

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4597202号
(P4597202)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int.Cl. F I
H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 Z

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-57155 (P2008-57155)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成20年3月7日(2008.3.7)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2009-219175 (P2009-219175A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成21年9月24日(2009.9.24)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成22年2月1日(2010.2.1)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	綾野 秀樹
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作所
			所 日立研究所内
		(72) 発明者	稲葉 博美
			茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
			株式会社 日立製作所
			所 日立研究所内
			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】

複数の半導体スイッチングデバイスと、

前記複数の半導体スイッチングデバイスの上部に配置されるプリント基板に搭載され、前記複数の半導体スイッチングデバイスの正極端子と負極端子の間に接続される複数のコンデンサと、

を備える電力変換装置において、

前記半導体スイッチングデバイスの各々における正極端子及び負極端子の並ぶ方向と、前記複数のコンデンサの内、前記各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置するコンデンサの正極端子及び負極端子の並ぶ方向は略同じであり、かつ、前記各半導体スイッチングデバイスの正極端子及び負極端子の並ぶ順序と、前記各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置する前記コンデンサの正極端子及び負極端子の並ぶ順序は相反し、

前記複数の半導体スイッチングデバイスおよび前記複数のコンデンサは、前記各正極端子及び前記各負極端子の位置関係が線対称になるように配置され、

前記複数のコンデンサの各々は2直列以上に直列接続した構成であり、前記線対称配置の一方側におけるコンデンサにおいて直列接続の midpoint 同士を短絡し、かつ、前記線対称配置の他方側におけるコンデンサにおいて直列接続の midpoint 同士を短絡し、

前記一方側に配置される直列接続のコンデンサ間の距離あるいは前記他方側に配置される直列接続のコンデンサ間の距離よりも、前記一方側に配置される直列接続のコンデンサと前記他方側に配置されるコンデンサとの最短距離の方が大きいことを特徴とする電力変

10

20

換装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記一方側に配置したコンデンサの前記中点と、前記他方側に配置したコンデンサの前記中点は電氣的に分離し、前記一方側に配置されるコンデンサの中点と前記一方側に配置される半導体スイッチング素子の正極端子及び負極端子との間、並びに前記他方側に配置されるコンデンサの中点と前記他方側に配置される半導体スイッチング素子の正極端子及び負極端子との間に、それぞれ抵抗を接続した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 において、前記プリント基板は表裏二面に導体層を有し、少なくとも一方の面に、前記一方側に配置されるコンデンサの直列接続の中点を短絡する導体パターンと、前記他方側に配置されるコンデンサの直列接続の中点を短絡する導体パターンを設け、前記各導体パターンがそれぞれ前記プリント基板の異なる端部に位置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 ~ 3 のいずれか一項において、前記各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置する前記各コンデンサの正極端子と前記半導体スイッチングデバイスの正極端子とを結ぶ前記プリント基板上の電流経路と、前記各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置する前記各コンデンサの負極端子と前記半導体スイッチングデバイスの負極端子とを結ぶ前記プリント基板上の電流経路とが交差することを特徴とする電力変換装置。

20

【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わり、特に、平滑コンデンサ部分の実装構成に関する。

【背景技術】

【0002】

電力変換装置の整流器とインバータの間の直流リンク部に配置される平滑コンデンサの実装構成として、従来はパルス幅変調すなわち PWM (Pulse Width Modulation) 整流器を構成する半導体スイッチングデバイスとインバータを構成する半導体スイッチングデバイスの間、あるいは、半導体スイッチングデバイスの脇にコンデンサを配置し、リード線あるいはブスバー等により接続していた。この場合にはリード線・ブスバー等の配線インダクタンスの影響で、半導体スイッチングデバイスのスイッチング時にデバイスの端子間に過電圧が発生し、破損をもたらす可能性があった。この対策としては一般的に過電圧抑制用のスナバ回路が使用されている。一方、特開 2006 - 197735 号公報 (特許文献 1) および特開 2003 - 219661 号公報 (特許文献 2) に記載された従来技術では、プリント基板等の導体基板に複数の小型コンデンサを配置することにより配線インダクタンスを低減し、スナバ回路の削減あるいは小型化を実現している。

