

(21)申請案號：099138304

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 11 月 08 日

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

(71)申請人：長春石油化學股份有限公司 (中華民國) CHANG CHUN PETROCHEMICAL CO., LTD. (TW)

臺北市中山區松江路 301 號 7 樓

(72)發明人：蔡承平 TSAI, CHEN PING (TW)；周瑞昌 CHOU, JUI CHANG (TW)；鄭桂森 CHENG, KUEI SEN (TW)

(74)代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：11 項 圖式數：4 共 20 頁

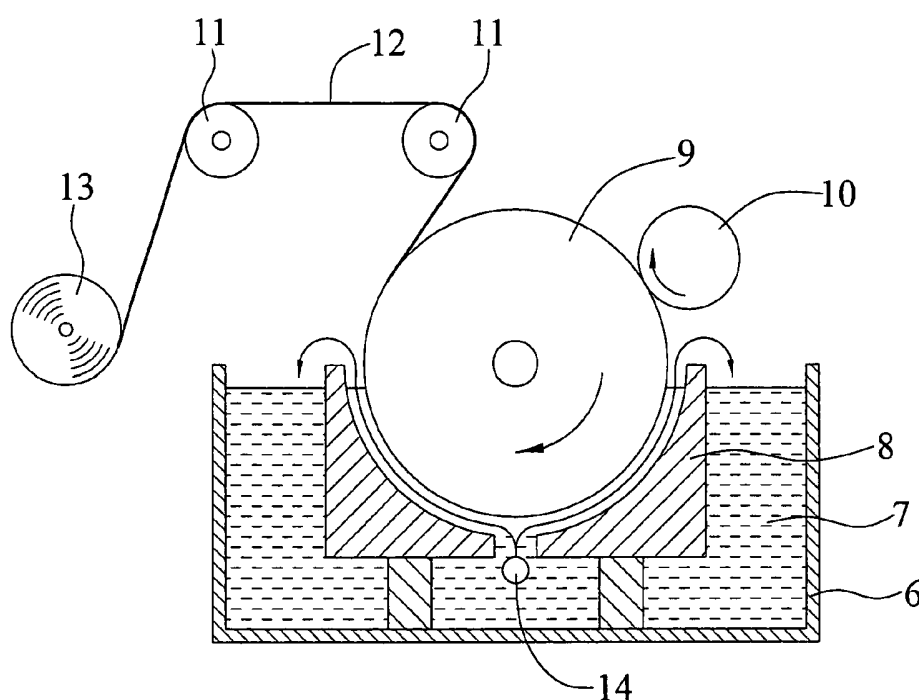
(54)名稱

多孔性銅箔之製造方法

METHOD FOR PRODUCING A POROUS COPPER FOIL

(57)摘要

一種多孔性銅箔之製造方法，係包括：將含鉻成分施於作為陰極體的金屬表面上以直接形成氧化膜；於該氧化膜上電鍍銅以形成銅箔；及將該銅箔自陰極體表面剝離。本發明之方法具有操作簡便、縮短製程時間以及製得之多孔性銅箔的兩面粗糙度差異較低的優點。



6：電解槽

7：電解液

8：陽極體

9：陰極體

10：轉印裝置

11：剝離裝置

12：銅箔

13：捲取裝置

14：電解液入料管

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於銅箔之製法，尤其是關於多孔性銅箔之製法。

【先前技術】

近年來，隨著筆記型電腦、行動電話、PDA（個人數位助理器）等攜帶型電子儀器之小型化、輕量化之發展，作為其驅動電源的電池亦需隨之小型化。非水電解質二次電池，如鋰離子二次電池，由於具有高能量密度且具有高容量，因此，廣泛作為上述攜帶型電子儀器之驅動電源。

於鋰離子二次電池中，通常係將含鋰之過渡金屬複合氧化物作為正極（陰極）材料，及以石墨等之碳材料作為負極（陽極）材料；分別與導電劑、接著劑混合成糊狀物質，塗覆於對應的集電體（如鋁箔與銅箔）上，以分別提供正極與負極。將隔離膜係插入兩電極間以形成一電池組件，並且將電解液注入該電池組件中形成鋰離子二次電池。在電池循環充電時，內嵌入正極活性材料的鋰離子會逐漸消滅並且嵌入負極活性材料中。然而，在電池循環放電時，內嵌入負極活性材料的鋰離子會再次逐漸消滅並且嵌回入正極的結晶結構中。當充/放電循環重複時，鋰離子會在正極與負極間交換，因此，設計及製造高性能的鋰離子二次電池之關鍵在於如何有效的利用電池中的鋰離子。

