



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I513833 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：101119749

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 06 月 01 日

(51)Int. Cl. : C22C9/00 (2006.01)

C22F1/08 (2006.01)

H01B1/02 (2006.01)

(30)優先權：2011/06/06 日本

2011-126510

2011/11/07 日本

2011-243870

(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：牧一誠 MAKI, KAZUNARI (JP)；伊藤優樹 ITO, YUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

CN 1233856A

CN 101724759A

JP 4516154B1

WO 2011/142450A1

審查人員：潘煒琳

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 79 頁

(54)名稱

電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、電子機器銅合金用塑性加工材、以及電子機器用零件

COPPER ALLOY FOR ELECTRONIC DEVICE, METHOD FOR MANUFACTURING COPPER ALLOY FOR ELECTRONIC DEVICE, WROUGHT COPPER ALLOY MATERIAL FOR ELECTRONIC DEVICE, AND PART FOR ELECTRONIC DEVICE

(57)摘要

本發明之銅合金之一態樣，係於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質，Mg 的濃度為 A 原子%時，導電率 σ (%IACS) 滿足以下式(1)， $\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \dots \dots (1)$ 。

該銅合金之製造方法之一態樣，具備：將具有前述銅合金之組成的銅素材加熱至 300°C 以上 900°C 以下之溫度的步驟；以 200°C/min 以上的冷卻速度，將經加熱之銅素材急冷至 200°C 以下的步驟；及將經急冷之銅素材加工的步驟。

One aspect of this copper alloy includes: Mg at a content of 3.3 at% or more to less than 6.9 at%; and at least either one or both of Cr and Zr at each content of 0.001 at% or more to 0.15 at% or less, with a remainder being Cu and unavoidable impurities, wherein an electric conductivity σ (%IACS) fulfills the following equation (1) when the content of Mg is given as A at%, $\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \dots \dots (1)$.

One aspect of this method for manufacturing copper alloy includes: heating a copper material having the composition of the copper alloy to a temperature of 300 to 900°C; rapidly cooling the heated copper

I513833

TW I513833 B

material to a temperature of 200°C or less at a cooling rate of 200°C/min or less; and processing the rapidly-cooled copper material.

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101119749

※申請日：101 年 06 月 01 日

※IPC 分類：

C22C 8/00 (2006.01)
 C22F 1/08 (2006.01)
 H01B 1/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、電子機器銅合金用塑性加工材、以及電子機器用零件

Copper alloy for electronic device, method for manufacturing copper alloy for electronic device, wrought copper alloy material for electronic device, and part for electronic device

二、中文發明摘要：

本發明之銅合金之一態樣，係於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質，Mg 的濃度為 A 原子%時，導電率 σ (%IACS) 滿足以下式(1)，

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \dots (1)。$$

該銅合金之製造方法之一態樣，具備：將具有前述銅合金之組成的銅素材加熱至 300℃ 以上 900℃ 以下之溫度的步驟；以 200℃/min 以上的冷卻速度，將經加熱之銅素材急冷至 200℃ 以下的步驟；及將經急冷之銅素材加工的步驟。

三、英文發明摘要：

One aspect of this copper alloy includes: Mg at a content of 3.3 at% or more to less than 6.9 at%; and at least either one or both of Cr and Zr at each content of 0.001 at% or more to 0.15 at% or less, with a remainder being Cu and unavoidable impurities, wherein an electric conductivity σ (%IACS) fulfills the following equation (1) when the content of Mg is given as A at%,

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (1).$$

One aspect of this method for manufacturing copper alloy includes: heating a copper material having the composition of the copper alloy to a temperature of 300 to 900°C; rapidly cooling the heated copper material to a temperature of 200°C or less at a cooling rate of 200°C/min or less; and processing the rapidly-cooled copper material.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：無

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於例如適用於端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件(電子電氣零件)之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、電子機器用銅合金塑性加工材、以及電子機器用零件。

本申請案係根據 2011 年 6 月 6 日於日本提出申請之特願 2011-126510 號及 2011 年 11 月 7 日於日本提出申請之特願 2011-243870 號，主張優先權並於此援用其內容。

【先前技術】

以往，隨著電子機器和電氣機器等之小型化，因而謀求該等電子機器和電氣機器等所使用之端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件(電子電氣零件)之小型化及薄厚度化。因而，構成電子機器用零件(電子電氣零件)的材料，被要求彈力性、強度、導電率優異之銅合金。特別如非專利文獻 1 所記載，作為端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件(電子電氣零件)使用的銅合金，希望是安全限應力高且楊氏模數低者。

其中，作為端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件所使用之銅合金，例如專利文獻 1 所示，廣泛使用含有 Sn 和 P 之磷青銅。

又，作為彈力性、強度、導電率優異之銅合金，例如專利文獻 2 提供 Cu-Ni-Si 系合金(所謂的卡遜(Corson)合

金)。該卡遜合金係使 Ni_2Si 析出物分散之析出硬化型合金，其係具有較高的導電率、強度及耐應力緩和特性者。因而，多用於汽車用端子或信號系小型端子用途，近年來活躍地進行開發。

再者，作為其他的合金，尚開發有非專利文獻 2 記載的 Cu-Mg 合金、專利文獻 3 記載的 Cu-Mg-Zn-B 合金等。

關於該等 Cu-Mg 系合金，從第 1 圖所示之 Cu-Mg 系狀態圖可知，於 Mg 之含量為 3.3 原子%以上時，藉由進行溶體化處理(從 500℃至 900℃)和析出處理，能析出 Cu 和 Mg 所構成之金屬間化合物。即，該等 Cu-Mg 系合金亦與上述卡遜合金同樣地能藉由析出硬化而具有較高的導電率和強度。

然而，關於專利文獻 1 記載的磷青銅，有高溫中的應力緩和率變高之傾向。其中，在具有公型舌片(male tab)將母型端子的彈簧接觸部上推且插入的構造之連接器，若高溫中的應力緩和率高，則於高溫環境下之使用中會引起接觸壓降低，而有產生通電不良之虞。因而，無法在汽車的引擎室周邊等高溫環境下使用。

又，專利文獻 2 揭示之卡遜合金係楊氏模數為較高的 125~135 GPa。其中，在具有公型舌片將母型端子的彈簧接觸部上推且插入的構造之連接器，若構成連接器的材料之楊氏模數高，則插入時的接觸壓變動劇烈以外，還容易超過彈性界限，有塑性變形之虞而不佳。

再者，非專利文獻 2 及專利文獻 3 記載的 Cu-Mg 系合

金係與卡遜合金同樣地析出金屬間化合物。因而，有楊氏模數高之傾向，如上述，該等 Cu-Mg 系合金不適合作為連接器。

再者，由於母相中分散著大量以粗大的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物，因而於彎曲加工時，以該等 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物成為容易產生破裂的起點。因此，有無法成形連接器等形狀複雜的電子機器用零件之問題。

[先行技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1]日本特開平 01-107943 號公報

[專利文獻 2]日本特開平 11-036055 號公報

[專利文獻 3]日本特開平 07-018354 號公報

[非專利文獻]

[非專利文獻 1]野村幸矢，「連接器用高性能銅合金條之技術動向與本公司之開發戰略」，神戶製鋼技報，Vol.54, No.1(2004)p.2～8

[非專利文獻 2]掘茂德，其他 2 名，「Cu-Mg 合金的粒界型析出」，伸銅技術研究會誌，Vol.19(1980)p.115～124

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

本發明係鑑於前述之情事而研發者，其目的在於提供具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的彎曲

加工性，且適用於端子、連接器及繼電器等電子電氣零件之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、以及電子機器用銅合金塑性加工材。

又，本發明目的在於提供具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的耐應力緩和特性、優異的彎曲加工性，且適用於端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、電子機器用銅合金塑性加工材、以及電子機器零件。

[解決課題之手段]

爲了解決該課題，本發明人等精心研究的結果獲得以下見解。

(a)於 Cu-Mg 合金至少添加 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方，藉由溶體化、加工、熱處理、低溫退火，製作出加工硬化型銅合金。該加工硬化型銅合金係於 Cu-Mg 過飽和固溶體分散著含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方之第二相粒子，具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、以及優異的彎曲加工性。

(b)藉由將 Cu-Mg 合金溶體化後進行急冷，製作出 Cu-Mg 過飽和固溶體的加工硬化型銅合金。該加工硬化型銅合金具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、以及優異的彎曲加工性。又，對於由該 Cu-Mg 過飽和固溶體構成的銅合金，於精加工後實施適當的熱處理，藉此能提升耐應力緩和特性。再者，藉由適量添加 Cr 及 Zr，能使結

晶粒徑微細化而達成強度提升。

本發明係根據該見解而達成者，具有以下要件。

(1)一種電子機器用銅合金，其特徵為：

於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質，

Mg 的濃度為 A 原子%時，導電率 σ (%IACS)滿足以下之式(1)，

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \cdots (1)。$$

(2)如上述(1)之電子機器用銅合金，其中，楊氏模數 E 為 125GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400MPa 以上。

(3)如上述(1)或(2)之電子機器用銅合金，其中，平均結晶粒徑為 20 μ m 以下。

(4)一種電子機器用銅合金之製造方法，其特徵為，具備：

將銅素材加熱至 300℃以上 900℃以下之溫度的加熱步驟，該銅素材係於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質；

以 200℃/min 以上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素

材冷卻至 200℃ 以下的急冷步驟；以及

將經急冷之銅素材加工的加工步驟；

用以製出上述 (1)~(3) 中任一之電子機器用銅合金。

(5) 一種電子機器用銅合金塑性加工材，其特徵為：

由上述 (1)~(3) 中任一之電子機器用銅合金所構成，

軋軋方向之楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，軋軋方向的 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

(6) 如上述 (5) 之電子機器用銅合金塑性加工材，其係用於作為構成端子、連接器或繼電器的銅素材。

上述態樣 (1) 之電子機器用銅合金係於 3.3 原子 % 以上、未達 6.9 原子 % 之範圍含有 Mg，且 Mg 的含量為 A 原子 % 時，導電率 σ 係設定於上述式 (1) 之範圍內。因而，電子機器用銅合金為 Mg 過飽和地固溶於母相中之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

由這種 Cu-Mg 過飽和固溶體構成的銅合金有楊氏模數變低之傾向，例如應用於具有公型舌片將母型端子的彈簧接觸部上推且插入的構造之連接器等，亦能抑制插入時的接觸壓變動。又，由於彈性界限大，因而沒有容易塑性變形之虞。因此，態樣 (1) 之電子機器用銅合金為特別適用於端子、連接器及繼電器等電子電氣零件。

再者，由於 Mg 過飽和地固溶，因而能藉由加工硬化提升強度。

又，母相中未大量地分散著成為破裂的起點之以粗大的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物，因而彎曲加工性

提升。因此，能成形形狀複雜的端子、連接器、繼電器等電子電氣零件等。

再者，態樣(1)之電子機器用銅合金係至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內。因此，結晶粒微細化，能達成加工性提升及強度提升。

又，Cr 及 Zr 係以含有該等之分散粒子析出於母相中，因此不會使導電率降低，且能達成強度提升。此外，若於上述範圍內，由於含有 Cr 及 Zr 的分散粒子非常微細或少量，因而不需顧慮對彎曲加工性有不良影響。

其中，如態樣(2)，上述電子機器用銅合金係以楊氏模數 E 為 125GPa 以下、0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400MPa 以上為佳。

於楊氏模數 E 為 125GPa 以下，且 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400MPa 以上時，彈性能係數($\sigma_{0.2}^2/2E$)變高，不容易塑性變形。因此，態樣(2)之電子機器用銅合金為特別適用於端子、連接器、繼電器等電子電氣零件。

再者，如態樣(3)，上述電子機器用銅合金係平均結晶粒徑 20 μ m 以下為佳。藉由平均結晶粒徑為 20 μ m 以下，能進一步提高 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 。

態樣(4)之電子機器用銅合金之製造方法係製出(製造)上述態樣(1)~(3)中任一電子機器用銅合金之電子機器用銅合金之製造方法。該製造方法具備：將銅素材加熱至 300℃以上 900℃以下之溫度的加熱步驟；以 200℃/min 以

上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素材冷卻至 200°C 以下的急冷步驟；以及將經急冷之銅素材加工的加工步驟。前述銅素材係於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 或 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質。

根據該態樣(4)之電子機器用銅合金之製造方法，藉由將上述組成之銅素材加熱至 300°C 以上 900°C 以下之溫度的加熱步驟，可進行 Mg 之溶體化。其中，加熱溫度未達 300°C 時，溶體化變成不完全，會有母相中大量殘留以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物之虞。另一方面，加熱溫度超過 900°C 時，銅素材的一部分變成液相，會有組織或表面狀態變成不均勻之虞。因此，將加熱溫度設定於 300°C 以上 900°C 以下之範圍。此外，為了讓這種作用效果確實地奏效，將加熱步驟中的加熱溫度設定於 500°C 以上 800°C 以下之範圍內為佳。

又，由於具備以 $200^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素材冷卻至 200°C 以下的急冷步驟，因此冷卻過程中能抑制以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出。藉此能使銅素材為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

再者，由於具備對於經急冷之銅素材(Cu-Mg 過飽和固溶體)進行加工的加工步驟，因此能達成藉由加工硬化提升強度。其中，加工方法未特別受限定。例如於最終形態為板或條之情形則採用輥軋。於最終形態為線或棒之情

形則採用拉線、擠出或溝軋軋。於最終形態為塊體形狀之情形則採用鍛造或沖壓。加工溫度亦未特別受限定，但為了避免引起析出，將加工溫度設定於成為冷間或溫間之 $-200^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 的範圍為佳。適當選擇加工率以接近最終形狀，但考慮到加工硬化的情形，加工率 20% 以上為佳，30% 以上更佳。

此外，加工步驟之後，亦可進行所謂的低溫退火。藉由該低溫退火，能更進一步達成提升機械特性。

態樣(5)之電子機器用銅合金塑性加工材係由上述態樣(1)~(3)中任一之電子機器用銅合金構成，楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

