

7a

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2013/018238 A1

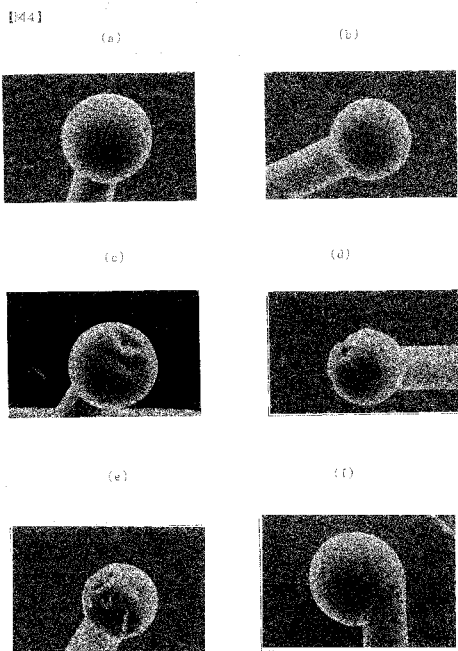
(43) 国際公開日

2013年2月7日 (07.02.2013)

W O P O | P C T

- (51) 国際特許分類 : H01L 21/60 (2006.01) C22C 5/06 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/078635
 - (22) 国際出願日 : 2011年12月5日 (05.12.2011)
 - (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 2011-168433 2011年8月1日 (01.08.2011) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : タツタ電線株式会社 (TATSUTA ELECTRIC WIRE & CABLE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5788585 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号 Osaka (JP).
 - () 発明者 ; および
 - () 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 タツタ電線株式会社内 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, ML, 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, ML, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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).
- 添付公開書類 :
- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: BALL BONDING WIRE
(54) 発明の名称 : ポールボンディングワイヤ



(57) Abstract: Disclosed is a bonding wire (W), which has high bondability to an Ni/Pd/Au coated electrode (a) having high reliability at high temperatures, causes less damage to brittle chips, and has low cost. Specifically disclosed is a silver bonding wire for connecting to each other the Ni/Pd/Au coated electrode (a) of a semiconductor element and conductor wiring (c) of a circuit wiring board by means of a ball bonding method, said silver bonding wire having a wire diameter of 10-50 μm. A coating layer (2) composed of Pt or Pd is formed on the outer circumferential surface of a core material (1), and the ratio (%) between the cross-sectional area of the coating layer and the cross-sectional area of the wire is set at 0.1-0.6%. Since a spherical FAB (ball (b)) shown in Fig. (a, b), said FAB having no unmelted portion (hollow), can be obtained by having a coating layer thickness (t) with the cross-sectional area ratio, chip damages are not easily generated. The core material (1) contains, in total, 0.5-5.0 mass % of one or more kinds of elements selected from among Pd, Pt and Au, 5-500 mass ppm of one or more kinds of elements selected from among Ca, Cu and rare earths, and the remainder composed of Ag and inevitable impurities.

(57) 要約 : 高温信頼性の高い Ni / Pd / Au 被覆電極 (a) への接合性が高く、かつ脆弱なチップに対するダメージも少なく安価なボンディングワイヤ (W) とする。半導体素子の Ni / Pd / Au 被覆電極 (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 10 ~ 50 μm の銀ボンディングワイヤである。芯材 (1) 外周面に Pt 又は Pd の被覆層 (2) を形成し、その被覆層の断面積とこのワイヤの断面積の比 (%) を 0.1 ~ 0.6 % とする。この断面積比の被覆層厚 (t) とすることにより、図 (a)、(b) で示す溶け残り部分 (窪み) の無い真球状の FAB (ボール b) を得ることができ、チップダメージが発生し難い。芯材 (1) は、Pd、Pt 又は Au から選ばれる 1 種以上を合計で 0.5 ~ 5.0 質量 % 含み、かつ Ca、Cu、希土類から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 5 ~ 500 質量 ppm 含んで、それ以外が Ag 及び不可避不純物からなる。

よって、図 (a)、(b) で示す溶け残り部分 (窪み) の無い真球状の FAB (ボール b) を得ることができ、チップダメージが発生し難い。芯材 (1) は、Pd、Pt 又は Au から選ばれる 1 種以上を合計で 0.5 ~ 5.0 質量 % 含み、かつ Ca、Cu、希土類から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 5 ~ 500 質量 ppm 含んで、それ以外が Ag 及び不可避不純物からなる。



WO 2013/018238 A1

明 細 書

発明の名称 : ポールボンディングワイヤ

技術分野

[0001] この発明は、パワー I C、L S I、トランジスタ、B G A (Ball Grid Array package)、Q F N (Quad Flat Non lead package) 等の半導体パッケージにおける半導体素子上のニッケル・パラジウム・金 (N i / P d / A u) 被覆電極と、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ポールボンディング法によって接続するための銀 (A g) 製ポールボンディングワイヤに関するものである。

背景技術

[0002] 上記 B G A 等の半導体パッケージは、例えば、図 1 に示すように、配線板 1 上にはんだボール 2 を介してパッケージ基板 3 を設け、さらに、そのパッケージ基板 3 にダイボンディング材 4 を介して半導体チップ (素子) 5 を設けて、その半導体チップ 5 を封止材 6 によって封止した構造である。この半導体パッケージにおける半導体チップ 5 の電極 a とパッケージ基板 3 の導体配線 (端子) c との電気接続は、上記ポールボンディング法によって行われる。

