

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-79242
(P2023-79242A)

(43)公開日 令和5年6月8日(2023.6.8)

(51)国際特許分類	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 0 A 5 G 3 0 1
C 2 2 C 13/02 (2006.01)	B 2 3 K 35/26	3 1 0 C
C 2 2 C 12/00 (2006.01)	C 2 2 C 13/02	
C 2 2 C 13/00 (2006.01)	C 2 2 C 12/00	
B 2 3 K 35/363(2006.01)	C 2 2 C 13/00	

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-192604(P2021-192604)	(71)出願人	306030563 岡田 守弘 東京都目黒区平町1丁目21番20-8 06号
(22)出願日	令和3年11月27日(2021.11.27)	(74)代理人	100089141 弁理士 岡田 守弘
		(72)発明者	岡田 守弘 東京都目黒区平町1丁目21番20-8 06号
		Fターム(参考)	5G301 AA03 AA07 AA11 AA14 AA19 AA20 AA30 AB12 AD10

(54)【発明の名称】 低温半田、低温半田の製造方法、および低温半田被覆リード線

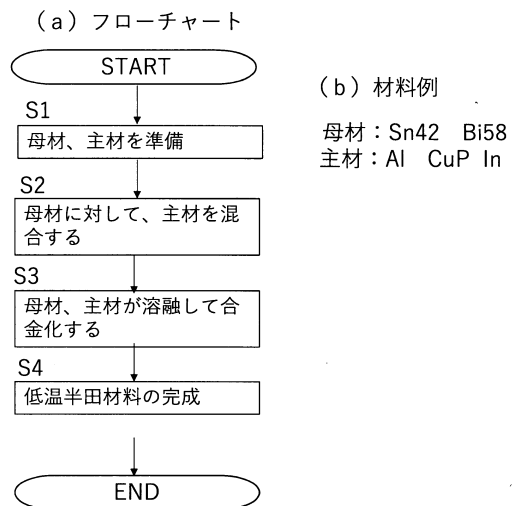
(57)【要約】

【目的】 本発明は、低温半田、低温半田の製造方法、および低温半田被覆リード線に関し、Snと、BiあるいはBiとIn等との合金からなる低温半田において、Al、P、Sb、In等の1つ以上を混入して溶融・合金化し、樹脂フィルム上の電極(アルミ、銅等)に半田付け可能かつ安価な低温半田を提供することを目的とする。

【構成】 Snと、Bi、In、あるいはBiとInとの合金である母材に、Al、P、Sb、In(母材にInが含まれる場合を除く)、Baのうちの1つ以上からなる主材を、合計1.0ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上を混入して溶融・合金化し、密着力を増強した低温半田である。

【選択図】 図1

本発明の低温半田製造説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

S n と、B i、あるいはI n、あるいはB i とI n、との合金からなる低温半田において、

純度が4 N以上の、S n と、B i、あるいはI n、あるいはB i とI n、との合金である母材に、A l、P、S b、I n (母材にI nが含まれる場合を除く)、B aのうちの1つ以上からなる主材を、合計1.0ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上を混入して溶融・合金化し、密着力を増強したことを特徴とする低温半田。

【請求項 2】

請求項1に記載のB aの代わりに、あるいはB aと一緒に、V、C o、C r、N i、G e、S iのいずれか1つ以上とし、密着力を増強したことを特徴とする低温半田。 10

【請求項 3】

前記溶融・合金化した後の低温半田の溶融温度は、前記母材の溶融温度と同じあるいは低いことを特徴とする請求項1あるいは請求項2に記載の低温半田。

【請求項 4】

A l、P、S b、I n、B aのうちの1つ以上を含有する合金からなる副材を、必要に応じて前記母材に混入して溶融・合金化したことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の低温半田。

【請求項 5】

前記副材の合金として、C uとPとの合金としたことを特徴とする請求項4に記載の低温半田。 20

【請求項 6】

前記母材、主材、副材をまとめてあるいは複数に分けて混合して溶融・合金化することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれかに記載の低温半田。

【請求項 7】

太陽電池基板、液晶基板の電極に、あるいはリード線の半田付けに用いることを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の低温半田。

【請求項 8】

前記溶融・合金化し、密着力を増強したとして、半田付けする対象である、金属については合金化、酸化物を焼成して形成した無機材については焼結、およびセルロース/樹脂材については表面の凹凸の隙間に入って固化して固着する密着力の1つ以上を増強したことを特徴とした請求項1から請求項7のいずれかに記載の低温半田。 30

【請求項 9】

請求項8において、前記金属は少なくともアルミニウム、銅、鉄、ステンレス、シリコンであり、前記無機材は少なくともガラス、セラミックであり、前記セルロース/樹脂は少なくとも紙、木材、樹脂フィルム、樹脂ファイバー、カーボンファイバーであることを特徴とする低温半田。

【請求項 10】

前記溶融・合金化し、密着力を増強したとして、前記S n - B i合金では少なくとも熔融する139℃、前記S n - I n合金では少なくとも熔融する120℃、前記S n - I n - B i合金では熔融する90℃から各10℃以上の高い温度で半田付けして密着力を増強したことを特徴とする請求項8から請求項9のいずれかに記載の低温半田。 40

【請求項 11】

前記半田付けは、超音波半田付けであることを特徴とする請求項7から請求項10のいずれかに記載の低温半田。

【請求項 12】

請求項1から請求項11に記載の低温半田を、線材、リボンの表面に溶融塗布したことを特徴とする低温半田被覆リード線。

【請求項 13】

前記溶融塗布は、超音波を印加した状態で溶融塗布したことを特徴とする請求項12に 50

記載の低温半田被覆リード線。

【請求項 14】

請求項 1 から請求項 13 のいずれかに記載の低温半田に、臭化アンモニウムの粉末を 3 wt % 以下から 0.05 wt % 以上混入し、半田付け密着度を改善したことを特徴とする低温半田。

【請求項 15】

Sn と、Bi、あるいはIn、あるいはBi と In、との合金からなる低温半田の製造方法において、

純度が 4N 以上の、Sn と、Bi、あるいはIn、あるいはBi と In、との合金である母材に、Al、P、Sb、In (母材にInが含まれる場合を除く)、Ba のうちの 1 つ以上からなる主材を、合計 1.0 ないし 1.5 wt % 以下、0.01 wt % 以上を混合するステップと、

前記混合した材料を溶融して合金化するステップと、
を有し、密着力を増強したことを特徴とする低温半田の製造方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の Ba の代わりに、あるいは Ba と一緒に、V、Co、Cr、Ni、Ge、Si のいずれか 1 つ以上とし、密着度を増強したことを特徴とする低温半田。

【請求項 17】

前記溶融・合金化した後の低温半田の溶融温度は、前記母材の溶融温度と同じあるいは低いことを特徴とする請求項 15 あるいは請求項 16 に記載の低温半田の製造方法。

