【書類名】　明細書
【発明の名称】ボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体装置に用いられるＩＣチップ電極と外部リード等の基板の接続に好適なボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤに関し、特にセカンド接合性に優れたボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から半導体装置のＩＣチップ電極と外部リードとを接続するボールボンディング用ワイヤとしては、純度９９．９９質量%以上の金（Ａｕ）に他の金属元素を１００質量ｐｐｍ未満だけ含有させた純金線が接続信頼性に優れていることから多用されている。このような純金線は、その一端は溶融ボールを形成した後、超音波併用熱圧着ボンディング法によってＩＣチップ電極上のアルミパッドに接続され、他端がプリント基板やリードフレームやデバイス等の外部リード線等に接続される。そして、接続された純金線はその後モールド樹脂によって封止され、半導体装置となる。なお、アルミパッドは、純アルミニウム（Ａｌ）やＡｌ－１質量%Ｓｉ合金、Ａｌ－０．５質量%Ｃｕ合金、Ａｌ－１質量%Ｓｉ－０．５質量%Ｃｕ合金などからなり、通常は真空蒸着等の乾式メッキによって形成される。
【０００３】
この純金ワイヤの代替品として銀合金を用いることは古くから考えられてきた。例えば、特開２０１２－９９５７７号公報（後述する「特許文献１」）には、「銀（Ａｇ）を主成分とし、１００００～９００００質量ｐｐｍの金（Ａｕ）、１００００～５００００質量ｐｐｍのパラジウム（Ｐｄ）、１００００～３００００質量ｐｐｍの銅（Ｃｕ）、１００００～２００００質量ｐｐｍのニッケル（Ｎｉ）から選ばれた少なくとも１種以上の成分を含み、塩素（Ｃｌ）含有量が１質量ｐｐｍ未満であることを特徴とするボンディングワイヤ」の発明が開示されている。この発明は、「発光装置の光特性を向上させるために、ボンディングワイヤ表面への金属被覆をすることなしに波長３８０～５６０ｎｍの光の反射率が高く、化学的安定性を高めたボンディングワイヤを安価に提供することを目的（同公報０００８段落）」としている。
【０００４】
この銀合金ワイヤは、純銀ボンディングワイヤと比べれば、パラジウム（Ｐｄ）等の耐塩素性、耐イオウ性の相互作用により、塩素（Ｃｌ）、イオウ（Ｓ）などの大気中や特殊環境下での汚染について純銀ワイヤよりも一応の改善がみられる。しかしながら、合金化成分の貴金属含有量が６%以下の、いわゆる貴金属希薄銀合金ワイヤの場合、純金ワイヤと比較すると、ワイヤ表面が汚れやすく、かつ、依然硫化が進行しやすい欠点がある。このため、ボンディングワイヤを使用する一般的なクリーンルーム内であっても、貴金属希薄銀合金ワイ

ヤを30日間程度放置しておくと、外気より取込まれれた空気中に存在するイオウ（Ｓ）により、ワイヤ表面に硫化銀（Ag_2S）が形成され、その硫化銀（Ag_2S）が良好な第二ボンディングの妨げなり、超音波による外部リードとの接合強度を低下させるという欠点もあった。

