

(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  
2021年1月7日(07.01.2021)



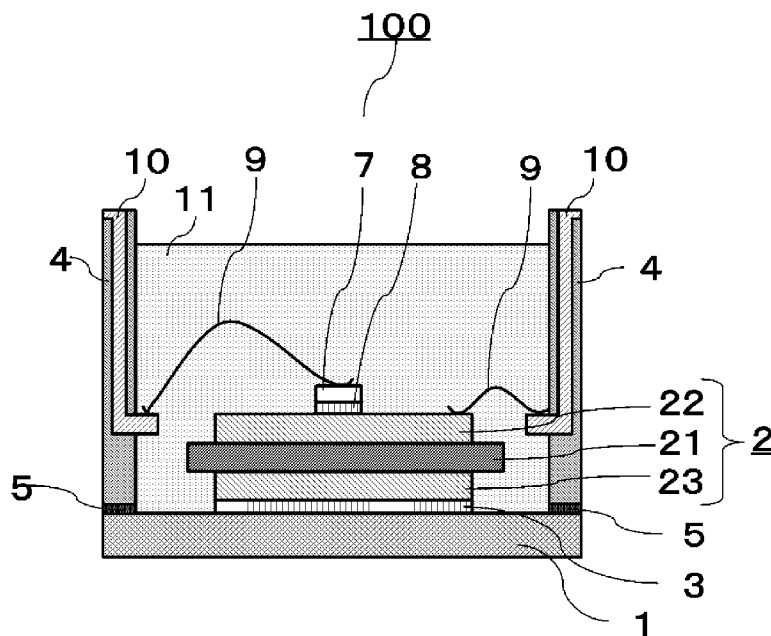
(10) 国際公開番号

WO 2021/001927 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H01L 23/12* (2006.01) *H01L 23/29* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/026306
- (22) 国際出願日: 2019年7月2日(02.07.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 花田 隆一郎 (HANADA, Ryuichiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人:村上 加奈子, 外(MURAKAMI, Kanako et al.); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社 知的財産センター内 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: SEMICONDUCTOR DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE, AND POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置、半導体装置の製造方法および電力変換装置



(57) Abstract: An objective of the present invention is to obtain a semiconductor device such that thermal stress-induced detachment of bonding material at a bonding part between a base plate and an insulation substrate is suppressed and reliability is improved. The semiconductor device comprises: a base plate (1); an insulation substrate (2) comprising an insulation layer (21), with metal layers (22, 23) being disposed on the upper surface and lower surface of the insulation layer (21); a bonding material (3) which bonds the upper surface of the base plate (1) to the lower surface of the metal layer (23) on the lower surface side of the insulation layer (21); a case member (4) which is positioned on the upper surface of the base plate (1) and encloses the insulation substrate (2); and a pressing member (6) which is positioned in the region



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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

enclosed by the base plate (1) and the case member (4) and abuts the upper surface of the insulation substrate (2) while straddling opposite sides of the insulation substrate (2).

(57) 要約: 熱応力によるベース板と絶縁基板との接合部での接合材の剥離を抑制して、信頼性を向上させた半導体装置を得る。ベース板(1)と、絶縁層(21)を有し、絶縁層(21)の上面と下面とに金属層(22, 23)が設けられた絶縁基板(2)と、ベース板(1)の上面と絶縁層(21)の下面側の金属層(23)の下面とを接合する接合材(3)と、ベース板(1)の上面に配置され、絶縁基板(2)を取り囲むケース部材(4)と、ベース板(1)とケース部材(4)とで囲まれた領域内に配置され、絶縁基板(2)の対向する辺を跨いで絶縁基板(2)の上面に接する押さえ部材(6)と、を備えた半導体装置である。

## 明 細 書

発明の名称：

半導体装置、半導体装置の製造方法および電力変換装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、ベース板と絶縁基板との接合部における剥離抑制構造を備えた半導体装置、半導体装置の製造方法および電力変換装置に関する。

### 背景技術

[0002] 半導体装置は、半導体素子を備えており、半導体装置に通電することで半導体素子が発熱する。この発熱は、半導体素子からベース板方向へ放熱される。半導体装置への通電を繰り返すことにより、半導体装置の構成部材には、線膨張係数差により熱応力が発生し、各構成部材間で、き裂、ボイドまたは剥離などの損傷が発生する。

[0003] 特に、構成部材の中でも接合材に損傷が発生する。ベース板と絶縁基板とを接合する接合材が損傷した場合、半導体素子で発生した熱の放熱性が劣化する。放熱性が劣化すると半導体素子の温度が上昇し、半導体素子上に接合した配線材等の寿命を低減させ、半導体装置の信頼性を低下させる。このため、ベース板と絶縁基板との接合材の熱応力による損傷が低減できれば、放熱性の劣化を抑制することができる。

[0004] そこで、この課題を解決するために、半導体素子が搭載された内部回路基板上に接する突起部を有するケース外枠を備えた半導体装置が開示されている（例えば、特許文献1）。また、チップ実装基板の上に弾性付勢部材が配置され、弾性付勢部材に接する外囲ケースを備えた半導体装置が開示されている（例えば、特許文献2）。さらに、放熱板と、フレームと、放熱板から突出してフレームに接する板ばねと、フレームに接する基板とを備えた半導体装置が開示されている（例えば、特許文献3）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

- [0005] 特許文献1：特開昭62-007145号公報  
特許文献2：特開平11-330328号公報  
特許文献3：特開2000-299419号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、特許文献1に記載の従来の突起部においては、内部回路基板の外周部のみを押圧するため、内部回路基板下接着剤の外周部の劣化は低減できるが、内部回路基板の中央部の劣化は低減できず、半導体装置の信頼性が劣化する場合があった。また、特許文献2に記載の従来の弾性付勢部材においては、チップ実装基板の外周部のみを押圧しているため、チップ実装基板の外周部の劣化は低減できるが、チップ実装基板の中央部の劣化は低減できず、半導体装置の信頼性が劣化する場合があった。さらに、特許文献3に記載の従来の板ばねにおいては、フレームの周辺部を押圧するため、基板下周辺部の劣化は低減できるが、基板下中央部の劣化は低減できず、半導体装置の信頼性が劣化する場合があった。
- [0007] 本発明は、上述のような問題を解決するためになされたもので、熱応力によるベース板と絶縁基板との接合部での接合材の剥離を抑制して、信頼性を向上させた半導体装置を得ることを目的としている。

### 課題を解決するための手段

- [0008] 本発明に係る半導体装置は、ベース板と、絶縁層を有し、絶縁層の上面と下面とに金属層が設けられた絶縁基板と、ベース板の上面と絶縁層の下面側の金属層の下面とを接合する接合材と、ベース板の上面に配置され、絶縁基板を取り囲むケース部材と、ベース板とケース部材とで囲まれた領域内に配置され、絶縁基板の対向する辺を跨いで絶縁基板の上面に接する押さえ部材と、を備えた半導体装置である。

### 発明の効果

- [0009] 本発明によれば、絶縁基板の対向する辺を跨いで絶縁基板の上面に接する

押さえ部材を設けたので、ベース板と絶縁基板とを接合する接合材がベース板方向に押圧され、接合材の損傷の抑制が可能となり、半導体装置の信頼性を向上させることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の実施の形態1における半導体装置を示す平面構造模式図である。
- 。
- [図2]本発明の実施の形態1における半導体装置を示す断面構造模式図である。
- 。
- [図3]本発明の実施の形態1における半導体装置を示す他の断面構造模式図である。
- [図4]本発明の実施の形態1における半導体装置の押さえ部材を示す断面構造模式図である。
- [図5]本発明の実施の形態1における半導体装置の他の押さえ部材を示す断面構造模式図である。
- [図6]本発明の実施の形態1における半導体装置の他の押さえ部材を示す断面構造模式図である。
- [図7]本発明の実施の形態1における半導体装置の他の押さえ部材を示す断面構造模式図である。
- [図8]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。
- [図9]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。
- [図10]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。
- [図11]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。
- [図12]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図13]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図14]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図15]本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図16]本発明の実施の形態2における半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図17]本発明の実施の形態2における半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図18]本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図19]本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図20]本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図21]本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図22]本発明の実施の形態3における半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図23]本発明の実施の形態3における半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図24]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図25]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図26]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図27]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図28]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図29]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図30]本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図31]本発明の実施の形態4における半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図32]本発明の実施の形態4における半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図33]本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図34]本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図35]本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図36]本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図37]本発明の実施の形態5における半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図38]本発明の実施の形態5における半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図39]本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図40]本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図41]本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図42]本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図43]本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。

[図44]本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。

[図45]本発明の実施の形態6における電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] はじめに、本発明の半導体装置の全体構成について、図面を参照しながら説明する。なお、図は模式的なものであり、示された構成要素の正確な大きさなどを反映するものではない。また、同一の符号を付したものは、同一又はこれに相当するものであり、このことは明細書の全文において共通することである。

[0012] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1における半導体装置を示す平面構造模式図である。図2は、本発明の実施の形態1における半導体装置を示す断面構造模式図である。図3は、本発明の実施の形態1における半導体装置を示す他の断面構造模式図である。図1は、半導体装置100を上面から見た平面構造模式図である。図2は、図1の一点鎖線AAにおける断面構造模式図である。図3は、図1の一点鎖線BBにおける断面構造模式図である。

[0013] 図において、半導体装置100は、ベース板1と、絶縁基板2と、接合材である絶縁基板下接合材3と、ケース部材4と、接着剤5と、押さえ部材6と、半導体素子7と、半導体素子下接合材8と、配線部材9と、端子10と、充填部材11と、を備えている。

[0014] 図において、半導体装置100は、ベース板1と、ベース板1の上面に絶



縁基板下接合材 3 より接合された絶縁基板 2 と、ベース板 1 の上面に絶縁基板 2 を取り囲むように形成され、絶縁基板 2 と接着剤 5 により接着されたケース部材 4 と、絶縁基板 2 のベース板 1 と反対側の面上に半導体素子下接合材 8 により接合された半導体素子 7 と、半導体素子 7 を絶縁基板 2 と反対側の半導体素子 7 の上面からベース板 1 方向に押し付ける押さえ部材 6 とを備えている。

[0015] 絶縁基板 2 は、上面と下面とを有している。絶縁基板 2 の下面は、ベース板 1 の上面に対向している。絶縁基板 2 は、絶縁層 2 1 を有している絶縁層 2 1 は、上面と下面とを有している。絶縁基板 2 には、絶縁層 2 1 の上面に金属層 2 2、絶縁層 2 1 の下面に金属層 2 3 が形成されている。絶縁層 2 1 の下面側の金属層 2 3 は、絶縁基板下接合材 3 によりベース板 1 の上面と接合されている。絶縁基板 2 は板状であり、板状の絶縁基板 2 を平面方向から見た場合において、金属層 2 2、2 3 の大きさは、絶縁層 2 1 を挟んで、金属層 2 2 が、金属層 2 3 およびベース板 1 との間で沿面放電を抑制（沿面距離を確保）するために、絶縁層 2 1 の大きさよりも小さくなっている。また、絶縁層 2 1 の上面側の金属層 2 2 は、目的に応じて複数に分割され、回路パターンを形成してもよい。絶縁基板 2 の絶縁層 2 1 の材料としては、酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) や窒化アルミニウム ( $AlN$ ) や窒化珪素 ( $Si_3N_4$ ) などを用いることができる。絶縁基板 2 の金属層 2 2、2 3 の材料としては、銅合金やアルミニウム合金などを用いることができる。絶縁基板 2 の金属層 2 2 の上面には、半導体素子 7 が半導体素子下接合材 8 で接合されている。

[0016] ベース板 1 は、板状であり、半導体装置 100 の底面部（底板）である。ベース板 1 は、半導体装置 100 内部で発生した熱を半導体装置 100 の外部へ放熱する放熱部材として機能する。ベース板 1 は、ベース板 1 の上面が絶縁基板 2 の下面側の金属層 2 3 の下面と、絶縁基板下接合材 3 を介して（用いて）接合されている。ベース板 1 の材料としては、銅合金またはアルミニウム合金などを用いることができる。

- [0017] 絶縁基板下接合材3は、ベース板1と絶縁基板2とを接合するための接合材である。絶縁基板下接合材3の材料としては、はんだが用いられ、必要に応じて焼結銀、焼結銅などを用いてもよい。
- [0018] ケース部材4は、半導体装置100の外枠体である。ベース板1の中央領域には、絶縁基板2が接合され、絶縁基板2を取り囲むベース板1の外周領域において、ケース部材4は、ベース板1と接着剤5で接着されている。ケース部材4は、半導体装置100の使用温度領域内で熱変形をおこさず、絶縁性を維持することが求められる。このため、ケース部材4の材料としては、PPS (Poly Phenylene Sulfide) 樹脂やPBT (Poly Butylene Terephthalate) 樹脂を用いることができる。
- [0019] 接着剤5は、ベース板1の上面とケース部材4の底面とを接着する。接着剤5の材料としては、一般にはシリコン樹脂、エポキシ樹脂等が用いられ、ケース部材4およびベース板1の少なくとも一方に接着剤5を塗布し、ケース部材4とベース板1とを固定した後、熱硬化により接着させている。
- [0020] 半導体素子下接合材8は、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面と半導体素子7とを接合するための接合材である。半導体素子下接合材8の材料としては、絶縁基板下接合材3と同様に、はんだ、焼結銀または焼結銅などを用いることができる。
- [0021] 配線部材9は、半導体素子7と端子10とを電氣的に接続している。また、配線部材9は、絶縁基板2の上面側の金属層22と端子10とを電氣的に接続している。さらに、複数の半導体素子7を用いている場合には、複数の半導体素子7間を電氣的に接続する。配線部材9としては、アルミニウム合金製ワイヤ、銅合金製ワイヤ、銅合金製リード、アルミニウム合金製リボンまたは銅合金製リボンなどを用いることができる。
- [0022] 端子10は、半導体装置100の内部と半導体装置100の外部とを電氣的に接続するためのものである。端子10は、半導体装置100の外部から半導体素子7へ電力供給する、または半導体素子7へ駆動信号を供給するた

めに用いられる。端子10の材料としては、銅合金などを用いることができる。端子10は、ケース部材4に内蔵されているインサート型でも、ケース部材4の内周面（内壁）側に接して設けられるアウトサート型でもよい。また、端子10は、金属層22によって構成される配線パターンに対応して外部と接続するために、ケース部材4の内部に配置してもよい。

[0023] 半導体素子7は、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面に接合材である半導体素子下接合材8を介して接合されている。半導体素子7は、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) やIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などの電力用半導体素子などを用いることができる。また、半導体素子の材料としては、珪素 (Si: Silicon) や炭化珪素 (SiC: Silicon Carbide) などを用いることができる。

[0024] 充填部材11は、半導体装置100の内部における絶縁性を確保する目的で、ケース部材4とベース板1とで囲まれた領域内に充填されている。充填部材11は、絶縁基板2（絶縁層21、金属層22, 23）、押さえ部材6、半導体素子7および配線部材9を封止する。充填部材11としては、例えば、シリコン樹脂を用いるが、これに限定されるものではなく、所望の弾性率と耐熱性および接着性を有する材料であればよい。また、充填部材11の材料としては、例えば、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、アクリル樹脂等を用いてもよく、強度や放熱性を高めるためにセラミック粉を分散させた樹脂材料を用いてもよい。

[0025] 図1、図3において、押さえ部材6は、絶縁基板2をベース板1の上面側（方向）へ押し付ける（押さえつける）ためのものである。押さえ部材6は、例えば、帯状（矩形）であり、長辺と短辺とを有している。押さえ部材6は、長辺方向が半導体素子7付近の金属層22（絶縁基板2）の対向する辺を跨いで（対向する辺間を横断して）、絶縁基板2の上面と接している。本実施の形態1においては、押さえ部材6は、絶縁基板2の上面側の金属層2

2の上面と接している。押さえ部材6は、絶縁基板2の対向する辺を連続して（一体として）跨いでいる。押さえ部材6の下面は、金属層22の上面と直接接している。押さえ部材6は、ケース部材4の内周面に接して、または、内周面から内側へ突出して配置されている。押さえ部材6が、絶縁基板2の対向する辺を連続して跨いで配置されることで、絶縁基板2を介して基板下接合材3に対して、ベース板1方向への押圧力を均一に発生させることができる。また、押さえ部材6は複数配置されていてもよく、それぞれの押さえ部材6は、平面視において、絶縁基板2の対向する辺の一方を外側から内側へ向かって跨ぎ、絶縁基板2の上面に接して、絶縁基板2の対向する他方の辺を内側から外側へ向かって跨いで配置される。

[0026] 絶縁基板2の上面側の金属層22は電流が流れる部位（部材）であるため、押さえ部材6の接する領域（下面側）または押さえ部材6自体は、電氣的に絶縁されていることが望ましく、押さえ部材6の材料としては、絶縁体を用いることができる。ただし、押さえ部材6は、金属層22の上面と接する箇所が絶縁されていれば金属部材を用いてもよい。また、押さえ部材6としては、弾性体を用いてもよい。押さえ部材6として弾性体を用いることで、押さえ部材6は、金属層22の上面に押し当てられて弾性変形するので、金属層22との接触面積が増加し、押圧力を均一に付与することができる。弾性体としては、例えば、ゴム、樹脂または繊維などを用いることができる。樹脂としては、ケース部材4と同様の材料を用いることができる。押さえ部材6が樹脂を用いて構成される場合、押さえ部材6は樹脂部材である充填部材11よりも硬い樹脂部材である。さらに、押さえ部材6として、熱伝導性の良い材料を用いることで、ベース板1側からだけでなく、押さえ部材6の上面側からも放熱することができ、絶縁基板下接合材3への熱応力を低減できる。

[0027] 押さえ部材6の厚さとしては、例えば、100 $\mu$ mから1000 $\mu$ m程度である。押さえ部材6の厚さが薄い場合（100 $\mu$ m未満）、押さえ部材6で絶縁基板2を押さえたときに押さえ部材6の強度が得られず、押さえ部材

6自体が破損する場合がある。また、押さえ部材6の厚さが厚い場合（1000 $\mu$ m以上）、絶縁基板2に押圧力を付与することはできるが、変形しにくくなるため、絶縁基板2の形状に対応できなくなり、押圧力が均一に付与できない場合がある。また、配線部材9の下に配置する場合、配線部材9のループ高さを高くする必要があり、配置が難しくなる。そのため、押さえ部材6の厚さとしては、適度に変形可能な厚さである100 $\mu$ mから1000 $\mu$ m程度の厚さであればよい。なお、押さえ部材6の幅としては、金属層22の上面に配置された半導体素子7または配線部材9の配置が可能である幅であればよい。

[0028] 上述のように、押さえ部材6は、金属層22の対向する辺を跨いで、金属層22の上面に接して配置されたので、金属層22全体がベース板1の方向（厚み方向）に押圧され、絶縁基板下接合材3の内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材3内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材3とベース板1若しくは絶縁基板2との剥離が抑制されることで、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減することができ、半導体装置100の信頼性を向上することができる。

[0029] 次に、上述のように構成された本実施の形態1の半導体装置100の製造方法について説明する。

[0030] はじめに、半導体装置100の底面部となるベース板1を準備する（ベース板準備工程）。

[0031] 次に、絶縁層21の上面と下面とに金属層22、23が設けられた絶縁基板2を準備する（絶縁基板準備工程）。絶縁層21と金属層22、23との接合は、ろう付けなどにより行う。金属層22、23には、それぞれ電気回路が形成されるため、パターン形状が異なることがよくある。このような場合、金属層22、23の大きさ、厚みを調整することで、絶縁層21の上下（おもて裏）面間で熱応力の発生を抑えるようにしてもよい。

[0032] 次に、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面に、半導体素子7を半導体素子下接合材8を用いて接合する（半導体素子接合工程）。半導体素子7を

絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 の上面に接合した後、ベース板 1 の上面と絶縁層 2 1 の下面側の金属層 2 3 の下面とを絶縁基板下接合材 3 で接合する（絶縁基板接合工程）ことで、ベース板 1 と絶縁基板 2 とが接合される。

[0033] 次に、絶縁基板 2 が接合されたベース板 1 の上面の外周領域に絶縁基板 2 を取り囲むケース部材 4 を配置する（ケース部材配置工程）。ケース部材 4 は、ベース板 1 と接着剤 5 を用いて接着されている。

[0034] 次に、ベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域内に絶縁基板 2 の対向する辺を跨ぎ、絶縁層 2 1 の上面側の金属層 2 2 の上面に接する押さえ部材 6 を配置する（押さえ部材配置工程）。

[0035] 押さえ部材 6 を配置後、半導体素子 7 と端子 1 0、または絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 と端子 1 0 とを配線部材 9 を用いて電氣的に接続する（配線部材形成工程）。

[0036] 配線部材 9 を形成した後、ベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域内に充填部材 1 1 を充填して、絶縁基板 2、半導体素子 7、押さえ部材 6 及び配線部材 9 を封止する（充填部材充填工程）。充填部材 1 1 は、例えば、ディスペンサを用いて、ケース部材 4 とベース板 1 とで囲まれた領域内へ充填される。充填部材 1 1 の充填位置（充填量）としては、配線部材 9 を覆う（封止する）位置まで充填される。

[0037] ベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域内に充填部材 1 1 を充填後、充填部材 1 1 の内部に残留する気泡を除去するために、脱泡処理を行う（充填部材脱泡工程）。充填部材 1 1 の脱泡処理後、充填部材 1 1 を硬化させるために硬化処理を行う（充填部材硬化工程）。例えば、充填部材 1 1 の硬化処理条件としては、150℃、2時間の条件で行う。このように、硬化処理を行うことで充填された充填部材 1 1 が硬化される。

[0038] 以上の主要な製造工程を経ることで、図 1 に示す半導体装置 1 0 0 が製造できる。

[0039] 図 4 から図 7 は、本発明の実施の形態 1 における半導体装置の押さえ部材を示す断面構造模式図である。

[0040] 図1において、押さえ部材6の形状は、例えば、棒状である。または、押さえ部材6は、棒状部材を使用できる。図4から図7において、棒状の押さえ部材6の金属層22の上面に接する領域と垂直方向の断面形状は、例えば、四角形、円形、三角形または六角形等を用いることができる。押さえ部材6の断面形状は、金属層22の上面と接することができる多角形状であればよい。押さえ部材6の断面形状が、四角形、三角形などの多角形であれば、押さえ部材6は、金属層22の上面とは面で接触し、円形であれば接する部分は線となる。したがって、より大きな押圧力が必要であれば、断面形状は円ではなく、より大きい面積で押圧することができる断面形状である四角形、三角形等が望ましい。

[0041] 図8から図11は、本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図8から図11には、押さえ部材6とケース部材4との接続（接合）状態、または押さえ部材6の支持（保持）状態を示している。

[0042] 図8において、半導体装置101では、ケース部材4は、ケース部材4の押さえ部材6を配置する領域に、ケース台座部であるケース台座41とスリット部であるスリット42とを備えている。上面視において、スリット42の形状は、ケース部材4の内周側から外周側へ向かう凹部形状である（図示せず）。スリット42に押さえ部材6を挿入し、ケース台座41で押さえ部材6を支持すると共に、押さえ部材6の配置高さを調整する。ケース台座41の上面の高さを絶縁基板2の上面側の金属層22の上面の高さと同じ、あるいは若干低く設定することで、絶縁基板2にベース板1方向への押圧力を付与することができる。押さえ部材6の長さとしては、押さえ部材6が配置される位置のケース部材4の内周面間で、押さえ部材6は支持（保持）されることができればよい。すなわち、押さえ部材6の長さは、ケース部材4の内周面間の長さよりも若干長い長さであればよい。

[0043] 図9において、半導体装置102では、ケース部材4は、ケース部材4の押さえ部材6を配置する領域に、ケース台座41とケース台座41に設けた

ねじ穴43とを備えている。押さえ部材6とケース部材4との接続には、ねじ12を用いて、ケース台座41に設けたねじ穴43と押さえ部材6に設けたねじ穴61とで締結する。ケース台座41に設けたねじ穴43の深さ（長さ）は、ねじの長さに合わせた深さでもよく、押さえ部材6を貫通してもよい。ケース台座41に設けたねじ穴43の深さが、ねじ12の長さよりも深い場合、ねじ12で押さえ部材6をケース部材4へ締結する締め付け具合（トルク）により、絶縁基板2のベース板1方向への押圧力を調整することができる。ねじ12を締めることで、押圧力を強く（大きく）することができる。また、押さえ部材6の上面とねじ12との間にばねを配置して、ばねにより、押圧力を付与してもよい（図示せず）。

[0044] 図10において、半導体装置103では、ケース部材4は、ケース部材4の押さえ部材6を配置する領域に、ケース台座41とケース台座41に設けた凹部44とを備えている。また、押さえ部材6には、ケース台座41の凹部44に対応する位置に、凸部62を設けている。押さえ部材6の凸部62とケース台座41の凹部44とを嵌め合わせる（嵌め込む）ことで、押さえ部材6とケース部材4とを接続する。図10においては、押さえ部材6に凸部62、ケース台座41に凹部44を設けたが、ケース部材4と押さえ部材6とが接続できれば、凹部と凸部とが逆に形成されてもよい。図8から図11に示したように構成したので、押さえ部材6の金属層22の上面と接する箇所の位置決めと押さえ部材6の固定とをすることができる。

