

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7600899号  
(P7600899)

(45)発行日 令和6年12月17日(2024.12.17)

(24)登録日 令和6年12月9日(2024.12.9)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L	25/07	(2006.01)	H 0 1 L	25/04	C
H 0 1 L	25/18	(2023.01)	H 0 1 L	21/60	3 1 1 Q
H 0 1 L	21/60	(2006.01)	H 0 1 L	23/36	A
H 0 1 L	23/29	(2006.01)	H 0 1 L	29/78	6 5 8 J
H 0 1 L	21/336	(2006.01)	H 0 1 L	29/78	6 5 2 Q

請求項の数 6 (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-107963(P2021-107963)  
 (22)出願日 令和3年6月29日(2021.6.29)  
 (65)公開番号 特開2023-5784(P2023-5784A)  
 (43)公開日 令和5年1月18日(2023.1.18)  
 審査請求日 令和5年10月9日(2023.10.9)

(73)特許権者 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74)代理人 矢作 和行  
100121991  
弁理士 野々部 泰平  
 (74)代理人 100145595  
弁理士 久保 貴則  
 (72)発明者 川原 英樹  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式  
会社デンソー内  
 審査官 ゆずりは 広行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1主面(200a)に形成された第1主電極(210)、板厚方向で前記第1主面の裏側の第2主面(200b)に形成された第2主電極(220)、および、前記第1主面に設けられるとともに前記第1主電極を複数の領域に区画する区画部(241)を含む保護膜(240)、を備える半導体素子(200)と、

前記第1主電極と前記板厚方向で対向する複数の対向部(261、262)、および、複数の前記対向部の並ぶ並び方向で複数の前記対向部の間に設けられる介在部(263)、を前記板厚方向で前記第1主面に対向する対向面(400b)に備える導電部材(400)と、

前記第1主電極と複数の前記対向部との間に設けられるとともに前記区画部と前記介在部とによって複数の領域に区画されるはんだ部材(310)と、を有し、

前記区画部が前記第1主電極よりも前記はんだ部材に濡れにくく、  
 前記介在部が前記対向部よりも前記はんだ部材に濡れにくくなり、  
前記対向面において、前記介在部及び複数の前記対向部を環状に囲み、前記対向部よりも前記はんだ部材に濡れにくい、前記板厚方向に凹凸する凹凸部(264a)が形成されている半導体装置。

【請求項2】

前記介在部の前記並び方向の長さが前記区画部の前記並び方向の長さよりも長く、

前記介在部の前記板厚方向の投影領域に前記区画部が含まれている請求項1に記載の半

導体装置。

【請求項 3】

複数の前記対向部の前記並び方向の長さの和が、前記介在部の前記並び方向の長さよりも長くなっている請求項 1 または 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記介在部の前記並び方向の長さが、前記板厚方向における前記介在部と前記区画部の間の離間距離の 2 倍と前記区画部の前記並び方向の長さの和以上になっている請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記介在部の前記第 1 主面側の部位に前記板厚方向に凹凸する凹凸形状 ( 2 6 3 a ) が形成されている請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。 10

【請求項 6】

前記半導体素子に、信号を伝達し、前記第 1 主面に沿って延びる信号配線 ( 2 3 0 ) が設けられ、

前記信号配線の一部が前記区画部に被覆されている請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に記載の開示は、半導体素子と導電部材とはんだを備える半導体装置に関するものである。 20

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、2つのエミッタ電極の形成された半導体基板と、2つのエミッタ電極それぞれにはんだを介して固着されたヒートスプレッドと、を備える半導体装置が記載されている。2つのエミッタ電極の間に、ポリイミド膜が設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2007 - 48889 号公報 30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ポリイミド膜ははんだに濡れにくくなっている。はんだがヒートスプレッド側に濡れ拡がり、はんだが半導体基板とヒートスプレッドの間に架橋されやすくなっている。

【0005】

そこで本開示の目的は、半導体素子と導電部材の間ではんだ部材が架橋されにくくなった半導体装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】 40

本開示の一態様による半導体装置は、

第 1 主面 ( 2 0 0 a ) に形成された第 1 主電極 ( 2 1 0 )、板厚方向で第 1 主面の裏側の第 2 主面 ( 2 0 0 b ) に形成された第 2 主電極 ( 2 2 0 )、および、第 1 主面に設けられるとともに第 1 主電極を複数の領域に区画する区画部 ( 2 4 1 ) を含む保護膜 ( 2 4 0 )、を備える半導体素子 ( 2 0 0 ) と、

第 1 主電極と板厚方向で対向する複数の対向部 ( 2 6 1、2 6 2 )、および、複数の対向部の並ぶ並び方向で複数の対向部の間に設けられる介在部 ( 2 6 3 )、を板厚方向で第 1 主面に対向する対向面 ( 4 0 0 b ) に備える導電部材 ( 4 0 0 ) と、

第 1 主電極と複数の対向部との間に設けられるとともに区画部と介在部とによって複数の領域に区画されるはんだ部材 ( 3 1 0 ) と、を有し、 50

区画部が第1主電極よりもはんだ部材に濡れにくく、  
介在部が対向部よりもはんだ部材に濡れにくくなっており、  
対向面において、介在部及び複数の対向部を環状に囲み、対向部よりもはんだ部材に濡れ  
にくい、板厚方向に凹凸する凹凸部(264a)が形成されている。

【0007】

これによればはんだ部材(310)が半導体素子(200)と導電部材(400)の間で架橋されにくくなっている。

【0008】

なお、上記の括弧内の参照番号は、後述の実施形態に記載の構成との対応関係を示すものに過ぎず、技術的範囲を何ら制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】半導体装置を説明する模式図である。

【図2】図1に示すII-II線に沿う半導体装置の断面図である。

【図3】半導体素子の上面図である。

【図4】ターミナルの三面図である。

【図5】半導体素子に第2ターミナル面を重ねた上面図である。

【図6】図5に示すVI-VI線に沿う半導体装置の断面図である。

【図7】半導体素子の变形例を説明する上面図である。

【図8】半導体素子に第2ターミナル面を重ねた变形例の上面図である。

【図9】半導体素子の变形例を説明する上面図である。

【図10】半導体素子に第2ターミナル面を重ねた变形例の上面図である。

【図11】半導体装置の变形例を説明する断面図である。

【図12】ターミナルの变形例を説明する上面図である。

【図13】半導体装置の变形例を説明する断面図である。

【図14】はんだの接触角と半導体素子の寿命の相関を説明する相関図である。

【図15】半導体装置の变形例を説明する断面図である。

【図16】半導体装置の变形例を説明する断面図である。

【図17】半導体装置の变形例を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照しながら本開示を実施するための複数の形態を説明する。各形態において先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を適用することができる。

