

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4979909号  
(P4979909)

(45) 発行日 平成24年7月18日(2012.7.18)

(24) 登録日 平成24年4月27日(2012.4.27)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 23/34 (2006.01)	HO 1 L 23/34 A
HO 1 L 23/473 (2006.01)	HO 1 L 23/46 Z
HO 1 L 25/07 (2006.01)	HO 1 L 25/04 C
HO 1 L 25/18 (2006.01)	HO 2 M 7/48 Z A B Z
HO 2 M 7/48 (2007.01)	

請求項の数 7 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2005-238497 (P2005-238497)	(73) 特許権者	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
(22) 出願日	平成17年8月19日(2005.8.19)	(74) 代理人	100077816 弁理士 春日 譲
(65) 公開番号	特開2007-53295 (P2007-53295A)	(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
(43) 公開日	平成19年3月1日(2007.3.1)	(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 株式会社日立製作所 日立研究所内
審査請求日	平成20年1月30日(2008.1.30)		

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】

半導体モジュールと、枠体と、を備えた電力変換装置であって、  
 前記半導体モジュールは、板状に構成された第1導体及び第2導体と、当該第1導体と当該第2導体との間に配置される半導体チップと、当該第1導体と当該第2導体と当該半導体チップを収納するための筒状の放熱ベースと、を有し、  
 前記枠体は、底面部と一対の対向した側面部により構成される窪み部を形成し、  
 前記放熱ベースは、底面部材と、当該底面部材によって形成された底面の反対側に形成された開口と、当該底面部材と当該開口との間に位置し互いに対向配置された1対の放熱部材と、を有し、  
 前記半導体チップは、前記第1導体と対向する第1主面と、当該第1主面とは反対側に形成されておりかつ前記第2導体と対向する第2主面と、を有し、  
 前記第1導体及び前記第2導体は、絶縁性樹脂を介して前記放熱ベースの前記放熱部材の内壁側に固定され、  
 前記第1導体は、前記放熱ベースの前記開口から外部に突出した第1リード配線を有し、  
 前記第2導体は、前記放熱ベースの前記開口から外部に突出した第2リード配線を有し、  
 前記放熱ベースの前記底面部材の底面が前記窪み部の底面に向かい合うように当該放熱ベースが前記枠体の前記窪み部に配置されることにより、前記窪み部の一方の側面部と一

方の前記放熱部材との間に第 1 空間が形成されるとともに、前記窪み部の他方の側面部と他方の前記放熱部材との間に第 2 空間が形成され、

前記一方の放熱部材は、前記第 1 の空間に向かって形成されたフィンを有し、

前記他方の放熱部材は、前記第 2 の空間に向かって形成されたフィンを有し、

前記第 1 空間と前記第 2 空間に冷却冷媒が流れることにより、前記半導体チップで発生した熱が前記放熱部材及び前記フィンを介して当該冷却冷媒に放熱されるとともに、

前記第 1 導体及び前記第 2 導体は絶縁性樹脂で封止され、

前記第 1 リード配線は、前記第 1 導体と一体に形成され、かつ前記絶縁性樹脂から突出し、さらに前記放熱ベースの前記開口から外部に突出し、

前記第 2 リード配線は、前記第 2 導体と一体に形成され、かつ前記絶縁性樹脂から突出し、さらに前記放熱ベースの前記開口から外部に突出し、

さらに、前記絶縁性樹脂は、前記放熱ベースの開口から突出して形成され、

前記第 1 端子及び前記第 2 端子は、前記絶縁性樹脂の突出した部分を介して前記放熱ベースの開口から外部に延ばされる電力変換装置。

#### 【請求項 2】

半導体モジュールと、枠体と、を備えた電力変換装置であって、

前記半導体モジュールは、板状に構成された第 1 導体及び第 2 導体と、当該第 1 導体と当該第 2 導体との間に配置される半導体チップと、当該第 1 導体と当該第 2 導体と当該半導体チップを収納するための筒状の放熱ベースと、を有し、

前記枠体は、底面部と一対の対向した側面部により構成される窪み部を形成し、

前記放熱ベースは、底面部材と、当該底面部材によって形成された底面の反対側に形成された開口と、当該底面部材と当該開口との間に位置し互いに対向配置された 1 対の放熱部材と、を有し、

前記半導体チップは、前記第 1 導体と対向する第 1 主面と、当該第 1 主面とは反対側に形成されておりかつ前記第 2 導体と対向する第 2 主面と、を有し、

前記第 1 導体及び前記第 2 導体は、絶縁性樹脂を介して前記放熱ベースの前記放熱部材の内壁側に固定され、

前記第 1 導体は、前記放熱ベースの前記開口から外部に突出した第 1 リード配線を有し、

前記第 2 導体は、前記放熱ベースの前記開口から外部に突出した第 2 リード配線を有し、

前記放熱ベースの前記底面部材の底面が前記窪み部の底面に向かい合うように当該放熱ベースが前記枠体の前記窪み部に配置されることにより、前記窪み部の一方の側面部と一方の前記放熱部材との間に第 1 空間が形成されるとともに、前記窪み部の他方の側面部と他方の前記放熱部材との間に第 2 空間が形成され、

前記一方の放熱部材は、前記第 1 の空間に向かって形成されたフィンを有し、

前記他方の放熱部材は、前記第 2 の空間に向かって形成されたフィンを有し、

前記第 1 空間と前記第 2 空間に冷却冷媒が流れることにより、前記半導体チップで発生した熱が前記放熱部材及び前記フィンを介して当該冷却冷媒に放熱されるとともに、

前記半導体モジュールは、前記半導体チップの駆動信号を伝達するゲートリード配線を備え、

前記ゲートリード配線は、絶縁性樹脂で封止されており、当該絶縁性樹脂で封止された状態の前記ゲートリード配線が前記放熱ベースの開口から外に突出し、

さらに、前記絶縁性樹脂は、前記放熱ベースの開口から突出して形成され、

前記第 1 端子及び前記第 2 端子は、前記絶縁性樹脂の突出した部分を介して前記放熱ベースの開口から外部に延ばされる電力変換装置。

#### 【請求項 3】

請求項 1 若しくは 2 のいずれかに記載の電力変換装置であって、

前記絶縁性樹脂は、エポキシ樹脂 20 重量%に対してシリカ材を 80 重量%含有して構成される電力変換装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 4】

請求項 1 若しくは 2 のいずれかに記載の電力変換装置であって、  
前記絶縁性樹脂は、エポキシ樹脂にアルミナ、窒化アルミまたはボロンナイトライドの  
いずれかを混合して構成される電力変換装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 若しくは 2 のいずれかに記載の電力変換装置であって、  
前記放熱ベースの前記底面部材は、前記窪み部の前記底面部と接触する電力変換装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 若しくは 2 のいずれかに記載の電力変換装置であって、  
前記半導体チップは、I G B T 及びダイオードであり、  
前記 I G B T と前記ダイオードは、前記冷却冷媒の流れ方向に沿って、並べて配置され  
る電力変換装置。

10

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載された電力変換装置であって、  
前記第 1 端子は、前記 I G B T よりも前記ダイオードに近い位置から前記放熱ベースの  
開口から外部に延ばされる電力変換装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電力変換装置に関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体デバイス、特に、大電流をスイッチング制御するパワー半導体デバイスでは、発  
熱量が大きいため、パワー半導体素子の両面から冷却する両面冷却半導体装置が検討され  
ている。半導体デバイスの冷却に要求される性能は、半導体装置を実装した電気回路モジ  
ュールが搭載される電機システムの様々な環境によって異なる。例えば自動車に搭載され  
た電力変換装置では、車両への搭載環境、動作環境などから電気装置の冷却に高い性能が  
要求される。

## 【0003】

ここで、従来の両面冷却半導体デバイスとしては、例えば、特開 2004 - 29666  
3 号公報に記載のように、断面 H 形状の第 1 の放熱部と、この H 形状の第 2 の放熱部の第  
1 及び第 2 の凹部にそれぞれ配置された第 1 及び第 2 の半導体素子と、これらの第 1 及び  
第 2 の半導体素子の上面に取り付けられた第 2 及び第 3 の放熱部とから構成されるものが  
知られている。このように、半導体素子の下面側は第 1 の放熱部から放熱し、半導体素子  
の上面側は第 2 若しくは第 3 の放熱部から放熱することで、両面冷却が可能となっている  
。

30

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2004 - 296663 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0005】

近年、半導体装置を実装した電気回路モジュールが搭載される電機システムでは、シス  
テムのさらなる小型化、低コスト化及び高信頼化が課題になっている。例えば自動車では  
、半導体装置を実装した電気回路モジュールが搭載される電機システムの小型化、低コス  
ト化及び高信頼化が重要な課題になっている。すなわち自動車では、地球環境に及ぼす影  
響の低減、燃費のさらなる向上などが望まれている。これを達成するためには車両駆動或  
いは車載補機駆動の電動化の普及が必須であり、そのためには、電力変換装置における車  
両への搭載性改善、電力変換装置の価格低下などが必須である。このため、自動車では、  
電力変換装置の小型化、低コスト化及び高信頼化が重要な課題になっている。

## 【0006】

50

通電により自己発熱する半導体デバイスによって電気回路モジュールが構成された電機システムでは、機器の小型化によって機器の熱容量が大きくなる。このため、電機システムのさらなる小型化、低コスト化及び高信頼化にあたっては、半導体装置の冷却性能のさらなる向上を考慮する必要がある。

【0007】

ここで、特開2004-296663号公報記載のものでは、半導体素子自体は、両面冷却する構成とすることで、冷却性能を向上させようとする試みがなされているが、実際の半導体素子の冷却にあたっては、半導体デバイスと冷却媒体の間で熱交換を行い、半導体デバイスの発熱を冷却媒体に放熱するための放熱機構部を用いる必要がある。この点、特開2004-296663号公報記載のものでは、半導体デバイスそのもの構成については開示するものものと、半導体デバイスと放熱機構部との間の熱的接続及び電氣的絶縁については開示されていない。

10

【0008】

特開2004-296663号公報記載のように、H形状の第1の放熱部の凹部に半導体素子を取付け、さらに半導体素子の上面に第2若しくは第3の放熱部を取り付ける構成では、第2の放熱部の上面と第3の放熱部の上面とは必ずしも平行にならないものである。その理由は、第1の放熱部の凹部に半導体素子を取り付ける際に用いるハンダやろう材の厚みや、半導体素子の上面に第2若しくは第3の放熱部を取り付ける際に用いるハンダやろう材の厚みが、均一にならないことによる。

20

【0009】

第2の放熱部の上面と第3の放熱部の上面との平行度が低い状態で、半導体デバイスを放熱機構部に組み込むと、半導体デバイスの第2若しくは第3の放熱部と、放熱機構部との間の熱的接続を十分に行えず、熱抵抗が大きくなり、冷却性能が低下するという問題がある。

【0010】

また、特開2004-296663号公報記載のものでは、第1の放熱部が第1のリード端子に電氣的に接続され、第2若しくは第3の放熱部が第2のリード端子に電氣的に接続される構成となるため、半導体デバイスと導電体からなる放熱機構部との間の電氣的絶縁をとる必要がある。

【0011】

本発明の目的は、小型化、低コスト化及び高信頼化を図れる電力変換装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成するために、本発明は、半導体モジュールと、枠体と、を備えた電力変換装置であって、前記絶縁性樹脂は、前記放熱ベースの開口から突出して形成され、前記第1端子及び前記第2端子は、前記絶縁性樹脂の突出した部分を介して前記放熱ベースの開口から外部に延ばされる点に特徴を有するものである。

40

【0019】

かかる構成により、電力変換装置の小型化、低コスト化及び高信頼化を図れるものとなる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、電力変換装置を、小型化、低コスト化及び高信頼化を図れるものとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、図面に基づいて、本発明の各実施形態を説明する。

50

## 【0023】

以下に説明する実施形態では、本発明の半導体装置が搭載される電力変換装置として、特に熱サイクルや動作的環境などが大変厳しい車載用インバータ装置を例に挙げて説明する。車載用インバータ装置は、車載電動機の駆動を制御する制御装置として車載電機システムに備えられ、車載電源を構成する車載バッテリーから供給された直流電力を所定の交流電力に変換し、得られた交流電力を車載電動機に供給することにより、車載電動機の駆動を制御する。

## 【0024】

なお、以下に説明する構成は、DC/DCコンバータや直流チョッパなどの直流-直流電力変換装置或いは交流-直流電力変換装置の電力変換部を構成するパワーモジュールにも適用可能である。

10

## 【0025】

また、以下に説明する構成は、工場の電動機駆動システムなどの産業用電機システムに搭載された電力変換装置、或いは家庭の太陽光発電システムや家庭の電動機駆動システムなどの家庭用電機システムに搭載された電力変換装置の電力変換部を構成するパワーモジュールにも適用可能である。

## 【0026】

最初に、図1～図13を用いて、本発明の第1の実施形態による半導体装置、この半導体装置を用いた車載用インバータ装置、この車載用インバータ装置を用いたハイブリッド電気自動車の構成について説明する。

20

最初に、図1～図5を用いて、本実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す斜視図である。図2は、本発明の第1の実施形態による半導体装置に用いる半導体デバイスの構成を示す斜視図である。図3は、本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す分解斜視図である。図4は、本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す側面断面図である。図5は、本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。なお、図1～図5において、同一符号は、同一部分を示している。

## 【0027】

図1に示すように、本実施形態の半導体装置は、半導体デバイスと、放熱機構部とからなる。ここで、半導体デバイスの一例は、パワー半導体素子3である。放熱機構部の一例は、筒状の放熱ベース2である。放熱機構部である筒状の放熱ベース2の中に、電気的絶縁性を有する高熱伝導樹脂50により、パワー半導体素子3がインサートモールドされている。

30

## 【0028】

筒状の放熱ベース2は、熱伝導性の良い材料からなり、例えば、アルミ製である。熱伝導性の観点からは、銅製の方が優れているが、アルミ材を用いることで、押し出し加工により、容易に、図示するような筒状の形状に成形することができる。筒状の形状としては、無底若しくは有底のいずれでもよいものである。筒状の放熱ベース2の内部には、同じく押し出し加工により、冷却媒体を流通するための冷却媒体通路10が形成されている。

40

## 【0029】

高熱伝導樹脂50は、電気的絶縁性を有するとともに、熱伝導性の優れた材料を用いている。一例を挙げると、エポキシ樹脂の中にシリカを混合した材料を用いる。例えば、エポキシ樹脂20重量%に対してシリカ粉末を80重量%含有することで、電気的絶縁性を有するとともに、熱伝導性の優れた材料となる。なお、熱伝導性を向上させるためにエポキシ樹脂等の樹脂剤に混合する物質としては、シリカに代えて、アルミナ、窒化アルミ、ボロンナイトライド等も用いることができる。

## 【0030】

次に、図2を用いて、半導体デバイスであるパワー半導体素子3の構成について説明する。

50

## 【 0 0 3 1 】

コレクタリード配線 1 1 c の上には、ハンダにより IGBT 素子からなる半導体チップ 1 2 T の裏面電極が接合され、また、同じくハンダによりフライホイールダイオードからなる半導体チップ 1 2 D の裏面電極が接合されている。また、半導体チップ 1 2 T の表面電極には、ハンダにより緩衝金属材 BM1 の一方の面が接合され、緩衝金属材 BM1 の他方の面には、ハンダによりエミッタリード配線 1 1 e が接合されている。また、半導体チップ 1 2 D の表面電極には、ハンダにより緩衝金属材 BM2 の一方の面が接合され、緩衝金属材 BM2 の他方の面には、ハンダによりエミッタリード配線 1 1 e が接合されている。緩衝金属材 BM1 , BM2 は、熱応力を緩和するために用いられるものであり、例えば、モリブデンと銅の合金が用いられる。コレクタリード配線 1 1 c とエミッタリード配線 1 1 e には、大電流が流れるため、板状の部材を用い、半導体チップ 1 2 T , 1 2 D とは、ハンダ等の接合材により面接触で接合されている。コレクタリード配線 1 1 c 及びエミッタリード配線 1 1 e は、銅製である。銅製とすることにより、導電性を有するとともに、熱伝導性も優れたものである。

10

## 【 0 0 3 2 】

また、半導体チップ 1 2 T の表面に形成されたゲート端子は、ワイヤボンディングによりゲートリード配線 1 1 g に接続されている。さらに、半導体チップ 1 2 T の表面に形成されたセンサ端子は、ワイヤボンディングによりセンサリード配線 1 1 s に接続されている。ゲートリード配線 1 1 g 及びセンサリード配線 1 1 s も銅製である。センサ端子は、例えば、半導体チップ 1 2 T が IGBT である場合、そのエミッタ電位を検出するために用いられる。

20

## 【 0 0 3 3 】

図 2 に示したような構成を有するパワー半導体素子 3 は、図 3 に示すように、筒状の放熱ベース 2 の内部に挿入され、治具を用いて位置決めされる。その後、高熱伝導樹脂 5 0 によりモールド成形される。

