



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201920701 A

(43) 公開日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：107127754 (22) 申請日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 09 日

(51) Int. Cl. : C22C9/00 (2006.01) H01B1/02 (2006.01)  
 H01B5/02 (2006.01) H01L21/60 (2006.01)

(30) 優先權：2017/08/09 日本 2017-154771  
 2018/08/07 世界智慧財產權組織 PCT/JP2018/029589

(71) 申請人：日商日鐵化學材料股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL CHEMICAL & MATERIAL CO., LTD. (JP)  
 日本  
 日商日鐵住金新材料股份有限公司 (日本) NIPPON MICROMETAL CORPORATION (JP)  
 日本

(72) 發明人：小山田哲哉 OYAMADA, TETSUYA (JP)；宇野智裕 UNO, TOMOHIRO (JP)；山田隆 YAMADA, TAKASHI (JP)；小田大造 ODA, DAIZO (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：6 項 圖式數：1 共 34 頁

## (54) 名稱

半導體裝置用銅合金接合導線

CU ALLOY BONDING WIRE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57) 摘要

本發明提供一種可抑制毛細管磨耗之半導體裝置用接合導線。半導體裝置用銅合金接合導線之特徵在於：導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之 1 個平面垂直之方向而角度差為 15 度以下之  $\langle 110 \rangle$  結晶方位及  $\langle 111 \rangle$  結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為 40% 以上且 90% 以下。

## 【發明說明書】

### 【中文發明名稱】

半導體裝置用銅合金接合導線

### 【英文發明名稱】

CU ALLOY BONDING WIRE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

### 【技術領域】

#### 【0001】

本發明係關於一種用於將半導體元件上之電極與外部引線等之電路配線基板連接之半導體裝置用銅合金接合導線。

### 【先前技術】

#### 【0002】

目前，作為將半導體元件上之電極與外部引線之間接合之半導體裝置用接合導線(以下稱為接合導線)，主要使用線徑15~50 μm左右之細線。接合導線之接合方法一般而言為超音波併用熱壓接方式，使用通用接合裝置、及使接合導線通過其內部而用於連接之毛細管治具等。接合導線之接合製程係藉由如下方式而完成：利用電弧熱輸入將導線前端加熱熔融，藉由表面張力而形成球(FAB：Free Air Ball，無空氣焊球)後，於150~300℃之範圍內將該球部壓接接合(以下稱為球接合)於經加熱之半導體元件之電極上，繼而於形成迴路(loop)之後，將導線部壓接接合(以下稱為楔接合)於外部引線側之電極。

#### 【0003】

關於接合導線之材料，迄今為止金(Au)為主流，但最近開始使用銅(Cu)。使用銅之接合導線由於導電率較高且經濟，故而被用於各種半導體

封裝。使用銅之接合導線大致分為於銅之表面具有Pd或Au等被覆層者(以下稱為複層銅導線)、與不具有被覆層者(以下稱為單相銅導線)。複層銅導線由於抑制作為單相銅導線之問題的導線表面之銅之氧化等，而大多情況下於使用性能方面優異。因此，複層銅導線尤其於線徑較細且要求嚴格性能之高密度LSI(Large Scale Integration，大型積體電路)用途中大量採用。另一方面，單相銅導線由於較複層銅導線經濟，因此以線徑較粗、要求性能相對較低之功率裝置用途為中心而採用。

#### 【0004】

另一方面，正進行如下嘗試：欲發揮單相銅導線之成本優勢，將單相銅導線之應用擴展向更細之線徑。然而，單相銅導線存在隨著線徑變細而毛細管磨耗增加之問題，其應用目標有限。於本說明書中，所謂毛細管磨耗，定義為因接合導線與毛細管內部之接觸界面之摩擦而毛細管內部磨耗之現象。若產生毛細管磨耗，則引起迴路形狀之混亂、球接合部或導線接合部之接合強度降低等不良。尤其是毛細管前端之孔之附近與接合導線接觸之機會較多，故而容易磨耗。通常，使用前之毛細管前端之孔之形狀為圓形，但隨著毛細管磨耗增加而變成橢圓形。關於減少此種毛細管磨耗之方法，主要研究提昇毛細管之耐磨耗性之方法、或於導線表面被覆異種金屬之方法。

#### 【0005】

於專利文獻1中，關於接合毛細管，揭示有以下技術：藉由包含以氧化鋁之結晶為主相之第1多晶陶瓷，且上述氧化鋁之晶粒之平均粒徑為0.38  $\mu\text{m}$ 以下，而可實現適於使用包含銅等之較硬金屬細線(接合導線)之情形時的耐磨耗性之提昇。

**【0006】**

於專利文獻2中，關於以Ag為主體之接合導線，揭示有如下情況：藉由於被覆層之最表面具有包含15~50at.%以上之Au之含Au區域，可減少接合導線之表面與毛細管之界面所產生之摩擦，改善毛細管之使用壽命。於專利文獻3中揭示有：於球接合用貴金屬被覆銅導線中，作為於導線最表面形成有金(Au)極薄延伸層之情形時之效果，導線表面相對於毛細管之滑動變良好。

**【0007】**

然而，即便使用該等技術亦存在下文將述之問題，未能滿足所要求之毛細管磨耗性能。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

**【0008】**

[專利文獻1]日本專利特開2014-146622號公報

[專利文獻2]日本專利特開2016-115875號公報

[專利文獻3]日本專利特開2017-92078號公報

**【發明內容】**

[發明所欲解決之問題]

**【0009】**

上述毛細管磨耗主要於迴路形成製程中產生。迴路形成製程中，一面自毛細管陸續送出接合導線一面使毛細管移動，於球接合部與楔接合部之間形成迴路。此期間中，毛細管前端之孔之內側與接合導線一直持續接觸，故而毛細管前端之孔附近產生磨耗。於導線之線徑較細之情形時，存

在應力容易集中於接合導線與毛細管之接觸界面而導致毛細管磨耗增加之傾向。

#### 【0010】

為了減少毛細管磨耗，例如可認為有效的是提昇毛細管之耐磨耗性，降低毛細管與接合導線之接觸界面之摩擦阻力。然而，即便使用專利文獻1中所揭示之提昇毛細管之耐磨耗性之技術、或專利文獻2、3中所揭示之改變接合導線之最表面之構造之技術，於使用線徑為30  $\mu\text{m}$ 以下之較細單相銅導線之情形時，亦難以降低毛細管磨耗。如此，需求於使用較細線徑之單相銅導線之情形時降低毛細管磨耗之技術。

