(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3624598号
(P3624598)
(45)発行日　平成17年3月2日(2005.3.2)　(24)登録日　平成16年12月10日(2004.12.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
H02K 3/18	H02K 3/18	J
H02K 3/28	H02K 3/28	M
H02K 15/095	H02K 15/095	

請求項の数 9　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平8-331007
(22)出願日　平成8年12月11日(1996.12.11)
(65)公開番号　特開平10-174331
(43)公開日　平成10年6月26日(1998.6.26)
審査請求日　平成14年11月13日(2002.11.13)

(73)特許権者　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(74)代理人　100078330
弁理士　笹島　富二雄
(72)発明者　塚本　雅裕
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内
(72)発明者　小野　文夫
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内

審査官　下原　浩嗣

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電動モータの巻線構造及び巻線形成方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

内周方向に複数の突極が略等間隔に形成されたステータと、該ステータの夫々の突極に巻き回される巻線と、前記ステータの内周部でかつ同軸上に配設される外周方向の突極が形成されたロータと、を含んで構成され、前記ステータの対向する突極に巻き回される巻線が直列に接続されて形成される相の数が奇数個の電動モータにおいて、

前記相を形成する巻線は、巻き形状及び巻数が異なる２種類の巻線から構成されると共に、前記ステータに形成される隣接する突極には、夫々、異なる種類の巻線が巻き回される構成であることを特徴とする電動モータの巻線構造。

【請求項２】

前記巻き形状及び巻数が異なる２種類の巻線は、前記ステータに形成された突極への取付時に、隣接する突極と非干渉形状に巻き形成された第１形状の巻線と、該第１形状の巻線及び第１形状の巻線が取り付けられる突極と非干渉形状に巻き形成された第２形状の巻線と、から構成されることを特徴とする請求項１記載の電動モータの巻線構造。

【請求項３】

前記第１形状の巻線は、該第１形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第１の直線と、前記ステータの内周面を表わす第１の円弧と、前記第１の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第２の直線と、前記第１の直線と垂直で、かつ、前記自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第３の直線と、で構成される略長方形形状の領域内に形成され、

前記第２形状の巻線は、該第２形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第４の直線と、前記ステータの内周面を表わす第２の円弧と、前記第４の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第５の直線と、ステータに形成された隣接する突極の一側面と平行で、かつ、自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第６の直線と、で構成される略台形形状の領域内に形成されることを特徴とする請求項２記載の電動モータの巻線構造。

【請求項４】

前記相の数は３相であることを特徴とする請求項１～３のいずれか１つに記載の電動モータの巻線構造。

【請求項５】

内周方向に複数の突極が略等間隔に形成されたステータと、該ステータの夫々の突極に巻き回される巻線と、前記ステータの内周部でかつ同軸上に配設される外周方向の突極が形成されたロータと、を含んで構成され、前記ステータの対向する突極に巻き回される巻線が直列に接続されて形成される相の数が奇数個であると共に、該相を形成する巻線を巻形状及び巻数の異なる第１形状の巻線及び第２形状の巻線から構成し、前記ステータに形成される隣接する突極に、夫々異なる形状の巻線が巻き回される電動モータにおいて、

前記第１形状の巻線を、該第１形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第１の直線と、前記ステータの内周面を表わす第１の円弧と、前記第１の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第２の直線と、前記第１の直線と垂直で、かつ、前記自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第３の直線と、で構成される略長方形形状の領域内に巻き形成し、

前記第２形状の巻線を、該第２形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第４の直線と、前記ステータの内周面を表わす第２の円弧と、前記第４の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第５の直線と、ステータに形成された隣接する突極の一側面と平行で、かつ、自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第６の直線と、で構成される略台形形状の領域内に巻き形成することを特徴とする電動モータの巻線形成方法。

【請求項６】

前記第１形状の巻線を、前記第１の直線、第１の円弧及び第３の直線を規定した巻線型を用い、前記第２の直線で規定される高さまで前記巻線型の最下層から順次線を巻き回して第１形状を形成した後、該第１形状を固定し前記巻線型を取り外して形成することを特徴とする請求項５記載の電動モータの巻線形成方法。

【請求項７】

前記第１形状の巻線型を、該巻線型に巻き回された巻線と共に前記ステータの突極に嵌合することを特徴とする請求項６記載の電動モータの巻線形成方法。

【請求項８】

前記第２形状の巻線を、前記第４の直線、第２の円弧及び第４の直線と第６の直線との交点を規定した巻線型を用い、前記第５の直線で規定される高さまで前記第６の直線に巻端を合わせつつ、前記巻線型の最下層から順次線を巻き回して第２形状を形成した後、該第２形状を固定し前記巻線型を取り外して形成することを特徴とする請求項５記載の電動モータの巻線形成方法。

