

(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2004-4744

(P2004-4744A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 02 B 26/08

F 1

G 02 B 26/08

テーマコード(参考)

H 2 H 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-107374 (P2003-107374)  
 (22) 出願日 平成15年4月11日 (2003.4.11)  
 (31) 優先権主張番号 10/124166  
 (32) 優先日 平成14年4月17日 (2002.4.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 399117121  
 アジレント・テクノロジーズ・インク  
 A G I L E N T T E C H N O L O G I E  
 S, I N C.  
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル  
 ト ページ・ミル・ロード 395  
 395 Page Mill Road  
 Palo Alto, California  
 U. S. A.  
 (74) 代理人 100099623  
 弁理士 奥山 尚一  
 (74) 代理人 100096769  
 弁理士 有原 幸一  
 (74) 代理人 100107319  
 弁理士 松島 鉄男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】柔軟で気密性のあるはんだ封止法

## (57) 【要約】

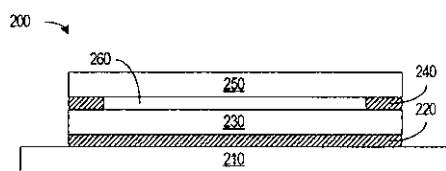
【課題】材料が周期温度変化に晒されている場合でも、当接された、一致しない熱膨張係数を持つ材料間に高度な完全性を持つはんだ接合及び封止の構造を提供する。

【解決手段】異なる熱膨張係数を持つ第一及び第二の部品(230、250)と、そして前記第一及び第二の部品(230、250)間に取り付けられたはんだ(240)とを含み、前記はんだがトロイド形状を持ち、前記第一及び第二の部品(230、250)間に形成される空洞(260)を囲むものであることを特徴とする構造。

。

【選択図】

図2A



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

異なる熱膨張係数を持つ第一及び第二の部品と、前記第一及び第二の部品間に取り付けられたはんだとを含み、

前記はんだがトロイド形状を有し、前記第一及び第二の部品間に形成される空洞を囲むものであることを特徴とする構造。

**【請求項 2】**

前記はんだがインジウムベースの合金であることを特徴とする請求項 1 に記載の構造。

**【請求項 3】**

前記はんだ接合の稼動温度において、印加ストレスが  $5 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-2}$  の場合、前記はんだの応力破断寿命が約 1000 分未満であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の構造。  
10

**【請求項 4】**

前記はんだの厚さが  $20 \mu\text{m}$  未満であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の構造。

**【請求項 5】**

前記はんだの厚さが  $5 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の構造。

**【請求項 6】**

前記トロイド形状が、前記第一及び第二の部品の熱膨張により前記はんだ中に大きな引張ストレス又は接線ストレスを生じることがないように設定されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の構造。  
20

**【請求項 7】**

前記第一の部品が、前記はんだを取り付けるメタライゼーション領域を持つシリコン基板を含むものであることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に先行請求項いずれかに記載の構造。

**【請求項 8】**

前記第二の部品が、前記はんだを取り付けるメタライゼーション領域を持つ石英プレートを含むものであることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の構造。

**【請求項 9】**

前記構造が光スイッチであって、前記第一の部品が集積回路を含み、前記第二の部品が光学プレートを含み、そして前記はんだが、前記光学プレートを前記集積回路へと取り付け、前記光学プレートと前記集積回路との間にある前記空洞を気密封止するものであることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の構造。  
30

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明が属する技術分野】**

本発明は、はんだの接合方法に関し、材料が周期温度変化に晒されている場合においても、当接された、一致しない熱膨張係数を持つこれらの材料間に高度な完全性を持つはんだ接合及び封止（気密）を作るものである。

**【0002】****【従来の技術】**

個々の光信号のルーティングを制御する光学素子は、光ネットワークを動的に構成することにより光ネットワークの機能性を強化することができる。このことから、特に異なる光ファイバ間における光信号のルーティング制御用に複数の素子が開発されている。例えば、Fouquet 等による米国特許出願第 6,324,316 号 “Fabrication Of A Total Internal Reflection Optical Switch With Vertical Fluid Fill-Holes” (特許文献 1 参照) 及び J. Fouquet による米国特許第 6,195,478 号 “Planar Lightwave Circuit-Based Optical Swi  
40