【請求項 18】

Al、P、Sb、In、Ba のうちの 1 つ以上を含有する合金からなる副材を、必要に応じて前記母材に混入して溶融・合金化したことを特徴とする請求項 15 から請求項 17 のいずれかに記載の低温半田の製造方法。

【請求項 19】

前記副材の合金として、Cu と P との合金としたことを特徴とする請求項 18 に記載の低温半田の製造方法。

【請求項 20】

前記母材、主材、副材をまとめてあるいは複数に分けて混合して溶融・合金化することを特徴とする請求項 15 から請求項 19 のいずれかに記載の低温半田の製造方法。

【請求項 21】

太陽電池基板、液晶基板の電極に、あるいはリード線の半田付けに用いることを特徴とする請求項 15 から請求項 20 のいずれかに記載の低温半田の製造方法。

【請求項 22】

請求項 15 から請求項 21 のいずれかに記載の BiSn 半田に、臭化アンモニウムの粉末を 3 wt % 以下から 0.05 wt % 以上混入し、半田付け密着度を改善することを特徴とする低温半田の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アルミや銅等の金属、太陽電池基板や液晶基板等に用いる樹脂フィルム、更にアルミナやガラスに使う低温半田、低温半田の製造方法、および低温半田被覆リード線に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、銅等の金属、太陽電池基板や液晶基板等の電極へのリード線の半田付けは錫鉛半田が強度の強いこと、価格が安いことなどの理由により多く用いられている。

【0003】

また、アルミなどの電極の場合には、十分な半田付け強度が得られないために銀ペーストを塗布・焼結してこの上にリード線を錫鉛半田で半田付けしていた。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

また、最近は、公害等の観点から鉛フリー半田の要望が強くなっている。

【 0 0 0 5 】

更に、柔軟性のあるPET等の樹脂フィルム上に太陽電池を形成し、これの電極（アルミ電極、銅電極等）にリード線を低温半田付けする要望が生じている。

【 0 0 0 6 】

また、アルミナやガラス等に電極を形成したり、半田付けしたりする要望が生じている。

【 0 0 0 7 】

また、カーボンファイバー等の導電性繊維をシート状にしたものに電極を形成したり、リード線を半田付けしたりする要望が生じている。 10

【 0 0 0 8 】

また、和紙等の紙に電極を形成したり、リード線を低温半田付けしたりする要望が生じていた。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 9 】

従来の鉛フリー半田は、錫鉛半田に比較し、強度が要求強度に少し不足したり、価格が高くて代替えに至っていないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

また、樹脂フィルム上に形成した太陽電池等では、半田付け温度が高すぎるという問題が発生した。 20

【 0 0 1 1 】

また、アルミナやガラス等に電極を形成したり、低温半田付けできないという問題もあった。

【 0 0 1 2 】

また、導電性のカーボンファイバー等をシート状に形成したものに、電極を形成したり、リード線を低温半田付けしたりできないという問題もあった。

【 0 0 1 3 】

また、和紙等の紙に電極を形成したり、リード線を低温半田付けしたりできないという 30
問題があった。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

本発明者は、鉛フリー半田の一種であるSnと、Bi、In、あるいはBiとInとの合金からなる低温半田について、Al、P、Sb、In（母材がInを含むときは除く）、Baなどの1つ以上を合計1wt%ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上の微量を混入して溶融・合金化した低温半田は、アルミ等の金属、樹脂フィルム等、アルミナ等に極めて強固に低温半田付け可能であることを発見した。

【 0 0 1 5 】

そのため、本発明らは、Snと、Bi、あるいはIn、あるいはBiとIn、との合金 40
からなる低温半田において、純度が4N以上の、Snと、Bi、あるいはIn、あるいはBiとIn、との合金である母材に、Al、P、Sb、In（母材にInが含まれる場合を除く）、Baのうちの1つ以上からなる主材を、合計1.0ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上を混入して溶融・合金化し、密着力を増強するようにしている。

【 0 0 1 6 】

この際、Baの替わりに、あるいはBaと一緒に、V、Co、Cr、Ni、Ge、Siのいずれか1つ以上とし、密着力を増強するようにしている。

【 0 0 1 7 】

また、溶融・合金化した後の低温半田の溶融温度は、母材の溶融温度と同じあるいは低いようにしている。 50

【0018】

また、Al、P、Sb、In、Baのうちの1つ以上を含有する合金からなる副材を、必要に応じて母材に混入して溶融・合金化するようにしている。

【0019】

また、副材の合金として、CuとPとの合金とするようにしている。

【0020】

また、母材、主材、副材をまとめてあるいは複数に分けて混合して溶融・合金化するようにしている。

【0021】

また、太陽電池基板、液晶基板の電極に、あるいはリード線の半田付けに用いるようにしている。 10

【0022】

また、溶融・合金化し、密着力を増強したとして、半田付けする対象である、金属については合金化、酸化物を焼成して形成した無機材については焼結、およびセルロース/樹脂材については表面の凹凸の隙間に入って固化して固着する密着力の1つ以上を増強するようにしている。

【0023】

また、金属は少なくともアルミニウム、銅、鉄、ステンレス、シリコンであり、無機材は少なくともガラス、セラミックであり、セルロース/樹脂は少なくとも紙、木材、樹脂フィルム、樹脂ファイバー、カーボンファイバーであるようにしている。 20

【0024】

また、溶融・合金化し、密着力を増強したとして、Sn-Bi合金では少なくとも熔融する139、Sn-In合金では少なくとも熔融する120、Sn-In-Bi合金では熔融する90から各10以上の高い温度で半田付けして密着力を増強するようにしている。

【0025】

また、半田付けは、超音波半田付けするようにしている。

【0026】

また、低温半田を、線材、リボンの表面に溶融塗布するようにしている。

【0027】

また、溶融塗布は、超音波を印加した状態で溶融塗布するようにしている。 30

【0028】

また、BiSn半田に、臭化アンモニウムの粉末を3wt%以下から0.05wt%以上混入し、半田付け密着力を改善するようにしている。

【発明の効果】

【0029】

本発明は、上述したように、Snと、Bi、In、あるいはBiとInとの合金からなる低温半田について、Al、P、Sb、In（母材がInを含むときは除く）、Baなどの1つ以上を合計1wt%ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上の微量を混入して溶融・合金化した低温半田は、アルミ等の金属、樹脂フィルム等、アルミナ等、紙等に極めて強固に半田付け可能であり、特に、Inを極微量しか含まないSnとBiとの低温半田は非常に安く製造することが可能となった。 40

【0030】

また、溶融・合金化した後の低温半田の溶融温度は、混入総量を規制することにより、母材の溶融温度と同じあるいは低くなり、混入による溶融温度の上昇を無くすことができた。

【0031】

また、Al、P、Sb、In（母材にInが含まれる場合は除く）、Ba等の1つ以上を混入して溶融・合金化し低温半田を製造することにより、半田付け対象に対する密着強度を大幅に増強することができた。 50

