

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6457800号
(P6457800)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2M	7/48	(2007.01)	HO2M	7/48	Z
B6OL	9/18	(2006.01)	HO2M	7/48	M
			B6OL	9/18	A

請求項の数 8 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-240726 (P2014-240726)</p> <p>(22) 出願日 平成26年11月28日(2014.11.28)</p> <p>(65) 公開番号 特開2016-103897 (P2016-103897A)</p> <p>(43) 公開日 平成28年6月2日(2016.6.2)</p> <p>審査請求日 平成29年8月2日(2017.8.2)</p>	<p>(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号</p> <p>(74) 代理人 100098660 弁理士 戸田 裕二</p> <p>(72) 発明者 安東 正登 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所 内</p> <p>(72) 発明者 小川 和俊 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所 内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 電力変換装置およびこれを備えた鉄道車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一及び第二のコンデンサと、第一及び第二の半導体モジュールを備え、
 前記第一及び前記第二のコンデンサの正極端子と、前記第一及び前記第二の半導体モジュールの正極端子が、正側配線と接続され、
 前記第一及び前記第二のコンデンサの負極端子と、前記第一及び前記第二の半導体モジュールの負極端子が、負側配線で接続され、
 前記第一のコンデンサは、前記正極端子と前記負極端子を介して、前記正側配線及び前記負側配線の一方端に接続され、
 前記第二のコンデンサは、前記正極端子と前記負極端子を介して、前記正側配線及び前記負側配線の他方端に接続され、
 前記正側配線および前記負側配線は、平行平板構造を形成しており、
 前記第一及び前記第二の半導体モジュールは、前記正側及び負側配線上における前記一方端と前記他方端の間の領域で、前記正極端子を介して前記正側配線と、前記負極端子を介して前記負側配線と接続され、前記第一のコンデンサから前記第一の半導体モジュールまでの前記正側配線および前記負側配線の長さ、前記第二のコンデンサからの前記第二の半導体モジュールまでの前記正側配線および前記負側配線の長さが等しく、前記第一のコンデンサから前記第二の半導体モジュールまでの前記正側配線と前記負側配線の長さ、前記第二のコンデンサから前記第一の半導体モジュールまでの前記正側配線と前記負側配線の長さが等しいことを特徴とする電力変換装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、
 第三の半導体モジュールを更に備え、
 前記第三の半導体モジュールの正極端子は、前記正側配線と接続され、
 前記第三の半導体モジュールの負極端子は、前記負側配線と接続され、
 前記第三の半導体モジュールは、前記正側及び負側配線上における前記一方端と前記他方端の間の領域で、前記正極端子を介して前記正側配線と、前記負極端子を介して前記負側配線と接続されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の電力変換装置において、
 前記第一及び第二のコンデンサを一つのコンデンサモジュールとして構成することを特徴とする電力変換装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 の何れか一項に記載の電力変換装置において、
 前記第一及び第二の半導体モジュールは、第一のダイオードが逆並列接続された第一のスイッチング素子と、第二のダイオードが逆並列接続された第二のスイッチング素子をそれぞれ備え、前記第一のスイッチング素子の低電位端子と前記第二のスイッチング素子の高電位端子が接続されて構成されたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 の何れか一項に記載の電力変換装置において、
 前記第一及び第二の半導体モジュールは、並列接続された複数のスイッチング素子を内部に備えたことを特徴とする電力変換装置。

20

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の電力変換装置において、
 前記スイッチング素子は I G B T もしくは M O S F E T であることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 4 または請求項 5 に記載の電力変換装置において、
 前記スイッチング素子、または前記スイッチング素子に逆並列接続されたダイオードはシリコン又はシリコンより大きいバンドギャップを有する半導体材料を母材とすることを特徴とする電力変換装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 の何れか一項に記載の電力変換装置と、前記電力変換装置により駆動される電動機と、架線から電力を得て前記電力変換装置へ供給する集電装置を備えた鉄道車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電力変換装置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

近年のインバータやコンバータに代表される電力変換装置では、損失を低減するために I G B T (I n s u l a t e d G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r) や M O S F E T (M e t a l O x c i d e S e m i c o n d u c t o r F i e l d E f f e c t T r a n s i s t o r) などを複数搭載した半導体モジュールが適用されている。

