(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3580731号

(P3580731)

(45)発行日　平成16年10月27日(2004.10.27)　(24)登録日　平成16年7月30日(2004.7.30)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
B23K 1/06	B23K 1/06	B
B23K 1/00	B23K 1/00	330E
H05K 3/34	H05K 3/34	512C
// B23K 35/26	B23K 35/26	310A
B23K 101:36	B23K 101:36	

請求項の数 9　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平11-165165
(22)出願日　平成11年6月11日(1999.6.11)
(65)公開番号　特開2000-351065(P2000-351065A)
(43)公開日　平成12年12月19日(2000.12.19)
審査請求日　平成13年8月8日(2001.8.8)

(73)特許権者　599081107
松重　和美
京都府宇治市五ヶ庄広岡谷２丁目４９７番地
(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100062144
弁理士　青山　葆
(74)代理人　100086405
弁理士　河宮　治
(74)代理人　100091524
弁理士　和田　充夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】鉛フリー半田の半田付け方法、及び当該半田付け方法にて半田付けされた接合体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

鉛を含有しない錫の合金である鉛フリー半田（１０１）を溶融し、

溶融した上記鉛フリー半田を凝固させるとき、当該鉛フリー半田の凝固点に達する直前から、当該鉛フリー半田にて接合される装着物（１）及び被装着材（５）、並びに上記鉛フリー半田の少なくとも一方に対して上記装着物と被装着材との接合強度を増す超音波振動を作用させ、

上記鉛フリー半田が完全に凝固した以後に上記超音波振動の作用を終了する、

ことを特徴とする鉛フリー半田の半田付け方法。

【請求項２】

上記超音波振動は、上記鉛フリー半田における含有成分の結晶の微細化及び上記含有成分の偏析防止を行い、上記装着物と被装着材との接合強度を増す振動である、請求項１記載の鉛フリー半田の半田付け方法。

【請求項３】

上記超音波振動は、上記装着物及び被装着材の少なくとも一方の接合界面にて上記鉛フリー半田における含有成分の結晶の微細化及び上記含有成分の偏析防止を行い、上記接合界面における上記装着物と被装着材との接合強度を増す振動である、請求項１又は２記載の鉛フリー半田の半田付け方法。

