

(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2005-294366

(P2005-294366A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005. 10. 20)

(51) Int. Cl.⁷

H O 1 L 23/40

H O 1 L 23/36

F I

H O 1 L 23/40

H O 1 L 23/36

E

Z

テーマコード (参考)

5 F O 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2004-104165 (P2004-104165)

(22) 出願日

平成16年3月31日 (2004. 3. 31)

(71) 出願人 000190688

新光電気工業株式会社

長野県長野市小島田町80番地

(74) 代理人 100077621

弁理士 綿貫 隆夫

(74) 代理人 100092819

弁理士 堀米 和春

(72) 発明者 赤川 雅俊

長野県長野市小島田町80番地 新光電気
工業株式会社内

(72) 発明者 中澤 昌夫

長野県長野市小島田町80番地 新光電気
工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放熱板の製造方法およびこの放熱板を用いた半導体装置

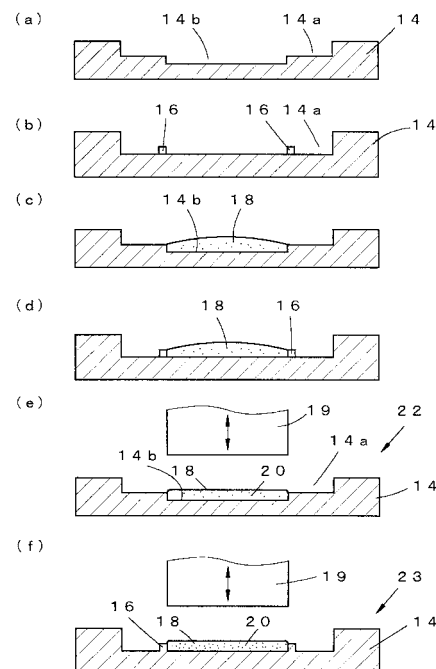
(57) 【要約】

【課題】 半導体素子と放熱板との間の熱伝導性を良好にして、熱放散性のすぐれた放熱板を提供する。

【解決手段】 半導体素子と放熱板14との間に介在して半導体素子の背面と放熱板との間を接合する熱伝導接合材20としてInを使用した放熱板の製造方法において、所定形状に放熱板14を成形した後、放熱板14の表面を清浄化する清浄化処理を施し、次いで、放熱板14にInを供給し、Inを加熱・溶融して放熱板にIn18を密着させた後、Inからなる熱伝導接合材20の表面を平坦化するレベリング加工を施して、In一体型放熱板を得る。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体素子と放熱板との間に介在して半導体素子の背面と放熱板との間を接合する熱伝導接合材としてInを使用した放熱板の製造方法において、

所定形状に放熱板を成形した後、

放熱板の表面を清浄化する清浄化処理を施し、

次いで、放熱板にInを供給し、Inを加熱・溶融して放熱板にInを密着させた後、

Inからなる熱伝導接合材の表面を平坦化するレベリング加工を施して、In一体型放熱板を得ることを特徴とする放熱板の製造方法。

【請求項 2】

清浄化処理工程の前工程として、放熱板の表面にInと放熱板との密着性を向上させるめっきを施し、次いで放熱板に清浄化処理を施すことを特徴とする請求項 1 記載の放熱板の製造方法。

【請求項 3】

半導体素子と放熱板との間に介在して半導体素子の背面と放熱板との間を接合する熱伝導接合材としてInを使用した放熱板の製造方法において、

所定形状に放熱板を成形した後、

放熱板の表面に、めっきを施し、

次いで、放熱板の表面を清浄化する清浄化処理を施した後、

In箔を放熱板の所定位置に押し当てることにより、In一体型放熱板を得ることを特徴とする放熱板の製造方法。

【請求項 4】

前記清浄化処理として、電解液中で放熱板を陰極とする電解処理を施すことを特徴とする請求項 3 記載の放熱板の製造方法。

【請求項 5】

前記清浄化処理として、放熱板とIn箔とをそれぞれ硫酸溶液中に浸漬させることを特徴とする請求項 3 記載の放熱板の製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の放熱板の製造方法によって製造された放熱板を用いて組み立てられた半導体装置であって、

