(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6102655号
(P6102655)

(45)発行日　平成29年3月29日(2017.3.29)　(24)登録日　平成29年3月10日(2017.3.10)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 23/29	(2006.01)	H01L	23/30	B
H01L 23/31	(2006.01)	G06K	19/07	230
G06K 19/07	(2006.01)	G06K	19/077	160
G06K 19/077	(2006.01)	G09F	3/00	M
G09F 3/00	(2006.01)			

請求項の数 5　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2013-197007(P2013-197007)
(22)出願日　平成25年9月24日(2013.9.24)
(65)公開番号　特開2015-65221(P2015-65221A)
(43)公開日　平成27年4月9日(2015.4.9)
審査請求日　平成28年6月6日(2016.6.6)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100092152
弁理士　服部　毅巖
(72)発明者　川野　浩康
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

審査官　木下　直哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】パッケージ構造体

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電子部品と、
前記電子部品を覆う第１パッケージと、
前記第１パッケージを覆う第２パッケージと、
前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材と
を含み、
前記第２パッケージの熱膨張率は、前記第１パッケージの熱膨張率よりも大きいことを特徴とするパッケージ構造体。
【請求項２】
電子部品と、
前記電子部品を覆う第１パッケージと、
前記第１パッケージを覆う第２パッケージと、
前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材と
を含み、
前記第２パッケージは、前記断熱材と対向する内面に凹凸部を有することを特徴とするパッケージ構造体。
【請求項３】
電子部品と、
前記電子部品を覆う第１パッケージと、

前記第１パッケージを覆う第２パッケージと、
前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材と
を含み、
前記第１パッケージは、前記断熱材と対向する外面に凹凸部を有することを特徴とするパッケージ構造体。
【請求項４】
前記第１パッケージは、
前記電子部品を挟んで一方側に設けられる第１部材と、
前記電子部品を挟んで他方側に設けられる第２部材と
を含み、
前記電子部品は、前記第１部材と前記第２部材とに挟まれて封止されていることを特徴とする請求項１乃至３のいずれかに記載のパッケージ構造体。
【請求項５】
前記第２パッケージは、
前記第１パッケージを収容する第３部材と、
前記第３部材に嵌合される第４部材と
を含み、
前記第１パッケージは、前記第３部材と、前記第３部材に嵌合された前記第４部材とによって封止されていることを特徴とする請求項１乃至４のいずれかに記載のパッケージ構造体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、パッケージ構造体に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体素子等の電子素子を含む電子部品を、外部の環境や衝撃等から保護する部材で覆う技術が知られている。このような技術を用いた例として、半導体メモリ素子及びアンテナ素子を設けた基板（インレット、インレイ等とも称される）を、樹脂やセラミックスを用いた材料で覆った構造体が知られている。このような構造体は、電波を用いて情報の書き込み、読み出しが行われ、例えば、電子タグ（ＲＦＩＤ（Radio Frequency IDentification）タグ等とも称される）として商品や部品に取り付けられ、物流管理や工程管理に利用される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００６－０３１５９９号公報
【特許文献２】特開２００１－１７５８２３号公報
【特許文献３】特開２００８－１２９８３８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
上記のような構造体は、室温のような外部環境で使用される場合のほか、より高温の外部環境で使用される場合もある。構造体が比較的高温の外部環境で使用され、その外部環境の熱が構造体内部に伝わり、構造体内部の電子部品の温度が設定温度以上、例えば電子部品が正常に動作可能な温度以上にまで上昇してしまうような場合には、構造体の性能、信頼性が低下する恐れがある。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明の一観点によれば、電子部品と、前記電子部品を覆う第１パッケージと、前記第

１パッケージを覆う第２パッケージと、前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材とを含むパッケージ構造体が提供される。前記パッケージ構造体において、前記第２パッケージの熱膨張率は、前記第１パッケージの熱膨張率よりも大きい。或いは、前記パッケージ構造体において、前記第２パッケージは、前記断熱材と対向する内面に凹凸部を有する。或いは、前記パッケージ構造体において、前記第１パッケージは、前記断熱材と対向する外面に凹凸部を有する。

【発明の効果】

【０００６】

開示のパッケージ構造体によれば、その外部環境の熱による、パッケージ内の電子部品の温度上昇を抑制することが可能になる。これにより、電子部品を含む、高性能、高信頼性のパッケージ構造体が実現可能になる。

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】第１の実施の形態に係るパッケージ構造体の一例を示す図（その１）である。
【図２】第１の実施の形態に係るパッケージ構造体の一例を示す図（その２）である。
【図３】インレイの一例を示す図である。
【図４】パッケージ構造体の形成方法の一例を示す図（その１）である。
【図５】パッケージ構造体の形成方法の一例を示す図（その２）である。
【図６】パッケージ構造体の形成方法の一例を示す図（その３）である。
【図７】第１の実施の形態に係るパッケージ構造体のモデルの説明図である。
【図８】第１の実施の形態に係るモデルの解析結果の一例を示す図である。
【図９】第２の実施の形態に係るパッケージ構造体の解析結果の一例を示す図（その１）である。
【図１０】第２の実施の形態に係るパッケージ構造体の解析結果の一例を示す図（その２）である。
【図１１】第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の第１の例を説明する図である。
【図１２】第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の第２の例を説明する図である。
【図１３】第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の第３の例を説明する図である。
【図１４】第３の実施の形態に係るアウターパッケージの一例を示す図である。
【図１５】第３の実施の形態に係るインナーパッケージの一例を示す図である。
【図１６】第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の解析結果の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

まず、第１の実施の形態について説明する。

図１及び図２は第１の実施の形態に係るパッケージ構造体の一例を示す図である。尚、図１はパッケージ構造体の一例の斜視模式図である。図２（Ａ）は図１の鎖線Ｓ１に沿った断面模式図、図２（Ｂ）は図１の一点鎖線Ｓ２に沿った断面模式図、図２（Ｃ）は図１の二点鎖線Ｓ３に沿った断面模式図である。

【０００９】

パッケージ構造体１００は、図１及び図２に示すように、電子部品１０、インナーパッケージ２０、断熱材３０及びアウターパッケージ４０を備えている。

インナーパッケージ２０は、電子部品１０を覆うように設けられ、このインナーパッケージ２０の外側に、インナーパッケージ２０を覆うように、アウターパッケージ４０が設けられている。このようなインナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の間に、インナーパッケージ２０を覆うように、断熱材３０が設けられている。パッケージ構造体１００では、アウターパッケージ４０が直接外部環境に曝される。

【００１０】

インナーパッケージ２０及びアウターパッケージ４０には、樹脂材料、例えば、ポリフェニレンサルファイド（ＰＰＳ）樹脂、フェノール樹脂、シリコーン樹脂等の一定の耐熱性を有する樹脂材料が用いられる。

