(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3778216号
(P3778216)
(45)発行日　平成18年5月24日(2006.5.24)　(24)登録日　平成18年3月10日(2006.3.10)

(51)Int.Cl.　F I
H02K 37/04 (2006.01)　H02K 37/04 501E
H02K 37/04 501K

請求項の数 3　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平4-358573
(22)出願日　平成4年12月28日(1992.12.28)
(65)公開番号　特開平6-205574
(43)公開日　平成6年7月22日(1994.7.22)
審査請求日　平成11年12月1日(1999.12.1)
審判番号　不服2004-615(P2004-615/J1)
審判請求日　平成16年1月8日(2004.1.8)

(73)特許権者　000228730
日本サーボ株式会社
東京都千代田区神田美土代町７
(74)代理人　100075797
弁理士　斎藤　春弥
(74)代理人　100109575
弁理士　高橋　陽介
(72)発明者　坂本　正文
群馬県桐生市相生町３－９３　日本サーボ株式会社桐生工場内

合議体
審判長　田良島　潔
審判官　丸山　英行
審判官　田中　秀夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ハイブリッド型ステッピングモータ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数の放射状に配設した磁性体より成る励磁巻線を有する固定子磁極の内側先端に夫々複数の小磁極歯を有し、空隙を介して上記小磁極歯と対向配置された磁極歯を有する２個の回転子磁極により回転軸方向に磁化した永久磁石を挟持して成る回転子を備えたハイブリッド型ステッピングモータにおいて、

上記各回転子磁極の磁極歯ピッチを角度２πとした時、固定子の小磁極歯幅の角度を略πとし、前記回転子磁極の磁極歯幅の角度を略π／２とした組み合わせを備えたことを特徴とするハイブリッド型ステッピングモータ。

【請求項２】

固定子を内側に配置し、回転子は固定子の外周に空隙を介して回転するように配置したアウターロータ型のハイブリッド型ステッピングモータにおいて、

上記回転子の回転子磁極の磁極歯ピッチを角度２πとした時、固定子の小磁極歯幅の角度を略πとし、前記回転子磁極の磁極歯幅の角度を略π／２とした組み合わせを備えたことを特徴とするハイブリッド型ステッピングモータ。

