

(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
2015 年 11 月 19 日(19.11.2015)



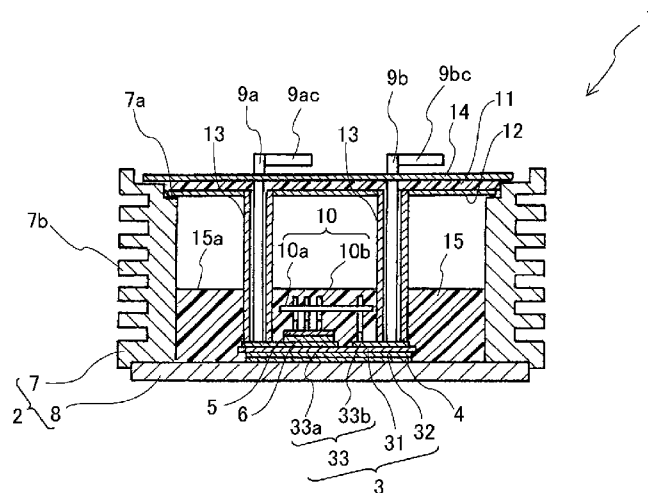
(10) 国際公開番号

WO 2015/174158 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 25/07 (2006.01) H01L 25/18 (2006.01)
H01L 23/29 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/060340
- (22) 国際出願日: 2015 年 4 月 1 日(01.04.2015)
- (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 2014-101423 2014 年 5 月 15 日(15.05.2014) JP
- (71) 出願人: 富士電機株式会社(FUJI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 堀 元人(HORI Motohito); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP). 池田 良成(IKEDA Yoshinari); 〒2109530 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 本多 一郎(HONDA Ichiro); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 4 番 1 号 郵政福祉琴平ビル 6 階 本多国際特許事務所 Tokyo (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
— 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

(54) Title: POWER SEMICONDUCTOR MODULE AND COMPOSITE MODULE

(54) 発明の名称: パワー半導体モジュールおよび複合モジュール



(57) Abstract: A power semiconductor module (1) is provided with a wiring member (10) which, in a housing (2), electrically connects together a front surface electrode of a semiconductor element (5), and a circuit board (33) of an insulating substrate (3). A second resin (15) that is provided in the housing (2) covers the wiring member (10), and has a height close to that of the wiring member (10). In the housing (2), a cover (13) that covers around external terminals (9a, 9b) is provided between the second resin (15) and a first cover (12). A second cover (14) is provided in an opening of the housing (2), said second cover being provided further toward the outside than the first cover (12), and a first resin (11) is applied between the second cover (14) and the first cover (12).

(57) 要約: パワー半導体モジュール 1 は、筐体 2 内で半導体素子 5 のおもて面電極と絶縁基板 3 の回路板 33 を電氣的に接続する配線部材 10 を備える。筐体 2 に設けられた第 2 の樹脂 15 は配線部材 10 を覆いかつ、配線部材 10 の近傍の高さとする。筐体 2 内で第 2 の樹脂 15 と第 1 の蓋 12 の間に、外部端子 9a、9b の周囲を覆うカバー 13 が設けられる。筐体 2 の開口部で第 1 の蓋 12 よりも外方に第 2 の蓋 14 が設けられ、第 2 の蓋 14 と第 1 の蓋 12 との間に第 1 の樹脂 11 が充填される。

WO 2015/174158 A1

明 細 書

発明の名称： パワー半導体モジュールおよび複合モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、パワー半導体モジュールおよび、このパワー半導体モジュールを組み合わせた複合モジュールに関する。

背景技術

[0002] パワー半導体モジュールは、一般に、半導体素子としての半導体チップが搭載された絶縁基板を備えている。半導体チップと絶縁基板の回路板とは、はんだ等の接合材により、またボンディングワイヤや導電板を通して、電氣的に接続されている。絶縁基板及び半導体チップは、筐体に収容される。筐体内の絶縁基板と電氣的に接続されている外部端子が筐体よりも外方に延びている。筐体内は、絶縁性を高めるために封止材により封止されている。

[0003] 従来のパワー半導体モジュールの一例を図4に断面図で示す。

図4に示すパワー半導体モジュール101は、金属製のベース板102を備えている。このベース板102上には、絶縁基板103が接合材104により接合されている。絶縁基板103は、絶縁板131と、絶縁板131の一方の面に設けられた金属板132と、絶縁板131のもう一方の面に設けられ、所定の回路を形成する回路板133とからなる。絶縁基板103は一例ではDCB(Direct Copper Bond)基板である。

[0004] 回路板133に、IGBT(絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)などの半導体チップ105が、導電性の接合材106により電氣的かつ機械的に接続されている。

ベース板102の周囲に枠体107が設けられ、接合材108により接合されている。これによりパワー半導体モジュール101の筐体が構成されている。枠体107には、枠体107内側から外側へと延びる外部端子109が一体となっている。外部端子109と半導体チップ105のおもて面の電極とが、ボンディングワイヤ110により電氣的に接続されている。

