

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3558449号

(P3558449)

(45) 発行日 平成16年8月25日(2004.8.25)

(24) 登録日 平成16年5月28日(2004.5.28)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/60

F I

H01L 21/60 311R

H01L 21/92 602G

請求項の数 2 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平8-146921	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成8年6月10日(1996.6.10)		松下電器産業株式会社
(65) 公開番号	特開平9-330949		大阪府門真市大字門真1006番地
(43) 公開日	平成9年12月22日(1997.12.22)	(74) 代理人	100068087
審査請求日	平成13年1月31日(2001.1.31)		弁理士 森本 義弘
		(72) 発明者	塚原 法人
			大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		審査官	田中 永一
		(56) 参考文献	特開平6-268013 (JP, A)
			特開平6-302645 (JP, A)
			特開平7-183303 (JP, A)
			実開平2-120836 (JP, U)

(54) 【発明の名称】 電子部品構体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体素子をテープキャリアのインナーリードに接合するに際して、前記半導体素子の電極には、金属ワイヤの先端を溶融して形成した金属ボールを前記半導体素子の電極上に接合してバンプを形成し、前記インナーリードの表面にはメッキ層を形成し、前記インナーリードを半導体素子のバンプに位置合わせした状態で前記メッキ層を溶融して合金層を介して半導体素子を前記インナーリードに接合した電子部品構体において、前記金属ボールによるバンプは、前記電極1個に対して、複数個形成されていることを特徴とする電子部品構体。

【請求項2】

バンプは、キャピラリーを通した金属ワイヤの先端を溶融して前記金属ワイヤの先端に金属ボールを形成し、前記キャピラリーを移動して前記金属ボールを半導体素子の電極上に位置決めし、前記金属ボールを半導体素子の電極に接合し、前記キャピラリーを上昇させ、横にずらして下降させ、前記金属ワイヤを半導体素子の電極に接合した金属ボール上に接合し、前記キャピラリーを再度上昇させ、前記金属ボールを半導体素子の電極に接合した状態で残すように前記金属ワイヤを引きちぎって半導体素子の電極上に形成される前記金属ボールによる2段突起形状のバンプであることを特徴とする請求項1記載の電子部品構体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとが、半田等の低融点合金を用いて結線された電子部品構体に関し、特に、金属ワイヤの先端に形成した金属ボールを半導体素子の電極に接合してバンプを形成し、テープキャリアのインナーリードと結線された電子部品構体に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

従来、半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとが結線された電子部品構体としては、例えば図25～図29に示されるものが挙げられる。すなわち、図25に示すように半導体素子1の電極2上に電気メッキ法によりSnや半田等のバンプ3が形成されている。4は半導体素子1のアクティブ面を保護するパシベーション膜である。

10

【0003】

そして、図26に示すように、前記各電極2上に形成されたバンプ3上にテープキャリア5の各インナーリード6が対向するように位置決めする。その後、図27に示すように、加熱されたボンディングツール7にて各インナーリード6の先端部を一括して押圧する。その結果、図28に示すように、各インナーリード6の表面に形成されたSnや半田等のメッキ層8が溶融され、バンプ3とインナーリード6とが合金層9を介して結線された電子部品構体が形成される。

【0004】

しかしながら、図25に示すように電気メッキ法で形成可能なバンプ3の最大高さHは約20 μm と低いため、図29に示すように、前記メッキ層8を溶融して、合金層9を介してバンプ3とインナーリード6とを結線する際に、溶融した合金層9の量と比較して、インナーリード6と半導体素子1との隙間が狭く、過剰な合金層9aが半導体素子1のエッジ部に接触してしまい、半導体素子1の動作不良を引き起こすという問題があった。

20

【0005】

また、上記の電気メッキ法により形成されたバンプ3よりも背の高いバンプを形成するために、電気メッキ法とは別に、図30～図34に示すように、ワイヤボンディング法により形成されるバンプ11を用いた従来例が挙げられる。すなわち、図30において、(a)で示すように、金、銅、アルミニウム、半田等で製作された金属ワイヤ12をセラミックやルビーで作られたキャピラリー13に通し、通した金属ワイヤ12の先端とトーチと呼ばれる電極14との間で放電し、金属ボール15を形成する。

30

【0006】

次に、(b)で示すように、予熱されている半導体素子1の電極2の上に前記金属ボール15を押圧し、超音波振動を加え、温度、圧力、超音波振動の作用によって、前記金属ボール15を半導体素子1の電極2に接合する。その後、(c)で示すように、キャピラリー13を鉛直方向に上昇させ、(d)で示すように、金属ワイヤ12を引きちぎって金属ボールによるバンプ11を形成する。

