

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5706794号  
(P5706794)

(45) 発行日 平成27年4月22日 (2015. 4. 22)

(24) 登録日 平成27年3月6日 (2015. 3. 6)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 23/12 (2006. 01)

H O 1 L 23/12 5 O 1 B

H O 1 L 23/32 (2006. 01)

H O 1 L 23/32 D

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-207742 (P2011-207742)  
 (22) 出願日 平成23年9月22日 (2011. 9. 22)  
 (65) 公開番号 特開2012-69952 (P2012-69952A)  
 (43) 公開日 平成24年4月5日 (2012. 4. 5)  
 審査請求日 平成26年9月8日 (2014. 9. 8)  
 (31) 優先権主張番号 12/887, 814  
 (32) 優先日 平成22年9月22日 (2010. 9. 22)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 502096543  
 パロ・アルト・リサーチ・センター・イン  
 コーポレーテッド  
 Palo Alto Research  
 Center Incorporated  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94  
 304、パロ・アルト、コヨーテ・ヒル・  
 ロード 3333  
 (74) 代理人 100079049  
 弁理士 中島 淳  
 (74) 代理人 100084995  
 弁理士 加藤 和詳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロスプリング接点を有するインターポーザ、ならびにインターポーザを製作する方法および使用する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の表面と第 2 の表面とを有する基板を含み、前記第 1 の表面および前記第 2 の表面は、ほぼ平行であるとともに前記基板の対向する両側部上にあり、

前記基板に設けられるとともに開口部が形成された誘電体層と、

前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との間に及び前記第 1 の表面と前記第 2 の表面とに通  
信可能に接続すると共に前記基板に形成されたビアと、

前記ビア内に配置されて前記第 1 の表面と前記第 2 の表面との領域を電氣的に接続する  
電氣的導電体と、

互いに物理的および電氣的に連通している固定部分と自由部分とを含み、前記誘電体層  
に少なくとも部分的に形成されたマイクロスプリングと、

前記誘電体層に適用されると共に前記マイクロスプリングを少なくとも部分的に囲む積  
層構造と、

を含み、

前記自由部分はそれに加わる外力がないときには非平面的な外形を有し、前記自由部分  
は前記誘電体層に対して自由に動き、

前記固定部分は、前記ビア内に配置された前記電氣的導電体と電氣的通信可能に、前記  
誘電体層に形成された前記開口部を介して接続された第 1 の部分と、前記誘電体層に固定  
された第 2 の部分とを有する、インターポーザ構造。

【請求項 2】

10

20

前記自由部分の前記少なくとも１部は、そこに適用されたハンダの領域を有する、請求項１に記載のインターポーザ構造。

【請求項３】

前記マイクロスプリングが形成される前記基板は、前記インターポーザ構造から完全に除外される、請求項１に記載のインターポーザ構造。

【請求項４】

前記積層構造は、少なくとも部分的にシリコンで構成されている、請求項３に記載のインターポーザ構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【０００１】

本開示は、一般に、プリント基板のようなデバイスと集積回路の間の電気接触を促進する、一般に、インターポーザと呼ばれる構造に関し、さらに詳細には、電気接点としてマイクロスプリングを利用するインターポーザに関する。

【背景技術】

【０００２】

ポータブルコンピュータ、携帯電話のような電子装置の大きさは何世代にもわたって縮小している。この寸法縮小の結果、論理プロセッサ、グラフィックプロセッサなどの個別素子はますます小さくなってきている。しかしながら、これらのデバイス寸法が縮小するにつれて、導体パッドの寸法および間隔（ピッチ）も縮小している。その結果、個別素子の導体パッドの小さいピッチを、例えば、プリント基板（ＰＣＢ）などの、より大きなピッチにまで拡大して接続するためのデバイスが必要とされている。このようなデバイスはインターポーザと呼ばれ、技術的によく知られている。

20

【０００３】

さらに、この寸法縮小とともに、それに比例して、縮小した体積の中に、より多くのメモリ、論理プロセッサ、グラフィックプロセッサなどの個別素子をパックする要求が出現する。その中に個別素子がパックされる体積を減らす１つの既知の技法は、プリント基板上にそれらを横方向に取り付けるのとは対照的に、１つのデバイスの上に他のデバイスを垂直方向に積み重ねることである。また、このような積み重ねを容易にするためにインターポーザを使用することも知られている。

30

【０００４】

１つの典型的な既知の実施形態では、図２７に示すように、ダイ１５０（論理プロセッサのような）がインターポーザ１５４の第１の側部１５２（例えば、正面）上に接続されている。結合線１５６がダイ１５０の導体パッドをインターポーザ１５４の第１の側部上の導体パッドに電氣的に接続している。インターポーザ１５４上の導体パッドのピッチはダイ１５０のピッチよりも大きい。その後、インターポーザ１５４内のスルービア１５８が、第１の表面１５２上の導体パッドから、例えば、インターポーザ１５４の第２の側部（例えば、裏面）１６２上のはんだボール１６０まで、インターポーザ１５４上の導体パッドのより大きなピッチで電氣的接続を提供する。構造を適切な絶縁材料１６２内に必要に応じて閉じ込めて、ボンドワイヤおよび電気部品を保護してもよい。その後、はんだボール１６０は適切な、または好ましいピッチで、ＰＣＢ、ソケットなどに接続されてもよい。例えば、「積層ボール配列構造のパッケージを接続する方法」と題する米国特許第５, ７８３, ８７０号を参照すること。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

既知のインターポーザを使用するときには多くの欠点または難問がある。第１に、上述した種類のインターポーザは、スルービアを形成して導電体でそれらのビアを充填することを要求する。シリコン基板では、このエッチングは高密度プラズマエッチングで通常行われる。これは、主として、充填されるビアの所望の高密度のために費用のかかるプロセ

50

スである。結果は所望の密度を一般に下回るが、費用のより安いプロセスで他の基板が使用されてもよい。湿式エッチングでは低密度シリコン・フィード・トラフが利用できる。ビードブラストおよび導電性ペーストを用いてガラスインターポーザを製作できるが、この場合も先と同様に低密度であり、かつ所望のシリコン基板上ではない。一般に、費用と所望の密度の間のトレードオフのほかに、インターポーザの基板として使用してもよい材料の種類に関する制限もある。

#### 【 0 0 0 6 】

さらに、典型的なインターポーザは弾力的または柔軟ではなく、積層デバイス間の相対運動に適合できない。これは、電気相互接続または積層構造の構造健全性に対して、応力に基づく損傷を引き起こす。さらに、ボール・グリッド・アレイ ( B G A ) 相互接続は面外接続に対して比較的柔軟性がない。はんだボールのうちの 1 つ以上が間違っただきさであったり、もしくは間違っただき位置に置かれていたり、またはデバイスが面外に外れていたりする場合には、はんだボールのうちの 1 つ以上は電氣的に相互接続できないか、または他のはんだボールがインターポーザと、 P C B、ソケットなどとの間で電氣的に相互接続するのを妨げる可能性がある。

10

#### 【 0 0 0 7 】

さらに、一部分においてインターポーザ基板に使用できる材料に関する制限、およびそれらの製作方法のために、低密度では電氣的フィードトラフを有する光学的に透明なインターポーザだけが利用できる。

#### 【 0 0 0 8 】

20

最後に、インターポーザが、通常、はんだ付けまたは B G A で電氣的に接続されると、その電氣的接続は一般に再加工できない。接続が不十分な場合には、インターポーザおよびダイは分離して再接続し直すことができない。もっと正確に言えば、2つの構成要素は、通常、廃棄されるか、または再利用される。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 0 9 】

したがって、とりわけ、エッチングおよび充填を通じて費用がかかるのを回避し、積層デバイス間の信頼性のある柔軟な接続を提供し、高密度の接続、および光学的に透明な基板の選択を提供する、改良されたインターポーザに対する技術的な必要性がある。

#### 【 0 0 1 0 】

30

したがって、本開示は改良されたインターポーザ設計、上記インターポーザが配設されるシステム、およびこのような改良されたインターポーザを製作する方法に関する。エッチングおよび充填を通じて費用がかかるのを回避する。積層デバイス間の信頼性のある柔軟な接続を、高い相互接続密度を有する状態で、必要に応じて光学的に透明な基板上に提供する。

#### 【 0 0 1 1 】

本開示の一態様によれば、インターポーザは全体を覆ってラミネート層を貼り付けてある応力工学的金属システムに基づいている。フォトリソグラフィ的にパターン形成したスプリングデバイス ( 本明細書では「マイクロスプリング」と呼ぶ ) を製作するために、米国特許第 5 , 9 1 4 , 2 1 8 号で開示され説明されているような応力工学的金属システムを利用する。結果として得られるマイクロスプリングは大略的にマイクロメートルスケールの細長い金属構造であり、基板に直接または間接的に取り付けられた固定部分から上方に曲がった自由部分を有している。

