

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3586909号  
(P3586909)

(45) 発行日 平成16年11月10日(2004.11.10)

(24) 登録日 平成16年8月20日(2004.8.20)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>

F 1

C22C 5/02  
H01L 21/60C22C 5/02  
H01L 21/60 301F

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-7574  
 (22) 出願日 平成7年1月20日(1995.1.20)  
 (65) 公開番号 特開平8-199261  
 (43) 公開日 平成8年8月6日(1996.8.6)  
 審査請求日 平成13年10月30日(2001.10.30)

(73) 特許権者 000183303  
 住友金属鉱山株式会社  
 東京都港区新橋5丁目11番3号  
 (74) 代理人 100084087  
 弁理士 鴨田 朝雄  
 (74) 代理人 100108877  
 弁理士 鴨田 哲彰  
 (72) 発明者 廣田 英一  
 東京都青梅市末広町 1-6-1

審査官 青木 千歌子

(56) 参考文献 特開平05-160184 (JP, A)  
 特開平02-249244 (JP, A)  
 特開平02-219251 (JP, A)  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ボンディングワイヤ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

0.1~2重量%のCuと、0.01~1重量%のPdと、0.0001~0.01重量%のSnとを含有し、残部がAuからなることを特徴とするボンディングワイヤ。

## 【請求項2】

0.1~2重量%のCuと、0.01~1重量%のPdと、合計で0.0001~0.01重量%のCa、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In、及びTiからなる群から選択された1種以上とを含有し、残部がAuからなることを特徴とするボンディングワイヤ。

## 【請求項3】

0.1~2重量%のCuと、0.01~1重量%のPdと、0.0001~0.01重量%のSnと、合計で0.0001~0.01重量%のCa、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In、及びTiからなる群から選択された1種以上とを含有し、残部がAuからなることを特徴とするボンディングワイヤ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本発明は、半導体素子のチップ電極と外部リードとを接続するために使用されるボンディングワイヤに関する。

## 【0002】

**【従来の技術】**

I C、L S Iなどの半導体素子の電極と、外部リードとを接続するために、一般に0.01~0.1mmの直径を有するボンディングワイヤが用いられている。

**【0003】**

前記ワイヤのボンディングには、ボンディング治具となるセラミック製キャピラリー、該キャピラリーを保持するための前後上下左右移動可能なヘッド、コントローラ、及び、ボール形成のための電気トーチを備えてなる超音波熱圧着式ワイヤボンダーが使用されている。また、ボンディング方式には、ボンディングワイヤの先端を溶解させてボール状にした後超音波振動を付加しながら加熱することにより圧着するボールボンディング方式と、超音波を付加しながら押圧してボンディングワイヤを圧着するウェッジボンディング方式がある。

**【0004】**

前記ワイヤボンダーを用いて半導体素子上の電極と外部リードとをボンディングワイヤで接続するには、まずキャピラリーを半導体素子の電極上に移動させて降下させ、ボールボンディング方式によりボンディングワイヤを該電極に圧着せしめた後（第一ボンディング）、キャピラリーを上昇させて外部リード上に移動させて降下させ、該リードに前記ワイヤを圧着せしめ（第二ボンディング）、続いてキャピラリーを上昇させてワイヤを切断するという方法により行われる。

**【0005】**

近年、ワイヤボンダーは、ボンディング工程当たりの所要時間が0.2秒と極めて高速になっており、ボンディングワイヤには、

i ) 第一ボンディングにおいて、ボンディングワイヤを加熱して溶解したときに酸化被膜のない真球状のボールが形成され、また該ワイヤと電極との接合状態が良好であること、  
i i ) 第二ボンディングにおいて、ワイヤと外部リードとの接合状態が良好であること、  
i i i ) 第一ボンディングと第二ボンディングとの間のワイヤにカールやループ垂れなどのループ異常が発生しないこと、

i v ) ボンディング後の樹脂モールドの際、樹脂の流動によるワイヤの変形が起こりにくいこと、

v ) 長期間保存しても両ボンディングの接合部が劣化しないこと、

等の特性が要求される。

**【0006】**

そこで、純度99.99%以上の金に、例えばCa、Be等の元素を0.0001~0.01重量%添加して硬度を高めた金合金線を使用すると、上記i)~v)の特性をある程度備えたボンディングワイヤが得られることから、通常純金線でなく金合金線が用いられることが多い。

**【0007】**

ところが近年、半導体デバイスの多ピン化に伴いボンディングワイヤ間隔の狭ピッチ化及びボンディング距離の長距離化が進行してきており、そのまま従来のボンディングワイヤを用いると、ワイヤループが垂れたり、樹脂封入するときに樹脂の流動抵抗によりボンディングワイヤが変形し、ボンディングワイヤ同士が接触したりする等の不具合が生じるため、添加元素の添加量を増やす、添加元素の種類を増やす、等の手段を用いてボンディングワイヤの強度を向上させる試みがなされている。