根據態樣(5)之電子機器用銅合金塑性加工材，彈性能係數 $(\sigma_{0.2}^2/2E)$ 高，不易塑性變形。

又，如態樣(6)，上述電子機器用銅合金塑性加工材係用於作為構成端子、連接器、繼電器之銅素材為佳。

(7)一種電子機器用銅合金，其特徵為：

在 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg ，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，

Mg 的濃度為 X 原子%時，導電率 $\sigma(\% \text{IACS})$ 滿足以下式(2)，

該銅合金在 150°C 、1000 小時的應力緩和率為 50% 以下，

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)。$$

(8)一種電子機器用銅合金，其特徵為：

於 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，

藉由掃描型電子顯微鏡所觀察的粒徑 0.1 μm 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/ μm^2 以下，

在 150℃、1000 小時的應力緩和率為 50%以下。

(9)一種電子機器用銅合金，其特徵為：

於 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，

Mg 的濃度為 X 原子%時，導電率 σ (%IACS)滿足以下式(2)，

藉由掃描型電子顯微鏡所觀察的粒徑 0.1 μm 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/ μm^2 以下，

該銅合金在 150℃、1000 小時的應力緩和率為 50%以下，

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \dots (2)。$$

(10)如上述(7)~(9)中任一之電子機器用銅合金，其中，楊氏模數為 125 GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

(11)一種電子機器用銅合金之製造方法，其特徵為，具備：

將銅素材輥軋成既定形狀的精加工輥軋步驟，該銅素材之組成為於 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質；及

在前述精加工輥軋步驟之後實施熱處理的精加工熱處理步驟；

用以製出如上述(7)~(10)中任一之電子機器用銅合金。

(12)如上述(11)之電子機器用銅合金之製造方法，其中，

前述精加工熱處理步驟係於超過 200℃ 且 800℃ 以下之範圍實施熱處理，

然後，以 200℃/min 以上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素材冷卻至 200℃ 以下。

(13)一種電子機器用銅合金塑性加工材，其特徵為：

由如上述(7)~(10)中任一之電子機器用銅合金所構成，

與軋軋方向平行的方向之楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，與軋軋方向平行的方向之 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

(14)一種電子機器用銅合金塑性加工材，其特徵為：
由如上述(7)～(10)中任一之電子機器用銅合金所構成，
用於作為構成端子、連接器、繼電器或引線架之電子機器用零件的銅素材。

(15)一種電子機器用零件，其特徵為：由如上述(7)～(10)中任一之電子機器用銅合金所構成。

上述態樣(7)或(9)之電子機器用銅合金係於固溶限度以上的 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg ，且 Mg 的含量為 X 原子%時，導電率 σ 設定於上述式(2)之範圍內。因此，電子機器用銅合金為 Mg 在母相中過飽和地固溶之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

上述態樣(8)或(9)之電子機器用銅合金係於固溶限度以上的 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg ，且藉由掃描型電子顯微鏡所觀察的粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/ μm^2 以下。因此，抑制以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物之析出，電子機器用銅合金為 Mg 在母相中過飽和地固溶之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

此外，利用電場放出型掃描電子顯微鏡，以倍率 5 萬倍、視野約 $4.8\mu\text{m}^2$ 進行 10 視野之觀察，算出粒徑為 $0.1\mu\text{m}$ 以上且以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數。

又，以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物的粒徑爲金屬間化合物之長徑和短徑的平均值。此外，長徑係於途中不接觸粒界之條件下在粒內能畫出的最長的直線之長度，短徑係於與長徑以直角相交的方向且於途中不接觸粒界之條件下能畫出的最長的直線之長度。

這種 Cu-Mg 過飽和固溶體構成的銅合金具有楊氏模數變低之傾向，例如應用在具有公型舌片將母型端子的彈簧接觸部上推且插入的構造之連接器等，亦能抑制插入時的接觸壓變動。又，由於彈性界限大，因而沒有容易塑性變形之虞。因此，態樣(7)~(9)之電子機器用銅合金爲特別適用於端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件。

又，由於 Mg 爲過飽和地固溶，因而母相中未大量分散著成爲破裂的起點之以粗大的 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物，使得彎曲加工性提升。因此，能成形形狀複雜的端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件等。

再者，由於使 Mg 過飽和地固溶，因而能藉由加工硬化提升強度。

又，態樣(7)~(9)之電子機器用銅合金係至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內。因此，結晶粒徑變成微細化，不會使導電率大幅度降低並能提升機械性強度。

而且，態樣(7)~(9)之電子機器用銅合金於 150℃、1000 小時的應力緩和率爲 50%以下，因此於高溫環境下使用亦能抑制產生接觸壓降低造成通電不良。因此，態樣(7)

~ (9)之電子機器用銅合金適用於作為在引擎室等高溫環境下使用的電子機器用零件之素材。

其中，如態樣(10)，上述電子機器用銅合金係楊氏模數 E 為 125 GPa 以下、 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上為佳。

於楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，且 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上時，彈性能係數 $(\sigma_{0.2}^2/2E)$ 變高，變成不易塑性變形。因此，態樣(10)之電子機器用銅合金為特別適用於端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件。

態樣(11)之電子機器用銅合金之製造方法係製出態樣(7)~(9)中任一之電子機器用銅合金的電子機器用銅合金之製造方法。該製造方法具備：將銅素材輥軋成既定形狀的精加工輥軋步驟，及在該精加工輥軋步驟之後實施熱處理的精加工熱處理步驟。前述銅素材係於 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg ，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質。

根據該態樣(11)之電子機器用銅合金之製造方法，具備：將上述組成之銅素材加工成既定形狀之精加工步驟，及於該精加工步驟之後實施熱處理之精加工熱處理步驟，因此藉由該精加工熱處理步驟能提升耐應力緩和特性。

其中，如態樣(12)，前述精加工熱處理步驟係於超過 200°C 且 800°C 以下的範圍實施熱處理為佳。再者，以 200

℃/min 以上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素材冷卻至 200℃ 以下為佳。

於該情形下，藉由精加工熱處理步驟能提升耐應力緩和特性，能使於 150℃、1000 小時的應力緩和率成為 50% 以下。

態樣 (13) 之電子機器用銅合金塑性加工材係由態樣 (7) ~ (10) 中任一之電子機器用銅合金所構成，與軋軋方向平行的方向之楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，與軋軋方向平行的方向之 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

根據態樣 (13) 之電子機器用銅合金塑性加工材，彈性係數 ($\sigma_{0.2}^2/2E$) 變高，不易塑性變形。

此外，本說明書中所謂塑性加工材，係於任一製造步驟中經施以塑性加工之銅合金。

又，如態樣 (14)，上述電子機器用銅合金塑性加工材用於作為構成端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件之銅素材為佳。

再者，態樣 (15) 之電子機器用零件係由態樣 (7) ~ (10) 中任一之電子機器用銅合金所構成。

該態樣 (15) 之電子機器用零件 (例如端子、連接器、繼電器、引線框) 為楊氏模數低且耐應力緩和特性優異，因此亦可在高溫環境下使用。

[發明之效果]

根據本發明之態樣，能提供具有低楊氏模數、高安全

限應力、高導電性、優異的彎曲加工性，適用於端子、連接器及繼電器等電子電氣零件之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、以及電子機器用銅合金塑性加工材。

又，根據本發明之態樣，能提供具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的耐應力緩和特性、優異的彎曲加工性，適用於端子、連接器及繼電器等電子機器用零件之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、電子機器用銅合金塑性加工材、以及電子機器用零件。

【實施方式】

以下，說明有關本發明之一實施形態之電子機器用銅合金，其製造方法、電子機器用銅合金塑性加工材、以及電子機器用零件。

(第 1 實施形態)

本實施形態之電子機器用銅合金係於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質。

而且，Mg 的濃度為 A 原子%時，導電率 σ (%IACS) 滿足以下之式(1)，

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (1)。$$

且，該電子機器用銅合金係楊氏模數 E 為 125 GPa 以下， 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

(組成)

Mg 是不會使導電率大幅度降低、具有使強度提升並且使再結晶溫度上升之作用效果的元素。又，藉由讓 Mg 固溶於母相中，能將楊氏模數抑制成較低，且得到優異的彎曲加工性。

其中， Mg 之含量未達 3.3 原子%時，無法促使其作用效果奏效。另一方面，若 Mg 之含量為 6.9 原子%以上，於為了溶體化而進行熱處理時，以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物殘留，而有在其後的加工等產生破裂之虞。

根據這種理由，將 Mg 之含量設定於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%。

再者，若 Mg 之含量少，則無法使強度充分地提升，且無法將楊氏模數抑制成夠低。又， Mg 為活性元素，因此若過剩地添加，於溶解鑄造時會有捲入與氧反應所生成的 Mg 氧化物(含有)之虞。因此， Mg 的含量在 3.7 原子%以上 6.3 原子%以下之範圍更佳。

Cr 及 Zr 係具有使中間熱處理後的結晶粒徑容易微細化之效果的元素。其被推測係因含有 Cr 及 Zr 的第二相粒子分散在母相內，該第二相粒子抑制熱處理中的母相之結晶粒成長的效果之故。該結晶粒微細化的效果係藉由重

複中間加工→中間熱處理而愈益顯著。又，藉由使這種微細的第二相粒子分散及結晶粒之微細化，具有不會使導電率大幅度降低且更為提升強度之效果。

其中，Cr及Zr之含量分別未達0.001原子%時，無法達到其作用效果。另一方面，Cr及Zr之含量分別超過0.15原子%時，軋軋時會有產生邊緣破裂之虞。

基於這種理由，將Cr及Zr之含量分別設定於0.001原子%以上0.15原子%以下。

再者，若Cr及Zr之含量少，則有強度提升或結晶粒之微細化的效果無法確實地奏效之虞。又，若Cr及Zr之含量多，則對軋軋性或彎曲加工性造成不良影響。

因而，將Cr及Zr之含量分別設定於0.005原子%以上0.12原子%以下之範圍更佳。

此外，不可避免之雜質可舉出Zn、Sn、Fe、Co、Al、Ag、Mn、B、P、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、稀土類元素、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru、Os、Se、Te、Rh、Ir、Pd、Pt、Au、Cd、Ga、In、Li、Si、Ge、As、Sb、Ti、Tl、Pb、Bi、S、O、C、Ni、Be、N、H、Hg等。該等不可避免之雜質以總量0.3質量%以下為佳。

(導電率 σ)

上述之組成的銅合金中，Mg的濃度為A原子%時，於導電率 σ (%IACS)滿足以下之式(1)的情形下，以Cu和Mg為主成分之金屬間化合物幾乎不存在。

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (1)$$

即，於導電率 σ 超過上述式(1)的右邊之值的情形下，以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物為多量存在，且金屬間化合物的尺寸比較大。因而，彎曲加工性大幅度地劣化。又，藉由生成以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物，Mg 之固溶量也會變少，因此楊氏模數也會上升。因而，藉由調整製造條件以使導電率 σ 滿足上述式(1)的方式，能將楊氏模數抑制成較低且提升加工性。

接著，參照第 2 圖所示之流程圖說明本實施形態之電子機器用銅合金之製造方法。

(溶解、鑄造步驟 S101)

首先，溶解銅原料而得到銅溶湯，接著在所得到之銅溶湯添加前述元素進行成分調整，製出銅合金溶湯。此外，於添加 Mg、Cr、Zr 時，可使用 Mg、Cr、Zr 單體或母合金等。又，亦可將含有 Mg、Cr、Zr 的原料與銅原料一起溶解。又，亦可使用銅合金回收材及廢料。

其中，銅溶湯係純度 99.99 質量%以上的銅亦即所謂的 4NCu 為佳。又，溶解步驟中，為了抑制 Mg、Cr、Zr 氧化，使用真空爐、更佳為使用惰性氣體之氛圍氣體或還原性氛圍氣體之氛圍氣體爐為佳。

然後，將經調整成分的銅合金溶湯注入鑄型而製出銅

合金(銅素材)之鑄塊。此外，於考慮到量產之情形下，採用連續鑄造法或半連續鑄造法為佳。

(加熱步驟 S102)

接著，進行加熱處理以使所得到之鑄塊均質化及溶體化。凝固之過程中，利用 Mg 偏析並濃縮而生成以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物等。鑄塊的內部存在有該以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物等。因此，為了讓該等偏析及金屬間化合物等消失或減少，將鑄塊進行加熱處理，加熱至 300℃ 以上 900℃ 以下之溫度。藉此，使 Mg 在鑄塊內均質地擴散，並使 Mg 固溶於母相中。此外，該加熱步驟 S102 係於非氧化性或還原性氛圍氣體中實施為佳。

(急冷步驟 S103)

而且，將加熱步驟 S102 中，經加熱至 300℃ 以上 900℃ 以下之溫度的鑄塊，以 200℃/min 以上的冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之溫度。藉由該急冷步驟 S103，抑制固溶於母相中的 Mg 析出為金屬間化合物。

此外，為了粗加工之效率化和組織之均勻化，於前述加熱步驟 S102 之後實施熱間加工，且於該熱間加工之後實施上述急冷步驟 S103 為佳。於該情形下，未特別限定熱間加工方法。例如最終形態為板或條之情形則可採用輥軋。最終形態為線或棒之情形則可採用拉線、壓出及溝軋軋等。最終形態為塊狀形狀之情形則可採用鍛造或沖壓。

(加工步驟 S104)

因應需要而將經過加熱步驟 S102 及急冷步驟 S103 之鑄塊予以切斷。又，爲了除去於加熱步驟 S102 及急冷步驟 S103 等生成的氧化膜等，因應需要而進行表面研削。然後，進行加工成既定形狀。

其中，加工方法未特別受限定。例如最終形態爲板或條之情形則可採用輥軋。最終形態爲線或棒之情形則可採用拉線、壓出及溝輥軋等。最終形態爲塊狀形狀之情形則可採用鍛造或沖壓。