【０００５】

他方、ボンディングツールとの滑りをよくするため、「Ａｕ，Ａｌ，Ｃｕの何かーつを主要元素として１０～５０μｍ程度の極細線に伸線加工され、スプールに所定長さを巻き込んだ状態でワイヤボンダに取り付けて使用される（特開平６－１５１４９７号公報（後述する「特許文献２」）０００２段落）」ボンディング用ワイヤについて、溶解鋳造後にインゴットを酸洗いなどして「表面の総有機炭素量が５０～１５００μｇ／m^2 であることを特徴とする半導体素子のボンディング用ワイヤ（同公報請求項１）」も知られている。この方法は、「表面の総有機炭素量が５０～１５００μｇ／m^2 であるワイヤを製造する一つの方法は、通常の工程、すなわち溶解，鋳造，伸線，アニール，巻取り工程を経て製造されたワイヤの表面には既に１５００μｇ／m^2 を上回る総有機炭素が認められるので、これを…酸洗浄…等の方法で洗浄して、表面の総有機炭素量を５０～１５００μｇ／m^2 の範囲に入るようにする（請求項２）。この方法は通常工程におけるアニール工程の前あるいは後に洗浄工程を設ければ良く、実施が容易である特徴がある。（同公報００１０段落）」そして、「潤滑剤成分としては、パラフィン系炭化水素、ナフテン系炭化水素、芳香族系炭化水素等の鉱油系、ポリオレフィン、アルキルベンゼン、脂肪酸、高級アルコール、脂肪酸せっけん、ポリグリコール、ポリフェニルエーテル、脂肪酸ジエステル、ポリオールエステル、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、スルフォン酸塩、アミン、アミン塩、シリコーン、燐酸エステル、フルオロカーボン、フルオロポリエーテル、フルオログリコール等の合成油系、牛脂、豚脂、パーム油、大豆油、菜種油、ひまし油、松根油等の天然油脂系があげられるが、どれを用いても良い。また、それら数成分の混合系でも良い（同公報００１２段落）」と記載されている。

【０００６】

しかしながら、この有機炭素は潤滑剤成分としての利用であって、大気中のイオウ（Ｓ）成分を遮断する目的ではない。本発明の貴金属希薄銀合金ワイヤは、純度９９．９質量%以上の純銀ワイヤほどではないにせよ、大気中のイオウ（Ｓ）成分を巻き込みやすい性質がある。このため、カーボン層が薄い場合には、銀（Ａｇ）成分が大気中に存在するイオウ（Ｓ）成分と結びついてワイヤ表面に硫化銀を形成しやすい性質がある。そして、一旦、強固な硫化銀（Ag_2S）がワイヤ表面に形成されると、この硫化銀（Ag_2S）がワイヤ内部に発達していって不均一な硫化銀（Ag_2S）膜となり、第二ボンディングを不安定にし、第二ボンドの接合界面が安定しないという欠点をもっている。しかも、貴金属希薄銀合金ワイヤを第二ボンディングする際、基板、リードフレーム、デバイス等を高温（１００℃～２５０℃程度）に熱することが一般的であるため、その周囲環境の熱気により、接合界面に存在するワ

イヤ由来のイオウ（Ｓ）が大気中に存在するイオウ（Ｓ）成分とより結びつきやすくなる。このため、第二ボンディング後も接合界面の硫化がより進行し、接合界面がよりはがれやすくなるという欠点もある。

さらに、ボンディング前にワイヤ内部へ硫化銀（Ａｇ$_2$Ｓ）膜が更に発達していくと、第一ボンディングまでチップ割れや接合不良の悪影響を生じる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２０１２－９９５７７号公報

【特許文献２】特開平６－１５１４９７号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

本発明は、上記第二ボンディングの課題を解決するためになされたもので、貴金属希薄銀合金であっても大気中のイオウによる硫化を防ぐことができる貴金属希薄銀合金ワイヤを実現するためのボンディングワイヤを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明者らは、溶解・鋳造された貴金属希薄銀合金の表面は純銀合金よりも活性（大気中のイオウ（Ｓ）との化学的反応性）が小さいことに着目し、まず貴金属希薄銀合金を用いることによって大気中のイオウ（Ｓ）とワイヤ表面の銀（Ａｇ）成分との化学的反応性を弱め、さらに、この表面を縮径して表面積を減少することにより表面活性を少なくし、そして、貴金属希薄銀合金ワイヤの全面に極薄のカーボン層を設けることによって、このカーボン（Ｃ）の還元作用によって貴金属希薄銀合金に対する大気中からの硫化や酸化を防ぎ、かつ、第一ボンディング時の溶融熱ほど強力な熱エネルギーではないが、第二ボンディング時の超音波の弱い熱エネルギーによっても、銀合金ワイヤの表面に弱く結合した硫化銀（Ａｇ$_2$Ｓ）膜などを接合界面から除去しようとするものである。