【0003】

半導体モジュールを構成する材料は S i (S i l i c o n) を中心に発展してきたが、さらなる損失の低減に向けて S i C (S i l i c o n C a r b i d e) や G a N (G a l l i u m N i t r i d e) などのワイドバンドギャップ半導体の適用が検討されてい

50

る。SiCはSiに比べてスイッチング速度を高速化することができ、スイッチング損失を低減することができる。

【0004】

一方、電力変換装置を構成するコンデンサと半導体モジュールを接続する配線の寄生インダクタンスに起因して、スイッチング時に瞬間的な高電圧であるサージ電圧が発生する。一般的に、スイッチング速度を高速化するとサージ電圧は増大する。このサージ電圧が各半導体モジュールで異なる或いは半導体モジュールの最大定格を超過すると、劣化や故障の原因となる。

【0005】

本技術分野の背景技術として特開2009-153246号公報(特許文献1)がある。この公報には、「出力段に対して各相並列に接続された半導体モジュールにより直流-交流変換回路を構成するとともに、各相の半導体モジュールの上方にコンデンサ支持具を介して複数の電解コンデンサを接続電極の位置を互い違いにして支持し、各相半導体モジュールを並列に接続するように取り付けられた直流導体の接続部に各電解コンデンサを並列に接続し、かつ各相半導体モジュールの出力側に各相交流導体を接続する。」と記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-153246号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のように半導体素子に発生するサージ電圧を抑制する方法として、上記の特許文献1のように配線の長さを短くすることで、配線の寄生インダクタンスを低減する方法がある。しかし、配線の寄生インダクタンスが低減されても、コンデンサと半導体モジュール間の配線長に偏りがあると、各半導体モジュールとコンデンサ間の寄生インダクタンスにばらつきが生じて、各半導体モジュールに発生するサージ電圧にアンバランスが生じ、特定の半導体モジュールに劣化や故障が発生し易くなり、結果として電力変換装置としての信頼性が低下するという課題がある。

30

そのため、本発明では、コンデンサと半導体モジュールを接続する配線の寄生インダクタンスを均一化にして各半導体モジュールに発生するサージ電圧の均一化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、第一及び第二のコンデンサと、第一及び第二の半導体モジュールを備え、第一及び前記第二のコンデンサの正極端子と、第一及び前記第二の半導体モジュールの正極端子が、正側配線と接続され、第一及び第二のコンデンサの負極端子と、第一及び第二の半導体モジュールの負極端子が、負側配線で接続され、第一のコンデンサは、正極端子と負極端子を介して、正側配線及び負側配線の一方端に接続され、第二のコンデンサは、正極端子と負極端子を介して、正側配線及び負側配線の他方端に接続され、第一及び第二の半導体モジュールは、正側及び負側配線上における一方端と他方端の間の領域で、正極端子を介して正側配線と、負極端子を介して負側配線と接続されていることを特徴とする電力変換装置である。

40

【発明の効果】

【0009】

電力変換装置の各半導体モジュールで発生するサージ電圧の均一化を図る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

50

【図 1】本発明の実施例 1 による電力変換装置の適用例となる鉄道車両の駆動装置の概略図である。

【図 2】本発明の実施例 1 に記載の単相電力変換装置の回路図である。

【図 3】本発明の実施例 1 に記載の単相電力変換装置の動作波形である。

【図 4】本発明の実施例 1 に記載の単相電力変換装置の分解鳥瞰図である。

【図 5】本発明の実施例 1 に記載の単相電力変換装置の鳥瞰図である。

【図 6】本発明の実施例 1 に記載のコンデンサである。

【図 7】本発明の実施例 1 に記載のコンデンサモジュールである。

【図 8】本発明の実施例 2 に記載の単相電力変換装置の分解鳥瞰図である。

【図 9】本発明の実施例 3 に記載の三相電力変換装置の回路図である。

【図 10】本発明の実施例 3 に記載の三相電力変換装置の鳥瞰図である。

【図 11】本発明の実施例 4 に記載の単相電力変換装置の分解鳥瞰図である。

【図 12】比較例である単相電力変換装置の分解鳥瞰図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、実施例を図面を用いて説明する。なお、図面及び実施例では半導体モジュールとして MOSFET を取り上げるが、本発明は IGBT にも適用可能である。