【0011】

また、各実施形態で組み合わせが可能であることを明示している部分同士の間組み合わせばかりではなく、特に組み合わせに支障が生じなければ、明示していなくても実施形態同士、実施形態と变形例、および、变形例同士を部分的に組み合わせることも可能である。

【0012】

(第1実施形態)

以下に、半導体装置100の機械的構成を説明する。それに当たって互いに直交の関係にある3方向をx方向、y方向、および、z方向とする。なお図面においては「方向」の記載を省略して示している。なお、板厚方向はz方向に相当する。並び方向はx方向に相当する。

【0013】

図1および図2に示すように、半導体装置100は、半導体素子200、はんだ300、ターミナル400、第1ヒートシンク500、第2ヒートシンク600、複数の端子700、および、これらを被覆する被覆樹脂800を有する。複数の端子700としては具体的に第1主端子710、第2主端子720、および、信号端子730を有する。なお、

10

20

30

40

50

図 2 においては被覆樹脂 8 0 0 の記載を省略している。ターミナル 4 0 0 が導電部材に相当する。

【 0 0 1 4 】

半導体装置 1 0 0 は、三相インバータを構成する複数のアームのうちの 1 つを構成する所謂 1 i n 1 パッケージとして知られている。半導体装置 1 0 0 は例えば車両のインバータ回路に組み入れられる。なお、半導体装置 1 0 0 は図 1 に示すような 1 i n 1 パッケージに限定されない。半導体装置 1 0 0 は 2 i n 1 パッケージであってもよい。

【 0 0 1 5 】

半導体素子 2 0 0 は、シリコン、シリコンカーバイドなどの半導体部材に、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ ( I G B T ) などのパワートランジスタが形成されて成る。パワートランジスタは、z 方向に電流が流れるように所謂縦型構造を成している。

10

【 0 0 1 6 】

半導体素子 2 0 0 は、z 方向に厚さの薄い扁平形状を成している。半導体素子 2 0 0 は z 方向に離間して並ぶ第 1 主面 2 0 0 a と第 2 主面 2 0 0 b を有している。第 2 主面 2 0 0 b は第 1 主面 2 0 0 a の板厚方向の裏側に設けられている。

【 0 0 1 7 】

また図 2 に示すように第 1 主面 2 0 0 a にエミッタ電極 2 1 0、ゲートライナ 2 3 0、および、保護膜 2 4 0 が設けられている。エミッタ電極 2 1 0 は保護膜 2 4 0 によって第 1 エミッタ電極 2 1 1 と第 2 エミッタ電極 2 1 2 に区画されている。第 1 エミッタ電極 2 1 1 と第 2 エミッタ電極 2 1 2 は図示しない下地電極を介して電氣的に接続されていてもよい。第 2 主面 2 0 0 b に一面にコレクタ電極 2 2 0 が設けられている。

20

【 0 0 1 8 】

なお、エミッタ電極 2 1 0 が第 1 主電極に相当する。コレクタ電極 2 2 0 が第 2 主電極に相当する。なお、ゲートライナ 2 3 0 が信号配線に相当する。

【 0 0 1 9 】

以下説明を簡便とするために、図 3 に示すように第 1 主面 2 0 0 a を第 1 領域 2 8 1、第 2 領域 2 8 2、第 3 領域 2 8 3、および、第 1 周辺領域 2 8 7 に分けて説明する。以下に第 1 領域 2 8 1 ~ 第 1 周辺領域 2 8 7 について具体的に説明する。

【 0 0 2 0 】

図 3 に示すように第 1 領域 2 8 1 ~ 第 3 領域 2 8 3 は第 1 主面 2 0 0 a の中央に配置されている。第 1 領域 2 8 1 と第 2 領域 2 8 2 は x 方向に離間して並んでいる。第 3 領域 2 8 3 は第 1 領域 2 8 1 と第 2 領域 2 8 2 の間に設けられている。そして第 1 周辺領域 2 8 7 が第 1 領域 2 8 1 ~ 第 3 領域 2 8 3 を z 方向周りの周方向で環状に囲む態様で、第 1 主面 2 0 0 a に設けられている。

30

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように第 1 領域 2 8 1 に第 1 エミッタ電極 2 1 1 が形成されている。第 2 領域 2 8 2 に第 2 エミッタ電極 2 1 2 が形成されている。第 3 領域 2 8 3 にゲートライナ 2 3 0 の一部と保護膜 2 4 0 の一部が設けられている。

【 0 0 2 2 】

以下、第 3 領域 2 8 3 に設けられたゲートライナ 2 3 0 の一部を第 1 ゲートライナ 2 3 1 と示す。第 3 領域 2 8 3 に設けられた保護膜 2 4 0 の一部を第 1 保護部 2 4 1 と示す。第 1 ゲートライナ 2 3 1 が第 1 保護部 2 4 1 に被覆保護されている。なお、第 1 保護部 2 4 1 が区画部に相当する。

40

【 0 0 2 3 】

また第 1 周辺領域 2 8 7 には、ゲートライナ 2 3 0 の残りや保護膜 2 4 0 の残りや複数のパッド 7 4 0 が設けられている。以下、第 1 周辺領域 2 8 7 に設けられたゲートライナ 2 3 0 の残りを第 2 ゲートライナ 2 3 2 と示す。第 1 周辺領域 2 8 7 に設けられた保護膜 2 4 0 の残りを第 2 保護部 2 4 2 と示す。第 2 ゲートライナ 2 3 2 が第 2 保護部 2 4 2 に被覆保護されている。

【 0 0 2 4 】

50

なお、図3においてはゲートライナ230の位置を明瞭とするためにゲートライナ230を破線で示している。

【0025】

ゲートライナ230とは半導体素子200に形成されたパワートランジスタのゲート電極に遅延なくオンオフ信号を伝達するために抵抗を低抵抗化した配線のことである。

【0026】

保護膜240とはポリイミドを含む部材から成るゲートライナ230を保護するための保護部材のことである。保護膜240はエミッタ電極210よりもはんだ300に濡れにくくなっている。より具体的に言えば、第1保護部241と第2保護部242それぞれが第1エミッタ電極211と第2エミッタ電極212よりもはんだ300に濡れにくくなっている。

10

【0027】

複数のパッド740とは、信号用の電極のことである。複数のパッド740は、例えば半導体素子200のy方向の端側に設けられている。複数のパッド740は第2保護部242から露出されている。

【0028】

複数のパッド740それぞれは、例えば、ゲート電極用、ケルビンエミッタ用、電流センス用、温度センサのアノード電位用、同じく温度センサのカソード電位用などに用いられる。複数のパッド740は、図示しないボンディングワイヤを介して、複数の信号端子730に電氣的に接続されている。