【請求項９】

前記第２形状の巻線型を、該巻線型に巻き回された巻線と共に前記ステータの突極に嵌合することを特徴とする請求項８記載の電動モータの巻線形成方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動モータの巻線構造及び巻線形成方法に関し、特に、巻線の空間占有率を向上させる技術に関する。

【０００２】

【従来の技術】
従来の電動モータの一例として、例えば、ＳＲモータがある。ＳＲモータとは、図５に示すように、内向きの突極１０ａ～１０ｆを有するステータ（固定子）１０と外向きの突極１１ａ～１１ｄを有するロータ（回転子）１１とが同軸上に配置され、ステータ１０の突極１０ａ～１０ｆに巻線１２ａ～１２ｆが巻き回されたものである。ここで、ステータ１０の対向する２つの突極に巻き回された巻線を「相」と呼び、一般的には、相の巻線は直列に接続されている。また、ロータ１１の突極とステータ１０の突極の数は、相互に倍数関係になっていない偶数個に設定される。即ち、図５のＳＲモータでは、ロータ１１の突極の数が４つ、ステータ１０の突極の数が６つとなっている。
【０００３】
そして、ステータ１０の相に電流を流して磁束を発生させ、その近傍のロータ１１の突極を引き付けることで、トルクが発生する。この際、ステータ１０とロータ１１のある突極同士が対向すると、他の突極同士にずれが生じており、逐次ずれた突極を選んでその相に通電すればロータ１１の突極が連続的に引き付けられ、ロータ１１を回転させることができる。ＳＲモータに発生するトルクは、ロータ１１とステータ１０との相対位置、及び、相に供給される電流値と突極に巻き回される巻線の巻数とに応じて変化する。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、ＳＲモータが小型の場合には、ステータ１０の内向きの突極１０ａ～１０ｆに、例えば、巻線機等を使用して巻線を直接巻くことは困難であるため、実際の製造工程においては、予め突極形状に合わせて巻線を巻いておき、これを突極に嵌合している。この場合、図５に示すように、ステータ１０の突極の先端部は基端部に比べて隣接する突極との間隔が小さいため、巻線を嵌合するための入口部が狭くなっており、ステータ１０の基端部の突極同士の間隔が広いにも関わらず、製造工程を考慮すると、突極に巻き回す巻線の巻数を多くできないという問題が生じる。
【０００５】
従って、従来型のＳＲモータを、例えば、電動ブレーキアクチュエータ等を制御するモータとして用いる場合、使用されていない内部空間が多く存在するので、電動ブレーキアクチュエータ等の制御のために必要なトルクを得るためには、外形の大きなモータを用いることになる。即ち、電動ブレーキアクチュエータの場合にはＳＲモータは４個必要となり、１個のモータが小型化できないことから、電動ブレーキアクチュエータ全体の小型化・軽量化ができないという問題点があった。
【０００６】
そこで、本発明は以上のような従来の問題点に鑑み、電動モータにおける巻線の空間占有率を向上させることにより、小型化を図った電動モータの巻線構造及び巻線形成方法を提供することを目的とする。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
このため、請求項１記載の発明は、内周方向に複数の突極が略等間隔に形成されたステータと、該ステータの夫々の突極に巻き回される巻線と、前記ステータの内周部でかつ同軸上に配設される外周方向の突極が形成されたロータと、を含んで構成され、前記ステータの対向する突極に巻き回される巻線が直列に接続されて形成される相の数が奇数個の電動モータにおいて、前記相を形成する巻線を、巻き形状及び巻数が異なる２種類の巻線から構成すると共に、前記ステータに形成される隣接する突極に、夫々、異なる種類の巻線を巻き回した。
【０００８】
このような構成の電動モータにすれば、ステータの対向する突極に巻き回される巻線からなる相に電流を流すため、双方の巻線で生じる磁束が相において一体となり、この磁束によってロータの突極を引き付けてトルクを発生させる。従って、ステータの各突極に巻き回される巻線の巻き形状を最適化することによって、従来構成の電動モータと比べて各相

における巻線の巻数が増加し、一定の電流を相に流した場合、従来と比べて、相として発生する磁束が増大することとなる。

【０００９】

また、相の数を奇数個とし、隣接する突極に夫々巻き形状及び巻数の異なる巻線を巻き回す構成とすることで、各相の巻線の合計巻数が等しくなり、電動モータの出力特性が滑らかになる。

