(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2012-244831
(P2012-244831A)
(43)公開日　平成24年12月10日(2012.12.10)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H02K 21/22	(2006.01)	H02K	21/22	M	5H601
B25F 5/00	(2006.01)	B25F	5/00	G	5H621
H02K 1/22	(2006.01)	H02K	1/22	A	

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 9 頁）

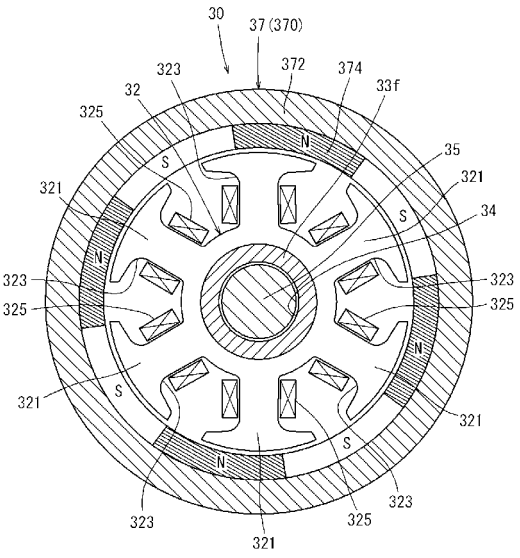
(21)出願番号　特願2011-114484 (P2011-114484)
(22)出願日　平成23年5月23日 (2011.5.23)

(71)出願人　000137292
株式会社マキタ
愛知県安城市住吉町３丁目１１番８号
(74)代理人　110000394
特許業務法人岡田国際特許事務所
(72)発明者　太田　健一
愛知県安城市住吉町３丁目１１番８号　株式会社マキタ内

Ｆターム(参考)　5H601 AA29 BB09 CC01 CC15 DD02 DD11 DD23 DD31 DD47 EE03 EE27 EE35 EE38 GA02 GB05 GB12
5H621 GA04

(54)【発明の名称】電動工具

(57)【要約】
【課題】本発明は、モータを大型化することなく、固定子の歯の部分で磁気が飽和し難いようにして、磁石の能力を十分に活用できるようにする。
【解決手段】本発明に係る電動工具は、円周方向に複数の歯３２１が等間隔で形成されて、歯３２１と歯３２１の間に軸方向に延びる溝状のスロット３２３が形成されており、各々の歯３２１に巻線３２５が巻装されている軸状の固定子３２と、固定子３２を同軸に囲む円筒状に構成されて、固定子３２の歯３２１の先端面と対向する内周面に複数極の永久磁石３７４が設けられている回転子３７とからなるモータ３０が搭載された電動工具であって、回転子３７の永久磁石３７４の極数と、固定子３２のスロット３２３の数との比率が４対３に設定されている。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
円周方向に複数の歯が等間隔で形成されて、前記歯と歯の間に軸方向に延びる溝状のスロットが形成されており、各々の歯に前記スロットを利用して巻線が巻装されている軸状の固定子と、前記固定子を同軸に囲む円筒状に構成されて、前記固定子の歯の先端面と対向する内周面に複数極の永久磁石が設けられている回転子とからなるモータが搭載された電動工具であって、
前記回転子の永久磁石の極数と、前記固定子のスロット数との比率が４対３に設定されていることを特徴とする電動工具。
【請求項２】
請求項１に記載された電動工具であって、
前記回転子の永久磁石は、希土類磁石であることを特徴とする電動工具。
【請求項３】
請求項２に記載された電動工具であって、
前記回転子の永久磁石は、ネオジム、鉄、ホウ素を主成分とする希土類磁石であることを特徴とする電動工具。
【請求項４】
請求項１から請求項３のいずれかに記載された電動工具であって、
前記回転子の永久磁石の極数が８極、前記固定子のスロット数が６個、あるいは前記回転子の永久磁石の極数が１２極、前記固定子のスロット数が９個、あるいは前記回転子の永久磁石の極数が１６極、前記固定子のスロット数が１２個であることを特徴とする電動工具。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、軸状の固定子の回りを円筒状の回転子が回転するいわゆるアウターロータ型のモータが搭載された電動工具に関する。
【背景技術】
【０００２】
上記したアウターロータ型のモータが搭載された電動工具に関する技術が特許文献１に記載されている。
特許文献１に記載された電動工具は、アウターロータ型のモータが搭載された電動サンダである。このように、アウターロータ型のモータを使用することで回転子の直径を大きく設定でき、高い遠心力等により大きな回転トルクを得ることができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００６－１５０５７１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
電動工具に使用されるアウターロータ型のモータでは、一般的に、図７に示すように、回転子１０２の永久磁石１０３の極数が４極、固定子１０５のスロット１０６の数が６個（６スロット）のものが使用されている。
極数が４極の永久磁石１０３の場合、回転子１０２の内周面にＮ極とＳ極とが90°毎に交互に設けられている。また、６スロットの固定子１０５の場合、巻線（図示省略）が巻装される歯１０７が60°間隔で形成されている。
アウターロータ型のモータでは、回転子１０２が固定子１０５の外側に配置される構成のため、インナーロータ型のモータ（回転子が固定子の内側に配置されるモータ）と比較

