

(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2014-7227

(P2014-7227A)

(43) 公開日 平成26年1月16日(2014.1.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05K 3/34 (2006.01)	H05K 3/34 505B	5E319
C22C 9/05 (2006.01)	C22C 9/05	
C22C 9/06 (2006.01)	C22C 9/06	
C22C 13/02 (2006.01)	C22C 13/02	
B23K 35/26 (2006.01)	B23K 35/26 310A	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2012-140819 (P2012-140819)	(71) 出願人	000006231
(22) 出願日	平成24年6月22日 (2012. 6. 22)		株式会社村田製作所
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
		(74) 代理人	100085143
			弁理士 小柴 雅昭
		(72) 発明者	中越 英雄
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	高木 陽一
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	小川 伸明
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子部品モジュールおよびその製造方法

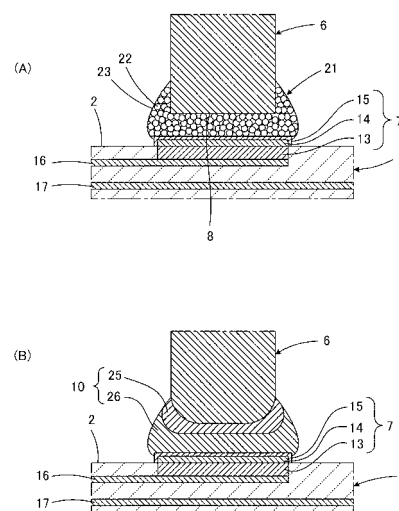
(57) 【要約】

【課題】配線基板上の導電ランドと柱状の接続端子部材とが接合部を介して接合され、かつ接続端子部材を封止する樹脂層が配線基板上に形成された、電子部品モジュールにおいて、これを実装基板に実装する際に実施されるリフロー工程で接合部を構成する接合材料が流れ出すことを抑制する。

【解決手段】導電ランド7と接続端子部材6との接合部10において、少なくともCu-Sn系、M-Sn系（MはNiおよび／またはMn）およびCu-M-Sn系の金属間化合物が生成された、金属間化合物生成領域25が接続端子部材6側に存在するようにする。この金属間化合物生成領域25は、断面を縦および横に均等に10マスずつ合計100マスに細分化した際に、1マス中にSn系金属成分のみが存在するマスを除いた残りの全マス数に対する、構成元素の異なる金属間化合物が少なくとも2種類存在するマス数の割合が70%以上である。

【選択図】 図3

図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに対向する第 1 および第 2 の主面を有する配線基板と、
前記配線基板の少なくとも前記第 1 の主面上に実装された電子部品と、
前記配線基板の少なくとも前記第 1 の主面上に形成された導電ランドと、
互いに対向する第 1 および第 2 の端面を有し、前記第 1 の端面を前記導電ランドに向けた状態で配置され、かつ前記導電ランドに対して接合部を介して接合された、柱状の接続端子部材と、

前記接続端子部材の前記第 2 の端面を露出させた状態で、前記電子部品および前記接続端子部材を封止するように、前記配線基板の前記第 1 の主面上に形成された樹脂層と、

10

を備え、
前記接合部の断面を波長分散型 X 線分析装置 (WDX) により分析したとき、当該接合部の断面には、少なくとも Cu-Sn 系、M-Sn 系および Cu-M-Sn 系の金属間化合物 (M は Ni および / または Mn) が生成された、金属間化合物生成領域が存在しており、前記金属間化合物生成領域は、前記接合部の断面を縦および横に均等に 10 マスずつ合計 100 マスに細分化した際に、1 マス中に Sn 系金属成分のみが存在するマスを除いた残りの全マス数に対する、構成元素の異なる金属間化合物が少なくとも 2 種類以上存在するマス数の割合が 70 % 以上である、
電子部品モジュール。

20

【請求項 2】

前記金属間化合物生成領域は、Sn 系金属成分を 30 体積 % 以下含む、請求項 1 に記載の電子部品モジュール。

【請求項 3】

前記金属間化合物生成領域は、Sn 系金属成分を含まない、請求項 2 に記載の電子部品モジュール。

【請求項 4】

前記接合部は、前記接続端子部材側に前記金属間化合物生成領域を位置させ、前記導電ランド側に前記金属間化合物生成領域より Sn 系金属成分を多く含む領域を位置させている、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の電子部品モジュール。

【請求項 5】

前記接続端子部材は、前記 Cu-M 系合金からなる、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の電子部品モジュール。

30

【請求項 6】

前記接続端子部材は、その表面に形成された前記 Cu-M 系合金からなるめっき膜を有する、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の電子部品モジュール。

【請求項 7】

前記金属間化合物生成領域は、前記接続端子部材の前記第 2 の端面にも存在している、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の電子部品モジュール。

【請求項 8】

互いに対向する第 1 および第 2 の主面を有し、かつ少なくとも前記第 1 の主面上に導電ランドが形成された、配線基板を用意する工程と、

40

電子部品を用意する工程と、

互いに対向する第 1 および第 2 の端面を有し、かつ少なくとも表面が Cu-M 系合金 (M は Ni および / または Mn) からなる、柱状の接続端子部材を用意する工程と、

前記 Cu-M 系合金よりも融点の低い低融点金属を主たる成分とする接合材料を用意する工程と、

前記配線基板の少なくとも前記第 1 の主面上に前記電子部品を実装する工程と、

前記接続端子部材と前記導電ランドとの間に前記接合材料を付与するとともに、前記第 1 の端面を前記導電ランドに向けた状態で前記接続端子部材を配置する工程と、

前記接続端子部材と前記導電ランドとを前記接合材料を介して接合するように、前記低

50

融点金属が溶融する温度で熱処理する、熱処理工程と、

前記電子部品および前記接続端子部材を封止するように、前記配線基板の前記第1の主面上に樹脂層を形成する工程と、
を備え、

前記低融点金属は、Sn単体またはSnを70重量%以上含む合金であり、前記Cu-M系合金は、前記低融点金属との間に金属間化合物を生成するものであって、当該金属間化合物との格子定数差が50%以上であり、

前記熱処理工程は、前記接続端子部材と前記導電ランドとの間に、少なくともCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系の金属間化合物が生成する工程を含む、
電子部品モジュールの製造方法。

10

【請求項9】

前記低融点金属は、Sn単体またはSnを85重量%以上含む合金である、請求項8に記載の電子部品モジュールの製造方法。

【請求項10】

前記低融点金属は、Sn単体、または、Cu、Ni、Ag、Au、Sb、Zn、Bi、In、Ge、Al、Co、Mn、Fe、Cr、Mg、Mn、Pd、Si、Sr、Te、およびPからなる群より選ばれる少なくとも1種とSnとを含む合金である、請求項8または9に記載の電子部品モジュールの製造方法。

【請求項11】

前記Cu-M系合金は、前記Mを5～30重量%の割合で含有する、請求項8ないし10のいずれかに記載の電子部品モジュールの製造方法。

20

【請求項12】

前記Cu-M系合金は、前記Mを10～15重量%の割合で含有する、請求項11に記載の電子部品モジュールの製造方法。

【請求項13】

前記接続端子部材は、前記Cu-M系合金からなる、請求項8ないし12のいずれかに記載の電子部品モジュールの製造方法。

【請求項14】

前記接続端子部材は、その表面に形成された前記Cu-M系合金からなるめっき膜を有する、請求項8ないし13のいずれかに記載の電子部品モジュールの製造方法。

30

【請求項15】

前記熱処理工程において、前記導電ランド側で生成される前記金属間化合物の量が、前記接続端子部材側で生成される前記金属間化合物の量より少ない、請求項8ないし14のいずれかに記載の電子部品モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電子部品モジュールおよびその製造方法に関するもので、特に、配線基板と、その上に実装される電子部品および柱状の接続端子部材と、電子部品および接続端子部材を封止する樹脂層とを備える、電子部品モジュールにおける、接続端子部材と配線基板との接合部の構造および接合部の製造方法に関するものである。