前記放熱板に設けられているInからなる熱伝導接合材が、半導体装置の組み立て時に溶融され、半導体素子の背面と放熱板との間に充填されて半導体素子と放熱板とが接合されていることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は放熱板の製造方法およびこの放熱板を用いた半導体装置に関する。

【背景技術】

【0002】

フリップチップ接続により半導体素子を搭載した半導体装置では、半導体素子の背面（半導体素子のフリップチップ接続面と反対側の面）に放熱板を取り付けて半導体装置の熱放散性を向上させることが行われている。図 6 は、基板 10 に半導体素子 12 をフリップチップ接続し、半導体素子 12 の背面に放熱板 14 を接合して形成した半導体装置の例を示す。この例では、放熱板 14 に半導体素子 12 を収納する収納凹部 14a を設け、収納凹部 14a の内底面（天井面）に半導体素子 12 を接合するとともに、半導体素子 12 が搭載された領域を包囲するようにして、放熱板 14 を基板 10 に接合している。

図 6 は、放熱板 14 をキャップ状に形成し、半導体素子 12 を保護するとともに半導体素子 12 からの放熱作用を向上させるようにしたものである。なお、放熱板 14 には、放熱フィンを設けたもの等、各種形態のものが使用されている。

【特許文献 1】特開 2003 - 101243 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開平7-106477号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、放熱板14を半導体素子12に取り付ける場合は、半導体素子12と放熱板14との間の熱伝導性を良好にするため、半導体素子12と放熱板14の間にはんだや高熱伝導樹脂等の熱伝導体を介在させて組み立てている。半導体素子12と放熱板14との間に熱伝導体を介在させる場合は、熱伝導体を半導体素子12と放熱板14との間に挟んで圧接するようにして組み立てる場合もあるが、一般的にははんだや高熱伝導樹脂を加熱して、半導体素子12の背面と放熱板14との間の隙間を熱伝導体によって充填するとともに、半導体素子12と放熱板14とを一体に接合するようにしている。 10

【0004】

しかしながら、熱伝導体を加熱、溶融して半導体素子12と放熱板14とを接合する際に、半導体素子12が高温に加熱されるような場合には、基板10と半導体素子12との間、放熱板14と半導体素子12との間に大きな熱応力が作用し、これによって半導体素子12が損傷されるおそれがある。また、熱伝導体としてはんだを使用した場合のように、熱伝導体を溶融して半導体素子12と放熱板14とを接合するような場合には、半導体素子12の背面と放熱板14との間にボイドが残ったりして、隙間部分が完全に充填されない場合が生じ、これによって熱伝導性が阻害される場合があるといった問題がある。また、熱伝導体として高熱伝導樹脂を使用する場合には、熱伝導体の充填性には優れるものの、はんだ等の金属材とくらべて熱伝導性が劣るという問題があった。 20

【0005】

そこで、本発明はこれらの課題を解決すべくなされたものであり、その目的とするところは、半導体素子と半導体素子の背面に接合される放熱板との間の熱伝導性を良好にして放熱板による熱放散特性を向上させることができ、容易に放熱板を製造でき、半導体装置を組み立てることができる放熱板の製造方法およびこの放熱板を用いた半導体装置を提供するにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上記目的を達成するため次の構成を備える。 30

すなわち、半導体素子と放熱板との間に介在して半導体素子の背面と放熱板との間を接合する熱伝導接合材としてInを使用した放熱板の製造方法において、所定形状に放熱板を成形した後、放熱板の表面を清浄化する清浄化処理を施し、次いで、放熱板にInを供給し、Inを加熱・溶融して放熱板にInを密着させた後、Inからなる熱伝導接合材の表面を平坦化するレベリング加工を施して、In一体型放熱板を得ることを特徴とする。なお、放熱板に供給するInとしては、たとえば箔状に形成したものを供給して使用することができる。また、レベリング加工としては、ポンチを用いた機械的加工を利用することができる。

