



(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 I460313 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 11 日

(21)申請案號：101110535

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 27 日

(51)Int. Cl. : C25C1/12 (2006.01)

H01M4/66 (2006.01)

(30)優先權：2011/03/30 日本

JP2011-076638

(71)申請人：J X 日鑛日石金屬股份有限公司 (日本) JX NIPPON MINING & METALS
CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：古曳倫也 KOHIKI, MICHIIYA (JP)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

JP 10-36992A

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：0 共 0 頁

(54)名稱

電解銅箔及電解銅箔之製造方法

(57)摘要

本發明之目的在於提供一種常態抗張力高、熱歷程後之抗張力下降小、且銅箔中之雜質濃度少的電解銅箔及電解銅箔之製造方法，特別是提供一種電解銅箔，其硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度變高之測定點。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：

10110535

※申請日：

101. 3. 27

※IPC 分類：

C25C1/12
H01M4/66

(2006.01)

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電解銅箔及電解銅箔之製造方法

二、中文發明摘要：

本發明之目的在於提供一種常態抗張力高、熱歷程後之抗張力下降小、且銅箔中之雜質濃度少的電解銅箔及電解銅箔之製造方法，特別是提供一種電解銅箔，其硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度變高之測定點。

三、英文發明摘要：

無

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】

本發明係關於一種電解銅箔，特別是關於一種可應用於二次電池負極集電器之電解銅箔及電解銅箔之製造方法。

【先前技術】

用於鋰離子二次電池負極體之電解銅箔因應能量密度之增加、充放電循環時之耐久性、活性物質塗佈時之加熱處理、高能量型之黏合劑規格等各種要求，而謀求一種展現出高強度且加熱處理後之抗張力下降少的材料。又，就用作電子之積體介質等而言，要求一種銅純度高且雜質含量少之電解銅箔。

例如於日本專利第 38050155 號（專利文獻 1），揭示一電解銅箔之例，其目的在於提高常溫及加熱後之拉伸強度及延伸率，且銅箔中雜質含量少且常態抗張力高。於日本特開 2008-101267 號公報（專利文獻 2）及日本特開 2009-299100 號公報（專利文獻 3），揭示有為了維持高加熱後之彎曲性能，而常態抗張力高、熱歷程後之抗張力下降亦少的電解銅箔之例。

[專利文獻 1]日本專利第 38050155 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2008-101267 號公報

[專利文獻 3]日本特開 2009-299100 號公報

【發明內容】

然而，專利文獻 1 揭示之電解銅箔，雖銅箔中之雜質

含量少、常態抗張力高，但會有熱歷程後之抗張力下降的較大問題，作為二次電池負極體用銅箔所需要之特性不足。又，專利文獻 2 及專利文獻 3 揭示之電解銅箔，雖常態抗張力高、熱歷程後之抗張力下降亦少，但銅箔中之雜質濃度高，因此作為二次電池負極體用銅箔所需要之特性仍不足。

鑒於上述課題，本發明提供一種常態抗張力高、熱歷程後之抗張力下降小、且銅箔中之雜質含量少的電解銅箔及電解銅箔之製造方法。

為了解決上述課題，本發明人進行努力研究，結果發現：於銅箔中含有適當量之硫濃度，且選擇性地使硫沉積於晶界及晶粒內，藉此可獲得顯現高強度、且熱歷程後之抗張力下降小的電解銅箔。

基於此種見解完成之本發明於一態樣中為一種電解銅箔，其硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM (scanning transmission electron microscope, 掃描穿透式電子顯微鏡) 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度變高之測定點。

本發明於另一態樣中為一種電解銅箔，其硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在

與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度高 10 倍以上之測定點。

本發明之電解銅箔於一實施態樣中，常態抗張力為 $50\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上，且於 250°C 加熱 30 分鐘後之抗張力為常態抗張力之 90% 以上。

本發明之電解銅箔於另一實施態樣中，電解銅箔之延伸率為 5.0% 以上。

本發明之電解銅箔於再另一實施態樣中，電解銅箔為二次電池負極集電器用銅箔。

本發明於再另一態樣中為一種電解銅箔之製造方法，其使用含有 2~5 質量 ppm 之膠，並將銅箔中之硫濃度調整成 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下之的電解液，於電解溫度 $60\sim 65^\circ\text{C}$ 、電流密度 $60\sim 120\text{A}/\text{dm}^2$ 進行電解，藉此製造上述電解銅箔。

