

(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
2010年8月5日(05.08.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/087053 A1

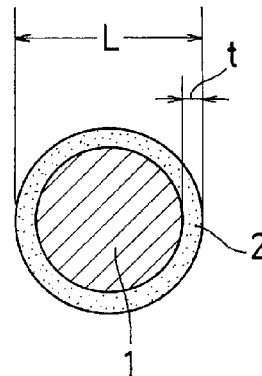
- (51) 国際特許分類:
H01L 21/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/065735
- (22) 国際出願日: 2009年9月9日(09.09.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-015265 2009年1月27日(27.01.2009) JP
特願 2009-094065 2009年4月8日(08.04.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): タツタ システム・エレクトロニクス株式会社 (TATSUTA SYSTEM ELECTRONICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5788585 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷川 剛 (HASEGAWA Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒5788585 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 タツタ システム・エレクトロニクス株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 鎌田 文二, 外 (KAMADA Bunji et al.); 〒5420073 大阪府大阪市中央区日本橋1丁目18番12号 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, 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, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: BONDING WIRE

(54) 発明の名称: ボンディングワイヤ

[図2]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to so improve the bonding strength as to be suitable for the increased speed of working even at a low working stage temperature of about 150°C. Bonding wire (P) for connecting an electrode (a) of an integrated circuit element and conductor wiring (c) of a circuit wiring board by means of a ball bonding method. Temper heat treatment is performed to obtain bonding wire having a thickness 0.04 to 0.09μm of a coating layer (2) in such a manner that the coating layer (2) consisting of one or more kinds of gold, platinum, palladium, and silver is formed on the entire outer peripheral surface of a core (1) consisting of copper of not less than 99.99% by mass, that after the adhesion of the core (1) and the coating layer (2) is enhanced by applying diffusion heat treatment to the coated wire thereof, the wire is elongated up to wire diameter L: not less than 12μm and not more than 50.8μm, and further that tensile elongation becomes not less than 8%. The bonding wire with the configuration is connected to the electrode and the conductor wiring with sufficient bonding strength, preventing work from being stopped even under the high-speed work at low temperatures.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/087053 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

作業ステージ温度：150℃程の低温度においても、作業の高速化に伴う接合強度の向上を図る。集積回路素子の電極（a）と回路配線基板の導体配線（c）をボールボンディング法によって接続するためのボンディングワイヤPである。99.99質量%以上の銅からなる芯材（1）の外周全面に金、白金、パラジウム、銀の1種以上からなる被覆層（2）を形成し、その被覆線に拡散熱処理を施して芯材（1）と被覆層（2）の密着性を高めた後、線径L：12μm以上50.8μm以下まで伸線し、さらに、引張伸びが8%以上となるように調質熱処理を行って、前記被覆層（2）の厚み0.04～0.09μmのボンディングワイヤとする。この構成のボンディングワイヤは、電極と導体配線に十分な接合強度をもって接続され、低温度の高速作業の下でも、その作業がストップすることがない。

明 細 書

発明の名称：ボンディングワイヤ

技術分野

[0001] この発明は、ＩＣ、ＬＳＩ、トランジスタ等の集積回路素子上の電極と、リードフレーム、セラミック基板、プリント基板等の回路配線基板の導体配線とをボールボンディング法によって接続するためのボンディングワイヤ及びその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] この種のボールボンディング法による接続方法は、図１（ａ）～（ｈ）に示す態様が一般的であり、同図（ａ）に示す、ワイヤＰがキャピラリー１０ａに挿通されてその先端にボール（ＦＡＢ：Ｆｒｅｅ Ａｉｒ Ｂａｌｌ）ｂが形成された状態から、クランプ１０ｂが開いて、キャピラリー１０ａが集積回路素子上の電極ａに向かって降下する。このとき、ボール（ＦＡＢ）ｂはキャピラリー１０ａ内に捕捉され、キャピラリー１０ａの中心にボンディングされる。

[0003] ターゲットである電極ａにボールｂが接触すると（キャピラリー１０ａが電極ａに至ると）キャピラリー１０ａがボールｂをグリップし、ボールｂに熱・加重・超音波を与え、それによってボールｂと電極ａが固相接合され、１ｓｔボンドが形成されて電極ａと接着する（図１（ｂ））。

