

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年5月25日(25.05.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/090165 A1

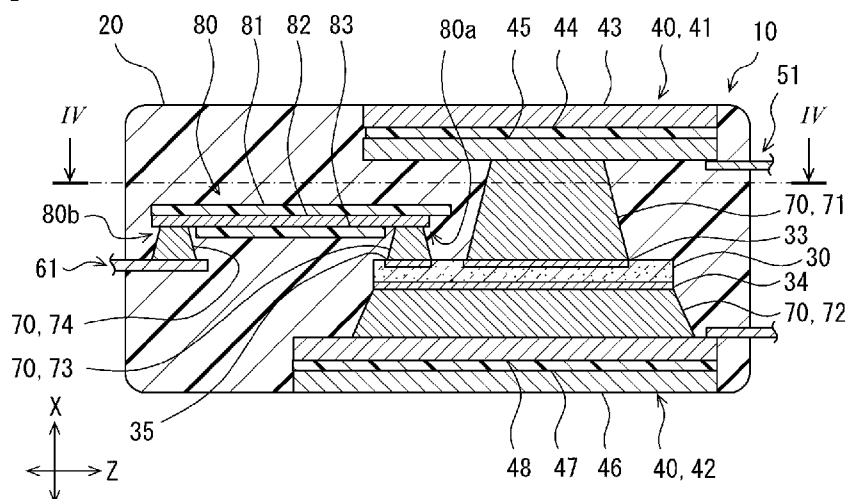
- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) H01L 25/18 (2023.01)
H01L 23/29 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
H01L 23/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/041140
- (22) 国際出願日: 2022年11月4日(04.11.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-187168 2021年11月17日(17.11.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 草間 啓年 (KUSAMA Hirotoshi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 井上 徳大 (INOUE Naruhiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭

和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 永井 秀奈(NAGAI Shuna); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 福谷 啓太(FUKUTANI Keita); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 古川 泰至(FURUKAWA Yasushi); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 加藤 崇秀(KATO Takahide); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 荒井 俊介(ARAI Shunsuke); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 三輪 亮太(MIWA Ryota); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 大前 翔一郎(OMAE Shoichiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(54) Title: SEMICONDUCTOR MODULE

(54) 発明の名称: 半導体モジュール

[図3]



(57) Abstract: A semiconductor module (10) contains a semiconductor element (30) and a heat-dissipating member (40) by means of a resin member (9). At least a part of the heat-dissipating member (40) is exposed externally from the resin member (9). A signal pad (35) of the semiconductor element (30) and a signal terminal (61) are connected by means of a flexible substrate as a wiring member (80). The wiring member (80) is contained in the resin member (20), and is a member softer than the signal terminal (61). The wiring member (80) includes an electrically insulative resin layer (81, 83), and a metal layer (82) supported on the resin layer (81, 83).

(74) 代理人: 矢作 和行, 外 (YAHAGI Kazuyuki et al.); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦 2 丁目 1 3 番 1 9 号 瀧定ビル 6 階 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 半導体モジュール (10) は、樹脂部材 (9) によって、半導体素子 (30) と、放熱部材 (40) とを収容している。放熱部材 (40) の少なくとも一部は、樹脂部材 (9) から外部に露出している。半導体素子 (30) の信号パッド (35) と信号端子 (61) とは、配線部材 (80) としてのフレキシブル基板によって接続されている。配線部材 (80) は、樹脂部材 (20) に収容されており、信号端子 (61) より柔軟な部材である。配線部材 (80) は、電気絶縁性の樹脂層 (81、83)、および、樹脂層 (81、83) に支持された金属層 (82) を含む。

明 細 書

発明の名称：半導体モジュール

関連出願の相互参照

[0001] この出願は、2021年11月17日に日本に出願された特許出願第2021-187168号を基礎としており、基礎の出願の内容を、全体的に、参照により援用している。

技術分野

[0002] この明細書における開示は、半導体モジュールに関する。

背景技術

[0003] 特許文献1は、スイッチング素子を含む半導体素子を収容した半導体モジュールを開示する。この半導体モジュールは、配線シートを備える。配線シートは、フレキシブルプリント基板により形成されている。特許文献1の配線シートは、スイッチング素子の電力経路としての電極と端子とをハンダ接続するランド部を備える。さらに、特許文献1の配線シートは、スイッチング素子の制御電極に接続される制御配線を備える。先行技術文献の記載内容は、この明細書における技術的要素の説明として、参照により援用される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-86659号公報

発明の概要

[0005] 特許文献1の配線シートは、電力経路と制御配線との間の電気的な絶縁が困難である。このため、電気的な絶縁の観点および体格の観点において、実用的な水準を満たす半導体モジュールを提供することが困難であった。上述の観点において、または言及されていない他の観点において、半導体モジュールにはさらなる改良が求められている。

[0006] 開示されるひとつの目的は、電力経路と信号経路との電気的な絶縁が確実に提供される半導体モジュールを提供することである。

[0007] ここに開示された半導体モジュールは、信号経路のための信号パッド、および、信号パッドの電力より大きい電力のための電力経路のための電力パッドを有する半導体素子と、半導体素子と熱的に接合された放熱部材と、放熱部材の一部を露出させるように半導体素子を収容する樹脂部材と、樹脂部材から露出するように配置された金属製の信号端子と、樹脂部材に収容されており、信号端子より柔軟な部材であって、電気絶縁性の樹脂層、および、樹脂層に支持された金属層を含み、金属層が信号パッドと接続される第1接合部、および、信号端子と接続される第2接合部を有する配線部材とを備える。

[0008] 開示された半導体モジュールは、樹脂部材の内部に半導体素子を収容している。さらに、半導体モジュールは、樹脂部材から露出するように配置された金属製の信号端子を備える。半導体素子の信号パッドと、信号端子とは、樹脂部材の内部において、配線部材によって接続されている。配線部材は、樹脂部材に収容されている。配線部材は、信号端子より柔軟な部材である。配線部材は、電気絶縁性の樹脂層、および、樹脂層に支持された金属層を含む。配線部材は、金属層が信号パッドと接続される第1接合部、および、金属層が信号端子と接続される第2接合部を有する。半導体モジュールは、信号端子を備えることによって接続作業性の高さを提供する。しかも、樹脂部材の中においても、配線部材によって信号経路の接続作業性を改善することができる。電気絶縁性の樹脂層を備える配線部材は、電力経路と信号経路との電氣的な絶縁に貢献する。この結果、電力経路と信号経路との電氣的な絶縁が確実な半導体モジュールが提供される。

[0009] この明細書において開示された複数の形態は、それぞれの目的を達成するために、互いに異なる技術的手段を採用する。請求の範囲およびこの項に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態の部分との対応関係を例示的に示すものであって、技術的範囲を限定することを意図するものではない。この明細書に開示される目的、特徴、および効果は、後続の詳細な説明、および添付の図面を参照することによってより明確になる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]第1実施形態に係る電動システムのブロック図である。
- [図2]半導体モジュールの外観斜視図である。
- [図3]半導体モジュールの模式的な断面図である。
- [図4]図3のⅠV－ⅠV線における部分断面図である。
- [図5]第2実施形態の半導体モジュールの斜視図である。
- [図6]第3実施形態の半導体モジュールの部分断面図である。
- [図7]第4実施形態の半導体モジュールの斜視図である。
- [図8]第5実施形態の半導体モジュールの斜視図である。
- [図9]第6実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図10]第7実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図11]第8実施形態の配線部材の平面図である。
- [図12]第9実施形態の配線部材の平面図である。
- [図13]第10実施形態の配線部材の平面図である。
- [図14]第11実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図15]第12実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図16]半導体モジュールを示す分解斜視図である。
- [図17]第13実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図18]第14実施形態の半導体モジュールの拡大断面図である。
- [図19]第15実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図20]第16実施形態の接合工程における断面図である。
- [図21]配線部材を示す平面図である。
- [図22]第17実施形態の接合工程における断面図である。
- [図23]第18実施形態の接合工程における断面図である。
- [図24]第19実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図25]第20実施形態の半導体モジュールの断面図である。
- [図26]第21実施形態の半導体モジュールの平面図である。
- [図27]第22実施形態の配線部材の平面図である。

[図28]第23実施形態の配線部材の平面図である。

[図29]第24実施形態の配線部材の斜視図である。

[図30]第25実施形態の半導体モジュールの断面図である。

[図31]半導体モジュールの部分断面図である。

[図32]第26実施形態の半導体モジュールの断面図である。

[図33]半導体モジュールの断面図である。

[図34]第27実施形態の半導体モジュールの断面図である。

[図35]第28実施形態の半導体モジュールの断面図である。

[図36]第29実施形態の半導体モジュールの断面図である。

[図37]第30実施形態の半導体モジュールの断面図である。

[図38]第31実施形態の半導体モジュールの断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 複数の実施形態が、図面を参照しながら説明される。複数の実施形態において、機能的に、および／または、構造的に、対応する部分、および／または、関連付けられる部分には、同一の参照符号、または百以上の位が異なる参照符号が付される場合がある。対応する部分、および／または、関連付けられる部分については、他の実施形態の説明を参照することができる。

[0012] 第1実施形態

図1において、電動システム1は、電源装置2と、回転電機(RM)3と、電力変換回路4とを備える。電源装置2は、充放電可能な直流電源である。電源装置2は、リチウムイオン電池、燃料電池システム、または、太陽電池システムを含む直流電源によって提供される場合がある。また、電源装置2は、内燃機関等の動力源により発電する発電システムによって提供される。回転電機3は、電動機、または、電動発電機によって提供される。回転電機3は、多相の交流回転電機である。図示の例では、回転電機3は、三相回転電機である。回転電機3は、移動体の動力源、または、発電機、揚水機などの機械の動力源として用いられる。ここで、移動体は、車両、航空機、船舶、乗用アミューズメント機器、および、乗り物のシミュレーション機器を

含む。

[0013] 電力変換回路4は、電源装置2と回転電機3とに電氣的に接続されている。電力変換回路4は、電源装置2と回転電機3との間において電力の少なくともひとつの要素を変換する。電力の要素には、電流の方向、直交流、電圧、電流、位相などを含む。電力変換回路4は、電源装置2から回転電機3へ電力を供給する力行方向、および／または、回転電機3から電源装置2へ電力を充電する回生方向の運転が可能である。この実施形態では、電力変換回路4は、双方向の電圧変換と、双方向の直交流変換とを少なくとも提供する。

[0014] 電力変換回路4は、コンバータ回路5と、平滑コンデンサ6と、インバータ回路7と、制御装置8とを含む。電力変換回路4は、さらに、フィルタ回路を提供する誘導素子、および／または、容量素子を備えることができる。コンバータ回路5は、電氣的に、電源装置2と回転電機3との間に配置されている。コンバータ回路5は、双方向の電圧変換を提供する。コンバータ回路5は、電源装置2が出力する電圧を昇圧、または、降圧して外部へ出力する場合がある。コンバータ回路5は、外部から供給される電圧を昇圧、または、降圧して電源装置2へ供給する。インバータ回路7は、電氣的に、電源装置2と回転電機3との間に配置されている。インバータ回路7は、電氣的に、コンバータ回路5と回転電機3との間に配置されている。インバータ回路7は、双方向の直交流変換を提供する。インバータ回路7は、電源装置2から回転電機3へ電力を供給する場合に、直流から交流への変換を提供する。インバータ回路7は、回転電機から電源装置23へ電力を供給する場合に、交流から直流への変換を提供する。平滑コンデンサ6は、コンバータ回路5とインバータ回路7との間に配置されている。平滑コンデンサ6は、直流電力を平滑化するフィルタ回路の一部を提供している。

[0015] インバータ回路7は、複数のスイッチング素子10（SW素子10）と、複数の電力線50と、複数の信号線60とを備える。複数のSW素子10は、例えば、U相のためのSW素子11とSW素子12、V相のためのSW素

子 1 3 と SW 素子 1 4、および、W 相のための SW 素子 1 5 と SW 素子 1 6 を含む。複数の SW 素子 1 0 は、電力線 5 0 とともに、多相ブリッジ回路を構成している。多相ブリッジ回路は、複数の相に対応する数の複数のスイッチングアーム 1 8 を構成している。例えば、U 相のスイッチングアームは、アップアームを提供する SW 素子 1 1 と、ロワアームを提供する SW 素子 1 2 とを含む。V 相のスイッチングアームは、アップアームを提供する SW 素子 1 3 と、ロワアームを提供する SW 素子 1 4 とを含む。W 相のスイッチングアームは、アップアームを提供する SW 素子 1 5 と、ロワアームを提供する SW 素子 1 6 とを含む。

[0016] 複数の電力線 5 0 は、正極線 5 2 と、負極線 5 4 とを含む。正極線 5 2 と、負極線 5 4 とは、一对の直流母線とも呼ばれる。さらに、電力線 5 0 は、接続線 5 6 と、相線 5 8 とを含む。接続線 5 6 は、アップアームを提供する SW 素子と、ロワアームを提供する SW 素子とを接続している。相線 5 8 は、接続線 5 6 と回転電機 3 のひとつの相巻線とを接続している。よって、インバータ回路 7 は、一对の直流母線の間に配置された複数のスイッチングアーム 1 8 を備える。複数の信号線 6 0 は、複数の SW 素子 1 0 のそれぞれに電氣的に接続されている。信号線 6 0 は、SW 素子 1 0 をスイッチング動作させるための駆動信号線と、電流値、温度などの複数の検出信号線とを含む場合がある。

[0017] コンバータ回路 5 も、スイッチングアームを備える場合がある。この場合が、コンバータ回路 5 は、インダクタンス素子を含むチョッパ回路として構成されている。

[0018] 複数の SW 素子 1 0 は、互いに同一、または、相似の構成を有している。ひとつの SW 素子 1 0 は、半導体素子 3 0 を備える。半導体素子 3 0 は、S i 製、S i C 製等の現在または将来において入手可能な、半導体である。半導体素子 3 0 は、トランジスタ素子 3 1 と、ダイオード素子 3 2 とを含む。トランジスタ素子 3 1 は、I G B T 素子 (I n s u l a t e d - G a t e B i p o l a r T r a n s i s t o r)、M O S - F E T 素子 (M e t a

I-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)等の現在または将来において入手可能な、制御信号に応答してスイッチング制御可能な素子である。ダイオード素子32は、逆接続ダイオードである。ひとつのSW素子10は、ひとつのトランジスタ素子、または、直列および／または並列に接続された複数のトランジスタ素子を備える場合がある。

[0019] ひとつのSW素子10は、ひとつの半導体モジュール10とも、半導体パッケージとも呼ばれる。半導体モジュール10は、少なくともひとつのSW素子10を後述の樹脂部材20にて封止することによって提供されている。半導体モジュール10は、ひとつのスイッチングアーム18を樹脂部材20によって封止することによって提供されていてもよい。この場合、半導体モジュール10は、外部に露出した複数の信号端子と、外部に露出した一对の電力端子と、相線58を提供するひとつの電力端子とを有する。さらに、ひとつの半導体モジュール10は、複数のスイッチングアーム18を収容していてもよい。

[0020] 制御装置8は、電氣的な回路によって構成されている。制御装置8は、コンバータ回路5およびインバータ回路7を制御する。制御装置8は、電氣的に、コンバータ回路5およびインバータ回路7に接続されている。制御装置8とインバータ回路7とは、複数の信号線60によって接続されている。制御装置8は、少なくともインバータ回路7を制御するための制御信号を生成し、出力する。

[0021] この明細書における制御装置8は、電子制御装置(ECU: Electronic Control Unit)とも呼ばれる場合がある。制御装置8または制御システムは、(a) if-then-else形式と呼ばれる複数の論理としてのアルゴリズム、または(b)機械学習によってチューニングされた学習済みモデル、例えばニューラルネットワークとしてのアルゴリズムによって提供される。

[0022] 制御装置8は、少なくともひとつのコンピュータを含む制御システムによ

って提供される。制御システムは、データ通信装置によってリンクされた複数のコンピュータを含む場合がある。コンピュータは、ハードウェアである少なくともひとつのプロセッサ（ハードウェアプロセッサ）を含む。ハードウェアプロセッサは、下記（i）、（ii）、または（iii）により提供することができる。

[0023] （i）ハードウェアプロセッサは、少なくともひとつのメモリ8b（MMR）に格納されたプログラムを実行する少なくともひとつのプロセッサコア8a（CPU）である場合がある。この場合、コンピュータは、少なくともひとつのメモリと、少なくともひとつのプロセッサコアとによって提供される。プロセッサコアは、CPU: Central Processing Unit、GPU: Graphics Processing Unit、RISC-CPUなどと呼ばれる。メモリは、記憶媒体とも呼ばれる。メモリは、プロセッサによって読み取り可能な「プログラムおよび／またはデータ」を非一時的に格納する非遷移的かつ実体的な記憶媒体である。記憶媒体は、半導体メモリ、磁気ディスク、または光学ディスクなどによって提供される。プログラムは、それ単体で、またはプログラムが格納された記憶媒体として流通する場合がある。

[0024] （ii）ハードウェアプロセッサは、ハードウェア論理回路である場合がある。この場合、コンピュータは、プログラムされた多数の論理ユニット（ゲート回路）を含むデジタル回路によって提供される。デジタル回路は、ロジック回路アレイ、例えば、ASIC: Application-Specific Integrated Circuit、FPGA: Field Programmable Gate Array、SoC: System on a Chip、PGA: Programmable Gate Array、CPLD: Complex Programmable Logic Deviceなどとも呼ばれる。デジタル回路は、プログラムおよび／またはデータを格納したメモリを備える場合がある。コンピュータは、アナログ回路によって提供される場合がある。コンピュータは、デジタル回

路とアナログ回路との組み合わせによって提供される場合がある。

[0025] (i i i) ハードウェアプロセッサは、上記 (i) と上記 (i i) との組み合わせである場合がある。(i) と (i i) とは、異なるチップの上、または共通のチップの上に配置される。これらの場合、(i i) の部分は、アクセラレータとも呼ばれる。

[0026] 制御装置と信号源と制御対象物とは、多様な要素を提供する。それらの要素の少なくとも一部は、ブロック、モジュール、またはセクションと呼ぶことができる。さらに、制御システムに含まれる要素は、意図的な場合にのみ、機能的な手段と呼ばれる。

[0027] 以下において、複数の図面を参照して、半導体モジュール 10 が詳細に説明されている。以下で参照する図面、および、明細書の説明において、複数の部材の厚さ、幅、高さ、長さなどの寸法は、複数の部材の相対的な配置、相互の位置関係の理解を助けるために、模式的に図示され、説明されている。後述する第 1 接合部材 71 の X 方向の厚さは、限定的ではない一例として、0.2 ミリメートル程度に設定することができる。各部の寸法は、現在および将来の半導体技術分野に属する当業者にとって自明のものとして理解可能な数値範囲を有するものとして理解されるべきである。また、いくつかの図面には、三軸方向が図示されている。X 方向は厚さ方向、Y 方向は幅方向、Z 方向は高さ方向と呼ばれる。これらの呼称は、半導体モジュール 10 の使用状態における姿勢を反映したものではない。これらの呼称は便宜的なものとして理解されるべきである。

[0028] 図 2 において、半導体モジュール 10 は、扁平な板状の外形を有している。外形は、主として樹脂部材 20 によって区画されている。樹脂部材 20 は、熔融状態にある樹脂材料を型によって所要の形状に成形し、再び硬化させることによって得られる部材である。樹脂部材 20 の限定的ではない一例は、エポキシ樹脂である。半導体モジュール 10 は、樹脂部材 20 によって半導体素子 30 を封止している。半導体素子 30 は、半導体チップである。半導体素子 30 は、板状の部材である。

[0029] 半導体モジュール10は、樹脂部材20の外部に露出した少なくとも一対の電力端子51を有する。一対の電力端子51は、正極側のP端子と、負極側のN端子とを含む。半導体モジュール10は、樹脂部材20の外部に露出した複数の信号端子61を有する。半導体モジュール10は、一対の電力端子51に加えて、スイッチングアームの入出力端としての電力端子を備える場合がある。電力端子51と信号端子61とは、それらに流れる電力の差によって明確に区別することができる。電力端子51は、制御対象としての回転電機3の電力を流す。一方で、信号端子61は、半導体素子30およびトランジスタ素子31の制御信号、または、制御装置8の信号レベルの電力である。

[0030] 電力端子51および信号端子61は、一部が樹脂部材20の内部に埋設されており、残部が樹脂部材20の外部に露出している。電力端子51は、例えば、銅、鉄などの金属製の板材によって提供されている。信号端子61は、例えば、銅、鉄などの金属製の板材によって提供されている。電力端子51および信号端子61は、いわゆるリードフレームと呼ばれる金属板によって提供されている。電力端子51および信号端子61は、半導体モジュール10の外周縁部、板状と見た場合の外周の4つの側面のいずれかから延びだしている。電力端子51および信号端子61は、常温環境下においてその形状を維持する程度の硬さを有している。

[0031] さらに、半導体モジュール10は、樹脂部材20の外部に露出した放熱部材40を有している。放熱部材40は、半導体素子30と熱的に結合されている。半導体モジュール10は、空冷、または、液冷されている。半導体モジュール10は、半導体素子30の熱を放熱するための少なくともひとつの放熱部材40を有している。半導体モジュール10は、放熱部材40の露出面を冷却液管に接触させて配置される場合がある。この場合、半導体モジュール10は、放熱部材40から冷却液管へ間接的に放熱する。半導体モジュール10は、冷却液の通路の中に配置される場合がある。この場合、半導体モジュール10は、冷却液との接触面（放熱部材40を含む）から冷却液へ

直接的に放熱する。

[0032] 放熱部材 40 は、半導体モジュール 10 の両面に露出した 2 つの放熱部材 41、42 を有する。放熱部材 41 は、第 1 放熱部材と呼ばれる場合がある。放熱部材 42 は、第 2 放熱部材と呼ばれる場合がある。この場合、半導体モジュール 10 は、両面放熱パッケージと呼ばれる。半導体モジュール 10 は、2 つの冷却液管の間に、第 1 放熱部材 41 の露出面をひとつの冷却液管に接触させ、第 2 放熱部材 42 の露出面を他のひとつの冷却液管に接触させて配置される場合がある。半導体モジュール 10 は、半導体素子 30 のひとつの板状表面から、第 1 放熱部材 41 を経て冷却液管へ間接的に放熱する。半導体モジュール 10 は、半導体素子 30 の他の板状表面から、第 2 放熱部材 42 を経て冷却液管へ間接的に放熱する。半導体モジュール 10 は、冷却液の通路の中に配置される場合がある。この場合、半導体モジュール 10 は、冷却液との接触面（2 つの放熱部材 41、42 を含む）から冷却液へ直接的に放熱する。