[0003] そのポールボンディング法による接続方法は、図 2 (a) ~ (h) に示す態様が一般的であり、同図 (a) に示す、ワイヤ W がキャビラリ 10 a に挿通されてその先端にボール (F A B : F r e e A i r B a l l) b が形成された状態から、クランプ 10 b が開いて、キャビラリ 10 a 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 (F A B) b はキャビラリ 10 a 内に捕捉され、電極 a にボンディングされる。

[0004] ターゲットである電極 a にボール b が接触すると (キャビラリ 10 a が電極 a に至ると)、キャビラリ 10 a がボール b をグリップし、ボール b に熱・荷重・超音波を与え、それによってボール b が圧着されて (圧着ボール b となって) 電極 a と固相接合され、1 s t 接合部が形成されて電極 a と接

着する (同図 (b)) 。

1 s t 接合部が形成されれば、キヤビラリ 1 0 a 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、キヤビラリ 1 0 a に特殊な動きをさせてワイヤ W 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) 。

[0005] 導体配線 c の真上に至ったキヤビラリ 1 0 a は、導体配線 c に向かって降下し、ワイヤ W を導体配線 (2 n d ターゲット) c に押し付ける (同図 (e) ~ (f)) 。これと同時に、その押付け部位に熱・荷重・超音波を与え、それによってワイヤ W を変形させ、ワイヤ W 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 (同図 (f)) 。

[0006] その両ボンドを形成した後、キヤビラリ 1 0 a はワイヤ W を残したまま上昇し、キヤビラリ 1 0 a の先端に一定の長さのテイルを確保した後、クランプ 1 0 b を閉じて (ワイヤ W をつかんで) 、テイルボンドの部分からワイヤ W を引きちぎる (同図 (9)) 。

[0007] キヤビラリ 1 0 a は、所要の高さまで上昇すると停止し、そのキヤビラリ 1 0 a の先端に確保されたワイヤ W 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 W 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ポール b になって固まる (同図 (h)) 。

[0008] 以上の作用で 1 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 とのポールボンディング法による接続がなされる。

[0009] このポールボンディング法に使用されるボンディング線 (ワイヤ) W の材質としては、4 N ~ 2 N の金 (A u) が使用されている。このように金が多用されるのは金ポール b の形状が安定して真球状となるとともに、形成される金ポール b の硬さが適切であって、接合時の荷重、超音波によってチップ 5 を損傷することがなく、確実な接合ができ、その信頼性が高いからである

。

一方、金ボンディングワイヤWは高価であることから、安価な銅 (Cu) ボンディングワイヤへの置き換えもなされている。さらに、その銅ボンディングワイヤ表面にパラジウム (Pd) 等を被覆してボンディング性を高めたものが開発され、一部では使用されている (特許文献1)。

また、金より安価な銀 (Ag) ボンディングワイヤも発明されており、図3に示すように、この銀ボンディングワイヤW表面にPd等の被覆層2を形成してボンディング性を高めたものが開発され、一部では使用されている (特許文献2~4)。

先行技術文献

特許文献

- [001 0] 特許文献1 :特開2010-199528号公報
特許文献2 :特開昭56-26459号公報
特許文献3 :特開2007-123597号公報
特許文献4 :特開2001-176912号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [001 1] 金ボンディングワイヤWは高価である。その代替材である銅ボンディングワイヤWは安価ではあるが、金ボンディングワイヤに比べてFABが硬く、電極aのチップが脆弱であるとチップダメージ発生の恐れが高くなる。また、金ボンディングワイヤに比べて2nd接合性が悪く、連続ボンディング性に問題がある。

表面被覆銅ボンディングワイヤは、銅ボンディングワイヤに比べて2nd接合性がよく、連続ボンディング性はよいが、FABが銅ボンディングワイヤよりもさらに硬くなるため、チップダメージ発生の問題がある。このため、10W-に層(配線をカバーする絶縁に利用される誘電率の低い素材)に対してダメージを与えないような条件でボンディングしようすると、十分

な接合ができないという問題がある。

[0012] また、従来、電極 a には A l 合金 (A l — S i — C u 等) パッドが用いられていたが、高温信頼性、例えば 150℃ 以上における信頼性が求められる車載などの用途では N i / P d / A u (ニッケル/パラジウム/金) 被覆や N i / P d (ニッケル/パラジウム) 被覆した電極 a が検討されている。さらに脆弱なチップ 5 に対するダメージ低減の必要もある。

この N i / P d / A u 被覆等した電極 a に対し、上記表面被覆銅ボンディングワイヤは接合し難いという問題があり、銅ボンディングワイヤは、脆弱なチップ 5 に対してダメージを与えないような条件でボンディングしようとすると、十分な接合ができないという問題がある。

[0013] これに対し、銀ボンディングワイヤ W は、金ボンディングワイヤより安価であり、銅ボンディングワイヤに比べて F A B が柔らかく、N i / P d / A u 被覆や N i / P d 被覆した電極 a に対しても十分な接合強度を得ることができる。

しかし、銀は硫化しやすい上に、マイグレーションの発生の懸念がある。このため、P t 等の被覆層 2 を形成することも考えられているが (特許文献 1)、その被覆層 2 の厚み t が厚く、安定して良好な形状の F A B (ポール b) を得ることが必要な用途には採用できなかった。

