

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-34278

(P2010-34278A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.
H01L 23/50 (2006.01)F I
H01L 23/50テーマコード (参考)
5F067

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-194670 (P2008-194670)
(22) 出願日 平成20年7月29日 (2008.7.29)(71) 出願人 000116024
ローム株式会社
京都府京都市右京区西院溝崎町2 1 番地
(74) 代理人 100086380
弁理士 吉田 稔
(74) 代理人 100103078
弁理士 田中 達也
(74) 代理人 100115369
弁理士 仙波 司
(74) 代理人 100117178
弁理士 古澤 寛
(74) 代理人 100130650
弁理士 鈴木 泰光
(74) 代理人 100135389
弁理士 白井 尚

最終頁に続く

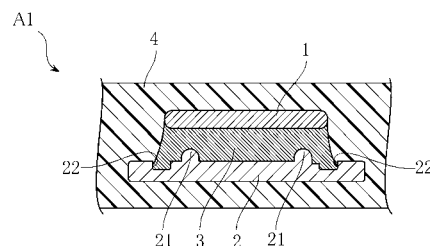
(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】クラックなどの不良が生じにくく、安定した動作が可能な半導体装置を提供すること。

【解決手段】矩形状の半導体チップ1と、表面に半導体チップ1を搭載する板状のリード2と、半導体チップ1とリード2とを接着する緩衝部材3と、を備えた半導体装置A1であって、リード2の表面には、半導体チップ1との間に緩衝部材3が介在する複数の突起21が形成されており、複数の突起21は、リード2の厚み方向視において、半導体チップ1の四隅と重ならないように配置されていることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

矩形状の半導体チップと、
表面に上記半導体チップを搭載する板状のリードと、
上記半導体チップと上記リードとを接着する緩衝部材と、
を備えた半導体装置であって、
上記リードの表面には、上記半導体チップとの間に上記緩衝部材が介在する複数の突起
が形成されており、
上記複数の突起は、上記リードの厚み方向視において、上記半導体チップの四隅と重な
らないように配置されていることを特徴とする、半導体装置。

10

【請求項 2】

上記リードの表面の上記複数の突起の外側に凹部が形成されている、請求項 1 に記載の
半導体装置。

【請求項 3】

上記凹部が、上記リードの厚み方向視において、上記半導体チップの外周と重なるよう
に形成されている、請求項 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】

上記緩衝部材の外周縁が、上記凹部内に位置している、請求項 2 または 3 に記載の半導
体装置。

【請求項 5】

上記半導体チップの外周縁が曲面によって形成されている、請求項 1 ないし 4 のいずれ
かに記載の半導体装置。

20

【請求項 6】

上記リードの上記半導体チップと対向する面が凸面に形成されている、請求項 1 ないし
5 のいずれかに記載の半導体装置。

【請求項 7】

上記リードの厚み方向視において上記複数の突起と重ならない部分での上記緩衝部材の
厚みは、 $30\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ である、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、パワーモジュールなどの半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

図 9 は、従来 of 半導体装置の一例を示している（たとえば特許文献 1 参照）。同図に示
された半導体装置 X は、半導体チップ 9 1、半導体チップ 9 1 を搭載するリード 9 2、半
導体チップ 9 1 とリード 9 2 とを接着するハンダ層 9 3、および、これらを保護する樹脂
パッケージ 9 4 を備えている。半導体チップ 9 1 は、たとえば、消費電力の多いパワート
ランジスタやパワー IC である。このような半導体チップ 9 1 は動作時に大きな電圧がか
かるため発熱し、半導体チップ 9 1、リード 9 2、ハンダ層 9 3、および樹脂パッケージ
9 4 を膨張させる。膨張時および収縮時に、半導体チップ 9 1、リード 9 2、ハンダ層 9
3、および樹脂パッケージ 9 4 の材料間の線膨張係数の差に起因して、応力が発生する。
ハンダ層 3 は、ハンダ材が液相状態より冷却され凝固点に達したとき、Pb の溶け込んだ
 α 相と、Sn の溶け込んだ β 相という 2 つの固相状態となって凝固して形成される。 α 相
と β 相は、半導体チップ 9 1 またはリード 9 2 との接合部において、凝固した直後は小さ
な粒子状態であり、一様に分布している。この状態のとき、ハンダ層 3 は、機械的特性に
優れ、応力を緩和する性質を備えており、緩衝部材として機能することが期待されている
。

