

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5548149号
(P5548149)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月23日(2014.5.23)

(51) Int.Cl. F I
HO2K 3/12 (2006.01) HO2K 3/12
HO2K 15/085 (2006.01) HO2K 15/085

請求項の数 12 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-28566 (P2011-28566)	(73) 特許権者	509316442
(22) 出願日	平成23年2月14日(2011.2.14)		テスラ・モーターズ・インコーポレーテッド
(65) 公開番号	特開2011-172476 (P2011-172476A)		アメリカ合衆国・カリフォルニア・943
(43) 公開日	平成23年9月1日(2011.9.1)		04・パロ・アルト・ディア・クリーク・
審査請求日	平成23年3月17日(2011.3.17)		ロード・3500
(31) 優先権主張番号	12/707,699	(74) 代理人	100090169
(32) 優先日	平成22年2月18日(2010.2.18)		弁理士 松浦 孝
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100124497
(31) 優先権主張番号	12/707,949		弁理士 小倉 洋樹
(32) 優先日	平成22年2月18日(2010.2.18)	(74) 代理人	100129746
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 虎山 滋郎
		(74) 代理人	100147762
			弁理士 藤 拓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三層巻き線パターンおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のスロットを有する固定子と、

前記複数のスロットの下部に收容され、第1の第1相コイルグループと、第2の第1相コイルグループと、第3の第1相コイルグループと、第4の第1相コイルグループとを備え、前記第1および第2の第1相コイルグループが前記第1相の第1の極の対を有し、前記第3および第4の第1相コイルグループが前記第1相の第2の極の対を有する第1巻き線層と、

前記複数のスロットの前記下部内に部分的に收容されるとともに前記複数のスロットの上部内に部分的に收容され、第1の第2相コイルグループと、第2の第2相コイルグループと、第3の第2相コイルグループと、第4の第2相コイルグループとを備え、前記第1および第2の第2相コイルグループが前記第2相の第1の極の対を有し、前記第3および第4の第2相コイルグループが前記第2相の第2の極の対を有する第2巻き線層と、

前記複数スロットの前記上部に收容され、第1の第3相コイルグループと、第2の第3相コイルグループと、第3の第3相コイルグループと、第4の第3相コイルグループとを備え、前記第1および第2の第3相コイルグループが前記第3相の第1の極の対を有し、前記第3および第4の第3相コイルグループが前記第3相の第2の極の対を有する第3巻き線層とを備え

前記第1の第2相コイルグループを前記第2の第2相コイルグループに電氣的に接続する第4極間接続と、

10

20

前記第 2 の第 2 相コイルグループを前記第 3 の第 2 相コイルグループに電氣的に接続する第 5 極間接続と、

前記第 3 の第 2 相コイルグループを前記第 4 の第 2 相コイルグループに電氣的に接続する第 6 極間接続とを備え、前記第 4、第 5 および第 6 極間接続が前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 2 相コイルグループの製造の間に自動的に形成されるように前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 2 相コイルグループが第 2 の連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成され、かつ前記第 4、第 5 および第 6 極間接続の前記自動的形成が前記第 4、第 5 および第 6 極間接続の挿入後形成を省略する

ことを特徴とする三相 4 極電気モータ。

【請求項 2】

10

前記第 1 の第 1 相コイルグループを前記第 2 の第 1 相コイルグループに電氣的に接続する第 1 極間接続と、

前記第 2 の第 1 相コイルグループを前記第 3 の第 1 相コイルグループに電氣的に接続する第 2 極間接続と、

前記第 3 の第 1 相コイルグループを前記第 4 の第 1 相コイルグループに電氣的に接続する第 3 極間接続とを備え、前記第 1、第 2 および第 3 極間接続が前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 1 相コイルグループの製造の間に自動的に形成されるように前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 1 相コイルグループが第 1 の連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成され、かつ前記第 1、第 2 および第 3 極間接続の前記自動的形成が前記第 1、第 2 および第 3 極間接続の挿入後形成を省略し、

20

さらに、

前記第 1 の第 3 相コイルグループを前記第 2 の第 3 相コイルグループに電氣的に接続する第 7 極間接続と、

前記第 2 の第 3 相コイルグループを前記第 3 の第 3 相コイルグループに電氣的に接続する第 8 極間接続と、

前記第 3 の第 3 相コイルグループを前記第 4 の第 3 相コイルグループに電氣的に接続する第 9 極間接続とを備え、前記第 7、第 8 および第 9 極間接続が前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 3 相コイルグループの製造の間に自動的に形成されるように前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 3 相コイルグループが第 3 の連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成され、かつ前記第 7、第 8 および第 9 極間接続の前記自動的形成が前記第 7、第 8 および第 9 極間接続の挿入後形成を省略する

30

ことを特徴とする請求項 1 に記載の三相 4 極電気モータ。

【請求項 3】

前記固定子が 60 スロットを有することを特徴とする請求項 1 に記載の三相 4 極電気モータ。

【請求項 4】

前記第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 1 相コイルグループの各コイルグループと、第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 2 相コイルグループの各コイルグループと、第 1、第 2、第 3 および第 4 の第 3 相コイルグループの各コイルグループが 5 つのコイルから成ることを特徴とする請求項 1 に記載の三相 4 極電気モータ。

40

【請求項 5】

前記第 1 巻き線層の各コイルグループが重ね巻パターンで配置され、前記第 2 巻き線層の各コイルグループが重ね巻パターンで配置され、かつ前記第 3 巻き線層の各コイルグループが重ね巻パターンで配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の三相 4 極電気モータ。

【請求項 6】

第 1、第 2 および第 3 巻き線層の各コイルグループが複数のコイルから成り、各コイルグループにおける前記複数のコイルのそれぞれが単一巻きコイルであることを特徴とする請求項 5 に記載の三相 4 極電気モータ。

【請求項 7】

50

第 1、第 2 および第 3 巻き線層の各コイルグループが 5 つのコイルの組から成り、5 つのコイルの各組の各コイルが単一巻きコイルであることを特徴とする請求項 5 に記載の三相 4 極電気モータ。

【請求項 8】

第 1 および第 2 の第 1 相コイルグループが第 1 の第 1 相の極の対を形成するように、第 1 ワイヤから第 1 の第 1 相コイルグループと第 2 の第 1 相コイルグループを巻き、

前記第 1 および第 2 の第 1 相コイルグループを複数の固定子スロットの第 1 の下部に挿入し、

第 3 および第 4 の第 1 相コイルグループが第 2 の第 1 相の極の対を形成するように、第 2 ワイヤから第 3 の第 1 相コイルグループと第 4 の第 1 相コイルグループを巻き、

前記第 3 および第 4 の第 1 相コイルグループを前記複数の固定子スロットの第 2 の下部に挿入し、

第 1 および第 2 の第 2 相コイルグループが第 1 の第 2 相の極の対を形成するように、第 3 ワイヤから第 1 の第 2 相コイルグループと第 2 の第 2 相コイルグループを巻き、