して永久磁石１０３の一つの磁極の円周方向における幅寸法（円弧長）が大きくなる。このため、アウターロータ型のモータでは、永久磁石１０３の一つの磁極を通過する磁束量がインナーロータ型のモータと比較して大きくなる。このため、アウターロータ型のモータでは、回転子１０２と固定子１０５からなる磁気回路において、前記固定子１０５の歯１０７等を通過する磁束量が大きくなる。さらに、近年、前記永久磁石１０３には、モータの性能向上のため磁束密度が大きい強力な磁石が使用される。

このため、回転子１０２の回転中に、永久磁石１０３の磁極から固定子の一つの歯１０７に対して磁束（図７の細線参照）が集中して通過しようとする際に（図７　Ａ部、Ｂ部参照）、磁気が飽和して磁束の通過が頭打ちになることがある。

したがって、高性能の磁石を使用しても、その磁石の能力を十分に発揮できなくなる。なお、固定子１０５の歯１０７のサイズを大きくすれば磁気の飽和を抑制することができるが、モータが大型化するため好ましくない。

【０００５】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、モータを大型化することなく、固定子の歯の部分等で磁気が飽和し難いようにして、磁石の能力を十分に活用できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

上記した課題は、各請求項の発明によって解決される。

請求項１の発明は、円周方向に複数の歯が等間隔で形成されて、前記歯と歯の間に軸方向に延びる溝状のスロットが形成されており、各々の歯に前記スロットを利用して巻線が巻装されている軸状の固定子と、前記固定子を同軸に囲む円筒状に構成されて、前記固定子の歯の先端面と対向する内周面に複数極の永久磁石が設けられている回転子とからなるモータが搭載された電動工具であって、前記回転子の永久磁石の極数と、前記固定子のスロット数との比率が４対３に設定されていることを特徴とする。

【０００７】

本発明によると、回転子の永久磁石の極数と、固定子のスロット数との比率が４対３に設定されている。このため、例えば、永久磁石の極数を８極、固定子のスロット数を６個（６スロット）に設定することができる。即ち、６スロットのモータにおいて、永久磁石の極数を従来の４極から８極にできるため、モータの各部分の寸法を一定のままで、永久磁石の各磁極の円周方向における幅寸法（円弧長）を従来の半分にすることができる。このため、永久磁石の一つの磁極を通過する磁束量が従来の約半分になる。

このため、回転子が固定子の周囲を回転する際、永久磁石の磁極（例えば、Ｎ極）から固定子の一つの歯に対して磁束が集中する場合でも、従来と比較して、一つの磁極の磁束量が半減することで磁気が飽和し難くなる。したがって、高性能の磁石を使用しても、その磁石の能力を十分に活用できるようになる。即ち、アウターロータ型のモータのサイズ等をそのままの状態で、ハイパワー化が可能になる。

