

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6329212号  
(P6329212)

(45) 発行日 平成30年5月23日 (2018.5.23)

(24) 登録日 平成30年4月27日 (2018.4.27)

(51) Int.Cl.	F I					
<b>HO 1 R</b> 4/02 (2006.01)	HO 1 R	4/02				Z
<b>HO 5 K</b> 3/34 (2006.01)	HO 5 K	3/34	5 1 2 C			
<b>B 2 3 K</b> 1/00 (2006.01)	HO 5 K	3/34	5 0 7 C			
<b>B 2 3 K</b> 31/02 (2006.01)	B 2 3 K	1/00	3 3 0 D			
<b>HO 1 R</b> 43/02 (2006.01)	B 2 3 K	31/02	3 1 0 F			
請求項の数 7 (全 8 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号 特願2016-154442 (P2016-154442)  
 (22) 出願日 平成28年8月5日 (2016.8.5)  
 (65) 公開番号 特開2017-54804 (P2017-54804A)  
 (43) 公開日 平成29年3月16日 (2017.3.16)  
 審査請求日 平成28年8月5日 (2016.8.5)  
 (31) 優先権主張番号 特願2015-179112 (P2015-179112)  
 (32) 優先日 平成27年9月11日 (2015.9.11)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(73) 特許権者 301072650  
 NECスペーステクノロジー株式会社  
 東京都府中市日新町一丁目10番地  
 (74) 代理人 100109313  
 弁理士 机 昌彦  
 (74) 代理人 100124154  
 弁理士 下坂 直樹  
 (72) 発明者 小川 文輔  
 東京都府中市日新町一丁目10番地  
 NECスペーステクノロジー株式会社内

審査官 前田 仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鉛半田接合構造及び製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉛半田により第1部材を第2部材に接合してなる鉛半田接合構造であって、  
 前記第1部材を含芯する第1半田層と、  
 前記第1半田層と前記第2部材との間に介在して、これらを接合させる第2半田層と、  
 前記第2半田層と前記第2部材との間に介在する第3半田層を有し、  
 前記第1半田層は前記第1部材と前記第2半田層の鉛以外の構成成分との間で形成された  
 第1の金属間化合物を主成分とし、  
 前記第3半田層は前記第2部材と前記第2半田層の鉛以外の前記構成成分との間で形成さ  
 れた第2の金属間化合物を主成分とし、  
 前記第1、第2の金属間化合物の形成によって、前記第2半田層は鉛以外の前記構成成分  
 が消費し尽くされていることを特徴とする鉛半田接合構造。

【請求項2】

請求項1に記載の鉛半田接合構造であって、  
 前記第2半田層のヤング率は、前記第1半田層、および前記第3半田層のヤング率より小  
 さいことを特徴とする鉛半田接合構造。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の鉛半田接合構造であって、  
 前記第1半田層は、錫-銅系の金属間化合物が主成分、前記第3半田層は、錫-銀系の  
 金属間化合物が主成分であり、

前記第 2 半田層は、鉛が主成分の層である、  
ことを特徴とする鉛半田接合構造。

【請求項 4】

鉛半田により第 1 部材を第 2 部材に接合してなる鉛半田接合構造の製造方法であって、  
前記第 1 部材と第 2 部材を前記鉛半田で接合して単純接合層を形成する単純接合層形成工  
程と、

前記単純接合層からなる接合部に対して所定条件の熱処理工程を行い、

前記熱処理工程は、前記第 1 部材を含芯し、前記第 1 部材と前記鉛半田の鉛以外の構成成  
分との間で第 1 の金属間化合物を主成分とする第 1 半田層と、前記第 1 半田層と前記第 2  
部材との間に介在して、これらを接合させ前記単純接合層と比較して鉛リッチである第 2  
半田層と、前記第 2 部材と前記第 2 半田層との間で前記第 2 部材と前記鉛半田の鉛以外の  
前記構成成分との間で第 2 の金属間化合物を主成分とする第 3 半田層を形成するものであ  
り、

10

前記単純接合層内の鉛以外の前記構成成分が前記第 1、第 2 の金属間化合物の生成に消費  
し尽くされるまで前記熱処理工程を行うことを特徴とする鉛半田接合構造の製造方法。