50

tches Using Micromirrors in Trenches”（特許文献2参照）は、光ファイバへの、或いは光ファイバからの光信号のルーティングを制御する光スイッチを記載したものである。これらの特定の光スイッチは、集積回路と光学プレートとの間にある封止空洞を利用したものである。

#### 【0003】

図1Aは、集積回路110と光学プレート120を含む光スイッチ100の断面図である。集積回路110は、光スイッチ100のスイッチング部を作動させることにより光スイッチ100を通して、光信号のルーティング制御を行う能動回路を含んでいる。光学プレート120は光信号を搬送するものであり、融解シリカ（石英）等の光学材料から形成され、その中に導波路が形成されている。

10

#### 【0004】

光学プレート120を集積回路110へと取り付ける封止130は、光学プレート120を集積回路110の活性面から離して維持しており、これにより集積回路110と光学プレート120との間には空洞140が形成されている。図1Bに示したように、封止130は主に集積回路110の外周に沿って設けられている為に集積回路110上の活性領域は空洞140中にある。よって封止130及び空洞140は集積回路110の方形形状を受け継いだものとなっている。

#### 【0005】

光スイッチ100の作動においては、空洞140は流体で満たされており、この流体の汚染を回避し、流体を空洞140中で保持し、そして許容し得る使用寿命を持つ光スイッチ100を提供する為に封止130は空洞140を気密封止しなければならない。空洞140、或いは他の空洞であっても、真に気密な空洞を作ることは、現在不可能である。例えば、ヘリウムのような小型分子気体が数インチもある無垢の鋼を通じて認識し得る速度で拡散可能であることは、超高真空機器の製造者にとっては周知の事実である。従って、気密性とは、封止の耐リーク性とアプリケーション毎の最高許容リーク速度の相対的な基準なのである。

20

#### 【0006】

光スイッチ100の場合、空洞140は、リーク速度が約 $1 \times 10^{-9} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$ 以下の「気密」封止を許容することが出来る。集積回路110及び光学プレート120は高密度材料であり、従って $1 \times 10^{-15} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$ 未満の固有リーク速度を持つ。よって空洞140の気密性は封止130の品質により左右されるのである。

30

#### 【0007】

他の用途においては封止130に好適と思われるプラスチック及び他の有機材料はオープン分子構造を持っており、通常は $1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{秒}$ よりも良好なリーク速度を得ることが出来ない。セラミックやガラスは、所望のリーク速度を実現できるが、一般的に耐久封止に必要とされる熱的・機械的特性を持たない。更にこれらは封止の作成段階においても望ましい特性も持っていない。従って、封止130は金属であることが望ましい。

#### 【0008】

金属封止130を気密性にするには、金属を充分に厚くすることにより拡散気体に対する極めて高密度の障壁を作らなければならず、更にこの金属はこれが当接する部品の表面と共に無リーク結合を形成しなければならない。気体拡散方向に対して垂直方向の厚さが数十マイクロノーメトリックある金属は、要求される拡散障壁を提供することが出来る。金属封止130が光学プレート120（石英）及び集積回路110（シリコン）との間に無リーク結合を作る為には、一般的には光学プレート120及び集積回路110のその領域にメタライゼーションを施さなければならない。その後の封止130の作成は、金属対金属接合に関わるものとなる。

40

#### 【0009】

金属対金属接合の選択肢の一部としては、固体溶接、液体溶接、ろう付け、及びはんだ付け等がある。これらの処理は、それぞれに利点と欠点を持っている。しかしながら、はん

50

だ付け以外の金属接合処理法において生じる電界、過剰な温度、局所的機械ストレスは集積回路 110 に損傷を与える可能性がある為、はんだ付けが最も実用的な接合方法である。

#### 【0010】

封止 130 に最も適切なはんだの選択は、接合処理における温度的限界とはんだと接合材料の熱的・機械的特性に大きく依存する。全ての材料は温度変化によって程度の差こそあれ膨張及び縮小するものである。熱膨張係数 (CTE) は、温度に伴う材料の膨張率を指すものであり、一般的に  $\text{ppm}/^\circ\text{K}$  の単位で表される。光学プレート 120 に使用される石英は、約  $0.5 \text{ ppm}/^\circ\text{K}$  の CTE を持ち、スイッチ 100 の通常温度範囲においては、さほど物理寸法を変えることはない。集積回路 110 のシリコンは、約  $2.5 \text{ ppm}/^\circ\text{K}$  の CTE を持つており、光学プレート 120 と集積回路 110 との間の CTE 差は約  $2 \text{ ppm}/^\circ\text{K}$  ということになる。10