これは、2 n d 接合性及び連続ボンディング性を向上させるために、P d 等の表面被覆をすると、F A B 作製時、銀から成る芯材 1 と P d 等の被覆層 2 の熔融温度差により、図 4 (c) ~ (e) に示すように、ポール b に被覆層 2 の溶け残り (各図における「窪み」) が生じ、この溶け残り部分は熔融部分に比べて硬度が高いため、1 s t 接合時、チップダメージ発生の問題があるからである。特に、電極 a のチップが脆弱であると、そのチップダメージ発生への恐れが高くなる。また、安定して良好な形状の 1 s t 接合部が形成できなければ、隣り合う 1 s t 接合部間が導通してしまうなど、チップ間の距離の近いファインピッチの用途に用いることができなくなる。

因みに、金ボンディングワイヤと N i / P d / A u 被覆や N i / P d 被覆

した電極 a との接合であれば、高温信頼性は得られるが、材料費が高価になるという問題がある。

[0014] この発明は、以上の実状の下、Pd等の被覆銀ボンディングワイヤにおいて、1st接合時、チップダメージ発生を抑制することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上記課題を達成するため、この発明は、Pd、Ptの被覆層厚tが上記FAB作製時のポールbに被覆層2の溶け残り割合に関係していることを発見し、その被覆層厚tを特定することとしたのである。

すなわち、図3に示す、FAB作製時の最も影響するワイヤWの断面積Aと被覆層2断面積Atの比 ($A_t / A \times 100$) を0.1~0.6%としたのである。ここで、図3において、 $A = \pi L^2 / 4$ 、 $A_t = (\pi (L - t)^2 / 4)$ である。

[0016] このように、被覆層厚tがこの断面積比の範囲内であると、図4(a)、同(b)に示すように、溶け残り部分の無い真球状のポールbを得ることができるため、チップダメージが発生し難い。一方、下記の実験例から理解できるように、0.1%未満であると、Agめっきリードフレーム(配線)に対する2nd接合性が悪くなり、0.6%を超えると、良好なFAB形状を得ることができなく、1stポール形状が悪くなったり、FABが硬くなることによってチップダメージが発生したりする。好ましくは、断面積換算で0.2~0.4%とする。0.1%以上0.2%未満であると、2nd接合性が0.2%以上に比べて劣る。0.4%以下であれば、0.4%を超えて0.6%以下の範囲に比べてFAB形状が安定して良好になる。

[0017] なお、特許文献3段落0015には、扁平ポール・FAB作製時、芯材1の溶け残りが生じる旨が記載されているが、この発明は、被覆層2の溶け残りであって、その被覆層2の溶け残りが生じると、図4(c)~同(e)に示すように、1st時のポールb形状がいびつになり、その溶け残り部がチップダメージの発生の原因になるということの発見に基づくものである。

[0018] この発明の構成としては、半導体素子の電極と回路配線基板の導体配線を

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であって、銀又は銀合金からなる芯材外周面に白金又はパラジウムの被覆層を形成し、その被覆層の断面積とこのワイヤの断面積の断面積比を0.1~0.6%とした構成を採用することができる。

[0019] この構成における芯材は、純銀（銀及びおよび不可避不純物）もしくは銀を主成分とする銀合金とするが、耐食性が必要な用途に対しては、純銀にPd、Pt、Auから選ばれる1種以上を0.5~5.0質量%添加した銀合金を用いることができる。Pd、Pt、Auの合計が0.5質量%未満であると、接合部の信頼性が低くなる。より好ましくは0.7質量%以上であれば、特に湿潤環境下での信頼性が確保できる。一方、5.0質量%を超えた量を添加すると、図4（f）に示すように、被覆層の溶け残りの発生以外で扁平の異形ボールが発生してしまう。また、これらの添加元素はいずれも高価なため、より好ましい範囲を3.0質量%以下とする。

[0020] また、強度が必要な用途に対しては、純銀又は上記銀合金にCa、Cu、又は希土類から選ばれる1種以上を合計で5~500質量ppm添加した銀合金とすることができる。Ca、Cu、又は希土類の合計質量が5質量ppm未満であると、ワイヤ強度が低くなり、ボンディング後の樹脂モールドの際にワイヤフローが発生する。より好ましくは、10質量ppm以上であれば、より高いワイヤ強度が得られる。一方、500質量ppmを超えると、FABの形状が不安定になり、良好な球状のFABが得られなくなる。また、より好ましくは300質量ppm以下であって、良好なFABを安定して得ることができる。なお、Caに加え、GdとSmから選ばれた1種以上の元素を合計にして10質量ppm以上添加すると、そのメカニズムは不明であるが、より高いワイヤ強度が得られる。

[0021] また、図2（h）に示すように、FABを作製する時にワイヤ先端部と放電棒gとの間で放電させてワイヤ先端を溶融させる際、Agに比べて高融点なAu、Pt又はPdがFAB表面に集積するため、FAB（ポールb）表面がAu、Pt又はPdの高濃度層になり、同図（b）の、次に続く1st

接合時に電極 a との接合界面の高信頼性化に寄与する。このとき、この F A B 表面への集積は A u、P t 又は P d の融点に関わり、P t の融点 : 1768 °C、P d の融点 : 1555 °C、A u の融点 : 1064 °C であり、高濃度化は、融点が高い方が起りやすく、接合部の信頼性をより向上させるためには、P t、P d、A u の順で好ましいこととなる。

