202523865

(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 202523865 A

(43)公開日： 中華民國 114 (2025) 年 06 月 16 日

(21)申請案號：114103873 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 06 月 30 日

(51)Int. Cl.： *C22C9/00 (2006.01)* *C22F1/08 (2006.01)*
C25D3/56 (2006.01) *C25D5/48 (2006.01)*
C25D7/06 (2006.01) *B23K35/02 (2006.01)*
B23K35/30 (2006.01) *H01B1/02 (2006.01)*
H01B5/02 (2006.01) *H01L21/60 (2006.01)*
H01L23/48 (2006.01) *G01N23/2276 (2018.01)*

(30)優先權：2023/05/30 日本 2023-088808

(71)申請人：日商日鐵新材料股份有限公司 (日本) NIPPON MICROMETAL CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：小田大造 ODA, DAIZO (JP) ；江藤基稀 ETO, MOTOKI (JP) ；大石良 OISHI, RYO (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：3 共 49 頁

(54)名稱

接合線

(57)摘要

本發明提供一種新穎之合金被覆 Cu 接合線，其帶來良好之 FAB 形狀，並且以第二接合部之密接性為代表之第二接合部之初始接合性良好，抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性。該合金被覆 Cu 接合線之特徵在於，包含含有 Cu 或 Cu 合金之芯材、及形成於該芯材表面之 Pd 及 Ni 之合計濃度為 90 原子%以上之被覆層，

以深度方向之測定點於被覆層中為 50 個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

被覆層之厚度為 10 nm 以上 130 nm 以下，

將被覆層之全部測定點之 Pd 濃度 C_{Pd}(原子%)與 Ni 濃度 C_{Ni}(原子%)之比 C_{Pd}/C_{Ni} 之平均值設為 X 時，該平均值 X 為 0.1 以上 35.0 以下，

被覆層中與該平均值 X 之絕對偏差處於 0.3X 以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為 50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)。

(A)含有選自由 Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi 所組成之群中之 1 種以上之元素(下稱「第 1 添加元素」)，第 1 添加元素相對於導線整體之總計濃度為 5 質量 ppm 以上 450 質量 ppm 以下。

20252886
專利案號：114103873
原申請案號：112124502

【發明摘要】

【中文發明名稱】

接合線

【中文】

本發明提供一種新穎之合金被覆Cu接合線，其帶來良好之FAB形狀，並且以第二接合部之密接性為代表之第二接合部之初始接合性良好，抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性。該合金被覆Cu接合線之特徵在於，包含含有Cu或Cu合金之芯材、及形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層，

以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，

將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，

被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)。

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為5質量ppm以上450質量ppm以下。

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

接合線

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種接合線。

【先前技術】

【0002】

接合線用於將形成於半導體晶片上之電極與引線框架或基板上之電極之間連接。接合線之連接工藝係藉由如下方式完成：使用筒狀接合工具(焊針)將接合線第一接合於半導體晶片上之電極，該筒狀接合工具係使接合線通過其內部而用於連接，繼而於形成迴路後，將導線部第二接合於引線框架或基板上之電極等外部端子。第一接合係藉由電弧加熱將自焊針伸出之導線部(以下亦稱為「尾端」)之前端加熱熔融，利用表面張力形成結球(FAB：Free Air Ball；以下亦簡稱為「焊球」)後，將該焊球部壓接接合(以下亦稱為「焊球接合」)至半導體晶片上之電極。又，第二接合係自焊針對導線部施加超音波、負載而不形成焊球，藉此壓接接合(以下亦稱為「楔型接合」)至外部端子上。

【0003】

目前，接合線之材料以金(Au)為主流，但以LSI(Large Scale Integration，大規模積體電路)用途為中心，正在推進用銅(Cu)來代替(例如，專利文獻1～3)，又，在近年來電動汽車及油電混合車普及之背景下，於車載用裝置用途中，進而於空調或太陽光發電系統等大功率機器中

之功率裝置(功率半導體裝置)用途中，就熱導率或熔斷電流較高而言，亦期待用高效率且可靠性亦較高之Cu來代替。

【0004】

與Au相比，Cu存在易氧化之缺點，作為防止Cu接合線表面氧化之方法，亦揭示有一種用Pd等金屬被覆Cu芯材表面之構造(專利文獻4)。又，亦揭示有一種藉由用Pd被覆Cu芯材表面，進而於Cu芯材中添加Pd、Pt，從而第一接合部之接合可靠性得到改善之Pd被覆Cu接合線(專利文獻5)。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻1]日本專利特開昭61-48543號公報

[專利文獻2]日本專利特表2018-503743號公報

[專利文獻3]國際公開第2017/221770號

[專利文獻4]日本專利特開2005-167020號公報

[專利文獻5]國際公開第2017/013796號

【發明內容】

【0006】

[發明所欲解決之問題]

近年來，對於接合線，要求於嚴酷之高溫環境下呈現出良好之接合可靠性。

【0007】

本發明人等根據該近年來之要求而實施評估後發現，於先前之具有Pd被覆層之Cu接合線中，存在如下情形：導線之連接步驟中Pd被覆層部

分脫落而露出芯材之Cu，被覆Pd部與露出Cu部之接觸區域暴露於含有由密封樹脂於高溫環境下所產生之氧氣或水蒸氣、硫化合物系釋氣之環境中，從而發生Cu之局部腐蝕即電位差腐蝕，無法充分獲得第二接合部中之接合可靠性。另一方面，關於不具有Pd被覆層之裸Cu接合線，雖不會發生電位差腐蝕，但FAB形狀不良，進而第一接合部中之接合性不充分。

【0008】

對上述課題進行研究之過程中確認到，用包含Ni及Pd之合金被覆Cu芯材表面而成之合金被覆Cu接合線藉由其合金被覆之構成，於FAB形狀及高溫環境下之接合可靠性方面呈現出良好之結果。然而，發現該合金被覆Cu接合線於第二接合部中之導線-端子間之密接性(以下亦簡稱為「第二接合部之密接性」)方面具有改善餘地。以下，於本說明書中，將第二接合部之密接性與第二接合部之初始接合強度統稱為第二接合部之初始接合性。

【0009】

本發明提供一種新穎之合金被覆Cu接合線，其帶來良好之FAB形狀，並且以第二接合部之密接性為代表之第二接合部之初始接合性良好，抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性。

[解決問題之技術手段]

【0010】

本發明人等對上述課題銳意研究後發現，藉由具有下述構成可解決上述課題，從而完成了本發明。

【0011】

即，本發明包含以下內容。

＜1＞

一種接合線，其係包含含有Cu或Cu合金之芯材、及形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層者，

以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，

將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，

被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)：

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為5質量ppm以上450質量ppm以下。

＜2＞

一種接合線，其係包含含有Cu或Cu合金之芯材、及形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層者，

以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，

將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，

被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)及(B)：

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度(其中，Au之濃度係使用芯材部分中之濃度)為5質量ppm以上450質量ppm以下；

(B)導線表面含有Au，Au相對於導線整體之濃度為0.5質量%以下。

＜3＞

如＜1＞或＜2＞所記載之接合線，其中被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.2X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上。

＜4＞

如＜1＞至＜3＞中任一項所記載之接合線，其中對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Pd}或C_{Ni}進行直線近似時，被覆層之深度範圍中之該近似直線之最大值與最小值之差為20原子%以下。

＜5＞

如＜1＞至＜4＞中任一項所記載之接合線，其中導線之深度方向之濃度分佈係一面利用Ar濺射自導線表面沿深度方向向下挖掘，一面於下述＜條件＞下利用AES進行測定而得：

＜條件＞以導線之寬度中心為測定面之寬度中心之方式進行定位，且測定面之寬度為導線直徑之5%以上15%以下，測定面之長度為測定面之寬度之5倍。

＜6＞

如＜1＞至＜5＞中任一項所記載之接合線，其含有選自由B、P及Mg所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第2添加元素」)，第2添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上100質量ppm以下。

＜7＞

如＜1＞至＜6＞中任一項所記載之接合線，其含有選自由Se、Te、As及Sb所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第3添加元素」)，第3添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上100質量ppm以下。

＜8＞

如＜1＞至＜7＞中任一項所記載之接合線，其含有選自由Ga及Ge所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第4添加元素」)，第4添加元素相對於導線整體之總計濃度為0.011質量%以上1.5質量%以下。

＜9＞

如＜1＞至＜8＞中任一項所記載之接合線，其含有選自由In及Ag所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第5添加元素」)，第5添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上500質量ppm以下。

[發明之效果]

【0012】

根據本發明，可提供一種新穎之合金被覆Cu接合線，其帶來良好之FAB形狀，並且以第二接合部之密接性為代表之第二接合部之初始接合性亦良好，抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性。

