

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4098939号
(P4098939)

(45) 発行日 平成20年6月11日(2008.6.11)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int. Cl. F 1
 HO2K 19/10 (2006.01) HO2K 19/10 A
 HO2K 1/22 (2006.01) HO2K 1/22 Z

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平11-365280	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成11年12月22日(1999.12.22)	(74) 代理人	100065226 弁理士 朝日奈 宗太
(65) 公開番号	特開2001-186735(P2001-186735A)	(74) 代理人	100098257 弁理士 佐木 啓二
(43) 公開日	平成13年7月6日(2001.7.6)	(72) 発明者	藤村 哲 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
審査請求日	平成17年11月2日(2005.11.2)	(72) 発明者	井上 正哉 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リラクタンスマータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

誘導始動型のリラクタンスマータにおいて、前記リラクタンスマータのロータは、ロータ半径方向に1極あたり6層であるフラックスバリアスリットを備え、各層の前記フラックスバリアスリットの端部と前記ロータの表面との間には前記ロータの鉄心の薄肉連結部が1極あたり等間隔に1箇所配置され、前記6層のフラックスバリアスリットのうち前記ロータの表面側の第2層から第6層のフラックスバリアスリットが前記ロータの中心方向に凸形の形状に形成され、前記6層のフラックスバリアスリットのうちの少なくとも1層以上のフラックスバリアスリットにはそのフラックスバリアスリットの両端および中央よりもスリット幅が狭くなる縮小部が設けられ、前記フラックスバリアスリットには導電性のある非磁性材料が注入され、かつ前記ロータの軸方向両端面に前記フラックスバリアスリット内のそれぞれの前記非磁性材料を結合する短絡環形状の非磁性の結合部材が設けられたことを特徴とするリラクタンスマータ。

【請求項2】

前記6層のフラックスバリアスリットのうち、フラックスバリアスリットの両端頂部2点とロータの中心とで構成される鋭角部の角度が45度より大となるフラックスバリアスリットのみ縮小部を設けたことを特徴とする請求項1記載のリラクタンスマータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リラクタンストルクを利用した同期電動機であり、とくに商用電源で反抗トルクの大きな負荷を接続した場合も容易に自己始動が可能なリラクタンスマータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図6は、ロータ半径方向に1極当たり1層以上多層に間隔をおいて配置された複数組のフラックスバリアスリットがロータの中心方向に凸形をなす形状をなし、d軸とq軸の磁気抵抗の差によるリラクタンストルクで回転する電動機であり、商用電源で自己始動は不可能である。

【0003】

前記従来の電動機では、フラックスバリアの層数が2から3層と少ない場合、一回転当りのトルク変動が大きくなる問題がある。また、フラックスバリアの層数が多くなると、高次の磁束に進入により、漂遊負荷損が増大するという問題もあった。

【0004】

さらに、誘導始動する場合には、スロット数の選択によっては、誘導始動時に同期・非同期トルクによって加速不能となる問題があった。

【0005】

また、高速回転で回転する電動機の場合は、ロータの強度確保が必要であり、従来は、図6に示すフラックスバリアスリットの中央にリブを設け、ロータ最外周部の薄肉で連結される厚さのある程度確保することで、ロータの強度を確保している。しかし、d軸とq軸の磁気抵抗の差が小さいほどリラクタンストルクは小さくなるために、この方法では漏れ磁束が多くなることから磁気抵抗の差が小さくなり、リラクタンストルクが小さくなるという問題がある。また、モータを始動させるためには高価な制御装置を必要とした。

【0006】

打ち抜き加工のみで作成した鉄心では真円にすることが容易ではなく、薄板鉄心を積層し圧着カシメによって形成されたロータは強度が小さいため切削・研削によるロータの外加工によって真円にできないため、図6の空隙が不均一となり、大きな磁気騒音が発生しやすい。同時に、3層以上の長穴スロットを設けたロータ最外周部の薄肉連結部の厚さを極限まで薄くするには鉄心変形などの問題から切削加工に限界がある。そのため、この薄肉連結部が厚くなってしまい、漏れ磁束による突極比低下が深刻で性能が著しく低下するという問題点もあった。

【0007】

ここで、前記従来技術では、商用電源で自己始動ができず、突極比の大きく取れるスリット形状と機械強度の両立が確保できず、ロータを真円にできないことから磁気騒音が発生し易かった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

