

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4482605号
(P4482605)

(45) 発行日 平成22年6月16日(2010.6.16)

(24) 登録日 平成22年3月26日(2010.3.26)

(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 9/00 (2006.01) C 2 2 C 9/00

請求項の数 3 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-12884(P2009-12884) (22) 出願日 平成21年1月23日(2009.1.23) 審査請求日 平成21年7月16日(2009.7.16) 早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000217332 田中電子工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 東京ビルディング 22階 (74) 代理人 100107962 弁理士 入交 孝雄 (72) 発明者 山下 勉 佐賀県神埼郡吉野ヶ里町吉田2303-15 田中電子工業株式会社内 (72) 発明者 桑原 岳 佐賀県神埼郡吉野ヶ里町吉田2303-15 田中電子工業株式会社内 (72) 発明者 岡崎 純一 佐賀県神埼郡吉野ヶ里町吉田2303-15 田中電子工業株式会社内 最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 高純度Cuボンディングワイヤ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リン(P)の含有量が0.5~15質量ppm、および残部が純度99.9985質量%以上の銅(Cu)からなる銅合金ワイヤであり、

かつ、その銅合金ワイヤのイニシャルボール(FAB)の室温硬さをリン(P)を添加しない純度99.9999質量%以上の銅金属ワイヤのものよりも低下させたことを特徴とするボールボンディング用銅合金ワイヤ。

【請求項2】

リン(P)が0.5~15質量ppm、および残部が純度99.9985質量%以上の銅(Cu)からなる銅合金ワイヤであり、

かつ、銅(Cu)中のリン(P)以外の金属元素の総量がリン(P)の含有量以下であって、当該銅合金ワイヤのイニシャルボール(FAB)の室温硬さをリン(P)を添加しない純度99.9999質量%以上の銅金属ワイヤのものよりも低下させたことを特徴とする高純度ボールボンディング用銅合金ワイヤ。

【請求項3】

銅(Cu)中のリン(P)以外の金属元素がPt, Au, Ag, Pd, Ca, Fe, Mn, Mg, Ni, Al, PbおよびSiの内のいずれか1種または2種以上であることを特徴とする請求項2に記載の高純度ボールボンディング用銅合金ワイヤ。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワイヤボンダを用いたボールボンディング法によってICチップ電極とリード等の基板を接続する銅合金ワイヤに関し、特にイニシャルボール(FAB)の室温硬さが軟らかいボンディングワイヤに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ICチップの電極と基板上のリード等を接続する方法として金線の代わりに高純度の銅合金ワイヤを用いてボールボンディング法により配線する方法が知られている。

【0003】

ボールボンディング法により配線する方法においては、リールから繰り出された高純度の銅合金ワイヤは、ボンディングツールとしてのキャピラリに導入され、次いでそのツールの出口側に導出された銅合金ワイヤの先端を不活性雰囲気または還元性雰囲気のもとで電極トーチとの間の微小放電により溶融してイニシャルボール(FAB)を形成した後、加熱されたICチップの電極上にこの溶融ボールを超音波振動させながら熱圧着する。その後、キャピラリをXYZ方向(前後、左右、上下方向)に移動させてICチップの電極上に取り付けられた銅合金ワイヤを所定の形状にループを形成し、外部配線リードフレームにウェッジボンディングした後、高純度の銅合金ワイヤを切断してワイヤボンディングする方法が採られている。

【0004】

しかしながら、高純度銅合金ワイヤは大気中に存在する酸素によって酸化しやすいため、前述のイニシャルボール(FAB)を形成する際、大気中ではその表面が酸化膜に覆われ、かつ、ボール内部に拡散した酸素によって溶融銅金属中に存在する不純物も酸化してしまう。このため、酸素が存在する雰囲気中では高純度銅合金ワイヤの溶融ボールが硬くなり、前記ICチップの電極上に熱圧着する際、接合性が悪くなると同時にICチップに割れが生じるようになることが問題であった。ICチップの割れは、これまで高純度銅合金の酸化膜に起因すると考えられ、このような酸化膜の形成を防ぐため不活性ガスのみを用いた完全密閉雰囲気にしたたり、不活性ガス雰囲気中に還元効果のある水素を混入したガスをを用いたりして前記イニシャルボール(FAB)の形成を行い、銅合金ワイヤのボールのイニシャルボール(FAB)の酸化を防止してきた(特許文献1、2、3)。

