

(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2006-352175

(P2006-352175A)

(43) 公開日 平成18年12月28日(2006.12.28)

(51) Int. Cl.

H01L 23/50 (2006.01)

F I

H01L 23/50

D

テーマコード (参考)

5F067

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-270656 (P2006-270656)
 (22) 出願日 平成18年10月2日 (2006.10.2)
 (62) 分割の表示 特願2000-46724 (P2000-46724)
 の分割
 原出願日 平成12年2月18日 (2000.2.18)

(71) 出願人 503121103
 株式会社ルネサステクノロジ
 東京都千代田区丸の内二丁目4番1号
 (74) 代理人 100080001
 弁理士 筒井 大和
 (72) 発明者 宮木 美典
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号
 株式会社日立製作所半導体グループ内
 (72) 発明者 鈴木 博通
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号
 株式会社日立製作所半導体グループ内
 (72) 発明者 金田 剛
 東京都小平市上水本町5丁目22番1号
 株式会社日立超エル・エス・アイ・システムズ内

最終頁に続く

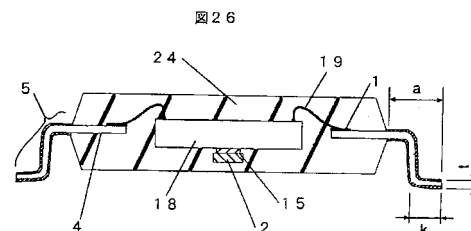
(54) 【発明の名称】 半導体集積回路装置

(57) 【要約】

【課題】半導体集積回路装置に加わる熱量の増加が原因のワイヤ断線を効果的に防止する手段を提供すること。

【解決手段】導電性を有する接続部材が接続される部分にパラジウム層を含む金属層を設け、錫-鉛共晶はんだよりも融点が高く主要構成金属として鉛を含まない合金層が樹脂によって封止される部分より外の部分に設ける。導電性を有する接続部材が圧着される部分の厚さが10 μm 以上になるような金属層を接続部分に設ける。

【選択図】図26



- 1 : インナーリード先端めっき
 2 : ダイバット
 4 : インナーリード
 5 : アウターリード
 15 : 接着剤
 18 : 半導体チップ
 19 : Au (金) 線ワイヤ
 24 : 樹脂

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導電性を有する接続部材と、
該接続部材が圧着される部分にパラジウム層が設けられた被接続部材と、
前記圧着部分を封止する樹脂と、を有する半導体集積回路装置であって、
前記接続部材の圧着部分の厚さが $10\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする半導体集積回路装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体集積回路装置に関し、特にワイヤ断線の防止に有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の半導体集積回路の組立プロセスにおいては、次の工程を行っている。すなわち、Agスポットメッキ工程において、モールドにより封止されるプレス又はエッチングされたリードフレームのリード（以下、インナーリード）の先端部（チップ及びリードフレームをAu（金）線によってワイヤボンディングする部分を含む）にAgスポットメッキを施す。次に、パッケージの組立工程において、ダイボンディング、ワイヤボンディング、及び封止するパッケージの組立を行う。その後の外装メッキ工程（ディップ工程も含む）において、プリント基板又は回路基板に取り付けるため、モールドにより封止されないリード（以下、アウターリード）の基板との接触部を含む部分に予めSn-Pb（錫-鉛）系半田層を外装メッキによって付着形成する。上記Agスポットメッキ工程から外装メッキ工程が終了後、製品の加工工程へとすすむ。

【0003】

しかし、環境問題への対策が求められている昨今、特にPbについては特開平5 270860号公報（特許文献1）等における指摘どおり、半導体集積回路装置等の電子部品一般並びに実装基板等においても、環境対策上適当なレベルにPbを削減することが求められている。

【0004】

従来は、Pbを削減するために、外装メッキ工程において用いるSn-PbはんだをPbを主要金属として含有しない他のはんだ（合金）、すなわち鉛フリー代替はんだ（鉛フリー金属で構成されるはんだ）に代えることで対処してきている。鉛フリー代替はんだには、Sn-Pb並の熔融温度範囲と優れた接合性、特にぬれ性が要求される。これらの要求に完全に合致する組成は現在なく、プリント配線基板、チップ部品、半導体パッケージ等の部材に応じた使い分けをしているのが現状である。そこで、用途に応じて、SnをベースにしたSn基合金で様々な組成、例えば、特開平10-93004号公報（特許文献2）において、従来のアウターリードに付着形成していたはんだ層に用いる金属をSn-Pb（錫-鉛）系に代わってSn-Bi（錫-ビスマス）系を用いる発明が提案されている。また、はんだの金属成分の構成については、特開平11-179586号公報（特許文献3）にSn-Ag-Bi（錫-銀-ビスマス）系はんだを用いてパッケージアウターリード及び基板実装する発明が提案されている。

【特許文献1】特開平5 270860号公報

【特許文献2】特開平10-93004号公報

【特許文献3】特開平11-179586号公報

【特許文献4】特開平11-40723号公報

【特許文献5】特開平11-220084号公報

【特許文献6】特開平10-284666号公報

【特許文献7】特開平10-298798号公報

【特許文献8】特開平10-18056号公報

【特許文献9】特開平11-8341号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

外装メッキにSn-Pb共晶代替鉛フリーはんだを用いる場合には、用途毎にSn基合金を選択することは従来技術にて述べた通りであるが、特に、車載部品、成長著しい携帯用電子機器および高信頼性部品においては、接合強度および耐熱疲労特性が優れた合金が望まれている。接合強度および耐熱疲労特性が優れ、高信頼性を重視した場合のSn基合金としてはSn-Ag系合金が知られており、一般的にはSn-Pb共晶はんだの融点が183 であるのに対して、ほとんどのSn-Ag系合金の融点は200 以上とSn-Pb共晶はんだの融点より高いものである。したがって、現状においてはSn-Pb共晶代替鉛フリーはんだを用いて半導体集積回路を実装する際のリフロー温度は高くならざるを得ない。そこで、本願発明者はインナーリードがAgメッキされ、Sn-Pb共晶はんだより融点が高い鉛フリー代替はんだを用いて OUTER リードがメッキされた半導体集積回路装置を従来よりも高いリフロー温度で実装し、その評価を行った。その結果、ワイヤ断線が原因の製品不良が発生することが判明した。

【0006】

そこで、本願発明の一つの目的は、Sn-Pb共晶はんだより融点が高い鉛フリー代替はんだを用いて OUTER リードがメッキされた半導体集積回路装置が従来よりも高いリフロー温度で実装されることにより発生するワイヤ断線を効果的に防止する手段を提供することにある。

