

(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2007-220976

(P2007-220976A)

(43) 公開日 平成19年8月30日(2007.8.30)

| (51) Int. Cl. | F I | テマコード (参考) |
|-----------------------------|-----------------|------------|
| <i>H01L 25/11 (2006.01)</i> | H01L 25/10 ZHVB | 5H115 |
| <i>B60L 11/14 (2006.01)</i> | B60L 11/14 | |
| <i>B60K 6/04 (2006.01)</i> | B60K 6/04 553 | |
| <i>B60W 10/08 (2006.01)</i> | B60K 6/04 320 | |
| <i>B60W 20/00 (2006.01)</i> | B60K 6/04 150 | |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-41145 (P2006-41145)

(22) 出願日 平成18年2月17日 (2006.2.17)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

(74) 代理人 100085132

弁理士 森田 俊雄

(74) 代理人 100112852

弁理士 武藤 正

(72) 発明者 吉田 忠史

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H115 PG04 PV10 PV24 UI34

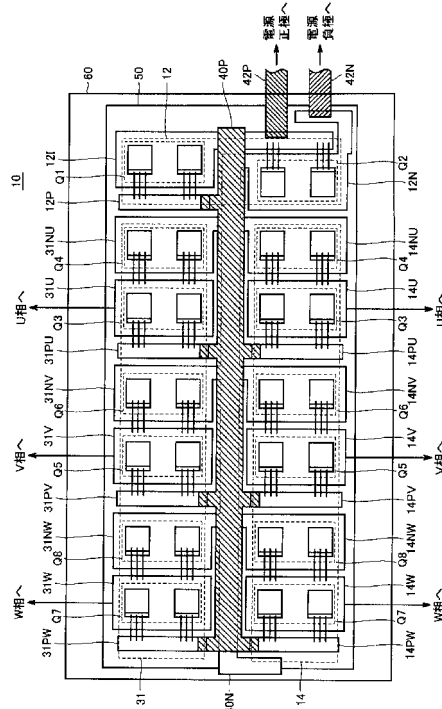
(54) 【発明の名称】 半導体モジュールおよびそれを備えるハイブリッド車両の駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 小型化が可能な半導体モジュールおよびそれを備えるハイブリッド車両の駆動装置を提供する。

【解決手段】 バスバー40Pは電源ラインを構成し、バスバー40Nはアースラインを構成する。バスバー40P、40Nは、絶縁部材を介して絶縁基板50の法線方向に積層される。このとき、上層側に位置するバスバー40Pは金属部材で構成され、下層側に位置するバスバー40Nは絶縁基板50上に形成された配線層で構成される。一方のバスバーを配線層として絶縁基板50に固着させたことで当該バスバーの放熱が確保される。これにより、当該バスバーを比較的断面積の小さい配線層とすることができるため、半導体モジュールを法線方向に小型化できる。半導体モジュールをハイブリッド車両の駆動装置に搭載することにより、車両搭載時の鉛直方向に小型化できるとともに、車両の重心位置を低くして走行安定性を向上することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電源の一方極に接続される第 1 電源線と、
前記電源の他方極に接続される第 2 電源線と、
前記第 1 電源線と前記第 2 電源線との間に接続される第 1 および第 2 のスイッチング素子と、
前記第 1 および第 2 のスイッチング素子が搭載された絶縁基板とを備え、
前記第 1 電源線は、前記第 1 のスイッチング素子の第 1 電極層に結合されるバスバーからなり、
前記第 2 電源線は、前記絶縁基板上に配設され、前記第 2 のスイッチング素子の第 2 電極層に結合される配線層からなる、半導体モジュール。 10

【請求項 2】

前記絶縁基板上に配設され、前記第 1 および第 2 のスイッチング素子の制御電極に制御信号を入力するための信号線層と、
前記第 1 電源線、前記第 1 および第 2 のスイッチング素子および前記第 2 電源線を導通するための第 1 導線部材と、
前記第 1 および第 2 のスイッチング素子の制御電極と前記信号線層とを導通するための第 2 導線部材とをさらに備え、
前記信号線層は、前記第 1 導線部材と前記第 2 導線部材との延在方向が互いに略垂直となるように配置される、請求項 1 に記載の半導体モジュール。 20

【請求項 3】

前記第 1 電極層と前記第 2 電極層とは、前記スイッチング素子の通過電流が互いに逆方向に流れるように配置される、請求項 2 に記載の半導体モジュール。

【請求項 4】

前記絶縁基板下面に装着された放熱部材をさらに備える、請求項 1 に記載の半導体モジュール。

【請求項 5】

内燃機関のクランクシャフトが結合されるダンパと、
前記ダンパの回転軸とその回転軸が重なるように配置される回転電機と、
前記内燃機関の発生した動力に前記回転電機の発生した動力を合成して駆動軸に伝達する動力伝達機構と、
前記ダンパ、前記回転電機および前記動力伝達機構を収容するケースと、
前記回転電機の制御を行なうパワー制御ユニットとを備え、
前記パワー制御ユニットは、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュールを含み、前記回転軸方向から投影した場合に、前記ケースの前記ダンパ、前記回転電機、および前記動力伝達機構を収容する部分の投影部の車両搭載時の水平方向の寸法に収まるように、前記ケース内に配置される、ハイブリッド車両の駆動装置。 30

【請求項 6】

内燃機関のクランクシャフトが結合されるダンパと、
前記ダンパの回転軸とその回転軸が重なるように配置される回転電機と、
前記内燃機関の発生した動力に前記回転電機の発生した動力を合成して駆動軸に伝達する動力伝達機構と、
前記ダンパ、前記回転電機および前記動力伝達機構を収容するケースと、
前記回転電機の制御を行なうパワー制御ユニットとを備え、
前記パワー制御ユニットは、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュールを含み、前記回転軸方向から投影した場合に、前記ケースの前記ダンパ、前記回転電機、および前記動力伝達機構を収容する部分の投影部の車両搭載時の鉛直方向の寸法に収まるように、前記ケース内に配置される、ハイブリッド車両の駆動装置。 40

【請求項 7】

前記パワー制御ユニットは、

前記回転電機の回転中心軸に対する一方側に配置されるリアクトルと、
前記回転電機の前記回転中心軸に対する他方側に配置されるコンデンサとをさらに含む、請求項5または請求項6に記載のハイブリッド車両の駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、半導体モジュールおよびそれを備えるハイブリッド車両の駆動装置に関し、より特定的には、インバータやコンバータを構成する半導体モジュールおよびそれを備えるハイブリッド車両の駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、環境に配慮した自動車として、ハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が注目されている。ハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、インバータを介して直流電源により駆動されるモータを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、インバータを介して直流電源によって駆動されるモータを動力源とする自動車である。

【0003】

このようなハイブリッド自動車または電気自動車に搭載されるインテリジェントパワーモジュール (IPM) は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等の半導体スイッチング素子 (パワー半導体素子) を高速スイッチングすることにより、直流電源から供給される直流電力を交流電力に変換してモータを駆動するものである。

【0004】

たとえば特許文献1は、スイッチング素子を電源あるいは負荷に接続する導体としてのバスバーを備えたスイッチング回路において、異なる複数のバスバーが絶縁体を挟んで締結された状態で基台上に固定されることを特徴とするスイッチング回路を開示する。

【0005】

これによれば、電源または負荷とスイッチング回路との間で電流を流すのに十分な広い断面積を備えた導体として、金属部材からなるバスバーが適用される。そして、電源正極に接続される電源正極側バスバーと電源負極に接続される電源負極側バスバーとは、基台上に絶縁体を挟んで一体的に締結された状態となるように固定される。

【特許文献1】特開2003-9507号公報

【特許文献2】特開2005-33882号公報

【特許文献3】特開平11-299056号公報

【特許文献4】特開平11-187542号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記のスイッチング回路においては、各々が金属部材からなるバスバーが絶縁体を挟んで基台の法線方向に重なって配置されるため、基台の法線方向に増長させるという問題がある。そのため、IPMにおいて小型化が強く要求される場所、法線方向における小型化に限界が生じていた。

【0007】

また、上記のスイッチング回路は、スイッチング素子と電源側バスバーとの間、およびスイッチング素子と負荷側バスバー (U相側バスバー、V相側バスバー、W相バスバー) との間の接続関係について開示しているものの、各スイッチング素子にスイッチング動作を制御する信号を入力するための信号線の取出し口の配置については開示していない。したがって、IPMの小型化には、信号線の取出し口の配置についても十分な考慮が必要である。