40

【背景技術】

【0002】

この発明にとって興味ある技術が、たとえば特開2008-16729号公報（特許文献1）に記載されている。特許文献1には、柱状の接続端子部材としての内部接続用電極が、有機基板の配線パターン上の所定の位置に配置した接続電極用金属パッド部に接合され、内部接続用電極が封止樹脂により封止されている、半導体装置が記載されている。また、特許文献1では、内部接続用電極は接続電極用金属パッド部にはんだ接続されてもよいと記載されている。

【0003】

50

しかし、内部接続用電極がはんだにより接続されていると、半導体装置を実装用基板に実装する際のリフロー工程において、接合材料としてのはんだが再溶融して体積が膨張し、はんだが内部接続用電極と封止樹脂との隙間を伝って半導体装置外側に流れ出る、あるいは噴き出るという問題に遭遇し得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-16729号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

そこで、この発明の目的は、上記半導体装置のような電子部品モジュールにおいて、これを実装用基板に実装する際に実施されるリフロー工程での接合材料の流れ出しを抑制しようとすることである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明は、簡単に言えば、配線基板上の導電ランドと柱状の接続端子部材との接合部において、金属間化合物を生成させることにより、リフロー時の接合材料の流れ出しを抑制しようとすることを特徴としている。

【0007】

20

この発明は、まず、電子部品モジュールの構造に向けられる。この発明に係る電子部品モジュールは、互いに対向する第1および第2の主面を有する配線基板と、配線基板の少なくとも第1の主面上に実装された電子部品と、配線基板の少なくとも第1の主面上に形成された導電ランドと、互いに対向する第1および第2の端面を有し、第1の端面を導電ランドに向けた状態で配置され、かつ導電ランドに対して接合部を介して接合された、柱状の接続端子部材と、この接続端子部材の第2の端面を露出させた状態で、上記電子部品および接続端子部材を封止するように、配線基板の第1の主面上に形成された樹脂層と、を備えている。

【0008】

この発明に係る電子部品モジュールは、前述した技術的課題を解決するため、上記接合部の断面を波長分散型X線分析装置(WDX)により分析したとき、当該接合部の断面には、少なくともCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系の金属間化合物(MはNiおよび/またはMn)が生成された、金属間化合物生成領域(以下、「生成領域」ということがある。)が存在していることを第1の特徴としている。これらの金属間化合物は、たとえば、接合部を形成するための接合材料として、Sn系金属を主成分とするものを用い、接続端子部材の少なくとも表面がCu-M系合金からなる場合のように、Sn系金属とCu-M系合金との組み合わせを用いた場合に必然的に生成されるものである。

30

【0009】

また、上記生成領域は、接合部の断面を縦および横に均等に10マスずつ合計100マスに細分化した際に、1マス中にSn系金属成分のみが存在するマスを除いた残りの全マス数に対する、構成元素の異なる金属間化合物が少なくとも2種類存在するマス数の割合(以下、「分散度」ということもある。)が70%以上であることを第2の特徴としている。

40

【0010】

上記の「Sn系金属成分のみが存在するマスを除いた残りのマス」とは、言い換えると、金属間化合物が存在するマスのことである。

【0011】

また、上記の「構成元素の異なる金属間化合物」とは、たとえば、Cu-Mn-Sn金属間化合物とCu-Sn金属間化合物、といった関係の金属間化合物のことである。たとえば、Cu₆Sn₅とCu₃Snとは、構成元素(すなわち、CuとSn)が互いに同一

50

の金属間化合物であるので、1種類として数える。また、上記の「少なくとも2種類」とは、前述のCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系の3種類の金属間化合物だけでなく、それ以外の金属間化合物（たとえば、Ag-Sn系など）も含めて数えての少なくとも2種類のことである。

【0012】

生成領域は、Sn系金属成分を含まないか、含んでも、その含有率は30体積%以下とされることが好ましい。Sn系金属成分は、たとえば300℃以上の高温環境下に置かれた場合、再溶融して流れ出すことがあり得るため、接合部の耐熱性の低下につながる。よって、Sn系金属成分の含有率が30体積%以下とされることにより、耐熱性の低下を抑制することができる。

10

【0013】

接合部全体が生成領域となるのではなく、接合部において、接続端子部材側に生成領域を位置させ、導電ランド側に生成領域よりSn系金属成分を多く含む領域を位置させるようにすると、金属間化合物を生成するための反応が接続端子部材側から起こることになるので、この反応のために発生したボイドは、導電ランド側に逃げやすく、生成領域内部には留まりにくい。他方、Sn系金属成分を多く含む導電ランド側に、たとえボイドが残存していたとしても、ここでは金属間化合物が実質的に生成されないため、ボイドが寄せ集められることがなく、分散した状態で存在し、そのため、ボイドがクラックの起点となることがない。よって、クラックの発生を抑制することができる。

【0014】

接続端子部材は、たとえば、Cu-M系合金によって全体が構成されたり、その表面にCu-M系合金からなるめっき膜が形成されたりすることによって与えられることが好ましい。

20

【0015】

上記生成領域は、接続端子部材の第2の端面、すなわち、接合部とは反対側の端面にも存在していることが好ましい。接続端子部材がたとえばCuを主成分とする場合、実装用基板へ実装するリフロー工程において、Cuがはんだに喰われて接合信頼性が低下するという問題がある。しかし、上記したように、接続端子部材の接合部とは反対側の端面にも、生成領域が存在していると、リフロー温度でも金属間化合物は溶融しないため、リフロー工程において、はんだと接続端子部材間の拡散を防止することができ、その結果、接合信頼性を高く維持することができる。

30

【0016】

この発明は、また、上述したような電子部品モジュールを製造するための方法にも向けられる。

【0017】

この発明に係る電子部品モジュールの製造方法は、互いに対向する第1および第2の主面を有し、かつ少なくとも第1の主面上に導電ランドが形成された、配線基板を用意する工程と、電子部品を用意する工程と、互いに対向する第1および第2の端面を有し、かつ少なくとも表面がCu-M系合金（MはNiおよび／またはMn）からなる、柱状の接続端子部材を用意する工程と、Cu-M系合金よりも融点の低い低融点金属を主たる成分とする接合材料を用意する工程と、配線基板の少なくとも第1の主面上に電子部品を実装する工程と、接続端子部材と導電ランドとの間に接合材料を付与するとともに、第1の端面を導電ランドに向けた状態で接続端子部材を配置する工程と、接続端子部材と導電ランドとを接合材料を介して接合するように、低融点金属が溶融する温度で熱処理する、熱処理工程と、電子部品および接続端子部材を封止するように、配線基板の第1の主面上に樹脂層を形成する工程と、を備える。

40

【0018】

そして、この発明に係る電子部品モジュールの製造方法は、上記低融点金属が、Sn単体またはSnを70重量%以上含む合金であり、上記Cu-M系合金が、この低融点金属との間に金属間化合物を生成するものであって、当該金属間化合物との格子定数差が50

50

%以上であり、上記熱処理工程は、接続端子部材と導電ランドとの間に、少なくともCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系の金属間化合物が生成する工程を含むことを特徴としている。

【0019】

この発明に係る電子部品モジュールの製造方法において、上記低融点金属は、Sn単体またはSnを85重量%以上含む合金であることが好ましい。低融点金属とCu-M系合金との間で金属間化合物をより形成しやすくなるからである。

【0020】

また、低融点金属は、Sn単体、または、Cu、Ni、Ag、Au、Sb、Zn、Bi、In、Ge、Al、Co、Mn、Fe、Cr、Mg、Mn、Pd、Si、Sr、Te、およびPからなる群より選ばれる少なくとも1種とSnとを含む合金であることが好ましい。低融点金属がこのような組成に選ばれることにより、Cu-M系合金との間で金属間化合物を形成しやすくなることができる。

【0021】

Sn系の低融点金属との間で金属化合物を、より低温、かつ短時間で形成されやすくなるため、Cu-M系合金は、Mを5～30重量%の割合で含有することが好ましく、Mを10～15重量%の割合で含有することがより好ましい。