【0005】

他方、銅金属ワイヤの純度を99.99質量%から99.999質量%ないし99.9999質量%まで高めることにより、できるだけ不純物または酸化物となる元素を減らすことを目指す学術的な研究も行なわれた。銅金属ワイヤの純度が高くなればなるほど、溶融ボールを形成したときのボール形状が真球に近くなっていき、真球になればなるほど熱圧着による接合面での変形が真円形になっていくからである。

しかし、銅金属ワイヤの純度が高純度になればなるほど、再結晶温度が低くなり、銅金属ワイヤ自体が軟らかくなる。そのため、あらかじめ加工硬化させておいても時効軟化してしまい、軟らかくなった高純度の銅金属ワイヤの取扱いはきわめて困難となる。特に、ボンディングワイヤ用の銅金属ワイヤは伸線加工によって大量生産されているため、銅金属ワイヤの純度を高くしていくと、伸線加工中に銅金属ワイヤと伸線ダイスとの摩擦熱によって高純度の銅金属ワイヤ自体が軟化してワイヤが切断してしまう。また、手間暇をかければ、このような高純度の銅金属ワイヤも試作することができるが、このような高純度の銅金属ワイヤを用いて前記ICチップの電極上に超音波併用熱圧着しても、ICチップの電極上に接合された銅金属ワイヤから所定のループを形成しようとする、99.999質量%程度以上の高純度銅金属ワイヤはへたってしまう。

【0006】

これらの対策として、高純度の銅金属ワイヤにさまざまな微量元素を添加した高純度の

10

20

30

40

50

銅合金ワイヤがいくつか報告されている（特許文献1、2、3）。しかし、ボールボンディングの雰囲気中に酸素が存在すると、高純度の銅合金ワイヤであってもイニシャルボール（F A B）が真球状にならなかつたり、イニシャルボール（F A B）が硬くなりすぎて半導体のICチップに割れが生じたりした。このため接合強度の高い、満足のいくイニシャルボール（F A B）による熱圧着を行なうことができず、あるいは、満足のいくループ形状を描くことができず、これまで高純度の銅合金ワイヤでは実用的に耐えうるものとはならなかつた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-133364号公報

【特許文献2】特開2008-085320号公報

【特許文献3】特公平05-20493号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

このため、高純度の銅合金からなるボールボンディング用銅合金ワイヤでありながら、室温での伸線ダイス加工が容易にでき、かつ、イニシャルボール（F A B）によるICチップ割れが生じないようなボンディングワイヤが求められていた。

【0009】

本発明は上記の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、再結晶温度が高く、伸線加工することができる高純度の銅合金からなる銅合金ワイヤでありながら、銅合金ワイヤのイニシャルボール（F A B）ないし溶融ボールの室温硬さが微量添加しない高純度銅金属からなる銅金属ワイヤのものよりも低いボンディングワイヤを提供することにある。具体的には、リン（P）を高純度の銅金属に微量添加することにより再結晶温度を高くした高純度銅合金ワイヤである。リン（P）を微量添加していくと、高純度の銅金属の再結晶温度は急激に上昇する。このためリン（P）が微量であっても、銅合金ワイヤは室温下でダイス伸線による伸線加工が可能になる。しかも、銅（Cu）金属の純度とリン（P）の添加量を適度にすると、リン（P）を添加した銅合金ワイヤのイニシャルボール（F A B）の室温硬さがリン（P）を添加しない銅金属ワイヤのものよりも低くなる領域がある。本発明の目的は、このような高純度の銅合金ワイヤを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者らは、イニシャルボール（F A B）ないし溶融ボールの室温硬さがICチップ割れの原因であることから、イニシャルボール（F A B）ないし溶融ボールの室温硬さを低くする添加元素を探索した。その結果、所定量のリン（P）が高純度銅金属のイニシャルボール（F A B）ないし溶融ボールの室温硬さを低くすることがわかった。高純度銅金属に及ぼすリン（P）の添加効果は、銅（Cu）が高純度になればなるほど顕在化してくるが、銅（Cu）金属中に含まれる不純物元素によっても左右される。本発明者らは、99.9999質量%程度の高純度銅金属ワイヤにリン（P）を微量添加した銅合金ワイヤは、再結晶温度が上昇するにもかかわらず、リン（P）を添加しない高純度の銅金属ワイヤよりもイニシャルボール（F A B）ないし溶融ボールの室温硬さが低下することを発見した。