[0033] 半導体モジュール 10 は、配線部材 80 を備える。配線部材 80 は、少なくともひとつの信号経路を提供する。配線部材 80 は、配線シートとも呼ばれる。配線部材 80 は、樹脂部材 20 に収容されている。配線部材 80 は、板状である。配線部材 80 は、電気絶縁性の樹脂層、および、樹脂層に支持された金属層を含む。配線部材 80 は、ひとつの金属層、または、複数の金属層を備える。配線部材 80 の厚さは、第 1 接合部材 71 の厚さ以下である。配線部材 80 は、厚さ方向 X に対して交差するように、Y-Z 平面に沿ってほぼ平行に広がっている。配線部材 80 は、信号端子 61 より柔軟な部材である。配線部材 80 は、その柔軟さゆえに、やや撓んだ形状で配置されている場合がある。

[0034] 配線部材 80 は、半導体素子 30 の信号パッドと信号端子 61 とを電氣的に接続している。配線部材 80 は、接合部 80a、80b における接合と、樹脂部材 20 との接触によって位置決めされ、固定されている。図示の例では、配線部材 80 は、樹脂部材 20 の中に完全に埋設されており、外部には

露出しない。配線部材 80 は、フレキシブルプリント板（FPC）によって提供される場合がある。配線部材 80 は、片面 FPC、両面 FPC、または、多層 FPC によって提供される場合がある。樹脂層は、限定的ではない一例として、ポリイミド樹脂、または、液晶ポリマー樹脂（LPC）などによって提供することができる。金属層は、限定的ではない一例として、銅箔、または、銀ペーストなどによって提供することができる。

[0035] 配線部材 80 は、ひとつの金属層に関して、接近、分散、迂回といった多様な配置を可能とする。また、配線部材 80 は、金属層の面積に関しても、多様なバリエーションを可能とする。さらに、配線部材 80 は、樹脂層によって、配線部材 80 が提供する電氣的な接続と、他の隣接する部材との間において安定した電気絶縁性を提供する。典型的な一例において、ひとつの配線部材 80 は、複数の金属層を備える。複数の金属層は、複数の信号パッドと、複数の信号端子 61 との間に複数の電氣的な接続を提供する。この場合、配線部材 80 は、複数の電氣的な接続を提供するための製造段階における工程時間の短縮を可能とする。加えて、この場合、配線部材 80 は、複数の電氣的な接続の間において安定した電気絶縁性を提供する。配線部材 80 は、配線部材 80 の内部において金属層を多様な経路を経由するように配置することを可能とする。配線部材 80 は、複数の金属層に関して、交差、接続、分岐といった多様な配置を可能とする。さらに、複数の金属層は、樹脂層によって互いの位置関係が固定的に保持されている。この結果、ワイヤボンディングに比べて、信号経路間の相互結合インダクタンスの変動が少ない。この結果、配線部材 80 は、半導体素子 30 の安定的な駆動に貢献する。

[0036] 図 3 において、半導体モジュール 10 の X-Z 平面における断面が示されている。半導体モジュール 10 において、樹脂部材 20 は半導体素子 30 を収容している。半導体素子 30 は、その両面において、接合部材 70 によって放熱部材 40 と接合されている。接合部材 70 は、扁平な多角柱状の形状を有している。接合部材 70 は、やや台形の断面をもつ柱状の形状を有している。この接合は、電氣的な接続と、熱的な結合とを提供する。半導体素子

30は、図中の上面である第1面に電力パッド33を有する。電力パッド33は、この半導体素子30によって制御される主要な電力の経路を提供する。電力パッド33は、第1接合部材71によって第1放熱部材41と接合されている。半導体素子30は、図中の下面である第2面に電力パッド34を有する。電力パッド34は、この半導体素子30によって制御される主要な電力の経路を提供する。電力パッド34は、第2接合部材72によって第2放熱部材42と接合されている。電力パッド33、34は、電力電極、コレクタ電極、エミッタ電極など用途を示す名称で呼ばれる場合がある。接合部材70は、いわゆるハンダと称される材料によって提供することができる。

[0037] 放熱部材40は、扁平な板状の形状を有している。放熱部材40は、その両面の間において高い熱伝導率（正確には熱伝達率）を提供する。放熱部材40は、電力経路を提供する端子部材とも呼ばれる。放熱部材40は、その両面の間において高い電気絶縁性を提供する。放熱部材40は、電気絶縁性の基板とも呼ばれる。放熱部材40は、一对の金属板の間に配置された電気絶縁性の樹脂板を備える。

[0038] 第1放熱部材41は、放熱面を提供する外部金属板43と、接合面を提供する内部金属板45とを備える。内部金属板45は、電力経路の一部を提供している。内部金属板45は、電力線50を提供するひとつの端子と電氣的に接合されている。外部金属板43の少なくとも一部表面は、樹脂部材20から外部に露出している。外部金属板43のひとつの表面は、放熱面を提供している。第1放熱部材41は、外部金属板43と、内部金属板45との間に配置された電気絶縁層としての樹脂板44を備える。

[0039] 第2放熱部材42は、放熱面を提供する外部金属板46と、接合面を提供する内部金属板48とを備える。内部金属板48は、電力経路の一部を提供している。内部金属板48は、電力線50を提供するひとつの端子と電氣的に接合されている。外部金属板46の少なくとも一部表面は、樹脂部材20から外部に露出している。外部金属板46のひとつの表面は、放熱面を提供

している。第2放熱部材42は、外部金属板46と、内部金属板48との間に配置された電気絶縁層としての樹脂板47を備える。

[0040] 半導体素子30は、第1面に信号パッド35を有する。信号パッド35は、第1面において比較的広い面積の電力パッド33を形成可能とするように、半導体素子30の外縁部に配置されている。信号パッド35は、電力パッド33、34より明らかに小さい通電面積を有している。典型的な一例では、半導体素子30は、複数の信号パッド35を有する。信号パッド35は、信号電極、センサ電極、ゲート電極など用途を示す名称で呼ばれる場合がある。

[0041] 配線部材80は、放熱部材40から離れて位置づけられている。配線部材80は、半導体素子30の表面に接して配置される場合がある。信号パッド35と信号端子61とは、配線部材80によって電氣的に接続されている。配線部材80は、樹脂部材20の内部において、信号パッド35と信号端子61との間を橋渡しするように配置されている。配線部材80は、電気絶縁性の樹脂材料製である樹脂層81を有する。配線部材80は、電気絶縁性の樹脂材料製である樹脂層83を有する。樹脂層81と樹脂層83とは、連続した樹脂材料製であってもよい。配線部材80は、樹脂層81、83の外側に電気絶縁性の絶縁皮膜がコーティングされていてもよい。絶縁被膜は、配線部材80と他の部品との間の電氣的な絶縁性を高めるために貢献する。

[0042] 配線部材80は、樹脂層81と樹脂層83との間に配置された金属層82を有する。金属層82は、配線部材80に線状、または、リボン状と呼びうる形態をもって配置されている。金属層82は、金属製である。金属層82は、信号伝達のための通電部材または信号線とも呼ばれる場合がある。金属層82は、一方の端部から、他方の端部にわたって連続して配置されている。

[0043] 配線部材80は、金属層82と信号パッド35との電氣的な接続を可能とするための第1接合部80aを備える。第2接合部80bは、金属層82の一方の端部に設けられている。配線部材80は、金属層82と信号端子61

との電氣的な接続を可能とするための第2接合部80bを有する。第2接合部80bは、金属層82の他方の端部に設けられている。第1接合部80aと第2接合部80bとは、樹脂層81、83に形成された窓部によって区画されている。窓部は、金属層82の一部を樹脂層81、83から露出させている。第1接合部80aと第2接合部80bとは、金属層82の一部として把握される場合もある。第1接合部80aにおいて、半導体素子30の信号パッド35と金属層82の一端部とは、第3接合部材73によって、電氣的に接続されている。第2接合部80bにおいて、金属層82の他端部と信号端子61とは、第4接合部材74によって電氣的に接続されている。

[0044] 図4は、樹脂部材20が除去された状態における、図3のI-V-I V線の部分断面図である。放熱部材40と半導体素子30と配線部材80と信号端子61とは、X方向に関して積層的に配置されている。放熱部材40と半導体素子30と配線部材80と信号端子61とは、互いに平行な関係にある。放熱部材40と半導体素子30とは、互いに重複するように平行に配置されている。半導体素子30と配線部材80とは、第1接合部80aにおいてだけ重複するように平行に配置されている。配線部材80と信号端子61とは、第2接合部80bにおいてだけ重複するように平行に配置されている。放熱部材40と半導体素子30と配線部材80と信号端子61とは、板状である。放熱部材40と半導体素子30と配線部材80と信号端子61とは、板としての面が、Y-Z平面と平行になるように配置されている。よって、信号端子61は、樹脂部材20の側面から、Y-Z平面と平行に延びだしている。

[0045] 半導体素子30は第2放熱部材42の上に配置され、接合されている。半導体素子30の電力パッド33は、第1接合部材71によって図示されない第1放熱部材41に接合されている。半導体素子30は、複数の信号パッド35を有する。図示においては、電力パッド33および信号パッド35は、矩形の形状によって表現されている。半導体素子30のパッドは、円形、楕円形、角丸多辺形、多角形など多様な形状によって提供することが可能であ

る。

[0046] 複数の信号パッド35は、半導体素子30の上面の外縁部において、互いに離れて配置されている。複数の信号パッド35は、外縁部に沿って列をなして配置されている。複数の信号パッド35は、半導体素子30の上面の角部に配置されてもよい。複数の信号パッド35は、半導体素子30の上面において、複数の群を形成するように分散的に配置されてもよい。複数の信号パッド35は、パッドピッチ P_p をもって配置されている。パッドピッチ P_p は、複数の信号パッド35における最小のパッドピッチである。複数の信号パッド35は、幅 W_p の範囲内に配置されている。

[0047] 複数の信号端子61は、細長い棒状、または、リボン状と呼びうる形状を有している。複数の信号端子61は、互いに平行に配置されている。複数の信号端子61は、それらの一端が、一直線上に揃えられて配置されている。複数の信号端子61は、異なる太さを有していてもよい。複数の信号端子61は、異なる長さを有していてもよい。複数の信号端子61は、端子ピッチ P_i をもって配置されている。端子ピッチ P_i は、複数の信号端子61における最小の端子ピッチである。複数の信号端子61は、幅 W_i の範囲内に配置されている。

[0048] 端子ピッチ P_i は、パッドピッチ P_p 以上である ($P_i \geq P_p$)。図示の例では、端子ピッチ P_i は、パッドピッチ P_p より大きい ($P_i > P_p$)。端子ピッチ P_i とパッドピッチ P_p とは異なっている。端子ピッチ P_i とパッドピッチ P_p との間には差 D_p ($D_p = P_i - P_p$) がある。端子ピッチ P_i とパッドピッチ P_p とは、等しい場合がある。

[0049] 幅 W_i は、幅 W_p 以上である ($W_i \geq W_p$)。図示の例では、幅 W_i は、幅 W_p より大きい ($W_i > W_p$)。幅 W_i と幅 W_p とは異なっている。幅 W_i と幅 W_p との間には差 D_w ($D_w = W_i - W_p$) がある。幅 W_i と幅 W_p とは、等しい場合がある。

[0050] 配線部材80は、信号パッド35と信号端子61との間に配置されている。配線部材80は、複数の信号パッド35と複数の信号端子61とを橋渡し

するように配置されている。配線部材 80 は、樹脂層 81、83 と、金属層 82 とを有している。配線部材 80 は、互いに電氣的に独立している複数の金属層 82 を有している。複数の金属層 82 のそれぞれは、複数の信号パッド 35 のそれぞれと、複数の信号端子 61 のそれぞれとを電氣的に接続している。複数の金属層 82 は、接合部 80a、80b 以外の部分において、樹脂層 81、83 によって他の部材から絶縁されている。

[0051] 配線部材 80 は、金属層 82 と信号パッド 35 とを接続するための第 1 接合部 80a を備える。第 1 接合部 80a は、金属層 82 を樹脂層 81、および／または、樹脂層 83 から露出させることによって形成されている。第 1 接合部 80a は、樹脂層 81、および／または、樹脂層 83 に区画された窓部と、窓部に露出する金属層 82 の露出部とによって形成されている。窓部は、樹脂層 81、および／または、樹脂層 83 における所定面積の開口部である。露出部は、信号パッド 35 と接合可能な面積と形状とを有している。

[0052] 配線部材 80 は、金属層 82 と信号端子 61 とを接続するための第 2 接合部 80b を備える。第 2 接合部 80b は、金属層 82 を樹脂層 81、および／または、樹脂層 83 から露出させることによって形成されている。第 2 接合部 80b は、樹脂層 81、および／または、樹脂層 83 に区画された窓部と、窓部に露出する金属層 82 の露出部とによって形成されている。窓部は、樹脂層 81、および／または、樹脂層 83 における所定面積の開口部である。露出部は、信号端子 61 と接合可能な面積と形状とを有している。

[0053] 配線部材 80 における複数の金属層 82 の敷設経路は、差 D_p および／または差 D_w を許容しながら、電氣的な接続を提供するように設定されている。複数の金属層 82 が敷設されている幅は、信号パッド 35 側における幅 W_p よりも、信号端子 61 側における幅 W_i が広い。配線部材 80 の形状も、差 D_p および／または差 D_w を許容しながら、電氣的な接続を提供するように設定されている。配線部材 80 自身の幅は、信号パッド 35 側の端部の幅よりも、信号端子 61 側の端部の幅が広い。

[0054] Y-Z 平面における複数の金属層 82 の形状は、互いにほぼ平行である。

ただし、Y-Z平面における複数の金属層82の形状は、幅 W_i と幅 W_p との違いを複数の金属層82の間の距離の変化によって吸収するように形成されている。複数の金属層82の形状は、それらの間の距離を変化させるように設定されている。複数の金属層82の間の距離は、金属層ピッチとも呼ぶことができる。金属層ピッチは、信号端子61側において端子ピッチ P_i に等しい。金属層ピッチは、信号パッド側においてパッドピッチ P_p に等しい。金属層ピッチは、端子ピッチ P_i からパッドピッチ P_p へ向けて減少している。図示の例では、金属層ピッチは、階段状に変化している。これに代えて、金属層ピッチは、徐々に変化してもよい。

[0055] 半導体モジュール10の製造方法は、複数の部品を準備する準備工程を有する。準備工程は、主要な部品を準備する工程である。準備工程は、成形前の樹脂部材20の素材と、半導体素子30と、放熱部材40と、電力端子51を提供するリードフレームと、信号端子61を提供するリードフレームと、接合部材70と、配線部材80とを準備する工程を含む。

[0056] 半導体モジュール10の製造方法は、複数の部品を電氣的に、および／または、熱的機械的に接合する接合工程を有する。接合工程は、放熱部材40と半導体素子30とを接合部材71、72によって接合する半導体接合工程を含む。半導体接合工程は、第1放熱部材41と半導体素子30とを第1接合部材71によって接合する第1接合部材工程を含む。半導体接合工程は、第2放熱部材42と半導体素子30とを第2接合部材72によって接合する第2接合部材工程を含む。第1接合部材工程と第2接合部材工程とは、第2接合部材工程の後に第1接合部材工程が実施される場合がある。第1接合部材工程と第2接合部材工程とは、第1接合部材工程の後に第2接合部材工程が実施されてもよい。第1接合部材工程と第2接合部材工程とは、同時に実施されてもよい。

[0057] 接合工程は、放熱部材40と電力端子51とを接合する電力端子接合工程を含む。接合工程は、信号パッド35と信号端子61とを配線部材80を経由して接続する信号経路接合工程を含む。信号経路接合工程は、信号パッド

３５と配線部材８０とを第３接合部材７３によって接合する第３接合部材工程を含む。信号経路接合工程は、信号端子６１と配線部材８０とを第４接合部材７４によって接合する第４接合部材工程を含む。第３接合部材工程と、第４接合部材工程とは、同時に実施することができる。第３接合部材工程と、第４接合部材工程とは、数字順に、または数字順の逆に実施されてもよい。半導体接合工程と、信号経路接合工程とは、同時に実施することができる。さらに、これらと同時に、電力端子接合工程が実施されてもよい。

[0058] 半導体接合工程と、電力端子接合工程と、信号経路接合工程とは、例えば、接合部材７０としてハンダが利用される場合、ハンダを溶融させ再硬化させる一時的な加熱工程によって実施することができる。例えば、少なくとも第２接合部材工程と第３接合部材工程、および／または、少なくとも第２接合部材工程と第４接合部材工程とが一時的な加熱工程によって同時に実施される場合がある。この場合、加熱工程に先行する配置工程において、第２放熱部材４２と第２接合部材７２と半導体素子３０とが積層的に配置される。配置工程において、信号パッド３５と第３接合部材７３と第１接合部材８０ａとが積層的に配置される。さらに、配置工程において、信号端子６１と第４接合部材７４と第２接合部材８０ｂとが積層的に配置される。加熱工程では、接合部材７２、７３、７４を溶融させることにより、半導体素子３０と第２放熱部材４２との接合と、配線部材８０の接合とを同時に実行することができる。なお、配置工程において、半導体素子３０と第１接合部材７１と第１放熱部材４１とを積層的に配置してもよい。この場合、加熱工程において、接合部材７１、７２、７３、７４が同時に溶融される。接合工程は、すべての接合箇所を接合させるように実行される。接合工程は、接合部材を硬化させる硬化工程を含む。接合工程により、複数の部材が接合される。

[0059] 半導体モジュール１０の製造方法は、接合工程によって接合された中間製品を樹脂部材２０によって包み込む樹脂成形工程を有する。樹脂成形工程は、中間製品の部材間の隙間に樹脂部材が侵入することにより意図された電気的な絶縁を提供するように実施される。樹脂成形工程は、放熱部材４０、電

力端子 51、および、信号端子 61 を露出させ、半導体素子 30 を覆うように樹脂部材 20 を成形する工程である。樹脂成形工程は、接合後の複数の部品を成形型の中に配置する配置工程を含む。樹脂成形工程は、成形型の中に溶融状態の樹脂部材 20 をインジェクションするインジェクション工程を含む。樹脂成形工程は、溶融状態の樹脂部材 20 を硬化させる硬化工程を含む。樹脂成形工程は、成形型から成形品を取り出す取り出し工程を含む。樹脂成形工程は、さらに、リードフレームを切断する工程や、樹脂のバリを除去する工程を含む仕上げ工程を含む。

[0060] 以上に述べた実施形態によると、配線部材 80 によって半導体素子 30 の信号パッド 35 と信号端子 61 との電気的な接続が提供される。配線部材 80 は、容易な接合工程を可能とする。また、配線部材 80 は、それ自身が樹脂層 81、83 による電気絶縁性を有する。このため、配線部材 80 は、金属層 82 と他の部材との間の電気的な絶縁の信頼性を向上する。配線部材 80 は、複数の金属層 82 を有する場合、複数の金属層 82 の間の電気的な絶縁の信頼性を向上する。

[0061] さらに、配線部材 80 は、樹脂部材 20 によって包み込まれ、固定され、支持される。このため、半導体モジュール 10 の外部から内部への異物の侵入が阻止される。異物は、水などの液体、腐食性のガスなどを含む。言い換えると、配線部材 80 と樹脂部材 20 とは、高いシール性を提供する。

[0062] 第 2 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。上記実施形態では、複数の信号パッド 35 は、半導体素子 30 のひとつの短辺に沿って分散的に配置されている。これに代えて、この実施形態では、半導体素子 30 の一部に集中的に配置された複数の信号パッド 235 が採用されている。半導体素子 30 は、スイッチング素子として活性を発揮する活性領域が相対的に大きいほうが望ましい。相対的に大きい活性領域は、大電流の制御を可能とする。この実施形態は、活性領域を相対的に大きくすることができる半導体素子 30 を提供する。

[0063] 図5は、樹脂部材20と第1放熱部材41とが除去された状態における、複数の部品の斜視図を示す。半導体素子30は、矩形の表面を備える板状である。半導体素子30は、ほぼ正方形である。半導体素子30は、表面のうち、外縁部の角部寄りの長方形領域に複数の信号パッド235を備える。複数の信号パッド235は、長方形領域に集中的に配置されている。複数の信号パッド235は、表面の外縁に沿って一列に配置されている。複数の信号パッド235は、列方向に関して、パッドピッチ P_p2 を有して配置されている。パッドピッチ P_p2 は、先行する実施形態のパッドピッチ P_p より小さい。パッドピッチ P_p2 は、半導体素子30の大きさと比較して微細と呼ぶ数値に設定されている。

[0064] 配線部材80は、複数の第1接合部80aと、複数の第2接合部80bとを有する。複数の第1接合部80aのそれぞれは、複数の信号パッド235のそれぞれに接合されている。よって、複数の信号パッド235は、列方向に関して、パッドピッチ P_p2 を形成するように配置されている。複数の第2接合部80bは、列方向に関して端子ピッチ P_i を形成するように配置されている。複数の第2接合部80bのそれぞれは、複数の信号端子61のそれぞれと接合されている。複数の金属層82は、微細なパッドピッチ P_p2 を、端子ピッチ P_i に拡大するように配置されている。複数の金属層82は、第1接合部80aと第2接合部80bとの間を蛇行するように敷設されている。

[0065] 配線部材80は、半導体素子30の表面の外縁部のうち、複数の信号パッド235が配置されていない外縁に沿って配置された外縁部284を有する。外縁部284は、外縁部の長手方向に沿って配置されている。外縁部284は、半導体素子30の表面の4辺の外縁部のうち、信号パッド235が配置されていない3辺の外縁部の上に配置されている。この結果、配線部材80は、半導体素子30の表面において、主電流を流すための電力パッド33を囲むように配置されている。言い換えると、配線部材80は、第1接合部材71を囲むように配置されている。配線部材80は、開口部285を区画

している。外縁部284は、樹脂層81または樹脂層83だけで形成されている。外縁部284は、金属層82を備えていてもよい。外縁部284は、半導体素子30に対する配線部材80の位置決めを容易化する。この結果、微細なパッドピッチPp2であっても、複数の信号パッド235と複数の第1接合部80aとを正確に、かつ、容易に位置決めすることができる。外縁部284は、半導体素子30の外周における電氣的な絶縁性を向上する。配線部材80は、半導体素子30の電力経路としての電極などの部材と、信号経路としての電極などの部位との電氣的な絶縁性を向上させる。外縁部284は、第1接合部材71の形状を区画する場合がある。

[0066] 微細なパッドピッチPp2は、複数の信号パッド235が占める面積を相対的に小さくすることを可能とする。この結果、半導体素子30における接合部材70が占める面積、および／または、電流を流すための活性領域の面積を相対的に大きくすることができる。図示の例では、活性領域は、ほぼ第1接合部材71が配置されている範囲に広がっている。活性領域は、半導体素子30の4つの辺のすべてと隣接するように広がっている。半導体素子30ひとつの辺は、複数の信号パッド235が占める範囲と、活性領域が占める範囲とによって共有されている。複数の信号パッド235が占める範囲は、半導体素子30の一辺の2/3以下の範囲、または、1/2以下の範囲である。微細なパッドピッチPp2は、ひとつの観点では、半導体素子30の表面に占める接合部材70の面積の大型化により、電流密度の抑制、および／または、伝熱性の向上を可能とする。また、別の観点では、半導体素子30に占める活性領域の大型化により、半導体素子30の体格の抑制、および／または、素子体格の抑制によるコストの低減を可能とする。

