(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 3 月 15 日(15.03.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/032642 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/487 (2007.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/065561

(22) 国際出願日: 2010 年 9 月 9 日(09.09.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (Mitsubishi Electric Corporation) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中嶋 幸夫 (NAKASHIMA, Yukio) [—/JP]; 〒1008310 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 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

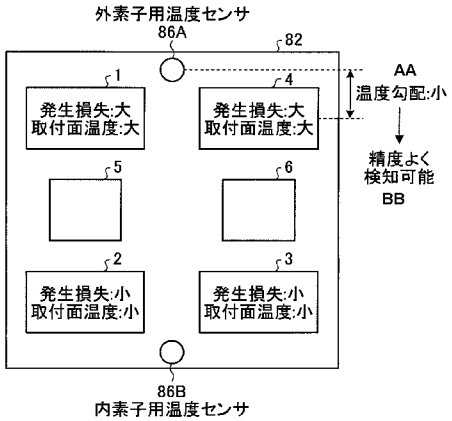
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: POWER SEMICONDUCTOR MODULE, POWER CONVERSION APPARATUS, AND RAILROAD VEHICLE

(54) 発明の名称 : パワー半導体モジュール、電力変換装置および鉄道車両

[図6]



86A TEMPERATURE SENSOR FOR EXTERNAL ELEMENT
1, 4 GENERATED LOSS: LARGE
ATTACHING SURFACE TEMPERATURE: HIGH
2, 3 GENERATED LOSS: SMALL
ATTACHING SURFACE TEMPERATURE: LOW
AA TEMPERATURE GRADIENT: SMALL
BB ACCURATELY DETECTABLE
86B TEMPERATURE SENSOR FOR INTERNAL ELEMENT

(57) **Abstract**: Provided is a power semiconductor module to be applied to a three-level power conversion apparatus for a railroad vehicle, wherein: switching elements (1-4) and clamp diodes (5, 6) are formed of a wide band gap semiconductor; a switching element (1), a clamp diode (5) and a switching element (2) are disposed in tandem in this order on one side of an element substrate (82) in the direction in which cooling air flows; a switching element (4), a clamp diode (6) and a switching element (3) are disposed in tandem in this order on the other side of the element substrate (82) in the direction in which the cooling air flows; a temperature sensor (86A) for an external element is disposed on the side portion of the element substrate (82) in a region in the vicinity of the peripheries of the switching elements (1, 4); a temperature sensor (86B) for an internal element is disposed on the side portion of the element substrate (82) in a region in the vicinity of the peripheries of the switching elements (2, 3); and the switching elements (1-4), the clamp diodes (5, 6), the temperature sensor (86A) for the external element, and the temperature sensor (86B) for the internal element are housed in one module.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/032642 A1

鉄道車両用の３レベル電力変換装置に適用されるパワー半導体モジュールにおいて、スイッチング素子１～４およびクランプダイオード５，６は、ワイドバンドギャップ半導体により形成され、スイッチング素子１、クランプダイオード５およびスイッチング素子２は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板８２の一方側にこの順序で縦列に配置され、スイッチング素子４、クランプダイオード６およびスイッチング素子３は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板８２の他方側にこの順序で縦列に配置され、外素子用温度センサ８６Ａは、スイッチング素子１，４周辺の近傍領域における素子基板８２の辺部側に配置され、内素子用温度センサ８６Ｂは、スイッチング素子２，３周辺の近傍領域における素子基板８２の辺部側に配置され、スイッチング素子１～４、クランプダイオード５，６、外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂは、１つのモジュール内に収容されて構成される。

明　細　書

発明の名称 ：

パワー半導体モジュール、電力変換装置および鉄道車両

技術分野

[0001] 本発明は、例えば鉄道車両に適用可能な電力変換装置に係り、詳細には、この種の電力変換装置に好適なパワー半導体モジュールに関する。

背景技術

[0002] 鉄道車両用の電力変換装置としては種々のものがあるが、例えば新幹線のようにパワーの必要な用途では、３レベルの電圧レベルで動作する３レベル電力変換装置が用いられることが多い。３レベル電力変換装置は、中性点を有する直流電圧回路の両端子に接続される１アーム（１レグ）の構成として、ダイオードが逆並列に接続されてなる４つのスイッチング素子（第１～第４のスイッチング素子）を直列に接続すると共に、第２、第３のスイッチング素子の接続点を直流電圧源の中性点に接続し、さらに、直列に接続された２つのクランプダイオードの各端を第１、第２のスイッチング素子の接続点と、第３、第４のスイッチング素子の接続点とに接続すると共に、２つのクランプダイオードの接続点を直流電圧源の中性点に接続する構成である（例えば、特許文献１）。

[0003] ３レベル電力変換装置では、出力電流も比較的大きく、かつ、電力変換装置全体から見たスイッチング回数も増加するため、スイッチング素子全体の発熱量も大きくなる。このため、３レベル電力変換装置では、例えば代替フロンの一つであるパーフロロカーボン（通称、フロリナート）を冷媒として用いて冷却を行う沸騰冷却と呼ばれる手法を用いた冷却能力の高い構成が採用されることが多い。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平１０－２１０７５９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、最近では、フロンのみならず、代替フロンについても環境に与える影響が大きいとして、これを規制する活動が見られる。特に、欧州では、規制を強化する方向のコンセンサスが得られており、将来的には、代替フロンを用いた電力変換装置は、全く使用できなくなくなるといった状況も想定される。なお、代替フロンを用いた沸騰冷却装置の代替策としては、純水を用いるヒートパイプ装置や、簡単な放熱機構のみを有するヒートシンクなどが考えられている。

[0006] また、最近の技術動向として、高耐圧および低損失の素子であり、且つ、高電流、高温度および高周波での動作が可能であるＳｉＣ（シリコン・カーバイド）をベースとする半導体（以下「ＳｉＣ半導体」という）が注目されている。このＳｉＣ半導体を用いて電力変換装置を構成する場合、特に、高温度での動作が可能であるため、冷却器の構成を簡素化するには格好の材料である。このため、冷却器の簡素化という観点で、ＳｉＣ半導体を用いることに注目が集まることになる。

[0007] ところが、３レベル電力変換装置のような高出力の電力変換装置にＳｉＣ半導体を適用する場合、話がそう簡単ではなかった。というのも、３レベル電力変換装置を鉄道車両用として用いる場合、鉄道車両特有の動作態様、すなわち電動機を駆動動作させて鉄道車両を加速する力行の場合と、電動機を回生動作させて鉄道車両を減速する回生の場合とで、各スイッチング素子の発熱量が大きく異なり、スイッチング素子の取付面における温度勾配が極めて大きくなるからである。

[0008] ここで、沸騰冷却装置を用いる場合、強力な冷却機能により、各スイッチング素子の取付面における温度勾配は小さくなるので、過温度センサによる過温度制御も容易となる。

[0009] 一方、例えばヒートシンクなどの簡易な放熱機構を採用する場合、電力変換装置の動作態様によって、スイッチング素子の取付面の温度分布が異なっ

て来るため、過温度制御に新たな工夫が必要となる。ただし、電力変換装置の動作態様は、種々の運転条件や動作環境によって決まるものであり、装置側で制御できるものではない。このため、スイッチング素子の取付面の温度分布を短時間で正確に推定するのは困難である。また、ＳｉＣ半導体を用いる場合には、従来よりも高温動作が可能であるため、発熱量は従来のものよりも極めて大きくなる点にも配慮が必要である。したがって、３レベル電力変換装置のスイッチング素子としてＳｉＣ半導体を使用し、且つ、簡易な放熱機構を採用する場合には、従来手法を単純に適用することでは不十分であり、素子および温度センサを含む新たな素子配置の開示が要請されることになる。

[0010] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、冷却器を簡素化した３レベル電力変換装置に用いて好適なパワー半導体モジュールを提供することを目的とする。

[0011] また、本発明は、上記のようなパワー半導体モジュールを備えた電力変換装置および、上記のような電力変換装置を備えた鉄道車両を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明に係るパワー半導体モジュールは、鉄道車両用の３レベル電力変換装置に適用されるパワー半導体モジュールにおいて、高電位側直流端子と交流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第１、第２のスイッチング素子と、前記交流端子と低電位側直流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第３、第４のスイッチング素子と、カソード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続され、アノード端子が直流中間端子に接続される第１のクランプダイオードと、カソード端子が前記直流中間端子に接続され、アノード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続される第２のクランプダイオードと、前記第１および第２のスイッチング素子の過温度検知を行う第１の温度リレーと、

前記第３および第４のスイッチング素子の過温度検知を行う第２の温度リレーと、を有し、前記第１～第４のスイッチング素子および前記第１、第２のクランプダイオードは、ワイドバンドギャップ半導体により形成され、前記第１のスイッチング素子、前記第１のクランプダイオードおよび前記第２のスイッチング素子は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板の一方側に、この順序で縦列に配置され、前記第４のスイッチング素子、前記第２のクランプダイオードおよび前記第３のスイッチング素子は、前記冷却風の流れる方向に沿って前記素子基板の他方側に、この順序で縦列に配置され、前記第１の温度リレーは、前記第１、第４のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、前記第２の温度リレーは、前記第２、第３のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、前記第１～第４のスイッチング素子、前記第１、第２のクランプダイオードおよび前記第１、第２の温度リレーは、１つのモジュール内に収容されて構成されていることを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、冷却器を簡素化した３レベル電力変換装置に用いて好適なパワー半導体モジュールを提供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