【請求項４】

上記含有成分は、上記鉛フリー半田の融点を降下させる作用を有する融点降下作用金属の

成分である、請求項２又は３記載の鉛フリー半田の半田付け方法。
【請求項５】
上記装着物及び被装着材がＣｕを含有するとき、上記超音波振動は、上記鉛フリー半田に含まれるＳｎと上記Ｃｕとの化合物における、上記接合界面に存在する層の厚みを増し上記接合界面における上記装着物と被装着材との接合強度を増す振動である、請求項３又は４記載の鉛フリー半田の半田付け方法。
【請求項６】
上記鉛フリー半田は、Ｓｎ－Ａｇ系組成を主成分とする、請求項１ないし５のいずれかに記載の鉛フリー半田の半田付け方法。
【請求項７】
上記含有成分は、上記Ｓｎ－Ａｇの合金成分である、請求項６記載の鉛フリー半田の半田付け方法。
【請求項８】
上記鉛フリー半田における含有成分は、上記鉛フリー半田の融点を降下させる作用を有する融点降下作用金属の成分であり、該融点降下作用金属は、Ｂｉ、Ｃｕ、Ｚｎ、及びＩｎの少なくとも一つである、請求項４ないし６のいずれかに記載の鉛フリー半田の半田付け方法。
【請求項９】
請求項１ないし８のいずれかに記載の鉛フリー半田の半田付け方法を用いて半田付けされたことを特徴とする接合体。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、鉛を含有しない、いわゆる鉛フリー半田を用いた半田付け方法、及び当該半田付け方法を用いて半田付けされた接合体に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、環境保護が叫ばれ、プリント基板上に電子部品を固定するときに以前より使用しているＳｎ－Ｐｂ（錫－鉛）系の半田に含まれている鉛も環境ひいては人体に悪影響を及ぼすことから、該鉛を含有しない、いわゆる鉛フリー半田が開発されつつある。現在、鉛フリー半田としては、Ｓｎ－Ｃｕ（錫－銅）系、Ｓｎ－Ａｇ（錫－銀）系、Ｓｎ－Ｚｎ（錫－亜鉛）系、Ｓｎ－Ｂｉ（錫－ビスマス）系、Ｓｎ－Ｉｎ（錫－インジウム）系、Ｉｎ－Ａｇ（インジウム－銀）系、等が開発され、特に、上記Ｓｎ－Ｃｕ系、Ｓｎ－Ａｇ系、Ｓｎ－Ｚｎ系が有力である。
【０００３】
しかしながら、従来の、鉛を含有する上記Ｓｎ－Ｐｂ系の共晶半田の融点である１８３℃に比べて、上記Ｓｎ－Ｃｕ系の、例えばＳｎ－０．７Ｃｕの組成にてなる鉛フリー半田における融点は２２７℃であり、上記Ｓｎ－Ａｇ系の、例えばＳｎ－３．５Ａｇの組成にてなる鉛フリー半田における融点は２２１℃であり、上記Ｓｎ－Ｚｎ系の、例えばＳｎ－８Ｚｎの組成にてなる鉛フリー半田における融点は１９９℃である。これらの中では、上記Ｓｎ－Ｚｎ系の融点が最も低いが、Ｚｎは酸化しやすいため、上述のようにプリント基板上への電子部品の固定用として使用するには、上記酸化防止の有効な手段が見出せていない現状にあってはＳｎ－Ｚｎ系の鉛フリー半田には問題がある。よって、現在のところ有力な鉛フリー半田としては、上記Ｓｎ－Ｃｕ系、及びＳｎ－Ａｇ系となるが、いずれの場合も上述のように上記共晶半田の融点に比べて約４０℃程、融点が高い。
【０００４】
例えば、プリント基板上への電子部品の固定用に、上記Ｓｎ－Ｃｕ系及びＳｎ－Ａｇ系の鉛フリー半田を使用する場合、一般的な電子部品の耐熱温度が約２３０℃であることから、従来の上記共晶半田を用いる場合には約５０℃の熱的余裕があったが、上記Ｓｎ－Ｃｕ系及びＳｎ－Ａｇ系の鉛フリー半田では温度的にほとんど余裕がなくなってしまう。又、

例えばアルミ電解コンデンサ等のような弱耐熱性部品についてはなおさらである。
そこで、できるだけ従来の共晶半田における融点、若しくはそれ以下に鉛フリー半田の融点を下げるため、融点を下げる作用を有する金属である融点降下作用金属としてＢｉ（ビスマス）やＩｎ（インジウム）等を添加した、例えばＳｎ－３．５Ａｇ－６Ｂｉや、Ｓｎ－３．５Ａｇ－３Ｂｉ－３Ｉｎ等の組成からなる鉛フリー半田が提案されている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

従来の共晶半田では、ほぼ瞬時的に溶融状態から凝固状態へ変化する。一方、上記Ｂｉを添加することで、その添加量に比例して鉛フリー半田の融点は下がるが、例えばＢｉを含有させることで該鉛フリー半田では、溶融状態から凝固するまでの温度範囲が従来の共晶半田に比べて広くなり、凝固進行中において部分的に凝固した部分と未だ溶融状態にある部分とが混在する状態が生じる。よって、図８に示すように、電子部品１とプリント基板５の電極２との接合部分３にて、鉛フリー半田４中にて大きく成長した例えばＢｉの結晶が偏析する場合が発生する。尚、図８の接合部拡大部分は、接合部分３における鉛フリー半田４の組成を模式的に図示しており、図示する”○”が例えばＢｉに相当し、”□”は例えばＡｇに相当する。又、電極２との接合界面部分に図示する”△”は、電極２の材質であるＣｕと、鉛フリー半田内のＳｎとの化合物に相当する。

