

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-254622

(P2006-254622A)

(43) 公開日 平成18年9月21日(2006.9.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 1/06 (2006.01)	H02K 1/06 Z	5H601
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 5O1M	5H621
H02K 21/14 (2006.01)	H02K 21/14 M	5H622

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2005-69091 (P2005-69091)
 (22) 出願日 平成17年3月11日 (2005.3.11)

(71) 出願人 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100097445
 弁理士 岩橋 文雄
 (74) 代理人 100103355
 弁理士 坂口 智康
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (72) 発明者 横手 静
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 西山 典禎
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

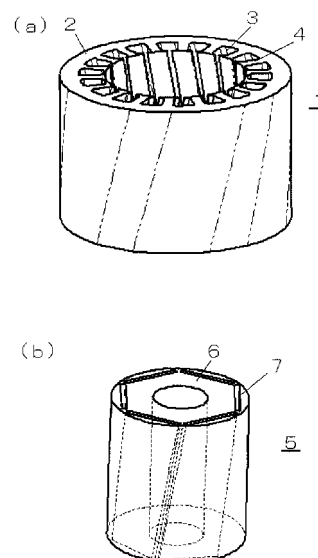
(54) 【発明の名称】 永久磁石型電動機

(57) 【要約】

【課題】永久磁石埋め込み型電動機において、固定子鉄心や回転子鉄心のどちらか一方をスキューしても、出力を低下させることなく低振動、低出力化するのは困難であった。

【解決手段】環状のヨークと巻線用溝となる周方向間隔において放射状に複数のティースが形成されている固定子と、前記固定子と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心に埋設された永久磁石にて界磁を発生する回転子とを備えた電動機において、前記の固定子と回転子共に同方向にスキューされている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環状のヨークと巻線用溝となる周方向間隔をおいて放射状に複数のティースが形成されている固定子と、前記固定子と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心に埋設された永久磁石にて界磁を発生する回転子とを備えた電動機において、前記の固定子と回転子共に同方向にスキューされていることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項 2】

環状のヨークと巻線用溝となる周方向間隔をおいて放射状に複数のティースが形成されている固定子と、前記固定子と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心に埋設された永久磁石にて界磁を発生する回転子とを備えた電動機において、前記の固定子が周方向にスキューされており、回転子に埋設された永久磁石が軸方向に複数段に分割されており、この軸方向に分割された回転子ブロックを固定子と同じ方向となる周方向にずらして積層することにより回転子のスキューを構成することを特徴とする永久磁石電動機。

10

【請求項 3】

固定子のスキュー角を s とすると、 s が機械角で $60/P$ (s (P は極対数)) であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の永久磁石電動機。

【請求項 4】

固定子のスキュー角を s 、回転子のスキュー角 r とすると $-60/P$ (s r) $60/P$ (スキュー角は機械角) を満たすことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 記載の永久磁石電動機。

20

【請求項 5】

固定子の少なくとも一部がスキューされていることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 記載の永久磁石電動機

【請求項 6】

回転子の少なくとも一部がスキューされていることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 記載の永久磁石電動機。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 記載の電動機を搭載した密閉型圧縮機。

30

【請求項 8】

請求項 7 記載の密閉型圧縮機を用いたことを特徴とする冷凍サイクル。

【請求項 9】

請求項 8 記載の冷凍サイクルで構成された空気調和機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転子鉄心に永久磁石が埋設された埋め込み磁石型電動機に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

従来電動機は、図 15 に示すように構成されている。これは、固定子とそれに半径方向に対向する回転自在に支持された回転子から構成されている。この固定子鉄心は巻線が施されるティースと、ティースをつなぐ略環状のヨークから形成されている。ティースの先端には、対向する回転子との空隙に沿って周方向に突出したティース先端突出部が形成されている。回転子には界磁を発生させる永久磁石が回転子鉄心の半径方向に複数枚埋設されている。

【0003】

コギングトルクやトルク脈動を低減することにより振動・騒音を抑制するために、固定

50

子を周方向にスキューする構造や、または軸方向に2つに分割された回転子ブロックが周方向にずらして積層する構造がとられている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2000-308287号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来の構成のように、回転子鉄心に永久磁石を埋設した電動機では、永久磁石が発生する磁束の方向においては磁路が永久磁石を横切るために磁気抵抗が高くなり、それに対して電気角で90度の方向においては磁路が回転子の鉄心の部分のみを通過するので磁気抵抗が低くなる。このように、回転子に永久磁石を埋設した構造のもので