【0032】

また、金属のみでなく、樹脂フィルム、アルミナ、ガラス、和紙等にも強く低温半田付けできるようになった。ここで、低温半田付けは、金属については合金化、酸化物を焼成して形成した無機材（アルミナ、ガラスなど）については焼結（低温焼結）、およびセルロース／樹脂材については表面の凹凸の隙間に入って固化して固着する密着力を獲得したものと推測される。金属以外は超音波を印加して低温半田付けすることが望ましいが、金属でも超音波半田付けした方が強固に半田付けされる。

【実施例1】

【0033】

図1は本発明の低温半田製造説明図を示す。

10

【0034】

図1の(a)はフローチャートを示し、図1の(b)は材料例を示す。

【0035】

図1の(a)において、S1は、母材、主材を準備する。これは、図1の(b)の材料例に示す下記の材料を準備する。

【0036】

- ・母材：Sn42 Bi58
- ・主材：Al、CuP、In

ここで、母材は、本発明の低温半田を形成する合金の基本となる材料（母材）であって、例えばSnが42wt%、Biが58wt%（熔融温度139℃，共晶合金）を1つとして用いた。Sn、Biの重量比は合金を作成できる範囲で任意、例えばBiが3から58wt%、残りをSnとすればよい。いずれの割合にするかは熔融温度（Biが多いほど低温になり、58wt%のときに熔融温度139℃）などを実験して所望の値となるように適宜、割合を選択すればよい。尚、他の低温半田、Sn-In系、Sn-Bi-In系についても同様に図5とその説明に記載したように適宜、割合を選択すればよい。

20

【0037】

また、主材は、半田付けの際に、被半田付け対象の表面の酸化膜除去、密着性、濡れ性、流動性、粘性などの半田付けに影響を与える材料であって、本発明では主材の総量が1ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上にする材料である。ここでは、Al（被半田付け対象の密着性）、P（またはCuP、被半田付け対象の酸化膜除去、密着性）、In（濡れ性、流動性）、Sb（密着性）、Ba（密着性、図8、図9参照）の1つ以上を混合して熔融・合金化する対象の材料である。また、主材は、総量が最大1ないし1.5wt%以下、0.01wt%以上の微量と相まって母材の熔融温度よりも、母材に主材を混合して熔融・合金化した後の低温半田の熔融温度は等しいあるいは若干低い（例えば1ないし3℃程度低い）。これは、主材の総量が母材に対して最大1ないし1.5wt%以下の微量であることで、母材の骨格内に入り、再骨格構成されるものと推測される。

30

【0038】

S2は、母材に対して、主材を混合する。これは、S1で準備した母材に、主材を混合する。

【0039】

S3は、母材、主材が熔融して合金化する。これは、S2で母材に主材を混合して加熱して熔融し、良く攪拌して合金化させる。この際、主材が空気中の酸素で酸化されてしまい合金化が困難な場合などの場合には、必要に応じて不活性ガス（例えば窒素ガス）を坩堝内に吹き込んだり、あるいは更に不活性ガスを満たした熔融炉や真空熔融炉を用いる。

40

【0040】

S4は、低温半田材料が完成する。

【0041】

以上によって、母材、主材を準備してこれらを混合し、熔融・合金化することにより、本願発明に係る低温半田（Sn-Bi系、Sn-In系、Sn-Bi-In系の低温半田）を製造することが可能となる。以下順次詳細に説明する。

50

【 0 0 4 2 】

図 2 は、本発明の低温半田材料製造装置の説明図を示す。

【 0 0 4 3 】

図 2 において、半田材料 1 は、既述した図 1 の S 1 で準備した母材、主材であって、ここでは、金属の破片（粗粉碎したもの）である。

【 0 0 4 4 】

半田材料投入皿 2 は、半田材料 1 を載せて溶融炉 3 に投入するものである。

【 0 0 4 5 】

溶融炉 3 は、ヒーター 4 などで加熱し、内部に半田材料 1 を投入し、母材、主材を溶融し、攪拌して合金化するためのものである。溶融炉 3 は、通常は大気中で内部に投入した母材、主材を溶融し、攪拌して合金化する。この際、必要に応じて不活性ガス（窒素ガスなど）を吹き込んだりして空気中の酸素による酸化を低減したり、更に必要に応じて密閉して不活性ガスを充満（あるいは真空排気）する。

10

【 0 0 4 6 】

以上のようにして、図 1 の S 1 で準備した母材、主材を混合して溶融炉 3 で溶融し、攪拌して合金化し、本願発明の低温半田（Sn - Bi 系、Sn - In 系、Sn - Bi - In 系の低温半田）を製造することが可能となる。

【 0 0 4 7 】

図 3 は、本発明のリード線の低温半田付け説明図を示す。

【 0 0 4 8 】

図 3 の (a) はフローチャートを示し、図 3 の (b) は基板 / リード線の例を示す。

20

【 0 0 4 9 】

図 3 の (a) において、S 1 1 は、超音波で低温半田を基板パターンの予備半田を行う。これは、例えば太陽電池の基板（PET 板 0 . 1 m m t 等）に、これから半田付けしようとする部分（パターン）に、本願発明の低温半田（図 1 の S 4 で製造した低温半田）を超音波半田コテのコテ先に供給して溶融し、かつ超音波を印加して基板上の当該パターン部分に半田付け（超音波予備半田付けという）を予め行う。

【 0 0 5 0 】

S 1 2 は、リード線を超音波ありの半田付け、又は超音波なしの半田付けする。これは、S 1 1 で例えば太陽電池の基板（PET 板）の電極（例えばアルミニウム箔）の上に超音波予備半田付けした部分（パターン）に、リード線を沿わせてその上から超音波を印加しつつあるいは超音波を印加することなく、本願発明の低温半田を溶融してリード線を半田付けする。尚、低温半田がリード線に予め予備半田付けされているときは半田の供給は不要である。

30

【 0 0 5 1 】

以上によって、半田付け対象の部分（例えば太陽電池の基板（PET 板）の電極部分（アルミ部分））に、超音波を用いて本願発明の低温半田の予備半田を行い（S 1 1）、予備半田を行った部分（パターン）の上に本願発明の低温半田を用いてリード線を超音波半田付け、あるいは超音波なし半田付けする（S 1 2）ことにより、従来の半田付け不可の太陽電池の基板の電極部分（アルミ箔部分）等に、超音波有り予備半田付けしてその上にリード線を超音波有半田あるいは超音波なし半田することが可能である。

40

【 0 0 5 2 】

尚、超音波半田付けは、10 W 以下、通常は 0 . 5 から 3 W 程度で超音波半田付けを行っている。強いと太陽電池の基板の上に形成された膜（例えば窒化膜）や基板の表面の結晶を損傷したりするので、強くすることはしない。

【 0 0 5 3 】

図 3 の (b) は、基板 / リード線例を示す。

【 0 0 5 4 】

図 3 の (b) において、基板は、PET などの耐熱性のある樹脂基板（例えば 0 . 1 m m 厚程度の柔軟性のある樹脂基板）であって、通常のハンダ付けでは半田付けが極めて困

