



(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 I627293 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：106123469

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 13 日

(51)Int. Cl. :	<i>C22C9/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C25D1/04</i>	<i>(2006.01)</i>
	<i>C25D7/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B32B15/088</i>	<i>(2006.01)</i>
	<i>B32B27/34</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B32B37/06</i>	<i>(2006.01)</i>
	<i>B32B37/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H05K1/09</i>	<i>(2006.01)</i>
	<i>H02J7/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H02J50/10</i>	<i>(2016.01)</i>

(30)優先權：2016/08/19 美國 15/241,264

(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：鄭桂森 CHENG, KUEI SEN (TW)；賴耀生 LAI, YAO SHENG (TW)

(74)代理人：鄭人文；潘柏均

(56)參考文獻：

TW 201037105A

TW 201542048A

US 5215646A

US 6372113B2

US 2013/0302635A1

審查人員：鄭宇辰

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：20 共 39 頁

(54)名稱

表面處理電解銅箔及軟性印刷電路板之無線充電方法

SURFACE-TREATED ELECTROLYTIC COPPER FOIL AND METHOD FOR WIRELESS CHARGING OF FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD

(57)摘要

本揭露為一種用於無線充電系統之元件的新穎銅箔。可層壓該銅箔以製造軟性銅箔基板，然後再進行蝕刻，形成印刷電路(線圈)。該線圈可當作無線充電接收電路和/或無線充電發射電路。調整銅箔的化學及物理性質可提升無線充電系統元件之效率。

Disclosed are novel copper foils used as components of wireless charging systems. The copper foils can be laminated to produce flexible copper clad laminates, which can then be etched to form printed circuits (coils). The coils can be used as either, or both, of a receiver wireless charging circuit and/or a transmitter wireless charging circuit. Regulation of the chemical and physical properties of the copper foil produces higher efficiencies in the wireless charging system components.

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)

表面處理電解銅箔及軟性印刷電路板之無線充電方法
SURFACE-TREATED ELECTROLYTIC COPPER FOIL
AND METHOD FOR WIRELESS CHARGING OF
FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD

【技術領域】

本發明涉及表面處理電解銅箔、銅箔之製造方法以及軟性印刷電路板(本文中後稱 FPCB)之無線充電方法。本發明復揭露結合 FPCB 且可無線充電之多種裝置。

【先前技術】

現今很多含有印刷電路板之電子裝置都以電池(包含二次電池)當作電源進行運作。為了再充電二次電池，結合二次電池的裝置會包含一個機械連接器，例如插頭或充電端口，由此將充電電流源連接至插頭或端口。目前為止，連接會是電線以及可兼容的插頭，或是和充電端口配合的對接裝置。

換句話說，目前的發展使人們渴望不使用物理性連接，即能將電流從電源發射至接收裝置來對二次電池進行無線充電，然後使用電流來對接收裝置的電池進行充電或再充電。在這種情況下，該接收裝置可為智慧型手機、穿戴式裝置到大型工業堆高機之任一者。

無線充電之概念被視為電力安全地穿過空氣間隙傳

送並且亦可通過可能存在於發射器電路線圈與接收器電路線圈之間之任何非金屬物體進行傳送。這種非金屬物體的實例包含木頭、塑膠、花崗岩、陶瓷、玻璃等。電源電壓會在發射裝置中轉換成高頻交流電(AC)，並藉由發射器電路發送至發射器線圈。在發射器線圈內流動的交流電產生延伸到接收裝置中的接收器線圈的磁場(當此發射器線圈和接收器線圈在特定距離內時)。磁場在接收裝置的接收器線圈內產生電流，在接收器線圈內流動的這種電流會被接收器電路轉換為直流電(DC)，因此可對接收裝置的電池進行充電。

無線充電基於磁共振或感應電能傳輸原理(本文中後稱 IPT)-一種透過線圈在兩物體之間傳輸電力的過程。

當感應充電時，接收裝置直接設置於充電表面上，且接收線圈與發射器線圈必須精確重疊，如第 1A 圖所示。這代表接收器與發射器一定要對齊且接收器線圈與發射器線圈之間的距離被限制在數毫米之內。與磁共振充電相比，這些緊密耦合系統的優點在於其具有更高的效率。

當磁共振充電時(如第 1B 圖所示)，複數個裝置可被同時充電，且可以透過複數個接收裝置的接收線圈從不同區域接收磁場。磁共振充電的明顯優勢在於廣大的充電區域及同時充電複數個裝置的能力。增加的電磁干擾(EMI)及相較於感應充電之較低效率是磁共振充電所遭遇的挑戰。