40

【0003】

しかしながら、ハンダ層 3 は、高温状態に置かれたり、応力を受け続けたりすると、 α

50

相および β 相が溶け合ったり拡散したりしてより大きな粒子状態になるため、応力の緩和を十分に行えなくなることがあった。さらに、ハンダ層3に α 相と β 相との境界を起点とするクラックが生じることがあり、半導体装置Xの故障の要因となっていた。また、ハンダ層93を形成する際に、加熱されて液状となったハンダ材がリード92上を流れやすいため、ハンダ層93を均一に設けるのは困難であり、半導体チップ91が傾いた状態で固定されてしまい不良となることがあった。

【0004】

【特許文献1】特許第3721073号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

本発明は、上記した事情のもとで考え出されたものであって、不良が生じにくく、安定した動作が可能な半導体装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によって提供される半導体装置は、矩形状の半導体チップと、表面に上記半導体チップを搭載する板状のリードと、上記半導体チップと上記リードとを接着する緩衝部材と、を備えた半導体装置であって、上記リードの表面には、上記半導体チップとの間に上記緩衝部材が介在する複数の突起が形成されており、上記複数の突起は、上記リードの厚み方向視において、上記半導体チップの四隅と重ならないように配置されていることを特徴とする。

20

【0007】

このような構成によれば、上記緩衝部材の、上記リードの厚み方向視において上記半導体チップの四隅と重なる部分は、少なくとも上記突起に重なる部分よりも厚く形成される。さらに、上記緩衝部材となる液体材料を上記リード上に流し込む際に、上記液体材料の流れを上記突起により調整することができるため、上記緩衝部材を均一に好ましい厚みに形成しやすくなっている。このため、上記半導体装置では、上記緩衝部材にかかる応力が分散しやすいように上記緩衝部材を厚く形成することが可能となっている。したがって、上記半導体装置では、上記緩衝部材にクラックが生じにくい。また上記半導体チップが傾くのを防ぐことができ、不良が生じにくく安定した動作が可能となっている。

30

【0008】

本発明の好ましい実施の形態においては、上記リードの表面の上記複数の突起の外側に凹部が形成されている。このような構成によれば、上記緩衝部材を液状にして上記リード上に流し込む際に、上記緩衝部材の流れを止めることができるため、上記緩衝部材を厚く形成しやすくなっている。

【0009】

本発明の好ましい実施の形態においては、上記凹部が、上記リードの厚み方向視において、上記半導体チップの外周と重なるように形成されている。このような構成によれば、上記緩衝部材の、上記リードの厚み方向視において上記半導体チップの外周と重なる部分の厚みをより大きくすることが可能となる。

40

【0010】

本発明の好ましい実施の形態においては、上記緩衝部材の外周縁が、上記凹の内に位置している。このような構成によれば、上記緩衝部材を液状にして上記リード上に流し込む際に、上記緩衝部材が広がり過ぎて薄い部分が生じるのを防ぐことができる。

【0011】

本発明の好ましい実施の形態においては、上記半導体チップの外周縁が曲面によって形成されている。このような構成によれば、上記半導体チップの外周縁に応力が集中しにくいため、上記半導体チップの外周縁と上記緩衝部材との剥離を防ぐ上で好ましい。

【0012】

本発明の好ましい実施の形態においては、上記リードの上記半導体チップと対向する面

50

が凸面に形成されている。このような構成によれば、上記緩衝部材が、上記半導体チップの外周縁に近づくほど厚くなっている。このため、上記緩衝部材から上記半導体チップにかかる力も分散され、上記半導体チップと上記緩衝部材との剥離を防ぎやすくなっている。

【 0 0 1 3 】

本発明の好ましい実施の形態においては、上記リードの厚み方向視において上記複数の突起と重ならない部分での上記緩衝部材の厚みは、 $30\mu\text{m} \sim 70\mu\text{m}$ である。

