

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3353640号
(P3353640)

(45) 発行日 平成14年12月3日(2002.12.3)

(24) 登録日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 K 35/26

識別記号

3 1 0

F I

B 2 3 K 35/26

3 1 0 A

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-97828

(22) 出願日 平成9年4月16日(1997.4.16)

(65) 公開番号 特開平10-286689

(43) 公開日 平成10年10月27日(1998.10.27)

審査請求日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(73) 特許権者 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 山下 満男

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 多田 慎司

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 塩川 国夫

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100088339

弁理士 篠部 正治

審査官 小川 武

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 はんだ合金

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 アンチモンを2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする電子機器の金属接合用のはんだ合金。

【請求項2】 アンチモンを2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、銅を1.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする電子機器の金属接合用のはんだ合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電子機器における金 50

2

属の接合に使用されるのはんだ合金に係り、特に鉛を含有しないで対環境性の良好なはんだ合金に関する。

【0002】

【従来の技術】 はんだ接合を行う場合に必要な特性として、所望の接合温度を有し、接合時にぬれ性が良好であること、熱疲労強度や耐食性が優れること、さらに環境に対する配慮から鉛Pbを含有しないことが望まれる。半導体装置におけるチップのはんだ合金接合部は、金属導体との面積接合であり、パワー通電時のチップの熱発生により大きな熱ひずみを発生するために接合部に使用されるはんだ合金は過酷な使用環境に置かれることとなり、優れた熱疲労強度が要求される。さらに半導体装置によっては構造的に複数回のはんだ接合を必要とする場合があり、このときには接合温度の異なる複数の種類のはんだ合金が必要で、後工程の温度プロファイルの影響

3

を受けにくいはんだ合金が必要になる。

【0003】これらの要求に対する従来のはんだ合金としては、Pb-Sn系はんだ合金、及びSn-Sb系はんだ合金が知られている。しかしながら従来のはんだ合金には以下のような問題があった。Pb-Sn系はんだ合金は、引張り強度が低くて延性に富むため、発生ひずみ量が大きくて疲労強度が低く、また下記に記述するように耐熱性が低い点と合わせ、熱疲労強度が低いという欠点がある。Pb-Sn系はんだ合金は、183 を共晶温度とする合金であり、Pbの増加により溶融点を183 から300 付近まで高めることはできるが、液相のみが存在する液相温度と固相のみが存在する固相温度(183)の間の固液共存領域が広がる。共晶組成(63Pb37Sn)以外の高Pbはんだ合金であっても、接合時の凝固時間は通常短く、高Pb 低Snはんだ合金の二元系状態図に基づいて理想的な凝固過程を辿ることは少なく、鉛、スズ、それぞれの濃度が高い相や共晶組織など種々形態の金属組織となり、安定化し難い。また耐熱性の点では、共晶温度が183 であるために比較的低温域で材質劣化が生じやすいという問題がある。

【0004】さらにPb-Sn系はんだ合金は、Pbを含有するため環境対策の点で望ましくない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】Pb-Sn系はんだ合金に替わるはんだ合金でPbを含有せず、かつ耐熱性の良好なはんだ合金としては、溶融点232-245 を有するSn-Sb系はんだ合金が広く知られている。図3はSn-Sb系はんだ合金の相平衡を示す状態図である。

【0006】この状態図は日本金属学会 金属データブック(昭和49年版)に所収のものである。Sn-Sb系はんだ合金は、Pb-Sn系はんだ合金より強度が比較的高く優れている。Sn-Sb系はんだ合金は、Sb8.5wt%において包晶点(包晶温度245)を有し、Sbは通常、8 wt%以下で使用される。溶融はSnの溶融点232 と包晶温度245 の間で生じるので、固液共存領域が狭くて溶融開始温度が高く、耐熱性に優れている。Sb量を増加することにより、強度的にも優れたものが得られる。しかしながらSn-Sb系はんだ合金は、はんだ接合時のぬれ性が悪く、また熱疲労強度も十分に満足できるものではなかった。

【0007】この発明は上述の点に鑑みてなされその目的は、Sn-Sb系はんだ合金に改良を加え、ぬれ性が良く、熱疲労強度に優れたSn-Sb系はんだ合金を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述の目的はこの発明によれば、アンチモンを2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズおよび不可避的不純物からなること、またはアンチモンを

4

2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、銅を1.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズおよび不可避的不純物からなることにより達成される。