10

20

30

40

50

【0008】

それゆえ、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、小型化が可能な半導体モジュールおよびそれを備えるハイブリッド車両の駆動装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明によれば、半導体モジュールは、電源の一方極に接続される第1電源線と、電源の他方極に接続される第2電源線と、第1電源線と第2電源線との間に接続される第1および第2のスイッチング素子と、第1および第2のスイッチング素子が搭載された絶縁基板とを備える。第1電源線は、第1のスイッチング素子の第1電極層に結合されるバスバーからなり、かつ、第2電源線は、絶縁基板上に配設され、第2のスイッチング素子の第2電極層に結合される配線層からなる。

10

【0010】

上記の半導体モジュールによれば、従来、共に金属部材からなるバスバーで構成されていた第1および第2電源線の一方を配線層として絶縁基板に組込むことにより、当該配線層から絶縁基板への放熱経路が確保される。この結果、配線層の薄層化が可能となるため、半導体モジュールを基板垂直方向において小型化することができる。

【0011】

好ましくは、半導体モジュールは、絶縁基板上に配設され、第1および第2のスイッチング素子の制御電極に制御信号を入力するための信号線層と、第1電源線、第1および第2のスイッチング素子および第2電源線を導通するための第1導線部材と、第1および第2のスイッチング素子の制御電極と信号線層とを導通するための第2導線部材とをさらに備える。信号線層は、第1導線部材と第2導線部材との延在方向が互いに略垂直となるように配置される。

20

【0012】

上記の半導体モジュールによれば、これまで信号線層を介在して配置されていた一方のスイッチング素子の第1電極層と他方のスイッチング素子の第2電極層とを近接して配置することができる。これにより、電極層に分布するインダクタンスを低減できるため、スイッチング時の誘起電圧（フライバック電圧）を低減することができる。この結果、スイッチング素子を耐圧がより低い小型の素子で構成できるため、半導体モジュールの更なる小型化および低コスト化を図ることができる。

30

【0013】

好ましくは、第1電極層と第2電極層とは、スイッチング素子の通過電流が互いに逆方向に流れるように配置される。

【0014】

上記の半導体モジュールによれば、各々の電極層の周囲に生じる磁界が互いに逆の回転方向となって相殺されることにより、電極層に分布するインダクタンスを低減することができる。

【0015】

好ましくは、半導体モジュールは、絶縁基板下面に装着された放熱部材をさらに備える。

40

【0016】

上記の半導体モジュールによれば、配線層から絶縁基板を介して放熱部材に伝搬する放熱経路が形成されるため、配線層の冷却効率をさらに高めることができる。この結果、配線層をより薄層化することができ、半導体モジュールの小型化が促進される。

【0017】

この発明の他の局面によれば、ハイブリッド車両の駆動装置は、内燃機関のクランクシャフトが結合されるダンパと、ダンパの回転軸とその回転軸が重なるように配置される回転電機と、内燃機関の発生した動力に回転電機の発生した動力を合成して駆動軸に伝達する動力伝達機構と、ダンパ、回転電機および動力伝達機構を収容するケースと、回転電機

50

の制御を行なうパワー制御ユニットとを備える。パワー制御ユニットは、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュールを含み、回転軸方向から投影した場合に、ケースのダンパ、回転電機、および動力伝達機構を収容する部分の投影部の車両搭載時の水平方向の寸法に収まるように、ケース内に配置される。

【0018】

上記のハイブリッド車両の駆動装置によれば、コンパクトなハイブリッド車両の駆動装置が実現される。

【0019】

この発明の他の局面によれば、ハイブリッド車両の駆動装置は、内燃機関のクランクシャフトが結合されるダンパと、ダンパの回転軸とその回転軸が重なるように配置される回転電機と、内燃機関の発生した動力に回転電機の発生した動力を合成して駆動軸に伝達する動力伝達機構と、ダンパ、回転電機および動力伝達機構を収容するケースと、回転電機の制御を行なうパワー制御ユニットとを備える。パワー制御ユニットは、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の半導体モジュールを含み、回転軸方向から投影した場合に、ケースのダンパ、回転電機、および動力伝達機構を収容する部分の投影部の車両搭載時の鉛直方向の寸法に収まるように、ケース内に配置される、ハイブリッド車両の駆動装置。

10

【0020】

上記のハイブリッド車両の駆動装置によれば、インバータが一体化され小型化されたハイブリッド車両の駆動装置が実現される。

20

【0021】

好ましくは、パワー制御ユニットは、回転電機の回転中心軸に対する一方側に配置されるリアクトルと、回転電機の回転中心軸に対する他方側に配置されるコンデンサとをさらに含む。

【0022】

上記のハイブリッド車両の駆動装置によれば、高さを低く抑えつつコンパクトなハイブリッド車両の駆動装置を実現することができる。さらに、車両の重心を低くすることができ、走行安定性を増すことができる。

【発明の効果】

【0023】

この発明によれば、電源に接続される第 1 および第 2 電源線の一方を配線層として絶縁基板に組込むことにより、半導体モジュールを法線方向に小型化することができる。

30

【0024】

また、隣り合うスイッチング素子の第 1 電極層と第 2 電極層とを近接して配置できるため、電極層に分布するインダクタンスを低減することができる。この結果、スイッチング素子を小型化することができ、半導体モジュールの更なる小型化および低コスト化を図ることができる。

【0025】

さらに、この発明による半導体モジュールをハイブリッド車両の駆動装置に搭載することにより、車両搭載時の鉛直方向に小型化することができる。また、車両の重心位置を低くすることができ、走行安定性を増すことができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

【0027】

図 1 は、この発明による半導体モジュールを搭載したモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【0028】

図 1 を参照して、モータ駆動装置 100 は、バッテリー B と、コンデンサ C1, C2 と、

50

昇圧コンバータ12と、インバータ14, 31と、制御装置30とを備える。

【0029】

モータジェネレータMG1, MG2は、三相交流回転電機である。モータジェネレータMG1, MG2は、発電機としても電動機としても機能し得るが、モータジェネレータMG1は、主として発電機として動作し、モータジェネレータMG2は、主として電動機として動作する。

【0030】

昇圧コンバータ12は、リアクトルL1と、スイッチング素子Q1, Q2と、ダイオードD1, D2を含む。リアクトルL1の一方端はバッテリーBの電源ラインLN1に接続され、他方端はスイッチング素子Q1とスイッチング素子Q2との中間点、すなわち、スイッチング素子Q1のエミッタとスイッチング素子Q2のコレクタとの間に接続される。スイッチング素子Q1, Q2は、電源ラインLN1とアースラインLN2との間に直列に接続される。そして、スイッチング素子Q1のコレクタは電源ラインLN1に接続され、スイッチング素子Q2のエミッタはアースラインLN2に接続される。また、スイッチング素子Q1, Q2のコレクタ-エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1, D2がそれぞれ接続されている。

10

【0031】

インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とから成る。U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、電源ラインLN1とアースラインLN2との間に並列に設けられる。

20

【0032】

U相アーム15は、直列接続されたスイッチング素子Q3, Q4から成り、V相アーム16は、直列接続されたスイッチング素子Q5, Q6から成り、W相アーム17は、直列接続されたスイッチング素子Q7, Q8から成る。また、各スイッチング素子Q3~Q8のコレクタ-エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD3~D8がそれぞれ接続されている。

【0033】

各相アームの中間点は、モータジェネレータMG1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータMG1は、U, V, W相の3つのコイルの一端が中性点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がスイッチング素子Q3, Q4の中間点に、V相コイルの他端がスイッチング素子Q5, Q6の中間点に、W相コイルの他端がスイッチング素子Q7, Q8の中間点にそれぞれ接続されている。

30

【0034】

インバータ31は、インバータ14と同様の構成から成る。なお、昇圧コンバータ12およびインバータ14, 31に含まれるスイッチング素子Q1~Q8は、たとえばMOSトランジスタが適用される。

【0035】

バッテリーBは、たとえばニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの2次電池セルを多数直列に接続して構成される高電圧のバッテリーである。なお、バッテリーBを、これらの2次電池以外に、キャパシタ、コンデンサあるいは燃料電池などで構成しても良い。

40

【0036】

コンデンサC1は、バッテリーBから供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ12へ供給する。

【0037】

昇圧コンバータ12は、コンデンサC1から供給された直流電圧を昇圧してコンデンサC2へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWM Cを受けると、信号PWM Cによってスイッチング素子Q2がオンされた期間に応じて直流電圧を昇圧してコンデンサC2に供給する。

【0038】

また、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWM Cを受けると、コンデンサ

50

C 2 を介してインバータ 1 4 および / またはインバータ 3 1 から供給された直流電圧を降圧してバッテリー B を充電する。

【 0 0 3 9 】

コンデンサ C 2 は、昇圧コンバータ 1 2 からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ 1 4 , 3 1 へ供給する。

【 0 0 4 0 】

インバータ 1 4 は、コンデンサ C 2 を介してバッテリー B から直流電圧が供給されると、制御装置 3 0 からの信号 P W M I 1 に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ M G 1 を駆動する。これにより、モータジェネレータ M G 1 は、トルク指令値 T R 1 に従ったトルクを発生するように駆動される。

