

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-106280

(P2012-106280A)

(43) 公開日 平成24年6月7日(2012.6.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 35/26 (2006.01)	B 2 3 K 35/26 3 1 O A	5 E 3 1 9
C 2 2 C 13/00 (2006.01)	C 2 2 C 13/00	
C 2 2 C 13/02 (2006.01)	C 2 2 C 13/02	
B 2 3 K 35/22 (2006.01)	B 2 3 K 35/22 3 1 O A	
B 2 3 K 35/363 (2006.01)	B 2 3 K 35/363 E	
審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-104043 (P2011-104043)	(71) 出願人	000233860
(22) 出願日	平成23年5月9日 (2011.5.9)		ハリマ化成株式会社
(11) 特許番号	特許第4787384号 (P4787384)		兵庫県加古川市野口町水足671番地の4
(45) 特許公報発行日	平成23年10月5日 (2011.10.5)	(74) 代理人	100104318
(31) 優先権主張番号	特願2010-242916 (P2010-242916)		弁理士 深井 敏和
(32) 優先日	平成22年10月29日 (2010.10.29)	(72) 発明者	今村 陽司
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		兵庫県加古川市野口町水足671番地の4
			ハリマ化成株式会社内
		(72) 発明者	池田 一輝
			兵庫県加古川市野口町水足671番地の4
			ハリマ化成株式会社内
		(72) 発明者	朴 錦玉
			兵庫県加古川市野口町水足671番地の4
			ハリマ化成株式会社内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 低銀はんだ合金およびはんだペースト組成物

(57) 【要約】

【課題】 Agの含有量を低減させてコストを抑えるとともに、優れた伸び、融点、強度などを有し、かつ高い耐疲労性（耐冷熱疲労性）を有する、長期間信頼できる低銀はんだ合金を提供する。

【解決手段】 本発明の低銀はんだ合金は、銀が0.05～2.0質量%、銅が1.0質量%以下、アンチモンが3.0質量%以下、ビスマスが2.0質量%以下、インジウムが4.0質量%以下、ニッケルが0.2質量%以下、ゲルマニウムが0.1質量%以下、コバルトが0.5質量%以下（但し、前記銅、アンチモン、ビスマス、インジウム、ニッケル、ゲルマニウム、およびコバルトは、それぞれ0質量%ではない）、および残部が錫からなる。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

銀が 0.05～2.0 質量%、銅が 1.0 質量%以下、アンチモンが 3.0 質量%以下、ビスマスが 2.0 質量%以下、インジウムが 4.0 質量%以下、ニッケルが 0.2 質量%以下、ゲルマニウムが 0.1 質量%以下、コバルトが 0.5 質量%以下（但し、前記銅、アンチモン、ビスマス、インジウム、ニッケル、ゲルマニウム、およびコバルトは、いずれも 0 質量%ではない）、および残部が錫からなることを特徴とする、低銀はんだ合金。

【請求項 2】

前記銀の含有量が、0.05～1.0 質量%であることを特徴とする、請求項 1 に記載の低銀はんだ合金。 10

【請求項 3】

前記銅の含有量が、0.01～0.9 質量%であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の低銀はんだ合金。

【請求項 4】

前記アンチモンの含有量が、0.1～3.0 質量%であることを特徴とする、請求項 1～3 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

【請求項 5】

前記ビスマスの含有量が、0.1～2.0 質量%であることを特徴とする、請求項 1～4 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。 20

【請求項 6】

前記インジウムの含有量が、0.1～3.0 質量%であることを特徴とする、請求項 1～5 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

【請求項 7】

前記ニッケルの含有量が、0.001～0.2 質量%であることを特徴とする、請求項 1～6 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

【請求項 8】

前記ゲルマニウムの含有量が、0.001～0.1 質量%であることを特徴とする、請求項 1～7 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

【請求項 9】

前記コバルトの含有量が、0.001～0.5 質量%であることを特徴とする、請求項 1～8 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。 30

【請求項 10】

200～250℃の融点を有する、請求項 1～9 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

【請求項 11】

請求項 1～10 のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金からなるはんだ粉末およびはんだ付け用フラックスを含有することを特徴とする、はんだペースト組成物。