前記第 1 の第 2 相コイルグループの第 1 の半分と前記第 2 の第 2 相コイルグループの第 1 の半分とを前記複数の固定子スロットの第 3 の下部に挿入し、

前記第 1 の第 2 相コイルグループの第 2 の半分と前記第 2 の第 2 相コイルグループの第 2 の半分とを前記複数の固定子スロットの第 1 の上部に挿入し、

第 3 および第 4 の第 2 相コイルグループが第 2 の第 2 相の極の対を形成するように、第 4 ワイヤから第 3 の第 2 相コイルグループと第 4 の第 2 相コイルグループを巻き、

前記第 3 の第 2 相コイルグループの第 1 の半分と前記第 4 の第 2 相コイルグループの第 1 の半分とを前記複数の固定子スロットの第 4 の下部に挿入し、

前記第 3 の第 2 相コイルグループの第 2 の半分と前記第 4 の第 2 相コイルグループの第 2 の半分とを前記複数の固定子スロットの第 2 の上部に挿入し、

第 1 および第 2 の第 3 相コイルグループが第 1 の第 3 相の極の対を形成するように、第 5 ワイヤから第 1 の第 3 相コイルグループと第 2 の第 3 相コイルグループを巻き、

前記第 1 および第 2 の第 3 相コイルグループを前記複数の固定子スロットの第 3 の上部に挿入し、

第 3 および第 4 の第 3 相コイルグループが第 2 の第 3 相の極の対を形成するように、第 6 ワイヤから第 3 の第 3 相コイルグループと第 4 の第 3 相コイルグループを巻き、

前記第 3 および第 4 の第 3 相コイルグループを前記複数の固定子スロットの第 4 の上部に挿入する

ステップを備え、

前記第 3 ワイヤと前記第 4 ワイヤに第 2 連続ワイヤを使用し、第 2 連続ワイヤにより前記第 1 の第 2 相コイルグループと前記第 3 の第 2 相コイルグループの間に第 2 極間接続を自動的に形成する

ことを特徴とする三相 4 極電気モータを製造する方法。

【請求項 9】

前記第 1 ワイヤのために第 1 ワイヤ束を選択し、前記第 2 ワイヤのために第 2 ワイヤ束を選択し、前記第 3 ワイヤのために第 3 ワイヤ束を選択し、第 4 ワイヤのために第 4 ワイヤ束を選択し、第 5 ワイヤのために第 5 ワイヤ束を選択し、第 6 ワイヤのために第 6 ワイヤ束を選択することを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 ワイヤと前記第 2 ワイヤに第 1 連続ワイヤを使用し、

前記第 1 連続ワイヤにより、前記第 1 の第 1 相コイルグループと前記第 3 の第 1 相コイルグループの間に第 1 極間接続を自動的に形成し、

前記第 5 ワイヤと前記第 6 ワイヤに第 3 連続ワイヤを使用し、

前記第 3 連続ワイヤにより、前記第 1 の第 3 相コイルグループと前記第 3 の第 3 相コイルグループの間に第 3 極間接続を自動的に形成する

ことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 連続ワイヤのために第 1 ワイヤ束を選択し、前記第 2 連続ワイヤのために第 2 ワイヤ束を選択し、前記第 3 連続ワイヤのために第 3 ワイヤ束を選択することを特徴とする請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記第 1、第 2、第 3 相コイルグループにおける各コイルグループが重ね巻パターンで配置されることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概略的に電気モータに関し、より詳しくは重ね巻と同心巻の利点を実現する巻き線パターンに関する。

【背景技術】

【0002】

低燃費、低排気ガス自動車を開発、製造することへ向かう趨勢は、この 10 年で劇的に増加し、ハイブリッドおよび全電気自動車の開発が非常に重要視されている。これは、延いては、推進の単独動力源（例えば全電気自動車）あるいは複合推進システム（例えばハイブリッドあるいはデュアル電気モータ自動車）における推進の二次的動力源として、電気モータがより重要視されることにつながる。

【0003】

AC 誘導モータが周知であり、一般産業から自動車にわたる種々の応用技術で用いられている。このようなモータでは、モータ固定子の内部周面において、円周上に分布配置された複数のスロット内に固定された円周上に配置された複数のコイル巻き線によって磁場が形成され、コイル巻き線は AC 電源に接続される。固定子コア内に形成された磁場はモータの回転子の回転を生じさせ、回転子は 1 以上の磁極の対から成る。

【0004】

一般に、固定子のコイル巻き線は、典型的には電源の相の数に等しい相の数で、複数の相に分割される。コイル巻き線の各相はコイルグループにまとめられ、各コイルグループは 1 つの相の 1 つの極に対応する。各コイルグループは 1 以上の個別のコイルあるいはコイル巻き線から成る。したがって、一相 2 極誘導モータの典型的な巻き線パターンは 2 つのコイルグループを有し、三相 2 極誘導モータは 6 つのコイルグループを有する。コイルグループの個別のコイル巻き線が固定子のスロット内に配置される態様は、製造コストはもちろんのこと、モータの性能をある程度決定する。一般的には、同心巻および重ね巻と称される、2 つの巻き方的一方が用いられる。

【0005】

同心巻は、コストを考慮する応用分野において最も一般的な巻き方であり、これはこの方法が容易に自動化され、したがって比較的成本低減効果があるからである。同心巻の配置において、各コイルグループを構成する個々のコイル巻き線は、グループ内の全ての巻き線が各固定子スロット内の同じ径方向深さに配置されるように、極の中心の周りに同心的に配置される。この手法は自動化され得るが、このような配置は固定子巻き線の起磁力 (MMF) 波形に望ましくない空間高調波を一般に引起し、これによりモータ性能に悪影響を及ぼす。

【0006】

他の一般的な巻き方である重ね巻ではコイルがオーバーラップする配置が適用され、この配置では、各コイルの構成は実質的に同じであり、各コイルのひとつの辺が他のコイルの辺にオーバーラップする。同じ巻線抵抗を有する実質的に同じコイルを用いる結果、各相における電気特性はよく釣り合い、これにより固定子巻き線の MMF 波形における高調波の大きさが減少する。しかし、この手法は優れたモータ性能をもたらすが、自動化には結びつかず、コストのかかる製造工程となる。