10

【 0 0 4 1 】

また、インバータ 1 4 は、モータ駆動装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、モータジェネレータ M G 1 が発電した交流電圧を制御装置 3 0 からの信号 P W M I 1 に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ C 2 を介して昇圧コンバータ 1 2 へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

【 0 0 4 2 】

インバータ 3 1 は、コンデンサ C 2 を介してバッテリー B から直流電圧が供給されると制御装置 3 0 からの信号 P W M I 2 に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ M G 2 を駆動する。これにより、モータジェネレータ M G 2 は、トルク指令値 T R 2 に従ったトルクを発生するように駆動される。

20

【 0 0 4 3 】

また、インバータ 3 1 は、モータ駆動装置 1 0 0 が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、モータジェネレータ M G 2 が発電した交流電圧を制御装置 3 0 からの信号 P W M I 2 に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ C 2 を介して昇圧コンバータ 1 2 へ供給する。

【 0 0 4 4 】

以上の構成において、インバータ 1 4 , 3 1 と昇圧コンバータ 1 2 とは、一体化されてこの発明による「半導体モジュール」を構成する。なお、昇圧コンバータ 1 2 に含まれるリアクトル L 1 および平滑用のコンデンサ C 2 は、比較的大きな部品であるため、半導体モジュールの外部に別途配置される。

30

【 0 0 4 5 】

次に、図 2 を用いて、この発明による半導体モジュールの具体的構成例を説明する。

図 2 は、この発明による半導体モジュールの全体構成を示す平面図である。なお、以下の説明では、便宜上、図 2 の上下方向を縦方向、同左右方向を横方向として説明する。

【 0 0 4 6 】

図 2 を参照して、半導体モジュール 1 0 は、絶縁基板 5 0 上を横方向に延在するバスバー 4 0 P , 4 0 N , 4 2 P , 4 2 N と、バスバー 4 0 P , 4 0 N を挟んでその上下に配置されるスイッチング素子 Q 1 ~ Q 8 とを備える。

40

【 0 0 4 7 】

絶縁基板 5 0 は、たとえばポリミドからなる。なお、絶縁基板 5 0 をポリミドとした場合は、窒化アルミニウムとした場合に対して熱膨張などにより基板に発生する応力に対する耐久性が向上するため、大面積化に有利である。

【 0 0 4 8 】

さらに、絶縁基板 5 0 の下面には、放熱板 6 0 が取り付けられている。放熱板 6 0 は、後述するように半導体モジュール 1 0 の冷却を行なうものである。

【 0 0 4 9 】

バスバー 4 0 P は、図 1 の昇圧コンバータ 1 2 -インバータ 1 4 , 3 1 間を結ぶ電源ラ

50

インライン 1 を構成し、バスバー 40N は、図 1 の昇圧コンバータ 12 - インバータ 14 , 31 間を結ぶアースライン LN2 を構成する。バスバー 40P とバスバー 40N とは、後述するように、図示しない絶縁部材を介して絶縁基板 50 の法線方向 (紙面垂直方向に相当) に積層されてなる。

【0050】

さらに、バスバー 40P はスイッチング素子 Q1 を介してバスバー 42P に接続され、バスバー 40N はスイッチング素子 Q2 を介してバスバー 42N に接続される。バスバー 42P , 42N はそれぞれ、図示しないバッテリー B の正極および負極に接続される。すなわち、バスバー 40P とバスバー 42P とが一体となって図 1 の電源ライン LN1 を構成し、バスバー 40N とバスバー 42N とが一体となって図 1 のアースライン LN2 を構成する。

10

【0051】

そして、バスバー 40P , 40N の上側に配置されるスイッチング素子 Q3 ~ Q8 は、図 1 のインバータ 31 を構成する。バスバー 40P , 40N の下側に配置されるスイッチング素子 Q3 ~ Q8 は、図 1 のインバータ 14 を構成する。そして、バスバー 40P , 40N の上下にそれぞれ配置されるスイッチング素子 Q1 , Q2 は、図 1 の昇圧コンバータ 12 を構成する。

【0052】

たとえば図 2 の例では、紙面右側から左側に向けて順に、インバータ 14 , 31 の U 相アーム 15 (スイッチング素子 Q3 , Q4) 、インバータ 14 , 31 の V 相アーム 16 (スイッチング素子 Q5 , Q6) 、およびインバータ 14 , 31 の W 相アーム 17 (スイッチング素子 Q7 , Q8) が配置される。なお、スイッチング素子 Q3 ~ Q8 は、各々、並列に配された 2 個のスイッチング素子で構成されるが、これは、通過電流の増大によってスイッチング素子に過大な負荷がかかるのを防止したことによる。

20

【0053】

インバータ 14 , 31 の各相アームにおいて、バスバー 40P とバスバー 40N との間に直列接続される 2 個のスイッチング素子は、絶縁基板 50 上にパターンとして形成された電極層と各スイッチング素子とをワイヤによって接続することにより形成される。

【0054】

図 3 は、インバータ 14 , 31 の 3 相アーム 15 ~ 17 の具体的な構成を示す平面図である。なお、3 相アーム 15 ~ 17 はともに共通の構成からなるため、図 3 では代表的にインバータ 14 , 31 の U 相アーム 15 の構成を説明する。

30

【0055】

図 4 は、図 3 の IV - IV における断面図である。

図 3、図 4 を参照して、インバータ 31 の U 相アーム 15 は、バスバー 40P , 40N の上側に配置され、スイッチング素子 Q3 , Q4 と、P 電極層 31PU と、中間電極層 31U と、N 電極層 31NU とを含む。

【0056】

P 電極層 31PU、中間電極層 31U および N 電極層 31NU はともに、絶縁基板 50 上にパターンとして形成される。P 電極層 31PU は、一方端が電源ライン LN1 を構成するバスバー 40P に結合される。N 電極層 31NU は、一方端がアースライン LN2 を構成するバスバー 40N に結合される。中間電極層 31U は、図 1 の U 相アーム 15 の中間点に相当し、図示しないバスバーを介してモータジェネレータ MG2 の U 相コイル端に接続される。

40

【0057】

スイッチング素子 Q3 は、コレクタが中間電極層 31U に導通するように中間電極層 31U に固着される。スイッチング素子 Q3 のエミッタは、ワイヤ WL1 により P 電極層 31PU に接続される。

【0058】

スイッチング素子 Q4 は、コレクタが N 電極層 31NU に導通するように N 電極層 31

50

N Uに固着される。スイッチング素子Q 4のエミッタは、ワイヤW L 1により中間電極層3 1 Uに接続される。

【0059】

なお、スイッチング素子Q 3, Q 4としてM O Sトランジスタを適用した場合、スイッチング素子Q 3, Q 4はダイオードD 3, D 4の整流特性をも兼ね備えるため、ダイオードD 3, D 4と一体化される。

【0060】

絶縁基板5 0は、下面が半田5 2によって放熱板6 0に接着されることによって放熱板6 0に固着される。放熱板6 0は、シリコングリス6 2を介してヒートシンク7 0上に配置される。

10

【0061】

ヒートシンク7 0は、複数の溝7 2を有する。インバータ1 4, 3 1の冷却系として水冷系を採用した場合、半導体モジュール1 0外部に配されたラジエータ(図示せず)から供給された冷却水は、ヒートシンク7 0の複数の溝7 2を紙面に垂直な方向に流れることによって放熱板6 0および絶縁基板5 0を介してスイッチング素子Q 3, Q 4を冷却する。

【0062】

図5は、図3のV - Vにおける断面を示す図である。

図5を参照して、インバータ3 1のU相アーム1 5における中間電極層3 1 Uと、インバータ1 4のU相アーム1 5における中間電極層1 4 Uとは、絶縁基板5 0の縦方向(紙面に左右方向に相当)に配置される。中間電極層3 1 Uおよび中間電極層1 4 Uの各々には、スイッチング素子Q 3が固着されている。

20

【0063】

そして、中間電極層3 1 Uと中間電極層1 4 Uの間には、バスバー4 0 P, 4 0 Nが配置される。バスバー4 0 Pとバスバー4 0 Nとは、絶縁部材8 0を介して絶縁基板5 0の法線方向に積層されている。

【0064】

ここで、積層構造からなるバスバー4 0 P, 4 0 Nのうちの上層側に位置するバスバー4 0 Pは、金属部材、たとえば銅からなる。これに対し、バスバー4 0 P, 4 0 Nのうちの下層側に位置するバスバー4 0は、絶縁基板5 0上に形成された配線層からなる。

30

【0065】

この発明による半導体モジュールは、このように、電源ラインL N 1およびアースラインL N 2をそれぞれ構成するバスバー4 0 P, 4 0 Nの一方を配線層とすることを特徴的な構成とする。

