

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6648859号
(P6648859)

(45) 発行日 令和2年2月14日(2020.2.14)

(24) 登録日 令和2年1月20日(2020.1.20)

(51) Int.Cl. F I
HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 Z

請求項の数 4 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-524655 (P2019-524655)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成29年6月15日(2017.6.15)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2017/022110</p> <p>(87) 国際公開番号 W02018/229929</p> <p>(87) 国際公開日 平成30年12月20日(2018.12.20)</p> <p>審査請求日 令和1年9月25日(2019.9.25)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地</p> <p>(74) 代理人 240000327 弁護士 弁護士法人クレオ国際法律特許事務所</p> <p>(72) 発明者 阿部 圭太 神奈川県厚木市森の里青山1番1号 日産自動車株式会社 知的財産部内</p> <p>審査官 佐藤 匡</p>
--	---

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】

ケースと、
 前記ケースに収容される半導体モジュールと、
 前記半導体モジュールと並列に配置され、前記ケースに固定ボルトで固定され、電圧変動を抑制する平滑コンデンサと、
 前記半導体モジュールと前記平滑コンデンサが電氣的に接続される強電接続部と、を備え、
 前記固定ボルトにより前記平滑コンデンサを前記ケースに固定する位置をコンデンサ固定点とするとき、前記コンデンサ固定点は前記平滑コンデンサの角隅部を避けた位置に配置され、
 前記平滑コンデンサはバスバーを有し、
 前記強電接続部では、前記バスバーと前記半導体モジュールとが締結ボルトにより電氣的に接続され、
 前記締結ボルトにより前記バスバーを前記半導体モジュールに締結する位置をバスバー締結点とするとき、前記バスバー締結点は電氣的接続とコンデンサ固定とを兼用し、
 前記バスバー締結点は、前記コンデンサ固定点とされる
 ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項3】

請求項1に記載された電力変換装置において、

前記平滑コンデンサは、方形状であり、
前記平滑コンデンサの各辺の外周位置に前記コンデンサ固定点が設けられ、
前記コンデンサ固定点のうち対向位置に配置された2つの前記コンデンサ固定点の一方
又は両方が前記バスバー締結点にされる
ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項4】

請求項1又は請求項3に記載された電力変換装置において、
前記平滑コンデンサはバスバーを有し、
前記半導体モジュールは、前記バスバーと締結する端子を有し、
前記端子と前記バスバーを締結する面をバスバー締結面とし、前記平滑コンデンサから
前記バスバーを引き出す面を引出面とするとき、前記バスバー締結面の高さ位置は前記引
出面の高さ位置と同じ位置又は近傍位置である
ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項5】

請求項1, 3, 4の何れか一項に記載された電力変換装置において、
前記平滑コンデンサから前記バスバーを引き出す面を引出面とするとき、
前記バスバーは、
前記引出面から上方へ垂直方向に延び、途中で水平方向に折れ曲げられた第1屈曲部を
有し、
前記第1屈曲部から水平方向に延び、途中で下方に垂直方向に折り曲げられた第2屈曲
部を有し、
前記第2屈曲部から垂直方向に延び、途中で前記第1屈曲部とは反対側の水平方向に折
り曲げられた第3屈曲部を有し、
前記第3屈曲部から前記半導体モジュールが有する端子まで水平方向に延びる
ことを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電力変換装置において、半導体モジュールとコンデンサが隣接位置に配置されて
いる。コンデンサは、方形状であり、ボルトにより電力変換装置のケースに固定される。
ボルトは、コンデンサの4つの角隅部に締結される（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】特開2013-9581号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の電力変換装置において、コンデンサの4つの角隅部がボルト固定による
コンデンサ固定点になるので、半導体モジュールとコンデンサとの間には、工具用のスベ
ースを設けなければならない。このため、電力変換装置の体積が拡大され、大型化されて
しまう、という問題がある。

【0005】

本開示は、上記問題に着目してなされたもので、電力変換装置の小型化を達成すること
目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するため、本開示の電力変換装置は、ケースと、ケースに収容される半導体モジュールと、半導体モジュールと並列に配置され、ケースに固定ボルトで固定され、電圧変動を抑制する平滑コンデンサと、半導体モジュールと平滑コンデンサが電氣的に接続される強電接続部と、を備える。

固定ボルトにより平滑コンデンサをケースに固定する位置をコンデンサ固定点とするとき、コンデンサ固定点は平滑コンデンサの角隅部を避けた位置に配置される。

平滑コンデンサはバスバーを有する。

強電接続部では、バスバーと半導体モジュールとが締結ボルトにより電氣的に接続される。締結ボルトによりバスバーを半導体モジュールに締結する位置をバスバー締結点とするとき、バスバー締結点は電氣的接続とコンデンサ固定とを兼用する。

バスバー締結点は、コンデンサ固定点とされる。

【発明の効果】

【0007】

このように、固定ボルトにより平滑コンデンサをケースに固定する位置をコンデンサ固定点とするとき、コンデンサ固定点は平滑コンデンサの角隅部を避けた位置に配置されることで、電力変換装置の小型化を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施例1のインバータ装置が適用された電気自動車の駆動システムの回路図である。

【図2】実施例1におけるインバータ装置の平面図である。

【図3】実施例1における平滑コンデンサの斜視図である。

【図4】実施例1～2におけるパワーモジュールと平滑コンデンサの接続を説明する概略断面図であって、図2のII-II線又は図7のIII-III線又は図7のIV-IV線の概略断面図である。

【図5】従来例におけるインバータ装置の平面図である。

【図6】実施例2のインバータ装置が適用されたレンジエクステンダ電気自動車の駆動システムの回路図である。

【図7】実施例2におけるインバータ装置の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の電力変換装置を実現する最良の形態を、図面に示す実施例1及び実施例2に基づいて説明する。

【実施例1】

【0010】

まず、構成を説明する。

実施例1における電力変換装置は、走行用駆動源などとして電気自動車（電動車両の一例）に搭載されるモータジェネレータのインバータ装置（電力変換装置の一例）に適用したものである。以下、実施例1の構成を、「駆動システムの回路構成」と、「インバータ装置の構成」と、「要部構成」に分けて説明する。

【0011】

[駆動システムの回路構成]

図1は、実施例1のインバータ装置が適用された電気自動車の駆動システムの回路図を示す。以下、図1に基づいて、実施例1の駆動システムの回路構成を説明する。

【0012】

駆動システム1Aは、直流電源2（強電バッテリー）と、インバータ装置3Aと、モータジェネレータ11と、を備える。

【0013】

直流電源2は、電気自動車の駆動用高電圧バッテリーであり、複数の二次電池を直列又は並列に接続した電池（不図示）等を備える。直流電源2は、Pバスバー12（プラス、正

10

20

30

40

50

)とNバスバー13(マイナス、負)との間に直流電圧を出力する。

【0014】

インバータ装置3Aは、直流電源2から供給される直流電力を交流電力に変換し、変換された電力をモータジェネレータ11に出力する。また、インバータ装置3Aは、モータジェネレータ11で発電した交流電力を直流電力に変換し、変換された電力を直流電源2に出力する。インバータ装置3Aは、パワーモジュール4(半導体モジュール)と、平滑コンデンサ5と、三相ライン6と、を備える。

【0015】

パワーモジュール4は、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)又はMOSFET(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor)等のモジュール化された複数のスイッチング素子からなるスイッチ群を基板上に複数有する。そして、不図示のコントローラからの制御信号に基づき、スイッチング素子をオン及びオフさせることで直流電源2からの直流電力を変換して、三相ライン6を通じてモータジェネレータ11に交流電力を出力する。また、パワーモジュール4は、モータジェネレータ11の回生動作によって、モータジェネレータ11の回生電力(交流電力)を直流電力に変換して、直流電源2に供給され、直流電源2がモータジェネレータ11の回生電力によって充電される。