無線充電器有幾項優點：

1. 更為便利及無所不在的日常設備充電；

2. 減少與維護機械連接器相關的成本；
3. 對需要維持無菌或氣密封(防水)狀態的裝置提供安全供電或充電；
4. 防止因氧氣或水等元素導致機械連接器及/或充電端口之腐蝕；
5. 排除因線路接觸導致的火花或碎片；
6. 無線；
7. 不需要攜帶充電器或備用電池；以及
8. 無線充電消除對於電線、連接器及電插頭的需求，且允許任何擁有兼容裝置的使用者使用同一個無線充電盤。

目前在無線充電盤中使用環繞式銅線圈作為發射器線圈，其提供較低的內部直流電阻、高品質以及高效率，但具有較大的厚度，併入至穿戴式裝置或智慧型手機中有一定的困難，且成本較高。

另一方面，FPCB 線圈可在手機內當作接收線圈，但有較高的內部直流電阻、低品質以及低效率，但厚度和成本都比環繞式銅線圈低。

2015 年 8 月 5 日公開的 CN204526301U 已嘗試製造採用薄和厚的銅箔的銅箔基板。2011 年 11 月 4 日公開的 JP2011219790(A)則嘗試去處理用於銅箔基板的銅箔以提高銅和樹脂基材的剝離強度。另外，2014 年 10 月 13 日公開的 KR1014493420000 已經嘗試製造符合曲線 Ra 的平均線的算術平均偏差的電解銅箔。2011 年 9 月 30 日公告之 JP

4833692B2 和 JP4833556B2 也都揭露其他嘗試製作銅箔的方法。然而，這些嘗試沒有一種可以滿足公開的實施例的需求。

因此，仍存在可作為用於智慧型手機、穿戴式裝置以及其他物品的 FPCB 線圈使用且不會有目前 FPCB 線圈的缺點的改良式銅箔的需求。

【發明內容】

於一具體實施例中，如第 2A 圖所示，銅箔 31、33 用於無接著劑型二層軟性銅箔基板(軟性銅箔基板本文中後稱 FCCL)38 中，其中兩層銅箔 31、33 之間層壓有熱塑性聚醯亞胺(TPI)30、聚醯亞胺(PI)32 以及另一層熱塑性聚醯亞胺 34 等聚合材料之中間層。

於另一具體實施例中，如第 2B 圖所示，該 FCCL 可以採用有接著劑型三層 FCCL 39 的形式，其中，分開的兩層銅箔 31、33 中層壓有聚醯亞胺 32、以及該聚醯亞胺 32 任一面上的作為黏著劑之環氧樹脂層 35、36。

一般來說，因為黏著層具有較差的耐熱性，因此二層 FCCL 38 比三層 FCCL 39 更可靠，但是成本較高。可以透過二層 FCCL(80%)或三層 FCCL(20%)製造無線充電用的 FPCB 線圈。