【００１０】

請求項２記載の発明は、前記巻き形状及び巻数が異なる２種類の巻線を、前記ステータに形成された突極への取付時に、隣接する突極と非干渉形状に巻き形成された第１形状の巻線と、該第１形状の巻線及び第１形状の巻線が取り付けられる突極と非干渉形状に巻き形成された第２形状の巻線と、から構成した。

このようにすれば、隣接する突極及び巻線との干渉を防止しつつ、突極の基端部間の空間により多くの巻線が巻き回されることとなる。

【００１１】

請求項３記載の発明は、前記第１形状の巻線を、該第１形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第１の直線と、前記ステータの内周面を表わす第１の円弧と、前記第１の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第２の直線と、前記第１の直線と垂直で、かつ、前記自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第３の直線と、で構成される略長方形形状の領域内に形成し、前記第２形状の巻線を、該第２形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第４の直線と、前記ステータの内周面を表わす第２の円弧と、前記第４の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第５の直線と、ステータに形成された隣接する突極の一側面と平行で、かつ、自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第６の直線と、で構成される略台形形状の領域内に形成する構成とした。

【００１２】

このようにすれば、第１形状及び第２形状の巻線は、巻線を突極に取り付ける際に、隣接する巻線及び突極と相互干渉がない形状となる。

請求項４記載の発明は、前記相の数を３相とした。

このようにすれば、ステータの突極が６つとなるので、実用的なトルクを発生しつつ、構造が簡単になる。

【００１５】

請求項５記載の発明は、内周方向に複数の突極が略等間隔に形成されたステータと、該ステータの夫々の突極に巻き回される巻線と、前記ステータの内周部でかつ同軸上に配設される外周方向の突極が形成されたロータと、を含んで構成され、前記ステータの対向する突極に巻き回される巻線が直列に接続されて形成される相の数を奇数個とすると共に、該相を形成する巻線を巻形状及び巻数の異なる第１形状の巻線及び第２形状の巻線から構成し、前記ステータに形成される隣接する突極に、夫々異なる形状の巻線が巻き回される電動モータにおいて、前記第１形状の巻線を、該第１形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第１の直線と、前記ステータの内周面を表わす第１の円弧と、前記第１の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第２の直線と、前記第１の直線と垂直で、かつ、前記自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第３の直線と、で構成される略長方形形状の領域内に巻き形成し、前記第２形状の巻線を、該第２形状の巻線が取り付けられる自突極の一側面を表わす第４の直線と、前記ステータの内周面を表わす第２の円弧と、前記第４の直線と平行で、かつ、隣接するステータの突極の先端部の角と所定のクリアランスを設けた第５の直線と、ステータに形成された隣接する突極の一側面と平行で、かつ、自突極の先端部の角よりステータ外周方向の点を通る第６の直線と、で構成される略台形形状の領域内に巻き形成した。

【００１６】

このような巻線の形成方法にすれば、第２形状の巻線を突極に取り付けた後、第１形状の

巻線を突極に取り付けることで、隣接する巻線及び突極との相互干渉を防止しつつ、従来型の電動モータと比べて巻線の巻数が増大し、一定の電流を相に流した場合、相として発生する磁束が増大する。

請求項６記載の発明は、前記第１形状の巻線を、前記第１の直線、第１の円弧及び第３の直線を規定した巻線型を用い、前記第２の直線で規定される高さまで前記巻線型の最下層から順次線を巻き回して第１形状を形成した後、該第１形状を固定し前記巻線型を取り外して形成した。

【００１７】

このようにすれば、簡単な形状の巻線型を用いて第１形状の巻線が容易に形成される。

請求項７記載の発明は、前記第１形状の巻線型を、該巻線型に巻き回された巻線と共に前記ステータの突極に嵌合した。

このようにすれば、巻線型によって第１形状の巻線の形崩れが防止される。

【００１８】

請求項８記載の発明は、前記第２形状の巻線を、前記第４の直線、第２の円弧及び第４の直線と第６の直線との交点を規定した巻線型を用い、前記第５の直線で規定される高さまで前記第６の直線に巻端を合わせつつ、前記巻線型の最下層から順次線を巻き回して第２形状を形成した後、該第２形状を固定し前記巻線型を取り外して形成した。