【0066】

かかる構成により、この発明による半導体モジュールは、バスバー4 0 P, 4 0 Nをも金属部材で構成する従来の半導体モジュールと比較して、以下のような効果を奏する。

【0067】

詳細には、バスバー4 0 P, 4 0 Nは、バッテリーBとモータジェネレータM G 1, M G 2との間で行なわれる電力授受の媒体となるため、各々について紙面に垂直な方向に電流が流れる。このとき、バスバー4 0 P, 4 0 Nには、その通過電流と内部抵抗とに比例した熱が発生する。そこで、従来の半導体モジュールでは、通過電流の増大によってバスバー4 0 P, 4 0 Nが過熱するのを防止するために、各バスバーに、断面積が大きい金属部材を採用して内部抵抗の低減を図っていた。そのため、半導体モジュールは、法線方向において2つの金属部材相当分だけ増長されたものとなってしまう、法線方向における小型化に限界が生じていた。

40

【0068】

これに対して、この発明による半導体モジュール1 0は、一方のバスバー4 0 Nを配線層として、絶縁基板5 0に固着させたことにより、バスバー4 0 Nの放熱を確保しながら

50

、法線方向における小型化を実現することができる。

【0069】

すなわち、バスバー40Nを配線層としたことにより、バスバー40Nで生じた熱は、絶縁基板50、放熱板60およびヒートシンク70の複数の溝72を介して冷却水に放熱される。これにより、バスバー40Nの放熱性が確保されるため、バスバー40Nを比較的断面積の小さい配線層で構成することができる。結果として、半導体モジュール10の法線方向の長さ(図中のh1に相当)を大幅に低減することができる。

【0070】

以上のように、この発明による半導体モジュールは、バスバーに配線層を用いた構成により法線方向における小型化を実現する。さらに、この発明による半導体モジュールは、以下に述べるように、スイッチング素子Q1, Q2およびスイッチング素子Q3~Q8のゲートに制御装置30からの信号PWM CまたはPWM Iを入力するための信号線の配置構造に特徴を有する。

【0071】

図6は、この発明による半導体モジュールの要部構成を示す平面図である。なお、図6の構成は、図3に示したインバータ14, 31のU相アーム15の構成に対して、スイッチング素子Q3, Q4のゲートに信号PWM Iを入力するための信号線層14G3, 14G4, 31G3, 31G4を付加したものである。

【0072】

詳細には、図6を参照して、インバータ31のU相アーム15におけるスイッチング素子Q3に対応する信号線層31G3は、中間電極層31Uの上下にそれぞれ配置される。なお、中間電極層31Uの下側にある信号線層31G3については、半導体モジュール10の法線方向に沿ってバスバー40Pよりも上方に配置される。信号線層31G3は、ワイヤWL2によりスイッチング素子Q3のゲートに接続される。

【0073】

同様に、インバータ31のU相アーム15におけるスイッチング素子Q4に対応する信号線層31G4は、N電極層31NUの上下にそれぞれ配置される。なお、N電極層31NUの下側にある信号線層31G4については、半導体モジュール10の法線方向に沿ってバスバー40Pよりも上方に配置される。信号線層31G4は、ワイヤWL2によりスイッチング素子Q4のゲートに接続される。

【0074】

なお、インバータ14のU相アーム15に対応する信号線層14G3, 14G4は、信号線層31G3, 31G4と同様の構成からなる。そして、信号線層14G3, 14G4, 31G3, 31G4は、半導体モジュール10の法線方向に沿って上方に配置され、制御装置30を搭載する制御基板(図示せず)に接続される。そして、U相アーム15を基本単位として、各相アーム15~17が半導体モジュール10の横方向に沿って配列される。

【0075】

各相アームに対応する信号線層を図6のような配置構造としたことにより、半導体モジュール10の横方向に、P電極層31PU~スイッチング素子Q3~中間電極層31U~スイッチング素子Q4~N電極層31NUに至る電流経路が形成される。そして、半導体モジュール10の縦方向、すなわち、当該電流経路と略垂直な方向に制御信号PWM I 2の入力経路が形成される。

【0076】

かかる構造は、制御信号の入力経路を電流経路と同方向に形成する図7に示す配置構造に対して、以下のような効果を奏する。

【0077】

詳細には、図7に示すように、各相アーム15~17に対応する信号線層を、他の電極層と同様に半導体モジュールの横方向に沿って配置した場合を考える。

【0078】

10

20

30

40

50

図7を参照して、各相アーム15～17は、U相アーム15を基本単位として半導体モジュールの横方向に沿って配列される。そのため、U相アーム15とV相アーム16との境界において、インバータ31のV相アーム16に対応する信号線層31G5は、U相アーム15のP電極層31PUとV相アーム16のN電極層31NVとの間に配置される。また、インバータ14のV相アーム16に対応する信号線層14G5は、U相アーム15のP電極層14PUとV相アーム16のN電極層14NVとの間に配置される。

【0079】

すなわち、U相アーム15のP電極層31PU（または14PU）と、V相アーム16のN電極層31NV（または14NV）とは、信号線層31G5（または14G5）の横方向長さに応じた間隔を持って配置されることになる。

10

【0080】

これに対して、図6の配置構造によれば、U相アーム15のP電極層31PU（または14PU）と、V相アーム16のN電極層31NV（または14NV）とは、信号線層31G5（または14G5）を介在せず、近接して配置することが可能となる。

【0081】

このようにP電極層と隣り合うアームのN電極層とを近接配置することにより、この発明による半導体モジュール10は、各電極層に分布するインダクタンスを低減できるという効果を奏する。

【0082】

たとえば近接するP電極層31PUとN電極層31NVとでは、その電流の方向が互いに逆方向となる。本実施の形態では、バスバー40PからP電極層31PUへ電流が流れる一方、N電極層31NVからバスバー40Nへ電流が流れる。このため、これらの電流によりP電極層31PUおよびN電極層31NVの周囲にそれぞれ生じる磁界の方向は、互いに逆の回転方向となる。すなわち、このような構成により、P電極層31PUおよびN電極層31NVのインダクタンスを低減することができる。この結果、インダクタンスに起因して生じるスイッチング時のフライバック電圧が低減される。フライバック電流の低減は、より高速なスイッチングを実現する。さらに、フライバック電圧を吸収可能なように高耐圧のスイッチング素子で構成されていたインバータ14, 31を、耐圧がより低い小型のスイッチング素子で構成することが可能となる。したがって、半導体モジュール10の更なる小型化および低コスト化を図ることができる。

20

30

【0083】

なお、上記の実施の形態においては、昇圧コンバータ12およびインバータ14, 31における各アームが1つの半導体モジュールとしてパッケージ化される場合について説明したが、半導体モジュールの構成は、これに限られるものではなく、たとえば、同相の上下アーム毎、あるいはインバータ全体および昇圧コンバータ全体を1つの半導体モジュールとしてパッケージ化してもよい。

【0084】

[この発明による半導体モジュールの適用例]

最後に、この発明による半導体モジュールの適用例として、半導体モジュールを含むモータ駆動装置とモータとを1つのケースに収めたハイブリッド車両の駆動装置について説明する。

40

【0085】

現状のハイブリッド車両の駆動装置においては、モータケースの上にインバータを構成する大きな箱型のケースを載せただけの構成が多く採られているところ、以下に述べる本願発明によるハイブリッド車両の駆動装置は、高さ方向に関し車両に搭載した場合の車両重心位置の改善、および搭載スペースの省スペース化を実現するものである。

【0086】

図8は、この発明によるハイブリッド車両200のモータジェネレータ制御に関する構成を示す回路図である。なお、図8のハイブリッド車両200は、図1のモータ駆動装置100に動力分割機構PSDおよび減速機RDを付加して、これらを含む駆動装置20を

50

新たに構成したものである。

【0087】

図8を参照して、車両200は、バッテリーBと、駆動装置20と、制御装置30と、図示しないエンジンおよび車輪とを含む。

【0088】

駆動装置20は、モータジェネレータMG1、MG2と、動力分割機構PSDと、減速機RDと、モータジェネレータMG1、MG2の制御を行なうパワー制御ユニット21とを備える。

【0089】

動力分割機構PSDは、基本的には、エンジンとモータジェネレータMG1、MG2に結合されてこれらの中で動力を分配する機構である。たとえば動力分割機構としてはサンギヤ、プラネタリキャリア、リングギヤの3つの回転軸を有する遊星歯車機構を用いることができる。

【0090】

動力分割機構PSDの2つの回転軸がエンジン、モータジェネレータMG1の各回転軸にそれぞれ接続され、他の1つの回転軸は減速機RDに接続される。動力分割機構PSDと一体化された減速機RDによってモータジェネレータMG2の回転は減速されて動力分割機構PSDに伝達される。

