

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第5529992号
(P5529992)

(45) 発行日 平成26年6月25日(2014.6.25)

(24) 登録日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 21/60 (2006.01) H O 1 L 21/60 3 O 1 F
 C 2 2 C 5/06 (2006.01) C 2 2 C 5/06 C

請求項の数 10 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-51577 (P2013-51577)</p> <p>(22) 出願日 平成25年3月14日 (2013.3.14)</p> <p>審査請求日 平成25年4月10日 (2013.4.10)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000108742 タツタ電線株式会社 大阪府東大阪市岩田町2丁目3番1号</p> <p>(74) 代理人 100074206 弁理士 鎌田 文二</p> <p>(74) 代理人 100130513 弁理士 鎌田 直也</p> <p>(74) 代理人 100130177 弁理士 中谷 弥一郎</p> <p>(74) 代理人 100112575 弁理士 田川 孝由</p> <p>(72) 発明者 長谷川 剛 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</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) 【発明の名称】 ボンディング用ワイヤ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体素子(5、15)の電極(a)と回路配線基板(3、13)の導体配線(c)とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ(W)であって、

Auの添加量を0.9質量%以上5.0質量%以下、Pdの添加量を0.1質量%以上5.0質量%以下、かつAuとPdの添加量の合計を1.0質量%以上8.0質量%以下とし、残部が純度99.99質量%以上の高純度Agであり、

上記スタッドバンプ法における溶融ボール(b)の作成時、結晶粒の差を生じさせてワイヤ(W)の切断を容易にするために、そのワイヤ(W)の0.2%耐力と同引張強さとの比が80%以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項2】

半導体素子(5、15)の電極(a)と回路配線基板(3、13)の導体配線(c)とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ(W)であって、

Auの添加量を0.9質量%以上5.0質量%以下、Pdの添加量を0.1質量%以上5.0質量%以下、かつAuとPdの添加量の合計を1.0質量%以上8.0質量%以下とし、さらにCa、Y、Sm、La、Ceから選ばれる1種以上の元素を合計で20質量ppm以上、500質量ppm以下含み、残部が純度99.99質量%以上の高純度Agであり、

10

20

上記スタッドバンプ法における溶融ボール (b) の作成時、結晶粒の差を生じさせてワイヤ (W) の切断を容易にするために、そのワイヤ (W) の 0 . 2 % 耐力と同引張強さとの比が 8 0 % 以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項 3】

半導体素子 (5、15) の電極 (a) と回路配線基板 (3、13) の導体配線 (c) とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ (W) であって、

A u の添加量を 0 . 9 質量%以上 5 . 0 質量%以下、P d の添加量を 0 . 1 質量%以上 5 . 0 質量%以下、かつ A u と P d の添加量の合計を 1 . 0 質量%以上 8 . 0 質量%以下とし、さらに C u、N i から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 1 0 0 0 質量 p p m 以上、 1 0 0 0 0 質量 p p m 以下含み、残部が純度 9 9 . 9 9 質量%以上の高純度 A g であり、

10

上記スタッドバンプ法における溶融ボール (b) の作成時、結晶粒の差を生じさせてワイヤ (W) の切断を容易にするために、そのワイヤ (W) の 0 . 2 % 耐力と同引張強さとの比が 8 0 % 以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項 4】

半導体素子 (5、15) の電極 (a) と回路配線基板 (3、13) の導体配線 (c) とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ (W) であって、

A u の添加量を 0 . 9 質量%以上 5 . 0 質量%以下、P d の添加量を 0 . 1 質量%以上 5 . 0 質量%以下、かつ A u と P d の添加量の合計を 1 . 0 質量%以上 8 . 0 質量%以下とし、さらに C a、Y、S m、L a、C e から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 2 0 質量 p p m 以上、5 0 0 質量 p p m 以下含むとともに、 C u、N i から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 1 0 0 0 質量 p p m 以上、1 0 0 0 0 質量 p p m 以下含み、残部が純度 9 9 . 9 9 質量%以上の高純度 A g であり、

20

上記スタッドバンプ法における溶融ボール (b) の作成時、結晶粒の差を生じさせてワイヤ (W) の切断を容易にするために、そのワイヤ (W) の 0 . 2 % 耐力と同引張強さとの比が 8 0 % 以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項 5】

半導体素子 (5、15) の電極 (a) と回路配線基板 (3、13) の導体配線 (c) とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ (W) であって、

A u の添加量を 0 . 9 質量%以上 2 . 6 質量%以下、P d の添加量を 0 . 1 質量%以上 1 . 5 質量%以下、かつ A u と P d の添加量の合計を 1 . 0 質量%以上 3 . 0 質量%以下とし、さらに C a、Y、S m、L a、C e から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 2 0 質量 p p m 以上、5 0 0 質量 p p m 以下含み、 残部が純度 9 9 . 9 9 質量%以上の高純度 A g であり、

30

上記スタッドバンプ法における溶融ボール (b) の作成時、結晶粒の差を生じさせてワイヤ (W) の切断を容易にするために、そのワイヤ (W) の 0 . 2 % 耐力と同引張強さとの比が 8 0 % 以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項 6】

半導体素子 (5、15) の電極 (a) と回路配線基板 (3、13) の導体配線 (c) とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ (W) であって、

A u の添加量を 0 . 9 質量%以上 2 . 6 質量%以下、P d の添加量を 0 . 1 質量%以上 1 . 5 質量%以下、かつ A u と P d の添加量の合計を 1 . 0 質量%以上 3 . 0 質量%以下とし、さらに C u、N i から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 1 0 0 0 質量 p p m 以上、 1 0 0 0 0 質量 p p m 以下含み、残部が純度 9 9 . 9 9 質量%以上の高純度 A g であり、

40

上記スタッドバンプ法における溶融ボール (b) の作成時、結晶粒の差を生じさせてワ

50

ワイヤ(W)の切断を容易にするために、そのワイヤ(W)の0.2%耐力と同引張強さとの比が80%以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項7】

半導体素子(5、15)の電極(a)と回路配線基板(3、13)の導体配線(c)とをボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組合せによって接続するためのボンディング用ワイヤ(W)であって、