【００１１】
インナーパッケージ２０は、電子部品１０を上下から挟む２つの部材（上側及び下側インナーパッケージ）を有し、これらの部材同士が熱溶着、接着、テープ封止等の方法で固着（一体化）されている。アウターパッケージ４０は、電子部品１０を内蔵するインナーパッケージ２０とその周囲の断熱材３０を覆う２つの部材（上側及び下側アウターパッケージ）を有し、これらの部材同士が熱溶着、接着、テープ封止等の方法で固着（一体化）されている。尚、これらの点の詳細は後述する。
【００１２】
インナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の間に設けられる断熱材３０には、砂状或いは粒状の無機材料、例えば、セラミックス、ガラス等の一定の耐熱性を有する砂状或いは粒状の無機材料が用いられる。このような砂状或いは粒状の材料が用いられることで、断熱材３０は、流動性を示し、後述のようにインナーパッケージ２０、アウターパッケージ４０が変形（熱変形）する際、その変形に追従して柔軟に形状を変化させる。
【００１３】
インナーパッケージ２０に内蔵される電子部品１０には、例えば、基板に半導体メモリ素子及びアンテナ素子を設けた形態を有するインレイ（インレット）が用いられる。電子部品１０として用いられるインレイの一例を図３に示す。図３（Ａ）はインレイの平面模式図、図３（Ｂ）は図３（Ａ）のＭ－Ｍ断面模式図である。
【００１４】
図３に例示する電子部品１０（インレイ）は、基板１１、アンテナ１２（アンテナ素子）、制御ＩＣ（Integrated Circuit）チップ１３（半導体素子）、及びメモリチップ１４（半導体素子）を有している。
【００１５】
基板１１には、板状、シート状、フィルム状の基板が用いられる。例えば、基板１１には、ビスマレイミドトリアジン樹脂を用いたものを用いることができる。基板１１にはこのほか、エポキシ、ポリアミド、ポリイミド等の樹脂材料、ガラス繊維や炭素繊維等を含有する複合樹脂材料等を用いることもできる。
【００１６】
アンテナ１２には、所定のパターン形状とした導電膜が用いられる。アンテナ１２に用いる導電膜には、例えば、銅（Ｃｕ）、アルミニウム（Ａｌ）、銀（Ａｇ）、金（Ａｕ）等の金属材料、それらのうちの少なくとも１種を含む金属材料を用いることができる。アンテナ１２は、例えば、このような金属材料を含むペーストを基板１１上に印刷法を用いて形成したり、このような金属材料の箔を基板１１上に貼付した後エッチングによりパターニングしたりすることで、設けることができる。
【００１７】
制御ＩＣチップ１３及びメモリチップ１４は、基板１１上に設けられ、アンテナ１２に電気的に接続されている。制御ＩＣチップ１３は、外部からアンテナ１２で受信される情報をメモリチップ１４に書き込み、また、メモリチップ１４に記憶されている情報を読み出してアンテナ１２から外部に送信する処理を実行する。
【００１８】
尚、ここでは制御ＩＣチップ１３とメモリチップ１４の２つの半導体チップを基板１１上に設ける場合を例示した。このほか、制御ＩＣチップ１３とメモリチップ１４の双方の機能を１チップに組み込んだ半導体チップ（メモリ内蔵型ＩＣチップ）を、アンテナ１２と電気的に接続して基板１１上に設けることもできる。
【００１９】
上記のパッケージ構造体１００では、このような構成を有する電子部品１０を覆うようにインナーパッケージ２０が設けられ、その外側に、断熱材３０を介して、アウターパッケージ４０がインナーパッケージ２０及び断熱材３０を覆うように設けられる。
【００２０】
パッケージ構造体１００において、その電子部品１０に含まれる半導体チップ（例えば

メモリチップ１４又はメモリ内蔵型ＩＣチップ）は、それ自体は比較的熱に弱い。パッケージ構造体１００では、上記のように電子部品１０をインナーパッケージ２０、断熱材３０、アウターパッケージ４０で順に覆う構造とすることで、アウターパッケージ４０が直接曝される外部環境の熱が、内部の電子部品１０にまで伝わる時間を遅らせる。それにより、電子部品１０の温度上昇を抑制し、電子部品１０の熱ダメージを抑制する。

【００２１】

パッケージ構造体１００は、室温のような比較的低温の外部環境のほか、比較的高温の外部環境で使用された場合でも、電子部品１０の、外部環境の熱によるダメージを抑制することができるように、その外部環境の温度に基づき、設計が行われる。

【００２２】

例えば、比較的高温の外部環境で使用されるパッケージ構造体１００は、次のような構成とすることができる。電子部品１０には、例えば、平面サイズが６０ｍｍ×２０ｍｍ、厚さが１ｍｍのものを用いる。インナーパッケージ２０には、例えば、ＰＰＳ樹脂等の耐熱性樹脂を用いたもので、平面サイズが８０ｍｍ×８０ｍｍ、厚さが１０ｍｍのものを用いる。アウターパッケージ４０には、例えば、ＰＰＳ樹脂等の耐熱性樹脂を用いたもので、平面サイズが１００ｍｍ×１００ｍｍ、厚さが３０ｍｍ、肉厚が５ｍｍのものを用いる。このようなサイズのインナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の間に、砂状のセラミックス等の無機材料を用いた、流動性を示す断熱材３０を設ける。

【００２３】

尚、電子タグは、このような比較的高温の外部環境のほか、比較的高湿度の外部環境、或いは、水中や溶液中、ガス（人体に有毒なガス等）雰囲気中、減圧雰囲気中といった外部環境で使用される場合もある。このような外部環境で使用される電子タグとして上記のようなパッケージ構造体１００を採用する場合には、温度のほか、各外部環境の条件に基づき、パッケージ構造体１００の設計が行われる。

【００２４】

パッケージ構造体１００は、例えば、次のようにして形成することができる。

図４～図６はパッケージ構造体の形成方法の一例を示す図である。図４～図６にはパッケージ構造体の各形成工程の要部断面を模式的に図示している。

【００２５】

図４（Ａ）及び図４（Ｂ）には、電子部品１０をインナーパッケージ２０に内蔵する工程を例示している。

インナーパッケージ２０は、図４（Ａ）に示すように、電子部品１０をその上下から挟む下側インナーパッケージ２１（部材）及び上側インナーパッケージ２２（部材）を含む。下側インナーパッケージ２１は、電子部品１０の下部側を収容する凹部２１ａを有し、上側インナーパッケージ２２は、電子部品１０の上部側を収容する凹部２２ａを有している。

【００２６】

このような下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２の間に電子部品１０を配置し、図４（Ｂ）に示すように、下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２を一体化する。下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２を一体化する方法には、例えば、下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２を熱溶着する方法、接着剤等で接着する方法がある。このほか、上記のような熱溶着或いは接着は行わず、電子部品１０を挟んで重ね合わせた下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２の、例えばその重ね合わせた境界部分を、テープ封止等でシーリングする方法もある。上記のような熱溶着或いは接着した下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２の、例えばその境界部分を、テープ封止等でシーリングしてもよい。このように下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２を一体化することで、電子部品１０がインナーパッケージ２０によって封止される。

【００２７】

図４（Ａ）及び図４（Ｂ）のような工程により、インナーパッケージ２０に電子部品１

０が内蔵された構造体１１０を得る。
図５（Ａ）及び図５（Ｂ）並びに図６（Ａ）～図６（Ｃ）には、断熱材３０及び上記構造体１１０をアウターパッケージ４０に内蔵する工程を例示している。
【００２８】
アウターパッケージ４０は、図５（Ａ）に示すような下側アウターパッケージ４１（部材）、並びに、図６（Ｂ）及び図６（Ｃ）に示すような上側アウターパッケージ４２（部材）を含む。図５（Ａ）に示すように、下側アウターパッケージ４１は、構造体１１０を収容する収容部４１ａ、及び、板状の上側アウターパッケージ４２が嵌め合わされる嵌合部４１ｂを有している。
【００２９】
まず、図５（Ａ）に示すような下側アウターパッケージ４１の収容部４１ａの底部に、図５（Ｂ）に示すように、断熱材３０の一部を配置する。
次いで、図６（Ａ）に示すように、下側アウターパッケージ４１の、断熱材３０の一部を配置した収容部４１ａに、構造体１１０を配置する。下側アウターパッケージ４１の収容部４１ａは、このように構造体１１０を配置した時に、その構造体１１０の周囲に、残りの断熱材３０が配置される隙間４１ｃができるような寸法で、予め形成される。
【００３０】
下側アウターパッケージ４１の収容部４１ａに構造体１１０を配置した後は、図６（Ｂ）に示すように、構造体１１０の周囲の隙間４１ｃに、残りの断熱材３０を配置し、構造体１１０を断熱材３０で覆う。
【００３１】
このように構造体１１０を断熱材３０で覆った後、図６（Ｂ）及び図６（Ｃ）に示すように、下側アウターパッケージ４１の嵌合部４１ｂに、上側アウターパッケージ４２を嵌め合わせ、下側アウターパッケージ４１と上側アウターパッケージ４２を一体化する。下側アウターパッケージ４１と上側アウターパッケージ４２を一体化する方法には、例えば、下側アウターパッケージ４１と上側アウターパッケージ４２を熱溶着する方法、接着剤等で接着する方法がある。このほか、上記のような熱溶着或いは接着は行わず、下側アウターパッケージ４１と上側アウターパッケージ４２の、例えばその嵌め合わせた境界部分を、テープ封止等でシーリングする方法や、熱溶着或いは接着した後にテープ封止等でシーリングする方法がある。このように下側アウターパッケージ４１と上側アウターパッケージ４２を一体化することで、電子部品１０を内蔵するインナーパッケージ２０及び断熱材３０がアウターパッケージ４０によって封止される。
【００３２】
図４～図６のような工程により、電子部品１０をインナーパッケージ２０、断熱材３０、アウターパッケージ４０で順に覆った構造を有するパッケージ構造体１００が形成される。
【００３３】
上記のように、パッケージ構造体１００では、直接外部環境に曝されるアウターパッケージ４０の内側に、断熱材３０を介して、電子部品１０を内蔵するインナーパッケージ２０が配置される。これにより、外部環境の熱が電子部品１０にまで伝わる時間を遅らせ、電子部品１０の温度上昇、それによる熱ダメージを抑制することができる。
【００３４】
また、アウターパッケージ４０及びインナーパッケージ２０の、各々の上側と下側の部材を、上記のように熱溶着や接着、或いはテープ封止等の方法で一体化（固着）することで、外部環境の気体や液体の侵入、それによるダメージを抑制することができる。
【００３５】
ところで、パッケージ構造体１００を、例えば前述のような比較的高温の外部環境で使用する場合には、その外部環境の熱により、パッケージ構造体１００に変形（熱変形）が生じ得る。例えば、外部環境の熱に直接曝されるアウターパッケージ４０の熱膨張、アウターパッケージ４０側から伝わってくる熱によるインナーパッケージ２０の熱膨張が生じ

