

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6275336号
(P6275336)

(45) 発行日 平成30年2月7日(2018.2.7)

(24) 登録日 平成30年1月19日(2018.1.19)

(51) Int. Cl.	F I
HO2K 3/04 (2006.01)	HO2K 3/04 J
HO2K 15/04 (2006.01)	HO2K 15/04 A
	HO2K 15/04 D
	HO2K 15/04 F

請求項の数 8 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2017-520636 (P2017-520636)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成28年5月17日(2016.5.17)	(74) 代理人	100094916 弁理士 村上 啓吾
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/064558	(74) 代理人	100073759 弁理士 大岩 増雄
(87) 国際公開番号	W02016/190161	(74) 代理人	100127672 弁理士 吉澤 憲治
(87) 国際公開日	平成28年12月1日(2016.12.1)	(74) 代理人	100088199 弁理士 竹中 考生
審査請求日	平成29年4月10日(2017.4.10)	(72) 発明者	日野 辰郎 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2015-104072 (P2015-104072)		
(32) 優先日	平成27年5月22日(2015.5.22)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機および回転電機の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電機子と回転子とを備えており、上記電機子が電機子鉄心と複数のユニットコイルを周方向に配列して形成された電機子巻線を有する回転電機であって、

上記ユニットコイルが、異なるスロットに配置される複数のスロット収納部と、上記スロット収納部から屈曲して延びて上記スロット収納部同士を接続するターン部と、上記スロット収納部から屈曲して延びる脚部とを備えており、

上記スロットには、複数の上記スロット収納部が、径方向に積層して配置されており、径方向で隣接した上記スロット収納部から、周方向で同方向に屈曲して延びる、一对の上記ターン部同士の屈曲部または上記ターン部と上記脚部との屈曲部の各対向面のみに、径方向にへこんだ凹部を設けている回転電機。

【請求項2】

上記ユニットコイルは、径方向で重なっている一方の部分コイルと他方の部分コイルとで構成されており、

上記一方の部分コイルが、径方向の内方側の1層目となる第1スロット収納部と、上記第1スロット収納部と上記ターン部でつながっている径方向の外方側の4層目となる第4スロット収納部とを備えており、上記他方の部分コイルが、2層目となる第2スロット収納部と、上記第2スロット収納部と上記ターン部でつながり3層目となる第3スロット収納部とを備えており、

上記第1スロット収納部側の上記ターン部が屈曲して延びる方向と、上記第2スロット

収納部側の上記ターン部が屈曲して延びる方向とが同じであり、且つ上記第1スロット収納部側の上記ターン部と上記第2スロット収納部側の上記ターン部とが径方向で隣接しており、上記第4スロット収納部側の上記ターン部が屈曲して延びる方向と、上記第3スロット収納部側の上記ターン部が屈曲して延びる方向とが同じであり、且つ上記第4スロット収納部側の上記ターン部と上記第3スロット収納部側の上記ターン部とが径方向で隣接しており、

上記第1スロット収納部側の上記ターン部と上記第2スロット収納部側の上記ターン部との各屈曲部におけるお互いに対向する面に、径方向にへこむ凹部が設けられており、

上記第4スロット収納部側の上記ターン部と上記第3スロット収納部側の上記ターン部との各屈曲部におけるお互いに対向する面に、径方向にへこむ凹部が設けられており、

10

上記第1スロット収納部側の上記脚部が屈曲して延びる方向と、上記第2スロット収納部側の上記脚部が屈曲して延びる方向とが同じであり、且つ上記第1スロット収納部側の上記脚部と上記第2スロット収納部側の上記脚部とが径方向で隣接しており、上記第4スロット収納部側の上記脚部が屈曲して延びる方向と、上記第3スロット収納部側の上記脚部が屈曲して延びる方向とが同じであり、且つ上記第4スロット収納部側の上記脚部と上記第3スロット収納部側の上記脚部とが径方向で隣接しており、

上記第1スロット収納部側の上記脚部と上記第2スロット収納部側の上記脚部との各屈曲部におけるお互いに対向する面に、径方向にへこむ凹部が設けられており、

上記第4スロット収納部側の上記脚部と上記第3スロット収納部側の上記脚部との各屈曲部におけるお互いに対向する面に、径方向にへこむ凹部が設けられている請求項1に記載の回転電機。

20

【請求項3】

上記第2スロット収納部側の上記ターン部の径方向の幅が、上記第2スロット収納部の径方向の幅より狭くなっており、上記第3スロット収納部側の上記ターン部の径方向の幅が、上記第3スロット収納部の径方向の幅より狭くなっている請求項2に記載の回転電機。

【請求項4】

上記第1スロット収納部側の上記ターン部が上記第1スロット収納部より径方向の内方に位置しており、上記第2スロット収納部側の上記ターン部が上記第2スロット収納部より径方向の内方に位置しており、上記第4スロット収納部側の上記ターン部が上記第4スロット収納部より径方向の外方に位置しており、上記第3スロット収納部側の上記ターン部が上記第3スロット収納部より径方向の外方に位置している請求項2に記載の回転電機。

30

【請求項5】

上記ユニットコイルが、1層目となる第1スロット収納部と2層目となる第2スロット収納部と3層目となる第3スロット収納部と4層目となる第4スロット収納部と5層目となる第5スロット収納部と6層目となる第6スロット収納部とを備えており、

上記第1スロット収納部から上記第6スロット収納部までの各スロット収納部が、1層上層となる他のスロット収納部と上記ターン部でつながっており、上記第1スロット収納部と上記第6スロット収納部とは、上記脚部とつながっており、

上記第1スロット収納部と上記第3スロット収納部と上記第5スロット収納部とが、周方向で同じ位置にあり、上記第2スロット収納部と上記第6スロット収納部とが、上記第1および第5スロット収納部より周方向一方側に1磁極ピッチ離れた位置にあり、上記第4スロット収納部が、上記第3スロット収納部の位置から周方向他方側に1磁極ピッチ離れた位置にあり、

40

上記第1スロット収納部から延びる第1スロット収納部側脚部と上記第6スロット収納部から延びる第6スロット収納部側脚部とがある結線側コイルエンドでは、上記第1スロット収納部側脚部の屈曲部位と上記第3スロット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位との径方向の外側の面、および、上記第2スロット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位と上記第4スロット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位との径方向の内側の面の各々に、凹部が形成されており、

上記結線側コイルエンドと軸方向で反対側の反結線側コイルエンドでは、上記第2スロ

50

ット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位と上記第4スロット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位との径方向の外側の面、および、上記第3スロット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位と上記第5スロット収納部から延びる上記ターン部の屈曲部位との径方向の内側の面の各々に、凹部が形成されている請求項1に記載の回転電機。

【請求項6】

上記結線側コイルエンドでは、上記第2から第5までの各スロット収納部から延びる上記ターン部の径方向の幅が、上記第2から第5までの各スロット収納部の径方向の幅より小さく、上記反結線側コイルエンドでは、上記第1から第6までの各スロット収納部から延びる上記ターン部の径方向の幅が、上記第1から第6までの各スロット収納部の径方向の幅より小さい請求項5に記載の回転電機。

10

【請求項7】

上記結線側コイルエンドでは、上記第1スロット収納部から延びる上記第1スロット収納部側脚部が上記第1スロット収納部より径方向の内方に位置しており、上記第2スロット収納部から延びる上記ターン部が、上記第2スロット収納部より径方向の内方に位置しており、上記第5スロット収納部から延びる上記ターン部が、上記第5スロット収納部より径方向の外方に位置しており、上記第6スロット収納部側脚部が上記第6スロット収納部より径方向の外方に位置しており、

上記反結線側コイルエンドでは、上記第1スロット収納部から延びる上記ターン部が上記第1スロット収納部より径方向の内方に位置しており、上記第6スロット収納部から延びる上記ターン部が、上記第6スロット収納部より径方向の外方に位置している請求項5

20

に記載の回転電機。

【請求項8】

電機子と回転子とを備えており、上記電機子が電機子鉄心と複数のユニットコイルを周方向に配列して形成された電機子巻線を有する回転電機の製造方法において、

上記ユニットコイルが、絶縁被覆された導体線を屈曲して形成されており、

上記ユニットコイルが、異なるスロットに配置される複数のスロット収納部と、上記スロット収納部から屈曲して延びて上記スロット収納部同士を接続するターン部と、上記スロット収納部から屈曲して延びる脚部とを備えており、

上記スロットには、複数の上記スロット収納部が、径方向に積層して配置されており、径方向で隣接した上記スロット収納部から、周方向で同方向に屈曲して延びる、一对の上記ターン部同士の屈曲部または上記ターン部と上記脚部との屈曲部の各対向面のみに、径方向にへこんだ凹部を形成する回転電機の製造方法であって、

30

上記導体線の屈曲予定部位に、上記凹部を形成する工程を備え、

上記凹部を形成する工程が、

上記導体線の屈曲予定部位における隣り合う2方の面に、両端面がL字状である第1金型を内側の2側面を接して配置するとともに、上記凹部を形成する突起を有する第2金型を上記第1金型に接していない上記導体線の1つの面と対向して配置し、

次に、上記第2金型を上記第1金型の方向に移動して、上記第1金型と上記第2金型とで、上記導体線を挟むとともに押圧して、上記突起により、上記導体線をへこまし、

次に、上記第2金型を上記第1金型から離す方向に移動して、上記凹部を形成した上記導体線を取り出す、回転電機の製造方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機と回転電機の製造方法に関するものであり、特に、回転電機を構成する電機子の構造と、その製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の回転電機の電機子として、スロットに挿入された部分が、径方向に積層された複数層で形成されており、径方向で隣接するスロットから突出したコイル端部同士が、周方

50

向で同一の方向に折り曲げられている部分と、周方向で逆方向に折り曲げられている部分とがある、コイルを備えた電機子がある。

この電機子では、コイル端部が周方向で同一の方向に折り曲げられたコイルでは、3相電圧のうちの同相のコイルとなり電位差が小さくなるので、径方向でのコイル端部間に絶縁性を確保する絶縁紙を設ける必要がない。しかし、コイル端部が周方向で逆方向に折り曲げられたコイルでは、3相電圧のうちの異相のコイルとなり電位差が大きくなるので、径方向でのコイル端部間に絶縁紙を設けて絶縁性を確保している（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許4186872号公報（第9頁、第2図、第8-9図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、回転電機は、小型高出力化が求められており、固定子である電機子に設けられるコイルの占積率を向上させることが要望されている。

しかし、特許文献1に記載の電機子のコイルにおいて、コイル端部を周方向に折り曲げた場合、屈曲部の中立軸に対する、曲げの内側には径方向の膨出部を生じ、曲げの外側には径方向の減肉部を生じる。

【0005】

コイル端部が周方向で同一の方向に折り曲げられた隣接するコイル同士は、両コイルの径方向の膨出部が重なるので、両コイルの径方向の間隔を広くする必要はある。

すなわち、径方向で隣接するコイル間に隙間を生じるので、コイルの占積率が低下して、回転電機の効率および出力が低下するとの問題があった。

【0006】

本発明は、上記のような問題を解決するためになされたものであり、その目的は径方向で隣接するコイル間に隙間が生じるのを防止して、コイルの占積率を向上させて、高効率および高出力の回転電機および回転電機の製造方法を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係わる回転電機は、電機子と回転子とを備えており、上記電機子が電機子鉄心と複数のユニットコイルを周方向に配列して形成された電機子巻線を有する回転電機であって、上記ユニットコイルが、異なるスロットに配置される複数のスロット収納部と、上記スロット収納部から屈曲して延びて上記スロット収納部同士を接続するターン部と、上記スロット収納部から屈曲して延びる脚部とを備えており、上記スロットには、複数の上記スロット収納部が、径方向に積層して配置されており、径方向で隣接した上記スロット収納部から、周方向で同方向に屈曲して延びる、一對の上記ターン部同士の屈曲部または上記ターン部と上記脚部との屈曲部の各対向面のみに、径方向にへこんだ凹部を設けているものである。

【0008】

本発明に係わる回転電機の製造方法は、電機子と回転子とを備えており、上記電機子が電機子鉄心と複数のユニットコイルを周方向に配列して形成された電機子巻線を有する回転電機の製造方法において、

上記ユニットコイルが、絶縁被覆された導体線を屈曲して形成されており、

上記ユニットコイルが、異なるスロットに配置される複数のスロット収納部と、上記スロット収納部から屈曲して延びて上記スロット収納部同士を接続するターン部と、上記スロット収納部から屈曲して延びる脚部とを備えており、

上記スロットには、複数の上記スロット収納部が、径方向に積層して配置されており、径方向で隣接した上記スロット収納部から、周方向で同方向に屈曲して延びる、一對の上

10

20

30

40

50

記ターン部同士の屈曲部または上記ターン部と上記脚部との屈曲部の各対向面のみに、径方向にへこんだ凹部を形成する回転電機の製造方法であって、

上記導体線の屈曲予定部位に、上記凹部を形成する工程を備え、

上記凹部を形成する工程が、

上記導体線の屈曲予定部位における隣り合う2方の面に、両端面がL字状である第1金型を内側の2側面を接して配置するとともに、上記凹部を形成する突起を有する第2金型を上記第1金型に接していない上記導体線の1つの面と対向して配置し、

次に、上記第2金型を上記第1金型の方向に移動して、上記第1金型と上記第2金型とで、上記導体線を挟むとともに押圧して、上記突起により、上記導体線をへこまし、

次に、上記第2金型を上記第1金型から離す方向に移動して、上記凹部を形成した上記導体線を取り出すものである。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明に係わる回転電機は、径方向で隣接したスロット収納部から、周方向で同方向に屈曲して延びる、ターン部同士の屈曲部またはターン部と脚部との屈曲部の各対向面に、径方向にへこんだ凹部を設けているものであるので、コイルの占積率が向上しており、高効率および高出力が可能である。

【0010】

本発明に係わる回転電機の製造方法は、導体線の屈曲予定部位に、凹部を形成する工程があるので、コイルの占積率を向上した高効率で高出力な回転電機を得ることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の片面断面模式図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の主要部である電機子と回転子とを示す斜視模式図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子の斜視模式図である。

【図4】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子の側面模式図(a)と、この側面模式図のA-A断面の模式図(b)とである。

【図5】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子鉄心の上面模式図である。

【図6】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの正面模式図である。

30

【図7】図6のユニットコイルを矢印Y_uの方向から見た模式図である。

【図8】本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの斜視模式図である。

【図9】本発明の実施の形態1に係わる電機子において、複数個のユニットコイルが電機子鉄心のスロットに配置されている状態を示す反結線側コイルエンドの側の平面模式図である。

【図10】図9の電機子のC-C断面の模式図である。

【図11】図10を、矢印Y_o方向から見た脚部の模式図(a)と矢印Y_u方向から見たターン部の模式図(b)とである。

40

【図12】比較例の電機子における、スロットに配置されたユニットコイルの状態を説明する断面模式図である。

【図13】図12を、矢印Y_o方向から見た場合の脚部の模式図(a)と矢印Y_u方向から見た場合のターン部の模式図(b)とである。

【図14】図11(a)における、S1側脚部L1の屈曲部分F1の拡大図(a)とS2側脚部L2の屈曲部分F2の拡大図とである。

【図15】本発明の実施の形態1に係わる電機子に用いられる導体線の屈曲予定部位に凹部を形成する順序を示す側面模式図(a)とこの側面模式図のD-D断面の模式図(b)とである。

