

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5355822号
(P5355822)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.	F 1
H02M 7/48 (2007.01)	H02M 7/48 Z
H02M 7/12 (2006.01)	H02M 7/12 Z

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-511197 (P2013-511197)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成23年11月30日(2011.11.30)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/077720		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
審査請求日	平成25年3月7日(2013.3.7)	(74) 代理人	100089118
早期審査対象出願			弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	北中 英俊
			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	安池 一貴
		(56) 参考文献	特開平03-011924 (JP, A)
			国際公開第2011/004450 (W
			O, A1)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 強制風冷式電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源から入力された電力を任意の値に変換して電動機へ出力する複数の半導体素子を具備する電力変換回路と直流電力を貯蔵するコンデンサとを有した強制風冷式電力変換装置において、

前記電力変換回路を構成する一部の前記半導体素子と、前記半導体素子が搭載された冷却器ベース部と、前記冷却器ベース部における半導体素子搭載面の裏面側に設けられた冷却器フィン部と、を具備する電力変換モジュールと、

少なくとも2台の前記電力変換モジュールにおける前記冷却器フィン部が向き合うように取り付けられた冷却器取り付け部材と、複数の前記半導体素子に接続された導体板とを有した電力変換サブブロックと、

を備え、

複数の前記電力変換サブブロックは、

複数の前記導体板が、前記強制風冷式電力変換装置の底面と平行に配置された接続導体板に対して垂直に配置されて電力変換ブロックを構成し、

前記冷却器取り付け部材の内側に配置された複数の前記冷却器フィン部が冷却風により一括冷却され、

前記電力変換ブロックは、前記接続導体板によって前記コンデンサと他の前記電力変換ブロックとに接続されている

ことを特徴とする強制風冷式電力変換装置。

10

20

【請求項 2】

冷却ファンと、前記冷却ファンと前記冷却器取り付け部材とを連結する導風部材と、を有し、前記導風部材により前記冷却器取り付け部材の開放部に冷却風を通風する構成とし、

前記導風部材の前記冷却器取り付け部材側または前記冷却器取り付け部材の前記導風部材側の少なくとも一方にシール部材を配し、少なくとも前記電力変換モジュールは、装置外へ引き出して着脱可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の強制風冷式電力変換装置。

【請求項 3】

冷却ファンと、前記冷却ファンと前記冷却器取り付け部材とを連結する導風部材と、を有し、前記導風部材により前記冷却器取り付け部材の開放部に冷却風を通風する構成とし、

前記導風部材の前記冷却ファン側または前記冷却ファンの前記導風部材側の少なくとも一方にシール部材を配し、少なくとも前記電力変換モジュールは前記導風部材とともに、装置外へ引き出して着脱可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の強制風冷式電力変換装置。

【請求項 4】

前記接続導体板は、前記電力変換ブロックの上側または下側の前記密閉部に配置され、かつその長さ方向が前記冷却風の方向と直交する方向に配置されたことを特徴とする請求項 1 に記載の強制風冷式電力変換装置。

【請求項 5】

電源から入力された電力を任意の値に変換して電動機へ出力する複数の半導体素子を有した強制風冷式電力変換装置において、

前記半導体素子と、前記半導体素子が搭載された冷却器ベース部と、前記冷却器ベース部における半導体素子搭載面の裏面側に設けられた冷却器フィン部と、を具備する電力変換モジュールと、

少なくとも 2 台の前記電力変換モジュールを有する電力変換サブブロックと、

接続導体により複数の前記電力変換サブブロックが接続されてなる電力変換ブロックと

、

電力変換装置に設けられ、前記電力変換ブロックを支持するスライドレールと、

直流電力を貯蔵するコンデンサと、

前記コンデンサに接続されたコンデンサ導体板と、

を有し、

前記コンデンサ導体板と前記電力変換ブロックの前記接続導体板とは導体接続部材により相互に接続または切り離し可能に構成され、

複数の半導体素子に接続されている導体板が電力変換装置の底面と平行に配置された接続導体板に対して垂直に配置され、電力変換ブロックの接続導体板の一方の端部がコンデンサを介して他の電力変換ブロックの接続導体板と接続可能に構成され、

前記電力変換ブロックを装置外へ引き出して着脱可能に構成したことを特徴とする強制風冷式電力変換装置。

【請求項 6】

前記接続導体板、前記コンデンサ導体板は、装置床面に沿って水平に配置され、前記導体接続部材を着脱可能とするために装置下面に開口部とカバーを有したことを特徴とする請求項 5 に記載の強制風冷式電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気車駆動用の交流電動機制御に好適な強制風冷式電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

従来技術に係る電気車の電力変換装置は、電動車の各台車に搭載された車軸に直結された複数の誘導電動機を、電力変換装置内の一つのインバータ回路で並列一括駆動する構成となっているのが一般的である。

【0003】

また、この種の電力変換装置では、通常は、電動車の両端に配置された台車に内蔵された合計4本の車軸をそれぞれ駆動する誘導電動機4台を、1つのインバータ回路で並列一括制御するように構成した例が多い。

【0004】

さらに、交流区間を走行する電気車駆動用の電力変換装置では、架線から受電した交流電力を一旦直流に変換してインバータ回路へ供給するためのコンバータ回路が追加される。

10

【0005】

また、電気車駆動用の電力変換装置における冷却方式としては、装置の小型軽量化のため、冷却ファンにより外気を通風してインバータ回路やコンバータ回路（以下両者を総称して「電力変換回路」と称する）を冷却する強制風冷方式が主流である（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2006-025556号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、近年、産業機器や家電分野、自動車分野等の交流電動機応用分野において、従来からの誘導電動機に代わって永久磁石同期電動機を適用する事例が増えてきている。永久磁石同期電動機は、誘導電動機と比較して、永久磁石による磁束が確立しているので励磁電流が不要であることや、回転子に電流が流れないため、二次銅損が発生しないことなどから高効率な電動機として知られており、近年、電気車駆動用の電力変換装置への適用も検討されている。

【0008】

30

電気車の駆動用途に永久磁石同期電動機を適用する上で課題となるのが、複数台の永久磁石同期電動機の駆動する電力変換装置を如何に構成するかにある。つまり、永久磁石同期電動機は、既に知られているとおり、インバータ周波数とロータ周波数が同期して動作するものであるから、従来例の誘導電動機のように、複数台の永久磁石同期電動機を一台のインバータで並列一括駆動することはできない。なぜなら、電気車への適用例では、車輪径の違いや空転等により運転中の各車輪の回転数、位相は異なるため、各電動機の回転数や位相が一致しないためである。

【0009】

したがって、永久磁石同期電動機一台毎に対応した個別の駆動用インバータ回路を設ける必要がある。電気車の場合、編成中の複数の電動機により、電動車の各車輪を駆動する動力分散方式の構成で主流であるため、複数台の並列一括駆動が可能な従来の誘導電動機を使用したシステムと比較して、必要となるインバータ回路の数が増加し、その結果、インバータ回路のサイズ、質量、コストが増加するという課題が生ずる。

40

【0010】

なお、誘導電動機を使用したシステムにおいても、各車輪に接続された複数の誘導電動機を独立して個別に制御するシステムも存在するが、この場合も永久磁石同期電動機を駆動するシステムと同様に各電動機に対応した独立したインバータ回路を個別に設ける必要があり、必要となるインバータ回路の数が増加し、永久磁石同期電動機と同様に、インバータ回路のサイズ、質量、コストが増加するという課題が生ずる。

【0011】

50

また、交流区間を走行する電気車の電力変換装置の場合は、装置容量によっては、コンバータ回路の数（あるいはコンバータ回路を構成する半導体素子の並列数）が増加する。その結果、コンバータ回路のサイズ、質量、コストが増加するという課題も生ずる。

【 0 0 1 2 】

なお、電気車用の電力変換装置は、電気車の床下に配置されることが多く、小型化および軽量化が可能な構造であることが望まれることは言うまでもない。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、複数台の電動機を個別に駆動する方式の強制風冷式電力変換装置を構成する場合であっても、電力変換回路のサイズ、質量およびコストの増加を抑制可能に構成される強制風冷式電力変換装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明は、電源から入力された電力を任意の値に変換して電動機へ出力する複数の半導体素子を具備する電力変換回路を有した強制風冷式電力変換装置において、前記電力変換回路を構成する一部の前記半導体素子と、前記半導体素子が搭載された冷却器ベース部と、前記冷却器ベース部における半導体素子搭載面の裏面側に設けられた冷却器フィン部と、を具備する電力変換モジュールと、少なくとも2台の前記電力変換モジュールにおける前記冷却器フィン部が背中合わせに取り付けられ、前記冷却器フィン部が配置され外気が通流する開放部と前記半導体素子が配置された密閉部との間を分離するとともに、前記冷却器フィン部に冷却風を通流させることを可能にした冷却器取り付け部材と、を有した電力変換サブブロックを複数台組み合わせて構成したことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明に係る電気車制御装置によれば、複数台の電動機を個別に駆動する方式の強制風冷式電力変換装置を構成する場合であっても、電力変換回路のサイズ、質量およびコストの増加を抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

