



(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 I887906 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：112149028

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 12 月 15 日

(51)Int. Cl. : C25D1/04 (2006.01)

H01M4/66 (2006.01)

(30)優先權：2022/12/22 南韓

10-2022-0181691

2023/10/05 南韓

10-2023-0132909

(71)申請人：南韓商 S K 納力世有限公司 (南韓) SK NEXILIS CO., LTD. (KR)
南韓

(72)發明人：金善花 JIN, SHAN HUA (CN)；尹珉錫 YOON, MIN SEOK (KR)

(74)代理人：許世正

(56)參考文獻：

TW 201439384A

TW 202118905A

審查人員：張涵歲

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：6 共 39 頁

(54)名稱

銅箔及製造其的方法

(57)摘要

根據本發明一實施例，提供一種銅箔，包含：包含 99.9 或更高的重量百分比(wt%)的銅的銅薄膜，其中銅薄膜具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值。「A」由以下方程式 1 計算而獲得，

[方程式 1]

 $A=P/Q$

其中方程式 1 中的「P」為銅薄膜在 1650 cm^{-1} 的峰值強度，且方程式 1 中的「Q」為銅薄膜在 1460 cm^{-1} 的峰值強度，其中峰值強度由傅立葉轉換紅外線光譜法(FT-IR)量測而獲得。

According to one embodiment of the present disclosure, there is provided a copper foil including a copper film including 99.9 wt% or more of copper, wherein the copper film has an A-value in a range of 1.1 to 1.6. "A" is calculated by Equation 1 below,

[Equation 1]

 $A=P/Q$

wherein "P" in Equation 1 is a peak intensity at 1650 cm^{-1} of the copper film, "Q" in Equation 1 is a peak intensity at 1460 cm^{-1} of the copper film, and the peak intensity is measured by Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR).

指定代表圖：

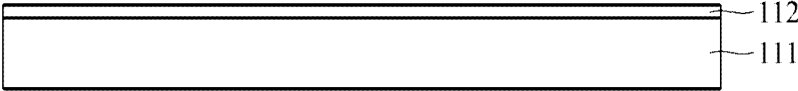
符號簡單說明：

110:銅箔

111:銅薄膜

112:保護層

110



【圖1】

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 銅箔及製造其的方法**【英文發明名稱】** COPPER FOIL AND METHOD FOR
MANUFACTURING THE SAME**【中文】**

根據本發明一實施例，提供一種銅箔，包含：包含 99.9 或更高的重量百分比(wt%)的銅的銅薄膜，其中銅薄膜具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值。「A」由以下方程式 1 計算而獲得，

[方程式 1]

$$A=P/Q$$

其中方程式 1 中的「P」為銅薄膜在 1650 cm^{-1} 的峰值強度，且方程式 1 中的「Q」為銅薄膜在 1460 cm^{-1} 的峰值強度，其中峰值強度由傅立葉轉換紅外線光譜法(FT-IR)量測而獲得。

【英文】

According to one embodiment of the present disclosure, there is provided a copper foil including a copper film including 99.9 wt% or more of copper, wherein the copper film has an A-value in a range of 1.1 to 1.6. “A” is calculated by Equation 1 below,

[Equation 1]

$$A=P/Q$$

wherein “P” in Equation 1 is a peak intensity at 1650 cm^{-1} of the copper film, “Q” in Equation 1 is a peak intensity at 1460 cm^{-1} of the copper film, and the peak intensity is measured by Fourier-

transform infrared spectroscopy (FT-IR).

【指定代表圖】 圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

110:銅箔

111:銅薄膜

112:保護層

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】 銅箔及製造其的方法

【英文發明名稱】 COPPER FOIL AND METHOD FOR
MANUFACTURING THE SAME

【技術領域】

【0001】 本發明涉及銅箔、包含其的電極、包含其的二次電池以及製造其的方法。

【先前技術】

【0002】 二次電池係一種能量轉換裝置，其將電能轉換為化學能，儲存化學能，並在需要電力時再將化學能轉換回電能，從而產生電力。二次電池被用作為電動車以及例如行動電話、筆記型電腦等的可攜式家用電器的能源。二次電池可充電，因此亦稱為可充電電池。

【0003】 作為與拋棄式一次電池相比具有經濟及環境優勢的二次電池，有鉛酸電池、鎳鎘二次電池、鎳氫二次電池及鋰二次電池。

【0004】 尤其，鋰二次電池相較於其他二次電池，可儲存相對於其尺寸與重量而言相對大量的能量。因此，在重視便攜性與移動性的資訊通訊裝置的領域中，以鋰二次電池為佳，且其應用範圍亦擴展至混合動力車及電動車的能源儲存裝置。

【0005】 鋰二次電池經由一個充電與放電的循環來重複使用。當某個裝置使用充滿電的鋰二次電池運作時，鋰二次電池應

第 1 頁，共 31 頁（發明說明書）

SK22P-0018-TW(2023TWP5041)

具有高充電/放電電容量以增加裝置的運作時間。因此，為了滿足消費者對於鋰二次電池的充電/放電電容量不斷增長的期望(需求)，需要持續進行研究。

【0006】 這樣的二次電池包含由銅箔製成的陽極集電器，且在多種銅箔中廣泛使用電解銅箔作為二次電池的陽極集電器。隨著對二次電池的需求增加，對具有高電容量、高效率及高品質的二次電池的需求亦隨之增加，需要能夠改善二次電池特性的電解銅箔。尤其，需要能夠確保二次電池的高電容量及穩定的電容量維持性的電解銅箔。

【0007】 隨著被用作為二次電池的陽極集電器的電解銅箔的厚度減少，能夠被包含的活性材料的量增加。然而，當銅箔的厚度減少時，銅箔的強度會因此減少，因此不易處理且破裂的可能性增加。因此，在超薄的情況下，拉伸強度性質變得更重要。此外，在高電性應用中受到關注的金屬基及複合物基的活性材料的情況下，可能會出現嚴重的體積膨脹，因此需要能夠應對此狀況的高強度電解銅箔。

【發明內容】

【0008】 因此，本發明涉及能夠防止由上述先前技術的限制及缺陷所造成的問題的銅箔、包含其的電極、包含其的二次電池以及製造其的方法。

【0009】 根據本發明一實施例，提供一種銅箔，其藉由具有在

1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值而具有高強度性質。

【0010】 根據本發明一實施例，提供一種銅箔，其藉由具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值而在製造製程期間不會捲曲、起皺或撕裂。

【0011】 根據本發明另一實施例，提供一種用於包含銅箔的二次電池的電極及一種包含用於二次電池的電極的二次電池。

【0012】 根據本發明又另一實施例，提供一種製造銅箔的方法，其中防止了捲曲、皺褶或撕裂的出現。

【0013】 除了上述本發明的多個態樣以外，本發明的其他特徵及優點將在以下實施方式中描述，或者本發明所屬技術領域中具有通常知識者可從這樣的描述中清楚理解。

【0014】 根據本發明一實施例，提供一種銅箔，包含：包含 99.9 或更高的重量百分比(wt%)的銅的銅薄膜，其中銅薄膜具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值。「A」由以下方程式 1 計算而獲得，

[方程式 1]

$$A=P/Q$$

其中方程式 1 中的「P」為銅薄膜在 1650 cm^{-1} 的峰值強度，且方程式 1 中的「Q」為銅薄膜在 1460 cm^{-1} 的峰值強度，其中峰值強度由傅立葉轉換紅外線光譜法(FT-IR)量測而獲得。