此外，該加工步驟 S104 的溫度條件未特別受限定，但爲了避免引起析出，將加工溫度設定於成爲冷間或溫間加工之 $-200^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ 的範圍內爲佳。

又，適當選擇加工率以使得近似於最終形狀，但爲了藉由加工硬化使強度提升，加工率爲 20% 以上爲佳。又，爲了進一步達成強度提升時，加工率爲 30% 以上更佳。

再者，如第 2 圖所示，亦可重複實施上述加熱步驟 S102、急冷步驟 S103、加工步驟 S104。其中，第 2 次以後的加熱步驟 S102，其目的在於徹底溶體化、再結晶組織化、結晶粒之微細化、含有 Cr 及 Zr 的第二相粒子之析出、以及爲了提升加工性之軟化。並且，不是以鑄塊而是以加工材爲對象。

(熱處理步驟 S105)

接著，對於藉由加工步驟 S104 所得到的加工材，爲了利用低溫退火使其硬化，及提升耐應力緩和特性，而實施熱處理。該熱處理條件係因應製出的製品所要求之特性而適當設定。

此外，該熱處理步驟 S105 中，爲了不析出經溶體化之 Mg，必須設定熱處理條件(之溫度、時間、冷卻速度)。例如以 200℃ 1 分～1 小時左右、以 300℃ 1 秒～5 分左右、以 350℃ 1 秒～3 分左右爲佳。冷卻速度爲 200℃/min 以上爲佳。

又，熱處理方法未特別受限定，但較佳爲以 100～500℃ 熱處理 0.1 秒～24 小時，在非氧化性或還原性氛圍氣體中進行爲佳。又，冷卻方法未特別受限定，但水淬等，冷卻速度爲 200℃/min 以上之方法爲佳。

再者，亦可重複實施上述加工步驟 S104 和熱處理步驟 S105。

如此即製出(製造)本實施形態之電子機器用銅合金。而且，本實施形態之電子機器用銅合金，其楊氏模數 E 爲 125 GPa 以下，0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 爲 400 MPa 以上。

又，Mg 的濃度爲 A 原子 % 時，導電率 σ (% IACS) 滿足以下之式 (1)。

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (1)$$

根據本實施形態之電子機器用銅合金，係於 3.3 原子

%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 中的 1 種以上分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質。且，Mg 的濃度為 A 原子%時，導電率 σ (%IACS)滿足以下之式(1)。

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (1)$$

即，本實施形態之電子機器用銅合金為 Mg 過飽和地固溶於母相中之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

這種 Cu-Mg 過飽和固溶體所構成的銅合金有楊氏模數變低的傾向。例如應用在具有公型舌片將母型端子的彈簧接觸部上推且插入的構造之連接器，亦能抑制插入時的接觸壓變動。又，由於彈性界限寬，因此沒有容易塑性變形之虞。因而，特別適用於端子、連接器及繼電器等電子電氣零件。

又，由於 Mg 為過飽和地固溶，因此母相中，未大量分散有彎曲加工時成為破裂的起點之以粗大的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物，而提升彎曲加工性。因而，可成形為形狀複雜的端子、連接器等。

再者，由於使 Mg 過飽和地固溶，因此藉由加工硬化會提升強度，而能具有較高的強度。

而且，固溶有 Mg 的銅合金又至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方，因此結晶粒微細化且能提升加工性。

再者，藉由含有該等 Cr 及 Zr 之第二相粒子分散的方式，不會使導電率降低且能達成進一步提升強度。

而且，在電子機器用銅合金中，由於楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上，因此彈性能係數 $(\sigma_{0.2}^2/2E)$ 變高，不容易塑性變形。因而，電子機器用銅合金特別適用於端子、連接器等。

又，藉由將平均結晶粒徑設定為 20 μm 以下，能提高 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 。

又，根據本實施形態之電子機器用銅合金之製造方法，在加熱步驟 S102 中，將上述之組成的 Cu 和 Mg 和至少含有 Cr 及 Zr 中的 1 種以上之銅合金(銅素材)亦即鑄塊或加工材，加熱至 300℃以上 900℃以下之溫度。藉由該加熱步驟 S102，能進行 Mg 之溶體化。

又，在急冷步驟 S103 中，將已藉由加熱步驟 S102 加熱至 300℃以上 900℃以下之溫度的鑄塊或加工材，以 200℃/min 以上的冷卻速度冷卻至 200℃以下。由於具備該急冷步驟 S103，而能於冷卻過程中抑制以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出。藉此，能使急冷後的鑄塊或加工材為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

再者，由於具備對急冷材(Cu-Mg 過飽和固溶體)進行加工之加工步驟 S104，因此能達成藉由加工硬化提升強度。

又，於加工步驟 S104 之後，為了進行藉由低溫退火之硬化，或為了除去殘留應力及變形扭曲，且為了提升耐

應力緩和特性，而實施熱處理步驟 S105。因而，能達成進一步提升機械特性。

如上述，根據本實施形態之電子機器用銅合金，能提供具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的彎曲加工性，適用於端子、連接器及繼電器等電子電氣零件之電子機器用銅合金。

● (電子機器用銅合金塑性加工材)

本實施形態之電子機器用銅合金塑性加工材係由前述本實施形態之電子機器用銅合金所構成。楊氏模數 E 為 125 GPa 以下， 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。由於彈性能係數 $(\sigma_{0.2}^2/2E)$ 高，因此不容易塑性變形。因而，用於作為構成端子、連接器、繼電器之銅素材。此外，塑性加工方法未特別受限定，但最終形態為板、條之情形則採用輥軋為佳。最終形態為線或棒之情形則採用壓出或溝軋軋為佳。最終形態為塊狀形狀之情形則採用鍛造或沖壓為佳。

以上，已說明本發明之第 1 實施形態之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、以及電子機器用銅合金塑性加工材，但本發明不限定於此，於不逸脫其發明明要件之範圍內，可適當變更。

例如，上述實施形態係說明電子機器用銅合金之製造方法的一例，但製造方法不限定於本實施形態，亦可適當選擇既存之製造方法進行製造。

(第 2 實施形態)

本實施形態之電子機器用銅合金之成分組成爲在 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg，又至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分爲 Cu 及不可避免之雜質。

而且，Mg 之含量爲 X 原子%時，導電率 σ (%IACS)滿足以下之式(2)。

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)$$

又，藉由掃描型電子顯微鏡觀察的粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上的以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物的平均個數，爲 1 個/ μm^2 以下。

而且， 150°C 、1000 小時的應力緩和率爲 50%以下。其中，應力緩和率係根據以日本伸銅協會技術標準 JCBA-T309：2004 懸臂樑螺桿式爲準據之方法，負載應力而測定。

又，該電子機器用銅合金之楊氏模數 E 爲 125GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 爲 400MPa 以上。

(組成)

Mg 係具有不會使導電率大幅度降低、使強度提升並且使再結晶溫度上升的作用效果之元素。又，藉由使 Mg

固溶於母相中，能將楊氏模數抑制成較低，且得到優異的彎曲加工性。

其中，Mg 之含量未達 3.3 原子 % 時，無法促使其作用效果奏效。另一方面，Mg 之含量超過 6.9 原子 % 時，爲了溶體化而進行熱處理時，以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物殘留下來，而有因其後的加工等產生破裂之虞。

基於這種理由，將 Mg 之含量設定成 3.3 原子 % 以上 6.9 原子 % 以下。

再者，若 Mg 之含量少，則無法使強度充分地提升，且無法將楊氏模數抑制成夠低。又，由於 Mg 爲活性元素，若是添加過剩，則於溶解鑄造時，會有捲入(含有)Mg 與氧反應所生成的 Mg 氧化物之虞。因而，Mg 之含量在 3.7 原子 % 以上 6.3 原子 % 以下之範圍更佳。

Cr 及 Zr 係具有使中間熱處理後的結晶粒徑容易微細化之效果的元素。其被推測係因含有 Cr 及 Zr 的第二相粒子分散於母相內，該第二相粒子具有抑制熱處理中的母相之結晶粒成長的效果之故。該結晶粒微細化的效果，藉由反複進行中間加工→中間熱處理而更顯著。又，藉由使這種微細的第二相粒子分散及結晶粒之微細化，具有不會使導電率大幅度降低並且使強度更爲提升之效果。

其中，Cr 及 Zr 之含量分別未達 0.001 原子 % 時，無法促使其作用效果奏效。另一方面，Cr 及 Zr 之含量爲分別超過 0.15 原子 % 時，軋軋時會有產生邊緣破裂之虞。

基於這種理由，將 Cr 及 Zr 之含量分別設定於 0.001

原子%以上 0.15 原子%以下。

再者，若 Cr 及 Zr 之含量少，則有無法使強度提升或結晶粒之微細化效果確實地奏效之虞。又，若 Cr 及 Zr 之含量多，則對軋軋性和彎曲加工性造成不良影響。

因而，將 Cr 及 Zr 之含量分別設定於 0.005 原子%以上 0.12 原子%以下之範圍更佳。

此外，不可避免之雜質可舉出 Sn、Zn、Al、Ni、Fe、Co、Ag、Mn、B、P、Ca、Sr、Ba、Sc、Y、稀土類元素、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru、Os、Se、Te、Rh、Ir、Pd、Pt、Au、Cd、Ga、In、Li、Si、Ge、As、Sb、Ti、Tl、Pb、Bi、S、O、C、Be、N、H、Hg 等。該等不可避免之雜質為總量 0.3 質量%以下為佳。特別是 Sn 之含量未達 0.1 質量%為佳，Zn 之含量未達 0.01 質量%為佳。

其係根據以下理由。若添加 0.1 質量%以上的 Sn，則容易引起以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物之析出。又，若添加 0.01 質量%以上的 Zn，則溶解鑄造步驟中會產生煙霧且附著於爐或模具構件，使得鑄塊表面品質劣化，並且使得耐應力腐蝕破裂性劣化。

(導電率 σ)

Mg 之含量為 X 原子%時，於導電率 σ 滿足以下之式(2)的情形下，幾乎不存在以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物。

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)$$

即，導電率 σ 超過上述式(2)的右邊之值時，以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物爲多量存在，且金屬間化合物的尺寸比較大。因而，彎曲加工性大幅度地劣化。又，以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物生成，且 Mg 的固溶量少。因此，楊氏模數也上升。因而，調整製造條件使導電率 σ 滿足上述式(2)。

該以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物具有以化學式 MgCu_2 、原型 (prototype) MgCu_2 、皮爾森 (Pearson) 記號 cF24、空間群編號 Fd-3m 爲代表之結晶構造。

此外，爲了促使上述作用效果確實地奏效，導電率 σ (%IACS) 滿足以下之式(3)爲佳。

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0300 \times X^2 + 0.6763 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (3)$$

於該情形下，由於以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物爲更少量，因此彎曲加工性更爲提升。

爲了進一步使上述作用效果確實地奏效，導電率 σ (%IACS) 滿足以下之式(4)更佳。

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0292 \times X^2 + 0.6797 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (4)$$

於該情形下，由於以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化

合物更少量，因此彎曲加工性更為提升。

(應力緩和率)

本實施形態之電子機器用銅合金係如上述，於 150℃、1000 小時的應力緩和率為 50%以下。

於該條件中的應力緩和率低之情形下，即使在高溫環境下使用時，亦能將永久變形抑制成較小，且抑制接觸壓降低。因而，本實施形態之電子機器用銅合金可適於作為汽車的引擎室周圍這種高溫環境下使用的端子。

此外，應力緩和率以 150℃、1000 小時為 30%以下較佳，以 150℃、1000 小時 20%以下更佳。

(組織)

藉由掃描型電子顯微鏡觀察的結果，在本實施形態之電子機器用銅合金中，以粒徑 0.1 μm 以上的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數為 1 個/ μm^2 以下。即，以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物幾乎未析出，Mg 固溶於母相中。

其中，於溶體化不完全、或溶體化後以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出時，以尺寸大的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物多量存在。於該情形下，該等以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物成為破裂的起點，使得加工時產生破裂或彎曲加工性大幅度劣化。又，以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的量多時，由於楊氏模數上

升而不佳。

經調查組織的結果，以粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上的 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物在合金中爲 1 個/ μm^2 以下時，亦即於不存在以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物、或其量爲少量之情形下，能得到良好的彎曲加工性和低楊氏模數。

再者，爲了使上述作用效果確實地奏效，以粒徑 $0.05\mu\text{m}$ 以上的 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物的個數，在合金中爲 1 個/ μm^2 以下更佳。

此外，以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物的平均個數，係使用電場放出型掃描電子顯微鏡，以倍率：5 萬倍、視野：約 $4.8\mu\text{m}^2$ 進行 10 視野之觀察，算出其平均值而求出該平均個數。

又，以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物的粒徑爲金屬間化合物的長徑和短徑之平均值。此外，長徑係於途中不與粒界接觸之條件下而能於粒內畫出的最長的直線之長度，短徑係於與長徑直角相交的方向，於途中不與粒界接觸之條件下而能畫出的最長的直線之長度。

(結晶粒徑)

結晶粒徑係對於耐應力緩和特性有較大影響之因素，結晶粒徑小於必要以上時，耐應力緩和特性劣化。又，結晶粒徑大於必要以上時，對於彎曲加工性有不良影響。因而，平均結晶粒徑在 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下之範圍內爲佳

。此外，平均結晶粒徑在 $0.7\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下之範圍內更佳，進一步於 $0.7\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下之範圍內為佳。

此外，於後述之精加工步驟 S206 的加工率高時，會有形成加工組織而無法測定結晶粒徑之情形。因此，於精加工步驟 S206 之前(中間熱處理步驟 S205 後)的段階之平均結晶粒徑，為在上述範圍內較佳。

其中，結晶粒徑超過 $10\mu\text{m}$ 時，使用光學顯微鏡測定平均結晶粒徑為佳。另外，結晶粒徑為 $10\mu\text{m}$ 以下時，藉由 SEM-EBSD(Electron Backscatter Diffraction Patterns)測定裝置，測定平均結晶粒徑為佳。