40

#### 【 0 0 1 2 】

応力工学的マイクロスプリングを形成するプロセスは、デバイスが最初に形成される平面から外へ延びた形の接点 ( 遠位端部 ) を有するデバイス配列の形成を容易にし、インターポーザの片側に接点を形成してもよい。露出した固定装置 ( 近位端部 ) またはスルーピアは、インターポーザの片側にマイクロスプリングを接続して、インターポーザの第 2 の反対側上にパッドを接触させるようにしてもよい。あるいは、インターポーザの製作時に多層再ルーティングを使用して、インターポーザの第 1 の側部上のマイクロスプリングと

50

、インターポーザの第2の側部上の導体パッドの間を接続してもよい。

【0013】

その後、マイクロスプリング全体を覆って積層構造を取り付け、または形成してもよい。積層構造は、マイクロスプリングがデバイススタックの中の他の構成要素に電氣的に短絡するのを防止してもよく、マイクロスプリングに機械的保護を提供してもよく、スプリングスペーサ層の役割を果たしてもよく、スプリングと基板の間の固定装置の強度を高めてもよく、スプリングたわみ時の隙間充填部を提供してもよく、および湿気および汚染から埋め込み要素を保護してもよい。積層構造はあらかじめ形成されてもよく、マイクロスプリング構造全体を覆って積層構造を取り付けるときマイクロスプリングの先端部は積層構造を貫通し、またはマイクロスプリング構造全体を覆って積層構造を形成し硬化させてもよい。

10

【0014】

積層構造は均質体であってもよく、または2つ以上の層から形成されていてもよい。積層構造が複数層から形成されている場合、構造の取扱いおよび/または処理の後などに層のうちの1つ以上を除去し、それによってマイクロスプリングの少なくとも先端部を露出させて接触させるようにしてもよい。

【0015】

積層構造はマスクを形成して、マイクロスプリングの先端部領域全体を覆うはんだのような、材料の選択メッキまたは蒸着を可能にしてもよい。あるいは、積層構造はマイクロスプリングの先端部分のエッチング、洗浄、または他の処理を行うためにマスクを形成してもよい。

20

【0016】

したがって、本開示の一態様によれば、第1の表面と第2の表面とを有する誘電体を含み、上記各表面はほぼ平行であるとともに、上記誘電体の対向する両側部上にあり、互いに物理的および電氣的に連通している固定部分と自由部分とを含むマイクロスプリングを含む、インターポーザ構造を提供し、上記自由部分はそれに加わる外力がないときには非平面的な外形を有し、上記自由部分は上記誘電体の上記第1の表面に対して自由に動き、上記固定部分は上記誘電体に固定され、上記誘電体に電氣的に接続するように上記第2の表面に配設されており、上記マイクロスプリングの上記固定部分と上記自由部分の間の少なくとも一部は上記誘電体の中に配設されている。

30

【0017】

したがって、本開示は、はるかに簡単でより信頼性のある相互接続方法を提供するインターポーザ、およびこのようなインターポーザを製作するためのはるかに簡単な方法をもたらす。ワイヤ結合の必要がない。深い基板エッチングまたは充填の必要がない。光学的に透明な基板から高密度インターポーザ接続が可能である。また、非常に薄くて弾力性のあるインターポーザを提供してもよい。さらに、デバイスとインターポーザの間の接続の再加工が可能であり、最終的なシステム組み立ての前に総合的なシステム試験が可能になる。

【0018】

上述のことは本開示の多くの特有の態様、特徴、および利点の概要である。しかしながら、この概要は網羅的なものではない。したがって、本開示のこれらの、ならびに他の態様、特徴、および利点は、ここに提供した特許請求の範囲を踏まえて検討すれば、下記の詳細な説明および添付図面から、さらに明らかになるであろう。

40

【0019】

本明細書に添付した図面では、類似の参照番号はさまざまな図面の間の類似の要素を示している。図面は例を示しているが、原寸に比例して描かれていたわけではない。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本開示の一実施形態の、マイクロスプリングにより電子的に相互接続された第1の電子構造（インターポーザの下方に示す）および第2の電子構造（インターポーザの上

50

方に示す)を有する単層インターポーザの側面図である。

【図2】本開示の実施形態を形成する可能性がある種類の基板により支持される誘電体層全体にわたって形成されるマイクロスプリングを含むマイクロスプリング構造の側面図である。

【図3】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、薄積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けている途中の状態を示している。

【図4】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けた状態を示している。

【図5】左側は積層構造なしの状態、右側は積層構造の中に埋め込まれた状態の2つのマイクロスプリングのマイクロ写真であり、積層構造内の埋め込み後の先端部の高さは、積層構造内の埋め込み前と比較してほぼ等しいことを示している。

10

【図6】2つのマイクロスプリングが、それぞれ積層構造内に埋め込まれており、2つの先端部がほぼ等しい量だけ構造から突出していることを示すマイクロ写真であり、実質的に同様の結果であることから、本開示のプロセスがマイクロスプリングの配列に適用できることを実証している。

【図7】本開示の実施形態の、積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けた状態のマイクロスプリング構造と、マイクロスプリングの固定部分まで電気接点の一部を露出するように加工処理された(例えば、薄くされた)基板と、の側面図である。

【図8】本開示の、曲がっていない状態および曲がった状態のマイクロスプリングの先端部の直角変位のグラフであり、マイクロスプリングの非対称に形成された配列内の先端部位置の差を調整するための横方向の先端部たわみの範囲を示している。

20

【図9A】図9Aおよび9Bは、それぞれ、本開示の、単一のダイを横切るリフト高さ偏位、および単一上に形成された複数のダイを横切るリフト高さ偏位のグラフである。

【図9B】図9Aおよび9Bは、それぞれ、本開示の、単一のダイを横切るリフト高さ偏位、および単一上に形成された複数のダイを横切るリフト高さ偏位のグラフである。

【図10】本開示の他の実施形態を形成する可能性がある種類の基板により支持される誘電体層全体にわたって形成されるマイクロスプリングを含むマイクロスプリング構造の側面図である。

【図11】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、薄積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けた状態を示している。

30

【図12】本開示の一実施形態の、積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けた状態のマイクロスプリング構造と、マイクロスプリングの固定部分の一部を露出するように除去された基板と、の側面図である。

【図13】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、厚い積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けている途中の状態を示している。

【図14】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、厚い積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けた状態を示しており、マイクロスプリングが積層構造の中に完全に埋め込まれている。

【図15】積層構造を貼り付けて、その後、その積層構造を除去するステップの後の2つのマイクロスプリングのマイクロ写真であり、2つの先端部の画像の相対的な鮮明さが似かよっていることから、2つの先端部がほぼ等しい高さであること、およびシリコン積層構造の除去がマイクロスプリングに著しい損傷を与えることはなかったことを示している。

40

【図16】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、厚い多層積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けている途中の状態を示している。

【図17】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造の側面図であり、厚い多層積層構造をマイクロスプリング構造全体を覆って貼り付けた状態を示しており、マイクロスプリングが積層構造の中に完全に埋め込まれている。

【図18】本開示の一実施形態の、厚い多層積層構造のうちの1つの層を除去した後の図17のマイクロスプリング構造の側面図であり、マイクロスプリングの先端部分が接触す

50

るために露出している。

【図 19】本開示の一実施形態の、マイクロスプリング構造全体を覆って配設され空洞を形成する鋳型構造を有するマイクロスプリング構造の側面図であり、マイクロスプリングの先端部分は埋め込まれており、積層構造材料を空洞の中に導入できるようになっている。

【図 20】本開示の一実施形態の、材料を空洞の中に導入して材料を硬化させた後の図 19 のマイクロスプリング構造の側面図である。

【図 21】本開示の一実施形態の、鋳型構造を除去した後の図 19 および図 20 のマイクロスプリング構造の側面図である。

【図 22】本開示の実施形態の、基板貫通接続が多層再ルーティングにより作られている多層インターポーザの側面図である。

10

【図 23】本開示の実施形態の、基板貫通接続が多層再ルーティングにより作られており、媒介装置接続、冷却材料、周辺シールなどに適合するためにビアをさらに含む多層インターポーザの側面図である。

【図 24】本開示の一実施形態の、マイクロスプリングにより電子的に相互接続された第 1 の電子構造（インターポーザの下方に示す）および第 2 の電子構造（インターポーザの上方に示す）を有する多層インターポーザの側面図である。

【図 25】基板により支持される誘電体層全体にわたって形成されるマイクロスプリングを含むマイクロスプリング構造の側面図であり、マイクロスプリングが本開示の他の実施形態を形成する可能性がある種類のラミネート層の上端面と同一平面上にあるように形成されている。

