

明 細 書

発明の名称：鉛フリーはんだボール

技術分野

[0001] 本発明は、半導体などの電子部品の電極に用いる鉛フリーはんだボールに関する。

特に、未融合による不具合が少ない、鉛フリーはんだボールに関する。

背景技術

[0002] 近時、電子機器の小型化、電気信号の高速化等から、電子機器に使用される電子部品も小型化、多機能化されている。小型化、多機能化された電子部品としては、BGA (Ball Grid Array)、CSP (Chip Size Package)、MCM (Multi Chip Module) (以下代表してBGAという) がある。BGAは、BGA基板の裏面に電極として基板目状位置に設置される。

BGAをプリント基板に実装するためには、BGAの電極とプリント基板のランドをはんだで接合するが、電極毎にはんだを供給してはんだ付けするのでは多大な手間がかかり、また、基板の中程にある電極は外部からはんだを供給することはできない。そこで、あらかじめBGAの電極にはんだを盛り付けておく方法が用いられている。これをはんだバンプの形成という。

[0003] BGAのはんだバンプ形成には、はんだボール、溶ダペースト等を使用する。はんだボールではんだバンプを形成する場合には、BGAの電極に粘着性のフラックスを塗布して、フラックスが塗布された電極上にはんだボールを載置する。その後、そのBGA基板をリフロー炉などの加熱装置で加熱して、はんだボールを溶融することにより、電極上にはんだバンプを形成する。尚、BGA基板などの半導体基板を総称してモジュール基板という。

また、溶ダペーストでウエハーのランドにはんだバンプを形成する場合には、ウエハーのランドと一致した箇所にランドと同じ程度の穴が穿設されたメタルマスクを置き、メタルマスクの上から溶ダペーストをスキージで

掻きならして、ウエハーのランドにソルダペーストを印刷塗布する。その後、ウエハーをリフロー炉で加熱して、ソルダペーストを溶融させることにより、はんだバンプを形成する。

[0004] ところで、従来のBGAでは、はんだバンプ形成用としてSn-Pb合金のはんだボールを用いていた。このSn-Pbはんだボールは、BGAの電極に対するはんだ付け性に優れているばかりでなく、特にSn-Pbの共晶組成は、はんだ付け時にBGAやプリント基板等に熱影響を与えない融点を有する。しかも、柔らかいPbを有しているため、使用した電子部品や電子機器等が落下しても衝撃を吸収し、電子部品や電子機器等の寿命に大きな貢献をしていた。現在、世界的規模でPbの使用が規制されるようになってきており、従来のはんだ付けで使用されてきたSn-Pbの共晶組成も規制されてきている。

[0005] 従来、BGA用のPbフリーはんだボールの組成としては、Sn-3.0Ag-0.5CuやSn-4.0Ag-0.5CuなどのSn-Ag-Cu系のはんだ合金が用いられてきた。これらのPbフリーはんだ合金は耐熱疲労性に優れているが、これらのはんだ合金組成のはんだボールを用いた携帯電子機器は落下した時、はんだボール接続界面から剥離する界面剥離が発生し易いため耐落下衝撃性に劣る。この耐落下衝撃性を改善するため、Niを加えたSn-Ag-Cu-Ni系のはんだ合金が開発された。

[0006] しかし、これらのはんだボールに用いられるSn-Ag-Cu系やSn-Ag-Cu-Ni系のはんだ組成は、従来のSn-Pb系はんだと比較してぬれ性が悪いため、BGAをプリント基板にソルダペーストを用いて搭載する時に、溶融したはんだボールのはんだ成分とソルダペーストのはんだ成分が完全に混ざり合わずに、はんだボールとソルダペーストの間にSnの酸化皮膜の層が現れる「未融合」という現象が発生することが問題となっている。未融合現象の一例として、BGAとプリント基板の接合例を図1に示す。BGA部品1と実装基板2を接合するはんだバンプ3は融合しているが、はんだバンプ4は未融合が生じている。図2は、実装加熱後の未融合現象が生

