



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201807209 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：105133688

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 19 日

(51)Int. Cl.：

*C22C9/06 (2006.01)**H01B1/02 (2006.01)**H01L23/495 (2006.01)**C22F1/08 (2006.01)*

(30)優先權：2016/03/31 日本

2016-072218

2016/08/30 日本

2016-167515

2016/10/14 日本

2016-202523

(71)申請人：同和金屬股份有限公司 (日本) DOWA METALTECH CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：首藤俊也 SHUTOH, TOSHIYA (JP)；須田久 SUDA, HISASHI (JP)；佐佐木史明 SASAKI, FUMIAKI (JP)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：8 項 圖式數：0 共 36 頁

(54)名稱

Cu-Ni-Si 系銅合金板材及製造法

CU-NI-SI COPPER ALLOY PLATE AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(57)摘要

本發明之課題在於提供一種蝕刻加工面的表面平滑性優異之高強度 Cu-Ni-Si 系銅合金板材。本發明之解決手段為一種銅合金板材，其係具有下述組成：以質量%計，包含 Ni：1.0 至 4.5%、Si：0.1 至 1.2%、Mg：0 至 0.3%、Cr：0 至 0.2%、Co：0 至 2.0%、P：0 至 0.1%、B：0 至 0.05%、Mn：0 至 0.2%、Sn：0 至 0.5%、Ti：0 至 0.5%、Zr：0 至 0.2%、Al：0 至 0.2%、Fe：0 至 0.3%、Zn：0 至 1.0%、以及剩餘部分的 Cu 及不可避免的雜質；在平行於板面之觀察面中，長徑 1.0 μ m 以上的粗大第二相粒子個數密度為 4.0 $\times 10^3$ 個/mm² 以下，並且藉由 EBSD，於結晶方位差 15° 以上的交界被視為結晶粒邊界時之結晶粒內之中，以步長 0.5 μ m 所測得的 KAM 值大於 3.00 者。

An objective of this invention is to provide a Cu-Ni-Si copper alloy plate with excellent surface smoothness of in etching, processed surface and having high strength.

The present invention provides a copper alloy plate having the composition of: Ni: 1.0 to 4.5%, Si: 0.1 to 1.2%, Mg: 0 to 0.3%, Cr: 0 to 0.2%, Co: 0 to 2.0%, P: 0 to 0.1%, B: 0 to 0.05%, Mn: 0 to 0.2%, Sn: 0 to 0.5%, Ti: 0 to 0.5%, Zr: 0 to 0.2%, Al: 0 to 0.2%, Fe: 0 to 0.3%, Zn: 0 to 1.0% in mass%, and the residue of Cu and unavoidable impurities. Wherein in an observation plane parallel to the plate surface, the count density of large secondary phase particles with major diameter of 1.0 μ m or more is 4.0 $\times 10^3$ count/mm² or less, and the KAM value measured by EBSD within a grain boundary in the case that a boundary with a crystal orientation differences of 15° or more is defined as grain boundary, with a step size of 0.5 μ m is larger than 3.00.

發明摘要

※ 申請案號： 105133688

C22C 9/06 (2006.01)

H01B 1/02 (2006.01)

H01L 23/495 (2006.01)

※ 申請日： 105/10/19

※IPC 分類： C22F 1/08 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

Cu-Ni-Si 系銅合金板材及製造法

Cu-Ni-Si COPPER ALLOY PLATE AND METHOD FOR
PRODUCING THE SAME

【中文】

本發明之課題在於提供一種蝕刻加工面的表面平滑性優異之高強度 Cu-Ni-Si 系銅合金板材。

本發明之解決手段為一種銅合金板材，其係具有下述組成：以質量%計，包含 Ni：1.0 至 4.5%、Si：0.1 至 1.2%、Mg：0 至 0.3%、Cr：0 至 0.2%、Co：0 至 2.0%、P：0 至 0.1%、B：0 至 0.05%、Mn：0 至 0.2%、Sn：0 至 0.5%、Ti：0 至 0.5%、Zr：0 至 0.2%、Al：0 至 0.2%、Fe：0 至 0.3%、Zn：0 至 1.0%、以及剩餘部分的 Cu 及不可避免的雜質；在平行於板面之觀察面中，長徑 $1.0\mu\text{m}$ 以上的粗大第二相粒子個數密度為 4.0×10^3 個/ mm^2 以下，並且藉由 EBSD，於結晶方位差 15° 以上的交界被視為結晶粒邊界時之結晶粒內之中，以步長 $0.5\mu\text{m}$ 所測得的 KAM 值大於 3.00 者。

【英文】

An objective of this invention is to provide a Cu-Ni-Si copper alloy plate with excellent surface smoothness of in etching, processed surface and having high strength.

The present invention provides a copper alloy plate having the composition of: Ni: 1.0 to 4.5%, Si: 0.1 to 1.2%, Mg: 0 to 0.3%, Cr: 0 to 0.2%, Co: 0 to 2.0%, P: 0 to 0.1%, B: 0 to 0.05%, Mn: 0 to 0.2%, Sn: 0 to 0.5%, Ti: 0 to 0.5%, Zr: 0 to 0.2%, Al: 0 to 0.2%, Fe: 0 to 0.3%, Zn: 0 to 1.0% in mass%, and the residue of Cu and unavoidable impurities. Wherein in an observation plane parallel to the plate surface, the count density of large secondary phase particles with major diameter of $1.0\ \mu\text{m}$ or more is 4.0×10^3 count/mm² or less, and the KAM value measured by EBSD within a grain boundary in the case that a boundary with a crystal orientation differences of 15° or more is defined as grain boundary, with a step size of $0.5\ \mu\text{m}$ is larger than 3.00.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：

本案無圖式。

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

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)

Cu-Ni-Si 系銅合金板材及製造法

Cu-Ni-Si COPPER ALLOY PLATE AND METHOD FOR
PRODUCING THE SAME

【技術領域】

【0001】本發明係關於一種適合作為藉由光蝕刻來形成寬度窄的高精度接腳之導線架用的材料之高強度 Cu-Ni-Si 系銅合金板材、以及其製造法。本說明書中所謂「Cu-Ni-Si 系銅合金」，亦包含添加有 Co 之型式的 Cu-Ni-Si 系銅合金。

【先前技術】

【0002】為了製作高精細的導線架，需進行 $10\mu\text{m}$ 等級的精密蝕刻。為了藉由此種精密蝕刻形成直線性良好的接腳，係要求可得到表面凹凸盡可能較少(表面平滑性良好)之蝕刻面之材料。此外，為了對應於半導體封裝的小型/薄質化，對於導線架的接腳亦要求細徑化。為了實現接腳的細徑化，重要的是導線架用材料的高強度化。再者，為了加工成尺寸精度高的導線架，材料之板材的形狀於加工前的階段為極其平坦者謂為有利。

【0003】導線架用材料，係選擇強度與導電性的特性均衡優異之金屬材料。該金屬材料，係有 Cu-Ni-Si 系銅合金(所謂卡遜合金(Corson Alloy)，或是將 Co 添加於其中之

型式的銅合金。此等合金系中，可在維持相對較高的導電率(35 至 60%IACS)的情況下調整為 0.2%耐力 800MPa 以上的高強度。專利文獻 1 至 7 中，係揭示關於改善高強度 Cu-Ni-Si 系銅合金之強度或彎曲加工性之各種技術。

【0004】根據此等文獻的技術，可觀察到強度、導電性、彎曲加工性的改善效果。然而，為了以高尺寸精度來製造上述高精細導線架時，從蝕刻面的表面平滑性之點來看，仍無法得到令人滿意之結果。此外，對於材料之板材的形狀，仍有改善之空間。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0005】

