



(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 I521072 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 11 日

(21)申請案號：103125685

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 28 日

(51)Int. Cl. : C22C9/00 (2006.01)  
H01B1/02 (2006.01)

C22F1/08 (2006.01)

(30)優先權：2013/07/31 日本  
2014/06/06 日本2013-159642  
2014-117998(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：伊藤優樹 ITO, YUKI (JP)；牧一誠 MAKI, KAZUNARI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201313924A1

WO 2011/024909A1

審查人員：梁一凡

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：4 共 63 頁

## (54)名稱

電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子  
COPPER ALLOY FOR ELECTRONIC/ELECTRIC DEVICE, COPPER ALLOY PLASTIC WORKING  
MATERIAL FOR ELECTRONIC/ELECTRIC DEVICE, COMPONENT FOR ELECTRONIC/  
ELECTRIC DEVICE, AND TERMINAL

## (57)摘要

本發明提供一種除機械特性優異之外，且即使將板厚加工薄化、或是將線徑加工細化之情況下，也仍可抑制缺陷之發生之電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子。

本發明之電子暨電氣機器用銅合金，其特徵在於：以 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍含有 Mg，且其餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質；其 H 之含量為 10 質量 ppm 以下，O 之含量為 100 質量 ppm 以下，S 之含量為 50 質量 ppm 以下，C 之含量為 10 質量 ppm 以下。

The present invention relates to copper alloy for electronic/electric device, copper alloy wrought material for electronic/electric device, component for electronic/electric device, and terminal, having excellent mechanical characteristics. Also, by using the copper alloy, defect formation can be suppressed even if the copper alloy is machined into a thin plate shape or a fine rod shape. The copper alloy of the present invention includes: 1.3mass% or more and less than 2.8mass% of Mg; and the balance substantially made of Cu and unavoidable impurities. In the copper alloy: the content amount of H is 10massppm or less; the content amount of O is 100massppm or less; the content amount of S is 50massppm or less; and the content amount of C is 10massppm or less.

## 發明摘要

※申請案號：103125685

※申請日：103 年 07 月 28 日

※IPC 分類：C22C 9/00 (2006.01)  
C22F 1/08 (2006.01)  
H01B 1/02 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金  
塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子

Copper alloy for electronic/electric device, copper alloy plastic working  
material for electronic/electric device, component for electronic/electric  
device, and terminal

【中文】

本發明提供一種除機械特性優異之外，且即使將板厚加工薄化、或是將線徑加工細化之情況下，也仍可抑制缺陷的發生之電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子。

本發明之電子暨電氣機器用銅合金，其特徵在於：以 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍含有 Mg，且其餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質；其 H 之含量為 10 質量 ppm 以下，O 之含量為 100 質量 ppm 以下，S 之含量為 50 質量 ppm 以下，C 之含量為 10 質量 ppm 以下。

## 【 英文 】

The present invention relates to copper alloy for electronic/electric device, copper alloy wrought material for electronic/electric device, component for electronic/electric device, and terminal, having excellent mechanical characteristics. Also, by using the copper alloy, defect formation can be suppressed even if the copper alloy is machined into a thin plate shape or a fine rod shape. The copper alloy of the present invention includes: 1.3mass% or more and less than 2.8mass% of Mg; and the balance substantially made of Cu and unavoidable impurities. In the copper alloy: the content amount of H is 10massppm or less; the content amount of O is 100massppm or less; the content amount of S is 50massppm or less; and the content amount of C is 10massppm or less.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無。

【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)

電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金  
塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子

Copper alloy for electronic/electric device, copper alloy plastic working  
material for electronic/electric device, component for electronic/electric  
device, and terminal

## 【技術領域】

[0001] 本發明係有關一種可作為半導體裝置之連接器等之端子、電磁繼電器之可動導電片、或引線框架等之電子暨電氣機器用零件使用之電子暨電氣機器用銅合金、使用其之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子。

本申請案基於 2013 年 7 月 31 日於日本申請之特願 2013-159642 號以及 2014 年 6 月 6 日申請之特願 2014-117998 號主張優先權，將其內容於此援用。

## 【先前技術】

[0002] 先前，伴隨著電子機器或電氣機器等之小型化，使用於此等電子機器或電氣機器等之連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件也被謀求能夠小型化以及薄壁化。因此，作為構成電子暨電氣機

器用零件之材料，業界要求的是能有一種彈性、強度、彎曲加工性優異之銅合金出現。特別是如非專利文獻 1 中所記載，作為連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件使用之銅合金，被期望能具有高的偏移降伏強度。

[0003] 就此，作為使用於連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件之銅合金，已然開發的是非專利文獻 2 中所記載之 Cu-Mg 合金，或是如專利文獻 1 中所記載之 Cu-Mg-Zn-B 合金等。

根據此等 Cu-Mg 系合金，由第 1 圖所示之 Cu-Mg 系狀態圖可知，在 Mg 之含量為 1.3 質量%以上（3.3 原子%以上）之情形下，藉由進行溶體化處理與析出處理，可析出含有 Cu 與 Mg 之金屬間化合物。亦即，此等 Cu-Mg 系合金中，可藉由析出硬化而具有較高之導電率與強度。

[0004] 然而，根據非專利文獻 2 及專利文獻 1 中所記載之 Cu-Mg 系合金，母相中分散有許多粗大之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物，因此彎曲加工時，此等金屬間化合物會成為起點而易於發生破裂等等，故而無法形成複雜形狀之電子暨電氣機器用零件，是為其問題。

尤其，手機或個人電腦等之民生品中所使用之電子暨電氣機器用零件，正日益被要求能夠小型化及輕量化，而且強度與彎曲加工性兼具之電子暨電氣機器用銅合金也是為人所企求者。然而，有關上述 Cu-Mg 系合金般之析出硬化型合金，若藉由析出硬化而提高強度及偏移降伏強

度，則彎曲加工性將會顯著地變得降低。因此，無法以薄壁成形為複雜形狀之電子暨電氣機器用零件。

[0005] 是以，專利文獻 2 中，曾提案一種藉由在將 Cu-Mg 合金溶體化後予以急冷而製作成之 Cu-Mg 過飽和固溶體之加工硬化型銅合金。

此一 Cu-Mg 合金，其優異之強度、導電率、彎曲性之平衡良好，作為上述之電子暨電氣機器用零件之素材尤為合適。

[ 先行技術文獻 ]

[ 專利文獻 ]

[0006]

[ 專利文獻 1 ] 日本特開平 07-018354 號公報

[ 專利文獻 2 ] 日本發明專利第 5045783 號公報

[ 非專利文獻 ]

[0007]

[ 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 ] 掘茂德暨其他 2 人，「Cu-Mg 合金中之粒界型析出」，伸銅技術研究會誌 Vol. 19 ( 1980 ) p.115-124

【發明內容】

[ 發明解決之課題 ]

[0008] 且說最近，伴隨著電子暨電氣機器之進一步輕量化，對於此等電子機器或電氣機器等之中所使用的連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件之薄壁化及微細化之企盼正方興未艾。因此，成為電子暨電氣機器用零件之素材之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材遂被要求能較早先之板厚更為薄化，或是線徑能被加工成更細。

就此，若是電子暨電氣機器用銅合金之內部多量存在氧化物等粗大之介在物時，會發生以此等介在物等等為起因之缺陷，以致有製造良率大幅降低之問題。特別是 Mg 為活性元素，在上述 Cu-Mg 合金中，以 Mg 為起因之介在物會有易於發生之傾向，而有加工時易於發生缺陷之問題。

[0009] 本發明係有鑑前述情事開發而成者，其目的在提供一種機械特性優異，且即使將板厚加工薄化，或是將線徑加工細化之情況下，也仍可抑制缺陷發生之電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子。

[用以解決課題之手段]

[0010] 為解決此一課題，本發明之電子暨電氣機器用銅合金，其特徵在於：以 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍含有 Mg，且其餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，H 之含量為 10 質量 ppm 以下，O 之含量為 100 質量

ppm 以下，S 之含量為 50 質量 ppm 以下，且 C 之含量為 10 質量 ppm 以下。

[0011] 經形成為上述構成之電子暨電氣機器用銅合金中，O 之含量設為 100 質量 ppm 以下，S 之含量設為 50 質量 ppm 以下，因此可減少含有 Mg 氧化物或 Mg 硫化物等之介在物，可抑制加工時缺陷之發生。又，因與 O 及 S 反應而消耗 Mg 之情事也可獲防止，可抑制機械特性之劣化。

又，H 之含量係設為 10 質量 ppm 以下，因此可抑制鑄塊內發生氣孔缺陷，而可抑制加工時缺陷之發生。

再者，C 之含量係設為 10 質量 ppm 以下，因此可確保冷間加工性，而可抑制加工時缺陷之發生。

[0012] 就此，根據本發明之電子暨電氣機器用銅合金，在以掃描型電子顯微鏡觀察時，粒徑  $0.1\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物之平均個數較佳係設為  $1\ \text{個}/\mu\text{m}^2$  以下。

此一情況下，如第 1 圖之狀態圖所示，係以固溶限度以上之 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下（3.3 原子%以上 6.9 原子%以下）之範圍含有 Mg，而且在以掃描型電子顯微鏡觀察時，粒徑  $0.1\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物之平均個數係設為  $1\ \text{個}/\mu\text{m}^2$  以下，因此主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的析出獲得抑制，而成為 Mg 於母相中過飽和固溶之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

[0013] 此外，粒徑  $0.1\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg

之金屬間化合物之平均個數，係使用場放射型掃描電子顯微鏡，以倍率：5 萬倍、視野：約  $4.8 \mu\text{m}^2$  進行 10 個視野之觀察而算出。

又，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物之粒徑，係採用金屬間化合物之長徑（在劃線途中未與粒界相接之條件下，於粒內可最長地劃出的直線之長度）與短徑（於與長徑垂直相交之方向，在劃線途中未與粒界相接之條件下，可最長地劃出的直線之長度）之平均值。

[0014] 於含有此一 Cu-Mg 過飽和固溶體之銅合金中，母相之中，成為破裂之起點的粗大之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物並未多量地分散，而使彎曲加工性提高，因此可將其成形為複雜形狀之連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件。

再者，由於使 Mg 過飽和地固溶，因此藉由加工硬化可提高強度

[0015] 又，本發明之電子暨電氣機器用銅合金之中，導電率  $\sigma$ （%IACS）在將 Mg 之含量設為 A 原子%時，係以設為以下

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$$

之範圍內較佳。

此一情況下，如第 1 圖之狀態圖所示，係以固溶限度以上之 Mg 為 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下（3.3 原子%以上 6.9 原子%以下）之範圍含有 Mg，且導電率係設於上述範圍內，因此遂形成 Mg 在母相中過飽和固溶之 Cu-Mg

過飽和固溶體。

基於此，如上所述，母相中成為破裂之起點之粗大的主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物並未多量分散，彎曲加工性提高，因此可將其成形為複雜形狀之連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件。

再者，由於使 Mg 過飽和地固溶，因此藉由加工硬化可提高強度。

此外，有關 Mg 之原子%，可在忽略不可避免之雜質元素下，假定本發明合金只包含 Cu 與 Mg 及其他元素而據以算出即可。

[0016] 又，本發明之電子暨電氣機器用銅合金之中，Sn、Zn、Al、Ni、Si、Mn、Li、Ti、Fe、Co、Cr、Zr、P 中之 1 種或是 2 種以上可合計以 0.01 質量%以上 3.0 質量%以下之範圍內含有。

此等元素具有可提高 Cu-Mg 合金之強度等特性之作用效果，因此可因應要求之特性適宜地添加，故而較佳。於此，上述元素之添加量的合計若小於 0.01 質量%，則上述強度提高之作用效果無法充分地獲得。另一方面，上述元素之添加量之合計若大於 3.0 質量%，則導電率會大幅降低。是以，本發明中，上述元素之添加量之合計乃設定為 0.01 質量%以上 3.0 質量%以下之範圍內。

[0017] 再者，本發明之電子暨電氣機器用銅合金，較佳的是，具有 0.2%偏移降伏強度為 400 MPa 以上之機械特性。

於 0.2%偏移降伏強度為 400 MPa 以上時，變得不會容易地塑性變形，因此特別適於連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子機器用零件。

