

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 6 月 28 日(28.06.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/086745 A1

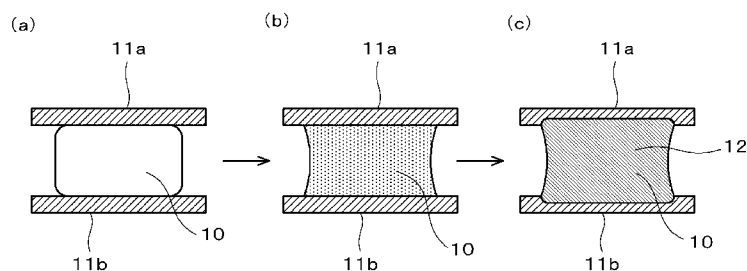
- (51) 国際特許分類:
B23K 1/00 (2006.01) C22C 13/00 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01) C22C 13/02 (2006.01)
B23K 35/26 (2006.01) H05K 3/34 (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01) B23K 35/22 (2006.01)
C22C 9/05 (2006.01) B23K 101/36 (2006.01)
C22C 9/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079781
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 22 日(22.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-287782 2010 年 12 月 24 日(24.12.2010) JP
特願 2011-159922 2011 年 7 月 21 日(21.07.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 中野公介(NAKANO, Kosuke) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 高岡英清(TAKAOKA, Hidekiyo) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 西澤均(NISHIZAWA, Hitoshi); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 2 番 11 号 大同生命南館 5 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: BONDING METHOD, BONDING STRUCTURE, ELECTRONIC DEVICE, MANUFACTURING METHOD FOR ELECTRONIC DEVICE, AND ELECTRONIC COMPONENT

(54) 発明の名称: 接合方法、接合構造、電子装置、電子装置の製造方法、および電子部品

[図1]



(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a bonding method, bonding structure, etc., which ensure sufficient bonding strength and which suppress and prevent the leakage of bonding material in the second reflow stage, etc., of a temperature hierarchical connection. When a first metallic member (11a), which has a surface comprising a first metal, is bonded with a second metallic member (11b), which has a surface comprising a second metal, via a bonding material (10) containing a low melting point metal having a melting point lower than the first and second metal, Sn or an alloy containing Sn is selected as the low melting point metal that constitutes the bonding material, and at least one among the first metal and the second metal is a metal or an alloy which forms an intermetallic compound (12) with said low melting point metal and which has a lattice constant difference of at least 50% with the intermetallic compound. When the bonding material is disposed between the first metallic member and the second metallic member, the bond is formed by heat processing the structure at the fusion temperature of the low melting point metal.

(57) 要約:

[続葉有]



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

十分な接合強度を確保しつつ、かつ、温度階層接続における再リフローなどの段階での接合材料の流れ出しを抑制、防止する接合方法および接合構造などを提供するために、本発明では、表面が第 1 金属からなる第 1 金属部材 (11a) と、表面が第 2 金属からなる第 2 金属部材 (11b) とを、第 1 及び第 2 金属よりも融点の低い低融点金属を含む接合材料 (10) を介して接合するにあたり、接合材料を構成する低融点金属を、Sn または Sn を含む合金とし、第 1 および第 2 金属の少なくとも一方を、当該低融点金属との間に金属間化合物 (12) を生成する金属または合金であって、金属間化合物との格子定数差が 50 % 以上である金属または合金とし、第 1 金属部材と第 2 金属部材との間に接合材料を配置した状態で、当該低融点金属が溶融する温度で熱処理する構成とした。

明 細 書

発明の名称：

接合方法、接合構造、電子装置、電子装置の製造方法、および電子部品
技術分野

[0001] 本発明は、接合方法、接合構造、電子装置、電子装置の製造方法、および電子部品に関し、詳しくは、例えば、電子部品などを実装する場合などに用いられる接合方法、接合構造、電子装置、電子装置の製造方法、および電子部品に関する。

背景技術

[0002] 電子部品の実装の際には、はんだ（ソルダペースト）を用いた接合方法が広く用いられている。

ところで、従来から広く用いられてきたS n－P b系はんだにおいては、高温系はんだとして、例えばP bリッチのP b－5 S n（融点：3 1 4～3 1 0℃）、P b－1 0 S n（融点：3 0 2～2 7 5℃）などを用いて3 3 0～3 5 0℃の温度ではんだ付けし、その後、例えば、低温系はんだのS n－3 7 P b共晶（1 8 3℃）などを用いて、上記の高温系はんだの融点以下の温度ではんだ付けすることにより、先のはんだ付けに用いた高温系はんだを溶融させることなく、はんだ付けによる接続を行う温度階層接続の方法が広く適用されている。

[0003] このような温度階層接続は、例えば、チップをダイボンドするタイプの半導体装置や、フリップチップ接続するタイプの半導体装置などに適用されており、半導体装置の内部ではんだ付けによる接続を行った後、さらに、該半導体装置自体をはんだ付けにより基板に接続するような場合に用いられる重要な技術である。

[0004] この用途に用いられるソルダペーストとして、例えば、(a)C u，A l，A u，A gなどの第2金属またはそれらを含む高融点合金からなる第2金属（または合金）ボールと、(b)S nまたはI nからなる第1金属ボール、の

混合体を含むはんだペーストが提案されている（特許文献 1 参照）。

また、この特許文献 1 には、はんだペーストを用いた接合方法や、電子機器の製造方法が開示されている。

[0005] この特許文献 1 のはんだペーストを用いてはんだ付けを行った場合、図 2 (a) に模式的に示すように、低融点金属（例えば S n）ボール 5 1 と、高融点金属（例えば C u）ボール 5 2 と、フラックス 5 3 とを含むはんだペーストが、加熱されて反応し、はんだ付け後に、図 2 (b) に示すように、複数の高融点金属ボール 5 2 が、低融点金属ボールに由来する低融点金属と、高融点金属ボールに由来する高融点金属との間に形成される金属間化合物 5 4 を介して連結され、この連結体により接合対象物が接続・連結される（はんだ付けされる）ことになる。

[0006] しかしながら、この特許文献 1 のはんだペーストを用いた接合方法の場合、はんだ付け工程ではんだペーストを加熱することにより、高融点金属（例えば C u）と低融点金属（例えば S n）との金属間化合物を生成させるようにしているが、C u（高融点金属）と S n（低融点金属）との組み合わせでは、その拡散速度が遅いため、低融点金属である S n が残留する。そして、S n が残留していると、高温下での接合強度が大幅に低下して、接合すべき製品の種類によっては使用することができなくなる場合がある。また、はんだ付けの工程で残留した S n は、その後のはんだ付け工程で溶融して流れ出すおそれがあり、温度階層接続に用いられる高温はんだとしては信頼性が低いという問題点がある。

[0007] すなわち、例えば半導体装置の製造工程において、はんだ付けを行う工程を経て半導体装置を製造した後、その半導体装置を、リフローはんだ付けの方法で基板に実装しようとした場合、半導体装置の製造工程におけるはんだ付けの工程で残留した S n が、リフローはんだ付けの工程で溶融して流れ出してしまうおそれがある。

[0008] また、S n が残留しないように、低融点金属を完全に金属間化合物にするためには、はんだ付け工程において、高温かつ長時間の加熱が必要となるが

、生産性との兼ね合いもあり、実用上不可能であるのが実情である。

[0009] さらに、特許文献1のはんだペーストを用いた場合、図3に示すように、リフロー後の接合対象物61、62と接合材料（はんだ）63との界面に、例えば、 Cu_3Sn や Cu_6Sn_5 といった金属間化合物64が層状に形成される。このような層状の金属間化合物64が形成されると、界面に応力が集中するためクラックの発生等により界面の接合強度が低下する。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2002-254194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、上記課題を解決するものであり、十分な接合強度を確保しつつ、第1金属部材と第2金属部材を接合することが可能で、かつ、温度階層接合における再リフローなどの段階での接合材料の流れ出しを抑制、防止することが可能な接合方法、接合構造、電子装置、電子装置の製造方法、電子部品を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するために、本発明の接合方法は、

少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材との間に、前記第1金属および／または前記第2金属よりも融点の低い低融点金属を含む接合材料を配置する工程と、

前記低融点金属の融点以上の温度で前記接合材料を加熱する工程とを備え、

前記接合材料を加熱する工程において、前記低融点金属と前記第1金属および／または前記第2金属との反応により金属間化合物が生成され、溶融した前記低融点金属中で前記金属間化合物が剥離、分散しながら反応を繰り返すこと

を特徴としている。

[0013] 上記の接合方法においては、前記接合材料を加熱する工程において、前記低融点金属をすべて金属間化合物とすることが好ましい。

[0014] また、本発明の電子部品の製造方法は、
少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを備えた電子装置の製造方法であって、
前記第1金属部材と、前記第2金属部材とを、請求項1または2記載の接合方法により接合する工程を備えていることを特徴としている。

[0015] また、本発明の接合方法は、
少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを、前記第1金属および／または前記第2金属よりも融点の低い低融点金属を主たる成分とする接合材料を介して接合するための接合方法であって、

前記接合材料を構成する前記低融点金属を、SnまたはSnを70重量%以上含む合金とし、

前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方を、前記接合材料を構成する前記低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属または合金とし、かつ、