20

【0029】

ターミナル400は略直方体形状を成す導電性のブロック体である。ターミナル400は熱伝導性および電気伝導性に優れる例えば銅などの金属部材を用いて形成されている。

【0030】

図2に示すように、ターミナル400はz方向に離間して並ぶ第1ターミナル面400aとその裏側の第2ターミナル面400bと第1ターミナル面400aと第2ターミナル面400bを連結する4つの連結ターミナル面400cを有する。第2ターミナル面400bが第1ターミナル面400aよりもz方向で第1主面200a側に設けられている。なお、第2ターミナル面400bが対向面に相当する。

【0031】

また第1ターミナル面400aに第1めっき250が設けられている。第2ターミナル面400bに第2めっき260が設けられている。連結ターミナル面400cに第3めっき270が設けられている。

30

【0032】

以下、第2ターミナル面400bを具体的に説明するために、第2ターミナル面400bを第4領域284、第5領域285、および、第6領域286に分けて説明する。以下に第4領域284～第6領域286について具体的に説明する。

【0033】

図4に示すように第4領域284と第5領域285はx方向に離間して並んでいる。第6領域286は第4領域284と第5領域285の間に設けられている。

40

【0034】

そして第4領域284～第6領域286それぞれに第2めっき260が設けられている。以下説明を簡便とするために第4領域284に設けられる第2めっき260を第1対向めっき261と示す。第5領域285に設けられる第2めっき260を第2対向めっき262と示す。第6領域286に設けられる第2めっき260を第3対向めっき263と示す。なお、図4の正面図はターミナル400を第2ターミナル面400b側から見た時の正面図である。

【0035】

なお第1対向めっき261と第2対向めっき262が対向部に相当する。第3対向めっき263は介在部に相当する。

50

## 【0036】

図3～図5に示すように第4領域284はz方向で第1領域281の一部と対向している。第5領域285はz方向で第2領域282の一部と対向している。第6領域286は第1領域281の一部と第2領域282の一部と第3領域283それぞれとz方向で対向している。なお、図5においては後述の第1凹凸部263aと第1保護部241との位置関係を明瞭にするために、半導体素子200に第2ターミナル面400bを重ねた図を示している。

## 【0037】

それに伴って第1対向めっき261はz方向で第1エミッタ電極211の一部と対向している。第2対向めっき262はz方向で第2エミッタ電極212の一部と対向している。第3対向めっき263は第1エミッタ電極211と第2エミッタ電極212と第1保護部241と第1ゲートライナ231それぞれの一部とz方向で重なる態様で対向している。

10

## 【0038】

また第3対向めっき263の第1保護部241側の表面には、図6に示すようにz方向に凹凸する第1凹凸部263aが形成されている。第1凹凸部263aは第3対向めっき263の第1保護部241側の表面に連続して形成されている。なお、第1凹凸部263aは凹凸形状に相当する。

## 【0039】

第1凹凸部263aは第3対向めっき263の第1保護部241側の表面にレーザーを照射することで作成される。第3対向めっき263の第1保護部241側の表面はレーザーが照射されると溶融し、気化する。そしてその部位が凹になることで表面に第1凹凸部263aが形成される。なお、第3対向めっき263はターミナル400よりも融点が低くなっている。レーザーによって第3対向めっき263の融点を越える温度が印加される。これによって第3対向めっき263が溶融される。

20

## 【0040】

第3対向めっき263は表面に第1凹凸部263aが形成されることによって濡れ性が低くなっている。そのために第1凹凸部263aは第1対向めっき261と第2対向めっき262それぞれよりもはんだ300に濡れにくくなっている。より具体的に言えば、第1凹凸部263aは、第1対向めっき261と第2対向めっき262それぞれよりも後述の第1接合はんだ311と後述の第2接合はんだ312それぞれに濡れにくくなっている。

30

## 【0041】

また上記した第3めっき270にも第3対向めっき263と同様に連結ターミナル面400cに直交する方向に凹凸する第2凹凸部270aが形成されている。第2凹凸部270aは第3めっき270の連結ターミナル面400cから離間した側の表面に連続して形成されている。

## 【0042】

第3めっき270は表面に第2凹凸部270aが形成されることによって濡れ性が低くなっている。そのために第2凹凸部270aは、第1めっき250と第1対向めっき261と第2対向めっき262とそれぞれよりもはんだ300に濡れにくくなっている。より具体的に言えば、第2凹凸部270aは、第1めっき250と第1対向めっき261と第2対向めっき262それぞれよりも第2はんだ320と後述の第1接合はんだ311と後述の第2接合はんだ312それぞれに濡れにくくなっている。はんだ300の詳細については後で説明する。

40

## 【0043】

次にヒートシンクについて説明する。図2に示すように第1ヒートシンク500はz方向に厚さの薄い扁平形状を成している。第1ヒートシンク500は半導体素子200の第2主面200b側に設けられている。

## 【0044】

第1ヒートシンク500には、図1に示す第1主端子710が連なっている。第1主端子710とは半導体素子200のコレクタ電極220に電氣的に接続される端子700の

50

ことである。

【 0 0 4 5 】

第 1 ヒートシンク 5 0 0 は、半導体素子 2 0 0 に形成されたトランジスタの熱を半導体素子 2 0 0 の外部に放熱する放熱機能と、コレクタ電極 2 2 0 と第 1 主端子 7 1 0 とを電氣的に中継する機能を有している。第 1 ヒートシンク 5 0 0 は、ターミナル 4 0 0 同様、熱伝導性および電気伝導性に優れる例えば銅などの金属部材を用いて形成されている。

【 0 0 4 6 】

第 2 ヒートシンク 6 0 0 も同様に z 方向に厚さの薄い扁平形状を成している。図 2 に示すように第 2 ヒートシンク 6 0 0 は半導体素子 2 0 0 の第 1 主面 2 0 0 a 側に設けられている。

10

【 0 0 4 7 】

第 2 ヒートシンク 6 0 0 には、第 2 主端子 7 2 0 が連なっている。第 2 主端子 7 2 0 とは半導体素子 2 0 0 のエミッタ電極 2 1 0 に電氣的に接続される端子 7 0 0 のことである。

【 0 0 4 8 】

第 2 ヒートシンク 6 0 0 は、半導体素子 2 0 0 に形成されたトランジスタの熱を半導体素子 2 0 0 の外部に放熱する放熱機能と、エミッタ電極 2 1 0 と第 2 主端子 7 2 0 とを電氣的に中継する機能を有している。第 2 ヒートシンク 6 0 0 は、ターミナル 4 0 0 および第 1 ヒートシンク 5 0 0 同様、熱伝導性および電気伝導性に優れる例えば銅などの金属部材を用いて形成されている。

【 0 0 4 9 】

次にはんだ 3 0 0 について説明する。はんだ 3 0 0 は第 1 はんだ 3 1 0 と第 2 はんだ 3 2 0 と第 3 はんだ 3 3 0 を有している。なお、第 1 はんだ 3 1 0 ははんだ部材に相当する。