【図16】本発明の実施の形態1に係わる電機子に用いられる導体線の各屈曲予定部位に

50

凹部が形成された状態を示す正面模式図 (a) と側面模式図 (b) と各部位の導体線の断面模式図 (c) とである。

【図 1 7】本発明の実施の形態 1 の他方の部分コイルとなる導体線をターン部の屈曲予定部位で屈曲した状態を示す正面模式図 (a) とこの正面模式図を矢印 X s 方向から見た側面模式図 (b) とである。

【図 1 8】本発明の実施の形態 1 のユニットコイルにおける、作製された他方の部分コイルの正面模式図 (a) と、この正面模式図を矢印 X s 方向から見た側面模式図 (b) とである。

【図 1 9】本発明の実施の形態 1 に係わる一方の部分コイルを形成する導体線の各屈曲予定部位に凹部が形成された状態を示す正面模式図 (a) と各部位の導体線の断面模式図 (b) とである。

10

【図 2 0】本発明の実施の形態 2 の係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

【図 2 1】本発明の実施の形態 3 の係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

【図 2 2】本発明の実施の形態 4 に係わる回転電機の主要部である電機子と回転子とを示す斜視模式図である。

【図 2 3】本発明の実施の形態 4 に係わる電機子の電機子鉄心を形成する鉄心ブロックの斜視模式図である。

【図 2 4】本発明の実施の形態 4 に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの正面模式図である。

20

【図 2 5】図 2 4 のユニットコイルを矢印 Y o の方向から見た模式図である。

【図 2 6】本発明の実施の形態 4 に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの斜視模式図である。

【図 2 7】本発明の実施の形態 4 に係わる電機子において、複数個のユニットコイルが電機子鉄心のスロットに配置されている状態を示す結線側コイルエンドの側の平面模式図である。

【図 2 8】図 2 7 の電機子の E - E 断面の模式図である。

【図 2 9】図 2 8 を、矢印 Y o 方向から見た結線側コイルエンド側の模式図 (a) と矢印 Y u 方向から見た反結線側コイルエンド側の模式図 (b) とである。

30

【図 3 0】本発明の実施の形態 5 に係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

【図 3 1】本発明の実施の形態 6 に係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明に係る回転電機について、図を用いて説明する。

本発明における、周方向、径方向、軸方向、の各々は、特に指定しない限り、電機子または回転電機における、周方向、径方向、軸方向、の各々を示すものとする。

【 0 0 1 3 】

40

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係わる回転電機の片面断面模式図である。

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係わる回転電機の主要部である電機子と回転子とを示す斜視模式図である。

図 1 と図 2 とに示すように、本実施の形態の回転電機 1 0 0 は、有底円筒状のフレーム 2 とフレーム 2 の開口を塞ぐ端板 3 とを有するハウジング 1 と、フレーム 2 の円筒部に内嵌め状態で固着された固定子である電機子 1 0 と、電機子 1 0 の内周側に間隙を設けて配置された回転子 5 とを備えている。

【 0 0 1 4 】

回転子 5 は、軸心位置に挿通された回転軸 6 に固着された回転子鉄心 7 と、回転子鉄心

50

7の外周側に埋設されるとともに周方向に所定のピッチで配列された、磁極を構成する永久磁石8とを有している永久磁石型回転子である。そして、回転軸6は、フレーム2の底部および端板3にベアリング4を介して回転可能に支持されている。

本実施の形態の回転子5は、永久磁石型回転子であるが、これに限らず、絶縁しない回転子導体を、回転子鉄心のスロットに収納して、両側を短絡環で短絡したかご型回転子、または絶縁した導体線を回転子鉄心のスロットに装着した巻線型回転子であっても良い。

【0015】

図3は、本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子の斜視模式図である。

図4は、本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子の側面模式図(a)と、この側面模式図のA-A断面の模式図(b)とである。

図3と図4とに示すように、本実施の形態の電機子10は、電機子鉄心11と、電機子鉄心11に装着される電機子巻線20を構成するユニットコイル21と、電機子巻線20と電機子鉄心11とを物理的に隔離して電氣的に絶縁するスロットセル14とを備えている。

【0016】

詳細は後述するが、電機子巻線20は、導体線を巻回して形成されており、通電することにより磁界を発生させる。発生した磁界の磁束は、電機子鉄心11を通過する。

本実施の形態では、説明の便宜上、極数を8極、電機子鉄心11のスロット数を48個、電機子巻線20を三相巻線としている。すなわち、スロットは、毎極毎相当り2個の割合で電機子鉄心11に形成されている。

【0017】

図5は、本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子鉄心の上面模式図である。

図5に示すように、本実施の形態の電機子鉄心11は、所定枚数の電磁鋼板の電機子鉄心片を積層一体化して作製されており、円筒状のコアバック部12aと、コアバック部12aの内周壁面から径方向内方に突出しているティース12bとで構成されている。

そして、隣接するティース12bの間隙がスロット12cとなっている。

スロット12cは、内方側が開口しており、周方向に等角ピッチで配列されている。また、ティース12bの周方向の幅が径方向内方に向かって漸次狭くなる先細りの形状であるので、スロット12cは、軸方向から見た面の形状が長方形となっている。

【0018】

図6は、本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの正面模式図である。

なお、図6には、ユニットコイル21の周方向の片側に隣接する他のユニットコイル21を二点鎖線で示している。

図7は、図6のユニットコイルを矢印Y uの方向から見た模式図である。

図8は、本発明の実施の形態1に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの斜視模式図である。

【0019】

図6から図8に示すように、本実施の形態のユニットコイル21は、2個の部分コイル23、24が一組になって形成されており、一方の部分コイル23と他方の部分コイル24とは径方向で重なっている。

そして、電機子巻線20は、一方の部分コイル23と他方の部分コイル24とが組になっているユニットコイル21を電機子鉄心の周方向に沿って1周回分を連続的に接続することにより、形成される。

また、各部分コイル23、24には、例えば、接続部がなく連続しており且つエナメル樹脂で絶縁被覆された銅線あるいはアルミニウム線などからなる、断面が平角状の1本の導体線が用いられている。

【0020】

一方の部分コイル23は、電機子鉄心11のスロット12cに収納される直棒状の2つの第1、第4スロット収納部S1、S4と、第1スロット収納部S1と第4スロット収納

10

20

30

40

50

部 S 4 との間を一体連結する接続部のない連続したターン部と、第 1、第 4 スロット収納部 S 1、S 4 から個別に突出して周方向の外側に互いに逆方向へ屈曲された 2 つの脚部とを有する。

【 0 0 2 1 】

すなわち、一方の部分コイル 2 3 は、ターン部が、第 1 スロット収納部 S 1 側のターン部 (S 1 側ターン部と記す) T 1 と第 4 スロット収納部 S 4 側のターン部 (S 4 側ターン部と記す) T 4 とで構成されており、脚部には、第 1 スロット収納部 S 1 側の脚部 (S 1 側脚部と記す) L 1 と、第 4 スロット収納部 S 4 側の脚部 (S 4 側脚部と記す) L 4 とがある。

そして、第 1 スロット収納部 S 1 は、第 4 スロット収納部 S 4 より径方向内方に 3 層分ずれている。

10

【 0 0 2 2 】

他方の部分コイル 2 4 は、電機子鉄心 1 1 のスロット 1 2 c に収納される直棒状の 2 つの第 2、第 3 スロット収納部 S 2、S 3 と、第 2 スロット収納部 S 2 と第 3 スロット収納部 S 3 との間を一体連結する接続部のない連続したターン部と、第 2、第 3 スロット収納部 S 2、S 3 から個別に突出して周方向の外側に互いに逆方向へ屈曲された 2 つ脚部とを有する。

【 0 0 2 3 】

すなわち、他方の部分コイル 2 4 は、ターン部が、第 2 スロット収納部 S 2 側のターン部 (S 2 側ターン部と記す) T 2 と第 3 スロット収納部 S 3 側のターン部 (S 3 側ターン部と記す) T 3 とで構成されており、脚部 L には、第 2 スロット収納部 S 2 側の脚部 (S 2 側脚部と記す) L 2 と第 3 スロット収納部 S 3 側の脚部 (S 3 側脚部と記す) L 3 とがある。

20

そして、第 2 スロット収納部 S 2 は、第 3 スロット収納部 S 3 より径方向内方に 1 層分ずれている。

【 0 0 2 4 】

また、ユニットコイル 2 1 の径方向で互いに隣接する、S 1 側脚部 L 1 と S 2 側脚部 L 2 同士は周方向で互いに同じ方向に屈曲されており、S 4 側脚部 L 4 と S 3 側脚部 L 3 同士も周方向で互いに同じ方向に屈曲されている。

また、一方の部分コイル 2 3 における一对のスロット収納部 S 1、S 4 の相互間の間隔、および他方の部分コイル 2 4 における一对のスロット収納部 S 2、S 3 の相互間の間隔は、周方向に 6 スロット角度間隔だけ離れるように形成されている。6 スロット角度間隔とは、連続する 6 つのティース 1 2 b を隔てたスロット 1 2 c の中心間隔であり、1 磁極ピッチ P に相当する。

30

【 0 0 2 5 】

また、ユニットコイル 2 1 の一方側にある、S 1 側脚部 L 1 と S 2 側脚部 L 2 との各末端部分は、各スロット収納部 S 1、S 2 から半磁極ピッチ (= P / 2) 分だけ距離が離れている。同様に、ユニットコイル 2 1 の他方側にある、S 4 側脚部 L 4 と S 3 側脚部 L 3 との末端部分は、各スロット収納部 S 4、S 3 から半磁極ピッチ (= P / 2) 分だけ距離が離れている。そして、各側の脚部 L 1、L 2、L 3、L 4 の末端部分は、接合手段により接合することにより、ほかの部分コイルまたは給電部または中性点等に接続して電機子巻線を構成している。

40

本実施の形態では、脚部の側がユニットコイル 2 1 の結線側コイルエンドであり、ターン部の側がユニットコイル 2 1 の反結線側コイルエンドである。

【 0 0 2 6 】

図 9 は、本発明の実施の形態 1 に係わる電機子において、複数個のユニットコイルが電機子鉄心のスロットに配置されている状態を示す反結線側コイルエンドの側の平面模式図である。

図 9 では、電機子鉄心 1 1 において円環状に配列しているティース 1 2 b およびスロット 1 2 c を、説明の都合上、展開して直線状に配列させている。それと、説明の都合上、

50

各スロット 1 2 c に、図面の左から右に向けて順番に通し番号をつけている。

図 9 は、電機子鉄心 1 1 に配置されているユニットコイル 2 1 を、図 6 において矢印 Y u で示すターン部側、すなわち反結線側コイルエンドの側から見た図である。

図 9 では、スロット収納部から延びるターン部が紙面前方側になり、スロット収納部から延びる脚部が紙面後方になっている。

【 0 0 2 7 】

図 9 に示すように、本実施の形態の電機子 1 0 では、例えば、一方の部分コイル 2 3 の第 4 スロット収納部 S 4 と他方の部分コイル 2 4 の第 3 スロット収納部 S 3 とを、1 番目のスロット 1 2 c に配置したユニットコイル 2 1 は、一方の部分コイル 2 3 の第 1 スロット収納部 S 1 と他方の部分コイル 2 4 の第 2 スロット収納部 S 2 とを、6 スロット角度間隔離れた 7 番目のスロット 1 2 c に配置している。

10

また、一方の部分コイル 2 3 の第 4 スロット収納部 S 4 と他方の部分コイル 2 4 の第 3 スロット収納部 S 3 とを、7 番目のスロット 1 2 c に配置したユニットコイル 2 1 は、一方の部分コイル 2 3 の第 1 スロット収納部 S 1 と他方の部分コイル 2 4 の第 2 スロット収納部 S 2 とを、6 スロット角度間隔離れた 1 3 番目のスロット 1 2 c に配置している。

【 0 0 2 8 】

図 9 は、7 番目のスロット 1 2 c に、図 6 における実線で示すユニットコイル 2 1 の第 3、第 4 スロット収納部 S 3、S 4 と、二点鎖線で示すユニットコイル 2 1 の第 1、第 2 スロット収納部 S 1、S 2 と、が配置されている状態を示している。

図 9 に示すように、スロット 1 2 c には、電機子鉄心 1 1 のコアバック部 1 2 a の側に第 4 スロット収納部 S 4 があり、開口側にスロット収納部 S 1 がある。

20

【 0 0 2 9 】

すなわち、各スロット 1 2 c には、コアバック部 1 2 a の側から径方向の内方に向かって、第 4 スロット収納部 S 4 第 3 スロット収納部 S 3 第 2 スロット収納部 S 2 第 1 スロット収納部 S 1 の順に、各スロット収納部が配置されている。

そして、各スロット 1 2 c において、第 1 スロット収納部 S 1、第 2 スロット収納部 S 2、第 3 スロット収納部 S 3、第 4 スロット収納部 S 4 の各々が、スロットの開口側から、1 層目、2 層目、3 層目、4 層目となっている。

【 0 0 3 0 】

図 1 0 は、図 9 の電機子の C - C 断面の模式図である。

30

図 1 1 は、図 1 0 を、矢印 Y o 方向から見た脚部の模式図 (a) と矢印 Y u 方向から見たターン部の模式図 (b) とである。

図 1 0 には、ユニットコイル 2 1 を配置する電機子鉄心 1 1 も示しており、電機子鉄心 1 1 から延びている上側部分が各部分コイル 2 3、2 4 の脚部となっており、電機子鉄心 1 1 から延びている下側部分が各部分コイル 2 3、2 4 のターン部となっている。

【 0 0 3 1 】

また、図 1 0 は、図 6 のユニットコイルを紙面右側から見た図であり、S 1 側脚部 L 1 と S 2 側脚部 L 2 とは、共に紙面前方側に屈曲しており、S 3 側脚部 L 3 と S 4 側脚部 L 4 とは、共に紙面後方側に屈曲している。

また、S 1 側ターン部 T 1 と S 2 側ターン部 T 2 とは、共に紙面後方側に屈曲しており、S 3 側ターン部 T 3 と S 4 側ターン部 T 4 とは、共に紙面前方側に屈曲している。

40

【 0 0 3 2 】

また、図 1 0 と図 1 1 とに示すように、S 1 側脚部 L 1 と S 2 側脚部 L 2 との各々には、屈曲部位における他の脚部と対向する面に、各々凹部 P L 1、P L 2 が設けられており、S 3 側脚部 L 3 と S 4 側脚部 L 4 との各々には、屈曲部位における他の脚部と対向する面に、各々凹部 P L 3、P L 4 が設けられている。

そして、凹部 P L 1 と凹部 P L 2 とは径方向で対向しており、凹部 P L 3 と凹部 P L 4 とは径方向で対向している。

すなわち、S 4 側脚部 L 4 と S 2 側脚部 L 2 とは、径方向の内側に向いた面に凹部が形成されており、S 3 側脚部 L 3 と S 1 側脚部 L 1 とは、径方向の外側に向いた面に凹部が