[0067] 第3実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。上記実施形態では、ひとつの半導体モジュール10は、ひとつの半導体素子30を備える。これに代えて、ひとつの半導体モジュール10は、2以上の複数の半導体素子を備えることができる。この実施形態は、複数の半導体素子

を備える場合の一例である。この実施形態は、並列、または、直列に配置される複数の半導体素子 30 を収容する半導体モジュール 10 を提供する。

[0068] 図 6 において、半導体モジュール 10 は、第 2 放熱部材 42 に対して、2 つの半導体素子 30 a、30 b が積層的に配置されている。2 つの半導体素子 30 a、30 b は、同一形状、または、相似の形状をもっている。2 つの半導体素子 30 a、30 b は、第 2 放熱部材 42 の上において回転対称に配置されている。この実施形態では、2 つの半導体素子 30 a、30 b は、電力経路において並列的に配置されている。半導体素子 30 a は、電力パッド 33 a と、複数の信号パッド 35 a とを有する。半導体素子 30 a と接合部材 71 a とは、積層的に配置されている。半導体素子 30 b は、電力パッド 33 b と、複数の信号パッド 35 b とを有する。半導体素子 30 b と接合部材 71 b とは、積層的に配置されている。

[0069] 2 つの半導体素子 30 a、30 b は、電力経路において直列的に配置されてもよい。例えば、半導体素子 30 a、30 b の一方をアップアームとし、半導体素子 30 a、30 b の他方をロワアームとしてもよい。この場合、ひとつの半導体モジュール 10 が、ひとつのスイッチングアーム 18 を提供する。

[0070] 配線部材 80 は、配線部材 380 によって提供されている。配線部材 380 は、半導体素子 30 a のための複数の第 1 接合部 80 a を備える。配線部材 380 は、半導体素子 30 b のための複数の第 1 接合部 80 a を備える。さらに、配線部材 380 は、複数の半導体素子 30 a、30 b のための共通の第 2 接合部 80 b を備える。この実施形態では、複数の金属層 82 は、独立の金属層 382 a と、共通の金属層 382 c とを有する。独立の金属層 382 a は、複数の信号パッド 35 a、35 b のひとつだけと接合されている。共通の金属層 382 c は、半導体素子 30 a のひとつの信号パッド 35 a と、半導体素子 30 b のひとつの信号パッド 35 b とに共通に接合されている。金属層 382 a、382 c は、第 2 接合部 80 b において信号端子 61 に接合されている。

[0071] 複数の信号端子 61 は、半導体素子 30a だけのための専用の信号端子 61a、半導体素子 30b だけのための専用の信号端子 61b、および、半導体素子 30a と半導体素子 30b とに共通の信号端子 61c とを含む。例えば、専用の信号端子 61a、61b は、半導体素子 30a、30b の温度、電流等のセンサ端子として利用される。また、共通の信号端子 61c は、複数の半導体素子 30a、30b を同一のタイミングで駆動するためのゲート端子などとして利用される。図示の例では、複数の信号端子 61 の列における両側に専用の信号端子 61a、61b が配置され、複数の信号端子 61 の列における中央部に共通の信号端子 61c が配置されている。

[0072] 配線部材 80 は、独立の金属層 382a と、共通の金属層 382c とを備えることによって、配線部材 80 の内部において専用接続と共通接続とを提供することができる。配線部材 80 は、複数の金属層 82 の敷設パターンを変更することにより、複数の信号パッド 35a、35b の異なる配列に対応することができる。また、配線部材 80 は、複数の金属層 82 の敷設パターンを変更することにより、専用の信号端子 61a、61b と共通の信号端子 61c との配列を変更することができる。

[0073] 第 4 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。この実施形態は、複数の半導体素子を備える場合の一例である。ひとつの半導体モジュール 10 は、複数の半導体素子 30a、30b、30c、30d を備える。

[0074] 図 7 において、4 つの半導体素子 30a、30b、30c、30d は、第 2 放熱部材 42 に対して並列的に積層配置されている。複数の半導体素子 30 は、同一形状、または、相似の形状をもっている。複数の半導体素子 30 は、信号パッド 35 が第 2 放熱部材 42 のひとつの辺の側に位置するように配置されている。複数の半導体素子 30 は、格子の目状に分散的に配置されている。

[0075] 配線部材 80 は、配線部材 480 によって提供されている。配線部材 48

0は、複数の半導体素子30a、30b、30c、30dに渡って広がる面積を有している。配線部材480は、外縁部484と、開口部485とを有している。外縁部484は、格子状に延びている。この結果、配線部材480は、4つの開口部485を有している。4つの開口部485のそれぞれは、4つの半導体素子30のそれぞれに対応する位置に開口している。開口部485は、第1接合部材71が通過するための開口を提供している。

[0076] 配線部材480は、複数の金属層82を有する。複数の金属層82は、専用の金属層82aと、共通の金属層82cとを含む。金属層82は、半導体素子30を迂回して敷設されることにより、第1接合部80aと第2接合部80bとの間にわたって連続的に延びている。

[0077] 第5実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。この実施形態は、複数の半導体素子を備える場合の一例である。ひとつの半導体モジュール10は、複数の半導体素子30a、30b、30c、30dを備える。

[0078] 図8において、4つの半導体素子30a、30b、30c、30dは、スクエアに配置されている。しかも、4つの半導体素子30a、30b、30c、30dは、中心軸AXCに対して回転対称に配置されている。複数の半導体素子30のそれぞれは、角部に信号パッド35が位置づけられている。複数の半導体素子30は、中心軸AXCの近傍に信号パッド35が位置づけられるように配置されている。

[0079] 配線部材80は、配線部材580によって提供されている。配線部材580は、金属層82cを有する。配線部材580は、4つの第1接合部80aを備える。配線部材580は、共通の端子部材と接続される第2接合部80bを備える。金属層82cは、第2接合部80bと中心軸AXCとの間に延在している部分と、中心軸AXCから放射状に延び、第1接合部80aに到達する複数の分岐部分とを有する。共通の金属層82cは、複数の半導体素子30a、30b、30c、30dに共通の電気的な接続を提供する。共通

の金属層 82c は、第 2 接合部 80b から、複数の信号パッド 35 に対してほぼ等しい長さの信号経路を提供する。ほぼ等しい長さは、電氣的な特性がほぼ等しいこと、または、差があってもその信号の性質上ほぼ無視しうる差であることを意味している。例えば、信号パッド 35 は、ゲート信号などの駆動信号のためのパッドとすることができる。この場合、複数の半導体素子 30 に与えられる駆動信号の差を抑制することが可能となる。

[0080] 第 6 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 80 は、放熱部材 40 から離れて位置づけられている。これに代えて、この実施形態では、配線部材 680 は、半導体素子 30 と第 1 放熱部材 41 との両方に接触して配置されている。さらに、配線部材 680 は、凹部 86 を備える。凹部 86 は、半導体素子 30 の電力パッド 33 と第 1 放熱部材 41 とを接合するための適量に第 1 接合部材 71 の容積を調節するための容積調節部として機能する。凹部 86 は、凹部 686 によって提供されている。この実施形態は、第 1 接合部材 71 の体格を安定化することができる半導体モジュール 10 を提供する。

[0081] 図 9 において、半導体モジュール 10 は、第 1 放熱部材 41 と第 2 放熱部材 42 との間に配置された半導体素子 30 を備える。半導体モジュール 10 は、配線部材 680 を備える。配線部材 80 は、配線部材 680 によって提供されている。配線部材 680 は、半導体素子 30 と第 1 放熱部材 41 との間に位置づけられている。配線部材 680 は、半導体素子 30 と第 1 放熱部材 41 との両方に接触して配置されている。配線部材 680 は、半導体素子 30 の信号パッド 35 と信号端子 61 との間を電氣的に接続している。配線部材 680 は、樹脂層 81、83 を有する。樹脂層 81、83 のそれぞれは、複数の樹脂層が積層的に配置された集合体によって形成されている。なお、樹脂層 81、83 は、連続した樹脂材料により形成される単一の樹脂層によって形成されてもよい。

[0082] 配線部材 680 は、第 1 接合部材 71 の縁に沿って配置された外縁部 68

4を有する。外縁部684は、Y-Z平面において、第1接合部材71を囲んでいる。この結果、外縁部684は、Y-Z平面における、第1接合部材71の位置、および、最大の範囲を規定する開口部685を画定している。開口部685の壁面は、第1接合部材71との間に微小な隙間を形成する場合があり、第1接合部材71と接触する場合がある。開口部685の壁面が第1接合部材71と接触する場合、開口部685は第1接合部材71の範囲を区画する。

[0083] 配線部材680は、凹部686を備える。凹部686は、開口部685を区画する壁面に開口している。凹部686は、樹脂層81、83を形成する複数の樹脂層の少なくともひとつを貫通する切り欠きによって形成されている。よって、凹部686は、少なくともひとつの樹脂層に相当するX方向の厚さを有する。図示の実施形態では、凹部686は、複数の樹脂層のうち、最も端に位置する樹脂層によって提供されている。よって、凹部686は、配線部材680のX方向（厚さ方向）の端面にも開口している。凹部686は、開口部685に連通している拡張室を区画する。凹部686は、拡張室の側壁を提供している。X方向における拡張室の壁面は、他の樹脂層によって提供されている。凹部686は、開口部685の壁面的一部分だけに位置づけられている。凹部686は、配線部材680の切欠部とも呼ぶ形状を有する。凹部686は、開口部685の容積をY-Z平面の一部分だけにおいて拡張している。凹部686は、開口部685の容積をX-Z平面の一部分だけにおいて拡張している。凹部686が区画する容積拡張室は、第1接合部材71の過剰な部分を収容する場合がある。第1接合部材71の過剰な部分は、押し出されるようにして、あるいは、自らの流動性によって凹部686に流れ出し、硬化して、凹部686に残留する。図中には、凹部686に残留した過剰部分675が図示されている。

[0084] 多数の半導体モジュール10が製造される場合、容積拡張室が第1接合部材71の過剰部分675を収容している製品と、容積拡張室が第1接合部材71の過剰部分675を収容していない製品とが存在する。容積拡張室は、

開口部 685 に過剰な量の第 1 接合部材 71 が存在する場合に、その過剰な量の第 1 接合部材 71 を吸収するための逃がし容量として機能する。

[0085] 凹部 686 は、第 1 放熱部材 41 の表面の一部によって拡張容積室を区画するように配置されている。凹部 686 は、第 1 放熱部材 41 に隣接して位置づけられている。凹部 686 は、多数の樹脂層のうちの一部にのみ設けられている。図示の例では、凹部 686 は、最も第 1 放熱部材 41 に近い樹脂層にのみ設けられている。この結果、凹部 686 が提供する拡張容積室のひとつの面は、第 1 放熱部材 41 によって区画されている。凹部 686 は、金属層 82 に到達しないように設けられている。凹部 686 は、第 1 接合部材 71 と金属層 82 との間の電氣的な絶縁状態を良好な状態に維持できるように形成されている。凹部 686 は、金属層 82 から所定の電気絶縁距離を提供するように設けられている。

[0086] 配線部材 680 は、厚さ T F 1 を有する。厚さ T F 1 は、配線部材 80 が半導体素子 30 の表面と第 1 放熱部材 41 とに接触する厚さである。厚さ T F 1 は、第 1 接合部材 71 の厚さを規定する厚さであって、第 1 接合部材 71 の厚さに等しい。

[0087] 半導体モジュール 10 の製造方法は、第 1 放熱部材 41 と半導体素子 30 とを第 1 接合部材 71 によって接合する第 1 接合工程を有する。製造方法は、第 1 接合工程の前に、配置工程を有する。配置工程において、第 1 放熱部材 41 と、配線部材 680 と、半導体素子 30 とが積層的に配置される。このとき、開口部 685 に接合前（溶融と再硬化の前）の第 1 接合部材 71 が配置される。配置工程における第 1 接合部材 71 は、厚さ T F 1 と等しいか、厚さ T F 1 より厚い厚さを有している。

[0088] 配置工程の後に、第 1 接合工程が実施される。第 1 接合工程において、第 1 接合部材 71 が溶融し、流動する。第 1 接合工程において、第 1 接合部材 71 は、第 1 放熱部材 41 と半導体素子 30 とを接合し、再び硬化する。第 1 接合工程において、第 1 接合部材 71 が溶融し、再び硬化する過程において、第 1 接合部材 71 の厚さが変化する。多くの場合、第 1 接合部材 71 の

厚さは、接合工程の前から、接合工程の後へ減少する。さらに、第1接合工程において、第1放熱部材41と半導体素子30とを接近させる方向へ圧力が加えられる場合がある。この圧力も、第1接合部材71の厚さを減少させる。

[0089] 第1接合工程において、配線部材680は、第1放熱部材41と半導体素子30とに接触する。同時に、開口部685は、第1接合部材71の流動を抑制する。第1接合部材71が溶融し、再び硬化する過程において、第1接合部材71が過剰に存在すると、第1放熱部材41と半導体素子30との間の距離が安定しない場合がある。このとき、第1接合部材71の過剰部分は、凹部686に向けて押し出される。第1接合部材71の過剰部分は、押し出されることなく、凹部686に流れ込む場合もある。第1接合部材71の過剰部分は、再び硬化することによって、過剰部分675として凹部686の中に留まる。この結果、過剰部分675が、凹部686の中に保持される。凹部686は、第1接合部材71のための逃げ容量を提供しているともいえる。

[0090] このとき、凹部686は、第1放熱部材41に隣接している。このため、過剰部分675は、第1放熱部材41に接触し、広い接合断面積の提供に貢献する。広い接合断面積の提供は、第1接合部材71における伝熱性を高め、電流密度の抑制を可能とする。

[0091] さらに、接合工程において第1接合部材71の中に気体成分が混入している場合、または、第1接合部材71が溶融する際に気体成分を生成する場合がある。凹部686は、これらの気体成分が流入する場合がある。気体成分は、再び硬化した第1接合部材71の内部にボイドを生成するおそれがある。凹部686に気体成分が流入することで、第1接合部材71におけるボイドの生成が抑制される場合がある。凹部686は、接合工程において、気体成分の逃げ容量を提供しているともいえる。

[0092] この実施形態では、凹部686が提供する容積は、開口部685が提供する第1接合部材71のための標準容積に対して、追加的な容積として提供さ

れる。この結果、第1接合部材71が、標準容積からあふれようとする場合、第1接合部材71は、凹部686が提供する追加的な容積に流入する。第1接合部材71が再び硬化した後においても、凹部686が提供する追加的な容積に第1接合部材71が残留する場合がある。この結果、開口部685が提供する標準的な容積には、適切な容積の第1接合部材71が残る。開口部685に残留した第1接合部材71は、半導体素子30と第1放熱部材41との間に適切な接合状態を提供する。例えば、凹部686は、半導体素子30と第1放熱部材41との傾き、不安定な接合、第1接合部材71の意図されない漏れ出しが抑制される。

[0093] この実施形態では、配線部材680の全体が厚さTF1を有している。これに代えて、配線部材680は、半導体素子30と第1放熱部材41との間に位置する部分にだけ、厚さTF1を備えるように構成されてもよい。例えば、配線部材680は、半導体素子30と信号端子61との間を橋渡しするように配置された部分では、厚さTF1より薄い厚さを有するように構成されてもよい。このような構成は、半導体素子30と信号端子61との間を橋渡しするように配置された部分に求められる柔軟性を提供する。

[0094] 第7実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材80の金属層82は、信号パッド35と信号端子61とを接続するだけである。これに代えて、この実施形態では、配線部材780は、第1接合部材71に接合された金属層787を備える。ひとつの観点では、この実施形態は、接合部材の厚さを安定的に所定値に調整することができる半導体モジュール10を提供する。別の観点では、この実施形態は、配線部材780の位置を安定的に設定することができる半導体モジュール10を提供する。

[0095] 図10において、配線部材80は、配線部材780によって提供されている。配線部材780は、信号パッド35と信号端子61との間にわたって配置されている。配線部材780は、X方向において、信号パッド35と重複

するように配置されている。さらに、配線部材 780 は、X 方向において、電力パッド 33 と重複するように配置されている。配線部材 780 は、信号パッド 35 と電力パッド 33 との両方と重複するように延在している。言い換えると、配線部材 780 は、第 1 接合部材 71 が配置されている領域にまで延びだしている。

[0096] 配線部材 780 は、第 1 接合部材 71 に沿って配置された外縁部 784 を有する。外縁部 784 は、第 1 接合部材 71 が設置されるべき範囲を囲んでいる。外縁部 784 は、第 1 接合部材 71 の範囲に対応して樹脂層 81、83 に開口部 785 を区画している。配線部材 780 は、開口部 785 に露出する金属層 787 を備える。開口部 785 は、金属層 787 を樹脂層 81、82 から露出させるための切欠部とも呼ばれる。金属層 787 は、金属層 82 と同じ材料によって形成されている。電力経路を提供する金属層 787 は、信号経路を提供する金属層 82 から電氣的に絶縁されている。金属層 787 は、Y-Z 平面における、少なくとも第 1 接合部材 71 の領域にわたって配線部材 780 から露出している。

[0097] 金属層 787 は、第 1 接合部材 71 の中に配置され、接合されている。この結果、金属層 787 は、第 1 接合部材 71 を、第 1 層 71c と、第 2 層 71d とに仕切る。第 1 層 71c は、半導体素子 30 の電力パッド 33 と金属層 787 とを接合している。第 2 層 71d は、金属層 787 と第 1 放熱部材 41 とを接合している。言い換えると、金属層 787 は、第 1 接合部材 71 の中に埋め込まれている。なお、金属層 787、または、開口部 785 は、第 1 層 71c と第 2 層 71d とを連続的な接合部材として形成するための連通開口を有していてもよい。例えば、開口部 785 は、樹脂層 81、83 と金属層 787 との間に連通開口を形成することができる。代替的に、または、追加的に、金属層 787 は、金属層 787 の両面を連通する連通開口としての切り欠き、または、穴を備えることができる。

[0098] 金属層 787 は、第 1 接合部材 71 の中に埋設されるように位置づけられる。この結果、配線部材 780 の位置が第 1 接合部材 71 によって安定化さ

れる。さらに、配線部材 780 は、樹脂部材 20 を成形する成形工程において、樹脂の流動、樹脂の圧力を受ける。しかし、金属層 787 が第 1 接合部材 71 の中に埋設された配線部材 780 は、成形工程においても変形しにくく、所定の形状を維持する。例えば、配線部材 780 は、樹脂の圧力を受けても、反り変形を生じにくい。

[0099] 金属層 787 と第 1 放熱部材 41 との間には、第 1 層 71c の厚さを調節するための厚さ調節部材 776 が配置されている。厚さ調節部材 776 は、ニッケルボール（Ni ボール）、ボンディングパッド、または、ワイヤボンディングなどによって提供することができる。厚さ調節部材 776 は、第 1 層 71c とともに第 1 接合部材 71 として機能する導電性の部材、または、導電性の金属部材によって提供される。厚さ調節部材 776 は、金属層 787 と半導体素子 30 との間にも配置されている。厚さ調節部材 776 は、第 1 層 71c および第 2 層 71d の厚さを所定の厚さに調節するために貢献する。この結果、第 1 層 71c および第 2 層 71d の厚さが過剰に大きくなること、すなわち第 1 接合部材 71 の厚さが過剰に大きくなることを抑制する。この結果、例えば、熱的な抵抗の変動、および／または、電気的な抵抗の変動が抑制される。また、第 1 層 71c および第 2 層 71d の厚さの安定化は、半導体素子 30 の上における電力パッド 33 におけるアルミニウム－シリコン電極（Al－Si 電極）の信頼性を向上する。また、熱的な繰り返しサイクルが印加された場合の金属層 787 の変形方向と、樹脂部材 20 の変形方向とが同一方向となり、アルミニウム－シリコン電極の信頼性が向上する場合がある。

[0100] 第 8 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 80 は、連続した面を提供する板状である。板状の配線部材 80 は、ひとつの観点では、樹脂部材 20 の成形工程において、樹脂の流動を妨げるなど樹脂の流れに影響を及ぼすことがある。また、板状の配線部材 80 は、別の観点では、樹脂の流れによって変形するなど樹

脂の流れから力を受けることがある。これに代えて、この実施形態では、配線部材 880 は、成形工程において、樹脂部材 20 の流動を許容する連通部 88 を有している。この結果、樹脂部材 20 は、連通部 88 を通して板状の配線部材 880 を貫通しており、連続している樹脂材料として存在している。ひとつの観点では、この実施形態は、成形工程における樹脂の流れを改善することができる半導体モジュール 10 を提供する。別の観点では、この実施形態は、成形工程において配線部材 880 に作用する力を抑制することができる半導体モジュール 10 を提供する。

[0101] 図 11 において、配線部材 80 は、配線部材 880 によって提供されている。配線部材 880 は、この明細書に記載された実施形態のひとつに利用することができる。配線部材 880 は、配線部材 880 の両面を連通する連通部 88 を備える。樹脂部材 20 は、連通部 88 を貫通している。連通部 88 は、金属層 82 に隣接して位置する穴によって形成されている。穴は、樹脂層 81、83 を表裏方向に貫通している。配線部材 880 は、ひとつまたは複数の連通部 88 を有する。配線部材 880 は、複数の金属層 82 の間に位置づけられた穴 888a を有する場合がある。配線部材 880 は、金属層 82 と配線部材 880 の外縁との間に位置づけられた穴 888b を有する場合がある。

[0102] 連通部 88 は、成形工程において、連通部 88 を通って樹脂部材 20 が流動することを可能とする。樹脂部材 20 は、配線部材 880 があっても、配線部材 880 の表から裏へ、裏から表へ流動することができる。この結果、樹脂部材 20 の成形品質が向上する。また、樹脂部材 20 の流れから配線部材 880 に作用する力が抑制される。この結果、配線部材 880 の位置のずれ、または、配線部材 880 の変形が抑制される。また、第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b における接合破壊を含む接合不良の発生が抑制される。

[0103] 第 9 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。こ

の実施形態は、連通部 88 の一例を示している。

- [0104] 図 12 において、配線部材 80 は、配線部材 980 によって提供されている。配線部材 980 は、連通部 88 を備える。連通部 88 は、配線部材 980 に設けられた単一の穴 988 によって提供されている。この実施形態では、複数の金属層 82 は、穴 988 を迂回するように配置されている。この実施形態によると、配線部材 980 の所定の位置に、比較的大きい面積をもつ穴 988 を設けることができる。この結果、成形工程において、樹脂部材 20 の流動が必要な位置において、樹脂部材 20 を比較的大量に流動させることができる。なお、穴 988 の位置は、必要な樹脂材料の流れが得られるように設定される。例えば、穴 988 の位置は、成形工程において樹脂部材 20 を型内に注入するためのゲート位置を考慮して設定される。加えて、この実施形態でも、先行する実施形態と同様の作用効果が得られる。