【0007】

他の本願発明の一つの目的は、リフロー温度が上昇するために限らず、一般に半導体集積回路装置に加わる熱量の増加が原因のワイヤ断線を効果的に防止する手段を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次の通りである。すなわち、導電性を有する接続部材と、該接続部材が接続される部分にパラジウム層を含む金属層が設けられ、鉛を主要構成金属とするはんだよりも融点が高く主要構成金属として鉛を含まない合金層が樹脂によって封止される部分より外の部分に設けられた被接続部材と、該接続される部分を封止する樹脂とを具備することを特徴とする半導体集積回路装置である。

【0009】

上記発明は、接続部材が接続される部分をメッキ等で付着形成するなどの手段を通じて設ける金属としてPd(パラジウム)を用いている。導電性を有する接続部材としてのAu線等のワイヤ並びにCu合金や42アロイといった被接続部材としてのフレーム材料との接合性に問題がなく、かつ、PdはAgに比して硬い金属でありキャピラリのめりこみによる欠点が多く、また、被接続部材単体毎の付着金属厚のばらつきが少ないからである。ただし、付着形成の場所として接続部材が接続される部分としたのは、PdはSn-Pb系金属及びAgに比べてコストが低くないため、接続部材との接合性に問題がない限り、最小限の面積に留めるべきであり、特に、面積の大きい OUTER リード等の樹脂封止体外の部分の付着形成に用いるとなると、コスト削減の目的が効果的に果たせないからである。

【0010】

付着形成後、該付着形成箇所に物理的変形力を加える成型加工等により発生するおそれのあるメッキ割れ等の問題については、本願発明ではメッキ箇所が封止され、かつ、成形加工されないため問題とはならない。さらに、Pdを用いることにより、Agのマイグレーションの回避、また、メッキ時に猛毒のシアンが不要になるなどのメリットもある。

【0011】

また、鉛を主要構成金属とするはんだよりも融点が高く、主要構成金属として鉛を含まない合金を該樹脂により封止される部分より外の部分に付着形成した被接続部材としたのは、被接続部材としてのフレームの材料である42Ni-Fe合金等のCuフレーム以外の材質で

も用いることができるようにするためと、インナーリード先端部と同じPdメッキをしてみようと、材料費の面でコスト削減が図れないし、全面Pdメッキに固有の問題を回避するためである。

【0012】

さらに、インナーリードの先端部にPdメッキするという本願発明の技術思想は、メッキ厚のばらつきを少なくし接合強度を増すことが可能である点で、チップシュリンクに伴うワイヤの細線化にも適用できることをも本願発明者は見出した。

【0013】

したがって、本願において開示される発明のうち、もう一つの代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次の通りである。すなわち、径が $30\mu\text{m}$ 以下のワイヤと、該ワイヤが接
10
続される部分にパラジウム層を含む金属層が設けられ、主要構成金属として鉛を含むはんだを樹脂により封止される部分より外の部分に設けられた被接続部材と、該接続される部分を封止する樹脂とを具備することを特徴とする半導体集積回路装置である。

【0014】

パラジウム金属層が接合部材に付着形成されることにより、接合強度が向上するため、鉛フリー化に完全に移行していない現状においても、パッケージの多ピン化若しくは大型化、またチップシュリンクに伴うワイヤの細線化（ワイヤ径が現状の $30\mu\text{m}$ 以下）に対しても、組立歩留まり向上及び信頼性向上に有効である。また、接続される部分にパラジウム金属層が付着形成されていればよいため、付着形成工程のコストと材料費のコストとの
20
関係でインナーリードの先端部に加えてタブにもパラジウム金属層が付着形成されていても良い。

【0015】

以下に本願に記載された発明を着想するに至った経緯について詳しく述べる。

【0016】

本願発明者はワイヤの断線の原因を究明すべく、評価を繰り返し、それらの発生原因を新たに特定した。解析の結果、ワイヤのリード側断線不良は「モールド後のワイヤ断線不良」及び「リフロー後リード圧着部の断線不良」の2種類が考えられることが判明した。まず、モールド後のワイヤ断線不良の原因は、リードの振動による応力とレジンの硬化収縮による応力であると考えられる。図1のとおり、ゲート33からレジンを注入（充填時間
30
で10秒）すると、レジン流れによりインナーリード4の先端部が上下に振動をする。この振動によりワイヤ19はストレスを受け、特にゲート部付近のピンが最も振動ストレスを受けやすい。更に、ゲート33から遠い位置からゲート33に向かって（図の右から左へ）レジンが硬化収縮するため、ワイヤ19に引っ張り力が加わり、接合強度が相対的に弱いリード側圧着部からワイヤ断線が発生していると考えられる。

【0017】

次に、リフロー後のリード圧着部の断線不良の原因は、リードフレームの膨張36及びレジンの膨張35のそれぞれの違いによるものと考えられる。図2にその模式図を記載する。レジンの硬化物性はレジンのガラス転移点 T_g （ $150\sim 160$ ）で大きく変化し、特に熱膨張係数（ ≈ 1.4 ）は、 T_g 以上の領域（2）は T_g 以下での（1）の約4～5倍の値になる。リフロー時の温度は T_g の温度よりも高いため、リフロー時レジンの膨張（2）
40
により、ワイヤ19にダメージが加わり、強度の弱い箇所（図2のAの部分）にクラック37が入り、図3に示したとおり、リードフレームの膨張36とレジンの膨張35の差34によって断線に至る。

【0018】

鉛フリー化により融点の高いSn基合金の代替はんだを用いるとリフロー温度は上昇するため、パッケージに加えられる熱量が増大し、特にリードフレームの膨張とレジンの膨張の差が助長される。したがって、上述のワイヤ断線不良のうちリフロー後のリード側圧着部の断線不良が特に問題となることが判明した。

【0019】

ここで、本願発明者はAgメッキの厚さとワイヤ断線の評価した。その結果、メッ
50

キ厚がある一定の厚さの範囲になれば、ワイヤ断線が発生しやすくなることが明らかとなった。その理由を解析すると、あまりに薄いメッキ厚では、Au線圧着時にAgとAuとの接合面の面積が十分に確保できず、熱応力によるワイヤの変形でワイヤ断線が発生してしまうことが考えられる。また、Agメッキをある厚さ以上に厚くすると、ワイヤ圧着時に、Agメッキ面が必要以上に变形し、接合エネルギーを吸収してしまう。その結果、十分な接合が得られなくなるし、また、接合面の断面形状が金線の熱変形に対する応力による引っぱりに対して弱い形状となってしまうと考えられる。

【0020】

更にリフロー後のリード側圧着部の断線不良を形状の側面から説明する。キャピラリ20によってワイヤ19がAgスポットメッキ面に圧着されている時の断面図を図4に記載する。図4の斜線部がキャピラリ20の先端であり、その先端の径は $170\mu\text{m}$ であり、Au線ワイヤ19の径は $30\mu\text{m}$ である。図において、リードフレーム7の厚さは $150\mu\text{m}$ である。先に述べた通りAgメッキ38の厚はAgメッキされるリードフレーム毎に $1.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ くらいまで厚さのばらつきが生じてしまうため、Agメッキ厚の特定は困難である。したがって、図においては断線不良が生じると考えられるメッキ厚が比較的厚い場合を想定している。