根據本發明，可提供一種常態抗張力高、熱歷程後之抗張力下降小、且具有高延伸率的電解銅箔及電解銅箔之製造方法。

【實施方式】

本發明之實施形態的電解銅箔，為銅箔中之硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度變高之測定點的電解銅箔。

製成銅箔中雜質濃度特別是硫濃度設為適當範圍、且

雜質選擇性且高濃度地偏析於晶界及晶粒內的電解銅箔，藉此獲得展現高強度且即便於 250℃ 加熱 30 分鐘後，亦可抑制抗張力下降的電解銅箔。

銅箔中含有之雜質例如可列舉：硫、氮、氯等。於本發明之實施形態的電解銅箔，藉由將銅箔中之硫濃度調整為適當範圍，而獲得高強度之電解銅箔。其中，若硫濃度過高，則有導致作為鋰離子二次電池特性之重要之延伸特性下降的情形。因此，較佳為將銅箔中之硫濃度設為 50 質量 ppm 以下，更佳為 40 質量 ppm 以下。另一方面，硫濃度過少亦會有無法獲得高強度化之效果的情形，因此硫濃度之下限值例如可設為 10 質量 ppm 以上，更佳為 15 質量 ppm 以上。銅箔中之氮濃度較佳為 20 質量 ppm 以下，銅箔中之氯濃度較佳為 10 質量 ppm 以下。

銅箔中之硫濃度及其他雜質濃度之測定係藉由將本發明之實施形態之電解銅箔燃燒分析而進行。具體而言，藉由 N：惰性氣體溶解－導熱率法，TC-436（LECO 公司製造）；S：燃燒－紅外線吸收法，CS-400（LECO 公司製造）；Cl：熱水解－離子層析分析法，DX-500（日本 Dionex 製造）測定。

本發明之實施形態的電解銅箔於利用掃描穿透式電子顯微鏡（STEM）進行百萬倍觀察時，具有以下之特徵。即，製作利用 FIB（focused ion beam，聚焦離子束），於銅箔厚度方向加工電解銅箔而成之薄片（厚度：約 0.1 μm 、寬度：30 μm 、長度：銅箔厚度）作為 STEM 觀察用之試驗試

樣，當對 STEM 之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，規定縱橫間隔 10nm 之直線以形成晶格，並將成為各晶格交點的部分作為測定點來測定各測定點之雜質濃度時，存在高於銅箔中之硫濃度的測定點。所謂「銅箔中之硫濃度」係指使銅箔燃燒，由揮發之氣體成分量測定之硫濃度。

換言之，本發明之實施形態的電解銅箔，銅箔中之硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將晶格之交點作為測定點來測定雜質濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度為 10 倍以上、更佳為 25 倍以上、最佳為 50 倍以上之晶格的交點。

如上所述，本發明之電解銅箔係具備硫選擇性且相對較高濃度地偏析於晶界及晶粒內之結構，藉此即便於對電解銅箔進行加熱時，亦可一面抑制強度之下降，一面保持作為集電器必需之強度。又，根據本發明之電解銅箔，藉由具備硫選擇且相對較高濃度地偏析於晶界及晶粒內之結構，可獲得與先前之電解銅箔相比，除強度外延伸率亦優異之電解銅箔，因此獲得更適當之電解銅箔材料作為二次電池負極集電器。

再者，STEM 之測定可藉由日本電子股份有限公司製造之 JEM-2100F 進行。

本發明之實施形態的電解銅箔係因為具備上述特徵，而展現出常態抗張力為 $50\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上、更佳為 $50\sim 70\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上之高抗張力，且 250°C 加熱 30 分鐘後之抗張力

保持在常態抗張力之 90%以上。藉此獲得加壓加工性、狹縫加工性優異之電解銅箔。於本發明中所謂「抗張力」係表示進行基於 IPC-TM-650 之拉伸強度試驗時之值，所謂「常態抗張力」係表示於常態（23℃）下，進行基於 IPC-TM-650 之拉伸強度試驗時之值。

基於 IPC-TM-650 測定本發明之實施形態的電解銅箔時之延伸率，例如於銅箔厚度為 $10\mu\text{m}$ 之情形時，顯示 5.0%以上，更具體為 5.0~10.0%，更進一步具體為 5.0~8.0%。藉此獲得優異之強度與延伸率間平衡的電解銅箔。

