

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-287109

(P2005-287109A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005.10.13)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H02K 3/28	H02K 3/28 N	5H603
	H02K 3/28 M	
	H02K 3/28 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-93973 (P2004-93973)	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成16年3月29日 (2004.3.29)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
		(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100093562 弁理士 尻玉 俊英
		(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 岑生
		(72) 発明者	秋田 裕之 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

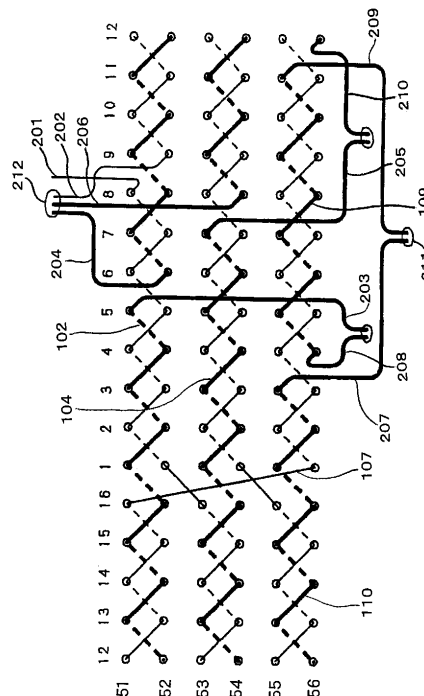
(54) 【発明の名称】 回転電機の固定子

(57) 【要約】

【課題】 自由な非整数点ターン数が得られる結線構造の固定子を提供することを目的とするものである。

【解決手段】 U、V及びW相それぞれにおいて、第1ないし第6導線51～56を固定子鉄心の端面の外側で折り返して所定スロットピッチで、スロットに装着してなり、第6導線56を0.5ターンのコイル108と109に分割し、第2導線52とコイル108とを接続した1.5ターンのコイルと、第4導線54とコイル109とを接続した1.5ターンのコイルとを並列に接続することによって1.5ターンのコイルをつくり、この1.5ターンのコイルと、第1導線51、第3導線53及び第5導線55を直列接続して3ターンのコイルとを直列接続することにより4.5ターンのコイルを構成する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

薄鋼板を積層した円環状の積層体の軸方向に延在し、周方向に所定ピッチで設けられた複数のスロットを有する固定子鉄心と、U、V及びW相を構成するコイルとを備え、

上記各相のコイルは、 n 本の導線を上記固定子鉄心の端面の外側で折り返して所定スロットピッチで、上記スロットに装着してなり、

上記各相におけるスロット数を S 個とし、上記各相において、全スロット内の $(S \cdot n)$ 個の導体の内から m 個を選択した組を複数組構成し、上記複数組を並列接続することにより、非整数の m/S ターンのコイルを構成し、選択されなかった導体からなる整数ターンのコイルと組み合わせて非整数ターンのコイルを構成したことを特徴とする回転電機の固定子。 10

【請求項 2】

上記周方向につながった導線を複数に分割し、分割した一部を上記 m 個の導体からなる組としたことを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の固定子。

【請求項 3】

上記周方向につながった導線を複数に分割し、分割した全部を上記 m 個の導体からなる組としたことを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の固定子。

【請求項 4】

上記選択された m 個の導体の断面積が、選択されなかった導体の断面積より小さいことを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の固定子。 20

【請求項 5】

上記選択された m 個の導体が、上記スロットの内層側の底部に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の固定子。

【請求項 6】

上記全てのスロットにおいて、上記非整数の m/S ターンのコイル及び整数ターンのコイルの数が同じであることを特徴とする請求項 1 記載の回転電機の固定子。

【請求項 7】

上記非整数の m/S ターンのコイル及び整数ターンのコイルのターン数を切り替えるスイッチを備えたことを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の回転電機の固定子。

【発明の詳細な説明】 30

【技術分野】

【0001】

この発明は、モータや発電機等の回転電機に使用される固定子に関するものであり、特に、コイルが整列巻された分布巻き構造における結線構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