【0007】

このようにして、図31に示すように、半導体素子1の各電極2上にバンプ11を1個ずつ形成した後、図32に示すように、前記バンプ11上にテープキャリア5のインナーリード6が対向するように位置決めし、図33に示すように加熱されたボンディングツール7にて各インナーリード6の先端部を一括して押圧する。その結果、各インナーリード6の表面に形成されたSnや半田等のメッキ層8が溶融され、金属ボールによるバンプ11とインナーリード6とが合金層9を介して結線された電子部品構体が形成される。

40

【0008】

これによると、図31に示すように、ワイヤボンディング法で形成可能なバンプ11の最大高さHは約50 μm となり、電気メッキ法により形成された図25のバンプ3と比較して高く形成することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

50

しかしながら、ワイヤボンディング法で形成されたバンプ 11 では、図 3 4 に示すように、バンプ 11 と合金層 9 との接触面積が小さいため、溶融した合金層 9 を保持する力が小さく、過剰な合金層 9 a が半導体素子 1 のエッジ部に流れて接触してしまい、半導体素子 1 の動作不良を引き起こすという問題が依然として解決できなかった。

【0010】

本発明は、上記の問題点に鑑み、半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとを高い信頼性をもって接合できる電子部品構体の提供を目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の電子部品構体においては、半導体素子の電極上に、金属ボールによるバンプを複数個形成したものであり、この本発明によれば、半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとを高い信頼性をもって接合できる。

【0012】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 に記載の発明は、半導体素子をテープキャリアのインナーリードに接合するに際して、前記半導体素子の電極には、金属ワイヤの先端を溶融して形成した金属ボールを前記半導体素子の電極上に接合してバンプを形成し、前記インナーリードの表面にはメッキ層を形成し、前記インナーリードを半導体素子のバンプに位置合わせした状態で前記メッキ層を溶融して合金層を介して半導体素子を前記インナーリードに接合した電子部品構体において、前記金属ボールによるバンプは、前記電極 1 個に対して、複数個形成 20 されているものであり、これによると、半導体素子の電極にインナーリードが対向するように位置決めした後、加熱されたボンディングツールにてインナーリードの先端を押圧し、インナーリードの表面に形成されたメッキ層を溶融し、バンプとインナーリードとを合金層を介して結線する際において、半導体素子の電極上に 1 個の金属ボールによるバンプが形成されている場合と比較して、バンプと合金層との接触面積が拡大し、溶融した合金層を保持する力が大きくなり、さらに、複数のバンプが抵抗となって溶融した合金層の流れを阻止する役目を果たすため、合金層が半導体素子のエッジ部に流れて接触することを防止でき、高い信頼性をもって半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとを接合することができる。

【0013】

請求項 2 に記載の発明は、バンプは、キャピラリーを通した金属ワイヤの先端を溶融して前記金属ワイヤの先端に金属ボールを形成し、前記キャピラリーを移動して前記金属ボールを半導体素子の電極上に位置決めし、前記金属ボールを半導体素子の電極に接合し、前記キャピラリーを上昇させ、横にずらして下降させ、前記金属ワイヤを半導体素子の電極に接合した金属ボール上に接合し、前記キャピラリーを再度上昇させ、前記金属ボールを半導体素子の電極に接合した状態で残すように前記金属ワイヤを引きちぎって半導体素子の電極上に形成される前記金属ボールによる 2 段突起形状のバンプであるものであり、これによると、半導体素子の電極上に形成された複数のバンプの高さが均一となるため、半導体素子の電極にインナーリードが対向するように位置決めした後、加熱されたボンディングツールにてインナーリードの先端を押圧し、インナーリードの表面に形成されたメッキ層を溶融し、バンプとインナーリードとを合金層を介して結線する際において、インナーリードが各バンプに均等かつ確実に接触するため、各金属ボールによるバンプとインナーリードとが合金層を介して確実に結線される。さらに、バンプと合金層との接触面積が拡大し、溶融した合金層を保持する力が大きくなり、複数のバンプが抵抗となって溶融した合金層の流れを阻止する役目を果たすため、合金層が半導体素子のエッジ部に流れて接触することを防止でき、高い信頼性をもって半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとを接合することができる。 40

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図 1 から図 2 4 を用いて説明する。

(実施の形態 1)

10

20

30

40

50

図1、図2に示すように、半導体素子1のアクティブ面には、電極2と前記アクティブ面を保護するパシベーション膜4とが形成されている。半導体素子1の電極2上には、ワイヤボンディング法を用いて形成した金属ボールによるパンプ11が複数形成されている。尚、前記ワイヤボンディング法は先の従来の技術において図30の(a)~(d)を用いて説明したため、ここでの説明は省略する。

【0017】

ワイヤボンディング法により各電極2上に複数のパンプ11を形成した後、図3に示すように、複数のパンプ11上にテープキャリア5のインナーリード6が対向するように位置決めし、加熱されたボンディングツール7にてインナーリード6の先端部を一括して押圧し、インナーリード6の表面に形成されたSnや半田等のメッキ層8を溶融する。その結果、図4に示すように、複数のパンプ11とインナーリード6とが合金層9を介して結線された電子部品構体が形成される。