【0091】

なお減速機の回転軸は、後に説明するように図示しない減速ギヤやディファレンシャルギヤによって車輪に結合されている。

【0092】

パワー制御ユニット21は、モータジェネレータMG1、MG2にそれぞれ対応して設けられるインバータ14、31と、インバータ14、31に共通して設けられる昇圧コンバータ12とを含む。

【0093】

ここで、パワー制御ユニット21において、インバータ14、31の3相アーム15～17と昇圧コンバータ12のアーム部とは、一体化されて半導体モジュール10を構成する。半導体モジュール10は、上述した図1のモータ駆動装置100に搭載される半導体モジュール10と同一の構成であるために、その詳細な説明は省略する。

【0094】

図9は、図8における動力分割機構PSDおよび減速機RDの詳細を説明するための模式図である。

【0095】

図9を参照して、この車両駆動装置は、モータジェネレータMG2と、モータジェネレータMG2の回転軸に接続される減速機RDと、減速機RDで減速された回転軸の回転に応じて回転する車軸と、エンジンENGと、モータジェネレータMG1と、減速機RDとエンジンENGとモータジェネレータMG1との間で動力分配を行なう動力分割機構PSDとを備える。減速機RDは、モータジェネレータMG2から動力分割機構PSDへの減速比が、たとえば2倍以上である。

【0096】

エンジンENGのクランクシャフト500とモータジェネレータMG1のロータ320とモータジェネレータMG2のロータ370とは同じ軸を中心に回転する。

【0097】

動力分割機構PSDは、図9に示す例ではプラネタリギヤであり、クランクシャフト500に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸に結合されたサンギヤ510と、クランクシャフト500と同軸上を回転可能に支持されているリングギヤ520と、サンギヤ510とリングギヤ520との間に配置され、サンギヤ510の外周を自転しながら公転するピニオンギヤ530と、クランクシャフト500の端部に結合され各ピニオンギヤ530の回転軸を支持するプラネタリキャリア540とを含む。

【 0 0 9 8 】

動力分割機構 P S D は、サンギヤ 5 1 0 に結合されたサンギヤ軸と、リングギヤ 5 2 0 に結合されたリングギヤケースおよびプラネタリキャリア 5 4 0 に結合されたクランクシャフト 5 0 0 の 3 軸が動力の入出力軸とされる。そしてこの 3 軸のうちいずれか 2 軸へ入出力される動力が決定されると、残りの 1 軸に入出力される動力は他の 2 軸へ入出力される動力に基づいて定まる。

【 0 0 9 9 】

動力の取出用のカウンタドライブギヤ 7 0 0 がリングギヤケースの外側に設けられ、リングギヤ 5 2 0 と一体的に回転する。カウンタドライブギヤ 7 0 0 は、減速ギヤ R G に接続されている。そしてカウンタドライブギヤ 7 0 0 と減速ギヤ R G との間で動力の伝達がなされる。減速ギヤ R G はディファレンシャルギヤ D E F を駆動する。また、下り坂等では車輪の回転がディファレンシャルギヤ D E F に伝達され、減速ギヤ R G はディファレンシャルギヤ D E F によって駆動される。

10

【 0 1 0 0 】

モータジェネレータ M G 1 は、回転磁界を形成するステータ 3 1 0 と、ステータ 3 1 0 内部に配置され複数個の永久磁石が埋め込まれているロータ 3 2 0 とを含む。ステータ 3 1 0 は、ステータコア 3 3 0 と、ステータコア 3 3 0 に巻回される三相コイル 3 4 0 とを含む。ロータ 3 2 0 は、動力分割機構 P S D のサンギヤ 5 1 0 と一体的に回転するサンギヤ軸に結合されている。ステータコア 3 3 0 は、電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、図示しないケースに固定されている。

20

【 0 1 0 1 】

モータジェネレータ M G 1 は、ロータ 3 2 0 に埋め込まれた永久磁石による磁界と三相コイル 3 4 0 によって形成される磁界との相互作用によりロータ 3 2 0 を回転駆動する電動機として動作する。またモータジェネレータ M G 1 は、永久磁石による磁界とロータ 3 2 0 の回転との相互作用により三相コイル 3 4 0 の両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。

【 0 1 0 2 】

モータジェネレータ M G 2 は、回転磁界を形成するステータ 3 6 0 と、ステータ 3 6 0 内部に配置され複数個の永久磁石が埋め込まれたロータ 3 7 0 とを含む。ステータ 3 6 0 は、ステータコア 3 8 0 と、ステータコア 3 8 0 に巻回される三相コイル 3 9 0 とを含む。

30

【 0 1 0 3 】

ロータ 3 7 0 は、動力分割機構 P S D のリングギヤ 5 2 0 と一体的に回転するリングギヤケースに減速機 R D によって結合されている。ステータコア 3 8 0 は、たとえば電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、図示しないケースに固定されている。

【 0 1 0 4 】

モータジェネレータ M G 2 は、永久磁石による磁界とロータ 3 7 0 の回転との相互作用により三相コイル 3 9 0 の両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。またモータジェネレータ M G 2 は、永久磁石による磁界と三相コイル 3 9 0 によって形成される磁界との相互作用によりロータ 3 7 0 を回転駆動する電動機として動作する。

40

【 0 1 0 5 】

減速機 R D は、プラネタリギヤの回転要素の一つであるプラネタリキャリア 6 6 0 が車両駆動装置のケースに固定された構造により減速を行なう。すなわち、減速機 R D は、ロータ 3 7 0 のシャフトに結合されたサンギヤ 6 2 0 と、リングギヤ 5 2 0 と一体的に回転するリングギヤ 6 8 0 と、リングギヤ 6 8 0 およびサンギヤ 6 2 0 に噛み合いサンギヤ 6 2 0 の回転をリングギヤ 6 8 0 に伝達するピニオンギヤ 6 4 0 とを含む。

【 0 1 0 6 】

たとえば、サンギヤ 6 2 0 の歯数に対しリングギヤ 6 8 0 の歯数を 2 倍以上にすることにより、減速比を 2 倍以上にすることができる。

【 0 1 0 7 】

50

図10は、この発明によるハイブリッド車両の駆動装置20の外観を示す斜視図である。

【0108】

図11は、駆動装置20の平面図である。

図10、図11を参照して、駆動装置20のケースは、ケース104とケース102とに分割可能に構成されている。ケース104は主としてモータジェネレータMG1を収容する部分であり、ケース102は、主としてモータジェネレータMG2およびパワー制御ユニット21を収容する部分である。

【0109】

ケース104にはフランジ106が形成され、ケース102にはフランジ105が形成され、フランジ106とフランジ105とがボルト等で固定されることにより、ケース104とケース102とが一体化される。

【0110】

ケース102にはパワー制御ユニット21を組付けるための開口部108が設けられている。この開口部108の内部左側部分(車両進行方向側)にはコンデンサC2が収容され、中央部分には半導体モジュール10と端子台116, 118とが収容され、右側部分にはリアクトルL1が収容されている。なお、この開口部108は車両搭載状態においては蓋により閉じられている。また、コンデンサC2を開口部108の内部右側部分に収容し、かつ、リアクトルL1を半導体モジュール10の左側部分に収容するように入れ換えでも良い。

【0111】

つまり、リアクトルL1はモータジェネレータMG1およびMG2の回転軸の一方側に配置され、コンデンサC2は回転軸の他方側に配置される。そしてコンデンサC2とリアクトルL1との間の領域に半導体モジュール10が配置されている。半導体モジュール10の下方にはモータジェネレータMG2が配置されている。

【0112】

半導体モジュール10は、図2で説明したものと同様の構成を有する。

具体的には、絶縁基板50の上面にはインバータ14, 31のスイッチング素子Q1~Q8が配置される。そして、インバータ14とインバータ31との間の領域には、絶縁基板50の法線方向(紙面垂直方向に相当)に重ねて配置されたバスバー40P, 40Nが設けられている。

【0113】

なお、積層構造の上層側に配置され、電源ラインLN1を構成するバスバー40Pは、金属部材からなる。一方、下層側に配置され、アースラインLN2を構成するバスバー40Nは、配線層からなる。

【0114】

そして、絶縁基板50の下面には、放熱板60を介してヒートシンク70が設けられる(ともに図示せず)。ヒートシンク70に設けられた複数の溝72は、通水路を構成しており、通水路への冷却水入口114と冷却水出口112とがケース102に設けられている。この入口や出口などは、たとえば、ケース102に対し、フランジ部106, 105を貫通させてユニオンナット等を打ち込んで構成される。

【0115】

なお、通水路を、ヒートシンク70を介さずに放熱板60の下面を直接的に冷却水が流通するように構成しても良い。このような構成とすることにより、半導体モジュール10の法線方向の長さを更に低減することができる。