## 【 0 0 3 4 】

次に、図 4 及び図 5 を用いて、本実施形態の半導体装置の構造についてさらに説明する。図 4 は、図 5 の A - A 断面を示している。

## 【 0 0 3 5 】

図 4 に示すように、パワー半導体素子 3 が筒状の放熱ベース 2 の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によりインサートモールドされた状態では、コレクタリード配線 1 1 c やセンサリード配線 1 1 s と筒状の放熱ベース 2 の間、及びエミッタリード配線 1 1 e と筒状の放熱ベース 2 との間には、高熱伝導樹脂 5 0 が介在する。高熱伝導樹脂 5 0 は、前述したように電氣的絶縁性を有するものであるため、導電性を有する放熱ベース 2 と、コレクタリード配線 1 1 c , センサリード配線 1 1 s , エミッタリード配線 1 1 e との間の電氣的絶縁を確保することができる。なお、図示の例では、筒状の放熱ベース 2 として、無底のものを用いている。

30

## 【 0 0 3 6 】

コレクタリード配線 1 1 c やエミッタリード配線 1 1 e などのリード材としては、導電性の銅材を用いている。銅材を用いているため、各リード材は、熱伝導性も良好である。したがって、発熱部品であるパワー半導体素子 3 の半導体チップ 1 2 T から発せられた熱は、コレクタリード配線 1 1 c と高熱伝導樹脂 5 0 , 及び緩衝金属 BM1 とエミッタリード配線 1 1 e と高熱伝導樹脂 5 0 を介して放熱ベース 2 に伝達され、放熱ベース 2 の内部に形成された冷却媒体通路 1 0 の中を流れる冷却媒体と熱交換して、外部に放熱することができる。

40

## 【 0 0 3 7 】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子 3 は、筒状の放熱ベース 2 の内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線 1 1 c と IGBT 素子からなる半導体チップ 1 2 T の裏面電極の接合に用いられるハン

50

ダ層の厚さのばらつき，コレクタリード配線 1 1 c と半導体素子 IGBT 素子からなる半導体チップ 1 2 T の表面電極と緩衝金属材 BM1 の一方の面の接合に用いられるハンダ層の厚さのばらつき，緩衝金属材 BM1 の他方の面とエミッタリード配線 1 1 e の接合に用いられるハンダ層の厚さのばらつき等により、コレクタリード配線 1 1 c とエミッタリード配線 1 1 e との間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース 2 の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子 3 の発熱は、高熱伝導樹脂 5 0 を介して、放熱ベース 2 に伝熱することができ、冷却性能を向上することができる。

【 0 0 3 8 】

次に、図 6 を用いて、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置の他の構成について説明する。

10

図 6 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置の他の構成を示す斜視図である。なお、図 1 と同一符号は、同一部分を示している。

【 0 0 3 9 】

図 6 に示す例では、筒状の放熱ベース 2 の内部に、複数個（この例では、3 個）の半導体素子 3 を、長手方向に直列に配置して、高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定するようにしている。

次に、図 7 を用いて、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置のその他の構成について説明する。

20

図 7 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置のその他の構成を示す断面図である。なお、図 1 と同一符号は、同一部分を示している。

【 0 0 4 0 】

図 6 に示す例では、筒状の放熱ベース 2 の内部に、3 個の半導体素子 3 を、高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定しているが、車載用インバータ装置においては、6 個の半導体素子 3 を用いる。すなわち、インバータ装置では、直流電力を 3 相交流電力に変換するため、u 相，v 相，w 相の 3 相分について、各相毎に、上アームの半導体素子 3 と下アームの半導体素子 3 が必要となるため、6 個の半導体素子 3 を用いる。

【 0 0 4 1 】

30

そのような場合には、図 6 に示したように、3 個の半導体素子 3 を並べて配置するとともに、この並べた方向に対して直交する方向に 2 個の半導体素子 3 を配置することで、6 個の半導体素子 3 を筒状の放熱ベース 2 の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定配置することができる。

【 0 0 4 2 】

図 7 は、2 個の半導体素子 3 を配置した状態を示しており、その中央には、半導体素子 3 のリードに電力を供給するための導電性の平板材からなるバスバーを設けた構成となっている。すなわち、直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 は、金属、例えば銅などの導電性に優れた金属から形成されたバスバー状の通電部材である。直流負極側配線部材 5 と直流正極側配線部材 6 の間には、電気的絶縁性と弾性を有する絶縁ゴム等の弾性部材 8 が挟み込まれ、断面 U 字形状の絶縁性の第 1 固定治具 1 の中に挿入されている。

40

【 0 0 4 3 】

また、第 1 の放熱ベース 2 X の内部には、それぞれ、パワー半導体素子 3 が収納され、高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドされている。放熱ベース 2 X の底面に対して一つの側面のなす角度  $\theta_2$  は、90 度より小さな角度、例えば、85 度としている。

【 0 0 4 4 】

また、第 2 の放熱ベース 2 の内側の底面に対して側面のなす角度も角度  $\theta_2$  と同じくすることで、第 1 の放熱ベース 2 X は、第 2 の放熱ベース 2 の底面と一つの側面に接触して配置される。放熱ベース 2 X の他の側面には、放熱ベース 2 と同じく熱伝導性の優れたアルミ等からなる押圧部材 2 Y が配置されている。押圧部材 2 Y の間には、半導体素子 3 の

50

リードに電力を供給するための導電性の平板材からなるバスバーを配置している。そして、弾性部材 8 の弾性力により、押圧部材 2 Y は、放熱ベース 2 X に接触するとともに、放熱ベース 2 X が第 2 の放熱ベース 2 にも接触する。このとき、角度 2 を 90 度よりも小さくすることで、弾性部材 8 の弾性力のみで、容易に、放熱ベース 2 X を第 2 の放熱ベース 2 に接触保持することができる。

【 0 0 4 5 】

パワー半導体素子 3 のコネクタリード端子 1 1 c とエミッタリード端子 1 1 e の平行度が悪くても、半導体チップ 1 2 T からの発熱は、高熱伝導樹脂 5 0 を介して、放熱ベース 2 X から放熱ベース 2 に伝熱し、冷却媒体通路 1 0 を流れる冷却媒体により冷却される。

【 0 0 4 6 】

次に、図 8 ~ 図 1 1 を用いて、本実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置 I N V の構成について説明する。本実施形態によるインバータ装置に用いる半導体装置の断面構成は、図 7 に示したようである。

図 8 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す部分断面の斜視図である。図 9 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す分解斜視図である。図 1 0 , 図 1 1 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す斜視図である。

【 0 0 4 7 】

放熱ベース 2 は、金属（アルミニウムなどの熱伝導性に優れた金属）製の放熱器であり、図 8 ~ 図 1 1 に示すように、寸法が奥行き > 横幅 > 高さの関係にある直方体形状の本体と、本体の短手方向両側面上部から本体の短手方向両方向に突出するように設けられたクランク状の鍔部とが一体に形成されている。放熱ベース 2 は、金属材料を、押し出し加工、型加工或いは切削加工することにより形成されている。鍔部は、上面が本体の上面と面一になるように、本体の短手方向両側面上部に設けられた平板部と、平板部の短手方向一方側端部（本体側とは反対側の端部）上面から上方に直角に立設する立板部とが一体に形成されたものである。鍔部の平板部の長手方向の寸法は本体の長手方向の寸法と等しい。

【 0 0 4 8 】

ここで、長手方向とは、放熱ベース 2 の直方体形状の本体の寸法が奥行き > 横幅 > 高さの大小関係にあるとき、放熱ベース 2 の本体の奥行き方向を示す。短手方向とは、放熱ベース 2 の直方体形状の本体の寸法が奥行き > 横幅 > 高さの大小関係にあるとき、放熱ベース 2 の本体の横幅方向を示す。このような関係は以下の説明においても同様である。また、以下の説明において、高さ方向という記述があった場合、その高さ方向とは、放熱ベース 2 の直方体形状の本体の寸法が奥行き > 横幅 > 高さの大小関係にあるとき、放熱ベース 2 の本体の高さ方向を示す。

【 0 0 4 9 】

放熱ベース 2 の本体の短手方向中央部には窪み 7 が形成されている。窪み 7 は、長手方向に貫通しかつ上面側が開放するように、短手方向両側を塞ぐ 2 つの側壁及び底部を塞ぐ底壁によって形成された凹状の溝である。窪み 7 の短手方向両側に配置された側壁には冷却媒体通路 1 0 が窪み 7 に隣接するように形成されている。冷却媒体通路 1 0 は、冷却水などの液状冷却媒体が流れる流路であり、長手方向に貫通した矩形断面状の孔により形成されている。窪み 7 の短手方向両側の側壁面 2 c , 2 d（短手方向両側に配置された側壁の短手方向の対向面）及び底壁の底壁面 2 b は冷却媒体通路 1 0 に沿って平行に長手方向に延びている。

【 0 0 5 0 】

窪み 7 の側壁面 2 c の表面上には、パワー半導体素子 3 の一方のリード配線側が高熱伝導樹脂 5 0 を介して面接触するように、上アーム側を構成する 3 つのパワー半導体素子 3 が、図 6 に示したような関係で、長手方向に 1 列に並置されている。窪み 7 の側壁面 2 d の表面上には、パワー半導体素子 3 の他方のリード配線側が高熱伝導樹脂 5 0 を介して面接触するように、下アーム側を構成する 3 つのパワー半導体素子 3 が長手方向に 1 列に並

10

20

30

40

50

置されている。同相のアームを構成するパワー半導体素子3同士は、図7に示したように、お互いに短手方向に対向するように配置されている。このような配置状態においてパワー半導体素子3は、1つの側面(リード配線11c, 11e, 11gが引き出された側とは反対側の側面)が底壁面2bの表面上に高熱伝導樹脂50を介して面接触して、リード配線11c, 11e, 11gが高さ方向上方に延びるように、底壁面2bの表面上に立設している。なお、ここでは、リード配線11sの図示は省略している。

#### 【0051】

パワー半導体素子3の側壁面2c, 2d側とは反対側には第1固定治具1が配置されている。第1固定治具1は、押圧部と接続部とを備えた板クリップ状部材であり、窪み7に沿って長手方向に延びるようにかつ長手方向の断面形状がU字状になるように、金型を用いた樹脂成型によって形成された樹脂成型体である。押圧部は長方形の平板部分であり、側壁面2c, 2d側の表面がパワー半導体素子3の側壁面2c, 2d側とは反対側の面の表面に面接触して、短手方向に対向している。接続部は、2つの押圧部間を接続して、高さ方向底壁面2b側に湾出した湾屈部分であり、湾出先端部が底壁面2bに当接している。第1固定治具1を構成する樹脂には、電気的に絶縁性を有し、かつガラス或いはシリカに代表される無機質の粉状フィラー又はガラス繊維が混入されたものが用いられている。このような樹脂を用いて第1固定治具1を形成した本実施形態では、第1固定治具1の強度及び耐熱性の増強を図っている。

#### 【0052】

第1固定治具1の押圧部のパワー半導体素子3側とは反対側には、第1固定治具1の押圧部間に挟み込まれるように加圧治具が配置されている。加圧治具は、電気的な絶縁性を有する弾性部材8と、弾性部材8を短手方向両側から挟み込むように、弾性部材8を短手方向両側に配置された直流負極側配線部材5及び直流正極側配線部材6とが短手方向に積み重ねられた積重部材から構成されている。

#### 【0053】

弾性部材8は、ゴム材、例えば耐熱性に優れたシリコン樹脂系から形成されたシート状のものである。シリコン樹脂系は、高温などの環境条件下においても電気的な絶縁性と圧縮永久歪が極めて少なく、かつ柔らかな弾性特性が得られるものであり、モジュール用の弾性部材として最適なものである。

#### 【0054】

第1接続部5aは、押圧部5bの高さ方向一方側(窪み7の開放側)面上に設けられたリード配線側板状通電部材であり、上アーム側の各相のパワー半導体素子3のリード配線11cに対応した位置となるように、長手方向に間隔をあけて配置されている。第1接続部6aは、押圧部6bの高さ方向一方側(窪み7の開放側)面上に設けられたリード配線側板状通電部材であり、下アーム側の各相のパワー半導体素子3のリード配線11eに対応した位置となるように、長手方向に間隔をあけて配置されている。第1接続部5a, 6aは、窪み7の内側から窪み7の外側に直線状に引き出され、後述する第2固定治具4の貫通孔4bを貫通してから、対応するパワー半導体素子3のリード配線側に向かって折れ曲がっている。第1接続部5a, 6aの引出先端部は、対応するリード配線に面接触して溶接などにより接合されている。第1接続部5aと第1接続部6aは、接続されるリード配線が互いに異なるので、長手方向にずれて配置されている。

#### 【0055】

第2接続部5c, 6cは、押圧部5b, 6bの高さ方向一方側(窪み7の開放側)面上かつ押圧部5b, 6bの長手方向一端側(本実施形態では、後述する直流側端子33, 交流側端子30側とは反対側の端部側)に設けられた端子側板状通電部材であり、第1接続部5a, 6aと同様に、窪み7の内側から窪み7の外側に直線状に引き出され、後述する第2固定治具4の貫通孔4cを貫通してから、第1接続部5a, 6aと同様の方向に折れ曲がっている。第2接続部5cと第2接続部6cは、同一面上に並置された配線部材と接続されるので、長手方向にずれて配置されている。

#### 【0056】

10

20

30

40

50

弾性部材 8 の保持部の一方側（第 1 接続部 5 a , 6 a 及び第 2 接続部 5 c , 6 c が引き出される側）の第 1 接続部 5 a , 6 a 及び第 2 接続部 5 c , 6 c と重なる部分は、第 1 接続部 5 a , 6 a 及び第 2 接続部 5 c , 6 c の重なる板幅寸法（長手方向寸法）及び板厚寸法（短手方向寸法）に応じて切り欠かれている。

【 0 0 5 7 】

第 1 接続部 5 a , 6 a 及び第 2 接続部 5 c , 6 c の長手方向にずれた配置により、第 1 接続部 5 a , 6 a 間における絶縁沿面距離及び第 2 接続部 5 c , 6 c 間における絶縁沿面距離を確保でき、第 1 接続部 5 a , 6 a 間及び第 2 接続部 5 c , 6 c 間に絶縁物を介在させる必要がない。しかし、弾性部材 8 の短手方向の厚みが今よりも薄くなった場合、或いは第 1 接続部 5 a , 6 a 及び第 2 接続部 5 c , 6 c に印加される電圧が今よりも大きくなった場合には、第 1 接続部 5 a , 6 a 間及び第 2 接続部 5 c , 6 c 間に絶縁物を介在させる必要がある。このような場合には、第 1 接続部 5 a , 6 a 間及び第 2 接続部 5 c , 6 c 間に弾性部材 8 の一部分が介在するように、弾性部材 8 の一部分が高さ方向に延出する延伸部を弾性部材 8 に設ければよい。

【 0 0 5 8 】

窪み 7 と第 1 固定治具 1 と加圧治具（弾性部材 8 , 直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 ）との長手方向の寸法関係は、窪み 7 > 加圧治具 > 第 1 固定治具 1 の大小関係にある。

【 0 0 5 9 】

パワー半導体素子 3 , 第 1 固定治具 1 , 加圧治具（弾性部材 8 , 直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 ）を窪み 7 内に収納した状態において、放熱ベース 2 の上面には第 2 固定治具 4 が設けられている。第 2 固定治具 4 は、窪み 7 内からのパワー半導体素子 3 , 第 1 固定治具 1 , 加圧治具（弾性部材 8 , 直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 ）の脱落を防止し、さらにはパワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g , 直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 の第 1 接続部 5 a , 6 a 及び第 2 接続部 5 c , 6 c を固定する平板状部材であり、窪み 7 の高さ方向の開放部分、放熱ベース 2 の本体の上面及び放熱ベース 2 の鍔部の平面部の上面の一部分を覆うように、ボルト 9 によって放熱ベース 2 の鍔部の平面部に固定されている。放熱ベース 2 の鍔部の平面部の 4 箇所には、ボルト 9 が螺合する有底丸穴 2 a が形成されている。

【 0 0 6 0 】

第 2 固定治具 4 には貫通孔 4 a , 4 b , 4 c と有底丸穴 4 d が形成されている。貫通孔 4 a はボルト 9 を高さ方向に貫通させるための丸孔であり、有底丸穴 2 a に対向するように、第 2 固定治具 4 の 4 角に形成されている。貫通孔 4 b は、パワー半導体素子 3 毎にリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g と、直流負極側配線部材 5 の第 1 接続部 5 a 或いは直流正極側配線部材 6 の第 1 接続部 6 b とをまとめて高さ方向に貫通させるための矩形孔であり、第 2 固定治具 4 の中央部において、パワー半導体素子 3 の配置に対応して長手方向に 3 つ、短手方向に 2 つ並ぶように、パワー半導体素子 3 毎にリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g と、直流負極側配線部材 5 の第 1 接続部 5 a 或いは直流正極側配線部材 6 の第 1 接続部 6 a との対向位置に形成されている。