【請求項３】

前記固定子磁極の両端部は、前記固定子磁極に形成された複数の小磁極歯の両端の小歯の中心線に対し略±πの範囲で対称形に形成されていることを特徴とする請求項１又は２に記載のハイブリッド型ステッピングモータ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明はレーザービームプリンタ等のＯＡ機器のアクチュエータに使用されるハイブリッド型ステッピングモータの改良に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
図５～図１０により従来技術の内容・構成を説明する。
図５（Ａ）は従来のハイブリッド型ステッピングモータの出力軸となる回転軸３を含んだ縦断正面図である。図５（Ｂ）は図５（Ａ）の例えばＸ－Ｘ′断面図である。
図５（Ａ）、（Ｂ）において１は固定子鉄心であり、２相巻線の場合は磁極１－１～１－８の８極方式が一般にとられ、各磁極の先端は複数個（本図では５個）の小歯が設けられている。５は励磁コイルであり、同図（Ｂ）に示すように各８極の磁極１－１～１－８に夫々巻線５－１～５－８の形で巻かれている。
６はハウジングであり、前、後の各ブラケット７及び７′に嵌合し、これらのブラケット７及び７′は軸受８及び８′を介して回転軸３を回転自在に支承している。２は永久磁石で、２個の回転子磁極２Ａ、２Ｂで永久磁石２を挟持して回転子Ｒを構成し、各回転子磁極２Ａ、２Ｂの外周には図５（Ｂ）に示す磁歯が設けられている。なお、永久磁石２は図５（Ａ）に示すようにＮ、Ｓの２極に磁化されている。
【０００３】
図６は図５に示した磁極１－１～１－８の小歯が５個であったものを１個とし、回転子Ｒの回転子磁極２Ａ、２Ｂの外周に形成される磁歯も５０個から１０個へと簡略化して示した図であり、励磁コイルは図５と同一符号で示している。
なお、図６（Ａ）は図５（Ａ）のＸ－Ｘ′断面図、図６（Ｂ）は図５（Ａ）のＹ－Ｙ′断面図を示す。図６（Ａ）、（Ｂ）より判るように回転子Ｒの回転子磁極２Ａ、２Ｂは磁歯位置が１／２ピッチずれて配置されている。
図７は従来技術による固定子小歯と回転子磁極の磁歯がその中心線を一致させて対向配置して示した図であり、固定子の小歯を３個とした場合で示したものである。
励磁コイル５に直流電流が流れて磁極１－１が磁化されると、その極性と反対極性の回転子が図７のように対面することになる。
この時、固定子の小歯の歯幅と回転子磁極の磁歯の幅は１：１か又は回転子磁極の磁歯がやや小さく設計されている。図７は１：１のときの図である。
図８は図６（Ａ）、（Ｂ）の固定子と回転子をエアギャップの周方向に直線展開した図であり、図８においては簡単のため同極性に励磁される図６の磁極１－３、１－７をＡφ、これとは逆極性に励磁される磁極１－１、１－５を－Ａφで示す。
同様に、磁極１－２、１－６の極性をＢφ、これと逆極性となる磁極１－８、１－４の極性を－Ｂφで示す。
図８は１相励磁の状態であり、磁極１－３（１－７）がＡφに励磁された時（この時、磁極１－１（１－５）は逆極性の－Ａφに励磁される。）であるが、固定子歯幅と回転子磁歯を１：１に設計すると、これらの磁極１－３（１－７）磁極１－１（１－５）の各歯の両サイドのエッヂが回転子磁歯のエッヂと一致し、回転子をエッヂが一致した状態で保持させようとするフリンジング効果が働く。
しかし、例えば、図９に示すように、磁極１－３（１－７）のほか磁極１－２（１－６）も励磁されてＡφとＢφの極性が生じるように励磁される２相励磁の状態では固定子小歯と回転子磁歯のエッヂが一致するところがなく、フリンジング効果は発揮できない。なお、この場合、Ａφ及びＢφと夫々逆極性となる磁極１－１（１－５）及び１－８（１－４）も夫々－Ａφ及び－Ｂφの極性となるように励磁されるものである。
このような場合、例えばエアギャップにバラツキがあると、エアギャップの小さな相に回転子が寄せられ静止位置精度も悪くなる。
又、固定子の励磁コイル５に通電されないときの無励磁時のトルクであるデテントトルクは図８、図９の図で固定子が磁化されていない状態であり、図８、図９の固定子の極性

Ｎ、Ｓ、Ｎ′、Ｓ′を取り去った図で考えて図８及び図９の固定子と回転子の相対位置で夫々バランス点が存在し、図８と図９では回転子の位置はπ／４ずれているため、従来の２相ハイブリッドステッピングモータのデテントトルクはπ／４ごとにバランス点（安定点）をもったサイクル波形ということが判る。この従来のデテントトルクと固定子位置と回転子位置の関係を図１０に示す。

固定子（ステータ）に対し回転子（ロータ）が図１０の関係位置にあるときは、安定点のためデテントトルクは零であるが、固定子に対し回転子が移動していくと図１０に示すようなπ／４ごとに、トルクが零の周期でπ／２となるデテントトルクが発生する。これは回転子の歯のピッチが２πのため、１相を励磁した時の保持トルクは周期が２πであるのに対し、４倍周波となり保持トルクの波形に加わって正弦波から歪んだ波形にし、かつ例えば２相ステッピングモータの場合、そのステップ角は電気角表示でπ／２（歯ピッチの１／４）、３相ステッピングモータはπ／３、Ｐ相モータはπ／Ｐとなり、ステッピングモータの入力パルスが毎秒ｆの時、従来モータはステップ角とデテントトルクの周期が一致しているという特質がある。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

上述のような従来の構成では、ステッピングモータを毎秒ｆパルスで駆動する時、上述したデテントトルクの変化分がその周期がステップ角と一致しているために、ｆサイクルの振動成分となってモータを加振する。

このため、ステッピングモータをシャーシーに取付けた時、又は出力軸を負荷に連結した時にｆサイクルの騒音が特に大きくなるという問題点があった。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明のハイブリッド型のステッピングモータでは、請求項１に記載のものでは、複数の放射状に配設した磁性体より成る励磁巻線を有する固定子磁極の内側先端に夫々複数の小磁極歯を有し、空隙を介して上記小磁極歯と対向配置された磁極歯を有する２個の回転子磁極により回転軸方向に磁化した永久磁石を挟持して成る回転子を備えたハイブリッド型ステッピングモータにおいて、

