

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6912031号
(P6912031)

(45) 発行日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(24) 登録日 令和3年7月12日(2021.7.12)

(51) Int. Cl.	F I		
HO2K 3/04 (2006.01)	HO2K	3/04	E
HO2K 15/04 (2006.01)	HO2K	15/04	A
HO2K 15/085 (2006.01)	HO2K	15/04	F
	HO2K	15/085	

請求項の数 14 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2019-150615 (P2019-150615)	(73) 特許権者	596039187
(22) 出願日	令和1年8月20日(2019.8.20)		台達電子工業股▲ふん▼有限公司
(65) 公開番号	特開2020-61927 (P2020-61927A)		DELTA ELECTRONICS, I N C.
(43) 公開日	令和2年4月16日(2020.4.16)		台湾桃園市龜山區山頂村興邦路31之1號
審査請求日	令和1年8月20日(2019.8.20)	(74) 代理人	110000877
(31) 優先権主張番号	201811172967.2		龍華国際特許業務法人
(32) 優先日	平成30年10月9日(2018.10.9)	(72) 発明者	許宏成
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		台湾桃園市龜山區山鶯路252號
		(72) 発明者	林欣政
			台湾桃園市龜山區山鶯路252號
		(72) 発明者	簡嘉興
			台湾桃園市龜山區山鶯路252號
		(72) 発明者	陳以諾
			台湾桃園市龜山區山鶯路252號

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータステータ及びその形成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のスロットを有し、挿入側及び前記挿入側に対する延伸側を有し、前記複数のスロットの各々が鉄心の径方向に対して最内層、次内層、次外層及び最外層を有する鉄心と、前記挿入側から前記複数のスロットに挿入され且つ前記延伸側から突出して前記鉄心の円周方向へ湾曲して跨溝距離で延伸するように配置され、複数の足を含み、前記複数の足の各々が前記最内層、前記次内層、前記次外層及び前記最外層の一つに挿入され、前記複数の足が前記延伸側から突出して接続してコイル構造を形成する複数のヘアピン導線と、
を含み、

前記最内層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第1の跨溝距離は前記次内層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第2の跨溝距離と異なり、また前記次外層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第3の跨溝距離は前記最外層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第4の跨溝距離と異なり、

前記第1の跨溝距離と前記第4の跨溝距離とが同じであり、前記第2の跨溝距離と前記第3の跨溝距離とが同じであり、

前記複数のヘアピン導線は、

それぞれ前記複数のスロットの前記最内層及び前記次内層に配置され、それぞれ第1の方向及び第2の方向へ湾曲し且つ前記第1の跨溝距離及び前記第2の跨溝距離で延伸する第1の足及び第2の足を有する複数の第1のコイルヘアピン導線と、

それぞれ前記複数のスロットの前記次外層及び前記最外層に配置され、それぞれ第3の

10

20

方向及び第 4 の方向へ湾曲し且つ前記第 3 の跨溝距離及び前記第 4 の跨溝距離で延伸する第 3 の足及び第 4 の足を有する複数の第 2 のコイルヘアピン導線と、
を含み、

前記第 1 の足の各々が隣接する前記第 2 の足に接続されて第 1 のコイルを形成し、前記第 3 の足の各々が隣接する前記第 4 の足に接続されて第 2 のコイルを形成する、
 モータステータ。

【請求項 2】

前記第 1 の跨溝距離は前記第 2 の跨溝距離よりも大きく、且つ前記第 4 の跨溝距離は前記第 3 の跨溝距離よりも大きい、請求項 1 に記載のモータステータ。

【請求項 3】

前記第 1 の跨溝距離は前記第 2 の跨溝距離よりも小さく、且つ前記第 4 の跨溝距離は前記第 3 の跨溝距離よりも小さい、請求項 1 に記載のモータステータ。

【請求項 4】

電気的中性端に接続されるための少なくとも 1 つの中性導線と、
 少なくとも 1 つの電力位相端に接続されるための少なくとも 1 つの端末導線と、
 を含み、

前記複数の第 1 のコイルヘアピン導線、前記複数の第 2 のコイルヘアピン導線、前記少なくとも 1 つの中性導線及び前記少なくとも 1 つの端末導線は全ての前記複数のスロットに配置され、前記延伸側から突出して湾曲し、導線の端部での接続を形成して 3 相のモータステータのコイル構造を形成し、

全ての前記複数のスロットには、前記複数の第 1 のコイルヘアピン導線、前記複数の第 2 のコイルヘアピン導線、前記少なくとも 1 つの中性導線及び前記少なくとも 1 つの端末導線が挿入され、

且つ前記導線の端部での接続は、前記最内層から突出する導線の端部と隣接する前記次内層から突出する導線の端部とが接続し、前記次外層から突出する導線の端部と隣接する前記最外層から突出する導線の端部とが接続するように配置される請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のモータステータ。

【請求項 5】

前記第 1 の方向と前記第 3 の方向は同じ円周方向であり、且つ前記第 2 の方向と前記第 4 の方向は同じ円周方向である請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のモータステータ。

【請求項 6】

前記第 1 の跨溝距離と前記第 2 の跨溝距離との合計は、前記第 3 の跨溝距離と前記第 4 の跨溝距離との合計に等しい請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載のモータステータ。

【請求項 7】

前記複数の第 1 のコイルヘアピン導線の前記第 1 の足の各々と隣接する前記第 2 の足との接続端が前記第 1 のコイルの一端面を形成し、且つ前記第 1 のコイルの全ての前記端面の前記鉄心の端面から突出する垂直距離が何れも等しい請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載のモータステータ。

【請求項 8】

前記複数の第 2 のコイルヘアピン導線の前記第 1 の足の各々と隣接する前記第 2 の足との接続端が前記第 2 のコイルの一端面を形成し、且つ前記第 2 のコイルの全ての前記端面の前記鉄心の端面から突出する垂直距離が何れも等しい請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載のモータステータ。

【請求項 9】

複数のスロットを有し、挿入側及び前記挿入側に対する延伸側を有し、前記複数のスロットの各々が鉄心に対して内から外へ第 1 層、第 2 層、第 3 層及び第 4 層を定義する鉄心と、

それぞれ第 1 の足及び第 2 の足を有し、前記第 1 の足の各々が前記挿入側から前記複数のスロットの前記第 1 層に挿入されて前記延伸側から突出して第 1 の方向へ湾曲して第 1 の跨溝距離で延伸し、また前記第 2 の足の各々が前記挿入側から前記複数のスロットの前

10

20

30

40

50

記第 2 層に挿入されて前記延伸側から突出して第 2 の方向へ湾曲して第 2 の跨溝距離で延伸し、前記第 1 の跨溝距離が前記第 2 の跨溝距離と異なり、前記第 1 の足の各々が隣接する前記第 2 の足に接続されて第 1 のコイルを形成する複数の第 1 のコイルヘアピン導線と、

それぞれ第 3 の足及び第 4 の足を有し、前記第 3 の足が前記挿入側から前記複数のスロットの前記第 3 層に挿入されて前記延伸側から突出して第 3 の方向へ湾曲して第 3 の跨溝距離で延伸し、また前記第 4 の足が前記挿入側から前記複数のスロットの前記第 4 層に挿入されて前記延伸側から突出して第 4 の方向へ湾曲して第 4 の跨溝距離で延伸し、前記第 3 の跨溝距離が前記第 4 の跨溝距離と異なり、前記第 4 の足の各々が隣接する前記第 3 の足に接続されて第 2 のコイルを形成する複数の第 2 のコイルヘアピン導線と、

を含むモータステータ。

【請求項 10】

複数のスロットを有し、挿入側及び前記挿入側に対する延伸側を有し、前記複数のスロットの各々が鉄心の径方向に対して最内層、次内層、次外層及び最外層を有する鉄心を提供する工程と、

前記挿入側から複数の第 1 のコイルヘアピン導線を前記複数のスロット内まで挿入し、且つ前記延伸側から前記複数の第 1 のコイルヘアピン導線の第 1 の足及び第 2 の足をそれぞれ前記複数のスロットの前記最内層及び前記次内層から突出させる工程と、

前記挿入側から複数の第 2 のコイルヘアピン導線を前記複数のスロット内まで挿入し、且つ前記延伸側から前記複数の第 2 のコイルヘアピン導線の第 3 の足及び第 4 の足をそれぞれ前記複数のスロットの前記次外層及び前記最外層から突出させる工程と、

前記第 1 の足の各々を第 1 の方向へ湾曲させて第 1 の跨溝距離で延伸させる工程と、

前記第 2 の足の各々を第 2 の方向へ湾曲させて第 2 の跨溝距離で延伸させる工程と、

前記第 3 の足の各々を第 3 の方向へ湾曲させて第 3 の跨溝距離で延伸させる工程と、

前記第 4 の足の各々を第 4 の方向へ湾曲させて第 4 の跨溝距離で延伸させる工程と、

前記第 1 の足の各々と隣接する前記第 2 の足とを接続して、第 1 のコイルを形成する工程と、

前記第 3 の足の各々と隣接する前記第 4 の足とを接続して、第 2 のコイルを形成する工程と、

を備え、

前記第 1 の跨溝距離が前記第 2 の跨溝距離と異なり、第 3 の跨溝距離が前記第 4 の跨溝距離と異なり、

前記第 1 の跨溝距離と前記第 4 の跨溝距離とが同じであり、前記第 2 の跨溝距離と前記第 3 の跨溝距離とが同じであるモータステータの形成方法。

【請求項 11】

前記第 1 の方向と前記第 3 の方向は同じ円周方向であり、且つ前記第 2 の方向と前記第 4 の方向は同じ円周方向である請求項 10 に記載のモータステータの形成方法。

【請求項 12】

前記第 1 の跨溝距離は前記第 2 の跨溝距離よりも大きく、且つ前記第 4 の跨溝距離は前記第 3 の跨溝距離よりも大きく、又は前記第 1 の跨溝距離は前記第 2 の跨溝距離よりも小さく、且つ前記第 4 の跨溝距離は前記第 3 の跨溝距離よりも小さい請求項 10 又は 11 に記載のモータステータの形成方法。

【請求項 13】

前記第 1 の足の各々の湾曲と前記第 3 の足の各々の湾曲の工程を同期的に実行する工程と、

前記第 2 の足の各々の湾曲と前記第 4 の足の各々の湾曲の工程を同期的に実行する工程と、

を更に備える請求項 10 ~ 12 の何れか 1 項に記載のモータステータの形成方法。

【請求項 14】

少なくとも 1 つの中性導線と少なくとも 1 つの末端導線を挿入させて、前記複数の第 1

10

20

30

40

50

のコイルヘアピン導線、前記複数の第2のコイルヘアピン導線、前記少なくとも1つの中性導線及び前記少なくとも1つの末端導線が全ての前記複数のスロットに配置されるようにし、前記少なくとも1つの中性導線が電気的中性端に接続されることに用いられ、且つ前記少なくとも1つの末端導線が少なくとも1つの電力位相端に接続されることに用いられる工程と、