10

【0021】

ワイヤ圧着した場合に、Agは相対的に柔らかい金属であるためキャピラリ20がAgメッキ38の面にめりこみ、図4のとおりAgメッキ38の面の一部が盛り上がる。すると、図4のAの部分のAu線ワイヤ19の厚さが相対的に薄くなってしまい、ワイヤ強度が弱い箇所になる。ボンディング後のリード側圧着部の斜視図を図5に記載する。図5においてA線を記載した部分が図4におけるAの部分である。リフロー後にはリードフレームの膨張とレジンの膨張の差により図6のように図4のAの部分から断線が発生する。参考までに、モールド後のワイヤ断線不良のリード側圧着部の斜視図を図7に記載する。リフロー後のリード側圧着部の断線不良は断線したワイヤが圧着部と重なるように断線するが、モールド後のリード側圧着部のワイヤ断線不良では断線したワイヤが圧着部と離れるように断線する。以上のとおり、厚さが比較的厚いAgメッキ面にキャピラリ20がめりこむことによってワイヤ強度が弱い箇所ができることが原因であることを本願発明者の分析の結果明らかとなった。

20

【0022】

近年は設計上要求されるAgメッキ厚が数 μm と薄くなってきており、Agメッキ面の厚さのバラツキを評価した結果、現状のAgメッキプロセスでは、多数の被メッキ物を扱う際に初期の設定メッキ厚を維持することは困難であり、被メッキ物毎のメッキ厚を比較すると $1.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ の範囲にばらついてしまうことが判明した。そこで、本願発明者はリードフレーム毎のAgメッキ厚のばらつきを抑えるべく、最大厚さを従来の $10\mu\text{m}$ から $5 \sim 8\mu\text{m}$ の範囲に収まるように試みた。しかし、現状のAgメッキプロセスでは、先に述べた通り最大厚さ $10\mu\text{m}$ が限界であり、最大厚さを $5 \sim 8\mu\text{m}$ の範囲に収めることは困難であった。したがって、現状のAgメッキプロセスではメッキ厚のバラツキをこれ以上小さくすることは困難であると考えられる。

30

【0023】

そこで、ワイヤ強度が弱い箇所ができるという上述の問題を解決するため、インナーリード先端部に付着形成する金属層をAgより硬く、かつ、厚さのばらつきが少ない金属を用いるという新たな着想をし、かつ、製造コストを最小限に留めるに最適な金属を採用すべく評価検討した結果、本願発明に想到した。

40

【0024】

次に、上述のとおりパラジウム金属層がインナーリードの先端部に付着形成されることにより、リフロー後のリード側圧着部の断線が防止できる理由についてリード側圧着部形状の観点から説明する。

【0025】

キャピラリ20によってワイヤ19がPdメッキ10の面に圧着されている時の断面図を

50

図 8 に記載する。図 8 の斜線部がキャピラリ 20 の先であり、その先端の径は $170\mu\text{m}$ であり、Au線ワイヤ 19 の径は $30\mu\text{m}$ である例が記載されている。ワイヤ 19 を圧着した場合に、Pd は相対的に硬い金属であるため、メッキ面が Ag である時に比べてキャピラリ 20 があまりめりこまない。すると、図 8 の A の部分の Au線ワイヤ 19 の肉厚 t は図 4 の A の部分に比べて、十分な厚さが確保でき、ワイヤ強度を保つことができる。ボンディング後のリード側圧着部の斜視図を図 9 に記載する。図 9 において A 線を記載した部分が図 8 における A の部分である。図 5 に比べて図 9 の方が金線の肉厚が確保されていることがわかる。リフロア後にはリードフレームの膨張とレジンの膨張の差により図 9 の矢印の方向に応力が加えられる。しかし、強度の弱い箇所がないため、Ag メッキのときのような断線したワイヤが圧着部と重なるような断線は発生しない。キャピラリ 20 の圧着の力は、リードフレーム 7 の厚さ $150\mu\text{m}$ 、Pd メッキ 10 の厚が最小で $0.02\mu\text{m}$ 、最大 $0.15\mu\text{m}$ の時に金線肉厚 t が $10\mu\text{m}$ 以上を確保するような力であればワイヤ断線は少なくとも発生しない。

10

【0026】

次に、被接続部材に Pd 金属層を付着形成するという本願発明の技術思想は、鉛フリー化とは直接関係なく、接続部材の細線化にも適用できることを着想するに至った理由について述べる。

【0027】

本願の代表的な発明における条件を評価した結果、パッケージの大きさが変わらないことが前提となって評価していたことに着目した。ここで、ワイヤ断線はリードフレームの膨張及びレジンの膨張の違いによって引き起こされることは上述の説明の通りである。したがって、多ピン化に伴ってパッケージが大きくなると前記膨張の違いは更に顕著になると考えられる。容積が大きくなるため、熱容量が大きくなり、リフロアの際にレジンに加えられる熱量も増加するからである。また、多ピン化するため、リフロア時に基板からピンを通じて流入する熱量も増加することとなる。

20

【0028】

さらに、チップシュリンクによって狭ピッチ化する場合でも、同じサイズのパッケージに比べるとパッケージにはより多くの熱量が加えられることになる。よって、同じピン数のパッケージでもチップシュリンクにより、パッケージサイズが小さくなり、それに伴ってワイヤボンディングのパッドピッチも狭くなり、ワイヤ径も小さくなる。チップシュリンクに伴うワイヤの細線化、すなわち、現行のワイヤ径 $30\mu\text{m}$ が更に細くなるに従い、メッキ厚をより薄くする必要性が生じると考えられる。将来的には現行の Ag スポットメッキプロセスで実現可能な範囲のメッキ厚のばらつきでは大きすぎて接合が不安定になると考えられるからである。

30

【0029】

すなわち、リフロア温度に変化がなくとも多ピン化やチップシュリンクに伴う狭ピッチ化によってパッケージに加えられる熱量が増加することはリフロア温度が上がることに相当する。したがって、被接続部材に Pd 金属層を付着形成するという技術思想は、金属厚のばらつきを少なくし接合強度を増すことが可能である点で、鉛フリー化とは直接関係なく適用できる。

【0030】

尚、本願に記載された発明とは技術思想が全く異なるが、鉛フリー化が実現可能な対処法として PPL (Pre-solder Plated Leadframe) プロセスがある。PPL プロセスとは、接続性が高いパラジウム金属を用いて、封止前にダイボンディング部、インナーリード及びアウターリードを含むリードフレーム全体の上にメッキするプロセスである。PPL プロセスはメッキに使用する金属がパラジウムであるため鉛フリー化が可能となる。さらに、PPL プロセスでは従来封止後におこなわれていた外装メッキ工程が不要なので、アウターリードの半田メッキ省略による組立時間の短縮化及び組立プロセス全体のオートメーションも可能となる。