【００１０】

本発明の課題を解決するためのボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤの表面構造は、純度９９．９質量%以上のパラジウム（Ｐｄ）が０．１～６質量%、および残部が純度９９．９９質量%以上の銀（Ａｇ）からなるボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤの表面構造において、そのパラジウム（Ｐｄ）が３．０～４．８質量%および残部が銀（Ａｇ）からなるワイヤ表面は連続鋳造面がダイヤモンドダイスにより縮径された伸線加工面であり、その伸線加工面の全面に総有機炭素量（ＴＯＣ値）が５０～３，０００μｇ／ｍ^2

からなる上記貴金属希薄銀合金の融点よりも低い沸点をもつ水溶性非イオウ系有機高分子由来の有機カーボン層が形成されていることを特徴とする。

【００１１】

本発明の貴金属希薄銀合金ワイヤの表面構造において、そのワイヤ表面を連続鋳造面のまま残すのは、ワイヤ表面に新たな活性面を創出させないためである。また、この連続鋳造面をダイヤモンドダイスにより伸線加工するのは、ダイヤモンドダイスは貴金属希薄銀合金に対して滑り性がよく、連続鋳造面を残したまま縮径していくからである。ダイヤモンドダイスによる縮径は、少なくとも最終の伸線ダイスがダイヤモンドダイスであることが必要である。通常の縮径は、水中またはシャワーによる湿式の連続伸線で行われる。本発明の貴金属希薄銀合金ワイヤ表面を連続鋳造面を縮径された不活性な伸線加工面とし、その面の上に有機カーボン層を設けることによって、大気中のイオウ（Ｓ）とワイヤ表面の銀（Ａｇ）成分との結合を防ぐことができる。

【００１２】

本発明の貴金属希薄銀合金ワイヤの表面構造において、上記貴金属希薄銀合金を、純度９９．９質量％以上のパラジウム（Ｐｄ）が０．１～６質量％、および残部が純度９９．９９質量％以上の銀（Ａｇ）としたのは、アルミパッドとの接合性および信頼性寿命を考慮したためである。すなわち、貴金属希薄銀合金ワイヤ自体の硬さをある程度柔らかくしておかなければ、溶融ボールが純アルミニウム（Ａｌ）パッドやＡｌ合金パッド等と接続する際にチップの損傷が生じやすくなるからである。また、第一ボンドの接合界面においても、銀（Ａｇ）とアルミニウム（Ａｌ）の接合界面に、イオウ（Ｓ）成分が残留しないようにするためである。パラジウム（Ｐｄ）は、第一ボンディング時にフリーエアーボール（ＦＡＢ）の窒素雰囲気中でアルミパッドと金属間化合物を形成せず、かつ、溶融ボールを真球形状で接合する効果がある。合金化元素の含有量を６質量％以下としたのは、６質量％を超えると、フリーエアーボール（ＦＡＢ）で形成した溶融ボールが硬くなりすぎ、チップの損傷を生じやすくなるからである。また、合金化元素の含有量を０．１質量％以上としたのは、合金元素の量が極めて少ないため、硫化に対する耐性が得られず、表層に有機カーボン膜を形成しても、連続鋳造面での硫化の進行を抑制することができないためである。貴金属希薄銀合金ワイヤの連続鋳造面に硫化銀（Ag_2S）膜が形成されると、溶融ボールを形成して有機カーボン層が熱分解しても溶融ボールが硬くなり、チップの損傷を生じやすくなる。

【００１３】

銀（Ａｇ）成分の純度を９９．９９質量％以上としたのは、金属不純物を１００質量ｐｐｍ未満として、貴金属希薄銀合金ワイヤの連続鋳造表面に金属不純物が内部酸化するのを避けるためである。銀（Ａｇ）成分の純度は、良質な貴金属希薄銀合金ワイヤを形成するため純度が９９．９９９質量％以上であることが好ましい。同様に、良質な貴金属希薄銀合金ワイヤを形成するためパラジウム（Ｐｄ）、白金（Ｐｔ）および金（Ａｕ）の各合金化元素の純度は９９．９９質量％以上が好ましい。