【請求項 12】

前記低銀はんだ合金からなるはんだ粉末と前記はんだ付け用フラックスとを、70：30～90：10の重量比で含有する、請求項 11 に記載のはんだペースト組成物。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子機器のプリント基板などの回路基板に回路部品などをはんだ接合する際に使用される低銀はんだ合金、特に、Sn（錫）－Ag（銀）－Cu（銅）系はんだ用合金およびはんだペースト組成物に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、電気・電子機器の金属接合に使用されるはんだ合金としては、一般的にPb（鉛 50

）を含有するはんだ合金（例えば、Snを63質量%およびPbを37質量%含有するはんだ合金）が用いられている。しかし、鉛は環境への影響が懸念されている。

【0003】

そこで、近年、鉛を含有しないSn-Cu系合金、Sn-Ag-Cu系合金（特許文献1～3）、Sn-Bi（ビスマス）系合金、Sn-Zn（亜鉛）（特許文献4）系合金など、種々の無鉛はんだ合金が検討されている。

【0004】

特許文献1には、Sn-Ag-Cu系合金に、Ge、Ni、P、Mn、Au、Pd、Pt、S、Bi、Sb、Inの一種または二種以上を、所定の割合で含有させたはんだボールが開示されている。特許文献1のSn-Ag-Cu系合金には、Agが1.0～4.5質量%の割合で含まれている。

10

【0005】

特許文献2には、Snに、Ag、Cu、Au、Ni、In、Bi、Ge、P、Al、Zn、Sb、Feのうちの少なくとも一種を、0.001～5.0%添加した電子部品用線状はんだが開示されている。

【0006】

特許文献3には、AgおよびCuをそれぞれ0.1～5質量%、Sb、Bi、Cd、In、Ag、Au、Ni、Ti、Zr、Hfから選択される少なくとも一種を10質量%以下、Ge、Zn、P、K、Cr、Mn、Na、V、Si、Al、Li、Mg、Caから選択される少なくとも一種を10質量%以下の割合で含み、残部がSnであるPbフリーはんだ合金が開示されている。

20

【0007】

特許文献4には、Zn、Mg、Snを必須成分とし、さらにAl、Cu、Ge、Ag、Bi、In、Sb、Ni、Pの一種以上を所定量含有する無鉛はんだ合金が開示されている。

【0008】

これらの無鉛はんだ合金の中でも、Sn-Ag-Cu系合金は、はんだ濡れ性と強度とのバランスに優れるため、実用化が進められている。しかし、Sn-Ag-Cu系合金に含有されるAgは、高価でありコストが増加するため、Sn-Ag-Cu系合金（無鉛はんだ）の普及を妨げる要因となっている。

30

【0009】

そこで、Agの含有量を少なくすること考えられるが、単にAgの含有量を少なくしただけでは、耐疲労性（特に、耐冷熱疲労性）が低くなり、接続不良などの問題を引き起こす。また、Sn-Ag-Cu系合金において、さらなる強度の向上を試みると、伸びが悪くなる、融点が上昇するなどの問題が生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2005-103645号公報

【特許文献2】特開2006-255762号公報

40

【特許文献3】特開2008-31550号公報

【特許文献4】特開2006-255784号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、Agの含有量を低減させてコストを抑えるとともに、優れた伸び、融点、強度などを有し、かつ高い耐疲労性（耐冷熱疲労性）を有する長期間信頼できる低銀はんだ合金およびこの低銀はんだ合金を用いたはんだペースト組成物を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

50

【0012】

本発明者は、上記の課題を解決するべく鋭意検討を行った。その結果、錫を主成分とし、複数の特定の金属を特定の割合で含有することにより、A gの含有量を低減させてコストを抑えるとともに、優れた伸び、融点、強度などを有し、かつ高い耐疲労性（耐冷熱疲労性）を有する長期間信頼できるS n－A g－C u系の低銀はんだ合金が得られることを見出し、本発明を完成した。

【0013】

すなわち、本発明は、以下の構成からなる。

（１）銀が０．０５～２．０質量％、銅が１．０質量％以下、アンチモンが３．０質量％以下、ビスマスが２．０質量％以下、インジウムが４．０質量％以下、ニッケルが０．２質量％以下、ゲルマニウムが０．１質量％以下、コバルトが０．５質量％以下（但し、前記銅、アンチモン、ビスマス、インジウム、ニッケル、ゲルマニウム、およびコバルトは、それぞれ０質量％ではない）、および残部が錫からなることを特徴とする、低銀はんだ合金。