なお、被覆層 2 の形成は、電解めつき法、無電解めつき法、蒸着法等の周知の手段で形成し得るが、めつき法が一般的である。

因みに、A g と N i / P d / A u 被覆電極との接合箇所の耐食性は良いが、A g と A l 電極との接合箇所は耐食性が悪い。

[0022] このワイヤ W の線径はボンディングワイヤとして使用し得れば任意であるが、例えば、10 ~ 50.8 μ m とする。50.8 μ m 以下とすると熔融ポール b をより小さくでき、10 μ m 未満であると、ボンディング前にオペレータがワイヤ W をキヤビラリ 10 a に通すのが困難になり、作業性が悪くなるうえに、空気圧によりワイヤ W に十分な張力をかけることができなくなり、ループ制御が困難になる恐れがある。

発明の効果

[0023] この発明は、以上のように A g を主体とし、その外周面に、断面積比 : 0.1 ~ 0.6 % とした P d 又は P t の被覆層 2 を形成した銀ボンディングワイヤとしたので、金ボンディングワイヤに比べれば、安価なものとし得て、かつ、適度な強度のワイヤとなって良好な F A B を作製でき、及び N i / P d / A u 被覆電極等との接合性が良いものとする事ができる。このため、150 °C 以上の耐熱性が求められるような車載用途にも使用できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1] 半導体パッケージの一例の概略図

[図2] ポ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3] 表面被覆銀ボンディングワイヤの一例の断面図

[図4] (a)、(b) は被覆層厚 t が好ましい銀ボンディングワイヤによる溶

融ボール b の顕微鏡写真図、 (0) ~ (6) は (a)、 (b) に比べて被覆層厚 t が厚い等の銀ボンディングワイヤによる熔融ボール b の顕微鏡写真図、 (f) は銀ボンディングワイヤによる被覆層の溶け残りの発生以外で扁平等の異形ボールが発生した熔融ボール b の顕微鏡写真図

発明を実施するための形態

[0025] 純度が 99.99 質量%以上 (4N) の高純度 Ag を用いて、表 1 に示す化学成分の銀合金を鍛造し、8mmφのワイヤロッドを作製した。そのワイヤロッドを伸線加工し、所定の線径とした線外周面に Pt 又は Pd を電解めつきによって被覆層 2 を形成した。この後、窒素 (N₂) 雰囲気中、200 ~ 500℃での連続焼鈍により拡散熱処理を施して被覆層 2 と芯材 1 の密着強度を上げた後、最終線径 : 12 ~ 50 μm まで伸線加工を行ない、その後、窒素雰囲気中 400 ~ 600℃での連続焼鈍によつて調質熱処理して、図 3 に示す、Pt 又は Pd からなる被覆層 2 の銀ボンディングワイヤ W (実施例 1 ~ 18、比較例 1 ~ 14) を得た。化学成分の定量は ICP-OES (高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法) により行った。

[0026]

ほ 1]

	No.	芯材1組成										線径L (μ m)	被膜材	被膜厚t (μ m)	断面積比 (%)
		(%)				(ppm)									
		Pd	Pt	Au	小計	Ca	Cu	Nd	Sm	Gd	小計				
本実施例	1	0.5			0.5	5	-	-			5	20	Pd	0.013	0.26
	2		0.7		0.7		420				420	20	Pd	0.010	0.20
	3			3.0	3.0					50	50	23	Pd	0.006	0.11
	4	0.2		0.3	0.5	3	50				53	18	Pd	0.010	0.23
	5	0.4	0.3		0.7			40			40	18	Pd	0.025	0.56
	6	0.1	0.9		1.0				20		20	20	Pd	0.020	0.40
	7		5.0		5.0					10	10	50	Pt	0.052	0.42
	8	3.0			3.0	5			420		425	38	Pt	0.009	0.10
	9		3.1		3.1		390				390	12	Pt	0.009	0.30
	10	1.0			1.0	5					5	30	Pt	0.015	0.20
	11	2.4			2.4	20			40		60	22	Pt	0.012	0.22
	12	1.2			1.2	15		65			80	33	Pd	0.036	0.44
	13	1.1			1.1					70	70	38	Pd	0.025	0.27
	14	0.9			0.9		210		230		440	20	Pt	0.025	0.50
	15			1.1	1.1	30					30	18	Pd	0.018	0.40
	16		1.9		1.9	15	200				215	18	Pt	0.013	0.29
	17	2.4			2.4	40		10			50	15	Pt	0.020	0.54
	18			4.2	4.2		30		470		500	12	Pd	0.012	0.40
比較例	1	0.7			0.7	20	481				501	25	Pd	0.005	0.08
	2		0.4		0.4			420			420	18	Pd	0.004	0.09
	3			2.0	2.0					4	4	30	Pd	0.002	0.03
	4	1.3			1.3	30	70		430		530	25	Pt	0.038	0.61
	5	0.4	0.1		0.5	2		2			4	15	Pt	0.023	0.62
	6			0.2	0.2	10		20			30	23	Pd	0.035	0.61
	7		0.4		0.4				471	30	501	33	Pd	0.060	0.73
	8			0.5	0.5	10	40				50	18	Pd	0.004	0.09
	9		1.0		1.0					40	40	30	Pt	0.046	0.62
	10	1.1			1.1		50				50	20	Pt	0.042	0.84
	11		0.8	0.2	1.0			30			30	20	Pt	0.04	0.80
	12	0.3			0.3	3					3	23	Pd	0.04	0.70
	13	2.1		3.1	5.2			5			5	30	Pt	0.004	0.06
	14	2.1	3.2		5.3		450	25		25	500	25	Pt	0.003	0.05