[專利文獻 1]日本特開 2012-126934 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2012-211355 號公報

[專利文獻 3]日本特開 2010-7174 號公報

[專利文獻 4]日本特開 2011-38126 號公報

[專利文獻 5]日本特開 2011-162848 號公報

[專利文獻 6]日本特開 2012-126930 號公報

[專利文獻 7]日本特開 2012-177153 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

【0006】本發明之目的在於提供一種於 Cu-Ni-Si 系銅合金板材中為高強度且蝕刻加工面的表面平滑性優異者。此外，該目的在於得到一種於切板中亦維持優異的平坦性

之板材。

[用以解決課題之手段]

【0007】 根據本發明人等的研究，可得知以下內容。

(a)於 Cu-Ni-Si 系銅合金板材中，為了提高蝕刻加工面的表面平滑性，構成藉由 EBSD(電子束背向散射繞射法)所求取之 KAM 值為大之組織狀態者，乃極為有效。

(b)提高 KAM 值時，於固溶化處理與時效處理之間施加適度的冷軋延應變者，以及於最終的低溫退火中，以不會使升溫速度變太快的方式予以控制者，乃極為有效。

(c)為了在作成切板時，亦可實現具有優異的平坦性之板材，(i)將時效處理後所進行精整冷軋延的工作輥構設為粗徑者，並限制在該最終道次中的下壓率；(ii)以張力整平機進行形狀矯正時，以不會賦予過大的加工之方式嚴格地控制伸長率；(iii)將於最終的低溫退火中賦予至板之張力嚴格地控制在一定範圍，同時以不會使冷卻速度變過大之方式嚴格地管理最大冷卻速度者，乃極為有效。

本發明係根據以上發現而完成。

【0008】 亦即，本發明中，係提供一種銅合金板材，其係具有下述組成：以質量%計，包含 Ni：1.0 至 4.5%、Si：0.1 至 1.2%、Mg：0 至 0.3%、Cr：0 至 0.2%、Co：0 至 2.0%、P：0 至 0.1%、B：0 至 0.05%、Mn：0 至 0.2%、Sn：0 至 0.5%、Ti：0 至 0.5%、Zr：0 至 0.2%、Al：0 至 0.2%、Fe：0 至 0.3%、Zn：0 至 1.0%、以及剩餘部分的 Cu 及不可避免的雜質；在平行於板面(軋延面)之觀察面中，

長徑 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上的粗大第二相粒子個數密度為 4.0×10^3 個/ mm^2 以下，並且藉由 EBSD(電子束背向散射繞射法)，在結晶方位差 15° 以上的交界被視為晶粒邊界時之結晶粒內之中，以步長(step size) $0.5\ \mu\text{m}$ 所測得的 KAM 值大於 3.00 者。

【0009】 上述合金元素中，Mg、Cr、Co、P、B、Mn、Sn、Ti、Zr、Al、Fe、Zn 為任意添加元素。「第二相」為存在於基質(金屬原材料)中之化合物相。可列舉出主要以 Ni_2Si 、或 $(\text{Ni},\text{Co})_2\text{Si}$ 為主體之化合物相。某第二相粒子的長徑，係以在觀察圖像平面上包圍該粒子之最小圓的直徑的方式決定。粗大第二相粒子個數密度，可藉由以下方式求取。

【0010】

[粗大第二相粒子個數密度的求取法]

將板面(軋延面)電解研磨而僅使 Cu 原材料溶解，調製出露出第二相粒子之觀察面，藉由 SEM 來觀察該觀察面，將在 SEM 圖像上所觀測之長徑 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上之第二相粒子的總個數除以觀察總面積(mm^2)，將所得之值設為粗大第二相粒子個數密度(個/ mm^2)。惟觀察總面積，係藉由隨機地設定之未重複的複數個觀察視野而構成合計 0.01mm^2 以上。一部分從觀察視野突出之第二相粒子，只要是於觀察視野內所顯現之部分的長徑為 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上者，則視為計數對象。

【0011】 KAM(Kernel Average Misorientation：核心平均錯向)值可藉由以下方式來求取。

【0012】

[KAM 值的求取法]

藉由 FE-SEM(場效發射式掃描電子顯微鏡)來觀察板面(軋延面)經拋光輪研磨及離子研磨所調製之觀察面，對於 $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ 的測定區域，藉由 EBSD(電子束背向散射繞射法)，以測定間距為 $0.5\ \mu\text{m}$ 來測定方位差 15° 以上的交界被視為結晶粒邊界時之結晶粒內的 KAM 值。針對隨機地選擇之未重複的 5 處測定區域進行此測定，並將各測定區域中所得之 KAM 值的平均值採用作為該板材的 KAM 值。

【0013】上述各測定區域中所決定之 KAM 值相當於：針對以 $0.5\ \mu\text{m}$ 的間距配置之電子束照射光點，測定所有相鄰之光點間的結晶方位差(以下將此稱為「相鄰光點方位差」)，僅選出相鄰光點方位差未達 15° 的測定值後，由此等之平均值所求得者。亦即，KAM 值係表示結晶粒內之晶格應變的量之指標，且可評估為該值愈大晶格應變亦愈大之材料。

【0014】上述銅合金板材中，由下述(A)所定義之板厚方向的平均結晶粒徑，較佳為 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下。

(A)在由垂直於軋延方向之剖面(C剖面)觀察之 SEM 圖像上，隨機地拉取板厚方向的直線，將由該直線所切斷之結晶粒的平均切斷長度設為板厚方向的平均結晶粒徑；惟以使由直線所切斷之結晶粒的總數成為 100 個以上之方式，於 1 個或複數個觀察視野中，隨機地設定不會重複切

斷同一結晶粒之複數條直線。

【0015】此外，將軋延直角方向的板寬設為 $W_0(\text{mm})$ 時，由下述(B)所定義之最大橫向翹曲(crossbow) q_{MAX} ，較佳為 $100\ \mu\text{m}$ 以下。

(B)從該銅合金板材中，取得軋延方向長度為 50mm 、軋延直角方向長度為板寬 $W_0(\text{mm})$ 之長方形的切板 P，然後以軋延直角方向 50mm 間距裁切該切板 P，此時，若在切板 P 的軋延直角方向端部產生軋延直角方向長度未達 50mm 之小片時，則移除該小片，製備 n 個(n 為板寬 $W_0/50$ 之整數部分) 50mm 見方的正方形樣本。依據日本伸銅協會技術規格 JCBA T320：2003 所規定之利用三維測定裝置的測定方法(惟設為 $w=50\text{mm}$)，對每個正方形樣本，針對其兩面(兩側的板面)，於軋延直角方向測定被放置在水平盤上時之橫向翹曲 q ，並將各面之 q 的絕對值 $|q|$ 之最大值設為該正方形樣本的橫向翹曲 q_i (i 為 1 至 n)。將 n 個正方形樣本的橫向翹曲 q_1 至 q_n 中之最大值設為最大橫向翹曲 q_{MAX} 。

【0016】此外，由下述(C)所定義之 I-unit，較佳為 5.0 以下。

(C)從該銅合金板材中，取得軋延方向長度為 400mm 、軋延直角方向長度為板寬 $W_0(\text{mm})$ 之長方形的切板 Q，並放置在水平盤上。於由垂直方向觀看切板 Q 之投影表面(以下僅稱為「投影表面」)中，決定軋延方向長度 400mm 、軋延直角方向長度 W_0 之長方形區域 X，再以軋延直角方向 10mm 的間距將該長方形區域 X 分割為長條狀區域，此時，若在