【0015】 根據本發明另一實施例，提供一種製造銅箔的方法，包含：製備含有銅離子的電解質；形成銅薄膜；以及形成在銅薄

膜上的保護層，其中形成銅薄膜包含：藉由電性連接陰極板及旋轉陽極鼓來在旋轉陽極鼓上形成銅薄膜，所述陰極板及所述旋轉陽極鼓在電解槽中於電解質中被設置為彼此分離，且其中電解質包含：濃度為 70 克/公升(g/L)至 100 克/公升的銅離子；濃度為 70 g/L 至 150 g/L 的硫酸；濃度為 15 ppm 至 25 ppm 的氯(Cl)；濃度為 15 ppm 至 150 ppm 的鎳(Ni)；濃度為 1 ppm 至 20 ppm 的鉛離子(Pb^{2+})；濃度為 1 毫升/公升(ml/L)至 10 ml/L 的過氧化氫；濃度為 0.3 ppm 至 5 ppm 的鎢(W)；以及有機添加物，其中有機添加物包含拋光劑(成分 A)、緩和劑(成分 B)、調平劑(成分 C)及改善劑(成分 D)之至少一者，其中拋光劑(成分 A)包含磺酸或其金屬鹽，緩和劑(成分 B)包含非離子水溶性聚合物，調平劑(成分 C)包含氮(N)及硫(S)之至少一者，且改善劑(成分 D)包含檸檬酸。

【0016】 根據本發明又另一實施例，提供一種用於二次電池的電極，電極包含銅箔及設置於銅箔的至少一表面上的活性材料層。

【0017】 根據本發明再另一實施例本發明，提供一種二次電池，其包含用以在充電期間提供鋰離子的陰極、用以在放電期間提供電子及鋰離子的陽極、設置於陰極及陽極之間以提供能夠讓鋰離子移動的環境的電解質，以及用以電性絕緣陽極及陰極的分隔件。

【圖式簡單說明】

【0018】 所附圖式包含於此以提供對本發明之進一步理解，且合併於本申請案中並構成本申請案的一部分，所附圖式繪示本發明多個實施例並與描述一起用以解釋本發明的原理。於圖式中：

【0019】 圖 1 為根據本發明一實施例的銅箔的剖面圖；

【0020】 圖 2 為根據本發明另一實施例的銅箔的剖面圖；

【0021】 圖 3 為用於根據本發明又另一實施例的二次電池的電極的剖面圖；

【0022】 圖 4 為用於根據本發明再另一實施例的二次電池的電極的剖面圖；

【0023】 圖 5 為根據本發明再另一實施例本發明的二次電池的剖面示意圖；並且

【0024】 圖 6 為用於製造根據本發明再另一實施例本發明的銅箔的裝置。

【實施方式】

【0025】 以下將參考所附圖式詳細描述本發明多個實施例。然而，以下描述的實施例僅用於說明目的存在，以利於清楚理解本發明，而不限制本發明的範圍。

【0026】 在圖式中用以描述本發明多個實施例所揭露的形狀、尺寸、比例、角度、數量等僅為示例，因此本發明不受限於圖式中所繪示的細節。在通篇說明書中，相同的元件可以相同的符號表示。在描述本發明時，當相關已知技術的詳細說明被認定

可能會不必要地模糊本發明的要旨時，將省略相關已知技術的詳細說明。

【0027】 當使用本文中所述之「包含」、「具有」及「由…組成」的用語時，除非本文中使用的用語「僅」，否則可添加其他部分。當元件以單數形式表示時，除非另有說明，否則可包含複數形式。此外，在解釋元件時，即使沒有明確說明，其仍被解釋為包含誤差範圍。

【0028】 在描述位置關係時，舉例來說，當兩部分的位置關係被描述為「於…上」、「於…之上」、「於…之下」、「於…旁」等時，除非使用「緊接地」或「直接地」，否則一個或多個其他部分可位於所述兩個部分之間。

【0029】 為了方便描述如圖式中所繪示的一個元件或組件與另一元件或組件的關係，於此可使用例如「之下」、「以下」、「下部」、「之上」、「上部」等的空間相對用語。應理解除了圖式中所繪示的位向以外，空間相對用語旨在包含在使用或操作上元件的不同位向。舉例來說，當圖式中的元件翻轉時，被描述為相對於另一元件「之上」或「上部」的元件將會成為相對於該另一元件「之下」或「下部」。因此，示例性用語「之下」可包含之上及之下兩種位向。同樣地，示例性用語「之上」或「上部」可包含之上及之下兩種位向。

【0030】 在描述時序關係時，舉例來說，當時序關係被描述為

「之後」、「隨後」、「接著」、「之前」等時，除非使用「緊接地」或「直接地」，否則亦可包含非連續的情況。

【0031】 為了描述各種組件，使用例如「第一」、「第二」的用語，但這些組件不受限於這些用語。這些用語僅用於區分一組件與另一組件。因此，在本發明的技術精神內，以下描述的第一組件可為第二組件。

【0032】 用語「至少一」應理解為包含一個或多個相關項目的所有可能的組合。舉例來說，「第一、第二及第三項目之至少一者」的意思可表示第一、第二及第三項目中之二者或更多項目的所有組合以及第一、第二及第三元件之各者。

【0033】 本發明各種實施例的特徵可部分或整體彼此耦接或組合，且可在各種技術上連接或運作，且各實施例可彼此獨立實施或者可以相關聯的關係一起實施。

【0034】 圖 1 為根據本發明一實施例的銅箔 110 的剖面圖。

【0035】 請參考圖 1，本發明的銅箔 110 包含：包含重量百分比(wt%)為 99.9 或更大的銅的銅薄膜 111 以及形成於銅薄膜 111 上的保護層 112。在圖 1 中所繪示的銅箔 110 中，保護層 112 形成於銅薄膜 111 的一個表面上，但本發明的實施例不以此為限。請參考圖 2，保護層 112 可形成於銅薄膜 111 的兩個表面之各者上。

【0036】 銅薄膜 111 可經由電鍍而形成於旋轉陽極鼓上，且

具有在電鍍製程中與旋轉陽極鼓直接接觸的亮面以及相對於亮面的霧面。

【0037】 藉由將防腐材料電沉積於銅薄膜 111 上來形成保護層 112。防腐材料可包含鉻化合物、矽烷化合物及氮化合物之至少一者。保護層 112 防止銅薄膜 111 的腐蝕及氧化並改善耐熱性，藉此增加包含銅箔 110 的最終產物的壽命及銅箔 110 自身的壽命。

【0038】 根據本發明一實施例，銅薄膜 111 具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值。可藉由量測並計算「P」及「Q」之各者，並根據以下方程式 1 計算量測並計算的「P」及「Q」的值來獲得 A 值。

【0039】 [方程式 1]

【0040】 $A = P/Q$

【0041】 方程式 1 中的「P」表示銅薄膜 111 在 1650 cm^{-1} 的峰值強度，且方程式 1 中的「Q」表示銅薄膜 111 在 1460 cm^{-1} 的峰值強度。在這種情況下，藉由傅立葉轉換紅外線光譜法(FT-IR)量測峰值強度。

【0042】 在 1650 cm^{-1} 的峰值強度表示銅薄膜 111 中由 C=O 伸縮振動造成的強度，且在 1460 cm^{-1} 的峰值強度表示銅薄膜 111 中由 C-H 彎曲振動造成的強度。

【0043】 根據本發明一實施例，銅薄膜 111 可具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值。