一般使用兩面光澤電解銅箔或壓延銅箔作為鋰離子二次電池負極的集電體。兩面光澤電解銅箔及壓延銅箔具

有銅箔兩面平坦的特性，其目的係為使銅箔兩面的碳材料塗佈厚度能更均勻及更接近，當銅箔兩面塗佈之碳材料厚度不均勻時，電池中的活性物質(即鋰離子)的利用效率就會變差，將導致電池的電容量減少。對此，先前技術係使用多孔性銅箔，即銅箔具有縱向貫穿之孔洞以使鋰離子在銅箔兩面間自由移動，由鋰離子較多處往較少處移動而進行補償，以達到鋰離子的有效利用，而增加電池的電容量。另一方面，在相同的電池體積下，當銅箔具有孔洞時，可增加表面積以容納更多的碳材料，故可增加電池的電容量。又，多孔性銅箔和碳材料的接觸面積增加，可提高銅箔和碳材料之間的黏著性，則經過電池的充放電後碳材料較不易掉落，可以具有較高的電容量維持率，增加電池的使用壽命。為了有效利用鋰離子二次電池中的鋰離子，可以考慮選擇具有貫穿孔的多孔性銅箔來做為負極集電體。

第 10-112326 號日本專利係揭露在厚度方向具有多微孔構造之銅箔之製造方法，包括：於鈦製滾筒(drum)上方配置包覆聚酯毛氈(polyester felt)之不銹鋼管，而聚酯毛氈係與滾筒表面接觸；於該聚酯毛氈之不銹鋼管上方配置 PVC 管；經由該 PVC 管之開口，將硫酸溶液流至聚酯毛氈上而可與滾筒接觸；於該不銹鋼管與滾筒間施加電壓，電解硫酸溶液而將滾筒表面之鈦氧化而形成氧化膜；於滾筒上電鍍形成銅箔，連續剝離銅箔而得到具有多微孔構造之電解銅箔。

第 10-112326 號日本專利亦教示數種陰極體氧化裝

置，包括以上述聚酯毛氈軋輥容納酸液而使酸液與滾筒接觸，或以箱型容器容納酸液，或以桶狀容器容納酸液，或以具噴出口之容器將酸液噴至滾筒；並於上述裝置與滾筒間施加電壓而氧化作為陰極體之滾筒，於滾筒表面形成一層厚度至少 14 nm 之氧化膜；再以電鍍製成多孔性銅箔。

第 428049 號中華民國專利揭露一種製備具有貫穿孔的銅箔之方法，其特徵在於將陰極體進行表面處理，表面處理的方法包括塗佈油脂類、施用吡咯啉酸銅電鍍、或以酸液施加電壓形成氧化膜；再以電析銅的方式析出銅粒子於經過表面處理的陰極體表面；然後將銅箔自陰極體剝離而得。第 428049 號中華民國專利教示其銅箔兩面粗糙度 Rz 的差為 5-20 μm ，作為二次電池用之集電體時，可與活性物質有良好黏著性。

然而，如前述，製備鋰二次電池時，通常係將正極及負極之活性材料分別與導電劑、接著劑混合成糊狀物質，塗覆於對應的集電體（如鋁箔與銅箔）上，而本技術領域已知，當銅箔兩面之碳材料塗佈的厚度相近、均勻度接近時，所製成的鋰離子二次電池性能較佳。因此，當銅箔的兩面粗糙度差異過大時，代表該銅箔兩面的表面狀態 (profile) 差異大，容易造成兩面之碳材料塗佈厚度及均勻性的差異，導致鋰離子二次電池的性能下降。

如前述，應用多孔性銅箔之目的係為了改善碳材料塗佈不均時導致電池性能下降的問題，然而，多孔性銅箔之製造一般會伴隨銅箔之 M 面（未與陰極體接觸之銅箔表面）

粗糙度 Rz 升高；當 M 面與 S 面（和陰極體接觸那面）粗糙度 Rz 的差異過大時，容易造成兩面碳材料塗佈不均勻，反而會抵銷多孔性銅箔對鋰離子二次電池性能提升的效果，因此，為了同時解決碳材料塗佈不均勻之問題並達到鋰離子的有效利用，本技術領域仍持續尋求平坦度高、兩面粗糙度 Rz 差異較小之多孔性銅箔之製法。