[0018] 又，本發明之電子暨電氣機器用銅合金中，板表面之自 {111} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{111\}$ ，自 {200} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{200\}$ ，自 {220} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{220\}$ ，自 {311} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{311\}$ ，自 {220} 面之 X 線繞射強度之比率  $R\{220\}$  設為  $R\{220\} = I\{220\} / (I\{111\} + I\{200\} + I\{220\} + I\{311\})$  之情形下，較佳的是  $R\{220\}$  設為 0.9 以下。

此一情形下，由於板表面之自 {220} 面之 X 線繞射強度的比率  $R\{220\}$  設為 0.9 以下，因此板表面中 {220} 面之存在會被抑制。{220} 面易於因軋軋加工形成，此一 {220} 面之比率若增高，則相對於軋軋方向，彎曲軸設為平行時之彎曲加工性將會顯著地低落。因此，藉由將此一板表面之自 {220} 面之 X 線繞射強度之比率  $R\{220\}$  抑制於 0.9 以下，可確保彎曲加工性，可提升偏移降伏強度-彎曲加工兼顧性。

此外，上述之電子暨電氣機器用銅合金中，較佳的是， $R\{220\}$  設為 0.3 以上 0.9 以下。

[0019] 再者，本發明之電子暨電氣機器用銅合金中，相對軋軋方向於平行方向進行拉伸試驗時之從強度 TS、0.2%偏移降伏強度 YS 算出之降伏比  $YS/TS$ ，較佳的是大於 90%。

此時，因相對輥軋方向於平行方向進行拉伸試驗時之從強度 TS、0.2%偏移降伏強度 YS 算出之降伏比  $YS/TS$  大於 90%，0.2%偏移降伏強度 YS 對於強度 TS 相對地提高。故而，偏移降伏強度-彎曲加工兼顧性提升，相對輥軋方向為平行方向之彎曲加工性變得優異。因此，如繼電器或大型端子般，即使是相對銅合金輥軋板之輥軋方向於平行方向作彎曲加工而形成複雜之形狀時，亦可抑制破裂等之發生。

[0020] 上述之電子暨電氣機器用銅合金中，較佳的是，平均結晶粒徑設為  $50\ \mu\text{m}$  以下。

結晶粒徑與降伏比  $YS/TS$  之關係調查的結果判明，藉由減小結晶粒徑可使降伏比  $YS/TS$  提高。而於本發明之 Cu-Mg 系合金中，藉由將平均結晶粒徑抑制於  $50\ \mu\text{m}$  以下，可使上述之降伏比大幅提高成大於 90%。

[0021] 本發明之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材，其特徵在於：其係藉由將包含上述電子暨電氣機器用銅合金之銅素材塑性加工而形成。此外，本說明書中，塑性加工材係指在任一製造步驟中，經施以塑性加工之銅合金。

此一構成之銅合金塑性加工材係如上所述，含有機械特性優異之電子暨電氣機器用銅合金，因此作為電子暨電氣機器用零件之素材特別適宜。

[0022] 於此，本發明之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材，較佳的是以具備；將前述銅素材以  $400^\circ\text{C}$  以上

以至 900℃ 以下之溫度加熱，並將經加熱之前述銅素材以 60℃ /分鐘以上之冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之熱處理步驟；以及將前述銅素材塑性加工之塑性加工步驟的製造方法而成形。

此一情況下，藉由將上述組成之銅素材以 400℃ 以上以至 900℃ 以下之溫度加熱，可進行 Mg 之溶體化。又，藉由將經加熱之前述銅素材以 60℃ /分鐘以上之冷卻速度冷卻至 200℃ 以下，可抑制在冷卻之過程中金屬間化合物析出，可將銅素材形成為 Cu-Mg 過飽和固溶體。因之，母相中不會有粗大之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物多量分散之情事，彎曲加工性提高。

[0023] 又，根據本發明之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材，可採取表面施鍍 Sn 之構成。

[0024] 本發明之電子暨電氣機器用零件之特徵在於：其係含有上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。此外，本發明中所稱之電子暨電氣機器用零件，係包含連接器等之端子、繼電器、引線框架等。

又，本發明之端子之特徵在於：其係含有上述之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。

此一構成之電子暨電氣機器用零件及端子，係使用機械特性優異之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材所製造，因此即使是複雜之形狀也不會發生破裂等等，可靠性提升。

〔發明效果〕

[0025] 根據本發明，可提供除機械特性優異之外，且即使將板厚加工薄化、或是將線徑加工細化之情況下，也仍可抑制缺陷的發生之電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子。

● 【圖式簡單說明】

[0026]

第 1 圖係 Cu-Mg 系狀態圖。

第 2 圖係本發明第一實施方式之電子暨電氣機器用銅合金的製造方法之流程圖。

第 3 圖係本發明第二實施方式之電子暨電氣機器用銅合金的製造方法之流程圖。

第 4 圖係本發明第三實施方式之電子暨電氣機器用銅合金之製造方法之流程圖。

● 【實施方式】

[0027] 以下，茲將本發明之實施方式參照圖面予以說明之。

[0028]

（第一實施方式）

本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金之成分組成中，含有 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍之 Mg，其

餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，即所謂之 Cu-Mg 之 2 元系合金。

又，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，0.2% 偏移降伏強度係設為 400 MPa 以上。

[0029] 於此，導電率  $\sigma$  (%IACS) 於設 Mg 之含量為 A 原子%時，係在

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$$

之範圍內。

又，於掃描型電子顯微鏡觀察下，粒徑 0.1  $\mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的平均個數係設為 1 個/ $\mu\text{m}^2$  以下。

亦即，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金，係一種主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物幾乎不會析出，且 Mg 於母相中係以固溶限度以上固溶之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

[0030] 此外，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，雜質元素之 H、O、S、C 之含量係如以下所規定。

H：10 質量 ppm 以下

O：100 質量 ppm 以下

S：50 質量 ppm 以下

C：10 質量 ppm 以下

[0031] 此處，茲就上述般之規定成分組成、導電率、析出物之個數的理由說明如下。

[0032]

( Mg : 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下 )

Mg 為一種具有以下之作用效果的元素：可在使導電率不致大幅低落之情況下提高強度，且可提高再結晶溫度。又，藉由將 Mg 在母相中固溶，可獲得優異之彎曲加工性。

於此，Mg 之含量若小於 1.3 質量%，則無法發揮其作用效果。另一方面，當 Mg 之含量大於 2.8 質量%時，為溶體化之故而進行熱處理之際，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物會殘存，而有在隨後之熱間加工及冷間加工時發生破裂之虞。基於此一理由，Mg 之含量係設為 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下（3.3 原子%以上 6.9 原子%以下）。

[0033] 此外，Mg 之含量若少，強度將無法充分提高。又，因 Mg 為活性元素，若過量添加，將會有熔解鑄造時與氧反應而生成之 Mg 氧化物混入其中之虞。因之，Mg 之含量更好的是設為 1.4 質量%以上 2.6 質量%以下（3.6 原子%以上 6.5 原子%以下）之範圍。

於此，有關上述原子%之組成值，於本實施方式中因係 Cu 與 Mg 之 2 元系合金，故忽視不可避免之雜質元素而假定只包含 Cu 與 Mg，而由質量%之值算出。

[0034]

( H ( 氫 ) : 10 質量 ppm 以下 )

H 在鑄造時係與 O 結合而形成水蒸氣，因而會在鑄塊中生成氣孔缺陷之元素。此一氣孔缺陷在鑄造時會成為破

裂之原因，在輥軋時會成為鼓起及剝落等缺陷之原因。此等破裂、鼓起及剝落等之缺陷，因會成為應力集中而斷裂之起點，故已知會使強度、耐應力腐蝕破裂特性劣化。此處，H 之含量若大於 10 質量 ppm，則上述氣孔缺陷易於發生。

是以，本實施方式中，係將 H 之含量規定為 10 質量 ppm 以下。此外，為了將氣孔缺陷之發生進一步抑制，H 之含量宜設為 4 質量 ppm 以下，更好的是設為 2 質量 ppm 以下。若考慮上述電子暨電氣機器用銅合金所獲致之效果，較佳之上述 H 之含量之下限值為 0.01 質量 ppm，但不受此限定。

[0035]

(O (氧) : 100 質量 ppm 以下)

O 係一種與銅合金中之各成分元素反應而形成氧化物之元素。此等氧化物會成為斷裂之起點，因此會造成冷間輥軋性降低，且進而彎曲加工性也會惡化。又，O 在大於 100 質量 ppm 時，因與 Mg 反應之故，Mg 會為之消耗，以致對於 Cu 母相中之 Mg 的固容量減少，而有機械特性劣化之虞。

是以，本實施方式中，O 之含量係規定於 100 質量 ppm 以下。此外，O 之含量即使在上述範圍內，也特別以 50 質量 ppm 以下為佳，20 質量 ppm 以下更佳。若考慮上述電子暨電氣機器用銅合金所獲致之效果，較佳之上述 O 之含量的下限值為 0.01 質量 ppm，但不受此限定。

## [0036]

( S ( 硫 ) : 50 質量 ppm 以下 )

S 係以金屬間化合物或複合硫化物等之形態存在於結晶粒界之元素。此等粒界中存在之金屬間化合物或複合硫化物，在熱間加工時會引起粒界破裂，而成為加工破裂之原因。又，其等會成為斷裂之起點，因此冷間輥軋性或彎曲加工性劣化。再者，因與 Mg 反應之故，Mg 會為之消耗，以致對於 Cu 母相中之 Mg 的固溶量減少，而有機械特性劣化之虞。

是以，本實施方式中，S 之含量係規定為 50 質量 ppm 以下。此外，S 之含量即使在上述範圍內，也特別以 40 質量 ppm 以下為佳，30 質量 ppm 以下更佳。若考慮上述電子暨電氣機器用銅合金所獲致之效果，較佳之上述下限值 S 之含量為 0.01 質量 ppm，但不受此限定。

## [0037]

( C ( 碳 ) : 10 質量 ppm 以下 )

C 以熔融金屬之脫氧作用為目的，在熔解、鑄造中使用於被覆熔融金屬表面，為不可避免有混入之虞的元素。C 之含量若大於 10 質量 ppm，則鑄造時 C 混入其中會增多。此等 C 或複合碳化物、C 之固溶體之偏析將會劣化冷間輥軋性。

是以，本實施方式中係將 C 之含量規定為 10 質量 ppm 以下。此外，C 之含量即使在上述範圍內，也特別以 5 質量 ppm 以下為佳，1 質量 ppm 以下更佳。

[0038] 作為其他不可避免之雜質，可舉的是 Ag、B、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、Ge、As、Sb、Tl、Pb、Bi、Be、N、Hg 等。此等不可避免之雜質，總量期望能在 0.3 質量%以下。

[0039]

(導電率  $\sigma$  (%IACS))

於 Cu 與 Mg 之 2 元系合金中，導電率  $\sigma$  (%IACS) 在將 Mg 之含量設為 A 原子%時，若是在

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$$

之範圍內，則金屬間化合物幾乎不存在。

亦即，導電率  $\sigma$  (%IACS) 若是超出上述式之範圍的情況下，金屬間化合物多量地存在，尺寸也較大，因此彎曲加工性大幅劣化。因此，以導電率  $\sigma$  (%IACS) 成為上述式之範圍內的方式調整製造條件。

此外，為了確實發揮上述之作用效果，導電率  $\sigma$  (%IACS) 以設於

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0292 \times A^2 + 0.6797 \times A + 1.7) \times 100$$

之範圍內較佳。此一情況下，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物會更為少量，因此彎曲加工性會進一步提高。

[0040]

(析出物)

本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金，以掃描型電

子顯微鏡觀察其之結果，粒徑  $0.1\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的平均個數在  $1\ \text{個}/\mu\text{m}^2$  以下。亦即，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物幾乎不會析出，此係因 Mg 在母相中固溶。

於此，因溶體化不完全，或是溶體化後主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物析出之故，若是尺寸大的金屬間化合物多量，則此等金屬間化合物會成為破裂之起點，使得彎曲加工性大幅劣化。

[0041] 組織調查之結果顯示，粒徑  $0.1\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物在合金中為  $1\ \text{個}/\mu\text{m}^2$  以下時，亦即，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物不存在或是少量時，可獲得良好之彎曲加工性。

再者，為了確實發揮上述之作用效果，粒徑  $0.05\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的個數在合金中若為  $1\ \text{個}/\mu\text{m}^2$  以下則更佳。

