

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5404836号
(P5404836)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月8日(2013.11.8)

(51) Int. Cl. F 1
HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 Z
HO2K 11/00 (2006.01) HO2K 11/00 X

請求項の数 11 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2012-54243 (P2012-54243)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年3月12日 (2012.3.12)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-188105 (P2013-188105A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成25年9月19日 (2013.9.19)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成24年3月12日 (2012.3.12)		弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一
		(74) 代理人	100161171
			弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電力を交流電力に変換するインバータと、このインバータで変換された交流電力で駆動される電動機本体と、前記インバータと前記電動機本体とを電気的に接続した交流出力バスバーと、前記インバータと直流電源とを電気的に接続した電源バスバーと、前記インバータ及び前記電動機本体を収納するとともに外側に放熱フィンをも有するハウジングとを備え、

前記インバータは、前記電動機本体の軸線方向の片側に配置された基板と、この基板の前記電動機本体側と反対側の面に搭載された複数のスイッチング素子とを有し、

前記基板の外周部及び前記ハウジングを貫通して設けられた締結部材により、基板とハウジングとを締結することで、基板の前記電動機本体側の面で、前記交流出力バスバー及び前記電源バスバーの各一端部と、前記スイッチング素子とが電気的に接続された電力変換装置であって、

前記締結部材は、前記交流出力バスバー及び前記電源バスバーの各前記一端部を貫通しているとともにその先端部が前記放熱フィン間の冷媒流路まで突出していることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】

前記交流出力バスバーは、前記スイッチング素子のうち上アーム側スイッチング素子と下アーム側スイッチング素子との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置。

【請求項 3】

前記電源バスバーは、その正側が前記スイッチング素子のうち前記上アーム側スイッチング素子の近傍で配置され、その負側が前記スイッチング素子のうち前記下アーム側スイッチング素子の近傍に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記基板の外周縁部に周方向に沿って配列された複数の前記スイッチング素子の領域においては、それぞれの隣接した前記締結部材間の周方向の距離はほぼ等しいことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記電動機本体と前記基板の間に、前記電動機本体のコイルと前記交流出力バスバーの他端部とを電氣的に接続するとともに絶縁材で形成された結線板が設けられており、

前記締結部材は、前記絶縁材で形成された周縁部を貫通していることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記周縁部には、雌ねじが形成された高熱伝導性の止め具が設けられており、

前記締結部材は、この止め具に螺着されており、

前記止め具は、その端面が、前記交流出力バー及び前記電源バスバーのそれぞれの一端部と面接触していることを特徴とする請求項 5 に記載の電力変換装置。

【請求項 7】

前記ハウジングと前記基板との間には、 $1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する電気絶縁性の放熱部材が介在していることを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 8】

前記締結部材及び前記止め具は、 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する材料で形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

複数の前記放熱フィンは、その先端部がそれぞれ前記締結部材と同じく前記基板に対して垂直方向に延びていることを特徴とする請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 10】

複数の前記放熱フィンは、その先端部がそれぞれ前記基板に対して平行に延びており、

複数の前記締結部材は、その先端部がそれぞれ前記基板に対して垂直方向に延びていることを特徴とする請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 11】

複数の前記放熱フィンは、それぞれ前記電動機本体の径方向の外側であってその軸線に沿って間隔を空けて径方向に延びており、

複数の前記締結部材は、その先端部がそれぞれ前記基板に対して垂直方向に延びて前記放熱フィンを貫通していることを特徴とする請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、直流電力を交流電力に変換するインバータと、このインバータで変換された交流電力で駆動される電動機とが一体の電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、内燃機関の出力を増加させるために吸気通路に電動機で駆動する過給機を設けた車両や、電気自動車など電動機により駆動する車両が開発されている。

また、小型化や搭載性向上のために電動機とインバータとを一体化した電力変換装置が

10

20

30

40

50

提案されている。

【 0 0 0 3 】

上記電力変換装置を駆動する際、駆動時に必要となる大電流により、スイッチング素子や電動機のコイルが発熱し、一体化構造により発熱部品が密集することで、電力変換装置が短時間の駆動で動作制限温度に達する可能性がある。

【 0 0 0 4 】

例えば、特許文献 1 には、スイッチング素子と接続されるバスバーの一方をモータの軸受やギア機構等に用いられる電気絶縁性の潤滑油と接触させ、スイッチング素子を冷却した電力変換装置が記載されている。

