

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6624643号
(P6624643)

(45) 発行日 令和1年12月25日(2019.12.25)

(24) 登録日 令和1年12月6日(2019.12.6)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2M	3/28	(2006.01)	HO2M	3/28	Y
HO1L	25/07	(2006.01)	HO1L	25/04	C
HO1L	25/18	(2006.01)			

請求項の数 8 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-144006 (P2016-144006)</p> <p>(22) 出願日 平成28年7月22日 (2016.7.22)</p> <p>(65) 公開番号 特開2018-14853 (P2018-14853A)</p> <p>(43) 公開日 平成30年1月25日 (2018.1.25)</p> <p>審査請求日 平成31年1月16日 (2019.1.16)</p> <p>(出願人による申告) 平成27年度、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構クリーンデバイス社会実装推進事業/次世代半導体を用いた超小型電力変換モジュールの多用途社会実装委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000004606 ニチコン株式会社 京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿町551番地</p> <p>(74) 代理人 110000475 特許業務法人みのり特許事務所</p> <p>(72) 発明者 山口 雅史 京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿町551番地 ニチコン株式会社内</p> <p>(72) 発明者 李 宏坡 京都府京都市中京区烏丸通御池上る二条殿町551番地 ニチコン株式会社内</p> <p>審査官 東 昌秋</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 半導体モジュールおよび該モジュールを用いた電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と該基板に実装された複数の半導体素子を備えた半導体モジュールであって、前記複数の半導体素子が、

直列に接続された第1および第2スイッチ素子からなる第1スイッチ部と、
直列に接続された第1および第2ダイオード素子からなる第1ダイオード部と、
直列に接続された第3および第4スイッチ素子からなる第2スイッチ部と、
直列に接続された第3および第4ダイオード素子からなる第2ダイオード部と、
を含み、

前記第1ダイオード部が、前記第1および第2ダイオード素子の接続点に設けられた第1外部端子を含み、

前記第2ダイオード部が、前記第3および第4ダイオード素子の接続点に設けられた第2外部端子を含み、

前記第1スイッチ部が、前記第1および第2スイッチ素子の接続点に設けられた第3外部端子を含み、

前記第2スイッチ部が、前記第3および第4スイッチ素子の接続点に設けられた第4外部端子を含み、

前記第1スイッチ部の一方の端部および他方の端部にそれぞれ設けられた第5および第6外部端子と、

前記第2スイッチ部の一方の端部および他方の端部にそれぞれ設けられた第7および第

10

20

8 外部端子と、
をさらに備え、

前記第 1 スイッチ部、前記第 2 スイッチ部、前記第 1 ダイオード部および前記第 2 ダイオード部が互いに並列に接続され、

前記第 1 および第 2 ダイオード部が隣接して対称的に配置され、かつ、

前記第 1 および第 2 スイッチ部が前記第 1 および第 2 ダイオード部を挟み込むように対称的に配置されている

ことを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 2】

前記第 3、第 5 および第 6 外部端子が一直線上に配置され、かつ

前記第 4、第 7 および第 8 外部端子が一直線上に配置されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 3】