長方形區域 X 的軋延直角方向端部產生軋延直角方向長度未達 10mm 之窄寬度的長條狀區域時，則移除該窄寬度的長條狀區域，設定相鄰之 n 處 (n 為板寬 $W_0/10$ 之整數部分) 長條狀區域 (長度 4000mm、寬度 10mm)。對每個長條狀區域，以涵蓋軋延方向長度 400mm 的方式測定寬度中央部的表面高度，將最大高度 h_{MAX} 與最小高度 h_{MIN} 的差 $h_{MAX}-h_{MIN}$ 之值設為波高 h ，並將以下述式(1)所求取之伸長差率 e 設為該長條狀區域的伸長差率 e_i (i 為 1 至 n)。將 n 個長條狀區域的伸長差率 e_1 至 e_n 中之最大值設為 I-unit。

$$e=(\pi/2 \times h/L)^2 \cdots (1)$$

惟 L 為基準長度 400mm

【0017】板寬 W_0 必須為 50mm 以上。以 150mm 以上者為更合適的對象。板厚例如可設為 0.06 至 0.30mm，亦可設為 0.08mm 以上、0.20mm 以下。

【0018】上述銅合金板材的特性中，以軋延方向的 0.2% 耐力為 800MPa 以上，導電率為 35%IACS 以上者為合適的對象。

【0019】上述銅合金板材，可藉由依序具有下述步驟之製造法而製得：

對具有前述化學組成之中間製品板材，施以於 850 至 950℃ 保持 10 至 50 秒之熱處理之步驟(固溶化處理步驟)；

施以軋延率 30 至 90% 的冷軋延之步驟(中間冷軋延步驟)；

於 400 至 500℃ 保持 7 至 15 小時後，將至 300℃ 為止

的最大冷卻速度設為 $50^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以下而冷卻之步驟(時效處理步驟)；

使用直徑 65mm 以上的工作輥，施以軋延率 30 至 99%、最終道次中的下壓率 10%以下之冷軋延之步驟(精整冷軋延步驟)；

藉由張力整平機，在會產生伸長率 0.10 至 1.50%的變形之板材通過條件下施以連續反覆彎曲加工之步驟(形狀矯正步驟)；以及

施以熱處理之步驟(低溫退火步驟)，該熱處理係以最大升溫速度 $150^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下升溫至在 400 至 550°C 的範圍內之最高到達溫度為止，且至少在最高到達溫度時向板的軋延方向賦予 40 至 $70\text{N}/\text{mm}^2$ 的張力，然後以最大冷卻速度 $100^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下冷卻至常溫。

【0020】在此，作為供應至固溶化處理之中間製品板材，可列舉出完成熱軋延之板材，或是之後經過冷軋延而減少板厚之板材。

從某板厚 $t_0(\text{mm})$ 至某板厚 $t_1(\text{mm})$ 為止之軋延率，係藉由下述(2)式所求取。

$$\text{軋延率}(\%) = (t_0 - t_1) / t_0 \times 100 \cdots (2)$$

某軋延道次中之 1 道次的軋延率，於本說明書中特別稱為「下壓率」。

[發明之效果]

【0021】根據本發明，於 Cu-Ni-Si 系銅合金板材中，可實現蝕刻加工面的表面平滑性優異且具備高強度及良好

的導電性者。此板材，由於加工為精密零件時之尺寸精度優異，所以極有利於作為 QFN 封裝用之多接腳化的導線架等之藉由高精細蝕刻所形成之零件的材料。

【圖式簡單說明】

無

【實施方式】

【0022】

[化學組成]

本發明中，係採用 Cu-Ni-Si 系銅合金。以下，關於合金成分之「%」，在無特別言明時，意指「質量%」。

【0023】 Ni 係形成 Ni-Si 系析出物。當含有 Co 作為添加元素時，會形成 Ni-Co-Si 系析出物。此等析出物係提升銅合金板材的強度與導電性。Ni-Si 系析出物被認為是以 Ni_2Si 為主體之化合物，Ni-Co-Si 系析出物被認為是以 $(\text{Ni},\text{Co})_2\text{Si}$ 為主體之化合物。此等化合物對應本說明書中所稱之「第二相」。為了使有效提升強度之細微的析出物粒子充分地分散，Ni 含量必須設為 1.0% 以上，更佳為 1.5% 以上。另一方面，Ni 過量時，容易生成粗大的析出物，會於熱軋延時容易破裂。Ni 含量限制在 4.5% 以下。可控制為未達 4.0%。

【0024】 Si 係生成 Ni-Si 系析出物。當含有 Co 作為添加元素時，會形成 Ni-Co-Si 系析出物。為了使有效提升強度之細微的析出物粒子充分地分散，Si 含量必須設為 0.1% 以上，更佳為 0.4% 以上。另一方面，Si 過量時，容易生成

粗大的析出物，會於熱軋延時容易破裂。Si 含量限制在 1.2% 以下。可控制為未達 1.0%。

【0025】 Co 由於會形成 Ni-Co-Si 系析出物而提升銅合金板材的強度與導電性，故可視需要添加。為了使有效提升強度之細微的析出物充分地分散，將 Co 含量設為 0.1% 以上者更為有效。惟 Co 含量變多時，容易生成粗大的析出物，所以在添加 Co 時，係在 2.0% 以下的範圍內進行。可控制為未達 1.5%。

【0026】 其他元素方面，可視需要含有 Mg、Cr、P、B、Mn、Sn、Ti、Zr、Al、Fe、Zn 等。此等元素的含量範圍，較佳係設為 Mg：0 至 0.3%、Cr：0 至 0.2%、P：0 至 0.1%、B：0 至 0.05%、Mn：0 至 0.2%、Sn：0 至 0.5%、Ti：0 至 0.5%、Zr：0 至 0.2%、Al：0 至 0.2%、Fe：0 至 0.3%、Zn：0 至 1.0%。

【0027】 Cr、P、B、Mn、Ti、Zr、Al 係具有進一步提高合金強度並降低應力緩和之作用。Sn、Mn 對於提升耐應力緩和性為有效。Zn 可改善銅合金板材的焊接性及鑄造性。Fe、Cr、Zr、Ti、Mn，容易與作為不可避免的雜質存在之 S、Pb 等形成高熔點化合物，此外，B、P、Zr、Ti 具有鑄造組織的細微化效果，有益於熱加工性的改善。

【0028】 當含有 Mg、Cr、P、B、Mn、Sn、Ti、Zr、Al、Fe、Zn 的 1 種或 2 種以上時，將此等的合計含量設為 0.01% 以上者更具效果。惟大量含有時，會對於熱或冷加工性造成不良影響，且成本方面亦不利。此等任意添加元素

的總量，更佳設為 1.0% 以下。

【0029】

[粗大第二相粒子個數密度]

Cu-Ni-Si 系銅合金中，係利用以 Ni_2Si 、或 $(\text{Ni},\text{Co})_2\text{Si}$ 為主體之第二相的細微析出來達到高強度化。本發明中，更藉由使細微第二相粒子分散來實現較高的 KAM 值，以期達成蝕刻面的表面平滑化。第二相粒子中較粗大者，並無益於強化或 KAM 值的提升。當 Ni、Si、Co 等之第二相形成元素被大量地消耗在粗大之第二相的形成時，細微第二相的析出量會不足，使高強度化與蝕刻面的表面平滑化變得不足。經各種探討後之結果，於具有上述化學組成之時效處理完畢的銅合金中，於板面(軋延面)經電解研磨後之觀察面，將長徑 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上之粗大第二相粒子個數密度抑制在 4.0×10^3 個/ mm^2 以下，是用以達成高強度化與蝕刻面的表面平滑化時所需者。粗大第二相粒子個數密度，可藉由固溶化處理條件、時效處理條件、精整冷軋延條件來控制。

