

(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2017-103380

(P2017-103380A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO 1 L	25/07	(2006.01)	HO 1 L	25/04	C	4M109		
HO 1 L	25/18	(2006.01)	HO 1 L	23/28	J	5F136		
HO 1 L	23/28	(2006.01)	HO 1 L	23/40	E	5H770		
HO 1 L	23/40	(2006.01)	HO 2 M	7/48	ZHVZ			
HO 2 M	7/48	(2007.01)						

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2015-236365 (P2015-236365)  
 (22) 出願日 平成27年12月3日 (2015.12.3)

(71) 出願人 000116024  
 ローム株式会社  
 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地  
 (74) 代理人 100083806  
 弁理士 三好 秀和  
 (74) 代理人 100133514  
 弁理士 寺山 啓進  
 (72) 発明者 澤田 秀喜  
 京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地  
 ローム株式会社内  
 F ターム(参考) 4M109 AA01 DA09 DB20  
 5F136 BA30 BB18 BC05 DA22 EA02  
 EA61 FA02 FA03

最終頁に続く

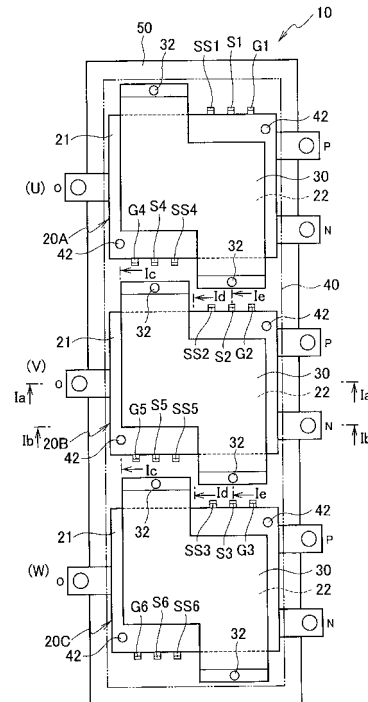
(54) 【発明の名称】 インテリジェントパワーモジュール、および電気自動車またはハイブリッドカー

(57) 【要約】

【課題】 放熱特性に優れ、モジュール化が容易であり、小型化にとって好適なインテリジェントパワーモジュール、およびインテリジェントパワーモジュールを搭載する電気自動車またはハイブリッドカーを提供する。

【解決手段】 IPM10は、半導体デバイスの外囲がパッケージ21によって封止されたパワー半導体モジュール20A・20B・20Cと、パワー半導体モジュール20A・20B・20Cのパッケージ21上に共通に搭載される駆動回路部40と、パッケージ21を介して装着されるパワー半導体モジュール20A・20B・20Cの発熱を放熱する放熱板50とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

半導体デバイスと、前記半導体デバイスの外囲を封止する封止体とを有するパワー半導体モジュールと、

前記封止体上に搭載され、前記パワー半導体モジュールを駆動する駆動回路部と、

前記封止体が装着されて、前記パワー半導体モジュールを冷却する冷却部と

を備えることを特徴とするインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 2】**

前記封止体は、モールド樹脂からなるパッケージであって、前記駆動回路部が搭載される面に、前記駆動回路部を固定するための回路部取付穴を有することを特徴とする請求項 1 に記載のインテリジェントパワーモジュール。 10

**【請求項 3】**

前記冷却部は、前記封止体が装着される面に、前記パワー半導体モジュールを装着する際の基準となる位置決め用の凸部を有することを特徴とする請求項 1 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 4】**

前記位置決め用の凸部は、枠形状に配置されることを特徴とする請求項 3 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 5】**

前記封止体は、前記枠形状の前記位置決め用の凸部内において、接合ペーストまたは半田により接合されることを特徴とする請求項 4 に記載のインテリジェントパワーモジュール。 20

**【請求項 6】**

前記パワー半導体モジュールと前記駆動回路部との間には、放熱プレートがさらに設けられることを特徴とする請求項 1 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 7】**

前記放熱プレートは、樹脂製の放熱シートまたは放熱性樹脂を介して前記駆動回路部と接合されることを特徴とする請求項 6 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 8】**

前記放熱プレートは、放熱性樹脂を介して前記パワー半導体モジュールと接合されることを特徴とする請求項 6 に記載のインテリジェントパワーモジュール。 30

**【請求項 9】**

前記冷却部は、前記封止体が装着される面に、前記放熱プレートを固定するためのプレート取付穴を有することを特徴とする請求項 6 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 10】**

前記冷却部は、前記放熱プレートを介して、前記パワー半導体モジュールおよび前記駆動回路部を冷却することを特徴とする請求項 9 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 11】**

前記冷却部は、複数個の前記パワー半導体モジュールに対して共通に設けられることを特徴とする請求項 10 に記載のインテリジェントパワーモジュール。 40

**【請求項 12】**

前記駆動回路部は、複数個の前記パワー半導体モジュールに対して共通に設けられることを特徴とする請求項 10 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 13】**

前記駆動回路部は矩形形状を有し、長手方向に沿って配置された 1 次側回路部と、前記 1 次側回路部に隣接配置された 2 次側回路部とを備えることを特徴とする請求項 12 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

**【請求項 14】**

前記 1 次側回路部は、電源回路と、短絡保護回路と、温度モニタ回路と、電圧降下検出回路とを備えることを特徴とする請求項 1 3 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 1 5】

前記 2 次側回路部は、ゲートドライバを備えることを特徴とする請求項 1 3 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 1 6】

前記ゲートドライバは、複数の高圧側のドライブ回路と複数の低圧側のドライブ回路とを有することを特徴とする請求項 1 5 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 1 7】

前記ゲートドライバは、前記複数の高圧側のドライブ回路と前記複数の低圧側のドライブ回路とが交互に配置されることを特徴とする請求項 1 6 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 1 8】

前記複数の高圧側のドライブ回路および前記複数の低圧側のドライブ回路は、前記 1 次側回路部と前記 2 次側回路部とにまたがって配置されたトランスをそれぞれに介して、前記電源回路に共通に接続されることを特徴とする請求項 1 3 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 1 9】

前記複数の高圧側のドライブ回路および前記複数の低圧側のドライブ回路は、前記 1 次側回路部と前記 2 次側回路部とにまたがって配置された絶縁カプラをそれぞれに介して、前記短絡保護回路、前記温度モニタ回路、および前記電圧降下検出回路に共通に接続されることを特徴とする請求項 1 3 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 2 0】

前記パワー半導体モジュールは、I G B T、ダイオード、S i 系 M O S F E T、S i C 系 M O S F E T、G a N 系 F E T のいずれかの半導体デバイス、または、複数の半導体デバイスを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 1 9 のいずれか 1 項に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 2 1】

前記パワー半導体モジュールは、スイッチングモジュールを構成することを特徴とする請求項 2 0 に記載のインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 2 2】

半導体デバイスと、前記半導体デバイスの外囲を封止する封止体とを有するパワー半導体モジュールと、

前記封止体上に搭載され、前記パワー半導体モジュールを駆動する駆動回路部と、

前記封止体が装着されて、前記パワー半導体モジュールを冷却する冷却部と

を備え、

前記パワー半導体モジュールがツーインワンモジュールを構成するように複数個配置されて、シックスインワンモジュールタイプのインバータまたはコンバータを構成することを特徴とするインテリジェントパワーモジュール。

【請求項 2 3】

請求項 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載のインテリジェントパワーモジュールを搭載することを特徴とする電気自動車またはハイブリッドカー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本実施の形態は、インテリジェントパワーモジュール、および電気自動車またはハイブリッドカーに関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 2 】

従来から、半導体モジュールの1つとして、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（IGBT）のような半導体デバイスを含むパワー素子（チップ）の外囲が樹脂でモールドされたパワー半導体モジュールが知られている。動作状態において、半導体デバイスは発熱するため、裏面側にヒートシンクやフィンなどの放熱器を配置して放熱させ、半導体デバイスを冷却するのが一般的である。

## 【 0 0 0 3 】

また、放熱効果をより高めるために、冷却器を備え、冷却液を用いて冷却するようにしたパワー半導体モジュールも知られている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 1 8 3 0 5 8 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 3 - 4 6 0 0 4 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 9 - 1 7 7 0 3 8 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

本実施の形態は、放熱特性に優れ、モジュール化が容易であり、小型化にとって好適なインテリジェントパワーモジュール、および電気自動車またはハイブリッドカーを提供する。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

本実施の形態の一態様によれば、半導体デバイスと、前記半導体デバイスの外囲を封止する封止体とを有するパワー半導体モジュールと、前記封止体上に搭載され、前記パワー半導体モジュールを駆動する駆動回路部と、前記封止体が装着されて、前記パワー半導体モジュールを冷却する冷却部とを備えるインテリジェントパワーモジュールが提供される。