【0007】

10

20

30

40

50

したがって、求められることは、自動化に結びつくとともに、重ね巻の利点を実現する電気モータ巻き線の構成である。本発明はそのような巻き線パターンと、それに対応した自動化された製造方法を提供する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は三相4極電気モータの3層巻き線の構成と、その製造方法を提供する。各巻き線層は1つの相から成る。複数の固定子スロットの下部に収容される第1巻き線層は、4つのコイルグループから成り、より詳しくは第1、第2、第3および第4の第1相コイルグループから成る。第1および第2の第1相コイルグループは第1相の第1の極の対を備え、第3および第4の第1相コイルグループは第1相の第2の極の対を備える。固定子スロットの下部内に部分的に収容され、かつ上部内に部分的に収容される第2巻き線層は4つのコイルグループから成り、より詳しくは第1、第2、第3および第4の第2相コイルグループから成る。第1および第2の第2相コイルグループは第2相の第1の極の対を備え、第3および第4の第2相コイルグループは第2相の第2の極の対を備える。固定子スロットの上部に収容される第3巻き線層は、4つのコイルグループから成り、より詳しくは、第1、第2、第3および第4の第3相コイルグループから成る。第1および第2の第3相コイルグループは第3相の第1の極の対を備え、第3および第4の第3相コイルグループは第3相の第2の極の対を備える。好ましくは、第1および第2の第1相コイルグループを電氣的に接続する第1極間接続は、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第1および第2の第1相コイルグループを形成する。好ましくは、第1および第2の第2相コイルグループを電氣的に接続する第2極間接続は、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第1および第2の第2相コイルグループを形成する。好ましくは、第1および第2の第3相コイルグループを電氣的に接続する第3極間接続は、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第1および第2の第3相コイルグループを形成する。好ましくは、第3および第4の第1相コイルグループを電氣的に接続する第4極間接続は、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第3および第4の第1相コイルグループを形成する。好ましくは、第3および第4の第2相コイルグループを電氣的に接続する第5極間接続は、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第3および第4の第2相コイルグループを形成する。好ましくは、第3および第4の第3相コイルグループを電氣的に接続する第6極間接続は、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第3および第4の第3相コイルグループを形成する。選択的に、第1および第2の第1相コイルグループを電氣的に接続する第1極間接続と、第2および第3の第1相コイルグループを電氣的に接続する第2極間接続と、第3および第4の第1相コイルグループを電氣的に接続する第3極間接続とは、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第1、第2、第3および第4の第1相コイルグループを形成する。また、第1および第2の第2相コイルグループを電氣的に接続する第4極間接続と、第2および第3の第2相コイルグループを電氣的に接続する第5極間接続と、第3および第4の第2相コイルグループを電氣的に接続する第6極間接続とは、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて、第1、第2、第3および第4の第2相コイルグループを形成する。また、第1および第2の第3相コイルグループを電氣的に接続する第7極間接続と、第2および第3の第3相コイルグループを電氣的に接続する第8極間接続と、第3および第4の第3相コイルグループを電氣的に接続する第9極間接続とは、連続したワイヤあるいはワイヤ束を用いて自動的に形成されて第1、第2、第3および第4の第3相コイルグループを形成する。三相4極電気モータの固定子は60スロットを有してもよい。各コイルグループは3、4、5あるいは異なる数のコイルを有してもよい。好ましくは、第1、第2および第3巻き線層の各コイルグループは重ね巻パターンで配置されてもよい。

【0009】

本発明の別の観点では、三相4極電気モータを製造する方法が提供される。この方法は

10

20

30

40

50

、第1および第2の第1相コイルグループが第1の第1相の極の対の部材であるように、第1ワイヤあるいはワイヤ束から第1および第2の第1相コイルグループを巻き、第1および第2の第1相コイルグループを複数の固定子スロットの第1の下部に挿入し、第3および第4の第1相コイルグループが第2の第1相の極の対の部材であるように、第2ワイヤあるいはワイヤ束から第3および第4の第1相コイルグループを巻き、第3および第4の第1相コイルグループを複数の固定子スロットの第2の下部に挿入し、第1および第2の第2相コイルグループが第1の第2相の極の対の部材であるように、第3ワイヤあるいはワイヤ束から第1および第2の第2相コイルグループを巻き、第1および第2の第2相コイルグループの半分を複数の固定子スロットの下部に挿入し、第1および第2の第2相コイルグループの他の半分を複数の固定子スロットの上部に挿入し、第3および第4の第2相コイルグループが第2の第2相の極の対の部材であるように、第4ワイヤあるいはワイヤ束から第3および第4の第2相コイルグループを巻き、第3および第4の第2相コイルグループの半分を複数の固定子スロットの下部に挿入し、第3および第4の第2相コイルグループの他の半分を複数の固定子スロットの上部に挿入し、第1および第2の第3相コイルグループが第1の第3相の極の対の部材であるように、第5ワイヤあるいはワイヤ束から第1および第2の第3相コイルグループを巻き、第1および第2の第3相コイルグループを複数の固定子スロットの上部に挿入し、第3および第4の第3相コイルグループが第2の第3相の極の対の部材であるように、第6ワイヤあるいはワイヤ束から第3および第4の第3相コイルグループを巻き、第3および第4の第3相コイルグループを複数の固定子スロットの上部に挿入するステップを備える。

10

20

【0010】

本方法は、第1の第1相コイルグループと第3の第1相コイルグループの間に第1極間接続を形成し、第1の第2相コイルグループと第3の第2相コイルグループの間に第2極間接続を形成し、第1の第3相コイルグループと第3の第3相コイルグループの間に第3極間接続を形成するステップをさらに備えてもよい。

【0011】

本方法は、第1ワイヤおよび第2ワイヤのために連続ワイヤあるいはワイヤ束を使用して、第1および第3の第1相コイルグループの間に極間接続を自動的に形成し、第3ワイヤおよび第4ワイヤのために連続ワイヤあるいはワイヤ束を使用して、第1および第3の第2相コイルグループの間に極間接続を自動的に形成し、第5および第6ワイヤのために連続ワイヤあるいはワイヤ束を使用し、第1および第3の第3相コイルグループの間に極間接続を自動的に形成するステップをさらに備えてもよい。

30

【0012】

本発明の本質および利点のさらなる理解は明細書の残りの部分と図面を参照することにより明白となるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】2つの巻き線層が設けられた固定子スロットの断面図である。

【0014】

【図2】第1の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

40

【0015】

【図3】第1の好ましい実施形態の各相のコイル構成を示す。

【0016】

【図4】第1の好ましい実施形態の各相のコイル構成を図式的に示す。

【0017】

【図5】第1の好ましい実施形態の第1相のコイル構成を図式的に示す。

【0018】

【図6】本発明の三相4極モータの極間接続を示す。

【0019】

【図7】第2の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

50

【 0 0 2 0 】

【図 8】第 2 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を示す。

【 0 0 2 1 】

【図 9】第 2 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を図式的に示す。

【 0 0 2 2 】

【図 1 0】第 3 の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

【 0 0 2 3 】

【図 1 1】第 3 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を示す。

【 0 0 2 4 】

【図 1 2】第 3 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を図式的に示す。

10

【 0 0 2 5 】

【図 1 3】第 4 の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

【 0 0 2 6 】

【図 1 4】第 4 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を示す。

【 0 0 2 7 】

【図 1 5】第 4 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を図式的に示す。

【 0 0 2 8 】

【図 1 6】第 5 の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

【 0 0 2 9 】

【図 1 7】第 5 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を示す。

20

【 0 0 3 0 】

【図 1 8】第 5 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を図式的に示す。

【 0 0 3 1 】

【図 1 9】第 6 の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

【 0 0 3 2 】

【図 2 0】第 6 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を示す。

【 0 0 3 3 】

【図 2 1】第 6 の好ましい実施形態の各相のコイル構成を図式的に示す。

【 0 0 3 4 】

【図 2 2】第 7 の好ましい実施形態の各巻き線層のコイル構成を示す。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 5 】