【０００６】

一方、Ｂｉ自体の硬度は、Ｓｎ，Ａｇに比べて高いため、例えば数十重量％にてＢｉを含有させたときに、Ｂｉ結晶の上記偏析によってＢｉが集合した部分における当該鉛フリー半田の強度は脆くなってしまう。よって、上記電極２との接合界面部分にＢｉ結晶が偏在し凝固してしまったようなときには、該接合界面部分での接合強度は低くなる。したがって、上記電極２と電子部品１との十分な接合強度が得られないという問題が生じる。そこで、その接合強度の信頼性の点から現在でのＢｉ含有量は、数重量％に留まざるを得ず、よって融点の十分な低温化が図られていないのが現状である。又、このような現状の鉛フリー半田を使用したときには、上述のようにその融点が共晶半田よりも高いため、共晶半田を用いる場合に比べて半田溶融に要する例えば電力が多くならざるを得ず、コスト、省エネルギー的にも問題があり、又、耐熱性の低い部品は上記鉛フリー半田を用いた半田付けができない。

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、鉛フリー半田においてその融点の低温化を図り、かつ該鉛フリー半田にて接合される部分における接合強度の劣化を防止する、鉛フリー半田の半田付け方法、及び当該半田付け方法を用いて半田付けされた接合体を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

本発明の第１態様である、鉛フリー半田の半田付け方法は、鉛を含有しない錫の合金である鉛フリー半田を溶融し、
溶融した上記鉛フリー半田を凝固させるとき、当該鉛フリー半田の凝固点に達する直前から、当該鉛フリー半田にて接合される装着物及び被装着材、並びに上記鉛フリー半田の少なくとも一方に対して上記装着物と被装着材との接合強度を増す超音波振動を作用させ、
上記鉛フリー半田が完全に凝固した以後に上記超音波振動の作用を終了する、
ことを特徴とする。

【０００８】

又、上記超音波振動は、上記鉛フリー半田における含有成分の結晶の微細化及び上記含有成分の偏析防止を行い、上記装着物と被装着材との接合強度を増す振動であってもよい。

【０００９】

又、本発明の第２態様である接合体は、上記第１態様の鉛フリー半田の半田付け方法を用いて半田付けされたことを特徴とする。

【００１０】

【発明の実施の形態】

本発明の実施形態における、鉛フリー半田の半田付け方法、及び当該半田付け方法を用いて半田付けされた接合体について、図を参照しながら以下に説明する。尚、各図において同じ構成部分については同じ符号を付している。
又、上記接合体の一例として本実施形態では、被装着材の一例であるプリント基板上に装着物の一例である電子部品を半田付けする場合における、上記プリント基板及び上記電子部品を例に採る。

【００１１】

本実施形態では、鉛を含有しない錫の合金である半田、つまり鉛フリー半田の一例として、上記Ｓｎ－Ａｇ系半田に当該鉛フリー半田の融点を下げる作用を有する金属、つまり融点降下作用金属としてＢｉを添加した鉛フリー半田を例に採る。しかしながら、鉛フリー半田の組成は、これに限定するものではなく、上述したＳｎ－Ｃｕ系、Ｓｎ－Ｚｎ系、Ｓｎ－Ｂｉ系、Ｓｎ－Ｉｎ系、Ｉｎ－Ａｇ系等であって、添加する上記融点降下作用金属としてＢｉ，Ｉｎ，Ｃｕ等が考えられる。尚、ここで、上記融点降下作用金属とは、約０．５重量％を超えるものをいい、又、例えばＢｉ等の単体である場合に限らず例えばＢｉ等を含有した合金の場合もある。