[0042] 此外，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的平均個數，係使用場放射型掃描電子顯微鏡，進行倍率：5 萬倍、視野：約  $4.8\ \mu\text{m}^2$  之 10 個視野之觀察，算出其平均值。

又，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物之粒徑，係採用金屬間化合物之長徑（在劃線途中未與粒界相接之條件下，於粒內可最長地劃出的直線之長度）與短徑（於與長徑垂直相交之方向，在劃線途中未與粒界相接之條件下，可最長地劃出的直線之長度）之平均值。

此處，主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物，具有以化學式  $\text{MgCu}_2$ 、原型  $\text{MgCu}_2$ 、皮爾遜符號 cF24，空間群編號 Fd-3m 所表示之結晶構造。

[0043] 其次，茲就設為此一構成之本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金的製造方法及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材的製造方法，參照第 2 圖所示之流程圖說明之。

[0044]

（熔解暨鑄造步驟 S01）

首先，在熔解銅原料所得之銅熔融金屬中，添加前述元素進行成分調整，製成銅合金熔融金屬。另外，Mg 之添加中可使用 Mg 單體或 Cu-Mg 母合金等。又，含 Mg 之原料也可與銅原料一起熔解。此外，也可使用本合金之回收材及廢材。

於此，銅熔融金屬係以採用純度為 99.99 質量%以上之所謂 4NCu 較佳。特別是本實施方式中，H、O、S、C 之含量係如上述般之規定，因此係選別使用此等元素之含量少之原料。又，熔解步驟中，為了抑制 Mg 之氧化，以使用真空爐、或是形成惰性氣體氛圍或還原性氛圍之氛圍爐較佳。

而後，將經成分調整之銅合金熔融金屬注入鑄模中製出鑄塊。又，考慮量產之情況下，以使用連續鑄造法或半連續鑄造法較佳。

[0045]

(均質化/溶體化步驟 S02)

其次，為了將所得之鑄塊均質化及溶體化，乃進行加熱處理。鑄塊之內部，在凝固之過程中因 Mg 偏析濃縮而發生之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物等將會存在。因此，為了使此等偏析及金屬間化合物等消失或是減少，乃進行將鑄塊加熱於 400℃ 以上以至 900℃ 以下之加熱處理，藉而於鑄塊內使 Mg 均質地擴散，或是使 Mg 在母相中固溶。此外，此一均質化/溶體化步驟 S02 係以在非氧化性或還原性氛圍中實施較佳。又，經加熱於 400℃ 以上以至 900℃ 以下之銅素材，係以 60℃ /分鐘以上之冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之溫度。

此處，若加熱溫度小於 400℃，溶體化將會變得不完全，而有母相中主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物多量殘存之虞。另一方面，加熱溫度若大於 900℃，則銅素材之一部分會成為液相，而有組織或表面狀態變得不均一之虞。因此，加熱溫度係設定於 400℃ 以上 900℃ 以下之範圍。更好的是 500℃ 以上 850℃ 以下，再好的是 520℃ 以上 800℃ 以下。

[0046]

(熱間加工步驟 S03)

為了達成粗加工之效率化與組織之均一化，可進行熱間加工。此一熱間加工步驟 S03 之溫度條件並未特別限定，係以自 400℃ 至 900℃ 之範圍內較佳。又，加工後之冷卻方法，係以水淬等之 60℃ /分鐘以上之冷卻速度冷卻

至 200℃ 以下較佳。再者，有關加工方法並無特別限定，例如可採用輥軋、拉線、擠出、溝槽輥軋、鍛造、壓製等。

[0047]

(中間加工步驟 S04)

繼之，將銅素材因應必要切斷，並因應必要進行表面研削以除去表面生成之氧化膜等。而後，予以塑性加工成特定之形狀。

又，此一中間加工步驟 S04 中之溫度條件並未特別限定，而以冷間或溫間加工之 -200℃ 至 200℃ 之範圍內較佳。又，加工率係經適當選擇以近似於最終形狀，但為減少至獲得最終形狀為止之中間熱處理步驟 S05 的次數，以 20% 以上較佳。又，加工率設為 30% 以上更佳。塑性加工方法並無特別限定，例如可採用輥軋、拉線、押出，溝槽輥軋、鍛造、壓製等。若考慮上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材所獲致之效果，較佳之上述加工率的上限值為 99%，但不受此限定。

[0048]

(中間熱處理步驟 S05)

中間加工步驟 S04 後，以軟化為目的乃實施熱處理，軟化係用以達成徹底溶體化、提升再結晶組織化或加工性。

熱處理之方法並未特別限定，宜為 400℃ 以上 900℃ 以下之條件，於非氧化氛圍或還原性氛圍中進行熱處理。

更好的是 400℃ 以上 850℃ 以下，再好的是 520℃ 以上 800℃ 以下。

又，中間加工步驟 S04 及中間熱處理步驟 S05 可重複實施。

[0049] 此處，於中間熱處理步驟 S05 中，經 400℃ 以上以至 900℃ 以下加熱之銅素材，宜利用 60℃ /分鐘之冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之溫度。藉由如是之急冷，母相中固溶的 Mg 主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物析出之情事可獲得抑制，可使銅素材形成為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

[0050]

（最終加工步驟 S06）

此步驟係進行將中間熱處理步驟 S05 後之銅素材最終加工成特定之形狀。又，此一最終加工步驟 S06 中之溫度條件並無特別限定，以在常溫實施較佳。又，加工率係經適當選擇以近似於最終形狀，但為以加工硬化提高強度，以 20% 以上較佳。又，為進一步提高強度，加工率設為 30% 以上更佳。此處，加工方法並無特別限定，例如最終形態為板或條狀之情形下可採用輥軋，最終形態為線或棒之情形下可採用拉線或擠出或溝槽輥軋等，最終形態為塊狀形狀之情形下可採用鍛造或壓製。

[0051]

（最終熱處理步驟 S07）

其次，對於由最終加工步驟 S06 所獲得之塑性加工材

實施最終熱處理。

熱處理溫度係以 100℃ 以上 800℃ 以下之範圍內較佳。另外，於此最終熱處理步驟 S07 中，為使溶體化之 Mg 不析出，有必要設定熱處理條件（溫度、時間、冷卻速度）。例如以 200℃ 熱處理 1 分鐘～24 小時左右，以 800℃ 熱處理 1 秒～5 秒左右較佳。此一熱處理以在非氧化氛圍或還原性氛圍中進行較佳。

[0052] 又，冷卻方法為水淬等，以將經加熱之前述銅素材利用 60℃ /分鐘以上之冷卻速度冷卻至 100℃ 以下較佳。藉由如是之急冷，母相中固溶之 Mg 以主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物析出之情事可獲得抑制，可使銅素材形成為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

再者，上述之最終加工步驟 S06 與最終熱處理步驟 S07 可重複實施。考慮上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材可獲致之效果，較佳之上述冷卻溫度之下限值為 0℃，但不受此限定。

[0053] 如此，可製成本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。此外，電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材之表面可形成 Sn 鍍層。

又，本實施方式之電子暨電氣機器用零件以及端子，係藉由對上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材施以沖裁加工、彎曲加工等而製造。

[0054] 根據以上構成之本實施方式之電子暨電氣機

器用銅合金，由於 O 之含量設為 100 質量 ppm 以下，S 之含量設為 50 質量 ppm 以下，因此可減少含有 Mg 氧化物或 Mg 硫化物等之介在物量，可抑制加工時缺陷之發生。又，因與 O 及 S 產生反應而導致 Mg 消耗之情事可獲防止，機械特性劣化之情事也可獲抑制。

又，H 之含量係設為 10 質量 ppm 以下，因此可抑制鑄塊內發生氣孔缺陷，可抑制加工時缺陷之發生。

再者，C 之含量係設為 10 質量 ppm 以下，因此可確保冷間加工性，可抑制加工時缺陷之發生。

[0055] 又，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，於掃描型電子顯微鏡觀察下，粒徑 0.1  $\mu\text{m}$  以上之主要成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的平均個數係設為 1 個/ $\mu\text{m}^2$  以下，而且導電率  $\sigma$  (%IACS) 在將 Mg 之含量設為 A 原子%時，係設為

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$$

之範圍內，形成 Mg 在母相中過飽和地固溶之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

[0056] 因此，於母相中，成為破裂起點之粗大的主要成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物不會多量分散，彎曲加工性提高，而可將複雜形狀之連接器等之端子、繼電器、引線框架等之電子暨電氣機器用零件等成形。再者，藉由將 Mg 過飽和地固溶，利用加工硬化可提高強度。

[0057] 於此，本實施方式係藉由具有：將上述組成之銅素材加熱於 400℃ 以上以至 900℃ 以下之溫度，並將

經加熱之銅素材以  $60^{\circ}\text{C}$  /分鐘以上之冷卻速度冷卻至  $200^{\circ}\text{C}$  以下之均質化/溶體化處理步驟 S02；中間熱處理步驟 S05 及最終熱處理步驟 S07；將銅素材塑性加工之中間加工步驟 S04 及最終加工步驟 S06 的製造方法而製造，因此可將電子暨電氣機器用銅合金如上所述般之形成為 Mg 在母相中過飽和地固溶之 Cu-Mg 過飽和固溶體。

[0058] 又，本實施方式之電子暨電氣機器用零件以及端子，係可藉由使用上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材而製造，因此偏移降伏强度高，且彎曲加工性優異，即使是複雜之形狀也不會有破裂等情事，可靠性提高。

[0059]

（第二實施方式）

其次，茲就本發明第二實施方式之電子暨電氣機器用銅合金說明之。

本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金的成分組成，係以 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍含有 Mg，其餘部分為實質上為 Cu 及不可避免之雜質，即所謂之 Cu-Mg 之 2 元系合金。

[0060] 又，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，雜質元素之 H、O、S、C 之含量係如以下般之規定。

H：10 質量 ppm 以下

O：100 質量 ppm 以下

S：50 質量 ppm 以下

C：10 質量 ppm 以下

[0061] 另，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，板表面之自{111}面之 X 線繞射強度設為  $I\{111\}$ ，自{200}面之 X 線繞射強度設為  $I\{200\}$ ，自{220}面之 X 線繞射強度設為  $I\{220\}$ ，自{311}面之 X 線繞射強度設為  $I\{311\}$ ，自{220}面之 X 線繞射強度之比率  $R\{220\}$  設為  $R\{220\} = I\{220\} / (I\{111\} + I\{200\} + I\{220\} + I\{311\})$  之情況下， $R\{220\}$  設為 0.9 以下。

[0062] 板表面之{220}面係源自軋軋集合組織，此{220}面之比率若高，則相對軋軋方向以彎曲軸成為平行之方式進行彎曲加工之際，相對彎曲加工之應力方向，滑動系將會成為不易活動之方位關係。由此，彎曲加工時變形將會局部發生，而成為裂痕之原因。

因此，本實施方式中，板表面之自{220}面之 X 線繞射強度的比率  $R\{220\}$  係抑制於 0.9 以下。又，自{220}面之 X 線繞射強度之比率  $R\{220\}$ ，即使在上述範圍內也是以 0.85 以下為宜，進而以 0.8 以下較佳。

此外，自{220}面之 X 線繞射強度的比率  $R\{220\}$  之下限並無特別規定，而以 0.3 以上較佳。並且，該下限以 0.4 以上更佳。

[0063] 其次，茲就此一構成之本實施方式電子暨電氣機器用銅合金之製造方法及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材之製造方法，參照第 3 圖所示之流程圖說明之。

本實施方式中，如第 3 圖所示，具備：熔解暨鑄造步

驟 S01、均質化/溶體化處理步驟 S02、粗加工步驟 S13、熱處理步驟 S14、中間加工步驟 S04、中間熱處理步驟 S05、最終加工步驟 S06、及最終熱處理步驟 S07，第 2 圖所示之第一實施方式之電子暨電氣機器用銅合金之製造方法中，熱間加工步驟 S03 係經置換成粗加工步驟 S13 及熱處理步驟 S14。因此、熔解暨鑄造步驟 S01、均質化/溶體化處理步驟 S02、中間加工步驟 S04、中間熱處理步驟 S05、最終加工步驟 S06、及最終熱處理步驟 S07，係與第一實施方式相同。

[0064]