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 197735 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 219661 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

プリント基板に複数の小型コンデンサを配置する方式では、従来使用していた大型コンデンサと同等の静電容量を多数のコンデンサを並列配置することで実現している。ところが、個々のコンデンサに流入する電流のばらつきについては、従来技術では考慮されていない。

【0005】

図 9 は、プリント基板に小型コンデンサを配置する場合の一般的な従来例である。電力変換装置の主回路が、PWM 整流器側の半導体スイッチングデバイス 1a ~ 1c, インバ

50

ータ側の半導体スイッチングデバイス 2 a ~ 2 c , プリント基板 3 , コンデンサ 4 a ~ 4 h により構成される。プリント基板 3 に搭載されたコンデンサは耐圧を満足するために 2 直列、所用容量を確保するために 4 並列の構成にしている。すなわち、コンデンサ 4 a とコンデンサ 4 b , コンデンサ 4 c とコンデンサ 4 d , コンデンサ 4 e とコンデンサ 4 f , コンデンサ 4 g とコンデンサ 4 h がそれぞれ直列接続され、コンデンサ 4 a , コンデンサ 4 c , コンデンサ 4 f , コンデンサ 4 h の各負極端子 (- 極端子) が直流リンク部の負極に接続され、かつ、コンデンサ 4 b , コンデンサ 4 d , コンデンサ 4 e , コンデンサ 4 g の各正極端子 (+ 極端子) が直流リンク部の正極に接続される。

【 0 0 0 6 】

図 9 では、PWM 整流器側の半導体スイッチングデバイスと PWM 整流器側のコンデンサの正極端子と負極端子、および、インバータ側の半導体スイッチングデバイスとインバータ側のコンデンサの正極端子と負極端子がそれぞれ同様に並ぶように半導体スイッチングデバイスとコンデンサを配置している。この構成では、プリント基板のパターン配線やプリント基板の取り付け作業などが容易になる。しかし、本発明者が得た新規な知見によれば、半導体スイッチングデバイスのスイッチング時に各コンデンサへ流入する電流にばらつきが発生する。

【 0 0 0 7 】

図 1 0 は、本発明者による新規な検討結果、すなわち図 9 の従来例におけるコンデンサの電流分布のシミュレーション結果を示す。インバータ側の半導体スイッチングデバイス 2 a がスイッチングし、このデバイスに、立ち上がり時間を有する振幅 1 (p u) のステップ電流を流す場合である。図 1 0 より、立ち上がり時に半導体スイッチングデバイス 2 a の直近のコンデンサ 4 b に流れる電流が大きくなり、平均 0 . 2 5 (p u) に対して 0 . 3 1 (p u) となる。また、離れたコンデンサ 4 g では、立ち上がり時の電流が 0 . 2 1 (p u) と少なくなる。これは、プリント基板 3 上での配線距離に依存するインピーダンスの違いによるものであり、例えば、並列段数がさらに多く図面縦方向の長さが増加する場合には、半導体スイッチングデバイス近傍のコンデンサへの電流集中が増加し、かつ、離れたコンデンサの電流がさらに低下するため、ばらつきはさらに増加する。このように、電流が均一に分散できず、特定のコンデンサに集中する場合には、そのコンデンサの負担が増大し、寿命の低下をもたらす可能性がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記の問題点を考慮してなされたものであり、プリント基板等の導体基板に複数のコンデンサを配置する平滑コンデンサの実装構成において、半導体スイッチングデバイスのスイッチング時にコンデンサに流れる電流のばらつきを低減できる電力変換装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するために、複数の半導体スイッチングデバイスの上部に配置されるプリント基板に複数のコンデンサを搭載し、半導体スイッチングデバイスの各々における正極端子及び負極端子の並ぶ方向と、各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置するコンデンサの正極端子及び負極端子の並ぶ方向を略同じとし、かつ、各半導体スイッチングデバイスの正極端子及び負極端子の並ぶ順序と、各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置するコンデンサの正極端子及び負極端子の並ぶ順序が相反し、複数の半導体スイッチングデバイスおよび複数のコンデンサは、各正極端子及び各負極端子の位置関係が線対称になるように配置され、複数のコンデンサの各々は 2 直列以上に直列接続した構成であり、線対称配置の一方側におけるコンデンサにおいて直列接続の midpoint を短絡し、かつ、線対称配置の他方側におけるコンデンサにおいて直列接続の midpoint を短絡し、一方側に配置される直列接続のコンデンサ間の距離あるいは他方側に配置される直列接続のコンデンサ間の距離よりも、一方側に配置される直列接続のコンデンサと他方側に配置されるコンデンサとの最短距離の方が大きいように、半導体スイッチングデバイスおよびコンデンサを配置する。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0010】

