

公告本
-----

# 發明專利說明書

99年10月8日修正替換頁
---------------

(本說明書格式、順序及粗體字、請勿任意更動、※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 9711276

※申請日期： 97.3.28

※IPC 分類： C>>C 9/06 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

電子材料用 Cu-Ni-Si 系合金

## 二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

JX 日鑛日石金屬股份有限公司

JX Nippon Mining & Metals Corporation

代表人：(中文/英文)

岡田 昌德 / Okada, Masanori

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都千代田區大手町二丁目 6 番 3 號

6-3, Otemachi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8164 JAPAN

國籍：(中文/英文)

日本 / Japan

## 三、發明人：(共 1 人)

姓名：(中文/英文)

江良 尚彥 / ERA, Naohiko

國籍：(中文/英文)

日本 / Japan

**四、聲明事項：**

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，  
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本、2007.03.30、JP2007-94441

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

本發明之課題在於提供一種藉由於 Cu-Ni-Si 系合金中讓 Cr 添加效果更佳地發揮而使特性飛躍性提高，即高強度、高導電性之卡遜系合金。

此種電子材料用銅合金，其含有 Ni：1.0～4.5 質量%、Si：0.50～1.2 質量%、Cr：0.003～0.3 質量%（其中，Ni 與 Si 之質量比為  $3 \leq \text{Ni/Si} \leq 5.5$ ），且剩餘部分由 Cu 及不可避免之雜質所構成，對於分散於材料中之大小為 0.1  $\mu\text{m}$  以上 5  $\mu\text{m}$  以下之 Cr-Si 化合物而言，其分散粒子中之 Cr 相對於 Si 之原子濃度比為 1～5，其分散密度為  $1 \times 10^6$  個/ $\text{mm}^2$  以下。

## 六、英文發明摘要：

(無)

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第( 無 )圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無)

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

(無)

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種析出硬化型銅合金，尤其係關於一種可較佳用於各種電子機器零件之 Cu-Ni-Si-Cr 系合金。

### 【先前技術】

對於用於引線框架、連接器、接腳、端子、繼電器、開關等各種電子機器零件之電子材料用銅合金而言，作為其基本特性，要求可同時實現高強度及高導電性（或熱傳導性）。近年來，電子零件之高積體化及小型化、薄壁化快速發展，與此相對應地，對電子機器零件中所使用之銅合金之要求等級亦愈發提高。

就高強度及高導電性之觀點而言，近年來，作為電子材料用銅合金，析出硬化型銅合金之使用量正在增加，以取代先前之以磷青銅、黃銅等為代表之固溶強化型銅合金。析出硬化型銅合金中，藉由對經固溶化處理之過飽和固溶體進行時效處理，而使微細之析出物均勻地分散，從而提高合金之強度，同時減少銅中之固溶元素量，以提高電氣傳導性。因此，可獲得強度、彈性等機械性質優異，並且電氣傳導性、熱傳導性良好之材料。

析出硬化型銅合金中，一般被稱為卡遜系合金之 Cu-Ni-Si 系銅合金係兼具相對較高之導電性、強度、應力緩和特性及彎曲加工性之典型之銅合金，係業界目前正積極開發之合金之一。該銅合金中，可藉由使微細之 Ni-Si 系

金屬間化合物粒子析出至銅基質中來實現強度與導電率之提高。

Ni-Si 系金屬間化合物粒子之析出物一般由理想配比成分所構成，例如，於專利文獻 1 中記載有：藉由使合金中之 Ni 與 Si 之質量比接近作為金屬間化合物之  $\text{Ni}_2\text{Si}$  之質量組成比（Ni 之原子量 $\times 2$ ：Si 之原子量 $\times 1$ ），亦即，藉由將 Ni 與 Si 之重量濃度比設為  $\text{Ni/Si} = 3 \sim 7$ ，從而獲得良好之電氣傳導性。

