



(21) 申請案號：103139045

(22) 申請日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 11 日

(51) Int. Cl. :            *C23C30/00 (2006.01)*            *B32B3/00 (2006.01)*  
                               *B32B15/01 (2006.01)*            *B32B15/20 (2006.01)*  
                               *H01R13/03 (2006.01)*

(30) 優先權：2013/12/27      日本                            2013-271703  
                   2014/10/15      日本                            2014-210658

(71) 申請人：三菱綜合材料股份有限公司 (日本) MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION  
 (JP)

日本

(72) 發明人：井上雄基 INOUE, YUKI (JP)；加藤直樹 KATO, NAOKI (JP)；中矢清隆 NAKAYA, KIYOTAKA (JP)

(74) 代理人：林志剛

申請實體審查：無    申請專利範圍項數：3 項    圖式數：13    共 33 頁

(54) 名稱

鍍錫之銅合金端子材料

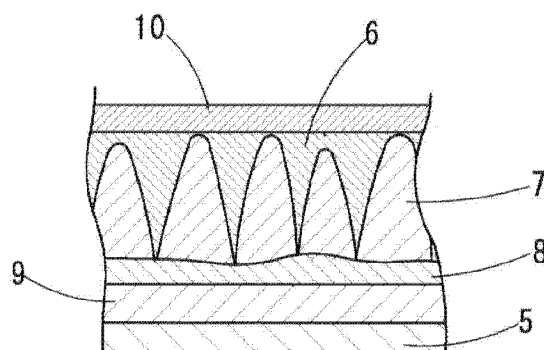
TIN-PLATED COPPER ALLOY TERMINAL MEMBER

(57) 摘要

本發明提供一種鍍錫之銅合金端子材料，其對於使用通用的鍍錫端子材料之端子亦可降低嵌合時之插入力。

本發明之鍍錫之銅合金端子材料係在由銅或銅合金構成的基材上的表面形成有錫系表面層，在該錫系表面層與基材之間，自錫系表面層開始依序形成有銅錫合金層/鎳錫合金層/鎳或鎳合金層，且銅錫合金層係以  $Cu_6Sn_5$  為主成分且該  $Cu_6Sn_5$  之銅的一部分被鎳取代之化合物合金層，鎳錫合金層係以  $Ni_3Sn_4$  為主成分且該  $Ni_3Sn_4$  之鎳的一部分被銅取代之化合物合金層，銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8\mu m$  以上  $2.0\mu m$  以下，且錫系表面層之平均厚度為  $0.2\mu m$  以上  $0.6\mu m$  以下，在錫系表面層之最表面形成有  $0.005\mu m$  以上  $0.05\mu m$  以下的膜厚之鎳系被覆層或鈷系被覆層，表面之動摩擦係數為 0.3 以下。

圖 1



5 . . . 基材

6 . . . 錫系表面層

7 . . . 銅錫合金層

8 . . . 鎳錫合金層

9 . . . 鎳或鎳合金層

10 . . . 鎳系被覆層

# 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)

鍍錫之銅合金端子材料

Tin-plated copper alloy terminal member

## 【技術領域】

[0001] 本發明有關一種作為在汽車及民生設備等的電氣配線的連接中使用的連接器用端子、尤其是作為多接腳連接器用端子而有用的鍍錫之銅合金端子材料。

## 【先前技術】

[0002] 鍍錫之銅合金端子材料係藉由在由銅合金構成的基材上實施鍍銅(Cu)及鍍錫(Sn)後進行回焊處理而在表層之錫系表面層的下層形成銅錫(CuSn)合金層者，其已被廣泛用作端子材料。

近年來，例如在汽車中電氣化高速發展，電氣設備的電路數量隨之增加，故所使用的連接器的小型、多接腳化變得顯著。若連接器進行多接腳化，則每單接腳的插入力即使較小，插裝連接器時對整個連接器亦需要較大的力，使生產效率下降受到顧慮。於是，嘗試了減小鍍錫之銅合金材料的摩擦係數以降低每單接腳的插入力。

[0003] 例如，有藉由在鍍錫之銅合金材料最表面形成具有與錫不同結晶構造的金屬層以降低插入力者(專利

文獻 1)，但有接觸電阻增大、焊料潤濕性降低的問題。

專利文獻 2 中，將表面電鍍層設為對鍍錫層與包含銀 (Ag) 或銦 (In) 的電鍍層進行回焊處理或熱擴散處理而成的層。

並且，專利文獻 3 中揭示藉由在鍍錫層上形成鍍銀層並進行熱處理而形成銀錫 (Sn-Ag) 合金層。

該等專利文獻 2、3 中記載的技術均為在整個面實施鍍銀錫合金或鍍銀等的技術，其成本較高。

此處，若將母端子壓向公端子的力 (接觸壓力) 設為  $P$ 、將動摩擦係數設為  $\mu$ ，則公端子通常從上下兩個方向被母端子所夾住，因此連接器的插入力  $F$  成為  $F=2\times\mu\times P$ 。為了減小該  $F$ ，有效的方法是減小  $P$ ，但為了確保連接器嵌合時的公、母端子的電連接可靠性，不能一味地減小接觸壓力，而需為 3N 左右。多接腳連接器中也有超過 50 接腳/連接器者，但連接器整體的插入力較好為 100N 以下，儘可能為 80N 以下或 70N 以下，因此動摩擦係數  $\mu$  需為 0.3 以下。

[0004]

專利文獻 1：日本特開平 11-102739 號公報

專利文獻 2：日本特開 2007-177329 號公報

專利文獻 3：日本特開 2004-225070 號公報

## 【發明內容】

[發明欲解決之課題]

[0005] 以往，雖已開發出表層的摩擦阻力降低的鍍錫材料，但其大多對在同種鍍錫材料彼此之間的摩擦阻力的減低有效。但是，當實際為將公、母端子嵌合的連接端子時，兩者使用相同材料種類的情況較少，尤其公端子廣泛使用將黃銅作為基材的通用鍍錫之端子材料。因此，存在即使僅在母端子中使用低插入力端子材料，插入力的減低效果仍小的問題。

[0006] 本發明係鑒於上述課題而完成者，其目的在於提供一種對使用通用的鍍錫之端子材料的端子亦可減低嵌合時之插入力的鍍錫之銅合金端子材料。

[用以解決課題之手段]

[0007] 作為減小端子材料表層的摩擦阻力之手段，發明人等發現藉由控制銅錫合金層與錫系表面層之介面的形狀並在錫系表面層的正下方配置陡峭的凹凸形狀的銅錫合金層，可使摩擦係數變小。但是，當僅於一個端子使用該低插入力端子材料而另一個設為通用的鍍錫材料時，摩擦係數減低效果減半。

由於最表面均被鍍錫，因此藉由使同種錫彼此接觸而發生錫的黏合，從而摩擦係數減低效果減半。尤其，低插入力端子材料由於在錫系表面層的正下方配置較硬的銅錫合金層，因此可以認為是通用的鍍錫端子材料的較軟鍍錫層的錫被削掉而黏合。

發明人等進行了深入研究，結果發現藉由在最表面較

薄地實施鍍鎳(Ni)或鍍鈷(Co)，可確保低插入力端子材料的摩擦係數減低效果，進而抑制錫的黏合，即使於另一個端子使用通用材料亦能夠減低摩擦阻力。

[0008] 亦即，本發明之鍍錫之銅合金端子材料係在由銅或銅合金構成的基材上表面形成錫系表面層，在該錫系表面層與前述基材之間，自前述錫系表面層開始依次形成銅錫合金層/鎳錫合金層/鎳或鎳合金層者，其中，前述銅錫合金層係以  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  為主成分且該  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代之化合物合金層，前述鎳錫合金層係以  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  為主成分且該  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  之鎳的一部分被銅取代之化合物合金層，前述銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下，且前述錫系表面層之平均厚度為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下，在前述錫系表面層的最表面形成有  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下的膜厚之鎳系被覆層或鈷系被覆層，且表面動摩擦係數為  $0.3$  以下。

[0009] 藉由將銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  設為  $0.8\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下、將錫系表面層之平均厚度設為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下、且在錫系表面層的最表面設置  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下之鎳系被覆層或鈷系被覆層，對於通用的鍍錫之端子材料亦能夠將動摩擦係數設為  $0.3$  以下。此時，藉由存在銅的一部分被鎳取代的  $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  層(銅錫合金層)及鎳的一部分被銅取代的  $(\text{Ni},\text{Cu})_3\text{Sn}_4$  層(鎳錫合金層)，而成為銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下的陡峭凹凸形狀。又，將錫系表

面層之平均厚度設為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下之理由係當小於  $0.2\mu\text{m}$  時，導致焊料潤濕性下降、電連接可靠性下降，若超過  $0.6\mu\text{m}$ ，則無法將表層設為錫與銅錫合金的複合構造，而僅被錫佔有，因此動摩擦係數增大。更佳之錫系表面層之平均厚度為  $0.3\mu\text{m}$  以上  $0.5\mu\text{m}$  以下。