[0014] [図1]図１は、本発明の実施の形態に係る電力変換装置の概略の機能構成を示す図である。

[図2]図２は、図１に示した１相分のレグにおける各スイッチング素子の細部構成を示す図である。

[図3]図３は、一の冷却器を搭載してなる素子基板上に配置された４つのスイッチング素子および２つのクランプダイオードの配置を概略的に示す模式図である。

[図4]図４は、運転パターン１（例えば回生動作）による場合の温度上昇の様子を示す図である。

[図5]図５は、運転パターン２（例えば力行動作）による場合の温度上昇の様

子を示す図である。

[図6]図６は、外素子用温度センサの配置位置を説明する図である。

[図7]図７は、内素子用温度センサの配置位置を説明する図である。

[図8]図８は、素子基板上の配線領域の一例を示す図である。

[図9]図９は、特定のスイッチングモード時における主回路インダクタンスループを示す図である。

[図10]図１０は、特定のスイッチングモード時における図９とは異なる主回路インダクタンスループを示す図である。

[図11]図１１は、特定のスイッチングモード時における図９および図１０とは異なる主回路インダクタンスループを示す図である。

[図12]図１２は、特定のスイッチングモード時における図９、図１０および図１１とは異なる主回路インダクタンスループを示す図である。

[図13]図１３は、本実施の形態に係るチップ配置図上に第１、第２のインダクタンスループを示した図である。

[図14]図１４は、本実施の形態に係るチップ配置図上に第３、第４のインダクタンスループを示した図である。

[図15]図１５は、比較例として示すチップ配置図上に第１、第２のインダクタンスループを示した図である。

[図16]図１６は、比較例として示すチップ配置図上に第３、第４のインダクタンスループを示した図である。

発明を実施するための形態

[0015] まず、本発明の実施の形態に係る電力変換装置について説明する。図１は、本発明の実施の形態に係る電力変換装置の概略の機能構成を示す図であり、鉄道車両１００に搭載される電力変換装置９０の一構成例を示している。図１に示すように、電力変換装置９０は、コンバータ回路７０、中性点を有する直流電圧回路７５およびインバータ回路８０を備えて構成される。なお、直流電圧回路７５は、直列に接続されるコンデンサ７，８を有し、コンデンサ７，８の各一端と、コンデンサ７，８の接続点とにより、３つの電位端

が形成され、コンバータ回路７０およびインバータ回路８０は、３レベル電力変換装置として動作する。

[0016] 鉄道車両１００には、電力変換装置９０の入力端側に配置されてコンバータ回路７０に接続される変圧器６５および、電力変換装置９０の出力端側に配置されてインバータ回路８０に接続され、電力変換装置９０からの電力供給を受けて車両を駆動する電動機６６が搭載されている。なお、電動機６６としては、誘導電動機や同期電動機が好適である。

[0017] 変圧器６５の一次巻線の一端は集電装置６２を介して架線６１に接続され、他端は車輪６３を介して大地電位であるレール６４に接続されている。架線６１から供給される電力は、集電装置６２を介して変圧器６５の一次巻線に入力されるとともに、変圧器６５の二次巻線に生じた電力がコンバータ回路７０に入力される。

[0018] コンバータ回路７０は、スイッチング素子１１，１２およびクランプダイオード１５で構成されるＵ相正側アーム、スイッチング素子１３，１４およびクランプダイオード１６で構成されるＵ相負側アーム、スイッチング素子２１，２２およびクランプダイオード２５で構成されるＶ相正側アームならびに、スイッチング素子２３，２４およびクランプダイオード２６で構成されるＶ相負側アームを備えて構成される。

[0019] スイッチング素子１１，１２，１３，１４は、この順序で直列に接続され、スイッチング素子１２，１３の相互接続点は変圧器６５の一端に接続される。また、クランプダイオード１５のカソード端はスイッチング素子１１，１２の相互接続点に接続され、クランプダイオード１５のアノード端は直流電圧回路７５の中性点であるコンデンサ７，８の接続点もしくは当該接続点と同電位の端に接続される。

[0020] 負側アームも同様な構成であり、クランプダイオード１６のアノード端はスイッチング素子１３，１４の相互接続点に接続され、カソード端は直流電圧回路７５の中性点（コンデンサ７，８の接続点もしくは当該接続点と同電位の端であり、クランプダイオード１５のアノード端でもある）に接続され

る。

[0021] このようにして、スイッチング素子１１，１２およびクランプダイオード１５で構成されるＵ相正側アームと、スイッチング素子１３，１４およびクランプダイオード１６で構成されるＵ相負側アームとは直列に接続された回路部（レグ）を構成する。この構成は、Ｖ相正側アームおよびＶ相負側アームにおいても同様であり、コンバータ回路７０には、２組（Ｕ相分、Ｖ相分）のレグを有する単相ブリッジ回路が構成される。

[0022] コンバータ回路７０は、スイッチング素子１１～１４およびスイッチング素子２１～２４をＰＷＭ制御することで、入力された交流電圧を所望の直流電圧に変換して直流電圧回路７５に出力する。なお、コンバータ回路７０に対するＰＷＭ制御については公知であるため、ここでの説明は省略する。

[0023] 直流電圧回路７５の出力端には、コンデンサ７，８による各直流電圧を入力とし、任意電圧および任意周波数の交流電圧に変換し出力するインバータ回路８０が接続されている。

[0024] インバータ回路８０のレグ構成もコンバータ回路７０と同様であり、相違点はレグの相数である。すなわち、インバータ回路８０は、スイッチング素子３１，３２およびクランプダイオード３５で構成されるＵ相正側アーム、スイッチング素子３３，３４およびクランプダイオード３６で構成されるＵ相負側アーム、スイッチング素子４１，４２およびクランプダイオード４５で構成されるＶ相正側アーム、スイッチング素子４３，４４およびクランプダイオード４６で構成されるＶ相負側アーム、スイッチング素子５１，５２およびクランプダイオード５５で構成されるW相正側アームならびに、スイッチング素子５３，５４およびクランプダイオード５６で構成されるＶ相負側アームを備えており、インバータ回路８０には、３組（Ｕ相分、Ｖ相分、W相分）のレグを有する３相ブリッジ回路が構成される。

[0025] インバータ回路８０は、スイッチング素子３１～３４、スイッチング素子４１～４４およびスイッチング素子５１～５４をＰＷＭ制御することで、入力された直流電圧を所望の交流電圧に変換して電動機６６に出力する。なお

、インバータ回路８０に対するＰＷＭ制御については公知であるため、ここでの説明は省略する。

[0026] 図２は、図１に示した１相分のレグにおける各スイッチング素子の細部構成を示す図である。図２に示すように、レグ９を構成するスイッチング素子として、例えばスイッチング素子１は、ＳｉＣをベースとするＳｉＣ－ＭＯＳＦＥＴ９２と、ＳｉＣをベースとするＳｉＣ－ＦＷＤ(Fly Wheel Diode)９４とが逆並列に接続された素子である。また、クランプダイオード５もＳｉＣベースで形成されたダイオード（ＳｉＣ－Ｄ）である。なお、他のスイッチング素子２～４およびクランプダイオード６についても同様であり、このように構成された４つのスイッチング素子と２つのクランプダイオードとにより、１相分のレグが構成される。

[0027] なお、図２に示すレグ９は、パワーモジュールとしての構成単位でもあり、スイッチング素子１～４およびクランプダイオード５，６は後述する温度センサを含め、１のモジュール内に収容されてパッケージ化される。このとき、スイッチング素子２，３の接続点から引き出された端子は交流端子であるＵ端子を形成し、スイッチング素子１のドレイン端から引き出された端子は直流電圧回路の高電位側に接続されるＰ端子（高電位側直流端子）を形成し、スイッチング素子４のソース端から引き出された端子は直流電圧回路の低電位側に接続されるＮ端子（低電位側直流端子）を形成し、クランプダイオード５，６の接続点から引き出された端子は直流電圧回路の中性点に接続されるＣ端子（直流中間端子）を形成する。なお、図２では図示していないが、後述する２つの温度センサの出力端子もモジュール内から引き出され、これらの各端子と併せてモジュールの端子を構成することは言うまでもない。

[0028] 図３は、一の冷却器を搭載してなる素子基板８２上に配置された４つのスイッチング素子および２つのクランプダイオードの配置を概略的に示す模式図であり、各スイッチング素子の符号と、各クランプダイオードの符号は、図２に示す符号に対応している。

[0029] 図３には空冷用の冷却風が示されているが、第１のスイッチング素子、第１のクランプダイオードおよび第２のスイッチング素子は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板８２の一方側に、この順序で縦列に配置されている。また、第４のスイッチング素子、第２のクランプダイオードおよび第３のスイッチング素子は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板８２の他方側に、この順序で縦列に配置されている。さらに、この冷却風に対し、スイッチング素子１，４が風上側に配置され、スイッチング素子２，３が風下側に配置されている。ただし、後述する理由で、これらの配置関係は、逆になっても構わない。すなわち、スイッチング素子１，４が冷却風の風下側に配置され、スイッチング素子２，３が冷却風の風上側に配置されていても構わない。