【００１４】
本発明の貴金属希薄銀合金ワイヤの合金化元素の中でも、パラジウム（Ｐｄ）が好ましい。第二ボンディン時に貴金属希薄銀合金ワイヤの表面に形成された硫化物を分解しやすいからである。また、パラジウム（Ｐｄ）は第一ボンディング時の接合界面に銀（Ａｇ）とアルミニウム（Ａｌ）の金属間化合物の形成を阻害する作用および高温高湿下の条件で銀（Ａｇ）とアルミニウム（Ａｌ）の金属間化合物による接合界面の劣化を阻止する作用が高い。
また、本発明の貴金属希薄銀合金は、純度９９．９９質量%以上のパラジウム（Ｐｄ）が０．１～５質量%、チタン（Ｔｉ）が５～６０質量ｐｐｍおよび残部が純度９９．９９質量%以上の銀（Ａｇ）からなることが好ましい。チタン（Ｔｉ）は溶融ボール形成時のパラジウム（Ｐｄ）による触媒活性を抑制するためである。他方、チタン（Ｔｉ）は貴金属希薄銀合金の溶融ボールを硬くする傾向があるので、５～６０質量ｐｐｍが好ましい。
【００１５】
本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤの表面構造において、その伸線加工面の全面に総有機炭素量（ＴＯＣ値）が５０～３，０００μｇ／ｍ^{2}からなる有機カーボン層が形成されていることとしたのは、ワイヤの活性を下げ、貴金属希薄銀合金ワイヤが大気中のイオウ（Ｓ）などと結合するのを避けるためである。本発明の有機カーボン層とは、成分元素にイオウ（Ｓ）を含まない非イオウ系有機高分子化合物由来のものをいう。貴金属希薄銀合金ワイヤの場合は、純金ワイヤよりも融点が低くなるので、貴金属希薄銀合金の融点よりも低い沸点をもつ水溶性非イオウ系有機高分子由来のもの、例えば、非イオン系界面活性剤、アニオン系界面活性剤、カチオン系界面活性剤、両性界面活性剤であることが好ましい。界面活性の中では非イオン系の界面活性剤が最も好ましい。例えば、和光純薬工業株式会社製の商品名ＮＣＷ－１００１などがある。また、好ましくは、貴金属希薄銀合金の融点よりも低い沸点をもつ水溶性アルコール由来のものであることがよい。もっと好ましくは、総分子量が少ない、エタノール、メタノールまたはイソプロピルアルコール由来のものであることがよい。
【００１６】
本発明の伸線加工面の全面に有機カーボン層が形成されていることとしたのは、一部でも形成されていない箇所があると、そこから大気中のイオウ（Ｓ）が貴金属希薄銀合金ワイヤの表面と結合し、硫化銀（Ａｇ$_2$Ｓ）膜を形成してしまうからである。
また、有機カーボン層の厚さを総有機炭素量（ＴＯＣ値）が５０～３，０００μｇ／ｍ^{2}としたのは、ボールボンディング用ワイヤの線径が一般的に１５～２５μｍであり、総有機炭素量（ＴＯＣ値）から容易に有機カーボン層の有効な厚さを計算で求めることができるからである。５０～３，０００μｇ／ｍ^{2}の範囲には、純水による湯温湯洗や超音波洗浄、あるいは、有機高分子化合物の超希薄溶液の浸漬によって制御することができるが、コントロールのしやすさから、超希薄溶液の浸漬が好ましい。なお、上限を３，０００μｇ／ｍ^{2}としたのは、ボンディングツールに炭素粉が付着・堆積する量を減らすためである。本発明の貴

金属希薄銀合金ワイヤの融点は純金ボンディングワイヤよりも低いが、それでもボンディングツールに炭素粉が付着・堆積するからである。ボンディングツールの交換頻度の作業性を考慮すると、好ましくは2，４００μｇ／m^2、より好ましくは1，８００μｇ／m^2である。

【００１７】

水溶性非イオウ系有機高分子化合物の中では、非イオン系界面活性剤、あるいは、エタノール、メタノールまたはイソプロピルアルコール等の水溶性アルコール由来のものであれば、表面の総有機炭素量が１，８００μｇ／m^2を超えても、３，０００μｇ／m^2の範囲にあれば、通常の接合回数が５０万回の連続ボンディング作業中にカーボン粉の蓄積によるキャピラリ詰まりやクランパ汚れ等はなかった。