上記各回転子磁極の磁極歯ピッチを角度２πとした時、固定子の小磁極歯幅の角度を略πとし、前記回転子磁極の磁極歯幅の角度を略π／２とした組み合わせを備えたことを特徴とする。

また、請求項２に記載のものでは、固定子を内側に配置し、回転子は固定子の外周に空隙を介して回転するように配置したアウターロータ型のハイブリッド型ステッピングモータにおいて、上記回転子の回転子磁極の磁極歯ピッチを角度２πとした時、固定子の小磁極歯幅の角度を略πとし、前記回転子磁極の磁極歯幅の角度を略π／２とした組み合わせを備えたことを特徴とする。

この場合、請求項３に記載のように、固定子磁極の両端部は、固定子磁極に形成された複数の小磁極歯の両端の小歯の中心線に対し略±πの範囲で対称形に形成されていることが望ましい。

【０００６】

【作用】

本発明のものでは、上記のように固定子の小歯及び回転子磁極の極歯の歯幅と谷幅の比を特定のものに構成し、毎秒ｆパルスでステッピングモータを駆動しても電気角表示のステップ角度とデテントトルクの周期が大きく異なるようにしたものであるから、デテントトルクの変化は相の切換頻度である毎秒ｆと異なり、従来のようにｆサイクルの成分としては現れなくなる。

【０００７】

【実施例】

以下図１～図４に示す実施例によって本発明を具体的に説明する。

なお、これら各図において、従来のものと対応する構成については、図５～図１０のも

のと同一の符号を付して示した。

図１は本発明の第１の実施例であるステッピングモータの固定子磁極の内の１つとその小歯と回転子歯の関係を示したものである。

まず、本発明の特徴を概括的に言えば、従来のステッピングモータの構造である図５（Ａ）、（Ｂ）において、固定子の小歯及び回転子磁極の磁歯の歯幅と谷幅の比を特定し、電気角表示のステップ角の１／２がデテントトルクの周期となるように構成した点にその構成上の特徴があるといえる。

次に、この構成の詳細を説明する。

図１において、磁極１－１の小歯は３個の小歯で示している。図１に示したように本発明は回転子磁極２Ａ、２Ｂの歯ピッチを夫々２π（ラジアン）とした時、これらの回転子磁極２Ａ、２Ｂの歯幅を夫々π／２、従って谷幅は夫々（３／２）πとし、固定子磁極の小歯の歯幅はπ、従って谷幅もπとなるようにしたものである。

さらに、付言すれば、本発明は同一発明者の特許出願に係わる特願昭５８－３３７５１号（特開昭５９－１５９６６１号）の発明を発展させた内容の発明である。

即ち、特願昭５８－３３７５１号の発明では、固定子を２相励磁した時に静止角度誤差を向上させる目的でフリンジング効果を発揮させるための回転子歯幅を限定したものであったが、本発明のものでは、固定子の歯幅をさらに限定させてフリンジング効果がより均等に作用するように改良したもので、その目的はデテントトルクの周期を従来技術に対し１／２とすることでステッピングモータ駆動時の振動及び騒音を低下させようとするものである。

図１でコイル５は無励磁の時で回転子が磁極１－１の小歯の右端とエッヂが合致してフリンジング効果が働き、１つの安定点となっていることを示したものである。回転子を左方向へ移動させようとすると、フリンジング効果により現在位置を保とうとする力が働くが、更に大きな外力で回転子を左側へ移動させると回転子は次に固定子小歯の左端とエッヂが合致した所で安定点となってその位置を保とうとする力が働くもので、前述した図７に対し２回安定点を持つようにした点に特徴がある。

【０００８】

図３は従来技術の２相励磁時の固定子と回転子の位置関係を示した図９の関係を本発明の場合で対応して示した図である。固定子の小歯より回転子磁極の磁歯が図９のように、はみ出してないことが判る。

【０００９】

次に、図４により固定子の小歯幅がπで、回転子磁極の歯幅がπ／２が何故必要か又、その時のデテントトルクの周期について説明する。

図４は従来技術の図１０に相当する関係を本発明の場合で説明するための図である。

図４にはＡφとなる極性の固定子磁極と回転子磁極の磁歯Ｎの中心が、従ってこれとは逆極性の－Ａφの固定子磁極と回転子磁歯Ｓの中心が一致した状態を示すものであるが、ここでも各磁極の左右のパーミアンスは同一のため１安定点を成す。これはデテントトルクの点線部と横軸の角度との交点に相当する部分である。

