

(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
2018年10月4日(04.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/180189 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 21/60 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/007938

(22) 国際出願日: 2018年3月2日(02.03.2018)

(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 2017-072394 2017年3月31日(31.03.2017) JP

(71) 出願人: 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).

(72) 発明者: 滝川 圭美 (TAKIGAWA, Tamami); 〒6190216 京都府木津川市州見台6丁目5番1号 タツタ電線株式会社内 Kyoto (JP). 藤川 良太 (FUJIKAWA, Ryota); 〒6190216 京都府木津川市州見台6丁目5番1号 タツタ電線株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 薦田 正人, 外 (TSUTADA, Masato et al.); 〒5410051 大阪府大阪市中央区備後町1丁目7番10号 ニッセイ備後町ビル9階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, 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: BONDING WIRE AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: ボンディングワイヤ及び半導体装置

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a bonding wire and a semiconductor device. The bonding wire is based on Ag and makes it possible to improve the sphericity or thermal shock resistance of a free air ball (FAB) and to reduce the height of a loop formed during wiring, making it possible to reduce the thickness of a semiconductor device. The bonding wire has: a Pd content of not less than 0.1 mass% and not more than 10 mass%; a Cu content of not less than 0.05 mass% and not more than 2 mass%; a total content of not less than 20 ppm by mass and not more than 500 ppm by mass of one or more elements selected from the group consisting of Ca, Y, Sm, La, Ce, Nd, Eu, Gd, and Sc; a total content of not less than 0 ppm by mass and not more than 500 ppm by mass of one or more elements selected from the group consisting of Ge, Bi, and Mg; and the remainder comprising Ag.

(57) 要約: FABの真球性や耐熱衝撃性を良好にすることができるとともに、結線時にできるループの高さを小さく設けることができ半導体装置の薄型化が可能となるAgを主成分とするボンディングワイヤ及び半導体装置を提供することを目的とする。Pdの含有量が0.1質量%以上10質量%以下、Cuの含有量が0.05質量%以上2質量%以下、Ca、Y、Sm、La、Ce、Nd、Eu、Gd、及びScからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下、Ge、Bi、及びMgからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が0質量ppm以上500質量ppm以下であり、残部がAgからなるものとする。

WO 2018/180189 A1

明 細 書

発明の名称：ボンディングワイヤ及び半導体装置

技術分野

[0001] 本発明は、A g（銀）を主成分とするボンディングワイヤ及び半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体素子上の電極と基板の電極との結線に用いられるボンディングワイヤは、一般に非常に細いため、導電性が良好で加工性に優れた金属材料により製造されている。特に、化学的な安定性や大気中での取り扱いやすさから、従来からA u（金）を主成分とするボンディングワイヤが広く用いられている。しかし、従来のA uを主成分とするボンディングワイヤは質量の99%以上がA uであり非常に高価である。そこで、A uに比べて安価なA gを主成分とするボンディングワイヤが提案されている（例えば、下記特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2016-25114号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記特許文献1のボンディングワイヤでは、放電加熱等によりボンディングワイヤの先端に形成されるフリーエアボール（以下、「F A B」と記載することもある）の真球性や耐熱性を良好にするため、P d（パラジウム）、A u、C a（カルシウム）、G e（ゲルマニウム）、B i（ビスマス）、M g（マグネシウム）、C u（銅）などの元素が主成分のA gに添加されている。

[0005] 近年、半導体装置では、より過酷な熱環境における使用や薄型化に対する要求が高い。これに伴い、A gを主成分とするボンディングワイヤでは、周

囲温度の変化に対する耐性（耐熱衝撃性）や、電極間を結線した時にできるループの高さを小さくすることが求められている。しかし、上記特許文献1のボンディングワイヤでは、これらの要求を十分に満足できない場合がある。

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、A gを主成分とするボンディングワイヤ及び半導体装置において、F A Bの真球性や耐熱衝撃性を良好にするとともに、結線時にできるループの高さを小さく設けることができ半導体装置の薄型化を可能とすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため、本発明のボンディングワイヤは、P dの含有量が0.1質量%以上10質量%以下、C uの含有量が0.05質量%以上2質量%以下、C a、Y、S m、L a、C e、N d、E u、G d、及びS cからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下、G e、B i、及びM gからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が0質量ppm以上500質量ppm以下であり、残部がA gからなるものである。