また、例えば、特許文献 2 には、インバータからの電力線を端子台経由で電動機と接続し、端子台に突出部を設けて、その突出部の内部に冷媒を流して冷却したモータユニットが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 2 7 3 2 7 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 0 - 2 6 8 6 3 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、上記特許文献 1 の電力変換装置では、潤滑油を用いて冷却するため、潤滑油の配管が必要となり、またハウジングを油密構造にする等で装置が増大、煩雑化するという問題点があった。

また、上記特許文献 2 のモータユニットでは、端子台を冷却することで近傍の部品を冷却しているために、スイッチング素子及び電動機のコイルの冷却効率が低いという問題点があった。

【 0 0 0 7 】

この発明は、上記のような問題点を解決することを課題とするものであって、簡単な構成で効率良く電動機本体及びインバータを冷却することができる電力変換装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

この発明に係る電力変換装置は、直流電力を交流電力に変換するインバータと、このインバータで変換された交流電力で駆動される電動機本体と、前記インバータと前記電動機本体とを電氣的に接続した交流出力バスバーと、前記インバータと直流電源とを電氣的に接続した電源バスバーと、前記インバータ及び前記電動機本体を収納するとともに外側に放熱フィンをも有するハウジングとを備え、

前記インバータは、前記電動機本体の軸線方向の片側に配置された基板と、この基板の前記電動機本体側と反対側の面に搭載された複数のスイッチング素子とを有し、

前記基板の外周部及び前記ハウジングを貫通して設けられた締結部材により、基板とハウジングとを締結することで、基板の前記電動機本体側の面で、前記交流出力バスバー及び前記電源バスバーの各一端部と、前記スイッチング素子とが電氣的に接続された電力変換装置であって、

前記締結部材は、前記交流出力バスバー及び前記電源バスバーの各前記一端部を貫通しているとともにその先端部が前記放熱フィン間の冷媒流路まで突出している。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

この発明に係る電力変換装置によれば、交流出力バスバー及び電源バスバーの各一端部を貫通した締結部材は、その先端部が放熱フィン間の冷媒流路まで突出しており、この締結部材には、冷媒流路に流れる冷却媒体が直接接触するので、簡単な構成で効率良くイン

10

20

30

40

50

バータ及び電動機本体が冷却される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明の実施の形態1に係る電力変換装置の概略構成を示す側断面図である。

【図2】図1のインバータを示す平面図である。

【図3】図1のハウジングを電動機本体側から見たときの斜断面図である。

【図4】図1の放熱フィンと異なる例であって、ハウジングを電動機本体側から見たときの斜視図である。

【図5】図1のインバータの変形例を示す平面図である。

【図6】この発明の実施の形態2に係る電力変換装置の概略構成を示す側断面図である。

【図7】図6のハウジングを電動機本体側から見たときの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、この発明の各実施の形態について図に基づいて説明するが、各図において、同一または相当部材、部位については同一符号を付して説明する。

【0012】

実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1に係る電力変換装置の概略構成を示す側断面図、図2は図1のインバータを示す平面図、図3は図1のハウジング2を電動機本体6側から見たときの斜視図である。

電力変換装置1は、直流電力を交流電力に変換するインバータ10と、このインバータ10で変換された交流電力で駆動される電動機本体6と、インバータ10と電動機本体6とを電氣的に接続した交流出力バスバー3U, 3V, 3Wと、インバータ10と直流電源(図示せず)と電氣的に接続した電源バスバー3P, 3Nと、インバータ10及び電動機本体6を収納したハウジング2とを備えている。

【0013】

ハウジング2は、電動機本体6を収容する部位は空洞であり、その外周部には、インバータ10の基板13に対して垂直方向に先端部が延びた複数の放熱フィン21が林立している。また、その内部にはインバータ10の基板13が $1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する電気絶縁性の放熱部材である放熱シート14を介してハウジング2と接合されている。

ハウジング2の片側には、インバータ10を覆ったカバー23がねじ24で固定されている。

なお、基板13の外周端面とハウジング2の内壁面との間には空隙があり空気層が介在している。

【0014】

電動機本体6は、三相交流モータであって、ハウジング2の内壁面には、電磁鋼板が積層して構成されたステータコア61が固定されている。このステータコア61にはスロットが形成されており、このスロットには各相のコイル62が巻装されている。