Auの添加量を0.9質量%以上2.6質量%以下、Pdの添加量を0.1質量%以上1.5質量%以下、かつAuとPdの添加量の合計を1.0質量%以上3.0質量%以下とし、さらにCa、Y、Sm、La、Ceから選ばれる1種以上の元素を合計で20質量ppm以上、500質量ppm以下含むとともに、Cu、Niから選ばれる1種以上の元素を合計で1000質量ppm以上、10000質量ppm以下含む、残部が純度99.99質量%以上の高純度Agであり、

上記スタッドバンプ法における溶融ボール(b)の作成時、結晶粒の差を生じさせてワイヤ(W)の切断を容易にするために、そのワイヤ(W)の0.2%耐力と同引張強さとの比が80%以上であることを特徴とするボンディング用ワイヤ。

【請求項8】

上記ワイヤ(W)の0.2%耐力と同引張強さとの比が90%以上であることを特徴とする請求項1~7の何れか一つに記載のボンディング用ワイヤ。

【請求項9】

上記ワイヤ(W)の固有抵抗が $5.0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする請求項1~8の何れかに記載のボンディング用ワイヤ。

【請求項10】

上記ワイヤ(W)の固有抵抗が $3.0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下であることを特徴とする請求項1~8の何れかに記載のボンディング用ワイヤ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、パワーIC、LSI、トランジスタ、BGA(Ball Grid Array package)、QFN(Quad Flat Non lead package)、LED(発光ダイオード)等の半導体パッケージにおける半導体素子上の電極同士もしくは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ボールボンディング法およびスタッドバンプ法の組み合わせによって接続するためのボンディング用ワイヤに関するものである。

【背景技術】

【0002】

上記BGA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を介して半導体素子(チップ)5を設けて、その半導体素子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素子5の電極aとパッケージ基板3の導体配線(端子)cとの電気接続では通常はボールボンディング法が用いられる。

【0003】

しかし、電極a同士を接続する必要がある場合、電極aに直接ステッチボンドすると電極aが破壊される恐れがあるため、一方の電極a上にスタッドバンプを設け、他方の電極aに1st接合のあとスタッドバンプが設けられた電極a上にステッチボンドを行う。

また、電極aとパッケージ基板3の導体配線(端子)cとの電気接続では、ボールボンディング法によって接合が行われた後、接合信頼性を高めるためにステッチボンド部の上にスタッドバンプを設けることが行われる(セキュリティボンド)。

さらに、半導体パッケージの低背化のために、パッケージ基板3の導体配線(端子)cに1stボンドを形成し、電極aにステッチボンドを行うこともなされるが、その場合、事前に電極aにスタッドバンプを形成しておき、その上にステッチボンドを行う(逆ボン

10

20

30

40

50

ド)。

このように、半導体パッケージにおける半導体素子5の電極aとパッケージ基板3の導体配線(端子)cとの電気接続ではボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせで接合が行われることがある。

【0004】

また、上記半導体素子の一つであるLEDのパッケージにおいては、例えば、図2に示すように、ケースヒートシンク11にダイボンディング材12を介してLED15を設けて、蛍光体eを混ぜ合わせた封止材14によってLED15を封止した構造である。このパッケージにおけるLED15の電極aと回路配線基板をなすケース電極13の導体配線(端子)cとの電気接続は、BGA等の半導体パッケージと同様に上記ボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせによって行われる。図中、16は樹脂製ケースボディである。

10

【0005】

上記のスタッドバンプ法におけるスタッドバンプは、例えば、図3(a)~(f)に示すようにして形成される。すなわち、ワイヤWがキャピラリー10aに挿通されてその先端にボール(FAB: Free Air Ball)bが形成された状態から、クランプ10bが開いて、キャピラリー10a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(FAB)bはキャピラリー10a内に捕捉される。

【0006】

ターゲットである電極aに溶融ボールbが接触すると(キャピラリー10aが電極aに至ると)キャピラリー10aが溶融ボールbをグリップし、溶融ボールbに熱・荷重・超音波を与え、それによって溶融ボールbが圧着されて(圧着ボールb'となって)電極aと固相接合された後(同図(b)、クランプ10bが開いてわずかにキャピラリー10aが上昇する。その後、クランプ10bが閉じ、様々なキャピラリー10aの動作によってワイヤWが圧着ボールb'から切断される(同図(c)~(f))。このようにしてできた圧着ボールb'のことをスタッドバンプという。

20

【0007】

このスタッドバンプb'をボールボンディング法に組み合わせた接続方法は、例えば、逆ボンドでは、図3(a)~(f)に示す態様を経た後、同図(g)に示すように、キャピラリー10aは、一定高さまで上昇した後、そのキャピラリー10a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放電し(スパークし)、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溶融ボールb'になって固まる(同図(g))。

30

つぎに、同図(h)に示すように、この溶融ボールb'をグリップしたキャピラリー10aは導体配線cの真上まで移動した後、導体配線cに向かって降下し、押し付けられる(同図(i))。これと同時に、その押し付け部位に熱・荷重・超音波を与え、それによって溶融ボールb'が圧着されて(圧着ボールb'となって)導体配線cと固相接合された後、クランプ10bが開いて上昇しつつ電極a上に向かって移動する(同図(j)~(k))。このとき、安定したループを形成するため、キャピラリー10a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(k)の鎖線から実線参照)。

40

【0008】

電極a上に形成されたスタッドバンプb'の真上に至ったキャピラリー10aは、スタッドバンプb'に向かって降下し、ワイヤWをスタッドバンプ(2ndターゲット)b'に押し付ける。これと同時に、その押し付け部位に熱・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をスタッドバンプb'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(2nd接合、同図(l)~(m))。

【0009】

その両ボンドを形成した後、キャピラリー10aはワイヤWを残したまま上昇し、キャピラリー10aの先端に一定の長さのテイルを確保した後、クランプ10bを閉じて(ワ

50

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(m)~(n))。

【0010】

キャピラリー10aは、所要の高さまで上昇すると停止し、そのキャピラリー10a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放電し(スパークし)、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溶融ボールbになって固まる(同図(o))。