得る。このようなパッケージ構造体１００の熱変形は、内蔵される電子部品１０の温度に影響し得る。

【００３６】

ここで、パッケージ構造体１００の熱変形を考慮したモデルを用い、熱変形と中心部温度の関係を解析（シミュレーション）した結果の一例について述べる。

図７は第１の実施の形態に係るパッケージ構造体のモデルの説明図、図８は第１の実施の形態に係るモデルの解析結果の一例を示す図である。

【００３７】

図７（Ａ）には、外部環境の温度で熱変形しないパッケージ構造体１００のモデル１０１、即ち熱変形を考慮していないモデル１０１を示している。

図７（Ｂ）には、外部環境の温度で熱変形するパッケージ構造体１００のモデル１０２、即ち熱変形を考慮したモデル１０２を示している。図７（Ｂ）には、外部環境の熱に直接曝されるアウターパッケージ４０が熱膨張し、アウターパッケージ４０側から伝わってくる熱によってインナーパッケージ２０が熱膨張し、それらの熱膨張に追従するように断熱材３０が変形する様子の一例を図示している。

【００３８】

上記の図４～図６に示すような方法で形成されるパッケージ構造体１００では、インナーパッケージ２０の周囲で、アウターパッケージ４０の下側と上側の部材（下側アウターパッケージ４１と上側アウターパッケージ４２）が固着される。そのため、図７（Ｂ）のモデル１０２に示すように、アウターパッケージ４０は、熱変形する時には、その下側と上側の部材の固着部分よりも内側の中央部が膨らむように熱変形し易い。

【００３９】

また、上記の図４～図６に示すような方法で形成されるパッケージ構造体１００では、電子部品１０の周囲で、インナーパッケージ２０の下側と上側の部材（下側インナーパッケージ２１と上側インナーパッケージ２２）が固着される。そのため、図７（Ｂ）のモデル１０２に示すように、インナーパッケージ２０は、熱変形する時には、その下側と上側の部材の固着部分よりも内側の中央部が膨らむように熱変形し易い。また、インナーパッケージ２０のこのような熱変形には、形成時に下側と上側の部材の間に入った気体（例えば空気）の熱膨張も寄与し得る。インナーパッケージ２０が、その中央部が膨らむように熱変形することで、図７（Ｂ）に示すように、内部に空間５０（例えば空気層）ができる。

【００４０】

パッケージ構造体１００の図７（Ｂ）のモデル１０２では、膨張量が比較的大きくなる中心線Ｃの位置における、アウターパッケージ４０の断熱材３０側の内面とインナーパッケージ２０の断熱材３０側の外面との間の距離をＬとする。また、中心線Ｃ上の点Ｐの位置をパッケージ構造体１００の中心部とし、点Ｐの温度を中心部温度Ｔとする。

【００４１】

上記のようなモデル１０２を用い、パッケージ構造体１００を所定条件の外部環境（温度及び時間）に曝した時の、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の熱膨張量の違いによる中心部温度Ｔの違いを解析した結果を図８に示す。ここでは、パッケージ構造体１００を、２４０℃で３０分→３０℃で３０分→１８０℃で３０分→３０℃で３０分→１８０℃で３０分→３０℃で３０分、という一連の外部環境に曝す条件を用いている。また、図８には、熱変形を考慮しないモデル１０１を用い、パッケージ構造体１００を同条件の外部環境（温度及び時間）に曝した時の中心部温度Ｔの解析結果を併せて示している。

【００４２】

まず、図７（Ａ）のモデル１０１のように、外部環境によって熱変形が生じないとした場合、パッケージ構造体１００は、上記のような一連の外部環境における２４０℃又は１８０℃の加熱に伴い、図８のｚに示すように、中心部温度Ｔが上昇する。

【００４３】

このモデル１０１の中心部温度Ｔを、実際のパッケージ構造体１００の中心部温度（実測温度）と比較すると、実測温度よりも低い値を示す傾向がある。そのため、このような熱変形を考慮しないモデル１０１の解析結果に基づいて実際のパッケージ構造体１００の設計を行うと、実際の電子部品１０の温度が設計値よりも高くなり、電子部品１０に熱ダメージが加わる可能性がある。

【００４４】

モデル１０１を用いた解析により得られる中心部温度Ｔと、実際のパッケージ構造体１００について得られる実測温度との差は、モデル１０２に示すような熱変形が影響しているものと考えられる。

【００４５】

モデル１０２を用いた図８の例では、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０が同じ材料（例えばＰＰＳ樹脂）であって、次の（ａ），（ｂ），（ｃ）のような熱変形が生じるとして、中心部温度Ｔの解析を行っている。

【００４６】

（ａ）アウターパッケージ４０が膨張せず、インナーパッケージ２０が２ｍｍ膨張する（図８のａ）。

（ｂ）アウターパッケージ４０が１ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２ｍｍ膨張する（図８のｂ）。

【００４７】

（ｃ）アウターパッケージ４０が２ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２ｍｍ膨張する（図８のｃ）。

アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の、熱変形前の初期の距離Ｌを５ｍｍとした場合、この（ａ），（ｂ），（ｃ）のような熱変形が生じたとすると、距離Ｌは、（ａ）では３ｍｍ、（ｂ）では４ｍｍ、（ｃ）では５ｍｍとなる。図８の解析結果では、このようにアウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の距離Ｌが大きくなるのに伴い、中心部温度Ｔが低くなる傾向が認められる。

【００４８】

パッケージ構造体１００では、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の距離Ｌが電子部品１０の温度に影響し、熱変形によりインナーパッケージ２０がアウターパッケージ４０に接近するほど、電子部品１０の温度上昇が生じる可能性が高くなる。換言すれば、パッケージ構造体１００において、熱変形によりインナーパッケージ２０がアウターパッケージ４０に接近することを抑制すれば、電子部品１０の温度上昇を効果的に抑制することが可能になると言うことができる。

【００４９】

そこで、以下では、このような熱変形によるインナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の接近が抑制可能なパッケージ構造体について、第２及び第３の実施の形態として、詳細に説明する。

【００５０】

まず、第２の実施の形態について説明する。

熱変形によるインナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の接近を抑制する方法の一例として、外部環境に置かれた時のアウターパッケージ４０の熱膨張量がインナーパッケージ２０の熱膨張量よりも大きくなるようにする方法が挙げられる。ここでは、このような方法を、第２の実施の形態として説明する。

