

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6048672号  
(P6048672)

(45) 発行日 平成28年12月21日(2016.12.21)

(24) 登録日 平成28年12月2日(2016.12.2)

(51) Int. Cl. F 1  
H O 2 K 15/06 (2006.01) H O 2 K 15/06

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-98440 (P2013-98440)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成25年5月8日(2013.5.8)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2014-220910 (P2014-220910A)	(74) 代理人	100068618 弁理士 粁 経夫
(43) 公開日	平成26年11月20日(2014.11.20)	(74) 代理人	100104145 弁理士 宮崎 嘉夫
審査請求日	平成27年6月5日(2015.6.5)	(74) 代理人	100109690 弁理士 小野塚 薫
		(74) 代理人	100135035 弁理士 田上 明夫
		(74) 代理人	100131266 弁理士 ▲高▼ 昌宏
		(74) 代理人	100104385 弁理士 加藤 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コイル組み付け装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内周にティースとスロットとが交互に形成されたステータコアにコイルを組み付けるためのコイル組み付け装置であって、

前記コイルを把持して3軸方向に移動させるコイル移動機構と、前記ステータコアを回転可能に保持するコア保持機構と、前記コイル移動機構及び前記コア保持機構を同期制御する制御部とを含むことを特徴とするコイル組み付け装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記コイル移動機構による前記コイルの移動動作と、前記コア保持機構による前記ステータコアの回転動作とを同期させて、前記コイルの変形を促し、前記コイルが該コイル自体の積層方向の一端から徐々に前記ティースに挿入され、前記コイルの全体の挿入が完了するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであることを特徴とする請求項1記載のコイル組み付け装置。

【請求項3】

前記制御部は、前記コイルの巻線の中心軸と前記ティースのステータコア回転方向中心との、ステータコア回転方向における相対角度が調整されながら、前記コイルが前記ティースの両隣の2つのスロットに進入するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであることを特徴とする請求項2記載のコイル組み付け装置。

【請求項4】

前記制御部は、前記ステータコアが回転している状態で前記コイルが円弧軌道を移動し

、この後、前記ステータコアが回転していない状態で前記コイルが直線的に移動するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載のコイル組み付け装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記ステータコアが回転している状態で前記コイルが円弧軌道を移動し、前記コイルの中心軸と前記ティースの中心軸とが一致する状態まで挿入が進行した時点で、前記ステータコアが回転していない状態で前記コイルが直線的に移動するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであることを特徴とする請求項 4 記載のコイル組み付け装置。

【請求項 6】

内周にティースとスロットとが交互に形成されたステータコアにコイルを組み付けるためのコイル組み付け方法であって、

前記コイルの 3 軸方向の移動と前記ステータコアの回転とを同期させて行い、前記コイルを前記ティースに挿入する挿入工程を含むことを特徴とするコイル組み付け方法。

【請求項 7】

前記挿入工程において、前記コイルの巻線の中心軸と前記ティースのステータコア回転方向中心との、ステータコア回転方向における相対角度を調整しながら、前記コイルを前記ティースの両隣の 2 つのスロットに進入させることを特徴とする請求項 6 記載のコイル組み付け方法。

【請求項 8】

前記挿入工程は、前記ステータコアを回転させた状態で前記コイルを円弧軌道で移動させる第 1 移動工程と、該第 1 移動工程の後に前記ステータコアを回転させない状態で前記コイルを直線的に移動させる第 2 移動工程とを含むことを特徴とする請求項 6 又は 7 記載のコイル組み付け方法。

【請求項 9】

前記第 1 移動工程において、前記コイルの中心軸と前記ティースの中心軸とが一致する状態まで挿入が進行した時点で、前記第 2 移動工程に移行することを特徴とする請求項 8 記載のコイル組み付け方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コイル組み付け装置及びコイル組み付け方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電動モータ等に用いられるステータコアとして、例えば、図 7 に示すようなステータコア 50 は、内周にティース 52 とスロット 54 とを有する構造であるため、予め巻回されたコイルを組み付ける際に、ステータコア 50 の回転軸 C1 側からコイルを挿入する必要がある。しかしながら、電動モータ等に要求される小型化や高性能化に対応するために、ティース 52 に高密度にコイルを配置する必要があることから、ティース 52 両隣のスロット 54 には、コイルが配置される以外の、取付代となるようなスペースがほとんど設けられていない。このため、このようなステータコア 50 に、回転軸 C1 側からコイルを組み付けるための、様々な技術が提案されている（例えば、特許文献 1、特許文献 2 参照）。