【圖式簡單說明】

【0013】

圖1係用於說明第二接合部之概略圖。又，圖1係用於說明評估第二接合部之密接性時之評估面(截面)之位置的概略圖。

圖2係於圖1中之A-A二點鏈線所示之位置處進行切斷時之第二接合部之概略剖視圖。

圖3係用於說明利用AES進行組成分析時之測定面之位置及尺寸之概略圖。

【實施方式】

【0014】

以下結合較佳之實施方式對本發明進行詳細說明。說明時亦存在參照圖式之情形，但各圖式只不過是在可理解發明之程度上概略性地示出構成要素之形狀、大小及配置。本發明並不限於下述實施方式及例示物，可於不脫離本發明之申請專利範圍及其均等範圍之範圍內任意變更並實施。

【0015】

[接合線]

本發明之接合線(以下亦簡稱為「本發明之導線」、「導線」)之特徵在於，

包含含有Cu或Cu合金之芯材、及

形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層，

以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

該被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，

將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之

比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，

被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)。

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為5質量ppm以上450質量ppm以下

【0016】

如上所述，近年來，對接合線要求於嚴酷之高溫環境下呈現出良好之接合可靠性。例如，對車載用裝置中使用之接合線要求於如超過150℃之高溫環境下之接合可靠性。本發明人等根據近年來所要求之特性而實施評估後發現，於先前之具有Pd被覆層之Cu接合線中，存在於高溫環境下發生電位差腐蝕，從而無法充分獲得第二接合部中之接合可靠性之情形。又，關於不具有Pd被覆層之裸Cu接合線，雖不會發生電位差腐蝕，但FAB形狀不良，進而第一接合部之壓接形狀較差，不足以應對高密度安裝中所要求之窄間距連接。

【0017】

對此，本發明人等發現，藉由如下合金被覆Cu接合線，會帶來良好之FAB形狀，並且抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性，上述合金被覆Cu接合線包含含有Cu或Cu合金之芯材、及形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層，以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用AES進行測定而得之該

導線之深度方向之濃度分佈中，被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上。

【0018】

另一方面，關於該合金被覆Cu接合線，發現如下所述於第二接合部之初始接合性，尤其是第二接合部之密接性方面具有改善餘地。

如上所述，第二接合中，自焊針對導線部施加超音波、負載，藉此將導線壓接接合至外部端子上。圖1中示出於與外部端子之主面垂直之方向上自正上方觀察形成於外部端子(未圖示)上之第二接合部時之概略圖。於圖1中，在導線1之前端形成有第二接合部10。

第二接合部中較理想為導線與外部端子充分密接，但對於使用上述合金被覆Cu接合線而形成之第二接合部，確認到存在如下情形：以一定程度之比率存在導線與外部端子未密接之部位，從而導線-端子間之密接性較差。圖2中示出於圖1中之A-A二點鏈線所示之位置處沿與外部端子之主面垂直之方向進行切斷時之第二接合部之概略剖視圖。於圖2中，外部端子50上形成有第二接合部10，但本發明人等發現，關於使用上述合金被覆Cu接合線而形成之第二接合部，存在如下傾向：於距第二接合部之端部(圖2中之第二接合部10之左端及右端)一定寬度內存在導線與外部端子未密接之部位。此種第二接合部之密接性問題於以裸Cu接合線為代表之先前之接合線中至少並不明顯，故而認為係因採用上述特定之合金被覆而產生之特殊課題。

【0019】

對此，本發明人等發現，藉由採用上述特定之合金被覆並且滿足上述條件(A)之接合線，可保持由採用特定之合金被覆所帶來之優異效果，並且提昇第二接合部之密接性以達成良好之第二接合部之初始接合性。

【0020】

＜含有Cu或Cu合金之芯材＞

本發明之導線包含含有Cu或Cu合金之芯材(以下亦簡稱為「Cu芯材」)。

【0021】

Cu芯材只要含有Cu或Cu合金則無特別限定，可使用構成先前作為接合線周知之Pd被覆Cu導線之公知之Cu芯材。

【0022】

於本發明中，例如於Cu芯材之中心(軸芯部)，Cu芯材中之Cu之濃度可為97原子%以上、97.5原子%以上、98原子%以上、98.5原子%以上、99原子%以上、99.5原子%以上、99.8原子%以上、99.9原子%以上或99.95原子%以上等。

【0023】

就實現提昇第二接合部之密接性而帶來良好之第二接合部之初始接合性的合金被覆Cu接合線之觀點而言，較佳為Cu芯材以滿足上述條件(A)之方式含有第1添加元素。

【0024】

又，Cu芯材例如可含有選自後述之第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素中之1種以上之摻雜劑。該等摻雜劑之適宜含量如

後文所述。

【0025】

於一實施方式中，Cu芯材由Cu、第1添加元素、及不可避免之雜質構成。於另一實施方式中，Cu芯材由Cu、第1添加元素、選自後述之第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素中之1種以上之元素、及不可避免之雜質構成。再者，Cu芯材可含有構成後述被覆層之元素。

【0026】

＜被覆層＞

本發明之導線包含形成於Cu芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層(以下亦簡稱為「被覆層」)。

【0027】

為帶來良好之FAB形狀，並且抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性，重要的是本發明之導線中之被覆層於以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用AES進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈(以下亦簡稱為「導線之深度方向之濃度分佈」)中，滿足以下全部條件(1)至(3)。

(1)該被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下

(2)將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下

(3)被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上

【0028】

於本發明中，利用AES獲得導線之深度方向之濃度分佈時，以其深

度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式進行測定。通常，利用AES來進行之深度方向分析能夠以亞奈米級之測定間隔進行分析，故而於與作為本發明之對象之被覆層之厚度之關係中將測定點設為50個點以上相對容易。若測定結果為測定點數未達50個點，則降低濺射速度或縮短濺射時間等而再次進行測定以使測定點數成為50個點以上。藉此，能夠以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用AES進行測定，獲得導線之深度方向之濃度分佈。雖亦取決於被覆層之厚度，但更適宜以與被覆層有關之測定點之總數為70個點(更佳為100個點)之方式確定AES之測定點間隔。因此，於較佳之一實施方式中，本發明之導線中之被覆層於以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用AES進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，滿足上述(1)至(3)之全部條件。

【0029】

-條件(1)-

條件(1)係關於被覆層之厚度。藉由包含於與條件(2)、(3)之組合中滿足條件(1)之被覆層，本發明之導線可抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性，並且帶來良好之FAB形狀，進而帶來良好之第一接合部之壓接形狀。

【0030】

關於條件(1)，就實現良好之FAB形狀之觀點而言，被覆層之厚度(基於導線之深度方向之濃度分佈之計算方法於後文記述)為10 nm以上，較佳為12 nm以上、14 nm以上、15 nm以上、16 nm以上、18 nm以上或20 nm以上，更佳為25 nm以上、30 nm以上、40 nm以上或50 nm以上，進而較佳為60 nm以上、70 nm以上、80 nm以上或90 nm以上。若被覆層之厚度

未達10 nm，則存在FAB形成時發生偏芯，FAB形狀惡化且第一接合部之壓接形狀惡化之傾向。又，就實現良好之FAB形狀之觀點而言，被覆層之厚度之上限為130 nm以下，較佳為125 nm以下、120 nm以下、115 nm以下或110 nm以下。若被覆層之厚度超過130 nm，則存在FAB形成時產生異形或熔融不良，FAB形狀惡化且第一接合部之壓接形狀惡化之傾向。

【0031】

-條件(2)-

條件(2)係關於上述被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值X。藉由包含滿足條件(1)、(3)並且滿足條件(2)之被覆層，本發明之導線可抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性，並且帶來良好之FAB形狀，進而帶來良好之第一接合部之壓接形狀。

【0032】

關於條件(2)，就實現良好之第二接合部之接合可靠性之觀點而言，平均值X為35.0以下，較佳為34.0以下，更佳為32.0以下、30.0以下、28.0以下、26.0以下、25.0以下、24.0以下、22.0以下或20.0以下。若比C_{Pd}/C_{Ni}超過35.0，則存在無法抑制高溫環境下之電位差腐蝕，從而無法於第二接合部中獲得充分之高溫接合可靠性之傾向。又，就提高第二接合部之初始接合強度以實現良好之第二接合部之初始接合性之觀點而言，平均值X之下限為0.1以上，較佳為0.2以上、0.4以上、0.5以上、0.6以上、0.8以上、1.0以上或超過1.0，更佳為1.5以上、2.0以上、2.5以上或3.0以上。若平均值X未達0.1，則存在無法獲得充分之第二接合部之初始接合性之傾向。

【0033】

-條件(3)-

條件(3)係關於被覆層中與上述平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上這一事項。藉由包含於與條件(1)、(2)之組合中滿足條件(3)之被覆層，本發明之導線可抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性，並且帶來良好之FAB形狀，進而帶來良好之第一接合部之壓接形狀。

【0034】

條件(3)與條件(2)一起表示於被覆層之厚度方向上，被覆層以抑制Pd/Ni比率變動之方式高濃度地含有以規定比率含有Pd及Ni之PdNi合金。就於高溫環境下實現更良好之第二接合部之接合可靠性之觀點、實現更良好之FAB形狀之觀點而言，更適宜為被覆層中與平均值X之絕對偏差處於0.2X以內(更佳為0.18X以內、0.16X以內或0.15X以內)之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上。