前記第1金属部材と第2金属部材との間に前記接合材料を配置した状態で、前記接合材料を構成する前記低融点金属が溶融する温度で熱処理し、前記第1金属部材と前記第2金属部材とを前記接合材料を介して接合する熱処理工程を備えていること

を特徴としている。

[0016] また、本発明の接合方法においては、前記低融点金属がSnまたはSnを85重量%以上含む合金であることが好ましい。

[0017] また、本発明の接合方法においては、(a)前記接合材料を構成する前記低

融点金属と、(b)前記第1金属および前記第2金属のうちの前記格子定数差が50%以上のものとの合計量に対する、後者の割合が30体積%以上の状態で、前記熱処理工程を実施することが好ましい。

[0018] また、本発明の接合方法においては、前記接合材料を構成する前記低融点金属が、

Sn単体、または、

Cu, Ni, Ag, Au, Sb, Zn, Bi, In, Ge, Al, Co, Mn, Fe, Cr, Mg, Mn, Pd, Si, Sr, Te, Pからなる群より選ばれる少なくとも1種と、Snとを含む合金

であることが好ましい。

[0019] また、前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方が、Cu-Mn合金またはCu-Ni合金であることが好ましい。

[0020] また、前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方が、Mnを5～30重量%の割合で含有するCu-Mn合金、または、Niを5～30重量%の割合で含有するCu-Ni合金であることが好ましく、特に、Mnを10～15重量%の割合で含有するCu-Mn合金、または、Niを10～15重量%の割合で含有するCu-Ni合金であることが好ましい。

[0021] また、本発明の電子部品の製造方法は、

少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを備えた電子装置の製造方法であって、

前記第1金属部材と、前記第2金属部材とを請求項4～9のいずれかに記載の接合方法により接合する工程を備えていること

を特徴としている。

[0022] また、本発明の接合構造は、第1金属部材と、第2金属部材とが、接合部を介して接合された接合構造であって、前記接合部中には、Cu-M-Sn

(MはNiおよび/またはMn)金属間化合物が分散しており、前記第1金属部材および前記第2金属部材との界面の少なくとも一方には、金属間化合物層であるCu₃Sn層およびCu₆Sn₅層のどちらもが形成されていないこと

を特徴としている。

[0023] なお、本発明の接合構造においては、前記接合部中には、前記第 1 金属部材および前記第 2 金属部材との界面のいずれにも、金属間化合物層が形成されていないことが好ましい。

[0024] また、本発明の電子装置は、少なくとも表面が第 1 金属からなる第 1 金属部材と、少なくとも表面が第 2 金属からなる第 2 金属部材とが、接合部を介して接合された電子装置であって、前記第 1 金属部材と前記第 2 金属部材の接合部が、請求項 11 または 12 記載の接合構造を有していることを特徴としている。

[0025] また、本発明の電子部品は、Sn または Sn を 70 重量%以上含む合金からなる低融点金属を含む接合材料による接合に供される電極を備えた電子部品であって、前記接合材料に接する前記電極の表面が、前記低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、前記低融点金属との反応により前記電極の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が 50% 以上である金属または合金によって形成されていることを特徴としている。

[0026] また、本発明の電子部品は、前記接合材料に接する前記電極の表面が、Cu-Mn 合金または Cu-Ni 合金によって形成されていることが好ましい。

特に、Cu-Mn 合金または Cu-Ni 合金は、Mn を 5～30 重量%の割合で含有する Cu-Mn 合金、または、Ni を 5～30 重量%の割合で含有する Cu-Ni 合金であることが好ましく、さらに好ましくは、Mn を 10～15 重量%の割合で含有する Cu-Mn 合金、または、Ni を 10～15 重量%の割合で含有する Cu-Ni 合金である。

発明の効果

[0027] 本発明の接合方法は、少なくとも表面が第 1 金属からなる第 1 金属部材と、少なくとも表面が第 2 金属からなる第 2 金属部材との間に、第 1 金属および／または第 2 金属よりも融点の低い低融点金属を含む接合材料を配置し、前記低融点金属の融点以上の温度で接合材料を加熱するようにして、この接

合材料を加熱する工程で、低融点金属と第1金属および／または第2金属との反応により金属間化合物を生成させるとともに、溶融した低融点金属中で金属間化合物が剥離、分散しながら反応を繰り返すようにしている。その結果、第1金属および／または第2金属の低融点金属への相互拡散が飛躍的に進行し、より高融点の金属間化合物への変化が促進されるため、耐熱強度が大きく、かつ、十分な接合強度、耐衝撃性を備えた接合を行うことが可能になる。

[0028] また、前記接合材料を加熱する工程において、低融点金属をすべて金属間化合物とすることにより、さらに耐熱強度が大きく、かつ、十分な接合強度、耐衝撃性を備えた接合を行うことが可能になる。

[0029] また、本発明の電子部品の製造方法は、前記第1金属部材と、前記第2金属部材とを、請求項1または2記載の接合方法により接合する工程を備えているので、第1金属部材と、第2金属部材とが、接合材料を介して確実に接合された信頼性の高い電子部品を効率よく製造することができる。

[0030] 本発明の接合方法は、少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを、第1金属および／または第2金属よりも融点の低い低融点金属を主たる成分とする接合材料を介して接合するにあたり、接合材料を構成する低融点金属を、SnまたはSnを70重量%以上含む合金とし、第1金属および第2金属の少なくとも一方を、接合材料を構成する低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、第1金属および第2金属の少なくとも一方の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属または合金としているので、本発明の方法で接合することにより得られる接合体を再リフローした場合にも、接合材料が再溶融することを抑制、防止して、接合強度、耐衝撃性を向上させることが可能になる。

[0031] すなわち、本発明によれば、第1金属および第2金属の少なくとも一方に、低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、第1金属および第2金属の少なくとも一方の表面に生成する金属間化合物との

格子定数差が50%以上である金属または合金を用いているので、第1金属および／または第2金属の低融点金属への相互拡散が飛躍的に進行し、より高融点の金属間化合物への変化が促進されるため、耐熱強度が大きく、かつ、十分な接合強度、耐衝撃性を備えた接合を行うことが可能になる。

[0032] なお、本発明において「格子定数差」とは、第1金属または第2金属と、低融点金属との金属間化合物の格子定数から、第1金属または第2金属の格子定数を差し引いた値を、第1金属または第2金属の格子定数で除した数値の絶対値を100倍した数値(%)と定義される。

[0033] すなわち、この格子定数差は、第1金属および／または第2金属との界面に新たに生成する金属間化合物の格子定数が、第1金属および／または第2金属の格子定数に対してどれだけ差があるかを示すものであり、いずれの格子定数が大きいかを問わないものである。

なお、格子定数差は、下記の式(1)で表される。

格子定数差(%) = {(金属間化合物の格子定数 - 第1金属または第2金属の格子定数) / 第1金属または第2金属の格子定数} × 100 ……(1)

[0034] また、本発明の接合方法において、第1金属部材と第2金属部材との間に接合材料を配置した状態で、接合材料を構成する低融点金属が溶融する温度で熱処理することにより、第1金属部材と第2金属部材の接合が行われるが、このような接合(熱処理)が行われる具体的な状態としては、例えば、

1) 第1金属および第2金属が、互いに接合させるべき第1金属部材(電極本体)と第2金属部材(電極本体)を構成する金属材料であって、そのうちの少なくとも一方が、上記金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属材料であり、低融点金属が溶ダペーストや板状はんだなどとして、第1金属部材と第2金属部材の間に供給されている状態や、

2) 第1金属および第2金属が、互いに接合させようとしている第1金属部材(電極本体)と第2金属部材(電極本体)の表面に形成されためっき膜を構成する金属材料であって、そのうちの少なくとも一方が、上記金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属材料であり、低融点金属が溶ダ

ペーストや板状はんだなどとして、めっき膜を備えた第1金属部材と第2金属部材の表面間に供給されている状態

などが挙げられる。

[0035] また、本発明の接合方法において、(a)接合材料を構成する低融点金属と、(b)第1金属および第2金属のうちの上記格子定数差が50%以上のものとの合計量に対する、後者の割合が30体積%以上の状態で、熱処理工程を実施することにより、第1金属と第2金属のうち格子定数差が50%以上であるものの、接合材料を構成する低融点材料への拡散が十分に進行して、より高融点の金属間化合物への変化が促進され、低融点金属成分がほとんど残留しなくなるため、さらに耐熱強度の大きい接合を行うことが可能になる。

また、「……後者の割合が30体積%以上である状態」とは、例えば、第1金属および第2金属がいずれも、上記格子定数差が50%以上のものである場合、下記の式(2)で表される状態をいう。

$$\left[\frac{\text{第1金属} + \text{第2金属}}{\{\text{低融点金属} + (\text{第1金属} + \text{第2金属})\}} \right] \times 100 \geq 30 (\text{体積}\%) \cdots \cdots (2)$$

[0036] また、本発明の接合方法においては、接合材料を構成する低融点金属が、Sn単体であるか、または、Cu, Ni, Ag, Au, Sb, Zn, Bi, In, Ge, Al, Co, Mn, Fe, Cr, Mg, Mn, Pd, Si, Sr, Te, Pからなる群より選ばれる少なくとも1種と、Snとを含む合金である場合、格子定数差が50%以上である第1金属および第2金属の少なくとも一方との間で金属間化合物を形成しやすくすることが可能になる。