20

【図 26】本開示のさらに他の実施形態を形成する可能性がある種類の基板の、対向する両側部上にそれぞれ形成された 2 つのマイクロスプリングを含む構造の側面図である。

【図 27】技術的に周知の種類のインターポーザの断面側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の詳細を不必要に分かりにくくしないために、周知の出発物質、処理技術、構成要素、機器、および他の周知の細目の説明については単に要約するだけであったり、または省略したりすることを最初に指摘しておく。したがって、詳細が他の方法で周知である場合、それらの詳細に関連する選択を示唆したり、または決定したりすることは本発明の応用に委ねる。

30

【0022】

最初に図 1 を参照すると、本開示の実施形態の、集積回路（IC）3 とプリント基板（PCB）4 の間に配設されたインターポーザ 2 の横断面図を示している。インターポーザ 2 の役割は IC 3 上の導体パッドを PCB 4 上の導体パッドに電氣的に接続することである。さらに後述するように、接続はインターポーザ 2 の中を通して延びる 1 つ以上のマイクロスプリング 5 により行われる。

【0023】

マイクロスプリング 5 と IC 3 の導体パッドの間の接触点は、通常、マイクロスプリング 5 の先端部と導体パッドの間の圧力接点であり、はんだ接合のような、より恒久的な接続であっても、またはそうでなくてもよい。したがって、インターポーザ 2 と IC 3 の間の電気相互接続は、デバイス試験のためなどには一時的である可能性があり、または IC 3 がデバイス試験に合格して、最終的なデバイスが組み立てられている場合などには恒久的である可能性がある。また、IC 3 は、例えば、スペーサ 6 によりインターポーザ 2 から離間していてもよく、または IC 3 はマイクロスプリング 5 の先端部を凹部 7 の中に押し付けることができる状態でインターポーザ 2 に接触していてもよい。

40

【0024】

しかしながら、はんだまたは類似の伝導性取り付け手段が、インターポーザ 2 の裏面および PCB 4 の表面の導体パッドの位置で、導体パッド（充填されたビアを通じて、層状再ルーティング接点などの露出部分を経由して、例えば、マイクロスプリング 5 の一部か

50

ら形成される)を接続してもよい。

【0025】

図2は、上端面接触および下端面接触を提供するマイクロスプリング構造10を部分的に含む、インターポーザ8の一実施形態の一部を側面図で示している。本明細書に開示するようにインターポーザを製作するために使用してもよい多くの異なるマイクロスプリング構造がある。マイクロスプリング設計、材料、物理的性質などの選択は、多くの要因により決定されるであろうが、本明細書に開示するマイクロスプリングに基づくインターポーザ設計の汎用性を制限するものではない。また、上述の米国特許第7,550,855号に開示しているような多層の積層マイクロスプリングを形成してもよい。しかしながら、インターポーザ8の上端面における、または上端面より上方のマイクロスプリングの先端部分と、インターポーザ8の下端面におけるマイクロスプリングの先端部分の間の電気的接続がなければならないことが重要である。インターポーザ8は複数のマイクロスプリングを通常含んでいるであろうが、説明を簡単にするために、このようなマイクロスプリング12を1つだけ示している。

10

【0026】

マイクロスプリング12は、自由部分14と、基板18(例えば、ガラス、シリコン、石英など)に固定された固定部分16と、を含んでいる。マイクロスプリング12を形成する前に、基板18の表面全体を覆って誘電体層20を形成してもよく、誘電体層20の中に開口部22を形成してもよい。マイクロスプリング12は、例えば、基板18内のビア26内に形成された接点24に、開口部22などを通じて電気的に接続するように形成される。マイクロスプリング12と接点24の間の接続は、両者間の電気的相互通信と、物理接続の両方を提供してもよく、さらにマイクロスプリング12を基板18に固定する。さらに、ただ接点24だけでマイクロスプリング12を基板18に接続してもよい。さらに他の実施形態では、別の電気接点の有無にかかわらず、マイクロスプリング12は、その固定装置自体は基板18に取り付けられている別の固定装置(図示せず)全体を覆って形成され、マイクロスプリング12は、その別の固定装置に取り付けられている。

20

【0027】

マイクロスプリング12は、モリブデンクロム(MoCr)合金、ニッケルジルコニウム(NiZr)合金、またはマイクロスプリングの製作に適したさまざまな金属もしくは合金のうちのいずれかのような弾性的に変形しやすい材料で製作してもよく、マイクロスプリングの製作に適したさまざまな金属もしくは合金には、Mo、MoCr、W、Ni、NiZr、Cu、ダイヤモンド、もしくは他の合金、非金属、酸化物、窒化物、または有機材料などがある。マイクロスプリング12を形成する材料は導電性であることが好ましいが、マイクロスプリング12は非導電材料または半導体材料から形成されてもよい。マイクロスプリング12を非導電材料または半導体材料から形成する場合には、導電性接点を提供するために、図示していないがマイクロスプリング12を導電性材料で被覆またはメッキしてもよい。

30

【0028】

よく理解されるように、マイクロスプリング12は、最初は、基板18の表面の平面に対してほぼ平行な平面内の応力工学的金属システムから形成される。形成は、通常、技術的に周知のフォトリソグラフィ技術により行われる。応力工学的金属膜(すなわち、応力差を有するように製作され、その下方部分が、その上方部分よりも高い内部圧縮応力を有するようになっている金属膜)は、マイクロスプリング12を形成するためにフォトリソグラフィにより通常パターン形成される。一技術によれば、異なる材料が、例えば、圧縮層全体を覆って形成される張力層などの、所望の応力特性をそれぞれ有する層内に蒸着される。他の技術によれば、層を蒸着するにつれて製造パラメータを変更することにより単層に固有応力差が提供される。

40

【0029】

エッチアンダーカットなどのさまざまな技術のうちの1つを使用して、先端部28を含むマイクロスプリング12の自由部分14を解放し、マイクロスプリング12の中の内部

50

応力が先端部 28 を平面から引っ張りあげて、図 1 に示すように、例えば、凹形のマイクロスプリングを作り出す（結果として得られる多くの異なるマイクロスプリング外形が知られており、本明細書に開示するインターポザで使用されてもよい）。

#### 【0030】

代表的な実施形態では、先端部 28 は層 20 の表面から約  $10 \sim 250 \mu\text{m}$  の範囲の高さ  $H$  だけ持ち上がる。マイクロスプリング 12 の幅は、通常  $5 \sim 100 \mu\text{m}$  の範囲内にある。当業者には明らかなように、先端部 28 は、鋭くても、丸みを帯びていても、平坦でも、または他の形状であってもよい。

#### 【0031】

図 3 および図 4 を参照すると、自由部分 14 が解放されると、薄積層構造 30 が構造 10 の上面全体を覆って貼り付けられる。薄積層構造 30 は構造 10 全体を覆って恒久的に貼り付ける目的でさまざまな異なる材料から形成されてもよい。シリコーンは 1 つの例示的材料である。シリコーンは比較的柔らかくて適合性があり、下記の説明から分かるように有利である。他の候補材料は、Delphon Industries, LLC の事業部である Gel-Pak から入手できるゲル膜として業界で知られている（例えば、[www.gelpak.com/products/index.cfm?fuseaction=gel-film](http://www.gelpak.com/products/index.cfm?fuseaction=gel-film) を参照）。明確にするために、この実施形態では、デバイスを形成するプロセスにおいて既に形成されたマイクロスプリングおよび基板構造全体を覆って構造 30 が貼り付けられたり、または重ねられたりするため、構造 30 は「積層」構造と呼ばれる。積層構造 30 は単一材料を含んでいてもよく、またはそれ自体が、いくつかの材料層の積層であってもよい。特定の実施形態では、積層構造 30 は搬送シート（図示せず）を介して取り扱われ、貼り付け時には上記シートから外して運ばれてもよい。積層構造 30 の厚さは  $T$  である。この実施形態では、積層厚さ  $T$  はマイクロスプリング 12 の高さ  $H$  よりも小さいであろうが、特定の実施形態では、少なくとも最初はそうにはなっていない可能性がある。他の実施形態では、後述のように、 $T$  が  $H$  を上回っている可能性がある。