[0008] 本発明に係るボンディングワイヤにおいて、C uの含有量 C_{Cu} に対するP dの含有量 C_{Pd} の比率（ C_{Pd}/C_{Cu} ）が2以上とすることができる。

[0009] 本発明に係るボンディングワイヤにおいて、C uの含有量 C_{Cu} とP dの含有量 C_{Pd} の合計が10.05質量%以下とすることができる。

[0010] 本発明に係るボンディングワイヤのG e、B i、及びM gからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計は0質量ppmとすることができる。

[0011] また、本発明に係るボンディングのG e、B i、及びM gからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計は20質量ppm以上500質量ppm以下とすることができる。

[0012] 本発明の半導体装置は、上記の本発明のいずれか1つに係るボンディングワイヤを使用した半導体装置である。

発明の効果

[0013] 本発明のA_gを主成分とするボンディングワイヤでは、FABの真球性や耐熱衝撃性を良好にすることができるとともに、結線時にできるループの高さを小さく設けることができ半導体装置の薄型化が可能となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]半導体装置において電極間を結線したワイヤWを拡大して示す図である。

[図2]HAZ (Heat Affected Zone) が発生したボンディングワイヤの表面結晶組織の顕微鏡写真である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の一実施形態に係るボンディングワイヤWについて図面を参照して説明する。

[0016] 本実施形態のボンディングワイヤWは、図1に例示するように、半導体装置（パワーIC、LSI、トランジスタ、BGA (Ball Grid Array package)、QFN (Quad Flat Nonlead package)、LED (発光ダイオード) 等) における半導体素子1上の電極（例えば、Al合金電極、ニッケル・パラジウム・金被覆電極、Au被覆電極等）10と、回路配線基板（リードフレーム、セラミック基板、プリント基板等）2の導体配線（電極）10'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である。なお、本実施形態のボンディングワイヤWは、半導体装置以外にも種々の態様のボンディングワイヤとして使用することができる。

[0017] このボンディングワイヤWは、0.1質量%以上10質量%以下のPdと、0.05質量%以上2質量%以下のCuと、20質量ppm以上500質量ppm以下のCa、Y、Sm、La、Ce、Nd、Eu、Gd、及びScからなる群から選択された1種又は2種以上の元素とを含有し、残部がAgからなるものである。

[0018] ボンディングワイヤWの線径は用途に応じて種々の大きさとしてよい。例えば、ボンディングワイヤWの線径は5 μ m以上150 μ m以下とすること

ができる。

[0019] 具体的には、ボンディングワイヤWを構成するA gは、精製上不可避免的に存在する不純物、例えば、P d、B i（ビスマス）、C u（銅）、F e（鉄）等を含含有してもよく、純度99.9質量%以上のA gを用いてボンディングワイヤWを構成するA g合金を製作することが好ましい。

[0020] P d及びC uを含含有することにより、ワイヤWの常温での引張強度（以下、この引張強度を「常温引張強度」ということもある）を向上させることができる。常温引張強度が向上することで、ワイヤボンディング後の樹脂封止の際に流入してきた樹脂によるワイヤループの変形（いわゆる、ワイヤフロー）が発生しにくくなる。

[0021] また、P d及びC uを含含有することにより、図1に示すような電極10に溶融したF A Bを圧着することで電極上に形成された接合部（以下、この接合部を「1 s t ボンド部」ということもある）12とワイヤWとの境界部分（以下、この境界部分を「1 s t ネック部」ということもある）14における強度を向上させることができる。ボンディングワイヤが周囲温度の変化により断線する場合、その多くが1 s t ネック部14で破断するが、P d及びC uを含含有することにより1 s t ネック部14における強度を向上させることができるため、耐熱衝撃性を良好にすることができる。

[0022] P d及びC uは、いずれの元素も常温引張強度及び1 s t ネック部14の強度を向上させることができる。そのため、P d及びC uのいずれか一方の元素を含含有しない場合や、一方の元素の含有量が所定量より少ない場合であっても、他方の元素を添加することで常温引張強度及び1 s t ネック部14の強度を向上させることができる。