接著，參照第 3 圖所示之流程圖，說明本實施形態之電子機器用銅合金之製造方法。

此外，下述之製造方法中，加工步驟係使用輥軋時，加工率相當於輥軋率。

(溶解、鑄造步驟 S201)

首先，溶解銅原料以得到銅溶湯，接著在所得之銅溶湯添加前述元素並進行成分調整，製出銅合金溶湯。此外，添加 Mg 時，可使用 Mg 單體或 Cu-Mg 母合金等。又，亦可將含有 Mg 的原料與銅原料一起溶解。又，亦可使用銅合金的回收材及廢料材。

其中，銅溶湯為純度 99.99 質量%以上的銅，即所謂的 4NCu 為佳。又，溶解步驟中，為了抑制 Mg 氧化，使用真空爐、惰性氣體之氛圍氣體或還原性氛圍氣體之氛圍

氣體爐為佳。

而且，將經調整成分的銅合金溶湯注入鑄型以製出銅合金(銅素材)鑄塊。此外，於考慮到量產之情形下，使用連續鑄造法或半連續鑄造法為佳。

(加熱步驟 S202)

接著，為了使所得到之鑄塊均質化及溶體化而進行加熱處理。凝固之過程中，因為 Mg 偏析並濃縮，生成以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物等。鑄塊的內部存在有以該 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物等。因此，為了使該等偏析及金屬間化合物等消失或減少，進行加熱處理使鑄塊加熱至 400℃ 以上 900℃ 以下之溫度。藉此，在鑄塊內使 Mg 均質地擴散，或使 Mg 固溶於母相中。此外，該加熱步驟 S202 係於非氧化性或還原性氛圍氣體中實施為佳。

其中，加熱溫度未達 400℃ 時，溶體化不完全，會有母相中大量殘留以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物之虞。另一方面，加熱溫度超過 900℃ 時，銅素材之一部分變成液相，會有組織和表面狀態不均勻之之虞。因而，將加熱溫度設定於 400℃ 以上 900℃ 以下之範圍。加熱溫度更佳為 500℃ 以上 850℃ 以下，又更佳為 520℃ 以上 800℃ 以下。

(急冷步驟 S203)

而且，在加熱步驟 S202 中，將經加熱至 400℃ 以上

900℃以下溫度之銅素材，以 200℃/min 以上的冷卻速度，冷卻至 200℃以下之溫度。藉由該急冷步驟 S203，抑制固溶於母相中的 Mg 做為以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出。因而，可使藉由掃描型電子顯微鏡所觀察之粒徑 0.1μm 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/μm² 以下。即，可使銅素材為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

此外，亦可以是以下構成：為了粗加工的效率化和組織之均勻化，在前述加熱步驟 S202 之後實施熱間加工，在該熱間加工之後實施上述急冷步驟 S203。於該情形下，加工方法(熱間加工方法)未特別受限定。例如於最終形態為板或條之情形，可採用輥軋。於最終形態為線或棒之情形，可採用拉線、壓出或溝軋軋等。於最終形態為塊狀形狀之情形，可採用鍛造或沖壓。

(中間加工步驟 S204)

將經過加熱步驟 S202 及急冷步驟 S203 的銅素材因應需要予以切斷。又，為了除去於加熱步驟 S202 及急冷步驟 S203 等生成的氧化膜等，因應需要進行表面研削。而且，進行塑性加工成既定形狀。

此外，此中間加工步驟 S204 中的溫度條件未特別受限定，但於成為冷間或溫間加工之 -200℃至 200℃的範圍內設定加工溫度為佳。又，適當選擇加工率以使得近似於最終形狀，但為了減少得到最終形狀前的中間熱處理步驟

S205 之次數，加工率為 20%以上為佳。又，加工率為 30%以上更佳。

塑性加工方法未特別受限定，但於最終形狀為板、條之情形，採用輥軋為佳。於最終形狀為線或棒之情形，採用壓出或溝輥軋為佳。於最終形狀為塊狀形狀之情形，採用鍛造或沖壓為佳。進一步，為了徹底溶體化，亦可重複 S202～S204。

(中間熱處理步驟 S205)

於中間加工步驟 S204 後，以為了徹底溶體化、再結晶組織化或提升加工性之軟化為目的，實施熱處理。

熱處理的方法未特別受限定，但較佳為以 400℃以上 900℃以下之溫度條件，於非氧化氛圍氣體或還原性氛圍氣體中進行熱處理。熱處理之溫度更佳為 500℃以上 850℃以下，又更佳為 520℃以上 800℃以下。

此外，亦可重複實施中間加工步驟 S204 及中間熱處理步驟 S205。

其中，於中間熱處理步驟 S205 中，將經加熱至 400℃以上 900℃以下之溫度的銅素材，以 200℃/min 以上的冷卻速度冷卻至 200℃以下之溫度。

如此地藉由急冷，使固溶於母相中的 Mg 做為以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出的情形被抑制，於掃描型電子顯微鏡觀察中，可使以粒徑 0.1 μm 以上的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數為 1 個/ μm^2 以下

。即，可使銅素材為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

(精加工步驟 S206)

將中間熱處理步驟 S205 後之銅素材進行精加工成既定形狀。此外，該精加工步驟 S206 中的溫度條件未特別受限定，但以常溫進行為佳。又，適當選擇加工率以使得近似於最終形狀，但為了藉由加工硬化使強度提升，加工率為 20%以上為佳。又。於為了進一步達成強度提升之情形下，加工率為 30%以上更佳。該塑性加工方法(精加工方法)未特別受限定，但於最終形狀為板、條之情形，採用輥軋為佳。於最終形狀為線或棒之情形，採用壓出或溝軋為佳。於最終形狀為塊狀形狀之情形，採用鍛造或沖壓為佳。

(精加工熱處理步驟 S207)

接著，對於藉由精加工步驟 S206 所得到之加工材，為了提升耐應力緩和特性，及進行低溫退火之硬化，或為了除去殘留應力及變形扭曲而實施精加工熱處理。

熱處理之溫度為超過 200℃且 800℃以下之範圍內為佳。此外，於該精加工熱處理步驟 S207 中，為了不使經溶體化之 Mg 析出，必須設定熱處理條件(溫度、時間、冷卻速度)。例如以 250℃且 10 秒～24 小時左右、以 300℃且 5 秒～4 小時左右、以 500℃且 0.1 秒～60 秒左右為佳。該熱處理係於非氧化氛圍氣體或還原性氛圍氣體中進行為佳。

又，冷卻方法可舉出水淬等，將經加熱之前述銅素材以 $200^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以上的冷卻速度，冷卻至 200°C 以下之溫度為佳。如此地藉由急冷，使固溶於母相中的 Mg 做為以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出的情形被抑制。因而，可使藉由掃描型電子顯微鏡所觀察的粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/ μm^2 以下。即，可使銅素材為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

再者，亦可重複實施上述精加工步驟 S206 和精加工熱處理步驟 S207。此外，所謂中間熱處理步驟和精加工熱處理步驟，可根據是否以將中間加工步驟或精加工步驟中的塑性加工後的組織予以再結晶化為目的來區別。

如此即製出(製造)本實施形態之電子機器用銅合金。而且，本實施形態之電子機器用銅合金，其楊氏模數 E 為 125GPa 以下， 0.2% 安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400MPa 以上。

又，Mg 之含量為 X 原子 % 時，導電率 $\sigma(\% \text{IACS})$ 滿足以下之式(2)。

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)$$

再者，藉由精加工熱處理步驟 S207，本實施形態之電子機器用銅合金於 150°C 、1000 小時的應力緩和率為 50% 以下。

根據本實施形態之電子機器用銅合金，係於固溶限度以上的 3.3 原子 % 以上 6.9 原子 % 以下之範圍含有 Mg，又

至少分別於 0.001 原子 % 以上 0.15 原子 % 以下之範圍含有 Cr 及 Zr 之 1 種以上，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質。又，Mg 之含量為 X 原子 % 時，導電率 σ (% IACS) 滿足以下之式 (2)。

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)$$

再者，藉由掃描型電子顯微鏡所觀察之粒徑 $0.1 \mu\text{m}$ 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數為 1 個 $/\mu\text{m}^2$ 以下。

即，本實施形態之電子機器用銅合金係 Mg 為過飽和地固溶於母相中之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

這種 Cu-Mg 過飽和固溶體所構成的銅合金有楊氏模數變低之傾向。例如應用在具有公型舌片將母型端子的彈簧接觸部上推且插入的構造之連接器，亦能抑制插入時的接觸壓變動，且由於彈性界限大，因此沒有容易塑性變形之虞。因而，特別適用於端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件。

又，由於 Mg 為過飽和地固溶，因而母相中未大量分散有成為破裂的起點之以粗大的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物，彎曲加工性提升。因而，能成形形狀複雜的端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件。

再者，由於使 Mg 過飽和地固溶，藉由使其加工硬化，能提升強度而具有較高的強度。

又，本實施形態之電子機器用銅合金，係分別於 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍含有至少 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方。因而，能使結晶粒徑微細化，不會使導電率大幅度降低且使機械強度提升。

而且，本實施形態之電子機器用銅合金，於 150℃、1000 小時的應力緩和率為 50%以下。因而，即使於高溫環境下使用時，亦能抑制因為接觸壓降低產生的通電不良。因而，電子機器用銅合金可適於作為在引擎室等高溫環境下使用的電子機器用零件之素材。

又，本實施形態之電子機器用銅合金，由於楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上，因此彈性能係數 $(\sigma_{0.2}^2/2E)$ 變高而變得不容易塑性變形。因而，電子機器用銅合金特別適用於端子、連接器、繼電器，引線框之電子機器用零件。

根據本實施形態之電子機器用銅合金之製造方法，於加熱步驟 S202 中，將具有上述組成的銅素材之鑄塊或加工材加熱至 400℃以上 900℃以下之溫度。藉由該加熱步驟 S202，能進行 Mg 之溶體化。

又，於急冷步驟 S203 中，將已藉由加熱步驟 S202 加熱至 400℃以上 900℃以下溫度之鑄塊或加工材，以 200℃/min 以上的冷卻速度冷卻至 200℃以下。由於具備該急冷步驟 S203，因此在冷卻的過程中，能抑制以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物析出。藉此，可使急冷後的鑄塊或加工材為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

再者，由於具備對於急冷材(Cu-Mg 過飽和固溶體)進行塑性加工之中間加工步驟 S204，因此容易得到接近於最終形狀之形狀。

又，於中間加工步驟 S204 之後，具備中間熱處理步驟 S205，其係以爲了徹底溶體化、再結晶組織化或加工性提升之軟化爲目的。因而，能達成特性之提升及加工性之提升。

又，於中間熱處理步驟 S205 中，將經加熱至 400℃ 以上 900℃ 以下之溫度的銅素材，以 200℃/min 以上的冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之溫度。藉此，在冷卻的過程中，能抑制以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物析出，可使急冷後之銅素材爲 Cu-Mg 過飽和固溶體。

而且，於本實施形態之電子機器用銅合金之製造方法中，在爲了藉由加工硬化提升強度及加工成既定形狀的精加工步驟 S206 之後，具備精加工熱處理步驟 S207。於該精加工熱處理步驟 S207 中，爲了進行耐應力緩和特性之提升及藉由低溫退火之硬化，或爲了除去殘留應力及變形扭曲而實施熱處理。藉此，可使以 150℃、1000 小時的應力緩和率爲 50% 以下。又，能達成進一步的機械特性之提升。

其中，應力緩和率係根據以日本伸銅協會技術標準 JCBA-T309：2004 懸臂樑螺桿式爲準據之方法，負載應力而測定。

又，該電子機器用銅合金之楊氏模數 E 爲 125 GPa 以

下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400MPa 以上。

(電子機器用銅合金塑性加工材)

本實施形態之電子機器用銅合金塑性加工材係由前述本實施形態之電子機器用銅合金所構成。與軋軋方向平行的方向之楊氏模數 E 為 125GPa 以下，與軋軋方向平行的方向中之 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400MPa 以上。由於彈性能係數 $(\sigma_{0.2}^2/2E)$ 高，因此不容易塑性變形。因而，作為構成端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件之銅素材使用。此外，塑性加工方法未特別受限定，但最終形態為板、條之情形則採用軋軋為佳。最終形態為線或棒之情形則採用壓出或溝軋軋為佳。最終形態為塊狀形狀之情形則採用鍛造或沖壓為佳。

(電子機器用零件)

本實施形態之電子機器用零件係由前述本實施形態之電子機器用銅合金所構成。具體而言，為端子、連接器、繼電器、引線框等。該電子機器用零件由於楊氏模數低且耐應力緩和特性優異，因此亦可於高溫環境下使用。

以上，說明本發明之第 2 實施形態之電子機器用銅合金、電子機器用銅合金之製造方法、電子機器用銅合金塑性加工材、以及電子機器用零件，但本發明不限定於此，在不超出其發明要件之範圍內皆可適當變更。

例如，上述實施形態係說明電子機器用銅合金之製造

方法之一例，但製造方法不限定於本實施形態，亦可適當選擇既存之製造方法來製造。

[實施例]

以下，說明爲了確認本實施形態之效果所進行的確認實驗之結果。

(實施例 1)

先準備由純度 99.99 質量 % 以上的無氧銅 (ASTM B152 C10100) 所構成的銅原料。將該銅原料裝入高純度石墨坩堝內，在被形成 Ar 氣體之氛圍氣體之氛圍氣體爐內進行高頻溶解，得到銅溶湯。在所得之銅溶湯內添加各種添加元素，調製成表 1、2 所示之成分組成，在碳鑄模注湯以製出鑄塊。此外，鑄塊之大小爲厚度約 20mm×寬度約 30mm×長度約 100~120mm。又，表 1、2 所示之組成中，Mg、Cr 及 Zr 以外的剩餘部分爲 Cu 及不可避免之雜質。