然而，如專利文獻 1 中所記載般，藉由使 Ni 與 Si 之質量比接近作為金屬間化合物之  $\text{Ni}_2\text{Si}$  之質量組成比（Ni 之原子量 $\times 2$ ：Si 之原子量 $\times 1$ ），雖可實現特性之改善，但現實中卻可發現因過剩之 Si 而導致導電率一定程度之下降。

因此，一般認為可添加 Cr 等會與 Si 形成化合物之元素，使其與過剩之 Si 化合以藉此提高導電率。Cr 為其元素之一，可形成含 Cr 之 Cu-Ni-Si 系合金。

作為添加有 Cr 作為合金元素之 Cu-Ni-Si 系合金，可列舉於專利文獻 2、專利文獻 3 中記載者。

專利文獻 2 中，記載有一種卡遜合金之熱處理方法，其特徵在於，於對 Ni：1.5~4.0 重量%、Si：0.35~1.0 重量%、隨意選自 Zr、Cr、Sn 之群中之至少 1 種金屬：0.05~1.0 重量%、剩餘部分由 Cu 及不可避免之雜質構成之卡遜合金進行加熱（或冷卻）時，於 400~800°C 之溫度區域中，以使上述卡遜合金之拉伸熱形變為  $1 \times 10^{-4}$  以下之方式

對上述卡遜合金進行加熱（或冷卻）。根據該方法，可防止熱處理時之鑄塊破裂。

於專利文獻 3 中記載有一種彎曲加工性優異之高拉力銅合金，其特徵在於含有 Ni：2~5 重量%、Si：0.5~1.5 重量%、Zn：0.1~2 重量%、Mn：0.01~0.1 重量%、Cr：0.001~0.1 重量%、Al：0.001~0.15 重量%、Co：0.05~2 重量%，且將作為雜質成分之 S 之含量限制為 15 ppm 以下，剩餘部分由 Cu 及不可避免之雜質構成。根據該發明，Cr 對鑄塊之晶界進行強化，係一種提高熱加工性之元素。又，若 Cr 之含量超過 0.1 重量%，則熔態金屬會氧化，從而導致鑄造性劣化。另外記載有：該銅合金係於克里普托爐中，在大氣中包覆木炭而進行熔解鑄造。

又，就 Cr 與 Si 之化合物之觀點而言，可列舉專利文獻 4。於專利文獻 4 中，針對含有 Cr：0.1~0.25 重量%、Si：0.005~0.1 重量%、Zn：0.1~0.5 重量%、Sn：0.05~0.5 重量%，Cr 與 Si 之重量比為 3~25，且剩餘部分由 Cu 及不可避免之雜質所構成，並且於銅母相中，以  $1 \times 10^3 \sim 5 \times 10^5$  個/mm<sup>2</sup> 之個數密度存在著具有 0.05 μm~10 μm 大小之 CrSi 化合物、且 Cr 化合物（CrSi 化合物以外）之大小設為 10 μm 以下之蝕刻加工性及衝壓加工性優異之電子機器用銅合金，係記載了鑄塊之熱加工溫度與時效熱處理溫度。根據該方法，可較佳地使用蝕刻加工性與壓製衝壓性之兩者。

[專利文獻 1]日本專利特開 2001-207229 號公報

[專利文獻 2]日本專利第 2862942 號公報

[專利文獻 3]日本專利第 3049137 號公報

[專利文獻 4]日本專利特開 2005-113180 號公報

### 【發明內容】

對於本發明之合金系即含 Cr 之 Cu-Ni-Si 系合金，亦同樣符合近年來對電子零件之急速之高積體化與小型化、薄壁化之材料特性之飛躍性提高之要求。

然而，專利文獻 1 中未添加 Cr，現實中可發現因過剩之 Ni、Si 而導致導電率一定程度之下降，從而無法達到特性之飛躍性提高。專利文獻 2 及專利文獻 3 中，雖於 Cu-Ni-Si 系合金中添加有 Cr，但專利文獻 2 中添加 Cr 之目的係用以實現固溶強化，專利文獻 3 之目的係用以提高熱加工性，並未發現與本發明之關鍵即 Cr-Si 化合物相關之記載。因此，無法由該等專利文獻而容易地思及本發明所欲解決之課題之解決手段。