40

【0031】

しかし、フレーム材の材質と Pd 金属との電位差によって局部電池が形成されるため腐食

50

するおそれがあり、フレーム材として42アロイ（42Ni-Fe）合金等のFe系フレームの使用が不可能であり、銅合金に限定されてしまう。もっとも、バリアメタルをPd金属層との間にいれることによってFe系フレームの使用は可能となるが、実アセンブリ工程でダムバーカットやリード先端切断時、断面の素材が露出され、その断面より素材腐食が集中的に加速されるため、かつ、製造プロセスが複雑化するため製造コストの面で不利になるため、不適当である。また、フレーム状態からアウターリードのメッキが施されているため、封止により発生する樹脂バリ等を除去するバリ取り作業において、アウターリード表面を汚染させ、基板実装時のはんだ濡れ性を劣化させる可能性が高くなってしまう。さらに、パラジウムは鉛系はんだに比べて硬い金属であるため、メッキ後にアウターリード成形するとメッキ剥がれが発生してしまうという問題も生ずる。

10

【0032】

したがって、仮に上述のようなPdメッキプロセスを本願発明の課題であるワイヤ断線防止を解決する手段として採用したとしても被メッキ物毎のメッキ厚の相違を小さくすることが結果的に可能にはなるが、上述のデメリットがあるため、課題の解決手段としては不適当であることは言うまでもない。

【0033】

また、本願発明者は出願するに際して、「リードフレーム上にPdメッキする」との観点で公知例調査を行った。その結果、特開平11-40723号公報（特許文献4）及び特開平11-220084号公報（特許文献5）において、少なくともアウターリードを含むリードの一部又は全部をPd（パラジウム）系金属でメッキをする発明が提案されている。また、外装メッキ工程を不要とし組立プロセス全体のオートメーションを可能にすることに主眼を置いてリードの全部をPd（パラジウム）系金属でメッキをする発明として、特開平10-284666号公報（特許文献6）、特開平10-298798号公報（特許文献7）及び特開平10-18056号公報（特許文献8）が提案されており、Pd（パラジウム）系金属層の最表面に更にAu-Ag合金メッキを施すとの観点で特開平11-8341号公報（特許文献9）が提案されている。

20

【発明の効果】

【0034】

本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0035】

本発明によれば、鉛フリー化に対応したLSIパッケージ、特に鉛系はんだより融点が高い鉛フリー代替はんだを用いたLSIパッケージを提供することができ、組立歩留まり向上及び信頼性向上を図ることが可能となる。また、パッケージの多ピン化若しくは大型化、チップシュリンクに伴うワイヤの細線化に対応したLSIパッケージを提供することができ、組立歩留まり向上及び信頼性向上を図ることが可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において同一機能を有するものは同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

40

【0037】

本実施例の半導体集積回路装置は、インナーリードの先端部がパラジウムスポットメッキされ、アウターリードがSn-Ag系合金メッキされた半導体集積回路装置である。

【0038】

本実施例においては208ピンでパッケージサイズが28mm角を例に掲げている。

【0039】

図10には半導体集積回路装置に用いるリードフレームの繰り返し単位が4つ記載されている。繰り返し単位の数は4つに限らないことはいうまでもない。また、材質は本実施例中ではCu合金であるが、42Ni-Fe等の鉄系リードフレームであってもよい。本実施例においてはパラジウム全面メッキを行わないので、パラジウム全面メッキで問題となるアウ

50

ターリードでの局部電池の発生が起こらないからである。

【0040】

図11にはインナーリード4の先端部にパラジウムメッキ1をした一つのリードフレーム7の拡大図が記載されている。タブ(ダイパッド)2はいわゆる小タブであり、チップ搭載面の面積はその上に搭載される半導体チップの主面の面積よりも小さく設定されている。小タブを用いることで、リフロックラックが発生してしまう危険性をも未然に防ぐことが可能である。本実施例においては小タブであるが、クロスタブ方式(吊りリード3の幅しかない方式)でも良いし、通常のタブであってもよい。また、本実施例においてはダイパッド2にパラジウムメッキをしないが、ダイパッド2にパラジウムメッキをしてもよい。

10

【0041】

図12には図11のリードフレーム7の拡大図のA-B断面図が記載されている。リードの先端部にパラジウムメッキ1が施されている。パラジウムメッキされる部分は最低限ワイヤボンディング部がスポットメッキされる大きさであればよい。メッキを施すに際しては、リードフレーム7の背面及び前記リードの先端部以外の部分を絶縁材でマスクして電解メッキによって行う。したがって、後述する最低限必要なインナーリード先端の表面のメッキに加えて、厚さ方向にもメッキが施されることとなる。最低限必要なメッキ領域についてワイヤ径30 μ mのAu線ワイヤ19を用いてワイヤボンディングする場合を例にとりて説明すると、図19に記載のとおりスポットメッキの最低必要領域21は圧着幅aと圧着長bとで表現されるワイヤ圧着部の面積 $a \times b$ の約75%であり、本実施例においては

20

【0042】

また、吊りリード3を変形させることでダイパッド2をインナーリード4の面よりも下に位置させるいわゆるタブ下げを行っている。レジン注入時にチップ上下のレジン注入速度の差を緩和して、振動を防止するためである。

【0043】

図13に本実施例におけるインナーリード先端部のパラジウムメッキの構成が記載されている。パラジウムメッキは3層からなっており、インナーリードにまず下地メッキとしてNiメッキ11をし、その上からパラジウムメッキ10をし、最後に耐食性を向上させるため、Auフラッシュメッキ9をする。本実施例における各層の具体的な厚さは、インナーリード厚が150 μ mであり、Niメッキが1.0 μ m、パラジウムメッキが0.15 μ m、Auフラッシュメッキが約1nmである。

30

【0044】

ダイボンディング工程について、図14を用いて説明する。図14は図11のC-D断面図が記載されている。タブ下げ後のリードフレーム7をステージ16に載せ、ダイパッド2の下面に接触させる。ダイボンディングするための接着材15をシリンジ12に入れたディスペンサ13をダイパッド上方に位置させて、接着材15をダイパッド上面に貼着する。ここで、接着材15は消費電力の小さい半導体デバイス用の導電性ペースト(銀粉やカーボンを含有させた有機樹脂)を用いている。ダイボンド材に要求される特性は、良熱伝導体特性である他に半導体素子やリードフレーム7の被膜とのはんだ濡れ性、半導体デバイスの使用時と不使用時の温度差に起因するはんだの熱疲労特性などの観点で導電性ペーストが有効だからである。また、本願発明がPbの削減を目的としているので、通常パワーデバイスで用いられるPbを主成分とする金属はんだは用いることはない。しかし、金属はんだを用いないという意味ではなく、あくまでも鉛フリーのはんだであれば使用可能である。但し、鉛フリー化の観点のないもう一つの代表的な発明の場合には、Pbを主成分とする金属はんだを用いることもあることは言うまでもない。次の工程を図15を用いて説明する。接着材15が貼着されたリードフレームの上方にコレット17により半導体チップ18を移動させた後、チップをチップ固着位置に固着する。コレット17の形状は断面形状が図15のような四角錐であり、真空吸引することで、コレット17と半導体チッ