回転機の固定子は、固定子鉄心と、固定子鉄心に装着されたコイルと、スロット内に装着されてコイルを固定子鉄心から絶縁するインシュレータとを備えている。

【0003】

例えば、固定子鉄心は、薄い鋼板を重ねて積層した円筒状のものがあり、中心軸方向に延びるスロットが内周側に開口するように所定ピッチで周方向に複数個設けられている。固定子鉄心にコイルを装着する際には、固定子鉄心を帯状にしてスロットの間隙をコイル導体の線幅より大きくし、太い線幅の導体を装着できるようにしたものがある。このような固定子鉄心では、コイルを装着した後、帯状の固定子鉄心の両端が突き合わされて円環状にされ、両端が溶接等により接合される。 40

【0004】

コイルの形状としては、固定子鉄心の軸方向端面の外側において、コイルに用いる導線のコイルエンドを折り返して波巻きした構造のものがあり、スロットのスペースを効率よく使うために、2本1組の導線がスロットの深さ方向の内層と外層を交互に採るように所定のスロット数毎にコイルを2組装着し、このコイルを6相に分布巻きしたものがある (50

例えば、特許文献 1 参照)。

【0005】

回転機の性能はコイルのターン数の影響が大きく、ターン数が限定されると用途に応じた適正な性能設計ができない。

【0006】

例えば、回転機を自動車の交流発電機に用いた場合、発電機の出力電流と回転子の回転数に比例するエンジンの回転数との関係を見た場合、コイルのターン数が多い発電機は、コイルのターン数が少ない発電機と比較して、低速での出力電流は低く、高速での出力電流が高くなる。低速と高速での出力電流のバランスに対して様々なニーズがあるが、スロット中のコイルの数は特定され、コイルのターン数は整数となるので、上記ニーズに対して応えられない場合が生じるという問題がある。

10

【0007】

この問題の解決策として、整数ターンコイルの結線と整数ターンコイルの Y 結線とを組み合わせた構成のものがある。この構成では、整数ターンの 2 組の 3 相コイルの中、一方の組の 3 相コイルを結線し、他方の組の 3 相コイルを結線の結線部に接続し、2 組の 3 相コイルは、互いに電気角で $\pi/6$ ずれた状態になるスロット位置に配置している。

【0008】

この構成によれば、2 組の 3 相コイルのターン数は整数であっても、結線と Y 結線との結線状態におけるターン数は整数と整数との間のターン数 (非整数ターン数) とすることができる (例えば、特許文献 2 参照)。

20

【0009】

【特許文献 1】特開 2001-211584 号公報 (第 5 - 8 頁、図 2 - 6)

【特許文献 2】特開 2002-247787 号公報 (第 4 - 5 頁、図 2 - 5)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上記特許文献 2 では、2 組の 3 相コイルを必要とし、また、2 組の三相コイルのターン数をそれぞれ整数としているので、結線と Y 結線との結線状態における非整数ターン数は自由に得られないという問題がある。

【0011】

30

この発明は、上記のような問題を解決するものであり、自由な非整数ターン数が得られる結線構造の固定子を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明に係る回転電機の固定子は、薄鋼板を積層した円環状の積層体の軸方向に延在し、周方向に所定ピッチで設けられた複数のスロットを有する固定子鉄心と、U、V 及び W 相を構成するコイルとを備え、

上記各相のコイルは、n 本の導線を上記固定子鉄心の端面の外側で折り返して所定スロットピッチで、上記スロットに装着してなり、

上記各相におけるスロット数を S 個とし、上記各相において、全スロット内の ($S \cdot n$) 個の導体の内から m 個を選択して直列接続した組を複数組構成し、上記複数組を並列接続することにより、非整数の m/S ターンのコイルを構成し、選択されなかった導体からなる整数ターンのコイルと組み合わせて非整数ターンのコイルを構成したものである。

40

【発明の効果】

【0013】

上記発明に係る回転電機の固定子の構成によれば、非整数ターン数の結線構造を構成するに当たって、非整数ターン数の設計の自由度が増す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

先にも述べたように、回転機を自動車等の交流発電機に用いた場合、発電機の出力電流

50

(I)と回転子の回転数に比例するエンジンの回転数(N)との関係を見ると、図10に示すように、ターン数が多いコイル350の方が、ターン数が少ないコイル351に比べて、低速での出力電流が低く、高速での出力電流が高くなる。また、低速と高速での出力電流(I)のバランスに対して様々なニーズがある。このニーズに対応するためには、コイルのターン数に対する設計の自由度を上げることが必要である。この発明は、低速と高速での出力電流(I)のバランスに対する様々なニーズに応えられるように、自由な非整数ターン数が得られる結線構造を得るものである。

【0015】

以下に、図面に基づき、この発明の実施の形態を説明する。

実施の形態1.