專利文獻 4 中，記載有藉由控制 CrSi 化合物之個數密度與大小而改善蝕刻加工性及衝壓加工性，但由於未添加 Ni，故而無須考慮 Ni-Si 化合物之形成而僅考慮 Cr-Si 化合物形成之條件即可，從而無法容易地思及本發明所欲解決之課題之解決手段。

因此，本發明之課題在於提供一種藉由於 Cu-Ni-Si 系合金中讓 Cr 添加效果更佳地發揮而使特性飛躍性提高，即高強度、高導電性之卡遜系合金。

本發明者為解決上述課題而進行了專心研究，結果發現以下發明。於 Cu-Ni-Si 系合金中，相對於 Ni 設定 Si 為過剩之組成，除了讓 Ni 添加量相應之 Ni 矽化物確實地析出以實現高強度化，另一方面將過剩之 Si 與所添加之 Cr 反應生成化合物以實現高導電化。並且，本發明之關鍵之處在於，以避免讓 Cr 與 Si 之化合過度成長、反而應與 Ni 化合之 Si 變得不足之方式來控制 Cr-Si 化合物之成長。具體而言，本發明者著眼於 Cr-Si 化合物之組成與大小、個數密度，發現藉由控制熱處理步驟之溫度與冷卻速度可更好地發揮其效果。

即，本發明係

(1) 一種電子材料用銅合金，其含有 Ni：1.0~4.5 質量%、Si：0.50~1.2 質量%、Cr：0.003~0.3 質量%（其中，Ni 與 Si 之重量比為  $3 \leq \text{Ni/Si} \leq 5.5$ ），且剩餘部分由 Cu 及不可避免之雜質所構成，對於分散於材料中之大小為  $0.1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  之 Cr-Si 化合物而言，其分散粒子中之 Cr 相對於 Si 之原子濃度比為 1~5，其分散密度為  $1 \times 10^6$  個/ $\text{mm}^2$  以下。

(2) 如 (1) 之電子材料用銅合金，其中對於大小為  $0.1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  之 Cr-Si 化合物而言，其分散密度高於  $1 \times 10^4$  個/ $\text{mm}^2$ 。

(3) 如 (1) 或 (2) 之電子材料用銅合金，其中進一步含有 0.05~2.0 質量%之選自 Sn 及 Zn 之 1 種或 2 種以上。

(4) 如(1)或(2)之電子材料用銅合金，其中進一步含有0.001~2.0質量%之選自Mg、Mn、Ag、P、As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al、Co及Fe之1種或2種以上。

(5) 一種伸銅品，其係使用(1)或(2)之銅合金。

(6) 一種電子機器零件，其係使用(1)或(2)之銅合金。

根據本發明，可更好地發揮合金元素Cr之添加效果，故而可獲得強度及導電率得到顯著提高之電子材料用卡遜系銅合金。

### 【實施方式】

#### Ni及Si之添加量

Ni及Si係藉由實施適當之熱處理而形成作為金屬間化合物之Ni矽化物(Ni<sub>2</sub>Si等)，以實現高強度化而不使導電率劣化。Si與Ni之質量比較佳為如上所述般接近理想配比成分之 $3 \leq \text{Ni/Si} \leq 5.5$ ，更佳為 $3.5 \leq \text{Ni/Si} \leq 5.0$ 。

然而，即便Ni/Si具有上述範圍之比，但若Si添加量小於0.5質量%，則仍無法獲得所需強度，而若超過1.2質量%，則雖可實現高強度化，但導電率會顯著降低，進一步會由偏析部生成液相而導致熱加工性下降因而不佳。因此，設為Si：0.5~1.2質量%即可，較佳為0.5~0.8質量%。Ni添加量以根據Si添加量而滿足上述較佳比之方式設定即可，為與Si添加量取得平衡，設為Ni：2.5~4.5質量%即可，較佳為Ni：3.2~4.2質量%，更佳為Ni：3.5~4.0