[0023] しかし、P d及びC uのいずれか一方の元素を含含有しない場合、あるいは、一方の元素の含有量が所定量より少ない場合、一方の元素を所定量以上含含有する場合に比べて、A g以外の元素の添加によってF A Bの真球性が悪化しやすくなる。言い換えれば、P dを少なくとも0.1質量%以上、C uを少なくとも0.05質量%以上、それぞれ含含有することで、A g以外の添加

元素の含有量が増えてもF A Bの真球性が悪化しにくくなり、真球度の高いF A Bが得やすくなる。

[0024] 一方、P dの含有量が10質量%を越えると、固有抵抗値が大きくなってI C用途の場合に半導体装置が過熱するような不具合が出たり、L E D用途の場合にボンディングワイヤの光線反射率が低下する。また、C uの含有量が2質量%を超えるとF A Bの真球性が悪化する。

[0025] よって、P dの含有量は0.1質量%以上10質量%以下とすることができる。C uの含有量は0.05質量%以上2質量%以下とすることができる。このような範囲内にP d及びC uの含有量を設定することで、F A Bの形成性を良好に保ちつつ、常温引張強度及び1 s tネック部14の強度を向上させてワイヤフローの抑制及び耐熱衝撃性の向上を図ることができる。特に、真球度の高いF A Bが安定して得られることから、C uの含有量 C_{Cu} に対するP dの含有量 C_{Pd} の比率(C_{Pd}/C_{Cu})が2以上になるように、P d及びC uを含有することが好ましい。また、ボンディングワイヤの光線反射率の低下を抑えることができるため、P dの含有量 C_{Pd} とC uの含有量 C_{Cu} の合計($C_{Pd}+C_{Cu}$)が10.05質量%以下であることが好ましい。

[0026] C a、Y、S m、L a、C e、N d、E u、G d、及びS cは、ワイヤの耐熱性を向上させることができる。ボンディングワイヤは、F A B形成時の熱によってF A B直近のワイヤ部分にH A Zと呼ばれる結晶粒の大きな領域Rが発生する(図2参照)。高純度のA gからなるボンディングワイヤは、耐熱性が低く熱の影響を受けやすいため、H A Zが長くなる。そのため、高純度のA gからなるボンディングワイヤは、電極10、10'を結線した時にできるループ高さHが大きくなる(図1参照)。ループ高さHが大きくなると、半導体装置を薄型化できなくなるとともに、ループ形状が異常となりやすい。

[0027] しかし、C a、Y、S m、L a、C e、N d、E u、G d、及びS cからなる群から選択された1種又は2種以上の元素(以下、「第1添加元素群」ということもある)を含有することにより、耐熱性が向上するとともにF A

B形成時に発生するH A Zの長さが短くなるため、結線時のループ高さHを小さくすることができる。

[0028] A gを主成分とするボンディングワイヤにおいて、P dの含有量が0.1質量%以上10質量%以下で、C uの含有量が0.05質量%以上2質量%以下の場合、第1添加元素群の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下とすることができる。

[0029] 第1添加元素群の含有量の合計が20質量ppm以上であると、耐熱性が向上するとともにF A B形成時に発生するH A Zの長さが短くなるため、結線時のループ高さHを小さくすることができる。第1添加元素群の含有量の合計が500質量ppm以下であると真球度の高いF A Bが得やすくなる。

[0030] なお、本発明では、上記したP d、C u、及び第1添加元素群に加えて、更に、G e、B i、及びM gからなる群から選択された1種又は2種以上の元素（以下、「第2添加元素群」ということもある）を追加的に添加してもよい。つまり、第2添加元素群は任意成分である。この第2添加元素群の含有量の合計が500質量ppm以下であれば、P d、C u、及び第1添加元素群を添加したことによる上記した作用効果を損なうことがない。また、第2添加元素群の含有量の合計が20質量ppm以上であると、ワイヤの耐熱性が向上するとともにF A B形成時にH A Zが発生しにくくなり結線時のループの高さを小さくすることができる。よって、第2添加元素群を添加する場合、第2添加元素群の含有量の合計は、20質量ppm以上500質量ppm以下であることが好ましい。