## 【 0 0 0 7 】

本実施の形態の他の態様によれば、半導体デバイスと、前記半導体デバイスの外囲を封止する封止体とを有するパワー半導体モジュールと、前記封止体上に搭載され、前記パワー半導体モジュールを駆動する駆動回路部と、前記封止体が装着されて、前記パワー半導体モジュールを冷却する冷却部とを備え、前記パワー半導体モジュールがツーインワンモジュールを構成するように複数個配置されて、シックスインワンモジュールタイプのインバータまたはコンバータを構成するインテリジェントパワーモジュールが提供される。

## 【 0 0 0 8 】

本実施の形態の他の態様によれば、上記のインテリジェントパワーモジュールを搭載する電気自動車またはハイブリッドカーが提供される。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 0 9 】

本実施の形態によれば、放熱特性に優れ、モジュール化が容易であり、小型化にとって好適なインテリジェントパワーモジュール、および電気自動車またはハイブリッドカーを提供することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールの概略構成を示す平面図。

【 図 2 】 第 1 の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールの構成の要部を示すもので、（ a ） 図 1 の I a - I a 線に沿う模式的断面構造図、（ b ） 図 1 の I b - I b 線に沿う模式的断面構造図。

10

20

30

40

50

【図3】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールの構成の要部を示すもので、(a)図1のIc-Ic線に沿う模式的断面構造図、(b)図1のId-Id線に沿う模式的断面構造図、(c)図1のIe-Ie線に沿う模式的断面構造図。

【図4】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能な放熱板の概略構成を示す平面図。

【図5】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの概略構成を示す平面図。

【図6】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールのパワー半導体モジュールに適用可能な駆動回路部の構成例を示すブロック図。

【図7】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールのパワー半導体モジュールに適用可能な駆動回路部の構成例であって、(a)表側の平面パターン構成を示す概略図、(b)裏側の平面パターン構成を透過して示す概略図。

【図8】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールを用いて構成される3相交流インバータの概略構成図。

【図9】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールを用いて構成される3相交流インバータの回路構成図。

【図10】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの例であって、(a)ツーインワンモジュールのSiCMOSFETの回路表現図、(b)ツーインワンモジュールのIGBTの回路表現図。

【図11】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの例であって、(a)SiCMOSFETの模式的断面構造図、(b)IGBTの模式的断面構造図。

【図12】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの例であって、ソースパッド電極SP、ゲートパッド電極GPを含むSiCMOSFETの模式的断面構造図。

【図13】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの例であって、エミッタパッド電極EP、ゲートパッド電極GPを含むIGBTの模式的断面構造図。

【図14】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの例であって、SiCDIMOSFETの模式的断面構造図。

【図15】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールに適用可能なパワー半導体モジュールの例であって、SiCTMOSFETの模式的断面構造図。

【図16】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールを用いて構成した3相交流インバータの回路構成において、(a)SiCMOSFETを適用し、電源端子PL・接地端子NL間にスナバコンデンサを接続した回路構成例、(b)IGBTを適用し、電源端子PL・接地端子NL間にスナバコンデンサを接続した回路構成例。

【図17】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールを用いて構成した3相交流インバータの回路構成において、SiCMOSFETを適用した3相交流インバータの回路構成図。

【図18】第1の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールを用いて構成した3相交流インバータの回路構成において、IGBTを適用した3相交流インバータの回路構成図。

【図19】第2の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュールを電気自動車またはハイブリッドカーのパワーコントロールユニットに適用した場合を例に示す概略ブロック構成図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

次に、図面を参照して、本実施の形態について説明する。以下に説明する図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号を付している。ただし、平面図、側面図、底面図、断面図などは模式的なものであり、各構成部品の厚みと平面寸法との

10

20

30

40

50

関係などは現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参酌して判断すべきものである。また、図面の相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

【 0 0 1 2 】

また、以下に示す実施の形態は、技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、各構成部品の材質、形状、構造、配置などを特定するものではない。実施の形態は、特許請求の範囲内において、種々の変更を加えることができる。

【 0 0 1 3 】

[ 第 1 の実施の形態 ]

( 全体構成 )

第 1 の実施の形態に係るインテリジェントパワーモジュール ( I P M ; Intelligent Power Module ) 1 0 の平面構造は、図 1 に示すように表わされる。なお、図 1 では、一部 ( 駆動回路部 4 0 など ) を透過して示している。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、I P M 1 0 は、放熱板 ( 例えば、アルミニウム ( A l ) 製のヒートシンクまたはウォータージャケット ( W J ) などの冷却器であっても良い) 5 0 と、放熱板 5 0 上に装着された複数個分のパワー半導体モジュール 2 0 ( 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C ) と、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C 上に共通に搭載された駆動回路部 ( 例えば、F R - 4、6 層) 4 0 とで構成される。パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C は、放熱板 5 0 の上面 ( 装着面 ) に配置された位置決め用の凸部 5 2 によって、装着する位置が予め規定される ( 図 2 ~ 図 4 参照 ) 。

【 0 0 1 5 】

第 1 の実施の形態に係る I P M 1 0 は、例えば、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C にツーインワン ( 2 in 1 ) タイプを採用することにより、シックスインワン ( 6 in 1 ) タイプのスイッチングモジュールを構成できる ( 詳細については、後述する ) 。スイッチングモジュールを構成する I P M 1 0 においては、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C を効率よく冷却でき、過熱による劣化を抑えることが可能である。

【 0 0 1 6 】

ここで、第 1 の実施の形態に係る I P M 1 0 としては、図示を省略しているが、放熱板 5 0 と、放熱板 5 0 上に装着されたパワー半導体モジュール 2 0 と、パワー半導体モジュール 2 0 上に搭載された駆動回路部 4 0 とで構成されても良い。

【 0 0 1 7 】

すなわち、第 1 の実施の形態に係る I P M 1 0 は、図示を省略している半導体デバイスの外囲を封止するパッケージ ( 封止体 ) 2 1 を有する、少なくとも 1 個のパワー半導体モジュール 2 0 と、パッケージ 2 1 上に配置され、パワー半導体モジュール 2 0 を駆動する駆動回路部 4 0 と、パッケージ 2 1 が装着されて、パワー半導体モジュール 2 0 の発熱を放熱する放熱板 ( 冷却部 ) 5 0 とを備える。このような構成において、第 1 の実施の形態に係る I P M 1 0 は、放熱特性に優れ、モジュール化が容易であり、小型化にとって好適なものとすることができる。

【 0 0 1 8 】

第 1 の実施の形態に係る I P M 1 0 において、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C の模式的断面構造は、図 2 ( a )、図 2 ( b ) および図 3 ( a ) ~ 図 3 ( c ) に示すように表わされる。なお、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C は同一構造なので、ここでは、パワー半導体モジュール 2 0 B を例に説明する。

【 0 0 1 9 】

すなわち、図 2 ( a ) は、図 1 の I a - I a 線に沿う I P M 1 0 の模式的断面構造図を、図 2 ( b ) は、図 1 の I b - I b 線に沿う I P M 1 0 の模式的断面構造図を示し、図 3 ( a ) は、図 1 の I c - I c 線に沿う I P M 1 0 の模式的断面構造図を、図 3 ( b ) は、図 1 の I d - I d 線に沿う I P M 1 0 の模式的断面構造図を、図 3 ( c ) は、図 1 の I e

10

20

30

40

50

- I e 線に沿う I P M 1 0 の模式的断面構造図を、それぞれ示すもので、パワー半導体モジュール 2 0 B は、接合材 2 6 を介して、パッケージ 2 1 が放熱板 5 0 の上面の凸部 5 2 によって規定された枠内に接合される。

【 0 0 2 0 】

接合材 2 6 としては、例えばサーマルコンパウンドまたは銀 ( A g ) ペーストなどの接合ペーストなどを用いることができる。特に、接合材 2 6 として、 $0.5 \text{ W/mK} \sim 300 \text{ W/mK}$  の熱伝導率を有するものが好ましく、例えばエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、もしくはポリイミドなどのいずれかの有機物を単体で用いることができる。また、上記のいずれかの有機物に、金属粉または各種のセラミックス粉が混合された合成樹脂であっても良い。もしくは、加熱硬化させて使用する各種の半田や焼成銀などを、接合材 2 6 として用いても良い。

10

【 0 0 2 1 】

パワー半導体モジュール 2 0 B の上面には、放熱性を有するグリスやシリコン樹脂などの放熱性樹脂 2 2 を介して、金属 (例えば、銅 ( C u ) または A l ) 製の放熱プレート 3 0 が接合される。放熱プレート 3 0 は、図 1 および図 3 ( c ) に示すように、その両端部が金属や樹脂からなるネジ 3 2 によって放熱板 5 0 の上面にネジ止め固定される。この放熱プレート 3 0 の固定によって、パワー半導体モジュール 2 0 B が放熱板 5 0 の上面に、より強固に接合される。

【 0 0 2 2 】

また、放熱プレート 3 0 と放熱板 5 0 とが強固に接合されることにより、パワー半導体モジュール 2 0 B および駆動回路部 4 0 の高い放熱性が確保される。すなわち、パワー半導体モジュール 2 0 B および駆動回路部 4 0 で発生した熱の一部は、放熱プレート 3 0 によって吸収された後、放熱板 5 0 より放熱される。

