

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年4月6日 (06.04.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/035803 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01) C22C 5/02 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/017819
 - (22) 国際出願日: 2005年9月28日 (28.09.2005)
 - (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2004-287524 2004年9月30日 (30.09.2004) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 田中電子工業株式会社 (TANAKA DENSHI KOGYO K.K.) [JP/JP]; 〒1038206 東京都中央区日本橋茅場町2-6-6 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村井 博 (MURAI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒8420031 佐賀県神埼郡三田川町大字吉田2303-15 田中電子工業株式会社内 Saga (JP). 千葉 淳 (CHIBA, Jun) [JP/JP]; 〒8420031 佐賀県神埼郡三田川町大字吉田2303-15 田中電子工業株式会社内 Saga (JP). 手島 聡 (TESHIMA, Satoshi) [JP/JP]; 〒8420031 佐賀県神埼郡三田川町大字吉田2303-15 田中電子工業株式会社内 Saga (JP).
 - (74) 代理人: 荒井鐘司, 外 (ARAI, Shoji et al.); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町4丁目4番11号 永井ビル 荒井山本法律特許事務所 Tokyo (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: Au ALLOY BONDING WIRE

(54) 発明の名称: Au合金ボンディング・ワイヤ

(57) Abstract: An Au alloy bonding wire which comprises an Au alloy matrix containing high purity Au and at least one of high purity Pd and Pt in a total amount of 0.05 to 2 mass %, and, incorporated in the matrix as a trace element, Mg in an amount of 10 to 100 mass ppm, Ce in an amount of 5 to 100 mass %, and at least one of Be, Y, Gd, La, Eu and Si in an amount of each element of 5 to 100 mass % and in a total amount of Be to Si of 5 to 100 mass ppm; an Au alloy bonding wire which comprises the above Au alloy matrix and, incorporated in the matrix as a trace element, Mg and Be and at least one of Y, La, Eu and Si; an Au alloy bonding wire which comprises the above Au alloy matrix and, incorporated in the matrix as a trace element, Mg in an amount of 10 to 100 mass ppm, Si in an amount of 5 to 30 mass ppm, Be in an amount of 5 to 30 mass ppm, and at least one of Ca, Ce and Sn in an amount of 5 to 30 mass ppm. The above bonding wire is a fine diameter Au alloy bonding wire which has a desired strength, exhibits good binding characteristics and good stability for a long period of time, and is improved in the circularity of a pressed ball and the sphericity of a molten ball.

(57) 要約: 所望の強度を有し、接合性と経時安定性が良好で、圧着ボールの真円度と溶融ボールの真球度との向上した細径Au合金ボンディング・ワイヤを提供する。高純度Auに高純度のPd、Ptの少なくとも1種を合計で0.05~2質量%含有するAu合金マトリックス中に、微量元素として、10~100質量ppmのMgと、5~100質量ppmのCeと、Be、Y、Gd、La、EuおよびSiのうちの少なくとも1種を、おののが5~100質量ppmでかつBeからSiの合計で5~100質量ppmとからなるもの、また、微量元素がMgと、Beと、Y、La、EuおよびSiのうちの少なくとも1種とからなるもの、さらにまた、微量元素が10~100質量ppmのMgと、5~30質量ppmのSiと、5~30質量ppmのBeと、Ca、CeおよびSnの少なくとも1種を5~30質量ppmとからなるものである。

WO 2006/035803 A1

明 細 書

Au合金ボンディング・ワイヤ

技術分野

- [0001] 本発明は、半導体の集積回路素子上の電極と回路配線基板の外部リードを接続するために使用する半導体素子のワイヤボンディング用のAu合金ボンディング・ワイヤに関し、更に詳しくは、第一ボンドと第二ボンドの接合性が向上されたAu合金ボンディング・ワイヤ、ならびに熔融ボールの真球度と圧着ボールの真円度が向上されたAu合金ボンディングワイヤに関する。

背景技術

- [0002] 従来、半導体装置に用いられる半導体チップ電極と外部リードを接続する線径25～35 μ m程度の線としては、純度99.99質量%以上の高純度金からなるAu合金ボンディング・ワイヤが多用されている。通常、Au合金ボンディング・ワイヤを接続する方法においては、第一ボンドでは、超音波併用熱圧着ボンディング法が主として用いられている。この方法では、ワイヤ先端をアーク入熱で加熱熔融し、表面張力によりボールを形成させた後に、150～300℃の範囲内で加熱した半導体素子の電極上にボール部を圧着接合せしめ、その後の第二ボンドでは、直接ボンディング・ワイヤを外部リード側に超音波圧着によりウェッジ接合させる。
- [0003] トランジスタやIC等の半導体装置として使用するためには、前記のボンディング・ワイヤによるボンディングの後に、半導体チップ、ボンディング・ワイヤ、および半導体チップが取り付けられた部分のリードフレーム等を保護する目的で、エポキシ樹脂で封止する。

最近では、半導体装置の小型化、薄型化、高機能化および高信頼性化の要求が高まる中で、金ボンディング・ワイヤに必要とされる特性も多様化しており、半導体チップの多ピン化及びこれに伴う狭ピッチ化に対応するため、金ボンディング・ワイヤをより細線化しても、なおかつ、所要の強度、あるいは第一ボンドにおけるボールの真円度や第二ボンドにおける接合信頼性等、更には接合の長期信頼性が要求されている。

[0004] 特に半導体装置の一層の小型化、薄型化および高機能化に伴い、半導体装置の大きさが小さくなっている。それに伴って、単位面積あたりの入出力端子の数が増大して、A1パッドピッチ(パッド中心間距離)の大きさも100 μ mから80 μ m、60 μ mへと小さくなってきている。このためボンディング・ワイヤの線径も25 μ mから23 μ m以下へと細くなり始めており、一部では10 μ m台の線径の試みもなされているようである。

ところが、ボンディング・ワイヤの線径が細くなると、ワイヤ自身の絶対的な剛性が低下するため、25 μ mの線径では問題にならなかったような不具合が発生するようになった。

[0005] 例えば、線径減少の結果として剛性が低下すると、第一ボンドと第二ボンドの間に張られたワイヤが左右に倒れ、隣接するワイヤ同士の間隔が狭くなったり接触したりする、いわゆる「リーニング」と呼ばれる不具合が発生する。