10

【0016】

パワーモジュール4の交流側には、三相ライン6を通じてモータジェネレータ11が電氣的に接続される。パワーモジュール4の直流側には、平滑コンデンサ5が電氣的に接続される。パワーモジュール4は、複数のスイッチング素子と複数のダイオードを有する。スイッチング素子には、IGBT又はMOSFET等のトランジスタが用いられる。ダイオードは還流用のダイオードである。スイッチング素子とダイオードは、互いに電流の導通方向を逆向きにしつつ、並列に接続される。スイッチング素子とダイオードとの並列回路を複数直列に接続した回路が、U、V、W相の各アーム回路40U、40V、40Wとなる。複数のアーム回路40U、40V、40WはPバスバー12とNバスバー13との間に並列に接続される。

20

【0017】

平滑コンデンサ5は、電圧変動を平滑にする。平滑コンデンサ5は、電圧が高いときに蓄電し、電圧が低いときに放電して電圧の変動を抑える。即ち、平滑コンデンサ5は、U、V、W相の各アーム回路40U、40V、40Wの直流側の入出力電圧を平滑する。平滑コンデンサ5は、Pバスバー12とNバスバー13との間に接続される。

30

【0018】

三相ライン6は、導電性を有するU、V、W相の各バスバー6U、6V、6Wを備える。U、V、W相の各バスバー6U、6V、6Wは、U、V、W相の各アーム回路40U、40V、40Wと、モータジェネレータ11の各相のステータコイルとの間を電氣的に接続する。

【0019】

モータジェネレータ11は、例えば、ロータに永久磁石を埋設し、ステータにステータコイルが巻き付けられた同期型モータである。モータジェネレータ11は、車両の車軸に連結され、インバータ装置3Aから供給される電力により、電磁氣的な作用で動作して回転力を発生する。

【0020】

[インバータ装置の構成]

図2は、実施例1におけるインバータ装置の平面図を示す。以下、図2に基づいて、実施例1におけるインバータ装置3Aの構成を説明する。

40

【0021】

インバータ装置3Aは、パワーモジュール4等を収容するためのケース30を有する。なお、図2にはケース30の底面のみを示す。ケース30は、例えば、モータジェネレータ11の上方位置に配置される。このケース30の内部には、パワーモジュール4と、平滑コンデンサ5と、三相ライン6と、回路基板7と、強電接続部8と、Pバスバー12と、Nバスバー13と、が収容される。なお、ケース30は、例えば金属製である。

【0022】

50

パワーモジュール 4 は、平滑コンデンサ 5 と並列に配置され、PM 固定ボルト 4 1 によりケース 3 0 に固定される。U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W は、回路基板 7 の基板上面 7 a に実装される。U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W は、列状（前後方向）に並べられる。また、Z 方向（図 2 の紙面に直交する方向、上下方向）において、回路基板 7 の下側には、不図示の冷却器が設けられている。冷却器は、冷媒（例えば冷却水）が流れる冷媒流路を有する。この冷媒と、パワーモジュール 4 の駆動時に発生する熱と、が熱交換することにより、パワーモジュール 4 が冷却される。例えば、パワーモジュール 4 の冷却方式は、直接冷却型（直接水冷構造）である。なお、パワーモジュール 4 の冷却方式は、間接冷却型（間接水冷構造）や冷却器一体型でも良い。

【0023】

U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W の各相端子 4 U、4 V、4 W は、U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W の右側に設けられる。この U、V、W 相の各端子 4 U、4 V、4 W は、U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W と接続されている。この U、V、W 相の各端子 4 U、4 V、4 W と U、V、W 相の各バスバー 6 U、6 V、6 W の一端には、AC 締結ボルト 4 2 を挿通する AC 締結ボルト挿通孔（不図示）が形成されている。また、パワーモジュール 4 には、Z 方向において、各端子 4 U、4 V、4 W の AC 締結ボルト挿通孔の下方に不図示の AC 穴部が形成されている。このため、AC 締結ボルト 4 2 は、1 つの端子と 1 つのバスバーの 2 つの AC 締結ボルト挿通孔に挿通され、AC 穴部にボルト締めされる。つまり、AC 締結ボルト 4 2 により、各端子 4 U、4 V、4 W と各バスバー 6 U、6 V、6 W がパワーモジュール 4 に固定される。U、V、W 相の各バスバー 6 U、6 V、6 W の他端は、不図示のモータジェネレータ 1 1 が有するステータコイルの U 相・V 相・W 相の各相に接続される。これにより、パワーモジュール 4 とモータジェネレータ 1 1 とが接続される。

【0024】

U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W に対応する PN 端子 4 P、4 N は、U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W の左側に設けられる。この PN 端子 4 P、4 N は、1 つの P 端子 4 P と 1 つの N 端子 4 N を一組として、U、V、W 相の各アーム回路 40U、40V、40W と接続されている。PN 端子 4 P、4 N には、DC 締結ボルト 4 3（締結ボルト）を挿通する端子側挿通孔 4 H が形成されている（図 4 参照）。また、パワーモジュール 4 には、各端子 4 P、4 N の端子側挿通孔 4 H の下方に DC 穴部 4 4（図 4 参照）が形成されている。DC 穴部 4 4 は、パワーモジュール 4 に 6 つ形成されている。

【0025】

平滑コンデンサ 5 は、パワーモジュール 4 の左側に配置される。平滑コンデンサ 5 は、パワーモジュール 4 と不図示の直流電源 2 との間に設けられる。この平滑コンデンサ 5 は、電源 P バスバー 5 5 と、電源 N バスバー 5 6 と、直流 P バスバー 5 7 と、直流 N バスバー 5 8 と、を有する。電源 P バスバー 5 5 と電源 N バスバー 5 6 は、不図示の直流電源 2 に接続される。また、直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 は、U、V、W 相の各相に対応する PN 端子 4 P、4 N と DC 締結ボルト 4 3 により締結される。これにより、パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 とが電氣的に接続される。このパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 とが電氣的に接続される部分が、強電接続部 8 である。なお、パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 の接続に関する詳細は後述する。ここで、電源 P バスバー 5 5 と直流 P バスバー 5 7 は、P バスバー 1 2 を構成するものであり、電源 N バスバー 5 6 と直流 N バスバー 5 8 は、N バスバー 1 3 を構成するものである。

【0026】

[要部構成]

図 3 は、実施例 1 における平滑コンデンサの斜視図を示す。図 4 は、実施例 1 におけるパワーモジュールと平滑コンデンサの接続を説明する概略断面図を示す。以下、図 2 ~ 図 4 に基づいて、実施例 1 における要部構成を説明する。

【0027】

平滑コンデンサ 5 は、図 3 に示すように、直方体状のコンデンサ本体部 5 1 と、3 つの

10

20

30

40

50

コンデンサ固定部 5 2 と、電源 P バスバー 5 5 と、電源 N バスバー 5 6 と、直流 P バスバー 5 7 と、直流 N バスバー 5 8 と、を有する。

【 0 0 2 8 】

コンデンサ本体部 5 1 は、図 2 に示すように、平面視で方形状である。コンデンサ本体部 5 1 の上面 51a (引出面) の高さ位置 (上下方向の位置) は、図 4 に示すように、バスバー締結面 1 0 の高さ位置 (上下方向の位置) と近い位置 (近傍位置) である。ここで、「バスバー締結面 1 0」とは、P 端子 4 P と直流 P バスバー 5 7 を締結する面 (図 4 参照)、又は、N 端子 4 N と直流 N バスバー 5 8 を締結する面のことである。また、「近い位置」とは、P 端子 4 P と直流 P バスバー 5 7 の接触時、又は、N 端子 4 N と直流 N バスバー 5 8 の接触時の抵抗 (接触抵抗) が要求される所定の範囲とすることをいう。例えば、この「近い位置」の範囲は、図 4 に示すように、上方近傍位置 10B から下方近傍位置 10C までの範囲とする。なお、この「近い位置」には、バスバー締結面 1 0 の高さ位置が上面 51a の高さ位置と同一位置 10A (同じ位置) は含まない。また、通常、バスバー締結面 1 0 の高さ位置と上面 51a の高さ位置とを同じ位置にすることで、接触時の抵抗 (接触抵抗) が最小になる。