前記第 1、第 3、第 5 および第 6 外部端子が一直線上に配置され、かつ

前記第 2、第 4、第 7 および第 8 外部端子が一直線上に配置されている

ことを特徴とする請求項 2 に記載の半導体モジュール。

【請求項 4】

基板と該基板に実装された複数の半導体素子を備えた半導体モジュールであって、

前記複数の半導体素子が、

直列に接続された第 1 および第 2 スイッチ素子からなる第 1 スイッチ部と、

直列に接続された第 1 および第 2 ダイオード素子からなる第 1 ダイオード部と、

直列に接続された第 3 および第 4 スイッチ素子からなる第 2 スイッチ部と、

直列に接続された第 3 および第 4 ダイオード素子からなる第 2 ダイオード部と、

を含み、

前記第 1 ダイオード部が、前記第 1 および第 2 ダイオード素子の接続点に設けられた第 1 外部端子を含み、

前記第 2 ダイオード部が、前記第 3 および第 4 ダイオード素子の接続点に設けられた第 2 外部端子を含み、

前記第 1 スイッチ部が、前記第 1 および第 2 スイッチ素子の接続点に設けられた第 3 外部端子を含み、

前記第 2 スイッチ部が、前記第 3 および第 4 スイッチ素子の接続点に設けられた第 4 外部端子を含み、

前記第 1 スイッチ部の一方の端部および前記第 2 スイッチ部の一方の端部の接続点に設けられた第 5 外部端子と、

前記第 1 スイッチ部の他方の端部および前記第 2 スイッチ部の他方の端部の接続点に設けられた第 6 外部端子と、

をさらに備え、

前記第 1 スイッチ部、前記第 2 スイッチ部、前記第 1 ダイオード部および前記第 2 ダイオード部が互いに並列に接続され、

前記第 1 および第 2 スイッチ部が隣接して対称的に配置され、かつ、

前記第 1 および第 2 ダイオード部が前記第 1 および第 2 スイッチ部を挟み込むように対称的に配置されている

ことを特徴とする半導体モジュール。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の半導体モジュールと、

前記第 1 および第 2 外部端子に接続されたトランスの一次コイルと、

前記第 1 および第 3 外部端子に接続された第 1 共振コイルと、

前記第 2 および第 4 外部端子に接続された第 2 共振コイルと、

前記第 3 および第 5 外部端子に接続された第 1 共振コンデンサと、

前記第 3 および第 6 外部端子に接続された第 2 共振コンデンサと、

10

20

30

40

50

前記第 4 および第 7 外部端子に接続された第 3 共振コンデンサと、
前記第 4 および第 8 外部端子に接続された第 4 共振コンデンサと、
を用いて一次側フルブリッジ回路を構成したことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の半導体モジュールを用いて二次側フルブリッジ回路を構成したことを特徴とする請求項 5 に記載の電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の半導体モジュールと、
前記第 1 および第 2 外部端子に接続されたトランスの一次コイルと、
前記第 1 および第 3 外部端子に接続された第 1 共振コイルと、
前記第 2 および第 4 外部端子に接続された第 2 共振コイルと、
前記第 3 および第 5 外部端子に接続された第 1 共振コンデンサと、
前記第 3 および第 6 外部端子に接続された第 2 共振コンデンサと、
前記第 4 および第 5 外部端子に接続された第 3 共振コンデンサと、
前記第 4 および第 6 外部端子に接続された第 4 共振コンデンサと、
を用いて一次側フルブリッジ回路を構成したことを特徴とする電力変換装置。

10

【請求項 8】

請求項 4 に記載の半導体モジュールを用いて二次側フルブリッジ回路を構成したことを特徴とする請求項 7 に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板に実装された複数の半導体素子を備えた半導体モジュール、および該モジュールを用いた電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等の複数の半導体素子を一体化してなる様々な半導体モジュールを用いてハーフブリッジ回路やフルブリッジ回路を構成することが検討されている。例えば、特許文献 1 に記載の半導体モジュールは、直列に接続された 2 つの N 型の I G B T 1 1 , 1 2 と、これらに各 1 つ逆並列接続されたダイオード D 1 , D 2 と、これらから電氣的に絶縁されたダイオード D 3 とを備えている。

30

【0003】

この半導体モジュールを複数個用意し、それぞれに設けられた外部端子同士を適当に接続すれば、3 レベルインバータの一相分を実現することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 5 6 6 5 9 9 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

近年、高速スイッチングが可能で、スイッチング損失が低減可能な S i C (窒化ケイ素) や、G a N (窒化ガリウム) に代表される化合物半導体からなる半導体素子の市販化に伴い、これらを使用した半導体モジュールも検討されている。また、電力変換装置のスイッチング制御については、従来のハードスイッチング方式に代わる方式として、共振コイルと共振コンデンサによる共振現象を利用した Z V S (ゼロ電圧スイッチング) に代表されるソフトスイッチング方式が一般化しつつある。この方式によれば、スイッチング時の損失とノイズの低減を図ることができる。

【0006】

しかしながら、従来の半導体モジュールは、半導体素子および外部端子が汎用性を重視

50

して配置されているので、この半導体モジュールを用いてインバータ、DC/DCコンバータ等の電力変換装置を構成して高速スイッチングやZVSを行おうとしても、満足のいく電気的特性が得られない場合があった。

【0007】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであって、その課題とするところは、電力変換装置に適した半導体モジュール、および該モジュールを用いた電力変換装置を提供することにある。