１ｓｔボンドが形成されれば、キャピラリー１０ａは、一定高さまで上昇した後（同図（ｃ））、導体配線ｃの真上まで移動する（同図（ｄ）～（ｅ））。このとき、安定したループを形成するため、キャピラリー１０ａに特殊な動きをさせてワイヤＰに「くせ」を付ける動作をする場合がある（同図（ｄ）の鎖線から実線参照）。

[0004] 導体配線ｃの真上に至ったキャピラリー１０ａは、導体配線ｃに向かって降下し、ワイヤＰを導体配線（２ｎｄターゲット）ｃに押付ける（同図（ｅ）～（ｆ））。これと同時に、その押付け部位に熱・加重・超音波を与え、

それによってワイヤPを変形させ、ワイヤPを導体配線c上に接合させるためのステッチボンドと、次のステップでテイルを確保するテイルボンドを形成する（図1（f））。

[0005] その両ボンドを形成した後、キャピラリー10aはワイヤPを残したまま上昇し、キャピラリー10aの先端に一定の長さのテイルを確保した後、クランプ10bを閉じて（ワイヤPをつかんで）、テイルボンドの部分からワイヤPを引きちぎる（図1（g））。このとき、テイルボンドがワイヤPを仮止めしているため、テイルボンドをなすワイヤPはキャピラリー10aと一緒に上昇しない。

[0006] キャピラリー10aは、所要の高さまで上昇すると停止し、そのキャピラリー10aの先端に確保されたワイヤPの先端部分に、放電棒gでもって高電圧を掛けて火花を飛ばし（放電し）、その熱でワイヤPを溶かし、この溶けたワイヤ素材は表面張力によって球状に近いボールbになって固まる（図1（h））。

[0007] 以上の作用で一サイクルが終了し、以後、同様な作用によって、電極aと導体配線cのボールボンディング法による接続がされる。

[0008] このボールボンディング法による接続において、ボンディングワイヤPには、金線が主に使用されるが、金は高価であるため、近年、銅純度99.9質量%以上の安価な銅線を使用することが行われている。そのとき、銅は裸のままでは、表面の酸化が起こり易いことから、図2に示すように、銅線からなる芯材1に耐酸化金属2を被覆したものが使用されている。

その被覆金属（被覆層）2としては、金（Au）、白金（Pt）、パラジウム（Pd）、銀（Ag）、ニッケル（Ni）等が採用されている（特許文献1～3）。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2003-133361号公報

特許文献2：特開2004-64033号公報

特許文献3：特開2007-12776号公報

[0010] この金属被覆の銅線からなるボンディングワイヤPにおいて、近年の電子部品の小型化等による集積回路素子間の極小化に伴い、上記ボールbもより小さくする必要から、ボンディングワイヤPにも小径のものが望まれ、そのためには、その径Lを $50\mu\text{m}$ 以下とするのが好ましいとされている（特許文献1段落0009第12～14行）。

また、集積回路素子の電極aへの接続において、ボールbが下向き槍状（逆円錐状）になっていると、上記ボールbの電極aへの押付け時、そのボールbの尖鋭端によって電極aを損傷させる恐れがあるため、ボールbはできるだけ、真球であることが好ましい。そのボールbの真球度を高めるために、上記被覆層2の厚みtを芯線径の0.001以下としたり（特許文献1請求項1）、同じく被覆層2の厚みtを $0.001\sim 0.02\mu\text{m}$ としたり（特許文献3請求項1）、芯材1の銅よりも高融点の耐酸化金属で被覆層2を形成したりしている（特許文献2段落0014）。

さらに、有機基板をベースにしたBGA(Ball Grid Array)などでは加熱温度(ステージ温度)を高くすると、反りが発生してボンディング性が著しく悪化する。このため、上記ワイヤPと電極a又は導体配線cとの接合時の加熱温度(ステージ温度)を低く、例えば、 150°C 程度にしても、十分な接合強度を担保するための種々の工夫、例えば、熱処理後に伸線する加工等もされている（特許文献3段落0020、同0054等）。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 以上のように、耐酸化金属で銅線を被覆したボンディングワイヤPは、従来から、種々の工夫がなされてそれなりに好評を得ているが、近年の低コスト化に基づく、作業の高速化に伴う接合強度の向上がさらに要求されている。

[0012] この発明はその要求に応えることを課題とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記課題を達成するために、この発明は、上記の各工夫を全て採用して、ボンディングワイヤPの線径Lは、 $12\mu\text{m}$ 以上 $50.8\mu\text{m}$ 以下とし、純度99.99質量%以上の銅からなる芯材1の外周全面に、金、白金、パラジウム、銀の1種以上による厚み t ： $0.02\sim 0.09\mu\text{m}$ の被覆層2を形成したものとしたのである。