30

【図1】図1は、本発明の実施の形態における電力変換装置の構成例を示す図である。

【図2】図2は、本発明の実施の形態におけるコンバータ回路の構成例を示す図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態におけるインバータ回路の構成例を示す図である。

【図4】図4は、本発明の実施の形態におけるコンバータ電力変換モジュールあるいはインバータ電力変換モジュールの構成例を示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施の形態におけるコンデンサモジュールの構成例を示す図である。

【図6】図6は、本発明の実施の形態における電力変換装置の内部配置構成例を示す上面図および側面図である。

【図7】図7は、本発明の実施の形態における電力変換装置の内部配置構成の別例を示す側面図である。

40

【図8】図8は、本発明の実施の形態における電力変換ブロックの構成例を示す図である。

【図9】図9は、本発明の実施の形態における電力変換ブロックのシール部位を示す図である。

【図10】図10は、本発明の実施の形態における電力変換ブロックの電力変換装置収納箱への収納例を示す図である。

【図11】図11は、本発明の実施の形態における電力変換装置の車両への搭載例を示す図である。

【図12】図12は、本発明の実施の形態における電力変換装置の断面構成を示す図であ

50

【図 13】図 13 は、本発明の実施の形態における機器配置と電力変換モジュール配置の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

以下に添付図面を参照し、本発明の実施の形態に係る強制風冷式電力変換装置（以下単に「電力変換装置」と称する）について説明する。なお、以下の実施の形態では、交流入力タイプであり、永久磁石同期電動機を駆動する電力変換装置を一例として説明するが、この実施の形態により本発明が限定されるものではない。

まず、本発明の実施の形態における電力変換装置の全体構成ならびに、本実施の形態の電力変換装置を構成するコンバータ回路、インバータ回路、コンバータ電力変換モジュール、インバータ電力変換モジュールおよび、コンデンサモジュールの構成について図１～図５の図面を参照して説明する。ここで、図１は、本発明の実施の形態における電力変換装置の構成例を示す図であり、図２は、本発明の実施の形態におけるコンバータ回路２０の構成例を示す図であり、図３は、本発明の実施の形態におけるインバータ回路４０の構成例を示す図であり、図４は、本発明の実施の形態におけるコンバータ電力変換モジュールあるいはインバータ電力変換モジュールの構成例を示す図であり、図５は、本発明の実施の形態におけるコンデンサモジュール３０の構成例を示す図である。

図 1 に示すように、電源としての変電所（図示せず）より送電された電力は、架線 1 に接触させた集電装置 2 を通じて受電し、変圧器 6 の一次側へ入力する構成である。変圧器 6 からの負側の配線は、車輪 3 を経由してレール 4 へ接続され、図示を省略した変電所に戻る。

変圧器 6 の二次側は、電力変換装置 100 へ接続されており、電力変換装置 100 を変圧器 6 側から切り離す機能を有した入力開閉器 10 へ入力される。入力開閉器 10 は、電力変換装置 100 を停止させる場合や、異常が発生した場合にオフに制御され、通常の運転中にはオンに制御される開閉器であり、数百 A ~ 千 A の電流を開閉できる能力を有するものである。

入力開閉器 10 の次段には、交流入力導体 U S , V S を介して入力された交流電圧を任意の直流電圧に変換して、直流接続導体 P , C , N によりコンデンサモジュール 30 に出力するコンバータ回路 20 が設けられる。なお、交流入力導体 U S , V S は、数百 A の電流容量を有し、例えば銅を主体に構成される。

図 1 に示したコンバータ回路 20 は、例えば図 2 に示すように構成される。図 2 は、昨今の電気車において応用例の多い電圧形単相 3 レベルコンバータを適用した場合の構成例を示しており、IGBT でありダイオードである半導体素子 25 でブリッジ回路を構成し、各半導体素子を PWM 動作させる構成である。その構成と動作は公知であることから、ここでの説明は省略する。なお、図 2 では、電流容量を確保するために各半導体素子を、例えば U P C 1 A と U P C 1 B、U P C 2 A と U P C 2 B、U D 1 A と U D 1 B のように並列接続された形態で示しているが、並列接続されない形態であっても構わない。

また、図 2 に示すとおり、コンバータ回路 20 は、コンバータ電力変換モジュール 20 a ~ 20 d で構成される。より詳細に説明すると、コンバータ電力変換モジュール 20 a は U 相上アームを成し、コンバータ電力変換モジュール 20 b は U 相下アームを成し、コンバータ電力変換モジュール 20 c は V 相上アームを成し、コンバータ電力変換モジュール 20 d は V 相下アームを成し、コンバータ電力変換モジュール 20 e は W 相上アームを成し、コンバータ電力変換モジュール 20 f は W 相下アームを成し、コンバータ電力変換モジュール 20 g は中性点を成す。

ル 20d は V 相下アームを成す。このように、図 2 では、コンバータ回路 20 を 4 つのコンバータ電力変換モジュール 20a ~ 20d に分割しているが、この分割の考え方については後述する。

【0024】

コンバータ回路 20 の出力に配置されるコンデンサモジュール 30 は、図 5 に示すとおり、正側のコンデンサ 30P および負側のコンデンサ 30N を有してなり、直流接続導体 P, C, N が備えられる。このコンデンサモジュール 30 は、例えば複数のフィルムコンデンサ等を直並列接続した集合体として構成され、直流電力を蓄積するエネルギーバッファとして機能し、またコンバータ回路 20 あるいはインバータ回路 40 に具備される半導体素子 25 のスイッチング動作により発生するサージ電圧や高周波のリプル電流成分を吸収する機能を有する。

10

【0025】

なお、このコンデンサモジュール 30 は、上記の通り直流接続導体 P, C, N もしくは直流接続導体 P, N により各コンバータ電力変換モジュール 20a ~ 20d およびインバータ電力変換モジュール 40a ~ 40d と接続されているが（図 1 参照）、これら各モジュール間のインダクタンス成分が大きいと半導体素子 25 がスイッチング動作をしたタイミングでサージ電圧やノイズの発生が大きくなる。したがって、これらのインダクタンスは極力小さくするように配慮されるべきであることは当業者には周知である。このため、直流接続導体 P, C, N は、互いに絶縁を確保しながら互いに極力近接させた形で構成する。例えば、銅の薄板で導体を構成し、導体間を絶縁フィルムで絶縁したラミネートブスバーを用いるのが好ましい。以下、これらの直流接続導体 P, C, N で構成された導体を総称してコンデンサ導体板 80 と称する。なお、コンデンサ導体板 80 に関する更に詳細な内容は、後述する。

20

【0026】

コンデンサモジュール 30 の次段には、インバータ回路 40 が設けられる。このインバータ回路 40 は、例えば図 3 に示すように構成される。図 3 では、電圧形三相 2 レベルインバータを適用した場合の構成例を示しており、IGBT でありダイオードである半導体素子 25 でブリッジ回路を構成し、各半導体素子を PWM 動作させる構成である。その構成と動作は公知であることから、ここでの詳細な説明は省略する。なお、図 3 では、各半導体素子を並列接続していない形態で示しているが、例えば電流容量を確保するために各半導体素子を、並列接続して構成しても構わない。また、三相 2 レベルインバータに代えて、三相 3 レベルインバータを適用することも可能である。

30

【0027】

また、図 3 に示すとおり、インバータ回路 40 は、インバータ電力変換モジュール 40a ~ 40d で構成され、それぞれのインバータ電力変換モジュールが一つのインバータブリッジ回路を構成する。例えば、図 1 では、4 台のインバータ電力変換モジュールにより 4 台の交流電動機をそれぞれ駆動する場合の構成例を示している。

【0028】

インバータ電力変換モジュール 40a ~ 40d の出力側は、交流出力導体 U, V, W を経由してモータ開放開閉器 50a ~ 50d を介してそれぞれ交流電動機 60a ~ 60d に接続されている。

40

【0029】

つぎに、上述したコンバータ電力変換モジュールおよびインバータ電力変換モジュールの各構成における要点について説明する。なお、以下、コンバータ電力変換モジュールとインバータ電力変換モジュールを総称する場合には、電力変換モジュールと称して説明する。