【0035】

就於高溫環境下實現更進一步良好之第二接合部之接合可靠性之觀點、實現更進一步良好之FAB形狀之觀點而言，被覆層中與平均值X之絕對偏差處於規定範圍(較佳範圍如上所述)內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數較佳為55%以上或60%以上，更佳為65%以上、70%以上或75%以上，進而較佳為80%以上。

【0036】

就可進一步發揮本發明之效果之觀點而言，於導線之深度方向之濃度分佈中，對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對Pd濃度C_{Pd}(原子

%)或Ni濃度C_{Ni}(原子%)進行直線近似時，被覆層之深度(厚度)範圍內之該近似直線之最大值與最小值之差較佳為20原子%以下，更佳為15原子%以下，進而較佳為10原子%以下、8原子%以下、6原子%以下或5原子%以下。其中，於平均值X未達1之情形時，適宜為對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Ni}(原子%)進行直線近似時，被覆層之深度範圍內之該近似直線之最大值與最小值之差處於上述範圍，又，於平均值X為1以上之情形時，適宜為對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Pd}(原子%)進行直線近似時，被覆層之深度範圍內之該近似直線之最大值與最小值之差處於上述範圍。

【0037】

關於條件(1)中之被覆層之厚度、條件(2)、(3)中之平均值X、與該平均值X之絕對偏差、該絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數、絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數占被覆層之測定點總數之比率，可一面利用Ar濺射自導線表面沿深度方向(向導線中心之方向)向下挖掘，一面利用AES進行組成分析來確認、確定。詳細而言，藉由於進行1)導線表面之組成分析後，反覆進行2)利用Ar之濺射及3)濺射後之表面之組成分析，可獲得自導線表面向深度(中心)方向之各元素之濃度變化(所謂深度方向之濃度分佈)，基於該濃度分佈進行確認、確定。於本發明中，獲得深度方向之濃度分佈時，深度之單位以SiO_2換算。

【0038】

進行1)導線表面之組成分析或3)濺射後之表面之組成分析時，如下所述確定測定面之位置及尺寸。再者，以下，測定面之寬度係指與線軸垂直之方向(導線之粗細方向)上之測定面之尺寸，測定面之長度係指線軸之方

向(導線之長度方向)上之測定面之尺寸。參照圖3進一步進行說明。圖3係導線1之俯視概略圖，顯示為線軸之方向(導線之長度方向)與圖3之垂直方向(上下方向)相對應，且與線軸垂直之方向(導線之粗細方向)與圖3之水平方向(左右方向)相對應。圖3中雖於與導線1之關係中示出測定面2，但測定面2之寬度為與線軸垂直之方向上之測定面之尺寸w_a，測定面2之長度為線軸之方向上之測定面之尺寸l_a。

【0039】

以與線軸垂直之方向上之導線之寬度中心為測定面之寬度中心之方式進行定位，並以測定面之寬度為導線直徑之5%以上15%以下之方式確定測定面。測定面之長度設定為測定面之寬度之5倍。於圖3中，導線之寬度用元件符號W表示，導線之寬度中心用一點鏈線X表示。因此，測定面2以其寬度中心與作為導線之寬度中心之一點鏈線X一致之方式進行定位，並以測定面之寬度w_a為導線直徑(與導線之寬度W為相同值)之5%以上15%以下即0.05W以上0.15W以下之方式確定。又，測定面之長度l_a滿足$l_a = 5w_a$之關係。藉由如上所述確定測定面之位置及尺寸，可高精度地測定適於在高溫環境下帶來良好之第二接合部之接合可靠性，並且實現良好之FAB形狀之條件(1)～(3)是否達成。又，適宜對在線軸方向上彼此間隔1 mm以上之複數處($n \geqq 3$)測定面實施，並採用其算術平均值。

【0040】

上述條件(1)中之被覆層之厚度、條件(2)、(3)中之平均值X、與該平均值X之絕對偏差、該絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數、絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數占被覆層之測定點總數之比率係基於在後述[利用歐傑電子能譜法(AES)進行之被覆層之厚度分析]一欄所記載之

條件下測得之結果者。

【0041】

關於對一實施方式之本發明之導線求得之深度方向之濃度分佈，以下說明其傾向。存在以下傾向：自導線表面至一定深度位置，Pd與Ni以一定比率高濃度地共存，即，存在Pd與Ni之合計濃度為90原子%以上之區域(被覆層)，將該被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點以一定數量存在。若進一步向深度方向前進，則存在Pd與Ni之濃度下降且Cu之濃度上升之傾向。於此種深度方向之濃度分佈中，著眼於Pd濃度C_{Pd}(原子%)及Ni濃度C_{Ni}(原子%)，可根據Pd與Ni之合計濃度為90原子%以上之區域之厚度或測定點總數求出被覆層之厚度或被覆層之測定點總數。又，藉由對與該被覆層之全部測定點有關之比C_{Pd}/C_{Ni}進行算術平均而求出平均值X，關於被覆層之全部測定點確認與該平均值X之絕對偏差，藉此可求出與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數。再者，如下所述，於導線表面進而含有Au之情形時，於深度方向之濃度分佈中，存在自導線表面至極淺之位置，Au濃度下降且Pd及Ni之濃度上升之傾向。於該情形時亦同樣，著眼於Pd濃度C_{Pd}(原子%)及Ni濃度C_{Ni}(原子%)，可根據其合計為90原子%以上之區域之厚度或測定點總數求出被覆層之厚度或被覆層之測定點總數，藉由對與該被覆層之全部測定點有關之比C_{Pd}/C_{Ni}進行算術平均而求出平均值X，關於被覆層之全部測定點確認與該平均值X之絕對偏差，藉此可求出與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數。

【0042】

-被覆層之其他較佳之條件-

於本發明之導線中，被覆層更適宜除滿足上述(1)至(3)之全部條件以外，還基於導線之深度方向之濃度分佈滿足以下條件(4)及(5)之一者或雙者。

(4)將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)之平均值設為X_{Pd}時，被覆層中與該平均值X_{Pd}之絕對偏差處於$0.1X_{Pd}$以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上

(5)將被覆層之全部測定點之Ni之濃度C_{Ni}(原子%)之平均值設為X_{Ni}時，被覆層中與該平均值X_{Ni}之絕對偏差處於$0.1X_{Ni}$以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上

再者，於條件(4)、(5)中，被覆層、其厚度或測定點總數如以上關於條件(1)至(3)所述。於包含滿足條件(1)至(3)並且滿足條件(4)及(5)之一者或兩者之被覆層之情形時，本發明之導線可於高溫環境下帶來格外良好之第二接合部之接合可靠性，並且實現格外良好之FAB形狀。

【0043】

被覆層例如可含有選自後述第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素中之1種以上之摻雜劑。該等摻雜劑之適宜含量如後文所述。

【0044】

本發明之導線可於其表面進而含有Au。藉由於導線表面進而含有Au，可進一步改善第二接合部之初始接合性。於本發明之導線於其表面進而含有Au之情形時，Au相對於導線整體之濃度通常可為0.5質量%以下，較佳為0.3質量%以下或0.2質量%以下，其下限例如可為0.05質量%

以上、0.1質量%以上等。因此，於一實施方式中，本發明之導線滿足以下條件(B)。

(B)導線表面含有Au，Au相對於導線整體之濃度為0.5質量%以下

【0045】

再者，於本發明之導線於其表面進而含有Au之情形時，判斷是否達成上述條件(A)時，作為第1添加元素之Au之濃度使用芯材部分中之濃度，上述芯材部分中之濃度係使導線之截面露出，使用電子探針微量分析器(EPMA)或二次離子質譜儀(SIMS)對其Cu芯材部分進行測定而求出。即，於本發明之導線於其表面進而含有Au之情形時，上述條件(A)中之「第1添加元素相對於導線整體之總計濃度」改稱為「第1添加元素相對於導線整體之總計濃度(其中，Au之濃度使用芯材部分中之濃度)」而應用。

【0046】

於一實施方式中，本發明之導線包含滿足上述條件(1)至(3)之被覆層，並且滿足以下條件(A)及(B)。

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度(其中，Au之濃度使用芯材部分中之濃度)為5質量ppm以上450質量ppm以下

(B)導線表面含有Au，Au相對於導線整體之濃度為0.5質量%以下

【0047】

根據以上述特定濃度含有第1添加元素之本發明之合金被覆Cu接合線，即便於導線表面中之Au濃度例如低至未達10原子%、8原子%以下、6原子%以下、5原子%以下、4原子%以下或2原子%以下等之情形時，亦可