【0003】

一例として、図 6 には、ステータコア 50 にコイルを組み付ける際に用いられる、従来の 4 軸ロボット 120 を示している。この 4 軸ロボット 120 は、x 軸、y 軸、z 軸の 3 軸方向に移動する 3 軸可動部を備えた直交 3 軸ロボットに、コイルを把持するコイルチャックユニット 122 を取り付け、更に、コイルチャックユニット 122 を図中 T 方向（z 軸回り）に回転させる機能を付加したものである。ここで、4 軸ロボット 120 により、図 7 に示すステータコア 50 にコイルを組み付ける際の手順について、図 8 を参照しながら

10

20

30

40

50

ら説明する。なお、図 8 に示すステータコア 50 は、コイル 60 を挿入するティース 52 の両隣のティース 52 に、既にコイル 60'、60'' の挿入が完了した状態である。

【0004】

まず、コイルを把持しているコイルチャックユニット 122 を移動させて、図示しない保持機構等に保持されているステータコア 50 の内部にコイルを移動させる。そして、図 8 (a) に示すように、ティース 52 に対して適切な角度 (図の例では 35°) をもって、コイル 60 をティース 52 の両隣のスロット 54 に挿入する。この時点で、コイル 60 は、ティース 52 の図中左隣のスロット 54 に、図中左側の部位のみが挿入された状態である。続けて、図 8 (b)、(c) に示すように、ティース 52 に対する角度が徐々に小さくなるように (図の例では 35°、28°、16°)、コイル 60 を回転させながら、図中上方向に移動させる。そして、図 8 (d) に示すように、ティース 52 に対する角度が 0° になった時点でコイル 60 の回転を止めて、図中上方向に移動させ、図 8 (e) に示すように、コイル 60 をティース 52 の両隣のスロット 54 に最後まで挿入することで、コイル 60 全体のティース 52 への挿入が完了する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011-193630 号公報

【特許文献 2】特開 2001-169482 号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、図 6 に示した 4 軸ロボット 120 は、3 軸可動部にコイルチャックユニット 122 を取り付けした直交 3 軸ロボットに、コイルチャックユニット 122 の回転機能を付加したものであるため、以下のような問題点がある。まず、コイルチャックユニット 122 の回転機構を具備する必要があるため、モータ、軸受、取付部品等が必要となり、ロボットの自重が増加する。この結果、慣性質量が増大し、ロボットの加減速度が低下するため、動作速度の低下や設備のサイクルタイムの悪化を招く虞がある。又、回転機構や、回転機構を制御するための制御機器が必要となるため、設備コストが増大する。更に、コイルチャックユニット 122 の配線 122a が、コイルチャックユニット 122 の回転に追従する必要があるため、配線 122a の断線リスクが高くなってしまう。

30

【0007】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ステータコアへのコイルの組み付けにおいて、組み付けの精度を下げることなく、サイクルタイムを改善すると共にコストを低減することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

(発明の態様)

以下の発明の態様は、本発明の構成を例示するものであり、本発明の多様な構成の理解を容易にするために、項別けして説明するものである。各項は、本発明の技術的範囲を限定するものではない。そのため、発明を実施するための最良の形態を参酌しつつ、各項の構成要素の一部を置換し、削除し、又は、更に他の構成要素を付加したものについても、本願発明の技術的範囲に含まれ得るものである。

40

【0009】

(1) 内周にティースとスロットとが交互に形成されたステータコアにコイルを組み付けるためのコイル組み付け装置であって、前記コイルを把持して 3 軸方向に移動させるコイル移動機構と、前記ステータコアを回転可能に保持するコア保持機構と、前記コイル移動機構及び前記コア保持機構を同期制御する制御部とを含むコイル組み付け装置 (請求項 1)。

【0010】

50

本項に記載のコイル組み付け装置は、内周にティースとスロットとが交互に形成されたステータコアにコイルを組み付けるためのものであり、コイル移動機構、コア保持機構、及び、制御部を含むものである。コイル移動機構は、ステータコアに組み付けるコイルを把持し、把持したコイルを3軸方向に移動させるものであり、例えば、コイルを把持するコイルチャックユニットを3軸可動部に取り付けた直交3軸ロボット等が用いられる。又、コア保持機構は、ステータコアの中心軸を回転軸として、回転可能にステータコアを保持するものであり、制御部は、コイル移動機構とコア保持機構とを同期制御するものである。

【0011】

すなわち、本項に記載のコイル組み付け装置は、コイルを3軸方向に移動させるコイル移動機構と、ステータコアを回転させるコア保持機構とを、制御部により同期制御することで、ステータコアの任意のティースにコイルを挿入するものである。このため、コイルを把持するコイル移動機構に、従来の4軸ロボットが具備しているようなコイルの回転機構が不要となり、設備コストが低減される。更に、従来の4軸ロボットと比較して、重量が軽くなることで動作速度が速くなるため、サイクルタイムが改善される。又、コイル移動機構によってコイルを回転させないことから、コイルを把持するコイルチャックユニット等への配線が、コイルの回転に追従することがなくなるため、配線の断線リスクを下げるものとなる。