【0011】

以上の作用で一サイクルが終了し、以後、同様な作用によって、電極aと導体配線cとのボールボンディング法とスタッドバンプ法との組み合わせによる接続がなされる。

10

【0012】

以上のサイクルは、スタッドバンプ法-ボールボンディング法の場合であり、スタッドバンプb'を形成した後にボールボンディングを行うが、ボールボンディング法-スタッドバンプ法の場合(セキュリティボンドをする場合)は、一サイクルの中の順序が異なり、図3において、スタッドバンプb'の形成が後になる。すなわち、図3の(h)~(o)の操作が図4(a)~(h)に示すように電極aに対して先に行なわれた後、図3(a)~(g)の操作が図4(i)~(o)に示すようにステッチボンドされた導体配線cに対して行なわれる。

【0013】

このボールボンディング法とスタッドバンプ法を組み合わせで接合するボンディング線(ワイヤ)Wの材質としては、4N(純度:99.99質量%以上)~2Nの金が使用されている。このように金が多用されるのは金が大気中で熱に曝されても酸化しないため、ステッチボンド上にスタッドバンプを形成する場合も、スタッドバンプ上にステッチボンドを行う場合も、接合に特に影響がないからである。また、金は添加元素を適切に選択することによってスタッドバンプの形成時のワイヤ切断が容易にでき、生産が安定する。

20

【0014】

一方、BGA等の半導体パッケージにおいては、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)等を被覆することによって、銅ボンディングワイヤで課題となる2nd接合性を高め、生産性を改善したPd被覆銅ボンディングワイヤが開発され、一部では使用されている(特許文献1)。また、銀(Ag)ボンディングワイヤについても開発され、一部では使用されている(特許文献2、3、4)。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開2007-123597号公報

【特許文献2】特開昭57-194232号公報

【特許文献3】特開昭58-6948号公報

【特許文献4】特開平11-288962号公報

【特許文献5】特許第4771562号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

金ボンディングワイヤは高価である。その代替材である銅ボンディングワイヤは安価ではあるが、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。

Pd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がよいが、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。

50

【0017】

さらに、従来、LEDパッケージにおいてはAu被覆した電極aのLED15が用いられ、電極aとの接続には金ボンディングワイヤが用いられている。この金を用いた組み合わせではコストダウンができないため、LED15用にも安価なボンディングワイヤが望まれている。しかし、銅ボンディングワイヤは連続ボンディング性に難があり、Pd被覆銅ボンディングワイヤではFABが硬くなるため、チップダメージが発生する恐れがある。また、銅ボンディングワイヤ又はPd被覆銅ボンディングワイヤを用いると、ボンディングワイヤ自体の反射率が低いため、ワイヤ部分が影になることからLED15の種類によってはLED15そのものの輝度を低下させることもある。

【0018】

また、銅ボンディングワイヤ又はPd被覆銅ボンディングワイヤを用いると、スタッドバンプb'を作製したあとステッチボンドを行う場合、ステッチボンドを行うまでの間にスタッドバンプb'が酸化してしまい、ステッチボンドが安定してできない。ステッチボンドを行ったあとにスタッドバンプb'を行うセキュリティボンドの場合も同じく、ステッチボンドのあとにスタッドバンプを行うまでの間にステッチボンド部が酸化するため、スタッドバンプが安定して接合できない。

【0019】

また、従来の銀ボンディングワイヤでは、ボールbを形成する際に酸化を防ぐために窒素(N₂)ガスを吹き付けて放電するのが一般的である。これに対し、特許文献2、3に、Ag(銀)にAl(アルミニウム)もしくはMg(マンガン)を添加することにより、N₂ガスを吹き付けることなく大気中で放電しても形状のよいボールbを得ることが記載されている。

【0020】

しかし、近年、BGAの半導体パッケージでは、電極aが小さくなり、また、電極a同士の間隔も近くなっているため、より安定した真球状のボールbを得る必要があるため、銀ボンディングワイヤにおいても、N₂ガスを吹き付けて放電する方が好ましくなっている。このN₂ガスを吹き付けて放電した場合、周囲からの酸素の侵入は防ぐことができるが、ワイヤ先端が熔融した際にワイヤ表面の酸化銀から上記添加したAlもしくはMgが酸素を奪い、Al₂O₃もしくはMgOができる。このとき、AlもしくはMgを多量に含有していると、このAl₂O₃もしくはMgOがボールb表面に大量に生成してしまい、電極aとの接合の際に硬質なAl₂O₃もしくはMgOが電極aを損傷する問題がある。

【0021】

同様に、特許文献4にワイヤ強度や耐熱性を向上させるために、Ca(カルシウム)、Sr(ストロンチウム)、Y(イットリウム)、La(ランタン)、Ce(セリウム)、Eu(ユウロピウム)、Be(ベリリウム)、Ge(ゲルマニウム)、In(インジウム)、Sn(スズ)を添加することが記載されているが、これらの元素については多量に添加すると、ボールbの硬度が上がって電極aを損傷する問題がある。

【0022】

また、特許文献4にはワイヤの接合信頼性を高めるために、Pt(白金)、Pd、Cu、Ru(ルテニウム)、Os(オスミウム)、Rh(ロジウム)、Ir(イリジウム)、Auを添加することが記載されている。しかし、このような元素を多量に添加すれば、ワイヤ自体の電気抵抗が上がり、ボンディングワイヤWとしての性能を損なう問題が生じる。すなわち、上述のとおりBGA等の半導体パッケージでは、電極aはより小さく、その電極a間の距離もより近くなっているため、1st接合部を小さくすることが求められている。

そのためには、ボンディングワイヤの直径を小さくする必要があるが、ワイヤの電気抵抗はワイヤの直径と反比例するため、ワイヤ自体の電気抵抗が高くと、ワイヤの直径を小さくすることができなくなる問題がある。また、LED15においては、光度を上げるために動作電流が高くなってきているが、ワイヤの電気抵抗が高くと発熱の問題が生じ、封

10

20

30

40

50

止樹脂の寿命を縮める不具合が生じる。

【0023】

また、スタッドバンプ b' を作製する際にキャピラリー 10a の動作によってワイヤ W を切断するが (図 3 (d)、(e) 参照)、ワイヤ W と熔融ボール b 直上の結晶粒の大きさに差があれば、この切断が安定して行える。すなわち、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放電し (スパークし)、その熱でワイヤ W を溶かし熔融ボール b を作る際に熔融ボール b の直上のワイヤ W 部は熱影響を受けるが、ワイヤ W 自体の結晶粒が大きければ、熱影響による結晶粒の粗大化が進まず、結晶粒の差が出ない。反対にワイヤ W 自体の結晶粒が微細であれば、熱影響を受けて結晶粒の粗大化が起こった部分と微細な部分の境目で切断が容易に起こることになる。