提昇第二接合部之密接性從而達成良好之第二接合部之初始接合性。

【0048】

導線表面之組成分析可於與關於獲得深度方向之濃度分佈之方法而說明之1)導線表面之組成分析相同之條件下實施。即，利用歐傑電子能譜法(AES)對導線表面進行組成分析時，如下所述確定測定面之位置及尺寸。

【0049】

以與線軸垂直之方向上之導線之寬度中心為測定面之寬度中心之方式進行定位，並以測定面之寬度為導線直徑之5%以上15%以下之方式確定測定面。測定面之長度設定為測定面之寬度之5倍。藉由如上所述確定測定面之位置及尺寸，可高精度地測定適於進一步改善第二接合部之接合接合性的導線表面中之Au濃度。又，適宜對在線軸方向上彼此間隔1 mm以上之複數處(n≧3)之測定面實施，並採用其算術平均值。

【0050】

上述表面中之Au濃度係基於在後述[利用歐傑電子能譜法(AES)進行之導線表面之組成分析]一欄所記載之條件下測得之結果者。

【0051】

於本發明之導線中，Cu芯材與被覆層之交界於上述導線之深度方向之濃度分佈中，以Pd與Ni之合計濃度為基準來判定。將Pd與Ni之合計濃度為90原子%之位置判定為交界，將Pd與Ni之合計濃度未達90原子%之區域設為Cu芯材，90原子%以上之區域設為被覆層。於本發明中，Cu芯材與被覆層之交界並非必須為晶界。可自導線表面向導線中心側確認濃度分佈，求出自Pd與Ni之合計濃度首次達到90原子%以上之深度位置Z1至Pd與Ni之合計濃度首次降低至未達90原子%之深度位置Z2(其中，Z2＞Z1)

之距離，作為被覆層之厚度。

【0052】

本發明之導線之特徵在於包含滿足上述條件(1)至(3)之被覆層，條件(2)及(3)之平均值X、與該平均值X之絕對偏差、該絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數、絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數占被覆層之測定點總數之比率係對由上述交界判定法所確定之被覆層著眼於Pd濃度C_{Pd}(原子%)及Ni濃度C_{Ni}(原子%)來確定。

【0053】

於一實施方式中，被覆層由Pd及Ni、不可避免之雜質構成。於另一實施方式中，被覆層由Pd及Ni、選自Au及第1添加元素中之1種以上之元素、及不可避免之雜質構成。於另一實施方式中，被覆層由Pd及Ni、選自後述第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素中之1種以上之元素、及不可避免之雜質構成。於另一實施方式中，被覆層由Pd及Ni、選自Au及第1添加元素中之1種以上、選自後述第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素中之1種以上之元素、及不可避免之雜質構成。再者，被覆層可含有構成上述Cu芯材之元素。

【0054】

本發明之導線之特徵在於滿足以下條件(A)。

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為5質量ppm以上450質量ppm以下

【0055】

藉由包含滿足上述(1)至(3)之全部條件之被覆層，並且滿足第1添加元素之上述條件，本發明之導線可帶來良好之FAB形狀及於高溫環境下良好之第二接合部之接合可靠性，並且提昇第二接合部之密接性而達成良好之第二接合部之初始接合性。

【0056】

條件(A)係關於選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素即第1添加元素相對於導線整體之總計濃度。此處，於本發明之導線於其表面進而含有Au之情形時，如上所述，上述條件(A)中之「第1添加元素相對於導線整體之總計濃度」改稱為「第1添加元素相對於導線整體之總計濃度(其中，Au之濃度使用芯材部分中之濃度)」而應用。

【0057】

關於條件(A)，就實現提昇第二接合部之密接性而帶來良好之第二接合部之初始接合性的合金被覆Cu接合線之觀點而言，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為5質量ppm以上，較佳為10質量ppm以上、15質量ppm以上、20質量ppm以上或25質量ppm以上，更佳為30質量ppm以上、40質量ppm以上、50質量ppm以上、60質量ppm以上或80質量ppm以上，進而較佳為100質量ppm以上、110質量ppm以上、120質量ppm以上、130質量ppm以上、140質量ppm以上或150質量ppm以上。尤其若第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為100質量ppm以上，則易實現改善第二接合部之密接性而帶來更良好之第二接合部之初始接合性的接合線，故較佳。

【0058】

關於條件(A)，就實現提昇第二接合部之密接性而帶來良好之第二接合部之初始接合性的合金被覆Cu接合線之觀點而言，相對於導線整體，第1添加元素之總計濃度為450質量ppm以下。第1添加元素之總計濃度之上限可為440質量ppm以下、420質量ppm以下、400質量ppm以下等。再者，於含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn所組成之群中之1種以上之元素(以下亦稱為「第1a添加元素」)作為第1添加元素之情形時，該第1a添加元素之總計濃度之上限可為200質量ppm以下、180質量ppm以下、160質量ppm以下、或150質量ppm以下等。於含有選自由Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn所組成之群中之1種以上之元素(以下亦稱為「第1b添加元素」)作為第1添加元素之情形時，該第1b添加元素之總計濃度之上限可為350質量ppm以下、340質量ppm以下、320質量ppm以下、或300質量ppm以下等。

【0059】

於本發明之導線中，就實現改善第二接合部之密接性而呈現出更良好之第二接合部之初始接合性的接合線之觀點而言，第1添加元素適宜含於Cu芯材中。

【0060】

本發明之導線可進而含有選自由B、P及Mg所組成之群中之1種以上之元素(「第2添加元素」)。於本發明之導線含有第2添加元素之情形時，第2添加元素相對於導線整體之總計濃度較佳為1質量ppm以上。藉此，可實現帶來更良好之第一接合部之壓接形狀之接合線。第2添加元素相對於導線整體之總計濃度更佳為2質量ppm以上，進而較佳為3質量ppm以上、5質量ppm以上、8質量ppm以上、10質量ppm以上、15質量ppm以上或20

質量ppm以上。就抑制導線之硬質化以減少第一接合時之晶片損傷之觀點而言，第2添加元素之總計濃度較佳為100質量ppm以下，更佳為90質量ppm以下、80質量ppm以下、70質量ppm以下、60質量ppm以下或50質量ppm以下。因此於較佳之一實施方式中，本發明之導線含有第2添加元素，第2添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上100質量ppm以下。

【0061】

於本發明之導線含有第2添加元素之情形時，第2添加元素可含於Cu芯材及被覆層之任一者，亦可含於該兩者。就實現帶來更進一步良好之第一接合部之壓接形狀之接合線之觀點而言，第2添加元素適宜含於Cu芯材中。

【0062】

本發明之導線可進而含有選自由Se、Te、As及Sb所組成之群中之1種以上之元素(「第3添加元素」)。於本發明之導線含有第3添加元素之情形時，第3添加元素相對於導線整體之總計濃度較佳為1質量ppm以上。藉此，可改善高溫高濕環境下之第一接合部之接合可靠性。第3添加元素相對於導線整體之總計濃度更佳為2質量ppm以上，進而較佳為3質量ppm以上、5質量ppm以上、8質量ppm以上、10質量ppm以上、15質量ppm以上或20質量ppm以上。就實現良好之FAB形狀之觀點、實現良好之第一接合部之壓接形狀之觀點而言，第3添加元素之總計濃度較佳為100質量ppm以下，更佳為90質量ppm以下、80質量ppm以下、70質量ppm以下、60質量ppm以下或50質量ppm以下。因此於較佳之一實施方式中，本發明之導線含有第3添加元素，第3添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm

以上100質量ppm以下。

【0063】

於本發明之導線含有第3添加元素之情形時，第3添加元素可含於Cu芯材及被覆層之任一者，亦可含於該兩者。就實現帶來更進一步良好之高溫高濕環境下之第一接合部之接合可靠性的接合線之觀點而言，第3添加元素適宜含於被覆層中。

【0064】

本發明之導線可進而含有選自由Ga及Ge所組成之群中之1種以上之元素(「第4添加元素」)。於本發明之導線含有第4添加元素之情形時，第4添加元素相對於導線整體之總計濃度較佳為0.011質量%以上。藉此，可改善高溫環境下之第一接合部之接合可靠性。第4添加元素相對於導線整體之總計濃度更佳為0.015質量%以上，進而較佳為0.02質量%以上、0.025質量%以上、0.03質量%以上、0.031質量%以上、0.035質量%以上、0.04質量%以上、0.05質量%以上、0.07質量%以上、0.09質量%以上、0.1質量%以上、0.12質量%以上、0.14質量%以上、0.15質量%以上或0.2質量%以上。就實現良好之FAB形狀之觀點、實現良好之第一接合部之壓接形狀之觀點、實現良好之第二接合部之初始接合性之觀點而言，第4添加元素之總計濃度較佳為1.5質量%以下，更佳為1.4質量%以下、1.3質量%以下或1.2質量%以下。因此於較佳之一實施方式中，本發明之導線含有第4添加元素，第4添加元素相對於導線整體之總計濃度為0.011質量%以上1.5質量%以下。