10

【0018】

これによれば、半導体素子1の電極2上に金属ボールによるパンプ11が複数形成されているため、図34に示すような金属ボールによるパンプ11が各電極2上に1個だけ形成されている場合と比較して、パンプ11と合金層9との接触面積が拡大し、溶融した合金層9を保持する力が大きくなる。また複数のパンプ11が抵抗となって溶融した合金層9の流れを阻止する役目を果たすため、合金層9が半導体素子1のエッジ部に流れて接触することを防止でき、高い信頼性をもって半導体素子1の電極2とテープキャリア5のインナーリード6とを接合することができる。

20

【0019】

(実施の形態2)

図5、図6に示すように、ワイヤボンディング法により、半導体素子1の電極2上に、金属ボールによるパンプ11を形成した後、さらに、そのパンプ11上にワイヤボンディング法でパンプ11を形成し、パンプ11が2段に積み重ねられている。すなわち、電極2上に形成された金属ボールによる1段目のパンプ11上にさらに、金属ワイヤ12の先端に形成された金属ボール15を位置決めし、熱圧着もしくは超音波併用熱圧着により金属ボール15を1段目のパンプ11に接合し、金属ボール15を1段目のパンプ11上に接合した状態で残すように金属ワイヤ12を引きちぎって、1段目のパンプ11上に2段目のパンプ11を形成している。

30

【0020】

その後、図7に示すように、前記2段のパンプ11上にテープキャリア5のインナーリード6が対向するように位置決めし、加熱されたボンディングツール7にてインナーリード6の先端部を一括して押圧し、インナーリード6の表面に形成されたSnや半田等のメッキ層8を溶融する。その結果、図8に示すように、2段のパンプ11とインナーリード6とが合金層9を介して結線された電子部品構体が形成される。

【0021】

これによれば、図25に示した電気メッキ法によりパンプ3を形成した場合、その高さHは最大約20 μ m、また、図31に示したワイヤボンディング法によりパンプ11を1個だけ形成した場合、その高さHは約50 μ mであるのに対して、図6に示すようにワイヤボンディング法によりパンプ11を2段に積み重ねた場合で約100 μ m以上の高さHとなるため、図8に示すように、インナーリード6と半導体素子1との隙間が広くなり、接合に要する合金層9の量を拡大することができ、過剰な合金層が半導体素子1のエッジに接触することを防ぐことができ、高い信頼性をもって半導体素子1の電極2とテープキャリア5のインナーリード6とを接合することができる。

40

【0022】

なお、積み重ねるパンプ11は、2段に限定されず、図9に示すように3段でも、或はそれ以上でも良い。

(実施の形態3)

先に述べた(実施の形態1)において、ワイヤボンディング法を用いてパンプ11(一般

50

に引きちぎりバンプと呼ばれている)を電極2上に複数設ける場合、図30の(c)と(d)に示すように金属ボール15から金属ワイヤ12が引きちぎられる加減によって、図10に示すように、各バンプ11の高さHにバラツキhが発生する恐れがあった。たとえば、高さHが45 μ mのバンプ11を複数形成すると、その高さのバラツキhは約 \pm 10 μ mとなる。

【0023】

したがって、図11に示すように、複数個のバンプ11上にインナーリード6が対向するように位置決めし、加熱されたボンディングツール7にてインナーリード6の先端部を一括して押圧し、インナーリード6の表面に形成されたSnや半田等のメッキ層8を溶融する際、高さHのバラツキhによってインナーリード6に接触しないバンプ11が発生し、その結果、図12に示すように、接合後、合金層9を介してインナーリード6と接触しないバンプ11が発生する可能性がある。

10

【0024】

このようなことから、(実施の形態3)では、複数のバンプを設ける際、各バンプの高さを均一にするため、各バンプを2段突起形状に形成したものである。すなわち、図13において、(a)で示すように、金、銅、アルミニウム、半田等で製作された金属ワイヤ12をセラミックやルビーで作られたキャピラリー13に通し、通した金属ワイヤ12の先端とトーチと呼ばれる電極14との間で放電し、金属ボール15を形成する。

