(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
2022年7月28日(28.07.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/157934 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 23/473 (2006.01) *H01L 25/18* (2006.01)
H01L 25/07 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/002281

(22) 国際出願日： 2021年1月22日(22.01.2021)

(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: 近藤 勝彦 (**KONDO, Katsuhiko**); 〒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). 佐々木 太志 (**SASAKI, Taishi**); 〒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).

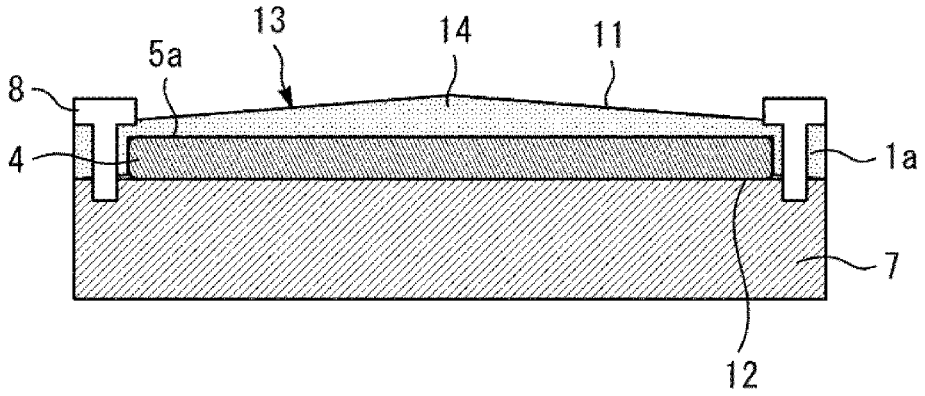
(74) 代理人:特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (**TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS**); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番22号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(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, IT, 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, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) **Title:** SEMICONDUCTOR DEVICE AND PRODUCTION METHOD FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称： 半導体装置および半導体装置の製造方法



(57) **Abstract:** A semiconductor device according to the present disclosure comprises a base plate having a top surface and a back surface on the opposite side to the top surface with a ring-shaped groove formed on the back surface, a substrate provided on the top surface of the base plate, and a semiconductor chip provided on the top surface of the substrate. The base plate has a convex warp part that is warped to be convex on the top surface side, and the portion of the groove formed in the convex warp part becomes deeper as it is separated from the maximum warp part of the convex warp part having the greatest warp.

(57) 要約：本開示に係る半導体装置は、上面と、上面と反対側の裏面を有し、裏面に環状の溝が形成されたベース板と、ベース板の上面に設けられた基板と、基板の上面に設けられた半導体チップと、を備え、ベース板は、上面側に凸となるように反った凸反り部を有し、溝のうち凸反り部に形成された部分は、凸反り部のうち最も反りが大きい最大反り部から離れるほど深くなる。

WO 2022/157934 A1

[続葉有]

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 半導体装置および半導体装置の製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、半導体装置および半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、半導体チップと、主面に半導体チップが接合された絶縁基板と、主面に絶縁基板の他主面が接合されたベースを備えた半導体装置が開示されている。ベースの他主面には凸部が設けられ、凸部の外周に環状の溝が設けられる。環状の弾性体で構成されたシール材が、溝に沿って挿入される。開口部を有するケースは、開口部の外縁がシール材と接するように配置される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開２０１５－７３０１２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　特許文献１のような半導体装置では、シール材をベース板と冷却器との間に挟み込み、十分なつぶし量を確保することで冷却水の漏洩を防ぐ。ベース板を冷却器に固定する際に、シール材に荷重が加わることで、シール材のつぶし量が得られる。この時、シール材全周に渡って均一に荷重が加わらないと、つぶし量がばらつき、冷却水が漏洩するおそれがある。また、部材が圧縮により割れるおそれがある。特に、ベース板または冷却器におけるシール材との接触面の反り形状によっては、ベース板と冷却器との間のクリアランスが均一とならず、シール材のつぶし量がばらつくおそれがある。

[0005]　本開示は、シール材のつぶし量のばらつきを抑制できる半導体装置および半導体装置の製造方法を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 第１の開示に係る半導体装置は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板と、該ベース板の該上面に設けられた基板と、該基板の上面に設けられた半導体チップと、を備え、該ベース板は、該上面側に凸となるように反った凸反り部を有し、該溝のうち該凸反り部に形成された部分は、該凸反り部のうち最も反りが大きい最大反り部から離れるほど深くなる。

[0007] 第２の開示に係る半導体装置は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板と、該ベース板の該上面に設けられた基板と、該基板の上面に設けられた半導体チップと、を備え、該ベース板は、該裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、該溝のうち該凹反り部に形成された部分は、深さが一定である。

[0008] 第３の開示に係る半導体装置は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板と、該ベース板の該上面に設けられた基板と、該基板の上面に設けられた半導体チップと、該溝に収納されたシール材と、該溝を覆うように該ベース板の該裏面に固定される冷却器と、を備え、該ベース板は、該裏面側に凸となるように該ベース板を反らせる方向に応力が発生している応力発生部を有し、該溝のうち該応力発生部に形成された部分は、深さが一定である。

[0009] 第４の開示に係る半導体装置の製造方法は、上面と該上面と反対側の裏面を有し、該裏面に環状の溝が形成されたベース板の該上面に基板を搭載し、該基板の上面に半導体チップを搭載し、該ベース板が該裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、該溝にシール材が収納された状態で、該溝を覆うように該ベース板の該裏面に冷却器を固定することで該凹反り部の反りを低減させ、該溝のうち該凹反り部に形成された部分は、深さが一定である。

発明の効果

[0010] 本開示に係る半導体装置および半導体装置の製造方法では、ベース板の反りの方向に応じて溝の深さが設定される。このため、シール材のつぶし量のばらつきを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態１に係る半導体装置の断面図である。

[図2]実施の形態１に係るベース板の底面図である。

[図3]実施の形態１に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図4]実施の形態１に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図5]実施の形態１に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

[図6]実施の形態２に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図7]実施の形態２に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図8]実施の形態２に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

[図9]実施の形態３に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図10]実施の形態３に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図11]実施の形態４に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図12]実施の形態４に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図13]実施の形態５に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図14]実施の形態５に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図15]実施の形態６に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図16]実施の形態６に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図17]実施の形態６に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

[図18]実施の形態７に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図で

ある。

[図19]実施の形態７に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図20]実施の形態８に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図21]実施の形態８に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図22]実施の形態９に係るベース板に反りが発生していない状態の断面図である。

[図23]実施の形態９に係るベース板に反りが発生していない状態の別の断面図である。

[図24]実施の形態９に係るベース板に反りが発生した状態の断面図である。

[図25]実施の形態９に係るベース板に反りが発生した状態の別の断面図である。

[図26]実施の形態９に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の断面図である。

[図27]実施の形態９に係るベース板を冷却器に取り付けた状態の別の断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 各実施の形態に係る半導体装置および半導体装置の製造方法について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

[0013] 実施の形態１.

図１は、実施の形態１に係る半導体装置１００の断面図である。半導体装置１００は、ベース板１と、ベース板１の上面に設けられた基板２と、基板２の上面に設けられた半導体チップ３を備える。図２は、実施の形態１に係るベース板１の底面図である。ベース板１は、上面と、上面と反対側の裏面を有し、裏面に環状の溝５が形成されている。溝５は平面視で四角形である。

[0014] 溝５にはシール材４が収納される。ベース板１の裏面には冷却器７が固定

される。冷却器７の外縁部は溝５を覆う。冷却器７は冷却水６を保持する。ベース板１は締結部材８により冷却器７に締結される。ベース板１がシール材４を介して冷却器７に固定されることで、冷却水６を密封できる。

[0015] 半導体チップ３は例えばパワー半導体チップである。半導体チップ３は、例えばＩＧＢＴ（Ｉｎｓｕｌａｔｅｄ Ｇａｔｅ Ｂｉｐｏｌａｒ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）、ＭＯＳＦＥＴ（Ｍｅｔａｌ－Ｏｘｉｄｅ－Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ Ｆｉｅｌｄ－Ｅｆｆｅｃｔ Ｔｒａｎｓｉｓｔｏｒ）またはＤｉｏｄｅである。パワー半導体チップは動作時に高温となる可能性があり、高い放熱性の確保が重要となる。半導体チップ３は、例えばＳｉから形成される。半導体チップ３はワイドバンドギャップ半導体によって形成されていても良い。ワイドバンドギャップ半導体は、例えば炭化珪素、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドである。半導体チップ３がワイドバンドギャップ半導体によって形成される場合、高温での動作が可能となる。このため、特に高い放熱性の確保が重要となる。図１では２つの半導体チップ３が示されているが、半導体装置１００が備える半導体チップ３は１つ以上であれば良い。

[0016] 基板２は例えば絶縁基板である。基板２は、表面回路パターン２ａ、セラミック基板２ｂおよび裏面回路パターン２ｃから構成される。セラミック基板２ｂは、例えばＡｌ２Ｏ３、ＡｌＮ、Ｓｉ３Ｎ４等のセラミックから形成される。表面回路パターン２ａおよび裏面回路パターン２ｃは、例えばＣｕを主成分とする金属から形成される。表面回路パターン２ａおよび裏面回路パターン２ｃは、それぞれセラミック基板２ｂの上面と裏面に形成されている。表面回路パターン２ａはセラミック基板２ｂの上面において選択的に形成される。これにより、セラミック基板２ｂの上面に回路が形成される。