【００１９】

このようにすれば、簡単な形状の巻線型を用いて第２形状の巻線が容易に形成される。

請求項９記載の発明は、前記第２形状の巻線型を、該巻線型に巻き回された巻線と共に前記ステータの突極に嵌合した。

このようにすれば、巻線型によって第２形状の巻線の形崩れが防止される。

【００２１】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項１記載の発明によれば、相を形成する巻線を巻き形状及び巻数の異なる２種類の巻線から構成したので、夫々の巻線の巻き形状を最適化することによって、ステータに形成された突極の基端部間の空間における巻線の占める割合（空間占有率）が高くなり、相としての巻線数が増大する。従って、一定の電流を相に流した場合、相に発生する磁束が大きくなるので、ロータの突極を引き付ける力、即ちトルクが大きくなり、同一外寸の電動モータの場合には出力トルクの増大、或いは、一定出力の電動モータの場合には小型化を図ることができる。例えば、電動モータをアクチュエータの制御に使用する場合には、アクチュエータの小型化及び軽量化を促進することができる。

【００２２】

また、相の数を奇数個とし、隣接する突極に夫々巻き形状及び巻数の異なる巻線を巻き回すことで、各相の巻線の合計巻数が等しくなるので、電動モータの出力特性を滑らかにすることができる。

請求項２記載の発明によれば、ステータの突極の基端部間の空間により多くの巻線を巻き回すことが可能となる。

【００２３】

請求項３記載の発明によれば、各相における巻線の巻数を効率的に増大しつつ、隣接する突極及び巻線との干渉がない簡単な第１形状及び第２形状を規定することができる。従って、第１形状及び第２形状の巻線を容易に形成することができるので、電動モータの性能とコストとのバランスを高い次元で両立させることができる。

【００２４】

請求項４記載の発明によれば、相の数を３相としステータの突極の数を６とすれば、実用的なトルクを発生しつつ、電動モータの構造を簡単にすることができる。従って、電動モータの性能とコストとのバランスの向上を図ることができる。

【００２６】

請求項５記載の発明によれば、第１形状及び第２形状の巻線を容易に形成することができ、第２形状の巻線を突極に取り付けた後、第１形状の巻線を突極に取り付けることで、隣

接する巻線及び突極との相互干渉を防止しつつ、従来型の電動モータと比べて巻線の巻数を効率的に増大することができる。
請求項６記載の発明によれば、簡単な巻線型を用いて第１形状の巻線が形成されるので、巻線の製造を自動化することができ、コスト低減を図ることができる。
【００２７】
請求項７記載の発明によれば、第１形状の巻線型に巻き回された巻線を巻線型と共にステータの突極に嵌合するので、巻線型によって第１形状の巻線の形崩れが防止される。また、第１形状の巻線とステータの突極との絶縁を考慮する必要もなくなる。
請求項８記載の発明によれば、簡単な巻線型を用いて第２形状の巻線が形成されるので、巻線の製造を自動化することができ、コスト低減を図ることができる。
【００２８】
請求項９記載の発明によれば、第２形状の巻線型に巻き回された巻線を巻線型と共にステータの突極に嵌合するので、巻線型によって第２形状の巻線の形崩れが防止される。また、第２形状の巻線とステータの突極との絶縁を考慮する必要もなくなる。
【００２９】
【発明の実施の形態】
以下、添付された図面を参照して本発明を詳述する。
先ず、本発明の原理を説明する。
ＳＲモータ等の電動モータは、ステータの対向する突極に巻き回される巻線からなる相に電流を流すため、双方の巻線で生じる磁束が相において一体となり、この磁束によってロータの突極を引き付けてトルクを発生させる。
【００３０】
即ち、ステータの各突極に巻き回された巻線で発生する磁束が必ずしも同一である必要はなく、各相として発生する磁束が夫々同一であれば良いこととなる。
従って、本発明は、各相の巻線を２種類の異なる形状（巻数）の巻線に分割し、夫々の巻線をその取付時に他と干渉のない形状に最適化することで、従来型の電動モータと比べて各相における巻線の巻数を増加させ、電動モータの出力トルクの増大、或いは、電動モータの小型化を促進するようにした。
【００３１】
図１は、このような技術的思想を実現した、本発明に係る電動モータの巻線構造の実施例を示し、相数を３（ステータの突極数を６）、ロータの突極数を４とした場合のＳＲモータの回転軸に垂直な平面での断面図を表わす。
【００３２】
ステータ（固定子）１には、その中心軸に対して略６０°毎に内向きの６つの突極１ａ～１ｆが形成されている。この突極１ａ～１ｆは、ステータ１の軸方向（即ち、紙面に対して垂直方向）に所定の長さを持った略長方形形状となっており、突極１ａ～１ｆの夫々に対して、巻線２ａ～２ｆが巻き回されている。ここで、巻線２ａ，２ｃ，２ｅは断面形状が略長方形形状となっており（以下、この形状を「第１形状」という）、巻線２ｂ，２ｄ，２ｆは断面形状が略台形形状となっている（以下、この形状を「第２形状」という）。なお、第１形状及び第２形状の詳細は、後述する。そして、図中の小丸が巻線の断面を表わし、各巻線を形成する小丸の数の半分が巻線の巻数となる。
【００３３】
また、対向する２つの巻線、具体的には、２ａと２ｄ、２ｂと２ｅ、２ｃと２ｆとが夫々直列に接続され、相を形成している。ここで、相の数が奇数（３）であるため、形状の異なる第１形状と第２形状の巻線とが対となり相を形成する。この相を形成する巻線は、共に同方向に磁束を発生するように直列に接続されており、例えば、巻線２ａと２ｄとからなる相に電流を流した場合に、巻線２ａがステータ１の外周方向（矢印Ａ）に向かって磁束が発生したとすると、巻線２ｄはステータ１の中心方向（矢印Ｂ）に向かって磁束を発生する。換言すると、突極１ａ及び１ｄの左側で電流が紙面の手前側に向かって流れ、突極１ａ及び１ｄの右側で電流が紙面の向こう側に向かって流れるように、巻線２ａ及び２

