

(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2009-5462

(P2009-5462A)

(43) 公開日 平成21年1月8日(2009.1.8)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
 H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 Z 5H007

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2007-162812 (P2007-162812)
 (22) 出願日 平成19年6月20日 (2007.6.20)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 110000442
 特許業務法人 武和国際特許事務所
 (72) 発明者 瀬戸 貞至
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内
 (72) 発明者 藤野 伸一
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
 株式会社日立製作所オートモティブシステムグループ内
 Fターム(参考) 5H007 BB06 CA01 CB05 CC23 DB01
 HA03 HA04 HA05

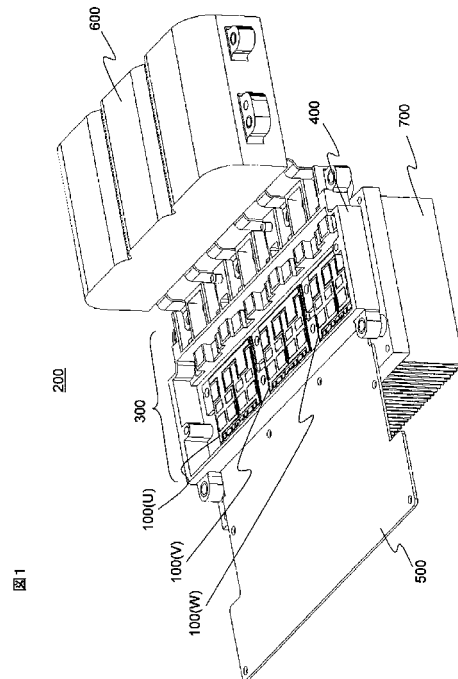
(54) 【発明の名称】 電力変換装置

(57) 【要約】

【課題】 車載仕様が満足されるようにした電力変換装置を提供すること。

【解決手段】 3個の単位パワーモジュール100を備えたパワーモジュール300とゲート駆動回路を含む制御回路基板500を、当該制御回路基板500がパワーモジュール300の横に並んだ状態で熱交換器700に取付け、このとき平滑用のコンデンサ600を接続するための正負対になった直流端子と多相交流電流を入出力するための複数の交流端子とをパワーモジュール300のパワーモジュールケース400に一体にモールド成形し、単位パワーモジュール100に搭載されているスイッチング素子に制御信号を供給するための複数の制御端子は、図では右側にある直流端子と交流端子が設けられている方とは反対側に設け、単位パワーモジュール100のスイッチング素子の制御端子と、制御回路基板500のゲート信号出力端子とをワイヤボンディングし、平滑用のコンデンサ600は、パワーモジュール300の横又は上に配置したもの。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のスイッチング素子が搭載された略方形のパワーモジュールと、前記スイッチング素子の駆動回路が搭載された略方形の制御回路基板と、前記パワーモジュールが搭載された熱交換器と、平滑用のコンデンサとを備えた電力変換装置において、

前記パワーモジュールは、前記平滑用のコンデンサを接続するための正負対になった直流端子と、多相交流電流を入出力するための複数の交流端子と、前記スイッチング素子に制御信号を供給するための複数の制御端子とを備え、

前記直流端子と前記交流端子は、前記パワーモジュールの4辺ある側辺部の中の一側辺部に一列になって配置され、前記制御端子は、前記直流端子と前記交流端子が配置されている側辺部とは反対側にあつて、当該側辺部に対抗している側辺部に配置されており、

前記制御回路基板は、その端縁部の中の一側縁部にゲート信号出力端子を備え、当該ゲート信号出力端子が備えられている端縁部が、前記パワーモジュールの前記制御端子が配置されている側辺部に接するようにして前記パワーモジュールの横に並んで配置されていることを特徴とする電力変換装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記パワーモジュールと前記制御回路基板が重ならないよう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 3】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記交流端子が前記正負対になった直流端子の間に配置されていることを特徴とする電力変換装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記パワーモジュールの制御端子と前記制御回路基板のゲート信号出力端子がボンディングワイヤで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、

前記複数のスイッチング素子が一列に並んで配置されていることを特徴とする電力変換装置。

30

【請求項 6】

請求項 4 に記載の電力変換装置において、

前記制御回路基板が前記熱交換器に接着剤で固定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 3 に記載の電力変換装置において、

前記正負対になった直流端子と前記交流端子の少なくとも一部が積層構造を有することを特徴とする電力変換装置。

【請求項 8】

請求項 4 に記載の電力変換装置において、

前記ボンディングワイヤは、当該ボンディングワイヤによる接続部も含めて絶縁材料を素材とした樹脂により封止されていることを特徴とする電力変換装置。

40

【請求項 9】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記スイッチング素子は多相交流の各相毎に分けられ、単位パワーモジュールとし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 10】

請求項 9 に記載の電力変換装置において、

前記単位パワーモジュールがパワー系の配線接続部と信号系の配線接続部を備え、これ

50

らパワー系の配線接続部と信号系の配線接続部が絶縁金属基板上で分離されていることを特徴とする電力変換装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 に記載の電力変換装置において、

前記平滑用のコンデンサが、前記パワーモジュールの横又は上に配置さ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、パワー半導体と制御回路素子を回路基板に搭載しモジュール化した電力変換装置に係り、特に車載用に好適な電力変換装置に関する。 10

【背景技術】

【0002】

近年、省エネや大気汚染抑制の見地から、ハイブリッド車も含めて電気自動車に注目が集まっているが、この場合、走行駆動用のモータには、主として誘導電動機や同期電動機などの交流電動機が使用され、従って、電源バッテリーから供給される直流電力を交流電力に変換するインバータと呼ばれる電力変換装置が必要である。

そこで、まず、このような電力変換装置を備えたハイブリッド自動車について、図 1 4 により説明する。

【0003】

この図 1 4 は、ハイブリッド自動車の一例として、エンジン 3 0 による走行駆動力に、交流発電機 3 5 による駆動力が加算されるようにした場合のハイブリッド自動車 5 0 を示したもので、この場合、エンジン 3 0 の駆動力は、トランスミッション 3 1 から車軸 3 2 A、3 2 B を介して前輪 3 3 A、3 3 B に伝達され、この結果、前輪 3 3 A、3 3 B が回転駆動され、自動車が走行することになる。このとき交流発電機 3 5 による駆動力は、エンジン 3 0 のクランク軸に伝達され、エンジン 3 0 の駆動力に加算される。 20