【００１２】

上記鉛フリー半田の半田付け方法は、図１に示されるような工程を有する。当該半田付け方法にて使用した鉛フリー半田１０１は、Ｓｎ－Ａｇ－Ｂｉの組成にてなるものを使用し、Ｂｉ含有量としては、２０重量％、４０重量％とした。尚、Ｂｉ含有量の最大値は、Ａｇを含まずＳｎと共晶状態となる５８重量％（Ｓｎ－５８Ｂｉ）である。
図１に示す鉛フリー半田の半田付け方法において、ステップ（図内では「Ｓ」にて示す）１では、上記組成における、例えばＳｎ－３．５Ａｇ－４０Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田１０１を溶融する。次のステップ２では、上記接合体を構成する、上記電子部品１及びプリント基板５について、電子部品１と上記プリント基板５上の電極２との接合部分３に対して鉛フリー半田１０１を接触させる。

【００１３】

次のステップ３では、接合部分３を含む鉛フリー半田１０１の冷却を開始し、さらに、少なくとも上記接合部分３に下記の結晶の微細化及び偏在防止を図る程度の周波数の振動、例えば数μｍの振幅が生じるように、超音波発振器の超音波ホーンをプリント基板５に接触させる。
このように接合部分３に対して超音波振動を作用させることで、該超音波振動により鉛フリー半田１０１が振動する。よって、図８に示すように肥大化したＢｉの結晶３１は、該振動の作用により、図３に示すように微細化され、かつ上記振動の作用により鉛フリー半田１０１が混ぜ合わされるので、例えば電極２の接合界面にＢｉの結晶が偏在することを防止することができる。その結果、当該鉛フリー半田１０１におけるＢｉ以外の成分、例えばＳｎやＡｇ等に比べて硬度の高いＢｉの結晶が、例えば電極２の接合界面に集合した状態で偏析し凝固することはなくなる。又、本実施形態における鉛フリー半田１０１の成分のように、Ａｇを含有する場合、ＳｎとＡｇとの合金が生成され析出するが、上記超音波振動はこのようなＳｎ－Ａｇ合金の結晶をも微細化するように働く。したがって、接合部分３の全体がほぼ均一な組成となり、かつ各組成の結晶は微細化されているので、接合部分３の全体の強度を均一化でき、上記電極２の接合界面における接合強度を、超音波振動を作用させない従来の場合に比べて、高めることができる。

【００１４】

さらに、上記超音波振動を作用することで以下の効果を得ることもできる。即ち、上述したように、Ｃｕを主成分とする電極２や電子部品１の電極の表面部分には、鉛フリー半田１０１に含まれるＳｎと上記Ｃｕとの化合物が形成されているが、上記超音波振動を作用させることで、該振動により上記Ｓｎ－Ｃｕ化合物を含む層が鉛フリー半田１０１内へ拡散し、成長する。このＳｎ－Ｃｕ化合物を含む層の厚み１０２が適切な値になるように超音波振動を作用させることで、より上記電極２の接合界面における接合強度を高めることができる。尚、上記厚み１０２は、上記適切値を超えると、逆に、上記接合強度は弱くな

るので、周波数や超音波振動を制御する必要がある。

【００１５】

さらに又、上記超音波振動を与えることで、鉛フリー半田の表面張力を低下させることができるので、いわゆる濡れ性を向上させることができる。よって上記接合強度を高めることができる。

【００１６】

以上のように、超音波振動による上記接合部分３における振幅値及び周波数は、上記接合体の接合界面にて上記鉛フリー半田における含有成分、例えば上述のようにＢｉ、の結晶の微細化、及びＳｎ－Ａｇのような生成された合金結晶の微細化、並びに上記含有成分及び合金結晶の偏析防止を行い、上記接合界面におけるプリント基板５の電極２と電子部品１の電極との接合強度を増す値であり、さらには、上記接合界面に存在する上記Ｓｎ－Ｃｕ化合物を含む層の厚みを増し上記接合界面における接合強度を増す値であり、さらには上記濡れ性を増す値である。