[0105] 第 10 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。この実施形態は、連通部 88 の一例を示している。

- [0106] 図 13 において、配線部材 80 は、配線部材 A80 によって提供されている。配線部材 A80 は、連通部 88 を備える。連通部 88 は、配線部材 A80 に設けられた切欠部 A88 によって提供されている。切欠部 A88 は、配線部材 A80 の外縁から連続しているオメガ型の切り欠きとして形成されている。切欠部 A88 は、外縁に向けて開口している。切欠部 A88 は、破線で示されるように、配線部材 A80 を複数の部分部材に分割してもよい。複数の部分部材の間には、成形工程において樹脂の流通を許容する連通部 88 が形成される。この実施形態でも、先行する実施形態と同様の作用効果が得られる。

[0107] 第 11 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 80 の厚さは、第 1 接合部材 71 の厚さ以下である。これに代えて、この実施形態では、配線部材 B80 の厚さは、第 1

接合部材 7 1 の厚さを上回る。さらに、配線部材 B 8 0 の厚さは、第 1 放熱部材 4 1 と第 2 放熱部材 4 2 との間の距離以下である。先行する実施形態では、接合工程において、複数の部材の距離を適切に維持するために、治具が使用される場合がある。また、接合工程において、接合部材 7 0 の洩れ、飛び散りなどによって、意図しない位置に接合部材 7 0 が付着する場合がある。この実施形態では、配線部材 B 8 0 は、第 1 放熱部材 4 1 と第 2 放熱部材 4 2 との両方に接している。さらに、配線部材 B 8 0 は、第 1 接合部材 7 1 および第 2 接合部材 7 2 の位置、および、形状を区画するための開口部 B 8 5 を備える。ひとつの観点では、この実施形態は、第 1 接合部材 7 1 および第 2 接合部材 7 2 の形状を正確に管理することができる半導体モジュール 1 0 を提供する。他の観点では、この実施形態は、第 1 放熱部材 4 1 および第 2 放熱部材 4 2 の間隔を正確に管理することができる半導体モジュール 1 0 を提供する。

[0108] 図 1 4 において、半導体モジュール 1 0 は、第 1 放熱部材 4 1 と第 2 放熱部材 4 2 とを有する。配線部材 8 0 は、配線部材 D 8 0 によって提供されている。配線部材 B 8 0 は、厚さ T F 2 を有する。厚さ T F 2 は、配線部材 B 8 0 と第 1 放熱部材 4 1 とを接触させ、かつ、配線部材 B 8 0 と第 2 放熱部材 4 2 とを接触させる厚さである。第 1 放熱部材 4 1 と第 2 放熱部材 4 2 との間の隙間は、配線部材 B 8 0 の厚さ T F 2 によって規定されている。

[0109] 配線部材 B 8 0 は、外縁部 B 8 4 を有する。配線部材 B 8 0 は、開口部 B 8 5 を有する。外縁部 B 8 4 は、開口部 B 8 5 を囲むように延在している。開口部 B 8 5 は、階段状の内壁面を有している。内壁面は、Y 方向または Z 方向に面する側面と、X 方向に面する平面とを交互に繰り返す段付き面である。内壁面は、開口部 B 8 5 の内部に、第 1 放熱部材 4 1 と、第 1 接合部材 7 1 と、半導体素子 3 0 と、第 2 接合部材 7 2 と、第 2 放熱部材 4 2 とを、この順序で、積層的に位置づけることを可能とする。

[0110] 開口部 B 8 5 の内壁面は、第 1 放熱部材 4 1 側では、少なくとも第 1 放熱部材 4 1 の側面に接触している。具体的には、開口部 B 8 5 の内壁面は、第

1 放熱部材 4 1 側では、少なくとも内部金属板 4 5 の側面に接触している。これにより、配線部材 B 8 0 は、第 1 放熱部材 4 1 を Y 方向、および、Z 方向に関して位置決めしている。開口部 B 8 5 の内壁面は、第 1 放熱部材 4 1 の内部金属板 4 5 の表面（図中の下面）の外縁部分に接触している。これにより、配線部材 B 8 0 は、第 1 放熱部材 4 1 を X 方向に関して位置決めしている。

[0111] 開口部 B 8 5 の内壁面は、第 2 放熱部材 4 2 側では、少なくとも第 2 放熱部材 4 2 の側面に接触している。具体的には、開口部 B 8 5 の内壁面は、第 2 放熱部材 4 2 側では、少なくとも内部金属板 4 8 の側面に接触している。これにより、配線部材 B 8 0 は、第 2 放熱部材 4 2 を Y 方向、および、Z 方向に関して位置決めしている。開口部 B 8 5 の内壁面は、第 2 放熱部材 4 2 の内部金属板 4 8 の表面（図中の上面）の外縁部分に接触している。これにより、配線部材 B 8 0 は、第 2 放熱部材 4 2 を X 方向に関して位置決めしている。

[0112] 開口部 B 8 5 の内壁面は、ほぼ中央部において、半導体素子 3 0 の側面に接触している。これにより、配線部材 B 8 0 は、半導体素子 3 0 を Y 方向、および、Z 方向に関して位置決めしている。開口部 B 8 5 の内壁面は、ほぼ中央部において、半導体素子 3 0 の表面（図中の上面）の外縁部分に接触している。これにより、配線部材 B 8 0 は、半導体素子 3 0 を X 方向に関して位置決めしている。

[0113] 開口部 B 8 5 の内壁面は、第 1 接合部材 7 1 が配置される位置において、少なくとも第 1 接合部材 7 1 の側面に接触している。この接触は、成形工程において内壁面が第 1 接合部材 7 1 の流動を阻止することによって実現される。同時に、内壁面は、第 1 接合部材 7 1 の形状を規定している。配線部材 B 8 0 は、第 1 接合部材 7 1 を Y 方向、および、Z 方向に関して位置決めしている。開口部 B 8 5 の内壁面は、第 2 接合部材 7 2 が配置される位置において、少なくとも第 2 接合部材 7 2 の側面に接触している。この接触は、成形工程において内壁面が第 2 接合部材 7 2 の流動を阻止することによって実

現される。同時に、内壁面は、第2接合部材72の形状を規定している。配線部材B80は、第2接合部材72をY方向、および、Z方向に関して位置決めしている。

[0114] 第1接合部材71が配置された部分における内壁面は、第1接合部材71の大きさを規定する大きさをもつ容積室を区画している。第2接合部材72が配置された部分における内壁面は、第2接合部材72の大きさを規定する大きさをもつ容積室を区画している。接合工程における、接合部材70が溶融され、再び硬化される過程において、開口部B85の内壁面は、第1接合部材71の漏れ出し、飛散を抑制する。また、開口部B85の内壁面は、第1接合部材71の溶融過程、および、硬化過程において、第1接合部材71の大きさ、形状を規定する。接合工程における、接合部材70が溶融され、再び硬化される過程において、開口部B85の内壁面は、第2接合部材72の漏れ出し、飛散を抑制する。また、開口部B85の内壁面は、第2接合部材72の溶融過程、および、硬化過程において、第2接合部材72の大きさ、形状を規定する。

[0115] この実施形態によると、第1放熱部材41と第2放熱部材42との間の隙間が配線部材B80によって規定される。この結果、追加的な治具の使用を抑制し、配線部材B80を有効に利用して半導体モジュール10の形状を規定することができる。なお、この実施形態は、治具の使用をゼロに排除するものではない。また、この実施形態は、第6実施形態において説明された凹部686と併用されてもよい。この実施形態でも、配線部材B80は、第1放熱部材41と第2放熱部材42との間に位置する部分にだけ、厚さTF2を備えるように構成されてもよい。例えば、配線部材680は、半導体素子30と信号端子61との間を橋渡しするように配置された部分では、厚さTF2より薄い厚さを有するように構成されてもよい。このような構成は、半導体素子30と信号端子61との間を橋渡しするように配置された部分に求められる柔軟性を提供する。

[0116] 第12実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 80 は、半導体素子 30 の周辺に到達するに留まっている。半導体モジュール 10 が大電流を扱うデバイスとして利用される場合、正極側の電流を流す部材と負極側の電流を流す部材とを接近して配置することが、インダクタンス成分の抑制に貢献する。しかし、正極側の電流を流す部材と負極側の電流を流す部材とを接近させると、部材間における電氣的な絶縁が損なわれる場合がある。この実施形態では、配線部材 C 80 は、一对の電力端子 51 の間に絶縁部材として配置されている。ひとつの観点では、この実施形態は、電氣的な絶縁性が改善された半導体モジュール 10 を提供する。別の観点では、この実施形態は、インダクタンス成分が抑制された半導体モジュール 10 を提供する。

[0117] 図 15 において、半導体モジュール 10 の一对の電力端子 51 の近傍が図示されている。一对の電力端子 51 のそれぞれは、第 1 放熱部材 41 と第 2 放熱部材 42 とのそれぞれに電氣的に接続されている。一方の電力端子 51 a は、接合部材 C 77 によって内部金属板 45 と接合されている。他方の電力端子 51 b は、接合部材 C 78 によって内部金属板 48 と接合されている。電力端子 51 a と接合部材 C 77 と内部金属板 45 とによって一方の電力経路が提供されている。電力端子 51 b と接合部材 C 78 と内部金属板 48 とによって他方の電力経路が提供されている。例えば、電力端子 51 a は、正極線 52 に接続され、電力端子 51 b は、負極線 54 に接続されている。電力端子 51 a、51 b と、正極、負極との関係は逆でもよい。

[0118] この実施形態では、配線部材 80 は、配線部材 C 80 によって提供されている。配線部材 C 80 は、半導体素子 30 の信号パッド 35 と信号端子 61 とを接続している。さらに、配線部材 C 80 は、一对の電力端子 51 a、51 b の間にも到達している。配線部材 C 80 の一部は、一对の電力端子 51 a、51 b の間に配置されている。配線部材 C 80 は、一对の電力端子 51 a、51 b を配線部材 C 80 の両面に重複するように積層的に位置づけている。一对の電力端子 51 a、51 b の間には、配線部材 C 80 の樹脂層 C 8

9が配置されている。樹脂層C89は、信号パッド35と信号端子61との間を橋渡しするように配置された配線部材C80の主要部分から延び出す延長部分として形成されている。樹脂層C89は、金属層82を含む主要部分から舌状に延び出している。電力端子51a、51bは、樹脂部材20内に埋設されている埋設部分と、樹脂部材20から露出している露出部分とを有している。樹脂層C89は、電力端子51a、51bの埋設部分の全域にわたって、電力端子51aと電力端子51bとの間に配置されている。樹脂層C89は、電力端子51a、51bの露出部分にまでわずかに延びだしている。

[0119] 埋設部分においては、電力端子51aと電力端子51bとの間の電氣的な絶縁は、樹脂層C89によって提供されている。埋設部分においては、電力端子51aと電力端子51bとの間に樹脂部材20が侵入することはない。さらに、露出部分においても、電力端子51aと電力端子51bとの間に樹脂部材20が侵入することはない。この状態を提供するために、樹脂層C89は、電力端子51a、51bの間において、樹脂部材22から露出するように位置づけられている。成形工程において流動し、硬化することによって成形される樹脂部材20は、樹脂層C89に比べて厚さ、密度、異物の混入量など電氣的な絶縁性に関して不安定な要素を多く含んでいる。この実施形態では、一对の電力端子51a、51bの間の電氣的な絶縁性がもっぱら配線部材C80の樹脂層C89によって提供される。この結果、一对の電力端子51a、51bが接近して配置されても、安定的に電氣的な絶縁が提供される。

[0120] 電力端子51aと電力端子51bとは、互いの電気磁氣的な作用を相互に及ぼすほどに接近して配置されている。電力端子51aと電力端子51bとは樹脂層C89を積層的に配置されている。電力端子51aと電力端子51bとは樹脂層C89だけの厚さだけ離れて互いに近接して配置されている。電力端子51aと電力端子51bとは逆方向に電流が流れるから、相互の電気磁氣的な作用は、インダクタンス成分を抑制するように作用する。インダ

クタンス成分は、半導体モジュール10の高速なスイッチングにおいてサージを生じる。このため、半導体モジュール10は、スイッチング速度を抑制して使用する必要がある。インダクタンス成分の抑制は、サージを抑制し、高速なスイッチングを可能とする。この結果、この実施形態は、高周波駆動が可能な半導体モジュール10を提供する。

[0121] この実施形態の構成は、単一の半導体素子30を有する半導体モジュール10に採用することができる。また、この実施形態の構成は、複数の半導体素子30を有し、ひとつのスイッチングアームを収容する半導体モジュール10にも採用することができる。この場合、半導体モジュール10内における複数の半導体素子30は、多様な通電経路を提供するように配置することができる。例えば、複数の半導体素子30は、半導体モジュール10内をN字状に電流が流れる配置、または、半導体モジュール10内をU字状に電流が流れる配置などを採用することができる。

[0122] 図16は、ひとつのスイッチングアームを提供する半導体モジュール10を示す分解斜視図である。図示の例は、半導体モジュール10内をN字状に電流が流れる配置である。半導体モジュール10は、樹脂部材20の中に、4つの放熱部材C40a、C40b、C40c、C40dを備える。これらの放熱部材は、第1から第4の名称を付される場合がある。半導体モジュール10は、電力端子51として、正極側の電力端子51a、負極側の電力端子51b、および、交流端子としての電力端子51cを備える。これらの電力端子は、第1から第3の名称を付される場合がある。半導体モジュール10は、2つの半導体素子30a、30bを備える。さらに、半導体モジュール10は、半導体素子30aのための配線部材C80dと、半導体素子30bのための配線部材C80eとを備える。配線部材C80dと配線部材C80eとは、連続する樹脂材料によって一体的に形成されていてもよい。図中には、ひとつの信号端子61が例示されている。

[0123] 放熱部材C40aと放熱部材C40bとは、半導体素子30aを介して接合されている。放熱部材C40cと放熱部材C40dとは、半導体素子30

bを介して接合されている。これらの接合は、接合部材70によって提供されている。放熱部材C40bと放熱部材C40cとは、積層方向（X方向）に関して重複して位置づけられた重複部分を有している。重複部分は、放熱部材C40b、C40cの一部から突出する突出部分によって提供されている。重複部分において、放熱部材C40bと放熱部材C40cとは、接合部材70によって接合されている。放熱部材C40aと電力端子51aとは、接合部材C77によって接合されている。放熱部材C40cと電力端子51bとは、接合部材C78によって接合されている。

[0124] 半導体素子30aのための配線部材C80は、舌状の樹脂層C89を有している。樹脂層C89は、電力端子51aと電力端子51bとの間に介在されている。樹脂層C89と電力端子51aとは、対向面C89aにおいて対向している。樹脂層C89と電力端子51aとは、対向面C89aにおいて密着している。樹脂層C89と電力端子51bとは、対向面C89bにおいて対向している。樹脂層C89と電力端子51bとは、対向面C89bにおいて密着している。樹脂層C89と電力端子51a、51bとの間の密着は、成形工程において、樹脂部材20の侵入を阻止する。樹脂層C89と電力端子51a、51bとの間の密着は、半導体モジュール10としての完成後においても、異物の侵入を阻止する。

[0125] 図中には、例えば、電力端子51aから電力端子51bへ電流が流れる場合の電流経路が太い破線矢印によって図示されている。電力端子51aと、電力端子51bとは、樹脂層C89によって電氣的に絶縁されている。電力端子51aに流れる電流と、電力端子51bに流れる電流とは、樹脂層C89によって近接して配置されるから、相互の電気磁氣的な作用によってインダクタンス成分が抑制される。放熱部材C40aと放熱部材C40dとは、積層方向（X方向）に関して重複して位置づけられた重複部分を有している。重複部分は、放熱部材C40a、C40dの一部から突出する突出部分によって提供されている。重複部分において、樹脂層C89は、放熱部材C40aと放熱部材C40dとの間に配置されている。この結果、樹脂層C89

は、重複部分における放熱部材C 4 0 aと放熱部材C 4 0 dとの電氣的な絶縁を向上させている。

[0126] この実施形態によると、一对の電力端子5 1におけるインダクタンス成分が抑制される。この結果、この実施形態は、高周波駆動が可能な半導体モジュール1 0を提供する。

[0127] 第1 3実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、半導体素子3 0と第1放熱部材4 1とは、接合部材7 0だけによって接合されている。この場合、接合部材7 0の厚さが小さいと、成形工程における樹脂部材2 0の流動が阻害される場合がある。また、接合部材7 0の厚さは、半導体素子3 0の傾きを許容することがあり、電氣的な絶縁性が損なわれる場合がある。この実施形態では、半導体素子3 0と第1放熱部材4 1との間には、接合部材7 0に加えて、所定の厚さを有するスペーサ部材D 7 7が配置されている。ひとつの観点では、この実施形態は、樹脂部材2 0によって適切に成形された半導体モジュール1 0を提供する。別の観点では、この実施形態は、接合部材7 0の厚さを抑制し、半導体素子3 0の傾きが抑制された半導体モジュール1 0を提供する。

[0128] 図1 7において、半導体モジュール1 0は、半導体素子3 0と第1放熱部材4 1との間に、接合部材7 0とスペーサ部材D 7 7とを有する。スペーサ部材D 7 7は、高い導電性を有し、かつ、高い熱伝導性を有する材料によって提供されている。この実施形態では、スペーサ部材D 7 7は、銅製、または、アルミニウム製の金属板によって提供されている。スペーサ部材D 7 7は、半導体素子3 0と第1放熱部材4 1との間の第1接合部材7 1の中に設けられている。スペーサ部材D 7 7は、半導体素子3 0に対するターミナル部材とも呼ばれる場合がある。第1接合部材7 1は、半導体素子3 0の電力パッド3 3とスペーサ部材D 7 7との間に位置する第1層7 1 cと、スペーサ部材D 7 7と第1放熱部材4 1との間に位置する第2層7 1 dとを含む。スペーサ部材D 7 7は、第1接合部材7 1を、第1層7 1 cと第2層7 1 d

とに区画しているともいえる。なお、第1層71cと第2層71dとは、スペーサ部材D77の側面において連続していてもよい。

[0129] スペーサ部材D77は、半導体素子30と第1放熱部材41との間の距離を所定値以上に調節する。所定値は、成形工程における樹脂部材20の流動性を良好に維持する程度の間隙である。所定値以上の間隙が提供されることにより、樹脂部材20は、半導体素子30と第1放熱部材41との間の間隙にまで流入することができる。例えば、樹脂部材20は、配線部材80の第1接合部80aの近傍に流入することができる。この結果、樹脂部材20におけるボイドの生成が抑制され、樹脂部材20が適切に成形される。適切に成形された樹脂部材20は、複数の部品を所定の位置に安定的に支持、固定する。また、適切に成形された樹脂部材20は、求められる電氣的な絶縁性を提供する。

[0130] スペーサ部材D77は、半導体素子30と第1放熱部材41との間における接合部材70の厚さを抑制する。第1接合部材71の厚さが、第1層71cの厚さと、第2層71dの厚さとに抑制される。これにより、半導体素子30の傾き、第1放熱部材41の傾きが抑制される。

[0131] 第14実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材80は、樹脂層81、83と、金属層82とによって形成されている。配線部材80は、成形工程において変形する場合がある。配線部材80は、例えば、接合部80a、80bに残留応力が生じるような反り変形を生じることがある。また、柔軟な配線部材80は、成形工程における変形によって、意図しない電気絶縁性の悪化をきたす場合がある。この実施形態では、所定の形状を維持する程度の可塑変形を生じるように付加金属層E90を備える配線部材E80が使用されている。付加金属層E90は、可逆的な可塑性の変形によって変形可能な柔軟性を有しながら、所定の形状を維持することができる機械的な強度を配線部材E80に付与する。この実施形態は、配線部材80の意図しない変形が抑制された半導体モ

ジュール 10 を提供する。

[0132] 図 18 は、第 1 接合部 80 a における拡大された断面図を示す。配線部材 80 は、配線部材 E 80 によって提供されている。半導体素子 30 は、信号パッド 35 を有する。金属層 82 は、第 1 接合部 80 a において、信号パッド 35 と接合されている。図中には、金属層 82 と信号パッド 35 とを接合する接合手段 E 70 が三角形の記号によって図示されている。接合手段 E 70 は、金属層 82 の電氣的な接続のために利用可能な種々の接合手段を含む。接合手段 E 70 は、先行する実施形態に記載の接合部材 70 を含む。接合手段 E 70 は、レーザ溶接、電気溶接などの溶接接合を含む。

[0133] 配線部材 E 80 は、樹脂層 81、82 と、通電部材としての金属層 82 に加えて、さらに、付加金属層 E 90 を備える。付加金属層 E 90 は、配線部材 E 80 に対して付加的に設けられている。付加金属層 E 90 は、例えばステンレス製である。付加金属層 E 90 は、樹脂層 83 に接着されている。付加金属層 E 90 は、樹脂層 83 の表面にのみ位置しており、金属層 82 の露出部分には付加されていない。付加金属層 E 90 は、信号経路としての金属層 82 から電氣的に絶縁されている。付加金属層 E 90 を覆うように樹脂層が付加的に設けられていてもよい。

[0134] 付加金属層 E 90 は、可逆的に可塑性の変形が可能な剛性を有している。この結果、配線部材 E 80 は、信号端子 61 より柔軟に変形可能ではあるが、成形工程における樹脂部材 20 の圧力下において形状を維持できる程度の剛性を有している。配線部材 E 80 は、成形工程における変形を抑制する。この結果、第 1 接合部 80 a または第 2 接合部 80 b における反り変形が抑制される。反り変形の抑制は、第 1 接合部 80 a または第 2 接合部 80 b における接合を不安定化し、または、接合を破壊する可能性のある応力を抑制する。この結果、この実施形態は、高い信頼性を有する半導体モジュール 10 を提供する。

[0135] 配線部材 E 80 は、半導体素子 30 の表面から離れる方向へ湾曲するように変形させられている。図中には、比較例の配線部材 E 80 c が破線によっ

て図示されている。比較例の配線部材E80cは、平板状である。比較例の配線部材E80cは、半導体素子30の表面に接触して配置される。この場合、比較例の配線部材E80cは、絶縁破壊を生じる可能性がある。半導体素子30の表面から離れる方向へ湾曲した形状を提供する配線部材E80は、絶縁破壊の可能性を抑制することができる。例えば、配線部材E80の湾曲形状は、配線部材E80と半導体素子30の表面との間の隙間に樹脂部材20が流入することを可能とする。隙間に流入した樹脂部材20は、絶縁破壊の可能性を抑制する。