【０００８】

請求項２の発明によると、回転子の永久磁石は、希土類磁石であることを特徴とする。

請求項３の発明によると、回転子の永久磁石は、ネオジム、鉄、ホウ素を主成分とする希土類磁石であることを特徴とする。

このため、永久磁石の磁束密度が大きくなり、モータのハイパワー化が可能になる。

請求項４の発明によると、回転子の永久磁石の極数が８極、固定子のスロット数が６個、あるいは前記回転子の永久磁石の極数が１２極、前記固定子のスロット数が９個、あるいは前記回転子の永久磁石の極数が１６極、前記固定子のスロット数が１２個であることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によると、固定子の歯の部分等で磁気が飽和し難くなるため、磁石の能力を十分に活用できるようになり、モータを大型化させることなくそのモータの性能がアップする

。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明の実施形態１に係る電動工具（携帯マルノコ）の全体縦断面図である。
【図２】電動工具のモータにおける軸心に対して直角な模式断面図（図１のII-II矢視断面図）である。
【図３】電動工具のモータ（８極、６スロット）における永久磁石による磁束を表す模式図である。
【図４】回転子の回転角度と固定子の一つの歯を通る磁束量との関係を表すグラフである。
【図５】モータ（８極、６スロット）の回転角度と巻線に発生する誘起電圧との関係を表すグラフである。
【図６】モータ（４極、６スロット）の回転角度と巻線に発生する誘起電圧との関係を表すグラフである。
【図７】従来のアウターロータ型のモータにおける磁束の様子を表す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
［実施形態１］
以下、図１から図６に基づいて本発明の実施形態１に係る電動工具について説明する。本実施形態に係る電動工具は、アウターロータ型のブラシレスモータを備える携帯マルノコ１０である。
＜携帯マルノコ１０の概要について＞
携帯マルノコ１０は、図１に示すように、被切断材Ｗ（二点鎖線参照）の上面に面接触させる平板形状のベース１２と、このベース１２上に設けられたマルノコ本体部２０とを備えている。そして、前記マルノコ本体部２０が、駆動源としてのブラシレスモータ３０（以下、モータ３０という）と、前記モータ３０の回転出力を減速するための減速機構２２と、その減速機構２２の出力軸であるスピンドル２５に取付けられた円板状の回転刃具２６とから構成されている。
前記回転刃具２６の下側は、前記ベース１２の下面から下方に突出しており、この回転刃具２６の突出部分が被切断材Ｗに切り込まれることで被切断材Ｗの切断加工が行われる。
【００１２】
＜モータ３０の概要について＞
モータ３０は、図１に示すように、モータケース３１内で、そのモータケース３１と同軸に固定された軸状の固定子３２と、モータケース３１内で前記固定子３２を囲んで同軸に設けられた円筒形の回転子３７とを備えている。モータケース３１は、そのモータケース３１の開口部（図１において左端部）が円板状の固定子支持金具３３によって塞がれており、その固定子支持金具３３が減速機構２２のケース部２２ｃに固定されている。固定子支持金具３３は、モータケース３１内で固定子３２を支持する金具であり、モータケース３１の開口を塞ぐ円盤部３３ｅと、その円盤部３３ｅの中心位置で軸方向に突出する円筒部３３ｆとから構成されている。そして、固定子支持金具３３の円筒部３３ｆの先端位置に固定子３２が同軸に連結されている。
【００１３】
固定子支持金具３３の円盤部３３ｅと円筒部３３ｆ、及び固定子３２には、図１、図２に示すように、中央に軸方向に延びる貫通孔３４が形成されており、その貫通孔３４にモータ３０の出力軸３５が回転可能な状態で挿通されている。そして、前記出力軸３５の両端部が、図１に示すように、減速機構２２側に設けられた第１軸受３６ａと、モータケース３１の底板側に設けられた第２軸受３６ｂとによって回転自在に支持されている。
モータ３０の出力軸３５には、回転子３７の軸方向一端（図１において右端）に設けられた円板状の底板部３８が相対回転不能な状態で同軸に連結されている。このため、モー