[0014] ボンディングワイヤPの線径Lを、 $50.8\mu\text{m}$ 以下としたのは、上述の特許文献1ではその径Lを $50\mu\text{m}$ 以下としているが、 $50.8\mu\text{m}$ 以下であれば、 $50\mu\text{m}$ 以下とかわらない程度でもって、上記ボールbをより小さくできるからである。

また、線径Lの下限を $12\mu\text{m}$ 以上としたのは、 $12\mu\text{m}$ 未満ではボンディング前にオペレータがワイヤPをキャピラリー10aに通すのが困難になり、作業性が悪くなるからである。

芯材1の銅純度を99.99質量%以上としたのは、銅の高導電性を担保するためである。

[0015] 被覆層2の厚み t は薄いほど、ボールbの硬度が低くなり、Siチップ（電極a）の損傷の可能性が低くなるが、薄すぎると、ステッチボンド接合の際に芯材1の銅が露出する度合いが大きくなり、被覆層2を有さない銅ワイヤ程度のステッチボンド接合性しか発現できない。例えば、後記実施例と比較例の実験結果から理解できるように、2回以上のマシンストップが生じる恐れがある。このため、その実施例と比較例の実験結果から、被覆層2の厚み t は $0.02\mu\text{m}$ 以上とする。

なお、ステージ温度： 150°C 程の低温度でのボールボンディングの時には、連続ボンディング性の実験結果からその厚み t を $0.04\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは、その $0.04\mu\text{m}$ を越えるものとする。ステージ温度を低くすると、ステッチボンド接合に要する加重が大きくなり、被覆層2の厚み t が $0.02\mu\text{m}$ 以上から $0.04\mu\text{m}$ 未満の範囲では芯材の銅が露出する度合いが大きくなり、連続ボンディング性が損なわれることがあるからである。

一方、被覆層 2 が厚いと、ボール b の硬度が高くなり、S i チップ（電極 a）の損傷の可能性が高くなる。このため、後記実施例と比較例の実験結果から、被覆層 2 の厚み t は 0. 09 μ m 以下とする。

[0016] 被覆金属を金、白金、パラジウム及び銀としたのは、これらの貴金属が電子材料の被覆材として一般的であり、入手が比較的容易であるからである。これらの純度も芯材 1 の銅と同様に 99. 99 質量%以上とすることが好ましい。被覆層 2 はこれらの貴金属の 1 つで形成しても良いが、2 種以上の金属の多層とすることもできる。

[0017] 以上から、このボンディングワイヤ P の構成としては、集積回路素子の電極 a と回路配線基板の導体配線 c をボールボンディング法によって接続するための線径 L : 12 μ m 以上 50. 8 μ m 以下のボンディングワイヤ P において、芯材 1 が純度 99. 99 質量%以上の銅からなり、その芯材 1 の外周全面に、金、白金、パラジウム、銀の 1 種以上による厚み 0. 02 ~ 0. 09 μ m の被覆層 2 を形成した構成を採用する。

この構成において、ステージ温度 : 150℃程の低温度でのボールボンディング用ボンディングワイヤにおいては、その被覆層の厚み t は 0. 04 ~ 0. 09 μ m とする。

[0018] これらの構成のボンディングワイヤ P の製造方法には種々のものが採用できるが、例えば、純度 99. 99 質量%以上の銅からなる芯材 1 の外周全面に、金、白金、パラジウム、銀の 1 種以上による被覆層 2 を形成し、その被覆線を拡散熱処理して芯材と被覆層の密着性を高めた後、線径 12 μ m 以上 50. 8 μ m 以下まで伸線し、さらに、引張伸びが 8%以上となるように調質熱処理を行って、被覆層 2 の厚み t 0. 02 ~ 0. 09 μ m とした構成を採用できる。

[0019] これらの構成において、上記被覆層 2 をその融点が上記銅の融点より高いパラジウム又は白金がより好ましいと考えることができる。

上述のように、芯材 1 の銅よりも高融点の耐酸化金属で被覆層 2 を形成すれば、ボール b の真球度が増すことが確認されているが、本発明者は、その

理由として、放電によって銅が溶融して真球となる時、その溶融部分が表面張力によって真上にワイヤを這い上がっていくが、被覆層2も溶融していると、その這い上がりが悪くなって、真球になりにくいためと考えた。このことは、 $0.02 \sim 0.09 \mu\text{m}$ 厚の被覆層2であると、顕著に表れる。