（２）上記銀の含有量が、０．０５～１．０質量％であることを特徴とする、（１）に記載の低銀はんだ合金。

（３）前記銅の含有量が、０．０１～０．９質量％であることを特徴とする、（１）または（２）に記載の低銀はんだ合金。

（４）前記アンチモンの含有量が、０．１～３．０質量％であることを特徴とする、（１）～（３）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（５）前記ビスマスの含有量が、０．１～２．０質量％であることを特徴とする、（１）～（４）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（６）前記インジウムの含有量が、０．１～３．０質量％であることを特徴とする、（１）～（５）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（７）前記ニッケルの含有量が、０．００１～０．２質量％であることを特徴とする、（１）～（６）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（８）前記ゲルマニウムの含有量が、０．００１～０．１質量％であることを特徴とする、（１）～（７）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（９）前記コバルトの含有量が、０．００１～０．５質量％であることを特徴とする、（１）～（８）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（１０）２００～２５０℃の融点を有する、（１）～（９）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金。

（１１）（１）～（１０）のいずれかの項に記載の低銀はんだ合金からなるはんだ粉末およびはんだ付け用フラックスを含有することを特徴とする、はんだペースト組成物。

（１２）前記低銀はんだ合金からなるはんだ粉末と前記はんだ付け用フラックスとを、７０：３０～９０：１０の重量比で含有する、（１１）に記載のはんだペースト組成物。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、A gの含有量を低減させてコストを抑えるとともに、優れた伸び、融点、強度などを有し、かつ高い耐疲労性（耐冷熱疲労性）を有する長期間信頼できる低銀はんだ合金およびこの低銀はんだ合金を用いたはんだペースト組成物を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の低銀はんだ合金について説明する。

【0016】

本発明の低銀はんだ合金は、銀が０．０５質量％～２．０質量％、銅が１．０質量％以下、アンチモンが３．０質量％以下、ビスマスが２．０質量％以下、インジウムが４．０質量％以下、ニッケルが０．２質量％以下、ゲルマニウムが０．１質量％以下、コバルトが０．５質量％以下（但し、前記銅、アンチモン、ビスマス、インジウム、ニッケル、ゲ

ルマニウム、およびコバルトは、いずれも 0 質量%ではない)、および残部が錫からなる。

【0017】

本発明の低銀はんだ合金は、銀を 0.05～2.0 質量%の割合で含有する。銀を含有させることによって、本発明の低銀はんだ合金は、はんだ濡れ性が向上してはんだ付け不良の発生が抑制される。また、銀は耐疲労性にも寄与する。銀の含有量が 0.05 質量%未満の場合、銅による効果(耐侵食性)を妨げ、はんだ濡れ性も悪くなる。一方、銀の含有量が 2.0 質量%を超える場合、銀がコバルトおよびゲルマニウムによる効果(耐疲労性)を相殺するため、耐衝撃性や耐疲労性の向上を妨げる。さらに、銀が多く含有されるほど、コストの増加を招くことになる。

10

【0018】

銀は、好ましくは 0.05～1.0 質量%、より好ましくは 0.1～1.0 質量%の割合で含有される。

【0019】

本発明の低銀はんだ合金は、銅を 1.0 質量%以下(0 質量%を除く)の割合で含有する。銅を含有させることによって、良好な耐侵食性を有する低銀はんだ合金が得られる。銅を用いない場合(すなわち、銅の含有量が 0 質量%の場合)、耐侵食性が悪くなる。一方、銅の含有量が 1.0 質量%を超える場合、耐侵食性は付与されるものの、熱疲労特性が悪くなる。