[0030] 図３に示す素子配置において特徴的なことは、図２との比較から理解できるように、回路構成と素子配置とが異なることである。なお、このような素子配置にすることについては後述する。

[0031] 図４および図５は、本実施の形態の電力変換装置を例えば鉄道車両用として用いる場合に想定される運転パターンによる温度上昇の様子を示す図であり、例えば図４は運転パターン１（例えば回生動作）による場合の温度上昇の様子であり、図５は運転パターン２（例えば力行動作）による場合での温度上昇の様子である。なお、これらの素子基板８２は、コンバータ回路７０およびインバータ回路８０に搭載されて一のレグを構成する素子基板のうち、インバータ回路８０に搭載される素子基板の一つを例示している。

[0032] 図４において、運転パターン１では、スイッチング素子１，４の発生損失が大きく、スイッチング素子２，３の発生損失が小さくなる。すなわち、１レグを構成する４つのスイッチング素子のうち、レグの外側に配置されるスイッチング素子（以下「外素子」という）の方が、レグの内側に配置されるスイッチング素子（以下「内素子」という）よりも発生損失が大きくなる。したがって、各スイッチング素子が取り付けられている部分の温度（以下「取付面温度」という）は、外素子の方が内素子よりも大きくなる。

[0033] 一方、運転パターン２では、図５に示すように、スイッチング素子２，３

の発生損失が大きく、スイッチング素子１，４の発生損失が小さくなる。すなわち、図４の場合と逆であり、外素子よりも内素子の発生損失が大きくなり、取付面温度は、外素子よりも内素子の方が大きくなる。

[0034] そこで、本実施の形態の電力変換装置では、図６および図７に示すように、外素子であるスイッチング素子１，４の近傍領域に一の温度センサ（外素子用温度センサ８６Ａ）を配置すると共に、内素子であるスイッチング素子２，３の近傍領域に他の温度センサ（内素子用温度センサ８６Ｂ）を配置することとしている。なお、外素子用温度センサ８６Ａをスイッチング素子１，４から概略等距離の位置に配置すれば、当該位置におけるスイッチング素子１からの温度勾配とスイッチング素子４からの温度勾配とが概略等しくなるので、これらスイッチング素子１，４の温度を精度よく検出することが可能となる。内素子用温度センサ８６Ｂについても同様であり、スイッチング素子２，３から概略等距離の位置に配置することにより、スイッチング素子２，３の温度を精度よく検出することが可能となる。

[0035] 本実施の形態の電力変換装置の場合、上述したように、３レベル電力変換装置を鉄道車両用として用い、且つ、各スイッチング素子としてＳｉＣ半導体を使用し、且つ、ヒートシンクのような簡易な放熱機構を採用することを視野に入れている。このため、鉄道車両特有の動作態様に応じて、各スイッチング素子の動作が異なり、素子基板全体から見た素子基板上の温度勾配は大きくなる。

[0036] しかしながら、運転パターン１の場合、図６に示すように、発生損失が大きく、取付面温度の高くなっているスイッチング素子１，４（すなわち外素子）の温度上昇は、外素子用温度センサ８６Ａによって精度よく検知可能である。なぜなら、外素子用温度センサ８６Ａはスイッチング素子１，４の近傍に配置されているため、外素子用温度センサ８６Ａとスイッチング素子１，４との間の温度勾配は小さいからである。

[0037] 一方、運転パターン２の場合、図７に示すように、発生損失が大きく、取付面温度の高くなっているスイッチング素子２，３（すなわち内素子）の温

度上昇は、内素子用温度センサ８６Ｂによって精度よく検知可能である。内素子用温度センサ８６Ｂはスイッチング素子２，３の近傍に配置されているため、内素子用温度センサ８６Ｂとスイッチング素子２，３との間の温度勾配は小さく、運転パターン１のときと同様に、スイッチング素子２，３の温度上昇を精度よく検知することが可能となる。なお、これら外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂによる過温度制御については、例えば両者の論理和出力を用いた処理とすればよい。すなわち、外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂの少なくとも一方が過温度を検知したときに、モジュール全体の過温度制御を行えばよい。

[0038] つぎに、これら外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂについて説明する。温度センサには、温度リレーのように設定値になったことを検知して接点を開閉するセンサもあれば、サーミスタのように温度自体を検出できるセンサもある。本実施の形態において想定する温度センサは、前者のタイプである。外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂに設定される設定値は、検出対象のスイッチング素子とセンサ位置との間に生ずる温度勾配を考慮して設定される。ただし、本実施の形態の電力変換装置では、検出対象のスイッチング素子との間に生ずる温度勾配が小さくなる位置に各温度センサを配置しているので、所望の温度値から外れた温度で動作する確率は極めて低い。

[0039] なお、外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂの各設定値が同一である必要はなく、むしろ異なってくるのが一般的である。これらの設定値は、冷却風の強さ、冷却風の向き、電力変換装置の動作態様に応ずるスイッチング素子の温度上昇パターンなどを考慮して決定すればよい。この意味で、冷却風の風上にスイッチング素子１，４もしくはスイッチング素子２，３のうちの何れのスイッチング素子が位置していても構わない。

[0040] 図８は、素子基板８２上の配線領域の一例を示す図である。図８において、ハッチングで示した配線領域８４には、スイッチング素子間の接続配線や、スイッチング素子とクランプダイオードとの接続配線などが配される。こ

のため、配線領域８４に、温度センサを配置することは製造上、難しくなる。図６および図７において、外素子用温度センサ８６Ａを外素子（スイッチング素子１，４）周辺の近傍領域のうち、素子基板８２の辺部側に配置しているのは、この理由によるものである。内素子用温度センサ８６Ｂについても同様であり、内素子（スイッチング素子２，３）周辺の近傍領域のうち、素子基板８２の辺部側に配置している。

[0041] なお、図８を参照すると、クランプダイオード５の左側（辺部側）の領域や、クランプダイオード６の右側（辺部側）の領域は、配線領域には含まれないため、これらの領域に温度センサを配置することも考えられる。しかしながら、図４および図５に示す電力変換装置の動作態様では、スイッチング素子１とスイッチング素子２の取付面温度が異なってくるため好ましくない。例えばスイッチング素子１とスイッチング素子２から概略等距離の位置（クランプダイオード５の左側の領域）に温度センサを配置した場合、両者の平均値近傍の温度が検出されるため、スイッチング素子１，２の取付面温度を正確に推定することは難しくなる。ただし、スイッチング素子１とスイッチング素子２の取付面温度が同時に上昇／下降するような場合、この領域はむしろ、温度センサを配置するのに好ましい領域となる。

[0042] ＳｉＣ半導体を用いる場合の注意点として、高温動作可能なＳｉＣ半導体では発熱量が従来のものよりも極めて大きくなる点について説明したが、ＳｉＣ半導体では、素子の動作がＳｉ半導体よりも高速になる点も見逃せない事実である。３レベル電力変換装置のように、スイッチング素子を直列に接続して駆動する場合においては、スイッチング素子がターンオフするときには、主回路インダクタンス（Ｌ）および電流の変化率（ｄｉ／ｄｔ）に起因して発生するサージ電圧により、特定のスイッチング素子に定格を超える電圧が印加されて素子破壊を招く可能性があることが指摘されている。したがって、３レベル電力変換装置のスイッチング素子にＳｉＣ半導体を用いる場合には、他の電力変換装置に比して主回路インダクタンスを低減することが求められる。

[0043] 図９～図１２は、主回路インダクタンスの影響を説明する図であり、３レベルインバータにおける主回路インダクタンスループを示している。ここで、図９は、スイッチング素子１およびクランプダイオード５を通る第１のインダクタンスループである。以下同様に説明すると、図１０は、スイッチング素子１、スイッチング素子２、スイッチング素子３およびクランプダイオード６を通る第２のインダクタンスループであり、図１１は、スイッチング素子４およびクランプダイオード６を通る第３のインダクタンスループであり、図１２は、スイッチング素子４、スイッチング素子３、スイッチング素子２およびクランプダイオード５を通る第４のインダクタンスループである。なお、これら第１～第４のインダクタンスループは、特定のスイッチングモード時における逆起電力（Ｌ・ｄｉ／ｄｔ）の発生経路を示しており、特定のスイッチングモード時における電流経路を示すものではない。

[0044] つぎに、図９～図１２において示したインダクタンスループと、本実施の形態に係る各スイッチング素子およびクランプダイオードのチップ配置との関係を説明する。

[0045] 図１３は、本実施の形態に係るチップ配置図上に第１、第２のインダクタンスループを示した図である。図１３において、太実線で示す矢印は第１のインダクタンスループに係るチップ間の経路であり、太破線で示す矢印は第２のインダクタンスループに係るチップ間の経路である。各インダクタンスループにおけるインダクタンス成分は、ループ長に比例するので、これら第１、第２のインダクタンスループにおけるＬ成分は、チップ間では最小値になるように設定されていることが分かる。