20

【 0 0 5 0 】

第 1 はんだ 3 1 0 がエミッタ電極 2 1 0 と第 2 めっき 2 6 0 の間に設けられている。より具体的に言えば第 1 はんだ 3 1 0 は、第 1 エミッタ電極 2 1 1 と第 1 対向めっき 2 6 1 の間に設けられる第 1 接合はんだ 3 1 1 と、第 2 エミッタ電極 2 1 2 と第 2 対向めっき 2 6 2 の間に設けられる第 2 接合はんだ 3 1 2 に区画される。

【 0 0 5 1 】

第 1 エミッタ電極 2 1 1 と第 1 対向めっき 2 6 1 が第 1 接合はんだ 3 1 1 を介して電氣的および機械的に接合されている。第 2 エミッタ電極 2 1 2 と第 2 対向めっき 2 6 2 が第 2 接合はんだ 3 1 2 を介して電氣的および機械的に接合されている。

30

【 0 0 5 2 】

第 2 はんだ 3 2 0 が第 1 めっき 2 5 0 と第 2 ヒートシンク 6 0 0 の間に設けられている。第 1 めっき 2 5 0 と第 2 ヒートシンク 6 0 0 が第 2 はんだ 3 2 0 を介して電氣的および機械的に接合されている。

【 0 0 5 3 】

第 3 はんだ 3 3 0 がコレクタ電極 2 2 0 と第 1 ヒートシンク 5 0 0 の間に設けられている。コレクタ電極 2 2 0 と第 1 ヒートシンク 5 0 0 が第 3 はんだ 3 3 0 を介して電氣的および機械的に接合されている。

【 0 0 5 4 】

< 第 1 はんだの接触角 >

図 5 および図 6 に示すように、第 1 凹凸部 2 6 3 a の第 1 エミッタ電極 2 1 1 側の端が、第 1 保護部 2 4 1 の第 1 エミッタ電極 2 1 1 側の端よりも x 方向で第 1 エミッタ電極 2 1 1 側に位置している。

40

【 0 0 5 5 】

第 1 凹凸部 2 6 3 a の第 2 エミッタ電極 2 1 2 側の端が、第 1 保護部 2 4 1 の第 2 エミッタ電極 2 1 2 側の端よりも x 方向で第 2 エミッタ電極 2 1 2 側に位置している。

【 0 0 5 6 】

第 1 凹凸部 2 6 3 a の x 方向の長さ L 1 が、第 1 保護部 2 4 1 の x 方向の長さ L 2 よりも長くなっている。

50

## 【 0 0 5 7 】

さらに言えば、第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241のターミナル400とz方向で対向する部位のすべてが含まれている。

## 【 0 0 5 8 】

上記したように第1凹凸部263aと第1保護部241が、第1接合はんだ311と第2接合はんだ312それぞれに濡れにくくなっている。

## 【 0 0 5 9 】

そのために図6に示すように第1接合はんだ311の第1保護部241側の部位と第1エミッタ電極211との接触角が鋭角になっている。第2接合はんだ312の第1保護部241側の部位と第2エミッタ電極212との接触角が鋭角になっている。

10

## 【 0 0 6 0 】

また図5および図6に示すように半導体素子200のz方向の投影領域内にターミナル400のすべてが含まれている。さらに言えば、半導体素子200における第1エミッタ電極211と第2エミッタ電極212と第1保護部241を併せた領域のz方向の投影領域内にターミナル400のすべてが含まれている。

## 【 0 0 6 1 】

上記したように第1ターミナル面400aと第2ターミナル面400bを連結する4つの連結ターミナル面400cそれぞれには、第1接合はんだ311と第2接合はんだ312と第2はんだ320それぞれに濡れにくい第2凹凸部270aが形成されている。

## 【 0 0 6 2 】

そのために図6に示すように第1接合はんだ311の第2保護部242側の部位と第1エミッタ電極211との接触角が鋭角になっている。第2接合はんだ312の第2保護部242側の部位と第2エミッタ電極212との接触角が鋭角になっている。

20

## 【 0 0 6 3 】

第1接合はんだ311と第2接合はんだ312それぞれが略四角錘台を成している。すなわち第1保護部241と第1凹凸部263aによって第1はんだ310が第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が区画されている。

## 【 0 0 6 4 】

そのために第1接合はんだ311と第2接合はんだ312とが架橋されにくくなっている。第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が電気的および機械的に接合されにくくなっている

30

## 【 0 0 6 5 】

<第1ヒートシンクと第2ヒートシンクの間導電経路の電気抵抗>

図2に示すように第1ヒートシンク500と第2ヒートシンク600は、第1はんだ310、半導体素子200、第2はんだ320、ターミナル400、および、第3はんだ330を介して電気的に接続されている。

## 【 0 0 6 6 】

またこれまでに説明したように第1凹凸部263aは第1接合はんだ311と第2接合はんだ312それぞれに濡れにくくなっている。ターミナルにおける第1凹凸部263aの設けられた部位に第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が電気的および機械的に接合されにくくなっている

40

そのためにターミナル400の第1凹凸部263aの設けられる部位で、第1ターミナル面400aと第2ターミナル面400b間に流れる電流が流れにくくなっている。第1ターミナル面400aと第2ターミナル面400b間の電気抵抗が高くなっている。

## 【 0 0 6 7 】

そのための工夫として図6に示すように第1対向めっき261のx方向の長さL3と第2対向めっき262のx方向の長さL4の和が、第1凹凸部263aのx方向の長さL1よりも長くなっている。これによれば第1ターミナル面400aと第2ターミナル面400b間の電気抵抗が高くなりすぎることが抑制されやすくなっている。

## 【 0 0 6 8 】

50

さらに第1対向めっき261のx方向の長さL3と第2対向めっき262のx方向の長さL4それぞれよりも、第1凹凸部263aのx方向の長さL1が短くなっていてもよい。

【0069】

(第2実施形態)

第1実施形態ではエミッタ電極210が第1保護部241によって2つに区画された形態について説明したが、エミッタ電極210がy方向に延びる複数の第1保護部241によって2つ以上に区画されていてもよい。それに伴って複数の第1保護部241それぞれに第1ゲートライナ231が被覆保護されていてもよい。

【0070】

図7および図8に示すように、第2実施形態では、複数の第1保護部241のうちの1つによって第1エミッタ電極211と第2エミッタ電極212それぞれがx方向にさらに2つに区画されている。

10

【0071】

x方向に2つに区画されたうちの1つの第1エミッタ電極211と、もう1つの第1エミッタ電極211の間の第1保護部241に、第1ゲートライナ231が配策されている。

【0072】

同様にx方向に2つに区画されたうちの1つの第2エミッタ電極212と、もう1つの第2エミッタ電極212の間の第1保護部241に、第1ゲートライナ231が配策されている。