【 0 0 6 1 】

貫通孔 4 c は直流負極側配線部材 5 の第 2 接続部 5 c と直流正極側配線部材 6 の第 2 接続部 6 c とを高さ方向に貫通させるための矩形孔であり、貫通孔 4 b の長手方向の 2 つの配列の延長線上にそれぞれ配置されるように、直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 の第 2 接続部 5 c , 6 c との対向位置に形成されている。

【 0 0 6 2 】

第 2 固定治具 4 も第 1 固定治具 1 と同様に、電氣的に絶縁性を有し、かつガラス或いはシリカに代表される無機質の粉状フィラー又はガラス繊維が混入された樹脂を、金型などにより成型して形成したものである。このような樹脂を用いて第 2 固定治具 4 を形成した本実施形態では、第 1 固定治具 1 と同様に、第 2 固定治具 4 の強度及び耐熱性の増強を図っている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 3 】

第2固定治具4には、直流側端子33からブリッジ回路（各相アーム）に至る直流（入力）側回路と、ブリッジ回路（各相アーム）から交流側端子30に至る出力（交流）側回路が構成されている。本実施形態では、第2固定治具4の長手方向一方側端部（貫通孔4cが形成された側とは反対側端部）から直流電力が入力され、入力された直流電力がブリッジ回路により3相交流電力に変換され、変換された3相交流電力が第2固定治具4の長手方向一方側端部から出力されるように、直流（入力）側回路及び交流（出力）側回路を構成している。このため、本実施形態では、貫通孔4dの長手方向の配列を挟んでその短手方向一方側（短手方向中央部に対して上アーム側パワー半導体素子3の配列側）に直流（入力）側回路を配置し、その短手方向他方側（短手方向中央部に対して下アーム側パワー半導体素子3の配列側）に交流（出力）側回路を配置している。

10

## 【 0 0 6 4 】

第2固定治具4の長手方向一方側端部（貫通孔4cが形成された側とは反対側端部）には、短手方向中央部に設けられた貫通孔4dの長手方向の配列よりも短手方向外側の位置となるように、かつ第2固定治具4の長手方向一方側端部から長手方向外側に突出するように、直流側端子33及び交流側端子30が設けられている。直流側端子33及び交流側端子30は、インバータ装置INVの外部とパワーモジュールPMUとを電氣的に接続するためのものであり、外部ケーブルとの接続が可能ないように構成された端子部と、この端子部を覆った筐体部から構成されている。

## 【 0 0 6 5 】

直流側端子33の正極（負極）側端子部には直流正極（負極）側配線部材5（6）の第3接続部5d（6d）が電氣的及び機械的に接続されている。第3接続部5d，6dは金属、例えば銅などの導電性に優れた金属から形成され、直流側端子33側とは反対側端部が第2接続部5c，6cに接合された平板状通電部材であり、直流側端子33の筐体部から突出して第2固定治具4側に折れ曲がり、第2固定治具4の表面上を長手方向他方側端部（貫通孔4cが形成された側端部）に向かって長手方向に延びるように、第2固定治具4の表面上に敷設されている。そして、第3接続部5d，6dは、第2固定治具4の長手方向他方側端部かつ第2固定治具4の表面上において、第2接続部5c，6cに向って短手方向に直角に折れ曲がり、第2接続部5c，6cに向かって短手方向に延びている。第3接続部5d，6dの端部は、第2接続部5c，6cと面接触して溶接などにより接合されている。

20

30

## 【 0 0 6 6 】

交流側端子30のU相（V相，W相）側端子部には交流U相（V相，W相）側配線部材29U（29V，29W）が電氣的及び機械的に接続されている。交流U相（V相，W相）側配線部材29U（29V，29W）は金属、例えば銅などの導電性に優れた金属から形成され、交流側端子30側とは反対側端部がU相（V相，W相）上アーム側パワー半導体素子3のリード配線11eとU相（V相，W相）下アーム側パワー半導体素子3のリード配線11cに接合された平板状通電部材であり、交流側端子30の筐体部から突出して第2固定治具4側に折れ曲がっている。

## 【 0 0 6 7 】

交流U相側配線部材29Uは、第2固定治具4の表面上を、U相下アーム側パワー半導体素子3のリード配線11c，11e，11gが貫通する貫通孔4bの長手方向一方側（交流側端子30側）を通過して短手方向に延びて、貫通孔4bの長手方向の2つの配列の間に至るように、第2固定治具4の表面上に敷設されている。そして、交流U相側配線部材29Uは、貫通孔4bの長手方向の2つの配列の間かつ第2固定治具4の表面上において、長手方向に直角に折れ曲がり、U相のパワー半導体素子3のリード配線11c，11e，11gが貫通する2つの貫通孔4bの間に至るように長手方向に延びている。さらに、交流U相側配線部材29Uは、U相のパワー半導体素子3のリード配線11c，11e，11gが貫通する2つの貫通孔4bの間かつ第2固定治具4の表面上において、ほぼ短手方向を2方向（ほぼT字状）に分岐して、U相上アーム側パワー半導体素子3のリード配

40

50

線 1 1 e 及び U 相下アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c に向かって短手方向に延びている。交流 U 相側配線部材 2 9 U の端部の一方側は U 相上アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 e と、他方側は U 相下アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c とそれぞれ面接触して溶接などにより接合されている。

【 0 0 6 8 】

交流 V 相 ( W 相 ) 側配線部材 2 9 V ( 2 9 W ) は、第 2 固定治具 4 の表面上を長手方向他方側端部 ( 貫通孔 4 c が形成された側端部 ) に向かって長手方向に延び、途中の第 2 固定治具 4 の表面上において短手方向に直角に折れ曲がって、短手方向を貫通孔 4 b 側に向かって延びるように、第 2 固定治具 4 の表面上に敷設されている。そして、交流 V 相 ( W 相 ) 側配線部材 2 9 V ( 2 9 W ) は、U 相 ( V 相 ) 下アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g が貫通する貫通孔 4 b と、V 相 ( W 相 ) 下アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g が貫通する貫通孔 4 b との間を通過して短手方向に延びて、貫通孔 4 b の長手方向の 2 つの配列間に至っている。さらに、交流 V 相 ( W 相 ) 側配線部材 2 9 V ( 2 9 W ) は、貫通孔 4 b の長手方向の 2 つの配列の間かつ第 2 固定治具 4 の表面上において、長手方向に直角に折れ曲がり、V 相 ( W 相 ) のパワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g が貫通する 2 つの貫通孔 4 b の間に至るように長手方向に延びている。さらに、交流 V 相 ( W 相 ) 側配線部材 2 9 V ( 2 9 W ) は、V 相 ( W 相 ) のパワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g が貫通する 2 つの貫通孔 4 b の間かつ第 2 固定治具 4 の表面上において、ほぼ短手方向を 2 方向 ( ほぼ T 字状 ) に分岐して、V 相 ( W 相 ) 上アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 e 及び V 相 ( W 相 ) 下アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c に向かって短手方向に延びている。交流 V 相 ( W 相 ) 側配線部材 2 9 V ( 2 9 W ) の端部の一方側は V 相 ( W 相 ) 上アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 e と、他方側は V 相 ( W 相 ) 下アーム側パワー半導体素子 3 のリード配線 1 1 c とそれぞれ面接触して溶接などにより接合されている。

【 0 0 6 9 】

第 3 接続部 5 d , 6 d の真上には電解コンデンサ 3 2 が配置されている。電解コンデンサ 3 2 は、正極及び負極の端子を備えた円柱状の構造体であり、第 3 接続部 5 d , 6 d に隙間を介して設置されるように、かつ第 3 接続部 5 d , 6 d に沿って長手方向に平行に延びるように、横倒しの状態で第 2 固定治具 4 の固定部 3 4 に固定されている。電解コンデンサ 3 2 の正極端子は第 3 接続部 5 d と、負極端子は第 3 接続部 6 d とそれぞれ電氣的に接続されている。

【 0 0 7 0 】

なお、本実施形態では、第 3 接続部 5 d , 6 d , 交流 U 相側配線部材 2 9 U , 交流 V 相側配線部材 2 9 V 及び交流 W 相側配線部材 2 9 W を第 2 固定治具 4 上に敷設する場合について説明した。配線部材の設け方としては、第 2 固定治具 4 の成型時、配線部材を第 2 固定治具 4 内に埋め込むことも可能である。

【 0 0 7 1 】

交流 V 相側配線部材 2 9 V 及び交流 W 相側配線部材 2 9 W の長手方向に延びる部分には電流センサ 3 1 が取り付けられている。電流センサ 3 1 は、C 形状のコアと、このコアの切れた部分に配置された磁気センサ ( ホール素子やホール IC など ) から構成された変流器である。

【 0 0 7 2 】

第 2 固定治具 4 には固定部 3 4 が設けられている。固定部 3 4 は、直流側端子 3 3 , 交流側端子 3 0 及び電解コンデンサ 3 2 を固定支持するためのものであり、第 2 固定治具 4 と一体に成型されている。

【 0 0 7 3 】

第 2 固定治具 4 の長手方向一方側端部 ( 貫通孔 4 c が形成された側とは反対側端部 ) の 4 箇所形成された固定部 3 4 のうち、貫通孔 4 d の長手方向の配列を挟んでその短手方向一方側 ( 短手方向中央部に対して上アーム側パワー半導体素子 3 の配列側 ) の 2 箇所に

10

20

30

40

50

形成された固定部 3 4 には直流側端子 3 3 が、その短手方向他方側（短手方向中央部に対して下アーム側パワー半導体素子 3 の配列側）には交流側端子 3 0 がそれぞれ嵌合されている。直流側端子 3 3 及び交流側端子 3 0 は短手方向両側から固定部 3 4 によって挟み込まれ、第 2 固定治具 4 に固定支持されている。

【 0 0 7 4 】

なお、本実施形態では、直流側端子 3 3 及び交流側端子 3 0 を固定部 3 4 に嵌合して第 2 固定治具 4 に固定支持する場合について説明した。直流側端子 3 3 及び交流側端子 3 0 の設け方としては、直流側端子 3 3 及び交流側端子 3 0 を第 2 固定治具 4 と一体に成型することも可能である。

【 0 0 7 5 】

第 3 接続部 5 d , 6 d に沿ってかつ第 3 接続部 5 d , 6 d を短手方向に跨いで第 2 固定治具 4 の 4 箇所形成された固定部 3 4 には電解コンデンサ 3 2 が嵌合されている。電解コンデンサ 3 2 は、短手方向両側から固定部 3 4 によって挟み込まれ、第 2 固定治具 4 に固定支持されている。

【 0 0 7 6 】

第 2 固定治具 4 の 4 箇所には支柱 4 d が形成されている。支柱 4 d にはネジ穴が形成されている。支柱 4 d 上には制御回路基板 3 9 が設けられ、ネジ 4 1 によって支柱 4 d に固定されている。これにより、制御回路基板 3 9 は、ブリッジ回路から交流側端子 3 0 に至る出力（交流）側回路の上に配置される。制御回路基板 3 9 には駆動回路 3 7 , マイコン 3 6 及び絶縁電源 3 8 が実装されている。

【 0 0 7 7 】

パワーモジュール P M U と駆動回路装置 D C U と電動機制御装置 M C U は、前述した構成となるように組み立てられ、電磁遮蔽が可能な金属製のインバータケースの内部に収納される。インバータケースの外部には直流側端子 3 3 及び交流側端子 3 0 が露出する。直流側端子 3 3 には、高圧バッテリー H B A に電氣的に接続された電源ケーブルが電氣的に接続される。交流側端子 3 0 には、モータジェネレータ M / G に電氣的に接続されたモータケーブルが電氣的に接続される。

【 0 0 7 8 】

上記のように、一体に組み立てられたパワーモジュール P M U と駆動回路装置 D C U と電動機制御装置 M C U との構造体はインバータケース内に収納される。これにより、インバータ装置 I N V が完成する。そして、インバータケースから外部に露出した直流側端子 3 3 には、高圧バッテリー H B A に電氣的に接続された電源ケーブルが、インバータケースから外部に露出した交流側端子 3 0 には、モータジェネレータ M / G に電氣的に接続されたモータケーブルがそれぞれ電氣的に接続される。

【 0 0 7 9 】

以上説明した本実施形態によれば、パワー半導体素子 3 の放熱性を向上させることができる。従って、本実施形態によれば、パワーモジュール P M U の冷却性能向上によるパワーモジュール P M U の小型化により、インバータ装置 I N V の小型化を実現できる。

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態によれば、相反する方向の電流を流す直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 を弾性部材 8 を介して挟み込んで加圧治具を構成し、これをパワー半導体素子 3 の近傍に配置したので、直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 の浮遊インダクタンスの低減できる。これにより、本実施形態によれば、直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 に生じるサージ状の過電圧を低減できる。従って、本実施形態によれば、パワー半導体素子 3 のスイッチング動作時に発生する損失が減少し、過電圧によるパワー半導体素子 3 の破壊耐量を改善できる。

【 0 0 8 1 】

また、本実施形態によれば、直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 が加圧治具として窪み 7 の中に配置されるので、放熱ベース 2 上部における空間を有効に利用でき、直流側端子 3 3 , 交流側端子 3 0 , 電流センサ , 電解コンデンサ 3 2 , 駆動回路 3 7 ,

10

20

30

40

50

マイコン 36 及び絶縁電源 38 が実装された制御回路基板 39 をパワーモジュール P M U に近接して効率よく配置できる。これにより、本実施形態によれば、インバータ装置 I N V のさらなる小型化を実現できる。

【 0 0 8 2 】

また、本実施形態によれば、放熱ベース 2 の上部に、窪み 7 の高さ方向の開放部を塞ぐように第 2 固定治具 4 を設けたので、パワー半導体素子 3 ，第 1 固定治具 1 ，加圧治具の窪み 7 内からの脱落を防止できる。

【 0 0 8 3 】

また、本実施形態によれば、パワー半導体素子 3 のリード配線 11 c ， 11 e ， 11 g ，直流負極側配線部材 5 の第 1 接続部 5 a 及び第 2 接続部 5 c ，直流正極側配線部材 6 の第 1 接続部 6 a 及び第 2 接続部 6 c を第 2 固定治具 4 の貫通孔 4 b ， 4 c に貫通させたので、それらを第 2 固定治具 4 によって固定できる。これにより、本実施形態によれば、パワー半導体素子 3 のリード配線 11 c と直流負極側配線部材 5 の第 1 接続部 5 a との接合部，パワー半導体素子 3 のリード配線 11 e と直流正極側配線部材 6 の第 1 接続部 6 a との接合部，直流負極側配線部材 5 の第 2 接続部 5 c と第 3 接続部 5 d との接合部，直流正極側配線部材 6 の第 2 接続部 6 c と第 3 接続部 6 d との接合部，パワー半導体素子 3 のリード配線 11 c ， 11 e と交流 U 相（ V 相， W 相）側配線部材 29 U（ 29 V ， 29 W ）との接合部に、振動などの外部応力によって生じる応力を抑制できる。従って、本実施形態によれば、上記接合部における電氣的な接続寿命を向上できる。

【 0 0 8 4 】

また、本実施形態によれば、直流側端子 33 ，交流側端子 30 ，電流センサ，電解コンデンサ 32 ，直流負極側配線部材 5 及び直流正極側配線部材 6 の第 3 接続部 5 d ， 6 c ，交流 U 相（ V 相， W 相）側配線部材 29 U（ 29 V ， 29 W ）を第 2 固定治具 4 に固定或いは一体成形工法によって一体化したので、それらを固定するための固定部品、その設置スペースを削減できる。これにより、本実施形態によれば、インバータ装置 I N V のさらなる小形化及び低コスト化を実現できる。さらに、本実施形態によれば、振動による上記部品の破損や故障を抑制できる。

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態によれば、駆動回路 37 ，マイコン 36 及び絶縁電源 38 が実装された制御回路基板 39 を第 2 固定治具 4 の支柱 4 d に固定したので、それを固定するための固定部品、その設置スペースを削減できる。これにより、本実施形態によれば、インバータ装置 I N V のさらなる小形化及び低コスト化を実現できる。さらに、本実施形態によれば、振動による上記部品の破損や故障を抑制できる。

【 0 0 8 6 】

次に、図 12 を用いて、本実施形態のインバータ装置 I N V の電氣的な回路構成について説明する。

図 12 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の回路構成を示す回路図である。

【 0 0 8 7 】

インバータ装置 I N V は、パワーモジュール P M U ，駆動回路装置 D C U 及び電動機制御装置 M C U から構成されている。なお、本実施形態では、電源系と信号系との区別がし易いように、電源系を実線で、信号系を点線でそれぞれ図示している。