[0046] また、図１４は、本実施の形態に係るチップ配置図上に第３、第４のインダクタンスループを示した図である。図１４において、太実線で示す矢印は第３のインダクタンスループに係るチップ間の経路であり、太破線で示す矢印は第４のインダクタンスループに係るチップ間の経路である。太実線で示す第３のインダクタンスループを見ると、このループにおけるチップ間のループ長は、図１３に示す第１のインダクタンスループにおけるチップ間のル

ープ長よりも長くなっている。しかしながら、「○」記号で示した箇所は折り返しになる部分であり、これらの部分のインダクタンス成分はキャンセルされることになる。よって、第３のインダクタンスループにおけるインダクタンス成分は、実質的には「□」記号で示した部分だけとなり、第３のインダクタンスループにおけるＬ成分は、可能な範囲で小さくなるように設定されていることが分かる。この作用は、第４のインダクタンスループにおいても同様であり、第４のインダクタンスループにおけるＬ成分も、可能な範囲で小さくなるように設定されていることが分かる。

[0047] なお、図１５および図１６は、比較例として示すチップ配置図であり、１レグを構成する４つのスイッチング素子および２つのクランプダイオードを図２などに示されている回路図と目視的に同一になるように配置している。

[0048] まず、図１５において、太実線で示す矢印は第１のインダクタンスループに係るチップ間の経路であり、太破線で示す矢印は第２のインダクタンスループに係るチップ間の経路である。図１３との比較から明らかように、第１、第２のインダクタンスループにおけるチップ間のループ長は、図１５に示す方が長くなっている。したがって、第１、第２のインダクタンスループにおけるＬ成分は、本実施の形態の方が小さくなっていることが分かる。

[0049] つぎに、図１６において、太実線で示す矢印は第３のインダクタンスループに係るチップ間の経路であり、太破線で示す矢印は第４のインダクタンスループに係るチップ間の経路である。図１６の場合には、各インダクタンスループにおいて、折り返しになるような部分はない。したがって、図１４との比較から明らかように、折り返し部分を除いたループ長との比較では本実施の形態の方が短くなっており、第３、第４のインダクタンスループにおけるＬ成分も、本実施の形態の方が小さくなっていることが分かる。

[0050] このように、本実施の形態の電力変換装置によれば、スイッチング素子１～４およびクランプダイオード５，６は、ワイドバンドギャップ半導体により形成され、スイッチング素子１、クランプダイオード５およびスイッチング素子２は冷却風の流れる方向に沿って素子基板８２の一方側にこの順序で

縦列に配置され、スイッチング素子４、クランプダイオード６およびスイッチング素子３は冷却風の流れる方向に沿って素子基板８２の他方側にこの順序で縦列に配置され、外素子用温度センサ８６Ａはスイッチング素子１，４周辺の近傍領域における素子基板８２の辺部側に配置され、内素子用温度センサ８６Ｂはスイッチング素子２，３周辺の近傍領域における素子基板８２の辺部側に配置されると共に、スイッチング素子１～４、クランプダイオード５，６、外素子用温度センサ８６Ａおよび内素子用温度センサ８６Ｂは１つのモジュール内に収容されて構成されるので、冷却器を簡素化した３レベル電力変換装置に用いて好適なパワー半導体モジュールを得ることができるという効果が得られる。

[0051] なお、図４および図５は、インバータ回路８０に搭載される１レグの素子基板８２における温度上昇の様子を示した図であり、コンバータ回路７０に搭載される素子基板８２での温度上昇は、インバータ回路８０のものとは逆のパターンになる。すなわち、インバータ回路８０に搭載される素子基板８２での温度上昇が図４に示す状態であれば、コンバータ回路７０に搭載される素子基板８２での温度上昇は図５に示す状態となる。これとは逆に、インバータ回路８０に搭載される素子基板８２での温度上昇が図５に示す状態であれば、コンバータ回路７０に搭載される素子基板８２での温度上昇は図４に示す状態となる。したがって、本実施の形態に係る手法は、インバータ回路、コンバータ回路を区別することなく適用可能である。

[0052] なお、本実施の形態では、スイッチング素子としてＳｉＣ－ＭＯＳＦＥＴを使用し、スイッチング素子に逆並列に接続されるダイオード（ＦＷＤ）としてＳｉＣ－ＦＷＤを使用することとしているので、チップ厚も薄くすることができ、チップサイズを小型化することができるという効果が得られる。

[0053] また、ＳｉＣ－ＦＷＤの場合、オン電圧を低減することができるので、リカバリ損失も大幅に低減することができるという効果も得られる。なお、ＦＷＤとして、例えばＳｉＣベースのショットキーバリアダイオード（ＳｉＣ－ＳＢＤ）を使用すれば、リカバリ損失の更なる低減が可能になるという効

果が得られる。

[0054] このため、ＳｉＣ－ＭＯＳＦＥＴおよびＳｉＣ－ＦＷＤを使用した場合、チップサイズを削減しても、温度上昇を抑制しつつ、損失を低減することができるという効果が得られる。

[0055] なお、ＳｉＣ半導体は、ワイドバンドギャップ半導体と称される半導体の一例であり、このＳｉＣ半導体以外にも、例えば窒化ガリウム系材料または、ダイヤモンドを用いて形成される半導体もワイドバンドギャップ半導体に属する。したがって、ＳｉＣ半導体以外の他のワイドバンドギャップ半導体を用いる構成も、本発明の要旨を成すものである。

[0056] また、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の構成の一例であり、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。

[0057] さらに、本実施の形態では、鉄道車両への適用を想定したパワー半導体モジュールを対象として発明内容の説明を実施しているが、適用分野はこれに限られるものではなく、種々の産業応用分野への応用が可能であることも言うまでもない。

産業上の利用可能性

[0058] 以上のように、本発明に係るパワー半導体モジュールは、冷却器を簡素化した３レベル電力変換装置に有用である。

符号の説明

[0059] １～４，１１～１４，２１～２４，３１～３４，４１～４４，５１～５４ スイッチング素子

５，６，１５，１６，２５，２６，３５，３６，４５，４６，５５，５６ クランプダイオード

７，８ コンデンサ

９ レグ

６１ 架線

６２　集電装置

６３　車輪

６４　レール

６５　変圧器

６６　電動機

７０　コンバータ回路

７５　直流電圧回路

８０　インバータ回路

８２　素子基板

８４　配線領域

８６Ａ　外素子用温度センサ

８６Ｂ　内素子用温度センサ

９０　電力変換装置

１００　鉄道車両

請求の範囲

[請求項1] 鉄道車両用の３レベル電力変換装置に適用されるパワー半導体モジュールにおいて、

高電位側直流端子と交流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第１、第２のスイッチング素子と、

前記交流端子と低電位側直流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第３、第４のスイッチング素子と、

カソード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続され、アノード端子が直流中間端子に接続される第１のクランプダイオードと、

カソード端子が前記直流中間端子に接続され、アノード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続される第２のクランプダイオードと、

前記第１および第２のスイッチング素子の過温度検知を行う第１の温度リレーと、

前記第３および第４のスイッチング素子の過温度検知を行う第２の温度リレーと、

を有し、

前記第１～第４のスイッチング素子および前記第１、第２のクランプダイオードは、ワイドバンドギャップ半導体により形成され、

前記第１のスイッチング素子、前記第１のクランプダイオードおよび前記第２のスイッチング素子は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板の一方側に、この順序で縦列に配置され、

前記第４のスイッチング素子、前記第２のクランプダイオードおよび前記第３のスイッチング素子は、前記冷却風の流れる方向に沿って前記素子基板の他方側に、この順序で縦列に配置され、

前記第１の温度リレーは、前記第１、第４のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、

前記第２の温度リレーは、前記第２、第３のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、

前記第１～第４のスイッチング素子、前記第１、第２のクランプダイオードおよび前記第１、第２の温度リレーは、１つのモジュール内に収容されて構成されていることを特徴とするパワー半導体モジュール。

[請求項2] 前記第１の温度リレーは、前記第１のスイッチング素子と前記第４のスイッチング素子とから概略等距離の位置に配置され、

前記第２の温度リレーは、前記第２のスイッチング素子と前記第３のスイッチング素子とから概略等距離の位置に配置されている

ことを特徴とする請求項１に記載のパワー半導体モジュール。

[請求項3] 前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化ケイ素、窒化ガリウム系材料または、ダイヤモンドを用いた半導体であることを特徴とする請求項１または２に記載のパワー半導体モジュール。

[請求項4] 高電位側直流端子と交流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第１、第２のスイッチング素子と、

前記交流出力端子と低電位側直流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第３、第４のスイッチング素子と、

カソード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続され、アノード端子が直流中間端子に接続される第１のクランプダイオードと、

カソード端子が前記直流中間端子に接続され、アノード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続される第２のクランプダイオードと、

前記第１および第２のスイッチング素子の過温度検知を行う第１の温度リレーと、

前記第３および第４のスイッチング素子の過温度検知を行う第２の

温度リレーと、

を具備するレグを複数組有し、

前記第１～第４のスイッチング素子および前記第１、第２のクランプダイオードは、ワイドバンドギャップ半導体により形成され、

前記第１のスイッチング素子、前記第１のクランプダイオードおよび前記第２のスイッチング素子は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板の一方側に、この順序で縦列に配置され、