上記手段によれば、各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置する各コンデンサの正極端子と半導体スイッチングデバイスの正極端子とを結ぶプリント基板上の電流経路と、各半導体スイッチングデバイスの近傍に位置する各コンデンサの負極端子と半導体スイッチングデバイスの負極端子とを結ぶプリント基板上の電流経路とが交差することにより、半導体スイッチングデバイスとその近傍のコンデンサとの間のインピーダンスが増加する。これにより、半導体スイッチングデバイスとその近傍のコンデンサとの間のインピーダンスと、離れたコンデンサとの間のインピーダンスの大きさの違いが緩和される。従って、半導体スイッチングデバイスのスイッチング時に各コンデンサに流れる電流のばらつきを低減できる。さらに、複数の半導体スイッチングデバイスおよび複数のコンデンサは、各正極端子及び各負極端子の位置関係が線対称になるように配置され、複数のコンデンサの各々は2直列以上に直列接続した構成であり、線対称配置の一方側におけるコンデンサにおいて直列接続の midpoint 同士を短絡し、かつ、線対称配置の他方側におけるコンデンサにおいて直列接続の midpoint 同士を短絡し、一方側に配置される直列接続のコンデンサ間の距離あるいは他方側に配置される直列接続のコンデンサ間の距離よりも、一方側に配置される直列接続のコンデンサと他方側に配置されるコンデンサとの最短距離の方が大きい構成とすることで、スイッチングする半導体スイッチングデバイスから離れたコンデンサの電流に対するばらつきの低減効果が大きくなる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0011】

以下本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0012】

図1は本発明の第一実施例である電力変換装置を示す。本電力変換装置は、PWM整流器側の半導体スイッチングデバイス1a~1c、インバータ側の半導体スイッチングデバイス2a~2c、プリント基板3、コンデンサ4a~4h、抵抗5a~5dにより構成されている。プリント基板3は、PWM整流器の直流側とインバータの直流側を接続して直流リンク部を形成しており、直流リンク部の正極と負極の間に、複数のコンデンサ4a~4hから成る平滑コンデンサが接続される。半導体スイッチングデバイス1a~1cおよび2a~2cは直列接続された2個のスイッチ素子(トランジスタ、IGBTなど)が搭載されたデバイスであり、第一のスイッチ素子のコレクタ部分が正極側端子C(+)として、第二のスイッチ素子のエミッタ部分が負極側端子E(-)として、第一および第二のスイッチ素子を直列接続する接点である第一のスイッチ素子のエミッタ部分と第二のスイッチ素子のコレクタ部分が交流端子として、それぞれ外部に接続される。