これまでも99.999質量%以上の高純度銅金属ワイヤにいくつかの元素を微量添加していくと、銅合金ワイヤの再結晶温度が上昇し、銅合金ワイヤ自体の室温硬さが増加することは知られていた。すなわち、高純度銅合金ワイヤの室温硬さが増加するという知見は、微量添加元素の添加量とともに増加していくものと考えられていた。事実、リン（P）の場合も、99.9999質量%以上の高純度銅金属ワイヤに0質量ppmから20質量ppm、50質量ppm、100質量ppm、200質量ppmおよび400質量pp

10

20

30

40

50

mと添加量を増加するにつれ、高純度銅金属ワイヤの結晶粒が微細化していき、一見すると再結晶温度が上昇するとともに材料強度そのものが上がって室温硬さも増加しているように見える。このため学術的には、リン(P)を10質量ppm程度添加した銅合金ワイヤの室温硬さは、リン(P)を添加しない高純度銅金属ワイヤのものと大差なく、この程度の硬さの相違は実験による誤差範囲内のものと片付けられていた。

これらの事情について前述の特許文献1によれば、リン(P)含有量40～400質量ppmの範囲において溶融ボール形成時の酸化物の形成を防止して、ボールの硬さを低減してチップ割れを防止するというものであり、

特許文献2記載のものは、Mg及びPの少なくとも1種を総計で10～700質量ppm、酸素を6～20質量ppmの範囲で含有するボンディングワイヤであって、

Mg及びリン(P)の添加は、上記範囲内であればチップ損傷は回避できるというものの、その作用は硬さを向上する元素としている。

また、特許文献3記載のものは、Ti, Hf, V, Nb, Ta, Ni, Pd, Pt, Au, Cd, B, Al, In, Si, Ge, P, Sb, Bi, Se, 及びTeから選択された1種又は2種以上の元素を0.001～2重量%含有し、残部が実質的に銅であるボンディングワイヤが記載されているが、これらの成分元素は硬さを向上すると考えられる。

【0011】

ところが、本発明者らの研究によれば、20質量ppm以下の範囲でリン(P)の含有量を細かく分けて高純度銅(Cu)に添加していったところ、高純度の銅合金ワイヤの再結晶温度が上昇しているにもかかわらず、銅合金ワイヤのイニシャルボール(FAB)ないし溶融ボール形成後の室温硬さがリン(P)を含まない高純度銅金属ワイヤの室温硬さよりも低くなる領域のあることがわかった。そこで、これらの範囲および20質量ppmを超えてリン(P)を高純度銅(Cu)に添加して正確に調べてみたところ、銅合金ワイヤの再結晶温度はリン(P)の増加とともに上昇するが、銅合金ワイヤのイニシャルボール(FAB)ないし溶融ボール形成後の室温硬さはリン(P)の増加とともに上昇するわけではなく、リン(P)を含有する銅合金ワイヤであっても高純度銅金属ワイヤの室温硬さより低くなる領域のあることがわかった。このような領域は、高純度銅金属ワイヤに含まれる金属元素が少なくなればなるほど顕著に現れた。また、銅(Cu)に及ぼすリン(P)の硬さ低減効果は、銅(Cu)中にAg, Ca, Fe, Mn, Mg, Ni, Al, PbおよびSiが存在していてもあまり影響されないことがわかった。(図1)