じたはんだボール5とはんだペースト6からなるはんだバンプである。図2を拡大した図3で確認できる未融合が生じた接合部7は、単に接触しているだけであるため、外的衝撃が加わると簡単に接合部が破壊される。そして、未融合が発生すると、BGAを搭載した電子機器に落下などの外的衝撃が加わると故障し易くなる。

[0007] 未融合による不具合を防止するために、電子機器の製造メーカーは電子機器の抵抗値を測定するなどの方法で、未融合が発生した接合を事前に検査することで、未融合が発生したプリント基板を修正または交換して故障を未然に防止している。

出願人は、BGAのようなモジュールとプリント基板の接合時に発生する未融合の解決法として、BGA等モジュールの電極部にポストフラックスを塗布する方法(WO2006-134891A公報、特許文献1)を開示している。

[0008] BGA等用のSn-Ag-Cu-Ni系のはんだボールの組成としては、(1) Ag: 0.8~2.0%、(2) Cu: 0.05~0.3%、ならびに(3) In: 0.01%以上、0.1%未満、Ni: 0.01~0.04%、Co: 0.01~0.05%、およびPt: 0.01~0.1%から選ばれた1種もしくは2種以上、残部Snからなる鉛フリーはんだ合金(WO2006/129713A公報、特許文献2)、Ag: 1.0~2.0質量%、Cu: 0.3~1.5質量%を含み、残部Sn及び不可避不純物からなることを特徴とする無鉛ハンダ合金。更にSb: 0.005~1.5質量%、Zn: 0.05~1.5質量%、Ni: 0.05~1.5質量%、Fe: 0.005~0.5質量%の1種又は2種以上を含み、Sb、Zn、Ni、Feの合計含有量が1.5質量%以下である無鉛ハンダ合金(特開2002-239780号公報、特許文献3)、mass%で、0.1~1.5%のAgと、0.5~0.75%のCuと、 $12.5 \leq \text{Cu}/\text{Ni} \leq 100$ の関係を満たすNiと、残部Sn及び不可避的不純物からなる鉛フリーはんだ合金(WO2007/081006A公報、特許文献4)、Ag: 1.0~2.0質量%、Cu: 0.3~1.0質量%、Ni: 0.005~0

。 10質量%を含有し、残部Sn及び不可避不純物からなる鉛フリーはんだ合金（WO2007/102588A公報、特許文献5）が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：WO2006/134891A公報

特許文献2：WO2006/129713A公報

特許文献3：特開2002-239780号公報

特許文献4：WO2007/081006A公報

特許文献5：WO2007/102588A公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] BGA等を使用した実装においては、はんだ合金粉末、例えばSn-Ag-Cu合金粉末とフラックスからなる溶ダペーストを実装基板に印刷し、BGA等にSn-Ag-Cu系のはんだ合金バンプが形成された電子部品を搭載し、加熱溶解することで、はんだ付けを行う工程が一般的である。最近、この工程において、はんだ合金の融点を十分に超えた温度で実装しても、BGA等のモジュール基板のはんだバンプと溶ダペースト、或いは、リード部品と溶ダペーストが融合せず、導通不良を引き起こすという「未融合」現象が問題となっている。未融合は、導通不良を引き起こすことは言うまでも無く、電子機器製品として機能を満たさないことに繋がり、場合によっては、市場クレームにまで発展する可能性がある。モジュールとプリント基板とのはんだ付けは、プリント基板と反りの少ないチップ部品とのはんだ付けと違い、モジュールとプリント基板共にリフローによる加熱で大きな反りの発生することが特徴である。この現象は、部品電極が鉛フリー化する以前にも確認されているが、部品電極の鉛フリー化で発生が多く確認されているので、今後主流となる鉛フリーはんだ電極での対策が急務となっていた。

[0011] 未融合現象は、BGA等モジュールのはんだバンプ表面に対する腐食の影響や、基板や部品の反りが主要因として作用している。特に、はんだバンプ表面が、バンプ形成時に使用するフラックスの洗浄不良、部品が高温高湿下に曝された場合等は、バンプ表面に強固な酸化皮膜を生じる。本来、この表面酸化皮膜を清浄化する役割を担うのが、表面実装工法でプリント基板に印刷される溶ダペースト中のフラックスである。しかし、前述のような表面酸化皮膜が強固で、表面が還元しづらい状態に加えて、加熱実装時に基板や部品の反りが生じた場合、印刷した溶ダペーストと部品のはんだバンプが離れてしまうこともあり、未融合発生の可能性が高まる。その発生率は、市場報告ではppmレベルと言われているのに対して、実験的にボール表面を腐食させる高温高湿に曝した場合には、50～70%のレベルにも上昇することが確認されている。