【 0 0 8 8 】

パワーモジュール P M U は電力変換用の主回路（変換部）を構成しており、駆動回路装置 D C U から出力された駆動信号を受けて動作し、高圧バッテリー H B A から供給された直流電力を三相交流電力に変換し、モータジェネレータ M / G の固定子巻線に供給する。主回路は 3 相ブリッジ回路であり、 3 相分の直列回路が高圧バッテリー H B A の正極側と負極側との間に電氣的に並列に接続されて構成されている。

【 0 0 8 9 】

直列回路はアームとも呼ばれ、上アーム側のパワー半導体素子と下アーム側のパワー半

10

20

30

40

50

導体素子とが電氣的に直列に接続されて構成されている。本実施形態では、パワー半導体素子として、スイッチング半導体素子である I G B T (絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)を用いている。I G B Tは、コレクタ電極、エミッタ電極、ゲート電極及びセンサ電極を備えている。I G B Tのコレクタ電極とエミッタ電極との間にはダイオードが電氣的に接続されている。ダイオードは、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、I G B T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I G B Tのコレクタ電極に、アノード電極がI G B Tのエミッタ電極にそれぞれ電氣的に接続されている。

#### 【0090】

u相アーム A u はパワー半導体素子 3 U p のエミッタ電極とパワー半導体素子 3 U n のコレクタ電極が電氣的に直列に接続されて構成されている。v相アーム A v 及びw相アーム A w もu相アーム A u と同様であり、パワー半導体素子 3 V p , 3 W p のエミッタ電極とパワー半導体素子 3 V n , 3 W n のコレクタ電極が電氣的に直列に接続されて構成されている。

10

#### 【0091】

パワー半導体素子 3 U p , 3 V p , 3 W p のコレクタ電極は、高圧バッテリー H B A の高電位側(正極側)に直流(入力)正極側配線部材 5 , 直流(入力)側端子 3 3 を介して電氣的に接続されている。パワー半導体素子 3 U n , 3 V n , 3 W n のエミッタ電極は、高圧バッテリー H B A の低電位側(負極側)に直流(入力)負極側配線部材 6 , 直流(入力)側端子 3 3 を介して電氣的に接続されている。

20

#### 【0092】

u相アーム A u の中点(上アーム側のパワー半導体素子 3 U p のエミッタ電極と下アーム側のパワー半導体素子 3 U n のコレクタ電極との接続部分)は、交流(出力)U相側配線部材 2 9 U , 交流(出力)側端子 3 0 を介してモータジェネレータ M / G のu相の固定子巻線に電氣的に接続されている。v相アーム A v 及びw相アーム A w の中点もu相アーム A u の中点と同様であり、交流(出力)v相, w相側配線部材 2 9 V , 2 9 W , 交流(出力)端子 3 0 を介してモータジェネレータ M / G のv相, w相の固定子巻線に電氣的に接続されている。

#### 【0093】

なお、パワー半導体素子としては M O S F E T (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。M O S F E Tは、ドレイン電極、ソース電極、ゲート電極及びセンサ電極を備えている。なお、M O S F E T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ので、I G B Tのように、別途、ダイオードを設ける必要がない。

30

#### 【0094】

高圧バッテリー H B A の正極側と負極側との間には、パワー半導体素子の動作によって生じる直流電圧の変動を抑制するために、平滑用の電解コンデンサ 3 2 が電氣的に接続されている。

#### 【0095】

駆動回路装置 D C U はインバータ装置 I N V の駆動部を構成している。電動機制御装置 M C U はインバータ装置 I N V の制御部を構成している。駆動回路装置 D C U と電動機制御装置 M C U とを合せて制御部という場合もある。

40

#### 【0096】

駆動回路装置 D C U は、パワー半導体素子 3 U p ~ 3 W n を駆動するための駆動信号を端子 G 1 ~ G 6 から、対応するパワー半導体素子 3 U p ~ 3 W n のゲート電極に出力する駆動回路 3 7 を備えている。駆動回路 3 7 は、各相の各上下アームに対応する複数の回路を1つの回路に集積した、いわゆる 6 in 1 タイプの集積回路( I C )により構成されたものであり、制御回路基板 3 9 に実装されている。各相の各上下アームに対応する回路としては、インターフェース回路, ゲート回路, 異常検出回路などを備えている。駆動回路 3 7 の各相の各上下アームに対応する回路は、対応するパワー半導体素子 3 U p ~ 3 W n の

50

ソース電極側の電位を基準電位とし、絶縁電源 38 からの印加電圧、例えば 13 v の直流電圧により動作する。このため、駆動回路 37 のグランド端子 E1 ~ E6 は、対応するパワー半導体素子 3Up ~ 3Wn のソース電極側と電氣的に接続されている。なお、各相の下アーム側は接地電位が基準電位となる。

【0097】

電動機制御装置 M C U は、パワーモジュール P M U のパワー半導体素子を動作させるための制御値を、入力された複数の入力信号に基づいて演算し、演算された制御値を制御信号として駆動回路装置 D C U に出力するマイクロコンピュータ（以下、「マイコン」と称する）36 を備えている。マイコン 36 は接地電位を基準電位とし、絶縁電源 38 からの印加電圧、例えば 5 v の直流電圧により動作するものであり、駆動回路 37 と共に制御回路基板 39 に実装されている。

10

【0098】

マイコン 36 には、入力信号として、トルク指令信号（トルク指令値）、検知信号（電流値）が入力される。トルク指令信号（トルク指令値）は、車両の運転モードに応じて総合制御装置 G C U から出力されたものである。検知信号（電流値）は電流センサ 31 から出力されたものである。電流センサ 31 はシャント抵抗器或いは変流器（C T）などから構成されたものであり、パワーモジュール P M U からモータジェネレータ M / G の固定子巻線に供給される v 相、w 相電流を検知するものである。

【0099】

マイコン 36 は、d 軸、q 軸の電流指令値  $I_d^*$ 、 $I_q^*$  を入力信号に基づいて演算し、演算された電流指令値  $I_d^*$ 、 $I_q^*$  に基づいて電圧制御値  $V_u \sim V_w$  を演算し、演算された電圧制御値  $V_u \sim V_w$  を、パワーモジュール P M U のパワー半導体素子を動作させるための制御信号（P W M 信号（パルス幅変調信号）） $V_{pu}^* \sim V_{nw}^*$  として端子 G1\* ~ G6\* から駆動回路 37 に出力する。

20

【0100】

絶縁電源 38 は駆動回路 37 及びマイコン 36 の動作電源であり、変圧器から構成されている。絶縁電源 38 の一次側（高圧側）には低圧バッテリー L B A が電氣的に接続されている。絶縁電源 38 の二次側（低圧側）は、複数の異なる電圧が出力できるように構成されており、駆動回路 37 及びマイコン 36 と電氣的に接続されている。絶縁電源 38 の二次側（低圧側）から駆動回路 37 の電源端子には、例えば 13 v の直流電圧が、絶縁電源 38 の二次側（低圧側）からマイコン 36 の電源端子には、例えば 5 v の直流電圧がそれぞれ動作電圧として印加される。

30

【0101】

次に、図 13 を用いて、本実施形態のインバータ装置 I N V を搭載したハイブリッド自動車の構成について説明する。

図 13 は、本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を搭載したハイブリッド自動車のシステム構成を示すシステムブロック図である。

【0102】

本実施形態のハイブリッド電気自動車（以下、「H E V」と記述する）は電動車両の一種であり、2つの動力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ン E N G 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 M / G 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。

40

【0103】

車体（図示省略）のフロント部には前輪車軸 F D S が回転可能に軸支されている。前輪車軸 F D S の両端には1対の前輪 F L W、F R W が設けられている。また、図示省略したが、車体のリア部には、両端に1対の後輪が設けられた後輪車軸が回転可能に軸支されている。

【0104】

50

本実施形態のHEVは前輪駆動方式を採用している。このため、前輪車軸FDSの中央部にはデファレンシャルギアDEFが設けられている。前輪車軸FDSにはデファレンシャルギアDEFの出力側が機械的に接続されている。デファレンシャルギアDEFの入力側には変速機T/Mの出力側が機械的に接続されている。デファレンシャルギアDEFは動力分配機構であり、変速機T/Mから伝達された回転駆動力を左右の前輪車軸FDSに分配するものである。変速機T/Mは動力伝達機構であり、変速機T/Mに伝達された回転駆動力を変速してデファレンシャルギアFDSに伝達するものである。変速機T/Mに伝達される回転駆動力は、エンジンENG及びモータジェネレータM/Gから伝達されたものである。

【0105】

エンジンENGには、インジェクタ、スロットバルブ、点火装置、吸排気バルブ（いずれも図示省略）などの複数のコンポーネント機器が設けられている。インジェクタは、エンジンENGの気筒内に噴射される燃料の供給量を制御するための燃料噴射弁である。スロットバルブは、エンジンENGの気筒内に供給される空気の供給量を制御するための絞り弁である。点火装置は、エンジンENGの気筒内の混合気を燃焼させる火種を供給するための火源である。吸排気バルブは、エンジンENGの気筒の吸気側及び排気側に設けられた開閉弁であり、エンジンENGの作動サイクルに応じて開閉タイミングが制御されるものである。

【0106】

各コンポーネント機器はエンジン制御装置ECUによって制御される。エンジン制御装置ECUは、各コンポーネント機器を作動させるための制御信号（制御値）を、上位制御装置から出力された指令信号（指令値）、各種センサや他の制御装置などから出力された出力信号（各種パラメータ値）、予め記憶装置に記憶されているデータやマップなどから演算する。演算された制御信号（制御値）は、各コンポーネント機器の駆動装置に出力される。これにより、各コンポーネント機器の作動が制御され、エンジンENGの作動が制御される。

【0107】

変速機T/Mには変速機構が設けられている。変速機構は複数のギアから構成されたものであり、回転駆動力を入力軸から出力軸に伝達するギアの伝達経路を、車両の運転状態に応じて変えることにより、複数のギア比が得られるものである。変速機構は変速機制御装置TCUによって制御される。変速機制御装置TCUは、変速機構を作動させるための制御信号（制御値）を、上位制御装置から出力された指令信号（指令値）、各種センサや他の制御装置などから出力された出力信号（各種パラメータ値）、予め記憶装置に記憶されているデータやマップなどから演算する。演算された制御信号（制御値）は、変速機構の駆動装置に出力される。これにより、変速機構の作動が制御され、変速機T/Mの作動が制御される。

【0108】

モータジェネレータM/Gは、車体のフロント部分に設けられたエンジンルーム内において、エンジンENGと変速機T/Mとの間に配置されている。このため、モータジェネレータM/Gのロータの回転軸の一端側には変速機T/Mの入力軸が機械的に連結されており、その他端側にはクラッチCLを介してエンジンENGのクランク軸が機械的に連結されている。

【0109】

車両がモータジェネレータM/Gによる力行モード及びモータジェネレータM/Gによる回生モードにある場合にはクラッチCLを開放し、モータジェネレータM/Gのみを変速機T/M側に機械的に接続する。これにより、モータジェネレータM/Gの回転駆動力が変速機T/Mに伝達される。車両がエンジンENGとモータジェネレータM/Gの両方による力行モードにある場合にはクラッチCLを締結し、エンジンENGとモータジェネレータM/Gの両方を変速機T/M側に機械的に接続する。これにより、エンジンENGとモータジェネレータM/Gの両方の回転駆動力が変速機T/Mに伝達される。エンジン

10

20

30

40

50

ENGによる力行モードにある場合にはクラッチCLを締結し、エンジンENGとモータジェネレータM/Gの両方を変速機T/M側に機械的に接続する。これにより、エンジンENGの回転駆動力が変速機T/Mに伝達される。この時、モータジェネレータM/Gは連れ回り状態にある。

【0110】

また、モータジェネレータM/Gによる力行モードの途中でエンジンENGを始動する場合には、すなわちエンジンENGを走り掛けする場合には、クラッチCLが滑るようにクラッチCLを締結し、エンジンENGとモータジェネレータM/Gとを機械的に接続する。これにより、エンジンENGにはモータジェネレータM/Gの回転駆動力の一部がクラッチCLを介して伝達される。

10

【0111】

モータジェネレータM/Gには永久磁石式交流同期機が用いられている。モータジェネレータM/Gは、固定子と、固定子の内周側に空隙を介して回転可能に配置された回転子とを備えている。固定子は、固定子巻線を構成する3相の相巻線が、固定子鉄心に形成された複数のスロットに分布巻（スロットのいくつかを跨いで（挟んで）離間した2つのスロットに巻線の2辺が収納される巻方）或いは集中巻（隣接するスロット間に形成されたティースに巻線が巻かれ、隣接するスロットに巻線の2辺が収納される巻方）により装着されて構成されている。回転子は、複数の永久磁石が回転子鉄心の外周内部に埋め込み配置されて構成されている。本実施形態のモータジェネレータM/Gにおいては、永久磁石の磁束によるトルクと、隣接する異極の永久磁石間に形成された磁性部（補助磁極）を通る磁束によるリラクタンストルクとを発生させ、それらの合成トルクを回転駆動力として変速機T/Mに出力している。

20

【0112】

モータジェネレータM/Gの作動はインバータ装置INVによって制御される。固定子の3相固定子巻線にはインバータ装置INVから三相交流電力が供給される。これにより、固定子は回転磁界を発生する。固定子巻線に供給される三相交流電力は、固定子巻線に供給された電流の作る固定子の起磁力の合成ベクトルが回転子の補助磁極の磁極中心位置よりも回転方向に向くように、インバータ装置INVにより制御されたものである。固定子に回転磁界が発生すると、回転子には、永久磁石の磁束によるトルクと、補助磁極を通る磁束によるリラクタンストルクが発生する。これにより、回転子には、三相交流電力に応じた回転駆動力が発生する。すなわちモータジェネレータM/Gは電動機として動作する。

30

【0113】

モータジェネレータM/Gは車両の運動エネルギーを変速機T/Mを介して受けて発電機として動作する。回転子が回転すると、固定子巻線に永久磁石の磁束が鎖交し、固定子巻線に起電力が誘起される。これにより、固定子には、回転子の回転数に応じた三相交流電力が発生する。すなわちモータジェネレータM/Gは発電機として動作する。発生した三相交流電力はインバータ装置INVに供給される。インバータ装置INVは三相交流電力を直流電力に変換する。変換された直流電力は高圧バッテリーHBAに供給されて充電される。

40

【0114】

インバータ装置INVは、高圧バッテリーHBAから供給された直流電力を三相交流電力に変換する電力変換装置であり、パワーモジュールPMU、駆動回路装置DCU及び電動機制御装置MCUを備えている。

【0115】

パワーモジュールPMUはインバータ装置INVの変換用主回路を構成しており、複数のパワー半導体素子を備えている。電動機制御装置MCUはインバータ装置INVの制御部を構成しており、複数のパワー半導体素子をスイッチング動作（オン・オフ）させるための制御信号（制御値）を、上位制御装置から出力された指令信号（指令値）、各種センサや他の制御装置から出力された出力信号（各種パラメータ値）、予め記憶装置に記憶さ

50

れているデータやマップなどに基づいて演算する。演算された制御信号（制御値）は駆動回路装置DCUに出力される。駆動回路装置DCUはインバータ装置INVの駆動部を構成しており、複数のパワー半導体素子をスイッチング動作させるための駆動信号を、電動機制御装置MCUから出力された制御信号（制御値）に基づいて発生する。発生した駆動信号はパワーモジュールPMUに出力される。

**【0116】**

HEVの電源系統は高電圧系電源と低電圧系電源の2系統から構成されている。高電圧系電源はモータジェネレータM/Gの電源として用いられており、公称出力電圧が200～350vの高圧バッテリーHBAを備えている。低電圧系電源は、エンジンENGを始動させるスタータ，ラジオ，ライトなどの車載補機，エンジン制御装置ECU，変速機制御装置TCU，電動機制御装置MCU，バッテリー制御装置BCU，総合制御装置GCUなどの制御装置の電源として用いられており、公称出力電圧が12vの低圧バッテリーBA2を備えている。

10

**【0117】**

高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）はインバータ装置INVの入力（直流）側に電氣的に接続されている。これにより、高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）とインバータ装置INVは相互に直流電力の授受を行うことができる。モータジェネレータM/Gを電動機として動作させる場合には、高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）に蓄えられた直流電力がインバータ装置INVに供給され、三相交流電力に変換される。モータジェネレータM/Gを発電機として動作させる場合には、インバータ装置INVから出力された直流電力が高電圧電気負荷に供給されて駆動電力として消費されると共に、高圧バッテリーHBAに供給されて充電される。