【0065】

於本發明之導線含有第4添加元素之情形時，第4添加元素可含於Cu

芯材及被覆層之任一者，亦可含於該兩者。

【0066】

本發明之導線可進而含有選自由In及Ag所組成之群中之1種以上之元素(「第5添加元素」)。於本發明之導線含有第5添加元素之情形時，第5添加元素相對於導線整體之總計濃度較佳為1質量ppm以上。藉此，於更嚴酷之高溫環境下(例如200℃)下亦可帶來良好之第二接合部之接合可靠性。第5添加元素相對於導線整體之總計濃度較佳為2質量ppm以上、3質量ppm以上、4質量ppm以上或5質量ppm以上，更佳為6質量ppm以上、8質量ppm以上或10質量ppm以上，進而較佳為20質量ppm以上、30質量ppm以上或40質量ppm以上，進而更佳為50質量ppm以上、60質量ppm以上或70質量ppm以上。關於第5添加元素相對於導線整體之濃度之上限，即便含有上限以上，高溫環境下之第二接合部之接合可靠性之提昇效果亦達到極限，故而考慮到成本等，例如可為500質量ppm以下、480質量ppm以下、460質量ppm以下、450質量ppm以下等。因此於較佳之一實施方式中，本發明之導線含有第5添加元素，第5添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上500質量ppm以下。

【0067】

於本發明之導線含有第5添加元素之情形時，第5添加元素可含於Cu芯材及被覆層之任一者，亦可含於該兩者。就實現於嚴酷之高溫環境下呈現出良好之第二接合部之接合可靠性的接合線之觀點而言，第5添加元素適宜含於Cu芯材中。

【0068】

導線中之第1添加元素、第2添加元素、第3添加元素、第4添加元

素、第5添加元素之含量可藉由後述[元素含量之測定]所記載之方法來測定。

【0069】

於本發明之導線中，Cu、Ni、Pd之總計濃度例如可為98.5質量%以上、98.6質量%以上、98.7質量%以上或98.8質量%以上等。

【0070】

本發明之導線之直徑並無特別限定，可視具體目的適當確定，較佳可為13 μm以上、15 μm以上、18 μm以上或20 μm以上等。該直徑之上限並無特別限定，例如可為80 μm以下、70 μm以下或50 μm以下等。

【0071】

本發明之導線可帶來良好之FAB形狀，並且以第二接合部之密接性為代表之第二接合部之初始接合性良好，抑制高溫環境下之電位差腐蝕而帶來良好之第二接合部之接合可靠性。因此本發明之接合線可適宜用於連接半導體晶片上之電極與引線框架或基板上之電極等外部端子之間。

【0072】

＜導線之製造方法＞

對本發明之接合線之製造方法之一例進行說明。

【0073】

原料銅使用純度4N(99.99質量%以上)以上者，藉由後述方法獲得含有各摻雜劑之鑄錠。

【0074】

作為上述第1添加元素、以及想要添加時之第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素等摻雜劑之添加方法，例如可例舉含於Cu芯材中之方法、含於被覆層中之方法、覆著於Cu芯材表面之方法、及

覆著於被覆層表面之方法、以及該等方法之組合，可適當選擇該等方法。使摻雜劑含於Cu芯材中之方法中，可向Cu中直接添加摻雜劑成分，亦可使用含有幾%左右之摻雜劑成分之母合金。使摻雜劑含於被覆層中之方法中，於形成被覆層時之Pd、Ni鍍浴等(濕式鍍覆之情形)或靶材(乾式鍍覆之情形)中含有摻雜劑即可。覆著於Cu芯材表面之方法或覆著於被覆層表面之方法中，以Cu芯材表面或被覆層表面為覆著面，實施選自(1)塗佈水溶液→乾燥→熱處理、(2)鍍覆法(濕式)、(3)蒸鍍法(乾式)中之1個以上之覆著處理即可。

|(0075)|

對上述鑄錠進行鍛造、壓延、拉線以製作直徑約0.7～2.0 mm之含有Cu或Cu合金之導線(以下亦稱為「中間線」)。

|(0076)|

作為於Cu芯材表面形成被覆層之方法，可利用電解鍍覆、無電解鍍覆、蒸鍍法等，但於工業上，較佳為利用可穩定地控制膜厚之電解鍍覆。例如，可於中間線表面形成被覆層。又，被覆層可於鑄錠階段覆著，或者可於對中間線進行拉線進而細線化後(例如拉線至最終線徑後)，於該Cu芯材表面形成被覆層。被覆層例如可藉由於Cu芯材表面設置以規定比率含有Pd及Ni之PdNi合金層來形成，就形成與Cu芯材之密接性優異之被覆層之觀點而言，可藉由於Cu芯材表面實施導電性金屬之衝擊鍍後，設置以規定比率含有Pd及Ni之PdNi合金層來形成。又，於形成以規定比率含有Pd及Ni之PdNi合金層後，可進一步設置含有Pd及Ni之1種以上之層(例如，Pd層、Ni層、PdNi合金層)。

|(0077)|

於形成表面含有Au之導線之情形時，可利用與上述同樣之方法，藉由於被覆層表面設置Au層來形成。

【0078】

於拉線加工中，藉由使用金剛石眼模之拉線裝置拉線至最終線徑(直徑約13～80 μm)。又，作為熱處理，除了以最終線徑進行之調質熱處理之外，還可實施於拉線加工之中途階段進行之中間熱處理。

【0079】

[半導體裝置]

藉由使用本發明之半導體裝置用接合線將半導體晶片上之電極與引線框架或電路基板上之電極等外部端子連接，可製造半導體裝置。

【0080】

於一實施方式中，本發明之半導體裝置之特徵在於，包含電路基板、半導體晶片、及用於將電路基板與半導體晶片導通之接合線，該接合線為本發明之導線。

【0081】

於本發明之半導體裝置中，電路基板及半導體晶片並無特別限定，可使用可用於構成半導體裝置之公知之電路基板及半導體晶片。或者，可使用引線框架代替電路基板。例如，可如日本專利特開2020-150116號公報所記載之半導體裝置般，構成為包含引線框架、及安裝於該引線框架上之半導體晶片之半導體裝置。

【0082】

作為半導體裝置，可例舉供於電氣製品(例如，電腦、行動電話、數位相機、電視、空調、太陽光發電系統等)及交通工具(例如，機車、汽

車、電車、船舶及飛機等)等之各種半導體裝置。

[實施例]

【0083】

以下示出實施例對本發明進行具體說明。但是，本發明並不限於以下所示之實施例。

【0084】

(樣品)

首先，對樣品之製作方法進行說明。原料Cu使用純度4N(99.99質量%以上)以上者。又，第1添加元素、及想要添加時之第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素使用純度3N以上者、或於Cu中含有幾%該等添加元素之母合金。

【0085】

關於芯材之Cu合金，首先向石墨坩堝中裝填原料，使用高頻爐於N_2氣體或Ar氣體等惰性氣體氛圍中加熱至1090～1800℃使其熔解後，藉由連鑄製造直徑3～6 mm之鑄錠。繼而，對所得之鑄錠進行拉線加工以製作直徑0.7～2.0 mm之中間線。拉線加工中，使用市售之潤滑液，拉線速度設為20～150 m/分鐘。被覆層之形成使用電解鍍覆法。一部分之導線(實施例No.5、9、15、27、33、36)於PdNi合金層上設置有Au層。作為鍍覆液，準備Pd-Ni鍍覆液、Au鍍覆液，適當調製後使用。

【0086】

其後，進而進行拉線加工等，加工至最終線徑即φ20 μm。視需要，於拉線加工之途中以300～700℃進行1～2次2～15秒之中間熱處理。進行中間熱處理時，對導線進行連續掃掠，一面流通N_2氣體或Ar氣體一面進

行。加工至最終線徑後，對導線進行連續掃掠，一面流通N_2氣體或Ar氣體一面進行調質熱處理。調質熱處理之熱處理溫度設為200～600℃，導線之進給速度設為20～200 m/分鐘，熱處理時間設為0.2～1.0秒。於被覆層較薄之情形時，將熱處理溫度設定得較低，導線之進給速度設定得較快，於被覆層較厚之情形時，將熱處理溫度設定得較高，導線之進給速度設定得較慢。

【0087】

(試驗、評估方法)

以下對試驗、評估方法進行說明。

【0088】

[利用歐傑電子能譜法(AES)進行之導線表面之組成分析]

對於導線表面含有Au之導線，導線表面中之Au濃度係以導線表面為測定面，如下所述利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而求出。

首先將供於測定之接合線以直線狀固定於試樣支架上。繼而，以與線軸垂直之方向上之導線之寬度中心為測定面之寬度中心之方式進行定位，並以測定面之寬度為導線直徑之5%以上15%以下之方式確定測定面。測定面之長度設為測定面之寬度之5倍。並且，使用AES裝置(ULVAC-PHI製造之PHI-700)，於加速電壓10 kV之條件下進行導線表面之組成分析，從而求出表面Au濃度(原子%)。