[0037] また、第1金属および第2金属の少なくとも一方を、Cu-Mn合金またはCu-Ni合金とした場合、より低温、短時間で、低融点金属との金属間化合物を生成させることが可能になり、その後のリフロー工程でも溶融しないようにすることが可能になる。

[0038] また、前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方を、Mnを3～30重量%の割合で含有するCu-Mn合金、特に、Mnを10～15重量%の割合で含有するCu-Mn合金、または、Niを5～30重量%の割合

で含有するCu-Ni合金、特に、Niを10～15重量%の割合で含有するCu-Ni合金とすることにより、さらに確実に、低温、短時間で、低融点金属との金属間化合物を生成させることが可能になり、本発明をさらに実効あらしめることができる。

[0039] また、少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを備えた電子装置を製造するにあたって、第1金属部材と第2金属部材とを、上述の接合方法（請求項4～9のいずれかに記載の接合方法）により接合することにより、第1金属部材と、第2金属部材とが、接合材料を介して確実に接合された信頼性の高い電子装置を効率よく製造することができる。

[0040] また、本発明の接合構造は、第1金属部材と第2金属部材とを接合する接合部中に、少なくともCu-M-Sn（Mはニッケルおよび／またはMn）金属間化合物が分散しており、金属間化合物化していない未反応Sn成分の接合材料全体に対する割合が30体積%以下であるため、耐熱強度に優れ、再リフローなどの工程で接合材料が再溶融して流れ出すことがなく、第1金属部材と第2金属部材との接合強度を大きくすることができる。

また、接合部中において、第1金属部材および第2金属部材との界面の少なくとも一方には、層状の金属間化合物（金属間化合物層）が形成されない。そのため、熱応力等の応力集中に起因するクラック等が発生しにくく、熱衝撃に対する第1金属部材と第2金属部材との接合強度を大きく、信頼性の高い接合構造を提供することができる。

[0041] なお、接合部中において、第1金属部材および第2金属部材との界面のいずれにも、金属間化合物層であるCu₃Sn層およびCu₆Sn₅層のどちらもが形成されていない構造とすることにより、さらに信頼性の高い接合構造を提供することができる。

[0042] また、本発明の電子装置は、少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とが、接合部を介して接合された電子装置であって、第1金属部材と第2金属部材の接合部が

、請求項 1 1 または 1 2 記載の接合構造を備えるようにしているので、第 1 金属部材と第 2 金属部材の接合部が、高い耐熱強度、十分な接合強度および耐衝撃性を備えた電子部品を提供することができる。

[0043] また、本発明の電子部品は、S n または S n を 7 0 重量%以上含む合金からなる低融点金属を含む接合材料による接合に供される電極を備えた電子部品であって、接合材料に接する電極の表面が、低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、前記低融点金属との反応により電極の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が 5 0 % 以上である金属または合金によって形成されているので、本発明の接合方法に供するのに適した電子部品を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]本発明の実施例にかかる接合方法に接合を行う場合の挙動を模式的に示す図であり、(a)は加熱前の状態を示す図、(b)は加熱が開始され、接合材料が溶融した状態を示す図、(c)はさらに加熱が継続され、接合材料を構成する低融点金属と、第 1 金属部材および第 2 金属部材の少なくとも一方との間の金属間化合物が形成された状態を示す図である。

[図2]従来のはんだペーストを用いてはんだ付けを行う場合の、はんだの挙動を示す図であり、(a)は加熱前の状態を示す図、(b)ははんだ付け工程終了後の状態を示す図である。

[図3]従来のはんだペーストを用いて接合を行った場合の、界面に層状の金属間化合物層が形成された接合構造を示す図である。

発明を実施するための形態

[0045] 以下に本発明の実施例を示して、本発明の特徴とするところをさらに詳しく説明する。

実施例 1

[0046] この実施例では、図 1 (a)～(c)に示すように、第 1 金属からなる第 1 金属部材 1 1 a と、第 2 金属からなる第 2 金属部材 1 1 b とを、第 1 金属および第 2 金属よりも融点の低い低融点金属を主たる成分とする接合材料 1 0 を

用いて接合した。

[0047] この実施例においては、接合材料を構成する低融点金属として、表1 A、表1 Bに示すように、 $\text{Sn}-3\text{Ag}-0.5\text{Cu}$ 、 Sn 、 $\text{Sn}-3.5\text{Ag}$ 、 $\text{Sn}-0.75\text{Cu}$ 、 $\text{Sn}-0.7\text{Cu}-0.05\text{Ni}$ 、 $\text{Sn}-5\text{Sb}$ 、 $\text{Sn}-2\text{Ag}-0.5\text{Cu}-2\text{Bi}$ 、 $\text{Sn}-57\text{Bi}-1\text{Ag}$ 、 $\text{Sn}-3.5\text{Ag}-0.5\text{Bi}-8\text{In}$ 、 $\text{Sn}-9\text{Zn}$ 、 $\text{Sn}-8\text{Zn}-3\text{Bi}$ 、 $\text{Sn}-10\text{Bi}$ 、 $\text{Sn}-20\text{Bi}$ 、 $\text{Sn}-30\text{Bi}$ 、 $\text{Sn}-40\text{Bi}$ を使用した。

[0048] なお、上記の接合材料を構成する低融点金属の表記において、例えば、「 $\text{Sn}-3\text{Ag}-0.5\text{Cu}$ 」は、低融点金属材料が、 Ag を3重量%、 Cu を0.5重量%含有し、残部を Sn とする合金(Sn 合金)であることを示している。よって、上記の低融点材料のうち、 $\text{Sn}-40\text{Bi}$ は「 Sn または Sn を70重量%以上含む合金」という本発明の要件を満たさない比較例のものである。

また、第1金属部材および第2金属部材としては、表1 A、表1 Bに示すように、 $\text{Cu}-10\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}-10\text{Mn}$ 、 $\text{Cu}-12\text{Mn}-4\text{Ni}$ 、 $\text{Cu}-10\text{Mn}-1\text{P}$ 、 Cu 、 $\text{Cu}-10\text{Zn}$ からなるものを用いた。

[0049] また、表1 Bの試料番号16、17では、第1金属材料と第2金属材料において互いに異なる材料を用いている。すなわち、試料番号16では、第1金属材料（上側金属材料）に $\text{Cu}-10\text{Ni}$ 、第2金属部材（下側金属部材）に $\text{Cu}-10\text{Mn}$ を用い、試料番号17では、第1金属部材（上側金属部材）に Cu 、第2金属部材（下側金属部材）に $\text{Cu}-10\text{Mn}$ を用いた。

[0050] なお、この実施例では、上述のような第1金属部材と第2金属部材を、低融点金属を主たる成分とする接合材料により接合するにあたって、板状に成形された接合材料を、第1金属部材と第2金属部材の間に配置し、荷重をかけながら、250℃、30分の条件でリフローすることにより、第1金属部材と第2金属部材とを接合した。

[0051] ここで、図1(a)～(c)を参照しつつ、この実施例における接合方法を説

明すると以下ようになる。

まず、図1(a)に示すように、第1金属部材11a、第2金属部材11bの間に板状に成形された接合材料10を位置させる。

[0052] 次に、この状態で、荷重をかけながら、250℃、15分の条件でリフローし、図1(b)に示すように、接合材料10を構成する低融点金属(SnまたはSn合金)を溶融させる。そして、さらに所定時間(15分間)、加熱を続ける(すなわち、250℃、30分の条件でリフローする)ことにより、接合材料10を構成する低融点金属を溶融させるとともに、低融点金属と、第1金属部材11a、第2金属部材11bを構成する第1金属および／または第2金属とを反応させて金属間化合物12(図1(c))を生成させる。

[0053] これにより、リフロー後に凝固した、金属間化合物を含む接合材料により、第1金属部材と第2金属部材とが接合された接合体が得られる。

なお、本発明の接合方法によれば、接合材料中に、Cu-M-Sn(Mはニッケルおよび／またはMn)金属間化合物が分散して存在することが確認されている。

[0054] [特性の評価]

上述のようにして得た接合体を試料として、以下の方法で特性を測定し、評価した。

[0055] <<接合強度>>

接合強度については、得られた接合体のシアー強度を、ボンディングテストを用いて測定し、評価した。

シアー強度の測定は、横押し速度：0.1mm・s⁻¹、室温および260℃の条件下で行った。

そして、シアー強度が20Nmm⁻²以上のものを◎(優)、2Nmm⁻²以下のものを×(不可)と評価した。

表1A、表1Bに、各試料について調べた接合強度(室温、260℃)と評価結果を併せて示す。

[0056] <<残留成分評価>>

リフロー後に凝固した、金属間化合物を含む接合材料（反応生成物）を約 7 mg 切り取り、測定温度 30℃～300℃、昇温速度 5℃/min、N₂雰囲気、リファレンス Al₂O₃の条件で示差走査熱量測定（DSC測定）を行った。得られたDSCチャートの低融点金属成分の溶融温度における溶融吸熱ピークの吸熱量から、残留した低融点金属成分量を定量化し、残留低融点金属含有率（体積％）を求めた。そして、残留低融点金属含有率が0～3体積％の場合を◎（優）、3体積％を超え、30体積％以下の場合を○（良）、30体積％より大きい場合を×（不可）と評価した。