藉由蝕刻被抗蝕阻劑層部分保護的銅箔以形成線圈來製造電路(線圈)。未保護的銅箔被向下蝕刻，但已有一些顯著的發現。

令人驚訝地，已發現各種面構造((111)面)比另一面(例

如(200)、(220)或(311)面)蝕刻的更緩慢，使得當銅箔的厚度增加時，厚銅箔會具有橫向蝕刻(側蝕)(深入抗蝕阻劑的最大距離)。

【圖式簡單說明】

以下透過例示性之參考附圖說明目前技術的實施方式，其中：

第 1A 圖為感應充電之示意圖；

第 1B 圖為磁共振充電之示意圖；

第 2A 圖為二層 FCCL 結構之示意圖；

第 2B 圖為三層 FCCL 結構之示意圖；

第 3A 圖為環繞式銅線圈應用在充電盤之示意圖；

第 3B 圖為第 3A 圖中銅線之放大圖；

第 4 圖為用在手機中當作接收線圈的 FPCB 線圈；

第 5 圖為藉由層壓過程形成二層 FCCL 之方法之示意圖；

第 6A 圖顯示含有較高銅含量(%)且於層壓面具有粗化粒子層之銅箔；

第 6B 圖顯示因於抗蝕阻劑面具有高輪廓(high profile)而含有較低銅含量(%)的銅箔；

第 6C 圖顯示因於層壓面具有高輪廓而含有較低銅含量(%)的銅箔；

第 7 圖為 TPI/PI/TPI 複合膜之具體實例；

第 8A 圖為具有較均勻表面粗糙度之銅箔的示意圖；

第 8B 圖為具有比第 8A 圖之表面粗糙度更大或更不均

勻的表面粗糙度之銅箔的示意圖；

第 9 圖為藉由電線之集膚效應(skin effect)現象(流過電線外表面的電流大於流通電線核心的電流)之電力傳輸示意圖。

第 10 圖為沿著其上具有粗化粒子的銅箔之電力傳輸示意圖；

第 11 圖為蝕刻由薄銅箔形成之 FCCL 以形成電路(線圈)之良好蝕刻示意圖；

第 12 圖為蝕刻由厚銅箔形成之 FCCL 以形成電路(線圈)之橫向蝕刻(側蝕)示意圖；

第 13 圖為蝕刻因子= V/X 之示意圖；

第 14 圖為(111)面上銅原子排列之示意圖；

第 15 圖為(220)面上銅原子排列之示意圖；

第 16 圖為銅箔上之鍍鎳層之鎳含量對於蝕刻後之影響之示意圖；

第 17 圖為形成電解銅箔過程之示意圖；

第 18 圖為電解銅箔後處理(表面處理)之示意圖；

第 19 圖為在未加工銅箔上形成銅粗化粒子過程之示意圖；以及

第 20 圖為銅箔層壓板在熱壓後表現出變成波浪狀(彎曲)的不良特性。

咸知，本發明的各種實施態樣不應限於上述圖式示意之設置與手段。

【實施方式】

對於無線充電的一般概念很容易掌握，然而，僅僅是因為無線充電本身為已知，不代表可輕易獲致高效率的特性，遑論同時降低原料成本、減少製造接收線圈的成本以製造出更薄的產品，藉此減少如智慧型手機或穿戴式裝置之整體的尺寸和重量。

當感應充電時，如第 1A 圖所示，將要充電的裝置 10 直接放置於無線充電器 12 上，使得無線充電器 12 中的充電線圈 14 與裝置 10 中的接收線圈 16 精確重疊，使磁場 18 於接收線圈 16 誘發電壓。

第 1B 圖展示一種磁共振充電，複數個裝置 20、21、22 可以藉由充電器 23 同時充電。裝置 20、21、22 中的接收線圈 25、26、27 能各別地接收單一充電線圈 28 產生的磁場 24。

藉由利用此處揭露的技術，對於相同單位長度的線圈，用於形成接收線圈的銅箔的銅含量可以增加，同時銅箔 31、33 的厚度不會減少，不會影響到線圈的傳導性，但接收線圈的整體厚度可藉由將二層 FCCL 中的 TPI(熱塑性聚醯亞胺)層 30、34 以及 PI(聚醯亞胺)膜層 32 的厚度減少而減少，如第 2A 圖所示。

從隨後與 PI 膜層壓的銅箔 31 之形成開始製備。

銅含量(%)=[單位面積重量(公克/平方公尺(g/m^2))]/(厚度(微米(μm)) $\times 8.96$ (公克/立方公分(g/cm^3))^{註 1})] $\times 100 > 90$ (%)

^{註 1} 銅箔密度之理論值= $8.96 \text{ g}/\text{cm}^3$

厚度的單位為微米。因此，比較第 6A 圖中銅箔 60 的

銅含量(%)與第 6B 圖中另一形式的銅箔 62 的銅含量(%)，當銅箔 62 的銅含量(%)小於銅箔 60 的銅含量(%)，(在蝕刻銅箔之後)第 6A 圖中擁有較高銅含量(%)的銅箔所蝕刻出來的線圈能承受較高的電流以及擁有較低的內部直流電阻。

本發明之表面處理銅箔之銅含量大於 90%。

以下為高銅含量銅箔的製法。銅箔之層壓面 61 之表面粗糙度(Rz)必須在 0.7 至 3.0 微米的範圍內。因為 TPI 層很薄，如果銅箔之粗化粒子處理面(層壓面)之表面粗糙度(Rz)大於 3.0 微米，TPI 無法完全填滿，TPI 與銅箔之粗化粒子處理面之間會產生空隙。焊接之後，TPI 和銅箔很容易分離。換句話說，如果表面粗糙度(Rz)小於 0.7 微米，則剝離強度會不足。第 6A 至 6C 圖中的銅箔相對於粗化粒子或層壓面 61 亦具有抗蝕阻劑面 63。第 7 圖顯示一具體實施例中之 TPI/PI/TPI 複合膜。很多種方式和規則可以測量表面粗糙度。 R_{max} (最大高度粗糙度)是從粗糙度曲線的平均線方向上樣本參考長度的範圍內的最高峰與最低谷之間的距離而求得，單位為微米。 R_z (十點平均粗糙度)是從樣本參考長度的範圍內的粗糙度曲線中之平均線與五個最高峰之間各個距離的平均值以及平均線與五個最低谷之間各個距離的平均值之和而求得。上述 R_{max} 與 R_z 的資訊係參考 JIS B0601-1994。