なお、本発明に係る放熱板は、基板に半導体素子をフリップチップ接続し、半導体素子の背面に放熱板を取り付けた半導体装置等に利用できる。放熱板を取り付ける半導体装置の構成および放熱板の形状もとくに限定されるものではない。 40

また、前記清浄化処理工程の前工程として、放熱板の表面をめっきし、次いで清浄化処理を施すことを特徴とする。放熱板のめっき処理としては、ニッケルめっき、金めっき等が利用できる。

【0007】

また、半導体素子と放熱板との間に介在して半導体素子の背面と放熱板との間を接合する熱伝導接合材としてInを使用した放熱板の製造方法において、所定形状に放熱板を成形した後、放熱板の表面に、めっきを施し、次いで、放熱板の表面を清浄化する清浄化処理を施した後、In箔を放熱板の所定位置に押し当てることにより、In一体型放熱板を得ることを特徴とする。

また、前記清浄化処理として、電解液中で放熱板を陰極とする電解処理を施すことが有 50

効であり、また、前記清浄化処理として、放熱板とIn箔とをそれぞれ硫酸溶液中に浸漬させることが有効である。

【0008】

また、前記放熱板の製造方法によって製造された放熱板を用いて組み立てられた半導体装置であって、前記放熱板に設けられているInからなる熱伝導接合材が、半導体装置の組み立て時に溶融され、半導体素子の背面と放熱板との間に充填されて半導体素子と放熱板とが接合されていることを特徴とする。

本発明に係る半導体装置は、熱伝導接合材としてInを使用していることにより、半導体装置組み立て時に高温に放熱板を加熱する必要がなく、したがって半導体素子に過大な熱応力を作用させることなく半導体装置を組み立てることができ、組み立て時に半導体素子を損傷させることを抑えることが可能となる。また、Inからなる熱伝導接合材は樹脂系材料と比較して熱伝導率にすぐれ、これによって好適な熱放散性を備えた半導体装置として提供することが可能となる。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る放熱板の製造方法によれば、Inからなる熱伝導接合材を備えた放熱板を容易に製造することができ、Inと放熱板との間に空隙等を生じさせずに確実に熱伝導接合材が被着されるから、熱放散効率の良好な放熱板として提供される。また、放熱板はInからなる熱伝導接合材を放熱板に一体に取り付けた状態で提供されるから、半導体装置組み立て作業を容易にすることができる。また、本発明に係る半導体装置は、Inからなる熱伝導接合材を備えた放熱板を用いて組み立てられたことにより、熱放散性のすぐれた半導体装置として提供することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の好適な実施の形態について添付図面にしたがって詳細に説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、本発明に係る放熱板の製造工程を示す説明図であり、図2は第1の実施の形態の製造工程を示すフロー図である。

【0011】

図1(a)、(b)は、図2に示すプレス加工等による放熱板の成形工程30により所定形状に放熱板14を成形した状態を示す。

30

図1(a)は放熱板14の基材に収納凹部14aを形成するとともに、収納凹部14aの中央部に凹部14bを形成した状態を示す。収納凹部14a、凹部14bともに、本実施形態では平面形状を矩形状に形成している。

図1(b)は、放熱板14の他の構成例を示すもので、プレス加工により基材に収納凹部14aを形成した後、収納凹部14aの底面にエポキシ樹脂等の樹脂材を枠状に塗布して障壁16を形成したものである。

凹部14bおよび障壁16によって囲まれた領域が、半導体装置を組み立てた際に半導体素子が搭載される領域に相当する。

【0012】

40

放熱板14の基材の材料としては適宜材料を使用することができるが、本実施形態では0.8mmの厚さの銅板を使用した。放熱板14は平面形状が矩形に形成されたもので、本実施形態の放熱板14は25mm角の大きさに形成されている。

また、凹部14bは一辺が10mm角に形成され、障壁16は10mm角の枠状に形成されている。凹部14bの深さは0.2mm、障壁16の収納凹部14aの底面からの高さは0.2mmである。