再者，利用AES進行之組成分析係對在線軸方向上彼此間隔1 mm以上之3處測定面實施，並採用其算術平均值。求取表面之Au濃度時，未考慮碳(C)、硫(S)、氧(O)、氮(N)等氣體成分、非金屬元素等。

【0089】

[利用歐傑電子能譜法(AES)進行之被覆層之厚度分析]

被覆層之厚度分析係使用利用AES之深度分析。利用AES之深度分析係指藉由交替進行組成分析與濺射來分析深度方向之組成變化，可獲得自導線表面向深度(中心)方向之各元素之濃度變化(所謂深度方向之濃度分佈)。

具體而言，利用AES，於進行1)導線表面之組成分析後，進而反覆進行2)利用Ar之濺射及3)濺射後之表面之組成分析，藉此獲得深度方向之濃度分佈。2)之濺射係於Ar^+離子、加速電壓2 kV下進行。又，於1)、3)之表面之組成分析中，測定面之尺寸、利用AES之組成分析、各元素濃度之計算條件與上述[利用歐傑電子能譜法(AES)進行之導線表面之組成分析]一欄所說明者相同。利用AES獲得深度方向之濃度分佈時，以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式進行測定。

再者，獲得深度方向之濃度分佈係對在線軸方向上彼此間隔1 mm以上之3處測定面實施。

【0090】

-被覆層之厚度及該被覆層之測定點總數-

於所獲得之深度方向之濃度分佈中，自導線表面向導線中心側確認濃度分佈，求出自Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之合計首次達到90原子%以上之深度位置Z1至C_{Pd}與C_{Ni}之合計首次降低至未達90原子%之深度位置Z2(其中，Z2＞Z1)之距離，作為所測定之被覆層之厚度。又，求出自深度位置Z1至深度位置Z2之測定點之總數作為被覆層之測定點總數。被覆層之厚度採用對3處測定面所獲得之數值之算術平均值。又，對於實施例之導線，確認到被覆層之測定點總數有50個點～100個

點。

再者，求出濺射速度與時間之積作為由AES分析所測定之深度。通常，濺射速度使用標準試樣即SiO_2來測定，故而由AES分析所得之深度為SiO_2換算值。即，被覆層之厚度之單位使用SiO_2換算值。

【0091】

-平均值X及與該平均值X之絕對偏差處於規定範圍內之測定點之總數-

於所得之深度方向之濃度分佈中，對被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}進行算術平均，求出平均值X。繼而，對被覆層之全部測定點之比C_{Pd}/C_{Ni}算出與平均值X之絕對偏差，從而求出與平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數、及與平均值X之絕對偏差處於0.2X以內之測定點之總數。平均值X採用對3處測定面所獲得之數值之算術平均值。

【0092】

-C_{Pd}或C_{Ni}之近似直線之斜率(被覆層之深度範圍中之最大值與最小值之差)-

對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Pd}(原子%)或C_{Ni}(原子%)進行直線近似，求出被覆層之深度範圍中之該近似直線之最大值與最小值之差(原子%)。此處，於平均值X未達1之情形時，對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Ni}(原子%)進行直線近似，於平均值X為1以上之情形時，對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Pd}(原子%)進行直線近似。被覆層之深度範圍中之該近似直線之最大值與最小值之差(原子%)採用對3處測定面所獲得之數值之算術平均值。

【0093】

[元素含量之測定]

使用ICP(Inductively Coupled Plasma，感應耦合電漿)發射光譜分析裝置、ICP質量分析裝置對用強酸將接合線溶解而得之溶液進行分析，檢測出導線整體中所含之元素之濃度作為導線中之第1添加元素、第2添加元素、第3添加元素、第4添加元素、第5添加元素之含量。使用ICP-OES(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer，感應耦合電漿原子發射光譜儀)(Hitachi High-Tech Science股份有限公司製造之「PS3520UVDDII」)、或ICP-MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry，感應耦合電漿質譜儀)(安捷倫科技股份有限公司製造之「Agilent 7700x ICP-MS」)作為分析裝置。再者，關於其表面進而含有Au之導線，作為第1添加元素之Au之濃度係使導線之截面露出，使用電子探針微量分析器(EPMA)或二次離子質譜儀(SIMS)對其Cu芯材部分進行測定而求出。

【0094】

[FAB形狀]

FAB形狀之評估係於引線框架上使用市售之焊線機製作FAB，並用掃描式電子顯微鏡(SEM)進行觀察(評估數量N＝100)。再者，FAB係將電流值設定為30～75 mA，將EFO(Electronic Flame-Off，放電結球)之間隙設定為762 μm，並將尾端之長度設定為254 μm，一面以0.4～0.6 L/分鐘之流量流通N_2＋5%H_2氣體一面形成，其直徑設為相對於導線線徑為1.5～1.9倍之範圍內。關於FAB形狀之判定，將真球狀者判定為良好，若存在偏芯、異形、熔融不良，則判定為不良。並且，按照以下基準進行評估。

【0095】

評估基準：

◎：不良5處以下

○：不良6～10處(實際應用中無問題)

×：不良11處以上

【0096】

[第二接合部之初始接合性]

第二接合部之初始接合性係藉由對第二接合部之接合強度及密接性進行測定、觀察來評估。詳細而言，第二接合部之接合強度係利用拉力試驗進行測定。又，第二接合部之密接性係藉由對第二接合部之截面進行SEM觀察來評估。

【0097】

-第二接合部之接合強度-

使用市售之焊線機，於實施過鍍Ag之Cu合金引線框架上，於上下左右方向上各接合80根(合計320根)導線，以製作評估樣品。

並且，對第二接合部實施拉力試驗。拉力強度之值係使用自各方向取15根合計60根之測定值之算術平均值。

【0098】

-第二接合部之密接性-

使用市售之焊線機，於實施過PPF(Pre-Plated Frame，預鍍框架)鍍覆之Cu合金引線框架上，於上下左右方向上各接合40根(合計160根)導線，以製作評估樣品。

並且，對第二接合部使用離子束進行截面研磨以製作SEM觀察用樣品。詳細而言，於與引線框架之主面垂直之方向上自正上方觀察評估樣品

之情形時，於第二接合部之寬度為最大之位置處，沿與引線框架之主面垂直之方向切斷並進行截面研磨以製作SEM觀察用樣品。此處，第二接合部之寬度係指圖1中之第二接合部10之左右方向之尺寸，藉由離子束所執行之截面研磨係於該第二接合部之寬度大致為最大之位置處，沿與圖1中通過導線之寬度中心(X)之直線垂直之方向(沿圖1中之A-A二點鏈線)進行。

對於所得之SEM觀察用樣品，對第二接合部之截面進行SEM觀察，算出導線與引線框架密接之寬度(圖2中之L2)相對於第二接合部之整個寬度(圖2中之L1)之比率，即密接率(%)(＝L2/L1×100)。對3處第二接合部進行觀察及計算，使用其算術平均值。

【0099】

基於所得之第二接合部之接合強度(拉力強度)及密接性(密接率)，按照以下基準進行評估。

【0100】

評估基準：

◎◎：密接率90%以上並且拉力強度8 gf以上

◎：密接率90%以上並且拉力強度6 gf以上且未達8 gf，或者拉力強度12 gf以上並且密接率80%以上且未達90%

○：密接率80%以上且未達90%並且拉力強度6 gf以上且未達12 gf

×：密接率未達80%，或者拉力強度未達6 gf

【0101】

[第二接合部之接合可靠性]

第二接合部之接合可靠性係藉由高溫放置試驗(HTSL：High Temperature Storage Life Test)來評估。

【0102】

於引線框架之引線部分使用市售之焊線機進行楔型接合而獲得樣品，利用市售之熱固性環氧樹脂對該樣品進行密封，而製作第二接合部之接合可靠性試驗用樣品。引線框架使用實施過1～3 μm之鍍Ag之Cu合金引線框架。使用高溫恆溫機將所製作之接合可靠性評估用樣品暴露於溫度175℃之環境中。關於第二接合部之接合壽命，每500個小時實施一次楔型接合部之拉力試驗，設為拉力強度之值成為初始所得之拉力強度之1/2時之時間。拉力強度之值係使用隨機選擇之楔型接合部之50處之測定值之算術平均值。高溫放置試驗後之拉力試驗係於藉由酸處理去除樹脂以使楔型接合部露出後進行。並且，按照以下基準進行評估。

【0103】

評估基準：

◎◎：接合壽命3000小時以上

◎：接合壽命2000小時以上且未達3000小時

○：接合壽命1000小時以上且未達2000小時

×：接合壽命未達1000小時

【0104】

[第一接合部之接合可靠性]

第一接合部之接合可靠性係藉由高溫放置試驗(HTSL：High Temperature Storage Life Test)及高溫高濕試驗(HAST；Highly Accelerated Temperature and Humidity Stress Test)兩者來評估。