本發明之實施形態的電解銅箔與先前之電解銅箔相比，表面粗燥度 R_z 小，表面粗燥度 R_z 為 $2.0\mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $1.8\mu\text{m}$ 以下，最佳為 $0.6\sim 1.7\mu\text{m}$ 。「表面粗糙度 R_z 」之值係表示藉由基於 JIS-B-0601 之粗糙度試驗而測定之結果。藉此，與塗佈於電解銅箔上之防銹層等之接著性會變高，而獲得作為電解銅箔之良好的製品操作性。

進行製造本發明之實施形態的電解銅箔時，藉由使用含有 2~5 質量 ppm 之膠，且調整成能使銅箔中之硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下的電解液，於電解溫度 $60\sim 65^\circ\text{C}$ 、電流密度 $60\sim 120\text{A}/\text{dm}^2$ 進行電解。更具體而言，可使用電解銅箔製造裝置而製造，上述電解銅箔製造裝置於電解槽中配置直徑約 3000mm、寬度約 2500mm 之鈦製或不鏽鋼製旋轉筒、與於筒周圍設置 3~10mm 左右極間距離之電極而成。再者，該裝置例為一例，裝置之規格並無特別限制。

於電解槽中，對於銅濃度： $80\sim 110\text{g/L}$ 、硫酸濃度： $70\sim 110\text{g/L}$ 之硫酸系電解液，添加濃度： $2.0\sim 10.0$ 質量 ppm 之膠。

並且，調節為線速： $1.5\sim 5.0\text{m/s}$ 、電解液溫： $60\sim 65^\circ\text{C}$ 、電流密度： $60\sim 120\text{A/dm}^2$ ，而使銅沉積於旋轉筒之表面，並將沉積於旋轉筒表面之銅剝取，而連續地製造電解銅箔。於上述步驟中，為了獲得具有上述特性之電解銅箔，較合適之條件為將電解液溫度設為 $60\sim 65^\circ\text{C}$ 且電流密度設為 $60\sim 120\text{A/dm}^2$ 進行電解，特別是電解液溫之調整為特徵性。

較佳為於電解銅箔之表面或背面，進一步於兩面進行防銹處理。防銹處理係氧化鉻單獨之被膜處理或氧化鉻與鋅／氧化鋅之混合物被膜處理。所謂氧化鉻與鋅／氧化鋅之混合物被膜處理係指使用含有鋅鹽或氧化鋅與鉻酸鹽之鍍浴進行電鍍，藉此被覆由鋅或氧化鋅與氧化鉻所組成之鋅－鉻基混合物的防銹層之處理。

代表性為使用 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 等重鉻酸鹽或 CrO_3 等中之至少一種與氫氧化鹼金屬以及酸之混合水溶液作為鍍浴。又，亦可使用上述水溶液與水溶性鋅鹽例如 ZnO 、 $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等之至少一種的混合水溶液。

可於防銹處理之前，視需要實施粗化處理。可形成銅、鈷、鎳之 1 種之鍍敷或該等 2 種以上之合金鍍敷作為粗化粒子。通常，藉由銅、鈷、鎳之 3 者之合金鍍敷形成粗化粒子。進而，為了使二次電池用負極集電器用銅箔之耐熱

性及耐氣候（耐蝕）性提高，而期望於表裏兩面之粗化處理面上，形成選自鈷－鎳合金鍍敷層、鋅－鎳合金鍍敷層、鉻酸鹽層中之一種以上的防銹處理層或耐熱層及／或矽烷偶合劑層。

亦可視需要，將改善銅箔與活性物質之接著力作為主要目的，實施矽烷處理，矽烷處理為於防銹層上之兩面或沉積面塗佈矽烷偶合劑。用於該矽烷處理之矽烷偶合劑可列舉：烯烴系矽烷、環氧系矽烷、丙烯酸系矽烷、胺基系矽烷、巰基系矽烷，可適當選擇該等使用。塗佈方法亦可為利用矽烷偶合劑溶液之噴霧（spray）之噴塗、利用塗佈機（coater）之塗佈、浸漬、澆塗等之任一種。

[實施例]

以下表示本發明之實施例，但本發明並非意圖限定於以下之實施例。

（實施例 1）

於電解槽中，配置有直徑約 3133mm、寬度 2476.5mm 之鈦製旋轉筒與於筒周圍設置 5mm 左右極間距離之電極。於該電解槽中，導入銅濃度：90g/L、硫酸濃度：80g/L、膠濃度：3 質量 ppm 製成電解液。並且，調節為電解液溫：60℃、電流密度：85A/dm²，使銅沉積於旋轉筒表面，並將沉積於旋轉筒表面之銅剝取，而連續地製造厚度 10 μm 之電解銅箔。