#### 【0032】

薄積層構造 30 は、その裏面から除去され、マイクロスプリング 12 の先端部 28 が積層構造 30 を貫通するように構造 10 の上面全体を覆って貼り付けられる。マイクロスプリング 12 は先端部 28 が極めて小さくて比較的鋭く、積層が比較的柔らかいという事実のおかげで損傷を受けない。構造 30 が構造 10 の上端面の微細構成に合わせて全般的になじんで、構造 10 の全体を覆ってうまく位置するように、構造 30 の上面 32 に適切な圧力を加える。構造 10 の上面（例えば、マイクロスプリング 12 および誘電体層 20 の上面の一部）に接触する積層構造 30 の下面上の任意の接着剤層 34 が、積層構造 30 を所定の位置に保持してもよい。一実施形態では構造 30 を貫く過程でマイクロスプリング 12 が損傷を受けないように、さらに構造 30 が構造 10 の非平面状の上面の大半に接触できるように、構造 30 には柔らかくて適合性のある材料を使用することが有利である。

#### 【0033】

その後、マイクロスプリング 12 の先端部 28 は、 $H - T$  にほぼ等しい距離だけ構造 30 の上面 32 の上方に延びる。その後、露出した先端部 28 は、インターポザ構造 8 の第 1 の側部または上端側上の電気接点として使用できる。

#### 【0034】

ここで、先端部 28 が積層構造 30 の表面 32 を超えて延びる量  $H - T$  は、導電性圧力接点として使用するためにマイクロスプリング 12 の力学的性質を制御するのに重要であることに注目すべきである。表面 32 を超えて延びるマイクロスプリング 12 のその部分が基板 18 の平面に対してほぼ垂直である（すなわち、高角度である）場合には、マイクロスプリング 12 は「横揺れ」したり、またはスムーズに曲がったりすることが十分にできず、したがって、コンプライアンスをほとんど示さない可能性がある。しかしながら、積層構造 30 は、それを形成する材料、高さ  $H - T$ 、接触面に対する先端部 28 の実際の角度などに応じて何らかのコンプライアンスを提供する可能性がある。例えば、積層構造



30がシリコンで形成され、厚さがほぼ100 $\mu$ mであり、先端部28が表面32を超えて延びる量H-Tが5~10 $\mu$ mの範囲内であるときには、10 $\mu$ よりも大きいコンプライアンスを提供できる可能性がある。

#### 【0035】

特定の実施形態では、例えば、構造10の表面全体を覆う、より適合性のある被覆を提供するために、およびマイクロスプリング12が構造30を貫くときマイクロスプリング12に対する損傷の可能性をさらに減少させるためなどに、貼り付ける前に構造30を軟化させることが好ましい可能性がある。構造30の軟化は、技術的に周知のように加熱により、化学軟化により、または他の方法により達成してもよい。さらに、構造30は光硬化性エポキシまたはポリマーのような硬化性材料を含んでいてもよい。最初に、構造30はその物理構造を保持できるように部分的に硬化した状態で貼り付けられるが、構造30は適合しておりマイクロスプリング12が突き抜けることなどが比較的容易であるように十分柔らかい。貼り付けられると、構造30の硬化を完了でき、それによって、マイクロスプリング12がその中に埋め込まれる、より硬い本体を提供する。さらに、構造10全体を覆って貼り付けた後に軟化できる材料を使用してもよく、例えば、マイクロスプリング12を保護するために構造10全体を覆って配設されるときには、それらの材料は、より硬くなっているが、構造10およびマイクロスプリング12からの除去を容易にするために熱、化学処理などにより軟化できる。

#### 【0036】

マイクロスプリング12の少なくとも一部、特に、自由部分14の一部は積層構造30「の中に」配設されている。マイクロスプリング12を物理的に支持することは積層構造30の1つの機能である。この支持は、ウェハ支持マイクロスプリング12を取り扱うときの、あらゆる方向での強さ、マイクロスプリング12がその上のデバイスとパネ接触しているときの、たわみ方向での強さ、などである可能性がある。したがって、積層構造30は、わずかな間隔しかない状態でマイクロスプリング12の表面と実質的に接触してはならない。積層構造30は、マイクロスプリング12のたわみに対する何らかの「曲がり」または許容範囲を有していなければならず、他方、マイクロスプリング12に対して全体的に付加された強度をさらに提供する。

#### 【0037】

また、積層構造30は、基板18（または誘電体層20）の上面と、先端部28に接触する構造（例えば、図1のIC3など）の下面との間の最小間隔を定義するスペーサの役割を果たしてもよい。さらに、積層構造30は、マイクロスプリング12と基板18の両方への大きな表面接触域および接着、ならびに接着剤層34により提供される接着に部分的に起因して、マイクロスプリング12と基板18の間の固定装置に対する補強を提供してもよい。構造30は、スプリングたわみ時の隙間充填部をさらに提供する。構造30は何らかの曲がりを実現するが、材料がマイクロスプリング12のさらなるたわみに抵抗する限界に達する。ここで、それによって、構造10と、構造10と接触しているデバイスとの間の最小間隔が定義される。その上に、構造30は、環境汚染および損傷からマイクロスプリング12、誘電体層20、接点24などの一部を保護する湿気および汚染物質バリアをさらに提供する。さらに、積層構造30の中に埋め込まれるマイクロスプリング12の一部は、本開示の特定の応用で必要とされる可能性があるメッキおよびはんだ付けなどの化学処理ステップから保護される。

#### 【0038】

図5は、先端部28a、28bを有する2つのマイクロスプリング12a、12bのマイクロ写真である。マイクロスプリング12aは基板18全体を覆って独立して直立しており、他方、マイクロスプリング12bはシリコン積層構造30内に埋め込まれている。先端部28a、28bの画像の相対的な鮮明さが似かよっていることは、先端部28a、28bがほぼ等しい高さであることを主張している。このことは、この実施形態では、先端部28が積層構造30を貫通するように積層構造30を貼り付けると、その上にマイクロスプリング12を形成してある表面を、先端部の高さHが超えることになり、積層構

10

20

30

40

50

造の厚さ $T$ を超える先端部28の間隔は実質的に $H - T$ に等しいことを主張している。さらに、図6は、それぞれシリコン積層構造30から突出している先端部28c、28dを有する2つのマイクロスプリングのマイクロ写真12c、12dである。先端部28c、28dの画像の相対的な鮮明さが似かよっていることは、先端部28c、28dがほぼ等しい量だけシリコン積層構造30から突出していることを主張している。したがって、実質的に同様の結果であることから、先端部28が積層構造30を貫通することにより積層構造30を貼り付けるプロセスはマイクロスプリングの配列に適用できる。

#### 【0039】

図7を参照すると、次に、構造は基板18の一部を除去して、それによって基板18の裏面（マイクロスプリング12が形成される側部の反対側）上に接点24を露出するために処理される。先端部28と、基板18の中を通して露出された接点24の間に、電気的接続を確立する。このようにして、機能するインターポーザを提供する。基板18および積層構造30のそれぞれは個々に誘電体である。また、基板18および積層構造30は一緒になって1つの誘電体を形成し、この誘電体の中にはマイクロスプリング12の一部が埋め込まれている。先端部28と接点24の間隔 $S$ は、インターポーザ8の上方の1つのデバイス（例えば、図1のIC3など）から、インターポーザ8の下方の他のデバイス（例えば、図1のPCB4など）までの導体パッドピッチの変化に適切に適合するように設計されている。（また、距離 $S$ は2つのデバイス3、4の間に位置するインターポーザ2との関連で図1に示されている。）

#### 【0040】

上述のプロセスは、マイクロスプリング12を形成する前に基板の中に形成され導電体で充填されたビアを有する基板から始まるが、プロセスは逆にしてもよいことが理解されるであろう。すなわち、マイクロスプリング12を基板18全体にわたって形成してもよく、その後、ビア26および接点24を形成してもよい。このプロセスは基板18を薄くする必要性をなくす可能性がある。

#### 【0041】

先端部28の $X - Y$ 配置精度はパッケージ組み立て位置合わせには重要である。本開示の1つの利点は先端部28の鉛直変位が水平変位も同様に引き起こすことである。モデルは、 $5\mu\text{m}$ も仕様から逸脱したスプリング先端部の $X - Y$ 位置でも、マイクロスプリングのリフト高さ（ $H$ ）により調整される可能性があることを示している。例えば、図8を参照すると、曲がっていない状態のリフト高さが $50\mu\text{m}$ の場合、および曲がった状態のリフト高さが $40\mu\text{m}$ の場合のマイクロスプリングのプロファイルであり、 $Y$ 方向における先端部の $10\mu\text{m}$ のたわみは、 $X$ 方向における先端部の約 $8\mu\text{m}$ のたわみを引き起こすことが分かる。 $10\mu\text{m}$ 未満のリフト高さの逸脱を有するマイクロスプリングの配列を提供することが、図9Aに単一のダイを横切って、および図9Bに単一の直径 $100\text{mm}$ ウェハ上に形成された複数のダイを横切って示されている（測定誤差は $\pm 5\mu\text{m}$ であることに留意すると、実際のリフト高さの広がりとは図示されているよりも狭い可能性があることを示唆している）。