表1A、表1Bに、残留低融点金属含有率と評価結果を併せて示す。

[0057] 《流れ出し不良率》

得られた接合体をエポキシ樹脂で封止して相対湿度85％の環境に放置し、ピーク温度260℃のリフロー条件で加熱して、接合材料が再溶融して流れ出す、流れ出し不良の発生割合を調べた。そして、その結果から流れ出し不良発生率を求め、評価した。

接合材料の流れ出し不良率が0～10％の場合を◎（優）、10％を超え、50％以下の場合を○（良）、50％より大きい場合を×（不可）と評価した。

表1A、表1Bに、流れ出し不良発生率と評価結果を併せて示す。

[0058] 《熱衝撃試験後のクラック有無，接合強度》

得られた接合体（試料）を、-40℃/85℃のそれぞれの温度条件で各30分間保持するサイクルを1000回行った後の各試料について、クラック発生状態を観察した。そして、クラック発生の有無を評価した。

[0059] また、熱衝撃試験後の各試料について、接合強度を、上記と同様に評価した。そして、シアー強度が20Nmm⁻²以上のものを◎（優）、10Nmm⁻²以上、20Nmm⁻²より小さいものを○（良）、10Nmm⁻²より小さいものを×（不可）と評価した。

表1A、表1Bに、熱衝撃試験後のクラック有無，接合強度を併せて示す。なお、クラックの発生については、それ自体が問題というわけではなく、

接合強度を低下させる要因となるために評価している。

[0060] また、表 1 A、表 1 B には、

- ・ 接合材料を構成する低融点金属の種類（組成）、
- ・ 第 1 金属部材と第 2 金属部材を構成する金属（第 1 金属および第 2 金属）の組成（表 1 A、表 1 B の試料番号 1 ～ 1 5 では第 1 金属および第 2 金属は同一金属、試料番号 1 6, 1 7 では異種金属）とその格子定数、
- ・ 接合材料を構成する低融点金属と、第 1 および／または第 2 金属の反応により生成する金属間化合物の種類とその格子定数（この実施例において、格子定数は a 軸を基に評価している）、
- ・ 金属間化合物の格子定数と、第 1 および／または第 2 金属の格子定数の差である格子定数差、
- ・ 接合部中における、格子定数差が 5 0 % 以上の金属からなる第 1 金属部材および／または第 2 金属部材と、リフロー後に凝固して、第 1 金属部材と第 2 金属部材を接合している接合部（金属間化合物を含む接合材料）の界面に形成される Cu_3Sn および Cu_6Sn_5 の層状の金属間化合物の有無を併せて示す。

[0061]

[表1A]

試料番号	接合材料を構成する低融点金属	第1金属および第2金属の組成および格子定数		生成する金属間化合物の組成		格子定数差(%)	層状の金属間化合物の有無	接合強度と評価(室温)		接合強度と評価(260℃)		残留低融点金属含有率と評価		流れ出し不良率と評価		熱衝撃試験と評価		
		組成	格子定数a (nm)	組成	格子定数a (nm)			接合強度(Nmm ⁻²)	評価	接合強度(Nmm ⁻²)	評価	含有率(%)	評価	流れ出し不良率(%)	評価	クラック発生有無	接合強度(Nmm ⁻²)	評価
1	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Ni	0.357	Cu ₂ NiSn	0.597	67	なし	28	◎	25	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
2	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	28	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
3	Sn	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	29	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
4	Sn-3.5Ag	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	27	◎	22	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
5	Sn-0.75Cu	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	27	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
6	Sn-15Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	27	◎	26	◎	0	◎	0	◎	なし	24	◎
7	Sn-0.7Cu-0.05Ni	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	28	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
8	Sn-5Sb	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	30	◎	26	◎	0	◎	0	◎	なし	28	◎
9	Sn-2Ag-0.5Cu-2Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	29	◎	26	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
10	Sn-30Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	29	◎	25	◎	15	○	20	○	微小	17	○

[0062]

[表1B]

試料番号	接合材料を構成する低融点金属	第1金属および第2金属の組成および格子定数		生成する金属間化合物の組成および格子定数		格子定数差(%)	層状の金属間化合物の有無	接合強度と評価(室温)		接合強度と評価(260℃)		残留低融点金属含有率と評価		流れ出し不良率と評価		熱衝撃試験と評価		
		組成	格子定数 a (nm)	組成	格子定数 a (nm)			接合強度(N/mm ²)	評価	接合強度(N/mm ²)	評価	含有率(%)	評価	流れ出し不良率(%)	評価	クラック発生有無	接合強度(N/mm ²)	評価
11	Sn-3.5Ag-0.5Bi-8In	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	28	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	27	◎
12	Sn-9Zn	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	27	◎	25	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
13	Sn-8Zn-3Bi	Cu-10Mn	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	27	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	23	◎
14	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-12Mn-4Ni	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	28	◎	23	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
15	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Mn-1P	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし	29	◎	23	◎	0	◎	0	◎	なし	24	◎
16	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Ni(第1)	0.352	Cu ₂ NiSn	0.597	67	なし	28	◎	25	◎	0	◎	0	◎	なし	24	◎
		Cu-10Mn(第2)	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68												
17	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu(第1)	0.361	Cu ₃ Sn	0.432	20	あり(上側)	26	◎	24	◎	0	◎	0	◎	上側のみにあり	15	○
		Cu-10Mn(第2)	0.367	Cu ₂ MnSn	0.617	68	なし(下側)											
18	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu	0.361	Cu ₃ Sn	0.432	20	あり	25	◎	0.1	×	31	×	75	×	あり	5	×
19	Sn-3Ag-0.5Cu	Cu-10Zn	0.359	Cu ₃ Sn	0.432	20	あり	31	◎	1.8	×	34	×	70	×	あり	7	×
20	Sn-40Bi	Cu-10Mn	0.359	Cu ₃ Sn	0.432	20	あり	28	◎	2.0	×	32	×	71	×	あり	8	×

[0063] 表1 A、表1 Bに示すように、室温における接合強度については、試料番

号 1 ～ 17 の本発明の要件を備えた実施例の試料と、試料番号 18 ～ 20 の本発明の要件を備えていない比較例の試料ともに、 20 N m m^{-2} 以上の接合強度を示し、実用強度を備えていることが確認された。

[0064] 一方、 260°C における接合強度についてみると、試料番号 18 ～ 20 の比較例の試料では 2 N m m^{-2} 以下と接合強度が不十分であったのに対して、試料番号 1 ～ 17 の実施例の試料では 10 N m m^{-2} 以上を保持しており、実用強度を備えていることが確認された。

[0065] また、残留低融点金属含有率（残留成分評価）については、試料番号 18 ～ 20 の比較例の試料の場合には、残留低融点金属含有率が30体積%より大きかったのに対して、試料番号 1 ～ 17 の実施例の試料の場合、いずれも残留低融点金属含有率が30体積%以下にすることができ、特に低融点金属としてSnまたはSnを85重量%以上含む合金を用いた試料番号 1 ～ 9, 11 ～ 17 の実施例の試料の場合、いずれも残留低融点金属含有率が0体積%であることが確認された。

[0066] また、接合材料の流れ出し不良率については、試料番号 18 ～ 20 の比較例の試料の場合、流れ出し不良率が70%以上であったのに対して、試料番号 1 ～ 17 の実施例の試料では、流れ出し不良率がいずれも20%以下であり、特に低融点金属としてSnまたはSnを85重量%以上含む合金を用いた試料番号 1 ～ 9, 11 ～ 17 の実施例の試料の場合、いずれも流れ出し不良率が0%と高い耐熱性を有していることが確認された。

[0067] また、試料番号 1 ～ 17 の実施例の試料においては、低融点金属の種類に関係なく同様の高耐熱性を備えていることが確認された。

[0068] また、本発明の要件を満たす試料番号 1 ～ 17 の実施例の試料には、

- ・ 試料番号 1 ～ 16 の試料のように、第1金属部材および第2金属部材を構成する金属が互いに同一金属であって、Cu-Mnをベースとする金属（Cu-12Mn-4NiやCu-10Mn-1Pなど）である試料、

- ・ 試料番号 16 のように、第1金属部材と第2金属部材が異なる金属からなり、そのいずれものが上述の格子定数差が50%以上のものである試料、

・ 試料番号 17 のように、第 1 金属部材と第 2 金属部材が異なる金属からなり、その一方が、上述の格子定数差が 50%未満である試料が含まれているが、それらのいずれの場合にも、同様に高耐熱性を備えていることが確認された。

[0069] また、熱衝撃試験後における試料観察において、試料番号 18～20 の比較例の試料では、1000 サイクル試験終了後にクラックの発生が認められた。なお、クラックは、主として、接合材料と第 1 および／または第 2 金属部材との界面に形成されている Cu_3Sn 層や Cu_6Sn_5 層（金属間化合物層）の内部、金属間化合物層と第 1 および／または第 2 金属部材との界面、金属間化合物層と接合材料の界面に発生していた。

[0070] これに対し、試料番号 1～9, 11～16 の実施例の試料では、上述のようなクラックの発生は認められなかった。一方、試料番号 10 の実施例の試料では、低融点金属の Sn 量が 70 重量%であるため、最初に生成する金属間化合物は Cu_2MnSn であったものの、その拡散速度が遅い。そのため、接合材料と第 1 および／または第 2 金属部材との界面には、層状ではないものの、 Cu_6Sn_5 や Cu_3Sn といった金属間化合物が界面の一部に偏析していた。その結果、熱衝撃後には界面に微小なクラックが発生し、接合強度がやや低下した。

