201619399

(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 201619399 A

(43)公開日： 中華民國 105 (2016) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：104132373 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 09 月 30 日

(51)Int. Cl.： *C22C5/02 (2006.01)* *B23K1/00 (2006.01)*
B23K35/02 (2006.01) *B23K35/22 (2006.01)*
B23K35/26 (2006.01) *H01L21/52 (2006.01)*
H01L23/10 (2006.01) *H01L23/50 (2006.01)*
H01R11/01 (2006.01) *H01R43/02 (2006.01)*

(30)優先權：2014/09/30 日本 JP2014-200478

(71)申請人：住友金屬礦山股份有限公司 (日本) SUMITOMO METAL MINING CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：井關隆士 ISEKI, TAKASHI (JP)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：5 共 32 頁

(54)名稱

基於金－錫－銀之焊料合金、使用彼密封或連接之電子裝置及配備該電子裝置之電子設備

AU-SN-AG-BASED SOLDER ALLOY, ELECTRONIC DEVICE SEALED OR JOINED USING THE SAME, AND ELECTRONIC APPARATUS EQUIPPED WITH THE ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明揭示高溫無鉛之基於金-錫-銀之焊料合金，其密封性、連接可靠性及濕延展性極佳，其可保持於高品質位準下持續長時段，且以相對較低成本提供。除在生產期間必然包含於其中之元素以外，該無鉛之基於金-錫-銀之焊料合金含有 27.5 質量%或多於 27.5 質量%但少於 33.0 質量%之錫，8.0 質量%或多於 8.0 質量%但 14.5 質量%或少於 14.5 質量%之銀，且其餘部分為金。當具有板狀或薄片狀形狀時，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，在根據 JIS Z8781-4 之 L*a*b*色彩系統中，該表面之 L*、a*及 b*分別為 41.1 或高於 41.1 但 57.1 或低於 57.1，-1.48 或高於-1.48 但 0.52 或低於 0.52，及-4.8 或高於-4.8 但 9.2 或低於 9.2。當具有球狀形狀時，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，其 L*、a*及 b*分別為 63.9 或高於 63.9 但 75.9 或低於 75.9，0.05 或高於 0.05 但 0.65 或低於 0.65，及 1.3 或高於 1.3 但 11.3 或低於 11.3。

Disclosed herein is a high-temperature lead-free Au-Sn-Ag-based solder alloy that is excellent in sealability, joint reliability, and wet-spreadability, that can be kept at a high quality level for a long period of time, and that is provided at a relatively low cost. The lead-free Au-Sn-Ag-based solder alloy contains 27.5 mass% or more but less than 33.0 mass% of Sn, 8.0 mass% or more but 14.5 mass% or less of Ag, and a balance being Au except for elements inevitably contained therein during production. When having a plate- or sheet-like shape, the Au-Sn-Ag-based solder alloy has a surface whose L*, a*, and b* in an L*a*b* color system in accordance with JIS Z8781-4 are 41.1 or more but 57.1 or less,-1.48 or more but 0.52 or less, and -4.8 or more but 9.2 or less, respectively. When having a ball-like shape, the Au-Sn-Ag-based solder alloy has a surface whose L*, a*, and b* are 63.9 or more but 75.9 or less, 0.05 or more but 0.65 or less, and 1.3 or more but 11.3 or less, respectively.

TW 201619399 A

指定代表圖：

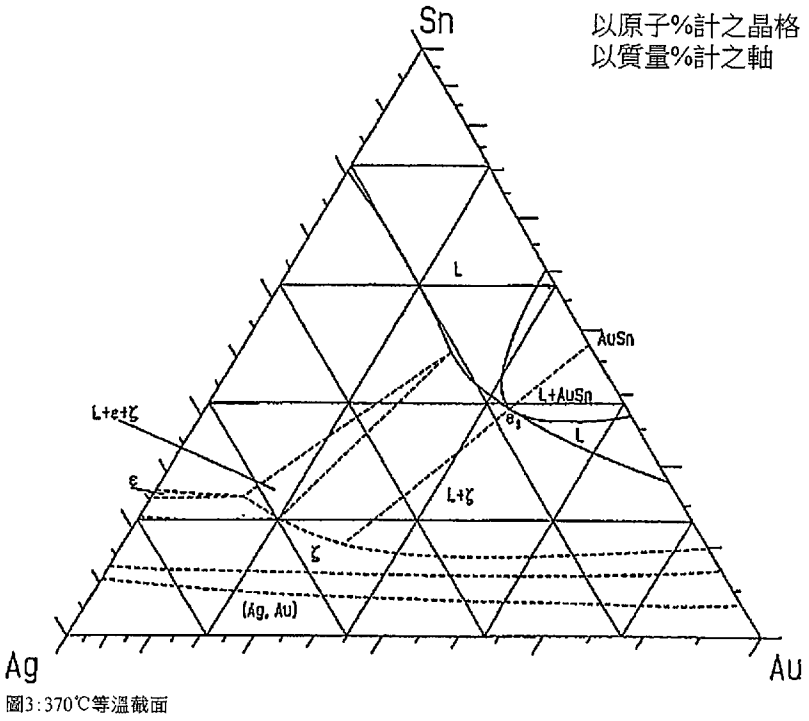

圖3:370℃等溫截面

圖1

201619399

發明摘要

※ 申請案號：104132377

※ 申請日：104.9.30

※IPC 分類：C22C5/02(2006.01)
B23K1/00(2006.01)
B23K35/02(2006.01)
B23K35/22(2006.01)
B23K35/26(2006.01)
H01L21/52(2006.01)
H01L23/10(2006.01)
H01L23/50(2006.01)
H01R11/01(2006.01)
H01R43/02(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

基於金-錫-銀之焊料合金、使用彼密封或連接之電子裝置及配備該電子裝置之電子設備

Au-Sn-Ag-Based Solder Alloy，Electronic Device Sealed or Joined Using the Same, and Electronic Apparatus Equipped with the Electronic Device

【中文】

本發明揭示高溫無鉛之基於金-錫-銀之焊料合金，其密封性、連接可靠性及濕延展性極佳，其可保持於高品質位準下持續長時段，且以相對較低成本提供。除在生產期間必然包含於其中之元素以外，該無鉛之基於金-錫-銀之焊料合金含有 27.5 質量%或多於 27.5 質量%但少於 33.0 質量%之錫，8.0 質量%或多於 8.0 質量%但 14.5 質量%或少於 14.5 質量%之銀，且其餘部分為金。當具有板狀或薄片狀形狀時，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，在根據 JIS Z8781-4 之 L*a*b*色彩系統中，該表面之 L*、a*及 b*分別為 41.1 或高於 41.1 但 57.1 或低於 57.1，-1.48 或高於-1.48 但 0.52 或低於 0.52，及-4.8 或高於-4.8 但 9.2 或低於 9.2。當具有球狀形狀時，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，其 L*、a*及 b*分別為 63.9 或高於 63.9 但 75.9 或低於 75.9，0.05 或高於 0.05 但 0.65 或低於 0.65，及 1.3 或高於 1.3 但 11.3 或低於 11.3。

【英文】

Disclosed herein is a high-temperature lead-free Au-Sn-Ag-based solder alloy that is excellent in sealability, joint reliability, and wet-spreadability, that can be kept at a high quality level for a long period of time, and that is provided at a relatively low cost. The lead-free Au-Sn-Ag-based solder alloy contains 27.5 mass% or more but less than 33.0 mass% of Sn, 8.0 mass% or more but 14.5 mass% or less of Ag, and a balance being Au except for elements inevitably contained therein during production. When having a plate- or sheet-like shape, the Au-Sn-Ag-based solder alloy has a surface whose L*, a*, and b* in an L*a*b* color system in accordance with JIS Z8781-4 are 41.1 or more but 57.1 or less,-1.48 or more but 0.52 or less, and -4.8 or more but 9.2 or less, respectively. When having a ball-like shape, the Au-Sn-Ag-based solder alloy has a surface whose L*, a*, and b* are 63.9 or more but 75.9 or less, 0.05 or more but 0.65 or less, and 1.3 or more but 11.3 or less, respectively.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

基於金-錫-銀之焊料合金、使用彼密封或連接之電子裝置及配備該電子裝置之電子設備

Au-Sn-Ag-Based Solder Alloy，Electronic Device Sealed or Joined Using the Same, and Electronic Apparatus Equipped with the Electronic Device