50

形成されている。

【 0 0 3 3 】

また、図 1 0 と図 1 1 とに示すように、S 1 側ターン部 T 1 と S 2 側ターン部 T 2 との各々には、屈曲部位における他のターン部と対向する面に、各々凹部 P T 1、P T 2 が設けられており、S 3 側ターン部 T 3 と S 4 側ターン部 T 4 との各々には、屈曲部位における他のターン部と対向する面に、各々凹部 P T 3、P T 4 が設けられている。

そして、凹部 P T 1 と凹部 P T 2 とは径方向で対向しており、凹部 P T 3 と凹部 P T 4 とは径方向で対向している。

すなわち、S 4 側ターン部 T 4 と S 2 側ターン部 T 2 とは、径方向の内側に向いた面に凹部が形成されており、S 3 側ターン部 T 3 と S 1 側ターン部 T 1 は、径方向の外側に向いた面に凹部が形成されている。

10

【 0 0 3 4 】

次に、同様なコイル構成の比較例の電機子と比較して、本実施の形態の電機子の効果を説明する。

図 1 2 は、比較例の電機子における、スロットに配置されたユニットコイルの状態を説明する断面模式図である。

図 1 3 は、図 1 2 を、矢印 Y o 方向から見た場合の脚部の模式図 (a) と矢印 Y u 方向から見た場合のターン部の模式図 (b) とである。

【 0 0 3 5 】

図 1 2 は、本実施の形態の電機子の図 1 0 の模式図に相当し、図 1 3 は、本実施の形態の電機子の図 1 1 の模式図に相当する。

20

図 1 2 では、1 層目となる第 1 スロット収納部 S o 1 と 2 層目となる第 2 スロット収納部 S o 2 とが対向する面との各膨出部 B L o 1、B T o 1、B L o 2、B T o 2、および 3 層目となる第 3 スロット収納部 S o 3 と 4 層目となる第 4 スロット収納部 S o 4 とが対向する側の膨出部 B L o 3、B T o 3、B L o 4、B T o 4 以外は省略している。

【 0 0 3 6 】

図 1 2 と図 1 3 とに示すように、スロット 1 2 c における第 1 スロット収納部 S o 1 から延びる脚部 L o 1 とターン部 T o 1 との屈曲部位の径方向の各面には、屈曲に起因する膨出部 B L o 1、B T o 1 が形成される。

また、第 2 スロット収納部 S o 2 から延びる脚部 L o 2 とターン部 T o 2 との屈曲部位の径方向の各面には、屈曲に起因する膨出部 B L o 2、B T o 2 が形成される。

30

また、第 3 スロット収納部 S o 3 から延びる脚部 L o 3 とターン部 T o 3 との屈曲部位の径方向の各面には、屈曲に起因する膨出部 B L o 3、B T o 3 が形成される。

また、第 4 スロット収納部 S o 4 から延びる脚部 L o 4 とターン部 T o 4 との屈曲部位の径方向の各面に、屈曲に起因する膨出部 B L o 4、B T o 4 が形成される。

【 0 0 3 7 】

脚部 L o 2 と脚部 L o 3 とは、周方向に延びる方向が逆であり対向していないので、膨出部 B L o 2 と膨出部 B L o 3 とは、周方向でずれている。また、ターン部 T o 2 とターン部 T o 3 とは、周方向に延びる方向が逆であり対向していないので、膨出部 B T o 2 と膨出部 B T o 3 とは、周方向でずれている。

40

すなわち、第 2 スロット収納部 S o 2 と第 3 スロット収納部 S o 3 との間に、隙間をほとんど設けなくても良く、必要なら絶縁紙を挿入できる程度の隙間を設ければ良い。

【 0 0 3 8 】

しかし、脚部 L o 1 と脚部 L o 2 とは、周方向に延びる方向が同じであり対向しているので、膨出部 B L o 1 と膨出部 B L o 2 とが対向する。また、ターン部 T o 1 とターン部 T o 2 とは、周方向に延びる方向が同じであり対向しているので、膨出部 B T o 1 と膨出部 B T o 2 とが対向する。

すなわち、膨出部 B L o 1 と膨出部 B L o 2 とが対向するとともに、膨出部 B T o 1 と膨出部 B T o 2 とが対向するので、第 1 スロット収納部 S o 1 と第 2 スロット収納部 S o 2 とは、径方向で隙間を設けて、スロット 1 2 c に配置する必要がある。

50

【 0 0 3 9 】

また、脚部 L o 3 と脚部 L o 4 とは、周方向に延びる方向が同じであり対向しているの
で、膨出部 B L o 3 と膨出部 B L o 4 とが対向する。また、ターン部 T o 3 とターン部 T
o 4 とは、周方向に延びる方向が同じであり対向しているの、膨出部 B T o 3 と膨出部
B T o 4 とが対向する。

すなわち、膨出部 B L o 3 と膨出部 B L o 4 とが対向するとともに、膨出部 B T o 3 と
膨出部 B T o 4 とが対向するので、第 3 スロット収納部 S o 3 と第 4 スロット収納部 S o
4 とは、径方向で膨出部同士を接しないようにする隙間を設けて、スロット 1 2 c に配置
する必要がある。

したがって、比較例の電機子では、ユニットコイルにおけるスロットに配置されたスロ
ット収納部の間に隙間を設ける必要があるの、コイルの占積率を向上させることができ
ず、回転電機の小型高出力化が図りにくい。

10

【 0 0 4 0 】

図 1 4 は、図 1 1 (a) における、S 1 側脚部 L 1 の屈曲部分 F 1 の拡大図 (a) と S
2 側脚部 L 2 の屈曲部分 F 2 の拡大図とである。

図 1 4 (a) に示すように、S 1 側脚部 L 1 の屈曲部位における他の脚部 (S 2 側脚部
L 2) と対向する面 (L 1 対向面と記す) に凹部 P L 1 が設けられており、L 1 対向面に
生じる膨出部 B L 1 は、凹部 P L 1 に発生するので、膨出部 B L 1 が、L 1 対向面の外側
に突出することがない。

また、図 1 4 (b) に示すように、S 2 側脚部 L 2 の屈曲部位における他の脚部 (S 1
側脚部 L 1) と対向する面 (L 2 対向面と記す) に凹部 P L 2 が設けられており、L 2 対
向面に生じる膨出部 B L 2 は、凹部 P L 2 に発生するので、膨出部 B L 2 が、L 2 対向面
の外側に突出することがない。

20

【 0 0 4 1 】

図 1 0 と図 1 1 とに示すように、S 1 側ターン部 T 1 には、屈曲部位における他のター
ン部 (S 2 側ターン部 T 2) と対向する面 (T 1 対向面と記す) に、凹部 P T 1 が設けら
れているので、同様に、S 2 側ターン部側へ膨出する膨出部 B T 1 は、T 1 対向面の外側
に突出することがない。

S 2 側ターン部 T 2 には、屈曲部位における他のターン部 (S 1 側ターン部 T 1) と対
向する面 (T 2 対向面と記す) に、凹部 P T 2 が設けられているので、同様に、S 1 側ター
ン部側へ膨出する膨出部 B T 2 は、T 2 対向面の外側に突出することがない。

30

【 0 0 4 2 】

図 1 0 と図 1 1 とに示すように、S 3 側脚部 L 3 には、屈曲部位における他の脚部 (S
4 側脚部 L 4) と対向する面 (L 3 対向面と記す) に、凹部 P L 3 が設けられているので
、同様に、S 4 側脚部側へ膨出する膨出部 B L 3 は、L 3 対向面の外側に突出することが
ない。

また、S 4 側脚部 L 4 には、屈曲部位における他の脚部 (S 3 側脚部 L 3) と対向する
面 (L 4 対向面と記す) に、凹部 P L 4 が設けられているので、同様に、S 3 側脚部側へ
膨出する膨出部 B L 4 が、L 4 対向面の外側に突出することがない。

【 0 0 4 3 】

40

図 1 0 と図 1 1 とに示すように、S 3 側ターン部 T 3 には、屈曲部位における他のター
ン部 (S 4 側ターン部 T 4) と対向する面 (T 3 対向面と記す) に、凹部 P T 3 が設けら
れているので、同様に、S 4 側ターン部側へ膨出する膨出部 B T 3 は、T 3 対向面の外側
に突出することがない。

また、S 4 側ターン部 T 4 には、屈曲部位における他のターン部 (S 3 側ターン部 T 3
) と対向する面 (T 4 対向面と記す) に、凹部 P T 4 が設けられているので、同様に、S
3 側ターン部側へ膨出する膨出部 B T 4 は、T 4 対向面の外側に突出することがない。

詳細は、後述するが、脚部およびターン部の屈曲部位における、他の脚部あるいはター
ン部と接する面に形成される凹部は、例えば、屈曲側の面と、他の脚部あるいはターン部
と対向する面とでなす角部に設けられている。

50

【 0 0 4 4 】

すなわち、本実施の形態のユニットコイル 2 1 は、S 1 側脚部 L 1 と S 1 側ターン部 T 1 と S 2 側脚部 L 2 と S 2 側ターン部 T 2 との各々に形成された膨出部 B L 1、B T 1、B L 2、B T 2 が、L 1 対向面と T 1 対向面と L 2 対向面と T 2 対向面との各々から外側に突出することがないので、L 1 対向面と L 2 対向面とが接するとともに、T 1 対向面と T 2 対向面とが接している。

また、S 3 側脚部 L 3 と S 3 側ターン部 T 3 と S 4 側脚部 L 4 と S 4 側ターン部 T 4 との各々に形成された膨出部 B L 3、B T 3、B L 4、B T 4 が、L 3 対向面と T 3 対向面と L 4 対向面と T 4 対向面との各々から外側に突出することがないので、L 3 対向面と L 4 対向面とが接するとともに、T 3 対向面と T 4 対向面とが接している。

10

【 0 0 4 5 】

図 1 0 では、膨出部 B L 1、B T 1、B L 2、B T 2、B L 3、B T 3、B L 4、B T 4 以外の膨出部は省略している。

図 1 1 に示すように、S 2 側脚部 L 2 と S 2 側ターン部 T 2 との各々の屈曲部位における、S 3 側脚部 L 3 と S 3 側ターン部 T 3 と対向する面にも、膨出部 B L r 2 と膨出部 B T r 2 とが形成され、S 3 側脚部 L 3 と S 3 側ターン部 T 3 との各々の屈曲部位における、S 2 側脚部 L 2 と S 2 側ターン部 T 2 と対向する面にも、膨出部 B L r 3 と膨出部 B T r 3 とが形成される。

【 0 0 4 6 】

しかし、S 2 側脚部 L 2 が周方向に延びる方向と S 3 側脚部 L 3 が周方向に延びる方向とが逆であるので、膨出部 B L r 2 と膨出部 B L r 3 とは重なることがない。

20

また、S 2 側ターン部 T 2 が周方向に延びる方向と S 3 側ターン部 T 3 が周方向に延びる方向とが逆であるので、膨出部 B T r 2 と膨出部 B T r 3 とは重なることがない。

すなわち、S 2 側脚部 L 2 と S 3 側脚部 L 3 とを径方向に隙間を設けず配置できるとともに、S 2 側ターン部 T 2 と S 3 側ターン部 T 3 とを径方向に隙間を設けず配置できる。

【 0 0 4 7 】

図 1 0 では、S 2 側脚部 L 2 と S 3 側脚部 L 3 との間および S 2 側ターン部 T 2 と S 3 側ターン部 T 3 との間に絶縁部材を配置していないが、絶縁部材を設けても良い。例えば、絶縁紙のような絶縁部材を設けると、異なる相のコイル間の絶縁距離を確保することができるので、コイルエンド部での絶縁性がさらに向上する。

30

また、図 1 1 に示すように、S 1 側脚部 L 1 と S 1 側ターン部 T 1 との各々の屈曲部位における径方向内側の面にも、膨出部が形成され、S 4 側脚部 L 4 と S 4 側ターン部 T 4 との各々の屈曲部位における径方向外側の面にも、膨出部が形成されるが、これらの膨出部は、他の脚部あるいはターン部と干渉しない。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態の電機子のユニットコイル 2 1 は、膨出部が、L 1 対向面と T 1 対向面と L 2 対向面と T 2 対向面との各々の外側には、突出しておらず、L 1 対向面と L 2 対向面とが接しており、T 1 対向面と T 2 対向面とが接している。また、膨出部が、L 3 対向面と T 3 対向面と L 4 対向面と T 4 対向面との各々の外側には、突出しておらず、L 3 対向面と L 4 対向面とが接しており、T 3 対向面と T 4 対向面とが接している。

40

また、一方の部分コイル 2 3 と他方の部分コイル 2 4 との、接している各脚部は、周方向へ延びる方向が同じであり、接している各ターン部も、周方向へ延びる方向が同じであるので、两部分コイルの、接している脚部間と接しているターン部間とには、当然、絶縁部材を設ける必要がない。

【 0 0 4 9 】

すなわち、本実施の形態の電機子 1 0 は、ユニットコイル 2 1 における、第 1 スロット収納部 S 1 から延びる脚部およびターン部が、第 2 スロット収納部 S 2 から延びる脚部およびターン部と径方向で接触している。

また、第 3 スロット収納部 S 3 から延びる脚部およびターン部が、第 4 スロット収納部 S 4 から延びる脚部およびターン部と径方向で接触している。

50

また、第2スロット収納部S2から延びる脚部およびターン部が、第3スロット収納部S3から延びる脚部およびターン部に対して径方向で隙間を設けずに配置している。

【0050】

したがって、本実施の形態の電機子10は、ユニットコイル21を、スロット12c内において、第1スロット収納部S1と第2スロット収納部S2と第3スロット収納部S3と第4スロット収納部S4とを、径方向で接触して配置できるので、コイルの占積率を向上させることができ、回転電機の小型高出力化を実現できる。

また、本実施の形態の電機子10は、各脚部間と各ターン部間に絶縁部材を配置する必要がないので、回転電機の生産性が向上する。

また、本実施の形態の電機子10は、ユニットコイルの各屈曲部位に設けられている凹部が、径方向の各側に突出する膨出部における、いずれか一方側の膨出部に対応した1個であるので、コイルを形成する導体線の絶縁被膜に対するダメージを小さくでき、電機子巻線の絶縁性低下を防止できる。

【0051】

次に、本実施の形態の電機子10に用いられるユニットコイル21の製造方法について説明する。

まず、絶縁被覆された導体線30を用意する。

次に、導体線30の屈曲予定部位に凹部を形成する。

図15は、本発明の実施の形態1に係わる電機子に用いられる導体線の屈曲予定部位に凹部を形成する順序を示す側面模式図(a)とこの側面模式図のD-D断面の模式図(b)とである。

【0052】

図15に示すように、第1ステップでは、導体線30の屈曲予定部位における、屈曲側面f1の反対側面(反屈曲側面と記す)f3と、膨出部が突出する方向の面(突出方向面と記す)f2の反対側の面(反突出方向面と記す)f4とに、両端面がL字状である第1金型31を、内側の2側面を接して配置するとともに、突出方向面f2に対向させて、凹部を形成する突起32aを有する第2金型32を配置する。

【0053】

次に、第2ステップで、例えば、第2金型32を第1金型31の方向に移動して、第1金型31と第2金型32とで、導体線30を挟むとともに押圧して、突起32aにより、屈曲側面f1と突出方向面f2とでなす角部を凹ます。