【0025】

次に、(b)で示すように、予熱されている半導体素子1の電極2の上に前記金属ボール15を押圧し、超音波振動を加え、温度、圧力、超音波振動の作用によって、前記金属ボール15を半導体素子1の電極2に接合する。その後、(c)で示すように、キャピラリー13を鉛直方向に上昇させ、さらに(d)で示すように、キャピラリー13を横にずらして下降させ、(e)で示すように、金属ワイヤ12を金属ボール15上に接触させ、温度、圧力(或いは、温度、圧力、超音波振動)の作用によって金属ワイヤ12を金属ボール15に接合し、(f)で示すように、キャピラリー13を再度上昇させ、金属ワイヤ12を引きちぎることにより、2段突起形状のバンプ20が形成される。このようにして形成される2段突起形状のバンプ20は高さHが均一になるため、図15に示すように、半導体素子1の電極2上に、2段突起形状のバンプ20を複数形成すると、各バンプ20の高さHは均一となる。たとえば、高さHが45 μ mの2段突起形状のバンプ20を複数形成した場合、各高さHのバラツキhは \pm 2 μ mとなり問題のない範囲におさまる。

20

30

【0026】

したがって、図16に示すように、ボンディングツール7でインナーリード6を押圧した際、各バンプ20が確実にインナーリード6に接触し、その結果、図17に示すように、各バンプ20とインナーリード6とが合金層9を介して均等かつ確実に接合され、さらに、先述した(実施の形態1)と同様に、バンプ20が複数形成されているため、合金層9が半導体素子1のエッジ部に流れるのを防ぐことができ、高い信頼性をもって半導体素子1の電極2とテープキャリア5のインナーリード6とを接合することができる。

【0027】

(実施の形態4)

先に述べた(実施の形態2)のようにワイヤボンディング法を用いてバンプ11(一般に引きちぎりバンプと呼ばれている)を2段に積み重ねたものを各電極2上に設ける場合においても、図18に示すように、各バンプ11の高さHにバラツキhが発生する恐れがあった。

40

【0028】

したがって、図19に示すように、各電極2上に形成されたバンプ11上に各インナーリード6が対向するように位置決めし、加熱されたボンディングツール7にて各インナーリード6の先端部を一括して押圧し、インナーリード6の表面に形成されたSnや半田等のメッキ層8を溶融する際、高さHのバラツキhによってインナーリード6に接触しないバンプ11が発生し、その結果、図20に示すように、接合後、合金層9を介してインナー

50

リード6と接触しないバンプ11が発生する可能性がある。

【0029】

このようなことから、(実施の形態4)では、2段に積み重ねたバンプを半導体素子1の各電極2上に設ける際、各バンプを2段突起形状にしたものである。すなわち、2段突起形状のバンプ20の形成方法は先述した(実施の形態3)と同様であり、これによると、図22に示すように、2段に積み重ねた各バンプ20の高さHが均一となる。したがって、図23に示すように、ボンディングツール7で各インナーリード6を押圧した際、各電極2上のバンプ20が確実に各インナーリード6に接触し、その結果、図24に示すように、各バンプ20と各インナーリード6とが合金層9を介して均等かつ確実に接合され、さらに、先述した(実施の形態2)と同様に、バンプ20を積み重ねたことによりバンプ20の高さHが高くなって、インナーリード6と半導体素子1との隙間が広くなり、接合に要する合金層9の量を拡大することができ、過剰な合金層が半導体素子1のエッジに接触することを防ぐことができるため、高い信頼性をもって半導体素子1の電極2とテープキャリア5のインナーリード6とを接合することができる。

10

【0030】

なお、積み重ねるバンプ20は、2段に限定されず、3段でも、或はそれ以上でも良い。

【0031】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のうち請求項1記載の発明によると、インナーリードの表面に形成されたメッキ層を溶融し、バンプとインナーリードとを合金層を介して結線する際において、半導体素子の電極上に複数の金属ボールによるバンプを形成しているため、電極上に1個の金属ボールによるバンプが形成されている場合と比較して、バンプと合金層との接触面積が拡大し、溶融した合金層を保持する力が大きくなり、さらに、複数のバンプが抵抗となって溶融した合金層の流れを阻止する役目を果たすため、合金層が半導体素子のエッジ部に流れて接触することを防止でき、高い信頼性をもって半導体素子の電極とテープキャリアのインナーリードとを接合することができる。

20

【0033】

さらに、請求項2記載の発明によると、請求項1記載の発明による効果に加えて、バンプを2段突起形状に形成することにより、半導体素子の電極上に形成された複数のバンプの高さが均一となるため、加熱されたボンディングツールにてインナーリードの先端を押圧した際、インナーリードが各バンプに均等かつ確実に接触するため、各バンプとインナーリードとが合金層を介して確実に結線される。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプの斜視図である。

【図2】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプの正面図である。

【図3】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図4】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

40

【図5】本発明の実施の形態2における電子部品構体の半導体素子の電極上に2段に形成されたバンプの斜視図である。

【図6】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプの正面図である。

【図7】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図8】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

【図9】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に3段に形成されたバンプの正面図である。

【図10】半導体素子の電極上に形成された複数の引きちぎりバンプの高さのパラツキを

50

示す図である。

【図 1 1】半導体素子の電極上に形成された複数の引きちぎりバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図 1 2】半導体素子の電極上に形成された複数の引きちぎりバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