本発明は、同心巻が有する製造の容易さに加え、重ね巻が一般に有するモータ動作性能を達成するために、2層巻き線挿入方法を用いた三相4極設計を利用するものである。一般的にこの技術は、第1巻き線層が、各相に2つの極、計6つの個別の極に対応するコイルグループから成り、第2巻き線層が、各相に2つの極、計6つの個別の極に対応するコイルグループから成ることを要求する。各層において、各相の2つの極は一对の極の一方であり、電磁石の相補的な極（例えばN極およびS極）を形成する。したがって、例えば、第1層はA相の極A1およびA2を有し、第2層はA相の極A3およびA4を有する。ここで極A1およびA2は第1の極の対、そして極A3およびA4は第2の極の対であり、両方の極の対は同じ相に結び付けられる。この手法を用い、後述するように、各巻き線層はわずかに修正された同心巻の技術を用いて製造され、その製造工程が自動化される。

40

【 0 0 3 6 】

本発明は2層よりも層が多いパターンに用いられてもよいが、本発明者らは、自動化されるのに十分に単純でありながら優れたモータ性能を得るのに2層設計が最適であることを見出した。したがって、以下の例は2層構造についてのみ説明するが、本発明は2層を越えた構成にも適用可能であることが理解されるであろう。

【 0 0 3 7 】

図1は、図示しない固定子アセンブリの1つのスロット100の断面図である。巻き線の挿入に先立ち、スロット絶縁体ライナ101がスロットに挿入される。次に、スロット

50

100が2巻きだけで満たされると仮定し、第1コイルの第1巻き線がスロットに挿入される。この例では、この巻き線は一束の絶縁されたワイヤ103から成る。ワイヤ103の数と番手が、所望のモータ特性に依存することは当業者によって理解されるであろう。製造の際、次のステップは、ワイヤ103がスロット100内に押し込められるか圧縮されることを要求する。圧縮の後、相間絶縁セパレータ105がスロット100内に挿入される。ワイヤ103から成る第1コイルと、ワイヤ107から成る第2コイルが同一相であれば、相間絶縁セパレータ105は必要ないであろう。次に、第2巻き線がスロット100内に挿入され、この巻き線は絶縁されたワイヤ107から成る。後述するように、第2巻き線は同じコイルグループあるいは異なるコイルグループから形成されてもよい。ワイヤ103に関して上述したように、各ワイヤ107は多重撚り線であってもよく、あるいは単一の撚り線でもよい。第2の圧縮のステップ後、スロットトップウェッジ109が、ワイヤがスロット内に維持されることを確実にするために、スロット100内に挿入される。

10

【0038】

図2～5は本発明の第1の好ましい実施形態を示す。この構成は、他の実施形態と同様に、60スロットの固定子を用いる。しかし、本発明は60スロットの固定子に限定されず、むしろ、本発明者らは、この構成が自動化にとって複雑になり過ぎることなく、望ましいモータ性能を生み出すことを発見した。他の例の構成は48スロットの固定子（すなわち各グループ毎に4コイルのコイルグループ）および72スロットの固定子（すなわち各グループ毎に6コイルのコイルグループ）を用いる。

20

【0039】

図2は各巻き線層のコイルの構成を示す。図示されるように、本実施形態において、各巻き線層には、比較的単純な同心巻パターンを用い、各コイルグループは好ましくは5つのコイルから成る。なお、本明細書を通して、第1巻き線層は単に第1層としても参照され、固定子スロット内に挿入された第1の組のコイルを示し、第1の組のコイルは、各相から2つの極、計6つの極に対応するコイルグループから成る。同様に、第2巻き線層は単に第2層としても参照され、固定子スロット内に挿入された第2の組のコイルを示し、第2の組のコイルは、各相から2つの極、残りの6つの極のコイルグループから成る。本発明の次の実施形態で示されるように、いくつかの構成において、1つの巻き線層（第1あるいは第2巻き線層）が1つの固定子スロット内に挿入された同じコイルグループからの2巻きを有してもよいことが分かる。このような構成において、両方の巻き線は同一の同心巻のコイルグループのメンバーであり、かつ同一の1つの巻き線層の一部である。

30

【0040】

図2において、各巻き線層は、コイルのオーバーラップがない6つの同心巻のコイルグループから成る。前述したように、各巻き線層の6つのコイルグループは相毎に2つのコイルグループから成り、各相の2つの同一相のコイルグループは同一の極の対に属する。換言すれば、1つの層における同一相のコイルグループは互いに隣接し、相補的な極すなわち同一の極の対である。本発明のこの特徴は図4に示され、これは相毎に4つのコイルグループを示している。この特徴は図5にも示され、この図において、A相における4つのコイルグループが60スロット固定子501に示されている。図示されるように、コイルグループA1およびA2は1つの極の対のメンバーであり、つまり電磁気学的意味において互いに相反し、コイルグループA3およびA4は第2の極の対である。なお、コイルグループA1およびA2は第1巻き線層の一部であり、コイルグループA3およびA4は第2巻き線層の一部ある。

40

【0041】

前述したように、図2において、2つの巻き線層が示されている。第1巻き線層は、各固定子スロットの下部を完全に満たし、オーバーラップせず、スキップするスロットもない。同様に、第2巻き線層は各固定子スロットの上部においても、完全にスロットを満たす。なお図2において、各第2層のコイルにおける相の表示はイタリック体で太字である。

50

【 0 0 4 2 】

図 3 は第 1 の好ましい実施形態、すなわち構成 No. 1 の各コイルにおけるコイル巻き線の情報を示し、図 2 に示されたデータに対応する。しかし図 3 は、各コイルに係する固定子スロットを示し、また例えば各コイルにおけるスパン距離を示す。例えば、A 相のコイル 1 はスロット 1 からスロット 15 へ行き、これは 14 スロットの距離に及ぶ。同様に、A 相のコイル 6 はスロット 30 からスロット 16 へ行き、したがって、14 スロットの距離に及ぶ。しかし、これらの 2 つのコイルにおける巻き線の方法は相互に反対であり、したがって相反する磁極を構成する。なお、巻き線の方法はスパン距離の前のマイナス符号により示される（例えばコイルグループ A 2 および A 4 におけるスパンの列に示される）。