更特別地，必須控制本揭露中銅箔的 R_{max} 與 R_z 的最大偏差比以滿足下列關係式：

層壓面(銅箔之粗化粒子處理面)的 $(R_{\max}-R_z)/R_z$ 必須小於 0.9。

如第 8A 圖與第 8B 圖所示，第 8A 圖中的關係式 $(R_{\max}-R_z)/R_z$ 小於第 8B 圖中的關係式 $(R_{\max}-R_z)/R_z$ ，這表示第 8A 圖比第 8B 圖具有更均勻的表面粗糙度。而關係式 $(R_{\max}-R_z)/R_z$ 的數值越小越好。

電流傾向於在導體的外側表面 90 流動，如第 9 圖所示，其中導線 92 的核心 91 只帶有微量電流。

如果銅箔之層壓面有很高的不規則凸起(如第 8B 圖所示)，會影響電流之流動(電阻上升)以及消耗電流(變成熱能)。因此，無線充電效率會降低。電流 101 沿著銅箔 100 的表面之流動滿足此關係。

如第 10 圖所示， $(R_{\max}-R_z)/R_z$ 小於 0.9。因此，不但對於表面粗糙度(R_z)的需求要在限制內，均勻的輪廓也要符合需求以製造出可接受的結果。

拉伸強度也是一個決定是否能製造出可當作 FCCL 的元件以及用在接收線圈的銅箔的關鍵因素。

在溫度 200℃ 時間 1 小時的退火處理後，電解銅箔之拉伸強度減少率應該要小於 15%。拉伸強度減少率的定義如下：

拉伸強度減少率(%)=((原本的拉伸強度 - 溫度 200℃ 時間 1 小時的退火處理後的拉伸強度)/原本的拉伸強度)×100

藉由在 300 至 400℃ 的烘箱 55 中使用 300 至 400℃ 的熱壓輥 54 將具有各自的抗蝕阻劑面 57、58 及層壓面 56、

59 的銅箔 51、52 與 TPI/PI/TPI 複合膜 53 壓合約兩分鐘，且因為溫度非常高，該銅箔 51、52 可能會再結晶。第 5 圖為層壓過程 50 的示意圖。如果銅箔 51、52 再結晶，拉伸強度會因為晶粒尺寸變大而下降。

如果拉伸強度減少率高於 15%，代表銅箔很容易再結晶，銅箔的尺寸將變大，且該銅箔將變得熱不穩定。在熱壓過程後，二層 FCCL 會容易呈現波浪狀(彎曲)，如第 20 圖所示。

本揭露之銅箔的拉伸強度在室溫下通常介於 29 至 39 公斤/平方毫米(kg/mm^2)(沒有經過退火處理)。如果銅箔的拉伸強度小於 29 公斤/平方毫米，拉伸強度會不足。當具有低/降低的拉伸強度的銅箔與 TPI/PI/TPI 複合膜層壓，容易產生皺紋。如果拉伸強度大於 39 公斤/平方毫米，該銅箔會有更高的內部應力，且在層壓後，亦容易變成如第 20 圖所示之波浪狀。

不同於蝕刻第 11 圖所示之層壓至聚醯亞胺(PI)膜 111 之薄銅箔 110，更進一步觀察發現當如第 12 圖所示地受到蝕刻時，隨著蝕刻穿透銅箔之厚度，層壓到 PI 膜 121 之較厚的銅箔 120 會產生明顯的橫向蝕刻(側蝕)(深入抗蝕阻劑的最大距離)。這種橫向蝕刻是不期望的，因為其從線圈去除銅，因此會降低線圈的電流承載能力。為了傳導更多電流，35 微米、42 微米、56 微米、60 微米、62 微米、70 微米以及更厚的厚銅箔會設置於無線充電 FPCB。銅箔的厚度可以從約 35 微米、40 微米、45 微米、50 微米、55 微米、

60 微米、65 微米、70 微米、80 微米、90 微米、100 微米到約 110 微米、130 微米、150 微米、170 微米、190 微米或 210 微米。同樣的，銅箔厚度可以為約 35 微米、36 微米、37 微米、38 微米、39 微米、40 微米、41 微米、42 微米、43 微米、44 微米、45 微米、46 微米、47 微米、48 微米、49 微米、50 微米、51 微米、52 微米、53 微米、54 微米、55 微米、56 微米、57 微米、58 微米、59 微米、60 微米、61 微米、62 微米、63 微米、64 微米、65 微米、66 微米、67 微米、68 微米、69 微米或 70 微米。