前記少なくとも1つの中性導線の端部を湾曲させる工程と、

前記少なくとも1つの末端導線の端部を湾曲させる工程と、

前記複数の第1のコイルヘアピン導線、前記複数の第2のコイルヘアピン導線、前記少なくとも1つの中性導線及び前記少なくとも1つの末端導線から導線の端部での接続を形成する工程と、

を更に備え、

前記導線の端部での接続は、前記最内層から突出する導線の端部と前記次内層から突出する導線の端部とが接続し、前記次外層から突出する導線の端部と前記最外層から突出する導線の端部とが接続するように配置される請求項10～13の何れか1項に記載のモータステータの形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータステータ及びその製造方法に関し、特に、ヘアピン導線(hairpin wire)を含むモータステータ及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のヘアピン導線のモータステータにおける導線の巻取り形態としては、通常、配線溝から突出した後で湾曲して延伸する跨溝数が等しく設計され、毎層の導線同士の間隙も同じである。モータステータの導線の通過した電流が大きいほど又はモータステータの占める空間が小さいほど、モータステータが放熱又は安全絶縁等の問題に面するようになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明は、先行技術の問題を解決するために、モータステータ及び形成方法を提出する。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の一実施例において、複数のスロットを有し、挿入側及び挿入側に対する延伸側を有し、スロットの各々が鉄心の径方向に対して最内層、次内層、次外層及び最外層を有する鉄心と、挿入側から前記複数のスロットに挿入され且つ延伸側から突出して鉄心の円周方向へ湾曲して跨溝距離で延伸し、複数の足を含み、足の各々が最内層、次内層、次外層及び最外層の一つに挿入され、前記複数の足が延伸側から突出して接続してコイル構造を形成する複数のヘアピン導線と、を含み、最内層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第1の跨溝距離は次内層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第2の跨溝距離と異なり、次外層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第3の跨溝距離は最外層に挿入される前記複数のヘアピン導線の延伸する第4の跨溝距離と異なり、第1の跨溝距離と第4の跨溝距離とが同じであり、第2の跨溝距離と第3の跨溝距離とが同じであるモータステータを提供する。

【0005】

本発明の一実施例において、複数のスロットを有し、挿入側及び挿入側に対する延伸側を有し、スロットの各々が鉄心に対して内から外へ第1層、第2層、第3層及び第4層を定義する鉄心と、それぞれ第1の足及び第2の足を有し、第1の足の各々が挿入側から前記複数のスロットの第1層に挿入されて延伸側から突出して第1の方向へ湾曲して第1の

10

20

30

40

50

跨溝距離で延伸し、また第2の足の各々が挿入側から前記複数のスロットの第2層に挿入されて延伸側から突出して第2の方向へ湾曲して第2の跨溝距離で延伸し、第1の跨溝距離が第2の跨溝距離と異なり、第1の足の各々が隣接する第2の足に接続されて第1のコイルを形成する複数の第1のコイルヘアピン導線と、それぞれ第3の足及び第4の足を有し、第3の足が挿入側から前記複数のスロットの第3層に挿入されて延伸側から突出して第3の方向へ湾曲して第3の跨溝距離で延伸し、また第4の足が挿入側から前記複数のスロットの第4層に挿入されて延伸側から突出して第4の方向へ湾曲して第4の跨溝距離で延伸し、第3の跨溝距離が第4の跨溝距離と異なり、第4の足の各々が隣接する第3の足に接続されて第2のコイルを形成する複数の第2のコイルヘアピン導線と、を含むモータステータである。

10

【0006】

本発明の一実施例において、複数のスロットを有し、挿入側及び挿入側に対する延伸側を有し、前記複数のスロットの各々が鉄心の径方向に対して最内層、次内層、次外層及び最外層を有する鉄心を提供する工程と、前記挿入側から複数の第1のコイルヘアピン導線を前記複数のスロット内まで挿入し、且つ前記延伸側から前記複数の第1のコイルヘアピン導線の第1の足及び第2の足をそれぞれ前記複数のスロットの前記最内層及び前記次内層から突出させる工程と、前記挿入側から複数の第2のコイルヘアピン導線を前記複数のスロット内まで挿入し、且つ前記延伸側から前記複数の第2のコイルヘアピン導線の第3の足及び第4の足をそれぞれ前記複数のスロットの前記次外層及び前記最外層から突出させる工程と、第1の足の各々を第1の方向へ湾曲させて第1の跨溝距離で延伸させる工程と、第2の足の各々を第2の方向へ湾曲させて第2の跨溝距離で延伸させる工程と、第3の足の各々を第3の方向へ湾曲させて第3の跨溝距離で延伸させる工程と、第4の足の各々を第4の方向へ湾曲させて第4の跨溝距離で延伸させる工程と、を備え、第1の跨溝距離が第2の跨溝距離と異なり、第3の跨溝距離が第4の跨溝距離と異なり、第1の跨溝距離と第4の跨溝距離とが同じであり、第2の跨溝距離と第3の跨溝距離とが同じであるモータステータの形成方法である。

20

【発明の効果】

【0007】

以上をまとめると、本発明は、ヘアピン導線が鉄心の延伸側から突出して湾曲した後で最内層、次内層、次外層及び最外層での跨溝距離の異なる関係によって、導体の放熱効率を向上させ、導線の隙間が安全絶縁の設計要求に該当するように確保する。

30

【0008】

以下、実施形態によって上記の説明について詳しく述べて、本発明の技術案に更なる解釈を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

添付図面の説明は、本発明の上記及び他の目的、特徴、メリットと実施例をより分かりやすくするためのものである。

【図1】本発明の一実施例によるモータステータを示す斜視図である。

【図2】本発明の一実施例によるモータステータの鉄心を示す斜視図である。

40

【図3】本発明の一実施例によるモータステータとヘアピン導線を示す斜視図である。

【図4A】図3のモータステータとヘアピン導線を示す底面図である。

【図4B】本発明の一実施例によるヘアピン導線の跨溝距離と傾斜部位隙間との関係を示す模式図である。

【図5】図3のモータステータとヘアピン導線を示す側面図である

【図6】本発明の別の実施例によるモータステータとヘアピン導線を示す斜視図である。

【図7】図6のモータステータとヘアピン導線を示す底面図である

【図8】図6のモータステータとヘアピン導線を示す側面図である。

【図9A】本発明の一実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図9B】本発明の一実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

50

【図10A】本発明の一実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図10B】本発明の一実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図11】本発明の一実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図12A】本発明の別の実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図12B】本発明の別の実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図13A】本発明の別の実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図13B】本発明の別の実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図14】本発明の別の実施例によるヘアピン導線の接続形態を示す模式図である。

【図15】本発明の一実施例によるモータステータの形成方法を示す。

【発明を実施するための形態】

10

【0010】

本発明の記述をより詳しく且つ完備的にするために、添付図面及び下記の各種の実施例を参照してよく、図面における同一の番号は同一又は類似な素子を表す。一方、本発明を必要以上に制限しないように、周知の素子と工程は実施例において記述されていない。

【0011】

図1、図2を参照されたい。モータステータ100は、基本的に、鉄心110と、それに挿設される複数のヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線120、130）等と、を含む。鉄心110は、ヘアピン導線を挿入し接続するための複数のスロット112を有する。本実施例において、スロット112の数は、120個であるが、本願がこれに限定されなく、他の実施例において、60個又は48個であってもよい。スロットの数は、モータステータの設計要求に応じて配置されてよい。設計規範の制限内で、数多くのスロットを配置すると、高密度配線配置を形成して、導線同士の間隙が近くなる。そのため、スロット数、スロット層、導線の足の湾曲する跨溝距離と導線同士の連結形態の何れもモータステータの設計に考慮する必要がある要素である。鉄心110は挿入側110a及び挿入側に対する延伸側110bを有し、つまり挿入側110aと延伸側110bは鉄心110の対向する両側である。スロット112の各々は、鉄心110の径方向114に対して最内層112a、次内層112b、次外層112c及び最外層112dを有する。或いは、スロット112の各々の最内層112a、次内層112b、次外層112c及び最外層112dを、鉄心の内から外へ（例えば、鉄心の内側110cから外側110dへ）の第1層、第2層、第3層及び第4層として定義する。径方向114は実質的に鉄心110の円周方向115に垂直である。

20

30

【0012】

スロット112は、層数が異なる構造であってよく、上記の4層に限定されない。例えば、他の実施例において、スロットの各々が4層よりも多い導線（例えば、6層）を収納できる場合、最内層と次内層は鉄心の内から外への第1層と第2層として定義され、次外層と最外層は鉄心の内から外への第5層と第6層として定義される。スロットの各々が8層の導線を収納できる場合、最内層と次内層は鉄心の内から外への第1層と第2層として定義され、次外層と最外層は鉄心の内から外への第7層と第8層として定義される。

【0013】

図3、図4A、図4B、図5を参照されたい。モータステータ100aは、鉄心110と、それに挿設される複数のヘアピン導線と、を含む。ヘアピン導線の鉄心への挿入、湾曲及び接続形態を明確に示すために、図1のような完全なヘアピン導線が鉄心に挿入される状態を示せず、図面にヘアピン導線の一部のみを示す。

40

【0014】

モータステータ100aは、複数のヘアピン導線120と複数のヘアピン導線130を含む。ヘアピン導線120の各々は、U字型の湾曲120a及び2つの足120b、120cを有し、U字型の湾曲が2つの足120b、120cの間に接続される。足120bの各々が鉄心110の挿入側110aから前記複数のスロットの最内層に挿入されて、鉄心110の延伸側110bから突出して、方向115aへ湾曲して跨溝距離で延伸する。足120cの各々が鉄心110の挿入側110aから前記複数のスロットの次内層に挿入

50

されて、鉄心 110 の延伸側 110 b から突出して、方向 115 b へ湾曲して跨溝距離で延伸する。

【0015】

本実例において、足 120 b の各々のスロットの最内層での跨溝距離は、足 120 c の各々のスロットの次内層での跨溝距離よりも大きい。足 120 b の各々が隣接する足 120 c と接続してコイルを形成し、例えば、ヘアピン導線 120 (1) の足 120 b と隣接するヘアピン導線 120 (2) の足 120 c とが鉄心 110 の延伸側 110 b で接続して、スロットの最内層と次内層におけるコイルを形成する。

