

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-149883

(P2015-149883A)

(43) 公開日 平成27年8月20日(2015.8.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2M 1/14 (2006.01)	HO2M 1/14	5H007
HO2M 7/48 (2007.01)	HO2M 7/48	5H740

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2014-228145 (P2014-228145)
 (22) 出願日 平成26年11月10日 (2014.11.10)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-2061 (P2014-2061)
 (32) 優先日 平成26年1月9日 (2014.1.9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (71) 出願人 000004695
 株式会社日本自動車部品総合研究所
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (72) 発明者 原田 脩央
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
 (72) 発明者 大岡 信治
 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

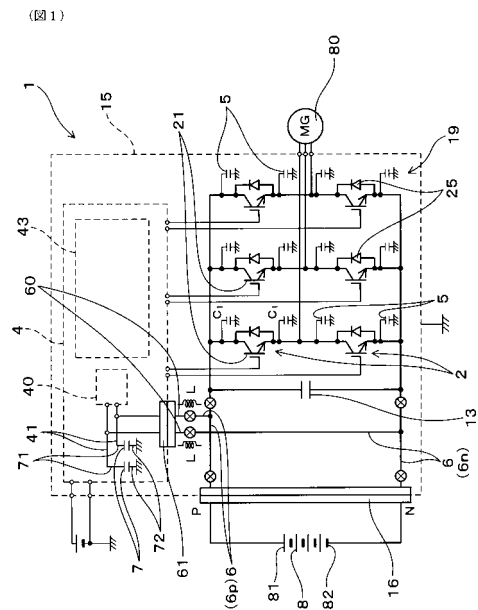
(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 広い周波数帯域のノイズ電流を除去できる電力変換装置を提供する。

【解決手段】 半導体モジュール2と、冷却器と、一対の直流バスバー6 (6p, 6n) とを備える。直流バスバー6は、半導体2に接続している。直流バスバー6は、直流電源8とスイッチング素子21との間の電流経路になっている。冷却器3は金属製であり、グランドに電気接続されている。半導体モジュール2に内蔵した放熱板と、冷却器と、これらに介在する絶縁層とによって、スイッチング素子21に近接した近接バイパスコンデンサ5が形成されている。また、電力変換装置1は、近接バイパスコンデンサ5よりも静電容量が大きく、スイッチング素子21までの電流経路の長さが近接バイパスコンデンサ5よりも長い一対の遠方バイパスコンデンサ7を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スイッチング素子(21)を内蔵した半導体モジュール(2)と、
 該半導体モジュール(2)を冷却する冷却器(3)と、
 上記スイッチング素子(21)の動作を制御する制御回路基板(4)と、
 上記半導体モジュール(2)に接続し、直流電源(8)と上記スイッチング素子(21)との間の電流経路になる一対の直流バスバー(6, 6p, 6n)とを備え、
 上記冷却器(3)は金属製であり、グランドに電気接続されており、
 上記半導体モジュール(2)は、上記スイッチング素子(21)に接続した金属製の放熱板(24)を有し、該放熱板(24)と上記冷却器(3)との間に、これらを絶縁する絶縁層(11)が介在し、上記放熱板(24)と上記絶縁層(11)と上記冷却器(3)とによって、上記スイッチング素子(21)に近接した近接バイパスコンデンサ(5)が形成されており、

10

該近接バイパスコンデンサ(5)よりも静電容量が大きく、個々の上記直流バスバー(6p, 6n)とグランドとを接続すると共に、上記スイッチング素子(21)までの電流経路の長さが上記近接バイパスコンデンサ(5)よりも長い、少なくとも一対の遠方バイパスコンデンサ(7)を設けてあることを特徴とする電力変換装置(1)。

【請求項 2】

上記一対の遠方バイパスコンデンサ(7)は上記制御回路基板(4)上に設けられ、上記制御回路基板(4)には、上記一対の直流バスバー(6p, 6n)の間の電位差を測定する電位差測定回路(40)を形成してあり、上記制御回路基板(4)上に形成した配線(41a)により、上記電位差測定回路(40)と個々の上記遠方バイパスコンデンサ(7)とを接続してあることを特徴とする請求項 1 に記載の電力変換装置(1)。

20

【請求項 3】

上記遠方バイパスコンデンサ(7)は上記制御回路基板(4)上に設けられ、上記一対の直流バスバー(6p, 6n)の一部をそれぞれ上記制御回路基板(4)上に載置してあり、その載置した部位(69p, 69n)をそれぞれ上記遠方バイパスコンデンサ(7)に接続してあることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電力変換装置(1)。

【請求項 4】

上記遠方バイパスコンデンサ(7)は上記制御回路基板(4)に表面実装されていることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電力変換装置(1)。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スイッチング素子を内蔵した半導体モジュールと、該半導体モジュールを冷却する冷却器とを備える電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、直流電力と交流電力との間で電力変換を行う電力変換装置として、IGBT 素子等のスイッチング素子を内蔵した複数の半導体モジュールと、一対の直流バスバー(正極バスバーおよび負極バスバー)とを備えるものが知られている(下記特許文献 1 参照)。この電力変換装置では、上記一対の直流バスバーを介して、直流電源の直流電力を上記半導体モジュールに供給している。そして、上記スイッチング素子をオンオフ動作させることにより、上記直流電力を交流電力に変換し、得られた交流電力を用いて、交流負荷を駆動するよう構成されている。

40

【0003】

スイッチング素子をオンオフ動作させると、ノイズ電流が発生する。このノイズ電流は、十分に除去しないと、直流バスバーを通過して、上記直流電源等の外部機器へ伝わってしまうことがある。そのため、ノイズ電流を十分に除去する工夫が検討されている。

【0004】

50

例えば、電力変換装置内にバイパスコンデンサを設け、このバイパスコンデンサを介して、直流バスバーとグラウンドとを接続する。このようにすると、スイッチング素子から発生したノイズ電流が直流バスバーを流れ、バイパスコンデンサを通過してグラウンドに流れる。そのため、ノイズ電流が外部機器へ伝わる不具合を抑制することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-240037号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかしながら、上記バイパスコンデンサを設けても、除去できるノイズ電流の周波数帯域が狭いという問題がある。すなわち、ノイズ電流の発生源となるスイッチング素子と、バイパスコンデンサとを繋ぐ直流バスバー等には、比較的大きな寄生インダクタンスLがついている。バイパスコンデンサの静電容量をCとし、ノイズ電流の周波数をfとした場合、スイッチング素子からグラウンドまでのインピーダンスZは、下記式によって表される。

$$Z = 2 \pi f L + 1 / (2 \pi f C)$$

【0007】

この式から分かるように、寄生インダクタンスLが大きいときは、ノイズ電流の周波数fが低い場合であれば、 $2 \pi f L$ の項を小さくすることができる。また、周波数fが低くても、バイパスコンデンサの静電容量Cを十分に大きくしておけば、 $1 / (2 \pi f C)$ の項も小さくすることができる。そのため、周波数fが低いノイズ電流に対しては、全体のインピーダンスZを小さくすることができ、このノイズ電流を、バイパスコンデンサを介してグラウンドへ流すことができる。

20

【0008】

しかし、ノイズ電流の周波数fが高くなると、 $2 \pi f L$ の項が大きくなるため、全体のインピーダンスZが大きくなる。そのため、周波数fが高いノイズ電流はグラウンドへ流れにくくなる。したがって、周波数fが低いノイズ電流だけでなく、高いノイズ電流も除去できる電力変換装置、すなわち、より広い周波数帯域のノイズ電流を除去できる電力変換装置が望まれている。

30

【0009】

本発明は、かかる背景に鑑みてなされたもので、広い周波数帯域のノイズ電流を除去できる電力変換装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様は、スイッチング素子を内蔵した半導体モジュールと、

該半導体モジュールを冷却する冷却器と、

上記スイッチング素子の動作を制御する制御回路基板と、

上記半導体モジュールに接続し、直流電源と上記スイッチング素子との間の電流経路になる一対の直流バスバーとを備え、

40

上記冷却器は金属製であり、グラウンドに電気接続されており、

上記半導体モジュールは、上記スイッチング素子に接続した金属製の放熱板を有し、該放熱板と上記冷却器との間に、これらを絶縁する絶縁層が介在し、上記放熱板と上記絶縁層と上記冷却器とによって、上記スイッチング素子に近接した近接バイパスコンデンサが形成されており、

該近接バイパスコンデンサよりも静電容量が大きく、個々の上記直流バスバーとグラウンドとを接続すると共に、上記スイッチング素子までの電流経路の長さが上記近接バイパスコンデンサよりも長い、少なくとも一対の遠方バイパスコンデンサを設けてあることを特徴とする電力変換装置にある。