[0045] 図11において、半導体装置104は、押さえ部材6とケース部材4とが一体的に形成されている。この場合、押さえ部材6は、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面の押さえ部材6の配置位置に対応する領域のケース部材4の内周面から突出している。このように、押さえ部材6とケース部材4とを一体的に形成した場合においても、押さえ部材6を用いて、絶縁基板2をベース板1方向へ押圧することができる。

[0046] 図12は、本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図12は、半導体装置105を上面から見た平面構造模式図



である。図12において、半導体装置105では、押さえ部材6が絶縁基板2の上面側の金属層22と接する領域が、半導体素子7付近に加えて、金属層22の外周部であり、矩形である押さえ部材6の長辺が金属層22の辺部の長さ方向の全長にわたる（沿う）領域（辺部の一方の角部から辺部の他方の角部までの間）にも接している。押さえ部材6を金属層22の外周部に配置したので、絶縁基板下接合材3の端部にも確実に圧縮応力（押圧力）を発生させることができる。この結果、絶縁基板下接合材3の端部にき裂あるいは剥離が進展しやすい構成である、例えば、絶縁基板2とベース板1との熱膨張係数が異なる場合においても、き裂あるいは剥離の発生を抑制することができる。

[0047] また、図12に示したように、押さえ部材6が配線部材9の下に（配線部材9のループ内を通して）配置されていてもよい。このような構成は、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面に押さえ部材6を配置した後に、配線部材9を形成する。または、押さえ部材6を配線部材9の下に配置できるように、押さえ部材6を複数に分割可能とし、押さえ部材6を組み立て式にすることで実現できる。さらに、押さえ部材6同士が交差して配置される場合には、押さえ部材6が交差する部分では、交差した押さえ部材6が、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面と接するように、交差される押さえ部材6側に窪んだ凹部を形成することで、ベース板1方向へ押圧力を発生させることができる。

[0048] 図13は、本発明の実施の形態1における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図13は、半導体装置106を上面から見た平面構造模式図である。図13において、半導体装置106は、絶縁基板2の上面側の金属層22が2枚配置されている。金属層22が2枚以上配置されている場合には、それぞれの金属層22の上面と押さえ部材6が接するように配置される。それぞれの金属層22の上面における押さえ部材6の配置は、金属層22が1枚である場合と同様に配置することで対応できる。このように、金属層22が複数枚ある場合においても、それぞれの金属層22に押さえ部材6を配

置することで、それぞれの金属層 2 2 の下部に位置する絶縁基板下接合材 3 のき裂または剥離などの損傷を低減することができる。

[0049] 図 1 4 は、本発明の実施の形態 1 における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図 1 4 は、半導体装置 1 0 7 を上面から見た平面構造模式図である。図 1 5 は、図 1 4 の一点鎖線 C C における断面構造模式図である。図において、半導体装置 1 0 7 は、押さえ部材 6 が梁部 6 7 と支持部 6 9 を有する第二の梁部 6 8 とばね部材であるばね 1 3 とを備えている。押さえ部材 6 は、梁部 6 7 (第一の梁部) と第二の梁部 6 8 との複数の部材で構成されている。梁部 6 7 は、ケース部材 4 の内壁に固定されている。梁部 6 7 は、所定の位置に支持部 6 9 を通すための穴を有している。第二の梁部 6 8 は、押圧力を絶縁基板 2 へ伝えるための部材である。このように、金属層 2 2 と梁部 6 7 との間にはばね 1 3 を通した第二の梁部 6 8 を配置することで、金属層 2 2 と梁部 6 7 との隙間 (間隔) とばね 1 3 のばね定数とを調整することで押さえ部材 6 の押圧力を調整することができる。また、ばね 1 3 を複数個用いることで、押さえ部材 6 から絶縁基板 2 への押圧力を均一に付与することができる。

[0050] 図 1 4、図 1 5 のような構成とする場合は、押さえ部材配置工程処理中に、ばね部材 1 3 で押さえ部材 6 を押さえる (押さえ部材押さえ工程) ことで製造できる。

[0051] なお、押さえ部材 6 の個数としては、絶縁基板 2 の形態に対応させて、適宜選択可能で、1 個でもよく、複数個用いてもよい。また、押さえ部材 6 は、上述のような固定方法を用いず接着剤等を用いて所定の位置に固定配置されていればよい。

[0052] 以上のように構成された半導体装置 1 0 0, 1 0 1, 1 0 2, 1 0 3, 1 0 4, 1 0 5, 1 0 6, 1 0 7 においては、押さえ部材 6 は、金属層 2 2 の対向する辺を跨いで金属層 2 2 の上面に接して配置したので、金属層 2 2 全体がベース板 1 の方向に押圧されることにより、絶縁基板下接合材 3 内部全

体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材 3 内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されることで、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107 の信頼性を向上することができる。

[0053] 実施の形態 2.

本実施の形態 2 においては、実施の形態 1 で用いた押さえ部材 6 を絶縁層 21 (絶縁基板 2) の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の絶縁層 21 の上面と接して設けたことが異なる。このように、絶縁層 21 の対向する辺を跨いで絶縁基板 2 の絶縁層 21 の上面と接する押さえ部材 6 を形成したので、絶縁層 21 全体がベース板 1 の方向に押圧されることで、絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材 3 内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。なお、その他の点については、実施の形態 1 と同様であるので、詳しい説明は省略する。

[0054] 図 16 は、本発明の実施の形態 2 における半導体装置を示す平面構造模式図である。図 17 は、本発明の実施の形態 2 における半導体装置を示す断面構造模式図である。図 16 は、半導体装置 200 を上面から見た平面構造模式図である。図 17 は、図 16 の一点鎖線 DD における断面構造模式図である。

[0055] 図において、半導体装置 200 は、ベース板 1 と、絶縁基板 2 と、接合材である絶縁基板下接合材 3 と、ケース部材 4 と、接着剤 5 と、押さえ部材 6 と、半導体素子 7 と、半導体素子下接合材 8 と、配線部材 9 と、端子 10 と、充填部材 11 と、を備えている。

[0056] 図 16 において、押さえ部材 6 は、ケース部材 4 の内周面側に接している。押さえ部材 6 は、金属層 22 から露出した部分の絶縁層 21 の外周部の上面に接して、絶縁層 21 の対向する辺を跨いで配置されている。

[0057] 図17において、押さえ部材6は、絶縁層21（絶縁基板2）の対向する辺を跨いで（対向する辺間を横断して）、絶縁基板2の上面と接している。本実施の形態2においては、押さえ部材6は、絶縁層21の上面に接して配置されている。押さえ部材6が配置された絶縁層21の反対側である絶縁層21の下面側には、充填部材11が配置されている。絶縁層21は、金属層22, 23から突出しているため、押さえ部材6が配置されていない領域は充填部材11で覆われることになる。

[0058] この結果、絶縁基板2全体がベース板1方向に押圧されることにより、接合材である絶縁基板下接合材3の内部全体に圧縮応力が生じる。したがって、絶縁基板下接合材3内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材3の剥離が抑えられることで、絶縁基板下接合材3の損傷を低減することが可能になる。

[0059] 本実施の形態2の押さえ部材6のケース部材4への固定方法としては、図8から図11に記載した実施の形態1で用いた形態を適用することができる。

[0060] 図18は、本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図18は、半導体装置201を上面から見た平面構造模式図である。図18において、半導体装置201では、押さえ部材6が絶縁基板2の上面側の絶縁層21の上面と接する領域が、1組の対向する辺間だけではなく、他の対向する辺間の絶縁層21の外周部であり、矩形である押さえ部材6の長辺が絶縁層21の辺部の長さ方向の全長にわたる（沿う）領域（辺部の一方の角部から辺部の他方の角部までの間）にも接している。押さえ部材6を絶縁層21の外周部に配置したので、絶縁基板下接合材3の端部にも確実に圧縮応力（押圧力）を発生させることができる。この結果、絶縁基板下接合材3の端部にき裂あるいは剥離が進展しやすい構成である、例えば、絶縁基板2とベース板1との熱膨張係数が異なる場合においても、き裂あるいは剥離の発生を抑制することができる。

[0061] また、図18に示す半導体装置201のように、押さえ部材6が配線部材

9の下に配置されていてもよい。このような構成は、絶縁基板2の上面側の絶縁層21の上面に押さえ部材6を配置した後に、配線部材9を形成する。または、押さえ部材6を配線部材9の下に配置できるように、押さえ部材6を複数に分割可能とし、押さえ部材6を組み立て式にすることで実現できる。押さえ部材6同士が交差して配置される場合には、押さえ部材6が交差する部分では、交差した押さえ部材6が、絶縁基板2の上面側の絶縁層21の上面と接するように、交差される押さえ部材6側に窪んだ凹部を形成したので、ベース板1方向へ押圧力を発生させることができる。

[0062] 図19は、本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図19は、半導体装置202を上面から見た平面構造模式図である。図19において、半導体装置202は、絶縁基板2の上面側の金属層22が2枚配置されている。金属層22が2枚以上配置されている場合には、それぞれの金属層22を挟んで、絶縁基板2の絶縁層21の上面と押さえ部材6とが接するように配置される。それぞれの絶縁層21の上面における押さえ部材6の配置は、絶縁層21が1枚である場合と同様に配置することで対応できる。このように、金属層22が複数枚ある場合に、それぞれの金属層22を挟んで絶縁層21の上面に押さえ部材6を配置したので、絶縁層21の下部に位置する絶縁基板下接合材3のき裂または剥離などの損傷を低減することができる。

[0063] 図20は、本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図21は、本発明の実施の形態2における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図20は、半導体装置203を上面から見た平面構造模式図である。図21は、図20の一点鎖線EEにおける断面構造模式図である。図において、半導体装置203は、押さえ部材6が梁部67と支持部69を有する第二の梁部68とばね部材であるばね13とを備えている。押さえ部材6は、梁部67（第一の梁部）と第二の梁部68との複数の部材で構成されている。梁部67は、ケース部材4の内壁に固定されている。梁部67は、所定の位置に支持部69を通すための穴を有している。この

ように、絶縁層 2 1 と梁部 6 7 との間にはばね 1 3 を通した第二の梁部 6 8 を配置することで、絶縁層 2 1 と梁部 6 7 との隙間（間隔）とばね 1 3 のばね定数とを調整することで押さえ部材 6 の押圧力を調整することができる。また、ばね 1 3 を複数個用いることで、押さえ部材 6 から絶縁基板 2 への押圧力を均一に付与することができる。

[0064] 以上のように構成された半導体装置 2 0 0, 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3 においては、押さえ部材 6 は、絶縁層 2 1 の対向する辺を跨いで、絶縁層 2 1 の上面に接して配置したので、絶縁層 2 1 全体がベース板 1 の方向に押圧されることにより、絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材 3 内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されることで、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置 2 0 0, 2 0 1, 2 0 2, 2 0 3 の信頼性を向上することができる。

[0065] 実施の形態 3.

本実施の形態 3 においては、実施の形態 1 で用いた押さえ部材 6 をベース板 1 の上面から上方へ突出させ、絶縁基板 2 の上面側へ屈曲して、金属層 2 2 の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の金属層 2 2 の上面と接して設けたことが異なる。このように、ベース板 1 の上面から上方へ突出させ、絶縁基板 2 の上面側（上面部方向）へ屈曲して、金属層 2 2 の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の金属層 2 2 の上面と接する押さえ部材 6 を形成したので、金属層 2 2 全体がベース板 1 の方向に押圧されることで、絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材 3 内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。なお、その他の点については、実施の形態 1 と同様であるので、詳しい説明は省略する。

[0066] 図 2 2 は、本発明の実施の形態 3 における半導体装置を示す平面構造模式図である。図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 における半導体装置を示す断面

構造模式図である。図 2 2 は、半導体装置 3 0 0 を上面から見た平面構造模式図である。図 2 3 は、図 2 2 の一点鎖線 F F における断面構造模式図である。

[0067] 図において、半導体装置 3 0 0 は、ベース板 1 と、絶縁基板 2 と、接合材である絶縁基板下接合材 3 と、ケース部材 4 と、接着剤 5 と、押さえ部材 6 と、半導体素子 7 と、半導体素子下接合材 8 と、配線部材 9 と、端子 1 0 と、充填部材 1 1 と、を備えている。

[0068] 図 2 2、図 2 3 において、押さえ部材 6 の形状は、ベース板 1 側が開口したコの字形状である。押さえ部材 6 は、足部 6 6 と梁部 6 7 とを有している。押さえ部材 6 の足部 6 6 は、ベース板 1 の上面から上方（絶縁基板 2 の上面側）へ突出している。押さえ部材 6 の梁部 6 7 は、絶縁基板 2 の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 の上面と接している。

[0069] 押さえ部材 6 は、ベース板 1 の上面から上方へ突出している。押さえ部材 6 のベース板 1 の上面からの突出位置は、ケース部材 4 の内周（内壁）側から内側へ離間した絶縁基板 2 の外周側である。また、押さえ部材 6 は、絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 の上面に接して配置される。さらに、押さえ部材 6 は、絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 の上面と接するために、絶縁基板 2 の上面側へ屈曲している。また、押さえ部材 6 は、絶縁基板 2（絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2）の対向する辺を跨いで配置される。さらに、押さえ部材 6 は、ベース板 1 の上面から突出し、絶縁基板 2 を囲んで配置される。また、押さえ部材 6 の絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 との接する位置は、絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 の上面に配置された半導体素子 7 を挟んで両側に配置される。さらに、押さえ部材 6 は、ケース部材 4 の内周面から内側へ離間した位置のベース板 1 の上面から突出しているため、ケース部材 4 と押さえ部材 6 の足部 6 6 との間にも充填部材 1 1 が配置される。

[0070] このように、押さえ部材 6 を配置したので、押さえ部材 6 で、絶縁基板 2 の上面側の金属層 2 2 全体がベース板 1 方向に押圧され、接合材である絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力が生じる。この結果、絶縁基板下接合材

3内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置300の信頼性を向上することができる。

[0071] 図24から図26は、本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図24から図26には、押さえ部材6とベース板1との接続（接合）状態を示している。

[0072] 図24において、半導体装置301では、押さえ部材6が、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面と接する梁部67とベース板1から突出した足部66とで構成され、梁部67と足部66とをねじ12で固定している。押さえ部材6の梁部67を押さえ部材6の足部66にねじ12を用いて固定しているので、押さえ部材6の梁部67と金属層22の上面との接触高さをねじ12の締め付けトルクによって調整することができる。足部66の上端部の高さを絶縁基板2の上面側の金属層22の上面の高さと同じ、あるいは若干低く設定したので、絶縁基板2にベース板1方向への押圧力を付与することができる。

[0073] 図25において、半導体装置302では、ベース板1は、ベース板1の上面の押さえ部材6を配置する領域に、凹部14を備えている。また、押さえ部材6の足部66の底部（底面）には、ベース板1の凹部14に対応する位置に、凸部63を設けている。押さえ部材6の足部66の底部の凸部63とベース板1の凹部14とを嵌め合わせる（嵌め込む）ことで、押さえ部材6とベース板1とを接続する。図25においては、押さえ部材6の足部に凸部63、ベース板1に凹部14を設けたが、ベース板1と押さえ部材6とが接続できれば、凹部14と凸部63とが逆に形成されてもよい。

[0074] 図26において、半導体装置303では、押さえ部材6とベース板1とが一体的に形成されている。このように、押さえ部材6をベース板1と一体的に形成した場合においても、押さえ部材6を用いて、絶縁基板2をベース板1方向へ押圧することができる。

[0075] 図27は、本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す平面構造



模式図である。図27は、半導体装置304を上面から見た平面構造模式図である。図27において、半導体装置304では、押さえ部材6が絶縁基板2の上面側の金属層22と接する領域が、半導体素子7付近に加えて、金属層22の外周部であり、矩形である押さえ部材6の長辺が金属層22の辺部の長さ方向の全長にわたる（沿う）領域（辺部の一方の角部から辺部の他方の角部までの間）にも接している。押さえ部材6を金属層22の外周部にも配置したので、絶縁基板下接合材3の端部にも確実に圧縮応力（押圧力）を発生させることができる。この結果、絶縁基板下接合材3の端部にき裂あるいは剥離が進展しやすい構成である、例えば、絶縁基板2とベース板1との熱膨張係数が異なる場合においても、き裂あるいは剥離の発生を抑制することができる。

[0076] また、図27に示したように、押さえ部材6が配線部材9の下に配置されていてもよい。このような構成は、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面に押さえ部材6を配置した後に、配線部材9を形成する。または、押さえ部材6を配線部材9の下に配置できるように、押さえ部材6を複数に分割可能とし、押さえ部材6を組み立て式にすることで実現できる。押さえ部材6同士が交差して配置される場合には、押さえ部材6が交差する部分では、交差した押さえ部材6が、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面と接するように、交差される押さえ部材6側に窪んだ凹部を形成したので、ベース板1方向へ押圧力を発生させることができる。

[0077] 図28は、本発明の実施の形態3における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図28は、半導体装置305を上面から見た平面構造模式図である。図28において、半導体装置305は、絶縁基板2の上面側の金属層22が2枚配置されている。金属層22が2枚以上配置されている場合には、それぞれの金属層22の上面と押さえ部材6が接するように配置される。それぞれの金属層22の上面における押さえ部材6の配置は、金属層22が1枚である場合と同様に配置することで対応できる。このように、金属層22が複数枚ある場合に、それぞれの金属層22に押さえ部材6を配置した

ので、それぞれの金属層 22 の下部に位置する絶縁基板下接合材 3 のき裂または剥離などの損傷を低減することができる。

[0078] 図 29 は、本発明の実施の形態 3 における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図 30 は、本発明の実施の形態 3 における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図 29 は、半導体装置 306 を上面から見た平面構造模式図である。図 30 は、図 29 の一点鎖線 GG における断面構造模式図である。図において、半導体装置 306 は、押さえ部材 6 の梁部 67 の上面側から足部 66 にわたるねじ穴 61 と、押さえ部材 6 の梁部 67 の上面側にねじ 12 と、ねじ 12 を通すばね 13 とを備えている。押さえ部材 6 の足部 66 と梁部 67 とは別部材で構成されている。このように、ばね 13 を用いたので、ばね 13 のばね定数とねじ 12 の締め付け具合を調整することで、押さえ部材 6 の押圧力を調整することができる。また、ねじ 12 の位置と半導体装置 306 の構成部材との位置関係を調整することで押圧力の調整がしやすくなる。また、ばね 13 が外れないように、押さえ部材 6 の上面のねじ穴 61 に対応する位置に、ばね 13 を固定するためのガイドを設けてもよい。

[0079] 以上のように構成された半導体装置 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306 においては、押さえ部材 6 は、ベース板 1 の上面から上方へ突出させ、絶縁基板 2 の上面側へ屈曲して、金属層 22 の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の金属層 22 の上面と接して設けたので、金属層 22 全体がベース板 1 の方向に押圧されることにより、絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材 3 内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されることで、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306 の信頼性を向上することができる。

[0080] 実施の形態 4.

本実施の形態 4 においては、実施の形態 3 で用いた押さえ部材 6 が、絶縁

基板 2 の絶縁層 2 1 の上面と接して設けたことが異なる。このように、ベース板 1 の上面から上方へ突出させ、絶縁基板 2 の上面側へ屈曲して、絶縁層 2 1 の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の絶縁層 2 1 の上面と接する押さえ部材 6 を設けたので、絶縁層 2 1 全体がベース板 1 の方向に押圧されることで、絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材 3 内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。なお、その他の点については、実施の形態 2 と同様であるので、詳しい説明は省略する。

[0081] 図 3 1 は、本発明の実施の形態 4 における半導体装置を示す平面構造模式図である。図 3 2 は、本発明の実施の形態 4 における半導体装置を示す断面構造模式図である。図 3 1 は、半導体装置 4 0 0 を上面から見た平面構造模式図である。図 3 2 は、図 3 1 の一点鎖線 H H における断面構造模式図である。図において、半導体装置 4 0 0 は、ベース板 1 と、絶縁基板 2 と、接合材である絶縁基板下接合材 3 と、ケース部材 4 と、接着剤 5 と、押さえ部材 6 と、半導体素子 7 と、半導体素子下接合材 8 と、配線部材 9 と、端子 1 0 と、充填部材 1 1 と、を備えている。

[0082] 図 3 1 において、押さえ部材 6 は、ケース部材 4 の内周面から離間して配置されている。押さえ部材 6 は、金属層 2 2 から露出した部分の絶縁層 2 1 の辺部の全長にわたる領域（辺部の一方の角部から辺部の他方の角部までの間）にも接している。絶縁層 2 1 の上面に接して、絶縁層 2 1 の対向する辺を跨いで配置されている。

[0083] 図 3 2 において、押さえ部材 6 は、ベース板 1 の上面から上方へ突出した足部 6 6 と絶縁層 2 1 の上面と接する梁部 6 7 とを備えている。押さえ部材 6 が配置された絶縁層 2 1 の反対面側である絶縁層 2 1 の下面側には、充填部材 1 1 が配置されている。絶縁層 2 1 は、金属層 2 2, 2 3 から突出しているため、押さえ部材 6 が配置されていない領域は充填部材 1 1 で覆われることになる。

- [0084] このように、絶縁基板 2 全体が押さえ部材 6 によりベース板 1 方向に押圧され、接合材である絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力が生じる。その結果、絶縁基板下接合材 3 内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。
- [0085] 本実施の形態 4 の押さえ部材 6 のベース板 1 への固定方法としては、図 24 から図 26 に記載した実施の形態 3 で用いた同様の形態を適用することができる。
- [0086] 図 33 は、この発明の実施の形態 4 における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図 33 は、半導体装置 401 を上面から見た平面構造模式図である。図 33 において、半導体装置 401 では、押さえ部材 6 が絶縁基板 2 の上面側の絶縁層 21 の上面と接する領域が、1組の対向する辺間だけではなく、他の対向する辺間の絶縁層 21 の外周部であり、矩形である押さえ部材 6 の長辺が絶縁層 21 の辺部の長さ方向の全長にわたる（沿う）領域（辺部の一方の角部から辺部の他方の角部までの間）にも接している。押さえ部材 6 を絶縁層 21 の外周部に配置したので、絶縁基板下接合材 3 の端部にも確実に圧縮応力（押圧力）を発生させることができる。この結果、絶縁基板下接合材 3 の端部にき裂あるいは剥離が進展しやすい構成である、例えば、絶縁基板 2 とベース板 1 との熱膨張係数が異なる場合においても、絶縁基板下接合材 3 のき裂あるいは剥離の発生を抑制することができる。
- [0087] また、図 33 に示す半導体装置 401 のように、押さえ部材 6 が配線部材 9 の下に配置されていてもよい。このような構成は、絶縁基板 2 の絶縁層 21 の上面に押さえ部材 6 を配置した後に、配線部材 9 を形成する。または、押さえ部材 6 を配線部材 9 の下に配置できるように、押さえ部材 6 を複数に分割可能とし、押さえ部材 6 を組み立て式にすることで実現できる。押さえ部材 6 同士が交差して配置される場合には、押さえ部材 6 が交差する部分では、交差した押さえ部材 6 が、絶縁基板 2 の絶縁層 21 の上面と接するように、交差される押さえ部材 6 側に窪んだ凹部を形成することで、ベース板 1

方向へ押圧力を発生させることができる。

[0088] 図34は、本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図34は、半導体装置402を上面から見た平面構造模式図である。図34において、半導体装置402は、絶縁基板2の上面側の金属層22が2枚配置されている。金属層22が2枚以上配置されている場合には、それぞれの金属層22を挟んで、絶縁基板2の絶縁層21の上面と押さえ部材6とが接するように配置される。絶縁層21の上面における押さえ部材6の配置は、絶縁層21が1枚である場合と同様に金属層22の周囲に配置することで対応できる。このように、金属層22が複数枚ある場合に、それぞれの金属層22を挟んで絶縁層21の上面に押さえ部材6を配置したので、絶縁層21の下部に位置する絶縁基板下接合材3のき裂または剥離などの損傷を低減することができる。

[0089] 図35は、本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図36は、本発明の実施の形態4における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図35は、半導体装置403を上面から見た平面構造模式図である。図36は、図35の一点鎖線1-1における断面構造模式図である。図において、半導体装置403は、押さえ部材6の梁部67の上面側から足部66にわたるねじ穴61と、押さえ部材6の梁部67の上面側にねじ12と、ねじ12を通すばね13とを備えている。押さえ部材6の足部66と梁部67とは別部材で構成されている。このように、ばね13を用いたので、ばね13のばね定数とねじ12の締め付け具合を調整することで、押さえ部材6の押圧力を調整することができる。また、ねじ12の位置と半導体装置203の構成部材との位置関係を調整することで押圧力の調整をしやすくなる。また、ばね13が外れないように、押さえ部材6の上面のねじ穴61に対応する位置に、ばね13を固定するためのガイドを設けてもよい。

[0090] 以上のように構成された半導体装置400、401、402、403においては、押さえ部材6は、ベース板1の上面から上方へ突出させ、絶縁基板

2の上面側へ屈曲して、絶縁層21の対向する辺を跨いで、絶縁基板2の絶縁層21の上面と接して設けたので、絶縁層21全体がベース板1の方向に押圧されることにより、絶縁基板下接合材3内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材3内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材3の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置400, 401, 402, 403の信頼性を向上することができる。

[0091] 実施の形態5.