40

50

ブ 18 をコレット 17 に密着させている。

【 0045 】

ワイヤボンディング工程について図 16 を用いて説明する。ダイボンディング工程後、チップ 18 の下面とインナーリード 4 の下面をステージ 16 に固定する。ステージ 16 中には切り欠き等のダイパッド 2 が収納される部分が予め設けられている。固定後、キャピラリ 20 をチップ 18 上のパッドからインナーリード 4 上へとボンディングする。図 17 にワイヤボンディング箇所の拡大図を記載する。ワイヤボンディング後の圧着部の形状の模式図を図 18 に記載した。本願発明の場合、ワイヤ径の d は $30\ \mu\text{m}$ であり、圧着幅 W は最大で $105\ \mu\text{m}$ 、圧着長も最大で $105\ \mu\text{m}$ である。 L 、 W 及び d 間の関係を、 $1.5\ W/d\ 3.5$ 、 $1.5\ L/d\ 3.5$ の範囲に収まるようにすれば、良好な圧着状態を得ることができることが発明者の評価の結果明らかとなっている。

【 0046 】

上述したワイヤボンディング工程が完了した後のリードフレーム 7 は図 20 に記載されているとおりであり、次にモールド工程で樹脂封止を行う。モールド工程では、リードフレーム 7 を封止金型 22 で挟み込み、樹脂注入口 23 から樹脂 24 を流し込む。本実施例では流し込みの速度は充填時間が 10 秒間になるようにしている。流し込みに際してはリードフレーム 7 の上と下で同じ速度で樹脂が流し込まれるようにする必要がある。これはモールドに際してリードフレーム 7 の振動幅を極力小さくして、ワイヤ 19 にかかるストレスを軽減してワイヤ断線を防止するためである。

【 0047 】

樹脂封止後、アウターリード 5 に外装メッキをし、外装メッキが完了した状態が図 22 に記載されている。本実施例においては外装メッキに用いる金属は Sn-Ag 系金属に Cu 及び又は Bi 若しくは双方を加えた合金である。Pb 削減を実現し、リフロー温度が高いリフロー実装を想定しているためである。したがって、上記合金だけでなく、Zn、In、Sb 等と Sn 若しくは Sn 系合金との合金でもよいことは言うまでもない。リフロー実装の場合には接合用のクリームはんだは Sn-Ag 系、Sn-Zn 系、Sn-Bi 系など実装温度が異なるものがある。現状においては Sn-Ag 系金属は Pb 含有はんだの融点よりも融点が高い。しかし、他の実施例においては、外装メッキは鉛系のはんだを用いることになる。インナーリード 4 にパラジウムメッキをすることにより、インナーリード 4 とワイヤ 19 の接続強度が増すことに着目した場合には、外装メッキが鉛系のはんだに限る必要はないからである。

【 0048 】

外装メッキ完了後、アウターリード 5 を成形する工程がある。まず、図 23 に記載の通り、アウターリード 5 の根元で樹脂封止体を挟み込んで固定し、パンチ 25 によりアウターリード 5 を成形する。成形後、図 24 に記載の通り、下方からダイを移動させることにより、アウターリード 5 の先端部分を切断成形する。

【 0049 】

本実施例における完成品の模式図を図 25 に、模式図の透視図を図 27 に、図 27 中の E-F 断面図を図 26 に記載する。ピン数は 208 ピンであるが、煩雑となるのを避けるため、同図においてピン数を省略して記載している。樹脂封止体の形状は一つの角を落とし、印を刻印することで実装時のハンドリングの際にパッケージの方向性を確保している。本実施例における完成品の具体的な寸法は、樹脂封止体の大きさ D は 28mm 角、アウターリード 5 を含めた半導体パッケージの外形寸法は $30.6 \pm 0.2\text{mm}$ 、高さは最大で 3.56mm である。また、リードのピッチ p は 0.5mm 、各リードの幅 w は 0.2mm 、厚さ t は 0.15mm である。樹脂封止体からアウターリード先端までの水平方向の長さ a は 1.3mm 、曲げられたアウターリードの先端の長さ k は 0.5mm である。

【 0050 】

配線基板へ実装する工程を図 28、図 29 を用いて説明図する。アウターリード 5 の先の実装面よりも大きなフットプリント 29 に半田ペースト 28 を塗布する。塗布後パッケージ 31 を上から配置し、熱を加えることで実装する。リフローの方式はベーパーフェーズリフロー、エアリフロー、赤外線リフローなどがある。実施例においては、リフロー温

10

20

30

40

50

度は255であり、通常のSn-Pb系はんだのリフロー温度235に比べて20ほど高くなっている。はんだの融点が高いことに対応するためである。また、配線基板30のフットプリント29の具体的な大きさは、幅aは0.20~0.25mm、長さbは1.3mmである。

【0051】

この大きさの範囲であれば、配置時にパッケージの位置が多少のズレても、リフローによってセルフアラインし、実装位置のズレによる問題は生じないからである。

【0052】

上述の実施例においては、QFPを製造するために本発明を適用した場合について説明したが、QFPに限られずQFNやQFJ等の表面実装型パッケージで適用できるし、チップ中程に配置したパッドをワイヤでリードと接続するSmall Outline Non-leaded package 10 といったワイヤ接続部分を有するパッケージ全般に適用できる。さらに、実施例においては接続部材であるワイヤを被接続部材であるインナーリードに圧着接続する部分の接続強度を向上させているが、接続部材はワイヤに限られず、被接続部材もリードに限られない。例えば、図30に示す断面概略図のように基材にポリイミドテープ43等の絶縁材を用い、はんだボールで基板実装するChip Size Package 等において、接続部材42としてのリードを半導体チップ39に圧着接続する部分であるパッド40にPdメッキを施す場合等にも適用できる。すなわち、本願発明は半導体製品において、接続部分の接続性・信頼性の向上全般に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