- [0005] 枠体 107 で取り囲まれた空間には半導体チップ 105 及び絶縁基板 103 が收容され、この空間内に封止材 111 が充填されている。これにより、半導体チップ 105、絶縁基板 103、ベース板 102、外部端子 109 相互間の絶縁性が確保されている。
- [0006] 枠体 107 には、ねじ孔 107a が設けられている。このねじ孔 107a にねじ 121 を通して冷却部材 122 にねじ結合することにより、パワー半導体モジュール 101 は冷却部材 122 に固定される。ベース板 102 と冷却部材 122 との間には放熱グリス 123 が塗布され、これにより半導体チップ 105 からの熱を、絶縁基板 103 を通して冷却部材 122 に良好に伝熱させている。放熱グリス 123 の代わりに熱伝導シートが用いられることもある。
- [0007] また、上記のようなパワー半導体モジュールを、バスバーにより複数個並列に接続することも提案されている（特許文献 1）。
- [0008] 上記のようなパワー半導体モジュール 101 の絶縁性能を向上させるため、筐体内に充填される封止材 111 として、エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂が用いられることがある。一方、封止材 111 として熱硬化性樹脂を筐体内に多量に用いると、パワー半導体モジュール 101 の組み立て時の熱履歴及び使用時の外部環境の温度変化等が生じた際に熱応力が生じる。なぜなら、熱硬化性樹脂の線膨張係数が他の部材の線膨張係数と大きく異なるからである。そして、その熱応力により、ボンディングワイヤ 110 の破断やベース板 102 や枠体 107 の変形等が生じるおそれがあった。
- [0009] ボンディングワイヤ 110 の破断は、直ちにパワー半導体モジュール 101 の故障となる。また、ベース板 102 や枠体 107 の変形により、冷却部材 122 との密着度が低下して熱抵抗が増大する。そして、熱抵抗の増大により半導体チップ 105 の温度の上昇を招き、パワー半導体モジュール 101 の長期信頼性を低下させるおそれがある。また、熱硬化性樹脂を多量に用いることは、パワー半導体モジュール 101 のコスト上昇や重量増加にもつながる。

[0010] ゲル状の樹脂、例えばシリコン樹脂を2層に分けて筐体内に注入し、その内1層目の樹脂を補助リード端子に接触しない位置まで注入して硬化させたパワー半導体装置がある（特許文献2）。また、容器内部に充填されたゲル剤の上面と、容器の上蓋に相当する封止板の下面との間に空間が形成され、さらに封止板に設けられた外部端子用の孔をハードレジンで塞いだパワー半導体装置がある（特許文献3）。

しかし、特許文献2や特許文献3に用いられたゲル状のシリコン樹脂は、耐熱性が熱硬化性樹脂に劣る。また高耐圧用のパワー半導体モジュールにおいて、シリコン樹脂は絶縁性が必ずしも十分ではなかった。また、特許文献3の封止板の孔をハードレジンで塞ぐ構造は、封止板の形状が複雑であるため、製造コストが上昇する。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2012-105382号公報

特許文献2：特開平10-270608号公報

特許文献3：特開平2003-68979号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] 本発明は、上記の問題を有利に解決するものであり、高耐圧用のパワー半導体モジュールにおいて、絶縁性が高く、さらにベース板や枠体の変形等を抑制し、長期信頼性の高いものとするのできるパワー半導体モジュールと、それらを組み合わせた複合モジュールを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の一様態のパワー半導体モジュールは、開口部を有する筐体と、前記筐体の内部に收容された回路板と、おもて面に電極を有し、裏面が前記回路板に固定された半導体素子と、前記半導体素子の電極と前記回路板との間を電氣的に接続する配線部材と、前記筐体の開口部に固定された第1の蓋と

、前記筐体の開口部に固定され、前記第１の蓋よりも外方に設けられた第２の蓋と、前記第１の蓋と前記第２の蓋との間に配置された第１の樹脂と、前記配線部材を覆い、露出面を有し、前記露出面が前記第１の蓋よりも前記配線部材に近い第２の樹脂と、一端が前記回路板に電気的かつ機械的に接続され、他端が前記第２の蓋よりも外方に突出した外部端子と、前記外部端子を覆い、前記第２の樹脂の露出面と前記第１の蓋との間に配置されたカバーとを備えている。

[0014] また本発明の別の様態の複合モジュールは、上記のパワー半導体モジュールを複数個備え、各パワー半導体モジュールの前記外部端子同士を電気的に接続するバスバーユニットを備えている。

発明の効果

[0015] 本発明のパワー半導体モジュール及び複合モジュールによれば、高耐圧用のパワー半導体モジュールにおいて、絶縁性が高く、さらにベース板やケースの変形等を抑制し、長期信頼性の高いものとすることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図１]図１は、本発明の実施形態１のパワー半導体モジュールの断面図である。

[図２]図２は、実施形態２のパワー半導体モジュールの断面図である。

[図３]図３は、実施形態３の複合モジュールの断面図である。

[図４]図４は、従来のパワー半導体モジュールの一例の断面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明のパワー半導体モジュールの実施形態について、図面を参照しつつ具体的に説明する。なお、本出願の記載に用いられている「電気的かつ機械的に接続されている」という用語は、対象物同士が直接接合により接続されている場合に限られず、ハンダや金属焼結材などの導電性の接合材を介して対象物同士が接続されている場合も含むものとする。

[0018] (実施形態１)

図１は、本発明の実施形態１のパワー半導体モジュールの断面図である。

本実施形態のパワー半導体モジュールは、いわゆる 1 in 1 モジュールと称されるものであり、スイッチング素子と還流ダイオードが逆並列に接続された回路を有している。

図 1 に示した本実施形態のパワー半導体モジュール 1 は、ベース板 8 と枠体 7 からなる筐体 2 と、絶縁基板 3 の一部である回路板 3 3 と、半導体素子としての半導体チップ 5 と、配線部材 1 0 と、第 1 の蓋 1 2 と、第 2 の蓋 1 4 と、第 1 の樹脂 1 1 と、第 2 の樹脂 1 5 と、外部端子 9 (9 a、9 b) と、カバー 1 3 を備えている。

放熱用の金属製のベース板 8 は、略四角形の平面形状を有している。このベース板 8 上には、絶縁基板 3 が接合されている。絶縁基板 3 は図 1 で示すとおり、絶縁板 3 1 と、絶縁板 3 1 の一方の面に設けられた金属板 3 2 と、絶縁板 3 1 のもう一方の面に設けられ、所定の回路が形成された回路板 3 3 とで構成されている。絶縁基板 3 の金属板 3 2 は、ベース板 8 の主面と、はんだなどの接合材 4 により接合されている。絶縁板 3 1 は例えば窒化アルミニウムや窒化珪素、酸化アルミニウム等の絶縁性セラミックスよりなり、金属板 3 2、回路板 3 3 は、例えば銅よりなる。そして回路板 3 3 は、図示した例では所定の回路が形成された回路板 3 3 a、3 3 b を有している。絶縁基板 3 は、これらの絶縁板 3 1 と金属板 3 2、回路板 3 3 とを直接接合した DCB 基板等を用いることができる。