【0030】

図 4 に示すとおり、コンバータ電力変換モジュール 20a ~ 20d と、インバータ電力変換モジュール 40a ~ 40d は類似の構成であり、冷却器ベース部 27 と冷却器フィン部 26 を有する冷却器 28 の半導体素子取り付け面（図の右側）に半導体素子 25 が配置

50

される。即ち、冷却器フィン部 26 に冷却風を通過させて半導体素子 25 を冷却する構成である。なお、図 4 は、半導体素子 25 が冷却器 28 に 6 個搭載された状態を示しているが、この構成は一例であり、6 個に限定されるわけではない。

【0031】

冷却器ベース部 27 は、例えばアルミニウムを用いてブロック形状に形成され、半導体素子 25 の発熱を受ける受熱部として動作する。冷却器フィン部 26 は、例えばアルミニウムを素材とし、例えばくし型や格子状のフィンに構成されて半導体素子 25 を搭載する搭載面の裏面側に設けられ、熱を大気中に放散する放熱部として動作する。半導体素子 25 と冷却器フィン部 26 が近接した構成とできるため、冷媒沸騰式の冷却器のように熱輸送のための冷媒を使用しない。その結果、冷却器 28 の設置方向に関する制約がなく、冷却器 28 の構成が簡易となり、軽量かつ低コストで電力変換装置が構成できるという利点

10

【0032】

なお、図 1 ~ 図 3 に示すとおり、電力変換装置 100 に内蔵されるコンバータ回路 20 およびインバータ回路 40 を構成する半導体素子 25 の数は非常に多い。このため、全ての半導体素子 25 を一つの冷却器 28 の上に搭載すると、冷却器 28 が大型で重量物となり、電力変換装置 100 への収納が困難になったり、取り付け取り外しに支障が生じたり、組み立て作業が困難になる等の問題が生じ好ましくない。

【0033】

そこで、本実施の形態では、コンバータ回路 20 およびインバータ回路 40 を複数のグループに分割し、それぞれのグループに属する半導体素子 25 を複数の冷却器 28 に分割して搭載することにした。その詳細は、以下のとおりである。

20

【0034】

まず、各電力変換モジュール (20a ~ 20d、40a ~ 40d) に設ける外部との接続箇所は、直流接続導体 P、C、N、交流入力導体 US、VS、あるいは交流出力導体 U、V、W と接続する箇所のみとなるように構成する。つまり、各電力変換モジュールから外部への接続が必要な箇所以外は、電力変換モジュールの外部へ出さないように構成することが肝要な点である。

【0035】

このように構成する理由は、各電力変換モジュール間を相互接続するためだけの導体を不要にでき、電力変換装置 100 の内部構造を簡素化することができ、部品点数を非常に少なくすることができるからである。これにより、電力変換装置 100 の小型軽量化および低コスト化という効果が得られる。

30

【0036】

一方、上記のとおり構成しない場合、小型軽量化および低コスト化に関する十分な効果は得られない。例えば、図 2 において、UPC1A、UPC1B、UPC2A および UPC2B のグループと、UD1A、UD1B、UD2A および UD2B のグループとの間で分割してそれぞれのグループを別々の電力変換モジュールとして構成した場合を例に説明すると、この場合、図 2 では内部導体として示した接続導体 22 を新たに設けて電力変換モジュール間を接続する必要が発生する。この接続導体 22 は、電力変換モジュール間の接続のみに使用され、外部への接続が不要なものである。本接続導体 22 の追加に起因する電力変換モジュール構造の複雑化、部品数の増加により、電力変換装置 100 の質量増およびコスト増を招く。

40

【0037】

つぎに考慮すべき点としては、各電力変換モジュール (20a ~ 20d、40a ~ 40d) の発生損失を揃えることである。これは、後述のとおり、各電力変換モジュール (20a ~ 20d、40a ~ 40d) を構成する冷却器 28 や冷却する冷却手段の構成を容易にするという効果がある。

【0038】

複数のコンバータ電力変換モジュール (20a ~ 20d) と複数のインバータ電力変換

50

モジュール(40a~40d)との間の各発生損失を均等に揃えることが好ましいが、複数のコンバータ電力変換モジュール(20a~20d)のそれぞれの間、あるいは複数のインバータ電力変換モジュール(40a~40d)のそれぞれの間の各発生損失を均等に揃えることでもよい(例:20aの発生損失=20bの発生損失=20cの発生損失=20dの発生損失、40aの発生損失=40bの発生損失=40cの発生損失=40dの発生損失)。

【0039】

例えば、コンバータ回路20は、コンバータ電力変換モジュール20a~20dで構成されるが、コンバータ電力変換モジュール20aがU相上アーム、コンバータ電力変換モジュール20bがU相下アーム、コンバータ電力変換モジュール20cがV相上アーム、コンバータ電力変換モジュール20dがV相下アームを構成するように分割構成することで、上記の着眼点が達成できる。

10

【0040】

また、各電力変換モジュール(20a~20d、40a~40d)の発生損失を揃えることにより各電力変換モジュールに使用する冷却器28のサイズを揃えることが可能となる。これにより、各電力変換モジュール(20a~20d、40a~40d)に使用する冷却器28を共通品とでき、量産効果による低コスト化、製造コストの低減が可能となるという利点が生まれる。

【0041】

また、後述のとおり、一つの冷却器取り付け部材72に二つの冷却器28を背中合わせに配置する構成が可能となる。

20

【0042】

さらに、後述のとおり、電力変換装置100と各交流電動機(60a~60d)との間の位置関係に応じて、各電力変換モジュール(20a~20d、40a~40d)の配置自由度が確保できる。

【0043】

さらに考慮すべき点としては、各電力変換モジュールに搭載する半導体素子25の数あるいは搭載面積を揃えることである。これにより、各電力変換モジュール(20a~20d、40a~40d)の冷却器28のサイズを揃えることが可能となる。上記と同様に各電力変換モジュール(20a~20d、40a~40d)に使用する冷却器28を共通品として量産効果による低コスト化、製造コストの低減が可能となるという利点が生まれる。また、後述のとおり、電力変換装置100と各交流電動機(60a~60d)との間の位置関係に応じて、各電力変換モジュール(20a~20d、40a~40d)の配置自由度が確保できる。

30

【0044】

図1、図2、図3に示した構成は、一般的な電気車用の電力変換装置において、上記の各要点を含んでコンバータ回路20、インバータ回路40を分割してコンバータ電力変換モジュール20a~20d、インバータ電力変換モジュール40a~40dを構成したものである。

【0045】

より詳細に説明すると、コンバータ回路20が、例えば単相3レベルコンバータ回路であり、各アームは半導体素子が2並列接続された構成に適用する場合、コンバータ回路20としては、U相上アームを構成する6個の半導体素子を搭載したU相上アーム用コンバータ電力変換モジュール20aと、U相下アームを構成する6個の半導体素子を搭載したU相下アーム用コンバータ電力変換モジュール20bと、V相上アームを構成する6個の半導体素子を搭載したV相上アーム用コンバータ電力変換モジュール20cと、V相下アームを構成する6個の半導体素子を搭載したV相下アーム用コンバータ電力変換モジュール20dと、に分割して構成することが好適である。

40

【0046】

インバータ回路40について同様に説明すると、上記コンバータ回路20に組み合わせ

50

れるインバータ回路 40 が三相 2 レベルインバータ回路であり、インバータ回路 40 を構成する 1 組のブリッジ回路が一つのインバータ電力変換モジュールを構成する場合において、第一のインバータ回路を構成する第一のインバータ電力変換モジュール 40 a と、第二のインバータ回路を構成する第二のインバータ電力変換モジュール 40 b と、第三のインバータ回路を構成する第三のインバータ電力変換モジュール 40 c と、第四のインバータ回路を構成する第四のインバータ電力変換モジュール 40 d と、に分割して構成することが好適である。

【0047】

なお、ここで想定している電力変換装置 100 の容量は 1 MW 程度であり、直流接続導体 P N 間の電圧は 1 . 5 K V ~ 3 K V 程度である。

【0048】

図 6 は、本発明の実施の形態における電力変換装置の内部配置構成例を示す図であり、同図 (a) は、電力変換装置 100 を上方から見た図 (上面図) であり、同図 (b) は、電力変換装置 100 を側面 (電気車の側面側) から見た図 (側面図) である。