【0022】

少なくとも表面がCu-M系合金からなる接続端子部材は、たとえば、Cu-M系合金から構成されたり、その表面にCu-M系合金からなるめっき膜が形成されたりすることによって与えることができる。前者の場合には、熱処理工程での温度を高くし、時間を延ばすと、接合材料に含まれるSn成分がなくなるまで、接続端子部材との反応が続き、接合部をすべて金属間化合物生成領域とすることができる。後者の場合には、めっき膜の厚み分しか金属間化合物を生成する反応が起こらないので、めっき膜の厚みを調整することにより、金属間化合物生成領域の厚みを調整することができる。もちろん、前者の場合であっても、熱処理工程の温度および／または時間を制御することによって、金属間化合物生成領域の厚みを調整することができる。

【0023】

たとえば、上述の後者の構成を採用すれば、熱処理工程において、導電ランド側で生成される金属間化合物の量が、接続端子部材側で生成される金属間化合物の量より少なくすることが容易である。

【発明の効果】

【0024】

この発明によれば、生成領域において生成された金属間化合物が接合部を高融点化する。そのため、後工程またはユーザーでのリフロー工程で、接合部において再溶融しにくくすることができる。よって、再溶融がもたらす接合材料の体積膨張が、接続端子部材と樹脂層との隙間を伝っての接合材料の流れ出しあるいは噴き出しといった問題に発展することを抑制することができる。

【0025】

また、仮に、接合部を与えるSn系低融点金属を含む接合材料が再溶融して、接続端子部材と樹脂層との隙間を伝って流れ出そうとしても、接合材料と接続端子部材とが接触したとき、比較的短時間でCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系といった金属間化合物を生成するための反応が達成され、低融点金属がこの反応によって消費されるので、この点でも、接合材料の流れ出しあるいは噴き出しといった問題を生じにくくすることができる。

【0026】

また、接合材料の体積膨張によってもたらされるであろう、樹脂層と接続端子部材および接合部との間での剥離の問題も低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】この発明の一実施形態による電子部品モジュール 1 を示す断面図である。

【図 2】図 1 に示した電子部品モジュール 1 を製造するために実施される工程を順次示す断面図である。

【図 3】図 2 (A) に示した工程の詳細を説明するためのもので、(A) 接続端子部材 6 を、導電ランド 7 との間に接合材料 2 1 を介して配置した状態、(B) 接続端子部材 6 と導電ランド 7 とを接合部 1 0 を介して接合するため、熱処理した後の状態をそれぞれ拡大して示す断面図である。

【図 4】図 3 に示した接続端子部材 6 の変形例を示す断面図である。

【図 5】図 1 に示した電子部品モジュール 1 を実装用基板 3 1 上に実装した状態を示す断面図である。

10

【図 6】図 5 に示した実装用基板 3 1 上への実装において、接続端子部材 6 において有利に採用される好ましい構造を説明するためのもので、電子部品モジュール 1 における接続端子部材 6 が位置する部分を拡大して示す断面図である。

【図 7】実験例において作製した試験ワーク 4 1 の外観を示す一部破断斜視図である。

【図 8】図 7 に示した試験ワーク 4 1 をプリント基板 4 7 上に実装した状態の外観を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図 1 を参照して、この発明の一実施形態による電子部品モジュール 1 について説明する。

20

【0029】

電子部品モジュール 1 は、互いに対向する第 1 および第 2 の主面 2 および 3 を有する配線基板 4 を備えている。配線基板 4 は、たとえば、複数のセラミックグリーンシートが積層され、かつ焼成されることによって製造された多層セラミック基板によって与えられる。セラミックグリーンシートは、低温焼結セラミックの原料となるべきアルミナおよびガラスなどの混合粉末が有機バインダおよび溶剤などと一緒に混合されたスラリーがシート化されたものである。セラミックグリーンシートには、レーザー加工などによりビアホールが形成され、形成されたビアホールに Ag や Cu などを含む導電性ペーストが充填されて層間接続用のビア導体が形成される。また、セラミックグリーンシートには、導電性ペーストを印刷することにより種々の電極パターンが形成される。

30

【0030】

その後、複数のセラミックグリーンシートが積層、圧着されることによりセラミック積層体が形成されて、約 1000℃前後の比較的低い温度で焼成されることにより配線基板 4 が得られる。このようにして得られた配線基板 4 の内部には、図 1 では図示しないが、ビア導体および内部電極パターンを含む配線導体が設けられている。

【0031】

なお、配線基板 4 は、上述したような低温焼結セラミック材料からなるセラミック層を備える多層セラミック基板によって与えられる場合のほか、アルミナ系基板、ガラス基板、複合材料基板、または樹脂やポリマー材料などを用いたプリント基板であっても、あるいは、単層基板であってもよく、電子部品モジュール 1 の使用目的に応じて、適宜最適な材質または構造が選択される。

40

【0032】

配線基板 4 の第 1 の主面 2 上には、チップ部品や IC などといった複数の電子部品 5 が実装される。また、同じく第 1 の主面 2 上には、複数の柱状の接続端子部材 6 が実装される。図 1 には、接続端子部材 6 を実装するための導電ランド 7 が図示されている。導電ランド 7 は、配線基板 4 の第 1 の主面 2 上に形成されている。柱状の接続端子部材 6 は、互いに対向する第 1 および第 2 の端面 8 および 9 を有し、第 1 の端面 8 を導電ランド 7 に向けた状態で配置され、かつ導電ランド 7 に対して接合部 1 0 を介して接合されている。なお、接合部 1 0 の詳細な組成および構造については、図 3 を参照して後述する。

【0033】

50

電子部品モジュール１は、接続端子部材６の第２の端面９を露出させた状態で、上記電子部品５および接続端子部材６を封止するように、配線基板４の第１の主面２上に形成される樹脂層１１を備える。図１においては、電子部品５はその天面も樹脂層１１に覆われているが、電子部品５の天面は露出した状態で封止されていてもよい。

【００３４】

次に、図２（Ａ）～（Ｃ）を参照して、電子部品モジュール１の製造方法について説明する。なお、図２（Ａ）～（Ｃ）では、図１に示した電子部品モジュール１とは上下が逆に示されている。

【００３５】

まず、配線基板４が前述したような方法により作製され、次に、図２（Ａ）に示すように、配線基板４の第１の主面２上に電子部品５および接続端子部材６が接合材料を用いて実装される。ここで、特に接続端子部材６の実装について、図３（Ａ）および（Ｂ）を参照してより詳細に説明する。

【００３６】

図３（Ａ）および（Ｂ）には、配線基板４および接続端子部材６の各一部が拡大されて図示されている。図３（Ａ）および（Ｂ）において、配線基板４に設けられる導電ランド７が図示されているが、この実施形態では、導電ランド７は、下地層１３、その上に形成される第１めっき層１４、およびその上に形成される第２めっき層１５から構成されている。典型的には、下地層１３は、Cuを含む導電性ペーストを焼き付けることによって形成され、第１めっき層１４は、Niめっき膜から構成され、第２めっき層１５は、Auめっき膜から構成される。また、図３（Ａ）および（Ｂ）には、配線基板４の内部に形成される内部電極パターン１６および１７も図示されている。一方の内部電極パターン１６は、上述の導電ランド７と電氣的に接続されている。

【００３７】

接続端子部材６として、少なくとも表面がCu-M系合金（MはNiおよび／またはMn）からなるものが用意される。接続端子部材６は、図３（Ａ）に示すように、全体がCu-M系合金から構成されても、図４に示すように、表面がCu-M系合金からなるめっき膜１９によって被覆されたものであってもよい。後者の場合、接続端子部材６の本体部２０は、たとえばCuから構成される。接続端子部材６は、所望の断面寸法および長手方向寸法を有するもので、たとえば、円形または多角形の断面形状を有する金属線材を所定の長さで切断することによって得られるものである。

【００３８】

他方、図３（Ａ）に示した接合材料２１が用意される。接合材料２１は、前述した接合部１０を形成するためのものであり、上記Cu-M系合金よりも融点の低い低融点金属からなる粉末２２をフラックス２３中に分散させてなるものである。