また、パラジウムと白金では、パラジウムの方がボールbを真球にできる条件のマージン（限界）が広がる。これは、パラジウムの融点が白金の融点に比べて銅の融点に近いと考えられる。すなわち、被覆層2に白金を用いると、放電による銅の溶融後に白金が溶融するまでに時間差が生じるためである。被覆層2にパラジウムを用いれば、溶融の時間差は小さくなるため、より真球になりやすい。

[0020] 因みに、上記純銅の融点： 1083°C 、金の融点： 1064°C 、パラジウムの融点： 1554°C 、銀の融点： 962°C 、白金の融点： 1772°C である。

また、被覆層2の厚み t を $0.04 \mu\text{m}$ 以上とした場合、ステージ温度 150°C でもマシントラブルが少なくなるが、特にパラジウムを被覆層2に採用し、被覆層2の厚み t を $0.05 \mu\text{m}$ 以上とした時にはステージ温度をより低温の 135°C としたときでもマシントラブルが起こらないことも確認されている。これは、パラジウム被覆層2の場合、上記のように、銅とパラジウムの溶融時間差が小さく、より真球になりやすいこととの相乗効果に基づくものと考えられる。

[0021] さらに、上記芯材の銅純度を 99.999 質量%以上とすれば、後記実施例と比較例の実験結果から理解できるように、Siチップ（電極a）の損傷の可能性が低くなる。これは、銅純度を 99.999 質量%以上とすることで、FAB硬度をより低減できるからである。

[0022] さらに、被覆層2は、電解メッキ、無電解メッキ、蒸着法等の周知の手段によって形成され、一般に、ワイヤPは大きな線径の銅ロッドをダイスと呼ばれるツールに順次貫通させていくことにより、所定の線径に仕上げられるため、この工程途中の適宜な線径で被覆層2を上記手段により形成する。こ

のとき、被覆する際の芯材 1 の線径は作業性・コストにより決定されるが、製造装置の制限から 0.2 ～ 0.8 mm が一般的である。外周全面にパラジウム等の金属を被覆された被覆線は 200 ～ 500 °C（被覆線の温度）で拡散熱処理を施して前記芯材 1 と被覆層 2 の密着性を高めた後、線径 12 μ m 以上 50.8 μ m 以下まで伸線し、さらに、引張伸びが 8 % 以上となるように調質熱処理を行って、被覆層 2 の厚み t 0.02 ～ 0.09 μ m とすることができる。

引張伸びを 8 % 以上とするのは、ステッチボンド接合性を上げ、より安定したボンディング性を得るためである。

このとき、被覆層がパラジウムから成れば、芯材の銅純度を 99.999 質量%以上とし、その被覆層の厚み t を 0.05 ～ 0.09 μ m とすることができる。

発明の効果

[0023] この発明は、以上のようにしたので、安定した接合強度を有する純銅に貴金属を被覆したボンディングワイヤを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1] ボールボンディング接続法の説明図であり、(a) ～ (h) はその途中図

[図2] この発明に係るボンディングワイヤの断面図

[図3] オージェピーク強度と被覆層（メッキ層）深さの関係図

発明を実施するための形態

[0025] 表 1 に示す実施例 1 ～ 45 及び比較例 1 ～ 13 を製作し、そのボンディングワイヤ P の 1 s t 接合部の S i チップ（電極 a）の損傷度合、及び連続ボンディング性の試験を行った。

すなわち、まず、銅純度 99.99 質量%の純銅（表 1 中：4 N）と銅純度 99.999 質量%の純銅（表 1 中：5 N）の 0.2 ～ 0.8 mm 径の銅線を用意し、その銅線に、Au、Pd、Pt 及び Ag の貴金属を電解メッキ法によって被覆し、その被覆線を巻き戻し、焼鈍炉を通したのち、再び巻き

取り用リールで巻き取ることによって連続拡散熱処理を行った。焼鈍炉は炉長 1 m の炉芯管を有する電気炉を用い、炉芯管には窒素ガスを流した。その炉温度は 500℃以上 800℃以下として被覆線の温度を 200～500℃とし、その被覆線の走行速度は 5～60 m/分とした。以上の拡散熱処理を施して銅線（芯材）1 と被覆層 2 の密着性を高めた後、線径 15～50.8 μ m まで伸線し、さらに、引張伸びが 8%以上となるように調質熱処理を行って、被覆層 2 の厚み t : 0.001～0.112 μ m のボンディングワイヤ P（実施例 1～45 及び比較例 1～13）を得た。表 1 中、2 種の貴金属を示す例は、その 2 種の金属を同一厚で 2 重被覆したものである。