図1は、この発明に係る回転電機の固定子における実施の形態1の構成を示す斜視図である。

同図において、固定子1は、薄い鋼板を重ねて積層した固定子鉄心2と、固定子鉄心2の内周側に開口するように周方向に所定ピッチで複数個設けられ、中心軸方向に伸びるスロット4に装着されたコイルとを備えている。

【0016】

図2は、コイルの形状を示す平面図である。同図に示したように、コイル5は、固定子鉄心の軸方向端面(紙面の上下方向に直立する線の端部)の外側において、コイルエンド5aを折り返して波巻きした構造であり、第1導線51と第2導線52、第3導線53と第4導線54及び第5導線55と第6導線56をそれぞれ対として、スロット内に装着される。

【0017】

図3は、スロット内に複数対の導線が装着された状態を示す断面図である。同図に示したように、1対の第1導線51と第2導線52は、スペースを効率よく使うためにスロット4の深さ方向の内層側と外層側を交互に採るように所定のスロットピッチ(図では第1スロットの次に第7スロット)で装着される。他の対の第3導線53と第4導線54及び第5導線55と第6導線56も同様に内層側と外層側を交互に採るように所定のスロットピッチで装着され、コイルaを形成する。また、同様に、残る5相のコイルb、c、d、e、fの導線が所定のスロットピッチで装着される。ここでは、コイルa及びコイルdをU相、コイルb及びコイルeをV相、コイルc及びコイルfをW相とする。

【0018】

このように、長尺の導線を固定子鉄心の端面の外側で折り返して、所定スロットピッチでスロットにコイルを装着することによって、コイルエンドが整列された、いわゆる整列巻とすることができる。

【0019】

図4は、この発明の実施の形態1における、コイルaの結線を説明するための模式図である。図4において、丸はスロット内に配置された導線(図2において、紙面の上下方向に直立する線)であり、丸を結ぶ実線は固定子鉄心の一方の端部のコイルエンドを示し、丸を結ぶ破線は固定子鉄心の他方の端部のコイルエンドを示し、縦方向に同一の位置にある丸は同一のスロットに装着されていることを示している。また、丸の上の数字は、コイルa1相について見た場合の装着スロットに対して、順に番号を付したものであり、図示していないが、横方向の丸と丸の間には他の5相の導線とスロットが存在し、スロット数は全部で96存在する。

【0020】

図4に示したように、1つの相(U相)のコイルaは、第1導線51と第2導線52、第3導線53と第4導線54及び第5導線55と第6導線56の3対から構成され、これらの導線のうち、第1導線51、第3導線53及び第5導線55を、1番スロットと16番スロットの末端で直列に接続し、第1の導線51の8番スロットと9番スロットとの間のコイルエンドでリード線201及び202を配置して、3ターンのコイル107を構成する。

10

20

30

40

50

【0021】

第2導線52、第4導線54及び第6導線56は、それぞれ1番スロットと16番スロットの末端で接続して、さらに、第2導線52の5番スロットと6番スロットとの間のコイルエンドでリード線203及びリード線204を配置し、第4導線54の7番スロットと8番スロットとの間のコイルエンドでリード線205及びリード線206を配置し、また、第6導線56の第3番スロットと第4番スロットとの間のコイルエンドでリード線207及びリード線208を配置し、さらに、第6導線56の第11番スロットと第12番スロットとの間のコイルエンドで、リード線209及びリード線210を配置している。