【0030】

[KAM 值]

本發明人等發現，銅合金板材的 KAM 值會對蝕刻面的表面平滑性造成影響。該機制於現今時點尚未明瞭，但可推測如下。亦即，KAM 值為與結晶粒內的差排密度有相關之參數。當 KAM 值大時，咸認結晶粒內的平均差排密度高，且差排密度的局部性的變動小。另一方面，關於蝕

刻，咸認差排密度高的部分會優先被蝕刻(腐蝕)。KAM 值高之材料中，由於材料內全體均一地成為差排密度高之狀態，所以因蝕刻所造成之腐蝕會迅速進行，且不易產生局部性的腐蝕的進行。此種腐蝕的進行狀態，可推測或許具有有利於形成凹凸較少之蝕刻面。該結果為，於形成導線架的接腳時，可得到直性性良好之高精細接腳。

【0031】 詳細探討後之結果，可知當藉由 EBSD(電子束背向散射繞射法)，於結晶方位差 15° 以上的交界被視為晶粒邊界時之結晶粒內中，以步長 $0.5\mu\text{m}$ 所測得的 KAM 值(上述)大於 3.00 時，蝕刻面的表面平滑性會明顯得到改善。該 KAM 值更佳為 3.20 以上。關於 KAM 值的上限並無特別規定，例如只要調整至 5.0 以下的 KAM 值即可。KAM 值可藉由化學組成、固溶化處理條件、中間冷軋延條件、精整冷軋延條件、低溫退火條件來控制。

【0032】

[平均結晶粒徑]

垂直於軋延方向之剖面(C 剖面)內的平均結晶粒徑小者，亦有利於形成凹凸較少之蝕刻面。經探討之結果，由上述(A)所定義之 C 剖面的平均結晶粒徑較佳為 $2.0\mu\text{m}$ 以下。並不須過度地細微化。例如，只要將上述平均結晶粒徑調整為 $0.10\mu\text{m}$ 以上或 $0.50\mu\text{m}$ 以上的範圍內即可。該平均結晶粒徑，主要可藉由固溶化處理條件來控制。

【0033】

[板材的形狀]

Cu-Ni-Si 系銅合金板材的形狀，亦即平坦性，會大幅影響由此加工所得之精密通電零件的形狀(尺寸精度)。經各種探討後之結果，實際將板材切斷為小片時會顯現出之軋延直角方向的彎曲(翹曲)為非常小，是用以穩定地提升零件的尺寸精度時極為重要者。具體而言，由前述(B)所定義之最大橫向翹曲 q_{MAX} 為 $100\mu m$ 以下之 Cu-Ni-Si 系銅合金板材，於不論是來自軋延直角方向之板寬 W_0 的哪一部分之零件中，均具備可穩定地高度保持作為精密通電零件的尺寸精度之加工性。最大橫向翹曲 q_{MAX} 更佳為 $50\mu m$ 以下。再者，由前述(C)所定義之 I-unit，較佳為 2.0 以下，進一步更佳為 1.0 以下。

【0034】

[強度/導電性]

為了將 Cu-Ni-Si 系銅合金板材應用於導線架等通電零件的材料，軋延平行方向(LD)的 0.2%耐力，期望為 800MPa 以上的強度水準。另一方面，為了達到通電零件的薄質化，導電性良好者亦為重要的要件。具體而言，導電率較佳為 35%IACS 以上，更佳為 40%IACS 以上。

【0035】

[製造方法]

以上所說明之銅合金板材，例如可藉由以下製造步驟來製作。

熔解/鑄造→熱軋延→(冷軋延)→固溶化處理→中間冷軋延→時效處理→精整冷軋延→形狀矯正→低溫退火

此外，雖於上述步驟中未記載，但在熱軋延後，可視需要進行面切削，且於各熱處理後，可視需要進行酸洗、研磨、或更進一步的脫脂。以下說明各步驟。

【0036】

[熔解/鑄造]

只要藉由連續鑄造、半連續鑄造等來製造鑄片即可。為了防止 Si 等的氧化，可在惰性氣體環境或真空熔解爐中進行。

【0037】

[熱軋延]

熱軋延只要依循通常的手法即可。熱軋延前的鑄片加熱，例如可設為於 900 至 1000℃ 進行 1 至 5 小時。總體的熱軋延率，例如只要設為 70 至 97% 即可。最終道次的軋延溫度，較佳係設為 700℃ 以上。熱軋延結束後，較佳係藉由水冷等進行急冷。

【0038】 於下一步驟的固溶化處理前，可視需要施以用於板厚調整之冷軋延。

【0039】

[固溶化處理]

固溶化處理，該主要目的為使第二相充分地固溶，但在本發明中，也是用以調整最終製品中板厚方向的平均結晶粒徑之重要的步驟。固溶化處理條件，係將加熱溫度(材料的最高到達溫度)設為 850 至 900℃，並將該溫度區域中的保持時間(材料溫度處於該溫度區域之時間)設為 10 至 50

秒。若加熱溫度過低時，或是保持時間過短時，會固溶化不足，而最終無法得到令人滿足的高強度。若加熱溫度過高時，或是保持時間過長時，最終無法得到高的 KAM 值。結晶粒亦容易粗大化。冷卻速度，只要是可在一般的連續退火產線中實施之程度的急冷即可。例如，期望係將 530℃ 至 300℃ 為止之平均冷卻速度設為 100℃ /s 以上。

【0040】

[中間冷軋延]

藉由時效處理前的冷軋延，以達到板厚的減少以及應變能量(差排)的導入。於本說明書中，將此階段的冷軋延稱為「中間冷軋延」。對於已導入應變能量之狀態的板材施以時效處理者，可知對於提高最終製品的 KAM 值為有效。為了充分地發揮該效果，較佳係將中間冷軋延中的軋延率設為 30%以上，更佳設為 35%以上。惟若在此階段中過度地減少板厚，於後述精整冷軋延中，有時會難以確保必要的軋延率。因此，中間冷軋延中的軋延率較佳係設定為 90%以下的範圍，可控制為 75%以下。

【0041】

[時效處理]

接著進行時效處理，以使有益於強度之細微析出物粒子析出。此析出係在導入前述因中間冷軋延所形成之應變之狀態下進行。若在導入有冷軋延應變之狀態下產生析出，則對於提高最終的 KAM 值為有效。關於該機制仍尚未明瞭，但可推測或許是當利用應變能來促進析出時，可

更均一地形成細微析出物之故。較佳係因應合金組成，預先調整在時效中硬度達譜峰之溫度、時間來決定條件。惟在此時，時效處理的加熱溫度限制在 500℃ 以下。若較此更高溫，容易形成過時效，難以穩定地調整至既定的高強度。另一方面，若加熱溫度低於 400℃，析出會不足，而成為導致強度不足或導電性降低之因素。於 400 至 500℃ 中的保持時間，可設定在 7 至 15 小時的範圍內。