また、高密度化に伴って、接合点での発熱量が増し、高温環境で長時間使用されるようになると、第一ボンドにおけるAuワイヤとA1パッド間の界面における金属間化合物の成長が急速に進むようになった結果、生成した金属間化合物によりボール接合性を低下させる不具合が発生することが目立つようになる。

[0006] さらに、封止樹脂に含まれる成分に影響された腐食も問題となってきている。

これらの問題を解決するために、いろいろな元素をいろいろな割合で添加することが試みられてきた。純Au線からPd等の貴金属元素をAuに含有させるなどしてAu合金線が導入されて剛性を高めたり、単数または複数の微量元素を添加することによって各種の性能の向上が図られてきた。ボンディング・ワイヤ(ボール)と接合相手であるAl合金との界面におけるAu-A1の相互拡散を遅延させ金属間化合物の成長を抑制したりするのも、その一例である。

[0007] ところで、Au合金ワイヤに微量元素を添加した場合、Au合金ワイヤに比較して、微量元素を高濃度にすればするほどAu合金ワイヤの絶対的な剛性が高くなり、各種の性能が向上する反面、望ましくない性能も合わせて現出することもある。ループ形成性が向上する傾向にある場合に、Au合金マトリックスに添加した元素によってAuボールの形成性が悪くなってしまふなどの例が挙げられる。ウェッジ接合性が悪くなる傾

向にある場合もある。さらに、Au合金マトリックスに含有させた添加元素によってAu合金のボールの硬度が上昇してしまう欠点があるのである。

[0008] そのため、熔融ボールの形状や圧着ボールの形状がいびつになり、狭いピッチ間隔のボール・ボンディングが困難となる等の問題とか、チップ割れの比率が上昇する問題があり、微量元素を多量に添加させることはできない。例えば、Caを単独で添加して強度を確保していた場合、Caは極細線の表面に部分的に析出することがあり、この表面析出したCaが酸化され表面酸化膜を形成する結果、第一ボンドのボール形状や接合性が安定しないために、圧着ボールの真円度が悪かったり、第二ボンドのウェッジ接合性を悪くしたりすることがあった。

[0009] また、添加する元素が多種類で複雑になると、Au合金中ではこれらの元素が複雑に機能して熔融ボールの表面に析出するため、良好な初期接合が得られず、信頼性の高い第一ボンドと第二ボンドの接合性が得られなくなる傾向が強まる。

結局、極細線に要請される線材の性能を満足させるべく、合金元素の種類と添加量を調整して、バランスをとってきたのが実情であり、極細線に要請される線材の性能が高度化するにつれて、組み合わせの探求に終わりはないといえる。

[0010] いくつかの文献に基づいて、従来技術における合金元素の添加を見てみる。

特許文献1には、「高純度Auに、高純度のPdを1wt%含有せしめると共に、Fe, Si, Be, Ca, Ge, Y, Sc, 希土類元素の中から少なくとも1種を、総添加量0.0001～0.005wt%含有せしめてなる半導体素子用ボンディング線」が記載されている。ここでは、「線径25 μ mのボンディング線」が実施例として示されている。

特許文献2には、「Caを0.0003～0.003重量%含み、Mgを0.0005～0.01重量%含み、更にPt、Pd、Cuのうちの1種以上を合計で0.01～2.0重量%含み、残部がAu及び不可避不純物からなることを特徴とするボンディングワイヤ」が記載されている。ここでは、「直径0.025mmの合金線」が実施例として示されている。

[0011] 特許文献3には、「金合金が銅0.5～0.9重量%、白金0.05～0.95重量%、残部金からなることを特徴とする半導体構成素子を接触するための金合金からなる極細線」、さらに「アルカリ土類金属および希土類金属の群からの少なくとも1つの元素0.0001～0.1重量%」を加えたものが記載されている。ここで、「アルカリ土類金属

がベリリウム、マグネシウムおよび／またはカルシウム」であり、「希土類金属がセリウム」とされている。ここでは、「直径30 μm 」が実施例として示されている。

- [0012] 特許文献4には、「セリウムミッシュメタルを含有する金合金から成る、半導体構造部材の接触のための極細線において、金合金が白金0.05~0.95重量%、セリウムミッシュメタル0.001~0.1重量%、アルカリ土類金属0~0.1重量%、残りは金から成り、かつ前記の希土類金属の少なくとも50重量%がセリウムから成ることを特徴とする、セリウムミッシュメタルを含有する金合金から成る極細線」が記載されており、「アルカリ土類金属がベリリウム及びカルシウムから成る混合物」であること、「白金が部分的に又は完全にパラジウムによって代用され」とされている。ここでは、従来技術に関して、「線の直径は約10~200マイクロメートルであってよく、通常は約20~60マイクロメートルである。それは使用目的により選択される。」と記載され、「30マイクロメートルの直径を有する線」、「直径25マイクロメートルを有する線及び直径30マイクロメートルを有する線」が実施例として示されている。
- [0013] 特許文献5には、「高純度金にZn, Co, Mo, Crのうち少なくとも1種を0.1~3.0重量%、La, Eu, Be, Y, Caのうち少なくとも1種を1~100重量ppm含有させたことを特徴とする半導体素子のワイヤボンディング用金合金線」が記載されており、さらに、「Bi, Yb, Sb, Mg, In, Ru, Irのうち少なくとも1種を1~500重量ppm含有させること、また、「更にPd, Pt, Cu, Agのうち少なくとも1種を0.01~2.0重量%含有させること、ができる」とされている。ここでは、「直径30 μm 」が実施例として示されている。
- [0014] 特許文献6には、「封止樹脂は、臭素濃度を0.1質量%以下であり、P, Mg, Alの少なくとも1種以上の元素の総計濃度 (R_p) を0.01質量%以上含有する樹脂」である場合の「金合金ボンディングワイヤ」であって、「 $C_1 = \text{Cu, Pd, Pt, Zn, Ag}$ から選ばれる少なくとも1種以上の元素の総計濃度」、「 $C_2 = \text{Ca, Ce, Eu, Dy, Y}$ から選ばれる少なくとも1種以上の元素の総計濃度」、「 $C_3 = \text{La, Gd, Tb, Mg, Ni}$ から選ばれる少なくとも1種以上の元素の総計濃度」として、「 $C_1 = 0.005 \sim 1.5$ 質量%」である「金合金ボンディングワイヤ」;「 $C_1 = 0.005 \sim 1.5$ 質量%」+「 $C_2 = 0.001 \sim 0.06$ 質量%」+「 $C_3 = 0.001 \sim 0.05$ 質量%」である「金合金ボンディングワイヤ」が記載