【００３９】

上記低融点金属としては、Sn単体であるか、またはSnを７０重量％以上、好ましくは８５重量％以上含む合金が用いられる。より具体的には、低融点金属は、Sn単体、または、Cu、Ni、Ag、Au、Sb、Zn、Bi、In、Ge、Al、Co、Mn、Fe、Cr、Mg、Pb、Pd、Si、Sr、TeおよびPからなる群より選ばれる少なくとも１種とSnとを含む合金であることが望ましい。低融点金属がこのような組成に選ばれることにより、前述した接続端子部材６の少なくとも表面を構成するCu-M系合金との間で金属間化合物を生成しやすくすることができる。

【００４０】

上述したフラックス２３は、接合対象物としての接続端子部材６および導電ランド７や接合材料２１中の金属粉末２２の表面の酸化被膜を除去する機能を果たす。ただし、接合材料２１は、必ずしもフラックス２３を含むことを要するものではなく、フラックス２３を必要としない接合法を適用することも可能である。たとえば、加圧しながら加熱する方法や、強還元性雰囲気中で加熱する方法などによっても、接合対象物や金属粉末の表面の酸化被膜を除去して、信頼性の高い接合を可能にすることができる。なお、フラックス２３

を含む場合には、接合材料 2 1 全体に対して、7～15 重量%の割合で含むことが好ましい。

【0041】

フラックス 2 3 としては、ビヒクル、溶剤、チキソ剤、活性剤などを含む、公知のものをを用いることができる。

【0042】

ビヒクルの具体的な例としては、ロジンおよびそれを変性した変性ロジンなどの誘導体からなるロジン系樹脂、合成樹脂、またはこれらの混合体などが挙げられる。ロジンおよびそれを変性した変性ロジンなどの誘導体からなるロジン系樹脂の具体的な例としては、ガムロジン、トールロジン、ウッドロジン、重合ロジン、水素添加ロジン、ホルミル化ロジン、ロジンエステル、ロジン変性マレイン酸樹脂、ロジン変性フェノール樹脂、ロジン変性アルキド樹脂、その他各種ロジン誘導体などが挙げられる。ロジンおよびそれを変性した変性ロジンなどの誘導体からなる合成樹脂の具体的な例としては、ポリエステル樹脂、ポリアミド樹脂、フェノキシ樹脂、テルペン樹脂などが挙げられる。

【0043】

また、溶剤としては、アルコール、ケトン、エステル、エーテル、芳香族系、炭化水素類などが知られており、具体的な例としては、ベンジルアルコール、エタノール、イソプロピルアルコール、ブタノール、ジエチレングリコール、エチレングリコール、グリセリン、エチルセロソルブ、ブチルセロソルブ、酢酸エチル、酢酸ブチル、安息香酸ブチル、アジピン酸ジエチル、ドデカン、テトラデセン、 α -ターピネオール、ターピネオール、2-メチル 2, 4-ペンタンジオール、2-エチルヘキサジオール、トルエン、キシレン、プロピレングリコールモノフェニルエーテル、ジエチレングリコールモノヘキシルエーテル、エチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、ジイソブチルアジペート、ヘキシレングリコール、シクロヘキサジメタノール、2-ターピニルオキシエタノール、2-ジヒドロターピニルオキシエタノール、それらを混合したものなどが挙げられる。

【0044】

また、チキソ剤の具体的な例としては、硬化ヒマシ油、カルナバワックス、アミド類、ヒドロキシ脂肪酸類、ジベンジリデンソルビトール、ビス(p-メチルベンジリデン)ソルビトール類、蜜蝋、ステアリン酸アミド、ヒドロキシステアリン酸エチレンビスアミドなどが挙げられる。また、これらに必要なに応じてカプリル酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ベヘニン酸のような脂肪酸、1, 2-ヒドロキシステアリン酸のようなヒドロキシ脂肪酸、酸化防止剤、界面活性剤、アミン類などを添加したもの、チキソ剤として用いることができる。

【0045】

また、活性剤としては、アミンのハロゲン化水素酸塩、有機ハロゲン化合物、有機酸、有機アミン、多価アルコールなどが例示される。

【0046】

活性剤としての上記アミンのハロゲン化水素酸塩の具体的なものとして、ジフェニルグアニジン臭化水素酸塩、ジフェニルグアニジン塩酸塩、シクロヘキシルアミン臭化水素酸塩、エチルアミン塩酸塩、エチルアミン臭化水素酸塩、ジエチルアニリン臭化水素酸塩、ジエチルアニリン塩酸塩、トリエタノールアミン臭化水素酸塩、モノエタノールアミン臭化水素酸塩などが例示される。

【0047】

活性剤としての上記有機ハロゲン化合物の具体的な例として、塩化パラフィン、テトラブプロモエタン、ジブプロモプロパノール、2, 3-ジブプロモ-1, 4-ブタンジオール、2, 3-ジブプロモ-2-ブテン-1, 4-ジオール、トリス(2, 3-ジブプロモプロピル)イソシアヌレートなどが挙げられる。

【0048】

また、活性剤としての有機酸の具体的な例として、マロン酸、フマル酸、グリコール酸

、クエン酸、リンゴ酸、コハク酸、フェニルコハク酸、マレイン酸、サルチル酸、アントラニル酸、グルタル酸、スベリン酸、アジピン酸、セバシン酸、ステアリン酸、アビエチン酸、安息香酸、トリメリット酸、ピロメリット酸、ドデカン酸などがあり、さらに有機アミンの具体的なものとして、モノエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリブチルアミン、アニリン、ジエチルアニリンなどが挙げられる。

【0049】

また、活性剤としての多価アルコールとしては、エリスリトール、ピロガロール、リビトールなどが例示される。

【0050】

また、フラックス23として、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂またはその変性樹脂、アクリル樹脂からなる熱硬化性樹脂群より選ばれる少なくとも1種、あるいは、ポリアミド樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリメタクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、セルロース系樹脂からなる熱可塑性樹脂群から選ばれる少なくとも1種を含むものを用いてもよい。

【0051】

他方、前述した接続端子部材6の少なくとも表面を構成するCu-M系合金は、接合材料21の加熱溶融によって、上記Sn系の低融点金属との組み合わせで、310℃以上の融点を示す金属間化合物を生成し得るものである。Cu-M系合金がCu-Mn系合金である場合、当該合金に占めるMnの割合は10～15重量%であることが好ましく、Cu-Ni系合金である場合、当該合金に占めるNiの割合は10～15重量%であることが好ましい。

【0052】

Cu-M系合金が上述のような組成に選ばれることにより、より低温、かつ短時間でSn系の低融点金属との間で金属間化合物を形成しやすくすることができる。この金属化合物は、その後に実施され得るリフロー工程において溶融するものではない。

【0053】

Cu-M系合金には、Sn系の低融点金属との反応を阻害しない程度で、たとえば、1重量%以下の割合で不純物が含まれていてもよい。不純物としては、Zn、Ge、Ti、Sn、Al、Be、Sb、In、Ga、Si、Ag、Mg、La、P、Pr、Th、Zr、B、Pd、Pt、Ni、Auなどが挙げられる。

【0054】

また、接合性や反応性を考慮すると、低融点金属粉末22中の酸素濃度は、2000ppm以下であることが好ましく、特に10～1000ppmであることが好ましい。

【0055】

また、Cu-M系合金は、低融点金属粉末22の周囲に生成する、すなわち接合部10（図2（A）、図3（B）参照）に生成する、金属間化合物と当該Cu-M系合金との間での格子定数差が50%以上となるように選ばれる。上記格子定数差とは、後掲の式で示されるように、金属間化合物の格子定数からCu-M系合金の格子定数を差し引いた値を、Cu-M系合金の格子定数で除した数値の絶対値を100倍した数値（%）である。すなわち、この格子定数差は、Cu-M系合金との界面に最初に生成する金属間化合物の格子定数が、Cu-M系合金の格子定数に対してどれだけ差があるかを示すものであり、いずれの格子定数が大きいかを問わないものである。