[0136] 第15実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材E80は、可塑変形を生じる付加金属層E90を備える。配線部材E80が使用される場合、配線部材E80の端面は半導体素子30の近傍に配置される。この場合、半導体素子30に流れる大電流の影響により、金属層82にノイズが生じるおそれがある。この実施形態は、付加金属層E90を電磁的なノイズに対するシールド層として利用する。

[0137] 図19において、配線部材80は、配線部材E80によって提供されている。付加金属層E90は、信号経路のための金属層82と重複するように配置されている。付加金属層E90は、配線部材E80の板状範囲の全域に渡って広がっている。配線部材E80は、付加金属層E90を電氣的に接地する接地部材F91を備える。接地部材F91の限定的ではない一例は、付加金属層E90を半導体素子30の基準電位に接地する。半導体素子30が基準電位の信号パッド35を備える場合、接地部材F91は、付加金属層E90を基準電位の信号パッド35に接地する。基準電位は、SW素子がIGBTである場合にはケルビンエミッタ電位（KE電位）であり、SW素子がMOSFETである場合にはケルビンソース電位（KS電位）によって与えられる。付加金属層E90は、金属層82に対する電磁的なシールド層として機能する。付加金属層E90は、配線部材E80に含まれる金属層82に関

連するノイズを抑制する。この結果、この実施形態によると、ノイズが抑制された半導体モジュール 10 が提供される。

[0138] 第 16 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、信号パッド 35 と金属層 82 との間、または、信号端子 61 と金属層 82 との間に接合部材 70 が配置された後に接合工程が実施される。この場合、接合部材 70 の容積を正確に管理することが困難であった。接合部材 70 の容積が適量に対して不足する場合、接合不良を生じる。接合部材 70 の容積が適量に対して過剰である場合、意図しない接合が生じる場合がある。また、配置された接合部材 70 が、接合工程の前に漏れる場合もある。この実施形態は、第 1 接合部 80 a、および／または、第 2 接合部 80 b における接合部材 70 の容積を確実に管理することを可能とする。

[0139] 図 20 において、配線部材 80 は、配線部材 G 80 によって提供されている。図は、配線部材 G 80 に関連する第 3 接合工程、および／または、第 4 接合工程を示す製造方法における中間状態を示している。中間製品 10 a は、製造方法において使用される治具 G 92 に設置され、保持されている。治具 G 92 は、接合部材 70 を溶融させる溶融炉内に位置づけることができるホルダ、または、中間製品 10 a を搬送する搬送器によって提供される。中間製品 10 a は、第 2 放熱部材 42 と、第 2 放熱部材 42 に第 2 接合部材 72 によって接合された半導体素子 30 とを備える。さらに、中間製品 10 a は、電力端子 51 と、信号端子 61 とを備える。電力端子 51 と信号端子 61 とは、治具 G 92 に保持されている。中間製品 10 a は、さらに、配線部材 G 80 を備える。配線部材 G 80 は、配線部材 G 80 と半導体素子 30 とに設けられたアライメントマークを用いて規定の位置に配置され、保持されている。アライメントマークは、半導体素子 30 の信号パッド 35 の近傍に設けることができる。

[0140] 配線部材 G 80 は、半導体素子 30 に面する第 1 表面 G 80 f と、第 1 表

面G80fとは反対側の第2表面G80gとを有している。配線部材G80は、第1接合部80aにおいて、第3接合部材G73を重力方向の上から供給可能な開口部G80hを有する。配線部材G80は、第2接合部80bにおいて、第4接合部材G74を重力方向の上から供給可能な開口部G80iを有する。

[0141] 図21は、この実施形態における配線部材G80を示す平面図である。配線部材G80は、第1接合部80aにおいて、開口部G80hと、開口部G80hに露出する金属層82とを有している。金属層82は、開口部G80hとの間に、連通部としての隙間G93を有する。上方から供給された第3接合部材G73の一部は、隙間G93を通過して、金属層82と信号パッド35とを接合する。金属層82は、開口部G80hに連通し、かつ、金属層82の両面に開口する連通部としての穴G94を有する。上方から供給された第3接合部材G73の一部は、穴G94を通過して、金属層82と信号パッド35とを接合する。図示されるように、隙間G93と穴G94とは、いずれか一方だけが設けられていてもよい。いずれの構成においても、開口部G80hにおいて金属層82の表裏を連通する連通部が提供されている。

[0142] 配線部材G80は、第2接合部80bにおいて、開口部G80iと、開口部G80iに露出する金属層82とを有している。金属層82は、開口部G80iとの間に、連通部としての隙間G93を有する。上方から供給された第4接合部材G74の一部は、隙間G93を通過して、金属層82と信号端子61とを接合する。金属層82は、開口部G80iに連通し、かつ、金属層82の両面に開口する連通部としての穴G94を有する。上方から供給された第4接合部材G74の一部は、穴G94を通過して、金属層82と信号端子61とを接合する。図示されるように、隙間G93と穴G94とは、いずれか一方だけが設けられていてもよい。いずれの構成においても、開口部G80iにおいて金属層82の表裏を連通する連通部が提供されている。

[0143] 図20に戻り、接合工程において、第3接合部材G73の重力方向の上からの供給は、溶融状態にある第4接合部材G74を滴下する製造方法によっ

て実施することができる。第3接合部材G 7 3は、滴下された後に、連通部を通して、金属層8 2と信号パッド3 5との間に流入し、それらを接合し、硬化する。接合工程において、第4接合部材G 7 4の重力方向の上からの供給は、溶融状態にある第4接合部材G 7 4を滴下する製造方法によって実施することができる。第4接合部材G 7 4は、滴下された後に、連通部を通して、金属層8 2と信号端子6 1との間に流入し、それらを接合し、硬化する。

[0144] 接合工程は、供給工程と、加熱工程とを含む場合がある。供給工程では、ペースト状、または、固形状の第3接合部材G 7 3が重力方向の上から開口部G 8 0 hに供給される。加熱工程では、第3接合部材G 7 3を溶融させる。これにより、第3接合部材G 7 3は、連通部を通して、金属層8 2と信号パッド3 5との間に流入し、それらを接合し、硬化する。供給工程では、ペースト状、または、固形状の第4接合部材G 7 4が重力方向の上から開口部G 8 0 iに供給される。加熱工程では、第4接合部材G 7 4を溶融させる。これにより、第4接合部材G 7 4は、連通部を通して、金属層8 2と信号端子6 1との間に流入し、それらを接合し、硬化する。

[0145] この実施形態によると、第3接合部材G 7 3または第4接合部材G 7 4は、重力方向の上から開口部G 8 0 hまたは開口部G 8 0 iに供給することができる。これにより、容積の管理が容易に実行可能となる。

[0146] 第1 7 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材8 0は、溶融後に硬化した接合部材7 0によって接合されている。これに代えて、この実施形態は、接合手段として接触型の溶接方法を採用する。

[0147] 図2 2において、配線部材8 0は、配線部材H 8 0によって提供されている。中間製品1 0 aは、製造方法において使用される治具H 9 2に設置され、保持されている。治具H 9 2は、配線部材H 8 0の金属層8 2を、信号パッド3 5および信号端子6 1に溶接するために適したホルダ、または、中間

製品 10a を搬送する搬送器によって提供される。金属層 82 の溶接は、溶接器具 H73、H74 によって実行される。溶接器具 H73、H74 は、物理的な接触を伴う溶接器具である。溶接が超音波溶接である場合、溶接器具 H73、H74 は、超音波発振器とホーンとによって提供される。超音波溶接は、金属層 82 と信号パッド 35 とを溶接する。超音波溶接は、金属層 82 と信号端子 61 とを溶接する。溶接が電気溶接である場合、溶接器具 H73、H74 は、溶接電極によって提供される。治具 H92 は、溶接電流を流す電流経路を提供する。電気溶接は、金属層 82 と信号パッド 35 とを溶接する。電気溶接は、金属層 82 と信号端子 61 とを溶接する。

[0148] 第 18 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 80 は、溶融後に硬化した接合部材 70 によって接合されている。これに代えて、この実施形態は、接合手段として非接触の溶接方法を採用する。

[0149] 図 23 において、配線部材 80 は、配線部材 180 によって提供されている。中間製品 10a は、製造方法において使用される治具 192 に設置され、保持されている。治具 192 は、配線部材 180 の金属層 82 を、信号パッド 35 および信号端子 61 に溶接するために適したホルダ、または、中間製品 10a を搬送する搬送器によって提供される。金属層 82 の溶接は、溶接器具 173、174 から供給される高エネルギーの供給によって実行される。溶接器具 173、174 は、物理的な接触を伴わない非接触の溶接器具である。溶接がレーザ溶接である場合、溶接器具 173、174 は、レーザ発振器とレーザガイドとによって提供される。レーザ溶接は、金属層 82 と信号パッド 35 とを溶接する。レーザ溶接は、金属層 82 と信号端子 61 とを溶接する。

[0150] 第 19 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、半導体素子 30 は、接合部材 70 だけで接合される場

合がある。接合部材 70 は、溶融後に硬化する材料である。このため、半導体素子 30 が傾斜状態で固定される場合がある。半導体素子 30 の傾斜は、電気絶縁性の低下、または、伝熱性の低下が懸念される。この実施形態は、放熱部材 40 に対する半導体素子 30 の傾きを抑制することにより、所期の電氣的な特性を備える半導体モジュール 10 を提供する。

[0151] 図 24 において、半導体素子 30 と放熱部材 40 との間の接合部材 70 の中には、半導体素子 30 の傾きを抑制する傾き抑制部材 J76 が配置されている。傾き抑制部材 J76 は、高い導電性と高い熱伝導性とを有する金属ボール等によって提供することができる。金属ボールは、銅製、ニッケル製などによって提供することができる。これら金属ボールは、接合部材 70 の溶融、硬化を妨げることがない。図示の例では、傾き抑制部材 J76 は、第 1 接合部材 71、第 2 接合部材 72、第 3 接合部材 73、第 4 接合部材 74 に設けられている。傾き抑制部材 J76 は、半導体素子 30 の傾きを抑制する観点では、第 1 接合部材 71、および／または、第 2 接合部材 72 に設けられることが好ましい。傾き抑制部材 J76 は、接合部材 70 の厚さを所定の範囲に調節するから、厚さ設定部材とも呼ぶことができる。

[0152] 傾き抑制部材 J76 の限定的ではない一例は、この実施形態において説明されている金属ボールによって提供される。傾き抑制部材 J76 の限定的ではない一例は、半導体素子 30 の外側に配置された配線部材 80 によって提供することができる。この場合、配線部材 80 は、半導体素子 30 を囲む縁状部分を備えることができる。傾き抑制部材 J76 の限定的ではない一例は、放熱部材 40 から半導体素子 30 に向けて部分的に突出する凸部によって提供することができる。この場合、放熱部材 40 は複数の凸部を備えることができる。傾き抑制部材 J76 は、例えば、放熱部材 40 から半導体素子 30 へ向けて突出するスタッドボンディングによって提供される。傾き抑制部材 J76 の限定的ではない一例は、放熱部材 40 のうち、半導体素子 30 の外周部分に対応して設けられた溝によって提供できる。傾き抑制部材 J76 の限定的ではない一例は、放熱部材 40 の半導体素子 30 に面する表面に

配置された絶縁膜によって提供できる。

[0153] 図9または図14に図示される配線部材80は、傾き抑制部材J76としても有効である。これらの例では、配線部材80は、半導体素子30を囲むように位置づけられることにより、接合部材70の厚さを規定する。よって、これらの例における配線部材80は、傾き抑制部材J76として作用する。

[0154] 第20実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。この実施形態は、傾き抑制部材の一例を示している。

[0155] 図25において、半導体素子30は、少なくとも一方の表面に傾き抑制部材K76を備える。傾き抑制部材K76は、放熱部材40に対する半導体素子30の傾きを抑制する。傾き抑制部材K76は、半導体素子30の少なくとも一方の表面に形成されたスタッドボンディングによって提供されている。スタッドボンディングは、半導体素子30の表面に導電性の凸部を提供する。スタッドボンディングは、スタッドバンプとも呼ばれる場合がある。スタッドボンディングは、金、銅、アルミニウムなどの金属製である。

[0156] 図示の例では、半導体素子30は、その両方の表面に複数の傾き抑制部材K76を備える。傾き抑制部材K76は、一方の表面では、第1接合部材71の中に位置するように形成されている。傾き抑制部材K76は、例えば、電力パッド33の範囲内に形成され、半導体素子30から第1放熱部材41へ向けて突出する複数のスタッドボンディングによって提供される。傾き抑制部材K76は、他方の表面では、第2接合部材72の中に位置するように形成されている。傾き抑制部材K76は、例えば、電力パッド34の範囲内に形成され、半導体素子30から第2放熱部材42へ向けて突出する複数のスタッドボンディングによって提供される。

[0157] 製造方法の接合工程において、半導体素子30の側面など電力パッド33、34以外の部分と、放熱部材40との過剰な接近は、意図しない絶縁状態の悪化、または、破壊を生じる場合がある。半導体素子30に接する接合部

材 7 0 の厚さが部分的に、または、全体的に、所定の最低厚さより小さくなる場合、上記過剰な接近が懸念される。

[0158] この実施形態によると、接合部材 7 0 が溶融状態にあるときに、傾き抑制部材 K 7 6 は、放熱部材 4 0 に対する半導体素子 3 0 の傾きを抑制する。別の観点では、傾き抑制部材 K 7 6 は、接合部材 7 0 の厚さを規定する厚さ規定部材とも呼ばれる。さらに、傾き抑制部材 K 7 6 は、接合部材 7 0 の中に位置づけられている。傾き抑制部材 K 7 6 は、溶融状態の接合部材 7 0 に対して馴染みやすく、接合部材 7 0 と接合しやすい金属製である。このため、傾き抑制部材 K 7 6 は、製造方法の接合工程において、半導体素子 3 0 の表面から接合部材 7 0 が流れ去ることを阻止する。言い換えると、傾き抑制部材 K 7 6 は、半導体素子 3 0 の表面の上、および／または、下に接合部材 7 0 を留めおくように作用する。この観点では、傾き抑制部材 K 7 6 は、接合部材 7 0 の流動を抑制する流動抑制部材とも呼ばれる。

[0159] 製造方法の接合工程において、接合部材 7 0 が溶融状態にあるときに、傾き抑制部材 K 7 6 は、半導体素子 3 0 に接する接合部材 7 0 の厚さが所定の最低厚さより小さくなることを抑制する。この結果、半導体素子 3 0 の傾きが抑制される。言い換えると、半導体素子 3 0 の側面など電力パッド 3 3、3 4 以外の部分が放熱部材 4 0 に過剰に接近する事態が抑制される。

[0160] 第 2 1 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 8 0 は、半導体素子 3 0 における信号パッド 3 5 と信号端子 6 1 とを電氣的に接続している。製造方法において、配線部材 8 0 を信号パッド 3 5 を基準に位置決めする場合がある。この場合、半導体素子 3 0、信号端子 6 1、および配線部材 8 0 などの位置ずれ、寸法誤差などに起因して、信号端子 6 1 と配線部材 8 0 とが意図した位置関係に位置づけられない場合がある。また、逆の場合も想定される。製造方法において、配線部材 8 0 を信号端子 6 1 を基準に位置決めする場合がある。この場合、半導体素子 3 0、信号端子 6 1、および配線部材 8 0 などの位置ずれ、寸

法誤差などに起因して、信号パッド35と配線部材80とが意図した位置関係に位置づけられない場合がある。特に、複数の信号パッド35が相対的に小さいパッドピッチによって配置されている場合、上記問題が顕著となる。

この実施形態は、第1接合部80aにおける開口部L80hを、第2接合部80bにおける開口部L80iより小さく形成している。この形状は、相対的に小さいパッドピッチを可能としながら、部品の位置ずれ、寸法誤差を許容することを可能とする。これにより、部品の位置ずれ、寸法誤差を含む誤差成分を許容しながら、配線部材80による電気的な接続の形成を可能とする半導体モジュール10が提供される。

[0161] 図26において、この実施形態は、図6の実施形態を基礎的な形態とする変形例である。配線部材80は、配線部材L80によって提供されている。配線部材L80は、信号パッド35a、35bと、金属層82とを接合するための開口部L80hを備える。配線部材L80は、信号端子61と、金属層82とを接合するための開口部L80iを備える。開口部L80h、L80iは、樹脂層81、83に設けられた窓部であって、金属層82の一部を露出させている。開口部L80h、L80iは、穴として提供されている。開口部L80h、L80iは、切欠部として提供されていてもよい。開口部L80hの面積 A_h は、開口部L80iの面積 A_i より小さい($A_h < A_i$)。面積 A_h と面積 A_i との差は、接合工程における複数の部品の誤差成分を許容して、第2接合部80bにおける接合を可能とする。ここで、開口部L80iの形状は、誤差成分に応じて設定されている。例えば、誤差成分がY方向の誤差成分を多く含む場合、開口部L80iの形状は、Y方向に長手方向をもつ形状に設定される。また、例えば、誤差成分がZ方向の誤差成分を多く含む場合、開口部L80iの形状は、Z方向に長手方向をもつ形状に設定される。なお、誤差成分として、配置工程における部品の位置ずれ、および／または、準備工程における部品の寸法誤差を想定することができる。

[0162] 製造方法の配置工程は、第1接合部80aを複数の信号パッド35a、35bに一致させるように実行される。すなわち、配線部材L80の開口部L

80hが信号パッド35a、35bに正確に位置決めされるように配置工程が実行される。この結果、配置工程の後に接合工程が実行されると、パッドピッチが小さい場合であっても、複数の信号パッド35a、35bと、複数の金属層82とを接合することができる。さらに、配置工程においては、第2接合部80bが、複数の信号端子61の近傍に配置される。このとき、相対的に面積が大きい開口部L80iをもつ第2接合部80bは、誤差成分があっても、複数の信号端子61に一致するように配置される。このとき、面積が大きい開口部L80iは、誤差成分を許容して、複数の信号端子61と複数の金属層82とを互いに接合可能な位置関係に位置づける。例えば、開口部L80iの範囲内に、単一の信号端子61が位置づけられる。これにより、配置工程の後に接合工程が実行されると、誤差成分があっても、その誤差成分を許容して、複数の信号端子61のそれぞれと、複数の金属層82のそれぞれとの間における複数の接合部分が形成される。

[0163] この実施形態によると、誤差成分があっても、配線部材L80によって、複数の信号パッド35a、35bと複数の信号端子61との間における複数の電気的な接続を提供することができる。特に、この実施形態は、複数の信号パッド35a、35bが小さいパッドピッチを有する場合であっても、複数の信号パッド35a、35bにおける接合を高い位置的な精度をもって実行することができる。この構成は、例えば、小さいパッドピッチによって半導体素子30の素子としての活性領域を相対的に大きくする場合に有効である。

[0164] 第22実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材80は、電気的な接続のための金属層82を備える。配線部材80は、配置工程、接合工程、および、成形工程のそれぞれにおいて柔軟に変形する場合がある。その一方で、配線部材80が過度に変形する場合、意図しない電気的な絶縁性の低下を生じる場合がある。別の観点では、配線部材80の変形量が意図した変形量を下回る場合も、望まし

い電気的な特性が得られない事態が懸念される。この実施形態は、配線部材 80 に適度な剛性を付与する。これにより、配線部材 80 の過度の変形が抑制される。別の観点では、この実施形態は、配線部材 80 の部位ごとに異なる剛性を付与する。これにより、配線部材 80 のひとつの部位では望ましい変形を生じさせ、他の部位では変形を抑制することを可能とする。

[0165] 図 27 において、配線部材 80 は、配線部材 M80 によって提供されている。配線部材 M80 は、電気的な接続のための金属層 82 を備える。さらに、配線部材 M80 は、金属層 82 の片側、金属層 82 の両側、または、複数の金属層 82 の間に、付加金属層 M95、M96 を備える。付加金属層 M95、M96 は、それらを備えない配線部材 80 に比べて、配線部材 M80 の剛性を高める。

[0166] 配線部材 M80 は、配線部材 M80 の一部にのみ付加金属層を備え、残部に備えない場合がある。限定的ではない一例として、付加金属層 M95 が図示されている。付加金属層 M95 は、第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b だけに配置されている。この場合、付加金属層 M95 は、第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b における配線部材 M80 の剛性を、それ以外の部分における配線部材 M80 の剛性より高く調節する。第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b だけにおける配線部材 M80 の高い剛性は、第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b における、配置工程の位置決めの正確さを向上させる。また、第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b だけにおける配線部材 M80 の高い剛性は、接合工程の確実さを向上させる。結果的に、第 1 接合部 80a、および／または、第 2 接合部 80b だけにおける配線部材 M80 の高い剛性は、接合部分の信頼性を向上し、半導体モジュール 10 の信頼性を向上する。

[0167] 配線部材 M80 は、金属層 82 と平行に付加金属層を備える場合がある。限定的ではない一例として、付加金属層 M96 が図示されている。付加金属層 M96 は、配線部材 M80 の剛性を、第 1 接合部 80a と第 2 接合部 80

b との間の全域にわたって高く調節する。

[0168] この実施形態は、ひとつの観点では、望ましい剛性を備えた配線部材 M 8 0 を提供する。この実施形態は、別の観点では、部分的に剛性が異なる配線部材 M 8 0 を提供する。これらの構成は、配線部材 M 8 0 の変形を計画的に設定することを可能とする。この結果、この実施形態は、配線部材 M 8 0 に関連する信頼性が高い半導体モジュール 1 0 を提供する。

[0169] 第 2 3 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配線部材 8 0 は、互いに等間隔に配置された複数の金属層 8 2 を備える。配線部材 8 0 における複数の金属層 8 2 の形状は、信号経路におけるインダクタンス成分に影響を与える。この実施形態の配線部材 N 8 0 は、インダクタンス成分を抑制するように接近配置された信号線 N 8 2 g、N 8 2 s を備える。この実施形態は、スイッチング速度を高速化することが可能な半導体モジュール 1 0 を提供する。

[0170] 図 2 8 において、配線部材 8 0 は、配線部材 N 8 0 によって提供されている。配線部材 N 8 0 は複数の金属層 8 2 を備える。複数の金属層 8 2 は、駆動信号線 N 8 2 g を提供する金属層 8 2 と、基準電位信号線 N 8 2 s を提供する金属層 8 2 を備える。半導体素子 3 0 が MOSFET を提供する場合、駆動信号線 N 8 2 g は、ゲート線である。この場合、基準電位信号線 N 8 2 s は、ソース線である。半導体素子 3 0 が IGBT を提供する場合、駆動信号線 N 8 2 g は、ベース線である。この場合、基準電位信号線 N 8 2 s は、エミッタ線である。半導体素子 3 0 のスイッチング動作の高速化を図る場合、駆動信号線と基準電位信号線とを含むループ回路のインダクタンスが高速化を妨げる。特に、高速化が期待される SiC 製の半導体素子 3 0 の場合、信号経路におけるインダクタンスの抑制は重要な課題である。