なお、この例では、前輪 3 3 A、3 3 B をエンジン 3 0 で駆動する、いわゆる前輪駆動車両として説明しているが、後輪をエンジンで駆動するようにしてもよい。また、トラックのような 6 輪以上の車両、トレーラのような牽引車両にも適用可能である。

【0004】

交流発電機 3 5 は、いわゆるモータジェネレータ(M/G)で、エンジン 3 0 と共にエンジンルーム内に設けられ、エンジン 3 0 のクランク軸とベルト 3 4 により連結されている。そして、電力変換装置 2 9 は、この交流発電機 3 5 に接続されている。このとき電力変換装置 2 9 には、例えば電圧 4 2 V の動力用バッテリー 3 6 と、電圧 1 2 V の通常の車載バッテリー 3 8 の双方が接続されている。 30

ここで、動力用バッテリー 3 6 は、自動車駆動用の電源となり、車載バッテリー 3 8 は、ライトやエアコンなどの補機駆動用の電源となる。このため交流発電機 3 5 には、例えば巻線界磁形 3 相交流回転電機を用い、これにより通常の車載バッテリーの電圧よりも高い電圧、例えば 4 2 V の電圧での電動動作と発電動作が可能にしてある。

【0005】

そして、この電力変換装置 2 9 は、交流発電機 3 5 がエンジン 3 0 により駆動され、発電動作しているときはコンバータ(順変換装置)として動作し、交流発電機 3 5 を電動機として働かせるときはインバータ(逆変換装置)として動作する。そして、まず、コンバータとして動作したときは、動力用バッテリー 3 6 には電圧 4 2 V の直流電力が供給され、車載バッテリー 3 8 には電圧 1 2 V の直流電力が供給されるように動作し、各バッテリーに充電が行われるように働き、次に、インバータとして動作したときは、動力用バッテリー 3 6 から供給される電圧 4 2 V の直流電力を所定の電圧と所定の周波数の交流電力に変換し、それを交流発電機 3 5 に供給するように働く。 40

【0006】

ここで、図 1 5 は、電力変換装置 2 9 の回路構成の一例を示したもので、この電力変換 50

装置 29 は、動力用バッテリー 36 又は車載バッテリー 38 に主回路配線 31 を介して接続されてたパワーモジュール 290 を備えている。このパワーモジュール 290 には半導体スイッチング素子が備えられていて、図示していない制御回路から供給されるゲート駆動信号によりスイッチング動作することにより、動力用バッテリー 36 又は車載バッテリー 38 から供給される直流電力を可変周波数の 3 相交流電力に変換し、U V W 相の出力配線 32 を介して交流発電機 35 に供給するというインバータとしての働きをする。

【0007】

また、この電力変換装置 29 は、交流発電機 35 を発電動作させたときには、発電機された三相交流電力を直流電力に変換するというコンバータとしても動作し、動力用バッテリー 36 又は車載バッテリー 38 を充電する働きもする。

10

このときパワーモジュール 290 の直流側には電解コンデンサ 20 が接続されていて、パワーモジュール 290 の半導体スイッチング素子のスイッチング動作による直流電圧の変動を抑制する働きをする。

【0008】

このときの電力変換装置 29 の動作は、車両の状態や運転者の操作状況に応じて、図示していないコンピュータ制御装置により実行される。そして、この結果、ハイブリッド自動車 50 は、常に的確な走行状態に加え、アイドルストップ機能やブレーキ回生機能を備えることができ、燃費の改善を得ることができる。

ところで、この例では、モータジェネレータ 35 がエンジン 30 にベルト 34 で連結されているが、チェーン等の他の連結手段も適応可能である。また、モータジェネレータ 35 をエンジン 30 とトランスミッション 31 の間に設けても良く、トランスミッション 31 の中に設けるようにしても良い。

20

【0009】

ここで、このようなハイブリッド自動車について開示した公知文献としては、例えば特許文献 1 を挙げることができ、電力変換装置について開示した公知文献としては、例えば特許文献 2 と特許文献 3 を挙げるができる。

【特許文献 1】特開 2002 - 136171 号公報

【特許文献 2】米国特許第 5,543,659 号明細書

【特許文献 3】特開 2006 - 165409 号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述のように、電力変換装置は、例えばハイブリッド自動車などにおいて重要な構成要素を占めているが、この場合、電力変換装置は、これも上述のように、走行駆動用のモータに電力を供給するためだけではなく、エアコンなどの他の電装品にも電力を供給しなければならない。しかも近年、自動車の性能向上や居住性向上についての要求は、更に高まる傾向にあり、従って車載用の場合、電力変換装置が扱う電力量は増大の一途を辿っているといえる。

【0011】

このとき、自動車全体では小型化や軽量化の方向にあるため、電力変換装置についても小型化や軽量化が大きな命題になる。ここで、いうまでもなく、小型化や軽量化は、機器の種別を問わず、常に普遍的な命題であるが、しかし車載用の機器の場合、特に重要である。何故なら車載用の電力変換装置の場合、産業用などの場合と比較して、温度変化の大きい環境での使用と厳しい小型化がスペック(仕様)として要求されるのが通例で、従って、高温環境のもとでも高い信頼性を維持しながら大容量且つ可能な限り小型軽量化されたものが要求されるからである。

40

【0012】

また、自動車の場合、エンジン制御や車両走行制御などに多くの電子機器(マイコン)が使用されているのが通例であるが、これらの電子機器は一般に電氣的なノイズに弱く、しかも、車両内という比較的狭い空間に電力変換装置と一緒に装備されることになり、従っ

50

て、車載用の場合、ノイズの抑制には十分な配慮が必要で、電力変換装置がノイズ発生源になってしまう虞がないようにする必要がある。

【0013】

従って、本発明の目的は、車載仕様が満足されるようにし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】

【0014】

上記目的は、複数のスイッチング素子が搭載された略方形のパワーモジュールと、前記スイッチング素子の駆動回路が搭載された略方形の制御回路基板と、前記パワーモジュールが搭載された熱交換器と、平滑用のコンデンサとを備えた電力変換装置において、

前記パワーモジュールは、前記平滑用のコンデンサを接続するための正負対になった直流端子と、多相交流電流を入出力するための複数の交流端子と、前記スイッチング素子に制御信号を供給するための複数の制御端子とを備え、前記直流端子と前記交流端子は、前記パワーモジュールの4辺ある側辺部の中の一側辺部に一列になって配置され、前記制御端子は、前記直流端子と前記交流端子が配置されている側辺部とは反対側にあつて、当該側辺部に対抗している側辺部に配置されており、前記制御回路基板は、その端縁部の中の一側縁部にゲート信号出力端子を備え、当該ゲート信号出力端子が備えられている端縁部が、前記パワーモジュールの前記制御端子が配置されている側辺部に接するようにして前記パワーモジュールの横に並んで配置されているようにして達成される。