[0019] 半導体チップ 5 は、おもて面および裏面にそれぞれ電極が設けられている。そして、裏面の電極がはんだなどの導電性の接合材 6 を介して、回路板 3 3 a に電氣的かつ機械的に接続されている。半導体チップ 5 は、具体的には、例えばショットキーバリアダイオードやパワー MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) である。半導体チップ 5 はシリコン半導体からなるものでもよいし、SiC 半導体からなるものでもよい。半導体チップ 5 が IGBT の場合では、裏面の電極はコレクタ電極であり、おもて面の電極はエミッタ電極及びゲート電極である。半導体チップ 5 が炭化ケイ素 (SiC) から

なるパワーMOSFETである場合は、シリコンからなる半導体チップに比べて高耐圧で、かつ高周波でのスイッチングが可能であるために、本実施形態のパワー半導体モジュールの半導体チップ5として最適である。もっとも、半導体チップ5は、IGBTやパワーMOSFETに限定されず、スイッチングの動作が可能な半導体素子の一個又は複数個の組み合わせであればよい。

[0020] ベース板8の周縁に枠体7が設けられている。枠体7は枠形状を有し、絶縁性、耐熱性、成形性のよい樹脂、例えばエポキシ樹脂やPPS (Polyphenylene Sulfide)、PBT (Polybutylene terephthalate) 等からなる。また、枠体7はセラミックスでも構わない。枠体7の下端部は、ベース板8の主面の周縁に接着剤により接合され、枠体7とベース板8によりパワー半導体モジュール1の筐体2が構成されている。筐体2内には絶縁基板3や半導体チップ5が収容される。筐体2内の回路板33a、33bに、外部端子9a、9bの一端が電気的かつ機械的に接続されている。外部端子9a、9bの他端は、上方に延び、後述する第2の蓋よりも外方に突出し、接続部9ac、9bcを構成している。

[0021] パワー半導体モジュール1には、配線部材10が設けられている。配線部材10は、導電板10aと、導電ポスト10bにより構成されている。導電板10aは、半導体チップ5及び絶縁基板3の回路板33に対向して設けられている。そして、導電ポスト10bは、一端が半導体チップ5の第2電極又は絶縁基板3の回路板33に電気的かつ機械的に接続され、他端が導電板10aと電気的かつ機械的に接続されている。

配線部材10により、例えば半導体チップ5のおもて面電極と、回路板33bとが電気的に接続される。本実施形態において配線部材はボンディングワイヤよりも、導電板10aと導電ポスト10bで構成された配線部材10が好ましい。後述するように本実施形態においては、枠体7内に注入される第2の樹脂15が熱硬化性樹脂であるため、配線部材がボンディングワイヤである場合には、熱硬化性樹脂と他の部材との線膨張係数の相違によってボ

ンディングワイヤが破断するおそれがあった。これに対し配線部材が導電板 10a と導電ポスト 10b で構成される場合には、熱硬化性の第 2 の樹脂 15 であっても破断等が生じず、またベース板 8 や枠体 7 の過度な変形も回避することができ、長期信頼性と高絶縁性能との両立が可能となる。配線部材 10 は、例えば半導体チップ 5 が IGBT である場合には、おもて面電極のうちのエミッタ電極と、絶縁基板 3 の回路板 33b を電氣的に接続している。また、配線部材 10 は、おもて面電極のうちのゲート電極と、絶縁基板 3 の回路板 33c（図示せず）を電氣的に接続している。

[0022] 導電板 10a や導電ポスト 10b は、例えば導電性のよい銅よりなる。また、導電板 10a や導電ポスト 10b は、必要に応じてめっきを表面に施すことができる。導電ポスト 10b の外形は、円柱形状、直方体形状等の形状とすることができるが特に限定されない。導電ポスト 10b の底面は、半導体チップ 5 のおもて面電極より小さい大きさである。更に、一つの半導体チップ 5 に対する導電ポスト 10b の設置数は任意であり、一つのおもて面電極に複数個の導電ポスト 10b を接合することも可能である。

[0023] 導電板 10a と導電ポスト 10b とは、はんだやろう付けにより電氣的かつ機械的に接続されている。パワー半導体モジュール 1 は、導電板 10a と導電ポスト 10b とをあらかじめ一体化した配線部材 10 を用いているので、その製造工程を簡素化することができる。

[0024] また、導電板 10a は銅板に限られず、絶縁板の少なくとも一方の表面に、銅やアルミニウム等の導電性金属により形成された金属層が形成された回路基板であってもよい。回路基板である場合は、少なくとも 2 層の金属層を有する構成が好ましい。一層は、半導体チップ 5 のおもて面電極のうちのエミッタ電極と、絶縁基板 3 の回路板 33b を電氣的に接続するための金属層である。もう一層は、半導体チップ 5 のおもて面電極のうちのゲート電極と、絶縁基板 3 の回路板 33c（図示せず）を電氣的に接続するための金属層である。