【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、本発明に係る第1の半導体モジュールは、基板と該基板に実装された複数の半導体素子を備えた半導体モジュールであって、(A)前記複数の半導体素子が、直列に接続された第1および第2スイッチ素子からなる第1スイッチ部と、直列に接続された第1および第2ダイオード素子からなる第1ダイオード部と、直列に接続された第3および第4スイッチ素子からなる第2スイッチ部と、直列に接続された第3および第4ダイオード素子からなる第2ダイオード部とを含み、(B)前記第1ダイオード部が、前記第1および第2ダイオード素子の接続点に設けられた第1外部端子を含み、(C)前記第2ダイオード部が、前記第3および第4ダイオード素子の接続点に設けられた第2外部端子を含み、(D)前記第1スイッチ部が、前記第1および第2スイッチ素子の接続点に設けられた第3外部端子を含み、(E)前記第2スイッチ部が、前記第3および第4スイッチ素子の接続点に設けられた第4外部端子を含み、(F)前記第1スイッチ部の一方の端部および他方の端部にそれぞれ設けられた第5および第6外部端子と、前記第2スイッチ部の一方の端部および他方の端部にそれぞれ設けられた第7および第8外部端子とをさらに備え、(G)前記第1スイッチ部、前記第2スイッチ部、前記第1ダイオード部および前記第2ダイオード部が互いに並列に接続され、(H)前記第1および第2ダイオード部が隣接して対称的に配置され、かつ、(I)前記第1および第2スイッチ部が前記第1および第2ダイオード部を挟み込むように対称的に配置されていることを特徴とする。

【0009】

この構成によれば、第1スイッチ部と第1ダイオード部が隣接して配置されるので、第1外部端子と第3外部端子の間に共振コイルを外部接続したときに生じる寄生インピーダンスを低減することができる。同様に、この構成によれば、第2スイッチ部と第2ダイオード部が隣接して配置されるので、第2外部端子と第4外部端子の間に共振コイルを外部接続したときに生じる寄生インピーダンスを低減することができる。

【0010】

また、この構成によれば、第1スイッチ部の両端に第5および第6外部端子が設けられているので、第3外部端子と第5外部端子の間、および第3外部端子と第6外部端子の間に共振コンデンサを接続する際に生じる寄生インピーダンスを低減することができる。同様に、この構成によれば、第2スイッチ部の両端に第7および第8外部端子が設けられているので、第4外部端子と第7外部端子の間、および第4外部端子と第8外部端子の間に共振コンデンサを接続する際に生じる寄生インピーダンスを低減することができる。

【0011】

上記第1の半導体モジュールは、例えば、前記第3、第5および第6外部端子が一直線上に配置され、かつ、前記第4、第7および第8外部端子が一直線上に配置された構成とすることができる。

【0012】

この構成によれば、製造工程において、基板上に第3～第8外部端子を比較的容易に設置することができる。

【0013】

上記第1の半導体モジュールは、例えば、前記第1、第3、第5および第6外部端子が一直線上に配置され、かつ、前記第2、第4、第7および第8外部端子が一直線上に配置

10

20

30

40

50

された構成とすることができる。

【0014】

この構成によれば、製造工程において、基板上に第1～第8外部端子を比較的容易に設置することができる。

【0015】

また、上記課題を解決するために、本発明に係る第2の半導体モジュールは、基板と該基板に実装された複数の半導体素子を備えた半導体モジュールであって、(A)前記複数の半導体素子が、直列に接続された第1および第2スイッチ素子からなる第1スイッチ部と、直列に接続された第1および第2ダイオード素子からなる第1ダイオード部と、直列に接続された第3および第4スイッチ素子からなる第2スイッチ部と、直列に接続された第3および第4ダイオード素子からなる第2ダイオード部とを含み、(B)前記第1ダイオード部が、前記第1および第2ダイオード素子の接続点に設けられた第1外部端子を含み、(C)前記第2ダイオード部が、前記第3および第4ダイオード素子の接続点に設けられた第2外部端子を含み、(D)前記第1スイッチ部が、前記第1および第2スイッチ素子の接続点に設けられた第3外部端子を含み、(E)前記第2スイッチ部が、前記第3および第4スイッチ素子の接続点に設けられた第4外部端子を含み、(F')前記第1スイッチ部の一方の端部および前記第2スイッチ部の一方の端部の接続点に設けられた第5外部端子と、前記第1スイッチ部の他方の端部および前記第2スイッチ部の他方の端部の接続点に設けられた第6外部端子とをさらに備え、(G)前記第1スイッチ部、前記第2スイッチ部、前記第1ダイオード部および前記第2ダイオード部が互いに並列に接続され、(H')前記第1および第2スイッチ部が隣接して対称的に配置され、かつ、(I')前記第1および第2ダイオード部が前記第1および第2スイッチ部を挟み込むように対称的に配置されていることを特徴とする。