#### 【0042】

図10は、本開示の、上端面接触と下端面接触の両方を提供するマイクロスプリング構造の他の実施形態の説明図である。基板74全体にわたってマイクロスプリング72を形成することはインターポーザ70を形成する。必要に応じて、マイクロスプリング72と基板74の間に犠牲層76を配設してもよい。上述のように、マイクロスプリング72の自由部分は、自由部分が形成された平面から、工学的内部応力などにより、先端部78を基板74の上面の上方へ持ち上げるように解放される。図11を参照すると、その後、例えば、上述のように、先端部78が積層構造80の表面の上方へ突出するように、積層構造80がマイクロスプリング72および基板74全体を覆って貼り付けられたり、または蒸着されたりする。図12を参照すると、その後、マイクロスプリング72の固定部分82を露出するために、例えば、犠牲層76により、または技術的に周知の他の方法により、基板74が除去される。マイクロスプリング72が導電性材料から形成されているとき

、または導電性材料で被覆されているとき、この実施形態では基板 7 4 の中を通してビアを形成する必要なしに、マイクロスプリング 7 2 の先端部 7 8 と露出された固定部分 8 2 の間に電氣的接続が確立される。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 ~ 図 1 2 に示す実施形態では、基板 7 4 がいないときにマイクロスプリングの配列に構造的剛性を提供することへの要望がある。このような理由、および潜在的に他の理由から、積層構造 8 0 は、上述した、より柔軟なシリコーンとは対照的に、剛体材料（例えば、ポリイミドなど）から形成してもよい。

【 0 0 4 4 】

上述の実施形態の変形では、図 2 を参照すると、誘電体層 2 0 内にビア 2 2 を形成してもよいが、接点 2 4 およびビア 2 6 は形成されないことが理解されるであろう。もっと正確に言えば、図 1 2 に関して説明したように、処理に続いて基板 1 8 が完全に除去され、インターポーザ 8 の裏面において接触するために開口部 2 2 の中に延びているマイクロスプリング 1 2 の一部を露出する。図 1 0 ~ 図 1 2 に関して説明したのと類似の方法で、積層構造 3 0（図 4）により構造的剛性を提供してもよい。

【 0 0 4 5 】

本明細書に開示する他の実施形態によれば、マイクロスプリング構造全体を覆って積層構造を取り付けて、マイクロスプリングを完全に覆ってもよく、スプリング先端部が保護された状態でウェハを取り扱い、処理などを行ってもよい。取り扱い、さらなる処理などに続くある時点で、マイクロスプリングまたはその一部を露出するために、積層構造を全体的にまたは部分的に除去してもよい。下記にこれらの概念をさらに詳細に説明している。

【 0 0 4 6 】

図 1 3 を参照すると、その中に、厚い保護積層構造 4 2 によるマイクロスプリング 1 2 の被覆の第 1 のステップを示している。上述のように、自由部分 1 4 が解放されると、保護積層構造 4 2 が構造 1 0 の上面全体を覆って貼り付けられる。マイクロスプリング 1 2 は誘電体層 2 0 の表面から上方に高さ H まで延びている。この実施形態では、保護積層構造 4 2 は厚さ X であり、 $X > H$  のようになっており、貼り付けられると、マイクロスプリング 1 2 が保護積層構造 4 2 の中に完全に埋め込まれるようになっている。

【 0 0 4 7 】

保護積層構造 4 2 はさまざまな材料から製作されてもよいが、先端部 2 8 が保護積層構造 4 2 の表面を突き抜けることができ、その結果、マイクロスプリング 1 2 を損傷せずに保護積層構造 4 2 の中にマイクロスプリング 1 2 の一部を埋め込むために、保護積層構造 4 2 は比較的柔らかくなくてはならない。また、保護積層構造 4 2 を形成する材料は、構造 4 2 の中にマイクロスプリング 1 2 の一部がいったん埋め込まれると、構造 4 2 はマイクロスプリング 1 2 を物理的および環境的に保護するように十分強く、かつ十分硬くなくてはならない。この場合も先と同様に、シリコーンは、これらの多少対立する要件を達成する可能性がある材料の一実施例である。

【 0 0 4 8 】

図 1 4 を参照すると、構造 1 0 全体を覆って保護積層構造 4 2 を所定の位置に取り付けた状態の構造 1 0 を示している。マイクロスプリング 1 2 の全体が保護積層構造 4 2 の中に埋め込まれている。こうして、マイクロスプリング 1 2 を損傷する危険性が低い状態で構造を取り扱うことができる。例えば、裏面から作業して、研磨、化学エッチングなどにより基板 1 8 を薄くしたり、または完全に除去したりすることさえ可能であり、他方、マイクロスプリング 1 2 は保護積層構造 4 2 の中に保護されている。

【 0 0 4 9 】

マイクロスプリング 1 2 を損傷せずに積層構造を除去する可能性がある点で、積層構造の貼り付けは両面が使える可能性がある。例えば、保護積層構造 4 2 用の材料（例えば、シリコーン）を適切に選択することにより、成形後の任意の取り扱いおよび処理の後にその構造を除去でき、マイクロスプリング 1 2 は接触するために露出したままにする。さら

10

20

30

40

50

に、熱および/または光学的解放技術を使用して、保護積層構造 42 の相対的な接着を制御して、構造 10 からの保護積層構造 42 の解放を促進してもよい。それによって、薄層化（例えば、図 7 など）、または完全な除去（例えば、図 12 など）などで基板を処理している間の保護を基板に提供できる。図 15 は、シリコン積層構造（図示せず）を貼り付けて、その後、その積層構造を除去するステップの後の先端部 28a、28b をそれぞれ有する 2 つのスプリング 12a、12b のマイクロ写真である。先端部 28a、28b の画像の相対的な鮮明さが似かよっていることは、先端部 28a、28b がほぼ等しい高さであることを主張している。このことは、この実施形態では、シリコン積層構造の除去がマイクロスプリングに著しい損傷を与えたり、またはマイクロスプリングの相対的なリフト高さ（マイクロスプリング先端部が、マイクロスプリング先端部が形成された平面から、それ自体で持ち上がる高さ）を著しく変化させたりすることはなかったことを主張している。

10

#### 【0050】

マイクロスプリング 12 は、成形後の取り扱いおよび処理の間、積層構造 42 内に完全に埋め込まれたままである。その後、先端部 28 に隣接した部分を露出させて接触させるために、積層構造 42 の一部をエッチングまたは他の方法で選択的に除去してもよく、ラミネート層 42 の残部は固定部分 16 全体を覆って所定の位置に残しておく。

#### 【0051】

本開示のさらに他の実施形態によれば、マイクロスプリングが完全に埋め込まれるような厚みを有する保護積層構造は、少なくとも 2 つの層を含んでもよい。層のうちの 1 つは、マイクロスプリング構造に取り付けられたままであることを目的としており、他方、層のうちの他の 1 つは、取り扱い、さらなる処理などの後に除去されることを目的としており、これらの取り扱い、さらなる処理などの間、保護積層構造がマイクロスプリングを保護している。図 16 は、このような実施形態の実施例である。上述のように、自由部分 14 が解放されると、比較的厚い保護積層構造 44 が構造 10 の上面全体を覆って貼り付けられる。図 16 に示す保護積層構造 44 は、インターポーザ基板層 46 およびハンドル層 48 の 2 つの層を含んでいる。他の実施形態では、付加的な層を使用してもよい。層は、本開示の応用に応じて、それぞれ同じ材料を含んでもよく、または異なる材料を含んでもよい。

20

#### 【0052】

マイクロスプリング 12 は誘電体層 20 の表面から上方に高さ H まで延びている。保護積層構造 44 の厚さは、層 46、48 の厚さ  $Y_1$  および  $Y_2$  の合計である。構造 44 の全厚は、マイクロスプリング 12 が構造 44 の中に完全に埋め込まれる、すなわち、 $Y_1 + Y_2 > H$  となる厚さであろう。層 46、48 は、先端部 28 が突き抜けることおよび上述の所望の保護レベルを考慮しながら、さまざまな材料から製作されてもよい。

30

#### 【0053】

一実施形態では、層 46、48 のそれぞれはシリコンであり、それらは別々に形成され、2 つの層の間には、構造 10 への貼り付け、ならびに任意の所要の取り扱いおよび処理の後のそれらの分離を容易にする表面エネルギー境界がある。他の実施形態では、解放層 47 が層 46、48 の間に配設されており、この解放層 47 は、貼り付けられると層 46、48 がくっつくほど十分に付着力があるが、また層 46、48 のその後の分離も同様に支援する。さらに他の実施形態では、熱活性層または光活性層（図示せず）が最初に層 46、48 を一緒に接着するが、必要に応じて、熱または光を加えることにより、その層は層 46、48 の分離を容易にする。