（粗加工步驟 S13）

粗加工步驟 S13 中，為進一步促進鑄造組織之均一化，係對已歷經均質化/溶體化步驟 S02 之鑄塊進行粗加工。又，此一粗加工步驟 S13 中之溫度條件並未特別限定，為了抑制析出，較佳的是採取成為冷間或溫間加工之  $-200^{\circ}\text{C}$  至  $200^{\circ}\text{C}$  之範圍內。有關加工率，以 20% 以上較佳，30% 以上更好。又，有關加工方法並無特殊限定，例如可採用輥軋、拉線、擠出、溝槽輥軋、鍛造、壓製等。

[0065]

（熱處理步驟 S14）

為使溶體化徹底達成，於粗加工步驟 S13 之後乃進行熱處理。熱處理條件為  $400^{\circ}\text{C}$  以上  $900^{\circ}\text{C}$  以下，較佳的是於非氧化氛圍中或還原氛圍中進行。

又，冷卻方法係水淬等，較佳的是將經加熱之前述銅

素材以  $60^{\circ}\text{C}$  /分鐘以上之冷卻速度冷卻至  $200^{\circ}\text{C}$  以下。

[0066] 如此，可製成本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。

又，本實施方式之電子暨電氣機器用零件以及端子，係可藉由對上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材施以沖裁加工、彎曲加工等而製造。

[0067] 根據採取以上構成之本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金，可發揮與第一實施方式相同之作用效果。

又，本實施方式中，板表面之自  $\{220\}$  面之 X 線繞射強度的比率  $R_{\{220\}}$  係設為 0.9 以下，因此軋軋集合組織之  $\{220\}$  面的比率少，即使以相對軋軋方向，彎曲軸為平行之方式進行彎曲加工，也仍可抑制裂痕之發生。因此，可在維持偏移降伏強度下提高彎曲加工性，可使偏移降伏強度-彎曲加工兼顧性顯著地提高。

[0068]

（第三實施方式）

其次，茲就本發明第三實施方式之電子暨電氣機器用銅合金說明之。

本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金之成分組成，係以 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍含有 Mg，且其餘部分實質上為 Cu 及不可避免之雜質，即所謂之 Cu-Mg 之 2 元系合金。

[0069]

又，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，雜質元素之 H、O、S、C 的含量係如以下所規定。

H：10 質量 ppm 以下

O：100 質量 ppm 以下

S：50 質量 ppm 以下

C：10 質量 ppm 以下

[0070] 另外，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金，在構成上，自相對軋軋方向於平行方向進行拉伸試驗時之強度 TS 與 0.2% 偏移降伏強度 YS 算出的降伏比 YS/TS 大於 90%。

再者，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，平均結晶粒徑係設為 50  $\mu\text{m}$  以下。

[0071]

（降伏比）

自相對軋軋方向於平行方向進行拉伸試驗時之強度 TS 與 0.2% 偏移降伏強度 YS 算出的降伏比 YS/TS 若大於 90%，則對於強度 TS 相對上 0.2% 偏移降伏強度增高。彎曲性為斷裂之問題，與強度高度地相關。因此，對於強度相對上 0.2% 偏移降伏強度若增高時，偏移降伏強度-彎曲加工兼顧性提高，彎曲加工性變得優異。

於此，為確實發揮上述之作用效果，降伏比以 91% 以上，進而以 92% 以上較佳。若考慮上述之電子暨電氣機器用銅合金所獲得之效果，較佳之上述降伏比之上限值為 99.8%，但不受此限定。

## [0072]

(平均結晶粒徑)

本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金中，平均結晶粒徑係設為  $50\ \mu\text{m}$  以下。結晶粒徑若小則降伏比  $YS/TS$  提升，因此平均結晶粒徑係設為  $50\ \mu\text{m}$  以下，可使相對軋軋方向於平行方向之降伏比  $YS/TS$  確實大於 90%。

此外，平均結晶粒徑以  $40\ \mu\text{m}$  以下較佳， $30\ \mu\text{m}$  以下更佳。最為期望的良好值是  $10\ \mu\text{m}$  以下。若考慮上述之電子暨電氣機器用銅合金所獲致之效果，較佳之上述平均結晶粒徑之下限值為  $1\ \mu\text{m}$ ，但不受此限定。

[0073] 其次，茲就此一構成之本實施方式電子暨電氣機器用銅合金之製造方法及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材之製造方法，參照第 4 圖所示之流程圖說明之。

本實施方式係如第 4 圖所示，具備：熔解暨鑄造步驟 S01、加熱步驟 S22、急冷步驟 S23、中間加工步驟 S04、中間熱處理步驟 S05、最終加工步驟 S06、及最終熱處理步驟 S07，第 2 圖所示之第一實施方式之電子暨電氣機器用銅合金之製造方法中，均質化/溶體化步驟 S02 及熱間加工步驟 S03 於此處係經置換成加熱步驟 S22 及急冷步驟 S23。因此，此處之熔解暨鑄造步驟 S01、中間加工步驟 S04、中間熱處理步驟 S05、最終加工步驟 S06、及最終熱處理步驟 S07 係與第一實施方式相同。

## [0074]

(加熱步驟 S22)

加熱步驟 S22 中，為對所得之鑄塊均質化及溶體化，乃進行加熱處理。鑄塊之內部中，於凝固之過程中因 Mg 偏析濃縮而發生主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物等存在之情事。因此，為使此等偏析及金屬間化合物等消失或減少，係進行將鑄塊加熱於 400℃ 以上以至 900℃ 以下之加熱處理，藉而在鑄塊內使 Mg 均質地擴散，或是使 Mg 固溶於母相中。此外，此一加熱步驟 S22 以在非氧化性或還原性氛圍中實施較佳。

於此，若加熱溫度小於 400℃，則溶體化不完全，而有母相中主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物多量殘存之虞。另一方面，加熱溫度若大於 900℃，則銅素材之一部分會成為液相，而有組織或表面狀態不均一之虞。因之，加熱溫度係設定於 400℃ 以上 900℃ 以下之範圍。更好的是 400℃ 以上 850℃ 以下，再好的是 420℃ 以上 800℃ 以下。

[0075]

(急冷步驟 S23)

急冷步驟 S23 中，係將於加熱步驟 S22 中加熱至 400℃ 以上以至 900℃ 以下之銅素材，以 60℃/分鐘以上之冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之溫度。

藉由此一急冷步驟 S23，可抑制母相中固溶之 Mg 以主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物析出之情事，於掃描型電子顯微鏡觀察下，可使粒徑 0.1 μm 以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的平均個數在 1 個/μm<sup>2</sup> 以下。

亦即，可將銅素材形成為 Cu-Mg 過飽和固溶體。

此外，為達成粗加工之效率化與組織之均一化，在構成上也可於前述之加熱步驟 S22 之後實施熱間加工，於此一熱間加工之後實施上述急冷步驟 S23。又，此一情況下，加工方法並無特別限定，例如可採用輥軋、拉線、擠出，溝槽輥軋、鍛造、壓製等。

[0076] 如是，可製成本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。

又，本實施方式之電子暨電氣機器用零件以及端子，係對於上述電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材施以沖裁加工、彎曲加工等而製造。

[0077] 根據採取以上構成之本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金，可發揮與第一實施方式相同之作用效果。

又，於本實施方式中，自相對輥軋方向於平行方向進行拉伸試驗時之強度 TS 與 0.2% 偏移降伏強度 YS 算出的降伏比  $YS/TS$  係大於 90%，因此偏移降伏強度-彎曲加工兼顧性提高，相對輥軋方向於平行方向之彎曲加工性優異。

因此，如繼電器或大型端子般之即使是相對銅合金輥軋板之輥軋方向於平行方向實施彎曲加工之情況下，也仍可抑制破裂等之發生。

[0078] 又，本實施方式之電子暨電氣機器用銅合金，由於平均結晶粒徑係設為 50  $\mu\text{m}$  以下，因此可提高降

伏比  $YS/TS$ ，可使相對輥軋方向於平行方向之降伏比  $YS/TS$  確實大於 90%。

[0079] 以上，係就本發明實施方式之電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子所為之說明，然本發明不受此限定，於不脫離其發明之技術思想之範圍內可作適度變更。

例如，上述之實施方式中，係針對電子暨電氣機器用銅合金之製造方法及電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材之製造方法的一例作出說明，然製造方法不受限於本實施方式，可適當地選擇既有之製造方法進行製造。

[0080] 又，本實施方式中，係以 Cu-Mg 之 2 元系合金為例進行說明，然不受此限定，可合計含有 0.01 質量% 以上 3.0 質量% 以下之範圍內之 Sn、Zn、Al、Ni、Si、Mn、Li、Ti、Fe、Co、Cr、Zr、P 中之 1 種或是 2 種以上。

Sn、Zn、Al、Ni、Si、Mn、Li、Ti、Fe、Co、Cr、Zr、P 此類元素，係提高 Cu-Mg 合金之強度等之特性之元素，因此宜因應要求之特性適當地添加。於此，添加量之合計係設為 0.01 質量% 以上，因此可確實提高 Cu-Mg 合金之強度。另一方面，添加量之合計係設為 3.0 質量% 以下，因此可確保導電率。

此外，含有上述元素之情況下，於實施方式所說明之導電率的規定雖不適用，但自析出物之分布狀態可確認為

Cu-Mg 之過飽和固溶體。

[ 實施例 ]

[0081]

( 實施例 1 )

以下，茲就為確認本發明之效果所進行之確認實驗之結果說明之。

取 H 含量 0.1 ppm 以下、O 含量 1.0 ppm 以下、S 含量 1.0 ppm 以下、C 含量 0.3 ppm 以下、Cu 純度 99.99 質量%以上之選別銅作為原料準備之，將其裝入高純度氧化鋁坩堝內，在高純度 Ar 氣體（露點-80℃以下）氛圍中使用高週波熔解爐熔解之。銅合金熔融金屬內，除添加各種元素之外，又導入 H、O 時，熔解時之氛圍係使用高純度 Ar 氣體（露點-80℃以下）、高純度 N<sub>2</sub> 氣體（露點-80℃以下）、高純度 O<sub>2</sub> 氣體（露點-80℃以下）、高純度 H<sub>2</sub> 氣體（露點-80℃以下），形成為 Ar-N<sub>2</sub>-H<sub>2</sub> 及 Ar-O<sub>2</sub> 混合氣體氛圍。導入 C 之情形下，熔解中係將 C 粒子被覆於熔融金屬表面，而與熔融金屬接觸。又，導入 S 之情形下，係直接添加 S。藉此，熔製表 1 所示之成分組成之合金熔融金屬，予以注入鑄模中製成鑄塊。此外，鑄塊大小為厚約 120 mm×寬約 220 mm×長約 300 mm。

而後，針對各鑄塊實施切斷・表面研削後，進行鑄塊之成分分析。此外，Mg 及其他之添加元素之分析，係採用感應耦合電漿發光分光分析法實施。又，H 之分析係以

熱傳導度法進行，O、S、C 之分析係以紅外線吸收法進行。

[0082] 自所得之鑄塊將鑄件表面附近作端面切削，切出 100 mm×200 mm×100 mm 之切塊。

將此一切塊在 Ar 氣體氛圍中，以表 2 所記載之溫度條件作 4 小時之加熱，進行均質化/溶體化處理。

[0083] 為適當地形成適於最終形狀之形狀，將經實施熱處理之銅素材切斷，並為除去氧化覆膜而實施表面研削。而後，在常溫下以表 2 所記載之軋縮率實施中間軋軋。

然後，對所獲得之條材，以表 2 所記載之條件以鹽浴實施中間熱處理。而後，實施水淬。

[0084] 其次，以表 2 所示之軋縮率實施最終軋軋，製成厚 0.25 mm、寬約 200 mm 之薄板。上述最終軋軋時，係於其表面塗佈軋軋油進行冷間軋軋。

繼之，於最終軋軋後，以表 2 所示之條件，在 Ar 氛圍中實施最終熱處理，而後，進行水淬，作成特性評估用薄板。

[0085]

（加工性評估）

作為加工性之評估，係觀察前述中間軋軋及最終軋軋時有無邊緣裂紋。目視完全無邊緣裂紋或是幾乎未發現有邊緣裂紋者記為 A，有長度未達 1 mm 之小邊緣裂紋發生者記為 B，有長度 1 mm 以上且未達 3 mm 之邊緣裂紋發