【0042】時效處理的冷卻過程中，重要的是將至 300℃ 為止的最大冷卻速度設為 50℃ /h 以下而冷卻。亦即，於上述加熱後，至少於降溫至 300℃ 為止，不使冷卻速度超過 50℃ /h。於此冷卻中，伴隨著降溫使溶解度緩慢地減少而更析出第二相。藉由將冷卻速度慢於 50℃ /h 以下，可大量地形成有效於高強度化之細微第二相粒子。當至 300℃ 為止的冷卻速度大於 50℃ /h 時，可知於該溫度區域所析出之第二相會容易形成粗大粒子。在低於 300℃ 之低溫區域中，難以產生有益於強度之析出，所以只須限制 300℃ 以上的溫度區域之最大冷卻速度即足夠。當至 300℃ 為止的最大冷卻速度過於緩慢時，會導致生產性的降低。通常，至 300℃ 為止的最大冷卻速度，只要設定在 10℃ /h 以上的範圍內即可。

【0043】

[精整冷軋延]

本說明書中，將時效處理後所進行之最終的冷軋延稱為「精整冷軋延」。精整冷軋延，對於強度水準(尤其是 0.2%

耐力)及 KAM 值的提升為有效。當精整冷軋延率設為 20% 以上，乃為有效，設為 25%以上更為有效。精整冷軋延率過大時，於低溫退火時強度容易降低，故較佳設為 85%以下的軋延率，可控制為 80%以下的範圍。最終的板厚方面，例如可設定在 0.06 至 0.30mm 左右的範圍內。

【0044】通常，為了增大冷軋延中的下壓率，使用直徑小的工作輥為有用。然而，為了提升板形狀的平坦性，使用直徑 65mm 以上的大直徑工作輥者乃極為有效。相對與此，小直徑的工作輥中，容易因輥彎曲的影響而使板形狀的平坦性劣化。另一方面，工作輥直徑過大時，隨著板厚變薄，用以充分地確保下壓率所需之軋延機功率會增大，對於加工為既定板厚者較為不利。可因應冷軋延機的軋延機功率及目標板厚，而決定所使用之大直徑工作輥的設定上限。例如，在將精整冷軋延率設為 30%以上而得到上述板厚範圍的板材時，較佳係使用直徑 100mm 以下的工作輥，使用直徑 85mm 以下者更有效率。

【0045】此外，為了提升板形狀的平坦性，將精整冷軋延之最終道次中的下壓率設為 15%以下者乃極為有效。更佳係設為 10%以下。惟最終道次中的下壓率過低時，會導致生產性的降低，故期望係確保 2%以上的下壓率。

[形狀矯正]

【0046】對完成精整冷軋延之板材施以最終的低溫退火前，預先施以利用張力整平機所進行之形狀矯正。張力整平機，係在向軋延方向賦予張力的情況下，藉由複數個

形狀矯正輥將板材彎曲拉伸之裝置。本發明中，為了改善板形狀的平坦性，係藉由使板材通過張力整平機，嚴格地限制賦予至板材之變形。具體而言，藉由張力整平機，在會產生伸長率 0.1 至 1.5% 的變形之板材通過條件下施以連續反覆彎曲加工。當伸長率未達 0.1% 時，形狀矯正效果不足，難以達成期望的平坦性。相反的，當伸長率超過 1.5% 時，因為受到形狀矯正所產生之塑性變形的影響，無法得到期望的平坦性。更佳係在伸長率 1.2% 以下的範圍進行形狀矯正。

【0047】

[低溫退火]

於精整冷軋延後，通常以板條材之殘留應力的降低或彎曲加工性的提升，或是因空孔或滑動面上之差排的降低所得之耐應力緩和性的提升為目的，係施以低溫退火。本發明中，為了得到 KAM 值提升效果與形狀矯正效果，亦利用此低溫退火。為了充分地得到此等效果，必須嚴格地限制作為最終熱處理之低溫退火的條件。

【0048】第 1，係將低溫退火的加熱溫度(最高到達溫度)設為 400 至 500℃。於此溫度區域中產生差排的再排列，使溶質原子形成柯瑞爾氣氛(Cottrell atmosphere)，而在結晶晶格形成應變場。該晶格應變被認為是造成 KAM 值提升的因素。於通常的低溫退火中常應用之 250 至 375℃ 的低溫退火中，雖可藉由後述的張力賦予而得到形狀矯正效果，但至目前為止的探討中，並未觀察到 KAM 值的

明顯提升效果。另一方面，當加熱溫度超過 500℃ 時，由於軟化會使強度、KAM 值均降低。於 400 至 500℃ 中的保持時間，只要設定在 5 至 600 秒的範圍內即可。

【0049】第 2，至少在材料溫度處於已設定在 400 至 500℃ 之間的最高到達溫度時，向板的軋延方向賦予 40 至 70N/mm² 的張力。張力過低時，尤其是在高強度材時會有形狀矯正效果不足，難以穩定地實現較高的平坦性。張力過高時，相對於張力，板面直角方向(軋延直角方向)的應變量分布容易變得不均一，此時亦難以得到較高的平坦性。賦予前述張力之時間，期望係確保 1 秒以上。涵蓋材料溫度處於 400 至 500℃ 的範圍之全部時間持續賦予前述張力亦無妨。

【0050】第 3，以最大升溫速度 150℃ /s 以下升溫至上述最高到達溫度。亦即，於升溫過程中，以不使升溫速度超過 150℃ /s 之情況下升溫至最高到達溫度為止。升溫速度大於此時，可知於升溫過程中容易產生差排的消滅，而使 KAM 值降低。設為 150℃ /s 以下者更為有效。惟當升溫速度過於緩慢時，生產性會降低。至最高到達溫度為止，最大升溫速度，較佳可設定在例如 20℃ /s 以上的範圍內。

【0051】第 4，以最大冷卻速度 100℃ /s 以下冷卻至常溫。亦即，於上述加熱後，以不使冷卻速度超過 100℃ /s 之情況下降溫至常溫(5 至 35℃)為止。當最大冷卻速度超過 100℃ /s 時，相對於冷卻時的板材通過方向，板面直角方向(軋延直角方向)的溫度分布會變得不均一，無法得到

充分的平坦性。惟當冷卻速度過於緩慢時，生產性會降低。該最大冷卻速度，可設定在 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上的範圍內。

[實施例]

【0052】 熔製出第 1 表所示之化學組成的銅合金，並使用縱型半連續鑄造機進行鑄造。將所得之鑄片於 1000°C 加熱 3 小時後拉出，施以熱軋延直至厚度 14mm，並進行水冷。總體的熱軋延率為 90 至 95%。熱軋延後，藉由機械研磨來去除(面切削)表層的氧化層，施以 80 至 98% 的冷軋延，而作成提供至固溶化處理之中間製品板材。以第 2 表、第 3 表所示之條件，對各中間製品板材施以固溶化處理、中間冷軋延、時效處理、精整冷軋延、利用張力整平機所進行之形狀矯正、以及低溫退火。於一部分的比較例(No.34)中，對熱軋延後經過面切削之板材施以 90% 的冷軋延，將此作為中間製品板材供應至固溶化處理，並省略中間冷軋延。藉由切條機將低溫退火後的板材進行切條加工，而得到板厚 0.10 至 0.15mm、軋延直角方向的板寬 W_0 為 510mm 之板材製品(試驗材)。

【0053】 第 2 表、第 3 表中，固溶化處理的溫度係表示最高到達溫度。固溶化處理的時間，表示當材料溫度處於 850°C 以上且最高到達溫度以下的範圍之時間。惟關於最高到達溫度未達 850°C 之例子，表示於最高到達溫度下的保持時間。於時效處理的冷卻過程中，係以一定的冷卻速度使爐溫降溫。第 2 表、第 3 表所示之時效處理的最大冷卻速度，相當於從加熱溫度(第 2 表、第 3 表所示之最高