10

【 0 0 2 9 】

コンデンサ固定部 5 2 は、図 2 及び図 3 に示すように、コンデンサ本体部 5 1 における前方・後方・左方の各辺 5 b の外周位置に、1 つずつ設けられている。コンデンサ固定部 5 2 は、平滑コンデンサ 5 の四辺 5 b のうち三辺 5 b の外周位置に設けられる。即ち、コンデンサ固定部 5 2 は、平滑コンデンサ 5 の角隅部 5 a を避けた位置に配置される。各コンデンサ固定部 5 2 には、図 3 に示すように、固定ボルト挿通孔 5 3 が形成されている。この各固定ボルト挿通孔 5 3 には、図 2 に示すように、コンデンサ固定ボルト 5 4 (固定ボルト) が挿通される。コンデンサ固定ボルト 5 4 は、ケース 3 0 に形成された不図示のケース穴部にボルト締めされる。このコンデンサ固定ボルト 5 4 により、平滑コンデンサ 5 がケース 3 0 に固定される。ここで、コンデンサ固定ボルト 5 4 により平滑コンデンサ 5 をケース 3 0 に固定する位置を、コンデンサ固定点 9 C とする。

20

【 0 0 3 0 】

電源 P バスバー 5 5 と電源 N バスバー 5 6 は、図 2 及び図 3 に示すように、コンデンサ本体部 5 1 の上面 51a から引き出される。次に、電源 P バスバー 5 5 の形状について説明する。電源 P バスバー 5 5 は、図 3 に示すように、上面 51a から上方へ垂直方向に伸び、途中で水平方向に折れ曲げられた電源側屈曲部 100 を有する。この電源 P バスバー 5 5 は、電源側屈曲部 100 から平滑コンデンサ 5 が有する端子台 200 まで水平方向に伸びる。次に、電源 N バスバー 5 6 の形状について説明する。電源 N バスバー 5 6 は、電源 P バスバー 5 5 と同様に、電源側屈曲部 100 を有する。また、電源 N バスバー 5 6 は、電源側屈曲部 100 から端子台 200 まで水平方向に伸びる。この電源 P バスバー 5 5 と電源 N バスバー 5 6 は、不図示の直流電源 2 から伸びるバスバーと接続される。

30

【 0 0 3 1 】

直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 は、図 3 に示すように、コンデンサ本体部 5 1 の上面 51a の右側から引き出される。引き出された直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 は、右側へ伸びている。即ち、直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 は、図 2 に示すように、平滑コンデンサ 5 からパワーモジュール 4 へと伸びている。また、直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 は、U、V、W 相の各相に対応するため、それぞれ 3 本ずつ引き出される。直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 の間には、図 3 に示すように、樹脂部 201 が形成されている。この樹脂部 201 により、直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 の接触が防止される。

40

【 0 0 3 2 】

次に、直流 P バスバー 5 7 の形状について説明する。直流 P バスバー 5 7 は、図 4 に示すように、上面 51a から上方へ垂直方向に伸び、途中で水平方向 (右側) に折れ曲げられた第 1 屈曲部 101 を有する。この直流 P バスバー 5 7 は、第 1 屈曲部 101 から水平方向に伸び、途中で下方に垂直方向に折り曲げられた第 2 屈曲部 102 を有する。この直流 P バスバ

50

ー 5 7 は、第 2 屈曲部 102 から垂直方向に伸び、途中で第 1 屈曲部 101 とは反対側（第 1 屈曲部 101 が位置する方向とは反対側）の水平方向（右側）に折り曲げられた第 3 屈曲部 103 を有する。この直流 P バスバー 5 7 は、第 3 屈曲部 103 からパワーモジュール 4 の P 端子 4 P まで水平方向に伸びる。また、直流 P バスバー 5 7 の前後方向の幅は、図 2 及び図 3 に示すように、上面 51a から第 2 屈曲部 102 までが幅広に形成され、第 2 屈曲部 102 からパワーモジュール 4 の P 端子 4 P までが幅狭に形成される。さらに、図 3 に示すように、直流 P バスバー 5 7 には、DC 締結ボルト 4 3 を挿通するバスバー側挿通孔 5 9 が形成されている。

【 0 0 3 3 】

次に、直流 N バスバー 5 8 の形状について説明する。直流 N バスバー 5 8 は、直流 P バスバー 5 7 と同様に、第 1 屈曲部 101 と第 2 屈曲部 102 と第 3 屈曲部 103 を有する。この直流 N バスバー 5 8 は、第 3 屈曲部 103 からパワーモジュール 4 の N 端子 4 N まで水平方向に伸びる。また、直流 N バスバー 5 8 の前後方向の幅は、直流 P バスバー 5 7 とは異なり、上面 51a からパワーモジュール 4 の P 端子 4 P まで同等に形成される。さらに、図 3 に示すように、直流 N バスバー 5 8 には、DC 締結ボルト 4 3 を挿通するバスバー側挿通孔 5 9 が形成されている。

【 0 0 3 4 】

直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 は、図 2 に示すように、強電接続部 8 にて U、V、W 相の各相に対応する P N 端子 4 P、4 N と接続される。ここで、強電接続部 8 は、P N 端子 4 P、4 N と直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 が配置された部分を含み、パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 とが電気的に接続される部分を含む。即ち、強電接続部 8 の範囲は、前後方向は U 相の N 端子 4 N から W 相の P 端子 4 P までであり、左右方向は直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 から P N 端子 4 P、4 N までである。

【 0 0 3 5 】

次に、直流 P バスバー 5 7 及び P 端子 4 P と直流 N バスバー 5 8 及び N 端子 4 N との接続について説明する。まず、これらを接続する前に、パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 とを、強電接続部 8 において接近させる。パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 との間の距離は、工具用のスペースを考慮しなくて良い距離（例えば、数ミリ程度）である。

【 0 0 3 6 】

次いで、DC 穴部 4 4 と端子側挿通孔 4 H とバスバー側挿通孔 5 9 の上下方向の位置を一致させる。例えば、図 4 に示すように、パワーモジュール 4 の DC 穴部 4 4 と、U 相の P 端子 4 P の端子側挿通孔 4 H と、直流 P バスバー 5 7 のバスバー側挿通孔 5 9 と、の上下方向の位置を一致させる。

【 0 0 3 7 】

続いて、DC 締結ボルト 4 3 は、バスバー側挿通孔 5 9 と端子側挿通孔 4 H に挿通され、DC 穴部 4 4 にボルト締めされる。つまり、DC 締結ボルト 4 3 により、直流 P バスバー 5 7 と P 端子 4 P がパワーモジュール 4 に締結される。また、DC 締結ボルト 4 3 により、直流 N バスバー 5 8 と N 端子 4 N がパワーモジュール 4 に締結される。

【 0 0 3 8 】

ここで、DC 締結ボルト 4 3 により直流 P バスバー 5 7 と P 端子 4 P がパワーモジュール 4 に締結される位置と、DC 締結ボルト 4 3 により直流 N バスバー 5 8 と N 端子 4 N がパワーモジュール 4 に締結される位置と、をそれぞれバスバー締結点 9 B とする。即ち、実施例 1 では、6 点のバスバー締結点 9 B が配置される。

【 0 0 3 9 】

続いて、図 2 に基づいて、実施例 1 におけるコンデンサ固定点の詳細構成を説明する。コンデンサ固定点 9 C は、平滑コンデンサ 5 の四辺 5 b のうち三辺 5 b（前方・後方・左方）の外周位置かつ中央部分に設けられる。即ち、コンデンサ固定点 9 C は、平滑コンデンサ 5 の角隅部 5 a を避けた位置に配置される。このコンデンサ固定点 9 C は、コンデ

10

20

30

40

50

ンサ固定ボルト5 4により平滑コンデンサ5がケース3 0に固定される直接固定点である。

【0040】

また、バスバー締結点9 Bは、平滑コンデンサ5の四辺5 bのうち残りの一辺5 b（右方）の外周位置に設けられる。即ち、バスバー締結点9 Bは、平滑コンデンサ5の角隅部5 aを避けた位置に配置される。