前記第４のスイッチング素子、前記第２のクランプダイオードおよび前記第３のスイッチング素子は、前記冷却風の流れる方向に沿って前記素子基板の他方側に、この順序で縦列に配置され、

前記第１の温度リレーは、前記第１、第４のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、

前記第２の温度リレーは、前記第２、第３のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、

前記第１～第４のスイッチング素子、前記第１、第２のクランプダイオードおよび前記第１、第２の温度リレーは、前記レグ毎に１つのモジュール内に収容されて構成されていることを特徴とする電力変換装置。

[請求項5] 入力された直流電圧または交流電圧を所望の交流電圧に変換して出力する電力変換装置と、前記電力変換装置からの電力供給を受けて車両を駆動する電動機と、を備えた鉄道車両において、

前記電力変換装置は、

高電位側直流端子と交流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第１、第２のスイッチング素子と、

前記交流出力端子と低電位側直流端子との間にこの順序で直列に接続され、オンオフ制御されて動作する第３、第４のスイッチング素子と、

カソード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に

接続され、アノード端子が直流中間端子に接続される第１のクランプダイオードと、

カソード端子が前記直流中間端子に接続され、アノード端子が前記第１、第２のスイッチング素子の相互接続点に接続される第２のクランプダイオードと、

前記第１および第２のスイッチング素子の過温度検知を行う第１の温度リレーと、

前記第３および第４のスイッチング素子の過温度検知を行う第２の温度リレーと、

を具備するレグを複数組有し、

前記第１～第４のスイッチング素子および前記第１、第２のクランプダイオードは、ワイドバンドギャップ半導体により形成され、

前記第１のスイッチング素子、前記第１のクランプダイオードおよび前記第２のスイッチング素子は、冷却風の流れる方向に沿って素子基板の一方側に、この順序で縦列に配置され、

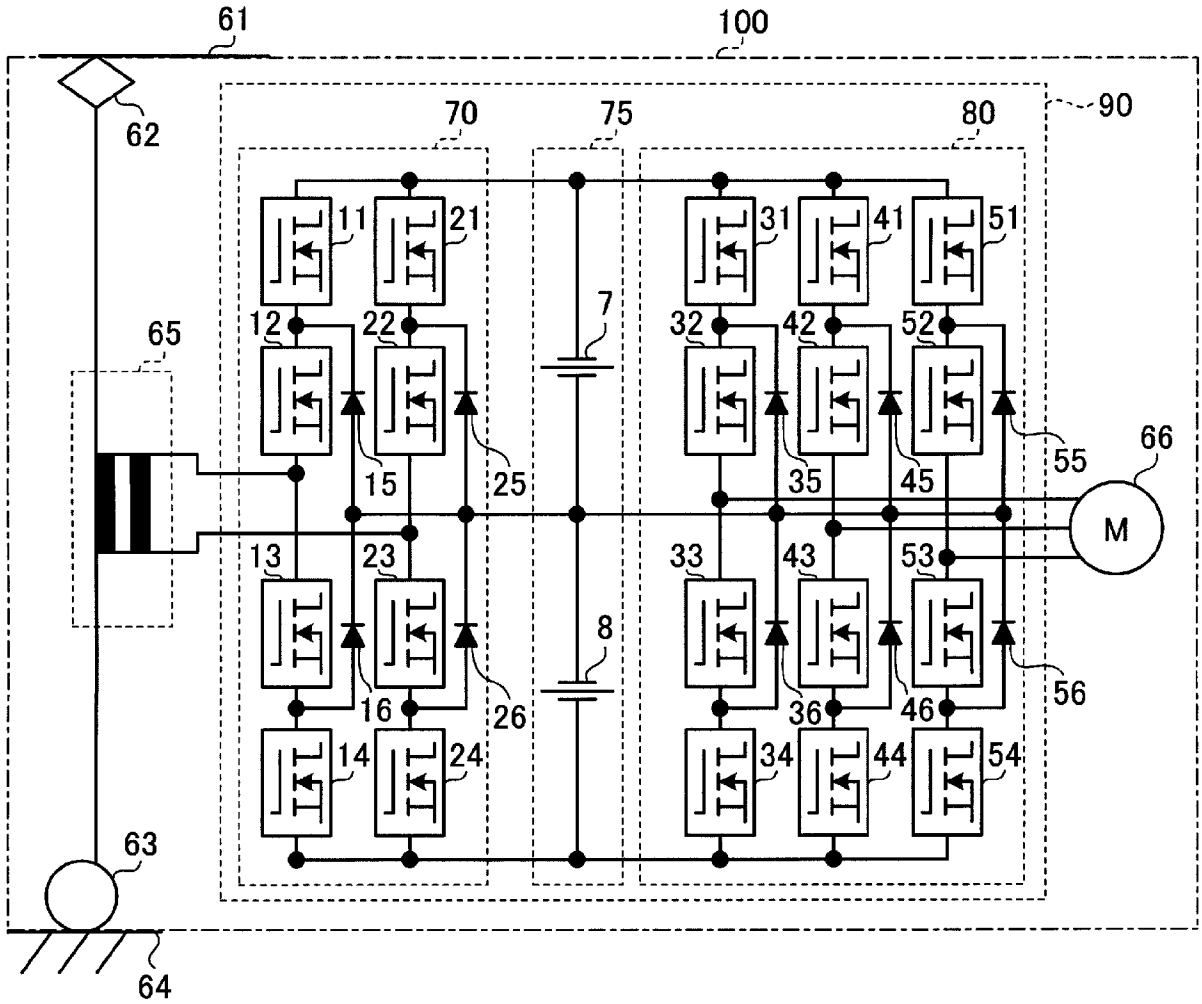
前記第４のスイッチング素子、前記第２のクランプダイオードおよび前記第３のスイッチング素子は、前記冷却風の流れる方向に沿って前記素子基板の他方側に、この順序で縦列に配置され、

前記第１の温度リレーは、前記第１、第４のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、

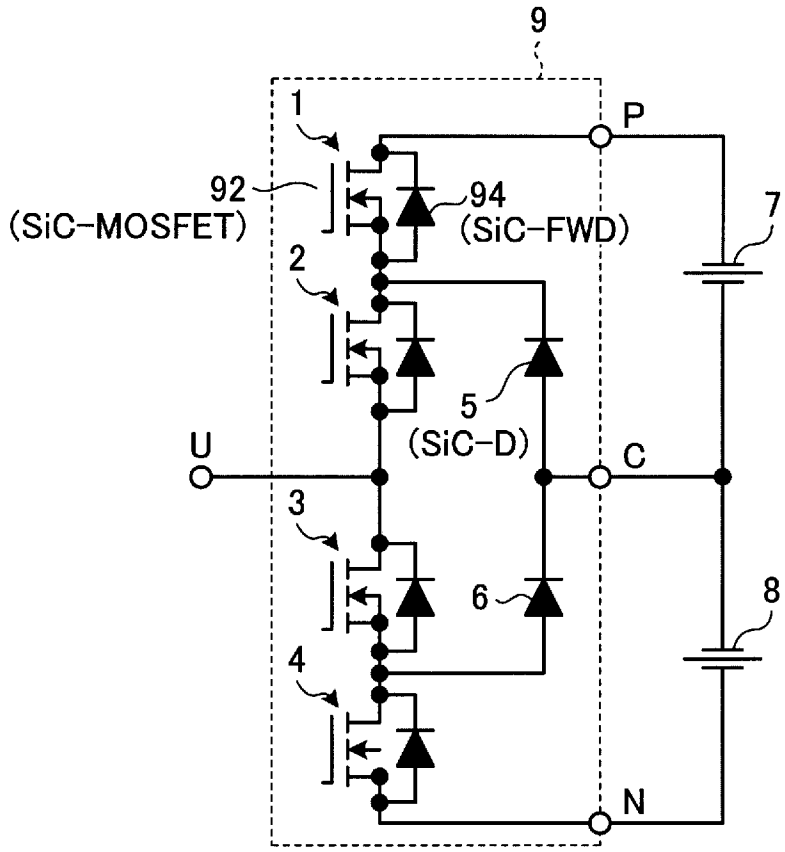
前記第２の温度リレーは、前記第２、第３のスイッチング素子周辺の近傍領域における前記素子基板の辺部側に配置され、

前記第１～第４のスイッチング素子、前記第１、第２のクランプダイオードおよび前記第１、第２の温度リレーは、前記レグ毎に１つのモジュール内に収容されて構成されていることを特徴とする鉄道車両。