【0022】

これらのリード線の配置により、リード線203からリード線204までの1ターンのコイル102と、リード線205からリード線206までの1ターンのコイル104とが形成される。また、第6配線56は2箇所からリード線を出すことによって、リード線208からリード線209までの0.5ターンのコイル109の組と、リード線210からリード線207までの0.5ターンのコイル110の組に分割される。

10

【0023】

リード線208とリード線203とを接続することにより、コイル102とコイル109が直列接続され、1.5ターンのコイルが構成される。また、リード線210とリード線205を接続することにより、コイル104とコイル110が直列接続され、1.5ターンのコイルが構成される。

【0024】

次に、リード線209とリード線207を接続部211に接続し、リード線204とリード線206を接続部212に接続することにより、2つの1.5ターンのコイルが並列に接続される。さらに、コイル107のリード線202を接続部212に接続することで、2本並列の1.5ターンのコイルと3ターンのコイルとが直列に接続され、4.5ターンのコイルが構成される。

20

【0025】

以上、1相の結線について説明したが、他の5相についても同様の結線を行い、2本並列の1.5ターンのコイルと3ターンのコイルとが直列に接続された4.5ターンのコイルを構成する。

【0026】

4.5ターンのコイルの末端はリード線201と接続部211で構成され、リード線201と接続部211の内のいずれか一方を、他の2相の4.5ターンのコイルと接続することによって、例えば電気角が互いに60°ずれた、図5に示すような、一对のY結線コイルや、図示していないが、例えば電気角が互いに60°ずれた一对の結線コイルを製作することができる。なお、図5において、V相及びW相もU相と同様のコイルの構成となっている。

30

【0027】

この実施の形態1では、第6導線56を2分割して0.5ターンの組を作ることによって、4.5ターンの非整数コイルを構成したが、第6導線56を4分割した組を並列に接続して0.25ターンのコイルを作ることによって、4.25ターンの非整数ターンのコイルを作製することもできる。また、例えば、第6導線56を分割し、分割した一部を比整数ターンの組とすることもできる。

40

【0028】

また、実施の形態1では、第1導線51、第3導線53、第5導線55を直列接続して3ターンのコイルを作り、第2導線52と第6導線の内の0.5ターンの組とを直列に接続した1.5ターンのコイルと、第4導線54と第6導線の内の残りの0.5ターンの組とを直列に接続した1.5ターンのコイルとを並列に接続することによって1.5ターンのコイルを作り、この1.5ターンのコイルと、先の3ターンのコイルとを直列に接続することにより、4.5ターンのコイルを作製したが、図6に示すように、第3導線53と第5導線55と第6導線56の内の0.5ターンの組とを直列に接続して2.5ターンの

50

コイルを作り、第2導線52と第4導線54と第6導線56の内の残りの0.5ターンの組とを直列に接続して2.5ターンのコイルを作り、この2つの2.5ターンのコイルを並列に接続し、この並列に接続した2.5ターンのコイルと第1導線51とを接続することによって、3.5ターンのコイルを構成することもできる。なお、図6において、V相及びW相もU相と同様のコイルの構成となっている。

【0029】

また、図示しないが、第1導線51、第3導線53、第5導線55を直列接続した3ターンのコイルを結線し、結線の接続部に、第2導線52と分割した第6導線56による1.5ターンの組と、第4導線54と分割した残りの第6導線5による1.5ターンの組とを並列接続したコイルを結線してもよい。

10

【0030】

また、1スロット内に6本の導線があり、1相当たりのスロット数は16個あるので、分割できる位置(全スロット内の導体数の合計)は $6 \times 16 = 96$ 個あり、分割位置を変えることによって、96個の内の任意数の導体 m 個を組みとして複数組構成し、この複数組を並列接続することによって、 m/S ターン(S は1相当たりのスロット数)の非整数ターンコイルが得られる。例えば、8個の導体を組として、2組を並列接続した場合、 $m = 8$ で $S = 16$ であるので、 $m/S = 0.5$ となり、0.5ターンのコイルを含む非整数ターンのコイルが得られる。