【実施例 1】

【0012】

図 1 は本発明の適用先の一例となる鉄道車両の駆動装置の概略図である。鉄道車両の駆動装置は架線 2 から集電装置を介して電力が供給され、電力変換装置 1 を経由して可変電圧可変周波数の交流電力がモータ 111 に供給されることでモータ 111 を駆動する。モータ 111 は鉄道車両の車軸と連結されており、モータ 111 により鉄道車両の走行が制御される。電気的なグラウンドはレール 3 を介して接続されている。ここで、架線 2 の電圧は直流および交流のどちらでもよく、以下では直流電圧が 1500V として説明する。架線 2 の電圧が交流である場合には、駆動装置は、電力変換装置 1 と架線の間で交流を直流に変換するコンバータ装置を搭載する。

【0013】

図 2 は本発明の実施例 1 に示す単相電力変換装置 4 の回路図である。単相電力変換装置 4 は直流電源 101 を平滑するコンデンサ 102 ~ 103 と、スイッチング素子 Q1 ~ Q4 で構成されている。スイッチング素子 Q1、Q2 および Q3、Q4 がそれぞれ同一のパッケージである 2in1 パッケージを使用した場合、単相電力変換装置 4 はスイッチング素子 Q1、Q2 を有する半導体モジュール 108 と、スイッチング素子 Q3、Q4 を有する半導体モジュール 109 で構成される。コンデンサ 102 ~ 103 は電解コンデンサ、フィルムコンデンサのどちらでもよく、コンデンサ 102 ~ 103 を大容量化するために、その内部で小容量のコンデンサセルを多数並列接続して構成しても良い。ここで、スイッチング素子 Q1 ~ Q4 が IGBT である場合には、IGBT とは逆向きにダイオード D1 ~ D4 をそれぞれ並列接続する必要があり、スイッチング素子 Q1 ~ Q4 が MOSFET である場合にはダイオード D1 ~ D4 として MOSFET の寄生ダイオードを利用することができる。また、スイッチング素子 Q1 のドレイン電極を D、ゲート電極を G、ソース電極を S で記載している。

【0014】

半導体モジュール 108 は、スイッチング素子 Q1 と Q2 が直列に接続されて構成され、スイッチング素子 Q1 と Q2 の接続点は、モータ 111 への交流出力点となる。同様に、半導体モジュール 109 は、スイッチング素子 Q3 と Q4 が直列に接続されて構成され、スイッチング素子 Q3 と Q4 の接続点は、モータ 111 への交流出力点となる。

【0015】

コンデンサ 102 ~ 103 と半導体モジュール 108、109 を電氣的に接続するために配線が用いられる。この配線には寄生インダクタンス 104、105、106 が存在し、その値は配線の材料、長さや形状に依存している。図 3 は本発明の実施例 1 の動作波

10

20

30

40

50

形である。単相電力変換装置 4 の動作としては直流電源 101 から直流電力が供給され、スイッチング素子 Q1 ~ Q4 がスイッチング動作することで交流電力に変換し、モータ 111 を駆動する構成である。以下ではスイッチング素子 Q1 を例にして説明する。

【0016】

t = t0 において、スイッチング素子 Q1 のゲート - ソース間電圧 VGS は 0 V である。このときスイッチング素子 Q1 はオフ状態であるため、ドレイン - ソース間電圧 VDS は直流電源 101 の 1500 V が印加されており、ドレイン電流 ID は流れていない。

【0017】

t = t1 において、ゲート - ソース間電圧 VGS がスイッチング素子 Q1 のターンオンのしきい値電圧以上の電圧、例えば 15 V が印加されると、スイッチング素子 Q1 はオン状態となりドレイン電流 ID が流れ始める。スイッチング素子 Q1 のオン時間はモータ 111 に流れる電流によって制御され、例えば PWM (Pulse Width Modulation) 制御される。