[0017] また、表面回路パターン２ａの上面には、少なくとも一つの半導体チップ３の裏面電極が接合されている。裏面電極は例えばコレクタ電極である。半導体チップ３は接合材を介して表面回路パターン２ａに接続される。接合材は、例えばＳｎ－Ａｇ系などの鉛フリーはんだである。半導体チップ３の表

面電極には、ボンディングワイヤまたは金属板等によって各種配線が形成される。表面電極は例えばエミッタ電極またはゲート電極である。以上の構成により、半導体装置１００に必要な回路が形成される。また、半導体チップ３の周囲は、図示しない外枠、蓋、封止樹脂などで保護されている。

[0018] ベース板１は板状である。ベース板１は、銅または銅合金などの金属材料で形成される。ベース板１には接合材を介して、基板２の裏面回路パターン２ｃが接合されている。接合材は、例えばＳｎ－Ａｇ系などの鉛フリーはんだである。以上の構成により、半導体装置１００の動作時に半導体チップ３から発生した熱を冷却水６へ効率よく伝え、高い放熱特性を確保できる。ベース板１の裏面には、フィンなどの凸部が設けられても良い。これにより、ベース板１と冷却水６との接触面積を増加させ、放熱特性をさらに高めることができる。

[0019] 冷却器７は箱形であり、開口部を有する。冷却器７は、冷却水６を半導体装置１００へ供給し、保持する機能を有する。冷却器７は例えばＡｌまたはＡｌ合金等の金属材料で形成される。これにより、冷却水６を保持する冷却器７の耐久性を確保できる。また、冷却器７は、冷却水６を外部放熱装置との間で循環させるための図示しない供給口および排出口を備える。

[0020] シール材４は、例えばゴム素材で形成された環状の弾性体である。シール材４は例えばＯ－ｒｉｎｇである。ベース板１と冷却器７の間には、シール材４が溝５に挿入されて配置される。ベース板１のうち溝５よりも外側の四隅には、貫通穴９が形成される。ボルトなどの締結部材８は貫通穴９に挿入される。これにより、ベース板１は冷却器７に向かって押さえつけられた状態で保持される。このときシール材４は、ベース板１の溝５が形成された部分および冷却器７に、弾性力を及ぼしながら密着する。これにより、ベース板１と冷却器７との間の隙間全体を、シール材４で埋めることができる。従って、冷却水６の外部への漏洩を防止することができる。このような冷却方法は、直接冷却式とも呼ばれる。

[0021] 次に、ベース板１の構造の具体例として、溝５ａが形成されたベース板１

ａについて説明する。図３は、実施の形態１に係るベース板１ａに反りが発生していない状態の断面図である。図４は、実施の形態１に係るベース板１ａに反りが発生した状態の断面図である。図３、図４は、溝５ａの四辺のうち一辺に沿った方向におけるベース板１ａの断面を示す。ベース板１ａにおいて溝５ａの深さは、溝５ａの一辺の中心から離れるほど深くなる。

[0022] 図３に示される組立て前の反りが発生していない状態では、溝５ａの深さは不均一である。これに対し図４に示されるように、組立て時における熱負荷等により、ベース板１ａは上面１１側に凸となるように反る。つまりベース板１ａは、上面１１側に凸となるように反った凸反り部１３を有する。溝５ａのうち凸反り部１３に形成された部分は、凸反り部１３のうち最も反りが大きい最大反り部１４から離れるほど深くなる。ここで、溝５ａの深さは、ベース板１ａの裏面１２から溝５ａの底部５１ａまでの高さである。また、最大反り部１４は、ベース板１ａの上面１１が最も突出した部分である。本実施の形態における最大反り部１４は、溝５ａの一辺の中心に形成される。溝５ａのうち凸反り部１３に形成された部分では、溝５ａの底部５１ａとベース板１ａの上面１１との間の厚さが、最大反り部１４から離れるほど小さくなる。

[0023] 図５は、実施の形態１に係るベース板１ａを冷却器７に取り付けた状態の断面図である。ベース板１ａが上面１１側に凸となるように反ることで、溝５ａの深さの差異が打ち消される。つまり、冷却器７から溝５ａの底部５１ａまでの高さを均一にすることができる。従って、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0024] ここで、ベース板１ａは端部において冷却器７と固定される。このため、ベース板１ａを冷却器７に固定する際に、反りを矯正する力が働きにくい。よって、図５に示されるベース板１ａを冷却器７に取り付けた状態においても、図４に示される溝５ａの形状を保持できる。従って、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。これにより、冷却水６の漏洩および部材の圧縮割れを抑制できる。

[0025] 例えばベース板の反り形状を考慮せずに、溝の深さをベース板の端部に近づくほど深くする場合を仮定する。この場合、反りの方向によっては、シール材のつぶし量が不足する部分またはつぶし量が過剰な部分が発生するおそれがある。つぶし量が不足する部分では、冷却水の漏洩が発生するおそれがある。また、つぶし量が過剰な部分では部材の圧縮割れが生じるおそれがある。本実施の形態では、ベース板１の反りの方向に応じて溝５の深さが設定される。このため、確実にシール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0026] また、溝５ａのうち凸反り部１３に形成された部分の底部５１ａは、平面から形成される。これにより、シール材４を平面で均一につぶすことができる。また、図４に示されるように、反りが発生した状態の溝５ａの底部５１ａを１つの平面で構成できる。これにより、シール材４をさらに均一につぶすことができる。

[0027] なお、反りが発生した状態の溝５ａの底部５１ａは１つの平面ではなくても良く、冷却器７から溝５ａの底部５１ａまでの高さは完全に均一ではなくても良い。冷却器７から溝５ａの底部５１ａまでの高さは、冷却水の漏洩を防止できれば位置によって異なっても良い。

[0028] 図４、５に示される構造は、溝５ａの四辺のうち少なくとも一辺に形成されれば良い。つまり、溝５ａのうち凸反り部１３に形成された少なくとも一辺は、最大反り部１４から離れるほど深くなれば良い。また、溝５ａは平面視で多角形、楕円形または円形であっても良い。

[0029] また、ベース板１と冷却器７との固定方法は、ボルトによる締結に限らない。ベース板１と冷却器７は互いに嵌合しても良い。ベース板１は冷却器７に向かって押さえつけられた状態で固定されれば良い。

[0030] これらの変形は、以下の実施の形態に係る半導体装置および半導体装置の製造方法について適宜応用することができる。なお、以下の実施の形態に係る半導体装置および半導体装置の製造方法については実施の形態１との共通点が多いので、実施の形態１との相違点を中心に説明する。

[0031] 実施の形態２.

図６は、実施の形態２に係るベース板１ｂに反りが発生していない状態の断面図である。図７は、実施の形態２に係るベース板１ｂに反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｂの構造と反りの方向が実施の形態１と異なる。本実施の形態におけるベース板１ｂの溝５ｂの深さは一定である。

[0032] 図６に示される組立て前の反りが発生していない状態では、溝５ｂの深さは均一である。これに対し図７に示されるように、組立て時における熱負荷等により、ベース板１ｂは、裏面１２側に凸となるように反る。つまり、ベース板１ｂは、裏面１２側に凸となるように反った凹反り部１５を有する。溝５ｂのうち凹反り部１５に形成された部分は、深さが一定である。

[0033] 次に、本実施の形態に係る半導体装置の製造方法について説明する。まず、基板２の上面に半導体チップ３を搭載する。また、ベース板１ｂの上面に基板２を搭載する。次に、ベース板１ｂが凹反り部１５を有し、溝５ｂにシール材４が収納された状態で、溝５ｂを覆うようにベース板１ｂの裏面１２に冷却器７を固定する。これにより、冷却器７への固定前と比べて、凹反り部１５の反りを低減させる。なお、基板２、半導体チップ３、ベース板１ｂ、シール材４および冷却器７の組み立て順は、変更されても良い。

[0034] 図８は、実施の形態２に係るベース板１ｂを冷却器７に取り付けた状態の断面図である。ベース板１ｂは端部において冷却器７と固定される。このため、ベース板１ｂを冷却器７に固定する際に、反りを矯正する力が働き易い。よって、図８に示されるベース板１ｂを冷却器７に取り付けた状態では、溝５ｂは反りが発生していない図６に示される状態とほぼ同等の形状となる。従って、冷却器７から溝５ｂの底部５１ｂまでの高さを均一にすることができ、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0035] 図８に示される状態においては、ベース板１ｂには裏面１２側に凸となるようにベース板１ｂを反らせる方向に応力が発生している。つまり、ベース板１ｂは、裏面１２側に凸となるようにベース板１ｂを反らせる方向に応力が発生している応力発生部１６を有する。溝５ｂのうち応力発生部１６に形

成された部分は、深さが一定である。

[0036] 本実施の形態における溝５ｂの底部５１ｂは平面である。これに限らず、溝５ｂの底部５１ｂは曲面であっても良く、凹凸を有しても良い。また、ベース板１ｂが冷却器７に取り付けられた状態において、冷却器７から溝５ｂの底部５１ｂまでの高さは完全に均一ではなくても良い。

[0037] 実施の形態３．

図９は、実施の形態３に係るベース板１ｃに反りが発生していない状態の断面図である。図１０は、実施の形態３に係るベース板１ｃに反りが発生した状態の断面図である。ベース板１ｃは凸反り部１３を有する。実施の形態１と同様に、ベース板１ｃの溝５ｃは平面視で多角形である。また、実施の形態１と同様に、溝５ｃのうち凸反り部１３に形成された少なくとも一辺は、当該一辺の端部に近づくほど深くなる。さらに、溝５ｃのうち凸反り部１３に形成された少なくとも一辺において、溝５ｃの深さは当該一辺の中心１０に対して対称である。中心１０の両側で、溝５ｃの深さの変化量を示す角度θ１は同じである。角度θ１は断面視でベース板１ｃの裏面１２と溝５ｃの底部５１ｃのなす角度である。