[0027] この各実施例及び各比較例に対し、下記の試験を行った。

『評価項目』

得られた各ボンディングワイヤwについて、市販の自動ワイヤボンダで、図2に示すポールノウエッジ接合を行った。すなわち、放電棒gによるアーク放電によりワイヤW先端にF A B (ポールb) を作製し、それをチップ5上のNi/Pd/Au被覆電極aに接合し、ワイヤ他端をリード端子 (配線c) に接合した。なお、F A B作製時にはワイヤ先端部にN₂ガスを流しながらアーク放電を行った。リード端子cにはAgめっき42%Ni-Fe合金を使用した。

そのボンディングにおける、連続ボンディング性、1st接合部のSiチップ損傷度合、FAB形状の安定性、耐マイグレーション、HAST、樹脂封止時のワイヤフロー度合、及び総合評価を表2に示す。それらの評価方法等は以下の通りである。

[0028] 評価方法」

被覆層 (被膜) 2の厚さ」

オージェ分光分析法による深さ分析を行った。その深さ分析はArイオンでスパッタしながらPd又はPtの濃度を測定し、SiO₂換算して表層からの距離を算出し、被覆層2の厚みtは、表層のPd又はPt濃度測定値の1/2の濃度になる点までをその厚みとした。

[0029] 連続ボンディング性評価」

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、150°C(±5°C)で試験を行った。

[0030] 「1st接合部のSiチップ損傷評価」

ボンディング後、1st接合部真下のSiチップ5の損傷で評価し、その1st接合部および電極膜aを王水で溶解し、Siチップ5のクラックを光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡(SEM)で観察した。

100個の接合部を観察して5μm未満の微小なピットが1個もしくは全く見られない場合は「A」、5μm以上のクラックが2個以上認められた場合を「D」とした。

[0031] 「FAB形状の安定性の評価」

ワイヤ径に対するFAB径の比率が小さくなると、安定性の確保が難しいことから、FAB径/ワイヤ径の比率が1.9~2.1の時の真球性を評価した。接合前のポールを50本観察して、FAB形状が真球状であるか否かを判定した。すべて、図4(a)、同(b)のような真球状であれば「A」、

同 (a)、(b) のような真球状の比率が 90% 以上 100% 未満なら ΓB
J、同 (c) ~ (e) のような被覆層が溶け残った状態 (窪み部分) の比率
が 10% 以上発生しておれば、「D」とした。また、同 (f) のような被覆
層の溶け残りの発生以外で扁平等の異形ボール b が 1 つでも発生した場合も
「D」とした。ここで、F A B (ボール b) の作製は N₂ ガスを吹き付けなが
ら行なった。

[0032] 耐マイグレーションの評価」

ボンディング後に市販のエポキシ樹脂で封止を行い、130℃/85% R
H (Relative Humidity) の環境下で一定の電流を流し続けて、マイグレーシ
ヨンの発生有無を確認した。

1000 時間経過しても抵抗の異常をきたさず、マイグレーションが発生
しなかったものを「A」、抵抗の異常値が出て、調査の結果、Ag イオンに
よる短絡であったもの (マイグレーションが発生) を「D」とした。

[0033] 「H A S T (HighLy Acce lerated temperature & humidity Stress T
est) による信頼性評価」

ボンディング試料を 130℃/85% R H の試験槽中に 1000 時間装入
し、1000 時間経過後のシエア強度 $\tau_1(1000)$ を初期のシエア強度 H (H
は 131) で除した割合 $R (R = \tau_1(1000) / \tau_1(\text{ひは}i3l) \times 100)$ を用いて評価した。
 R が 80% 以上なら A、60% 以上 80% 未満では実用上問題がないと考
えて ΓB」、60% 未満では「D」とした。

[0034] 樹脂封止時のワイヤフローの評価」

ワイヤ長 : 5 mm のボンディング試料をエポキシ樹脂で封止した後で、X
線非破壊観察装置にて最大ワイヤフロー量を測定した。測定は 20 本行い、
その平均値をワイヤ長 5 mm で除した割合をワイヤフロー率とした。このワ
イヤフロー率が 7% 未満なら ΓA」、7% 以上では実用上の問題があると思
えて評価を「D」とした。

[0035] 総合評価」

すべて ΓA」のものを「A」、一つでも ΓB」があるものを ΓB」、一つ

でも「D」があるものを「D」とした。

[0036] [表2]

	No.	連続ボンディング性	1st接合部のSiチップ損傷	FAB形状	耐マイグレーション	HAST	ワイヤフロー	総合評価	
本実施例	1	A	A	A		A	B	A	B
	2	A	A	A	図4(a)	A	A	A	A
	3	B	A	A		A	A	A	B
	4	A	A	A		A	B	A	B
	5	A	A	B		A	A	A	B
	6	A	A	A		A	A	A	A
	7	A	A	B		A	A	A	B
	8	B	A	A		A	A	A	B
	9	A	A	A		A	A	A	A
	10	A	A	A		A	A	A	A
	11	A	A	A	図4(b)	A	A	A	A
	12	A	A	B		A	A	A	B
	13	A	A	A		A	A	A	A
	14	A	A	B		A	A	A	B
	15	A	A	A		A	A	A	A
	16	A	A	A		A	A	A	A
	17	A	A	B		A	A	A	B
	18	A	A	A		A	A	A	A
比較例	1	D	A	D		D	A	A	D
	2	D	A	A		D	D	A	D
	3	D	A	A		D	A	D	D
	4	A	D	D	図4(c)	A	A	A	D
	5	A	D	D		A	B	D	D
	6	A	D	D		A	D	A	D
	7	A	D	D		A	D	A	D
	8	D	A	A		D	B	A	D
	9	A	D	D		A	A	A	D
	10	A	D	D	図4(e)	A	A	A	D
	11	A	D	D		A	A	A	D
	12	A	D	D	図4(d)	A	D	D	D
	13	D	A	D		D	A	A	D
	14	D	A	D	図4(f)	D	A	A	D