10

【0018】

t = t2 において、スイッチング素子 Q1 のゲート - ソース間電圧 VGS が 0 V となり、オフ状態へ移行する。このとき、ドレイン電流 ID は電流変化率 di / dt に伴って電流が 0 A へ減少するため、コンデンサ 102 ~ 103 と半導体モジュール 108、109 の間の配線の寄生インダクタンス 104、105、106 には誘導起電力が発生する。すなわち、スイッチング素子 Q1 のドレイン - ソース間電圧 VDS は瞬間的なサージ電圧 11 が発生し、スイッチング素子 Q1 の最大定格電圧を超過すると単相電力変換装置 4 が故障する。

20

【0019】

t = t4, t6, t8 のゲートオフのタイミングにおいても t = t2 と同様に、スイッチング素子 Q1 のゲート電圧 VGS が 0 V となりオフ状態へ移行するときにサージ電圧 11 が発生する。このサージ電圧は電流変化率 di / dt と配線寄生インダクタンスの値の乗算で計算される。一般的に電流変化率 di / dt はスイッチング素子 Q1 ~ Q4 毎に差があるものの、コンデンサ 102、103 と半導体モジュール 108、109 の間の配線寄生インダクタンスの差の方がサージ電圧 11 に与える影響が大きい。すなわち、配線寄生インダクタンスの差によってスイッチング素子 Q1 ~ Q4 に生じるサージ電圧 11 が異なる。そのため、各半導体モジュール間の配線寄生インダクタンスの差が大きい場合には、スイッチング素子 Q1 ~ Q4 の劣化や故障の進度が異なるという問題が生じる。そこで、各半導体モジュール間の配線寄生インダクタンスは均一化することが課題となる。また、更に望ましくは低減することが課題となる。

30

【0020】

また、スイッチング損失を低減するためにスイッチング速度を高速化、すなわち電流変化率 di / dt を大きくすると、コンデンサ 102、103 と半導体モジュール 108、109 の間の寄生インダクタンスに生じる誘導起電力が大きくなるため、単相電力変換装置 4 が故障する原因となる。すなわち、従来の Si スwitchング素子に比べてスイッチング速度を高速化できる SiC や GaN を用いたスイッチング素子を用いる場合には、上記した課題が顕著となる。

40

【0021】

図 4 は本発明の実施例 1 に示す単相電力変換装置 4 の分解傾斜図、図 5 は本発明の実施例 1 に示す単相電力変換装置 4 の傾斜図である。コンデンサ 102、103 の正側電極と半導体モジュール 108、109 の正側電極は正側バスバー 201 を用いて電氣的に接続され、コンデンサ 102、103 の負側電極と半導体モジュール 108、109 の負側電極は負側バスバー 202 を用いて電氣的に接続される。ここで、正側バスバー 201、負側バスバー 202 には、それぞれ寄生インダクタンスが存在し、寄生インダクタンスの大きさは電流経路の材料、長さや形状に依存する。

【0022】

配線の材料や形状を半導体モジュール毎に変更することは設計や製造工程が複雑化する

50

ため現実的では無い。そのため、前記の通り、各半導体モジュール108、109におけるコンデンサ102、103までの配線の寄生インダクタンスを均一化するためには、半導体モジュール108の正側電極からコンデンサ102を介して半導体モジュール108の負側電極に戻る配線長と半導体モジュール108の正側電極からコンデンサ103を介して半導体モジュール108の負側電極に戻る配線長の総和を、半導体モジュール109の正側電極からコンデンサ102を介して半導体モジュール109の負側電極に戻る配線長と半導体モジュール109の正側電極からコンデンサ103を介して半導体モジュール109の負側電極に戻る配線長の総和とほぼ同等にする必要がある。

【0023】

そこで本発明では、図4に示すように、正側配線によって、各半導体モジュールの正側電極と二つのコンデンサ102、103の正側電極を接続し、負側配線によって、各半導体モジュールの負側電極と二つのコンデンサ102、103の負側電極を接続すると共に、正側配線及び負側配線上において、各半導体モジュールの各電極との接続点を、二つのコンデンサ102、103の各電極との接続点の間となるように配置している。つまり、コンデンサ102の各電極は、正側及び負側配線の一方端に接続され、コンデンサ103の各電極は、正側及び負側配線の他方端に接続されると共に、半導体モジュール108、109の各電極は、正側及び負側配線の中央部に接続されている。