[0038] このような構造によれば、ベース板１ｃの最大反り部１４となり易い溝５ｃの辺の中心１０において、冷却器７への組付け時にシール材４を確実につぶすことができる。

[0039] 実施の形態４．

図１１は、実施の形態４に係るベース板１ｄに反りが発生していない状態の断面図である。図１２は、実施の形態４に係るベース板１ｄに反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｄの溝５ｄの形状が実施の形態３と異なる。溝５ｂのうち凸反り部１３に形成された部分は、中心１０から離れるほど深くなる。溝５ｄの深さは、中心１０に対して対称である。溝５ｄのうち凸反り部１３に形成された部分の底部５１ｄは、曲面から形成される。底部５１ｄの形状は中心１０の両側において同一である。

[0040] 本実施の形態においても、中心１０に近づくほど溝５ｄが浅い。このため

、ベース板１ｄの最大反り部１４となり易い溝５ｄの辺の中心１０において、冷却器７への組付け時にシール材４を確実につぶすことができる。

[0041] また、図１２に示されるように、本実施の形態では冷却器７から溝５ｄの底部５１ｄまでの高さは完全に均一とはならない。しかし、本実施の形態においても、ベース板１ｄが上面１１側に凸となるように反ることで、溝５ｄの深さの差異が打ち消される。従って、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0042] 実施の形態５.

図１３は、実施の形態５に係るベース板１ｅに反りが発生していない状態の断面図である。図１４は、実施の形態５に係るベース板１ｅに反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｅの溝５ｅの形状が実施の形態３と異なる。溝５ｅのうち凸反り部１３に形成された部分は、中心１０から離れるほど深くなる。溝５ｅの深さは、中心１０に対して対称である。溝５ｅのうち凸反り部１３に形成された部分の底部５１ｅは、階段状である。

[0043] 本実施の形態においても、中心１０に近づくほど溝５ｅが浅い。このため、ベース板１ｃの最大反り部１４となり易い溝５ｅの辺の中心１０において、冷却器７への組付け時にシール材４を確実につぶすことができる。

[0044] 実施の形態６.

図１５は、実施の形態６に係るベース板１ｆに反りが発生していない状態の断面図である。図１６は、実施の形態６に係るベース板１ｆに反りが発生した状態の断面図である。図１７は、実施の形態６に係るベース板１ｆを冷却器７に取り付けた状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｆの溝５ｆの形状が実施の形態１と異なる。ベース板１ｆは凸反り部１３を有する。実施の形態１と同様に、ベース板１ｆの溝５ｆは平面視で多角形である。溝５ｆのうち凸反り部１３に形成された部分は、最大反り部１４から離れるほど深くなる。また、溝５ｆの底部５１ｆは平面から形成される。

[0045] 本実施の形態において最大反り部１４は、溝５ｆのうち凸反り部１３に形

成された一辺の中心１０から、当該一辺に沿った方向にずれた位置に設けられる。凸反り部１３に形成された溝５ｆの一辺のうち、最大反り部１４から当該一辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部１４から当該一辺の端部までの距離が長い側と比べて、最大反り部１４から一定距離だけ離れた時に溝５ｆの深さが大きく変化する。つまり、θ２＞θ３である。溝５ｆのうち凸反り部１３に形成された一辺の両端部で、溝５ｆの深さは等しい。

[0046] このように、ベース板１ｆの凸反り形状に応じて溝５ｆの深さを設定することで、図１７に示されるように、冷却器７から溝５ｆの底部５１ｆまでの高さを均一にすることができる。従って、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0047] 実施の形態７．

図１８は、実施の形態７に係るベース板１ｇに反りが発生していない状態の断面図である。図１９は、実施の形態７に係るベース板１ｇに反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｇの溝５ｇの形状が実施の形態６と異なる。溝５ｇの底部５１ｇは曲面から形成される。

[0048] 実施の形態６と同様に、ベース板１ｇの最大反り部１４は、溝５ｇのうち凸反り部１３に形成された一辺の中心１０から、当該一辺に沿った方向にずれた位置に設けられる。凸反り部１３に形成された溝５ｇの一辺のうち、最大反り部１４から当該一辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部１４から当該一辺の端部までの距離が長い側と比べて、最大反り部１４から一定距離だけ離れた時に溝５ｇの深さが大きく変化する。つまり、最大反り部１４から溝５ｇの辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部１４から溝５ｇの辺の端部までの距離が長い側と比べて、曲率が大きい。

[0049] 本実施の形態においても、ベース板１ｇの凸反り形状に応じて溝５ｇの深さを設定することで、最大反り部１４において、シール材４を確実につぶすことができる。

[0050] 実施の形態８．

図２０は、実施の形態８に係るベース板１ｈに反りが発生していない状態

の断面図である。図２１は、実施の形態８に係るベース板１ｈに反りが発生した状態の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｈの溝５ｈの形状が実施の形態６と異なる。溝５ｈの底部５１ｈは階段状である。

[0051] 実施の形態６と同様に、ベース板１ｈの最大反り部１４は、溝５ｈのうち凸反り部１３に形成された一辺の中心１０から、当該一辺に沿った方向にずれた位置に設けられる。凸反り部１３に形成された溝５ｈの一辺のうち、最大反り部１４から当該一辺の端部までの距離が短い側では、最大反り部１４から当該一辺の端部までの距離が長い側と比べて、最大反り部１４から一定距離だけ離れた時に溝５ｈの深さが大きく変化する。

[0052] 本実施の形態においても、ベース板１ｈの凸反り形状に応じて溝５ｈの深さを設定することで、最大反り部１４において、シール材４を確実につぶすことができる。

[0053] 実施の形態９.

図２２は、実施の形態９に係るベース板１ｉに反りが発生していない状態の断面図である。図２３は、実施の形態９に係るベース板１ｉに反りが発生していない状態の別の断面図である。本実施の形態では、ベース板１ｉの溝５ｉの形状が実施の形態１と異なる。図２２、２３に示される溝５ｊと溝５ｋは、本実施の形態の溝５ｉの一辺をそれぞれ構成する。溝５ｊは深さが一定である。溝５ｋは、溝５ｋの中心から溝５ｋの長手方向に離れるほど深くなる。

[0054] 図２４は、実施の形態９に係るベース板１ｉに反りが発生した状態の断面図である。図２５は、実施の形態９に係るベース板１ｉに反りが発生した状態の別の断面図である。深さが一定である溝５ｊは、ベース板１ｉの凹反り部１５に形成される。また、溝５ｋは凸反り部１３に形成される。溝５ｋは最大反り部１４から離れるほど深くなる。このように、ベース板１ｉには凸反り部１３と凹反り部１５が混在する。溝５ｊは、溝５ｋのうち最も深い両端部と深さが等しい。

[0055] 図２６は、実施の形態９に係るベース板１ｉを冷却器７に取り付けた状態

の断面図である。ベース板１ｉは端部において冷却器７と固定される。凹反り部１５においては、ベース板１ｉを冷却器７に固定する際に、反りを矯正する力が働き易い。よって、図２６に示される状態では、溝５ｊは反りが発生していない図２２に示される状態とほぼ同等の形状となる。従って、冷却器７から溝５ｊの底部までの高さを均一にすることができ、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0056] 図２６に示される状態においては、ベース板１ｉのうち溝５ｊが形成された部分に、裏面１２側に凸となるようにベース板１ｉを反らせる方向に応力が発生している。溝５ｊは、ベース板１ｉのうち裏面１２側に凸となるようにベース板１ｉを反らせる方向に応力が発生している応力発生部１６に形成される。

[0057] 図２７は、実施の形態９に係るベース板１ｉを冷却器７に取り付けた状態の別の断面図である。凸反り部１３においては、ベース板１ｉを冷却器７に固定する際に、反りを矯正する力が働きにくい。よって、図２７に示される状態においても、図２５に示される溝５ｋの形状を保持できる。従って、冷却器７から溝５ｋの底部までの高さを均一にすることができ、シール材４のつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0058] 本実施の形態では、異なる反り形状が混在する構造においても、冷却器７から溝５ｉの底部までの高さを均一にすることができる。従って、シール材４の全周でつぶし量のばらつきを抑制できる。

[0059] 各実施の形態で説明した技術的特徴は適宜に組み合わせて用いても良い。

符号の説明

[0060] １、１ａ－１ｉ　ベース板、２　基板、２ａ　表面回路パターン、２ｂ　セラミック基板、２ｃ　裏面回路パターン、３　半導体チップ、４　シール材、５、５ａ－５ｋ　溝、６　冷却水、７　冷却器、８　締結部材、９　貫通穴、１０　中心、１１　上面、１２　裏面、１３　凸反り部、１４　最大反り部、１５　凹反り部、１６　応力発生部、５１ａ－５１ｈ　底部、１００　半導体装置

請求の範囲

[請求項1] 上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板と、

前記ベース板の前記上面に設けられた基板と、

前記基板の上面に設けられた半導体チップと、

を備え、

前記ベース板は、前記上面側に凸となるように反った凸反り部を有し、

前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分は、前記凸反り部のうち最も反りが大きい最大反り部から離れるほど深くなることを特徴とする半導体装置。

[請求項2] 前記溝は平面視で多角形であり、

前記溝のうち前記凸反り部に形成された少なくとも一辺は、前記最大反り部から離れるほど深くなることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。

