

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3296289号
(P3296289)

(45) 発行日 平成14年6月24日 (2002. 6. 24)

(24) 登録日 平成14年4月12日 (2002. 4. 12)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 K 35/26
C 2 2 C 13/00

識別記号
3 1 0

F I

B 2 3 K 35/26
C 2 2 C 13/00

3 1 0 A

請求項の数 3 (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-169937

(22) 出願日 平成10年6月17日 (1998. 6. 17)

(65) 公開番号 特開平11-77366

(43) 公開日 平成11年3月23日 (1999. 3. 23)

審査請求日 平成12年2月8日 (2000. 2. 8)

(31) 優先権主張番号 特願平9-191391

(32) 優先日 平成9年7月16日 (1997. 7. 16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(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】 銀を1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを0.5重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、リンを0.2重量%以下 (範囲下限値の零を含まず) 含有し、残部はスズ及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】 銀を1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを0.5重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、ゲルマニウムを0.1重量%以下 (範囲下限値の零を含まず) 含有し、残部はスズ及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3】 銀を1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを0.5重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、リンを0.2重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、ゲルマニウムを0.1重量%以下 (範囲下限値の零を含まず) 含有し、残部はスズ及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。

2

下 (範囲下限値の零を含まず)、リンを0.2重量%以下 (範囲下限値の零を含まず)、ゲルマニウムを0.1重量%以下 (範囲下限値の零を含まず) 含有し、残部はスズ及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】 この発明は電子機器における金属接合において使用される「はんだ合金」に係り、特に鉛を含有しないで公害のない「はんだ合金」に関する。

【0002】

【従来の技術】 はんだ接合を行う際には「はんだ合金」の接合性、耐食性が良好であることが必要であり、さらに「はんだ合金」はその熱疲労強度が高い上に所望の接

10

合温度を有し、また環境上の配慮から鉛を含有しないことが望まれる。半導体装置のチップはパワー通電時に熱が発生すること、チップの金属導体を接合する「はんだ接合部」は面接合であることのためにチップのはんだ接合部には大きな熱ひずが発生し、はんだ接合部を構成する「はんだ合金」は過酷な使用環境下に置かれるので、「はんだ合金」は熱疲労強度の高いことが必要である。

【0003】従来の「はんだ合金」としては、スズ鉛Sn-Pb合金、スズアンチモンSn-Sb合金、スズ銀Sn-Ag合金があげられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】スズ鉛Sn-Pb合金は、引張り強度が低く、延性に富むため、発生ひずみ量が大きく疲労強度が低い。そのために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。スズ鉛Sn-Pb合金は183を共晶温度とする合金であり、Pbの増加により溶融温度を183から300付近まで上げることはできるが、液相温度と固相温度(183)間の固液共存領域が広がる上に、共晶温度が183であるので、耐熱性が低く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。さらに「はんだ合金」として、Pbを含有するので対環境性の点で望ましくない。スズ鉛Sn-Pb合金に代わる「はんだ合金」でPbを含有せず且つ耐熱性の高い「はんだ合金」としては、溶融温度232-245を有するスズアンチモンSn-Sb合金、あるいは共晶温度221を有するスズ銀Sn-Ag合金が広く知られている。

【0005】スズアンチモンSn-Sb合金は、スズ鉛Sn-Pb合金より強度が比較的高く優れている。Sn-Sb合金は、Sb 8.5重量%、温度245に包晶点を有しており、Sbは通常8重量%以下で使用される。溶融はSnの溶融温度232と包晶温度245の間で生じるので固液共存領域が狭く、耐熱性も良好であり、Sb量を増加することにより強度的に優れたものが得られる。しかしながらSn-Sb合金は、Sb量を多くすると加工性が悪くなり、さらに「はんだ接合」時のぬれ性が低くなるという問題がある。

【0006】スズ-銀Sn-Ag合金は、共晶温度221を有し、熱疲労特性が良好であるが、実用的観点からさらに熱疲労特性の改善が望まれる上に、溶融時にSnの酸化による接合性の悪化や被接合金属によるはんだ接合部への材質的影響などの問題があった。この発明は、上述の点に鑑みてなされ、その目的は、スズ-銀Sn-Ag合金を改良して、優れた強度を有するとともに、熱的に安定であり、接合性も良好なスズ-銀Sn-Ag系の電子機器の金属接合に用いられるはんだ合金を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の目的は、第1の発明によれば、銀を1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを0.5重量%以

下(範囲下限値の零を含まず)、リンを0.2重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズ及び不可避免的不純物からなることにより達成される。