【請求項 5】

前記鉛半田の鉛以外の前記構成成分は錫である請求項 4 に記載の鉛半田接合構造の製造  
方法。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の鉛半田接合構造の製造方法であって、  
前記熱処理工程における熱処理条件は、前記鉛半田が Sn10 の場合には、熱処理温度が  
200 ~ 250、熱処理時間が 1500 時間から 2000 時間である、  
ことを特徴とする鉛半田接合構造の製造方法。

20

【請求項 7】

前記第 1 半田層は、錫 - 銅系の金属間化合物が主成分、前記第 3 半田層は、錫 - 銀系の  
金属間化合物が主成分であり、

前記第 2 半田層は、鉛が主成分の層である、

請求項 4 から 6 のいずれか一項に記載の鉛半田接合構造の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、使用時における半田が相変化を起こさないようにした鉛半田接合構造及び製造  
方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半田は、種々の装置で利用されているが、近年鉛判断利用は規制を受けることがある。  
一方で、航空宇宙分野においては、鉛半田の利用が規制されていない。かかる鉛半田によ  
る半田接合部における接合強度は、その装置の信頼性を左右することになるため、高強度  
であることが望まれる。

【0003】

40

このような半田により接続された半田付け部分が高温環境下に晒されていると、接合部  
における鉛半田内でアレニウス則に基づく金属間化合物が成長すると共に、半田自体の金  
属結晶粒が粗大化して接合強度の劣化が進行する問題がある。

【0004】

例えば、特開平 05 - 259632 号公報においては、図 4 に示すようなプリント配線  
板が開示されている。

【0005】

この技術は、以下に説明するように、接合工程における接合の信頼性を向上させるため  
の技術である。

【0006】

50

即ち、当該プリント配線板は、基板100の両面(A面、B面)に装着部品を半田付けするための銅箔パターンの導体102を設け、A面(一面)の導体102の上に錫の金属間化合物と鉛の半田層(第1の半田層)105を設けている。また、B面(他面)の導体102の上に錫-鉛系(錫-鉛 63/37)の半田層(第2の半田層)104を設け、A面の半田層105の融点(227)をB面の半田層104の融点(183)よりも高くしている。

【0007】

このように、基板102の両面に形成した導体上に同一組成の錫と鉛の合金からなる半田層を形成し、加熱処理により一面に形成した半田層を錫の金属間化合物と鉛との合金に変化させる。これにより一面に形成した半田層の融点(他面に形成した半田層の融点よりも高くなる)が高くなるので、半田層104を溶融させた際に、下にしたA面の装着部品の接合部分が溶融するのを防止している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開平05-259632号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記特開平05-259632号公報にかかる構成は、一般に鉛半田が相変化して形成される錫系の金属間化合物の溶融温度が合金のときと異なることで接合強度を高くしている。

20

【0010】

先にも述べたように、金属間化合物は一般に脆性であるため、接合時における接合強度も大切であるが、半田接合を含む電子装置を使用している最中に接合強度が低下してしまうことも避けなければならない。電子装置の使用時には、種々の使用条件で接合部は熱サイクル等を受けて金属間化合物化、および半田自体の金属結晶粒の粗大化が促進される。

【0011】

特に、宇宙のような温度変化の激しい環境では高温、および大きな熱サイクルが加わって、接合強度の低下をもたらすことがある。その上、宇宙環境での利用においては、たとえ接合強度が低下しても修理することはできない(困難である)。

30

【0012】

そこで、本発明の主目的は、高温または熱サイクルが加わっても接合強度の低下が抑制できる鉛半田接合構造及び製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するため、鉛半田により第1部材を第2部材に接合している鉛半田接合構造にかかる発明は、第1部材を含芯する第1半田層と、第1半田層と第2部材との間に介在する第2半田層と、前記第2半田層と前記第2部材の間に介在する第3半田層を有することを特徴とする。