[0026] つぎに、この各ボンディングワイヤ P において、下記の評価を行った結果を表 1 に示す。

「被覆層（表面皮膜層）2 の厚み」：

オージェ電子分光分析法にて測定した。Ar で被覆層の表面からスパッタリングし、単位時間のスパッタリング毎にスペクトル測定を行った。深さ方向の単位はスパッタ時間とし、事前に測定しておいた標準試料 SiO₂ のスパッタリングレートから、対象材の深さ方向の距離を SiO₂ 換算にて算出した。被覆層については、図 3 の通り、対象被覆層元素のオージェピーク強度を縦軸、深さを横軸にとったグラフにおいて、オージェピーク強度が 84% の位置から 16% の位置までの距離を被覆層の厚みとした。

「芯材（銅）の純度」：

GDMS（グロー放電質量）分析にて全元素の濃度を測定して Cu 純度を決定した。

「連続ボンディング性」（1）：

ボンディングマシンで 10,000 回の連続ボンディングを行い、マシンストップが発生しなければ「A」、1 回のマシンストップが発生すれば「B」、2 回以上のマシンストップが起これば「D」とした。このとき、ステージ温度が低くなれば、その連続ボンディングが困難になることから、200℃(±5℃)、150℃(±5℃)の 2 水準で行った。

「1 s t 接合部の S i チップ損傷」(2) :

ボンディング後、1 s t ボール接合部直下の S i チップ損傷を評価するために、ボール接合部 a および電極膜を王水で溶解し、S i チップのクラックを光顕と S E M で観察した。このとき、100個の接合部を観察して 5 μ m 以下の微小なピットが1個もしくはまったく見られない場合は「A」、5 μ m 以下の微小なピットが2個以上認められる場合は実用上は有害でないため「B」、5 μ m 以上のクラックが認められた場合は「D」とした。

「総合評価」:

(1) の評価が 200℃・150℃ともに A であり、かつ (2) の評価が A のものを「A」、(1) の評価が 200℃・150℃ともに A であり、かつ (2) の評価が B のものを「B」、(1) の評価が 200℃では A であり、150℃では B のものを「C」とした。また、ひとつでも D のあるものについては実用上問題であるので「D」とした。

[0027]

[表1]

	No.	線径 (μm)	表面皮膜層		芯材のCu純度	①連続ボンディング性		②1st接合部の Siチップ損傷	総合評価
			金属種別	皮膜厚(μm)		200°C($\pm 5^\circ\text{C}$)	150°C($\pm 5^\circ\text{C}$)		
本発明例	1	15	Au	0.021	4N	A	B	B	C
	2	20		0.032	4N	A	B	B	C
	3			0.022	5N	A	B	A	C
	4	25		0.032	4N	A	B	B	C
	5			0.041	5N	A	A	A	A
	6	33		0.075	4N	A	A	B	B
	7	50		0.081	4N	A	A	B	B
	8			0.022	4N	A	B	B	C
	9	15	Pd	0.042	4N	A	A	B	B
	10			0.034	4N	A	B	B	C
	11	20		0.043	4N	A	A	B	B
	12			0.054	5N	A	A	A	A
	13			0.088	5N	A	A	A	A
	14			0.031	4N	A	B	B	C
	15	25		0.042	4N	A	A	B	B
	16			0.052	5N	A	A	A	A
	17			0.065	4N	A	A	B	B
	18			0.079	4N	A	A	B	B
	19	33		0.024	5N	A	B	A	C
	20			0.046	5N	A	A	A	A
	21			0.059	4N	A	A	B	B
	22	50		0.026	5N	A	B	A	C
	23			0.088	4N	A	A	B	B
	24	20	Au,Pd	0.021	4N	A	B	B	C
	25	25		0.023	4N	A	B	B	C
	26	33		0.057	4N	A	A	B	B
	27	33	Pt	0.041	5N	A	A	A	A
	28			0.023	4N	A	B	B	C
	29	15		0.031	4N	A	B	B	C
	30			0.038	4N	A	B	B	C
	31	20		0.042	4N	A	A	B	B
	32			0.078	5N	A	A	A	A
	33			0.024	5N	A	B	A	C
	34	25		0.043	5N	A	A	A	A
	35			0.058	4N	A	A	B	B
	36	50		0.025	5N	A	B	A	C
	37			0.054	5N	A	A	A	A
	38	15	Ag	0.022	4N	A	B	B	C
	39	20		0.031	4N	A	B	B	C
	40	25		0.054	4N	A	A	B	B
	41	15	Au,Pt	0.029	4N	A	B	B	C
	42	20		0.038	4N	A	B	B	C
	43	20	Pd,Ag	0.036	4N	A	B	B	C
	44	20		0.069	5N	A	A	A	A
	45	25	Au,Ag	0.078	5N	A	A	A	A
比較例	1	15	Au	0.001	4N	D	D	B	D
	2	20		0.014	4N	B	D	B	D
	3	20		0.095	5N	A	A	D	D
	4	15	Pd	0.003	4N	D	D	B	D
	5	25		0.002	5N	D	D	A	D
	6	25		0.099	5N	A	A	D	D
	7	33		0.102	4N	A	A	D	D
	8	50		0.098	5N	A	A	D	D
	9	15	Pt	0.002	4N	D	D	B	D
	10	20		0.001	5N	D	D	A	D
	11	25		0.112	4N	A	A	D	D
	12	20	Ag	0.001	4N	D	D	B	D
	13	25		0.098	4N	A	A	D	D