本実施の形態5においては、実施の形態1, 2, 3, 4で用いた押さえ部材6の形状を棒状部材から板状部材にしたことが異なる。このように、板状の押さえ部材60を用いた場合においても、絶縁層21または金属層22の対向する辺を跨いで、絶縁基板2の金属層22の上面と接して押さえ部材60を形成したので、金属層22全体がベース板1の方向に押圧されることで、絶縁基板下接合材3内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材3内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材3の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。なお、その他の点については、実施の形態1, 2, 3, 4と同様であるので、詳しい説明は省略する。

[0092] 図37は、本発明の実施の形態5における半導体装置を示す平面構造模式図である。図38は、本発明の実施の形態5における半導体装置を示す断面構造模式図である。図38は、半導体装置500を上面から見た平面構造模式図である。図38は、図37の一点鎖線JJにおける断面構造模式図である。図において、半導体装置500は、ベース板1と、絶縁基板2と、接合材である絶縁基板下接合材3と、ケース部材4と、接着剤5と、押さえ部材60と、半導体素子7と、半導体素子下接合材8と、配線部材9と、端子10と、充填部材11と、を備えている。

[0093] 図37において、押さえ部材60は、ケース部材4の内周面側に接して配置されている。押さえ部材60のケース部材4との接触箇所は、ケース部材

4の内周面全周（四辺）と接しているが、必ずしもケース部材4の内周面全周と接する必要はなく、金属層22の上面に接して絶縁基板2にベース板1方向へ圧縮応力を発生させればよい。このため、充填部材11をベース板1とケース部材4とで囲まれた領域に充填する場合に、充填部材11を充填しやすいように、押さえ部材60に切れ込み（窪み）部を設けてもよい。

[0094] 押さえ部材60は、配線部材9が接続する領域に開口部64を備えている。押さえ部材60の開口部64においては、半導体素子7の上面、端子10の接合部の上面および金属層22の上面が露出している。

[0095] 図38において、押さえ部材60は、端子10、半導体素子7および絶縁基板2の上面側の金属層22の上面の対応する位置に開口部64を備えている。押さえ部材60の開口部64では、配線部材9と開口部64から露出した端子10、半導体素子7の上面および絶縁基板2の上面側の金属層22の上面とが接合している。押さえ部材60の外形は、絶縁基板2の外形よりも大きく、絶縁基板2の全面を覆っている。

[0096] このように、押さえ部材60を板状部材とし、絶縁基板2の対向する辺を跨いで、絶縁基板2の金属層22の上面と接して設けたので、絶縁基板2全体が押さえ部材60によりベース板1方向に押圧され、接合材である絶縁基板下接合材3内部全体に圧縮応力が生じる。その結果、絶縁基板下接合材3内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材3の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。

[0097] 図39は、本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す平面構造模式図である。図40は、本発明の実施の形態5における他の半導体装置を示す断面構造模式図である。図39は、半導体装置600を上面から見た平面構造模式図である。図40は、図39の一点鎖線KKにおける断面構造模式図である。図において、半導体装置600は、ベース板1と、絶縁基板2と、接合材である絶縁基板下接合材3と、ケース部材4と、接着剤5と、押さえ部材60と、半導体素子7と、半導体素子下接合材8と、配線部材9と

、端子10と、充填部材11と、を備えている。

[0098] 図39において、押さえ部材60は、ケース部材4の内周面から内側へ離間して配置されている。押さえ部材60は、配線部材9が接続する領域に開口部64を備えている。押さえ部材60の開口部64においては、半導体素子7の上面、端子10の接合部および金属層22の上面が露出している。

[0099] 図40において、押さえ部材60は、端子10、半導体素子7および絶縁基板2の上面側の金属層22の上面に対応する位置に開口部64を備えている。押さえ部材60の開口部64では、配線部材9と開口部64から露出した端子10、半導体素子7の上面および絶縁基板2の上面側の金属層21の上面とが接合している。半導体素子7は、開口部64の周辺の押さえ部材60の上面よりも上方へ突出している。押さえ部材60は、ベース板1の上面に接して上方へ突出した足部66と、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面と接する梁部67とを備えている。押さえ部材60の梁部67には、所定の位置に開口部64を備えている。押さえ部材60の足部66は、ケース部材4の内周面から内側へ離間して、ベース板1の上面から突出している。押さえ部材60の足部66とケース部材4の内周面との間には、充填部材11が配置されている。

[0100] このように、押さえ部材60を板状部材とし、絶縁基板2の対向する辺を跨いで、絶縁基板2の上面側の金属層22の上面と接して設けたので、絶縁基板2全体が押さえ部材60によりベース板1方向に押圧され、接合材である絶縁基板下接合材3内部全体に圧縮応力が生じる。その結果、絶縁基板下接合材3内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材3の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。

[0101] 図41は、本発明の実施の形態5における半導体装置を示す平面構造模式図である。図42は、本発明の実施の形態5における半導体装置を示す断面構造模式図である。図41は、半導体装置700を上面から見た平面構造模式図である。図42は、図41の一点鎖線LLにおける断面構造模式図であ



る。図において、半導体装置 700 は、ベース板 1 と、絶縁基板 2 と、接合材である絶縁基板下接合材 3 と、ケース部材 4 と、接着剤 5 と、押さえ部材 60 と、半導体素子 7 と、半導体素子下接合材 8 と、配線部材 9 と、端子 10 と、充填部材 11 と、を備えている。

[0102] 図 41 において、押さえ部材 60 は、ケース部材 4 の内周面側に接して配置されている。押さえ部材 60 のケース部材 4 との接触箇所は、ケース部材 4 の内周面全周（四辺）と接しているが、必ずしもケース部材 4 の内周面全周と接する必要はなく、金属層 22 に接して絶縁基板 2 にベース板 1 方向へ圧縮応力を発生できればよい。このため、充填部材 11 をベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域に充填する場合に、充填部材 11 を充填しやすいように、押さえ部材 60 の周縁部に充填部材 11 を流入させるための切れ込み（窪み）部を設けてもよい。

[0103] 押さえ部材 60 は、配線部材 9 が接続する領域に開口部 64 を備えている。押さえ部材 60 の開口部 64 においては、半導体素子 7 の上面、端子 10 の接合部および金属層 22 の上面が露出している。また、押さえ部材 60 は、押さえ部材 60 の外周領域に沿って複数の貫通穴である貫通穴 65 を備えている。押さえ部材 60 の貫通穴 65 は、押さえ部材 60 を貫通しており、ベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域に充填する充填部材 11 で発生する気泡を押さえ部材 60 の上面側へ放出するためのものである。これにより、充填部材 11 内部に残留する気泡を低減できる。

[0104] 充填部材 11 を充填する際に、充填部材 11 内に気泡が存在すると、この気泡が起点となり剥離が発生し、部分放電を起こすことで半導体装置の耐圧を低下させる原因となる。このため、充填部材 11 内の気泡は低減することが望ましく、一般的に、充填部材 11 を充填して、充填部材 11 を硬化させる前に脱泡処理を行う。このとき、押さえ部材 60 はケース部材 4 の内周面に接して配置するため、気泡の外部への抜けがよくない場合がある。しかしながら、図 41 に示したように、押さえ部材 60 の外周領域に貫通穴 65 を設けることで、貫通穴 65 を通して気泡が充填部材 11 の内部から外部へ放

出され、気泡による充填部材 11 の剥離を低減することで、半導体装置の耐圧の劣化を抑制することができる。

[0105] 図 42 において、押さえ部材 60 は、端子 10、半導体素子 7 および絶縁基板 2 の上面側の金属層 22 の上面の対応する位置に開口部 64 を備えている。押さえ部材 60 の開口部 64 では、配線部材 9 と開口部 64 から露出した端子 10、半導体素子 7 の上面および絶縁基板 2 の上面側の金属層 22 の上面とが接合している。半導体素子 7 は、開口部 64 の周辺の押さえ部材 60 の上面よりも上方へ突出している。開口部 64 の内部には、充填部材 11 が充填されている。押さえ部材 60 の外形は、絶縁基板 2 の外形よりも大きく、絶縁基板 2 の全面を覆っている。押さえ部材 60 の外周領域には、充填部材 11 で発生した気泡を押さえ部材 60 の上面側へ誘導するための貫通穴 65 を備えている。

[0106] 押さえ部材 60 は、押さえ部材 60 の外周領域に沿って複数の貫通穴 65 を備えている。押さえ部材 60 の貫通穴 65 は、押さえ部材 60 を貫通しており、ベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域に充填する充填部材 11 で発生する気泡を押さえ部材 60 の上面側へ放出するためのものである。押さえ部材 60 の外形は、絶縁基板 2 の外形よりも大きく、絶縁基板 2 の全面を覆っている。

[0107] このように、押さえ部材 60 を板状部材とし、絶縁基板 2 の対向する辺を跨いで、絶縁基板 2 の金属層 22 の上面と接して設けたので、絶縁基板 2 全体が、押さえ部材 60 によりベース板 1 方向に押圧され、接合材である絶縁基板下接合材 3 内部全体に圧縮応力が生じる。その結果、絶縁基板下接合材 3 内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材 3 の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材 3 の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。また、押さえ部材 60 の外周領域に貫通穴 65 を設けたので、押さえ部材 60 の下面側の充填部材 11 内部で発生した気泡を貫通穴 65 を通して押さえ部材 60 の上面側へ誘導することができ、気泡による充填部材 11 の剥離を低減したので、半導体装置の耐圧の劣化を抑

制でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。

[0108] なお、押さえ部材60に設ける貫通穴65は、押さえ部材60の外周領域以外に設けてもよく、押さえ部材60で絶縁基板2にベース板1方向へ圧縮応力を発生することができれば、貫通穴65の形成位置、形成個数は任意に設定可能である。また、貫通穴65の形状は、例えば、円形を用いることができるが、円形に限定されるものではなく、四角形等の多角形でもよく、押さえ部材6の辺部に沿ったスリット形状でもよい。

[0109] 図43は、本発明の実施の形態5における半導体装置を示す平面構造模式図である。図44は、本発明の実施の形態5における半導体装置を示す断面構造模式図である。図43は、半導体装置800を上面から見た平面構造模式図である。図44は、図43の一点鎖線MMにおける断面構造模式図である。図において、半導体装置800は、ベース板1と、絶縁基板2と、接合材である絶縁基板下接合材3と、ケース部材4と、接着剤5と、押さえ部材60と、半導体素子7と、半導体素子下接合材8と、配線部材9と、端子10と、充填部材11と、を備えている。

[0110] 図43において、押さえ部材60は、ケース部材4の内周面から内側へ離間して配置されている。また、押さえ部材60は、配線部材9が接続する領域に開口部64を備えている。押さえ部材60の開口部64においては、半導体素子7の上面、端子10の接合部および金属層22の上面が露出している。

[0111] 押さえ部材60は、配線部材9が接続する領域に開口部64を備えている。押さえ部材60の開口部64においては、半導体素子7の上面、端子10の接合部および金属層22の上面が露出している。また、押さえ部材60は、押さえ部材60の外周領域に沿って複数の貫通穴である貫通穴65を備えている。押さえ部材60の貫通穴65は、押さえ部材60を貫通しており、ベース板1とケース部材4とで囲まれた領域に充填する充填部材11で発生する気泡を押さえ部材60の上面側へ放出するためのものである。これにより、充填部材11内部に残留する気泡を低減できる。

- [0112] 充填部材 11 を充填する際に、充填部材 11 内に気泡が存在すると、この気泡が起点となり、部分放電を起こすことで半導体装置の耐圧を低下させる原因となる。このため、充填部材 11 内の気泡は低減することが望ましく、一般的に、充填部材 11 を充填して、充填部材 11 を硬化させる前に脱泡処理を行う。このとき、押さえ部材 60 はケース部材 4 の内周面に接して配置するため、気泡の外部への抜けがよくない場合がある。しかしながら、図 4-1 に示したように、押さえ部材 60 の外周領域に貫通穴 65 を設けることで、この貫通穴 65 を通して気泡が外部へ放出され、気泡による充填部材 11 の剥離を低減したので、半導体装置の耐圧の劣化を抑制することができる。
- [0113] 図 4-4 において、押さえ部材 60 は、端子 10、半導体素子 7 および絶縁基板 2 の上面側の金属層 22 の上面に対応する位置に開口部 64 を備えている。押さえ部材 60 の開口部 64 では、配線部材 9 と開口部 64 から露出した端子 10、半導体素子 7 の上面および絶縁基板 2 の上面側の金属層 22 の上面とが接合している。半導体素子 7 は、貫通穴 65 の周辺の押さえ部材 60 の上面よりも上方へ突出している。開口部 64 の内部には、充填部材 11 が充填されている。
- [0114] 押さえ部材 60 は、ベース板 1 の上面に接して上方へ突出した足部 66 と、絶縁基板 2 の上面側の金属層 22 の上面と接する梁部 67 とを備えている。押さえ部材 60 の梁部 67 には、所定の位置に開口部 64 を備えている。押さえ部材 60 の足部 66 は、ケース部材 4 の内周面から内側へ離間して、ベース板 1 の上面から突出している。押さえ部材 60 の足部 66 とケース部材 4 の内周面との間には、充填部材 11 が配置されている。押さえ部材 60 で囲まれた絶縁基板 2 の周囲にも充填部材 11 が充填されるが、押さえ部材 60 の足部 66 の外周面（側面）側から絶縁基板 2 の周囲に充填部材 11 を流入しやすくするために、足部 66 にスリット（開口部）を設けてもよい。
- [0115] 押さえ部材 60 は、押さえ部材 60 の外周領域に沿って複数の貫通穴 65 を備えている。押さえ部材 60 の貫通穴 65 は、押さえ部材 60 を貫通しており、ベース板 1 とケース部材 4 とで囲まれた領域に充填する充填部材 11

で発生する気泡を押さえ部材60の上面側へ放出するためのものである。押さえ部材60の外形は、絶縁基板2の外形よりも大きく、絶縁基板2の全面を覆っている。

[0116] このように、押さえ部材60を板状部材とし、絶縁基板2の対向する辺を跨いで、絶縁基板2の金属層22の上面と接して設けたので、絶縁基板2全体が押さえ部材60によりベース板1方向に押圧され、接合材である絶縁基板下接合材3内部全体に圧縮応力が生じる。その結果、絶縁基板下接合材3内のき裂の発生および進展または絶縁基板下接合材3の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。また、押さえ部材60の外周領域に貫通穴65を設けたので、押さえ部材60の下面側の充填部材11内部で発生した気泡を貫通穴65を通して押さえ部材60の上面側へ誘導することができ、気泡による充填部材11の剥離を低減したので、半導体装置の耐圧の劣化を抑制でき、半導体装置の信頼性を向上することができる。

[0117] なお、押さえ部材60に設けた貫通穴65は、外周領域以外に設けてもよく、押さえ部材60で絶縁基板2にベース板1方向へ圧縮応力を発生することができれば、貫通穴65の形成位置、形成個数は任意に設定可能である。

[0118] また、本実施の形態5の押さえ部材60のケース部材4、またはベース板1への固定方法としては、図8から図11に記載した実施の形態1で用いた形態、図24から図26に記載した実施の形態3で用いた同様の形態を適用することができる。これらの固定方法を本実施の形態5に適用する場合、押さえ部材60は、ケース部材4またはベース板1と全周にわたって同様の構成でなくてもよく、ケース部材4またはベース板1で押さえ部材60を支持できれば、部分的に適用してもよい。

[0119] さらに、押さえ部材60の枚数としては、絶縁基板2の形態に対応させて、適宜選択可能で、1枚でもよく、複数枚に分割された押さえ部材60を複数配置してもよい。

[0120] 以上のように構成された半導体装置500, 600, 700, 800にお

いては、板状の押さえ部材60を、絶縁基板2の対向する辺を跨いで、絶縁基板2の金属層22の上面と接して設けたので、金属層22全体がベース板1の方向に押圧されることにより、絶縁基板下接合材3内部全体に圧縮応力を発生させる。この結果、絶縁基板下接合材3内でのき裂の発生および進展、または絶縁基板下接合材3の剥離が抑制されるので、絶縁基板下接合材3の熱応力による損傷を低減でき、半導体装置500、600、700、800の信頼性を向上することができる。

[0121] また、半導体装置700、800においては、板状の押さえ部材60の外周領域に貫通穴65を設けたので、押さえ部材60の下面側の充填部材11内部で発生した気泡を貫通穴65を通して押さえ部材60の上面側へ誘導し、気泡による充填部材11の剥離を低減したので、耐圧の劣化を抑制でき、半導体装置700、800の信頼性を向上することができる。

[0122] 実施の形態6.

本実施の形態6は、上述した実施の形態1から5のいずれかに係る半導体装置を電力変換装置に適用したものである。本発明は特定の電力変換装置に限定されるものではないが、以下、実施の形態6として、三相のインバータに本発明を適用した場合について説明する。

[0123] 図45は、本発明の実施の形態6における電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

[0124] 図45に示す電力変換システムは、電源1000、電力変換装置2000、負荷3000を備えている。電源1000は、直流電源であり、電力変換装置2000に直流電力を供給する。電源1000は種々のもので構成することができ、例えば、直流系統、太陽電池、蓄電池で構成することができるし、交流系統に接続された整流回路、AC/DCコンバータなどで構成することとしてもよい。また、電源1000を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換するDC/DCコンバータによって構成することとしてもよい。

[0125] 電力変換装置2000は、電源1000と負荷3000との間に接続され

た三相のインバータであり、電源1000から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷3000に交流電力を供給する。電力変換装置2000は、図45に示すように、電源1000から入力される直流電力を交流電力に変換して出力する主変換回路2001と、主変換回路2001を制御する制御信号を主変換回路2001に出力する制御回路2003とを備えている。

[0126] 負荷3000は、電力変換装置2000から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷3000は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機であり、例えば、ハイブリッド自動車、電気自動車、鉄道車両、エレベーター、空調機器向けの電動機等として用いられる。

[0127] 以下、電力変換装置2000の詳細を説明する。主変換回路2001は、半導体装置2002に内蔵されたスイッチング素子と還流ダイオードとを備えており（図示せず）、スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源1000から供給される直流電力を交流電力に変換し、負荷3000に供給する。主変換回路2001の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態にかかる主変換回路2001は2レベルの三相フルブリッジ回路であり、6つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列に接続された6つの還流ダイオードとから構成することができる。主変換回路2001は、各スイッチング素子、各還流ダイオードなどを内蔵する上述した実施の形態1から5のいずれかに相当する半導体装置2002によって構成される。6つのスイッチング素子は2つのスイッチング素子ごとに直列接続され上下アームを構成し、各上下アームはフルブリッジ回路の各相（U相、V相、W相）を構成する。各上下アームの出力端子、すなわち主変換回路2001の3つの出力端子は、負荷3000に接続される。

[0128] また、主変換回路2001は、各スイッチング素子を駆動する駆動回路（図示なし）を備えている。駆動回路は半導体装置2002に内蔵されていてもよいし、半導体装置2002とは別に駆動回路を備える構成であってもよい。駆動回路は、主変換回路2001のスイッチング素子を駆動する駆動信

号を生成し、主変換回路2001のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、後述する制御回路2003からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号（オン信号）であり、スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号（オフ信号）となる。

[0129] 制御回路2003は、負荷3000に所望の電力が供給されるよう主変換回路2001のスイッチング素子を制御する。具体的には、負荷3000に供給すべき電力に基づいて主変換回路2001の各スイッチング素子がオン状態となるべき時間（オン時間）を算出する。例えば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調するPWM制御によって主変換回路2001を制御することができる。また、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を出力し、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号を出力されるように、主変換回路2001が備える駆動回路に制御指令（制御信号）を出力する。駆動回路は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号又はオフ信号を駆動信号として出力する。

[0130] 以上のように構成された本実施の形態6に係る電力変換装置においては、主変換回路2001の半導体装置2002として実施の形態1または5にかかる半導体装置を適用するため、信頼性向上を実現することができる。

[0131] 本実施の形態では、2レベルの三相インバータに本発明を適用する例を説明したが、本発明は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。本実施の形態では、2レベルの電力変換装置としたが3レベル、マルチレベルの電力変換装置であってもよいし、単相負荷に電力を供給する場合には単相のインバータに本発明を適用してもよい。また、直流負荷等に電力を供給する場合にはDC/DCコンバータ、AC/DCコ



ンバータなどに本発明を適用することもできる。

[0132] また、本発明を適用した電力変換装置は、上述した負荷が電動機の場合に限定されるものではなく、例えば、放電加工機、レーザー加工機、誘導加熱調理器、非接触器給電システムの電源装置等として用いることもでき、さらには、太陽光発電システム、蓄電システム等のパワーコンディショナーとして用いることもできる。

[0133] 特に、半導体素子7として、SiCを用いた場合、電力用半導体素子はその特徴を生かすために、Siの時と比較してより高温で動作させることになる。SiCデバイスを搭載する半導体装置においては、より高い信頼性が求められるため、高信頼の半導体装置を実現するという本発明のメリットはより効果的なものとなる。

[0134] 上述した実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと解されるべきである。本発明の範囲は、上述した実施形態の範囲ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更を含むものである。また、上記の実施形態に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることにより発明を形成してもよい。

## 符号の説明

[0135] 1 ベース板、2 絶縁基板、3 絶縁基板下接合材、4 ケース部材、5 接着剤、6, 60 押さえ部材、7 半導体素子、8 半導体素子下接合材、9 配線部材、10 端子、11 充填部材、12 ねじ、13 ばね、14, 44 凹部、21 絶縁層、22, 23 金属層、41 ケース台座、42 スリット、43, 61 ねじ穴、62, 63 凸部、64 開口部、65 貫通穴、66 足部、67 梁部、68 第二梁部、69 支持部、100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 200, 201, 202, 203, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 400, 401, 402, 403, 500, 600, 700, 800, 2002 半導体装置、1000 電源、2000 電力変換装置、2001 主変換回路、2003 制御回路、3000 負荷。

## 請求の範囲

- [請求項1] ベース板と、  
絶縁層を有し、前記絶縁層の上面と下面とに金属層が設けられた絶縁基板と、  
前記ベース板の上面と前記絶縁層の下面側の前記金属層の下面とを接合する接合材と、  
前記ベース板の上面に配置され、前記絶縁基板を取り囲むケース部材と、  
前記ベース板と前記ケース部材とで囲まれた領域内に配置され、前記絶縁基板の対向する辺を跨いで前記絶縁基板の上面に接する押さえ部材と、  
を備えた半導体装置。
- [請求項2] 前記押さえ部材は、前記ケース部材の内周に接して配置される、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項3] 前記押さえ部材は、前記ベース板の上面に接する、請求項1に記載の半導体装置。
- [請求項4] 前記押さえ部材は、棒状であり、前記絶縁層の上面側の前記金属層の上面または前記絶縁層の上面に接する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項5] 前記押さえ部材は、断面形状が円形または多角形である、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項6] 前記押さえ部材は、前記金属層または前記絶縁層の外周部で前記金属層または前記絶縁層の辺部に沿って配置される、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項7] 前記押さえ部材は、前記絶縁基板の上面を覆う板状部材であり、前記絶縁層の上面側の前記金属層の上面に接する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項8] 前記押さえ部材は、複数配置される、請求項1から請求項7のいずれ