於 Ar 氣體之氛圍氣體中，對於所得之鑄塊實施加熱步驟(均質化/溶體化)，其係以表 1、2 記載的溫度條件進行 4 小時之加熱，然後實施水淬。

切斷熱處理後的鑄塊，並且實施表面研削用以除去氧化被膜。

然後，以表 1、2 記載的軋軋率、於常溫實施中間軋軋而得到條材。而且，對於所得之條材，以表 1、2 記載的條件實施中間熱處理。根據表 1、2 記載的重複次數

，重複中間輥軋及中間熱處理。再者，於常溫、以表 1、2 記載的精加工輥軋率進行精加工輥軋，最後根據表 1、2 記載的條件進行熱處理。於步驟的途中因應需要，進行表面研削用以除去熱處理造成的氧化被膜。最終的形狀為厚度約 0.5mm×寬度約 30mm 的條材。

(加工性評價)

加工性之評價係於最終精加工輥軋後觀察有無邊緣破裂(cracked edge)。以目視完全或大致上未看到邊緣破裂者為 A(Excellent)，產生未達長度 1mm 的小邊緣破裂者為 B(Good)，產生長度 1mm 以上、未達 3mm 的邊緣破裂者為 C(Fair)，產生長度 3mm 以上的大邊緣破裂者為 D(Bad)，起因於邊緣破裂而在輥軋途中斷裂者為 E(Very Bad)。

此外，所謂邊緣破裂的長度，係從輥軋材的寬度方向端部朝寬度方向中央部之邊緣破裂的長度。

又，使用前述特性評價用條材測定機械的特性及導電率。

(機械的特性)

從特性評價用條材採取 JIS Z 2201 所規定的 13B 號實驗片。該實驗片係以拉伸實驗的拉伸方向相對於特性評價用條材的輥軋方向呈平行的方式採取。

根據 JIS Z 2241 的偏移法測定 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 。在前述實驗片貼附應變計，測定負重及伸展性，根據該等

所得到的應力-應變曲線之斜率而求出楊氏模數 E 。

(導電率)

從特性評價用條材採取寬度 10mm ×長度 60mm 的實驗片。該實驗片係以其長邊方向相對於特性評價用條材的軋軋方向呈平行的方式採取。

利用 4 端子法求出實驗片之電阻。又，使用測微計進行實驗片的尺寸測定，算出實驗片的體積。而且，根據測定的電阻值和體積算出導電率。

(彎曲加工性)

以日本伸銅協會技術標準 JCBA-T307：2007 的 4 實驗方法為準據進行彎曲加工。

以軋軋方向和實驗片的長邊方向呈垂直的方式，從特性評價用條材採取複數片寬度 10mm ×長度 30mm 的實驗片。接著，使用折彎角度為 90 度、折彎半徑為 0.5mm 的 W 型治具，進行 W 彎曲實驗。

然後，以目視確認彎曲部的外周部，進行以下判定：未能確認有斷裂或微細的破裂時為 A(Excellent)，未產生斷裂而僅產生微細的破裂時為 B(Good)，僅一部分產生斷裂時為 C(Fair)，斷裂時為 D(Bad)。

(組織觀察)

對於各試料的軋軋面，進行鏡面研磨、離子蝕刻。而

且，爲了確認含有 Cr 及 Zr 之金屬間化合物之析出狀態，使用 FE-SEM(電場放出型掃描電子顯微鏡)以 1 萬倍～10 萬倍進行觀察。確認含有 Cr 及 Zr 的金屬間化合物之析出時，於表中表記爲「○」。此外，比較例 1-2、1-3、1-5 及 1-6 未能進行組織觀察。

又，特性評價用條材之本發明例 1-3 和本發明例 1-10，係以約 4 萬倍進行觀察。再者，析出物的成分係使用 EDX(能量分散型 X 射線分光法)確認。將觀察結果顯示於第 4 圖及第 5 圖。

(結晶粒徑測定)

於各試料進行鏡面研磨及蝕刻，藉由光學顯微鏡以輥軋方向爲照片的橫向之方式拍攝，以 1000 倍視野(約 $300\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$)進行觀察。接著，按照 JIS H 0501 的切斷法測定結晶粒徑。各畫出 5 條照片的縱、橫之預定長度的線份，計算完全切斷的結晶粒數，其切斷長度的平均值視爲平均結晶粒徑。

將製造條件及評價結果顯示於表 1～4。

[表1]

	Mg (at%)	Cr (at%)	Zr (at%)	均質化/ 溶體化	中間 軋軋率	中間熱處理		中間軋軋~ 中間熱處理 重複次數	精加工 軋軋率	熱處理	
						溫度	時間			溫度	時間
1-1	3.4	0.10	—	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-2	4.9	0.002	—	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-3	5.0	0.09	—	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-4	5.0	0.09	—	715°C	60%	600°C	1 min	2	50%	200°C	1h
1-5	5.0	0.09	—	715°C	60%	600°C	1 min	3	50%	200°C	1h
1-6	5.0	0.14	—	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-7	6.4	0.11	—	715°C	60%	700°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-8	3.3	—	0.02	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-9	4.9	—	0.002	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-10	4.9	—	0.02	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-11	4.9	—	0.02	715°C	60%	600°C	1 min	2	50%	200°C	1h
1-12	4.9	—	0.02	715°C	60%	600°C	1 min	3	50%	200°C	1h
1-13	5.0	—	0.14	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-14	6.3	—	0.05	715°C	60%	700°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-15	4.8	0.10	0.05	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-16	4.4	0.10	0.05	715°C	60%	600°C	1 min	1	30%	200°C	1h
1-17	4.4	0.10	0.05	715°C	60%	600°C	1 min	1	50%	200°C	1h
1-18	4.4	0.10	0.05	715°C	60%	600°C	1 min	1	70%	200°C	1h

本發明例

[表2]

	Mg (at%)	C r (at%)	Z r (at%)	均質化/ 溶體化	中間 軋軋率	中間熱處理		中間軋軋~ 中間熱處理 重複次數	精加工 軋軋率	熱處理	
						溫度	時間			溫度	時間
比較 例	1-1	2.1	0.09	—	60%	600°C	1 min	1	50%	200	1h
	1-2	7.8	0.11	—	60%	700°C	1 min	1	50%	—	—
	1-3	2.0	0.32	—	60%	600°C	1 min	1	50%	—	—
	1-4	1.9	—	0.02	60%	600°C	1 min	1	50%	200	1h
	1-5	7.9	—	0.03	60%	600°C	1 min	1	50%	—	—
	1-6	4.9	—	0.31	60%	600°C	1 min	1	50%	—	—
	1-7	4.9	0.06	—	60%	600°C	1 min	1	75%	400	0.5h
	1-8	4.9	0.10	0.05	60%	600°C	1 min	1	50%	450	2h
	1-9	4.0	0.05	—	60%	600°C	1 min	1	50%	400	2h
	1-10	6.2	0.10	—	60%	700°C	1 min	1	50%	400	2h
習知例 1-1	3. 0Ni-1. 6Si-0. 5Zn-0. 3Sn			980°C	—	—		—	40%	400	4h

[表3]

	邊緣破裂	導電率	導電率之上 限(式(1)的 右邊之值)	析出物 之有無	平均結晶粒徑 (μm)	安全限 應力 (MPa)	楊氏模數 (GPa)	彎曲加工性
1-1	A	45%	49%	○	15.0	530	119	A
1-2	A	36%	42%	○	16.2	590	114	B
1-3	B	36%	42%	○	12.3	616	113	B
1-4	B	37%	42%	○	5.2	636	112	B
1-5	B	36%	42%	○	5.0	656	113	B
1-6	B	35%	42%	○	5.1	630	112	B
1-7	C	32%	38%	○	15.0	650	110	C
1-8	B	45%	49%	○	12.5	532	118	B
1-9	B	36%	42%	○	15.3	591	115	B
1-10	B	37%	42%	○	10.3	650	114	B
1-11	B	37%	42%	○	4.6	670	113	B
1-12	B	37%	42%	○	4.0	679	112	B
1-13	B	35%	42%	○	4.5	695	112	C
1-14	B	33%	39%	○	12.0	681	110	C
1-15	B	35%	43%	○	4.0	685	113	C
1-16	A	39%	44%	○	5.6	520	114	B
1-17	A	39%	44%	○	5.6	655	114	B
1-18	A	38%	44%	○	5.6	699	113	C

本發明例

[表4]

	邊緣破裂	導電率	導電率之上 限(式(1)的 右邊之值)	析出物 之有無	平均結晶粒徑 (μm)	安全限 應力 (MPa)	楊氏模數 (GPa)	彎曲加工性
1-1	A	58%	59%	○	18.0	478	126	A
1-2	E	—	37%	—	—	—	—	—
1-3	D	—	60%	—	—	—	—	—
1-4	A	58%	61%	○	15.3	489	127	A
1-5	E	—	36%	—	—	—	—	—
1-6	D	—	42%	—	—	—	—	—
1-7	B	44%	42%	○	13.0	580	120	D
1-8	B	47%	42%	○	5.7	475	115	D
1-9	B	51%	46%	○	12.7	493	118	D
1-10	B	48%	39%	○	15.3	580	115	D
習知例 1-1	A	31%	—	○	—	610	131	B

比較例 1-1、1-4 中，Mg 之含量比本實施形態之範圍低，楊氏模數顯示達 126GPa、127GPa 之高值。

比較例 1-2、1-5 中，Mg 之含量比本實施形態之範圍高，冷間軋軋時產生大的邊緣破裂，而於軋軋途中斷裂。因而，無法實施其後之特性評價。

比較例 1-3 之 Cr 含量比本實施形態之範圍高，比較例 1-6 之 Zr 含量比本實施形態之範圍高。比較例 1-3、1-6 中，冷間軋軋時未達斷裂，但冷間軋軋時產生大的邊緣破裂。因而，不可能實施其後的特性評價。

比較例 1-7、1-8、1-9、1-10 之 Mg 含量、Cr 及 Zr 含量在本實施形態之範圍內，但導電率未滿足本實施形態之式(1)。該等比較例 1-7、1-8、1-9、1-10 被確認彎曲加工性差。其被推測係因以粗大的 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物成為破裂的起點之故。

又，在含有 Ni、Si、Zn、Sn 的銅合金，即所謂卡遜合金之習知例 1-1 中，將用以溶體化的加熱步驟之溫度設定為 980℃，將熱處理條件設定為 400℃×4h，進行金屬間化合物之析出處理。該習知例 1-1 中，邊緣破裂的產生被抑制且析出物微細，因而確保彎曲加工性。然而，確認楊氏模數高達 131GPa。

相對於此，本發明例 1-1~1-18 中，任一例皆將楊氏模數設定為低至 119GPa 以下，因而彈力性優異。又，本發明例 1-3~1-5 之組成相同，但中間軋軋和中間熱處理的重複次數不同，因而加工率的合計量不同。本發明例 1-10~1-12 亦同樣地，組成相同，但中間軋軋和中間熱處理的重複次數不同，因而加工率的合計量不同。比較本發明例

1-3～1-5 及本發明例 1-10～1-12 時，確認藉由反復中間輥軋和中間熱處理能提升 0.2%安全限應力。此外，本發明例 1-7 之邊緣破裂為 C，但其係實用上沒有問題的程度。又，本發明例 1-7、1-13～1-15 及 1-18 之彎曲加工性為 C，但亦確認其係實用上沒有問題的程度。

又，如第 4 圖所示，含有 Cr 之本發明例 1-3 中，確認有 Cr 之析出物粒子，但未觀察到含有 Mg 之粗大的析出物。又，如第 5 圖所示，在含有 Zr 之本發明例 1-10 中，確認有 Zr 和 Cu 之析出物粒子，但觀察到含有 Mg 之粗大的析出物。

由於以上情形，根據實施例 1 之本發明例，確認可提供具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的彎曲加工性之適於端子、連接器及繼電器等電子電氣零件之電子機器用銅合金。

(實施例 2)

先準備由純度 99.99 質量%以上的無氧銅 (ASTM B152 C10100) 所構成的銅原料。將該銅原料裝入高純度石墨坩堝內，在被形成 Ar 氣體之氛圍氣體的氛圍氣體爐內進行高頻溶解，得到銅溶湯。在所得之銅溶湯內添加各種添加元素，調製成表 5、6 所示之成分組成，在碳鑄模注湯以製出鑄塊。此外，鑄塊之大小為厚度約 20mm×寬度約 20mm×長度約 100～120mm。

於 Ar 氣體之氛圍氣體中，對於所得之鑄塊實施以

表 5、6 記載之溫度進行加熱 4 小時之加熱步驟，然後，實施水淬。

切斷熱處理後的鑄塊，並且實施表面研削用以除去氧化被膜。

然後，於常溫中，以表 5、6 記載的輥軋率實施中間輥軋而得到條材。而且，對於所得到之條材，以表 5、6 記載的溫度於鹽浴中實施中間熱處理。然後，實施水淬。

接著，以表 5、6 所示之輥軋率實施精加工輥軋，製出厚度 0.25mm，寬度約 20mm 的條材。

而且，精加工輥軋後，以表 5、6 所示之條件於鹽浴中實施精加工熱處理，然後實施水淬。根據以上方式製作特性評價用條材。

(中間熱處理後的結晶粒徑)

針對進行表 5、6 所示之中間熱處理後的試料進行結晶粒徑之測定。對各試料進行鏡面研磨及蝕刻，再藉由光學顯微鏡拍攝輥軋面，以 1000 倍的視野(約 $300\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$)進行觀察。接著，依照 JIS H 0501 的切斷法測定結晶粒徑。各畫出 5 條照片的縱、橫之預定長度的線份，計算完全切斷的結晶粒數，其切斷長度的平均值視為平均結晶粒徑。

又，平均結晶粒徑為 $10\mu\text{m}$ 以下時，藉由 SEM-EBSD(Electron Backscatter Diffraction Patterns)測定裝置，根據以下方法測定平均結晶粒徑。使用耐水研磨紙鑽石磨粒進行機械研磨。接著，使用膠體氧化矽溶液進行精加工研磨