50

難な基板の例である。これら基板の電極（アルミ電極、銅電極など）となる部分（パターン）について、本願発明の密着性を持たせた低温半田を超音波予備半田付けする。そして、この予備半田付けした部分（パターン）に、リード線を超音波半田付け、あるいは超音波なし半田付けすることにより、リード線を基板（アルミ電極、銅電極）に半田付けすることが可能となる。

【 0 0 5 5 】

また、リード線は、基板の上の電極の部分（パターン）に、本願発明の密着性を持たせた低温半田を用いて半田付けするリード線であって、ワイヤー（円形の銅線に本願発明の低温半田を半田メッキ（超音波半田メッキ）したワイヤー、少し楕円に潰しておく）と半田付けしやすい）、リボン（銅の薄い板を1mm程度幅にカットしたリボンに、本発明の低温半田を予め半田メッキ（超音波半田メッキ）しておく）等である。

10

【 0 0 5 6 】

図4は、本発明の低温半田付け説明図を示す。

【 0 0 5 7 】

図4の（a）は予備半田付け例を示し、図4の（b）はリボン、又はワイヤーの半田付け例を示す。

【 0 0 5 8 】

図4の（a）において、基板（例：PET板0.1mm厚）11は、ここでは、太陽電池の基板の例であって、該基板11の例えば裏面の全面にアルミニウム膜（箔）12を形成したものである。

20

【 0 0 5 9 】

アルミニウム膜（箔）12は、太陽電池の基板である図示の基板（PET板）11の裏面の全面にアルミ箔（膜）を形成（接着、蒸着等）した電極（アルミニウム電極）である。

【 0 0 6 0 】

超音波半田コテ先端13は、図示外の超音波発生器から超音波を印加しつつ加熱する半田コテ先端である。

【 0 0 6 1 】

低温半田14は、本発明の低温半田（図1のS4で製造された低温半田）である。

【 0 0 6 2 】

次に、半田付け動作を説明する。

30

【 0 0 6 3 】

（1）基板11を予備加熱台の上に搬送して真空吸着して固定し、予備加熱する（例えば130程度に予備加熱する）。

【 0 0 6 4 】

（2）アルミニウム膜（箔）12の上に形成する電極のパターン（短冊状のパターン）の開始点から終了点に向けて、図示の超音波半田コテ先端13に低温半田14を自動供給して溶融しつつ超音波を印加して当該アルミニウム膜（箔）12の上を擦らない程度に近接させた状態で一定速度で移動させ、アルミニウム膜（箔）12の上に短冊状の予備半田パターンを形成する。

40

【 0 0 6 5 】

以上によって、本願発明の低温半田14をアルミニウム膜（箔）12の上に所定パターンの予備半田パターンを低温半田付けすることが可能となる。

【 0 0 6 6 】

図4の（b）は、リボン又はワイヤーの低温ハンダ付け例を示す。

【 0 0 6 7 】

図4の（b）において、超音波半田コテ先端13-1は、図示外の超音波発生器から超音波を印加しつつあるいは超音波を印加しないで、加熱される半田コテ先端である。

【 0 0 6 8 】

低温半田付きリボン又はワイヤー15は、リボンまたはワイヤーに本願発明の低温半田

50

を予め予備半田付けしたものである。尚、ワイヤー 15 は楕円形に少し変形させた方が半田付け性が良好である。

【0069】

次に、リボン又はワイヤーの予備半田パターン部分への半田付け動作を説明する。

【0070】

(1) 図4の(a)と同様に、基板11を予備加熱する。

【0071】

(2) 低温半田付きリボン又はワイヤー14を基板11の上(裏面)のアルミニウム膜(箔)12の部分に形成した予備半田パターン部分に、沿わせて配置した低温半田付きリボン又はワイヤー15について、上から超音波有又は超音波なしの半田コテ先端13-1で軽く押さえつつ図示の右方向に一定速度で移動させ、低温半田付きリボン又はワイヤー15の半田を溶融して予備半田パターン部分に半田付けする。

10

【0072】

以上によって、本願発明の低温半田14を予め予備半田したりボン又はワイヤー15を、アルミニウム膜(箔)12の上の予備半田パターンの部分に半田付けすることが可能となる。

【0073】

尚、本発明の超音波有りの半田付けや超音波無しの半田付けの良否は、リボン又はワイヤーを半田付け対象部分に超音波有りの半田付けあるいは超音波無しの半田付けを行い、リボン又はワイヤーを引っ張って基板等が割れる力(曲がる力、約0.5~2Kg程度)よりも僅かに弱い力で引っ張り、基板等から剥がれないときに良、剥がれたときに不良と判定する。

20

【0074】

図5は、本発明の低温半田の組成例を示す。

【0075】

図5において、母材、主材は、図1で説明した母材、主材の区別である。

【0076】

組成例は、母材、主材の組成例である。

【0077】

wt%例は、母材、主材の組成のwt%の例である。

30

【0078】

wt%範囲は、母材、主材の組成のwt%の範囲例である。

【0079】

図5に図示の下記のように組成、wt%例、wt%範囲になる。

【0080】

	母材	主材					備考(融点例)
組成例	Sn-Bi合金	Al P Sb In					融点: 例139
			(Inは母材に含まれる場合は除く)				

	Sn-In合金						融点: 例120
	SnBi-In合金						融点: 例90

40

wt%例	Sn	Bi	In	Al	CuP8	Sb	In
	42	58	--	0.5	0.5	0.5	0.5
	52	--	48	0.5	0.5	0.5	0.5
	A	A/2	A	0.5	0.5	0.5	0.5

wt%範囲				0.1	微量	0.1	0.1
					(P)		
				1.0	0.1	1.0	1.0

総量: 最大3wt%、好ましく1.0-1.5wt%以下

ここで、組成例として、試作では母材は図示のSn42wt%、Bi58wt%を用いた。また、組成範囲は、低温半田合金(Sn-Bi系、Sn-In系、Sn-Bi-In

50

系半田合金)が作成可能な範囲で安定であればよく、例えばSn-Bi系半田合金は、Bi 3 wt%から58 wt%、残りをSnとしたものでよく、作成した低温半田合金(母材)の熔融温度などを実測して実験で適宜選択すればよい。

【0081】

主材として、Al-P(またはCuP8)、In、Bi、Sbなどがあるが、Pは試作ではP(赤リン)と、CuP8合金(Pが8 wt%、残余がCuの合金、Pのwt%はCuP8の8%となるリン化銅)とを用いた。Pの場合には約0.1 wt%(またはCuP8の場合には約P=0.16 wt%)で飽和、更に添加すると粘性が大幅に増大してしまう。このため、流動性、濡れ性を確保する通常の使用には、Pの飽和以下の添加を行うことが望ましい(Pの添加量は他の材料に比して10分の1程度(好ましくは0.1 wt%から0.01 wt%程度)でよい)。同様に、他の主材にもその傾向があるので必要に応じて実験で最適な添加量を決めればよい。尚、後述するように、母材(Bi、Sn)の純度を4N(不純物が99.99 wt%以下)の場合には更に、主材の下限を0.1 wt%より少ない0.04 wt%でも良い。