40

【0014】

また、鉛半田により第1部材を第2部材に接合してなる鉛半田接合構造の製造方法にかかる発明は、第1部材と第2部材を、鉛半田で接合して単純接合層を形成する単純接合層形成工程と、単純接合層からなる接合部に対して所定条件の熱処理を行い、第1部材を含芯する第1半田層と、第1半田層と第2部材との間に介在して、これらを接合させる第2半田層と、前記第2部材と前記第2半田層との間に第3半田層を形成する熱処理工程と、を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、高温または熱サイクルが加わっても接合強度の低下が抑制できる鉛半

50

田接合構造及び製造方法が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施形態にかかる鉛半田接合構造を説明する接合部の上面図である。

【図2】図1におけるA - A断面図である。

【図3】鉛半田接合構造の製造方法を説明する図で、(a)は接合前の状態を示す図、(b)は単純接合層形成工程の図、(c)は熱処理工程後の図である。

【図4】関連技術の説明に適用される鉛半田接合構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の実施形態を説明する。図1は本実施形態にかかる鉛半田接合構造を説明する接合部の上面図であり、図2は図1におけるA - A断面図である。

【0018】

なお、以下においては、Sn10 (Sn: 10%、Ag: 2%、Pb: 88%; 固相線: 267.8、液相線: 298.9) を鉛半田の一例として説明する。

【0019】

図1, 2においては、ワイヤ(第1部材)10を導体(第2部材)11にSn10半田を用いて接合する場合の鉛半田接合構造20を例示している。

【0020】

導体11としては、銀シート、又はコパールに銀めっきを施したシートを用いて製造されたバスバーを例にする。またワイヤ10としては、銅線に銀めっきを施した配線材を例にする。

【0021】

この鉛半田接合構造20は、ワイヤ10を含芯するように形成された第1半田層21と、この第1半田層21を覆いながら第3半田層24を介して導体11に密着した第2半田層22、および第2半田層22と第2部材11のはんだ接合面側の間に介在する第3半田層24とを有している。

【0022】

この第1半田層21は、錫 - 銅系の金属間化合物を主成分とする層である。また、第2半田層22は、鉛系の合金が主成分(錫、および錫系の金属間化合物が非常に少ない)の半田層である。第3半田層24は、錫 - 銀系の金属間化合物を主成分とする層である。

【0023】

金属間化合物は、一般に硬く、かつ、脆性であり、錫 - 銅系、および錫 - 銀系の金属間化合物も同様の性質を持っている。従って、熱サイクルに伴う線膨張率の違いから発生する応力等がワイヤ10、または導体11に加わると接合部が脆性破壊等を起こすことがあり、接合の信頼性が低下する恐れがある。

【0024】

そして、接合材料が上述した鉛半田の場合は、たとえ接合時には金属間化合物の存在が少なくても、利用中に断続的にでも高温状態での曝し時間が増加していくと、徐々に金属間化合物が生成され、かつ、半田自体の結晶粒が粗大化する。

【0025】

特に、温度差の大きい熱サイクルが加わる宇宙環境では、鉛半田による接合部には金属間化合物が徐々に生成され、その生成過程において、半田自体の結晶粒が粗大化も進行するので、接合の信頼性が低下する。

【0026】

そこで、本実施形態では、金属間化合物が生成されつくされることで、半田自体の結晶粒粗大化を抑制する点に注目して、接合後であって実用に供する前(製品出荷する前)に、可能な限り金属間化合物を生成させて錫を消費し尽くす。それによってそのあと熱サイクルを受けても金属間化合物が生成しにくくなる。そのため錫と鉛の合金生成に由来する半田自体の結晶粒の粗大化を抑制できる。金属間化合物が生成される際には、錫が消費さ

10

20

30

40

50

れるため、錫リッチな層と錫プアな層とが発生する。錫リッチな層は金属間化合物を含有する層に対応した第1半田層21、および第3半田層24となる。また、錫プアな層は、鉛リッチな第2半田層22となる。なお、鉛リッチな第2半田層22は、鉛が主成分となり、金属間化合物に比べ柔らかい(ヤング率が低い)。