[0025] 筐体 2 内に第 2 の樹脂 15 が注入され、絶縁基板 3、半導体チップ 5、配

線部材 10 が封止され、第 2 の樹脂 15 の露出面 15 a が形成される。第 2 の樹脂 15 は、絶縁性が高く、更に高温使用に耐えられるという観点から熱硬化性の樹脂とし、例えばエポキシ樹脂が好ましい。第 2 の樹脂 15 は、配線部材 10 を覆い、かつ配線部材 10 の上端の近傍の高さで注入される。具体的には、配線部材 10 の上端より 1 mm 程度高い高さに、露出面 15 a が配置される。例えば、ベース板 8 の上面から配線部材 10 の上端までの高さを 10 mm 程度にした場合、露出面 15 a はベース板 8 の上面から 11 mm 程度の高さにすると良い。第 2 の樹脂 15 の注入量が多いほど、筐体 2 内で第 2 の樹脂 15 による熱応力が発生し易く、パワー半導体モジュールの長期信頼性が低下する。また、コストや軽量化の観点からも不利である。よって本実施形態では、第 2 の樹脂 15 の注入量を、上述した配線部材 10 を覆うだけの必要最小限とする。これにより、パワー半導体モジュール 1 の変形を抑制するとともに、パワー半導体モジュール 1 のコストアップ、重量アップを回避することが可能となる。また、前述のように配線部材を導電板 10 a と導電ポスト 10 b で構成することにより、従来例のボンディングワイヤによる配線に比べて、配線部材の上端の高さを正確に制御することができる。このため、第 2 の樹脂 15 の注入量を上記のように必要かつ最小限に制御することができるため、有効である。

[0026] 筐体 2 内における露出面 15 a よりも上側の領域は、空間とすればよい。この領域に空間を設け、ベース板 8 と外部端子の接続部 9 a c、9 b c との距離を確保することによって、パワー半導体モジュール 1 の高耐圧特性が確保できる。また別の例として、第 2 の樹脂 15 より上側の領域に、樹脂よりなる封止材とは別の封止材、例えばゲル状の封止材を注入して絶縁性を確保することも可能である。

[0027] 枠体 7 に設けられた段差部 7 a に係止され、筐体 2 の開口部を覆うように、第 1 の蓋 12 が設けられる。第 1 の蓋 12 は、絶縁性、耐熱性、成形性のよい樹脂、例えばエポキシ樹脂や PPS、PBT などからなる。セラミックスでも構わない。また第 1 の蓋 12 には孔が設けられていて、その孔に外部

端子 9 a、9 b が通される。

[0028] 第 1 の蓋 1 2 と、第 2 の樹脂 1 5 の露出面 1 5 a との間の空間において、外部端子 9 の周囲を覆って、カバー 1 3 が設けられている。カバー 1 3 は、一例では中空の円筒形状であって、内径が外部端子 9 a、9 b を挿入可能な大きさになっている。カバー 1 3 は、絶縁性、耐熱性、成形性のよい樹脂、例えばエポキシ樹脂や P P S、P B T などからなる。カバー 1 3 の上端は第 1 の蓋 1 2 に当接し、下端は第 2 の樹脂 1 5 内に達していれば特に位置を問わない。なお図 1 に示した例では、カバー 1 3 の下端は回路板 3 3 まで達している。また別の例として図 3 に示した例では、カバー 1 3 の下端が第 2 の樹脂 1 5 の露出面 1 5 a の近傍に配置されている。

[0029] 第 1 の蓋 1 2 と第 2 の樹脂 1 5 との間の空間で、外部端子 9 a、9 b をカバー 1 3 で覆うことにより、外部端子 9 a、9 b は空間に露出することがなくなつて絶縁性が維持される。そのため、パワー半導体モジュール 1 の高耐圧特性を確保することができる。また、第 1 の蓋 1 2 とカバー 1 3 との組み合わせは、特許文献 3 に記載された封止板のような複雑形状ではないため製造が容易であり、製造コストが安価に済む。

[0030] 第 1 の蓋 1 2 よりも筐体 2 の外方に、第 2 の蓋 1 4 が設けられる。第 2 の蓋 1 4 は、第 1 の蓋 1 2 と同様に、絶縁性、耐熱性、成形性のよい樹脂、例えばエポキシ樹脂や P P S、P B T などからなる。また、第 2 の蓋 1 4 はセラミックスでも構わない。第 2 の蓋 1 4 にも第 1 の蓋 1 2 と同様に孔が設けられていて、外部端子 9 a、9 b が通される。

[0031] 第 1 の蓋 1 2 と第 2 の蓋 1 4 との間には、第 1 の樹脂 1 1 が充填される。第 1 の樹脂 1 1 は、第 2 の樹脂 1 5 と同様に、絶縁性が高い熱硬化性の絶縁性樹脂として、エポキシ樹脂が好ましい。

[0032] 第 1 の蓋 1 2 と第 2 の蓋 1 4 との間に第 1 の樹脂 1 1 が充填されたことにより、パワー半導体モジュール 1 の高耐圧特性を高めることができる。また、充填された第 1 の樹脂 1 1 は外部端子 9 a、9 b に接するように配置される。そして、第 1 の樹脂 1 1 は、第 1 の蓋 1 2 及び第 2 の蓋 1 4 に設けられ

た外部端子 9 a、9 b を挿通する孔と、外部端子 9 a、9 b との隙間を埋めるように配置される。これにより、筐体 2 の内部とパワー半導体モジュール 1 の外部との絶縁が確保でき、パワー半導体モジュール 1 の高耐圧特性を確保することができる。

さらに第 1 の樹脂 1 1 は、第 1 の蓋 1 2 とカバー 1 3 との当接箇所に生じ得る隙間を埋めることも可能であり、この点でも、高耐圧特性に有利である。第 1 の樹脂 1 1 は第 2 の蓋 1 4 と第 1 の蓋 1 2 との間に、1 mm 程度の厚さを有していれば十分であるため、第 2 の蓋 1 4 と第 1 の蓋 1 2 との間の間隙は、1 mm 程度とする。

またさらに第 1 の樹脂 1 1 は、第 1 の蓋 1 2 および第 2 の蓋 1 4 と、枠体 7 との間の隙間を埋め、同時に蓋 1 2、1 4 を枠体 7 に固定する接着材としても機能している。これにより、高耐圧特性を確保できるとともに、蓋と枠体を接着する接着材を別途準備する必要がなくなるため、製造コストも低減可能である。