#### 【0011】

気密封止 130 は、光スイッチ 100 の温度が変化した場合、集積回路 110 と光学プレート 120 との間の膨張・縮小差を吸収できなければならぬ。あらゆる光通信部品及び装置について記載するテレコーディア標準は、気密封止 130 が、-40 及び +85 までの温度周期露出で完全に残存する必要がある。セラミック及びガラスは、この結果生じる物理的転位を許容するに充分な変形能を持っておらず、従って封止材料としては適していない。現在推奨されている封止材料及びはんだは、周期的な熱的及び / 又は物理的ストレスに晒された場合、その熱・機械的機構がはんだ接合部を損傷しかねない特性を持っている為、このアプリケーションにおいては適していない。これは、はんだが有意な弾性範囲を持たず、基本的に全ての変形が塑性となる為である。よって連続ストレスに晒されるはんだはクリープ破断することになり、周期ストレスに晒されるはんだは疲労により破損することになる。いずれの場合においても、不良メカニズムはボイドを形成する顕微鏡レベルの構造変化であり、これらのボイドが繋がることにより破断面が形成されるものである。20

#### 【0012】

##### 【特許文献 1】

米国特許出願第 6,324,316 号

##### 【特許文献 2】

米国特許第 6,195,478 号

##### 【特許文献 3】

共有米国特許出願代理人整理番号第 10020016 号

#### 【0013】

##### 【発明が解決しようとする課題】

これらのはんだ封止に関する問題を回避する為の従来方法は、CTE の不一致を最小化したり、ストレス分布を改善する為に接合部の厚さを大きくしたりするものであった。他の方法としては、可能な限り長い寿命を得る為に最も頑強なはんだを使用するものもあった。しかしながら、「硬質はんだ」(例えば Au - 20Sn) と呼ばれるものは例外なく融点が高く、これらの機械的硬度が接合温度からの冷却過程において接合した部品を歪めてしまう可能性がある。40

#### 【0014】

現在の封止の欠点を鑑みた場合、改良型の封止及び封止方法が望まれている。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の実施例に基づく接合方法は、材料が周期温度変化に晒されている場合においても、当接された、一致しない熱膨張係数を持つこれらの材料間に高度な完全性を持つはんだ接合及び封止(気密)を作るものである。この結果得られるはんだ封止の厚さは、多くの場合  $20 \mu\text{m}$  未満、望ましくは約  $5 \mu\text{m}$  という、通常にない薄さを持つ。

#### 【0016】

10

20

30

40

50

すなわち、本発明は、異なる熱膨張係数を持つ第一及び第二の部品（230、250）と、第一及び第二の部品（230、250）間に取り付けられたはんだ（240）とを含み、前記はんだがトロイド形状を持ち、第一及び第二の部品（230、250）間に形成される空洞（260）を囲むものであることを特徴とする構造を提供するものである。前記はんだ（240）としては、インジウムベースの合金が好適に挙げられる。前記はんだ接合の稼動温度において、印加ストレスが $5 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-2}$ の場合、前記はんだ（240）の応力破断寿命が約1000分未満であることが好ましい。また、前記はんだ（240）の厚さは、好ましくは $20 \mu\text{m}$ 未満、より好ましくは $5 \mu\text{m}$ 以下である。前記トロイド形状は、前記第一及び第二の部品（230、250）の熱膨張により前記はんだ（240）中に大きな引張ストレス又は接線ストレスを生じることがないように設定することができる。前記第一の部品（230）は、前記はんだ（240）を取り付けるメタライゼーション領域を持つシリコン基板を含むことができる。前記第二の部品（250）は、前記はんだ（240）を取り付けるメタライゼーション領域を持つ石英プレートを含むことができる。また本発明は、前記構造が光スイッチであって、前記第一の部品（230）が集積回路を含み、前記第二の部品（250）が光学プレートを含み、そして前記はんだ（240）が、前記光学プレートを前記集積回路へと取り付け、前記光学プレートと前記集積回路との間にある前記空洞を気密封止する態様をも提供する。