【0012】

(2) 上記(1)項において、前記制御部は、前記コイル移動機構による前記コイルの移動動作と、前記コア保持機構による前記ステータコアの回転動作とを同期させて、前記コイルの変形を促し、前記コイルが該コイル自体の積層方向の一端から徐々に前記ティースに挿入され、前記コイルの全体の挿入が完了するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであるコイル組み付け装置(請求項2)。

【0013】

本項に記載のコイル組み付け装置は、制御部によりコイル移動機構とコア保持機構とを制御し、コイル移動機構によるコイルの移動動作と、コア保持機構によるステータコアの回転動作とを同期させる。そして、同期したコイルの移動動作とステータコアの回転動作とにより、コイルの変形を促すことで、コイルがコイル自体の積層方向の一端から徐々にティースに挿入され、然る後、コイル全体のティースへの挿入が完了する。すなわち、従来は4軸ロボット等によりコイルを回転させながら3軸方向に移動することで行っていた、ティースへのコイルの挿入を、本装置では、コイル移動機構によるコイルの3軸方向の移動動作と、コア保持機構によるステータコアの回転動作とを同期させて行う。これにより、コイル自体を回転させることなく、従来と同様の精度でコイルを組み付けるものとなる。

【0014】

(3) 上記(2)項において、前記制御部は、前記コイルの巻線の中心軸と前記ティースのステータコア回転方向中心との、ステータコア回転方向における相対角度が調整されながら、前記コイルが前記ティースの両隣の2つのスロットに進入するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであるコイル組み付け装置(請求項3)

【0015】

本項に記載のコイル組み付け装置は、制御部によりコイル移動機構とコア保持機構とを同期制御し、コイル移動機構により移動させるコイルと、コア保持機構により回転させるステータコアのティースとの相対角度を調整しながら、コイルをティースの両隣の2つのスロットに進入させるものである。この場合のコイルとティースとの相対角度とは、コイルの巻線の中心軸とティースのステータコア回転方向中心との、ステータコア回転方向の角度の差を示している。従って、例えば、ティース両隣のスロットに対して、斜め方向(コイルとティースとの相対角度が0°以上)からコイルを進入させ、コイルの挿入の進行に伴い、コイルとティースとの相対角度が徐々に小さくなるように調整しながら、コイル

10

20

30

40

50

をティースに挿入する。このように、コイルとティースとの相対角度を調整して、ティース両隣のスロットに対して斜め方向からコイルを進入させることで、ティース両隣のスロットの開口部に、正面方向（コイルとティースとの相対角度が $0^\circ$ ）からコイルを挿入できるだけの大きさの余裕（取付代）がない場合であっても、無理なく円滑にコイルを挿入するものである。

【0016】

（4）上記（1）から（3）項において、前記制御部は、前記ステータコアが回転している状態で前記コイルが円弧軌道を移動し、この後、前記ステータコアが回転していない状態で前記コイルが直線的に移動するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであるコイル組み付け装置（請求項4）。

10

【0017】

本項に記載のコイル組み付け装置は、制御部によりコイル移動機構とコア保持機構とを同期制御し、ステータコアを回転させた状態でコイルを円弧軌道で移動させ、然る後、ステータコアを回転させない状態でコイルを直線的に移動させるものである。すなわち、ティース両隣のスロットの、コイルの大きさと比べて狭い開口部を通過させるための、コイルの円弧軌道の移動及びステータコアの回転を伴う動作と、ステータコアを回転させずにコイルを単純に直線的に移動させる動作との、2つの動作を分けて行うことで、効率よく円滑にコイルをティースに挿入するものである。

【0018】

（5）上記（4）項において、前記制御部は、前記ステータコアが回転している状態で前記コイルが円弧軌道を移動し、前記コイルの中心軸と前記ティースの中心軸とが一致する状態まで挿入が進行した時点で、前記ステータコアが回転していない状態で前記コイルが直線的に移動するように、前記コイル移動機構と前記コア保持機構とを制御するものであるコイル組み付け装置（請求項5）。

20

【0019】

本項に記載のコイル組み付け装置は、ステータコアを回転させた状態でコイルを円弧軌道で移動させる動作を、コイルの中心軸とティースの中心軸とが一致する状態まで続け、これらが一致した時点で、ステータコアを回転させない状態でコイルを直線的に移動させる動作に切り替えるように、制御部によりコイル移動機構とコア保持機構とを制御するものである。この場合のコイルの中心軸とは、コイルの巻線の中心軸を示し、ティースの中心軸とは、ティースのステータコア回転方向中心を通り、かつ、ティースのステータコア回転軸延在方向中心を通る直線を示している。すなわち、コイルとティースとの相対角度が $0^\circ$ となった時点で、上述したような動作の切り替えを行う。これにより、従来の4軸ロボットによるコイルの組み付け時と略同じ、コイルとティースとの位置関係の変化及び相対角度の変化を実現するものとなるため、従来と同様の精度で円滑にコイルを組み付けるものとなる。