図1は、これらの関係を示すデータをグラフ化したものであって、溶融ボール形成後のP含有量に対する硬さを縦軸に採ったもので、リン(P)含有量が200質量ppm付近からリン(P)含有量の増加につれて硬さが向上することは一般に知られた現象であるが、ここでリン(P)含有量が150ppm近傍より低い領域で硬さが高くなり、一旦上昇してから急激に硬さが低下する領域があることがわかる。

図中で拡大した領域がそれで、P含有量がほぼ0.5～15質量ppm近傍の間で、その硬さはリン(P)含有量が0の高純度銅金属と同等以下となるのである。

リン(P)の高純度Cu合金に対する室温硬さの低減効果は、次のような現象に基づいているものと考えられる。すなわち、ボンディングワイヤとしての銅合金ワイヤが火花放電によって溶融すると、大気中から酸素を溶融銅(Cu)中に取り込むが、銅合金ワイヤ表面の酸化物の膜はリン(P)によって一部分断され、蒸発されるものと思われる。そうすると、99.998質量%程度以上の高純度銅合金ワイヤの場合は、リン(P)を除く金属元素が10質量ppm程度しかないので酸素と結びつく不純物元素の絶対量が少なくなり、硬質の酸化膜が形成されないため高純度銅合金ワイヤの室温硬さが低くなることとつじつまが合う。

【0012】

すなわち、ICチップの電極上に銅合金ワイヤを超音波併用で熱圧着する際、銅合金ワイヤのイニシャルボール(FAB)の室温硬さが低ければ、銅合金ワイヤが与えるICチップのチップダメージを軽減することができるはずである。

しかも、上記したようにこれらワイヤボンディングにおいて求められる特性と共に、同

10

20

30

40

50

じ条件下でワイヤの線引き加工に欠かせない銅合金ワイヤの再結晶温度が上昇し、銅合金ワイヤ自体の時効軟化が緩和されて、線引き加工に求められる強度が維持されるのである。

このような知見から本発明者らは本発明を完成するに至ったのである。

【0013】

具体的には、本発明によれば、

(1) リン(P)と銅(Cu)とからなる銅合金のボンディングワイヤにおいて、リン(P)を添加した銅合金ワイヤのインシャルボール(FAB)の室温硬さがリン(P)を添加しない銅金属ワイヤのものよりも低いことを特徴とする高純度ボールボンディング用銅合金ワイヤが提供される。

10

また、本発明によれば、

(2) リン(P)と銅(Cu)とからなる銅合金のボンディングワイヤにおいて、リン(P)を添加した銅合金ワイヤのインシャルボール(FAB)の室温硬さがリン(P)を添加しない銅金属ワイヤのものよりも低く、かつ、銅(Cu)中のリン(P)以外の金属元素の総量がリン(P)の含有量以下であることを特徴とする高純度ボールボンディング用銅合金ワイヤが提供される。

また、本発明によれば、

(3) リン(P)と銅(Cu)とからなる銅合金のボンディングワイヤにおいて、リン(P)を0.5~1.5質量ppmおよび残部が純度99.9985質量%以上の銅(Cu)からなる銅合金ワイヤであり、かつ、当該銅合金ワイヤのインシャルボール(FAB)の室温硬さがリン(P)を添加しない純度99.9985質量%以上の銅金属ワイヤのものよりも低いことを特徴とする高純度ボールボンディング用銅合金ワイヤが提供される。リン(P)を0.5~1.0質量ppmおよび残部が純度99.9985質量%以上の銅(Cu)からなる銅合金ワイヤであれば更にインシャルボール(FAB)の室温硬さが低下するので好ましい。

20

また、本発明によれば、

(4) リン(P)と銅(Cu)とからなる銅合金のボンディングワイヤにおいて、リン(P)を0.5~1.5質量ppmおよび残部が純度99.9985質量%以上の銅(Cu)からなる高純度銅合金ワイヤであり、かつ、銅(Cu)中のリン(P)以外の金属元素の総量がリン(P)の含有量以下で、当該銅合金ワイヤのインシャルボール(FAB)の室温硬さがリン(P)を添加しない純度99.9985質量%以上の銅金属ワイヤのものよりも低いことを特徴とするボールボンディング用銅合金ワイヤが提供される。