されている。ここでは、「ワイヤ径が $18\mu\text{m}$ 未満」のものについての言及があるものの、「最終線径が $20\mu\text{m}$ 」のものが実施例として示されている。

[0015] 特許文献1:特許第3064692号公報

特許文献2:特開平9-321075号公報

特許文献3:特開平11-222639号公報

特許文献4:特開平11-87396号公報

特許文献5:特開平11-214425号公報

特許文献6:特開2003-133362号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0016] 本発明は、線径が $23\mu\text{m}$ 以下の細いワイヤであっても、Au-Pd等のAu合金マトリックス中で微量元素が偏析することなく均一に分布し、Au-A1の相互拡散を遅延させることができ、リーニングが発生せず、熔融ボールの真球度が維持され、さらに圧着ボールが良好な真円度を有することができる、ボンディング・ワイヤを提供することをその課題とし、また、微量元素を適度に組み合わせることによって、大気中でボール・ボンディングしてもその熔融ボールや極細線の表面に酸化膜が形成することがなく、接合性が良好で、経時的にも金属間化合物生成の傾向が低いボンディング・ワイヤを提供することを他の課題とし、さらに、これまではボール・ボンディングでは余り考慮されてこなかった超音波圧着による第二ボンドのウェッジ接合性を向上したボンディング・ワイヤを提供することをさらに他の課題とする。これらの課題は、全微量元素の添加量が100ppm以下の場合でも妥当する。

課題を解決するための手段

[0017] 本発明者らは、前記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

即ち、本発明によれば、以下に示すAu合金ボンディング・ワイヤが提供される。

(1) 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で0.05~2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10~100質量ppmのMgと、5~100

質量ppmのCeと、Be、Y、Gd、La、EuおよびSiのうちの少なくとも1種を、おのおのが5～100質量ppmでかつBe、Y、Gd、La、EuおよびSiの合計で5～100質量ppmとからなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。

[0018] (2) 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～100質量ppmのBeと、Y、La、EuおよびSiのうちの少なくとも1種とからなり、微量元素の内のY、La、EuおよびSiの、おのおのが5～100質量ppmでかつY、La、EuおよびSiの合計で100質量ppm以下であるAu合金からなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。

[0019] (3) 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～30質量ppmのSiと、5～30質量ppmのBeと、CaおよびSnのいずれかを5～30質量ppmとからなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。

(4) 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～30質量ppmのSiと、5～30質量ppmのBeと、Ca、CeおよびSnのうちの2種を、おのおのが5～30質量ppmでかつ2種の合計で10～60質量ppmとからなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。

[0020] (5) 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～30質量ppmのSiと、5～30質量ppmのBeと、Ca、CeおよびSnの3種を、おのおのが5～30質量ppmかつ3種の合計で15～90質量ppmとからなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。

(6) 全微量元素の合計が100質量ppm以下である(1)～(5)の何れかに記載のA

u合金ボンディング・ワイヤ。

(7) 線径が $23\mu\text{m}$ 以下である(1)～(5)のいずれかに記載のAu合金ボンディング・ワイヤ。

発明の効果

[0021] 本発明のAu合金によれば、ボンディング・ワイヤの線径が $23\mu\text{m}$ 以下の細い線径であっても、 $23\mu\text{m}$ を超える線径の場合と同様に、Au-A1の相互拡散の遅延させる効果とウェッジ接合性の向上効果、リーニングの抑制効果、溶融ボールの真球度向上効果、並びに圧着ボールの真円度向上効果を併せ持つことができる。本発明では、従来のように微量元素は300質量ppmを超えて添加させる必要性がないので、大気中でボール・ボンディングしても、その溶融ボールが極細線の表面に酸化膜が形成されることのないボンディングワイヤを実施することができる。

発明を実施するための最良の形態

[0022] 本発明のAu合金ボンディング・ワイヤは、マトリックス合金として、(i) Auと(ii) Pd及び/又はPtを含有し、そのマトリックス合金中に含有させる微量元素を調整・選定することによって、所望の性能を得るものである。そして、得ようとする性能において、大別して2グループをなす。

その第1のグループは、第1ボンド・第2ボンドの接合性・経時安定性(長期信頼性)を主に図るもので、第1発明と第2発明に規定される。

その第2グループは、圧着ボールの真円度とそれに大きく影響を及ぼす溶融ボールの真球度の向上を主に図るもので、第3から第5の発明に規定される。

第1のグループに属する第1発明(請求項1)では、マトリックス合金中に含有させる微量添加元素は、(iii) MgとCeとを必須の微量添加元素とするほか、(iv) Be、Y、Gd、La、Eu及びSiの中から選ばれる少なくとも1種の元素を組み合わせたものであり、第1のグループに属する第2発明(請求項2)では、マトリックス合金中に含有させる微量添加元素は、(v) MgとBeとを必須の微量添加元素とするほか、(vi) Y、La、Eu及びSiの中から選ばれる少なくとも1種類の元素を組み合わせたものであってCeを含まないものである。

[0023] 第2のグループに属する第3発明(請求項3)では、マトリックス合金は第1のグルー

プに属する発明と同じくし、マトリックス合金中に含有させる微量添加元素は、(vii) MgとSiとBeとを必須の微量添加元素とするほか、(viii) CaおよびSnのいずれかの元素を組み合わせたものであり、第2のグループに属する第4発明(請求項4)では、マトリックス合金中に含有させる微量添加元素は、(vii) MgとSiとBeとを必須の微量添加元素とするほか、(viii) Ca、CeおよびSnのうちの2種の元素を組み合わせたものであり、第2のグループに属する第5発明(請求項5)では、マトリックス合金中に含有させる微量添加元素は、(vii) MgとSiとBeとを必須の微量添加元素とするほか、(ix) Ca、CeおよびSnの3種の元素を添加したものである。

[0024] 本発明において用いるマトリックス合金において、そのAuは高純度Auであって、その純度は99.99質量%以上、好ましくは99.999質量%以上である。また、そのPd及び/又はPtは、高純度のもので、その純度は、99.9質量%以上、好ましくは99.99質量%以上である。