タ３０の出力軸３５は、回転子３７と一体で回転が可能となる。さらに、モータ３０の出力軸３５には、回転子３７の底板部３８と第２軸受３６ｂ間に冷却ファン３９が相対回転不能な状態で連結されている。冷却ファン３９は、モータ３０の出力軸３５と共に回転して空気の流れを作り、モータケース３１内を冷却できるように構成されている。ここで、回転子３７の底板部３８には、冷却ファン３９による冷風が通過する通気孔３８ｈが形成されている。

【００１４】

＜モータ３０の回転子３７、及び固定子３２について＞

モータ３０の回転子３７は、固定子３２の周囲に配置される回転子本体３７０と、前記回転子３７をモータ３０の出力軸３５に連結する上記した底板部３８とから構成されている。回転子本体３７０は、図２に示すように、円筒形の強磁性体（例えば、鉄）により形成された外筒部３７２と、その外筒部３７２の内周面に設けられた永久磁石３７４とから構成されている。そして、永久磁石３７４が円周方向に８等分されて、Ｎ極とＳ極とが交互に形成されている。

ここで、前記永久磁石３７４には、ネオジム、鉄、ホウ素を主成分とする希土類磁石であるネオジム磁石が使用されている。

モータ３０の固定子３２は、図２に示すように、円周方向に等間隔で形成された６個の歯３２１と、各々の歯３２１と歯３２１の間で軸方向に延びる溝状に形成されたスロット３２３とを備えている。そして、固定子３２の各々の歯３２１に前記スロット３２３を利用して巻線３２５が巻装されている。ここで、各々の歯３２１に巻装される巻線３２５は、スター結線、あるいはデルタ結線により三相接続されている。

即ち、前記モータ３０は、８極、６スロットのアウターロータ型のブラシレスモータである。

【００１５】

＜本実施形態に係る８極、６スロットのアウターロータ型のモータ３０と従来の４極、６スロットのアウターロータ型のモータとの比較＞

次に、図３、図４等に基づいて、本実施形態に係る８極、６スロットのアウターロータ型のモータ３０と従来の４極、６スロットのアウターロータ型のモータとの比較を行う。

ここで、図３は、８極、６スロットのアウターロータ型のモータ３０において、回転子３７と固定子３２からなる磁気回路に永久磁石３７４の磁束（細線参照）が通る様子を表している（回転角９°）。また、図４は、永久磁石３７４の磁束が固定子３２の特定の歯３２１（図３のＡ部参照）を通る際の磁束量と、回転子３７の回転角度との関係を表している。なお、モータ３０の歯３２１は６個全て同一形状、同一サイズであるため、特定の歯３２１以外の歯３２１においても回転角度を歯３２１の位置に合わせて変更することで、図４の特性をそのまま適用可能である。

図３に示すように、永久磁石３７４の極数を８極、固定子３２のスロット３２３の数を６スロットにすることで、従来の４極、６スロットの場合（図７参照）と比較し、モータ３０の各部分の寸法を一定の状態で永久磁石３７４の各磁極の円周方向における幅寸法（円弧長）を従来の半分にすることができる。したがって、永久磁石３７４の各磁極を通過する磁束量を従来の約半分にすることができる。

【００１６】

このため、回転子３７が固定子３２の周囲を回転する際、永久磁石３７４の磁極（例えば、Ｎ極）から固定子３２の一つの歯３２１に対して磁束が集中する場合でも、従来と比較して一つの磁極の磁束量が半減するために磁気が飽和することがなくなる。

ここで、図４における特性I（実線）は、本実施形態に係る８極、６スロットのモータにおける特定の歯３２１を通過する磁束量の変化を表しており、特性II（点線）は従来の４極、６スロットのモータにおける特定の歯を通過する磁束量の変化を表している。

特性IIに示すように、従来の４極、６スロットの場合には、例えば、回転角度が約60°～90°の範囲で、磁束が固定子３２の特定の歯３２１に集中することで磁気が飽和し、その歯３２１を通過する磁束量が頭打ちになってしまう。