#### 【0011】

楔接合係介隔毛細管而對接合導線施加超音波及荷重，與外部電極進行接合。外部電極一般而言使用鍍覆有Ag或Pd之電極。因楔接合而接合導線變形之部分被稱為尾端(tail)。尾端之變形行為會對楔接合部之接合強度或接合之穩定性造成影響，故而變形行為之控制變得重要。對於先前之單相銅導線而言，進行楔接合時之尾端之變形量存在不均，有時無法獲得良好之接合強度。於尾端之變形量較小之情形時，存在楔接合部之接合強度不足，產生接合導線自電極剝落之不良之情況。於尾端之變形量較大之情形時，存在進行楔接合時接合導線於尾端部之附近斷裂，接合裝置停止之情況。根據以上內容，於使用單相銅導線之情形時，為了充分地確保楔接合部之接合強度，穩定地進行接合，需求將尾端之變形量控制於適當範圍之技術。

#### 【0012】

將於球接合之後形成迴路時之球正上方之彎曲部稱為頸部。頸部較

其他迴路部而受到較大之彎曲變形，故而存在其一部分損傷之問題。頸部相當於在球形成時受到電弧熱輸入之影響之部分(以下稱為熱影響部)。熱影響部由於晶粒因熱輸入而粗大化，故而強度較其他迴路部分低，容易受到損傷。因此，對於單相銅導線，需求抑制熱影響部之強度降低而減少頸部之損傷之技術。

### 【0013】

隨著半導體器件之長壽命化，要求改善長期使用壽命。作為評價長期使用壽命之方法，一般而言進行高溫放置試驗、高溫高濕試驗、熱循環試驗等。於單相銅導線之情形時，存在如下問題：於溫度130℃、相對濕度85%之高溫高濕試驗中，於相對較短之時間內於球接合部附近產生剝離，接合強度降低。因此，需要改善高溫高濕試驗中之球接合部壽命，具體而言，需要以400小時以上之條件滿足動作性能。於使用單相銅導線之情形時，與純Al電極進行球接合，利用市售之密封樹脂進行鑄模，以溫度為130℃、相對濕度為85%之條件實施高溫高濕試驗，結果球接合部之接合強度於300小時明顯降低。對可見接合強度降低之球接合部之剖面進行研磨，並藉由掃描式電子顯微鏡進行觀察，結果於球接合部之接合界面形成有以Al及銅為主體之複數個金屬間化合物，且於其附近產生了剝離。因此，對於單相銅導線，需求抑制高溫高濕環境中之球接合部之剝離而改善球接合部壽命之技術。

### 【0014】

隨著電子機器之高性能化或高功能化，正推進半導體安裝之高密度化。由於安裝之高密度化，正推進電極間之窄間距化，故而需求較高之迴路直進性。另一方面，所使用之接合導線之線徑變細，其強度存在降低傾

向。於使用較細之單相銅導線之情形時，存在如下問題：於接合後之樹脂密封步驟中流入樹脂時，接合導線之迴路部分彎曲而失去直進性。因此，對於單相銅導線，為了於樹脂密封後亦維持較高之迴路直進性，需求抑制迴路部分之變形之技術。

### 【0015】

本發明之目的在於提供一種可抑制毛細管磨耗之半導體裝置用銅合金接合導線。

[解決問題之技術手段]

### 【0016】

本發明之半導體裝置用銅合金接合導線之特徵在於：導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為40%以上且90%以下。

[發明之效果]

### 【0017】

本發明之半導體裝置用銅合金接合導線係導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計設為40%以上且90%以下，由此即便於使用較細線徑之單相銅導線之情形時，亦可減少毛細管磨耗。

### 【圖式簡單說明】

### 【0018】

圖1係供說明測定區域之立體圖。

**【實施方式】****【0019】**

本實施形態之接合導線之特徵在於：其係半導體裝置用銅合金接合導線，且導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為40%以上且90%以下。

**【0020】**

(導線表面之結晶方位之確定方法)

對本說明書中之接合導線表面之結晶方位之測定方法進行說明。於本說明書中，所謂導線表面之結晶方位，定義為存在於導線表面之銅及以銅為主體之合金部分之結晶方位。於導線表面之結晶方位之測定時，可利用掃描式電子顯微鏡(SEM：Scanning Electron Microscope)所配備之背向散射電子繞射(EBSD：Electron Backscattered Diffraction)法。EBSD法係將對試樣照射電子束時產生之反射電子之繞射圖案投影至檢測器面上，並對繞射圖案進行解析，藉此確定各測定點之結晶方位的方法。於藉由EBSD法所獲得之資料之解析時，較佳為專用軟體(TSL Solutions製造之OIM analysis等)。本實施形態中，將接合導線固定於試樣台，自一方向對導線表面照射電子束，取得結晶方位之資料。藉由使用該方法，可確定導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向之結晶方位、及相對於導線中心軸方向之結晶方位。使用藉由上述方法所確定之結晶方位資料，算出特定之結晶方位之存在比率。

**【0021】**

作為例子，對接合導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心

軸之1個平面垂直之方向，算出 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位與 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計的方法進行說明。 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位與 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計係設為相對於EBSD之測定區域之面積，將藉由上述方法所確定之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位與 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位所占之面積的比率合計所得之值。

#### 【0022】

於本說明書中，所謂 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位、 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位，如圖1所示，定義為各導線表面中， $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位中，相對於與包含導線中心軸X之一平面P垂直之方向Y而角度差為15度以下者。其原因在於，若上述方位差為15度以下，則可獲得接合導線之特性改善效果。關於接合導線之導線表面之結晶方位中，相對於導線中心軸X方向而角度差為15度以下之 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率，亦可使用相同之方法算出。

#### 【0023】

於本說明書中，對於特定之結晶方位之存在比率之值，使用平均面積率。平均面積率係設為藉由EBSD測定至少10處以上所獲得之存在比率之各值之算術平均。於測定部位之選擇時，較佳為確保測定資料之客觀性。作為其方法，較佳為自測定對象之接合導線，相對於接合導線之導線中心軸X方向以3~5 m間隔取得測定用之試樣並供測定。測定區域A較佳為於SEM之圖像上，圓周方向之長度W為導線之直徑之25%以下，且導線中心軸X方向之長度L為40  $\mu\text{m}$ ~100  $\mu\text{m}$ 。