[0033] 本実施形態のパワー半導体モジュール 1 は、長期信頼性は高い一方、線膨張係数が大きく、熱応力の大きい熱硬化性樹脂からなる第 2 の樹脂 1 5 を、配線部材 1 0 を覆う必要最小限の量とする。そして、筐体 2 内の第 2 の樹脂 1 5 と開口部との間に空間を設けることにより、沿面距離を確保している。また、この空間内で外部端子 9 a、9 b をカバー 1 3 で覆うことにより外部端子 9 a、9 b 近傍の絶縁性を確保している。更に、第 2 の蓋 1 4 と第 1 の蓋 1 2 とを設け、これらの間に第 1 の樹脂 1 1 を充填することにより、筐体 2 の開口部での絶縁性を高めている。したがって、本実施形態のパワー半導体モジュール 1 は、長期信頼性を維持しつつ高い絶縁性を得ることができる。

[0034] パワー半導体モジュール 1 は、従来のパワー半導体モジュールと同様に、冷却部材（図示せず）にねじなどで固定される。そして接地されている冷却部材と外部端子と間の沿面距離を長くして絶縁性を高めるために、本実施形態では枠体 7 の外面 7 b には凹凸が設けられている。これらの凹凸が、上述した構成と相まって、パワー半導体モジュール 1 の高耐圧特性に寄与してい

る。本実施形態により、例えば耐圧 13 kV 以上という、極めて高い耐圧特性を具備するパワー半導体モジュールが得られる。なお、パワー半導体モジュール 1 の耐圧特性は、冷却部材から外部端子 9 a、9 b の接続部 9 a c、9 b c までの高さ、で決まる。そのため、所望の耐圧特性に合わせて、第 2 の樹脂 15 と第 1 の蓋 12 との間隔を適宜調整し、必要な長さの外部端子 9 a、9 b を設ければよい。

[0035] (実施形態 2)

図 2 に、本発明の実施形態 2 のパワー半導体モジュールの断面図を示す。図 2 においては、図 1 に示した実施形態 1 のパワー半導体モジュール 1 と同一の部材について同一の符号を付した。したがって、以下に述べる実施形態 2 のパワー半導体モジュールの説明では、図 1 に示した実施形態 1 のパワー半導体モジュール 1 と同一の部材についての重複する説明は省略する。

[0036] 図 2 に示した実施形態 2 のパワー半導体モジュール 21 の、図 1 に示した実施形態 1 のパワー半導体モジュール 1 との相違点は、第 2 の蓋 14 から外方に突出する複数の外部端子 9 a、9 b (具体的には例えば P 端子と N 端子) の間に、第 2 の蓋 14 の突起 14 a を設けた点である。突起 14 a が設けられたことにより、外部端子 9 a、9 b 間の絶縁性を高めることができ、ひいてはパワー半導体モジュール 21 の絶縁性を、より高めることができる。

[0037] (実施形態 3)

図 3 に、本発明の実施形態 3 の複合モジュールの断面図を示す。図 3 においては、図 2 に示した実施形態 2 のパワー半導体モジュール 21 と同一の部材について同一の符号を付した。したがって、以下に述べる実施形態 3 の複合モジュールの説明では、実施形態 2 のパワー半導体モジュール 21 と同一の部材についての重複する説明は省略する。

[0038] 図 3 に示した複合モジュール 41 は、2 個のパワー半導体モジュール 21 を備えている。そして、2 個のパワー半導体モジュール 21 において対応する同一の外部端子 9 a、9 b 同士を電氣的に接続する、バスバーユニット 42 を備えている。バスバーユニット 42 は、例えば P 端子用の外部端子 9 a

同士を接続するバスバー４３と、Ｎ端子用の外部端子９ｂ同士を接続するバスバー４４とを有し、バスバー４３、４４を絶縁性のモールド樹脂４５で一体的に成形してなるものである。この構成により、１ｉｎ１モジュールであるパワー半導体モジュール２１を複数並列に接続し、定格の電流容量を増加させた１ｉｎ１モジュールが構成される。バスバー４３と外部端子９ａとの接続やバスバー４４と外部端子９ｂとの接続は、ねじ止め、はんだ、レーザ溶接等によって行われる。またモールド樹脂４５は、例えばエポキシ樹脂、ＰＰＳ、ＰＢＴ等である。バスバー４３、４４は、それぞれ外部装置（図示せず）と電氣的に接続する端子部４３ａ、４４ａを有している。またバスバー４３、４４は、１ｍｍ以下の間隔を空け、上下方向に部分的に重なり合うように配置されている。これにより、バスバー４３、４４に互いに逆向きの電流が流れるとき、その電流による磁力線を相殺させ、自己インダクタンスを低減させることができる。

[0039] また、バスバーユニット４２には、端子部４３ａと４４ａとの間に、モールド樹脂４５と一体である凹凸部４５ａが設けられている。凹凸部４５ａにより端子部４３ａと４４ａ間の絶縁性を高めることができ、ひいては複合モジュール４１の絶縁性を、より高めることができる。

[0040] 本実施形態の複合モジュール４１は、複数のパワー半導体モジュールを並列に接続しているが、用途に応じ、直列に接続するようにバスバーユニットのバスバー配置とすることができる。

[0041] 以上、本発明のパワー半導体モジュール及び複合モジュールを図面及び実施形態を用いて具体的に説明したが、本発明のパワー半導体モジュール及び複合モジュールは、実施形態及び図面の記載に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で幾多の変形が可能である。

符号の説明

- [0042] １、２１ パワー半導体モジュール
 ２ 筐体
 ３ 絶縁基板

- 3 1 絶縁板
- 3 2 金属板
- 3 3 回路板
- 4、6 接合材
- 5 半導体チップ（半導体素子）
- 7 枠体
- 8 ベース板
- 9 a、9 b 外部端子
- 9 a c、9 b c 接続部
- 1 0 配線部材
- 1 0 a 導電板
- 1 0 b 導電ポスト
- 1 1 第 1 の樹脂
- 1 2 第 1 の蓋
- 1 3 カバー
- 1 4 第 2 の蓋
- 1 5 第 2 の樹脂
- 1 5 a 露出面
- 4 1 複合モジュール
- 4 2 バスバーユニット
- 4 3、4 4 バスバー
- 4 5 モールド樹脂