次に、第3ステップとして、第2金型32を第1金型31から離す方向に移動して、導体線30の屈曲部における、屈曲側面f1と突出方向面f2との角部に凹部Pを形成した導体線30を作製する。

図15(b)に示すように、屈曲予定部位における屈曲側面f1と反屈曲側面f3との、凹部形成後の距離W2は凹部形成前の距離W1より広がっている。

【0054】

図16は、本発明の実施の形態1に係わる電機子に用いられる導体線の各屈曲予定部位に凹部が形成された状態を示す正面模式図(a)と側面模式図(b)と各部位の導体線の断面模式図(c)とである。

図16では、他方の部分コイル24を形成する導体線を示している。また、図16(b)は、図16(a)の導体線を矢印Xt側から見た側面模式図であり、図16(c)は、図16(b)のb1、b2、b3、b4、b5の各位置での断面模式図である。

図16に示すように、導体線30の上方から、S2側脚部L2、S2側ターン部T2、S3側ターン部T3、S3側脚部L3の各々の屈曲予定部位に、凹部PL2、凹部PT2、凹部PT3、凹部PL3を形成する。

【0055】

次に、導体線30を、凹部PT2あるいは凹部PT3が設けられたターン部の屈曲予定部位で屈曲する。屈曲方向は、図16(a)における紙面左側の凹部が設けられた側である。

10

20

30

40

50

図17は、本発明の実施の形態1の他方の部分コイルとなる導体線をターン部の屈曲予定部位で屈曲した状態を示す正面模式図(a)とこの正面模式図を矢印Xs方向から見た側面模式図(b)とである。

図17(b)に示すように、膨出部BT2が凹部PT2に形成され、膨出部BT3が凹部PT3に形成されている。しかし、各膨出部BT2、BT3は、導体線の突出方向面f2の外側までは突出していない。

【0056】

次に、導体線を、凹部PL2あるいは凹部PL3が設けられた脚部の屈曲予定部位で屈曲して、他方の部分コイル24を作製する。

屈曲方向は、凹部PL2の屈曲予定部位では、図17(a)における紙面右側の凹部が設けられた側であり、凹部PL3の屈曲予定部位では、図17(a)における紙面左側の凹部が設けられた側である。

【0057】

図18は、本発明の実施の形態1のユニットコイルにおける、作製された他方の部分コイルの正面模式図(a)と、この正面模式図を矢印Xs方向から見た側面模式図(b)とである。

図18(a)では、電機子鉄心11も示している。

図18(b)に示すように、膨出部BL3が凹部PL3に形成され、膨出部BL2が凹部PL2に形成されている。しかし、各膨出部BL3、BL2も、導体線の突出方向面f2の外側までは突出していない。

【0058】

図19は、本発明の実施の形態1に係わる一方の部分コイルを形成する導体線の各屈曲予定部位に凹部が形成された状態を示す正面模式図(a)と各部位の導体線の断面模式図(b)とである。

図19(a)を図16(a)と比べると、一方の部分コイル23は、導体線における屈曲部予定部位で凹部を形成する角部が、他方の部分コイル24の導体線の角部と、紙面前後方向で逆になっている。

【0059】

すなわち、一方の部分コイル23は、導体線の凹部を形成する角部が異なる以外、他方の部分コイル24と同様にして、作製する。

本実施の形態のユニットコイルの製造方法では、脚部とターン部とに形成される膨出部が、径方向で隣接する他層の脚部およびターン部の膨出部と接触しないユニットコイルを作製できるので、コイルの占積率が向上した、小型高出力の回転電機を製造できる。

【0060】

また、ユニットコイルの隣接する他層との接触面の外側に、膨出部が突出するのを防止する凹部を、ユニットコイルを構成する導体線の角部に設けるので、絶縁被膜のダメージを低減でき、電機子巻線の絶縁信頼性の低下が防止できる。

導体線の角部に凹部を形成する際に、屈曲予定部位における屈曲側面f1と反屈曲側面f3との、凹部形成後の距離W2が凹部形成前の距離W1より大きくなるので、導体線における、電流が流れる方向と直角な断面面積の低下を抑制でき、銅損を低減できる。

この屈曲側面f1と反屈曲側面f3との距離は、ユニットコイルの周方向の幅であるが、屈曲部がスロットの外側であるので、ユニットコイルをスロットに装着するのに影響しない。

【0061】

実施の形態2

図20は、本発明の実施の形態2に係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

図20は、実施の形態1の電機子の図10に相当する。

図20では、第1スロット収納部S1および第2スロット収納部S2のユニットコイルと、第3スロット収納部S3および第4スロット収納部S4のユニットコイルとは、別で

10

20

30

40

50

ある。

本実施の形態の回転電機は、ユニットコイルの構造、特に反結線側コイルエンドにおけるS2側ターン部T2とS3側ターン部T3との構造が異なるが、各ターン部と各脚部が延びる周方向の方向と凹部の位置とが、実施の形態1のユニットコイルと同様であり、実施の形態1の回転電機と同様な効果を有する。

【0062】

図20に示すように、本実施の形態のユニットコイルは、第2スロット収納部S2から延びるS2側ターン部T2の径方向の幅 W_{t2} が、第2スロット収納部S2の径方向の幅 W_{s2} より狭くなっている。また、第3スロット収納部S3から延びるS3側ターン部T3の径方向の幅 W_{t3} が、第3スロット収納部S3の径方向の幅 W_{s3} より狭くなっている。

10

すなわち、周方向に延びる方向が異なる、S2側ターン部T2とS3側ターン部T3との間に径方向の隙間 G_{t2} が設けられている。

【0063】

本実施の回転電機は、ユニットコイルが、周方向に延びる方向が異なる、S2側ターン部T2とS3側ターン部T3との間に径方向の隙間 G_{t2} が設けられているので、第2スロット収納部S2と第3スロット収納部S3とに隙間を設けずに、異相であるS2側ターン部T2とS3側ターン部T3との間に絶縁部材を配置でき、ターン部の絶縁性が向上し、反結線側コイルエンド部の絶縁信頼性が向上する。

【0064】

実施の形態3。

20

図21は、本発明の実施の形態3の係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

図21は、実施の形態1の電機子の図10に相当する。

図21では、第1スロット収納部S1および第2スロット収納部S2のユニットコイルと、第3スロット収納部S3および第4スロット収納部S4のユニットコイルとは、別である。

本実施の形態の回転電機は、ユニットコイルの構造、特に反結線側コイルエンドの構造が異なるが、各ターン部と各脚部が延びる周方向の方向と凹部の位置とが、実施の形態1のユニットコイルと同様であり、実施の形態1の回転電機と同様な効果を有する。

30

【0065】

図21に示すように、本実施の形態のユニットコイルは、第1収納部S1から延びるS1側ターン部T1と第2収納部S2から延びるS2側ターン部T2とが、対応する各スロット収納部S1、S2より径方向の内側になっている。

また、第4スロット収納部S4から延びるS4側ターン部T4と第3収納部S3から延びるS3側ターン部T3とが、対応する各スロット収納部S3、S4より径方向の外側になっている。

【0066】

すなわち、S1側ターン部T1の径方向の内側の面とS4側ターン部T4の径方向の外側の面との間隔 W_{at} が、全スロット収納部の径方向の幅 W_{as} より広がっている。

40

すなわち、各ターン部の径方向の幅 W_t を、対応するスロット収納部Sの径方向の幅 W_s より狭くせずに、S2側ターン部T2とS3側ターン部T3との間に径方向の隙間 G_{t3} を設けている。

また、S1側ターン部T1とS2側ターン部T2との径方向の間にも隙間を設けるとともに、S3側ターン部T3とS4側ターン部T4との径方向の間にも隙間を設けている。

【0067】

したがって、本実施の形態のユニットコイルは、S2側ターン部T2とS3側ターン部T3との径方向の間に隙間 G_{t3} を設けても、各ターン部の電流方向と直交する断面積が、対応するスロット収納部の電流方向と直交する断面積より、小さくなることはない。

本実施の形態では、S1側ターン部T1とS2側ターン部T2との径方向の間、および

50

、S3側ターン部T3とS4側ターン部T4との径方向の間、にも隙間を設けているが、これらの隙間を設けなくても良い。

【0068】

本実施の回転電機は、ユニットコイルが、周方向に延びる方向が異なるS2側ターン部T2とS3側ターン部T3との間に径方向の隙間Gt3を設けており、第2スロット収納部S2と第3スロット収納部S3とに隙間を設けずに、異相であるS2側ターン部T2とS3側ターン部T3との間に絶縁部材を配置できるので、ターン部の絶縁性が向上し、反結線側コイルエンド部の絶縁信頼性が向上する。

また、各ターン部の電流方向と直交する断面積が、対応する各スロット収納部の断面積より小さくならないので、銅損による回転電機の出力低下が防止できる。

10

【0069】

実施の形態4

図22は、本発明の実施の形態4に係わる回転電機の主要部である電機子と回転子とを示す斜視模式図である。

本実施の形態の回転電機は、電機子60の構造が異なる以外、実施の形態1の回転電機100と同様である。

図22に示すように、本実施の形態の電機子60も、電機子鉄心61と電機子巻線70とを備えている。

そして、電機子鉄心61は、電機子鉄心61を周方向で24等分に分割した鉄心ブロック61aで形成されている。

20

【0070】

図23は、本発明の実施の形態4に係わる電機子の電機子鉄心を形成する鉄心ブロックの斜視模式図である。

図23に示すように、鉄心ブロック61aは、所定枚数の電磁鋼板の鉄心ブロック片を積層一体化して作製されており、軸方向の面が円弧状のコアバック形成部62dと、コアバック形成部62dの内周壁面から径方向内方に突出している2本のティース62bとを備えている。

【0071】

すなわち、電機子鉄心61は、鉄心ブロック61aをコアバック形成部62dの端面を接触させて環状に配列することにより形成されている。そして、コアバック形成部62dが連なって、電機子鉄心61のコアバック部となっている。

30

また、1個の鉄心ブロック61aの2本のティース62bの間と、周方向で隣接している鉄心ブロック61aのティース62bの間とが、スロット62cになっている。

そして、ティース62bの周方向の幅が径方向内方に向かって漸次狭くなる先細りの形状であるので、スロット62cは、軸方向から見た面の形状が長方形となっている。

【0072】

図24は、本発明の実施の形態4に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの正面模式図である。

図25は、図24のユニットコイルを矢印Yoの方向から見た模式図である。

図26は、本発明の実施の形態4に係わる回転電機の電機子巻線を構成するユニットコイルの斜視模式図である。

40

【0073】

図24から図26に示すように、本実施の形態のユニットコイル71は、例えば、接続部がなく連続しており且つエナメル樹脂で絶縁被覆された銅線あるいはアルミニウム線などからなる、断面が平角状の1本の導体線を屈曲して形成した、2個の亀甲部が幅方向で並ぶ形状になっている。

電機子巻線70は、ユニットコイル71を周方向に48個を連続的に連ねて並べることにより、形成される。

電機子60は、電機子巻線70に鉄心ブロック61aを径方向の外側から挿入することにより形成される。

50

【 0 0 7 4 】

また、ユニットコイル 7 1 は、スロット 1 2 c に収納される直棒状の 6 個のスロット収納部で形成されており、1 層目となる第 1 スロット収納部 S 7 1 と 2 層目となる第 2 スロット収納部 S 7 2 と 3 層目となる第 3 スロット収納部 S 7 3 と 4 層目となる第 4 スロット収納部 S 7 4 と 5 層目となる第 5 スロット収納部 S 7 5 と 6 層目となる第 6 スロット収納部 S 7 6 を備えている。

そして、第 1 スロット収納部 S 7 1 と第 3 スロット収納部 S 7 3 と第 5 スロット収納部 S 7 5 とは、周方向において同じ位置にある。

【 0 0 7 5 】

また、第 2 スロット収納部 S 7 2 は、第 1 スロット収納部 S 7 1 より、周方向一方側で 1 磁極ピッチ P に相当する 6 スロット角度間隔だけ離れており、第 6 スロット収納部 S 7 6 は、第 5 スロット収納部 S 7 5 より、周方向一方側で 1 磁極ピッチ P に相当する 6 スロット角度間隔だけ離れている。

また、第 4 スロット収納部 S 7 4 は、第 3 スロット収納部 S 7 3 より、周方向他方側で 1 磁極ピッチ P に相当する 6 スロット角度間隔だけ離れている。

【 0 0 7 6 】

また、ユニットコイル 7 1 は、第 1 スロット収納部 S 7 1 と第 2 スロット収納部 S 7 2 との間、第 2 スロット収納部 S 7 2 と第 3 スロット収納部 S 7 3 との間、第 3 スロット収納部 S 7 3 と第 4 スロット収納部 S 7 4 との間、第 4 スロット収納部 S 7 4 と第 5 スロット収納部 S 7 5 との間、第 5 スロット収納部 S 7 5 と第 6 スロット収納部 S 7 6 との間、各々を一体連結する接続部のない連続した各ターン部を有している。

また、第 1、第 6 スロット収納部 S 7 1、S 7 6 から個別に突出して周方向の外側に且つ互いに逆方向へ屈曲された 2 つの脚部 L (S 7 1 側脚部 L 7 1、S 7 6 側脚部 L 7 6) を有している。

【 0 0 7 7 】

また、第 1 スロット収納部 S 7 1 から突出した S 7 1 側脚部 L 7 1 の末端部分は、第 1 スロット収納部 S 7 1 より、周方向他方側で半磁極ピッチ (= P / 2) 分だけ距離が離れている。第 6 スロット収納部 S 7 6 から突出した S 7 6 側脚部 L 7 6 の末端部分は、第 6 スロット収納部 S 7 6 より、周方向一方側で半磁極ピッチ (= P / 2) 分だけ距離が離れている。

S 7 1 側脚部 L 7 1 の末端部分および S 7 6 側脚部 L 7 6 の末端部分は、溶接等の接合手段により、他のユニットコイルまたは中性点または給電部に接続される。

【 0 0 7 8 】

第 1 スロット収納部 S 7 1 と第 2 スロット収納部 S 7 2 との間のターン部は、図 2 4 と図 2 6 とにおいて紙面下側にある、第 1 スロット収納部 S 7 1 側の S 7 1 側第 1 ターン部 T 7 1 a と第 2 スロット収納部 S 7 2 側の S 7 2 側第 1 ターン部 T 7 2 a とで形成されている。

第 2 スロット収納部 S 7 2 と第 3 スロット収納部 S 7 3 との間のターン部は、図 2 4 と図 2 6 とにおいて紙面上側にある、第 2 スロット収納部 S 7 2 側の S 7 2 側第 2 ターン部 T 7 2 b と第 3 スロット収納部 S 7 3 側の S 7 3 側第 2 ターン部 T 7 3 b とで形成されている。

【 0 0 7 9 】

第 3 スロット収納部 S 7 3 と第 4 スロット収納部 S 7 4 との間のターン部は、図 2 4 と図 2 6 とにおいて紙面下側にある、第 3 スロット収納部 S 7 3 側の S 7 3 側第 1 ターン部 T 7 3 a と第 4 スロット収納部 S 7 4 側の S 7 4 側第 1 ターン部 T 7 4 a とで形成されている。