図４の固定子と回転子の位置から回転子を外力でずらすと、回転子磁極の磁歯から見た左、右のパーミアンスが異なってくる。例えば、Ｎから出た磁束はＢφとなる極性の磁極の固定子の小歯幅部を通って同じＢφの磁極の小歯部と対面しているＳにもどることになるが、現在位置が安定点である。

従って、この場合は現在位置へもどろうとする力が働くが、フリンジング効果による安定点ではないので点線で示した。図４の位置関係から回転子を左側へ移動させて、Ａφの左端と回転子のＮ極の左端が合致した所が次の安定点であり、これはデテントトルクの実線部と横軸との交点に相当する。

この場合、例えば、回転子Ｓ極の左端は－Ａφとなる磁極の左端と又Ｓ極の右端はＢφとなる磁極の右端と合致させることができ、同様にＮ極もＡφとなる磁極の左端、Ｂφとなる磁極の右端と合致し安定化している。しかし、固定子磁極の小歯幅を例えばπより小さくして回転子磁歯の歯幅はπ／２とすると、回転子のＮ、Ｓ極はＡφ及び－Ａφとなる

各磁極の左端とはエッヂが合致できてもＢφ及び－Ｂφとなる磁極の右端とは合致できずフリンジング効果が各相、均等に働かなくなるものである。

従って、固定子の小歯幅がπとなることが必要となるものである。

図４の場合、回転子位置を固定子に対し移動させていくと、上述したように、安定点は固定子歯幅π及び回転子歯幅π／２の効果で、従来技術のステッピングモータの場合の図１０に対して２倍となり、デテントトルクの周期は１／２となり図４に示したようなデテントトルクの波形となる。

このため、従来技術のデテントトルクの周期が前述したようにステップ角と一致するため駆動周波数と同一の周波数で大きな振動及び騒音成分が出ていたが、本発明により、デテントトルクの周期を１／２としたため、駆動周波数成分の振動、騒音を大幅に減らすことができる。

【００１０】

図２は本発明の第２の実施例を示すものである。次に、この実施例の技術的な考察を図１に示した第１の実施例との比較で説明する。

即ち、図１の磁極１－１の歯溝（谷部）の形状は矩形よりも図１に示したラジアル方向にストレートを一部持った円弧状に形成した方がトルクが多く得られるため使用されている。この場合、図１において、３個の磁極１－１の小歯の右端でフリンジング効果が作用する状態にあるが、磁極１－１の右端の小歯の右端はラジアル方向にストレートであるのに対し、磁極１－１の中央及び左端の夫々の右端部は円弧状のため回転子から見たパーミアンスは大きくなり、保持トルクも大きくできる。

第２の実施例のものでは、この点を考慮した発明であり、図２に示すように、固定子（ステータ）の磁極たとえば、磁極１－１′の両端部は、この固定子磁極に形成される小磁極歯の両端の小歯の中心線に対し略±πの範囲で左右に磁気的に対称性を保つような形状に形成した上で、図１の第１の実施例の場合と同様、回転子の回転子磁極の磁極歯ピッチを角度２πとした時、固定子の小磁極歯幅を角度が略πで、回転子磁極の磁極歯幅を略π／２の組合せ又は固定子小磁極歯幅を略π／２で回転子磁極の磁極歯幅を略πの組合せとするように固定子の小歯及び回転子磁極の磁歯の歯幅と谷幅の比を特定したものである。

従って、コイルを入れるスロット部のスペースが十分あれば、図２に示す本実施例のように、磁極１－１′の小歯形状は全てその中心線に対し対称とすることにより図１の第１の実施例よりも駆動時の周波数成分で振動、騒音は軽減される。

【００１１】

さらに、本発明は図示しないが、固定子を内側に配置し、回転子は固定子の外周に空隙を介して回転するように配置したアウターロータ型のハイブリッド型ステッピングモータに対して適用しても同等の作用効果が期待できるものであり、この場合には、上記回転子の回転子磁極の磁極歯ピッチを角度２πとした時、固定子の小磁極歯幅を角度が略πで、回転子磁極の磁極歯幅を略π／２の組合せ又は固定子小磁極歯幅を略π／２で回転子磁極の磁極歯幅を略πの組合せとすることになる。