【 0 0 1 4 】

本発明のその他の特徴および利点は、添付図面を参照して以下に行う詳細な説明によって、より明らかとなろう。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明に係る半導体装置の第 1 実施形態を平面図で示している。図 2 には、図 1 の II-II 線に沿う断面図を示している。図 1 および図 2 に示す半導体装置 A 1 は、半導体チップ 1、リード 2、ハンダ層 3、および、樹脂パッケージ 4 を備えたパワーモジュールである。なお、リード 2 の表面の様子を示すために、図 1 では、半導体チップ 1 およびハンダ層 3 の一部と樹脂パッケージ 4 とを省略している。なお、図 1 は、リード 2 の厚み方向視における平面を示しており、以下の説明における平面視はリード 2 の厚み方向視と同一である。

【 0 0 1 6 】

半導体チップ 1 は、たとえば、一辺の長さが 4mm 程度の電力の制御を行うパワー IC である。半導体チップ 1 は、平面視において、四隅の頂角が丸く形成された正方形に形成されている。半導体チップ 1 の外周縁は、たとえばレーザーを用いて上下から切断することにより、曲面で構成されている。この半導体チップ 1 は、リード 2 の表面にハンダ層 3 を介して搭載されている。

【 0 0 1 7 】

リード 2 は、たとえば Cu 製であり、厚さ $1 \sim 2\text{mm}$ 程度の板状に形成されている。このリード 2 は、平面視において、四隅の角が丸く形成された、一辺の長さがたとえば 20mm の正方形となっている。このリード 2 には、4 個の同形の突起 2 1 と、これらの突起 2 1 を囲む凹部 2 2 とを備えている。

【 0 0 1 8 】

各突起 2 1 は、図 1 に仮想線で示した、半導体チップ 1 よりも小さい正方形 2 1 A の各四辺に沿って延びるように形成されている。この正方形 2 1 A の各辺は半導体チップ 1 の各辺と平行となっている。各突起 2 1 は、正方形 2 1 A の各頂点周辺までは延びていない。さらに、図 2 に示すように、各突起 2 1 の断面は半円状に形成されている。各突起 2 1 は、たとえば $5\mu\text{m} \sim 40\mu\text{m}$ 程度、リード 2 の表面から突き出している。

【 0 0 1 9 】

凹部 2 2 は、図 1 および図 2 に示すように、平面視において半導体チップ 1 の外周と重なるように形成されている。この凹部 2 2 は、たとえば $5\mu\text{m} \sim 40\mu\text{m}$ 程度、リード 2 の表面から凹んでいる。

【 0 0 2 0 】

ハンダ層 3 は、本発明に係る緩衝部材であり、たとえば、直径 $5 \sim 10\mu\text{m}$ 程度の金属粒が添加されたハンダ材によって形成されている。上記金属粒としては、たとえば Ag, Cu または Te が用いられる。このハンダ層 3 は、リード 2 の各突起 2 1 に囲まれた領域にハンダ材を流し込むことにより形成されており、平面視において凹部 2 2 の外縁近傍まで広がっている。また、このハンダ層 3 は、平面視において複数の突起 2 1 と重ならない部分での厚みが、突起 2 1 がリード 2 の表面から突き出す長さよりも大きくなるように形成されている。このため、ハンダ層 3 は、突起 2 1 と半導体チップ 1 との間に入り込むように形成されている。

【 0 0 2 1 】

樹脂パッケージ４は、半導体チップ１、リード２、およびハンダ層３を覆うように形成されており、半導体チップ１、リード２、およびハンダ層３を保護している。

【００２２】

次に、上記構成の半導体装置Ａ１の作用について説明する。

【００２３】

本実施形態によれば、加熱により液状となったハンダ材をリード２の各突起２１に囲まれた領域に流し込んだ際に、ハンダ材の流れが突起２１により妨げられるため、ハンダ材がリード２上を広がる速度は遅くなる。このため、ハンダ層３を厚く形成しやすくなっている。ハンダ層３は、厚く形成されることにより、受ける応力を分散することができ、 Pb の溶け込んだ α 相および Sn の溶け込んだ β 相が小さな粒子として一様に分布する状態を持続しやすくなっている。この状態のハンダ層３は、半導体チップ１およびリード２にかかる応力を緩和する緩衝部材として好ましく機能する。さらに、ハンダ層３にクラックが生じにくくなっている。従って、半導体装置Ａ１は、不良が生じにくく安定した動作が可能となっている。