【0041】

ここで、DC締結ボルト4 3により直流Pバスバー5 7及び直流Nバスバー5 8とPN端子4 P, 4 Nがパワーモジュール4に締結される。このため、パワーモジュール4と平滑コンデンサ5とが電氣的に接続される。また、PM固定ボルト4 1によりパワーモジュール4がケース3 0に固定されている。このため、バスバー締結点9 Bは、パワーモジュール4を介してケース3 0に固定される間接固定点である。

10

【0042】

このように、バスバー締結点9 Bは、電氣的接続とコンデンサ固定とを兼用する。また、6点のバスバー締結点9 Bにより、直接固定点としてのコンデンサ固定点9 Cと同等の固定性を持たせることが可能である。このため、バスバー締結点9 Bは、コンデンサ固定点9 Cとされる。即ち、図2に示すように、4つのコンデンサ固定点9 Cのうち、左右方向の対角線上（対向位置）に配置された2つのコンデンサ固定点9 Cの一方がバスバー締結点9 Bにされる。

【0043】

次に、作用を説明する。

実施例1のインバータ装置3 Aにおける作用を、「課題発生作用」、「インバータ装置の特徴作用」に分けて説明する。

20

【0044】

[課題発生作用]

図5は、従来例におけるインバータ装置の平面図を示す。以下、図5に基づいて、課題発生作用を説明する。

【0045】

従来、電力変換装置としてのインバータ装置において、半導体モジュールとコンデンサが隣接位置に配置されている。コンデンサは、平面視で方形状であり、ボルトによりインバータ装置のケースに固定される。ボルトは、コンデンサの4つの角隅部に締結される。

30

【0046】

しかし、従来例のインバータ装置において、コンデンサの4つの角隅部がボルト固定によるコンデンサ固定点になるので、半導体モジュールとコンデンサとの間には、工具用のスペースを設けなければならない。このため、インバータ装置の体積が拡大され、大型化されてしまう、という課題がある。例えば、図5において、インバータ装置の平面視で左右方向にインバータ装置の体積が拡大され、大型化されてしまう。

【0047】

また、コンデンサから延びるバスバーの長さは、工具用のスペース分の長さが必要となる。このため、バスバーの長さ拡大によるコストがかかってしまう、という課題がある。

40

【0048】

[インバータ装置の特徴作用]

上記のように、工具用のスペースを設けなければならない、インバータ装置が大型化されてしまう。これに対し、実施例1では、コンデンサ固定ボルト5 4により平滑コンデンサ5をケース3 0に固定する位置をコンデンサ固定点9 Cとするとき、コンデンサ固定点9 Cは平滑コンデンサ5の角隅部5 aを避けた位置に配置される。また、パワーモジュール4と平滑コンデンサ5とを、強電接続部8において接近させる。即ち、コンデンサ固定点9 Cは平滑コンデンサ5の角隅部5 aを避けた位置に配置されるので、パワーモジュール4と平滑コンデンサ5との間には、工具用のスペースを設けなくて良い。このため、パワーモジュール4と平滑コンデンサ5との間の距離が短縮される。この結果、インバータ装

50

置 3 A の小型化 (コンパクト化) が達成される。

【 0 0 4 9 】

加えて、パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 との電氣的な接続をバスバー構造とした場合、パワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 との間の距離を短縮できる。このため、平滑コンデンサ 5 から延びる直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 の長さが短縮される。従って、直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 のコストを低減することができる。

【 0 0 5 0 】

実施例 1 では、DC 締結ボルト 4 3 により直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 をパワーモジュール 4 に締結する位置をバスバー締結点 9 B とするとき、バスバー締結点 9 B は電氣的接続とコンデンサ固定とを兼用する。そして、バスバー締結点 9 B は、コンデンサ固定点 9 C とされる。

【 0 0 5 1 】

例えば、仮に、コンデンサ固定点をコンデンサの角隅部を避けた位置に配置することにより、コンデンサ固定点の数が減少することがある。即ち、4 点固定が 3 点固定になってしまう。このため、ケースに対する固定強度が低下するおそれがある。また、従来のインバータ装置では、バスバー締結点をコンデンサ固定点にする、という開示がなかった。

【 0 0 5 2 】

これに対し、実施例 1 において、バスバー締結点 9 B は電氣的接続とコンデンサ固定とを兼用する。そして、バスバー締結点 9 B は、コンデンサ固定点 9 C とされる構成とした。即ち、バスバー締結点 9 B をコンデンサ固定点 9 C とすることにより、コンデンサ固定点 9 C の数が減少することがなく、4 点固定になる。従って、コンデンサ固定点 9 C 全体として、平滑コンデンサ 5 に対する固定強度を確保することができる。

【 0 0 5 3 】

実施例 1 では、平滑コンデンサ 5 の各辺 5 b の外周位置にコンデンサ固定点 9 C が設けられる。そして、コンデンサ固定点 9 C のうち対角線上に配置された 2 つのコンデンサ固定点 9 C の一方がバスバー締結点 9 B にされる。

【 0 0 5 4 】

例えば、方形の平滑コンデンサであり、平滑コンデンサの各辺の外周位置にコンデンサ固定点を設け、4 点固定とする。このとき、4 点全てが直接固定点となるため、コンデンサ固定点 9 C 全体として、ケースに対する固定強度が比較的高くなる。

【 0 0 5 5 】

これに対し、実施例 1 では、コンデンサ固定点 9 C のうち対角線上に配置された 2 つのコンデンサ固定点 9 C の一方がバスバー締結点 9 B にされる構成とした。即ち、1 つのコンデンサ固定点 9 C をバスバー締結点 9 B にしても、4 点全てが直接固定点の場合と同等のケース 3 0 に対する固定強度を保てる。従って、コンデンサ固定点 9 C を 1 つ削減しつつ、コンデンサ固定点 9 C 全体として、ケース 3 0 に対する固定強度を 4 点全てが直接固定点の固定強度と同等にすることができる。加えて、コンデンサ固定点 9 C は 3 か所で済む。

【 0 0 5 6 】

実施例 1 では、直流 P バスバー 5 7 と P 端子 4 P を締結する面と、直流 N バスバー 5 8 と N 端子 4 N を締結する面と、をバスバー締結面 1 0 とする。また、平滑コンデンサ 5 から直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 を引き出す面を上面 51a とするとき、バスバー締結面 1 0 の高さ位置は上面 51a の高さ位置と近い位置である。即ち、バスバー締結面 1 0 と上面 51a の高さ位置を近い位置にすることにより、直流 P バスバー 5 7 と P 端子 4 P との間の距離と、直流 N バスバー 5 8 と N 端子 4 N との間の距離と、を短縮できる。このため、平滑コンデンサ 5 から延びる直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 の長さが短縮される。従って、直流 P バスバー 5 7 と直流 N バスバー 5 8 のコストをより低減することができる。

【 0 0 5 7 】

実施例 1 では、直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58 は、上面 51a から上方へ垂直方向に延び、途中で水平方向（右側）に折れ曲げられた第 1 屈曲部 101 を有する。この直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58 は、第 1 屈曲部 101 から水平方向に延び、途中で下方に垂直方向に折り曲げられた第 2 屈曲部 102 を有する。この直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58 は、第 2 屈曲部 102 から垂直方向に延び、途中で第 1 屈曲部 101 とは反対側（第 1 屈曲部 101 が位置する方向とは反対側）の水平方向（右側）に折り曲げられた第 3 屈曲部 103 を有する。この直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58 は、第 3 屈曲部 103 からパワーモジュール 4 の P 端子 4P まで水平方向に延びる。

【 0 0 5 8 】

例えば、モータジェネレータ 11 の振動等でパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 が相対変位することがある。このとき、直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58 は、第 1 屈曲部 101 と第 2 屈曲部 102 と第 3 屈曲部 103 を有するため、その相対変位を吸収することができる。このため、直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58 は、屈曲部を有さないバスバーや屈曲部が 1 つのバスバー等よりも、バスバー締結点 9B における応力集中を回避できる。従って、強電接続部 8 の耐久信頼性を向上することができる。