【0049】

電力変換装置 100 は、図 6 に示すように、第一、第二の電力変換サブブロック (75 a , 75 b : 内部構成は後述) および第一の接続導体板 74 a を具備する第一の電力変換ブロック 70 a 、第三、第四の電力変換サブブロック (75 c , 75 d : 内部構成は 75 a , 75 b に順ずる) および第二の接続導体板 74 b を具備する第二の電力変換ブロック 70 b 、コンデンサモジュール 30 、コンデンサモジュール 30 の端子であるコンデンサ端子 31 に接続された少なくとも直流接続導体 P , N を含むコンデンサ導体板 80 、第一の接続導体板 74 a あるいは第二の接続導体板 74 b とコンデンサ導体板 80 とを接続する導体接続部材 81 、第一のシール部材 106 を介して第一 ~ 第四の冷却器取り付け部材 (72 a ~ 72 d) と接する第一 ~ 第四の導風部材 (66 a ~ 66 d) 、第一 ~ 第四の導風部材 (66 a ~ 66 d) に冷却風を流すための冷却ファン 65 a , 65 b ならびに、点検力バー 105 を有して構成される。

【0050】

第一 ~ 第四の電力変換サブブロック (75 a ~ 75 d) は、第一 ~ 第四の導風部材 (66 a ~ 66 d) を介して冷却ファン 65 a , 65 b により送出される冷却風により冷却される。

【0051】

第一 ~ 第四の導風部材 (66 a ~ 66 d) は、第一のシール部材 106 を介して第一 ~ 第二の電力変換ブロックに 70 a , 70 b に内蔵される第一 ~ 第四の冷却器取り付け部材 (72 a ~ 72 d) に接するように構成される。

【0052】

なお、第一のシール部材 106 は、冷却ファン 65 a , 65 b と第一 ~ 第四の導風部材 (66 a ~ 66 d) との間に設けるようにして、第一 ~ 第四の導風部材 (66 a ~ 66 d) を第一、第二の電力変換ブロック (70 a , 70 b) と一体となるように構成してもよい。

【0053】

つぎに、第一の電力変換ブロック 70 a を例に各導体板の配置について説明する。

【0054】

第一の接続導体板 74 a は、第一の冷却器取り付け部材 72 a および第二の冷却器取り付け部材 72 b の下方側に装置の底面 (床面) と平行に配置される。また、冷却器の冷却風出口部における冷却風の方向と第一の接続導体板 74 a の長さ方向は直交するように配置される。さらに、第一の接続導体板 74 a の一方の端部は、導体接続部材 81 を介してコンデンサ導体板 80 に接続可能に構成される。

【0055】

なお、第一の接続導体板 74 a は、図 7 に示すように第一の冷却器取り付け部材 72 a および第二の冷却器取り付け部材 72 b の上側に装置の底面と平行に配置してもよい。こ

10

20

30

40

50

の配置例でも、冷却風の方向と第一の接続導体板の長さ方向は直交するように配置される。このため、図7に示す配置例でも、第一の接続導体板74aの一方の端部を導体接続部材81を介してコンデンサ導体板80に接続可能に構成できる。

【0056】

以上、第一の電力変換ブロック70aにおける各導体板の配置および接続について説明したが、第二の電力変換ブロック70bについても同様に構成することができる。

【0057】

上記のように構成することで、冷却系統との構造的な干渉を回避しつつ、複数の電力変換回路を極めて短い距離で接続する主回路配線構造を構築することができる。

【0058】

また、装置底面の点検カバー105を取り外すことで、導体接続部材81の着脱を行うことが可能となる。さらに、導体接続部材81を取り外すことで、第一の接続導体板74aあるいは第二の接続導体板74bとコンデンサ導体板80とを分離することが可能となる。このように構成することで、後述するように電力変換ブロックを車両の側面側へ取り出す構造とすることができ、メンテナンス性を向上できる。

【0059】

図8は、本発明の実施の形態における電力変換ブロックの構成例を示す図である。電力変換ブロック70aは、第一のユニット結合フレーム76aにより第一の電力変換サブブロック75aと第二の電力変換サブブロック75bと第一の接続導体板74aとが固定されて構成される。

【0060】

第一の電力変換サブブロック75aは、第一の冷却器フィン部26aおよび第一の冷却器ベース部27aを有する第一の冷却器28a、第二の冷却器フィン部26bおよび第二の冷却器ベース部27bを有する第二の冷却器28b、これらに取り付けられる第一の冷却器取り付け部材72a、第一の冷却器28aに搭載された半導体素子25に接続された第一の導体板73aと、第二の冷却器28bに搭載された半導体素子25に接続された第二の導体板73bとを有して構成される。

【0061】

ここで、第一の導体板73aは、少なくとも直流接続導体P、Nを含むものである。直流接続導体P、Nは、絶縁層を挟んで積層されて第一の導体板73aが構成される。

【0062】

なお、第一の電力変換サブブロック75aがコンバータ電力変換モジュール(20a~20d)を含む場合、第一の導体板73aは、さらに直流接続導体C、交流入力導体US、VSを含むものとして構成してもよい。また、第一の電力変換サブブロック75aがインバータ電力変換モジュール(40a~40d)を含む場合、第一の導体板73aは、交流出力導体U、V、Wを含むものとして構成してもよい。

【0063】

上記のように構成された第一の導体板73aは、第一の接続導体板74aに対して垂直に配置され、第一の接続導体板74aの同種導体同士と電気的に接続される。その他の第二~第四の導体板(73b~73d)についても同様である。

【0064】

なお、第一~第四の導体板(73a~73d)、第一、第二の接続導体板(74a、74b)および、コンデンサ導体板80(図6参照)としては、銅などの導体薄板とシート状の絶縁材料を必要数だけ積層配置して構成したものを想定している。

【0065】

なお、交流入力導体US、VS、交流出力導体U、V、Wの構成については後述する。

【0066】

図8の構成に戻り、第一の冷却器28aの第一の冷却器フィン部26aと、第二の冷却器28bの第二の冷却器フィン部26bとは、背中合わせにして共に第一の冷却器取り付け部材72aの内側に配置され、冷却風により一括冷却可能に構成される。

【 0 0 6 7 】

また、第一の冷却器フィン部 2 6 a と第二の冷却器フィン部 2 6 b とが配置される第一の冷却器取り付け部材 7 2 a の内側は、雨や雪を含む冷却風が流れる大気中に開放された開放部を成し、第一の冷却器取り付け部材 7 2 a の外側は半導体素子 2 5 や導体板やその他の電気部品（図示せず）が配置され、開放部からの空気や水等の侵入がないように構成された密閉部を成す。また、開放部と密閉部の境界部分である第一の冷却器 2 8 a と冷却器取り付け部材 7 2 a との間、および第二の冷却器 2 8 b と冷却器取り付け部材 7 2 a との間にはゴムパッキンやシリコンシール材などのシール部材（後述）が配され、必要な気密を保つ構造となっている。

【 0 0 6 8 】

10

なお、第一の冷却器取り付け部材 7 2 a の冷却風が流れる方向の長さは、第一、第二の冷却器（2 8 a , 2 8 b ）を取り付けるために必要な長さとなっており、第一、第二の冷却器（2 8 a , 2 8 b ）の同方向の長さとはほぼ等しい。

【 0 0 6 9 】

また、第一の冷却器取り付け部材 7 2 a に背中合わせとして配置する第一の冷却器 2 8 a と、第二の冷却器 2 8 b とは同じサイズとするのが好ましい。そうすれば、第一～第四の冷却器取り付け部材（7 2 a ~ 7 2 d ）が同一のもので構成できる。

【 0 0 7 0 】

第一の接続導体板 7 4 a は、上述したように導体接続部材 8 1 を介してコンデンサ導体板 8 0 に接続可能な構成であり（図 6 参照）、少なくとも接続導体 P , N を含む導体が積層された導体板である。

20

【 0 0 7 1 】

なお、第二の電力変換サブブロック 7 5 b についても、図 8 に示すとおり、第三、第四の冷却器フィン部（2 6 c , 2 6 d ）を有する第三、第四の冷却器（2 8 c , 2 8 d ）、第二の冷却器取り付け部材 7 2 b および、第三、第四の導体板（7 3 c , 7 3 d ）を有して同様に構成される。

【 0 0 7 2 】

図 9 は、本発明の実施の形態における電力変換ブロックのシール部位を示す図である。なお、図 9 では、第一の電力変換サブブロック 7 5 a を一例として示しているが、他の電力変換ブロックについても同様な構成となる。

30

【 0 0 7 3 】

図 9 において、まず、第一の冷却器取り付け部材 7 2 a の冷却風の入口と出口に相当する部位には第一のシール部材 1 0 6 および第二のシール部材 1 0 7 が配置される。これにより、第一の電力変換ブロック 7 0 a を電力変換装置から取り外し可能としつつ、風路となる第一の冷却器取り付け部材 7 2 a の内側の開放部から外側の密閉部へ塵埃や水分が浸入することを防止する。