。然後，使用掃描型電子顯微鏡，對試料表面的測定範圍內之各個測定點(像素)照射電子線。藉由後方散射電子線繞射之方位解析，將鄰接的測定點間之方位差為 15° 以上的測定點間視為大角度粒界，將 15° 以下視為小角度粒界。使用大角度粒界作成結晶粒界圖。而且，以 JIS H 0501 之切斷法為準據，對於結晶粒界圖，畫出各 5 條縱、橫的預定長度之線份，計算完全切斷的結晶粒數，將其切斷長度的平均值視為平均結晶粒徑。

(加工性評價)

加工性之評價係觀察前述冷間輥軋時有無邊緣破裂(cracked edge)。以目視完全或大致上未看到邊緣破裂者為 A(Excellent)，產生未達長度 1mm 的小邊緣破裂者為 B(Good)，產生長度 1mm 以上、未達 3mm 的邊緣破裂者為 C(Fair)，產生長度 3mm 以上的大邊緣破裂者為 D(Bad)，起因於邊緣破裂而在輥軋途中斷裂者為 E(Very Bad)。

此外，所謂邊緣破裂的長度，係從輥軋材的寬度方向端部朝寬度方向中央部之邊緣破裂的長度。

又，使用前述特性評價用條材測定機械的特性及導電率。

(機械的特性)

從特性評價用條材採取 JIS Z 2201 所規定的 13B 號實驗片。該實驗片係以拉伸實驗的拉伸方向相對於特性評價

用條材的軋軋方向呈平行的方式採取。

根據 JIS Z 2241 的偏移法測定 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 。
在前述實驗片貼附應變計，測定負重及伸展性，根據該等所得到的負重-伸展曲線之斜率而求出楊氏模數 E。

(導電率)

從特性評價用條材採取寬度 10mm×長度 60mm 的實驗片。該實驗片係以其長邊方向相對於特性評價用條材的軋軋方向呈平行的方式採取。

利用 4 端子法求出實驗片之電阻。又，使用測微計進行實驗片的尺寸測定，算出實驗片的體積。而且，根據測定的電阻值和體積算出導電率。

(耐應力緩和特性)

實驗片(寬度 10mm)係以其長邊方向相對於特性評價用條材的軋軋方向呈平行的方式採取。

耐應力緩和特性實驗係根據以日本伸銅協會技術標準 JCBA-T309：2004 懸臂樑螺桿式為準據之方法進行。依照懸臂樑螺桿式為準據之方法負載應力，以 150℃之溫度保持預定時間，測定其後之殘留應力率。

將初期撓曲移位設定為 2mm，並調整跨距(span)長度，使實驗片的表面最大應力成為安全限應力的 80%。上述表面最大應力係以下式決定。

$$\text{表面最大應力 (MPa)} = 1.5Et\delta_0/L_s^2$$

惟， E 、 t 、 δ_0 、 L_s 分別顯示如下。

E ：撓曲係數(MPa)

t ：試料的厚度($t=0.25\text{ mm}$)

δ_0 ：初期撓曲移位(2 mm)

L_s ：跨距長度(mm)

根據以 150°C 之溫度保持 1000 小時後的折曲習性，測定殘留應力率並評價應力緩和率。此外，用下式算出應力緩和率。

$$\text{應力緩和率}(\%) = (\delta_t / \delta_0) \times 100$$

惟， δ_t 、 δ_0 分別顯示如下。

δ_t ：(以 150°C 保持 1000 小時後的永久撓曲移位(mm))-
(於常溫保持 24 小時後的永久撓曲移位(mm))

δ_0 ：初期撓曲移位(mm)

(組織觀察)

對於各試料的輥軋面，進行鏡面研磨、離子蝕刻。而且，為了確認以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物之析出狀態，使用 FE-SEM(電場放出型掃描電子顯微鏡)以 1 萬倍的視野(約 $120\mu\text{m}^2$ /視野)進行觀察。

接著，為了調查以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的密度(個/ μm^2)，選擇金屬間化合物之析出狀態並非特異之 1 萬倍的視野(約 $120\mu\text{m}^2$ /視野)，在此區域以 5 萬倍進行連續的 10 視野(約 $4.8\mu\text{m}^2$ /視野)之拍攝。金屬間化合物的粒徑為金屬間化合物的長徑和短徑之平均值。此外，

長徑係於途中不與粒界接觸之條件下而能於粒內畫出的最長的直線之長度，短徑係於與長徑直角相交的方向，於途中不與粒界接觸之條件下而能畫出的最長的直線之長度。然後，求出具有 $0.1\mu\text{m}$ 以上的粒徑，且以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的密度(平均個數)(個/ μm^2)。

(彎曲加工性)

以日本伸銅協會技術標準 JCBA-T307：2007 的 4 實驗方法為準據進行彎曲加工。

以輥軋方向和實驗片的長邊方向呈垂直的方式，從特性評價用條材採取複數片寬度 10mm ×長度 30mm 的實驗片。接著，使用折彎角度為 90° 、折彎半徑為 0.25mm 的 W 型治具，進行 W 彎曲實驗。

然後，以目視確認彎曲部的外周部，進行以下判定：未能確認有斷裂或微細的破裂時為 A(Excellent)，未產生斷裂而僅產生微細的破裂時為 B(Good)，僅一部分產生斷裂時為 C(Fair)，斷裂時為 D(Bad)。

將製造條件及評價結果顯示於表 5～8。

[表5]

		成分組成				加熱步驟	中間軋軋	中間熱處理	精加工軋軋		精加工熱處理	
		Mg (at%)	C r (at%)	Z r (at%)	C u				軋軋率	溫度	軋軋率	溫度
本發明例	2-1	3.4	0.08	—	殘餘部分	715°C	70%	625°C	60%	230°C	60min	
	2-2	4.2	0.06	0.03	殘餘部分	715°C	70%	550°C	60%	250°C	30min	
	2-3	4.2	0.10	—	殘餘部分	715°C	80%	550°C	50%	300°C	1min	
	2-4	4.4	0.04	0.08	殘餘部分	715°C	70%	625°C	60%	310°C	1min	
	2-5	5.1	0.06	—	殘餘部分	715°C	70%	625°C	60%	330°C	1min	
	2-6	5.3	0.06	0.05	殘餘部分	715°C	70%	650°C	60%	370°C	30sec	
	2-7	5.8	—	0.03	殘餘部分	715°C	70%	650°C	60%	350°C	1min	
	2-8	6.3	—	0.14	殘餘部分	715°C	70%	700°C	60%	290°C	5min	
	2-9	4.3	0.05	0.01	殘餘部分	715°C	70%	625°C	70%	210°C	30sec	
	2-10	4.3	0.05	—	殘餘部分	715°C	70%	625°C	70%	320°C	1min	
	2-11	4.5	0.05	—	殘餘部分	715°C	70%	625°C	70%	510°C	1sec	
	2-12	4.3	—	0.10	殘餘部分	715°C	50%	500°C	60%	230°C	1sec	
	2-13	4.2	—	0.10	殘餘部分	715°C	50%	525°C	60%	210°C	50sec	

[表6]

	成分組成				加熱步驟	中間軋軋	中間熱處理	精加工軋軋		精加工熱處理	
	Mg (at%)	Cr (at%)	Zr (at%)	Cu				軋軋率	溫度	軋軋率	溫度
比較例	2-1	0.9	0.05	—	殘餘部分	715℃	70%	600℃	60%	300℃	1min
	2-2	2.0	—	0.05	殘餘部分	715℃	70%	600℃	60%	270℃	1min
	2-3	7.9	0.08	—	殘餘部分	715℃	70%	—	—	—	—
	2-4	10.3	—	0.05	殘餘部分	715℃	70%	—	—	—	—
	2-5	4.3	—	0.04	殘餘部分	715℃	70%	625℃	60%	—	—
	2-6	4.7	0.01	—	殘餘部分	715℃	70%	625℃	60%	410℃	1h
	2-7	6.3	—	0.25	殘餘部分	715℃	70%	—	—	—	—
	2-8	6.5	0.55	—	殘餘部分	715℃	70%	—	—	—	—
習知例	成分組成				加熱步驟	中間軋軋	中間熱處理	精加工軋軋		精加工熱處理	
	Sn (at%)	P (at%)		Cu				溫度	軋軋率	溫度	軋軋率
	2-1	3.2	0.3		殘餘部分	800℃	70%	500℃	70%	270℃	1min
	2-2	4.5	0.3		殘餘部分	800℃	70%	500℃	70%	240℃	1min

[表7]

	中間熱處理後的 平均結晶粒徑 (μm)	邊緣 破裂	導電率 (%IACS)	導電率之上 限值(式(2) 的右邊之值)	析出物 (個/ μm^2)	0.2%安全 限應力 (MPa)	應力 緩和率	楊氏模數 (GPa)	彎曲加工性
本發明例									
2-1	8	A	44.1%	48.7%	0	551	24%	116	A
2-2	0.8	A	41.2%	44.9%	0	661	30%	113	A
2-3	1.3	A	40.7%	44.8%	0	645	27%	111	A
2-4	5	A	38.4%	43.9%	0	627	20%	112	A
2-5	10	A	34.8%	41.7%	0	647	18%	109	A
2-6	8	A	33.2%	41.0%	0	657	18%	109	A
2-7	11	B	33.1%	39.7%	0	664	19%	108	B
2-8	3	B	30.9%	38.6%	0	687	25%	105	B
2-9	15	A	37.8%	44.4%	0	668	33%	112	A
2-10	14	A	38.8%	44.6%	0	634	17%	111	A
2-11	14	A	39.2%	43.5%	0	639	20%	111	A
2-12	3	B	43.5%	44.6%	0	614	48%	110	B
2-13	4	A	43.0%	45.0%	0	614	43%	108	A

[表8]

	中間熱處理後的 平均結晶粒徑 (μm)	邊緣 破裂	導電率 (% IACS)	導電率之上 限值(式(2) 的右邊之值)	析出物 (個/ μm^2)	0.2%安全 限應力 (MPa)	應力 緩和率	楊氏模數 (GPa)	彎曲加工性
比較 例	2-1	A	73.1%	76.6%	0	398	26%	127	A
	2-2	A	58.8%	60.5%	0	512	24%	128	A
	2-3	E	—	—	—	—	—	—	—
	2-4	E	—	—	—	—	—	—	—
	2-5	A	37.8%	44.3%	0	649	54%	112	A
	2-6	A	47.8%	42.9%	10	389	25%	119	D
	2-7	D	—	—	—	—	—	—	—
	2-8	E	—	—	—	—	—	—	—
習知 例	2-1	B	14.2%	—	—	713	54%	110	A
	2-2	B	12.8%	—	—	774	52%	109	A

比較例 2-1，2-2 中，Mg 之含量比本實施形態之範圍低，0.2%安全限應力低，楊氏模數維持較高之 127 GPa、128 GPa。

比較例 2-3、2-4 中，Mg 之含量比本實施形態之範圍高，中間軋軋時產生大的邊緣破裂。因而，不可能實施其後的特性評價。

比較例 2-5 中，組成係於本實施形態之範圍內，但未實施精加工軋軋後的最終熱處理(精加工熱處理)。該比較例 2-5 中，應力緩和率為 54%。

比較例 2-6 中，組成係於本實施形態之範圍內，但導電率未滿足本實施形態之式(2)。且，以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的個數超出本實施形態之範圍。該比較例 2-6 中，確認到安全限應力低。且，比較例 2-6 中，確認到彎曲加工性差。

比較例 2-7、2-8 中，Cr 及 Zr 之含量比本實施形態之範圍高，中間軋軋時產生大的邊緣破裂。因而，不可能實施其後的特性評價。

再者，於含有 Sn、P 之銅合金，即所謂磷青銅之習知例 2-1、2-2 中，導電率低且應力緩和率超過 50%。

相對於此，本發明例 2-1~2-13 中，任一例皆為楊氏模數低至 116 GPa 以下，0.2%安全限應力亦為 550 MPa 以上，彈力性優異。又，應力緩和率亦低至 48%以下。再者，中間熱處理後的結晶粒徑為 15 μ m 以下，藉由添加 Cr 及

Zr 達成結晶粒徑之微細化。

其中，如第 6 圖所示，含有 Cr 之本發明例 2-3 中，確認到 Cr 之析出物粒子，但未觀察到以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物。

又，如第 7 圖所示，含有 Zr 之本發明例 2-8 中，確認到含有 Zr 之析出物粒子，但未觀察到以 Cu 和 Mg 爲主成分之金屬間化合物。

由於以上情形，根據實施例 2 之本發明例，確認可提供具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的耐應力緩和特性、優異的彎曲加工性，適於端子、連接器及繼電器等電子機器用零件之電子機器用銅合金。

[產業上之可利用性]

本發明之電子機器用銅合金之一態樣係具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的彎曲加工性。因而，該電子機器用銅合金可適用於端子、連接器及繼電器等電子機器用零件。

本發明之電子機器用銅合金之另一態樣係具有低楊氏模數、高安全限應力、高導電性、優異的耐應力緩和特性、優異的彎曲加工性。因而，該電子機器用銅合金適用於端子、連接器、繼電器、引線框等電子機器用零件。特別是該電子機器用銅合金之耐應力緩和特性優異，因此可適用在引擎室等高溫環境下使用的電子機器用零件。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係 Cu-Mg 系狀態圖。

第 2 圖係第 1 實施形態之電子機器用銅合金之製造方法的流程圖。

第 3 圖係第 2 實施形態之電子機器用銅合金之製造方法的流程圖。

第 4 圖係顯示本發明例 1-3 的分析結果，(a)為 SEM 照片，(b)為(a)之觀察視野中的 Cr 之分布圖，(c)為 EDX 之定性分析結果。

第 5 圖係顯示本發明例 1-10 的分析結果，(a)為 SEM 照片，(b)為(a)之觀察視野中的 Zr 之分布圖，(c)為 EDX 之定性分析結果。

第 6 圖係顯示本發明例 2-3 的析出物之分析結果，(a)為 SEM 照片，(b)為(a)之觀察視野中的 Mg 之分布圖，(c)為(a)之觀察視野中的 Cr 之分布圖，(d)為 EDX 之定性分析之結果。

