

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3615901号
(P3615901)

(45) 発行日 平成17年2月2日(2005.2.2)

(24) 登録日 平成16年11月12日(2004.11.12)

(51) Int.Cl.⁷H01L 21/60
C22C 5/02

F I

H01L 21/60 301F
C22C 5/02

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平9-68439	(73) 特許権者	000217332
(22) 出願日	平成9年3月21日(1997.3.21)		田中電子工業株式会社
(65) 公開番号	特開平10-270485		東京都中央区日本橋茅場町2丁目6番6号
(43) 公開日	平成10年10月9日(1998.10.9)	(74) 代理人	100077517
審査請求日	平成16年1月26日(2004.1.26)		弁理士 石田 敬
		(74) 代理人	100087413
			弁理士 古賀 哲次
		(74) 代理人	100088269
			弁理士 戸田 利雄
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也
		(72) 発明者	徳山 威吏
			東京都三鷹市下連雀八丁目5番1号 田中
			電子工業株式会社 三鷹工場内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 半導体素子ボンディング用金合金線

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パラジウム(Pd)、白金(Pt)、銀(Ag)のうち少なくとも1種を0.2~20.0重量%、ビスマス(Bi)を0.0001~0.01重量%、及び残部が金と不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子ボンディング用金合金線。

【請求項2】

パラジウム(Pd)、白金(Pt)、銀(Ag)のうち少なくとも1種が0.5~5.0重量%であることを特徴とする請求項1記載の半導体素子ボンディング用金合金線。

【請求項3】

更にY, La, Ca, Euのうち少なくとも1種を0.1重量%以下含有することを特徴とする請求項1又は2記載の半導体素子ボンディング用金合金線。 10

【請求項4】

更にベリリウム(Be)を0.002重量%以下含有することを特徴とする請求項3記載の半導体素子ボンディング用金合金線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子の電極と外部リード部を接続するために使用するボンディング用金合金線に関し、さらに詳しくは半導体装置を薄肉化する際に用いて好適な半導体素子ボンディング用金合金線に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来からトランジスタ、I C , L S I 等の半導体素子の電極と外部リードを接続する技術としては、純度 9 9 . 9 9 重量 % 以上の高純度金に他の金属元素を微量含有させた金合金線を用いた超音波併用熱圧着ボンディング法が主として用いられている。

【 0 0 0 3 】

このようにして接続された状況を図 1 に示す。図 1 において 1 は半導体素子、2 は電極、3 は金合金線、4 はリードフレーム、H は半導体素子上面を基準としたループ高さ（以下ループ高さという）である。半導体素子 1 の電極 2 の上にボールボンディングした後ループ状に配線し、リードフレーム 4 で超音波接合が行われている。

10

【 0 0 0 4 】

一方最近の薄肉化を要求される配線においては前記ループ高さを低く抑える事、所謂低ループ配線が要求されている。これに対応する為、特開平 1 - 2 9 3 6 2 6 号公報には第 1 ボンドと第 2 ボンドを逆にして配線すること、即ち最初にボールボンディングする位置をリードフレーム側にして行うことにより結果として低ループとするボンディング方法が提案されている。また特開平 6 - 3 3 8 5 3 2 号公報には図 1 に示す配線において低ループとする為にボンディング線として所定組成の金合金線を用いる事が提案されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら特開平 1 - 2 9 3 6 2 6 号公報に開示されている第 1 ボンドと第 2 ボンドを逆にして配線する方法は、後からボンディングする超音波接合を確実にを行う為に配慮が必要となり生産性が悪くなってくる。

20

また特開平 6 - 3 3 8 5 3 2 号公報に開示されている様な組成の金合金線を用いた場合、ループ高さを低くする事が未だ不十分であるとともに高温状態に晒した後のボールボンディング部の接合強度が小さいという欠点を有している。

【 0 0 0 6 】

本発明は上述したような従来事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、半導体装置の薄肉化の要求に対応してループ高さを低くする事が出来ると共に、高温状態に晒した後のボールボンディング部の接合強度（以下高温接合強度という）に優れた半導体素子ボンディング用金合金線を提供することである。

30

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は鋭意研究を重ねた結果、所定量の P d , P t , A g のうち少なくとも 1 種と所定量の B i 及び残部が金と不可避不純物からなる組成の金合金線とすることにより、前述の目的を達成し得ることを知見し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 0 8 】

こうして、本発明によれば下記が提供される。

(1) パラジウム (P d)、白金 (P t)、銀 (A g) のうち少なくとも 1 種を 0 . 2 ~ 2 0 . 0 重量 %、ビスマス (B i) を 0 . 0 0 0 1 ~ 0 . 0 1 重量 %、及び残部が金と不可避不純物からなることを特徴とする半導体素子ボンディング用金合金線。