【技術領域】

【0001】 本發明關於主要含有金之高溫無鉛之焊料合金、使用該焊料合金密封或連接之電子裝置及配備該電子裝置之電子設備。

【先前技術】

【0002】 近年來，對有害於環境之化學物質之限制已變得日益嚴格，且用於將電子零件或其類似物連接至基板之焊接材料亦不例外於該等限制。長時間來鉛（Pb）已用作焊接材料之主要組分，但其已經規定為受限物質，例如在 RoHS 指令中。因此，已積極地發展不含鉛之焊料（下文亦稱為無鉛焊料）。

【0003】 基於其使用溫度限制，用於將電子零件連接至基板之焊料大體上劃分成高溫焊料（約 260℃至 400℃）及低溫及中等溫度焊料（約 140℃至 230℃）。對於低溫及中等溫度焊料，在此類焊料中，主要含錫之無鉛焊料已經投入實際使用。舉例而言，JP 11-077366 A 揭示作為低溫及中等溫度無鉛焊接材料之無鉛焊料合金組成物，其含有錫作為主要組分，1.0 至 4.0

質量%之銀，2.0 質量%或少於 2.0 質量%之銅，1.0 質量%或少於 1.0 質量%之鎳，及 0.2 質量%或少於 0.2 質量%之鉛。JP 8-215880 A 揭示無鉛焊料合金組成物，其含有 0.5 至 3.5 質量%之銀，0.5 至 2.0 質量%之銅，且其餘部分為錫。

【0004】 另一方面，亦已藉由多個組織研究及發展高溫無鉛焊料。舉例而言，JP 2002-160089 揭示鉍/銀焊接材料，其含有 30 原子%至 80 原子%之鉍且熔融溫度為 350℃至 500℃。JP 2008-161913 A 揭示藉由將二元共晶合金添加至含鉍之共晶合金且進一步將附加元素添加於其中來獲得焊料合金。JP 2008-161913 A 陳述，儘管此焊料合金為四元或更高階多組分焊料，但其液相線溫度可調節且其變化可減少。

【0005】 主要含有金、金-錫合金或金-鍺合金之昂貴高溫無鉛焊接材料用於具有電子零件（諸如晶體裝置、SAW 過濾器或微電機械系統（MEMS））之電子裝置。金-錫合金之共晶組成物為金-20 質量%錫（其意謂含有 80 質量%之金及 20 質量%之錫的組成物，下文適用相同者），且其熔點為 280℃。金-鍺合金之共晶組成物為金-12.5 質量%鍺，且其熔點為 356℃。

【0006】 選擇使用金-錫合金或金-鍺合金主要視其熔點之間的差而定。更特定言之，金-錫合金用於在高溫焊料使用溫度範圍內之相對低溫服務下連接，而金-鍺合金用於在使用溫度範圍內之相對高溫服務下連接。然而，此等基於金之合金比基於鉛或基於錫之焊料困難得多。特定言之，金-鍺合金含有半金屬之鍺，且因此極難加工成薄片形狀或其類似者。因此，難以提高產率或產量，且由此將提高產品成本。

【0007】 金-錫合金亦難以加工，但未達至上述金-鍺合金之程度。特

定言之，當金-錫合金加工成預成型體或其類似物時，產率或產量往往較低。關於此之原因為儘管金-20 質量%錫為共晶組成物，但金-20 質量%錫合金僅由金屬間組成，且因此位錯難以移動。因此，其變得難以使金-20 質量%錫合金變形且因此很可能在輥壓或加壓切割期間產生裂縫或毛邊。另外，金-20 質量%錫合金之材料成本比其他焊接材料高幾個數量級。因此，事實為金-20 質量%錫合金主要用於密封需要具有尤其高之可靠性的晶體裝置或其類似物。

【0008】 出於儘可能地降低金-錫合金成本及使金-錫合金較易於使用之目的，已發展基於金-錫-銀之焊料合金。舉例而言，JP 2008-155221 A 揭示出於提供廉價且相對較低熔點之焊接材料及使用該焊接材料之壓電器件的目的而使用焊接材料之技術，其中該焊接材料具有易於處理且強度及黏著性極佳之特徵。當焊接材料之組成比表現為（金、銀、錫）以質量%計時，焊接材料在金、銀及錫之三元組成圖中的組成比在由點 A1（41.8，7.6，50.5）、點 A2（62.6，3.4，34.0）、點 A3（75.7，3.2，21.1）、點 A4（53.6，22.1，24.3）及點 A5（30.3，33.2，36.6）圍繞之區域內。

【0009】 另外，日本專利第 4305511 號揭示技術以提供高溫無鉛焊料合金用於熔融密封，其含有 2 質量%至 12 質量%之銀、40 質量%至 55 質量%之金且其餘部分為錫。此技術關於提供高溫無鉛焊料，其金含量低於習知金-錫共晶合金之金含量，同時其固相線溫度為 270℃或高於 270℃，或關於提供容器與其罩部件之間的接合點之熱循環電阻或機械強度極佳的封裝。

【0010】 另外，日本專利第 2670098 號揭示附接至引線框針尖之技術，藉由將 20 重量%至 50 重量%之金 10 重量%至 20 重量%之鍺或 20 重量

%至 40 重量%之錫添加至銀而獲得之焊接材料。此技術關於提供引線框，其中焊接材料具有低熔點，使得焊接材料恰當地流動以穩定接合點強度而不使鐵-鎳合金引線框易脆，且不降低引線框之耐腐蝕性。

【0011】 揭示於以上所列文獻中之彼等者以外的高溫無鉛焊接材料亦已藉由多個組織發展，但尚未發現通用目的及較低成本之焊接材料。更特定言之，電子零件或基板一般使用具有相對較低溫度上限之材料，諸如熱塑性樹脂或熱固性樹脂，且因此工作溫度需低於 400℃，宜為 370℃或低於 370℃。然而，揭示於 JP 2002-160089 A 中之鉍/銀焊接材料之液相線溫度高達 400℃至 700℃，且因此估計連接期間之工作溫度亦為 400℃至 700℃或高於 700℃。因此，工作溫度超過待連接電子零件或基板之溫度上限。

【0012】 基於金-錫之焊料或基於金-鍺之焊料大量使用極昂貴之金，且因此比通用目的之基於鉛或錫之焊料更加昂貴。儘管基於金-錫之焊料或基於金-鍺之焊料已經投入實際使用，但其焊接使用範圍限於需要具有尤其高之可靠性的電子零件，諸如晶體裝置、SAW 過濾器或 MEMS。此外，基於金之焊料極硬且難以加工。因此，藉由輥壓將基於金之焊料加工成薄片形狀耗時間或需要使用由耐刮擦之特殊材料製成之輥，其由此提高產品成本。另外，當基於金之焊料加壓模製時，很可能因其堅硬及易脆性質出現裂縫或毛邊，相較於另一常見之加壓模製焊料，此顯著降低產量。將基於金之焊料加工成絲狀亦涉及類似之嚴重問題。其為，即使在使用允許極高壓力下之擠壓的擠壓機時，基於金之焊料之壓出速率亦因其硬度而較低，且因此其產率僅為將基於鉛之焊料加工成絲狀時之產率的約百分之一至百分之幾。

【0013】 為解決此基於金之焊料可加工性不佳之問題，已作出努力發展基於金之焊料漿料。然而，基於金之焊料漿料可導致另一問題，諸如產生空隙或成本之額外提高。已出於解決包括上文所述之熔點、可加工性及成本的多個基於金之焊料問題之目的發展揭示於 JP 2008-155221 A、日本專利第 4305511 號及日本專利第 2 670098 號中之基於金-錫-銀之焊料合金。然而，其視為難以在如 JP 2008-155221 A 中所述之由點 A1 至 A5 圍繞之所有區域中以類似方式達成所要特性，因為該區域涵蓋極大組成範圍。