【0031】

また、1相のスロット数が16で、スロット内に3対の導体(6本)が装着された例を示したが、このスロット数及び導線数に限られるものではない。

20

スロットに入っている導線数を n (整数)とし、1相当たりのスロット数を S とすると、分割できる位置(全スロット内の導体数の合計)は $(S \times n)$ となる。これらの $(S \times n)$ 個の導体の内の任意の m 個の導体を組として複数組構成し、この複数組を並列接続することによって、 m/S ターンのコイルを含む非整数ターンのコイルを作製することができる。

【0032】

また、導線はコイルエンド部で連続接続されているので、周方向で導線を分割して、複数組を形成し、この複数組を並列接続することによって、リード線及びリード線の接続箇所を少なくすることができる。

30

【0033】

また、非整数ターンのコイルの数と整数ターンのコイルの数との比が変わると磁気特性が変わるが、全てのスロットにおいて、非整数ターンのコイル及び整数ターンのコイルの数を同じにすることによって、固定子1の全周における磁気特性を均一にすることができるので、回転機の騒音を低減することができる。

【0034】

また、整列巻の場合は、スロットによって、導線数を変えてターン数を変えることができないが、この実施の形態によれば、整列巻の場合にも容易に非整数ターン数のコイルが得られるので、この実施の形態は特に整列巻の場合に有効となる。

【0035】

実施の形態2.

40

上記実施の形態1に示したような、並列接続されたコイルと並列接続されていないコイルとがともに存在する場合、1つのスロット内にも、並列接続されたコイルと並列接続でないコイルとがともに存在することになる。

【0036】

図7は、1つのスロット内に並列接続されたコイルの導体と並列接続でないコイルの導体とがともに存在する場合の漏れ磁束の状態を説明する図である。

【0037】

図7に示したように、スロット4内の導体に電流が流れると、この電流の大きさに応じてスロット4内に漏れ磁束が発生する。この漏れ磁束は、出力に関係なく発生するために

50

鉄損等となり、モータの出力特性に悪影響を及ぼす。

【0038】

図7では、並列接続されたコイル50aの導体をスロット4の内層側の底部に寄せて配置している。この場合、並列接続されたコイル50aの導体に流れる電流は、並列接続されていないコイル50bの導体に流れる電流よりも小さいので、並列接続されたコイル50aの導体の漏れ磁束は、並列接続されていないコイル50bの導体の漏れ磁束より小さくなる。また、スロット4の内層側の底部の方がスロット4の外層側の開口部よりも漏れインダクタンスが大きくなる。従って、漏れインダクタンスが大きくなるスロット4の内層側の底部に、電流が小さい並列接続されたコイル50aの導体を配置することによって、全体の漏れ磁束量が低減される。

10

【0039】

さらに、回転子が発生する磁束は、スロット4の開口部から入り、コイルの導体と鎖交してモータ出力となるが、スロット4内のコイルの導体と同様に、スロット4内で漏れ磁束を発生し、回転子側から最も遠いスロット4の内層側の底部における鎖交磁束よりもスロット4の開口部近辺における鎖交磁束の方が多くなる。従って、回転子の磁束を有効にコイルの導体に鎖交させるためには、並列接続されていないコイル50bの導体をスロット4の開口部近辺に配置することが望ましい。

【0040】

図8は、スロット内でのコイルの導体の配置例を示す図である。図8(a)は、並列接続したコイル50aをスロットの底部に配置している。図8(b)は、前述のように、スロットのスペースを効率よく使うためにスロット4の底部の内層側と外層側を交互に採るように導線を配置した場合を示している。

20

【0041】

以上のように、並列接続されたコイル50aの導体をスロット4の内層側の底部に配置し、並列接続されていないコイル50bの導体をスロット4の開口部近辺に配置することにより、モータの出力特性を向上することができる。

【0042】

また、並列接続されたコイル50aに流れる電流は、並列接続されていないコイル50bに流れる電流よりも小さいので、コイル50aの導体の断面積を、コイル50bの導体の断面積より小さくすることができる。コイル50aの導体の断面積を小さくした場合は、スロット内のコイル50bの導体の断面積を、コイル50aの導体の断面積を小さくした分、大きくして抵抗を小さくすることができるので、スロット内に同じ断面積のコイル50bの導体を装着した場合よりも、コイル全体の発熱量を小さくすることができる。

30

【0043】

実施の形態3.