30

【0020】

（6）内周にティースとスロットとが交互に形成されたステータコアにコイルを組み付けるためのコイル組み付け方法であって、前記コイルの3軸方向の移動と前記ステータコアの回転とを同期させて行い、前記コイルを前記ティースに挿入する挿入工程を含むコイル組み付け方法（請求項6）。

40

（7）上記（6）項の、前記挿入工程において、前記コイルの巻線の中心軸と前記ティースのステータコア回転方向中心との、ステータコア回転方向における相対角度を調整しながら、前記コイルを前記ティースの両隣の2つのスロットに進入させるコイル組み付け方法（請求項7）。

【0021】

（8）上記（6）（7）項において、前記挿入工程は、前記ステータコアを回転させた状態で前記コイルを円弧軌道で移動させる第1移動工程と、該第1移動工程の後に前記ステータコアを回転させない状態で前記コイルを直線的に移動させる第2移動工程とを含むコイル組み付け方法（請求項8）。

50

(9) 上記(8)項の、前記第1移動工程において、前記コイルの中心軸と前記ティースの中心軸とが一致する状態まで挿入が進行した時点で、前記第2移動工程に移行するコイル組み付け方法(請求項9)。

そして、上記(6)から(9)項に記載のコイル組み付け方法は、各々、上記(2)から(5)項に記載のコイル組み付け装置を用いて実行されることで、上記(2)から(5)項に対応する同等の作用を奏するものである。

【発明の効果】

【0022】

本発明はこのように構成したので、ステータコアへのコイルの組み付けにおいて、組み付けの精度を下げることなく、サイクルタイムを改善すると共にコストを低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施の形態に係るコイル組み付け装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示したコイル移動機構とコア保持機構の一例を概略的に示す斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法の一例を示すフロー図である。

【図4】本発明の実施の形態に係るコイル組み付け装置によりコイルを組み付ける際の、コイルとティースとの位置関係の変化を概略的に示す断面イメージ図である。

【図5】図4に示したコイルを移動させる軌道を説明するための断面イメージ図である。

【図6】コイルの組み付けに用いる従来の4軸ロボットを概略的に示す斜視図である。

【図7】ステータコアを示す斜視図である。

【図8】図6に示した4軸ロボットによりコイルを組み付ける際の、コイルの位置の変化を概略的に示す断面イメージ図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。ここで、従来技術と同一部分、若しくは相当する部分については同一符号で示し、詳しい説明を省略する。

図1は、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け装置10の構成を示すブロック図である。図1の例において、コイル組み付け装置10は、コイル移動機構20、コア保持機構30、制御部40を有している。コイル移動機構20は、例えば、図2に示すような、直交3軸ロボットの3軸可動部にコイルチャックユニット22を取り付けたものであり、コイルチャックユニット22によりコイルを把持し、把持したコイルをx軸、y軸、z軸の3軸方向に移動させるものである。なお、符号22aで示す配線は、コイルチャックユニット22の配線である。又、コア保持機構30は、例えば、図2に示すように、ステータコア50をステータコア50の回転軸C1(図7参照)で回転可能に保持するものであり、図2の例では、t方向(z軸回り)にステータコア50を回転させる。又、制御部40は、コイル移動機構20とコア保持機構30とを同期制御し、コイル移動機構20によるコイルの3軸方向の移動動作と、コア保持機構30によるステータコア50の回転動作とを、同期させるものである。

【0025】

次に、図3には、図1及び図2に示したコイル組み付け装置10により、コイルをステータコア50に組み付ける際の、コイル組み付け方法の一例を示している。この図3のフロー図に沿って、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法について説明する。

S10(挿入準備工程): 図7に示すようなステータコア50の、複数のティース52のうち、コイルの挿入が完了していないティース52の1つを、コイルを挿入するターゲットのティース52として定め、このターゲットのティース52にコイルを挿入する準備を行う工程である。具体的には、コイル移動機構20のコイルチャックユニット22によりコイルを把持し、図2のz軸方向上側から、コア保持機構30で保持しているステータコア50の内部にコイルを移動させる。そして、ステータコア50の内部に移動したコイ

10

20

30

40

50

ルと、ターゲットのティース52との相対角度が、予め定められている初期進入角度になるように、コア保持機構30によりステータコア50をt方向に回転させる。

【0026】

S20（挿入工程）：ターゲットのティース52にコイルを挿入する工程であり、図3の例では、第1移動工程S22と第2移動工程S24とで構成されている。本工程については、図4及び図5を参照しながら詳しく説明する。なお、図4及び図5では、説明の便宜上、コイル60を把持しているコイルチャックユニット22の図示を省略しており、又、図示されている範囲のティース52は、ターゲットのティース52を除いて、既にコイル60の挿入が完了した状態である。更に、図4及び図5中、符号L60はコイル60の中心軸（コイル60の巻線の中心軸）、符号L1はコイル60の中心軸L60と平行な線を示している。又、符号L2はターゲットのティース52の中心軸（ティース52のステータコア回転方向tの中心を通り、かつ、ティース52のステータコア回転軸C1延在方向（図2のz軸方向）中心を通る直線）を示している。このため、コイル60の中心軸L60と平行な線L1と、ティース52の中心軸L2との角度差は、コイル60とティース52との相対角度に相当するものである。