[0012] 今回本発明者らは、未融合の原因として、前述した原因以外にはんだボールの組成によるはんだ内部に形成する化合物、 Cu_6Sn_5 または $(Cu, Ni)_6Sn_5$ が影響していることを見出した。はんだボールが接合された部品を実装基板に搭載する際、溶ダペーストが印刷塗布された実装基板に対して、BGAなどのモジュールのはんだボールが接合されている電極側は下向きにして搭載が行われる。その後加熱が行われ、溶ダペーストの熔融とともにはんだボールも熔融し融合に至る。しかし、はんだボール内部に形成する化合物 Cu_6Sn_5 または $(Cu, Ni)_6Sn_5$ が多く生成する場合、はんだボール熔融時に化合物がボール内部を沈降し、バンプ最表面付近に析出する現象が発生する。この現象により、ペーストとの融合を阻害し未融合を引き起こす要因になっていることが判る。(図3)

[0013] 未融合対策としては、部品や実装基板に生じる反りを皆無にすること、溶ダペーストの活性を高めることなどが考えられる。しかし、現在の技術では、基板の反りを無くすことは現実的に不可能であり、溶ダペースト中フラックスの活性化は、はんだ粉末との反応を促進するため、経時的変化の面からペースト信頼性を損なう恐れがあるため困難であり、効果的な融合不良

の対策は無かった。そのため、工程が増加してコストアップに繋がってしまったが、特許文献1のような方法で未融合を解消することが一般的であった。

本発明が解決する課題は、特許文献1のような工程が増加する方法を取らずに、はんだボールの組成のみで、未融合を解消できる方法を見出すことである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、未融合の原因がはんだボールの落下衝撃改善のために添加したNiが、SnとCuと金属間化合物を形成して、はんだボール表面に析出することで、はんだボールのはんだ成分と溶ダペーストとはんだ成分とが混じり合うのを妨害していることが原因であると見出した。また、はんだボールのぬれ性も溶ダペーストとの未融合現象に起因しており、Ag量低減に伴うぬれ性低下も未融合現象が発生する一端を担っている。

そこで、Sn-Ag-CuにNiを含む4元合金において、SnとCuとNiの量をある範囲に設定することで、SnとCuとNiの金属間化合物の生成量を抑制し、はんだボール表面に析出する化合物を少なくすることに加え、溶ダペーストとの融合に十分なぬれ性を発揮することで未融合を劇的に低減できることを見出し、本発明を完成させた。

本発明は、BGAやCSP用のモジュール基板に取り付けられ、電極用として使用するはんだボールであって、Ag 1.6～2.9質量%、Cu 0.7～0.8質量%、Ni 0.05～0.08質量%、残部Snからなるはんだ組成の鉛フリーはんだボールである。

[0015] はんだボールの熱疲労特性を向上させるためには、はんだ中にAgやCuやNiを添加することによってSnとAg、SnとCuとNiなどの金属間化合物を形成して、その金属間化合物が網目状にネットワークを形成することによって、強固なはんだ合金を形成する。また、耐落下衝撃性を高めるには、特許文献4のように硬いAgの含有量を低減する代わりにNiを添加する方法が取られている。しかし、強度を高めるために添加したNiは、Cuと金属間化合物を形成し易いために容易に化合物となり、はんだボール表面に

析出して、はんだボールのぬれ性を悪くする。このはんだボール表面に発生したぬれ性が悪い部分は、プリント基板に搭載させて溶ダペーストと共に過熱しても、リフローの加熱時間内では溶ダペーストとなじまず、境界線が現れたまま固まる。これが未融合である。