10

【 0 0 4 3 】

図 4 は図 3 に示されたのと同じ情報を図式的に示している。図 4 における点線、例えばライン 401 は極間の接続を示す。なお、本発明により提供される巻き線の方法により、これらの極間の接続は、巻き線とコイルの挿入工程において実行され、従来技術の巻き線パターンにおいて一般的であったようにコイルの挿入の後ではない。したがって例えば、同一の連続したワイヤあるいはワイヤ束が用いられて、まず A 1 コイルグループにおけるコイルを、そして次に A 2 コイルグループにおけるコイルを成形し、これにより巻き線層の成形の際に内部の極間の接続を自動的に形成し、挿入後におけるこれら 2 つのコイルグループ間の極間の接続を形成する必要性を除去する。挿入後の極間接続の工程の省略はモータの製造を単純化し、したがって、モータ信頼性と品質を改善しつつコストとモータの複雑さを低減する。これらの同一極間接続は図 6 にも示され、この図は、本発明の 4 極三相構造におけるコイルグループの接続を示す。

20

【 0 0 4 4 】

図 7 ~ 9 は本発明の第 2 の好ましい実施形態を示す。図 7 は、層毎のコイル情報を示し、図 8 は対応する詳細なコイル情報を示す。本実施形態において、各コイルグループは 5 つのコイルから成り、各コイルグループのコイルの 2 つが単一の固定子スロットに挿入される。したがって、同一コイルグループの 2 巻きが挿入されたスロットにおいて、スロットは 1 つの巻き線層（好ましい 2 巻き構造であると仮定する）の挿入の間に満たされる。本実施形態のこの特徴は図 7 および 8 に示されている。例えば、コイルグループ A 1 の 2 巻きが第 1 巻き線層の形成段階の間に挿入されるスロット 1 と、同様に、コイル C 3 の 2 巻きが第 2 巻き線層の形成段階で挿入されるスロット 5 を参照。なお、構成 No. 2 を図式的に示す図 9 において、二重巻きコイルは太線で示されている。

30

【 0 0 4 5 】

図 10 ~ 12 は本発明の第 3 の好ましい実施形態を示す。第 2 実施形態と同様に、本実施形態における各コイルグループは 5 つのコイルから成り、そのうちの 2 つのコイルは単一の固定子スロットに挿入される。第 2 実施形態では各グループの最外周のコイルが二重巻きであるが、本実施形態では、各コイルグループの最外周から 2 番目のコイルが二重巻きコイルである。しかし第 2 実施形態と異なり、本実施形態では、1 つの巻き線層の形成において、コイル間にわずかなオーバーラップがある。より具体的には、各巻き線層の形成において、2 つの異なるコイルグループが同じスロットに挿入される 3 つのスロットがあり、すなわち第 1 層におけるスロット 16、36 および 56 と、第 2 層におけるスロット 6、26 および 46 である。

40

【 0 0 4 6 】

図 13 ~ 15 は、コイルグループ毎に 5 つのコイルを含む本発明の第 4 の好ましい実施形態を示す。本実施形態において、各コイルグループ内には、2 つの二重巻きコイルがある。より具体的には図示されるように、各グループの最外周のコイルは第 2 実施形態と同様に二重巻きコイルである。さらに、各コイルグループの最外周から 2 番目のコイルも第 3 実施形態と同様に二重巻きコイルである。しかし本実施形態は第 2 実施形態と同様に、単一の巻き線層の成形の間に、その層におけるコイルグループ間にオーバーラップがない。

50

【 0 0 4 7 】

図 1 6 ~ 1 8 は本発明の第 5 の好ましい実施形態を示す。第 1 実施形態と同様に、本実施形態における各コイルグループは、グループ内でコイルの重複がない 5 つのコイルから成る。しかし第 1 実施形態とは異なり、本実施形態は第 1 および第 2 層の形成の段階において、異なるコイルグループに属するコイルをオーバーラップする。例えば、第 1 巻き線層の挿入の間に、3 つの A 2 コイルがスロット 1 6 ~ 1 8 内で 3 つの A 1 コイルの上に配置される。

【 0 0 4 8 】

図 1 9 ~ 2 1 は本発明の第 6 の好ましい実施形態を示す。第 1 および第 5 実施形態と同様に、好ましくは、本実施形態における各コイルグループはグループ内でコイルの重複がない 5 つのコイルから成る。第 1 実施形態と同様に、第 6 実施形態において、第 1 または第 2 の層の形成段階の間に、異なるコイルグループ間でオーバーラップはない。しかしこれまでの実施形態と異なり、第 6 実施形態において、各コイルグループ内のコイルは全て重ねて巻かれる。したがって、図 2 および 1 9 の表は同じであるが、第 1 および第 6 実施形態の間の違いは図 2 0 および 2 1 に示され、これらは第 6 実施形態における各コイルグループに用いられる重ね巻の手法を示している。

【 0 0 4 9 】

第 6 実施形態はいくつかの異なる製造方法に適用される。上記実施形態に応用可能な方法に類似する好ましい方法において、好ましくは自動化されたワインディング機を用いて、各相の極の対が最初に形成される。好ましくは、各極の対は連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成されて、各極の対の 2 つの極の間における極間接続が自動的に形成され、これにより、コイル挿入後のそれら特別な極間接続を形成する必要性を除去する。このように、例えば、コイルグループ A 1 および A 2 における極の対は連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成され、コイルグループ A 3 および A 4 の極の対は第 2 の連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成され、コイルグループ B 1 および B 2 の極の対は第 3 の連続したワイヤあるいはワイヤ束から形成される。次に、図 1 9 ~ 2 1 に示されるように、コイルグループ A 1、A 2、B 3、B 4、C 1 および C 2 から成る第 1 層が挿入される。そして、必要に応じて相間絶縁セパレータが挿入され、次いでコイルグループ A 3、A 4、B 1、B 2、C 3 および C 4 から成る第 2 層の挿入が行われる。必要に応じて固定くさびの挿入の後、図 6 に示されるように、外部ラグ (lug) および外部接続部材が形成される。

【 0 0 5 0 】

図 2 2 は第 6 実施形態と密接に関係した第 7 の実施形態を示す。本実施形態において、各層が 1 つの相から成る 3 巻き線層設計が用いられる。2 つではなく、3 つの巻き線層が用いられるが、第 7 実施形態のコイルグループのスロット配置は第 6 実施形態におけるコイルグループのスロット配置と同じである。しかし、後述するように、いくつかの固定子スロット内での配置は、例えば上部スロット配置と下部スロット配置の間での変更のように、変更される。したがって、図 2 0 および 2 1 は第 6 および第 7 実施形態間では変更がないが、第 6 実施形態に関して図 1 9 に示された表は、単一の巻き線層の中に完全な相が挿入されるようにするため、図 2 2 に示されるように修正される。特に、この方法の結果として、コイルグループ A 3、A 4、B 1 (スロット 2 1 ~ 2 5)、および B 2 (スロット 3 6 ~ 4 0) は、図 2 2 に示されるように固定子スロットの上部ではなく、下部に挿入される。同様に、この方法において、コイルグループ B 3 (スロット 4 1 ~ 4 5)、B 4 (スロット 5 6 ~ 6 0)、C 1 および C 2 は、固定子スロットの下部ではなく、上部に挿入される。この方法の利点は、連続するワイヤあるいはワイヤ束によって各相における 4 つ全てのコイルグループを巻くことを可能とし、それにより図 6 に示す極間接続 (すなわちラグ (lug) A、B および C) を除去することである。