10

【0027】

S22（第1移動工程）：図4（a）に示すように、コイル移動機構20によりコイル60を移動させ、コイル60を挿入するターゲットのティース52の、両隣のスロット54へのコイル60の挿入を開始する。ターゲットのティース52は、上記S10におけるステータコア50の回転により、コイル60との相対角度が初期進入角度（図4の例では35°）となる回転位置にあるため、この進入角度でコイル60をティース52両隣のスロット54に挿入する。図4（a）の時点で、コイル60は、ターゲットのティース52の図中左隣のスロット54に、図中左側の部位のみが挿入された状態である。

20

【0028】

続いて、図4（b）に示すように、コア保持機構30によりステータコア50をt方向時計回りに回転させながら、コイル移動機構20によりコイル60を移動させ、ティース52両隣のスロット54への挿入を進行させる。図4（b）の時点で、ステータコア50は、ターゲットのティース52とコイル60との相対角度が28°になる位置まで回転した状態であり、コイル60は、ターゲットのティース52の、図中左隣のスロット54への挿入が進行した状態である。

30

【0029】

ここで、本第1移動工程S22における、コイル移動機構20によるコイル60の移動動作と、コア保持機構30によるステータコア50の回転動作について、より詳しく説明する。図5には、図4（a）の状態のコイル60と、図4（b）の状態のコイル60及びステータコア50を、同時に図示している。すなわち、符号60aは図4（a）の状態のコイル60、符号60bは図4（b）の状態のコイル60を示している。又、符号L2aは、図4（a）の状態の、ターゲットのティース52の中心軸L2、符号L2bは、図4（b）の状態の、ターゲットのティース52の中心軸L2を示している。図5によれば、コイル60は、コイル60aからコイル60bの位置に至る際に、中心をC2、半径をRとする円弧軌道Aを移動していることが分かる。そして、ステータコア50は、コイル60がコイル60aからコイル60bの位置に至る間に、t方向時計回りに7°回転している。

40

このように、本第1移動工程S22は、制御部40によりコイル移動機構20とコア保持機構30とを同期制御し、ステータコア50のt方向時計回りの回転と、コイル60の円弧軌道Aの移動とを同期させて、ティース52両隣のスロット54にコイル60を挿入していくものである。

【0030】

そして、コイル60の円弧軌道Aでの移動と、ステータコア50のt方向時計回りの回転とを、同期させながら続けることで、図4（b）の状態から図4（c）に示す状態になり、やがて図4（d）に示す状態になる。図4（c）の時点で、ステータコア50は、タ

50

ターゲットのティース52とコイル60との相対角度が16°になる位置まで回転した状態であり、コイル60は、ターゲットのティース52両隣のスロット54に、コイル60の一部が挿入された状態である。そして、図4(d)の時点で、ステータコア50は、ターゲットのティース52とコイル60との相対角度が0°になる位置まで回転した状態であり、コイル60は、ターゲットのティース52との相対角度が0°で、ティース52両隣のスロット54の中途位置まで挿入された状態である。この結果、ティース52の中心軸L2とコイル60の中心軸L60とが一致し、この時点で本工程S22が終了となる。

#### 【0031】

S24(第2移動工程): 図4(d)に示す状態から、コイル移動機構20によりコイル60を図中上方向に移動させ、ティース52両隣のスロット54への挿入を進行させる。この際、コア保持機構30によるステータコア50の回転は行わない。そして、図中上方向へのコイル60の移動を続け、図4(e)に示すように、ティース52両隣のスロット54に最後までコイル60を挿入する。これにより、コイル60全体のターゲットのティース52への挿入が完了し、本第2移動工程S24が終了となる。

このように、本第2移動工程S24は、制御部40によりコイル移動機構20とコア保持機構30とを制御し、ステータコア50を回転させずに、コイル60を直線的(図4の例では図中上方向)に移動させて、ティース52両隣のスロット54にコイル60を挿入するものである。

#### 【0032】

S30(挿入判定): ステータコア50の全てのティース52に、コイル60の挿入が完了したか否かを判定する。この結果、コイル60を挿入していないティース52がステータコア50に残っている場合には、S10へ復帰し、ステータコア50の全てのティース52に、コイル60の挿入が完了した場合には、コイル組み付け装置10による本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法が終了となる。