[請求項3] 前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分では、前記溝の底部と前記ベース板の前記上面との間の厚さは、前記最大反り部から離れるほど小さくなることを特徴とする請求項１または２に記載の半導体装置。

[請求項4] 前記溝は平面視で多角形であり、

前記溝のうち前記凸反り部に形成された少なくとも一辺で、前記溝の深さは前記一辺の中心に対して対称であることを特徴とする請求項１から３の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項5] 前記溝は平面視で多角形であり、

前記最大反り部は、前記溝のうち前記凸反り部に形成された一辺の中心から、前記一辺に沿った方向にずれた位置に設けられ、

前記一辺のうち、前記最大反り部から前記一辺の端部までの距離が短い側では、前記最大反り部から前記一辺の端部までの距離が長い側

と比べて、前記最大反り部から一定距離だけ離れた時に前記溝の深さが大きく変化することを特徴とする請求項１から３の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項6] 前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分の底部は、平面から形成されることを特徴とする請求項１から５の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項7] 前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分の底部は、曲面から形成されることを特徴とする請求項１から５の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項8] 前記溝のうち前記凸反り部に形成された部分の底部は、階段状であることを特徴とする請求項１から５の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項9] 前記溝の一部では深さが一定であり、前記溝の前記凸反り部に形成された部分のうち最も深い部分と深さが等しいことを特徴とする請求項１から８の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項10] 前記溝のうち深さが一定である部分は、前記ベース板のうち前記裏面側に凸となるように前記ベース板を反らせる方向に応力が発生している応力発生部に形成されることを特徴とする請求項９に記載の半導体装置。

[請求項11] 前記溝に収納されたシール材と、

前記溝を覆うように前記ベース板の前記裏面に固定される冷却器と、

を備えることを特徴とする請求項１から１０の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項12] 前記溝のうち深さが一定である部分は、前記ベース板のうち前記裏面側に凸となるように反った凹反り部に形成されることを特徴とする請求項９に記載の半導体装置。

[請求項13] 上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成

されたベース板と、

前記ベース板の前記上面に設けられた基板と、

前記基板の上面に設けられた半導体チップと、

を備え、

前記ベース板は、前記裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、

前記溝のうち前記凹反り部に形成された部分は、深さが一定であることを特徴とする半導体装置。

[請求項14] 上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板と、

前記ベース板の前記上面に設けられた基板と、

前記基板の上面に設けられた半導体チップと、

前記溝に収納されたシール材と、

前記溝を覆うように前記ベース板の前記裏面に固定される冷却器と、

を備え、

前記ベース板は、前記裏面側に凸となるように前記ベース板を反らせる方向に応力が発生している応力発生部を有し、

前記溝のうち前記応力発生部に形成された部分は、深さが一定であることを特徴とする半導体装置。

[請求項15] 前記半導体チップはワイドバンドギャップ半導体によって形成されていることを特徴とする請求項１から１４の何れか１項に記載の半導体装置。

[請求項16] 前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドであることを特徴とする請求項１５に記載の半導体装置。

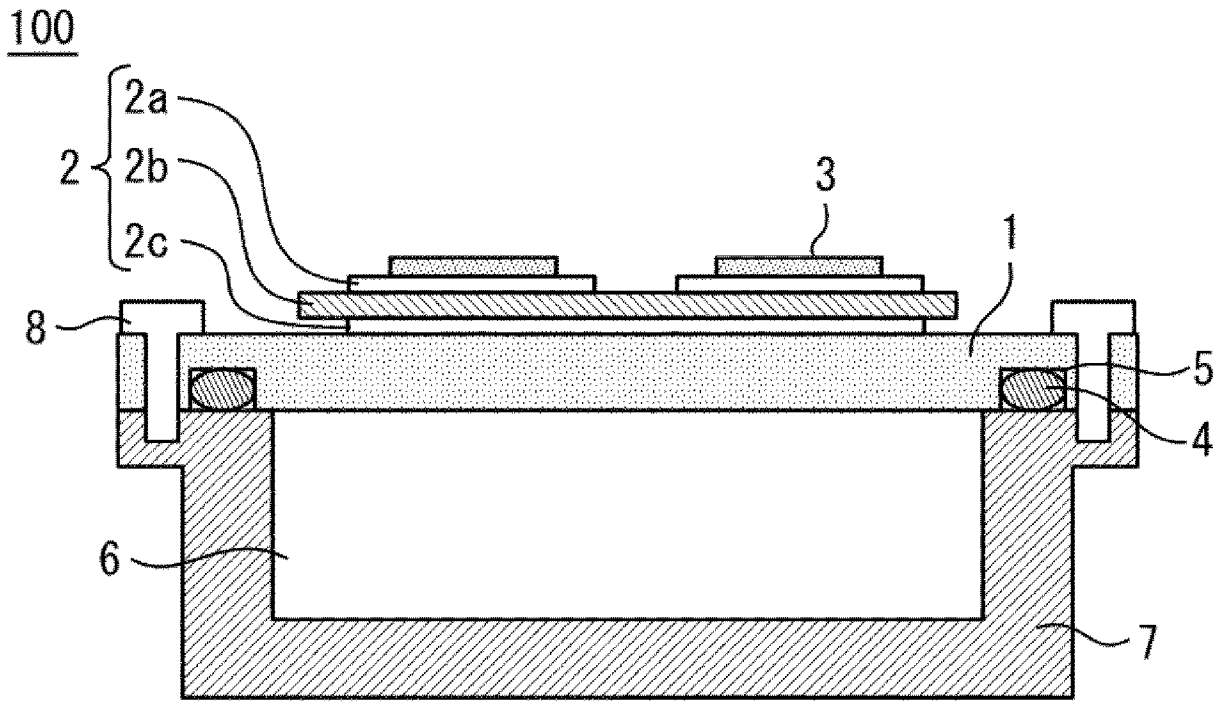
[請求項17] 上面と前記上面と反対側の裏面を有し、前記裏面に環状の溝が形成されたベース板の前記上面に基板を搭載し、

前記基板の上面に半導体チップを搭載し、

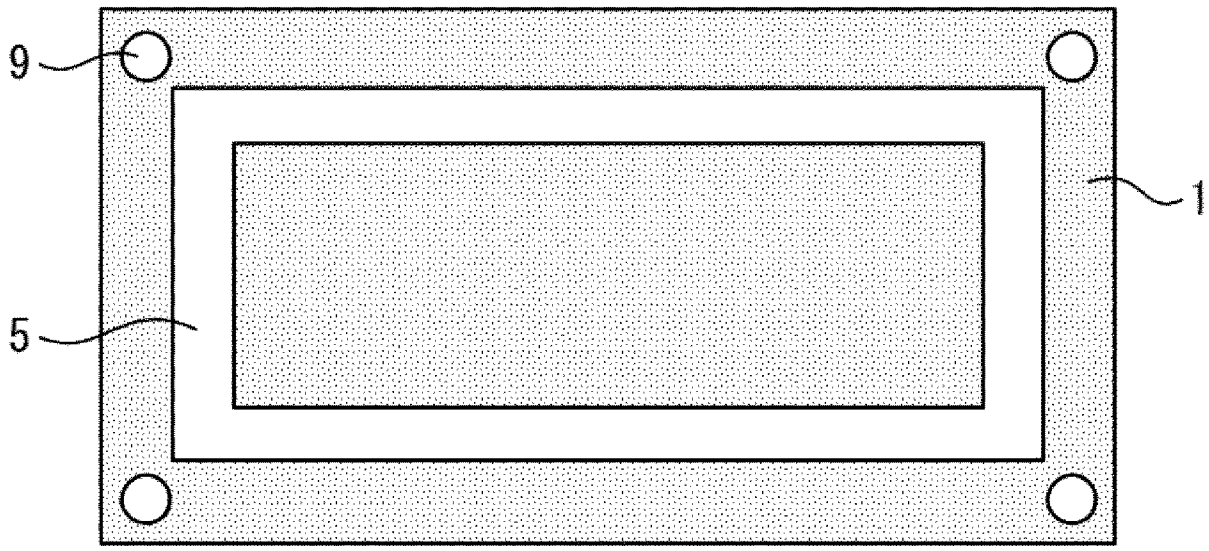
前記ベース板が前記裏面側に凸となるように反った凹反り部を有し、前記溝にシール材が収納された状態で、前記溝を覆うように前記ベース板の前記裏面に冷却器を固定することで前記凹反り部の反りを低減させ、

前記溝のうち前記凹反り部に形成された部分は、深さが一定であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

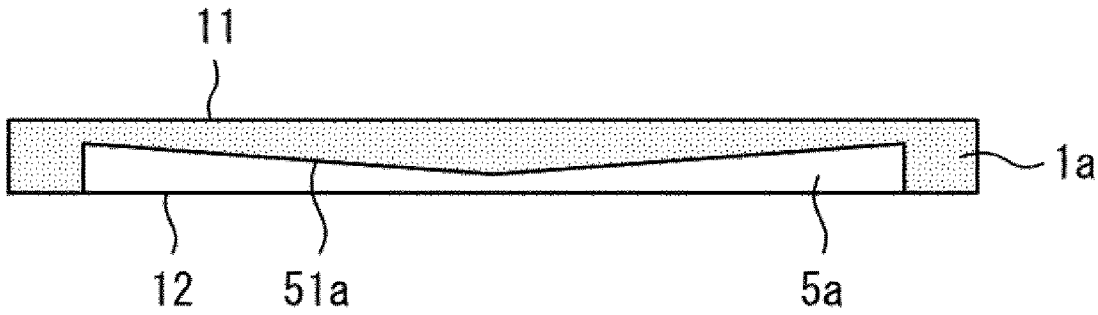
[図1]