#### 【0024】

關於藉由上述方法進行EBSD測定所得之結晶方位及其上述面積率，

確認到與作為本發明之作用效果之毛細管磨耗之減少效果關聯較強。導線表面為曲面，隨著自導線之頂點(相對於固定於試樣台之導線之圓周方向而最高之位置)朝向圓周方向，產生自與導線表面垂直之方位的偏移，但可謂藉由上述方法所得之測定資料與表現出毛細管磨耗之減少效果之實際狀態一致。其原因在於，若測定區域A之長度W為導線之直徑之至少25%以下，則於具有曲面之導線表面之EBSD之測定區域內，可容許相對於圓周方向的與導線表面垂直之方位之偏移，可獲得毛細管磨耗之減少效果。相對於導線中心軸X方向而對測定區域A設置下限之原因在於，判斷出若長度L為40  $\mu\text{m}$ 以上，則測定資料充分地反映試樣之特性。相對於導線中心軸X方向而對測定區域A設置上限之原因在於，若長度L為100  $\mu\text{m}$ 以下，則可有效率地進行解析。

#### 【0025】

有於接合導線之表面存在銅氧化膜或雜質之情況。作為雜質，可列舉有機物、硫、氮或其化合物等。於存在該等之情形時，亦於其厚度較薄之情形或存在量較少之情形時，藉由使EBSD法之測定條件適當化，而可測定接合導線表面之結晶方位。於接合導線表面之銅氧化膜較厚之情形或雜質之附著量較多之情形時，存在無法測定銅及銅合金部分之結晶方位之情況。於此情形時，有效的是於進行EBSD測定之前，藉由鹼脫脂或酸洗、離子濺鍍等對接合導線之表面進行處理。

#### 【0026】

(毛細管磨耗之減少效果)

發明者等人對使用單相銅導線時之毛細管磨耗之產生原因進行了調查，結果發現與導線表面之結晶方位可確認關聯。即，導線表面之結晶方

位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計、與毛細管磨耗之間存在關聯，藉由將上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計控制於適當之範圍，可獲得減少毛細管磨耗之效果。

**【0027】** 具體而言，於導線表面之結晶方位中，將相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計設為40%以上且90%以下，藉此可獲得減少毛細管磨耗之效果。實際上，於使用本實施形態之接合導線進行3000根之接合之後，利用光學顯微鏡對毛細管前端之孔進行觀察，結果確認到毛細管之孔維持圓形，並未磨耗。進而，藉由SEM對毛細管之前端詳細地觀察，結果幾乎未附著作為導線之材料之銅合金。由此，可認為本實施形態之接合導線表現出減少毛細管磨耗之效果之原因在於，藉由將導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計提高，導線與毛細管間產生之摩擦減少。

#### **【0028】**

於上述存在比率之合計以平均面積率計未達40%之情形時，上述效果不充分，未確認到減少毛細管磨耗之效果。於上述存在比率之合計以平均面積率計超過90%之情形時，可知於球形成步驟中異形球之發生率增加，故而不適於實用。作為其原因，可認為於藉由電弧放電使接合導線之前端熔融而形成球時，電弧擴展，接合導線開始熔融之位置變得不穩定等。

#### **【0029】**

導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為50%以上且85%以下之情形時，可獲得減少毛細管磨耗之優異效果，故而較佳。

### 【0030】

(減少楔接合部之尾端形狀之不均之效果)

本實施形態之接合導線進而較理想為，導線表面之結晶方位中，相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率以平均面積率計為30%以上且100%以下。發明者等人對影響楔接合部之尾端形狀之因素進行了調查，結果發現與導線表面之結晶方位存在關聯，藉由提高上述 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率，可獲得減少楔接合部之尾端形狀之不均之效果。可認為其原因在於以下效果協同作用：藉由提高上述 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率，而減少相對於導線中心軸方向之變形阻力之不均的效果；與藉由對導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率進行控制，而減少毛細管磨耗的效果。於上述 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率未達30%之情形時，減少相對於導線中心軸方向之變形阻力之不均的效果不充分，減少尾端形狀之不均的效果不充分。

### 【0031】

(降低頸部之導線損傷)

本實施形態之接合導線進而較理想為，與導線中心軸平行之方向之剖面中之結晶方位中，相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為25%以

上且100%以下。發明者等人對影響頸部之導線損傷之因素進行了調查，結果發現與和導線中心軸平行之方向之剖面中之結晶方位存在關聯，藉由提高上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計，可獲得降低頸部之導線損傷之效果。可認為其原因在於以下效果協同作用：藉由提高上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計，而提高對形成頸部時之熱影響部之彎曲變形之變形阻力的效果；與藉由對導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率進行控制，而減少毛細管磨耗的效果。於上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計未達25%之情形時，提高對形成頸部時之彎曲變形之變形阻力的效果不充分，降低頸部之導線損傷的效果不充分。

### 【0032】

(高溫高濕試驗中之球接合部壽命之改善效果)

本實施形態之接合導線進而較理想為包含總計為0.01質量%以上且1.5質量%以下之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上，且其餘部分為銅及不可避免之雜質。發明者等人對影響溫度130℃、相對濕度85%之高溫高濕試驗中之球接合部壽命之因素進行了調查，結果發現依存於接合導線所包含之合金元素之種類及濃度，藉由包含總計為0.01質量%以上且1.5質量%以下之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上，可獲得於高溫高濕試驗中改善球接合部壽命之效果。藉由研磨使球接合部之剖面露出，並使用掃描型電子顯微鏡進行觀察，結果金屬間化合物之生長得到抑制。由此可想到，藉由以適當之濃度包含Ni、Pd、Pt、Au之1種以上，於球接合部之接合界面所形成之金屬

間化合物之生長得到抑制，結果高溫高濕試驗中之球接合部壽命得到改善。於接合導線所包含之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上之濃度總計未達0.01質量%之情形時，抑制金屬間化合物之生長之效果不充分，改善高溫高濕試驗中之球接合部壽命之效果不充分。於包含總計多於1.5質量%之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上之情形時，球之硬度上升，金屬間化合物之生長變得不均一，高溫高濕試驗中之球接合部壽命之改善效果不充分。

### 【0033】

於本實施形態之接合導線包含Pt或Pd之情形時，抑制於球接合部之導線與電極之界面所形成之金屬間化合物之生長的效果特別高，可獲得高溫高濕試驗中之球接合部壽命之優異的改善效果，故而較佳。

### 【0034】

(毛細管磨耗之進一步減少效果)