10

【００２４】

また、本実施形態によれば、各突起２１が同形であるため、ハンダ材の広がり方に偏りが生じにくく、半導体チップ１が傾いた状態で固定されるのを防ぐことができる。

【００２５】

また、本実施形態によれば、ハンダ材は、各突起２１同士の隙間から流れ出るため、応力の集中しやすい半導体チップ１の四隅にはハンダ材が流れ込みやすくなっている。このため、より確かに、平面視において半導体チップ１の四隅と重なるハンダ層３の厚みを厚くすることが可能となっている。

20

【００２６】

また、本実施形態によれば、凹部２２が設けられているため、ハンダ材が流れてハンダ層３が薄くなってしまうのを防ぐことができる。さらに、平面視において凹部２２が半導体チップ１の外周と重なるように形成されているため、半導体チップ１の外周と重なるハンダ層３が厚くなりやすくなっている。半導体チップ１の外周部分、特に四隅は応力がかかりやすいため、これらの部分と重なるハンダ層３の厚みが大きくなることは、応力を緩和する上で好ましい。

【００２７】

30

また、本実施形態によれば、ハンダ層３が平面視において凹部２２の外側に広がらないように形成されているため、ハンダ層３の裾部分が過度に広がりにくくなっている。このため、ハンダ層３は厚みが薄くなる部分が生じにくく、クラックが発生しにくくなっている。

【００２８】

また、本実施形態によれば、半導体チップ１の外周縁が曲面で形成されているため、半導体チップ１の外周縁にかかる応力が分散されやすく、半導体チップ１とハンダ層３との剥離が生じにくくなっている。

【００２９】

40

また、本実施形態によれば、ハンダ材には金属粒が添加されているため、ハンダ層３の厚さが金属粒の直径より小さくすることがない。さらに、金属粒を均一に添加すれば、ハンダ層３に支持される半導体チップ１が傾くのを防ぐのに好ましい効果を得ることができる。また、さらに、金属粒が添加されることにより、ハンダ層３の Pb を含む α 相と、 Sn を含む β 相とが分離するのを抑制することができる。このことは、ハンダ層３にクラックが生じるのを防ぐのに好ましい。

【００３０】

また、上記構成の半導体装置Ａ１では、半導体チップ１は、ハンダ層３および樹脂パッケージ４から応力を受ける。半導体チップ１がハンダ層３から受ける応力は、ハンダ層３が厚くなるほど弱くなる傾向がある。一方、ハンダ層３および半導体チップ１の厚みの合計が大きくなるほど、樹脂パッケージ４の厚みも大きくなるため、半導体チップ１が樹脂

50

パッケージ 4 から受ける応力は強くなる傾向がある。図 3 には、TCY 試験において、半導体装置 A 1 を 25 から 150 に加熱した際の、ハンダ層 3 の厚みと半導体チップ 1 に発生する応力の大きさとの関係を示している。ただし、ここでのハンダ層 3 の厚みは、平面視において複数の突起 2 1 および凹部 2 2 のいずれとも重ならない部分での厚みのことを指すものとする。図 3 によると、ハンダ層 3 の厚みが 30 ~ 70 μm のとき、半導体チップ 1 に発生する応力が小さくなっている。このため、半導体装置 A 1 は、ハンダ層 3 の厚みを 30 ~ 70 μm とすれば、より安定した動作を期待できる。

【0031】

図 4 ~ 図 7 は、本発明の他の実施形態を示しており、図 8 には参考例を示している。なお、これらの図において上記実施形態と同一または類似の要素には、上記実施形態と同一の符号を付し、説明を省略している。

10

【0032】

図 4 は、本発明に係る半導体装置の第 2 実施形態を断面図で示している。図 4 に示す半導体装置 A 2 では、リード 2 の表面が、平面視における中央に寄るほど半導体チップ 1 に近づく凸面に形成されている。

【0033】

このような半導体装置 A 2 では、ハンダ層 3 が凸面状のリード 2 上に形成されるため、外周縁ほど厚くなっており、中央に応力が集中しにくい形状となっている。このため、ハンダ層 3 から半導体チップ 1 に加わる応力が分散されやすく、半導体チップ 1 とハンダ層 3 との剥離が生じにくくなっている。このため、半導体装置 A 2 は、不良が生じにくくより安定した動作が期待できる。