【0056】

格子定数差は、

格子定数差（%）＝ $\left[\left| \left\{ \left(\text{金属間化合物の格子定数} \right) - \left(\text{Cu-M系合金の格子定数} \right) \right\} \right| / \left(\text{Cu-M系合金の格子定数} \right) \right] \times 100$

といった式で表わされる。

【0057】

再び、図3（A）を参照して、上述した接合材料21が、接続端子部材6と導電ランド7との間に付与されながら、接続端子部材6が、その第1の端面8を導電ランド7に向け

た状態で配置される。そして、この状態で、接合材料 2 1 に含まれる低融点金属粉末 2 2 が溶融する温度で熱処理される。熱処理後の状態が図 3 (B) に示されている。

【0058】

上述した熱処理によって、接合材料 2 1 が加熱され、低融点金属粉末 2 2 を構成する Sn 系低融点金属の融点以上の温度に達すると、低融点金属粉末 2 2 が溶融して、粉末としての形態を失う。

【0059】

その後さらに加熱が続くと、Sn 系低融点金属が接続端子部材 6 の表面にある Cu-M 系合金と反応して、図 3 (B) に示すような形態の接合部 1 0 が形成される。

【0060】

接合部 1 0 の断面を波長分散型 X 線分析装置 (WDX) により分析したとき、この接合部 1 0 の断面には、少なくとも Cu-Sn 系、M-Sn 系および Cu-M-Sn 系の金属間化合物が生成された金属間化合物生成領域 2 5 の存在が確認される。この金属間化合物生成領域 2 5 は、接合部 1 0 の断面を縦および横に均等に 1 0 マスずつ合計 1 0 0 マスに細分化した際に、1 マス中に Sn 系金属成分のみが存在するマスを除いた残りの全マス数、すなわち金属間化合物が存在する全マス数に対する、構成元素の異なる金属間化合物が少なくとも 2 種類存在するマス数の割合 (分散度) が 7 0 % 以上であることも、WDX により確認される。

【0061】

上述のように、金属間化合物生成領域 2 5 に、少なくとも Cu-Sn 系、M-Sn 系および Cu-M-Sn 系といった 3 種類以上の金属間化合物が存在しており、かつ、生成領域 2 5 内における金属間化合物が、分散度 7 0 % 以上というように良好に分散した状態となっていると、応力集中が生じにくくなり、よって、後述する実験例から明らかなように、熱衝撃等により発生する線膨脹係数差に起因する歪みにより、接合部 1 0 に応力が負荷された場合でも、クラックが生じにくくなり、そのため、接合部 1 0 における抵抗値上昇や接合強度低下といった問題を生じさせにくくすることができる。

【0062】

上述の金属間化合物生成領域 2 5 は、図 3 (B) に示すように、接続端子部材 6 側に位置し、導電ランド 7 側には、生成領域 2 5 より Sn 系金属成分を多く含む Sn リッチ領域 2 6 を位置させていることが好ましい。その理由は以下のとおりである。

【0063】

生成領域 2 5 が生じる過程において、通常、ボイドが発生するが、仮に、導電ランド 7 側にも Cu-M 系合金を配置した場合、接合部 1 0 の上下から同時に金属間化合物の生成が起こるため、発生したボイドが接合部 1 0 の中央に集まりやすい。しかも、このような接合工程では、接合部 1 0 は、その上下から押さえつけられる。これらのことから、接合部 1 0 の内部では、発生したボイドがつながって、大きな層状の空隙となってしまう。接合部 1 0 の内部に大きな空隙が存在すると、落下試験または熱衝撃試験において、空隙を起点とするクラックが生じることがある。特に、クラックが大きくなり、接合部 1 0 を破断してしまうと、深刻な問題を引き起こす。

【0064】

これに対して、図 3 (B) に示すように、金属間化合物生成領域 2 5 が接続端子部材 6 側にのみ位置している場合、すなわち、接続端子部材 6 と接合部 1 0 との間でのみ、金属間化合物を生成させる場合には、一方方向から反応が起こるため、発生したボイドは導電ランド 7 側に逃げやすく、生成領域 2 5 内部には留まりにくい。他方、導電ランド 7 側の Sn リッチ領域 2 6 に、たとえボイドが残存していたとしても、ここでは金属間化合物が実質的に生成されないため、ボイドが寄せ集められることがなく、分散した状態で存在し、そのため、ボイドがクラックの起点となることがない。よって、クラックの発生を抑制することができる。

【0065】

上述したような、金属間化合物生成領域 2 5 が接続端子部材 6 側に位置し、導電ランド

10

20

30

40

50

7側には、Snリッチ領域26を位置させている構成は、図4に示したようなCu-M系合金からなるめっき膜19が形成された接続端子部材6を用いる方がより容易に得ることができる。なぜなら、めっき膜19の厚み分しか金属間化合物を生成する反応が起こらないので、めっき膜19の厚みを調整することにより、金属間化合物生成領域25の厚みを調整することができるからである。

【0066】

なお、金属間化合物生成領域25が接続端子部材6側に位置し、かつ導電ランド7側にSnリッチ領域26を位置させている構成による上述した利点を特に望まないならば、導電ランド7は、少なくとも表面がCu-M系合金から構成されたものであってもよい。

【0067】

接合部10、特に生成領域25の耐熱性を向上させるためには、生成領域25は、Sn系金属成分を含まないことが好ましく、たとえSn系金属成分を含む場合であっても、その含有率は30体積%以下とされることが好ましい。Sn系金属成分は、たとえば300℃以上の高温環境下に置かれた場合、再溶融して流れ出すことがあり得るため、生成領域25の耐熱性の低下につながる。よって、Sn系金属成分の含有率が30体積%以下とされることにより、耐熱性をより向上させることができる。このようなSn系金属成分の含有率の低減のため、格子定数が関係する。

【0068】

前述したように、接続端子部材6の少なくとも表面を構成するCu-M系合金の格子定数が、生成領域25で生成される金属間化合物の格子定数との間で、50%以上の格子定数差を有していると、接合材料21に含まれる低融点金属粉末22を構成するSn系低融点金属と接続端子部材6の少なくとも表面を構成するCu-M系合金との反応による金属間化合物の生成が迅速に進行して、短時間のうちに、生成領域25中のSn系金属成分の含有量を十分に低減させることができる。

【0069】

なお、接合材料21は、上述のようなペーストの形態ではなく、たとえば板状の固体の形態であってもよい。

【0070】

また、接合材料21が、Sn系の低融点金属粉末22だけでなく、Cu-M系合金からなる粉末をさらに含んでもよい。この場合には、接続端子部材6の少なくとも表面がCu-M系合金から構成されていなくても、すなわち、たとえば接続端子部材6がCuから構成されていても、接合部10において、少なくともCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系の金属間化合物が生成された、金属間化合物生成領域25を形成することができる。

【0071】

次に、図2(B)に示すように、電子部品5および接続端子部材6を封止するように、配線基板4の第1の主面2上に樹脂層11が形成される。樹脂層11は、たとえば、エポキシ樹脂やフェノール樹脂、シアネート樹脂などの熱硬化性の樹脂に、酸化アルミニウムやシリカ（二酸化ケイ素）、二酸化チタンなどの無機フィラーが混合されて形成された複合樹脂により形成することができる。

【0072】

たとえば、PETフィルム上に複合樹脂を成形して半硬化させた樹脂シートを用いて樹脂層11を形成する場合には、所望の厚みを有するスペーサまたは型が周囲に配置された状態の配線基板4に樹脂シートを被せ、樹脂の厚みがスペーサまたは型の厚みになるように樹脂シートを加熱プレスした後、配線基板4をオープンにより加熱して樹脂を硬化させることにより、所望の厚みを有する樹脂層11を形成することができる。

【0073】

なお、樹脂層11は、液状の樹脂を用いたポッティング技術やトランスファーモールド技術、コンプレッションモールド技術など、樹脂層を形成し得る他の一般的な成形技術を用いて形成することもできる。