【 0 0 5 9 】

次に、効果を説明する。

実施例 1 におけるインバータ装置 3A にあつては、下記に列挙する効果が得られる。

【 0 0 6 0 】

(1) ケース 30 と、半導体モジュール（パワーモジュール 4）と、平滑コンデンサ 5 と、強電接続部 8 と、を備える。

半導体モジュール（パワーモジュール 4）は、ケース 30 に収容される。

平滑コンデンサ 5 は、ケース 30 に固定ボルト（コンデンサ固定ボルト 54）で固定され、電圧変動を抑制する。

強電接続部 8 では、半導体モジュール（パワーモジュール 4）と平滑コンデンサ 5 が電氣的に接続される。

固定ボルト（コンデンサ固定ボルト 54）により平滑コンデンサ 5 をケース 30 に固定する位置をコンデンサ固定点 9C とするとき、コンデンサ固定点 9C は平滑コンデンサ 5 の角隅部 5a を避けた位置に配置される。

半導体モジュール（パワーモジュール 4）と平滑コンデンサ 5 とを、強電接続部 8 において接近させる。

このため、電力変換装置（インバータ装置 3A）の小型化を達成する電力変換装置（インバータ装置 3A）を提供することができる。

【 0 0 6 1 】

(2) 平滑コンデンサ 5 はバスバー（直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58）を有する。

強電接続部 8 では、バスバー（直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58）と半導体モジュール（パワーモジュール 4）とが締結ボルト（DC 締結ボルト 43）により電氣的に接続される。

締結ボルト（DC 締結ボルト 43）によりバスバー（直流 P バスバー 57 と直流 N バスバー 58）を半導体モジュール（パワーモジュール 4）に締結する位置をバスバー締結点 9B とするとき、バスバー締結点 9B は電氣的接続とコンデンサ固定とを兼用する。

バスバー締結点 9B は、コンデンサ固定点 9C とされる。

このため、(1) の効果に加え、コンデンサ固定点 9C 全体として、平滑コンデンサ 5 に対する固定強度を確保することができる。

【 0 0 6 2 】

(3) 平滑コンデンサ 5 は、方形状である。

平滑コンデンサ 5 の各辺 5b の外周位置にコンデンサ固定点 9C が設けられる。

コンデンサ固定点 9C のうち対角線上に配置された 2 つのコンデンサ固定点 9C の一方がバスバー締結点 9B にされる。

10

20

30

40

50

このため、(2)の効果に加え、コンデンサ固定点9Cを1つ削減しつつ、コンデンサ固定点9C全体として、ケース30に対する固定強度を4点全てが直接固定点の固定強度と同等にすることができる。

【0063】

(4) 平滑コンデンサ5はバスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）を有する。

半導体モジュール（パワーモジュール4）は、バスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）と締結する端子（PN端子4P, 4N）を有する。

端子（PN端子4P, 4N）とバスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）を締結する面をバスバー締結面10とする。そして、平滑コンデンサ5からバスバーを引き出す面を引出面（上面51a）とするとき、バスバー締結面10の高さ位置は引出面（上面51a）の高さ位置と近傍位置である。

このため、(1)~(3)の効果に加え、直流Pバスバー57と直流Nバスバー58のコストをより低減することができる。

【0064】

(5) 平滑コンデンサ5からバスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）を引き出す面を引出面（上面51a）とする。

このとき、バスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）は、引出面（上面51a）から上方へ垂直方向に延び、途中で水平方向に折れ曲げられた第1屈曲部101を有する。

また、バスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）は、第1屈曲部101から水平方向に延び、途中で下方に垂直方向に折り曲げられた第2屈曲部102を有する。

さらに、バスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）は、第2屈曲部102から垂直方向に延び、途中で第1屈曲部101とは反対側の水平方向に折り曲げられた第3屈曲部103を有する。

また、バスバー（直流Pバスバー57と直流Nバスバー58）は、第3屈曲部103から半導体モジュール（パワーモジュール4）が有する端子（PN端子4P, 4N）まで水平方向に延びる。

このため、(2)~(4)の効果に加え、強電接続部8の耐久信頼性を向上することができる。

【実施例2】

【0065】

実施例2は、2つのパワーモジュールが1つの平滑コンデンサに電氣的に接続され、コンデンサ固定点のうち対角線上に配置された2つのコンデンサ固定点の両方がバスバー締結点にされる例である。

【0066】

まず、構成を説明する。

実施例2における電力変換装置は、走行用駆動源などとしてレンジエクステンダ電気自動車（電動車両の一例）に搭載されるモータジェネレータのインバータ装置（電力変換装置の一例）に適用したものである。レンジエクステンダ電気自動車（EV）は、2つのモータジェネレータと発電専用のエンジンを有する。このレンジエクステンダ電気自動車は、その2つのモータジェネレータのうち、1つを走行用とし、もう1つを発電用として用いる。なお、発電は、駆動用のモータジェネレータの回生動作と、エンジンを動力源として発電用のモータジェネレータと、により行われる。また、駆動用と発電用の2つを有する構成（例えばパワーモジュール4）を表記するにあたり、特定の駆動用や発電用を指さない場合には、駆動用と発電用のそれぞれの構成に共通する記載である。以下、実施例2の構成を、「駆動システムの回路構成」と、「インバータ装置の構成」と、「要部構成」とに分けて説明する。

【0067】

[駆動システムの回路構成]

図6は、実施例2のインバータ装置が適用された電気自動車の駆動システムの回路図を示す。以下、図6に基づいて、実施例2の駆動システムの回路構成を説明する。

【0068】

駆動システム1Bは、インバータ装置3Bと、駆動用と発電用の2つのモータジェネレータ11と、を備える。なお、直流電源2（強電バッテリー）は図示と説明を省略する。また、駆動システム1Bは、実施例1の駆動システム1Aに、発電用のモータジェネレータ11が追加されたものである。

【0069】

インバータ装置3Bは、直流電源2から供給される直流電力を交流電力に変換し、変換された電力を駆動用のモータジェネレータ11に出力する。また、インバータ装置3Aは、駆動用と発電用のモータジェネレータ11で発電した交流電力を直流電力に変換し、変換された電力を直流電源2に出力する。インバータ装置3Bは、駆動用と発電用の2つのパワーモジュール4（半導体モジュール）と、1つの平滑コンデンサ5と、駆動用と発電用の2つの三相ライン6と、を備える。なお、インバータ装置3Bは、実施例1のインバータ装置3Aに、発電用のパワーモジュール4と発電用の三相ライン6が追加されたものである。また、発電用の三相ライン6は、実施例1の三相ライン6と同様である。

【0070】

発電用のパワーモジュール4は、発電用のモータジェネレータ11の回生動作によって、モータジェネレータ11の回生電力（交流電力）を直流電力に変換して、直流電源2に供給され、直流電源2がモータジェネレータ11の回生電力によって充電される。なお、その他の構成については、実施例1のパワーモジュール4と同様である。

【0071】

平滑コンデンサ5は、駆動用と発電用の2つのパワーモジュール4に設けられたU、V、W相の各アーム回路40U、40V、40Wの直流側の入出力電圧を平滑する。即ち、1つの平滑コンデンサ5により、2つのパワーモジュール4の入出力電圧を平滑する。

【0072】

発電用のモータジェネレータ11は、例えば、ロータに永久磁石を埋設し、ステータにステータコイルが巻き付けられた同期型モータである。モータジェネレータ11は、不図示のエンジンを動力源として発電する。このため、発電用のモータジェネレータ11は、エンジンを動力源として回生動作する。

【0073】

なお、他の構成は、実施例1の「駆動システムの回路構成」と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。また、図6に図示されない構成については、図示並びに説明を省略する。

【0074】

[インバータ装置の構成]