[0171] 複数の金属層 8 2 は、第 1 接合部 8 0 a において、複数の信号パッドのパッドピッチ P p を提供するように配置されている。複数の金属層 8 2 は、第 2 接合部 8 0 b において、複数の信号端子 6 1 の端子ピッチ P i を提供する

ように配置されている。さらに、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとは、第1接合部8 0 aと第2接合部8 0 bとの間において、線間ピッチ P_n を形成するように配置されている。線間ピッチ P_n は、端子ピッチ P_i より小さい($P_i > P_n$)。線間ピッチ P_n は、パッドピッチ P_p より小さい($P_p > P_n$)。駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとの少なくとも一方は、他方へ接近するように推移して、線間ピッチ P_n を形成するように、Y-Z平面において迂回状に配置されている。この実施形態では、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとの両方が互いに接近するように迂回状に配置されている。駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとの両方は、2つの信号線の間位置する中間線CTLに対して互いに線対称となるように配置されている。迂回状の配置は、第1接合部8 0 aの近傍において斜めに延びる斜行部と、第1接合部8 0 aと第2接合部8 0 bとの間において直線状に延びる直線部と、第2接合部8 0 bの近傍において斜めに延びる斜行部とを含む形状によって提供されている。

[0172] この実施形態では、線間ピッチ P_n は、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとの相互インダクタンス M を大きくする。相互インダクタンス M は、線間ピッチが端子ピッチ P_i またはパッドピッチ P_p に等しい場合よりも大きくなる。これにより、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとが形成するループ回路のインダクタンス成分が減少する。

[0173] さらに、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとは、樹脂層8 1、8 3によって固定された金属層8 2によって提供されている。よって、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとの距離はワイヤボンディングに比べて変動しにくい。このため、信号線のインダクタンスが安定し、その結果、半導体素子3 0が提供するSW素子は、安定的に高速動作が可能となる。

[0174] 第2 4実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、駆動信号線N 8 2 gと基準電位信号線N 8 2 sとは、

相互インダクタンス M を大きくすることにより、ループ回路のインダクタンスを抑制するに留まる。この実施形態では、さらに、ループ回路のインダクタンスを減少させるように、駆動信号線 $N82g$ と基準電位信号線 $N82s$ とが、電氣的には並列接続されている複数の金属層の積層体によって提供されている。この実施形態でも、スイッチング速度を高速化することが可能な半導体モジュール10が提供される。

[0175] 図29において、配線部材80は、配線部材 $o80$ によって提供されている。駆動信号線 $o82g$ と、基準電位信号線 $o82s$ とは、電氣的に並列に接続された複数の金属層の積層体によって提供されている。駆動信号線 $N82g$ と基準電位信号線 $N82s$ とのそれぞれは、配線部材80の厚さ方向 X に関して積層的に配置された複数の金属層82を含む。複数の金属層82は、第1接合部80aおよび第2接合部80bにおいて並列に接続されている。図示は、限定的ではない一例として、3層の金属層82が図示されている。例えば、駆動信号線 $o82g$ は、金属層 $o82p$ 、金属層 $o82q$ 、および金属層 $o82r$ の積層体によって提供されている。複数の金属層 $o82p$ 、 $o82q$ 、 $o82r$ は、樹脂層81、83が提供する絶縁層によって距離 Gp だけ離れて積層されている。同様に、基準電位信号線 $o82s$ も3層の金属層の積層体によって提供されている。さらに、この実施形態では、駆動信号線 $o82g$ を提供する複数の金属層の積層体と、基準電位信号線 $o82s$ を提供する複数の金属層の積層体とが、互いに線間ピッチ Pn を形成するように配置されている。

[0176] この実施形態によると、ループ回路としてのインダクタンスを抑制することができる。インダクタンスを抑制するひとつの構成は、駆動信号線 $o82g$ と基準電位信号線 $o82s$ とを線間ピッチ Pn に接近させる構成である。これにより、駆動信号線 $o82g$ と基準電位信号線 $o82s$ との相互インダクタンスを大きくすることにより、ループ回路のインダクタンスが抑制される。インダクタンスを抑制する他の構成は、駆動信号線 $o82g$ と基準電位信号線 $o82s$ とのそれぞれを電氣的に並列な複数の金属層の積層体によって

提供する構成である。これにより、駆動信号線 82g 自身のインダクタンスと、基準電位信号線 82s 自身のインダクタンスとの両方が抑制される。この結果、この実施形態では、半導体素子 30 が提供する SW 素子を高速動作させることができる。

[0177] なお、この実施形態において、駆動信号線 82g と基準電位信号線 82s とを接近させることなく配置してもよい。この場合も、金属層の積層体がインダクタンスを抑制する。

[0178] 第 25 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。図 9 に図示される実施形態では、凹部 686 は、少なくともひとつの樹脂層の厚さを有している。この実施形態では、配線部材 P80 は、単一の樹脂層 81 によって形成されている。配線部材 P80 は、樹脂層 81 の一部だけによって凹部 86 を区画している。凹部 86 は、凹部 P86a と、凹部 P86b とを含む。この実施形態でも、凹部 P86a、P86b は、接合工程において、過剰な接合部材 70 の侵入を許容する。この結果、過剰な接合部材 70 に起因する性能低下が抑制された半導体モジュール 10 が提供される。

[0179] 図 30 において、半導体モジュール 10 は、配線部材 P80 を備える。配線部材 80 は、配線部材 P80 によって提供されている。配線部材 P80 は、半導体素子 30 と第 1 放熱部材 41 との間に配置されている。配線部材 P80 は、信号パッド 35 と信号端子 61 とを電氣的に接続する金属層 82 を備える。配線部材 P80 は、単一の樹脂層 81 によって形成されている。樹脂層 81 は、第 1 接合部材 71 のための開口部 P85 を区画している。開口部 P85 は、接合工程において、流動状態にある第 1 接合部材 71 の形状を区画し、第 1 接合部材 71 が再び硬化する際の形状を規定する成形壁として機能する。第 1 接合部材 71 は、多角柱状である。

[0180] 樹脂層 81 は、開口部 P85 に開口しており、開口部 P85 に連通している凹部 P86a を備える。樹脂層 81 は、開口部 P85 に開口しており、開口部 P85 に連通している凹部 P86b を備える。凹部 P86a と、凹部 P

８６ｂとは、開口部Ｐ８５に向けて異なる位置に開口している。凹部Ｐ８６ａと、凹部Ｐ８６ｂとは、互いに対向して開口するように位置づけられている。

[0181] 図３１は、樹脂部材２０が除去された状態における、図３０のＸＸＸⅠ－ＸＸＸⅠ線の部分断面図である。配線部材Ｐ８０が区画する開口部Ｐ８５は、多角柱状である。図示の例では、四角柱状、または、四辺形柱状と呼ぶことができる開口部Ｐ８５が区画されている。凹部Ｐ８６ａと、凹部Ｐ８６ｂとは、開口部Ｐ８５を区画する複数の壁面のうち、異なる壁面に配置されている。凹部Ｐ８６ａ、８６ｂの少なくともひとつは、開口部Ｐ８５を区画する壁面のＹ方向（幅方向）のほぼ全幅にわたって開口している。これに代えて、凹部Ｐ８６ａ、８６ｂの少なくともひとつは、開口部Ｐ８５を区画する壁面の全幅のうちの一部だけに開口していてもよい。凹部Ｐ８６ａ、８６ｂは、Ｙ方向にだけ細長く延びることにより、Ｙ方向に長手方向をもつ溝状に形成されている。

[0182] 凹部Ｐ８６ａと、凹部Ｐ８６ｂとは、開口部Ｐ８５を囲み、かつ、互いに対向している壁面に配置されている。凹部Ｐ８６ａと、凹部Ｐ８６ｂとは、開口部Ｐ８５を区画する複数の壁面における、少なくともひとつ以上の壁面に形成することができる。さらに、凹部Ｐ８６ａと、凹部Ｐ８６ｂとは、開口部Ｐ８５を囲むように連続する溝状に開口してもよい。

[0183] 半導体モジュール１０の製造方法は、半導体素子３０と配線部材Ｐ８０と第１放熱部材４１とを積層的に配置する配置工程を有する。配置工程では、開口部Ｐ８５に第１接合部材７１が配置される。さらに、半導体モジュール１０の製造方法は、配置工程の後に、第１接合部材７１を溶融させ、再び硬化させることにより、半導体素子３０と第１放熱部材４１とを接合する接合工程を有する。接合工程において、開口部Ｐ８５は、第１接合部材７１の形状を成形する。接合工程において第１接合部材７１が適量である場合、第１接合部材７１は、凹部Ｐ８６ａ、Ｐ８６ｂに流れ込むことなく、半導体素子３０と第１放熱部材４１とを接合する。一方、過剰な量の第１接合部材７１

が配置されている場合、接合工程において溶融した第1接合部材71は、凹部P86a、P86bに向けて押し出されるようにして、凹部P86a、P86bに流入する。

[0184] さらに、この実施形態では、配線部材P80は、半導体素子30と第1放熱部材41との間の距離、および、平行度を規定する。このため、第1放熱部材41に対する半導体素子30の意図しない傾きが抑制される。配線部材P80は、第1放熱部材41に対する半導体素子30の距離、および、平行度を高い精度で管理することを可能とする。この結果、電力パッド33および信号パッド35において、良好な電氣的な接続を提供することができる。

[0185] この実施形態によると、過剰な量の第1接合部材71に起因する半導体モジュール10の性能低下が抑制される。この結果、過剰な第1接合部材71に起因する性能低下が抑制された半導体モジュール10が提供される。

[0186] 第26実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、凹部P86a、P86bは、Y方向に長い溝状である。凹部86は、多様な形状によって提供することが可能である。この実施形態では、凹部86は、凹部Q86によって提供されている。凹部Q86は、Y方向（幅方向）とX方向（厚さ方向）との両方に長手方向をもつ2つの溝を含む。この実施形態は、凹部の開口形状の限定的ではない一例を示している。凹部は、円形、多角形、そして、図示される十字形状など多様な開口形状をもつことができる。

[0187] 図32において、配線部材80は、配線部材Q80によって提供されている。配線部材Q80は、半導体素子30と第1放熱部材41とに重複するように、それらの間に配置されている。配線部材Q80は、第1接合部材71を収容するための開口部Q85を区画している。さらに、配線部材Q80は、開口部Q85の壁面に凹部Q86を備える。

[0188] 図33は、図32のXXXIII—XXXIII線における断面を示している。凹部Q86は、Y方向に細長く延びる横溝部分と、X方向に細長く延

びる縦溝部分とを有する。なお、縦、横の呼称は便宜的なものであって、半導体モジュール10の設置状態を示すものではない。横溝部分は、Y方向に長手方向を有する溝であって、細長い開口によって開口部Q85に連通している。縦溝部分は、X方向に長手方向を有する溝であって、細長い開口によって開口部Q85に連通している。横溝部分と縦溝部分とは、交差している。横溝部分と縦溝部分とは、それらの溝部分において互いに連通している。

[0189] 第27実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、凹部Q86は、開口部から離れる主方向、すなわち深さ方向へ真っ直ぐに延びている。この実施形態では、凹部86は、凹部R86によって提供されている。凹部R86は、開口部R85から離れる主方向に対して交差する副方向へも延びている。るY方向（幅方向）とX方向（厚さ方向）との両方に長手方向をもつ2つの溝を含む。この実施形態は、凹部の内部形状の限定的ではない一例を示している。凹部は、F字状、T字状、十字状など多様な分岐部をもつ内部形状、または、J字状、L字状など多様な曲がり部をもつ内部形状をもつことができる。

[0190] 図34において、配線部材80は、配線部材R80によって提供されている。配線部材R80は、第1接合部材71のための開口部R85を区画している。配線部材R80は、凹部R86を有している。凹部R86は、開口部R85の内壁面に開口している。凹部R86は、開口部R85から離れる方向へ延びている。開口部R85から離れる方向は、凹部R86の深さ方向とも呼ぶことができる。さらに、凹部R86は、開口部R85から離れた位置において、深さ方向から分岐する枝部分を有する。凹部R86は、ひとつまたは複数の枝部分を備えることができる。枝部分は、接合工程における姿勢に関して、重力方向の上方向へ延びる上方向枝を含む場合がある。この場合、上方向枝は、気体成分を溜める用途に適する場合がある。上方向枝に溜められた気体成分は、凹部R86内の圧力を調節し、凹部R86への接合部材70の流入を調節する場合がある。枝部分は、接合工程における姿勢に関し

て、重力方向の下方向へ延びる下方向枝を含む場合がある。この場合、下方向枝は、流動状態の接合部材 70 を早く溜める用途に適する場合がある。下方向枝は、接合工程の早期において接合部材 70 を溜め、接合工程の後期において凹部 R 86 へ流入する接合部材 70 の量を制限する場合がある。

[0191] 第 28 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、配置工程において開口部に配置された接合部材が適量よりも不足している場合がある。この場合、接合工程の後の接合部材は、ボイドを含む場合がある。ボイドは、接合部材における電流の集中、熱の集中、伝熱量の低下、接合部材の機械的な強度低下、応力の集中などのおそれがある。これらボイドに起因する不具合は、半導体モジュール 10 の性能にも影響する場合がある。この実施形態は、接合部材の不足に起因する不具合を抑制する。この実施形態では、凹部 86 は、凹部 S 86 によって提供されている。

[0192] 図 35 において、配線部材 S 80 は、第 1 接合部材 71 のための開口部 S 85 を区画している。配線部材 S 80 は、凹部 S 86 を有している。凹部 S 86 は、予備接合部材 S 79 を収容している。予備接合部材 S 79 は、主要な第 1 接合部材 71 が適量よりも不足する場合に、半導体素子 30 と第 1 放熱部材 41 との接合に利用される。予備接合部材 S 79 は、主要な第 1 接合部材 71 の不足を補助するために予め設けられている接合部材である。予備接合部材 S 79 は、製造方法における接合工程において、第 1 接合部材 71 と混じり合い、連続する接合部材 70 を形成する場合がある。この場合、半導体モジュール 10 の完成品の状態では、凹部 S 86 の中に予備接合部材 S 79 は残留しない。稀に、半導体モジュール 10 の完成品の状態において、凹部 S 86 の中に予備接合部材 S 79 が残留する場合がある。図示の例は、予備接合部材 S 79 が残留した場合を示している。または、図示の例は、接合工程の前における溶融前の予備接合部材 S 79 を示していると解してもよい。

- [0193] 予備接合部材 S 7 9 は、製造方法における接合工程の前に、凹部 S 8 6 の中に配置される。典型的な例では、予備接合部材 S 7 9 は、準備工程において、凹部 S 8 6 の中に配置される。予備接合部材 S 7 9 は、接合工程の前に、凹部 S 8 6 を埋め尽くすことがないように配置される。予備接合部材 S 7 9 は、接合工程の前においては、凹部 S 8 6 の内部に空洞を残すように配置されている。空洞は、第 1 接合部材 7 1 が過剰である場合に、過剰部分を収容するために利用される。予備接合部材 S 7 9 は、プリフォーム接合部材とも呼ばれる。接合部材 7 0 がハンダである場合、予備接合部材 S 7 9 は、プリフォームハンダとも呼ばれる。
- [0194] 製造方法の準備工程、または、配置工程において、予備接合部材 S 7 9 は、凹部 S 8 6 の中に位置づけられる。予備接合部材 S 7 9 は、配置工程において、凹部 S 8 6 を通して溶融前の第 1 接合部材 7 1 に面するように配置される。この状態では、予備接合部材 S 7 9 と第 1 接合部材 7 1 とは、別体の接合部材 7 0 のかたまりである。
- [0195] 接合工程の前半において、予備接合部材 S 7 9 と、第 1 接合部材 7 1 とが加熱され、溶融状態に移行する。溶融状態の予備接合部材 S 7 9 は凹部 S 8 6 内を流動することができる。同時に、第 1 接合部材 7 1 は凹部 S 8 6 の中に流入し、凹部 S 8 6 の中を流動することができる。流動状態の予備接合部材 S 7 9 と流動状態の第 1 接合部材 7 1 とが出会うと、予備接合部材 S 7 9 と第 1 接合部材 7 1 とが混じり合い、連続した状態に移行する。接合工程の後半において予備接合部材 S 7 9 および第 1 接合部材 7 1 が冷却されると、これらは再び硬化する。
- [0196] 接合工程において、第 1 接合部材 7 1 が適量よりも不足している場合、予備接合部材 S 7 9 は、第 1 接合部材 7 1 の不足を補う。この結果、半導体素子 3 0 と第 1 放熱部材 4 1 との間に良好な接合状態が形成される。一方、第 1 接合部材 7 1 が過剰である場合、過剰部分は凹部 S 8 6 に流入する。この結果、半導体素子 3 0 と第 1 放熱部材 4 1 との間に良好な接合状態が形成される。このように、この実施形態によると、第 1 接合部材 7 1 が過剰である

場合でも、不足している場合でも、良好な接合状態を形成することができる。

[0197] 第29実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、凹部86は第1接合部材71を収容する開口部に開口するように設けられている。凹部86は、接合部材70の過剰量を吸収するように、多様な位置に設けることができる。この実施形態は、凹部が設けられる位置の限定的ではない一例を示している。凹部86は、第3接合部材73を収容する開口部に開口する凹部T86aを含む。

[0198] 図36において、配線部材80は、配線部材T80によって提供されている。配線部材T80は、凹部T86を備える。凹部T86は、第1接合部材71を収容する開口部T85に連通するように開口している。さらに、配線部材T80は、凹部T86aを備える。凹部T86aは、第3接合部材73を収容する開口部に連通するように開口している。第3接合部材73を収容する開口部は、第1接合部80a、または、第1接合部80aを形成するように樹脂層81に形成された窓部によって提供されている。凹部T86aは、第3接合部材73の余剰量を収容することができる。

[0199] 第30実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、樹脂部材20は、半導体素子30の信号パッド35と信号端子61との間に配置された配線部材80を完全に包み込んでいる。言い換えると、信号端子61の少なくとも一部は、樹脂部材20に内包されている。これに代えて、樹脂部材20から配線部材80の一部が延びだしていてもよい。

[0200] 図37において、配線部材80は、配線部材U80によって提供されている。配線部材U80は、樹脂部材20から延びだしている。配線部材U80は、第2接合部80bにおいて、第4接合部材74によって、信号端子U61と接合されている。信号端子U61は、信号経路を提供する端子である。

信号端子 61 は、例えば、プリント回路基板に設けられた端子、プリント回路基板のランド、あるいは、プリント回路基板に接続された被覆電線によって提供することができる。

[0201] 第 31 実施形態

この実施形態は、先行する実施形態を基礎的形態とする変形例である。先行する実施形態では、信号端子 61 と配線部材 80 とは、半導体素子 30 に対して部分的に重複するように平行に配置されている。このため、信号端子 61 は、Y-Z 平面と平行に延びだしている。これに代えて、信号端子 61 は、X-Y 平面と平行に配置されてもよい。この場合、配線部材 80 の柔軟性を利用して、樹脂部材 20 の内部において、信号経路の方向を曲げることができる。

[0202] 図 38 において、配線部材 80 は、配線部材 V80 によって提供されている。配線部材 V80 は、樹脂部材 20 内において、ほぼ直角の曲がり部分 V98 を有している。半導体モジュール 10 は、複数の信号端子 61 を備える。複数の信号端子 61 は、樹脂部材 20 から、X-Y 平面と平行に延びだしている。複数の信号端子 61 は、X 方向と平行に延びだしている。複数の信号端子 61 は、Y 方向に沿って列をなすように配置されている。配線部材 80 は、複数の信号パッド 35 と複数の信号端子 61 との間において、曲がり部分 V98 を経由して配置されている。この実施形態では、配線部材 V80 の柔軟性を利用して、樹脂部材 20 の内部において信号端子 61 の延びだし方向を調節することができる。

[0203] 他の実施形態

この明細書および図面等における開示は、例示された実施形態に制限されない。開示は、例示された実施形態と、それらに基づく当業者による変形形態を包含する。例えば、開示は、実施形態において示された部品および／または要素の組み合わせに限定されない。開示は、多様な組み合わせによって実施可能である。開示は、実施形態に追加可能な追加的な部分をもつことができる。開示は、実施形態の部品および／または要素が省略されたものを包

含する。開示は、ひとつの実施形態と他の実施形態との間における部品および／または要素の置き換え、または組み合わせを包含する。開示される技術的範囲は、実施形態の記載に限定されない。開示されるいくつかの技術的範囲は、請求の範囲の記載によって示され、さらに請求の範囲の記載と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含むものと解されるべきである。

[0204] 明細書および図面等における開示は、請求の範囲の記載によって限定されない。明細書および図面等における開示は、請求の範囲に記載された技術的思想を包含し、さらに請求の範囲に記載された技術的思想より多様で広範な技術的思想に及んでいる。よって、請求の範囲の記載に拘束されることなく、明細書および図面等の開示から、多様な技術的思想を抽出することができる。

[0205] この明細書に記載された実施形態では、半導体モジュール10は、板状の外形の両面に放熱部材40が露出して配置されている。これに代えて、半導体モジュール10の片面にのみ放熱部材40を配置してもよい。例えば、第1放熱部材41のみ、または、第2放熱部材42のみを配置することができる。さらに、放熱部材40は、放熱を担う部材と、電力経路を提供する部材とを兼ねている。これに代えて、放熱部材40は、もっぱら放熱を担う部材、または、もっぱら電力経路を担う部材として利用されてもよい。例えば、スペーサ部材D77は電力端子として利用することができる。

請求の範囲

- [請求項1] 信号経路のための信号パッド（35）、および、前記信号パッドの電力より大きい電力のための電力経路のための電力パッド（33、34）を有する半導体素子（30）と、
前記半導体素子（30）と熱的に接合された放熱部材（40）と、
前記放熱部材の一部を露出させるように前記半導体素子を収容する樹脂部材（20）と、
前記樹脂部材から露出するように配置された金属製の信号端子（61）と、
前記樹脂部材に収容されており、前記信号端子より柔軟な部材であって、電気絶縁性の樹脂層、および、前記樹脂層に支持された金属層を含み、前記金属層が前記信号パッドと接続される第1接合部（80a）、および、前記信号端子と接続される第2接合部（80b）を有する配線部材（80）とを備える半導体モジュール。
- [請求項2] 前記半導体素子は、複数の半導体素子を備え、複数の前記半導体素子は前記配線部材によって前記信号端子に接続されている請求項1に記載の半導体モジュール。
- [請求項3] さらに、前記半導体素子と前記放熱部材との間、および／または、前記信号パッドと前記金属層との間を接合する接合部材（71、73）を備え、
前記配線部材は、前記接合部材を囲む開口部を区画しており、前記開口部に連通する凹部（86）を有する請求項1または請求項2に記載の半導体モジュール。
- [請求項4] 前記配線部材は、前記信号パッドと前記電力パッドとの両方にわたって広がっており、前記電力パッドと接合されている金属層（787）を有する請求項1から請求項3のいずれかひとつに記載の半導体モジュール。
- [請求項5] 前記配線部材は、前記樹脂部材が貫通している連通部（88）を有