到達溫度)至 300℃ 為止之上述「一定的冷卻速度」。

【0054】 低溫退火，係連續地使板材通過懸鏈式爐後進行空冷之方法。第 2 表、第 3 表所示之低溫退火的溫度，為最高到達溫度。並將第 2 表、第 3 表所示軋延方向的張力賦予至通過爐內中之板材。張力可從通過爐內中之材料的懸鏈曲線(爐內板材通過方向兩端部及中央部之板的高度位置，以及爐內長度)中算出。材料溫度處於 400℃ 以上且最高到達溫度以下的範圍之時間(於最高到達溫度未達 400℃ 之例子中，為材料溫度大致保持在最高到達溫度時之時間)，為 10 至 90 秒。至少於該時間中，前述張力負載於板上。於板材通過方向的各種位置測定升溫中及冷卻中之板表面的溫度，藉此可求取橫軸為時間、縱軸為溫度之升溫曲線及冷卻曲線。於 1 個試驗材中，由於是涵蓋板材通過中之板的全長，並以相同條件分別進行升溫及冷卻，所以將此升溫曲線及冷卻曲線的最大梯度，分別採用作為該試驗材的最大升溫速度及最大冷卻速度。升溫速度及冷卻速度，可藉由調整升溫區及冷卻區的環境氣體溫度、風扇轉數等來控制。

【0055】 [第 1 表]

表1

區分	No.	化學組成(質量%)			
		Cu	Ni	Si	其他
本發明例	1	剩餘部分	2.60	0.61	-
	2	剩餘部分	2.40	0.56	Mg:0.15
	3	剩餘部分	2.45	0.90	Co:1.30
	4	剩餘部分	1.40	0.50	Sn:0.25, Zn:0.80, Zr:0.03
	5	剩餘部分	3.12	0.84	Co:0.16, P:0.02
	6	剩餘部分	2.63	0.55	B:0.005, Fe:0.16
	7	剩餘部分	2.52	0.59	Ti:0.08, Al:0.12
	8	剩餘部分	2.88	0.67	Mn:0.14, Cr:0.10
	9	剩餘部分	2.30	0.44	Sn:0.36, Ti:0.12
	10	剩餘部分	3.50	0.80	Mg:0.18
	11	剩餘部分	2.52	0.58	Zn:0.30, Sn:0.35
	12	剩餘部分	3.00	0.65	Mg:0.15
比較例	31	剩餘部分	2.40	0.52	Mg:0.16
	32	剩餘部分	2.78	0.55	-
	33	剩餘部分	2.39	0.44	Mg:0.14
	34	剩餘部分	2.40	0.56	Sn:0.25, Zn:0.80, Zr:0.03
	35	剩餘部分	2.43	0.55	Co:0.16, P:0.02
	36	剩餘部分	2.39	0.58	-
	37	剩餘部分	<u>5.00</u>	0.78	-
	38	剩餘部分	<u>0.85</u>	0.48	-
	39	剩餘部分	2.80	<u>1.50</u>	-
	40	剩餘部分	2.10	<u>0.05</u>	-
	41	剩餘部分	2.48	0.60	-
	42	剩餘部分	2.48	0.60	-
	43	剩餘部分	2.39	0.57	-
	44	剩餘部分	2.50	0.49	Mg:0.14
	45	剩餘部分	2.50	0.49	-
	46	剩餘部分	2.60	0.75	-
	47	剩餘部分	3.00	0.65	Mg:0.15

底線：本發明規定範圍外

【0056】 [第 2 表]

表2

區分	No.	固溶化處理		中間 冷軋延	時效處理			精整冷軋延			張力整平機	低溫退火			
		溫度 (°C)	時間 (s)	軋延率 (%)	溫度 (°C)	時間 (h)	最大 冷卻速度 (°C/h)	軋延率 (%)	工作輥 直徑 (mm)	最終道次 下壓率 (%)	伸長率 (%)	最大升 溫速度 (°C/s)	溫度 (°C)	張力 (N/mm ²)	最大冷 卻速度 (°C/s)
本發明例	1	900	20	45	440	8.5	20	64	80	9.9	0.25	45	450	55	30
	2	900	30	60	460	10.0	15	50	80	7.9	0.25	55	450	55	40
	3	945	20	60	460	10.0	15	75	75	6.4	1.00	75	450	55	48
	4	900	20	60	440	10.0	25	75	85	4.5	0.25	75	450	55	65
	5	900	15	60	460	10.0	15	75	85	7.9	0.15	62	450	55	62
	6	900	20	60	460	10.0	15	75	85	6.4	0.25	75	500	55	80
	7	900	25	75	480	10.0	15	60	70	6.4	0.75	50	450	65	50
	8	900	25	60	460	13.0	15	98	75	6.4	0.25	80	475	55	39
	9	875	25	60	460	10.0	20	75	80	7.9	0.75	75	475	45	47
	10	900	20	60	420	10.0	20	75	80	6.4	0.75	100	475	55	48
	11	900	20	60	440	10.0	20	63	75	6.4	0.25	57	450	55	46
	12	900	20	60	460	10.0	20	63	80	6.4	0.25	68	475	55	40

【0057】 [第 3 表]

表3

區分	No.	固溶化處理		中間 冷軋延	時效處理			精整冷軋延			張力整平機	低溫退火			
		溫度 (°C)	時間 (s)	軋延率 (%)	溫度 (°C)	時間 (h)	最大 冷卻速度 (°C/h)	軋延率 (%)	工作輥 直徑 (mm)	最終道次 下壓率 (%)	伸長率 (%)	最大升 溫速度 (°C/s)	溫度 (°C)	張力 (N/mm ²)	最大冷 卻速度 (°C/s)
比較例	31	900	25	60	460	10.0	20	0	75	7.9	0.20	80	475	55	20
	32	1000	20	60	460	10.0	15	75	75	7.9	0.15	75	475	55	70
	33	825	15	60	460	10.0	15	75	70	9.9	0.05	55	475	55	48
	34	900	25	0	500	10.0	15	35	75	7.9	0.20	80	450	45	40
	35	900	20	60	350	10.0	15	75	75	6.4	0.25	55	475	55	62
	36	925	20	60	550	10.0	15	75	75	7.9	0.25	80	450	20	42
	37	900	20	60	460	10.0	15	75	75	7.9	0.25	62	450	55	38
	38	925	15	60	460	10.0	20	75	80	7.9	0.20	65	475	55	38
	39	900	15	60	460	10.0	20	75	70	9.9	0.20	55	475	55	48
	40	900	15	60	460	10.0	20	75	75	7.9	0.20	52	475	55	50
	41	900	15	60	460	5.0	20	75	75	7.9	0.20	46	475	55	200
	42	900	15	60	460	17.0	20	75	85	25.0	0.15	75	475	55	55
	43	875	15	60	440	9.0	80	75	45	6.4	0.20	45	475	55	45
	44	900	20	60	440	10.0	15	75	70	6.4	0.15	250	375	55	50
	45	900	5	60	440	10.0	20	75	70	9.9	2.00	80	475	55	48
46	900	90	60	440	10.0	20	75	80	7.9	0.20	75	475	120	50	
47	900	15	0	440	10.0	20	75	75	7.9	0.20	65	475	55	50	

底線：本發明規定範圍外

【0058】 對各試驗材進行以下的調查。

【0059】

[粗大第二相粒子的個數密度]

依循前述「粗大第二相粒子個數密度的求取法」，藉由 SEM 來觀察板面(軋延面)經電解研磨後之觀察面，求取長徑 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上之第二相粒子的個數密度。用於調製觀察面之電解研磨液，係使用以 2:1:1:1 混合蒸餾水、磷酸、乙醇、2-丙醇而成之液體。電解研磨係使用 BUEHLER 公司製的電解研磨裝置(ELECTROPOLISHER POWER SUPPLY, ELECTROPOLISHER CELL MODULE)，於電壓 15V、時間 20s 的條件下進行。