請求の範囲

- [請求項1] 開口部を有する筐体と、
 前記筐体の内部に収容された回路板と、
 おもて面に電極を有し、裏面が前記回路板に固定された半導体素子と、
 前記半導体素子の電極と前記回路板との間を電氣的に接続する配線部材と、
 前記筐体の開口部に固定された第1の蓋と、
 前記筐体の開口部に固定され、前記第1の蓋よりも外方に設けられた第2の蓋と、
 前記第1の蓋と前記第2の蓋との間に配置された第1の樹脂と、
 前記配線部材を覆い、露出面を有し、前記露出面が前記第1の蓋よりも前記配線部材に近い第2の樹脂と、
 一端が前記回路板に電氣的かつ機械的に接続され、他端が前記第2の蓋よりも外方に突出した外部端子と、
 前記外部端子を覆い、前記第2の樹脂の露出面と前記第1の蓋との間に配置されたカバーと、
 を備えるパワー半導体モジュール。
- [請求項2] 前記第1の蓋と前記第2の蓋の間において、前記外部端子は前記第1の樹脂で封止されている請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項3] 前記配線部材が、前記半導体素子及び前記回路板に対向して設けられた導電板と、
 一端が前記半導体素子の第2電極又は前記回路板に電氣的かつ機械的に接続され、他端が前記導電板と電氣的かつ機械的に接続される導電ポストとを有する請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項4] 前記筐体の外部の側面に凹凸を有する請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項5] 前記第2の蓋が、外部に突出する複数の前記外部端子の間に突起を

有する請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項6] 前記第 1 の樹脂および前記第 2 の樹脂が、熱硬化性樹脂である請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項7] 前記カバーが、前記筐体の内部の側面と離れて設けられた請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項8] 前記半導体素子が裏面に他の電極を有する縦型半導体素子であり、前記他の電極と前記回路板が電気的かつ機械的に接続されている請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項9] 前記筐体が、枠体とベース板からなる請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項10] 前記回路板が絶縁基板の一部であり、前記絶縁基板は前記ベース板に固定されている請求項 9 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項11] 前記配線部材と、前記露出面が約 1 mm 離れている請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項12] 請求項 1 記載のパワー半導体モジュールを複数個備え、各パワー半導体モジュールの前記外部端子同士を電気的に接続するバスバーユニットを備える複合モジュール。

[請求項13] 前記バスバーユニットは、複数のバスバーを間隔を空けて部分的に重ね合わせてなる請求項 1 2 記載の複合モジュール。

[請求項14] 前記バスバーユニットにおける複数のバスバーの間隔が 1 mm 以下である請求項 1 3 記載の複合モジュール。

補正された請求の範囲
[2015年9月10日(10.09.2015) 国際事務局受理]

- [請求項1] (補正後) 開口部を有する筐体と、
 前記筐体の内部に収容された回路板と、
 おもて面に電極を有し、裏面が前記回路板に固定された半導体素子と、
 前記半導体素子の電極と前記回路板との間を電氣的に接続する配線部材と、
 前記筐体の開口部に固定された第1の蓋と、
 前記筐体の開口部に固定され、前記第1の蓋よりも外方に設けられた第2の蓋と、
 前記第1の蓋と前記第2の蓋との間に充填された第1の樹脂と、
 前記配線部材を覆い、露出面を有し、前記露出面が前記第1の蓋よりも前記配線部材に近い第2の樹脂と、
 一端が前記回路板に電氣的かつ機械的に接続され、他端が前記第2の蓋よりも外方に突出した外部端子と、
 前記外部端子を覆い、前記第2の樹脂の露出面と前記第1の蓋との間に配置されたカバーと、
 を備えるパワー半導体モジュール。
- [請求項2] 前記第1の蓋と前記第2の蓋の間において、前記外部端子は前記第1の樹脂で封止されている請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項3] 前記配線部材が、前記半導体素子及び前記回路板に対向して設けられた導電板と、
 一端が前記半導体素子の第2電極又は前記回路板に電氣的かつ機械的に接続され、他端が前記導電板と電氣的かつ機械的に接続される導電ポストとを有する請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項4] 前記筐体の外部の側面に凹凸を有する請求項1記載のパワー半導体モジュール。
- [請求項5] 前記第2の蓋が、外部に突出する複数の前記外部端子の間に突起を

有する請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項6] 前記第 1 の樹脂および前記第 2 の樹脂が、熱硬化性樹脂である請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項7] 前記カバーが、前記筐体の内部の側面と離れて設けられた請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項8] 前記半導体素子が裏面に他の電極を有する縦型半導体素子であり、前記他の電極と前記回路板が電気的かつ機械的に接続されている請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項9] 前記筐体が、枠体とベース板からなる請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項10] 前記回路板が絶縁基板の一部であり、前記絶縁基板は前記ベース板に固定されている請求項 9 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項11] 前記配線部材と、前記露出面が約 1 mm 離れている請求項 1 記載のパワー半導体モジュール。

[請求項12] 請求項 1 記載のパワー半導体モジュールを複数個備え、各パワー半導体モジュールの前記外部端子同士を電気的に接続するバスバーユニットを備える複合モジュール。