20

**【0118】**

低圧バッテリーLBA（低電圧系電源）は双方向のDC-DCコンバータDCCを介して高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）に電氣的に接続されている。これにより、低圧バッテリーLBA（低電圧系電源）と高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）は相互に直流電力をその電圧レベルを変えて授受することができる。低電圧電気負荷に低電圧の直流電力を供給する場合、低圧バッテリーLBAを充電する場合には、高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）から供給された直流電力がDC-DCコンバータDCCによって降圧されて低圧バッテリーLBA（低電圧系電源）に供給される。高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）のバックアップなどが必要な場合には、低圧バッテリーLBA（低電圧系電源）から供給された直流電力がDC-DCコンバータDCCによって昇圧されて高圧バッテリーHBA（高電圧系電源）に供給される。

30

**【0119】**

高圧バッテリーHBA及び低圧バッテリーLBAはバッテリー制御装置BCUによって充放電が制御され、また、寿命などが管理される。バッテリー制御装置BCUには、各バッテリーの充放電制御や寿命管理のために、高圧バッテリーHBA及び低圧バッテリーLBAの電圧値及び電流値などが入力される。

**【0120】**

DC-DCコンバータDCCは半導体モジュール，リアクトル及び駆動回路装置（いずれも図示省略）を備えている。半導体モジュールは、DC-DCコンバータDCCの直流電力昇降圧用の昇降圧回路のスイッチ部を構成しており、複数のスイッチング半導体素子を備えている。リアクトルは、昇降圧回路の電磁エネルギー蓄積部を構成する磁氣的素子であり、環状の磁性コアに2つの巻線が巻かれたものである。駆動回路装置はDC-DCコンバータDCCの駆動部を構成しており、制御装置（図示省略）から出力された制御信号（制御値）に基づいて、複数のスイッチング半導体素子をスイッチング動作（オン・オフ）させるための駆動信号を発生する。駆動信号はモジュールのパワー半導体素子に出力される。駆動回路装置に制御信号を出力する制御装置はDC-DCコンバータDCC内或いはバッテリー制御装置BCU内に組み込まれている。

40

**【0121】**

50

エンジン制御装置 ECU、変速機制御装置TCU、電動機制御装置MCU及びバッテリー制御装置BCUは車内通信網LANを介して相互に電氣的に接続されている。また、車内通信網LANには総合制御装置GCUが電氣的に接続されている。これにより、各制御装置間では双方向の信号伝送が可能になり、相互の情報伝達、検出値の共有などが可能になる。

【0122】

総合制御装置GCUは、車両の運転状態に応じて各制御装置に指令信号を出力するものである。例えば総合制御装置GCUは、運転者の加速要求に基づいたアクセルの踏み込み量に応じて車両の必要トルク値を算出し、この必要トルク値を、エンジンENGの運転効率が良くなるように、エンジンENG側の出力トルク値とモータジェネレータM/G側の出力トルク値とに分配する。分配されたエンジンENG側の出力トルク値はエンジントルク指令信号としてエンジン制御装置ECUに出力される。分配されたモータジェネレータM/G側の出力トルク値はモータトルク指令信号として電動機制御装置MCUに出力される。

10

【0123】

本実施形態のHEVは複数の運転モードを備えている。2つの動力システムの動作は各運転モードに応じて制御される。

【0124】

車両の発進時、低速走行時（エンジンENGの運転効率が悪い領域）或いは軽負荷走行時（低速走行時乃至中速走行時）には、モータジェネレータM/Gを駆動源として車両を駆動する力行モードとなる。この場合、高圧バッテリーHBAから供給された直流電圧をインバータ装置INVによって所定の三相交流電力に変換して、モータジェネレータM/Gに供給する。これにより、モータジェネレータM/Gは電動機として動作し、車両からの要求トルクに応じた回転駆動力を出力する。この時、エンジンENGはクラッチCLによって駆動系から切り離されている。

20

【0125】

車両の中速走行時（エンジンENGの運転効率が良い領域）乃至高速走行時（エンジンENGの空燃比をストイキとして運転する領域）或いは高速走行時には、エンジンENGを駆動源として車両を駆動する力行モードとなる。この場合、エンジンENGの複数のコンポーネント機器の作動をエンジン制御装置ECUにより制御し、車両からの要求トルクに応じた回転駆動力を出力する。この駆動力はモータジェネレータM/Gを介して変速機T/M側に伝達される。この際、モータジェネレータM/GはエンジンENGによって連れ回される。従って、モータジェネレータM/Gを発電機として動作させて発電させることもできるし、発電させないこともできる。また、発電機を別途設け、その発電機に発電させるようにしてもよい。

30

【0126】

車両の加速走行などの高負荷走行時には、エンジンENGとモータジェネレータM/Gとを駆動源として車両を駆動する力行モードとなる。この場合、上記2つの力行モードが足しあわされた形となって動作し、車両からの要求トルクに応じた回転駆動力を、エンジンENGの運転効率が良くなるように、エンジンENGとモータジェネレータM/Gから分担して出力する。

40

【0127】

車両の減速時や制動時には、モータジェネレータM/Gを発電機として動作させて発電を行わせる回生モードとなる。この場合、モータジェネレータM/Gによって発電された三相交流電力をインバータ装置INVによって所定の直流電力に変換して、高圧バッテリーHBAに供給する。これにより、インバータ装置INVから供給された直流電力は高圧バッテリーHBAに充電される。なお、この動作は、エンジンENGによる力行モード中に発電する場合の動作と同様である。

【0128】

次に、図14及び図15を用いて、本発明の第2の実施形態による半導体装置の構成に

50

ついて説明する。

図14は、本発明の第2の実施形態による半導体装置の構成を示す斜視図である。図15は、本発明の第2の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。なお、図1～図5と同一符号は、同一部分を示している。

【0129】

本実施形態においては、図14に示すように、パワー半導体素子3Aは、エミッタリード配線11eの表面（放熱ベース2の内側と対向する面）に、絶縁性の高熱伝導突起54が複数個形成されている。また、図14では見えない位置であるが、同様に、コレクタリード配線11cの表面（放熱ベース2の内側と対向する面）に、絶縁性の高熱伝導突起54が複数個形成されている。

10

【0130】

高熱伝導突起54は、電氣的絶縁性を有するとともに、熱伝導性の優れた材料を用いている。一例を挙げると、エポキシ樹脂の中にシリカを混合した材料を用いる。例えば、エポキシ樹脂20重量%に対してシリカ粉末を80重量%含有することで、電氣的絶縁性を有するとともに、熱伝導性の優れた材料となる。なお、熱伝導性を向上させるためにエポキシ樹脂等の樹脂剤に含有する物質としては、シリカに代えて、アルミナ、窒化アルミ、ボロンナイトライド等も用いることができる。高熱伝導突起54は、スクリーン印刷等の手法により、その高さが例えば0.2mmとなるように成形される。

【0131】

そして、図14に示したような構成を有するパワー半導体素子3Aは、図3に示したように、筒状の放熱ベース2の内部に挿入され、治具を用いて位置決めされる。その後、図15に示すように、高熱伝導樹脂50Aによりモールド成形される。

20

【0132】

図15に示すように、パワー半導体素子3Aが筒状の放熱ベース2の内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされた状態では、コレクタリード配線11cやセンサリード配線11sと筒状の放熱ベース2の間、及びエミッタリード配線11eと筒状の放熱ベース2の間には、高熱伝導突起52が介在する。高熱伝導突起52は、前述したように電氣的絶縁性を有するとともに、所定の高さ（例えば、0.2mm）を有するため、導電性を有する放熱ベース2と、コレクタリード配線11c、センサリード配線11s、エミッタリード配線11eとの間に所定の隙間が形成され、この隙間には、高熱伝導突起52や高熱伝導樹脂50Aが介在するため、電氣的絶縁を確保することができる。

30

【0133】

なお、高熱伝導樹脂50Aの材料としては、高熱伝導突起52と同じ材料を用いてもよいが、例えば、高熱伝導突起52に比べて、シリカ粉末の含有量の少ないエポキシ樹脂を用いることもできる。シリカ粉末の混合したエポキシ樹脂は、シリカ粉末の含有量が多いほど高熱伝導となるため、シリカ粉末の含有量の少ないエポキシ樹脂を使用することで、半導体素子装置を低コスト化することができる。

【0134】

なお、高熱伝導突起52の形状としては、図14に示すような半球状の突起に限らず、コレクタリード配線11cやエミッタリード配線11eの表面に、短冊状の形状のものをスクリーン印刷してもよく、また、棒状のものをスクリーン印刷してもよいものである。

40

【0135】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3Aは、筒状の放熱ベース2の内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50Aによってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2の内部に高熱伝導樹脂50Aによりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3Aの発熱は、高熱伝導樹脂50Aを介して、放熱ベース2に伝熱することができ、冷却性能を向上することができる。一方、電氣的絶縁性は、高熱伝導突起52を用いることで、確保することができる。

50

## 【 0 1 3 6 】

次に、図 1 6 及び図 1 7 を用いて、本発明の第 3 の実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図 1 6 は、本発明の第 3 の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。図 1 7 は、本発明の第 3 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。また、図 1 7 は、図 1 6 の B - B 断面を示している。なお、図 1 ~ 図 5 と同一符号は、同一部分を示している。

## 【 0 1 3 7 】

本実施形態においては、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、放熱ベース 2 の内部の電氣的絶縁性を有するサポート治具 5 6 A , 5 6 B を配置し、このサポート治具 5 6 A , 5 6 B によりパワー半導体素子 3 を保持した上で、高熱伝導樹脂 5 0 によりモールド成形している。なお、パワー半導体素子 3 の構成は、図 2 に示したものと同様である。

10

## 【 0 1 3 8 】

図 1 7 に示すように、パワー半導体素子 3 が筒状の放熱ベース 2 の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によりインサートモールドされた状態では、コレクタリード配線 1 1 c やセンサリード配線 1 1 s と筒状の放熱ベース 2 の間、及びエミッタリード配線 1 1 e と筒状の放熱ベース 2 との間には、高熱伝導樹脂 5 0 が介在する。

## 【 0 1 3 9 】

サポート治具 5 6 A , 5 6 B をパワー半導体素子 3 と放熱ベース 2 との間に介在させることで、パワー半導体素子 3 と放熱ベース 2 との間の距離を一定とすることができ、この隙間に高熱伝導樹脂 5 0 が介在することで、電氣的絶縁を確保することができる。

20

## 【 0 1 4 0 】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子 3 は、筒状の放熱ベース 2 の内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線 1 1 c とエミッタリード配線 1 1 e との間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース 2 の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子 3 の発熱は、高熱伝導樹脂 5 0 を介して、放熱ベース 2 に伝熱することができ、冷却性能を向上することができる。一方、サポート治具 5 6 A , 5 6 B を用いることで、パワー半導体素子 3 と放熱ベース 2 との間の距離を一定にでき、高熱伝導樹脂 5 0 の厚さを一定とすることで、電氣的絶縁を確保することができる。

30

## 【 0 1 4 1 】

次に、図 1 8 及び図 1 9 を用いて、本発明の第 4 の実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図 1 8 は、本発明の第 4 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。図 1 9 は、本発明の第 4 の実施形態による半導体装置の構成を示す平面図である。また、図 1 8 は、図 1 9 の C - C 断面を示している。なお、図 1 ~ 図 5 と同一符号は、同一部分を示している。

## 【 0 1 4 2 】

本実施形態においては、図 1 8 及び図 1 9 に示すように、放熱ベース 2 の内側に、複数の窪み 2 a を設けてある。図 2 に示したような構成を有するパワー半導体素子 3 を、図 3 に示したように、筒状の放熱ベース 2 の内部に挿入され、治具を用いて位置決めした後、図 1 8 に示すように、高熱伝導樹脂 5 0 によりモールド成形される。このとき、高熱伝導樹脂 5 0 は、放熱ベース 2 の内側の窪み 2 a にも充填される。

40

## 【 0 1 4 3 】

放熱ベース 2 をアルミ材として、高熱伝導樹脂 5 0 をエポキシ系樹脂とすると、アルミ材の方が線膨張係数が大きいいため、図 1 8 に示す半導体装置に熱応力が加わると、高熱伝導樹脂 5 0 と放熱ベース 2 との間に剥がれが生じる恐れがある。そのようなとき、窪み 2 a の部分において、高熱伝導樹脂 5 0 が放熱ベース 2 に引っかかるため、両者の剥がれを防止することができる。

50

## 【0144】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2の内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2の内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2に伝熱することができ、冷却性能を向上することができる。また、本実施形態の半導体装置に熱ストレスが掛かった場合でも、高熱伝導樹脂50と放熱ベース2の間の剥がれを防止することができる。

## 【0145】

次に、図20及び図21を用いて、本発明の第5の実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図20は、本発明の第5の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。図21は、本発明の第5の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。なお、図1～図5と同一符号は、同一部分を示している。

## 【0146】

本実施形態では、筒状の放熱ベース2Bとして、有底の放熱ベースを用いている。

## 【0147】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2Bの内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2Bの内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2に伝熱することができ、冷却性能を向上することができる。

## 【0148】

次に、図22及び図23を用いて、本発明の第6の実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図22は、本発明の第6の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。図23は、本発明の第6の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。なお、図1～図5と同一符号は、同一部分を示している。

## 【0149】

本実施形態では、筒状の放熱ベース2Cとして、有底の放熱ベースを用いている。また、放熱ベース2Cは、図4に示したものと異なり、冷却媒体が流通するための冷却媒体通路は形成されていないものである。本実施形態の放熱ベース2Cは、放熱用のフィン等に取り付けて用いられるものであり、放熱ベース2Cに形成された貫通孔2bを用いて、放熱用のフィン等に取り付けることができる。

## 【0150】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2Cの内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2Cの内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2Cに伝熱することができ、冷却性能を向上することができる。

## 【0151】

次に、図24及び図25を用いて、本発明の第7の実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図24は、本発明の第7の実施形態による半導体装置の構成を示す斜視図である。図25は、本発明の第7の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。なお、図1

10

20

30

40

50

～図5と同一符号は、同一部分を示している。

【0152】

本実施形態では、図6に示した構成とは異なり、筒状の放熱ベース2Dは、その側面に長手方向に延在する放熱フィン2dが押し出し加工により一体成形されている。そして、図6に示した冷却媒体通路は設けられていない。放熱ベース2Dには、パワー半導体素子3がそれぞれ、高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされている。

【0153】

そして、図25に示すように、図24に示した放熱ベース2Dは、有底の筒状であるとともに、枠体58の中に収納される。枠体58の上部には、蓋60がネジにより固定されるとともに、枠体58と蓋60の間には、漏水シールド62が設けられている。有底筒状の放熱ベース2Dの外周と、枠体58の内周との間には、冷却水等の冷却媒体が流通する。パワー素子12Tからの発熱は、放熱ベース2D及び放熱フィン2dから冷却媒体に放熱される。

【0154】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2Dの内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2Dの内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2Dに伝熱することができ、放熱フィンから放熱して、冷却性能を向上することができる。

【0155】

次に、図26～図29を用いて、本発明の第8～第11の実施形態による半導体装置の構成について説明する。

図26は、本発明の第8の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。図27は、本発明の第9の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。図28は、本発明の第10の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。図29は、本発明の第11の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。なお、図1～図5と同一符号は、同一部分を示している。

【0156】

図26～図29に示す実施形態においては、放熱ベースには冷却媒体通路や放熱フィンが設けられておらず、放熱フィンを有する第2の放熱ベースに密着して取り付けられるようにして放熱する構成となっている。

【0157】

最初に、図26を用いて、第8の実施形態について説明する。図26に示すように、第1の放熱ベース2Dには、冷却媒体通路も放熱フィンも設けられていないものである。放熱ベース2Dの内部には、パワー半導体素子3が収納され、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドされている。

【0158】

放熱ベース2Dは、第2の放熱ベース2Eの底面と一つの側面に接触して配置される。第2の放熱ベース2Eの外側の側壁と下側には放熱フィン2eが一体的に形成されている。放熱ベース2Dの他の側面には、放熱ベース2Eと同じく熱伝導性の優れたアルミ等からなる押圧部材2Fがバネ64cによって接触している。押圧部材2Fは、バネ64bによって下方に押し付けられている。また、放熱ベース2Dは、バネ64cによって下方に押し付けられている。従って、放熱ベース2Dは、その側面が放熱ベース2E及び押圧部材2Fに接触し、その底面が放熱ベース2Eに接触している。

【0159】

放熱ベース2Dの底面に対する左右の側面のなす角度は、例えば、90度に正確に形成することができる。一方、放熱ベース2Eの内側の底面に対する側面の角度も、例えば、90度に形成することができる。したがって、放熱ベース2Dは、放熱ベース2Eと密着

10

20

30

40

50

させることができる。パワー半導体素子3のコネクタリード端子11cとエミッタリード端子11eの平行度が悪くても、半導体チップ12Tからの発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2Dから放熱ベース2Eに伝熱し、放熱フィン2eから放熱フィン2eの周囲に供給される冷却媒体に放熱することができる。放熱ベース2Eは、図24に示したような枠体58の内部に収納され、放熱フィン2eの周囲には冷却媒体が供給される。