[0031] 次に、このような構成のボンディングワイヤの製造方法の一例を説明する。

[0032] まず、純度99.9質量%以上のA gに、P dの含有量が0.1質量%以上10質量%以下、C uの含有量が0.05質量%以上2質量%以下、第1添加元素群の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下となるようにP dとC uと第1添加元素群を添加したA g合金を作製する。なお、第2添加元素群を含有するボンディングワイヤを製造する場合は、P dと

Cuと第1添加元素群に加えて、第2添加元素群の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下となるように第2添加元素群も添加してAg合金を作製する。得られたAg合金は、連続鋳造法にて所定の直径の棒状インゴットに鋳造される。

[0033] 次いで、棒状インゴットを伸線加工して所定の直径に達するまで縮径してボンディングワイヤとする。なお、必要に応じて伸線加工の途中で軟化熱処理を行っても良い。

[0034] そして、所定の直径まで伸線加工を行った後、必要に応じて熱処理炉中を走行させて調質熱処理を行い、ボンディングワイヤが得られる。

[0035] 本実施形態のボンディングワイヤは、Pdの含有量が0.1質量%以上10質量%以下、Cuの含有量が0.05質量%以上2質量%以下、Ca、Y、Sm、La、Ce、Nd、Eu、Gd、及びScからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下であり、残部がAgからなるので、FABの真球性や耐熱衝撃性を良好にするとともに、結線時にできるループの高さを小さく設けることができ半導体装置の薄型化を可能とすることができる。

[0036] 本実施形態のボンディングワイヤにおいて、Cuの含有量 C_{Cu} に対するPdの含有量 C_{Pd} の比率(C_{Pd}/C_{Cu})が2以上になるように、Pd及びCuの含有量を設定することで、真球度の高いFABを安定して得ることができる。

[0037] また、本実施形態のボンディングワイヤにおいて、Pdの含有量 C_{Pd} とCuの含有量 C_{Cu} の合計($C_{Pd}+C_{Cu}$)が10.05質量%以下であると、ボンディングワイヤの光線反射率の低下を抑えることができる。そのため、当該ボンディングワイヤをLED等の発光素子の結線に用いると高い発光効率の発光素子を得ることができる。

[0038] また、本実施形態のボンディングワイヤにおいて、Ge、Bi、及びMgからなる群から選択された1種又は2種以上の元素を含有してもよく、これらの元素の含有量の合計は20質量ppm以上500質量ppm以下である

ことが好ましい。Pd、Cu、及び第1添加元素群に加えて、更に、Ge、Bi、及びMgからなる群から選択された1種又は2種以上の元素を追加的に含有することで、結線時にできるループの高さを小さく設けることができ半導体装置の薄型化が可能となる。

[0039] 以上、本発明の実施形態を説明したが、これらの実施形態は例として提示したものであり、発明の範囲を限定することを意図していない。これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

実施例

[0040] 以下、本発明を実施例によって更に具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

[0041] 純度99.9質量%以上のAg原料を用いて、下記表1に示すような組成のAg合金を溶解し、連続鋳造法にて棒状インゴットを作製した。作製した棒状インゴットに対して伸線加工を施して直径25 μ mに達するまで縮径し、その後、調質熱処理を施し、実施例1～10及び比較例1～7のボンディングワイヤを得た。なお、実施例1～10及び比較例1～7のボンディングワイヤの線径（直径）はいずれも25 μ mである。

[0042]

[表1]

No.	ワイヤ組成																
	(質量%)			(質量 ppm)								比率			(質量 ppm)		
	Pd	Cu	Ca	Y	Sm	La	Ce	Nd	Eu	Gd	Sc	小計	C_{Pd}/C_{Cu}	$C_{Pd}+C_{Cu}$	Ge	Bi	Mg
1	0.1	0.05	10						10			20	2.0	0.15			0
2	0.5	0.1		100		30			90		20	240	5.0	0.60			0
3	1	0.15					20	20		350		390	6.7	1.15			0
4	2	0.2	100	40					180			320	10.0	2.20			0
5	3	1.2			250						250	500	2.5	4.20		50	50
6	4.8	2		400						20		420	2.4	6.80			0
7	5	0.053	300		20			30				350	94.3	5.05			0
8	6	0.5				200			20			220	12.0	6.50			0
9	8	0.2					100					100	40.0	8.20			0
10	10	0.05	200	20	50	75	20	30	40	20	30	485	200.0	10.05	150	350	500
1	0.05	0.05	20									20	1.0	0.10			0
2	2	0.05			10				7			17	40.0	2.05			0
3	1	0.048					20				30	50	20.8	1.05			0
4	4.5	0.01		120				100		300		520	450.0	4.51			0
5	5	2.4	200							50	200	450	2.1	7.40		400	550
6	11.5	1			300			50				350	11.5	12.50	250	20	520
7	12	1.5	80	60				250		160		550	8.0	13.50			0