Pd、Ptを多く含有するとボールが硬くなり、チップ割れを起こし易くなるので、マトリックス合金中のPd及び/又はPtの含有量は、合計でマトリックス合金中に2質量%以内、好ましくは1.5質量%までが良い。また、安定した効果を発揮するためには、その下限は0.08質量%以上、より好ましくは0.2質量%以上である。

また、Pd、Ptは、第一ボンドの長期信頼性においても効果があり、175°C高温放置試験において、

- ・0.2質量%以上含有では2000時間以上、
- ・0.08質量%以上含有では1500時間以上、
- ・0.05質量%以上含有では1000時間以上、

不良が発生しないことが確認されている。

マトリックス合金中にPdとPtの両方を添加するときには、両者の添加割合の比には、特に制限はない。PdもPtもAuに対して同等のマトリックス効果を発揮するからである。

[0025] 前記マトリックス合金(Au合金)中に含有させる微量元素において、そのMgの純度は99.9質量%以上、好ましくは99.99質量%以上である。その含有量は、第1のグループに属する発明においても、第2のグループに属する発明においても、マトリックス

ス合金に対して、10～100質量ppm、好ましくは40～80質量ppmである。

Mgは、Au合金マトリックス中において、第一ボンドにおける真円度および超音波圧着による第二ボンドのウェッジ接合性を向上させることができる元素であることがわかった。Mgは10～100質量ppm含有していると、上記の真円度およびウェッジ接合性の向上効果を示す。10質量ppm未満では、真円度およびウェッジ接合性を向上させることができず、100質量ppmを超えるとボール表面にMgが析出して酸化するため、第一ボンドにおける接合性が悪化する。Mgは40質量ppm以上で第二ボンドのウェッジ接合性をより向上させるが、80質量ppm以下では溶融ボールの真球度がより安定する。

[0026] 本発明で溶融ボールの真球度は、ワイヤの無い側からワイヤの長手方向へ溶融ボールを見て溶融ボールの縦横の直径を測定し、その比(横の直径/縦の直径)で定義する。その値は0.99～1.01、好ましくは0.995～1.005である。また、圧着ボールの真円度は、超音波の印加方向に平行方向の圧着径と垂直方向の圧着径を測定し、その比(垂直方向の圧着径/平行方向の圧着径)で定義する。その値は0.98～1.02、好ましくは0.99～1.01である。

前記マトリックス合金(Au合金)中に含有させる微量元素において、そのCeの純度は、99.9質量%以上、好ましくは99.99質量%以上である。

その含有量は、マトリックス合金に対して、第1のグループにおいては5～100質量ppm、第2のグループにおいては5～30質量ppmである。

[0027] 前記Au合金マトリックス中に含有させる微量元素において、そのBeの純度は、98.5質量%以上、好ましくは99.9質量%以上である。Beの含有量は、マトリックス合金に対して、第1のグループにおいては5～100質量ppm、第2のグループにおいては5～30質量ppmである。

Au合金マトリックスにおけるBeは、第一ボンドにおける真円度を向上させる。Beは5質量ppm未満では上記の真円度向上効果をもたらすことができず、30質量ppmを超えると溶融ボール表面に酸化物が多数生成するため、第一ボンドにおける接合性が悪くなる。

[0028] 前記Au合金マトリックス中に含有させる微量元素において、そのSiの純度は99.9

9質量%以上、好ましくは99.999質量%以上である。

Siの含有量は、マトリックス合金に対して、第1のグループにおいては5~100質量ppm、第2のグループにおいては5~30質量ppmである。

Au合金マトリックスにおけるSiは、ループ形成性と圧着ボールの真円度を維持する元素である。Siは5質量ppm未満では上記のループ形成性を維持することができず、30質量ppmを超えると真円度が得にくくなる。

[0029] 前記Au合金マトリックス中に含有させる微量元素において、そのGdの純度は、99質量%以上、好ましくは99.5質量%以上である。

Gdの含有量は、マトリックス合金に対して、第1のグループにおいては5~100質量ppmである。

Au合金マトリックスにおけるGdは、ループ形成性と圧着ボールの真円度を維持する元素である。Gdは、5質量ppm未満では上記のループ形成性を維持することができず、30質量ppmを超えると真円度が得にくくなる。

[0030] 前記Au合金マトリックス中に含有させる微量元素において、そのCaの純度は、99質量%以上、好ましくは99.5質量%以上である。Caの含有量は、マトリックス合金に対して5~30質量ppmである。

Au合金マトリックスにおけるCaは、ワイヤの強度を向上させる。Caは、線径が23 μ m以下の細いワイヤであっても、極細線自身の剛性を増すことにより、ループ形成性を維持するとともに、第一ボンディングにおける圧着ボールの真円度を維持することができる元素であることがわかった。Caは、5質量ppm未満では上記の真円度向上効果をもたらすことができない。Caは30質量ppmを超えると熔融ボールの底部にくぼみができやすくなるので、熔融ボールを形成してから半導体装置の電極に接続してボールボンドするボンディング・ワイヤにあっては、マトリックス合金に対し5~30質量ppmの範囲が好ましい。

また、Caを所定量添加すると、ループ形成性および真円度を同時に満足させるワイヤが得られる。

[0031] 一方、前記Au合金マトリックス中の全微量元素の総合計が100質量ppmを超えると、熔融ボール表面に酸化物が生成しやすくなるため、偶発的に、第一ボンドにおけ

る接合性が悪くなることがある。

前記マトリックス合金(Au合金)中に含有させる微量元素において、CeとY、Eu、La、Snの各々の元素の純度は、99.9質量%以上、好ましくは99.99質量%以上である。

それぞれの含有量は、マトリックス合金に対して、5~100質量ppm、好ましくは、Laにおいては5~80質量ppm、それ以外の元素においては5~30質量ppmである。

[0032] 上述したように、CeとY、Gd、Be、La、Si、Euは、Au合金マトリックス中において、線径が23 μ m以下の細い線径であっても、極細線自身の剛性を増すことにより、ループ形成性を維持するとともに、第一ボンディングにおける圧着ボールの真円度を維持することができる元素であることがわかった。