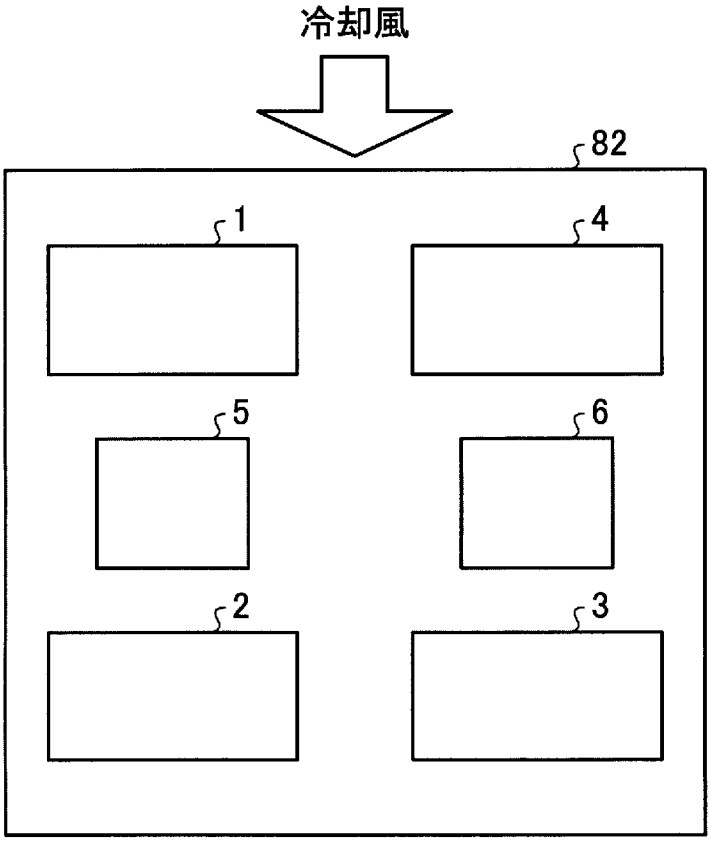
[図1]


61
100
62
70
75
80
90
65
7
8
11
21
31
41
51
12
22
32
42
52
15
25
35
45
55
66
M
13
23
33
43
53
16
26
36
46
56
14
24
34
44
54
63
64

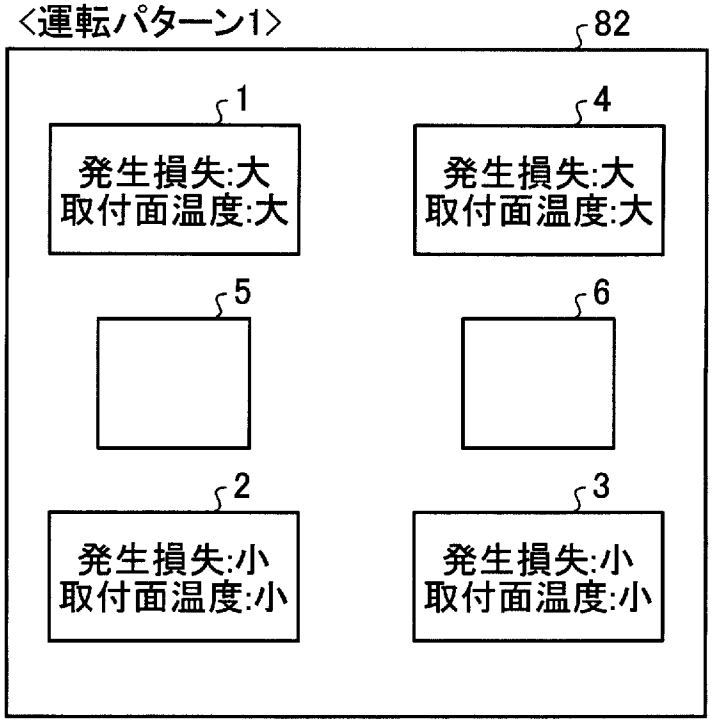
[図2]



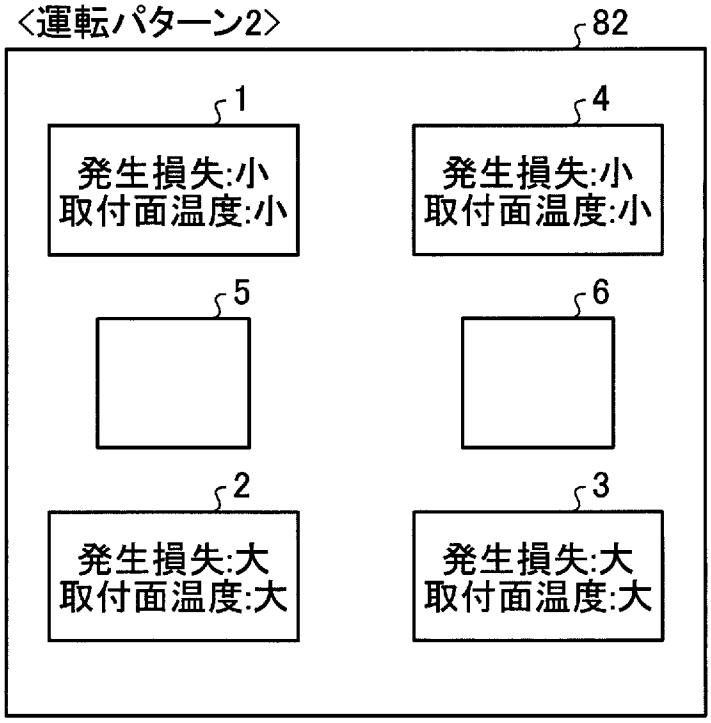
[図3]



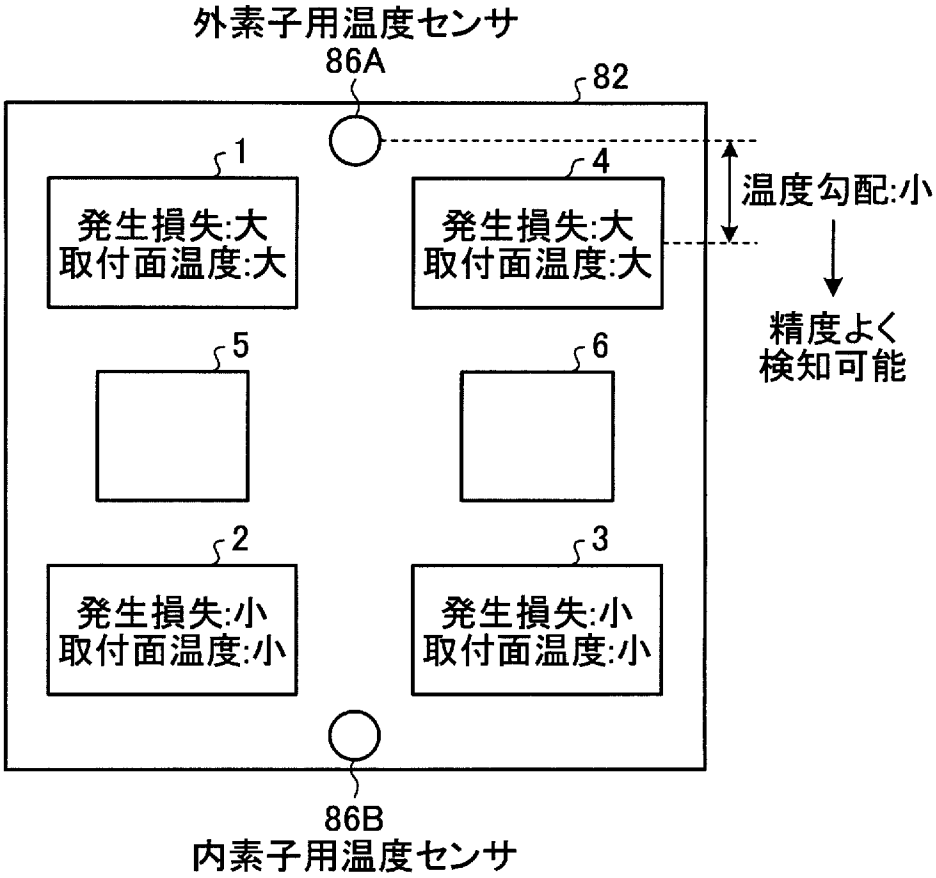
[図4]


<運転パターン1>
82
1
発生損失:大
取付面温度:大
4
発生損失:大
取付面温度:大
5
6
2
発生損失:小
取付面温度:小
3
発生損失:小
取付面温度:小

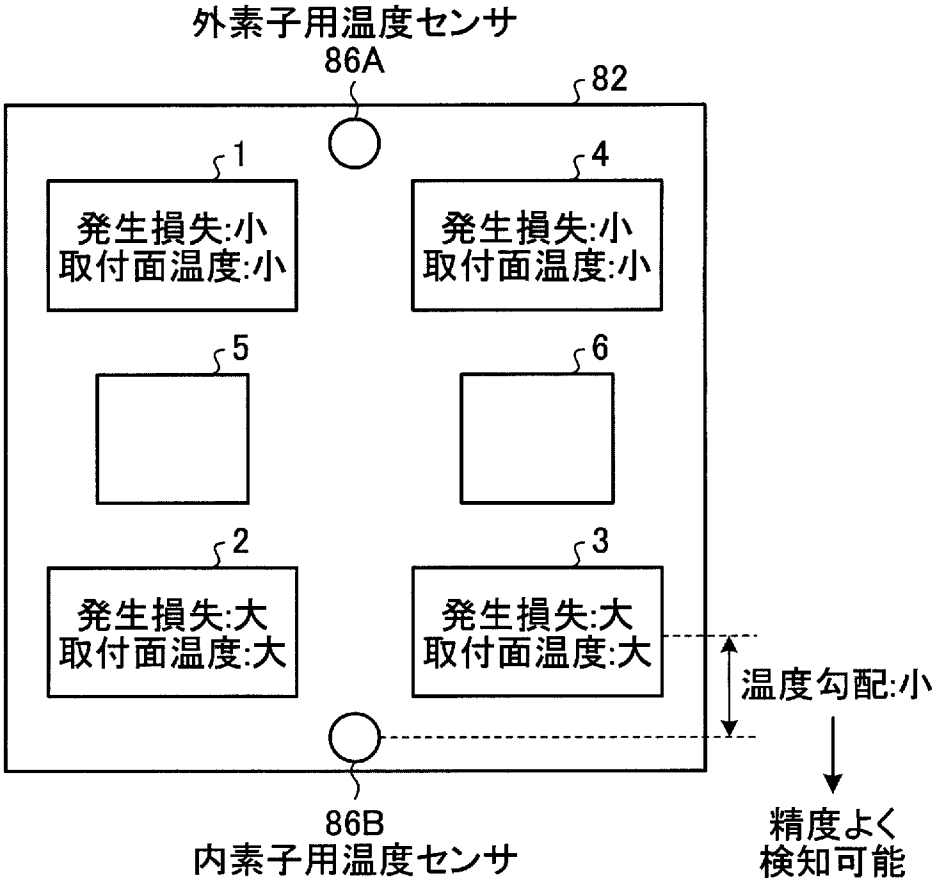
[図5]