一回転当りのトルク変動が小さく、また漂遊損を低減できるようなフラックスバリアの層数であって、かつまた、クローリングによる始動停滞の発生しないロータ・ステータスロット数の組み合わせのリラクタンスマータを提供することを課題とする。さらに、突極比が大きく取れるスリット形状で機械強度を確保し、商用電源で反抗トルクの大きな負荷を接続した状態でも自己始動を可能とし、磁気騒音を低減したリラクタンスマータを提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の第一の発明によれば、誘導始動型のリラクタンスマータにおいて、前記リラクタンスマータのロータは、ロータ半径方向に1極あたり6層であるフラックスバリアスリットを備え、各層の前記フラックスバリアスリットの端部と前記ロータの表面との間には前記ロータの鉄心の薄肉連結部が1極あたり等間隔に11箇所配置され、前記6層のフラックスバリアスリットのうち前記ロータの表面側の第2層から第6層のフラックスバリア

10

20

30

40

50

スリットが前記ロータの中心方向に凸形の形状に形成され、前記6層のフラックスバリアスリットのうちの少なくとも1層以上のフラックスバリアスリットにはそのフラックスバリアスリットの両端および中央よりもスリット幅が狭くなる縮小部が設けられ、前記フラックスバリアスリットには導電性のある非磁性材料が注入され、かつ前記ロータの軸方向両端面に前記フラックスバリアスリット内のそれぞれの前記非磁性材料を結合する短絡環形状の非磁性の結合部材が設けられたことを特徴としている。

【0010】

本発明の第二の発明によれば、前記6層のフラックスバリアスリットのうち、フラックスバリアスリットの両端頂部2点とロータの中心とで構成される鋭角部の角度が45度より大となるフラックスバリアスリットのみ縮小部を設けたことを特徴としている。

10

【0017】

【作用】

本発明の第一の発明によれば、相帯高調波次数を避け、かつ進入する高調波磁束を少なくするため、各層の前記フラックスバリアスリットの端部と前記ロータの表面との間には前記ロータの鉄心の薄肉連結部が1極あたり等間隔に11箇所配置されているので、一回転当りのトルク変動が小さく、また漂遊損を低減することができる。また、フラックスバリアスリットに注入した非磁性材料の注入部材と、ロータ両端面に各スリット内の非磁性材料を結合する短絡環形状の非磁性材料の結合部材を備えることで半径方向および円周方向において機械的強度を向上することができる。さらに、フラックスバリアスリットの一部を狭くしたことによって商用電源で始動する時の始動トルクを大きくすることができる。

20

【0025】

【発明の実施の形態】

本発明のリラクタンスモータにおいては、1極当りのステータスロット数と、ロータのフラックスバリアスリットにより形成される1極当りの等価的ロータスロットとの最小公倍数を大きくすることにより、一回転当りのトルク変動を小さくすることができる。このためには、ロータのフラックスバリアスリットにより形成される1極当りの等価的ロータスロット数として大きな素数を取ることが望ましい。この時、素数としては11以上の素数でなければならない。一方、漂遊損低減のためには、高次の磁束の進入を防ぐために、ロータスロット数は少ない方が望ましい。この3つの条件を満足するためには、1極当りのロータスロット数として11スロットが望ましい。このため、前記の目的を達成するために本発明では、フラックスバリアスロットの作る1極当りの等価的ロータスロット数が11となるように、一極当たり6層のフラックスバリアスリットを設けることで、クローリングを発生せず、トルク変動、漂遊損の低減を可能とする。

30

【0026】

さらに非磁性材料：たとえばアルミ等をスリットに充填しダイカストすることにより、機械強度を満足し、突極比が大きくとれ、商用電源で自己始動を可能とする。さらに、ロータ外径を加工することにより、空隙を均一とし磁気騒音を低減する。

【0027】

以下に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

40

【0028】

実施の形態1

図1は、本発明のリラクタンスモータのロータ(回転子)の構成を示す図であり、1はロータを構成する鉄心のコアシートであり、その正面図を示す。ロータはコアシート1を積層して形成する。2a~2fは回転方向の磁気抵抗差を形成するための6層からなるフラックスバリアスリットであり、1極当りの等価的なロータスロット数が11となるように配置されている。3a~3cは、フラックスバリアスリットの端部近傍の一部の幅を狭くした、スリットの縮小部である。コアシート1のパターンは、以後の実施の形態についても共通である。