ステータコア61及びコイル62で構成されたステータの内側には、シャフト65に固定されたロータ63が設けられている。このロータ63は、シャフト65の両端部に設けられた軸受64で回転自在に支持されている。シャフト65の端部には回転体(図示せず)が固定されており、コイル62に流れる電流により生じてステータの回転磁界により、コイル62とともにシャフト65及び回転体が回転、駆動する。

【0015】

ステータの片側の側面には、ハウジング2の段差部22に基板13側から結線板4が嵌着されて配設されている。この結線板4は、積層された各相のコイル62が絶縁樹脂材料でインサート成形されて構成されている。各相のコイル62の一方の端部は、互いに中性点として結線板4内で溶接により結線され、他方の端部は、交流出力バスバー3U, 3V, 3WのL形状に折曲された一端部Aで溶接により電氣的に接続されている。

【0016】

10

20

30

40

50

この結線板 4 には、外周側縁部に周方向に間隔をあけて 7 箇所内部に雌ねじが形成された止め具 4 1 が埋め込まれている。この各止め具 4 1 には、ハウジング 2 と基板 1 3 とを締結する締結部材であるボルト 5 U, 5 V, 5 W, 5 P, 5 N が螺着している。

ボルト 5 U, 5 V, 5 W は、交流出力バスバー 3 U, 3 V, 3 W の一端部を貫通している。また、ボルト 5 P, 5 N は、正極電源バスバー 3 P、負極電源バスバー 3 N の各一端部をそれぞれ貫通している。

各ボルト 5 U, 5 V, 5 W, 5 P, 5 N は、その先端部が放熱フィン 2 1 間の冷媒流路である空気流路まで延びている。

ここで、バスバー 3 U, 3 V, 3 W, 3 P, 3 N は、高熱伝導性である銅等で形成され、それらの各端部が結線板 4 の表面で露出し、この露出部がりん青銅やアルミニウム等の 100 W/m・K 以上の熱伝導率を有する材料で形成された止め具 4 1 の円周端面と面接触している。

【0017】

インバータ 1 0 は、3 相インバータである。このインバータでは、円板形状の基板 1 3 の電動機本体 6 と反対側の面（表面）であってその周縁側に、U 相上アーム側スイッチング素子 1 1 U、U 相下アーム側スイッチング素子 1 2 U、V 相上アーム側スイッチング素子 1 1 V、V 相下アーム側スイッチング素子 1 2 V、W 相上アーム側スイッチング素子 1 1 W 及び W 相下アーム側スイッチング素子 1 2 W の 6 つのスイッチング素子がそれぞれ配置されている。

ボルト 5 U, 5 V, 5 W の締結力により、基板 1 3 の電動機本体 6 側の面（裏面）と結線板 4 の表面とは面接触している。この結果、各相の上アーム側スイッチング素子 1 1 U, 1 1 V, 1 1 W、下アーム側スイッチング素子 1 2 U, 1 2 V, 1 2 W は、基板 1 3 の裏面で各相の交流出力バスバー 3 U, 3 V, 3 W と電気的に接続されている。

また、V 相の上アーム側スイッチング素子 1 1 V と W 相の上アーム側スイッチング素子 1 1 W との間には、基板 1 3 の表面に正極電源バスバー 3 P がボルト 5 P で締結されている。

【0018】

V 相の下アーム側スイッチング素子 1 2 V の近傍には、基板 1 3 の表面に負極電源バスバー 3 N がボルト 5 N で締結されている。

正極電源バスバー 3 P の端部には、接続端子 5 1 P が設けられ、負極電源バスバー 3 N の端部には、接続端子 5 1 N が設けられている。これらの接続端子 5 1 P, 5 1 N は、直流電源（図示せず）と電気的に接続されている。

また、U 相の下アーム側スイッチング素子 1 2 U 及び W 相の下アーム側スイッチング素子 1 2 W の近傍には、基板 1 3 の裏面に負極電源バスバー 3 N がボルト 5 N で締結されている。

【0019】

図 2 において、太線の点線は、正極電源バスバー 3 P から入力した各相の電流が各相のコイル 6 2 に流れる様子を示し、細線の点線は、各相のコイル 6 2 からの電流が負極電源バスバー 3 N に流れる様子を示している。

例えば、正極電源バスバー 3 P から入力した U 相の電流は、U 相上アーム側スイッチング素子 1 1 U、交流出力バスバー 3 U を通過してステータの U 相のコイル 6 2 に流れる。この後、この U 相の電流は、交流出力バスバー 3 U、U 相下アーム側スイッチング素子 1 2 U、基板 1 3 の外周側縁部を通過して負極電源バスバー 3 N に流れる。