50

【発明の効果】

【0011】

上記電力変換装置においては、上記近接バイパスコンデンサと上記遠方バイパスコンデンサとの、2種類のバイパスコンデンサを設けてある。

このようにすると、除去できるノイズ電流の周波数帯域を広げることが可能になる。すなわち、近接バイパスコンデンサは、半導体モジュール内の放熱板と、上記冷却器と、これらの間に介在する絶縁層とによって形成されている。そのため、近接バイパスコンデンサは、ノイズ電流の発生源であるスイッチング素子の直近に存在している。したがって、スイッチング素子から近接バイパスコンデンサまでの間につく寄生インダクタンスは、無視できるほど小さくすることができる。その場合、近接バイパスコンデンサの静電容量を C_1 とすると、スイッチング素子からグランドまでの間のインピーダンス Z_1 は、以下の式によって近似的に表すことができる。

$$Z_1 = 1 / (2 \pi f C_1)$$

このように、寄生インダクタンスが無視できるほど小さいため、ノイズ電流の周波数 f が高くても、寄生インダクタンスによる項 $(2 \pi f L)$ は大きくなり、インピーダンス Z_1 は小さな値となる。そのため、近接バイパスコンデンサを介して、周波数 f の高いノイズ電流を、グランドに流すことができる。

【0012】

一方、遠方バイパスコンデンサは、スイッチング素子までの電流経路の長さが近接バイパスコンデンサよりも長いため、この電流経路に、比較的大きな寄生インダクタンス L がつく。したがって、遠方バイパスコンデンサの静電容量を C_2 とした場合、スイッチング素子からグランドまでの間のインピーダンス Z_2 は、以下の式によって表される。

$$Z_2 = 2 \pi f L + 1 / (2 \pi f C_2)$$

遠方バイパスコンデンサは、近接バイパスコンデンサと異なり、専用の電子部品を用いて形成できるため、その静電容量 C_2 を大きくすることができる。そのため、ノイズ電流の周波数 f が低くても、 $1 / (2 \pi f C_2)$ の項を小さくすることができる。また、周波数 f が低いノイズ電流に対しては、 $2 \pi f L$ の項も小さくなるため、全体のインピーダンス Z_2 を小さくすることができる。そのため、遠方バイパスコンデンサを介して、周波数 f が低いノイズ電流を、グランドに流すことができる。

【0013】

以上説明したように、周波数 f が高いノイズ電流は近接バイパスコンデンサによって除去でき、周波数 f が低いノイズ電流は遠方バイパスコンデンサによって除去することができる。そのため、広い周波数帯域のノイズ電流を除去することが可能となる。

【0014】

以上のごとく、本発明によれば、広い周波数帯域のノイズ電流を除去できる電力変換装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施例1における、電力変換装置の回路図。

【図2】実施例1における、電力変換装置の断面図であって、図3のII-II断面図。

【図3】図2のIII-III断面図。

【図4】図3のIV-IV断面図。

【図5】図2のV-V断面図。

【図6】図3のVI-VI断面図。

【図7】図2のVII-VII断面図。

【図8】実施例1における、半導体モジュールの斜視図。

【図9】図8のIX-IX断面図。

【図10】実施例2における、電力変換装置の回路図。

【図11】実施例2における、電力変換装置の上面図。

【図12】実施例3における、電力変換装置の上面図。

10

20

30

40

50

【図 1 3】実施例 4 における、電力変換装置の回路図。
 【図 1 4】実施例 5 における、電力変換装置の回路図。
 【図 1 5】実施例 6 における、電力変換装置の回路図。
 【図 1 6】実施例 7 における、半導体モジュールおよび冷却器の分解断面図。
 【図 1 7】実施例 8 における、電力変換装置の回路図。
 【図 1 8】実施例 8 における、コンデンサモジュールの平面図であって、図 1 9 のXVIII 矢視図。

【図 1 9】図 1 8 のXIX-XIX断面図。

【図 2 0】図 1 8 のXX-XX断面図。

【図 2 1】実施例 8 における、昇圧回路を有さない電力変換装置の回路図。

【図 2 2】比較例における、制御回路基板の断面図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

上記電力変換装置は、例えば電気自動車やハイブリッド車等の車両に搭載される、車両用電力変換装置とすることができる。

【実施例】

【0017】

(実施例 1)

上記電力変換装置に係る実施例について、図 1 ~ 図 7 を用いて説明する。図 3、図 5 に示すごとく、本例の電力変換装置 1 は、半導体モジュール 2 と、冷却器 3 と、制御回路基板 4 と、一对の直流バスバー 6 (6 p, 6 n) とを備える。

【0018】

半導体モジュール 2 は、スイッチング素子 2 1 (図 1 参照) を内蔵している。冷却器 3 は管状の部材であり、この冷却器 3 を使って、半導体モジュール 2 を冷却している。また、制御回路基板 4 は、スイッチング素子 2 1 のオンオフ動作を制御している。直流バスバー 6 は、半導体 2 のパワー端子 2 3 に接続している。直流バスバー 6 は、直流電源 8 (図 1 参照) とスイッチング素子 2 1 との間の電流経路になっている。

【0019】

冷却器 3 は金属製である。冷却器 3 は、ケース 1 5 を介してグランドに接続されている。図 6 に示すごとく、半導体モジュール 2 は、スイッチング素子 2 1 に接続した金属製の放熱板 2 4 を備える。放熱板 2 4 と冷却器 3 との間には、これらを絶縁する絶縁層 1 1 が介在している。放熱板 2 4 と絶縁層 1 1 と冷却器 3 とによって、スイッチング素子 2 1 に近接した近接バイパスコンデンサ 5 が形成されている。

【0020】

図 1、図 2 に示すごとく、電力変換装置 1 には、一对の遠方バイパスコンデンサ 7 を設けてある。個々の遠方バイパスコンデンサ 7 は、近接バイパスコンデンサ 5 よりも静電容量が大きい。また、個々の遠方バイパスコンデンサ 7 は、直流バスバー 6 p, 6 n とグランドとを接続している。遠方バイパスコンデンサ 7 は、スイッチング素子 2 1 までの電流経路の長さが、近接バイパスコンデンサ 5 よりも長い。

【0021】

本例の電力変換装置 1 は、電気自動車やハイブリッド車等の車両に搭載するための、車載用電力変換装置である。

【0022】

図 1 に示すごとく、本例の電力変換装置 1 では、複数のスイッチング素子 2 1 (IGBT 素子) を使って、インバータ回路 1 9 を構成してある。そして、スイッチング素子 2 1 をオンオフ動作させることにより、直流電源 8 から供給される直流電力を交流電力に変換し、この交流電力を使って、三相交流モータ 8 0 を駆動するよう構成されている。

【0023】

上述したように、本例では、直流電源 8 とスイッチング素子 2 1 とを、一对の直流バスバー 6 によって接続してある。直流バスバー 6 には、直流電源 8 の正電極 8 1 に接続する

10

20

30

40

50

正極バスバー 6 p と、直流電源 8 の負電極 8 2 に接続する負極バスバー 6 n とがある。

【 0 0 2 4 】

図 1、図 2 に示すごとく、本例では、遠方バイパスコンデンサ 7 を、制御回路基板 4 に設けてある。遠方バイパスコンデンサ 7 は、セラミックコンデンサによって構成されている。制御回路基板 4 には、制御本体部 4 3 と電位差測定回路 4 0 とを形成してある。制御本体部 4 3 は、スイッチング素子 2 1 の動作制御を行う。電位差測定回路 4 0 は、一對の直流バスバー 6 p , 6 n 間の電位差、すなわち直流電源 8 の電圧を測定している。この電位差測定回路 4 0 によって測定した電位差を、制御本体部 4 3 が、スイッチング素子 2 1 の動作制御に利用するよう構成してある。

【 0 0 2 5 】

図 1、図 2 に示すごとく、遠方バイパスコンデンサ 7 の一方の電極 7 1 は、直流バスバー 6 p , 6 n にそれぞれ接続している。また、他方の電極 7 2 は、グラウンドに接続している。図 2 に示すごとく、制御回路基板 4 の表面には、配線 4 1 a , 4 1 b を形成してある。配線 4 1 a , 4 1 b はプリント配線である。2 種類の配線 4 1 a , 4 1 b のうち、一方の配線 4 1 a によって、遠方バイパスコンデンサ 7 と電位差測定回路 4 0 とを接続している。

【 0 0 2 6 】

また、他方の配線 4 1 b によって、遠方バイパスコンデンサ 7 をボルト 4 5 に接続してある。ボルト 4 5 は、図 3 に示すごとく、ケース 1 5 に形成したリブ 1 5 1 に螺合している。ケース 1 5 は金属製であり、グラウンドに接続されている。このように、配線 4 1 b 、ボルト 4 5 、ケース 1 5 を介して、遠方バイパスコンデンサ 7 をグラウンドに接続するよう構成されている。