【0082】

また、主材の総量は最大3 wt%以下、好ましくは1ないし1.5 wt%以下、0.1 wt%以上が望ましい。この範囲内の主材の添加では、母材の熔融温度とほぼ同じあるいはほんの少し低い程度である。

【0083】

図6は、本発明の低温半田の試作例を示す。図示は、多数を試作したうち、既述した図4の半田付けに使用可能なものの例を示す。使用不可のものは省略した。

【0084】

図6において、本発明の低温半田(図1のS4で製造した低温半田)の母材は、

- ・ Sn52 / In48 (融点: 120)
- ・ Sn42 / Bi58 (融点: 139)
- ・ Sn48 / Bi52 (融点:)
- ・ Sn40 / In40 / Bi20 (融点: 90)

の4種類を用いた。

【0085】

主材は、Al、CuP8、In(各0.5 wt%)の金属の材料を用いた。CuP8はPが8 wt%で残余がCuのリン化銅を用いた。

【0086】

サンプルNoは、試作したサンプルの番号である。

【0087】

以上の試作サンプルについて、既述した図5の超音波有半田付け、超音波無半田付けし、良好なもののみを記載した。半田付け不可のものは省略した。結果を図7に示す。

【0088】

図7は、本発明の低温半田の半田付け例を示す。ここで、図7中の

- ・ 超音波は、超音波ありの半田付け、超音波なしの半田付けの区別である。

【0089】

・ 半田付け対象物は、本発明の図7の低温半田のサンプルを用いて半田付けする対象の材料であって、Ai板(0.1 mm t)、Cu板(0.1 mm t)、Cu線(0.3から0.4 mm) / リボン(100 μm t、50 μm t、30 μm t)、Siウエハー(0.2 mm t)の区別である。

【0090】

・ は、本発明の低温半田の半田付け対象物への密着優良(0.4 mm の錫メッキ銅線を半田付けして引っ張ったときにSiウエハーが割れる力(引っ張り強度約0.5から2 kg 程度)よりも僅かに弱い力)を表す。

【0091】

・ は、本発明の低温半田の半田付け対象への密着弱(0.4 mm の錫メッキ銅線を

10

20

30

40

50

半田付けして引っ張ったときに少し力を加えるとはがれる状態)を表す。

【0092】

以上の図7の実験から、「超音波有り」の場合には、Al板、Cu板、Cu線/リボン、Siウエハーに対して十分な半田付け強度が得られることが判明した。

【0093】

また、「超音波なし」の場合には、引っ張ると剥がれてしまった。半田付け対象物の表面をきれいにすると、かなり強い密着力が得られる場合もあり、そうでない場合もあり、不安定であった。

【0094】

図8は、本発明の密着力の改善例を示す。図8は主材のBaについて、Co, V, Ba, Mg, Ge, Si、更に無(Ba等が無)に置き換えた場合の密着力を測定したものである。以下詳細に説明する。

【0095】

図8において、試料No: 試作した低温半田の番号である。

【0096】

母材: Bi58Sn42は、低温半田の母材のBiが58wt%、Snが42wt%であることを表す。母材であるBi, Snは、いずれも純度が4N以上であることが望ましい。純度が4N以上とは、99.99wt%以下の不純物を含むことを表し、不純物が0.01wt%以下を意味する。本発明では、母材のBi, Sn、(In)の純度が4N以上で、主材の総量が合計1.5ないし1.0wt%以下、0.01wt%以上であり、この下限の0.01wt%以下の不純物であることが必須である。不純物が多いと密着力等が低下してしまうからである。つまり、不純物が多いと、総量の中に当該不純物の量が加算され、1.5ないし1.0wt%を超えてしまい、密着力の低下、粘性の増大など特性が劣化してしまう。

【0097】

主材: Al, CuP, In, Sb, Ba、各0.1wt%は、低温半田の主材である、Al、CuP、In、Sb、Ba等がそれぞれ0.1wt%(母材の全体を100wt%としたときの割合が0.1wt%)であることを表す。

【0098】

添加物0.1wt%は、低温半田に添加する添加物(下記に示すBa(主材でもある)、Vなどの添加物)の量が0.1wt%(母材の全体を100wt%としたときの割合が0.1wt%)を表す。

【0099】

Al板0.1mmtなどは、低温半田付け対象の材料を表す。

【0100】

表中の二重白丸は、密着優良を表す。

【0101】

表中の白丸は、密着良を表す。

【0102】

表中の三角は、密着弱を表す。

【0103】

表中の黒丸は、超音波無で半田付けできたを表す。

【0104】

尚、密着力は、錫メッキ銅線0.4mmを例えばシリコン板0.1mmtに超音波を印加して低温半田付けし、引っ張ってシリコン板0.1mmtが割れる程度の力を密着良とした。

【0105】

例えば先頭の試料No「B196」は、

- ・母材: Biが58wt%、Snが42wt%
- ・主材: Al, CuP, In, Sb各0.1wt%

10

20

30

40

50

- ・添加物 0.1 wt% : Co
- ・Al板 0.1 mm t : 密着優良、超音波無で半田付けできた。

【0106】

- ・Cu板 0.1 mm t : 密着良
- ・SUS板 0.1 mm t : 密着良、超音波無で半田付けできた。

【0107】

- ・シリコン板 0.1 mm t : 密着良
- ・アルミナ板 0.6 mm t : 密着良
- ・ガラス板 1 mm t : 密着良、超音波無で半田付けできた。

【0108】

同様に、試料No「B197」から「B202」の結果が得られた。尚、「B202」は添加物が無のものである。

【0109】

以上の結果から、添加物（主材）BaはAl板、Vはガラス板、GeはAl板への密着力が改善されたと判明した。尚、Al板、Cu板、SUS板、シリコン板などは、表面の状況により密着力が変わるから、その状態に応じた対応が必要である。特に、超音波無で半田付けできた材料については、表面が汚れていたり、酸化物が多く形成されていた場合などには低温半田付け不可となるので、超音波を印加して低温半田付けする必要があった。

【0110】

また、他の材料でも密着力の改善が見られたもの（Al板に対してTe, Mo, Gaなど）があったので、低温半田付け対象に合わせて添加物を決める必要がある。

【0111】

図9は、本発明の超音波（擦る）/ペースト例を示す。図9は、既述した図8のB196について、Si板、Al板、Cu板、ステンレス板、アルミナ板、ガラス板に低温半田付けした場合に、超音波有り、超音波無、ペースト（臭化アンモニウム）、ペースト（塩化アンモニウム・水和物）、ペースト（レジン（松脂））の密着力を測定したものである。