【0008】第2の発明によれば、銀を1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを0.5重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ゲルマニウムを0.1重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズ及び不可避免的不純物からなることにより達成される。第3の発明によれば、銀を1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ニッケルを0.5重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、リンを0.2重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、ゲルマニウムを0.1重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズ及び不可避免的不純物からなることにより達成される。

【0009】この発明のスズ銀Sn-Ag合金はCu、Niを添加して耐熱性、熱疲労強度を向上させる。またP、Geを添加することによりSnの酸化を抑え接合性を改善する。SnにAgを添加すると合金の耐熱性、疲労強度、ぬれ性が向上する。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合金の疲労強度が向上する。さらにAgは溶融温度が980であるため合金の耐熱性が良くなるため熱疲労強度が向上する。Sn-Ag合金は、Ag 3.5重量%、温度221に共晶点を有する。Agの添加量が3.5重量%を越えると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。Ag添加量が3重量%と、6重量%含有する合金では強度は同レベルである。

【0010】Cuを添加すると、CuはSn中に固溶し、ぬれ性を損なうことなく合金の強度と耐熱性が向上する。接合金属がCuの場合には、接合金属からCuが「はんだ合金」へ溶出することを抑制する。Cuを3重量%以上添加すると、溶融温度(液相温度)が急激に上昇する。また特開平5-50286号公報にはこの場合に金属間化合物(Cu₃Sn)の形成量が多くなり、熱疲労特性が損なわれることが指摘されている。本発明では金属間化合物の過多形成による疲労強度低下を防ぐために0.1~2.0重量%の範囲で実施した。

【0011】Niを添加するとNiの溶融温度が高い(1450)ために合金の熱的安定性が増す。また、Niを添加すると結晶組織が微細化し、あるいはNi-Sn化合物が生成して強度や熱疲労特性が向上する。また、Cu基板を接合する際には、接合強度を低下させる要因となる金属間化合物(Cu₃Sn)の生成を抑制する。Ni量が5重量%以上となると、合金溶製が困難となり、また、はんだ接合時における粘度が大きくなり広がり性が低下する。圧延加工性を良くするためにNi量を0.5重量%以下の範囲について実施した。

【0012】PおよびGeを添加するとはんだ溶融時に薄い酸化皮膜を形成し、Snなどのはんだ成分の酸化が抑制

される。添加量が過多であると、P、Geによる酸化皮膜が厚くなりすぎて接合性に悪影響を及ぼす。本発明では、0.05-0.20 重量%の添加量で実施した。Sn-Ag 合金に、Cu、Ni、P、Geを上記に示した添加量加えると強度、接合性の良好な「はんだ合金」が得られる。

【0013】

【発明の実施の形態】「はんだ合金」は、Sn、Ag、Cu、Ni、Ge、Sn-P母合金の各原料を電気炉中で溶解して調整することができる。Sn-P母合金はSnとPを予め溶製したものが用いられる。各原料は純度99.99重量%以上のものが使用される。Snは主成分である。Agは1.0~4.0重量%、Cuは2.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、Niは0.5重量%以下（範囲下限値の零を含まず）

の量が添加される。Ag、Cu、Niの他にPもしくはGeまたはP、Geの両者が添加される。Pの添加量は0.2重量%以下（範囲下限値の零を含まず）であり、Geの添加量は0.1重量%以下（範囲下限値の零を含まず）である。

【0014】

【実施例】得られた「はんだ合金」の引張試験を室温で行った。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。引張り強さ、破断伸び、ぬれ力、はんだ溶解時の酸化膜の形成状況が表1に示される。表1において は酸化膜の形成が顕著であり、 は少なく、 は極少であること示す。