また、試料番号 18 の実施例の試料では、第 1 金属として Cu を用いたため、接合材料と第 1 金属との界面に層状の金属間化合物が形成された。その結果、接合材料と第 1 金属との界面にのみクラックが発生し、接合強度がやや低下した。

[0071] その結果、耐熱衝撃性については、格子定数差などに関する本発明の要件を満たさない試料番号 18～20 の比較例の試料では、熱衝撃試験後の接合強度がそれぞれ 5 Nmm^{-2} （試料番号 18）、 7 Nmm^{-2} （試料番号 19）、 8 Nmm^{-2} （試料番号 20）と低かったが、本発明の要件を満たす試料番号 1～17 の各試料においては、熱衝撃試験後の接合強度が比較例の場合に比べて、大幅に向上することが確認された。

[0072] 詳しくは、試料番号 1～9, 11～16 の各試料においては、熱衝撃試験後の接合強度が 20 N m m^{-2} 以上であること、試料番号 10 の試料（低融点金属の Sn 量が 70 重量%である試料）では、熱衝撃後の接合強度が 17 N m m^{-2} 、試料番号 17 の試料（第 1 金属部材（上側金属部材）が Cu, 第 2 金属部材（下側金属部材）が Cu-10Mn である試料）では、熱衝撃試験後の接合強度が 15 N m m^{-2} と試料番号 1～9, 11～16 の試料によりは低かったが、十分に実用可能なレベルであることが確認された。

[0073] なお、試料番号 17 の試料の場合、第 1 金属部材を構成する Cu は、上側の金属間化合物との格子定数差が 50%未満であるが、下側の第 2 金属部材を構成する Cu-10Mn は、金属間化合物との格子定数差が 50%を超える金属であることから、接合材料中の低融点金属である Sn または Sn 合金との反応が速いため、Cu-10Mn 側（第 2 金属側）の金属間化合物生成が支配的になり、Cu 側（第 1 金属側）の接合界面に Cu_3Sn や Cu_6Sn_5 の層状の金属間化合物が生成したとしても非常に薄く、衝撃試験後の接合強度に与える影響が少なかったことによるものと考えられる。

なお、接合部には、金属間化合物との格子定数差が 50%を超える金属（Cu-10Mn）からなる第 2 金属部材との界面には、 Cu_3Sn や Cu_6Sn_5 の層状の金属間化合物が形成されないことが確認されている。

[0074] また、試料番号 1～17 の本発明の要件を備えた実施例の試料の場合、接合部に低融点金属（Sn または Sn 合金）が残留しないため、リフロー後に得られる接合体について、さらに熱衝撃試験を行っても金属間化合物層が成長せず、クラックの発生がなく接合強度が維持されたものと考えられる。

[0075] このように、本発明の要件を満たす試料番号 1～17 の試料が高耐熱性を備えているのは、第 1 金属部材および第 2 金属部材を構成する第 1 金属および第 2 金属の少なくとも一方に、接合材料を構成する低融点金属との間に形成される金属間化合物（ Cu_2MnSn および Cu_2NiSn ）との格子定数差が 50%以上である Cu-Mn および Cu-Ni 系合金を用いていることによるものであると考えられる。

[0076] すなわち、生成した金属間化合物と、第1金属部材を構成する第1金属および／または第2金属部材を構成する第2金属の間の格子定数差が大きいと、溶融した低融点金属中で金属間化合物が剥離、分散しながら反応を繰り返すため金属間化合物の生成速度が飛躍的に進行するとともに、界面に層状の金属間化合物が形成されないことによるものと考えられる。

実施例 2

[0077] Snを低融点金属とする接合材料を用い、それぞれCu-10Mnからなる第1金属部材および第2金属部材を接合した（表2の試料番号21～27の試料）。

同じく、Snを低融点金属とする接合材料を用い、それぞれCu-10Niからなる第1金属部材および第2金属部材を接合した（表2の試料番号28～30の試料）。

[0078] なお、第1金属部材および第2金属部材の厚さは0.1mmとした。

また、接合材料としては、表2に示すように、厚さを0.266mmから1.327mmまで変化させた板状の接合材料を用いた。

その他は上記実施例1の場合と同様の条件で第1金属部材および第2金属部材の接合を行った。

[0079] それから、得られた接合体について、上記実施例1の場合と同様にして、特性の測定および評価を行った。具体的には、接合強度の測定、残留成分評価、流れ出し評価、熱衝撃試験後のクラック有無および接合強度の測定などを行った。

なお、この実施例2では、接合強度の評価にあたって、シア強度が 20 Nmm^{-2} 以上のものを◎（優）、 2 Nmm^{-2} 以上で 20 Nmm^{-2} 未満のものを○（良）、 2 Nmm^{-2} 以下のものを×（不可）と評価した。

また、残留第1金属成分率については、0～3体積％の場合を◎（優）、3体積％を超え、30体積％以下の場合を○（良）、30体積％より大きい場合を×（不可）と評価した。

[0080] また、接合材料の流れ出し不良率については、0～10％の場合を◎（優

）、１０％を超え、５０％以下の場合は○（良）、５０％より大きい場合を×（不可）と評価した。

[0081] また、熱衝撃試験後のクラック発生有無については、クラックの発生の有無を評価した。

表２に、各接合体の接合強度（室温、２６０℃）、残留低融点金属含有率、流れ出し不良率、熱衝撃試験後のクラック発生の有無および接合強度を表２に示す。

[0082] なお、表２において、「第１および第２金属」の欄の「割合（％）」は、第１金属部材（Ｃｕ－１０Ｍｎ）と第２金属部材（Ｃｕ－１０Ｍｎ）の厚みの合計（試料番号２１の場合、 $0.1\text{ mm} \times 2 = 0.2\text{ mm}$ ）と、接合材料（Ｓｎ）の厚み（（試料番号２１の場合、 0.266 mm ）を合わせた値（ 0.466 mm ）に対する、第１金属部材（Ｃｕ－１０Ｍｎ）と第２金属部材（Ｃｕ－１０Ｍｎ）の厚みの合計（ 0.2 mm ）の割合を示している。

[0083]

[表2]

試料番号	接合材料 (Sn)の 厚さ (mm)	第1および第2金属			接合強度と評価 (室温)		接合強度と評価 (260℃)		残留低融点金属 含有率と評価		流れ出し不良率 と評価		熱衝撃試験と評価		
		種類	厚さ (mm)	割合(%)	接合強度 (Nmm ⁻²)	評価	接合強度 (Nmm ⁻²)	評価	含有率 (体積%)	評価	流れ出し 不良率 (%)	評価	クラック 発生 有無	接合強度 (Nmm ⁻²)	評価
21	0.266	Cu-10Mn	0.1	42.9	25	◎	23	◎	0	◎	0	◎	なし	24	◎
22	0.404	Cu-10Mn	0.1	33.1	28	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
23	0.467	Cu-10Mn	0.1	30.0	30	◎	26	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
24	0.533	Cu-10Mn	0.1	27.1	31	◎	16	○	11	○	11	○	なし	28	◎
25	0.765	Cu-10Mn	0.1	20.1	29	◎	11	○	16	○	14	○	なし	25	◎
26	1.066	Cu-10Mn	0.1	15.8	27	◎	9	○	21	○	21	○	なし	24	◎
27	1.327	Cu-10Mn	0.1	13.1	27	◎	7	○	26	○	49	○	なし	23	◎
28	0.342	Cu-10Ni	0.1	36.9	30	◎	27	◎	0	◎	0	◎	なし	28	◎
29	0.467	Cu-10Ni	0.1	30.0	33	◎	29	◎	0	◎	0	◎	なし	28	◎
30	1.027	Cu-10Ni	0.1	16.3	27	◎	8	○	23	○	41	○	なし	24	◎

[0084] 表2に示すように、室温における接合強度については、試料番号21～3

0のいずれの試料も 20 N m m^{-2} 以上を示し、十分な接合強度を備えていることが確認された。

[0085] また、 260°C における接合強度についても、試料番号21～30の各試料は $7\sim 26\text{ N m m}^{-2}$ と、 2 N m m^{-2} 以上の接合強度を有しており、実用可能な接合が行われていることが確認された。特に、第1および第2金属がCu-10Mnである場合、その割合が30体積%以上である試料番号21～23, 28, 29の試料では、 23 N m m^{-2} 以上の接合強度を示し、高い耐熱強度を備えていることが確認された。

[0086] また、残留低融点金属含有率については、試料番号21～30の各試料とも、30体積%以下であり、特にCu-10Mnの割合が30体積%以上である試料番号21～23, Cu-10Niの割合が30体積%以上である試料番号28, 29の試料の場合、残留低融点金属含有率が0体積%になることが確認された。

[0087] また、接合材料の流れ出し不良率についても、試料番号21～30の各試料とも50%以下であり、特にCu-10Mnの割合が30体積%以上である試料番号21～23, Cu-10Niの割合が30体積%以上である試料番号28, 29の試料の場合、流れ出し不良率が0%となり、高い耐熱性が得られることが確認された。

実施例 3

[0088] 表3の試料番号31～35に示すような金属(Cu-Mn系合金)からなる第1金属部材と第2金属部材とを、Snを低融点金属とする接合材料を用いて接合した。