<運転パターン2>
82
1
発生損失:小
取付面温度:小
4
発生損失:小
取付面温度:小
5
6
2
発生損失:大
取付面温度:大
3
発生損失:大
取付面温度:大

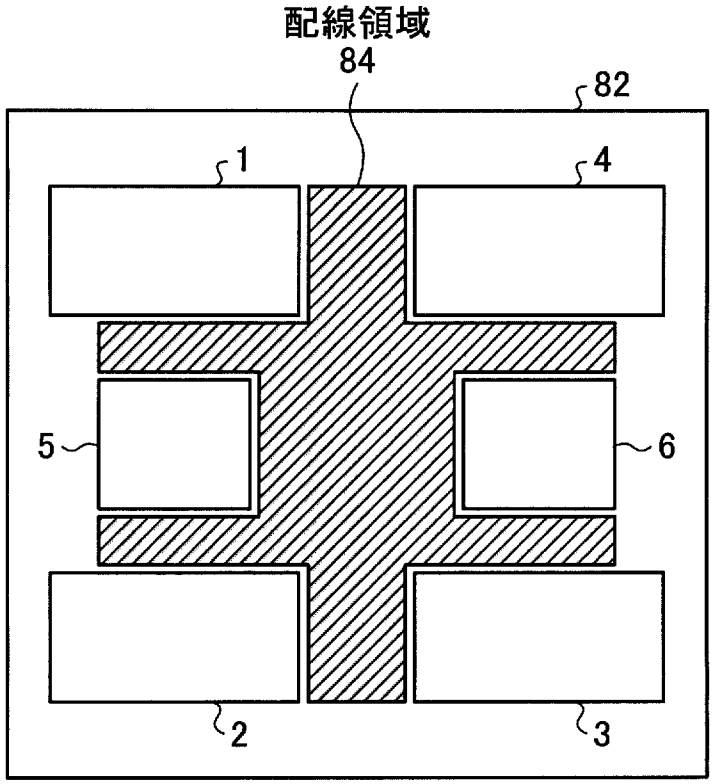
[図6]


外素子用温度センサ
86A
82
1
発生損失:大
取付面温度:大
4
発生損失:大
取付面温度:大
温度勾配:小
精度よく
検知可能
5
6
2
発生損失:小
取付面温度:小
3
発生損失:小
取付面温度:小
86B
内素子用温度センサ

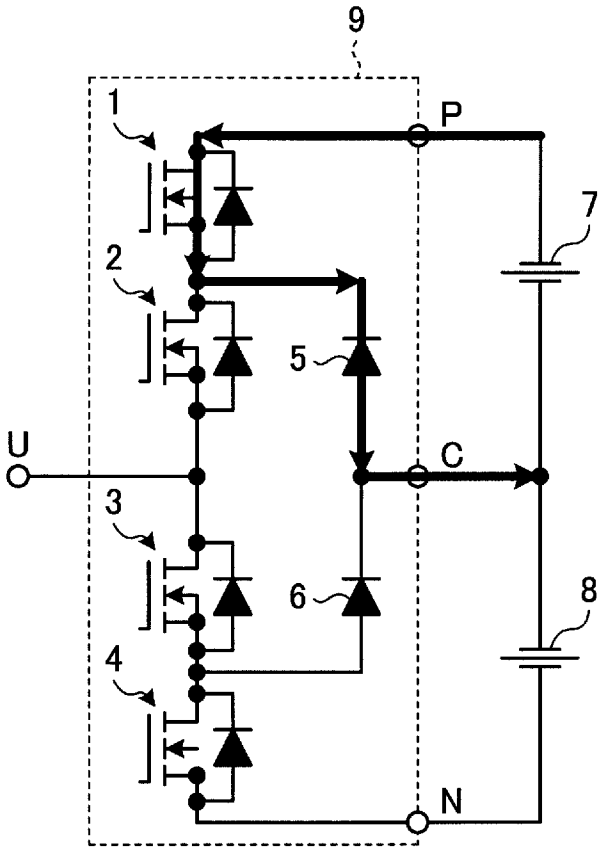
[図7]


外素子用温度センサ
86A
82
1
発生損失:小
取付面温度:小
4
発生損失:小
取付面温度:小
5
6
2
発生損失:大
取付面温度:大
3
発生損失:大
取付面温度:大
温度勾配:小
86B
内素子用温度センサ
精度よく
検知可能

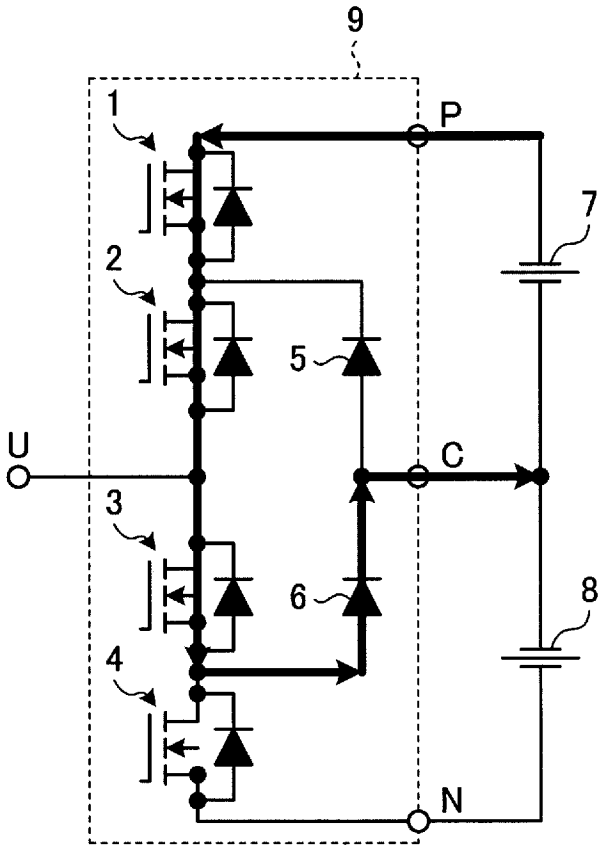
[図8]



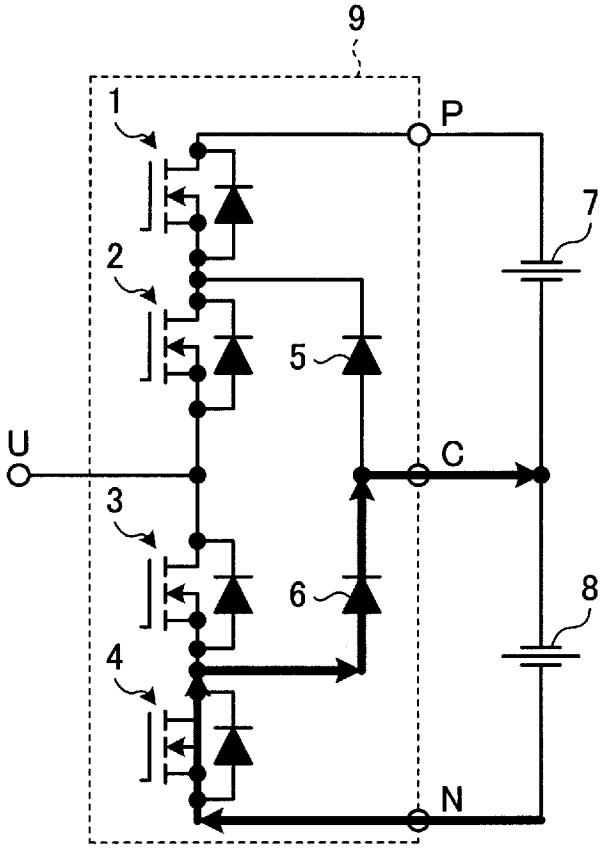
[図9]