10

20

30

40

50

【0074】

次に、図2（C）に示すように、ローラブレード等により樹脂層11の表面が研削されたり研磨されたりすることにより、不要な樹脂が除去されて、樹脂層11の表面が平坦化されるとともに、接続端子部材6の第2の端面9が樹脂層11の表面に露出する。これにより、電子部品モジュール1が完成する。なお、図示されないが、この工程において、電子部品5の天面が露出するように研削、研磨されてもよい。また、電子部品5がICである場合には、ICの天面自体を研削、研磨してしてもよい。これにより、電子部品モジュール1をより低背化することができる。

【0075】

接続端子部材6の第1の端面8側に付与される接合材料21の厚みなどの影響で、接続端子部材6の、配線基板4の第1の主面2からの高さにはばらつきが生じている場合には、樹脂層11と一緒に接続端子部材6の第2の端面9側を研削または研磨することにより、接続端子部材6の配線基板4からの高さを揃えることができる。なお、接続端子部材6が、図4を参照して前述したように、Cu-M系合金からなるめっき膜19によって被覆されたものである場合、研削または研磨の後であっても、めっき膜19の少なくとも一部は残されるようにする。

【0076】

図2（B）に示した段階において、接続端子部材6の第2の端面9が適正に露出するように樹脂層11が形成される場合には、樹脂層11の表面を研磨または研削する工程は、必ずしも実施されなくてもよい。

【0077】

なお、電子部品モジュール1は、上記したように、これを個別に製造してもよいが、複数の電子部品モジュール1の集合体を形成した後に、個々の電子部品モジュール1に分割する方法が採用されてもよい。

【0078】

以上のようにして得られた電子部品モジュール1は、図5に示すように、実装用基板31上に実装される。図5には、実装用基板31に設けられる導電ランド32、および導電ランド32と電子部品モジュール1の接続端子部材6とを接合する接合部33が図示されている。接合部33は、たとえばSn系低融点金属を含むはんだによって与えられ、接合部33を形成するため、リフロー工程が適用される。

【0079】

上述のリフロー工程において、電子部品モジュール1の接合部10の特に金属間化合物生成領域25（図3（B）参照）は、耐熱強度に優れているので、再溶融してしまわない。

【0080】

また、リフロー工程において、仮に、接合部10のSnリッチ領域26（図3（B）参照）が再溶融して、接続端子部材6と樹脂層11との隙間を伝って流れ出そうとしても、Snリッチ領域26に含まれるSn系低融点金属が接続端子部材6とが接触したとき、比較的短時間でCu-Sn系、M-Sn系およびCu-M-Sn系といった金属間化合物を生成するための反応が達成され、Sn系低融点金属がこの反応によって消費されるので、この点で、接合材料21の流れ出しあるいは噴き出しといった問題を生じさせにくくすることができる。

【0081】

さらに、以下の点にも注目すべきである。前述した接続端子部材6と導電ランド7との接合工程の間、接続端子部材6には、導電ランド7に向かう方向に力が加えられるので、図3（A）に示すように、接合材料21は、接続端子部材6の径より大きい容積を占めるように広がる。そのため、図3（B）からわかるように、金属間化合物生成領域25は、接続端子部材6の径より大きい径を有する状態となる。その結果、接合部10における金属間化合物生成領域25は、接続端子部材6と樹脂層11との隙間を遮るような壁となり、これによっても、接合材料21の流れ出しまたは噴き出しを抑制することができる。

【0082】

図6には、上述した実装用基板31上への実装において、電子部品モジュール1の接続端子部材6において有利に採用される好ましい構造が示されている。図6に示した接続端子部材6の第2の端面9、すなわち、配線基板4の導電ランド7との接合部10（図6では図示されない。）とは反対側の端面には、前述した金属間化合物生成領域25と同等の金属間化合物生成領域35が存在している。

【0083】

接続端子部材6がたとえばCuを主成分とする場合、実装用基板31へ実装するリフロー工程において、Cuがはんだに喰われて接合信頼性が低下するという問題がある。しかし、上記したように、接続端子部材6の第2の端面9にも、金属間化合物生成領域35が存在していると、リフロー温度でも金属間化合物は溶融しないため、リフロー工程において、接合部33（図5参照）を与える接合材料としてのはんだと接続端子部材6間の拡散を防止することができ、その結果、接合信頼性を高く維持することができる。

【0084】

なお、図6に示した金属間化合物生成領域35は、前述した接合部10を与える接合材料21と同じ組成の接合材料を、接合部33を形成するために用いれば、実装用基板31上への実装のためのリフロー工程において自然と形成されるが、実装用基板31への実装前の電子部品モジュール1の段階で予め形成しておいてもよい。後者の場合には、図3（A）に示した工程において、接続端子部材6の第2の端面9上にも接合材料21と同じ組成の接合材料を塗布しておけば、図3（B）に示した工程において、金属間化合物生成領域35が形成される。

【0085】

以上、この発明を図示した実施形態に関連して説明したが、この発明は、たとえば、配線基板4の第1の主面2だけでなく、第2の主面3にも電子部品および／または接続端子部材が設けられた電子部品モジュールに対しても適用することができる。

【0086】

次に、この発明に基づいて実施した実験例について記載する。

【0087】

（実験例1）

実験例1では、図7に示すような形態の試験ワーク41を作製した。

【0088】

試験ワーク41は、低温焼結セラミック材料をもって構成された配線基板42と、配線基板42の一方主面上に3個×4個の行列をなすように形成されたNiめっきが施されたCuからなる12個の導電ランド43と、導電ランド43の各々に接合部44を介して接合された柱状の12個の接続端子部材45と、接続端子部材45を封止するように、配線基板42の一方主面上に形成されたエポキシ樹脂からなる樹脂層46とを備えるものとした。

【0089】

配線基板42は、3mm×2.4mmの平面寸法および1mmの厚みを有し、接続端子部材45は、直径が0.3mm、長さが0.5mmであって、配列ピッチが0.6mmであり、また、樹脂層の厚みは0.55mmであった。

【0090】

この試験ワーク41の接合部44を得るため、表1の「接合材料を構成する低融点金属」の欄に示す低融点金属からなる粉末とフラックスとを混合したペースト状の接合材料を用意した。フラックスとしては、ロジン：74重量%、ジエチレングリコールモノブチルエーテル：22重量%、トリエタノールアミン：2重量%、および水素添加ヒマシ油：2重量%の配合比率のものをを用いた。また、フラックスの配合割合は、接合材料全体に占めるフラックスの割合で10重量%となるようにした。

【0091】

また、接続端子部材45として、表1の「接続端子部材」の欄に記載された「組成」か

10

20

30

40

50

らなるものを用意した。表 1 の「接続端子部材」の欄には、a 軸を基準とした「格子定数」も示されている。

【0092】

次に、配線基板 4 2 を用意し、導電ランド 4 3 上に上記接合材料を 0. 0 5 mm の厚さで塗布した後、接続端子部材 4 5 をその上に配置した。

【0093】

次に、リフロー装置を用いて、1 5 0 °C ~ 1 8 0 °C の温度範囲で 9 0 秒、2 2 0 °C 以上で 4 0 秒、2 4 0 °C 以上で 1 5 秒それぞれ維持し、ピーク温度を 2 3 5 °C ~ 2 4 5 °C とした温度プロファイルで熱処理することによって、導電ランド 4 3 と接続端子部材 4 5 とを接合し、接合部 4 4 を形成した。

【0094】

次に、この段階で、表 1 に示した「最初に生成する金属間化合物」を評価した。「最初に生成する金属間化合物」とは、接合材料と接続端子部材 4 5 との界面において最初に生成する金属間化合物のことであり、接合部 4 4 の断面を F E - W D X でマッピング分析することによって確認した。「格子定数」は、a 軸を基準として求めたものである。また、表 1 の「格子定数差」は前述した式により求めたものである。

【0095】

また、表 1 において、接合部 4 4 に生成する金属間化合物の代表例が「接合部に生成する金属間化合物例」の欄に示されている。したがって、接合部 4 4 には、表 1 に記載したもの以外の金属間化合物も生成し得る。接合部 4 4 に生成する金属間化合物についても、接合部 4 4 の断面を F E - W D X でマッピング分析することによって確認した。