【0014】 舉例而言，點 A3 與點 A5 之間金含量之差異大至 45.4 質量%。當此兩種焊料合金之組成不同至此程度時，待形成之金屬間化合物彼此不同，且因此液相線溫度或固相線溫度彼此顯著不同。另外，當防止氧化之金含量之差異大至 45.4 質量%時，焊料合金之可濕性彼此顯著不同。如可自展示於圖 1 中之金-錫-銀之三元相圖看出，當金、錫及銀之組成變化時、金-錫-銀金屬間化合物顯著變化。亦即，當金、錫及銀之組成變化時，連接後形成之金屬間化合物之類型或比率亦顯著變化。因此，不太可能在如 JP 2008-155221 A 中所述之此類廣泛組成範圍中達成類似之極佳可加工性及應力鬆弛特性。

【0015】 在日本專利第 4305511 號中，銀含量為 2 質量%至 12 質量%且金含量為 40 質量%至 55 質量%，且因此為錫之其餘部分為 33 質量%至 58 質量%。具有此類高錫含量之焊料合金易於氧化，此可導致可濕性不足。基於實際上使用金-20 質量%錫合金無任何問題之事實，有可能只要錫含量為約 30 質量%即可確保可濕性。然而，當錫含量超過 40 質量%時，可能難以確保可濕性。錫含量超過 40 質量%之焊料合金不為共晶合金，且因此其視

為難以達成極佳連接可靠性，因為連接後晶體粒變粗或發生分離熔融現象，此歸因於液相線溫度與固相線溫度之間的較大差異。

【0016】 在日本專利第 2670098 號中，金含量為至多 50 質量%，其在減少用作原料之金量中顯著有效。另外，錫含量為 40 質量%或更低（或低於 40 質量%）在一定程度上可確保可濕性。本發明之目的為藉由恰當流動焊料穩定連接強度而不使鐵-鎳合金引線框易脆且不降低引線框之耐腐蝕性。因此，日本專利第 2670098 號不關於提供具有所需特性以連接半導體元件之焊接材料，諸如由歸因於溫度變化之膨脹及收縮而產生之應力鬆弛。

【0017】 描述於日本專利第 2670098 號中之組成範圍內的焊接材料不為共晶合金，且因此其視為難以達成極佳連接可靠性，因為連接後晶體粒粗糙或發生分離熔融現象，此歸因於液相線溫度與固相線溫度之間的較大差異。另外，揭示於日本專利第 2670098 號中之焊接材料設計用於鐵-鎳合金應用，且因此不欲形成適用於連接半導體元件之金屬化層或由銅製成之基板或其類似物的合金。

【發明內容】

【0018】 鑒於以上情形，本發明之一個目標為以相對較低成本提供高溫無鉛之基於金-錫-銀之焊料合金，其密封性、連接可靠性及濕延展性極佳，且其可保持於高品質位準下持續長時段而其多個特性之時間性變化較少，且其可適當地用於具有電子零件（諸如晶體裝置、SAW 過濾器或 MEMS）之高度可靠之電子裝置。

【0019】 為達成以上目標，本發明之第一態樣關於板狀或薄片狀基於

金-錫-銀之焊料合金，除在生產期間必然包含於其中之元素以外，其含有27.5質量%或高於27.5質量%但低於33.0質量%之錫，8.0質量%或高於8.0質量%但14.5質量%或低於14.5質量%之銀，且其餘部分為金，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，在根據JIS Z8781-4之L*a*b*色彩系統中，其L*、a*及b*分別為41.1或高於41.1但57.1或低於57.1，-1.48或高於-1.48但0.52或低於0.52，及-4.8或高於-4.8但9.2或低於9.2。

【0020】 本發明之第二態樣關於球狀基於金-錫-銀之焊料合金，除在生產期間必然包含於其中之元素以外，其含有27.5質量%或高於27.5質量%但低於33.0質量%之錫，8.0質量%或高於8.0質量%但14.5質量%或低於14.5質量%之銀，且其餘部分為金，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，在根據JIS Z8781-4之L*a*b*色彩系統中，其L*、a*及b*分別為63.9或高於63.9但75.9或低於75.9，0.05或高於0.05但0.65或低於0.65，及1.3或高於1.3但11.3或低於11.3。

【0021】 根據本發明，有可能以相對較低成本提供高溫無鉛之基於金-錫-銀之焊料合金，其密封性、連接可靠性及濕延展性極佳，且其可保持於高品質位準下持續長時段而其多個特性之時間性變化較少。此使得有可能以比習知基於金之焊料更低之成本提供焊料合金用於需要具有極高可靠性之電子裝置，諸如具有晶體裝置、SAW過濾器、MEMS或其類似物之電子裝置或配備此類電子裝置之電子設備。

【圖式簡單說明】

【0022】

圖 1 為金-錫-銀三元相圖；

圖 2 為總成之截面圖，其中矽晶片用焊料合金連接至鎳鍍覆之銅基板；

圖 3 為總成之截面圖，其中焊料合金連接至鎳鍍覆之銅基板；

圖 4 為展示較長直徑（X1）及較短直徑（X2）之視圖，其用於定義縱橫比且分別對應於濕延展焊料之最大及最小長度；且

圖 5 為用球密封之密封容器之截面圖。

【實施方式】

【0023】 本發明人已集中研究主要含金之無鉛焊料合金，且因此已發現基於金-錫-銀之焊料合金之基本組成接近於具有如無鉛基於金之焊料之尤其極佳多個特性的金-錫-銀之三元共晶點之組成（展示於圖 1 中之金-錫-銀的三元相圖之「點 e1」）。亦即，基於金-錫-銀之合金確實比金-錫合金更軟，只要基於金-錫-銀之合金之組成在圍繞金、錫及銀在其三元相圖中之三元共晶點處之組成的組成範圍內。因此，自實際觀點來看，此類基於金-錫-銀之合金之可加工性或應力鬆弛特性極佳，且可用作具有足夠可濕性之焊料合金。另外，焊料合金之金含量可藉由用錫及銀替代一部分昂貴金而顯著降低，其使得有可能減少焊料合金之成本。

【0024】 更特定言之，基於金-錫-銀之焊料合金具有（作為基本組成）金-錫-銀之三元共晶點處之組成，亦即金= 57.2 質量%，錫= 30.8 質量%，銀= 12.0 質量%（金= 43.9 原子%，錫= 39.3 原子%，銀= 16.8 原子%，以原子%計），且因此其晶體粒較微細且其晶體結構為薄層狀，使得其可加工性及應力鬆弛特性顯著改良。此外，基於金-錫-銀之焊料合金具有高錫含量及高銀

含量，且因此可降低其金含量以便可獲得高成本降低效果。另外，基於金-錫-銀之焊料合金含有大量反應性且難以氧化之銀，且因此可達成極佳可濕性或可連接性。此外，為將焊料表面特性保持於較佳位準，精確理解且控制表面條件很重要。因此，焊料合金之表面條件由根據 JIS Z8781-4 之 L*a*b* 色彩系統中的 L*、a*及 b*規定。

【0025】 更特定言之，本發明之基於金-錫-銀之焊料合金具有以下組成：除在生產期間必然包含於其中之元素以外，含有 27.5 質量%或高於 27.5 質量%但低於 33.0 質量%之錫，8.0 質量%或高於 8.0 質量%但 14.5 質量%或低於 14.5 質量%之銀，且其餘部分為金。當具有板狀或薄片狀形狀時，焊料合金具有一表面，在根據 JIS Z8781-4 之 L*a*b*色彩系統中，其 L*、a*及 b*分別為 41.1 或高於 41.1 但 57.1 或低於 57.1，-1.48 或高於-1.48 但 0.52 或低於 0.52，及-4.8 或高於-4.8 但 9.2 或低於 9.2。當具有球狀形狀時，焊料合金具有一表面，在根據 JIS Z8781-4 之 L*a*b*色彩系統中，其 L*、a*及 b*分別為 63.9 或高於 63.9 但 75.9 或低於 75.9，0.05 或高於 0.05 但 0.65 或低於 0.65，及 1.3 或高於 1.3 但 11.3 或低於 11.3。下文中，將詳細描述本發明之基於金-錫-銀之焊料合金的具體實例之 L*a*b*色彩系統中之 L*、a*及 b*以及必需元素。

<L*、a*、b*>

【0026】 需要焊料之表面條件應始終保持恆定以穩定焊料之可濕性或可連接性而無變化。一般而言，焊料合金之表面塗有氧化層，且雜質僅略微附著於其中。此類氧化層及雜質必然存在，且因此自品質控制之觀點來看，較佳清楚地理解其如何存在。進行此操作之一個方式可為用場發射