【0016】

ヘアピン導線 130 の各々は U 字型の湾曲 130 a 及び 2 つの足 130 b、130 c を有し、U 字型の湾曲 130 a が 2 つの足 130 b、130 c の間に接続される。足 130 b の各々は鉄心 110 の挿入側 110 a から前記複数のスロット 112 の次外層に挿入されて、鉄心 110 の延伸側 110 b から突出して、方向 115 a へ湾曲して跨溝距離で延伸する。足 130 c の各々は鉄心 110 の挿入側 110 a から前記複数のスロット 112 の最外層に挿入されて、鉄心 110 の延伸側 110 b から突出して、方向 115 b へ湾曲して跨溝距離で延伸する。

10

【0017】

本実例において、足 130 c の各々のスロットの最外層での跨溝距離は足 130 b の各々のスロットの次外層での跨溝距離よりも大きい。足 130 b の各々が隣接する足 130 c と接続してコイルを形成し、例えば、ヘアピン導線 130 (1) の足 130 b と隣接するヘアピン導線 130 (2) の足 130 c とが鉄心 110 の延伸側 110 b で接続してスロットの最外層と次外層におけるコイルを形成する。

20

【0018】

本実施例において、図 4 A に示すように、足 120 b の各々のスロットの最内層での跨溝距離及び足 130 c の各々のスロットの最外層での跨溝距離は 3.5 個の溝の長さであってよく、足 120 c の各々のスロットの次内層での跨溝距離及び足 130 b の各々のスロットの次外層での跨溝距離は 2.5 個の溝の長さであってよいが、本願はこれに限定されない。

【0019】

図 4 B に合わせて参照されたい。図面により、ヘアピン導線の跨溝距離 DB が跨溝距離 DA よりも小さくなると、その対応する傾斜部位の隙間 T b が T a よりも大きくなる効果が発生することが判明される。

30

【0020】

本実施例において、足 120 b の各々のスロットの最内層での跨溝距離が足 120 c の各々のスロットの次内層での跨溝距離よりも大きく、且つ足 130 c の各々のスロットの最外層での跨溝距離が足 130 b の各々のスロットの次外層での跨溝距離よりも大きいので、最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T a）が次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T b）よりも小さくなる。モータステータ 100 a の設計により、測定しにくい次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T b）が最小の安全絶縁の設計要求を容易に達成するように確保される。つまり、最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T a）が次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T b）よりも小さいので、最内層導線同士の間、また最外層導線同士の間にも如何なる短絡の状況もない（つまり互いに絶縁である）と確認すると、次内層導線同士の間、また次外層導線同士の間にも短絡することはないと同時に確保することができるため、製品の信頼性を向上させることができる。

40

【0021】

図面に示すように、上記の方向 115 a と方向 115 b とは、互いに反対の円周方向であり、例えば、時計回り又は反時計回りの方向である。

【0022】

本実例において、ヘアピン導線 120 のサイズはヘアピン導線 130 のサイズに実質的

50

に等しいが、これに限定されない。

【 0 0 2 3 】

本実例において、ヘアピン導線 1 2 0、1 3 0 の各々の何れも絶縁層により被覆される。例えば、図 4 A に示すように、ヘアピン導線 1 2 0 が絶縁層 1 2 0 d により被覆され、且つヘアピン導線の各々の 2 つの足の端部が絶縁層から露出し、これにより、互いに電氣的に接続する。例えば、ヘアピン導線 1 2 0 の 2 つの足の端部 1 2 0 e、1 2 0 f が絶縁層 1 2 0 d から露出し、半田付けによって互いに電氣的に接続する。また、異なるコイルのヘアピン導線が接触して短絡にならないように、ヘアピン導線の各々は、足の端部が露出する以外、他の部分の何れも絶縁層により被覆されて電氣的な絶縁を達成する。

【 0 0 2 4 】

本実例において、図 5 に示すように、ヘアピン導線 1 2 0 の足 1 2 0 b の各々と隣接する足 1 2 0 c との接続端の鉄心 1 1 0 の端面から突出する垂直距離 V D の何れも等しく、且つヘアピン導線 1 3 0 の足 1 3 0 b の各々と隣接する足 1 3 0 c との接続端の鉄心 1 1 0 の端面から突出する垂直距離 V D の何れも等しいが、これに限定されない。

【 0 0 2 5 】

他の実例において、スロットの各々が 4 層よりも多い導線（例えば、6 層又は 8 層）を収納できる場合、スロットの各々の次内層と次外層との間に他のヘアピン導線を更に配置して、接続してより多くのコイルを形成することができる。

【 0 0 2 6 】

図 6 ~ 図 8 を参照されたい。モータステータ 1 0 0 b は、鉄心 1 1 0 と、それに挿設される複数のヘアピン導線と、を含む。ヘアピン導線の鉄心への挿入、湾曲及び接続形態を明確に示すために、図 1 のような完全なヘアピン導線が鉄心に挿入される状態を示せず、図面にヘアピン導線の一部のみを示す。モータステータ 1 0 0 b は、主に、ヘアピン導線の鉄心の延伸側での跨溝距離の差異に、モータステータ 1 0 0 a と異なっている。

【 0 0 2 7 】

モータステータ 1 0 0 b は、複数のヘアピン導線 1 2 0 と、複数のヘアピン導線 1 3 0 と、を含む。ヘアピン導線 1 2 0 の各々は、U 字型の湾曲 1 2 0 a 及び 2 つの足 1 2 0 b、1 2 0 c を有し、U 字型の湾曲 1 2 0 a が 2 つの足 1 2 0 b、1 2 0 c の間に接続される。足 1 2 0 b の各々が鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記複数のスロットの最内層に挿入されて、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出して、方向 1 1 5 a へ湾曲して跨溝距離で延伸する。足 1 2 0 c の各々が鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記複数のスロットの次内層に挿入されて、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出して、方向 1 1 5 b へ湾曲して跨溝距離で延伸する。

【 0 0 2 8 】

本実例において、足 1 2 0 b の各々のスロットの最内層での跨溝距離は、足 1 2 0 c の各々のスロットの次内層での跨溝距離よりも小さい。足 1 2 0 b の各々が隣接する足 1 2 0 c と接続してコイルを形成し、例えば、ヘアピン導線 1 2 0 (1) の足 1 2 0 b と隣接するヘアピン導線 1 2 0 (2) の足 1 2 0 c とが鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b で接続して、スロットの最内層と次内層におけるコイルを形成する。

【 0 0 2 9 】

ヘアピン導線 1 3 0 の各々は U 字型の湾曲 1 3 0 a 及び 2 つの足 1 3 0 b、1 3 0 c を有し、U 字型の湾曲 1 3 0 a が 2 つの足 1 3 0 b、1 3 0 c の間に接続される。足 1 3 0 b の各々は鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記複数のスロット 1 1 2 の次外層に挿入されて、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出して、方向 1 1 5 a へ湾曲して跨溝距離で延伸する。足 1 3 0 c の各々は鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記複数のスロット 1 1 2 の最外層に挿入されて、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出して、方向 1 1 5 b へ湾曲して跨溝距離で延伸する。

【 0 0 3 0 】

本実例において、足 1 3 0 c の各々のスロットの最外層での跨溝距離は、足 1 3 0 b の各々のスロットの次外層での跨溝距離よりも小さい。足 1 3 0 b の各々が隣接する足 1 3

10

20

30

40

50

0 c と接続してコイルを形成し、例えば、ヘアピン導線 1 3 0 (1) の足 1 3 0 b と隣接するヘアピン導線 1 3 0 (2) の足 1 3 0 c とが鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b で接続してスロットの最外層と次外層におけるコイルを形成する。

【 0 0 3 1 】

前述説明及び図 4 B により、ヘアピン導線の跨溝距離 D B が跨溝距離 D A よりも小さくなると、その対応する傾斜部位の隙間 T b が T a よりも大きくなる効果が発生することが判明される。

【 0 0 3 2 】

本実施例において、足 1 2 0 b の各々のスロットの最内層での跨溝距離（例えば、D B ）が足 1 2 0 c の各々のスロットの次内層での跨溝距離（例えば、D A ）よりも小さく、且つ足 1 3 0 c の各々のスロットの最外層での跨溝距離（例えば、D B ）が足 1 3 0 b の各々のスロットの次外層での跨溝距離（例えば、D A ）よりも小さいので、最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T b ）は次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間（例えば、T a ）よりも大きい。モータステータ 1 0 0 b の設計は、油冷システムに好適に使用されるというメリットを有する。最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間が次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間よりも大きいため、冷却油を入れる場合、外層導線による冷却油の流動に対する抵抗力を効果的に低下させることができる。つまり、冷却油は、内部導線（例えば、次内層と次外層導線）に効果的に入って、更に内層導線と冷却油との接触効果を改善し、より良好な導体の放熱効率を取得することができる。

【 0 0 3 3 】

上記の方向 1 1 5 a と方向 1 1 5 b とは、互いに反対の円周方向であり、例えば、時計回り又は反時計回りの方向である。

【 0 0 3 4 】

本実施例において、図 7 に示すように、ヘアピン導線 1 2 0 、 1 3 0 の各々の何れも絶縁層により被覆される。例えば、ヘアピン導線 1 3 0 が絶縁層 1 3 0 d により被覆され、且つヘアピン導線の各々の 2 つの足の端部が絶縁層から露出し、これにより、互いに電氣的に接続する。例えば、ヘアピン導線 1 3 0 の 2 つの足の端部 1 3 0 e 、 1 3 0 f が絶縁層 1 3 0 d から露出して、半田付けによって互いに電氣的に接続する。また、異なるコイルのヘアピン導線が接触して短絡にならないように、ヘアピン導線の各々は、足の端部が露出する以外、他の部分の何れも絶縁層により被覆されて電氣的な絶縁を達成する。

【 0 0 3 5 】

本実施例において、ヘアピン導線 1 2 0 の足 1 2 0 b の各々と隣接する足 1 2 0 c との接続端の鉄心 1 1 0 の端面から突出する垂直距離 V D の何れも等しく、且つヘアピン導線 1 3 0 の足 1 3 0 b の各々と隣接する足 1 3 0 c との接続端の鉄心 1 1 0 の端面から突出する垂直距離 V D の何れも等しい（図 8 参照）が、これに限定されない。

【 0 0 3 6 】

ある実施例において、上記のヘアピン導線 1 2 0 の足 1 2 0 b の各々とヘアピン導線 1 3 0 の足 1 3 0 b の各々の何れも延伸側 1 1 0 b から突出した後で同じ方向（例えば、方向 1 1 5 a ）へ湾曲するので、プロセスを加速して労働時間を短縮するように、同期的に実行してよい。類似的に、上記のヘアピン導線 1 2 0 の足 1 2 0 c の各々とヘアピン導線 1 3 0 の足 1 3 0 c の各々の何れも延伸側 1 1 0 b から突出した後で同じ方向（例えば、方向 1 1 5 b ）へ湾曲し、プロセスを加速して労働時間を短縮するように、同期的に実行してもよい。