【００５１】

例えば、熱変形を考慮する上記のモデル１０２を用い、パッケージ構造体１００を上記図８で述べたのと同条件の外部環境に曝した時の、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の熱膨張量の違いによる中心部温度Ｔの違いを解析した結果を図９に示す。ここでは、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０が同じ材料（例えばＰＰＳ樹脂）であって、次の（ｄ），（ｅ），（ｃ）のような熱変形が生じるとして、中心部温度Ｔの解析を行っている。

【００５２】
（ｄ）アウターパッケージ４０が２ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が膨張しない（図９のｄ）。
（ｅ）アウターパッケージ４０が２ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が１ｍｍ膨張する（図９のｅ）。
【００５３】
（ｃ）アウターパッケージ４０が２ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２ｍｍ膨張する（図９のｃ（図８のｃに相当））。
また、図９には、熱変形を考慮しないモデル１０１を用い、熱変形が生じないとした場合について同様に中心部温度Ｔを解析した結果も併せて示している（図９のｚ（図８のｚに相当））。
【００５４】
アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の、熱変形前の初期の距離Ｌを５ｍｍとした場合、この（ｄ），（ｅ），（ｃ）のような熱変形が生じたとすると、距離Ｌは、（ｄ）では７ｍｍ、（ｅ）では６ｍｍ、（ｃ）では５ｍｍとなる。図９の解析結果より、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の距離Ｌが大きくなるのに伴い、中心部温度Ｔが低くなる傾向が認められる。アウターパッケージ４０の熱膨張量がインナーパッケージ２０の熱膨張量よりも大きくなる場合（図９のｄ，ｅ）には、それらの熱膨張量を同等とした場合（図９のｃ）や、熱膨張が生じないとした場合（図９のｚ）よりも、中心部温度Ｔが低くなる傾向が認められる。
【００５５】
図９の解析結果より、パッケージ構造体１００を外部環境に置いた時のアウターパッケージ４０の熱膨張量が、インナーパッケージ２０の熱膨張量よりも大きくなるようにすることは、電子部品１０の温度上昇の抑制に効果的であると言える。
【００５６】
このようにパッケージ構造体１００のアウターパッケージ４０の熱膨張量を、インナーパッケージ２０の熱膨張量よりも大きくするために、例えば、アウターパッケージ４０に、インナーパッケージ２０よりも大きな熱膨張率（熱膨張係数）を有する材料を用いる。例えば、インナーパッケージ２０に上記のようなＰＰＳ樹脂（３０ｐｐｍ／Ｋ）を用い、アウターパッケージ４０に、ＰＰＳ樹脂よりも大きな熱膨張率を有するフェノール樹脂（６０ｐｐｍ／Ｋ）、或いは、繊維強化シリコーン樹脂（１００ｐｐｍ／Ｋ）等を用いる。
【００５７】
このような材料を用いたモデル１０２を用い、パッケージ構造体１００を上記図８で述べたのと同条件の外部環境に曝した時の、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の熱膨張量の違いによる中心部温度Ｔの違いを解析した結果を図１０に示す。ここでは、次の（ｆ），（ｇ），（ｈ）のような熱変形が生じるとして、中心部温度Ｔの解析を行っている。
【００５８】
（ｆ）アウターパッケージ４０がＰＰＳ樹脂（３０ｐｐｍ／Ｋ）、インナーパッケージ２０がＰＰＳ樹脂（３０ｐｐｍ／Ｋ）で、アウターパッケージ４０が３．６ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２．８ｍｍ膨張する（図１０のｆ）。
【００５９】
（ｇ）アウターパッケージ４０がフェノール樹脂（６０ｐｐｍ／Ｋ）、インナーパッケージ２０がＰＰＳ樹脂（３０ｐｐｍ／Ｋ）で、アウターパッケージ４０が５．１ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２．８ｍｍ膨張する（図１０のｇ）。
【００６０】
（ｈ）アウターパッケージ４０が繊維強化シリコーン樹脂（１００ｐｐｍ／Ｋ）、インナーパッケージ２０がＰＰＳ樹脂（３０ｐｐｍ／Ｋ）で、アウターパッケージ４０が６．１ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２．８ｍｍ膨張する（図１０のｈ）。
【００６１】

また、図１０には、モデル１０１を用い、熱変形が生じないとした場合について同様に中心部温度Ｔを解析した結果も併せて示している（図１０のｚ（図８，図９のｚに相当））。

【００６２】

アウターパッケージ４０に用いる材料の熱膨張率が、インナーパッケージ２０に用いる材料の熱膨張率に比べて大きくなるほど、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の距離Ｌは大きくなる。この例では、距離Ｌは、（ｆ）では５．８ｍｍ（熱膨張による距離Ｌの増分０．８ｍｍ）、（ｇ）では７．３ｍｍ（熱膨張による距離Ｌの増分２．３ｍｍ）、（ｈ）では８．８ｍｍ（熱膨張による距離Ｌの増分３．８ｍｍ）となる。図１０の解析結果より、アウターパッケージ４０に用いる材料の熱膨張率が大きくなって、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の距離Ｌが（ｆ），（ｇ），（ｈ）の順に大きくなるのに伴い、中心部温度Ｔが低くなる傾向が認められる。

【００６３】

このように第２の実施の形態では、パッケージ構造体１００において、アウターパッケージ４０の熱膨張率が、インナーパッケージ２０の熱膨張率よりも大きくなるようにする。これにより、パッケージ構造体１００を外部環境に置いた時の熱により変形するインナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の接近を抑制し、電子部品１０への熱伝達（アウターパッケージ４０から電子部品１０までの熱抵抗の低下）を抑制する。その結果、電子部品１０の温度上昇、それによる電子部品１０の熱ダメージが効果的に抑制され、高性能、高信頼性のパッケージ構造体１００が実現される。

【００６４】

次に、第３の実施の形態について説明する。

熱変形によるインナーパッケージ２０とアウターパッケージ４０の接近を抑制する方法の別例として、アウターパッケージ４０の内面と外面に、或いは、インナーパッケージ２０の内面と外面に、形状の違いを設け、熱膨張の方向を制御する方法が挙げられる。ここでは、このような方法を、第３の実施の形態（第１～第３の例）として説明する。

【００６５】

まず、第１の例について述べる。

図１１は第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の第１の例を説明する図である。図１１（Ａ）には、比較的低温の外部環境に曝された時のパッケージ構造体の断面を模式的に図示し、図１１（Ｂ）には、比較的高温の外部環境に曝された時のパッケージ構造体の断面を模式的に図示している。尚、ここでの比較的低温の外部環境とは、パッケージ構造体のインナーパッケージ及びアウターパッケージに熱変形が生じないような温度環境を言うものとする。また、比較的高温の外部環境とは、パッケージ構造体のインナーパッケージ及びアウターパッケージに熱変形が生じるような温度環境を言うものとする。

【００６６】

図１１（Ａ）に示すパッケージ構造体１００ａは、アウターパッケージ４０の内面（断熱材３０側の面）に、複数本の溝４３が設けられ、それにより凹凸部が形成されている点で、上記第１の実施の形態に係るパッケージ構造体１００と相違する。尚、パッケージ構造体１００ａにおいて、アウターパッケージ４０及びインナーパッケージ２０には、例えば、共にＰＰＳ樹脂が用いられる。

【００６７】

ここで、溝４３を設けたアウターパッケージ４０の一例を図１４に示す。

図１４は第３の実施の形態に係るアウターパッケージの一例を示す図である。上記のようにアウターパッケージ４０には、上側アウターパッケージ４２と下側アウターパッケージ４１の２つの部材が用いられる。図１４（Ａ）は上側アウターパッケージ４２の溝４３の形成面側から見た平面模式図、図１４（Ｂ）は下側アウターパッケージ４１の溝４３の形成面側から見た平面模式図である。

【００６８】

溝４３は、図１４（Ａ）に示すように、上側アウターパッケージ４２の一面（断熱材３

０側になる内面）に、複数本並設される。また、溝４３は、図１４（Ｂ）に示すように、下側アウターパッケージ４１の収容部４１ａの底面（断熱材３０側になる内面）に、複数本並設される。溝４３は、例えば、断面三角形状とすることができ、幅（開口幅）２ｍｍ、深さ３ｍｍ、長さ９０ｍｍのサイズとすることができる。

