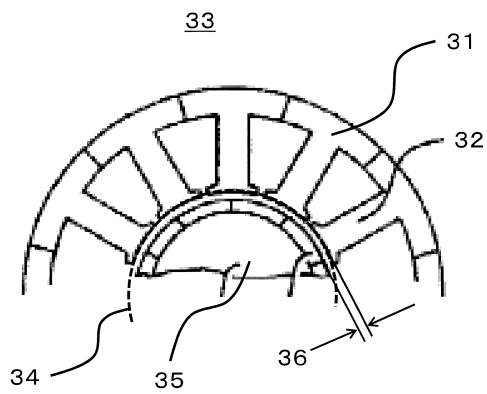
【図 5 A】



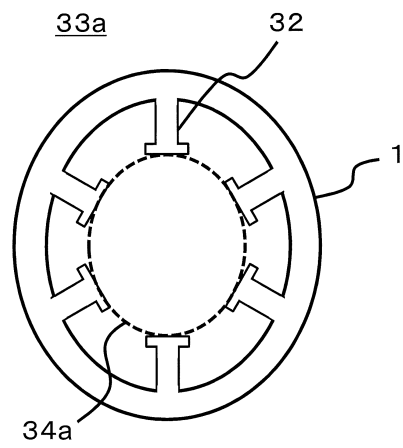
【図 5 B】



【図 6】



【図 7 A】



10

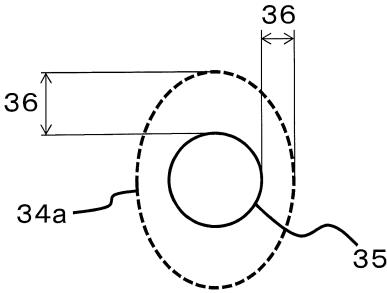
20

30

40

50

【 図 7 B 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 谷本 恵司
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 川合 文彦
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 西川 幸男
大阪府門真市松葉町 2 番 7 号 パナソニックプロダクションエンジニアリング株式会社内
- 審査官 中島 亮
- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 1 2 0 9 6 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 9 3 7 0 4 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 7 4 8 2 7 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 K 1 / 0 0 - 1 / 1 6
H 0 2 K 1 / 1 8 - 1 / 2 6
H 0 2 K 1 / 2 8 - 1 / 3 4