40

#### 【0054】

図 17 を参照すると、保護積層構造 44 を所定の位置に取り付けた状態でインターポーザ構造 8 を示している。マイクロスプリング 12 の全体が保護積層構造 44 の中に埋め込まれている。こうして、マイクロスプリング 12 を損傷する危険性が低い状態で構造を取り扱うことができる。例えば、裏面から作業して、研磨、化学エッチングなどにより基板 18 を薄くしてもよく、他方、マイクロスプリング 12 は保護積層構造 44 の中に保護さ

50

れている。任意の取り扱いおよび処理に続いて、その後、例えば、層 46、48 の分離を支援するために熱または光を用いて、図 18 に示すようにハンドル層 48 を構造から除去してもよい。インターポーザ基板層 46 およびハンドル層 48 用の材料を適切に選択することにより、成形後の任意の取り扱いおよび処理の後にハンドル層 48 を除去でき、マイクロスプリング 12 の一部をインターポーザ基板層 46 内に埋め込まれたままにするとともに、マイクロスプリング 12 の残部は接触するために露出したままにする。

#### 【0055】

本開示のさらに他の実施形態によれば、マイクロスプリング構造全体を覆って注入空洞を形成してもよく、およびマイクロスプリングの一部を取り囲むように空洞の中に適切な材料を注入してもよい。その上にマイクロスプリングを形成する誘電体層の上面と、その中にマイクロスプリング先端部を埋め込んでもよい材料の鑄型構造との間に注入空洞を形成してもよく、この鑄型構造は誘電体層から離間している。この実施形態は図 19 に示している。自由部分 14 が解放されると、スペース 56 に頼ること、または他の適切な方法などを用いて、基板 74 全体を覆って鑄型構造 54 が配設される。それによって、基板 74 と鑄型構造 54 の間に空洞 58 を形成する。その後、空洞 58 の中に硬化性ポリマーなどの適切な材料を液体形態で注入する。マイクロスプリング 72 の一部が鑄型構造 54 内に埋め込まれるため、マイクロスプリング 72 のその部分は隠されて、注入された材料内に埋め込まれるのを防止する。その後、注入された材料を硬化して、鑄型構造 54 は、その後、除去される。

#### 【0056】

完全に埋め込まれたマイクロスプリング構造を図 20 に示すとともに、完成構造を図 21 に示しており、この完成構造では、マイクロスプリング 72 の一部が硬化したポリマー 60 内に埋まっており、先端部分 78 は硬化したポリマー 60 よりも上方で、接触するために露出しており、固定部分 82 は硬化したポリマー 60 よりも下方で、接触するために露出しており、マイクロスプリング 72 の中央部分はポリマー 60 の中に埋め込まれている。硬化性ポリマーは、マイクロスプリング 12 の一部を埋め込むのに、この実施形態で使用する可能性がある材料の一実施例に過ぎない。さらに、既存のフリップ・チップ・パッケージ・プロセスおよび装置を利用でき、本開示のこの態様を支持するための特別な設備、プロセス、材料、およびその種の他のものを開発する必要性を低減する。最後に、この実施形態は、図 1 に示すような基板ビアを使用するマイクロスプリング実施形態に対しても等しく応用してもよい。

#### 【0057】

上述の実施形態の変形によれば、マイクロスプリング 72 全体を覆って液体積層材料が塗布されて、鑄型構造 54 を使用せずにマイクロスプリング 72 を完全に包み込んでもよい。もっと正確に言えば、積層材料の流れと、最終的には厚さを制御するために粘性または外側壁（図示せず）を頼りにして、液体積層材料を単に塗布してもよい。塗布されると、液体積層材料をその場で硬化したり、または他の方法で固めたりすることができる。ラミネート層の均一性は、平らになろうとする液体の流れにより提供される。この方法はスプリングに優しく、さまざまなスプリング設計を可能にする。マイクロスプリング 72 は、そのように塗布されたラミネート層内に完全に埋め込まれてもよく、または先端部 78 に隣接した部分は接触するために露出したままにして、単に部分的にだけ埋め込まれてもよい。マイクロスプリング 72 がラミネート層内に最初に完全に埋め込まれている場合には、接触するために露出された先端部 78 に隣接した部分を露出するために、本明細書で説明するようにラミネート層の一部をエッチングしたり、または他の方法で除去したりしてもよい。

#### 【0058】

積層構造を貼り付けるまでは本質的に単層のデバイスとして形成されているとして上述したが、多層再ルーティング、ビア、または他の技術により作られている基板貫通接続を備えた多層基板の一部として、マイクロスプリングを形成できる。例えば、図 22 を参照すると、多層インターポーザ 84 が示されている。マイクロスプリング 86 を形成するた

めに応力工学的層を蒸着する前後に、84a、84b、84c、84d、84eなどのさまざまな層を形成してもよい。それぞれの層は、一連の導電線および充填されたビアがマイクロスプリング86の先端部分88を裏面接点90に接続するようにスパッターリングされ、エッチングされ、蒸着されてもよい。例えば、エッチング、金属蒸着、およびパターン形成を用いた従来のポリイミドビルドアップが、複雑なチップに求められる場合が多いルーティングを提供できる。ゴールド・スタッド・バンピングまたははんだ接続部などの、相互接続を支援するメタライゼーションを含むことができる。

【0059】

また、多層インターポーザ84は、デバイス製作の間の実質的にいかなる点でもパターン形成できる。例えば、インターポーザの片面または両面にさまざまな目的で空洞を形成できる。いくつかのこのような空洞を図23に示しており、この図23は、二次装置94全体を覆って取り付けられたインターポーザ84を示している。二次装置94はそれ自体が多層インターポーザとして示されているが、特定の応用では本明細書に開示するインターポーザは積み重ねることができることを示唆しており、二次装置94が標準的プリント基板などのような単層デバイスである場合には、本開示は等しく適用可能である。このような空洞97などの空洞が果たす1つの機能は、ICチップ96のような能動または受動中間素子のために空間を提供することである。空洞98が果たす可能性がある他の機能は、冷却を提供する熱流体用の経路、内部接続に対する環境保護を提供するシールガスケット材料を受け入れるための領域などを提供することである。また、スプリングの周囲の層の間（作動側冷却）に冷却剤を流したり、封止剤を塗布したりなどができる。

【0060】

図24を参照すると、単層インターポーザ設計（例えば、図1など）に関して上述したように、多層インターポーザ84の役割は、IC96上の導体パッドをPCB98上の導体パッドに電氣的に接続することである。接続は、インターポーザ84の中を通して延びており、この実施形態では多層再ルーティングにより裏面接点90と接続しているマイクロスプリング86により行われる。

【0061】

上述の議論では、マイクロスプリングの先端部が基板または積層構造の上端面の上方に突出すると仮定されているが、本開示が想定する1つの変形は、エッチング、研磨、正確な積層厚さ制御などにより、マイクロスプリングの先端部と、基板または積層構造の上端面とをぴったり重ならせることである。このような実施形態の実施例を図25に示している。その後、結果として得られるこのような表面接触が必要とされる場合に、実施形態を適合させてもよい。

【0062】

同様に、マイクロスプリングの先端部はメッキされていたり、またははんだもしくは他の伝導性相互接続材料が施されていたりしてもよいことが想定される。このような場合には、上述の米国特許出願番号第12/887,775号で、より完全に説明されているように、積層構造はメッキまたははんだマスクの役割を果たしてもよい。

【0063】

上述の実施形態では基板の単一表面上に形成されたマイクロスプリングに焦点を当ててきたが、図26に示すように基板の対向する両側部にマイクロスプリング接点を形成してもよいことは本開示の範囲内である。マイクロスプリングが図示のように反対方向に延びている場合には、基板18の正面および裏面でのデバイスとの一時的接続が容易になる。このような実施形態の1つの応用は、統合試験およびパッケージング用のインターポーザである。図26の実施形態は、基板18の第1の側部にマイクロスプリング12Aを形成し、上述のように厚いラミネート層を用いてマイクロスプリングを保護し、デバイスをひっくり返して、マイクロスプリング12Bを形成することにより製作してもよい。あるいは、第1の基板18上にマイクロスプリング12Aを形成してもよく、第2の基板（図示せず）上にマイクロスプリング12Bを形成してもよく、第1および第2の基板を背中合わせに接続してもよい。または、上述のように第2の基板を除去してもよく、残存構