10

【0005】

そこで、回転子と固定子の相対位置による磁気抵抗の変化を少なくするために、固定子鉄心を周方向にスキューしたり、回転子を軸方向に分割し、これを周方向にずらして積層するという手段がとられている。しかし、これらの構成では、固定子と回転子の相対位置が変化するために、出力トルクが最大となる電流位相からずれた位相にて駆動される部分が生じ、出力の低下を生じていた。また、回転子を軸方向に分割すると、異なる回転子ブロックの境界面において軸方向の磁束の漏れが生じるので出力がさらに低下し、磁束分布

20

【0006】

本発明は、このような従来の課題を解決するものであり、固定子のスキューと同方向に回転子をスキューさせることにより大きな電磁加振力が発生する位置を機械的に分散し、出力を低下させることなく低振動・低騒音な電動機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】

【0007】

上記の課題を解決するために本発明は、環状のヨークと巻線用溝となる周方向間隔において放射状に複数のティースが形成されている固定子と、前記固定子と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心に埋設された永久磁石にて界磁を発生する回転子とを備えた電動機において、前記の固定子と回転子共に同方向にスキューされたものである。

30

【0008】

また、環状のヨークと巻線用溝となる周方向間隔において放射状に複数のティースが形成されている固定子と、前記固定子と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心に埋設された永久磁石にて界磁を発生する回転子とを備えた電動機において、前記の固定子が周方向にスキューされており、回転子に埋設された永久磁石が軸方向に複数段に分割されており、この軸方向に分割された回転子ブロックを固定子と同じ方向となる周方向にずらして積層することにより回転子のスキューを構成したものである。

40

【0009】

また、固定子のスキュー角を機械角で s とすると、 s が $60/P$ s (P は極対数)となるものである。

【0010】

また、固定子のスキュー角を s 、回転子のスキュー角を r とすると $-60/P$ (s r) $60/P$ となるものである。

【0011】

また、固定子の少なくとも一部がスキューされているものである。

【0012】

さらに、回転子の少なくとも一部がスキューされているものである。

50

上記手段によって、電磁力が最大となる位置が機械的に周方向に分散されるため、電動機駆動時の騒音や振動を抑制することができる。

【発明の効果】

【0013】

請求項1記載の発明によれば、固定子が周方向にスキューされており、回転子も固定子と同方向にスキューされることによって、大きな電磁加振力が発生する位置を機械的に周方向に分散させることができる。また、固定子と回転子が同方向にずれているため、相対的な位置はどの断面においても等しくなる。したがって、出力を低下させることなく、運転時の騒音や振動を低減できる。

請求項2記載の発明によれば、軸方向に平行に埋設された永久磁石を軸方向に複数段に分割し、これら回転子ブロックを固定子と同方向の周方向にずらして積層して回転子スキューを構成することによって、低騒音・低振動の効果を有する電動機の回転子を容易に製造することができる。

【0014】

請求項3記載の発明によれば、スキューのない電動機と比較して電磁力の最大値を大幅に低減することができるので、効果的に電動機の低振動・低騒音化を実現することができる。

【0015】

請求項4記載の発明によれば、スキューのない電動機と比較して出力の低下を5%以下に抑えた低振動・低騒音な電動機を得ることができる。

【0016】

請求項5記載の発明によれば、固定子の少なくとも一部にスキューが施されることによって、低振動・低騒音の電動機の固定子が容易に製造できる。

【0017】

請求項6記載の発明によれば、回転子の少なくとも一部にスキューが施されることによって、低振動・低騒音の電動機の回転子が容易に製造できる。

【0018】

請求項7から請求項9記載の発明によれば、家電機器や自動車を低騒音化・低振動化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明は、環状のヨークと巻線用溝となる周方向間隔において放射状に複数のティースが形成されている固定子と、前記固定子と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心に埋設された永久磁石にて界磁を発生する回転子とを備えた電動機において、前記の固定子と回転子共に同方向にスキューされているものである。