【0009】Sn-Sb系はんだ合金では、Sbを添加して溶融点232 から240 において、熱疲労特性を高めているが、ぬれ性の改善と一層の強度増加をAg,Cu,Niの添加により達成する。Agの添加は、疲労強度、ぬれ性を向上する。Agは、結晶粒界に高濃度に存在し、結晶粒界の移動を抑えるため疲労強度が向上する。しかしながらSn-Ag合金は、Sn-3.5wt% Agにおいて共晶点(共晶温度221)を有し、Ag添加により溶融点の低下をもたらすのでCu,Ni添加により溶融点を高めて溶融点の低下を補うことができる。Ag添加量としては、3wt%と、6wt%含有する合金では強度は同レベルである。Ag添加量が3.5wt%を越すと、溶融点(液相温度)が高くなり、接合温度をぬれ性確保のためにも高くする必要があり、さらに固液共存領域が大きくなる。

【0010】Cuの添加は、ぬれ性を損なうことなく、Sn中に固溶して耐熱性と合金強度を向上させる。Cuを3wt%以上添加すると、溶融点(液相温度)が急激に上昇し、また特開平5-50286号公報に指摘されているように金属間化合物(Cu₃Snなど)の形成量が多くなり、疲労強度が損なわれる。Cuは0.5wt%の添加しても強度の向上をもたらす。

【0011】Niの添加は、溶融点が高い(1450)ので合金の熱的安定性をもたらすとともに、結晶組織の微細化効果、Ni-Sn化合物の形成による熱疲労特性向上効果、およびCu基板と接合する際の接合強度を低下させる金属間化合物(Cu₃Sn)の生成を抑制する。Ni量が多くなると(5wt%以上)、合金溶製が困難となり、接合時に粘度が大きくなって広がり性が低下する。Ni量が1.0wt%以下では、強度向上、およびぬれ性が向上する。Ni量が1wt%を越すと硬くなり圧延加工性が悪くなる。

【0012】

【発明の実施の形態】はんだ合金は、アンチモンを2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零は含まず)含有し、残部はスズおよび不可避的不純物からなるSn-Sb系はんだ合金、アンチモンを2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、銅を1.0重量%以下(範囲下限値の零は含まず)、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零は含まず)含有し、残部はスズおよび不可避的不純物からなるSn-Sb系はんだ合金、が用いられる。

【0013】図1はSn,Sb,Ag,Niからなる「はんだ合金」の最適組成領域を示す要部拡大正四面体図である。図2はSn,Sb,Ag,Ni+Cuからなるはんだ合金の最適組成領域を示す要部拡大正四面体図である。

5

【0014】この図で最適組成領域はf1, f2, f3, f4, f5, f6, f7, f8, またはf1, f2, f3, f4, f9, f10, f11, f12, で囲まれた領域である。但しf1, f2, f3, f4, で囲まれる平面は含まれない。nを1ないし12の整数とするときfn (Sb重量%, Ag重量%, Ni重量%または(Cu+Ni)重量%, Sn重量%)は正四面体内のはんだ合金組成を示す。金属の重量%は正四面体の高さを100としたときに各組成から四つの平面に下した垂線の長さである。(Cu+Ni)重量%はCu, Niそれぞれが1.0重量%以下である。

【0015】f1(2.5, 1.0, 0, 96.5)、f2(3.5, 1.0, 0, 95.5)、f3(3.5, 3.5, 0, 93.0)、f4(2.5, 3.5, 0, 94.0)、f5(2.5, 1.0, 1.0, 95.5)、f6(3.5, 1.0, 1.0, 94.5)、f7(3.5, 3.5, 1.0, 92.0)、f8(2.5, 3.5, 1.0, 93.0)、f9(2.5, 1.0, 2.0, 94.5)、f10(3.5, 1.0, 2.0, 93.5)、f11(3.5, 3.5, 2.0, 91.0)、

6

f12(2.5, 3.5, 2.0, 92.0)はんだ合金は、Sn, Sb, Ag, Cu, Ni各原料金属を電気炉中で溶解することにより作製される。

【0016】

【実施例】実験には純度99.99wt%以上の金属を使用した。この溶製原料を金型に鑄込み引張り試験片(3mm)を作製し、また溶製原料の一部を用いてぬれ性を測定した。引張り試験は室温で実施した。ぬれ性はメニスコグラフ法で、フラックス(RMAタイプ)を使用して測定した。はんだ原料を280に加熱、溶融させ、2mmの銅線を使用し、浸漬後、ぬれ力を測定した。