【0020】

なお、上アーム側スイッチング素子 1 1 U, 1 1 V, 1 1 W、下アーム側スイッチング素子 1 2 U, 1 2 V, 1 2 W は、P チャンネルの MOSFET や IGBT であり、電力量に応じてスイッチング素子の並列数が増減する。

【0021】

この実施の形態による電力変換装置によれば、交流出力バスバー 3 U, 3 V, 3 W 及び電源バスバー 3 P, 3 N の各一端部を貫通した締結部材であるボルト 5 U, 5 V, 5 W

10

20

30

40

50

、5 P、5 Nは、その先端部が放熱フィン21間の空気流路まで突出しており、このボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nは、冷却媒体である冷却空気と直接接触するようになっている。

従って、ボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nと接続された、交流出力バスバー3 U、3 V、3 W、電源バスバー3 P、3 N、止め具41及び基板13は、冷却され、交流出力バスバー3 U、3 V、3 Wに接続され、また基板13に接続されたスイッチング素子11 U、11 V、11 W、12 U、12 V、12 Wの高温化が抑制される。

また、交流出力バスバー3 U、3 V、3 Wに接続された電動機本体6のコイル62の発熱も抑制される。

【0022】

10

また、この実施の形態によれば、交流出力バスバー3 U、3 V、3 Wは、上アーム側スイッチング素子11 U、11 V、11 Wと下アーム側スイッチング素子12 U、12 V、12 Wとの間に配置されている、即ち両発熱源の間に配置されているので、これらの熱は、ボルト5 U、5 V、5 Wを通じて効率よく外部に放出される。

【0023】

また、正側の電源バスバー3 Pは、この電源バスバー3 Pと電氣的に接続される、上アーム側スイッチング素子11 V及び上アーム側スイッチング素子11 Wの近傍に配置され、負側の電源バスバー3 Nは、この電源バスバー3 Nと電氣的に接続される下アーム側スイッチング素子12 V及び上アーム側スイッチング素子11 Uの近傍に配置されているので、上アーム側スイッチング素子11 V、上アーム側スイッチング素子11 W、下アーム側スイッチング素子12 V、上アーム側スイッチング素子11 Uのそれぞれの熱はボルト5 P、5 Nを通じて効率よく外部に放出される。

20

【0024】

また、ボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nは、絶縁材で形成された結線板4の周縁部を貫通しているため、ボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nとハウジング2との間の電氣的な絶縁が確保されている。

【0025】

また、ボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 N及びこのボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nが螺着した止め具41は、 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する材料で形成されており、この円筒形状の止め具41の端面とバスバー3 U、3 V、3 W、3 P、3 Nとが面接触しているため、それだけ熱伝導経路の断面積が増大し、放熱効率が増大する。

30

【0026】

また、ハウジング2と基板13とは、 $1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上の熱伝導率を有する電気絶縁性の放熱シート14を介してボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nにより締結されているので、基板13からの熱は、ハウジング2に効率よく伝達される。

【0027】

また、スイッチング素子11 U、11 V、11 W、12 U、12 V、12 Wの領域においては、それぞれの隣接したボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 N間の周方向の距離は、ほぼ等しいので、基板13での温度分布が偏るのを抑制することができる。

【0028】

40

また、複数のボルト5 U、5 V、5 W、5 P、5 Nは、その先端部が放熱フィン21と同様に、それぞれ基板13に対して垂直方向に延びているため、放熱フィン21間の冷媒流路の流れ抵抗の増大を抑制できる。

【0029】

なお、上記実施の形態では、ハウジング2の放熱フィン21は、基板13に対して垂直方向に先端部が延びているが、図4に示すように、基板13に対して各放熱フィン21Aが互いに平行であってもよい。

【0030】

なお、ボルト5 Nは、ハウジング2をインバータ10と共通接地とし、ハウジング2に止め具(図示せず)を形成することで、図5に示すように、負極電源バスバー3 Nを省略

50

することができ、この結果結線板 4 の簡易化が可能となる。

なお、図 5 の太線の点線、細線の点線は、図 2 に示したのと同様に、太線の点線は、正極電源バスバー 3 P から入力した各相の電流が各相のコイル 6 2 に流れる様子を示し、細線の点線は、各相のコイル 6 2 からの電流が負極電源バスバー 3 N に流れる様子を示している。

【 0 0 3 1 】

実施の形態 2 .