50

【 0 0 2 9 】

1極当りのロータスロット数は、1回転当りのトルク変動を小さくするために1極当りのステータスロット数との最小公倍数を大きくすることが望ましく、このためには大きな素数であることが望ましい。一方、高次の磁束の侵入による漂遊損失を少なくする観点からは小さい素数であることが望ましい。素数のうち5と7は相帯高調波と同じ次数であるためクローリング（空隙磁束密度の高調波成分により発生する同期・非同期トルクによって、すべり-トルク曲線に鞍点ができる現象。この鞍点で安定してしまい、加速できない場合がある）が発生するので避けなければならない。以上の3つの条件から、ロータスロット数として11を選択した。スリットによる等価的なロータスロット数が11となるように、フラックスバリアスリット2a~2fは6層とした。

10

【 0 0 3 0 】

ステータの1極当りのスロット数は、前記の3条件との組み合わせの良好な数として9スロットとした。ただし、ステータのスロット数は9に限るものではない。

【 0 0 3 1 】

ロータの1極当りのスロット数を11とすることにより、1回転当りのトルク変動が小さく、漂遊損失が小さく、誘導始動をした場合のクローリングの発生を防止できるリラクタンスモータを提供することができる。

【 0 0 3 2 】

実施の形態2

本実施の形態は、図1に示すフラックスバリアスリット2a~2fの中に非磁性材料を注入し、これらをロータの軸方向端面に設けた短絡環形状の非磁性材料の結合部材で結合し、固定したものである。このようにすることによって、ロータの半径方向および円周方向の機械的強度を改善することができ、そのため高速回転の可能なリラクタンスモータを提供することができる。また、機械的強度を改善できることにより、フラックスバリアスリット端部の薄肉連結部を薄くすることが可能であり、漏洩磁束を減少させて突極比の大きいロータを構成することができる。

20

【 0 0 3 3 】

実施の形態3

本実施の形態は、実施の形態2におけるフラックスバリアスリットへの非磁性の注入部材とロータ端面に設けた短絡環形状の非磁性の結合部材をダイカスト法により一体に形成したものである。

30

【 0 0 3 4 】

本実施の形態によれば、実施の形態2における機械的強度をより一層改善できるとともに、容易に製作することができる。

【 0 0 3 5 】

実施の形態4

本実施の形態は、実施の形態2、3におけるフラックスバリアスリットへの非磁性の注入部材およびロータ端面に設けた短絡環形状の結合部材を銅または銅合金、あるいはアルミニウムまたはアルミニウム合金のような非磁性の導電性材料としたものである。

40

【 0 0 3 6 】

図2は本実施の形態のリラクタンスモータのロータの構造を示す一部破断斜視図であり、フラックスバリアスリット内に注入した非磁性導電性材料の構造を示すために、ロータの一部を破断し、鉄心を除いた状態を示している。図において4a~4fはフラックスバリアスリット内に注入した非磁性導電性材料である。5はロータの外径面、6はロータの軸方向端面に設けた短絡環であり、スリット注入部材4a~4fとともに2次導体を形成している。このような2次導体はダイカスト法により一体に形成することができる。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態では、銅、アルミニウムなどの2次導体に2次電流が流れトルクが得られるので、自己始動が可能である。ここで、フラックスバリア層を6層として1極当りの等価的なロータスロット数を11としてあるので、クローリングを発生することがなく、安定

50

した自己始動が可能である。また自己始動が可能のため、始動のための制御装置を必要としない。

【0038】

実施の形態5

本実施の形態は、実施の形態4におけるフラックスバリアスロット内の2次導体に、ロータ表面に近い位置に厚さの縮小部を設けたものである。図1において、3a~3cはフラックスバリアスリットのロータ外周円近傍の一部の幅を狭くしたスリットの縮小部である。このような縮小部を有するフラックスバリアスリットに非極性導電性材料を注入して形成した2次導体は、図2の4a~4cに示すようにロータ表面に近い位置に厚さの縮小部が形成される。