ｄが直列に接続されている。
【００３４】
ステータ１の内部には、ロータ（回転子）３が同軸上に配設されており、ロータ３には、その中心軸に対して略９０°毎に外向きの４つの突極３ａ～３ｄが形成されている。そして、ロータ３の中心軸には、ロータ３の回転を介してトルクを取り出すための軸４が設けられている。
図２は、巻線２ａ～２ｆの断面形状の詳細を表わす説明図である。
【００３５】
巻線の形状としては第１形状（巻線２ａ，２ｃ，２ｅ）と第２形状（巻線２ｂ，２ｄ，２ｆ）とがあるが、その代表として巻線２ａと２ｂとを説明し、他の巻線２ｃ～２ｆはこれと同様であるので、その説明は省略する。
先ず、第１形状の巻線２ａについて説明すると、第１形状は、突極１ａの一側面を表わす直線ａ（第１の直線）と、ステータ１の内周面を表わす円弧ｂ（第１の円弧）と、直線ａと平行で、かつ、隣接する突極１ｂの先端部の角を通る直線に対し所定のクリアランスΔ１を有する直線ｃ（第２の直線）と、直線ｃに垂直で、かつ、突極１ａの先端部の角或いは巻線２ａの取付先端部を通る直線ｄ（第３の直線）と、で囲まれる領域内に形成される。ここで、クリアランスΔ１は、巻線２ａの形成時の膨らみやばらつきを考慮して決定し、後述する巻線２ｂと干渉が生じないようにする。
【００３６】
次に、第２形状の巻線２ｂについて説明すると、第２形状は、突極１ｂの一側面を表わす直線ｅ（第４の直線）と、ステータ１の内周面を表わす円弧ｆ（第２の円弧）と、直線ｅと平行で、かつ、隣接する突極１ａの先端部の角を通る直線に対し所定のクリアランスΔ２を有する直線ｇ（第５の直線）と、前記直線ｃと平行で、かつ、突極１ｂの先端部の角或いは巻線２ｂの取付先端部を通る直線ｈ（第６の直線）と、で囲まれる領域内に形成される。なお、クリアランスΔ２の設け方は、第１形状のクリアランスΔ１と同様である。
【００３７】
図３は、第１形状の巻線（２ａ，２ｃ，２ｅ）の形成方法を表わす模式図である。ここでは、説明の便宜上、巻線２ａの形成方法についてのみ説明する。
即ち、巻線２ａは、図３（ａ）　に示すような巻線型５を用いて形成する。この巻線型５は、４分割された巻線型５ａ～５ｄにより構成されており、その断面形状は、コの字形状（いわゆるチャンネル形状）の断面を有している。巻線型５の断面形状は、図３（ｂ）に示すように、基部６ａが前記直線ａに、一端面６ｂが前記直線ｄ（又は、円弧ｂ）に、他端面６ｃが前記円弧ｂ（又は、直線ｄ）に相当し、前記直線ｃに相当する部分は巻き重ねる巻線２ａの層数で調整する（図２参照）。
【００３８】
一般的に、巻線２ａを巻き重ねるときには、図３（ｂ）　のように、下の２本の巻線の中央に次の巻線を巻き重ねていくと最も安定し、かつ、空間に対する線の占める割合（空間占有率）も高くなる。そこで、巻線型５の端面６ｂと６ｃとがなす間隔（幅）は、最下層の巻数×線の太さに合わせ、最下層にはこの巻数、２層目には１層目より１回少ない巻数、３層目は再び最下層と同じ巻数、というように巻き重ねる。この作業によって第１形状の略長方形断面を持つ巻線２ａが完成する。巻き終わったらワニスなどで巻線２ａを固め、その後、巻線型５ａ～５ｄを分割して外す。なお、巻線２ａを巻き重ねる際、例えば、３層目の端の線は、巻線型５の端面６ｂ若しくは６ｃが逃げてしまうと２層目に落ちてしまうので、巻線型５（５ａ～５ｄ）はそれに耐えるだけの剛性を持ったものとする必要がある。
【００３９】
なお、ここで用いる巻線型５は、図のように分割可能な構成で巻線作業終了後に外せる単なる型の役割のものでも良いし、巻線型５ａ～５ｄを一体的に形成し、巻線２ａと共にステータ１に取り付けるボビンの役割のものでも良い。型の役割だけの場合には、ＳＲモータのコストが安くなる他（型の必要個数が少ない）、ボビンのスペースが不要なため巻線