30

【0013】

図2は、図1下部の矢印方向から見た矢視図である。PWM整流器側およびインバータ側の半導体スイッチングデバイスの上部にプリント基板3を配置しており、プリント基板3上にコンデンサおよび抵抗を実装している。

【0014】

40

図3は、第一実施例の回路図である。本回路において、PWM整流器は電源の商用交流電力を直流に変換し、インバータは直流を任意周波数の交流に変換する。図1のプリント基板3は、PWM整流器およびインバータの正極端子(+ 極端子)どうしと負極端子(- 極端子)どうしを接続しており、図3のように正極端子と負極端子の間にコンデンサおよび抵抗を接続している。また、図1のプリント基板3に搭載されたコンデンサは耐圧を満足するために図3のように2直列4並列の構成にしている。すなわち、図1のコンデンサ4aとコンデンサ4b、コンデンサ4cとコンデンサ4d、コンデンサ4eとコンデンサ4f、コンデンサ4gとコンデンサ4hがそれぞれ直列接続される。さらに、コンデンサ4a、コンデンサ4c、コンデンサ4e、コンデンサ4gの各正極端子がPWM整流器およびインバータの正極に接続され、コンデンサ4b、コンデンサ4d、コンデンサ4f

50

、コンデンサ 4 h の各負極端子が P W M 整流器およびインバータの負極に接続される。また、抵抗 5 a ~ 5 d は直列接続されたコンデンサの電圧バランスを補償するためのバランス抵抗であり、図 3 のように、抵抗 5 a と抵抗 5 b、および、抵抗 5 c と抵抗 5 d を直列接続し、その中点を、直列接続したコンデンサの中点に接続する。

【 0 0 1 5 】

図 1 の第一実施例において、P W M 整流器を構成する各半導体スイッチングデバイスは、正極端子および負極端子の並ぶ方向および並ぶ順序が同一になるように配置される。また、インバータを構成する各半導体スイッチングデバイスも同様に配置される。P W M 整流器側半導体スイッチングデバイス 1 a ~ 1 c 近傍のコンデンサ 4 e ~ 4 h の正極端子および負極端子が並ぶ方向は半導体スイッチングデバイス 1 a ~ 1 c と略同じであるが、並ぶ順序は相反する。同様に、インバータ側半導体スイッチングデバイス 2 a ~ 2 c 近傍のコンデンサ 4 a ~ 4 d の正極端子および負極端子が並ぶ方向は半導体スイッチングデバイス 2 a ~ 2 c と略同じであるが、並ぶ順序は相反する。このような配置によれば、任意の 1 つの半導体スイッチングデバイス（例えば 2 a）の正極端子と、その半導体スイッチングデバイスの近傍に位置する直列コンデンサの組（例えば、4 a と 4 b）の正極端子とを結ぶプリント基板上の電流経路と、同じ半導体スイッチングデバイスの負極端子と、同じ直列コンデンサの組の負極端子とを結ぶプリント基板上の電流経路とが交差する。

10

【 0 0 1 6 】

この場合は、例えば、インバータ側の半導体スイッチングデバイス 2 a がスイッチングすると、近傍の直列コンデンサ 4 a、4 b の正極端子に流れる電流の経路と負極端子に流れる電流の経路が、図 1 のプリント基板 3 上に示す実線矢印のように互いに交わるので、電流により発生する磁束は強めあう方向になるためインピーダンスが増加する。一方、離れた位置の直列コンデンサ 4 e、4 f では、図 1 のプリント基板 3 上に示す点線矢印のように互いに正極端子に流れる電流と負極端子に流れる電流が相反する向きに流れるため、発生する磁束は相殺されインピーダンスは低下する。すなわち、半導体スイッチングデバイス 2 a と近傍のコンデンサとの間のインピーダンスと、半導体スイッチングデバイス 2 a と離れたコンデンサとの間のインピーダンスの違いが低減される。この結果、コンデンサに流れる電流のばらつきを低減できる。