歐傑（Auger）電子光譜儀或其類似物來例如量測靠近焊料表面之氧化層、碳量或焊料組分。然而，在生產線上安裝此類量測裝置過於昂貴無法實施。因此，為保持焊料合金之品質在高位準下恆定，可簡單地量測焊料之表面條件很重要。

【0027】 本發明人已發現大大影響可濕性或可連接性之焊料合金表面可藉由理解及控制焊料合金表面之色彩（亮度、色調及色度）而簡單地理解及管理。更特定言之，本發明人已發現當本發明之基於金-錫-銀之焊料合金具有板狀或薄片狀形狀時，JIS Z8781-4 中規定之 L*a*b*色彩系統中的作為亮度指示物之 L*及作為色調與色度指示物之 a*與 b*應分別為 41.1 或高於 41.1 但 57.1 或低於 57.1，-1.48 或高於-1.48 但 0.52 或低於 0.52，及-4.8 或高於-4.8 但 9.2 或低於 9.2，且當本發明之基於金-錫-銀之焊料合金具有球狀形狀時，在以上 L*a*b*色彩系統中之 L*、a*及 b*應分別為 63.9 或高於 63.9 但 75.9 或低於 75.9，0.05 或高於 0.05 但 0.65 或低於 0.65，及 1.3 或高於 1.3 但 11.3 或低於 11.3，其中可間接控制不利地影響可濕性或可連接性之焊料合金表層之氧化層及雜質以將由其所導致之不利影響抑制於可接受範圍內。因此，可達成極佳可濕性或可連接性，其使得有可能達成高連接可靠性。

【0028】 如上所述，界定基於金-錫-銀之焊料合金之 L*、a*及 b*後，有可能實質上均勻地確保焊料合金之幾乎整個表面處於良好條件，其允許熔融之焊料合金在待連接之目標上均勻地濕延展，且形成連接該目標之均勻固化焊料合金，且進一步允許抑制空隙產生。因此，可達成高連接可靠性。由於基於金-錫-銀之焊料合金之品質可以此方式穩定地保持於高位準

下，因此可因產量或產率之提高而獲得成本優勢。

【0029】 另外，可藉由控制表面上之氧化層及雜質而使基於金-錫-銀之焊料合金之表面在一定程度上乾淨，且因此氧化或腐蝕不太可能發展，使得基於金-錫-銀之焊料合金之儲存穩定性或耐腐蝕性亦極佳。亦即若自生產初期焊料表面之氧化發展或大量雜質附著至焊料表面，則其後氧化或腐蝕很可能發展，此隨時間顯著改變焊料合金之多個特性，使得焊料合金之儲存穩定性惡化。另一方面，當焊料表面上氧化層之量極小且焊料表面上存在極少雜質時，氧化或腐蝕發展極緩慢。

【0030】 若基於金-錫-銀之焊料合金之 L*、a*及 b*超出以上範圍，則氧化層之厚度較大或雜質存在之量超過其可接受限制。因此，可濕性或可連接性變得不佳，且因此可靠性必然變得不佳，此不為較佳的。下文中，將描述本發明之基於金-錫-銀之焊料合金的元素中之每一者。

<金>

【0031】 金為本發明之焊料合金之主要組分，且為必需元素。金極難氧化，且因此鑒於其特性為用於連接或密封需要具有高可靠性之電子零件之焊料的最適合元素。因此，基於金之焊料常用於密封晶體裝置或 SAW 過濾器。本發明提供焊料合金，其以類似方式含有金作為主要組分，使得其主要用於需要高可靠性之技術領域。

【0032】 由於金為極昂貴金屬，因此自成本之觀點來看，應儘可能少地使用金。因此金幾乎不用於需要具有一般程度可靠性之電子零件。相反，本發明之焊料合金之組成接近於金-錫-銀系統之三元共晶點之組成，其允許焊料合金具有極佳可撓性或可加工性同時確保諸如可濕性或可連接性之特

性相當於或優於金-20 質量%錫焊料或金-12.5 質量%鍺焊料之彼特性。此外，本發明之焊料合金具有儘可能低之金含量以降低成本。

<錫>

【0033】 錫為本發明之焊料合金之基本元素，且為必需元素。習知金-錫焊料合金之組成接近於其共晶點之組成，亦即接近於金-20 質量%錫之組成。此類金-錫焊料合金具有 280℃之固相線溫度及微細晶體粒，且因此可具有相對可撓性特性。然而，儘管金-20 質量%錫合金為共晶合金，但金-20 質量%錫合金由 Au_1Sn_1 金屬間化合物及 Au_5Sn_1 金屬間化合物組成，且因此具有堅硬及易脆性質且難以加工。舉例而言，當金-20 質量%錫合金藉由輥壓加工成薄片時，其厚度需要逐漸減小，且因此無法提高產率。若強制提高加工速度，則輥壓後可能產生許多裂縫，其反而導致產量較低。儘管金屬間化合物之堅硬及易脆性質一般而言不可改變，但金屬間化合物用於需要高可靠性之應用，因為金屬間化合物難以氧化且具有極佳可濕性或可靠性。

【0034】 本發明之焊料合金之基本組成接近於其共晶點之組成，且由 Au_1Sn_1 金屬間化合物及 ζ 相組成，使得 Au_1Sn_1 金屬間化合物之極佳特性有效地顯現。應注意，ζ 相為金-錫-銀金屬間化合物，且其組成比以原子%表示為金：錫：銀= 30.1 ：16.1 ：53.8（參考文獻：Ternary Alloys，A Comprehensive Compendium of Evaluated Constitutional Data and Phase Diagrams，由 G. Petzow 及 Effenberg 編輯，VCH）。

【0035】 本發明之焊料合金之特徵為具有可撓性相對較高之 ζ 相，且其基本組成接近於形成薄層狀結構之其共晶點之組成，且因此焊料合金可達成極佳可加工性及應力鬆弛特性。焊料合金之此類組成使得有可能降

低焊料合金之熔點，且因此焊料合金之共晶溫度可為 370℃，其與金-鍺合金之溫度相差不多。使此類熔點適於高溫焊料合金為本發明之焊料合金優勢之一。

【0036】 本發明之焊料合金之錫含量為 27.5 質量%或高於 27.5 質量%但低於 33.0 質量%，更佳 29.0 質量%或高於 29.0 質量%但 32.0 質量%或低於 32.0 質量%。若錫含量低於 27.5 質量%，則晶體粒變得粗糙，使得改良可撓性或可加工性之效果不足以發揮，且液相線溫度與固相線溫度之間的差異變得過大，使得發生分離熔融現象，且成本降低效果因焊料合金之金含量提高而變得受限。另一方面，若錫含量為 33.0 質量%或高於 33.0 質量%，則焊料合金之組成過度偏離共晶點之組成，使得可出現諸如晶體粒粗化或液相線溫度與固相線溫度之間的差異增大之問題。此外，由於錫含量變得過大，因此焊料合金較可能氧化且損失基於金之焊料之極佳可濕性特徵，且因此難以達成高連接可靠性。錫含量更佳為 29.0 質量%或高於 29.0 質量%但 32.0 質量%或低於 32.0 質量%，因為焊料合金之組成變得較接近於共晶點之組成，其可發揮使晶體粒微細之效果且不太可能出現分離熔融現象。

<銀>

【0037】 銀為三元共晶合金不可缺少之元素，且為本發明之焊料合金之必需元素。本發明之焊料合金之組成接近於金-錫-銀之三元共晶點之組成，且因此焊料合金可展現極佳可撓性、可加工性及應力鬆弛特性，且此外焊料合金可具有適當熔點。此外，金含量可顯著降低，此可達成巨大成本降低效果。另外，由於銀與用於基板或其類似物之最上表面的銅或鎳反應，因此其具有改良可濕性之效果。銀理所當然與經銀或金金屬化之層的

反應性極佳，其常用於半導體元件之連接表面。

【0038】 具有此類極佳效果之銀含量為8.0質量%或高於8.0質量%但14.5質量%或低於14.5質量%。若銀含量低於8.0質量%，則焊料合金之組成過度偏離共晶點之組成。因此，焊料合金之液相線溫度變得過高或發生晶體粒之粗化，其使得難以達成極佳連接。另一方面，當銀含量超過14.5質量%時，發生諸如因液相線溫度升高而出現分離熔融現象或晶體粒粗化之問題。應注意，銀含量較佳為10.0質量%或高於10.0質量%但14.0質量%或低於14.0質量%，因為焊料合金之組成變得更接近於共晶點之組成，且因此添加銀之效果變得較顯著。