質量%。

### Cr 之添加量

於通常之 Cu-Ni-Si 系合金中，若使 Ni-Si 濃度上升，則析出粒子之總數會增加，因此可實現藉由析出強化之強度上升。另一方面，隨著添加濃度之上升，無助於析出之固溶量亦會增加，因此導電率會降低，結果時效析出之峰值強度雖會上升，但導電率之峰值強度會下降。然而，若向上述 Cu-Ni-Si 系合金中添加 0.003~0.3 質量%之 Cr，較佳為 0.01~0.1 質量%之 Cr，則於最終特性中，與具有相同之 Ni-Si 濃度之 Cu-Ni-Si 系合金相比，可無損於強度而使導電率上升，進一步可改善熱加工性而提高材料利用率。

於 Cu-Ni-Si 系合金中添加有 Cr 時析出之粒子之組成，雖容易將以 Cr 為主成分之 bcc 構造之析出粒子單體析出，但與 Si 之化合物亦容易析出。Cr 藉由實施適當之熱處理，可於銅母相中容易地將與 Si 之化合物即鉻矽化物 ( $\text{Cr}_3\text{Si}$  等) 析出，故而於形成合金特性之組合固溶化處理、冷延、時效處理之步驟中，可使作為  $\text{Ni}_2\text{Si}$  等之未析出固溶 Si 成分析出為 Cr-Si 化合物。因此，可抑制因固溶 Si 引起之導電率之降低，從而可無損於強度而實現導電率之上升。

此時，若 Cr 粒子中之 Si 濃度較低，則 Si 會殘留於母相中，因而導電率會降低，另一方面，若 Cr 粒子中之 Si 濃度較高，則用以析出 Ni-Si 粒子之 Si 濃度會減少，因而強度會降低。進一步，當 Cr 中之 Si 濃度較高時，粗大之

Cr-Si 化合物會增加，而彎曲、疲勞強度等會劣化。進一步，即便減慢固溶化後之冷卻速度，或者過度延長時效熱處理時間，Cr-Si 化合物仍會粗大化而使形成 Ni-Si 化合物之 Si 濃度減少，從而導致有助於強化之 Ni-Si 化合物不足。其原因在於，Cu 中之 Si 對 Cr 之擴散速度快於對 Ni，因此 Cr-Si 化合物容易粗大化，從而 Cr-Si 化合物之析出速度變得快於 Ni-Si 化合物之析出速度。

因此，若控制固溶化後之冷卻速度，以避免成為較最大強度之時效條件更高溫、更長時間之條件，則可控制 Cr-Si 化合物之組成、大小及密度。因此，將 Cr 濃度設為 0.003 質量%~0.3 質量%，將 Cr-Si 化合物中 Cr 相對於 Si 之原子濃度比設為 1~5。

又，由於 Cr 於熔解鑄造時之冷卻過程中會優先析出至晶界，故而可強化晶界，使熱加工時之破裂難以產生，從而可抑制材料利用率下降。即，於熔解鑄造時析出至晶界之 Cr 在固溶化處理等中可再固溶，而於後續之時效析出時生成矽化物。通常之 Cu-Ni-Si 系合金中所添加之 Si 量，無助於時效析出之 Si 會依然固溶於母相中而抑制導電率之上升，但藉由添加矽化物形成元素之 Cr，使矽化物進一步析出，從而與先前之 Cu-Ni-Si 系合金相比，可降低固溶 Si 量，從而可無損於強度而使導電率上升。

#### Cr-Si 化合物之大小、分散密度

Cr-Si 化合物之大小會對彎曲加工性及疲勞強度等造成影響，當 Cr-Si 化合物之大小為 5  $\mu\text{m}$  以上、或者 0.1~5  $\mu\text{m}$