第 7 圖係顯示本發明例 2-8 的析出物之分析結果，(a)為 SEM 照片，(b)為(a)之觀察視野中的 Mg 之分布圖，(c)為(a)之觀察視野中的 Zr 之分布圖，(d)為 EDX 之定性分析結果。

七、申請專利範圍：

1.一種電子機器用銅合金，其特徵為：

於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質，

Mg 的濃度為 A 原子%時，導電率 σ (%IACS)滿足以下式(1)，

$$\sigma \leq \{1.7241/(-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (1)。$$

2.如申請專利範圍第 1 項之電子機器用銅合金，其中，楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項之電子機器用銅合金，其中，平均結晶粒徑為 20 μm 以下。

4.一種電子機器用銅合金之製造方法，其特徵為，具備：

將銅素材加熱至 300℃以上 900℃以下之溫度的加熱步驟，該銅素材係於 3.3 原子%以上、未達 6.9 原子%之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質；

以 200℃/min 以上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素

材冷卻至 200℃以下的急冷步驟；以及

將經急冷之銅素材加工的加工步驟，

用以製出如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之電子機器用銅合金。

5.一種電子機器用銅合金塑性加工材，其特徵為：

由如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之電子機器用銅合金所構成，

軋軋方向之楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，軋軋方向的 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

6.如申請專利範圍第 5 項之電子機器用銅合金塑性加工材，其係用於作為構成端子、連接器或繼電器的銅素材。

7.一種電子機器用銅合金，其特徵為：

在 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，

Mg 的濃度為 X 原子%時，導電率 σ (%IACS)滿足以下式(2)，

該銅合金在 150℃、1000 小時的應力緩和率為 50%以下，

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)。$$

8.一種電子機器用銅合金，其特徵為：

於 3.3 原子 % 以上 6.9 原子 % 以下之範圍含有 Mg，進一步至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子 % 以上 0.15 原子 % 以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，

藉由掃描型電子顯微鏡所觀察的粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/ μm^2 以下，

在 150°C 、1000 小時的應力緩和率為 50% 以下。

9. 一種電子機器用銅合金，其特徵為：

於 3.3 原子 % 以上 6.9 原子 % 以下之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子 % 以上 0.15 原子 % 以下之範圍內，剩餘部分為 Cu 及不可避免之雜質，

Mg 的濃度為 X 原子 % 時，導電率 $\sigma(\% \text{IACS})$ 滿足以下式 (2)，

藉由掃描型電子顯微鏡所觀察的粒徑 $0.1\mu\text{m}$ 以上的以 Cu 和 Mg 為主成分之金屬間化合物的平均個數，為 1 個/ μm^2 以下，

該銅合金在 150°C 、1000 小時的應力緩和率為 50% 以下，

$$\sigma \leq \{1.7241 / (-0.0347 \times X^2 + 0.6569 \times X + 1.7)\} \times 100 \quad \cdots (2)。$$

10. 如申請專利範圍第 7 至 9 項中任一項之電子機器

用銅合金，其中，楊氏模數為 125 GPa 以下，0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為 400 MPa 以上。

11.一種電子機器用銅合金之製造方法，其特徵為，具備：

將銅素材輥軋成既定形狀的精加工輥軋步驟，該銅素材之組成為於 3.3 原子%以上 6.9 原子%以下之範圍含有 Mg，且至少含有 Cr 及 Zr 之中任一者或雙方分別在 0.001 原子%以上 0.15 原子%以下之範圍內，剩餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質；及