20

【 0 0 2 3 】

なお、放熱プレート 3 0 をネジ 3 2 によって固定させる際には、例えば接合材 2 6 などにより、放熱プレート 3 0 の両端部を放熱板 5 0 の上面に接合させるようにしても良い。

【 0 0 2 4 】

駆動回路部 4 0 は、 $2 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$  程度の厚さを有するアルミナ (無機フィラー入り) などの樹脂製の放熱シート (または、放熱性を有するシリコン樹脂など) 2 4 を介して、放熱プレート 3 0 上に接合される。駆動回路部 4 0 は、図 3 ( c ) に示すパワー半導体モジュール 2 0 B のリード端子 S 2 のように、上方に折り曲げられた状態で挿通孔 4 1 内に挿通されることにより、リード端子 (ゲート信号端子電極 G 1 ~ G 6、ソース信号端子電極 S 1 ~ S 6、ソースセンス端子 S S 1 ~ S S 6) との接続が行われる。

30

【 0 0 2 5 】

すなわち、駆動回路部 4 0 は、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C を駆動するための駆動回路が実装された駆動回路基板を、例えばモールド樹脂によってパッケージングしたものであって、リード端子が上方に折り曲げられた状態で挿通される挿通孔 4 1 を有する。

【 0 0 2 6 】

なお、図示を省略しているが、挿通孔 4 1 に挿通されるリード端子としては、例えば、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C が内蔵するサーミスタなどの温度測定用端子を含むものであっても良い。

40

【 0 0 2 7 】

駆動回路部 4 0 は、図 1 および図 3 ( a ) に示すように、例えば対角線の一方の線分上の 2 点において、金属や樹脂からなるネジ 4 2 によって、パッケージ 2 1 上の取付部 2 8 にネジ止め固定される。

【 0 0 2 8 】

ここで、パワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C の各パッケージ 2 1 の上面の対角線上の 2 点には、例えばモールド樹脂からなる取付部 2 8 が設けられ、その取付部 2 8 には、駆動回路部 4 0 をネジ 4 2 によって固定するための回路部取付穴 4 4 が設けられ

50

る。

【0029】

放熱板50は、図4に示すように、パワー半導体モジュール20A・20B・20Cに対して共通に設けられる。放熱板50は、例えば、パワー半導体モジュール20A・20B・20Cの各パッケージ21の裏面側に露出する、ヒートスプレッドとしての銅プレート層(図示省略)に接合される。

【0030】

放熱板50上の、パワー半導体モジュール20A・20B・20Cが装着される個所には、それぞれ位置決め用の凸部52が設けられる。凸部52は、パッケージ21の各辺に沿うようにして周囲を囲む枠形状に配置される。

10

【0031】

凸部52は、パワー半導体モジュール20A・20B・20Cの位置決めのみでなく、放熱板50の剛性を高め、放熱板50のねじれを抑えると共に、接合時に接合材26の流出を防ぐ効果もある。

【0032】

また、放熱板50上の、凸部52の枠外には、放熱プレート30の両端部をネジ32によってネジ止めするための取付穴(プレート取付穴)54が設けられる。

【0033】

ここで、第1の実施の形態に係るIPM10に適用されるパワー半導体モジュール20(20A・20B・20C)は、図5に示すように、図示を省略したパワー素子(半導体デバイス)の外囲がパッケージ21によって方形状にモールドされた半導体パッケージ装置であって、ここでは一例として、3つの端子電極(P・N・O)を1本ずつ備えた3端子型構造を示している。

20

【0034】

パワー半導体モジュール20Bの場合、例えばモールド樹脂からなるパッケージ21の、第1の辺に沿って設けられたドレイン端子電極Pおよび接地電位端子電極Nと、パッケージ21の第1の辺に対向する第3の辺に設けられた出力端子電極Oとを備える。

【0035】

また、パッケージ21の第1、第3の辺と直交する第2の辺に沿って設けられたリード端子(G2・S2・SS2)と、第4の辺に沿って設けられたリード端子(G5・S5・SS5)とが、それぞれパッケージ21の外部に延出されている。すなわち、このパワー半導体モジュール20Bは、半導体デバイスQ2・Q5を内蔵した2in1タイプとなっている。

30

【0036】

なお、図1に示したように、パワー半導体モジュール20Aの場合は、半導体デバイスQ1・Q4を内蔵した2in1タイプとなっており、ドレイン端子電極Pと接地電位端子電極Nと出力端子電極Oと、リード端子(G1・S1・SS1、G4・S4・SS4)とを備える。同様に、パワー半導体モジュール20Cの場合は、半導体デバイスQ3・Q6を内蔵した2in1タイプとなっており、ドレイン端子電極Pと接地電位端子電極Nと出力端子電極Oと、リード端子(G3・S3・SS3、G6・S6・SS6)とを備える。

40

【0037】

また、詳細については後述するが、パワー半導体モジュール20A・20B・20Cとしては、半導体デバイスが1チップから構成されるものに限定されないことは勿論であり、半導体デバイスの他にダイオードやサーミスタなどの電子部品を含むものであっても良い。

【0038】

(適用例)

次に、第1の実施の形態に係るIPM10の適用例について説明する。

【0039】

図6は、第1の実施の形態に係るIPM10を、例えば、電気自動車またはハイブリッ

50

ドカーのパワーコントロールユニットに搭載した場合を例示するものであって、駆動回路部 40 は、1 次側回路部 40 a と 2 次側回路部 40 b とから構成される。

【0040】

1 次側回路部 40 a には、絶縁トランス 105 (105<sub>1</sub>・105<sub>2</sub>・105<sub>3</sub>・105<sub>4</sub>・105<sub>5</sub>・105<sub>6</sub>) の 1 次コイル (L1)、スイッチレギュレータ 101、LDO (Low Drop Out) 102、温度モニタ回路 106、短絡保護回路 107、電圧降下検出回路 108、および絶縁カプラ (フォトカプラ) 109 (109<sub>1</sub>・109<sub>2</sub>・109<sub>3</sub>・109<sub>4</sub>・109<sub>5</sub>・109<sub>6</sub>) の受光部側が設けられる。絶縁トランス 105 の 1 次コイル (L1) は、スイッチレギュレータ 101 に共通に接続され、スイッチレギュレータ 101 および LDO 102 は、例えば、電気自動車またはハイブリッドカーのバッテリー 504 に接続される。絶縁カプラ 109 の受光部側には、温度モニタ回路 106、短絡保護回路 107、および電圧降下検出回路 108 が共通に接続される。

10

【0041】

2 次側回路部 40 b には、絶縁トランス 105 の 2 次コイル (L2)、ゲートドライバ 104、および絶縁カプラ 109 の発光部側が設けられる。絶縁トランス 105 の 2 次コイル (L2) は、ゲートドライバ 104、温度モニタ回路 106、短絡保護回路 107、および電圧降下検出回路 108 に共通に接続される。絶縁カプラ 109 の発光部側には、ゲートドライバ 104 が接続される。

【0042】

ゲートドライバ 104 および温度モニタ回路 106 は、LDO 102 とパワー半導体モジュール 20 (20A・20B・20C) との間に接続される。また、ゲートドライバ 104、温度モニタ回路 106、短絡保護回路 107、および電圧降下検出回路 108 は、電気自動車またはハイブリッドカーの ECU (Engine Control Unit) 502 に接続される。

20

【0043】

なお、ゲートドライバ 104 は、複数の高圧側のドライブ回路 HS1・HS2・HS3 と複数の低圧側のドライブ回路 LS4・LS5・LS6 とを有し、後述する電源回路から正負の電源が供給される。

【0044】

このような構成を有する駆動回路部 40 の平面パターン構成 (基板構成) は、図 7 (a) および図 7 (b) に示すように表わされる。なお、図 7 (a) は、駆動回路部 40 の表側 (上面) 43S の平面パターン構成を示す概略図であり、図 7 (b) は、表側 43S の平面パターン構成を透過した状態で裏側 (下面) 43B の平面パターン構成を示す概略図である。

30

【0045】

すなわち、第 1 の実施の形態に係る IPM10 に適用可能なパワー半導体モジュール 20A・20B・20C 上に搭載される駆動回路部 40 は、複数個のパワー半導体モジュール 20A・20B・20C に対して共通に設けられる。駆動回路部 40 は矩形形状を有し、長手方向に沿って配置された 1 次側回路部 40 a と、1 次側回路部 40 a に隣接配置された 2 次側回路部 40 b とを備える。

40

【0046】

1 次側回路部 40 a の表側 43S によって、上述のスイッチレギュレータ 101 および LDO 102 を含む電源回路などが構成される。裏側 43B には、温度モニタ回路 106、短絡保護回路 107、および電圧降下検出回路 108 などが配置される。

【0047】

2 次側回路部 40 b では、ゲートドライバ 104 の複数の高圧側のドライブ回路 HS1・HS2・HS3 と複数の低圧側のドライブ回路 LS4・LS5・LS6 とが交互に配置される。