図9は、図4に示した結線図のリード線接続部に、スイッチを設けた例を示す結線図である。

【0044】

図9(a)では、スイッチ501及びスイッチ502によって、図4に示した結線状態と同じに構成され、第6配線56が0.5ターンに分断され、4.5ターンのコイルが構成されている。一方、図9(b)では、スイッチ501及びスイッチ502をスライドさせて、第6配線56の分断部を接続して1ターンのコイルを構成するとともに、第2配線52と第4配線54とを並列接続して1ターンのコイルを構成し、第1配線51、第3配線53及び第5配線55からなる3ターンのコイルと、第2配線52と第4配線54とを並列接続した1ターンのコイルと、第6配線56の1ターンのコイルとを直列に接続した5ターンのコイルを構成している。すなわち、4.5ターンのコイルの構成と5ターンのコイルの構成とを、スイッチ501及びスイッチ502によって切り替えることができるものである。

40

【0045】

このように、スイッチを設けて、並列接続及び直列接続を切り替えることにより、コイ

50

ルのターン数を切り替えることができ、例えば、エンジンの回転数が低速の場合には、コイルのターン数を5ターンとし、エンジンの回転数が高速の場合には、コイルのターン数を4.5ターンとする等のように、エンジンの回転数に合わせて、モータの出力特性を適正な状態にすることができる。

【産業上の利用可能性】

【0046】

この発明に係る回転電機の固定子は、例えば、車両用交流発電機等の固定子に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

10

【図1】この発明に係る回転電機の固定子における実施の形態1の構成を示す斜視図である。

【図2】コイルの形状を示す平面図である。

【図3】スロット内に複数組のコイルが装着された状態を示す断面図である。

【図4】この発明の実施の形態1における配線の結線を説明するための結線図である。

【図5】実施の形態1におけるU相、V相及びW相の結線の例を示す回路図である。

【図6】実施の形態1におけるU相、V相及びW相の結線の他の例を示す回路図である。

【図7】1つのスロット内に並列接続されたコイルの導体と並列接続でないコイルの導体とがともに存在する場合の漏れ磁束の状態を説明する図である。

【図8】スロット内でのコイルの導体の配置例を示す図である。

20

【図9】図4に示した結線図のリード線接続部に、スイッチを設けた例を示す結線図である。

【図10】エンジン回転数と電流出力との関係を示す図である。

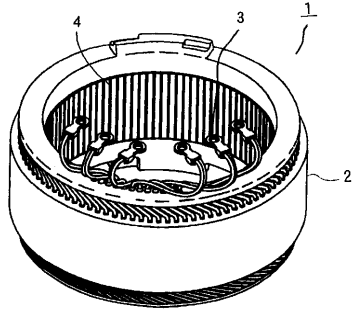
【符号の説明】

【0048】

1 固定子、2 固定子鉄心、3, 201~210 リード線、4 スロット、
5, 107, 109~110 コイル、5a コイルエンド、
50a 並列接続されたコイル、50b 並列接続でないコイル、51 第1配線、
52 第2配線、53 第3配線、504 第4配線、55 第5配線、
56 第6配線、211, 212 接続部、501, 502 スイッチ。