２ａをたくさん巻けるなどのメリットがある。一方、ボビンの場合には、ボビンの外寸を前記直線ａ，ｃ，ｄ及び円弧ｄ（図２参照）に合わせて作成する必要があるが、ボビン取付時に、巻線２ａが形崩れを起こしにくい、ステータ１と巻線２ａとの間の絶縁を別途考える必要がないなどのメリットがある。従って、どちらを採用するかは、ＳＲモータの要求性能（出力トルク、外寸等）を考慮して選択すれば良い。

【００４０】

図４は、第２形状の巻線（２ｂ，２ｄ，２ｆ）の形成方法を表わす模式図である。ここでは、説明の便宜上、巻線２ｂの形成方法についてのみ説明する。

即ち、巻線２ｂは、図４(a)に示すような巻線型７を用いて形成する。この巻線型７も第１形状の巻線型５（図３参照）と同様に、４分割された巻線型７ａ～７ｄにより構成されており、その断面形状は、一側面が短いコの字形状（いわゆるアングル形状に近い）の断面を有している。巻線型７の断面形状は、図４(b)に示すように、基部８ａが前記直線ｅに、高さが短い一端面８ｂが前記直線ｅと直線ｈとの交点に、他端面８ｃが前記円弧ｆに相当し、前記直線ｇに相当する部分は巻き重ねる巻線２ｂの層数で調整する（図２参照）。

【００４１】

ところで、第２形状の巻線２ｂは、第１形状の巻線２ａと異なり、前記直線ｈと直線ｅとが略直角となっていない（即ち、直線ｈが傾いている）ので、巻線２ｂの巻数は上層になるほど減らしながら巻いていかなければならない。この場合にも、第１形状の巻線２ａと同様に下の２本の巻線の中央に次の巻線を巻き重ねるが、図４（ｂ）　のように、最下層と２層目は第１形状の巻線２ａと同じで、３層目は２層目と同じ巻数で１列ずらして巻き、４層目は３層目より１回少ない巻数を巻く。このように２層毎に１巻きずつ巻数を減らしていくと、図４（ｂ）　のような傾斜面が形成され、その傾斜角が略６０°となる。本実施例では、相が３つ（ステータ１の突極数が６）であるので、上記のように第２形状の巻線２ｂを巻けば必要な傾斜角６０°を容易に形成することができる。

【００４２】

また、２層目で２回減らして巻くと、傾斜角は略３０°となる。そこで、図４（ｃ）　のように、２層目２回減（３０°）、３層目１回減（３０°）、４層目２回減（３０°）、５層目１回減（３０°）とし、６層目だけは１回減（６０°）という減らし方を採用すれば、平均的に略３６°の角度にできる。この角度は、５相（ステータ１の突極数が１０）のＳＲモータの斜面形成に使うことができる（３０°ずつのものは、相が６相で偶数となるため使えない）。

【００４３】

なお、ここで説明した一側面が短いコの字断面形状の巻線型７（７ａ～７ｄ）は、型にもボビンにも使えるものであるが、型に使う場合は第１形状と同じようなコの字の長さが同じものであっても差し支えない。

また、ここで示した２つの形状（第１形状及び第２形状）は、巻線作業の容易さを考慮して略長方形・略台形に形成してあるが、ステータ１の突極１ａ～１ｆの基端部（前記円弧ｂ、ｆの近傍）には、さらに巻線を巻いても構わない。

【００４４】

さらに、図３（ｂ）　の一側面６ｂ（又は６ｃ）を外側に湾曲させ、逆反り形状に巻けば、図２における前記直線ｄは、突極１ａの内周面１ａ’を延長した円弧ｄ’とすることも可能である。この場合、より多くの巻線を巻くことができる。