【 0 0 3 7 】

上記 3 相のモータステータ 1 0 0 a における 1 相のコイルの接続形態を示す模式図である図 9 A 、図 9 B 、図 1 0 A 、図 1 0 B 及び図 1 1 を参照されたい。図 9 A において、ヘアピン導線 1 3 0 (1) の足 1 3 0 b がスロット（例えば、スロットの次外層）を貫通した後で、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出し、方向 1 1 5 a へ湾曲して跨溝距離 D 3 で延伸し、ヘアピン導線 1 3 0 (2) の足 1 3 0 c がスロット（例えば、スロットの最外層）を貫通した後で、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出し、方向 1 1 5 b へ湾曲して

10

20

30

40

50

跨溝距離 D 4 で延伸する。そのため、ヘアピン導線 1 3 0 (1) の足 1 3 0 b と隣接するヘアピン導線 1 3 0 (2) の足 1 3 0 c とが鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b で接続する。スロットの最外層と次外層におけるヘアピン導線 1 3 0 (1)、1 3 0 (2) ~ が上記形態によって互いに接続することで、例えば、図 9 B のコイル 1 3 0 ' のような、鉄心 (例えば、図 1 の鉄心 1 1 0) を取り囲むコイルを形成することができる。類似的に、コイル 1 3 0 ' に隣接する隣の位置におけるスロットに、上記の形態によって鉄心を取り囲む別のコイル 1 3 0 " を形成することができる。

【 0 0 3 8 】

本実施例において、跨溝距離 D 4 (例えば、3.5 個の溝の長さ) は跨溝距離 D 3 (例えば、2.5 個の溝の長さ) よりも大きい、これに限定されない。

10

【 0 0 3 9 】

次に、図 1 1 の (a) に合わせて参照されたい。コイル 1 3 0 ' 及び 1 3 0 ' ' に 1 つのスロットの位置の違いがあるため、この 2 つのコイルを接続させようとするれば、ヘアピン導線 1 3 0 と異なるサイズのヘアピン導線 1 3 0 S P を使用する必要がある。図 1 1 (a) に示すように、ヘアピン導線 1 3 0 P の一方の足がスロットの次外層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D 3 で延伸した後で、コイル 1 3 0 ' の尾足 1 3 0 2 ' に接続される。また、ヘアピン導線 1 3 0 P のもう一方の足がスロットの最外層に挿入され、延伸側から突出して跨溝距離 D 4 で湾曲して延伸した後で、コイル 1 3 0 " の首足 1 3 0 1 " に接続されることで、コイル 1 3 0 ' と 1 3 0 ' ' とを接続させることができる。本実施例において、ヘアピン導線 1 3 0 S P のサイズ (例えば、5 個の跨溝距離) はヘアピン型導線 1 3 0 のサイズ (例えば、6 個の跨溝距離) よりも小さいが、本願はこれに限定されない。

20

【 0 0 4 0 】

本実施例において、モータステータ 1 0 0 a は、3 相のコイルにおける 1 相の接続端として、挿入側 1 1 0 a に位置する一端が電力位相端 (U 相、V 相、W 相における 1 相) に接続されることに用いられ、延伸側 1 1 0 b に位置する一端がコイル 1 3 0 ' に接続されることに用いられる末端導線 1 3 2 (例えば、図 1 に示す) を含む。本実施例において、図 1 1 (a) に示すように、末端導線 1 3 2 は、スロットの最外層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D 4 で延伸した後で、コイル 1 3 0 ' の首足 1 3 0 1 ' に接続される。

30

【 0 0 4 1 】

本実施例において、コイル 1 3 0 " の尾足 1 3 0 2 " は、別のヘアピン導線 1 4 0 (例えば、図 1 1 (b) に示す) によって次内層及び最内層に挿入されたコイルに接続されてよいが、この部分については後で詳しく説明する。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 A、図 1 0 B を参照されたい。図 1 0 A において、ヘアピン導線 1 2 0 (1) の足 1 2 0 b がスロット (例えば、スロットの最内層) を貫通した後で、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出し、方向 1 1 5 a へ湾曲して跨溝距離 D 1 で延伸し、ヘアピン導線 1 2 0 (2) の足 1 2 0 c がスロット (例えば、スロットの次内層) を貫通した後で、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出し、方向 1 1 5 b へ湾曲して跨溝距離 D 2 で延伸する。そのため、ヘアピン導線 1 2 0 (1) の足 1 2 0 b と隣接するヘアピン導線 1 2 0 (2) の足 1 2 0 c とが鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b で接続する。スロットの最内層と次内層におけるヘアピン導線 1 2 0 (1)、1 2 0 (2) ~ が上記形態によって互いに接続することで、例えば、図 1 0 B に示すコイル 1 2 0 ' のような、コイルを形成することができる。類似的に、コイル 1 2 0 ' に隣接する隣の位置におけるスロットに、上記の形態によって鉄心を取り囲む別のコイル 1 2 0 " を形成することができる。

40

【 0 0 4 3 】

本実施例において、跨溝距離 D 1 (例えば、3.5 個の溝の長さ) は跨溝距離 D 2 (例えば、2.5 個の溝の長さ) よりも大きい、これに限定されない。

【 0 0 4 4 】

50

次に、図11の(c)に合わせて参照されたい。コイル130'及び130"と同じように、コイル120'と120"とを接続させようとするれば、ヘアピン導線120と異なるサイズのヘアピン導線120SPを使用する必要がある。図11(c)に示すように、ヘアピン導線120Pの一方の足がスロットの最内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D1で延伸した後で、コイル120'の尾足1202'に接続される。また、ヘアピン導線120Pのもう一方の足がスロットの次内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D2で延伸した後で、コイル120"の首足1201"に接続されることで、コイル120'と120"とを接続させることができる。本実施例において、ヘアピン導線120SPのサイズ(例えば、5個の跨溝距離)はヘアピン型導線120のサイズ(例えば、6個の跨溝距離)よりも小さいが、本願はこれに限定されない。

10

【0045】

本実施例において、モータステータ100aは、3相のコイルの電気的中性端として、挿入側110aに位置する一端が電気的中性端に接続されることに用いられ、延伸側110bに位置する一端がコイル120"に接続されることに用いられる中性導線122(例えば、図1に示す)を含む。本実施例において、図11(c)に示すように、中性導線122は、スロットの最内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D1で延伸した後で、コイル120"の尾足1202"に接続される。

【0046】

本実施例において、モータステータ100aは、端末導線132に接続されるコイル130'と130"、並びに中性導線122に接続されるコイル120'と120"を接続させるためのヘアピン導線140を更に含む。図11(b)に示すように、ヘアピン導線140の一方の足がスロットの次外層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D3で延伸した後で、挿入スロットの最外層のコイル130"の尾足1302"に接続される。また、ヘアピン導線140の別の足がスロットの次内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D2で延伸した後で、スロットに挿入された最内層のコイル120'の首足1201'に接続される。これにより、モータステータ110aの1相のコイル全体を完成することができる。本実施例において、ヘアピン導線140のサイズはヘアピン導線120及び130のサイズ(例えば、6個の跨溝距離)と同じであってよいが、本願はこれに限定されない。一方、ヘアピン導線140の2つの足の跨溝距離D2と跨溝距離D3とが同じであるが、これに限定されない。

20

30

【0047】

本実施例において、最内層に挿入された導線の延伸する跨溝距離D1と最外層に挿入された導線の延伸する跨溝距離D4とが同じであり、次内層に挿入された導線の延伸する跨溝距離D2と次外層に挿入された導線の延伸する跨溝距離D3とが同じであり、且つ跨溝距離D1は跨溝距離D2より大きく、跨溝距離D4は跨溝距離D3より大きい。これにより、最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間を次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間よりも小さくし(図4B参照)、測定しにくい次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間が最小の安全絶縁の設計要求よりも大きくするように確保することができる。つまり、最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間が次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間よりも小さいため、最内層導線同士の間、また最外層導線同士の間如何なる短絡の状況もない(つまり互いに絶縁である)と確認すると、次内層導線同士の間、また次外層導線同士の間にも短絡することはないと同時に確保することができるため、製品の信頼性を向上させることができる。

40

【0048】

注意すべきなのは、本実施例において、ヘアピン導線140以外、他のヘアピン導線の2つの足の何れも跨溝距離が非等距離の関係に該当する。これにより、上記の効果を満たすことができる。

【0049】

理解すべきなのは、上記図9A~図11に関わる実施例は、3相のモータにおける1相のコイルの接続形態の例示である。類似的に、他の2相のコイルも同じ接続形態によって

50

形成される。注意すべきなのは、個別の単相のコイル（つまり、上記形態によってU相、V相及びW相のコイルを完成する）を完成した後で、電気的中性端に共に接続されるように単相のコイルの各々の中性導線122は挿入側で接続されて、図1に示すように、これにより、3相のモータのコイル構造を完成する。

【0050】

上記3相のモータステータ100bにおける1相のコイルの接続形態を示す模式図である図12A、図12B、図13A、図13B及び図14を参照されたい。図12Aにおいて、ヘアピン導線130(1)の足130bがスロット（例えば、スロットの次外層）を貫通した後で、鉄心110の延伸側110bから突出し、方向115aへ湾曲して跨溝距離D3で延伸し、ヘアピン導線130(2)の足130cがスロット（例えば、スロットの最外層）を貫通した後で、鉄心110の延伸側110bから突出し、方向115bへ湾曲して跨溝距離D4で延伸する。そのため、ヘアピン導線130(1)の足130bと隣接するヘアピン導線130(2)の足130cとが鉄心110の延伸側110bで接続する。スロットの最外層と次外層におけるヘアピン導線130(1)、130(2)～が上記形態によって互いに接続することで、例えば、図12Bのコイル130'のような鉄心（例えば、図1の鉄心110）を取り囲むコイルを形成することができる。類似的に、コイル130'に隣接する隣の位置におけるスロットに、上記の形態によって鉄心を取り囲む別のコイル130''を形成することができる。

10

【0051】

本実施例において、跨溝距離D3（例えば、3.5個の溝の長さ）は跨溝距離D4（例えば、2.5個の溝の長さ）よりも大きい、これに限定されない。

20

【0052】

次に、図14の(a)に合わせて参照されたい。コイル130'及び130''に1つのスロットの位置の違いがあるため、この2つのコイルを接続させようとするれば、ヘアピン導線130と異なるサイズのヘアピン導線130SPを使用する必要がある。図14(a)に示すように、ヘアピン導線130Pの一方の足がスロットの次外層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D3で延伸した後で、コイル130'の尾足1302'に接続される。また、ヘアピン導線130Pのもう一方の足がスロットの最外層に挿入され、延伸側から突出して跨溝距離D4で湾曲して延伸した後で、コイル130''の首足1301''に接続されることで、コイル130'と130''とを接続させることができる。本実施例において、ヘアピン導線130SPのサイズ（例えば、5個の跨溝距離）はヘアピン型導線130のサイズ（例えば、6個の跨溝距離）よりも小さいが、本願はこれに限定されない。