図 6 はこの発明の実施の形態 2 に係る電力変換装置の概略構成を示す側断面図、図 7 は図 6 のハウジング 2 を電動機本体 6 側から見たときの斜視図である。

この実施の形態では、複数の放熱フィン 2 1 B は、それぞれ電動機本体 6 の径方向の外側であって、その軸線に沿って間隔を空けて径方向に延びている。

各ボルト 5 U , 5 V , 5 W , 5 P , 5 N は、その先端部が放熱フィン 2 1 B を貫通している。

他の構成は、実施の形態 1 の電力変換装置と同じである。

【 0 0 3 2 】

この実施の形態では、実施の形態 1 と同様の効果を得ることができるとともに、電動機本体 6 の周囲に放熱フィン 2 1 B を配置することで、実施の形態 1 の電力変換装置と比較して電動機本体 6 からの熱をより効率良く外部に放出することができる。

【 0 0 3 3 】

なお、各実施の形態の放熱フィン 2 1 , 2 1 A , 2 1 B の外周を囲った流路用カバーを設け、この流路用カバーにより冷却風を放熱フィン 2 1 , 2 1 A , 2 1 B に効率良く導くようにしてもよい。

また、上記各実施の形態では、冷却媒体として冷却空気を用いた場合について説明したが、冷却媒体が冷却水であってもこの発明は適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 4 】

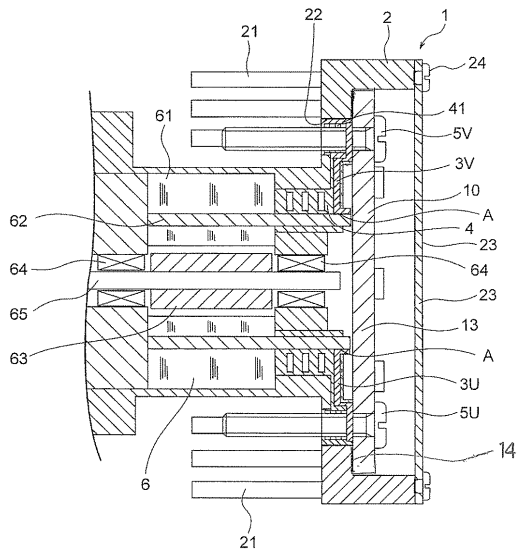
1 電力変換装置、10 インバータ、11U , 11V , 11W 上アーム側スイッチング素子、12U , 12V , 12W 下アーム側スイッチング素子、13 基板、14 放熱シート(放熱部材)、2 ハウジング、21 , 21A , 21B 放熱フィン、22 段差部、23 カバー、24 ねじ、3U , 3V , 3W 交流出力バスバー、3P , 3N 電源バスバー、4 結線板、41 止め具、5U , 5V , 5W , 5P , 5N ボルト(締結部材)、6 電動機本体、61 ステータコア、62 コイル、63 ロータ、64 軸受、65 シャフト。