最表面的鎳系被覆層或鈷系被覆層均為不易產生與錫黏合的層，因此可以得到銅錫合金層以上的摩擦係數減低效果。此時，若鎳系被覆層或鈷系被覆層的膜厚超過  $0.05\mu\text{m}$ ，則無法同時得到因錫系表面層與銅錫合金層之特殊介面形狀所致的摩擦係數減低效果及因鎳系被覆層或鈷系被覆層所致的錫黏合抑制效果，由於僅有因鎳系被覆層或鈷系被覆層所致的黏合抑制效果，因此無法獲得充分的摩擦係數減低效果，並且，導致焊料潤濕性下降。該鎳系被覆層或鈷系被覆層之膜厚小於  $0.005\mu\text{m}$  時無法得到效果。

此處，表面的動摩擦係數不僅在本發明之鍍錫之銅合金端子材料彼此之間，而且對於最表面具有鍍錫層之通用鍍錫端子材料亦成為 0.3 以下。在最表面具有鍍錫層的通用鍍錫端子材料係指藉由對基材施以鍍銅、鍍錫並實施回焊處理而得到且在最表面具有銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  小於  $0.8\mu\text{m}$  或超過  $2.0\mu\text{m}$ 、平均厚度為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $3\mu\text{m}$  以下之鍍錫層的鍍錫端子材料，或者，不進行回焊處理即在基材上形成厚度為  $0.5\mu\text{m}$  以上  $3\mu\text{m}$  以下的鍍錫層之鍍錫端子材料。

[0010] 本發明之鍍錫之銅合金端子材料中，前述銅錫合金層之一部分露出於前述錫系表面層，前述鎳系被覆層或鈷系被覆層形成於自前述錫系表面層露出之前述銅錫合金層上即可。

將鎳系被覆層或鈷系被覆層形成於銅錫合金層上之理由係露出於錫系表面層表面之較硬銅錫合金層會保持住鎳系被覆層或鈷系被覆層，若不形成於銅錫合金層上而僅在錫系表面層上形成，則端子材彼此摩擦時鎳系被覆層或鈷系被覆層破裂，結果，同種錫彼此接觸時發生錫黏合，從而無法得到摩擦係數減低效果。該鎳系被覆層或鈷系被覆層亦可形成於錫系表面層上，但至少必須形成於銅錫合金層上。

[0011] 本發明之鍍錫之銅合金端子材料中，前述銅錫合金層在前述  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中含有 1at%以上 25at%以下之鎳即可。

將鎳含量規定為 1at%以上之理由係當小於 1at%時無法形成  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代的化合物合金層，從而無法成為陡峭的凹凸形狀，規定為 25at%以下之理由係若超過 25at%則有銅錫合金層的形狀變得過度微細的傾向，若銅錫合金層變得過度微細，則有時無法將動摩擦係數設為 0.3 以下。

#### [發明效果]

[0012] 根據本發明，藉由在銅錫金屬層與錫系表面

層之介面的凹凸形狀經控制之低插入力端子材料的錫系表面層之最表面形成  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下膜厚之鎳系被覆層或鈷系被覆層，即使與通用的鍍錫端子材料組合使用時，亦可減低嵌合時之插入力。

### 【圖式簡單說明】

[0013]

圖 1 係示意地表示本發明之鍍錫之銅合金端子材料的剖視圖。

圖 2 係表示應用本發明之端子材料的嵌合型連接端子之例的嵌合部的之視圖。

圖 3 係示意地表示用於公端子之端子材料的剖視圖。

圖 4 係概念性表示用於測定動摩擦係數之裝置的前視圖。

圖 5 係實施例 6 之銅合金端子材料之截面的 STEM 圖像。

圖 6 係沿著圖 5 的白線部分之 EDS 分析圖。

圖 7 係比較例 7 之銅合金端子材料的截面之 STEM 圖像。

圖 8 係沿著圖 7 的白線部分之 EDS 分析圖。

圖 9 係測定動摩擦係數後之實施例 2 之公端子試驗片表面之顯微鏡照片。

圖 10 係測定動摩擦係數後之比較例 1 之公端子試驗片表面之顯微鏡照片。

圖 11 係測定動摩擦係數後之比較例 3 之公端子試驗片表面之顯微鏡照片。

圖 12 係測定動摩擦係數後之實施例 24 之公端子試驗片表面之顯微鏡照片。

圖 13 係測定動摩擦係數後之比較例 13 之公端子試驗片表面之顯微鏡照片。

### 【實施方式】

[0014] 對本發明實施形態之鍍錫之銅合金端子材料進行說明。

如圖 1 示意所示，本實施形態之鍍錫之銅合金端子材料在由銅或銅合金構成的基材 5 上的表面形成有錫系表面層 6，在錫系表面層 6 與基材 5 之間，自錫系表面層 6 開始依序形成銅錫合金層 7/鎳錫合金層 8/鎳或鎳合金層 9，在錫系表面層 6 上形成  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下之鎳系被覆層 10，且表面動摩擦係數為 0.3 以下。

此時，銅錫合金層 7 的一部分露出於錫系表面層 6，在自錫系表面層 6 露出之銅錫合金層 7 之露出部分、或在遍及該銅錫合金層 7 之露出部分及其周圍的錫系表面層 6 之區域形成鎳系被覆層 10。

[0015] 基材若由銅或銅合金構成，則其組成並無特別限定。

鎳或鎳合金層係由純鎳、鎳鈷(Ni-Co)或鎳鎢(Ni-W)等之鎳合金構成之層。

銅錫合金層係以  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  為主成分且  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代之化合物合金層，鎳錫合金層係以  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  為主成分且  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  之鎳的一部分被銅取代之化合物合金層。如後述，該等化合物層係藉由在基材上依序形成鍍鎳層、鍍銅層、鍍錫層並進行回焊處理而形成者，在鎳或鎳合金層上依序形成鎳錫合金層、銅錫合金層。

且，在銅錫合金層與錫系表面層之介面形成為陡峭的凹凸狀，銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下。局部峰頂之的平均間隔  $S$ ，係從粗糙度曲線沿其平均線的方向僅選取基準長度並求出與相鄰的局部峰頂間對應之平均線的長度，在該基準長度的範圍內求出之多數局部峰頂間之平均值。可藉由測定由蝕刻液去除鎳系被覆層及錫系表面層後之銅錫合金層表面而求出。

並且，錫系表面層之平均厚度為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下，在該錫系表面層的最表面形成有  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下的厚度之鎳系被覆層。

[0016] 此種構造的端子材料由於在銅的一部分被鎳取代的  $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  層(銅錫合金層)之下存在鎳的一部分被銅取代的  $(\text{Ni},\text{Cu})_3\text{Sn}_4$  層(鎳錫合金層)，而成為銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下的陡峭凹凸形狀，在距錫系表面層表面數百  $\text{nm}$  的深度範圍成為較硬的銅錫合金層與錫系表面層的複合構造。

此時，鎳在  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中的含量為  $1\text{at}\%$  以上  $25\text{at}\%$  以下。將鎳含量規定為  $1\text{at}\%$  以上係因為當小於  $1\text{at}\%$  時不會

形成  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代之化合物合金層，從而不會成為陡峭的凹凸形狀，規定為 25at%以下係因為若超過 25at%則有銅錫合金層的形狀變得過度微細之傾向，若銅錫合金層變得過度微細，則有時無法將動摩擦係數設為 0.3 以下。

另一方面，銅在  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  合金層中的含量較佳為 5at%以上 20at%以下。銅含量較少的條件亦即意味著在  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中含有的鎳量亦減少( $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  中未被銅取代的條件下，鎳向  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中取代的情況較少)，不會成為陡峭的凹凸形狀。設定上限是因為事實上不會有超過 20%的銅進入  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  中。

另外，該銅錫合金層的一部分( $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ )露出於錫系表面層。此時，各露出部的圓當量直徑(circular equivalent diameter)為  $0.6\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下，露出面積率為 10%以上 40%以下，若在該限定範圍，則不會損及錫系表面層所具有的優異電連接特性。

[0017] 將錫系表面層的平均厚度設為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下係因為，當小於  $0.2\mu\text{m}$  時導致焊料潤濕性下降、電連接可靠性下降，若超過  $0.6\mu\text{m}$  則無法將表層設為錫與銅錫合金的複合構造，而僅被錫佔有，因此動摩擦係數增大。更佳的錫系表面層之平均厚度為  $0.3\mu\text{m}$  以上  $0.5\mu\text{m}$  以下。