[0028] この試験結果から、被覆層厚 t が $0.02\mu\text{m}$ 未満であると、 200°C 及び 150°C の両連続ボンディング性が低下し（比較例 1、2、4、5、9、10、12）、 $0.02\mu\text{m}$ に近くなると、前者の連続ボンディング性が満足できるものとなり（比較例 2）、 $0.02\mu\text{m}$ 以上となると、両者の連続ボンディング性が満足できるものとなることが理解できる（実施例 1～45、比較例 3、6～8、11、13）。

一方、被覆層厚 t が $0.09\mu\text{m}$ を越えると、ボール b が硬くなって、S

i チップ（電極 a）の損傷が認められるようになる（比較例 3、6～8、11、13）。

また、純銅 5 N を使用し、被覆層厚 t を $0.04 \mu\text{m}$ 以上としたもの（実施例 5、12、13、16、20、27、32、34、37、44、45）では、総合評価が「A」となって、ステージ温度が 150°C 程の低温度においても、連続ボンディング性が良好であってその連続ボンディング性の担保に有効であることが分る。特に、被覆層厚 t が $0.05 \mu\text{m}$ 以上では顕著である（実施例 12、13、16）。

符号の説明

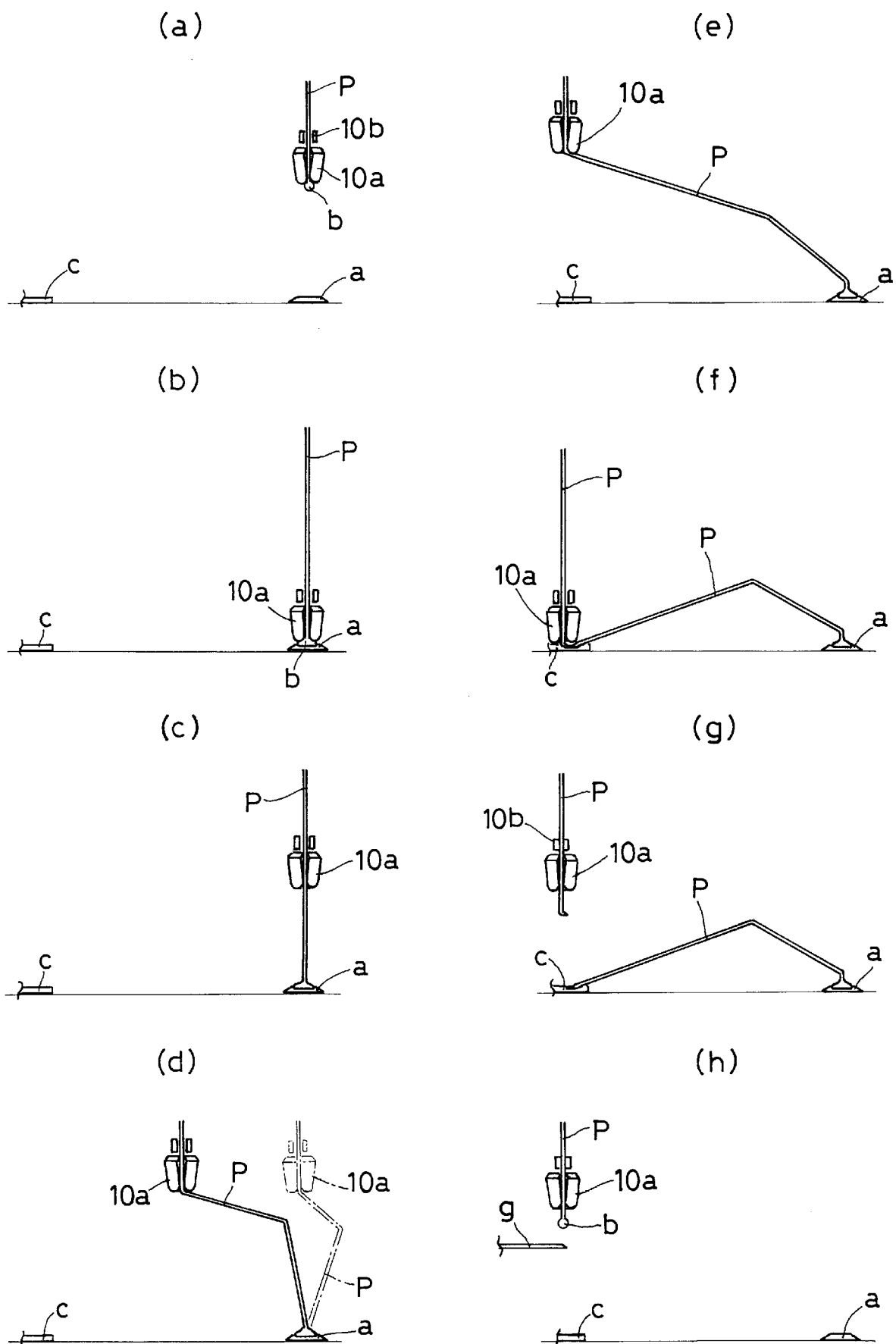
- [0029] P ボンディングワイヤ
- 1 芯材
 - 2 被覆層
 - a 集積回路素子の電極
 - b ボンディングボール
 - c 回路配線基板の導体配線

請求の範囲

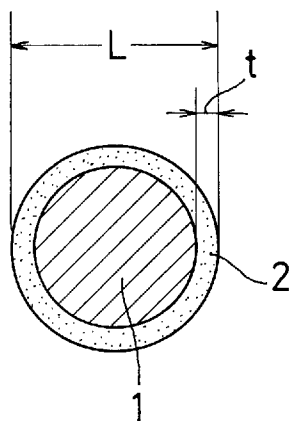