10

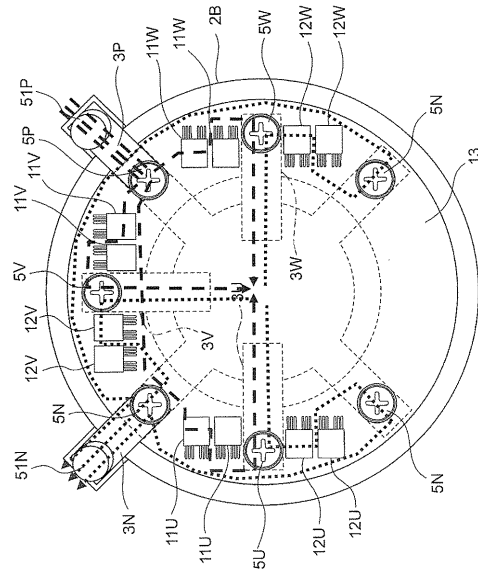
20

30

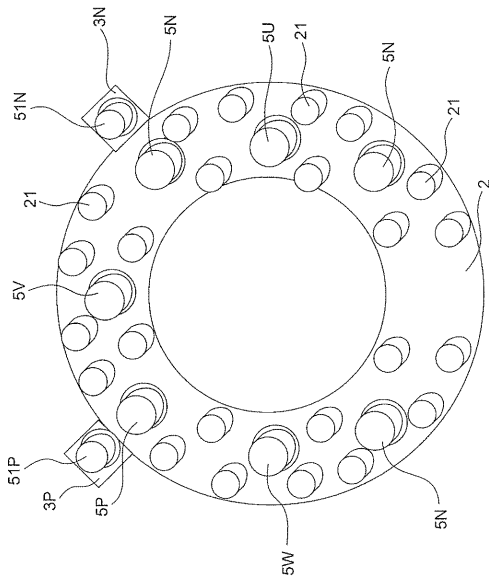
【 図 1 】



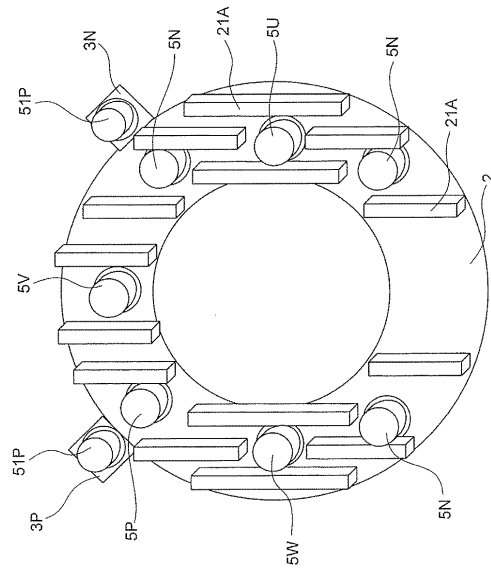
【 図 2 】



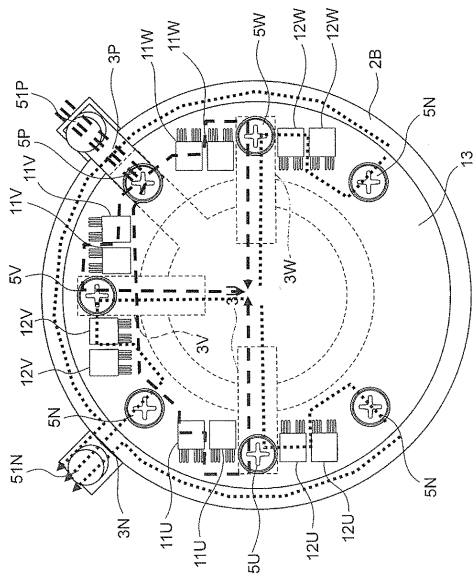
【 図 3 】



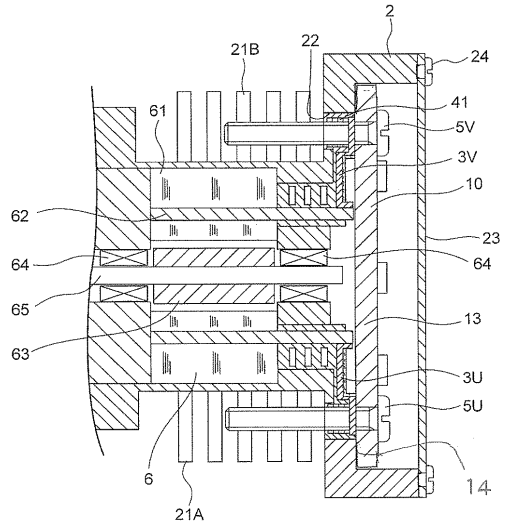
【 図 4 】



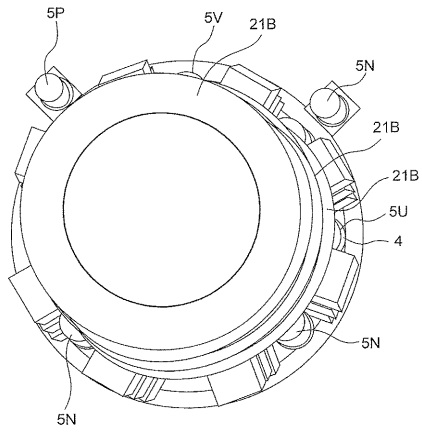
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(74)代理人 100161115

弁理士 飯野 智史

(72)発明者 武藤 貴哉

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 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2009-273276(JP,A)

特開2006-197781(JP,A)

特開2003-23777(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/42 - 7/98