【0015】

このとき、まず、前記パワーモジュールと前記制御回路基板が重ならないように配置されているようにしても良く、次に、前記交流端子が前記正負対になった直流端子の間に配置されているようにしても良い。

また、このとき、前記パワーモジュールの制御端子と前記制御回路基板のゲート信号出力端子がボンディングワイヤで接続されているようにしても良く、前記複数のスイッチング素子が一列に並んで配置されているようにしても良い。

更に、このとき、前記制御回路基板が前記熱交換器に接着剤で固定されているようにしても良く、前記正負対になった直流端子と前記交流端子の少なくとも一部が積層構造を有するようにしても良い。

【0016】

同じく、このとき、前記ボンディングワイヤは、当該ボンディングワイヤによる接続部も含めて絶縁材料を素材とした樹脂により封止されているようにしても良く、前記スイッチング素子が多相交流の各相毎に分けられ、単位パワーモジュールとして構成されているようにしても良い。

そして、更に、このとき、前記単位パワーモジュールがパワー系の配線接続部と信号系の配線接続部を備え、これらパワー系の配線接続部と信号系の配線接続部が絶縁金属基板上で分離されているようにしても良く、前記平滑用のコンデンサが、前記パワーモジュールの横又は上に配置されているようにしても良い。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、電氣的接続ピンが不要なので、コスト低減が得られ、基板裏面での半田付けが不要なので、高い信頼性を得ることができる。

また、本発明によれば、コンデンサの交換が容易になるので、この点でも信頼性の向上と作業コストの低減を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明に係る電力変換装置について、図示の実施形態により詳細に説明する。

ここで、図1は、本発明の一実施形態に係る電力変換装置200を示したもので、図において、300はパワーモジュール、400はパワーモジュールケース、500はゲート駆動回路を含む制御回路基板、600はコンデンサ、700は熱交換器である。

そして、まず、パワーモジュール300は、例えばPPS(ポリ・フェニレン・サルファイド)などの高機能樹脂で作られたパワーモジュールケース400の中に收容された上で、その底部の放熱面に、良好な熱結合状態になるようにして、熱交換器700が取付けられている。このとき、このパワーモジュール300は、図示のように、3個の単位パワーモジュール100(100U、100V、100W)で構成されている。ここで、このときの符号U、V、Wは、3相交流の各相を意味する。

【0019】

次に、ゲート駆動回路を含む制御回路基板500は、パワーモジュール300に横に並んだ状態で、その一方の端縁部が熱交換器700に熱結合されるようにして、パワーモジュール300と共に当該熱交換器700に取り付けられている。このときの熱交換器700は、図示のように、複数枚の放熱フィンを備えた、いわゆる空冷式のものであり、必要に応じてファン、例えば電動ファンによる送風冷却方式や水冷方式にしても良く、この場合、更なるパワーモジュール300と制御回路基板500の冷却が可能である。

10

【0020】

一方、コンデンサ600は、いわゆる平滑コンデンサで、パワーモジュール300の直流側に接続され、直流電圧を安定化する働きをする。なお、この図では、コンデンサ600が備えられていて、それがパワーモジュール300の直流側に接続されているものであることを単に表わすだけに描いたものであり、従って、このコンデンサ600の具体的な取付位置については、後述するように、図示とは異なる場合もある。

【0021】

次に、図2はパワーモジュール300の回路図で、この実施形態の場合、半導体スイッチング素子2にはIGBT(Insulated Gate Bipolar Transister)が用いられ、このとき必要な電力容量を得るために並列接続した2個の素子が用いられている。また、この実施形態では3相交流用の場合であり、このためU相、V相、W相の各相の上アームと下アームに夫々スイッチング素子が設けてある。従って、2UUはU相の上アームのスイッチング素子で、2UDは下アームのスイッチング素子であり、以下、V相の上アームにはスイッチング素子2VU、同下アームにはスイッチング素子2VDが設けられ、W相の上アームにはスイッチング素子2WU、同下アームにはスイッチング素子2WDが設けられていることになる。

20

【0022】

そして、各々のスイッチング素子には、これも2個並列接続したFWD(フリー・ホイール・ダイオード:Free Wheel Diode)3が夫々並列に接続してあるが、このとき各相の上アームと下アームでは、各々FWD3UU、3UD、3VU、3VD、3WU、3WDとして記載してある。

30

なお、このときのスイッチング素子2とFWD3に代えて、パワー半導体素子として素子構造にダイオードを含んでいるMOS-FET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)を用いるようにしてもよい。

【0023】

ここで、まず、上アームのスイッチング素子2UU、2VU、2WUのコレクタ電極は直流正極端子21に共通に接続され、エミッタ電極は各々下アームのスイッチング素子2UD、2VD、2WDのコレクタ電極に接続される。次に、下アームのスイッチング素子2UD、2VD、2WDのエミッタ電極は直流負極端子22に共通に接続される。

40

従って、各相の上アームと下アームの接続点、すなわち上アームのスイッチング素子のエミッタ電極と下アームのスイッチング素子のコレクタ電極の接続点が、図示のように、各相の中性点となる。そこで、U相アームの中性点は交流U相端子23Uに接続され、V相アームの中性点は交流V相端子23Vに接続され、そしてW相アームの中性点は交流W相端子23Wに接続されることになる。

【0024】

このパワーモジュール300の動作は次の通りで、このとき、まず直流正極端子21と直流負極端子22には、図示しないバッテリーから直流電圧が印加される。このときコンデ

50

ンサ600が接続されているので、その平滑作用により直流電圧の安定化が得られる。

一方、各スイッチング素子2には、図示しない駆動回路から出力される駆動信号が各スイッチング素子2の制御端子13UU、13UD、13VU、13VD、13WU、13WDの夫々に印加され、これにより各スイッチング素子2はON/OFF制御される。この場合の制御は、例えばPWM(Pulse Width Modulation)制御が代表的であり、これにより交流端子23(交流U相端子23U、交流V相端子23V、交流W相端子23W)に所定の周波数で所定の電圧の3相交流電力が供給される。