これに対し、特性Iに示すように、８極、６スロットの場合には、磁気が飽和しないため、磁束が特定の歯３２１を通る際に、磁束量が頭打ちになることがない。このため、８極、６スロットの場合には、従来の４極、６スロットの場合と比較して、巻線３２５に誘起される起電力（誘起電圧Ｖ（Ｖ＝ｎ×ｄφ÷ｄｔ））が大きくなる（図５、図６参照）。なお、ｎは巻線３２５の巻数であり、φは磁束、ｔは時間を表している。

ここで、図５は、８極、６スロットのモータ３０において、回転子３７を一定回転させたときの各巻線３２５（Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相）に誘起される誘起電圧Ｖを表している。図６は、４極、６スロットのモータにおいて、回転子を一定回転させたときの各巻線（Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相）に誘起される誘起電圧Ｖを表している。

図５、図６から明らかなように、８極、６スロットの場合には、従来の４極、６スロットの場合と比較して、巻線３２５に誘起される誘起電圧Ｖが大きくなるため、モータ３０の出力が大きくなり、モータ３０の回転数が同一であれば、回転トルクを大きくすることができる。

【００１７】

＜本実施形態に係る電動工具の長所＞

本発明によると、回転子３７の永久磁石３７４の極数が８極、固定子３２のスロット数が６スロットに設定されている。即ち、回転子３７の永久磁石３７４の極数と、固定子３２のスロット数との比率が４対３に設定されている。

このように、モータ３０のスロット数を６スロットのままで、永久磁石３７４の極数を従来の４極から８極にすることにより、モータ３０の各部分の寸法を一定のままで、永久磁石３７４の各磁極の円周方向における幅寸法（円弧長）を従来の半分にすることができる。このため、永久磁石３７４の一つの磁極を通る磁束量が約半減するようになる。

したがって、回転子３７が固定子３２の周囲を回転する際、永久磁石３７４の磁極（例えば、Ｎ極）から固定子３２の一つの歯３２１に対して磁束が集中する場合でも、従来と比較して、磁束量が半減することで磁気が飽和することがなくなる。このため、高性能の磁石３７４を使用しても、その磁石３７４の能力を十分に活用できるようになる。即ち、アウターロータ型のモータ３０のサイズをそのままの状態で、ハイパワー化が可能になる。

【００１８】

＜変更例＞

ここで、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における変更が可能である。例えば、本実施形態では、回転子３７の永久磁石３７４の極数を８極、固定子３２のスロット数を６スロットに設定する例を示した。しかし、回転子の永久磁石の極数と、固定子のスロット数との比率を４対３に設定した状態で、前記極数とスロット数とを適宜変更することが可能である。例えば、回転子３７の永久磁石３７４の極数を１２極にし、固定子３２のスロット数を９スロットにすることも可能であるし、回転子３７の永久磁石３７４の極数を１６極にし、固定子３２のスロット数を１２スロットにすることも可能である。