實施例

【0039】 將純度各自為99.99質量%或高於99.99質量%的金、錫及銀製備為原料，且將純度為99.99質量%或高於99.99質量%之鍺製備為用於比較實施例之原料。將大片狀或大型原料切成或粉碎成3毫米或低於3毫米之小片，同時加以注意以便使熔融之合金之組成均勻而無自取樣位點至取樣位點之變化。接著，稱取此等原料之預定量且將其放入用於高頻率熔融爐之石墨坩堝中。

【0040】 將含有原料之坩堝放入高頻率熔融爐中，且使氮氣以每千克原料0.7公升/分鐘或高於0.7公升/分鐘之流速流動以抑制氧化。在此狀態中，打開熔融爐以加熱及熔化原料。當開始熔化時，藉由用攪拌棒攪拌很好地混合原料，以便使熔融之金屬之組成均勻而無局部變化。確認原料完全熔融後，關閉高頻率熔融爐，且緊接著將坩堝自熔融爐取出且將坩堝中熔融之金屬傾入用於焊料母合金之模具中。作為用於生產焊料母合金之模

具，將尺寸為 45 毫米寬度x6 毫米厚度x250 毫米長度的具有鑄造腔之模具用於考慮進行輥壓及壓製以生產模切產品，且將尺寸為 20 毫米直徑x200 毫米長度的具有鑄造腔之模具用於考慮進行霧化以生產球。因此，使用生產模切產品之模具生產模切產品之樣品 1 至樣品 19 及樣品 39 至樣品 50，且使用生產球之模具生產球之樣品 20 至樣品 38 及樣品 51 至樣品 62。

【0041】 以此方式生產原料之攪拌比不同的樣品 1 至樣品 62 之焊料母合金。用 ICP 發射光譜儀（SHIMAZU S-8100）分析所獲得樣品 1 至樣品 62 之焊料母合金中每一者之組成。所獲得組成分析之結果以及稍後將描述之色彩（SCE）展示於下表 1 及表 2 中。

[表 1]

樣品	母合金形狀	焊料形狀	組成質量%				色彩（SCE）		
			金	錫	銀	鍺	L*	a*	b*
1	板	模切產品	60.3	27.7	12.0	0	49.1	-0.48	2.2
2	板	模切產品	58.8	29.2	12.0	0	49.1	-0.47	2.2
3	板	模切產品	57.0	30.8	12.2	0	49.2	-0.48	2.1
4	板	模切產品	56.0	31.9	12.1	0	49.1	-0.49	2.3
5	板	模切產品	55.1	32.9	12.0	0	49.1	-0.48	2.2
6	板	模切產品	61.0	30.8	8.2	0	49.1	-0.48	2.2
7	板	模切產品	59.2	30.7	10.1	0	49.0	-0.47	2.3
8	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	49.1	-0.48	2.2
9	板	模切產品	55.8	30.9	13.3	0	49.2	-0.48	2.1
10	板	模切產品	54.8	30.8	14.4	0	49.1	-0.48	2.2
11	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	41.3	-0.48	2.2
12	板	模切產品	57.1	30.8	12.1	0	49.1	-0.47	2.1
13	板	模切產品	57.1	30.9	12.0	0	56.7	-0.48	2.2
14	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	49.1	-1.45	2.2
15	板	模切產品	57 .2	30.8	12.0	0	49.1	-0.48	2.3
16	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	49.2	0.50	2.2
17	板	模切產品	57.0	30.9	12.1	0	49.1	-0.48	-0.6
18	板	模切產品	57.1	30.9	12.0	0	49.2	-0.49	2.2
19	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	49.1	-0.48	9.0
20	圓柱形	Ball	60.4	27.6	12.0	0	69. 9	0.33	6.3
21	圓柱形	球	58.8	29.1	12.1	0	69.8	0.33	6.2
22	圓柱形	球	57.1	30.8	12.1	0	69.9	0.32	6.4
23	圓柱形	球	56.0	31.8	12.2	0	69.8	0.34	6.3
24	圓柱形	球	55.1	32. 9	12.0	0	69.9	0.33	6.3
25	圓柱形	球	61.1	30.8	8.1	0	69.9	0.33	6.3
26	圓柱形	球	59.1	30.7	10.2	0	70.1	0.33	6.4
27	圓柱形	球	57.1	30.9	12.0	0	69.9	0.33	6.3
28	圓柱形	球	55.8	30.9	13.3	0	70.0	0.32	6.2
29	圓柱形	球	54.8	30.8	14.4	0	69. 9	0.33	6.3
30	圓柱形	球	57.2	30.8	12.0	0	64.1	0.33	6.3
31	圓柱形	球	57.1	30.9	12.0	0	69. 9	0.32	6.4
32	圓柱形	球	57.2	30.8	12.0	0	75.7	0.33	6.3
33	圓柱形	球	57.0	30. 9	12.1	0	69.9	0.06	6.3
34	圓柱形	球	57.2	30.8	12.0	0	69.7	0.33	6.2
35	圓柱形	球	57.2	30.7	12.1	0	69.9	0. 62	6.3
36	圓柱形	球	57.1	30.9	12.0	0	69.9	0.33	1.4
37	圓柱形	球	57.1	30.9	12.0	0	69.8	0.34	6.3
38	圓柱形	球	57.2	30.8	12.0	0	69.9	0.33	11.1

[表 2]

樣品	母合金形狀	焊料形狀	組成質量%				色彩（SCE）		
			金	錫	銀	鍺	L*	a*	b*
*39	板	模切產品	62.6	25.4	12.0	0	49.1	-0.48	2.2
*40	板	模切產品	51.4	36.5	12.1	0	49.2	-0.48	2.1
*41	板	模切產品	61.8	30.8	7.4	0	49.1	-0.49	2.1
*42	板	模切產品	52.3	30.8	16.9	0	49.1	-0.48	2.2
*43	板	模切產品	80.0	20.0	0	0	49.0	-0.49	2.2
*44	板	模切產品	87.5	0	0	12.5	49.1	-0.48	2.3
*45	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	38.7	-0.48	2.2
*46	板	模切產品	57.1	30.8	12.1	0	60.3	-0.48	2.3
*47	板	模切產品	57.1	30.9	12.0	0	49.1	-1.58	2.1
*48	板	模切產品	57.1	30.8	12.1	0	49.2	0.82	2.2
*49	板	模切產品	56.9	30.9	12.2	0	49.0	-0.49	-6.5
*50	板	模切產品	57.2	30.8	12.0	0	49.1	-0.48	11.8
*51	圓柱形	球	62.7	25.3	12.0	0	69.9	0.33	6.3
*52	圓柱形	球	51.3	36.7	12.0	0	69.8	0.34	6.3
*53	圓柱形	球	61.9	30.8	7.3	0	69.9	0.33	6.2
*54	圓柱形	球	52.3	30.9	16.8	0	69.9	0.33	6.3
*55	圓柱形	球	80. 0	20.0	0	0	70.0	0.34	6.4
*56	圓柱形	球	87.5	0	0	12.5	69.9	0.33	6.3
*57	圓柱形	球	57.2	30.8	12.0	0	61.0	0.33	6.3
*58	圓柱形	球	56. 9	30. 9	12.2	0	79.0	0.33	6.3
*59	圓柱形	球	57.1	30.9	12.0	0	69.9	0.01	6.3
*60	圓柱形	球	57.1	30.8	12.1	0	69.9	0.85	6.3
*61	圓柱形	球	57.0	30.9	12.1	0	69.9	0.33	0.8
*62	圓柱形	球	57.2	30.8	12.0	0	69.9	0.33	13.0

（注意）表中用*標記之樣品為比較實施例。

【0042】 接著，藉由輥軋機將樣品 1 至樣品 19 及樣品 39 至樣品 50 之焊料母合金中之每一者加工成薄片形式接著藉由壓製機以稍後將描述之方式衝壓出以生產 5.0 毫米× 5.0 毫米之正方形模切產品。接著，用光譜色度計量測模切產品之 L*、a*及 b*。另外，使用模切產品將基板及晶片連接在一起產生總成來評估可連接性（空隙比之量測）及儲存穩定性（恆定溫度及恆定濕度測試）。