する請求項 1 から請求項 4 のいずれかひとつに記載の半導体モジュール。

[請求項6] 前記配線部材（B 8 0）は、前記半導体素子と前記放熱部材とを位置決めしている請求項 1 から請求項 5 のいずれかひとつに記載の半導体モジュール。

[請求項7] さらに、前記電力パッドと電氣的に接続される一对の電力端子（5 1 a、5 1 b）を備え、

前記配線部材（C 8 0）は、一对の前記電力端子の間に到達しており、一对の前記電力端子を前記配線部材の両面に重複するように積層的に位置づけている請求項 1 から請求項 6 のいずれかひとつに記載の半導体モジュール。

[請求項8] さらに、前記電力パッドと前記放熱部材との間に配置された導電性のスペーサ部材（D 7 7）を備える請求項 1 から請求項 7 のいずれかひとつに記載の半導体モジュール。

[請求項9] 前記配線部材は、信号線としての前記金属層から絶縁されており、前記配線部材の剛性を調節するための付加金属層（E 9 0、M 9 5、M 9 6）を含む請求項 1 から請求項 8 のいずれかひとつに記載の半導体モジュール。

[請求項10] 前記付加金属層（E 9 0）は、前記金属層と重複するように配置されており、前記半導体素子の基準電位に接地されている請求項 9 に記載の半導体モジュール。

图 3

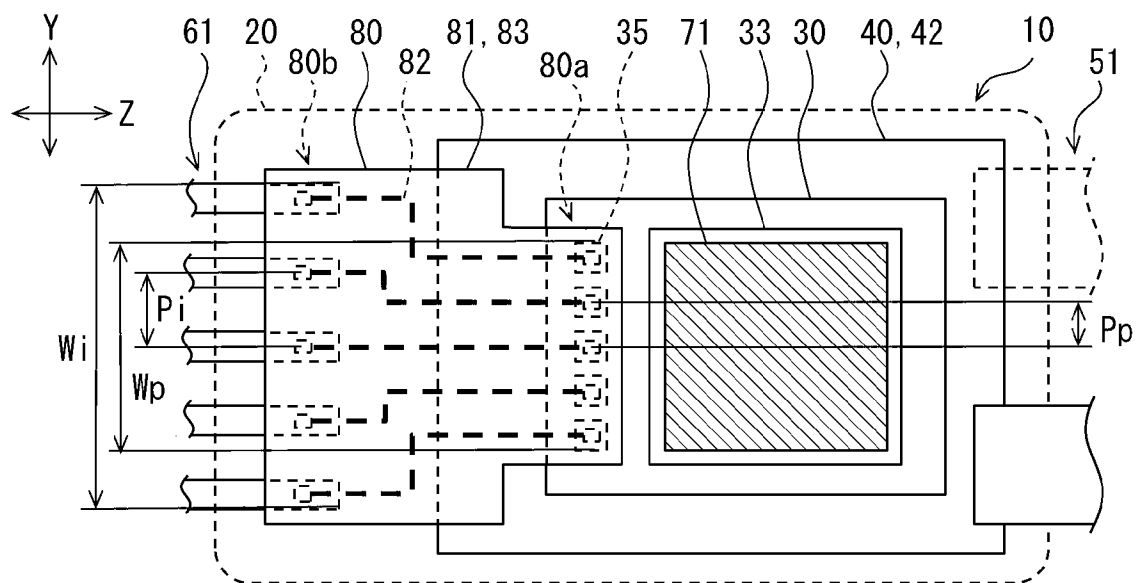
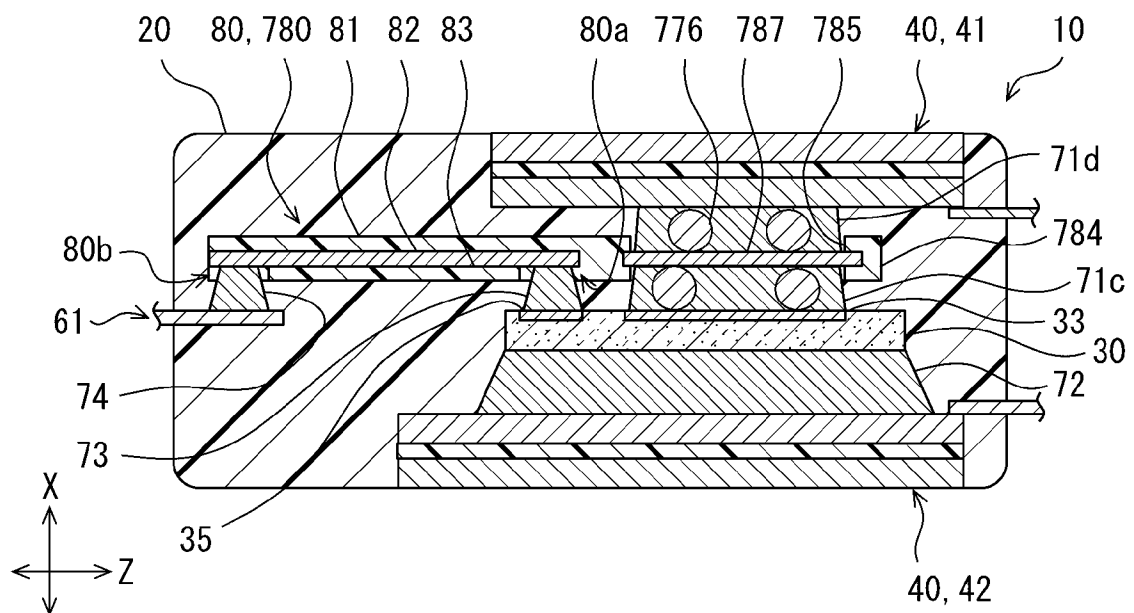
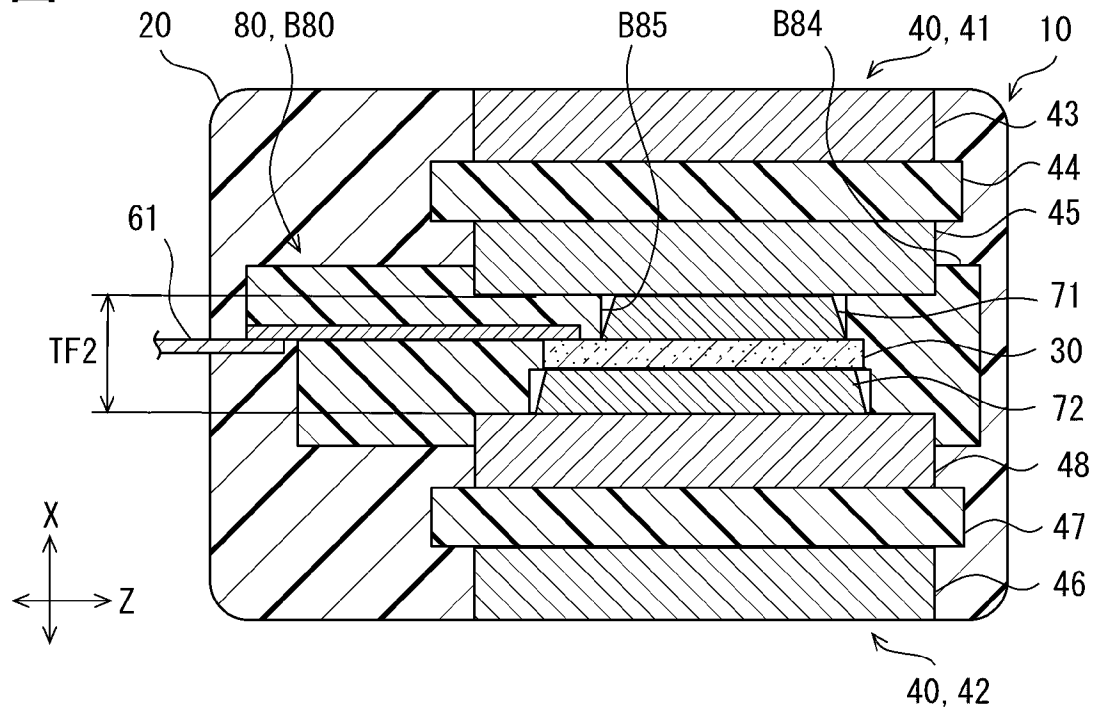


图9



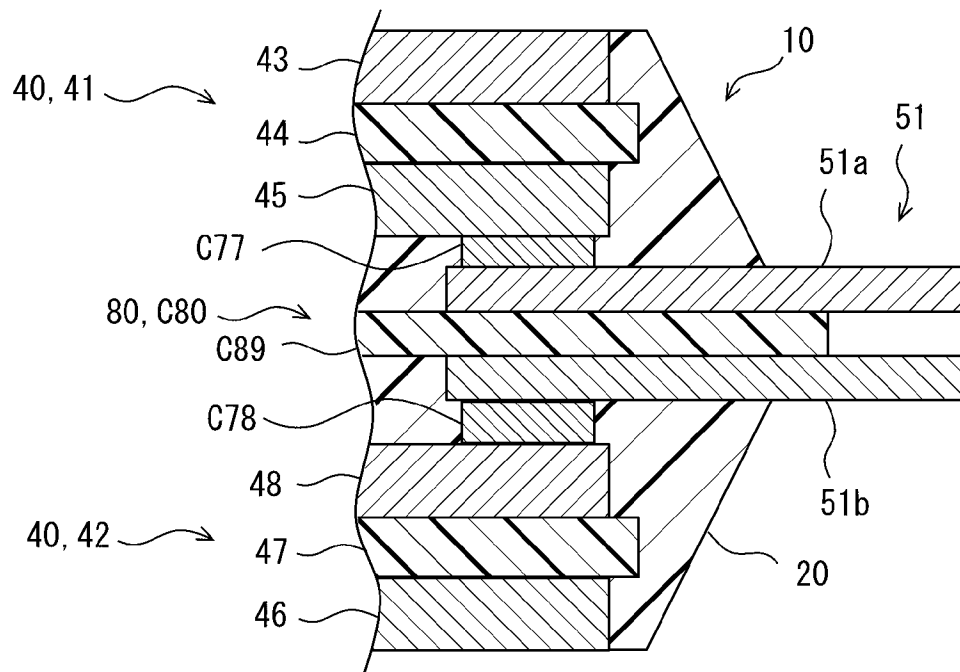
[図14]

図14



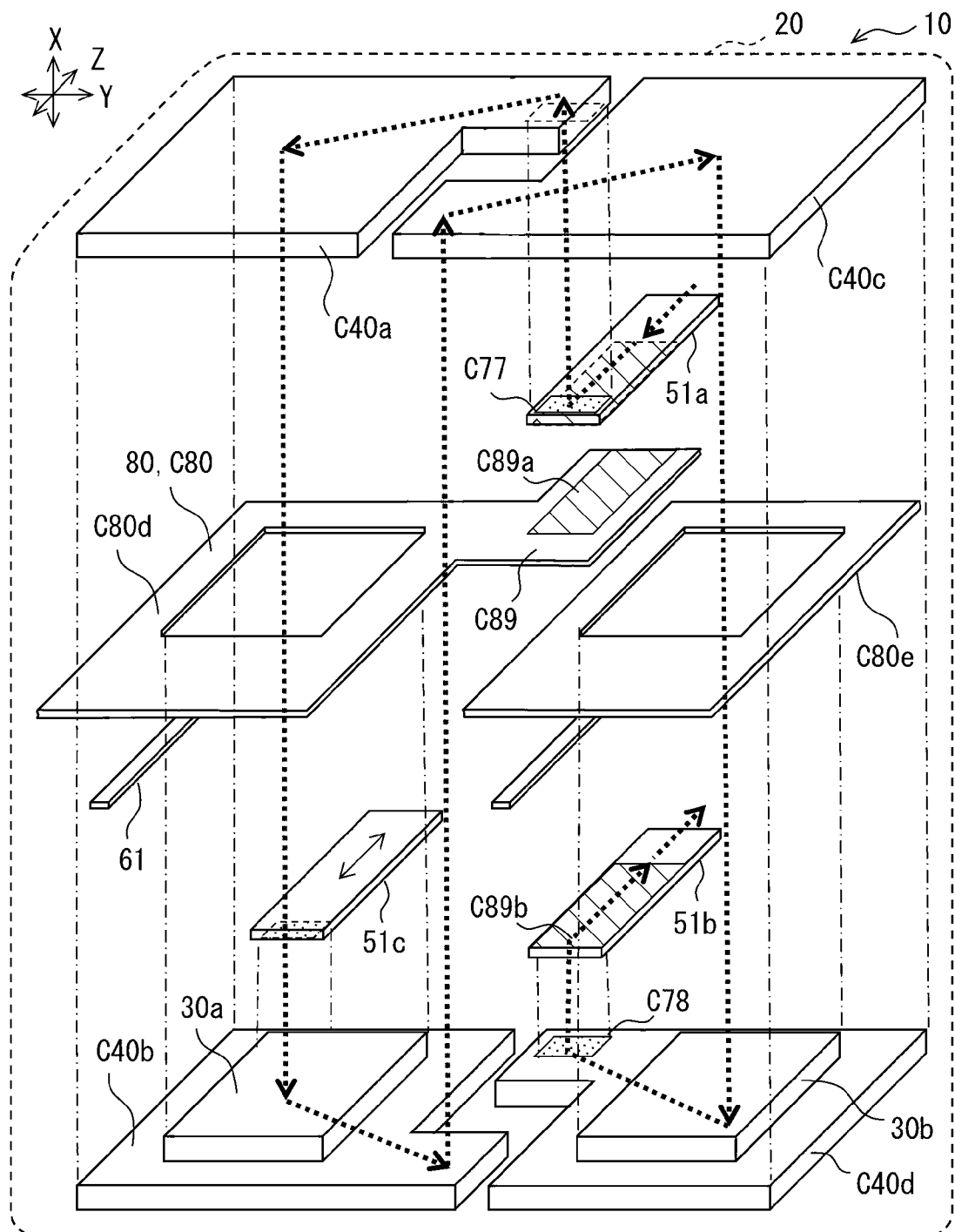
[図15]

図15



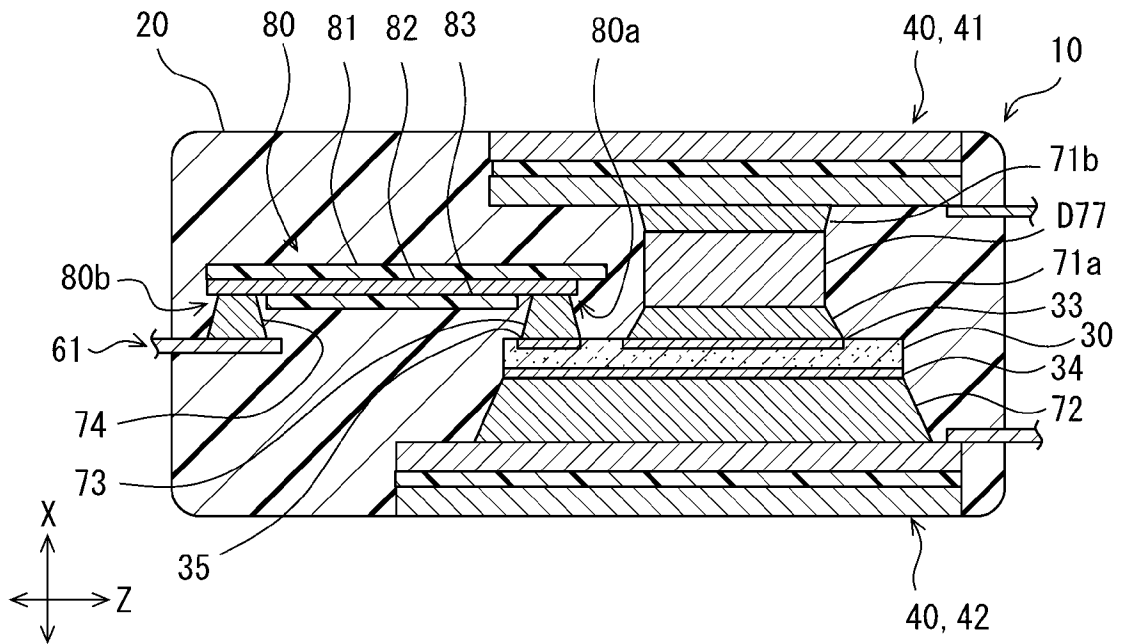
[図16]

図16



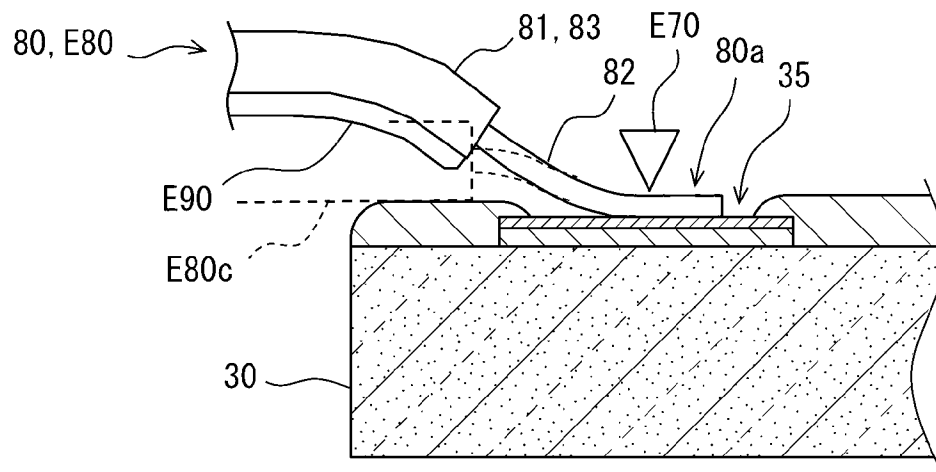
[図17]

図17



[図18]

図18



[図19]

図19

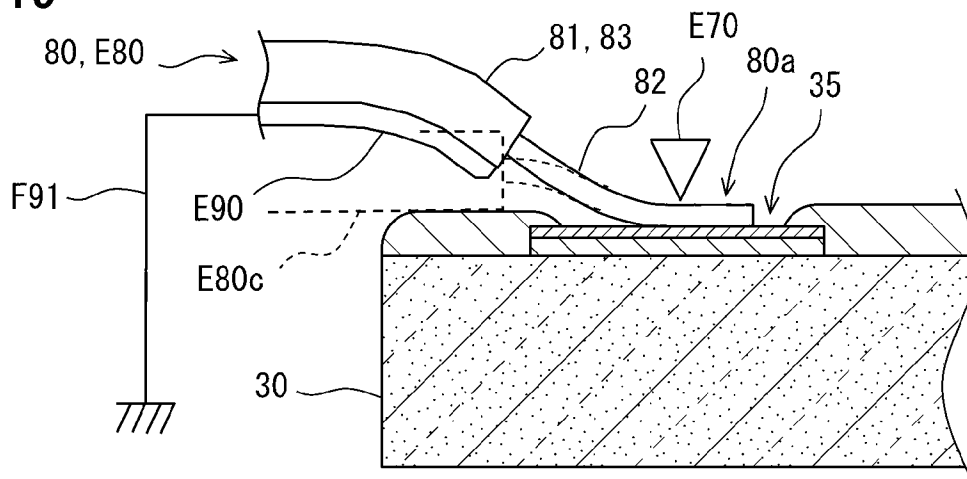


图 20

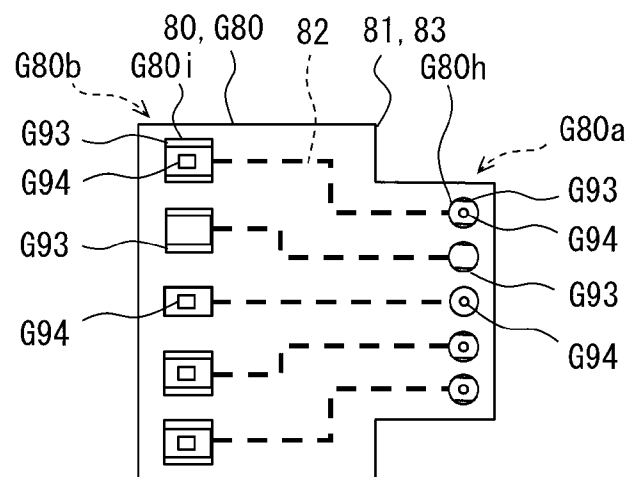
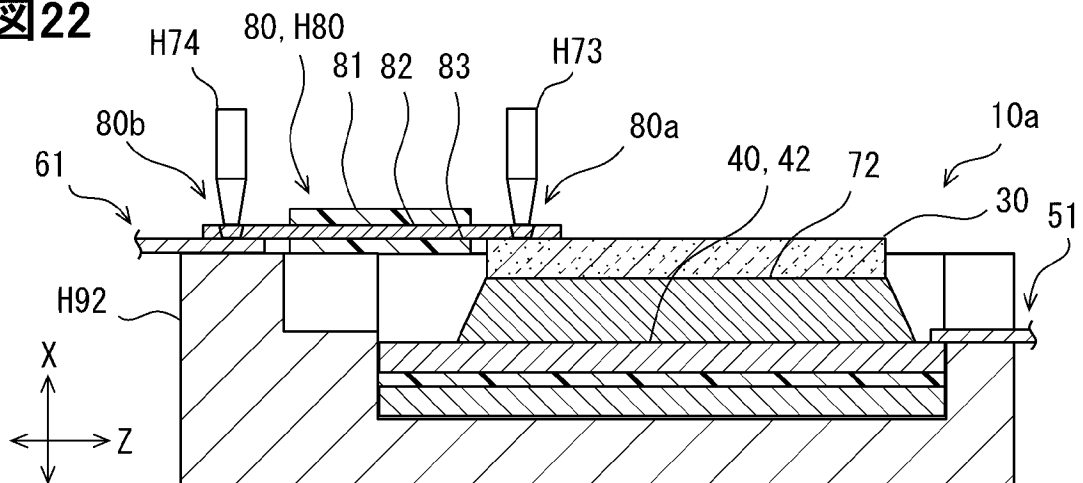
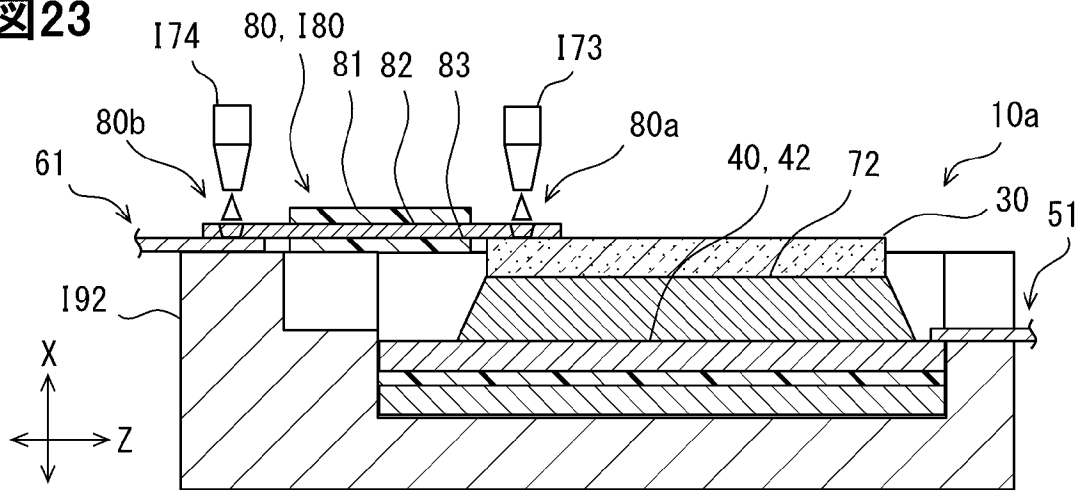