【0020】

銅は、好ましくは 0.01～0.9 質量%、より好ましくは 0.1～0.9 質量%の割合で含有される。

20

【0021】

本発明の低銀はんだ合金は、アンチモンを 3.0 質量%以下(0 質量%を除く)の割合で含有する。アンチモンを含有させることによって、本発明の低銀はんだ合金は、合金の耐熱性および強度が向上する。さらに、アンチモンは、錫中に固溶して強度を高めるため、合金の熱疲労特性が向上する。アンチモンを用いない場合(すなわち、アンチモンの含有量が 0 質量%の場合)、強度および熱疲労特性の向上が見られない。一方、アンチモンの含有量が 3.0 質量%を超える場合、強度および熱疲労特性が悪くなり、さらに、後述するはんだペースト組成物として用いると、はんだ濡れ性および耐疲労性に問題が生じる場合がある。

30

【0022】

アンチモンは、好ましくは 0.1～3.0 質量%、より好ましくは 0.2～3.0 質量%の割合で含有される。

【0023】

本発明の低銀はんだ合金は、ビスマスを 2.0 質量%以下(0 質量%を除く)の割合で含有する。ビスマスを含有させることによって、本発明の低銀はんだ合金は、強度が向上する。ビスマスを用いない場合(すなわち、ビスマスの含有量が 0 質量%の場合)、強度が向上せず、融点が低下しない。一方、ビスマスの含有量が 2.0 質量%を超える場合、ビスマス金属自体の金属特性から合金が固脆くなり、強度が劣化する。

40

【0024】

ビスマスは、好ましくは 0.1～2.0 質量%、より好ましくは 0.5～2.0 質量%の割合で含有される。

【0025】

本発明の低銀はんだ合金は、インジウムを 4.0 質量%以下(0 質量%を除く)の割合で含有する。インジウムを含有させることによって、本発明の低銀はんだ合金は、組織が微細化することにより強度が向上する。インジウムを用いない場合(すなわち、インジウムの含有量が 0 質量%の場合)、強度の向上が見られない。一方、インジウムの含有量が 4.0 質量%を超える場合、強度が悪くなる。

【0026】

50

インジウムは、好ましくは0.1～3.0質量%、より好ましくは0.2～3.0質量%の割合で含有される。

【0027】

本発明の低銀はんだ合金は、ニッケルを0.2質量%以下（0質量%を除く）の割合で含有する。ニッケルを含有させることによって、本発明の低銀はんだ合金は、結晶組織が微細化し、強度や熱疲労特性が向上する。ニッケルを用いない場合（すなわち、ニッケルの含有量が0質量%の場合）、強度や熱疲労特性の向上が見られない。一方、ニッケルの含有量が0.2質量%を超える場合、強度や熱疲労特性が悪くなる。

【0028】

ニッケルは、好ましくは0.001～0.2質量%、より好ましくは0.001～0.1質量%の割合で含有される。

10

【0029】

本発明の低銀はんだ合金は、ゲルマニウムを0.1質量%以下（0質量%を除く）の割合で含有する。ゲルマニウムを含有させることによって、本発明の低銀はんだ合金は、はんだ表面に薄い酸化物が形成され、はんだ濡れ性および耐疲労性が向上する。ゲルマニウムを用いない場合（すなわち、ゲルマニウムの含有量が0質量%の場合）、はんだ濡れ性および耐疲労性が悪くなる。さらに、コバルトとの併用による伸びの相乗効果が得られなくなる。一方、ゲルマニウムの含有量が0.1質量%を超える場合、酸化物がより多く形成され（すなわち、はんだ表面が過剰に酸化され）、はんだ濡れ性に影響を与え、強いては接合強度が劣化する。

20

【0030】

ゲルマニウムは、好ましくは0.001～0.1質量%、より好ましくは0.002～0.007質量%の割合で含有される。

【0031】

本発明の低銀はんだ合金は、コバルトを0.5質量%以下（0質量%を除く）の割合で含有する。コバルトを含有させることによって、以下の（I）および（II）により、本発明の低銀はんだ合金は、耐疲労性が向上する。

（I）はんだ付け界面に形成されるSn-Cu、Sn-Co、Sn-Cu-Coなどの金属間化合物層が、はんだ付け面に平行に比較的厚く形成されるため、この層は熱の負荷あるいは熱変化の負荷によっても成長しにくくなる。