30

【0053】

本実施例において、モータステータ100bは、3相のコイルにおける1相の接続端として、挿入側に位置する一端が電力位相端（U相、V相、W相における1相）に接続されることに用いられ、延伸側に位置する一端がコイル130'に接続されることに用いられる末端導線132を含む。本実施例において、図14(a)に示すように、末端導線132は、スロットの最外層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離D4で延伸した後で、コイル130'の首足1301'に接続される。

40

【0054】

本実施例において、コイル130''の尾足1302''は、別のヘアピン導線140（例えば、図14(b)に示す）によって次内層及び最内層に挿入されたコイルに接続されてよいが、この部分については後で詳しく説明する。

【0055】

図13A、図13Bを参照されたい。図13Aにおいて、ヘアピン導線120(1)の足120bがスロット（例えば、スロットの最内層）を貫通した後で、鉄心110の延伸側110bから突出し、方向115aへ湾曲して跨溝距離D1で延伸し、ヘアピン導線120(2)の足120cがスロット（例えば、スロットの次内層）を貫通した後で、鉄心110の延伸側110bから突出し、方向115bへ湾曲して跨溝距離D2で延伸する。

50

そのため、ヘアピン導線 120(1) の足 120b と隣接するヘアピン導線 120(2) の足 120c とが鉄心 110 の延伸側 110b で接続する。スロットの最内層と次内層におけるヘアピン導線 120(1)、120(2) ~ が上記形態によって互いに接続することで、図 13B に示すコイル 120' に示すような、コイルを形成することができる。類似的に、コイル 120' に隣接する隣の位置におけるスロットに、上記の形態によって鉄心を取り囲む別のコイル 120'' を形成することができる。

【0056】

本実施例において、跨溝距離 D2 (例えば、3.5 個の溝の長さ) は跨溝距離 D1 (例えば、2.5 個の溝の長さ) よりも大きい、これに限定されない。

【0057】

次に、図 14 の (c) に合わせて参照されたい。コイル 130' 及び 130'' と同じように、コイル 120' と 120'' とを接続させようとするならば、ヘアピン導線 120 と異なるサイズのヘアピン導線 120SP を使用する必要がある。図 14 (c) に示すように、ヘアピン導線 120P の一方の足がスロットの最内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D1 で延伸した後で、コイル 120' の尾足 1202' に接続される。また、ヘアピン導線 120P のもう一方の足がスロットの次内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D2 で延伸した後で、コイル 120'' の首足 1201'' に接続されることで、コイル 120' と 120'' とを接続させることができる。本実施例において、ヘアピン導線 120SP のサイズ (例えば、5 個の跨溝距離) はヘアピン型導線 120 のサイズ (例えば、6 個の跨溝距離) よりも小さいが、本願はこれに限定されない。

【0058】

本実施例において、モータステータ 100b は、3 相のコイルの電気的中性端として、挿入側に位置する一端が電気的中性端に接続されることに用いられ、延伸側に位置する一端がコイル 120'' に接続されることに用いられる中性導線 122 を含む。本実施例において、図 14 (c) に示すように、中性導線 122 は、スロットの最内層に挿入し、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D1 で延伸した後で、コイル 120'' の尾足 1202'' に接続される。

【0059】

本実施例において、モータステータ 100b は、端末導線 132 に接続されるコイル 130' と 130''、並びに中性導線 122 に接続されるコイル 120' と 120'' を接続させるためのヘアピン導線 140 を更に含む。図 14 (b) に示すように、ヘアピン導線 140 の一方の足がスロットの次外層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D3 で延伸した後で、挿入スロットの最外層のコイル 130'' の尾足 1302'' に接続される。また、ヘアピン導線 140 の別の足がスロットの次内層に挿入され、延伸側から突出し湾曲して跨溝距離 D2 で延伸した後で、スロットに挿入された最内層のコイル 120' の首足 1201' に接続される。これにより、モータステータ 110a の 1 相のコイル全体を完成することができる。本実施例において、ヘアピン導線 140 のサイズはヘアピン導線 120 及び 130 のサイズ (例えば、6 個の跨溝距離) と同じであってよいが、本願はこれに限定されない。一方、ヘアピン導線 140 の 2 つの足の跨溝距離 D2 と跨溝距離 D3 とが同じであるが、これに限定されない。

【0060】

本実施例において、最内層に挿入された導線の延伸する跨溝距離 D1 と最外層に挿入された導線の延伸する跨溝距離 D4 とが同じであり、次内層に挿入された導線の延伸する跨溝距離 D2 と次外層に挿入された導線の延伸する跨溝距離 D3 とが同じであり、且つ跨溝距離 D1 は跨溝距離 D2 より小さく、跨溝距離 D4 は跨溝距離 D3 より小さい。これにより、最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間を次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間よりも大きくする。モータステータ 100b の設計は、油冷システムに好適に使用される。最内層と最外層導線との傾斜部位の隙間が次内層と次外層導線との傾斜部位の隙間よりも大きいため、冷却油を入れる場合、外層導線の冷却油の流動に対する抵抗力を効果的に低下させることができる。つまり、冷却油は、内部導線 (例えば、次内層と次外層導線) に

10

20

30

40

50

効果的に入って、更に内層導線と冷却油との接触効果を改善し、より良好な導体の放熱効率を取得することができる。

【 0 0 6 1 】

注意すべきなのは、本実施例において、ヘアピン導線 1 4 0 以外、他のヘアピン導線の 2 つの足の何れも跨溝距離が非等距離の関係に該当する。これにより、上記の効果を満たすことができる。

【 0 0 6 2 】

理解すべきなのは、上記図 1 2 A ~ 図 1 4 に関わる実施例は、3 相のモータにおける 1 相のコイルの接続形態の例示である。類似的に、他の 2 相のコイルも同じ接続形態によって形成される。注意すべきなのは、個別の単相のコイル（つまり、上記形態によって U 相、V 相及び W 相のコイルを完成する）を完成した後で、単相のコイルの各々の中性導線 1 2 2 は挿入側で接続されて、これにより、3 相のモータのコイル構造を完成する。

【 0 0 6 3 】

本発明の一実施例によるモータステータの形成方法 2 0 0 を示す図 1 5 を参照されたい。

【 0 0 6 4 】

図 2、図 1 5 を同時に参照されたい。工程 2 0 2 において、複数のスロット 1 1 2 を有する鉄心 1 1 0 を提供する。鉄心 1 1 0 は、挿入側 1 1 0 a 及び挿入側に対する延伸側 1 1 0 b を有する。スロット 1 1 2 の各々は、鉄心 1 1 0 の径方向 1 1 4 に対して最内層 1 1 2 a、次内層 1 1 2 b、次外層 1 1 2 c 及び最外層 1 1 2 d を有する。

【 0 0 6 5 】

図 3 ~ 図 8、図 1 5 を同時に参照されたい。工程 2 0 4 において、複数の第 1 のコイルヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線 1 2 0）を前記複数のスロット内に挿入する。ヘアピン導線 1 2 0 の足 1 2 0 b の各々が鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記スロットの最内層に挿入され、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出する。ヘアピン導線 1 2 0 の足 1 2 0 c の各々が鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記複数のスロットの次内層に挿入され、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出する。

【 0 0 6 6 】

工程 2 0 6 において、複数の第 2 のコイルヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線 1 3 0）を前記複数のスロット内に挿入する。ヘアピン導線 1 3 0 の足 1 3 0 b の各々は鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記スロット 1 1 2 の次外層に挿入され、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出する。足 1 3 0 c の各々は鉄心 1 1 0 の挿入側 1 1 0 a から前記複数のスロット 1 1 2 の最外層に挿入され、鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b から突出する。注意すべきなのは、上記列挙された図 3 ~ 図 8 は、3 相のモータにおける 1 相のコイルの配置形態を例示する。工程 2 0 4 ~ 2 0 6 において、複数の第 1 のコイルヘアピン導線及び複数の第 2 のコイルヘアピン導線の挿入とは、3 相のコイルの各相のコイルの各第 1 のコイルヘアピン導線及び第 2 のコイルヘアピン導線の何れも対応するスロットに挿入されることを指す。注意すべきなのは、複数の第 1 のコイルヘアピン導線及び複数の第 2 のコイルヘアピン導線（3 相のコイルの）を前記複数のスロットに挿入する場合、特別な順序又は規則に従う必要はない。足（1 3 0 b、1 3 0 c）を有する前記複数のヘアピン導線は、スロットに挿入される前に湾曲しない状態であることが好ましい。前記複数のヘアピン導線の 2 つの足は、対応するスロットに同時に挿入されることができる。

【 0 0 6 7 】

工程 2 0 8 において、足 1 2 0 b の各々を方向 1 1 5 a へ湾曲して跨溝距離 D 1 で延伸し、足 1 2 0 c の各々を方向 1 1 5 b へ湾曲して跨溝距離 D 2 で延伸し、足 1 3 0 b の各々を方向 1 1 5 a へ湾曲して跨溝距離 D 3 で延伸し、足 1 3 0 c の各々を方向 1 1 5 b へ湾曲して跨溝距離 D 4 で延伸する。上記モータステータ 1 0 0 a の実施例において、跨溝距離 D 1 と跨溝距離 D 4 とが同じであり、跨溝距離 D 2 と跨溝距離 D 3 とが同じであり、且つ跨溝距離 D 1 は跨溝距離 D 2 より大きく、跨溝距離 D 4 は跨溝距離 D 3 より大きい。上記モータステータ 1 0 0 b の実施例において、跨溝距離 D 1 と跨溝距離 D 4 とが同じで

10

20

30

40

50

あり、跨溝距離 D 2 と跨溝距離 D 3 とが同じであり、且つ跨溝距離 D 1 は跨溝距離 D 2 より小さく、跨溝距離 D 4 は跨溝距離 D 3 より小さい。