之 Cr-Si 化合物之分散密度超過  $1 \times 10^6$  個/mm<sup>2</sup> 時，彎曲加工性或疲勞強度會顯著劣化。進一步，個數密度會影響母相中之 Si 濃度之過或不足，故而於大量分散有較大粒子之狀態下無法獲得所需之強度特性。因此，分散密度之上限為  $1 \times 10^6$  個/mm<sup>2</sup> 以下即可，較佳為  $5 \times 10^5$  個/mm<sup>2</sup> 以下，更佳為  $1 \times 10^5$  個/mm<sup>2</sup> 以下。又，於  $1 \times 10^4$  個/mm<sup>2</sup> 以下之情形時，藉由 Cr 添加之改善效果較小，故而理想的是超過  $1 \times 10^4$  個/mm<sup>2</sup>。

### Sn 及 Zn

於本發明之 Cu-Ni-Si 系合金中，以 0.05~2.0 質量%之總量添加選自 Sn 及 Zn 之 1 種或 2 種以上，藉此可改善應力緩和特性等，且不會損害太大的強度、導電率。若其添加量小於 0.05 質量%，則效果會不足，若超過 2.0 質量%，則會損害鑄造性、熱加工性等製造性、製品之導電率，因此較佳為添加 0.05~2.0 質量%。

### 其他添加元素

藉由添加特定量之 Mg、Mn、Ag、P、As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al、Co 及 Fe，可呈現各種效果，而藉由相互補足，不僅可改善強度、導電率，亦可改善製造性，例如彎曲加工性、電鍍性或者藉由鑄塊組織之微細化而實現之熱加工性之改善等，因此，於本發明之 Cu-Ni-Si 系合金中，可根據所求之特性而適當添加總量為 2.0 質量%以下之該等元素之 1 種或 2 種以上。對於該添加量而言，若該等元素之總量小於 0.001 質量%，則無法獲得所需之效果，而

若超過 2.0 質量%，則導電率之降低或製造性之劣化會變得顯著，因此總量較佳設為 0.001~2.0 質量%，更佳設為 0.01~1.0 質量%。

再者，於不會對本發明之 Cu-Ni-Si 系合金之特性造成不良影響之範圍內，亦可添加本說明書中未具體記載之元素。

其次，對本發明之製造方法進行說明。本發明之 Cu-Ni-Si 系合金，除控制 Ni-Si 化合物、Cr-Si 化合物之固溶化處理、時效處理之條件以外，可藉由 Cu-Ni-Si 系合金之慣用製造方法來製造，業者應可根據組成及所求特性而選擇最佳製法，故而無須特別說明，以下將對用以例示之一般性製造方法進行說明。

首先，使用大氣熔解爐，將電氣銅、Ni、Si、Cr 等原料熔解，獲得所需組成之熔態金屬。繼而，將該熔態金屬鑄造成鑄錠。其後進行熱軋，並反覆進行冷軋與熱處理，以加工成具有所需厚度及特性之條或箔。熱處理有固溶化處理與時效處理。固溶化處理中，以 700~1000°C 之高溫進行加熱，使 Ni-Si 系化合物及 Cr-Si 系化合物固溶於 Cu 母相中，同時使 Cu 母相再結晶。固溶化處理有時亦由熱軋來兼作。

該固溶化處理中，冷卻速度與加熱溫度亦一樣重要。先前並未控制加熱後之冷卻速度，故而係於加熱爐之出側(exit side)設置水槽以進行水冷，或者採用大氣環境氣氛下之空氣冷卻。此時，冷卻速度容易因加熱溫度之設定而發

生變動，先前之冷卻速度於  $1^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  以下  $\sim 10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  以上之範圍變動。因此，難以進行如本發明例之合金系之特性之控制。