【0048】

2 次側回路部 40 b の各ドライブ回路 HS1・HS2・HS3・LS4・LS5・LS

50

6は、1次側回路部40aと2次側回路部40bとにまたがって配置された絶縁トランス105<sub>1</sub>～105<sub>6</sub>をそれぞれに介して、1次側回路部40aの表側43Sの電源回路と共通に接続される。また、各ドライブ回路HS1・HS2・HS3・LS4・LS5・LS6は、1次側回路部40aと2次側回路部40bとにまたがって配置された絶縁ケーブル109<sub>1</sub>～109<sub>6</sub>をそれぞれに介して、1次側回路部40aの裏側43Bの温度モニタ回路106・短絡保護回路107・電圧降下検出回路108と共通に接続される。

【0049】

ここで、第1の実施の形態に係るIPM10を適用して構成され、例えば、電気自動車またはハイブリッドカーの3相交流モータ部(図示省略)を駆動するための、3相交流インバータ10Aの概略構成について説明する。この3相交流インバータ10Aは、半導体

10

【0050】

図8に示すように、3相交流インバータ10Aは、3相交流モータ部のU相、V相、W相に対応して、U相のインバータ(SiC MOSFET Q1・Q4)、V相のインバータ(SiC MOSFET Q2・Q5)、W相のインバータ(SiC MOSFET Q3・Q6)が接続されている。

【0051】

U相のインバータのSiC MOSFET Q1には、高圧側のドライブ回路HS1が、U相のインバータのSiC MOSFET Q4には、低圧側のドライブ回路LS4が、それぞれ接続される。同様に、V相のインバータのSiC MOSFET Q2には、高圧側のドライブ回路HS2が、V相のインバータのSiC MOSFET Q5には、低圧側のドライブ回路LS5が、それぞれ接続される。同様に、W相のインバータのSiC MOSFET Q3には、高圧側のドライブ回路HS3が、W相のインバータのSiC MOSFET Q6には、低圧側のドライブ回路LS6が、それぞれ接続される。

20

【0052】

図9に示す3相交流インバータ10Bは、図8に示した3相交流インバータ10Aの回路構成をより詳細に示すもので、SiC MOSFET Q1～Q6は、ボディダイオードBD1～BD6をそれぞれ有する。また、SiC MOSFET Q1～Q6のソース・ドレイン間には、フリーホイールダイオードDI1～DI6がそれぞれ逆並列に接続

30

【0053】

なお、フリーホイールダイオードDI1～DI6に代えて、例えばショットキーバリアダイオードをそれぞれ逆並列に接続するようにしても良い。

【0054】

(回路構成)

次に、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20の回路構成例について、より具体的に説明する。

【0055】

ここでは、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aであって、2個の半導体デバイスQ1・Q4が1つのパッケージ21内にモールドされた半導体パッケージ装置、いわゆる2in1タイプのモジュールについて説明する。

40

【0056】

半導体デバイスQ1・Q4として、SiC MOSFETを適用した2in1モジュール120Aの回路構成は、例えば図10(a)に示すように表わされる。

【0057】

すなわち、2in1モジュール120Aは、図10(a)に示すように、2個のSiC MOSFET Q1・Q4が1つのモジュールとして内蔵された、ハーフブリッジ内蔵モジュールの構成を備える。

【0058】

50

ここで、モジュールは、1つの大きなトランジスタとみなすことができるが、内蔵されているトランジスタが1チップまたは複数チップの場合がある。すなわち、モジュールには、1 in 1 (ワンインワン)、2 in 1、4 in 1 (フォーインワン)、6 in 1 などがあり、例えば、1つのモジュール上において、2個分のトランジスタ(チップ)を内蔵したモジュールは2 in 1、2 in 1を2組み内蔵したモジュールは4 in 1、2 in 1を3組み内蔵したモジュールは6 in 1と呼ばれている。

【0059】

図10(a)に示すように、2 in 1モジュール120Aは、2個のSiC MOSFET Q1・Q4と、SiC MOSFET Q1・Q4に逆並列接続されるダイオードDI1・DI4が1つのモジュールとして内蔵されている。図10(a)において、G1は、SiC MOSFET Q1のゲート信号端子電極であり、S1は、SiC MOSFET Q1のソース信号端子電極である。同様に、G4は、SiC MOSFET Q4のゲート信号端子電極であり、S4は、SiC MOSFET Q4のソース信号端子電極である。また、Pは、正側電源入力端子であり、Nは、負側電源入力端子であり、Oは、出力端子電極である。

10

【0060】

また、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aであって、半導体デバイスQ1・Q4として、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を適用した2 in 1モジュール120Bの回路構成は、図10(b)に示すように表わされる。

20

【0061】

図10(b)に示すように、2 in 1モジュール120Bは、2個のIGBT Q1・Q4と、IGBT Q1・Q4に逆並列接続されるダイオードDI1・DI4が1つのモジュールとして内蔵されている。図10(b)において、G1は、IGBT Q1のゲート信号端子電極であり、E1は、IGBT Q1のエミッタ端子電極である。同様に、G4は、IGBT Q4のゲート信号端子電極であり、E4は、IGBT Q4のエミッタ端子電極である。また、Pは、正側電源入力端子であり、Nは、負側電源入力端子であり、Oは、出力端子電極である。

【0062】

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Bに適用される半導体デバイスQ2・Q5、およびパワー半導体モジュール20Cに適用される半導体デバイスQ3・Q6についても同様であり、詳しい説明は省略する。

30

【0063】

(デバイス構造)

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aのデバイス構造であって、半導体デバイスQ1・Q4として適用されるSiC MOSFET 220Aの模式的断面構造は、図11(a)に示すように表わされ、IGBT 220Bの模式的断面構造は、図11(b)に示すように表わされる。

【0064】

図11(a)に示すように、SiC MOSFET 220Aは、n-高抵抗層からなる半導体基板226と、半導体基板226の表面側に形成されたpボディ領域228と、pボディ領域228の表面に形成されたソース領域230と、pボディ領域228間の半導体基板226の表面上に配置されたゲート絶縁膜232と、ゲート絶縁膜232上に配置されたゲート電極238と、ソース領域230およびpボディ領域228に接続されたソース電極234と、半導体基板226の表面と反対側の裏面に配置されたn+ドレイン領域224と、n+ドレイン領域224に接続されたドレイン電極236とを備える。

40

【0065】

図11(a)において、SiC MOSFET 220Aは、プレーナゲート型のnチャネル縦型SiC MOSFETで構成されているが、後述する図15に示すように、nチャネル縦型SiC T (Trench) MOSFET 220Cなどで構成されていても良

50

い。

【0066】

または、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aに適用される半導体デバイスQ1・Q4としては、SiC MOSFET 220Aの代わりに、GaN系FETなどを採用することもできる。

【0067】

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Bに適用される半導体デバイスQ2・Q5、およびパワー半導体モジュール20Cに適用される半導体デバイスQ3・Q6についても同様である。

【0068】

さらには、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20に適用される半導体デバイスQ1～Q6には、バンドギャップエネルギーが、例えば、1.1eV～8eVの半導体を用いることができる。

【0069】

同様に、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aであって、半導体デバイスQ1・Q4として適用されるIGBT 220Bは、図11(b)に示すように、n-高抵抗層からなる半導体基板226と、半導体基板226の表面側に形成されたpボディ領域228と、pボディ領域228の表面に形成されたエミッタ領域230Eと、pボディ領域228間の半導体基板226の表面上に配置されたゲート絶縁膜232と、ゲート絶縁膜232上に配置されたゲート電極238と、エミッタ領域230Eおよびpボディ領域228に接続されたエミッタ電極234Eと、半導体基板226の表面と反対側の裏面に配置されたp+コレクタ領域224Pと、p+コレクタ領域224Pに接続されたコレクタ電極236Cとを備える。

【0070】

図11(b)において、IGBT 220Bは、プレーナゲート型のnチャネル縦型IGBTで構成されているが、トレンチゲート型のnチャネル縦型IGBTなどで構成されていても良い。

【0071】

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aに適用される半導体デバイスQ1・Q4の例であって、ソースパッド電極SP、ゲートパッド電極GPを含むSiC MOSFET 220Aの模式的断面構造は、図12に示すように表わされる。

【0072】

ゲートパッド電極GPは、ゲート絶縁膜232上に配置されたゲート電極238に接続され、ソースパッド電極SPは、ソース領域230およびpボディ領域228に接続されたソース電極234に接続される。また、ゲートパッド電極GPおよびソースパッド電極SPは、図12に示すように、SiC MOSFET 220Aの表面を覆うパッシベーション用の層間絶縁膜244上に配置される。

【0073】

なお、ゲートパッド電極GPおよびソースパッド電極SPの下方の半導体基板226内には、図示していないが、図11(a)の中央部と同様に、微細構造のトランジスタ構造が形成されていても良い。