【 0 0 6 8 】

注意すべきなのは、ヘアピン導線の足を湾曲させることには、特別な順序又は規則に従う必要はない。そして、効率の向上された製造過程において同時に湾曲するように、同じ方向にヘアピン導線の足を湾曲させる。更に改善された製造工程によって、前記ヘアピン導線の足の一方の方向での湾曲と他方の方向での湾曲とを同時に行うようにしてもよい。例えば、ヘアピン導線の足を湾曲させることは、ヘアピン導線の足に力を加えることで行って、ヘアピン導線の足を加えた力によって曲させてもよい。同じ方向にヘアピン導線の足を同時に湾曲させるために、複数のヘアピン導線の足に複数の力を対応的に加えてよく、力が同時に加えられるように調和される。一方の方向に複数のヘアピン導線の足を同時に湾曲させて且つ他方の方向に複数のヘアピン導線の足を同時に湾曲させるように、2組のヘアピン導線の足に対応的に2組の複数の力を加えてよい。同時に加えられるように力を調和して、対応する1組の複数の力に応じるように1組のヘアピン導線の足を一方の方向に湾曲させ、対応する別の組の複数の力に応じるように別の組のヘアピン導線の足を他方の方向に湾曲させる。

10

【 0 0 6 9 】

工程 2 1 0 において、図 1、図 1 1、図 1 4 を参照されたい。中性導線 1 2 2 と末端導線 1 3 2 を挿入して、鉄心 1 1 0 の全部スロット内に導線が配置されるようにし、且つ中性導線 1 2 2 と末端導線 1 3 2 の延伸側から突出する端部を湾曲させる。図 1 1 (c) と図 1 4 (c) に示すように、中性導線 1 2 2 は、スロットの最内層に挿入され、延伸側 1 1 0 b から突出し湾曲して跨溝距離 D 1 で延伸する。図 1 1 (a) と図 1 4 (a) に示すように、末端導線 1 3 2 は、スロットの最外層に挿入され、延伸側 1 1 0 b から突出し湾曲して跨溝距離 D 4 で延伸する。

20

【 0 0 7 0 】

工程 2 0 4、2 0 6、2 1 0 において、第 1 の、第 2 のコイルヘアピン導線、中性導線 1 2 2 と末端導線 1 3 2 を対応するスロットに挿入することで、全ての導線を全てのスロット内に配置する。

【 0 0 7 1 】

ある実例において、プロセスを加速し労働時間を短縮するように、同じ方向 1 1 5 a への、足 1 2 0 b の各々の湾曲、足 1 3 0 b の各々の湾曲、及び中性導線 1 1 2 の湾曲は、同期的に実行されてよい。プロセスを加速し労働時間を短縮するように、同じ方向 1 1 5 b への、足 1 2 0 c の各々の湾曲、足 1 3 0 c の各々の湾曲、及び末端導線 1 3 2 の湾曲は、同期的に実行されてよい。具体的には、第 1 のコイルヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線 1 2 0）、第 2 のコイルヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線 1 3 0）、中性導線 1 2 2 及び末端導線 1 3 2 を各対応するスロットに挿入して全部スロットに配置した後で、第 1 のコイルヘアピン導線の足 1 2 0 b の各々、第 2 のコイルヘアピン導線の足 1 3 0 b の各々及び中性導線 1 2 2 の湾曲を同期的に行い、また第 1 のコイルヘアピン導線の足 1 2 0 c の各々、第 2 のコイルヘアピン導線の足 1 3 0 c の各々及び末端導線 1 3 2 の湾曲を同期的に行う。

30

40

【 0 0 7 2 】

ヘアピン導線足が湾曲された後で、全ての導線の足端部は、これにより、隣接する一对の組合せとしてそろえることができる。工程 2 1 2 において、上記全ての導線の端部に、第 1 のコイルヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線 1 2 0）、第 2 のコイルヘアピン導線（例えば、ヘアピン導線 1 3 0）、中性導線 1 2 2 と末端導線 1 3 2 を接続する。具体的には、ヘアピン導線 1 2 0 の隣接する足端部の何れも第 1 のコイルを形成するように接続し、ヘアピン導線 1 3 0 の隣接する足端部の何れも第 2 のコイルを形成するように接続する。例えば、図 9 A、図 1 0 A、図 1 2 A、図 1 3 A を参照されたい。ヘアピン導線 1 3 0 (1) の足 1 3 0 b の端部と隣接するヘアピン導線 1 3 0 (2) の足 1 3 0 c の端部とが鉄心 1 1 0 の延伸側 1 1 0 b で接続し、このように類推すればよい。ヘアピン導線 1 2

50

0(1)の足120bと隣接するヘアピン導線120(2)の足120cとが鉄心110の延伸側110bで接続し、このように類推すればよい。

【0073】

また、図11(c)と図14(c)に示すように、中性導線122の端部と第1のコイルの尾足1202"の端部とが接続する。図11(a)と図14(a)に示すように、端末導線132の端部と第2のコイルの首足1301'の端部とが接続する。以上をまとめると、各種類の導線の延伸側での接続の何れも、「スロットの最内層から突出する導線の端部とスロットの次内層から突出する導線の端部とが接続する」と「スロットの次外層から突出する導線の端部とスロットの最外層から突出する導線の端部とが接続する」ように配置され、最終的に図1の3相のモータステータのコイル構造を形成する。このような配置は、例えば、半田付けのような、導線の足端部の接続という製造工程段階に対して有利である。「最内層 - 次内層」の接続ペアが1つの円周半田付け過程で達成できるように、自動的な機械半田付け工程を実施してもよい。且つ、「最外層 - 次外層」の接続ペアは、別の円周半田付け過程で達成されてもよい。このような形態により、ステータの製造速度を改善し、且つ作業時間を減らすことができる。

10

【0074】

以上をまとめると、本発明は、ヘアピン導線が鉄心の延伸側から突出して湾曲した後で最内層、次内層、次外層及び最外層での跨溝距離の異なる関係によって、導体の放熱効率を向上させ、導線の隙間が安全絶縁の設計要求に該当するように確保する。

【0075】

本発明の実施形態を前記の通りに開示したが、これは、本発明を限定するものではなく、当業者であれば、本発明の精神と範囲から逸脱しない限り、多様の変更や修飾を加えてもよいので、本発明の保護範囲は、後の特許請求の範囲で指定した内容を基準とするものである。

20

【符号の説明】

【0076】

下記添付符号の説明は、本発明の上記及び他の目的、特徴、メリットと実施例をより分かりやすくするためのものである。

100、100a、100b：モータステータ

110：鉄心

110a：挿入側

110b：延伸側

110c：内側

110d：外側

112：スロット

112a：最内層

112b：次内層

112c：次外層

112d：最外層

114：径方向

115：円周方向

115a、115b：方向

120、120(1)、120(2)、120(3)、120SP、130、130(1)、130(2)、130(3)、130SP、140：ヘアピン導線

120a、130a：U字型の湾曲

120b、120c、130b、130c：足

120d、130d：絶縁層

120e、120f、130e、130f：端部

120'、120"、130'、130"：コイル

1201'、1201"、1301'、1301"：首足

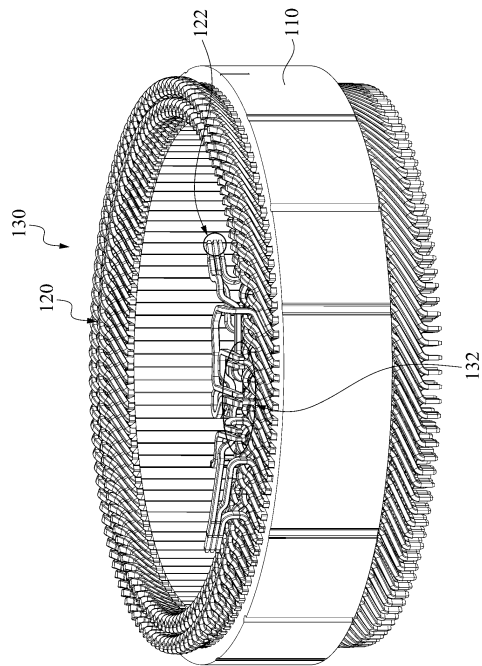
30

40

50

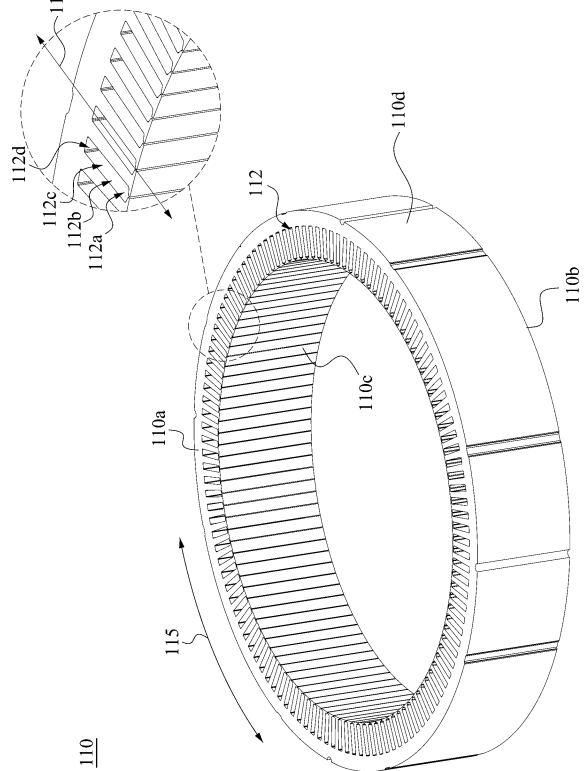
- 1 2 0 2 '、1 2 0 2 "、1 3 0 2 '、1 3 0 2 "：尾足
- 1 2 2：中性導線
- 1 3 2：端末導線
- D 1、D 2、D 3、D 4：跨溝距離
- V D：垂直距離
- 2 0 0：方法
- 2 0 2 ~ 2 1 2：工程