【0105】

-HTSL-

於在一般之金屬框架上之矽基板以形成厚度1.5 μm之Al-1.0質量%Si-0.5質量%Cu之合金膜的方式設置之電極上，使用市售之焊線機進行焊球接合而獲得樣品，利用市售之熱固性環氧樹脂對該樣品進行密封，而製作第一接合部之接合可靠性試驗用樣品。焊球係於上述[FAB形狀]一欄所記載之條件下形成。使用高溫恆溫機將所製作之接合可靠性評估用樣品暴露於溫度175℃之環境中。關於第一接合部之接合壽命，每500個小時實施一次焊球接合部之剪切試驗，設為剪切強度之值成為初始所得之剪切強度之1/2時之時間。剪切強度之值係使用隨機選擇之焊球接合部之50處之測定值之算術平均值。高溫放置試驗後之剪切試驗係於藉由酸處理去除樹脂以使焊球接合部露出後進行。並且，按照以下基準進行評估。

【0106】

評估基準：

◎：接合壽命2000小時以上

○：接合壽命1000小時以上且未達2000小時

×：接合壽命未達1000小時

【0107】

-HAST-

使用不飽和型壓力鍋試驗機，將按照與上述相同之程序而製作之第一接合部之接合可靠性評估用樣品暴露於溫度130℃、相對濕度85%之高溫高濕環境中，施加7 V之偏壓。關於第一接合部之接合壽命，每48個小時實施一次焊球接合部之剪切試驗，設為剪切強度之值成為初始所得之剪切強度之1/2時之時間。剪切強度之值係使用隨機選擇之焊球接合部之50處之測定值之算術平均值。剪切試驗係於藉由酸處理去除樹脂以使焊球接

合部露出後進行。並且，按照以下基準進行評估。

【0108】

評估基準：

◎：接合壽命384小時以上

○：接合壽命240小時以上且未達384小時

×：接合壽命未達240小時

【0109】

[壓接形狀]

第一接合部之壓接形狀(焊球之壓扁形狀)之評估係使用市售之焊線機，於上述[FAB形狀]一欄所記載之條件下形成焊球，將其壓接接合至在Si基板上以形成厚度1.5 μm之Al-1.0質量%Si-0.5質量%Cu之合金膜之方式設置之電極上，自正上方用光學顯微鏡進行觀察(評估數量N＝100)。關於焊球之壓扁形狀之判定，於壓扁形狀接近真圓之情形時，判定為良好，若為橢圓形或花瓣狀之形狀，則判定為不良。並且，按照以下基準進行評估。

【0110】

評估基準：

◎：無不良

○：不良1～5處(實際應用中無問題)

×：不良6處以上

【0111】

將實施例及比較例之評估結果示於表1、表2中。

【0112】

[表1]
(表1)

	No.	線徑	被覆層之厚度	平均值X*1	絕對偏差0.3X以內之測定點*2	絕對偏差0.2X以內之測定點*3	C_{Pd}或C_{Ni}之近似直線之最大值與最小值之差	Au濃度		第1添加元素(Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi)	第2添加元素(B、P、Mg)	第3添加元素(Se、Te、As、Sb)	第4添加元素(Ga、Ge)	第5添加元素(In、Ag)	FAB形狀	第二接合部之接合可靠性	第二接合部之初始接合性	第一接合部之接合可靠性		壓接形狀
								表面	導線整體									HAST	HTSL	
		um	nm		%	%	原子%	原子%	質量%	質量ppm	質量ppm	質量ppm	質量%	質量ppm						
實施例	1	20	30	1.2	70	66	8			Ti：10					◎	◎	○	○	○	◎
	2	20	10	1.8	60	60	18			V：10，Cr：10					○	○	○	○	○	◎
	3	20	75	4	82	78	15			Mn：30，Co：30					◎	◎	◎	○	○	◎
	4	20	104	0.7	90	82	8			Fe：5					◎	◎◎	○	○	○	◎
	5	20	130	5	92	86	7	15	0.06	Fe：5					◎	◎◎	○	○	○	◎
	6	20	43	2.8	50	45	16			Zn：150					○	○	◎◎	○	○	◎
	7	20	100	0.8	95	90	3			Zr：5					◎	◎◎	○	○	○	◎
	8	20	68	35	77	77	9			Nb：10，Mo：30					◎	◎	◎	○	○	◎
	9	20	92	1.5	68	60	15	45	0.15	Ru：200					◎	◎	◎◎	○	○	◎
	10	20	55	0.2	60	50	21			Rh：20					○	○	○	○	○	◎
	11	20	18	20	77	72	7			Sn：300					◎	◎	◎◎	○	○	◎
	12	20	95	0.6	92	92	4			Au：10，Ta：10					◎	◎◎	○	○	○	◎
	13	20	110	0.6	100	100	3			W：30，Bi：45					◎	◎◎	◎	○	○	◎
	14	20	42	12	55	52	18			Os：100，Ir：80					○	◎	◎◎	○	○	◎
	15	20	55	2.2	78	70	12	65	0.27	Pt：220					◎	◎	◎◎	○	○	◎
	16	20	82	2.4	88	82	7			Au：450					◎	◎◎	◎◎	○	○	◎
	17	20	72	2.8	86	82	7			Bi：5					◎	○	○	○	○	◎
	18	20	62	6	82	74	9			Ti：10，Sn：20					◎	◎◎	◎	○	○	◎
	19	20	27	1.2	56	48	22			Cr：100，Zr：200					○	○	◎◎	○	○	◎
	20	20	37	0.4	94	90	5			Fe：20，Pt：40					◎	◎	◎	○	○	◎
	21	20	72	1.3	94	91	6			V：20，Mn：20，Ir：20，Au：30					◎	◎◎	◎	○	○	◎
	22	20	80	0.1	88	86	10			Rh：5，Bi：15					◎	○	○	○	○	◎
	23	20	12	0.7	60	60	14			Sn：150，Pt：300					○	○	◎◎	○	○	◎

*1 被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值X

*2 被覆層中與平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數之比率(%)

*3 被覆層中與平均值X之絕對偏差處於0.2X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數之比率(%)

【0113】

[表2]

(表2)

	No.	線徑	被覆層之厚度	平均值X*1	絕對偏差0.3X以內之測定點*2	絕對偏差0.2X以內之測定點*3	C_{Pd}或C_{Ni}之近似直線之最大值與最小值之差	Au濃度 表面	Au濃度 導線整體	第1添加元素(Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi)	第2添加元素(B、P、Mg)	第3添加元素(Se、Te、As、Sb)	第4添加元素(Ga、Ge)	第5添加元素(In、Ag)	FAB形狀	第二接合部之接合可靠性	第二接合部之初始接合性	第一接合部之接合可靠性 HAST	第一接合部之接合可靠性 HTSL	壓接形狀
		um	nm		%	%	原子%	原子%	質量%	質量ppm	質量ppm	質量ppm	質量%	質量ppm						
實施例	24	20	128	3.3	95	90	4			Zn：20	P：50	Se：20			◎	○	○	◎	○	◎
	25	20	105	0.8	98	94	9			Rh：30			Ga：0.011		◎	◎◎	◎	○	◎	◎
	26	50	18	1.5	66	62	17			Pt：200			Ga：0.1	Ag：500	○	◎	◎◎	○	◎	◎
	27	50	60	4	72	68	16	30	0.10	Cr：60，Bi：30	P：6		Ge：1.1		◎	◎	◎	○	◎	◎
	28	50	80	2	85	82	10			Ta：100		Te：100		In：20	◎	◎◎	◎◎	◎	○	◎
	29	50	110	0.6	75	72	14			Zr：15		Sb：6	Ga：1.5		◎	○	○	◎	◎	◎
	30	50	120	0.6	90	88	3			Co：5	Mg：100	As：100			◎	○	○	◎	○	◎
	31	50	20	1.5	90	90	3			Au：10	B：15			Ag：6	◎	○	○	○	○	◎
	32	50	65	1.2	88	83	8			Pt：6			Ga：0.6		◎	○	○	○	◎	◎
	33	20	77	2.8	87	81	8	72	0.22	Pt：10		Te：10	Ga：0.3		◎	○	○	◎	◎	◎
	34	20	35	1.1	78	70	13			Mn：10，Nb：10，Ir：20					◎	◎	◎	○	○	◎
	35	20	100	0.7	74	68	11			Zr：2，Sn：4			Ge：0.04		◎	○	○	○	◎	◎
	36	20	65	2.7	95	90	8	57	0.15	Bi：50	P：65				◎	◎◎	◎	○	○	◎
	37	20	33	0.8	72	66	12			Ti：35		Sb：15			○	◎	◎	◎	○	◎
	38	50	92	1.8	88	84	8			Zr：120				Ag：120	◎	◎◎	◎◎	○	○	◎
比較例	1	20	68	1.8	82	75	15								◎	○	×	○	○	○
	2	20	48	0.8	75	64	11			Ru：4	Mg：25				○	×	×	○	○	◎
	3	20	15	2.1	66	62	8			V：4		Se：10			◎	○	×	◎	○	◎
	4	20	8	0.6	60	38	10			Ta：500					×	×	×	○	○	×
	5	20	135	1.2	78	70	12						Ga：0.05		×	○	×	○	◎	×
	6	20	55	0.8	20	20	30			Fe：15				In：16	○	×	○	○	○	◎
	7	20	45	0.03	83	68	4								◎	○	×	×	×	○
	8	20	80	39	82	76	8			Zr：30		Te：15			◎	×	○	◎	×	◎