[0016] 本出願人は、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Ni}$ 組成のはんだ合金において、はんだボール表面に析出する Ni 化合物の量を少なくするために、 Ni と反応する Cu の量を少なくすれば Sn と Cu と Ni の金属間化合物がはんだボール表面に析出しないことに注目した。しかし、 Cu 量を少なくすると、 Cu 電極とのはんだ付けでは耐落下衝撃性が低下する。そこで出願人は、はんだ合金中に添加した Cu の量を共晶点付近である0.75質量%近辺に設定することにより、ネットワーク形成による Cu の消費と Cu と Ni の化合物形成による Cu の消費とが釣り合い、 Cu と Ni の化合物がはんだボール表面に多く析出しなくなり、未融合が発生しなくなることを見出した。

すなわち、はんだボール組成中に1.6～2.9質量%の Ag と0.7～0.8質量%の Cu と0.05～0.08質量%の Ni の4元合金組成にすることで、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$ の金属間化合物のネットワークと、それに消費されて低減した Cu と Ni が反応した $\text{Cu}-\text{Ni}$ の金属間化合物が存在するので、 Cu と Ni が優先的に反応せずに、はんだボール表面に Cu と Ni の金属間化合物がはんだボール表面に析出することもない。そのため、プリント基板と溶ダペーストではんだ付けしても良好なぬれ性を示し、未融合が発生することはない。

発明の効果

[0017] 本発明のはんだボールは、はんだボール表面にぬれ性の悪い Sn と Cu と Ni の金属間化合物が析出していないので、良好なはんだ付けが可能で、プリント基板と溶ダペーストを用いてはんだ付けしても、未融合を起こすことがない良好なはんだ付けが可能である。

また、本発明のはんだボールは Cu 電極と Ni 電極の双方のはんだ付けにおいて耐熱疲労性及び耐落下衝撃性の両方に優れたBGA等の電極とプリント

基板とのはんだ接合を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1] BGAとプリント基板の接合例

[図2] 図1の4の拡大図

[図3] 図2のはんだボールと溶ダペースト接合界面の未融合発生を示す図

[図4] 表1の実施例2のBGA側電極を示す図

[図5] 表1の引用例6のBGA側電極を示す図

発明を実施するための形態

[0019] 本発明の未融合が発生せず、耐熱疲労性及び耐落下衝撃性の両方に優れたはんだボールは、下面電極を有するBGA等のパッケージ部品へのバンプ形成に用いるのが好ましい。

[0020] 本発明のはんだボールの $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Ni}$ 系はんだ合金で、 Ag の含有量が1.6質量%未満では、はんだボールのぬれ性が低下してしまうことにより、溶ダペーストへの濡れも劣り融合性が悪くなり、未融合が発生しやすくなる。また、 Ag の含有量が1.6質量%未満では、はんだの強度が低下し、耐熱疲労性が悪くなる。 Ag の含有量が2.9質量%を越えると、はんだボールが硬くなり、耐落下衝撃性が悪くなる。したがって、本発明のはんだボール用の合金は、 Ag の含有量が1.6～2.9質量%が良い。より好ましくは1.9～2.3質量%である。

[0021] 本発明のはんだボールの $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Ni}$ 系はんだ合金は、 Cu の含有量が0.7質量%未満では、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}$ の共晶点から離れるので、 Cu 電極に用いたときに Cu 電極からはんだ中に Cu が拡散することで、 Cu 電極界面に Cu_6Sn_5 の金属間化合物層が厚くなり、耐落下衝撃性が悪くなる。

次に、 $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Ni}$ 系はんだ合金の Cu の含有量が0.8質量%を越えると

はんだボール中の Cu と Ni の金属間化合物量が増加して、はんだボール表面に Cu と Ni の金属間化合物量が析出するため、未融合が多くなる。また

、Cuの含有量が0.8質量%を越えるとSn-Ag-Cuの共晶点から離れるので、はんだ合金とCu電極との反応層中にCu₆Sn₅の金属間化合物ができ易くなり、結果としてCu電極とはんだ接合部界面に形成されるCu₆Sn₅の金属間化合物が厚くなる。

したがって、本発明の未融合が発生せず耐落下衝撃性に優れたはんだボールのSn-Ag-Cu-Ni系はんだ合金に含有されるCuの含有量は0.7～0.8質量%でなければならない。