【0013】

このようにして放熱板14を成形した後、放熱板14にめっきを施す(図2のめっき処理工程31)。このめっき処理は、放熱板14の表面に、In金属からなる熱伝導接合材を確実に密着させる目的で行うもので、Inとの濡れ性を向上させるめっきを施す。

50

めっき処理として、本実施形態では、放熱板 14 の表面にニッケルめっきまたは金めっきを施している。場合によっては、ニッケルめっきと金めっきをこの順に施してもよい。めっき方法はとくに限定されないが、ニッケルめっきは、たとえば、スルファミン酸ニッケルめっき液を使用し、平均めっき厚として 5 μm 程度付ければよい。金めっきは、たとえば市販のシアン金浴（たとえば、JPC社製テンペレジストEX）を使用し、平均めっき厚として 0.5 μm 以上つける。

【0014】

次に、放熱板 14 の表面を清浄化する処理（図 2 の表面清浄化処理工程 32）を行う。この表面清浄化処理も、めっき処理と同様に、放熱板 14 の表面に In 金属からなる熱伝導接合材を確実に密着させるための処理である。表面清浄化処理としては、プラズマエッチングや紫外線照射等のドライ処理、化学的なエッチングによるウェット処理を利用することができる。

【0015】

表面清浄化処理工程 32 の後、In の金属箔を放熱板 14 の上に供給し（図 2 の In 箔供給工程 33）、In 箔を加熱して溶融する（図 2 の In 箔加熱・溶融工程 34）。

In 箔は、図 1 (a) に示す放熱板 14 の場合は、凹部 14b 内に、図 1 (b) に示す放熱板 14 の場合は障壁 16 によって囲まれた内側に供給する。実施形態では 12 mm 角、厚さ 200 μm の In 箔を使用した。

図 1 (c)、(d) は、放熱板 14 上に供給した In 箔を加熱して溶融した状態を示す。18 が溶融後の In 金属である。放熱板 14 の凹部 14b、障壁 16 のダム作用によって、溶融された In 金属は凹部 14b、障壁 16 の内側に滞留する。

In の溶融温度は 156.4 であり、窒素ガス中、160～170 で 5 分間程度加熱することで溶融させることができる。

【0016】

次に、溶融後の In 金属 18 にレベリング加工を施し（図 2 のレベリング加工工程 35）、溶融後の In 金属 18 の表面を平坦化する。図 1 (e)、(f) はポンチ 19 を用いて In 金属 18 の表面をレベリングした状態を示す。レベリング加工後、ワークを冷却して放熱部品とする（冷却工程 36）。

こうして、放熱板 14 と In 金属 18 からなる熱伝導接合材 20 が一体化した放熱部品（In 一体型放熱板）22、23 が得られる。放熱部品 22 は、放熱板 14 に設けられた凹部 14b に熱伝導接合材 20 が被着されたものであり、放熱部品 23 は放熱板 14 の障壁 16 の内側に熱伝導接合材 20 が被着されたものである。

【0017】

放熱部品 22、23 は、半導体装置を組み立てる際に半導体素子の背面に In 金属からなる熱伝導接合材 20 が当接し、熱伝導接合材 20 を加熱して溶融することにより、半導体素子と放熱板 14 とが熱伝導接合材 20 を介して接合するように使用される。

図 1 (e)、(f) に示すように、In 金属 18 にレベリング加工を施して熱伝導接合材 20 の表面を平坦化することにより半導体素子と熱伝導接合材 20 とを確実に密着させて接合することが可能になる。

【0018】

また、本実施形態においては放熱板 14 にめっき処理および表面清浄化処理を施すことによって、放熱板 14 と In 金属 18 とが確実に密着し、放熱板 14 と熱伝導接合材 20 との界面にボイド等の微小空隙を生じさせずに熱伝導接合材 20 を放熱板 14 に被着することを可能にしている。このように、熱伝導接合材 20 自体の内部、および熱伝導接合材 20 と放熱板 14 との界面との間にボイド（空隙）を生じさせずに熱伝導接合材 20 を放熱板 14 に被着させることにより、放熱板 14 の熱放散性を有効に向上させることが可能になる。