10

【0024】

ところで、従来の銀ボンディングワイヤでは、0.2% 耐力 (Yield Strength: 以下、「YS」とする) と引張強さ (Tensile Strength: 以下、「TS」とする) の比 ($100 \times YS / TS$) が 80% を下回る領域を狙って調質されている。すなわち、高温もしくは長時間の調質熱処理を施しており、ワイヤ W の結晶粒は大きい。このようなワイヤ W の結晶粒が大きい場合、上述のように、熔融ボール b の作成時、結晶粒の差が生じず、スタッドバンプ作製時の切断が安定して行えなくなり、スタッドバンプの形状にバラつきが発生するばかりでなく、切断がうまくできなかった場合はマシンストップが発生する。

【0025】

20

特許文献 5 には「Ag と Au と Pd とからなる三元合金系ボンディングワイヤであって、金 (Au) が 4 ~ 10 質量%、パラジウム (Pd) が 2 ~ 5 質量%、酸化性非貴金属添加元素が 15 ~ 70 質量 ppm および残部が銀 (Ag) からなるボンディングワイヤ」に関する記載がある。しかし、この文献に記載されているようなボンディングワイヤは上述のようなスタッドバンプ作製時の切断性は考慮されておらず、スタッドバンプの形状のバラつき、マシンストップの発生の懸念があった。

【0026】

この発明は、以上の実状の下、金ボンディングワイヤより安価でかつ安定してボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせによる接続が可能な銀ボンディング用ワイヤを提供することを課題とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0027】

上記課題を達成するため、この発明は、ボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせによって接続するボンディング用ワイヤにおいて、Au の添加量を 0.9 質量% 以上 5.0 質量% 以下、Pd の添加量を 0.1 質量% 以上 5.0 質量% 以下、かつ Au と Pd の添加量の合計を 1.0 質量% 以上 8.0 質量% 以下とし、残部が純度 99.99 質量% 以上の高純度 Ag であって、そのワイヤ (W) の常温での 0.2% 耐力 (YS) と引張強さ (TS) の比 ($100 \times YS / TS$) が 80% 以上、好ましくは 90% 以上の構成を採用したのである。

【0028】

40

この構成において、Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 20 質量 ppm 以上、500 質量 ppm 以下含むものとすることができ、さらに Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 1000 質量 ppm 以上、10000 質量 ppm 以下含むものとすることができ、また、ワイヤの固有抵抗は、 $5.0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下、好ましくは $3.0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下とすることができる。

【0029】

この Ag を主体とするボンディングワイヤは、Au を主体とする金ボンディングワイヤに比べれば、安価なものとし得る。

【0030】

Au は、良好な FAB を得るために添加する。通常、純 Ag ワイヤを用いて FAB を作

50

製すると、放電棒gによるスパークで溶融したワイヤW先端にできる溶融ボールbが不安定となり、真球度の高いF A Bを安定的に得るのが難しい。しかし、A uを0.9質量%以上、かつA uとP dの合計量が1.0質量%以上添加すれば、溶融ボールbが安定し、真球度の高いF A Bを得ることができるようになる。また、A uの添加量が5.0質量%を超えると、ワイヤが高価になる。この点から、A uの添加量は2.6質量%以下とするのが好ましい。

【0031】

P dは1 s t 接合部の耐食性を得るために添加する。B G A等の半導体パッケージの電極aにはアルミニウムもしくはアルミニウム合金が被覆されていることが多い。L E Dの電極aは金被覆の場合が多いが、アルミニウムもしくはアルミニウム合金の被覆材が用いられることもある。銀とアルミニウムを接合すると、接合界面に銀とアルミニウムの金属間化合物層が生成する。この化合物層のうち、A g₂A lが成長すると、湿潤環境下における耐食性が劣化する。A gワイヤにP dを0.1質量%以上添加すると、F A Bの外周部にP d濃化層が形成され、そのことによってA g₂A lの生成が抑制できる。しかし、P dの添加量が5.0質量%を超えると、F A Bが硬くなり、電極aにクラックが入るなどの不具合が生じる。

【0032】

P d、A uはそれぞれ単独の添加でも効果があるが、P dまたはA uのみをある一定量を添加する場合に比べて、同量をP dとA uの合計で添加する方がワイヤの融点が高くなるため、P dとA uを複合添加したワイヤの方が耐熱性は高くなる。そこで、P dとA uの添加量については合計を1.0質量%以上8.0質量%以下とする。

P dとA uの添加量の合計が8.0質量%を超えた量を添加すると、ワイヤの電気抵抗が高くなる。また、ボールbの硬度が高くなり、1 s t 接合時に電極aが損傷する。さらに、添加量の合計が3.0質量%を下回れば、ワイヤの電気抵抗が金ワイヤに近くなるため、ワイヤ径を小さくすることが可能になる。

【0033】

ここで、ワイヤの固有抵抗が3.0 μ · cmを超えて5.0 μ · cm以下であればワイヤ径を大きくすることで必要な電気特性を得ることができるので問題はないが、3.0 μ · cm以下であれば、2 N (99%) A uワイヤの固有抵抗と同等以下となるため、その2 N A uワイヤにこの発明のワイヤの置き換えが容易になる(置き換えをすることができる)。

【0034】

C a、希土類元素は、ワイヤ強度や耐熱性を向上させるために添加するが、20質量ppm未満であると、そのワイヤの耐熱性が低くなって実用上の問題が生じる。また、500質量ppmを超えて添加すると、ボールbの硬度が高くなり、1 s t 接合時に電極aが損傷する。よって、C a、希土類元素の合計添加量は20質量ppm以上500質量ppm以下とする。また、より好ましくは20質量ppm以上100質量ppm以下であり、この範囲であれば、ワイヤの耐熱性が高く、1 s t 接合時の電極aの損傷の度合いもより低く抑えることができる。

ここで、希土類元素は入手性に難があるため、C aの添加が最も好ましい。また、希土類元素の中では極微量の添加でワイヤの耐熱性・強度向上に効果があるY、G dおよび添加元素とA gが化合物を作ることによってマトリックスであるA g中に化合物が分散しワイヤの高強度化に寄与するL a、C eが好ましい。