[請求項13] 前記バスバーユニットは、複数のバスバーを間隔を空けて部分的に重ね合わせてなる請求項 1 2 記載の複合モジュール。

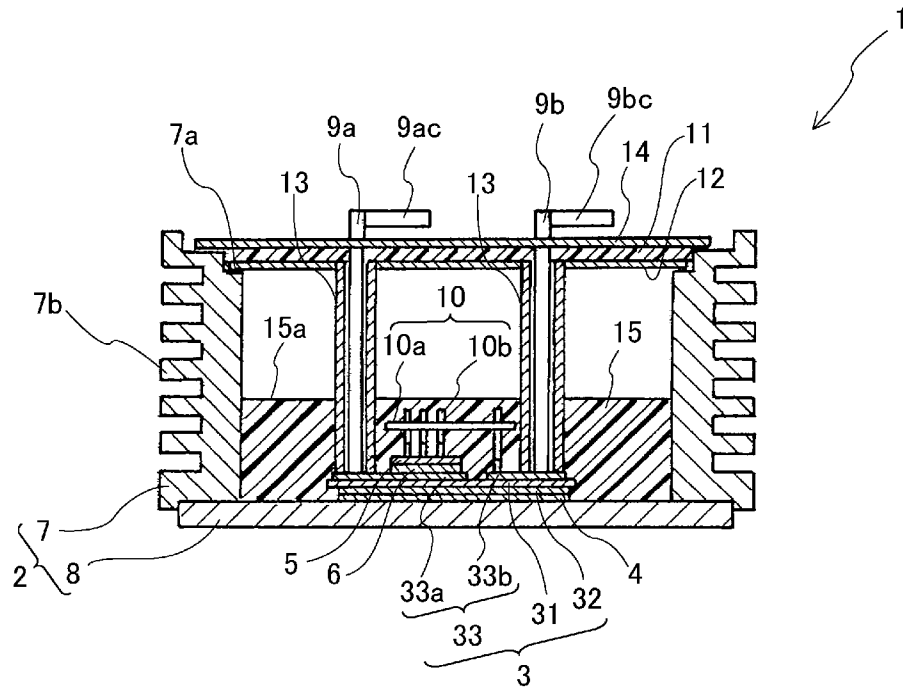
[請求項14] 前記バスバーユニットにおける複数のバスバーの間隔が 1 mm 以下である請求項 1 3 記載の複合モジュール。

条約第19条(1)に基づく説明書

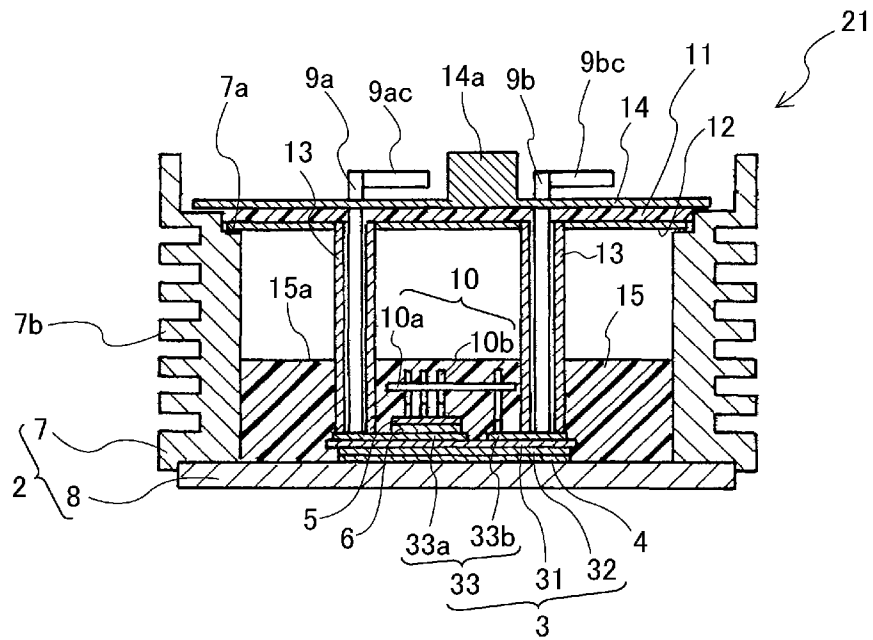
請求の範囲第1項は、第1の樹脂が第1の蓋と前記第2の蓋との間に充填されていることを明確にしました。

請求の範囲第1項の補正の根拠は、明細書の段落[0032]の記載です。

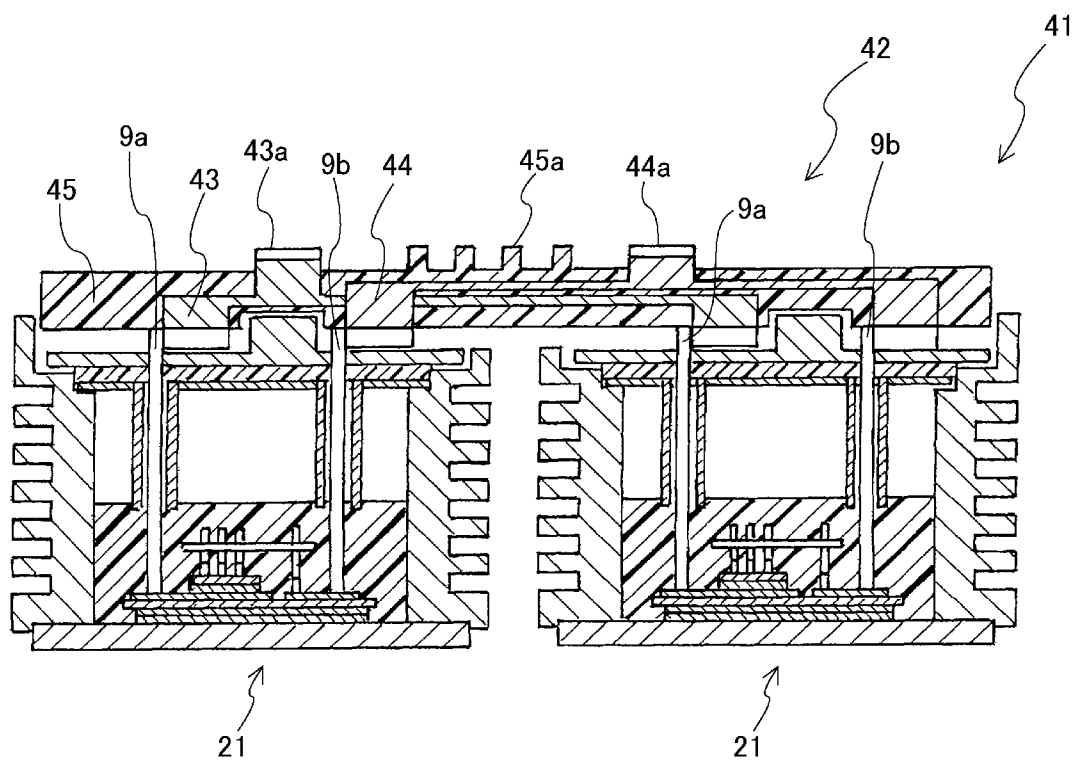
[図1]