【0073】

20

さらに図8に示すように第2ターミナル面400bにおける複数の第1保護部241それぞれにz方向で対向する部位に、z方向に凹凸するとともに連続する複数の第1凹凸部263aが形成されている。なお、図8においては第1凹凸部263aと第1保護部241との位置関係を明瞭にするために、半導体素子200に第2ターミナル面400bを重ねた図を示している。

【0074】

複数の第1凹凸部263aそれぞれのx方向の長さL1が、複数の第1保護部241それぞれのx方向の長さL2よりも長くなっている。そのために第2実施形態においても第1実施形態と同様の作用効果を奏し得る。

【0075】

30

なお、第2実施形態においては複数の第1保護部241によってエミッタ電極210がx方向で4つに区画された例について具体的に説明したが、エミッタ電極210の区画される個数は4つに限定されない。エミッタ電極210がx方向で4つ以上に区画されていてもよい。

【0076】

(第3実施形態)

また図9および図10に示す第3実施形態のようにy方向に連続する第1保護部241の他にx方向に連続する第1保護部241を有していてもよい。x方向に連続する第1保護部241によって第1エミッタ電極211と第2エミッタ電極212それぞれがy方向にさらに2つに区画されていてもよい。それに伴ってx方向に連続する第1保護部241に第1ゲートライナ231が被覆保護されていてもよい。

40

【0077】

また図10に示すように第2ターミナル面400bのx方向に連続する第1保護部241とy方向に連続する第1保護部241それぞれのz方向で対向する部位に、x方向に連続する第1凹凸部263aとy方向に連続する第1凹凸部263aが形成されている。なお、図10においては第1凹凸部263aと第1保護部241との位置関係を明瞭にするために、半導体素子200に第2ターミナル面400bを重ねた図を示している。

【0078】

y方向に連続する第1凹凸部263aのx方向の長さL1が、y方向に連続する第1保護部241のうちのy方向に連続する第1保護部241のx方向の長さL2よりも長くな

50

っている。x方向に連続する第1凹凸部263aのy方向の長さL5が、x方向に連続する第1保護部241のy方向の両端の長さL6よりも長くなっている。そのために第3実施形態においても第1実施形態と同様の作用効果を奏し得る。

【0079】

(第4実施形態)

第1実施形態～第3実施形態においては第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241のターミナル400に対向する部位のすべてが含まれる形態について説明した。しかしながら図11および図12に示す第4実施形態に示すように、第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241のすべてが含まれていてもよい。なお、図12においては第2ターミナル面400bに第1エミッタ電極211と第2エミッタ電極212の輪郭を重ねた図を示している。

10

【0080】

その場合、ターミナル400のz方向の投影領域に半導体素子200のすべてが含まれている。さらに第1対向めっき261と第2対向めっき262と第3対向めっき263を併せた部位を環状に囲む第4対向めっき264が第2ターミナル面400bに設けられている。

【0081】

第4対向めっき264にはz方向に凹凸する第3凹凸部264aが形成されている。第3凹凸部264aは第4対向めっき264の第2保護部242側の表面に連続して形成されている。第3凹凸部264aが、第1対向めっき261と第2対向めっき262それぞれよりも第1接合はんだ311と第2接合はんだ312それぞれに濡れにくくなっている。

20

【0082】

そのために第1接合はんだ311の連結ターミナル面400c側と第1エミッタ電極211の接触角が鋭角になるようになっている。第2接合はんだ312の連結ターミナル面400c側と第2エミッタ電極212の接触角が鋭角になるようになっている。連結ターミナル面400cに第2凹凸部270aが形成されていなくとも第1接合はんだ311と第2接合はんだ312それぞれが略四角錘台を成すようになっている。第4実施形態においても第1実施形態と同様の作用効果を奏し得る。

【0083】

<作用効果>

これまでに説明したように第1凹凸部263aと第1保護部241が、第1接合はんだ311と第2接合はんだ312それぞれに濡れにくく、第1はんだ310が第1接合はんだ311と第2接合はんだ312に区画されている。

30

【0084】

そのために第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が半導体素子200とターミナル400の間で架橋されにくくなっている。それに伴って第1はんだ310のz方向の厚さが局所的に薄くなるのが抑制されやすくなっている。

【0085】

これによれば第1はんだ310に応力集中することが抑制されやすくなっている。第1はんだ310にクラックが生じることが抑制されやすくなっている

40

【0086】

これまでに説明したように第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241のターミナル400とz方向で対向する部位のすべてが含まれている。

【0087】

第1凹凸部263aのx方向の長さL1が、第1保護部241のx方向の長さL2よりも長くなっている。

【0088】

そのために第1接合はんだ311の第1保護部241側の部位と第1エミッタ電極211との接触角と、第2接合はんだ312の第1保護部241側の部位と第2エミッタ電極212との接触角それぞれが鋭角になっている。

50

## 【 0 0 8 9 】

また半導体素子 2 0 0 と半導体素子 2 0 0 に設けられたはんだ 3 0 0 の接触角が鋭角であるとき、接触角が鈍角であるときよりも、半導体素子 2 0 0 にかかる応力が小さくなりやすくなる。

## 【 0 0 9 0 】

これによれば、第 1 接合はんだ 3 1 1 から第 1 エミッタ電極 2 1 1 にかかる応力が小さくなりやすくなっている。第 1 エミッタ電極 2 1 1 にクラックが生じることが抑制されやすくなっている。

## 【 0 0 9 1 】

同様に第 2 接合はんだ 3 1 2 から第 2 エミッタ電極 2 1 2 にかかる応力が小さくなりやすくなっている。第 2 エミッタ電極 2 1 2 にクラックが生じることが抑制されやすくなっている。

10

## 【 0 0 9 2 】

まとめて言えば、第 1 はんだ 3 1 0 からエミッタ電極 2 1 0 にかかる応力が小さくなりやすくなっている。エミッタ電極 2 1 0 にクラックが生じることが抑制されやすくなっている。

## 【 0 0 9 3 】

これまでに説明したように第 1 凹凸部 2 6 3 a は第 1 接合はんだ 3 1 1 と第 2 接合はんだ 3 1 2 それぞれに濡れにくくなっている。第 1 凹凸部 2 6 3 a のように第 1 はんだ 3 1 0 に濡れない領域があると、第 1 ターミナル面 4 0 0 a と第 2 ターミナル面 4 0 0 b 間の電気抵抗および熱抵抗が高くなる。

20

## 【 0 0 9 4 】

そのための工夫として、第 1 対向めっき 2 6 1 の x 方向の長さ L 3 と第 2 対向めっき 2 6 2 の x 方向の長さ L 4 の和が、第 1 凹凸部 2 6 3 a の x 方向の長さ L 1 よりも長くなっている。これによれば第 1 ターミナル面 4 0 0 a と第 2 ターミナル面 4 0 0 b 間の電気抵抗および熱抵抗が高くなりすぎることが抑制されやすくなっている。