20

【図1】モールド後のワイヤ断線不良の発生メカニズムの図である。

【図2】リフロー後リード側圧着部のクラック発生メカニズムの図である。

【図3】リフロー後リード側圧着部の断線発生の図である。

【図4】Agメッキ面へのワイヤボンディングのワイヤ圧着時の拡大図である。

【図5】Agメッキ面へのワイヤボンディングのワイヤ圧着部の斜視図である。

【図6】Agメッキのリフロー後ワイヤ断線の図である。

【図7】Agメッキのレジン硬化収縮後ワイヤ断線の図である。

【図8】Pdメッキ面へのワイヤボンディングのワイヤ圧着時の拡大図である。

【図9】Pdメッキ面へのワイヤボンディングのワイヤ圧着部の斜視図である。

【図10】本発明の一実施例であるリードフレームの平面図である。

30

【図11】本発明の一実施例であるリードフレームの拡大平面図である。

【図12】図11のA-B断面図である。

【図13】インナーリード先端のPdメッキ詳細断面図である。

【図14】本フレームを使用したダイボンディング工程の接着剤塗布の図である。

【図15】本フレームを使用したダイボンディング工程のチップ搭載の図である。

【図16】本フレームを使用したワイヤボンディング工程の図である。

【図17】本フレームを使用したワイヤボンディング工程のPdメッキ部拡大図である。

【図18】Pdメッキ面へワイヤボンディングした際のAu線圧着部の形状の図である。

【図19】Pdメッキ面へのワイヤボンディング圧着部の斜視図である。

【図20】本発明の一実施例であるリードフレームのワイヤボンディング完了後の拡大平面図である。 40

【図21】本フレームを使用した樹脂封止工程の断面図である。

【図22】本フレームを使用した OUTER リードメッキ後の断面図である。

【図23】本フレームを使用した曲げ加工の図である。

【図24】本フレームを使用したリード先端揃え加工の図である。

【図25】本フレームを使用したパッケージの完成品上面図である。

【図26】本フレームを使用したパッケージの完成品のE-F断面図である。

【図27】本フレームを使用したパッケージの完成品透視図である。

【図28】本パッケージの基板実装図である。

【図29】本パッケージの基板実装後の実装基板の上面図である。

50

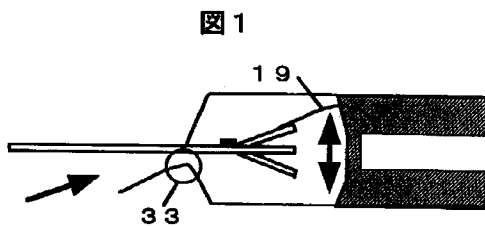
【図 30】周辺パッド構造のFan-InタイプCSPの断面概略図である。

【符号の説明】

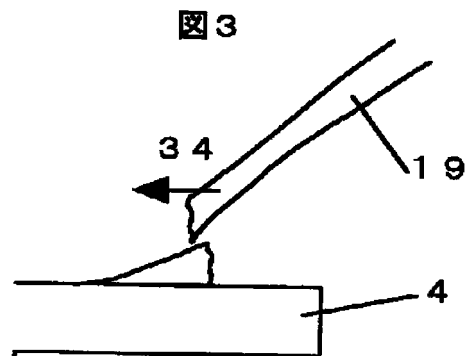
【0054】

1：インナーリード先端めっき 2：ダイパッド 3：吊りリード 4：インナーリード
 5：アウターリード 6：ダムバー 7：リードフレーム 8：ダムバー位置 9：Au
 (金)フラッシュメッキ 10：Pd(パラジウム)メッキ 11：Ni(ニッケル)メッキ
 12：シリンジ 13：ディスベンサ 14：ノズル 15：接着剤 16：ステージ
 17：コレット 18：半導体チップ 19：Au(金)線ワイヤ 20：キャピラリ
 21：最低必要領域 22：封止金型 23：樹脂注入口 24：樹脂 25：パンチ
 26：ダイ 27：ヒータ 28：はんだペースト 29：フットプリント 30：配線
 基板 31：半導体パッケージ 32：配線 33：ゲート 34：膨張差 35：レジ
 ンの膨張 36：リードフレームの膨張 37：クラック 38：Ag(銀)メッキ 39
 ：半導体チップ 40：パッド 41：絶縁樹脂 42：接続部材 43：テープ基材。

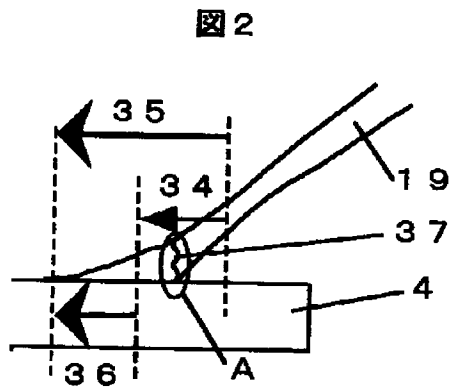
【図 1】



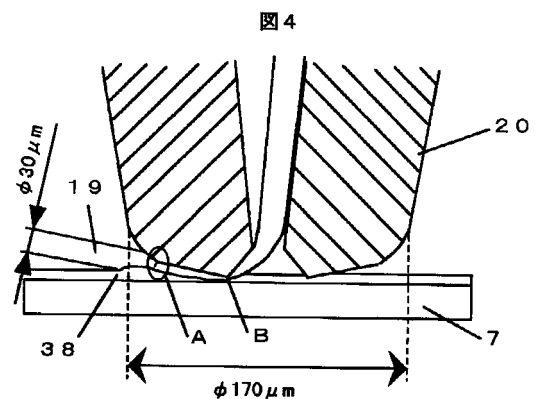
【図 3】



【図 2】

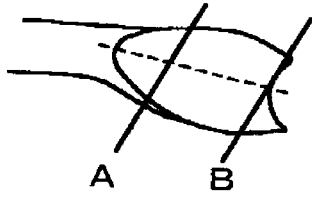


【図 4】



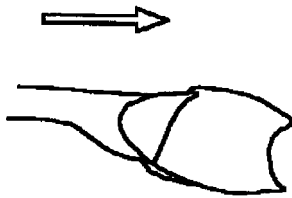
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6