【0112】

図9において、ペースト/超音波/擦るは、低温半田付けする際に、超音波が有、超音波が無、ペーストが無、ペーストが臭化アンモニウム、ペーストが塩化アンモニウム・水和物、ペーストがレジン（松脂）のいずれかを表すものである。

【0113】

半田付け対象物は、低温半田付けする対象の材料であって、Si（ウェハ）、Al板、Cu板、ステンレス板、アルミナ板、ガラス板のいずれかを表すものである。

【0114】

例えば、第1行目の「超音波有り（丸）」（ペースト無、超音波有り（丸印）、擦る（一））は、超音波を印加して低温半田付けしたもので、全ての材料に密着力は密着優良であった。

【0115】

第2行目の「擦る」は、ペーストが無、超音波が無で、半田コテ先を材料に擦って低温半田付けしたもので、金属のSi板、Al板、Cu板の密着良であった。

【0116】

第3行目の「臭化アンモニウム」は、ペーストが「臭化アンモニウム」であって、超音波が無、擦るが無のものであり、Cu板のみ密着優良であった。

【0117】

第4行目の「塩化アンモニウム・水和物」は、ペーストが「塩化アンモニウム・水和物」であって、超音波が無、擦るが無のものであり、Cu板のみ密着優良であった。

【0118】

第5行目の「レジン（松脂）」は、ペーストが「レジン（松脂）」であって、超音波が

10

20

30

40

50

無、擦るが無のものであり、Cu板のみ密着良であった。

【0119】

以上の結果から、超音波を印加して低温半田付けした場合には、Si板、Al板、Cu板、ステンレス板、アルミナ板、ガラス板の全部について密着優良であることが判明した。

【0120】

また、超音波無であって、ペースト（臭化アンモニウム、塩化アンモニウム・水和物）、レジン（松脂）の場合には、Cu板で密着優良であって、他のものには密着不可であった。ペースト（臭化アンモニウム）のb阿合には、Al板に対しても密着良であった。これら密着不可のものについては、別途、専用のペースト（フラックス）が必要であった（超音波有りでは密着優良が得られており、表面の酸化物等を溶解、除去すれば、低温半田付け可能である）。

10

【0121】

図10は、本発明の低温半田の低温半田付け写真例を示す。図10は、既述した図8のB196の本発明の低温半田を用いて下記の各種材料（a）から（n）に低温半田付けした写真の例を示す。本発明の他の低温半田でも同様の結果（密着力の強弱の差はある）が得られている。

【0122】

図10中の（a）から（n）の低温半田付け対象の材料は下記である。

【0123】

（a）は、アルミ板、0.1mm tである。

20

【0124】

（b）は、銅板、0.1mm tである。

【0125】

（c）は、ステンレス板、0.1mm tである。

【0126】

（d）は、Si（ウェハ）、0.1mm tである。

【0127】

（e）は、アルミナ板、0.6mm tである。

【0128】

（f）は、ガラス板、1mm tである。

30

【0129】

（g）は、PET板、0.5mm tである。

【0130】

（h）は、テフロン（登録商標）板、0.5mm tである。

【0131】

（i）は、マイカ板、約0.5mm tである。

【0132】

（j）は、カーボンファイバー布、約0.5mm tである。

【0133】

（k）は、ガラスファイバー布、約0.5mm tである。

40

【0134】

（l）は、和紙、約0.02mm tである。

【0135】

（m）は、洋紙（コピー用紙）、約0.02mm tである。

【0136】

（n）は、段ボール板、約1mm tである。

【0137】

また、各低温半田付け材料の左側のリード線は、0.4mm の錫メッキ銅線であり、右側は1mm のアルミナ線である。

50

【0138】

次に低温半田付け手順などを説明する。

【0139】

図10において、(a)は、0.1mm tのアルミ板に、低温半田を載せて加熱して熔融させ、左側の0.4mmの錫メッキ銅線と、右側の1mmのアルミ線とを図示のように載せ、この状態で超音波を印加して低温半田をアルミ板、錫メッキ銅線、アルミ線にそれぞれ低温半田付けした後、冷却した。低温半田の加熱方法は、半田コテ先から熱を供給して低温半田を熔融、あるいは予備加熱装置の上に載せて熱(例えば低温半田の融点が139の場合には+5から+30の144から169の範囲の適切な温度)を供給して熱を供給するのいずれでもよい。超音波は、低温半田が熔融した状態で供給し、1W程度でよく、10Wは強すぎ、熔融した低温半田が飛沫となって飛んでしまうので、実験で最適な強さ(例えば0.1から3W程度の適当な値)を選択することが必要である。

10

【0140】

以上の手順により、低温半田を用いて錫メッキ銅線、アルミ線をAl板に強く低温半田付けできた(強さは、例えば後述する(d)のシリコン板0.1mmに、錫メッキ銅線0.4mmを低温半田付けして引っ張って割れるよりも強い力(0.4ないし2kg程度)である)。

【0141】

同様に、(b)、(c)、(d)も強く低温半田付けできた。これらにより、銅板、ステンレス板、シリコン板(ウェハ)に強く低温半田付けができた。これら(a)から(d)は金属であり、低温半田と材料とが合金化して強固に低温半田付けできたと推測される。

20

【0142】

次に、図10において、(e)は、0.6mm tのアルミナ板に、低温半田を載せて加熱して熔融させ、左側の0.4mmの錫メッキ銅線と、右側の1mmのアルミ線とを図示のように載せ、この状態で超音波を印加して低温半田をアルミ板、錫メッキ銅線、アルミ線にそれぞれ低温半田付けした後、冷却した。低温半田の加熱方法は、半田コテ先から熱を供給して低温半田を熔融、あるいは予備加熱装置の上に載せて熱(例えば低温半田の融点が139の場合には+5から+30の144から169の範囲の適切な温度)を供給して熱を供給するのいずれでもよい。超音波は、低温半田が熔融した状態で供給し、1W程度でよく、10Wは強すぎ、熔融した低温半田が飛沫となって飛んでしまうので、実験で最適な強さ(例えば0.2から3W程度の適当な値)を選択することが必要である。

30

【0143】

以上の手順により、低温半田を用いて錫メッキ銅線、アルミ線をアルミナ板に強く低温半田付けできた。

【0144】

同様に、(f)も強く低温半田付けできた。これらにより、アルミナ板、ガラス板に強く低温半田付けができた。これら(d)から(f)は酸化物(アルミナは酸化物焼結体、ガラスは酸化物熔融体)であり、低温半田が超音波により表面に強く固着(低温焼結)して強固に低温半田付けできたと推測される。

40

【0145】

次に、図10において、(g)は、0.6mm tのPET板に、低温半田を載せて加熱して熔融させ、左側の0.4mmの錫メッキ銅線と、右側の1mmのアルミ線とを図示のように載せ、この状態で超音波を印加して低温半田をアルミ板、錫メッキ銅線、アルミ線にそれぞれ低温半田付けした後、冷却した。低温半田の加熱方法は、半田コテ先から熱を供給して低温半田を熔融、あるいは予備加熱装置の上に載せて熱(例えば低温半田の融点が139の場合には+5から+30の144から169の範囲の適切な温度)を供給して熱を供給するのいずれでもよい。しかし、前者の方がPETに余分な加熱