然而，當銅箔為這些厚度，需要更多時間蝕刻形成電路(線圈)。如果銅箔有更高的(111)面的 TC(纖構係數)比，代表蝕刻速度在厚度方向上會降低，且蝕刻速度在垂直於厚度方向的方向上會升高，因為(111)面有更高的原子密度，因此很容易形成橫向蝕刻(側蝕)。換句話說，因為(200)面和(220)面的原子密度(如第 15 圖所示)小於(111)面的原子密度(如第 14 圖所示)，銅箔在(200)面和(220)面有更高的 TC 比，會更容易蝕刻電路(線圈)。

鍍鎳等表面處理也會影響蝕刻因子。銅箔之粗化粒子處理面(層壓面)之鎳含量和表面粗糙度(Rz)會影響蝕刻因子。鎳含量越高，蝕刻因子越低。銅箔之層壓面之表面粗糙度(Rz)越高，蝕刻因子越低。

通常來說，銅箔之層壓面之鎳含量應低於 500 微克/平方分米($\mu\text{g}/\text{dm}^2$)。在銅箔之層壓面上的鍍鎳可增加 PI 膜與銅箔之間的黏著性，但如果鎳含量高於 500 微克/平方

分米，蝕刻後會有殘餘銅，如第 16 圖所示。

實施例 1

電解銅箔之製備

將銅線溶解在 50 重量 % 的硫酸水溶液，以製備含 320 公克/公升(g/l)的硫酸銅($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)和 100 公克/公升的硫酸(H_2SO_4)的硫酸銅電解液。於每升的硫酸銅電解液中加入 7.97 毫克的明膠(2CP：宏榮化工有限公司)、4.33 毫克的 3-巰基-1-丙烷磺酸鈉(MPS：HOPAX 公司)、0.2 毫克的二噻黑(Diazine Black)(Sigma-Aldrich)以及 35 毫克的氯離子。隨後，在 50°C 的液溫和 34 安培/平方分米(A/dm^2)的電流密度製備 60 微米厚之電解銅箔。

製備電解銅箔 171 之典型裝置包含金屬陰極輥筒 170 及不溶性金屬陽極 172，該金屬陰極輥筒可旋轉且有鏡面拋光表面。該不溶性金屬陽極被設置在約於該金屬陰極輥筒的下半部分並環繞該金屬陰極輥筒。該裝置 173 顯示於第 17 圖。藉由該裝置使銅電解液流動於該陰極輥筒和該陽極之間，並在期間供應電流以使銅電沉積於該陰極輥筒上，以及當達到預定厚度時自該陰極輥筒上分離電解銅箔來連續製造銅箔。

以此製程生產之銅箔具有光澤面(形成於陰極輥筒上之銅箔表面)及與該光澤面對之粗糙面(與硫酸銅電解液接觸之銅箔表面)。

如第 18 圖所示，產生 60 微米的未加工銅箔後，對未加工銅箔 180 之表面 181、182 進行鍍銅粗化粒子處理、鍍

鎳處理(含鈷鋅之合金處理)、鍍鋅處理(防銹處理)及鉻酸鹽處理(防銹處理)。任一該銅箔之光澤面 181 或粗糙面 182 可以經粗化粒子處理。然而，該經粗化粒子處理之表面 183 將成為與聚合物膜(例如 TPI/PI/TPI 複合膜)層壓之面。該層壓面(粗化粒子處理面)183(粗化粒子+鎳+鋅+鉻+矽烷)之示意圖，如第 19 圖所示。該層壓面的相對面為抗蝕阻劑面 184。

