

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4293246号
(P4293246)

(45) 発行日 平成21年7月8日 (2009.7.8)

(24) 登録日 平成21年4月17日 (2009.4.17)

(51) Int. Cl.	F I
H02M 7/48 (2007.01)	H02M 7/48 Z
H02M 7/5387 (2007.01)	H02M 7/5387 Z
H02M 1/00 (2007.01)	H02M 1/00 R

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-37318 (P2007-37318)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成19年2月19日 (2007.2.19)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2008-206243 (P2008-206243A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成20年9月4日 (2008.9.4)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成20年11月4日 (2008.11.4)		弁理士 井上 学
		(72) 発明者	中村 卓義
			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 日立研究所内
		(72) 発明者	中津 欣也
			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 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】

第1スイッチング素子を有する第1パワー半導体モジュールと、
 第2スイッチング素子を有する第2パワー半導体モジュールと、
 第1流路部と、当該第1流路と略平行に設けられる第2流路部と、当該第1流路部と当該第2流路部とを接続する流路接続部とにより構成される流路形成体と、
前記第1パワー半導体モジュール及び前記第2パワー半導体モジュールに入力される直流電力を平滑化するためのコンデンサモジュールと、
前記コンデンサモジュールと前記第1パワー半導体モジュールと前記第2パワー半導体モジュールを電気的に接続するためのDCバスバーと、を備え、
前記コンデンサモジュールは、前記第1流路部と前記第2流路部との間に挟まれて配置され、かつ当該第1流路部との第1接触面と、当該第2流路部との第2接触面とを有し、
前記第1パワー半導体モジュールは、前記第1流路部を介して前記コンデンサモジュールとは反対側に設置され、かつ前記第1スイッチング素子は、その主面と前記第1接触面とが略平行になるように設置され、
前記第2パワー半導体モジュールは、前記第2流路部を介して前記コンデンサモジュールとは反対側に設置され、かつ前記第2スイッチング素子は、その主面と前記第2接触面とが略平行になるように設置され、
前記第1流路部は、その幅方向の長さがその高さ方向の長さよりも小さくなるように形成され、

10

20

前記第 2 流路部は、その幅方向の長さがその高さ方向の長さよりも小さくなるように形成され、

前記 D C バスバーは、前記第 1 流路部及び前記第 2 流路部の側部を通して、前記第 1 パワー半導体モジュールと前記第 2 パワー半導体モジュールと前記コンデンサモジュールを接続する電力変換装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載された電力変換装置であって、

前記 D C バスバーは、正極バスバーと、負極バスバーと、当該正極バスバーと当該負極バスバーとの間に挟まれる絶縁体とで構成される電力変換装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載された電力変換装置であって、

前記第 1 流路部及び前記第 2 流路部は、それぞれ開口部を備え、当該開口部がそれぞれ前記第 1 パワー半導体モジュールと前記第 2 パワー半導体モジュールに塞がれることによって、冷却水が流れる流路が形成される電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記コンデンサモジュールは、複数のコンデンサを備えており、

前記複数のコンデンサの正極端子及び負極端子は、それぞれ、外部直流電源の正極端子及び負極端子に接続されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記第 1 スイッチング素子及び前記第 2 スイッチング素子を制御するための制御回路が搭載された制御基板を有し、

前記制御基板は、前記 D C バスバーの上に配置されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電力変換装置において、

前記制御基板は、金属板と、該金属板の上に搭載され、前記制御回路が形成されたプリント基板と、から構成されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電力変換装置において、

さらに、筐体を有し、

前記制御基板の前記金属板は、前記筐体に接続されることにより、前記制御回路による発熱を該筐体へ放出させるものであることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記コンデンサモジュールは、金属ケースで周囲を囲まれており、

前記第 1 冷却ジャケットとの接触面において、前記金属ケースには放熱シートが設けられていることを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力電力を所定の電力に変換して出力する電力変換装置にかかり、特に、ハイブリッド電気自動車に用いられ、電気モータの駆動を行うための電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ハイブリッド電気自動車等に用いられる電気モータを駆動するため、電力変換装置が用いられている。電力変換装置は、大電流を流すパワー半導体を備えて発熱が大きい。このため、電力変換装置を効率的に冷却することが重要である。

【0003】

特許文献1（特開2002-270748号公報）には、ベース板に、樹脂絶縁層を介して、内部に流通路を有する導体部材を接続させ、この導体部材を回路パターンの導体として、これにパワー半導体素子を半田接合した半導体モジュールが開示されている。また、各導体部材の流通路は絶縁配管で連結することにより、絶縁配管に冷却水を流すように構成した電力変換装置が開示されている。

【0004】

【特許文献1】特開2002-270748号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

そこで本発明は、電力変換装置の小型化を図ることを目的とする。

【0006】

さらに、本発明は、電力変換装置の低インダクタンス化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明に係る電力変換装置は、第1スイッチング素子を有する第1パワー半導体モジュールと、第2スイッチング素子を有する第2パワー半導体モジュールと、第1流路部と、当該第1流路と略平行に設けられる第2流路部と、当該第1流路部と当該第2流路部とを接続する流路接続部とにより構成される流路形成体と、前記第1パワー半導体モジュール及び前記第2パワー半導体モジュールに入力される直流電力を平滑化するためのコンデンサモジュールと、前記コンデンサモジュールと前記第1パワー半導体モジュールと前記第2パワー半導体モジュールを電氣的に接続するためのDCバスバーと、を備え、前記コンデンサモジュールは、前記第1流路部と前記第2流路部との間に挟まれて配置され、かつ当該第1流路部との第1接触面と、当該第2流路部との第2接触面とを有し、前記第1パワー半導体モジュールは、前記第1流路部を介して前記コンデンサモジュールとは反対側に設置され、かつ前記第1スイッチング素子は、その主面と前記第1接触面とが略平行になるように設置され、前記第2パワー半導体モジュールは、前記第2流路部を介して前記コンデンサモジュールとは反対側に設置され、かつ前記第2スイッチング素子は、その主面と前記第2接触面とが略平行になるように設置され、前記第1流路部は、その幅方向の長さがその高さ方向の長さよりも小さくなるように形成され、前記第2流路部は、その幅方向の長さがその高さ方向の長さよりも小さくなるように形成され、前記DCバスバーは、前記第1流路部及び前記第2流路部の側部を通して、前記第1パワー半導体モジュールと前記第2パワー半導体モジュールと前記コンデンサモジュールを接続する。