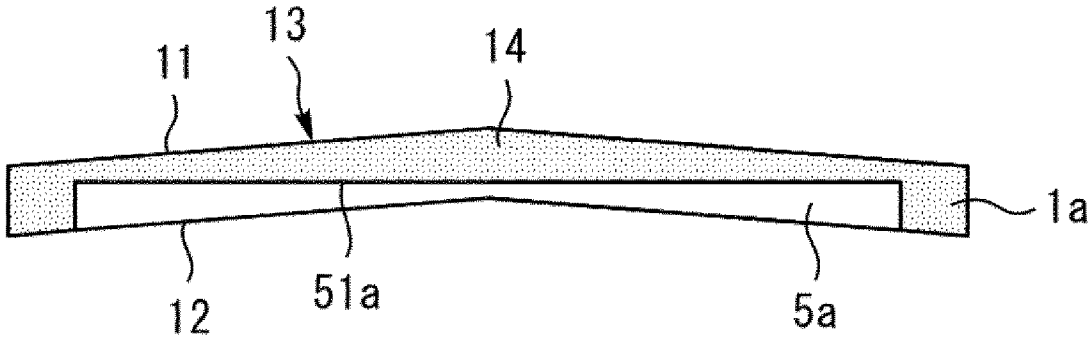
[図2]



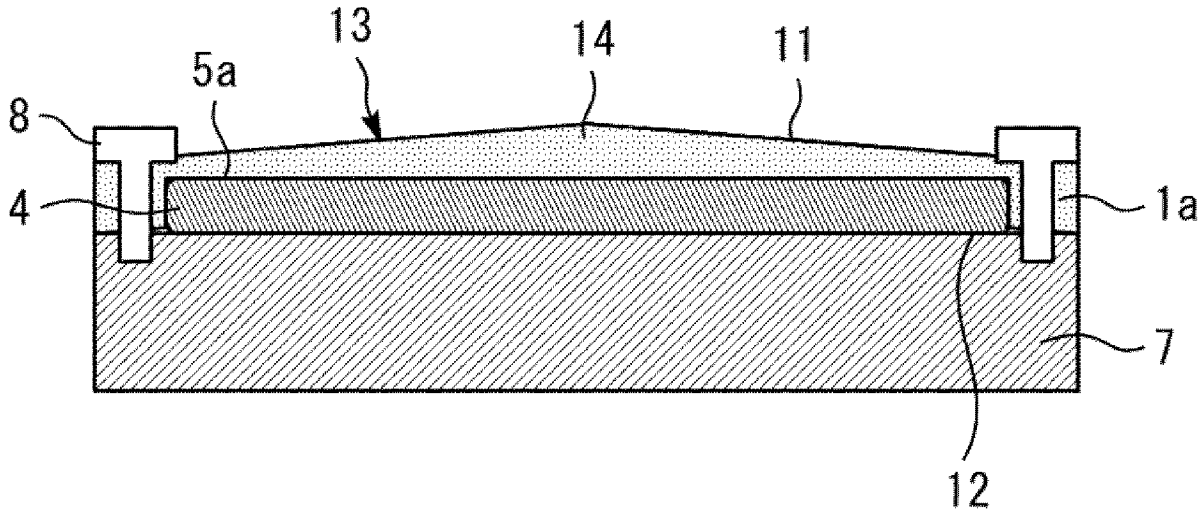
[図3]



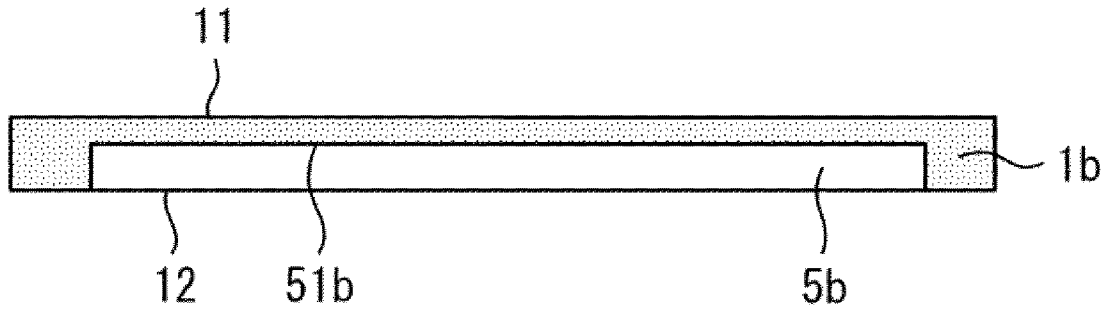
[図4]


11
13
14
1a
12
51a
5a

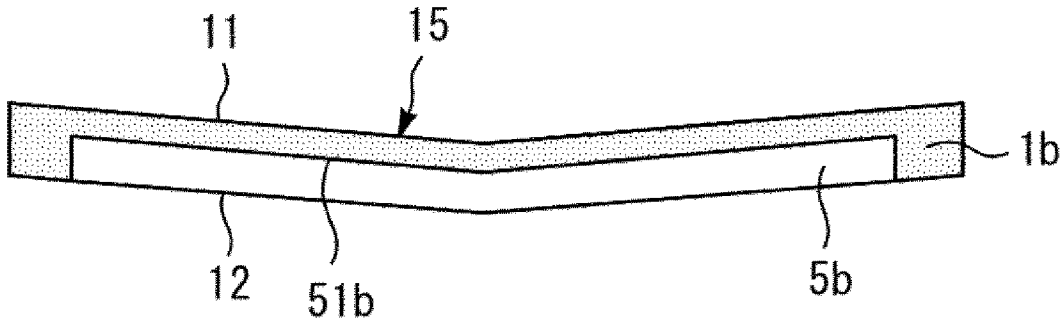
[図5]


13
14
11
5a
8
4
1a
7
12

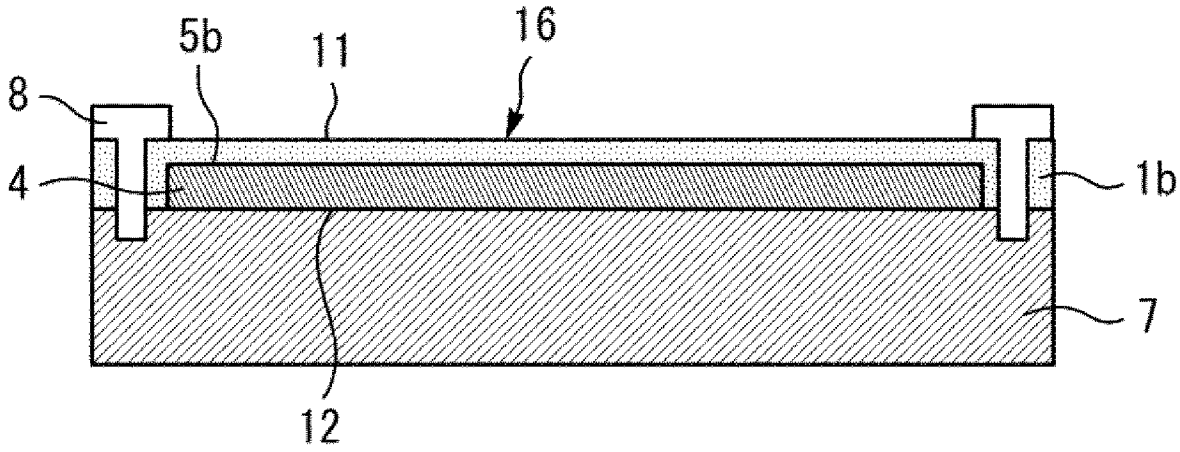
[図6]


11
1b
12
51b
5b

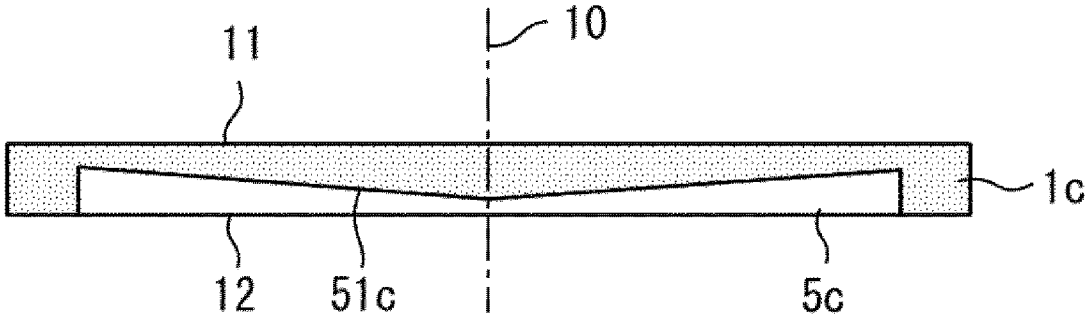
[図7]