50

がなく低温半田付けが良好であった。超音波は、低温半田が熔融した状態で供給し、1 W程度でよく、10 Wは強すぎ、熔融した低温半田が飛沫となって飛んでしまうので、実験で最適な強さ（例えば0.2から3 W程度の適当な値）を選択することが必要である。

【0146】

以上の手順により、低温半田を用いて錫メッキ銅線、アルミ線をPET板に強く低温半田付けできた。

【0147】

同様に、(h)、(i)も強く低温半田付けできた。これらにより、PET板、テフロン板、マイカ板に強く低温半田付けができた。これら(g)から(i)はプラスチック/無機質(PET、テフロンはプラスチック、マイカは無機質で表面が平坦)であり、低温半田が超音波により表面に強く固着して強固に低温半田付けできたと推測される。

10

【0148】

次に、図10において、(j)は、0.5 mm tのカーボンファイバー布に、低温半田を載せて加熱して熔融させ、左側の0.4 mmの錫メッキ銅線と、右側の1 mmのアルミ線とを図示のように載せ、この状態で超音波を印加して低温半田をアルミ板、錫メッキ銅線、アルミ線にそれぞれ低温半田付けした後、冷却した。低温半田の加熱方法は、半田コテ先から熱を供給して低温半田を熔融、あるいは予備加熱装置の上に乗せて熱(例えば低温半田の融点が139の場合には+5から+30の144から169の範囲の適切な温度)を供給して熱を供給するのいずれでもよい。しかし、後者の方がカーボンファイバー布の反対側も十分に加熱され、後述する超音波印加と相まって低温半田付けが表面と裏面の両者に浸透して強固に固着できた。超音波は、低温半田が熔融した状態で供給し、1 W程度でよく、10 Wは強すぎ、熔融した低温半田が飛沫となって飛んでしまうので、実験で最適な強さ(例えば0.2から3 W程度の適当な値)を選択することが必要である。

20

【0149】

以上の手順により、低温半田を用いて錫メッキ銅線、アルミ線をカーボンファイバー布に強く低温半田付けできた。

【0150】

同様に、(k)も強く低温半田付けできた。これらにより、カーボンファイバー布、ガラスファイバー布に強く低温半田付けができた。これら(j)から(k)は無機質布であり、低温半田が超音波により布の繊維の周りに浸透して強く固着して強固に低温半田付けできたと推測される。

30

【0151】

次に、図10において、(l)は、0.5 mm tの和紙に、低温半田を載せて加熱して熔融させ、左側の0.4 mmの錫メッキ銅線と、右側の1 mmのアルミ線とを図示のように載せ、この状態で超音波を印加して低温半田を和紙、錫メッキ銅線、アルミ線にそれぞれ低温半田付けした後、冷却した。低温半田の加熱方法は、半田コテ先から熱を供給して低温半田を熔融、あるいは予備加熱装置の上に乗せて熱(例えば低温半田の融点が139の場合には+5から+30の144から169の範囲の適切な温度)を供給して熱を供給するのいずれでもよい。しかし、前者は表面のみ固着、後者は表面および裏面に浸透させて固着する場合に都合がよいので、適宜選択する。超音波は、低温半田が熔融した状態で供給し、1 W程度でよく、10 Wは強すぎ、熔融した低温半田が飛沫となって飛んでしまうので、実験で最適な強さ(例えば0.2から3 W程度の適当な値)を選択することが必要である。

40

【0152】

以上の手順により、低温半田を用いて錫メッキ銅線、アルミ線を和紙に強く低温半田付けできた。

【0153】

同様に、(m)、(n)も強く低温半田付けできた。これらにより、和紙、洋紙(コピー用紙)、段ボール板に強く低温半田付けができた。これら(l)から(n)はパルプ織

50

維からできたものであり、低温半田が超音波によりパルプ繊維の周囲に浸透して強く固着して強固に低温半田つけできたと推測される。

【図面の簡単な説明】

【0154】

- 【図1】本発明の低温半田製造説明図である。
- 【図2】本発明の低温半田材料製造装置の説明図である。
- 【図3】本発明のリード線の低温半田付け説明図である。
- 【図4】本発明の低温半田付け説明図である。
- 【図5】本発明の低温半田の組成例である。
- 【図6】本発明の低温半田の試作例である。
- 【図7】本発明の低温半田の半田付け例である。
- 【図8】本発明の密着力の改善例である。
- 【図9】本発明の超音波（擦る）/ペースト例である。
- 【図10】本発明の低温半田の低温半田付け写真例である。

10

【符号の説明】

【0155】

- 1：半田材料
- 2：半田材料投入皿
- 3：溶融炉
- 4：ヒーター
- 11：基板（例：PET板0.1mm厚）
- 12：アルミニウム膜（箔）
- 13、13-1：超音波半田コテ先端
- 14：低温半田
- 15：低温半田付きリボン又はワイヤー