生者記為 C，有長度 3 mm 以上之大型邊緣裂紋發生者記為 D，起因於邊緣裂紋而在軋軋途中破斷者記為 E。

此外，邊緣裂紋之長度，係指自軋軋材之寬度方向端部朝寬度方向中央部之邊緣裂紋之長度。

[0086]

（析出物觀察）

對於各試料之軋軋面，進行鏡面研磨、離子蝕刻。為確認主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的析出狀態，使用 FE-SEM（場放射型掃描電子顯微鏡），以 1 萬倍之視野（約  $120\ \mu\text{m}^2$ /視野）進行觀察。

其次，為了調查主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的密度（個/ $\mu\text{m}^2$ ），選取金屬間化合物之析出狀態並非特異之 1 萬倍之視野（約  $120\ \mu\text{m}^2$ /視野），於其區域，以 5 萬倍進行連續之 10 個視野（約  $4.8\ \mu\text{m}^2$ /視野）之攝影。金屬間化合物之粒徑，係採用金屬間化合物之長徑（在劃線途中未與粒界相接之條件下，於粒內可最長地劃出的直線之長度）與短徑（於與長徑垂直相交之方向，在劃線途中未與粒界相接之條件下，可最長地劃出的直線之長度）之平均值。而後，求取粒徑  $0.1\ \mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的密度（個/ $\mu\text{m}^2$ ）。

[0087]

（機械特性）

自特性評估用條材採取 JIS Z 2241 所規定之 13B 號試驗片，依 JIS Z 2241 之偏移法，測定 0.2% 偏移降伏強度

$\sigma_{0.2}$ 。又，自彈性區域之斜率算出楊氏模數。此外，試驗片係由與軋軋方向垂直之方向採取。

[0088]

( 拉伸試驗之破斷次數 )

使用上述 13B 號試驗片進行 10 次拉伸試驗，取在迎來降伏點之前，於彈性區域內拉伸試驗片破斷之個數作為拉伸試驗之破斷次數，以之進行測定。此外，彈性區域係指應力-應變曲線中符合線形關係之區域。此一破斷次數愈多，表示因介在物導致加工性降低。

[0089]

( 導電率 )

自特性評估用條材採取寬 10 mm×長 150 mm 之試驗片，以 4 端子法求得電阻。又，使用測微器進行試驗片之尺寸測定，算出試驗片之體積。而後，自測定之電阻值與體積，算出導電率。此外，試驗片在採取時，係以其長度方向相對特性評估用條材之軋軋方向為垂直之方式採取。

[0090] 條件及評估結果係如表 1、2、3 所示。

[0091]

【表 1】

| 成分組成 |      |     |         |         |         |     |         |         |           |     |     |     |     |    |
|------|------|-----|---------|---------|---------|-----|---------|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|----|
|      | 原子%  |     |         |         | 質量%     |     |         |         | 雜質(質量ppm) |     |     |     | Cu  |    |
|      | 其他元素 |     |         | Mg      | 其他元素    |     |         | H       | O         |     |     | S   |     | C  |
|      | Mg   |     |         |         |         |     |         |         |           |     |     |     |     |    |
| 本發明例 | 1    | 3.3 | —       | —       | 1.3     | —   | —       | —       | —         | 0.5 | 3.0 | 4.0 | 0.5 | 其餘 |
|      | 2    | 3.9 | —       | —       | 1.5     | —   | —       | —       | —         | 8.9 | 3.0 | 12  | 0.4 | 其餘 |
|      | 3    | 4.2 | —       | —       | 1.6     | —   | —       | —       | —         | 1.0 | 96  | 3.0 | 0.7 | 其餘 |
|      | 4    | 4.5 | —       | —       | 1.8     | —   | —       | —       | —         | 0.1 | 3.0 | 47  | 0.6 | 其餘 |
|      | 5    | 5.4 | —       | —       | 2.1     | —   | —       | —       | —         | 0.4 | 4.0 | 2.8 | 9.7 | 其餘 |
|      | 6    | 6.2 | —       | —       | 2.5     | —   | —       | —       | —         | 0.9 | 19  | 5.0 | 0.5 | 其餘 |
|      | 7    | 6.7 | —       | —       | 2.7     | —   | —       | —       | —         | 0.3 | 4.0 | 4.0 | 0.3 | 其餘 |
|      | 8    | 4.1 | Ti:0.02 | Li:0.15 | —       | 1.6 | Ti:0.02 | Li:0.02 | —         | 0.9 | 3.0 | 3.0 | 0.6 | 其餘 |
|      | 9    | 4.4 | Ni:0.15 | Zn:0.3  | —       | 1.7 | Ni:0.14 | Zn:0.32 | —         | 0.6 | 3.0 | 5.0 | 0.8 | 其餘 |
|      | 10   | 4.2 | P:0.02  | Al:0.25 | Si:0.05 | 1.7 | P:0.01  | Al:0.11 | Si:0.02   | 0.4 | 3.0 | 6.0 | 0.6 | 其餘 |
|      | 11   | 4.1 | Cr:0.03 | Mn:0.2  | —       | 1.6 | Cr:0.03 | Mn:0.18 | —         | 0.5 | 3.0 | 3.0 | 0.8 | 其餘 |
|      | 12   | 4.4 | Fe:0.05 | Sn:0.15 | Co:0.03 | 1.7 | Fe:0.05 | Sn:0.29 | Co:0.03   | 0.7 | 4.0 | 3.0 | 0.4 | 其餘 |
|      | 13   | 4.3 | Co:0.15 | Zr:0.02 | —       | 1.7 | Co:0.14 | Zr:0.03 | —         | 0.6 | 3.0 | 5.0 | 0.5 | 其餘 |
|      | 14   | 4.2 | Zn:0.5  | —       | —       | 1.7 | Zn:0.53 | —       | —         | 0.4 | 3.0 | 6.0 | 0.6 | 其餘 |
| 比較例  | 1    | 1.9 | —       | —       | 0.7     | —   | —       | —       | —         | 0.3 | 4.0 | 4.0 | 0.3 | 其餘 |
|      | 2    | 8.8 | —       | —       | 3.6     | —   | —       | —       | —         | 0.9 | 3.0 | 3.0 | 0.6 | 其餘 |
|      | 3    | 4.2 | —       | —       | 1.7     | —   | —       | —       | —         | 49  | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 其餘 |
|      | 4    | 4.9 | —       | —       | 1.9     | —   | —       | —       | —         | 1.0 | 352 | 2.0 | 3.0 | 其餘 |
|      | 5    | 4.9 | —       | —       | 1.9     | —   | —       | —       | —         | 1.0 | 1.0 | 182 | 2.0 | 其餘 |
|      | 6    | 5.1 | —       | —       | 2.0     | —   | —       | —       | —         | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 23  | 其餘 |

[0092]

【表 2】

|      |    | 製造條件        |           |      |        |             |       |       |
|------|----|-------------|-----------|------|--------|-------------|-------|-------|
|      |    | 均質化/<br>溶體化 | 中間<br>加工率 | 中間退火 |        | 最終軋軋<br>軋縮率 | 最終熱處理 |       |
|      |    |             |           | 溫度   | 時間     |             | 溫度    | 時間    |
| 本發明例 | 1  | 750         | 98%       | 500℃ | 300sec | 50%         | 290℃  | 50sec |
|      | 2  | 700         | 80%       | 550℃ | 5sec   | 50%         | 290℃  | 40sec |
|      | 3  | 720         | 90%       | 520℃ | 60sec  | 45%         | 310℃  | 50sec |
|      | 4  | 720         | 90%       | 620℃ | 90sec  | 50%         | 320℃  | 60sec |
|      | 5  | 720         | 60%       | 580℃ | 110sec | 40%         | 320℃  | 50sec |
|      | 6  | 720         | 70%       | 690℃ | 80sec  | 45%         | 300℃  | 70sec |
|      | 7  | 720         | 80%       | 650℃ | 50sec  | 40%         | 320℃  | 40sec |
|      | 8  | 720         | 65%       | 580℃ | 80sec  | 55%         | 290℃  | 60sec |
|      | 9  | 720         | 90%       | 560℃ | 90sec  | 50%         | 280℃  | 60sec |
|      | 10 | 720         | 50%       | 600℃ | 80sec  | 55%         | 290℃  | 40sec |
|      | 11 | 720         | 80%       | 620℃ | 60sec  | 55%         | 310℃  | 80sec |
|      | 12 | 720         | 90%       | 690℃ | 90sec  | 50%         | 280℃  | 50sec |
|      | 13 | 720         | 90%       | 650℃ | 90sec  | 50%         | 200℃  | 60sec |
|      | 14 | 720         | 95%       | 540℃ | 70sec  | 55%         | 300℃  | 60sec |
| 比較例  | 1  | 750         | 50%       | 600℃ | 60sec  | 40%         | 320℃  | 60sec |
|      | 2  | 710         | —         | —    | —      | —           | —     | —     |
|      | 3  | 710         | 60%       | 650℃ | 10sec  | 70%         | 300℃  | 60sec |
|      | 4  | 720         | 50%       | 600℃ | 10sec  | 50%         | 300℃  | 60sec |
|      | 5  | 720         | 60%       | 600℃ | 30sec  | 60%         | 280℃  | 80sec |
|      | 6  | 720         | 50%       | 650℃ | 30sec  | 70%         | 250℃  | 30sec |

[0093]

【表 3】

|      |    | 邊緣<br>裂紋 | 析出物 (個/ $\mu\text{m}^2$ )   |                            | 0.2%偏移<br>降伏強度<br>MPa | 拉伸試驗之<br>破斷次數<br>次/10 | 導電率<br>% IACS |
|------|----|----------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
|      |    |          | 粒徑<br>0.05 $\mu\text{m}$ 以上 | 粒徑<br>0.1 $\mu\text{m}$ 以上 |                       |                       |               |
| 本發明例 | 1  | A        | 0                           | 0                          | 599                   | 0                     | 47%           |
|      | 2  | B        | 0                           | 0                          | 677                   | 1                     | 42%           |
|      | 3  | B        | 3.1                         | 1.2                        | 648                   | 1                     | 41%           |
|      | 4  | B        | 0                           | 0                          | 639                   | 1                     | 39%           |
|      | 5  | B        | 2.1                         | 0.6                        | 614                   | 1                     | 36%           |
|      | 6  | B        | 0                           | 0                          | 695                   | 0                     | 34%           |
|      | 7  | A        | 0                           | 0                          | 674                   | 0                     | 31%           |
|      | 8  | A        | 0                           | 0                          | 670                   | 0                     | 37%           |
|      | 9  | A        | 0                           | 0                          | 670                   | 0                     | 36%           |
|      | 10 | A        | 0                           | 0                          | 674                   | 0                     | 34%           |
|      | 11 | A        | 0                           | 0                          | 660                   | 0                     | 33%           |
|      | 12 | A        | 0                           | 0                          | 665                   | 0                     | 30%           |
|      | 13 | A        | 0                           | 0                          | 676                   | 0                     | 30%           |
|      | 14 | A        | 0                           | 0                          | 669                   | 0                     | 38%           |
| 比較例  | 1  | A        | 0                           | 0                          | 453                   | 0                     | 62%           |
|      | 2  | E        | —                           | —                          | —                     | —                     | —             |
|      | 3  | C        | 0                           | 0                          | —                     | 10                    | 40%           |
|      | 4  | C        | 0                           | 0                          | 605                   | 8                     | 37%           |
|      | 5  | C        | 0                           | 0                          | 630                   | 8                     | 35%           |
|      | 6  | B        | 0                           | 0                          | 642                   | 6                     | 34%           |

[0094] Mg 之含量較本發明之範圍為低之比較例 1 中，0.2%偏移降伏強度低至 453 MPa。

Mg 之含量較本發明之範圍為高之比較例 2 中，中間軋軋時發生大的邊緣裂紋，無法實施後續之特性評估。

H 之含量較本發明之範圍為高之比較例 3 中，中間軋軋時發生長度為 1 mm 以上之邊緣裂紋。又，拉伸試驗實

施 10 次，所有都是在彈性區域內拉伸試驗片破斷，0.2% 偏移降伏強度  $\sigma_{0.2}$  無法測定。

O 之含量較本發明之範圍為高之比較例 4 及 S 之含量較本發明之範圍為高之比較例 5 中，中間輥軋時發生長度 1 mm 以上之邊緣裂紋。又，拉伸試驗實施 10 次之結果，彈性區域內之拉伸試驗片之破斷發生 8 次，判斷介在物引起加工性之劣化。