**【0008】**

しかしながら、単純に添加元素の添加量を増やす、これまでタイプ別に添加していた元素を複合添加する方法ではボンディングワイヤの強度は向上しても、第一ボンディングにおいて加熱溶解して得られるボールが硬すぎるため、半導体素子に亀裂を生じる、ボール形状が真球にならない、真球に近くともボールを形成する際に収縮孔を生じる、半導体素子上の電極にボンディングしたときにボールがいびつに変形し隣の電極に接触する、収縮孔があるため電極との十分な接合強度が得られない、ボンディング後のボールの潰れ形状がいびつなため異常ループを形成してしまい、樹脂封入するときに樹脂の流動抵抗によりボ

10

20

30

40

50

ンディングワイヤ同士が接触する、等の不具合が生じる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、第一ボンディングで接合したボンディングワイヤと半導体素子上の電極との間に十分な接合強度をもち、半導体素子を樹脂封入する際にボンディングワイヤ同士の接触による不良が起こりにくく、リードフレームの狭ピッチ、半導体素子上の電極の狭パッドピッチ、リードフレームと半導体素子上の電極間の長ループ配線に適するボンディングワイヤを得ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明のボンディングワイヤは、

(1) 0.1~2重量%のCuと、0.01~1重量%のPdと、0.0001~0.01重量%のSnとを含有し、残部がAuからなる点、

(2) 0.1~2重量%のCuと、0.01~1重量%のPdと、合計で0.0001~0.01重量%のCa、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In、及びTiからなる群から選択された1種以上とを含有し、残部がAuからなる点、

(3) 0.1~2重量%のCuと、0.01~1重量%のPdと、0.0001~0.01重量%のSnと、合計で0.0001~0.01重量%のCa、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In、及びTiからなる群から選択された1種以上とを含有し、残部がAuからなる点に特徴がある。

【0011】

【作用】

本発明のボンディングワイヤにおいて、AuにCu及びPdを複合添加させた理由は、CuとPdを複合添加させると表面酸化が生じにくく、真球に近く表面清浄なボールを得ることができ、このボールの結晶粒径が微細なことにより、ボンディング後のボール潰れ形状が真円に近く、また、Cu及びPdを従来より多く添加することが可能なため従来よりも高く安定した接合強度が得られ、ボンディングワイヤの直進性が向上する上、高純度金よりも常温及び高温での引張り強度が向上したボンディングワイヤを提供することができるからである。この効果は、Cuを0.1重量%以上、Pdを0.01重量%以上複合添加することにより現れ、Cuを2重量%、Pdを1重量%を超えて含有させると、第一ボンディングにおいてボンディングワイヤを加熱して溶解したときに形成されるボール表面にしわを生じ、接合後の引張り強度のばらつきが大きくなり、直進性に異常をきたしたり、ボールが硬くなり過ぎてボンディング時に半導体素子に亀裂を生じる場合があるので、Cuを0.1~2重量%、Pdを0.1~1重量%含有する組成とする必要がある。

【0012】

また、AuにCu及びPdを含有させる他に微量のSnを含有させる理由は、Cu及びPdとの相乗効果により、ボールの形状及び性状を変化させることなくボール硬度を減少させることにより、ボールの加工硬度を低減させ半導体素子に与えるダメージを減少させるためである。Snの添加量を0.0001~0.01重量%としたのは、0.0001重量%未満ではCu及びPdとの相乗効果が現れず、0.01重量%を超えると第一ボンディングにおいてボンディングワイヤを加熱して溶解したときにボール真球度が得られず、収縮孔を生じたりして接合強度の低下を生じる場合があるので、Snの添加量を0.0001~0.01重量%とすることが好ましい。

【0013】

また、AuにCu及びPdを含有させる他に微量のCa、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In及びTiの中から1種または2種以上を含有させる理由は、Cu及びPdとの相乗効果により直進性を更に向上させる他、常温及び高温での引張り強度、及び接合強度を更に向上させ、かつ、ネック切れを防止するためである。Ca、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In及びTiの中から1種または2種以上の含有量の総和を0.0001~0.01重量%としたのは、0.0001重量%未満ではCu及びPdとの相乗効

10

20

30

40

50

果が現れず、直進性、引張り強度及び接合強度を更に向上させることができず、0.01重量%を超えると第一ポンディングにおいてポンディングワイヤを加熱して溶解したときにボール真球度が得られず、接合後の引張り強さのばらつきが大きくなったり、ポンディングワイヤの硬度が高くなりすぎ、半導体素子に亀裂を生じたり、ネック切れを生じたり、直進性に異常をきたす場合があるので、Ca、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In及びTiの中から1種または2種以上の含有量の総和を0.0001～0.01重量%とすることが好ましい。