【００６９】

上側アウターパッケージ４２及び下側アウターパッケージ４１の、溝４３を設けた面には、断熱材３０の侵入を抑えるため、耐熱性シート６０、例えば耐熱性樹脂を用いた耐熱性シート６０が貼付される。

【００７０】

尚、溝４３は、断面三角形状のほか、上側アウターパッケージ４２及び下側アウターパッケージ４１の内部に向かって開口幅が狭くなるような断面形状であれば、半円状、半楕円状、台形状等にすることも可能である。

【００７１】

アウターパッケージ４０に溝４３を設けたパッケージ構造体１００ａは、比較的低温の外部環境では、図１１（Ａ）に示すような状態になっている。

このパッケージ構造体１００ａが比較的高温の外部環境に曝されると、アウターパッケージ４０の内面に溝４３が設けられていることで、例えば図１１（Ｂ）に示すような熱変形が生じる。即ち、比較的高温の外部環境に曝されたパッケージ構造体１００ａでは、アウターパッケージ４０の溝４３を設けた面が、その溝４３が閉じるような方向に変形し、その結果、アウターパッケージ４０が膨らんだ形状に熱変形（凸状変形）する。尚、この熱変形には、加熱によるアウターパッケージ４０の熱膨張（凸状変形）も重畳する。アウターパッケージ４０が膨らむように変形すると、その変形に追従するように流動性の断熱材３０が変形する。

【００７２】

このようにアウターパッケージ４０が膨らんだ形状となることで、熱変形時のアウターパッケージ４０（断熱材３０側の内面）とインナーパッケージ２０（断熱材３０側の外面）との接近が抑制される。これにより、電子部品１０への熱伝達が抑制され、電子部品１０の温度上昇、それによる電子部品１０の熱ダメージが抑制され、高性能、高信頼性のパッケージ構造体１００ａが実現される。

【００７３】

続いて、第２の例について述べる。

図１２は第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の第２の例を説明する図である。図１２（Ａ）には、比較的低温の外部環境に曝された時のパッケージ構造体の断面を模式的に図示し、図１２（Ｂ）には、比較的高温の外部環境に曝された時のパッケージ構造体の断面を模式的に図示している。尚、ここでの比較的低温の外部環境とは、パッケージ構造体のインナーパッケージ及びアウターパッケージに熱変形が生じないような温度環境を言うものとする。また、比較的高温の外部環境とは、パッケージ構造体のインナーパッケージ及びアウターパッケージに熱変形が生じるような温度環境を言うものとする。

【００７４】

図１２（Ａ）に示すパッケージ構造体１００ｂは、インナーパッケージ２０の外面（断熱材３０側の面）に、複数本の溝２３が設けられ、それにより凹凸部が形成されている点で、上記第１の実施の形態に係るパッケージ構造体１００と相違する。尚、パッケージ構造体１００ｂにおいて、アウターパッケージ４０及びインナーパッケージ２０には、例えば、共にＰＰＳ樹脂が用いられる。

【００７５】

ここで、溝２３を設けたインナーパッケージ２０の一例を図１５に示す。

図１５は第３の実施の形態に係るインナーパッケージの一例を示す図である。上記のようにインナーパッケージ２０には、上側インナーパッケージ２２と下側インナーパッケージ２１の２つの部材が用いられる。図１５（Ａ）は上側インナーパッケージ２２の溝２３の形成面側から見た平面模式図、図１５（Ｂ）は下側インナーパッケージ２１の溝２３の

形成面側から見た平面模式図である。

【００７６】

溝２３は、図１５（Ａ）及び図１５（Ｂ）に示すように、上側インナーパッケージ２２及び下側インナーパッケージ２１の各一面（断熱材３０側になる内面）に、それぞれ複数本併設される。溝２３は、例えば、断面三角形状とすることができ、幅（開口幅）２ｍｍ、深さ３ｍｍ、長さ７０ｍｍのサイズとすることができる。

【００７７】

上側インナーパッケージ２２及び下側インナーパッケージ２１の、溝２３を設けた面には、断熱材３０の侵入を抑えるため、耐熱性シート６０、例えば耐熱性樹脂を用いた耐熱性シート６０が貼付される。

【００７８】

尚、溝２３は、断面三角形状のほか、上側インナーパッケージ２２及び下側インナーパッケージ２１の内部に向かって開口幅が狭くなるような断面形状であれば、半円状、半楕円状、台形状等にすることも可能である。

【００７９】

インナーパッケージ２０に溝２３を設けたパッケージ構造体１００ｂは、比較的低温の外部環境では、図１２（Ａ）に示すような状態になっている。

このパッケージ構造体１００ｂが比較的高温の外部環境に曝されると、インナーパッケージ２０の外面に溝２３が設けられていることで、例えば図１２（Ｂ）に示すような熱変形が生じる。即ち、比較的高温の外部環境に曝されたパッケージ構造体１００ｂでは、インナーパッケージ２０の溝２３を設けた面が、その溝２３が閉じるような方向に変形し、その結果、インナーパッケージ２０が凹んだ形状に熱変形（凹状変形）する。尚、この熱変形には、加熱によるインナーパッケージ２０の熱膨張（凸状変形）も重畳する。インナーパッケージ２０が凹むように変形すると、その変形に追従するように流動性の断熱材３０が変形する。

【００８０】

このようにインナーパッケージ２０が凹んだ形状となることで、熱変形時のアウターパッケージ４０（断熱材３０側の内面）とインナーパッケージ２０（断熱材３０側の外面）との接近が抑制される。これにより、電子部品１０への熱伝達が抑制され、電子部品１０の温度上昇、それによる電子部品１０の熱ダメージが抑制され、高性能、高信頼性のパッケージ構造体１００ｂが実現される。

【００８１】

続いて、第３の例について述べる。

図１３は第３の実施の形態に係るパッケージ構造体の第３の例を説明する図である。図１３（Ａ）には、比較的低温の外部環境に曝された時のパッケージ構造体の断面を模式的に図示し、図１３（Ｂ）には、比較的高温の外部環境に曝された時のパッケージ構造体の断面を模式的に図示している。尚、ここでの比較的低温の外部環境とは、パッケージ構造体のインナーパッケージ及びアウターパッケージに熱変形が生じないような温度環境を言うものとする。また、比較的高温の外部環境とは、パッケージ構造体のインナーパッケージ及びアウターパッケージに熱変形が生じるような温度環境を言うものとする。

【００８２】

図１３（Ａ）に示すパッケージ構造体１００ｃは、アウターパッケージ４０の内面（断熱材３０側の面）に複数本の溝４３が設けられ、インナーパッケージ２０の外面（断熱材３０側の面）に複数本の溝２３が設けられている。パッケージ構造体１００ｃは、このような点で、上記第１の実施の形態に係るパッケージ構造体１００と相違する。尚、パッケージ構造体１００ｃにおいて、アウターパッケージ４０及びインナーパッケージ２０には、例えば、共にＰＰＳ樹脂が用いられる。

【００８３】

溝４３を設けたアウターパッケージ４０には、上記第１の例で述べた、図１４に例示したようなものを用いることができ、溝２３を設けたインナーパッケージ２０には、上記第

２の例で述べた、図１５に例示したようなものを用いることができる。

【００８４】

アウターパッケージ４０に溝４３を設け、インナーパッケージ２０に溝２３を設けたパッケージ構造体１００ｃは、比較的低温の外部環境では、図１３（Ａ）に示すような状態になっている。

【００８５】

このパッケージ構造体１００ｃが比較的高温の外部環境に曝されると、アウターパッケージ４０の溝４３及びインナーパッケージ２０の溝２３の作用により、例えば図１３（Ｂ）に示すような熱変形が生じる。即ち、比較的高温の外部環境に曝されたパッケージ構造体１００ｃでは、アウターパッケージ４０の溝４３を設けた面が、その溝４３が閉じるような方向に変形し、アウターパッケージ４０が膨らんだ形状に熱変形（凸状変形）する。パッケージ構造体１００ｃでは更に、インナーパッケージ２０の溝２３を設けた面が、その溝２３が閉じるような方向に変形し、インナーパッケージ２０が凹んだ形状に熱変形（凹状変形）する。尚、これらの熱変形には、加熱によるアウターパッケージ４０及びインナーパッケージ２０の熱膨張（凸状変形）も重畳する。アウターパッケージ４０が膨らむように変形し、インナーパッケージ２０が凹むように変形すると、それらの変形に追従するように流動性の断熱材３０が変形する。