#### 【0033】

すなわち、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法は、挿入準備工程S10においてコイル60を挿入するターゲットのティース52を変更しながら、第1移動工程S22と第2移動工程S24とを繰り返すことで、ステータコア50の全てのティース52にコイル60を挿入するものである。そして、挿入準備工程S10では、工程を繰り返す度に変更されるターゲットのティース52が、毎回同じ図4(a)に示す回転位置(コイル60との相対角度が初期進入角度となる位置)になるように、ステータコア50がt方向時計回り又は反時計回りに回転される。これにより、ターゲットのティース52が変更されても、コイル60が毎回図4に示した如く移動し、又、ステータコア50がコイル60の移動に同期して毎回図4に示した如く回転するように、制御部40によりコイル移動機構20とコア保持機構30とが同期制御されることとなる。

#### 【0034】

なお、図4及び図5に示した、コイル60の移動軌道やステータコア50の回転角度等は、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法における一例である。コイル60を移動させる円弧軌道Aの中心C2や半径R、コイル60の円弧軌道Aでの移動量とステータコア50のt方向時計回りでの回転量との関係、上記S10で示した初期進入角度等は、ステータコア50に設けられているスロット54の数、コイル60やスロット54の大きさや形状等に基づいて決定する。例えば、両隣のスロット54に十分な取付代があるティース52に対して、コイル60を挿入する場合には、初期進入角度を小さく設定してもよく、極端には、初期進入角度を0°として、正面方向からスロット54への挿入を開始してもよい。

#### 【0035】

さて、上記構成をなす本発明の実施の形態によれば、次のような作用効果を得ることが可能である。すなわち、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け装置10は、図7に示すような、内周にティース52とスロット54とが交互に形成されたステータコア50にコイル60(図4参照)を組み付けるためのものである。そして、図1に示すように、コ

10

20

30

40

50

イル組み付け装置 10 は、コイル移動機構 20、コア保持機構 30、及び、制御部 40 を含むものである。コイル移動機構 20 は、図 2 に示すように、ステータコア 50 に組み付けるコイル 60 を把持し、把持したコイル 60 を 3 軸 (x 軸、y 軸、z 軸) 方向に移動させるものであり、図 2 の例では、コイル 60 を把持するコイルチャックユニット 22 を 3 軸可動部に取り付けた、直交 3 軸ロボットを用いている。又、コア保持機構 30 は、ステータコア 50 の中心軸 C1 (図 7 参照) を回転軸として、t 方向に回転可能にステータコア 50 を保持するものであり、制御部 40 は、コイル移動機構 20 とコア保持機構 30 とを同期制御するものである。

#### 【0036】

すなわち、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け装置 10 は、コイル 60 を 3 軸方向に移動させるコイル移動機構 20 と、ステータコア 50 を回転させるコア保持機構 30 とを、制御部 40 により同期制御することで、ステータコア 50 の任意のティース 52 にコイル 60 を挿入するものである。このため、コイル 60 を把持するコイル移動機構 20 に、図 6 に示した従来の 4 軸ロボット 120 が具備しているような、コイル 60 の回転機構が不要となり、設備コストを低減することができる。更に、コイル移動機構 20 が、従来の 4 軸ロボット 120 よりも重量が軽くなることで、4 軸ロボット 120 よりも動作速度が速くなるため、サイクルタイムを改善することが可能となる。又、コイル移動機構 20 によってコイル 60 を回転させないことから、コイル 60 を把持するコイルチャックユニット 22 への配線 22a が、コイル 60 の回転に追従することがなくなるため、配線 22a の断線リスクを下げるができる。

#### 【0037】

一方、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法は、上述したコイル組み付け装置 10 を用いて実行するものであり、図 3 に示すように、挿入工程 S20 を含むものである。挿入工程 S20 では、制御部 40 によりコイル移動機構 20 とコア保持機構 30 とを制御し、コイル移動機構 20 によるコイル 60 の移動動作と、コア保持機構 30 によるステータコア 50 の回転動作とを同期させる。そして、同期したコイル 60 の移動動作とステータコア 50 の回転動作とにより、コイル 60 の変形を促すことで、図 4 に示すように、コイル 60 がコイル 60 自体の積層方向の一端から徐々に、ターゲットのティース 52 両隣のスロット 54 に挿入され、然る後、コイル 60 全体のティース 52 への挿入が完了する。すなわち、従来は 4 軸ロボット 120 等によりコイル 60 を回転させながら 3 軸方向に移動することで行っていた、ティース 52 へのコイル 60 の挿入を、本コイル組み付け方法では、コイル組み付け装置 10 を用いて、コイル移動機構 20 によるコイル 60 の 3 軸方向の移動動作と、コア保持機構 30 によるステータコア 50 の回転動作とを同期させて行う。これにより、コイル 60 自体を回転させることなく、従来と同様の精度でコイル 60 を組み付けることが可能となる。