40

【 0 0 0 9 】

(2) パラジウム (P d)、白金 (P t)、銀 (A g) のうち少なくとも 1 種が 0 . 5 ~ 5 . 0 重量 %であることを特徴とする (1) 記載の半導体素子ボンディング用金合金線。

(3) 更に Y , L a , C a , E u のうち少なくとも 1 種を 0 . 1 重量 % 以下含有することを特徴とする (1)、(2) 記載の半導体素子ボンディング用金合金線。

【 0 0 1 0 】

(4) 更にベリリウム (B e) を 0 . 0 0 2 重量 % 以下含有することを特徴とする (3) 記載の半導体素子ボンディング用金合金線。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

50

原料金としては少なくとも 99.99 重量% 以上に精製した高純度金を用いることが好ましい。更に好ましくは 99.995 重量% 以上であり、最も好ましくは 99.999 重量% 以上である。この為合金中の不純物は 0.01 重量% 以下が好ましい。更に好ましくは 0.005 重量% 以下であり、最も好ましくは 0.001 重量% 以下である。

【0012】

前記高純度金に所定量の Bi との共存において、Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種を所定量含有した組成とする事によりループ高さを低くする事が出来ると共に、高温接合強度を向上させる事が出来る。Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種の含有量が 0.2 重量% 未満になると、0.2 重量% 以上のものと対比してループ高さは高くなると共に高温接合強度は低くなる。Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種の含有量が 20.0 重量% を超えると、ループ高さは高くなると共に高温接合強度は低くなる。この為 Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種の含有量は 0.2 ~ 20.0 重量% と定めた。

10

【0013】

さらに Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種の含有量が 0.5 ~ 5.0 重量% の時、ループ高さは更に低くなり、高温接合強度は更に向上してくる。この為好ましくは Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種の含有量は 0.5 ~ 5.0 重量% である。

高純度金に所定量の Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種との共存において、所定量の Bi をさらに含有した組成とする事により、ループ高さを低くする事が出来ると共に、高温接合強度を向上させる事が出来る。

【0014】

20

Bi の含有量が 0.0001 重量% 未満になると、0.0001 重量% 以上のものと対比してループ高さは高くなると共に高温接合強度は低くなる。Bi の含有量が 0.01 重量% を超えると、ループ高さは高くなると共に高温接合強度は低くなる。この為 Bi の含有量は 0.0001 ~ 0.01 重量% と定めた。

所定量の Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種と Bi に加えて、Y, La, Ca, Eu のうち少なくとも 1 種を 0.1 重量% 以下をさらに含有した組成にすることにより、ループ高さを低くする事が出来ると共に、高温接合強度を向上させる効果を維持する事が出来る。

【0015】

所定量の Pd, Pt, Ag のうち少なくとも 1 種と、Bi 及び所定量の Y, La, Ca, Eu のうち少なくとも 1 種に加えて、Be を 0.002 重量% 以下さらに含有した組成にすることにより、ループ高さを低くする事が出来ると共に、高温接合強度を向上させる効果を維持する事が出来る。

30

本発明になる合金金線の好ましい製造方法を説明する。

【0016】

高純度金に所定量の元素を添加し、真空溶解炉で溶解した後インゴットに铸造する。そのインゴットに溝ロール、伸線機を用いた冷間加工と中間アニールを施し、最終冷間加工により直径 10 ~ 100 μm の細線とした後最終アニールを施す。

本発明になる半導体素子ボンディング用合金金線は半導体装置の実装に際して、IC チップ等の半導体素子をリードフレームに配線して、樹脂やセラミックスで封止処理した半導体装置に用いられる。

40

【0017】

【実施例】

表 1 ~ 3 に示す実施例及び比較例について説明する。

(実施例 1)

純度 99.999 重量% の高純度金に所定量の Pd 及び Bi を添加し真空溶解炉で溶解した後、铸造して表 1 に示す組成の合金、即ち 0.2 重量% Pd、0.003 重量% Bi、残部が金及び不可避不純物からなる組成のインゴットを得、これに溝ロール、伸線機を用いた冷間加工と中間アニールを施し、最終冷間加工により直径 30 μm とし、伸び率 4% となるように最終アニールを行った。

50

【 0 0 1 8 】

この金合金線を全自動ワイヤボンダー（新川株式会社製 U T C - 5 0 型）を用いて、加熱温度 2 0 0 で、I C チップの A 1 電極とリードフレームを超音波併用熱圧着ボンディング法でピン数 1 0 0 個のボンディングした試料を作成した。