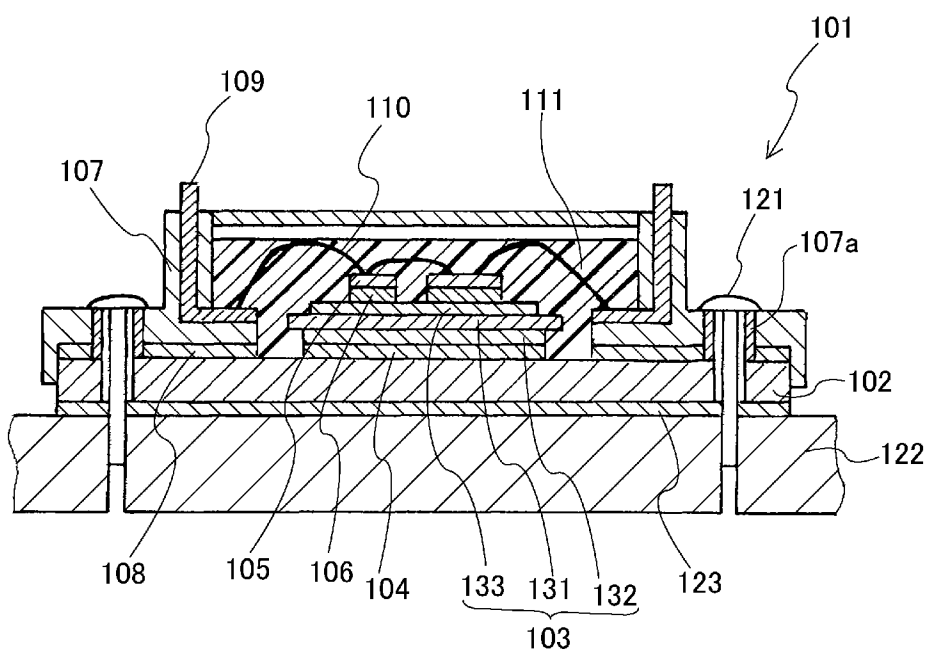
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060340

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L25/07(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i

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)

H01L23/28-23/31, H01L25/00-25/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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	JP 2003-68979 A (Hitachi, Ltd.), 07 March 2003 (07.03.2003), paragraphs [0013] to [0022], [0031] to [0033]; fig. 1, 3, 5 (Family: none)	1-14
Y	JP 11-3995 A (Toshiba Corp.), 06 January 1999 (06.01.1999), paragraphs [0007], [0040], [0043]; fig. 1, 2, 10, 29, 30 (Family: none)	1-14
Y	JP 2012-119618 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 21 June 2012 (21.06.2012), paragraphs [0016] to [0017], [0024] to [0027]; fig. 1, 3 (Family: none)	3, 8, 12-14

☒ 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
09 June 2015 (09.06.15)

Date of mailing of the international search report
23 June 2015 (23.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/060340

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2009/0213553 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG), 27 August 2009 (27.08.2009), paragraphs [0039] to [0041]; fig. 3 & DE 102009000588 A & CN 101552264 A	4
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 24361/1987 (Laid-open No. 132448/1988) (Mitsubishi Electric Corp.), 30 August 1988 (30.08.1988), specification, page 2, line 5 to page 3, line 11; fig. 7 (Family: none)	5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 73295/1982 (Laid-open No. 175650/1983) (NEC Corp.), 24 November 1983 (24.11.1983), specification, page 1, lines 12 to 14; page 3, line 10; fig. 1, 2 (Family: none)	6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L25/07(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L25/18(2006.01)i

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））

Int.Cl. H01L23/28-23/31, H01L25/00-25/18

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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	JP 2003-68979 A（株式会社日立製作所）2003.03.07, 段落 0013-0022, 0031-0033, 図 1, 3, 5（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 11-3995 A（株式会社東芝）1999.01.06, 段落 0007, 0040, 0043, 図 1, 2, 10, 29, 30（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2012-119618 A（富士電機株式会社）2012.06.21, 段落 0016-0017, 0024-0027, 図 1, 3（ファミリーなし）	3, 8, 12-14

☒ 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矛盾するものではなく、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

09.06.2015

国際調査報告の発送日

23.06.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

木下 直哉

5 D

3858

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 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	US 2009/0213553 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 2009.08.27, 段落 0039-0041, FIG 3 & DE 102009000588 A & CN 101552264 A	4
Y	日本国実用新案登録出願 62-24361 号(日本国実用新案登録出願公開 63-132448 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影した マイクロフィルム (三菱電機株式会社) 1988.08.30, 明細書第 2 頁 第 5 行-第 3 頁第 11 行, 第 7 図 (ファミリーなし)	5
Y	日本国実用新案登録出願 57-73295 号(日本国実用新案登録出願公開 58-175650 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影した マイクロフィルム (日本電気株式会社) 1983.11.24, 明細書第 1 頁 第 12-14 行, 第 3 頁第 10 行, 第 1, 2 図 (ファミリーなし)	6