【００１７】

又、上記超音波振動の作用を開始する時刻としては、図２に示す時刻ｔ１のように、溶融している鉛フリー半田１０１の冷却開始と同時に始めても良いし、時刻ｔ０のように上記冷却開始前から始めても良い。少なくとも、時刻ｔ２のように、当該鉛フリー半田１０１の温度が当該鉛フリー半田１０１の凝固点に達する直前には、作用を開始する必要がある。尚、上記超音波振動の作用の終了時点は、当該鉛フリー半田１０１が完全に凝固した以後である。

尚、上記超音波振動は、連続的に作用させるのが好ましいが、断続的に作用させることもできる。

【００１８】

上述のように超音波振動を作用させた場合、及び作用させない従来の場合における上記接合強度を求める実験を行った。その実験方法を図７に示し、実験結果を図４～図６に示す。

実験方法は、上記鉛フリー半田を用いて上記電極２に接合した電子部品１のリードを４５度方向へ引っ張り、上記リードと電極２との間の剥離や、上記リード又は電極２の破断に至るまでの引張強度を調べた。又、図４は、Ｓｎ－３．５Ａｇ－４０Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田を用いた場合の実験結果であり、図５は、Ｓｎ－３．５Ａｇ－２０Ｂｉの場合の実験結果であり、図６は、Ｓｎ－３．５Ａｇ－６Ｂｉの場合の実験結果である。尚、上記Ｓｎ－３．５Ａｇ－４０Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田の融点は約１８０℃であり、上記Ｓｎ－３．５Ａｇ－２０Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田の融点は約２００℃であり、上記Ｓｎ－３．５Ａｇ－６Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田の融点は約２１６℃である。

特に図４及び図５に示す実験結果から明らかなように、超音波振動を作用させない場合に比べて作用させた方が、引張強度が向上することがわかる。さらに、図４及び図５と、図６との実験結果から明らかなように、Ｂｉ含有量が多い鉛フリー半田において、超音波振動の作用が有効であることが判る。

【００１９】

又、このように超音波振動の作用により、Ｂｉ含有量が従来に比べて多い鉛フリー半田であってもその信頼性を得ることができる。よって、従来の鉛フリー半田に比べて融点の低い鉛フリー半田を使用することができ、その結果、例えば、弱耐熱性部品を鉛フリー半田にてプリント基板等に固定することが可能となり、又、鉛フリー半田を溶融させるために要する電力を従来の鉛フリー半田の場合に比べて低下させることができ、省エネルギー、究極的には環境保護に寄与することになるという効果もある。

【００２０】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明の第１態様の鉛フリー半田の半田付け方法によれば、溶融している鉛フリー半田を凝固させるときに超音波振動を作用させることから、該鉛フリー半田

にて接合される装着物及び被装着材の少なくとも一方の接合界面にて、当該鉛フリー半田の含有成分の結晶の微細化及び偏析防止が図られ、上記接合界面における上記装着物と被装着材との接合強度を、上記超音波振動を作用させない場合に比べて増すことができる。

【００２１】

又、本発明の第２態様における、上記半田付け方法を用いて半田付けされた接合体によれば、当該接合体の接合界面では、上述のように鉛フリー半田の含有成分の結晶の微細化及び偏析防止が図られており上記接合界面における接合強度は上記超音波振動を作用させない場合に比べて増している。よって、接合強度の高い接合体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施形態における鉛フリー半田の半田付け方法の工程を示すフローチャートである。

【図２】図１に示す超音波振動を作用させるタイミングを説明するための図である。

【図３】図１に示す半田付け方法における超音波振動を作用させた場合における、プリント基板の電極と電子部品との接合部分での、鉛フリー半田の含有成分の結晶の状態を説明するための概念図である。

【図４】Ｓｎ－３．５Ａｇ－４０Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田の場合で、超音波振動の作用の有無と引張強度との関係を示すグラフである。

【図５】Ｓｎ－３．５Ａｇ－２０Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田の場合で、超音波振動の作用の有無と引張強度との関係を示すグラフである。