20

30

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、組立性を向上させた電力変換装置を提供することができる。また、電力変換装置の小型化を図ることができる。また、電子部品冷却の自由度を高めることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0010】

（ハイブリッド自動車システム）

代表的なハイブリッド電気自動車1の構成を図1に示す。また、電力変換装置100、300の電気回路構成を図2に示す。

【0011】

本実施例のハイブリッド電気自動車（以下、「HEV」という。）1は、1つの電動車両であり、2つの車両駆動用システムを備えている。その1つは、内燃機関であるエンジ

50

ン 10 を動力源としたエンジンシステムである。エンジンシステムは、主として H E V の駆動源として用いられる。もう 1 つは、モータジェネレータ 30, 40 を動力源とした車載電機システムである。車載電機システムは、主として H E V の駆動源及び H E V の電力発生源として用いられる。

【0012】

車体（図示省略）のフロント部には前輪車軸 3 が回転可能に軸支されている。前輪車軸 3 の両端には 1 対の前輪 2 が設けられている。車体のリア部には後輪車軸（図示省略）が回転可能に軸支されている。後輪車軸の両端に、1 対の後輪（図示省略）が設けられている。本実施例の H E V では、動力によって駆動される主輪を前輪 2 とし、連れ回される従輪を後輪とする、いわゆる前輪駆動方式を採用しているが、この逆、すなわち後輪駆動方式を採用しても構わない。

10

【0013】

前輪車軸 3 の中央部には前輪側デファレンシャルギア（以下、「前輪側 D E F」と記述する）4 が設けられている。前輪車軸 3 は前輪側 D E F 4 の出力側に機械的に接続されている。前輪側 D E F 4 の入力側には変速機 20 の出力軸が機械的に接続されている。前輪側 D E F 4 は、変速機 20 によって変速されて伝達された回転駆動力を左右の前輪車軸 3 に分配する差動式動力分配機構である。変速機 20 の入力側にはモータジェネレータ 30 の出力側が機械的に接続されている。モータジェネレータ 30 の入力側には、動力分配機構 50 を介して、エンジン 10 の出力側及びモータジェネレータ 40 の出力側が機械的に接続されている。

20

【0014】

なお、モータジェネレータ 30, 40 及び動力分配機構 50 は、変速機 20 の筐体の内部に収納されている。

【0015】

動力分配機構 50 は、歯車 51～58 から構成された差動機構である。歯車 53～56 はかさ歯車である。歯車 51, 52, 57, 58 は平歯車である。モータジェネレータ 30 の動力は、変速機 20 に直接に伝達される。モータジェネレータ 30 の軸は、歯車 57 と同軸になっている。この構成により、モータジェネレータ 30 に対して駆動電力の供給が無い場合には、歯車 57 に伝達された動力がそのまま変速機 20 の入力側に伝達される。エンジン 10 の作動によって歯車 51 が駆動されると、エンジン 10 の動力は歯車 51 から歯車 52 に、次に、歯車 52 から歯車 54 及び歯車 56 に、次に、歯車 54 及び歯車 56 から歯車 58 にそれぞれ伝達され、最終的には、歯車 57 に伝達される。モータジェネレータ 40 の作動によって歯車 53 が駆動されると、モータジェネレータ 40 の回転は、歯車 53 から歯車 54 及び歯車 56 に、次に、歯車 54 及び歯車 56 から歯車 58 のそれぞれ伝達され、最終的には歯車 57 に伝達される。

30

【0016】

なお、動力分配機構 50 としては、上記差動機構に代えて遊星歯車機構などの他の機構を用いても構わない。

【0017】

モータジェネレータ 30, 40 は、回転子に永久磁石を備えた同期機であり、固定子の電機子巻線 31, 41 に供給される交流電力が電力変換装置 100, 300 によって制御されることにより駆動が制御される。電力変換装置 100, 300 には、バッテリー 60 が電氣的に接続されており、バッテリー 60 と電力変換装置 100, 300 との相互において電力の授受が可能である。

40

【0018】

本実施例では、モータジェネレータ 30 及び電力変換装置 100 からなる第 1 電動発電ユニットと、モータジェネレータ 40 及び電力変換装置 300 からなる第 2 電動発電ユニットとの 2 つを備え、運転状態に応じてそれらを使い分けている。すなわちエンジン 10 からの動力によって車両を駆動している場合において、車両の駆動トルクをアシストする場合には第 2 電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン 10 の動力によって作動さ

50

せて発電させ、その発電によって得られた電力によって第1電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させる。また、同様の場合において、車両の車速をアシストする場合には第1電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン10の動力によって作動させて発電させ、その発電によって得られた電力によって第2電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させる。

【0019】

また、本実施例では、バッテリー60の電力によって第1電動発電ユニットを電動ユニットとして作動させることにより、モータジェネレータ30の動力のみによって車両の駆動ができる。

【0020】

さらに、本実施例では、第1電動発電ユニット又は第2電動発電ユニットを発電ユニットとしてエンジン10の動力または車輪からの動力によって作動させて発電させることにより、バッテリー60の充電ができる。

【0021】

(電力変換装置の回路構成)

次に、図2を参照しながら、電力変換装置100、300の電気回路構成を説明する。

【0022】

なお、本実施例では、電力変換装置100、300をそれぞれ個別に構成する場合を例に挙げて説明するが、電力変換装置100、300を1つにまとめて1つのインバータ装置ユニットとして構成してもよい。

【0023】

また、本実施例では、電力系と信号系との区別がし易いように、電力系を実線で、信号系を点線でそれぞれ図示している。

【0024】

電力変換装置100、300は、パワー半導体モジュール101、コンデンサモジュール102及び制御装置103を備えている。

【0025】

パワー半導体モジュール101は、電力変換用主回路を構成するものであり、複数のスイッチング用パワー半導体素子を備えている。複数のスイッチング用パワー半導体素子は、制御装置103から出力された駆動信号を受けて動作し、バッテリー60から供給された直流電力を三相交流電力に変換する。