（比較例 1）

於電解槽中，配置有直徑約 3133mm、寬度 2476.5mm

的鈦製旋轉筒與於筒周圍設置 5mm 左右極間距離之電極。於該電解槽中，導入銅濃度：90g/L、硫酸濃度：80g/L、進一步導入添加劑雙(3-磺丙基)二硫化物：30ppm、藉由使於 1 分子中具有 1 個以上之環氧基之化合物與胺化合物進行加成反應而獲得具有特定骨架之胺化合物：30ppm、二乙硫脲：5ppm、氯離子：60ppm 製成電解液。並且，調節為電解液溫：53℃、電流密度：60A/dm²，使銅沉積於旋轉筒表面，並將沉積於旋轉筒表面之銅剝取，而連續地製造厚度 10 μm 之電解銅箔。

(比較例 2)

於電解槽中，配置直徑約 3133mm、寬度 2476.5mm 之鈦製旋轉筒與於筒周圍設置 5mm 左右極間距離之電極。於該電解槽中，導入銅濃度：90g/L、硫酸濃度：80g/L 製成電解液。並且，調節為電解液溫：53℃、電流密度：60A/dm²，使銅沉積於旋轉筒表面，並將沉積於旋轉筒表面之銅剝取，而連續地製造厚度 10 μm 之電解銅箔。

(比較例 3)

於電解槽中，配置有直徑約 3133mm、寬度 2476.5mm 之鈦製旋轉筒與於筒周圍設置 5mm 左右極間距離之電極。於該電解槽中，導入銅濃度：90g/L、硫酸濃度：80g/L、進一步導入添加劑之雙(3-磺丙基)二硫化物：30ppm、藉由使於 1 分子中具有 1 個以上之環氧基之化合物與胺化合物進行加成反應而獲得的具有特定骨架之胺化合物：30ppm、氯離子：60ppm 製成電解液。並且，調節為電解液溫：53

℃、電流密度： $60\text{A}/\text{dm}^2$ ，使銅沉積於旋轉筒表面，並將沉積於旋轉筒表面之銅剝取，而連續地製造厚度 $10\ \mu\text{m}$ 之電解銅箔。

－特性評價方法－

<利用燃燒分析之銅箔中之硫及其他雜質的分析>

對於實施例 1 及比較例 1～3 之電解銅箔，具體係藉由 N：惰性氣體溶解－導熱率法，TC-436(LECO 公司製造)；S：燃燒－紅外線吸收法，CS-400(LECO 公司製造)；Cl：熱水解－離子層析分析法，DX-500(日本 Dionex 製造)進行測定。

<利用 STEM 分析之銅箔觀察視野中晶格之交點的硫濃度>

使用日本電子股份有限公司製造之 JEM-2100F 作為掃描穿透式電子顯微鏡(STEM)，並製作利用 FIB 於銅箔厚度方向對實施例 1 及比較例 1～3 之電解銅箔進行加工而成之薄片(厚度：約 $0.1\ \mu\text{m}$ 、寬度： $30\ \mu\text{m}$ 、長度： $10\ \mu\text{m}$)作為 STEM 觀察用之試驗試樣。將 STEM 觀察用試樣之厚度面(厚度：約 $0.1\ \mu\text{m}$)設置成大致與照射束垂直，實施 STEM 觀察以及解析。

並且，對於觀察實施例 1 及比較例 1～3 之電解銅箔之試驗試樣而獲得之 STEM 圖像，藉由於縱橫(垂直·水平方向)規定 10nm 間隔之直線以形成晶格，並將為各晶格之交點部分作為測定點，分別測定測定點之硫濃度。預先實施面分析時，於有局部偏析之部位(特異點)時，形成晶格

並以其部位相當於測定點之方式進行評價。

<常態抗張力與熱履歷後之抗張力測定>

對於常態（23℃）之實施例 1 及比較例 1～3 之電解銅箔與 250℃ 加熱 30 分鐘後的實施例 1 及比較例 1～3 之電解銅箔，分別實施基於 IPC-TM-650 之拉伸試驗。將結果示於表 1。

<延伸率>

對於實施例 1 及比較例 1～3 之電解銅箔，分別實施基於 IPC-TM-650 之拉伸試驗。將結果示於表 1。

[表 1]