[0018] 鎳系被覆層係由鎳或鎳合金(鎳錫合金)構成的被覆層，如後述，形成於回焊處理後的錫系表面層上，膜

厚被設為  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下。

但是，並非在最表面的整個面形成鎳系被覆層，主要係形成於自錫系表面層露出的銅錫合金層之露出部分上。因此，最表面成為錫系表面層與鎳系被覆層混合存在之表面。此時，在錫系表面層分散存在的銅錫合金層之露出部分其大部分被鎳系被覆層所被覆，但並不要求其露出部分全部被鎳系被覆層完全被覆，亦可有未被鎳系被覆層被覆而以露出狀態稍微殘留的部分。

並且，若該鎳系被覆層未形成於銅錫合金層的露出部分上而僅形成於錫系表面層，則在作為連接器而使用的初始階段，端子材料彼此摩擦時鎳系被覆層破裂，同種錫彼此接觸，從而容易發生錫黏合，難以持續發揮摩擦係數減低效果。

當該鎳系被覆層係超過  $0.05\mu\text{m}$  的膜厚時，無法同時得到因錫系表面層與銅錫合金層之特殊介面形狀所致的摩擦係數減低效果及因鎳系被覆層所致之錫黏合抑制效果，而僅有因鎳系被覆層所致之黏合抑制效果，因此無法獲得充分的摩擦係數減低效果，並且，導致焊料潤濕性下降。當該鎳系被覆層的膜厚小於  $0.005\mu\text{m}$  時無法得到效果。

[0019] 接著，對該端子材料的製造方法進行說明。

準備由銅或銅鎳矽 (Cu-Ni-Si) 系等銅合金構成的板材作為基材。藉由對該板材進行脫脂、酸洗等處理而清洗表面後，依序實施基底鍍鎳、鍍銅、鍍錫。

基底鍍鎳使用一般的鍍鎳浴即可，例如可使用以硫酸

( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )與硫酸鎳( $\text{NiSO}_4$ )為主成分的硫酸浴。電鍍浴溫度設為  $20^\circ\text{C}$  以上  $50^\circ\text{C}$  以下，電流密度設為  $1\sim 30\text{A}/\text{dm}^2$  以下。該基底鍍鎳層的膜厚設為  $0.05\mu\text{m}$  以上  $1.0\mu\text{m}$  以下。這是因為當小於  $0.05\mu\text{m}$  時， $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  合金中含有的鎳含量減少，無法形成陡峭凹凸形狀之銅錫合金層，若超過  $1.0\mu\text{m}$  則難以進行彎曲加工等。

鍍銅使用一般的鍍銅浴即可，例如可使用以硫酸銅( $\text{CuSO}_4$ )及硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )為主成分的硫酸銅浴等。電鍍浴溫度設為  $20\sim 50^\circ\text{C}$ ，電流密度設為  $1\sim 30\text{A}/\text{dm}^2$ 。由該鍍銅形成之鍍銅層膜厚設為  $0.05\mu\text{m}$  以上  $0.20\mu\text{m}$  以下。這是因為當小於  $0.05\mu\text{m}$  時， $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  合金中含有的鎳含量增加，銅錫合金層之形狀變得過度微細，若超過  $0.20\mu\text{m}$ ，則 $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  合金中含有的鎳含量減少，無法形成陡峭凹凸形狀之銅錫合金層。

作為用於形成鍍錫層的電鍍浴，使用一般的鍍錫浴即可，例如可使用以硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )與硫酸亞錫( $\text{SnSO}_4$ )為主成分的硫酸浴。電鍍浴溫度設為  $15\sim 35^\circ\text{C}$ ，電流密度設為  $1\sim 30\text{A}/\text{dm}^2$ 。該鍍錫層的膜厚設為  $0.5\mu\text{m}$  以上  $1.0\mu\text{m}$  以下。這是因為若鍍錫層的厚度小於  $0.5\mu\text{m}$ ，則回焊後的錫系表面層變薄而損及電連接特性，若超過  $1.0\mu\text{m}$ ，則無法將表層部設為錫與銅錫合金的複合構造，難以將摩擦係數設為  $0.3$  以下。

[0020] 作為回焊處理條件，在還原氛圍中，在基材表面溫度為  $240^\circ\text{C}$  以上  $360^\circ\text{C}$  以下的條件下進行  $1$  秒以上

12 秒以下的時間的加熱，並進行驟冷。進一步期望為以 260°C 以上 300°C 以下進行 5 秒以上 10 秒以下的加熱後驟冷。此時，如下所示，保持時間根據鍍銅層及鍍錫層各自的厚度而在 1 秒以上 12 秒以下的範圍有適當時間，電鍍厚度越薄保持時間越減少，越厚則需要較長的保持時間。

<將基材溫度升溫至 240°C 以上 360°C 以下後的保持時間>

(1)對於鍍錫層的厚度為 0.5 $\mu\text{m}$  以上且小於 0.7 $\mu\text{m}$ ，鍍銅層的厚度為 0.05 $\mu\text{m}$  以上且小於 0.16 $\mu\text{m}$  時為 1 秒以上 6 秒以下，鍍銅層的厚度為 0.16 $\mu\text{m}$  以上 0.20 $\mu\text{m}$  以下時為 3 秒以上 9 秒以下

(2)對於鍍錫層的厚度為 0.7 $\mu\text{m}$  以上 1.0 $\mu\text{m}$  以下，鍍銅層的厚度為 0.05 $\mu\text{m}$  以上且小於 0.16 $\mu\text{m}$  時為 3 秒以上 9 秒以下，鍍銅層的厚度為 0.16 $\mu\text{m}$  以上 0.20 $\mu\text{m}$  以下時為 6 秒以上 12 秒以下

這是因為於低於 240°C 的溫度、保持時間小於該等 (1)、(2) 所示的時間的加熱時，無法使錫熔解，超過 360°C 的溫度、保持時間超過 (1)、(2) 所示的時間的加熱時，銅錫合金層中的結晶生長得較大，無法得到所希望的形狀，且銅錫合金層達到至表層而無法殘留錫系表面層。並且，若加熱條件較高，則錫系表面層會氧化，因此不佳。

[0021] 對回焊處理後的原材料進行脫脂、酸洗等處理而清洗表面後，施以被覆層用鍍鎳。該鍍鎳使用一般的

鍍鎳浴即可，例如可使用以鹽酸(HCl)與氯化鎳(NiCl<sub>2</sub>)為主成分的氯化鎳浴。鍍鎳浴溫度設為 15℃ 以上 35℃ 以下，電流密度設為 1A/dm<sup>2</sup> 以上 10A/dm<sup>2</sup> 以下。所得鎳系被覆層的膜厚如上所述設為 0.005μm 以上 0.05μm 以下。

[0022] 接著，使該端子材料例如成型為如圖 2 所示形狀之母端子 2。

圖 2 所示之例中，該母端子 2 整體形成為方筒狀，藉由自其一端的開口部 15 嵌合公端子 1 而以自兩側挾持該公端子 1 之狀態保持並連接。在母端子 2 內部設有與被嵌合的公端子 1 的一面接觸之可彈性變形之接觸片 16，並且在與該接觸片 16 對向的側壁 17，以藉由壓花加工向內側突出的狀態形成有與公端子 1 的另一面接觸之半球狀凸部 18。在接觸片 16 上亦設有山折狀的折彎部 19，以便與凸部 18 對向。當嵌合公端子 1 時，該等凸部 18 及折彎部 19 以朝向公端子 1 成凸狀的方式突出，成為相對於該公端子 1 的滑動部 11。

[0023] 另外，如圖 3 示意性所示，用於公端子 1 的端子材料係由一般的回焊處理材料構成，該回焊處理材料係在由銅合金構成的基材 21 上表面形成有鍍錫層 22，在鍍錫層 22 與銅合金基材 21 之間形成有銅錫合金層 23。在該公端子 1 中，將鍍錫層 22 溶解去除而使銅錫合金層 23 出現在表面時所測定的銅錫合金層 23 之局部峰頂的平均間隔 S 小於 0.8μm 或超過 2.0μm，且鍍錫層 22 的平均厚度為 0.2μm 以上 3μm 以下。

公端子 1 形成為平板狀，係藉由對銅合金板依序實施鍍銅及鍍錫後進行回焊處理而形成。此時，作為回焊處理的加熱條件，一般是在 240°C 以上 400°C 以下的溫度下保持 1 秒以上 20 秒以下的時間之後進行驟冷。

又，亦可不進行回焊處理而在由銅合金構成的基材上藉由鍍錫形成平均厚度為 0.5 $\mu\text{m}$  以上 3 $\mu\text{m}$  以下的鍍錫層之端子材料作為公端子材料。

[0024] 使用此種母端子材料及公端子材料形成的連接器，若將公端子 1 從母端子 2 的開口部 15 插入到接觸片 16 與側壁 17 之間，則接觸片 16 從以雙點鏈線表示的位置向以實線表示的位置彈性變形，保持為在其折彎部 19 與凸部 18 之間夾持公端子 1 的狀態。