【0026】

変換された電力は、モータジェネレータ30、40の電機子巻線31、41に供給される。電力変換用主回路は、3相ブリッジ回路により構成されており、3相分の直列回路がそれぞれバッテリー60の正極側と負極側との間に電氣的に並列に接続されている。直列回路はアームとも呼ばれ、上アーム側のスイッチング用パワー半導体素子及び下アーム側のスイッチング用パワー半導体素子から構成されている。

【0027】

本実施例では、スイッチング用パワー半導体素子として、IGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)111を用いている。IGBT111は、コレクタ電極、エミッタ電極及びゲート電極の3つの電極を備えている。IGBT111のコレクタ電極とエミッタ電極との間にはダイオード112が電氣的に接続されている。ダイオード112は、カソード電極及びアノード電極の2つの電極を備えており、IGBT111のエミッタ電極からコレクタ電極に向かう方向が順方向となるように、カソード電極がIGBT111のコレクタ電極に、アノード電極がIGBT111のエミッタ電極にそれぞれ電氣的に接続されている。

【0028】

スイッチング用パワー半導体素子としては、IGBT111の代わりに、MOSFET(金属酸化物半導体型電界効果トランジスタ)を用いてもよい。MOSFETは、ドレイン電極、ソース電極及びゲート電極の3つの電極を備えている。

【0029】

なお、MOSFETは、ソース電極とドレイン電極との間に、ドレイン電極からソース電極に向かう方向が順方向となる寄生ダイオードを備えている。このため、IGBTのように、外付けのダイオード112を設ける必要はない。

【0030】

アームは、モータジェネレータ30、40の電機子巻線31、41の各相巻線に対応して3相分（合計6アーム）設けられている。3つの相はそれぞれ、上アーム側のIGBT111のエミッタ電極及び下アーム側のIGBT111のコレクタ電極が中間電極120を介して電氣的に直列に接続されることにより構成されている。各相の上アーム側のIGBT111のコレクタ電極は、正極側電極130を介して、コンデンサモジュール102の正極側コンデンサ電極171に電氣的接続されている。また、各相の下アーム側のIGBT111のエミッタ電極は、負極側電極140を介して、コンデンサモジュール102の負極側コンデンサ電極172に電氣的に接続されている。

10

【0031】

各アームの中点部分（上アーム側のIGBT111のエミッタ電極と下アーム側のIGBT111のコレクタ電極との接続部分）にあたる中間電極120は、モータジェネレータ30、40の電機子巻線31、41の対応する相巻線に電氣的に接続されている。本実施例では、後で詳細に述べるが、1相（2アーム）を1つの電気回路装置（半導体装置）110によって構成している。

20

【0032】

コンデンサモジュール102は、IGBT111のスイッチング動作によって生じる直流電圧の変動を平滑化するためのものである。コンデンサモジュール102の正極側コンデンサ電極171には、バッテリー60の正極側が電氣的に接続されている。また、コンデンサモジュール102の負極側コンデンサ電極172には、バッテリー60の負極側が電氣的に接続されている。これにより、コンデンサモジュール102は、パワー半導体モジュール101の直流側（入力側）とバッテリー60との間において、パワー半導体モジュール101の直流側（3相のそれぞれの正極側電極130と負極側電極140との間）とバッテリー60のそれぞれに対して電氣的に並列に接続されることになる。

【0033】

制御装置103は、IGBT111を作動させるためのものであり、他の制御装置やセンサ等からの入力情報に基づいて、IGBT111のスイッチングタイミングを制御するためのタイミング信号を生成する制御回路と、制御回路から出力されたタイミング信号に基づいて、IGBT111をスイッチング動作させるためのドライブ信号を生成する駆動回路とを備えている。

30

【0034】

制御回路は、マイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と記述する）によって構成されている。マイコンには入力情報として、モータジェネレータ30、40に対して要求される目標トルク値、パワー半導体モジュール101からモータジェネレータ30、40の電機子巻線31、41に供給される電流値、及びモータジェネレータ30、40の回転子の磁極位置が入力されている。

40

【0035】

目標トルク値は、上位制御装置から出力された指令信号に基づくものである。電流値は、電流センサ194から出力された検出信号に基づいて検出されたものである。磁極位置は、モータジェネレータ30、40に設けられた回転磁極センサ32、42から出力された検出信号に基づいて検出されたものである。本実施例では2相の電流値を検出する場合を例に挙げて説明するが、3相分の電流値を検出するようにしても構わない。

【0036】

マイコンは、目標トルク値に基づいてd、q軸の電流指令値を演算し、この演算されたd、q軸の電流指令値と、検出されたd、q軸の電流値との差分に基づいてd、q軸の電圧指令値を演算し、この演算されたd、q軸の電圧指令値を、検出された磁極位置に基づ

50

いてU相、V相、W相の電圧指令値に変換する。そして、マイコンは、U相、V相、W相の電圧指令値に基づく基本波（正弦波）と搬送波（三角波）との比較に基づいてパルス状の変調波を生成し、この生成された変調波をPWM（パルス幅変調）信号として駆動回路に出力する。駆動回路には、各相の上下アームに対応して6つのPWM信号がマイコンから出力される。マイコンから出力されるタイミング信号としては矩形波信号などの他の信号を用いても構わない。

【0037】

駆動回路は、複数の電子回路部品を1つに集積した集積回路、いわゆるIC（Integrated Circuit）によって構成されている。本実施例では、各相の上下アームのそれぞれに対して1個のICを設ける場合（1in1）を例に挙げて説明するが、各相に対応して1個のICを設ける（2in1）、或いは全てのアームに対応して1個のICを設ける（6in1）ようにしても構わない。

10

【0038】

駆動回路は、下アームを駆動する場合、PWM信号を増幅し、これをドライブ信号として、対応する下アームのIGBT111のゲート電極に、上アームを駆動する場合、PWM信号の基準電位のレベルを上アームの基準電位のレベルにシフトしてからPWM信号を増幅し、これをドライブ信号として、対応する上アームのIGBT111のゲート電極にそれぞれ出力する。これにより、各IGBT111は、入力されたドライブ信号に基づいてスイッチング動作する。