C 之含量較本發明之範圍為高之比較例 6 中，拉伸試驗實施 10 次之結果，彈性區域內之拉伸試驗片之破斷發生 6 次，判斷介在物引起加工性之劣化。

[0095] 相對於此，Mg、H、O、S、C 之含量在本發明之範圍內之本發明例 1-7 中，0.2% 偏移降伏强度高，且邊緣裂紋並未發生，拉伸試驗中之彈性區域內的破斷也未確認到。

又，Mg、H、O、S、C 之含量在本發明之範圍內，而且還含有添加元素之本發明例 8-14 也是，0.2% 偏移降伏强度高，且邊緣裂紋並未發生，拉伸試驗中之彈性區域內的破斷也未確認到。

[0096] 基於以上之事實，根據本發明例，確認可提供一種除了機械特性優異之外，且即使將板厚加工薄化、或是將線徑加工細化之情況下，也仍可抑制缺陷的發生之電子暨電氣機器用銅合金、電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材、電子暨電氣機器用零件以及端子。

[0097]

(實施例 2)

其次，利用與實施例 1 相同之方法，製成表 4 所示之成分組成之鑄塊。又，鑄塊之大小為厚約 150 mm×寬約 350 mm×長約 2000 mm。自所得之鑄塊將鑄件表面附近作 10 mm 以上之端面切削，切出 100 mm×200 mm×100 mm 之切塊。

將此一切塊在 Ar 氣體氛圍中，以表 5 所記載之溫度條件作 4 小時之加熱，進行均質化/溶體化處理。

而後，以表 5 所記載之條件，作為粗加工而實施粗軋軋後，使用鹽浴以表 1 所記載之溫度條件進行 1 小時之熱處理，實施水淬。

[0098] 將經實施熱處理之銅素材切斷，並為除去氧化覆膜而實施表面研削。而後，在常溫下以表 5 所記載之軋縮率實施中間軋軋。

然後，對所獲得之條材，以表 5 所記載之條件以鹽浴實施中間熱處理。而後，實施水淬。

其次，以表 5 所示之軋縮率實施最終軋軋，製成厚 0.25 mm、寬約 200 mm 之薄板。上述冷間軋軋時，係於其表面塗佈軋軋油進行冷間軋軋。

繼之，於最終軋軋後，以表 5 所示之條件，在 Ar 氛圍中實施最終熱處理，而後，進行水淬，作成特性評估用薄板。

[0099] 依同於實施例 1 之方式，進行加工性評估（中間軋軋及最終軋軋時之邊緣裂紋之有無）、析出物觀

察、0.2%偏移降伏強度、導電率之測定。又，根據以下之程序，評估 X 線繞射強度、彎曲加工性。

### [0100]

（ X 線繞射強度 ）

針對板表面之自 {111} 面之 X 線繞射強度  $I\{111\}$ ，自 {200} 面之 X 線繞射強度  $I\{200\}$ ，自 {220} 面之 X 線繞射強度  $I\{220\}$ ，自 {311} 面之 X 線繞射強度  $I\{311\}$ ，以如下之程序測定。自特性評估用薄板採取測定試料，以反射法相對測定試料測定 1 個轉軸周圍之 X 線繞射強度。使用之靶材係 Cu，使用  $K\alpha$  之 X 線。以管電流 40 mA、管電壓 40 kV、測定角度  $40 \sim 150^\circ$ 、測定步進角  $0.02^\circ$  之條件進行測定，於繞射角與 X 線繞射強度之分佈中，除去 X 線繞射強度之背景後，求取自各繞射面之繞射峰的  $K\alpha_1$  與  $K\alpha_2$  合計之積分 X 線繞射強度  $I$ ，由下式求得  $R\{220\}$  之值。

$$R\{220\} = I\{220\} / (I\{111\} + I\{200\} + I\{220\} + I\{311\})$$

### [0101]

（ 彎曲加工性 ）

根據日本伸銅協會技術標準 JCBA-T307：2007 之 4 試驗方法進行彎曲加工。

以輥軋方向與試驗片之長度方向成垂直之方式，自特性評估用條材採取複數個寬 10 mm×長 30 mm 之試驗片，使用彎曲角度 90 度、彎曲半徑 0.25 mm 之 W 型治具，進行 W 彎曲試驗。

而後，以目視確認彎曲部之外周部，觀察到破裂時記

為 B，無法確認破斷或微細破裂時記為 A，以之進行判定。

[0102] 其成分組成、製造條件、評估結果，係如表 4、5、6 所示。

[0103]

[0104]

【表 4】

| 成分組成 |     |      |         |         |      |         |           |         |     |     |      |     |    |
|------|-----|------|---------|---------|------|---------|-----------|---------|-----|-----|------|-----|----|
|      | 原子% |      |         | 質量%     |      |         | 雜質(質量ppm) |         |     |     |      | Cu  |    |
|      | Mg  | 其他元素 |         | Mg      | 其他元素 |         | H         | O       | S   | C   |      |     |    |
|      |     |      |         |         |      |         |           |         |     |     |      |     |    |
| 本發明例 | 101 | 3.3  | —       | —       | 1.3  | —       | —         | 0.3     | 2.5 | 3.8 | 0.2  | 其餘  |    |
|      | 102 | 4.0  | —       | —       | 1.6  | —       | —         | 0.4     | 2.6 | 4   | 0.2  | 其餘  |    |
|      | 103 | 4.2  | —       | —       | 1.7  | —       | —         | 0.6     | 96  | 2.5 | 0.2  | 其餘  |    |
|      | 104 | 4.7  | —       | —       | 1.9  | —       | —         | 0.2     | 3.1 | 5   | 0.5  | 其餘  |    |
|      | 105 | 5.5  | —       | —       | 2.2  | —       | —         | 0.4     | 2.1 | 2.6 | 8.9  | 其餘  |    |
|      | 106 | 6.2  | —       | —       | 2.5  | —       | —         | 8.9     | 14  | 4.8 | 0.5  | 其餘  |    |
|      | 107 | 6.7  | —       | —       | 2.7  | —       | —         | 0.6     | 3.5 | 2.1 | 0.6  | 其餘  |    |
|      | 108 | 4.1  | Ti:0.02 | Li:0.05 | 1.6  | Ti:0.02 | Li:0.006  | —       | 0.9 | 3.1 | 46.0 | 0.2 | 其餘 |
|      | 109 | 4.2  | Ni:0.15 | Zn:0.30 | 1.7  | Ni:0.14 | Zn:0.32   | —       | 0.5 | 3.1 | 4.6  | 0.2 | 其餘 |
|      | 110 | 4.2  | P:0.02  | Al:0.25 | 1.7  | P:0.01  | Al:0.11   | Si:0.02 | 0.6 | 2.9 | 4.6  | 0.3 | 其餘 |
|      | 111 | 4.3  | Cr:0.03 | Mn:0.20 | 1.7  | Cr:0.03 | Mn:0.18   | —       | 0.4 | 2.9 | 3.5  | 0.3 | 其餘 |
|      | 112 | 4.3  | Fe:0.05 | Sn:0.15 | 1.7  | Fe:0.05 | Sn:0.29   | Co:0.03 | 0.6 | 3.5 | 3.1  | 0.4 | 其餘 |
|      | 113 | 4.2  | Co:0.03 | —       | 1.7  | Co:0.03 | —         | —       | 0.5 | 2.8 | 4.8  | 0.2 | 其餘 |
|      | 114 | 4.1  | Zr:0.02 | —       | 1.6  | Zr:0.03 | —         | —       | 0.4 | 2.8 | 5.8  | 0.2 | 其餘 |

本發明例

【表 5】

|                  |     | 製造條件        |            |           |           |      |       |             |       |       |
|------------------|-----|-------------|------------|-----------|-----------|------|-------|-------------|-------|-------|
|                  |     | 均質化/<br>溶體化 | 粗加工<br>加工率 | 熱處理<br>溫度 | 中間<br>加工率 | 中間退火 |       | 最終軋軋<br>軋縮率 | 最終熱處理 |       |
|                  |     |             |            |           |           | 溫度   | 時間    |             | 溫度    | 時間    |
| 本<br>發<br>明<br>例 | 101 | 750         | 70%        | 750℃      | 50%       | 520℃ | 10sec | 45%         | 290℃  | 50sec |
|                  | 102 | 700         | 50%        | 700℃      | 60%       | 560℃ | 10sec | 45%         | 290℃  | 40sec |
|                  | 103 | 720         | 60%        | 720℃      | 40%       | 540℃ | 10sec | 40%         | 310℃  | 50sec |
|                  | 104 | 720         | 60%        | 720℃      | 50%       | 600℃ | 10sec | 40%         | 320℃  | 60sec |
|                  | 105 | 720         | 50%        | 720℃      | 60%       | 590℃ | 10sec | 35%         | 320℃  | 50sec |
|                  | 106 | 720         | 40%        | 720℃      | 50%       | 700℃ | 10sec | 30%         | 280℃  | 70sec |
|                  | 107 | 720         | 60%        | 720℃      | 55%       | 590℃ | 10sec | 30%         | 320℃  | 40sec |
|                  | 108 | 720         | 60%        | 720℃      | 80%       | 580℃ | 10sec | 45%         | 290℃  | 60sec |
|                  | 109 | 720         | 50%        | 720℃      | 50%       | 550℃ | 10sec | 40%         | 320℃  | 60sec |
|                  | 110 | 720         | 50%        | 720℃      | 60%       | 560℃ | 10sec | 45%         | 290℃  | 40sec |
|                  | 111 | 720         | 50%        | 720℃      | 50%       | 650℃ | 10sec | 45%         | 310℃  | 80sec |
|                  | 112 | 720         | 80%        | 720℃      | 30%       | 700℃ | 10sec | 40%         | 280℃  | 50sec |
|                  | 113 | 720         | 80%        | 720℃      | 40%       | 650℃ | 10sec | 45%         | 300℃  | 60sec |
|                  | 114 | 720         | 60%        | 720℃      | 40%       | 540℃ | 10sec | 45%         | 300℃  | 60sec |

[0105]

【表 6】

|     | 邊緣<br>裂紋 | 析出物 (個/μm <sup>2</sup> ) |                 | R { 2 2 0 } | 0.2% 偏移<br>降伏強度<br>MPa | 導電率<br>% IACS | 彎曲<br>加工性 | 拉伸試驗之<br>破斷次數<br>次 / 10 |
|-----|----------|--------------------------|-----------------|-------------|------------------------|---------------|-----------|-------------------------|
|     |          | 粒徑<br>0.05 μm 以上         | 粒徑<br>0.1 μm 以上 |             |                        |               |           |                         |
| 101 | A        | 3                        | 0.8             | 0.75        | 616                    | 47%           | A         | 0                       |
| 102 | A        | 0                        | 0               | 0.78        | 649                    | 42%           | A         | 0                       |
| 103 | A        | 0                        | 0               | 0.76        | 614                    | 41%           | A         | 1                       |
| 104 | A        | 1.2                      | 0.6             | 0.67        | 632                    | 39%           | A         | 0                       |
| 105 | A        | 0                        | 0               | 0.70        | 636                    | 36%           | A         | 1                       |
| 106 | A        | 0                        | 0               | 0.50        | 655                    | 34%           | A         | 1                       |
| 107 | A        | 3.5                      | 1.4             | 0.78        | 658                    | 31%           | A         | 0                       |
| 108 | A        | 0                        | 0               | 0.75        | 653                    | 37%           | A         | 1                       |
| 109 | A        | 0                        | 0               | 0.76        | 609                    | 37%           | A         | 0                       |
| 110 | A        | 0                        | 0               | 0.78        | 658                    | 34%           | A         | 0                       |
| 111 | A        | 0                        | 0               | 0.59        | 652                    | 33%           | A         | 0                       |
| 112 | A        | 0                        | 0               | 0.42        | 634                    | 31%           | A         | 0                       |
| 113 | A        | 0                        | 0               | 0.65        | 653                    | 38%           | A         | 0                       |
| 114 | A        | 0                        | 0               | 0.78        | 648                    | 38%           | A         | 0                       |