如上所述，就母端子 2 而言，銅錫合金層與錫系表面層之介面形成為將銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  設為 0.8 $\mu\text{m}$  以上 2.0 $\mu\text{m}$  以下的陡峭凹凸形狀，且錫系表面層的平均厚度為 0.1 $\mu\text{m}$  以上 0.6 $\mu\text{m}$  以下，在錫系表面層的最表面形成有 0.005 $\mu\text{m}$  以上 0.05 $\mu\text{m}$  以下膜厚的鎳系被覆層，因此可以抑制錫黏合於母端子 2 的凸部 18 及折彎部 19 的表面上，可有效地發揮因銅錫合金層與錫系表面層之介面形成為陡峭凹凸形狀所致之動摩擦係數減低效果，即使公端子 1 為藉由通常的回焊處理形成的錫系表面層，亦可將動摩擦係數設為 0.3 以下。

[0025] 以上的實施方式中，在錫系表面層 6 上形成由鎳或鎳合金構成的鎳系被覆層 10，但亦可形成由鈷(Co)

或鈷合金(鈷錫(CoSn)合金)構成的鈷系被覆層來代替鎳系被覆層。

與鎳系被覆層同樣，該鈷系被覆層亦主要形成於在進行回焊處理後從錫系表面層露出之銅錫合金層的露出部分上。與鎳系被覆層之情況相比，鈷系被覆層的鈷更容易合金化。該鈷系被覆層的膜厚設為  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下，當為超過  $0.05\mu\text{m}$  的膜厚時，無法同時得到因錫系表面層與銅錫合金層之間的特殊介面形狀所致之摩擦係數減低效果及因鈷系被覆層所致之錫黏合抑制效果，而只有因鈷系被覆層所致的黏合抑制效果，因此無法得到充分的摩擦係數減低效果，且，導致焊料潤濕性下降。當小於  $0.005\mu\text{m}$  時無法得到效果。

與鎳系被覆層同樣，主要形成於從錫系表面層露出的銅錫合金層之露出部分上，但亦存在銅錫合金層的露出部分未被鈷系被覆層被覆而以露出的狀態殘留的部分。因此，最表面成為錫系表面層與鈷系被覆層及銅錫合金層混合存在的表面。

並且，若該鈷系被覆層未形成於銅錫合金層的露出部分上而僅形成於錫系表面層，則在作為連接器使用的初始階段，端子材料彼此摩擦時鈷系被覆層破裂，同種錫會彼此接觸，從而容易發生錫的黏合，難以持續維持摩擦係數減低效果。

[0026] 形成該鈷系被覆層時，對回焊處理後的原材料進行脫脂、酸洗等處理而清洗表面後，施以被覆層用鍍

鈷。該鍍鈷使用一般的鍍鈷浴即可，例如可使用以硫酸鈷 ( $\text{CoSO}_4$ )、硼酸 ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )及硫酸鈉 ( $\text{NaSO}_4$ )為主成分的硫酸鈷浴等。鍍鈷浴的溫度設為  $15^\circ\text{C}$  以上  $35^\circ\text{C}$  以下，電流密度設為  $0.1\text{A}/\text{dm}^2$  以上  $10\text{A}/\text{dm}^2$  以下。該鍍鈷層的膜厚設為  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下。

### [實施例]

[0027] 將板厚為  $0.25\text{mm}$  的無氧銅板作為基材，依序實施基底鍍鎳、鍍銅、鍍錫。此時，鍍銅及鍍錫的電鍍條件在實施例、比較例中均相同。進行電鍍處理之後，實施例、比較例中均進行回焊處理，在還原氛圍中將基材表面溫度升溫至  $240^\circ\text{C}$  以上  $360^\circ\text{C}$  以下的溫度，保持 1 秒以上 12 秒以下的時間之後進行水冷。進行回焊處理後實施用於鎳系被覆層或鈷系被覆層的電鍍。

作為比較例，製作改變基底鍍鎳厚度、鍍銅厚度、鍍錫厚度的試樣、未實施用於鎳系被覆層或鈷系被覆層之電鍍的試樣。

此時，各電鍍條件如表 1 所示。表 1 中，Dk 為陰極的電流密度，ASD 為  $\text{A}/\text{dm}^2$  的縮寫。

各電鍍層厚度、回焊條件如表 2 所示。

### [0028]

[表 1]

	基底鍍鎳		鍍銅		鍍錫		鎳系被覆層		鈷系被覆層	
電鍍液組成	硫酸鎳	300g/L	硫酸銅	250g/L	硫酸錫	75g/L	氯化鎳	240g/L	硫酸鈷	15g/L
	硫酸	2g/L	硫酸	50g/L	硫酸	85g/L	鹽酸	50g/L	硫酸	1g/L
					添加劑	10g/L			硫酸鈉	16g/L
液體溫度	50°C		25°C		25°C		25°C		25°C	
Dk	5 ASD		5 ASD		5 ASD		2 ASD		1 ASD	

[0029] 關於該等試樣，對回焊後的錫系表面層厚度、銅錫合金層厚度、 $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  中的鎳含量、有無  $(\text{Ni,Cu})_3\text{Sn}_4$  層、銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$ 、鎳系被覆層或鈷系被覆層厚度、動摩擦係數、焊料潤濕性進行評價。

鎳系被覆層或鈷系被覆層厚度、回焊後的錫系表面層及銅錫合金層厚度係藉由 SII Nano Technology Inc.製的螢光 X 射線膜厚計(SFT9400)進行測定。關於回焊後的錫系表面層及銅錫合金層厚度，係針對形成鎳系被覆層之前的試樣測定最初回焊後的試樣整個錫系表面層厚度之後，在例如 Leybold Co.,Ltd.製的 L80 等之由蝕刻純錫但不使銅錫合金腐蝕的成分構成的電鍍被膜剝離用的蝕刻液中浸漬 5 分鐘，由此去除錫系表面層，使其下層的銅錫合金層露出並測定換算為純錫時的銅錫合金層厚度後，將(整個錫系表面層厚度－換算為純錫時的銅錫合金層厚度)定義為錫系表面層厚度。

藉由截面 STEM(Scanning Transmission Electron Microscope，掃描透個電子顯微鏡)圖像及 EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy，能量彌散 X-射線光譜儀)分析而求出  $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  層中的鎳含量、有無  $(\text{Ni,Cu})_3\text{Sn}_4$  層。

關於銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  係藉由在鍍

錫被膜剝離用的蝕刻液中浸漬而去除錫系表面層，使其下層的銅錫合金層露出後，使用 Keyence Corporation 製之雷射顯微鏡 (VK-X200)，以物鏡 150 倍 (測定視野  $96\mu\text{m}\times 76\mu\text{m}$ ) 的條件，測定在長度方向上 5 點、在寬度方向上 5 點合計 10 點的 S 的平均值而求出。

[0030] 關於動摩擦係數，以模擬嵌合型連接器的公端子與母端子的接點部之方式，對各試樣製作板狀的公端子試驗片與內徑設為 1.5mm 的半球狀的母試驗片，使用 Trinity-Lab Inc. 製之摩擦測定儀 ( $\mu\text{V}1000$ )，測定兩個試驗片間的摩擦力並求出動摩擦係數。根據圖 4 進行說明，在水平工作臺 31 上固定公端子試驗片 32，在其上放置母試驗片 33 的半球凸面而使電鍍面彼此接觸，對母試驗片 33 藉由砝碼 34 施加 100gf 以上 500gf 以下的載荷 P 而設為按壓公端子試驗片 32 的狀態。以該施加载荷 P 的狀態，藉由測力感測器 35 測定將公端子試驗片 32 以滑動速度 80mm/分鐘向箭頭所示之水平方向拉伸 10mm 時的摩擦力 F。由該摩擦力 F 之平均值  $F_{av}$  與載荷 P 求出動摩擦係數 ( $=F_{av}/P$ )。在表 2 中記載將載荷設為 4.9N(500gf) 時之動摩擦係數。

作為公端子試驗片，將板厚 0.25mm 的銅合金 (C2600、銅：70 質量%-鋅：30 質量%) 作為基材，依序實施鍍銅、鍍錫並進行回焊處理。作為該公端子材料的回焊條件，設為基材溫度 270℃、保持時間 6 秒，回焊後的鍍錫層厚度為 0.6 $\mu\text{m}$ ，銅錫合金層厚度為 0.5 $\mu\text{m}$ 。該銅錫合金層之

局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $2.1\mu\text{m}$ 。使用該公端子試驗片與表 2 所示之母端子試驗片測定動摩擦係數。