【 0 0 2 7 】

また、図 3、図 7 に示すごとく、制御回路基板 4 の主面のうち、遠方バイパスコンデンサ 7 を設けた側の主面 4 9 とは反対側の主面（以下、裏面 4 0 とも記す）には、コネクタ 6 1 が取り付けられている。このコネクタ 6 1 と直流バスバー 6 p , 6 n とを、ワイヤー 6 0 によって接続している。コネクタ 6 1 の接続ピン 6 2 は、制御回路基板 4 を貫通し、図 2 に示すごとく、上記配線 4 1 a に接続している。このように、直流バスバー 6 p , 6 n を配線 4 1 a に電気接続することにより、直流バスバー 6 p , 6 n を電位差測定回路 4 0 に電気接続しつつ、遠方バイパスコンデンサ 7 にも電気接続するよう構成されている。

【 0 0 2 8 】

次に、半導体モジュール 2 の構造について説明する。図 8 に示すごとく、本例の半導体モジュール 2 は、スイッチング 2 1（図 1 参照）を内蔵する本体部 2 0 と、該本体部 2 0 から突出した制御端子 2 2 と、パワー端子 2 3 とを備える。本体部 2 0 は四辺形板状に形成されている。本体部 2 0 は、上記スイッチング素子 2 1 の他に、該スイッチング素子 2 1 に逆並列接続したフリーホイールダイオード 2 5（図 1、図 6 参照）を内蔵している。本体部 2 0 の表面からは、放熱板 2 4 が露出している。

【 0 0 2 9 】

図 6 に示すごとく、個々の半導体モジュール 2 は、2 枚の放熱板 2 4 を備える。この 2 枚の放熱板 2 4 の間に、スイッチング素子 2 1 とフリーホイールダイオード 2 5 とが介在している。各々の放熱板 2 4 は、スイッチング素子 2 1 とフリーホイールダイオード 2 5 の電極にはんだ付けされている。

【 0 0 3 0 】

図 9 に示すごとく、本例では、金属板 2 9 0 を用いて、放熱板 2 4 とパワー端子 2 3 とを一体的に形成してある。金属板 2 9 0 は、本体部 2 0 内において折り曲げられている。金属板 2 9 0 の一部は、放熱板 2 4 となっており、スイッチング素子 2 1 及びフリーホイールダイオード 2 5 に接続している。また、金属板 2 9 0 の他の一部は、本体部 2 0 から突出して、上記パワー端子 2 3 となっている。

【 0 0 3 1 】

2 枚の放熱板 2 4（2 4 a , 2 4 b）のうち、一方の放熱板 2 4 a は、スイッチング素

10

20

30

40

50

子 2 1 (I G B T 素子) のコレクタ電極と、フリーホイールダイオード 2 5 のカソード電極とに接続している。他方の放熱板 2 4 b は、スイッチング素子 2 1 のエミッタ電極と、フリーホイールダイオード 2 5 のアノード電極とに接続している。放熱板 2 4 a , 2 4 b とスイッチング素子 2 1 とは、はんだ (図示しない) によって接続されている。同様に、放熱板 2 4 a , 2 4 b とフリーホイールダイオード 2 5 とも、はんだ (図示しない) によって接続されている。

【 0 0 3 2 】

図 6 に示すごとく、本例では、複数の半導体モジュール 2 と複数の冷却器 3 とを交互に積層して積層体 1 0 0 を構成してある。冷却器 3 と放熱板 2 4 との間には、これらを絶縁する絶縁層 1 1 が介在している。冷却器 3 は、後述する導入管 3 1、導出管 3 2 等を介して、ケース 1 5 に電気接続している。ケース 1 5 はグランドに接続されている。このように、導入管 3 1 やケース 1 5 を介して、冷却器 3 をグランドに電気接続するよう構成されている。また、上述したように、冷却器 3 と、放熱板 2 4 と、絶縁層 1 1 とによって、近接バイパスコンデンサ 5 を形成してある。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 に示すごとく、半導体モジュール 2 の制御端子 2 2 は、制御回路基板 4 に接続している。また、半導体モジュール 2 の上記パワー端子 2 3 には、直流電圧が加わる正極端子 2 3 p 及び負極端子 2 3 n と、交流端子 2 3 a とがある。正極端子 2 3 p に正極バスバー 6 p が接続し、負極端子 2 3 n に負極バスバー 6 n が接続している。また、交流端子 2 3 a にも、図示しない交流バスバーが接続する。この交流バスバーを介して、交流端子 2 3 a を三相交流モータ 8 0 (図 1 参照) に接続するよう構成されている。

20

【 0 0 3 4 】

図 4 に示すごとく、積層体 1 0 0 の積層方向 (X 方向) に隣り合う 2 つの冷却器 3 を、連結管 3 4 によって連結してある。また、複数の冷却器 3 のうち、X 方向における一端に位置する冷却器 3 a には、冷媒 3 3 を導入するための導入管 3 1 と、冷媒 3 3 を導出する導出管 3 2 とが接続している。導入管 3 1 から冷媒 3 3 を導入すると、冷媒 3 3 は上記連結管 3 4 を通って全ての冷却器 3 内を流れ、導出管 3 2 から導出する。これにより、半導体モジュール 2 を冷却するよう構成されている。

【 0 0 3 5 】

また、積層体 1 0 0 に対して X 方向に隣り合う位置には、加圧部材 1 7 (板ばね) を設けてある。この加圧部材 1 7 を使って、積層体 1 0 0 を X 方向に加圧し、ケース 1 5 の壁部 1 5 0 に押し付けている。これにより、冷却器 3 と半導体モジュール 2 との接触圧を確保しつつ、積層体 1 0 0 をケース 1 5 内に固定している。

30

【 0 0 3 6 】

また、図 5 に示すごとく、ケース 1 5 には、直流電圧を平滑化する平滑コンデンサ 1 3 と、入力コネクタ 1 6 とを設けてある。入力コネクタ 1 6 には、直流電源 8 (図 1 参照) の接続ケーブル (図示しない) が取り付けられる。また、入力コネクタ 1 6 と直流バスバー 6 p , 6 n を、図示しない導電部材によって接続してある。これにより、直流バスバー 6 p , 6 n を直流電源 8 に電気接続している。

【 0 0 3 7 】

本例の作用効果について説明する。図 1 に示すごとく、本例においては、近接バイパスコンデンサ 5 と遠方バイパスコンデンサ 7 との、2 種類のバイパスコンデンサを設けてある。

40

このようにすると、除去できるノイズ電流の周波数帯域を広げることが可能になる。すなわち、図 6 に示すごとく、近接バイパスコンデンサ 5 は、半導体モジュール 2 内の放熱板 2 4 と、冷却器 3 と、これらの間に介在する絶縁層 1 1 とによって形成されている。そのため、近接バイパスコンデンサ 5 は、ノイズ電流の発生源であるスイッチング素子 2 4 の直近に存在している。したがって、スイッチング素子 2 4 から近接バイパスコンデンサ 5 までの間につく寄生インダクタンスは、無視できるほど小さくすることができる。その場合、近接バイパスコンデンサ 5 の静電容量を C_1 とすると、スイッチング素子 2 4 から

50

グラウンドまでの間のインピーダンス Z_1 は、以下の式によって近似的に表すことができる。

$$Z_1 = 1 / (2 \pi f C_1)$$

このように、寄生インダクタンスが無視できるほど小さいため、ノイズ電流の周波数 f が高くても、寄生インダクタンスによる項 $(2 \pi f L)$ は大きくなり、インピーダンス Z_1 は小さな値となる。そのため、近接バイパスコンデンサ 5 を介して、周波数 f の高いノイズ電流を、グラウンドに流すことができる。

【0038】

一方、図 1 に示すごとく、遠方バイパスコンデンサ 7 は、スイッチング素子 2 1 までの電流経路の長さが近接バイパスコンデンサ 5 よりも長いため、この電流経路、特にワイヤ 6 0 に、比較的大きな寄生インダクタンス L がつく。したがって、遠方バイパスコンデンサの静電容量を C_2 とした場合、スイッチング素子 2 1 からグラウンドまでの間のインピーダンス Z_2 は、以下の式によって表される。

$$Z_2 = 2 \pi f L + 1 / (2 \pi f C_2)$$

遠方バイパスコンデンサ 7 は、近接バイパスコンデンサ 5 と異なり、専用の電子部品を使って形成できるため、その静電容量 C_2 を大きくすることができる。そのため、ノイズ電流の周波数 f が低くても、 $1 / (2 \pi f C_2)$ の項を小さくすることができる。また、周波数 f が低いノイズ電流に対しては、 $2 \pi f L$ の項も小さくなるため、全体のインピーダンス Z_2 を小さくすることができる。そのため、遠方バイパスコンデンサ 7 を介して、周波数 f が低いノイズ電流を、グラウンドに流すことができる。

【0039】

以上説明したように、周波数 f が高いノイズ電流は近接バイパスコンデンサ 5 によって除去でき、周波数 f が低いノイズ電流は遠方バイパスコンデンサ 7 によって除去することができる。そのため、広い周波数帯域のノイズ電流を除去することが可能となる。