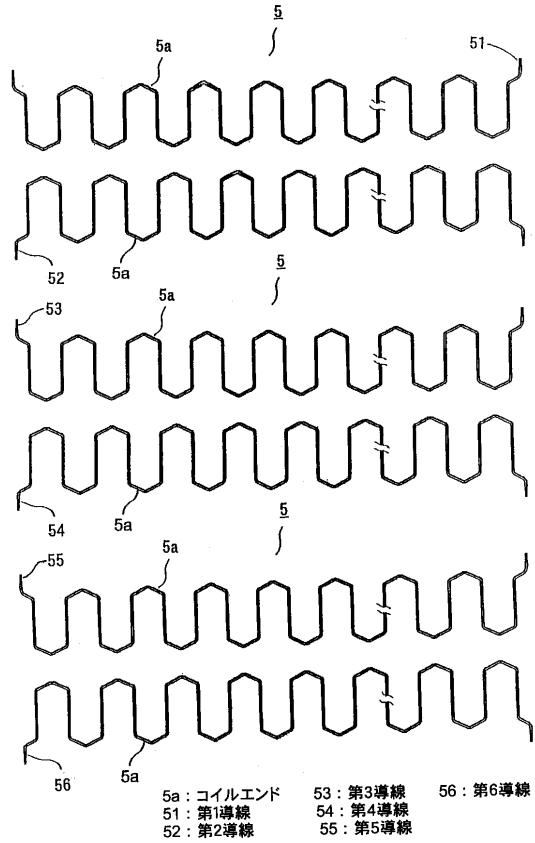
30

【 図 1 】



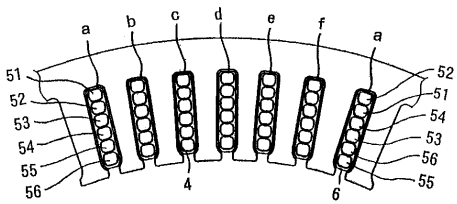
- 1: 固定子
- 2: 固定子鉄心
- 3: リード線
- 4: スロット

【 図 2 】

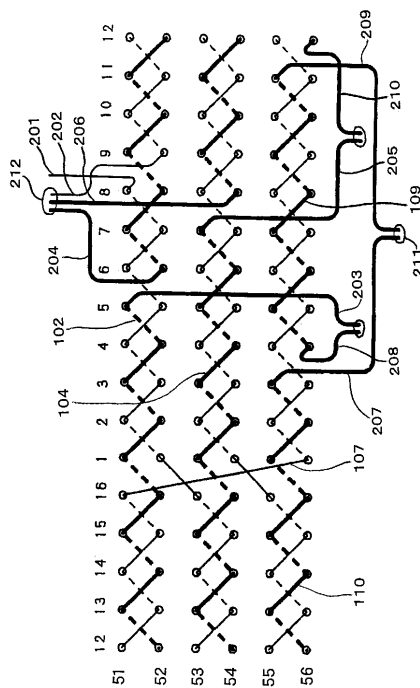


- 5a: コイルエンド
- 51: 第1導線
- 52: 第2導線
- 53: 第3導線
- 54: 第4導線
- 55: 第5導線
- 56: 第6導線

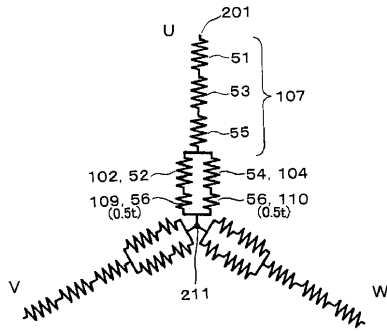
【 図 3 】



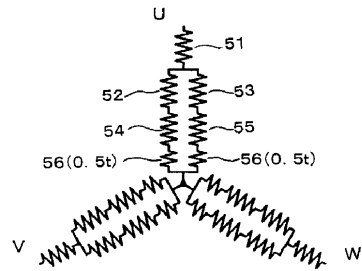
【 図 4 】



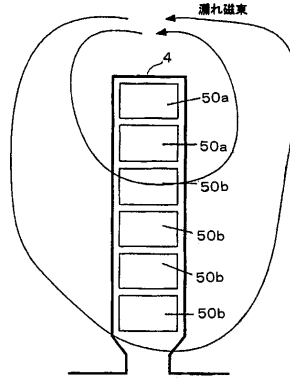
【 図 5 】



【 図 6 】