[KAM 值]

依循前述「KAM 值的求取法」，對於從軋延面的去除深度為板厚的 1/10 之觀察面，使用具備 EBSD 分析系統之 FE-SEM(日本電子股份有限公司製：JSM-7001)來測定。電子束照射的加速電壓設為 15Kv、照射電流設為 $5\times 10^{-8}\text{A}$ 。EBSD 解析軟體係使用 TSL Solutions 公司製：OIM Analysis。

[板厚方向的平均結晶粒徑]

藉由 SEM 來觀察對垂直於軋延方向之剖面(C 剖面)進行蝕刻而使晶粒邊界顯露出之觀察面，求取由前述(A)所定義之板厚方向的平均結晶粒徑。

【0060】

[導電率]

依循 JIS H0505 來測定各試驗材的導電率。考量到導線架用途，將 35%IACS 以上者判定為合格(導電性：良好)。

[軋延方向的 0.2%耐力]

從各試驗材中，取得軋延方向(LD)的拉伸試驗片(JIS 5 號)，以試驗數 $n=3$ 進行依據 JIS Z2241 之拉伸試驗，並測定 0.2%耐力。將 $n=3$ 之平均值設為該試驗材的成績值。考量到導線架用途，將 0.2%耐力為 800MPa 以上者判定為合格(高強度特性：良好)。

[蝕刻面的表面粗糙度]

製備 42 波美(Baumé)的氯化鐵者作為蝕刻液。將試驗材的單側表面蝕刻至板厚成為一半為止。對所得之蝕刻面，藉由雷射式表面粗糙度計來測定軋延直角方向的表面粗糙度，求取依據 JIS B0601:2013 的算術平均粗糙度 R_a 。若由此蝕刻試驗所得之 R_a 為 $0.15\ \mu\text{m}$ 以下，則與以往的 Cu-Ni-Si 系銅合金板材相比，可評估為蝕刻面的表面平滑性明顯得到改善者。亦即，於高精細導線架的製作中，係具有可精度佳地形成直線性良好的接腳之蝕刻性。因此，將上述 R_a 為 $0.15\ \mu\text{m}$ 以下者判定為合格(蝕刻性：良好)。

【0061】

[I-unit]

從各試驗材中，取得軋延方向長度為 400mm、軋延直角方向長度為板寬 $W_0(\text{mm})$ 之長方形的切板 Q，並求取由上述(C)所定義之 I-unit。

[最大橫向翹曲 q_{MAX}]

對各試驗材求取由上述(B)所定義之最大橫向翹曲 q_{MAX} 。

關於板形狀，係將上述 I-unit 為 5.0 以下，且最大橫向翹曲 q_{MAX} 為 $100\mu m$ 以下者判定為合格。

此等結果如第 4 表所示。

【0062】 [第 4 表]

表4

區分	No.	粗大第二相粒子 個數密度 ($\times 10^3$ 個/ mm^2)	KAM值	板厚方向平 均結晶粒徑 (μm)	導電率 (%IACS)	0.2% 耐力 (MPa)	蝕刻面表面 粗糙度Ra (μm)	I-unit	最大橫 向翹曲 q_{MAX} (μm)
本發明例	1	1.9	3.66	0.86	41.0	848	0.09	1.7	25
	2	0.5	3.30	1.40	45.8	910	0.14	2.2	32
	3	1.4	3.43	1.72	44.2	862	0.13	2.5	37
	4	2.6	3.66	0.73	45.6	817	0.12	2.4	36
	5	1.6	3.99	0.55	43.8	844	0.08	3.7	55
	6	0.4	3.66	0.73	47.6	914	0.12	3.8	57
	7	0.9	3.74	0.92	45.1	858	0.09	2.9	43
	8	1.1	3.70	0.81	43.0	885	0.11	2.7	40
	9	0.5	3.66	0.61	45.0	903	0.12	2.6	39
	10	1.5	3.50	0.73	44.4	847	0.13	2.9	43
	11	0.6	3.67	0.79	46.3	888	0.12	2.4	36
	12	0.8	3.57	0.79	46.8	832	0.13	2.0	31
比較例	31	0.6	<u>2.51</u>	2.33	41.2	876	0.22	1.8	27
	32	0.2	<u>2.73</u>	13.49	47.6	961	0.20	3.1	47
	33	<u>10.4</u>	3.95	0.13	44.0	739	0.10	10.5	158
	34	0.8	<u>2.28</u>	0.92	44.1	849	0.23	3.7	56
	35	<u>5.4</u>	3.65	0.73	34.0	731	0.12	2.9	44
	36	<u>5.0</u>	3.29	1.04	50.0	750	0.14	6.4	96
	37	0.7	<u>2.27</u>	0.73	31.5	859	0.23	2.6	39
	38	<u>9.6</u>	3.61	0.78	50.0	760	0.12	2.4	36
	39	<u>10.2</u>	3.88	0.55	30.1	744	0.11	4.2	63
	40	<u>18.0</u>	3.92	0.53	52.5	550	0.10	2.9	43
	41	<u>4.9</u>	4.01	0.55	34.2	757	0.10	10.2	152
	42	<u>4.4</u>	3.66	0.56	50.2	779	0.12	11.9	178
	43	<u>4.5</u>	4.23	0.37	34.5	774	0.09	10.0	150
	44	0.4	<u>2.56</u>	0.73	37.5	927	0.21	17.2	258
	45	<u>10.2</u>	4.62	0.18	44.0	744	0.07	18.8	282
	46	0.0	<u>2.46</u>	6.00	37.4	999	0.22	8.0	121
	47	0.7	<u>2.43</u>	1.27	41.8	868	0.25	3.6	54

底線：本發明規定範圍外

【0063】 依循上述規定嚴格地控制化學組成及製造條

件之本發明例者，均可得到較高的 KAM 值，板厚方向的結晶粒徑亦達細微化。該結果為蝕刻面的表面平滑性優異。此外，粗大第二相粒子的個數密度亦抑制地較低，導電性及強度亦良好。再者，板形狀亦良好。

【0064】相對於此，比較例 No.31 由於省略精整冷軋延，所以 KAM 值低，板厚方向的結晶粒徑大。該結果為蝕刻面的表面平滑性差。比較例 No.32 由於固溶化處理溫度高，所以 KAM 值低，板厚方向的結晶粒徑大。該結果為蝕刻面的表面平滑性差。比較例 No.33 由於固溶化處理溫度低，所以粗大第二相粒子多，強度差。而且因為在張力整平機中的伸長率不足，所以板形狀亦差。比較例 No.34 由於省略中間冷軋延，所以 KAM 值低，蝕刻面的表面平滑性差。比較例 No.35 由於時效處理溫度低，所以粗大第二相粒子多，強度及導電性差。比較例 No.36 由於時效處理溫度高，所以粗大第二相粒子多，強度低。而且因為在低溫退火中的張力低，所以板形狀差。比較例 No.37 由於 Ni 含量高，所以導電性低，並且 KAM 值低，蝕刻面的表面平滑性差。比較例 No.38 因 Ni 含量低，造成粗大第二相粒子變多，強度低。比較例 No.39 由於 Si 含量高，所以導電性差，並且 KAM 值低，蝕刻面的表面平滑性差。比較例 No.40 因 Si 含量低，造成粗大第二相粒子變多，強度低。比較例 No.41 由於時效處理時間短，所以粗大第二相粒子變多，強度及導電性差。而且因為在低溫退火中的最大冷卻速度大，所以板形狀差。比較例 No.42 由於時效處理時