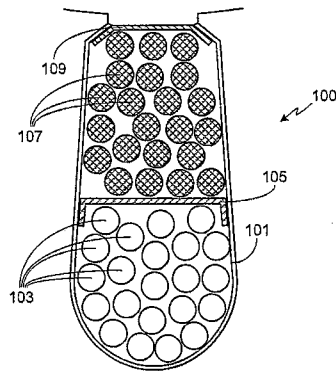
【 0 0 5 1 】

添付した図において、複数の図において用いられている同一の要素符号は、同一の要素あるいは同一機能を有する要素を示すことが理解される。さらに、添付した図は、例示することを意図しているにすぎず、本発明の範囲を限定することを意図したものではない。

【 0 0 5 2 】

当業者によって理解されるように、本発明は、本発明の趣旨あるいは本質から離れることなく他の特定の形態に具体化してもよい。したがって、この明細書における開示と記述は説明的であることを意図するが、後述する請求項に記載される本発明の範囲を限定するものではない。

【 図 1 】



【圖 2】

構成No.1

第1層

スロット

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A1	A1	A1	A1	A1	B4	B4	B4	B4	B4	B4	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	C1	C1	C1	C1	A2	A2	A2	A2	A2

スロット

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	B3	B3	B3	B3	C2	C2	C2	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	B4	B4

上部

下部

第2層(大字&イタリク体)

スロット

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
C3	C3	C3	C3	C4	C4	C4	C4	C4	C4	B1	B1	B1	B1	C4	C4	C4	C4	C4	C4	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2
A1	A1	A1	A1	A1	B4	B4	B4	B4	B4	B4	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	C1	C1	C1	C1	A2	A2	A2	A2	A2

上部

下部

スロット

31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
A3	A3	A3	A3	A3	B2	B2	B2	B2	B2	A3	A3	A3	A3	A3	A4	A4	A4	A4	A4	A4	C3	C3	C3	C3	C3	C3	A4	A4	A4	A4
C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2	B3	B3	B3	B3	C2	C2	C2	C2	C2	C2	B3	B3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	B4	

上部

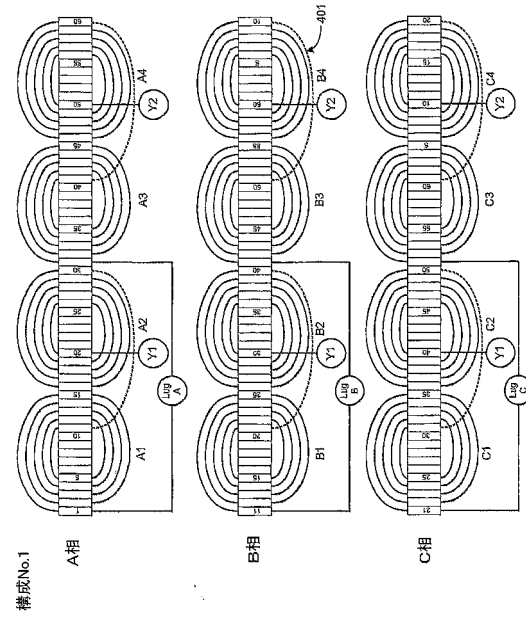
下部

【図 3】

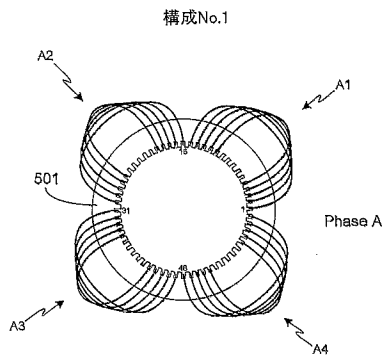
構成No.1

A相				B相				C相			
コイル	Go	Ret	スピン	コイル	Go	Ret	スピン	コイル	Go	Ret	スピン
		巻数				巻数				巻数	
1	1	15	14	1	11	25	14	1	21	35	14
2	2	14	12	2	12	24	12	2	22	34	12
3	3	13	10	3	13	23	10	3	23	33	10
4	4	12	8	4	14	22	8	4	24	32	8
5	5	11	6	5	15	21	6	5	25	31	6
6	6	30	16	6	40	26	-14	6	50	36	-14
7	7	29	17	7	39	27	-12	7	49	37	-12
8	8	28	18	8	38	28	-10	8	48	38	-10
9	9	27	19	9	37	29	-8	9	47	39	-8
10	10	26	20	10	36	30	-6	10	46	40	-6
11	11	31	45	11	41	55	14	11	51	5	14
12	12	32	44	12	42	64	12	12	52	4	12
13	13	33	43	13	43	53	10	13	53	3	10
14	14	34	42	14	44	62	8	14	54	2	8
15	15	35	41	15	45	51	6	15	55	1	6
16	16	60	46	16	10	56	-14	16	20	6	-14
17	17	59	47	17	9	57	-12	17	19	7	-12
18	18	58	48	18	8	58	-10	18	18	8	-10
19	19	57	49	19	7	59	-8	19	17	9	-8
20	20	56	50	20	6	60	-6	20	16	10	-6