また、表3の試料番号36～39に示すような金属(Cu-Ni系合金)からなる第1金属部材と第2金属部材とを、Snを低融点金属とする接合材料を用いて接合した。

[0089] なお、第1金属部材および第2金属部材の厚さは0.3mmとした。

また、接合材料としては、厚さを0.1mmの板状の接合材料を用いた。

その他は上記実施例1の場合と同様の条件で第1金属部材および第2金属

部材の接合を行った。

[0090] それから、得られた接合体について、上記実施例 1 の場合と同様にして、特性測定および評価を行った。具体的には、接合強度の測定、残留成分評価、流れ出し評価、熱衝撃試験後のクラック有無および接合強度の測定などを行った。

なお、接合強度の評価および、残留低融点金属含有率の評価、流れ出し不良率の評価にあたっては、実施例 2 の場合と同様の基準で評価した。

[0091] 表 3 に、各接合体の接合強度（室温、260℃）、残留低融点金属含有率、流れ出し不良率、熱衝撃試験後のクラック発生の有無および接合強度を示す。

[0092]

[表3]

試料番号	接合材料 (0.3mm)	第1および 第2金属 (0.1mm)	接合強度と評価 (室温)		接合強度と評価 (260℃)		残留低融点金属 含有率と評価		流れ出し不良率 と評価		熱衝撃試験と評価		
			接合強度 (Nmm ⁻²)	評価	接合強度 (Nmm ⁻²)	評価	含有率 (体積%)	評価	流れ出し 不良率 (%)	評価	クラック 発生 有無	接合強度 (Nmm ⁻²)	評価
31	Sn	Cu-5Mn	28	◎	6	○	19	○	32	○	なし	24	◎
32	Sn	Cu-10Mn	27	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
33	Sn	Cu-15Mn	28	◎	25	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
34	Sn	Cu-20Mn	30	◎	12	○	9	○	15	○	なし	27	◎
35	Sn	Cu-30Mn	31	◎	5	○	21	○	35	○	なし	27	◎
36	Sn	Cu-5Ni	28	◎	8	○	12	○	26	○	なし	26	◎
37	Sn	Cu-10Ni	30	◎	26	◎	0	◎	0	◎	なし	26	◎
38	Sn	Cu-15Ni	29	◎	26	◎	0	◎	0	◎	なし	25	◎
39	Sn	Cu-20Ni	30	◎	12	○	5	○	12	○	なし	27	◎

[0093] 表3に示すように、室温における接合強度については、試料番号31～3

9のいずれの試料も 20 Nmm^{-2} 以上を示し、十分な接合強度を備えていることが確認された。

[0094] また、 260°C における接合強度についても、試料番号31～39の各試料は $5\sim 26\text{ Nmm}^{-2}$ と、 2 Nmm^{-2} 以上の実用可能な接合強度を有していることが確認された。

[0095] 特に、試料番号第32, 33の試料のように、第1金属と第2金属がCu-10Mnである場合と、Cu-15Mnである場合、試料番号第37, 38の試料のように、第1金属および第2金属がCu-10Niである場合と、Cu-15Niである場合には、 24 Nmm^{-2} 以上の接合強度を示し、高い耐熱強度を備えていることが確認された。

[0096] また、残留低融点金属含有率については、試料番号31～39の各試料とも、30体積%以下であり、さらに試料番号第32, 33の試料のように、第1金属と第2金属がCu-10Mnである場合と、Cu-15Mnである場合、試料番号第37, 38の試料のように、第1金属および第2金属がCu-10Niである場合と、Cu-15Niである場合には、残留低融点金属含有率が0体積%になることが確認された。

[0097] また、接合材料の流れ出し不良率についても、試料番号31～39の各試料はいずれも35体積%以下であり、さらに試料番号第32, 33の試料のように、第1金属と第2金属がCu-10Mnである場合と、Cu-15Mnである場合、試料番号第37, 38の試料のように、第1金属および第2金属がCu-10Niである場合と、Cu-15Niである場合には、流れ出し不良率が0%となり、高い耐熱性が得られることが確認された。

実施例 4

[0098] 上記の実施例1～3では、低融点金属を含む接合材料として、板状の接合材料を用いたが、この実施例4では、フラックスと低融点金属（Sn-3Ag-0.5Cu粉末）を配合したソルダペーストを用い、Cuからなる第1金属部材と、Cu-10Mnからなる第2金属部材を接合した。

接合するにあたっては、Cuからなる第1金属部材上に、上述のソルダペ

ーストを印刷し、その上にCu-10Mnからなる第2金属部材を重ね合わせた後、250℃、30分の条件でリフローすることにより、第1金属部材と第2金属部材とを接合した。

[0099] それから、得られた接合体について、上記実施例1の場合と同様にして、特性測定および評価を行った。具体的には、接合強度の測定、残留成分評価、流れ出し評価、熱衝撃試験後のクラック有無および接合強度の測定を行い、特性を評価した。

その結果、上記実施例1～3の本発明の要件を備えた各試料の場合と同等の特性を備えた接合体が得られることが確認された。

[0100] なお、上記の各実施例では、第1金属部材の全体が第1金属から構成されており、第2金属部材の全体が第2金属から形成されている場合を例にとって説明したが、第1金属および第2金属が、互いに接合させるべき第1金属部材（電極本体）と第2金属部材（電極本体）の表面に形成されためっき膜を構成する金属材料であって、そのうちの少なくとも一方が、金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属材料であるような構成とすることも可能である。

実施例 5

[0101] この実施例5では、フラックスと低融点金属（Sn-3Ag-0.5Cu粉末）を配合したソルダペーストを用い、ガラスエポキシ基板上のCuからなるランド電極（本発明における第1金属部材）と、チップコンデンサ（電子部品）および弾性表面波フィルタ（SAWフィルタ）（電子部品）のCu-10Mnからなる外部電極（本発明における第2金属部材）を接合することにより、ガラスエポキシ基板上に、チップコンデンサと弾性表面波フィルタが搭載された構造を有する電子装置を製造した。

すなわち、この電子装置は、上記第1金属部材と、上記第2金属部材とが、本発明の要件を備えた接合材料を介して接合された構造を有する電子装置である。

[0102] 上記ランド電極（第1金属部材）に上記外部電極（第2金属部材）を接合

するにあたっては、ガラスエポキシ基板のCuからなる第1金属部材上に、上述のソルダペーストを印刷し、その上にチップコンデンサおよびSAWフィルタのCu-10Mnからなる外部電極（第2金属部材）を重ね合わせた後、250℃、30分の条件でリフローすることにより、第1金属部材と第2金属部材とを接合した。

[0103] なお、第1金属部材の厚さは0.05mm、第2金属部材の厚さは0.05mmとした。

また、ソルダペーストは、厚さ0.05mmのメタルマスクを用いて上記ランド電極上に印刷した。

[0104] 得られた接合体について、上記実施例1の場合と同様にして、特性測定および評価を行った。具体的には、接合強度の測定、残留成分評価、流れ出し評価、熱衝撃試験後のクラック有無および接合強度の測定を行い、特性を評価した。

なお、接合強度の評価および、残留低融点金属含有率の評価、流れ出し不良率の評価にあたっては、上記実施例2の場合と同様の基準で評価した。

表4に、各接合体の接合強度（室温、260℃）、残留低融点金属含有率、流れ出し不良率、熱衝撃試験後のクラック発生の有無および接合強度を示す。

[0105]

[表4]

接合材料 を構成す る低融点 金属	第1金属および第2金属	接合強度と 評価 (室温)		接合強度と 評価 (260℃)		残留低融点金 属含有率と 評価		流れ出し不良率 と評価		熱衝撃試験と評価		
		接合 強度 (Nmm^{-2})	評価	接合 強度 (Nmm^{-2})	評価	含有率 (%)	判定	流れ出し 不良率 (%)	評価	クラック 発生率	接合 強度 (Nmm^{-2})	評価
Sn-3Ag- 0.5Cu	第1金属Cu からなる第 1金属部材	第2金属Cu- 10Mnからな る第2金属 部材	チップ コンデンサの 外部電極	28	◎	0	◎	0	◎	なし	16	◎
	ガラスエポ キシ基板の 電極		SAW フィルタの 外部電極									
		29	◎	24	◎	0	◎	0	◎	なし	18	◎

[0106] 表4に示すように、この実施例5においても、上記実施例1～4の本発明

の要件を備えた各試料の場合と同等の特性を備えた接合体が得られることが確認された。

[0107] なお、第1金属および第2金属が、互いに接合させるべき第1金属部材（電極本体）と第2金属部材（電極本体）の表面に形成されためっき膜を構成する金属材料であって、そのうちの少なくとも一方が、金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属材料であるような構成とすることも可能である。

[0108] 本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、接合材料を構成する低融点金属の種類や組成、少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材および少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材を構成する材料の種類や組成などに関し、発明の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

[0109] また、本発明を適用して接合すべき接合対象物の種類や、接合工程における条件などに関しても、種々の応用、変形を加えることが可能である。

[0110] 本発明はさらにその他の点においても、発明の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

符号の説明

[0111]	10	板状の接合材料
	11a	第1金属部材（第1金属）
	11b	第2金属部材（第2金属）
	12	金属間化合物
	64	層状の金属間化合物

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材との間に、前記第1金属および／または前記第2金属よりも融点の低い低融点金属を含む接合材料を配置する工程と、