另外，為了製備多孔性銅箔，習知製程中係以電解方式於陰極體表面產生薄銅層，而陰極體的表面處理技術主要以油脂塗佈、或以酸液施加電壓而於陰極體表面形成氧化膜，步驟較為繁雜，且必須考慮製得之銅箔表面之油脂或氧化膜殘留所造成的影響，油脂或氧化膜殘留會影響銅箔的表面性質，進一步影響二次電池之效能，因此，業界仍致力於改良多孔性銅箔之製法。

【發明內容】

鑒於前述先前技術之缺點，本發明提供一種多孔性銅箔之製造方法，係包括：將含鉻成分施於作為陰極體的金屬表面上以直接形成氧化膜；於該氧化膜上電鍍銅以形成銅箔；及將該銅箔自陰極體表面剝離。

於本發明之方法中，係藉由轉印的方式將該含鉻成分施於該陰極體表面後，直接進行電鍍銅之步驟。具體而言，轉印該含鉻成分形成氧化膜之步驟無須施加電壓即可於金屬表面上直接形成氧化膜。

於本發明之方法中，該含鉻成分係選自由鉻酸、重鉻酸、鉻酸衍生物、重鉻酸衍生物或其混合物等，該鉻酸衍

生物或重鉻酸衍生物之種類並無特別之限制，只要具備氧化劑性質者即可，例如，含鉻鹽類或含鉻之有機化合物如氯鉻酸吡啶鹽等皆可用於本發明之方法中。於一態樣中，該含鉻成分包括選自鉻酸 (H_2CrO_4)、重鉻酸 ($\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)、三氧化鉻、重鉻酸鉀 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)、重鉻酸銫 (CsCr_2O_7)、重鉻酸鈉 ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)、重鉻酸鋅 (ZnCr_2O_7)、重鉻酸鋇 (BaCr_2O_7) 或鉻酸鉛 (PbCrO_4)，此外，亦可為單獨使用前述之含鉻成分或予以組合使用。

對於本領域熟習技藝之人士而言，可依製造銅箔之操作條件決定陰極體之材料及電鍍用之材料。於一態樣中，該作為陰極體的金屬係為鋁、鋁合金、鈦或鈦合金。另一方面，於電鍍銅時所使用之電解液包括，舉例但非限於硫酸銅溶液。

於一態樣中，該含鉻成分係經由包括金屬軋輥、覆於該軋輥表面之海綿、及注入元件之裝置轉印至陰極體表面。其中，該注入元件係設置於該海綿之上方，並將含鉻成分注入至該海綿，該注入元件與該海綿可接觸或不接觸。該裝置之覆於該軋輥表面之海綿係與該陰極體表面接觸，俾將含鉻成分轉印至陰極體表面。以該裝置施行轉印步驟之優點之一為可使轉印的含鉻成分不易噴濺。

於另一態樣中，該含鉻成分係經由包括表面包覆一層海綿且具有複數通孔之金屬管的裝置轉印至陰極體表面，其中，該裝置之金屬管外層海綿係與該陰極體表面接觸俾藉由該接觸將注入該金屬管之含鉻成分係經由該金屬管之

表面通孔輸出至海綿再轉印至陰極體表面。以該裝置施行轉印步驟之優點之一為可使轉印的含鉻成分不易噴濺且較均勻。

本發明之方法，復包括於該剝離步驟後對該銅箔進行防鏽處理。於一態樣中，該防鏽處理係以鉻酸處理銅箔。具體而言，該防鏽處理可於將銅箔自陰極體剝離後立即進入裝有鉻酸溶液之防鏽處理槽進行防鏽處理；亦可先行收取銅箔，之後再分開進行上述防鏽處理。

本發明所提供之多孔性銅箔之製造方法係使用含鉻成分於陰極體形成氧化膜之步驟，無須於陰極體與氧化溶液之間施加電壓，而藉由該等含鉻成分如鉻酸、重鉻酸等直接轉印於陰極體上，隨即可進行電鍍步驟以形成多孔性銅箔。而習知技術所使用之陰極體氧化步驟，例如於陰極體施以吡咯啉酸銅電鍍、或於陰極體施以酸液（如硫酸等）電解氧化等，必須額外接置電壓裝置，相較之下，本發明之方法無須施加電壓，在操作上相對簡便且可降低操作成本。