## 【 0 0 9 5 】

これまでに説明したように、第 3 めっき 2 7 0 の連結ターミナル面 4 0 0 c から離間した側の表面には、第 1 はんだ 3 1 0 と第 2 はんだ 3 2 0 それぞれに濡れにくい第 2 凹凸部 2 7 0 a が形成されている。

30

## 【 0 0 9 6 】

そのために第 1 はんだ 3 1 0 と第 2 はんだ 3 2 0 それぞれが一方から他方に向かって連結ターミナル面 4 0 0 c を濡れ拡がりにくくなっている。

## 【 0 0 9 7 】

それに伴って例えば第 2 はんだ 3 2 0 が第 1 はんだ 3 1 0 側に流れ込み、第 1 はんだ 3 1 0 の量が増えることで、応力によってエミッタ電極 2 1 0 にクラックが生じることが抑制されやすくなっている。

## 【 0 0 9 8 】

(第 1 変形例)

これまでの実施形態においては第 1 凹凸部 2 6 3 a の x 方向の長さ L 1 と第 1 保護部 2 4 1 の x 方向の長さ L 2 の長さ関係に着目して、第 1 接合はんだ 3 1 1 と第 2 接合はんだ 3 1 2 それぞれのエミッタ電極 2 1 0 との接触角について説明した。

40

## 【 0 0 9 9 】

しかしながら他にも図 1 3 に示すように、第 1 凹凸部 2 6 3 a の x 方向の長さ L 1 が、第 1 凹凸部 2 6 3 a と第 1 保護部 2 4 1 の z 方向の離間距離 L 7 の 2 倍と第 1 保護部 2 4 1 の x 方向の長さ L 2 の和以上になっていてもよい。

## 【 0 1 0 0 】

これによれば第 1 接合はんだ 3 1 1 の第 1 保護部 2 4 1 側の部位と第 1 エミッタ電極 2 1 1 との接触角が 4 5 度以下になりやすくなっている。第 2 接合はんだ 3 1 2 の第 1 保護部 2 4 1 側の部位と第 2 エミッタ電極 2 1 2 との接触角が 4 5 度以下になりやすくなっている。

50

いる。

【0101】

また図14に示すように半導体素子200と半導体素子200に設けられたはんだ300の接触角が小さくなるに伴い、半導体素子200の寿命が延長されやすくなる。

【0102】

これによれば、第1接合はんだ311と第1エミッタ電極211との接触角と第2接合はんだ312と第2エミッタ電極212との接触角が45度以下の時、半導体素子200の寿命が一桁程度延長されやすくなっている。

【0103】

(第2変形例)

これまでに説明した実施形態においては第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241のターミナル400に対向する部位が含まれる形態について説明した。しかしながら図15に示すように第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241が含まれていなくてもよい。図15に示すように第3対向めっき263の第1対向めっき261側の一端と第2対向めっき262側に他端それぞれに部分的に第1凹凸部263aが形成されていてもよい。

10

【0104】

第1保護部241と第1凹凸部263aによって図15に示すように第1はんだ310が第1接合はんだ311と第2接合はんだ312に区画されていればよい。第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が区画されていれば、第1はんだ310の厚さがz方向で局所的に薄くなることが抑制されやすくなっている。

20

【0105】

(第3変形例)

これまでに説明した実施形態においては第1凹凸部263aのx方向の長さL1が、第1保護部241のx方向の長さL2よりも長くなっている形態について説明した。しかしながら図16に示すように第1凹凸部263aのx方向の長さが、第1保護部241のx方向の長さと同じになっていてもよい。

【0106】

その場合、第1接合はんだ311の第1保護部241側の部位と第1エミッタ電極211との接触角が直角になっている。第2接合はんだ312の第1保護部241側の部位と第2エミッタ電極212との接触角が直角になっている。第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が半導体素子200とターミナル400の間で架橋されにくくなっている。第1はんだ310の厚さがz方向で局所的に薄くなることが抑制されやすくなっている。

30

【0107】

(第4変形例)

また図17に示すように第1凹凸部263aのx方向の長さL1が、第1保護部241のx方向の長さL2よりも短くなってもよい。その場合においても第1接合はんだ311と第2接合はんだ312が半導体素子200とターミナル400の間で架橋されにくくなっている。第1はんだ310の厚さがz方向で局所的に薄くなることが抑制されやすくなっている。

40

【0108】

(第5変形例)

図示しないが、第1凹凸部263aのz方向の投影領域内に第1保護部241の一部が含まれていても良い。それに伴って例えば、第1接合はんだ311の第1保護部241側の部位と第1エミッタ電極211との接触角が鋭角で、第2接合はんだ312の第1保護部241側の部位と第2エミッタ電極212との接触角が鈍角になっていてもよい。

【0109】

(第6変形例)

図示しないが、第2ターミナル面400bに第3対向めっき263に代わりにはんだ300濡れにくいポリイミドなどを含む被覆膜が設けられていてもよい。被覆膜と第1保護

50

部 2 4 1 によって第 1 はんだ 3 1 0 が第 1 接合はんだ 3 1 1 と第 2 接合はんだ 3 1 2 に区画されていけばよい。

【 0 1 1 0 】

( その他の変形例 )

本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態が本開示に示されているが、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範ちゅうや思想範囲に入るものである。

【 符号の説明 】

【 0 1 1 1 】

2 0 0 ... 半導体素子、 2 0 0 a ... 第 1 主面、 2 0 0 b ... 第 2 主面、 2 1 0 ... エミッタ電極、 2 2 0 ... コレクタ電極、 2 3 0 ... ゲートライナ、 2 4 0 ... 保護膜、 2 4 1 ... 第 1 保護部、 2 6 1 ... 第 1 対向めっき、 2 6 2 ... 第 2 対向めっき、 2 6 3 ... 第 3 対向めっき、 2 6 3 a ... 第 1 凹凸部、 3 1 0 ... 第 1 はんだ、 4 0 0 ... ターミナル、 4 0 0 b ... 第 2 ターミナル面