【0044】 當銅薄膜 111 的 A 值小於 1.1 時，銅薄膜 111 的 P

值(在 1650 cm^{-1} 的峰值強度)相對於銅薄膜 111 的 Q 值(在 1460 cm^{-1} 的峰值強度)為小的，且當 P 值(在 1650 cm^{-1} 的峰值強度)為小的時，銅薄膜 111 中的 C=O 鍵的比例可為小的。銅薄膜 111 中的 C=O 鍵為能夠形成氫鍵的官能基。因此，當能夠形成氫鍵的 C=O 鍵的比例為小的時，因為銅薄膜 111 中的氫鍵比例小，所以難以獲得具有高強度性質的銅箔。此外，在輥對輥(roll-to-roll)製造製程期間可能會於銅箔 110 的多個側端部形成皺褶，或者可能會造成銅箔 110 摺疊。

【0045】 另一方面，當銅薄膜 111 的 A 值超過 1.6 時，銅薄膜 111 的 P 值(在 1650 cm^{-1} 的峰值強度)相對於銅薄膜 111 的 Q 值(在 1460 cm^{-1} 的峰值強度)為非常大的，且當 P 值(在 1650 cm^{-1} 的峰值強度)非常大時，銅薄膜 111 中的 C=O 鍵的比例可為非常大。當銅薄膜 111 中能夠形成氫鍵的 C=O 鍵的比例非常大時，有銅箔 110 具有低延長量的風險，這可能會造成銅箔 110 在例如二次電池的陽極集電器、可撓性印刷電路板(FPCB)等等的最終產物的製造製程期間破裂。

【0046】 因此，為了具有高強度性質，需要銅薄膜 111 具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的 A 值。

【0047】 根據本發明一實施例，銅箔 110 可具有在 1.3 Hv 至 1.9 Hv 的範圍中的維氏硬度(Vickers hardness)。

【0048】 當銅箔的維氏硬度小於 1.3 Hv 時，在輥對輥製造製

程期間，可能會造成銅箔 110 在兩個相鄰的輥之間摺疊，或者銅箔 110 的多個側端部可能會出現皺褶。

【0049】 另一方面，當銅箔 110 的維氏硬度超過 1.9 Hv 時，有銅箔 110 具有低延長量的風險，這可能會造成銅箔 110 在例如二次電池的陽極集電器、FPCB 等等的最終產物的製造製程期間破裂。

【0050】 根據本發明一實施例的銅箔 110 具有 4 微米(μm)至 35 微米的厚度。當銅箔 110 被用作為二次電池中的電極的集電器時，隨著銅箔 110 的厚度變小，相同空間中可容納更多集電器，這有利於二次電池的高電容量。然而，製造厚度小於 4 μm 的銅箔 110 會造成可加工性減少。

【0051】 另一方面，當二次電池被製造為具有厚度超過 35 μm 的銅箔 110 時，會因為厚的銅箔 110 而難以實現高電容量。

【0052】 根據本發明一實施例的銅箔 110 可具有 45 kgf/mm^2 或更大的拉伸強度。為了抑制銅箔 110 起皺及撕裂，本發明的銅箔 110 具有 45 kgf/mm^2 或更大的高拉伸強度。當銅箔 110 的拉伸強度小於 45 kgf/mm^2 時，在輥對輥製造製程期間，會造成銅箔 110 在兩個相鄰的輥之間摺疊，或者造成銅箔 110 的多個側端部起皺。

【0053】 根據本發明一實施例的銅箔 110 可具有 3%至 13%的延長量。

【0054】 在銅箔 110 的延長量小於 3%的情況下，當銅箔 110

被用作為二次電池的集電器時，會因為其不能響應於高電容量活性材料的體積的大擴展而充分拉伸而有銅箔 110 被撕裂的高風險。

【0055】 另一方面，當銅箔 110 的延長量超過 13%時，銅箔 110 在製造用於二次電池的電極的製程中會容易被拉伸，從而導致電極變形。

【0056】 根據本發明一實施例，銅箔 110 可具有 $0.7\ \mu\text{m}$ 至 $0.9\ \mu\text{m}$ 的十點平均粗糙度(ten-point average roughness, Rz)。

【0057】 當二次電池重複充電及放電時，活性材料層可交替地收縮及擴展，這會導致活性材料層從銅箔 110 分離，因此減少二次電池的充電及放電效率。因此，為了確保一定程度或更高的二次電池的壽命及電容量保持率(capacity retention rate)(亦即為了抑制二次電池的充電及放電效率的劣化)，藉由允許銅箔 110 在活性材料上具有優異的塗布性(coatability)，銅箔 110 及活性材料層的黏合強度應為高的。

【0058】 具體來說，隨著銅箔 110 的十點平均粗糙度(Rz)變小，包含銅箔 110 的二次電池的充電及放電效率傾向劣化較少。因此，根據本發明一實施例，銅箔 110 具有 $0.7\ \mu\text{m}$ 至 $0.9\ \mu\text{m}$ 的十點平均粗糙度(Rz)。

【0059】 當銅箔 110 的十點平均粗糙度(Rz)小於 $0.7\ \mu\text{m}$ 時，銅箔 110 的表面積會相對小，使得活性材料容易從銅箔 110 剝離

(delaminated)，因此造成由於重複充電及放電所導至的二次電池的壽命快速劣化。

【0060】 另一方面，當銅箔 110 的十點平均粗糙度(Rz)超過 0.9 μm 時，由於銅箔 110 及活性材料層之間的接觸均勻度沒有達到預設的程度(亦即塗布本身被部分執行)，所以銅箔 110 及活性材料層之間存在多個空間，因此造成由於重複充電及放電所導致的二次電池的壽命快速劣化。

【0061】 以下將詳細描述包含本發明的銅箔 110 的電極 100 及包含電極 100 的二次電池。

【0062】 圖 3 為用於根據本發明一實施例的二次電池的電極的剖面圖。

【0063】 如圖 3 中所繪示，用於根據本發明一實施例的二次電池的電極 100 包含本發明上述多個實施例之一者的銅箔 110 及活性材料層 120。

【0064】 圖 3 繪示供活性材料層 120 形成於銅箔 110 的一個表面上的配置。然而，本發明一實施例不以此為限，且請參考圖 4，活性材料層 120 可形成於銅箔 110 的兩個表面之各者上。

【0065】 一般來說，在鋰二次電池中，鋁箔被用作為與陰極活性材料結合的陰極集電器，且銅箔 110 被用作為與陽極活性材料結合的陽極集電器。

【0066】 根據本發明一實施例，用於二次電池的電極 100 為

陽極，銅箔 110 被用作為陽極集電器，且活性材料層 120 包含陽極活性材料。

【0067】 為了確保二次電池的高電容量，本發明的活性材料層 120 可由碳及金屬的複合物形成。舉例來說，金屬可包含矽(Si)、鍺(Ge)、錫(Sn)、鋰(Li)、鋅(Zn)、鎂(Mg)、鎘(Cd)、鈾(Ce)、鎳(Ni)及鐵(Fe)之至少一者，且較佳地，金屬可包含 Si 及/或 Sn。

【0068】 圖 5 為根據本發明一實施例的二次電池的剖面示意圖。

【0069】 請參考圖 5，二次電池包含陰極 370、陽極 340、電解質 350 及分隔件 360，所述電解質 350 設置於陰極 370 及陽極 340 之間以提供離子可移動的環境，所述分隔件 360 將陰極 370 及陽極 340 電性絕緣。於此，舉例來說，在陰極 370 及陽極 340 之間移動的離子為鋰離子。分隔件 360 將陰極 370 及陽極 340 分離，以防止一個電極所產生的電荷經由二次電池的內側移動至另一電極而不必要地被消耗。請參考圖 5，分隔件 360 設置於電解質 350 中。