【0016】

この構成によれば、第1スイッチ部と第1ダイオード部が隣接して配置されるので、第1外部端子と第3外部端子の間に共振コイルを外部接続したときに生じる寄生インピーダンスを低減することができる。同様に、この構成によれば、第2スイッチ部と第2ダイオード部が隣接して配置されるので、第2外部端子と第4外部端子の間に共振コイルを外部接続したときに生じる寄生インピーダンスを低減することができる。

【0017】

また、この構成によれば、第1スイッチ部と第2スイッチ部が隣接して配置され、前記第1スイッチ部の一方の端部と前記第2スイッチ部の一方の端部の接続点に第5外部端子が設けられ、かつ、前記第1スイッチ部の他方の端部と前記第2スイッチ部の他方の端部の接続点に第6外部端子が設けられているので、第3外部端子と第5外部端子の間、第3外部端子と第6外部端子の間、第4外部端子と第5外部端子の間、および第4外部端子と第6外部端子の間に共振コンデンサを接続する際に生じる寄生インピーダンスを低減することができる。

【0018】

上記第1の半導体モジュールを用いることにより実現可能な電力変換装置(第1の電力変換装置)としては、例えば、上記第1の半導体モジュールと、前記第1および第2外部端子に接続されたトランスの一次コイルと、前記第1および第3外部端子に接続された第1共振コイルと、前記第2および第4外部端子に接続された第2共振コイルと、前記第3および第5外部端子に接続された第1共振コンデンサと、前記第3および第6外部端子に接続された第2共振コンデンサと、前記第4および第7外部端子に接続された第3共振コンデンサと、前記第4および第8外部端子に接続された第4共振コンデンサとを用いて一次側フルブリッジ回路を構成したものが考えられる。

【0019】

この場合、第1の電力変換装置は、上記第1の半導体モジュールを用いて二次側フルブリッジ回路が構成されていることが好ましい。この構成によれば、一次側フルブリッジ回路および二次側フルブリッジ回路を同一の半導体モジュール(第1の半導体モジュール)

10

20

30

40

50

で構成することができるので、故障に備えて複数の種類の半導体モジュールを用意しておく必要がない。

【0020】

また、上記第2の半導体モジュールを用いることにより実現可能な電力変換装置（第2の電力変換装置）としては、例えば、上記第2の半導体モジュールと、前記第1および第2外部端子に接続されたトランスの一次コイルと、前記第1および第3外部端子に接続された第1共振コイルと、前記第2および第4外部端子に接続された第2共振コイルと、前記第3および第5外部端子に接続された第1共振コンデンサと、前記第3および第6外部端子に接続された第2共振コンデンサと、前記第4および第5外部端子に接続された第3共振コンデンサと、前記第4および第6外部端子に接続された第4共振コンデンサとを用いて一次側フルブリッジ回路を構成したものが考えられる。

10

【0021】

この場合、第2の電力変換装置は、上記第2の半導体モジュールを用いて二次側フルブリッジ回路が構成されていることが好ましい。この構成によれば、一次側フルブリッジ回路および二次側フルブリッジ回路を同一の半導体モジュール（第2の半導体モジュール）で構成することができるので、故障に備えて複数の種類の半導体モジュールを用意しておく必要がない。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、電力変換装置に適した半導体モジュール、および該モジュールを用いた電力変換装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施例に係る半導体モジュールの主要部の構成を示す平面模式図である。

【図2】本発明の第1実施例に係る半導体モジュールの斜視図である。

【図3】本発明の第1実施例に係る電力変換装置の回路図である。

【図4】本発明の第1実施例に係る電力変換装置の一次側フルブリッジ回路を示す図である。

【図5】本発明の第1実施例に係る電力変換装置の二次側フルブリッジ回路を示す図である。

30

【図6】本発明の第2実施例に係る半導体モジュールの主要部の構成を示す平面模式図である。

【図7】本発明の第2実施例に係る半導体モジュールの斜視図である。

【図8】本発明の変形例に係る半導体モジュールの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明に係る半導体モジュールおよび電力変換装置の実施例について説明する。

【0025】

40

[第1実施例]

図1に、第1実施例に係る半導体モジュール1Aの主要部の構成を示す。なお、図1は、半導体素子（SW1～SW4，D1～D4）同士の電氣的な接続状態を示す回路図であるとともに、基板2上における半導体素子（SW1～SW4，D1～D4）および外部端子（T1～T8）の概略的な配置を示す平面図である点に留意されたい。図6についても同様である。