【0025】

このとき、上述のように、各スイッチング素子とFWDは、各相アーム毎に独立した単位パワーモジュール100として構成されている。

10

そこで、次に、図3と図4により、単位パワーモジュール100の詳細について説明する。ここで、図4は、図3の平面図において矢印Aから見た断面図である。

なお、ここでは、説明の便宜上、単位パワーモジュール100の代表としてU相の単位パワーモジュール100Uについて説明するが、他の相でも同じであるのはいうまでもない。

【0026】

まず、単位パワーモジュール100Uは、回路基板として、絶縁板1aの一方と他方の両面に金属層1b、1cを備えた、いわゆる絶縁金属基板1を用いている。このとき絶縁板1aには、アルミナ(Al_2O_3)、シリコンナイトライド(Si_3N_4)、窒化アルミニウム(AlN)などの絶縁複合材料が用いられ、金属層1b、1cには、主な材料に銅を用い、これに表面めっき処理を施して半田接合に対応させてあり、金属層1cと半田層Sbにより金属板4に半田付け接合されている。このときの金属板4は、単位パワーモジュールの基台となる上、ヒートシンクに対する固定用部材としても機能する。そこで、この金属板4には、銅やCIC、Al-SiC合金などの金属が用いられ、隅に取付孔6を形成して、ネジなどにより熱交換器700に固定し、放熱冷却が図れるようになっている。このとき熱伝導性を高めるため、間にグリスなどを介在させるのが通例である。

20

【0027】

次に、絶縁金属基板1の金属層1bに導体パターンを形成させ、その上で、当該パターンの所定の位置にスイッチング素子2(2UU、2UD)とFWD3(3UU、3UD)を半田付け実装する。なお、このとき1アームに半導体素子とダイオードが2個ずつ用いられていることは上記した通りである。そして、このとき金属層1bに形成してある導体パターンは、図3に示すように、部分パターンP21と部分パターンP22、それに部分パターンP23の3系統に分けて形成してあり、これにより、図3に示すように、上側にパワー系の配線パターンが配置され、信号系の接続パターンと端子(各スイッチング素子2の制御端子13UU、13UD、13VU、13VD、13WU、13WD)は下側に配置されるようにすることができ、この結果、この実施形態によれば、パワー系の配線接続部と信号系の配線接続部が絶縁金属基板1上で分離された状態にすることができる。

30

【0028】

ここで部分パターンP21は、図2において、直流正極端子21に接続され、2箇所にある部分パターンP22は、同じく図2の直流負極端子22に接続される。他方、部分パターンP23は、交流端子23の何れか接続されるが、この場合は交流U相端子23Uに接続されることになる。そして、まず、上アームのスイッチング素子2UUは、そのコレクタ端子側が、図4に示すように、半田層Saにより部分パターンP21に半田接合され、そのエミッタ端子側は、ワイヤーボンディング5により、FWD3UUのアノード端子側を中継して部分パターンP23に接続され、このときFWD3UUも、そのカソード端子側が部分パターンP21に半田接合されている。次に、下アームのスイッチング素子2UDは、そのコレクタ端子側が半田層Sa(図4)により部分パターンP23に半田接合され、そのエミッタ端子側は、ワイヤーボンディング5により、FWD3UDのアノード端子側を中継して部分パターンP22に接続され、このときFWD3UDも、そのカソード端子側が部分パターンP21に半田接合されている。

40

50

【 0 0 2 9 】

次に、図 1 のパワーモジュール 3 0 0 について、図 5 と図 6 により詳細に説明する。なお、図 6 は、図 8 を矢印 B 方向からみたときの断面図である。

上述したように、パワーモジュール 3 0 0 は、単位パワーモジュール 1 0 0 を 3 相分、パワーモジュールケース 4 0 0 に収容したもので、このため、図 5 に示すように、当該パワーモジュールケース 4 0 0 は、平面形状が略方形(この場合は長方形)の棒状の樹脂ケース部 2 4 を主体とし、その中に 3 相分の 3 個の単位パワーモジュール 1 0 0 を収容するようになっている。そして、このとき、更に直流正極端子 2 1 と直流負極端子 2 2、それに交流端子 2 3 (交流 U 相端子 2 3 U、交流 V 相端子 2 3 V、交流 W 相端子 2 3 W)も、この樹脂ケース部 2 4 の 4 辺ある側辺部の中の一側辺部(図では上になっている側辺部)に一体化した形で、上記した P P S などの樹脂によりモールド成型されている。

10

【 0 0 3 0 】

そして、パワーモジュール 3 0 0 の部分パターン P 2 1 と部分パターン P 2 2、それに部分パターン P 2 3 は、樹脂ケース 2 4 の直流正極端子 2 1、直流負極端子 2 2、三相の交流端子 2 3 に、夫々ワイヤーボンディング 5 により接続されているが、このとき、これら直流正極端子 2 1 と直流負極端子 2 2、それに交流端子 2 3 は、特に図 6 から明らかなように、夫々絶縁材料を挟む積層構造に作られ、配線インダクタンスの低減が得られる構成にしてある。このときの直流正極端子 2 1 と直流負極端子 2 2、それに交流端子 2 3 は、例えば銅などの板材により、図 7 に示すように、端子部分が一体になったバスバーとして成形されている。但し、この構成は一例であり、機能性によって変更可能である。

20

【 0 0 3 1 】

一方、各パワーモジュール 3 0 0 の制御端子 1 3 (1 3 U U、1 3 U D、1 3 V U、1 3 V D、1 3 W U、1 3 W D)は、ワイヤボンディング 5 により、ゲート駆動回路基板 5 0 0 のゲート信号出力端子 2 6 に電氣的に接続されている。このため樹脂ケース部 2 4 の側辺部で、上記した側辺部とは反対側の側辺部(図では下になっている側辺部)は、下側、つまり図 6 で熱交換器 7 0 0 に接する部分が他の側辺部より短く成形してあり、ここにゲート駆動回路基板 5 0 0 の端縁部で、ゲート信号出力端子 2 6 が備えられている方の端縁部が入り込み、各パワーモジュール 3 0 0 の制御端子 1 3 が設けてある端縁部に接した形で、当該ゲート駆動回路を含む制御回路基板 5 0 0 が保持されている。

【 0 0 3 2 】

この後、樹脂ケース部 2 4 の内部には、パワーモジュール 3 0 0 に搭載されている素子及びワイヤーボンディング 5 自体、それにパワーモジュール 3 0 0 とワイヤーボンディング 5 の電氣的接続部の保護のため、絶縁材料を素材とした樹脂 2 5 が封止用として充填されるが、このときの樹脂としては、一般的にシリコンゲルが用いられる。