【0070】 陰極 370 包含陰極集電器 371 及陰極活性材料層 372，且鋁箔可被用作為陰極集電器 371。

【0071】 陽極 340 包含陽極集電器 341 及陽極活性材料層 342，且銅箔 110 可被用作為陽極集電器 341。

【0072】 根據本發明一實施例，圖 1 或圖 2 中所揭露的銅箔

110 可被用作為陽極集電器 341。此外，用於圖 3 或圖 4 中所繪示的二次電池的電極 100 可被用作為圖 5 中所繪示的二次電池的陽極 340。

【0073】 以下將參考圖 6 詳細描述用以製造本發明的銅箔 110 的方法。

【0074】 用以製造本發明的銅箔 110 的方法包含形成銅薄膜 111，及在銅薄膜 111 上形成保護層 112。

【0075】 本發明的方法包含藉由電性連接陰極板 30 及旋轉陽極鼓 40 而在旋轉陽極鼓 40 上形成銅薄膜 111，所述陰極板 30 及旋轉陽極鼓 40 被設置為在電解槽 10 中於電解質 20 中彼此分離。

【0076】 如圖 6 中所繪示，陰極板 30 可包含彼此電性絕緣的第一陰極板 31 及第二陰極板 32。

【0077】 可透過經由第一陰極板 31 及旋轉陽極鼓 40 之間的電性連接而形成種晶層(seed layer)來執行形成銅薄膜 111，然後經由第二陰極板 32 及旋轉陽極鼓 40 之間的電性連接使種晶層成長。

【0078】 由第一陰極板 31 及第二陰極板 32 之各者提供的電流密度可為 30 至 130 安培/平方公寸(ASD，A/dm²)。

【0079】 當由第一陰極板 31 及第二陰極板 32 之各者提供的電流密度小於 30 ASD 時，銅箔 110 的表面粗糙度會減少，因此銅箔 110 及活性材料層 120 之間黏著力可能會不夠。

【0080】 另一方面，當由第一陰極板 31 及第二陰極板 32 之各者提供的電流密度超過 130 ASD 時，銅箔 110 的表面可為粗糙的，因此活性材料可能不會順利地被塗布。

【0081】 銅薄膜 111 的表面性質可根據旋轉陽極鼓 40 的表面的擦光(buffing)或拋光(polishing)程度而改變。舉例來說，旋轉陽極鼓 40 的表面可使用具有 #800 至 #3000 的沙粒(grit)的拋光刷(polishing brush)進行拋光。

【0082】 在形成銅薄膜 111 的製程中，電解質 20 維持在 48 °C 至 60 °C 的溫度。更具體來說，電解質 20 的溫度可維持在 50 °C 或更高的溫度。此時，可藉由調整電解質 20 的成分來控制銅薄膜 111 的物理性質、化學性質及電性質。

【0083】 根據本發明一實施例，電解質 20 包含濃度為 70 g/L 至 100 g/L 的銅離子、濃度為 70 g/L 至 150 g/L 的硫酸、濃度為 15 ppm 至 25 ppm 的氯(Cl)、濃度為 15 ppm 至 150 ppm 的鎳(Ni)、濃度為 1 ppm 至 20 ppm 的鉛離子(Pb^{2+})、濃度為 1 ml/L 至 10 ml/L 的過氧化氫(H_2O_2)、濃度為 0.3 ppm 至 5 ppm 的鎢(W)，以及有機添加物。

【0084】 為了經由銅電沉積促進銅薄膜 111 的形成，電解質 20 中的銅離子的濃度及硫酸的濃度分別被調整為在 70 g/L 至 100 g/L 的範圍及 70 g/L 至 150 g/L 的範圍中。

【0085】 在本發明一實施例中，氯(Cl)包含所有氯離子(Cl^-)及

存在於分子中的氯原子。舉例來說，氯(Cl)可用以移除在形成銅薄膜 111 的製程中被引進電解質 20 中的銀(Ag)離子。具體來說，氯(Cl)可以氯化銀(AgCl)的形式使銀(Ag)離子沉澱。可經由過濾來移除氯化銀(AgCl)。

【0086】 當氯(Cl)的濃度小於 15 ppm 時，無法很好地移除銀(Ag)離子。另一方面，當氯(Cl)的濃度超過 25 ppm 時，可能會因為過量的氯(Cl)而出現不必要的反應。因此，電解質 20 中的氯(Cl)的濃度被控制在 15 ppm 至 25 ppm 的範圍中。

【0087】 根據本發明一實施例，包含有機添加物的電解質 20 可更包含過氧化氫(H₂O₂)。連續電鍍的電解質 20 中可能會因為有機添加物而存在有機雜質，且可藉由以過氧化氫(H₂O₂)處理有機雜質來分解有機雜質而適當地調整銅箔中碳(C)的含量。當電解質 20 中的總有機碳(total organic carbon, TOC)的濃度增加時，被引進銅薄膜 111 中的碳(C)元素的量會增加，這造成在熱處理期間從銅薄膜 111 脫離的元素的總量增加，因此造成銅箔 110 的強度在熱處理之後下降。

【0088】 每 1 公升(L)的電解質添加 1 毫升(ml)至 10 毫升的過氧化氫(H₂O₂)。具體來說，每 1 公升(L)的電解質可添加 2 ml 至 8 ml 的過氧化氫(H₂O₂)。當添加的過氧化氫(H₂O₂)的量小於 1 ml/L 時，因為對有機雜質的分解影響不大，所以這是沒有意義的。當添加的過氧化氫(H₂O₂)的量超過 10 ml/L 時，有機雜質會過度分

解，因此亦會抑制例如拋光劑、緩和劑及調平劑的有機添加物的功效。

【0089】 根據本發明一實施例，包含有機添加物的電解質 20 可更包含鎢(W)。當以鎢(W)處理電解質 20 時，可減少包含於銅薄膜 111 中的結晶顆粒的平均尺寸，且可增加銅箔 110 的強度。電解質 20 中的鎢(W)的濃度可在 0.3 ppm 至 5 ppm 的範圍中。具體來說，較佳地添加濃度為 1 ppm 至 4 ppm 的鎢(W)。

【0090】 當添加的鎢(W)的量小於 0.3 ppm 時，銅薄膜 111 的平均結晶粒徑可能會不夠小，且銅薄膜 111 的 A 值變成小於 1.1。因此，可能會減少銅箔 110 的強度。此外，在輥對輥製造製程期間銅箔 110 的多個側端部可能會出現皺褶，或者可能會造成銅箔 110 摺疊。

【0091】 另一方面，當添加的鎢(W)的量超過 5 ppm 時，可能會增加雜質，且可能會抑制有機添加物的功效。因此，銅薄膜 111 的 A 值可能會落在 1.1 至 1.6 的範圍外。

【0092】 根據本發明一實施例，包含有機添加物的電解質 20 可更包含 1 ppm 至 20 ppm 的鉛離子(Pb^{2+})。電解質 20 中的鉛離子(Pb^{2+})被控制在 1 ppm 至 20 ppm 的濃度。為了維持鉛離子(Pb^{2+})的濃度，不包含鉛(Pb)的材料可被用作為輸入至電解質 20 的原料。

【0093】 當鉛離子(Pb^{2+})的濃度小於 1 ppm 時，這可能會減少

維持本發明的物理性質的有效性。因此，銅薄膜 111 在 1460 cm^{-1} 及 1650 cm^{-1} 的峰值強度可能會改變，造成銅薄膜 111 的 A 值落在 1.1 至 1.6 的範圍外。

【0094】 當鉛離子(Pb^{2+})的濃度超過 20 ppm 時，應藉由使用離子交換過濾器從電解質 20 移除鉛離子(Pb^{2+})，且銅不均勻地沉澱，因此銅薄膜 111 在 1460 cm^{-1} 及 1650 cm^{-1} 的峰值強度可能會改變，造成銅薄膜 111 的 A 值落在 1.1 至 1.6 的範圍外。