【0043】 另一方面，藉由稍後將描述之霧化方法將樣品 20 至樣品 38

及樣品 51 至樣品 62 之焊料母合金中之每一者用於生產直徑為 0.25 毫米之球樣品。接著，量測各球樣品之 L*、a*及 b*。另外，評估球樣品之濕延展性（量測縱橫比），且製備用球樣品密封之物品以評估球樣品之密封性（檢查滲漏）。下文中，將詳細描述進行以使表面條件自樣品至樣品變化之處理及量測 L*、a*及 b*之方法。另外，將詳細描述生產模切產品或球之方法及多種評估方法。

<焊料合金之表面條件>

【0044】 在 80℃至 250℃範圍內之多個溫度下在氫還原大氣中熱處理樣品 1 至樣品 62 之模切產品及球樣品持續 0.1 小時至 5.0 小時範圍內之多個時段，以特意自樣品至樣品調節焊料合金表面之氧化程度或金屬結構。熱處理溫度之升高及/或時段之增加降低 L*但提高 a*及 b*。以此方式量測表面條件經調節的樣品 1 至樣品 62 之焊料樣品中每一者之 L*、a*及 b*。

<生產模切產品之方法>

【0045】 藉由厚度為 50 微米之輥軋機輥壓展示於上表 1 中的樣品 1 至樣品 19 及樣品 39 至樣品 50 之焊料母合金中之每一者。進行輥壓加工同時對以下要點加以注意。首先，將樣品輥壓成薄片同時必要時添加適量潤滑油以防止樣品黏住輥。以此方式在輥與薄片之間及薄片表面之間形成油膜使得有可能防止輥與薄片之間或薄片表面之間的黏著。另外，亦應對樣品之進料速度加以注意。若進料速度過高，則很可能出現薄片表面之間的黏著或樣品因施加過高拉力而斷裂。另一方面，若進料速度過低，則發生偏轉，使得在捲繞薄片中發生迂迴或無法獲得均勻厚度之薄片。

【0046】 藉由壓製機加工由此獲得之薄片中之每一者以獲得模切產

品。更特定言之，將薄片設定於壓製機中，且接著衝壓出以獲得模切產品，同時供應潤滑油。將模切產品收集於填充有有機溶劑之容器中。模切產品中之每一者具有 5.0 毫米x 5.0 毫米之正方形形狀。接著，用有機溶劑洗滌模切產品且藉由抽真空在真空乾燥器中乾燥 2 小時以獲得評估樣品。

<生產球之方法>

【0047】 將製備為樣品 20 至樣品 38 及樣品 51 至樣品 62 的母合金中之每一者（直徑 20 毫米）放入液相霧化裝置之噴嘴中，且將噴嘴設定於含加熱至 320℃之油的石英套管頂部上（亦即，在高頻率熔融線圈中）。以高頻率將噴嘴中之母合金加熱至 650℃且保持 5 分鐘，且接著藉由用惰性氣體將壓力施加至噴嘴進行霧化以生產焊料合金球。應注意，預先調節噴嘴尖直徑，使得球直徑之中位值為 0.25 毫米。接著，藉由雙螺釘分類器分類藉由以上方法獲得之球以獲得直徑在 0.25 ± 0.015 毫米範圍內之球。以此方式，生產直徑為 0.25 毫米之球樣品且用作評估樣品。

<量測 L*、a*及 b*>

【0048】 用光譜色度計（由柯尼卡美能達光學公司（KONICA MINOLTA OPTICS，INC.）製造，型號：CM-5）量測樣品 1 至樣品 19 及樣品 39 至樣品 50 之模切產品中每一者之表面（具有 5.0 毫米x 5.0 毫米之正方形形狀）及樣品 20 至樣品 38 及樣品 51 至樣品 62 之直徑為 0.25 毫米的球中每一者之表面，來測定 L*、a*及 b*。首先，藉由標準光源校正裝置。接著，將樣品中之每一者放於量測表上，關閉罩蓋，且自動進行量測。藉由移除鏡面反射進行量測（在此裝置之情況下 SCE 模式，其為移除鏡面反射之量測模式）。

<評估可連接性（量測空隙比）>

【0049】 使用模切產品量測空隙比以評估可連接性。更特定言之，啟動雷射焊接機（由阿波羅精工有限公司（Apollo Seiko Ltd.）製造），且使氮氣氣體以 50 公升/分鐘之流速流動。接著，將具有鎳鍍覆層 2（厚度：3.0 微米）之銅基板 1（厚度：0.3 毫米）自動轉移至雷射輻射部分。接著，供應球樣品（焊料合金 3）且將其放於鎳鍍覆之銅基板 1 上且藉由雷射輻射加熱及熔化 0.3 秒。此後不久，將矽晶片 *4* 放於焊料合金 3 上且洗滌 3 秒。洗滌完成後，將矽晶片總成自雷射輻射部分自動轉移且在保持於氮氣氛圍下之轉移部分中冷卻。充分冷卻後，取出矽晶片總成且暴露於大氣（參見圖 2）。

【0050】 為檢查可濕性，用 X 射線檢驗系統量測矽晶片總成之空隙比（由東芝公司（TOSHIBA CORPORATION）製造，TOSMICRON-6125）。使矽晶片上方發射之 X 射線垂直通過總成中之接合點，其中用樣品（焊料合金）將矽晶片連接至銅基板，且使用以下計算式 2 計算空隙比。

[計算式 2]

空隙比=空隙區域÷（空隙區域+焊料與銅基板之間的接合點區域）x 100（%）

<評估儲存穩定性（恆定溫度及恆定濕度測試）>

【0051】 歸因於長期儲存期間焊料表面之腐蝕或氧化的焊料樣品表面條件之變化導致可濕性或可連接性之降低，進而妨礙焊料樣品良好連接。另外，隨時間之焊料表面之變化導致接合點狀態之變化。因此，無歸因於環境之焊料表面之變化對達成成功連接很重要。為評估儲存穩定性，

在恆定溫度及恆定濕度條件下進行測試。更特定言之，將模切產品放入恆定溫度及恆定濕度箱中（由大和科學有限公司（Yamato Scientific Co.，Ltd.）製造，型號：IW242）且在 85℃及 85% RH 下對其進行測試持續 1000 小時。

【0052】 藉由與定義為 100 之恆定溫度及恆定濕度測試之前的樣品 1 之氧化膜厚度進行比較來相對評估恆定溫度及恆定濕度測試前後樣品中每一者之氧化膜厚度。氧化膜厚度定義為自焊料表面至點之深度（距離），在該點處當接近焊料合金表面之氧氣最大濃度定義為 100%時，在自焊料表面之深度方向中量測之氧氣濃度降低至 50%。用場發射型歐傑電子光譜儀（由愛發科-φ 製造（ULVAC-PHI），型號：SAM-4300）來量測接近焊料合金表面之氧化層厚度。

<評估濕延展性（量測縱橫比）>

【0053】 將樣品 20 至樣品 38 及樣品 51 至樣品 62 之球中之每一者連接至基板以製備總成，且量測濕延展焊料合金之縱橫比以評估濕延展性。更特定言之，啟動雷射焊接機（由阿波羅精工有限公司製造），且使氮氣氣體以 50 公升/分鐘之流速流動。接著，將具有鎳鍍覆層 2（厚度：3.0 微米）之銅基板 1（厚度：0.3 毫米）自動轉移至雷射輻射部分。接著，供應球樣品且將其放於鎳鍍覆之銅基板 1 上且藉由雷射輻射加熱及熔化 0.3 秒。接著，自雷射輻射部分將銅基板 1 自動轉移且在保持於氮氣氛圍下之轉移部分中冷卻。充分冷卻後，使銅基板 1 暴露於大氣。

【0054】 測定所獲得總成中濕延展焊料合金之縱橫比，如圖 3 中所示在該總成中焊料合金 3 連接至銅基板 1 之鎳鍍覆層 2。更特定言之，展示於圖 4 中之濕延展焊料之最大及最小長度分別量測為較長直徑（X1）及較短