【発明の効果】

【００１８】

本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤによれば、縮径された不活性な連続鋳造面に有機カーボン膜が形成されているので、貴金属希薄銀合金ワイヤが大気中のイオウ（Ｓ）と直ちに結合して強固な硫化銀を形成することはない。よって、本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤを長期間室温に放置しておいても、大気中に存在するイオウ（Ｓ）成分による強固な硫化銀（Ag_2S）膜はワイヤ表面には発生しない。すなわち、本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤは、成分組成によるボンディング特性が良好なことに加え、超音波によるセカンド接合性が良好なため使用開始までのボンディングワイヤの製品寿命を保証することができる。また、本発明の貴金属希薄銀合金ワイヤによれば、繰り返しボンディングしてもキャピラリーが汚染することはない。

【実施例】

【００１９】

表１に示す成分組成を有する貴金属希薄銀合金（貴金属成分の純度は、銀（Ａｇ）は９９．９９９質量%以上、他の合金化成分はそれぞれ９９．９９質量%以上）を均一に溶融した後連続鋳造し、直径５ｍｍの太線を得た。この太線を酸洗浄処理をすることなく、湿式でダイヤモンドダイスにより連続伸線し、所定の機械的特性を得るための調質熱処理をおこない、連続鋳造面を残した直径２０μｍのワイヤを得た。その後、表２に示すそれぞれの濃度の非イオウ系有機化合物水溶液に連続浸漬し、本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ（実施品１～実施品１５）を得た。

ここで、実施品９は、エタノール濃度が１%の水溶液にボンディングワイヤを浸漬後乾燥した時の有機カーボン量が２，８００μｇ／m^2あることを示すものである。

実施品１５は、Ａｇ－３%Ｐｄ合金ボンディングワイヤを製造後、エタノールの希薄溶液に浸漬してから純水による湯洗浄をしたものである。

【００２０】

【表１】

		銀希薄合金の組成				
		Ag	Pd (%)	Pt (%)	Au (%)	Ti (ppm)
実施品	1	残部	3.5			
	2	残部		2		
	3	残部			4	
	4	残部	4.8			
	5	残部		0.3		
	6	残部			5.8	
	7	残部	1		0.5	
	8	残部		1.5	2.5	
	9	残部	0.4	3.6	0.7	
	10	残部	2.3			28
	11	残部		4.6		14
	12	残部			1.7	56
	13	残部	0.7	1.2		42
	14	残部		0.2	3.3	49
	15	残部	3			
比較品	16	残部	2.5			
	17	残部		4		
	18	残部			0.07	

【００２１】

また、表２に示す非イオン系界面活性剤は、ブルーベル株式会社が販売する衣料用液体洗剤（商品名：ナチュラル）である。アニオン系界面活性剤は、日油株式会社製の商品名：パーソフト(登録商標)である。カチオン系界面活性剤は、日油株式会社製の商品名：ニッサンカチオン(登録商標)である。両性界面活性剤は、日油株式会社製の商品名：ニッサンアノン(登録商標)ＢＤである。

【００２２】

【表２】

		水溶性非イオウ有機化合物の種類(TOC値($\mu g/m^2$))						
		エタノール	メタノール	イソプロピルアルコール	非イオン系界面活性剤	アニオン系界面活性剤	カチオン系界面活性剤	両性界面活性剤
実施品	1				500			
	2			200				
	3		1200					
	4	150			70			
	5		400					
	6							
	7	300		900				
	8							600
	9	2800＊						
	10				1300			
	11					2000		
	12			500			100	
	13	800						
	14		100					
	15	1500						
比較品	16	1000						
	17				100			
	18							3500

【００２３】

この貴金属希薄銀合金ワイヤをクリーンルームの環境下（温度２５℃、湿度５０％雰囲気）で３０日間実験室に放置した後、硫化銀（Ag_2S）膜厚の測定、第二ボンドの接合性試験およびキャピラリーの詰まり試験を行ったところ、表３の結果を得た。