【0095】 根據本發明一實施例，包含有機添加物的電解質 20 可更包含濃度為 15 ppm 至 150 ppm 的鎳(Ni)。電解質 20 中的鎳(Ni)的濃度被控制於 15 ppm 至 150 ppm 的範圍中。

【0096】 當鎳(Ni)的濃度超過 150 ppm 時，銅薄膜 111 的 A 值會變成小於 1.1，因此銅箔 110 的強度減少，造成難以製造高強度的銅箔 110。

【0097】 另一方面，當鎳(Ni)的濃度小於 15 ppm 時，銅薄膜 111 的 A 值會變成小於 1.1，因此可能會減少銅箔 110 的強度，且銅箔 110 的表面上可能會出現捲曲。

【0098】 包含於電解質 20 中的有機添加物包含拋光劑(成分 A)、緩和劑(成分 B)、調平劑(成分 C)及改善劑(成分 D)之至少一者。電解質 20 中的有機添加物具有 1 ppm 至 100 ppm 的濃度。

【0099】 有機添加物可包含拋光劑(成分 A)、緩和劑(成分 B)、調平劑(成分 C)及改善劑(成分 D)之兩者以上，且可包含所有四個

成分。即便在這種情況下，有機添加物的濃度仍為 100 ppm 或更少。當有機添加物包含拋光劑(成分 A)、緩和劑(成分 B)、調平劑(成分 C)及改善劑(成分 D)每一者時，有機添加物可具有 10 ppm 至 100 ppm 的濃度。

【0100】 拋光劑(成分 A)包含磺酸或其金屬鹽。拋光劑(成分 A)在電解質 20 中可具有 1 ppm 至 25 ppm 的濃度。

【0101】 拋光劑(成分 A)可增加電解質 20 的電荷的量，以改善銅的電沉積速度，拋光劑(成分 A)可改善銅箔的捲曲性質，且可增加銅箔 110 的光澤度。

【0102】 當拋光劑(成分 A)的濃度小於 1 ppm 時，銅箔 110 的光澤度會變少，且當拋光劑(成分 A)的濃度超過 25 ppm 時，可增加銅箔 110 的粗糙度且銅薄膜 111 的 A 值變成小於 1.1。因此，可減少銅箔 110 的強度，且在輥對輥製造製程期間銅箔 110 的多個側端部可能會出現皺褶，或者可能會造成銅箔 110 摺疊。

【0103】 更具體來說，拋光劑(成分 A)在電解質 20 中可具有 5 ppm 至 20 ppm 的濃度。

【0104】 舉例來說，拋光劑可包含選自雙(3-磺丙基)二硫化二鈉鹽(bis-(3-sulfopropyl)-disulfide disodium salt)、3-巯基-1-丙磺酸(3-mercapto-1-propanesulfonic acid)、3-(N,N-二甲基胺硫甲醯基)硫代丙磺酸鈉鹽(3-(N,N-dimethylthiocarbamoyl)-thiopropanesulfonate sodium salt)、3-[(胺基-亞胺基甲基)硫代]-1-

丙磺酸鈉鹽 (3-[(amino-iminomethyl)thio]-1-propanesulfonate sodium salt)、O-乙基二硫代碳酸-S-(3-磺丙基)酯鈉鹽 (O-ethyldithiocarbonato-S-(3-sulfopropyl)-ester sodium salt)、3-(苯并噻唑-2-巰基)丙磺酸鈉鹽 (3-(benzothiazolyl-2-mercapto)-propyl-sulfonic acid sodium salt) 及伸乙基二硫代二丙磺酸鈉鹽 (ethylenedithiodipropylsulfonic acid sodium salt) 的至少一者。

【0105】 緩和劑(成分 B)包含非離子水溶性聚合物。緩和劑(成分 B)在電解質 20 中可具有 1 ppm 至 15 ppm 的濃度。

【0106】 緩和劑(成分 B)減少銅的電沉積速度，以防止銅箔 110 的強度減少及粗糙度快速增加。此緩和劑(成分 B)被稱為抑制劑(inhibitor)或抑制物(suppressor)。

【0107】 當緩和劑(成分 B)的濃度小於 1 ppm 時，銅箔 110 的粗糙度會快速上升，且銅薄膜 111 的 A 值會變成小於 1.1。因此，可能會減少銅箔 110 的強度，且在輥對輥製造製程期間銅箔 110 的多個側端部可能會出現皺褶，或者可能會造成銅箔 110 摺疊。

【0108】 另一方面，儘管緩和劑(成分 B)的濃度超過 15 ppm，但銅箔 110 的例如外觀、光澤度、粗糙度、強度及延長量的物理性質幾乎不會改變。因此，在不因為緩和劑(成分 B)的濃度的不必要的增加而造成製造成本增加及浪費原料的情況下，緩和劑(成分 B)的濃度可調整在 1 ppm 至 10 ppm 的範圍中。

【0109】 舉例來說，緩和劑(成分 B)包含選自聚乙二醇

(polyethylene glycol, PEG)、聚丙二醇(polypropylene glycol)、聚乙烯聚丙烯共聚物、聚丙三醇(polyglycerin)、聚乙二醇二甲醚(polyethylene glycol dimethyl ether)、羥乙烯纖維素(hydroxyethylene cellulose)、聚乙烯醇(polyvinyl alcohol)、硬脂酸聚乙二醇醚(stearic acid polyglycol ether)及硬脂醇聚乙二醇醚(stearyl alcohol polyglycol ether)的至少一非離子水溶性聚合物。然而，緩和劑的種類不以此為限，且可用以製造高強度銅箔 110 的其他非離子水溶性聚合物可被用作為緩和劑。

【0110】 調平劑(成分 C)包含氮(N)及硫(S)之至少一者。亦即，調平劑(成分 C)在一個分子中可包含一個或多個氮原子(N)或者一個或多個硫原子(S)，且可包含一個或多個氮原子(N)及一個或多個硫原子(S)。舉例來說，調平劑(成分 C)為包含氮(N)及硫(S)之至少一者的有機化合物。

【0111】 調平劑(成分 C)防止銅薄膜 111 中產生過高的波峰或過大的凸起，以使銅薄膜 111 能在巨觀上平坦化。調平劑(成分 C)在電解質 20 中可具有 1 ppm 至 15 ppm 的濃度。

【0112】 當調平劑(成分 C)的濃度小於 1 ppm 時，銅薄膜 111 的 A 值變成小於 1.1。因此，銅箔 110 的強度可能會減少，且在輥對輥製造製程期間銅箔 110 的多個側端部可能會出現皺褶，或者可能會造成銅箔 110 摺疊。

【0113】 另一方面，當調平劑(成分 C)的濃度超過 15 ppm 時，

銅箔 110 的表面粗糙度可能會過度增加而減少強度，且銅箔 110 的表面上可能會出現針孔(pinhole)或捲曲，這會使得在製造之後難以從捲繞器 WR 分離銅箔 110。

【0114】 舉例來說，調平劑(成分 C)可包含選二乙基硫脲、乙炔基硫脲、乙炔基硫脲、二丙基硫脲、二丁基硫脲、N-三氟乙醯硫脲、N-乙硫脲、N-氰基乙醯硫脲、N-烯丙硫脲、鄰甲苯硫脲、N,N'-丁烯基硫脲、四氫噻唑硫醇(thiazolidinethiol)、4-四氫噻唑硫醇(4-thiazolinethiol)、4-甲基-2-嘧啶硫醇(4-methyl-2-pyrimidinethiol)、2-硫脲嘧啶、3-(苯并三唑-2-巰基)-焦硫酸、2-巰基吡啶、3-(5-巰基-1H-四唑)苯磺酸、2-巰基苯并噻唑、二甲基吡啶、2,2'-聯吡啶、4,4'-聯吡啶、嘧啶、嗒吡、吡啶啉(pyrinoline)、噁唑、噻唑、1-甲基咪唑、1-苄基咪唑、1-甲基-2-甲基咪唑、1-苄基-2-甲基咪唑、1-乙基-4-甲基咪唑、1-乙基-2-乙基-4-羥甲基、N-甲基吡咯、N-乙基吡咯、N-丁基吡咯、N-甲基吡咯啉、N-乙基吡咯啉、N-丁基吡咯啉、嘌呤、喹啉、異喹啉、N-甲基呋唑、N-乙基呋唑及 N-丁基呋唑的至少一者。