#### 【0160】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2Dの内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。また、放熱ベース2Dは、第2の放熱ベース2Eに密着して保持される。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2Dの内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2D、2Eに伝熱することができ、放熱フィンから放熱して、冷却性能を向上することができる。

10

#### 【0161】

次に、図27を用いて、第9の実施形態について説明する。図27に示すように、第1の放熱ベース2Gには、冷却媒体通路も放熱フィンも設けられていないものである。放熱ベース2Gの内部には、パワー半導体素子3が収納され、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドされている。放熱ベース2Gの底面に対して一つの側面のなす角度1は、90度より小さな角度、例えば、85度としている。

20

#### 【0162】

第2の放熱ベース2Hの内側の底面に対して側面のなす角度も角度1と同じくすることで、放熱ベース2Gは、第2の放熱ベース2Hの底面と一つの側面に接触して配置される。第2の放熱ベース2Hの外側の側壁と下側には放熱フィン2hが一体的に形成されている。放熱ベース2Gの他の側面には、放熱ベース2Hと同じく熱伝導性の優れたアルミ等からなる押圧部材2Iが配置されている。押圧部材2Iの図示の右側の側面はテーパ状となっており、バネ64dによって下向きに加圧されたくさび形部材2Jを、押圧部材2Iのテーパ面に接触することで、押圧部材2Iは、放熱ベース2Gに接触するとともに、放熱ベース2Gが第2の放熱ベース2Hにも接触する。このとき、角度1を90度よりも小さくすることで、バネ部材は、一つのバネ64dを用いるのみ、容易に、放熱ベース2Gを第2の放熱ベース2Hに接触保持することができる。

30

#### 【0163】

パワー半導体素子3のコネクタリード端子11cとエミッタリード端子11eの平行度が悪くても、半導体チップ12Tからの発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2Gから放熱ベース2Hに伝熱し、放熱フィン2hから放熱フィン2hの周囲に供給される冷却媒体に放熱することができる。放熱ベース2Hは、図24に示したような枠体58の内部に収納され、放熱フィン2hの周囲には冷却媒体が供給される。

#### 【0164】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2Gの内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。また、放熱ベース2Gは、第2の放熱ベース2Hに密着して保持される。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2Gの内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2G、2Hに伝熱することができ、放熱フィンから放熱して、冷却性能を向上することができる。また、放熱ベース2Gを、第2の放熱ベース2Hに容易に密着保持することができる。

40

#### 【0165】

次に、図28を用いて、第10の実施形態について説明する。この実施形態では、図示

50

するように、2つのパワー半導体素子3を放熱ベースに保持している。図28に示すように、第1の放熱ベース2Dには、冷却媒体通路も放熱フィンも設けられていないものである。放熱ベース2Dの内部には、パワー半導体素子3が収納され、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドされている。

【0166】

2個の放熱ベース2Dは、それぞれ、第2の放熱ベース2Kの底面と一つの側面に接触して配置される。第2の放熱ベース2Kの外側の下側には放熱フィン2kが一体的に形成されている。2個の放熱ベース2Dの他の側面には、放熱ベース2Kと同じく熱伝導性の優れたアルミ等からなる押圧部材2L, 2Mが配置されている。押圧部材2Lの図示の右側の側面及び押圧部材2Mの図示の左側の側面はそれぞれテーパ状となっており、くさび形部材2Nをネジによって下方に押圧することで、押圧部材2L, 2Mのテーパ面に接触し、押圧部材2L, 2Mは、2個の放熱ベース2Dにそれぞれ接触するとともに、放熱ベース2Dが第2の放熱ベース2Kにも接触する。また、放熱ベース2Dの上面は、バネ64eによって保持されている。

10

【0167】

パワー半導体素子3のコネクタリード端子11cとエミッタリード端子11eの平行度が悪くても、半導体チップ12Tからの発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2Dから放熱ベース2Kに伝熱し、放熱フィン2kから放熱フィン2kの周囲に供給される冷却媒体に放熱することができる。放熱ベース2Kは、図24に示したような枠体58の内部に収納され、放熱フィン2kの周囲には冷却媒体が供給される。

20

【0168】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、筒状の放熱ベース2Dの内部に挿入され、位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている。また、放熱ベース2Dは、第2の放熱ベース2Kに密着して保持される。したがって、コレクタリード配線11cとエミッタリード配線11eとの間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース2Dの内部に高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子3の発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2D, 2Kに伝熱することができ、放熱フィンから放熱して、冷却性能を向上することができる。

【0169】

次に、図29を用いて、第11の実施形態について説明する。この実施形態では、図示するように、2つのパワー半導体素子3を放熱ベース2Qに保持している。直流負極側配線部材5と直流正極側配線部材6の間には、電気的絶縁性と弾性を有する絶縁ゴム等の弾性部材8が挟み込まれ、断面U字形の絶縁性の第1固定治具1の中に挿入されている。また、直流負極側配線部材5及び直流正極側配線部材6の両側には、2個の半導体素子3が配置される。

30

【0170】

2個の半導体素子3及び直流負極側配線部材5と直流正極側配線部材6は、有底の筒状の放熱ベース2の内部に治具等で位置決めされた後、高熱伝導樹脂50によりインサートモールドされる。放熱ベース2Qの外側の下側には放熱フィン2qが一体的に形成されている。弾性部材8の弾性力で、容易に、放熱ベース2Qに接触保持することができる。

40

【0171】

パワー半導体素子3のコネクタリード端子11cとエミッタリード端子11eの平行度が悪くても、半導体チップ12Tからの発熱は、高熱伝導樹脂50を介して、放熱ベース2Qに伝熱し、放熱フィン2qから放熱フィン2qの周囲に供給される冷却媒体に放熱することができる。放熱ベース2Qは、図24に示したような枠体58の内部に収納され、放熱フィン2Qの周囲には冷却媒体が供給される。

【0172】

以上説明したように、本実施形態の半導体装置では、半導体デバイスであるパワー半導体素子3は、高熱伝導樹脂50によってインサートモールドして固定するようにしている

50

。したがって、コレクタリード配線 1 1 c とエミッタリード配線 1 1 e との間の平行度が悪化したとしても、筒状の放熱ベース 2 Q の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によりインサートモールドされるため、パワー半導体素子 3 の発熱は、高熱伝導樹脂 5 0 を介して、放熱ベース 2 Q に伝熱することができ、放熱フィンから放熱して、冷却性能を向上することができる。

【 0 1 7 3 】

次に、図 7 を用いて、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置のその他の構成について説明する。

図 7 は、本発明の第 1 の実施形態による半導体装置のその他の構成を示す断面図である。なお、図 1 と同一符号は、同一部分を示している。

10

【 0 1 7 4 】

図 6 に示す例では、筒状の放熱ベース 2 の内部に、3 個の半導体素子 3 を、高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定しているが、車載用インバータ装置においては、6 個の半導体素子 3 を用いる。すなわち、インバータ装置では、直流電力を 3 相交流電力に変換するため、u 相、v 相、w 相の 3 相分について、各相毎に、上アームの半導体素子 3 と下アームの半導体素子 3 が必要となるため、6 個の半導体素子 3 を用いる。

【 0 1 7 5 】

そのような場合には、図 6 に示したように、3 個の半導体素子 3 を並べて配置するとともに、この並べた方向に対して直交する方向に 2 個の半導体素子 3 を配置することで、6 個の半導体素子 3 を筒状の放熱ベース 2 の内部に高熱伝導樹脂 5 0 によってインサートモールドして固定配置することができる。

20

【 0 1 7 6 】

なお、図 2 6 ~ 図 2 9 の例では、第 2 の放熱ベース 2 D , 2 H , 2 K , 2 の外部には放熱フィンを設けているが、各第 2 の放熱ベース 2 D , 2 H , 2 K , 2 の内部に冷却媒体通路を設けるようにしてもよいものである。

【 0 1 7 7 】

次に、図 3 0 を用いて、本実施形態のインバータ装置 I N V を搭載した電気自動車の構成について説明する。

図 3 0 は、本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を搭載した電気自動車のシステム構成を示すシステムブロック図である。

30

【 0 1 7 8 】

本実施形態の電気自動車の動力システムは、図 1 3 に示したハイブリッド電気自動車から内燃機関を取り除かれた形で構成されている。内燃機関を除いた構成は、図 1 3 のハイブリッド電気自動車と同じである。また、電気自動車の動作は、図 1 3 のハイブリッド電気自動車のモータジェネレータのみによる走行動作と、モータジェネレータによる回生動作と同様である。

【 0 1 7 9 】

インバータ装置 I N V に用いる半導体装置の構成としては、図 1 ~ 図 7 に示したものであるが、その他に、図 1 4 ~ 図 2 9 に示したものをを用いることができる。

【 0 1 8 0 】

本実施形態によれば、電気自動車のモータジェネレータ M / G の駆動制御装置として、前述のいずれかの半導体装置を搭載したインバータ装置 I N V を備えたので、小型化で信頼性の高い電気自動車の電動機駆動システムを低価格で提供できる。

40

【 0 1 8 1 】

次に、図 3 1 を用いて、本実施形態のインバータ装置 I N V を搭載した 4 輪駆動型のハイブリッド電気自動車の構成について説明する。

図 3 1 は、本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を搭載した 4 輪駆動型のハイブリッド電気自動車のシステム構成を示すシステムブロック図である。

【 0 1 8 2 】

本実施形態のハイブリッド電気自動車は、内燃機関であるエンジン E N G と、モータジ

50

エネレータMG1によって前輪FLW, FRWを、モータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWをそれぞれ駆動するように構成された四輪駆動式のものである。本実施形態では、エンジンENGとモータジェネレータMG1によって前輪WFLW, FRWを、モータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWをそれぞれ駆動する場合について説明するが、モータジェネレータMG1によって前輪WFLW, FRWを、エンジンENGとモータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWをそれぞれ駆動するようにしてもよい。

【0183】

前輪FLW, FRWの前輪車軸FDSには差動装置FDFを介して変速機T/Mが機械的に接続されている。変速機T/Mには動力分配機構PSMを介してモータジェネレータMG1とエンジンENGが機械的に接続されている。動力分配機構PSMは、回転駆動力の合成や分配を司る機構である。モータジェネレータMG1の固定子巻線にはインバータ装置INVの交流側が電氣的に接続されている。インバータ装置INVは、直流電力を三相交流電力に変換する電力変換装置であり、モータジェネレータMG1の駆動を制御するものである。インバータ装置INVの直流側にはバッテリーBATが電氣的に接続されている。

10

【0184】

後輪RLW, RRWの後輪車軸RDSには差動装置RDFと減速機RGを介してモータジェネレータMG2が機械的に接続されている。モータジェネレータMG2の固定子巻線にはインバータ装置INVの交流側が電氣的に接続されている。ここで、インバータ装置INVはモータジェネレータMG1, MG2に対して共用のものであって、モータジェネレータMG1用のパワーモジュールPMU1及び駆動回路装置DCU1と、モータジェネレータMG2用のパワーモジュールPMU2及び駆動回路装置DCU2と、モータ制御装置MCUとを備えている。

20

【0185】

エンジンENGにはスタータSTRが取り付けられている。スタータSTRはエンジンENGを始動させるための始動装置である。

【0186】

エンジン制御装置ECUは、エンジンENGの各コンポーネント機器（絞り弁、燃料噴射弁など）を動作させるための制御値をセンサや他制御装置などからの入力信号に基づいて演算する。この制御値は制御信号としてエンジンENGの各コンポーネント機器の駆動装置に出力される。これにより、エンジンENGの各コンポーネント機器の動作が制御される。

30

【0187】

変速機T/Mの動作は変速機制御装置TCUによって制御されている。変速機制御装置TCUは、変速機構を動作させるための制御値をセンサや他制御装置などからの入力信号に基づいて演算する。この制御値は制御信号として変速機構の駆動装置に出力される。これにより、変速機T/Mの変速機構の動作が制御される。

【0188】

バッテリーBATはバッテリー電圧が200V以上の高電圧のリチウムイオンバッテリーであり、バッテリー制御装置BCUによって充放電や寿命などが管理されている。バッテリー制御装置BCUには、バッテリーの充放電や寿命などを管理するために、バッテリーBATの電圧値及び電流値などが入力されている。なお、図示省略したが、バッテリーとしては、バッテリー電圧12Vの低圧バッテリーも搭載されており、制御系の電源、ラジオやライトなどの電源として用いられている。

40

【0189】

エンジン制御装置ECU, 変速機制御装置TCU, モータ制御装置MCU及びバッテリー制御装置BCUは車載用ローカルエリアネットワークLANを介して相互に電氣的に接続されていると共に、総合制御装置GCUと電氣的に接続されている。これにより、各制御装置間では双方向の信号伝送が可能になり、相互の情報伝達、検出値の共有などが可能に

50

なる。

【0190】

総合制御装置GCUは、車両の運転状態に応じて各制御装置に指令信号を出力するものである。例えば総合制御装置GCUは、運転者の加速要求に基づいたアクセルの踏み込み量に応じて車両の必要トルク値を算出し、この必要トルク値を、エンジンENGの運転効率が良くなるように、エンジンENG側の出力トルク値とモータジェネレータMG1側の出力トルク値とに分配し、分配されたエンジンENG側の出力トルク値をエンジントルク指令信号としてエンジン制御装置ECUに出力し、分配されたモータジェネレータMG1側の出力トルク値をモータトルク指令信号としてモータ制御装置MCUに出力する。

【0191】

インバータ装置INVに用いる半導体装置の構成としては、図1～図7に示したものであるが、その他に、図14～図29に示したものをを用いることができる。

【0192】

モータジェネレータMG1, MG2には、固定子巻線を備えた固定子鉄心と、回転子の永久磁石との電磁作用によって回転トルクを発生させる永久磁石式交流同期型回転電機が用いられている。

【0193】

次に、本実施形態のハイブリッド自動車の動作について説明する。

【0194】

ハイブリッド電気自動車の始動時、低速走行時（エンジンENGの運転効率（燃費）が低下する走行領域）は、モータジェネレータMG1によって前輪FLW, FRWを駆動する。なお、本実施形態では、ハイブリッド電気自動車の始動時及び低速走行時、モータジェネレータMG1によって前輪FLW, FRWを駆動する場合について説明するが、モータジェネレータMG1によって前輪FLW, FRWを駆動し、モータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWを駆動するようにしてもよい（四輪駆動走行をしてもよい）。インバータ装置INVにはバッテリーBATから直流電力が供給される。供給された直流電力はインバータ装置INVによって三相交流電力に変換される。これによって得られた三相交流電力はモータジェネレータMG1の固定子巻線に供給される。これにより、モータジェネレータMG1は駆動され、回転出力を発生する。この回転出力は動力分配機構PSMを介して変速機T/Mに入力される。入力された回転出力は変速機T/Mによって変速され、差動装置FDFに入力される。入力された回転出力は差動装置FDFによって左右に分配され、左右の前輪車軸FDSにそれぞれ伝達される。これにより、前輪車軸FDSが回転駆動される。そして、前輪車軸FDSの回転駆動によって前輪FLW, FRWが回転駆動される。

【0195】

ハイブリッド電気自動車の通常走行時（乾いた路面を走行する場合であって、エンジンENGの運転効率（燃費）が良い走行領域）は、エンジンENGによって前輪FLW, FRWを駆動する。このため、エンジンENGの回転出力は動力分配機構PSMを介して変速機T/Mに入力される。入力された回転出力は変速機T/Mによって変速される。変速された回転出力は差動装置FDFを介して前輪車軸FDSに伝達される。これにより、前輪FLW, FRWをWH-Fが回転駆動される。また、バッテリーBATの充電状態を検出し、バッテリーBATを充電する必要がある場合は、エンジンENGの回転出力を、動力分配機構PSMを介してモータジェネレータMG1に分配し、モータジェネレータMG1を回転駆動する。これにより、モータジェネレータMG1は発電機として動作する。この動作により、モータジェネレータMG1の固定子巻線に三相交流電力が発生する。この発生した三相交流電力はインバータ装置INVによって所定の直流電力に変換される。この変換によって得られた直流電力はバッテリーBATに供給される。これにより、バッテリーBATは充電される。

【0196】

ハイブリッド電気自動車の四輪駆動走行時（雪道などの低 $\mu$ 路を走行する場合であって

10

20

30

40

50

、エンジンENGの運転効率（燃費）が良い走行領域）は、モータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWを駆動する。また、上記通常走行と同様に、エンジンENGによって前輪FLW, FRWを駆動する。さらに、モータジェネレータMG1の駆動によってバッテリーBATの蓄電量が減少するので、上記通常走行と同様に、エンジンENGの回転出力によってモータジェネレータMG1を回転駆動してバッテリーBATを充電する。モータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWを駆動するために、インバータ装置INVにはバッテリーBATから直流電力が供給される。供給された直流電力はインバータ装置INVによって三相交流電力に変換され、この変換によって得られた交流電力がモータジェネレータMG2の固定子巻線に供給される。これにより、モータジェネレータMG2は駆動され、回転出力を発生する。発生した回転出力は、減速機RGによって減速されて差動装置RDFに入力される。入力された回転出力は差動装置RDFによって左右に分配され、左右の後輪車軸RDSにそれぞれ伝達される。これにより、後輪車軸RDSが回転駆動される。そして、後輪車軸RDSの回転駆動によって後輪RLW, RRWが回転駆動される。