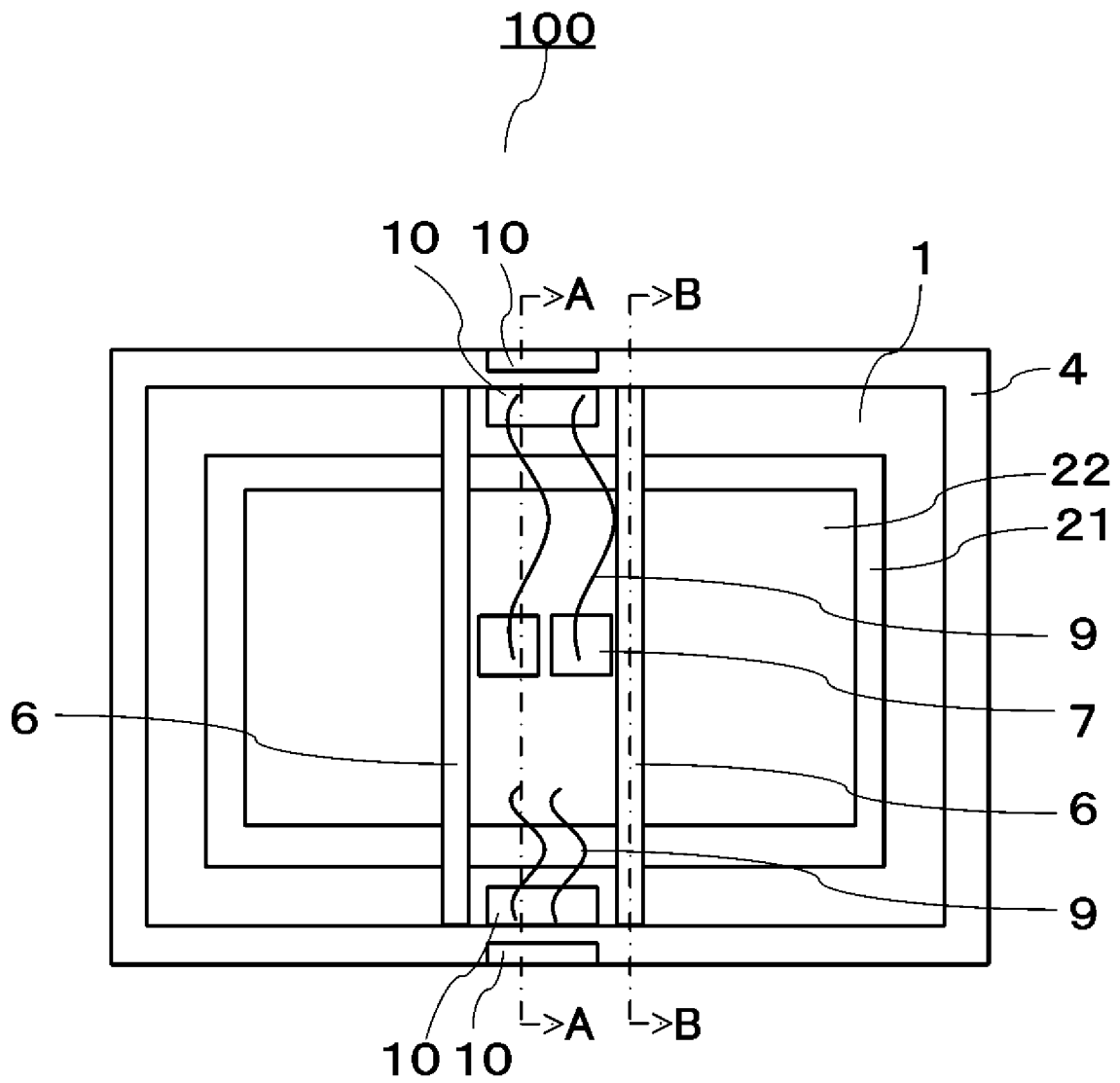
か1項に記載の半導体装置。

- [請求項9] 前記押さえ部材は、弾性体である、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項10] 前記押さえ部材は、ばね部材を含む、請求項1から請求項9のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項11] 前記押さえ部材には、貫通穴が形成されている、請求項7に記載の半導体装置。
- [請求項12] 前記ケース部材には、前記押さえ部材を支持する台座部が設けられている、請求項1から請求項11のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項13] 前記ケース部材には、前記押さえ部材を配置するスリット部が設けられている、請求項1から請求項12のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項14] 前記押さえ部材は、前記ケース部材または前記ベース板と一体的に形成されている、請求項1から請求項13のいずれか1項に記載の半導体装置。
- [請求項15] ベース板を準備するベース板準備工程と、  
絶縁層の上面と下面とに金属層が設けられた絶縁基板を準備する絶縁基板準備工程と、  
前記ベース板の上面と前記絶縁層の下面側の前記金属層の下面とを接合材で接合する絶縁基板接合工程と、  
前記ベース板の上面に接して前記絶縁基板を取り囲むケース部材を配置するケース部材配置工程と、  
前記ベース板と前記ケース部材とで囲まれた領域内に配置され、前記絶縁基板の対向する辺を跨ぎ、前記絶縁層の上面側の前記金属層の上面または前記絶縁層の上面に接する押さえ部材を配置する押さえ部材配置工程と、  
を備えた半導体装置の製造方法。
- [請求項16] 前記押さえ部材配置工程は、ばね部材で前記押さえ部材を押さえる押

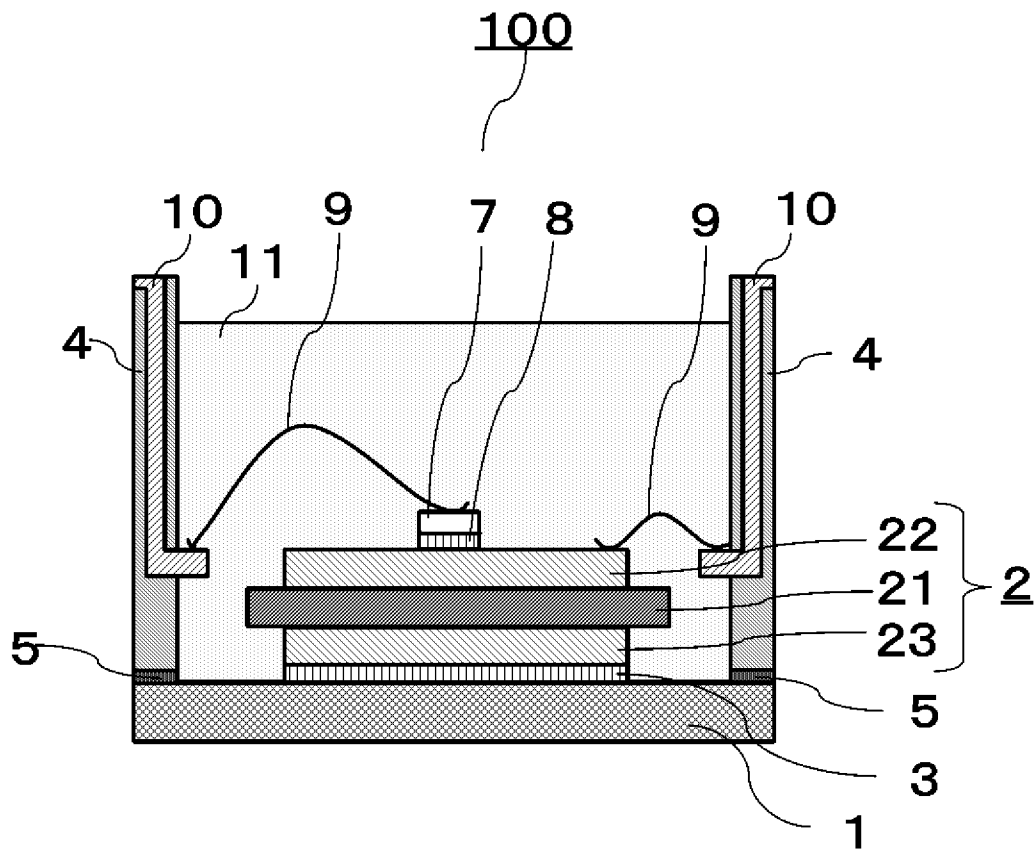
さえ部材押さえ工程を備える、請求項 1 5 に記載の半導体装置の製造方法。

[請求項17] 請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置を有し、  
入力される電力を変換して出力する主変換回路と、  
前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路と、  
を備えた電力変換装置。

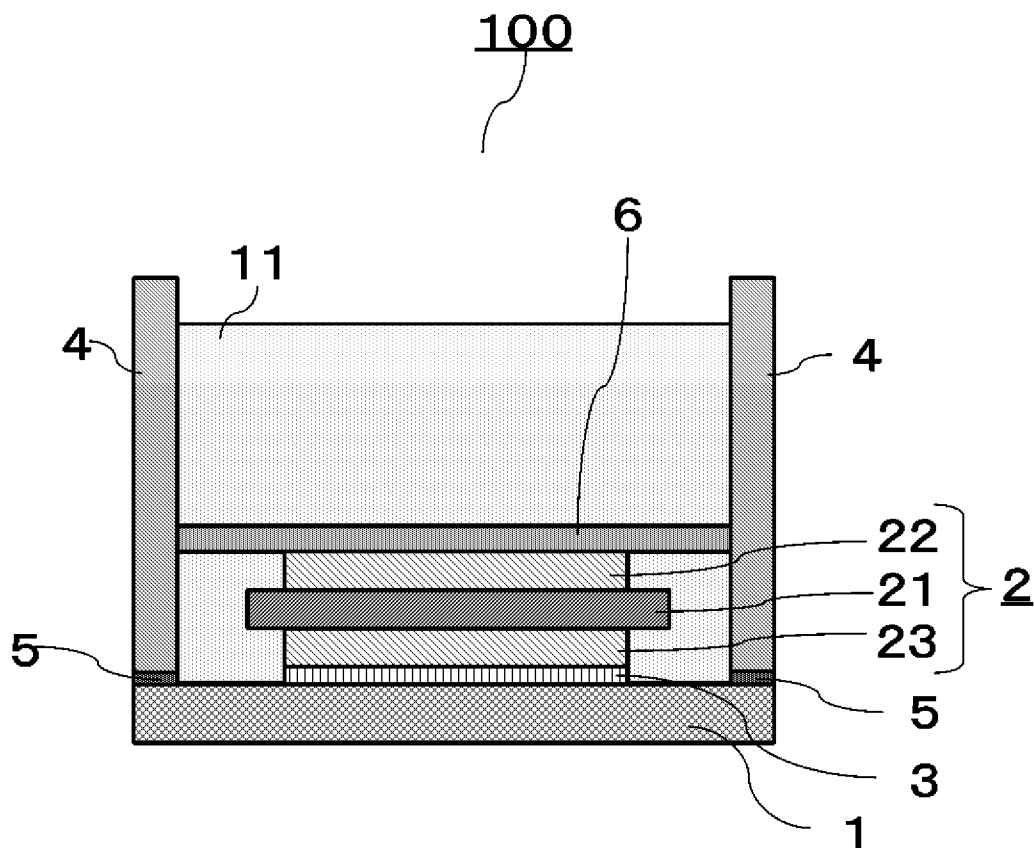
[図1]



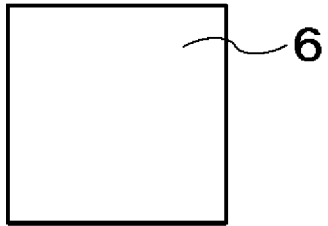
[図2]



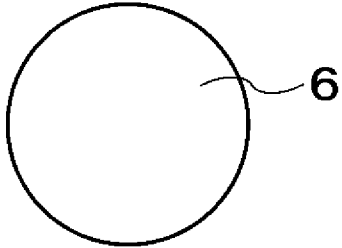
[図3]



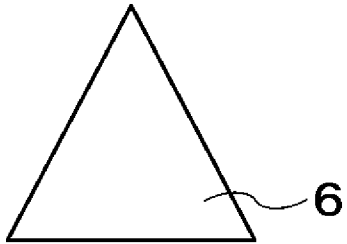
[図4]



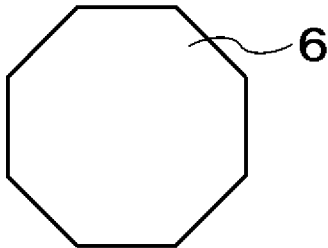
[図5]



[図6]



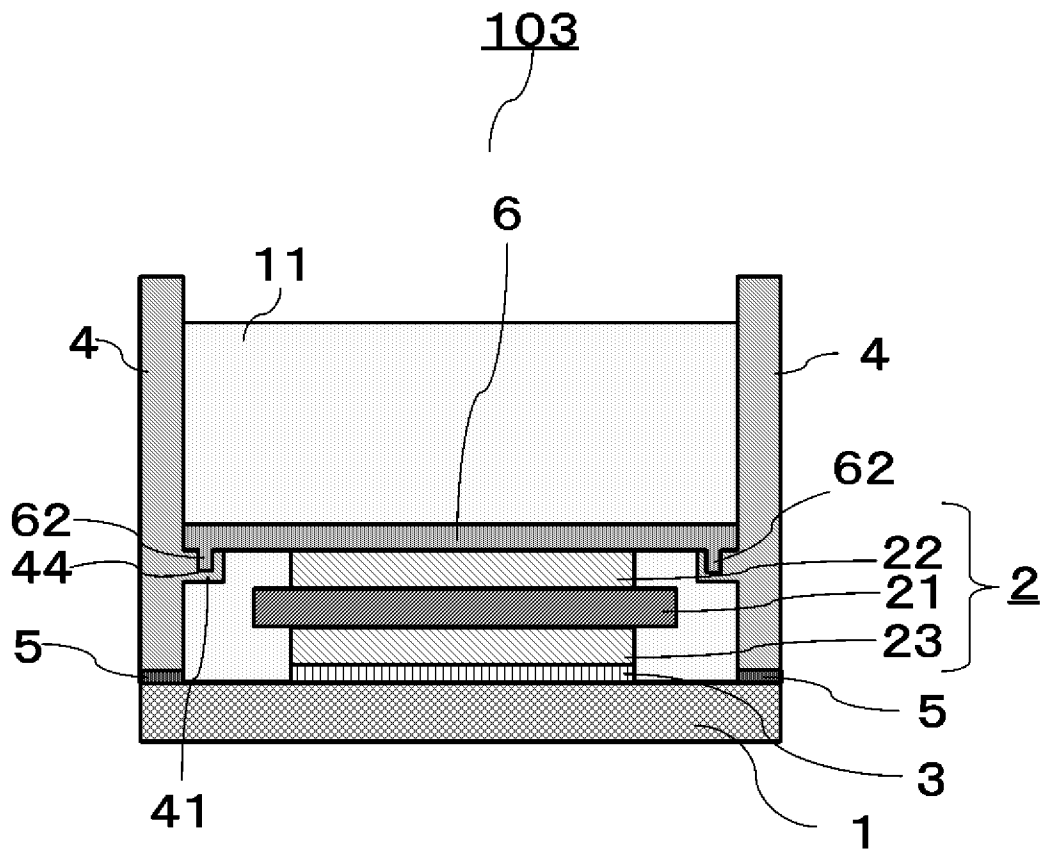
[図7]



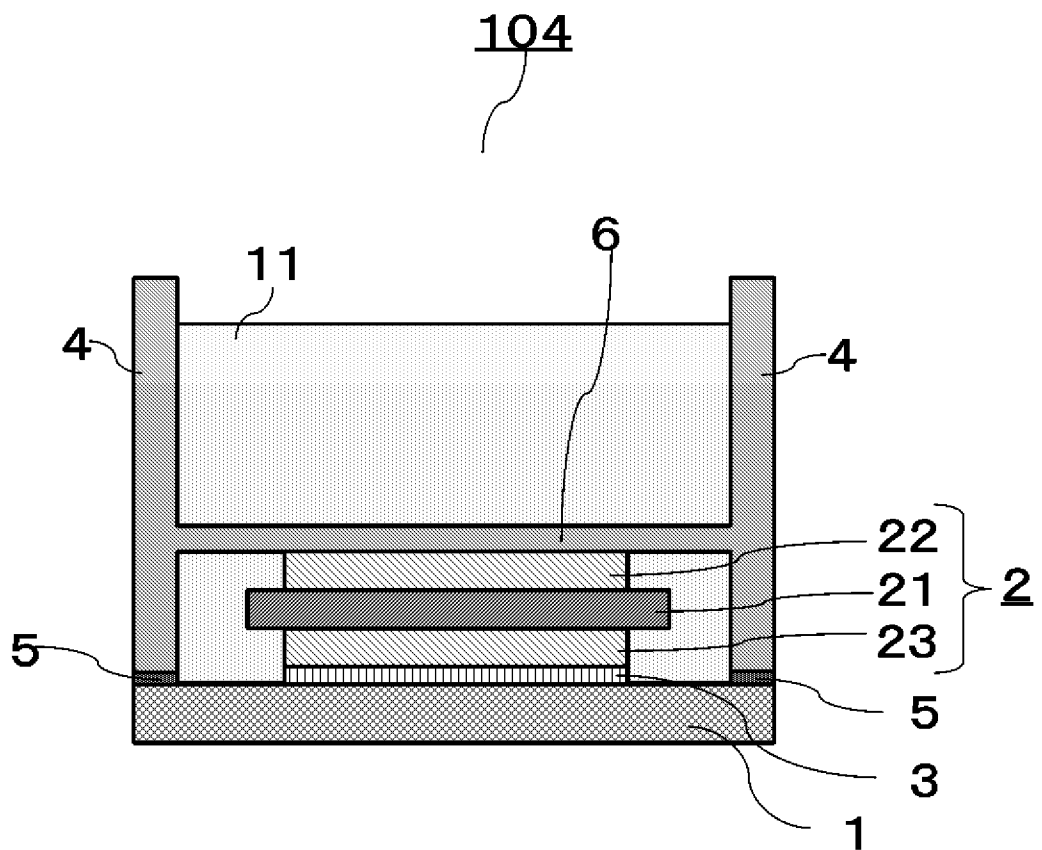




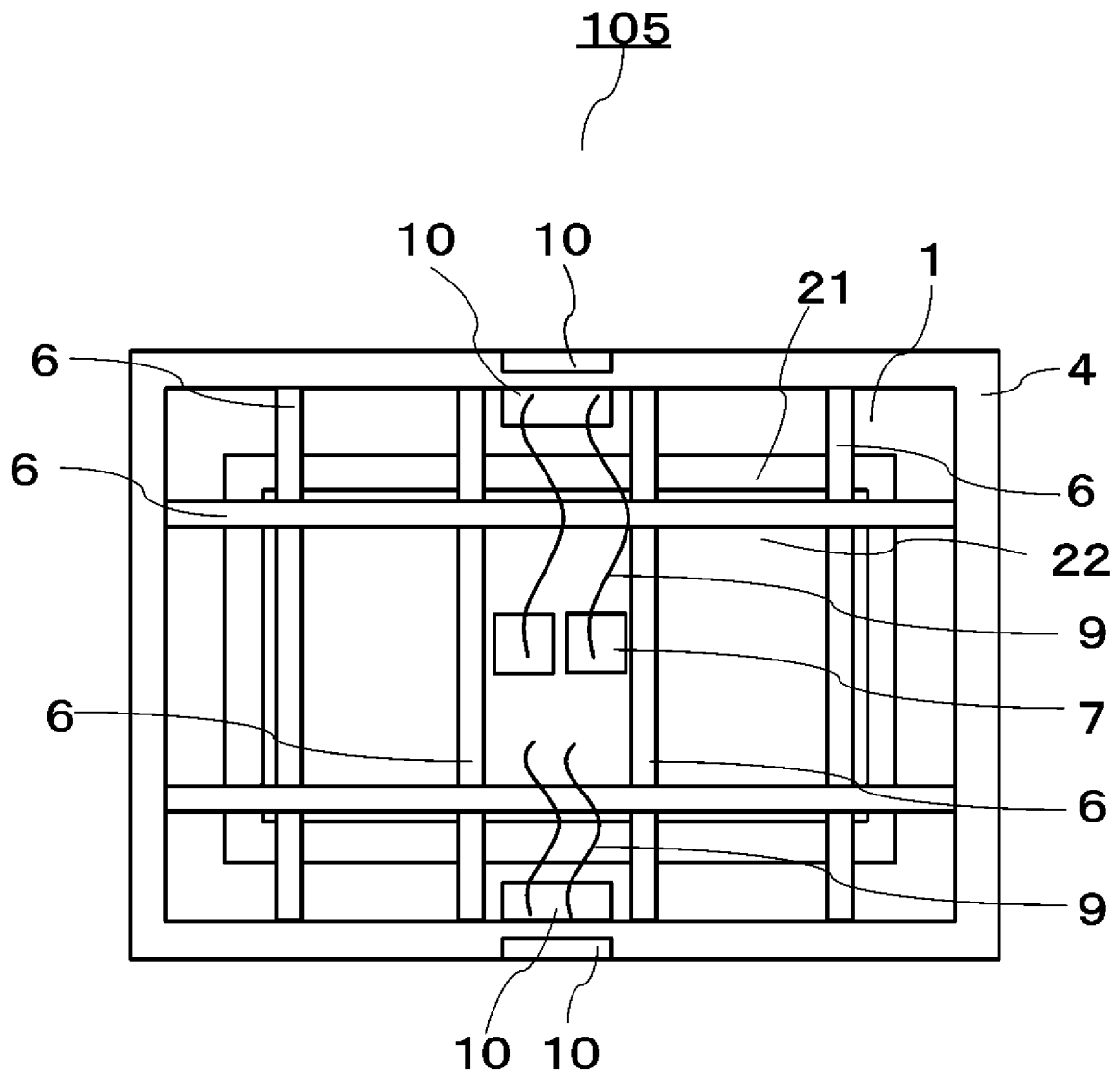
[図10]



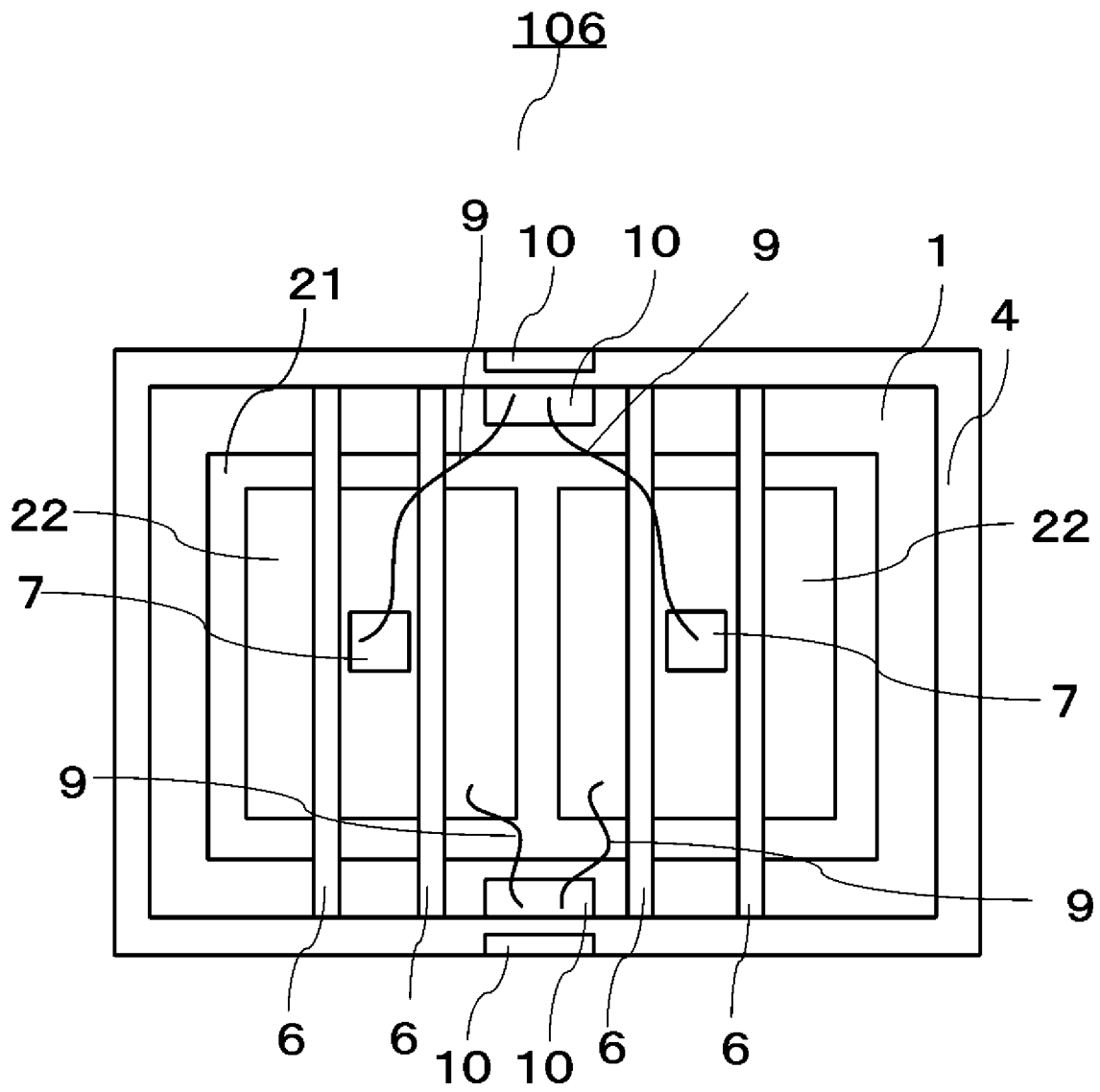
[図11]