図7は、実施例2におけるインバータ装置の平面図を示す。以下、図7に基づいて、実施例2におけるインバータ装置3Bの構成を説明する。

【0075】

インバータ装置3Bは、パワーモジュール4等を収容するためのケース30を有する。なお、図7にはケース30の底面のみを示す。ケース30は、例えば、駆動用と発電用の2つのモータジェネレータ11の上方位置に配置される。このケース30の内部には、駆動用と発電用の2つのパワーモジュール4と、1つの平滑コンデンサ5と、駆動用と発電用の2つの三相ライン6と、が収容される。また、このケース30の内部には、駆動用と発電用の2つの回路基板7と、駆動用と発電用の2つの強電接続部8と、Pバスバー12と、Nバスバー13と、駆動用と発電用の2つの冷却器14と、が収容される。

【0076】

パワーモジュール4は、平滑コンデンサ5と並列に配置され、PM固定ボルト41により冷却器14に固定される。駆動用のパワーモジュール4は、平滑コンデンサ5の右側に配置され、発電用のパワーモジュール4は、平滑コンデンサ5の左側に配置される。また

、Z方向（図7の紙面に直交する方向、上下方向）において、回路基板7の下側には、冷却器14が設けられている。冷却器14は、不図示の冷却器固定ボルトによりケース30に固定される。この冷却器14は、実施例1と同様に、冷媒（例えば冷却水）が流れる冷媒流路を有する。また、冷却器14と外部とを接続する冷媒流入路と冷媒流出路は図示及び説明を省略する。

【0077】

駆動用と発電用の2つのパワーモジュール4は、U、V、W相の各アーム回路40U、40V、40W等の配置は異なるものの、具体的な構成の説明は実施例1と同様である。即ち、平滑コンデンサ5を中心として、左側に発電用の構成すなわち発電用のパワーモジュール4を含むその他の構成が配置され、右側に駆動用の構成すなわち駆動用のパワーモジュール4を含むその他の構成が配置される。また、パワーモジュール4とモータジェネレータ11の電気的な接続については、実施例1と同様に、駆動用の構成は駆動用同士で接続され、発電用の構成は発電用同士で接続される。

10

【0078】

平滑コンデンサ5は、駆動用と発電用の2つのパワーモジュール4の間に配置される。即ち、平滑コンデンサ5の両側に、2つのパワーモジュール4が配置される。ここで、駆動用のパワーモジュール4と平滑コンデンサ5とが電気的に接続される部分が、駆動用の強電接続部8（平滑コンデンサ5の右側）である。また、発電用のパワーモジュール4と平滑コンデンサ5とが電気的に接続される部分が、発電用の強電接続部8（平滑コンデンサ5の左側）である。なお、電源Pバスバー55と電源Nバスバー56の図示は省略したが、電源Pバスバー55と電源Nバスバー56は直流電源2に接続される。

20

【0079】

なお、他の構成は、実施例1の「インバータ装置の構成」と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。また、図7に図示されない構成については、図示並びに説明を省略する。

【0080】

[要部構成]

以下、図4と図7に基づいて、実施例2における要部構成を説明する。

【0081】

平滑コンデンサ5は、直方体状のコンデンサ本体部51と、2つのコンデンサ固定部52と、直流Pバスバー57と、直流Nバスバー58と、を有する。なお、電源Pバスバー55と電源Nバスバー56については図示及び説明を省略する。

30

【0082】

コンデンサ固定部52は、図2及び図3に示すように、コンデンサ本体部51における前方・後方の各辺5bの外周位置に、1つずつ設けられている。コンデンサ固定部52は、平滑コンデンサ5の四辺5bのうち二辺5bの外周位置に設けられる。即ち、コンデンサ固定部52は、平滑コンデンサ5の角隅部5aを避けた位置に配置される。

【0083】

直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、図7に示すように、コンデンサ本体部51の上面51aの左側と右側からそれぞれ引き出される。左側から引き出された発電用の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、左側へ延びている。即ち、左側の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、平滑コンデンサ5から発電用のパワーモジュール4へと延びている。また、右側から引き出された駆動用の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、右側へ延びている。即ち、右側の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、平滑コンデンサ5から駆動用のパワーモジュール4へと延びている。また、左右の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、U、V、W相の各相に対応するため、それぞれ3本ずつ引き出される。

40

【0084】

右側に配置される直流Pバスバー57と直流Nバスバー58の形状は、実施例1の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58の形状と同様である。一方、左側に配置される直流

50

Pバスバー57と直流Nバスバー58の形状は、実施例1の直流Pバスバー57と直流Nバスバー58の形状とは、水平方向に折れ曲げられる向きが左右反対になる。即ち、左側に配置される直流Pバスバー57と直流Nバスバー58では、上面51aから上方へ垂直方向に延び、途中で水平方向（左側）に折れ曲げられた第1屈曲部101を有することになる。なお、第3屈曲部103も同様である。

【0085】

直流Pバスバー57及び直流Nバスバー58とPN端子4P, 4Nの電気的な接続は、実施例1と同様に、駆動用の構成は駆動用同士で接続され、発電用の構成は発電用同士で接続される。また、これらを接続する前に、駆動用のパワーモジュール4と平滑コンデンサ5とを、駆動用の強電接続部8において接近させる。次いで、発電用のパワーモジュール4と平滑コンデンサ5とを、発電用の強電接続部8において接近させる。駆動用のパワーモジュール4と平滑コンデンサ5との間の距離と、発電用のパワーモジュール4と平滑コンデンサ5との間の距離と、は工具用のスペースを考慮しなくて良い距離（例えば、数ミリ程度）である。次いで、実施例1と同様に、直流Pバスバー57及びP端子4Pと直流Nバスバー58及びN端子4Nとを接続する。

10

【0086】

ここで、実施例2のバスバー締結点9Bについて説明する。実施例2のバスバー締結点9Bは、平滑コンデンサ5の左側と右側の両方に配置される。両側ともに、6点のバスバー締結点9Bが配置される。

【0087】

続いて、図7に基づいて、実施例2におけるコンデンサ固定点の詳細構成を説明する。コンデンサ固定点9Cは、平滑コンデンサ5の四辺5bのうち二辺5b（前方・後方）の外周位置かつ中央部分に設けられる。即ち、コンデンサ固定点9Cは、平滑コンデンサ5の角隅部5aを避けた位置に配置される。このコンデンサ固定点9Cは、コンデンサ固定ボルト54により平滑コンデンサ5がケース30に固定される直接固定点である。

20

【0088】

また、バスバー締結点9Bは、平滑コンデンサ5の四辺5bのうち残りの二辺5b（左方・右方）の外周位置に設けられる。即ち、左右のバスバー締結点9Bは、平滑コンデンサ5の角隅部5aを避けた位置に配置される。

【0089】

ここで、DC締結ボルト43により直流Pバスバー57及び直流Nバスバー58とPN端子4P, 4Nがパワーモジュール4に締結される。このため、パワーモジュール4と平滑コンデンサ5とが電気的に接続される。また、PM固定ボルト41によりパワーモジュール4が冷却器14に固定されている。さらに、冷却器14は、不図示の冷却器固定ボルトによりケース30に固定されている。このため、バスバー締結点9Bは、パワーモジュール4と冷却器14を介してケース30に固定される間接固定点である。

30

【0090】

このように、バスバー締結点9Bは、電気的接続とコンデンサ固定とを兼用する。また、左右それぞれに配置された6点のバスバー締結点9Bにより、直接固定点としてのコンデンサ固定点9Cと同等の固定性を持たせることが可能である。このため、バスバー締結点9Bは、コンデンサ固定点9Cとされる。即ち、図2に示すように、4つのコンデンサ固定点9Cのうち、左右方向の対角線上（対向位置）に配置された2つのコンデンサ固定点9Cの両方がバスバー締結点9Bにされる。

40

【0091】

なお、他の構成は、実施例1の「要部構成」と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。また、図7に図示されない構成については、図示並びに説明を省略する。