CeとY、Gd、Be、La、Si、Euは、1元素あたりの量が5質量ppm未満では、Au-Pd等合金ワイヤのループ形成性を維持することができず、また、第一ボンディングにおける圧着ボールの真円度を維持することができ難い。また、1元素あたりの含有量が100質量ppmか、もしくはこれらの元素の合計が100質量ppmを超えると、溶融ボールがいびつに変形したり、極細線自身の剛性が大きくなりすぎて半導体チップを割ってしまいやすくなったりする。1元素あたりの含有量が30質量ppm以下であれば、圧着ボールの真円度がより安定する。

[0033] また、Au-Pd等のAu合金マトリックスの溶融ボール表面に微量元素が析出し、酸化することにより、第一ボンドにおいて接合性が悪化したり、圧着ボールの真円度が悪くなったりすることがある。真円度向上効果は、高い順に、Si、Be、La、Ce、Ca、Eu、Y、Gdであった。すなわち、Ceとの組み合わせでは、Ce-Si、Ce-Be、Ce-La、Ce-Y、Ce-Gdの順である。また、Beとの組み合わせでは、Be-Si、Be-Ca、Be-Eu、Be-Yの順である。

本発明で用いる微量元素である、Mg、Ce、Y、Gd、Be、Ca、Eu、LaおよびSiは、すべて、高純度のAu-Pd等合金に対して適度な組み合わせで希薄な含有量だけ添加されるので、Au合金中で偏析することなく均一に含有することができ、Znや多量のCaの単独添加のように、Au合金の表面に意図しない状態で析出して酸化膜を形成することがない。したがって、上述のように適切な量範囲でMg、Ce、Y、Gd、Be

、Ca、Eu、LaおよびSiを組み合わせることによって、Au合金ボンディング・ワイヤにおける相互拡散の遅延効果に加え、ウェッジ接合性の向上効果、並びに溶融ボールの真球度向上効果、極細線におけるループ形成効果、圧着ボールの真円度向上効果を併せ持たせることができる。

[0034] これまでMgと希土類元素とをAu-Pd合金ボンディング・ワイヤに共添加することは文献上は知られていたし(特許文献3~6)、実際に共添加した例もあった(特許文献6)。しかし、特許文献3に記載のZnを含むAu合金は、極細線上に酸化膜を簡単に形成しやすいため、極細線が細くなればなるほど圧着ボールの真円度が得られにくくなる。また、30質量ppmを超えてCaを含むAu合金は、他の添加元素の有無にかかわらず不規則に表面へ析出して酸化するため、Au合金マトリックスでは第一ボンドの接合信頼性や圧着ボールの真円度が得られないという不具合がある。

[0035] これまで、Mg等が高純度のAu-Pd等のAu合金マトリックス中で分布性が良い元素であり、かつ、大気中でボール・ボンディングしても溶融ボールや極細線の表面に酸化膜が形成されることがない微量元素であることは知られていなかった。したがって、本発明のように、Mg、Ce、Y、Gd、Be、La、Si、Ca、Eu、を適量範囲で適当な種類、組み合わせることによって、これらの微量元素がすべてAu合金マトリックス中で分布性が良い微量元素であり、表面析出を起こさないことから、ボンディング・ワイヤとしての安定した品質が得られるということは、予測不可能であった。

実施例

[0036] 次に、本発明を実施例および比較例により詳述する。

[実施例1~81]

表1に第1のグループの実施例(1~57)、表2に第2のグループの実施例(58~81)の各試料の成分組成を示す。純度99.999質量%の高純度Auと純度99.99質量%の高純度Pd、Ptとの合金に、微量元素として表1および表2に記載の数値(質量ppm)になるように配合し、真空溶解炉で溶解鑄造した。これを伸線加工して、線径が25 μ m、20 μ mまたは15 μ mのところまで最終熱処理し、伸び率を4%に調整した。なお、各ボンディング・ワイヤの伸びと引張り強さは、10cm長に切り出したワイヤを各10本引張り試験し、その平均値を求めることで評価した。

[0037] この極細線をSiチップ上の $50\ \mu\text{m}$ 角のA1パッド(A1膜厚:約 $1\ \mu\text{m}$)に大気中で超音波併用熱圧着方式によるボール・ボンディング法により第一次ボンディングをし、その後Agめっきされた42アロイから成るリードとの間で超音波併用熱圧着方式によるウェッジ方式ボンディング法により第二次ボンディングをして結線した。その際、ループ・スパンは 5mm 、ループ高さは $200\ \mu\text{m}$ とし、200点のA1パッドを有する「200ピンのQFP(パッケージ)」を用いた。第一ボンドではすべてのボールが $50\ \mu\text{m}$ のA1パッド内に形成されていた。また、第二ボンドではすべてリード上に強固に接合されていた。結線したワイヤの内、任意の40本のワイヤを用いて各評価を行った。その評価結果を、第1グループの実施例については表4に、第2グループの実施例については表5にそれぞれ示す。

[0038] [比較例1~23]

表3に実施例と微量元素の成分組成が異なる比較例の各試料の組成を示す。なお、比較例1~17は第1のグループに対応する比較例であり、比較例18~23は第2のグループに対応する比較例である。

Au合金極細線は実施例と同様に、線径が $25\ \mu\text{m}$ 、 $20\ \mu\text{m}$ または $15\ \mu\text{m}$ のところまで最終熱処理し、伸び率を4%に調整し、実施例1と同様に評価した。その評価結果を表6に示す。

実施例および比較例の各ボンディング・ワイヤの特性は、以下のようにしてそれぞれ評価した。

第一ボンドおよび第二ボンドの「ボンドの良否」の評価は、5000本のループを形成したときに、剥離等の不良がでなかったものを良好であるとして◎印で、1本発生した場合は○印で、2本以上の場合は△印で示した。

[0039] 「Au-A1の形成量」は、A1パッドを10%のNaOH水溶液中で溶かし、接合面を走査電子顕微鏡にて観察し、接合面におけるAu-A1が合金化した部位の割合を求めた。接合面の70%以上でAu-A1が形成された場合は特に良好であるとして◎印で、50%以上70%未満の場合は良好であるとして○印で、50%未満の場合は普通であるとして△印で示した。