又，於商業規模之製程中，一般會將多孔性銅箔進行後續防鏽處理，且多以鉻酸進行銅箔表面防鏽，因此，本發明使用含鉻成分進行陰極體氧化步驟，於所製得之多孔性銅箔上殘留的氧化膜亦為含鉻氧化物，與防鏽處理的材料相同或相似，因此，殘留的氧化膜對於多孔性銅箔的表面性質影響可降至最低，對於該銅箔應用於製備二次鋰電池係為有利。相反的，習知技術所使用之油脂類塗佈，當

殘留於多孔性銅箔表面時，可能會對多孔性銅箔的表面性質產生影響，較不利於製備二次鋰電池。

另外，與先前技術相較，依據本發明之方法所製得之多孔性銅箔之兩面粗糙度差異較低，表示此銅箔兩面的表面狀態較為接近，碳材料塗佈厚度亦較接近，在製備鋰二次電池時，所製成的電池性能較佳。因此，更有利於鋰二次電池之製備。

【實施方式】

以下係藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟習此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容瞭解本發明之其他優點與功效。

於實施例中，本發明之含鉻成分轉印步驟可經由第 1 圖所示之裝置進行，參見第 1 圖，該裝置包括如不銹鋼軋輥之金屬軋輥 21 及海綿 22（兩者組合成轉印裝置 2），以及注入元件 3，其中，該注入元件 3 係設置於轉印裝置 2 之上方，而該轉印裝置 2 係與陰極體 1 接觸，該接觸不妨礙轉印裝置本身及陰極體本身之轉動。

注入元件 3 可為設有複數孔洞 31 之管體 32，該管之材質並未加以限制，例如聚氯乙烯(PVC)管，該聚氯乙烯管係設置於轉印裝置 2 上方，於此具體實例中，兩者並未接觸。將鉻酸通至該管體 32 中，並由該等孔洞 31 輸出，而流至該管下方之海綿 22，進而使海綿 22 吸附鉻酸。當轉印裝置 2 及陰極體 1 轉動時，轉印裝置 2 與陰極體 1 兩者係持續接觸，該轉印裝置 2 之海綿 22 則將所吸附之鉻酸沾

附至陰極體 1 表面，進而達成鉻酸之轉印。由於海綿會吸附鉻酸，並經由直接接觸陰極體表面而轉印鉻酸，故鉻酸不會在轉印的過程中噴濺至他處，此等裝置對於產業利用及操作上為佳。

於另一實施例中，本發明之含鉻成分轉印步驟可經由第 2 圖所示之裝置進行，參見第 2 圖，該轉印裝置 5，係為如不銹鋼管之金屬管 51 並包覆一層海綿 52，且金屬管 51 表面設置有複數通孔 53，該轉印裝置 5 係與陰極體 4 接觸而設置，該接觸不妨礙轉印裝置本身及陰極體本身之轉動。

對於金屬管 51 表面所設置之複數通孔 53 之形狀及數量並未特殊之限制，且金屬管 51 一端接置鉻酸來源，而另一端可為封閉端、開放端、或另接置有鉻酸導出裝置等。當轉印裝置 5 及陰極體 4 轉動時，兩者係持續接觸，而通至該金屬管 51 中之鉻酸即可由該等通孔 53 輸出至海綿 52，再轉印至陰極體 4 表面。由於鉻酸可由通孔直接輸出至海綿中，如此海綿可以有效及均勻的吸附鉻酸，所以不會在轉印的過程中噴濺至他處且能較均勻的將鉻酸轉印至陰極體 4 表面，此等裝置之改良對於產業利用及操作上為佳。

於具體實施例中，本發明之方法可使用，舉例但非用以限制之如第 3 圖所示之裝置實施。參見第 3 圖所示之裝置，電解槽 6 中裝有電解液 7，並設有陽極體 8 及電解液入料管 14。將陰極體 9 之滾筒設置於電解槽 6 中並使陰極

體 9 之一部分與電解液 7 接觸。設置轉印裝置 10，使轉印裝置 10 與陰極體 9 之另一部分接觸，且該接觸不會妨礙轉印裝置 10 與陰極體 9 各自的轉動。其中，轉印裝置可參照第 1 圖及第 2 圖所示。

於第 3 圖之裝置中，具體而言，陰極體 9 可由鋁、鋁合金、鈦、或鈦合金所製成。在下列實施例中，係使用鈦滾筒作為陰極體 9，及使用表面塗佈二氧化銨(IrO_2)之鈦作為陽極體 8。電解液 7 係為含銅溶液，於較佳實施例中，為硫酸銅溶液。