【0017】合金各組成の溶融点、引張り強さ、破断伸び、ぬれ力が表1に示される。表中の組成を示す数字は重量%を表す。

【0018】

【表1】

| | Sb | Ag | Cu | Ni | Sn | 溶融点 (°C) | 引張り強さ (kg/mm ²) | 伸び (%) | ぬれ力 (mN) |
|-------|----|----|-----|-----|----|-------------|--------------------------------|-----------|-------------|
| 比較例1 | 8 | — | — | — | 残 | | 4.11 | 43 | 1.2 |
| 比較例2 | 7 | — | — | — | 残 | | 4.31 | 47 | |
| 比較例3 | 5 | — | — | — | 残 | 243/235 | 2.42 | 84 | 1.24 |
| 比較例4 | 4 | — | — | — | 残 | | 2.73 | 44 | 1.27 |
| 比較例5 | 3 | — | — | — | 残 | 240/235 | 1.21 | 137 | 1.32 |
| 比較例6 | 3 | — | 0.5 | — | 残 | | 2.36 | 25 | 1.39 |
| 比較例7 | 3 | — | 1 | — | 残 | 235/230 | 3.64 | 45 | 1.33 |
| 比較例8 | 3 | — | — | 0.5 | 残 | | 3.53 | 18 | 1.51 |
| 実施例1 | 3 | 1 | — | 0.2 | 残 | | 6.04 | 34 | 1.33 |
| 実施例2 | 3 | 1 | 0.5 | 0.2 | 残 | | 5.34 | 14 | 1.3 |
| 比較例9 | 3 | 1 | 1 | — | 残 | 233/222 | 5.34 | 32 | 1.33 |
| 実施例3 | 3 | 1 | 1 | 0.5 | 残 | 232/220 | 4.73 | 21 | 1.45 |
| 実施例4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 残 | 234/220 | 4.48 | 20 | 1.45 |
| 実施例5 | 3 | 3 | — | 0.5 | 残 | 231/225 | 7.13 | 17 | 1.48 |
| 実施例6 | 3 | 3 | 0.5 | 0.2 | 残 | | 7.04 | 17 | 1.5 |
| 実施例7 | 3 | 3 | 0.5 | 0.5 | 残 | 229/220 | 7.14 | 16 | 1.5 |
| 比較例10 | 3 | 6 | 0.5 | — | 残 | 226/220 | 6.36 | 29 | 1.38 |
| 比較例11 | 3 | 6 | — | 0.5 | 残 | 230/224 | 5.97 | 10 | 1.5 |
| 比較例12 | 3 | 6 | 0.5 | 0.5 | 残 | 223/221 | 6.67 | 8 | 1.51 |

【0019】Sn-Sb合金中のSb量を増加すると、引張り強度は増大するが、ぬれ性は低下する傾向を有する。Ag添加量を増加すると、強度の向上が認められる。しかし強度レベルの増加はAgを3wt%添加しても6wt%添加してもほぼ同レベルである。Agは溶融点を大きく低下しないで、ぬれ性を改善するのに有効であるが、3.5wt%を越すと、溶融温度(液相線)が上昇し、作業温度を高くする

必要が生じ、共晶温度221(固相線)との固液共存温度域も広くなる。従って強度を向上させ、ぬれ性を改善させる適切なAgの添加量は1~3.5wt%量である。

【0020】Sn-3wt% SbにCuやNiを添加すると、強度が向上するから、強化効果をもたらしていることがわかる。Sn-3wt%Sb-1wt%Ag-1wt%CuにNiを0.5wt%, 1.0wt%添加したものは優れたぬれ性を示しており、複合添加によ

7

り強度向上とともにぬれ性が向上することがわかる。またSn-3wt%Sb-3wt%Agにおいては、Cu,Ni を0.5wt%添加したものは、強度が最も高く、ぬれ性もSn - 5 wt%Sb はんだ合金,Sn - 8 wt%Sb はんだ合金に比して優れている。Sn-3wt%Sb はんだ合金に3 wt% Ag , 0.5wt%Cu, 0.5wt%Ni を複合添加することにより強度は3 ~ 5 倍になっている。Cu,Ni は単独に添加しても強度向上に効果はあるが、複合添加した方が熱疲労強度の向上に役立つ。

【0021】Sn-Sb 合金は、溶融点が230-245 の範囲にあり、耐熱強度に優れることが特徴であるが、ぬれ性に劣ることが欠点であった。以上の実施例で得た測定結果からわかるようにAg,Cu,Ni を添加することにより、4wt%以上のSbを含有するSn-Sb系はんだ合金に比し、強度的に格段に優れ、耐熱性を有し、ぬれ性も向上したはんだ合金が得られる。

【0022】

【発明の効果】この発明によれば、はんだ合金が、スズを主成分とし、アンチモンを2.5ないし3.5重量

8

%、銀を1.0ないし3.5重量%、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零は含まず)の量含むとし、またスズを主成分とし、アンチモンを2.5ないし3.5重量%、銀を1.0ないし3.5重量%、銅を1.0重量%以下(範囲下限値の零は含まず)、ニッケルを1.0重量%以下(範囲下限値の零は含まず)の量含むとするので、4wt%以上のSbを含有するSn-Sb系はんだ合金に比し、強度的に格段に優れ、耐熱性を有し、ぬれ性も向上したはんだ合金が得られた。また本合金は鉛を含まないので環境的にも望ましい「はんだ合金」が得られた。