[0031] 關於焊料潤濕性，以  $10\text{mm}$  的寬度切出試驗片，使用活性助焊劑以弧面狀沾錫法測定過零時間 (zero cross time，錫液受力變為零所需時間)。(使試驗片浸漬在焊料浴溫  $230^\circ\text{C}$  的錫-3%銀-0.5%銅焊料中，以浸漬速度  $2\text{mm/sec}$ 、浸漬深度  $1\text{mm}$ 、浸漬時間  $10\text{sec}$  的條件進行測定)將焊料過零時間為 3 秒以下評價為良好，超過 3 秒時評價為不良。

為了評價電可靠性，在大氣中進行  $150^\circ\text{C} \times 500$  小時的加熱並測定接觸電阻。測定方法係依據 JIS-C-5402，藉由四端子接觸電阻測試機(山崎精機研究所製：CRS-113-AU)，以滑動式( $1\text{mm}$ )測定從 0 至  $50\text{g}$  的載荷變化-接觸電阻，以將載荷設為  $50\text{g}$  時的接觸電阻值進行評價。

關於該等測定結果、評價結果，針對形成有鎳系被覆層者示於表 2，針對形成有鈷系被覆層者示於表 3。

[0033]

[表 2]

	電鍍層膜厚 / $\mu\text{m}$			回焊條件		回焊後的層厚度 / $\mu\text{m}$		Ni被覆層膜厚 / $\mu\text{m}$	(Cu,Ni) <sub>3</sub> Sn <sub>5</sub> 中的Ni含量 (at%)	有無 (Ni,Cu) <sub>3</sub> Sn <sub>4</sub>	CuSn合金層局部峰頂的平均間隔 S / $\mu\text{m}$	動摩擦係數 載荷500gf	焊料潤濕性	接觸電阻 / $\text{m}\Omega$
	Ni	Cu	Sn	基材溫度 / $^{\circ}\text{C}$	保持時間 /s	回焊後的層厚度 / $\mu\text{m}$								
						Sn	CuSn							
實施例1	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.01	10	有	1.12	0.26	良	1.44
實施例2	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.01	10	有	1.12	0.21	良	1.52
實施例3	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.02	10	有	1.12	0.22	良	1.87
實施例4	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.03	10	有	1.12	0.22	良	2.05
實施例5	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.05	10	有	1.12	0.23	良	2.39
實施例6	0.30	0.15	0.80	270	6	0.38	0.74	0.01	9	有	0.97	0.23	良	1.52
實施例7	0.28	0.05	0.62	245	3	0.27	0.63	0.01	19	有	0.82	0.22	良	3.01
實施例8	0.30	0.20	0.57	270	9	0.24	0.41	0.01	2	有	1.87	0.24	良	3.44
實施例9	0.05	0.10	0.81	270	6	0.33	0.73	0.01	8	有	0.97	0.26	良	5.23
實施例10	0.18	0.15	0.91	270	6	0.45	0.70	0.01	6	有	1.23	0.25	良	3.69
實施例11	0.97	0.15	0.90	270	6	0.43	0.71	0.01	18	有	1.10	0.21	良	1.62
實施例12	0.31	0.10	0.91	270	3	0.44	0.71	0.01	8	有	1.02	0.27	良	2.26
實施例13	0.30	0.15	0.92	270	9	0.26	0.92	0.01	9	有	1.16	0.25	良	3.11
實施例14	0.29	0.15	0.90	250	6	0.44	0.72	0.01	9	有	1.03	0.24	良	2.41
實施例15	0.31	0.15	0.89	350	6	0.29	0.81	0.01	14	有	1.20	0.24	良	2.89
實施例16	0.27	0.05	0.52	245	3	0.21	0.45	0.01	24	有	0.87	0.22	良	3.76
實施例17	0.28	0.20	0.92	270	12	0.32	0.90	0.01	3	有	1.28	0.25	良	3.04
實施例18	0.28	0.15	0.64	245	6	0.24	0.60	0.01	9	有	1.42	0.28	良	3.28
實施例19	0.31	0.10	0.98	360	12	0.49	0.83	0.01	18	有	1.36	0.26	良	2.89
比較例1	0.02	0.15	0.93	270	6	0.51	0.55	0	0.5	無	1.42	0.42	良	5.11
比較例2	0.02	0.15	0.93	270	6	0.51	0.55	0.01	0.5	無	1.42	0.34	良	5.76
比較例3	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.80	0	10	有	1.11	0.35	良	1.58
比較例4	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.75	0.07	10	有	1.11	0.27	不良	7.52
比較例5	0.28	0.03	0.94	270	3	0.44	0.77	0.01	27	有	0.72	0.34	良	3.24
比較例6	0.34	0.20	0.40	270	6	0.12	0.41	0.01	3	有	2.37	0.27	不良	9.66
比較例7	0.29	0.30	0.80	270	6	0.31	0.61	0.01	0	無	2.08	0.34	良	2.42
比較例8	0.29	0.15	0.35	270	3	0.01	0.48	0.01	6	有	1.73	0.27	不良	7.21
比較例9	0.31	0.15	0.92	270	12	0.06	1.00	0.01	6	有	1.66	0.29	不良	10.96

[0034]

[表 3]

	電鍍層膜厚 / $\mu\text{m}$				回焊條件			回焊後的層厚度 / $\mu\text{m}$		Co被覆層膜厚 / $\mu\text{m}$	(Cu,Ni) <sub>2</sub> Sn <sub>3</sub> 中的Ni含量 (at%)	有無 (Ni,Cu) <sub>2</sub> Sn <sub>4</sub>	CuSn合金的局部峰項的平均間隔 S / $\mu\text{m}$	動摩擦係數 載荷500gf	焊料潤濕性	接觸電阻 / $\text{m}\Omega$
	Ni	Cu	Sn		基材溫度 / $^{\circ}\text{C}$	保持時間 /s	Sn	CuSn								
實施例21	0.33	0.15	0.96		270	6	0.46	0.77	0.01	11	有	1.14	0.26	良	1.30	
實施例22	0.33	0.15	0.96		270	6	0.46	0.77	0.01	11	有	1.14	0.24	良	1.35	
實施例23	0.33	0.15	0.96		270	6	0.46	0.77	0.03	11	有	1.14	0.23	良	1.85	
實施例24	0.33	0.15	0.96		270	6	0.46	0.77	0.05	11	有	1.14	0.22	良	2.37	
實施例25	0.30	0.15	0.81		270	6	0.40	0.72	0.01	10	有	1.02	0.24	良	1.43	
實施例26	0.29	0.05	0.60		245	3	0.27	0.63	0.01	19	有	0.86	0.25	良	3.00	
實施例27	0.32	0.20	0.61		270	9	0.24	0.42	0.01	2	有	1.89	0.24	良	3.26	
實施例28	0.06	0.10	0.79		270	6	0.33	0.72	0.01	5	有	1.03	0.26	良	5.22	
實施例29	0.18	0.15	0.90		270	6	0.44	0.68	0.01	7	有	1.27	0.25	良	3.58	
實施例30	0.97	0.15	0.90		270	6	0.43	0.68	0.01	20	有	1.16	0.22	良	1.45	
實施例31	0.31	0.10	0.91		270	3	0.43	0.69	0.01	5	有	1.08	0.28	良	2.11	
實施例32	0.30	0.15	0.91		270	9	0.24	0.87	0.01	12	有	1.21	0.24	良	2.97	
實施例33	0.29	0.15	0.88		250	6	0.43	0.72	0.01	6	有	1.06	0.26	良	2.36	
實施例34	0.30	0.15	0.91		350	6	0.30	0.80	0.01	14	有	1.21	0.25	良	2.82	
實施例35	0.31	0.05	0.50		245	3	0.21	0.44	0.01	22	有	0.93	0.24	良	3.59	
實施例36	0.29	0.20	0.84		270	12	0.24	0.78	0.01	2	有	1.31	0.25	良	2.92	
實施例37	0.26	0.15	0.61		245	6	0.23	0.61	0.01	9	有	1.44	0.27	良	3.09	
實施例38	0.31	0.10	1.00		360	12	0.56	0.87	0.01	17	有	1.37	0.25	良	2.84	
比較例11	0.02	0.15	0.93		270	6	0.51	0.55	0	0.5	無	1.49	0.40	良	4.88	
比較例12	0.02	0.15	0.93		270	6	0.51	0.55	0.01	0.5	無	1.46	0.33	良	5.57	
比較例13	0.33	0.15	0.96		270	6	0.46	0.77	0	11	有	1.14	0.32	良	1.25	
比較例14	0.33	0.15	0.96		270	6	0.46	0.77	0.09	11	有	1.12	0.26	不良	7.50	
比較例15	0.32	0.02	0.97		270	3	0.44	0.77	0.01	27	有	0.79	0.37	良	2.95	
比較例16	0.31	0.20	0.41		270	6	0.12	0.41	0.01	1	有	2.39	0.26	不良	9.43	
比較例17	0.30	0.30	0.79		270	6	0.31	0.61	0.01	0	無	2.12	0.35	良	2.29	
比較例18	0.29	0.15	0.33		270	3	0.01	0.48	0.01	4	有	1.75	0.26	不良	6.87	
比較例19	0.29	0.15	0.87		270	12	0.06	1.00	0.01	8	有	1.69	0.29	不良	10.85	