於本發明之方法中，首先，經由轉印裝置 10 將含鉻成分，例如重鉻酸鈉，轉印至鈦陰極體 9 之滾筒表面，而經重鉻酸鈉轉印完成之陰極體滾筒依其轉動方向轉動，接觸電解液 7，此時開始進行銅電鍍，於滾筒表面形成薄銅層，接著，滾筒依其轉動方向轉動至離開電解液，再經由剝離裝置 11 將所形成的薄銅層自滾筒表面剝離，再以捲取裝置 13 收集所製得之多孔性銅箔 12。

舉例但非限制，以剝離裝置 11 將所形成的薄銅層自滾筒表面剝離後，亦可將所得多孔性銅箔 12 送入另行設置的裝填有鉻酸之防鏽處理槽進行防鏽處理，再以捲取裝置 13 收集所製得之銅箔。

舉例但非限制，該鈦陰極體 9 可如第 3 圖所示為滾筒狀，或可為帶狀，熟習此技藝之人士可依操作條件而選擇或加以改變。

實施例 1、

本實施例係使用第 1 圖之轉印裝置進行含鉻成分之轉印，其中，使用鉻酸作為含鉻成分。實施例 1-1 至 1-5 分別使用濃度為 1.2、0.5、2.0、3.0、5.0 公克/公升(g/L)之鉻酸，以 100 毫升/小時 (mL/hr) 之流量注入如聚氯乙烯管之注入元件 3，經由該注入元件 3 之孔洞 31，將鉻酸均勻的滴在海綿 22 上，再經由海綿而轉印至陰極體表面。

電鍍銅箔之操作條件如下所列：

電鍍浴成分：

硫酸銅濃度：290 公克/公升

硫酸濃度：100 公克/公升

電解液溫度：40℃

電流密度：33 安培/平方分米(A/dm²)

實施例 2、

使用與實施例 1 相同之裝置及操作條件，但使用濃度為 1.2 g/L 之重鉻酸鈉作為含鉻成分。

所得多孔性銅箔性質係如下表 1 所示。而依實施例 1-1 所製備之多孔性銅箔於電子顯微鏡下觀察其孔洞，如第 4A 至 4C 圖所示。

表 1、

實施例編號	含鉻成分	濃度(公克/公升)	銅箔厚度(微米)	銅箔孔平均密度(個/平方毫米)	孔徑分佈範圍(微米)	S 面 Rz 值(微米)	M 面 Rz 值(微米)	兩面 Rz 差(微米)
1-1	鉻酸	1.2	10	208	1-30	1.17	3.58	2.41
1-2	鉻酸	0.5	10	117	1-20	1.10	2.95	1.85
1-3	鉻酸	2.0	10	176	1-30	1.14	3.80	2.66
1-4	鉻酸	3.0	10	131	1-30	1.08	3.70	2.62
1-5	鉻酸	5.0	10	72	1-30	1.10	3.81	2.71
2	重鉻酸鈉	1.2	10	180	1-30	1.21	4.57	3.36

由表 1 可知，依本發明所述，將含鉻成分施用於陰極體上直接作為氧化膜(不需通電氧化)而製備所得之多孔性銅箔之 M 面/S 面之 Rz 差皆小於 5 微米(μm)，亦即，具有較平坦之銅箔表面。且改變鉻酸濃度並未影響 M 面、S 面之粗糙度，僅影響多孔性銅箔之孔徑及孔密度。與使用濃度為 1.2g/L 之鉻酸作為含鉻成分所製得之銅箔相較，當鉻酸濃度為 0.5 g/L 時，所製得之多孔性銅箔之孔洞之孔徑較小且孔洞密度降低，而當鉻酸濃度大於 2.0 g/L 時，孔洞密度亦降低，因此，欲製得具有較佳孔密度及較平坦之本發明之多孔性銅箔，作為含鉻成分之鉻酸濃度以 1.0-2.0 g/L 為較佳。

上述實施例僅例示性說明本發明之組成物與製備方法，而非用於限制本發明。任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。因此，本發明之權利保護範圍如後述申請專利範圍所載。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係為本發明鉻酸轉印裝置之實施例之示意圖；

第 2 圖係為本發明鉻酸轉印裝置之實施例之示意圖；

第 3 圖係為本發明多孔性銅箔之製備裝置之示意圖；

以及

第 4A 圖係於 400 倍電子顯微鏡下攝得之多孔性銅箔之 S 面，第 4B 圖係於 400 倍電子顯微鏡下攝得之多孔性銅箔之 M 面，以及第 4C 圖係於 3500 倍電子顯微鏡下攝得之