【0039】

20

また、制御装置103は、異常検知（過電流、過電圧、過温度など）を行い、パワー半導体モジュール101を保護している。このため、制御装置103には、センシング情報が入力されている。例えば、各アームのセンサリード配線163からは、各IGBT111のエミッタ電極に流れる電流の情報が制御装置103に入力されている。これにより、制御装置103は過電流検知を行い、過電流が検知された場合には対応するIGBT111のスイッチング動作を停止させ、対応するIGBT111を過電流から保護する。

【0040】

パワー半導体モジュール101に設けられた温度センサ104からは、パワー半導体モジュール101の温度の情報がマイコンに入力されている。また、マイコンにはパワー半導体モジュール101の直流正極側の電圧の情報が入力されている。マイコンは、それらの情報に基づいて過温度検知及び過電圧検知を行い、過温度或いは過電圧が検知された場合には全てのIGBT111のスイッチング動作を停止させ、パワー半導体モジュール101を過温度または過電圧から保護する。

30

【0041】

（パワー半導体モジュールの構成）

図10は、本実施例の電力変換装置に用いられる代表的なパワー半導体モジュール101の構造図である。半導体チップ（IGBT111、ダイオード112）とその端子との接続を含めて示している。

【0042】

パワー半導体モジュール101は、銅等で構成された金属ベース944の一方に、樹脂ケース946が搭載されている。また、樹脂ケース946の内部において、金属ベース944には、複数のIGBT111及びダイオード112が実装されている。

40

【0043】

複数のIGBT111及びダイオード112の組は、PWM制御を行うため、U相、V相、W相に分けられる。本図では、各アームにつき、2組のIGBT111及びダイオード112が並列接続で実装されている。これは、単一の半導体チップだけでは流せない量の大電流を流すためである。また、各相につき、直流端子である正極端子側に接続される上アームと、直流端子である負極端子側に接続される下アームの2組のIGBT111及びダイオード112が実装されている。このため、本図のパワー半導体モジュール101には、IGBT111及びダイオード112の組が、合計で12組存在する。

50

【0044】

直流端子となる正極端子 I T 1 P 及び負極端子 I T 1 N は、樹脂ケースの内部において、絶縁シート 9 4 8 を介した積層構造を有している。このような積層構造を有することにより、直流配線部におけるインダクタンスを低減させることができる。

【0045】

また、これらの直流端子は、I G B T 1 1 1 またはダイオード 1 1 2 にボンディングワイヤ 9 5 0 により電氣的に接続される。ただし、ボンディングワイヤ 9 5 0 に代えて、金属板を用いて接続することも可能である。金属板を用いることにより、ボンディングワイヤ 9 5 0 を用いた場合と比較して、信頼性を維持しつつ大電流を流すことが可能になる。また、配線部におけるインダクタンスを低減することができる。

10

【0046】

また、パワー半導体モジュールには、ゲート基板からの制御信号を入力するため、ゲートピン 9 5 2 が設けられている。ゲートピン 9 5 2 は、各 I G B T 1 1 1 のゲート端子に接続されている。

【0047】

I G B T 1 1 1 及びダイオード 1 1 2 は、窒化アルミ (A l N) 等の絶縁基板 9 5 6 上に搭載されている。窒化アルミ (A l N) は、良好な熱伝導性を有するため、好んで用いられる。また、窒化アルミ (A l N) に代えて、窒化ケイ素 (S i N) を用いることも可能である。窒化ケイ素 (S i N) は靱性が高いため、絶縁基板 9 5 6 を薄く形成することができる。

20

【0048】

絶縁基板 9 5 6 には、金属ベース 9 4 4 側には、N i メッキした銅などで全面パターンが形成され、チップ (I G B T 1 1 1, ダイオード 1 1 2) 側には N i メッキした銅などで配線パターンが形成されている。絶縁基板 9 5 6 の両面に金属を貼り付けることにより、チップと金属ベース 9 4 4 とのはんだ付けを可能にするとともに、絶縁基板 9 5 6 を金属で挟んだサンドイッチ構造としている。

【0049】

このような構成により、温度変化したときに熱膨張係数の差による変形を防いでいる。このサンドイッチ構造を採用した結果、絶縁基板 9 5 6 を薄くすると、スイッチング時にチップ 9 5 2 側の配線パターンに流れる電流変化に応じて、金属ベース 9 4 4 側の全面パターンに誘導されるわず電流が多くなる。結果として、絶縁基板 9 5 6 上の配線パターンの寄生インダクタンスを低減することができ、パワー半導体モジュール 1 0 1 の低インダクタンス化に寄与する。

30

【0050】

樹脂ケース 9 4 6 の内部にはシリコン樹脂が設けられ (図示なし)、シリコン樹脂により、I G B T 1 1 1, ダイオード 1 1 2、及び、ボンディングワイヤ 9 5 0 は覆われることになる。なお、シリコン樹脂に代えて、レジンを用いることもできる。この上に、樹脂カバー (図示なし) を被せることにより、パワー半導体モジュール 1 0 1 が完成する。樹脂カバーの上に、後述するゲート基板 2 0 1 が搭載されることになる。

【0051】

(実施例 1)

実施例 1 の電力変換装置の分解構成図を図 3 に示す。また、本実施例の電力変換装置の上からみた断面構成図を図 4 に示す。

40

【0052】

まず、本実施例における電力変換装置 1 0 0 の構成を説明する。

【0053】

ゲート基板 2 0 1 は、I G B T や M O S F E T 等のスイッチング素子を駆動制御するための駆動回路を備える。

【0054】

パワー半導体モジュール 1 0 1 は、複数のスイッチング素子を備え、これらのスイッチ

50

ング素子は、ゲート基板 201 からの制御信号に基づいて、オン／オフ制御される。このような制御により、上アームのスイッチング素子と下アームのスイッチング素子との間に印加された直流電圧は、U 相、V 相、W 相の三相の交流電圧へと変換される。

【0055】

冷却ジャケット 205 は、発熱量の多いスイッチング素子を冷却するため、水等の冷媒を流す通路を備える。2つの冷却ジャケット 205 のうち一方には、外部からの冷媒の入口となる流路入口部 215 が設けられ、また、他方には、外部への出口となる流路出口部 216 が設けられている。