#### 【0014】

本発明により、第一ポンディングで接合したポンディングワイヤと半導体素子上の電極との間に十分な接合強度をもち、半導体素子を樹脂封入する際にポンディングワイヤ同士の接觸による不良が起こりにくく、リードフレームの狭ピッチ、半導体素子上の電極の狭パッドピッチ、リードフレームと半導体素子上の電極間の長ループ配線に適するポンディングワイヤが得られる。

#### 【0015】

##### 【実施例】

純度99.99重量%異常の高純度金に、Cu、Pd、Ca、Be、Ge、希土類元素、Sr、Ba、In、Sn及びTiを種々の割合で添加し、表1に示す組成の金合金を溶解鑄造した。これらの鑄造品を圧延及び線引き加工をすることで20μmのポンディングワイヤを得た。次に、これらのワイヤを室温における破断伸びが4%になるように熱処理し、ポンディングサンプルを得た、これらのポンディングサンプルを第一ポンディングする際に加熱溶解して得られるボールを採取し、電子顕微鏡にて表面観察を行った。また、得られたポンディングワイヤを用いてポンディングを1000回行い、ループ異常の発生の有無、半導体素子の亀裂発生の有無を調査した。更に、得られたポンディングワイヤの引張り試験を常温にて行った。以上の試験にて得られた結果を表2に示す。

#### 【0016】

##### 【表1】

成 分 組 成 ( 重 量 % )												
	A u	C u	P d	S n	C a	B e	G e	C e	S r	B a	I n	T i
実施例 1 残	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 2 残	1.5	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 3 残	1.0	0.3	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 4 残	1.0	0.3	—	0.001	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例 5 残	1.0	0.3	—	—	0.001	—	—	—	—	—	—	—
実施例 6 残	1.0	0.3	—	—	—	0.002	—	—	—	—	—	—
実施例 7 残	1.0	0.3	—	0.001	—	—	0.001	—	0.001	—	0.001	—
実施例 8 残	1.0	0.3	—	—	0.002	—	—	0.002	—	0.001	—	0.001
実施例 9 残	1.0	0.3	0.001	—	—	0.001	—	0.002	—	—	—	0.001
比較例 1 残	3.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
比較例 2 残	1.0	0.3	—	—	0.003	0.003	0.008	—	—	—	—	—
比較例 3 残	1.0	0.3	0.004	0.003	—	0.004	—	—	0.004	—	—	—
従来例 1 残	—	—	—	0.0005	—	0.002	—	—	—	—	—	—
従来例 2 残	—	—	—	—	0.0008	0.002	—	—	—	—	—	—

【表 2】

	試験結果				
	ボール表面収縮孔	異常ループ発生	半導体素子亀裂発生	常温引張り強度 g	ボール硬度 Hv
実施例 1	無	無	無	7.6	42.7
実施例 2	無	無	無	9.1	50.2
実施例 3	無	無	無	8.7	43.8
実施例 4	無	無	無	9.2	49.3
実施例 5	無	無	無	8.3	46.9
実施例 6	無	無	無	8.5	47.1
実施例 7	無	無	無	10.8	58.4
実施例 8	無	無	無	10.2	55.0
実施例 9	無	無	無	9.9	52.3
比較例 1	有	有	有	12.2	68.7
比較例 2	有	有	有	11.4	63.5
比較例 3	有	有	有	11.9	56.3
従来例 1	無	有	無	5.1	42.1
従来例 2	無	有	無	4.8	41.8

## 【0017】

## 【発明の効果】

以上で明らかなように、本発明のボンディングワイヤは、従来例及び比較例のボンディングワイヤに比べ直進性に優れており、従来例のボンディングワイヤに比べ破断強度も優れていることわかる。また、本発明のボンディングワイヤは、第一ボンディング時に形成されるボールに収縮孔は観察されず、このボール潰れ形状は真円に近く、チップにクラックを生じない上、製造時の引張り強度も強く、細線化が容易である。

## 【0018】

従って、本発明によればリードフレームの狭ピッチ、半導体素子上の電極の狭パッドピッチ、リードフレームと半導体素子上の電極間の長ループ配線に適するボンディングワイヤを提供する。また、本発明のボンディングワイヤは、製造時の引張り強度が高いため、十数  $\mu m$  程度の極細線化も容易であり、かつこの極細線を用いることにより IC を小型化することが可能である。

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup> , DB名)

C22C 5/02

H01L 21/60