*1 被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值X

*2 被覆層中與平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數之比率(%)

*3 被覆層中與平均值X之絕對偏差處於0.2X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數之比率(%)

【符號說明】

【0114】

1:接合線(導線)

2:測定面

10:第二接合部

50:外部端子

L1:第二接合部之整個寬度

L2:第二接合部中導線與外部端子密接之寬度

l_a:測定面之長度

W:導線之寬度(導線直徑)

X:導線之寬度中心

w_a:測定面之寬度

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種接合線，其係包含含有Cu或Cu合金之芯材、及形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層者，

以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，

將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，

被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)：

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度為5質量ppm以上450質量ppm以下。

【請求項2】

一種接合線，其係包含含有Cu或Cu合金之芯材、及形成於該芯材表面之Pd及Ni之合計濃度為90原子%以上之被覆層者，

以深度方向之測定點於被覆層中為50個點以上之方式利用歐傑電子能譜法(AES)進行測定而得之該導線之深度方向之濃度分佈中，

被覆層之厚度為10 nm以上130 nm以下，

將被覆層之全部測定點之Pd濃度C_{Pd}(原子%)與Ni濃度C_{Ni}(原子%)之

比C_{Pd}/C_{Ni}之平均值設為X時，該平均值X為0.1以上35.0以下，

被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.3X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上，且

該接合線滿足以下條件(A)及(B)：

(A)含有選自由Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Zn、Zr、Nb、Mo、Ru、Rh、Sn、Ta、W、Os、Ir、Pt、Au、Bi所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第1添加元素」)，第1添加元素相對於導線整體之總計濃度(其中，Au之濃度係使用芯材部分中之濃度)為5質量ppm以上450質量ppm以下；

(B)接合線表面含有Au，Au相對於導線整體之濃度為0.5質量%以下。

【請求項3】

如請求項1或2之接合線，其中被覆層中與該平均值X之絕對偏差處於0.2X以內之測定點之總數相對於被覆層之測定點總數為50%以上。

【請求項4】

如請求項1或2之接合線，其中對於被覆層之全部測定點，利用最小平方法對C_{Pd}或C_{Ni}進行直線近似時，被覆層之深度範圍中之該近似直線之最大值與最小值之差為20原子%以下。

【請求項5】

如請求項1或2之接合線，其中導線之深度方向之濃度分佈係一面利用Ar濺射自導線表面沿深度方向向下挖掘，一面於下述＜條件＞下利用AES進行測定而得：

＜條件＞以導線之寬度中心為測定面之寬度中心之方式進行定位，

且測定面之寬度為導線直徑之5%以上15%以下，測定面之長度為測定面之寬度之5倍。

【請求項6】

如請求項1或2之接合線，其含有選自由B、P及Mg所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第2添加元素」)，第2添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上100質量ppm以下。

【請求項7】

如請求項1或2之接合線，其含有選自由Se、Te、As及Sb所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第3添加元素」)，第3添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上100質量ppm以下。

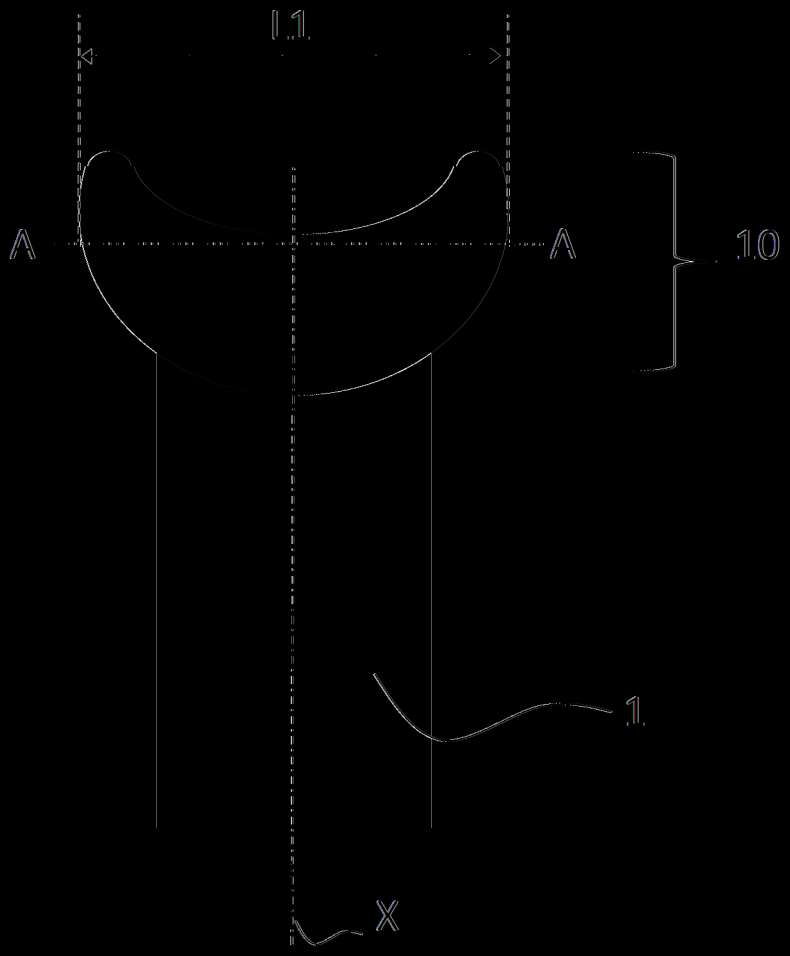
【請求項8】

如請求項1或2之接合線，其含有選自由Ga及Ge所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第4添加元素」)，第4添加元素相對於導線整體之總計濃度為0.011質量%以上1.5質量%以下。

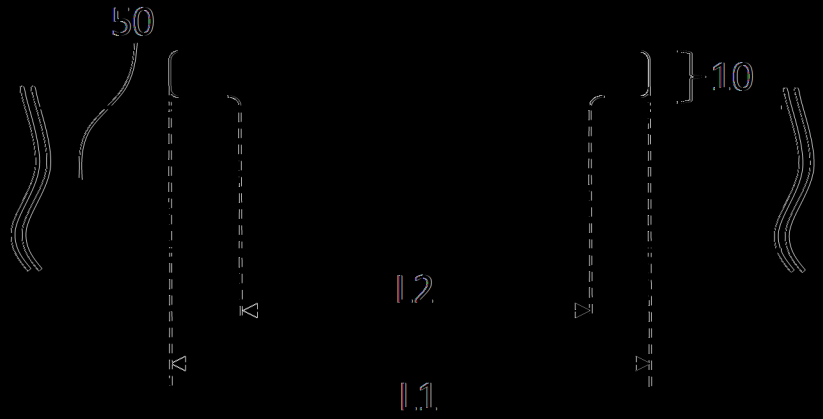
【請求項9】

如請求項1或2之接合線，其含有選自由In及Ag所組成之群中之1種以上之元素(下稱「第5添加元素」)，第5添加元素相對於導線整體之總計濃度為1質量ppm以上500質量ppm以下。

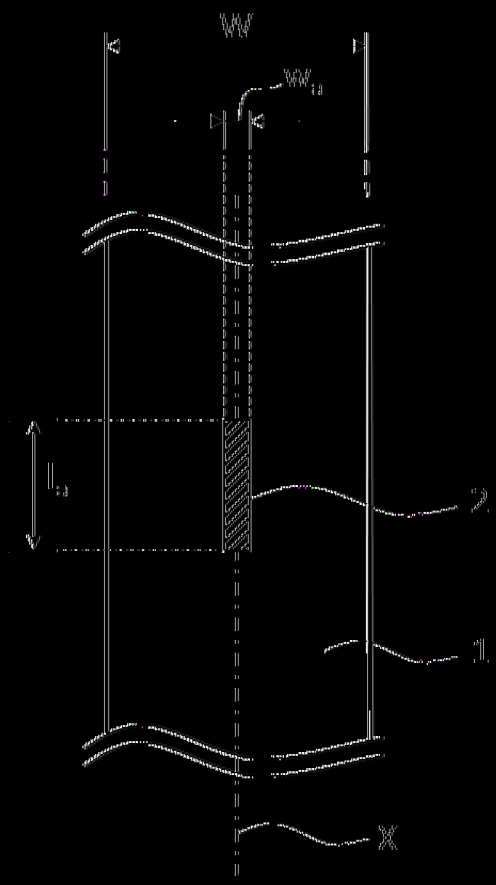
【図1】



【図1】



【図2】



圖(三)3