本實施形態之接合導線藉由進而包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，亦可獲得進一步減少毛細管磨耗之效果。可認為其原因在於以下效果協同作用：藉由將導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計設為40%以上且90%以下，而減少毛細管磨耗的效果；與藉由上述元素之一部分向導線表面偏析，而降低導線與毛細管之接觸界面之摩擦阻力的效果。

### 【0035】

(楔接合部之尾端形狀不均之進一步減少效果)

本實施形態之接合導線藉由進而包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，亦可獲得進一步減少楔接

合部之尾端形狀之不均之效果。可認為其原因在於以下效果協同作用：藉由將導線表面之結晶方位中，相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率以平均面積率計設為30%以上且100%以下，而降低相對於導線中心軸方向之變形阻力之不均的效果；與上述元素之一部分提高接合導線之強度，從而減少導線變形量之不均的效果。

### 【0036】

(迴路直進性之改善效果)

本實施形態之接合導線藉由進而包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，可獲得改善將接合導線接合並進行樹脂密封之後之迴路直進性的效果。可認為原因在於以下效果協同作用：藉由包含總計為0.001質量%以上之上述元素之1種以上，而提高對樹脂密封時之樹脂流動之變形阻力的效果；與藉由對導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率進行控制，而減少毛細管磨耗，使接合導線自毛細管穩定地送出的效果。於接合導線所包含之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上之濃度總計未達0.001質量%之情形時，改善樹脂密封後之迴路直進性的效果不充分。於包含總計多於0.75質量%之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上之情形時，導線強度過度增加，由此難以形成目標之迴路形狀，因此迴路直進性之改善效果不充分。

### 【0037】

於本實施形態之接合導線包含Ag之情形時，可獲得優異之迴路直進性之改善效果，故而較佳。

### 【0038】

(接合導線之製造方法)

對本實施形態之半導體裝置用接合導線之製造方法進行說明。

#### 【0039】

(熔解方法)

首先，使用銅之純度為4N~6N(銅濃度：99.99質量%以上且99.9999質量%以下)之高純度銅，藉由熔解而製作以必要濃度含有添加元素之銅合金。於熔解時，可利用電弧熔解爐、高頻熔解爐等。為了防止來自大氣中之O<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>等氣體之混入，較佳為於真空氛圍或Ar或N<sub>2</sub>等惰性氣體氛圍中進行熔解。熔解後，於爐內進行緩冷而製作鑄錠(鑄塊)。藉由熔解所製造之鑄錠較佳為對表面進行酸洗淨、醇洗淨，其後加以乾燥。

#### 【0040】

(合金化)

於對銅添加合金元素進行合金化之情形時，可使用：將銅與高純度之添加成分直接熔解進行合金化之方法；及預先製作於銅中含有3~5質量%左右之添加元素之母合金，並將銅與母合金熔解進行合金化之方法等。利用母合金之方法於使元素分佈以低濃度均一化之情形時有效。於接合導線中包含之元素之濃度分析時，可利用ICP(inductively coupled plasma，感應耦合電漿)發射光譜分析裝置等。於接合導線之表面吸附有氧、碳、硫等元素之情形時，可於進行濃度分析之前自接合導線之表面利用噴濺等刮去1~2 nm之區域之後進行濃度分析。作為其他方法，亦有效的是使用酸洗之方法。

#### 【0041】

(拉線加工、熱處理之說明)

所製造之銅合金之鑄錠較佳為首先藉由壓延或鍛造加工而加工為粗徑，繼而藉由拉拔加工而較細地加工至最終線徑。於拉拔加工時，可使用可設置複數個經金剛石塗覆之模具之連續拉線裝置。連續拉線時，較佳為以模具之磨耗及導線之表面瑕疵之降低為目的而使用潤滑液。達到最終線徑之前階段之中間線徑時，較佳為於拉拔加工之中途階段以去除應變為主要目的而進行中間熱處理。於最終線徑時，進行用以使接合導線再結晶而調整斷裂伸長率之最終熱處理。中間熱處理及最終熱處理有效的是使用一面將導線連續掃掠一面進行之方法。再者，為了儘可能抑制熱處理時之接合導線表面之氧化，較佳為一面使Ar氣體或N<sub>2</sub>氣體回流一面進行。為了進一步防止氧化，亦有效的是包含幾%之H<sub>2</sub>。

#### 【0042】

(導線表面之結晶方位之控制方法)

關於導線表面之結晶方位，有效的是對導線之拉拔加工條件或最終熱處理條件進行控制。以下示出其代表性之控制方法。示出於將導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計控制於40%以上且90%以下的方法之一例。若進行拉拔加工，則導線表面之結晶方位存在如下傾向：相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向， $\langle 110 \rangle$ 結晶方位之存在比率增加。另一方面，若於進行拉拔加工之後進行熱處理，則引起再結晶，存在上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位減少而上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位增加之傾向。為了控制導線表面之結晶方位，有效的是藉由拉拔加工使上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位發達後，藉由最終熱處理進行再結晶，藉此控制上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存

在比率。

#### 【0043】

首先，對拉拔加工之適當條件進行說明。於拉拔加工中，為了使導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率發達，有效的是使拉拔加工之加工率增加。利用下式而定義拉拔加工之加工率。

#### 【0044】

$$P = \{(R_1^2 - R_2^2) / R_1^2\} \times 100$$

P：拉拔加工之加工率

$R_1$ ：拉拔加工前之導線之直徑(mm)； $R_2$ ：最終製品之導線之直徑(mm)

#### 【0045】

為了製造本實施形態之接合導線，有效的是將拉拔加工之加工率設為92%以上且未達100%之範圍。其原因在於，若拉拔加工之加工率為92%以上，則可使剛拉拔加工後之上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率增加。又，只要於適當之溫度範圍內進行其後之最終熱處理，則可使上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位進一步增加，從而可最終將上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計控制於40%以上。於在達到最終製品之導線線徑之前進行中間熱處理之情形時，將進行了中間熱處理之線徑用作拉拔加工前之導線之直徑( $R_1$ )。

#### 【0046】

繼而，對最終熱處理之適當條件進行說明。對上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位

及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計之值造成影響的最終熱處理之條件主要為熱處理溫度、熱處理時間及降溫製程。