[0022] 本発明のはんだボールのSn-Ag-Cu-Ni系はんだ合金は、Niの含有量が0.05質量%未満では、耐落下衝撃性が悪くなる。さらに、Niの含有量が0.05質量%未満では、Niを添加した効果が現れずにNi電極からNiが拡散しやすくなり、界面に金属間化合物が形成され易くなるので、Sn-Ag-Cu-Ni系はんだ合金中のNiの含有量は、0.05質量%以上でなければならない。

同様に、Niの含有量が0.08質量%を越えると、はんだボール中のSnとCuとNiの金属間化合物量が増加するので、はんだボール表面にSnとCuとNiの金属間化合物量が析出するため、未融合発生率が高くなる。さらに、Niの含有量が0.08質量%を越えると、接合界面に形成する金属間化合物中のNi濃度が上昇し接合強度が低下してしまう他、はんだ硬度の上昇が伴うため衝撃が負荷された場合、界面剥離が発生しやすくなる。

そのため、本発明のはんだボールのSn-Ag-Cu-Ni系はんだ合金中のNiの含有量は0.05～0.08質量%である必要がある。

[0023] 本発明のはんだボールのSn-Ag-Cu-Ni系はんだ合金に、さらにFe、Co、Ptから選択される元素1種以上を合計で0.003～0.1質量%添加しても良い。Fe、Co、Pt元素のはんだボール用の合金への添加は、接合界面に形成する金属間化合物層を微細化し、厚みを抑制するため、落下改善の効果がある。Fe、Co、Ptから選択される元素が0.003質量%未満では上記の効果が極めて得られにくく、0.1質量%を越えて添加するとはんだバンプ硬度が上昇し衝撃に対し界面剥離が発生するとい

う弊害が現れる。

[0024] 本発明のはんだボールの $\text{Sn}-\text{Ag}-\text{Cu}-\text{Ni}$ 系はんだ合金に、さらに Bi 、 In 、 Sb 、 P 、 Ge から選択される元素を 1 種以上を合計で 0.003～0.1 質量% 添加しても良い。はんだボールはモジュール基板に搭載された後、画像認識によってはんだ付けされているか否かの判定が行われる。もし、はんだボールに黄色などの変色があると、画像認識において不具合と判定される。そのため、はんだボールはリフローで変色されない方がよい。 Bi 、 In 、 Sb 、 P 、 Ge の添加による効果は、熱などによる変色を防止することで、バンプ品質検査におけるエラーを回避することができる。 Bi 、 In 、 Sb 、 P 、 Ge から選択される元素が、0.003 質量% 未満では上記の効果が極めて得られにくく、0.1 質量% を越えて添加するとはんだバンプの硬度が増し、落下改善効果が損なわれる恐れがある。

[0025] 本発明のはんだボールは電極用として使用される。はんだボールの直径は、0.1 mm 以上、好ましくは 0.3 mm 以上、より好ましくは 0.5 mm 以上である。近年では電子機器の小型化が進み、電子部品に搭載されるはんだボールも微細化し続けている。フリップチップの接合には 0.1 mm 以下のはんだボールが汎用的に使用されており、本発明はんだボールのような、フリップチップを内蔵する BGA や CSP を対象とした電極用はんだボールは 0.1 mm 以上が主流となっている。

実施例

[0026] 表 1 の組成のはんだ合金を作り、気中造球法で直径 0.3 mm のはんだボールを作製した。このはんだボールを用いて、未融合、そして熱疲労試験と落下衝撃試験を評価した。

[0027]

[表1]