【0092】

次に、作用を説明する。
実施例2におけるインバータ装置3Bの作用は、実施例1と同様に、「課題発生作用」を

50

示す。このため、図示並びに説明を省略する。また、実施例 2 におけるインバータ装置 3 B においては、実施例 1 と異なる「インバータ装置の特徴作用」のみを下記に示す。

【 0 0 9 3 】

実施例 2 では、平滑コンデンサ 5 の各辺 5 b の外周位置にコンデンサ固定点 9 C が設けられる。コンデンサ固定点 9 C のうち対角線上に配置された 2 つのコンデンサ固定点 9 C の両方がバスバー締結点 9 B にされる。

【 0 0 9 4 】

例えば、方形の平滑コンデンサであり、平滑コンデンサの各辺の外周位置にコンデンサ固定点を設け、4 点固定とする。このとき、4 点全てが直接固定点となるため、コンデンサ固定点 9 C 全体として、ケースに対する固定強度が比較的高くなる。

【 0 0 9 5 】

これに対し、実施例 2 では、コンデンサ固定点 9 C のうち対角線上に配置された 2 つのコンデンサ固定点 9 C の両方がバスバー締結点 9 B にされる構成とした。即ち、2 つのコンデンサ固定点 9 C をバスバー締結点 9 B にしても、4 点全てが直接固定点の場合と同等のケース 3 0 に対する固定強度を保てる。従って、コンデンサ固定点 9 C を 2 つ削減しつつ、コンデンサ固定点 9 C 全体として、ケース 3 0 に対する固定強度を 4 点全てが直接固定点の固定強度と同等にすることができる。加えて、コンデンサ固定点 9 C は 2 か所で済む。

【 0 0 9 6 】

また、例えば、実施例 1 にモータジェネレータを 1 つ追加すると、パワーモジュールと平滑コンデンサを新たに 1 つずつ設けることになる。これでは、インバータ装置の体積が拡大され、大型化されてしまう。

【 0 0 9 7 】

これに対し、実施例 2 では、2 つのパワーモジュール 4 の入出力電圧を平滑する平滑コンデンサ 5 を共通化した。

【 0 0 9 8 】

また、単に平滑コンデンサ 5 を共通化したのみでは、実施例 1 の「課題発生作用」において説明したように、平滑コンデンサの 4 つの角隅部をボルト固定すると、半導体モジュールとコンデンサとの間には、工具用のスペースを設けなければならない。このため、インバータ装置の体積が拡大され、大型化されてしまう。

【 0 0 9 9 】

これに対し、実施例 2 では、2 つのパワーモジュール 4 と 1 つの平滑コンデンサ 5 を有するインバータ装置 3 B において、コンデンサ固定点 9 C は平滑コンデンサ 5 の角隅部 5 a を避けた位置に配置される。また、2 つのパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 とを、強電接続部 8 において接近させる。即ち、コンデンサ固定点 9 C は平滑コンデンサ 5 の角隅部 5 a を避けた位置に配置されるので、2 つのパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 との間には、工具用のスペースを設けなくて良い。このため、駆動用のパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 との間の距離と、発電用のパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 との間の距離と、が短縮される。従って、インバータ装置 3 B の小型化（コンパクト化）が達成される。

【 0 1 0 0 】

このように、実施例 2 では、2 つのパワーモジュール 4 を有する構成において、平滑コンデンサ 5 を共通化して 1 つとする。また、実施例 2 では、2 つのパワーモジュール 4 と平滑コンデンサ 5 とを、強電接続部 8 において接近させる。これにより、インバータ装置 3 B の小型化（コンパクト化）が達成される。加えて、コンデンサ固定点 9 C は 2 か所で済む。

【 0 1 0 1 】

次に、効果を説明する。

実施例 2 におけるインバータ装置 3 B においては、実施例 1 の(1)，(2)，(4)，(5)に記載した効果が得られる。また、実施例 2 のインバータ装置 3 B においては、下記(6)の効果

10

20

30

40

50

を得ることができる。

【0102】

(6) 平滑コンデンサ5は、方形状である。

平滑コンデンサ5の各辺5bの外周位置にコンデンサ固定点9Cが設けられる。

コンデンサ固定点9Cのうち対角線上に配置された2つのコンデンサ固定点9Cの両方がバスバー締結点9Bにされる。

このため、上記(2)の効果に加え、コンデンサ固定点9Cを2つ削減しつつ、コンデンサ固定点9C全体として、ケース30に対する固定強度を4点全てが直接固定点の固定強度と同等にすることができる。

【0103】

以上、本開示の電力変換装置を実施例1及び実施例2に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0104】

実施例1及び実施例2では、平滑コンデンサ5の四辺5bのうち少なくとも一辺5bの外周位置にバスバー締結点9Bを配置する例を示した。しかし、これに限られない。例えば、平滑コンデンサの各辺の外周位置に、コンデンサ固定点を配置して、4点全てが直接固定点としても良い。このように構成しても、上記(1)に記載した効果が得られる。

【0105】

実施例1では、コンデンサ固定点9Cを、平滑コンデンサ5の四辺5bのうち三辺5b（前方・後方・左方）の外周位置かつ中央部分に設ける例を示した。また、実施例2では、コンデンサ固定点9Cを、平滑コンデンサ5の四辺5bのうち二辺5b（前方・後方）の外周位置かつ中央部分に設ける例を示した。しかし、これに限れない。例えば、コンデンサ固定点9Cは、平滑コンデンサ5の各辺5bの外周位置かつ中央部分以外の部分に設けられても良い。要するに、コンデンサ固定点9Cは、平滑コンデンサ5の各辺5bの外周位置に設けられていけば良い。このように構成しても、上記(3)又は(6)に記載した効果が得られる。

【0106】

実施例1及び実施例2では、上面51aの高さ位置を、バスバー締結面10の高さ位置と近い位置（近傍位置）とする例を示した。しかし、これに限られない。例えば、バスバー締結面の高さ位置は、上面の高さ位置と同じ位置（図4の同一位置10A）であっても良い。要するに、バスバー締結面の高さ位置は上面の高さ位置と同じ位置又は近傍位置であれば良い。具体的には、バスバー締結面の高さ位置は、上面の高さ位置と同一位置10A又は上方近傍位置10Bから下方近傍位置10Cまでの範囲内であれば良い。このように構成しても、上記(4)に記載した効果が得られる。

【0107】

実施例1及び実施例2では、直流Pバスバー57と直流Nバスバー58は、上面51aから上方へ垂直方向に延び、途中で水平方向（右側）に折れ曲げられた第1屈曲部101を有する。この直流Pバスバー57は、第1屈曲部101から水平方向に延び、途中で下方に垂直方向に折り曲げられた第2屈曲部102を有する。この直流Pバスバー57は、第2屈曲部102から垂直方向に延び、途中で第1屈曲部101とは反対側（第1屈曲部101が位置する方向とは反対側）の水平方向（右側）に折り曲げられた第3屈曲部103を有する。この直流Pバスバー57は、第3屈曲部103からパワーモジュール4のP端子4Pまで水平方向に延びる例を示した。しかし、これに限られない。例えば、直流Pバスバーと直流Nバスバーの形状は、上面から上方へ垂直方向に延び、途中で水平方向に折れ曲げられた第1屈曲部を有する。この直流Pバスバーと直流Nバスバーは、第1屈曲部からパワーモジュールのP端子とN端子まで水平方向に延びても良い。