【0074】

さらに、図12に示すように、中央部のトランジスタ構造においても、パッシベーション用の層間絶縁膜244上にソースパッド電極SPが延在して配置されていても良い。

【0075】

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Aに適用される半導体デバイスQ1・Q4の例であって、エミッタパッド電極EP、ゲートパッド電極GPを含むIGBT 220Bの模式的断面構造は、図13に示すように表わされる。

。

10

20

30

40

50

## 【0076】

ゲートパッド電極GPは、ゲート絶縁膜232上に配置されたゲート電極238に接続され、エミッタパッド電極EPは、エミッタ領域230Eおよびpボディ領域228に接続されたエミッタ電極234Eに接続される。また、ゲートパッド電極GPおよびエミッタパッド電極EPは、図13に示すように、IGBT 220Bの表面を覆うパッシベーション用の層間絶縁膜244上に配置される。

## 【0077】

なお、ゲートパッド電極GPおよびエミッタパッド電極EPの下方の半導体基板226内には、図示していないが、図11(b)の中央部と同様に、微細構造のIGBT構造が形成されていても良い。

10

## 【0078】

さらに、図13に示すように、中央部のIGBT構造においても、パッシベーション用の層間絶縁膜244上にエミッタパッド電極EPが延在して配置されていても良い。

## 【0079】

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20Bに適用される半導体デバイスQ2・Q5、およびパワー半導体モジュール20Cに適用される半導体デバイスQ3・Q6についても同様である。

## 【0080】

半導体デバイスQ1～Q6としては、SiC DI (Double Implanted) MOSFET、SiC T MOSFETなどのSiC系パワーデバイス、あるいはGaN系高電子移動度トランジスタ(HEMT: High Electron Mobility Transistor)などのGaN系パワーデバイスを適用可能である。また、場合によっては、Si系MOSFETやIGBTなどのパワーデバイスも適用可能である。

20

## 【0081】

## SiC DI MOSFET

第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20に適用される半導体デバイスの例であって、SiC DI MOSFET 220Dの模式的断面構造は、図14に示すように表わされる。

## 【0082】

図14に示すように、第1の実施の形態に係るIPM10に適用可能なパワー半導体モジュール20に適用されるSiC DI MOSFET 220Dは、n-高抵抗層からなる半導体基板226と、半導体基板226の表面側に形成されたpボディ領域228と、pボディ領域228の表面に形成されたn+ソース領域230と、pボディ領域228間の半導体基板226の表面上に配置されたゲート絶縁膜232と、ゲート絶縁膜232上に配置されたゲート電極238と、ソース領域230およびpボディ領域228に接続されたソース電極234と、半導体基板226の表面と反対側の裏面に配置されたn+ドレイン領域224と、n+ドレイン領域224に接続されたドレイン電極236とを備える。

30

## 【0083】

図14において、SiC DI MOSFET 220Dは、pボディ領域228と、pボディ領域228の表面に形成されたn+ソース領域230が、ダブルイオン注入(DI)で形成され、ソースパッド電極SPは、ソース領域230およびpボディ領域228に接続されたソース電極234に接続される。

40

## 【0084】

ゲートパッド電極GPは、図示を省略しているが、ゲート絶縁膜232上に配置されたゲート電極238に接続される。また、ソースパッド電極SPおよびゲートパッド電極GPは、図14に示すように、SiC DI MOSFET 220Dの表面を覆うように、パッシベーション用の層間絶縁膜244上に配置される。

## 【0085】

SiC DI MOSFETは、図14に示すように、pボディ領域228に挟まれた

50

n - 高抵抗層からなる半導体基板 226 内に、破線で示されるような空乏層が形成されるため、接合型 FET ( J F E T ) 効果に伴うチャネル抵抗  $R_{JFET}$  が形成される。また、p ボディ領域 228 / 半導体基板 226 間には、図 14 に示すように、ボディダイオード B D が形成される。

【 0086 】

S i C T M O S F E T

第 1 の実施の形態に係る I P M 10 に適用可能なパワー半導体モジュール 20 に適用される半導体デバイスの例であって、S i C T M O S F E T の模式的断面構造は、図 15 に示すように表わされる。

【 0087 】

図 15 に示すように、第 1 の実施の形態に係る I P M 10 に適用可能なパワー半導体モジュール 20 に適用される S i C T M O S F E T 220 C は、n 層からなる半導体基板 226 N と、半導体基板 226 N の表面側に形成された p ボディ領域 228 と、p ボディ領域 228 の表面に形成された n+ ソース領域 230 と、p ボディ領域 228 を貫通し、半導体基板 226 N まで形成されたトレンチ内にゲート絶縁膜 232 および層間絶縁膜 244 U ・ 244 B を介して形成されたトレンチゲート電極 238 T G と、ソース領域 230 および p ボディ領域 228 に接続されたソース電極 234 と、半導体基板 226 N の表面と反対側の裏面に配置された n+ ドレイン領域 224 と、n+ ドレイン領域 224 に接続されたドレイン電極 236 とを備える。

【 0088 】

図 15 において、S i C T M O S F E T 220 C は、p ボディ領域 228 を貫通し、半導体基板 226 N まで形成されたトレンチ内にゲート絶縁膜 232 および層間絶縁膜 244 U ・ 244 B を介してトレンチゲート電極 238 T G が形成され、ソースパッド電極 S P は、ソース領域 230 および p ボディ領域 228 に接続されたソース電極 234 に接続される。

【 0089 】

ゲートパッド電極 G P は、図示を省略しているが、ゲート絶縁膜 232 上に配置されたトレンチゲート電極 238 T G に接続される。また、ソースパッド電極 S P およびゲートパッド電極 G P は、図 15 に示すように、S i C T M O S F E T 220 C の表面を覆うように、パッシベーション用の層間絶縁膜 244 U 上に配置される。

【 0090 】

S i C T M O S F E T 220 C では、S i C D I M O S F E T 220 D のような接合型 FET ( J F E T ) 効果に伴うチャネル抵抗  $R_{JFET}$  は形成されない。また、p ボディ領域 228 / 半導体基板 226 N 間には、図 14 と同様に、ボディダイオード B D が形成される。

【 0091 】

( 応用例 )

第 1 の実施の形態に係る I P M 10 を用いて構成される 3 相交流インバータ 300 A であって、半導体デバイスとして S i C M O S F E T を適用し、電源端子 P L ・ 接地端子 N L 間にスナバコンデンサ C を接続した回路構成例は、図 16 ( a ) に示すように表わされる。

【 0092 】

同様に、第 1 の実施の形態に係る I P M 10 を用いて構成される 3 相交流インバータ 300 B であって、半導体デバイスとして I G B T を適用し、電源端子 P L ・ 接地端子 N L 間にスナバコンデンサ C を接続した回路構成例は、図 16 ( b ) に示すように表わされる。

【 0093 】

第 1 の実施の形態に係る I P M 10 を電源 E と接続する際、接続ラインの有するインダクタンス L によって、S i C M O S F E T や I G B T のスイッチング速度が速いため、大きなサージ電圧  $L di / dt$  を生ずる。例えば、電流変化  $di = 300 A$  とし、スイッ

10

20

30

40

50

チングに伴う時間変化  $d i / d t = 100 \text{ nsec}$  とすると、 $d i / d t = 3 \times 10^9 \text{ (A/s)}$  となる。

【0094】

インダクタンス  $L$  の値により、サージ電圧  $L d i / d t$  の値は変化するが、電源  $E$  に、このサージ電圧  $L d i / d t$  が重畳される。電源端子  $P L$  ・接地端子  $N L$  間に接続されるスナバコンデンサ  $C$  によって、このサージ電圧  $L d i / d t$  を吸収することができる。

【0095】

(具体例)

次に、図17を参照して、半導体デバイスとして  $S i C \text{ MOSFET}$  を適用し、第1の実施の形態に係る  $I P M 10$  を用いて構成した3相交流インバータ  $400 A$  について説明する。

10

【0096】

図17に示すように、3相交流インバータ  $400 A$  は、駆動回路部  $40$  を備えた  $I P M 10$  と、3相交流モータ部  $154$  と、電源もしくは蓄電池 ( $E$ )  $146$  と、コンバータ  $148$  とを備える。 $I P M 10$  は、3相交流モータ部  $154$  の  $U$  相、 $V$  相、 $W$  相に対応して、 $U$  相、 $V$  相、 $W$  相のインバータが接続されている。

【0097】

ここで、駆動回路部  $40$  は、 $S i C \text{ MOSFET } Q 1 \cdot Q 4$ 、 $S i C \text{ MOSFET } Q 2 \cdot Q 5$ 、および  $S i C \text{ MOSFET } Q 3 \cdot Q 6$  に接続されている。

【0098】

$I P M 10$  は、電源もしくは蓄電池 ( $E$ )  $146$  が接続されたコンバータ  $148$  のプラス端子 (+)  $P$  とマイナス端子 (-)  $N$  との間に接続され、インバータ構成の  $S i C \text{ MOSFET } Q 1 \cdot Q 4$ 、 $Q 2 \cdot Q 5$ 、および  $Q 3 \cdot Q 6$  を備える。また、 $S i C \text{ MOSFET } Q 1 \sim Q 6$  のソース・ドレイン間には、フリーホイールダイオード  $D I 1 \sim D I 6$  がそれぞれ逆並列に接続されている。