冷卻速度理想的是  $1^{\circ}\text{C}/\text{秒} \sim 10^{\circ}\text{C}/\text{秒}$  之範圍。時效處理中，於  $350 \sim 550^{\circ}\text{C}$  之溫度範圍內進行 1 h 以上之加熱，典型的是進行 3  $\sim$  24 h 之加熱，使固溶化處理中固溶之 Ni 及 Si 之化合物與 Cr 及 Si 之化合物析出為微細粒子。利用該時效處理，強度與導電率會上升。為獲得更高之強度，有時於時效前及/或時效後進行冷軋。又，當於時效後進行冷軋時，有時於冷軋後進行去應力退火 (low temperature annealing, 低溫退火)。

本發明之 Cu-Ni-Si 系銅合金於一實施形態中，可設為 0.2%保證應力為 780 MPa 以上且導電率為 45% IACS 以上，進一步可設為 0.2%保證應力為 860 MPa 以上且導電率為 43% IACS 以上，亦更可設為 0.2%保證應力為 890 MPa 以上且導電率為 40% IACS 以上。

本發明之 Cu-Ni-Si 系合金可加工成各種伸銅品，例如板、條、管、棒及線，進一步，本發明之 Cu-Ni-Si 系銅合金可使用於同時要求高強度及高電氣傳導性 (或熱傳導性) 之引線框架、連接器、接腳、端子、繼電器、開關、二次電池用箔材等電子機器零件。

#### [實施例]

以下表示本發明之具體例，但該等實施例係為了更進一步理解本發明及其優點而提供，並無意用來限定發明。

本發明之實施例中所用之銅合金，具有如表 1 所示使 Ni、Si 及 Cr 之含量若干變化之銅合金中適當添加有 Sn、Zn、Mg、Mn、Co 及 Ag 之組成。又，比較例中所用之銅合金分別為具有本發明之範圍外之參數之 Cu-Ni-Si 系合金。

利用高頻熔解爐，以 1300°C 之溫度對表 1 中記載之各種成分組成之銅合金進行熔鑄，鑄造成厚度 30 mm 之鑄錠。繼而，將鑄錠以 1000°C 之溫度進行加熱後，熱軋至板厚 10 mm 為止，再快速進行冷卻。為去除表面之積垢(scale)，實施平面切削至厚度 8 mm 為止，隨後藉由冷軋製成厚度 0.2 mm 之板。繼而，於 Ar 氣體環境氣氛中實施固溶化處理，根據 Ni 及 Cr 之添加量，以 800~900°C 之溫度保持 120 秒之後，改變冷卻速度而冷卻至室溫為止。冷卻速度係藉由改變向加熱後之試料噴吹之氣體流量來控制，計測自試料之最高到達溫度冷卻至 400°C 為止之時間以作為冷卻速度。未噴吹氣體時之爐冷速度為 5°C/s，再者作為延緩冷卻速度之示例，將一面控制加熱輸出一面進行降溫時之冷卻速度設為 1°C/s。其後，冷軋至 0.1 mm 為止，最後，根據添加量，以 400~550°C 之溫度於惰性環境氣氛中各實施 1~12 小時之時效處理，製造出試料。

對以此方式獲得之各合金進行強度及導電率之特性評價。對於強度，進行軋軋平行方向上之拉伸測試而測定 0.2% 保證應力 (YS; MPa)，而導電率 (EC; %IACS) 則藉由 W 橋接之體積電阻率測定而求出。

彎曲性之評價，係使用 W 字型模具，於試料板厚與彎曲半徑之比為 1 之條件下進行 90°彎曲加工。評價係以光學顯微鏡觀察彎曲加工部表面，將未觀察到裂縫之情形判斷為實用上無問題，並標註○，將觀察到裂縫之情形標註為×。疲勞測試係根據 JIS Z 2273，施加交變應力，求出直至斷裂為止之反覆次數為  $10^7$  次之應力 (MPa)。