多孔性銅箔之 M 面。

【主要元件符號說明】

1、4、9	陰極體	2、5、10	轉印裝置
3	注入元件	6	電解槽
7	電解液	8	陽極體
11	剝離裝置	12	銅箔
13	捲取裝置	14	電解液入料管
21	金屬軋輥	22、52	海綿
31	孔洞	32	管體
51	金屬管	53	通孔

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：99/38304

※申請日：

※IPC 分類：C25D 11/04 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

多孔性銅箔之製造方法

METHOD FOR PRODUCING A POROUS COPPER FOIL

二、中文發明摘要：

一種多孔性銅箔之製造方法，係包括：將含鉻成分施於作為陰極體的金屬表面上以直接形成氧化膜；於該氧化膜上電鍍銅以形成銅箔；及將該銅箔自陰極體表面剝離。本發明之方法具有操作簡便、縮短製程時間以及製得之多孔性銅箔的兩面粗糙度差異較低的優點。

三、英文發明摘要：

A method for producing porous copper foil comprises directly forming an oxidation film by transferring a chromium-containing component to a surface of metal of an cathode, forming a copper foil on the oxidation film by copper electroplating, and removing the copper foil from the surface of cathode. The method of the present application is advantages of easy for operation, providing shortened manufacturing time, and small roughness difference between the two sides of the porous copper foil.

七、申請專利範圍：

1. 一種多孔性銅箔之製造方法，係包括：

(a)將含鉻成分施於作為陰極體的金屬表面上以直接形成氧化膜；

(b)於該氧化膜上電鍍銅以形成銅箔；及

(c)將該銅箔自陰極體表面剝離。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中步驟(a)係藉由轉印的方式將該含鉻成分施於該金屬表面，且步驟(b)係於步驟(a)施行後直接進行。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，步驟(a)係於該金屬表面未施加有電壓的條件下執行。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，該含鉻成分係選自由鉻酸、重鉻酸、其衍生物及其混合物所成群組之一者。

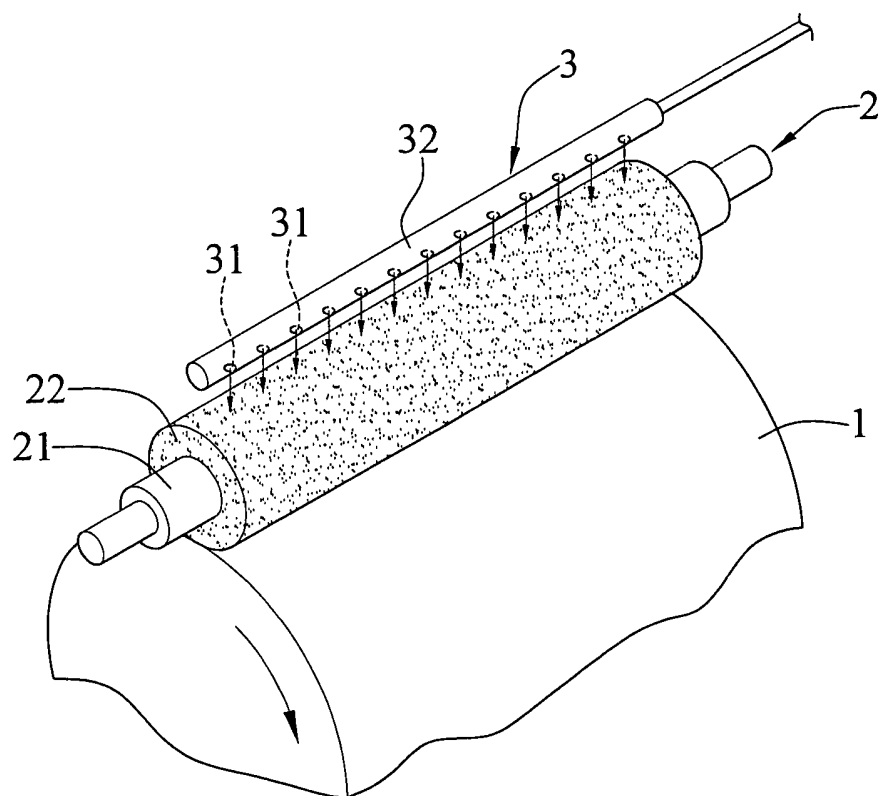
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，該含鉻成分係選自由鉻酸、重鉻酸、三氧化鉻、重鉻酸鉀、重鉻酸鈹、重鉻酸鈉、重鉻酸鋅、重鉻酸鋇、鉻酸鉛及其混合物所成群組之一者。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，該含鉻成分係經由包括金屬軋輥、覆於該軋輥表面之海綿、及注入元件之裝置轉印至該金屬表面。