【図６】Ｓｎ－３．５Ａｇ－６Ｂｉの組成にてなる鉛フリー半田の場合で、超音波振動の作用の有無と引張強度との関係を示すグラフである。

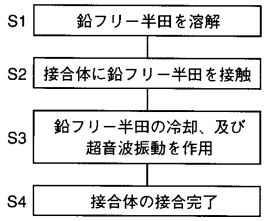
【図７】上記引張強度の測定方法を説明するための図である。

【図８】プリント基板の電極と電子部品との接合部分について、超音波振動を作用させない場合における鉛フリー半田の含有成分の結晶の状態を説明するための概念図である。

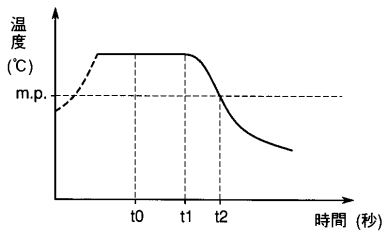
【符号の説明】

１電子部品、２電極、１０１鉛フリー半田。

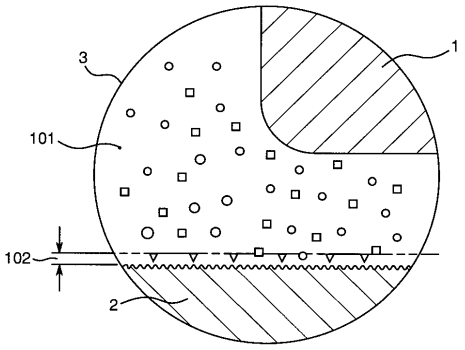
【図１】



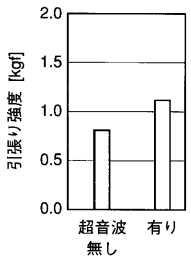
【図２】



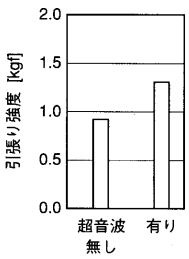
【図３】



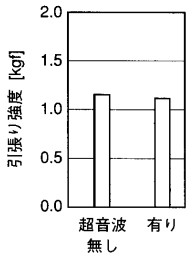
【図４】



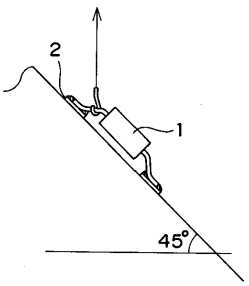
【図５】



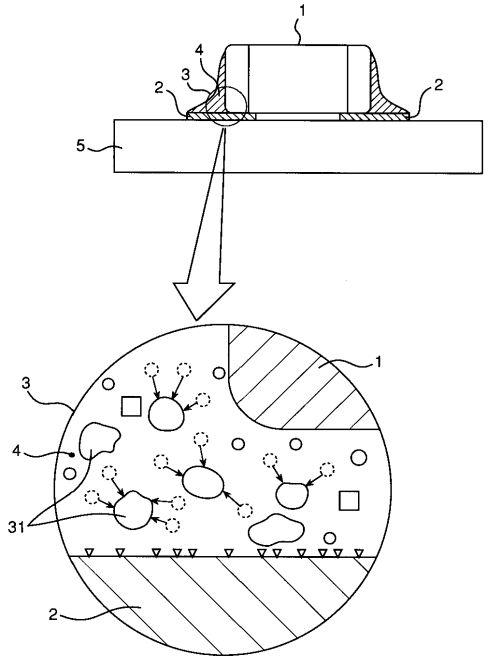
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　松重　和美
京都府宇治市五ヶ庄広岡谷２丁目４９７番地
(72)発明者　堀内　俊寿
京都府京都市伏見区桃山町泰長老官有地桃山東合同宿舎７２４
(72)発明者　猪狩　貴史
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　末次　憲一郎
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　平野　正人
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　日比野　俊治
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　山口　敦史
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　加藤　昌人

(56)参考文献　特開昭５３－０９５８５４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２９３６６０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２５０６９２（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０１０３８５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B23K 1/06-1/08
H05K 3/34