【００２４】

【表３】

		30日経過後の硫化銀膜厚	30日経過後の第二ボンドのプル強度(gf)	キャピラリーの詰まり試験結果
実施品	1	0	4.5	100万ボンドまでなし
	2	0	4.0	100万ボンドまでなし
	3	0	3.3	100万ボンドまでなし
	4	0	3.5	100万ボンドまでなし
	5	8	3.8	100万ボンドまでなし
	6	0	3.3	100万ボンドまでなし
	7	5	3.5	100万ボンドまでなし
	8	0	3.9	100万ボンドまでなし
	9	0	3.4	80万ボンドまでなし
	10	0	3.8	100万ボンドまでなし
	11	0	3.3	100万ボンドまでなし
	12	5	3.2	100万ボンドまでなし
	13	5	3.3	100万ボンドまでなし
	14	0	3.5	100万ボンドまでなし
	15	0	3.1	100万ボンドまでなし
比較品	16	0＊	3.2	100万ボンドまでなし
	17	30	1.5	100万ボンドまでなし
	18	40	1.0	25万ボンドまでなし

【比較例】

【００２５】

表１に示す成分組成を有する貴金属希薄銀合金を均一に溶融した後連続鋳造し、直径５ｍｍの太線を得た。この太線を希硝酸で表面酸洗いをしたものとしないものについて、実施例と同様にして、比較例のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ（比較品１６～比較品１８）を得た。

ここで、比較品１６は、Ａｇ－２．５％Ｐｄ合金を連続鋳造し、直径５ｍｍの太線を得た後、希硝酸で表面酸洗いをしてから連続伸線してボンディングワイヤを製造後、エタノールの超希薄溶液に浸漬し、３０日間放置をせずに、その日のうちに試験を開始したものである。

比較品１７は、Ａｇ－４％Ｐｔ合金を連続鋳造し、直径５ｍｍの太線を得た後、希硝酸で表面酸洗いをしてから連続伸線してボンディングワイヤを製造後、非イオン系界面活性剤由来の有機カーボン膜を形成し、３０日間放置をしてから膜厚測定および試験をしたものである。

比較品１８は、金（Ａｕ）含有量の下限を外れたＡｇ－０．０７％Ａｕ合金ボンディングワイヤを製造後、有機カーボン量の上限を超えた両性の界面活性剤由来の有機カーボン膜を形成したものである。

【００２６】

この貴金属希薄銀合金ワイヤ（比較品１７～１８）について、３０日間室温で実験室に放置した後の硫化銀（Ag_2S）膜厚の測定、第二ボンドの接合性試験およびキャピラリーの詰まり試験をしたところ、表３の結果を得た。ただし、比較例１６は、上述した通り、放置せずその日のうちに膜厚測定および試験を開始した。

[総有機炭素量（ＴＯＣ）の測定]

【００２７】

総有機炭素量の測定は、それぞれ１０００ｍの貴金属希薄銀合金ワイヤを秤量し、０．１Ｎ－ＮａＯＨ水溶液を２００ｇ加えてウォーターバスで３０分間煮沸して抽出を行い、冷却後８Ｎ－ＨＣｌを２．５ｍｌ加えて軽く振盪し、高純度空気で１５分間バブリングした。これを株式会社島津製作所製ＴＯＣ－５０００型有機炭素測定機に供給して有機炭素濃度を測定し、この値から総有機炭素質量を計算して２０μｍ径の貴金属希薄銀合金ワイヤの表面積で除して表面の非イオン性界面活性剤の総有機炭素量とした。

[硫化銀（Ag_2S）膜厚の測定]

【００２８】

ワイヤ表面に形成される硫化銀（Ag_2S）の測定は、膜厚測定機 （ＥＣＩ社製 型式ＱＣ２００）にて測定をおこなった。実施品１～実施品１５および比較品１６の硫化銀（Ag_2S）膜厚は、全て１０ｎｍ以下であった。他方、比較品１７～１８は、全て、２０ｎｍ以上であった。

[３０日経過後の第二ボンドの接合性試験]