20

【 0 0 1 7 】

なお、図 1 の実施例では、各半導体スイッチングデバイスにおいて、正極端子 C (+)、C (-) および交流端子が、この順序で直線的に配置される。さらに、プリント基板 3 の縦方向に対して半導体スイッチングデバイスとコンデンサを線対称に配置している。これにより、P W M 整流器およびインバータの各相の交流端子がプリント基板 3 の外側に配置され、外部接続が容易にできる。

30

【 0 0 1 8 】

図 4 は第一実施例のプリント基板 3 のパターンの一例を示す。プリント基板 3 は両面導体基板であり、表面に正極側の層（P 層）を裏面に中点の層（C 1 層、C 2 層）および負極側の層（N 層）を有している。インバータ側の半導体スイッチングデバイス 2 a がスイッチングした場合の電流経路としては、半導体スイッチングデバイス 2 a から離れた位置のコンデンサではプリント基板の表裏で相反する方向に電流が流れるが、近傍のコンデンサ（例えばコンデンサ 4 a、4 b）では、磁束が強め合う経路を避けるために電流は迂回して流れることになる。この結果、電流経路のインピーダンスのばらつきが小さくなり、コンデンサに流れる電流のばらつきが低減される。

40

【 0 0 1 9 】

なお、図 1 に示すように、P W M 整流器側の直列コンデンサ（4 e と 4 f、4 g と 4 h）の一方の端子である各負極端子と、インバータ側の直列コンデンサ（4 a と 4 b、4 c と 4 d）の一方の端子である各負極端子が、プリント基板 3 の中央部において対向している。すなわち、これら負極端子がプリント基板中央部に集まっている。これにより、図 4 に示すような表裏両面に導体層を有する比較的簡単な構成の 1 枚の導体基板で、P W M 整流器側とインバータ側両方における多数のコンデンサを接続して、平滑コンデンサを構成

50

することができる。

【0020】

図5は、本発明者が行った、第一実施例におけるコンデンサの電流分布のシミュレーションの結果を示す。インバータ側の半導体スイッチングデバイス2aをスイッチングし、立ち上がり時間を有する振幅1(pu)のステップ電流を流した場合である。図5より、コンデンサ4eにおいて立ち上がり時に最大の電流が流れ、平均0.25(pu)に対して0.28(pu)となる。これは、図10の従来の場合の0.31(pu)よりも低減されている。さらに、最小電流も平均値に近づいており電流のばらつきが低減できている。

【0021】

また、図4の基板構成において、図4(b)の基板裏面の負極側の層(N層)における縦方向の電流経路部分の幅Xが広い方が、電流の相殺効果が大きくインピーダンスを低下できる。この場合、スイッチングする半導体スイッチングデバイスから離れたコンデンサの電流に対するばらつきの低減効果が大きくなる。実装構成としては、インバータ側のコンデンサ4a~4dとPWM整流器側のコンデンサ4e~4hの距離を広げる、つまり、直列接続したコンデンサ4aとコンデンサ4bの距離よりもインバータ側のコンデンサ4bとPWM整流器側のコンデンサ4eの距離が大きくなるようにコンデンサを配置する。

【0022】

さらに、図1の第一実施例では、図3の回路図および図4の基板構成のように、PWM整流器側の midpoint の層(C1層)とインバータ側の midpoint の層(C2層)を電気的に分離しており、PWM整流器側とインバータ側のそれぞれに電圧バランス用の抵抗を接続している。これにより、コンデンサと抵抗間のインピーダンスが均等化され、かつ、C1層とC2層の間に不要な循環電流が流れることを防止できる。従って、安定したバランス効果を得られる。