【００１２】

【発明の効果】

本発明に成るハイブリッド型ステッピングモータは、上記のように構成されるから、次のような優れた効果を有する。

（１）請求項１又は２に記載したように、回転子磁極の磁極歯ピッチの角度を２πとした時、固定子の小磁極歯幅の角度を略πとしたことにより、回転子の位置にかかわりなく、磁束のパーミアンスが略一定になり、デテントトルクを低減することができる。また、回転子磁極の磁極歯幅を略π／２とすることにより、残存するデテントトルクの周期を従来技術のものに対し１／２とできる。例えば、２相の場合には第４高調波のものを第８高調波にすることができる。このため、駆動時の周波数成分に振動、騒音が現われず、ステッピングモータでありながら静かなアクチュエータを実現できる。

従って、レーザービームプリンター等のＯＡ機器用として好適である。

実験によれば、１．８°ステップ角の２相モータで１４００ｐｐｓで駆動した場合でダ

イナミックトルクは７％程度減少したが、モータの振動は従来技術の２Ｇが０．４Ｇと大幅に低減できることが確認されている。

（２）さらに、請求項３に記載のように、固定子磁極の両端部を、固定子磁極に形成された複数の小磁極歯の両端の小歯の中心線に対し略±πの範囲で対称形に形成すれば、固定子の各磁極の小歯形状がその各中心線において完全に対称となるので、駆動時の振動、騒音を大幅に軽減することができ、ステッピングモータでありながら、さらに静かなアクチュエータを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の第１の実施例を示す固定子と回転子の構成を示す要部正面図である。

【図２】　本発明の第２の実施例の固定子と回転子の構成を示す要部正面図である。

【図３】　本発明による２相励磁状態の固定子と回転子の磁極の展開図である。

【図４】　本発明によるステッピングモータのデテントトルクの発生関係を固定子、回転子の磁極配置で示す配置図である。

【図５】　従来技術のもののハイブリッド型ステッピングモータの構成を示すもので、同図（Ａ）は縦断正面図、同図（Ｂ）は同図（Ａ）のＸ－Ｘ′断面図である。

【図６】　図６（Ａ）は図５（Ａ）のＸ－Ｘ′断面図を、また、図６（Ｂ）は図５（Ａ）のＹ－Ｙ′断面図を夫々簡略化して示したものである。

【図７】　従来技術のものの固定子と回転子の構成を示す要部正面図である。

【図８】　従来技術のものの１相励磁状態の固定子と回転子の磁極の展開図である。

【図９】　従来技術のものの２相励磁状態の固定子と回転子の磁極の展開図である。

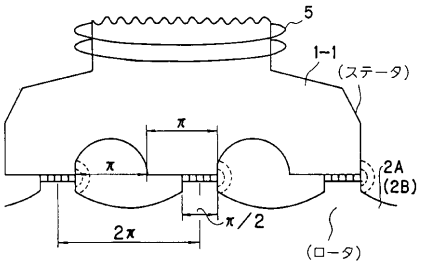
【図１０】　従来技術のもののステッピングモータのデテントトルクの発生関係を固定子、回転子の磁極配置で示す配置図である。