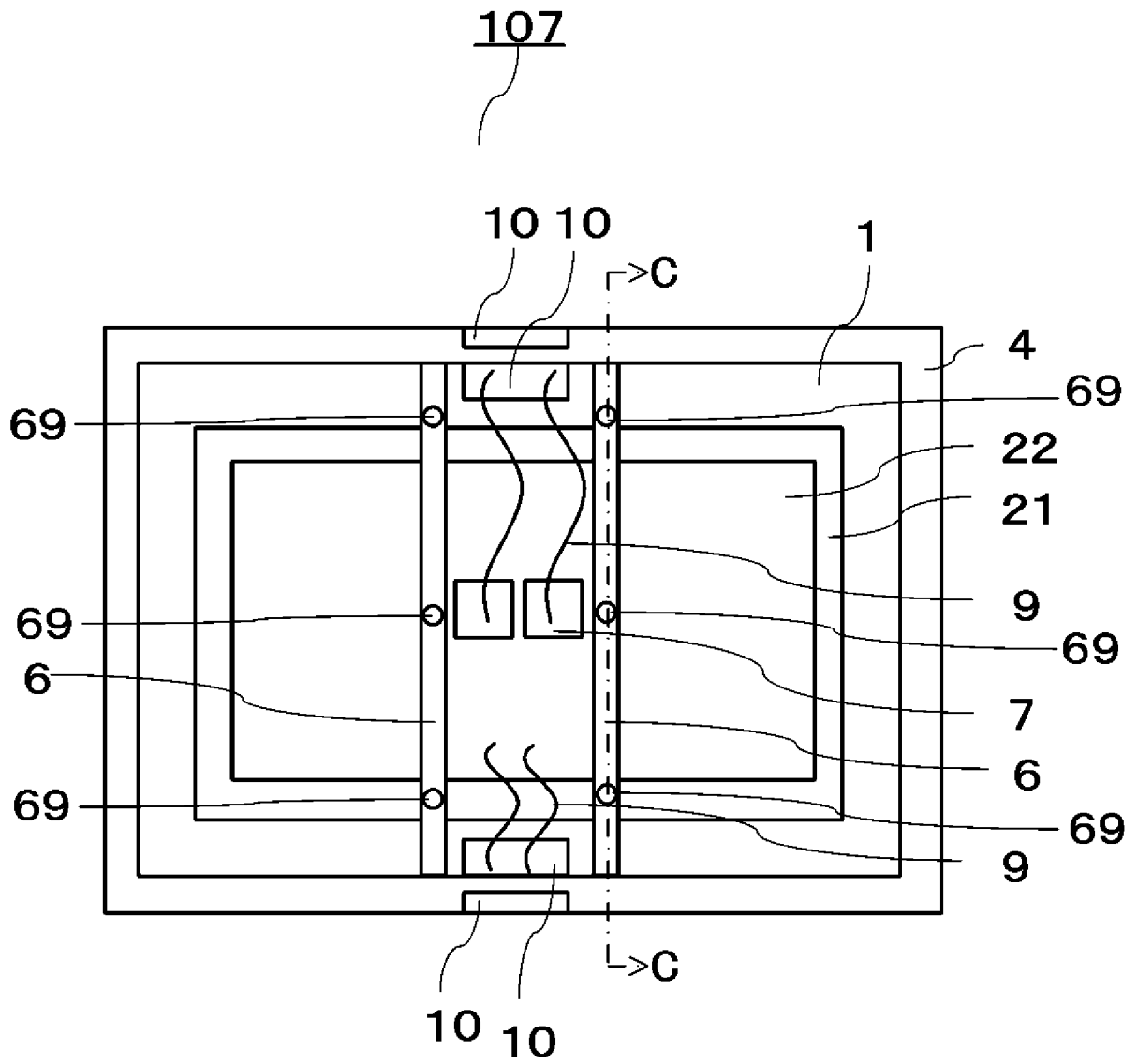
[図12]



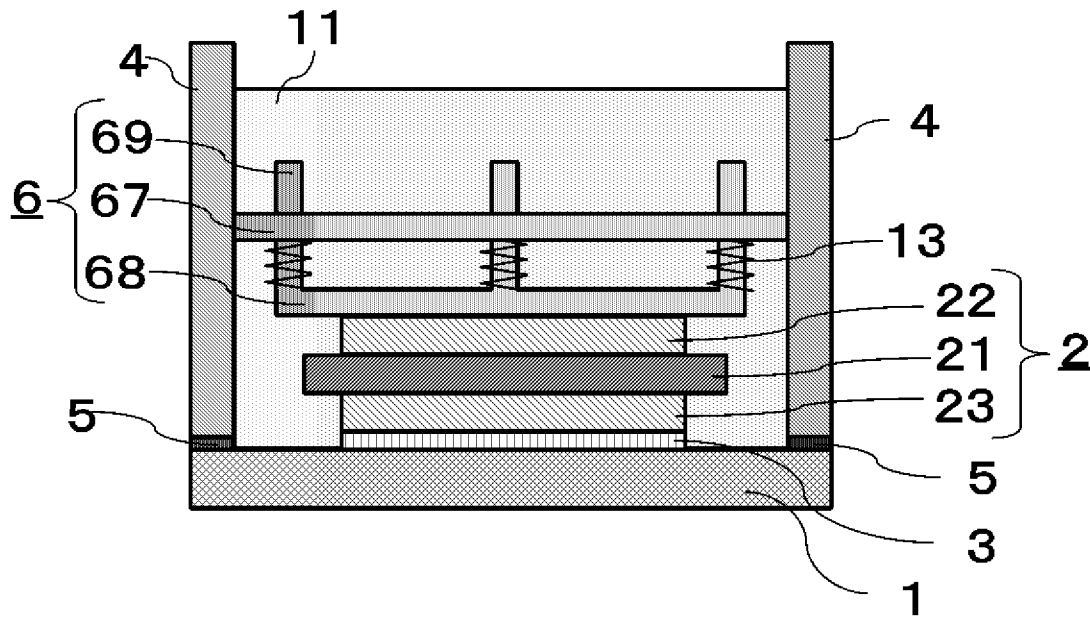
[図13]



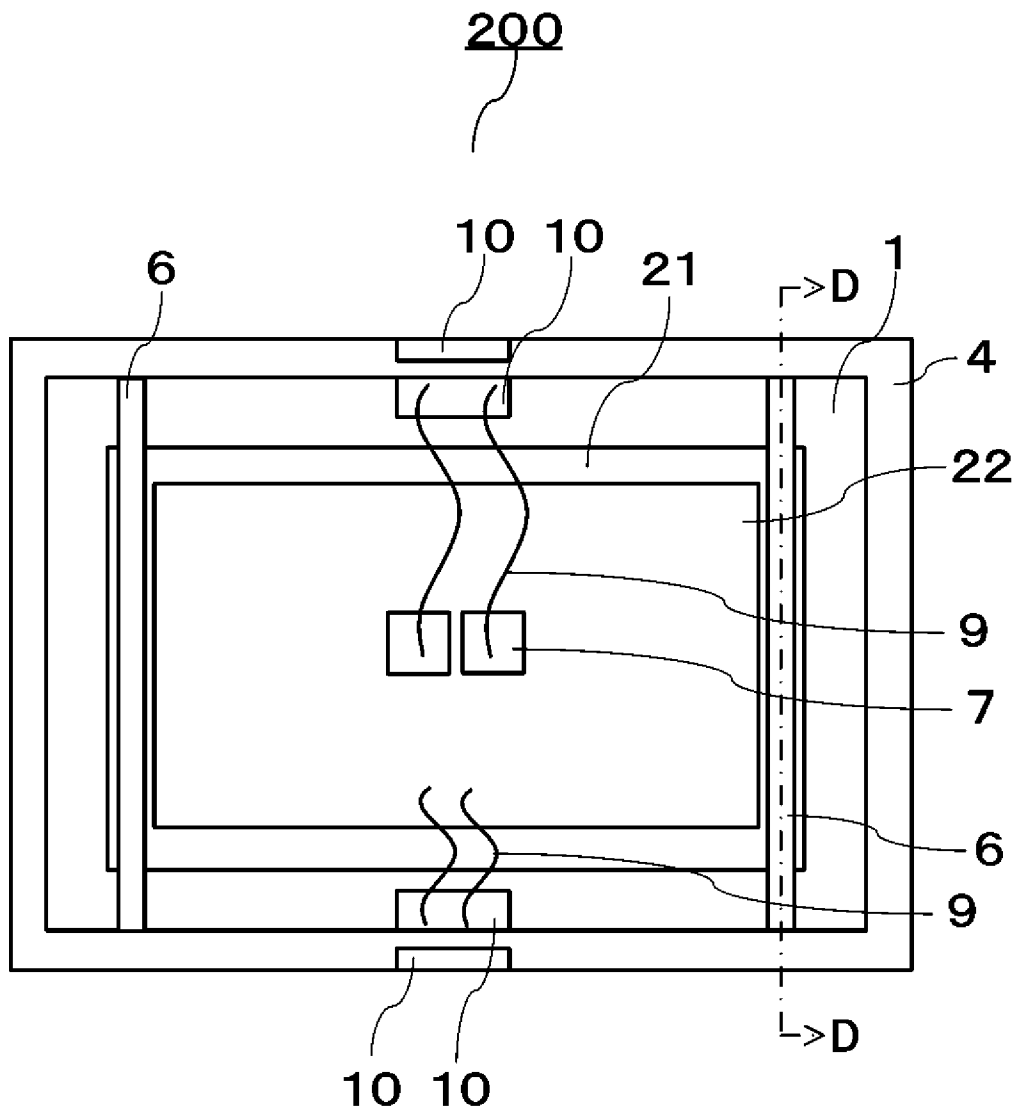
[図14]



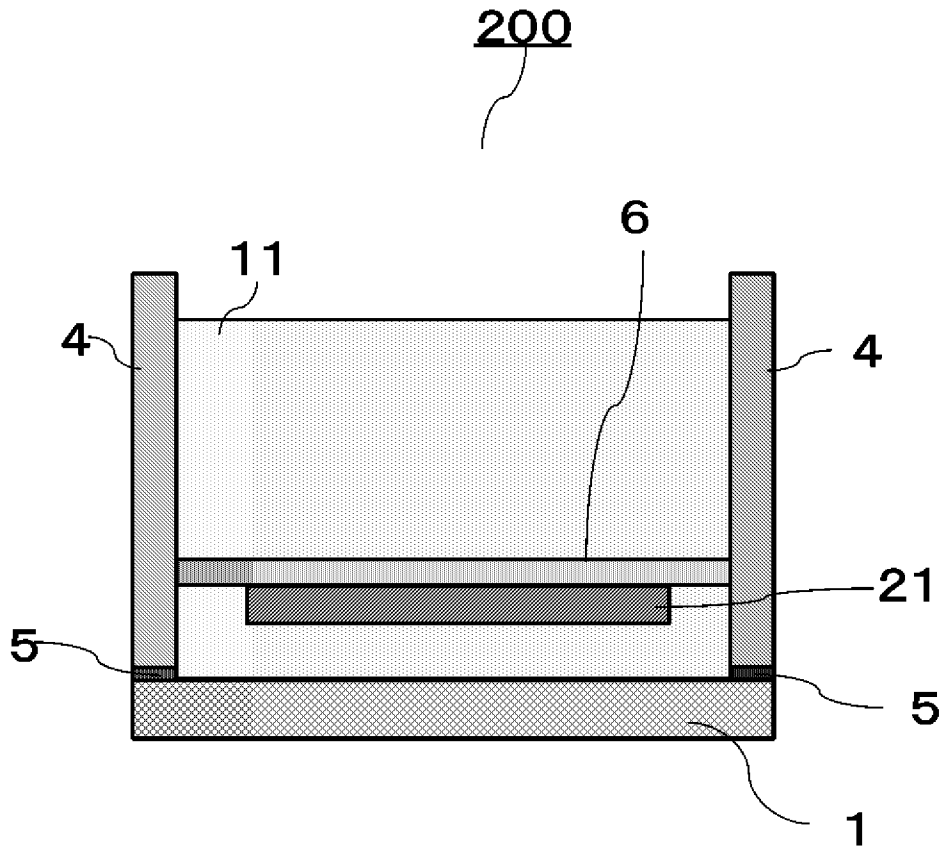
[図15]

107

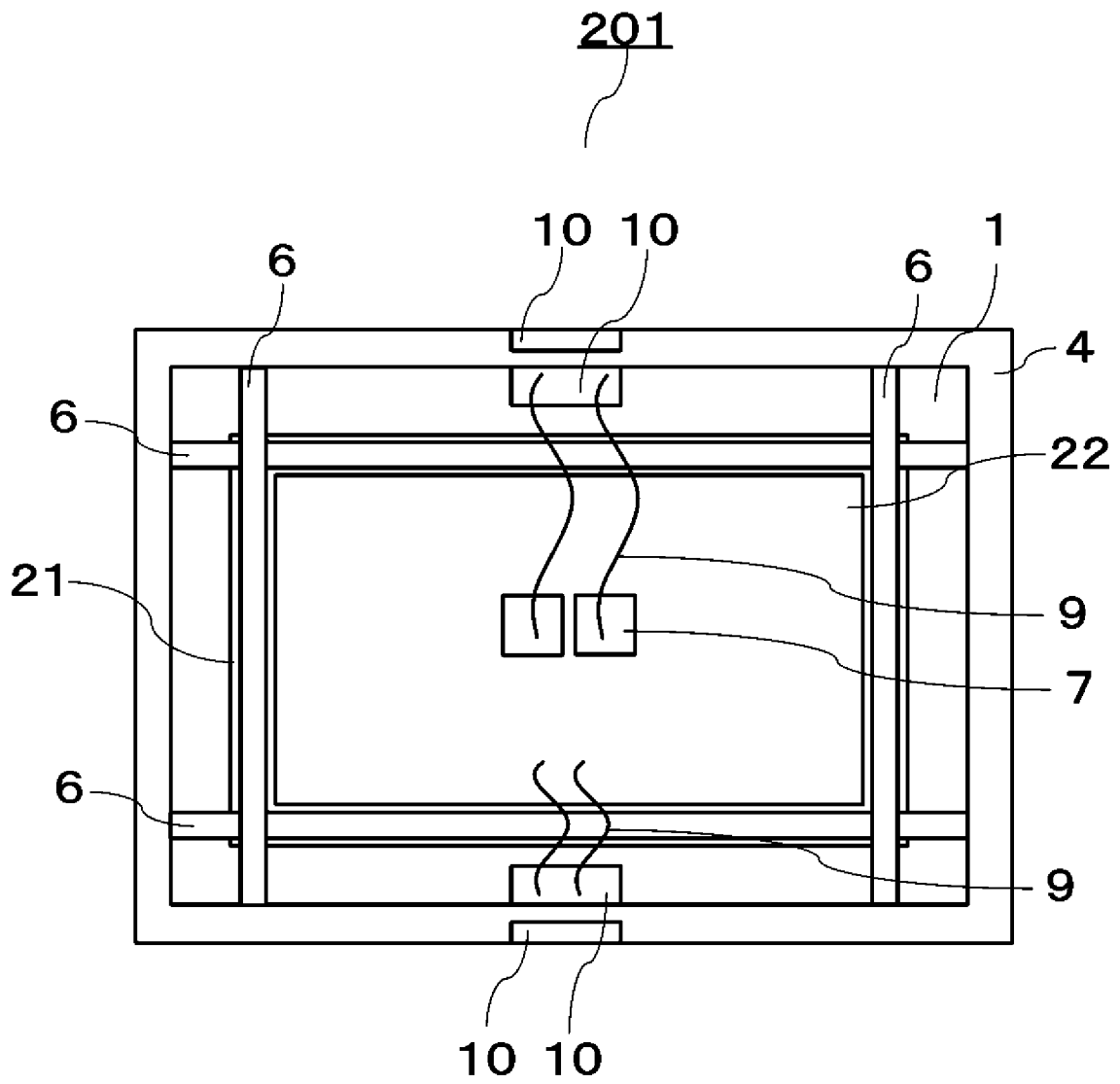
[図16]



[図17]

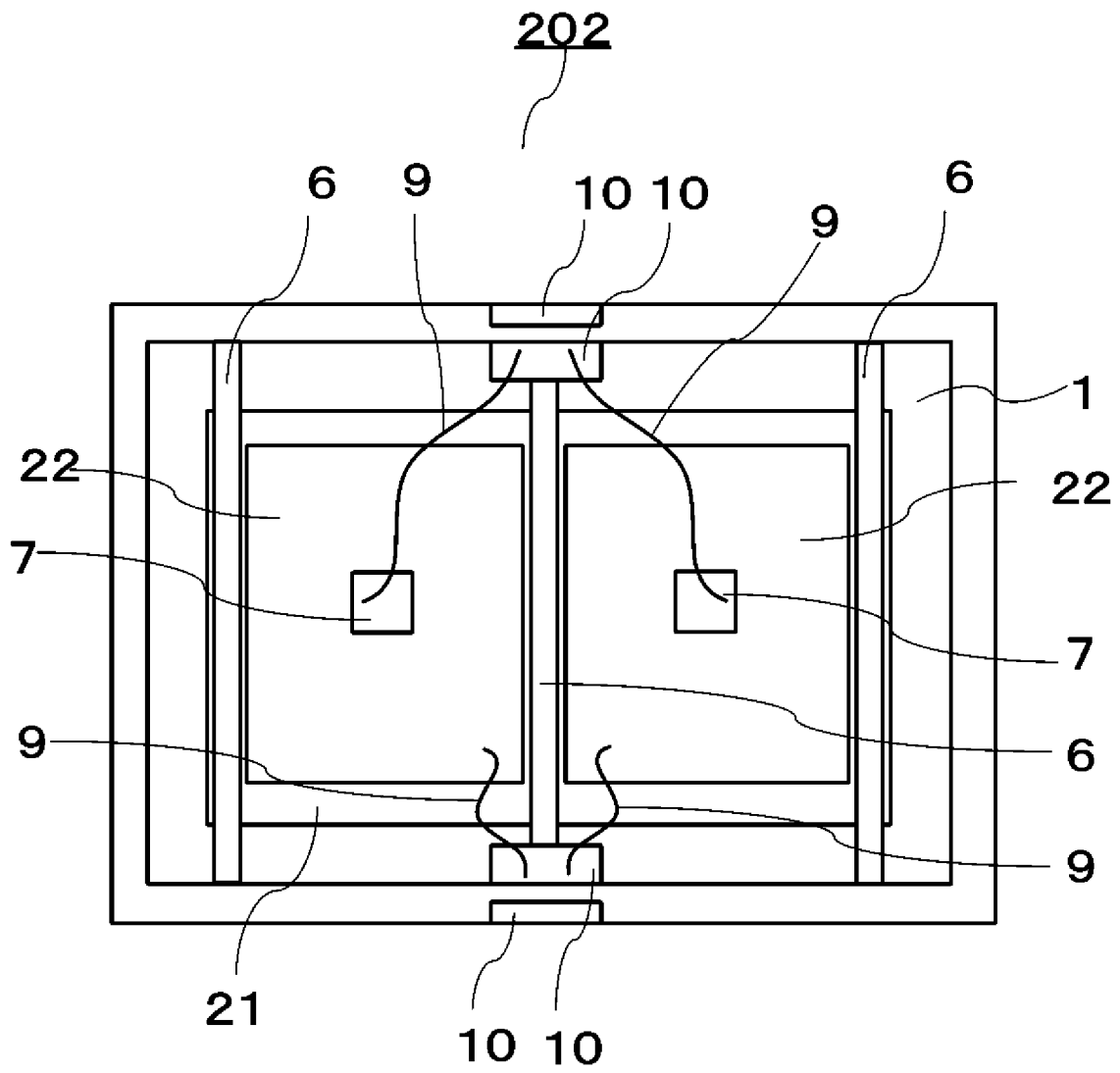


[図18]

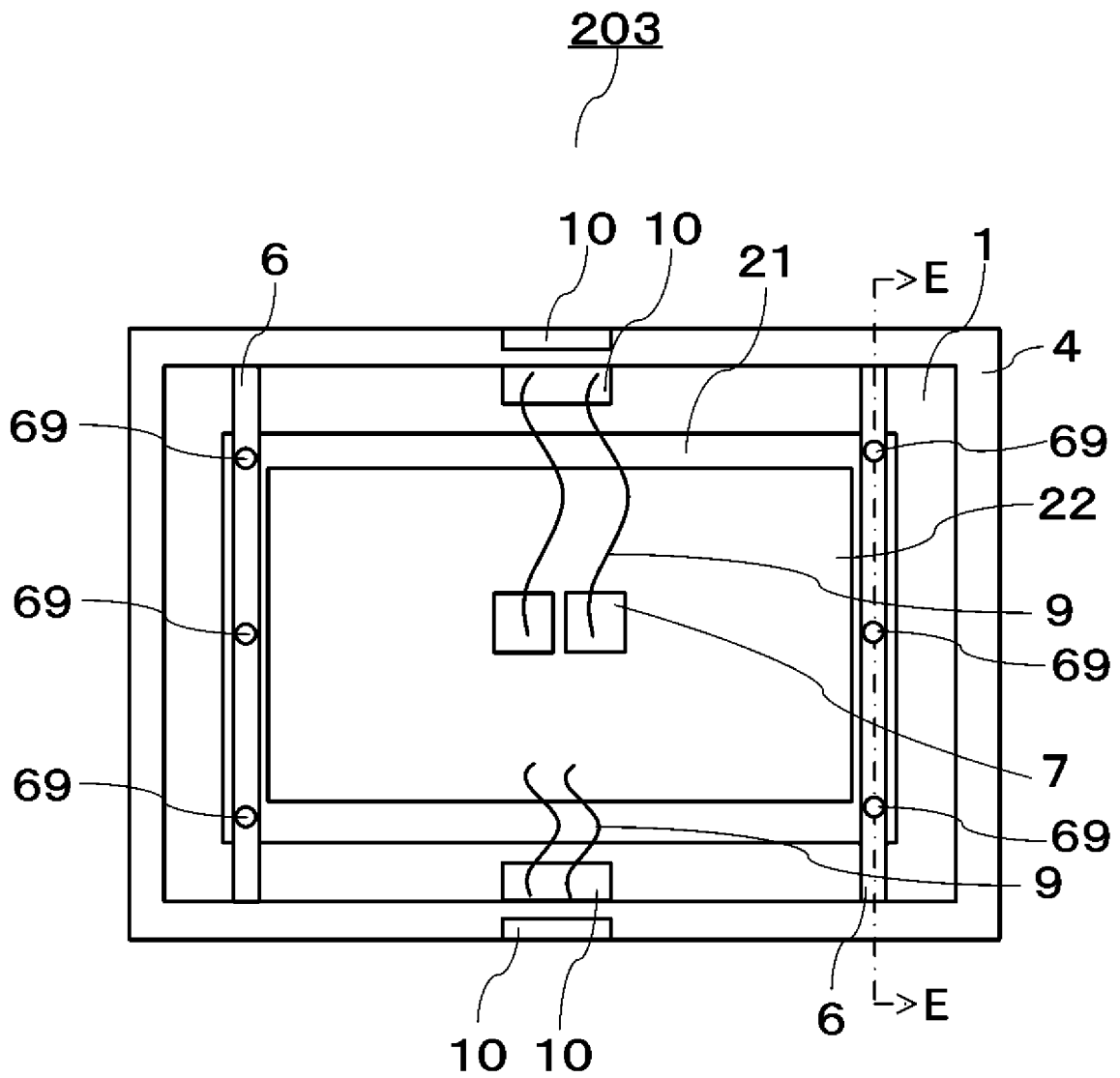




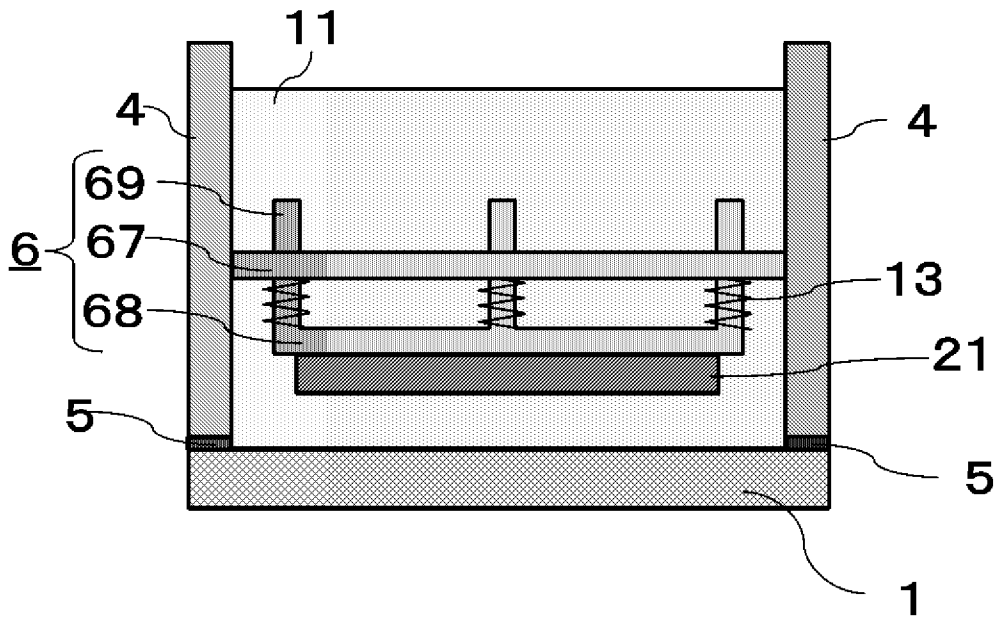
[図19]