間長，所以粗大第二相粒子變多，強度低。而且因為在精整冷軋延中之最終道次的下壓率高，所以板形狀差。比較例 No.43 由於時效處理中的最大冷卻速度大，所以粗大第二相粒子多，強度及導電性差。而且因為在精整冷軋延中所使用之工作軋的直徑小，所以板形狀差。比較例 No.44 由於低溫退火中的最大升溫速度大，且低溫退火的加熱溫度低，所以 KAM 值低，蝕刻面的表面平滑性差。再者，低溫退火的加熱溫度低，所以板形狀亦差。比較例 No.45 由於固溶化處理的時間短，所以粗大第二相粒子多，強度低。而且因為在張力整平機中的伸長率高，所以板形狀差。比較例 No.46 由於固溶化處理的時間長，所以 KAM 值低，板厚方向的結晶粒徑大。該結果為蝕刻面的表面平滑性差。而且因為在低溫退火中的張力高，所以板形狀差。比較例 No.47 由於省略中間冷軋延，所以 KAM 值低，蝕刻面的表面平滑性差。

【符號說明】

無

申請專利範圍

1. 一種銅合金板材，其係具有下述組成：以質量%計，包含 Ni：1.0 至 4.5%、Si：0.1 至 1.2%、Mg：0 至 0.3%、Cr：0 至 0.2%、Co：0 至 2.0%、P：0 至 0.1%、B：0 至 0.05%、Mn：0 至 0.2%、Sn：0 至 0.5%、Ti：0 至 0.5%、Zr：0 至 0.2%、Al：0 至 0.2%、Fe：0 至 0.3%、Zn：0 至 1.0%、以及剩餘部分之 Cu 及不可避免的雜質；在平行於板面(軋延面)之觀察面中，長徑 $1.0\ \mu\text{m}$ 以上的粗大第二相粒子個數密度為 4.0×10^3 個/ mm^2 以下，並且藉由 EBSD(電子束背向散射繞射法)，在結晶方位差 15° 以上的交界被視為結晶粒邊界時之結晶粒內之中，以步長 $0.5\ \mu\text{m}$ 所測得的 KAM 值大於 3.00 者。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之銅合金板材，其中，由下述(A)所定義之板厚方向的平均結晶粒徑為 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下，

(A)在觀察垂直於軋延方向之剖面(C 剖面)而得之 SEM 圖像上，隨機地拉取板厚方向的直線，將由該直線所切斷之結晶粒的平均切斷長度設為板厚方向的平均結晶粒徑；其中係以使由直線所切斷之結晶粒的總數成為 100 個以上之方式，於 1 個或複數個觀察視野中，隨機地設定不會重複切斷同一結晶粒之複數條直線。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之銅合金板材，其中，將軋延直角方向的板寬設為 $W_0(\text{mm})$ 時，由下述(B)所定義之最大橫向翹曲 q_{MAX} 為 $100\ \mu\text{m}$ 以下，

(B)從該銅合金板材中，取得軋延方向長度為 50mm、軋延直角方向長度為板寬 W_0 (mm)之長方形的切板 P，然後以軋延直角方向 50mm 的間距裁切該切板 P，此時，若在切板 P 的軋延直角方向端部產生軋延直角方向長度未達 50mm 之小片時，則移除該小片，而製備 n 個(n 為板寬 $W_0/50$ 之整數部分)50mm 見方的正方形樣本；依據日本伸銅協會技術規格 JCBA T320: 2003 所規定之利用三維測定裝置的測定方法(惟設為 $w=50\text{mm}$)，對每個正方形樣本，針對其兩面(兩側的板面)，於軋延直角方向測定被放置在水平盤上時之橫向翹曲 q ，並將各面之 q 的絕對值 $|q|$ 之最大值設為該正方形樣本的橫向翹曲 q_i (i 為 1 至 n)；將 n 個正方形樣本的橫向翹曲 q_1 至 q_n 中之最大值設為最大橫向翹曲 q_{MAX} 。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之銅合金板材，其中，由下述(C)所定義之 I-unit 為 5.0 以下，

(C)從該銅合金板材中，取得軋延方向長度為 400mm、軋延直角方向長度為板寬 W_0 (mm)之長方形的切板 Q，並放置在水平盤上；於由垂直方向觀看切板 Q 之投影表面(以下僅稱為「投影表面」)中，決定軋延方向長度 400mm、軋延直角方向長度 W_0 之長方形區域 X，然後以軋延直角方向 10mm 的間距將該長方形區域 X 分割為長條狀區域，此時，若在長方形區域 X 的軋延直角方向端部產生軋延直角方向長度未達 10mm 之窄寬度的長條狀區域時，則移除該窄寬度的長條狀區域，而設定相

鄰之 n 處 (n 為板寬 $W_0/10$ 之整數部分) 長條狀區域 (長度 4000mm、寬度 10mm)；對每個長條狀區域，以涵蓋軋延方向長度 400mm 的方式測定寬度中央部的表面高度，將最大高度 h_{MAX} 與最小高度 h_{MIN} 的差 $h_{MAX}-h_{MIN}$ 之值設為波高 h ，並將以下述式(1)所求取之伸長差率 e 設為該長條狀區域的伸長差率 e_i (i 為 1 至 n)；將 n 處長條狀區域的伸長差率 e_1 至 e_n 中之最大值設為 I-unit，

$$e=(\pi/2 \times h/L)^2 \cdot \cdot \cdot (1)$$

其中， L 為基準長度 400mm。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之銅合金板材，其中，軋延方向的 0.2% 耐力為 800MPa 以上，導電率為 35%IACS 以上。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之銅合金板材，其中，板厚為 0.06 至 0.30mm。
7. 一種導線架用銅合金板材，其係如申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項所述之銅合金板材。
8. 一種銅合金板材的製造法，其係依序具有下述步驟：

對中間製品板材，施以於 850 至 950℃ 保持 10 至 50 秒之熱處理之步驟(固溶化處理步驟)，其中，該中間製品板材具有下述化學組成：以質量%計，包含 Ni：1.0 至 4.5%、Si：0.1 至 1.2%、Mg：0 至 0.3%、Cr：0 至 0.2%、Co：0 至 2.0%、P：0 至 0.1%、B：0 至 0.05%、Mn：0 至 0.2%、Sn：0 至 0.5%、Ti：0 至 0.5%、Zr：0 至 0.2%、Al：0 至 0.2%、Fe：0 至 0.3%、Zn：0 至 1.0%、以及剩

餘部分之 Cu 及不可避免的雜質；

施以軋延率 30 至 90% 的冷軋延之步驟(中間冷軋延步驟)；

於 400 至 500℃ 保持 7 至 15 小時後，將至 300℃ 為止的最大冷卻速度設為 50℃ /h 以下而冷卻之步驟(時效處理步驟)；

使用直徑 65mm 以上的工作輥，施以軋延率 30 至 99%、最終道次中的下壓率 10% 以下之冷軋延之步驟(精整冷軋延步驟)；

藉由張力整平機，在產生伸長率 0.10 至 1.50% 的變形之板材通過條件下施以連續反覆彎曲加工之步驟(形狀矯正步驟)；以及

施以熱處理之步驟(低溫退火步驟)，該熱處理係以最大升溫速度 150℃ /s 以下升溫至在 400 至 550℃ 的範圍內之最高到達溫度為止，且至少在最高到達溫度時向板的軋延方向賦予 40 至 70N/mm² 的張力，然後以最大冷卻速度 100℃ /s 以下冷卻至常溫。