電解銅箔表面之銅粗化粒子處理

硫酸銅($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)：120 公克/公升

硫酸(H_2SO_4)：100 公克/公升

氯離子：3.5ppm

溫度：25℃

電流密度：40 安培/平方分米

時間：3.5 秒

銅粗化粒子上鍍鎳

硫酸鎳($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)：180 公克/公升

硼酸(H_3BO_3)：30 公克/公升

次磷酸鈉(NaH_2PO_2)：3.6 公克/公升

溫度：20℃

電流密度：0.2 安培/平方分米

時間：3 秒

pH 值：3.5

鍍鋅

硫酸鋅($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)：9 公克/公升

氫氧化鈉：40 公克/公升

溫度：20℃

電流密度：0.2 安培/平方分米

時間：5 秒

鍍鉻

三氧化鉻(CrO_3)：5 公克/公升

溫度：30℃

電流密度：5 安培/平方分米

時間：5 秒

矽烷處理

矽烷偶合劑(KBM-403)：0.25%

時間：5 秒

下述實施例是用以說明本發明各種實施條件及測試。

表 1

實施條件		實施例							比較例						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
電解銅箔 (未加工銅箔)	硫酸銅(CuSO ₄ ·5H ₂ O) (公克/公升)	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
	硫酸(H ₂ SO ₄) (公克/公升)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	氯離子(毫克/公升)	35	35	20	35	20	35	35	25	25	35	35	1.1	35	2.5
	溫度(℃)	50	50	45	50	45	50	50	54	54	45	50	40	50	50
	電流密度(安培/平方分米)	34	34	50	34	50	34	34	70	70	34	34	50	34	50
	明膠(2CP) (毫克/公升)	7.97	5.6	7.2	7.2	5.58	7.17	7.97	0.25	0.4	9.56	7.2	0	7.2	0.2
	3-巰基-1-丙烷磺酸鈉(MPS) (毫克/公升)	4.33	3	3.7	3.7	3.03	3.72	4.33	0	0	6.06	3.7	0	3.7	0
	二噻黑(DB) (毫克/公升)	0.2	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0	0	0.2	0.1	0	0.2	0
銅粗化 粒子處理	硫酸銅(CuSO ₄ ·5H ₂ O) (公克/公升)	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	硫酸(H ₂ SO ₄) (公克/公升)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	氯離子(ppm)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	溫度(℃)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	電流密度(安培/平方分米)	40	40	50	40	50	50	50	40	60	50	70	40	70	50
	時間(秒)	3.5	5	4	5	4	4	3	1	6	0.5	3	5	3	4
鍍鎳	硫酸鎳(NiSO ₄ ·7H ₂ O) (公克/公升)	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	硼酸(H ₃ BO ₃) (公克/公升)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	次磷酸鈉(NaH ₂ PO ₂) (公克/公升)	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
	溫度(℃)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	電流密度(安培/平方分米)	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	時間(秒)	3	3	6	0.5	2	3.5	1	3	3	3	3	3	10	2.5
	pH 值	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
鍍鋅	硫酸鋅(ZnSO ₄ ·7H ₂ O)(公克/公升)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	氫氧化鈉(公克/公升)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	溫度(℃)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	電流密度(安培/平方分米)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	時間(秒)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
鍍鉻	三氧化鉻(公克/公升)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	溫度(℃)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	電流密度(安培/平方分米)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	時間(秒)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
矽烷處理	KBM-403(重量%)	0.25	0.3	0.3	0.3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3
	時間(秒)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

表 2

實施例		1	2	3	4	5	6	7
銅箔厚度(微米)		60.1	60.2	60.1	35.1	66.1	70.0	210.2
銅箔單位面積重量(公克/平方公尺)		532.3	486.5	498.1	295.3	563.8	594.6	1819
銅箔之銅含量(%)		98.8	90.2	92.5	93.9	95.2	94.8	96.6
拉伸強度(公斤/平方毫米)		29.8	38.5	33.3	32.9	36.2	32.3	31.7
在溫度 200°C時間 1 小時的退火處理後的拉伸強度(公斤/平方毫米)		29.0	32.8	31.3	30.1	32.0	30.5	30.5
拉伸強度減少率(%)		2.7	14.8	6.0	8.5	11.6	5.6	3.8
抗蝕阻劑面之粗糙度(微米)	Rz	1.06	2.16	1.67	1.41	1.26	1.22	1.14
層壓面之粗糙度(微米)	Rz	0.77	2.96	2.48	2.19	1.79	1.65	1.30
	R _{max}	1.36	3.80	3.40	3.24	2.70	3.12	1.89
	(R _{max} -Rz)/Rz	0.77	0.28	0.37	0.48	0.51	0.89	0.45
在溫度 200°C時間 1 小時的退火處理後的纖維係數	TC(111)	0.67	0.80	0.24	0.54	0.52	0.50	0.56
	TC(200)	1.64	1.12	3.26	1.66	2.31	1.77	1.42
	TC(220)	0.84	0.89	0.27	0.80	0.57	0.77	0.85
	TC(311)	0.85	1.19	0.23	1.00	0.60	0.96	1.17
	[TC(200)+TC(220)]/							
	[TC(111)+TC(200)+TC(220)+TC(311)] (%)	62.0	50.3	88.3	61.8	72.0	63.5	56.8
層壓面之鎳含量(微克/平方分米)		264	251	496	10.2	158	304	86
剝離強度(公斤/公分)		1.78	2.21	2.18	1.86	2.12	2.16	2.22
蝕刻因子		4.2	3.7	3.6	5.4	3.8	3.6	3.5
蝕刻後之殘餘銅		無	無	無	無	無	無	無
層壓後 FCCL 造成彎曲		無	無	無	無	無	無	無
100 微米寬的線圈可承受的最大電流(毫安培)		54.4	50.7	51.9	27.3	54.6	55.5	175