【0015】

【表1】

	Ag	Cu	Ni	P	Ge	Sn	引張り強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	ぬれ力 (mN)	酸化膜
比較例1	3.5	-	-	-	-	残	4.7	25	1.50	△
比較例2	3.5	0.5	-	-	-	残	4.8	28	1.60	△
比較例3	4.0	0.5	-	-	-	残	5.4	28	1.60	△
比較例4	3.5	0.5	-	-	0.05	残	5.5	26	1.60	○
比較例5	3.5	1.0	-	-	-	残	6.1	20	1.60	△
比較例6	3.5	-	0.2	-	0.05	残	6.1	30	1.65	○
比較例7	3.5	0.5	0.1	-	-	残	5.7	27	1.70	△
比較例8	4.0	0.5	0.1	-	-	残	5.7	26	1.65	△
実施例1	3.5	0.5	0.07	0.05	-	残	5.1	25	1.60	◎
実施例2	3.5	0.5	0.1	-	0.05	残	6.1	26	1.75	○
実施例3	4.0	0.5	0.1	-	0.05	残	6.3	25	1.75	○
比較例9	3.5	0.5	0.2	-	-	残	5.7	19	1.60	△
比較例10	3.5	2.0	0.2	-	-	残	6.9	17	1.70	△
実施例4	3.5	0.5	0.2	0.05	-	残	4.8	33	1.60	◎
実施例5	3.5	0.5	0.1	0.1	-	残	5.5	17	1.60	◎
実施例6	3.5	0.5	0.2	0.2	-	残	6.5	17	1.75	◎
実施例7	3.5	0.5	0.2	-	0.05	残	6.8	19	1.70	○
実施例8	3.5	0.5	0.2	-	0.10	残	6.9	25	1.70	○
比較例11	3.0	1.0	0.5	-	-	残	5.8	21	1.70	△
比較例12	3.5	1.0	1.0	-	-	残	5.9	18	1.70	△
比較例13	6.0	0.5	-	-	-	残	5.3	23	1.60	△
比較例14	6.0	0.5	0.5	-	-	残	6.3	13	1.75	△

Agの添加量を増加すると強度が向上する。Agを4.0 重量%添加することにより強度は増加するが6 重量%に増加してもほぼ同レベルである。Agは熔融温度を大きく低下しないで、ぬれ性を改善するのに有効な添加元素であるが、4.0 重量%を越えると、熔融温度が上昇し作業温度を高くする必要が生じ、固液共存温度域が広がる。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1.0-4.0 重量%である。

【0016】CuとNiの添加によりぬれ性の向上が認められる。実施例の引張り強度ではAgの添加により十分強化されているため明瞭な増加はもたらししていないが、熱的安定性に寄与する。Pを0.05-0.2 重量%添加することにより、はんだ溶解時に液面上に形成される酸化膜は極めてわずかである。Cu、Niの添加効果もあり、ぬれ性も安定した良好な結果が得られている。Pの添加は、ディップはんだ付けなどの場合に酸化皮膜の形成が抑えられ

て良好な接合性が得られるが、板などの接合時にも接合性が改善される。

【0017】Geを0.05- 0.1 重量%添加することにより、はんだ溶融時に液面上に酸化膜の形成は明瞭に低減し、さらに引張り強度の向上が得られた。良好なぬれ性も得られている。Geの添加は、P の添加と同様に、ディップ、板いずれに対しても効果があり強度も向上する。またGeはP に比べて酸化による消費速度が小さいので、安定したSn酸化抑制効果が得られる。

【0018】P,Geの添加は、Snの酸化を抑制するので、「はんだ接合」時ばかりでなく、「はんだ合金」を作製する時にも表面酸化の少ない良質な「はんだ合金」をもたらす。例えば「はんだ合金」粉末をクリームハンダ用に作製する際に球形に作製することが望ましいが、球形を得るためには表面の酸化を極力抑え、表面張力のみで形状を支配することが必要である。P,Geの添加は球形粒を作製する上でも効果がある。

【0019】このようにしてSn-Ag 合金にCuとNiさらに

P もしくはGeまたはP とGeの両者を添加することにより、強度に優れ、耐熱性を有し、ぬれ性が向上するとともに接合性の良好な「はんだ合金」が得られた。P に比較し、Geは酸化速度が安定しており、低い添加量でも効果を持続する。

【0020】

【発明の効果】この発明によれば、SnにAgを1.0~4.0重量%、銅を2.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、ニッケルを0.5重量%以下（範囲下限値の零を含まず）添加し、さらに0.2重量%以下（範囲下限値の零を含まず）のPもしくは0.1重量%以下（範囲下限値の零を含まず）のGe、または0.2重量%以下（範囲下限値の零を含まず）のPと0.1重量%以下（範囲下限値の零を含まず）のGeの両者を添加するので、熱疲労強度と接合性の良好な電子機器の金属接合用の「はんだ合金」が得られる。また、この「はんだ合金」は、Pbを含まないので公害のない「はんだ合金」である。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平8 - 1373 (J P , A)
 特開 平10 - 144718 (J P , A)
 特開 平2 - 34295 (J P , A)
 特開 昭62 - 230493 (J P , A)
 特開 平10 - 193172 (J P , A)
 特開 平11 - 277290 (J P , A)
 特表2001 - 504760 (J P , A)

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