【0035】

さらに、高強度化が必要な場合、C a、希土類元素の添加に加えて、C u、N iの添加が効果的である。C u、N iはC a、希土類元素と反応せずにマトリックスのA gと容易に合金化するため、C a、希土類元素の添加効果を損なうことなく、マトリックスの高強度化に寄与する。ここで、その合計添加量が1000質量ppmを下回ると、ワイヤの高強度化の効果がなく、10000質量ppmを上回るとボールbの硬度が高くなり、1 s t 接合時に電極aが損傷する。よってC u、N iの合計添加量は1000質量ppm以上

10

20

30

40

50

10000質量ppm以下であることが好ましい。

【0036】

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、 $12\mu\text{m}$ 以上 $50.8\mu\text{m}$ 以下とする。 $50.8\mu\text{m}$ 以下とすると熔融ボールbをより小さくでき、 $12\mu\text{m}$ 未満であると、ボンディング前にオペレータがワイヤWをキャピラリー10a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。

【0037】

上述のボンディングワイヤWの製造方法には種々のものが採用できるが、例えば、純度99.99質量%以上のAgにAuを0.9質量%以上5.0質量%以下、Pdを0.1質量%以上5.0質量%以下、PdとAuを合計で1.0~8.0質量%添加し、Ca、希土類から選ばれる1種以上の元素を合計で20~500質量ppm添加し、Cu、Niから選ばれる1種以上の元素を合計で1000~10000質量ppm添加し、連続鋳造法で大きな線径のその化学組成のロッドを作製し、線径 $50.8\mu\text{m}$ 以下までダイスに順次貫通させていくことにより、所定の線径に伸線する。その後、ワイヤWに調質熱処理を施す。

【0038】

その調質熱処理は、所定の線径まで伸線を行いいリールに巻きとられたワイヤWを、巻き戻して管状の熱処理炉中に走行させ、再び巻き取りリールで巻き取ることによって連続熱処理を行う。

【0039】

ボンディングワイヤWのYSおよびTSは、15~25の室温中で長さ100mmの試料を引張試験して算出した。すなわち、引張試験において、破断に至るまでの最大荷重を初期断面積で除した値をTS:0.2%の永久ひずみが残るときの荷重を初期断面積で除した値(徐荷時の永久ひずみが0.2%になる応力)をYSとする。

【0040】

ここで、調質熱処理前のワイヤWは伸線時の加工ひずみが残った変形組織になっており、その結晶組織は微細である。このような変形組織の $100 \times YS / TS$ は、ほぼ100%に近いが、低温もしくは短時間の調質熱処理を施すと加工ひずみが徐々に開放される「回復」が起こり、熱処理温度をより高温もしくは長時間にして調質熱処理を施すと加工ひずみがより開放され、結晶粒が大きくなる「再結晶」が起って、TSに対してYSが徐々に低くなる($100 \times YS / TS$ が小さくなる)。

この $100 \times YS / TS$ が80%を下回ると、ワイヤの大部分が再結晶し結晶組織が大きくなるが、80%以上であると再結晶はワイヤの一部に留まり、結晶粒も一部が大きくなる程度である。さらに、90%以上であると、結晶粒は大部分が微細なままの変形組織となる。

【0041】

スタッドパンプの作製時には、キャピラリーの様々な動作によってワイヤを圧着ボールから切断するが、ワイヤの結晶組織の境目があればその部分で容易に切断が可能になる。すなわち、微細な結晶粒の部分と粗大な結晶粒の部分があれば、その境界部分で破断しやすくなる。スタッドパンプを形成する際に、まずワイヤ先端に放電してワイヤを熔融させ、FABを作製すると、FAB直上のワイヤ部分は放電による熱によって結晶粒が大きくなる。ここで熱による影響を受けている部分をHAZ(Heat Affect Zone)と呼ぶ。ワイヤの $100 \times YS / TS$ が80%以上で結晶粒が微細であれば、HAZとワイヤで結晶粒の境界部分ができ、スタッドパンプ時の切断が容易に起こる。さらに、90%以上であれば、結晶粒の境界がより明確になり、切断がより安定する。

【発明の効果】

【0042】

この発明は、以上のようにAgを主体としたので、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、Pd、Au、Ca、希土類元素、Cu、Niの適量の添加と

10

20

30

40

50

常温伸びの調整により、ボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせによる接続を安定して行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】半導体パッケージの概略図

【図2】LEDパッケージの概略図

【図3】スタッドバンプ法 - ボールボンディング法の説明図であり、(a) ~ (o)はその途中図

【図4】ボールボンディング法 - スタッドバンプ法の説明図であり、(a) ~ (o)はその途中図

【発明を実施するための形態】

【0044】

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鑄造し、8mmのワイヤロッドを作成した。そのワイヤロッドを伸線加工し所定の最終線径(25 μ m)の銀合金線とし、種々の加熱温度・加熱時間にて連続焼鈍した。なお、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。