30

このとき樹脂ケース 2 4 とゲート駆動回路を含む制御回路基板 5 0 0 は、共にネジ孔を備えている。そして、これにより熱交換器 7 0 0 にネジ止め固定され、更には図示してない機器の筐体に取り付け可能にしてある。このときゲート駆動回路を含む制御回路基板 5 0 0 と熱交換器 7 0 0 が接着剤により接合されるようにしても良い。

【 0 0 3 3 】

ここで、例えば上記の特許文献 2 の開示では、ゲート基板に対する接続のため、電氣的接続ピンを樹脂ケースから突出させるようにしている。しかし、この実施形態では、ここで図 5 と図 6 で説明したように、スイッチング素子の制御端子とゲート基板をワイヤーボンディングにより接続している。

40

従って、この実施形態によれば、電氣的接続ピンが不要にできるので、電氣的接続ピンの半田付けに伴う煩わしさが解消され、工数の低減とコストの低減に寄与できることになる。しかも、基板裏面での半田付けが不要になるので、基板裏面での半田付けの場合、問題になる信頼性の低下も解消できる。なお、この電氣的接続ピンの廃止により 1 0 % のサイズ縮小が可能なが実証済である。

【 0 0 3 4 】

次に、ゲート駆動回路を含む制御回路基板 5 0 0 について、図 8 により説明すると、ま

50

ず、この制御回路基板 500 に搭載される回路は、一般的にはゲート駆動回路とモータ制御回路の 2 種である。このとき、一般にゲート駆動回路は強電系で、対するにモータ制御回路は弱電系(信号系)の回路であり、従って、ゲート駆動回路はノイズに強く、むしろノイズ源に近いが、制御回路はノイズに弱い。そこで、この実施形態では、図 8 に示すように、ゲート駆動回路基板 500 の端縁部で、パワーモジュール 300 の制御端子 13 が設けてある端縁部に接するようになる方の端縁部側にゲート駆動回路 27 を搭載し、反対側の端縁部にモータ制御回路 28 を搭載する。

【0035】

従って、この実施形態によれば、制御回路基板 500 上でゲート駆動回路 27 とモータ制御回路 28 が明確に分離され、しかもパワーモジュール 300 に近い方にゲート駆動回路 27 が位置し、遠い方にモータ制御回路 28 が位置しているので、これらが同一の基板上に搭載されているにも関わらず、全体として高い EMC (Electro-Magnetic Compatibility: 電磁両立性、電磁環境両立性)を持たせることができる。また、このときゲート駆動回路基板 500 のゲート駆動回路 27 が搭載されている側は、既に説明したように、熱交換器 700 に直接接している。従って、この実施形態によれば、比較的発熱の多い強電側の回路が重点的に放熱されるようにすることができる。

10

【0036】

次に、この実施形態におけるコンデンサ 600 の扱いについて説明する。

ここで、まず、図 9 は、コンデンサ 600 を、パワーモジュール 300 の直流正極端子 21 と直流負極端子 22、それに交流端子 23 が設けてある方の端縁部に、当該パワーモジュール 300 と略平行に設けた場合の一実施形態であり、このときコンデンサ 600 の正極端子 210 と負極端子 220 は、パワーモジュール 300 の直流正極端子 21 と直流負極端子 22 にネジなどを用いて接続される。

20

【0037】

ここで、コンデンサ 600 の正極端子 210 と負極端子 220 は、パワーモジュール 300 の直流正極端子 21 と直流負極端子 22 の U 相と V 相、それに W 相の夫々に対応して 6 個設けてあり、各々はコンデンサ 600 の中で同一相同士で並列に接続してあり、従って、この実施形態によれば、コンデンサ 600 の端子部分でのインピーダンス抑制が、上記した端子部分でのバスバー一体化成形と相俟って、十分に得られることになり、この結果、コンデンサ 600 による平滑機能が高められ、ノイズ低減に有効である。

30

【0038】

ここで、例えば上記の特許文献 3 の開示では、パワーモジュールケースの直下にコンデンサを配置させるようにしている。しかし、この実施形態では、コンデンサ 600 をパワーモジュールケース 400 の外側に配置するようにしたので、コンデンサ 600 の劣化時などに際して必要となるコンデンサの交換にも容易に対応することができ、信頼性の向上と作業コストの低減に大きく寄与することができる。なお、このコンデンサ 600 としては、フィルムコンデンサと電解コンデンサの何れを適用してもよい。

【0039】

次に、図 10 は、コンデンサ 600 を、パワーモジュール 300 の上に配置した場合の一実施形態であり、このときもコンデンサ 600 の正極端子 210 と負極端子 220 は、パワーモジュール 300 の直流正極端子 21 と直流負極端子 22 にネジなどを用いて接続されるが、この場合でも、正極端子 210 と負極端子 220 の折り曲げ方を変更するだけで簡単に対応することができ、従って、本発明によれば、電力変換装置 200 に要求される形状に対応してコンデンサ 600 の位置が容易に変更でき、この結果、様々な形状に対応可能な電力変換装置 200 を提供することができる。

40

【0040】

ここで、上記実施形態による効果について列挙すれば、以下の通りである。

- ・絶縁基板上のパワー部パターンとシグナル部パターンの分離。
- ・上記により、全パワー端子を片側(パワー部側)に配置、一方に制御基板を配置。
- ・上記 2 点により、小型化とパワー部バスバー複雑化解消。

50

- ・パワー部バスバー這い回しの簡素化により、低インダクタンス、EMC、ノイズ対策。
- ・パワー部と制御回路基板のゲートとのゲートピン接続廃止。
- ・パワーモジュールと制御回路基板の2階層構造廃止し、薄型化実現。
- ・1階層構造により、ゲートピン接続廃止し、容易なワイヤボンディング接続。
- ・1階層構造により、ゲート駆動回路部の高温部品をベースに設置することによる冷却機能実現。
- ・コンデンサのバスバー下ぶら下げ廃止し、パワーバスバー上又は横配置。
- ・上記により、コンデンサ劣化時、取替え可能。
- ・コンデンサ形状・配置を替えることにより、様々なインバータ形状に対応可。
- ・階層構造廃止による、全部品を上部からの可視化。
- ・階層構造廃止による部品低減。
- ・水冷・空冷共に対応化。