10

20

## 【0017】

はんだ形状は、著しい圧縮又は引張ストレスが決してはんだにかかることのないように設定される。具体的にははんだ封止の最良形状とは、直径（D）がフットプリント（d）よりも大幅に大きく、フットプリント（d）がはんだ封止の厚さ（T）よりも大幅に大きい（ $D > > d > > T$ ）ことを特徴とする薄いトロイド形状である。この接合形状によれば、はんだは一軸のせん断力に晒されるだけである。インジウムはんだのような一部のはんだは、0度以下の温度においても、誘発された加工硬化を急速かつ完全に回復する為、非常に急速にクリープするものである。従って、このようなはんだが使用された場合、熱膨張又は縮小により生じる一軸せん断力が、はんだの微細構造変化や内部エネルギーのいかなる蓄積も生じることはなく、従って、気密封止の品質は熱的周期変化により影響を受けることはないのである。

20

30

## 【0018】

本発明の一実施例は、異なる熱膨張率を持つ第一及び第二の部品を接合するはんだ接合、即ちはんだ封止である。接合することが出来る部品の例としては、金属、半導体、セラミック、ガラスを挙げることができるが、これらに限られない。光スイッチにおいて言えば、はんだ接合、即ち封止は、例えばシリコンチップを石英プレートに取り付けるものである。

40

## 【0019】

第一及び第二の部品間においてこれらに取り付けられたはんだは、 $20 \mu\text{m}$ （望ましくは約 $5 \mu\text{m}$ ）未満の厚さを持ち、そして第一及び第二の部品の熱膨張率の差により生じるせん断ストレスに呼応してクリープを生じる傾向を持つ。インジウムベースの合金（例えば錫が48重量%のインジウム・錫はんだ）は、所望のはんだ特性を提供することが出来る。

40

## 【0020】

封止用にはんだはトロイド形状を持ち、第一及び第二の部品間に形成される空洞を取り囲む。トロイド形状は、第一及び第二の部品の熱膨張率の差が、はんだ中において大きい圧縮、引張そして接線に沿ったストレスの原因となるないように形作られている。一部の構成例においては、トロイド形状は、直径、フットプリント及び厚さの比が $5000 : 200 : 1$ である。

なお、以下の実施の形態の説明において、異なる図において同じ符号が使用されている場合、同様又は同じ要素を示すものである。

50

## 【0021】

## 【発明の実施の形態】

本発明の一態様によれば、異なる膨張係数を持つ材料を接合する場合において、はんだ合金及び接合形状をうまく組み合わせることにより高い機械的強度を持つはんだ封止を作ることが出来る。予想に反して推奨されるはんだは熱・機械的疲労に対する耐性の評価は悪い。更に、封止形状は、通常は疲労による不良を起こすといわれる広いストレス分布に意図的に作られている。このようなはんだ封止の1つは代表的には $20\text{ }\mu\text{m}$ 未満、望ましくは約 $5\text{ }\mu\text{m}$ の厚さ( $T$ )を持っているが、従来のはんだ接合は $25\sim50\text{ }\mu\text{m}$ 厚が一般的である為、これは通常にはない薄さである。はんだ封止の最良形状は、フットプリント( $d$ )よりも大幅に大きい直径( $D$ )を持ち、フットプリントがはんだ封止の厚さ( $T$ )よりも大幅に大きい( $D > > d > > T$ )ことを特徴とする薄いトロイド形状である。この形状は、はんだが直接的な、或いは部品及びはんだ間のポアソン比の違いに起因する大きい圧縮又は引張ストレスにさらされることが無いように保証するものである。

10

## 【0022】

図2Aは、本発明の一実施例に基づく光スイッチ200の断面図である。光スイッチ200はベース210、集積回路230及び光学プレート250を含む。ベース210はモリブデン等の金属製であり、集積回路230を強化すると共にヒートシンク機能を提供するものである。集積回路230は光スイッチ200のスイッチング部を操作して光スイッチ200を通じた光信号のルーティングを制御する能動回路を含んでおり、また、光学プレート250は光信号を搬送するものであり、融解シリカ(石英)のような光学材料から構成されている。はんだ接合220は集積回路230をベース210へと取り付け、はんだ封止240は光学プレート250を集積回路230へと取り付けている。はんだ封止240を完成させる為には、シリコン及び石英部分(230、250)はメタライゼーション処理されていなければならない。