【0027】

従って、本実施形態にかかる鉛半田接合構造20は、ワイヤ10を覆う金属間化合物が主成分の第1半田層21と、この第1半田層21を覆う鉛を主成分とする第2半田層22と、第2半田層22と第2部材11の間に存在する金属間化合物が主成分の第3半田層24により形成されている。

【0028】

次に、このような鉛半田接合構造20の製造方法を、図3を参照して説明する。

【0029】

先ず、図3(a)に示すように、ワイヤ10を導体11上に配置する。次に、図3(b)に示すように、Sn10によりワイヤ10を導体11に半田付けする。図3(a)では、半田付けした直後の半田層を符号23で示し、以下この層を単純接合層12と記載し、その工程を単純接合層形成工程と記載する。

【0030】

単純接合層12では、錫や鉛の元素は、概ね接合部全体に均一に分布して存在し、金属間化合物の量も少ない。

【0031】

単純接合層12に対して、熱処理(熱処理工程)を行う。この熱処理条件として、熱処理温度が200 ~ 250、熱処理時間が1500時間から2000時間の条件が例示できる。これにより、単純接合層12に含まれる錫により錫系の金属間化合物が生成される。

【0032】

図3(c)は、かかる熱処理後の状態を例示した図で、金属間化合物がリッチな第1半田層21と第3半田層24、およびこの第1半田層21、第3半田層24の形成に錫が供給された錫プア(鉛リッチ)な第2半田層22とが示されている。第1半田層21は半田層23とワイヤ10が熱処理で反応して生成された錫-銅系の金属間化合物である。また第3半田層24は半田層23と導体11が熱処理で反応して生成された錫-銀系の金属間化合物である。この熱処理により、脆性材である金属間化合物を予め生成してしまう。この熱処理においては、電子装置の使用時にはんだ自体の強度劣化を誘発するほど粗大化した各種結晶粒(金属間化合物、および鉛の含有量が多い固溶体)が生成しない。

これ加えて、その金属間化合物生成時に発生してしまうカーケンダルポイド(kirkendall void)に関しても、長時間にわたる熱処理により減少させることができる。カーケンダルポイドは半田接合に亀裂が入る原因の一つであるが、本実施形態の熱処理を行うことで、電子装置の使用時に新たなカーケンダルポイドが生成されにくくなる。

【0033】

さらに、半田層23中の錫は熱処理によって多くは金属間化合物生成に消費されるため、半田層23は錫プア(鉛リッチ)な第2半田層22になる。鉛リッチな第2半田層22は、柔らかいため、ワイヤ10に熱応力が作用しても、この熱応力を第2半田層22が吸収する。従って、接合の信頼性低下が抑制できる。

【0034】

このような鉛半田接合構造は、ワイヤの接合ばかりでなく、例えばKa帯以上の周波数帯域のRF信号を伝送させる導波管に適用すると好適である。即ち、このような導波管では、伝送ロスを最小化するために銀めっきを施すが、その導波管と導波管フランジとの接合に、鉛半田接合構造を適用する。これにより、

これまで利用されているアルミニウム材接合に用いられているディップブレイジングに比べてコスト削減及び信頼性向上が可能になる。通常の導波管の生産においては、導波管の素管とフランジをディップブレイジングによりろう接し、その後、銀めっきを施して

10

20

30

40

50

いる。

【 0 0 3 5 】

ディップブレージング炉は高価であり、接合温度も高温であるため、高度な技術を持つ専門業者を必要とする。しかし、本実施形態にかかる接合方法であれば、高価なディップブレージング炉を必要とすることなく、比較的容易に行うことが可能になる。従って、信頼性の高い接合構造が安価に提供できるようになる。

【 0 0 3 6 】

また、人工衛星搭載用の太陽電池パネルにおいては、太陽電池セル間を直列、および並列に接続する際に用いて好適である。この太陽電池パネルでは、銀又はコパールに銀めっきを施したインタコネクタをセル電極間に溶接により接合している。なお、インタコネクタにて接続された一連のセル群をストリングスと呼ぶ。このストリングス間を接続する配線材の半田付けには、通常、Sn62 (Sn : 62%、Pb : 36%、Ag : 2% ; 融点 : 183 ) が用いられている。そして、このような接続では、約95 の温度で、-160 ~ 95 の熱サイクルでの実績はあるものの、約230 の高温で、-160 ~ +230 での熱サイクルが加わる環境下では信頼性がまったく確保できない。そこで、このような接合箇所を上述した接合構造とすることで、接合の信頼性が担保できるようになる。