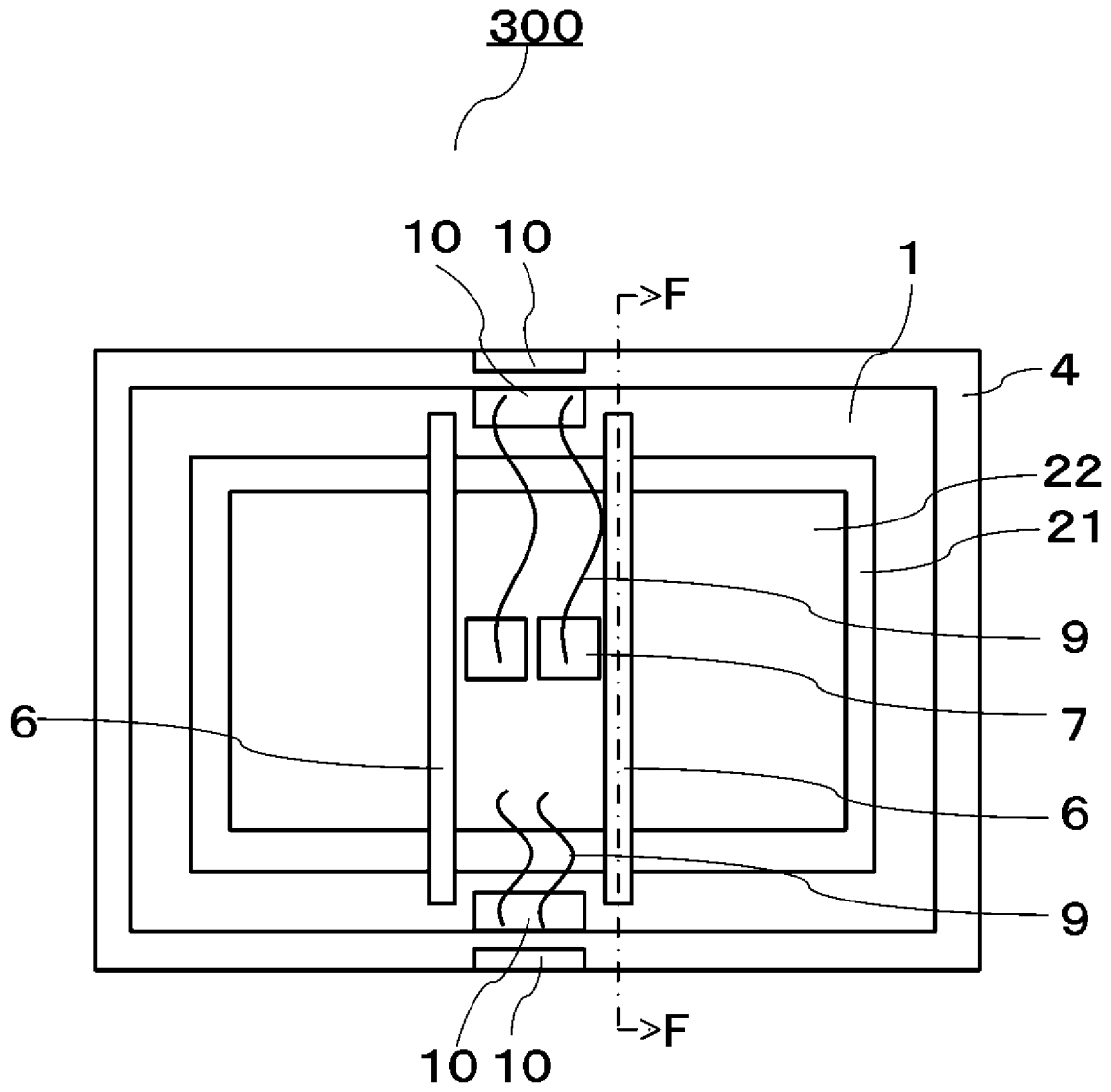
[図20]



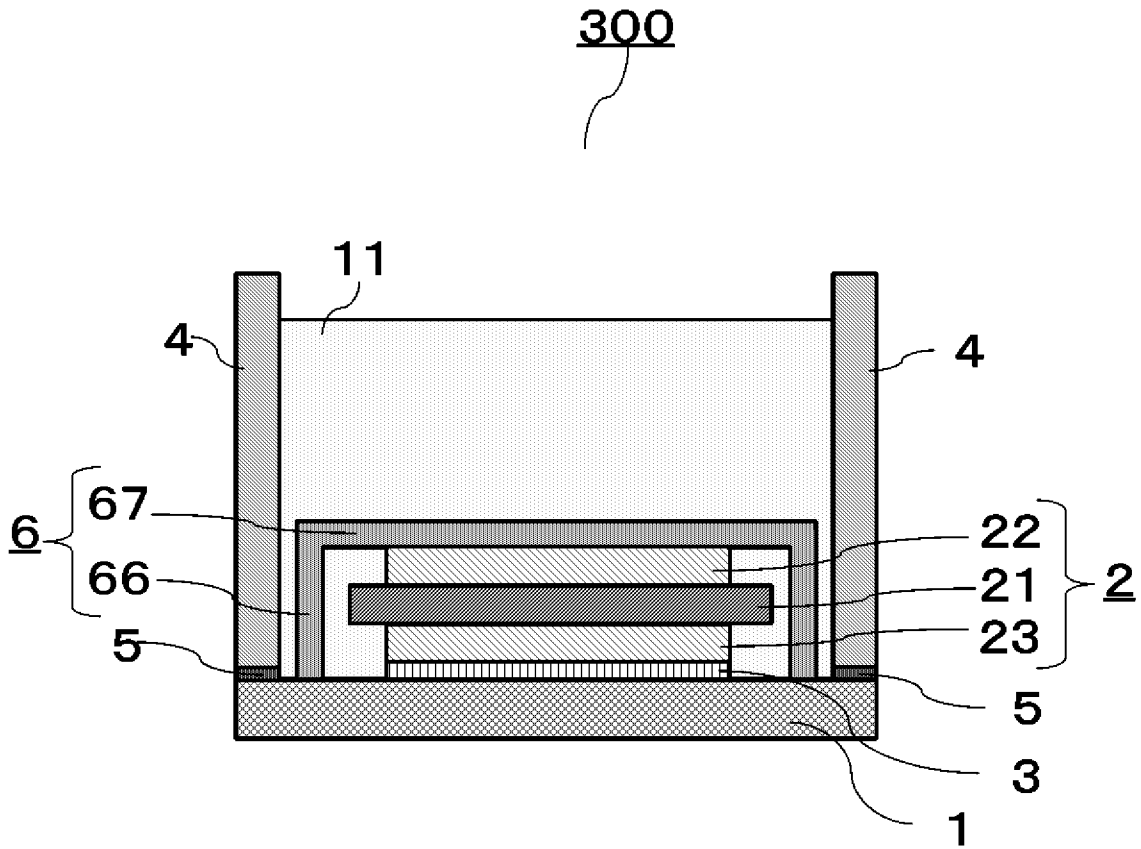
[図21]

203

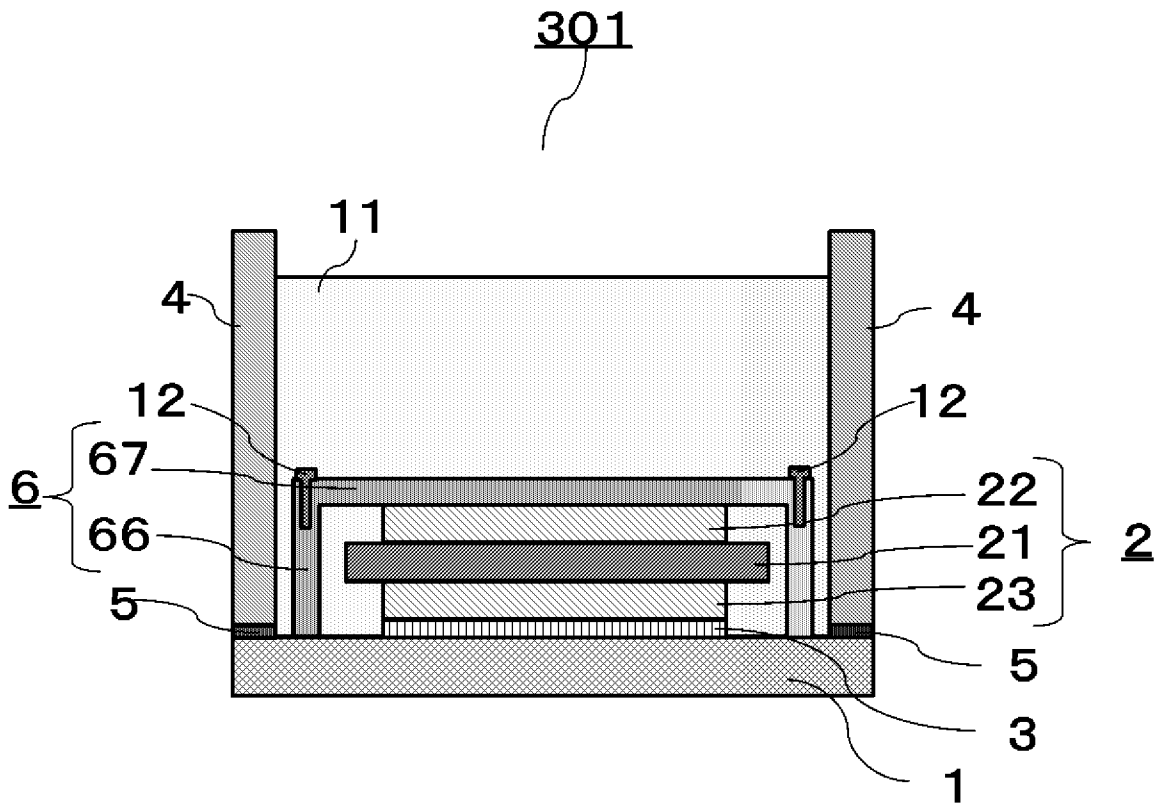
[図22]



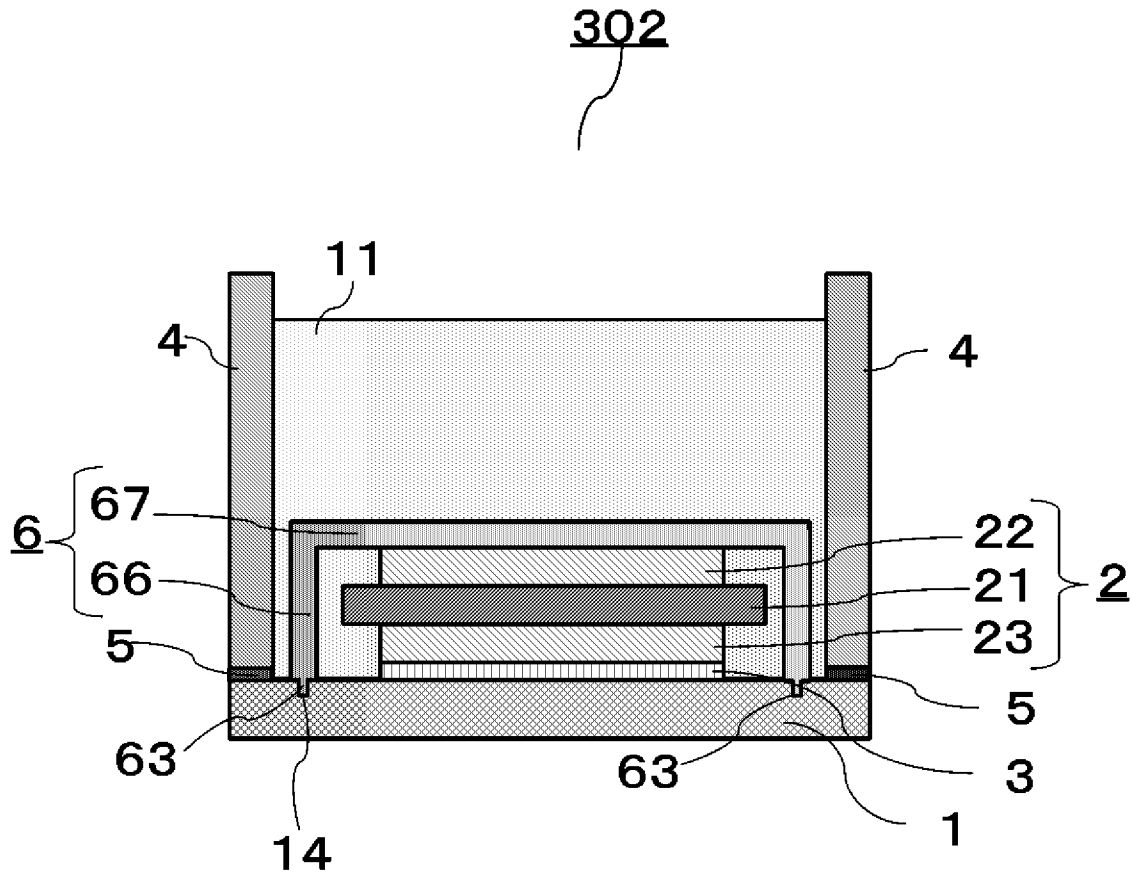
[図23]



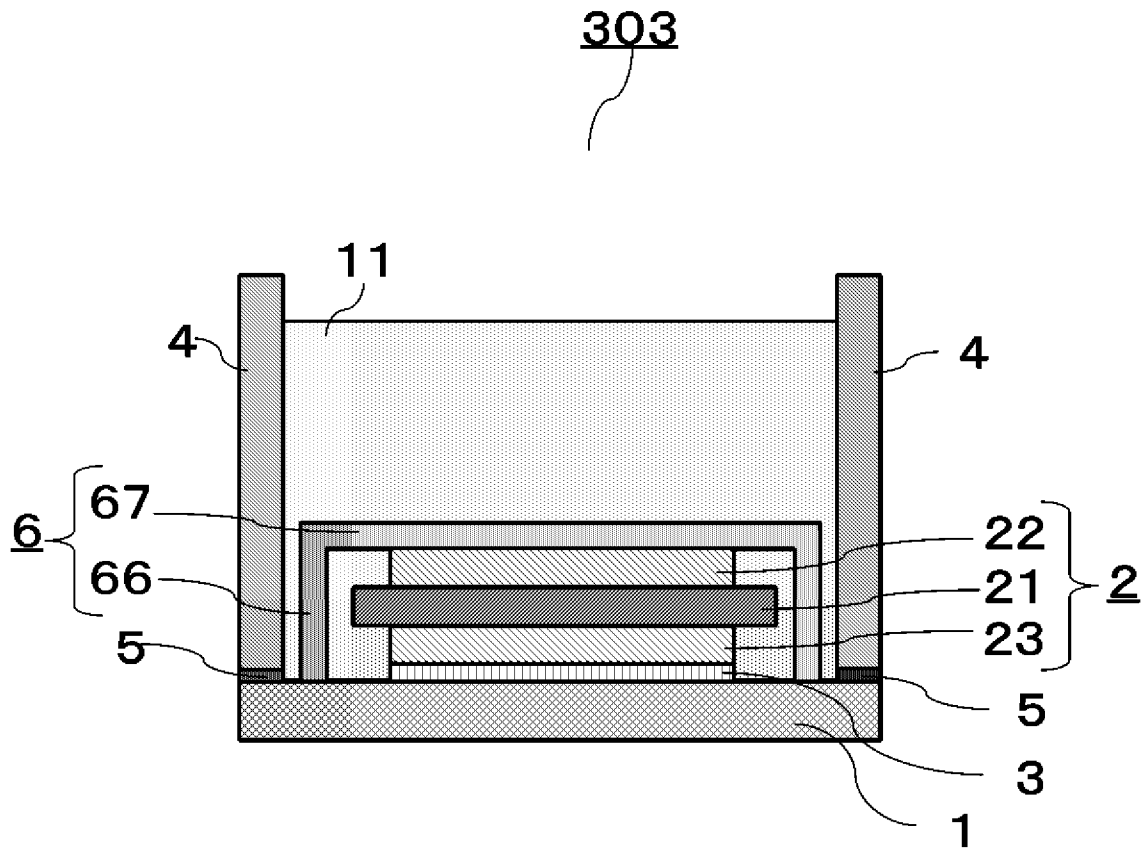
[図24]



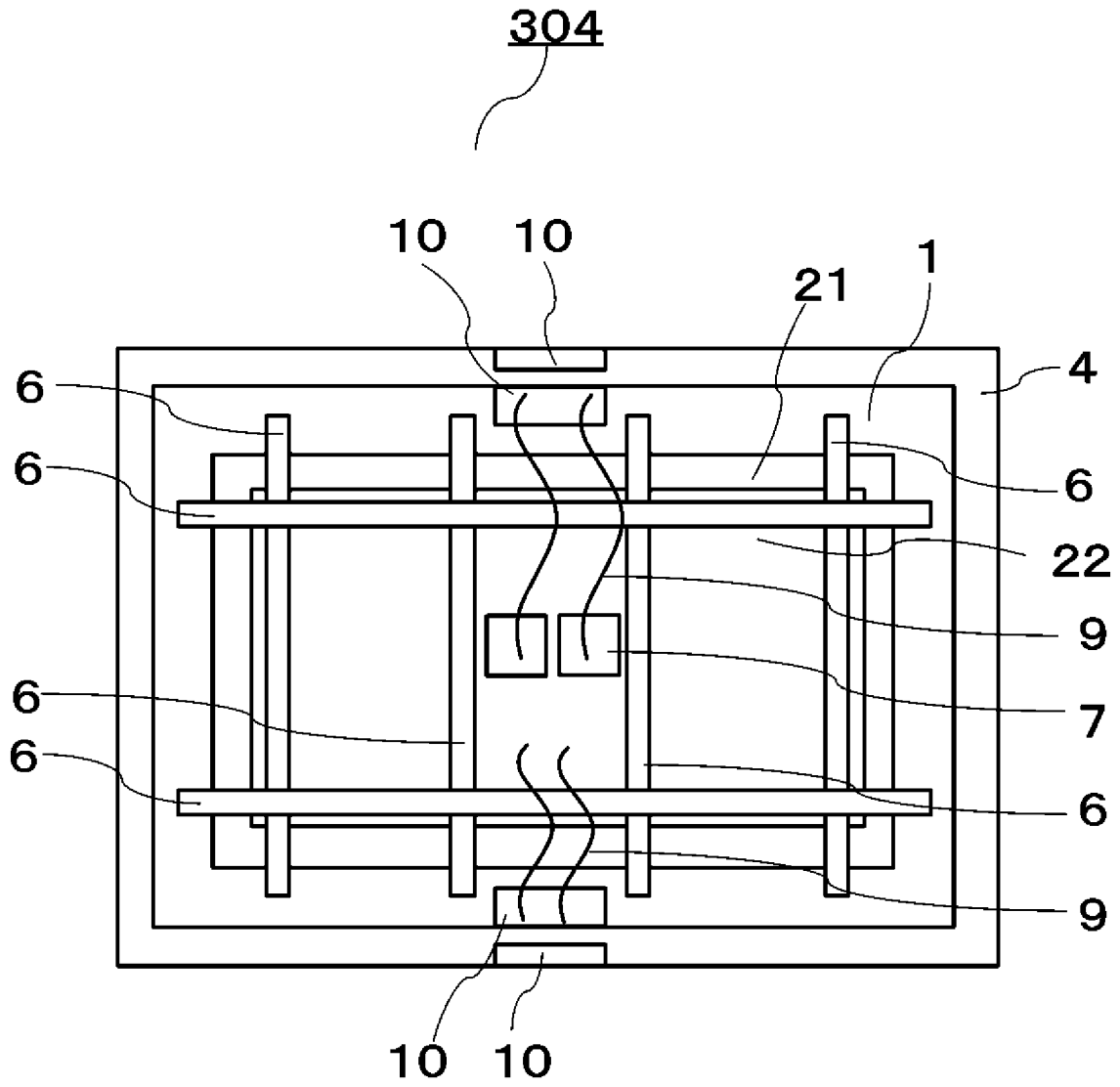
[図25]



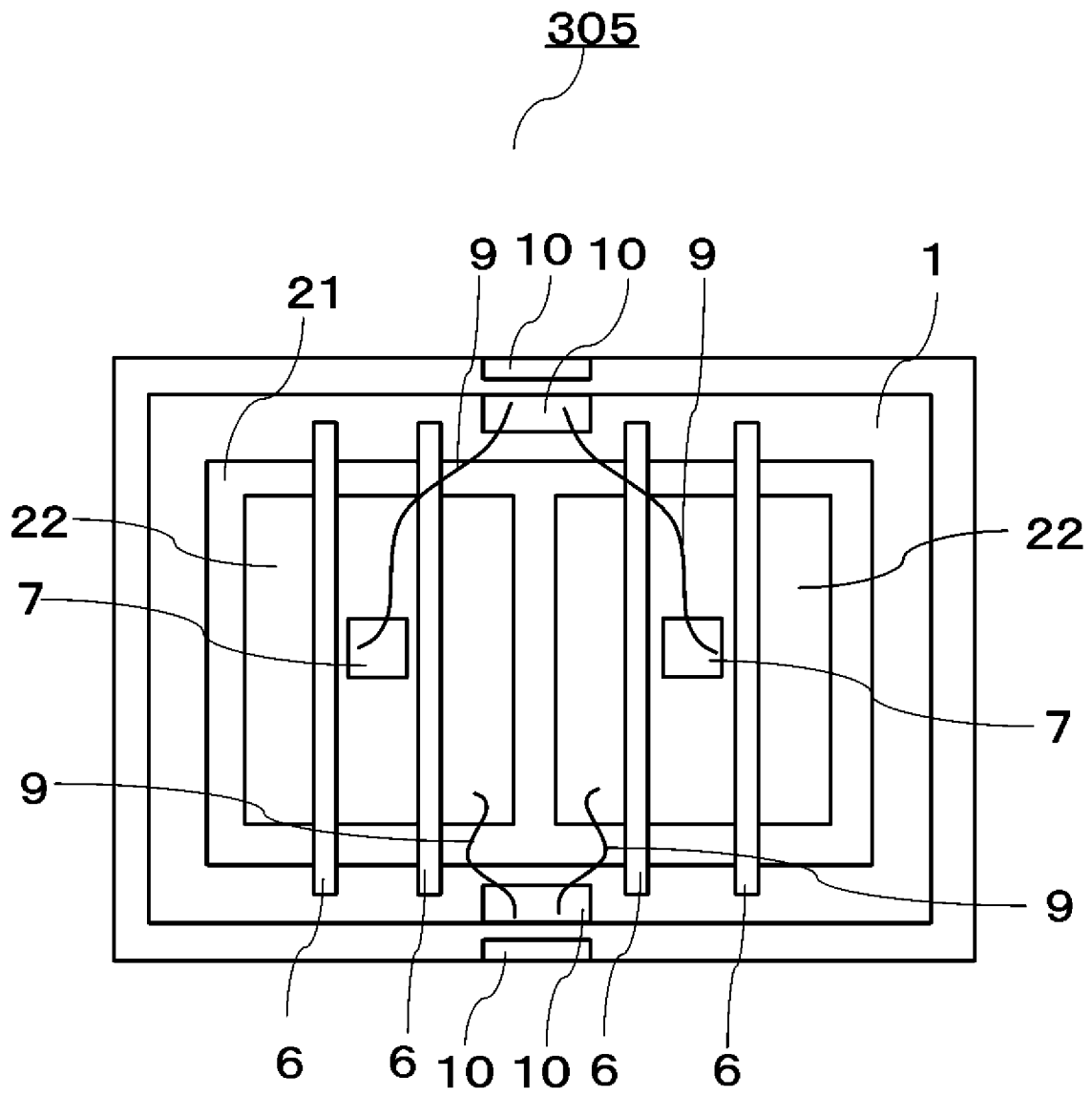
[図26]



[図27]

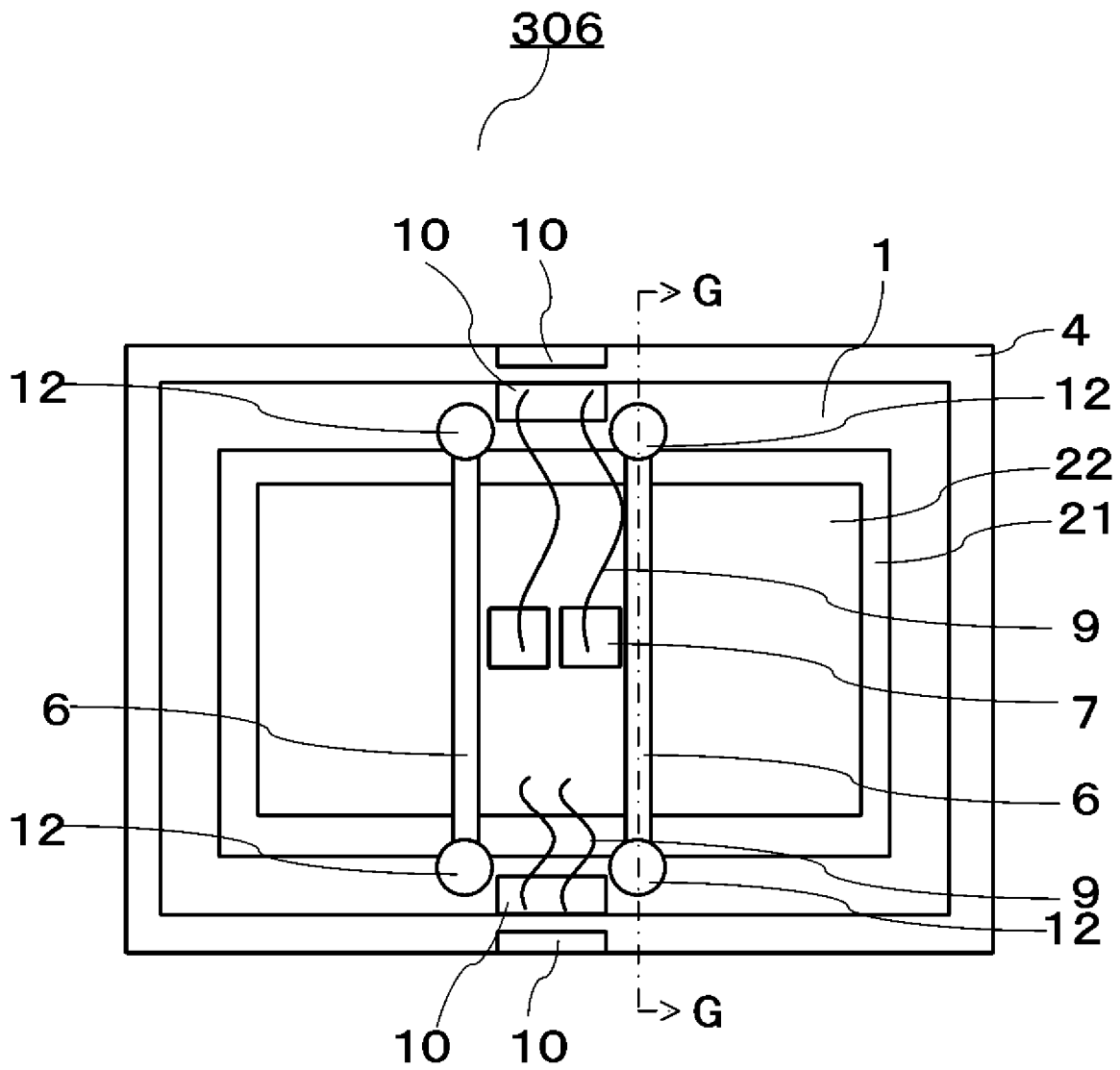


[図28]