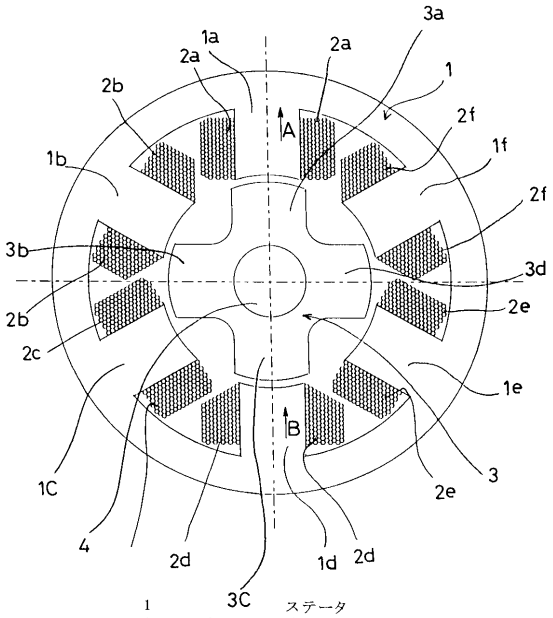
ＳＲモータの組み立ては、巻線の組み付け・結線、ロータの取り付け、両端のキャップ取り付けの順で行われるが、ここでは巻線の組み付けのみ図１を参照しつつ説明する。

【００４５】

先ず、第２形状の巻線２ｂ，２ｄ，２ｆをステータ１の突極１ｂ，１ｄ，１ｆに組み付ける。巻線２ｂをステータ１の内側へ差し込み、突極１ｂに嵌合する。このとき、巻線２ｂの外周面は、前述したように直線ｇ（図２参照）によって隣接する突極１ａ及び１ｃの先端部の角と干渉しないように形成されているので、何の障害もなく突極１ｂに嵌合するこ

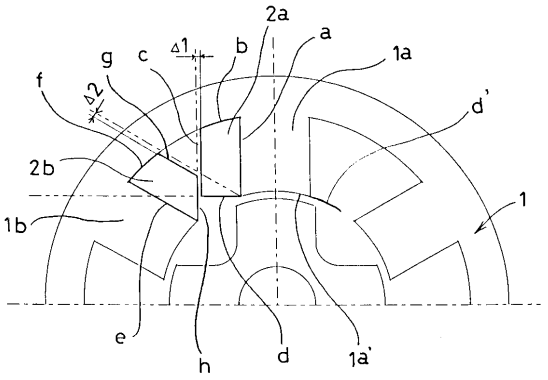
とができる。同様にして、巻線２ｄ及び２ｆも組み付ける。
【００４６】
次に、第１形状の巻線２ａ，２ｃ，２ｅをステータ１の突極１ａ，１ｃ，１ｅに組み付ける。第２形状の巻線２ｂ，２ｄ，２ｆと同様に、巻線２ａをステータ１の内側に差し込み、突極１ａに嵌合する。このとき、巻線１ａの外周面は、前述したように直線ｃ（図２参照）に合わせて形成されており、また、隣接する巻線２ｂ及び２ｆの直線ｈ部分が、直線ｃと所定のクリアランスΔ１を隔てて形成されているので、何の障害もなく突極１ａに嵌合することができる。同様にして、巻線２ｃ及び２ｅも組み付ける。
【００４７】
すべての巻線２ａ～２ｆを組み付けたら、巻線２ａ～２ｆを固定する。巻線の固定方法には各種の方法があるが、前記直線ｄ及びｈを突極の先端部の角で規定したならば接着、また、巻線先端位置で規定したならば先端部に板を挟み込む方法などが使用できる。
以上説明した構成からなるＳＲモータの動作は、従来型のＳＲモータと同様である。但し、各突極の巻線を同じ形状として巻いた場合、図５のように、ステータ１０に形成した突極１０ａ～１０ｆの基端部近傍には、使用されていない空間がたくさん存在し、巻線の巻数が少ない。実際、この図で１相の巻数（断面図の小丸の数）は１０７（回／巻線）×２＝２１４回である。一方、本発明のＳＲモータにおける１相の巻数は、１２９回＋１１５回＝２４４回であり（図１参照）、図５より明らかに巻線の巻数が多い。従って、同一電流値を相に流した場合に発生する磁束量、即ち、トルクを増加することができるため、より小さなサイズのモータとしても同じトルクを発生させることが可能となる。
【００５７】
以上説明したように、本発明では、ＳＲモータの各相の巻線を２種類の異なる巻線に分割し、その代わりに夫々の巻線の形状を最適化して順々に組み付け、最後にそれらを接続することで相としての巻数を増やす、という構成としたことにより、実際に組み立てが可能で、各相の発生するトルクは一定でありながら、突極間のスペースにおける巻線の占める割合を高くすることができる。従って、ステータ形状を小さくしても多くの巻線を巻くことができるため、モータの小型化、即ち、アクチュエータの小型化が可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に係る電動モータの巻線構造を示す断面図
【図２】同上の第１形状及び第２形状の巻線の形状を説明する詳細図
【図３】同上の第１形状の巻線の形成方法の一例を示し、(a)は第１形状の巻線型を示す斜視図、(b)は第１形状の巻線の断面形状を示す断面図
【図４】同上の第２形状の巻線の形成方法の一例を示し、(a)は第２形状の巻線型を示す斜視図、(b)は第２形状の巻線の断面形状の一例を示す断面図、(c)は第２形状の巻線の断面形状の他の一例を示す断面図
【図５】従来の電動モータの巻線構造を示す断面図
【符号の説明】
１　ステータ
１ａ～１ｆ　突極
２ａ，２ｃ，２ｅ　第１形状の巻線
２ｂ，２ｄ，２ｆ　第２形状の巻線
３　ロータ
３ａ～３ｄ　突極
５　巻線型
５ａ～５ｄ　巻線型
７　巻線型
７ａ～７ｄ　巻線型