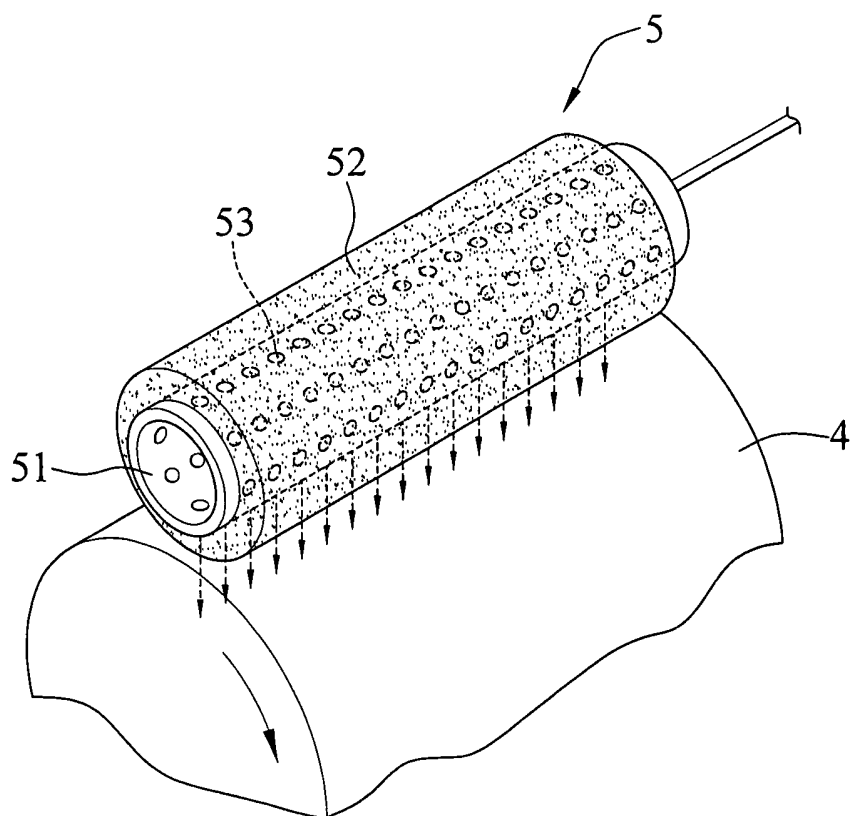
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，該注入元件係設置於該海綿之上方，俾將含鉻成

分注入至該海綿。

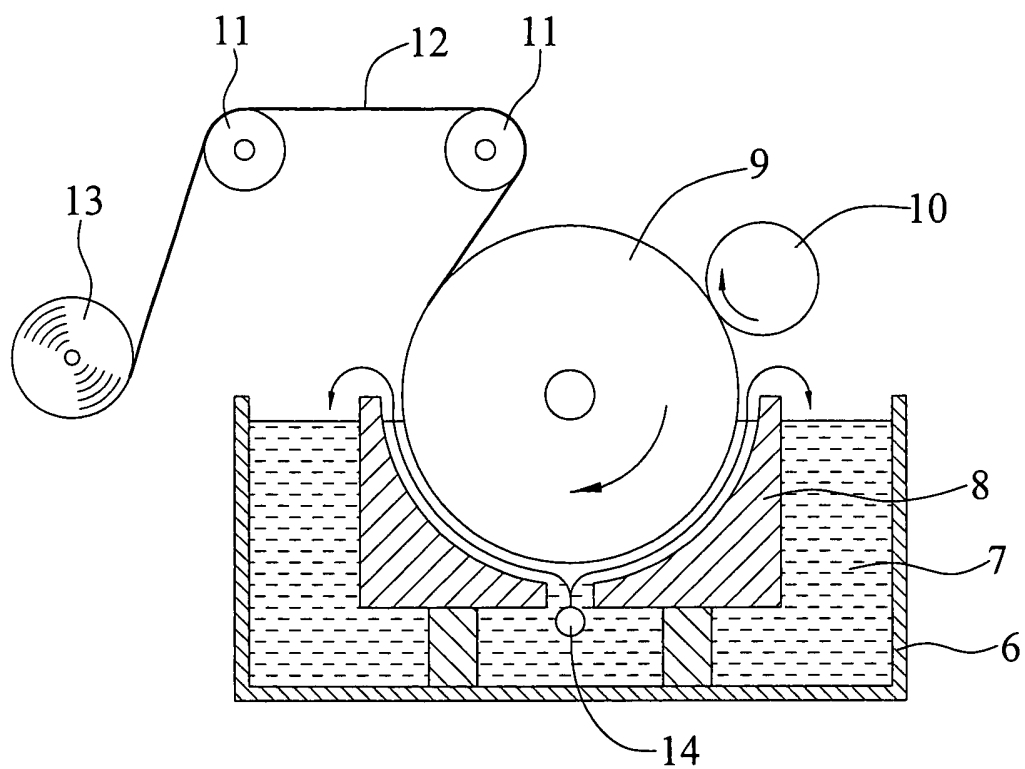
8. 如申請專利範圍第6或7項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，該裝置之海綿係與該金屬表面接觸，俾將含鉻成分轉印至該金屬表面。
9. 如申請專利範圍第1或2項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，步驟(a)之該含鉻成分係經由包括表面具有複數通孔之金屬管且包覆一層海綿的裝置轉印至該金屬表面。
10. 如申請專利範圍第9項所述之多孔性銅箔之製造方法，其中，該裝置之金屬管係與該金屬表面接觸，俾藉由該接觸將注入該金屬管之含鉻成分係經由該金屬管之表面通孔流出讓海綿吸附再轉印至該金屬表面。
11. 如申請專利範圍第1項所述之多孔性銅箔之製造方法，復包括於該剝離步驟後對該銅箔進行防鏽處理。