20

【0099】

次に、図18を参照して、半導体デバイスとして  $I G B T$  を適用し、第1の実施の形態に係る  $I P M 10$  を用いて構成した3相交流インバータ  $400 B$  について説明する。

【0100】

図18に示すように、3相交流インバータ  $400 B$  は、駆動回路部  $40$  を備えた  $I P M 10$  と、3相交流モータ部  $154$  と、電源もしくは蓄電池 ( $E$ )  $146$  と、コンバータ  $148$  とを備える。 $I P M 10$  は、3相交流モータ部  $154$  の  $U$  相、 $V$  相、 $W$  相に対応して、 $U$  相、 $V$  相、 $W$  相のインバータが接続されている。

30

【0101】

ここで、駆動回路部  $40$  は、 $I G B T Q 1 \cdot Q 4$ 、 $I G B T Q 2 \cdot Q 5$ 、および  $I G B T Q 3 \cdot Q 6$  に接続されている。

【0102】

$I P M 10$  は、蓄電池 ( $E$ )  $146$  が接続されたコンバータ  $148$  のプラス端子 (+)  $P$  とマイナス端子 (-)  $N$  との間に接続され、インバータ構成の  $I G B T Q 1 \cdot Q 4$ 、 $Q 2 \cdot Q 5$ 、および  $Q 3 \cdot Q 6$  を備える。また、 $I G B T Q 1 \sim Q 6$  のエミッタ・コレクタ間には、フリーホイールダイオード  $D I 1 \sim D I 6$  がそれぞれ逆並列に接続されている。

40

【0103】

[第2の実施の形態]

(概略構成)

第2の実施の形態に係る電気自動車またはハイブリッドカーのパワーコントロールユニット  $500$  に搭載可能な  $I P M 10$  において、パワーコントロールユニット  $500$  の回路ブロック構成は図19に示すように表わされる。

【0104】

図19に示すように、電気自動車またはハイブリッドカーのパワーコントロールユニッ

50

ト 5 0 0 に搭載可能な I P M 1 0 は、例えば、自動車用エンジンとなるモータ（図示省略）に 3 相の駆動電流を供給する 3 相交流インバータ 5 0 0 A として構成される。

【 0 1 0 5 】

3 相交流インバータ 5 0 0 A は、電気自動車またはハイブリッドカーのパワーコントロールユニット 5 0 0 において、モータの駆動などをコントロールする E C U 5 0 2 によって制御される。

【 0 1 0 6 】

以上説明したように、本実施の形態によれば、I P M 1 0 を、放熱特性に優れ、モジュール化が容易であり、小型化にとって好適なものとすることができる。特に、複数のパワー半導体モジュール 2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C を効率よく冷却でき、過熱による劣化を抑えることが可能な I P M 1 0、および I P M 1 0 を搭載した電気自動車またはハイブリッドカーを提供できる。

【 0 1 0 7 】

第 2 の実施の形態に係る電気自動車またはハイブリッドカーのパワーコントロールユニット 5 0 0 に搭載可能な I P M としては、少なくとも 1 個のパワー半導体モジュール 2 0 を搭載するものであっても良い。

【 0 1 0 8 】

なお、本実施の形態において、パワー半導体モジュールに適用可能な半導体パッケージ装置としては、端子電極 P ・ N ・ O を 1 本ずつ備える 3 端子構造の半導体パッケージ装置に限らず、4 端子構造の半導体パッケージ装置などであっても良い。

【 0 1 0 9 】

また、本実施の形態に係る I P M のパワー半導体モジュールに適用可能な半導体デバイスとしては、S i C 系パワーデバイスに限らず、G a N 系や S i 系のパワーデバイスも採用可能である。

【 0 1 1 0 】

また、インバータに限らず、コンバータなどにも適用可能である。

【 0 1 1 1 】

[その他の実施の形態]

上記のように、いくつかの実施の形態について記載したが、開示の一部をなす論述および図面は例示的なものであり、限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例および運用技術が明らかとなろう。

【 0 1 1 2 】

このように、本実施の形態は、ここでは記載していない様々な実施の形態などを含む。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 3 】

本実施の形態の I P M は、I G B T モジュール、ダイオードモジュール、M O S モジュール（S i、S i C、G a N）などの各種の半導体モジュール作製技術に利用することができ、H E V（Hybrid Electric Vehicle）/ E V（Electric Car）向けのインバータ、産業向けのインバータ、コンバータなど、幅広い応用分野に適用可能である。

【符号の説明】

【 0 1 1 4 】

1 0 ... I P M

1 0 A ・ 1 0 B ・ 3 0 0 A ・ 3 0 0 B ・ 4 0 0 A ・ 4 0 0 B ・ 5 0 0 A ... 3 相交流インバータ

2 0（2 0 A ・ 2 0 B ・ 2 0 C）... パワー半導体モジュール

2 1 ... パッケージ

2 2 ... 放熱性樹脂

2 4 ... 放熱シート

2 6 ... 接合材

2 8 ... 取付部

10

20

30

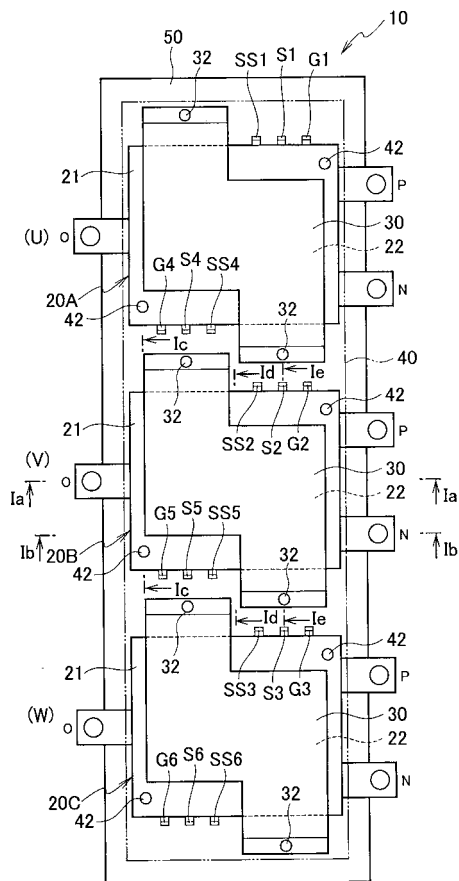
40

50

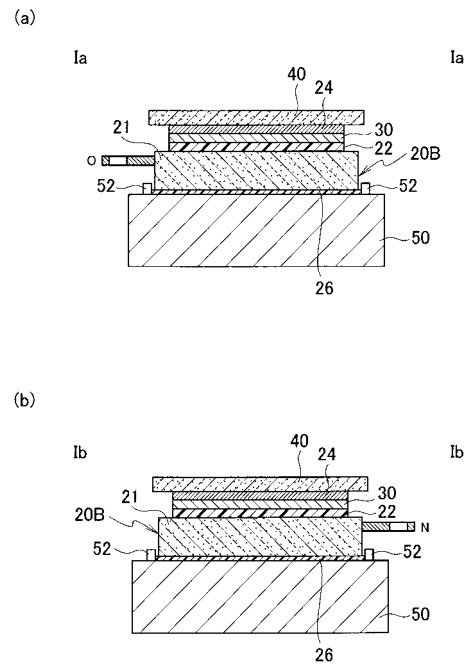
3 0 ... 放熱プレート	
3 2・4 2 ... ネジ	
4 0 ... 駆動回路部	
4 0 a ... 1 次側回路部	
4 0 b ... 2 次側回路部	
4 1 ... 挿通孔	
4 4 ... 回路部取付穴	
5 0 ... 放熱板 ( 冷却部 )	
5 2 ... 位置決め用の凸部	
5 4 ... プレート取付穴	10
1 0 1 ... スイッチレギュレータ	
1 0 2 ... L D O	
1 0 4 ... ゲートドライバ	
1 0 5 ( 1 0 5 <sub>1</sub> ・1 0 5 <sub>2</sub> ・1 0 5 <sub>3</sub> ・1 0 5 <sub>4</sub> ・1 0 5 <sub>5</sub> ・1 0 5 <sub>6</sub> ) ... 絶縁トランス	
1 0 6 ... 温度モニタ回路	
1 0 7 ... 短絡保護回路	
1 0 8 ... 電圧降下検出回路	
1 0 9 ( 1 0 9 <sub>1</sub> ・1 0 9 <sub>2</sub> ・1 0 9 <sub>3</sub> ・1 0 9 <sub>4</sub> ・1 0 9 <sub>5</sub> ・1 0 9 <sub>6</sub> ) ... 絶縁カプラ	
1 2 0 A ... 2 in 1 モジュール ( S i C M O S F E T )	
1 2 0 B ... 2 in 1 モジュール ( I G B T )	20
1 4 6 ... 電源もしくは蓄電池 ( E )	
1 4 8 ... コンバータ	
1 5 4 ... 3 相交流モータ部	
2 2 0 A ... S i C M O S F E T	
2 2 0 B ... I G B T	
2 2 0 C ... n チャネル縦型 S i C T M O S F E T	
2 2 0 D ... S i C D I M O S F E T	
2 2 4 ... n+ ドレイン領域	
2 2 4 P ... p+ コレクタ領域	
2 2 6・2 2 6 N ... 半導体基板	30
2 2 8 ... p ボディ領域	
2 3 0 ... ソース領域	
2 3 0 E ... エミッタ領域	
2 3 2 ... ゲート絶縁膜	
2 3 4 ... ソース電極	
2 3 4 E ... エミッタ電極	
2 3 6 ... ドレイン電極	
2 3 6 C ... コレクタ電極	
2 3 8 ... ゲート電極	
2 3 8 T G ... トレンチゲート電極	40
2 4 4・2 4 4 U・2 4 4 B ... 層間絶縁膜	
5 0 0 ... パワーコントロールユニット	
5 0 2 ... E C U	
5 0 4 ... バッテリ	
H S 1・H S 2・H S 3 ... 高圧側のドライブ回路	
L S 4・L S 5・L S 6 ... 低圧側のドライブ回路	
Q 1 ~ Q 6 ... 半導体デバイス ( S i C M O S F E T、I G B T )	
D I 1 ~ D I 6 ... フリーホイールダイオード	
B D 1 ~ B D 6 ... ボディダイオード	
C ... スナバコンデンサ	50