この試料を測定顕微鏡（オリンパス株式会社製 S T M - M J S 型）を用いて、そのループ高さを測定した。ループ高さは図 1 に於いて I C チップ 1 の上面を基準面として、ループの最も高い高さ H を測定し、ループ高さとした。1 0 0 個の測定を行い、その平均値をループ高さ平均値として表 1 に示した。

【 0 0 1 9 】

更に同様にしてピン数 1 0 0 個のボンディングした試料を作成し、2 0 0 で 5 0 0 時間 10
放置した後シアータスターを用いて剪断荷重を測定し、5 0 箇所の平均値を高温接合強度として表 1 に示した。

（実施例 2 ～ 4 1 ）および（比較例 1 ～ 5 ）

金合金線の組成を表 1 ～ 3 に示すようにしたこと以外は実施例 1 と同様にして、直径 3 0 μ m の線に仕上げ、ループ高さ平均値、高温接合強度を実施例 1 と同様にして測定し、その測定結果を表 1 ～ 3 に示した。

【 0 0 2 0 】

【 表 1 】

表 1

実施例	組 成 (重量%)								測 定 結 果			
	Pd	Pt	Ag	Bi	Y	La	Ca	Eu	Be	Au	ループ 高きの 高平均値 (μm)	高温接 合強度 (g)
1	0.2	—	—	0.003	—	—	—	—	—	残部	124	36
2	0.5	—	—	"	—	—	—	—	—	"	93	58
3	1.0	—	—	"	—	—	—	—	—	"	84	67
4	5.0	—	—	"	—	—	—	—	—	"	109	52
5	20.0	—	—	"	—	—	—	—	—	"	145	42
6	—	0.2	—	"	—	—	—	—	—	"	128	35
7	—	0.5	—	"	—	—	—	—	—	"	98	60
8	—	1.0	—	"	—	—	—	—	—	"	86	64
9	—	5.0	—	"	—	—	—	—	—	"	112	56
10	—	20.0	—	"	—	—	—	—	—	"	142	43
11	—	—	0.2	"	—	—	—	—	—	"	133	33
12	—	—	0.5	"	—	—	—	—	—	"	102	60
13	—	—	1.0	"	—	—	—	—	—	"	90	63
14	—	—	5.0	"	—	—	—	—	—	"	113	57
15	—	—	20.0	"	—	—	—	—	—	"	147	42
16	1.0	1.0	—	"	—	—	—	—	—	"	85	61
17	"	—	1.0	"	—	—	—	—	—	"	92	63
18	—	1.0	"	"	—	—	—	—	—	"	95	59
19	1.0	"	"	"	—	—	—	—	—	"	101	60
20	"	—	—	0.0001	—	—	—	—	—	"	110	61
21	"	—	—	0.01	—	—	—	—	—	"	107	55
22	—	1.0	—	0.0001	—	—	—	—	—	"	98	62
23	—	"	—	0.01	—	—	—	—	—	"	113	56
24	—	—	1.0	0.0001	—	—	—	—	—	"	104	60
25	—	—	"	0.01	—	—	—	—	—	"	111	54

【 0 0 2 1 】
【 規 2 】

10

20

30

40

表 2

実施例	組 成 (重量%)								測 定 結 果			
	Pd	Pt	Ag	Bi	Y	La	Ca	Eu	Be	Au	ループの 高さの 平均値 (μm)	高温接 合強度 (g)
26	1.0	—	—	0.003	0.0005	—	—	—	—	残部	86	64
27	"	—	—	"	0.005	—	—	—	—	"	88	68
28	"	—	—	"	0.1	—	—	—	—	"	84	66
29	0.2	—	—	0.003	0.005	—	—	—	—	"	129	35
30	0.5	—	—	"	"	—	—	—	—	"	110	67
31	20.0	—	—	0.003	0.005	—	—	—	—	"	144	42
32	—	1.0	—	"	"	—	—	—	—	"	88	64
33	—	—	1.0	"	"	—	—	—	—	"	92	67
34	1.0	—	—	"	—	0.005	—	—	—	"	87	68
35	"	—	—	"	—	—	0.005	—	—	"	92	65
36	"	—	—	"	—	—	—	0.005	—	"	90	66
37	"	—	—	"	0.002	0.002	—	—	—	"	93	62
38	"	—	—	"	"	"	0.002	—	—	"	96	67
39	"	—	—	"	"	"	"	0.002	—	"	92	64
40	"	—	—	"	"	—	—	—	0.001	"	90	68
41	"	—	—	"	"	"	—	—	"	"	95	67