10

この構成により、コンデンサ102から半導体モジュール108までのバスバー配線201、202の長さ、コンデンサ103から半導体モジュール109までのバスバー配線201、202の長さが等しく、コンデンサ102から半導体モジュール109までのバスバー配線201、202の長さ、コンデンサ103から半導体モジュール108までのバスバー配線201、202の長さを等しくすることができる。つまり、半導体モジュール108と二つのコンデンサ102、103の間の寄生インダクタンス、半導体モジュール109と二つのコンデンサ102、103の間の寄生インダクタンスが同等の値となる。

20

【0024】

比較例として図12を示す。図12では、正側配線及び負側配線上において、各半導体モジュールの各電極との接続点が、二つのコンデンサ102、103の各電極との接続点の間ではなく、配線の一方端でコンデンサと、他方端で半導体モジュールと接続されている。このような配置で接続された場合には、半導体モジュール109は、半導体モジュール108よりも回路上、コンデンサに近い位置に配置されることになるため、配線の寄生インダクタンスに偏りが生じる。

30

【0025】

図6は本発明の実施例1に示す単相電力変換装置4で使用されるコンデンサ102、103である。図5に示すように、正側配線と負側配線を平板状に構成し、かつ、各配線が平行に近い距離で配置されることにより、同じ量の電流が逆向きに流れるため、磁束が相殺されて配線インダクタンスを低減し、サージ電圧を低減することができる。

【0026】

また、この二つのコンデンサ102、103は対向する面の反対側の面に電極を有するように構成される。図4や図5に示すように電極面を配置することにより、コンデンサ102、103を隣接配置することが可能となるため、コンデンサ102、103を一つのコンデンサモジュールとして構成することが可能となる。

40

【0027】

コンデンサ103を例に挙げると、コンデンサ102と対向する面の反対側の面に正側電極301~304および負側電極305~308を有している。本発明ではコンデンサ電極301~308を8つ設けているが、正側電極、負側電極がそれぞれ1つずつあればよい。ここで、コンデンサ103の電極が配置される面において、コンデンサ電極301~308の配置に偏りがあると、コンデンサ102、103から出力される電流にアンバランスが生じ、コンデンサ102、103の劣化や故障の原因となる。これを解消するた

50

めに本発明のコンデンサ102、103の電極は電極が配置される面において等間隔で配置されている。これらのコンデンサ102、103の正側電極301～304と正側バスバー201を接続し、コンデンサ102、103の負側電極305～308と負側バスバー202を接続することで、正側バスバー201、負側バスバー202の電流分布を均一化し、コンデンサ電極301～308付近の電流集中を抑制することができる。また、正側電極301～304および負側電極305～308をそれぞれ互い違いに千鳥状に配置することで、正側バスバー201と負側バスバーの対向面積が同等になり、正側バスバー201、負側バスバー202それぞれに流れる電流に起因する磁界を相殺する効果が向上し、寄生インダクタンス104、105の低減にも寄与することができる。

【実施例2】

10

【0028】

図8は本発明の実施例2に記載の单相電力変換装置である。一般的に、電力変換装置を大容量化するときには半導体モジュールを複数並列接続することで、電流容量を増大する。図8は半導体モジュールを複数並列接続したときの構成である。コンデンサ102、103は前記单相電力変換装置4と同様に、正側配線及び負側配線上における各半導体モジュール203～210の各電極との接続点を、二つのコンデンサ102、103の各電極との接続点の間となるように配置している構成は実施例1と同様である。

【0029】

半導体モジュール203～210はそれぞれ並列接続されている。ここで、半導体モジュール203～206と半導体モジュール207～210がそれぞれ電力変換装置の1レグを構成するとする。このとき、コンデンサ102、103から半導体モジュール203～210それぞれへの配線長が異なると、前記のサージ電圧のバラツキが発生する。