- GP ... ゲートパッド電極
- SP ... ソースパッド電極
- EP ... エミッタパッド電極
- G1 ~ G6 ... ゲート信号端子電極 (リード端子)
- S1 ~ S6 ... ソース信号端子電極 (リード端子)
- SS1 ~ SS6 ... ソースセンス端子 (リード端子)

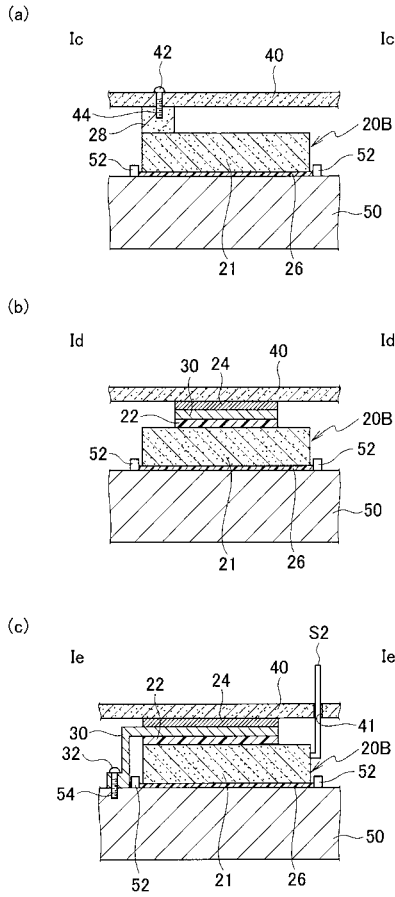
【 図 1 】



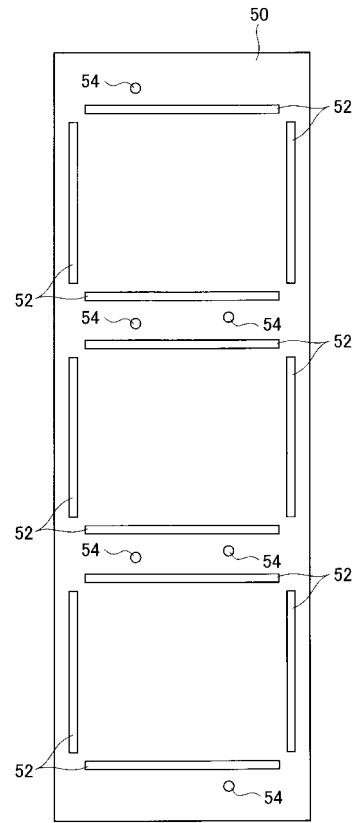
【 図 2 】



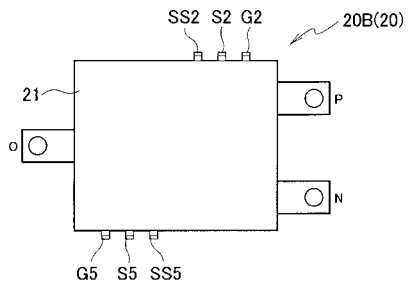
【 図 3 】



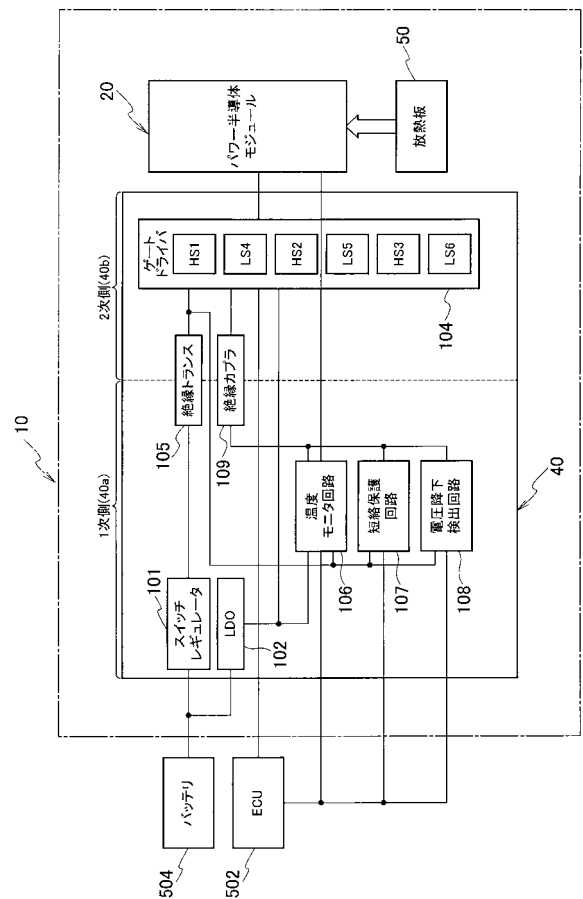
【 図 4 】



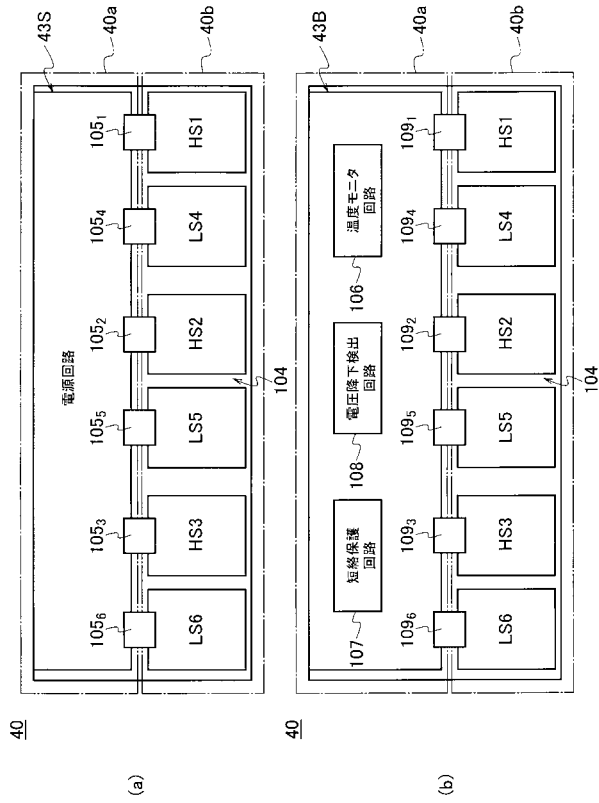
【 図 5 】



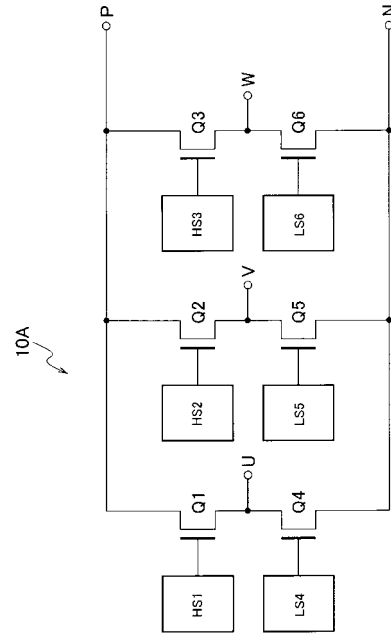
【 図 6 】



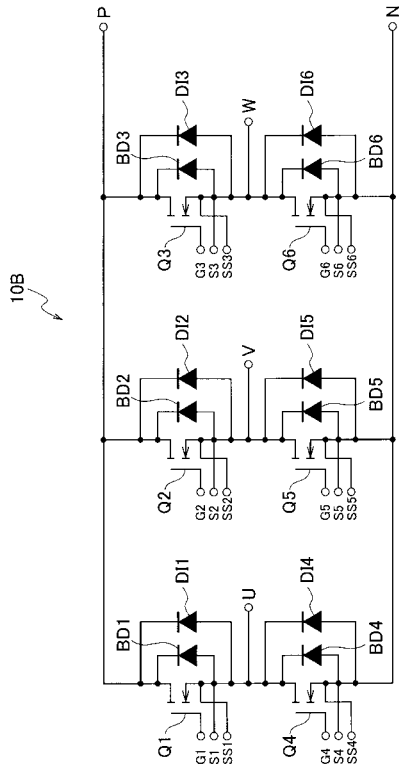
【 図 7 】