これにより、電動工具用モータの径寸法をさほど大きくすることなく、前記モータ３０のハイパワー化が可能になる。

また、本実施形態では、電動工具として携帯マルノコを例示したが、携帯マルノコ以外の電動工具、例えば、電動サンダー等に本発明を適用することも可能である。

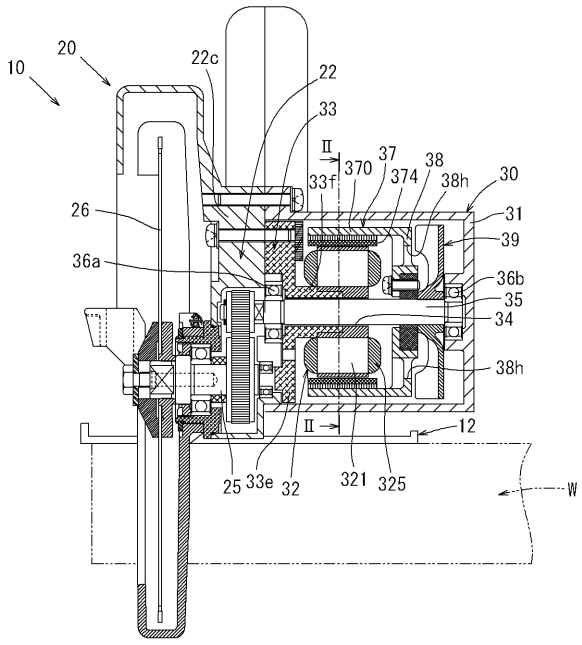
【符号の説明】

【００１９】

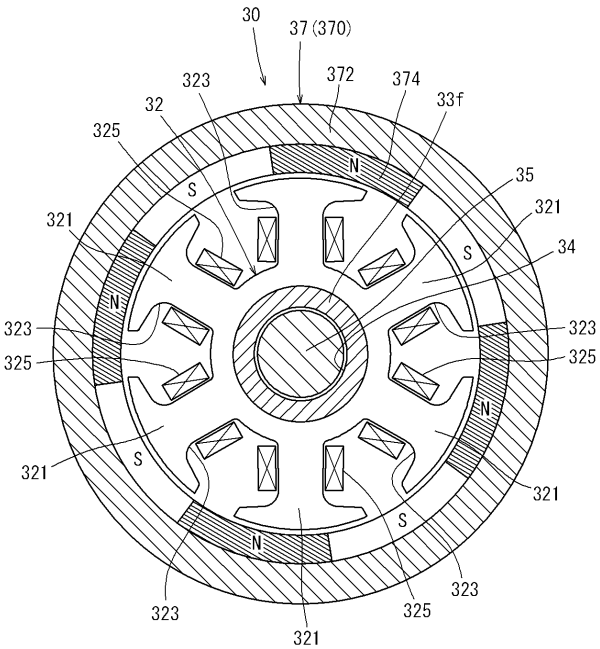
１０・・・・携帯マルノコ（電動工具）
３０・・・・モータ（アウターロータ型のモータ）
３２・・・・固定子
３７・・・・回転子
３２１・・・歯
３２３・・・スロット