10

【0039】

このような形状の2次導体は、かご型誘導電動機における2重かご型構造と同様に作用し、始動時の2次抵抗を高めることができるので、始動トルクを大きくすることができる。そのため、商用電源で反抗トルクの大きな負荷を接続した場合でも自己始動が可能である。

【0040】

実施の形態6

本実施の形態は、実施の形態5において縮小部を設けるフラックスバリアスリットをスリット長の長いものに限定したものである。図1に示すようにフラックスバリアスリット2a~2fのうちスリット長の長い2a~2cにのみスリットの縮小部3a~3c設けている。この結果、図2に示すようにフラックスバリアスリットに注入された2次導体4a~4fのうち4d~4fにのみ厚さの縮小部が形成されている。

20

【0041】

フラックスバリアスリットの幅の縮小部は2次導体に薄肉部を形成し、誘導始動時に2重かご型導体として作用し、始動トルクを増大する効果を有するが、一方ではフラックスバリアの一部の磁気抵抗を減少させ、突極比を劣化させる。したがってフラックスバリアスリットの縮小部は大きな2重かご型効果の得られるものに限定して設けるのが得策である。そのような条件は、フラックスバリアスリットの端部がロータ外周円となす角度が大きいことである。そのためスリット長の長いフラックスバリアスリットを選んで幅の縮小部を設ける。フラックスバリアスリットとロータ外周円のなす角度としては、たとえば45度以上とするのが望ましい。

30

【0042】

このように、縮小部を設けるフラックスバリアスリットを限定することにより、突極比の低下を抑えながら始動トルクを増大させることができる。

【0043】

実施の形態7

本実施の形態は、請求項4における非磁性導電性材料による2次導体4a~4f(図2)の一部を非磁性絶縁材料におき替えたものである。

【0044】

図5は本実施の形態の2次導体の構成を示すものであり、図において、2次導体は導電性材料部分4a~4fと絶縁物よりなる部分10a~10eから構成されている。導電性2次導体4a~4fは図4に示すように短絡環6で両端面を短絡されている。またこのような導電性材料と絶縁物から構成される2次導体もダイカスト法により一体に形成することができる。

40

【0045】

この実施の形態では2次導体の形状が誘導電動機のかご型2次導体の形状に近いものとなり、2次抵抗を高めて始動トルクを増大させることができる。

【0046】

実施の形態8

本実施の形態は、実施の形態2~7においてフラックスバリアスリットに非磁性体を注入

50

したロータの外径面 5 を切削加工または研削索加工により真円度を高めたものである。フラックスバリアスリットに非磁性材料を注入したロータは、径方向にも円周方向にも機械的強度が大きく、ロータの外周部を機械加工することができる。図 3 はロータを機械加工することにより真円度を高め、かつスリット端部の薄肉連結部の厚さを極限まで薄くしたロータをステータ中に組込んだ状態を示している。図において、7 はステータ、8 はロータ、9 はステータとロータの間の空隙を示している。ただし、空隙の幅は実際より拡大して表わしている。

【0047】

フラックスバリアスリットに非磁性材料を注入せず空洞としたリラクタンスモータのロータは、フラックスバリアスリット端部の薄肉連結部の機械的強度が弱く、とくに 3 層以上のスリットを有するロータでは薄肉連結部の幅を少なくとも 0.5 ~ 1 mm 程度にする必要があり、そのうえ機械加工が不可能であった。本実施の形態のようにフラックスバリアスリット内に非磁性材料を注入して中実構造としたものではスリット端部の薄肉連結部の幅を 0.4 mm 以下とすることができ、かつ非磁性材料注入後にさらに機械加工により薄肉連結部の幅をさらに縮小することができる。このため漏洩磁束を著しく減少させることができ、突極比を大きくすることができる。

【0048】

またロータ外周部の機械加工によりロータ表面の真円度を高めることができるので、ロータとステータ間の空隙を均一にすることができ、磁気騒音の小さなリラクタンスモータを提供することができる。また、ロータとステータ間の空隙を 0.2 mm 以下まで小さくすることができるので、ロータの突極軸方向の磁束を増加させることができ、ロータの突極比の改善とともに高力率のリラクタンスモータを提供することができる。