20

## 【0023】

はんだ封止240は光学プレート250を集積回路230の活性面からわずかな距離(代表的には $2\sim20\text{ }\mu\text{m}$ 、望ましくは $5\text{ }\mu\text{m}$ )分離して保持しており、これにより集積回路230と光学プレート250との間に空洞260が形成されている。

30

## 【0024】

はんだ封止240の製作は、集積回路230及び光学プレート250の適正な製作から始まる。より具体的に言うと、集積回路230及び光学プレート250の各々は、はんだにより部分的にメタライゼーションを施された平坦な表面を持っている。本発明の実施例においては、集積回路230はスパタリング、化学蒸着、又は電気めっき等の標準的技術によりメタライゼーション処理されたシリコン面を持っている。金属は、選択的に形成したものか、或いはリング形状の金属領域(図示せず)を形成するように、標準的なフォトリソグラフィー技術を用いて選択的にエッティングしたものとすることが出来る。同様に、本実施例においては石英から構成されている光学プレート250も、標準的な技術により整合するリング形状の金属領域が形成されるように、メタライゼーション処理を施している。

30

## 【0025】

一実施例においては、集積回路230及び/又は光学プレート250上の金属は、チタンやニッケルのような接着金属、その上に設けられたプラチナ又は銅等の障壁金属、そして劣化耐性を持ち審美的でもある、代表的には金等のコーティングが施された3層積層物である。個々の金属の実際の種類、厚さ及び形成方法は、一般的に知られている様々な技術的、経済的要因により決定するものである。本発明の実施例においては、集積回路230及び光学プレート250上のメタライゼーションは、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ のチタン層、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ のプラチナ層、及び $0.1\text{ }\mu\text{m}$ の金層を順番にスパタリングで積層し、その後リフトオフ・フォトリソグラフィーによるパターニングで作成したものである。

40

## 【0026】

はんだ付けは、機器及び処理という観点から業界標準における「模範的な実施法」に準じたものである。具体的には、第一のはんだ処理ステップにおいて、ベース210を例えば純粋なインジウム(融点159)等のより高い融点を持つはんだで事前にコーティング

50

しておき、これに集積回路 230 を取り付けることが出来る。これは、この参照によりその全てが本願に含まれる、共有米国特許出願、代理人整理番号第 10020016 号 “Vented Cavity, Hermetic Solder Seal” (特許文献 3 参照) に記載された圧力変化処理を利用したものでも、していないものでも良い。光学プレート 250 は、金属のリング状領域に既に塗布されている In-Sn はんだ (融点 119) の薄いコーティングを施しても良い。In-Sn はリング状金属の形成後直後に蒸着により設け、リフトオフ・フォトレジスト処理によりパターニングすることが可能である。その後集積回路 230 及び光学プレート 250 がアライメントされ、構造全体がより低い融点を持つはんだ用のはんだ付け温度に加熱される。

## 【0027】

10

集積回路 230 及び光学プレート 210 は空洞 260 へと通じる穴を形成する開口 (図示せず) を含んでいる。光スイッチ 200 を完成させるには、空洞 260 への穴を介して空洞を流体で満たし、その後穴にプラグ、又は封止を施す。はんだ封止 240 は流体の汚染の防止、空洞 260 中での流体維持、及び許容し得る使用寿命を持つ光スイッチ 200 の提供を行う為に空洞 260 を気密封止できなければならない。

## 【0028】

20

図 2B は、光学プレート 250 を除去した状態の光スイッチ 200 の平面図である。図示したように、はんだ封止 240 はトロイド形状を持ち、代表的には 15 ~ 20 mm である直径 D の円形外周を持つ。はんだ封止 240 が厚い場合にははんだ封止 240 と当接する部品 230 及び 250 とのポアソン比の違いから大きい引張力が生じるが、厚さ 20 μm 未満のはんだ封止 240 はその対象とはならない。はんだ封止 240 の軸対象形状により、例えば図 1B の封止 130 の角のような特定の位置へとストレスが集中することがない。この結果、光スイッチ 200 中において熱膨張率の違いから起きるストレスは、均一であり、主に放射状である。はんだ封止 240 における接線応力及び引張応力は、放射状のせん断応力よりも数桁小さい。この通常とは異なるストレス構成は、各熱サイクルにおいてはんだ封止 240 に一軸せん断応力しかからないということを意味する。