【0056】

本実施例の電力変換装置 100 では、ゲート基板 201、パワー半導体モジュール 101、冷却ジャケット 205 は、それぞれ 2つ設けられている。ただし、それぞれ複数個備えたものであれば、2つのものに限られず、3つ以上設けられているものであっても良い。

10

【0057】

コンデンサモジュール 102 は、複数のコンデンサが組み合わさって構成されている。コンデンサモジュール 102 は、金属ケース 220 を有しており、この金属ケース 220 の内部に複数のコンデンサが設けられている。また、金属ケース 220 の表面には、冷却ジャケット 205 との接触部において、コンデンサモジュール 102 による発熱を効果的に放出するため、放熱シート 222 が設けられている。本実施例では、金属ケース 220 の両面に 2つの冷却ジャケット 205 が接触するため、金属ケース 220 の両面に放熱シート 222 が設けられている。

20

【0058】

DC バスバー 230 は、パワー半導体モジュール 101 の直流端子（正極端子及び負極端子）とコンデンサモジュール 102 の直流端子（正極端子及び負極端子）との間を電氣的に接続するものである。正極端子に接続される正極バスバーと負極端子に接続される負極バスバーは、それぞれ絶縁体を介して積層させる構成を採用することにより、DC バスバー 230 におけるインダクタンスを低減させることができる。

【0059】

通路接続部材 240 は、2つの冷却ジャケット 205 の各通路の間を接続するものである。通路接続部材 240 が 2つの冷却ジャケット 205 に接続されることにより、冷媒通路が完成することになる。通路接続部材 240 は、アルミニウム等の金属により形成される。特に、振動による影響を防止するためには、金属等の硬質部材で形成することが好ましい。ただし、取付け易さを優先させる場合には、軟質素材であるゴムホース等を用いることもできる。

30

【0060】

制御基板 244 は、外部の上位制御装置からの指令に基づいて、ゲート基板 201 に制御信号を伝達させるための制御回路を備える。制御基板 244 は、制御回路が形成されるプリント基板からなる。また、制御回路の発熱を放出するため、必要に応じて、アルミニウム等の金属からなる放熱板 245 を備えるものであっても良い。この場合、放熱板 245 の上に、制御回路が実装されたプリント基板を搭載した二重構造となる。

【0061】

40

筐体 250 は、アルミニウム等の金属からなり、ゲート基板 201、パワー半導体モジュール 101、冷却ジャケット 205、通路接続部材 240、DC バスバー 230、及び、制御基板 244 の各構成要素は、この筐体 250 の内部に収容される。また、カバー 260 は、アルミニウム等の金属からなり、筐体 250 に固定される。

【0062】

次に、本実施例における電力変換装置 100 の組立方法について説明する。

【0063】

まず、ゲート基板 201 をパワー半導体モジュール 101 に搭載する。このとき、パワー半導体モジュール 101 のゲートピン 952 は、ゲート基板 201 の制御信号出力部に電氣的に接続される。

50

【0064】

ゲート基板201が搭載されたパワー半導体モジュール101を、冷却ジャケット205に搭載する。冷却ジャケット205には、冷媒の通路が形成されているが、パワー半導体モジュール101が搭載される前には、通路は完成していない。すなわち、パワー半導体モジュール101が搭載されることになる側面は、外部に露出した状態になっている。このため、冷却ジャケット205にパワー半導体モジュール101が搭載されることにより、露出部がパワー半導体モジュール101により覆われ、通路が完成する。本実施例では、上記構造を採用した直接冷却構造を有するが、特にこれに限られず、単独で通路が完成した構造を備えた冷却ジャケットを用いるものであっても良い。

【0065】

また、パワー半導体モジュール101と冷却ジャケット205の間はOリング252（図5参照）によってシールされる。ただし、シール方法はこれに限られず、液状シール材や溶接等によってシールするものであっても良い。

【0066】

コンデンサモジュール102の金属ケース220の両面において、放熱シート222を設ける。この放熱シート222を介して、2つの冷却ジャケット205を金属ケース220の両面に接触させる。冷却ジャケット205は支柱228を備えており、上下にある支柱228に挟み込むように、コンデンサモジュール102を収容する。このとき、冷却ジャケット205とコンデンサモジュール102の金属ケース220との間は、複数のネジにより固定される。ただし、固定方法はこれに限られず、ネジ止めの代わりに、溶接等により固定するものであっても良い。

【0067】

この結果、2つのパワー半導体モジュール101は、それぞれのパワー半導体モジュール101に設けられたスイッチング素子の主面が略平行になるように設置されることになる。すなわち、2つのパワー半導体モジュール101を縦に配置し、その間に冷媒が流れる通路とコンデンサモジュール102を設けた構成により、電力変換装置100の小型化を図ることが可能になる。

【0068】

DCバスバー230は、コンデンサモジュール102の上部に配置される。DCバスバー230は、正極バスバー及び負極バスバーを有し、それぞれ、コンデンサモジュール102の直流端子（正極端子及び負極端子）とパワー半導体モジュール101の直流端子（正極端子及び負極端子）との間を電氣的に接続する。これらのバスバーと端子との接続部は、ネジにより固定される。ただし、溶接等の方法によって固定するものでも良い。

【0069】

次に、通路接続部材240を2つの冷却ジャケット205に接続する。通路接続部材240と冷却ジャケット205との接続部における分解拡大図を図5に示す。

【0070】

通路接続部材240は、冷却ジャケット205に接続される先端部にフランジ248を有する。また、通路接続部材240と冷却ジャケット205の間には、Oリング252が介在されている。このOリング252を介して、フランジ248を冷却ジャケット205に接触させる。その後、冷却ジャケット205にフランジ248をネジ256で止めることにより、通路接続部材240と冷却ジャケット205を確実に固定する。なお、本図では、通路接続部材240と冷却ジャケット205はネジ256により固定される構成を採用しているが、これに代えて、溶接等により固定することも可能である。