【００８６】

このようにアウターパッケージ４０が膨らんだ形状となり、インナーパッケージ２０が凹んだ形状となることで、熱変形時のアウターパッケージ４０（断熱材３０側の内面）とインナーパッケージ２０（断熱材３０側の外面）との接近が抑制される。これにより、電子部品１０への熱伝達が抑制され、電子部品１０の温度上昇、それによる電子部品１０の熱ダメージが抑制され、高性能、高信頼性のパッケージ構造体１００ｃが実現される。

【００８７】

上記のようなパッケージ構造体１００ａ，１００ｂ，１００ｃについて、上記図８で述べたのと同条件の外部環境に曝した時の中心部温度Ｔを解析した結果を図１６に示す。ここでは、パッケージ構造体１００ａ，１００ｂ，１００ｃにそれぞれ、次の（ｉ），（ｊ），（ｋ）のような熱変形が生じるとして、中心部温度Ｔの解析を行っている。

【００８８】

（ｉ）パッケージ構造体１００ａで、アウターパッケージ４０が４．４ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２．８ｍｍ膨張する（図１６のｉ）。

（ｊ）パッケージ構造体１００ｂで、アウターパッケージ４０が３．６ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２．４ｍｍ膨張する（図１６のｊ）。

【００８９】

（ｋ）パッケージ構造体１００ｃで、アウターパッケージ４０が４．４ｍｍ膨張し、インナーパッケージ２０が２．４ｍｍ膨張する（図１６のｋ）。

また、図１６には、溝４３及び溝２３を設けていない場合について同様に中心部温度Ｔを解析した結果も併せて示している（図１６のｆ（図１０のｆに相当））。

【００９０】

上記の（ｉ），（ｊ），（ｋ）のようなパッケージ構造体１００ａ，１００ｂ，１００ｃにおける、熱変形時のアウターパッケージ４０の内面とインナーパッケージ２０の外面との間の距離Ｌは、次のようになる。即ち、距離Ｌは、（ｉ）では６．６ｍｍ（熱膨張による距離Ｌの増分１．６ｍｍ）、（ｊ）では６．２ｍｍ（熱膨張による距離Ｌの増分１．２ｍｍ）、（ｋ）では７．０ｍｍ（熱膨張による距離Ｌの増分２．０ｍｍ）となる。図１６の解析結果より、アウターパッケージ４０とインナーパッケージ２０の間の距離Ｌが（ｊ），（ｉ），（ｋ）の順に大きくなるのに伴い、中心部温度Ｔが低くなる傾向が認められる。

【００９１】

このように第３の実施の形態では、上記パッケージ構造体１００ａ，１００ｂ，１００ｃのように、外部環境に置いた時の熱変形を制御し、インナーパッケージ２０とアウター

パッケージ４０の接近を抑制することで、電子部品１０への熱伝達を抑制する。これにより、電子部品１０の温度上昇、それによる電子部品１０の熱ダメージが効果的に抑制され、高性能、高信頼性のパッケージ構造体１００が実現される。

【００９２】

尚、パッケージ構造体１００ａ，１００ｂ，１００ｃにおいても、上記第２の実施の形態と同様に、アウターパッケージ４０にインナーパッケージ２０よりも熱膨張率の高い材料を用いることもできる。

【００９３】

以上説明した実施の形態に関し、更に以下の付記を開示する。

（付記１）　電子部品と、
前記電子部品を覆う第１パッケージと、
前記第１パッケージを覆う第２パッケージと、
前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材と
を含み、
前記第２パッケージの熱膨張率は、前記第１パッケージの熱膨張率よりも大きいことを特徴とするパッケージ構造体。

【００９４】

（付記２）　電子部品と、
前記電子部品を覆う第１パッケージと、
前記第１パッケージを覆う第２パッケージと、
前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材と
を含み、
前記第２パッケージは、前記断熱材と対向する内面に凹凸部を有することを特徴とするパッケージ構造体。

【００９５】

（付記３）　電子部品と、
前記電子部品を覆う第１パッケージと、
前記第１パッケージを覆う第２パッケージと、
前記第１パッケージと前記第２パッケージの間に設けられた断熱材と
を含み、
前記第１パッケージは、前記断熱材と対向する外面に凹凸部を有することを特徴とするパッケージ構造体。

【００９６】

（付記４）　前記凹凸部を覆う耐熱性シートを更に含むことを特徴とする付記２又は３に記載のパッケージ構造体。

（付記５）　前記電子部品は、前記第１パッケージで封止されていることを特徴とする付記１乃至４のいずれかに記載のパッケージ構造体。

【００９７】

（付記６）　前記第１パッケージは、
前記電子部品を挟んで一方側に設けられる第１部材と、
前記電子部品を挟んで他方側に設けられる第２部材と
を含み、
前記電子部品は、前記第１部材と前記第２部材とに挟まれて封止されていることを特徴とする付記１乃至５のいずれかに記載のパッケージ構造体。

【００９８】

（付記７）　前記第２パッケージは、
前記第１パッケージを収容する第３部材と、
前記第３部材に嵌合される第４部材と
を含み、
前記第１パッケージは、前記第３部材と、前記第３部材に嵌合された前記第４部材とに

よって封止されていることを特徴とする付記１乃至６のいずれかに記載のパッケージ構造体。

【００９９】

（付記８） 前記電子部品は、

基板と、

前記基板上に設けられたアンテナと、

前記基板上に設けられ、前記アンテナに電気的に接続された半導体素子と

を含むことを特徴とする付記１乃至７のいずれかに記載のパッケージ構造体。

【０１００】

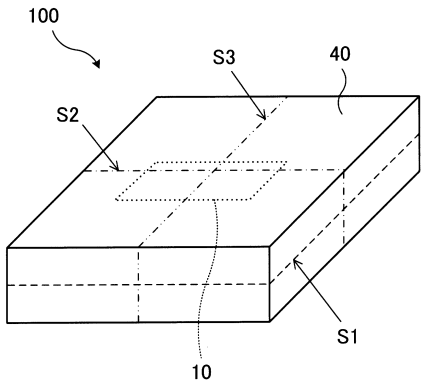
（付記９） 前記断熱材は、流動性を有することを特徴とする付記１乃至８のいずれかに記載のパッケージ構造体。

【符号の説明】

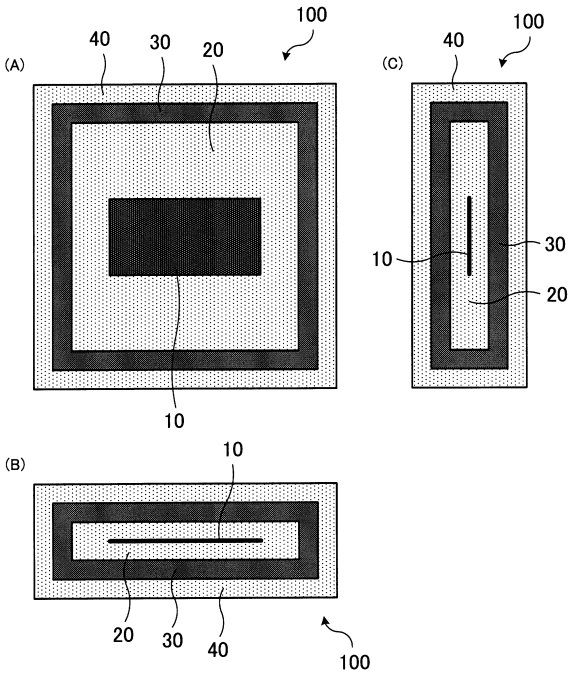
【０１０１】

１０ 電子部品
１１ 基板
１２ アンテナ
１３ 制御ＩＣチップ
１４ メモリチップ
２０ インナーパッケージ
２１ 下側インナーパッケージ
２１ａ，２２ａ 凹部
２２ 上側インナーパッケージ
２３，４３ 溝
３０ 断熱材
４０ アウターパッケージ
４１ 下側アウターパッケージ
４１ａ 収容部
４１ｂ 嵌合部
４１ｃ 隙間
４２ 上側アウターパッケージ
５０ 空間
６０ 耐熱性シート
１００，１００ａ，１００ｂ，１００ｃ パッケージ構造体
１０１，１０２ モデル
１１０ 構造体