【 0 0 8 0 】

第 4 スロット収納部 S 7 4 と第 5 スロット収納部 S 7 5 との間のターン部は、図 2 4 と図 2 6 とにおいて紙面上側にある、第 4 スロット収納部 S 7 4 側の S 7 4 側第 2 ターン部 T 7 4 b と第 5 スロット収納部 S 7 5 側の S 7 5 側第 2 ターン部 T 7 5 b とで形成されて

10

20

30

40

50

いる。

第5スロット収納部S75と第6スロット収納部S76との間のターン部は、図24と図26とにおいて紙面下側にある、第5スロット収納部S75側のS75側第1ターン部T75aと第6スロット収納部S76側のS76側第1ターン部T76aとで形成されている。

【0081】

そして、図24と図26とにおいて紙面上側にある、S72側第2ターン部T72bとS73側第2ターン部T73bとS74側第2ターン部T74bとS75側第2ターン部T75bとは、S71側脚部L71とS76側脚部L76とがある側であり、S71側脚部L71とS76側脚部L76とともに、ユニットコイル71の結線側コイルエンドである。

10

また、図24と図26とにおいて紙面下側にある、S71側第1ターン部T71aとS72側第1ターン部T72aとS73側第1ターン部T73aとS74側第1ターン部T74aとS75側第1ターン部T75aとS76側第1ターン部T76aとは、ユニットコイル71の反結線側コイルエンドである。

【0082】

図27は、本発明の実施の形態4に係わる電機子において、複数個のユニットコイルが電機子鉄心のスロットに配置されている状態を示す結線側コイルエンドの側の平面模式図である。

図27では、電機子鉄心61において円環状に配列しているティース62bおよびスロット62cを、説明の都合上、展開して直線状に配列させている。それと、説明の都合上、各スロット62cに、図面の左から右に向けて順番に通し番号をつけている。

20

【0083】

図27は、電機子鉄心61に配置されているユニットコイル71を、図24において矢印Y0で示す結線側コイルエンドの側から見た図である。

図27では、実線で示す各スロット収納部から延びる結線側コイルエンドの脚部とターン部とが紙面前方側になり、点線で示す各スロット収納部から延びる反結線側コイルエンドのターン部が紙面後方になっている。

【0084】

図27に示すように、本実施の形態の電機子60では、例えば、7番目のスロット62cに、第1スロット収納部S71と第3スロット収納部S73と第5スロット収納部S75とを配置したユニットコイル71は、第2スロット収納部S72と第6スロット収納部S76とを、周方向一方側で1磁極ピッチPに相当する6スロット角度間隔だけ離れている1番目のスロット62cに配置しており、第4スロット収納部S74を、周方向他方側で1磁極ピッチPに相当する6スロット角度間隔だけ離れている13番目のスロット62cに配置している。

30

【0085】

そして、7番目のスロット62cには、周方向他方側にある別のユニットコイル71の、第2スロット収納部S72と第6スロット収納部S76とが配置されており、周方向一方側にある別のユニットコイル71の第4スロット収納部S74が配置されている。

40

すなわち、7番目のスロット62cには、電機子鉄心61のコアバック部の側から開口側に向かって、第6スロット収納部S76 第5スロット収納部S75 第4スロット収納部S74 第3スロット収納部S73 第2スロット収納部S72 第1スロット収納部S71の順にスロット収納部が並んでいる。

他のスロット62cにおいても、同様にして各スロット収納部が配置されている。

【0086】

図28は、図27の電機子のE-E断面の模式図である。

図29は、図28を、矢印Y0方向から見た結線側コイルエンド側の模式図(a)と矢印Yu方向から見た反結線側コイルエンド側の模式図(b)とである。

図28には、ユニットコイル71が配置される電機子鉄心61も示しており、電機子鉄

50

心 6 1 から延びている上側部分が、ユニットコイルにおける結線側コイルエンドの、脚部とターン部となっており、電機子鉄心 6 1 から延びている下側部分が、ユニットコイルにおける反結線側コイルエンド側のターン部となっている。

図 2 8 では、後述する凹部の位置にある膨出部以外は省略して図示していない。

【 0 0 8 7 】

また、図 2 8 は、図 2 7 を紙面右側から見た図であり、S 7 1 側脚部 L 7 1 と S 7 2 側第 2 ターン部 T 7 2 b と S 7 5 側第 2 ターン部 T 7 5 b と S 7 2 側第 1 ターン部 T 7 2 a と S 7 3 側第 1 ターン部 T 7 3 a と S 7 6 側第 1 ターン部 T 7 6 a とが、共に紙面前方側に屈曲している。

また、S 7 3 側第 2 ターン部 T 7 3 b と S 7 4 側第 2 ターン部 T 7 4 b と S 7 6 側脚部 L 7 6 と S 7 1 側第 1 ターン部 T 7 1 a と S 7 4 側第 1 ターン部 T 7 4 a と S 7 5 側第 1 ターン部 T 7 5 a とが、共に紙面後方側に屈曲している。

【 0 0 8 8 】

すなわち、図 2 8 と図 2 9 (a) とに示すように、結線側コイルエンドでは、隣接する S 7 1 側脚部 L 7 1 と S 7 2 側第 2 ターン部 T 7 2 b とが、同方向の紙面前方側に屈曲しており、S 7 3 側第 2 ターン部 T 7 3 b と S 7 4 側第 2 ターン部 T 7 4 b とが、同方向の紙面後方側に屈曲している。

【 0 0 8 9 】

そして、周方向で同方向に屈曲しており且つ径方向で重なっている、S 7 1 側脚部 L 7 1 と S 7 2 側第 2 ターン部 T 7 2 b との、屈曲部位におけるお互いの対向面には、凹部 P L 7 1 と凹部 P T 7 2 b とが設けられており、凹部 P L 7 1 と凹部 P T 7 2 b とは、径方向で対向している。また、周方向で同方向に屈曲しており且つ径方向で重なっている、S 7 3 側第 2 ターン部 T 7 3 b と S 7 4 側第 2 ターン部 T 7 4 b との、屈曲部位におけるお互いの対向面には、凹部 P T 7 3 b と凹部 P T 7 4 b とが設けられており、凹部 P T 7 3 b と凹部 P T 7 4 b とは、径方向で対向している。

【 0 0 9 0 】

また、図 2 8 と図 2 9 (b) とに示すように、反結線側コイルエンドでは、隣接する S 7 2 側第 1 ターン部 T 7 2 a と S 7 3 側第 1 ターン部 T 7 3 a とが、同方向の紙面前方側に屈曲しており、S 7 4 側第 1 ターン部 T 7 4 a と S 7 5 側第 1 ターン部 T 7 5 a とが、同方向の紙面後方に屈曲している。

【 0 0 9 1 】

そして、周方向で同方向に屈曲しており且つ径方向で重なっている、S 7 2 側第 1 ターン部 T 7 2 a と S 7 3 側第 1 ターン部 T 7 3 a との、屈曲部位におけるお互いの対向面には、凹部 P T 7 2 a と凹部 P T 7 3 a とが設けられており、凹部 P T 7 2 a と凹部 P T 7 3 a とは、径方向で対向している。また、周方向で同方向に屈曲しており且つ径方向で重なっている、S 7 4 側第 1 ターン部 T 7 4 a と S 7 5 側第 1 ターン部 T 7 5 a との、屈曲部位におけるお互いの対向面には、凹部 P T 7 4 a と凹部 P T 7 5 a とが設けられており、凹部 P T 7 4 a と凹部 P T 7 5 a とは、径方向で対向している。

本実施の形態において、対向面に設けられた凹部とは、脚部およびターン部の屈曲部位における、例えば、屈曲側の面と対向する面とでなす角部に設けられる凹部である。

【 0 0 9 2 】

本実施の形態の電機子は、ユニットコイル 7 1 が、各コイル収納部から結線側コイルエンド側に延びており且つ径方向で重なっている、脚部とターン部およびターン部同士の、屈曲部位におけるお互いの対向面に、凹部が形成されている。

また、各コイル収納部から反結線側コイルエンド側に延びており且つ径方向で重なっているターン部同士の、屈曲部位におけるお互いの対向面に、凹部が形成されている。

すなわち、S 7 1 側脚部 L 7 1 と S 7 2 側第 1 ターン部 T 7 2 a と S 7 3 側第 2 ターン部 T 7 3 b と S 7 4 側第 1 ターン部 T 7 4 a との各屈曲部における、径方向外側の面に凹部が形成されている。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

また、S72側第2ターン部T72bとS73側第1ターン部T73aとS74側第2ターン部T74bとS75側第1ターン部T75aとの各屈曲部における、径方向内側の面に凹部が形成されている。

したがって、各屈曲部位の径方向の面に発生する径方向の膨出部のうち、各重ねあっている対向面の膨出部BL71、BT72b、BT73b、BT74b、BT72a、BT73a、BT74a、BT75aは、各凹部PL71、PT72b、PT73b、PT74b、PT72a、PT73a、PT74a、PT75aに発生するので、各対向面の外側には突出しない。

【0094】

また、図29に示すように、隣接しているが、コイル収納部から周方向に延びる方向が異なる脚部とターン部およびターン部同士の屈曲部位に発生する径方向の膨出部は、周方向でずれており、径方向で重なることがない。

10

すなわち、本実施の形態の電機子では、コイル収納部から周方向に延びる方向が異なる脚部とターン部およびターン部同士は、もちろん、コイル収納部から周方向に延びる方向が同じである脚部とターン部およびターン部同士も、径方向の隙間を小さくできるので、スロットに配置された各スロット収納部の径方向の隙間を小さくでき、コイルの占積率を向上させて回転電機の小型高出力化を実現できる。

【0095】

本実施の形態のユニットコイルは、凹部を屈曲側の面と対向面とでなる角部に形成しており、屈曲部の全体を薄くしたり、屈曲する時に膨出部の発生を外側から規制する必要がないので、絶縁被膜に対するダメージを小さくでき、電機子巻線の絶縁性低下を防止できる。

20

本実施の形態のユニットコイルは、1本の導体線で形成され、且つ亀甲部が2個あるので、溶接点数を低減でき、生産性を向上できる。

また、ターン部は軸方向で1層であるので、各コイルエンドの高さを低減でき、回転電機を小型化できる。

【0096】

実施の形態5

図30は、本発明の実施の形態5に係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

30

図30は、実施の形態4の電機子の図28に相当する。

本実施の形態の回転電機は、ユニットコイルの構造、特に結線側コイルエンドと反結線側コイルエンドとの構造が実施の形態4のユニットコイルと異なるが、各ターン部と各脚部が延びる周方向の方向と凹部の位置とが、実施の形態4のユニットコイルと同様であり、実施の形態4の回転電機と同様な効果を有する。

【0097】

図30に示すように、本実施の形態のユニットコイルは、1層目となる第1スロット収納部から延びるS71側第1ターン部T71aの径方向の幅W11が、第1スロット収納部S71の径方向の幅Wb1より狭くなっている。

また、2層目となる第2スロット収納部S72から延びる、S72側第1ターン部T72aの径方向の幅W12とS72側第2ターン部T72bの径方向の幅W13とが、第2スロット収納部S72の径方向の幅Wb2より狭くなっている。

40

【0098】

また、3層目となる第3スロット収納部S73から延びる、S73側第1ターン部T73aの径方向の幅W14とS73側第2ターン部T73bの径方向の幅W15とが、第3スロット収納部S73の径方向の幅Wb3より狭くなっている。

また、4層目となる第4スロット収納部S74から延びる、S74側第1ターン部T74aの径方向の幅W16とS74側第2ターン部T74bの径方向の幅W17とが、第4スロット収納部S74の径方向の幅Wb4より狭くなっている。

【0099】

50

また、5層目となる第5スロット収納部S75から延びる、S75側第1ターン部T75aの径方向の幅W18とS75側第2ターン部T75bの径方向の幅W19とが、第5スロット収納部S75の径方向の幅Wb5より狭くなっている。

また、6層目となる第6スロット収納部S76から延びる、S76側第1ターン部T76aの径方向の幅W20とS76側脚部L76の径方向の幅W21とが、第6のスロット収納部S76の径方向の幅Wb6より狭くなっている。

【0100】

すなわち、本実施の形態のユニットコイルは、各脚部および各ターン部の径方向の幅を、延びる元のスロット収納部の径方向の幅より小さくしており、反結線側コイルエンドでは、スロットにセットされた状態において延びる方向が周方向で異なるとともに径方向で隣りあっている、S71側第1ターン部T71aとS72側第1ターン部T72aとの間、S73側第1ターン部T73aとS74側第1ターン部T74aとの間、S75側第1ターン部T75aとS76側第1ターン部T76aとの間、に隙間Gt5を設けている。

10

【0101】

また、結線側コイルエンドでも、スロットにセットされた状態において延びる方向が周方向で異なるとともに径方向で隣りあっている、S72側第2ターン部T72bとS73側第2ターン部T73bとの間、S74側第2ターン部T74bとS75側第2ターン部T75bとの間、S75側第2ターン部T75bとS76側脚部L76との間、に隙間Gt5を設けている。

本実施の回転電機は、ユニットコイルが上記のような構造であるので、隙間Gt5に絶縁部材を配置することができ、各コイルエンドにおける絶縁性がさらに向上する。

20

【0102】

実施の形態6.