#### 【0047】

最終熱處理之溫度及熱處理時間有效的是分別設為 $350^{\circ}\text{C}$ 以上且 $670^{\circ}\text{C}$ 以下、 $0.05$ 秒以上且 $1.6$ 秒以下。若為該熱處理溫度及熱處理時間之範圍內，則可殘留藉由拉拔加工而發達之上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位，並且藉由再結晶使上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位增加。最終熱處理之溫度之下限為 $350^{\circ}\text{C}$ 、熱處理時間之下限為 $0.05$ 秒之原因在於，於未達該等下限之條件下，雖引起再結晶，但無法充分地獲得接合導線所要求之強度或伸長特性等機械特性。最終熱處理之溫度之上限為 $670^{\circ}\text{C}$ 、熱處理時間之上限為 $1.6$ 秒之原因在於，於超過該等上限之條件下，上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位以外之結晶方位發達，導致上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計未達 $40\%$ 。

#### 【0048】

對最終熱處理後之降溫製程進行說明。最終熱處理後之導線有效的是於 $300^{\circ}\text{C}$ 以上且未達 $350^{\circ}\text{C}$ 之溫度範圍內保持 $0.03$ 秒以上且未達 $1.0$ 秒後，冷卻至室溫。其原因在於，藉由於降溫中保持於上述溫度範圍，可殘留上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位，並且使具有 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之晶粒優先生長。於降溫製程之溫度、保持時間未達 $300^{\circ}\text{C}$ 且未達 $0.03$ 秒之情形時，無法獲得殘留上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位並且使具有 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之晶粒優先生長之效果。其原因在於，若降溫製程之溫度、保持時間成為 $350^{\circ}\text{C}$ 以上且 $1.0$ 秒以上，則引起再結晶等，由此存在上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位降低導致上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計未達 $40\%$ 之可能

性。關於該降溫製程，例如於假定對導線連續地進行掃掠之構造之情形時，有效的是設為於對導線進行熱處理後，設置使惰性氣體循環之位置並使導線通過該位置之機構。可藉由此種最終熱處理而將上述〈110〉結晶方位及〈111〉結晶方位之存在比率之合計控制於40%以上且90%以下之範圍。

#### 【0049】

(導線表面之相對於導線中心軸方向之結晶方位之控制方法)

對將導線表面之結晶方位中，相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之〈100〉結晶方位之存在比率以平均面積率計控制於30%以上且100%以下的方法進行說明。為了控制上述〈100〉結晶方位，有效的是對拉拔加工時之導線之進給速度及拉拔加工之加工率進行控制。藉由使導線之進給速度變化，可控制有助於導線表面之導線中心軸方向之結晶方位之發達的於模具與導線之界面產生之摩擦力。存在越提高拉拔加工之加工率，則〈100〉結晶方位越增加之傾向。為了控制上述〈100〉結晶方位，有效的是導線之進給速度設為500 m/min以上且700 m/min以下。有效的是拉拔加工之加工率設為95%以上。若為上述條件，則可將上述〈100〉結晶方位以平均面積率計控制於30%以上且100%以下。若導線之進給速度未達500 m/min、拉拔加工之加工率之下限未達95%，則上述〈100〉結晶方位之存在比率未達30%。若導線之進給速度超過700 m/min，則模具之磨耗變大，生產性之降低成問題。

#### 【0050】

(與導線中心軸平行之方向之剖面中之結晶方位之控制方法)

關於將與導線中心軸平行之方向之剖面中之結晶方位中，相對於導

線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計控制於25%以上且100%以下的方法，示出代表性之控制方法。為了控制上述 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位，有效的是對拉拔加工所使用之每1個模具之縮減率進行控制。具體而言，有效的是每1個模具之加工率設為18%以上。此處，每1個模具之加工率係設為因拉拔加工而減少之導線之剖面面積相對於拉拔加工前之導線之剖面面積之比率。其原因在於，藉由將每1個模具之加工率設為18%以上，不僅於導線表面，而且於導線內部亦產生因拉拔加工而引起之結晶之旋轉或滑移變形。

[實施例]

#### 【0051】

(接合導線之製作方法)

對接合導線之製作方法進行說明。使用成為原材料之銅為純度為99.99質量%以上且其餘部分包含不可避免之雜質者。於接合導線包含Ni、Pd、Pt、Au、P、In、Ga、Ge、Ag作為添加元素之情形時，藉由高頻熔解爐使銅及該等元素熔解，進行合金化。於不可避免之雜質以外之添加元素之合計之目標濃度未達0.5質量%之情形時，使用以高濃度包含添加元素之銅合金，製造目標濃度之合金。

#### 【0052】

關於熔解時之氣體氛圍，為了儘量防止氧等雜質之混入而設為Ar氣體氛圍。藉由熔解所製造之鑄錠之形狀係直徑為幾mm之圓柱狀。針對所獲得之鑄錠，為了去除表面之氧化膜而進行利用硫酸、鹽酸等之酸洗淨。其後，對鑄錠進行壓延加工及鍛造加工，製作 $\phi 0.3 \sim 0.5$  mm之導線。其

後，進行中間熱處理，進而藉由拉拔加工而進行加工至  $\phi 20 \mu\text{m}$ 。拉拔加工時之導線之進給速度設為  $500 \text{ m/min}$  以上且  $700 \text{ m/min}$  以下。潤滑液係使用市售者。此時，每1個模具之加工率設為  $19\%$  以上且  $25\%$  以下。拉拔加工之加工率設為  $92\%$  以上且  $99.5\%$  以下。中間熱處理及最終熱處理係於  $350$  以上且  $670^\circ\text{C}$  以下之溫度下一面將導線以  $20 \sim 700 \text{ m/min}$  之進給速度連續掃掠一面進行。關於熱處理時之氣體氛圍，設為  $\text{N}_2$  氣體氛圍或者  $\text{Ar}$  氣體氛圍以防止氧化。所製作之接合導線之構成如表1所示。

### 【0053】

(評價方法)

本實施形態之接合導線所包含之各添加元素之濃度係使用ICP發射光譜分析裝置進行分析。本評價所使用之接合導線之線徑設為  $\phi 20 \mu\text{m}$ 。

### 【0054】

本實施形態之接合導線之導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而言角度差為  $15$  度以下之  $\langle 110 \rangle$  結晶方位及  $\langle 111 \rangle$  結晶方位之存在比率之合計之值係根據藉由EBSD法所測得之資料而算出。上述存在比率係設為以  $3 \text{ m}$  間隔對導線測定  $10$  處所得之測定值之算術平均。上述測定區域係設為於進行EBSD之測定之畫面上，圓周方向為  $5 \mu\text{m}$  (導線直徑之  $25\%$ )、導線中心軸方向為  $40 \mu\text{m}$  之直線所包圍之區域。進而，上述測定區域係設為包含相對於固定於試樣台之樣品之圓周方向而最高之位置的區域。