前記低融点金属の融点以上の温度で前記接合材料を加熱する工程と

を備え、

前記接合材料を加熱する工程において、前記低融点金属と前記第1金属および／または前記第2金属との反応により金属間化合物が生成され、溶融した前記低融点金属中で前記金属間化合物が剥離、分散しながら反応を繰り返すこと

を特徴とする接合方法。

[請求項2] 前記接合材料を加熱する工程において、前記低融点金属をすべて金属間化合物とすることを特徴とする請求項1記載の接合方法。

[請求項3] 少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを備えた電子装置の製造方法であって、

前記第1金属部材と、前記第2金属部材とを、請求項1または2記載の接合方法により接合する工程を備えていること

を特徴とする電子装置の製造方法。

[請求項4] 少なくとも表面が第1金属からなる第1金属部材と、少なくとも表面が第2金属からなる第2金属部材とを、前記第1金属および／または前記第2金属よりも融点の低い低融点金属を主たる成分とする接合材料を介して接合するための接合方法であって、

前記接合材料を構成する前記低融点金属を、SnまたはSnを70重量%以上含む合金とし、

前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方を、前記接合材

料を構成する前記低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属または合金とし、かつ、

前記第1金属部材と第2金属部材との間に前記接合材料を配置した状態で、前記接合材料を構成する前記低融点金属が溶融する温度で熱処理し、前記第1金属部材と前記第2金属部材とを前記接合材料を介して接合する熱処理工程を備えていること

を特徴とする接合方法。

[請求項5] 前記低融点金属はSnまたはSnを85重量%以上含む合金であることを特徴とする請求項4記載の接合方法。

[請求項6] (a)前記接合材料を構成する前記低融点金属と、(b)前記第1金属および前記第2金属のうちの前記格子定数差が50%以上のものとの合計量に対する、後者の割合が30体積%以上の状態で、前記熱処理工程を実施することを特徴とする請求項4または5記載の接合方法。

[請求項7] 前記接合材料を構成する前記低融点金属が、
Sn単体、または、
Cu、Ni、Ag、Au、Sb、Zn、Bi、In、Ge、Al、
Co、Mn、Fe、Cr、Mg、Mo、Pd、Si、Sr、Te、P
からなる群より選ばれる少なくとも1種と、Snとを含む合金
であることを特徴とする請求項4～6のいずれかに記載の接合方法。

[請求項8] 前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方が、Cu-Mn合金またはCu-Ni合金であることを特徴とする請求項4～7のいずれかに記載の接合方法。

[請求項9] 前記第1金属および前記第2金属の少なくとも一方が、
Mnを5～30重量%の割合で含有するCu-Mn合金、または、
Niを5～30重量%の割合で含有するCu-Ni合金

であることを特徴とする請求項 8 記載の接合方法。

[請求項10]

前記第 1 金属および前記第 2 金属の少なくとも一方が、
Mn を 10 ～ 15 重量%の割合で含有する Cu-Mn 合金、または
、
Ni を 10 ～ 15 重量%の割合で含有する Cu-Ni 合金
であることを特徴とする請求項 8 記載の接合方法。

[請求項11]

少なくとも表面が第 1 金属からなる第 1 金属部材と、少なくとも表面が第 2 金属からなる第 2 金属部材とを備えた電子装置の製造方法であって、

前記第 1 金属部材と、前記第 2 金属部材とを請求項 4 ～ 9 のいずれかに記載の接合方法により接合する工程を備えていることを特徴とする電子装置の製造方法。

[請求項12]

第 1 金属部材と、第 2 金属部材とが、接合部を介して接合された接合構造であって、前記接合部中には、少なくとも Cu-M-Sn (M は Ni および/または Mn) 金属間化合物が分散しており、前記第 1 金属部材および前記第 2 金属部材との界面の少なくとも一方には、金属間化合物層である Cu_3Sn 層および Cu_6Sn_5 層のどちらかが形成されていないことを特徴とする接合構造。

[請求項13]

前記接合部中には、前記第 1 金属部材および前記第 2 金属部材との界面のいずれにも、金属間化合物層である Cu_3Sn 層および Cu_6Sn_5 層のどちらかが形成されていないことを特徴とする、請求項 12 記載の接合構造。

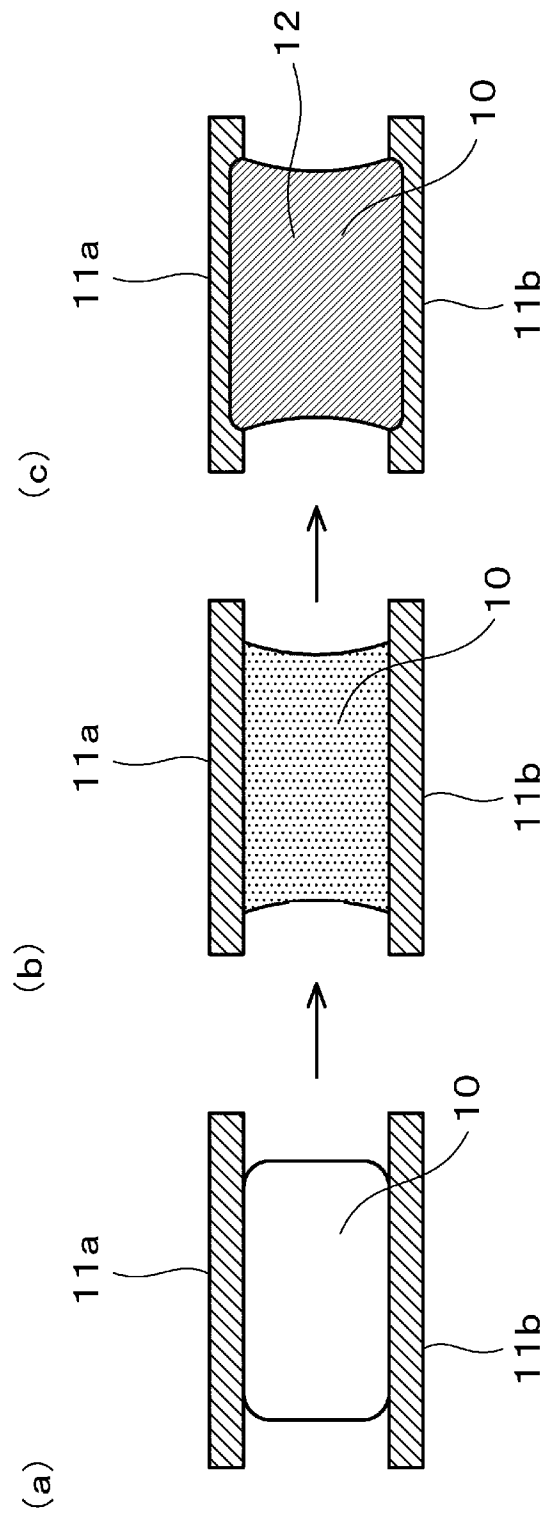
[請求項14]

少なくとも表面が第 1 金属からなる第 1 金属部材と、少なくとも表面が第 2 金属からなる第 2 金属部材とが、接合部を介して接合された電子装置であって、

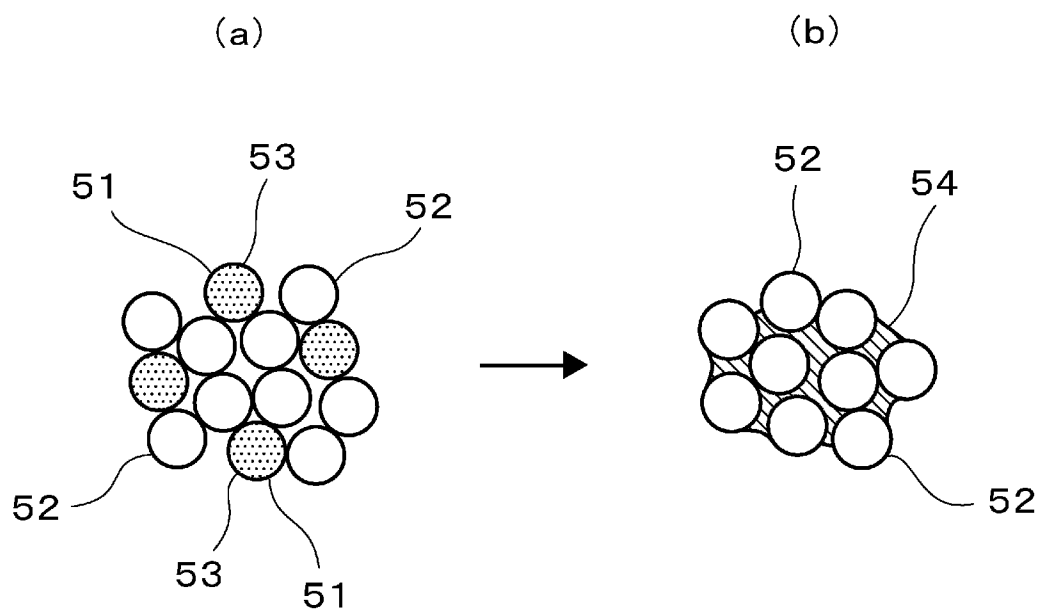
前記第 1 金属部材と前記第 2 金属部材の接合部が、請求項 12 または 13 記載の接合構造を有していることを特徴とする電子装置。