図31は、本発明の実施の形態6に係わる回転電機のスロットに装着されたユニットコイルの周方向の断面模式図である。

図31は、実施の形態4の電機子の図28に相当する。

本実施の形態の回転電機は、ユニットコイルの構造、特に結線側コイルエンドと反結線側コイルエンドとの構造が実施の形態4のユニットコイルと異なるが、各ターン部と各脚部が延びる周方向の方向と凹部の位置とが、実施の形態4のユニットコイルと同様であり、実施の形態4の回転電機と同様な効果を有する。

30

【0103】

図31に示すように、本実施の形態のユニットコイルは、1層目となる第1スロット収納部S71から延びるS71側脚部L71とS71側第1ターン部T71aとが、第1スロット収納部S71より径方向の内方にあり、2層目となる第2スロット収納部S72から延びるS72側第2ターン部T72bが第2スロット収納部S72より径方向の内方にある。

【0104】

また、6層目となる第6スロット収納部S76から延びるS76側脚部L76とS76側第1ターン部T76aとが、第6スロット収納部S76より径方向の外方にあり、5層目となる第5スロット収納部S75から延びるS75側第2ターン部T75bが第5スロット収納部S75より径方向の外方にある。

40

また、3層目となる第3スロット収納部S73と4層目となる第4スロット収納部S74との間に隙間を設けている。

【0105】

すなわち、結線側コイルエンドにおけるL71とL76との両脚部間の径方向の間隔Weと反結線側コイルエンドにおけるT71aとT76aとの両ターン部間の径方向の間隔Wfが、全スロット収納部が積層されている部分の径方向の幅Wbsより広がっている。

したがって、本実施の形態のユニットコイルは、結線側コイルエンドにおいて、S72側第2ターン部T72bとS73側第2ターン部T73bとの径方向の間、S74側第2

50

ターン部 T 7 4 b と S 7 5 側第 2 ターン部 T 7 5 b との径方向の間、S 7 5 側第 2 ターン部 T 7 5 b と S 7 6 側脚部 L 7 6 との径方向の間と、S 7 3 側第 2 ターン部 T 7 3 b と S 7 4 側第 2 ターン部 T 7 4 b との径方向の間、に隙間 G t 6 を設けているが、電流方向と直交する、各ターン部および各脚部の断面積を各スロット収納部の断面積より小さくしていない。

【 0 1 0 6 】

また、反結線側コイルエンドにおいて、S 7 1 側第 1 ターン部 T 7 1 a と S 7 2 側第 1 ターン部 T 7 2 a との径方向の間、S 7 5 側第 1 ターン部 T 7 5 a と S 7 6 側第 1 ターン部 T 7 6 a との径方向の間、S 7 3 側第 1 ターン部 T 7 3 a と S 7 4 側第 1 ターン部 T 7 4 a との径方向の間、に隙間 G t 6 を設けているが、電流方向と直交する、各ターン部の断面積を各スロット収納部の断面積より小さくしていない。

10

【 0 1 0 7 】

本実施の形態の回転電機は、ユニットコイルが、少なくとも周方向に延びる方向が異なる脚部とターン部との間およびターン部同士の間隙に隙間 G t 6 を設けているので、隙間 G t 6 に絶縁部材を配置することができ、各コイルエンドにおける絶縁性がさらに向上する。

また、脚部およびターン部の断面積が、スロット収納部の断面積と変わらないので、銅損による回転電機の出力低下が防止できる。

また、ユニットコイルが、実施の形態 4 のユニットコイルと同様な屈曲部位に同様な凹部が設けられており、全スロット収納部の積層部における径方向の幅 $W b s$ を小さくできるので、コイルの占積率を向上でき、回転電機の小型高出力化を実現できる。

20

【 0 1 0 8 】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

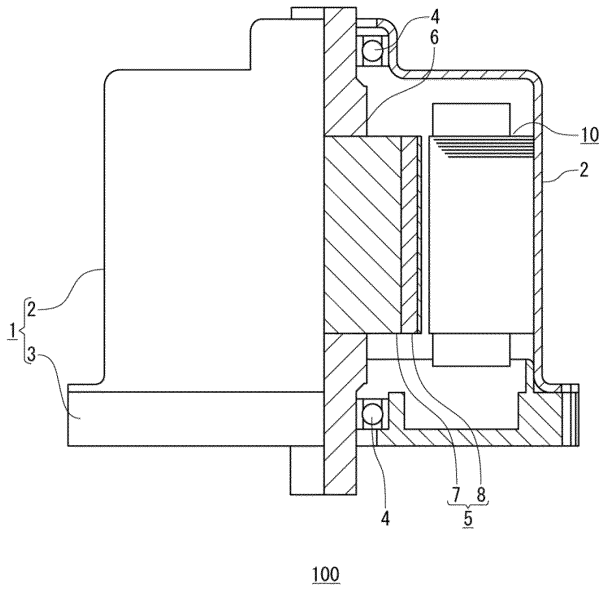
【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 0 9 】

本発明の回転電機は、小型高出力化を実現できるので、高性能化が要求される産業用機器に用いることができる。

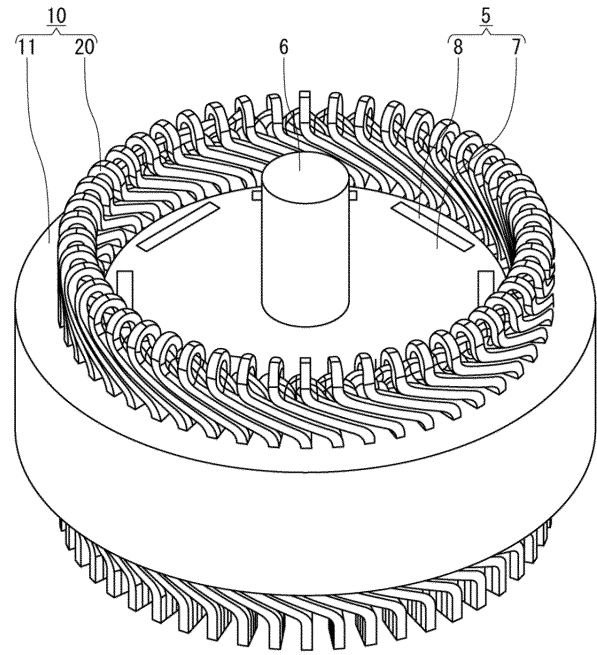
【図1】

図1



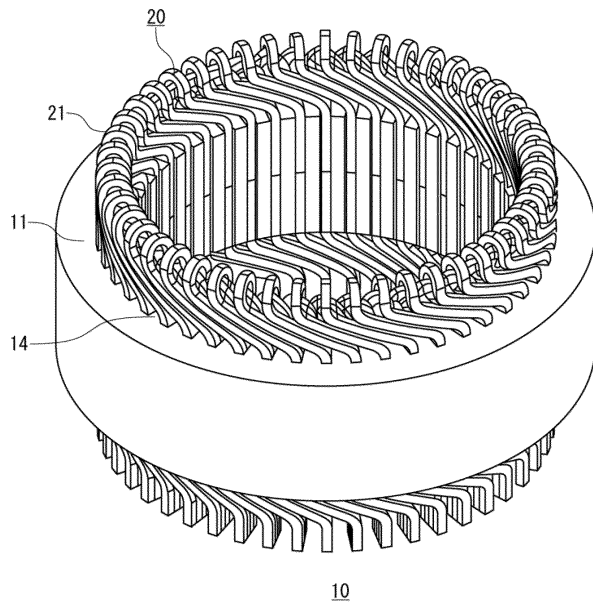
【図2】

図2



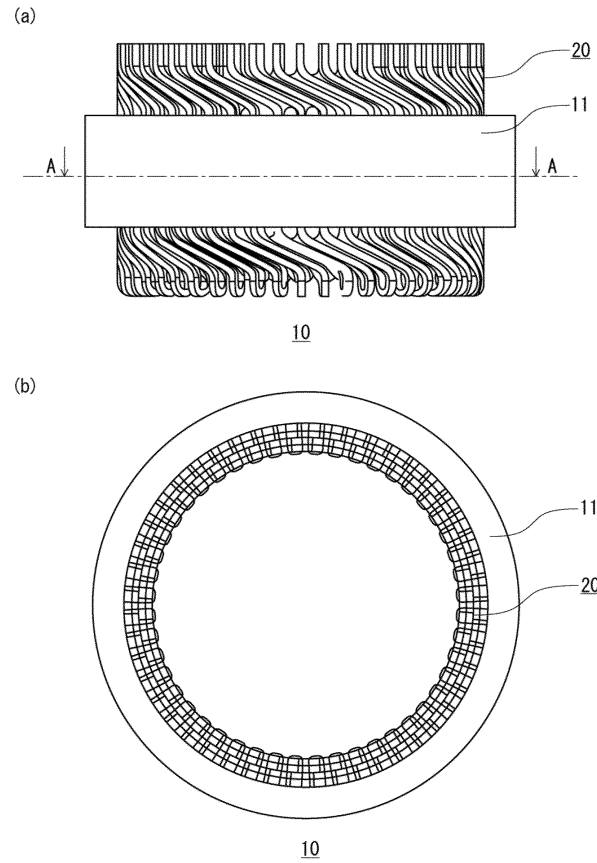
【図3】

図3



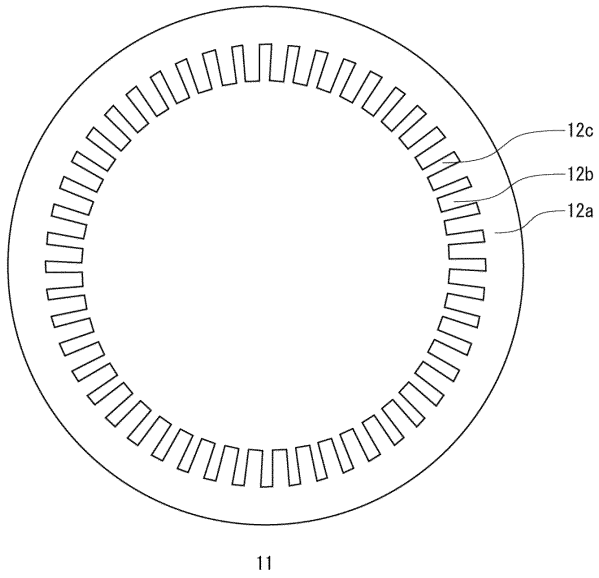
【図4】

図4



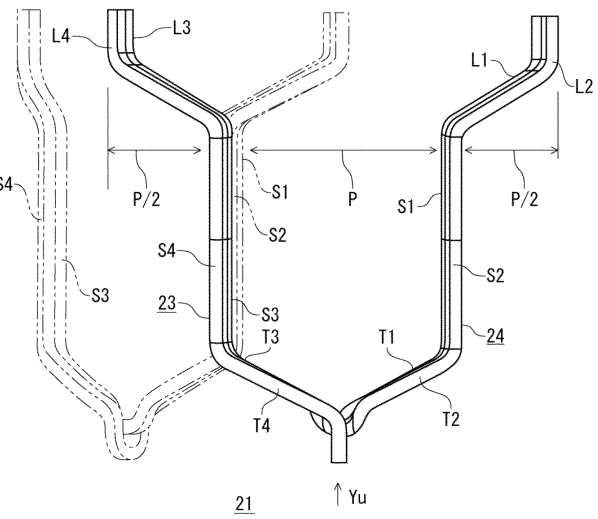
【図5】

図5



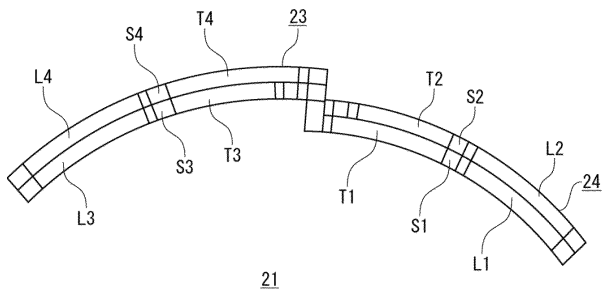
【図6】

図6



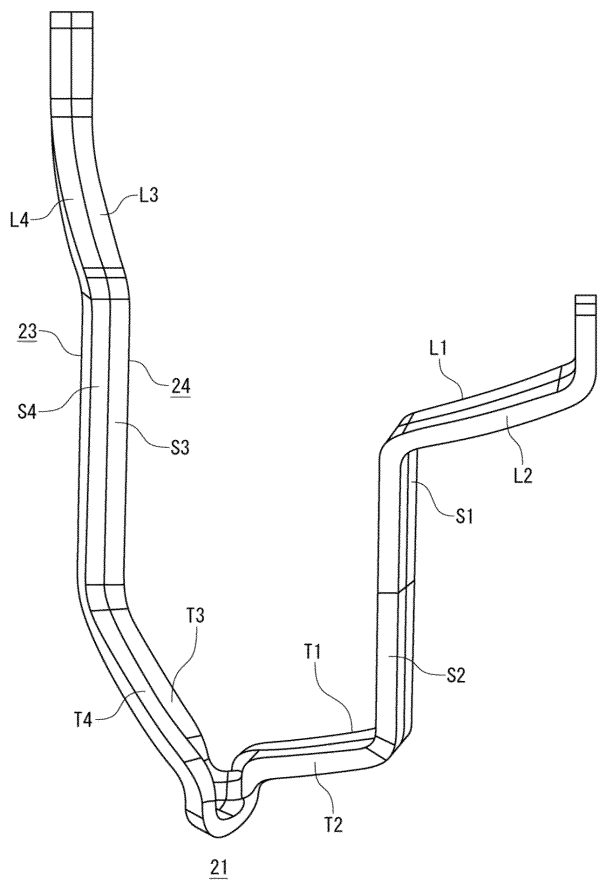
【図7】

図7



【図8】

図8



【 図 9 】

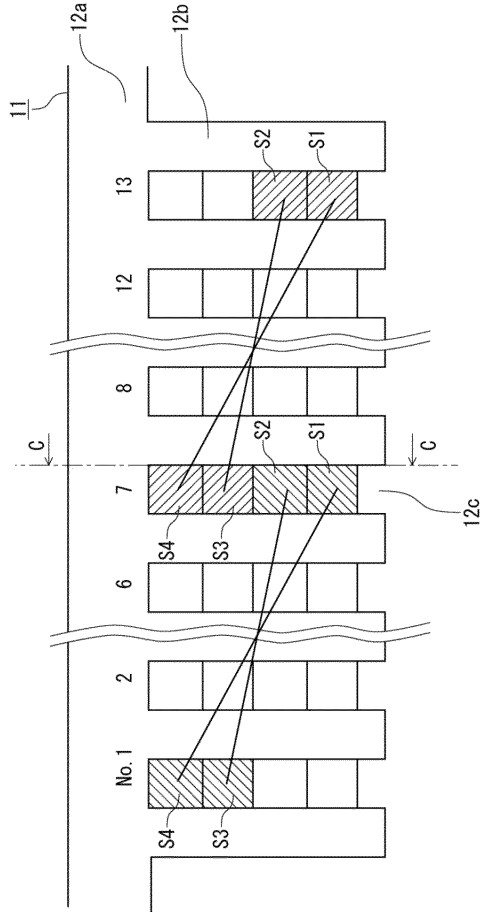
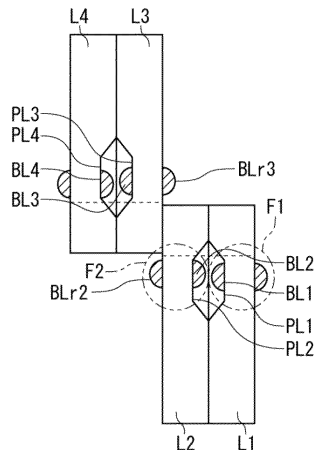


図9

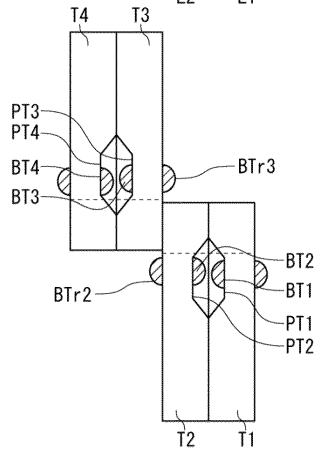
【 図 1 1 】

図11

(a)

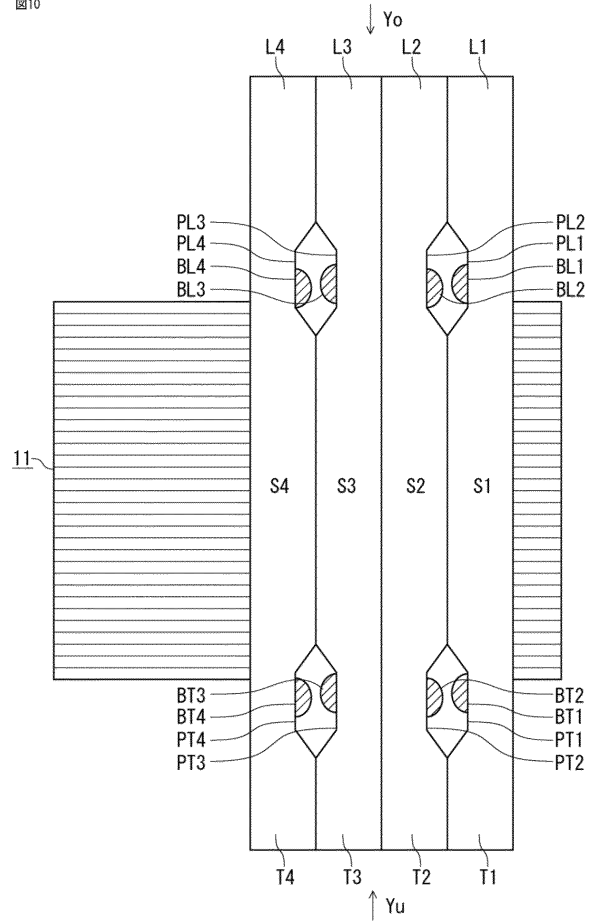


(b)