20

【0034】

図 5 は、本発明に係る半導体装置の第 3 実施形態を断面図で示している。図 5 に示す半導体装置 A 3 では、凹部 2 2 が、リード 2 の表面に開口する開口部 2 2 a と、開口部 2 2 a と連結され、開口部 2 2 a よりも幅の広い底部 2 2 b とで構成されている。

【0035】

このような半導体装置 A 3 では、開口部 2 2 a が狭く形成されているため、ハンダ材が凹部 2 2 に流れ込む速度を抑えることができる。このため、ハンダ材が凹部 2 2 に流れ込みすぎてハンダ層 3 の厚みが損なわれるのを防ぐことができる。

【0036】

30

図 6 は、本発明に係る半導体装置の第 4 実施形態を平面図で示している。リード 2 の表面の様子を示すために、図 6 では、半導体チップ 1 およびハンダ層 3 の一部と、樹脂パッケージ 4 とを省略している。図 6 に示す半導体装置 A 4 では、半導体チップ 1 およびリード 2 が、平面視において角が丸い長方形に形成されている。さらに、複数の突起 2 1 a , 2 1 b が、仮想線で示す長方形 2 1 B の各辺に沿って配列されており、これらの突起 2 1 を囲むように凹部 2 2 が形成されている。

【0037】

複数の突起 2 1 a は、それぞれ同形であり、長方形 2 1 A の各長辺に沿って一定の間隔で並べられている。複数の突起 2 1 b はそれぞれ同形であり、長方形 2 1 A の各短辺に沿って一定の間隔で並べられている。突起 2 1 a , 2 1 b の断面は、たとえば同形の長方形状となっている。また、各突起 2 1 a の長方形 2 1 B の各長辺に沿って延びる長さは、角突起 2 1 b の長方形 2 1 B の各短辺に沿って延びる長さよりも長くなっている。また、突起 2 1 a , 2 1 b は、長方形 2 1 B の各頂点を回避するように設けられている。

40

【0038】

このような半導体装置 A 4 においても、突起 2 1 a , 2 1 b によって、ハンダ材の流れを抑えることができるため、ハンダ層 3 を厚く形成しやすくなっている。このため、半導体装置 A 4 は、半導体装置 A 1 の場合と同様に、熱変形によって生じる応力を緩和することが可能となっており、半導体チップ 1 がハンダ層 3 から剥離しにくく、安定した動作が可能となっている。

【0039】

50

図 7 は、本発明に係る半導体装置の第 5 実施形態を断面図で示している。図 7 に示す半導体装置 A 5 は、半導体装置 A 1 と異なり樹脂パッケージ 4 を備えておらず、半導体チップ 1 に複数の放熱板を有する放熱部材 1 2 が取り付けられた構成となっている。放熱部材 1 2 は、半導体チップ 1 の表面に接着層 1 1 を介して接着されている。さらに、この半導体装置 A 5 におけるハンダ層 3 の厚さは 70 μm 以上となっている。

【0040】

このような半導体装置 A 5 では、半導体装置 A 1 のように樹脂パッケージ 4 が半導体チップ 1 に応力を及ぼすことがないため、ハンダ層 3 をより厚く形成することが可能となっている。このため、ハンダ層 3 から半導体チップ 1 にかかる応力をより好ましく緩和することができる。従って、半導体装置 A 5 では、より一層、熱変形によって生じる応力を緩和することが可能となっており、半導体チップ 1 がハンダ層 3 から剥離しにくく、安定した動作が可能となっている。

【0041】

さらに、半導体装置 A 5 では、半導体チップ 1 に放熱部材 1 2 が取り付けられているため、熱変形自体が生じにくくなっている。このため、より安定した動作を期待できる。