#### 【0038】

又、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法は、挿入工程 S20 において、コイル移動機構 20 により移動させるコイル 60 と、コア保持機構 30 により回転させるステータコア 50 のティース 52 との相対角度を調整しながら、コイル 60 をティース 52 両隣の 2 つのスロット 54 に進入させるものである。この場合のコイル 60 とティース 52 との相対角度とは、コイル 60 の巻線の中心軸 L60 とティース 52 のステータコア回転方向中心との、ステータコア回転方向 t の角度の差を示している。図 4 の例では、コイル 60 の中心軸 L60 と平行な線 L1 と、ティース 52 の中心軸 L2 との角度差が、コイル 60 とティース 52 との相対角度に相当する。

#### 【0039】

従って、例えば、図 4 (a) に示すように、ティース 52 両隣のスロット 54 に対して、斜め方向 (図の例ではコイル 60 とティース 52 との相対角度が 35°) からコイル 60 を進入させる。そして、図 4 (b) ~ (d) に示すように、コイル 60 の挿入の進行に伴い、コイル 60 とティース 52 との相対角度が徐々に小さくなるように調整 (図の例で

は35°、28°、16°、0°)しながら、コイル60をティース52に挿入する。このように、コイル60とティース52との相対角度を調整して、ティース52両隣のスロット54に対して斜め方向からコイル60を進入させることで、ティース52両隣のスロット54の開口部に、正面方向(コイル60とティース52との相対角度が0°)からコイル60を挿入できるだけの大きさの余裕(取付代)がない場合であっても、無理なく円滑にコイル60を挿入することができる。

#### 【0040】

更に、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法は、図3に示すように、挿入工程S20が、第1移動工程S22と第2移動工程S24とで構成されている。第1移動工程S22では、制御部40によりコイル移動機構20とコア保持機構30とを同期制御し、図4(a)~(d)及び図5に示すように、ステータコア50をt方向時計回りに回転させながら、コイル60を円弧軌道Aで移動させる。この第1移動工程S22は、図4(d)に示すように、コイル60の中心軸L60とティース52の中心軸L2とが一致する状態、すなわち、コイル60とティース52との相対角度が0°となる状態まで続けられる。そして、コイル60の中心軸L60とティース52の中心軸L2とが一致した時点で、第2移動工程S24に切り替えるように、制御部40によりコイル移動機構20とコア保持機構30とを制御する。第2移動工程S24では、図4(d)~(e)に示すように、ステータコア50を回転させない状態で、コイル60を図中上方に直線的に移動させる。

#### 【0041】

従って、本発明の実施の形態に係るコイル組み付け方法は、第1移動工程S22において、ティース52両隣のスロット54の、コイル60の大きさと比べて狭い開口部にコイル60を通過させ、第2移動工程S24において、ステータコア50を回転させずにコイル60を単純に直線的に移動させる。そして、挿入工程S20を、このような2つの工程に分けて行うことで、効率よく円滑にコイル60をティース52に挿入するものである。更に、これら2つの工程の切り替えを、上述したタイミングで行うことにより、図4と図8とを比較すれば分かるように、従来の4軸ロボット120によるコイル60の組み付け時と略同じ、コイル60とティース52との位置関係の変化及び相対角度の変化を実現することができる。このため、従来と同様の精度で円滑に、コイル60をステータコア50に組み付けることが可能となる。

#### 【符号の説明】

#### 【0042】

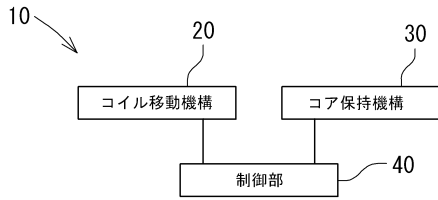
10：コイル組み付け装置、20：コイル移動機構、30：コア保持機構、40：制御部、50：ステータコア、52：ティース、54：スロット、60：コイル、L2：ティースの中心軸、L60：コイルの中心軸、A：円弧軌道