10

## 【0197】

ハイブリッド電気自動車の加速時は、エンジンENGとモータジェネレータMG1によって前輪FLW, FRWを駆動する。なお、本実施形態では、ハイブリッド電気自動車の加速時、エンジンENGとモータジェネレータMG1によって前輪FLW, FRWを駆動する場合について説明するが、エンジンENGとモータジェネレータMG1によって前輪FLW, FRWを駆動し、モータジェネレータMG2によって後輪RLW, RRWを駆動するようにしてもよい（四輪駆動走行をしてもよい）。エンジンENGとモータジェネレータMG1の回転出力は動力分配機構PSMを介して変速機T/Mに入力される。入力された回転出力は変速機T/Mによって変速される。変速された回転出力は差動装置FDFを介して前輪車軸FDSに伝達される。これにより、前輪FLW, FRWが回転駆動される。

20

## 【0198】

ハイブリッド電気自動車の回生時（ブレーキを踏み込み時、アクセルの踏み込みを緩めた時或いはアクセルの踏み込みを止めた時などの減速時）は、前輪FLW, FRWの回転力を前輪車軸FDS, 差動装置FDF, 変速機T/M, 動力分配機構PSMを介してモータジェネレータMG1に伝達し、モータジェネレータMG1を回転駆動する。これにより、モータジェネレータMG1は発電機として動作する。この動作により、モータジェネレータMG1の固定子巻線に三相交流電力が発生する。この発生した三相交流電力はインバータ装置INVによって所定の直流電力に変換される。この変換によって得られた直流電力はバッテリーBATに供給される。これにより、バッテリーBATは充電される。一方、後輪RLW, RRWの回転力を後輪車軸RDS, 差動装置RDF, 減速機RGを介してモータジェネレータMG2に伝達し、モータジェネレータMG2を回転駆動する。これにより、モータジェネレータMG2は発電機として動作する。この動作により、モータジェネレータMG2の固定子巻線に三相交流電力が発生する。この発生した三相交流電力はインバータ装置INVによって所定の直流電力に変換される。この変換によって得られた直流電力はバッテリーBATに供給される。これにより、バッテリーBATは充電される。

30

40

## 【0199】

本実施形態によれば、4輪駆動型ハイブリッド電気自動車のモータジェネレータMG1, MG2の駆動制御装置に用いるインバータ装置として、図1～図7に示したものの他に、図14～図29に示したものをを用いることができ、これによって、小型化で信頼性の高い4輪駆動型ハイブリッド電気自動車の電動機駆動システムを低価格で提供できる。

## 【0200】

なお、本実施形態では、バッテリーBATからの電力でモータジェネレータMG1, MG2を駆動する4輪駆動型ハイブリッド電気自動車を例に挙げて説明した。4輪駆動型ハイブリッド電気自動車としては、前輪（或いは後輪）をエンジンによって駆動し、後輪（或いは前輪）をモータで駆動するものもある。この場合、上記モータジェネレータMG1と

50

バッテリーB A Tの代わりに、エンジンE N Gによって駆動される発電機（14 v系車載補機用の直流電力を出力する補機用発電機よりも高い直流電力（50 v）を出力でき、かつ出力を0 v ~ 50 vの間で可変にできる駆動専用の発電機）を備え、その発電機からの出力を直接、インバータ装置I N Vの直流側に供給する。そして、インバータ装置I N Vによってモータの駆動を制御し、後輪（或いは前輪）を駆動する。このような4輪駆動型ハイブリッド電気自動車のインバータ装置I N Vとして、前述した第1乃至第7実施形態のいずれかのインバータ装置I N Vを用いてもよい。また、後輪を駆動するモータには、固定子巻線を備えた固定子鉄心と、界磁巻線が一对の爪型磁極鉄心に巻かれたルンデル型回転子との電磁作用によって回転トルクを発生させる界磁巻線式交流同期型回転電機が用いられている。

10

**【0201】**

次に、図32を用いて、本実施形態のインバータ装置I N Vを用いた電動パワーステアリングシステムの構成について説明する。

図32は、本発明の第1の実施形態によるインバータ装置I N Vを用いた電動パワーステアリングシステムのシステム構成を示すシステムブロック図である。

**【0202】**

本実施形態の電動パワーステアリングシステム（以下、「EPSシステム」という）はピニオン式EPSシステム（以下、「P-EPSシステム」という）であり、ステアリングギヤS T Gの近傍に設けられた電動パワーステアリング用モータM（以下、「EPSモータM」という）でピニオンギヤをアシストする方式のステアリングシステムである。

20

**【0203】**

なお、EPSシステムには、コラムシャフトの近傍に設けられたEPSモータでコラムシャフトをアシストするコラム式EPSシステムや、ステアリングギヤの近傍に設けられたEPSモータでラックをアシストするラッククロス式EPSシステムなどがある。本実施形態のP-EPSシステムの電源及びアクチュエータ構成はそれらのEPSシステムにも適用可能である。

**【0204】**

運転者がステアリングホイールS T Wを回転させると、その主操舵力（回転力）は、上部ステアリングシャフトU S S，上部ユニバーサルジョイントU U J，下部ステアリングシャフトL S S，下部ユニバーサルジョイントL U Jを介してステアリングギヤS T Gに伝達される。また、ステアリングギヤS T Gには、EPSモータMから出力された補助操舵力（回転力）が伝達される。

30

**【0205】**

ステアリングギヤS T Gは、入力された主操舵力（回転力）と補助操舵力（回転力）とを直線の往復力に変換して左右のタイロッドT R 1，T R 2に伝達する機構であり、ラックギヤ（図示省略）が形成されたラックシャフト（図示省略）と、ピニオンギヤ（図示省略）が形成されたピニオンシャフト（図示省略）から構成されている。ラックギヤとピニオンギヤは動力変換部P T Mにおいて噛み合っており、ここで、回転力が直線の往復力に変換される。主操舵力は動力変換部P T Mの入力シャフトI Sを介してピニオンシャフトに伝達される。補助操舵力は動力変換部P T Mの減速機構（図示省略）を介してピニオンシャフトに伝達される。

40

**【0206】**

ステアリングギヤS T Gにおいて直線の往復力に変換された操舵力は、ラックシャフトに連結されたタイロッドT R 1，T R 2に伝達され、タイロッドT R 1，T R 2から左右の車輪W H 1，W H 2に伝達される。これにより、左右の車輪W H 1，W H 2は舵取りされる。

**【0207】**

上部ステアリングシャフトU S SにはトルクセンサT Sが設けられている。トルクセンサT Sは、ステアリングホイールS T Wに与えられた操舵力（回転トルク）を検出するためのものである。

50

## 【0208】

E P S モータ M は制御装置によって制御されている。E P S モータ M と制御装置は EPS システムのアクチュエータを構成している。E P S システムは、車載用のバッテリー B A T を電源としている。制御装置はインバータ装置 I N V であり、トルクセンサ T S の出力に基づいて、E P S モータ M の出力トルクが目標トルクとなるように、バッテリー B A T から供給された直流電力を多相の交流電力に変換し、E P S モータ M に供給している。インバータ装置 I N V には、前述した第 1 乃至第 7 実施形態のいずれかのインバータ装置 I N V が用いられている。E P S モータ M には、固定子巻線を備えた固定子鉄心と、回転子の永久磁石との電磁作用によって回転トルクを発生させる永久磁石式交流同期型回転電機が用いられている。

10

## 【0209】

本実施形態によれば、E P S システムの E P S モータ M の制御装置として、図 1 ~ 図 7 に示したものの他に、図 1 4 ~ 図 2 9 に示したものをを用いることができ、これによって、小型化で信頼性の高い E P S システムの電動機駆動システムを低価格で提供できる。

## 【0210】

次に、図 3 3 を用いて、本実施形態のインバータ装置 I N V を用いた電動ブレーキシステムの構成について説明する。

図 3 3 は、本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を用いた電動ブレーキシステムのシステム構成を示すシステムブロック図である。

## 【0211】

本実施形態の電動ブレーキシステム（以下、「E B システム」という）が搭載される自動車は、内燃機関であるエンジン E N G から出力された駆動力を変速機 T / M 及び差動機構 D E F を介して左右の前輪駆動軸 F D S に伝達し、前輪 F L W , F R W を回転駆動し、車両を走行させる前輪駆動車である。本実施形態の E B システムは左右の前輪 F L W , F R W に設けられている。

20

## 【0212】

なお、本実施形態では、E B システムを前輪に設置した場合を例に挙げて説明する。E B システムの設置箇所としては後輪或いは前後輪であってもよい。

## 【0213】

前輪駆動軸 F D S にはディスクロータ D S が設けられている。ディスクロータ D S は前輪駆動軸 F D S と共に回転する。ディスクロータ D S の両側には、図示省略したキャリアに軸方向に移動可能に支承されたブレーキパッド B P が設けられている。ブレーキパッド B P はディスクロータ D S の回転面を両側から挟み込むように設けられている。ブレーキ力は、ブレーキパッド B P がディスクロータ D S の回転面を両側から押圧することによって発生する。

30

## 【0214】

ブレーキパッド B P はモータ M の回転トルクをもって動作する。モータ M の回転トルクは動力変換機構 P C M によって直線の動力に変換され、支持機構（図示省略）によって移動可能に支持されたピストン（図示省略）に推進力として与えられる。そして、ピストンが推進することにより、ブレーキパッド B P が動作し、ディスクロータ D S の回転面を両側から押圧する。モータ M には、固定子巻線を備えた固定子鉄心と、回転子の永久磁石との電磁作用によって回転トルクを発生させる永久磁石式交流同期型回転電機が用いられている。

40

## 【0215】

モータ M は制御装置によって制御されている。モータ M と制御装置は E B システムのアクチュエータを構成している。E B システムは、車載用のバッテリー B A T を電源としている。制御装置はインバータ装置 I N V であり、ブレーキ制御装置 B R C U からのトルク指令に基づいて、モータ M の出力トルクが目標トルクとなるように、バッテリー B A T から供給された直流電力を多相の交流電力に変換し、モータ M に供給している。インバータ装置 I N V には、前述した第 1 乃至第 7 実施形態のいずれかのインバータ装置 I N V が用いら

50

れている。

【0216】

ブレーキ制御装置BRCUは、ブレーキペダルの踏込量、車両の運転状態などの信号を入力とし、この入力信号から前輪FLW、FRWの各輪の必要制動力を演算し、この演算された必要制動力を各モータMのトルク指令値に変換して、インバータ装置INVに出力する。

【0217】

本実施形態によれば、EBシステムのモータMの制御装置として、図1～図7に示したものの他に、図14～図29に示したものをを用いることができ、これによって、小型化で信頼性の高いEBシステムの電動機駆動システムを低価格で提供できる。

10

【0218】

次に、図34を用いて、本実施形態のインバータ装置INVを用いた空調装置（カーエアコンシステム）の構成について説明する。

図34は、本発明の第1の実施形態によるインバータ装置INVを用いた空調装置のシステム構成を示すシステムブロック図である。

【0219】

自動車の車体の前部にはエンジンルームERが設けられている。エンジンルームERの後部には、エンジンルームERとは仕切られた車室CRが設けられている。エンジンルームERは、自動車を駆動するために必要な機器及び空調装置を構成する一部の機器などを収納するための部屋である。車室CRは、運転席に座ってハンドルを操作する運転者、助手席や後部座席に座る同乗者が乗車するための部屋である。車室CRの内部（具体的にはエンジンルームER側でダッシュボードの下部）には、空調装置を構成する一部の機器が収納されている。

20

【0220】

エンジンルームERには、空調装置の空調用冷媒を圧縮する圧縮機COMが取り付けられている。圧縮機COMにはモータMが一体に取り付けられている。これにより、モータMの出力である回転駆動力が圧縮機COMに供給（伝達）され、圧縮機COMが回転駆動される。圧縮機COMで圧縮された空調用冷媒は吐出配管を介して凝縮器CONに供給される。凝縮器CONは、圧縮機COMで圧縮した高温・高圧のガス状（気体状）の空調用冷媒を外気で冷やして液化するものであり、コンデンサとも呼ばれている。

30

【0221】

車室CRの内部には、クーリングユニットを構成するエバポレータEVAが設けられている。エバポレータEVAは空気流路の内部に配置されており、配管を介して凝縮器CONから供給された空調用冷媒を気化し、空気を冷却する。空気流路AFWでエバポレータEVAの上流側にはインテークブロワIBRが配置されている。インテークブロワIBRは外気或いは内気を空気流路AFWに送風する。空気流路AFW内でエバポレータEVAの下流側にはヒータユニットHEAが配置されている。ヒータユニットHEAは、エバポレータEVAによって冷却された空気を暖める。

【0222】

インテークブロワIBRによって空気流路AFWに空気（外気或いは内気）が送風されると、その空気はエバポレータEVAによって冷却される。冷却された空気は空気流路AFWをヒータユニットHEA側に流れる。エバポレータEVAとヒータユニットHEAとの間の空気流路AFW内にはエアミックスドワAMDが設けられている。エアミックスドワAMDは、ヒータユニットHEAに流れる空気量とヒータユニットHEAをバイパスする空気量を制御するものであり、エバポレータEVAによって冷却された空気を分流させる。ヒータユニットHEA側に分流した空気はヒータユニットHEAによって暖められ、ヒータユニットHEAをバイパスした空気と混合される。これにより、車室CR内に送風される空気温度が制御される。混合した空気は、車室CR内に設けられた複数の吹出し口のいずれかから車室CR内に吹出される。これにより、車室CR内の温度が設定温度に制御される。

40

50

## 【0223】

エバポレータEVAで気化された空調用冷媒は吸入配管を介して圧縮機COMに供給されて圧縮される。圧縮された空調用冷媒は吐出配管を介して凝縮器CONに供給されて液化される。液化された空調用冷媒は配管を介してエバポレータEVAに供給されて気化される。空調装置においてはその冷凍サイクルが繰り返される。吐出配管、配管及び吸入配管は金属製の配管或いはフレキシブルホースで構成されている。

## 【0224】

モータMは制御装置によって制御されている。モータMと制御装置はエアコンシステムのアクチュエータを構成している。エアコンシステムは、車載用のバッテリーBATを電源としている。制御装置はインバータ装置INVであり、エアコン制御装置ACUからの回転数指令に基づいて、モータMが出力回転数が目標回転数となるように、バッテリーBATから供給された直流電力を多相の交流電力に変換し、モータMに供給している。インバータ装置INVには、前述した第1乃至第7実施形態のいずれかのインバータ装置INVが用いられている。

10

## 【0225】

エアコン制御装置BRUは、運転者の温度設定値、車室CRの温度検出値などの信号を入力とし、この入力信号から圧縮機COMの作動・停止を判断し、その判断に応じて圧縮機COMの作動に必要な回転数を指令値としてインバータ装置INVに出力する。

## 【0226】

本実施形態によれば、エアコンシステムのモータMの制御装置として、図1～図7に示したものの他に、図14～図29に示したものをを用いることができ、これによって、小型化で信頼性の高いエアコンシステムの電動機駆動システムを低価格で提供できる。

20

## 【0227】

なお、以上説明した各実施形態では、直流電源としてバッテリーを例に挙げて説明したが、燃料電池を用いてもよいものである。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0228】

【図1】本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による半導体装置に用いる半導体デバイスの構成を示す斜視図である。

30

【図3】本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す分解斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す側面断面図である。