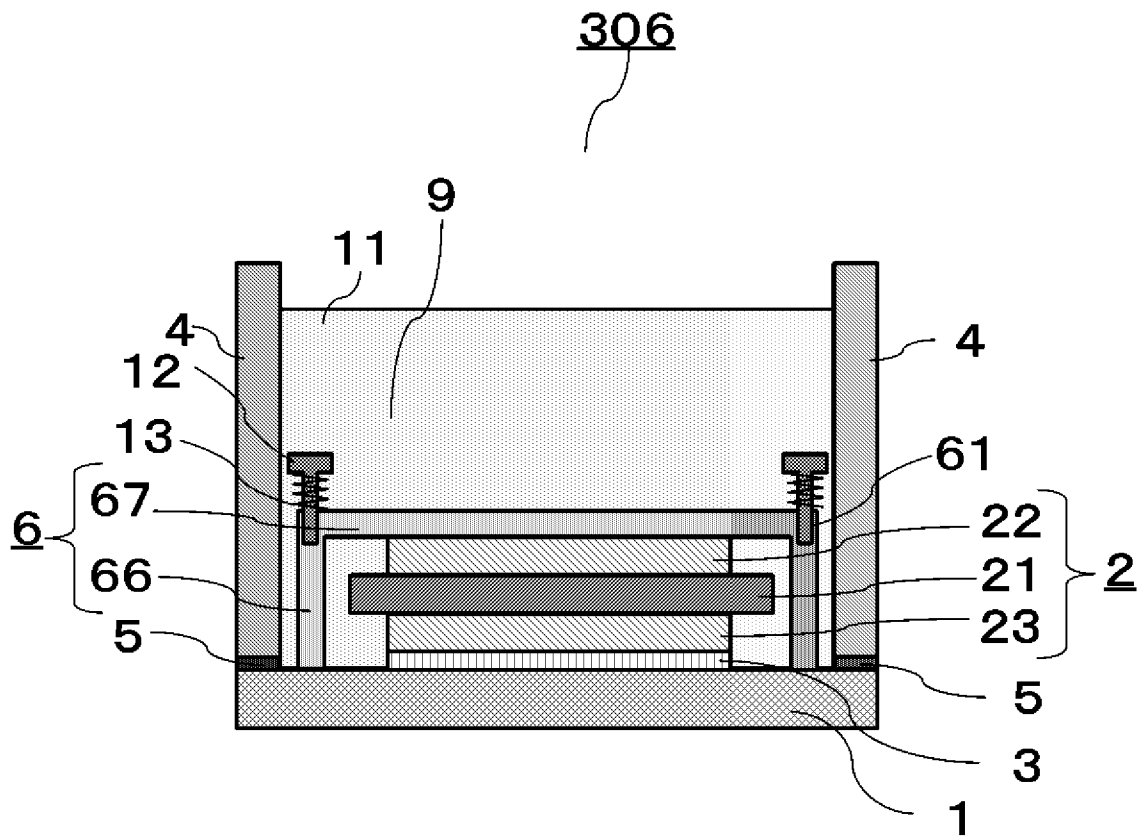




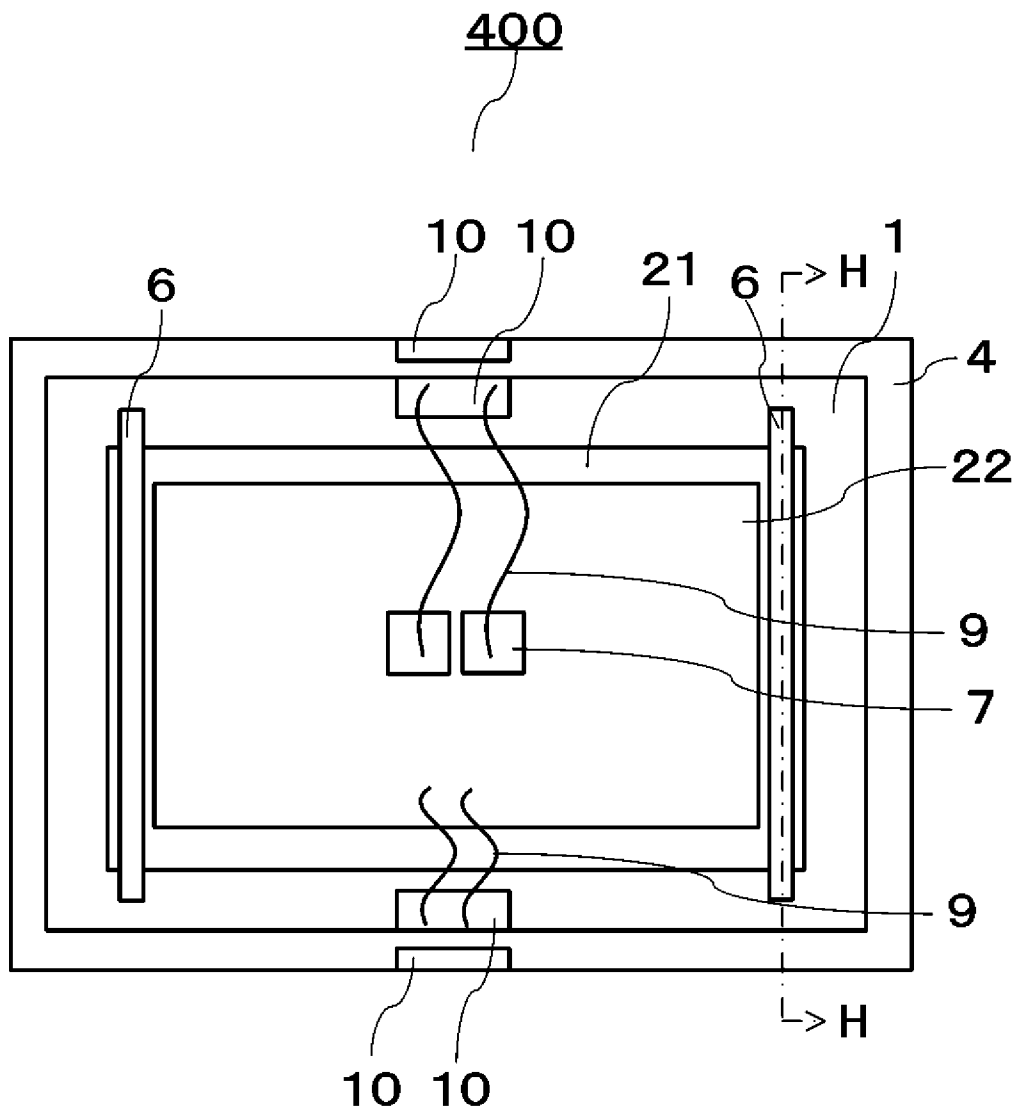
[図29]



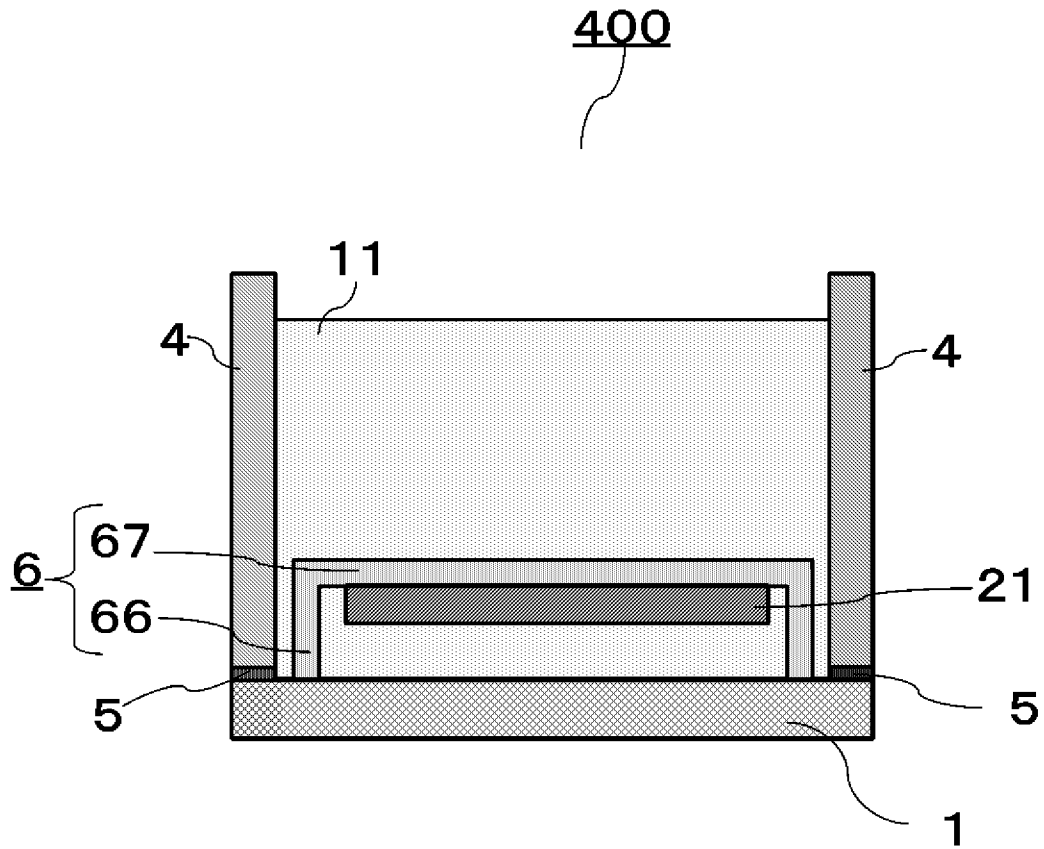
[図30]



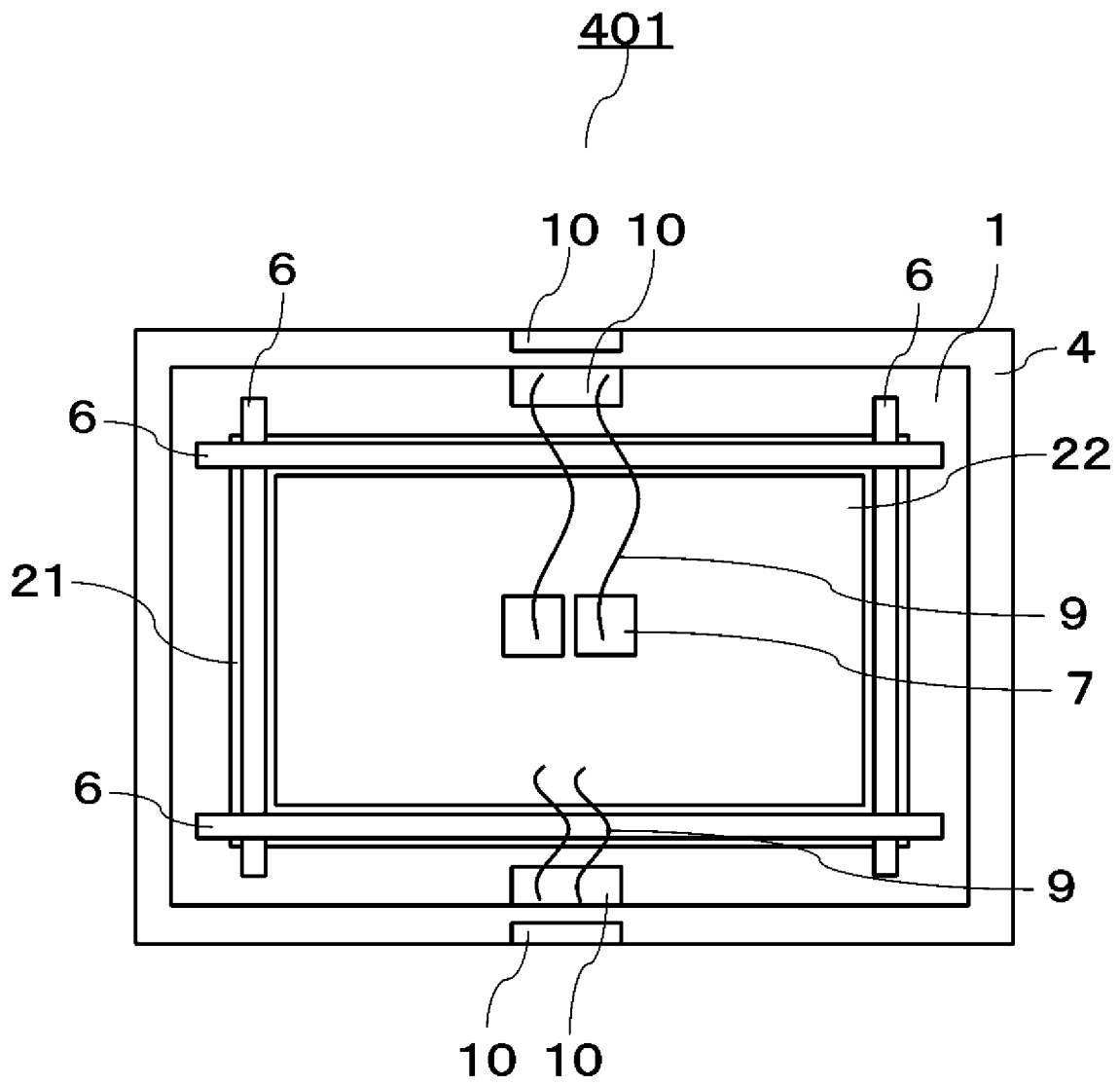
[図31]



[図32]



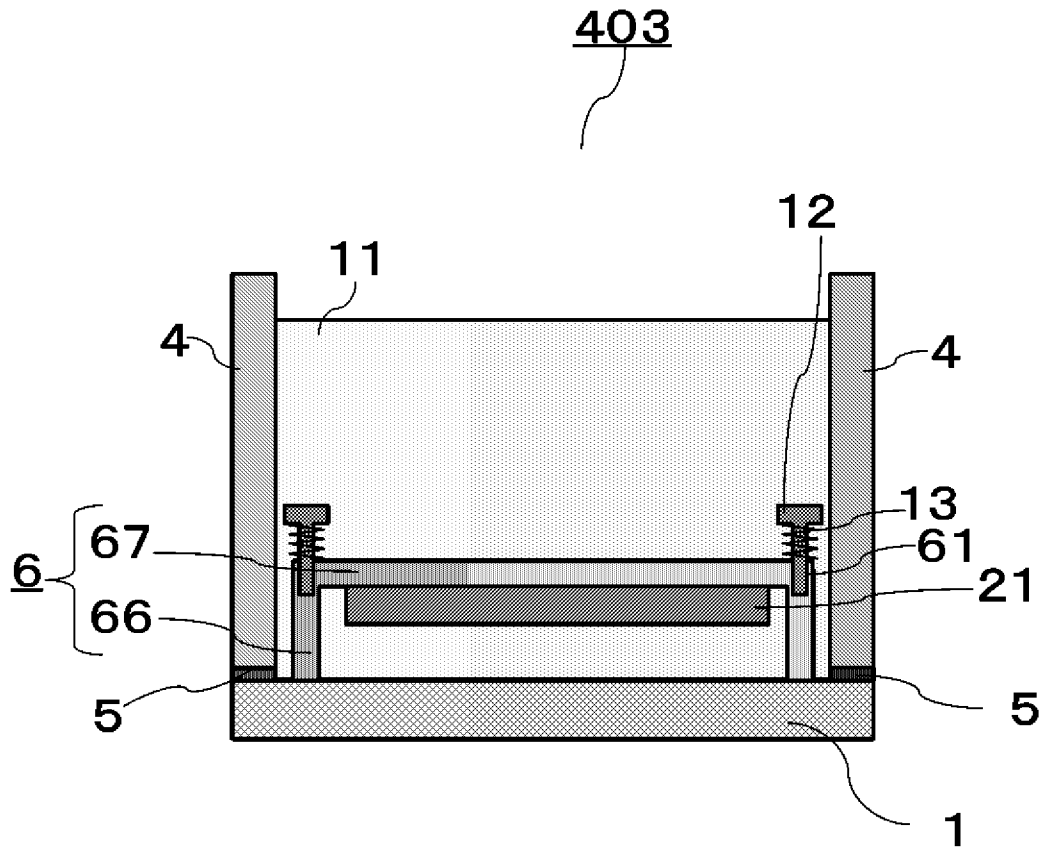
[図33]





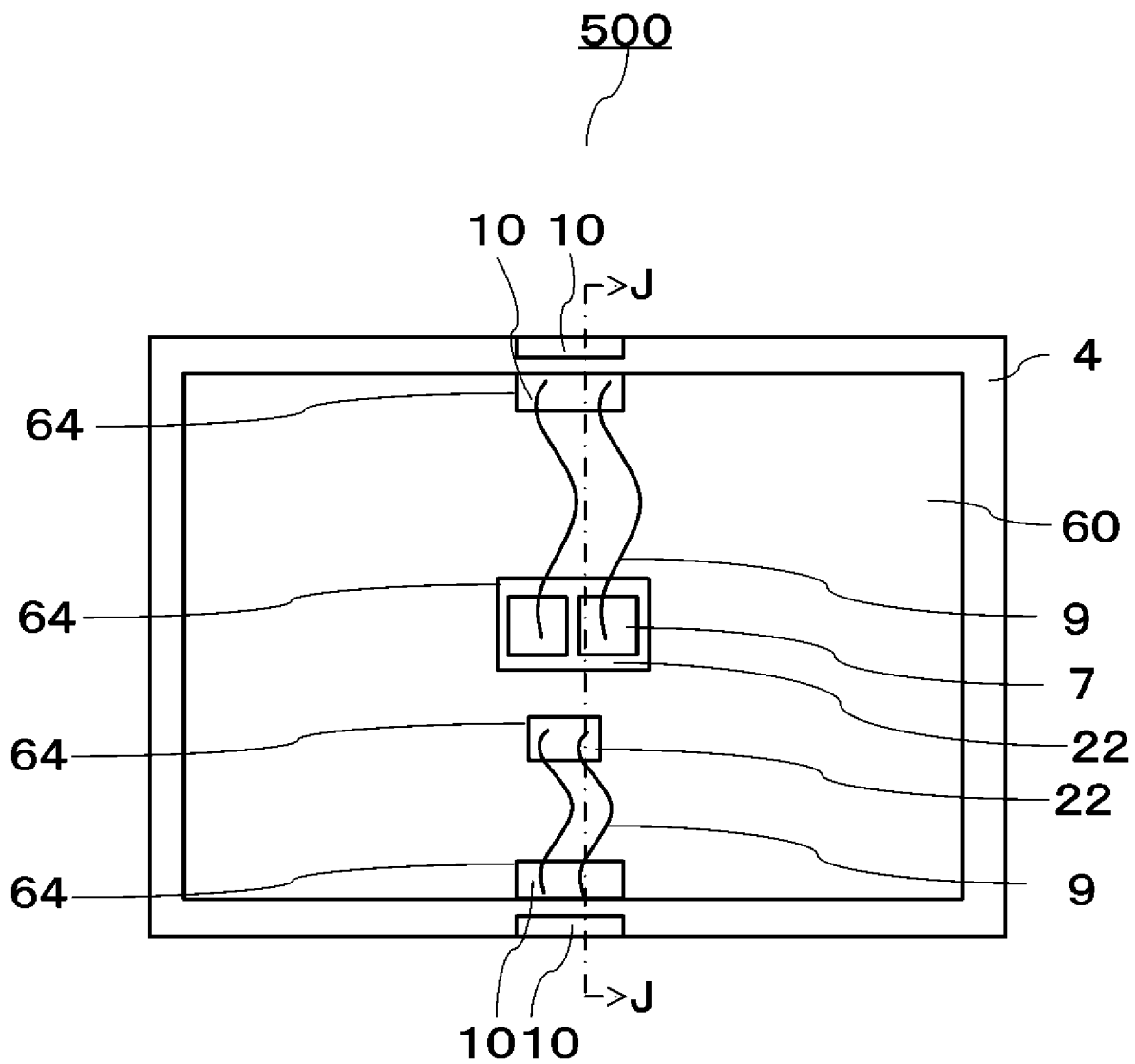


[図36]

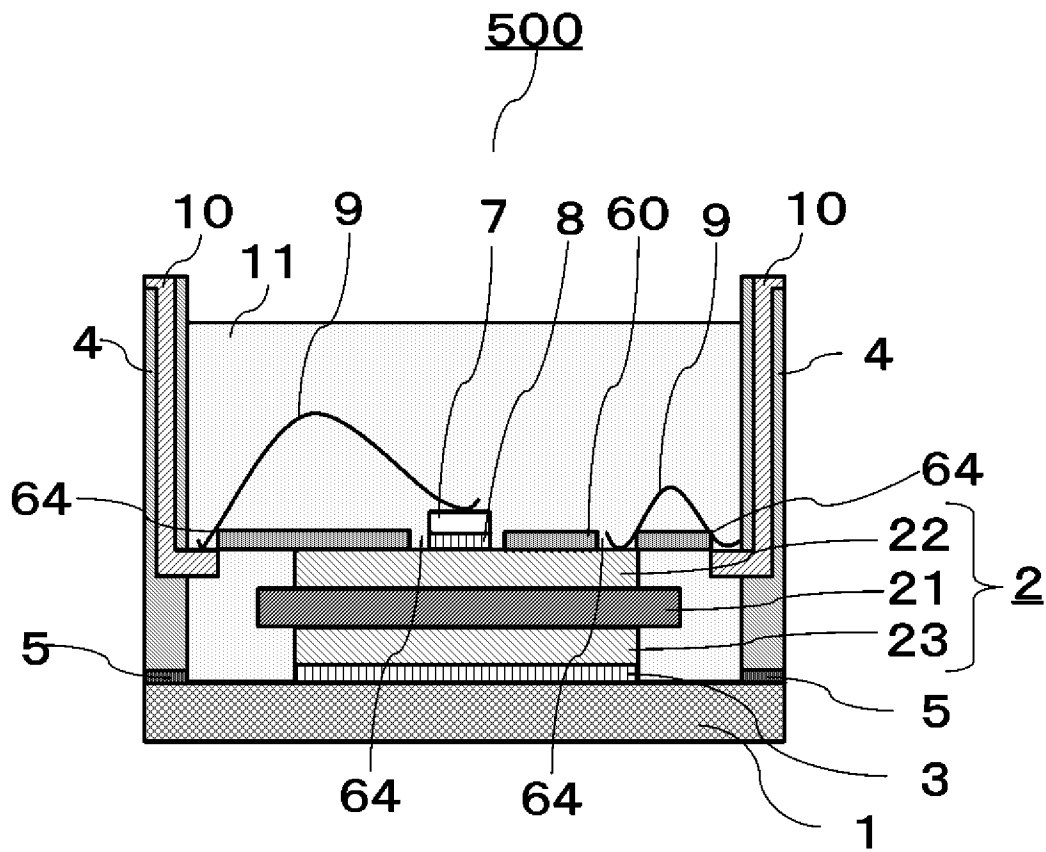




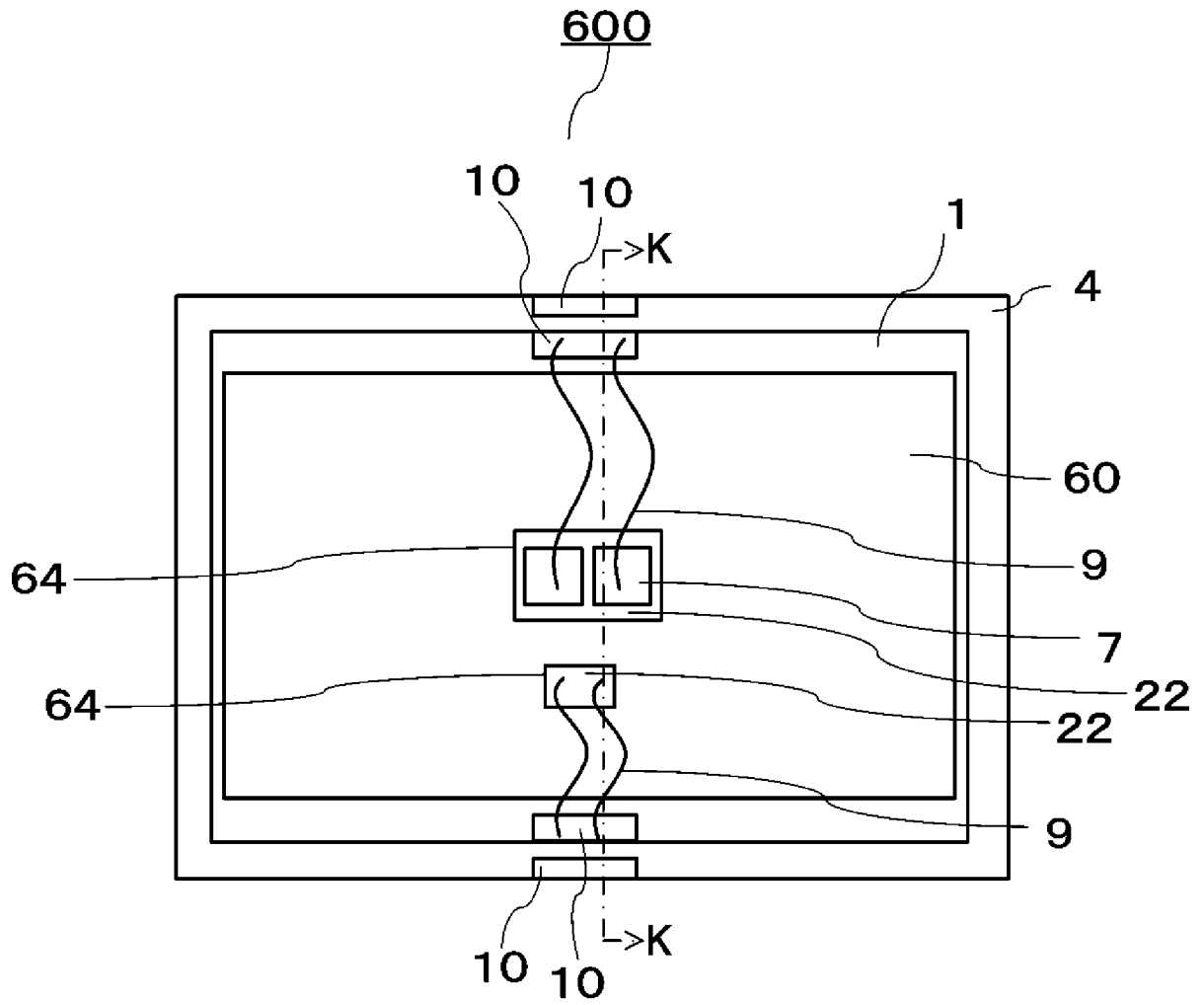
[図37]