３２５・・・巻線
３７４・・・永久磁石

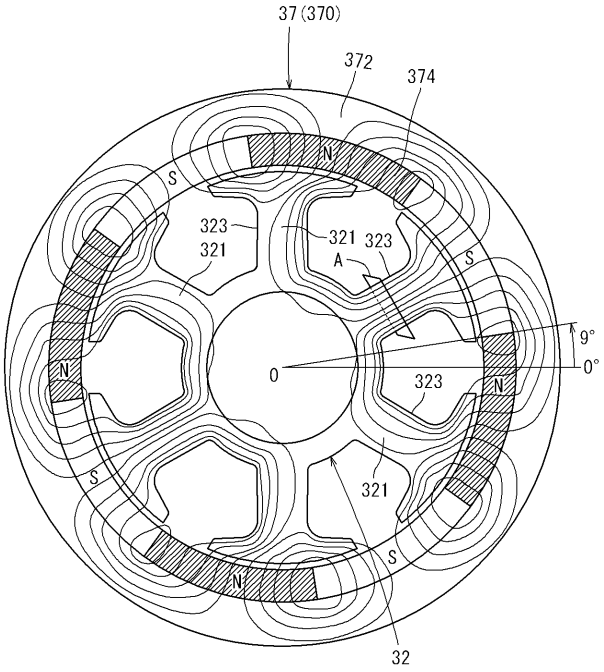
【図１】



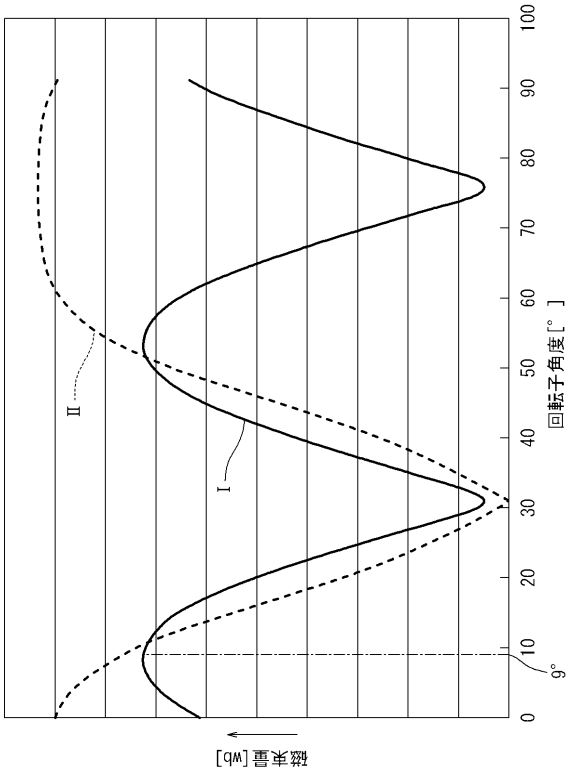
【図２】



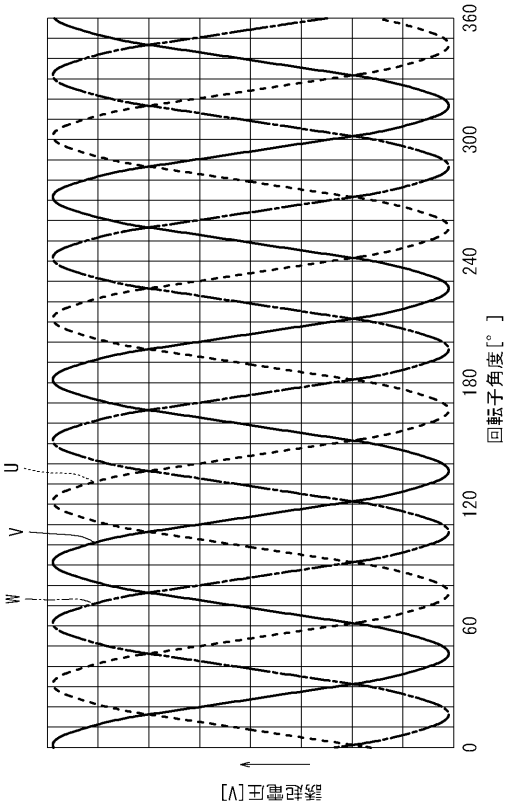
【図３】


37(370)
372
374
N
S
323
321
321
323
A
S
9°
0°
0
323
N
N
S
321
S
N
32

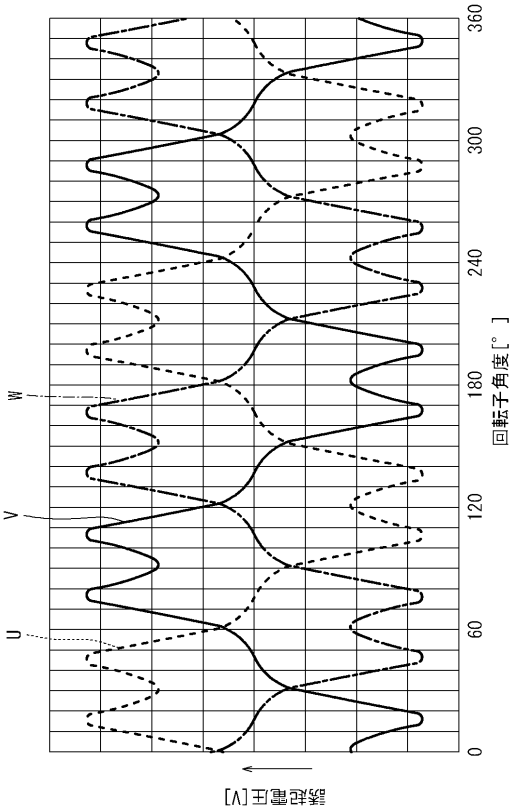
【図４】


磁束量[wb]
回転子角度[°]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
9°
I
II

【図５】


誘起電圧[V]
回転子角度[°]
0
60
120
180
240
300
360
U
V
W

【図６】


誘起電圧[V]
回転子角度[°]
0
60
120
180
240
300
360
U
V
W

【図７】