【0049】

【発明の効果】

本発明の第一の発明によれば、誘導始動型のリラクタンスモータにおいて、前記リラクタンスモータのロータは、ロータ半径方向に 1 極当たり 6 層であるフラックスバリアスリットを備え、各層の前記フラックスバリアスリットの端部と前記ロータの表面との間には前記ロータの鉄心の薄肉連結部が 1 極あたり等間隔に 1 1 箇所配置され、前記 6 層のフラックスバリアスリットのうち前記ロータの表面側の第 2 層から第 6 層のフラックスバリアスリットが前記ロータの中心方向に凸形の形状に形成され、前記 6 層のフラックスバリアスリットのうちの少なくとも 1 層以上のフラックスバリアスリットにはそのフラックスバリアスリットの両端および中央よりもスリット幅が狭くなる縮小部が設けられ、前記フラックスバリアスリットには導電性のある非磁性材料が注入され、かつ前記ロータの軸方向両端面に前記フラックスバリアスリット内のそれぞれの前記非磁性材料を結合する短絡環形状の非磁性の結合部材が設けられたことを特徴としているので、一回転当りのトルク変動が小さく、さらに漂遊損を低減することができるリラクタンスモータを提供することができる。フラックスバリアスリットに注入した非磁性材料の注入部材と、ロータ両端面に各スリット内の非磁性材料を結合する短絡環形状の非磁性材料の結合部材を備えているので高速回転で運転することが可能なリラクタンスモータを提供することができる。また、フラックスバリアスリットのロータ外周円近傍の一部を狭くしたことによって、始動時の 2 次抵抗を高めることができるので始動トルクを大きくでき、商用電源で反抗トルクの大きな負荷を接続した状態でも自己始動可能なリラクタンスモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明のリラクタンスモータのロータ鉄心の構成を示すコアシートの正面図である。

【図 2】 本発明のリラクタンスモータのロータの一部を破断した斜視図である。

【図 3】 本発明のリラクタンスモータのステータとロータの断面図である。

【図 4】 本発明のリラクタンスモータのロータの側面図である。

【図 5】 本発明のリラクタンスモータのロータの一部を破断した断面図である。

【図 6】 従来リラクタンスモータのステータとロータの断面図である。

10

20

30

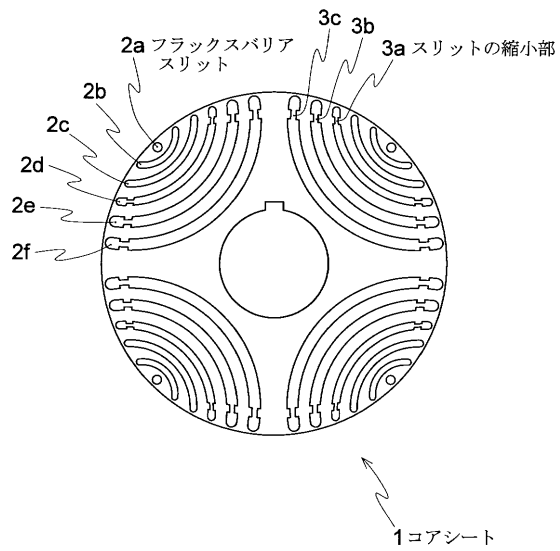
40

50

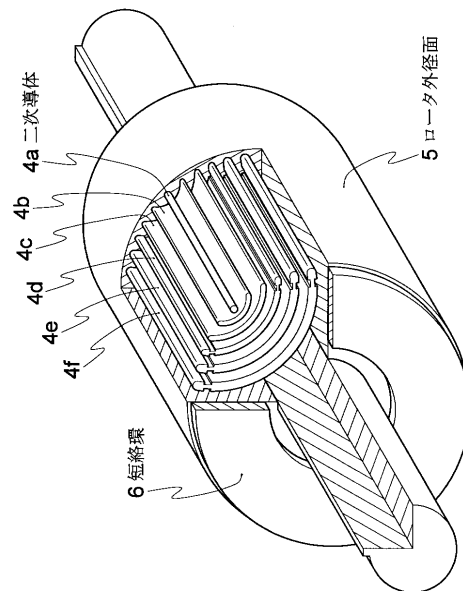
【符号の説明】

- 1 コアシート、2 a , 2 b , 2 c , 2 d , 2 e , 2 f フラックスバリアスリット、3 a , 3 b , 3 c スリットの縮小部、4 a , 4 b , 4 c 2次導体、5 ロータ外径面、6 短絡環、7 ステータ、8 ロータ、9 空隙、10 絶縁物、11 リブ。