【0045】

その連続焼鈍した各ワイヤWを15~25の常温で引張試験を行なって0.2%耐力(YS)と引張強さ(TS)を測定した。

【0046】

【表1】

	No.	芯材組成											100× YS/TS (%)	固有抵抗 ($\mu\Omega\cdot\text{cm}$)		
		(%)			(ppm)						(ppm)					
		Au	Pd	計	Ca	Y	Sm	La	Ce	計	Cu	Ni			計	
試作例	1	0.9	0.1	1.0	3		18			21	1000		1000	82	2.2	
	2	2.0	0.1	2.1	32	25				57		2500	2500	90	2.1	
	3	0.9	0.2	1.1		40				460	500	2500		2500	90.1	2.1
	4	0.9	2.0	2.9	100						100	3000		3000	80	2.9
	5	1.0	1.5	2.5							0	7000	3000	10000	80.2	2.5
	6	2.1	0.9	3.0							500		3300	3300	90.6	3.0
	7	2.3	0.5	2.8	51						51	2500		2500	90.4	2.3
	8	1.4	1.2	2.6		120		300			420	5000		5000	90.5	2.7
	9	1.0	2.5	3.5					35	63	1100	2000		3100	80.4	3.2
	10	1.7	1.4	3.1	36					36	990			990	80.6	2.8
	11	0.9	1.7	2.6		30		360			390	6540		6540	91.5	2.7
	12	2.6	5.0	8.0	60					240	300		3650	3650	93.4	5.0
	13	5.0	3.0	8.0							0			0	91.4	5.0
	14	2.7	5.0	7.7	500						500	990		990	82.4	4.7
	15	1.4	1.5	2.9	50						50		800	800	90.9	2.3
比較例	1		0.9	0.9	19					19		900	900	81.5	2.1	
	2	1.5	0.05	1.55			9	23		32	2000		2000	79.9	2.1	
	3	1.3	1.6	2.9		20				20		11000	11000	74.5	2.3	
	4	1.8	5.1	6.9			173		328	501	2500	2500	5000	80.1	4.9	
	5	8.0	0.1	8.1			12			12	5200		5200	92.3	5.1	
	6	0.8	0.1	0.9	4			7		11	900		900	82.4	2.1	
	7	0.4		0.4	260	90				350	990		990	82.6	1.9	
	8	4.2	3.9	8.1	490		12			502		900	900	76.2	5.1	
	9	1.2	3.5	4.7		7	486		12	505			0	76.9	4	
	10	1.4	3.1	4.5		120		230		350	2000	1000	3000	74.1	3.9	
	11	1.0	0.05	1.05		6	200		12	218		2500	2500	82.3	2	
	12	5.1	1.1	6.2				240		240		7200	7200	80.9	4.5	

【0047】

この各試作例及び各比較例に対し、それぞれ下記の試験を行った。

『評価項目』

各ワイヤWについて、自動ワイヤボンダで、図3(a)~(f)に示す方法でスタッド

10

20

30

40

50

ランプ b' を連続して作製する評価を行った。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 (ボール b) を作製し、それを A l 被覆電極上に押し付けてスタッドランプ b' を連続で作製した。なお、F A B 作製時にはワイヤ W 先端部に窒素 (N₂) ガスを流しながらアーク放電を行った。

また、図 3 (a) ~ (o) に示すスタッドランプ法 - ボールボンディング法の組み合わせによる接続を A g 被覆 4 2 N i - F e 板上で行った。

評価に用いたボンディング試料における連続ランプ性、スタッドランプ部のチップ損傷、電気抵抗、樹脂封止時のワイヤフロー、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。

【 0 0 4 8 】

『 評価方法 』

「 連続ランプ性 」

ボンディングマシンで 1 0 , 0 0 0 回の連続ランプ形成を行った。ここで、マシンストップが発生しなければ「 A」、ワイヤの切断がうまくいかに 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。

【 0 0 4 9 】

「 ボンディング後、スタッドランプ部直下のチップ損傷の評価 」

半導体素子 5 のスタッドランプ部および電極膜を王水で溶解し、クラックを光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡 (S E M) で観察した。1 0 0 個の接合部を観察して 3 μ m 未満の微小なピットが 1 個もしくはまったく見られない場合は「 A」、3 μ m 以上のクラックが 2 個以上 5 個未満認められた場合は使用上問題はないと考えて「 B」、3 μ m 以上のクラックが 5 個以上認められた場合は「 D」とした。

【 0 0 5 0 】

「 樹脂封止時のワイヤフローの評価 」

ワイヤ長：5 m m 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 2 0 本行い、その平均値をワイヤ長 5 m m 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 5 % 未満なら「 A」、5 % 以上 7 % 未満では「 B」、7 % 以上では実用上の問題があると考えて評価を「 D」とした。

【 0 0 5 1 】

「 電気抵抗 」

4 端子法を用いて室温での電気抵抗を測定した。3 試料の固有抵抗の平均が 3 . 0 μ · c m 以下であれば金ワイヤからの置き換えにあたって電気特性の変化が少ないため「 A」、3 . 0 μ · c m を上回って 5 . 0 μ · c m 以下であれば金ワイヤからの置き換えにあたって実用上の問題が少ないため「 B」、5 . 0 μ · c m を超えれば金ワイヤからの置き換えには向かないと考えて「 D」とした。

【 0 0 5 2 】

「 A u ワイヤからの置き換え 」

本ワイヤ W が検討される大きな要因は金ワイヤを銀ワイヤに置き換える時に発生するコストメリットである。このため、ワイヤ W のコストについても大きな比較要因となる。ここで、ワイヤ W が A u を 5 質量 % を超えて含有していると、A u ワイヤからの置き換えが進みにくいと考えて「 D」、2 . 6 質量 % を超えて 5 質量 % 以下であればある程度のコストメリットが見込めるので「 B」、2 . 6 質量 % 以下であればコストメリットが大きいと考えて「 A」とした。

【 0 0 5 3 】

「 F A B 真球度 」

ワイヤボンダで各線径の 2 倍の大きさの F A B をそれぞれ 1 0 0 個作製し、F A B のワイヤと平行な方向と直角な方向の径を測定した。このそれぞれの径の差が 2 μ m 以下であれば、真球に近いと考えて「 A」、2 μ m を超えると真球度が低いと考えて「 D」とした。

10

20

30

40

50

【0054】

「耐食性評価（HAST）」

電極へのボンディング後、1stボール接合部の耐食性を評価するために130 / 85%雰囲気中に168時間放置するHAST（Highly Accelerated Stress Test）を行った。ここで、HAST前後のシア強度を測定し、HAST前のシア強度（SSbとする）とHAST後のシア強度（SSaとする）の比（SSa / SSb × 100）が70%を上回れば、耐食性があると考えて「A」、70%未満となれば耐食性に問題があると考えて「D」とした。なお、HAST前後のシア強度の測定はn = 30ずつ行った。