10

20

30

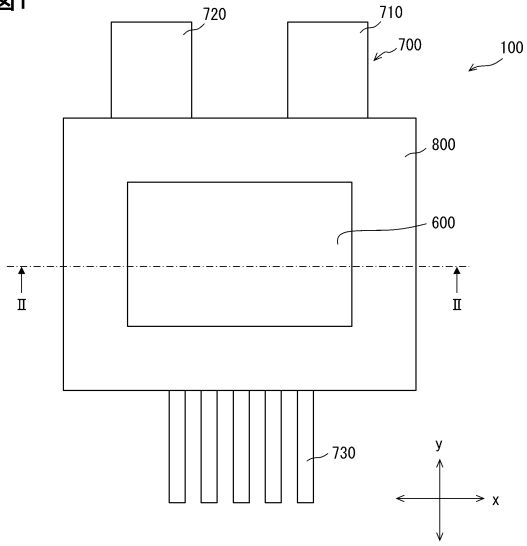
40

50

【図面】

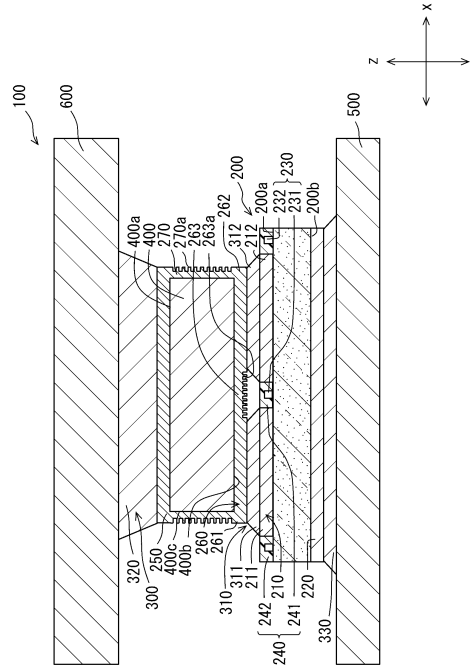
【図 1】

図1



【図 2】

図2

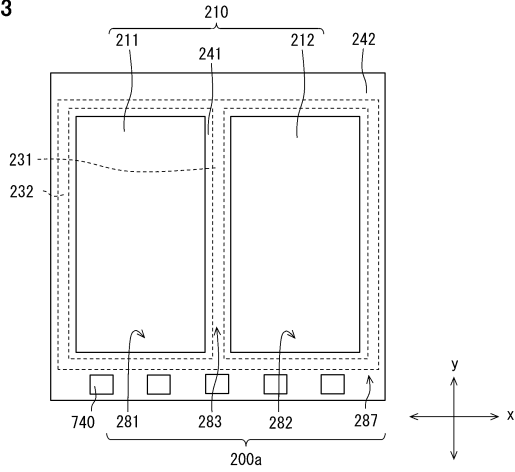


10

20

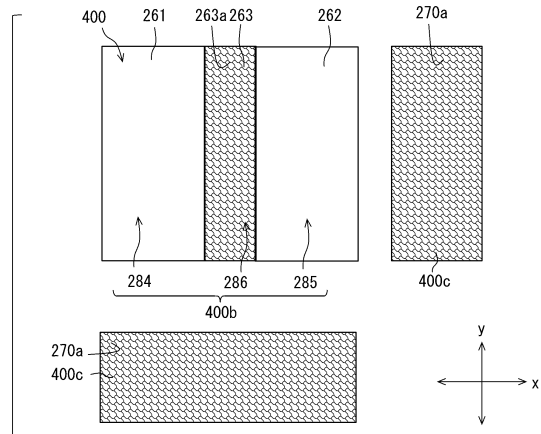
【図 3】

図3



【図 4】

図4

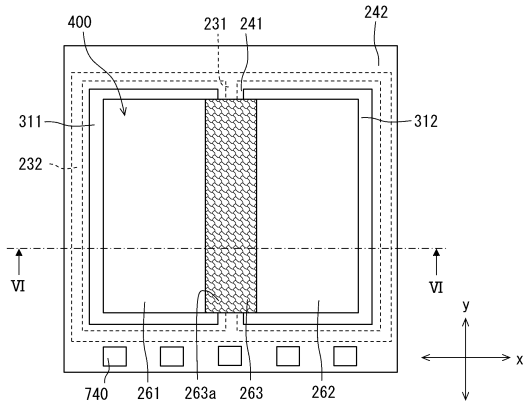


30

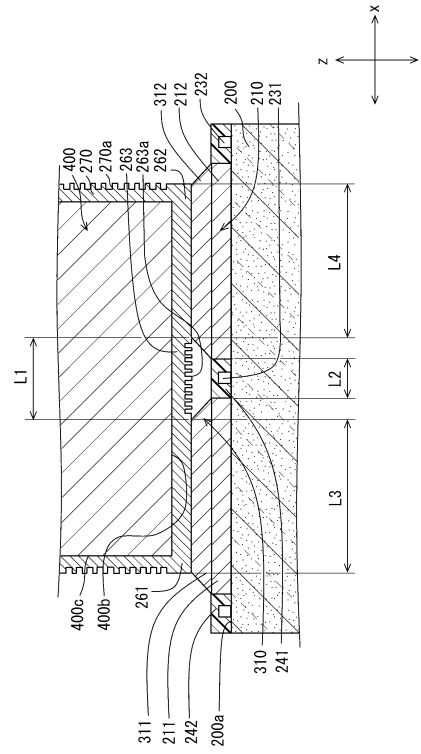
40

50

【図5】  
図5



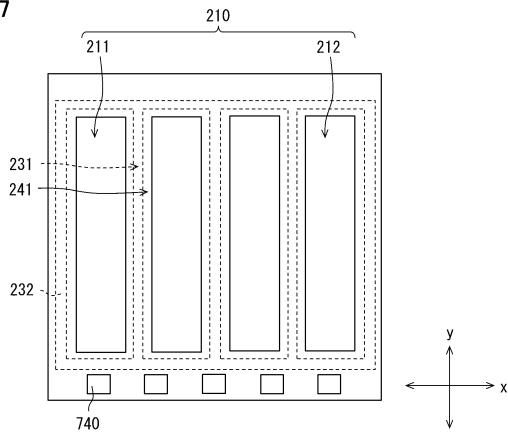
【図6】  
図6



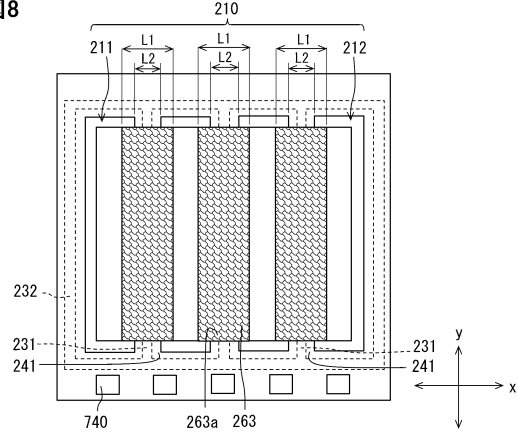
10

20

【図7】  
図7



【図8】  
図8

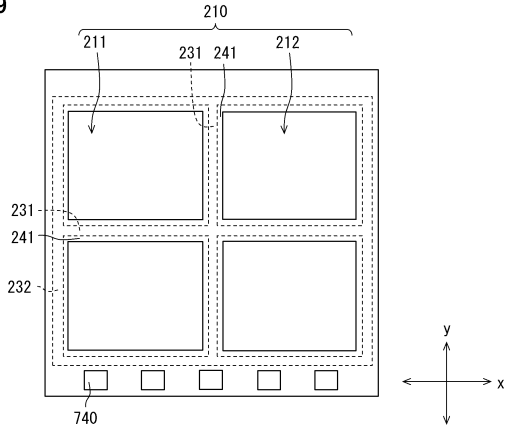


30

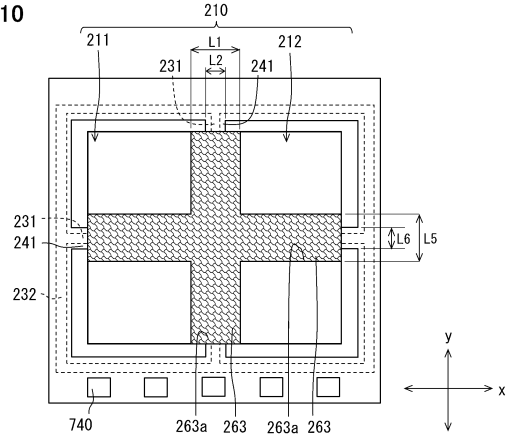
40

50

【図9】  
図9

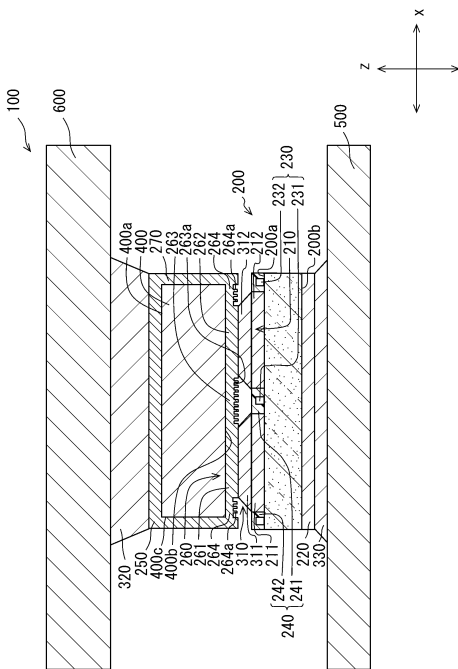


【図10】  
図10

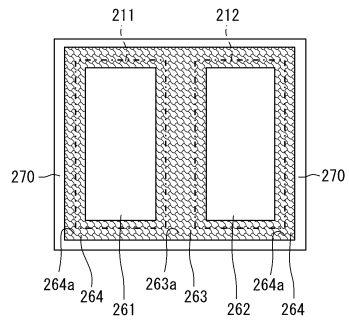


10

【図11】  