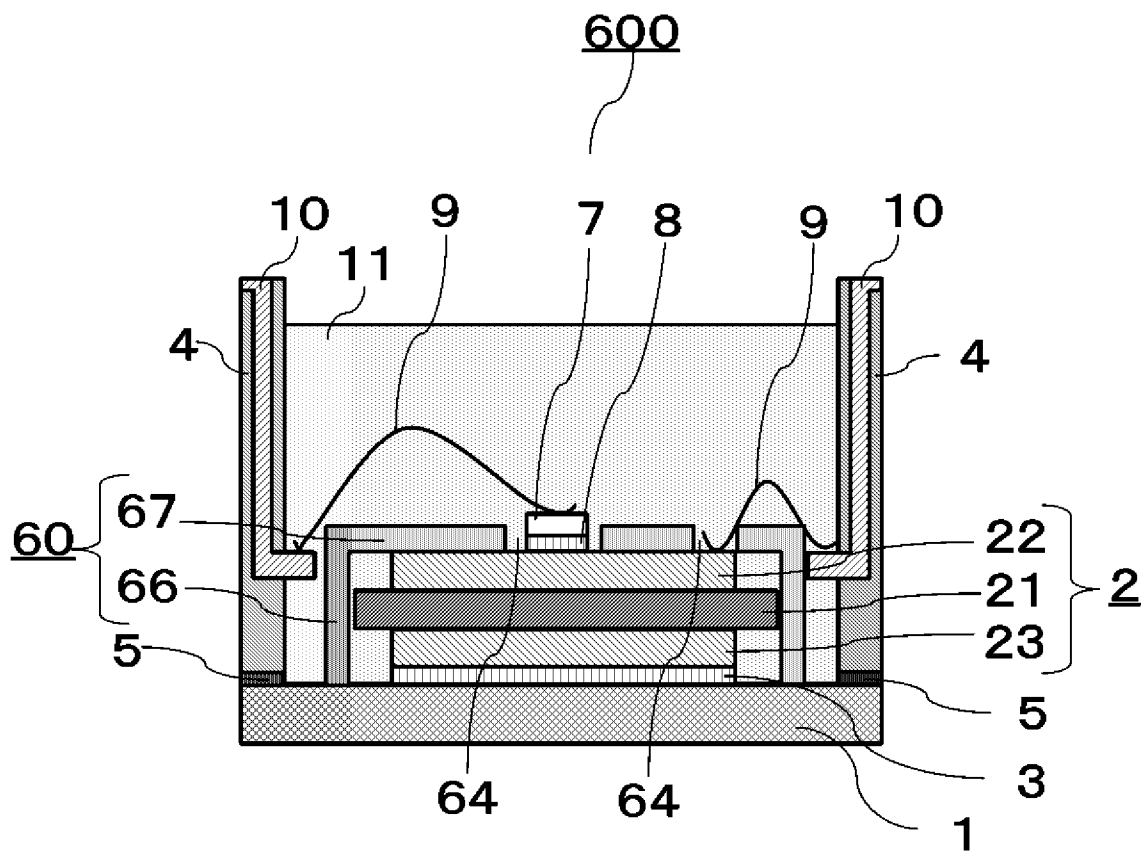
[図38]



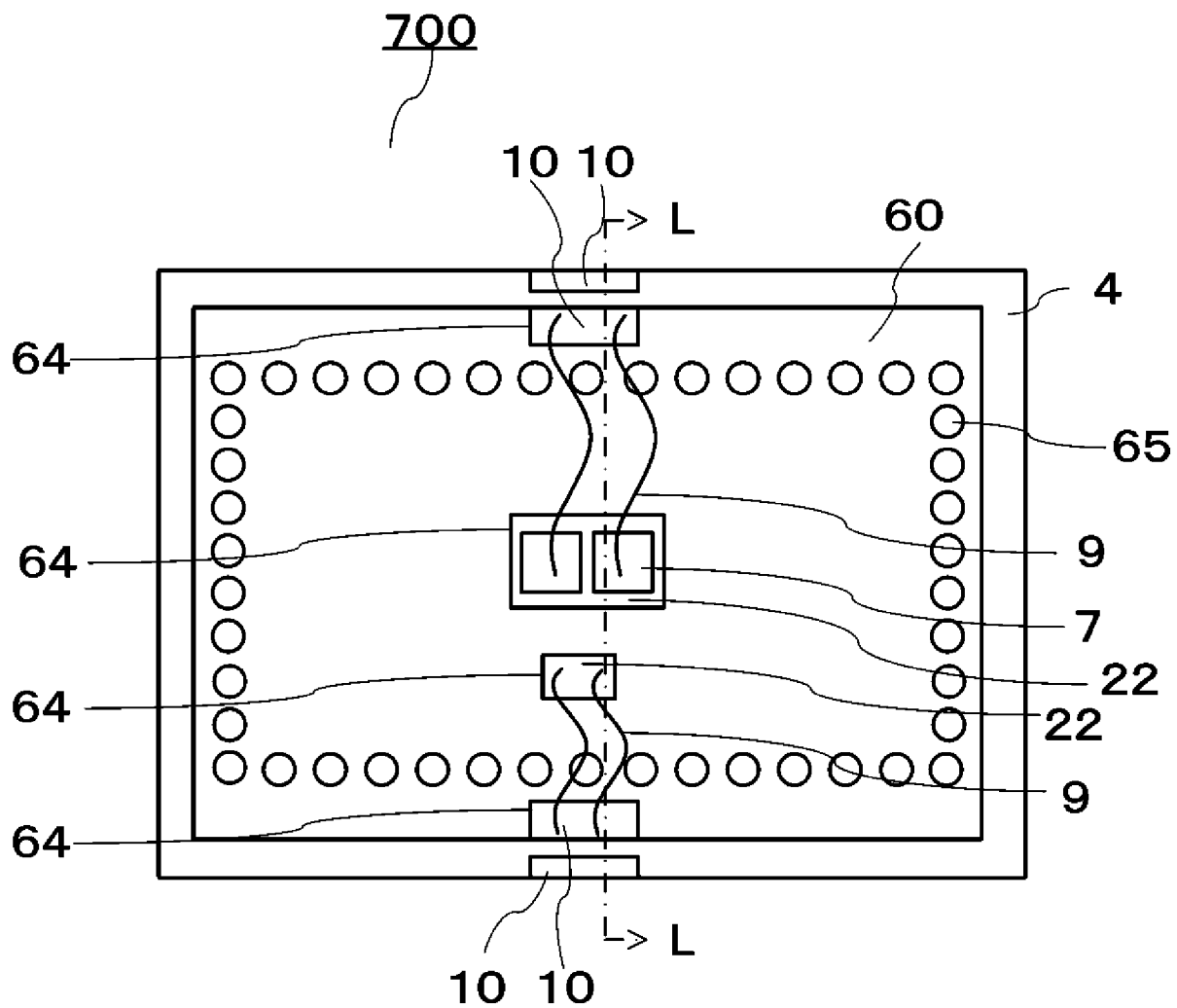
[図39]



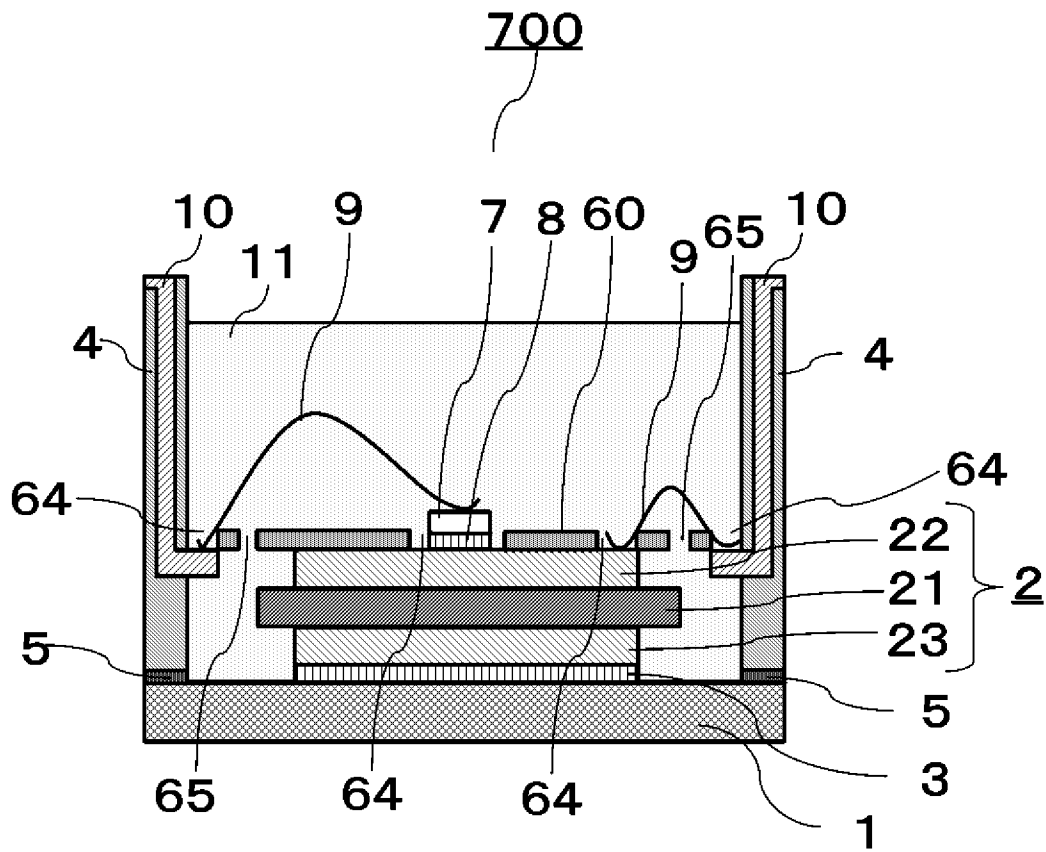
[図40]



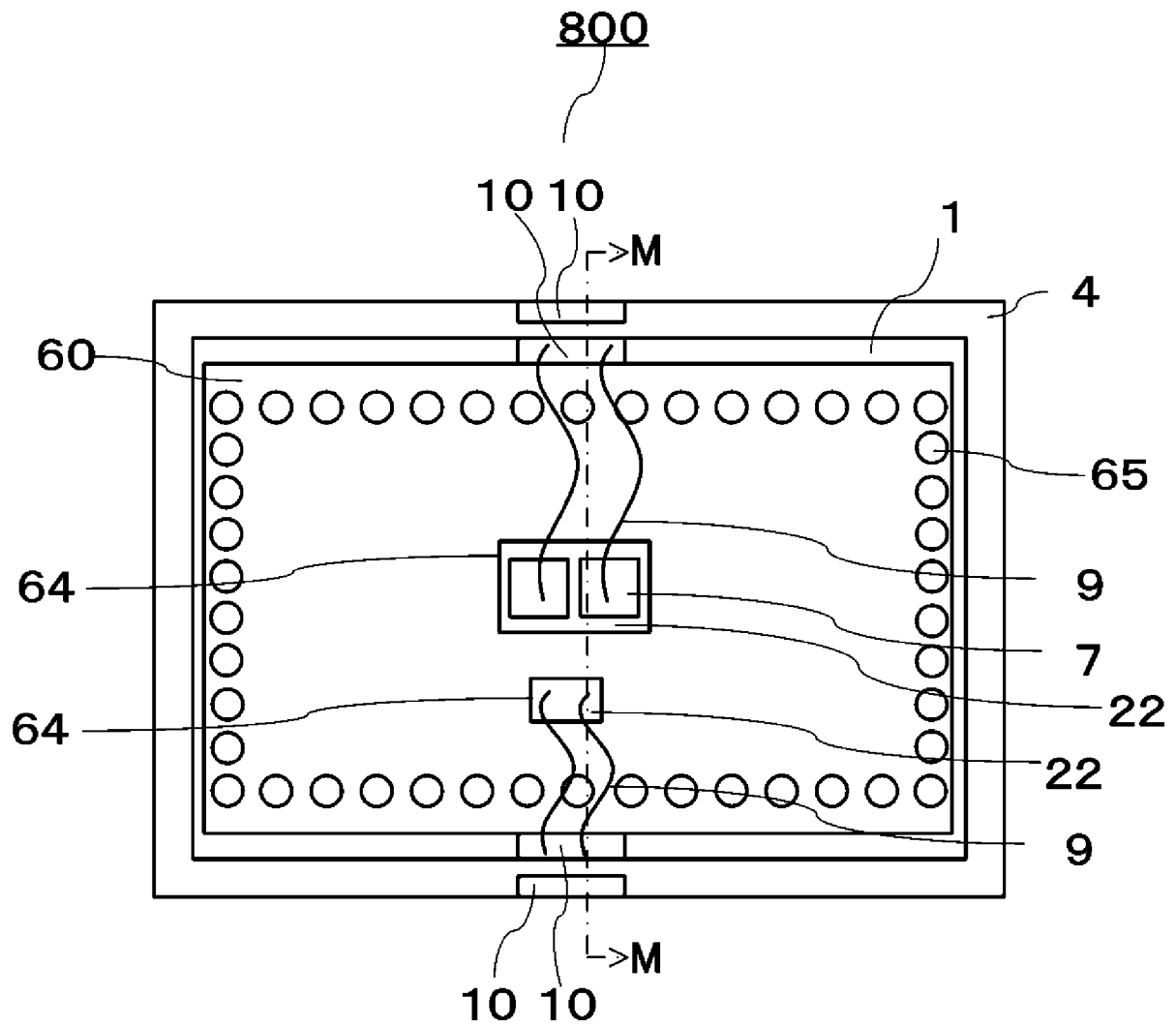
[図41]



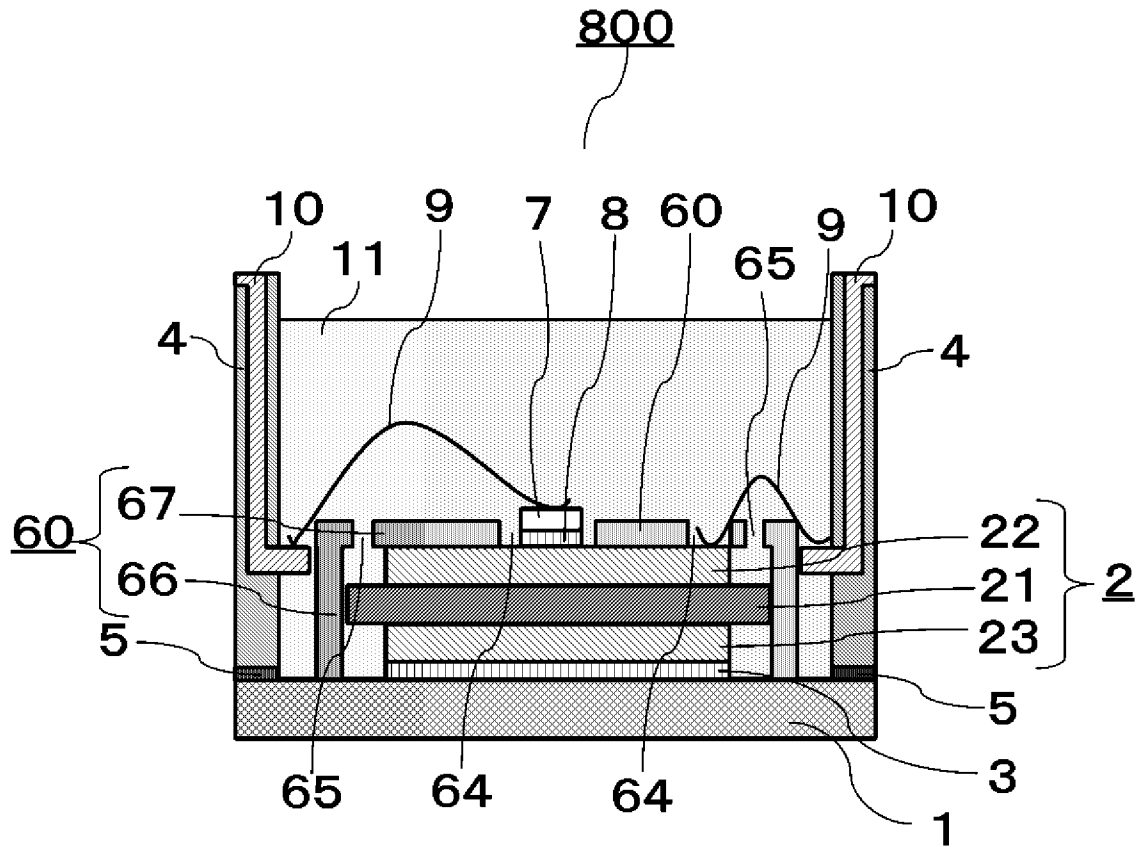
[図42]



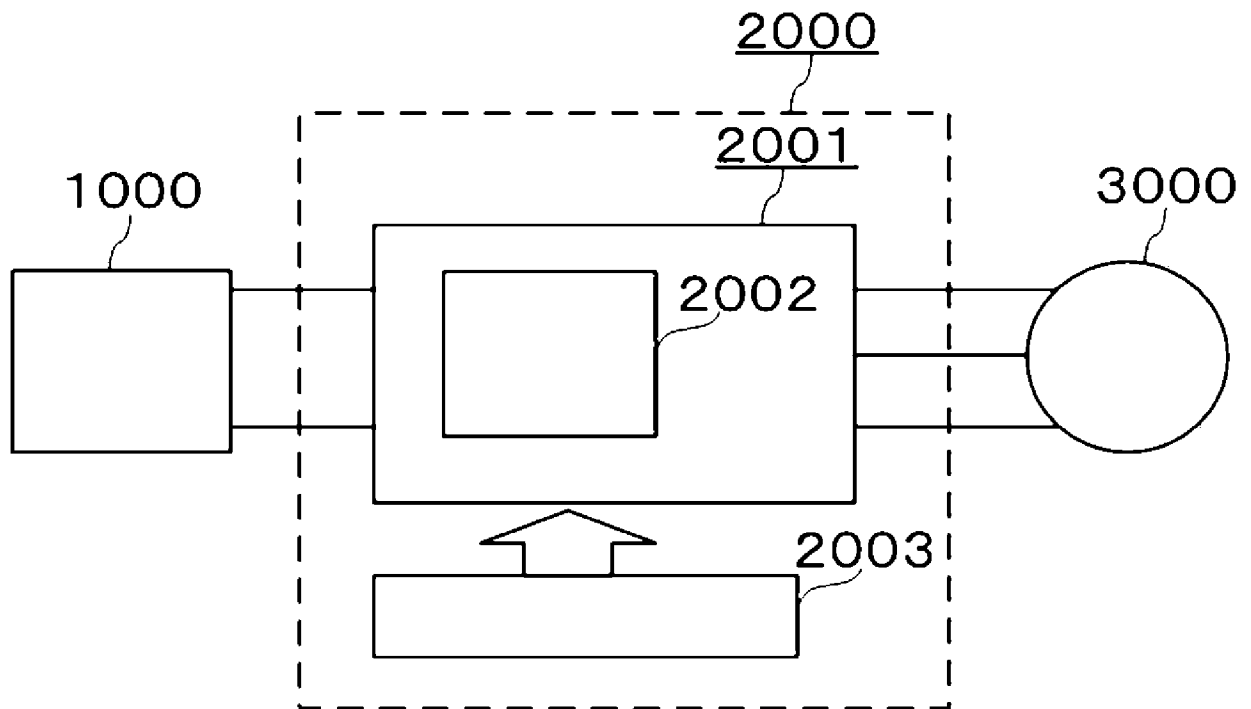
[図43]



[図44]



[図45]





**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/026306

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. H01L23/12 (2006.01) i, H01L23/29 (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)

Int.Cl. H01L23/12, H01L23/29

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X	JP 2004-96034 A (DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 25 March 2004, paragraphs [0024]-[0035], [0050]-[0053], fig. 2-5 (Family: none)	1, 3, 6, 7, 14, 15
Y		2, 4, 5, 8, 17
A		9-13, 16
Y		2, 4, 5, 8
	JP 2016-96188 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 26 May 2016, paragraphs [0013]-[0032], fig. 1, 2 (Family: none)	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“I” 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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search  
12 September 2019 (12.09.2019)

Date of mailing of the international search report  
24 September 2019 (24.09.2019)

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/JP2019/026306

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2019-36677 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 07 March 2019, paragraphs [0026]-[0033], fig. 9 & US 2019/0057914 A1, paragraphs [0034]-[0041], fig. 9 & DE 102018205991 A1 & CN 109427703 A	17
A	JP 2015-122453 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 02 July 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2015-216349 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 03 December 2015, entire text, all drawings & US 2015/0303126 A1, entire text, all drawings & DE 102015207226 A1 & CN 105023885 A	1-17
A	JP 9-134983 A (HITACHI, LTD.) 20 May 1997, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2002-353406 A (TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION) 06 December 2002, entire text, all drawings & US 2002/0180036 A1, entire text, all drawings	1-17
A	JP 2016-157835 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 01 September 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-17
A	US 5801330 A (GADEMANN) 01 September 1998, entire text, all drawings & DE 19604124 A1	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L23/12(2006.01)i, H01L23/29(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. H01L23/12, H01L23/29

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X	JP 2004-96034 A（電気化学工業株式会社）2004.03.25, 段落【0024】-【0035】、【0050】-【0053】、図2-5（ファミリーなし）	1, 3, 6, 7, 14, 15
Y		2, 4, 5, 8, 17
A		9-13, 16
Y	JP 2016-96188 A（富士電機株式会社）2016.05.26, 段落【0013】-【0032】、図1、2（ファミリーなし）	2, 4, 5, 8

☑ 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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

12.09.2019

国際調査報告の発送日

24.09.2019

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）

正山 旭

5 F

9276

電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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	JP 2019-36677 A (三菱電機株式会社) 2019.03.07, 段落【0026】 -【0033】、図9 & US 2019/0057914 A1, 段落[0034]-[0041]、 図9 & DE 102018205991 A1 & CN 109427703 A	17
A	JP 2015-122453 A (ダイキン工業株式会社) 2015.07.02, 全文、全 図 (ファミリーなし)	1-17
A	JP 2015-216349 A (三菱電機株式会社) 2015.12.03, 全文、全図 & US 2015/0303126 A1, 全文、全図 & DE 102015207226 A1 & CN 105023885 A	1-17
A	JP 9-134983 A (株式会社日立製作所) 1997.05.20, 全文、全図 (フ ファミリーなし)	1-17
A	JP 2002-353406 A (株式会社豊田自動織機) 2002.12.06, 全文、全 図 & US 2002/0180036 A1, 全文、全図	1-17
A	JP 2016-157835 A (三菱電機株式会社) 2016.09.01, 全文、全図 (フ ファミリーなし)	1-17
A	US 5801330 A (GADEMANN) 1998.09.01, 全文、全図 & DE 19604124 A1	1-17