【0026】

本実施例に係る半導体モジュール1Aは、基板2と、第1スイッチ部3と、第1ダイオード部4と、第2スイッチ部5と、第2ダイオード部6とを備えている。

【0027】

50

第1スイッチ部3は、列をなすように直列に接続された第1スイッチ素子SW1および第2スイッチ素子SW2と、これらの接続点に設けられた第3外部端子T3とを含んでいる。スイッチ素子SW1, SW2は、例えば、IGBTや、より高速スイッチングが可能なSiC-MOSFET、GaN-FET等からなるが、これらには限定されない。各スイッチ素子SW1, SW2のドレイン-ソース間にはダイオード素子が逆並列接続されている。これらのダイオード素子は、外付けダイオードまたは寄生ダイオードからなり、FWD (Free Wheeling Diode) として機能する。

【0028】

第2スイッチ部5は、第1スイッチ部3と同等の構成を有している。すなわち、第2スイッチ部5は、列をなすように直列に接続された第3スイッチ素子SW3および第4スイッチ素子SW4と、これらの接続点に設けられた第4外部端子T4とを含んでいる。スイッチ素子SW3, SW4は、例えば、IGBTや、より高速スイッチングが可能なSiC-MOSFET、GaN-FET等からなるが、これらには限定されない。各スイッチ素子SW3, SW4のドレイン-ソース間にはダイオード素子が逆並列接続されている。これらのダイオード素子は、外付けダイオードまたは寄生ダイオードからなり、FWDとして機能する。

10

【0029】

第1ダイオード部4は、列をなすように直列に接続された第1ダイオード素子D1および第2ダイオード素子D2と、これらの接続点に設けられた第1外部端子T1とを含んでいる。

20

【0030】

第2ダイオード部6は、第1ダイオード部4と同等の構成を有している。すなわち、第2ダイオード部6は、列をなすように直列に接続された第3ダイオード素子D3および第4ダイオード素子D4と、これらの接続点に設けられた第2外部端子T2とを含んでいる。

【0031】

第1スイッチ部3、第1ダイオード部4、第2スイッチ部5および第2ダイオード部6は、互いに並列に接続されている。ダイオード部4, 6は、中心線Cに対して対称的に、かつ隣接して配置されている。また、スイッチ部3, 5は、中心線Cに対して対称的に、かつダイオード部4, 6を挟み込むように配置されている。その結果、本実施例では、第1スイッチ部3と第1ダイオード部4が隣接し、第2スイッチ部5と第2ダイオード部6が隣接する。

30

【0032】

本実施例に係る半導体モジュール1Aは、第1スイッチ部3の一端に設けられた第5外部端子T5と、第1スイッチ部3の他端に設けられた第6外部端子T6と、第2スイッチ部5の一端に設けられた第7外部端子T7と、第2スイッチ部5の他端に設けられた第8外部端子T8とをさらに備えている。

【0033】

スイッチ素子SW1~SW4、ダイオード素子D1~D4および外部端子T1~T8は、基板2に実装されている。

40

【0034】

図2に示すように、本実施例に係る半導体モジュール1Aは、スイッチ素子SW1~SW4およびダイオード素子D1~D4を収容するケース7をさらに備えている。外部端子T1~T8は、ケース7に設けられた孔を通してケース7の外部に突出している。後述する外部接続素子は、外部端子T1~T8の突出した部分に接続される。

【0035】

また、外部端子T3, T5, T6および外部端子T4, T7, T8は、それぞれ一直線上に並んでいる。このため、製造工程において、基板2上に外部端子T3~T8を設置するのは比較的容易である。

【0036】

50

本実施例に係る半導体モジュール1Aを用いることにより、例えば、図3に示す電力変換装置10を実現することができる。電力変換装置10は、位相シフト制御される一次側フルブリッジ回路11と、同期整流制御される二次側フルブリッジ回路12と、二次側フルブリッジ回路12の後段に設けられた整流コイルLおよび平滑コンデンサCとを備えている。電力変換装置10は、入力された電圧V1を所定の電圧V2に変換して出力することができる。また、電力変換装置10は、電圧V2が過電圧になったときに、逆変換動作により過電圧状態を緩和することもできる。