【 0 0 7 4 】

また、第一の冷却器取り付け部材 7 2 a と第一の冷却器 2 8 a との間および第一の冷却器取り付け部材 7 2 a と第二の冷却器 2 8 b との間は、第四のシール部材 1 0 9 によりシールされる。これにより、冷却風の風路となる第一の冷却器取り付け部材 7 2 a の内側の開放部から外側の密閉部へ塵埃や水分が浸入することを防止する。密閉部に水分などが浸入すると密閉部に配置される主回路配線などが地絡事故を起こす可能性があるためこのシールは電力変換装置の品質を確保する上で重要である。

40

【 0 0 7 5 】

なお、図 9 に示す各シール部材の延長距離は極力短い方が作業にかかるコストが低減できるとともに、シール漏れによる密閉部への水漏れ等の不具合の可能性を低くできる。

【 0 0 7 6 】

本実施の形態において開示した構成とすることで、例えば冷却器 2 8 一つ一つを個別の冷却器取り付け部材に取り付けるような他の構成例と比較して、シール部材の延長距離を短くできる。

50

【 0 0 7 7 】

また、第一の冷却器 2 8 a と第二の冷却器 2 8 b と第一の冷却器取り付け部材 7 2 a とを結合した構造体の状態（つまり図 9 に示す状態）で、これらの境界部（開放部と密閉部の境界部）のシール部材（防水シール等）の施工が可能である。このため、シール材施工箇所とその仕上がり状態はすべて目視することが可能となり、確実なシール作業が可能となる。また、奥まったところや袋状になった見にくい部位へのシール部材の施工の必要がなくなるので、品質が向上できるとともに、作業時間が短くなり、コスト低減が可能となる。

【 0 0 7 8 】

図 1 0 は、本発明の実施の形態における電力変換ブロックの電力変換装置収納箱 1 0 0 a への収納例を示す図である。図 1 0 に示すとおり、第一の電力変換ブロック 7 0 a および第二の電力変換ブロック 7 0 b は、それぞれ電力変換装置 1 0 0 の側面から電力変換装置収納箱 1 0 0 a 内に収納される。なお、第一の電力変換ブロック 7 0 a と第二の電力変換ブロック 7 0 b とは、それぞれが数百 k g の質量を有するものであるため、電力変換装置収納箱 1 0 0 a の底面にはスライドレール 1 0 1 a ~ 1 0 1 d が設けられている。第一の電力変換ブロック 7 0 a および第二の電力変換ブロック 7 0 b は、スライドレール 1 0 1 a ~ 1 0 1 d の上を滑らすようにして、電力変換装置収納箱 1 0 0 a に収納される。なお、コンデンサモジュール 3 0 も同様に収納される（コンデンサモジュール 3 0 用のスライドレールは図示を省略）。

【 0 0 7 9 】

また、第一の電力変換ブロック 7 0 a は、第一のユニット結合フレーム 7 6 a と電力変換装置収納箱 1 0 0 a とがボルト等で締結されることで電力変換装置 1 0 0 内に固定され、第二の電力変換ブロック 7 0 b は、第二のユニット結合フレーム 7 6 b と電力変換装置収納箱 1 0 0 a とがボルト等で締結されることで電力変換装置 1 0 0 内に固定される。

【 0 0 8 0 】

また、電力変換装置収納箱 1 0 0 a には、第一～第四の導風部材（ 6 6 a ~ 6 6 d ）が設けられている。より詳細には、第一の電力変換ブロック 7 0 a と第二の電力変換ブロック 7 0 b とを電力変換装置 1 0 0 内部に収納した際に、第一～第四の導風部材（ 6 6 a ~ 6 6 d ）の一端が図 9 に示す第一～第四の冷却器取り付け部材（ 7 2 a ~ 7 2 d ）に第一のシール部材 1 0 6 を介して接するように配置されている。

【 0 0 8 1 】

なお、第一～第四の導風部材（ 6 6 a ~ 6 6 d ）を第一の電力変換ブロック 7 0 a と第二の電力変換ブロック 7 0 b に含む構成としてもよい。この構成の場合、第一～第四の導風部材（ 6 6 a ~ 6 6 d ）は、第一の電力変換ブロック 7 0 a あるいは第二の電力変換ブロック 7 0 b と一体化して電力変換装置 1 0 0 から着脱する形態となる。また、このとき、各導風部材 6 6 は第一のシール部材 1 0 6 を介して冷却ファン 6 5 に接する構成となる。

【 0 0 8 2 】

上記のような構成とすることで、電力変換ブロック 7 0 を電力変換装置収納箱 1 0 0 a への収納および、電力変換装置収納箱 1 0 0 a からの取り外しが容易になるとともに、収納と共に開放部と密閉部との分離構造が構成されることになる。

【 0 0 8 3 】

図 1 1 は、本発明の実施の形態における電力変換装置の車両への搭載例を示す図である。より詳細に説明すると、図 1 1 では、第一の電力変換ブロック 7 0 a 、第二の電力変換ブロック 7 0 b およびコンデンサモジュール 3 0 を電力変換装置 1 0 0 内に収納し、側面のカバー 1 0 2 を取り外した状態を示している。図示のように、電力変換装置収納箱 1 0 0 a は、電気車の車体 1 1 0 の床下に設置される形態である。電力変換装置 1 0 0 のカバーとしては、第一のカバー 1 0 2 a および第二のカバー 1 0 2 b が設けられる。第一、のカバー 1 0 2 a は、通風ダクト 1 0 3 a , 1 0 3 b が設けられており、第一の電力変換ブロック 7 0 a に内蔵される第一、第二の冷却器取り付け部材 7 2 a , 7 2 b （図 9 参照）

の内側と外気との通風が可能な構造とされ、電力変換装置収納箱 100a に取り付けられる。第二のカバー 102b も同様であり、通風ダクト 103a, 103b を有して、第一のカバー 102a と同様に電力変換装置収納箱 100a に取り付けられる。

【0084】

図 12 は、本発明の実施の形態における電力変換装置の断面構成を示す図である。より詳細に説明すると、図 12 は、図 11 に示す矢印 A の方向から電力変換装置 100 を見た時の断面構成を示している。図 12 において、冷却風は冷却ファン 65、導風部材 66、冷却器取り付け部材 72 の内側に配置される冷却器フィン部 26、通風ダクト 103 の経路で流れる。この冷却風の流れる風路は、これまでの説明のとおり開放部となる。

【0085】

冷却器取り付け部材 72 は、その両端が第一のシール部材 106 と第二のシール部材 107 を介してそれぞれ導風部材 66、通風ダクト 103 に連結される構成となっている。

【0086】

この構成により、カバー 102 を取り外すことで、外部から電力変換ブロック 70 へアクセスすることが可能となり、電力変換ブロック 70 を電力変換装置 100 の箱内から外部へ容易に引き出すことが可能となる。

【0087】

また、この構成により、電力変換ブロック 70 を電力変換装置 100 へ収納した状態では、自動的に開放部から密閉部への塵埃や水の侵入を防止できる構造を構成することができる。

【0088】

また、カバー 102 が電力変換装置収納箱 100a と接する部分には第三のシール部材 108 が設けてあり、外部から密閉部への塵埃や水の浸入を防止することができる。

【0089】

上記のように構成したので、例えば半導体素子 25 が故障した場合には、カバー 102 (第一のカバー 102a または第二のカバー 102b) を外した後に導体接続部材 81 (図 6 参照) を取り外すことで、電力変換ブロック 70 (第一の電力変換ブロック 70a または第二の電力変換ブロック 70b) を車両側面側へ引き出して取り外して、修理または交換することが可能となり、故障復旧が容易になる。

【0090】

また、冷却器取り付け部材 72 は、冷却器 28 と冷却風方向の長さがほぼ同じ長さであるので (図 8、図 9 などを参照)、第一の電力変換ブロック 70a、第二の電力変換ブロック 70b を電力変換装置 100 から取り外すことで、冷却器フィン部 26 の入風側と排風側の両方の面が外部に露出するので、冷却器フィン部 26 のフィンに堆積したごみなどの清掃も容易となる。

【0091】

上記のようにして構成した電力変換装置 100 のサイズは、幅 (図面の横方向) 3000 mm 程度、奥行き 1000 mm 程度、高さ 700 mm 程度、質量 1500 kg 程度となり、効率的に電気車の床下に設置が可能となる。

【0092】

以上のように構成した本実施の形態の電力変換装置によれば、以下のような効果を得ることができる。

【0093】

第一の接続導体板 74a は、第一の冷却器取り付け部材 72a および第二の冷却器取り付け部材 72b の下側あるいは上側に装置の底面と平行に配置した。また、冷却風の方角と第一の接続導体板 74a の長さ方向は直交するように配置した。さらに、第一の接続導体板 74a の一方の端部は、導体接続部材 81 を介してコンデンサ導体板 80 に接続可能に構成した。これらの構成により、冷却系統との構造的な干渉を回避しつつ、複数の電力変換回路を最短で接続する主回路配線構造を構築することが可能となる。

