

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3353662号
(P3353662)

(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	識別記号	F I	
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A

請求項の数5(全 5 頁)

<p>(21)出願番号 特願平9-212969</p> <p>(22)出願日 平成9年8月7日(1997.8.7)</p> <p>(65)公開番号 特開平11-58066</p> <p>(43)公開日 平成11年3月2日(1999.3.2)</p> <p>審査請求日 平成12年2月8日(2000.2.8)</p>	<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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(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</p> <p>(74)代理人 100088339 弁理士 篠部 正治</p> <p>審査官 小川 武</p>
---	--

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3.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、銀を3.5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)、リンを0.2重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズおよび不可避免の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3.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、銀を3.5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)、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、残部はスズおよび不可避免の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

【請求項3】アンチモンを3.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、銀を3.5重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、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)、リン0.2重量%以下(範囲下限値の零を含まず)含有し、残部はスズおよび不可避免の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4】アンチモンを3.0重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、銀を3.5重量%以下(範囲下限値の零を含まず)、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)、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、残部はスズおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする電子機器の金

40

50

3

属接合用のはんだ合金。

【請求項 5】アンチモンを 3.0 重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、銀を 3.5 重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、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）、リン 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、残部はスズおよび不可避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みが発生し、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。さらに半導体装置の構成から半導体装置製造の過程で複数回のはんだ接合を行う場合に接合温度の異なる複数種類のはんだ合金が用いられるので、はんだ合金としては後工程の温度プロファイルの影響を受けにくい溶融温度の高い合金であることが望ましい。

【0003】従来のはんだ合金としては、スズ鉛Sn-Pb合金、スズ銀Sn-Ag合金、スズアンチモンSn-Sb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ができるが、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。

4

【0005】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、高い溶融点を有することが望まれる場合がある。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。そこでSb量を抑制してスズアンチモンSn-Sb合金の熱疲労強度とぬれ性を改善するものとして、スズアンチモンSn-Sb合金に銀、銅、ニッケルを添加したものが知られているが、このような合金はスズを主成分とするためにはんだ合金の溶融時に表面に酸化膜を形成し、ぬれ性や接合性が充分でないという問題がある。

10

20

【0006】この発明は上述の点に鑑みてなされその目的は、銀、銅、ニッケルを含むスズアンチモンSn-Sb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アンチモンSn-Sb系はんだ合金を提供することにある。

【0007】

30

【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、アンチモンを3.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、銀を3.5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）、リンを0.2重量%以下（範囲下限値の零を含まず）含有し、残部はスズおよび不可避的不純物からなることにより達成される。

40

【0008】第2の発明によれば、アンチモンを3.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、銀を3.5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）、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、残部はスズおよび不可避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、アンチモンを3.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、銀を3.5重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、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）、リン0.2重量%以下（範囲下限値の零を含まず）含有し、残部はスズおよび不可避的不純物からなることにより達成される。

50

【0009】第4の発明によれば、アンチモンを3.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、銀を3.5重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、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

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、残部はスズおよび不可避的不純物からなることにより達成される。

【0010】第5の発明によれば、アンチモンを3.0重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、銀を3.5重量%以下（範囲下限値の零を含まず）、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）、リン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、残部はスズおよび不可避的不純物からなることにより達成される。

【0011】SnにSbを添加すると合金の耐熱性が向上する。さらにSbはSn中に固溶して強度を高めるために合金の熱疲労強度が向上する。Sbは他の添加元素とともにぬれ性と機械的強度の向上をもたらす。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は熔融温度が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。

【0012】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、熔融温度（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剰形成による疲労強度低下を防ぐために1.0重量%以下で実施した。

【0013】Niを添加するとNiの熔融温度が高い（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%以上になると、合金溶製が困難となり、またははんだ接合時に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Ni量を1.0重量%以下にして実施した。

【0014】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、

6

0.05-0.20重量%の添加量で実施した。Sn-Sb合金に、Ag,Cu,Niを添加しさらにP,Geを添加すると強度や接合性の良好な「はんだ合金」が得られる。

【0015】

【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製することができる。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。Sbが3.0重量%以下、Agが3.5重量%以下、NiまたはCuとNiの両方でCuが1.0重量%以下、Niが1.0重量%以下添加される。Agの添加量を増加すると強度が向上する。Agを3.5重量%添加することにより強度は増加するが6.0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、3.5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3.5重量%以下である。Sb,Ag,Cu,Niの他にPもしくはGeまたはPとGeの両者が添加される。Pの添加量は0.20重量%以下であり、Geの添加量は0.10重量%以下である。

【0016】

【実施例】実施例1

Sb3.0重量%、Ag1.0重量%、Cu0.5重量%、Ni0.5重量%、Ge0.05重量%で残部がSnの組成を有するスズアンチモンSn-Sb系合金を調製した。

実施例2

Sb3.0重量%、Ag1.0重量%、Cu0.5重量%、Ni0.5重量%、Ge0.10重量%で残部がSnの組成を有するスズアンチモンSn-Sb系合金を調製した。

実施例3

Sb3.0重量%、Ag1.0重量%、Cu0.5重量%、Ni0.5重量%、P0.05重量%で残部がSnの組成を有するスズアンチモンSn-Sb系合金を調製した。

実施例4

Sb3.0重量%、Ag1.0重量%、Cu0.5重量%、Ni0.5重量%、P0.20重量%で残部がSnの組成を有するスズアンチモンSn-Sb系合金を調製した。

比較例1～比較例5

従来のスズアンチモンSn-Sb合金でSnとSbからなる。

比較例6～比較例21

スズアンチモンSn-Sb合金にAg,Cu,Niを添加した従来のスズアンチモンSn-Sb系合金である。

【0017】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。この発明の実施例に係るはんだ合金の引っ張り強さ、破断伸び、濡れ力、はんだ溶解時の酸化膜形成の大小が、従来のSn-Sb合金および銀、銅、ニッケルを添加した従来のSn-Sb系合金の特性とともに表1に示される。表1において はんだ合金の形