【圖 1】



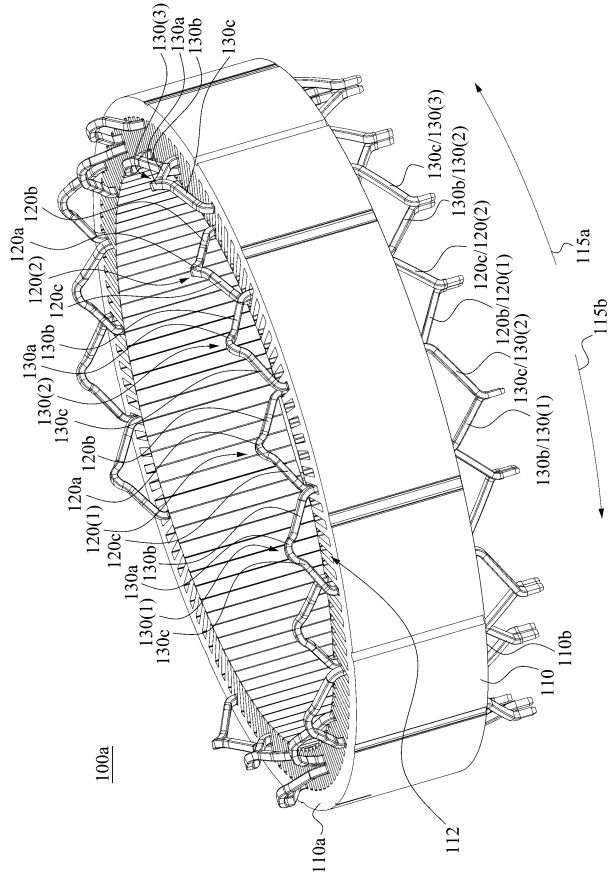
100

【圖 2】

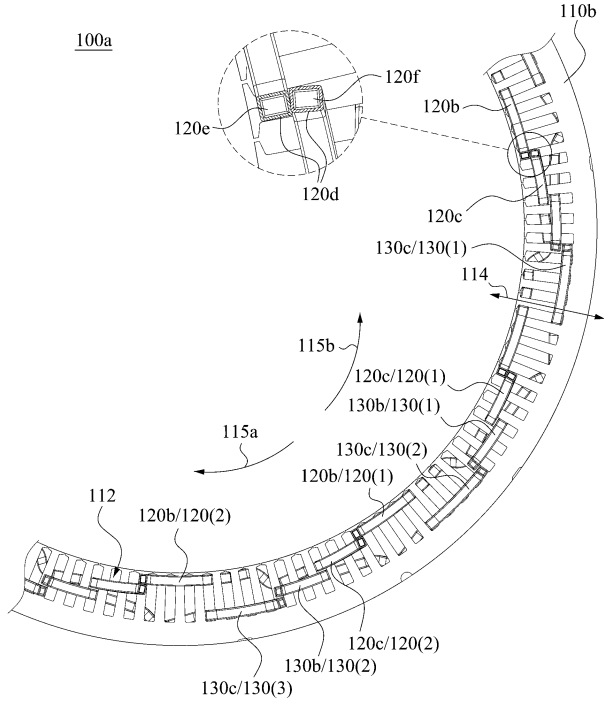


110

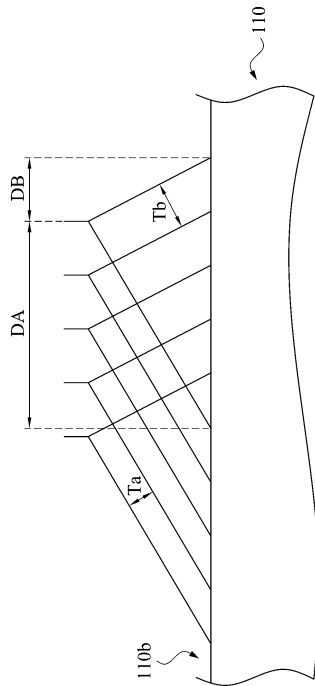
【 図 3 】



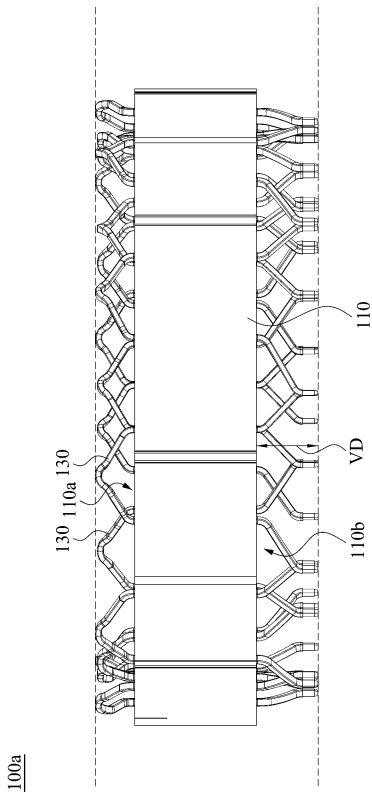
【 図 4 A 】



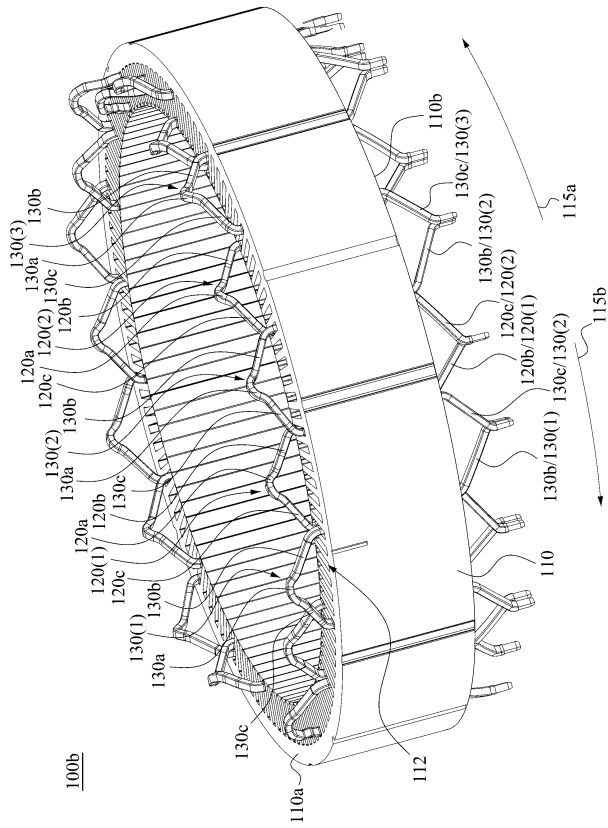
【 図 4 B 】



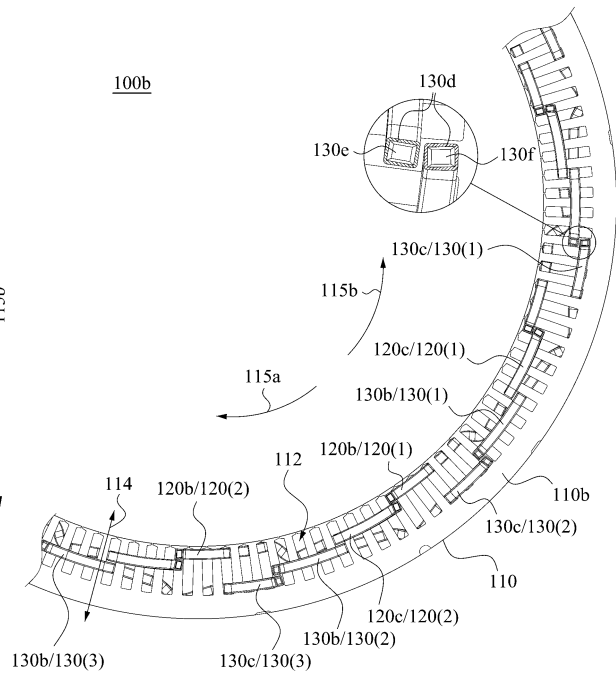
【 図 5 】



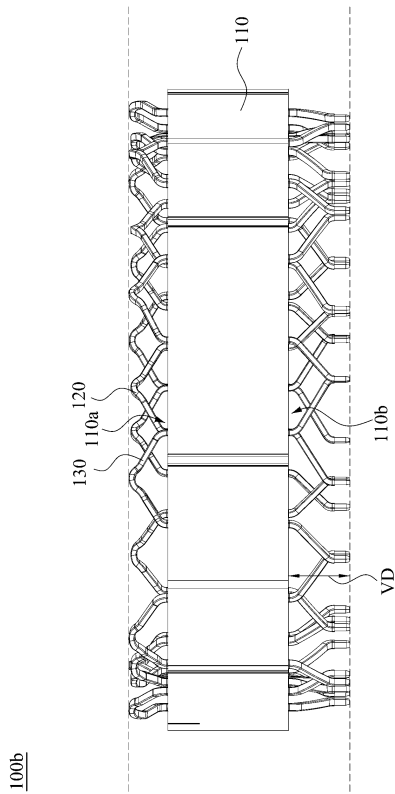
【 図 6 】



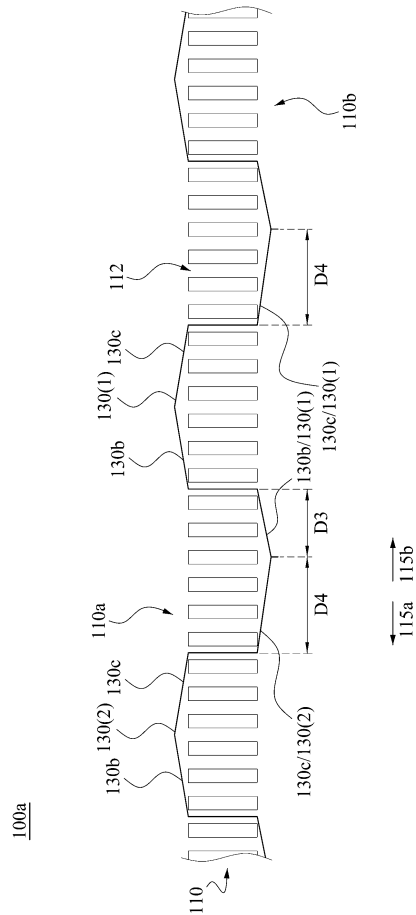
【 図 7 】



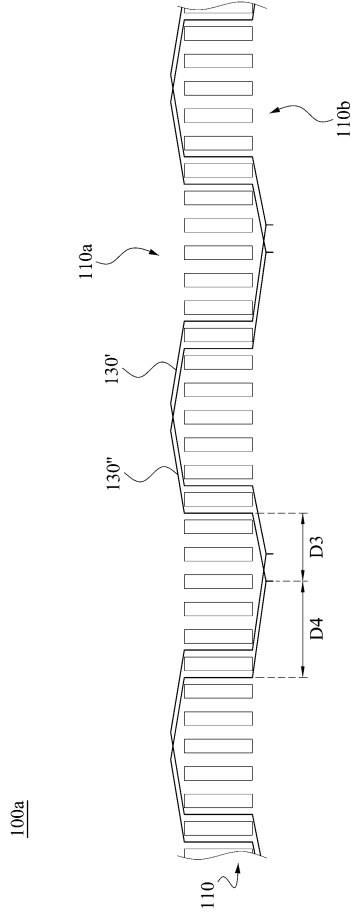
【 図 8 】



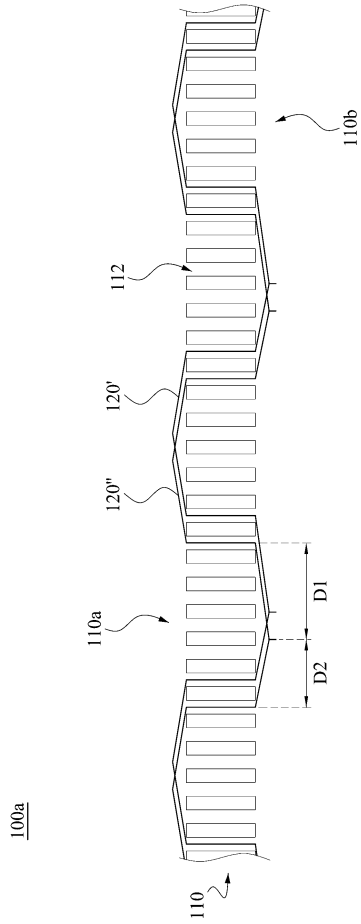
【 図 9 A 】



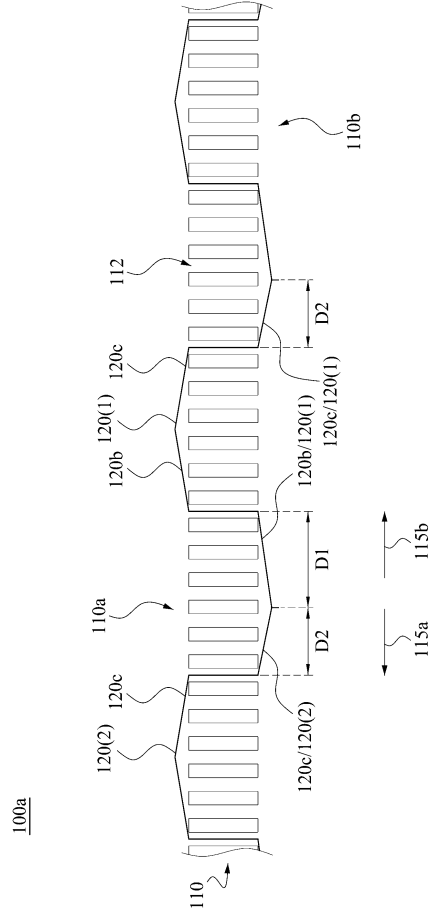