【0019】

（第 2 の実施の形態）

上述した実施の形態において In 一体型放熱板を製造する方法は、In 箔を加熱、溶融して

10

20

30

40

50

放熱板 1 4 と一体に In からなる熱伝導接合材 2 0 を被着するものである。以下で説明する第 2 の実施の形態と第 3 の実施の形態においては、In 箔を加熱、溶融することなく、In 箔をそのまま放熱板に接触させるのみで放熱板 1 4 と In 箔とが一体化された In-一体型放熱板を得ることを特徴とする。

【0020】

図 3 は第 2 の実施の形態で使用する放熱板 1 4 の構成を示す。第 2 の実施の形態では In 箔をそのまま放熱板 1 4 に被着させるようにして In 箔と放熱板 1 4 とを一体化するから、放熱板 1 4 に図 1 (a)、(b) に示すような凹部 1 4 b や障壁 1 6 を設ける必要がない。図 3 は、所要の収納凹部 1 4 a を形成したキャップ状に放熱板 1 4 を成形した状態を示す。

【0021】

以下、図 4 に示す製造工程フロー図にしたがって説明する。

放熱板 1 4 をプレス加工によって成形した後（放熱板の成形工程 3 0 ）、放熱板 1 4 に第 1 のめっきと第 2 のめっきを施す（第 1 のめっき工程 3 7、第 2 のめっき工程 3 8 ）。

第 1 のめっき 3 7 としてはニッケルめっきを施す。ニッケルめっきは、スルファミン酸ニッケルめっき液を使用し、平均めっき厚として 5 μm つける。

【0022】

第 2 のめっき 3 8 としては、金めっきあるいは銅めっき、錫めっき、パラジウムめっきを施す。

金めっきは、市販シアン金浴（たとえば、JPC 社製テンペレジスト EX）を使用して、金を 0.5 μm 以上めっきする。

銅めっきは、市販硫酸銅浴（たとえば、Atotech 社製カパランド HL）を使用して、銅を 0.5 μm 以上めっきする。

錫めっきは、市販錫めっき液（たとえば、メルテックス社製ロナスタン EC-706）を使用して、錫を 1.0 μm 以上めっきする。

パラジウムめっきは、市販パラジウムめっき液（たとえば、JPC 社製パラブライツ SST）を使用して、パラジウムを 0.1 μm 以上めっきする。

【0023】

次に、めっきを施した放熱板 1 4 の表面を清浄化処理する（表面清浄化処理工程 3 9 ）。この表面清浄化処理では、クエン酸三カリウムを 50 g/l 含む電解液中で、白金を陽極とし、第 1 めっきおよび第 2 めっきが施された放熱板 1 4 を陰極として、室温で、電流密度 1 A S D として 1 分間以上電解処理する。この電解処理は放熱板 1 4 の表面に存在している酸化膜を除去することを目的とするものである。

【0024】

次に、電解処理後の放熱板 1 4 の所定位置に、所定の大きさに形成された In 箔を押し当てて放熱板 1 4 に In 箔を被着する（In 箔被着工程 4 0 ）。In 箔としては、たとえば実施形態 1 で使用したと同様の 12 mm 角、厚さ 200 μm の In 箔を使用する。In 箔については、事前に希硫酸溶液に浸漬して、表面を清浄化した後、放熱板 1 4 に In 箔を押し当てるようにしてもよい。放熱板 1 4 は電解処理によって表面が清浄化されているから、In 箔を放熱板 1 4 に接触させるだけで In 箔は簡単に放熱板 1 4 に付着し、一体化する。

この In 箔を放熱板に被着（自着：触れただけで密着すること）させる操作は、常温で行うことができ、In 箔を加熱して溶融するといった操作が不要であることから、In-一体型放熱板の製造方法として有効に利用することができる。