10

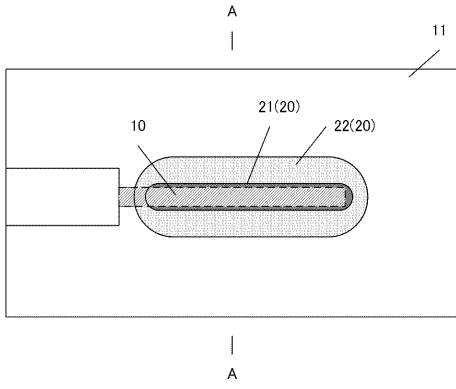
【 符号の説明 】

【 0 0 3 7 】

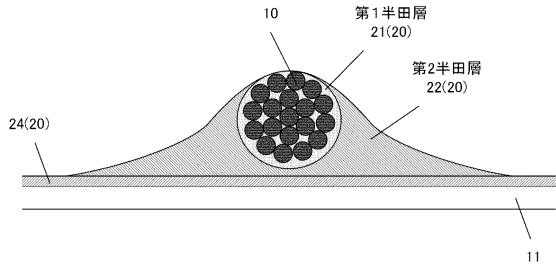
- 1 0    ワイヤ
- 1 1    導体
- 1 2    単純接合層
- 2 0    鉛半田接合構造
- 2 1    第1半田層
- 2 2    第2半田層
- 2 3    半田層
- 2 4    第3半田層

20

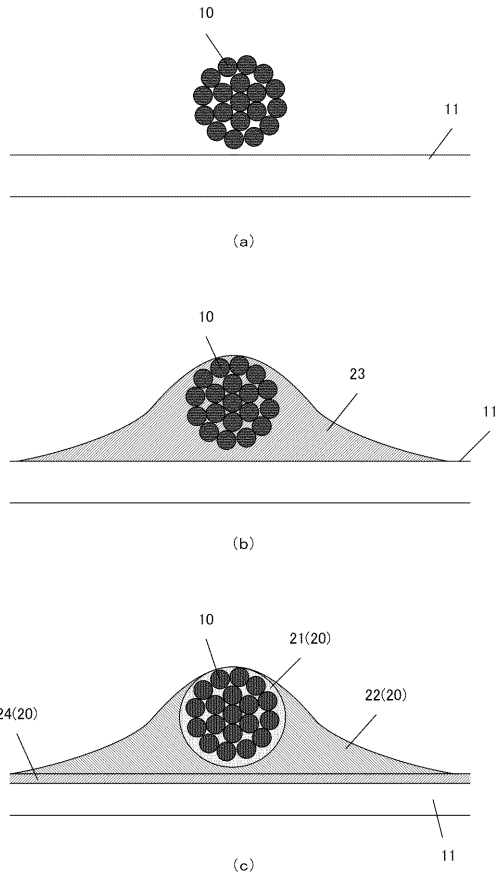
【図1】



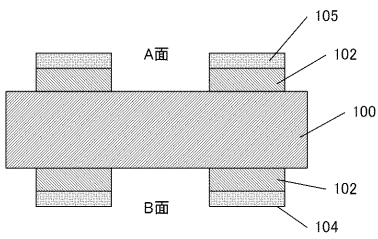
【図2】



【図3】



【図4】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 3 K 101/38 (2006.01) H 0 1 R 43/02 A  
B 2 3 K 101:38

(56)参考文献 特開昭62-086895(JP,A)  
実開昭57-082065(JP,U)  
特開昭60-194062(JP,A)  
特許第5231727(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 R 4 / 0 2  
B 2 3 K 1 / 0 0  
B 2 3 K 3 1 / 0 2  
H 0 1 R 4 3 / 0 2  
H 0 5 K 3 / 3 4  
B 2 3 K 1 0 1 / 3 8