[0035] 由該表 2 及表 3 明確可了解，實施例之動摩擦係數均小至 0.3 以下，焊料潤濕性良好，接觸電阻也顯示出  $10\text{m}\Omega$  以下。尤其，實施例 1 至 8 及 10 至 19 之鍍鎳厚度為  $0.1\mu\text{m}$  以上者均顯示  $4\text{m}\Omega$  以下的較低接觸電阻。

相對於此，各比較例觀察到如下不良情況。比較例 1、3 由於均無鎳系被覆層，且比較例 11、13 無鈷系被覆層，因此動摩擦係數較大。比較例 2 無  $(\text{Ni,Cu})_3\text{Sn}_4$  層，僅藉由實施鍍鎳雖然有減低效果，但無法得到較大效果。比較例 12 亦相同，無  $(\text{Ni,Cu})_3\text{Sn}_4$  層，僅藉由實施鍍鈷雖然有減低效果，但無法得到較大效果。比較例 4 由於鎳系被覆層的膜厚較大，且比較例 14 由於鈷系被覆層膜厚較大，因此焊料潤濕性分別較差。比較例 5 及比較例 15 由於鍍銅厚度過薄，因此銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  低於下限，動摩擦係數超過 0.3。比較例 6、8、9 及比較例 16、18、19 由於銅錫合金層生長得過大，表面上殘留的錫系表面層變得過少，因此焊料潤濕性變差。動摩擦係數超過 0.3。比較例 7 及比較例 17 由於鍍銅厚度過厚，因此無  $(\text{Ni,Cu})_3\text{Sn}_4$  層，在  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中不含鎳，因此無法得到較大效果。

圖 5、6 係實施例 6 之截面 STEM 圖像及 EDS 分析結果，圖 7、8 係比較例 7 之截面 STEM 圖像與 EDS 線分析結果。圖 5 及圖 6 之 (i) 為基板，(ii) 為鎳層，(iii) 為  $(\text{Ni,Cu})_3\text{Sn}_4$  合金層，(iv) 為  $(\text{Cu,Ni})_6\text{Sn}_5$  合金層。圖 7 及圖 8 中，(i') 為鎳層，(ii') 為  $\text{Cu}_3\text{Sn}$  合金層，(iii') 為  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$

合金層。

比較該等照片可知，如圖 6 所示，實施例的試樣在  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中含有鎳及在鎳層與  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  層之介面形成有包含銅之  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  層。實施例之端子材料中之  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  層中的銅含量推定在 5 ~ 20at% 的範圍內。例如實施例 2 中為 11at%。

如圖 8 所示可知比較例的試樣未形成  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  層，在  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中亦不含鎳。

圖 9 係實施例 2 之動摩擦係數測定後的公端子試驗片的滑動面之顯微鏡照片，圖 10 係比較例 1 之顯微鏡照片，圖 11 係比較例 3 之顯微鏡照片。比較該等照片可知，實施例的試樣中，錫的黏合受到抑制且滑動面較光滑，相對於此，比較例因錫黏合故而滑動面變得較粗糙。母側之局部峰頂的平均間隔  $S$  較大的比較例 7 即使有鎳系被覆層亦發生錫的黏合，且滑動面變得較粗糙。

圖 12 係實施例 24 之顯微鏡照片，圖 13 係比較例 13 之顯微鏡照片。比較該等照片可知，有鈷系被覆層的實施例的試樣中，錫的黏合受到抑制且滑動面較光滑，相對於此，無鈷系被覆層的比較例因錫的黏合而滑動面變得較粗糙。

## 【符號說明】

[0036]

1：公端子

- 2：母端子
- 5：基材
- 6：錫系表面層
- 7：銅錫合金層
- 8：鎳錫合金層
- 9：鎳或鎳合金層
- 10：鎳系被覆層
- 11：滑動部
- 15：開口部
- 16：接觸片
- 17：側壁
- 18：凸部
- 19：折彎部
- 21：基材
- 22：鍍錫層
- 23：銅錫合金層
- 31：工作臺
- 32：公端子試驗片
- 33：母試驗片
- 34：砝碼
- 35：測力感測器

201527596

## 發明摘要

※申請案號：103139045

C23C30/00(2006.01)

B32B3/00(2006.01)

B32B15/01(2006.01)

B32B15/20(2006.01)

H01R13/03(2006.01)

※申請日：103年11月11日

※IPC分類：

【發明名稱】(中文/英文)

鍍錫之銅合金端子材料

Tin-plated copper alloy terminal member

## ● 【中文】

本發明提供一種鍍錫之銅合金端子材料，其對於使用通用的鍍錫端子材料之端子亦可降低嵌合時之插入力。

本發明之鍍錫之銅合金端子材料係在由銅或銅合金構成的基材上的表面形成有錫系表面層，在該錫系表面層與基材之間，自錫系表面層開始依序形成有銅錫合金層/鎳錫合金層/鎳或鎳合金層，且銅錫合金層係以  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  為主成分且該  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代之化合物合金層，鎳錫合金層係以  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  為主成分且該  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  之鎳的一部分被銅取代之化合物合金層，銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下，且錫系表面層之平均厚度為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下，在錫系表面層之最表面形成有  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下的膜厚之鎳系被覆層或鈷系被覆層，表面之動摩擦係數為  $0.3$  以下。

## ● 【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

5：基材

6：錫系表面層

7：銅錫合金層

8：鎳錫合金層

9：鎳或鎳合金層

10：鎳系被覆層

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

## 申請專利範圍

1.一種鍍錫之銅合金端子材料，其係在由銅或銅合金構成之基材上的表面形成有錫系表面層，在該錫系表面層與前述基材之間，自前述錫系表面層開始依序形成有銅錫合金層/鎳錫合金層/鎳或鎳合金層，前述鍍錫之銅合金端子材料之特徵係

前述銅錫合金層係以  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  為主成分且該  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代之化合物合金層，前述鎳錫合金層係以  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  為主成分且該  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  之鎳的一部分被銅取代之化合物合金層，前述銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $0.8\mu\text{m}$  以上  $2.0\mu\text{m}$  以下，且前述錫系表面層之平均厚度為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下，在前述錫系表面層之最表面形成有  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下之膜厚的鎳系被覆層或鈷系被覆層，且表面動摩擦係數為  $0.3$  以下。

2.如請求項 1 之鍍錫之銅合金端子材料，其中前述銅錫合金層的一部分露出於前述錫系表面層，前述鎳系被覆層或鈷系被覆層形成於自前述錫系表面層露出之前述銅錫合金層上。

3.如請求項 1 或 2 之鍍錫之銅合金端子材料，其中前述銅錫合金層在前述  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中含有  $1\text{at}\%$  以上  $25\text{at}\%$  以下之鎳。











面層之平均厚度設為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $0.6\mu\text{m}$  以下之理由係當小於  $0.2\mu\text{m}$  時，導致焊料潤濕性下降、電連接可靠性下降，若超過  $0.6\mu\text{m}$ ，則無法將表層設為錫與銅錫合金的複合構造，而僅被錫佔有，因此動摩擦係數增大。更佳之錫系表面層之平均厚度為  $0.3\mu\text{m}$  以上  $0.5\mu\text{m}$  以下。

最表面的鎳系被覆層或鈷系被覆層均為不易產生與錫黏合的層，因此可以得到銅錫合金層以上的摩擦係數減低效果。此時，若鎳系被覆層或鈷系被覆層的膜厚超過  $0.05\mu\text{m}$ ，則無法同時得到因錫系表面層與銅錫合金層之特殊介面形狀所致的摩擦係數減低效果及因鎳系被覆層或鈷系被覆層所致的錫黏合抑制效果，由於僅有因鎳系被覆層或鈷系被覆層所致的黏合抑制效果，因此無法獲得充分的摩擦係數減低效果，並且，導致焊料潤濕性下降。該鎳系被覆層或鈷系被覆層之膜厚小於  $0.005\mu\text{m}$  時無法得到效果。

此處，表面的動摩擦係數不僅在本發明之鍍錫之銅合金端子材料彼此之間，而且對於最表面具有鍍錫層之通用鍍錫端子材料亦成為 0.3 以下。在最表面具有鍍錫層的通用鍍錫端子材料係指藉由對基材施以鍍銅、鍍錫並實施回焊處理而得到且在最表面具有銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  小於  $0.8\mu\text{m}$  或超過  $2.0\mu\text{m}$ 、平均厚度為  $0.2\mu\text{m}$  以上  $3\mu\text{m}$  以下之鍍錫層的鍍錫端子材料，或者，不進行回焊處理即在基材上形成厚度為  $0.5\mu\text{m}$  以上  $3\mu\text{m}$  以下的鍍錫層之鍍錫端子材料。