【0115】 改善劑(成分 D)可包含檸檬酸(CA)。具體來說，電解質 20 可包含 1 ppm 至 5 ppm 的檸檬酸(CA)。

【0116】 當電解質 20 中的檸檬酸(CA)的濃度超過 5 ppm 時，銅箔 110 的表面粗糙度會過度增加，因此銅薄膜 111 的 A 值會變成小於 1.1。此外，可能會減少銅箔 110 的維氏硬度及拉伸強度。

【0117】 另一方面，當電解質 20 中的檸檬酸(CA)的濃度小於 1 ppm 時，銅薄膜 111 的 A 值會變成小於 1.1。因此，可能會減少銅箔 110 的強度，這可能會造成難以製造高強度銅箔 110。

【0118】 在形成銅薄膜 111 時，供應至電解槽 10 中的電解質 20 的流量可為 41 立方公尺/小時(m^3/hour)至 45 立方公尺/小時。

【0119】 形成銅薄膜 111 可包含使用活性碳來過濾電解質 20、使用矽藻土(diatomaceous earth)來過濾電解質 20，及以臭氧(O_3)處理電解質 20 之至少一者。

【0120】 具體來說，為了過濾電解質 20，電解質 20 可以 35 m^3/hour 至 45 m^3/hour 的流量循環。亦即，為了在為了形成銅薄膜 111 而電鍍的同時移除存在於電解質 20 中的固體雜質，可以 35 m^3/hour 至 45 m^3/hour 的流量執行過濾。在這種情況下，可使用活性碳或矽藻土。

【0121】 為了維持電解質 20 的潔淨度(cleanliness)，可以臭氧(O_3)處理電解質 20。

【0122】 此外，為了維持電解質 20 的潔淨度，可清洗被用作為電解質 20 的原料的銅(Cu)線。

【0123】 根據本發明一實施例，製備電解質 20 可包含對銅線進行熱處理、以酸清洗經熱處理的銅線、以水清洗經酸清洗的銅線以及將經水清洗的銅線輸入用於電解質的硫酸中。

【0124】 更具體來說，為了維持電解質 20 的潔淨度，將具有

高純度(99.9%或更高)的銅線以 750 °C 至 850 °C 的溫度在電爐中進行熱處理，以燃燒附著於銅線的各種有機雜質，使用 10%硫酸溶液將經熱處理過的銅線進行酸清洗 10 至 20 分鐘，然後使用蒸餾水將經酸處理的銅線進行水清洗，藉此製備用於製造電解質 20 的銅。可將經水清洗的銅線輸入用於電解質的硫酸中以製備電解質 20。

【0125】 根據本發明一實施例，為了滿足銅箔 110 的性質，電解質 20 中的 TOC 濃度被控制為 50 ppm 或更低。亦即，電解質 20 可具有 50 ppm 或更低的 TOC 濃度。

【0126】 可在清洗槽中清洗由此製備的銅薄膜 111。

【0127】 舉例來說，可依序執行用以去除銅薄膜 111 的表面上的雜質(例如樹脂成分或天然氧化物)的酸清洗製程以及用以去除酸清洗所使用的酸溶液的水清洗製程。可省略清洗製程。

【0128】 接著，保護層 112 形成於銅薄膜 111 上。

【0129】 請參考圖 6，方法可更包含將銅薄膜 111 浸泡於防腐液 60 中。當銅薄膜 111 浸泡於防腐液 60 中時，可由設置於防腐液 60 中的導輥 70 引導銅薄膜 111。

【0130】 如上所述，防腐液 60 可包含鉻化合物、矽烷化合物及氮化合物之至少一者。舉例來說，銅薄膜 111 可在室溫下浸泡於 1 g/L 至 10 g/L 的重鉻酸鉀溶液中 1 至 30 秒。

【0131】 同時，保護層 112 可藉由矽烷處理而包含矽烷化合

物，或者藉由氮處理而包含氮化合物。

【0132】 藉由形成保護層 112 來形成銅箔 110。

【0133】 選自由碳、Si、Ge、Sn、Li、Zn、Mg、Cd、Ce、Ni 或 Fe 的金屬(Me)、包含金屬(Me)的合金、金屬(Me)的氧化物(MeOx)，以及金屬(Me)及碳的複合物組成的群組的至少一陽極活性材料被塗布於經由如上所述的方法製備的本發明的銅箔 110 的一個表面或兩個表面上，以製造用於本發明的二次電池的電極(亦即陽極)。

【0134】 舉例來說，將用於陽極活性材料的 100 重量份的碳、1 至 3 重量份的苯乙烯丁二烯橡膠(styrene butadiene rubber, SBR) 及 1 至 3 重量份的羧甲基纖維素(carboxymethyl cellulose, CMC) 混合並使用蒸餾水作為溶劑製備成漿料。隨後，使用刮刀將漿料以 20 μm 至 60 μm 的厚度塗抹在銅箔 110 上，並在 110 $^{\circ}\text{C}$ 至 130 $^{\circ}\text{C}$ 下以 0.5 噸/ cm^2 至 1.5 噸/ cm^2 的壓力壓制。

【0135】 可使用經由如上所述的方法製造的用於本發明的二次電池的電極(陽極)以及常規陰極、電解質及分隔件，來製造二次電池。

【0136】 以下將參考實施例及比較例詳細描述本發明。然而，以下描述的實施例僅旨在用以理解本發明，且本發明的範圍不受限於這些實施例。

【0137】 實施例 1 至 5 及比較例 1 至 5

【0138】 使用箔製造機來製造銅箔，所述箔製造機包含電解槽 10、設置於電解槽 10 中的旋轉陽極鼓 40 以及被設置為與旋轉陽極鼓 40 分離的陰極板 30。電解質 20 為硫酸銅溶液。電解質 20 中的銅離子的濃度設定為 87 g/L、硫酸的濃度設定為 110 g/L、電解質的溫度設定為 55 °C，且電流密度設定為 60 ASD。

【0139】 此外，電解質 20 中所包含的氯(Cl)、鎳(Ni)、鉛(Pb)、過氧化氫及鎢的濃度以及有機添加物的濃度揭示於以下表 1 中。

【0140】 在有機添加物中，雙-(3-磺丙基)-二硫化物二鈉鹽(bis-(3-sulfopropyl)-disulfide disodium salt，SPS)被用作為拋光劑(成分 A)、PEG 被用作為緩和劑(成分 B)，且伸乙基硫脲(ethylene thiourea，ETU)被用作為調平劑(成分 C)。

【0141】 電流密度為 60 ASD 的電流被施加至旋轉陽極鼓 40 及陰極板 30 之間，以製備銅薄膜 111。之後，將銅薄膜 111 浸泡於防腐液中約 2 秒，以在銅薄膜 111 的表面上執行鉻酸鹽處理(chromate treatment)，以形成保護層 112，藉此製備銅箔 110。含有鉻酸作為主要成分的防腐液被用作為防腐液，且鉻酸的濃度為 5 g/L。

【0142】 因此，製備了實施例 1 至 5 及比較例 1 至 5 的銅箔。

【0143】 [表 1]