20

【0030】

そこで、実施例1に記載のバスバー201、202を用いて、複数のコンデンサ102、103と半導体モジュール203～210を接続する。ここで、半導体モジュール203～206の高電位側電極および低電位側電極をそれぞれ同一方向にそろえ、半導体モジュール207～210の高電位電極および低電位電極をそれぞれ同一方向に揃える。この構成によって、コンデンサ102と半導体モジュール203～206を接続するバスバーの配線長と、コンデンサ103と半導体モジュール207～210を接続するバスバーの配線長が等しく、コンデンサ102と半導体モジュール207～210を接続するバスバーの配線長が等しくなる。すなわち、寄生インダクタンスが同等となるため、サージ電圧のバラツキは発生しない。

30

【実施例3】

【0031】

図9は、電力変換装置1として三相電力変換装置5を適用した本発明の他の実施形態である。三相電力変換装置5はコンデンサ102、103と半導体モジュール108～110で構成される。三相電力変換装置5は直流電源101の直流電力を交流電力に変換し、三相モータ311を駆動する構成である。ここで、スイッチング素子Q1の動作は前記と同様であるため、省略する。前記の单相電力変換装置4と同様に、コンデンサ102、103の正側電極と半導体モジュール108～110の正側電極はバスバー201を用いて電氣的に接続され、コンデンサ102、103の負側電極と半導体モジュール108～110の負側電極は負側バスバー202を用いて電氣的に接続され、その配線には寄生インダクタンス104～106が存在する。この寄生インダクタンス104～106は配線の形状に依存しており、寄生インダクタンス104～106の値が異なると半導体モジュール108～110に発生するサージ電圧にバラツキが生じ、三相電力変換装置5の劣化や故障の原因となる。

40

【0032】

図10は本発明の実施例2に記載の三相電力変換装置5の鳥瞰図である。コンデンサ102、103は前記の单相電力変換装置4と同様に、正側配線及び負側配線上における各

50

半導体モジュール108, 109, 110の各電極との接続点を、二つのコンデンサ102、103の各電極との接続点の間となるように配置していることが特徴である。また、半導体モジュール108~110は同一平面状に並列に並べられている。この構成により、コンデンサ102と半導体モジュール108を接続するバスバーの配線長とコンデンサ103と半導体モジュール109を接続するバスバーの配線長が等しい。ここで、コンデンサ102と半導体モジュール110を接続するバスバーの配線長は前記のコンデンサ102と半導体モジュール108を接続するバスバーの配線長に比べて半導体モジュール108の大きさの分だけ物理的に長くなる。しかしながら、正側バスバー201と負側バスバー202が平行平板構造を形成しており、正側バスバー201に流れる電流の方向と負側バスバー202に流れる電流の方向は互いに逆向きとなるため、磁界が相殺され寄生インダクタンス104~106の絶対値は数nHと小さな値となる。すなわち、寄生インダクタンス105と寄生インダクタンス106の差は非常に小さくなり、サージ電圧のばらつきの問題は発生しない。同様に、コンデンサ102と半導体モジュール109を接続するバスバーの配線長とコンデンサ103と半導体モジュール108を接続するバスバーの配線長は等しくなるのに対して、コンデンサ103と半導体モジュール110を接続するバスバーの配線長はコンデンサ102と半導体モジュール109を接続するバスバーの配線長に比べて短くなり、寄生インダクタンスも小さくなる。前記と同様に、平行平板構造により寄生インダクタンスの差は非常に小さくなり、サージ電圧がばらつく問題は発生しない。

10

【実施例4】

20

【0033】

図11は、電力変換装置1として单相電力変換装置を適用した本発明の他の実施形態である。実施例1では、二つのコンデンサの電極面を背面側に配置したが、図11に示すように、同一面に配置することも可能である。この場合においても、正側配線及び負側配線上における各半導体モジュール108, 109の各電極との接続点を、二つのコンデンサ102、103の各電極との接続点の間となるように配置している点では、他の実施例と共通する。