直徑（X2），且藉由以下計算式 1 計算濕延展焊料之縱橫比。當藉由計算式 1 計算之縱橫比接近於 1 時，焊料以較圓之形狀濕延展於基板上，且因此濕延展性可判定為更佳的。當縱橫比超過 1 時，隨著縱橫比提高，濕延展焊料之形狀較偏離於圓形。在此情況下，熔融焊料之移動距離出現變化，且因此發生不均勻反應，使得合金層之厚度或組成大大變化，且無法達成均勻且成功之連接。另外，大量焊料以某一方向流動且延展，且因此存在焊料量過多之區域及不存在焊料之區域，使得發生不佳焊接或連接無法在一些區域中達成。

[計算式 1]

縱橫比=較長直徑÷較短直徑

<評估密封性（檢查滲漏）>

【0055】 藉由雷射黏合機用樣品 20 至樣品 38 及樣品 51 至樣品 62 中每一者之球狀焊料合金 3 來密封具有展示於圖 5 中之形狀的密封容器 5，以測定焊料合金之密封性。以與評估濕延展性中相同之方式連接焊料合金，不同之處在於待連接至焊料合金之目標變為密封容器。將由此製備之密封目標中之每一者浸入水中 2 小時，且接著自水中取出且拆開以檢查滲漏。當水存在於拆開之密封目標內時，判定為已發生滲漏。在此情況下，密封性評估為「不佳」。當此類滲漏未發生時，密封性評估為「良好」。密封性之評估結果以及可連接性（矽晶片總成之空隙比）、儲存穩定性及濕延展性（焊料合金之縱橫比）之上述評估結果展示於下表 3 及表 4 中。

[表 3]

樣品	[可連接性評估] 空隙比（%）	[儲存穩定性評估（%）]		[濕延展性評估]縱橫比	[密封性評估]
		0 小時	1000 小時		
1	0	100	100	-	-
2	0	100	100	-	-
3	0	101	100	-	-
4	0	100	101	-	-
5	0	100	100	-	-
6	0	99	100	-	-
7	0	100	100	-	-
8	0	100	100	-	-
9	0	100	102	-	-
10	0	100	100	-	-
11	0	100	100	-	-
12	0	100	100	-	-
13	0	99	101	-	-
14	0	100	100	-	-
15	0	100	102	-	-
16	0	100	100	-	-
17	0	100	100	-	-
18	0	100	101	-	-
19	0	100	100	-	-
20	-	-	-	1.01	O
21	-	-	-	1.00	O
22	-	-	-	1.00	O
23	-	-	-	1.01	O
24	-	-	-	1.00	O
25	-	-	-	1.02	O
26	-	-	-	1.01	O
27	-	-	-	1.00	O
28	-	-	-	1.00	O
29	-	-	-	1.00	O
30	-	-	-	1.00	O
31	-	-	-	1.01	O
32	-	-	-	1.00	O
33	-	-	-	1.00	O
34	-	-	-	1.01	O
35	-	-	-	1.02	O
36	-	-	-	1.00	O
37	-	-	-	1.00	O
38	-	-	-	1.00	O

[表 4]

樣品	[可連接性評估] 空隙比（%）	[儲存穩定性評估（%）]		[濕延展性評估]縱橫比	[密封性評估]
		0 小時	1000 小時		
*39	8.0	350	500	-	-
*40	10.3	354	515	-	-
*41	9.2	363	537	-	-
*42	8.8	347	478	-	-
*43	10.0	152	336	-	-
*44	11.2	147	314	-	-
*45	11. 6	150	305	-	-
*46	10.4	152	309	-	-
*47	10.7	143	307	-	-
*48	12.4	146	308	-	-
*49	10.9	154	331	-	-
*50	11.2	158	321	-	-
*51	-	-	-	1.21	X
*52	-	-	-	1.25	X
*53	-	-	-	1.23	X
*54	-	-	-	1.21	X
*55	_	-	-	1.26	X
*56	-	-	-	1.22	X
*57	-	-	-	1.20	X
*58	-	-	-	1.25	X
*59	-	-	-	1.22	X
*60	-	-	-	1.23	X
*61	-	-	-	1.27	X
*62	-	-	-	1.25	X

（注意）表中用*標記之樣品為比較實施例。

【0056】 如自上表 3 及表 4 可看出，本發明樣品 1 至樣品 38 之基於金-錫-銀之焊料合金具有可連接性、儲存穩定性、濕延展性及密封性之評估項的所有良好結果。更特定言之，在可連接性評估中，空隙比為 0%，亦即實例樣品之所有情況中未產生空隙，且在儲存穩定性評估中，氧化膜厚度在測試前後幾乎不改變，亦即焊料合金表面難以變化，且因此儲存穩定性極佳。另外，在濕延展性評估中，縱橫比為 1.02 或低於 1.02，且焊料合金均勻地濕延展，且因此濕延展性極佳。另外，在密封性評估中，確實完全

未出現滲漏。為何獲得此類極佳結果之原因考慮為本發明之焊料合金具有在其相應適當範圍內之 L*、a*及 b*，且具有在適當範圍內之組成。

【0057】 另一方面，作為比較實施例的樣品 39 至樣品 62 之焊料合金中之每一者在多個評估中具有不佳結果，原因為其 L*、a*及 b*不在其相應適當範圍內或金、錫及銀中任一者之含量不適當。更特定言之，在可連接性評估中，空隙比為 8%或高於 8%，在儲存穩定性評估中，氧化膜之厚度在測試後大大提高，在濕延展性評估中，縱橫比為 1.2 或高於 1.2，且在密封性評估中，滲漏發生於樣品之所有情況中。

【0058】 已根據實施例描述本發明之基於金-錫-銀之焊料合金之具體實例，但本發明不限於此等實施例或具體實例，且多個具體實例可在不偏離本發明範圍之情況下實施。亦即，本發明之技術範圍由申請專利範圍及其等效物來界定。另外，本申請案基於 2014 年 9 月 30 日申請之日本專利申請案第 2014-200478 號，其揭示內容以引用之方式併入本文中。

【符號說明】

【0059】

申請專利範圍

1. 一種板狀或薄片狀之基於金-錫-銀之焊料合金，除在生產期間必然包含於其中之元素以外，其包含 27.5 質量%或高於 27.5 質量%但低於 33.0 質量%之錫，8.0 質量%或高於 8.0 質量%但 14.5 質量%或低於 14.5 質量%之銀，且其餘部分為金，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，在根據 JIS Z8781-4 之 L*a*b*色彩系統中，其 L*、a*及 b*分別為 41.1 或高於 41.1 但 57.1 或低於 57.1，-1.48 或高於-1.48 但 0.52 或低於 0.52，及-4.8 或高於-4.8 但 9.2 或低於 9.2。
2. 如申請專利範圍第 1 項之基於金-錫-銀之焊料合金，其含有 29.0 質量%或高於 29.0 質量%但 32.0 質量%或低於 32.0 質量%之錫。
3. 如申請專利範圍第 1 項之基於金-錫-銀之焊料合金，其含有 10.0 質量%或高於 10.0 質量%但 14.0 質量%或低於 14.0 質量%之銀。
4. 如申請專利範圍第 1 項之基於金-錫-銀之焊料合金，其含有 29.0 質量%或高於 29.0 質量%但 32.0 質量%或低於 32.0 質量%之錫及 10.0 質量%或高於 10.0 質量%但 14.0 質量%或低於 14.0 質量%之銀。
5. 一種電子裝置，其用如申請專利範圍第 1 項之基於金-錫-銀之焊料合金密封。
6. 一種電子設備，其配備如申請專利範圍第 5 項之電子裝置。
7. 一種球狀基於金-錫-銀之焊料合金，除在生產期間必然包含於其中之元素以外，其包含 27.5 質量%或高於 27.5 質量%但低於 33.0 質量%之錫，8.0 質量%或高於 8.0 質量%但 14.5 質量%或低於 14.5 質量%之銀，且其餘部分為金，該基於金-錫-銀之焊料合金具有一表面，在根據 JIS

Z8781-4 之 L*a*b*色彩系統中，其 L*、a*及 b*分別為 63.9 或高於 63.9 但 75.9 或低於 75.9，0.05 或高於 0.05 但 0.65 或低於 0.65，及 1.3 或高於 1.3 但 11.3 或低於 11.3。