[0043] 得られた実施例 1～10 及び比較例 1～7 のボンディングワイヤにつき、
 (1) 常温引張強度、(2) 1 s t ネック部の強度、(3) F A B 真球形、
 (4) F A B 形成時の熱によって F A B 直近のワイヤ部分に生じた H A Z の長さ、(5) 熱サイクル試験、及び (6) 光線反射率について評価を行った

。具体的な評価方法は以下のとおりである。

(1) 常温引張強度

15～25℃の室温（常温）中で長さ100mmのワイヤを破断するまで引っ張り、破断した時の荷重を測定した。

(2) 1st ネック部の強度

図1に示すように電極間をボンディングワイヤで結線した後、ピール試験機によって、1st ネック部14からワイヤWが破断するまで1st ボンド12を引き離す方向へワイヤWを引っ張り、ワイヤWが1st ネック部14から破断した時の荷重を測定した。

(3) FAB 真球性

実施例1～10及び比較例1～7のボンディングワイヤに対して、ワイヤボンダー（K&S社製、IConn）にてワイヤ直径の2.0倍の大きさのFABを窒素ガス雰囲気で作製した。FAB形成性の評価としては、実施例1～10及び比較例1～7のボンディングワイヤ毎にFABを500個ずつ作製した後、汎用型電子顕微鏡（日本電子（株）製、JSM-6510LA）にて外観観察を行い、作製したFABのワイヤ平行方向と垂直方向の長さをそれぞれ測定した。FABのワイヤ平行方向の長さXと垂直方向の長さYの比（ X/Y ）を真球性の指標として、95%～100%であれば「真球性有り」と判断し、真球性有りと判断したFABの個数をカウントした。結果は、作製した500個のFABに対する真球性有りと判断したFABの個数の比率を示す。

(4) HAZの長さ

上記(3)においてFABを作製したワイヤを上記汎用型電子顕微鏡にて外観観察を行い、FAB直近のワイヤ部分に発生したHAZの長さを測定し、その平均値を算出した。

(5) 熱サイクル試験

電極間をボンディングワイヤで結線した後、シリコーン樹脂封止をした半導体試料を市販の熱サイクル試験装置を用いて評価した。温度履歴は-40

℃で60分間保持した後、125℃まで昇温しこの温度で60分間保持する。これを1サイクルとして、1000サイクルの試験を行った。試験後に電氣的測定を行い、導通評価をした。評価したワイヤ数は500本であり、不良率が1%以下の場合は「A」、1%を超える場合は耐性が低いことから「D」とした。

(6) 光線反射率

同種のLEDに実施例1～10、比較例1～7及び純銀のボンディングワイヤを結線し、樹脂封止をして各実施例、比較例及び純銀のボンディングワイヤによって結線したLED素子を作製した。作製した素子をJIS C8152に規定の方法により全光束測定を行った。測定結果は、純銀のワイヤで結線したLEDの光量を100%としたときの各実施例、比較例の光量を百分率に換算して示した。

[0044]

[表2]