【0116】

さらに、インバータ14のU相アーム15、V相アーム16、W相アーム17からはそれぞれ1本ずつのバスバーがモータジェネレータMG2のステータコイルにつながる端子台116に向けて設けられている。同様にインバータ31からも3本のバスバーがモータジェネレータMG1のステータコイルにつながる端子台118に向けて設けられている。

【0117】

図12は、駆動装置20を図11のX1方向から見た側面図である。

図12を参照して、ケース102にはモータジェネレータ組付け用および保守用の開口部109が設けられており、この開口部109は車両搭載状態においては蓋により閉じられている。

【0118】

開口部109の内部にはモータジェネレータMG2が配置されている。U、V、W相のバスバーが接続されるステータ360の内部にロータ370が配置されている。ロータ370の中央部分には中空のシャフト600が見えている。

【0119】

図12に示すように、ケース102のパワー制御ユニット21を収容する収容室にはモータジェネレータMG2のステータ360が大きく食い込んでいるので、モータジェネレータMG2の一方側にはリアクトルL1が配置され、かつ、他方側にはコンデンサC2が配置され、大型部品を効率良く収容している。また、モータジェネレータMG2のステータ360の上方には、半導体モジュール10が配置される。

【0120】

このような配置構造とすることにより、パワー制御ユニット21を構成するコンデンサC2、半導体モジュール10およびリアクトルL1は、車両駆動装置を車両に搭載したときの水平方向の寸法の内側に配置される。なお、水平方向の寸法は、ケースのダンパ124、モータジェネレータMG2、減速ギヤRGおよびディファレンシャルギヤDEFを収容する部分の投影部によって定まる。これにより、コンパクトなハイブリッド車両の駆動装置が実現される。

【0121】

また、車両搭載時の鉛直方向において、半導体モジュール10は、ケースの半導体モジュール10を収容する部分の投影部の車両搭載時の高さが、残りのケースの空間、すなわち、ダンパ124、モータジェネレータMG2、減速ギヤRGおよびディファレンシャルギヤDEFを収容する部分の車両搭載時の高さを少なくとも超えないように、配置されている。かかる配置は、電源用のバスバー40P、40Nの一方を配線層で形成したことによって、半導体モジュール10の法線方向の長さが大幅に低減されたことに起因するものである。

【0122】

これによれば、パワー制御ユニット21を構成する半導体モジュール10、リアクトルL1およびコンデンサC2は、ディファレンシャルギヤDEFを収容するケース部分の外縁とダンパ124を収容するケース部分の外縁とで定まる鉛直方向の寸法の内側に配置されていることがわかる。したがって、車両の重心を低くすることができ、走行安定性を増すことができる。

【0123】

[変更例]

上述したハイブリッド車両の駆動装置においては、半導体モジュール10を含むパワー制御ユニット21の冷却系として、一般的な水冷系を採用した。

【0124】

ここで、スイッチング素子としてたとえばSiC-MOSなどの高温動作可能な素子を利用すれば、モータジェネレータの耐熱温度と同程度の温度で動作させることが可能となる。したがって、冷却系としてパワー制御ユニット21専用の水冷系を廃して、モータジェネレータと共通の油冷系を採用することが可能となる。この結果、装置全体をよりコンパクトな構成にすることができる。また、半導体モジュール10の部分に冷却水の経路を設けなくても冷却が可能となるため、車両の重心をより低くして走行安定性を向上させることができる。

【0125】

以下に、この発明による半導体モジュールが適用されたハイブリッド車両の駆動装置の

10

20

30

40

50

変更例として、パワー制御ユニット 2 1 の冷却系に油冷系が採用されたハイブリッド車両の駆動装置について説明する。

【 0 1 2 6 】

本変更例では、半導体モジュール 1 0 を含むパワー制御ユニット 2 1 およびモータジェネレータ M G 1 , M G 2 は、一部が輻射等で放熱されるが、主として潤滑油との熱交換により冷却が行なわれる。

【 0 1 2 7 】

したがって、パワー制御ユニット 2 1 およびモータジェネレータ M G 1 , M G 2 において生じた熱は、潤滑油によってモータジェネレータ M G 1 のケースに伝達され、そのケースからエンジン E N G のシリンダブロックにされに伝達される。シリンダブロックは冷却水によって冷却されるので、温度上昇が抑制される、この結果、パワー制御ユニット 2 1 およびモータジェネレータ M G 1 , M G 2 の温度も上昇が抑制されることになる。

【 0 1 2 8 】

図 1 3 は、駆動装置 2 0 におけるオイル循環経路を示した断面図である。

図 1 3 を参照して、モータジェネレータ M G 2 を收容する收容室とパワー制御ユニット 2 1 を收容する收容室との境界部分と、減速ギヤ R G およびディファレンシャルギヤ D E F を收容する部分の各ケース部分断面が示されている。

【 0 1 2 9 】

図 1 4 は、図 1 3 の X I V - X I V における部分断面図である。

図 1 3、図 1 4 を参照して、ケース 1 0 2 にはパワー制御ユニット 2 1 を收容する收容室とモータジェネレータ M G 2 を收容する收容室との 2 つの空間を仕切る隔壁 2 1 0 が設けられている。この隔壁 2 1 0 の上面部分には、半導体モジュール 1 0 を冷却するためのオイル通路 1 2 2 が設けられ、このオイル通路 1 2 2 は、オイル溜り 4 7 0 およびモータジェネレータ M G 2 の收容室と連通している。モータジェネレータ M G 2 の潤滑油が半導体モジュール 1 0 側に漏れ出ないように半導体モジュール 1 0 は、隔壁 2 1 0 と液状ガスケット等でシールされる。

【 0 1 3 0 】

潤滑油は、ケース底部にオイルレベル O L まで貯蔵されている。このケース底部はオイルパンに該当する。なお、ケース底部に別途オイルパンを設ける構成としても良い。

【 0 1 3 1 】

ロータ 3 7 0 の回転等に応じて図 9 のカウンタドライブギヤ 7 0 0 が回転される。カウンタドライブギヤ 7 0 0 によってカウンタドリブンギヤ 1 3 2 が回転され、カウンタドリブンギヤ 1 3 2 の回転に応じてディファレンシャルギヤ D E F が回転する。

【 0 1 3 2 】

すると図 1 3 の矢印に示すように、ディファレンシャルギヤ D E F が潤滑油を跳ね上げる。ケースの上部にはオイルキャッチ板 4 8 6 が設けられており、ディファレンシャルギヤ D E F によって掻き揚げられたオイルはオイル溜り 4 7 0 に溜められる。オイル溜り 4 7 0 は、潤滑油の循環経路において半導体モジュール 1 0 を含むパワー制御ユニット 2 1 の上流部に位置する。オイル溜り 4 7 0 にはオイル出口 4 7 2 が設けられており、オイル出口 4 7 2 は図 1 4 に示すように半導体モジュール 1 0 の下部の空間へのオイル入口 4 7 4 , 4 7 6 , 4 7 8 と通じている。

【 0 1 3 3 】

半導体モジュール 1 0 のスイッチング素子の実装面と反対側の裏面には、オイルに熱を放熱するためのフィン 4 9 0 , 4 9 2 , 4 9 4 が設けられており、スイッチング素子の熱はこれらフィンを通じて潤滑油に放熱される。その後潤滑油は隔壁 2 1 0 に設けられたオイル出口 4 8 0 , 4 8 3 , 4 8 4 を通り、ステータ 3 6 0 の上部に注がれる。そして、潤滑油はステータ 3 6 0 の外周に沿って流れ、再びケース底部に戻される。

【 0 1 3 4 】

以上に説明したように、モータジェネレータを駆動するとき高温となる半導体モジュール 1 0 は、モータジェネレータの潤滑油を利用して冷却される。そして、モータジェネ

10

20

30

40

50

レータの内部を循環する潤滑油の熱は、エンジンのハウジング側に放熱される。

【0135】

これにより、一体化したモータおよびインバータの部分に冷却水の経路を設けなくても冷却が可能となる。そのため、半導体モジュール10においては、水冷系において通水路を構成していたヒートシンク70が不要となる。この結果、半導体モジュール10の法線方向の長さを更に低減することができる。したがって、車両の重心をさらに低くできるとともに、省スペース化さらには設計の自由度を向上させることができる。

【0136】

なお、上記の実施の形態においては、半導体モジュールがモータ駆動装置およびハイブリッド車両の駆動装置に用いられる場合を代表的に例示して説明したが、この発明による半導体モジュールの適用範囲は、これらに限られるものではなく、たとえば車両システムにおいてパワー半導体素子が用いられるオルタネータや点火装置においてもこの発明を適用することができる。

【0137】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0138】

この発明は、モータ駆動装置に搭載されるインバータやコンバータを構成する半導体モジュールおよびそれを備えるハイブリッド車両の駆動装置に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0139】