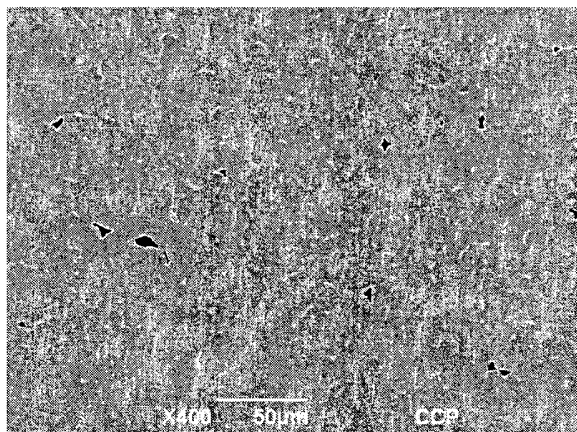
第1圖



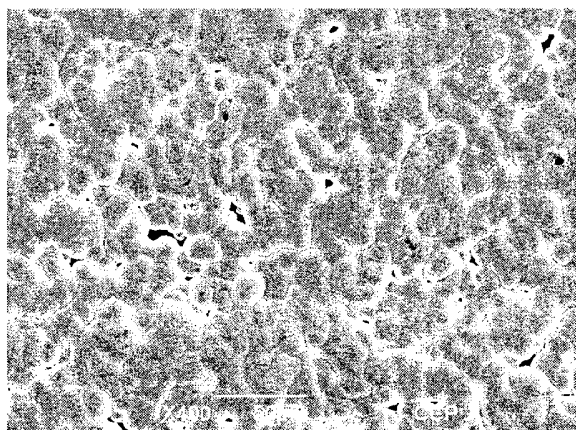
第2圖



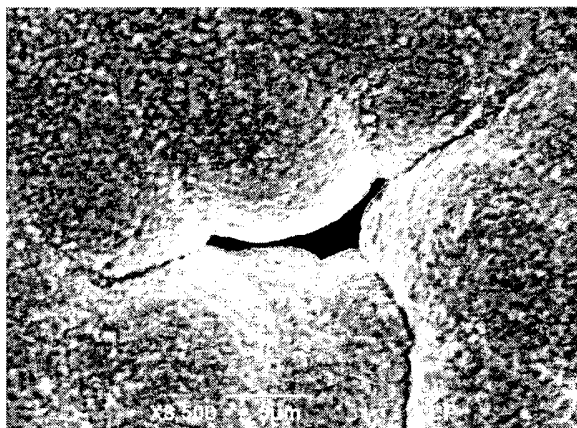
第3圖



第4A圖



第4B圖



第4C圖

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

6	電解槽
7	電解液
8	陽極體
9	陰極體
10	轉印裝置
11	剝離裝置
12	銅箔
13	捲取裝置
14	電解液入料管

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式