造を第 1 の基板に接続してもよい。

【図 1】

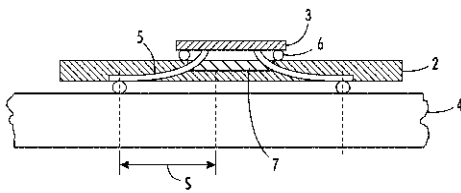


図 1

【図 2】

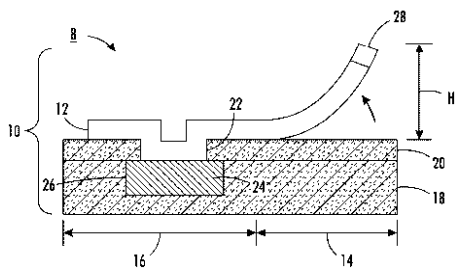


図 2

【図 3】

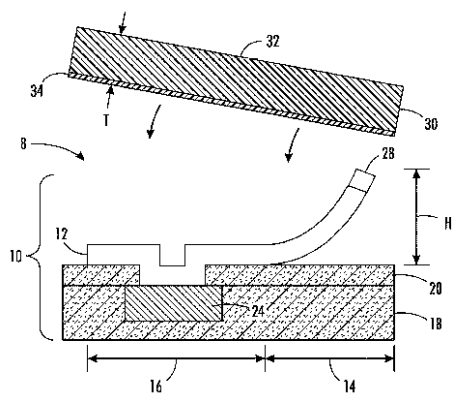


図 3

【図 4】

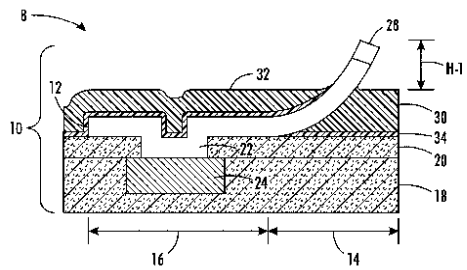


図 4

【図 7】

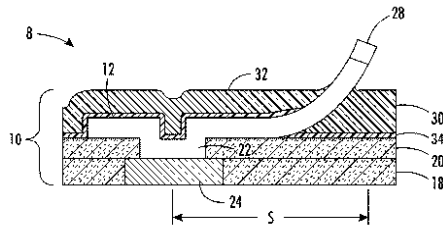


図 7

【図 8】

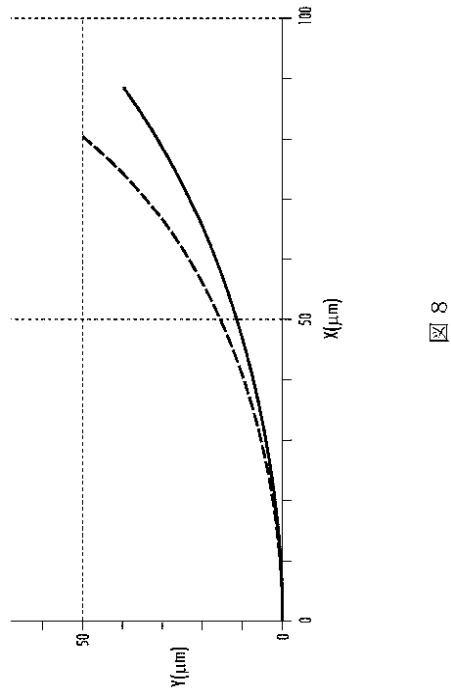


図 8

【図 9 A】

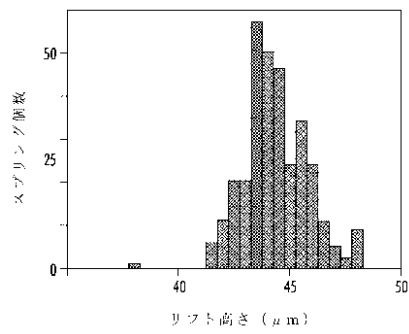


図 9 A

【図 9 B】

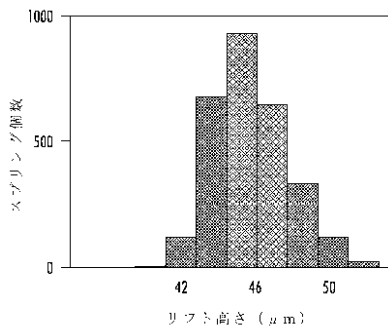


図 9 B

【図 10】

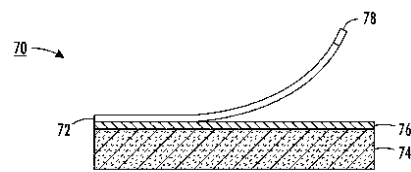


図 10

【図 11】

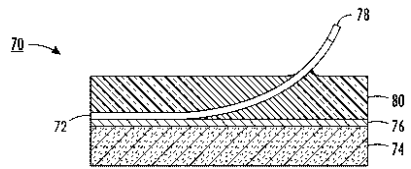


図 11

【図 12】

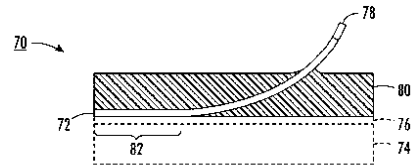


図 12



【図 13】

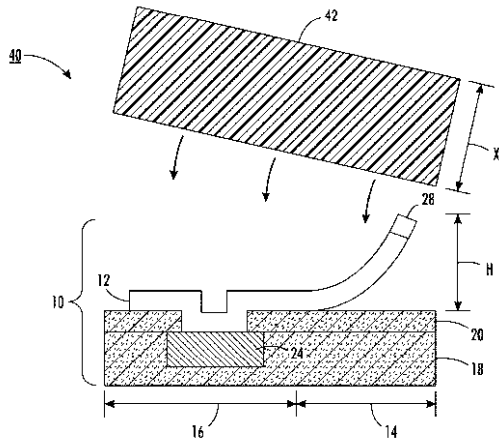


図 13

【図 14】

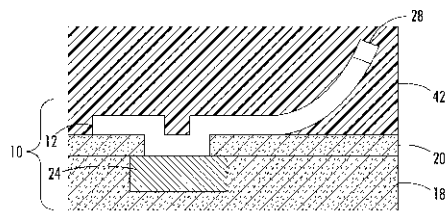


図 14

【図 18】

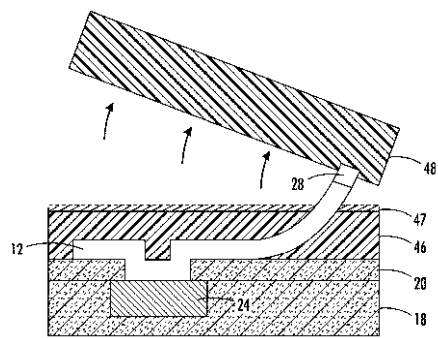


図 18

【図 19】

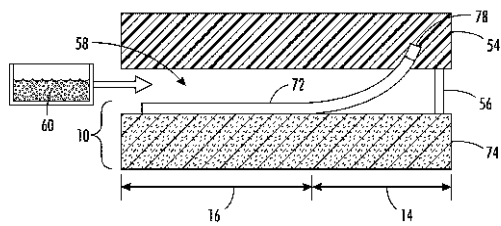


図 19

【図 16】

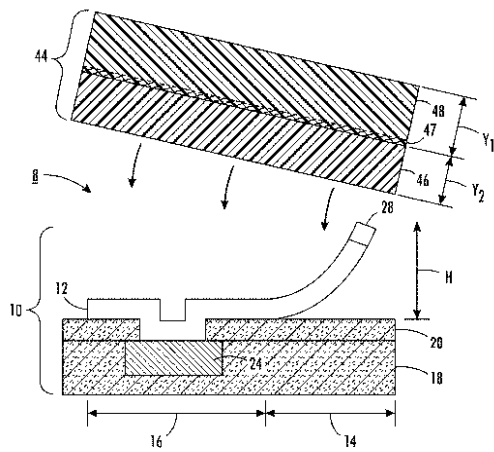


図 16

【図 17】

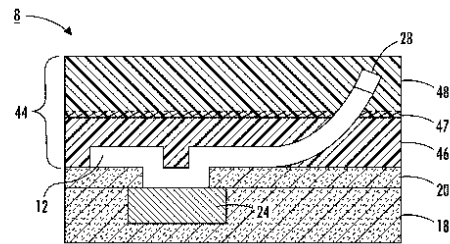