【0094】

第一の電力変換ブロック 70 a として第一の冷却器 28 a の第一の冷却器フィン部 26 a と、第二の冷却器 28 b の第二の冷却器フィン部 26 b とは、背中合わせにして共に第一の冷却器取り付け部材 72 a の内側に配置する構成とした（第二の電力変換ブロック 70 b も同様に構成した）。この構成により、従来の構成と比べて、冷却器取り付け部材の開放部と密閉部の境界部分の距離が短くできる。その結果、開放部と密閉部の境界部分に必要な第一のシール部材 106、第二のシール部材 107、第四のシール部材 109 のシール部材の長さ（量）を少なくすることができ、低コスト化、組み立て作業量の低減、品質の向上が可能となる。

【0095】

また、第一の冷却器 28 a と第二の冷却器 28 b と第一の冷却器取り付け部材 72 a とを結合した構造体の状態でこれらの境界部（開放部と密閉部の境界部）のシール部材（防水シール等）の施工が可能となる。その結果、シール材施工箇所や、その仕上がり状態など、すべて目視にて確認することが可能となり、確実なシール作業が可能となる。特に、奥まったところや、袋状になった見にくい部位へのシール部材の施工の必要がなく、品質が向上できるとともに、作業時間が短くなりコスト低減が可能となる。

【0096】

また、メンテナンスの観点からは、第一、第二のカバー（102 a, 102 b）を外した後、導体接続部材 81 を取り外すことで、第一、第二の電力変換ブロック（70 a、70 b）を車両の側面側へ引き出して取り外すことが可能となるので、故障復旧が容易になる。

【0097】

また、第一、第二の電力変換ブロック（70 a, 70 b）を電力変換装置 100 から取り外すことで、冷却器フィン部 26 の入風側と排風側の両方の面が外部に露出するので、フィン部に堆積したごみなどの清掃も容易となる。

【0098】

以上のように、本実施の形態の電力変換装置によれば、最適な冷却構造、主回路配線構造、メンテナンス性の向上を実現し、電力変換回路のサイズ、質量、コストの低減を図ることを可能とした強制風冷式電力変換装置を提供できる。

【0099】

なお、本実施の形態では、交流入力タイプであり、永久磁石同期電動機を駆動する電力変換装置を一例として説明したが、この実施の形態に限定されるものではない。例えば、直流入力タイプのシステムでは、架線からの直流電力をインバータ回路へ入力する構成でよいのでコンバータ回路が不要となる。

【0100】

つぎに、上記のように構成された電力変換装置 100 におけるコンバータ電力変換モジュール 20 a ~ 20 d およびインバータ電力変換モジュール 40 a ~ 40 d の配置例について説明する。

【0101】

図 13 は、本発明の実施の形態における機器配置と電力変換モジュール配置の例を示す図である。より詳細に説明すると、図 13 (a) は電気車における機器配置例を示すものであり、図 13 (b) は、(a) のように配置したときの電力変換モジュールの配置例を示すものである。なお、図示のように、電力変換装置 100 と変圧器 6 とは、同じ車両に搭載され、電力変換装置 100 は、隣接車両の交流電動機 60 a ~ 60 d を駆動する構成である。

【0102】

図 13 (b) に示すように、図の左からインバータ電力変換モジュール 40 a ~ 40 d、コンデンサモジュール 30、コンバータ電力変換モジュール 20 a ~ 20 d の順に配置されている。

【0103】

インバータ電力変換モジュール 40 a ~ 40 d では、搭載される各半導体素子 25 に交

10

20

30

40

50

流電動機 60a ~ 60d への交流出力導体 U, V, W を電氣的に接続する。この場合、導体板 73、接続導体板 74a は直流接続導体 P, N の他、交流出力導体 U, V, W を含んでなる導体として考える。

【0104】

また、コンバータ電力変換モジュール 20a ~ 20d では、搭載される各半導体素子 25 に変圧器 6 への交流入力導体 US, VS を電氣的に接続する。この場合、導体板 73、接続導体板 74b は直流接続導体 P, N の他、交流入力導体 US, VS を含んでなる導体として考える。

【0105】

図 14 は、本発明の実施の形態における機器配置と電力変換モジュール配置の別例を示す図である。より詳細に説明すると、図 14 (a) は電気車における機器配置例を示すものであり、図 14 (b) は、(a) のように配置したときの電力変換モジュールの配置例を示すものである。図 14 の構成では、図 13 と異なり、電力変換装置 100 と変圧器 6 は、別の車両に搭載され、電力変換装置 100 は、交流電動機 60a, 60b と 60c, 60d との中間位置に配置された構成である。

【0106】

図 14 (b) に示すように、図の左からインバータ電力変換モジュール 40a, 40b、コンバータ電力変換モジュール 20a, 20b、コンデンサモジュール 30、コンバータ電力変換モジュール 20c, 20d、インバータ電力変換モジュール 40c, 40d の順に配置されている。

【0107】

インバータ電力変換モジュール 40a, 40b では、搭載される各半導体素子 25 に交流電動機 60a, 60b への交流出力導体 U, V, W を電氣的に接続する。また、コンバータ電力変換モジュール 20a, 20b では、搭載される各半導体素子 25 に変圧器 6 への交流入力導体 US を接続する。この場合、導体板 73、接続導体板 74a は直流接続導体 P, N の他、交流出力導体 U, V, W、および交流入力導体 US を含んでなる導体として考える。

【0108】

コンバータ電力変換モジュール 20c, 20d では、搭載される各半導体素子 25 に変圧器 6 への交流入力導体 VS を接続する。また、インバータ電力変換モジュール 40c, 40d では、搭載される各半導体素子 25 に交流電動機 60c, 60d への交流出力導体 U, V, W を接続する。この場合、導体板 73、接続導体板 74b は直流接続導体 P, N の他、交流入力導体 VS、および交流出力導体 U, V, W を含んでなる導体として考える。さらに、コンデンサ導体板 80 は直流接続導体 P, C, N の他、交流入力導体 US を含んでなる導体として考える。

【0109】

上記の例から分かるように、コンバータ電力変換モジュール 20a ~ 20d、インバータ電力変換モジュール 40a ~ 40d は任意の順序、位置に配置が可能である。

【0110】

このように、本実施の形態の電力変換装置は、電力変換サブブロック 75 を車両の長さ方向に順に隣接配置し、これらを接続導体板 74a, 74b で接続できる構成とし、尚且つ冷却風の方角 (冷却器取り付け部材 72 の内部の冷却風の流れる方角) を接続導体板 74a, 74b の長さ方向と直交するように構成している。これにより、導体板 73、接続導体板 74 に含まれる導体を必要に応じて追加して構成することで、電気車の車両における電力変換装置 100 と交流電動機 60 と変圧器 6 の位置関係に応じて各電力変換モジュール (20a ~ 20d、40a ~ 40d) の配置位置を柔軟に設定することができる。また、どのように配置してもメンテナンス性が同様に確保され、悪化することがない。

【0111】

つぎに、上記のように構成したコンバータ電力変換モジュール 20a ~ 20d、インバータ電力変換モジュール 40a ~ 40d の冷却構成について説明する。

【 0 1 1 2 】

上述のとおり、コンバータ電力変換モジュール 2 0 a ~ 2 0 d は、それぞれの発生損失が概略等しくなるようにコンバータ回路 2 0 を分割して構成し、インバータ電力変換モジュール 4 0 a ~ 4 0 d についても、それぞれの発生損失が概略等しくなるよう同一の回路で分割構成してある。

【 0 1 1 3 】

図 6 および図 1 3 に基づき説明を続ける。理想的には、コンバータ電力変換モジュール 2 0 a ~ 2 0 d とインバータ電力変換モジュール 4 0 a ~ 4 0 d との発生損失がすべて等しくできれば、冷却構成が容易になるが、現実的に困難である場合が多い。このようなケースを考慮し、コンバータ回路 2 0 とインバータ回路 4 0 の発生損失が異なる場合で説明する。

10

【 0 1 1 4 】

コンバータ電力変換モジュール 2 0 a ~ 2 0 d にて第一の電力変換ブロック 7 0 a を構成し、インバータ電力変換モジュール 4 0 a ~ 4 0 d にて第二の電力変換ブロック 7 0 b を構成し、それぞれの電力変換ブロックを冷却ファン 6 5 a , 6 5 b で冷却する構成とした場合を考える。この場合、コンバータ電力変換モジュール 2 0 a ~ 2 0 d とインバータ電力変換モジュール 4 0 a ~ 4 0 d とで発生損失が異なるため、冷却ファン 6 5 a , 6 5 b はそれぞれに見合った別々の性能のものを選定する必要が生じる。