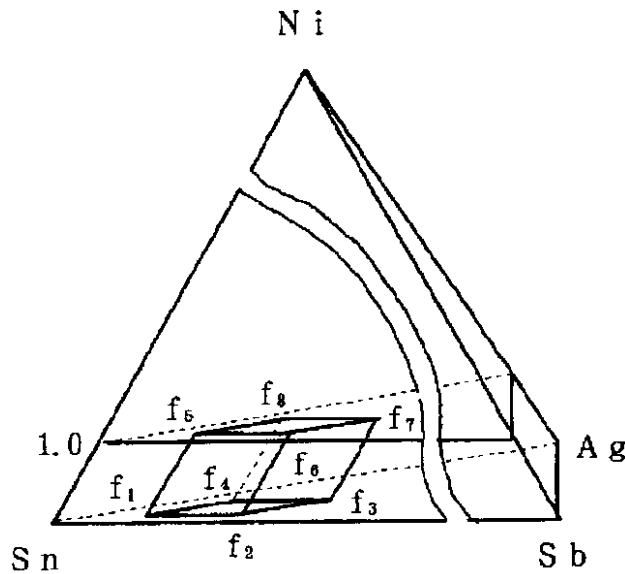
【図面の簡単な説明】

【図1】Sn,Sb,Ag,Ni からなるはんだ合金の最適組成領域を示す要部拡大正四面体図

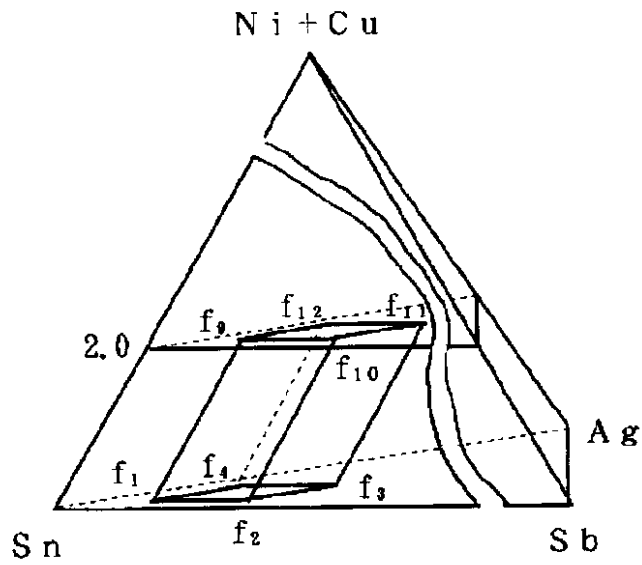
【図2】Sn,Sb,Ag,Ni+Cuからなるはんだ合金の最適組成領域を示す要部拡大正四面体図

【図3】Sn-Sb 系はんだ合金の相平衡を示す状態図

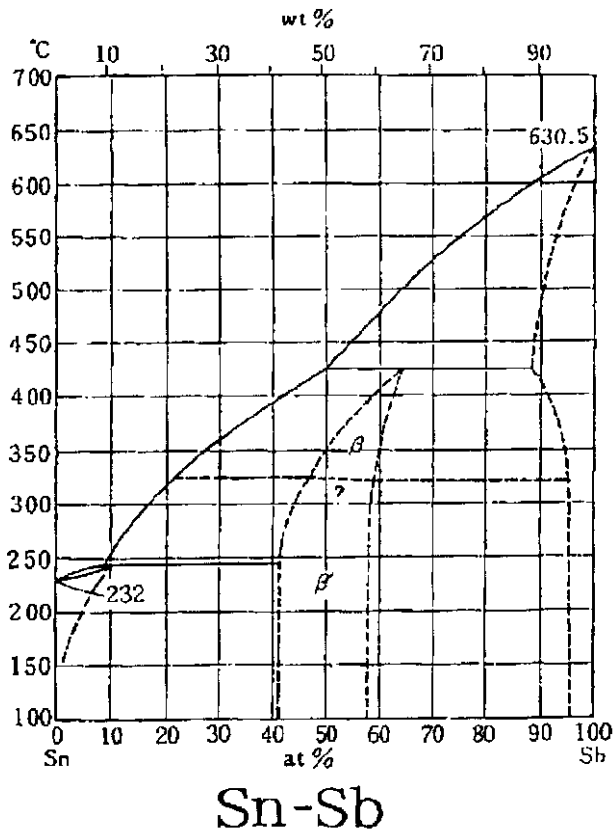
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平 5 - 50286 (J P , A)
特表 平 8 - 509661 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl.7 , D B 名)
B23K 35/26
C22C 13/00