圖 22



[図23]

図23



[図24]

図24

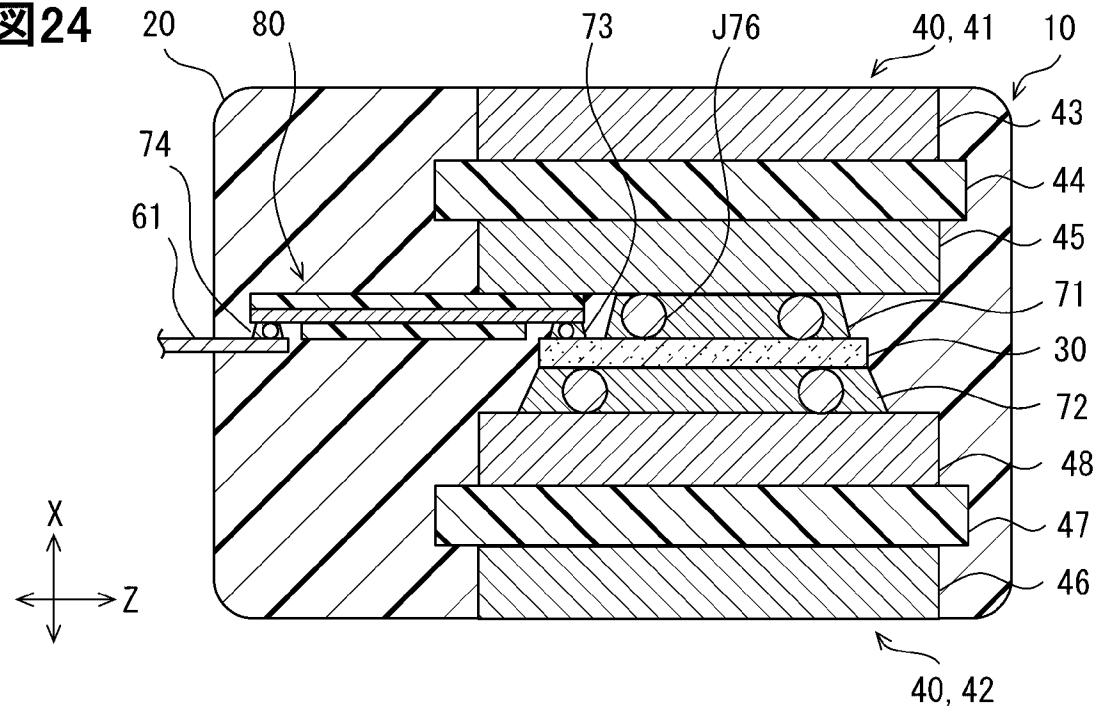


図27

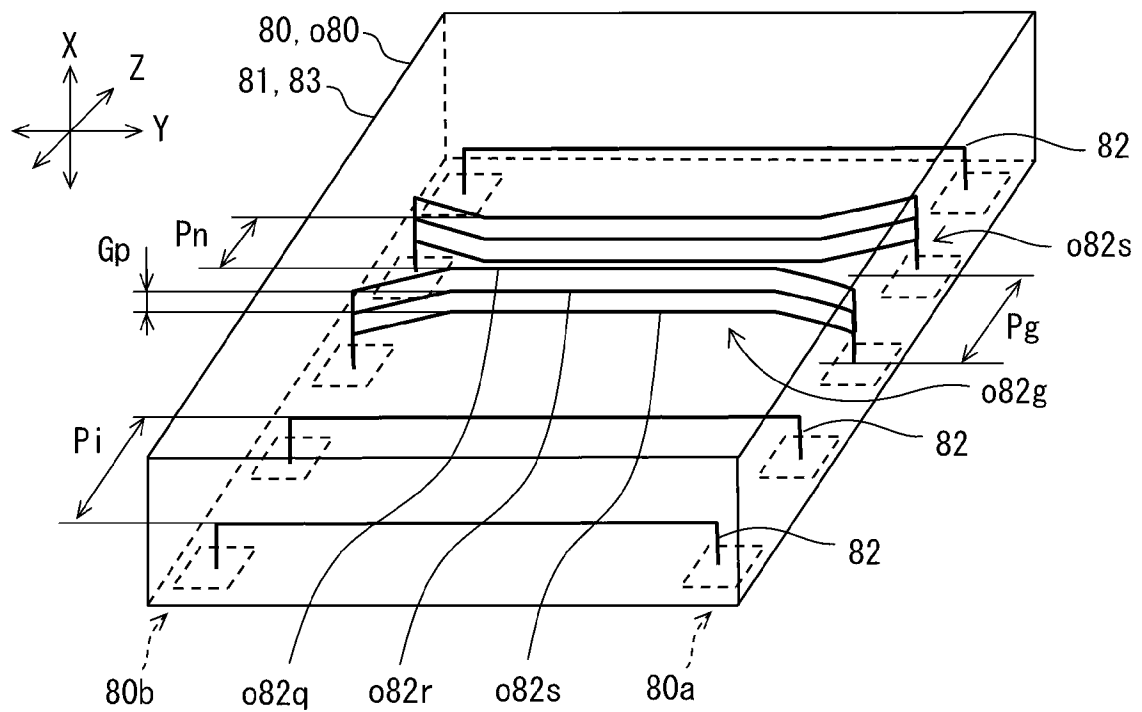


图 30

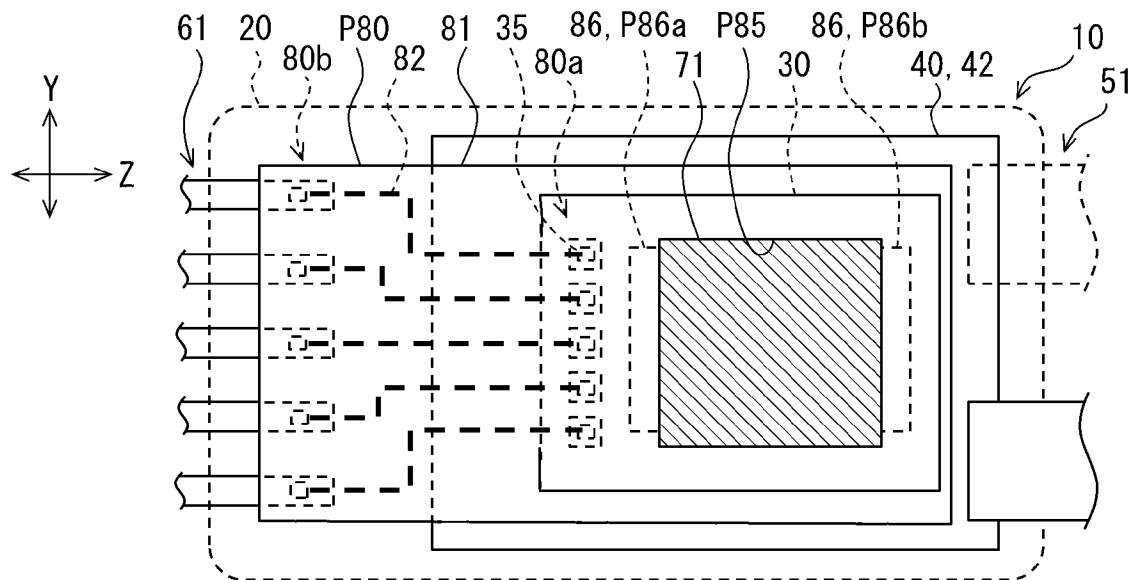
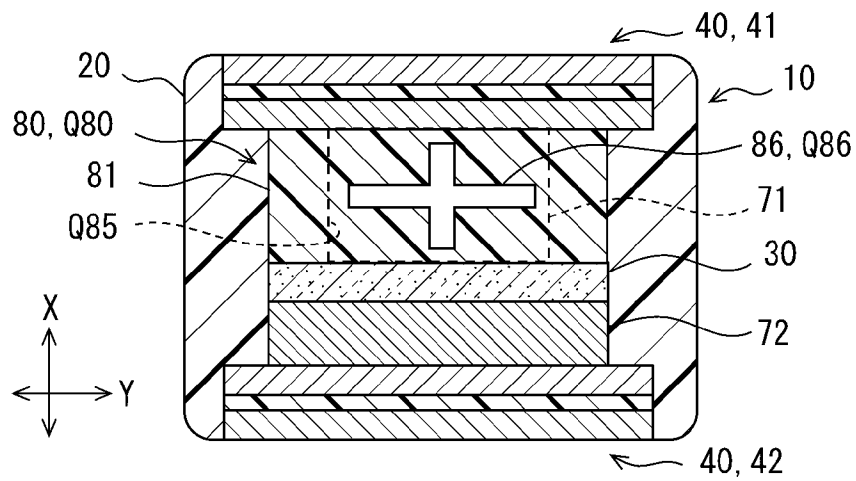
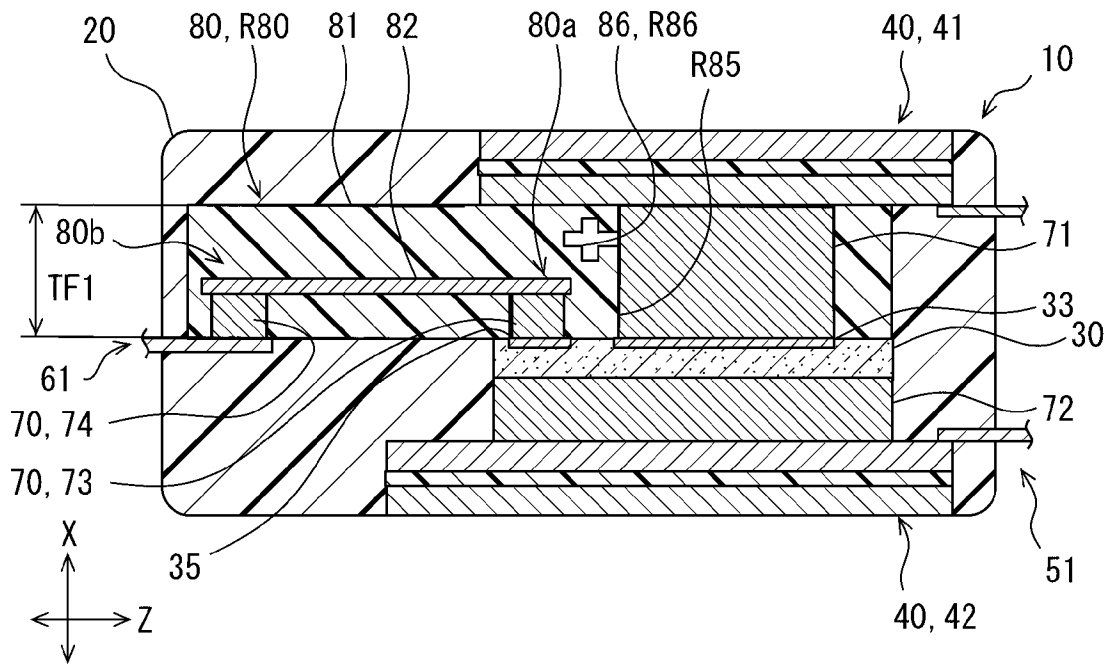


图 32



[図34]

図34



[図35]

図35

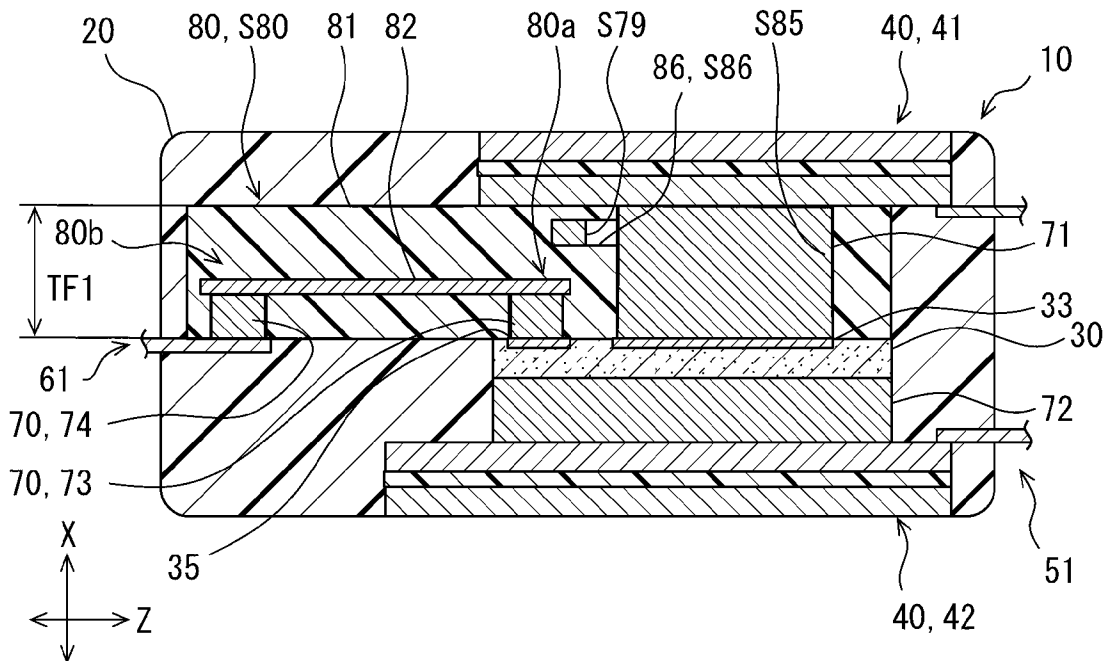
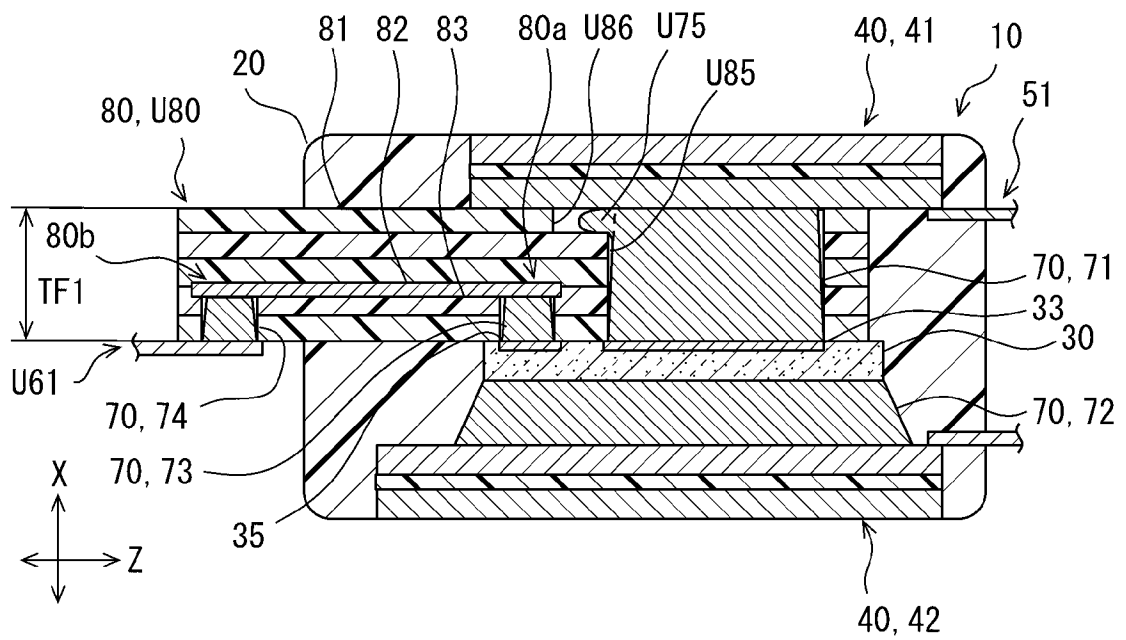
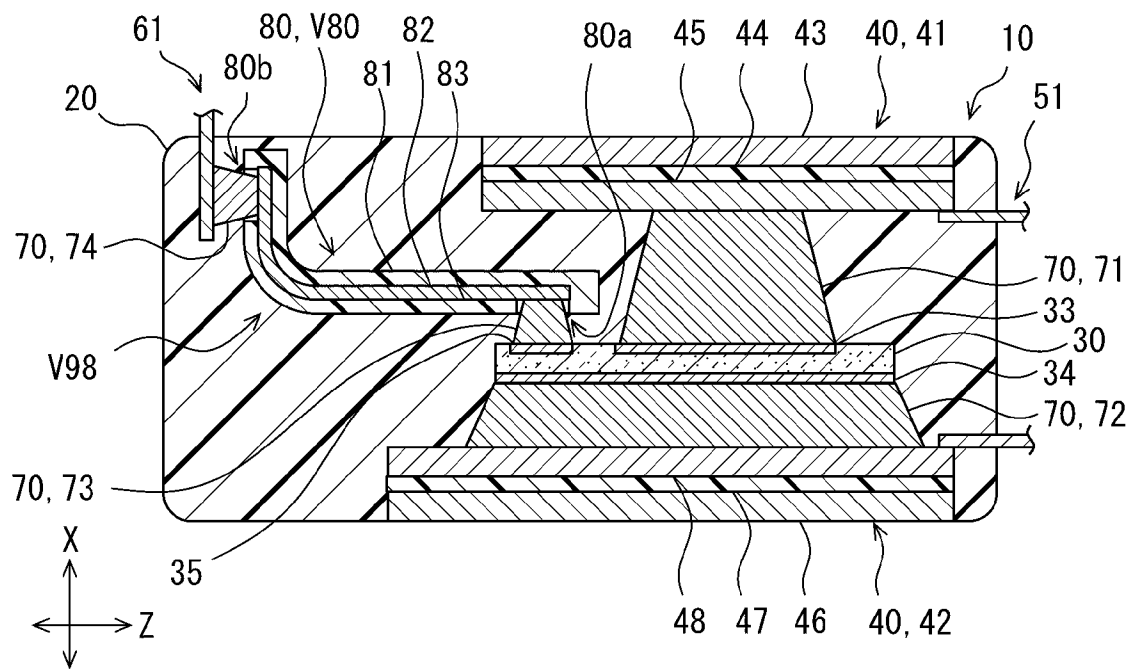


图 36



[図38]

图 38



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 25/07(2006.01)i; **H01L 23/29**(2006.01)i; **H01L 23/36**(2006.01)i; **H01L 25/18**(2023.01)i; **H02M 7/48**(2007.01)i
 FI: H01L25/04 C; H02M7/48 Z; H01L23/36 Z; H01L23/36 A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L25/07; H01L23/29; H01L23/36; H01L25/18; H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/079970 A1 (DENSO CORP) 23 April 2020 (2020-04-23) paragraphs [0001]-[0107], fig. 2-5	1-2, 4-5, 8-10
A	entire text, all drawings	3, 6-7
Y	JP 11-016942 A (HITACHI LTD) 22 January 1999 (1999-01-22) paragraph [0077], fig. 1, 2, 7, 8	1-2, 4-5, 8-10
A	entire text, all drawings	3, 6-7
Y	JP 04-025144 A (SHINKO ELECTRIC IND CO LTD) 28 January 1992 (1992-01-28) pp. 3-4, fig. 1-4	1-2, 4-5, 8-10
A	entire text, all drawings	3, 6-7
A	JP 07-030051 A (FUJITSU LTD) 31 January 1995 (1995-01-31) entire text, all drawings	1-10
A	JP 09-129815 A (HITACHI LTD) 16 May 1997 (1997-05-16) entire text, all drawings	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 January 2023

Date of mailing of the international search report

24 January 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/041140

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-294604 A (NEC CORP) 20 October 2000 (2000-10-20) entire text, all drawings	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/041140

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2020/079970	A1	23 April 2020	(Family: none)	
JP	11-016942	A	22 January 1999	(Family: none)	
JP	04-025144	A	28 January 1992	(Family: none)	
JP	07-030051	A	31 January 1995	US 5471369 A entire text, all drawings	
JP	09-129815	A	16 May 1997	(Family: none)	
JP	2000-294604	A	20 October 2000	US 2002/0066946 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 25/07(2006.01)i; H01L 23/29(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i; H01L 25/18(2023.01)i; H02M 7/48(2007.01)i FI: H01L25/04 C; H02M7/48 Z; H01L23/36 Z; H01L23/36 A										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L25/07; H01L23/29; H01L23/36; H01L25/18; H02M7/48										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	WO 2020/079970 A1（株式会社デンソー） 23.04.2020（2020 - 04 - 23） [0001]-[0107], 図2-5	1-2, 4-5, 8-10								
A	全文, 全図	3, 6-7								
Y	JP 11-016942 A（株式会社日立製作所） 22.01.1999（1999 - 01 - 22） [0077], 図1, 2, 7, 8	1-2, 4-5, 8-10								
A	全文, 全図	3, 6-7								
Y	JP 04-025144 A（新光電気工業株式会社） 28.01.1992（1992 - 01 - 28） 第3-4頁, 図1-4	1-2, 4-5, 8-10								
A	全文, 全図	3, 6-7								
A	JP 07-030051 A（富士通株式会社） 31.01.1995（1995 - 01 - 31） 全文, 全図	1-10								
A	JP 09-129815 A（株式会社日立製作所） 16.05.1997（1997 - 05 - 16） 全文, 全図	1-10								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 10.01.2023		国際調査報告の発送日 24.01.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 庄司 一隆 5F 1215 電話番号 03-3581-1101 内線 3516								

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-294604 A (日本電気株式会社) 20.10.2000 (2000 - 10 - 20) 全文, 全図	1-10

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/041140

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2020/079970	A1	23.04.2020	(ファミリーなし)	
JP	11-016942	A	22.01.1999	(ファミリーなし)	
JP	04-025144	A	28.01.1992	(ファミリーなし)	
JP	07-030051	A	31.01.1995	US 5471369 A	
				全文, 全図	
JP	09-129815	A	16.05.1997	(ファミリーなし)	
JP	2000-294604	A	20.10.2000	US 2002/0066946 A1	
				全文, 全図	