表 3

比較例		1	2	3	4	5	6	7
銅箔厚度(微米)		60.1	60.0	60.1	60.2	60.1	60.0	60.0
銅箔單位面積重量(公克/平方公尺)		455.6	447.8	531.0	516.7	507.3	513.9	511.8
銅箔之銅含量(%)		84.6	83.3	98.6	95.8	94.2	95.6	95.2
拉伸強度(公斤/平方毫米)		37.1	37.5	33.2	33.6	53.2	32.5	45.6
在溫度 200°C時間 1 小時的退火處理後的拉伸強度 (公斤/平方毫米)		33.7	36.2	31.3	31.6	27.8	31.2	36.6
拉伸強度減少率(%)		9.2	3.6	5.6	6.0	47.7	4.0	19.8
抗蝕阻劑面之粗糙度(微米)	Rz	1.86	9.77	1.16	1.23	1.47	1.26	1.22
層壓面之粗糙度(微米)	Rz	6.28	3.62	0.45	1.81	2.17	1.91	1.98
	R _{max}	7.84	5.57	0.82	4.15	3.00	3.64	2.95
	(R _{max} -Rz)/Rz	0.25	0.54	0.82	1.29	0.38	0.91	0.49
在溫度 200°C時間 1 小時的退火處理後的組織係數	TC(111)	0.63	0.05	0.59	0.61	1.23	0.56	1.72
	TC(200)	0.56	0.03	1.57	1.22	2.03	1.42	1.07
	TC(220)	2.07	3.80	0.85	0.98	0.39	0.85	0.44
	TC(311)	0.74	0.12	0.99	1.19	0.35	1.17	0.77
	[TC(200)+TC(220)]/[TC(111)+TC(200)+TC(220)+TC(311)] (%)	65.5	95.5	60.5	55.0	60.5	56.8	37.8
層壓面之鎳含量(微克/平方分米)		258	246	262	252	237	896	232
剝離強度(公斤/公分)		2.67	2.20	1.34	2.06	2.15	2.12	2.10
蝕刻因子		2.8	3.4	4.5	5.0	3.9	2.9	3.0
蝕刻後之殘餘銅		無	無	無	無	無	有	無
層壓後 FCCL 造成彎曲		無	無	無	無	有	無	有
100 微米寬的線圈可承受的最大電流(毫安培)		44.3	44.5	54.6	52.1	51.6	51.6	51.9

測試方法

銅含量

銅含量(%)=[單位面積重量(公克/平方公尺)/(厚度(微米) $\times$ 8.96(公克/立方公分))] $\times$ 100

(1)單位面積重量

1. 將銅箔切割成 100 毫米 $\times$ 100 毫米大小的試樣。
2. 用電子天平測量銅箔試樣的重量，該電子天平必須能夠稱量精度至 ± 0.1 毫克。
3. 按 g/m^2 單位換算為單位面積重量。

(2)厚度

1. 使用高精度的測微計(Mitutoyo 293-100 MDH-25M)測定銅箔的厚度，以 0.000005" /0.1 微米解析度測量。

拉伸強度

基於 IPC-TM-650 之方法，將電解銅箔切割成 100 毫米 $\times$ 12.7 毫米(長度 $\times$ 寬度)大小的試樣，在室溫(大約 25 $^{\circ}\text{C}$)下使用島津(Shimadzu)公司的型號 AG-I 試驗機，並以 50 毫米的夾頭距離及 50 毫米/分鐘的十字頭速度的條件測量該試樣。

粗糙度

根據 JIS B0601-1994 方法並使用 α 型表面粗糙度測量儀(Kosaka Laboratory 股份有限公司，SE1700 系列)測量粗糙度。

鎳含量

鎳含量的測量係藉由將銅箔切割成 150 毫米 $\times$ 150 毫米

的大小，設置保護塗層在銅箔的其中一面(該保護塗層防止該面銅箔的溶解)。乾燥後，進一步將試樣切割成 100 毫米×100 毫米(面積=1 平方分米)。將試樣置於一個盤子並以 20 毫升的 18%鹽酸溶液及 3 毫升的 30%過氧化氫溶液進行溶解。待試樣表面的鎳溶解完畢，將溶液倒進 50 毫升的容量瓶。將盤子用適量純水沖洗，然後倒進 50 毫升的容量瓶中，最後再以純水加入容量瓶，以達到最終 50 毫升的體積。利用 ICP-AES 測量鎳含量。

組織係數(TC)