【0071】

次に、上記のとおり組み立てた構成部品を筐体250の内部に入れる。これらの構成部品は、筐体250の内部において、ネジ止め等により固定される。

【0072】

DCバスバー230の上部において、制御基板244を筐体250の内部に固定する。制御基板244は、制御回路による発熱を放出するための放熱板245を有しており、こ

10

20

30

40

50

の放熱板 245 が筐体 250 の内部に形成された棚部 262 に配置される。放熱板 245 と棚部 262 は、ネジ等を用いて固定する。

【0073】

最後に、カバー 260 を筐体 250 にネジ止めにより固定することにより、電力変換装置 100 が完成する。

【0074】

以上のような構成により、本実施例によれば、電力変換装置の小型化を図りつつ、組立性を向上させることができる。

【0075】

(実施例 2)

実施例 2 の電力変換装置の分解構成図を図 6 に示す。

【0076】

本実施例の基本構成は実施例 1 と同一であるため、実施例 1 と同一の部分についての説明は省略する。

【0077】

本実施例の電力変換装置は、実施例 1 の電力変換装置が有する各構成部品に加えて、DC-DC コンバータ 270 を備えている。DC-DC コンバータ 270 は、所定の直流電圧を昇圧または降圧させるために設けられる。図 6 に示されるように、DC-DC コンバータ 270 には、通路接続部材 240 が貫通しており、DC-DC コンバータ 270 からの発熱を効果的に冷却できる構成となっている。

【0078】

DC-DC コンバータ 270 も発熱するため、DC-DC コンバータ 270 を電力変換装置 100 に内蔵する場合には、通路接続部材 240 に接触させることにより、DC-DC コンバータ 270 の放熱効率を向上させることが可能になる。

【0079】

図 7 に、DC-DC コンバータ 270 の拡大構成図を示す。

【0080】

DC-DC コンバータ 270 は、リアクトル 272 と、制御回路が搭載された制御回路基板 274 とを有する。リアクトル 272 は樹脂封止されている。また、リアクトル 272 を封止した樹脂は、通路接続部材 240 の一部を覆うことにより、通路接続部材 240 と一体化した構成を有する。DC-DC コンバータ 270 では、リアクトル 272 からの発熱が大きいため、リアクトル 272 の封止樹脂で通路接続部材を覆うような一体構成とすることにより、DC-DC コンバータ 270 の発熱を通路接続部材 240 において効率的に冷却することが可能になる。

【0081】

なお、本図では、通路接続部材 240 が樹脂により覆われているが、特にこのような構造に限らない。DC-DC コンバータ 270 をそのまま通路接続部材 240 に固定するものであってもよい。

【0082】

(実施例 3)

実施例 3 の電力変換装置の分解構成図を図 9 に示す。

【0083】

本実施例の基本構成は実施例 1 と同一であるため、実施例 1 と同一の部分についての説明は省略する。

【0084】

本実施例の電力変換装置 100 は、筋交い板 280 を有する。筋交い板 280 は 2 枚の金属板を備え、その 2 枚の金属板は中央部 282 で固定されている。中央部を基準として、2 枚の金属板は、その間隔を変更できるように構成されている。

【0085】

本実施例では、補強材として用いられる筋交い板 280 が、2 つの冷却ジャケット 205

10

20

30

40

50

に接続される。このような筋交い板 280 を用いることにより、各構成物の固定強度を向上できるため、振動に対する耐性を向上させることが可能になる。

【0086】

本実施例の電力変換装置 100 の組立方法は、ゲート基板 201、パワー半導体モジュール 101、冷却ジャケット 205、DC バスバー 230、及び、通路接続部材 240 を組み立てるところまでは、実施例 1 と同じである。

【0087】

上記構成要素を実装した後、筋交い板 280 を 2 つの冷却ジャケット 205 にネジ止め等により固定する。その後、筐体 250 の内部に入れ、放熱板 245 を備えた制御基板 244 を搭載し、カバー 260 を筐体 250 に固定する点は、実施例 1 と同じである。

10

【0088】

本実施例の電力変換装置によれば、小型化及び組立性の向上を図ることができるとともに、さらに耐振性を向上させることが可能になる。

【0089】

(実施例 4)

実施例 4 の電力変換装置の断面構成図を図 8 に示す。冷媒の入口部 215 及び冷媒の出口部 216 がある側面から見て、電力変換装置 100 の内部を透視した図になっている。ここでも、上記実施例と同様の部分についての説明は省略し、上記実施例と異なる部分のみ説明する。

【0090】

20

本実施例では、2 つの冷却ジャケット 205 の間に配置する電子部品として、コンデンサモジュール 102 の代わりに、DC-DC コンバータ 270 を採用したものである。

【0091】

支柱 228 に支えられた DC-DC コンバータ 270 は、その向かい合う両面において、2 つの冷却ジャケット 205 に挟み込まれた構成を有している。このような構成により、DC-DC コンバータ 270 をより効果的に冷却することが可能になる。

【0092】

コンデンサモジュール 102 は、DC-DC コンバータ 270 を挟んだ冷却ジャケット 205 の上方において、筐体 250 に設けられた棚部 261 に配置されている。パワー半導体モジュール 101 の上部から延びた DC バスバー 230 は、コンデンサモジュール 102 が配置された上方へと延びて、コンデンサモジュール 102 と電氣的に接続される。

30

【0093】

コンデンサモジュール 102 より DC-DC コンバータ 270 の放熱効率を優先させたい場合には、本実施例のような構成を採用することがより望ましい。

【0094】

本実施例の電力変換装置によれば、小型化及び組立性の向上を図ることができるとともに、電子部品冷却の自由度を高めることが可能になる。

【0095】

以上、本発明の内容を実施例に基づいて詳細に説明したが、本発明の範囲は、特にこれらに限られるものではなく、本発明の技術思想の範囲を逸脱しない範囲内で適宜変更可能である。

40

【0096】

例えば、上記実施例では、2 つのパワー半導体モジュールを縦に配置することにより電力変換装置の小型化を図ったが、これに代えて、2 つのパワー半導体モジュールを横に配置し、2 つのパワー半導体モジュールを同一平面上に配置した構成を採用することもできる。

【0097】

また、上記実施例では、2 つの冷却ジャケットの間に配置する電子部品として、コンデンサモジュール、または、DC-DC コンバータが採用されることを説明した。ただし、