【0023】

図6は、本発明の第二実施例である電力変換装置を示す。本実施例では、第一実施例よりもコンデンサの並列数を増やしている。図6では2直列8並列の構成であり、コンデンサ4aとコンデンサ4b, コンデンサ4cとコンデンサ4d, コンデンサ4eとコンデンサ4f, コンデンサ4gとコンデンサ4h, コンデンサ4iとコンデンサ4j, コンデンサ4kとコンデンサ4l, コンデンサ4mとコンデンサ4n, コンデンサ4oとコンデンサ4pがそれぞれ直列接続される。さらに、コンデンサ4a, コンデンサ4c, コンデンサ4e, コンデンサ4g, コンデンサ4j, コンデンサ4l, コンデンサ4n, コンデンサ4pの各正極端子がPWM整流器およびインバータの正極に接続され、コンデンサ4b, コンデンサ4d, コンデンサ4f, コンデンサ4h, コンデンサ4i, コンデンサ4k, コンデンサ4m, コンデンサ4oの各負極端子がPWM整流器およびインバータの負極に接続される。

【0024】

本実施例においても、図1の第一実施例と同様に、PWM整流器側およびインバータ側の各々において、半導体スイッチングデバイスの正および負極端子とコンデンサの正および負極端子の並ぶ方向が略同じになり、かつ、並ぶ順序が相反するように、半導体スイッチングデバイスとコンデンサが配置される。これにより、コンデンサに流れる電流のばらつきを低減できる。このばらつき低減効果は、コンデンサの並列段数が多くなり半導体スイッチングデバイスと、これから最も離れたコンデンサとの距離が長くなるほど顕著に現れ、コンデンサの負担を分散できる。従って、コンデンサが長寿命化できる。

【0025】

図7は、本発明の第三実施例である電力変換装置を示す。また、本実施例の回路図を図8に示す。本実施例では、電圧耐量の大きいコンデンサ6a~6dを使用しているため、直流リンク部の正極(P)と負極(N)の間には、各コンデンサが単独で接続される。すなわち、複数のコンデンサを直列接続することなく、単独のコンデンサが4個並列に接続され、平滑コンデンサが構成されている。このため、バランス用の抵抗は接続しない。本実施例においても、第一および第二実施例と同様に、本実施例においても、図1の第一実

10

20

30

40

50

施例と同様に、P W M整流器側およびインバータ側の各々において、半導体スイッチングデバイスの正および負極端子とコンデンサの正および負極端子の並ぶ方向が同じになり、かつ、並ぶ順序が相反するように、半導体スイッチングデバイスとコンデンサが配置される。これにより、コンデンサに流れる電流のばらつきを低減できる。

【 0 0 2 6 】

第一および第二実施例では、P W M整流器側とインバータ側の半導体スイッチングデバイスおよびコンデンサを共にプリント基板で接続しているが、別の導体基板を使用し、コンデンサが接続されたプリント基板と並列に、P W M整流器側半導体スイッチングデバイスとインバータ側半導体スイッチングデバイスのそれぞれの正極端子同士および負極端子同士を接続しても良い。この場合は、プリント基板には高周波のリプル成分が主に流れ、主電流成分が別の導体基板を流れるので、プリント基板の発熱を抑制できる。

10

【 0 0 2 7 】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内で様々な形態が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 本発明の第一実施例である電力変換装置を示す。

【 図 2 】 図 1 下部の矢印方向から見た矢視図である。

【 図 3 】 第一実施例の回路図である。

【 図 4 】 第一実施例のプリント基板のパターンの一例を示す。

20

【 図 5 】 本発明者が行った、第一実施例におけるコンデンサの電流分布のシミュレーションの結果を示す。

【 図 6 】 本発明の第二実施例である電力変換装置を示す。

【 図 7 】 本発明の第三実施例である電力変換装置を示す。

【 図 8 】 第三実施例の回路図である。

【 図 9 】 プリント基板に小型コンデンサを配置する場合の一般的な従来例である。

【 図 1 0 】 図 9 の従来例におけるコンデンサの電流分布のシミュレーション結果を示す。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 9 】