[0037] この表 1、2 において、断面積比が 0.1% 未満であると、比較例 1~3、8、13、14 から、連続ボンディング性、耐マイグレーションにおいて「D」、同 0.6% を超えると、比較例 4~7、9~12 から、良好な FAB 形状を得ることができない等、各評価のいずれかにおいて「D」となって、共に、総合評価で「D」となっている。

また、Ca、Cu、Gd、Sm等の希土類から選ばれる1種以上の元素の合計質量が5質量ppm未満であると、比較例3、5、12から、ワイヤフ

ロー評価において「D」、500質量ppmを超えると、同比較例1、4、7から、FABの安定性評価において「D」となって、総合評価で「D」となっている。

さらに、芯材1の含有するPd、Pt、Auから選ばれる1種以上の元素の合計質量が0.5質量%未満であると、比較例2、6、7、12から、HAST評価において「D」、5.0質量%を超えると、比較例13、14から、FAB形状で「D」(図4(f)の扁平等の異形ボールの発生)となっている。

[0038] これに対し、各実施例1～18は、いずれも、被覆層2の断面積Atとワイヤの断面積Aの比($A_t/A \times 100$)が0.1～0.6%であることから、「FAB形状」において、安定した良好な形状で、かつ柔らかいボールbを得ることができ、「1st接合部のSiチップ損傷評価」、耐マイグレーション評価」及び「ワイヤフロー評価」において、全て「A」を得て、総合評価において、「B」以上を得て、実用上問題ない評価を得ている。

さらに、その断面積比を0.2～0.4%とすれば、実施例12、4、6、9～11、13、15、16、18から、「FAB形状評価」において、全て「A」を得ている。

なお、断面積比が0.1%以上であると、リード端子(配線)cに対する2nd接合性は良好であった。

[0039] なお、PtやCa等を添加していない純銀の芯材1においても同様な結果を得ることができ、また、その純銀及び上記銀合金の芯材1にPd又はPtを被覆したボンディングワイヤWはNi/Pd/Au被覆電極aに対して同様な接合性を得ることができた。

符号の説明

[0040] W ボンディングワイヤ

a 集積回路素子の電極

b 熔融ボール

b, 圧着ボール

- c 回路配線基板の導体配線
- t ボンディングワイヤの被覆層の厚み
- L ボンディングワイヤ径
- 1 ボンディングワイヤの芯材
- 2 ボンディングワイヤの被覆層

請求の範囲

[請求項1]

半導体素子の電極 (a) と回路配線基板の導体配線 (c) をポ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 (W) であって、

Ag からなる芯材 (1) 外周面に Pt 又は Pd の被覆層 (2) を形成し、その被覆層 (2) の断面積 (At) とこのワイヤ (W) の断面積 (A) の比 ($A_t / A \times 100$) を 0.1 ~ 0.6 % としたことを特徴とするポールボンディングワイヤ。

[請求項2]

上記被覆層 (2) の断面積 (At) とワイヤの断面積 (A) の比 ($A_t / A \times 100$) を 0.2 ~ 0.4 % としたことを特徴とする請求項 1 に記載のポールボンディングワイヤ。

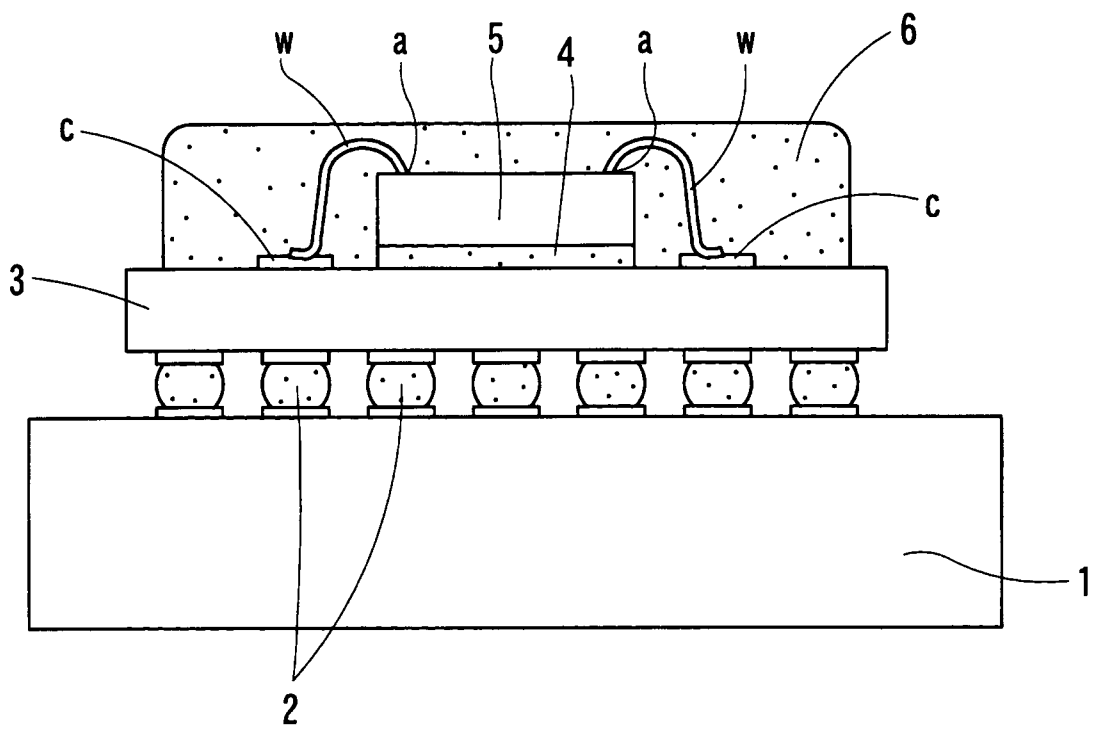
[請求項3]