【 0 1 1 5 】

さらにこの場合、例えば発生損失が大きい方には大型の冷却ファン、発生損失が小さいほうには小型の冷却ファンが適当となるが、電力変換装置 1 0 0 内部への冷却ファン 6 5 a , 6 5 b の配置を考えると、大型の冷却ファンに合わせて電力変換装置 1 0 0 の大きさが決まってしまう、電力変換装置 1 0 0 内部のスペースの有効利用ができなくなる。結果として、電力変換装置 1 0 0 の大型化、質量増加を招く。さらに、別々の冷却ファンを使用するので、冷却ファン故障時に備えて保有しておく冷却ファンの予備が二種類必要となり、また別々の冷却ファンを調達することによるコスト増加を招く。

20

【 0 1 1 6 】

一方、図 1 4 に示すように、任意のコンバータ電力変換モジュール 2 台と、任意のインバータ電力変換モジュール 2 台を組として第一と第二の電力変換ブロック 7 0 a , 7 0 b を構成し、それぞれの電力変換ブロックを冷却ファン 6 5 a , 6 5 b で冷却する構成とすることで、それぞれの電力変換ブロックの総発生損失は等しくなる。このため、コンバータ電力変換モジュールと、インバータ電力変換モジュールの平均損失を冷却できる程度の能力を有した同一の冷却ファン 6 5 a , 6 5 b を使用することが可能となる。これにより、電力変換装置 1 0 0 内のスペースの有効利用が可能となる。結果として、電力変換装置 1 0 0 の小型軽量化が可能となる。また、同一冷却ファンを使用できるので、冷却ファン故障時に備えて保有しておく冷却ファンの予備が一種類でよい。さらに、同一冷却ファンを多数発注できるので調達コストの低減が可能となり、ひいては電力変換装置 1 0 0 のコスト低減が可能となる。

30

【 0 1 1 7 】

このように、本実施の形態の構成によれば、電力変換サブブロック 7 5 をレール方向に必要な数、任意の順序で積層配置して電力変換装置を構成することが可能となる。これにより、変圧器 6 と交流電動機 6 0 と電力変換装置 1 0 0 との間の位置関係や冷却ファン 6 5 の構成条件などに応じて柔軟な内部配置が可能となる。

40

【 0 1 1 8 】

以上、本実施の形態では、主としてコンバータ回路 2 0 が電圧形 3 レベルコンバータ、インバータ回路 4 0 が電圧形 2 レベルインバータで 4 台の交流電動機を駆動する形態を例に発明の内容を説明したが、本発明は、これ以外の構成、例えばコンバータ回路 2 0 が電圧形 2 レベルコンバータ、インバータ回路 4 0 が電圧形 3 レベルインバータでもよいし、半導体素子 2 5 の並列接続数も必要な電力変換容量に応じて任意に決定して構わない。また、一台の電力変換装置により駆動される交流電動機 6 0 の数は 4 以外でも本実施の形態

50

の内容を容易に拡張することができる。

【0119】

また、以上の説明では、交流電圧を受電してコンバータ回路20を介して直流電圧に変換してインバータ回路40に供給する構成の電力変換装置を例として説明したが、一般に周知されているとおり、直流架線から直接直流電圧を受電してインバータ回路40に供給する構成としてもよい。この場合は、主として変圧器6、入力開閉器10、コンバータ回路20が不要となり、架線から受電した直流電力をLCフィルタ(図示せず)を介してコンデンサモジュール30とインバータ回路40へ入力する構成とすればよい。この場合でも、本実施の形態の内容を適用できる。

【0120】

なお、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例であり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能であることは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【0121】

以上のように、本発明は、複数台の電動機を個別に駆動する方式の強制風冷式電力変換装置を構成する場合であっても、電力変換回路のサイズ、質量およびコストの増加を抑制可能に構成される強制風冷式電力変換装置として有用である。

【符号の説明】

【0122】

1 架線、2 集電装置、3 車輪、4 レール、6 変圧器、10 入力開閉器、20 コンバータ回路、20a~20d コンバータ電力変換モジュール(電力変換モジュール)、22 接続導体、25 半導体素子、26 冷却器フィン部、26a~26d 第一~第四の冷却器フィン部、27 冷却器ベース部、27a~27d 第一~第四の冷却器ベース部、28 冷却器、28a~28d 第一~第四の冷却器、30 コンデンサモジュール、30P, 30N コンデンサ、31 コンデンサ端子、40 インバータ回路、40a~40d インバータ電力変換モジュール(電力変換モジュール)、50a~50d モータ開放開閉器、60, 60a~60d 交流電動機、65 冷却ファン、65a, 65b 第一、第二の冷却ファン、66 導風部材、66a~66d 第一~第四の導風部材、70 電力変換ブロック、70a, 70b 第一、第二の電力変換ブロック、72 冷却器取り付け部材、72a~72d 第一~第四の冷却器取り付け部材、73 導体板、73a~73d 第一~第四の導体板、74 接続導体板、74a, 74b 第一、第二の接続導体板、75 電力変換サブブロック、75a~75d 第一~第四の電力変換サブブロック、76a, 76b 第一~第二のユニット結合フレーム、80 コンデンサ導体板、81 導体接続部材、100 電力変換装置、100a 電力変換装置収納箱、101a~101d スライドレール、102 カバー、102a, 102b 第一、第二のカバー、103 通風ダクト、103a~103d 第一~第四の通風ダクト、105 点検カバー、106~109 第一~第四のシール部材、110 車体、P, C, N 直流接続導体、U, V, W 交流出力導体、US, VS 交流入力導体、UPC1A, UPC1B, VPC1A, VPC1B, UD1A, UD1B 半導体素子。

【要約】

半導体素子25が搭載された冷却器ベース部(27a~27d)と、冷却器ベース部(27a~27d)における半導体素子搭載面の裏面側に設けられた冷却器フィン部(26a~26d)と、を具備する電力変換モジュールにおいて、冷却器フィン部(26a, 26b)、および冷却器フィン部(26c, 26d)同士が背中合わせに取り付けられ、冷却器フィン部(26a, 26bおよび26c, 26d)が存在し外気が通流する開放部と、半導体素子が存在する密閉部との間を分離するとともに、冷却器フィン部(26a~26d)に冷却風を流すことを可能に構成した冷却器取り付け部材(72a, 72b)と、を有した電力変換サブブロック(75a, 75b)を組み合わせる電力変換ブロック70