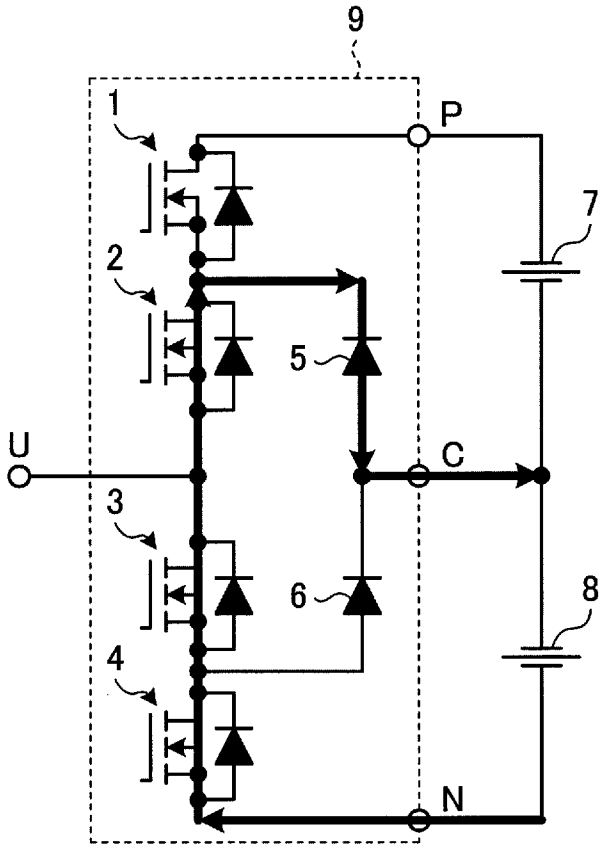
[図10]



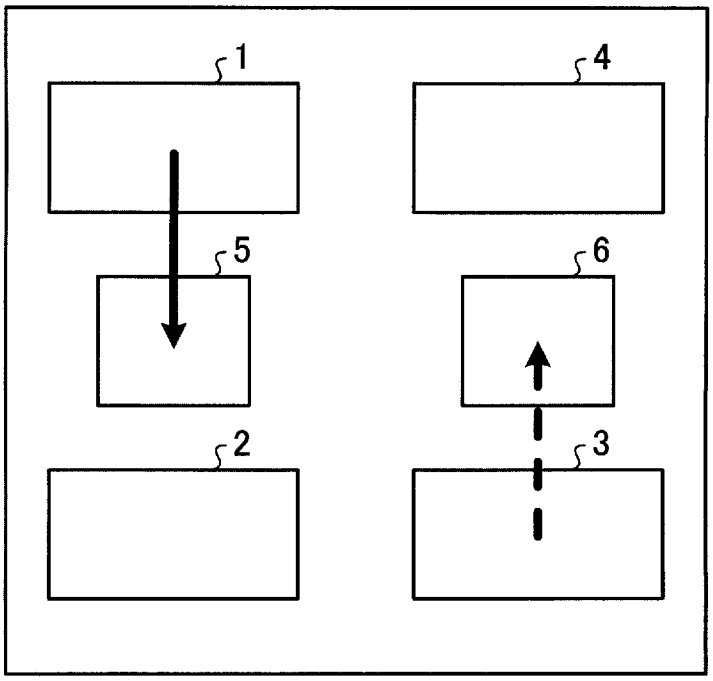
[図11]



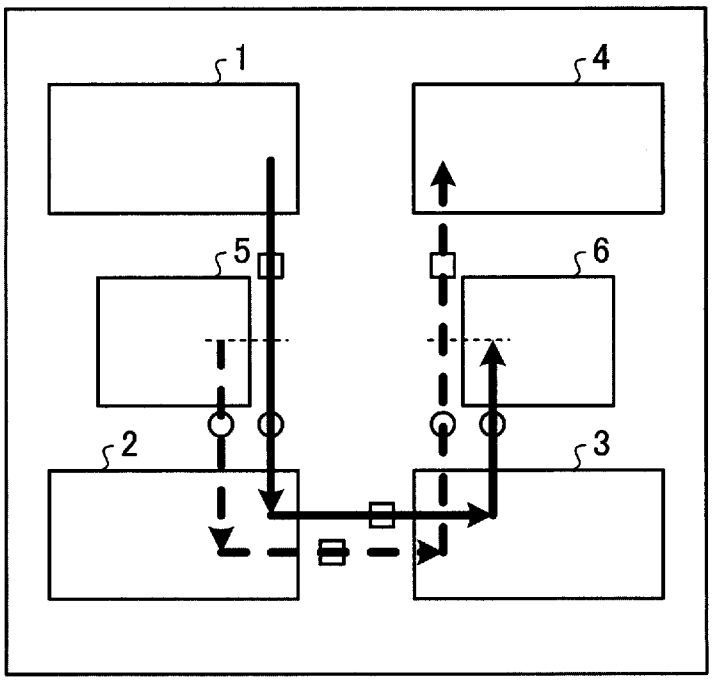
[図12]



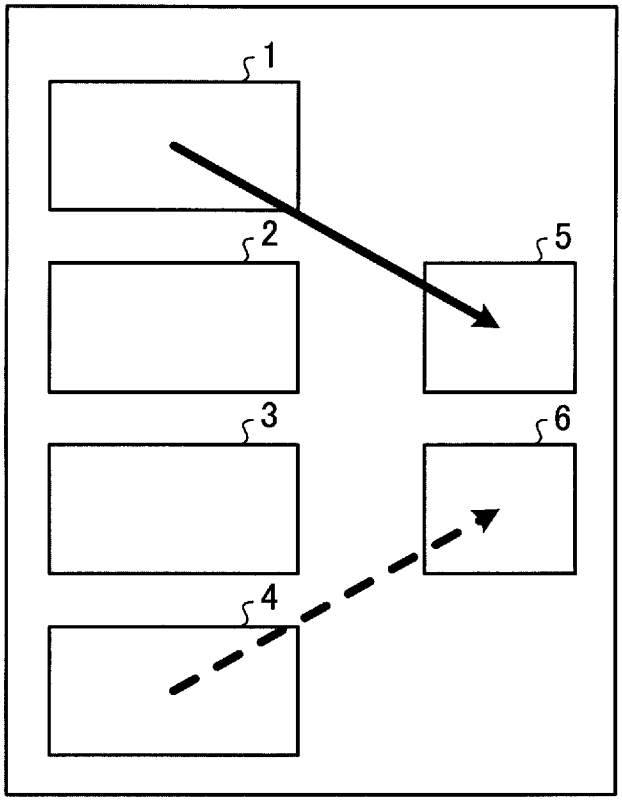
[図13]



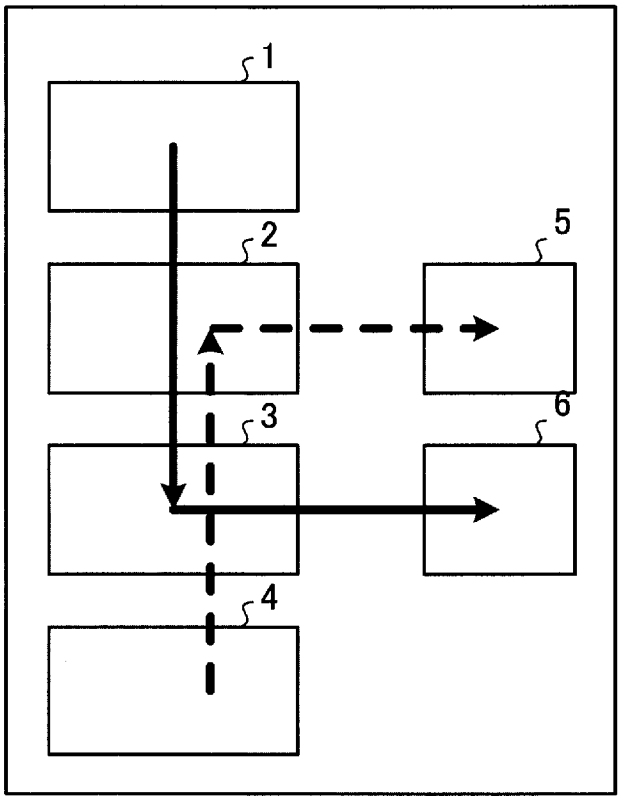
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/065561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M7/487(2007.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02M7/487

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-98820 A (Toshiba Corp.), 30 April 2010 (30.04.2010), entire text (Family: none)	1-5
A	JP 2005-287267 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 October 2005 (13.10.2005), entire text (Family: none)	1-5
A	JP 2003-134823 A (Hitachi, Ltd.), 09 May 2003 (09.05.2003), entire text (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 November, 2010 (01.11.10)	14 December, 2010 (14.12.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/065561

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-89249 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 March 1999 (30.03.1999), entire text (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６５５６１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/487(2007.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02M7/487

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP2010-98820A（株式会社東芝）、2010.04.30、全文（ファミリーなし）	１－５
A	JP2005-287267A（三菱電機株式会社）、2005.10.13、全文（ファミリーなし）	１－５
A	JP2003-134823A（株式会社日立製作所）、2003.05.09、全文（ファミリーなし）	１－５
A	JP11-89249A（三菱電機株式会社）、1999.03.30、全文（ファミリーなし）	１－５

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０１．１１．２０１０	国際調査報告の発送日 １４．１２．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　３７３６ 服部　俊樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５７