30

（II）コバルトがはんだ中に分散析出してはんだを強化する。

【0032】

コバルトを用いない場合（すなわち、コバルトの含有量が0質量%の場合）、耐疲労性が悪くなる。さらに、ゲルマニウムとの併用による伸びの相乗効果が得られなくなる。一方、コバルトの含有量が0.5質量%を超える場合、上記の金属間化合物層が厚くなり、また、はんだの硬度が高くなって靱性が低下し、耐疲労性が向上しない。

【0033】

コバルトは、好ましくは0.001～0.5質量%、より好ましくは0.001～0.05質量%の割合で含有される。

【0034】

特に、本発明の低銀はんだ合金のように、はんだ合金中でコバルトおよびゲルマニウムが共存すると、伸びが著しく大きくなり、熱応力負荷による変形に耐えることができる。そのため、本発明の低銀はんだ合金は、優れた耐疲労性を有する。このような著しい伸びは、コバルトとゲルマニウムとの併用による相乗効果であり、コバルトまたはゲルマニウムを単独で用いた場合には生じず、他の金属の添加でも生じない。また、銀の含有量が多い系にコバルトおよびゲルマニウム添加した場合にも、このような著しい伸びは生じない。

40

【0035】

本発明の低銀はんだ合金に含まれるこれらの金属は、高純度のものが好ましいが、本発明の効果を阻害しない範囲であれば、微量の不純物（不可避不純物）を含んでいてもよい。

50

。さらに、これらの金属は、均一に溶解させやすい観点から、粉末状で用いることが好ましい。粉末の平均粒径は、特に限定されないが、好ましくは $5 \sim 100 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $15 \sim 50 \mu\text{m}$ である。

【0036】

本発明の低銀はんだ合金の融点は特に限定されないが、融点が高すぎる場合、金属接合を行う際に、はんだ合金を高温で溶解する必要がある。したがって、本発明の低銀はんだ合金の融点は、好ましくは $200 \sim 250^\circ\text{C}$ 、より好ましくは $220 \sim 240^\circ\text{C}$ である。

【0037】

本発明の低銀はんだ合金は、はんだペースト接合材（はんだペースト組成物）、やに入りはんだ接合材などとして用いられる。

【0038】

はんだペースト組成物は、上記低銀はんだ合金でなるはんだ粉末およびはんだ付け用フラックス（以下、単に「フラックス」と記載する場合がある）を含有する。

【0039】

はんだ粉末は、好ましくは $5 \sim 100 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $15 \sim 50 \mu\text{m}$ の平均粒径を有する。粒子の形状は、特に限定されず、実質的に完全な球状、扁平なブロック状、針状、不定形など任意の形状であり、チクソトロピー性、耐サギング性などが要求されるはんだペースト組成物の性能に応じて適宜選択される。

【0040】

フラックスは、ベース樹脂（ロジン、アクリル樹脂など）、活性剤（エチルアミン、プロピルアミンなどアミンのハロゲン化水素酸塩；乳酸、クエン酸、安息香酸などの有機カルボン酸など）、チクソトロピー剤（硬化ひまし油、蜜ロウ、カルナバワックスなど）などを主成分とし、フラックスを液状にして使用する場合には、さらに有機溶剤を含有する。

【0041】

フラックスとしては、特に限定されず、従来使用されている公知のフラックスが用いられる。

【0042】

はんだペースト組成物は、上記低銀はんだ合金でなるはんだ粉末とフラックスとを、好ましくは $70:30 \sim 90:10$ の質量比で含有する。

【0043】

やに入りはんだ接合材は、公知の方法（例えば、押出成形など）により、上記のフラックスをコアとして、上記低銀はんだ合金を線状に成形して得られる。

【0044】

本発明によれば、A gの含有量を低減させてコストを抑えるとともに、優れた伸び、融点、強度などを有し、かつ高い耐疲労性（耐冷熱疲労性）を有する長期間信頼できる低銀はんだ合金およびこの低銀はんだ合金を用いたはんだペースト組成物を提供することができる。したがって、本発明は、電気・電子機器などの回路基板のはんだ接続に有用である。

【実施例】

【0045】

以下、実施例および比較例を挙げて本発明をさらに詳細に説明するが、本発明は、以下の実施例に何ら限定されない。

【0046】

（実施例1～9）

表1に記載の各金属の粉末を、表1に記載の割合で混合した。この金属混合物を、溶解炉で溶解し均一化させて低銀はんだ合金を調製した。

【0047】

実施例1～9で得られた低銀はんだ合金を、それぞれ公知の方法で粉末化し（粉末の粒径 $25 \sim 38 \mu\text{m}$ ）、得られたはんだ粉末88質量%と公知のフラックス12質量%とを