上記芯材 (1) が、Pd、Pt、Au から選ばれる 1 種以上を合計で 0.5 ~ 5.0 質量 % 添加された銀合金からなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のポールボンディングワイヤ。

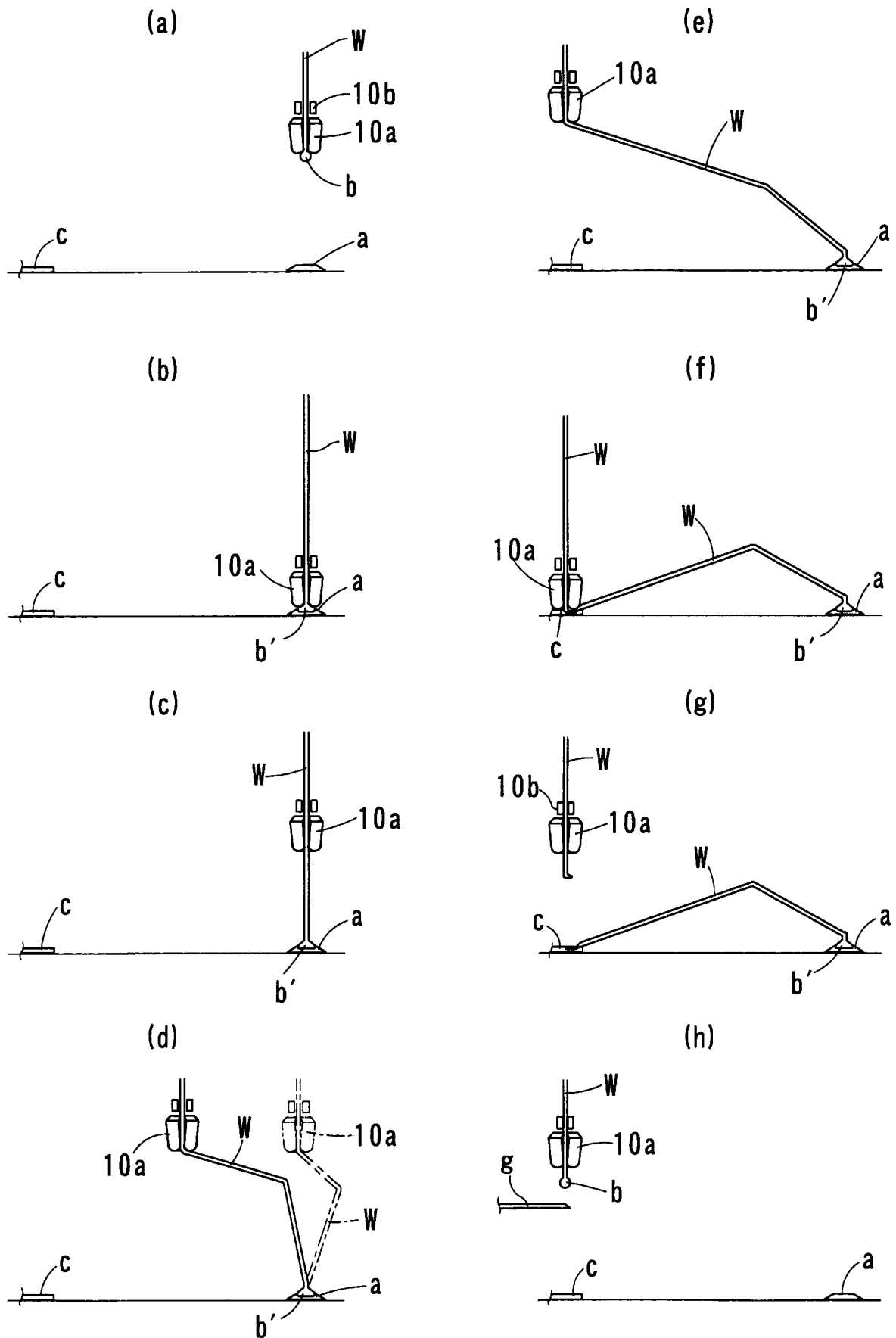
[請求項4]

上記芯材 (1) が、Ca、Cu、又は希土類から選ばれる 1 種以上が合計で 5 ~ 500 質量 ppm 添加された銀合金からなることを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに記載のポールボンディングワイヤ。

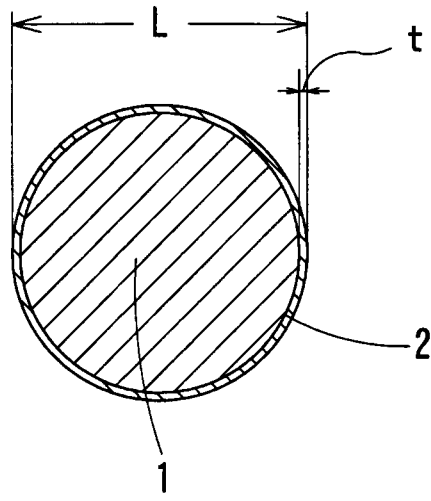
[図1]