在前述精加工輥軋步驟之後實施熱處理的精加工熱處理步驟；

用以製出如申請專利範圍第 7 至 10 項中任一項之電子機器用銅合金。

12.如申請專利範圍第 11 項之電子機器用銅合金之製造方法，其中，

前述精加工熱處理步驟係於超過 200℃且 800℃以下之範圍實施熱處理，

然後，以 200℃/min 以上的冷卻速度，將經加熱之前述銅素材冷卻至 200℃以下。

13.一種電子機器用銅合金塑性加工材，其特徵為：

由如申請專利範圍第 7 至 10 項中任一項之電子機器用銅合金所構成，

與輥軋方向平行的方向之楊氏模數 E 為 125 GPa 以下，與輥軋方向平行的方向之 0.2%安全限應力 $\sigma_{0.2}$ 為

400MPa 以上。

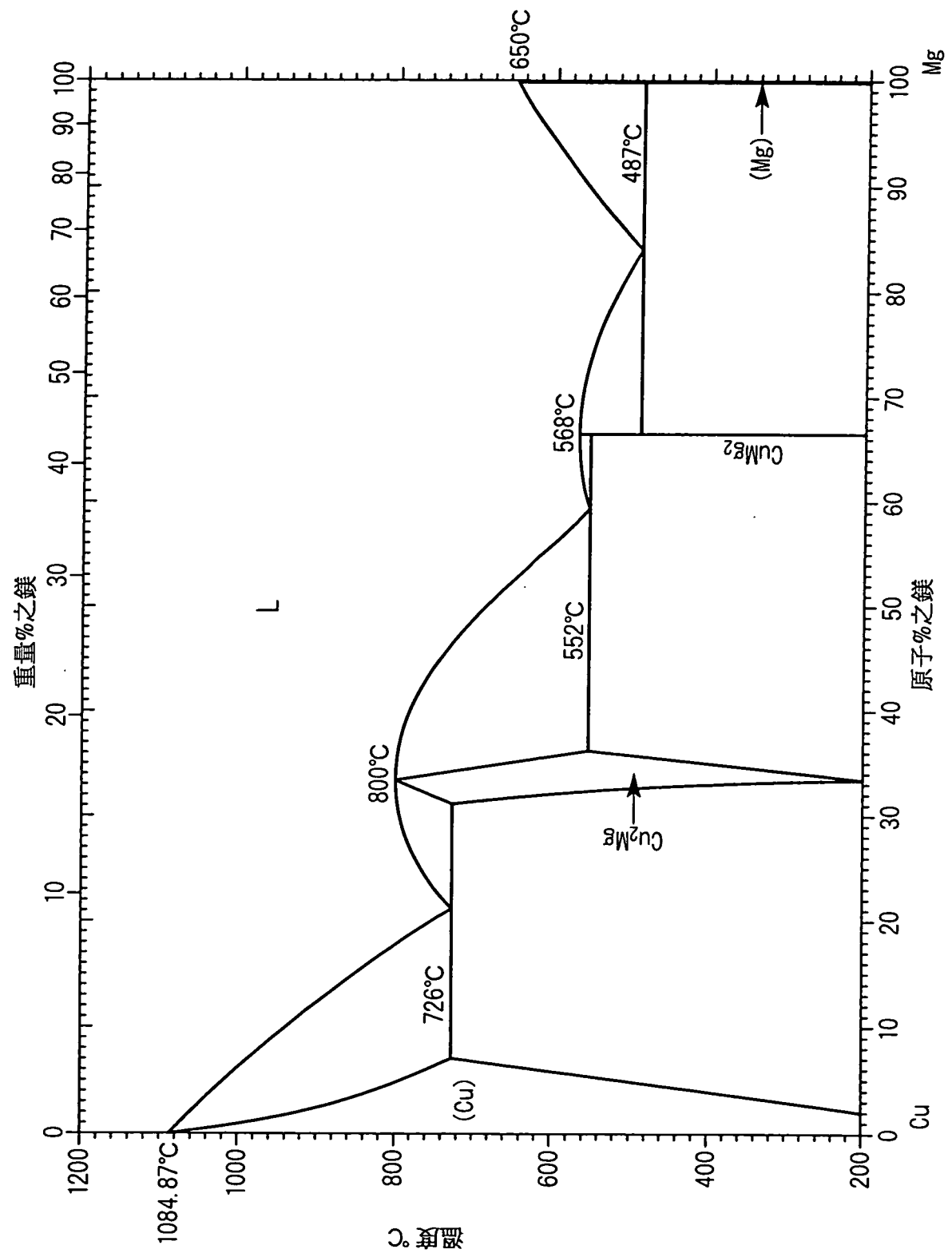
14.一種電子機器用銅合金塑性加工材，其特徵為：

由如申請專利範圍第 7 至 10 項中任一項之電子機器用銅合金所構成，

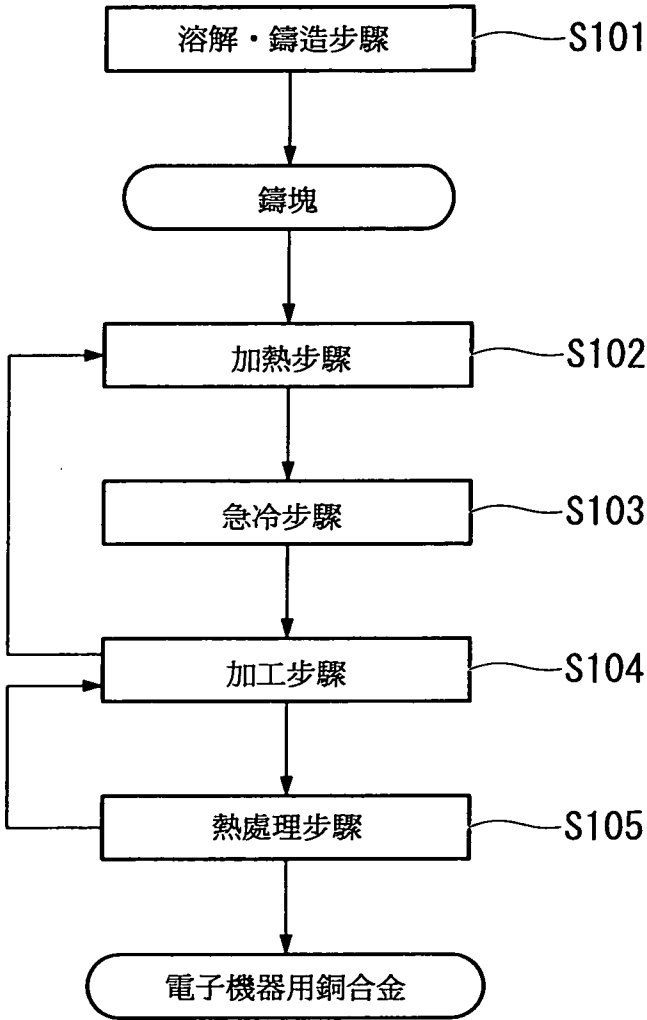
用於作為構成端子、連接器、繼電器或引線架之電子機器用零件的銅素材。

15.一種電子機器用零件，其特徵為：由如申請專利範圍第 7 至 10 項中任一項之電子機器用銅合金所構成。

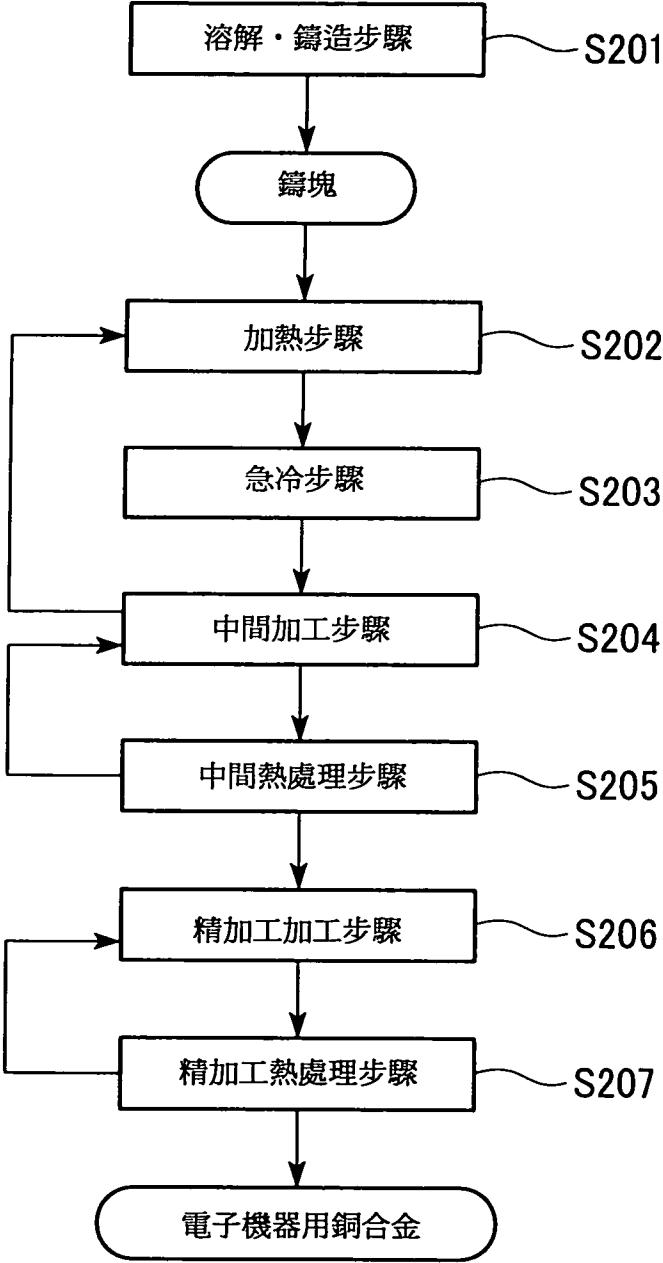
第1圖



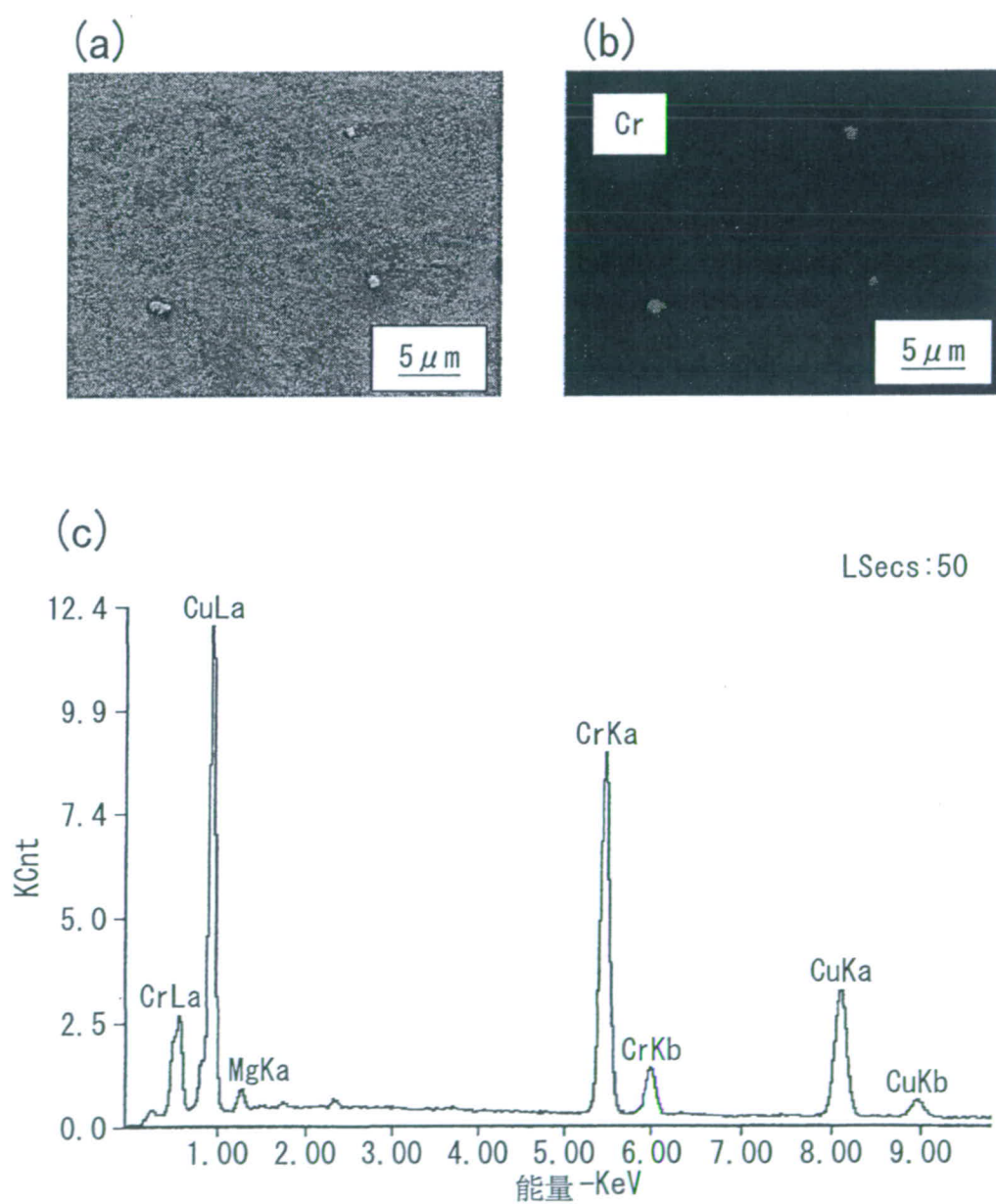
第2圖



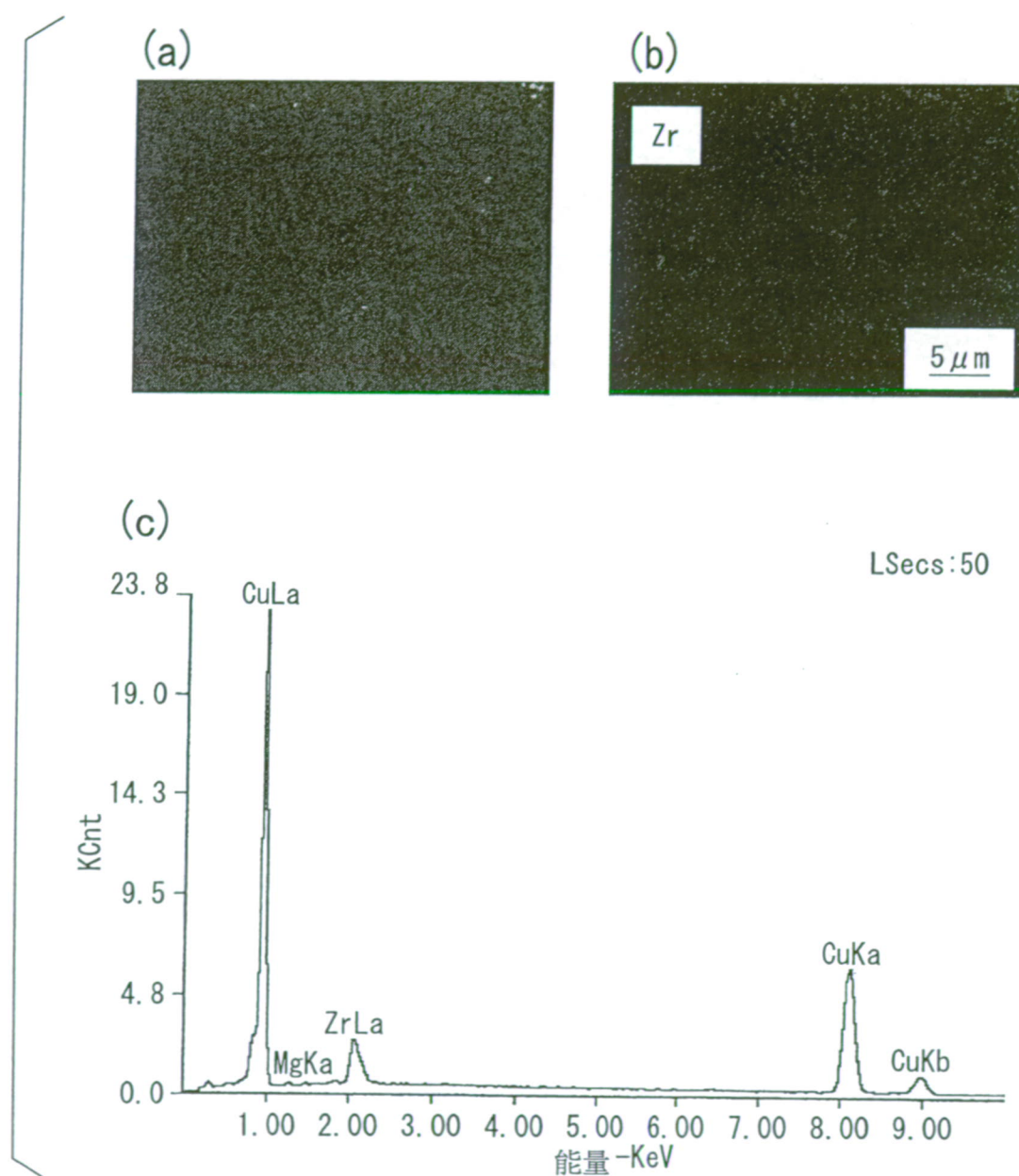
第3圖



第4圖

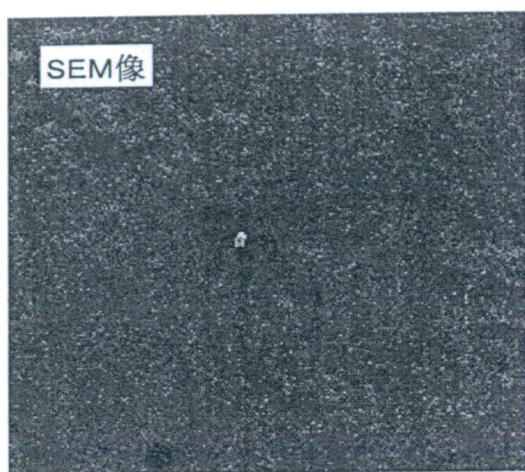


第5圖

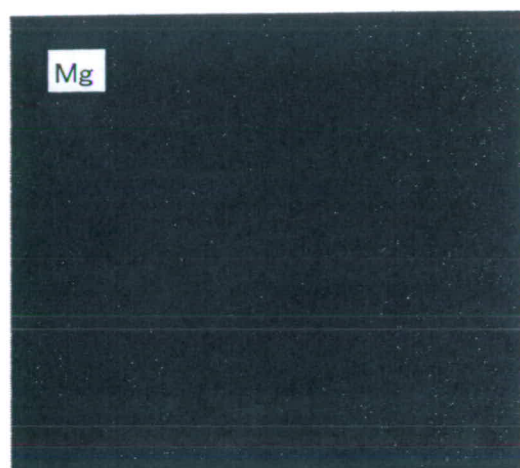


第6圖

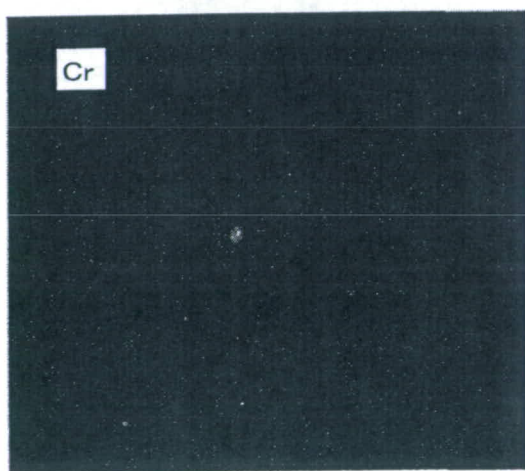
(a)



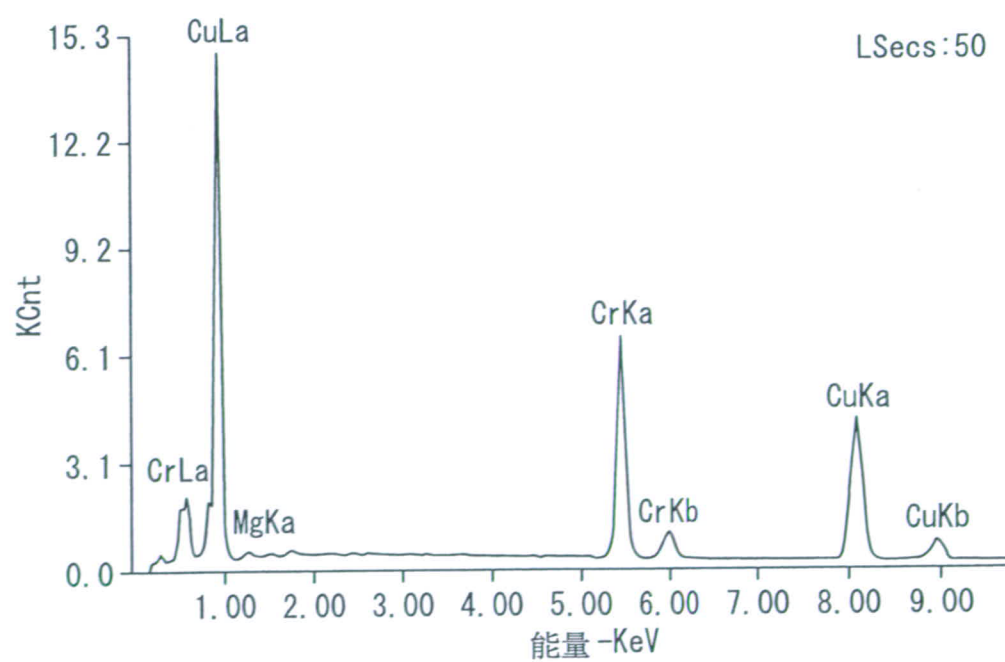
(b)



(c)

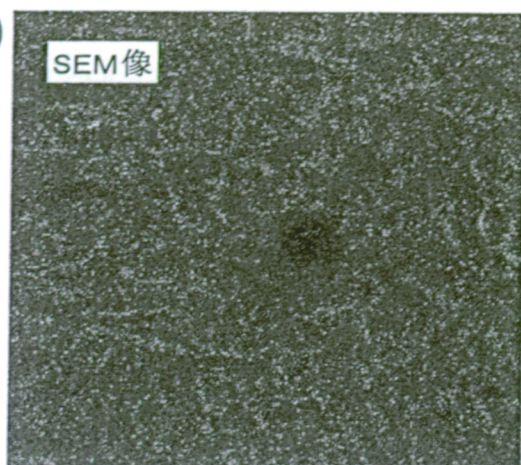


(d)

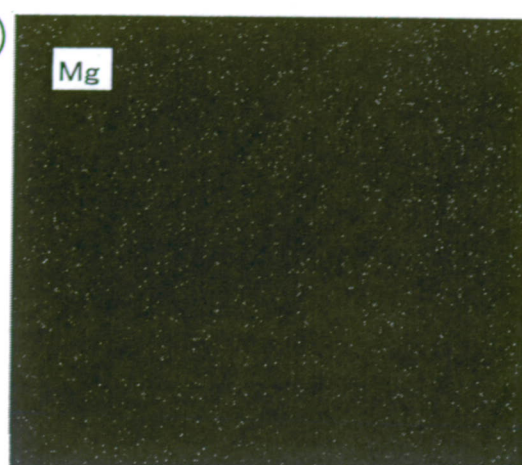


第7圖

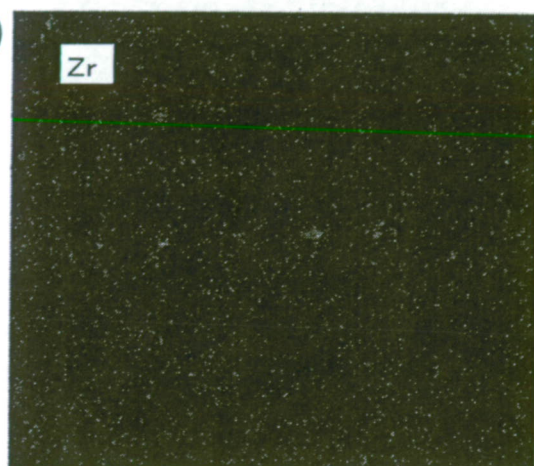
(a)



(b)



(c)



(d)