10

【0041】

ところで、本発明に係る電力変換装置は、既に図14で説明したように、例えばハイブリッド自動車に適用される。そこで、以下、本発明に係る電力変換装置200を車両に搭載した場合の実施形態について説明すると、まず、図11は、電力変換装置200をワンボックス型ハイブリッド自動車50の車室39内において、床下に搭載した場合の一実施の形態で、このとき、電力変換装置200の上はメンテナンス用床蓋40により保護される。

20

【0042】

次に、図12は、電力変換装置200をセダン型ハイブリッド自動車50のトランクルーム41内において、床下に搭載した場合の一実施の形態で、このときも電力変換装置200の上はメンテナンス用床蓋40により保護される。

また、図13は、電力変換装置200を後部座席42の背もたれ内に配置した場合の一実施の形態で、このときもメンテナンス用床蓋40が備えられ、保護が図られていることになり、従って、これらの実施形態によれば、車両の空きスペースを利用して電力変換装置200の搭載が得られることになり、省スペース化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

30

【図1】本発明による電力変換装置の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】本発明の一実施形態におけるパワーモジュールの回路図である。

【図3】本発明の一実施形態における単位パワーモジュールの平面図である。

【図4】本発明の一実施形態における単位パワーモジュールの断面図である。

【図5】本発明の一実施形態におけるパワーモジュールの平面図である。

【図6】本発明の一実施形態におけるパワーモジュールの断面図である。

【図7】本発明の一実施形態におけるパワーモジュールの端子部の斜視図である。

【図8】本発明の一実施形態におけるゲート駆動回路基板の説明図である。

【図9】本発明の一実施形態におけるコンデンサの取付状態の一例を示す説明図である。

40

【図10】本発明の一実施形態におけるコンデンサの取付状態の他の一例を示す説明図である。

【図11】本発明による電力変換装置の一実施形態が適用された自動車の一例を示す説明図である。

【図12】本発明による電力変換装置の一実施形態が適用された自動車の他の一例を示す説明図である。

【図13】本発明による電力変換装置の一実施形態が適用された自動車の別の一例を示す説明図である。

【図14】ハイブリッド自動車の一例を示す説明図である。

【図15】電力変換装置の一例における回路図である。

50

【符号の説明】

【0044】

1	: 絶縁金属基板	
1 a	: 絶縁板	
1 b、1 c	: 金属層 1 b、1 c	
2	: 半導体スイッチング素子 (I G B T)	
2 U U	: U 相上アームの半導体スイッチング素子	
2 U D	: U 相下アームの半導体スイッチング素子	
2 V U	: V 相上アームの半導体スイッチング素子	
2 V D	: V 相下アームの半導体スイッチング素子	10
2 W U	: W 相上アームの半導体スイッチング素子	
2 W D	: W 相下アームの半導体スイッチング素子	
3	: F W D (フリー・ホイール・ダイオード)	
3 U U	: U 相上アームの F W D	
3 U D	: U 相下アームの F W D	
3 V U	: V 相上アームの F W D	
3 V D	: V 相下アームの F W D	
3 W U	: W 相上アームの半導体スイッチング素子	
3 W D	: W 相下アームの F W D	
4	: 金属板 (単位パワーモジュールの基台とヒートシンクへの固定用)	20
5	: ワイヤボンディング	
6	: 取付孔	
2 1	: 直流正極端子	
2 2	: 直流負極端子	
2 3	: 交流端子 2 3	
2 3 U	: 交流 U 相端子	
2 3 V	: 交流 V 相端子	
2 3 W	: 交流 W 相端子	
2 4	: 樹脂ケース部	
2 5	: 樹脂 (封止用樹脂)	30
2 6	: ゲート信号出力端子 (制御回路基板 5 0 0 の端子)	
2 7	: ゲート駆動回路	
2 8	: モータ制御回路	
1 0 0	: 単位パワーモジュール	
2 0 0	: 電力変換装置	
3 0 0	: パワーモジュール	
4 0 0	: パワーモジュールケース	
5 0 0	: 制御回路基板	
6 0 0	: コンデンサ	
7 0 0	: 熱交換器	40