[0010] 本發明之鍍錫之銅合金端子材料中，前述銅錫合金層之一部分露出於前述錫系表面層，前述鎳系被覆層或鈷系被覆層形成於自前述錫系表面層露出之前述銅錫合金層上即可。

將鎳系被覆層或鈷系被覆層形成於銅錫合金層上之理由係露出於錫系表面層表面之較硬銅錫合金層會保持住鎳系被覆層或鈷系被覆層，若不形成於銅錫合金層上而僅在錫系表面層上形成，則端子材彼此摩擦時鎳系被覆層或鈷系被覆層破裂，結果，同種錫彼此接觸時發生錫黏合，從而無法得到摩擦係數減低效果。該鎳系被覆層或鈷系被覆層亦可形成於錫系表面層上，但至少必須形成於銅錫合金層上。

[0011] 本發明之鍍錫之銅合金端子材料中，前述銅錫合金層在前述  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  中含有 1at%以上 25at%以下之鎳即可。

將鎳含量規定為 1at%以上之理由係當小於 1at%時無法形成  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  之銅的一部分被鎳取代的化合物合金層，從而無法成為陡峭的凹凸形狀，規定為 25at%以下之理由係若超過 25at%則有銅錫合金層的形狀變得過度微細的傾向，若銅錫合金層變得過度微細，則有時無法將動摩擦係數設為 0.3 以下。

#### [發明效果]

[0012] 根據本發明，藉由在銅錫合金層與錫系表面

鈷。該鍍鈷使用一般的鍍鈷浴即可，例如可使用以硫酸鈷 ( $\text{CoSO}_4$ )、硼酸 ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 及硫酸鈉 ( $\text{NaSO}_4$ ) 為主成分的硫酸鈷浴等。鍍鈷浴的溫度設為  $15^\circ\text{C}$  以上  $35^\circ\text{C}$  以下，電流密度設為  $0.1\text{A}/\text{dm}^2$  以上  $10\text{A}/\text{dm}^2$  以下。該鍍鈷層的膜厚設為  $0.005\mu\text{m}$  以上  $0.05\mu\text{m}$  以下。

### [實施例]

[0027] 將板厚為  $0.25\text{mm}$  的無氧銅板作為基材，依序實施基底鍍鎳、鍍銅、鍍錫。此時，鍍銅及鍍錫的電鍍條件在實施例、比較例中均相同。進行電鍍處理之後，實施例、比較例中均進行回焊處理，在還原氛圍中將基材表面溫度升溫至  $240^\circ\text{C}$  以上  $360^\circ\text{C}$  以下的溫度，保持 1 秒以上 12 秒以下的時間之後進行水冷。進行回焊處理後實施用於鎳系被覆層或鈷系被覆層的電鍍。

作為比較例，製作改變基底鍍鎳厚度、鍍銅厚度、鍍錫厚度的試樣、未實施用於鎳系被覆層或鈷系被覆層之電鍍的試樣。

此時，各電鍍條件如表 1 所示。表 1 中，Dk 為陰極的電流密度，ASD 為  $\text{A}/\text{dm}^2$  的縮寫。

各電鍍層厚度、回焊條件如表 2 所示。

[0028]

[表 1]

電鍍液組成	基底鍍鎳		鍍銅		鍍錫		鎳系被覆層		鈷系被覆層	
	硫酸鎳	300g/L	硫酸銅	250g/L	硫酸錫	75g/L	氫化鎳	240g/L	硫酸鈷	15g/L
硫酸	2g/L	硫酸	50g/L	硫酸	85g/L	鹽酸	50g/L	硫酸	1g/L	
				添加劑	10g/L			硫酸鈉	16g/L	
液體溫度	50°C		25°C		25°C		25°C		25°C	
Dk	5 ASD		5 ASD		5 ASD		2 ASD		1 ASD	

[0029] 關於該等試樣，對回焊後的錫系表面層厚度、銅錫合金層厚度、 $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  層中的鎳含量、有無  $(\text{Ni},\text{Cu})_3\text{Sn}_4$  層、銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$ 、鎳系被覆層或鈷系被覆層厚度、動摩擦係數、焊料潤濕性進行評價。

鎳系被覆層或鈷系被覆層厚度、回焊後的錫系表面層及銅錫合金層厚度係藉由 SII Nano Technology Inc. 製的螢光 X 射線膜厚計 (SFT9400) 進行測定。關於回焊後的錫系表面層及銅錫合金層厚度，係針對形成鎳系被覆層之前的試樣測定最初回焊後的試樣整個錫系表面層厚度之後，在例如 Leybold Co., Ltd. 製的 L80 等之由蝕刻純錫但不使銅錫合金腐蝕的成分構成的電鍍被膜剝離用的蝕刻液中浸漬 5 分鐘，由此去除錫系表面層，使其下層的銅錫合金層露出並測定換算為純錫時的銅錫合金層厚度後，將(整個錫系表面層厚度 - 換算為純錫時的銅錫合金層厚度)定義為錫系表面層厚度。

藉由截面 STEM (Scanning Transmission Electron Microscope, 掃描透個電子顯微鏡) 圖像及 EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy, 能量彌散 X-射線光譜儀) 分析而求出  $(\text{Cu},\text{Ni})_6\text{Sn}_5$  層中的鎳含量、有無  $(\text{Ni},\text{Cu})_3\text{Sn}_4$  層。

關於銅錫合金層之局部峰頂的平均間隔  $S$  係藉由在鍍

錫被膜剝離用的蝕刻液中浸漬而去除錫系表面層，使其下層的銅錫合金層露出後，使用 Keyence Corporation 製之雷射顯微鏡 (VK-X200)，以物鏡 150 倍 (測定視野  $96\mu\text{m}\times 76\mu\text{m}$ ) 的條件，測定在長度方向上 5 點、在寬度方向上 5 點合計 10 點的 S 的平均值而求出。

[0030] 關於動摩擦係數，以模擬嵌合型連接器的公端子與母端子的接點部之方式，對各試樣製作板狀的公端子試驗片與內徑設為 1.5mm 的半球狀的母端子試驗片，使用 Trinity-Lab Inc. 製之摩擦測定儀 ( $\mu\text{V}1000$ )，測定兩個試驗片間的摩擦力並求出動摩擦係數。根據圖 4 進行說明，在水平工作臺 31 上固定公端子試驗片 32，在其上放置母端子試驗片 33 的半球凸面而使電鍍面彼此接觸，對母端子試驗片 33 藉由砝碼 34 施加 100gf 以上 500gf 以下的載荷 P 而設為按壓公端子試驗片 32 的狀態。以該施加載荷 P 的狀態，藉由測力感測器 35 測定將公端子試驗片 32 以滑動速度 80mm/分鐘向箭頭所示之水平方向拉伸 10mm 時的摩擦力 F。由該摩擦力 F 之平均值  $F_{av}$  與載荷 P 求出動摩擦係數 ( $=F_{av}/P$ )。在表 2 中記載將載荷設為 4.9N(500gf) 時之動摩擦係數。

作為公端子試驗片，將板厚 0.25mm 的銅合金 (C2600、銅：70 質量%-鋅：30 質量%) 作為基材，依序實施鍍銅、鍍錫並進行回焊處理。作為該公端子材料的回焊條件，設為基材溫度 270℃、保持時間 6 秒，回焊後的鍍錫層厚度為  $0.6\mu\text{m}$ ，銅錫合金層厚度為  $0.5\mu\text{m}$ 。該銅錫合金層之

局部峰頂的平均間隔  $S$  為  $2.1\mu\text{m}$ 。使用該公端子試驗片與表 2 所示之母端子試驗片測定動摩擦係數。

[0031] 關於焊料潤濕性，以 10mm 的寬度切出試驗片，使用活性助焊劑以弧面狀沾錫法測定過零時間(zero cross time，錫液受力變為零所需時間)。(使試驗片浸漬在焊料浴溫  $230^{\circ}\text{C}$  的錫 -3%銀 -0.5%銅焊料中，以浸漬速度  $2\text{mm}/\text{sec}$ 、浸漬深度 1mm、浸漬時間 10sec 的條件進行測定)將焊料過零時間為 3 秒以下評價為良好，超過 3 秒時評價為不良。

為了評價電可靠性，在大氣中進行  $150^{\circ}\text{C} \times 500$  小時的加熱並測定接觸電阻。測定方法係依據 JIS-C-5402，藉由四端子接觸電阻測試機(山崎精機研究所製：CRS-113-AU)，以滑動式(1mm)測定從 0 至 50g 的載荷變化-接觸電阻，以將載荷設為 50g 時的接觸電阻值進行評價。