【0037】

なお、図3では、スイッチ素子SW1～SW4に付随するFWDの図示を省略している。スイッチ素子SW5～SW8についても同様である。

10

【0038】

一次側フルブリッジ回路11としての半導体モジュール1Aには、図4に示すように、複数の外部接続素子(TR1, L1, L2, C1～C4)が接続されている。より詳しくは、第1外部端子T1と第2外部端子T2の間にトランスTRの一次コイルTR1が接続され、第1外部端子T1と第3外部端子T3の間に第1共振コイルL1が接続され、第2外部端子T2と第4外部端子T4の間に第2共振コイルL2が接続され、第3外部端子T3と第5外部端子T5の間に第1共振コンデンサC1が接続され、第3外部端子T3と第6外部端子T6の間に第2共振コンデンサC2が接続され、第4外部端子T4と第7外部端子T7の間に第3共振コンデンサC3が接続され、さらに、第4外部端子T4と第8外部端子T8の間に第4共振コンデンサC4が接続されている。

20

【0039】

第1ダイオード部4(D1, D2)と第2ダイオード部6(D3, D4)は隣接して配置されているので、一次コイルTR1を接続するための配線は短くてよい。第1スイッチ部3(SW1, SW2)と第1ダイオード部4(D1, D2)、および第2スイッチ部5(SW3, SW4)と第2ダイオード部6(D3, D4)も隣接して配置されているので、共振コイルL1, L2を接続するための配線も短くてよい。

【0040】

また、第1スイッチ部3(SW1, SW2)の両端に外部端子T5, T6が設けられ、第2スイッチ部5(SW3, SW4)の両端に外部端子T7, T8が設けられているので、共振コンデンサC1～C4を接続するための配線も短くてよい。

30

【0041】

さらに、一次コイルTR1を第1外部端子T1 第2外部端子T2の向きに流れる電流の経路(T5 SW1 T3 L1 T1 TR1 T2 L2 T4 SW4 T8)の配線長と、一次コイルTR1を第2外部端子T2 第1外部端子T1の向きに流れる電流の経路(T7 SW3 T4 L2 T2 TR1 T1 L1 T3 SW2 T6)の配線長とが等しいため、配線の寄生インピーダンスによって電力変換動作の対称性が損なわれるのを防ぐことができ、該電力変換動作を安定化させることができる。

【0042】

図5に、二次側フルブリッジ回路12を構成する半導体モジュール1Aを示す。同図に示すように、二次側フルブリッジ回路12としての半導体モジュール1Aは、スイッチ素子SW5～SW8と、ダイオード素子D5～D8と、外部端子T9～T16とを備えている。スイッチ素子SW5～SW8はスイッチ素子SW1～SW4に相当し、ダイオード素子D5～D8はダイオード素子D1～D4に相当し、外部端子T9～T16は外部端子T1～T8に相当する。

40

【0043】

二次側フルブリッジ回路12としての半導体モジュール1Aには、1つの外部接続素子(TR2)が接続されている。より詳しくは、第9外部端子T9と第10外部端子T10の間にトランスTRの二次コイルTR2が接続されている。

【0044】

また、二次側フルブリッジ回路12としての半導体モジュール1Aは、第9外部端子T

50

9と第11外部端子T11が短絡され、第10外部端子T10と第12外部端子T12が短絡されている。

【0045】

第1ダイオード部4(D5, D6)と第2ダイオード部6(D7, D8)は隣接して配置されているので、二次コイルTR2を接続するための配線は短くてよい。

【0046】

このように、本実施例によれば、一次側フルブリッジ回路11および二次側フルブリッジ回路12として半導体モジュール1Aを用いたことにより、外部接続素子(TR1, TR2, L1, L2, C1~C4)を短い配線で接続することができるので、これらを接続する際に生じてしまう寄生インピーダンスを低減し、電力変換装置10の電気的特性を理想的な特性に近付けることができる。

10

【0047】

[第2実施例]

図6および図7に、第2実施例に係る半導体モジュール1Bを示す。図1と図6の比較から明らかなように、本実施例に係る半導体モジュール1Bは、第1スイッチ部3、第1ダイオード部4、第2スイッチ部5および第2ダイオード部6の並びが第1実施例と相違している。すなわち、本実施例では、スイッチ部3, 5が中心線Cに対して対称的に、かつ隣接して配置されるとともに、ダイオード部4, 6が中心線Cに対して対称的に、かつスイッチ部3, 5を挟み込むように配置されている。