【0055】

「総合評価」

各評価において、すべてが「A」であるものを「A」、「A」と「B」が混在するものを「B」、一つでも「D」があるものは「D」とした。

【0056】

【表2】

	No.	連続バン プ性	スタッドバン プ部直下の チップ損傷	樹脂封止時 のワイヤフ ロー	電気抵抗	Auワイヤか らの置き換 え	FABの 真球度	HAST	総合評価
試作例	1	B	A	A	A	A	A	A	B
	2	A	A	A	A	A	A	A	A
	3	A	A	A	A	A	A	A	A
	4	B	A	A	A	A	A	A	B
	5	B	A	B	A	A	A	A	B
	6	A	A	A	A	A	A	A	A
	7	A	A	A	A	A	A	A	A
	8	A	A	A	A	A	A	A	A
	9	B	A	A	B	A	A	A	B
	10	B	A	B	A	A	A	A	B
	11	A	A	A	A	A	A	A	A
	12	A	A	A	B	B	A	A	B
	13	A	A	B	B	B	A	A	B
	14	B	A	B	B	B	A	A	B
	15	A	A	B	A	A	A	A	B
比較例	1	B	A	D	A	A	D	A	D
	2	D	A	A	A	A	A	D	D
	3	D	D	A	A	A	A	A	D
	4	B	D	A	B	A	A	A	D
	5	A	D	B	D	D	A	A	D
	6	B	A	D	A	A	D	D	D
	7	B	A	B	A	A	D	D	D
	8	D	D	B	D	B	A	A	D
	9	D	D	B	B	A	A	A	D
	10	D	A	A	B	A	A	A	D
	11	B	A	A	A	A	A	D	D
	12	B	D	A	B	D	A	A	D

【0057】

この表1、2において、Auの添加量が0.9質量%未満であったり、添加されなかったりすると、比較例1、6、7から「FABの真球度」が「D」となる。また、同5.0質量%を超えると、比較例5、12から、「Auワイヤからの置き換え」が「D」となる。

また、Pdの添加量が0.1質量%未満であったり、添加されなかったりすると、比較例2、7、11から、「HAST」が「D」となり、5.0質量%を超えると、比較例4から、「スタッドバンプ部真下のチップ損傷」が「D」となる。

さらに、AuとPdの添加量の合計が1.0質量%未満であると、「樹脂封止時のワイ

10

20

30

40

50

「ワイヤフロー」が比較例 1、6 は「D」となり、一方、比較例 7 は、Au と Pd の添加量の合計が 1.0 質量%未満であるものの、後述の Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 350 質量 ppm 添加されているため、「樹脂封止時のワイヤフロー」は「B」となる。また、Au と Pd の添加量の合計が 8 質量%を超えると、比較例 5、8 から、「電気抵抗」が「D」となる。

ワイヤ W の 0.2% 耐力 (YS) と同引張強さ (TS) との比が 80%未満であると、比較例 2、3、8 ~ 10 から「連続バンプ性」が「D」となる。

【0058】

これに対し、この発明に係る Au の添加量を 0.9 質量%以上 5.0 質量%以下、Pd の添加量を 0.1 質量%以上 5.0 質量%以下、かつ Au と Pd の添加量の合計を 1.0 質量%以上 8 質量%以下とし、そのワイヤ W の 0.2% 耐力と同引張強さとの比が 80%以上である試作例 1 ~ 15 にあっては、「連続バンプ性」、「スタッドバンプ部真下のチップ損傷」、「樹脂封止時のワイヤフロー」、「Au ワイヤからの置き換え」、「FAB の真球度」、「HAST」及び「総合評価」において、「A」又は「B」の何れかであって、実用上、支障なく使用できることが理解できる。

【0059】

Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 20 質量 ppm 未満であると、比較例 1、6 から、「樹脂封止時のワイヤフロー」が「D」となり、一方、試作例 5、13、比較例 5 は、Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 20 質量 ppm 未満であるが、「樹脂封止時のワイヤフロー」性を向上させる Au と Pd の添加量の合計が 1.0 質量%以上であったり、Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 1000 質量 ppm 以上であったりすることから、「樹脂封止時のワイヤフロー」が「B」となる。また、Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 500 質量 ppm を超えると、比較例 4、8、9 から、「スタッドバンプ部真下のチップ損傷」が「D」となる。

【0060】

また、Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 1000 質量 ppm 未満であると、比較例 1、6 から、「樹脂封止時のワイヤフロー」が「D」となり、一方、試作例 10、13 ~ 15、比較例 7 ~ 9 は Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 1000 質量 ppm 未満であるが、「樹脂封止時のワイヤフロー」性を向上させる Au と Pd の添加量の合計が 1.0 質量%以上であったり、Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 20 質量 ppm であったりすることから、「樹脂封止時のワイヤフロー」が「B」となる。また、Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素が合計で 10000 質量 ppm を超えると、比較例 3 から「スタッドバンプ部真下のチップ損傷」が「D」となる。

【0061】

また、ワイヤ W の 0.2% 耐力と同引張強さとの比が 80%以上であると、試作例 1 ~ 15、比較例 1、4 ~ 7、11、12 から、連続バンプ性において「A」又は「B」となるが、90%以上であると、試作例 2、3、6 ~ 8、11 ~ 13、15、比較例 5 から、連続バンプ性において「A」となり、より優れていることが理解できる。

さらに、Au の添加量を 0.9 質量%以上 2.6 質量%以下、Pd の添加量を 0.1 質量%以上 1.5 質量%以下、かつ Au と Pd の添加量の合計を 1.0 質量%以上 3.0 質量%以下含むものであると、試作例 1 ~ 3、6 ~ 8 から「スタッドバンプ部真下のチップ損傷」、「電気抵抗」、「Au ワイヤからの置き換え」、「FAB の真球度」、「HAST」において「A」となり、優れていることが理解できる。

ワイヤ W の固有抵抗が $5.0 \mu \cdot \text{cm}$ を超えると、比較例 5、8 から、「電気抵抗」が「D」となる。一方、同固有抵抗が $3.0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下に抑えられると、試作例 1 ~ 8、10、11、15、比較例 1 ~ 3、6、7、11 から「電気抵抗」が「A」となる。

【0062】

以上から、試作例 2、3、6 ~ 8、11 は、ワイヤ W の 0.2% 耐力と同引張強さとの比が 90%以上、Au の添加量：0.9 質量%以上 2.6 質量%以下、Pd の添加量：0

10

20

30

40

50

． 1 質量%以上 1 . 5 質量%以下、かつ Au と Pd の添加量の合計： 1 . 0 質量%以上 3 . 0 質量%以下、Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 2 0 質量 ppm 以上 5 0 0 質量 ppm を以下、固有抵抗が $3 . 0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下、Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 1 0 0 0 質量 ppm 以上、1 0 0 0 0 質量 ppm 以下であって、総合評価において「A」となっており、最も優れていることが理解できる。