10

20

30

40

50

混合し、はんだペースト組成物を得た。

【0048】

(比較例1～31)

上記の錫、銀、銅、アンチモン、ビスマス、インジウム、コバルト、ニッケル、およびゲルマニウムの各粉末中から、所定の金属を表1に記載の割合で用いたこと以外は、それぞれ実施例1と同様にして低銀はんだ合金を調製した。

【0049】

比較例1～31で得られた低銀はんだ合金を、それぞれ公知の方法で粉末化し（粉末の粒径25～38 μ m）、得られたはんだ粉末88質量%と公知のフラックス12質量%とを混合し、はんだペースト組成物を得た。

10

【0050】

各実施例および比較例で得られたはんだペースト組成物を用いて冷熱サイクル試験を行い、接合強度、バルク強度およびバルク伸びの冷熱1000サイクル後の変化を調べた。結果を表2に示す。

【0051】

<接合強度>

チップ部品搭載用基板に上記はんだペースト組成物を印刷後、加熱溶融（リフロー）させることにより、はんだ付けを行った。得られた基板を試験基板として接合強度の測定を行った。接合強度は、強度測定器（DAGE社製：ボンドテスターSeries 4000）を用い、20回の測定結果から平均値を算出して求めた。

20

【0052】

次いで、試験基板を冷熱サイクル試験（-40℃および125℃で、それぞれ30分間保持）に供し、500サイクルおよび1000サイクル後の接合強度を測定した。

【0053】

<バルク強度およびバルク伸び>

バルク強度およびバルク伸びを、JIS Z 3198-2に準拠して測定した。すなわち、規定された形状の試験片（評価間 ϕ 10.0mm）を作製し、10t万能引張試験機（株式会社島津製作所製：AUTOGRAPH AG-10TB）を用いて、測定温度21℃および引張速度25mm/分（歪速度50%/分）にて測定を行った。

【0054】

次いで、試験片を冷熱サイクル試験（-40℃および125℃で、それぞれ30分間保持）に供し、500サイクルおよび1000サイクル後のバルク強度およびバルク伸びを測定した。

30

【0055】

【表 1】

	金属の種類(質量%)								
	Sn	Ag	Cu	Sb	Bi	In	Co	Ni	Ge
実施例1	残部	1.0	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例1	残部	1.0	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	0.05	—
比較例2	残部	1.0	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	—	0.005
比較例3	残部	1.0	0.7	0.2	0.2	1.0	—	0.05	0.005
実施例2	残部	1.0	0.7	1.5	1.0	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例4	残部	1.0	0.7	1.5	1.0	1.0	0.03	0.05	—
比較例5	残部	1.0	0.7	1.5	1.0	1.0	0.03	—	0.005
比較例6	残部	1.0	0.7	1.5	1.0	1.0	—	0.05	0.005
実施例3	残部	1.0	0.7	2.8	1.8	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例7	残部	1.0	0.7	2.8	1.8	1.0	0.03	0.05	—
比較例8	残部	1.0	0.7	2.8	1.8	1.0	0.03	—	0.005
比較例9	残部	1.0	0.7	2.8	1.8	1.0	—	0.05	0.005
実施例4	残部	0.3	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例10	残部	0.3	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	0.05	—
比較例11	残部	0.3	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	—	0.005
比較例12	残部	0.3	0.7	0.2	0.2	1.0	—	0.05	0.005
実施例5	残部	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例13	残部	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	0.03	0.05	—
比較例14	残部	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	0.03	—	0.005
比較例15	残部	0.3	0.7	1.0	1.0	1.0	—	0.05	0.005
実施例6	残部	0.3	0.7	2.5	1.5	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例16	残部	0.3	0.7	2.5	1.5	1.0	0.03	0.05	—
比較例17	残部	0.3	0.7	2.5	1.5	1.0	0.03	—	0.005
比較例18	残部	0.3	0.7	2.5	1.5	1.0	—	0.05	0.005
実施例7	残部	0.1	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例19	残部	0.1	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	0.05	—
比較例20	残部	0.1	0.7	0.2	0.2	1.0	0.03	—	0.005
比較例21	残部	0.1	0.7	0.2	0.2	1.0	—	0.05	0.005
実施例8	残部	0.1	0.7	1.0	1.0	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例22	残部	0.1	0.7	1.0	1.0	1.0	0.03	0.05	—
比較例23	残部	0.1	0.7	1.0	1.0	1.0	0.03	—	0.005
比較例24	残部	0.1	0.7	1.0	1.0	1.0	—	0.05	0.005
実施例9	残部	0.1	0.7	2.5	1.5	1.0	0.03	0.05	0.005
比較例25	残部	0.1	0.7	2.5	1.5	1.0	0.03	0.05	—
比較例26	残部	0.1	0.7	2.5	1.5	1.0	0.03	—	0.005
比較例27	残部	0.1	0.7	2.5	1.5	1.0	—	0.05	0.005
比較例28	残部	3.0	0.5	—	—	—	—	—	—
比較例29	残部	1.0	0.7	—	—	—	—	—	—
比較例30	残部	0.3	0.7	—	—	—	—	—	—
比較例31	残部	0.1	0.7	—	—	—	—	—	—