	No.	常温引張強度 (gf)	1st ネック部強度 (gf)	FAB 真球性 (%)	HAZ 長さ (μ m)	熱サイクル試験 1000 サイクル	光線反射率 (%)
実施例	1	10.5	10.80	100	132	A	94.4
	2	11.9	10.69	100	107	A	94.2
	3	13.4	11.01	100	49	A	94.0
	4	13.6	11.27	100	82	A	93.4
	5	16.3	12.10	100	25	A	93.2
	6	17.0	12.96	100	56	A	92.7
	7	16.2	13.49	100	70	A	92.8
	8	15.9	14.36	100	89	A	91.9
	9	16.2	17.20	100	73	A	91.1
	10	19.5	16.63	100	9	A	90.8
比較例	1	9.8	10.30	95	150	D	94.4
	2	11.1	11.59	100	155	D	93.6
	3	10.3	10.25	100	133	D	94.0
	4	18.1	12.91	95	75	D	92.6
	5	17.6	13.71	90	12	D	91.8
	6	21.1	20.99	95	20	D	89.1
	7	20.3	20.19	95	79	A	88.7

[0045] 結果は、表2に示すとおりであり、実施例1～10では、常温引張強度が10.0gf以上、1stネック部の強度が10.5gf以上、HAZ長さ150 μ m以下、FAB真球性が100%、熱サイクル試験が「A」、光線反射率が90%以上となり、いずれの評価項目も良好な結果が得られた。

[0046] 比較例1では、Pdの含有量が0.1質量%未満であるため、常温引張強度及び1stネック部の強度が低く、熱サイクル試験の評価が「D」となった。

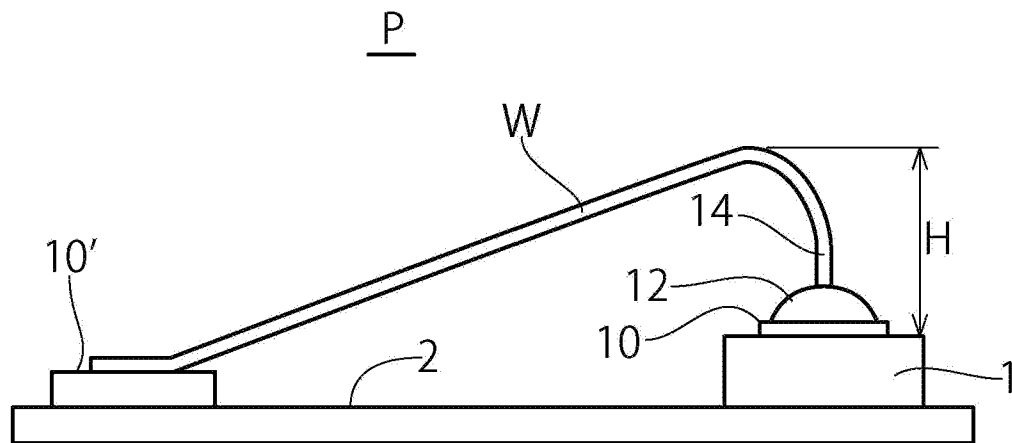
[0047] 比較例2では、Ca、Y、Sm、La、Ce、Nd、Eu、Gd、及びScからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が20質量ppm未満であるため、耐熱性が低く熱サイクル試験の評価が「D」となった。

- [0048] 比較例 3 では、C u の含有量が 0. 0 5 質量%未満であるため、1 s t ネック部の強度が低く、熱サイクル試験の評価が「D」となった。
- [0049] 比較例 4 では、C u の含有量が 0. 0 5 質量%未満であるが、P d の含有量が比較例 3 に比べて多いため常温引張強度及び 1 s t ネック部の強度が高く良好な結果が得られた。しかし、比較例 4 では F A B 真球性が悪化した。また、比較例 4 では、F A B 真球性の悪化に伴い、1 s t ボンドと電極との接着性が悪化するため熱サイクル試験の評価が「D」となった。つまり、比較例 4 では、C u の含有量が 0. 0 5 質量%未満であるため、常温引張強度及び 1 s t ネック部の強度と F A B 真球性とを両立させることができなかった。
- [0050] 比較例 5 では、C u の含有量が 2 質量%を越えるため、F A B 真球性が悪化し、熱サイクル試験の評価が「D」となった。
- [0051] 比較例 6 では、P d の含有量が 1 0 質量%を越えるため、光線反射率が低下した。また、比較例 6 では、G e、B i、及び M g からなる群から選択された 1 種又は 2 種以上の元素の含有量の合計が 5 0 0 質量 p p m を越えるため、F A B 真球性が悪化し、熱サイクル試験の評価が「D」となった。
- [0052] 比較例 7 では、P d の含有量が 1 0 質量%を越えるため、光線反射率が低下した。また、比較例 7 では、C a、Y、S m、L a、C e、N d、E u、G d、及び S c からなる群から選択された 1 種又は 2 種以上の元素の含有量の合計が 5 0 0 質量 p p m を越えるため、F A B 真球性が悪化した。