【0042】

図 8 は、半導体装置の参考例を平面図で示している。リード 2 の表面の様子を示すために、図 8 では、半導体チップ 1 およびハンダ層 3 の一部と、樹脂パッケージ 4 とを省略している。図 8 に示す半導体装置 A 6 では、半導体チップ 1 が平面視円形に形成されており、平面視においてリード 2 の四隅と半導体チップ 1 との間に試験用端子 5 が配置されている。さらに、リード 2 には、仮想線で示す円 2 1 c に沿って並ぶ 4 個の同形の突起 2 1 c が形成されており、これらの突起 2 1 c を囲む平面視環状の凹部 2 2 が形成されている。突起 2 1 c の平面視における形状は、円環の一部となっている。

【0043】

試験用端子 5 は、たとえばリード 2 の抵抗値を試験的に測定するための端子である。なお、試験用端子 5 を設ける代わりに樹脂などを成形し、その密着強度を測定しても構わない。

【0044】

このような半導体装置 A 6 においても、突起 2 1 c によって、ハンダ材の流れる速さを抑えることができるため、ハンダ層 3 を厚く形成しやすくなっている。このため、半導体装置 A 6 は、熱変形によって生じる応力を緩和することが可能となっており、半導体チップ 1 がハンダ層 3 から剥離しにくく、安定した動作が可能となっている。さらに、半導体装置 A 6 では、半導体チップ 1 に角がないため、応力が集中する場所がなく、半導体チップ 1 がハンダ層 3 から剥離しにくくなっている。

【0045】

本発明に係る半導体装置は、上述した実施形態に限定されるものではない。本発明に係る半導体装置の各部の具体的な構成は、種々に設計変更自在である。上記実施形態においては、リード 2 は、Cu 製であるが、たとえば Ag や Ni といったハンダとの濡れ性のよい金属材料によりメッキされたリードであってもよい。また、半導体チップ 1 のリード 2 と対向する側の面に、Ag や Ni といったハンダとの濡れ性のよい金属材料によるメッキを施してもよい。このようなメッキを施すと半導体チップ 1 の外周縁にハンダ材が広がりやすくなり、半導体チップ 1 とハンダ層 3 との間の応力を分散する上で好ましい効果を得ることができる。

【0046】

上記実施形態では、ハンダ層 3 の外周縁が凹部 2 2 内に形成されているが、ハンダ層 3 の外周縁が凹部 2 2 から外れている場合も本発明の範囲内である。このような場合でも、凹部 2 2 はハンダ層 3 が広がりすぎるのを防ぐのに効果的である。

【0047】

上記実施形態では、各突起 2 1 の断面は、半円状または長方形状であるが、たとえば楔形であっても構わない。また、凹部 2 2 の断面形状も自在に設定可能である。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明の第1実施形態に係る半導体装置の一例を示す平面図である。

【図2】図1のII-II線に沿う断面図である。

【図3】図1に示す半導体装置におけるハンダ層の厚みと半導体チップにかかる応力との関係を示す図である。

【図4】本発明の第2実施形態に係る半導体装置の一例を示す断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態に係る半導体装置の一例を示す断面図である。

【図6】本発明の第4実施形態に係る半導体装置の一例を示す平面図である。

【図7】本発明の第5実施形態に係る半導体装置の一例を示す断面図である。

10

【図8】半導体装置の参考例を示す平面図である。

【図9】従来の半導体装置の一例を示す断面図である。

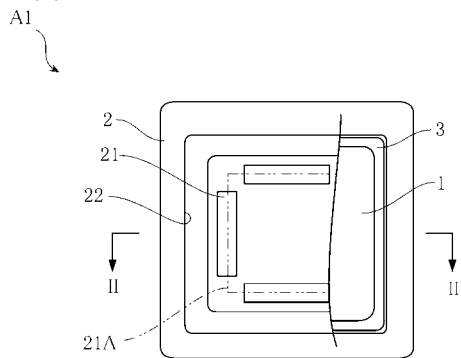
【符号の説明】

【0049】

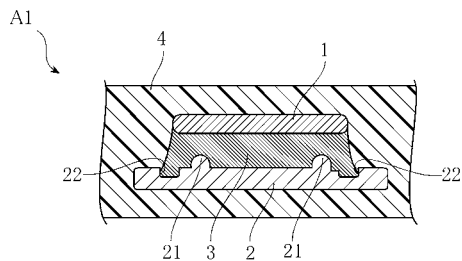
A 1 , A 2 , A 3 , A 4 , A 5 , A 6	半導体装置
1	半導体チップ
2	リード
3	ハンダ層
4	樹脂パッケージ
5	試験用端子
1 1	接着層
1 2	放熱部材
2 1 , 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c	突起
2 1 A	正方形
2 1 B	長方形
2 1 C	円
2 2	凹部
2 2 a	開口部
2 2 b	底部