【0040】

なお、本例では、絶縁層 1 1 (図 6 参照) を用いて、放熱板 2 4 と冷却器 3 との間を絶縁している。そのため、放熱板 2 4 と冷却器 3 との間を十分に絶縁するためには、厚い絶縁層 1 1 を使う必要がある。したがって、近接バイパスコンデンサ 5 の静電容量 C_1 は低くならざるを得ない。具体的には、近接バイパスコンデンサ 5 の静電容量 C_1 は、100 ~ 1000 pF である。これに対して、遠方バイパスコンデンサ 5 は電子部品を用いて構成できるため、静電容量 C_2 を大きくすることができる。具体的には、静電容量 C_2 は、1000 pF 以上にすることができる。

【0041】

また、図 2 に示すごとく、本例では、制御回路基板 4 上に遠方バイパスコンデンサ 7 を設けてある。そして、制御回路基板 4 に形成した配線 4 1 a によって、電位差測定回路 4 0 と遠方バイパスコンデンサ 7 を接続している。

このようにすると、直流バスバー 6 を電位差測定回路 4 0 に接続する部材 (ワイヤ 6 0) と、直流バスバー 6 を遠方バイパスコンデンサ 7 に接続する部材 (ワイヤ 6 0) とを別々にする必要がなくなり、これらの部材を共通化することができる。つまり、共通のワイヤ 6 0 を用いて、直流バスバー 6 を、電位差測定回路 4 0 と遠方バイパスコンデンサ 7 とにそれぞれ接続することができる。そのため、部品点数を少なくすることができ、電力変換装置 1 の製造コストを低減することが可能になる。

【0042】

また、本例では、遠方バイパスコンデンサ 7 を、セラミックコンデンサによって構成してある。セラミックコンデンサは、単位体積あたりの静電容量が大きい。そのため、セラミックコンデンサを用いれば、遠方バイパスコンデンサ 7 を小型化することができる。

【0043】

また、本例では図 7 に示すごとく、遠方バイパスコンデンサ 7 を、制御回路基板 4 上に表面実装してある。仮に図 2 2 に示すごとく、遠方バイパスコンデンサ 9 7 を、制御回路基板 9 4 にスルーホール実装したとすると、遠方バイパスコンデンサ 9 7 の端子 9 9 が、

10

20

30

40

50

制御回路基板 9 4 の裏面 9 4 0 から突出することになる。そのため、制御回路基板 9 4 の裏面 9 4 0 に他の電子部品等を配置しにくくなる。そのため、裏面 9 4 0 を有効活用しにくくなる。これに対して、本例のように、遠方バイパスコンデンサ 7 を制御回路基板 4 上に表面実装すれば、遠方バイパスコンデンサ 7 の端子が裏面 4 0 から突出する不具合が生じなくなり、この裏面 4 0 に他の電子部品等を配置しやすくなる。そのため、裏面 4 0 を有効活用しやすくなる。

【 0 0 4 4 】

以上のごとく、本例によれば、広い周波数帯域のノイズ電流を除去できる電力変換装置を提供することができる。

【 0 0 4 5 】

(実施例 2)

以下の実施例においては、図面に用いた符号のうち、実施例 1 に用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、実施例 1 と同様の構成要素等を表す。

【 0 0 4 6 】

本例は、図 1 0、図 1 1 に示すごとく、遠方バイパスコンデンサ 7 と直流バスバー 6 p, 6 n との接続構造を変更した例である。図 1 1 に示すごとく、本例では、直流バスバー 6 の一部を制御回路基板 4 上に載置してある。そして、この載置した部位 6 9 p, 6 9 n を、それぞれ遠方バイパスコンデンサ 7 に接続してある。直流バスバー 6 は、それぞれ入力コネクタ 1 6 に接続している。

【 0 0 4 7 】

本例では、実施例 1 と同様に、制御回路基板 4 に配線 4 1 を印刷形成してある。この配線 4 1 によって、電位差測定回路 4 0 と遠方バイパスコンデンサ 7 とを接続している。また、この配線 4 1 に、直流バスバー 6 の上記部位 6 9 p, 6 9 n をそれぞれ接続している。これにより、直流バスバー 6 を遠方バイパスコンデンサ 7 に電気接続すると共に、電位差測定回路 4 0 にも電気接続するよう構成してある。

【 0 0 4 8 】

本例の作用効果について説明する。本例では、直流バスバー 6 の一部を制御回路基板 4 上に直接、載置してあるため、直流バスバー 6 と制御回路基板 4 とを接続するための専用の部品を用いる必要がない。そのため、部品点数を少なくすることができ、電力変換装置 1 の製造コストを低減することができる。

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を有する。

【 0 0 4 9 】

(実施例 3)

本例は、遠方バイパスコンデンサ 7 と直流バスバー 6 との接続構造を変更した例である。図 1 2 に示すごとく、本例では、直流バスバー 6 のうち入力コネクタ 1 6 に接続する部位 (コネクタ接続部 6 8) を、制御回路基板 4 の厚さ方向において、該制御回路基板 4 と同じ高さ位置に配置してある。また、実施例 1 と同様に、電位差測定回路 4 0 と遠方バイパスコンデンサ 7 とを、制御回路基板 4 に印刷形成した配線 4 1 によって接続してある。そして、上記コネクタ接続部 6 8 と配線 4 1 とを、金属製の接続部材 6 5 によって接続している。接続部材 6 5 の一端は、コネクタ接続部 6 8 にボルト固定されている。また、接続部材 6 5 の他端は、配線 4 1 に半田付けされている。

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を有する。

【 0 0 5 0 】

(実施例 4)

本例は、制御回路基板 4 の回路構成を変更した例である。本例では図 1 3 に示すごとく、制御回路基板 4 に電位差測定回路 4 0 を形成していない。制御回路基板 4 には配線 4 1 を形成してあり、この配線 4 1 によって、コネクタ 6 1 と遠方バイパスコンデンサ 7 とを接続している。また、コネクタ 6 1 と直流バスバー 6 とを、ワイヤー 6 0 によって接続している。これにより、直流バスバー 6 を遠方バイパスコンデンサ 7 に電気接続するよう構成してある。

10

20

30

40

50

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を有する。

【0051】

(実施例 5)

本例は、電力変換装置 1 の回路構成を変更した例である。本例では図 14 に示すごとく、電力変換装置 1 に昇圧回路 18 を設けてある。昇圧回路 18 は、フィルタコンデンサ 12 と、リアクトル 14 と、昇圧用のスイッチング素子 21a とを有する。この昇圧回路 18 を使って直流電源 8 の直流電圧を昇圧し、インバータ回路 19 のスイッチング素子 21b をオンオフ動作させることにより、昇圧した直流電圧を交流電圧に変換している。

【0052】

本例の正極バスバー 6p には、昇圧回路 18 を構成する第 1 部分 63 と、インバータ回路 19 を構成する第 2 部分 64 とがある。上記第 1 部分 63 によって、直流電源 8 とリアクトル 14 とを接続している。また、上記第 2 部分 64 によって、昇圧回路 18 とインバータ回路 19 とを接続している。第 1 部分 63 は、遠方バイパスコンデンサ 7 及び電位差測定回路 40 に接続している。電位差測定回路 40 によって、直流電源 8 の電圧を測定している。

10

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を有する。

【0053】

(実施例 6)

本例は、電力変換装置 1 の回路構成を変更した例である。本例では図 15 に示すごとく、実施例 5 と同様に、昇圧回路 18 とインバータ回路 19 とを形成してある。また、本例では制御回路基板 4 に、第 1 電位差測定回路 40a と第 2 電位差測定回路 40b との、2 つの電位差測定回路 40 を形成してある。第 1 電位差測定回路 40a は、正極バスバー 6p の第 1 部分 63 と、負極バスバー 6n とに接続している。この第 1 電位差測定回路 40a によって、直流電源 8 の電圧を測定している。また、正極バスバー 6p の第 2 部分 64 は第 2 電位差測定回路 40b に接続している。昇圧回路 18 によって昇圧した電圧を、第 2 電位差測定回路 40b によって測定している。

20

【0054】

また、本例では制御回路基板 4 に、第 1 遠方バイパスコンデンサ 7a と、第 2 遠方バイパスコンデンサ 7b との、2 種類の遠方バイパスコンデンサ 7 を設けてある。第 1 遠方バイパスコンデンサ 7a は、昇圧回路 18 を構成する直流バスバー 6 (63, 6n) とグラウンドと接続している。また、第 2 遠方バイパスコンデンサ 7b は、正極バスバー 6p の第 2 部分 64 とグラウンドとを接続している。第 1 遠方バイパスコンデンサ 7a を用いて、昇圧回路 18 のスイッチング素子 21a から発生したノイズ電流をグラウンドに流している。また、第 2 遠方バイパスコンデンサ 7b を用いて、インバータ回路 19 のスイッチング素子 21b から発生したノイズ電流をグラウンドに流すよう構成されている。

30

その他、実施例 5 と同様の構成および作用効果を有する。

【0055】

(実施例 7)