1 a ~ 1 c P W M整流器側の半導体スイッチングデバイス

30

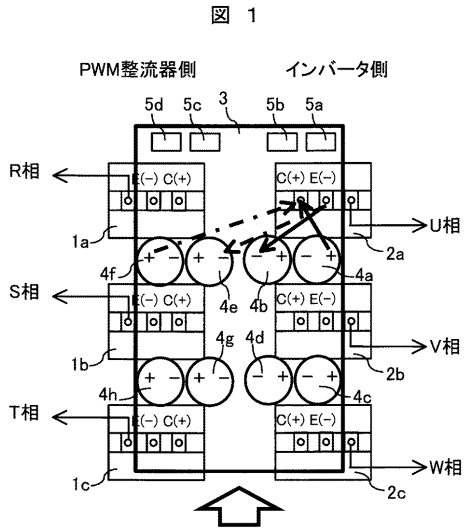
2 a ~ 2 c インバータ側の半導体スイッチングデバイス

3 プリント基板

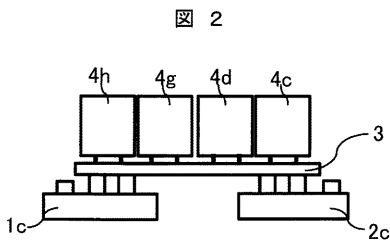
4 a ~ 4 p , 6 a ~ 6 c コンデンサ

5 a ~ 5 d 抵抗

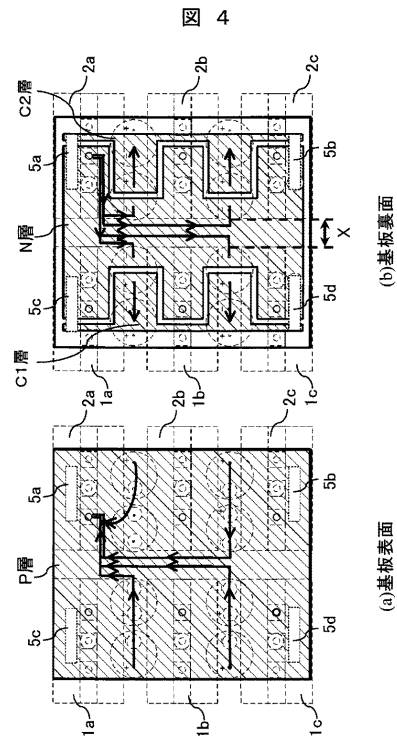
【図1】



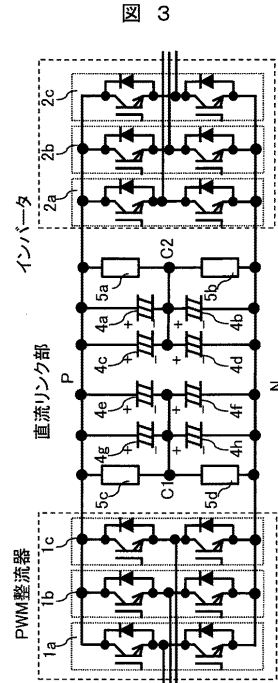
【図2】



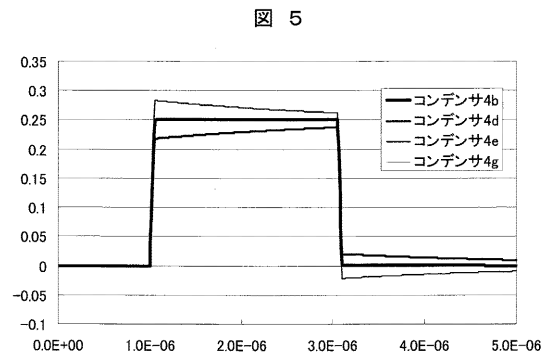
【図4】



【図3】

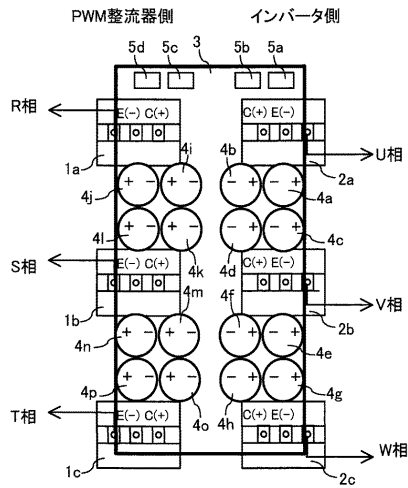


【図5】



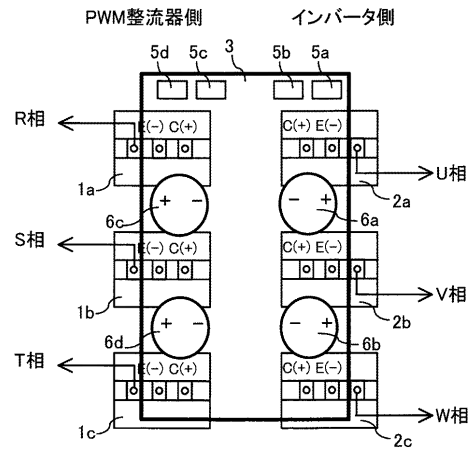
【図 6】

図 6



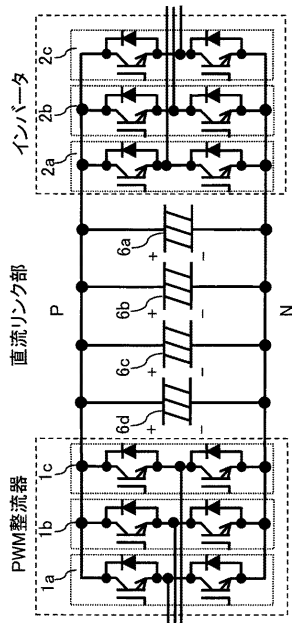
【図 7】

図 7



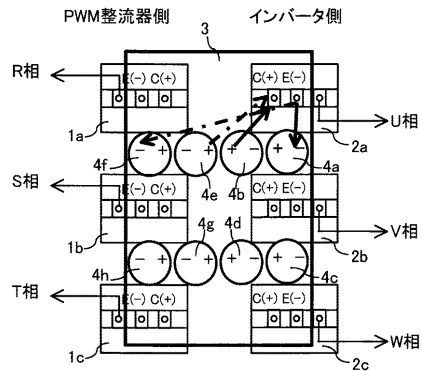
【図 8】

図 8



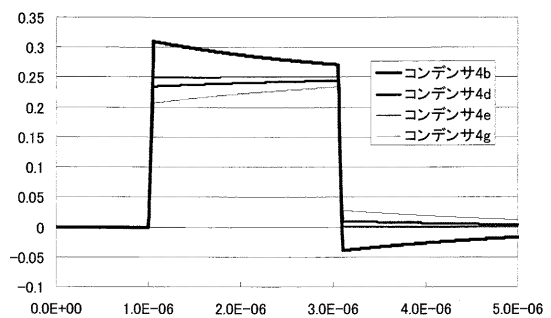
【図 9】

図 9



【図 10】

図 10



フロントページの続き

- (72)発明者 大沼 直人
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発
- (72)発明者 森 和久
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
所内 株式会社 日立製作所 日立研究
- (72)発明者 蛭田 清玄
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発
- (72)発明者 迫田 友治
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発
- (72)発明者 三田 史明
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発
- (72)発明者 保立 尚史
茨城県ひたちなか市市毛1070番地
システムグループ内 株式会社 日立製作所 都市開発

審査官 三島木 英宏

- (56)参考文献 特開平02-294278(JP,A)
特開2002-051569(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48