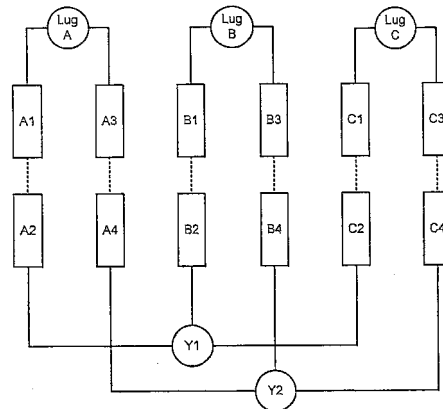
【図 4】



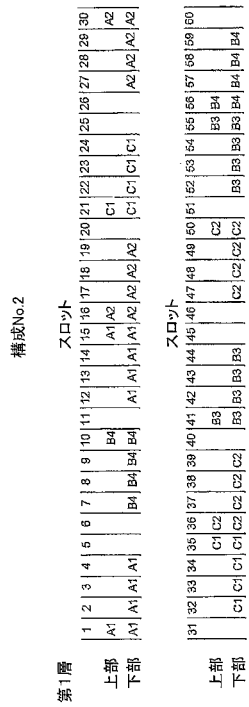
【図 5】



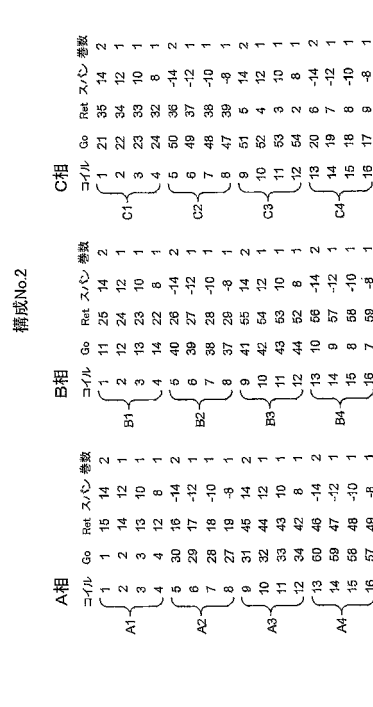
【図 6】



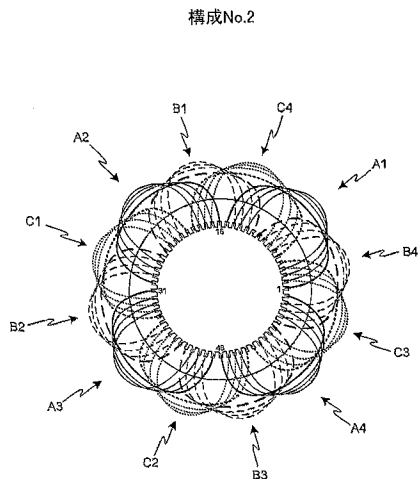
【圖 7】



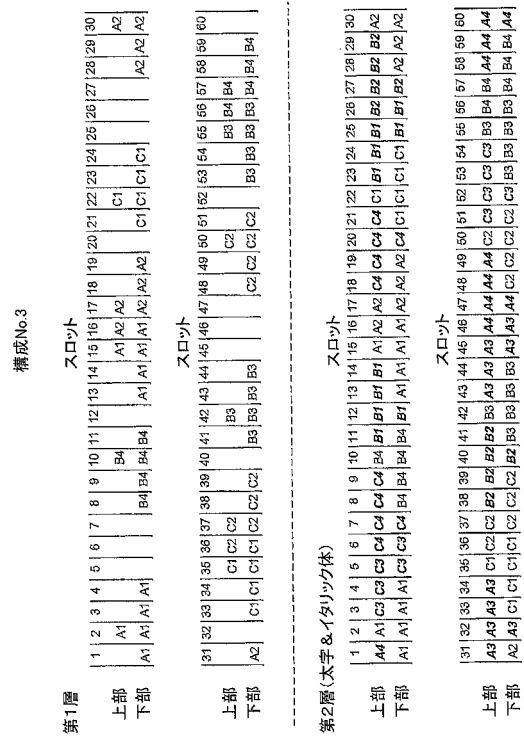
【 図 8 】



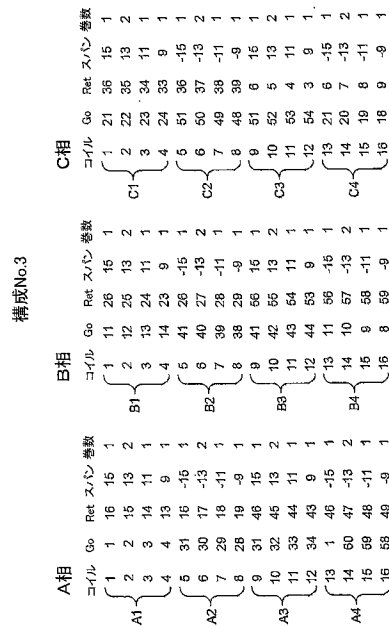
【 図 9 】



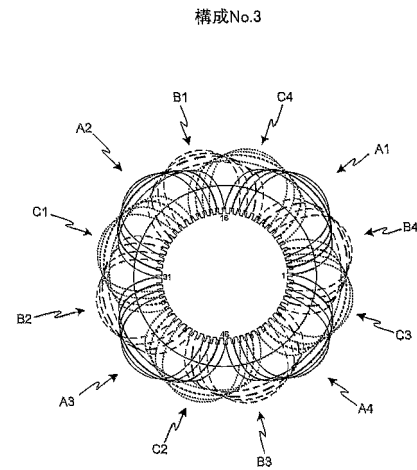
【 図 1 0 】



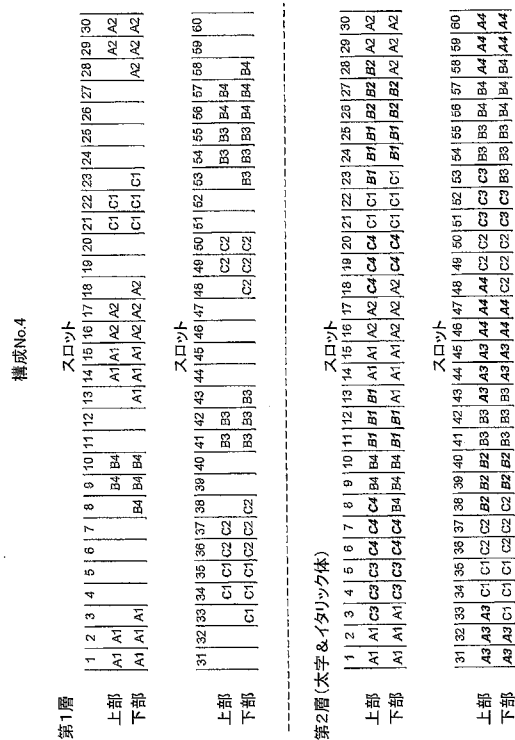
【図 1 1】



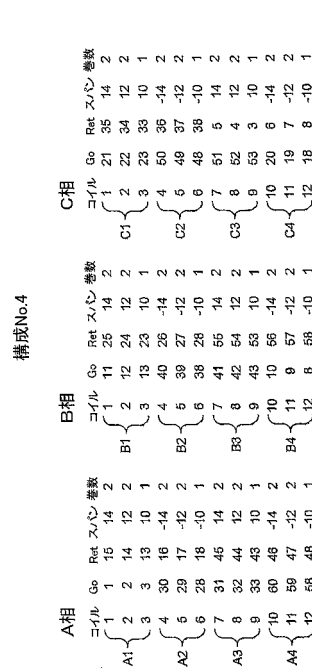
【図 1 2】



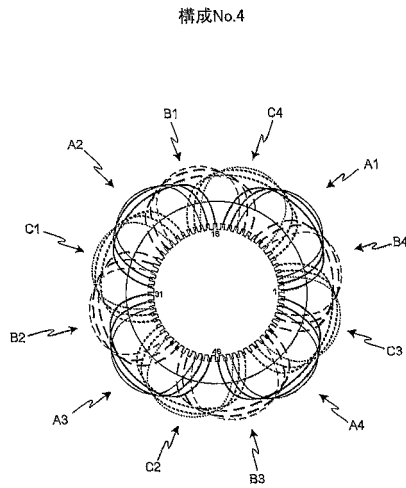
【図 1 3】



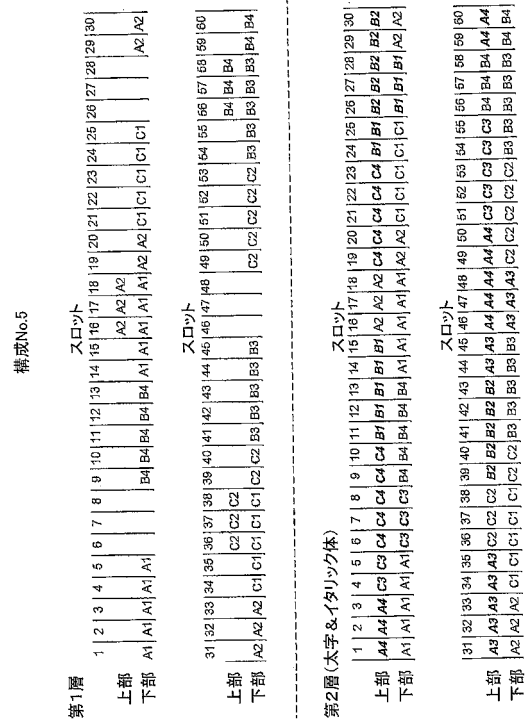
【図 1 4】



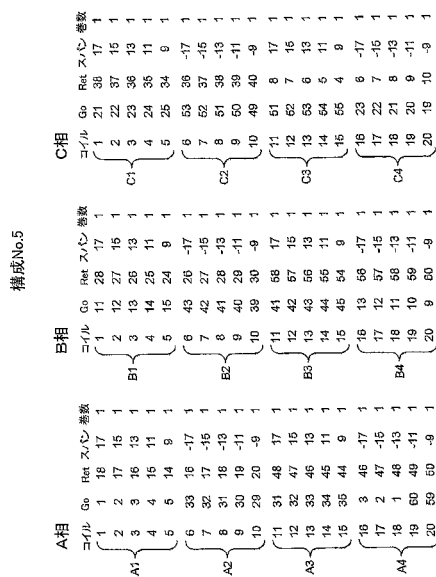
【図15】



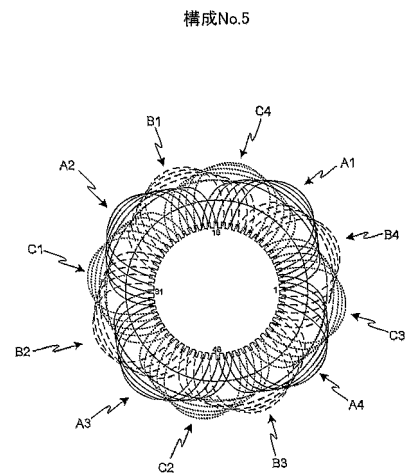
【図16】



【図17】



【図18】



【 図 19 】

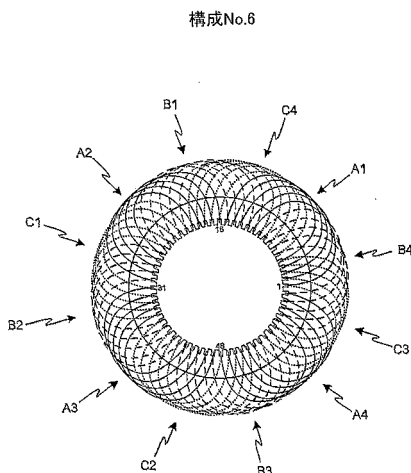
[illegible]

【 図 2 0 】

構成No.6

A組					B組					C組					
コリ	Go	Ret	スレ	機数	コリ	Go	Ret	スレ	機数	コリ	Go	Ret	スレ	機数	
1	1	11	10	1	1	11	21	10	1	1	21	31	10	1	
2	2	2	12	10	1	2	12	20	1	2	22	32	10	1	
3	3	3	13	10	1	3	13	23	10	1	3	23	33	10	1
4	4	4	14	10	1	4	14	24	10	1	4	24	34	10	1
5	5	5	15	10	1	5	15	25	10	1	5	25	35	10	1
6	6	26	16	-10	1	6	36	26	-10	1	6	46	36	-10	1
7	7	27	17	-10	1	7	37	27	-10	1	7	47	37	-10	1
8	8	28	18	-10	1	8	38	28	-10	1	8	48	38	-10	1
9	9	29	19	-10	1	9	39	29	-10	1	9	49	39	-10	1
10	10	30	20	-10	1	10	40	30	-10	1	10	50	40	-10	1
11	11	31	41	10	1	11	41	51	10	1	11	51	1	10	1
12	12	32	42	10	1	12	42	52	10	1	12	52	2	10	1
13	13	33	43	10	1	13	43	53	10	1	13	53	3	10	1
14	14	34	44	10	1	14	44	54	10	1	14	54	4	10	1
15	15	35	45	10	1	15	45	55	10	1	15	55	5	10	1
16	16	56	46	-10	1	16	6	56	-10	1	16	16	6	-10	1
17	17	57	47	-10	1	17	7	57	-10	1	17	17	7	-10	1
18	18	58	48	-10	1	18	8	58	-10	1	18	18	8	-10	1
19	19	59	49	-10	1	19	9	59	-10	1	19	19	9	-10	1
20	20	60	50	-10	1	20	10	60	-10	1	20	20	10	-10	1