【0020】

このような構成により、大きな電磁加振力が発生する位置を機械的に周方向に分散させることができるので、運転時の騒音や振動を低減できる。

【実施例】

【0021】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

【0022】

(実施例1)

本発明の請求項1に記載の電動機は、図1に示す様に環状のヨーク2と巻線用溝であるスロット3となる周方向間隔において放射状に複数のティース4が形成されている固定子1と、前記固定子1と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心6に埋設された永久磁石7にて界磁を発生する回転子5を有する。固定子1と回転子5は同方向にスキューされている。

【0023】

10

20

30

40

50

電動機を駆動する場合、固定子のティース部に巻回された巻線が通電され、これによって生じる磁界と、回転子鉄心に埋設された永久磁石から発生する磁界が吸引または反発する力を生じ、この電磁力の周方向成分が回転子を回転させる力すなわちトルクとなる。ここで発生する電磁力の半径方向成分はトルクには寄与せず、これが振動や騒音の原因のひとつと考えられる。

【0024】

固定子も回転子もスキューされていない電動機では、固定子に対して大きな電磁力が発生する部分が回転軸に垂直などの断面においても同じ部分にあるので、図2(a)に示すように力が回転軸と平行にかかることになる。この力によって固定子には半径方向に歪が生じ、軸に垂直な断面から見た場合に楕円または略多角形状に変形する円環モードの振動が発生しやすい状態となり、振動・騒音が大きくなる。

10

【0025】

本発明の第一の実施例の電動機においては、固定子の大きな電磁力がかかる部分がスキューに伴って分散され、固定子の大きな電磁力がかかる位置が図2(b)に示すように回転軸と平行にはならないので、円環モードの歪が生じにくくなり、固定子の振動は低減される。図3は固定子の内径位置に生じる電磁力の半径方向成分の分布を示し、横軸は固定子内径の位置、縦軸は固定子内径に働く電磁力の半径方向成分を示している。電磁力の半径方向成分の分布を見ると、固定子と回転子共にスキューすることにより力の変動が大幅に抑えられることがわかる。また、固定子と回転子は同方向にスキューをしているので、固定子と回転子の相対位置はどの断面においてもほぼ等価である。したがって、回転軸に垂直な断面で見ると電気的特性はどの断面においても同様であるので、固定子、回転子ともスキューされていない電動機と同じトルク特性を示し、出力が低下することはない。

20

【0026】

このような理由により固定子と回転子を同方向にスキューした電動機では、出力を低下させることなく低振動・低騒音化が可能になる。

【0027】

この実施例においては、回転子に埋設された永久磁石の形状が平板なものについて示しているが、これに限ったものではなく、図4に示すような周方向に複数に分割されたものや図5に示すような円弧状のもの、永久磁石が半径方向に複数埋設されている等の永久磁石の磁束を高めたものにおいても有効であり、同様の効果が得られる。また、回転子鉄心の外形についても円筒形状に限らず、図6に示すような外周が異なる曲率をもつ複数の円弧で構成されていたり、外周に凹部が設けられているような、磁極間の磁束の変化を緩やかにすることにより低振動・低騒音化を図った形状についても、さらに振動や騒音を低減することが可能となる。電動機の極数やスロット数についても、ここであげた例に限らず、あらゆる極数において適用できる。

30

【0028】

(実施例2)

本発明の請求項2に記載の電動機は、図7に示す様に環状のヨーク2と巻線用溝であるスロット3となる周方向間隔を有する放射状に複数のティース4が形成されている固定子1と、前記固定子1と僅かな空隙を介して対向し、回転自在に保持され、薄板状の電磁鋼板を軸方向に積層した回転子鉄心6に埋設された永久磁石7にて界磁を発生する回転子5で構成されている。前記固定子は周方向にスキューされている。回転子は軸方向に複数ブロック8に分割され、その回転子ブロックが固定子と同じ方向となる周方向にずらして積層されることによりスキューが構成されている。

40

【0029】

ここで、図8に示すように片方の軸端に配置された永久磁石の中心(磁極の中心かつ軸方向長さの中心)と、もう一方の軸端に配置された永久磁石の中心とを結んだ直線が回転子の端面と交差する点を軸と垂直な断面に投影し、それら2点と回転の中心点からなる角を等価的に回転子のスキュー角 r とする。