図 17

【図 20】

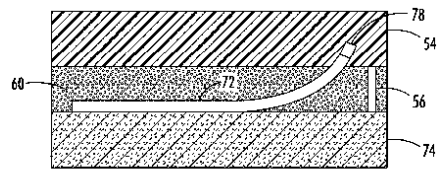


図 20

【図 21】

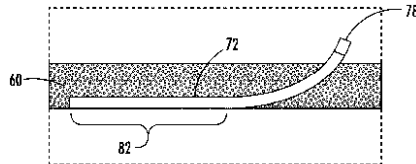


図 21

【図 22】

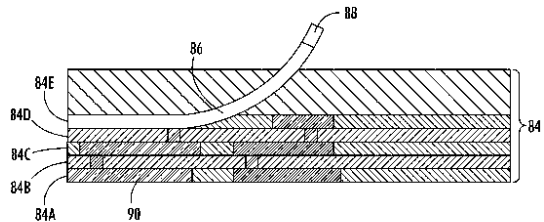


図 22

【図 2 3】

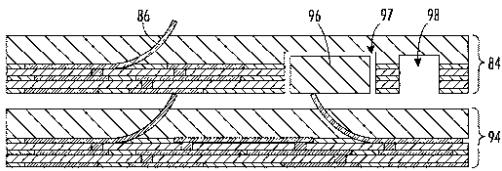


図 2 3

【図 2 4】

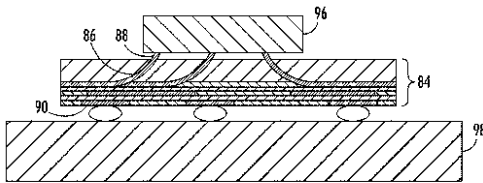


図 2 4

【図 2 5】

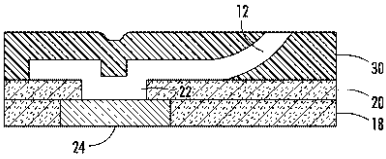


図 2 5

【図 2 6】

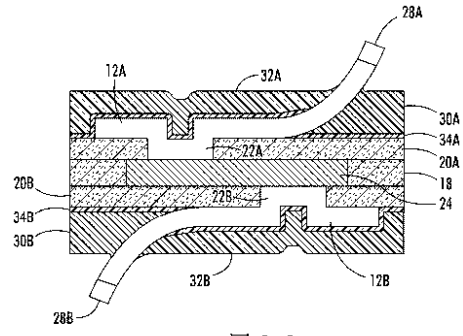


図 2 6

【図 2 7】

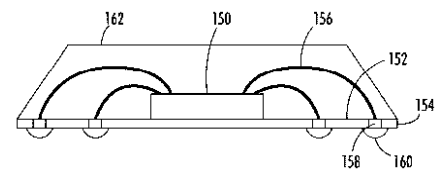


図 2 7

(従来技術)

【図 5】

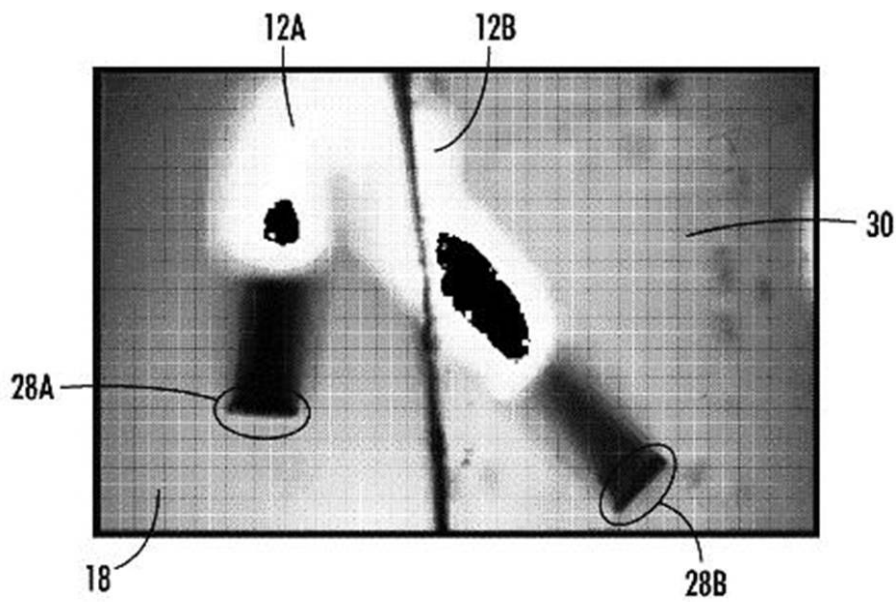


図 5

【 図 6 】

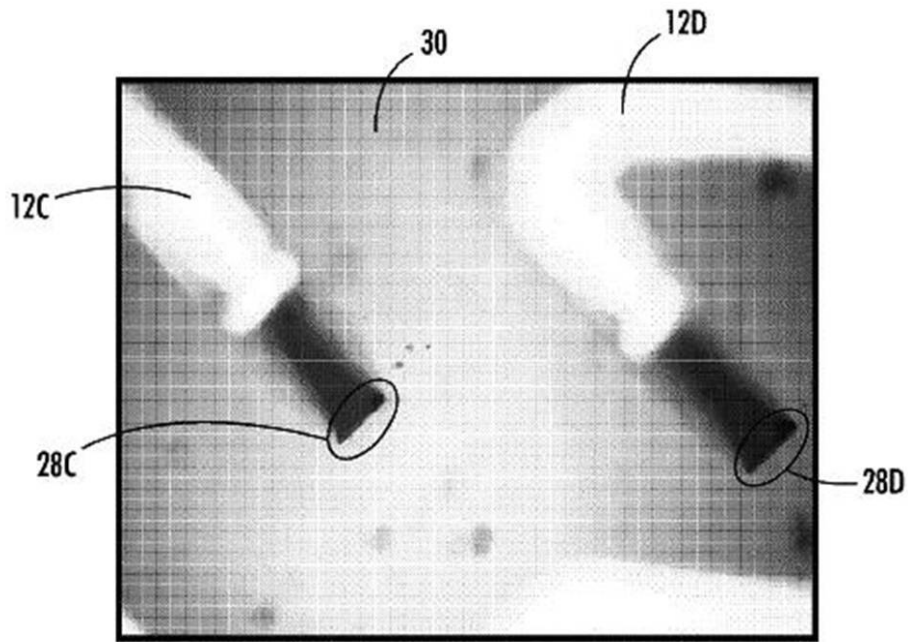


図 6

【 図 1 5 】

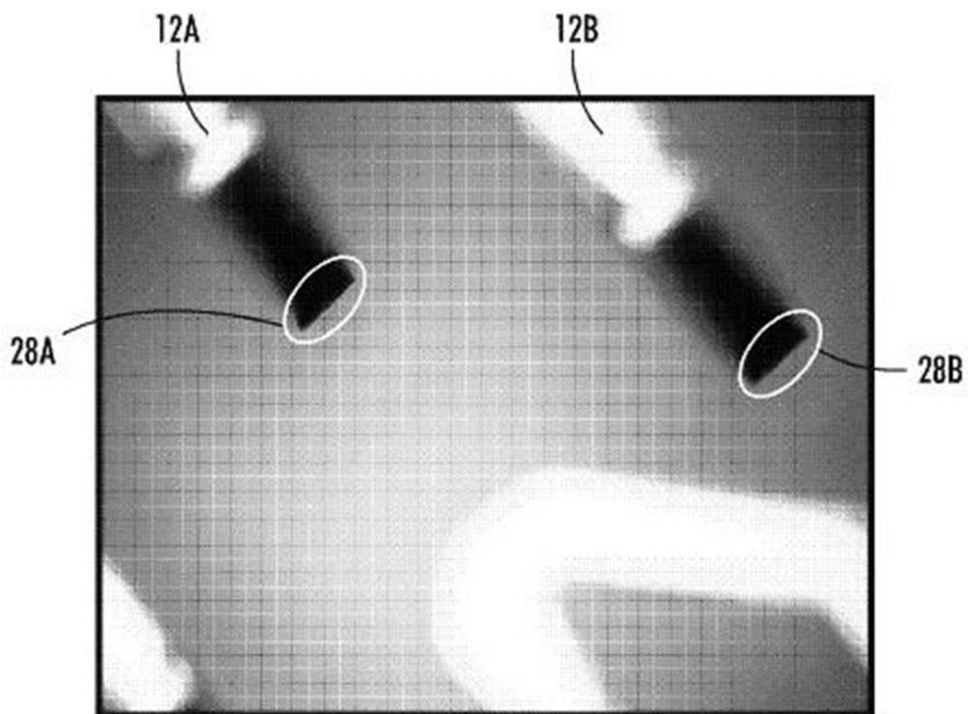


図 1 5

---

フロントページの続き

(72)発明者 ユージン・エム・チャウ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 3 9 フリーモント ラ・ホーヤ・コート 4 0 4 3  
4

審査官 原田 貴志

(56)参考文献 特表2006-508495(JP,A)

特表2004-501517(JP,A)

特表2003-506686(JP,A)

特表2003-501819(JP,A)

特表2003-531495(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 23/12 - 23/14