	SPS (成分 A) (ppm)	PEG (成分 B) (ppm)	ETU (成分 C) (ppm)	CA (成分 D) (ppm)	氯 (ppm)	鎳 (ppm)	鉛 (ppm)	過氧 化氫 (ml/L)	鎢 (ppm)
--	------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	------------	------------	------------	--------------------	------------

實施例 1	5	2	3	1	20	50	10	2	1
實施例 2	10	4	5	3	20	60	15	5	3
實施例 3	15	6	7	5	20	80	18	7	5
實施例 4	20	8	9	2	20	100	8	7	1
實施例 5	15	10	10	4	20	120	5	5	3
比較例 1	55	5	5	5	20	5	0.1	9	3
比較例 2	10	50	7	5	20	50	50	7	0.1
比較例 3	15	7	10	3	20	30	10	5	10
比較例 4	10	5	7	55	20	200	10	5	0.1
比較例 5	10	5	20	5	20	30	10	5	3

【0144】 [表 2]

	峰值強度 (P)	峰值強度 (Q)	A(P/Q)	維氏硬度 (Hv)	出現 皺褶/撕裂	出現破裂
實施例 1	0.00094	0.00064	1.47	1.52	無	無
實施例 2	0.00100	0.00084	1.19	1.85	無	無
實施例 3	0.00097	0.00074	1.31	1.54	無	無
實施例 4	0.00102	0.00070	1.46	1.60	無	無
實施例 5	0.00089	0.00057	1.56	1.41	無	無
比較例 1	0.00086	0.00088	0.98	1.21	出現	無
比較例 2	0.00099	0.00061	1.62	1.21	出現	無
比較例 3	0.00127	0.00079	1.61	1.55	無	出現
比較例 4	0.00088	0.00092	0.96	1.23	出現	無
比較例 5	0.00092	0.00100	0.92	1.18	出現	無

【0145】 對如上所述地製造的實施例 1 至 5 及比較例 1 至 5 的銅箔確認 i)峰值強度(P)、ii)峰值強度(Q)、iii)A(P/Q)、iv)維氏硬度、v)出現皺褶/撕裂及 vi)出現破裂。

【0146】 量測 i)峰值強度(P)及 ii)峰值強度(Q)

【0147】 峰值強度(P)為銅薄膜 111 在 1650 cm^{-1} 的峰值強度，
且峰值強度(Q)為銅薄膜 111 在 1460 cm^{-1} 的峰值強度。

【0148】 此時，藉由 FT-IR 量測峰值強度(P 及 Q)。

【0149】 iii)量測 $A(P/Q)$

【0150】 可藉由根據以下方程式 1 計算所量測的 i)峰值強度(P)及 ii)峰值強度(Q)的值來獲得 A 值。

[方程式 1]

$$A=P/Q$$

【0151】 iv)維氏硬度(Hv)

【0152】 使用奈米壓痕儀(nanoindenter)(HM 2000，Helmut Fischer)來量測維氏硬度(Hv)。

【0153】 環境：溫度為 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 且濕度(R.H.)為 $45\pm 5\%$ 。

【0154】 壓頭種類：維氏壓頭(修正因子：0.75)

負載增加時間：10 秒

卸載增加時間：10 秒

潛變(Creep)時間：3 秒

負載：0.5 毫牛頓(mN)

【0155】 上面表 2 中的維氏硬度表示藉由以上述方法量測維氏硬度三次所獲得的平均值。

【0156】 v)出現皺褶/撕裂

【0157】 在 100 次的充電及放電之後，將二次電池拆開以觀察銅箔上是否出現皺褶或撕裂。當銅箔起皺或撕裂時，銅箔會被

標記為「出現」，且當銅箔沒有起皺或撕裂時，銅箔會被標記為「無」。

【0158】 vi)出現破裂

【0159】 在 100 次的充電及放電之後，將二次電池拆開以觀察銅箔中是否出現破裂。當銅箔中出現破裂時，銅箔會被標記為「出現」，且當沒有觀察到破裂時，銅箔會被標記為「無」。

【0160】 參考表 1 及表 2，可以確認到以下結果。

【0161】 皺褶/撕裂出現於使用包含過量的拋光劑(成分 A)以及少量的鎳及鉛的電解質所製備的比較例 1 的銅箔中。

【0162】 皺褶/撕裂出現於使用包含過量的緩和劑(成分 B)及鉛以及少量的鎢的電解質所製備的比較例 2 的銅箔中。

【0163】 破裂出現於藉由包含過量的鎢的電解質所製備的比較例 3 的銅箔中。

【0164】 皺褶/撕裂出現於使用包含過量的改善劑(成分 D)及鎳以及少量的鎢的電解質所製備的比較例 4 的銅箔中。

【0165】 皺褶/撕裂出現於使用包含過量的調平劑(成分 C)的電解質所製備的比較例 5 的銅箔中。

【0166】 另一方面，根據本發明的實施例 1 至 5 的所有銅箔滿足上述標準範圍內的值，且沒有出現皺褶/撕裂及破裂。

【0167】 根據本發明，可製造能夠防止在製造製程期間出現皺褶或撕裂的高強度銅箔，且能夠使用所述高強度銅箔來製造例

如可撓性印刷電路板(FPCB)及二次電池的中間零件及最終產物，進而能夠改善中間零件及最終產物的生產力。

【0168】 對於本發明所屬技術領域具有通常知識者顯而易見的是，上述本發明不受限於上述實施例及所附圖式，且在不脫離本發明的精神及範圍下可對本發明進行多種替換、修改及變化。因此，本發明的範圍由請求項界定，並旨在從請求項的同等概念、範圍及意義衍生的所有變化及修改皆落入本發明的範圍內。

【符號說明】

【0169】

10:電解槽

20:電解質

30:陰極板

31:第一陰極板

32:第二陰極板

40:旋轉陽極鼓

60:防腐液

70:導輓

100:電極

110:銅箔

111:銅薄膜

112:保護層

120:活性材料層

第 30 頁，共 31 頁（發明說明書）

SK22P-0018-TW(2023TWP5041)

340:陽極

341:陽極集電器

342:陽極活性材料層

350:電解質

360:分隔件

370:陰極

371:陰極集電器

372:陰極活性材料層

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種銅箔，包含：包含 99.9 或更高的重量百分比(wt%)的銅的一銅薄膜，

其中該銅薄膜具有在 1.1 至 1.6 的範圍中的一 A 值，

其中「A」由以下方程式 1 計算而獲得，

[方程式 1]