- [請求項1] 集積回路素子の電極（a）と回路配線基板の導体配線（c）をボールボンディング法によって接続するための線径（L） $12\mu\text{m}$ 以上 $50.8\mu\text{m}$ 以下のボンディングワイヤ（P）であって、芯材（1）が純度99.99質量%以上の銅からなり、その芯材（1）の外周全面に、金、白金、パラジウム、銀の1種以上による厚み（t） $0.02\sim 0.09\mu\text{m}$ の被覆層（2）を形成したことを特徴とするボンディングワイヤ。
- [請求項2] 上記被覆層（2）の厚み（t）が $0.04\sim 0.09\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項3] 上記被覆層（2）をその融点が上記銅の融点より高いパラジウム又は白金としたことを特徴とする請求項1又は2に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項4] 上記被覆層（2）をその融点が上記銅の融点より高いパラジウムとし、その厚み（t）が $0.05\sim 0.09\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項5] 上記芯材（1）の銅純度を99.999質量%以上としたことを特徴とする請求項1～4の何れか1つに記載のボンディングワイヤ。
- [請求項6] 集積回路素子の電極（a）と回路配線基板の導体配線（c）をボールボンディング法によって接続するための請求項1～4の何れか1つに記載のボンディングワイヤ（P）の製造方法であって、純度99.99質量%以上の銅からなる芯材（1）の外周全面に、金、白金、パラジウム、銀の1種以上による被覆層（2）を形成し、その被覆線を拡散熱処理して前記芯材（1）と被覆層（2）の密着性を高めた後、線径（L） $12\mu\text{m}$ 以上 $50.8\mu\text{m}$ 以下まで伸線し、さらに、引張伸びが8%以上となるように調質熱処理を行ったことを特徴とするボンディングワイヤの製造方法。
- [請求項7] 上記芯材（1）の銅純度を99.999質量%以上とし、上記被覆