[図2]

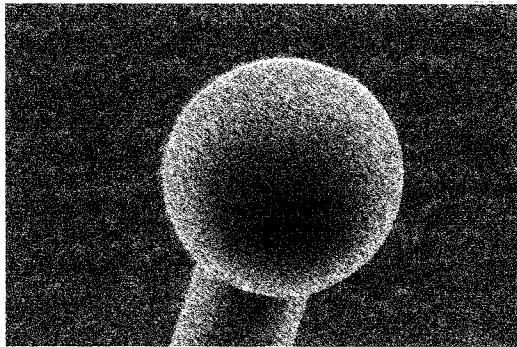


[図3]

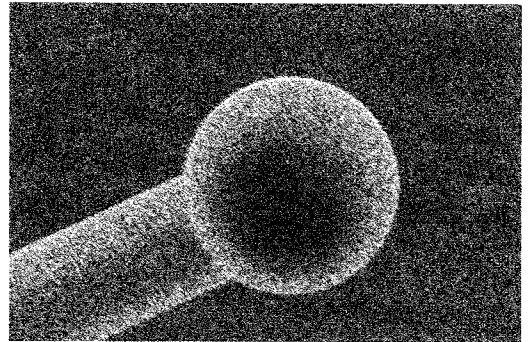


【図4】

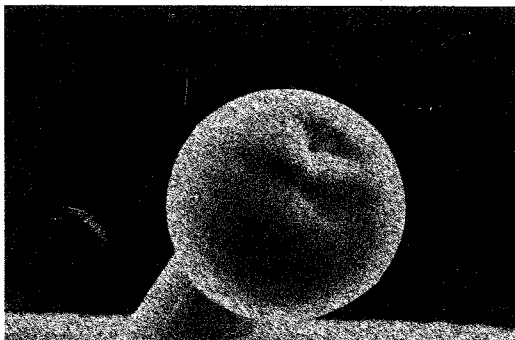
(a)



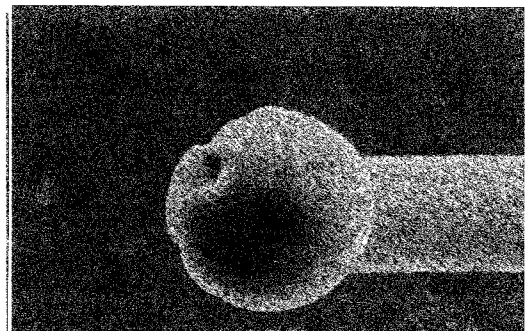
(b)



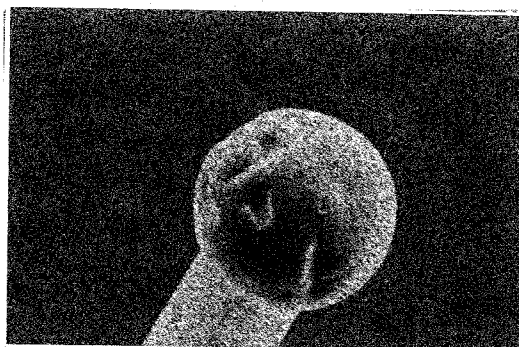
(c)



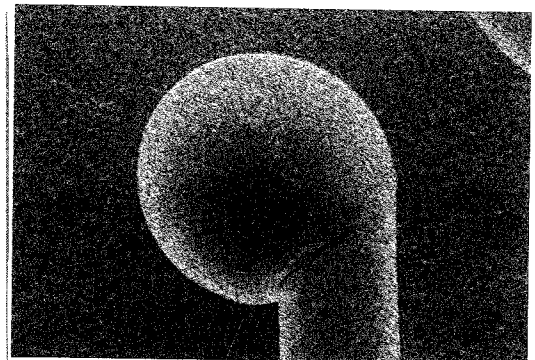
(d)



(e)



(f)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 1 / 0 7 8 6 3 5

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01 L21 / 60 (2006.01)i, C22C5/06 (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, C22C5/06

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

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

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.
X Y	JP 2007-123597 A (Nippon Steel Materials Co., Ltd.), 17 May 2007 (17.05.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-4 1-4
X Y	JP 2004-14884 A (Sumitomo Electric Wintec, Inc.), 15 January 2004 (15.01.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-2 1-4

 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

"I" 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

28 December, 2011 (28.12.11)

Date of mailing of the international search report

17 January, 2012 (17.01.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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)i, C22C5/06 (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 (IPC))

Int.Cl. H01L21/60, C22C5/06

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—2011年
日本国実用新案登録公報	1996—2011年
日本国登録実用新案公報	1994—2011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
X Y	JP 2007-123597 A (新日鉄マテリアルズ株式会社) 2007.05.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4 1-4
X Y	JP 2004-14884 A (住友電エウインテック株式会社) 2004.01.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2 1-4

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

- IA 「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
- IE 「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
- I 「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)
- Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- Iρ 「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

- I 「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
- IX 「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
- IY 「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
- I& 「同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
28.12.2011

国際調査報告の発送日
17.01.2012

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)
宮崎 園子
電話番号 03-3581-1101 内線 3471