本例は、半導体モジュール 2 および冷却器 3 の構造を変更した例である。図 16 に示すごとく、本例の半導体モジュール 2 は、実施例 1 と同様に、スイッチング素子 21 と、フリーホイールダイオード 25 と、放熱板 24 と、パワー端子 23 と、制御端子 22 と、樹脂製の本体部 20 とを備える。放熱板 24 とパワー端子 23 とは、金属板 290 によって一体的に形成されている。実施例 1 (図 9 参照) と異なり、本例では、金属板 290 を折り曲げていない。パワー端子 23 は、放熱板 24 よりも薄く形成されている。また、スイッチング素子 21 と放熱板 24 (24a, 24b) との間には、これらを接続するはんだ層 (図示しない) が介在している。同様に、フリーホイールダイオード 25 と放熱板 24 (24a, 24b) との間にも、これらを接続するはんだ層 (図示しない) が介在している。

40

【0056】

冷却器 3 は、流路形成部 38 と、該流路形成部 38 に取り付けられたヒートシンク 39

50

とを備える。流路形成部 38 内には、冷媒流路 380 が形成されている。ヒートシンク 39 は、流路形成部 38 から、半導体モジュール 2 側に突出している。ヒートシンク 39 と放熱板 24 との間には、絶縁層 11 が介在している。冷却器 3 のヒートシンク 39 と、絶縁層 11 と、放熱板 24 とによって、近接バイパスコンデンサ 5 が形成されている。

【0057】

本例の作用効果を説明する。本例では、金属板 290 を本体部 20 内において折り曲げていない。そのため、半導体モジュール 2 を容易に製造することができる。また、本例の冷却器 3 は、ヒートシンク 39 を備える。そのため、スイッチング素子 21 が瞬間的に大きく発熱した場合でも、その熱を、ヒートシンク 39 によって吸収することができる。したがって、この場合に、スイッチング素子 21 の温度が過度に上昇することを抑制できる。

10

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を備える。

【0058】

(実施例 8)

本例は、遠方バイパスコンデンサ 7 の取り付け位置を変更した例である。図 17 に示すごとく、本例の電力変換装置 1 は、実施例 5 と同様に、インバータ回路 19 と、昇圧回路 18 とを備える。昇圧回路 18 は、フィルタコンデンサ 12 と、リアクトル 14 と、昇圧用のスイッチング素子 21a とによって構成されている。本例では、遠方バイパスコンデンサ 7 (7p, 7n) を制御回路基板 4 に搭載していない。遠方バイパスコンデンサ 7 (7p, 7n) は、フィルタコンデンサ 12 と共に一部品化され、コンデンサモジュール 7

20

【0059】

遠方バイパスコンデンサ 7 には、正極バスバー 6p とグランドとの間に設けられた正側遠方バイパスコンデンサ 7p と、負極バスバー 6n とグランドとの間に設けられた負側遠方バイパスコンデンサ 7n とがある。

【0060】

図 17、図 18 に示すごとく、コンデンサモジュール 79 は、入力端子 791, 792 と、出力端子 793, 794 と、グランド端子 795, 796 とを備える。入力端子 791, 792 は、直流電源 8 に接続している。また、2つの出力端子 793, 794 のうち一方の出力端子 793 は、リアクトル 14 に接続している。他方の出力端子 794 は、昇圧用の半導体モジュール 2a に接続している。グランド端子 795, 796 は、電力変換装置 1 のケース 15 に接続されている。このケース 15 を介して、グランド端子 795, 796 をグランドに接続してある。

30

【0061】

図 18 に示すごとく、コンデンサモジュール 79 は、コンデンサケース 798 を備える。このコンデンサケース 798 内に、フィルタコンデンサ 12 と、遠方バイパスコンデンサ 7 (7p, 7n) とを収容し、樹脂製の封止部材 797 によってこれらを封止してある。フィルタコンデンサ 12 及び遠方バイパスコンデンサ 7 (7p, 7n) は、いわゆるフィルムコンデンサからなる。

【0062】

図 19 に示すごとく、正側遠方バイパスコンデンサ 7p 及びフィルタコンデンサ 12 は、正極バスバー 6p によって互いに接続されている。また、図 20 に示すごとく、負側遠方バイパスコンデンサ 7n 及びフィルタコンデンサ 12 は、負極バスバー 6n によって互いに接続されている。正極バスバー 6p からは、正側の入力端子 791 及び出力端子 793 が延出している。また、負極バスバー 6n からは、負側の入力端子 792 及び出力端子 794 が延出している。

40

【0063】

図 19 に示すごとく、正側遠方バイパスコンデンサ 7p の、正極バスバー 6p を接続した側とは反対側には、正側グランド電極板 781 が接続している。この正側グランド電極板 781 から、正側グランド端子 795 が延出している。また、図 20 に示すごとく、負

50

側遠方バイパスコンデンサ 7 n の、負極バスバー 6 n を接続した側とは反対側には、負側グランド電極板 7 8 2 が接続している。この負側グランド電極板 7 8 2 から、負側グランド端子 7 9 6 (図 1 8 参照) が延出している。

【 0 0 6 4 】

図 1 8 に示すごとく、コンデンサケース 7 9 8 には、該コンデンサケース 7 9 8 を電力変換装置 1 のケース 1 5 に固定するための複数の固定部 7 9 9 が形成されている。複数の固定部 7 9 9 のうち一部の固定部 7 9 9 a に、正側グランド端子 7 9 5 を重ね合せてある。そして、図示しないボルトを用いて、固定部 7 9 9 a と正側グランド端子 7 9 5 とを共締めし、ケース 1 5 に固定してある。負側グランド端子 7 9 6 も同様に、別の固定部 7 9 9 b において共締めされている。

10

このように構成することにより、コンデンサケース 7 9 9 をケース 1 5 に固定すると共に、グランド端子 7 9 5 , 7 9 6 をグランドに接続してある。

【 0 0 6 5 】

本例の作用効果について説明する。本例では、遠方バイパスコンデンサ 7 を制御回路基板 4 に搭載していない。そのため、遠方バイパスコンデンサ 7 を大型化することができ、その静電容量を大きくすることができる。したがって、周波数の低いノイズ電流を、遠方バイパスコンデンサ 7 を用いて効率的に除去することができる。

【 0 0 6 6 】

また、本例では、遠方バイパスコンデンサ 7 をフィルタコンデンサ 1 2 と共に一部品化し、一つのコンデンサモジュール 7 9 を構成してある。そのため、部品点数を低減でき、電力変換装置 1 の製造コストを低減できる。

20

その他、実施例 1 と同様の構成および作用効果を備える。

【 0 0 6 7 】

なお、本例では、平滑コンデンサ 1 3 をコンデンサモジュール 1 3 とは別部品にしてあるが、本発明はこれに限るものではない。すなわち、平滑コンデンサ 1 3 を、フィルタコンデンサ 1 2 及び遠方バイパスコンデンサ 7 と共に一部品化してコンデンサモジュール 1 3 にすることもできる。また、遠方バイパスコンデンサ 7 を、遠方バイパスコンデンサ 7 および平滑コンデンサ 1 3 とは別部品とすることもできる。

【 0 0 6 8 】

また、本例では図 1 7 に示すごとく、電力変換装置 1 に昇圧回路 1 8 を設けたが、本発明はこれに限るものではなく、図 2 1 に示すごとく、昇圧回路 1 8 を有さない電力変換装置 1 に適用することもできる。

30

【 符号の説明 】

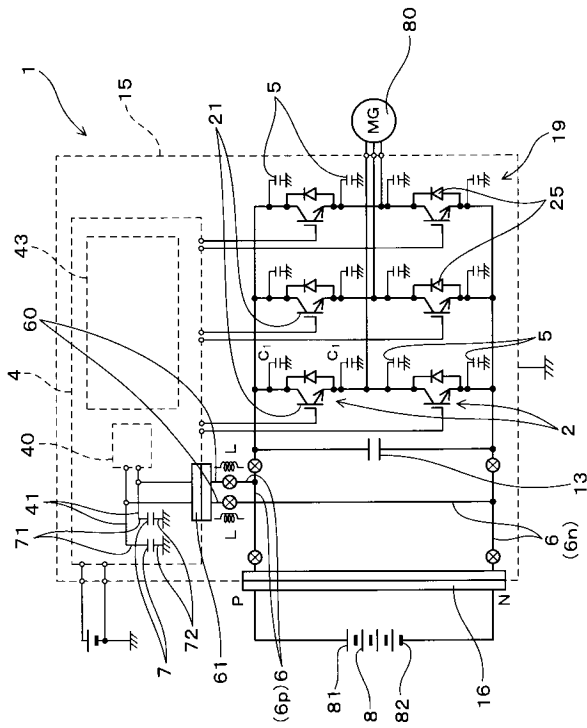
【 0 0 6 9 】

- 1 電力変換装置
- 1 1 絶縁層
- 2 半導体モジュール
- 2 1 スイッチング素子
- 2 4 放熱板
- 3 冷却器
- 4 制御回路基板
- 5 近接バイパスコンデンサ
- 6 直流バスバー
- 7 遠方バイパスコンデンサ