30

【発明の効果】

【0014】

本発明のボールボンディング用銅合金ワイヤは、微量のリン(P)の脱酸素作用によって銅(Cu)のインシャルボール(FAB)の表面に硬質の酸化膜が形成されないので、Siチップのチップダメージを軽減することができる効果がある。また、同様にリードに第二ボンディングしたときもリン(P)の脱酸素作用によってプル強度測定におけるボンディングワイヤの破断荷重が向上する。この場合、ボンディング強度試験装置を用いてプル強度を測定すると、第二ボンドの圧着部での破断比率よりもループが形成されたワイヤ部分での破断比率の方が多くなり、これらの特性が向上したことがわかる。

40

【0015】

本発明のボールボンディング用銅合金ワイヤにおいて、純度99.999質量%以上の銅(Cu)に含まれる金属元素は、Ag, Ca, Fe, Mn, Mg, Ni, Al, PbおよびSiであることが好ましい。これらの金属元素がリン(P)と共存しても、一定量以下であればボールボンディング用銅合金ワイヤのインシャルボール(FAB)の室温硬さを高くすることはないからである。なお、銅(Cu)にこれらの金属元素が含有されていると、これまで知られているとおり、いずれの金属元素も銅(Cu)の再結晶温度を高くする効果はある。

【0016】

50

本発明のボールボンディング用銅合金ワイヤにおいて、純度99.999質量%以上の銅(Cu)に含まれる金属元素は、リン(P)を除いて10質量ppm未満であることがより好ましい。銅(Cu)のイニシャルボール(FAB)の室温硬さを低くするというリン(P)の脱酸素作用をより良く発揮させるためである。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、本発明の高純度Cu合金ボンディングワイヤのリン(P)含有量と硬さを示す破断強度との関係を示す。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明のボンディングワイヤは次のようにして具体的に製造し、時効軟化作用の確認、再結晶温度の確認、溶融ボールの室温硬さ、およびチップ割れ個数の確認は次のようにして具体的に実施した。

【実施例1】

【0019】

〔ボールボンディング用銅ワイヤの製造方法〕

本発明に係るボールボンディング用銅合金ワイヤの製造方法を説明する。99.9999質量%以上の高純度銅(Cu)金属(Cuの地金「A」とする。)および99.999質量%以上の高純度銅(Cu)金属(Cuの地金「B」とする。)を原料として、リン(P)を所定量添加した、表1に示す銅合金ワイヤ組成のものを準備する。これらの組成のものを高純度金ワイヤの製造方法の場合と同様にしてボンディングワイヤに加工する。まず、所定量の原料を真空溶解炉で溶解した後インゴットに鑄造する。このインゴットに溝ロール圧延をした後、アニール処理、防錆処理等を施して直径25μmの高純度銅合金ワイヤを作製した。

【0020】

〔時効軟化作用の確認〕

99.9999質量%以上の高純度銅およびこの高純度銅にリン(P)を所定量添加した、表1に示す高純度銅ワイヤ(200μm)の時効軟化作用を確認した。その結果を表2に示す。

【0021】

【表1】

表1: 高純度銅に対するリン(P)含有量

No.	P添加量 (質量ppm)	Cu地金の種類	金属元素(質量ppm)											
			Ag	Ca	Fe	Mn	Mg	Ni	Al	Pb	Si	その他		
実施例	1	5.0	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	4
	2	2.5	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	2
	3	1.5	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	2
	4	7.0	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	3
	5	10.0	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	5
	6	12.5	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	2
	7	3.0	A	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1
	8	6.0	A	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1
	9	13.0	A	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1
比較例	10	0	A	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1
	11	0.5	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	2
	12	10	B	13	5	≦1	≦1	≦1	≦1	3	7	≦1	≦1	5
	13	50	B	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	51
	14	100	B	27	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	34
	15	200	B	≦1	9	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	28