【0048】

20

また、半導体モジュール1Bは、第1スイッチ部3の一端と第2スイッチ部5の一端の接続点に第5外部端子T5が設けられている点と、第1スイッチ部3の他端と第2スイッチ部5の他端の接続点に第6外部端子T6が設けられている点と、第7外部端子T7および第8外部端子T8が設けられていない点とにおいても第1実施例と相違している。

【0049】

半導体モジュール1Bを用いて電力変換装置10の一次側フルブリッジ回路11を構成する場合は、第1外部端子T1と第2外部端子T2の間にトランスTRの一次コイルTR1を接続し、第1外部端子T1と第3外部端子T3の間に第1共振コイルL1を接続し、第2外部端子T2と第4外部端子T4の間に第2共振コイルL2を接続し、第3外部端子T3と第5外部端子T5の間に第1共振コンデンサC1を接続し、第3外部端子T3と第6外部端子T6の間に第2共振コンデンサC2を接続し、第4外部端子T4と第5外部端子T5の間に第3共振コンデンサC3を接続し、さらに、第4外部端子T4と第6外部端子T6の間に第4共振コンデンサC4を接続すればよい。

30

【0050】

この場合、第1スイッチ部3と第1ダイオード部4、および第2スイッチ部5と第2ダイオード部6は隣接して配置されているので、共振コイルL1, L2を接続するための配線は短くてよい。また、第1スイッチ部3の一端と第2スイッチ部5の一端の接続点、つまり第1スイッチ部3および第2スイッチ部5の双方に近い場所に第5外部端子T5が設けられ、第1スイッチ部3の他端と第2スイッチ部5の他端の接続点、つまり第1スイッチ部3および第2スイッチ部5の双方に近い場所に第6外部端子T6が設けられているので、共振コンデンサC1~C4を接続するための配線も短くてよい。

40

【0051】

また、第1実施例と同様に外部接続素子を接続した場合、一次コイルTR1を第1外部端子T1 第2外部端子T2の向きに流れる電流の経路(T5 SW1 T3 L1 T1 TR1 T2 L2 T4 SW4 T6)の配線長と、一次コイルTR1を第2外部端子T2 第1外部端子T1の向きに流れる電流の経路(T5 SW3 T4 L2 T2 TR1 T1 L1 T3 SW2 T6)の配線長とが等しいため、配線の寄生インピーダンスによって電力変換動作の対称性が損なわれるのを防ぐことができ、該電力変換動作を安定化させることができる。

【0052】

50

一方、第1ダイオード部4と第2ダイオード部6は隣接して配置されていないので、一次コイルTR1を接続するための配線は、第1実施例よりも長くなる。

【0053】

このように、本実施例によれば、一次側フルブリッジ回路11として半導体モジュール1Bを用いたことにより、外部接続素子(L1, L2, C1~C4)を短い配線で接続することができるので、これらを接続する際に生じてしまう寄生インピーダンスを低減し、電力変換装置10の電気的特性を理想的な特性に近付けることができる。また、本実施例によれば、第1実施例においては8だった外部端子の数が6に減るので、第1実施例よりも製造コストを低減することができる。

【0054】

なお、第1実施例と同様、本実施例に係る半導体モジュール1Bを用いて電力変換装置10の二次側フルブリッジ回路12を構成することもできる。

【0055】

[変形例]

以上、本発明に係る半導体モジュールおよび電力変換装置の実施例について説明してきたが、本発明の構成は実施例の構成に限定されるものではない。

【0056】

例えば、第1スイッチ部3、第1ダイオード部4、第2スイッチ部5および第2ダイオード部6の並びを第1実施例と同様にしながら、外部端子T1, T2の位置をずらすことにより、外部端子T1, T3, T5, T6を一直線上に配置し、かつ外部端子T2, T4, T7, T8を一直線上に配置してもよい(図8に示す半導体モジュール1C参照)。この構成によれば、製造工程において、基板2上に外部端子T1~T8を設置するのが比較的容易になる。

【0057】

また、半導体モジュール1A, 1B, 1Cを用いることにより実現される電力変換装置は、図3に示す電力変換装置10に限定されない。例えば、外部接続素子として共振コイルL1, L2は、どちらか1つが省略されていてもよい。また、二次側フルブリッジ回路12としての半導体モジュール1Aは、ダイオード素子D5~D8の実装が省略されていてもよい。