【0025】

図 3 (b) は、上述した方法によって得られた放熱部品（In-一体型放熱板）2 4 を示す。放熱板 1 4 に形成された収納凹部 1 4 a の内底面に熱伝導接合材 2 0 として In 箔 1 8 a が被着され、放熱板 1 4 と In 箔 1 8 a が一体化されている。In 箔 1 8 a を放熱板 1 4 に付着させる操作を行う際には、半導体装置での半導体素子の配置位置（半導体素子の背面が接合される位置）に位置合わせして放熱板 1 4 に付着させるようにすればよい。

In 箔 1 8 a として均一な膜厚の箔を使用すれば、半導体装置を組み立てる際に半導体素子の背面と熱伝導接合材 2 0 とが確実に密着して、半導体素子と放熱板 1 4 との間にボイ

10

20

30

40

50

ド（空隙）を生じさせずに接合することができる。

【0026】

（第3の実施の形態）

上述した第2の実施の形態においては、放熱板14に第1のめっきと第2のめっきを施した後、放熱板14の表面清浄化処理として、電解液を利用した電解処理を行ったが、第3の実施の形態では、硫酸水溶液を使用して放熱板14の表面清浄化処理を行うことを特徴とする。

放熱板14の構成、および第1のめっき工程37、第2のめっき工程38における処理内容は、上述した第2の実施の形態とまったく同様であるので説明を省略する。

本実施の形態における表面清浄化処理工程39では、第1のめっきおよび第2のめっきが施された放熱板14を、1N硫酸中に浸漬し、次いで、In箔を希硫酸溶液中に浸漬させ、30秒以上静置させた後、In箔を放熱板14に押し当てて、放熱板14にIn箔を被着する。

【0027】

本実施形態の場合も、めっき処理後の放熱板14の表面を清浄化処理し、あわせてIn箔についてもその表面を清浄化処理することによって、第2の実施の形態の場合とまったく同様に、放熱板14にIn箔を接触させるだけで自然にIn箔が放熱板14に密着してIn一体型放熱板を得ることができる。この場合も、In箔を加熱したりすることなく、常温でそのまま放熱板14に密着させることができるから、In箔を被着した放熱板を製造する操作としてはきわめて容易である。

【0028】

図5は、上述した放熱部品を用いて半導体装置を組み立てた例を示す。図5(a)は、図1(e)に示す放熱部品22を使用した例、図5(b)は図3(b)に示す放熱部品24を使用した例である。

この半導体装置は、半導体素子12を基板10にフリップチップ接続し、アンダーフィルした後、放熱部品22、24を基板10に位置合わせし、放熱部品22、24の周縁部を基板10にはんだ付けするとともに、In金属からなる熱伝導接合材20を溶融して半導体素子12の背面を放熱板14の内面に接合する。加熱部品22、24は放熱板14に一体に熱伝導接合材20が取り付けられて提供されるから、放熱板14を基板10に取り付ける際にはんだや樹脂材を位置合わせして塗布するといった必要がなく、組み立て操作が容易である。

Inは固相金属中で最も低硬度であり、融点が160程度であるから、放熱部品22、24を取り付ける際に高温に加熱する必要がなく、したがって半導体素子12に熱応力を作用させずに組み立てることができる。

【0029】

図5は、熱伝導接合材20を溶融して、熱伝導接合材20を介して半導体素子12の背面と放熱板14とを接合した状態を示す。熱伝導接合材20が半導体素子12の背面と放熱板14の内面との間に完全に充填されることにより、半導体素子12で発生した熱は熱伝導接合材20を介して効率的に放熱板14に伝導され、熱放散される。

Inの熱伝導率は76W/m・Kであり、放熱板の接合に使用されている高熱伝導樹脂の熱伝導率が1~20W/m・Kであることと比較すると、樹脂系の接合材を使用した場合にくらべて熱伝導率を大きく改善することができる。