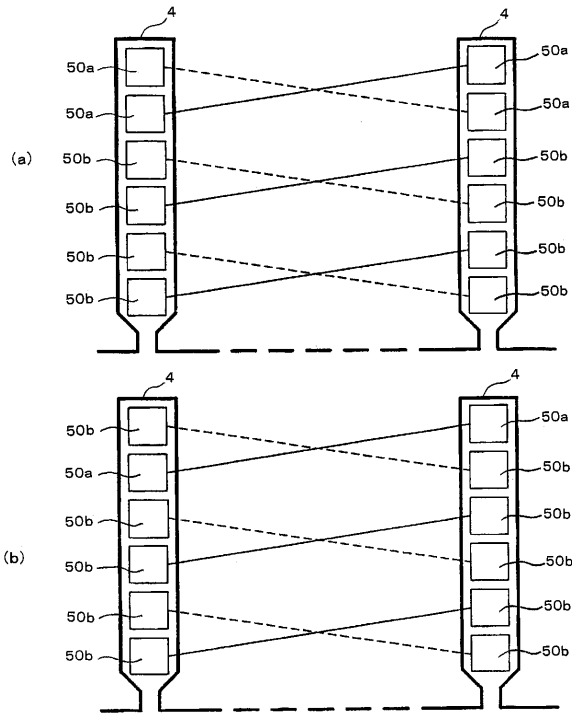


【 図 7 】

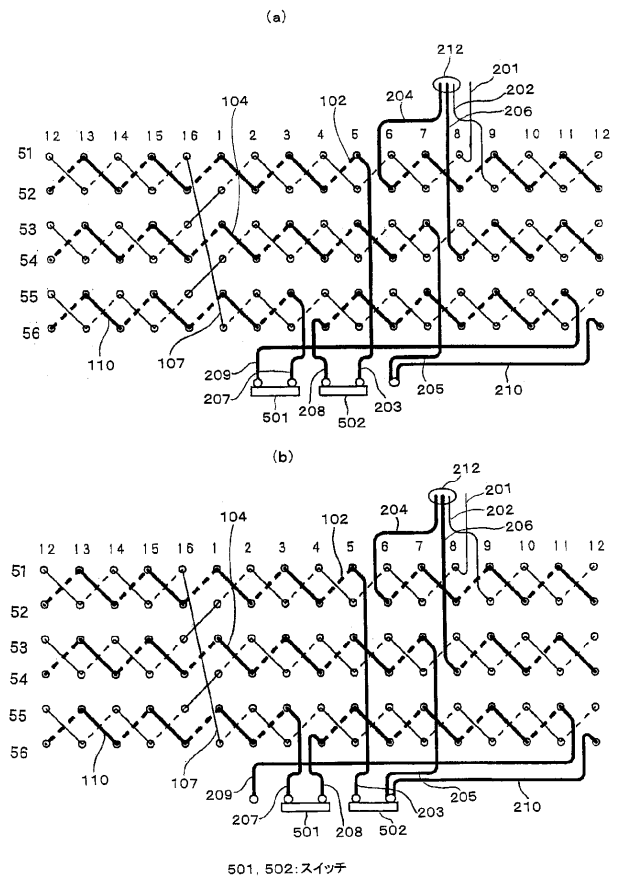


50a: 並列接続されたコイル
50b: 並列接続でないコイル

【 図 8 】

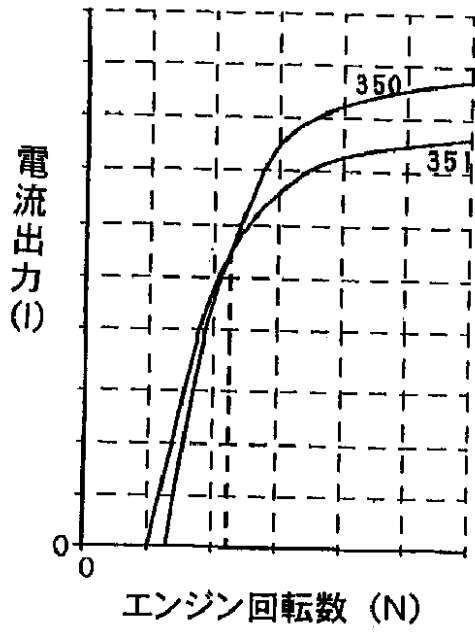


【 図 9 】



501, 502: スイッチ

【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 浅尾 淑人

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 米谷 晴之

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

Fターム(参考) 5H603 BB02 BB07 BB12 CA01 CA05 CB02 CC04 CC07 CC17 CD02
CD06 CD11