【0030】

50

一例として回転子が軸方向に2分割されている場合について説明する。上記電動機において、分割した回転子ブロック1、2に対応する部分を電動機1、電動機2とする。電動機1と電動機2における回転子と固定子の相対位置関係はほぼ等しいので、電動機1と電動機2の電気的特性は同一とみなせる。電動機1のみに着目すると回転子は永久磁石が回転軸と平行に配置された一般的な回転子であり、固定子のみスキューが施されていることになる。したがって、固定子と回転子共にスキューが施されていない場合と比較すると電磁力はわずかに減少しているが、電動機1に対するスキュー角は固定子のスキュー角 s より小さいので十分に低減されず、電動機1が発生する半径方向の電磁力の分布は図9に示すような特性になる。一方、電動機2が発生する電磁力も図9に示す電動機1の場合と同様であるが、これを周方向にずらして積層することにより、電磁力が最も高い位置が電動機1と電動機2では周方向にずれる。これによって、固定子には軸断面形状が楕円または略多角形になる円環モードの振動が生じにくくなり、電動機駆動時の騒音や振動を抑制することができる。また、固定子と回転子のどちらか一方のみをスキューする場合に比べて、固定子と回転子の相対位置の変化の幅は小さい、すなわち、電気的なスキュー角は小さくなるので、軸方向の漏れ磁束も抑制され、出力の低下もわずかに抑えられる。ここでは、回転子ブロックが軸方向に2分割された場合について示したが、図10に示すように3つ以上の複数段に分割されているものにおいては、軸に垂直な断面で見た場合の固定子と回転子の相対位置のずれが小さくなるので、駆動時の電流位相のずれも小さくなり、出力トルクをほとんど低下させることなく低振動・低騒音の効果が得られる。

10

20

【0031】

(実施例3)

本発明の請求項3に記載の電動機は、固定子のスキュー角 s が機械角で $60/P$ (s (P は極対数) の範囲に存在する。図11に固定子のスキュー角(電気角)に対する電磁力の半径方向成分の最大値の変化を示しているように、スキューのない電動機に比べてスキュー角が電気角で 60° 付近で急激に電磁力が減少する。そして、 60° 以上スキューすることによって、さらに電磁力を低減することができ、電磁力の分布の半周期に相当する電気角 180° で最小となる。固定子の形状や巻線の方法によっては、スキュー角を大きくするのが困難な場合があるが、そのような電動機においても、固定子のスキュー角 s を機械角で $60/P$ s 度に設定することにより、効果的に電動機の振動や騒音を低減することができる。

30

【0032】

(実施例4)

本発明の請求項4に記載の電動機は、固定子のスキュー角 s 、回転子のスキュー角 r が $-60/P$ ($s - r$) $60/P$ を満たす。固定子に生じる電磁力の分布は固定子のスキュー角に大きく依存するものであり、固定子のスキュー角と回転子のスキュー角が等しくなくても、低振動・低騒音の効果は得られる。しかし、固定子と回転子のスキュー角の差が大きくなると、固定子と回転子の相対位置のずれが大きくなってしまいうので、それにともなって電流位相も最大トルクを発生する位相からずれてしまい出力は低下する。そこで、図12に固定子のスキュー角 s と回転子のスキュー角 r の差に対する平均トルクの変化を示す。出力トルクの低下が電動機の効率低下に大きく影響しない範囲として、トルクの低減率が固定子と回転子ともにスキューされていない電動機と比較して5%以下になるように目標値を設定すると、図12に示すように固定子と回転子のスキュー角の差を $-60/P$ ($s - r$) $60/P$ にすればよい。

40

【0033】

(実施例5)

本発明の請求項5に記載の固定子は、図13に示すように固定子の少なくとも一部分にスキューが施されており、スキューが複数の部分で構成されている場合は、各々のスキュー角が一様に限ったものではない。固定子をスキューする場合、ティースに巻線を巻回しなければならないために、軸方向に一樣なスキューを施すことが困難な場合がある。これは、固定子鉄心の径や軸方向長さ、スロット数などにも起因するものであるが、このような