「溶融ボールの真球度」の評価は、溶融ボールの下面(ワイヤ側が上面)の縦横の

直径を測定し、その比が、0.995～1.005の範囲にあるものを◎印で、左記を除き、0.99～1.01の範囲にあるものを○印で示した。これらの範囲を外れた場合は△印で示した。測定は、各10試料を選定して行い、その平均値を示した。但し、実施例58、62、72については、試料数を50に増加して、第2のグループにおけるばらつきの程度を精度を上げて確認した。

[0040] 「圧着ボールの真円度」の評価は、超音波の印加方向に平行方向の圧着径および垂直方向の圧着径を測定し、その比が、0.99～1.01の範囲にあるものを◎印で、左記を除き、0.98～1.02の範囲にあるものを○印で示した。これら以外を△印で示した。測定は、第1のグループに関しては各200試料を選定して行い、第2のグループに関しては各5000試料を選定して行い、その平均値を示した。

「プルテスト」の評価は、ループ・スパンの中央付近をフックで上方に持ち上げ、破断したときの荷重で判断した。線径が25 μ mのときは6×10mN以上を◎印で、4×10～6×10mNの範囲にあるものを○印で、4×10mN未満を△印で示した。

[0041] また、線径が20 μ mのときは6×10mN以上を◎印で、2.5×10～4×10mNの範囲にあるものを○印で、2.5×10mN未満を△印で示した。さらに、線径が15 μ mのときは2×10mN以上を◎印で、1×10～2×10mNの範囲にあるものを○印で、1×10mN未満を△印で示した。

「総合評価」は、上記6つの評価のうち、◎が3つ以上かつ、△がないものを特に良好として◎印で、◎が2つ以下で△がないものを良好として○印で、△が1つでもあるものは普通として△印でそれぞれ示した。

[0042] [表1]

[表1] 第1グループ実施例(1~57)成分組成表

	Au	Pd	Pt	Mg	Ce	Be	Y	Gd	La	Eu	Si	Sn	Ca	Zn
		質量%		質量ppm										
実施例01	残部	0.5		10	10		10							
実施例02	残部	1		10	80			50						
実施例03	残部	1.5		10	10				50					
実施例04	残部		0.5	10	80					80				
実施例05	残部		1	10		10	80							
実施例06	残部		0.5	10		80			50					
実施例07	残部	0.5	0.5	10		10				10				
実施例08	残部	1	0.5	10		80					10			
実施例09	残部	0.5		30	30		10							
実施例10	残部		1	30	30			10						
実施例11	残部		1.5	30	30				10					
実施例12	残部		0.5	30	50					10				
実施例13	残部	1		30	50						10			
実施例14	残部	0.5		30	10		30							
実施例15	残部	1		30	10			30						
実施例16	残部	1.5		30	80				50					
実施例17	残部		1	30	80					50				
実施例18	残部		1.5	30	10						80			
実施例19	残部		0.5	30		30	10							
実施例20	残部		1	30		30			10					
実施例21	残部		0.5	30		50				10				
実施例22	残部	0.5	0.5	30		50					10			
実施例23	残部	0.5	1	30		10	30							
実施例24	残部	0.5		30		10			50					
実施例25	残部	1		30		80				50				
実施例26	残部	1.5		30		10					80			
実施例27	残部	0.5		80	80		10							
実施例28	残部	1		80	80			10						
実施例29	残部	0.5		80	80				10					
実施例30	残部	1		80	30					10				
実施例31	残部	1.5		80	50						10			
実施例32	残部		0.5	80	10		30							
実施例33	残部		1	80	30			30						
実施例34	残部		1.5	80	50				50					
実施例35	残部		0.5	80	50					50				
実施例36	残部	0.5	0.5	80	10						80			
実施例37	残部		0.5	80		30	10							
実施例38	残部		1	80		30			10					
実施例39	残部		1.5	80		50				10				
実施例40	残部	0.5		80		50					10			
実施例41	残部	0.5	0.5	80		10	30							
実施例42	残部	1	0.5	80		10				50				
実施例43	残部	0.5		80		80				50				
実施例44	残部	1		80		10					80			
実施例45	残部	1.5		10	30		10	10	10	10				
実施例46	残部	0.5		30	80		30		30		30			
実施例47	残部	1		50	10		20		20	20	20			
実施例48	残部		0.5	50		30	10	10	10	10	10			
実施例49	残部		1	80		80	30		30		30			
実施例50	残部	0.5	1.5	80		10	20	20	20		20			
実施例51	残部	0.08		50	10	10					10			
実施例52	残部		0.1	40	20	20		10						
実施例53	残部	0.1	0.05	40		15			20					
実施例54	残部	1	0.7	20	60					10				
実施例55	残部	0.6	1	20		50	20							
実施例56	残部	1		50		10					10			
実施例57	残部		0.5	20		10					20			

[表2] 第2グループ実施例(58~81)成分組成表

	Au	Pd	Pt	Mg	Ce	Be	Y	Gd	La	Eu	Si	Sn	Ca	Zn
実施例58	残部	1		50		10					10		10	
実施例59	残部	1		80		20					10		20	
実施例60	残部	1.5		30	10	10					20	10		
実施例61	残部		0.5	50	20	15					10		10	
実施例62	残部		1	20		20					20	10		
実施例63	残部		0.5	80		10					10	20		
実施例64	残部	0.5	0.5	20		20					20	25	20	
実施例65	残部	1	0.5	20	10	10					10		15	
実施例66	残部	0.5		30	25	15					20		25	
実施例67	残部		1	30		20					10	20	10	
実施例68	残部		1.5	30	25	10					20	25	25	
実施例69	残部		0.5	30	20	20					10		20	
実施例70	残部	1		30	10	15					20	20	25	
実施例71	残部	0.2		50	10	10					10		10	
実施例72	残部	1		20	15	15					15	10	10	
実施例73	残部	1	0.5	30	25	10					20	15	25	
実施例74	残部		1	50	20	20					10		25	
実施例75	残部		1.5	80	10	15					20	20	10	
実施例76	残部		0.5	25	15	10					10	10	25	
実施例77	残部		1	80	10	20					20		20	
実施例78	残部		0.08	80	25	20					20	10	20	
実施例79	残部	0.5	0.5	80	20	20					10	10	10	
実施例80	残部	0.5	1	15		10					10	20	10	
実施例81	残部	0.1		50	10	10					10		10	

[0044] [表3]