Cr-Si 化合物之觀察，係於對材料之板面進行電解研磨後，藉由 FE-AES 觀察，於多處將大小為 0.1  $\mu\text{m}$  以上之粒子作為對象，利用  $\text{Ar}^+$  進行濺擊以去除實際上吸附於其表層之元素 (C、O)，然後測定各粒子之歐傑光譜 (Auger spectrum)，將檢測出之元素藉由靈敏度係數法作為半定量值而進行重量濃度換算時，以檢測出 Cr 與 Si 之粒子為對象。Cr-Si 化合物之「組成」、「大小」、「分散密度」，係定義為 FE-AES 觀察下對多處進行分析所得出之大小為 0.1~5  $\mu\text{m}$  之 Cr-Si 粒子之平均組成、最小圓之直徑、各觀察視野中之平均個數。

將結果示於表 1 及表 2。

[表 1]

	Ni	Si	Cr	Sn	Zn	Mg、Mn、Ag、 P、As、Sb、Be、 B、Ti、Zr、Al、 Co、Fe	固溶化 溫度 (x120 S)	冷卻 速度 (°C/S)	時效 溫度 (°C)	時效 時間 (h)	Cr-Si 粒子之 分散密度 (x10 <sup>5</sup> 個/mm <sup>2</sup> )	Cr-Si 粒子 之組成	YS	EC	彎曲 加工性	疲勞	
實施例	1	2.7	0.6	0.005			800	1	450	6	0.3	4	760	48	○	275	
	2	2.7	0.6	0.05			800	2	450	6	0.5	3	765	48	○	280	
	3	2.7	0.6	0.05			800	4	450	6	0.4	3	765	48	○	280	
	4	2.7	0.6	0.05			800	8	450	6	0.2	3	765	47	○	280	
	5	2.7	0.6	0.05			800	2	400	12	0.5	3	770	47	○	280	
	6	2.7	0.6	0.05			800	2	500	2	0.5	3	770	47	○	280	
	7	2.7	0.6	0.1			800	4	450	6	1	2	770	46	○	285	
	8	2.7	0.6	0.05		0.1Mg	800	4	450	6	0.5	3	785	46	○	285	
	8	2.7	0.6	0.05		1.0Co	800	4	450	6	0.5	3	790	48	○	285	
	8	2.7	0.6	0.05		1.0Co、0.1Mg	800	4	450	6	0.5	3	800	47	○	285	
	9	2.7	0.6	0.05		0.1Mn	800	4	450	6	0.5	3	785	46	○	285	
	10	2.7	0.6	0.05	0.3		800	4	450	6	0.5	3	785	46	○	285	
	11	2.7	0.6	0.05	0.3		800	4	450	6	0.5	3	785	46	○	285	
	12	2.7	0.6	0.05	0.3	0.5		800	4	450	6	0.5	3	785	45	○	285
	13	2.7	0.6	0.05	0.3	0.5		800	4	450	6	0.5	3	800	45	○	285
	14	4.0	0.9	0.005				900	2	450	4	0.7	4	860	44	○	300
	15	4.0	0.9	0.05				900	3	450	4	1.1	3	870	43	○	300
	16	4.0	0.9	0.05				900	6	450	4	0.8	3	870	43	○	300
	17	4.0	0.9	0.05				900	9	450	4	0.4	3	870	43	○	300
	18	4.0	0.9	0.05				900	3	400	10	1.1	3	870	43	○	300
	19	4.0	0.9	0.05				900	3	500	2	1.1	3	870	43	○	300
	20	4.0	0.9	0.1				900	6	450	4	2.2	2	870	44	○	300
	21	4.0	0.9	0.17				900	7	450	4	5.6	2	875	43	○	300
	22	4.0	0.9	0.05			0.2Mg	900	3	450	4	1.1	3	890	41	○	325
	23	4.0	0.9	0.05			0.1Mn	900	3	450	4	1.1	3	890	41	○	325
24	4.0	0.9	0.05	0.3			900	3	450	4	1.1	3	890	41	○	325	
25	4.0	0.9	0.05	0.3		0.1Ag	900	3	450	4	1.1	3	890	41	○	325	