本發明例

[0106] 自 {220} 面之 X 線繞射強度的比率  $R_{\{220\}}$  設為 0.9 以下之本發明例 101-114 中，0.2% 偏移降伏强度高，而且彎曲加工性亦屬良好，確認其偏移降伏強度-彎曲加工兼顧性優異。

[0107]

(實施例 3)

其次，利用與實施例 1 相同之方法，製成表 7 所示之成分組成之鑄塊。又，鑄塊之大小為厚約 150 mm×寬約 350 mm×長約 2000 mm。自所得之鑄塊將鑄件表面附近作 10 mm 以上之端面切削，切出 100 mm×200 mm×100 mm 之切塊。

將此一切塊在 Ar 氣體氛圍中，以表 8 所記載之溫度條件作 4 小時之加熱實施加熱步驟，而後實施水淬。

[0108] 將熱處理後之鑄塊切斷，並為除去氧化覆膜而實施表面研削。

而後，在常溫下以表 1 所記載之軋縮率實施中間軋軋。然後，對所獲得之條材，以表 8 所記載之溫度條件以鹽浴實施中間熱處理。而後，實施水淬。

其次，以表 8 所示之軋縮率實施最終軋軋，製成厚 0.25 mm、寬約 200 mm 之條材。

而後，於最終軋軋後，以表 8 所示之條件在 Ar 氛圍中實施最終熱處理，之後進行水淬，作成特性評估用條材。

[0109] 依與實施例 1 相同之方式，進行加工性評估

（中間輥軋及最終輥軋時之邊緣裂紋之有無）、析出物觀察、導電率之測定。又，利用以下之程序，評估平均結晶粒徑、機械特性。

### [0110]

（平均結晶粒徑）

針對各試料，將輥軋面鏡面研磨後進行蝕刻，再利用光學顯微鏡以輥軋方向成為照片之橫向之方式進行攝影，以 1000 倍之視野（約  $300 \times 200 \mu\text{m}^2$ ）進行觀察。而後，將結晶粒徑根據 JIS H 0501 之切斷法，計算以照片縱、橫之特定長度的線段各劃出 5 條並完全被切之結晶粒數，以其切斷長之平均值作為平均結晶粒徑算出。

結晶粒徑微細至  $10 \mu\text{m}$  以下時，以 SEM-EBSD（Electron Backscatter diffraction Patterns，電子背向散射器繞射圖案）測定裝置，測定平均結晶粒徑。使用耐水研磨紙、金剛鑽磨粒進行機械研磨後，使用膠態二氧化矽溶液進行最終研磨。然後，使用掃描型電子顯微鏡，對試料表面之測定範圍內之各個測定點（像素）照射電子線，並根據利用後方散射電子線繞射之方位解析，以鄰接之測定點間之方位差為  $15^\circ$  以上的測定點間為大傾角粒界，以  $15^\circ$  以下為小傾角粒界。利用大傾角粒界，作成結晶粒界圖，並根據 JIS H 0501 之切斷法，針對結晶粒界圖，就縱、橫之特定長度的線段各劃出 5 條，計算完全被切之結晶粒數，以其切斷長之平均值作為平均結晶粒徑。

### [0111]

（機械特性）

自特性評估用條材採取 JIS Z 2241 中所規定之 13B 號試驗片，根據 JIS Z 2241 之偏移法，測定強度 TS、0.2% 偏移降伏強度 YS。此外，試驗片係以與軋軋方向平行之方向採取。然後，自所得之強度 TS、0.2% 偏移降伏強度 YS，算出降伏比  $YS/TS$ 。

[0112] 有關成分組成、製造條件、評估結果，係如表 7、8、9 所示。

[0113]

[0114]

【表 7】

| 成分組成 |      |         |         |         |         |         |           |     |      |      |     |    |
|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----|------|------|-----|----|
|      | 原子%  |         |         | 質量%     |         |         | 雜質(質量ppm) |     |      |      |     |    |
|      | 其他元素 |         |         | 其他元素    |         |         | H         | O   | S    | C    | Cu  |    |
|      | Mg   |         |         | Mg      |         |         |           |     |      |      |     |    |
| 本發明例 | 201  | 3.5     | —       | —       | 1.4     | —       | —         | 0.2 | 90.0 | 2.0  | 0.2 | 其餘 |
|      | 202  | 4.1     | —       | —       | 1.6     | —       | —         | 4.5 | 2.5  | 2    | 0.3 | 其餘 |
|      | 203  | 4.3     | —       | —       | 1.7     | —       | —         | 0.5 | 3    | 2.0  | 0.2 | 其餘 |
|      | 204  | 4.5     | —       | —       | 1.8     | —       | —         | 1.0 | 2.5  | 2    | 0.3 | 其餘 |
|      | 205  | 5.1     | —       | —       | 2.0     | —       | —         | 0.5 | 2.3  | 44.0 | 0.5 | 其餘 |
|      | 206  | 6.3     | —       | —       | 2.5     | —       | —         | 0.5 | 4    | 4.5  | 0.2 | 其餘 |
|      | 207  | 6.8     | —       | —       | 2.7     | —       | —         | 8.8 | 3.1  | 2.3  | 0.2 | 其餘 |
|      | 208  | 4.2     | Co:0.03 | —       | 1.7     | Co:0.03 | —         | 0.3 | 2.5  | 2.1  | 7.7 | 其餘 |
|      | 209  | 3.9     | Ni:0.20 | Li:0.05 | 1.5     | Ni:0.2  | Li:0.006  | 0.3 | 2.5  | 2.2  | 0.2 | 其餘 |
|      | 210  | 4.3     | P:0.03  | Zn:0.30 | 1.7     | P:0.02  | Zn:0.32   | 0.5 | 2.6  | 1.5  | 0.4 | 其餘 |
| 211  | 4.1  | Cr:0.03 | Mn:0.1  | 1.6     | Cr:0.03 | Mn:0.09 | 0.4       | 3.2 | 2.1  | 0.5  | 其餘  |    |
| 212  | 4.1  | Al:0.20 | Fe:0.05 | 1.6     | Al:0.09 | Fe:0.05 | 0.6       | 3.5 | 2.1  | 0.5  | 其餘  |    |
| 213  | 4.2  | Co:0.05 | Ti:0.05 | 1.7     | Co:0.05 | Ti:0.04 | 0.3       | 2.8 | 2.3  | 0.5  | 其餘  |    |
| 214  | 3.9  | Zr:0.02 | Sn:0.20 | 1.5     | Zr:0.03 | Sn:0.38 | 0.3       | 2.8 | 2.6  | 0.3  | 其餘  |    |

本發明例

【表 8】

|      |     | 製造條件        |           |      |       |             |       |         |
|------|-----|-------------|-----------|------|-------|-------------|-------|---------|
|      |     | 均質化/<br>溶體化 | 中間<br>加工率 | 中間退火 |       | 最終軋軋<br>軋縮率 | 最終熱處理 |         |
|      |     |             |           | 溫度   | 時間    |             | 溫度    | 時間      |
| 本發明例 | 201 | 750℃        | 60%       | 520℃ | 15sec | 45%         | 300℃  | 55sec   |
|      | 202 | 700℃        | 70%       | 560℃ | 5sec  | 50%         | 350℃  | 60sec   |
|      | 203 | 720℃        | 50%       | 540℃ | 10sec | 40%         | 200℃  | 1800sec |
|      | 204 | 720℃        | 40%       | 600℃ | 20sec | 40%         | 250℃  | 60sec   |
|      | 205 | 720℃        | 60%       | 590℃ | 20sec | 35%         | 300℃  | 30sec   |
|      | 206 | 720℃        | 50%       | 700℃ | 60sec | 40%         | 350℃  | 30sec   |
|      | 207 | 720℃        | 60%       | 590℃ | 60sec | 30%         | 280℃  | 50sec   |
|      | 208 | 720℃        | 50%       | 580℃ | 5sec  | 45%         | 260℃  | 100sec  |
|      | 209 | 720℃        | 80%       | 550℃ | 15sec | 40%         | 300℃  | 3600sec |
|      | 210 | 720℃        | 60%       | 560℃ | 15sec | 45%         | 240℃  | 60sec   |
|      | 211 | 720℃        | 60%       | 650℃ | 60sec | 45%         | 250℃  | 80sec   |
|      | 212 | 720℃        | 50%       | 700℃ | 5sec  | 50%         | 370℃  | 40sec   |
|      | 213 | 720℃        | 30%       | 650℃ | 30sec | 50%         | 350℃  | 60sec   |
|      | 214 | 720℃        | 50%       | 540℃ | 10sec | 45%         | 270℃  | 120sec  |

[0115]

【表 9】

|     | 邊緣<br>裂紋 | 析出物 (個/μm <sup>2</sup> ) |               | 平均結晶<br>粒徑<br>μm | 0.2%偏移<br>降伏強度<br>YS<br>MPa | 強度<br>TS<br>MPa | 降伏比<br>YS/Ts<br>% | 導電率<br>%IACS | 彎曲<br>加工性 | 拉伸試驗之<br>破斷次數<br>次/10 |
|-----|----------|--------------------------|---------------|------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------|-----------------------|
|     |          | 粒徑<br>0.05μm以上           | 粒徑<br>0.1μm以上 |                  |                             |                 |                   |              |           |                       |
| 201 | A        | 3                        | 0.8           | 1.5              | 606                         | 634             | 95.6%             | 46%          | A         | 1                     |
| 202 | A        | 0                        | 0             | 2.3              | 624                         | 669             | 93.2%             | 42%          | A         | 0                     |
| 203 | A        | 0                        | 0             | 2.4              | 662                         | 670             | 98.9%             | 41%          | A         | 0                     |
| 204 | A        | 0                        | 0             | 6.7              | 652                         | 666             | 97.9%             | 40%          | A         | 0                     |
| 205 | A        | 0                        | 0             | 5.9              | 621                         | 641             | 96.8%             | 37%          | A         | 1                     |
| 206 | A        | 0                        | 0             | 48.5             | 666                         | 704             | 94.6%             | 33%          | A         | 0                     |
| 207 | A        | 3.5                      | 1.4           | 6.4              | 688                         | 703             | 97.9%             | 31%          | A         | 1                     |
| 208 | A        | 3.2                      | 1.2           | 3.3              | 670                         | 690             | 97.1%             | 38%          | A         | 1                     |
| 209 | A        | 0                        | 0             | 3.5              | 608                         | 628             | 96.8%             | 38%          | A         | 0                     |
| 210 | A        | 0                        | 0             | 3.5              | 682                         | 706             | 96.6%             | 35%          | A         | 0                     |
| 211 | A        | 0                        | 0             | 20.3             | 668                         | 691             | 96.7%             | 36%          | A         | 0                     |
| 212 | A        | 0                        | 0             | 26.8             | 615                         | 680             | 90.4%             | 34%          | A         | 0                     |
| 213 | A        | 0                        | 0             | 18.3             | 637                         | 684             | 93.1%             | 32%          | A         | 0                     |
| 214 | A        | 0                        | 0             | 3.1              | 652                         | 679             | 96.0%             | 34%          | A         | 0                     |

本發明例

[0116] 本發明例 201-214，均是降伏比  $YS/TS$  大於 90%，強度  $TS$  及 0.2%偏移降伏強度  $YS$  均高。再者，確認其彎曲加工性亦屬良好。

〔產業上之可利用性〕

[0117] 藉由使用本發明之電子暨電氣機器用銅合金，可提高製造良率。

## 申請專利範圍

1. 一種電子暨電氣機器用銅合金，其特徵在於：含有 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍之 Mg，且其餘部分實質上為由 Cu 及不可避免之雜質所構成，而且

前述不可避免之雜質中，H 之含量為 10 質量 ppm 以下，O 之含量為 100 質量 ppm 以下，S 之含量為 50 質量 ppm 以下，C 之含量為 1 質量 ppm 以下。

2. 如申請專利範圍第 1 項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述銅合金於掃描型電子顯微鏡觀察下，粒徑 0.1  $\mu\text{m}$  以上之主成分為 Cu 與 Mg 之金屬間化合物的平均個數為 1 個/ $\mu\text{m}^2$  以下。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述銅合金之導電率  $\sigma$  (%IACS) 在設 Mg 之含量為 A 原子%時，係在

$$\sigma \leq 1.7241 / (-0.0347 \times A^2 + 0.6569 \times A + 1.7) \times 100$$

之範圍內。

4. 一種電子暨電氣機器用銅合金，其特徵在於：含有 1.3 質量%以上 2.8 質量%以下之範圍之 Mg、以及合計為 0.01 質量%以上 3.0 質量%以下之範圍之 Sn、Al、Ni、Si、Mn、Li、Ti、Fe、Co、P 中之 1 種或 2 種以上，且其餘部分實質上為由 Cu 及不可避免之雜質所構成，而且