### 【0055】

本實施形態之接合導線之導線表面之結晶方位中，相對於導線中心軸方向而角度差為  $15$  度以下之  $\langle 100 \rangle$  結晶方位之存在比率係根據藉由

EBSD法所測得之資料而算出。上述存在比率係設為以3 m間隔對導線測定10處所得之測定值之平均值。測定區域係設為於進行EBSD之測定之畫面上，圓周方向為5 μm(導線直徑之25%)、導線中心軸方向為40 μm之直線所包圍之區域。進而，上述測定區域係設為包含相對於固定於試樣台之樣品之圓周方向而最高之位置的區域。

### 【0056】

本實施形態之與導線中心軸平行之方向之剖面之接合導線的相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計，係對導線剖面利用Ar離子束進行研磨而使其露出之後，藉由EBSD進行測定。相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計係設為以3 m間隔對導線測定10處所得之測定值之算術平均。關於測定區域，導線中心軸方向係設為80 μm，直徑方向係設為20 μm。此時，直徑方向係以全部包含導線之兩端之方式設定測定區域。

### 【0057】

(毛細管磨耗之評價方法)

毛細管磨耗之評價係根據直至產生毛細管磨耗所需要之接合導線之接合試行次數進行判定。毛細管及接合裝置係使用通用品。毛細管磨耗之產生有無之判定係利用光學顯微鏡觀察毛細管之前端之孔，若保持正圓性則判斷為無問題，若真圓性受損則判斷為磨耗。上述毛細管之觀察係對接合試行次數每500根實施。於接合試行次數未達3000根而產生了毛細管磨耗之情形時，判斷為實用上存在問題且計為0分。於接合試行次數為3000根以上且未達5000根而產生了毛細管磨耗之情形時，判斷為實用上不存

在問題且計為1分。於接合試行次數為5000根以上且未達7000根而產生了毛細管磨耗之情形時，判斷為良好且計為2分。若接合試行次數為7000根以上而未產生毛細管磨耗，則判斷為優異且計為3分。評價結果表記於表2之「毛細管磨耗」之欄。僅0分為不合格，除此以外為合格。

### 【0058】

(楔接合部之尾端形狀不均之評價方法)

楔接合部之尾端形狀之不均可藉由楔接合之連續接合性評價進行評價。其原因在於，若尾端形狀之不均較大，則因接合強度不足而接合導線自楔接合部剝離，或接合導線於楔接合部附近斷裂，故而接合裝置停止。於楔接合之連續接合性之評價時，使用窗口評價。窗口評價係使進行楔接合時之超音波及荷重之參數變化，根據可連續接合固定次數之接合條件之寬泛度判定連續接合性之方法。毛細管係使用通用品。接合裝置係使用Kulicke & Soffa公司製造之IConn。接合對象之電極係使用對引線框架實施有Ag鍍覆之電極。接合時之載置台溫度設為175℃。使超音波之振盪輸出之參數於20～80、使荷重之參數於20～80之範圍內分別各變化10，對合計49個條件試行接合。若49個條件中可連續接合200根以上之條件未達40個條件，則判斷為實用上存在問題且計為0分。若上述條件為40個條件以上且未達43個條件，則判斷為實用上不存在問題且計為1分。若上述條件為43個條件以上且未達45個條件，則判斷為良好且計為2分。若上述條件為45個條件以上，則判斷為優異且計為3分。評價結果表記於表2之「楔接合之窗口評價」之欄。0分為不合格，除此以外為合格。

### 【0059】

(頸部之導線損傷之評價方法)

頸部之導線損傷之評價係使用通用之接合裝置進行接合後對頸部分進行觀察，評價是否產生損傷。迴路長度設為2.5 mm，迴路高度設為0.2 mm，迴路形狀設為梯形。對所接合之200根接合導線之頸部分利用電子顯微鏡進行觀察，若產生損傷之部位為2處以上，則判斷為不良且計為0分。若產生損傷之部位為1處，則判斷為實用上不存在問題且計為1分，若完全未產生不良，則判斷為優異且計為2分。評價結果表記於表2之「頸部之導線損傷」之欄。0分為不合格，除此以外為合格。

### 【0060】

(高溫高濕試驗中之球接合部壽命之評價方法)

高溫高濕試驗用之樣品係對於在普通之金屬框架上之Si基板上成膜有厚度1.0  $\mu\text{m}$ 之Al膜的電極，使用通用之接合裝置進行球接合，並藉由市售之環氧樹脂進行密封而製作。球係一面使 $\text{N}_2 + 5 \text{ vol.}\% \text{H}_2$ 氣體以流量0.4~0.6 L/min流動一面形成，球徑係相對於導線線徑而設為1.5~1.6倍之範圍。高溫高濕試驗之試驗溫度設為130 $^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度設為85%。高溫高濕試驗中之球接合部之壽命係設為球接合部之接合強度降低至試驗開始前之50%以下所需要之時間。本評價中，每隔100小時測定球接合部之接合強度。球接合部之接合強度係使用利用DAGE公司製造之微小強度試驗機所測得之值。高溫高濕試驗後之剪切試驗係藉由酸處理將樹脂去除，使球接合部露出之後進行。剪切強度之值係使用隨機選擇之球接合部之10處之測定值之平均值。於上述評價中，若球接合部之壽命未達400小時，則判斷為實用上存在問題且表記為0分，若為400小時以上且未達600小時，則判斷為實用上不存在問題且表記為1分，若為600小時以上，則判斷為優異且表記為2分，若為1000小時以上，則判斷為特別優異且表記為3分。評

價結果表記於表2之「高溫高濕試驗中之球接合部壽命」之欄。僅0分為不合格，除此以外為合格。

### 【0061】

(迴路直進性之評價方法)

迴路直進性之評價係使用通用之接合裝置進行接合後，利用樹脂進行密封並觀察迴路部分，評價迴路是否彎曲。迴路長度設為2.5 mm，迴路高度設為0.2 mm。藉由軟X射線裝置對200根接合導線之迴路部分進行觀察，若距以直線連結球接合部與導線接合部之位置最遠之位置為20  $\mu\text{m}$ 以上，則視為不良。若不良之根數為3處以上，則判斷為不良且計為0分。若不良之根數為2處，則判斷為實用上不存在問題且計為1分，若不良之根數為1處，則判斷為優異且計為1分，若完全未產生不良，則判斷為特別優異且計為2分。評價結果表記於表2之「迴路直進性」之欄。0分為不合格，除此以外為合格。

### 【0062】

(評價結果之說明)