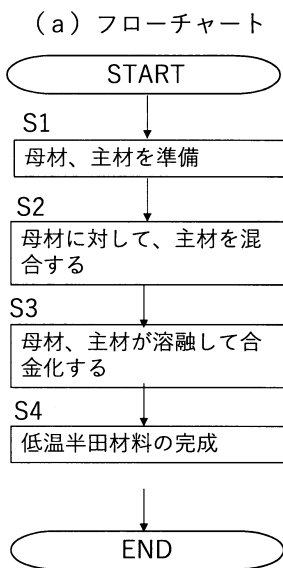
20

【図面】

【図1】

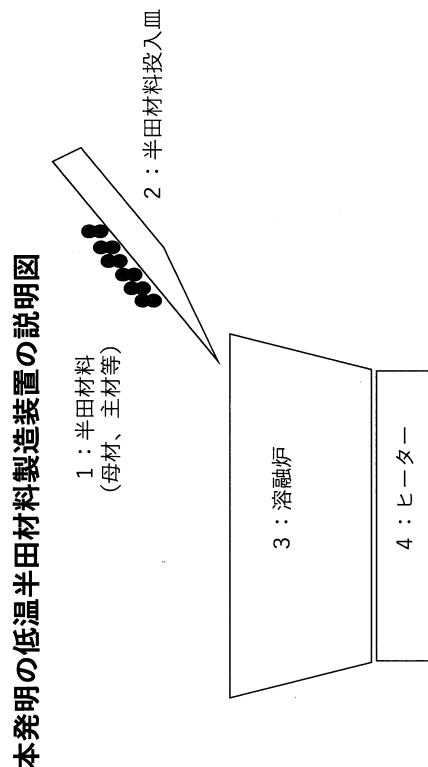
【図2】

本発明の低温半田製造説明図



(b) 材料例

母材：Sn42 Bi58
主材：Al CuP In



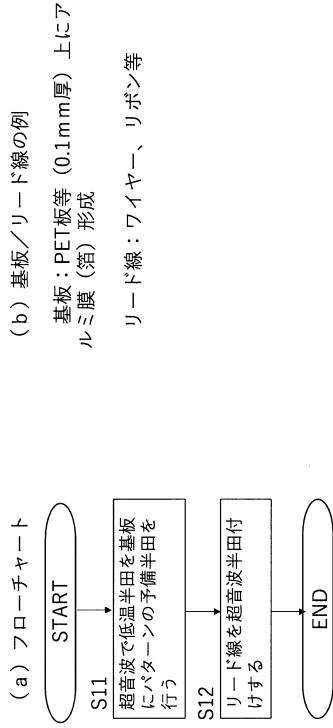
30

40

50

【 図 3 】

本発明のリード線の低温半田付け説明図



【 図 5 】

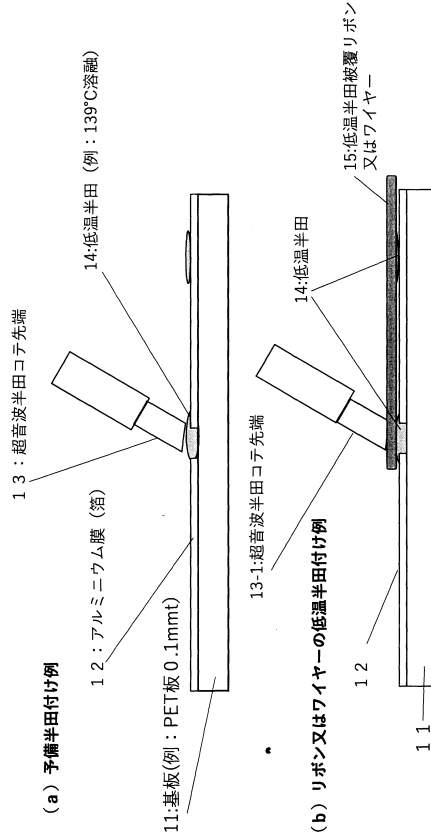
本発明の低温半田の組成例

単位：wt%

組成例	母材	主材	備考 (融点例)
wt%例	Sn-Bi合金 42 58 -- Sn-In合金 52 -- 48 A A/2 A	Al P Sb In CuP8 Sb In 0.5 0.5 0.5 0.5	融点:例139°C 融点:例120°C 融点:例90°C
wt%範囲		0.1 微量 0.1 0.1 (P) 1.0 0.1 1.0 1.0 総量：最大3wt%,好ましく1.0-1.5wt%以下)	

【 図 4 】

本発明の低温半田付け説明図



【 図 6 】

本発明の低温半田の試作例

単位：wt%

サンプルNo	母材	主材	備考 (融点等)
B-109	Sn52/In48	Al CuP8 In 0.5 0.5 --	融点:120°C
B-113	Sn40/In40/Bi20	0.5 0.5 --	融点:90°C
B-129	Sn48/Bi52	0.5 0.5 0.5	
B-132	Sn42/Bi58	0.5 0.5 0.5	融点:139°C
B-133	Sn42/Bi58	0.5 0.5 0.5	融点:139°C
B-134	Sn42/Bi58	0.5 0.5 0.5	融点:139°C

【 図 7 】

本発明の低温半田の半田付け例

超音波	半田付け対象物				備考
	Al板(0.1mmt)	Cu板(0.1mmt)	Cu線/リボン	Siウエハー	
超音波有	◎	◎	◎	◎	
超音波無	△	△	△	△	

◎：密着優良 △：密着弱

【 図 8 】

本発明の密着力の改善例

試料No	母材:Bi58Sn42 主材:Al,Cu,P,In,Sb 各0.1wt%	添加物 0.1wt%	Al板 0.1 mmt	Cu板 0.1 mmt	SUS板 0.1 mmt	シリコ ン板 0.1 mmt	アルミ ナ板 0.6 mmt	ガラス 板 1mmt
B196	同上	Co	◎	○	○	○	○	○
B197	同上	V	○	○	△	○	○	○
B198	同上	Ba	◎	○	○	○	○	○
B199	同上	Mg	○	○	△	△	○	○
B200	同上	Ge	◎	○	△	○	○	△
B201	同上	Si	○	○	○	○	○	△
B202	同上	無	◎	○	○	○	○	△

◎：密着優良 ○：密着良 △：密着弱 ●：超音波無で半田付け

【 図 9 】

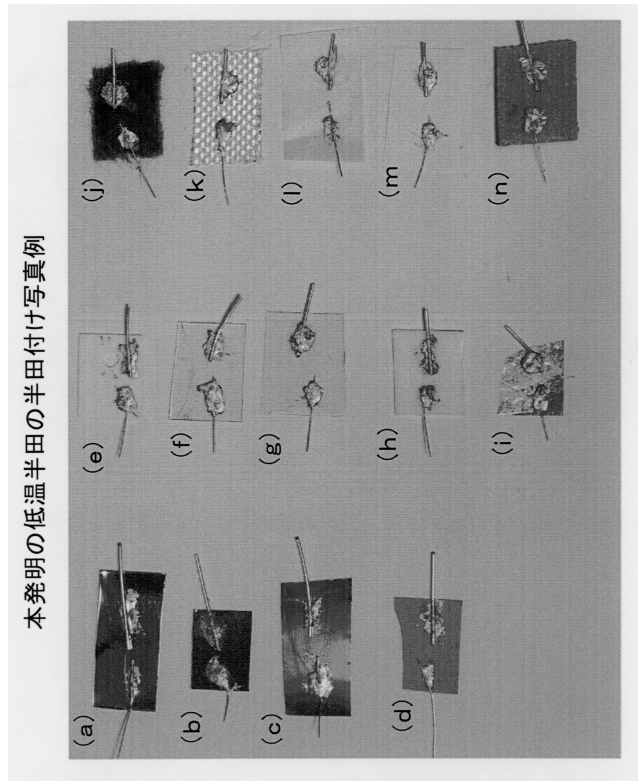
本発明の超音波（擦る）/ペースト例

ペースト/超音波/擦る	半田付け対象物				
	Si ウエハ	Al板	Cu板	ステンレス	アルミナ
ペースト	ガラス				
無	○	◎	◎	◎	◎
無	○	○	○	△	×
臭化アンモニウム	△	○	◎	△	×
塩化アンモニウム・水和物	×	×	◎	×	×
レジン（松脂）	×	×	○	×	×

◎：密着優良 ○：密着良 △：密着弱 ×：密着不良

【 図 10 】

本発明の低温半田の半田付け写真例



フロントページの続き

(51)国際特許分類

H 0 1 B 1/02 (2006.01)
H 0 1 B 13/00 (2006.01)
C 2 2 C 30/04 (2006.01)

F I

B 2 3 K 35/363
H 0 1 B 1/02
H 0 1 B 13/00
C 2 2 C 30/04

テーマコード (参考)

L
Z
Z