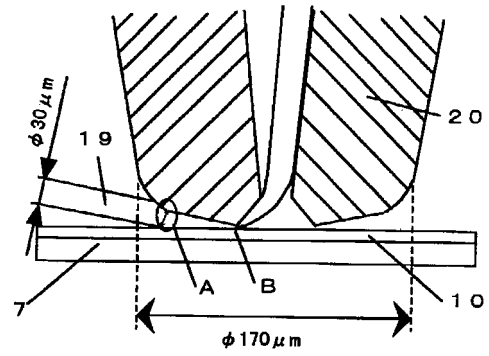
【図 7】

図 7



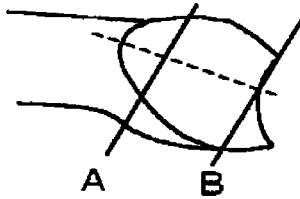
【図 8】

図 8



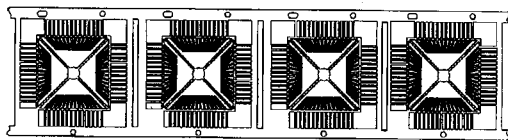
【図 9】

図 9



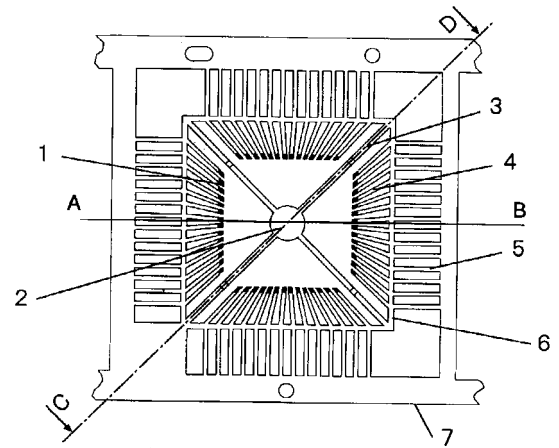
【図 10】

図 10



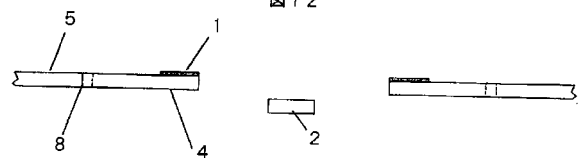
【図 11】

図 11



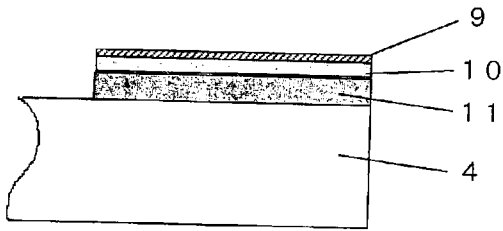
【図 12】

図 12



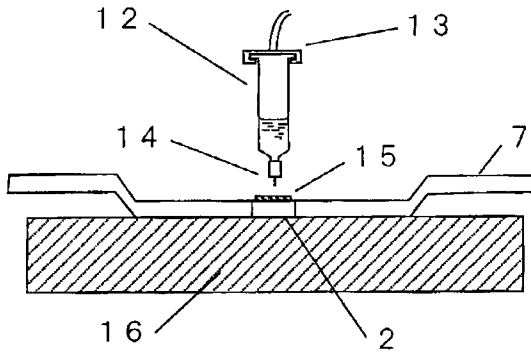
【図13】

図13



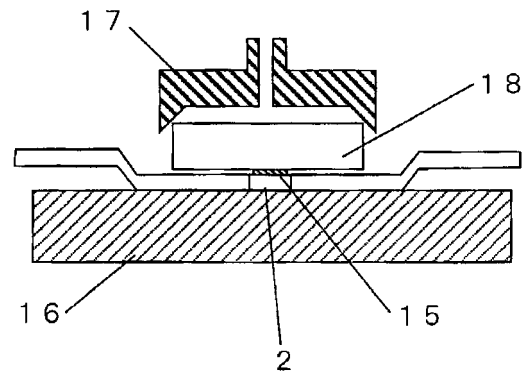
【図14】

図14



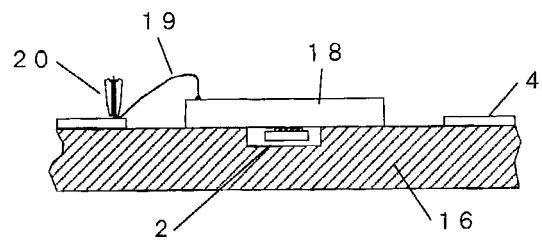
【図15】

図15



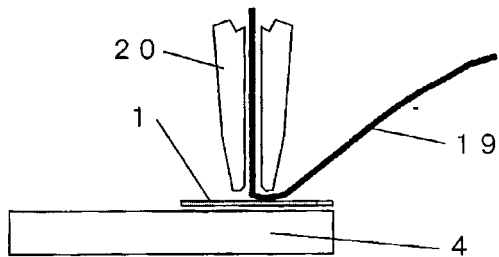
【図16】

図16



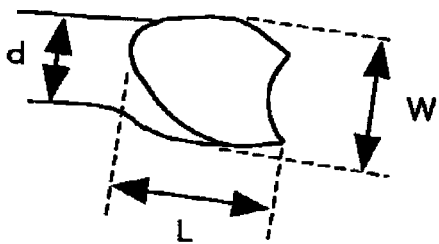
【図17】

図17



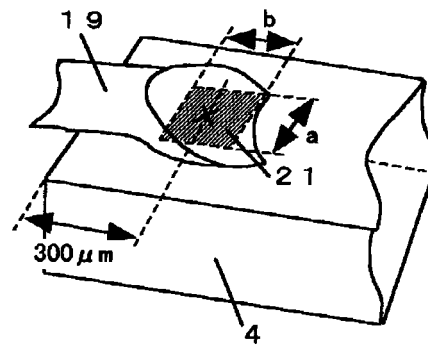
【図18】

図18



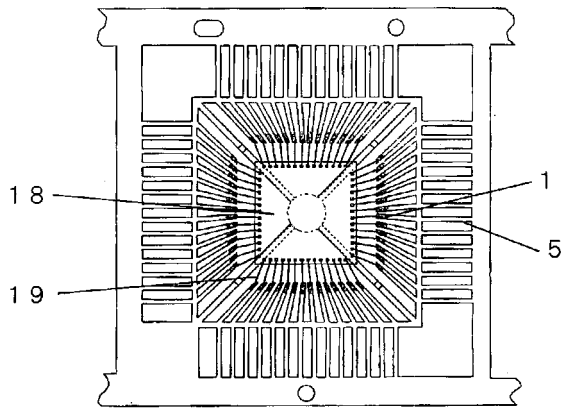
【図19】

図19