		はんだ組成 (質量%)											未融合 発生数	熱疲労試験 サイクル回数	落下衝撃 落下回数	備考	
		Sn	Ag	Cu	Ni	Fe	Co	Pt	Bi	In	Sb	P					Ge
実施例	1残	1.6	0.75	0.07										0	1623	141	
	2残	2.0	0.75	0.07										0	1900	118	
	3残	2.5	0.75	0.07										0	1971	91	
	4残	2.9	0.75	0.07										0	2373	66	
	5残	1.8	0.70	0.05										0	1696	133	
	6残	2.9	0.80	0.08										0	2296	57	
	7残	2.5	0.70	0.08										0	2008	88	
	8残	2.5	0.80	0.05										0	2181	82	
	9残	2.0	0.75	0.07	0.01									0	1915	135	
	10残	2.0	0.75	0.07		0.008								0	1935	128	
	11残	2.0	0.75	0.07			0.05							0	1903	133	
	12残	2.0	0.75	0.07				0.1						0	1942	115	
	13残	2.0	0.75	0.07					0.1					0	1928	112	
	14残	2.0	0.75	0.07						0.07				0	1930	120	
	15残	2.0	0.75	0.07							0.003			0	1895	117	
	16残	2.0	0.75	0.07								0.008		0	1890	116	
比較例	1残	3.0	0.50											0	2464	1	
	2残	1.0	0.50											10	898	1	
	3残	1.0	0.75	0.07										15	977	156	
	4残	3.5	0.75	0.07										0	2489	18	
	5残	2.5	0.60	0.07										0	1965	35	
	6残	2.5	0.90	0.07										11	1991	29	
	7残	2.5	0.75	0.03										0	1913	37	
	8残	2.5	0.75	1.00										15	2156	22	
	9残	1.2	0.50	0.05										13	1037	1	
	10残	2.5	0.50	0.50										17	1972	1	
	11残	3.0	1.00	0.50										20	2399	1	
	12残	1.5	0.50	0.50										18	1244	1	特許文献3
	13残	2.0	1.00	0.01										14	1890	1	
	14残	1.5	0.65	0.07										10	1102	39	
	15残	3.0	0.50	0.05										0	2406	1	
	16残	2.0	0.70	0.15										16	1876	1	
	17残	1.8	1.50	0.15										28	1650	1	

[0028] 1. 未融合の発生数評価は以下の手順で行った。作製した各組成のはんだボールを温度110℃、湿度85%、時間24hrの時効処理を施した。サイズ36×50mm、厚み1.2mmガラスエポキシ基板(FR-4)にソルダペーストで電極パターンに従い印刷を行い、時効処理を施したはんだボールを搭載して、220℃以上40秒、ピーク温度245℃の条件でリフローを行った。実体顕微鏡を用いて、はんだボールとソルダペーストの未融合数を計測した。

[0029] 2. 次に、熱疲労試験と落下衝撃試験は以下の手順で実施した。作製した各組成のはんだボールをサイズ12×12mmのCSP用のモジュール基板に、千住金属工業株式会社製フラックスWF-6400を用いてリフローはんだ付けをし、各組成のはんだを電極用として用いたCSPを作製した。

[0030] 3. サイズ30×120mm、厚み0.8mmのガラスエポキシ基板(FR-4)にソルダペーストで電極パターンに従い印刷して、1で作製したCSPを搭載して、220℃以上40秒、ピーク温度245℃の条件でリフローを行い、評価基板を作製した。

- [0031] 4. 熱疲労試験は次の条件で実施した。2で作製した評価基板を用い、直列回路により抵抗を常時測定した。エスベック製冷熱衝撃装置TSA101LAを用いて -40°C 、 $+125^{\circ}\text{C}$ の環境下でそれぞれ10分を繰り返し負荷させ、抵抗値が 15Ω を超えた時点を破断とみなし、熱疲労サイクル回数を記録した。
- [0032] 5. 落下衝撃においても熱疲労試験と同様の評価基板を用い、次の条件で落下衝撃試験を実施した。試験方法は、評価基板を台座から10mm浮かせた位置に専用治具を用いて基板両端を固定させた。JEDEC規格に則り、加速度 1500G の衝撃を繰り返し加え、初期抵抗値から1.5倍上昇した時点を破断とみなし、落下回数を記録した。
- [0033] 表1の実施例2は、Ag、Cu、Niの含有量が最適値の範囲内であるため、未融合、熱疲労性、耐落下衝撃性の全てにおいて優れた結果が出ている。図4は実施例2の接合界面化合物層であり、BGA電極9とはんだボール5の接合部には、 Cu_6Sn_5 の金属間化合物層が薄く形成されていることがわかる。
- [0034] 比較例1、4、11におけるAg含有量が2.9質量%を超えて含有するはんだボール合金組成は、熱疲労や未融合に対しては改善効果を発揮するものの、落下衝撃に対するAg含有量の最適が得られていないため耐性が得られず、落下回数が20回を下回り改善として十分ではない。
- [0035] また、比較例2、3、9、10については、Ag含有量が1.6質量%を下回るため、熱疲労への耐性が失われサイクル回数が1500回に到達しない。Ag含有量不足によるぬれ性低下も起因し未融合発生数が10を超え、抑制効果を失う結果が得られている。
- [0036] さらに、比較例5、6、7、8は、最適なAg含有量を選択しているものの、CuとNi含有量の最適化が図れていないため、未融合や落下衝撃への改善効果を兼ね備える結果ではない。図5は比較例6の接合界面化合物層であり、 Cu_6Sn_5 の金属間化合物層が厚く形成されていることがわかる。
- [0037] 結論として、1.6～2.9Ag質量%、0.7～0.8Cu質量%、0