【 图 1 】

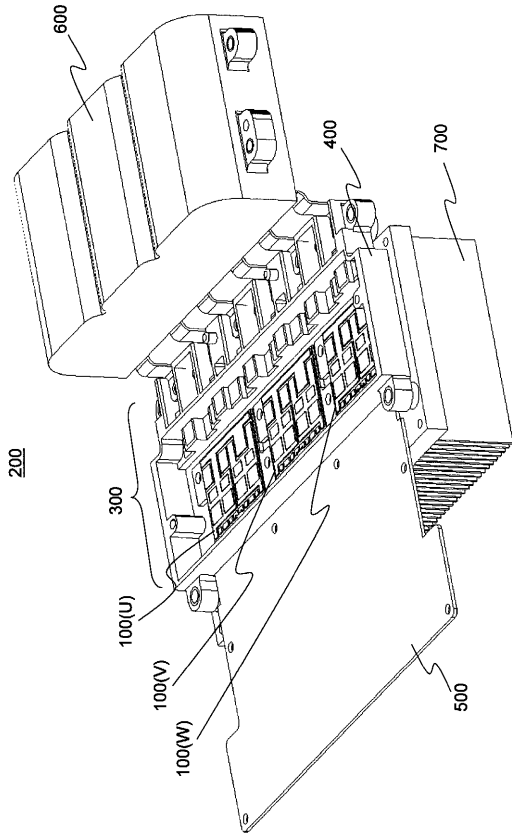


图 1

【 图 2 】

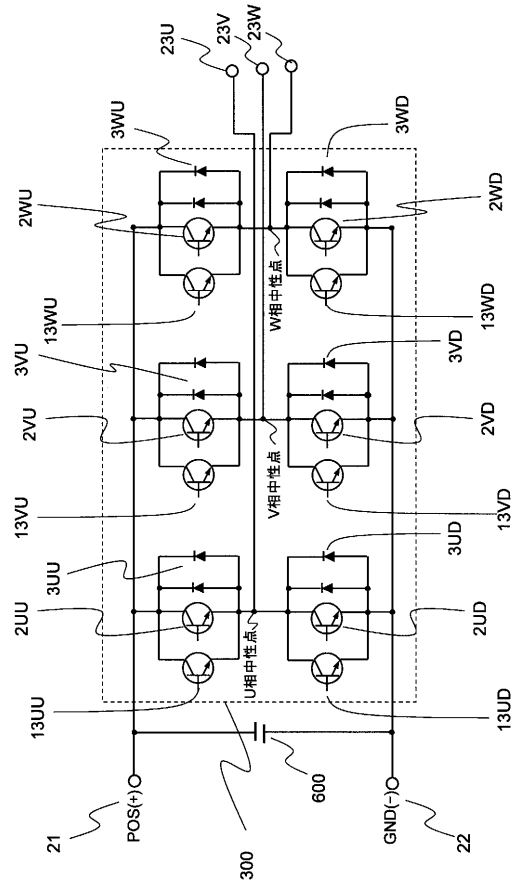


图 2

【 图 3 】

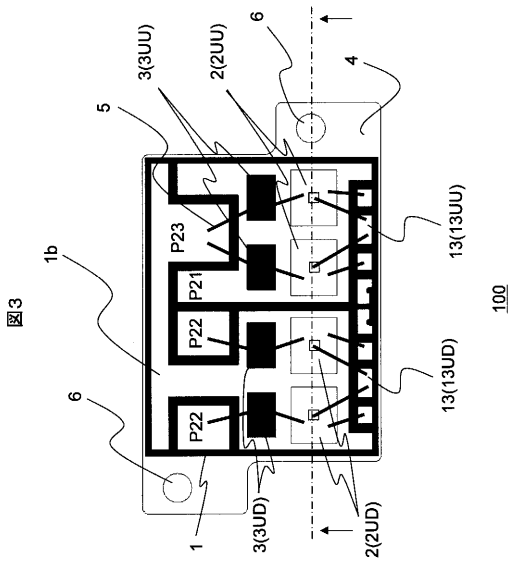


图 3

【 图 4 】

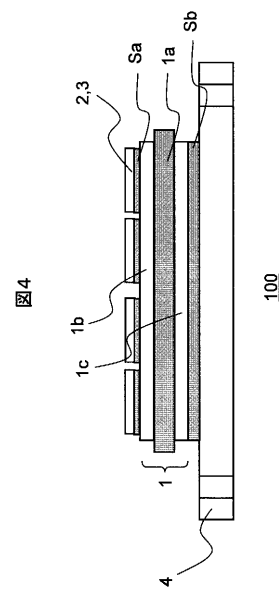
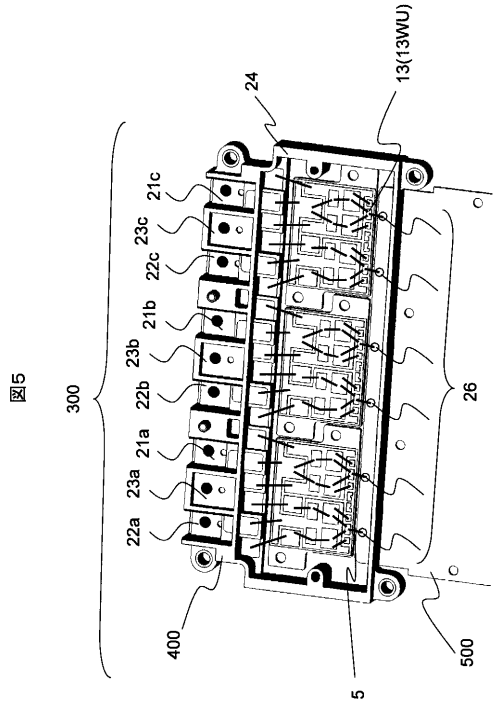
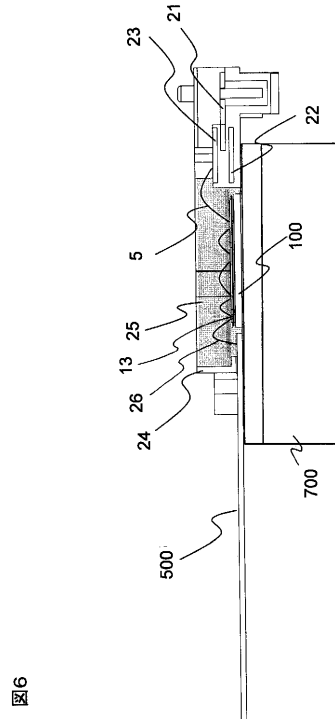


图 4

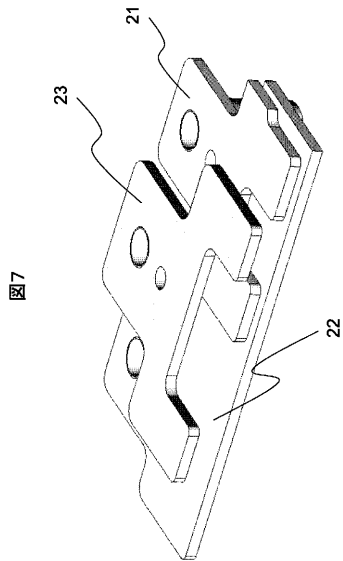
【 図 5 】



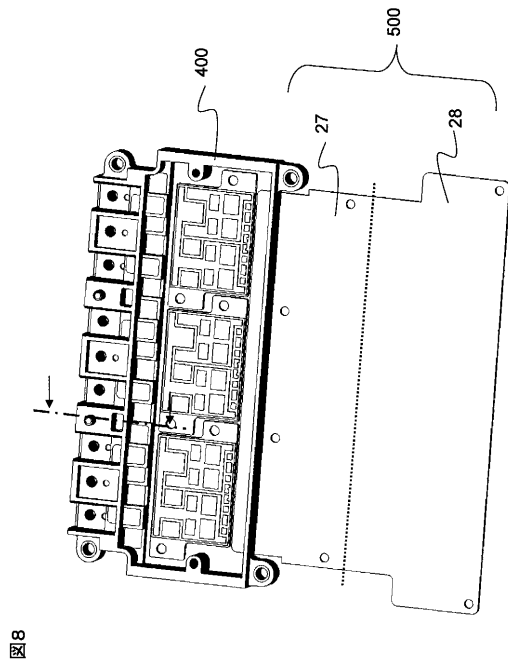
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