【 0 0 2 2 】
【 表 3 】

表 3

比較例	組 成 (重量%)										測 定 結 果	
	Pd	Pt	Ag	Bi	Y	Ca	Eu	Be	Pb	Au	ループの高さの平均値 (μm)	高温接合強度 (g)
1	—	—	—	0.002	—	—	0.002	—	—	残部	188	24
2	—	—	0.01	0.002	—	0.002	—	—	—	"	182	27
3	—	—	—	—	0.01	—	0.01	—	—	"	176	26
4	1.0	—	—	—	0.01	—	0.01	—	—	"	174	27
5	—	—	—	—	0.002	0.0025	—	0.0008	0.0008	"	195	21

【0023】

(試験結果)

(1) 高純度金に、所定量の Bi に加えて、Pd, Pt, Ag のうち少なくとも1種を 0.2 ~ 20.0 重量% 含有した組成である実施例 1 ~ 19 は、ループ高さが 84 ~ 147 μm と低く、高温接合強度が 33 ~ 67 g と大きいものであった。

【0024】

この中でも Pd, Pt, Ag のうち少なくとも1種を 0.5 ~ 5.0 重量% 含有した組成では、ループ高さが 84 ~ 113 μm と更に低く、高温接合強度が 52 ~ 67 g と更に大きい為、好ましく用いられる。

10

20

30

40

50

(2) 高純度金に、所定量のPd, Pt, Agのうち少なくとも1種を加えて、Biを0.0001~0.01重量%含有した組成である実施例20~25は、ループ高さが98~113 μ mと低く、高温接合強度が54~62gと大きいものであった。

【0025】

(3) 高純度金に、所定量のPd, Pt, Agのうち少なくとも1種と所定量のBiに加えて、Y, La, Ca, Euのうち少なくとも1種を0.0005~0.1重量%含有した組成である実施例26~39は、ループ高さ84~144 μ mと低く、高温接合強度が35~68gと大きいものであった。

この中でもPd, Pt, Agのうち少なくとも1種を0.5~5.0重量%含有した組成では、ループ高さが84~110 μ mと更に低く、高温接合強度が62~68gと更に大 10
きい為、好ましく用いられる。

【0026】

(4) 高純度金に、所定量のPd, Pt, Agのうち少なくとも1種と所定量のBiとY, La, Ca, Euのうち少なくとも1種に加えて、Beを0.0001~0.002重量%含有した組成である実施例40~41は、ループ高さが90~95 μ mと低く、高温接合強度が67~68gと大きいものであった。

(5) 高純度金に、所定量のBi及びY, La, Ca, Euのうち少なくとも1種を含有するものの、本発明の必須成分であるPd, Pt, Agのうち少なくとも1種を含有しないか又は含有しても所定量に達しない比較例1~2は、ループ高さが182~188 μ mと高く、高温接合強度が24~27gと低いものであった。 20

【0027】

(6) 高純度金に、所定量のPd, Pt, Agのうち少なくとも1種及びY, La, Ca, Euのうち少なくとも1種を含有するものの、本発明の必須成分であるBiを含有しない組成である比較例3~5は、ループ高さが174~195 μ mと高く、高温接合強度が21~27gと低いものであった。

【0028】

【発明の効果】

本発明により0.2~20.0重量%のPd, Pt, Agのうち少なくとも1種及びBi 0.0001~0.01重量%のBiを含有し残部が金及び不可避不純物からなる組成を有する半導体素子ボンディング用金合金線によれば、ループ高さを低くする事が出来ると共に高温接合強度を向上させる事が出来る。 30

【0029】

Pd, Pt, Agのうち少なくとも1種の含有量を0.5~5.0重量%にすることによりループ高さを低くする効果及び高温接合強度を向上させる効果が一段と向上してくる。前記含有成分に加えて所定量のY, La, Ca, Euのうち少なくとも1種又はそれに加えて所定量のBeを含有した組成においても、同様の効果を示すものである。

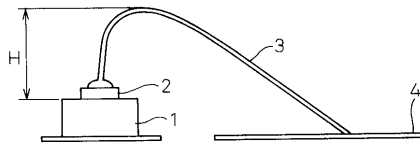
【図面の簡単な説明】

【図1】半導体素子のボンディングの様子を示す。

【符号の説明】

- 1...半導体素子
- 2...電極
- 3...金合金線
- 4...リードフレーム
- H...ループ高さ

【図 1】



フロントページの続き

- (72)発明者 秋元 英行
東京都三鷹市下連雀八丁目5番1号 田中電子工業株式会社 三鷹工場内
- (72)発明者 飯野 守
東京都三鷹市下連雀八丁目5番1号 田中電子工業株式会社 三鷹工場内
- (72)発明者 藤本 祐介
東京都三鷹市下連雀八丁目5番1号 田中電子工業株式会社 三鷹工場内

審査官 池淵 立

- (56)参考文献 特開昭63-133540(JP,A)
特開平06-112255(JP,A)
特開平06-112258(JP,A)
特開平10-233408(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/60 301
C22C 5/02