【符号の説明】

【0058】

1A, 1B, 1C 半導体モジュール
 2 基板
 3 第1スイッチ部
 4 第1ダイオード部
 5 第2スイッチ部
 6 第2ダイオード部
 7 ケース
 C1~C4 共振コンデンサ
 L1, L2 共振コイル
 TR トランス
 TR1 一次コイル
 TR2 二次コイル
 D1~D8 ダイオード素子
 SW1~SW8 スイッチ素子
 T1~T16 外部端子

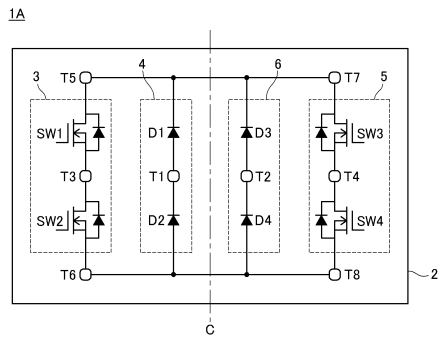
10

20

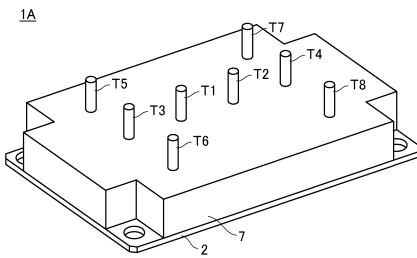
30

40

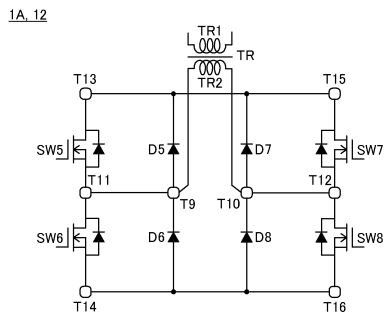
【 図 1 】



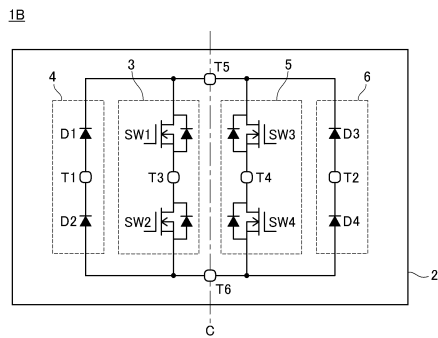
【 図 2 】



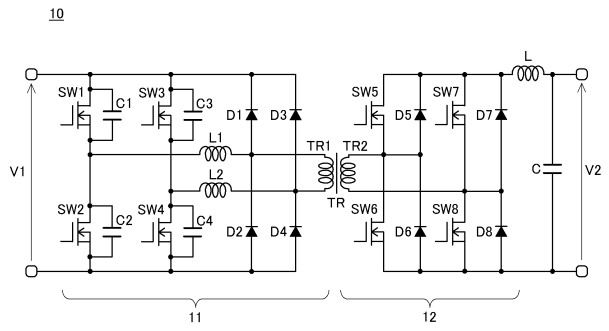
【 図 5 】



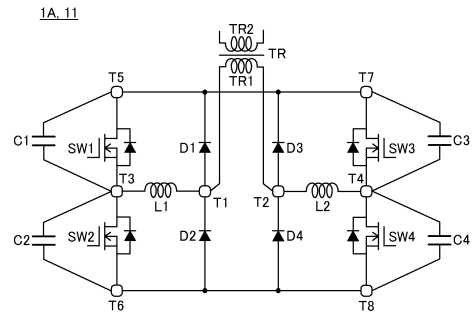
【 図 6 】



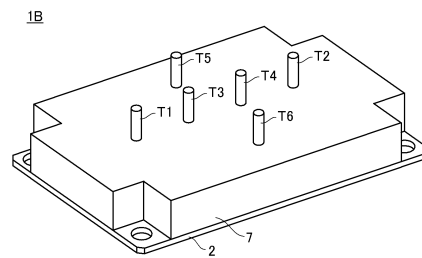
【 図 3 】



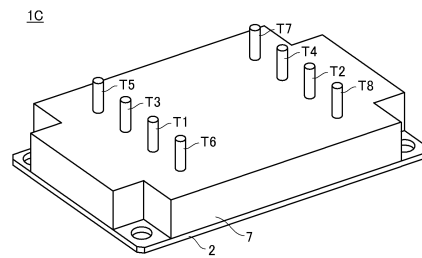
【 図 4 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2013/128787(WO, A1)
特開2015-42080(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 1/00 - 7/98

H01L 25/00 - 25/18