【符号の説明】

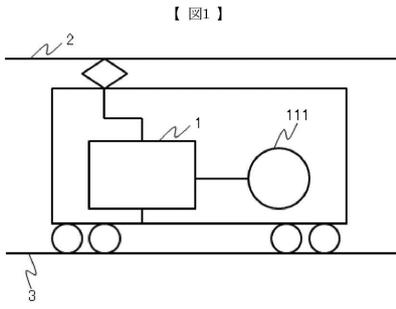
【0034】

- 1 電力変換装置
- 2 架線
- 3 レール
- 4 单相電力変換装置
- 5 三相電力変換装置
- 11 サージ電圧
- Q1~Q6 スイッチング素子
- D1~D6 ダイオード
- 101 直流電源
- 102、103 コンデンサ
- 104~106 寄生インダクタンス
- 108~110 半導体モジュール
- 111 单相モータ
- 112 コンデンサモジュール
- 201 正側バスバー
- 202 負側バスバー
- 203~210 小容量半導体モジュール
- 301~304 コンデンサの正側電極
- 305~308 コンデンサの負側電極
- 311 三相モータ

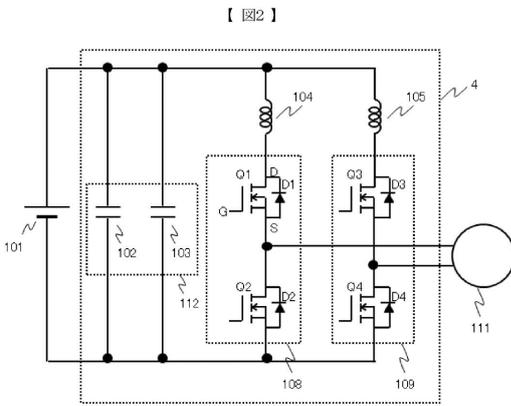
30

40

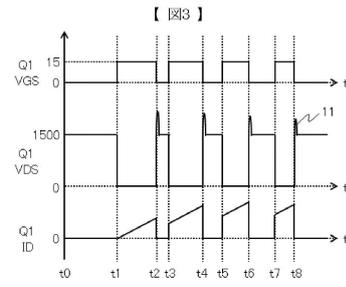
【 図 1 】



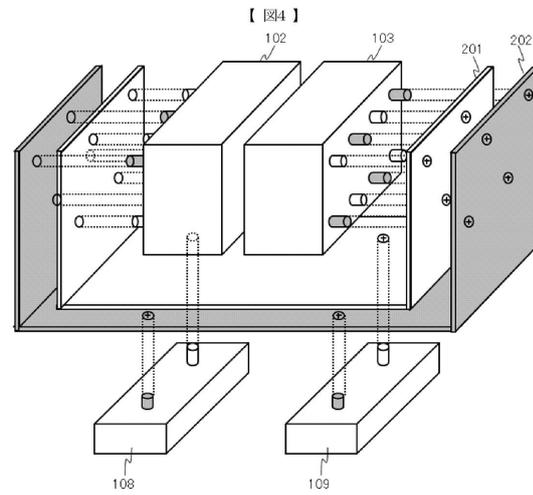
【 図 2 】



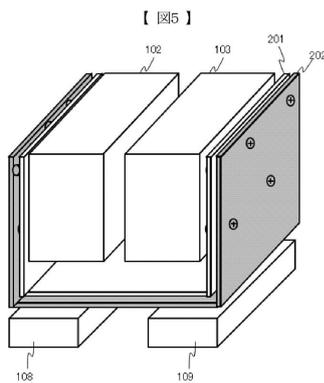
【 図 3 】



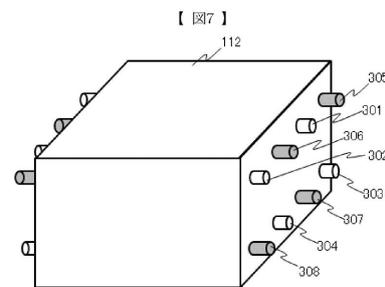
【 図 4 】



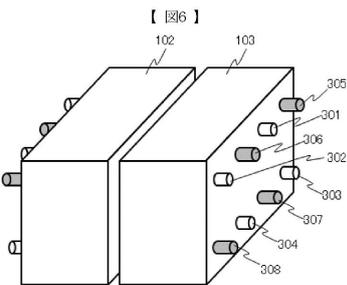
【 図 5 】