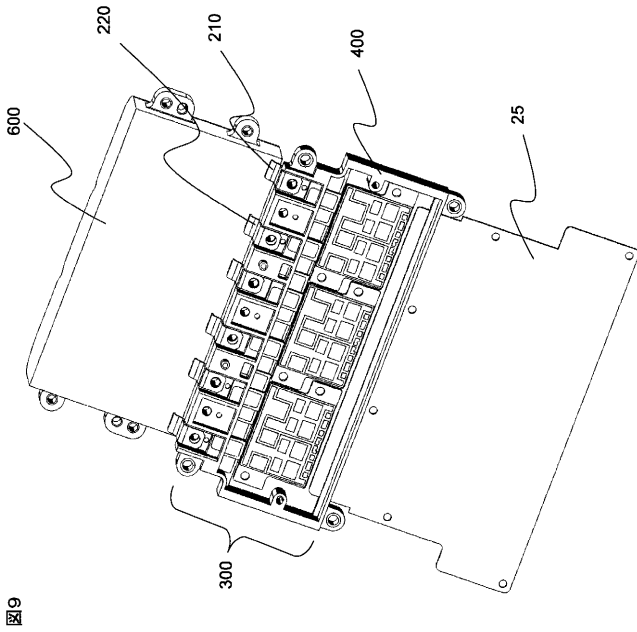


図9

【 図 10 】

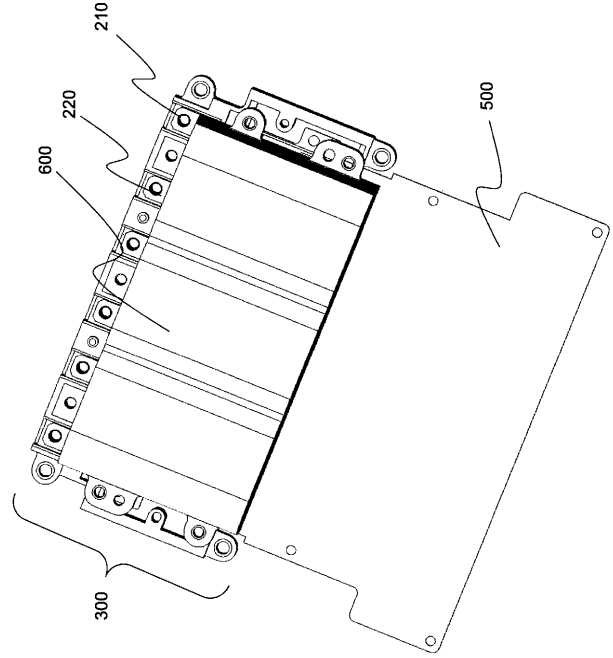


図10

【 図 11 】

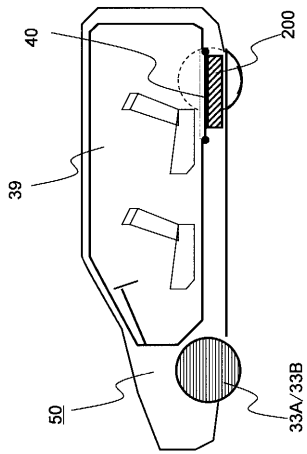


図11

【 図 12 】

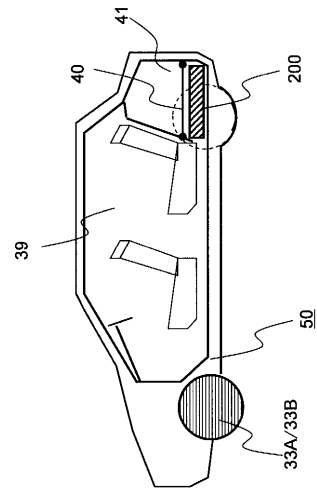


図12

【 図 1 3 】

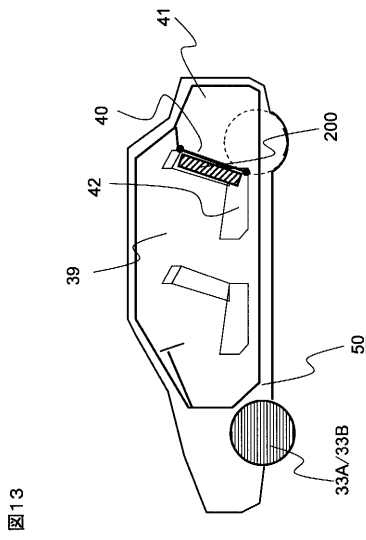


図13

【 図 1 4 】

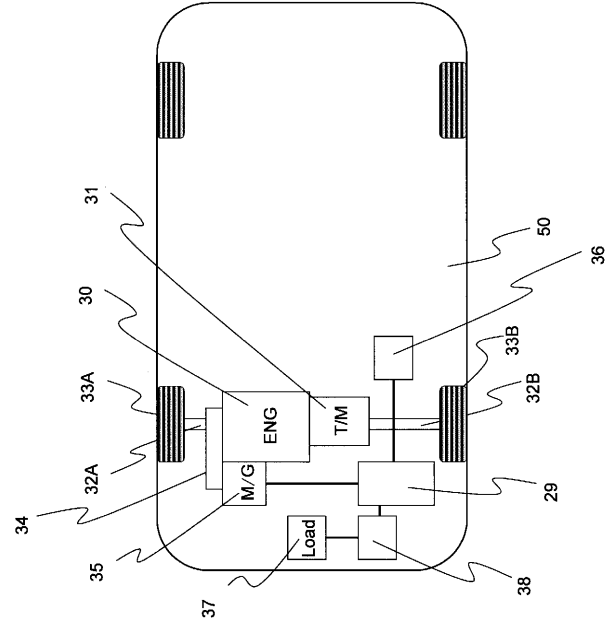


図14

【 図 1 5 】

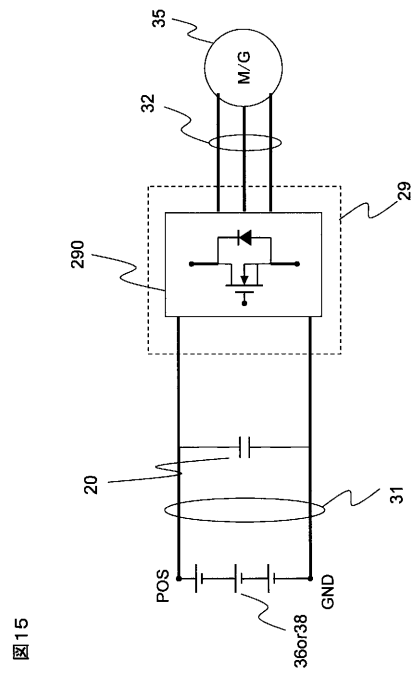


図15