、0.05～0.08Ni質量%、残部Snからなるはんだ組成において、未融合を抑制し、且つ、熱疲労と落下衝撃のいずれにも兼ね備えたはんだ合金が得られる。

産業上の利用可能性

[0038] 本発明により、未融合抑制の効果があり、Cu電極（Cu—OSP電極、Cu上に水溶性フラックスを塗布したもの）においても、Ni電極（電解Ni／Au電極、無電解Ni／Pd／Au電極）においても、耐熱疲労性と耐落下衝撃性の両方に優れた電極用はんだボールが提供される。未融合を抑制することによって製造上の初期不良の低減につながる。また、これまでは製品の要求特性に応じてはんだ組成を選択する必要が生じていたが、落下衝撃と熱疲労の両特性の耐性を持たせることで、携帯機器からパソコン機器、車載といった幅広い分野と、現在急速な発展を遂げているモバイルPCといった新規分野への展開も可能となる。

符号の説明

- [0039]
- | | |
|----|--|
| 1 | BGA部品 |
| 2 | 実装基板 |
| 3 | はんだバンプ 融合 |
| 4 | はんだバンプ 未融合 |
| 5 | 実装加熱後のはんだボール |
| 6 | 実装加熱後のソルダペースト |
| 7 | 未融合箇所 |
| 8 | 融合阻害要因の化合物 |
| 9 | BGA側電極 |
| 10 | Cu ₆ Sn ₅ の金属間化合物層 |

請求の範囲

- [請求項1] BGAやCSP用のモジュール基板に取り付けられ、電極用として使用するはんだボールであって、Ag 1.6～2.9質量%、CuO 0.7～0.8質量%、NiO 0.05～0.08質量%、残部Snからなるはんだ組成の鉛フリーはんだボール。
- [請求項2] 前記はんだ組成が、Ag 1.9～2.3質量%、CuO 0.7～0.8質量%、NiO 0.05～0.08質量%、残部Snからなるはんだ組成の請求項1記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項3] 前記はんだ組成が、Ag 2.0質量%、CuO 0.75質量%、NiO 0.07質量%、残部Snからなるはんだ組成の請求項1記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項4] 前記はんだ組成に、Fe、Co、Ptから選択される元素1種以上を合計で0.003～0.1質量%添加したことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のはんだボール。
- [請求項5] 前記はんだ組成に、Bi、In、Sb、P、Geから選択される元素1種以上を合計で0.003～0.1質量%添加したことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のはんだボール。
- [請求項6] 前記はんだボールは、直径が0.1mm以上の径を有する請求項1～5のいずれかに記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項7] 前記はんだボールは、直径が0.3mm以上の径を有する請求項1～5のいずれかに記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項8] 前記はんだボールは、直径が0.5mm以上の径を有する請求項1～5のいずれかに記載の鉛フリーはんだボール。
- [請求項9] 電解Ni/Au電極、無電解Ni/Pd/Au電極、Cu-OSP電極から選択した電極を有するモジュール基板に対してはんだバンプを形成する方法であって、請求項1～8のいずれかに記載のはんだボールを用いてはんだ付けするモジュール基板のはんだバンプ形成方法。