成が顕著であること、 は酸化膜の形成が少ないこと、
は酸化膜の形成が極少であることを示す。

【 0 0 1 8 】

【 表 1 】

	Sb	Ag	Cu	Ni	P	Ge	Sn	溶融点 (°C)	引っ張り強さ (kg/mm ²)	伸び (%)	濡れ力 (mN)	酸化膜
比較例1	8.0	—	—	—	—	—	残		4.1	43	1.2	△
比較例2	7.0	—	—	—	—	—	残		4.31	47		△
比較例3	5.0	—	—	—	—	—	残	243/235	2.42	84	1.24	△
比較例4	4.0	—	—	—	—	—	残		2.73	44	1.27	△
比較例5	3.0	—	—	—	—	—	残	240/235	1.21	137	1.32	△
比較例6	3.0	—	0.5	—	—	—	残		2.36	25	1.39	△
比較例7	3.0	—	1.0	—	—	—	残	235/230	3.64	45	1.33	△
比較例8	3.0	—	—	0.5	—	—	残		3.53	18	1.51	△
比較例9	3.0	1.0	—	0.2	—	—	残		6.04	34	1.33	△
比較例10	3.0	1.0	0.5	—	—	—	残		4.73	28	1.35	△
比較例11	3.0	1.0	0.5	—	—	—	残		5.34	14	1.3	△
比較例12	3.0	1.0	0.5	—	—	—	残	235/221	5.7	21	1.4	△
実施例1	3.0	1.0	0.5	0.5	—	0.05	残		6.72	6.4	1.52	○
実施例2	3.0	1.0	0.5	0.5	—	0.10	残		6.9	12	1.5	○
実施例3	3.0	1.0	0.5	0.5	0.05	—	残		5.19	23	1.3	◎
実施例4	3.0	1.0	0.5	0.5	0.20	—	残		5.3	19	1.25	◎
比較例13	3.0	1.0	1.0	—	—	—	残	233/222	5.34	32	1.33	△
比較例14	3.0	1.0	1.0	0.5	—	—	残	232/220	5.6	15	1.45	△
比較例15	3.0	1.0	1.0	1.0	—	—	残	234/220	5.7	17	1.45	△
比較例16	3.0	3.0	—	0.5	—	—	残	231/225	7.13	17	1.48	△
比較例17	3.0	3.0	0.5	0.2	—	—	残		7.04	17	1.5	△
比較例18	3.0	3.0	0.5	0.5	—	—	残	229/220	7.14	16	1.5	△
比較例19	3.0	6.0	0.5	—	—	—	残	226/220	6.36	29	1.38	△
比較例20	3.0	6.0	—	0.5	—	—	残	230/224	5.97	10	1.5	△
比較例21	3.0	6.0	0.5	0.5	—	—	残	228/221	6.67	8	1.51	△

【 0 0 1 9 】従来のSn-Sb 合金は、Sb量が増えると強度は増大するが濡れ性が悪くなることが示される。しかし従来のスズ アンチモンSn-Sb 合金の酸化膜の形成は顕著である。従来のSn-Sb 系合金は、例えばスズ アンチモンSn-Sb 合金(3.0重量%Sn) にCu,Ni を添加すると強度が増している。スズ アンチモンSn-Sb 系合金(3.0重量%Sn+1.0重量%Ag+1.0重量%Cu) にNiを0.5 重量%または1.0 重量%添加すると濡れ性が最も良くなっており、複合添加により強度と濡れ性が向上している。しかし従来のスズ アンチモンSn-Sb 系合金の酸化膜の形成は顕著である。

【 0 0 2 0 】従来のSn-Sb 系合金にP やGeを添加した本発明のはんだ合金は、酸化膜の形成が極小になりあるいは少なくなる。P を0.05- 0.20重量%添加することにより、はんだ溶融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、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。

【 0 0 2 1 】Geを0.05- 0.10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、さらに引っ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の添加は強度の向上も図れる。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。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。

【 0 0 2 2 】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の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。

【 0 0 2 3 】このようにしてSn- Sb合金にAgと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る。

9

【 0 0 2 4 】

【発明の効果】この発明によれば、はんだ合金はSnが主成分で、Sbが3.0 重量%以下、Agが3.5 重量%以下、NiまたはCuとNiの両者でCuが1.0 重量%以下、Niが1.0 重量%以下含有し、さらに0.2 重量%以下のP もしくは0.

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 平5 - 50286 (J P , A)
特開 昭62 - 230493 (J P , A)
特表 平8 - 509661 (J P , A)

10

1 重量%以下のGeを含有するので、熱疲労強度と接合性の良好な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が得られる。

10

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