図11



【図12】  
図12



20

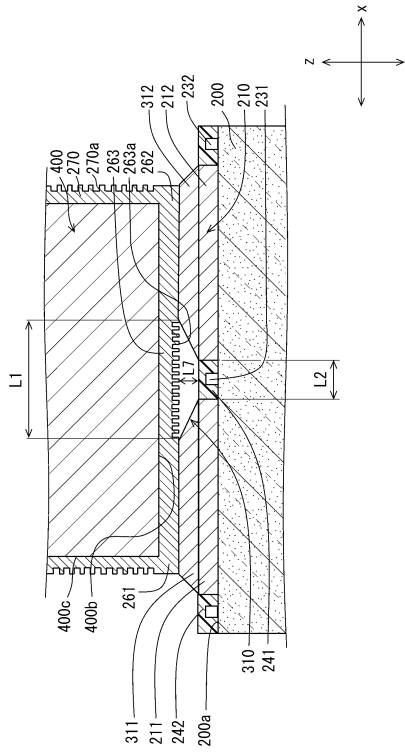
30

40

50

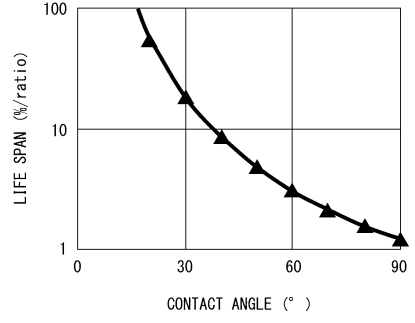
【 13 】

13



【 14 】

14

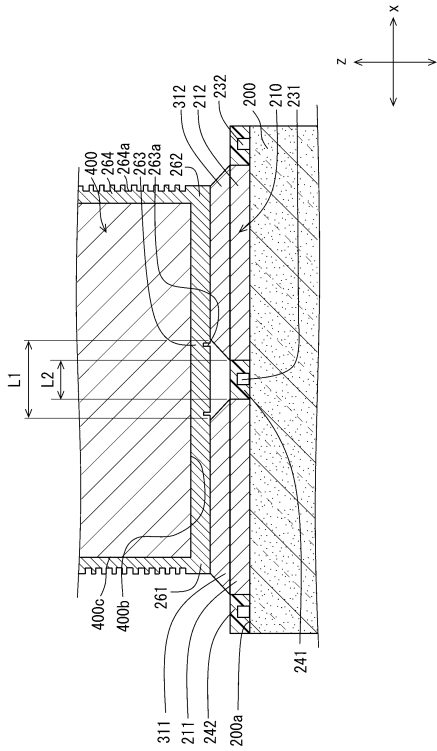


10

20

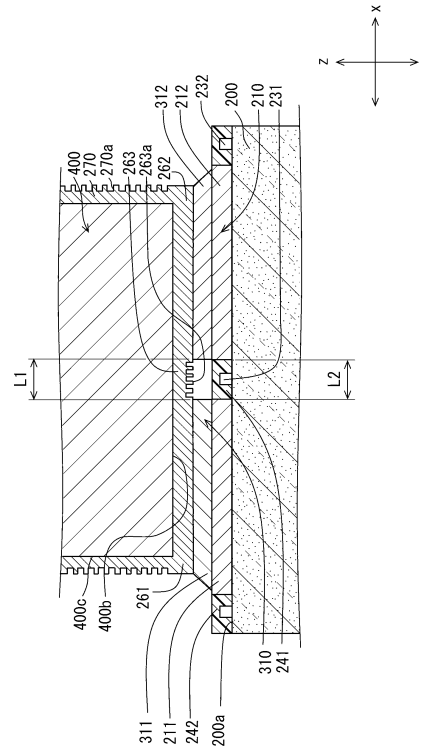
【 15 】

15



【 16 】

16



30

40

50



---

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

**H 0 1 L 29/78 (2006.01)**

H 0 1 L 29/78

6 5 5 F

**H 0 1 L 29/739 (2006.01)**

(56)参考文献

特開 2 0 2 1 - 0 8 6 9 5 8 ( J P , A )

国際公開第 2 0 1 6 / 0 9 2 7 9 1 ( W O , A 1 )

特開 2 0 1 4 - 1 1 6 4 7 3 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 5 / 0 7

H 0 1 L 2 1 / 6 0

H 0 1 L 2 3 / 2 9

H 0 1 L 2 1 / 3 3 6

H 0 1 L 2 9 / 7 8

H 0 1 L 2 9 / 7 3 9