關於該等測定結果、評價結果，針對形成有鎳系被覆層者示於表 2，針對形成有鈷系被覆層者示於表 3。

[0033]

[表 2]

	電鍍層膜厚 / $\mu\text{m}$			回焊條件		回焊後的層厚度 / $\mu\text{m}$		Ni 鍍層膜厚 / $\mu\text{m}$	(Cu,Ni) $_2$ Sn $_3$ 層中的 Ni 含量 (at%)	有無 (Ni,Cu) $_2$ Sn $_3$ 層	CuSn 合金層局部缺項的平均間隔 S / $\mu\text{m}$	助摩擦係數 載荷 500gf	材料潤滑性	接觸電阻 / $\text{m}\Omega$
	Ni	Cu	Sn	基材溫度 / $^{\circ}\text{C}$	保持時間 /s	Sn								
						Sn	CuSn							
實施例 1	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.01	10	有	1.12	0.26	良	1.44
實施例 2	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.01	10	有	1.12	0.21	良	1.52
實施例 3	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.02	10	有	1.12	0.22	良	1.87
實施例 4	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.03	10	有	1.12	0.22	良	2.05
實施例 5	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.76	0.05	10	有	1.12	0.23	良	2.39
實施例 6	0.30	0.15	0.80	270	6	0.38	0.74	0.01	9	有	0.97	0.23	良	1.52
實施例 7	0.28	0.05	0.62	245	3	0.27	0.63	0.01	19	有	0.82	0.22	良	3.01
實施例 8	0.30	0.20	0.57	270	9	0.24	0.41	0.01	2	有	1.87	0.24	良	3.44
實施例 9	0.05	0.10	0.81	270	6	0.33	0.73	0.01	8	有	0.97	0.26	良	5.23
實施例 10	0.18	0.15	0.91	270	6	0.45	0.70	0.01	6	有	1.23	0.25	良	3.69
實施例 11	0.97	0.15	0.90	270	6	0.43	0.71	0.01	18	有	1.10	0.21	良	1.62
實施例 12	0.31	0.10	0.91	270	3	0.44	0.71	0.01	8	有	1.02	0.27	良	2.26
實施例 13	0.30	0.15	0.92	270	9	0.26	0.92	0.01	9	有	1.16	0.25	良	3.11
實施例 14	0.29	0.15	0.90	250	6	0.44	0.72	0.01	9	有	1.03	0.24	良	2.41
實施例 15	0.31	0.15	0.89	350	6	0.29	0.81	0.01	14	有	1.20	0.24	良	2.89
實施例 16	0.27	0.05	0.52	245	3	0.21	0.45	0.01	24	有	0.87	0.22	良	3.76
實施例 17	0.28	0.20	0.92	270	12	0.32	0.90	0.01	3	有	1.28	0.25	良	3.04
實施例 18	0.28	0.15	0.64	245	6	0.24	0.60	0.01	9	有	1.42	0.28	良	3.28
實施例 19	0.31	0.10	0.98	360	12	0.49	0.83	0.01	18	有	1.36	0.26	良	2.89
比較例 1	0.02	0.15	0.93	270	6	0.51	0.55	0	0.5	無	1.42	0.42	良	5.11
比較例 2	0.02	0.15	0.93	270	6	0.51	0.55	0.01	0.5	無	1.42	0.34	良	5.76
比較例 3	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.80	0	10	有	1.11	0.35	良	1.58
比較例 4	0.32	0.15	0.96	270	6	0.46	0.75	0.07	10	有	1.11	0.27	不良	7.52
比較例 5	0.28	0.03	0.94	270	3	0.44	0.77	0.01	27	有	0.72	0.34	良	3.24
比較例 6	0.34	0.20	0.40	270	6	0.12	0.41	0.01	3	有	2.37	0.27	不良	9.66
比較例 7	0.29	0.30	0.80	270	6	0.31	0.61	0.01	0	無	2.08	0.34	良	2.42
比較例 8	0.29	0.15	0.35	270	3	0.01	0.48	0.01	6	有	1.73	0.27	不良	7.21
比較例 9	0.31	0.15	0.92	270	12	0.06	1.00	0.01	6	有	1.66	0.29	不良	10.96

[0034]

[表 3]

	電鍍層膜厚 / $\mu\text{m}$			回焊條件		回焊後的層厚度 / $\mu\text{m}$		Co被覆層膜厚 / $\mu\text{m}$	(Cu,Ni) <sub>6</sub> Sn <sub>5</sub> 層中的Ni含量 (at%)	有無 (Ni,Cu) <sub>3</sub> Sn <sub>4</sub> 層	CuSn合金層的局部峰項的平均間隔 S / $\mu\text{m}$	動摩擦係數 載荷500gf	焊料潤濕性	接觸電阻 / $\text{m}\Omega$
	Ni	Cu	Sn	基材溫度 / $^{\circ}\text{C}$	保持時間 /s	Sn	CuSn							
實施例21	0.33	0.15	0.96	270	6	0.46	0.77	0.01	11	有	1.14	0.26	良	1.30
實施例22	0.33	0.15	0.96	270	6	0.46	0.77	0.01	11	有	1.14	0.24	良	1.35
實施例23	0.33	0.15	0.96	270	6	0.46	0.77	0.03	11	有	1.14	0.23	良	1.85
實施例24	0.33	0.15	0.96	270	6	0.46	0.77	0.05	11	有	1.14	0.22	良	2.37
實施例25	0.30	0.15	0.81	270	6	0.40	0.72	0.01	10	有	1.02	0.24	良	1.43
實施例26	0.29	0.05	0.60	245	3	0.27	0.63	0.01	19	有	0.86	0.25	良	3.00
實施例27	0.32	0.20	0.61	270	9	0.24	0.42	0.01	2	有	1.89	0.24	良	3.26
實施例28	0.06	0.10	0.79	270	6	0.33	0.72	0.01	5	有	1.03	0.26	良	5.22
實施例29	0.18	0.15	0.90	270	6	0.44	0.68	0.01	7	有	1.27	0.25	良	3.58
實施例30	0.97	0.15	0.90	270	6	0.43	0.68	0.01	20	有	1.16	0.22	良	1.45
實施例31	0.31	0.10	0.91	270	3	0.43	0.69	0.01	5	有	1.08	0.28	良	2.11
實施例32	0.30	0.15	0.91	270	9	0.24	0.87	0.01	12	有	1.21	0.24	良	2.97
實施例33	0.29	0.15	0.88	250	6	0.43	0.72	0.01	6	有	1.06	0.26	良	2.36
實施例34	0.30	0.15	0.91	350	6	0.30	0.80	0.01	14	有	1.21	0.25	良	2.82
實施例35	0.31	0.05	0.50	245	3	0.21	0.44	0.01	22	有	0.93	0.24	良	3.59
實施例36	0.29	0.20	0.84	270	12	0.24	0.78	0.01	2	有	1.31	0.25	良	2.92
實施例37	0.26	0.15	0.61	245	6	0.23	0.61	0.01	9	有	1.44	0.27	良	3.09
實施例38	0.31	0.10	1.00	360	12	0.56	0.87	0.01	17	有	1.37	0.25	良	2.84
比較例11	0.02	0.15	0.93	270	6	0.51	0.55	0	0.5	無	1.49	0.40	良	4.88
比較例12	0.02	0.15	0.93	270	6	0.51	0.55	0.01	0.5	無	1.46	0.33	良	5.57
比較例13	0.33	0.15	0.96	270	6	0.46	0.77	0	11	有	1.14	0.32	良	1.25
比較例14	0.33	0.15	0.96	270	6	0.46	0.77	0.09	11	有	1.12	0.26	不良	7.50
比較例15	0.32	0.02	0.97	270	3	0.44	0.77	0.01	27	有	0.79	0.37	良	2.95
比較例16	0.31	0.20	0.41	270	6	0.12	0.41	0.01	1	有	2.39	0.26	不良	9.43
比較例17	0.30	0.30	0.79	270	6	0.31	0.61	0.01	0	無	2.12	0.35	良	2.29
比較例18	0.29	0.15	0.33	270	3	0.01	0.48	0.01	4	有	1.75	0.26	不良	6.87
比較例19	0.29	0.15	0.87	270	12	0.06	1.00	0.01	8	有	1.69	0.29	不良	10.85

- 2：母端子
- 5：基材
- 6：錫系表面層
- 7：銅錫合金層
- 8：鎳錫合金層
- 9：鎳或鎳合金層
- 10：鎳系被覆層
- 11：滑動部
- 15：開口部
- 16：接觸片
- 17：側壁
- 18：凸部
- 19：折彎部
- 21：基材
- 22：鍍錫層
- 23：銅錫合金層
- 31：工作臺
- 32：公端子試驗片
- 33：母端子試驗片
- 34：砝碼
- 35：測力感測器