【図1】この発明による半導体モジュールを搭載したモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【図2】この発明による半導体モジュールの全体構成を示す平面図である。

【図3】インバータの3相アームの具体的な構成を示す平面図である。

【図4】図3のIV-IVにおける断面図である。

【図5】図3のV-Vにおける断面を示す図である。

【図6】この発明による半導体モジュールの要部構成を示す平面図である。

【図7】半導体モジュールの要部構成の他の例を示す平面図である。

【図8】この発明によるハイブリッド車両のモータジェネレータ制御に関する構成を示す回路図である。

【図9】図8における動力分割機構および減速機の詳細を説明するための模式図である。

【図10】この発明によるハイブリッド車両の駆動装置の外観を示す斜視図である。

【図11】駆動装置の平面図である。

【図12】駆動装置を図11のX1方向から見た側面図である。

【図13】駆動装置におけるオイル循環経路を示した断面図である。

【図14】図13のXIV-XIVにおける部分断面図である。

【符号の説明】

【0140】

10 半導体モジュール、12 昇圧コンバータ、14, 31 インバータ、14U, 14V, 14W, 31U, 31V, 31W 中間電極層、14PU, 14PV, 14PW, 31PU, 31PV, 31PW P電極層、14NU, 14NV, 14NW, 31NU, 31NV, 31NW N電極層、14G3~14G6, 31G3~31G6 信号線層、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、20 駆動装置、21 パワー制御ユニット、30 制御装置、40P, 40N, 42P, 42N バスバー、50 絶縁基板、52 半田、60 シリコングリス、70 ヒートシンク、72 溝、80 絶縁部材、100 モータ駆動装置、102, 104 ケース、105, 106 フラ

10

20

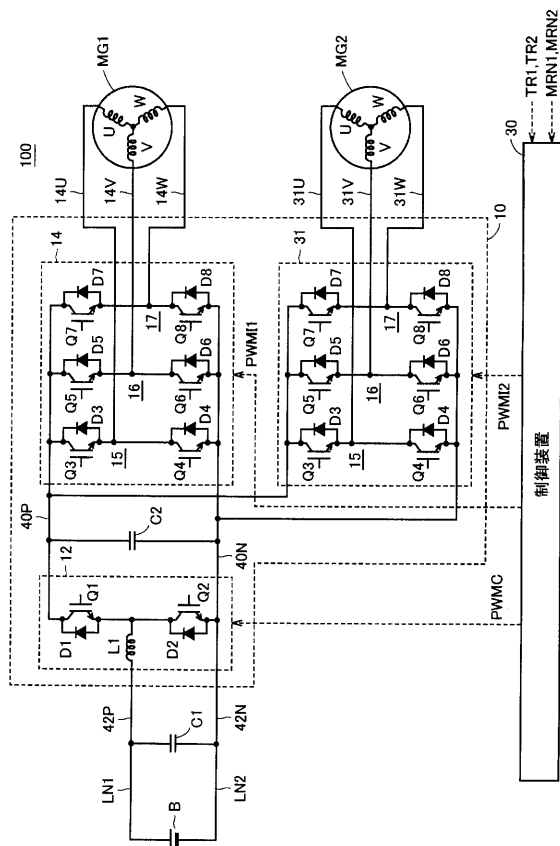
30

40

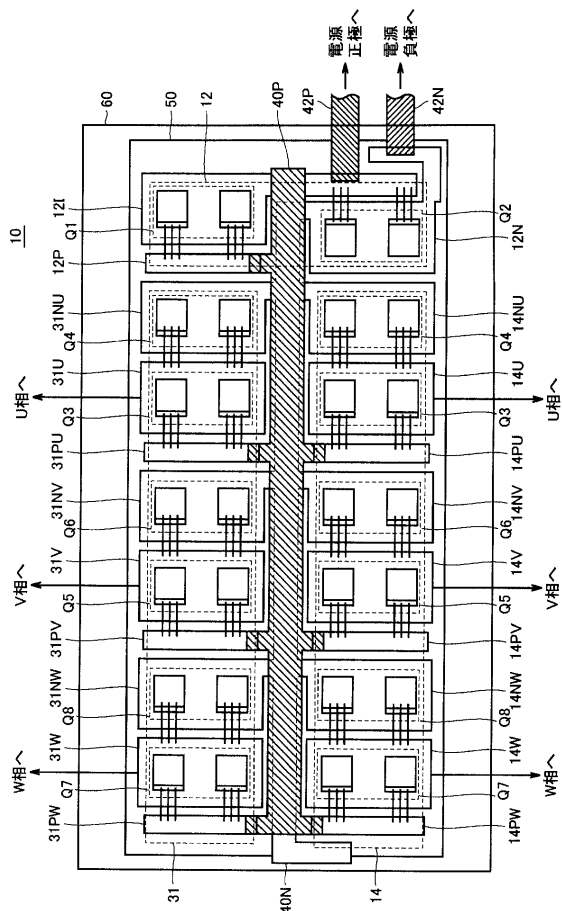
50

ンジ、108, 109 開口部、112 冷却水出口、114 冷却水入口、116, 118 端子台、122 オイル通路、124 ダンパ、200 車両、210 隔壁、310, 360 ステータ、320, 370 ロータ、330, 380 ステータコア、340, 390 三相コイル、472, 480, 483, 484 オイル出口、474, 476, 478 オイル入口、486 オイルキャッチ板、490, 492, 494 フィン、500 クランクシャフト、510, 620 サンギヤ、520, 680 リングギヤ、530, 640 ピニオンギヤ、540, 660 プラネタリキャリア、600 シャフト、700 カウンタドライブギヤ、B バッテリ、Q1~Q8 スイッチング素子、D1~D8 ダイオード、C1, C2 コンデンサ、L1 リアクトル、DEF ディファレンシャルギヤ、ENG エンジン、L1 リアクトル、LN1 電源ライン、LN2 アースライン、MG1, MG2 モータジェネレータ、PSD 動力分割機構、RG 減速ギヤ、RD 減速機、WL1, WL2 ワイヤ。