50

場合においても固定子の巻線が通電されることによって生じる磁界が任意の軸垂直断面において周方向にずれた位置に存在していればスキューと同じ効果が得られるので、電動機の低振動・低騒音化が可能となる。

【0034】

このように、上記発明により低振動・低騒音な電動機の固定子を容易に作成することができる。

【0035】

(実施例6)

本発明の請求項6記載の固定子は、図14に示すように回転子の少なくとも一部分にスキューが施されている。永久磁石の磁極の中心が周方向にずれた位置が少なくとも一箇所存在すると、磁極の分布が回転軸に対して平行ではなくなるので、等価的にスキューの効果が得られる。また、図14に示すようにスキュー磁石と回転軸に並行な磁石の両方またはどちらか一方のみで回転子のスキューが構成されていてもよい。

10

このように、上記発明により、低振動・低騒音な電動機の回転子を容易に作成することができる。

【0036】

また、近年、家電機器や自動車等に搭載される空気調和機に対して、低騒音・低振動の要求が高まってきていることより、本発明の電動機をこれらの機器に適用することにより、騒音や振動の低い家電機器、自動車を実現できる。

【産業上の利用可能性】

20

【0037】

本発明の電動機は、低振動、低騒音な動力源として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】(a)は本発明の第1の実施例の固定子を示す斜視図、(b)は本発明の第1の実施例の回転子を示す斜視図