10

20

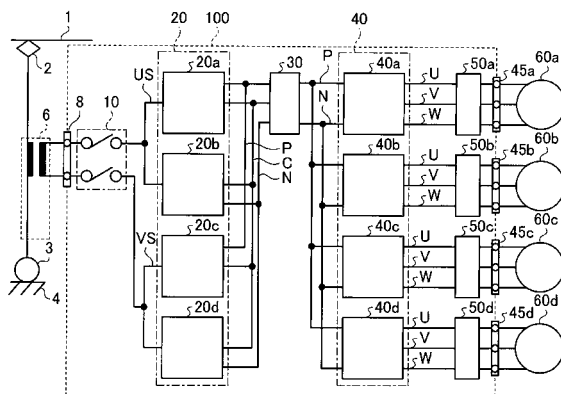
30

40

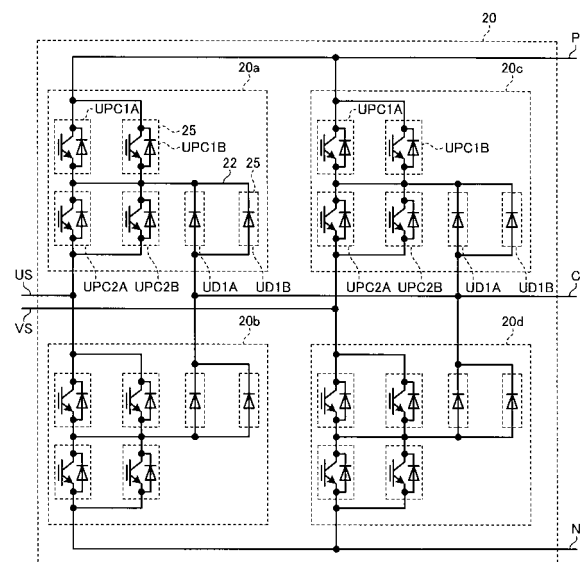
50

a として構成した。

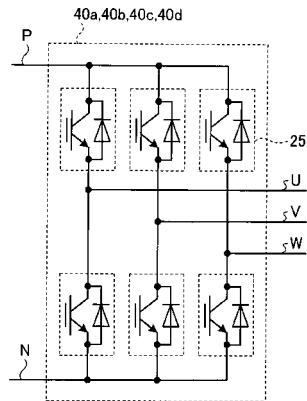
【図 1】



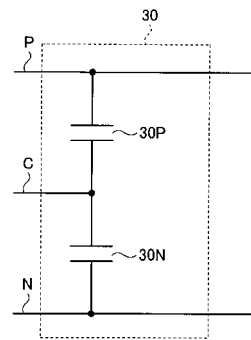
【図 2】



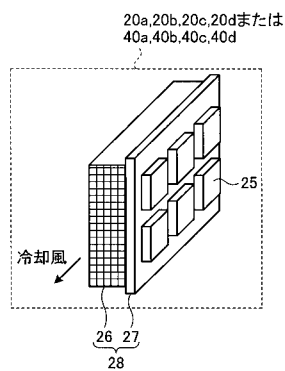
【図 3】



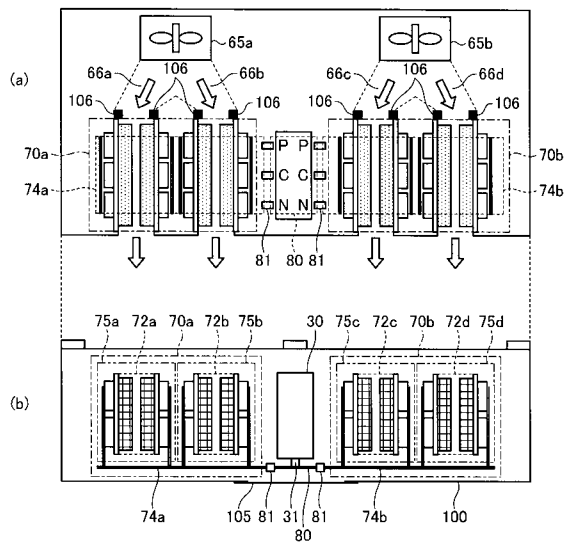
【図 5】



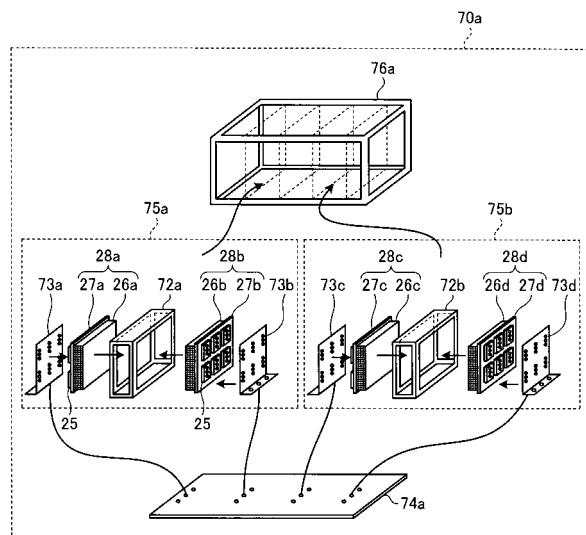
【図 4】



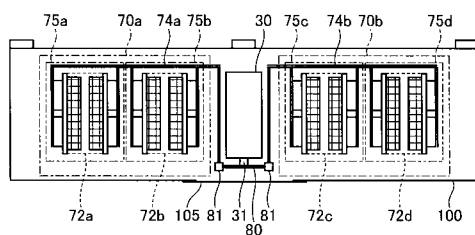
【図 6】



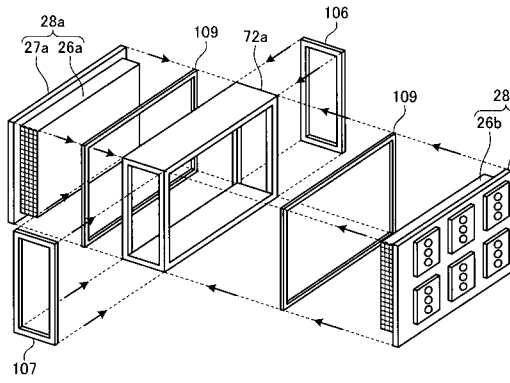
【図 8】



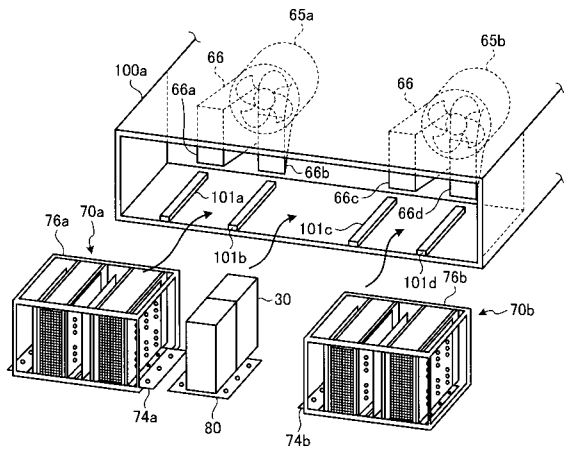
【図 7】



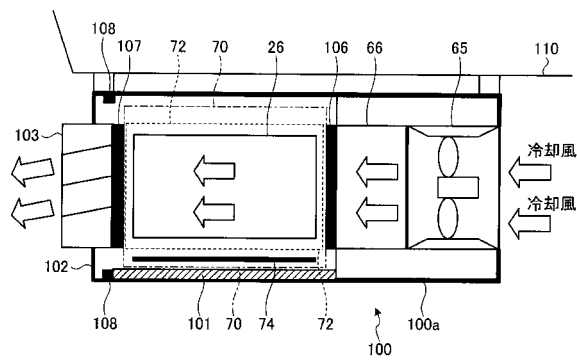
【図 9】



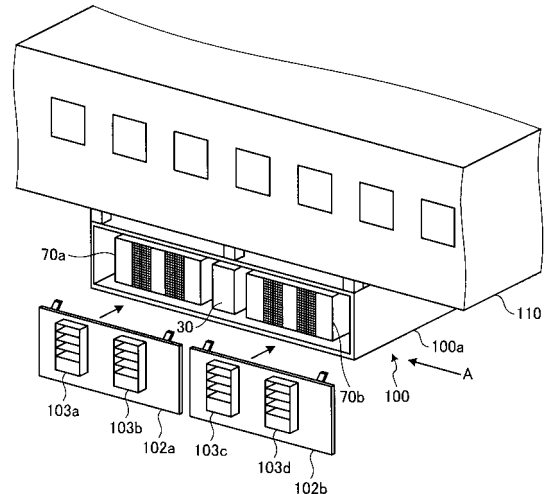
【図 10】



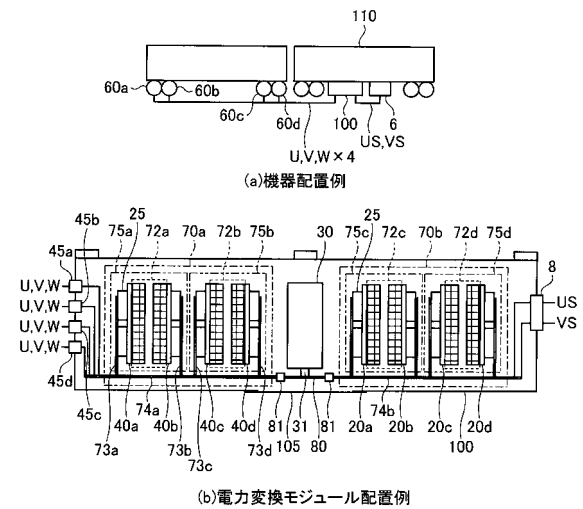
【図 12】



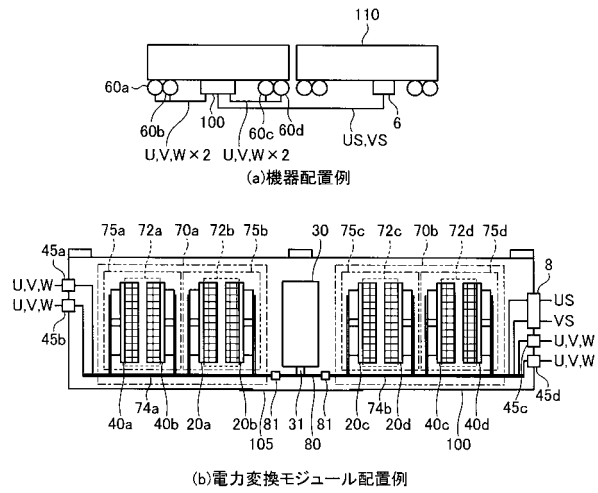
【図 11】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 M 7 / 4 8

H 0 2 M 7 / 1 2