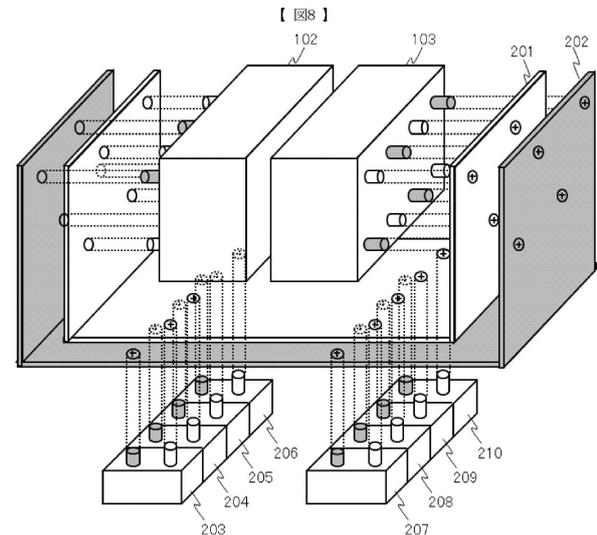
【 図 7 】



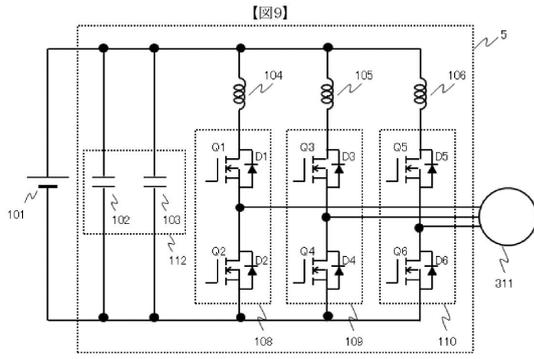
【 図 6 】



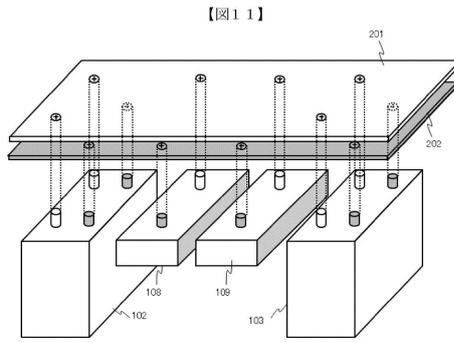
【 図 8 】



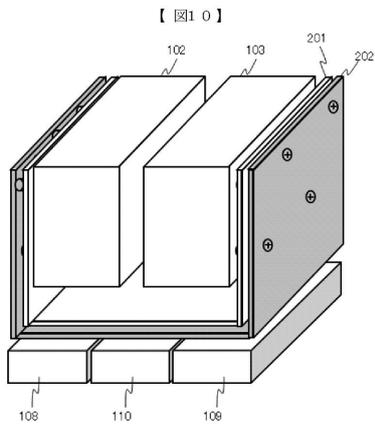
【図9】



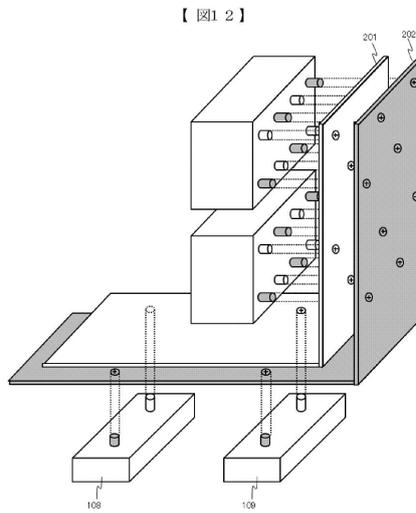
【図11】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

- (72)発明者 石川 勝美
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 田中 健
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 紺野 哲豊
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 遠藤 尊志

- (56)参考文献 特開2008-061441(JP,A)
特開2013-017335(JP,A)
特開平03-277182(JP,A)
特開2012-105382(JP,A)
特開2013-106503(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/42/7/98
B60L 9/18