		C	N	O	S	Cl	Cu	常態抗張力	加熱後抗張力	延伸率
								(kgf/mm ²)	(kgf/mm ²)	(%)
實施例 1	STEM (%)	2.00	0.00	0.61	0.70	0.04	96.66	57	52	7.2
	燃燒分析 (ppm)	—	5	—	23	10	—			
比較例 1	STEM (%)	3.40	1.80	0.06	0.80	2.30	91.64	75	65	3.5
	燃燒分析 (ppm)	—	25	—	190	160	—			
比較例 2	STEM (%)	—	—	—	—	—	—	53	25	7.3
	燃燒分析 (ppm)	—	1	—	2	8	—			
比較例 3	STEM (%)	—	—	—	—	—	—	35	30	10.5
	燃燒分析 (ppm)	—	5	—	15	10	—			

實施例 1 之電解銅箔的燃燒分析結果：銅箔中之硫濃度較低為 50 質量 ppm 以下，又，利用 STEM 分析之濃度測定結果：存在硫濃度為 0.7 質量%之測定點（特異點），且濃度高於銅箔中之硫濃度。其結果，常態抗張力高，且加熱後抗張力之值為常態抗張力之 90%以上。延伸率亦顯示出高於比較例 1 之值。

比較例 1 由 STEM 分析之濃度測定結果：雖然有硫濃度高於在燃燒分析結果獲得之硫濃度的測定點（特異點）存在，但燃燒分析之結果：銅箔中之硫濃度較高為 190 質量 ppm，因此常態抗張力較高，但延伸率較小為 3.5%。因銅箔中之硫濃度過高，故延伸率較低為 3.5%，並不滿足本發明之條件。又，加熱後之常態抗張力保持率亦為 90%以下，並不滿足本發明之較佳條件。可認為其原因為：即便存在特異點，但能使基質中硫濃度降低的特異點的效果少。

比較例 2 之燃燒分析結果：硫濃度較低，又，由 STEM 分析之濃度測定結果：不存在硫濃度高於在燃燒分析結果獲得之銅箔中之硫濃度的測定點（特異點）。其結果，雖延伸率顯示出相對較高之值，但熱履歷前後之抗張力之變化大，加熱後之常態抗張力保持率亦為 90%以下，並不滿足本發明之較佳之條件。

比較例 3 之燃燒分析結果：雖硫濃度低，延伸率亦顯示出相對較高之值，但常態抗張力顯示出 35kgf/mm^2 ，為 50kgf/mm^2 以下之較低值。又，由 STEM 分析之濃度測定結果：不存在硫濃度高於在燃燒分析結果獲得之銅箔中之

硫濃度的測定點（特異點），並不滿足本發明之較佳之條件。可認為比較例 3 雖硫濃度低，延伸率亦具有較高值，但因不存在特異點，故抗張力（常態、加熱後）成為較低值。

【圖式簡單說明】

無

【主要元件符號說明】

無

七、申請專利範圍：

1.一種電解銅箔，其中之硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，

且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度變高之測定點。

2.一種電解銅箔，其中之硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下，

且當對掃描穿透式電子顯微鏡之百萬倍觀察所得之 STEM 圖像，形成 10 nm 間隔之晶格，將各晶格之交點作為測定點來測定硫濃度時，存在與銅箔中之硫濃度相比，硫濃度高 10 倍以上之測定點。

3.如申請專利範圍第 1 項之電解銅箔，其常態抗張力為 $50\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上，且 250°C 加熱 30 分鐘後之抗張力為該常態抗張力之 90% 以上。

4.如申請專利範圍第 2 項之電解銅箔，其常態抗張力為 $50\text{kgf}/\text{mm}^2$ 以上，且 250°C 加熱 30 分鐘後之抗張力為該常態抗張力之 90% 以上。

5.如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之電解銅箔，其之延伸率為 5.0% 以上。

6.如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之電解銅箔，其為二次電池負極集電器用銅箔。

7.如申請專利範圍第 5 項之電解銅箔，其為二次電池負

極集電器用銅箔。

8.一種電解銅箔之製造方法，係使用含有 2～5 質量 ppm 之膠、且調整成能使銅箔中之硫濃度為 10 質量 ppm 以上 50 質量 ppm 以下的電解液，於電解溫度 60～65℃、電流密度 60～120A／dm² 進行電解，藉此製造申請專利範圍第 1 至 7 項中任一項之電解銅箔。

八、圖式：

無