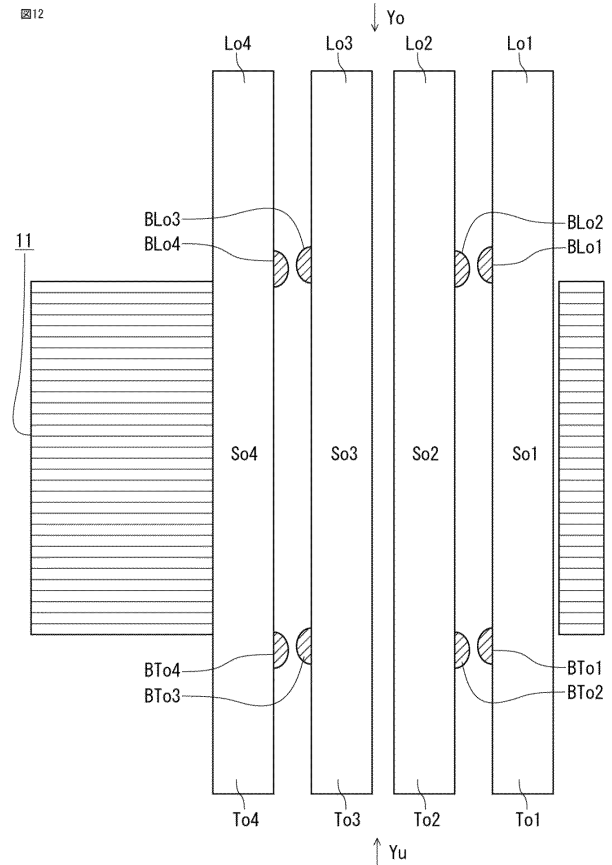
【 図 1 0 】

図10



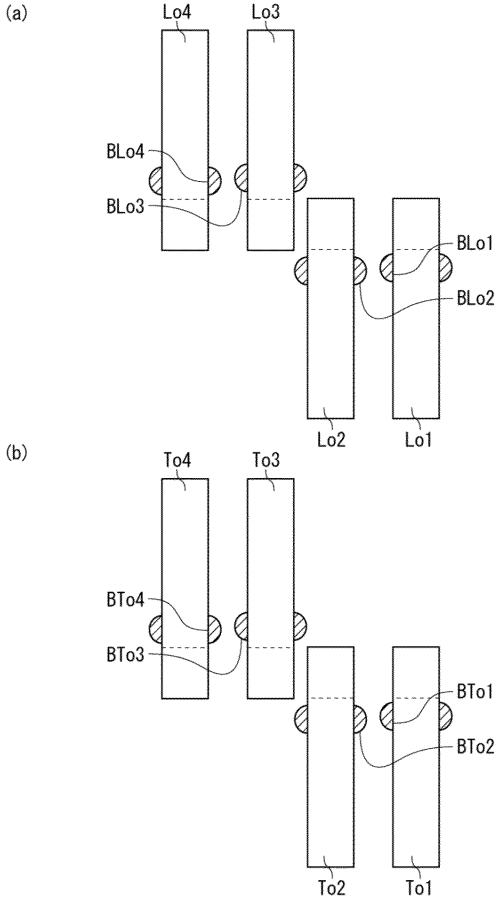
【 図 1 2 】

図12



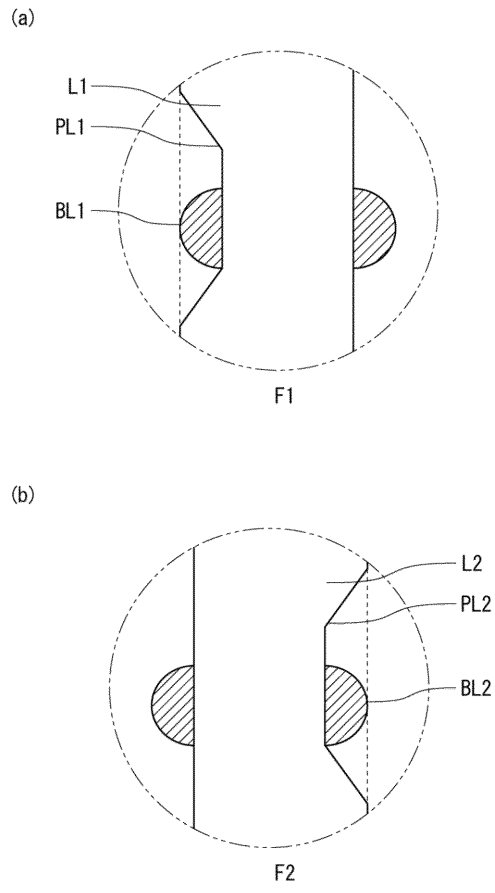
【図13】

図13



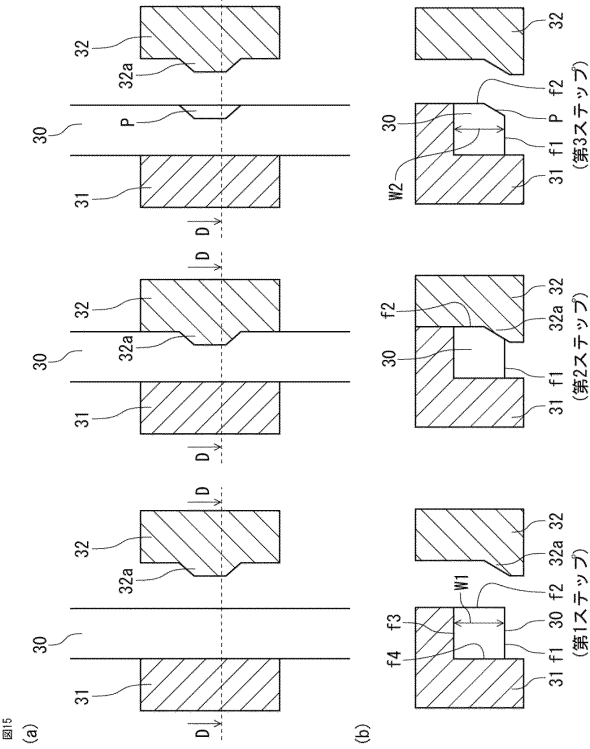
【図14】

図14



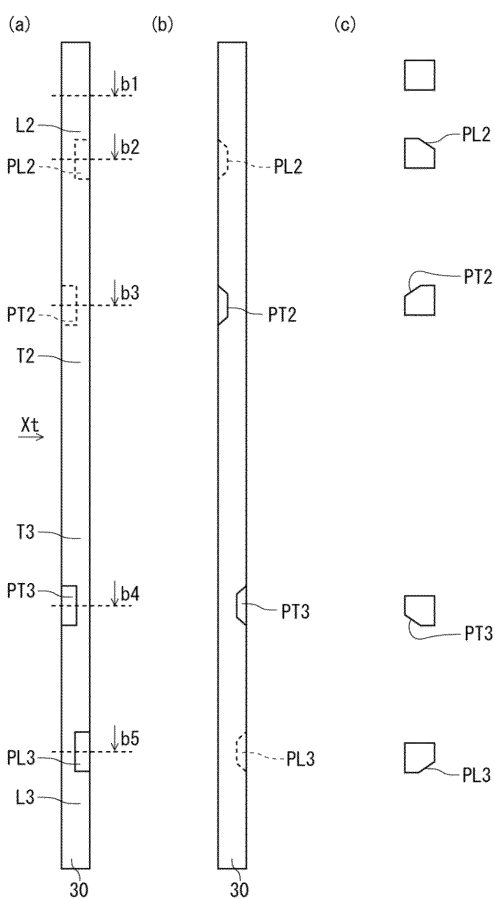
【図15】

図15

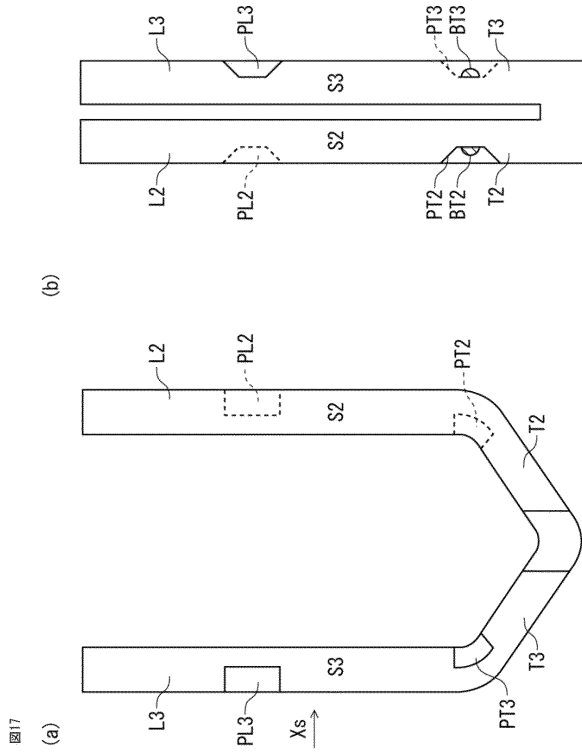


【図16】

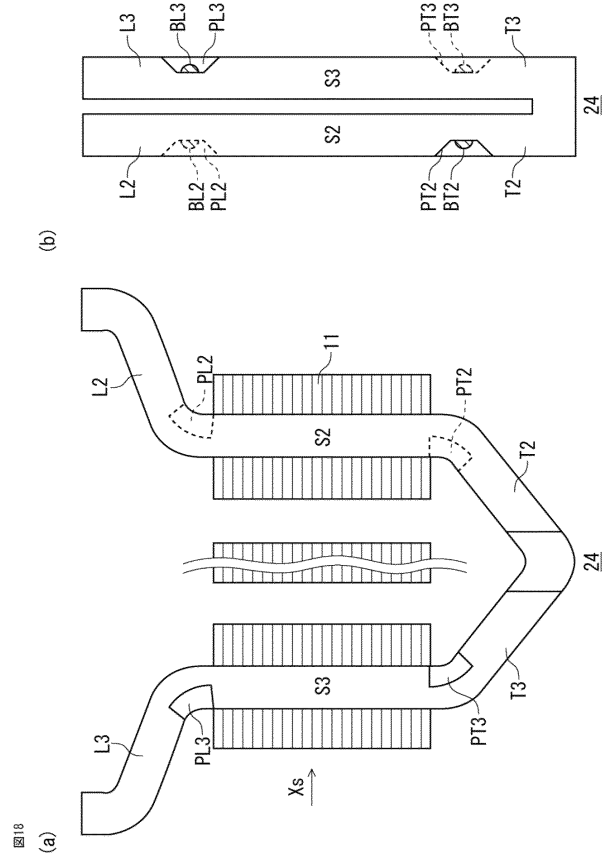
図16



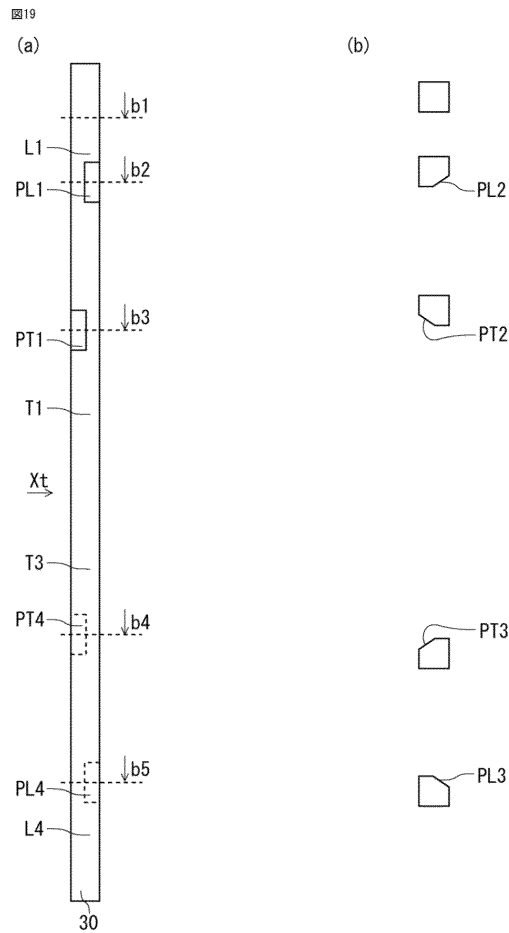
【 図 17 】



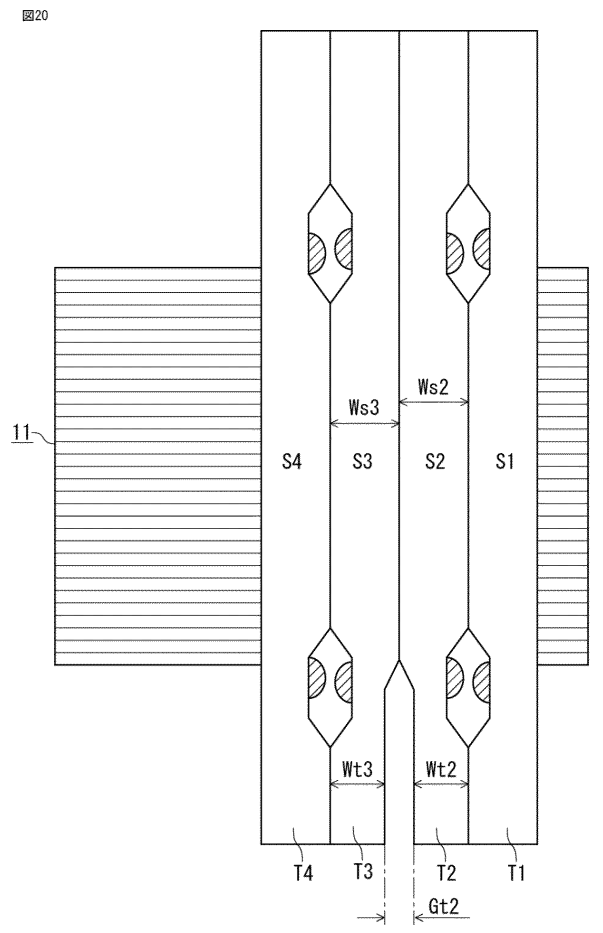
【 図 18 】



【 図 19 】

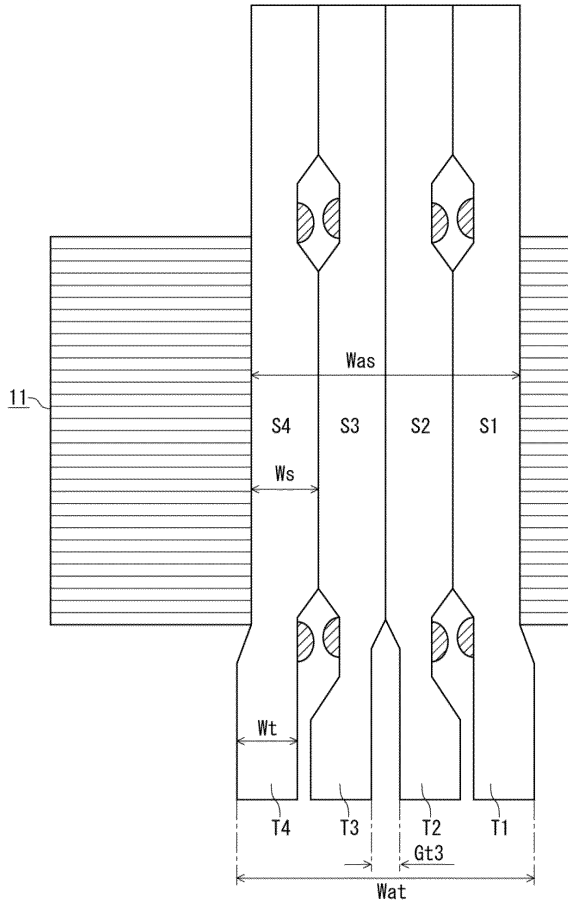


【 図 20 】



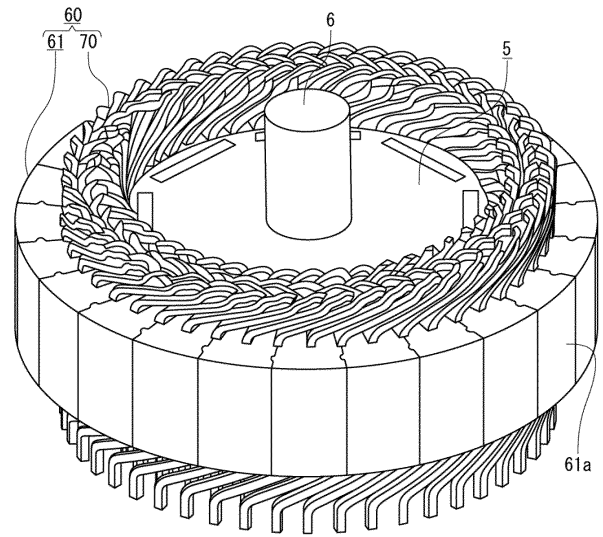
【 2 1 】

21



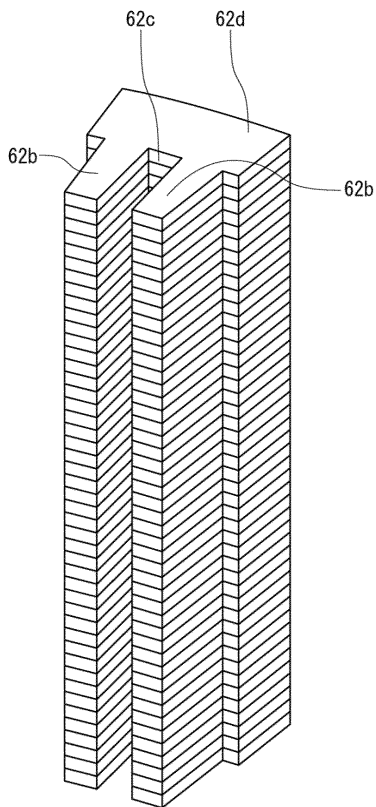
【 2 2 】

22



【 2 3 】

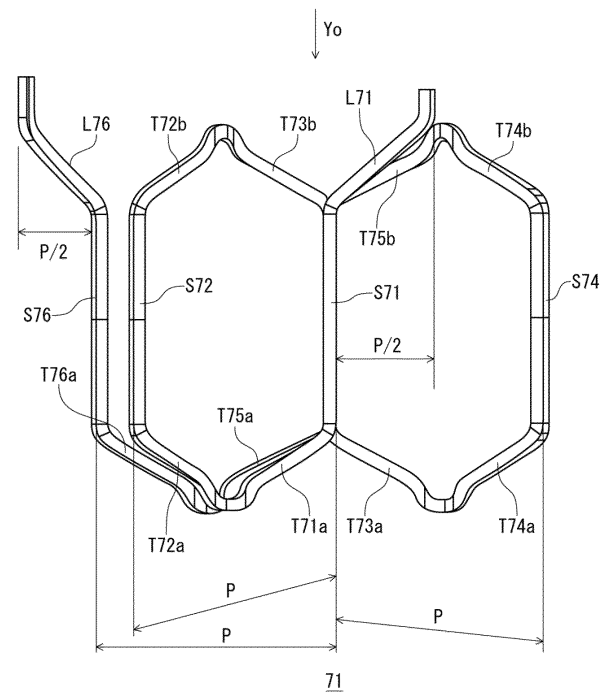
23



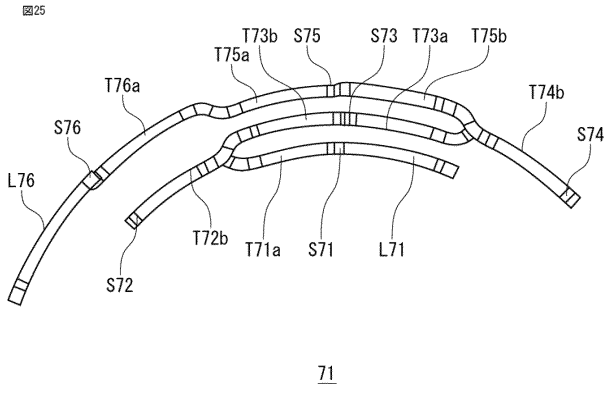
61a

【 2 4 】