前述不可避免之雜質中，H 之含量為 10 質量 ppm 以下，O 之含量為 100 質量 ppm 以下，S 之含量為 50 質量 ppm 以下，C 之含量為 1 質量 ppm 以下。

5. 如申請專利範圍第 1 或 4 項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述銅合金具有 0.2% 偏移降伏強度為 400 MPa 以上之機械特性。

6. 如申請專利範圍第 1 或 4 項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述銅合金的板表面之自 {111} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{111\}$ ，自 {200} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{200\}$ ，自 {220} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{220\}$ ，自 {311} 面之 X 線繞射強度設為  $I\{311\}$ ，自 {220} 面之 X 線繞射強度之比率  $R\{220\}$  設為  $R\{220\} = I\{220\} / (I\{111\} + I\{200\} + I\{220\} + I\{311\})$  之情況下， $R\{220\}$  為 0.9 以下。

7. 如申請專利範圍第 6 項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述  $R\{220\}$  為 0.3 以上 0.9 以下。

8. 如申請專利範圍第 1 或 4 項中任一項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述銅合金之自相對軋軋方向為平行方向進行拉伸試驗時之強度 TS、與 0.2% 偏移降伏強度 YS 算出之降伏比  $YS/TS$  大於 90%。

9. 如申請專利範圍第 8 項之電子暨電氣機器用銅合金，其中前述銅合金之平均結晶粒徑為 50  $\mu\text{m}$  以下。

10. 一種電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材，其特徵在於：其係將由如申請專利範圍第 1 至 9 項中任一項之電子暨電氣機器用銅合金所構成的銅素材予以塑性加工而成形。

11. 如申請專利範圍第 10 項之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材，其中前述銅合金塑性加工材係藉由具

有：將前述銅素材以 400℃ 以上以至 900℃ 以下之溫度加熱，並將經加熱之前述銅素材以 60℃ /分鐘以上之冷卻速度冷卻至 200℃ 以下之熱處理步驟，以及將前述銅素材塑性加工之塑性加工步驟的製造方法而成形。

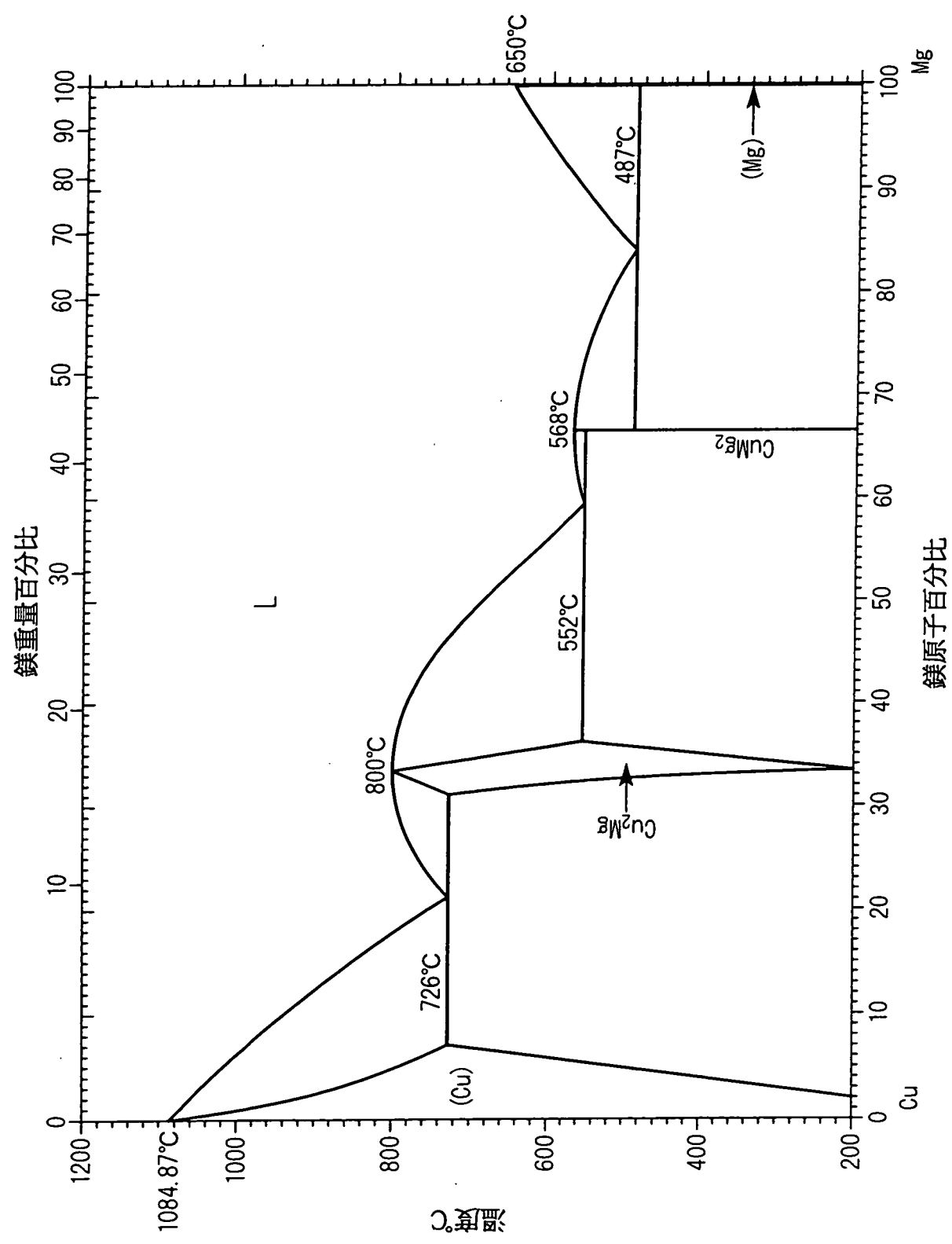
12. 如申請專利範圍第 10 或 11 項之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材，其中前述銅合金塑性加工材之表面係經施鍍 Sn。

13. 一種電子暨電氣機器用零件，其特徵在於：其係含有如申請專利範圍第 10 至 12 項中任一項之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。

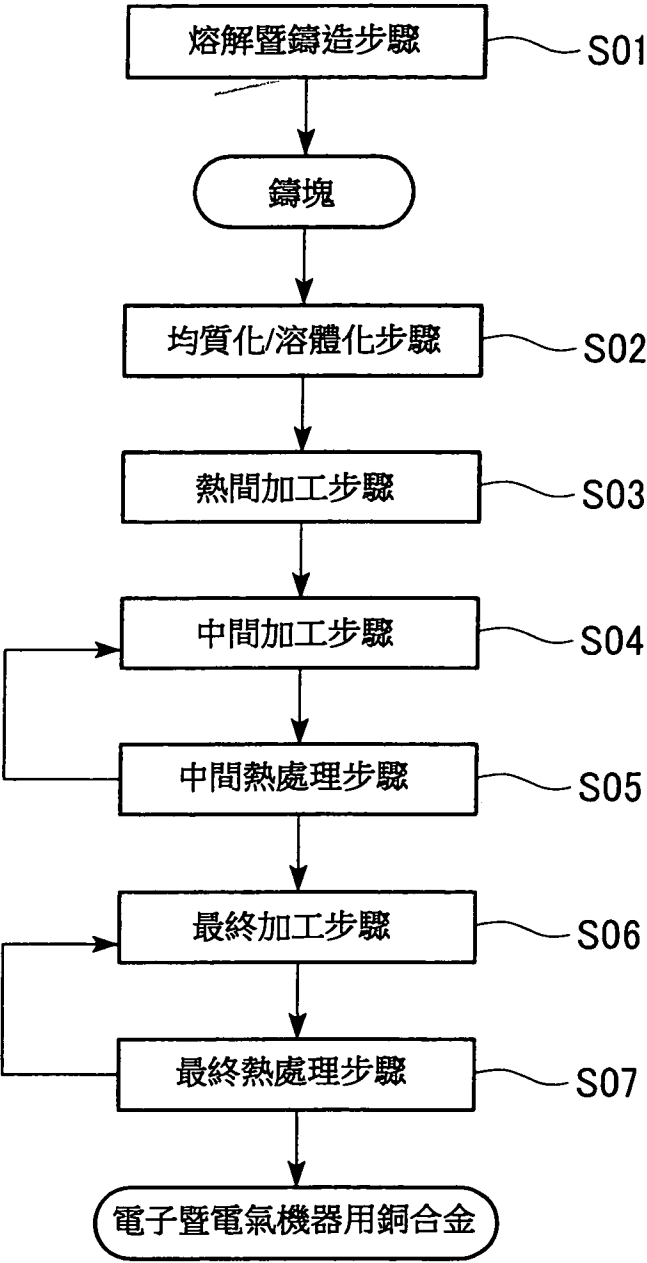
14. 一種端子，其特徵在於：其係含有如申請專利範圍第 10 至 12 項中任一項之電子暨電氣機器用銅合金塑性加工材。

圖 式

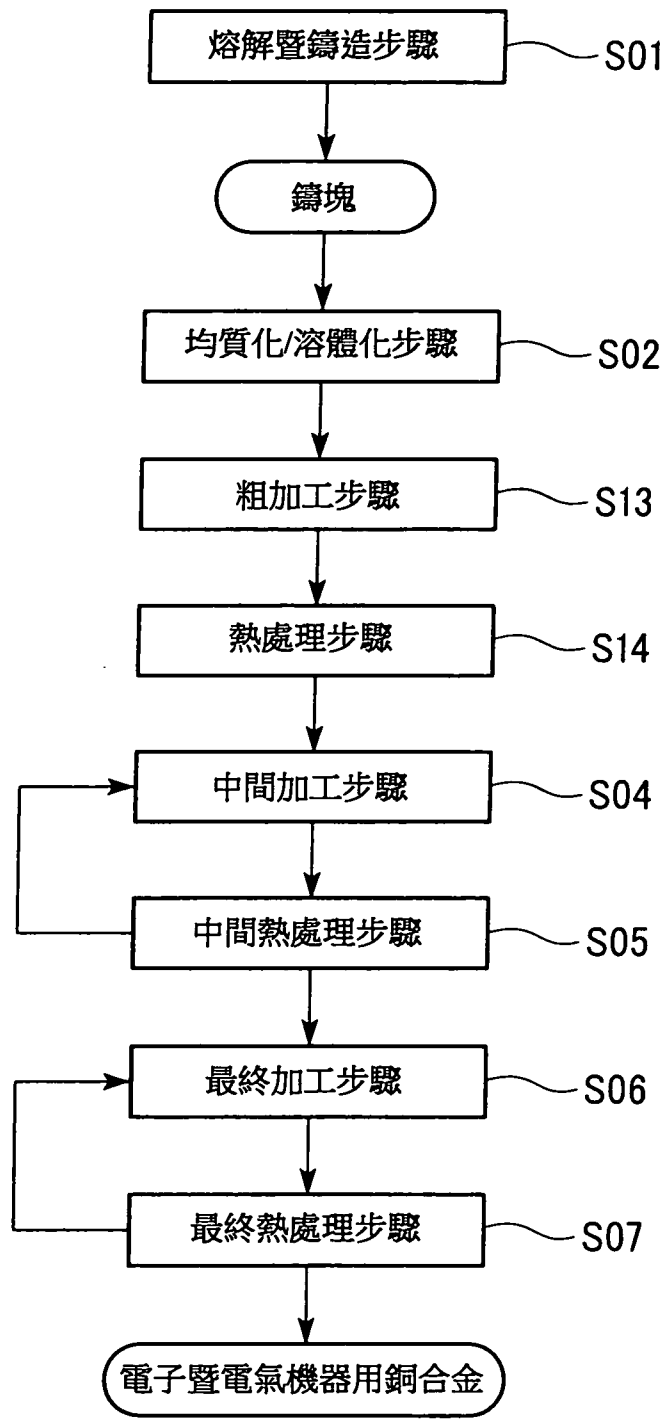
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