【0108】

実施例1及び実施例2では、本開示の電力変換装置を、モータジェネレータ11の交流/直流の変換装置として用いられるインバータ装置3A、3Bに適用する例を示した。し

10

20

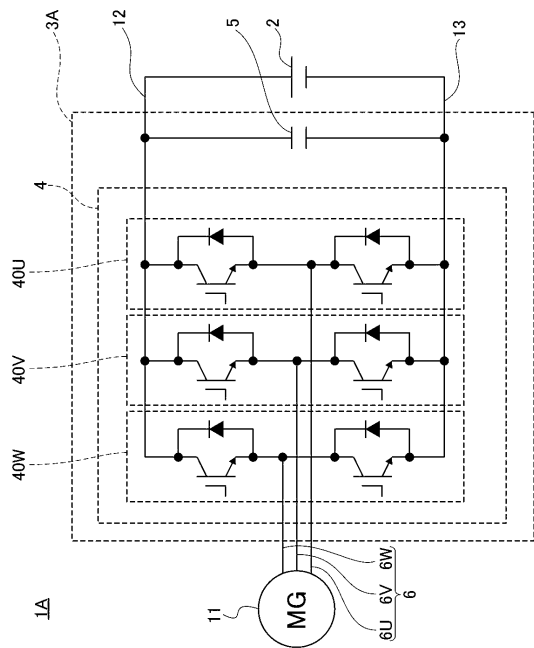
30

40

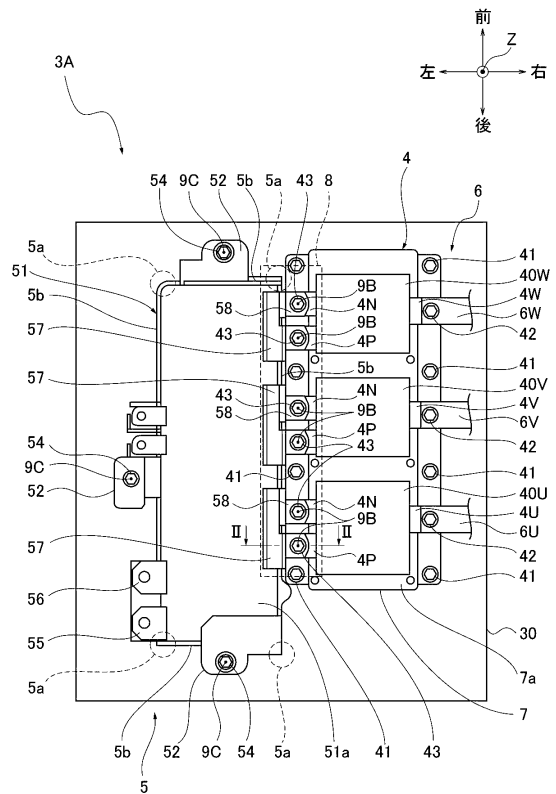
50

かし、本開示の電力変換装置は、少なくともケースと、半導体モジュールと平滑コンデンサと強電接続部とを備える電力変換装置であれば、インバータ装置以外の様々な電力変換装置に対しても適用することができる。また、電気自動車（電動車両の一例）等の電動車両に搭載されるインバータ装置に限られない。

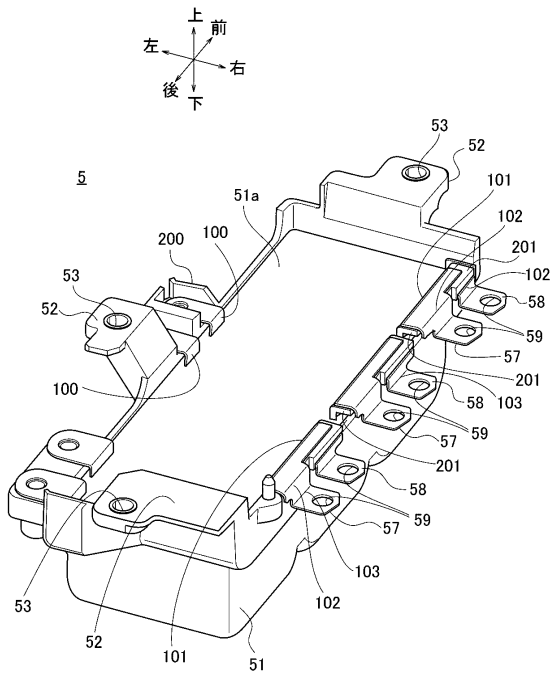
【図1】



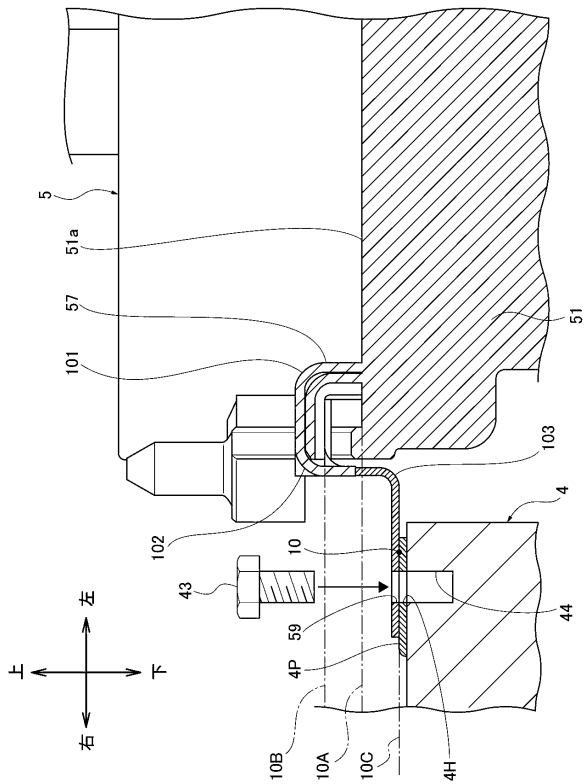
【図2】



【図3】

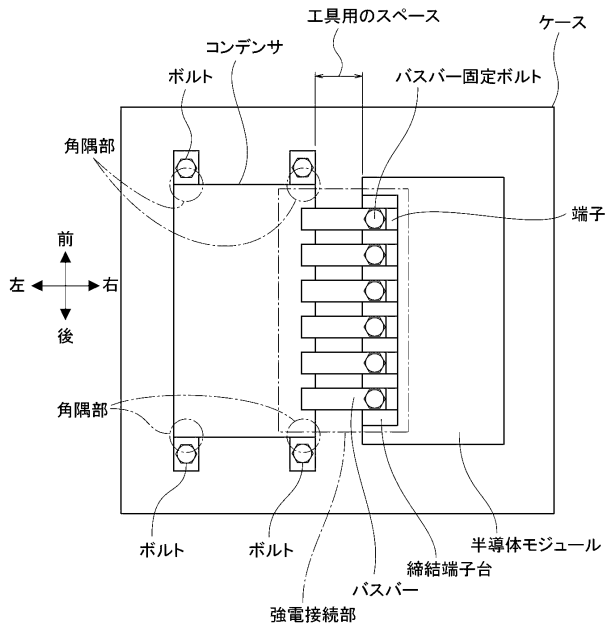


【図4】

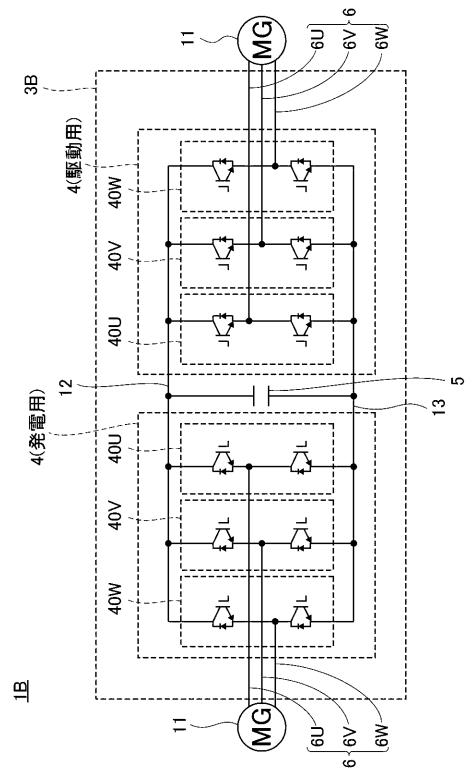


【図5】

インバータ装置



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2017-73920(JP,A)
特開2014-11339(JP,A)
特開2009-106046(JP,A)
特開2000-152656(JP,A)
特開2015-220858(JP,A)
特開2016-52183(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 1/00, 7/48