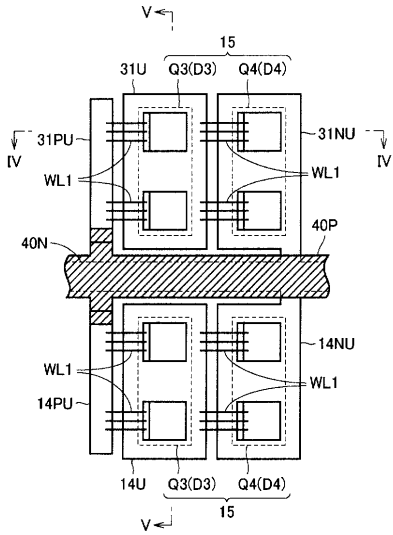
【図1】



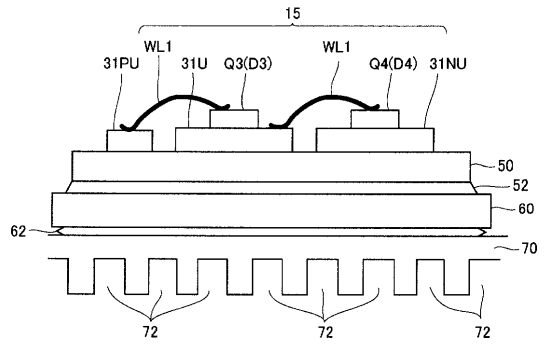
【図2】



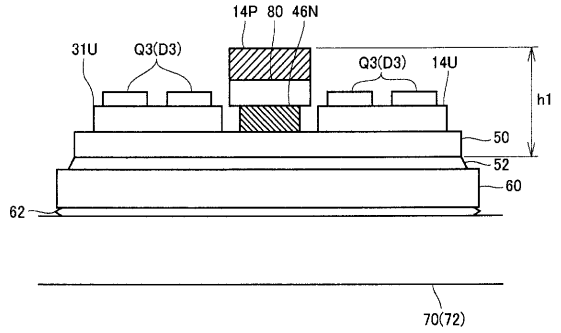
【 図 3 】



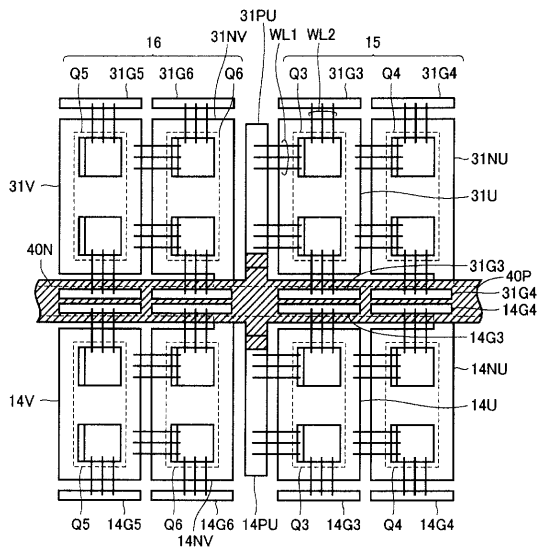
【 図 4 】



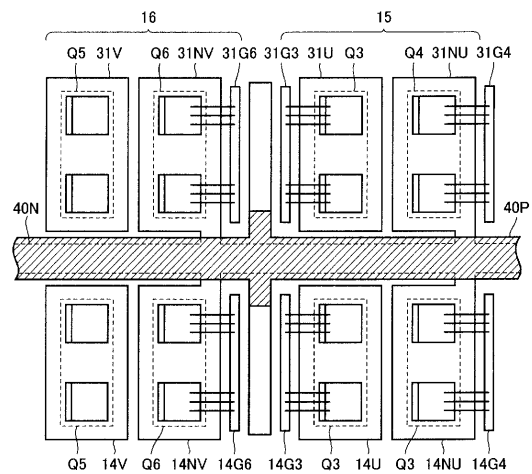
【 図 5 】



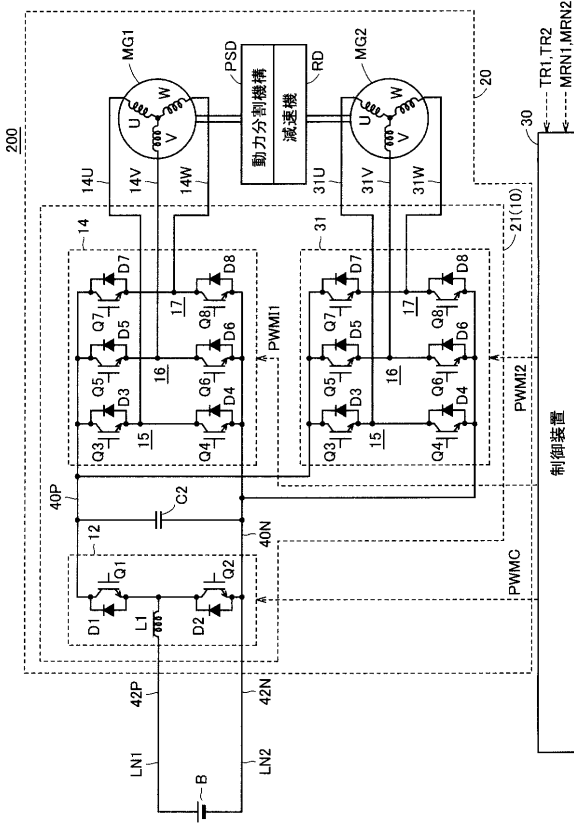
【 図 6 】



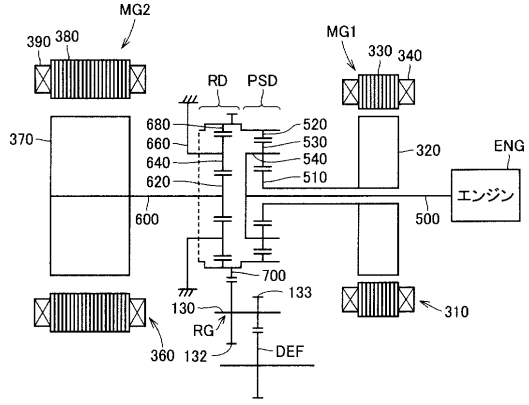
【 図 7 】



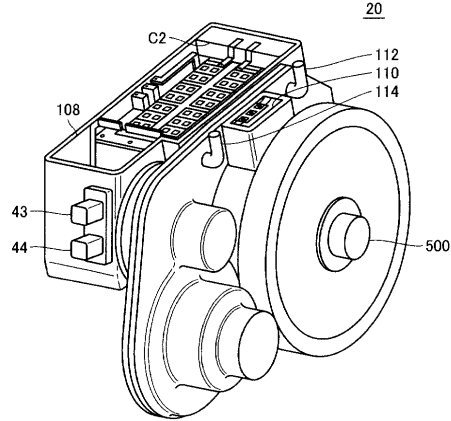
【図8】



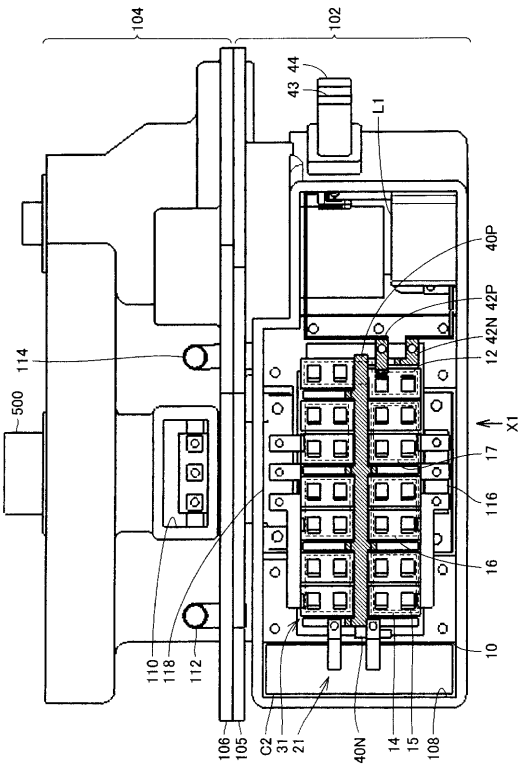
【図9】



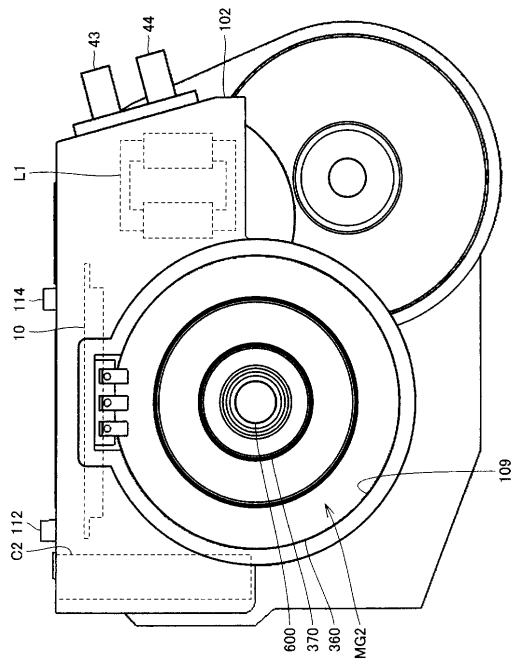
【図10】



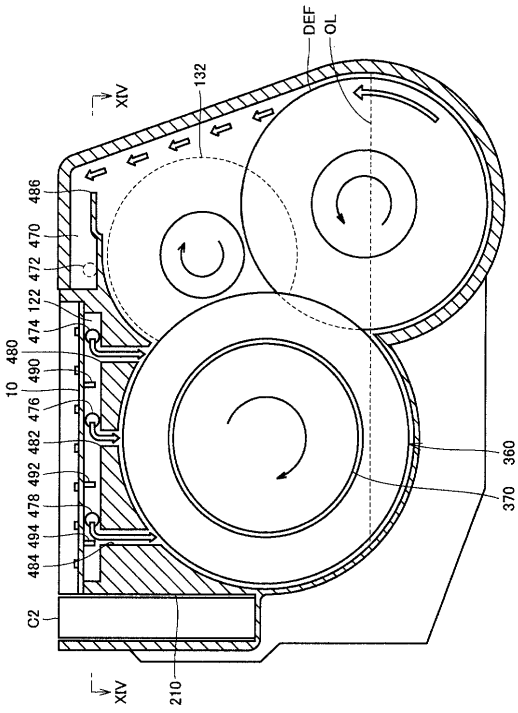
【図11】



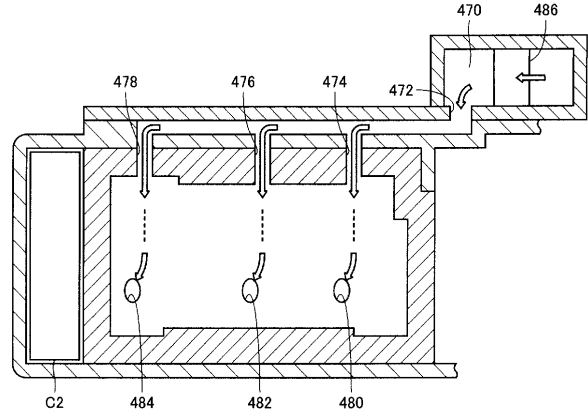
【図12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 K 6/04 1 0 0