11
15
1b
12
51b
5b

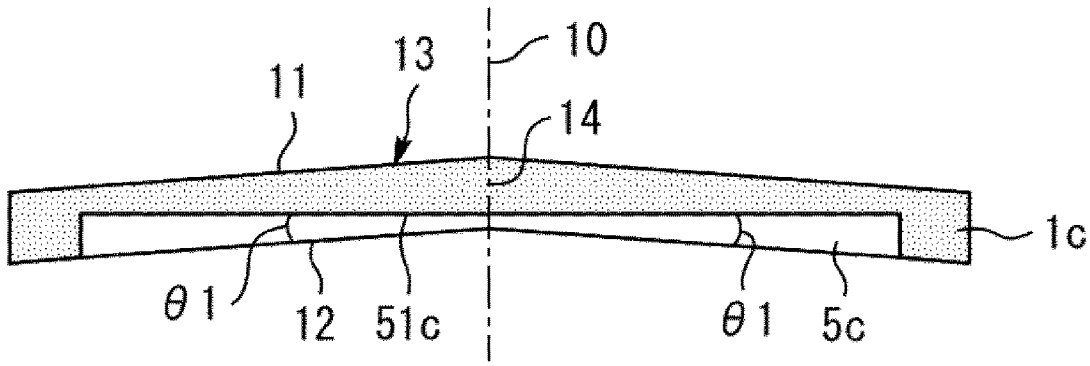
[図8]


5b
11
16
8
4
1b
7
12

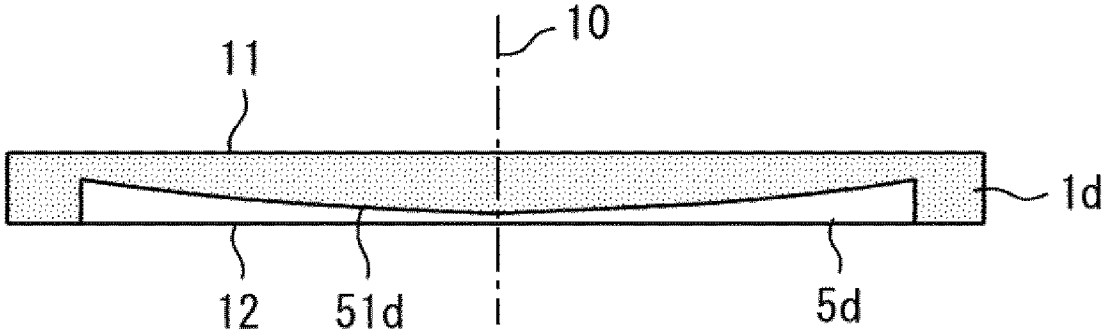
[図9]


11
10
1c
12
51c
5c

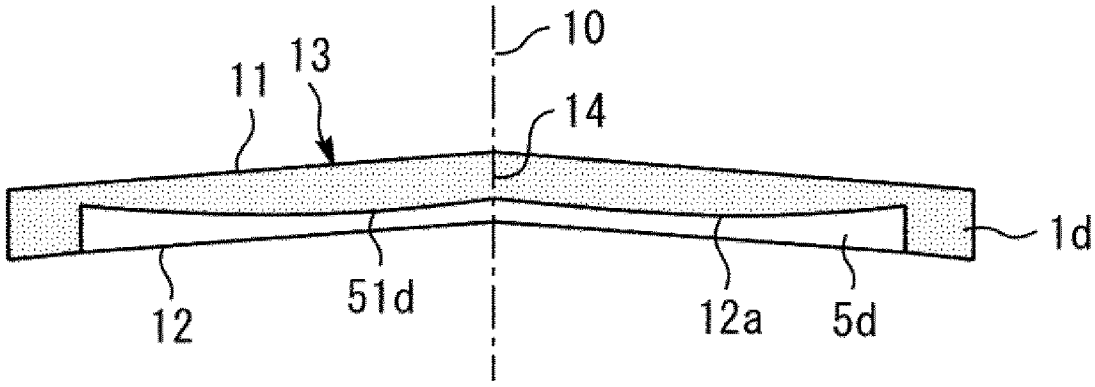
[図10]


13
10
11
14
1c
θ1
12
51c
θ1
5c

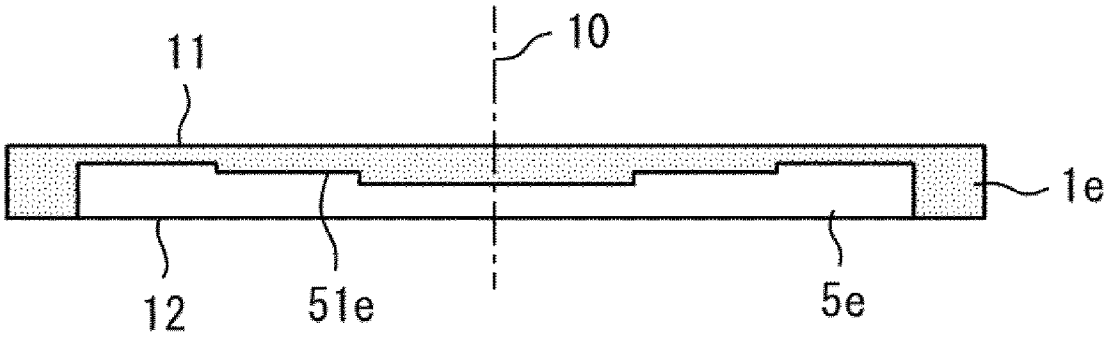
[図11]


10
11
1d
12
51d
5d

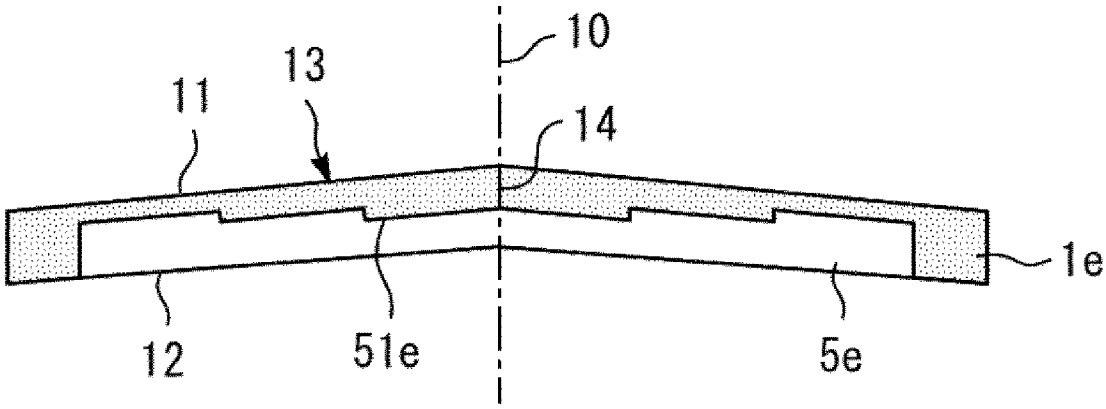
[図12]



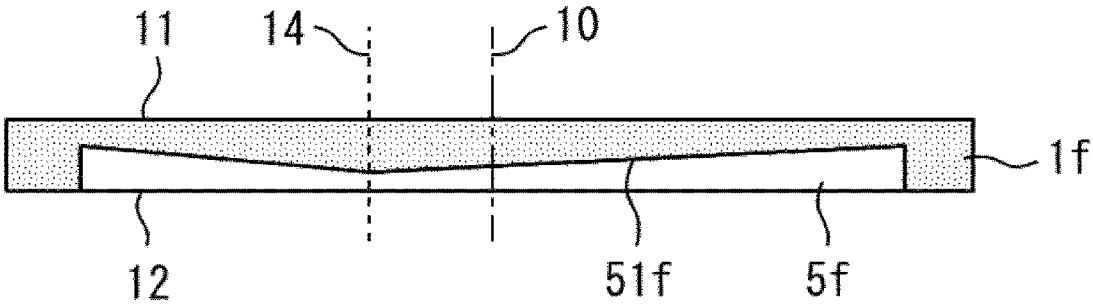
[図13]



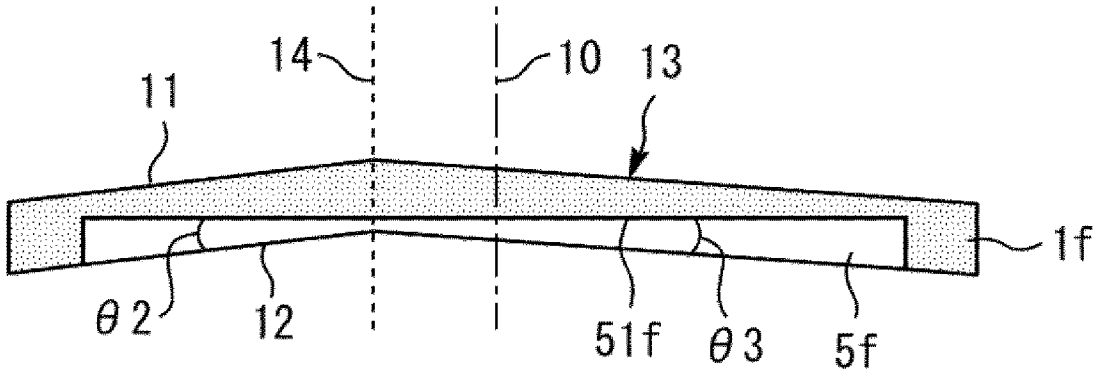
[図14]