【図１】



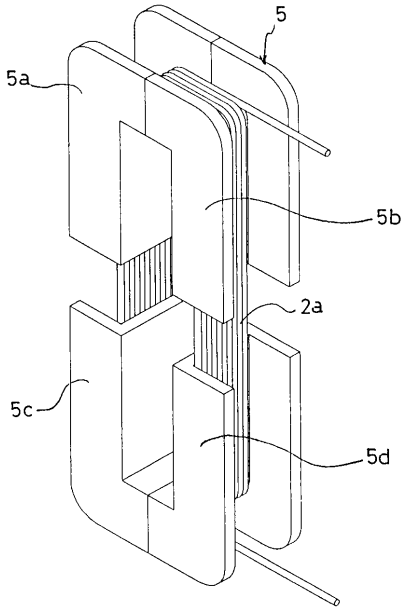
1	ステータ
1ａ～1ｆ	突極
2ａ，2ｃ，2ｅ	第1形状の巻線
2ｂ，2ｄ，2ｆ	第2形状の巻線
3	ロータ
3ａ～3d	突極

【図２】

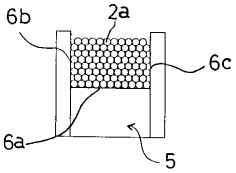


【図３】

(a)

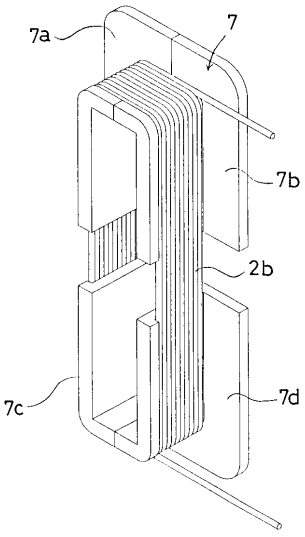


(b)

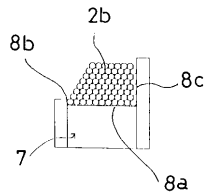


【図４】

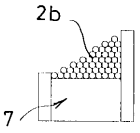
(a)



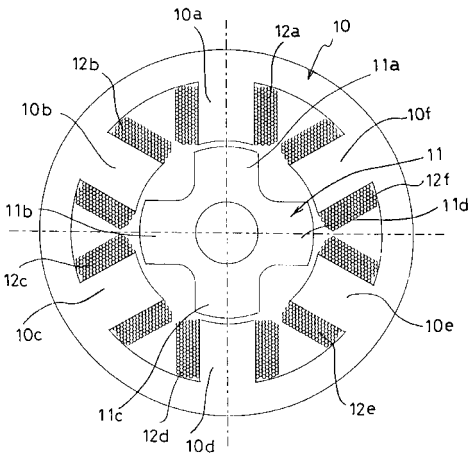
(b)



(c)



【図５】


10a
12a
10
12b
11a
10b
10f
11
12f
11d
11b
12c
10c
10e
11c
12d
10d
12e

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０４－１５０７４９（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－００３６２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２８０６４３（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０５３２４４（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H02K 3/18
H02K 3/28
H02K 15/095