【0022】

【表 2】

表2: 時効軟化作用及び再結晶温度

	No.	[強度低下率(%)]					判定基準 (10%以下)	再結晶温度(°C)
		放置時間(hr)						
		0	12	48	144	288		
実 施 例	1	0	4.1	5.5	7.1	7.3	OK	450
	2	0	3.2	3.9	4.3	5.5	OK	450
	3	0	2.5	4.0	3.9	5.4	OK	450
	4	0	2.4	3.8	3.9	4.8	OK	450
	5	0	2.2	3.5	3.7	4.5	OK	470
	6	0	2.2	3.6	3.6	4.4	OK	480
	7	0	1.2	1.7	2.2	2.6	OK	450
	8	0	1.1	1.2	1.5	1.7	OK	470
	9	0	0.5	0.8	0.8	1.0	OK	500
比 較 例	10	0	9.0	35.0	62.0	67.0	NG	350
	11	0	6.5	8.0	14.5	15.5	NG	370
	12	0	2.2	3.1	3.8	4.7	OK	420
	13	0	1.1	1.4	2.1	2.3	OK	470
	14	0	1.0	1.3	1.3	1.6	OK	520
	15	0	0.8	1.5	1.7	1.7	OK	600

10

20

【 0 0 2 3 】

表 1 に示す高純度銅合金ワイヤを用いてボールボンディング法による超音波併用熱圧着試験を行った。ボールボンディング法は、ICチップの電極、特にAl金属またはAl合金からなるAl電極と外部リードとをボンディングワイヤで配線する際、第一ボンディングでは溶融した銅(Cu)のイニシャルボール(FAB)と200程度に加熱したAl電極との接合となり、第二ボンディングでは溶融ボールを形成することなく、ワイヤ側面を超音波圧着して200程度に加熱した銀(Ag)メッキリードフレームへ接合する方法である。この時、ICチップ側のボールボンディングは95%窒素+5%水素雰囲気中でボールボンディング荷重を0.2N、ボールボンディング時間を10ミリ秒、ボールボンディングパワーを0.30ワットの条件で行った。また、外部配線側の第二ボンディングは荷重を0.3N、ボールボンディング時間を10ミリ秒、ボールボンディングパワーを0.40ワットの条件で行った。

30

【 0 0 2 4 】

〔 3万回試験 〕

この高純度銅合金ワイヤをボールボンディング装置(株式会社新川製の商品名「UTC-1000」)を用いて、それぞれ200程度に加熱したICチップのAl電極上及び200程度に加熱した銀(Ag)メッキリードフレームの外部配線上に超音波併用ボールボンディングを連続して3万回行った。この時、ICチップ側のボールボンディングは95%窒素+5%水素の雰囲気中でボールボンディング荷重を0.2N、ボールボンディング時間を10ミリ秒、ボールボンディングパワーを0.30ワットの条件で行った。また、外部配線側の第二ボンディングは荷重を0.3N、ボールボンディング時間を10ミリ秒、ボールボンディングパワーを0.40ワットの条件で行った。

40

この試験で第一ボンディングのAl膜はがれを起因とする不圧着の回数を数えた。その測定結果を表3右欄に示す。

【 0 0 2 5 】

〔 ワイヤの再結晶温度およびイニシャルボール(FAB)の室温硬さ 〕

ワイヤの再結晶温度は伸線加工後の状態から材料が完全に軟化する温度を調べ、その温度を再結晶温度として表2に記した。

第一ボンディングで溶融凝固した銅合金ワイヤのイニシャルボール(FAB)ないし溶

50

融ボールの室温硬さに関する評価は、3万回ボンディングした試料から任意に10個のボールボンディングされた資料を選び、株式会社明石製作所製のマイクロビッカース硬度計（型式「DMH-1」）で測定し、その平均値を算出した。測定結果を表3に示す。