【図2】(a)は固定子内径の電磁力がかかる位置を示すスキューのない固定子の断面図、(b)はスキューのある固定子の断面図

【図3】固定子の位置に対する電磁力特性を示す図

【図4】本発明の第1の実施例の他の例の回転子を示す斜視図

30

【図5】同他の例の回転子を示す斜視図

【図6】同他の例の回転子を示す斜視図

【図7】本発明の第2の実施例の回転子を示す斜視図

【図8】回転子のスキュー角を説明する図

【図9】固定子の位置に対する電磁力特性を示す図

【図10】本発明の第2の実施例の他の例の回転子を示す斜視図

【図11】スキュー角に対する電磁力特性を示す図

【図12】スキュー角に対するトルク特性を示す図

【図13】本発明の第5の実施例の固定子を示す斜視図

【図14】本発明の第6の実施例の回転子を示す斜視図

40

【図15】(a)は従来電動機の固定子を示す斜視図、(b)従来電動機の回転子を示す斜視図

【符号の説明】

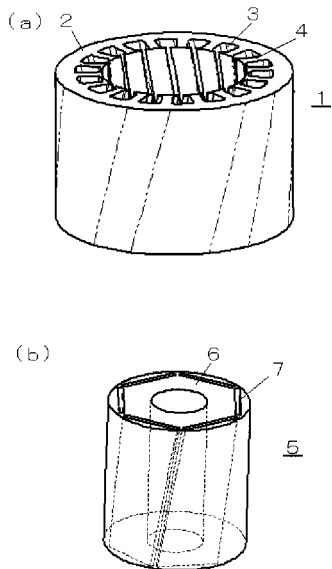
【0039】

- 1 固定子
- 2 ヨーク
- 3 スロット
- 4 ティース
- 5 回転子
- 6 回転子鉄心

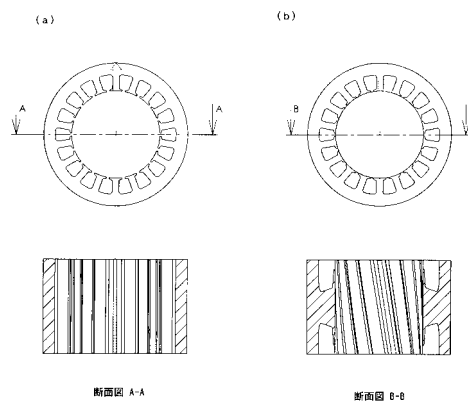
50

- 7 永久磁石
- 8 回転子ブロック

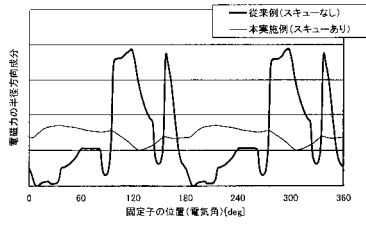
【図 1】



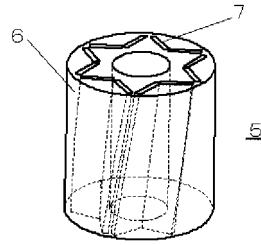
【図 2】



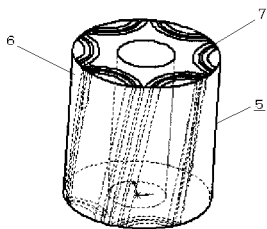
【 図 3 】



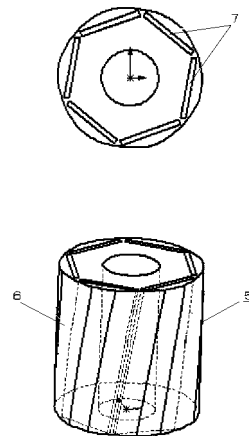
【 図 4 】



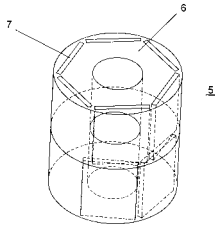
【 図 5 】



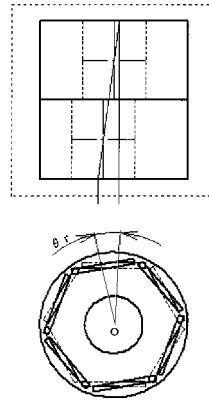
【 図 6 】



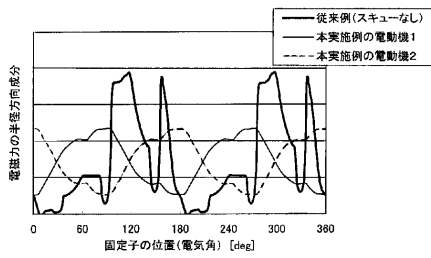
【 図 7 】



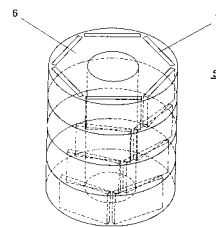
【 図 8 】



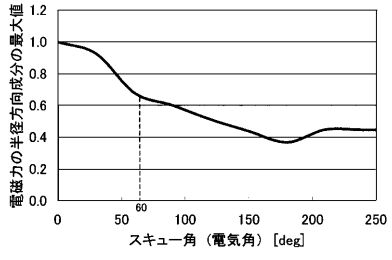
【 図 9 】



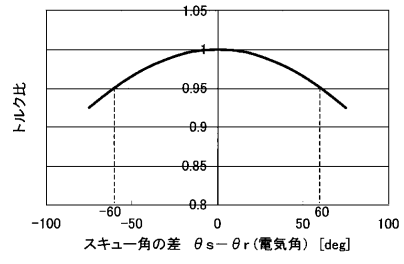
【 図 10 】



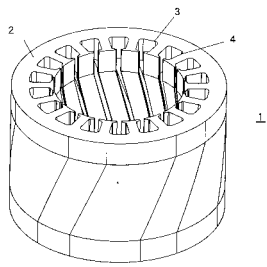
【 図 1 1 】



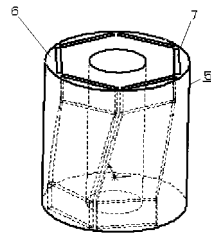
【 図 1 2 】



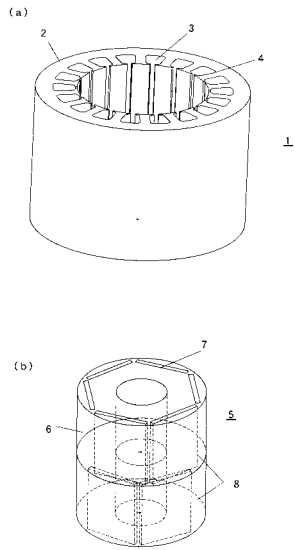
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 15 】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 浩

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 角田 吉隆

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 森野 修明

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 5H601 AA02 AA20 AA29 CC01 CC15 DD09 EE11 EE19 FF04 GA02
GA15 GA24 GB05 GB12 GB33 GB44 GC12 GC33 GC35 HH02
5H621 AA02 GA01 GA07 HH03 PP03
5H622 AA02 CA02 CA07 CA14 QB03