$$A=P/Q$$

其中方程式 1 中的「P」為該銅薄膜在 1650 cm^{-1} 的峰值強度，並且

方程式 1 中的「Q」為該銅薄膜在 1460 cm^{-1} 的峰值強度，

其中峰值強度由傅立葉轉換紅外線光譜法(FT-IR)量測而獲得。

【請求項2】 如請求項 1 所述之銅箔，其中該銅箔具有 1.3 Hv 至 1.9 Hv 範圍中的維氏硬度(Vickers hardness)。

【請求項3】 如請求項 1 所述之銅箔，其中該銅箔具有 45 公斤力/平方毫米(kgf/mm²)或更大的拉伸強度。

【請求項4】 如請求項 1 所述之銅箔，其中該銅箔具有 3% 至 13%的延長量。

【請求項5】 如請求項 1 所述之銅箔，更包含形成於該銅薄膜上的一保護層。

【請求項6】 如請求項 5 所述之銅箔，其中該保護層包含鉻化合物、矽烷化合物及氮化合物之至少一者。

【請求項7】 一種製造銅箔的方法，包含：

製備含有銅離子的一電解質；

形成一銅薄膜；以及

形成在該銅薄膜上的一保護層，

其中形成該銅薄膜包含：藉由電性連接一陰極板及一旋轉陽極鼓來在該旋轉陽極鼓上形成該銅薄膜，該陰極板及該旋轉陽極鼓在一電解槽中於該電解質中被設置為彼此分離，並且

該電解質包含：

濃度為 70 克/公升(g/L)至 100 克/公升的銅離子；

濃度為 70 g/L 至 150 g/L 的硫酸；

濃度為 15 ppm 至 25 ppm 的氯(Cl)；

濃度為 15 ppm 至 150 ppm 的鎳(Ni)；

濃度為 1 ppm 至 20 ppm 的鉛離子(Pb^{2+})；

濃度為 1 毫升/公升(ml/L)至 10 毫升/公升的過氧化氫；

濃度為 0.3 ppm 至 5 ppm 的鎢(W)；以及

一有機添加物，

其中該有機添加物包含一拋光劑(成分 A)、一緩和劑(成分 B)、一調平劑(成分 C)及一改善劑(成分 D)之至少一者，

其中該拋光劑(成分 A)包含磺酸或其金屬鹽，

該緩和劑(成分 B)包含一非離子水溶性聚合物，

該調平劑(成分 C)包含氮(N)及硫(S)之至少一者，並且

該改善劑(成分 D)包含檸檬酸。

【請求項8】 如請求項 7 所述之製造銅箔的方法，其中該拋光劑(成分 A)的含量為 1 ppm 至 25 ppm。

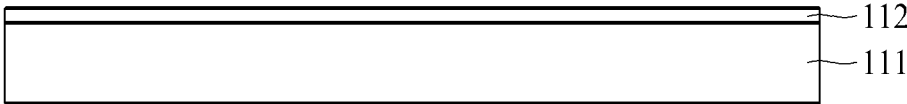
【請求項9】 如請求項 7 所述之製造銅箔的方法，其中該緩和劑(成分 B)的含量為 1 ppm 至 15 ppm。

【請求項10】 如請求項 7 所述之製造銅箔的方法，其中該調平劑(成分 C)的含量為 1 ppm 至 15 ppm。

【請求項11】 如請求項 7 所述之製造銅箔的方法，其中該改善劑(成分 D)的含量為 1 ppm 至 5 ppm。

【發明圖式】

110



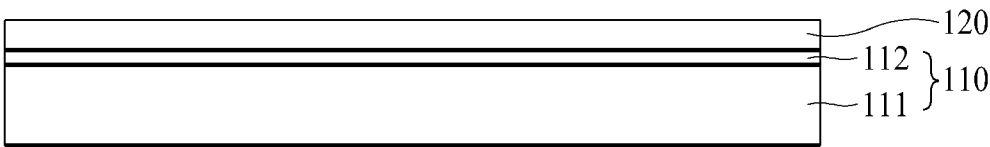
【圖1】

110



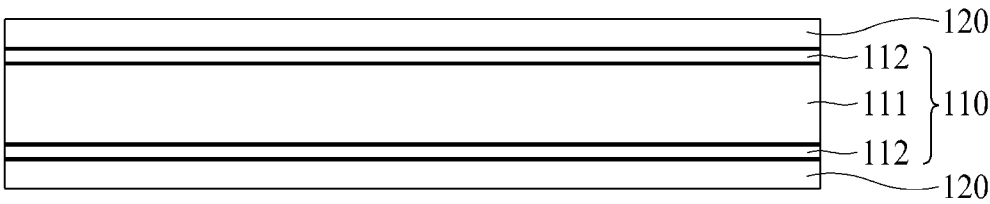
【圖2】

100

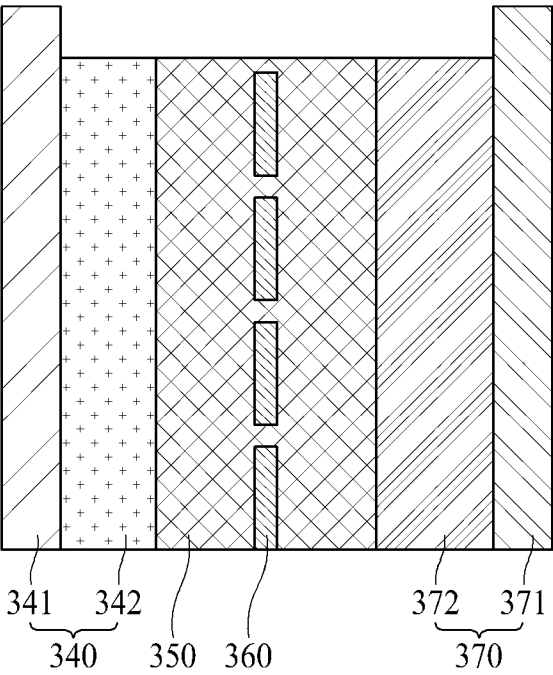


【圖3】

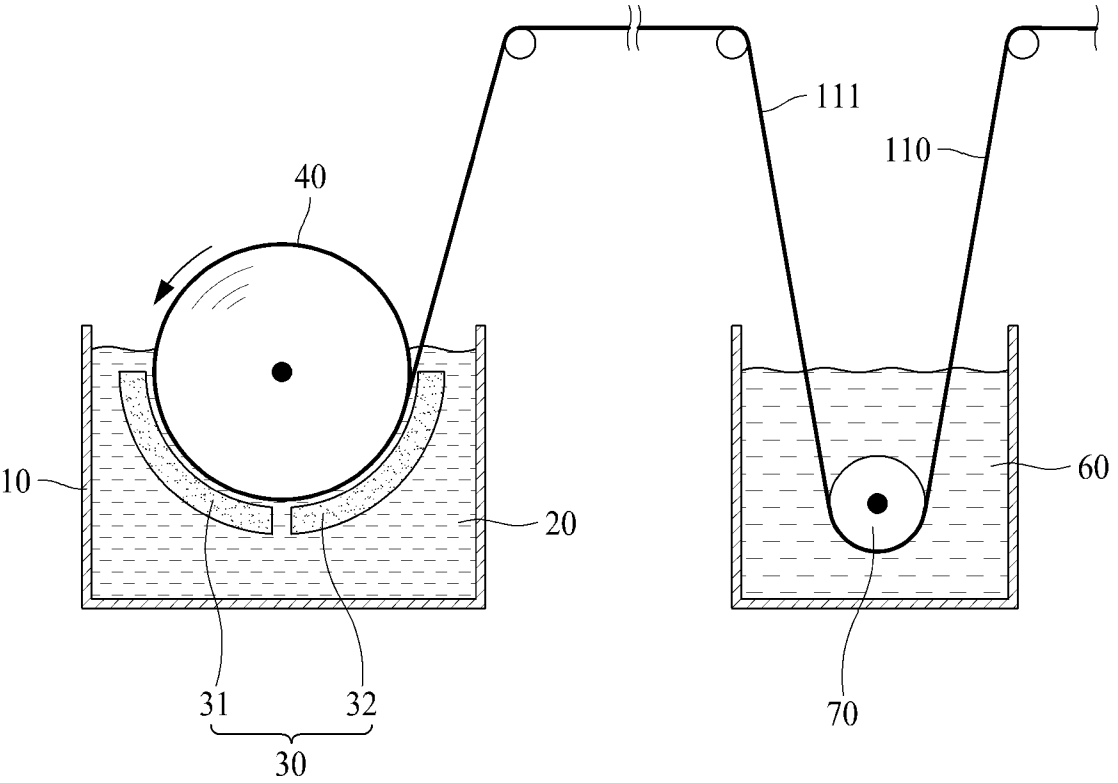
100



【圖4】



【圖5】



【圖6】