## 【0029】

30

封止 240 のフットプリントは、妥当な程度の機械強度を得るに充分な幅を持っていなければならず、これは、はんだ封止 240 を介した気体の拡散防止に必要とされる幅よりも、何倍も大きい。しかしながら、フットプリント (d) の幅は、その内外の直径差が熱サイクルにおける円周 (引張) 応力を生じるほど大きくてはならない。一実施例においては、はんだ封止 240 内に集積回路 230 の活性領域 235 を全て格納するに充分な大きさである 18 mm の直径 D とした場合、フットプリント (d) は約 0.8 mm 幅である。他の好適なはんだ封止 240 の外形としては、寸法 D、d、T が、約 5000 : 200 : 1 の比である場合があげられる。上限なく、より大きい比率とする事は出来るが、しかしその比率は 250 : 10 : 1 よりも大きくすることが望ましい。

## 【0030】

40

はんだ封止 240 用のはんだとしては、クリープ性質を持つはんだが推奨される。好適なクリープ特性を持つはんだとは、対象温度において、印加ストレス  $5 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-2}$  下で約 1000 時間未満の応力破断寿命を持つものである。更に好適なはんだは、面心立方晶の様に単純な結晶構造、或いは高い同じ温度 (作動温度と融点との関係) で作動されるべき電子化合物という両方の構成局面により判別することが出来る。インジウムベースの合金、そして特に In-48Sn 組成のはんだは通常、所要の特性を持っている。

## 【0031】

50

従来のはんだ接合においては、インジウム錫はんだは特に頑丈なわけではない。インジウム錫はんだを通じて作用する吸収された力の引張成分は、クリープによる材料分布や、ボイドの発生、破断面の拡大を生じる。しかしながら、直径 (D) がフットプリント (d) よりも大幅に大きく、フットプリントが厚さ (T) よりも大幅に大きい (例えば  $D > > d > > T$ ) はんだ封止 240 は、軸せん断応力のみが対象となる。従って、インジウムはんだの持つ、ゼロ度以下の温度であっても誘発された加工硬化を急激に完全に回復する能力

は、はんだ中の微細構造変化を回避し、内部エネルギーの蓄積を回避するものである。よって熱周期がはんだ封止 240 の気密品質に影響を与えることはない。In-48Sn はんだは、低いはんだ付け温度と良好なはんだ特性という他の望ましい特徴を持っており、光スイッチ 200 に使用するはんだとして良好な選択肢である。

#### 【0032】

図 3A 及び図 3B ははんだ封止 240 の熱周期を描いたものである。図 3A はストレス的に中立の温度にあるはんだ接合 240 の断面図である。図 3B は、集積回路 230 が光学プレート 250 に対して相対的に膨張する温度となった、同じはんだ封止 240 を描いたものである。この相対的な膨張は、はんだ封止 240 に対して軸せん断応力を印加するものである。10

#### 【0033】

図 3B は、集積回路 230 及び光学プレート 250 上の金属領域（図示せず）にそれぞれに隣接し、取り付けられた領域 330 及び 350 が、どのようにはんだ接合 240 に含まれているかを示す図である。集積回路 230 及び光学プレート 250 は領域 330 及び 350 を強化し、これらの領域 330 及び 350 への応力の影響を小さくしている。はんだ封止 240 は薄い為、はんだ封止 240 のストレスがかかる中心領域 340 は薄いが、しかし領域 350 中のストレスは、一軸せん断ストレスであり、封止 240 が欠陥を生じることになるようなボイドを作らずにはんだ封止 240 中にクリープを生じるようになっている。温度が図 3A の状態へと戻った場合、領域 350 中のはんだは、クリープにより図 3A の元の構成へと戻る。インジウム錫はんだのようなはんだを使用することにより、他の手法では温度周期から生じてしまう加工硬化を回避することが出来る。これにより、はんだ封止 240 は熱膨張係数の異なる接合材料の場合であっても、温度周期を耐えることが出来るのである。20