【図5】本発明の第1の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。

【図6】本発明の第1の実施形態による半導体装置の他の構成を示す斜視図である。

【図7】本発明の第1の実施形態による半導体装置のその他の構成を示す断面図である。

【図8】本発明の第1の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す部分断面の斜視図である。

【図9】本発明の第1の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す分解斜視図である。

【図10】本発明の第1の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す斜視図である。

40

【図11】本発明の第1の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の構成を示す斜視図である。

【図12】本発明の第1の実施形態による半導体装置を用いた車載用インバータ装置の回路構成を示す回路図である。

【図13】本発明の第1の実施形態によるインバータ装置INVを搭載したハイブリッド自動車のシステム構成を示すシステムブロック図である。

【図14】本発明の第2の実施形態による半導体装置の構成を示す斜視図である。

【図15】本発明の第2の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。

【図16】本発明の第3の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。

50

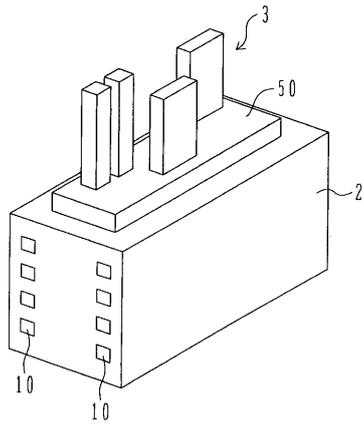
- 【図 17】本発明の第 3 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 18】本発明の第 4 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 19】本発明の第 4 の実施形態による半導体装置の構成を示す平面図である。
- 【図 20】本発明の第 5 の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。
- 【図 21】本発明の第 5 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 22】本発明の第 6 の実施形態による半導体装置の構成を示す正面図である。
- 【図 23】本発明の第 6 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 24】本発明の第 7 の実施形態による半導体装置の構成を示す斜視図である。
- 【図 25】本発明の第 7 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 26】本発明の第 8 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。 10
- 【図 27】本発明の第 9 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 28】本発明の第 10 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 29】本発明の第 11 の実施形態による半導体装置の構成を示す断面図である。
- 【図 30】本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を搭載した電気自動車のシステム構成を示すシステムブロック図である。
- 【図 31】本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を搭載した 4 輪駆動型のハイブリッド電気自動車のシステム構成を示すシステムブロック図である。
- 【図 32】本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を用いた電動パワーステアリングシステムのシステム構成を示すシステムブロック図である。
- 【図 33】本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を用いた電動ブレーキシステムのシステム構成を示すシステムブロック図である。 20
- 【図 34】本発明の第 1 の実施形態によるインバータ装置 I N V を用いた空調装置のシステム構成を示すシステムブロック図である。

【符号の説明】

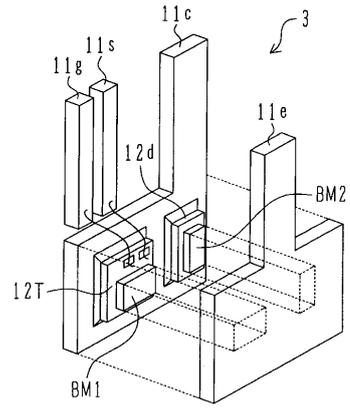
【 0 2 2 9 】

- 2 ... 放熱ベース
- 2 d ... 放熱フィン
- 3 ... 半導体チップ
- 1 1 c , 1 1 e , 1 1 g ... リード配線
- 1 0 ... 冷却媒体通路 30
- 5 0 ... 高熱伝導樹脂
- P M U ... パワーモジュール
- I N V ... インバータ装置

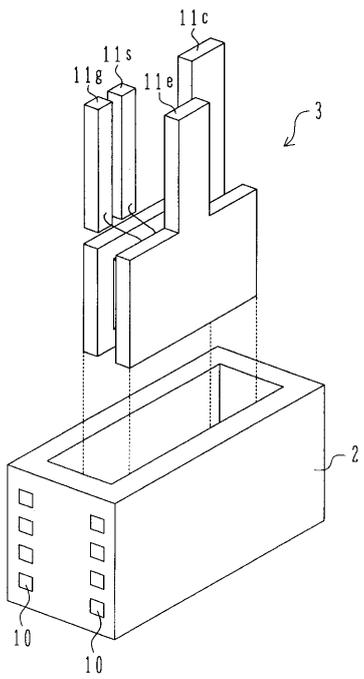
【図1】



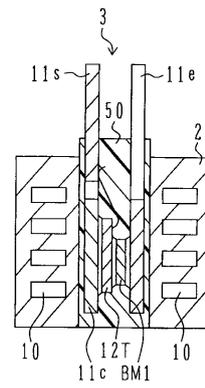
【図2】



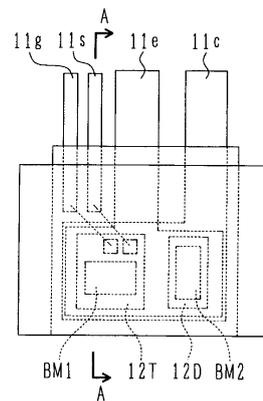
【図3】



【図4】



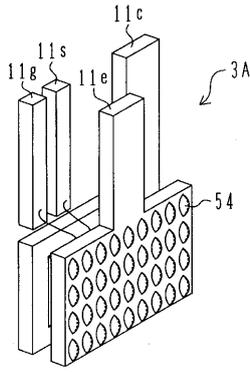
【図5】



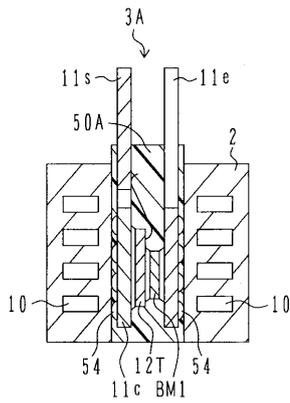




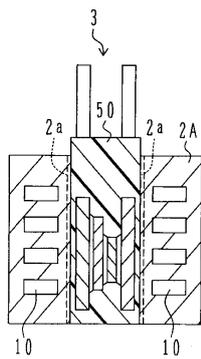
【図14】



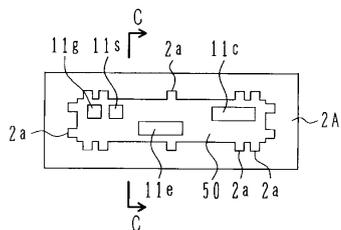
【図15】



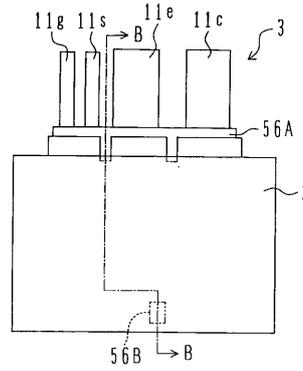
【図18】



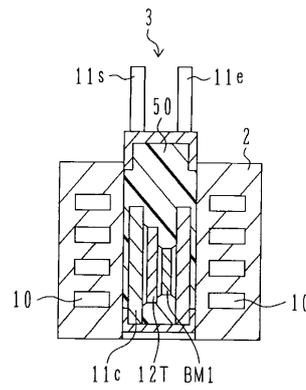
【図19】



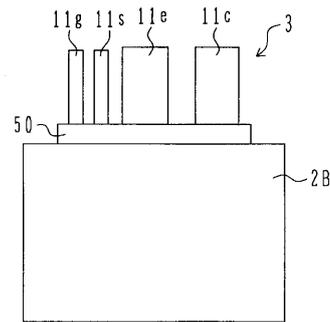
【図16】



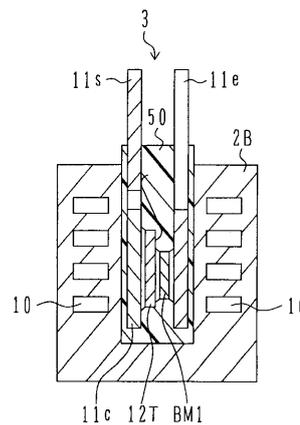
【図17】



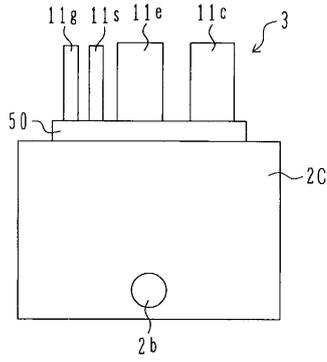
【図20】



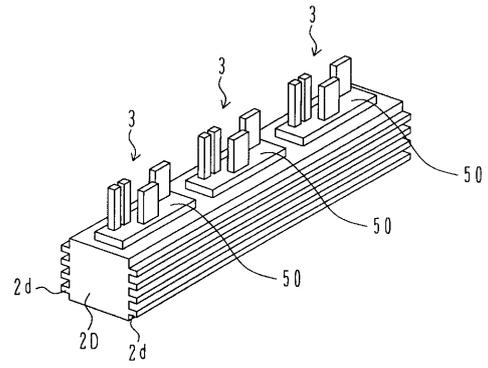
【図21】



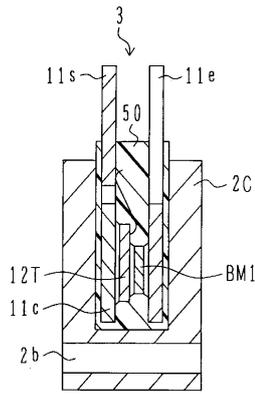
【 2 2 】



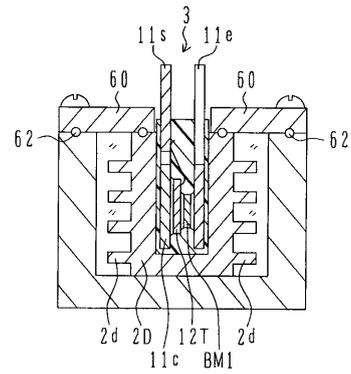
【 2 4 】



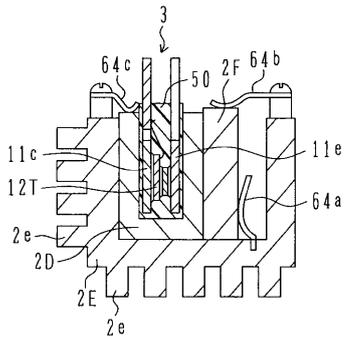
【 2 3 】



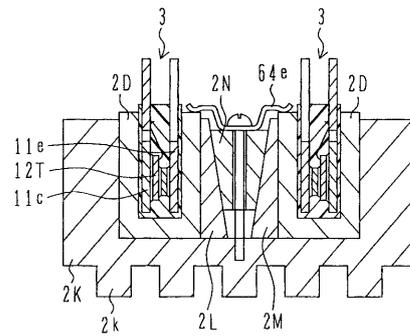
【 2 5 】



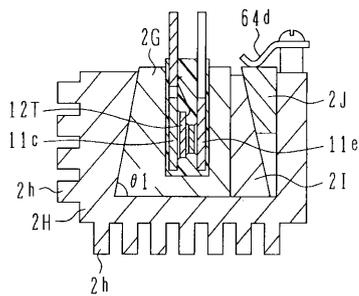
【 2 6 】



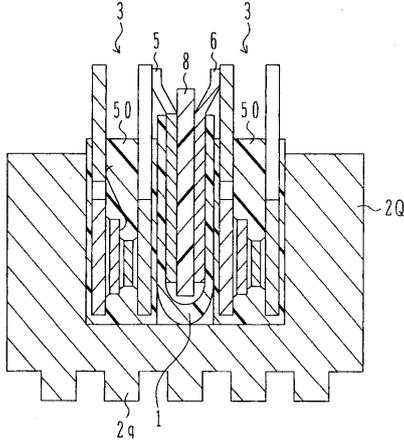
【 2 8 】



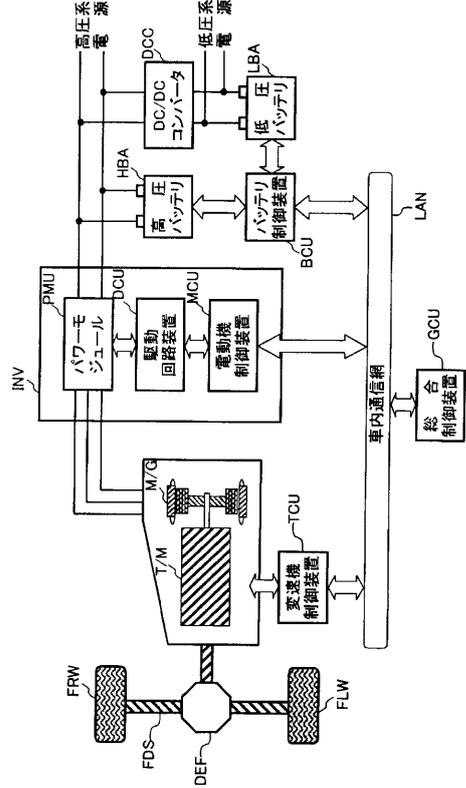
【 2 7 】



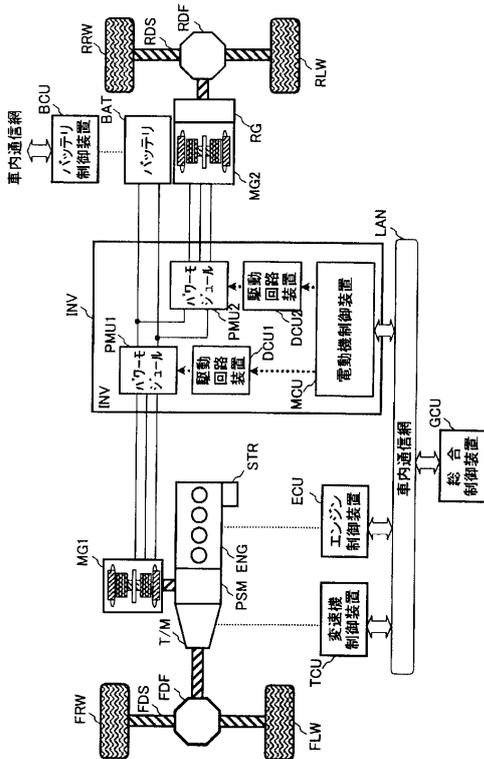
【図29】



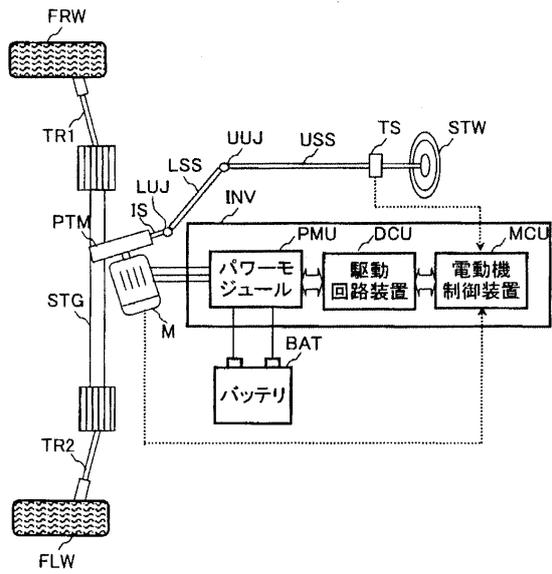
【図30】



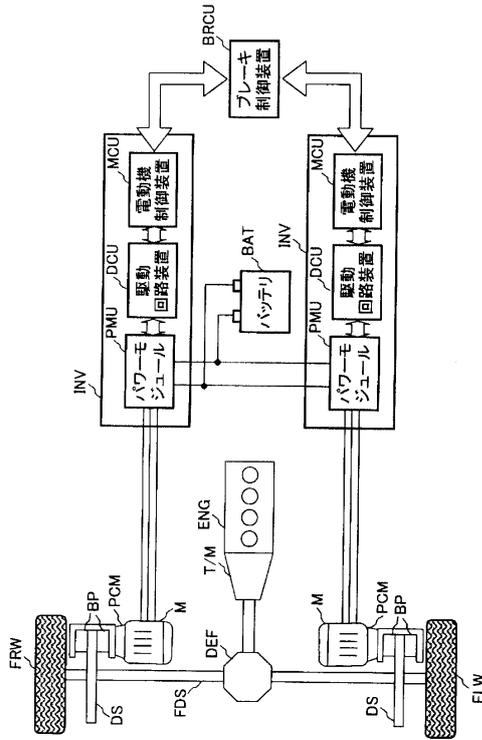
【図31】



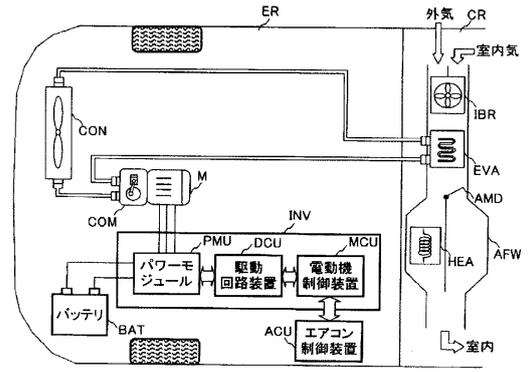
【図32】



【図33】



【図34】



## フロントページの続き

- (72)発明者 竹澤 由高  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
内 株式会社日立製作所 日立研究所
- (72)発明者 石井 利昭  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
内 株式会社日立製作所 日立研究所
- (72)発明者 宝蔵寺 裕之  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
内 株式会社日立製作所 日立研究所

審査官 石野 忠志

- (56)参考文献 特開2005-057212(JP,A)  
特開2004-119667(JP,A)  
特開2004-363337(JP,A)  
特開2003-031765(JP,A)  
特開昭62-252954(JP,A)  
特開2004-342799(JP,A)  
特開2005-026627(JP,A)  
特開平04-196161(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/34 - 23/473  
H01L 25/07  
H01L 25/18