50

これらに代えて、他の電子部品を２つの冷却ジャケットの間に配置することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【００９８】

【図１】本発明の電力変換装置が用いられる代表的なハイブリッド電気自動車の構成図である。

【図２】本発明の電力変換装置の代表的な回路構成図である。

【図３】実施例１の電力変換装置の分解構成図である。

【図４】実施例１の電力変換装置の上からみた断面構成図である。

【図５】通路接続部材と冷却ジャケットの接続部の分解拡大図である。

10

【図６】実施例２の電力変換装置の分解構成図である。

【図７】本発明の電力変換装置に内蔵されるＤＣ－ＤＣコンバータの拡大構成図である。

【図８】実施例４の電力変換装置の断面構成図である。

【図９】実施例３の電力変換装置の分解構成図である。

【図１０】本発明の電力変換装置に用いられる代表的なパワー半導体モジュールの構造図である。

【符号の説明】

【００９９】

１００ 電力変換装置

１０１ パワー半導体モジュール

20

１０２ コンデンサモジュール

２０１ ゲート基板

２０５ 冷却ジャケット

２１５ 入口部

２１６ 出口部

２２２ 放熱シート

２３０ ＤＣバスバー

２４０ 通路接続部材

２４４ 制御基板

２４５ 放熱板

30

２５０ 筐体

２５２ オリング

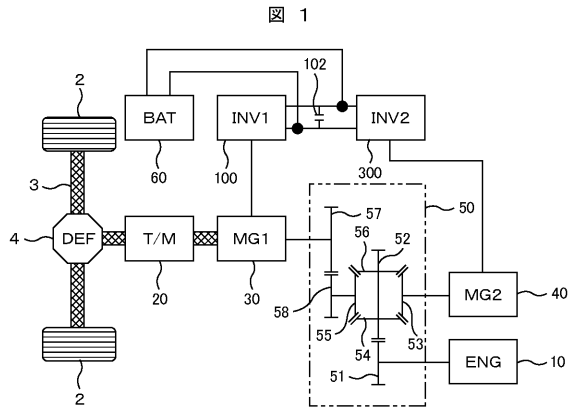
２６０ カバー

２７０ ＤＣ－ＤＣコンバータ

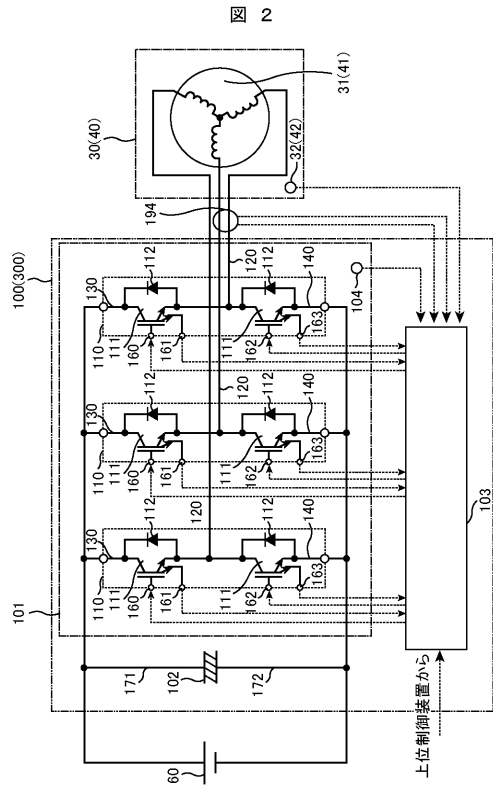
２７２ リアクトル

２８０ 筋交い板

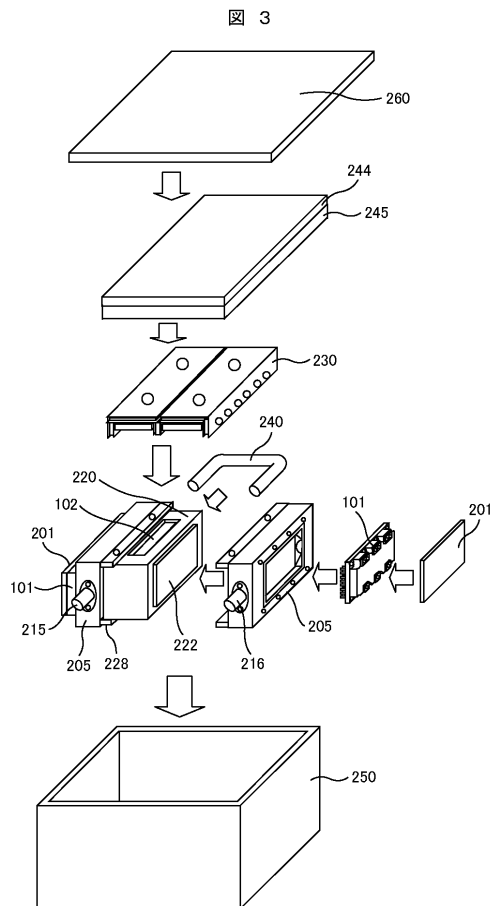
【図 1】



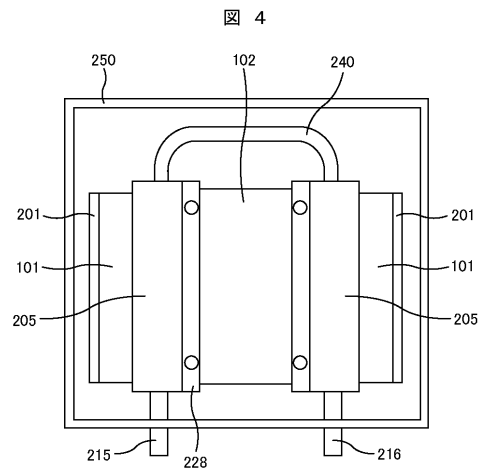
【図 2】