【図 1 3】本発明の実施の形態 3 における電子部品構体の半導体素子の電極上に形成される 2 段突起形状のバンプの形成方法を示す図である。

【図 1 4】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成された 2 段突起形状のバンプの正面図である。

【図 1 5】同、2 段突起形状のバンプを電極上に複数形成した正面図である。

10

【図 1 6】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成された 2 段突起形状のバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図 1 7】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成された 2 段突起形状のバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

【図 1 8】半導体素子の電極上に 2 段に形成された引きちぎりバンプの高さのバラツキを示す図である。

【図 1 9】半導体素子の電極上に 2 段に形成された引きちぎりバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図 2 0】半導体素子の電極上に 2 段に形成された引きちぎりバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

20

【図 2 1】本発明の実施の形態 4 における電子部品構体の半導体素子の電極上に 2 段に形成された 2 段突起形状のバンプの正面図である。

【図 2 2】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に 2 段に形成された 2 段突起形状のバンプの正面図である。

【図 2 3】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に 2 段に形成された 2 段突起形状のバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図 2 4】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に 2 段に形成された 2 段突起形状のバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

【図 2 5】従来、半導体素子の電極上に電気メッキ法により形成されたバンプの正面図である。

30

【図 2 6】同、電気メッキ法により形成されたバンプの斜視図である。

【図 2 7】同、電気メッキ法により形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合する際の状態を示した図である。

【図 2 8】同、電気メッキ法により形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

【図 2 9】同、電気メッキ法により形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した際の問題点を示す図である。

【図 3 0】従来、金属ボールによるバンプの形成方法を示す図である。

【図 3 1】同、半導体素子の電極上に形成された金属ボールによるバンプの正面図である。

40

【図 3 2】同、半導体素子の電極上に形成された金属ボールによるバンプの斜視図である。

【図 3 3】同、電子部品構体の半導体素子の電極上に形成されたバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した状態を示す図である。

【図 3 4】同、金属ボールによるバンプとテープキャリアのインナーリードとを接合した際の問題点を示す図である。

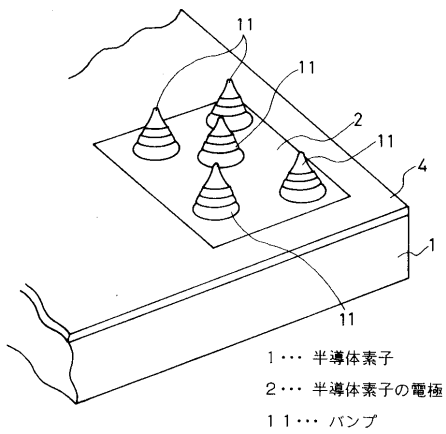
【符号の説明】

- 1 半導体素子
- 2 電極
- 5 テープキャリア

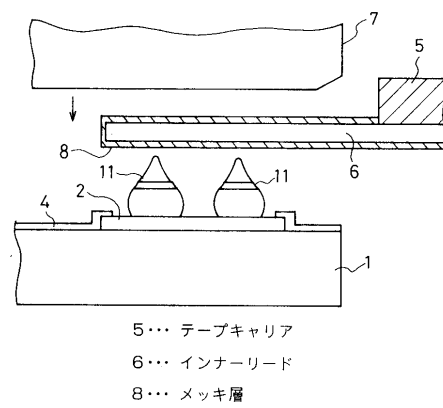
50

- 6 インナーリード
- 8 メッキ層
- 9 合金層
- 1 1 バンプ
- 1 2 金属ワイヤ
- 1 3 キャピラリー
- 1 5 金属ボール
- 2 0 2段突起形状のバンプ