【００２９】

第二ボンドの接合性試験は、株式会社新川製ワイヤボンダーを使用し、ループ長さを２ｍｍ、ループ高さを２００μｍとし、第二ボンド点より２０％の位置を、所定のプルフックで引張試験をおこなった時の接合強度である。実施品１～実施品１５および比較品１６は良好であったが、比較品１６と対比される比較品１７は不十分な結果であった。これは硫化銀（Ag_2S）の形成によるためである。

[キャピラリーの詰まり試験]

【００３０】

キャピラリー詰まり試験は、新品のキャピラリーを用いて、ボンディングを開始し、キャピラリーが詰まりボンディングが不可能となるまでのボンディング回数を測定した。結果を表３に記す。

【００３１】

３０日経過後の第二ボンドの接合性試験から明らかなように、本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ実施品１～実施品１５および比較品１６は、すべて破断強度が４．０重量グラム（ｇｆ）以上であり、良好であることがわかる。他方、比較例のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ（比較品１７～１８）は、不十分であることがわかる。

【００３２】

キャピラリーの詰まり試験から明らかなように、本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ（実施品１～８および１０～１５、比較品１６および１７）は、１００万回のボンディング回数を超えてもすべてキャピラリーの詰まりがなく、良好であることがわかる。他方、比較例のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ（特に比較品１８）は、２５万回でキャピラリーの詰まりが生じていることがわかる。

【００３３】

上記実施例および比較例から明らかなように、本発明に係る実施品は、キャピラリーの詰まりもなく、３０日間室温で実験室に放置した後のボンディング特性が優れていることがわかる。具体的には、比較品は、ボンディングワイヤの製造直後は第二ボンディング特性が良好なものの（比較品１６）、３０日経過後は硫化銀（Ag_2S）膜が発達し、セカンドプル強度が極端に弱くなっている（比較品１７～１８）ことがわかる。これに対し、本発明に係る実施品１～１５は、３０日間放置後であっても、硫化銀（Ag_2S）膜は発生しないかほとんど発生せず、セカンドプル強度が強いことがわかる。また、キャピラリーの詰まりは、ＴＯＣ値が大きいと早く詰まり（比較品１８）、作業性を悪くすることがわかる。

【産業上の利用可能性】

【００３４】

本発明のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤは、汎用ＩＣ、ディスクリートＩＣ、メモリＩＣの他、高温高湿の用途ながら低コストが要求されるＬＥＤ用のＩＣパッケージ、自動車半導体用ＩＣパッケージ、銅（Ｃｕ）ボンディングワイヤが使用されにくい防衛、宇宙、航空産業用のＩＣパッケージ、あるいは医療用やフォトカプラ等の半導体用途がある。

【書類名】特許請求の範囲

【請求項１】

純度９９．９質量%以上のパラジウム（Ｐｄ）が０．１～６質量%、および残部が純度９９．９９質量%以上の銀（Ａｇ）からなるボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤの表面構造において、そのパラジウム（Ｐｄ）が３．０～４．８質量%および残部が銀（Ａｇ）からなるワイヤ表面は連続鋳造面がダイヤモンドダイスにより縮径された伸線加工面であり、その伸線加工面の全面に総有機炭素量（ＴＯＣ値）が５０～３，０００μｇ／m^2からなる上記貴金属希薄銀合金の融点よりも低い沸点をもつ水溶性非イオウ系有機高分子由来の有機カーボン層が形成されていることを特徴とするボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ。

【請求項２】

上記パラジウム（Ｐｄ）の純度が、９９．９９質量%以上であることを特徴とする請求項１に記載のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ。

【請求項３】

上記貴金属希薄銀合金が、純度９９．９９質量%以上のパラジウム（Ｐｄ）が３．０～４．８質量%、チタン（Ｔｉ）が５～６０質量ｐｐｍおよび残部が純度９９．９９質量%以上の銀（Ａｇ）からなることを特徴とする請求項１に記載のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ。

【請求項４】

上記有機カーボン層が、上記貴金属希薄銀合金の融点よりも低い沸点をもつ水溶性アルコール由来のものであることを特徴とする請求項１に記載のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ。

【請求項５】

上記有機カーボン層が、エタノール、メタノールまたはイソプロピルアルコール由来のものであることを特徴とする請求項１に記載のボールボンディング用貴金属希薄銀合金ワイヤ。