40

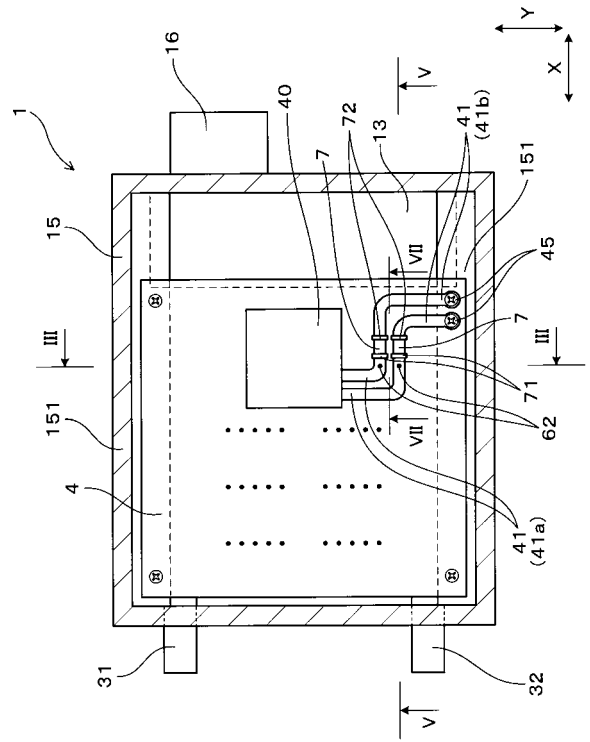
【図1】

(図1)



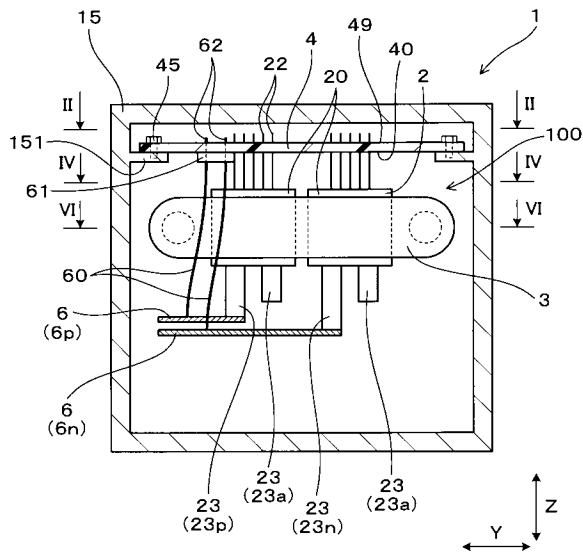
【図2】

(図2)



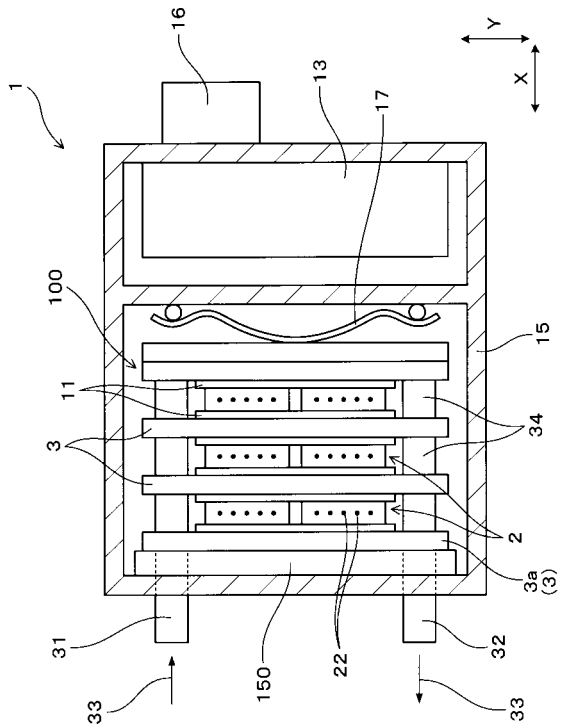
【図3】

(図3)



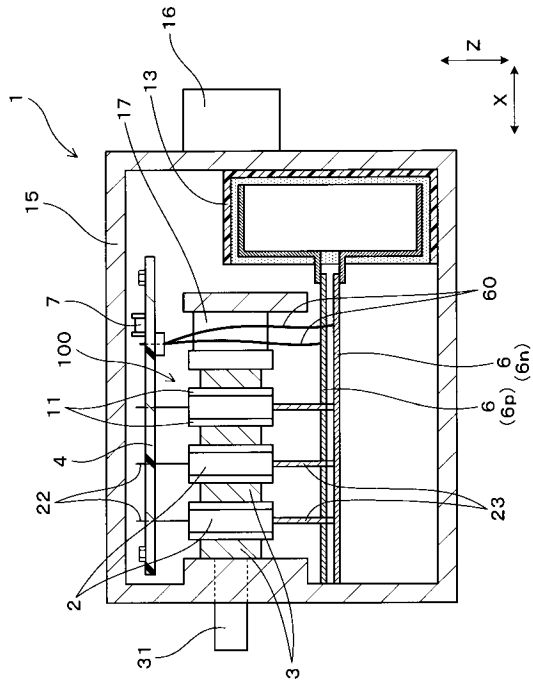
【図4】

(図4)



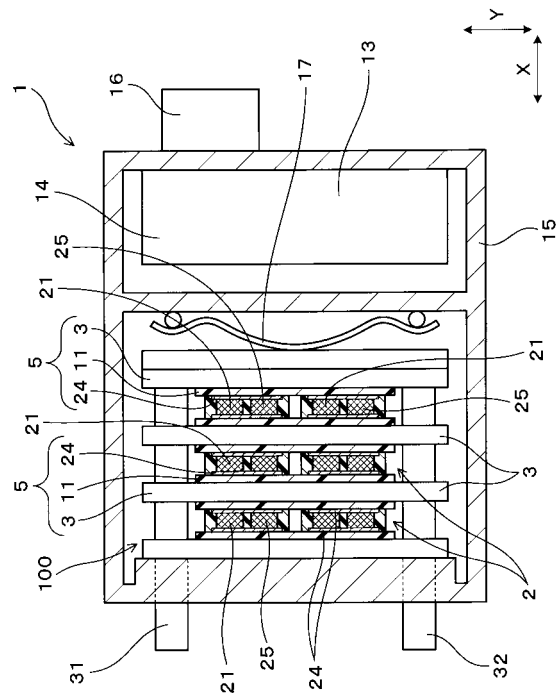
【 図 5 】

(図5)



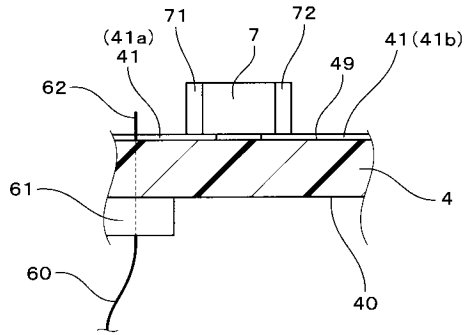
【 図 6 】

(図6)



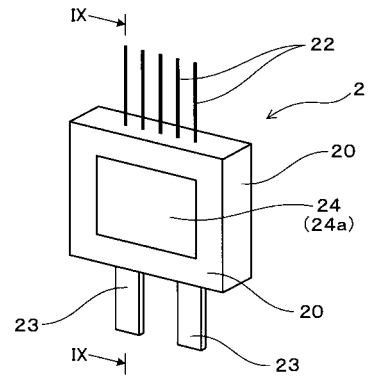
【 図 7 】

(図7)



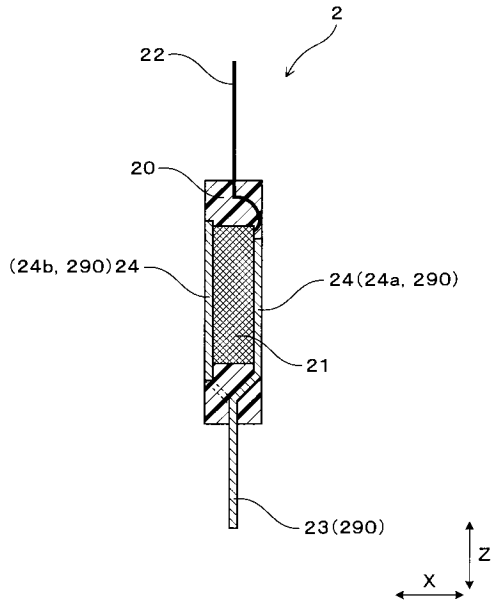
【 図 8 】

(図8)