[表3] 第1グループ比較例(1~17)・第2グループ比較例(18~25)成分組成表

	Au	Pd	Pt	Mg	Ce	Be	Y	Gd	La	Eu	Si	Sn	Ca	Zn
比較例01	残部	1		10	80			50					50	
比較例02	残部		0.5	10	80					80				80
比較例03	残部		0.5	10	150	80			50					
比較例04	残部	1				10				10				10
比較例05	残部	1.5		10							10		80	
比較例06	残部	0.5		30				10						10
比較例07	残部		1	30	30									
比較例08	残部		0.5			30	10							
比較例09	残部		1	30					10					
比較例10	残部		0.5	30		50								
比較例11	残部		1	30		150					10			
比較例12	残部	1.5		30		10					150			
比較例13	残部	0.5		80	150		10							
比較例14	残部	1		150	80			10						
比較例15	残部	1.5		50	10		30	30	30	30	30			
比較例16	残部		1.5	80		10	80	80						
比較例17	残部		0.01	20	80			15						
比較例18	残部		1	6	3	5					16			
比較例19	残部	0.2	0.2	52		8					28		120	
比較例20	残部	1.3	0.3	130		18					18	22	46	
比較例21	残部		1	83	38	13					23	25	53	
比較例22	残部	0.01		35									55	
比較例23	残部	1	2	46	8	10					16	8	8	

[0045] [表4]

[表4] 第1グループ実施例(1~57)性能評価結果

	線径 μm	溶融ボール 真球度	圧着ボール 真円度	第一ボンド の良否	Au-Al の 形成量	第二ボンド の良否	プルテスト	総合評価
実施例01	25	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例02	25	○	○	○	○	○	○	○
実施例03	25	◎	○	◎	○	○	○	○
実施例04	20	○	○	○	○	○	○	○
実施例05	20	○	○	○	○	○	○	○
実施例06	20	○	○	○	○	○	○	○
実施例07	15	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例08	15	○	○	○	○	○	○	○
実施例09	15	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例10	25	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例11	25	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例12	25	◎	○	◎	◎	○	○	◎
実施例13	20	◎	○	◎	◎	○	○	◎
実施例14	20	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例15	20	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例16	20	○	○	○	○	○	○	○
実施例17	15	○	○	○	○	○	○	○
実施例18	15	○	◎	○	○	○	○	○
実施例19	15	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例20	15	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例21	15	◎	○	◎	◎	○	○	◎
実施例22	15	◎	○	◎	◎	○	○	◎
実施例23	15	◎	◎	◎	○	○	○	◎
実施例24	25	◎	○	◎	◎	○	○	◎
実施例25	25	○	○	○	○	○	○	○
実施例26	25	○	◎	○	○	○	○	○
実施例27	25	○	○	○	○	◎	◎	○
実施例28	25	○	○	○	○	◎	◎	○
実施例29	25	○	○	○	○	◎	◎	○
実施例30	25	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例31	25	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
実施例32	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例33	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例34	20	◎	○	◎	○	◎	◎	◎
実施例35	20	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
実施例36	20	○	◎	○	○	◎	◎	◎
実施例37	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例38	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例39	20	◎	○	◎	○	◎	◎	◎
実施例40	25	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
実施例41	25	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例42	25	◎	○	◎	○	◎	◎	◎
実施例43	25	○	○	○	○	◎	◎	○
実施例44	25	○	◎	○	○	◎	◎	◎
実施例45	25	◎	◎	◎	○	○	◎	◎
実施例46	25	○	○	○	○	○	○	○
実施例47	15	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
実施例48	15	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
実施例49	15	○	○	○	○	◎	◎	○
実施例50	25	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎
実施例51	15	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例52	15	○	○	◎	◎	○	◎	◎
実施例53	20	○	○	◎	○	◎	◎	◎
実施例54	20	○	○	○	○	○	○	○
実施例55	25	○	○	○	○	○	○	○
実施例56	25	◎	◎	○	◎	◎	○	◎
実施例57	15	◎	◎	◎	◎	○	○	◎

[0046] [表5]

[表5] 第2グループ実施例(69~81)性能評価結果

	線径 μm	熔融ボール 真球度	圧着ボール 真円度	第一ボンド の良否	Au-Al の形成量	第二ボンド の良否	フルテスト	総合評価
実施例58	25	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例59	20	○	○	◎	○	◎	○	○
実施例60	20	◎	◎	○	◎	○	◎	◎
実施例61	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例62	15	◎	○	○	○	○	○	○
実施例63	15	○	○	◎	◎	◎	○	◎
実施例64	15	○	○	◎	○	○	○	○
実施例65	25	◎	◎	○	◎	○	○	◎
実施例66	25	○	○	◎	○	○	○	○
実施例67	25	◎	○	○	○	○	◎	○
実施例68	20	○	○	○	○	○	○	○
実施例69	20	○	○	◎	○	○	◎	○
実施例70	20	○	○	◎	○	○	○	○
実施例71	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
実施例72	15	◎	◎	◎	◎	○	○	◎
実施例73	15	○	○	○	○	○	○	○
実施例74	15	○	○	○	○	◎	○	○
実施例75	15	○	○	○	◎	◎	○	○
実施例76	15	◎	○	◎	○	○	○	○
実施例77	15	○	○	○	○	◎	○	○
実施例78	15	○	○	◎	○	◎	○	○
実施例79	15	○	○	◎	○	◎	○	○
実施例80	15	◎	◎	○	◎	○	○	◎
実施例81	15	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

[0047] [表6]

[表6] 第1グループ比較例(1~17)・第2グループ比較例(18~25)性能評価結果

	線径 μm	熔融ボール 真球度	圧着ボール 真円度	第一ボンド の良否	Au-Al の形成量	第二ボンド の良否	フルテスト	総合評価
比較例01	15	○	△	○	○	○	○	△
比較例02	25	○	△	○	○	○	○	△
比較例03	20	△	△	△	△	○	○	△
比較例04	15	○	△	○	○	△	△	△
比較例05	25	○	△	○	○	○	○	△
比較例06	20	○	△	○	○	○	○	△
比較例07	15	○	△	○	○	○	○	△
比較例08	25	◎	◎	◎	◎	△	△	△
比較例09	20	○	△	○	○	○	○	△
比較例10	15	○	△	○	○	○	○	△
比較例11	25	△	△	△	△	○	○	△
比較例12	20	△	○	△	△	○	○	△
比較例13	15	△	△	△	△	○	○	△
比較例14	25	○	○	○	○	△	△	△
比較例15	20	△	△	△	△	◎	○	△
比較例16	15	△	△	△	△	○	○	△
比較例17	25	○	○	○	◎	○	△	△
比較例18	20	◎	○	◎	◎	△	△	△
比較例19	15	△	△	△	△	○	△	△
比較例20	15	△	△	○	○	○	○	△
比較例21	15	△	△	△	△	○	△	△
比較例22	15	△	△	△	△	○	△	△
比較例23	15	◎	◎	△	△	△	△	△