層（２）がパラジウムから成ってその厚み（ t ）を $0.05 \sim 0.09 \mu\text{m}$ としたことを特徴とする請求項６に記載のボンディングワイヤの製造方法。

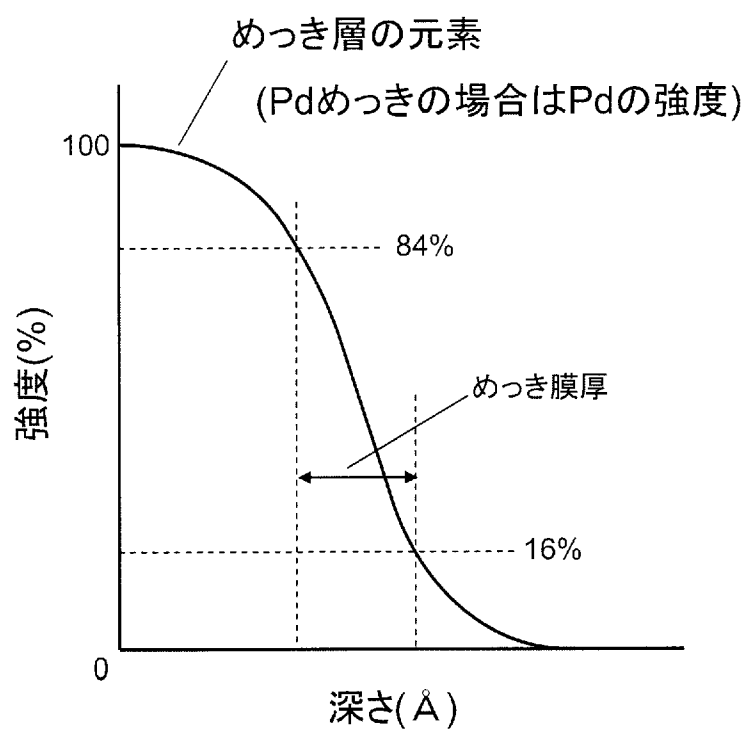
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/065735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/60 (2006.01) i

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

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
Y	JP 2004-064033 A (SUMITOMO ELECTRIC WINTEC, INC.), 26 February 2004 (26.02.2004), paragraphs [0064] to [0070] & US 2004/0245320 A1 & EP 1447842 A1 & WO 2003/036710 A1 & CN 1575512 A	1-7
Y	JP 2003-133361 A (Sumiden Magunetto Waiya Kabushiki Kaisha), 09 May 2003 (09.05.2003), paragraphs [0009] to [0014] (Family: none)	1-7
Y	JP 7-086325 A (Hitachi Cable, Ltd.), 31 March 1995 (31.03.1995), paragraphs [0013] to [0023] (Family: none)	5

☒ 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
14 December, 2009 (14.12.09)

Date of mailing of the international search report
22 December, 2009 (22.12.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/065735

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2002/023618 A1 (Nippon Steel Corp.), 21 March 2002 (21.03.2002), page 16, lines 9 to 18 & KR 10-2006-0041322 A	6-7
A	JP 62-078863 A (Tanaka Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha), 11 April 1987 (11.04.1987), page 2, upper left column, lines 3 to 17 (Family: none)	6-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/60 (2006.01) i

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. H01L21/60

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 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
Y	JP 2004-064033 A (住友電工ウインテック株式会社) 2004. 02. 26, 段落【0064】 - 【0070】 & US 2004/0245320 A1 & EP 1447842 A1 & WO 2003/036710 A1 & CN 1575512 A	1-7
Y	JP 2003-133361 A (住電マグネットワイヤー株式会社) 2003. 05. 09, 段落【0009】 - 【0014】 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 7-086325 A (日立電線株式会社) 1995. 03. 31, 段落【0013】 - 【0023】 (ファミリーなし)	5

☒ 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

1 4 . 1 2 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 0 9

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)

酒井 英夫

4 R

3 8 3 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

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
Y	WO 2002/023618 A1 (新日本製鐵株式会社) 2002. 03. 21, 第 16 頁第 9－18 行 & KR 10-2006-0041322 A	6-7
A	JP 62-078863 A (田中電子工業株式会社) 1987. 04. 11, 第 2 頁左上欄第 3－17 行 (ファミリーなし)	6-7