組成：質量%

[表 2]

	Ni	Si	Cr	Sn	Zn	Mg、Mn、Ag、 P、As、Sb、Be、 B、Ti、Zr、Al、 Co、Fe	固溶化 溫度 ( $\times 120\text{S}$ )	冷卻 速度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{S}$ )	時效 溫度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	時效 時間 (h)	Cr-Si 粒子 之分散密度 ( $\times 10^5$ 個/ $\text{mm}^2$ )	Cr-Si 粒子 之組成	YS	EC	彎曲 加工性	疲勞
比較例	1	2.7	0.6	0.05			800	0.5	450	6	15	3	700	51	x	225
	2	2.7	0.6	0.1			800	0.5	450	6	20	3	720	49	x	230
	3	4.0	0.9	0.05			900	0.5	450	6	25	3	820	43	x	270
	4	2.7	0.6	0.05			800	15	450	6	0.05	20	740	43	o	240
	5	2.7	0.6	0.1			800	15	450	6	0.1	25	750	43	o	240
	6	2.7	0.6	0.05			800	4	600	6	20	7	680	53	x	200
	7	4.0	0.9	0.05			900	5	600	6	25	8	780	44	x	250
	8	2.7	0.6	0.5			800	4	450	6	14	3	710	51	x	230
	9	4.0	0.9	0.5			900	6	450	4	18	3	810	44	x	270

組成：質量%

發明例 1~25 中，藉由適當之冷卻速度，Cr-Si 化合物之分散密度為  $1 \times 10^6$  以下，且 Cr/Si 為 1~5 之範圍，故而獲得良好之特性。

另一方面，比較例 1~3 中，由於冷卻速度較慢，故而 Cr-Si 化合物過度成長，從而無法獲得充分之強度，且彎曲加工性亦不良。

比較例 4、5 中，由於冷卻速度較快，故而 Cr-Si 化合物不成長，過剩之 Si 固溶至合金中，強度與導電率劣化。比較例 6、7 中，由於時效溫度較高，故而 Cr-Si 化合物過度成長，從而無法獲得充分之強度，且彎曲加工性亦不良。比較例 8、9 中，由於 Cr 之濃度過高，故而 Cr-Si 化合物過度成長，從而無法獲得充分之強度，且彎曲加工性亦不良。

**【圖式簡單說明】**

(無)

**【主要元件符號說明】**

(無)

## 十、申請專利範圍：

1. 一種電子材料用銅合金，其含有 Ni: 1.0~4.5 質量%、Si: 0.50~1.2 質量%、Cr: 0.003~0.3 質量%，且 Ni 與 Si 之質量比為  $3 \leq \text{Ni/Si} \leq 5.5$ ，剩餘部分由 Cu 及不可避免之雜質所構成，對於分散於材料中之大小為  $0.1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  之 Cr-Si 化合物而言，其分散粒子中之 Cr 相對於 Si 之原子濃度比為 1~5，其分散密度為  $1 \times 10^6$  個/ $\text{mm}^2$  以下。

2. 如申請專利範圍第 1 項之電子材料用銅合金，其中對於大小為  $0.1 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$  之 Cr-Si 化合物而言，其分散密度高於  $1 \times 10^4$  個/ $\text{mm}^2$ 。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之電子材料用銅合金，其中進一步含有 0.05~2.0 質量%之選自 Sn 及 Zn 之 1 種或 2 種以上。

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項中任一項之電子材料用銅合金，其中進一步含有 0.001~2.0 質量%之選自 Mg、Mn、Ag、P、As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al、Co 及 Fe 之 1 種或 2 種以上。

5. 一種伸銅品，其係使用申請專利範圍第 1 項或第 2 項之銅合金。

6. 一種電子機器零件，其係使用申請專利範圍第 1 項或第 2 項之銅合金。

## 十一、圖式：

(無)