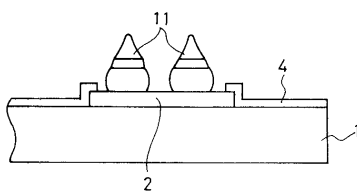
【図1】



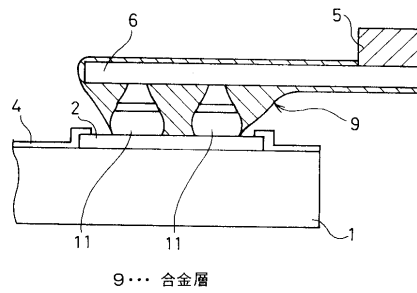
【図3】



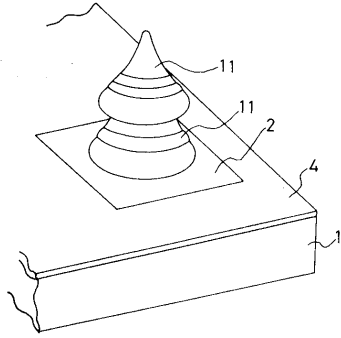
【図2】



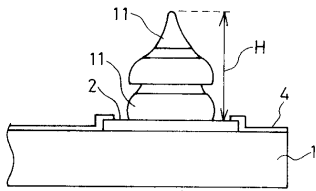
【図4】



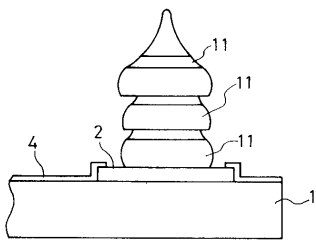
【図5】



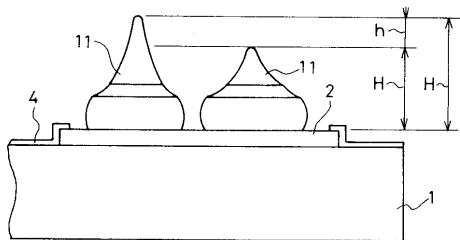
【図6】



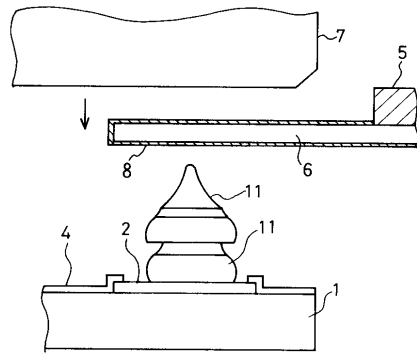
【図9】



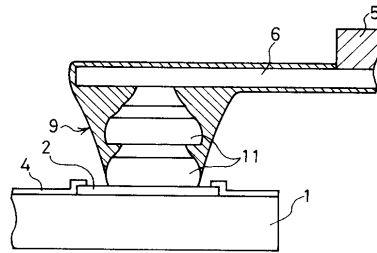
【図10】



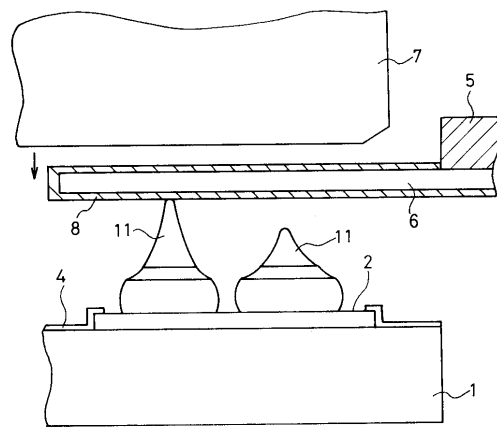
【図7】



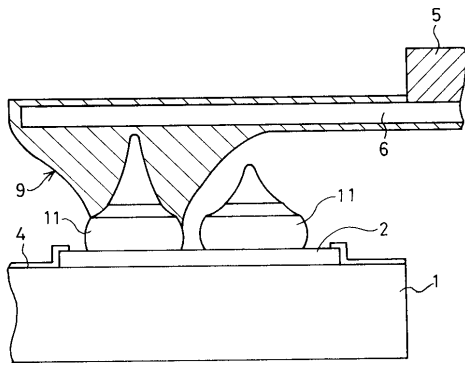
【図8】



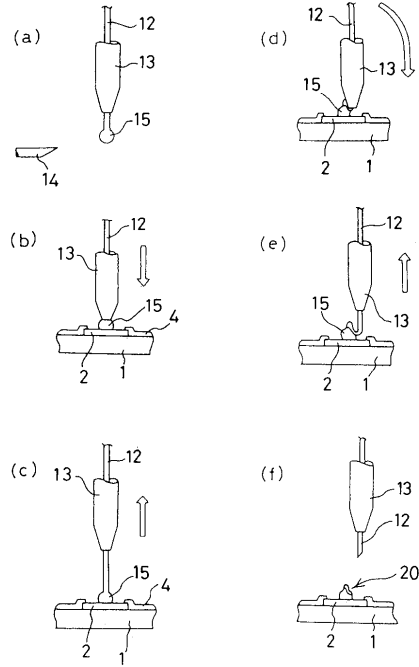
【図11】



【 図 1 2 】