【0056】

【表 2】

	接合強度(N)		バルク強度(N)		バルク伸び(%)	
	初期	冷熱1000 サイクル後	初期	冷熱1000 サイクル後	初期	冷熱1000 サイクル後
実施例1	86	78	49	45	34	38
比較例1	85	72	47	44	33	37
比較例2	85	70	47	44	32	36
比較例3	85	70	46	42	32	35
実施例2	88	84	51	47	35	39
比較例4	88	80	48	45	33	38
比較例5	87	81	48	45	32	35
比較例6	87	80	48	44	32	36
実施例3	95	90	55	52	40	44
比較例7	92	84	53	51	38	42
比較例8	93	85	53	50	38	41
比較例9	93	85	52	51	37	42
実施例4	83	75	45	41	31	35
比較例10	82	70	43	40	30	34
比較例11	85	68	43	40	29	34
比較例12	85	69	42	39	29	32
実施例5	89	82	47	43	32	39
比較例13	88	78	44	41	30	38
比較例14	89	79	44	41	29	35
比較例15	87	77	44	40	29	36
実施例6	96	88	51	48	37	41
比較例16	95	82	48	47	35	38
比較例17	95	83	48	46	35	38
比較例18	95	83	49	45	34	39
実施例7	85	76	42	38	31	35
比較例19	84	70	40	37	30	34
比較例20	85	68	40	37	29	34
比較例21	85	66	39	36	29	32
実施例8	88	84	44	40	32	39
比較例22	87	78	40	38	30	38
比較例23	88	79	41	37	29	35
比較例24	87	78	40	36	29	36
実施例9	95	88	48	45	37	41
比較例25	94	82	45	44	35	38
比較例26	95	83	45	42	35	38
比較例27	94	82	42	43	34	39
比較例28	82	70	47	42	32	38
比較例29	74	68	38	34	30	36
比較例30	74	62	35	31	28	33
比較例31	74	61	33	28	26	33

【0057】

さらに、表2に示すように、実施例1～9の低銀はんだ合金は、優れた伸びおよび強度を有し、冷熱1000サイクル後においても、高い接合強度およびバルク強度を有し、バルク伸びも大きいので、高い耐疲労性（耐冷熱疲労性）を有することがわかる。一方、比較例1～31の低銀はんだ合金は、アンチモン、ビスマス、インジウム、コバルト、ニッケル、およびゲルマニウムのいずれかの金属を含まないため、伸びおよび強度に劣り、冷熱1000サイクルに接合強度およびバルク強度が大きく低下しており、耐疲労性（耐冷

熱疲労性)に劣ることがわかる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H 0 5 K 3/34 (2006.01) H 0 5 K 3/34 5 1 2 C

(72)発明者 竹本 正
茨城県つくば市東光台 5 丁目 9 - 3 ハリマ化成株式会社筑波研究所内
F ターム (参考) 5E319 BB01 BB05 BB08 CC33 GG03 GG20