8. 如申請專利範圍第 7 項之基於金-錫-銀之焊料合金，其含有 29.0 質量%或高於 29.0 質量%但 32.0 質量%或低於 32.0 質量%之錫。

9. 如申請專利範圍第 7 項之基於金-錫-銀之焊料合金，其含有 10.0 質量%或高於 10.0 質量%但 14.0 質量%或低於 14.0 質量%之銀。

10. 如申請專利範圍第 7 項之基於金-錫-銀之焊料合金，其含有 29.0 質量%或高於 29.0 質量%但 32.0 質量%或低於 32.0 質量%之錫及 10.0 質量%或高於 10.0 質量%但 14.0 質量%或低於 14.0 質量%之銀。

11. 一種電子裝置，其用如申請專利範圍第 7 項之基於金-錫-銀之焊料合金密封。

12. 一種電子設備，其配備如申請專利範圍第 11 項之電子裝置。

圖式

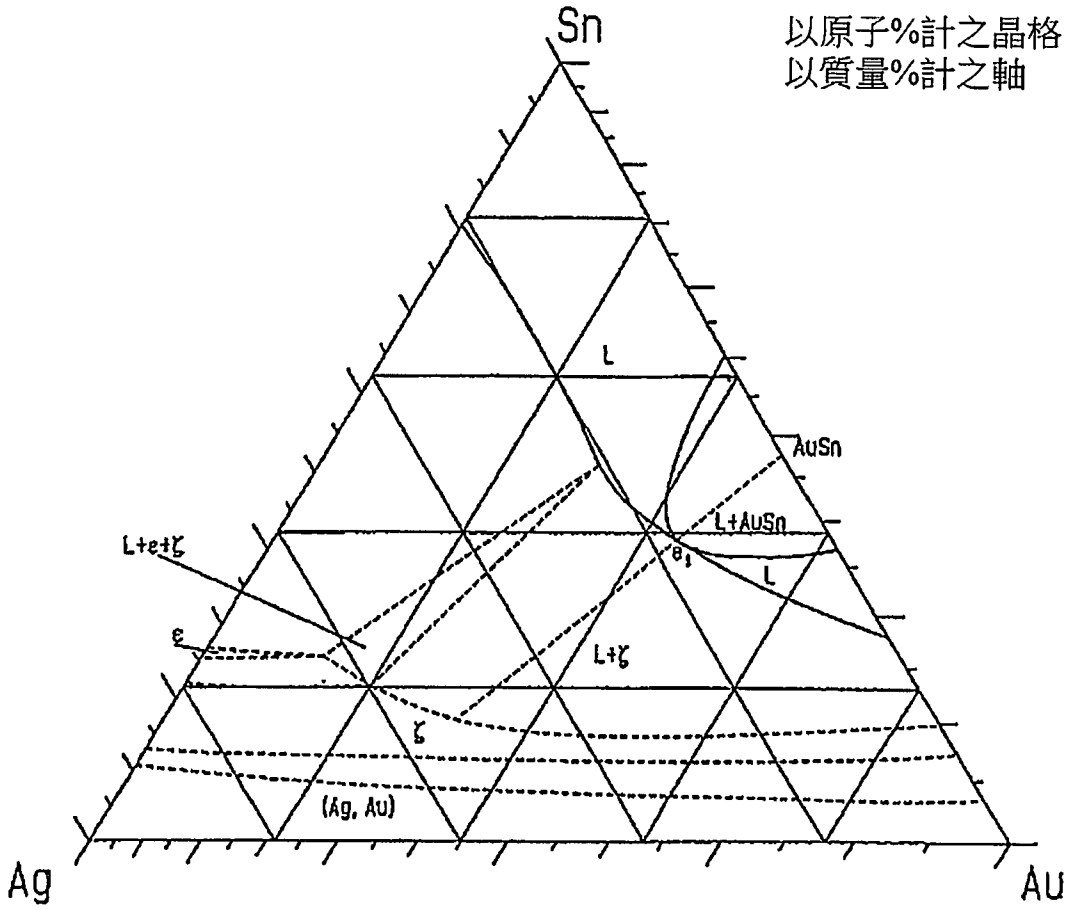

圖3:370℃等溫截面

圖1

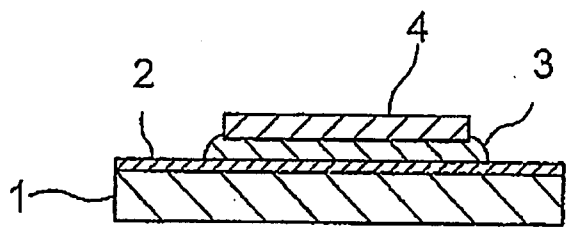

圖2

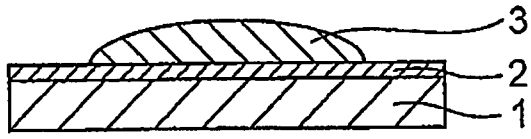

圖3

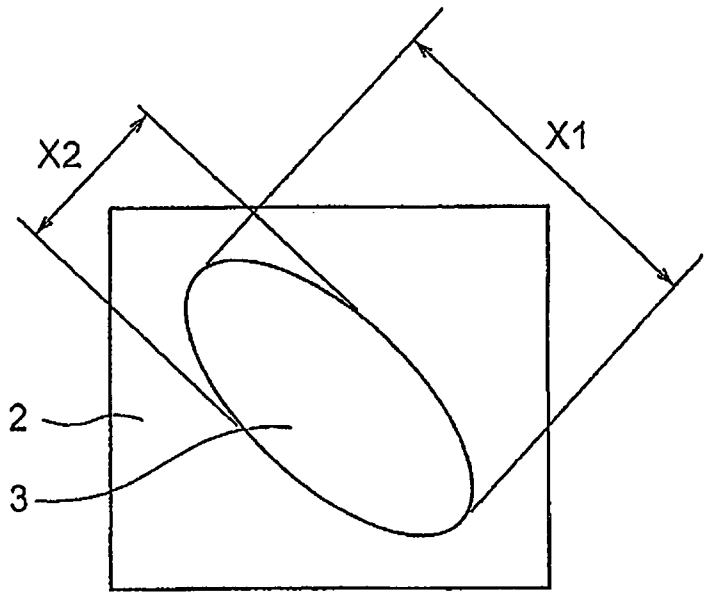

圖4

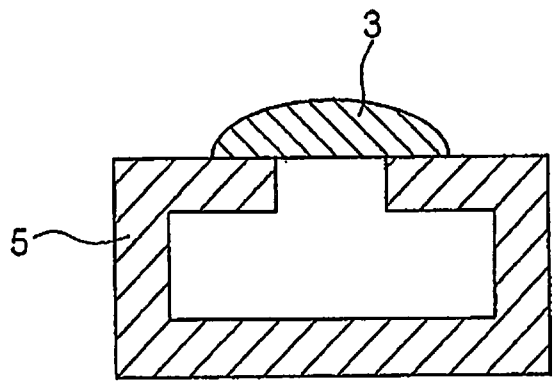

圖5

未出現滲漏。為何獲得此類極佳結果之原因考慮為本發明之焊料合金具有在其相應適當範圍內之 L*、a*及 b*，且具有在適當範圍內之組成。

【0057】 另一方面，作為比較實施例的樣品 39 至樣品 62 之焊料合金中之每一者在多個評估中具有不佳結果，原因為其 L*、a*及 b*不在其相應適當範圍內或金、錫及銀中任一者之含量不適當。更特定言之，在可連接性評估中，空隙比為 8%或高於 8%，在儲存穩定性評估中，氧化膜之厚度在測試後大大提高，在濕延展性評估中，縱橫比為 1.2 或高於 1.2，且在密封性評估中，滲漏發生於樣品之所有情況中。

【0058】 已根據實施例描述本發明之基於金-錫-銀之焊料合金之具體實例，但本發明不限於此等實施例或具體實例，且多個具體實例可在不偏離本發明範圍之情況下實施。亦即，本發明之技術範圍由申請專利範圍及其等效物來界定。另外，本申請案基於 2014 年 9 月 30 日申請之日本專利申請案第 2014-200478 號，其揭示內容以引用之方式併入本文中。

【符號說明】

【0059】

1：銅基板

2：鎳鍍覆層

3：焊料合金

4：矽晶片

5：密封容器

X1：較長直徑

105 年 01 月 15 日修正替換頁

X2：較短直徑