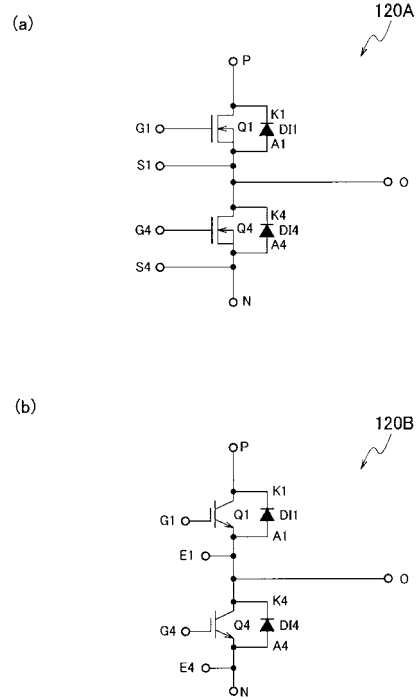
【 図 8 】



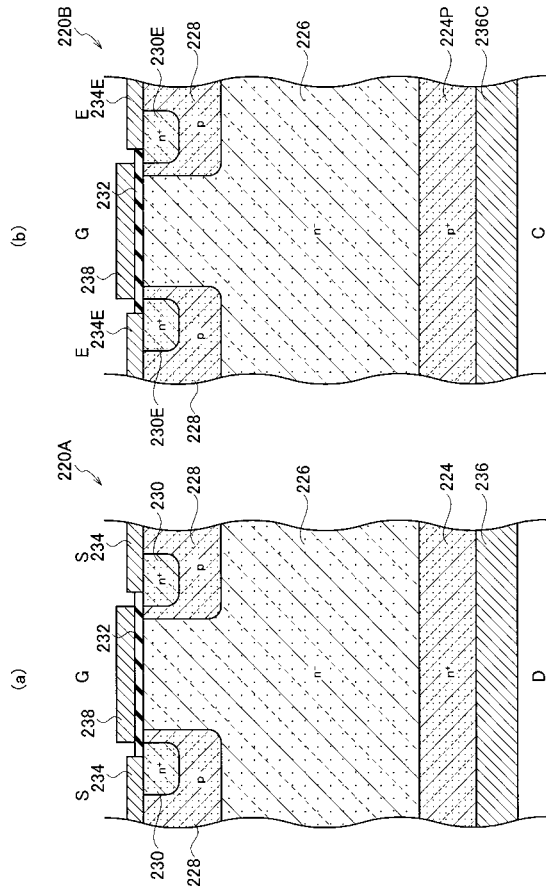
【 図 9 】



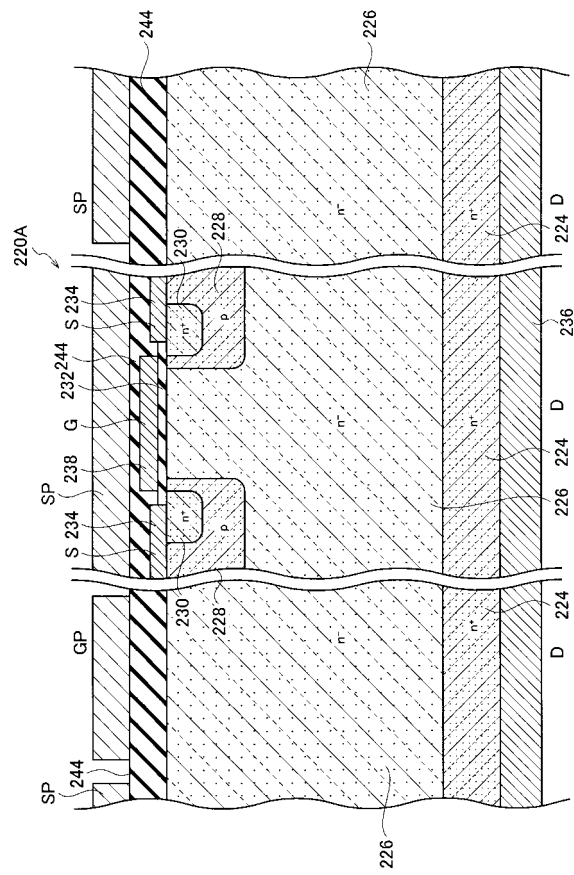
【 図 10 】



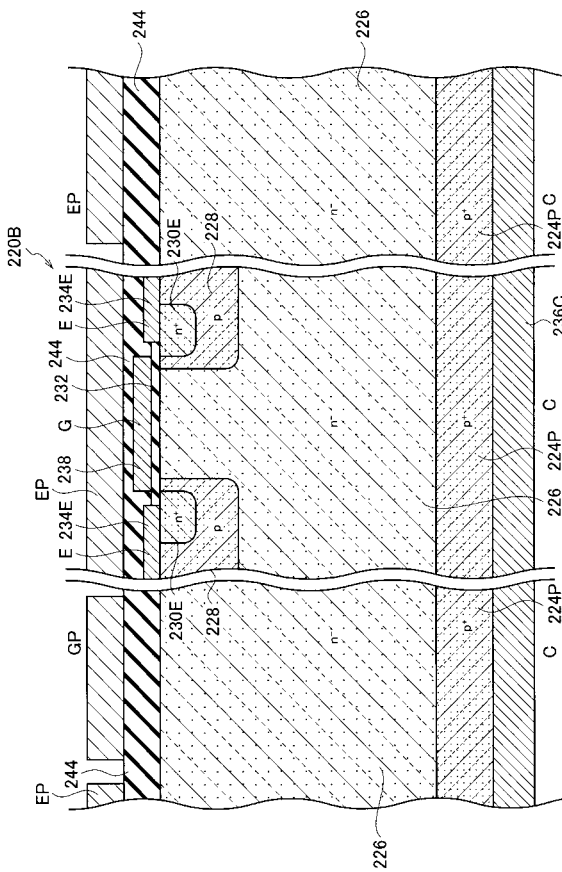
【 図 1 1 】



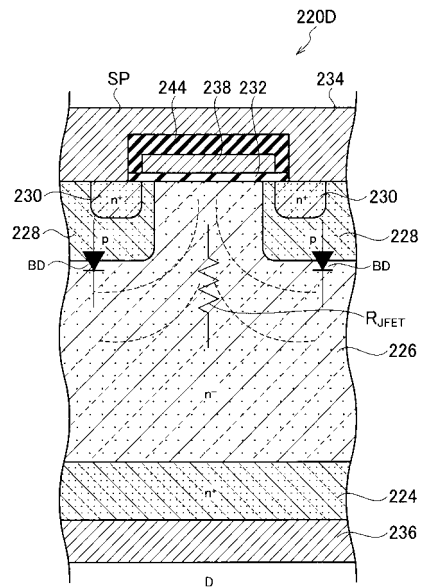
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

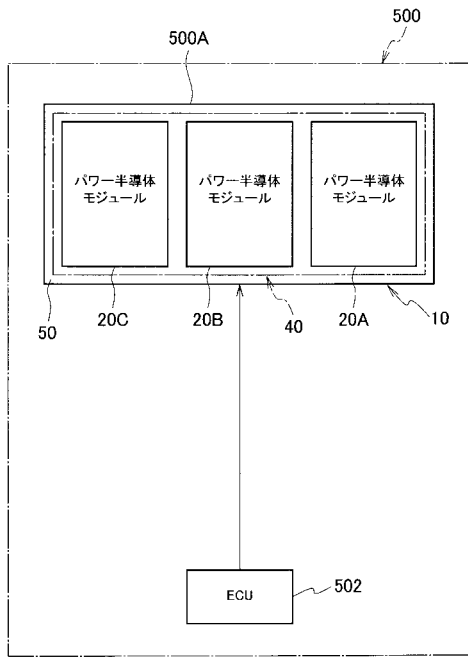


【 図 1 4 】





【 図 1 9 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H770 AA21 BA02 CA01 DA03 DA41 GA07 HA03X HA06X JA08Z JA10X  
JA16Z LA03X LA05X PA22 PA26 PA28 PA42 QA06 QA08