20

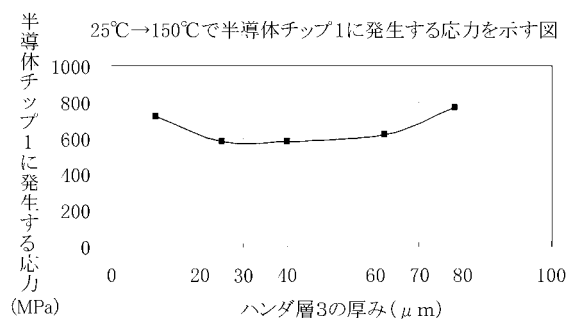
【図 1】



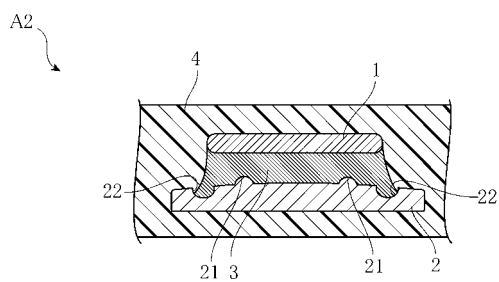
【図 2】



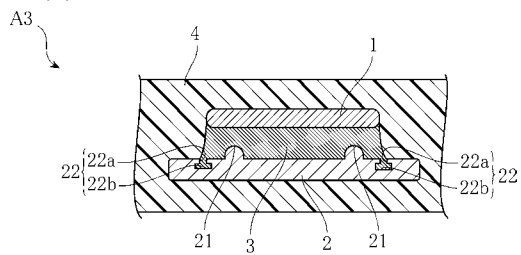
【図 3】



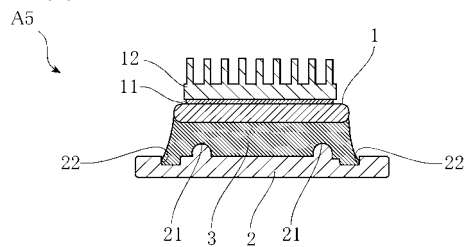
【図 4】



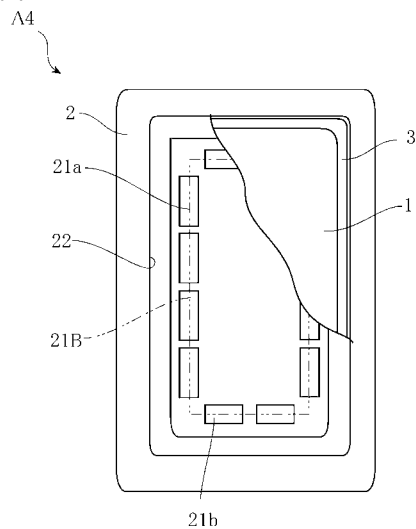
【図 5】



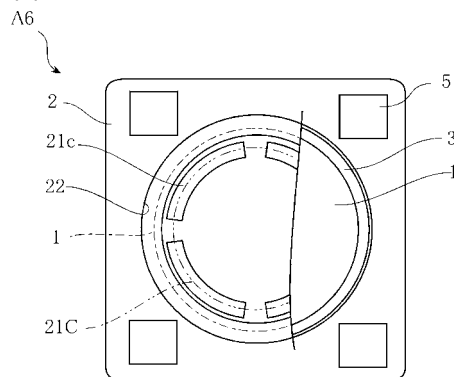
【図 7】



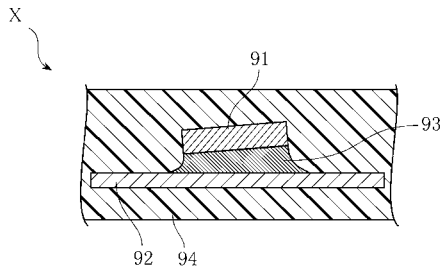
【図 6】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 川口 真寛

京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内

Fターム(参考) 5F067 BE02