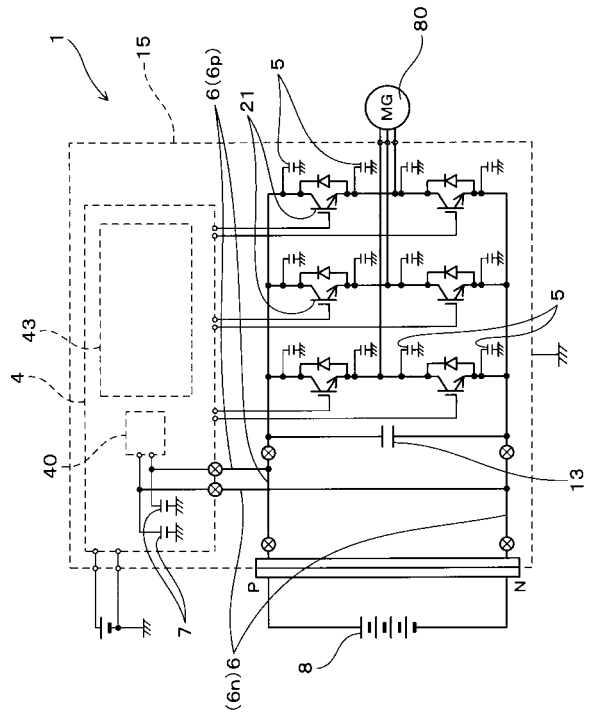
【図9】

(図9)



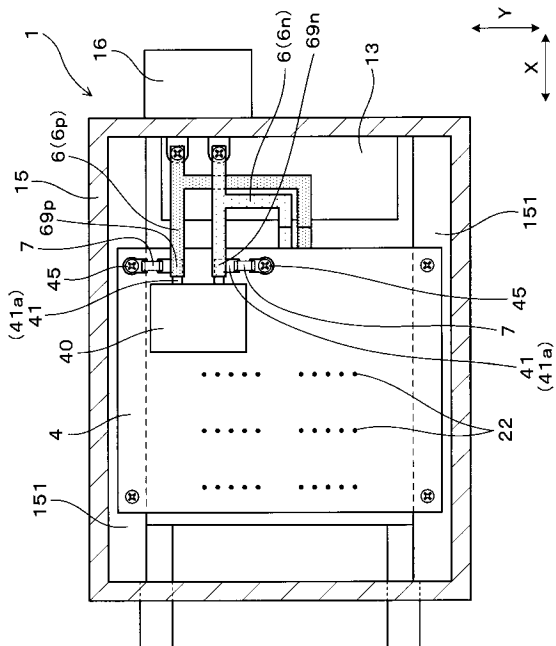
【図10】

(図10)



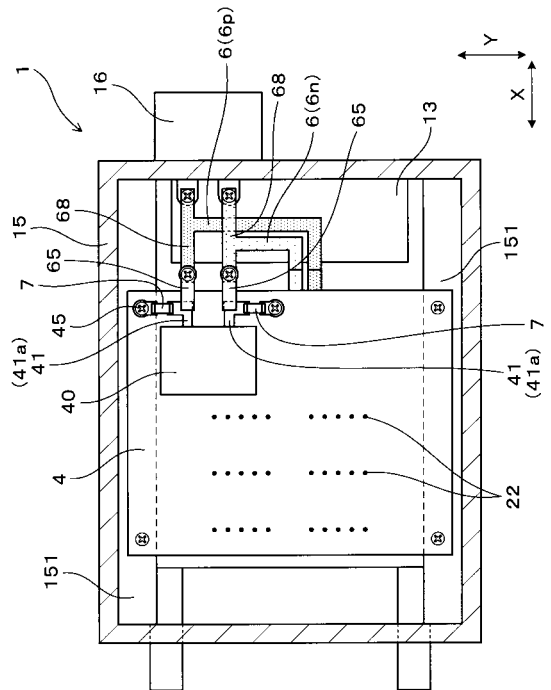
【図11】

(図11)



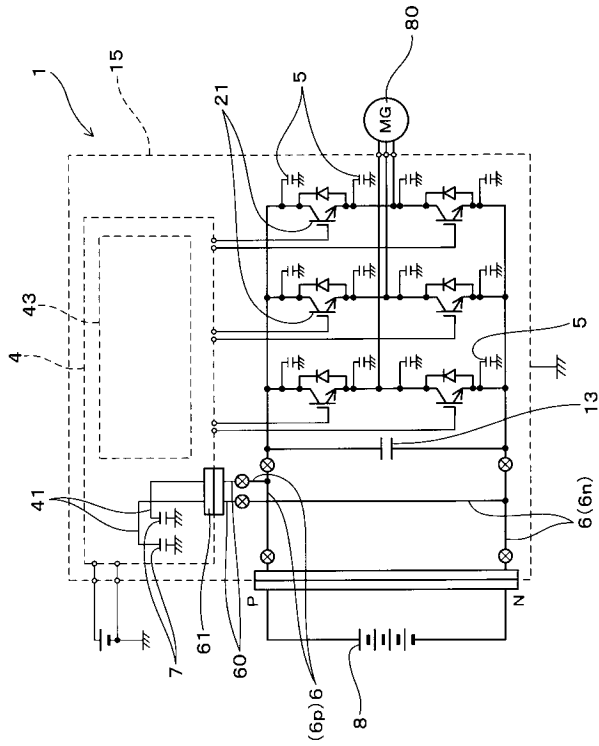
【図12】

(図12)



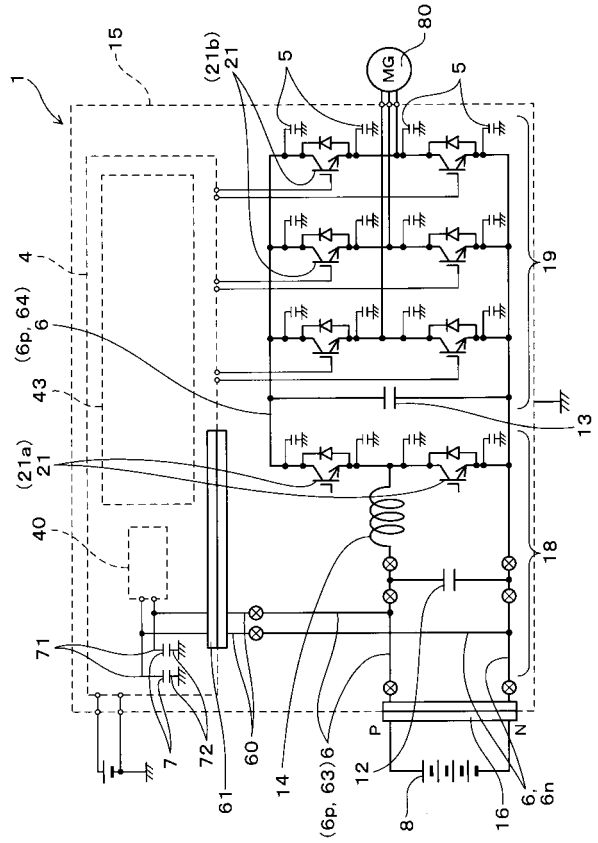
【 図 1 3 】

(図 1 3)



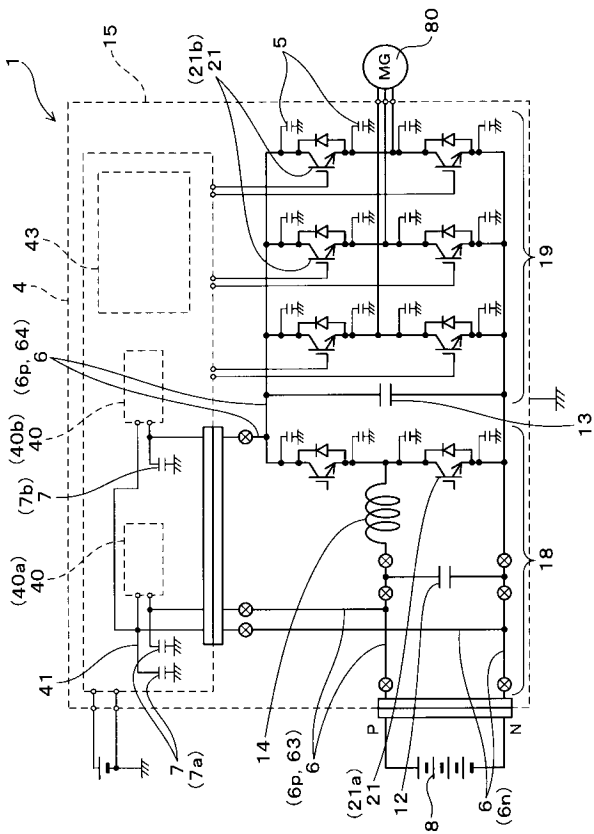
【 図 1 4 】

(図 1 4)