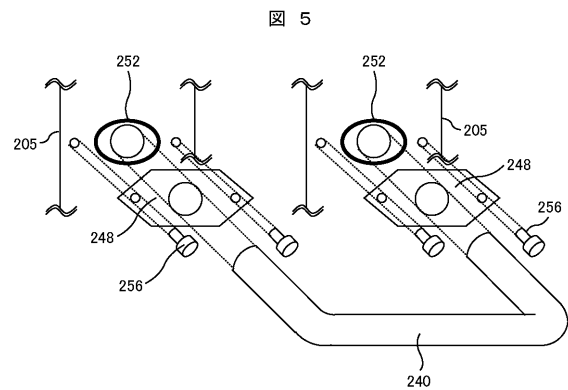
【図 3】



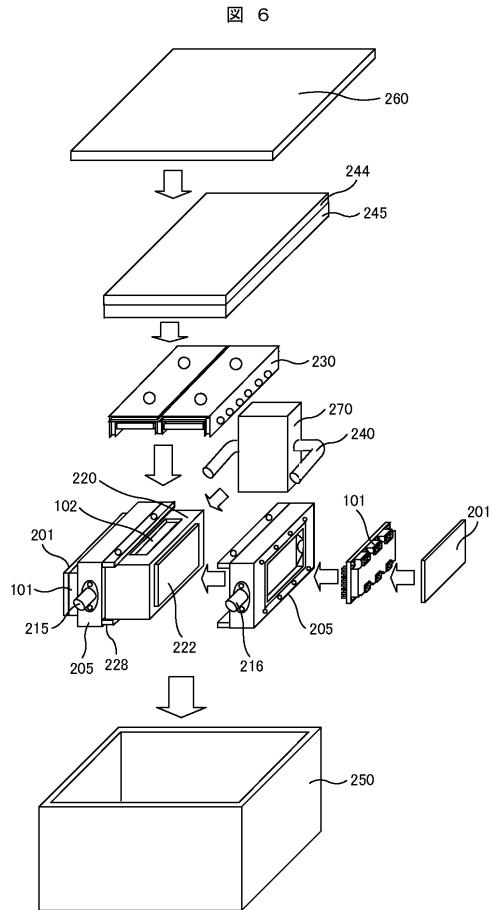
【図 4】



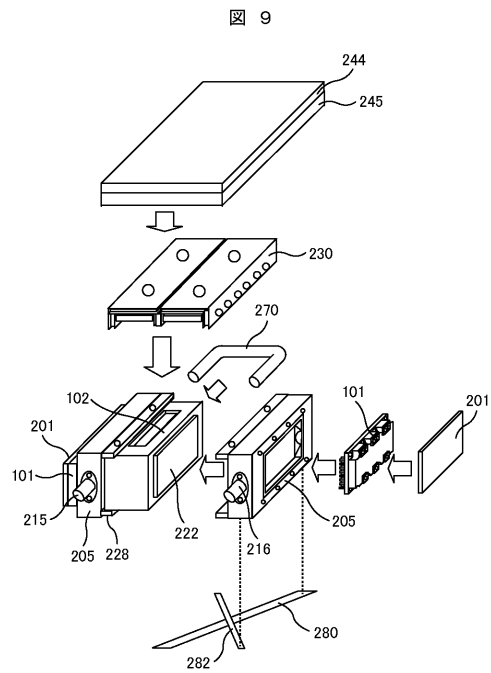
【図 5】



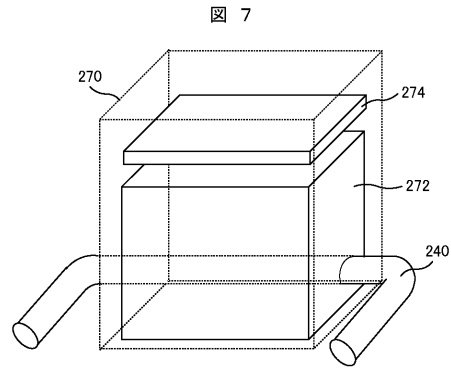
【図 6】



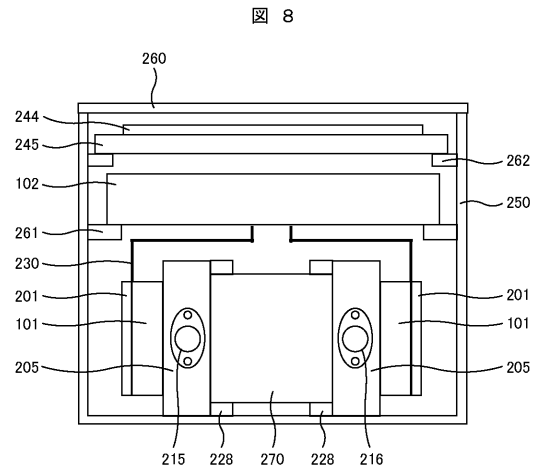
【図 9】



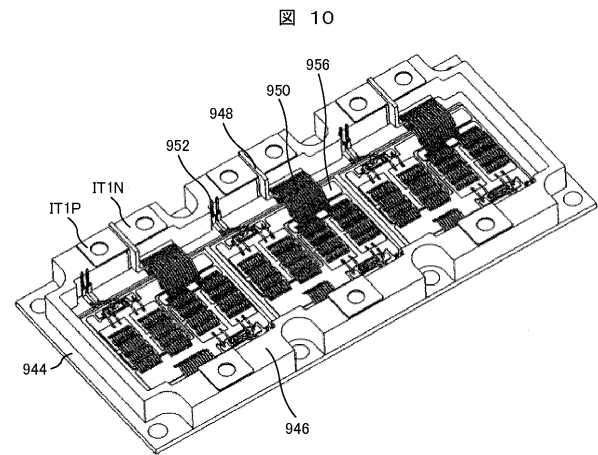
【図 7】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 宮崎 英樹

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 齋藤 隆一

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
ティブシステムグループ内

株式会社 日立製作所 オートモ

審査官 櫻田 正紀

(56)参考文献 特開2006-262623 (JP, A)

特開2003-134823 (JP, A)

特開平09-215343 (JP, A)

特開2007-028785 (JP, A)

特開平06-189543 (JP, A)

特開2005-012940 (JP, A)

特開2004-296958 (JP, A)

特開2005-137116 (JP, A)

特開2006-074963 (JP, A)

特開2002-343409 (JP, A)

特開2006-190911 (JP, A)

特開2006-049555 (JP, A)

特開2006-207920 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 7/48

H02M 1/00

H02M 7/5387