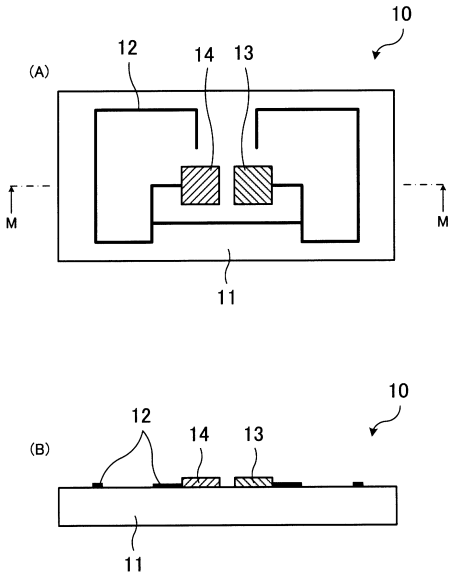
【図１】


100
S3
40
S2
S1
10

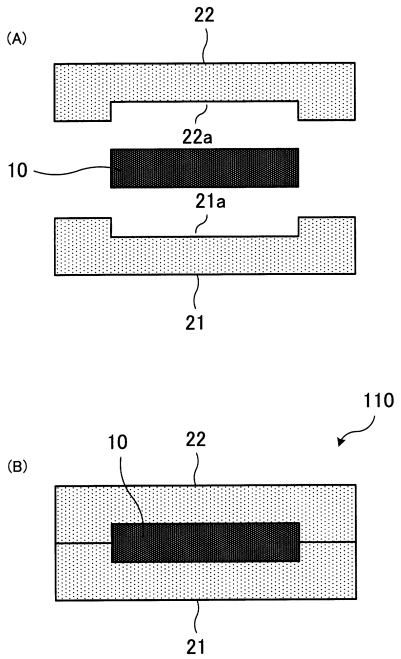
【図２】


(A)
40
30
20
100
10
(C)
40
100
10
30
20
(B)
10
20
30
40
100

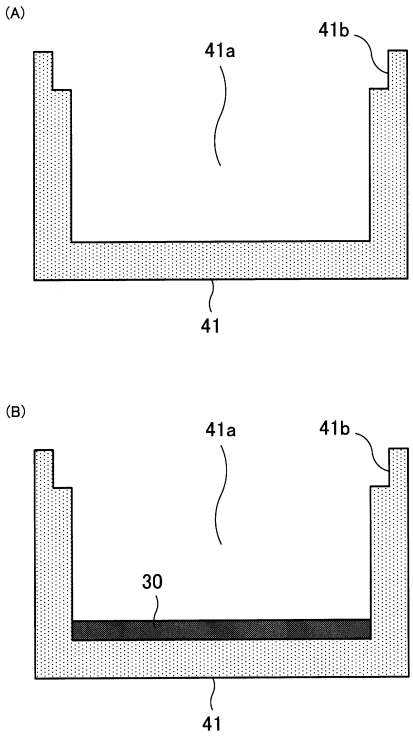
【図３】


(A)
10
12
14
13
M
M
11
(B)
10
12
14
13
11

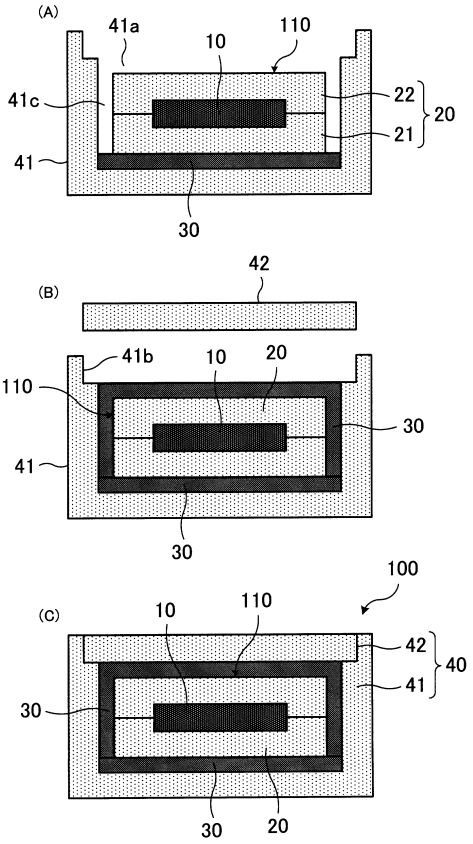
【図４】


(A)
22
22a
10
21a
21
(B)
110
10
22
21

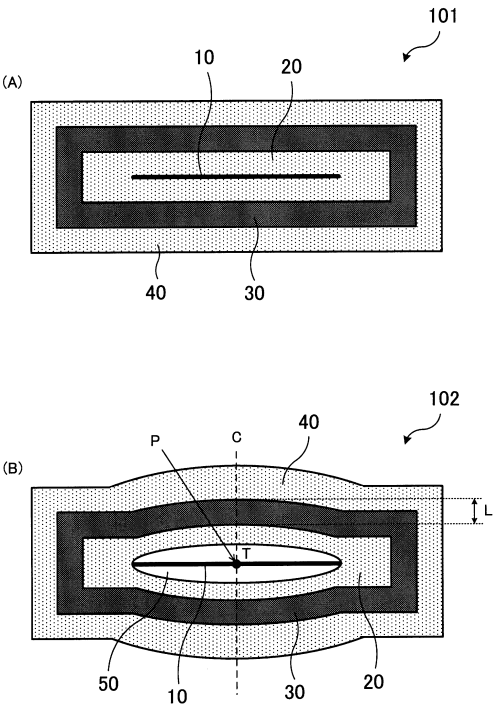
【図５】


(A)
41a
41b
41
(B)
41a
41b
30
41

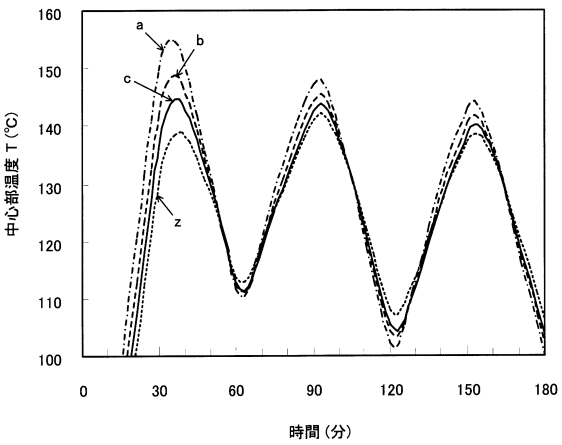
【図６】


(A)
41a
10
110
41c
22
21
20
41
30
(B)
42
41b
10
20
110
30
41
30
(C)
100
10
110
42
40
41
30
30
20