10

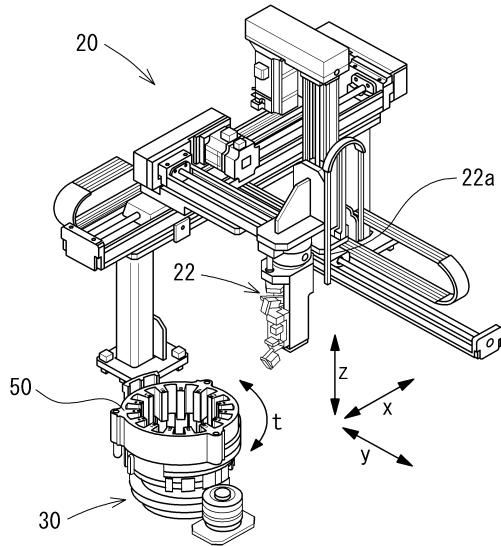
20

30

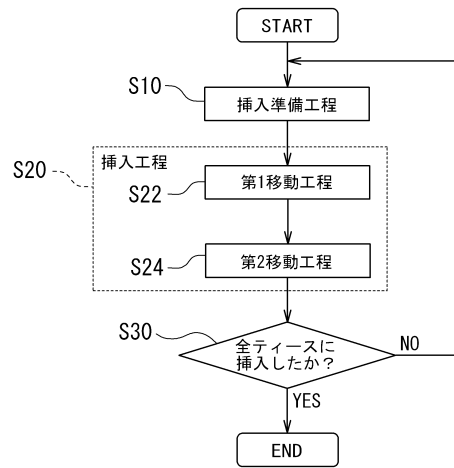
【図1】



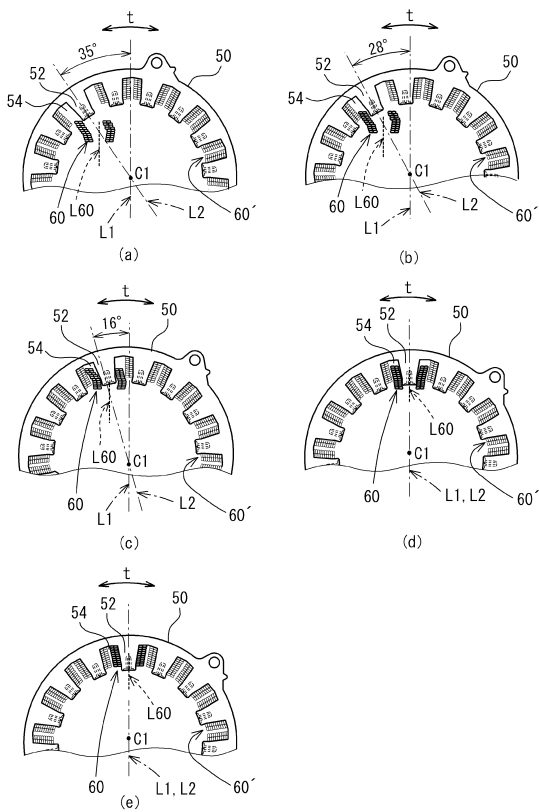
【図2】



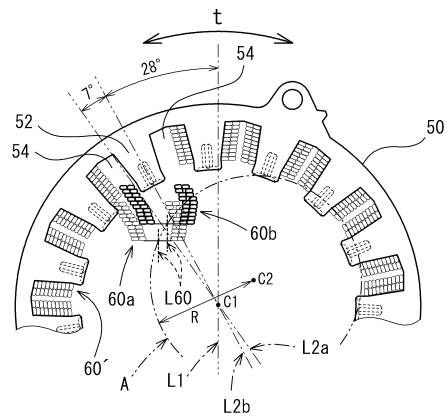
【図3】



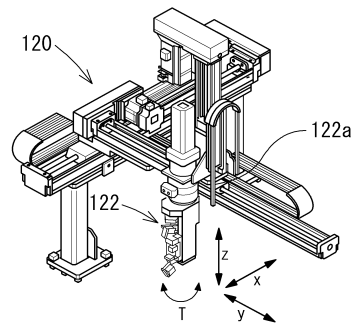
【図4】



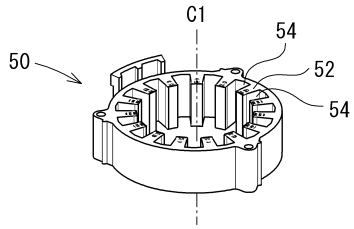
【図5】



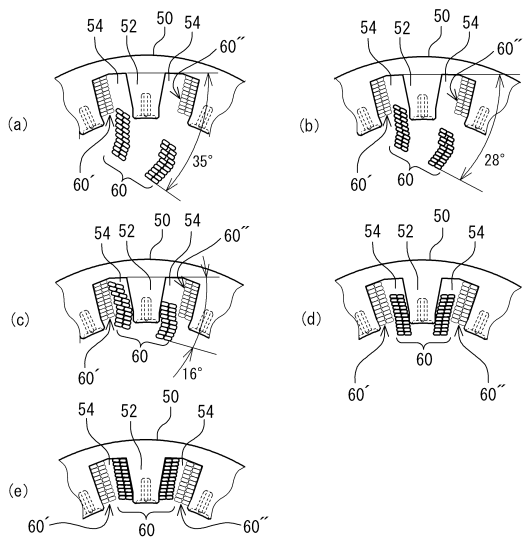
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 横井 聖治  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 津久井 道夫

(56)参考文献 特開平10-271774(JP,A)  
特開2002-247812(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K15/00-15/02  
H02K15/04-15/16  
H02K 3/00- 3/52