【0030】

このように、上述したIn一体型として形成された放熱板は、放熱板14を半導体素子12に接合する操作が低温で行えるから、放熱板を接合する際に半導体素子に過大な熱応力が作用することを抑えることができ、したがって組み立て時に半導体素子が損傷しないようにすることができるという利点がある。また、本実施形態で使用している放熱板は、樹脂系材料からなる熱伝導接合材20とくらべて、はるかに熱伝導率の良い熱伝導接合材20を使用していることで、より熱放散性のすぐれた放熱板として提供することができ、より大パワーの半導体素子が搭載できる半導体装置として提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明に係る放熱板の製造方法を示す説明図である。

【図2】放熱板の製造工程を示すフロー図である。

【図3】放熱板の他の製造方法を示す説明図である。

【図4】放熱板の製造工程を示すフロー図である。

【図5】本発明に係る半導体装置の構成を示す説明図である。

【図6】放熱板を取り付けた半導体装置の構成を示す説明図である。

【符号の説明】

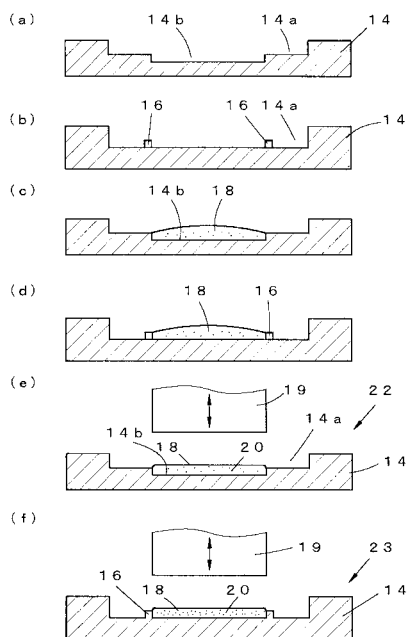
【0032】

- 10 基板
- 12 半導体素子
- 14 放熱板
- 14a 収納凹部
- 14b 凹部
- 16 障壁
- 18 In金属
- 18a In箔
- 20 熱伝導接合材
- 22、23、24 放熱部品

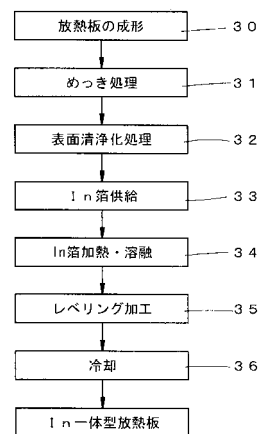
10

20

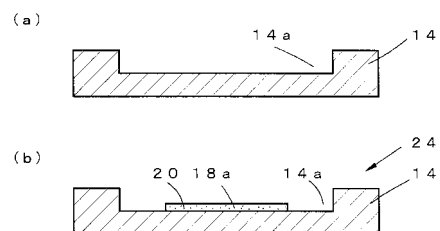
【図1】



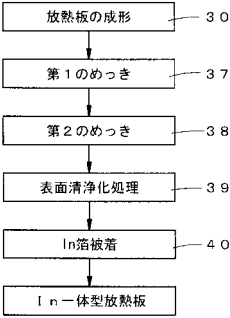
【図2】



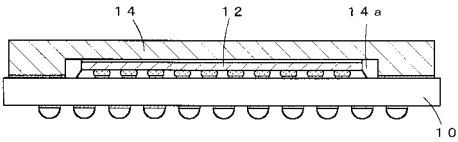
【図3】



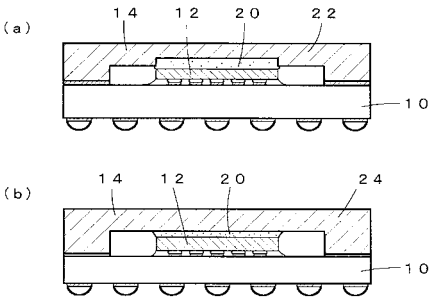
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 中澤 秀人

長野県長野市小島田町 8 0 番地 新光電気工業株式会社内

F ターム(参考) 5F036 AA01 BB01 BB21 BC05