【 図 9 B 】



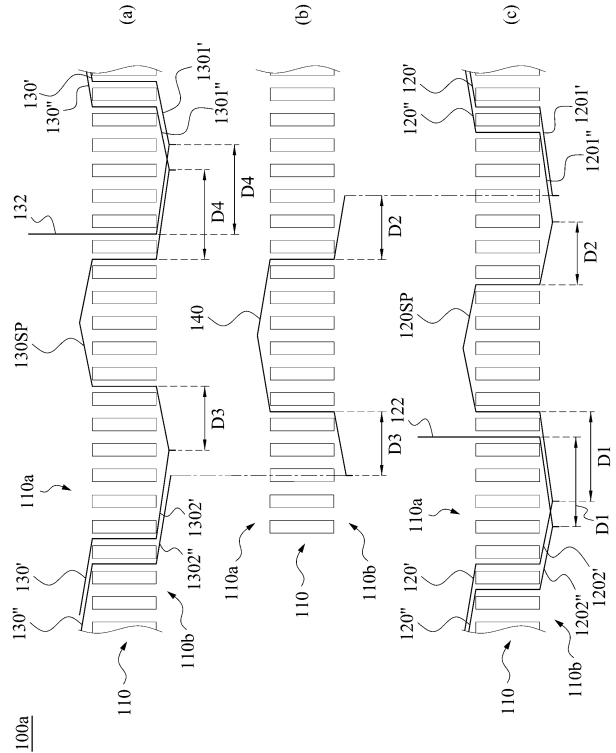
【 図 10 B 】



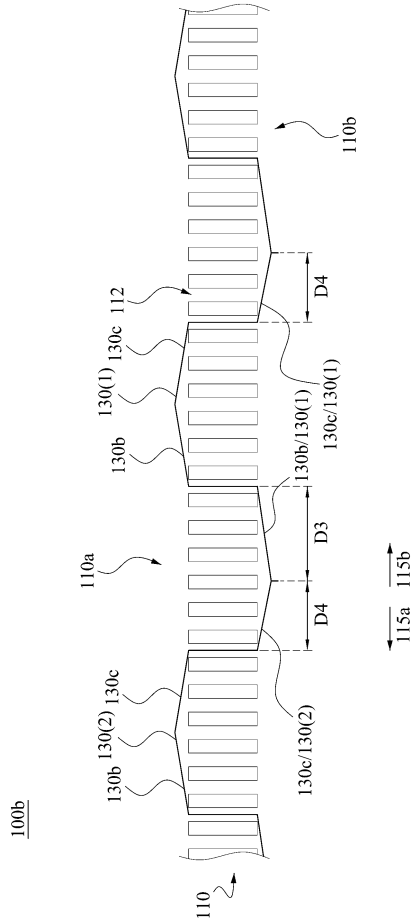
【 図 10 A 】



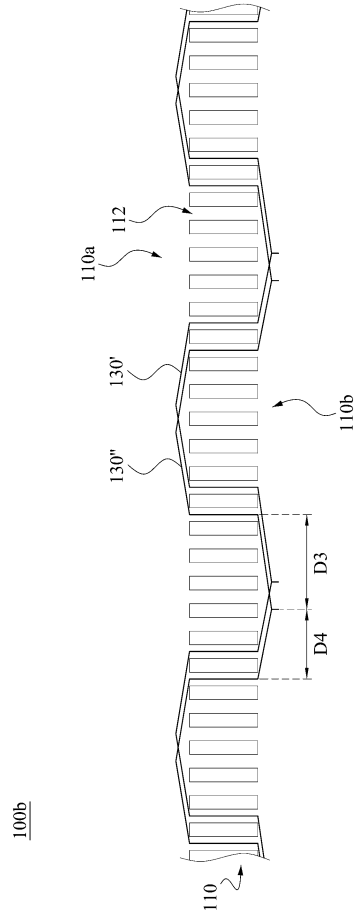
【 図 11 】



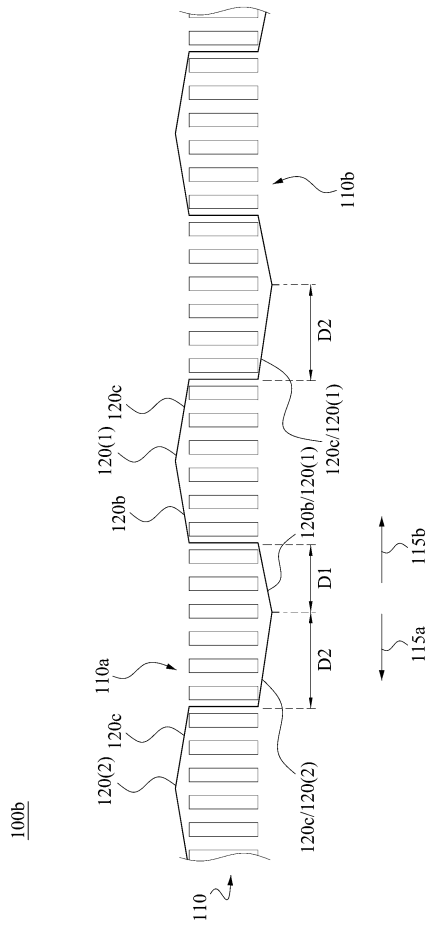
【図 1 2 A】



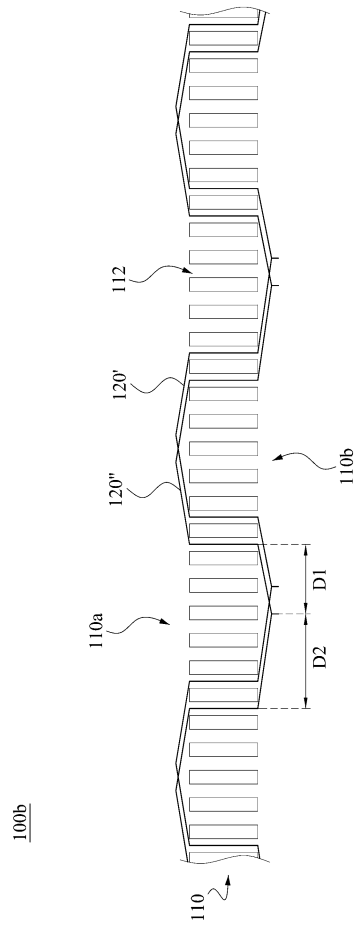
【図 1 2 B】



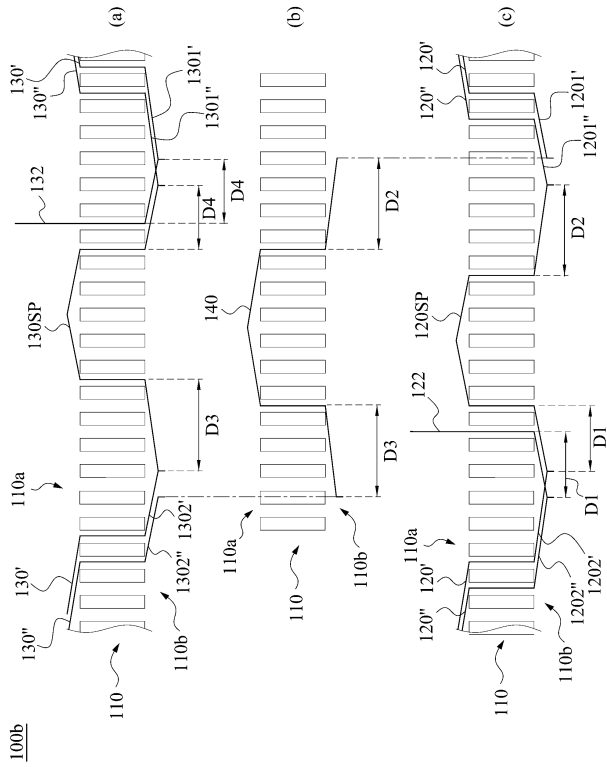
【図 1 3 A】



【図 1 3 B】

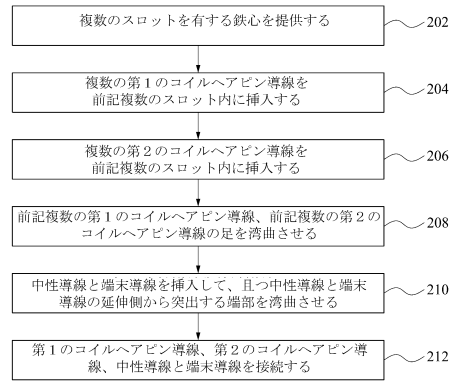


【図14】



【図15】

200



フロントページの続き

審査官 若林 治男

(56)参考文献 特開2000-166150(JP,A)
特開2013-55732(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 3/04
H02K 15/04
H02K 15/085