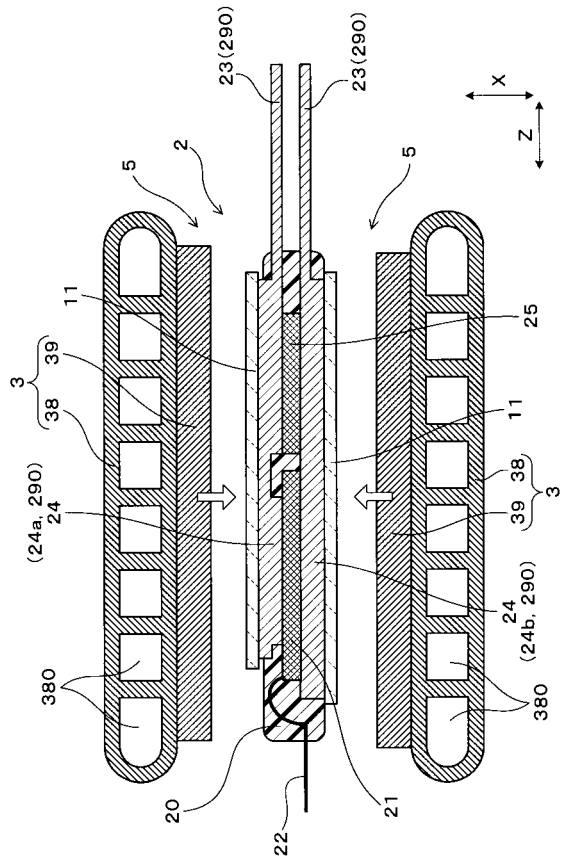
【 図 1 5 】

(図 1 5)



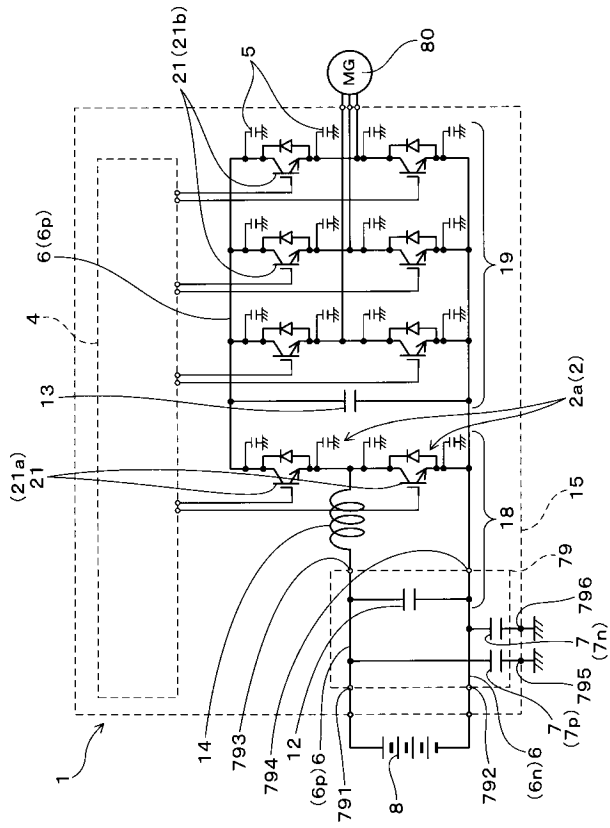
【 図 1 6 】

(図 1 6)



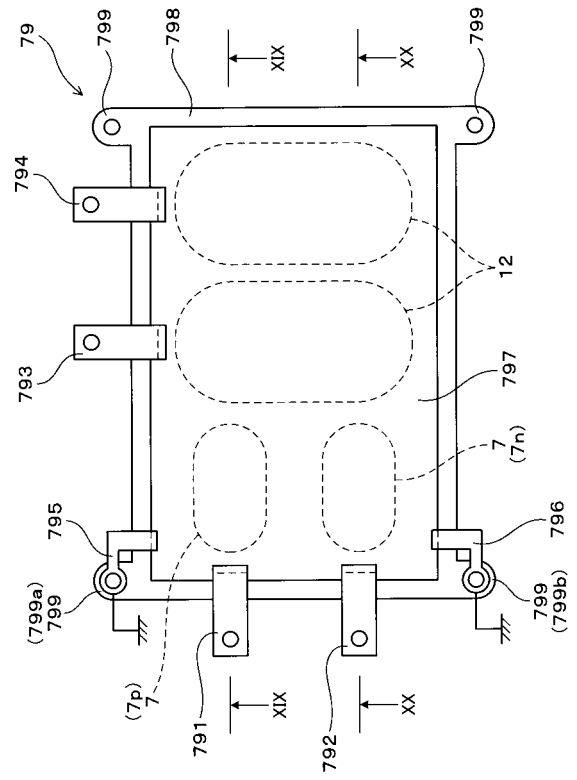
【図 17】

(図 17)



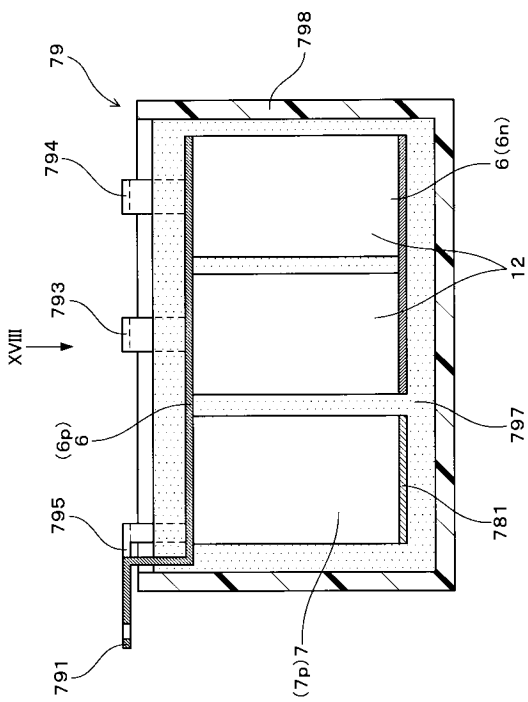
【図 18】

(図 18)



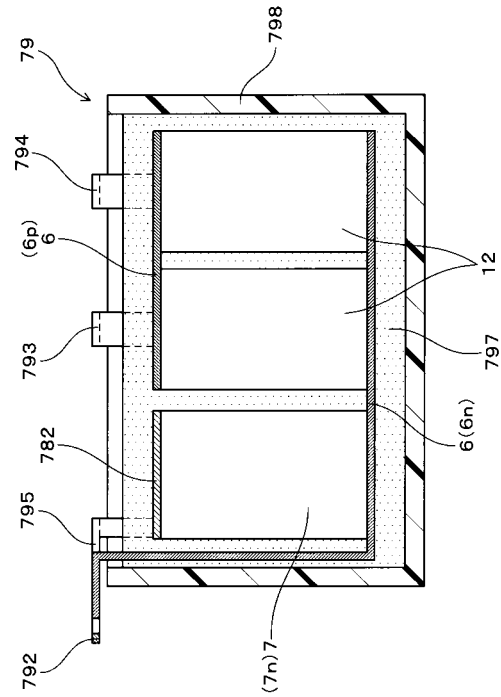
【図 19】

(図 19)



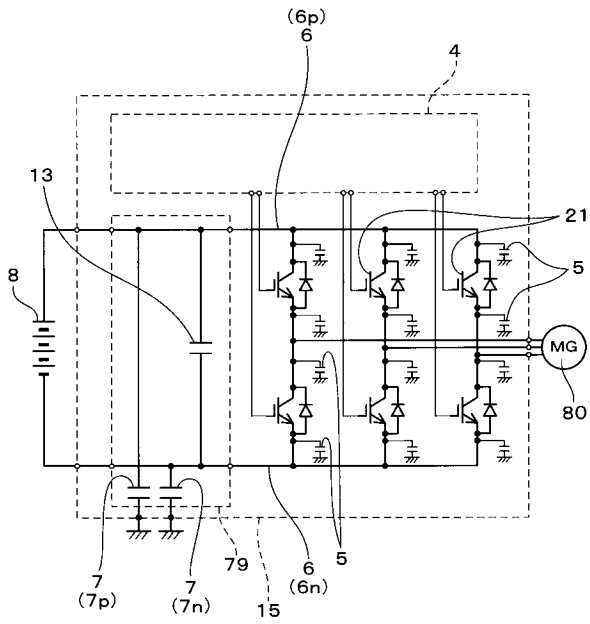
【図 20】

(図 20)



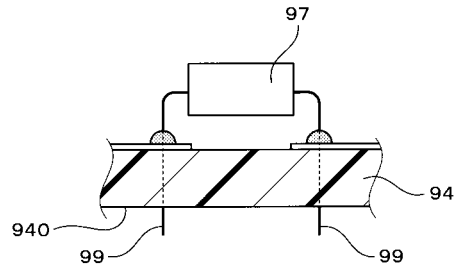
【 図 2 1 】

(図 2 1)



【 図 2 2 】

(図 2 2)



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H007 AA01 BB06 CA01 CB05 CC23 DB01 DC05 HA02 HA03 HA04
HA06
5H740 AA01 BA11 BB05 BB08 BC01 BC02 HH07 JA01 JB01 NN02
NN17 PP01 PP02 PP04 PP06