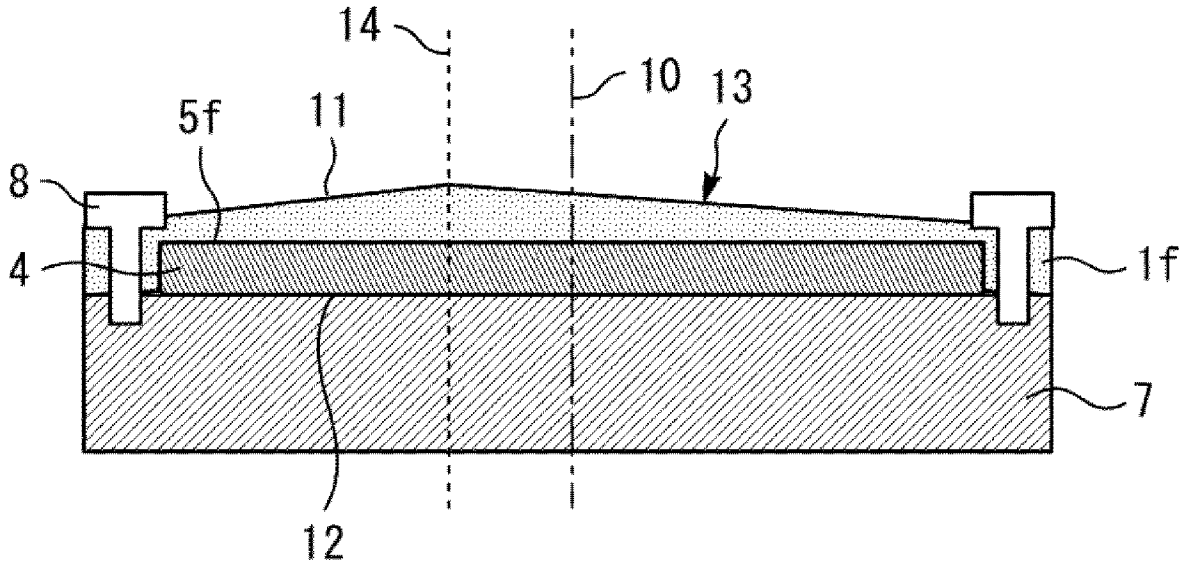
[図15]



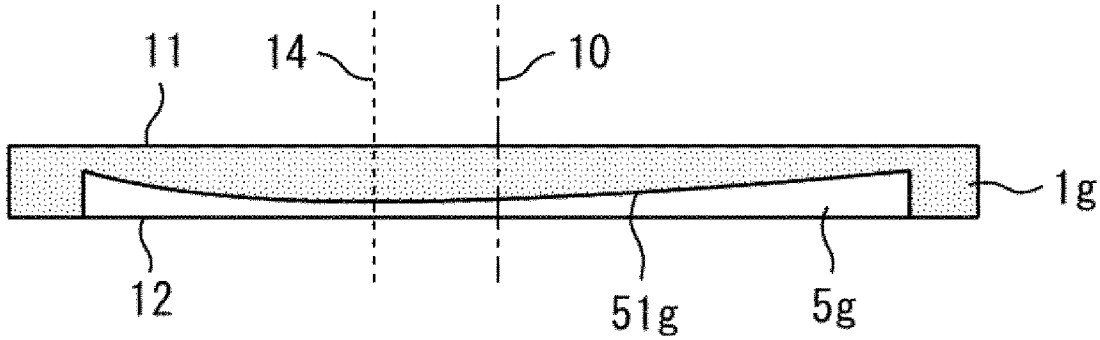
[図16]



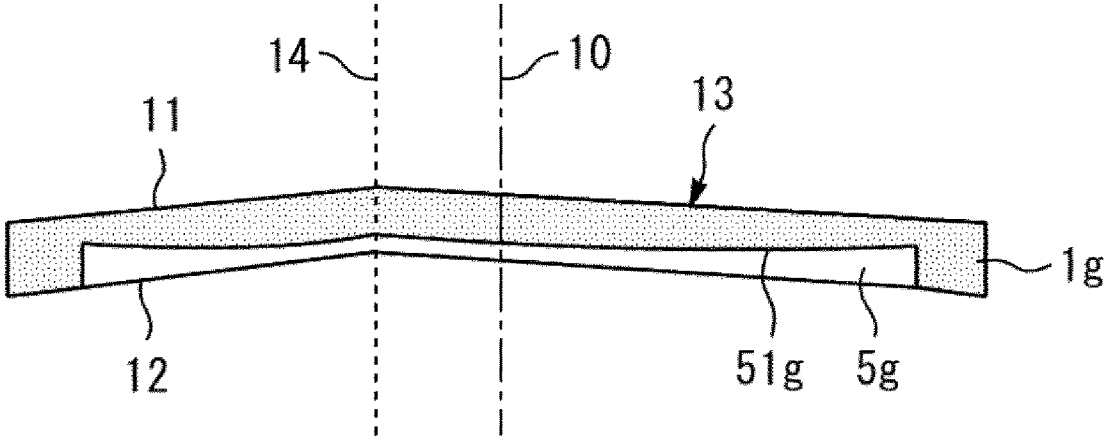
[図17]



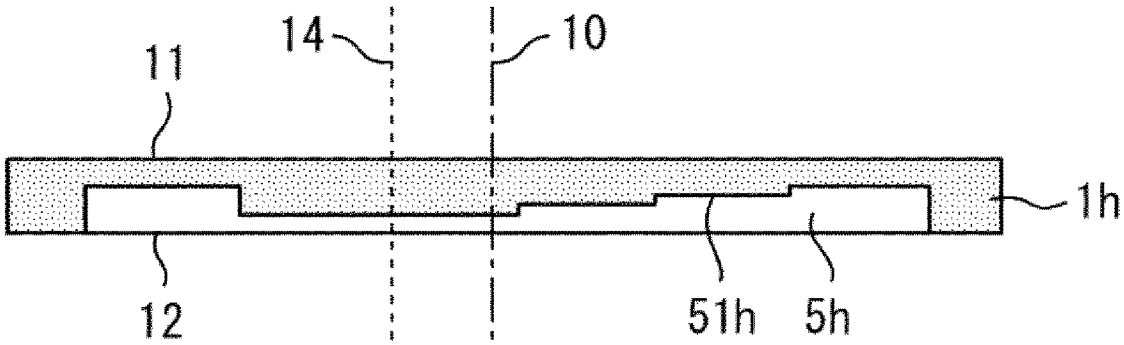
[図18]



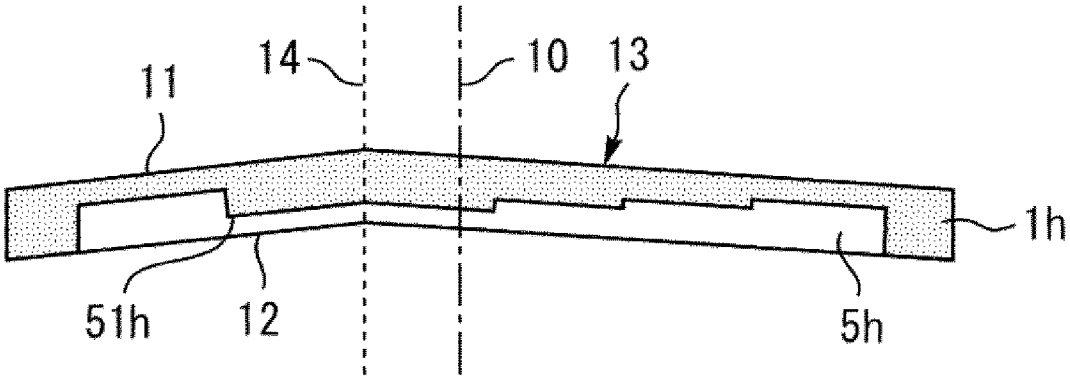
[図19]



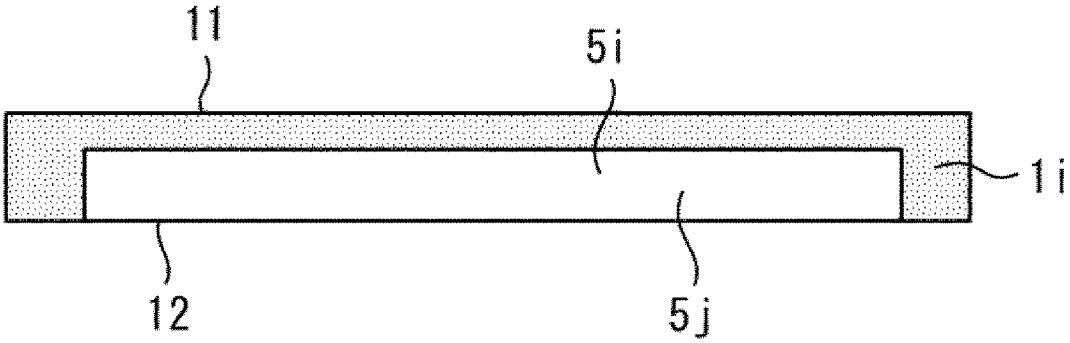
[図20]



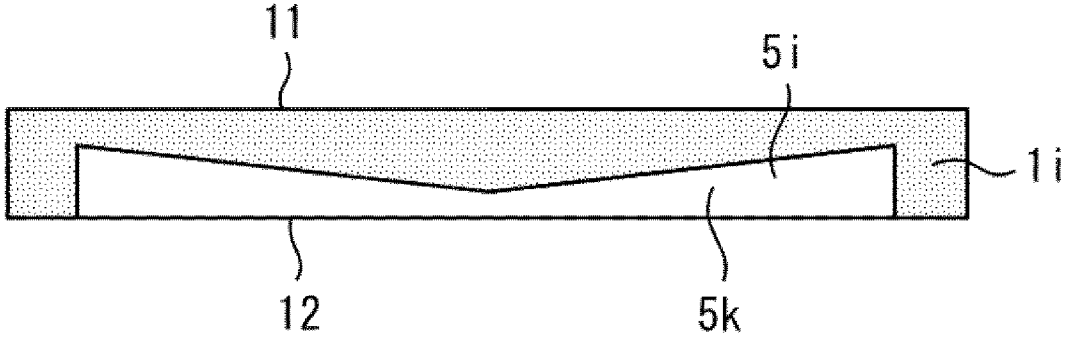
[図21]