【0096】

なお、上述した分析の結果、接合部 4 4 において、金属間化合物生成領域が接続端子部材 4 5 側に位置しており、導電ランド 4 3 側では、金属間化合物生成領域より S n 系金属成分を多く含む領域が位置していることを確認した。

【0097】

また、表 1 に示すように、「分散度」を評価した。「分散度」は、以下のような手順で求めた。

(1) 接合部 4 4 の断面写真において、接続端子部材 4 5 との界面近傍の領域で接合部 4 4 を縦と横に均等に 1 0 マスずつ、合計 1 0 0 マスに細分化した。

(2) 1 マス分の中に金属間化合物が 2 種類以上存在するマス数を数えた。

(3) 細分化された 1 0 0 マスの中から、金属間化合物が存在しないマスがあれば、それを除外した残りのマス数を全マス数とし、(2) において金属間化合物が 2 種類以上存在するマス数を全マス数で除して 1 0 0 をかけた値を、分散度 (%) とした。

【0098】

次に、接続端子部材 4 5 を封止するように、配線基板 4 2 の一方主面上に樹脂層 4 6 を形成し、図 7 に示した試験ワーク 4 1 を完成させた。

【0099】

このようにして作製された試験ワーク 4 1 に対して、表 1 に示すように、「流れ出し試験」、「落下試験」および「熱衝撃試験」を実施した。

【0100】

「流れ出し試験」では、試験ワーク 4 1 に対して、温度 1 2 5 °C で 2 4 時間の前処理を実施した後、温度 8 5 °C、相対湿度 8 5 % の高温高湿環境下に 1 6 8 時間放置し、次いで、ピーク温度 2 6 0 °C のリフロー条件で 3 回加熱した後、外観観察によって、接続端子部材 4 5 の露出面における接合材料の流れ出しの有無を評価した。接続端子部材 4 5 のすべてで流れ出しが確認されなかったものについては、合格と判定し、「流れ出し試験」の欄に「○」と表示し、接続端子部材 4 5 の少なくとも 1 つでも流れ出しが確認されたものについては、不合格と判定し、「流れ出し試験」の欄に「×」と表示した。

【0101】

「落下試験」では、図 7 に示した 1 0 個の試験ワーク 4 1 を、図 8 に示すように、プリ

10

20

30

40

50

ント基板 47 上に実装し、このプリント基板 47 を、図示しないが、POM（ポリオキシメチレン）材で成形された、平面寸法 120 mm×50 mm で厚み 30 mm のホルダに取り付けた状態とした。そして、このホルダの 6 面に対して、各 3 回の落下試験を 1.5 m の高さから実施し、外観上の不具合を検査した。その結果、すべての試験ワーク 41 について不具合が確認されなかったものについては、合格と判定し、「落下試験」の欄に「○」と表示し、少なくとも 1 個の試験ワーク 41 について不具合が確認されたものについては、不合格と判定し、「落下試験」の欄に「×」と表示した。

【0102】

「熱衝撃試験」では、図 7 に示すような形態の試験ワークについて、-55℃と+125℃とのそれぞれの温度条件で各々 30 分間保持するサイクルを 1000 回まで付与する熱衝撃試験を実施した後、接続端子部材での電氣的導通状態を評価した。その結果、500 個の接続端子部材について、すべてが導通していたものを、合格と判定し、「熱衝撃試験」の欄に「○」と表示し、少なくとも 1 個がオープン不良となったものを不合格と判定し、「熱衝撃試験」の欄に「×」と表示した。

【0103】

【表 1】

試料 番号	接合材料 を構成する 低融点金属	接続端子部材		最初に生成する 金属間化合物		格子 定数 差 (%)	接合部に生成する 金属間化合物例	分散度	流れ出し 試験	落下 試験	熱 衝撃 試験
		組成	格子 定数a (nm)	組成	格子 定数a (nm)						
1	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Ni	0.357	Cu ₂ NiSn	0.597	67	CuNiSn系/NiSn系/CuSn系/AgSn系	85	○	○	○
2	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/AgSn系	100	○	○	○
3	Sn	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	100	○	○	○
4	Sn-3.5Ag	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/AgSn系	100	○	○	○
5	Sn-0.75Cu	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	100	○	○	○
6	Sn-15Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	100	○	○	○
7	Sn-0.7Cu-0.05Ni	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/NiSn系	100	○	○	○
8	Sn-5Sb	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/SnSb系	100	○	○	○
9	Sn-2Ag-0.5Cu-2Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/AgSn系	100	○	○	○
10	Sn-30Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	78	○	○	○
11	Sn-3.5Ag-0.5Bi-8In	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/AgSn系/SnIn系	100	○	○	○
12	Sn-9Zn	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	100	○	○	○
13	Sn-8Zn-3Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	100	○	○	○
14	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-12Mn-4Ni	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/AgSn系	100	○	○	○
15	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Mn-1P	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系/AgSn系	100	○	○	○
16	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu	0.361	Cu ₃ Sn	0.432	20	CuSn系/AgSn系	10	×	×	×
17	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Zn	0.359	Cu ₃ Sn	0.432	20	CuSn系/AgSn系	16	×	×	×
18	Sn-40Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₃ Sn	0.432	20	CuMnSn系/MnSn系/CuSn系	55	×	×	×

表 1 において、試料 16～18 は、この発明の範囲外の比較例である。

【0105】

この発明の範囲内の試料 1～15 では、「接合部に生成する金属間化合物例」からわかるように、少なくとも Cu-Sn 系、M-Sn 系（M は Ni および／または Mn）および Cu-M-Sn 系の金属間化合物が存在しており、また、「分散度」については、70% 以上の値を示した。

【0106】

その結果、試料 1～15 では、「流れ出し試験」、「落下試験」および「熱衝撃試験」のいずれについても、「○」の評価を得た。

【0107】

なお、表 1 には表示されないが、「接合材料を構成する低融点金属」および「接続端子部材」を試料 2 と同じにしなが、導電ランド 43 も「接続端子部材」と同じ組成とした試料についても、同様の評価を行なった。その結果、当該試料でも、「最初に生成する金属間化合物」、「格子定数差」、「接合部に生成する金属間化合物例」および「分散度」は試料 2 と同じとなり、「流れ出し試験」、「落下試験」および「熱衝撃試験」のいずれにおいても、「○」の評価を得た。ただし、当該試料では、特に深刻ではないが、接合部 44 において微小クラックが認められた。

【0108】

これらに対して、この発明の範囲外の試料 16～18 では、「流れ出し試験」、「落下試験」および「熱衝撃試験」のいずれについても、「×」の評価を得た。これは、試料 16 および 17 では、「接合部に生成する金属間化合物例」として、少なくとも Cu-Sn 系、M-Sn 系および Cu-M-Sn 系の金属間化合物が存在するという条件を満たさず、また、試料 16～18 では、「格子定数差」が 20% と小さく、「分散度」が 70% 未満であったためであると推測される。

【0109】

（実験例 2）

実験例 2 は、接続端子部材の少なくとも表面を構成する Cu-M 系合金における M の好ましい含有率を求めるために実施した。

【0110】

まず、接合材料として、表 2 の「接合材料を構成する低融点金属」の欄に示すように「Sn」を含むもの、すなわち、実験例 1 における試料 3 において用いたものと同じものを用意した。

【0111】

他方、実験例 1 における導電ランド 43 および接続端子部材 45 に代わる接合対象物として、表 2 の「接合対象物の組成」の欄に示した組成をともに有する導電ランドおよび接続端子部材を用意した。

【0112】

次に、実験例 1 の場合と同様の条件で、接合材料を介して、上記導電ランドを備える配線基板と接続端子部材と配置し、リフロー装置を用いて熱処理することによって、導電ランドと接続端子部材とを接合し、接合部を形成した。