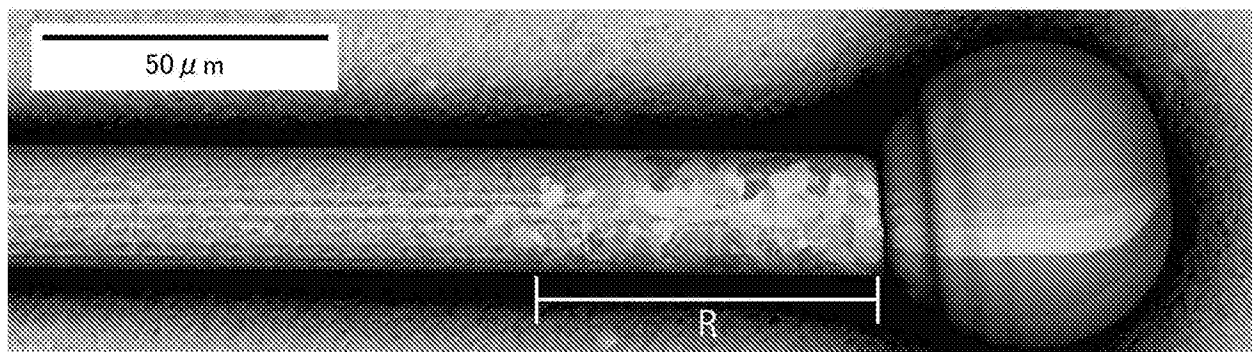
請求の範囲

- [請求項1] Pdの含有量が0.1質量%以上10質量%以下、
Cuの含有量が0.05質量%以上2質量%以下、
Ca、Y、Sm、La、Ce、Nd、Eu、Gd、及びScからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下、
Ge、Bi、及びMgからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が0質量ppm以上500質量ppm以下であり、
残部がAgからなるボンディングワイヤ。
- [請求項2] Cuの含有量 C_{Cu} に対するPdの含有量 C_{Pd} の比率(C_{Pd}/C_{Cu})が2以上である請求項1に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項3] Cuの含有量 C_{Cu} とPdの含有量 C_{Pd} の合計が10.05質量%以下である請求項1又は2に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項4] Ge、Bi、及びMgからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が0質量ppmである請求項1～3のいずれか1項に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項5] Ge、Bi、及びMgからなる群から選択された1種又は2種以上の元素の含有量の合計が20質量ppm以上500質量ppm以下である請求項1～3のいずれか1項に記載のボンディングワイヤ。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1項に記載のボンディングワイヤを使用した半導体装置。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007938

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. 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)

Int.Cl. H01L21/60

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	WO 2015/115241 A1 (TATSUTA ELECTRIC WIRE CABLE CO., LTD.) 06 August 2015, paragraphs [0001], [0027]-[0028], [0035]-[0036], [0066] & KR 10-2016-0007663 A & CN 105393343 A & TW 201535417 A	1-6
Y	JP 2013-48169 A (TATSUTA ELECTRIC WIRE CABLE CO., LTD.) 07 March 2013, paragraphs [0017]-[0022], [0026] (Family: none)	1-6

☐ 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
21 May 2018 (21.05.2018)

Date of mailing of the international search report
29 May 2018 (29.05.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

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

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

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	WO 2015/115241 A1（タツタ電線株式会社）2015.08.06, 段落 0001, 0027-0028, 0035-0036, 0066 & KR 10-2016-0007663 A & CN 105393343 A & TW 201535417 A	1-6
Y	JP 2013-48169 A（タツタ電線株式会社）2013.03.07, 段落 0017-0022, 0026（ファミリーなし）	1-6

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

21.05.2018

国際調査報告の発送日

29.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

堀江 義隆

50

9172

電話番号 03-3581-1101 内線 3559