【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

構成No.7

第1巻き綿層

スロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	上層																													
	下部	A1	A1	A1	A1	A1								A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2					A2	A2	A2	A2
スロット	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	上層																													
	下部	A3	A3	A3	A3	A3								A3	A3	A3	A3	A4	A4	A4	A4	A4					A4	A4	A4	A4

第2巻き綿層

スロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	上層																													
	下部	A1	A1	A1	A1	A4	B4	B4	B4	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2
スロット	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	上層																													
	下部	A3	A3	A3	A3	A2	B2	B2	B2	B2	A3	A3	A3	A3	A3	A4	A4	A4	A4	A4	A4	B3	B3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	B4

第3巻き綿層

スロット	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	上層																													
	下部	A1	A1	A1	A1	A4	B4	B4	B4	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2	A2	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2
スロット	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	上層																													
	下部	A3	A3	A3	A3	A2	B2	B2	B2	B2	A3	A3	A3	A3	A3	A4	A4	A4	A4	A4	A4	B3	B3	B3	B3	B3	B4	B4	B4	B4

フロントページの続き

(72)発明者 イワン タン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 0 2 2 , ロス アルトス, ノース アヴァロン ドライ
ヴ 1 2 4

(72)発明者 シーペン フィリップ ルアン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 4 5 9 8 , ウォルナット クリーク, バンクロフト ロー
ド 8 4 7

審査官 服部 俊樹

(56)参考文献 特開平 0 9 - 1 2 1 4 9 1 (J P , A)

特開平 0 3 - 0 2 2 8 4 1 (J P , A)

特開平 1 0 - 1 1 2 9 4 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 K 3 / 1 2

H 0 2 K 1 5 / 0 8 5