實施例No.1~72係半導體裝置用銅合金接合導線，且導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為40%以上且90%以下，故而關於毛細管磨耗之評價，實用上均不存在問題。實施例No.3~72中，上述 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為50%以上且85%以下，故而關於毛細管磨耗之評價，獲得了良好之評價結果。

### 【0063】

實施例No.5～72係半導體裝置用銅合金接合導線，且導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率以平均面積率計為30%以上且100%以下，故而關於楔接合之窗口評價，均獲得了良好之評價結果。

#### 【0064】

實施例No.7～72係半導體裝置用銅合金接合導線，且與導線中心軸平行之方向之剖面中之結晶方位中，相對於導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 111 \rangle$ 與 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為25%以上且100%以下，故而關於頸部之導線損傷，獲得了優異之評價結果。

#### 【0065】

實施例No.9～22包含總計為0.01質量%以上且1.5質量%以下之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上，故而關於高溫高濕試驗中之球接合部壽命，獲得了優異之評價結果。實施例No.10、11、13、14、16、17、19～22包含Pd、Pt，故而獲得了特別優異之評價結果。

#### 【0066】

實施例No.59～72包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，故而關於迴路直進性、毛細管磨耗、頸部之導線損傷，獲得了優異之評價結果。實施例No.63、68～72包含Ag，故而關於迴路直進性，表現出特別優異之效果。

#### 【0067】

實施例No.23～58包含總計為0.01質量%以上且1.5質量%以下之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上，且進而包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%

以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，故而關於高溫高濕試驗中之球接合部壽命、毛細管磨耗、楔接合部之尾端形狀之不均、迴路直進性，獲得了優異之評價結果。實施例No.27、32～40、45、50～58包含Ag，故而關於迴路直進性，表現出特別優異之效果。實施例No.23～58包含Pd、Pt，故而關於高溫高濕試驗中之球接合部壽命，獲得了特別優異之評價結果。

【0068】

[表1]

No.	導線 線徑 ( $\mu\text{m}$ )	與包含導線中心軸 之平面垂直之方向 <110>+<111>結 晶方位之存在比率 (%)	導線中心軸方向		添加元素										
			<100>結 晶方位之存 在比率(%)	<111>+<100 >結晶方位之存 在比率(%)	Ni	Pd	Pt	Au	合計	P	In	Ga	Ge	Ag	合計
1	20	40	13	20	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
2	20	90	11	21	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
3	20	50	22	20	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
4	20	85	22	21	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
5	20	51	30	20	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
6	20	55	100	23	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
7	20	58	35	25	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
8	20	56	54	100	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
9	20	64	65	45	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0
10	20	67	60	42	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0
11	20	64	65	40	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	0
12	20	65	64	44	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	0
13	20	77	35	48	-	0.26	-	-	0.26	-	-	-	-	-	0
14	20	74	48	44	-	-	0.5	-	0.50	-	-	-	-	-	0
15	20	80	84	67	1.50	-	-	-	1.50	-	-	-	-	-	0
16	20	74	75	44	-	1.50	-	-	1.50	-	-	-	-	-	0
17	20	68	61	28	-	-	1.50	-	1.50	-	-	-	-	-	0
18	20	82	75	51	-	-	-	1.50	1.50	-	-	-	-	-	0
19	20	74	90	49	-	0.005	0.005	-	0.01	-	-	-	-	-	0
20	20	59	91	87	-	-	0.005	0.005	0.01	-	-	-	-	-	0
21	20	62	59	79	-	0.004	1.4	-	1.40	-	-	-	-	-	0
22	20	73	61	88	-	-	0.75	0.700	1.45	-	-	-	-	-	0
23	20	69	45	69	-	0.5	-	-	0.5	0.001	-	-	-	-	0.001
24	20	80	60	79	-	0.5	-	-	0.5	-	0.001	-	-	-	0.001
25	20	81	65	68	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.001	-	-	0.001
26	20	79	55	78	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-	0.001	-	0.001
27	20	78	90	71	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.75	-	0.001	0.001
28	20	72	76	76	-	0.5	-	-	0.5	0.75	-	-	-	-	0.75
29	20	63	45	92	-	0.5	-	-	0.5	-	0.75	-	-	-	0.75
30	20	67	40	86	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.75	-	-	0.75
31	20	69	41	98	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-	0.75	-	0.75
32	20	80	41	71	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-	-	0.75	0.75
33	20	72	56	65	-	0.5	-	-	0.5	0.0005	-	-	-	0.0005	0.001
34	20	75	64	50	-	0.5	-	-	0.5	-	0.0005	-	-	0.0005	0.001
35	20	72	75	63	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.0005	-	0.0005	0.001
36	20	77	77	59	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-	0.0005	0.0005	0.001
37	20	81	84	86	-	0.5	-	-	0.5	0.25	-	-	-	0.50	0.75
38	20	82	90	76	-	0.5	-	-	0.5	-	0.25	-	-	0.50	0.75
39	20	69	40	84	-	0.5	-	-	0.5	-	-	0.25	-	0.50	0.75
40	20	79	46	52	-	0.5	-	-	0.5	-	-	-	0.25	0.50	0.75
41	20	69	55	56	-	-	0.5	-	0.5	0.001	-	-	-	-	0.001
42	20	80	68	92	-	-	0.5	-	0.5	-	0.001	-	-	-	0.001
43	20	82	69	86	-	-	0.5	-	0.5	-	-	0.001	-	-	0.001
44	20	81	70	76	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	0.001	-	0.001
45	20	69	77	84	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	0.001	0.001
46	20	57	84	73	-	-	0.5	-	0.5	0.75	-	-	-	-	0.75
47	20	76	81	65	-	-	0.5	-	0.5	-	0.75	-	-	-	0.75
48	20	72	36	69	-	-	0.5	-	0.5	-	-	0.75	-	-	0.75
49	20	79	49	86	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	0.75	-	0.75
50	20	81	40	88	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	-	0.75	0.75
51	20	80	59	78	-	-	0.5	-	0.5	0.0005	-	-	-	0.0005	0.001
52	20	68	40	84	-	-	0.5	-	0.5	-	0.0005	-	-	0.0005	0.001
53	20	74	67	63	-	-	0.5	-	0.5	-	-	0.0005	-	0.0005	0.001
54	20	75	78	59	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	0.0005	0.0005	0.001
55	20	76	77	30	-	-	0.5	-	0.5	0.25	-	-	-	0.50	0.75
56	20	73	90	68	-	-	0.5	-	0.5	-	0.25	-	-	0.50	0.75
57	20	75	67	39	-	-	0.5	-	0.5	-	-	0.25	-	0.50	0.75
58	20	77	81	88	-	-	0.5	-	0.5	-	-	-	0.25	0.50	0.75
59	20	69	75	77	-	-	-	-	0	0.001	-	-	-	-	0.001
60	20	70	70	78	-	-	-	-	0	-	0.001	-	-	-	0.001
61	20	81	69	83	-	-	-	-	0	-	-	0.001	-	-	0.001
62	20	74	77	71	-	-	-	-	0	-	-	-	0.001	-	0.001
63	20	75	74	68	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.001	0.001
64	20	79	80	72	-	-	-	-	0	0.75	-	-	-	-	0.75
65	20	82	85	71	-	-	-	-	0	-	0.75	-	-	-	0.75
66	20	69	90	68	-	-	-	-	0	-	-	0.75	-	-	0.75
67	20	64	87	71	-	-	-	-	0	-	-	-	0.75	-	0.75
68	20	65	81	77	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0.75	0.75
69	20	75	75	68	-	-	-	-	0	0.0005	-	-	-	0.0005	0.001
70	20	64	76	69	-	-	-	-	0	-	0.0005	-	-	0.0005	0.001
71	20	79	70	85	-	-	-	-	0	-	-	0.0005	-	0.0005	0.001
72	20	75	41	77	-	-	-	-	0	-	-	-	0.0005	0.0005	0.001
比較例	1	20	39	15	20	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
比較例	2	20	91	19	21	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0