[0048] 上記の結果から明らかなように、本発明のAu合金ボンディング・ワイヤは、微量元素の添加量が規定値内であれば、極細線の線径が23 μm 以下になっていっても満足の間ボンディング効果が得られることがわかる。

それに対して、比較例においては、以下に述べるとおりの理由により、いずれも所期の性能が得られていない。

第1のグループに対する比較例において、

比較例1は本発明で対象としない微量元素Caを含むため。

比較例2は本発明で対象としない微量元素Znを含むため。

比較例3は微量元素Ceが規定量を超えて含むため。

比較例4は本発明で対象としない微量元素Znを含み、かつ、本発明で対象とする微量元素Mgを含まないため。

比較例5は本発明で対象としない微量元素Caを含むため。

比較例6は本発明で対象としない微量元素Znを含むため。

比較例7は本発明で対象とする微量元素MgとCe以外の微量元素を含まないため

。

比較例8は本発明で対象とする微量元素Mgを含まないため。

比較例9は本発明で対象とする微量元素のCeとBeとの組み合わせを含まないため

。

比較例10は本発明で対象とするMgとBe以外の微量元素を含まないため。

比較例11は微量元素Beが規定量を超えて含むため。

比較例12は微量元素Siが規定量を超えて含むため。

比較例13は微量元素Ceが規定量を超えて含むため。

比較例14は微量元素Mgが規定量を超えて含むため。

比較例15は微量元素の合計値が規定量を超えて含むため。

比較例16は微量元素の合計値が規定量を超えて含むため。

比較例17は合金元素Ptが規定量に達しないため。

[0049] 第2のグループに対する比較例において、

比較例18は微量元素Ceが規定量に達しないため。

比較例19は微量元素Caが規定量を超えて含むため。

比較例20は微量元素Mgが規定量を超えて含むため。

比較例21は微量元素の合計値が規定量を超えて含み、かつ、微量元素Caが上限

を超えるとともに本発明で対象とする微量元素のBeとSiの組み合わせを含まないため。

比較例22は合金元素Pdが規定量に達しないため。

比較例23は合金元素PdとPtの合計が規定量を超えて含むため。

産業上の利用可能性

[0050] 本発明の合金は、特に自動車搭載用の半導体デバイス、高温になりやすい環境下で使用される半導体に用いられるボンディング・ワイヤに適している。

請求の範囲

- [1] 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で、0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～100質量ppmのCeと、Be、Y、Gd、La、EuおよびSiのうちの少なくとも1種を、おのおのが5～100質量ppmでかつBe、Y、Gd、La、EuおよびSiの合計で5～100質量ppmとかなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。
- [2] 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で、0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～100質量ppmのBeと、Y、La、EuおよびSiのうちの少なくとも1種とかなり、微量元素の内のY、La、EuおよびSiの、おのおのが5～100質量ppmでかつY、La、EuおよびSiの合計で100質量ppm以下であるAu合金とかなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。
- [3] 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で、0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～30質量ppmのSiと、5～30質量ppmのBeと、CaおよびSnのいずれかを5～30質量ppmとかなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。
- [4] 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で、0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～30質量ppmのSiと、5～30質量ppmのBeと、Ca、CeおよびSnのうちの2種を、おのおのが5～30質量ppmでかつ2種の合計で10～60質量ppmとかなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。
- [5] 99.99質量%以上の高純度Auに99.9質量%以上の高純度のPd、Ptのうち少なくとも1種を合計で、0.05～2質量%含有させたAu合金マトリックス中に微量元素を含有させた合金であって、該微量元素が10～100質量ppmのMgと、5～30質量ppm

mのSiと、5～30質量ppmのBeと、Ca、CeおよびSnを、おのおのが5～30質量でかつ3種の合計で15～90質量ppmとからなることを特徴とするAu合金ボンディング・ワイヤ。

- [6] 全微量元素の合計が100質量ppm以下である請求項1～5の何れかに記載のAu合金ボンディング・ワイヤ。
- [7] 線径が23 μ m以下である請求項1～5のいずれかに記載のAu合金ボンディング・ワイヤ。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017819

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60 (2006.01), **C22C5/02** (2006.01)

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)

H01L21/60 (2006.01), **C22C5/02** (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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 9-321075 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 12 December, 1997 (12.12.97), (Family: none)	1-7
A	JP 10-294328 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 04 November, 1998 (04.11.98), (Family: none)	1-7
A	JP 10-98062 A (Tanaka Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha), 14 April, 1998 (14.04.98), & EP 0822264 A1 & US 5945065 A	1-7

 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
06 December, 2005 (06.12.05)Date of mailing of the international search report
13 December, 2005 (13.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017819

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-87396 A (V.C. Helus GmbH.), 30 March, 1999 (30.03.99), & EP 0890987 A2 & US 6103025 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H01L21/60 (2006.01), C22C5/02 (2006.01)		
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 (IPC)) Int.Cl. H01L21/60 (2006.01), C22C5/02 (2006.01)		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005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 請求の範囲の番号
A	JP 9-321075 A (住友金属鉱山株式会社) 1997.12.12 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 10-294328 A (住友金属鉱山株式会社) 1998.11.04 (ファミリーなし)	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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	06.12.2005	国際調査報告の発送日
		13.12.2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 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) 田中 永一 電話番号 03-3581-1101 内線 3469	4R 9539

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 請求の範囲の番号
A	JP 10-98062 A (田中電子工業株式会社) 1998.04.14 & EP 0822264 A1 & US 5945065 A	1-7
A	JP 11-87396 A (ヴェー ツェー ヘレーウス ゲゼルシャ フト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 1999.03.30 & EP 0890987 A2 & US 6103025 A	1-7