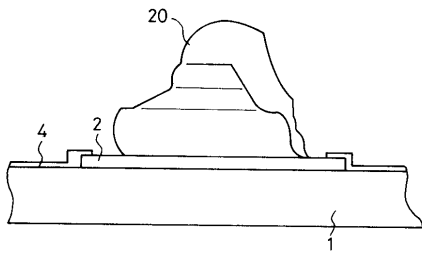


【 図 1 3 】

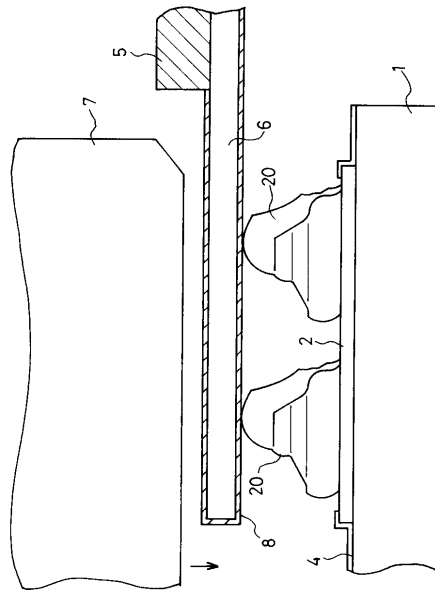


- 1 2... 金属ワイヤ
- 1 3... キャピラリー
- 1 5... 金属ボール
- 2 0... 2段突起形状のポンプ

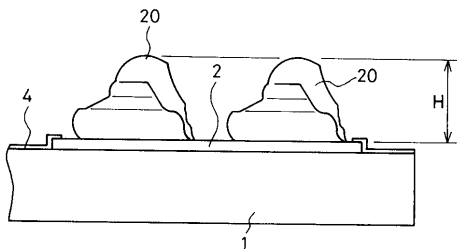
【 図 1 4 】



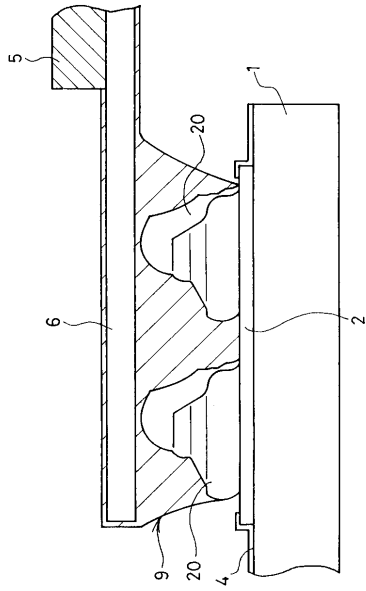
【 図 1 6 】



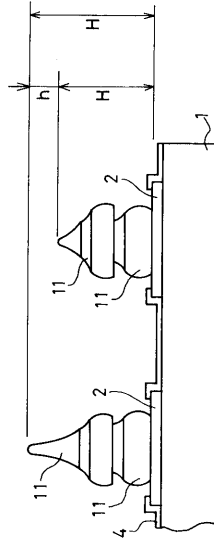
【 図 1 5 】



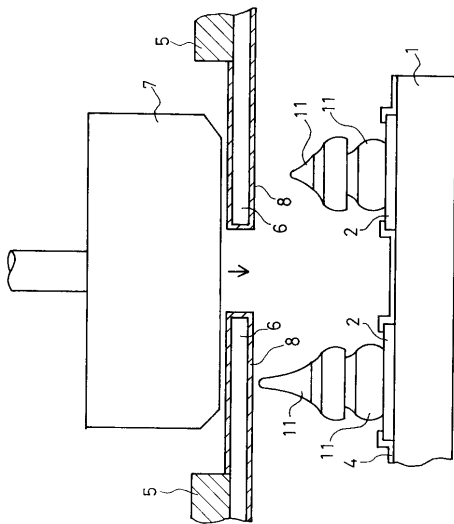
【図 17】



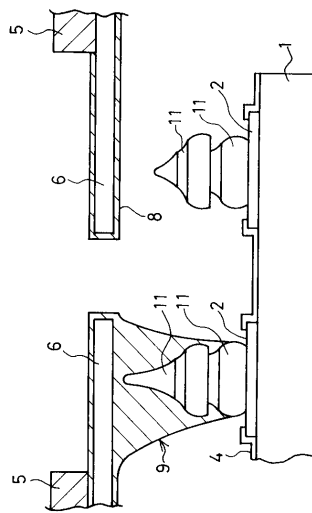
【図 18】



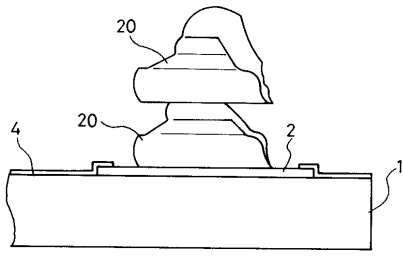
【図 19】



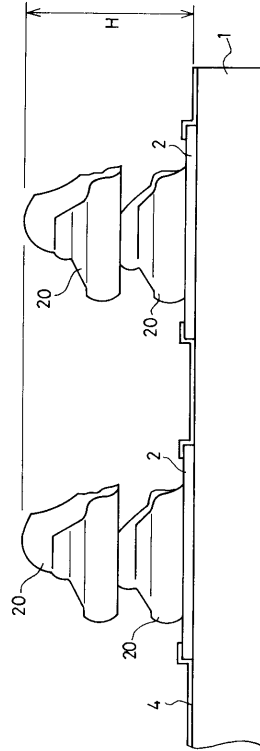
【図 20】



【 図 2 1 】