【符号の説明】

１－１：磁極

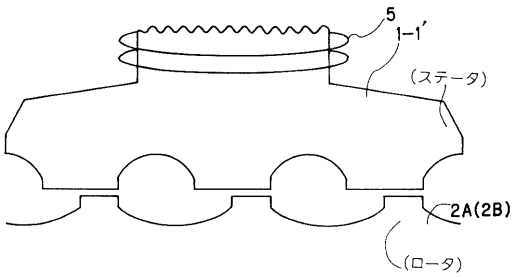
２Ａ、２Ｂ：回転子磁極

【図１】

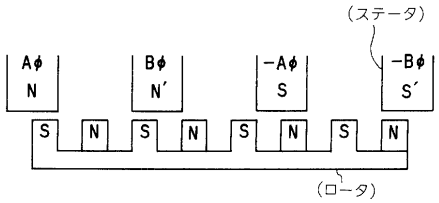


1-1：磁極
2A,2B：回転子磁極
5：コイル

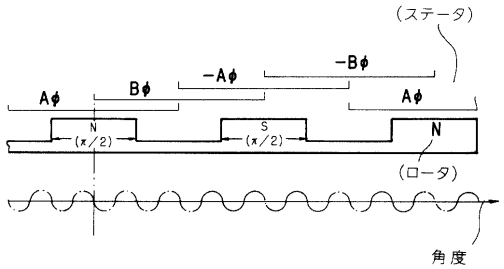
【図２】



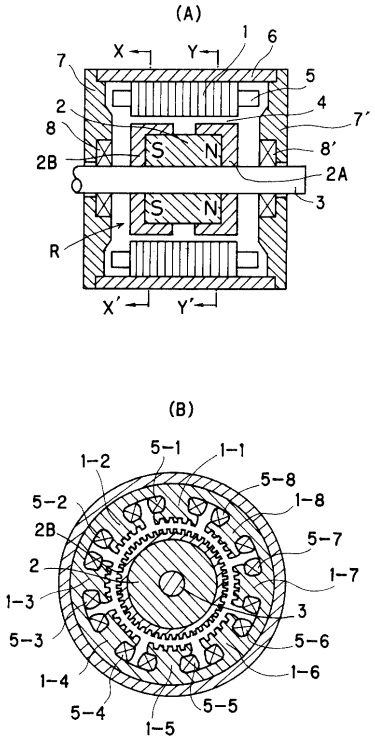
【図３】



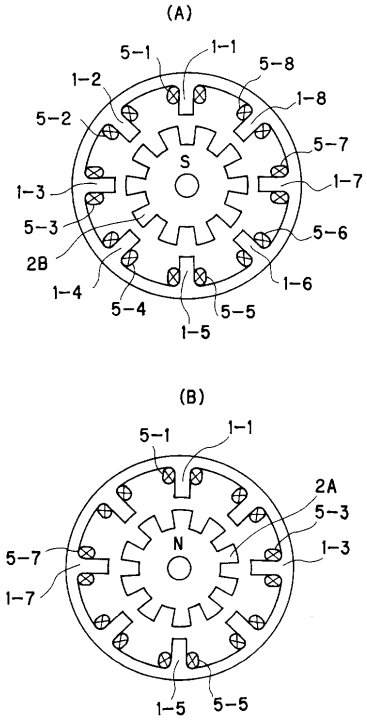
【図４】



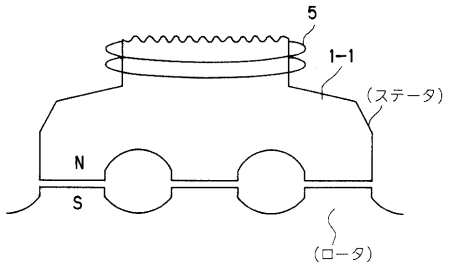
【図５】



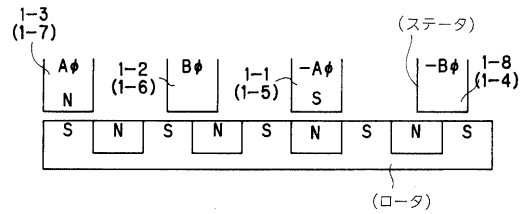
【図６】



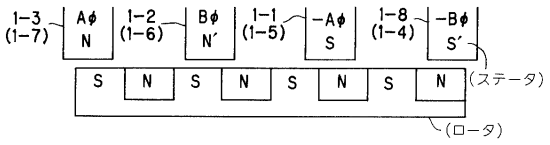
【図７】



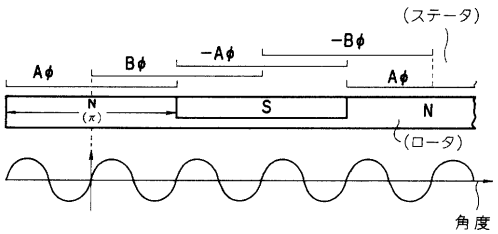
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭５９－１５９６６１（ＪＰ，Ａ）
特開平４－７５４５８（ＪＰ，Ａ）
実開昭５９－１７９４８０（ＪＰ，Ｕ）
実開平３－６３０７３（ＪＰ，Ｕ）
特開平３－１６９２５２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－３１０３６０（ＪＰ，Ａ）
見城尚志、ステッピング・モータの基礎と応用、日本、総合電子出版社、１９７９年2月１０日、Ｐ９０－９３

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H02K 37/00