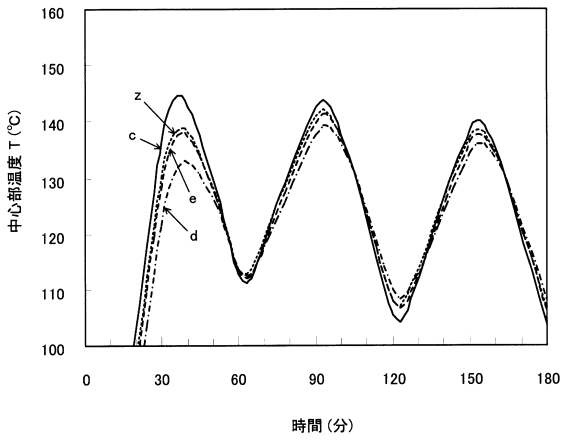
【図７】


101
(A)
10
20
40
30
102
(B)
P
C
40
L
T
50
10
30
20

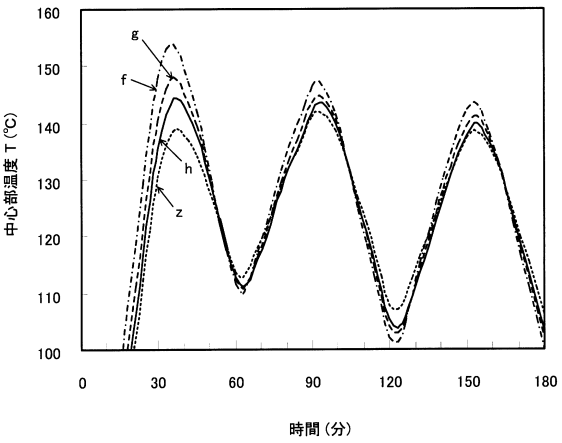
【図８】


160
150
140
130
120
110
100
中心部温度 T (℃)
a
b
c
z
0
30
60
90
120
150
180
時間 (分)

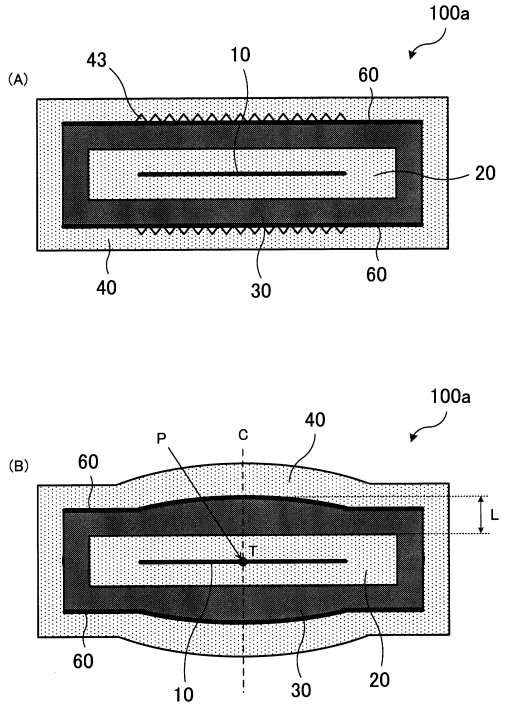
【図９】



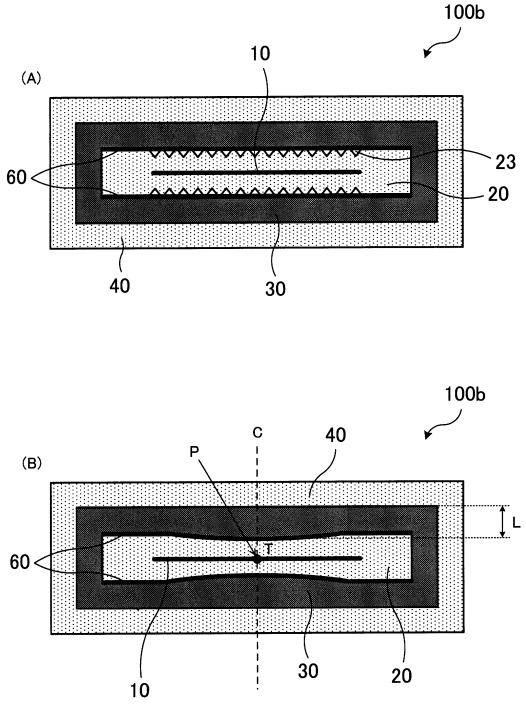
【図１０】



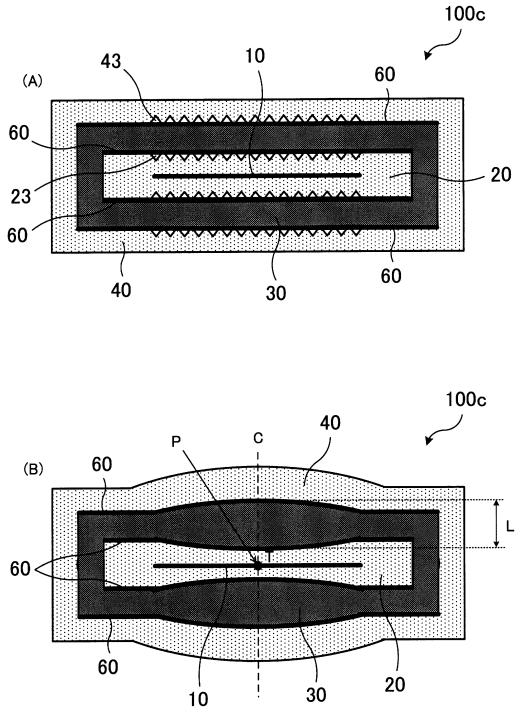
【図１１】



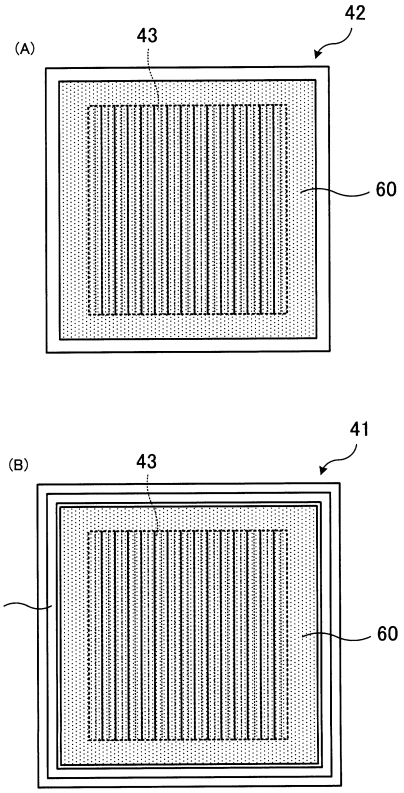
【図１２】



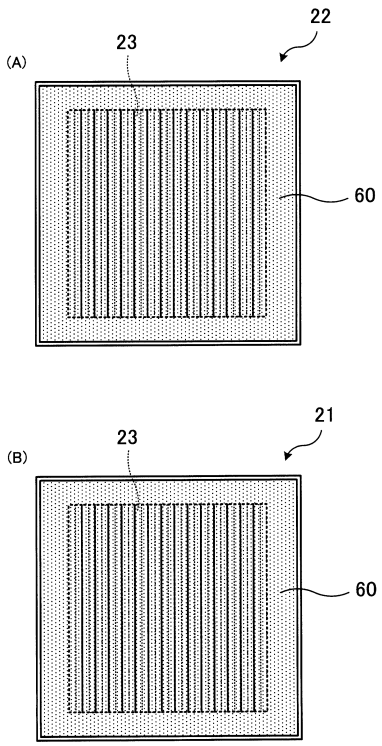
【図１３】



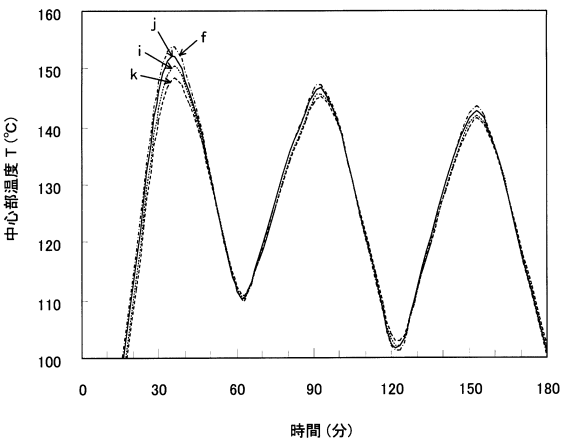
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－２３６４８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－５９０７２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／０３２６９６（WO，Ａ１）
特開２００２－２３０５０３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００３／００８９５１２（ＵＳ，Ａ１）
欧州特許出願公開第０７２０１２２（ＥＰ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２３／２８－２３／３１
Ｇ０６Ｋ　１９／００－１９／１８
Ｇ０９Ｆ　３／００