- [請求項15] S nまたはS nを70重量%以上含む合金からなる低融点金属を含む接合材料による接合に供される電極を備えた電子部品であって、
前記接合材料に接する前記電極の表面が、前記低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、前記低融点金属との反応により前記電極の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が50%以上である金属または合金によって形成されていることを特徴とする電子部品。
- [請求項16] 前記接合材料に接する前記電極の表面が、Cu-Mn合金またはCu-Ni合金によって形成されていることを特徴とする、請求項15記載の電子部品。
- [請求項17] 前記接合材料に接する前記電極の表面が、
Mnを5～30重量%の割合で含有するCu-Mn合金、または、
Niを5～30重量%の割合で含有するCu-Ni合金によって形成されていること
を特徴とする、請求項16記載の電子部品。
- [請求項18] 前記接合材料に接する前記電極の表面が、
Mnを10～15重量%の割合で含有するCu-Mn合金、または、
、
Niを10～15重量%の割合で含有するCu-Ni合金によって形成されていること
を特徴とする、請求項16記載の電子部品。

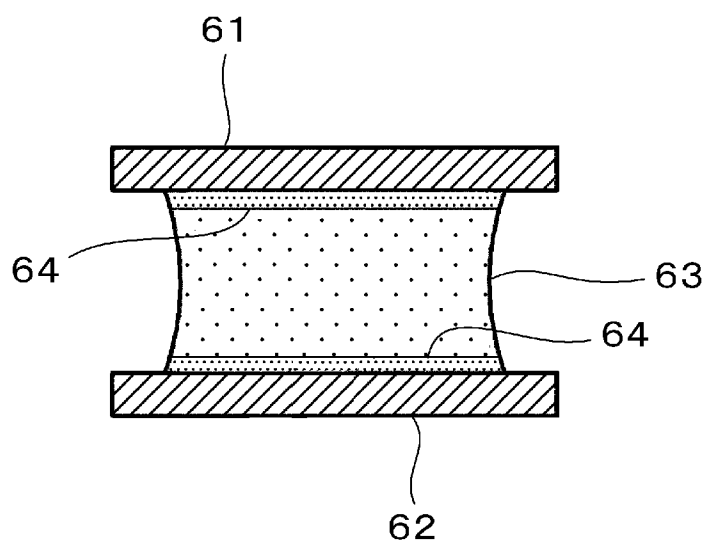
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079781

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K1/00(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)i, C22C9/05(2006.01)i, C22C9/06(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)i, H05K3/34(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)n,
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K1/00, B23K1/19, B23K35/26, B23K35/30, C22C9/05, C22C9/06, C22C13/00, C22C13/02, H05K3/34, B23K35/22, B23K101/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-288458 A (Toshiba Corp.), 20 October 2005 (20.10.2005), entire text; drawings & US 2005/0218525 A1 & EP 1582287 A1	1-18
A	JP 2003-332731 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 21 November 2003 (21.11.2003), entire text; drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2010-149185 A (Asahi Kasei E-materials Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text; drawings (Family: none)	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 March, 2012 (27.03.12)

Date of mailing of the international search report
03 April, 2012 (03.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079781

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/075459 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 20 July 2006 (20.07.2006), entire text; drawings & EP 1837119 A1 & CN 101087673 A & KR 10-2007-0086809 A	1-18
A	WO 2007/125861 A1 (Senju Metal Industry Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), entire text; drawings & EP 2017031 A1 & KR 10-2009-0007770 A & CN 101479073 A	1-18
A	JP 2002-254195 A (TDK Corp.), 10 September 2002 (10.09.2002), entire text; drawings & JP 2005-125408 A & JP 2005-167257 A	1-18
A	JP 2003-211289 A (Fujitsu Ltd.), 29 July 2003 (29.07.2003), entire text; drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2003-94193 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 April 2003 (02.04.2003), entire text; drawings (Family: none)	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079781

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

(International Patent Classification (IPC))

B23K101/36(2006.01)n

(According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079781

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The special technical feature of the invention in claim 1 is "a feature wherein, in a step of heating a bonding material, an intermetallic compound is generated due to reaction between a low melting point metal and a first metal and/or a second metal, and the intermetallic compound repeats reacting, while the intermetallic compound is being peeled and dispersed in the molten low melting point metal".

The special technical feature of the inventions in claims 4 and 15 is "a feature of having a first metal and/or a second metal formed of a metal or an alloy, which generates an intermetallic compound between a low melting point metal constituting a bonding material and the metal or the alloy, and which has 50 % or more of lattice constant difference between the metal or the alloy, and an intermetallic compound generated on the surface of the first metal and/or the second metal."

The special technical feature of the invention in claim 12 is "a feature wherein at least a Cu-M-Sn (M is Ni and/or Mn) intermetallic compound is dispersed in a bonding portion, and both of the Cu₃Sn layer and the Cu₆Sn₅ layer, i.e., the intermetallic compound layers, are not formed on the interface of a first metal member and/or that of a second metal member."

Invention group 1: Claims 1-3

A bonding method wherein, in a step of heating a bonding material, an intermetallic compound is generated due to reaction between a low melting point metal and a first metal and/or a second metal, and the intermetallic compound repeats reacting, while the intermetallic compound is being peeled and dispersed in the molten low melting point metal."

Invention group 2: Claims 4-11 and 15-18

A bonding method wherein, a first metal and/or a second metal is a metal or an alloy, which generates an intermetallic compound between a low melting point metal constituting the bonding material and the metal or the alloy, and which has 50 % or more of lattice constant difference between the metal or the alloy, and an intermetallic compound generated on the surface of the first metal and/or the second metal."

Invention group 3: Claims 12-14

A bonding method wherein at least a Cu-M-Sn (M is Ni and/or Mn) intermetallic compound is dispersed in a bonding portion, and both of the Cu₃Sn layer and the Cu₆Sn₅ layer, i.e., the intermetallic compound layers, are not formed on the interface of a first metal member and/or that of a second metal member.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K1/00(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K35/26(2006.01)i, B23K35/30(2006.01)i,
C22C9/05(2006.01)i, C22C9/06(2006.01)i, C22C13/00(2006.01)i, C22C13/02(2006.01)i,
H05K3/34(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)n, B23K101/36(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K1/00, B23K1/19, B23K35/26, B23K35/30, C22C9/05, C22C9/06, C22C13/00, C22C13/02, H05K3/34,
B23K35/22, B23K101/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-288458 A (株式会社東芝) 2005. 10. 20, 全文及び図面 & US 2005/0218525 A1 & EP 1582287 A1	1-18
A	JP 2003-332731 A (株式会社村田製作所) 2003. 11. 21, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-18

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 7 . 0 3 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山崎 孔徳

3 P

4 0 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-149185 A (旭化成イーマテリアルズ株式会社) 2010. 07. 08, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-18
A	WO 2006/075459 A1 (株式会社村田製作所) 2006. 07. 20, 全文及び図面 & EP 1837119 A1 & CN 101087673 A & KR 10-2007-0086809 A	1-18
A	WO 2007/125861 A1 (千住金属工業株式会社) 2007. 11. 08, 全文及び図面 & EP 2017031 A1 & KR 10-2009-0007770 A & CN 101479073 A	1-18
A	JP 2002-254195 A (ティーディーケー株式会社) 2002. 09. 10, 全文及び図面 & JP 2005-125408 A & JP 2005-167257 A	1-18
A	JP 2003-211289 A (富士通株式会社) 2003. 07. 29, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2003-94193 A (松下電器産業株式会社) 2003. 04. 02, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-18

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページを参照されたい。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明の特別な技術的特徴は、「接合材料を加熱する工程において、低融点金属と第 1 金属および／または第 2 金属との反応により金属間化合物が生成され、溶融した低融点金属中で金属間化合物が剥離、分散しながら反応を繰り返すこと」である。

請求項 4, 15 に係る発明の特別な技術的特徴は、「第 1 金属および第 2 金属の少なくとも一方を、接合材料を構成する低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、第 1 金属および第 2 金属の少なくとも一方の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が 50 % 以上である金属または合金とすること」である。

請求項 12 に係る発明の特別な技術的特徴は、「接合部中には、少なくとも $Cu-M-Sn$ (M は Ni および／または Mn) 金属間化合物が分散しており、第 1 金属部材および第 2 金属部材との界面の少なくとも一方には、金属間化合物層である Cu_3Sn 層および Cu_6Sn_5 層のどちらもが形成されていないこと」である。

(発明 1) 請求項 1-3 : 接合材料を加熱する工程において、低融点金属と第 1 金属および／または第 2 金属との反応により金属間化合物が生成され、溶融した低融点金属中で金属間化合物が剥離、分散しながら反応を繰り返す接合方法。

(発明 2) 請求項 4-11, 15-18 : 第 1 金属および第 2 金属の少なくとも一方を、接合材料を構成する低融点金属との間に金属間化合物を生成する金属または合金であって、第 1 金属および第 2 金属の少なくとも一方の表面に生成する金属間化合物との格子定数差が 50 % 以上である金属または合金とする接合方法。

(発明 3) 請求項 12-14 : 接合部中には、少なくとも $Cu-M-Sn$ (M は Ni および／または Mn) 金属間化合物が分散しており、第 1 金属部材および第 2 金属部材との界面の少なくとも一方には、金属間化合物層である Cu_3Sn 層および Cu_6Sn_5 層のどちらもが形成されていない接合方法。