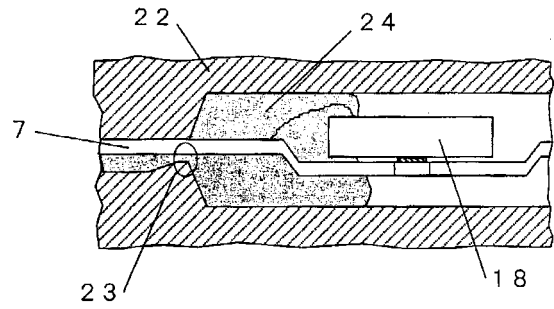
【図 20】

図20



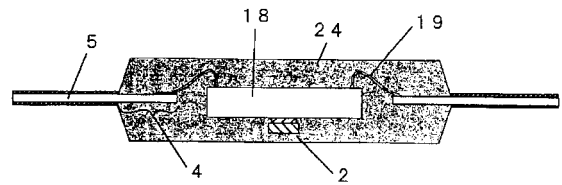
【図 21】

図21



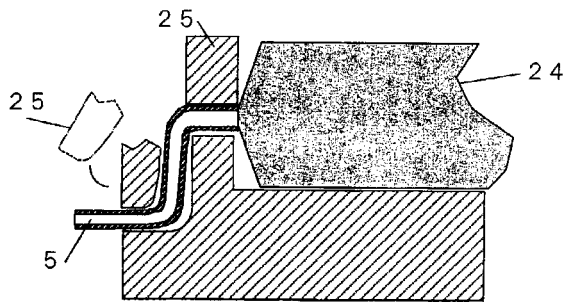
【図 22】

図22



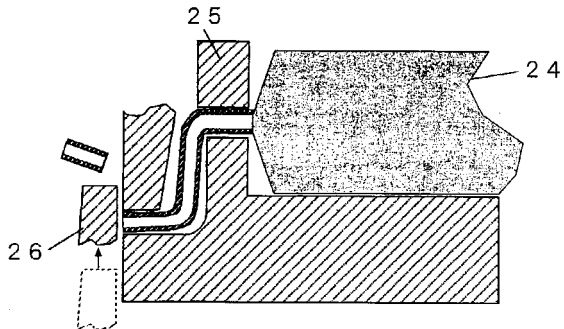
【図 23】

図23



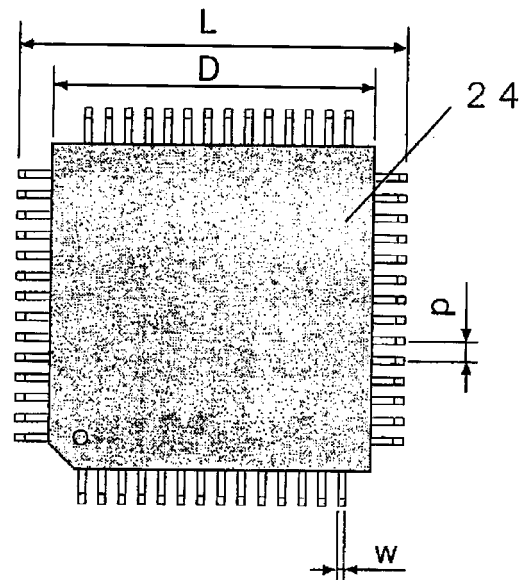
【図 24】

図24

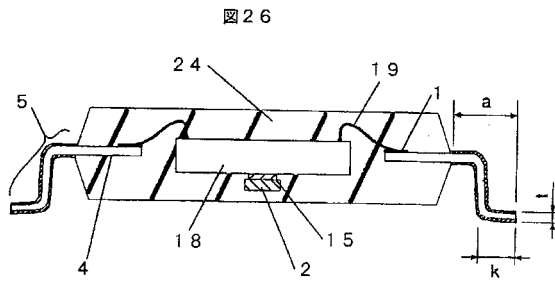


【図 25】

図25



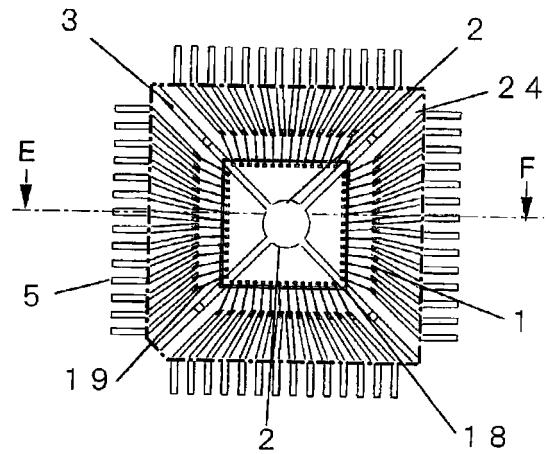
【図 26】



- 1 : インナーリード先端めっき
 2 : ダイパット
 4 : インナーリード
 5 : アウターリード
 15 : 接着剤
 18 : 半導体チップ
 19 : Au (金) 線ワイヤ
 24 : 樹脂

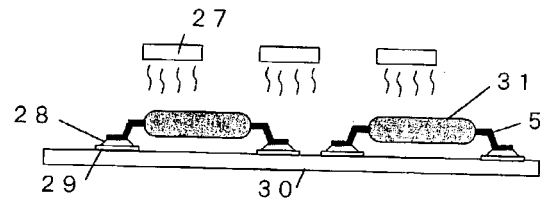
【図 27】

図 27



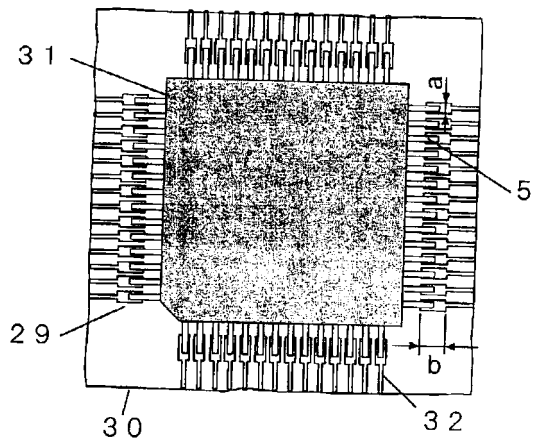
【図 28】

図 28



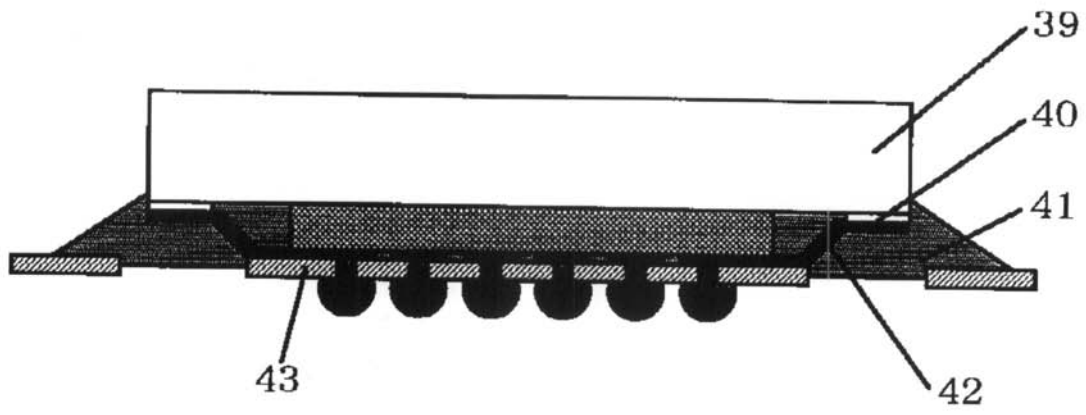
【図 29】

図 29



【図 30】

図 30



フロントページの続き

F ターム(参考) 5F067 AB03 BD05 DC12 DC13 DC16 DC17 DC20