【0069】

[表2]

No.	評價結果				
	毛細管磨耗 (未達3000根：0分； 3000根以上且未達5000根：1分； 5000根以上且未達7000根：2分； 7000根以上：3分)	楔接合之窗口評價 (未達40條件：0分； 40條件以上且未達43條件：1分； 43條件以上且未達45條件：2分； 45條件以上：3分)	頸部之導線損傷 (2處以上不良：0分； 1處不良：1分；無不良：2分)	高溫高濕試驗中之球接合部壽命 (未達400小時：0分； 400小時以上且未達600小時：1分； 600小時以上：2分； 1000小時以上：3分)	迴路直進性 (3處以上不良：0分；2處不良：1分； 1處不良：2分； 無不良：3分)
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	2	1	1	1	1
4	2	1	1	1	1
5	2	2	1	1	1
6	2	2	1	1	1
7	2	2	2	1	1
8	2	2	2	1	1
9	2	2	2	2	1
10	2	2	2	3	1
11	2	2	2	3	1
12	2	2	2	2	1
13	2	2	2	3	1
14	2	2	2	3	1
15	2	2	2	2	1
16	2	2	2	3	1
17	2	2	2	3	1
18	2	2	2	2	1
19	2	2	2	3	1
20	2	2	2	3	1
21	2	2	2	3	1
22	2	2	2	3	1
23	3	3	2	3	2
24	3	3	2	3	2
25	3	3	2	3	2
26	3	3	2	3	2
27	3	3	2	3	3
28	3	3	2	3	2
29	3	3	2	3	2
30	3	3	2	3	2
31	3	3	2	3	2
32	3	3	2	3	3
33	3	3	2	3	3
34	3	3	2	3	3
35	3	3	2	3	3
36	3	3	2	3	3
37	3	3	2	3	3
38	3	3	2	3	3
39	3	3	2	3	3
40	3	3	2	3	3
41	3	3	2	3	2
42	3	3	2	3	2
43	3	3	2	3	2
44	3	3	2	3	2
45	3	3	2	3	3
46	3	3	2	3	2
47	3	3	2	3	2
48	3	3	2	3	2
49	3	3	2	3	2
50	3	3	2	3	3
51	3	3	2	3	3
52	3	3	2	3	3
53	3	3	2	3	3
54	3	3	2	3	3
55	3	3	2	3	3
56	3	3	2	3	3
57	3	3	2	3	3
58	3	3	2	3	3
59	3	3	2	1	2
60	3	3	2	1	2
61	3	3	2	1	2
62	3	3	2	1	2
63	3	3	2	1	3
64	3	3	2	1	2
65	3	3	2	1	2
66	3	3	2	1	2
67	3	3	2	1	2
68	3	3	2	1	3
69	3	3	2	1	3
70	3	3	2	1	3
71	3	3	2	1	3
72	3	3	2	1	3
比較例	0	1	1	1	1
	0	1	1	1	1

【符號說明】

A	測定區域
L	長度
P	平面
W	長度
x	方向
y	方向



201920701

## 【發明摘要】

### 【中文發明名稱】

半導體裝置用銅合金接合導線

### 【英文發明名稱】

CU ALLOY BONDING WIRE FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

### 【中文】

本發明提供一種可抑制毛細管磨耗之半導體裝置用接合導線。半導體裝置用銅合金接合導線之特徵在於：導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為40%以上且90%以下。

### 【指定代表圖】

無

### 【代表圖之符號簡單說明】

無

## 【發明申請專利範圍】

### 【第1項】

一種半導體裝置用銅合金接合導線，其特徵在於：其係半導體裝置用銅合金接合導線，且導線表面之結晶方位中，相對於與包含導線中心軸之1個平面垂直之方向而角度差為15度以下之 $\langle 110 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為40%以上且90%以下。

### 【第2項】

如請求項1之半導體裝置用銅合金接合導線，其中上述導線表面之結晶方位中，相對於上述導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率以平均面積率計為30%以上且100%以下。

### 【第3項】

如請求項1或2之半導體裝置用銅合金接合導線，其中與上述導線中心軸平行之方向之剖面之結晶方位中，相對於上述導線中心軸方向而角度差為15度以下之 $\langle 111 \rangle$ 結晶方位及 $\langle 100 \rangle$ 結晶方位之存在比率之合計以平均面積率計為25%以上且100%以下。

### 【第4項】

如請求項1或2之半導體裝置用銅合金接合導線，其包含總計為0.01質量%以上且1.5質量%以下之Ni、Pd、Pt、Au之1種以上，且其餘部分為銅及不可避免之雜質。

### 【第5項】

如請求項1或2之半導體裝置用銅合金接合導線，其包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，且其餘部分為銅及不可避免之雜質。

**【第6項】**

如請求項4之半導體裝置用銅合金接合導線，其進而包含總計為0.001質量%以上且0.75質量%以下之P、In、Ga、Ge、Ag之1種以上，且其餘部分為銅及不可避免之雜質。