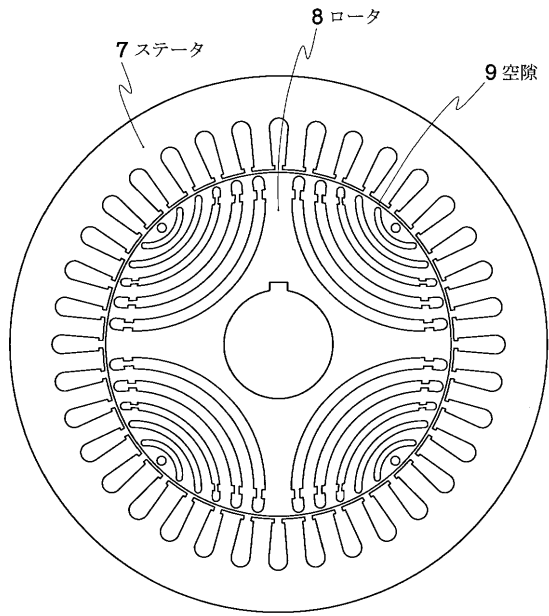
【図1】



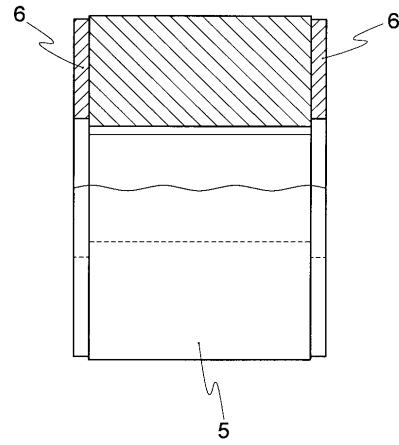
【図2】



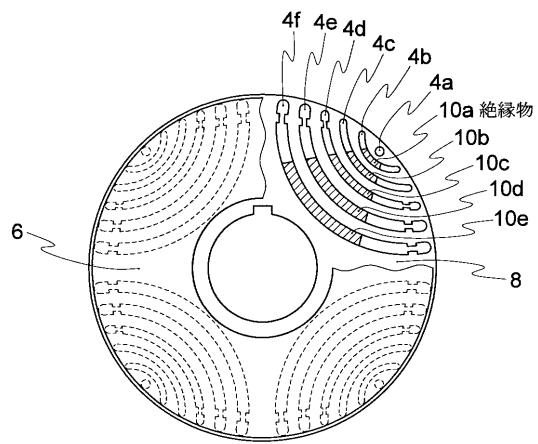
【図3】



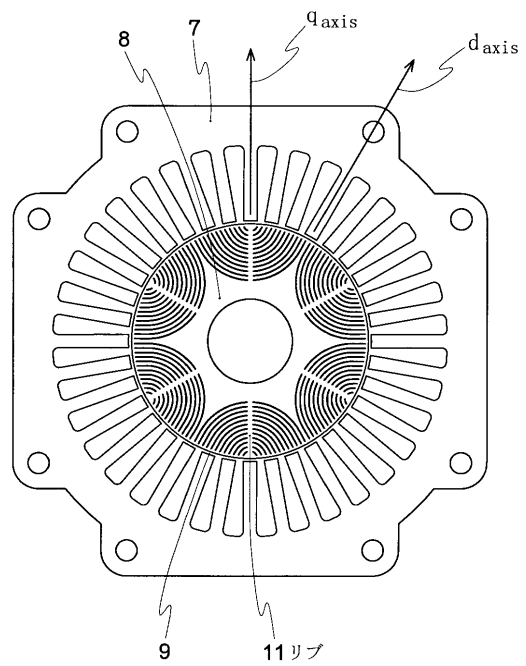
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 中本 道夫
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 阿知和 典弘
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 山村 和人

- (56)参考文献 特開平11-146615(JP,A)
特開平09-191618(JP,A)
特開昭53-059810(JP,A)
実開平06-080368(JP,U)
特開昭48-77314(JP,A)
特開平10-150754(JP,A)
特開平10-14185(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 19/10

H02K 1/22