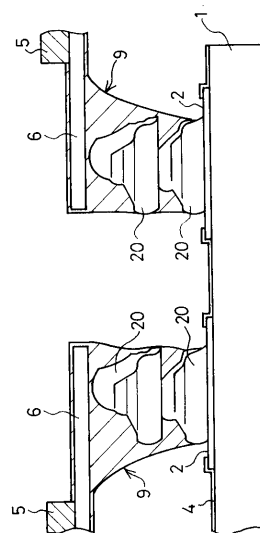
【 図 2 2 】



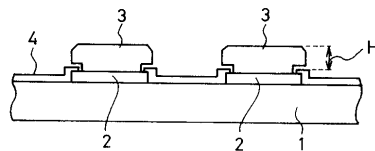
【 図 2 3 】



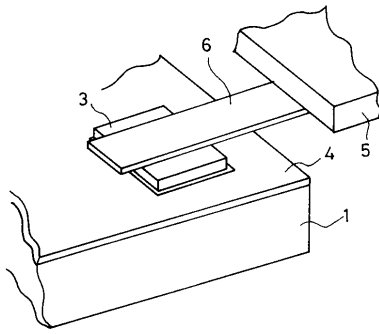
【 図 2 4 】



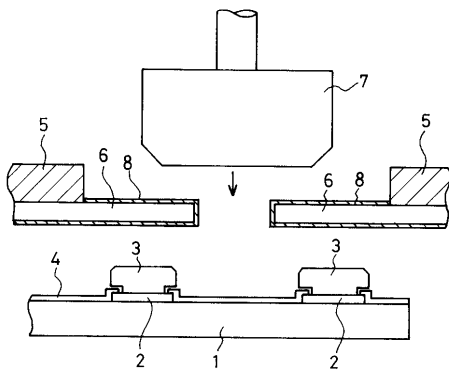
【 図 2 5 】



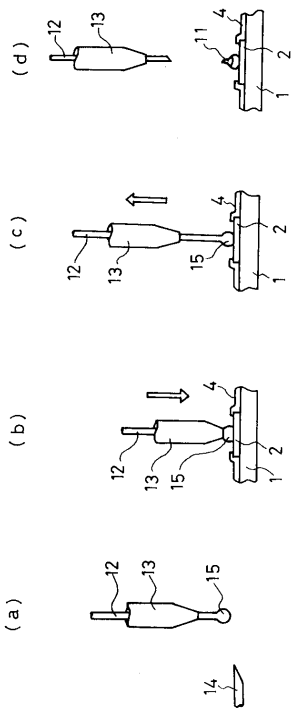
【 26 】



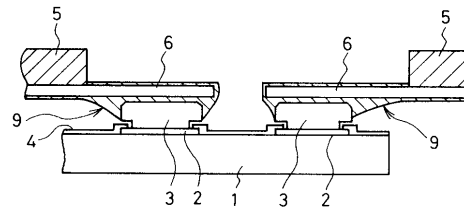
【 27 】



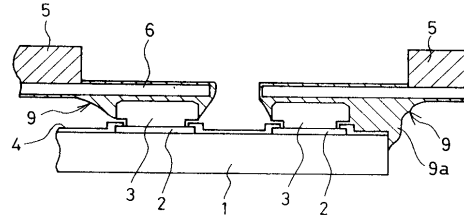
【 30 】



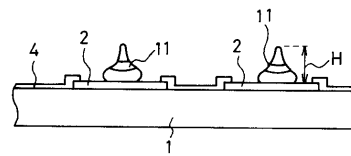
【 28 】



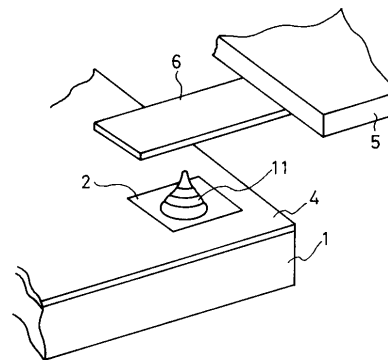
【 29 】



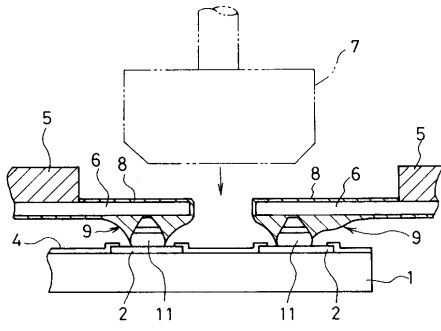
【 31 】



【 32 】



【 図 3 3 】



【 図 3 4 】