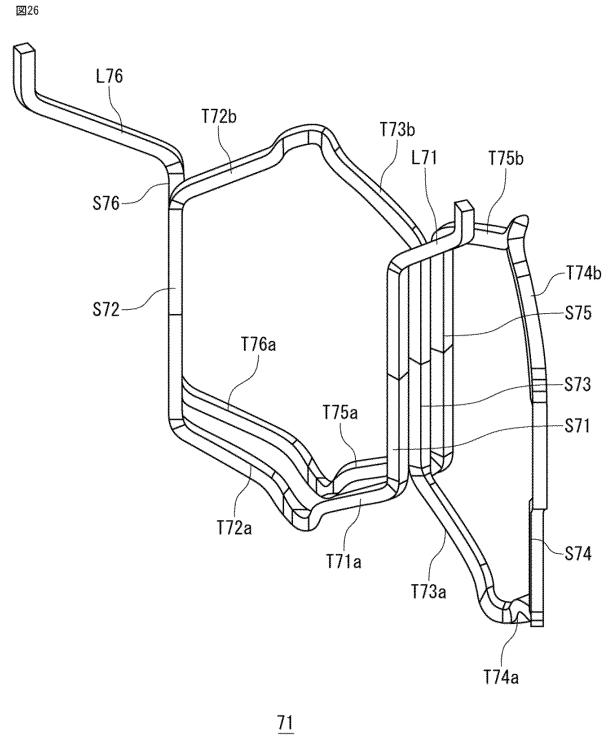
24



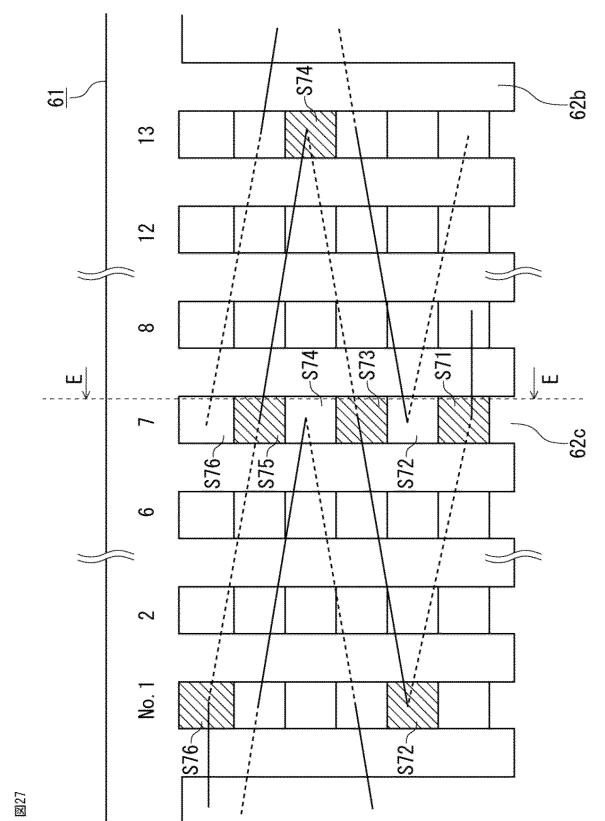
【図25】



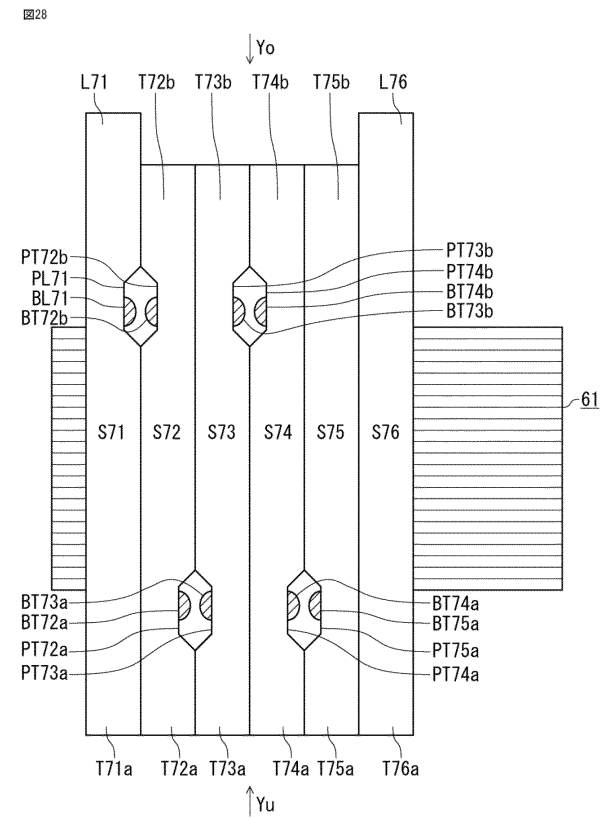
【図26】



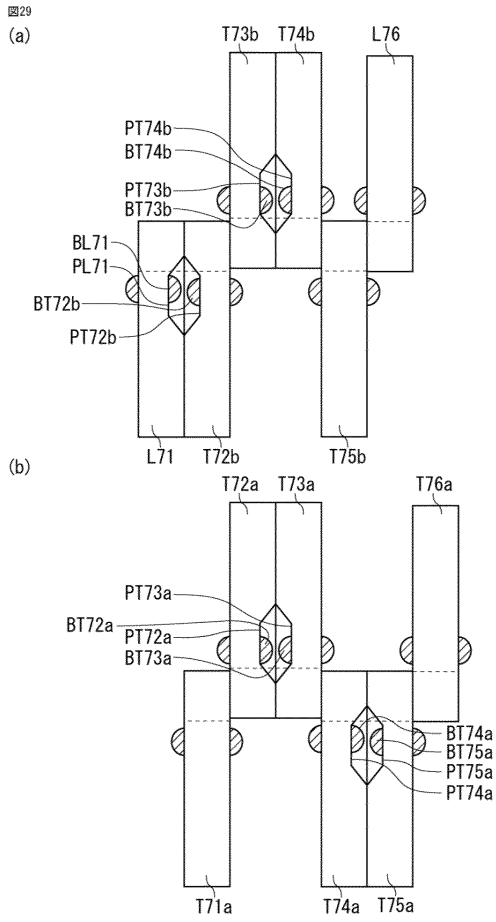
【図27】



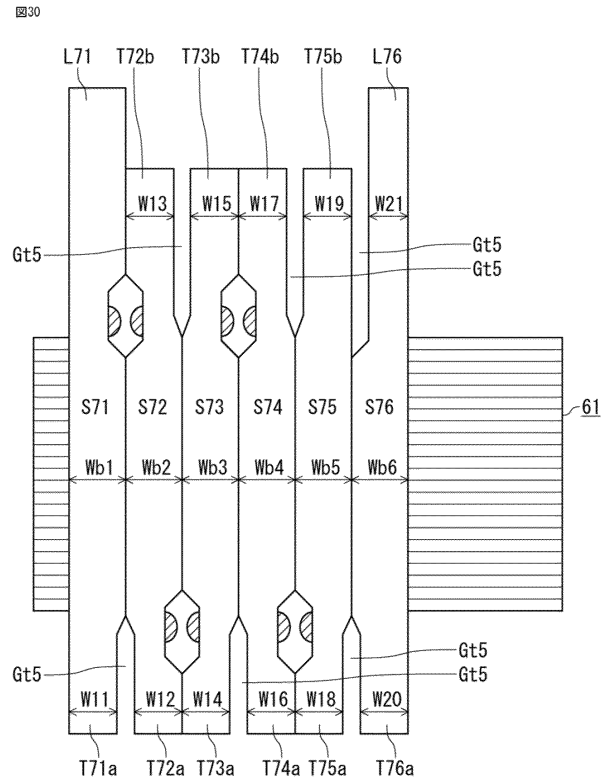
【図28】



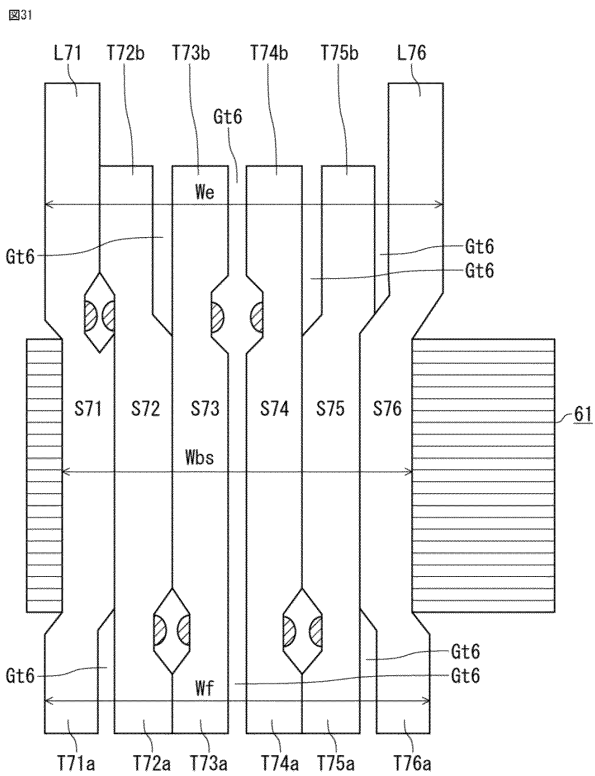
【 29 】



【 30 】



【 31 】



フロントページの続き

- (72)発明者 江頭 康平
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 横川 哲也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 秋田 裕之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 橋本 昭
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 中村 成志
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 服部 俊樹

- (56)参考文献 特開2001-178054(JP,A)
特開2005-130645(JP,A)
特開平11-98744(JP,A)

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