【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

3、 1 3 回路配線基板（ケース電極）

5 半導体素子

1 5 LED

W ボンディング用ワイヤ

a 半導体素子（LED）の電極

b 溶融ボール

b' 圧着ボール（スタッドバンプ）

c 回路配線基板の導体配線（リード端子）

【要約】

【課題】金ボンディングワイヤより安価でかつ安定してボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせによる接続が可能な銀ボンディング用ワイヤとする。

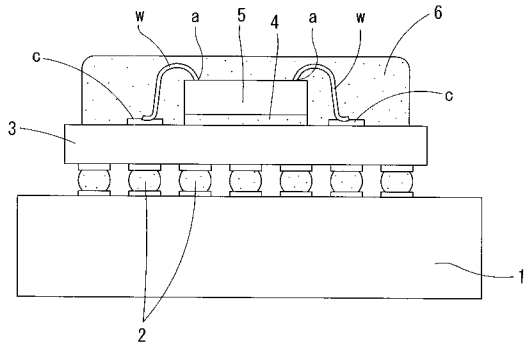
【解決手段】Ag を主成分とし、Au の添加量を 0 . 9 質量%以上 2 . 6 質量%以下、Pd の添加量を 0 . 1 質量%以上 1 . 5 質量%以下、かつ Au と Pd の添加量の合計を 1 . 0 質量%以上 3 . 0 質量%以下、かつ Au と Pd の添加量の合計を 1 . 0 質量%以上 3 . 0 質量%以下、Ca、希土類元素から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 2 0 質量 ppm 以上、5 0 0 質量 ppm 以下、Cu、Ni から選ばれる 1 種以上の元素を合計で 1 0 0 0 質量 ppm 以上 1 0 0 0 0 質量 ppm 以下のワイヤ W である。そのワイヤ W の 0 . 2 % 耐力と同引張強さとの比が 9 0 % 以上、同固有抵抗は $3 . 0 \mu \cdot \text{cm}$ 以下である。このワイヤ W は、ボールボンディング法とスタッドバンプ法の組み合わせによる接続を安定して行える。

【選択図】図 3

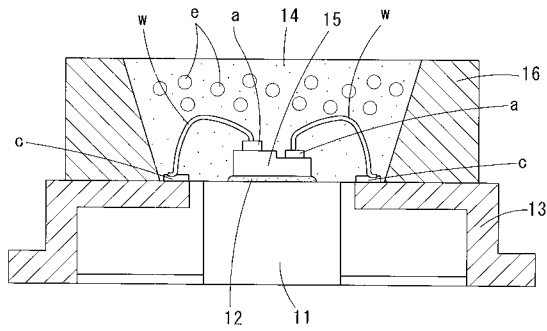
10

20

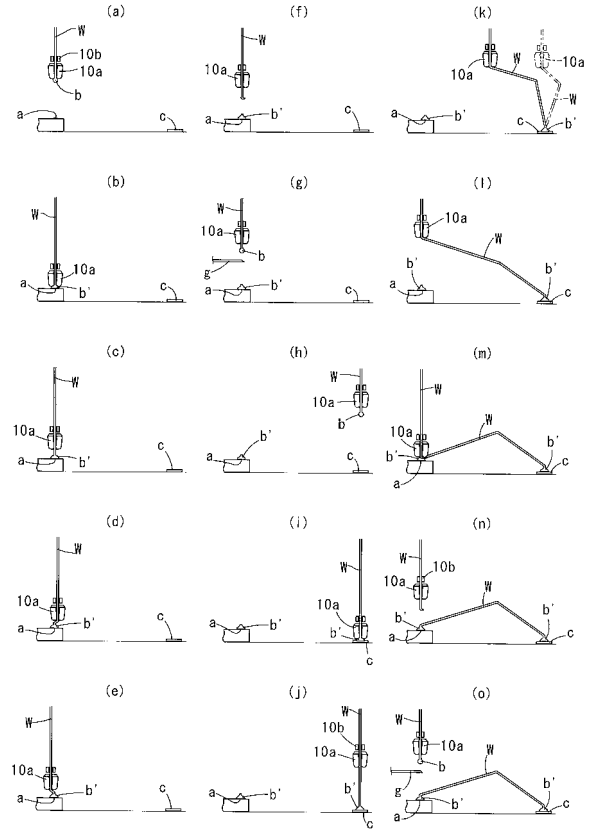
【図1】



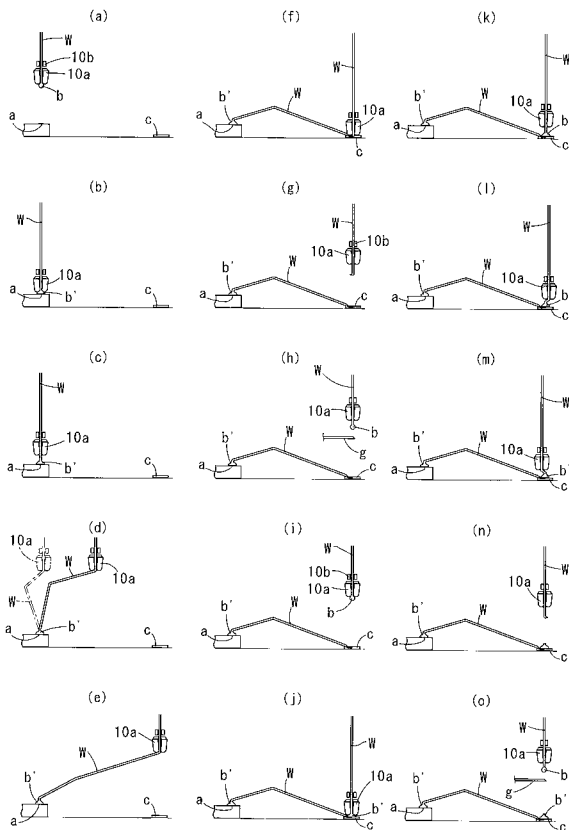
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

審査官 宮崎 園子

- (56)参考文献 特開2012-049198(JP,A)
特開2012-099577(JP,A)
特開2012-169374(JP,A)
特開2013-021280(JP,A)
特開2013-048169(JP,A)
特開2009-033127(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/60