【0113】

このようにして得られた接合部について、表 2 に示すように、「低融点金属残留率」を評価した。「低融点金属残留率」の評価にあたっては、得られた試料における接合部を約 7mg 切り取り、測定温度 30℃～300℃、昇温速度 5℃/分、N₂雰囲気、リファレンス Al₂O₃ の条件で示差走査熱量測定（DSC 測定）を実施した。得られた DSC チャートの Sn の溶融温度における溶融吸熱ピークの吸熱量から、残留した Sn 成分量を定量化した。そして、この Sn 成分量から、金属成分全体に対する Sn 成分の割合を「低融点金属残留率」として求めた。

【0114】

10

20

30

40

【表 2】

試料 番号	接合材料 を構成する 低融点金属	接合対象物 の組成	低融点金属 残留率 (体積%)
31	Sn	Cu-5Mn	19
32	Sn	Cu-10Mn	0
33	Sn	Cu-15Mn	0
34	Sn	Cu-20Mn	9
35	Sn	Cu-30Mn	21
36	Sn	Cu-5Ni	12
37	Sn	Cu-10Ni	0
38	Sn	Cu-15Ni	0
39	Sn	Cu-20Ni	5

10

【0115】

表 2 から、接合対象物を構成する Cu-M (M は Mn または Ni) 合金における M の含有率が 5～30 重量%であるとき、残留 Sn 成分がある程度低減されるが、M の含有率が 10～15 重量%であるとき、残留 Sn 成分のさらなる低減が図られることがわかった。このことから、Cu-M 系合金と Sn 系の低融点金属との間で金属化合物を、より低温、かつ短時間で形成されやすくするため、Cu-M 系合金は、M を 5～30 重量%の割合で含有することが好ましく、M を 10～15 重量%の割合で含有することがより好ましいことがわかる。

20

【符号の説明】

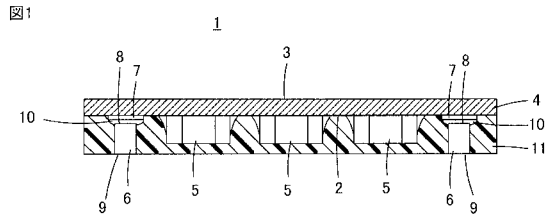
【0116】

- 1 電子部品モジュール
- 2 第 1 の主面
- 3 第 2 の主面
- 4, 42 配線基板
- 5 電子部品
- 6, 45 接続端子部材
- 7, 43 導電ランド
- 8 第 1 の端面
- 9 第 2 の端面
- 10, 44 接合部
- 11, 46 樹脂層
- 19 Cu-M 系合金からなるめっき膜
- 21 接合材料
- 22 低融点金属粉末
- 23 フラックス
- 25, 35 金属間化合物生成領域
- 26 Sn リッチ領域

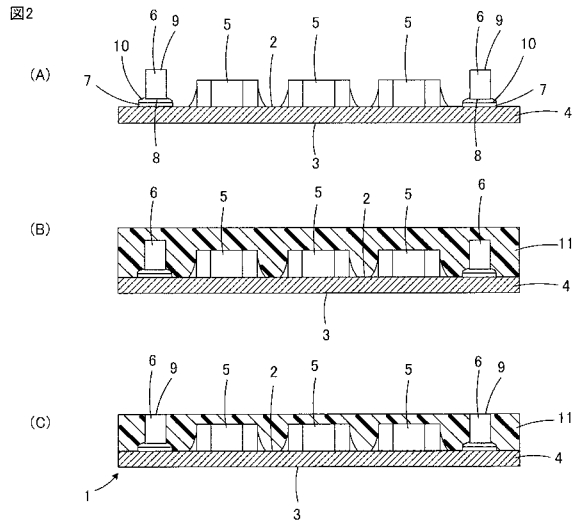
30

40

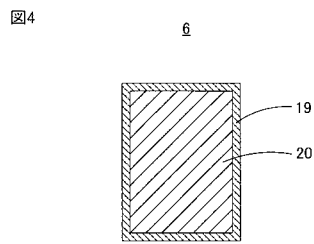
【図 1】



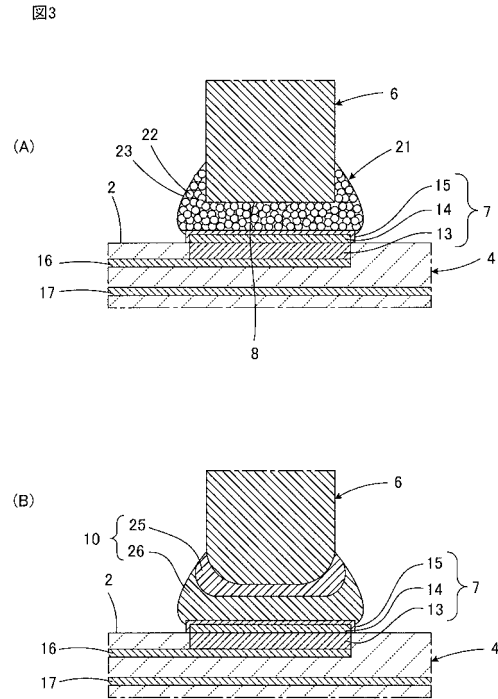
【図 2】



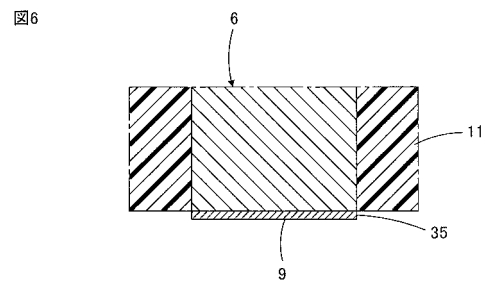
【図 4】



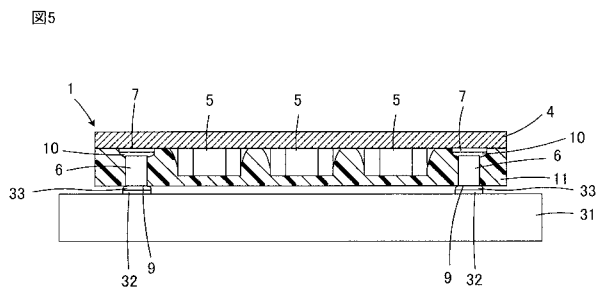
【図 3】



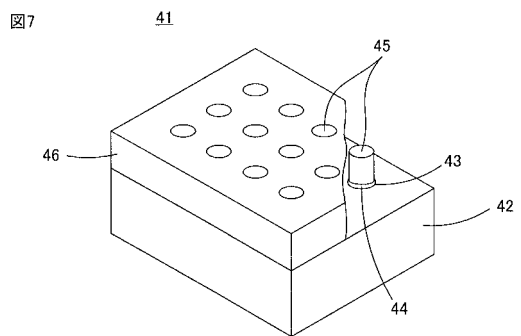
【図 6】



【図 5】

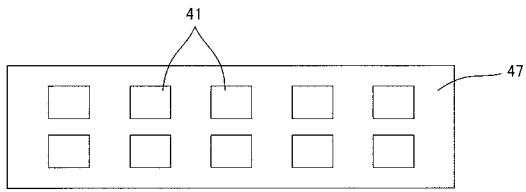


【図 7】



【図 8】

図8



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
C 2 2 C	13/00	(2006.01)	C 2 2 C	13/00
H 0 1 L	23/12	(2006.01)	H 0 1 L	23/12 5 0 1 T
H 0 1 L	25/18	(2006.01)	H 0 1 L	25/04 Z
H 0 1 L	25/04	(2014.01)	B 2 3 K	1/00 3 3 0 E
B 2 3 K	1/00	(2006.01)	B 2 3 K	1/00 3 1 0 C
B 2 3 K	1/20	(2006.01)	B 2 3 K	1/20 Z
B 2 3 K	35/363	(2006.01)	B 2 3 K	35/363 C
B 2 3 K	101/42	(2006.01)	B 2 3 K	101:42

(72)発明者 高岡 英清
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

(72)発明者 中野 公介
京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内

Fターム(参考) 5E319 AA03 AC02 AC04 BB08 BB09 BB10 CC33 GG03 GG11