#### 【0034】

本発明を特定の実施例に基づいて説明したが、これは本発明の応用例にしか過ぎず、本発明はこれらに限られたものではない。本願に記載した実施例には、特許請求の範囲内において様々な変更や組み合わせが可能である。

#### 【0034】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、材料が周期温度変化に晒されている場合においても、当接された、一致しない熱膨張係数を持つこれらの材料間に高度な完全性を持つはんだ接合及び封止、気密を作製することができる。30

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1A】光スイッチの断面図及び平面図を示す図である。

【図 1B】光スイッチの断面図及び平面図を示す図である。

【図 2A】本発明の一実施例に基づく光スイッチの断面図及び平面図を示す図である。

【図 2B】本発明の一実施例に基づく光スイッチの断面図及び平面図を示す図である。

【図 3A】本発明の一実施例に基づくはんだ封止部分の熱膨張効果を説明する断面図である。

【図 3B】本発明の一実施例に基づくはんだ封止部分の熱膨張効果を説明する断面図である。40

#### 【符号の説明】

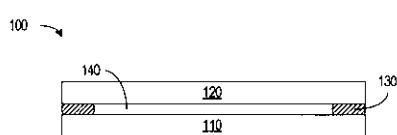
230 第一の部品

240 はんだ

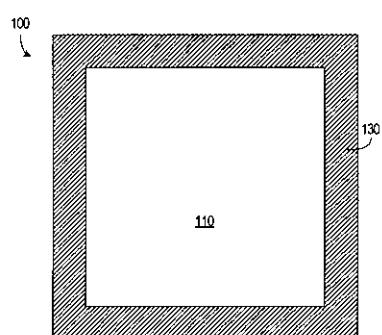
250 第二の部品

260 空洞

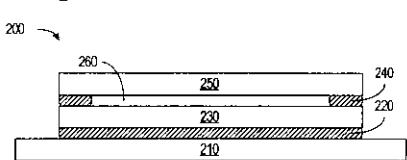
【図 1 A】



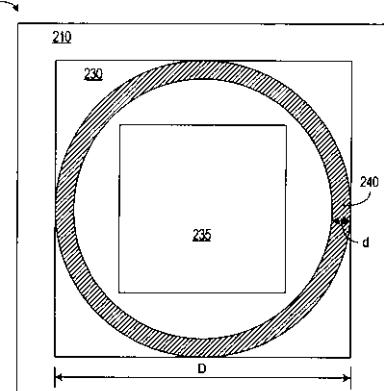
【図 1 B】



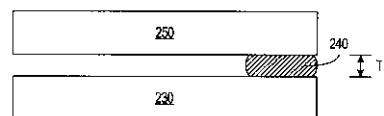
【図 2 A】



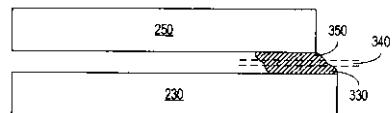
【図 2 B】



【図 3 A】



【図 3 B】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジャイルズ・ハンプストン  
アメリカ合衆国カリフォルニア州95120,サンノゼ,パソ・ロス・セリトス 6226

(72)発明者 市村 好克  
東京都世田谷区南烏山5-1-20-315

(72)発明者 ナンシー・エム・マー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州94040,マウンテン・ビュー,ウェストフォード・ウェイ  
2516

(72)発明者 ダニエル・ジェイ・ミラー  
アメリカ合衆国カリフォルニア州94114,サン・フランシスコ,トゥウェンティフィフス・ス  
トリート 4341

(72)発明者 マイケル・ジェイ・ナイトロム  
アメリカ合衆国カリフォルニア州95124,サンノゼ,アンドリューズ・アヴェニュー 185  
9

(72)発明者 ハイディ・エル・レイノルズ  
アメリカ合衆国カリフォルニア州94402,パロ・アルト,パーク・ブルヴァード 4043

(72)発明者 ゲイリー・アール・トロット  
アメリカ合衆国カリフォルニア州94402,サン・マテオ,パロット・ドライヴ 1215

F ターム(参考) 2H041 AZ08