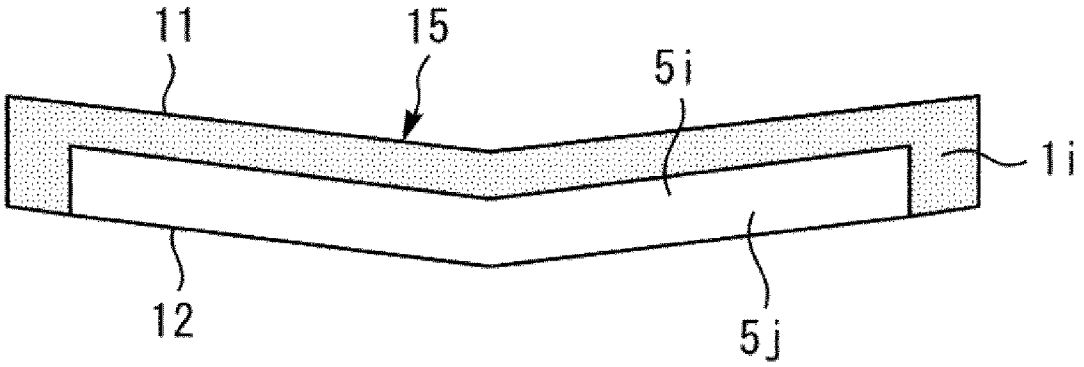
[図22]



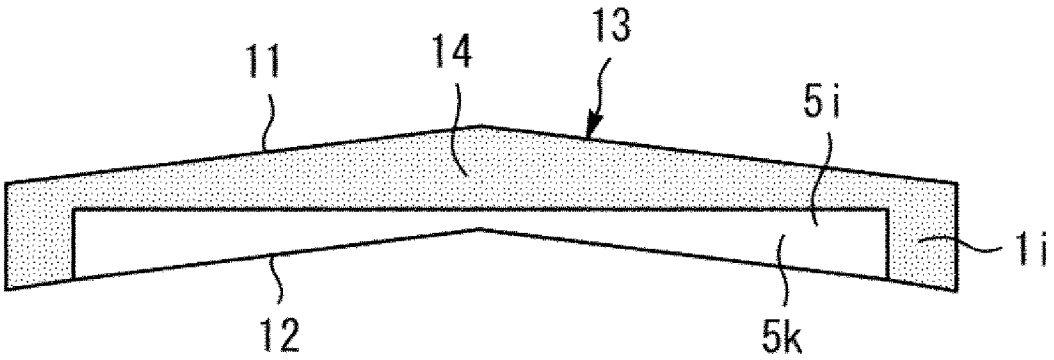
[図23]



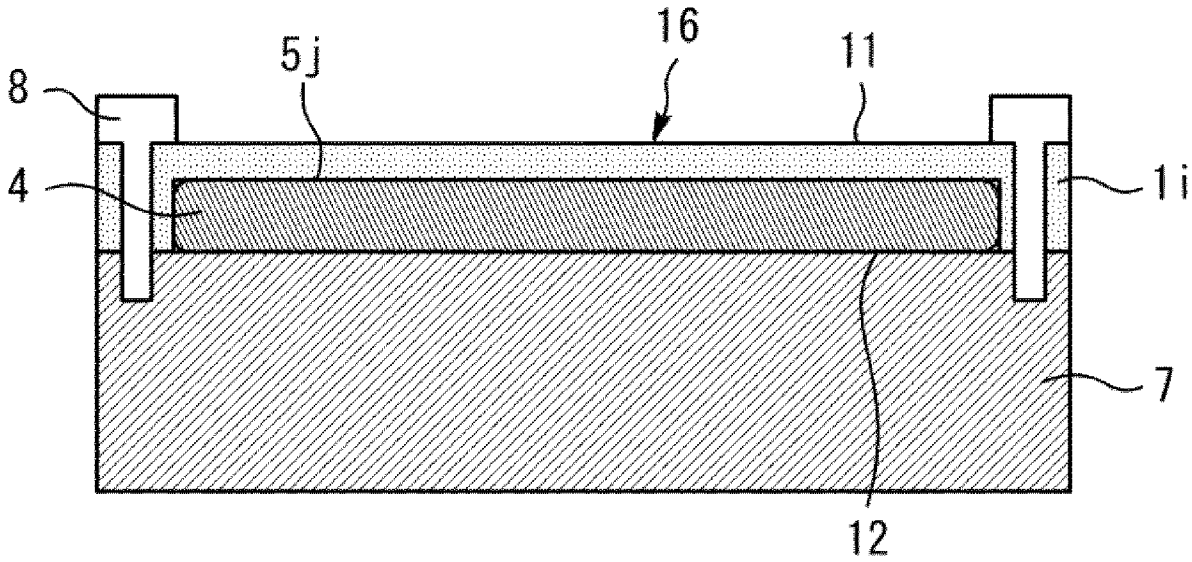
[図24]



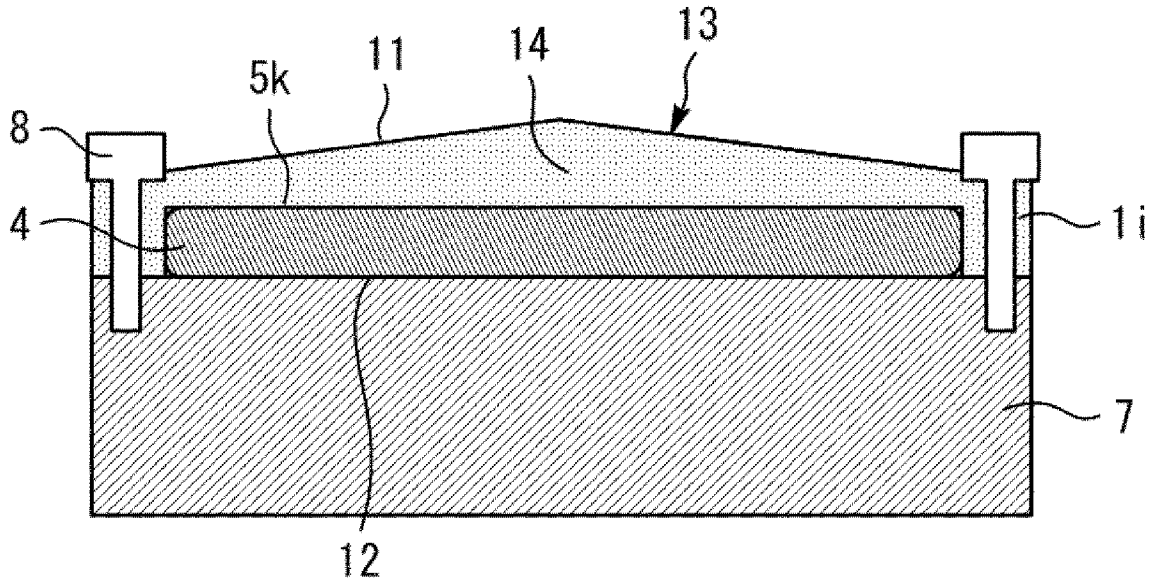
[図25]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/002281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L 23/473(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i
FI: H01L23/46 Z; H01L25/04 C
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)
H01L23/473; H01L25/07; H01L25/18

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
A	JP 2017-126681 A (CALSONIC KANSEI CORPORATION) 20 July 2017 (2017-07-20) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2010-192708 A (HITACHI, LTD.) 02 September 2010 (2010-09-02) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2015-73012 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 16 April 2015 (2015-04-16) entire text, all drawings	1-17
A	JP 2005-33140 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 03 February 2005 (2005-02-03) entire text, all drawings	1-17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
31 March 2021 (31.03.2021)	13 April 2021 (13.04.2021)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.
PCT/JP2021/002281

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-126681 A	20 Jul. 2017	(Family: none)	
JP 2010-192708 A	02 Sep. 2010	US 2010/0208427 A1 entire text, all drawings	
JP 2015-73012 A	16 Apr. 2015	US 2015/0097281 A1 entire text, all drawings	
JP 2005-33140 A	03 Feb. 2005	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/002281

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 23/473(2006.01)i; H01L 25/07(2006.01)i; H01L 25/18(2006.01)i
FI: H01L23/46 Z; H01L25/04 C

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））

H01L23/473; H01L25/07; H01L25/18

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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
A	JP 2017-126681 A (カルソニックカンセイ株式会社) 20.07.2017 (2017-07-20) 全文，全図	1-17
A	JP 2010-192708 A (株式会社日立製作所) 02.09.2010 (2010-09-02) 全文，全図	1-17
A	JP 2015-73012 A (富士電機株式会社) 16.04.2015 (2015-04-16) 全文，全図	1-17
A	JP 2005-33140 A (日産自動車株式会社) 03.02.2005 (2005-02-03) 全文，全図	1-17

☐ 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	国際調査報告の発送日
31.03.2021	13.04.2021

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）
川原　光司 5F 5382
電話番号 03-3581-1101 内線 3516

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/JP2021/002281

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-126681 A	20.07.2017	（ファミリーなし）	
JP 2010-192708 A	02.09.2010	US 2010/0208427 A1 全文，全図	
JP 2015-73012 A	16.04.2015	US 2015/0097281 A1 全文，全図	
JP 2005-33140 A	03.02.2005	（ファミリーなし）	