【0026】

【表3】

表3: イニシャルボールの室温硬さとボンディングによるAl膜はがれの関係

	No.	FAB 室温硬さ(Hv)			[3万回試験]
		平均値	最大値	最低値	Al膜はがれ数
実施例	1	79.5	86.2	75.7	0
	2	78.8	85.4	74.2	0
	3	79.0	84.0	75.5	0
	4	82.6	84.7	72.1	0
	5	81.8	87.6	76.5	0
	6	80.7	86.1	72.1	0
	7	83.4	86.8	77.5	0
	8	83.7	86.8	78.9	0
	9	83.1	87.2	77.4	0
比較例	10	85.5	90.1	79.2	0
	11	84.0	89.7	80.1	0
	12	88.0	92.8	83.6	3
	13	87.9	94.1	86.5	14
	14	88.5	93.1	84.1	22
	15	88.9	94.5	84.2	48

【0027】

表2の再結晶温度において、実施例No. 1～9のリン(P)を所定量添加した銅合金ワイヤは、比較例10のリン(P)をまったく添加しない高純度銅ワイヤおよび比較例11のリン(P)をごくわずかに添加した高純度銅ワイヤくらべて、再結晶温度が高いことがわかる。

【0028】

他方、実施例No. 6、7のリン(P)を所定量添加した99.999質量%程度の高純度銅合金ワイヤは、イニシャルボールの室温硬さが比較例10のリン(P)をまったく添加しない高純度銅金属ワイヤおよび比較例15のリン(P)を多量に添加した銅合金ワイヤよりも低く、表2のアルミ膜はがれの個数も少ない(3万回試験値は零)ことがわかる。

【0029】

以上のとおり、本発明のボンディングワイヤは、再結晶温度が高いにもかかわらず、イニシャルボール(FAB)の室温硬さが低く、いずれも3万回のボンディング回数においてアルミ膜はがれ不良が大幅に低減された。

したがって、本発明のボンディングワイヤは、再結晶温度が高く、時効軟化作用が小さいため、ワイヤ伸線加工特性を維持し、また、ボールボンディングにおいては初期ボールの室温硬さが低いためチップ割れを効果的に防止する。

【産業上の利用可能性】

【0030】

本発明によるボンディングワイヤによれば、リン(P)を所定量添加した、本発明の銅合金ワイヤは、イニシャルボール(FAB)によるチップ割れ防止に優れており、しかもこれまでのボンディングワイヤと同様に伸線加工することができ、半導体装置の信頼性向

上に優れた効果を発揮する。

【要約】 (修正有)

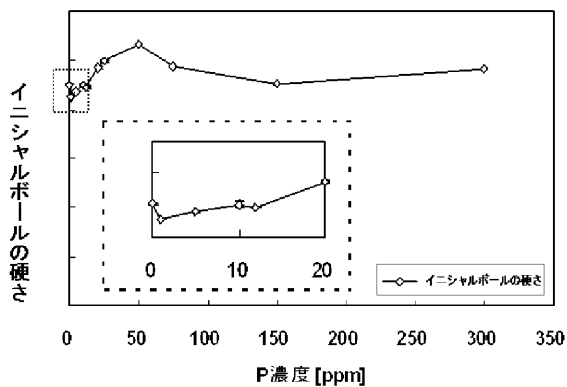
【課題】再結晶温度が高く、室温での伸線ダイス加工が容易で、かつイニシャルボール硬さが小さく、ICチップ割れを生じない高純度銅合金ボールボンディングワイヤを提供する。

【解決手段】純度99.9999質量%以上の高純度銅に微量のリン(P)を添加することにより、純度99.9999質量%以上の高純度銅よりも再結晶温度が高く、かつボールボンディングのイニシャルボール硬さが低下する。純度99.9999質量%以上の高純度銅にリン(P)0.5~15質量ppmを添加し、さらに、その他の含有する不純物の総量をリン(P)の上記含有量より低くすることにより、上記特性を達成する。

10

【選択図】図1

【図1】



フロントページの続き

審査官 田中 永一

- (56)参考文献 特開2003-197847(JP,A)
特開平07-122564(JP,A)
特開昭62-080241(JP,A)
特開2003-133364(JP,A)
特開昭63-266841(JP,A)
特開昭61-251062(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/60
C22C 9/00