由 PANalytical B.V.生產的一台型號 PW3040 的 X 射線粉末繞射儀，在外部電壓 45 千伏(kV)、電流 40 毫安培(mA)、掃描解析度 0.04°以及掃描範圍 2θ 值為 40°至 95°的條件下進行分析。各試片的組織係數係藉由以下公式(1)計算而得：

$$TC(hkl) = \frac{I(hkl)/I_0(hkl)}{(1/n)\sum I(hkl)/I_0(hkl)} \quad (1)$$

在公式(1)中，TC(hkl)代表(hkl)晶面的組織係數，TC 數值越大，該晶面之優選取向的等級越高。I(hkl)代表試片之(hkl)晶面的繞射強度。I₀(hkl)代表由美國材料及試驗協會(ASTM)(PDF#040836)訂定之標準銅粉末之(hkl)晶面的繞射強度。n 代表於特定的繞射角度(2θ)範圍內之繞射峰數量。

藉由從抗蝕阻劑面在溫度 200℃時間 1 小時的退火處理後的 X 射線繞射強度的測量來計算，以得到表面處理銅

箔之(111)面、(200)面、(220)面以及(311)面之纖構係數。

剝離強度

實施例 1 至 7 及比較例 1 至 7 的表面處理銅箔分別被分條成 520 毫米幅寬的卷狀銅箔各 2 卷，然後藉由在 350℃ 的烘箱中使用 350℃ 的熱壓輥將 2 卷銅箔的層壓面與 TPI/PI/TPI 複合膜一起熱壓合後形成固化的軟性銅箔基板。熱壓速度為 1.3 公尺/分鐘，壓力為 20 牛頓/平方毫米。TPI/PI/TPI 複合膜的 TPI 厚度為 7 微米，PI 厚度為 5 微米。從軟性銅箔基板切割一塊適中大小的樣品，然後根據 JIS C6511 中規定之方法，將表面處理銅箔從試樣寬度為 10 毫米之基板(樹脂板)剝離。

蝕刻因子

利用化學蝕刻方法形成線寬為 100 微米、間距為 30 微米的銅圖案，然後使用掃描式電子顯微鏡(SEM)測量銅圖案之蝕刻因子。蝕刻因子定義為 V/X ，如第 13 圖所示。X 是指側蝕凹度，而 V 是指下蝕深度。

蝕刻後殘餘銅

利用化學蝕刻方法形成線寬為 100 微米、間距為 30 微米的銅圖案，使用掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察線邊緣是否有殘餘銅。

層壓後 FCCL 造成彎曲

實施例 1 至 7 及比較例 1 至 7 的表面處理銅箔分別被分條成 520 毫米幅寬的卷狀銅箔各 2 卷，然後藉由在 350℃ 的烘箱中使用 350℃ 的熱壓輥將 2 卷銅箔的層壓面與

TPI/PI/TPI 複合膜一起熱壓合後形成固化的軟性銅箔基板。熱壓速度為 1.3 公尺/分鐘，壓力為 20 牛頓/平方毫米。TPI/PI/TPI 複合膜的 TPI 厚度為 7 微米，PI 厚度為 5 微米。從軟性銅箔基板切割一塊 520 毫米×520 毫米大小的樣品，然後將樣品平放於桌面上，以肉眼觀察樣品是否造成彎曲或平貼於桌面。

無線充電應用

無線充電智慧型手機和平板電腦

實例包含用於智慧型手機與平板電腦的無線充電之改良式充電設備，利用充電盤作為發射器，將電力傳輸至智慧型手機或平板電腦內之微型化無線接收器，因此再也不需要攜帶多個外部電源轉接器。

無線充電穿戴式裝置

為了真正地為所有消費性電子產品提供無線充電，這項技術需要以某種方式充電不規則形狀的物體，即不是薄型或平坦的形狀，並且能夠同時固定並無線充電複數個不規則形狀的裝置。

無線充電的汽車應用

多個電子裝置能夠同時在汽車的乘客座位區中無線充電。實例包含用於任何類型的電動車輛之改良式充電設備，電動車輛(EV)之鋰電池亦可透過 EV 下方的地面傳輸單元進行無線充電，取代目前運用機械連接器對各種型號的電動車進行充電。相同的電動車輛充電方式亦可以用於在潮濕、骯髒以及移動的環境中使用無線電力系統的工業

充電設備，例如對堆高機、曳引機、起重機、拖拉機及其他工業機具進行充電。

利用家具無線充電消費性電子產品

家具可以作為無線充電發射器，電源可以整合至書桌、桌子甚至是電器中。這將允許無線充電站在飯店、辦公室、學校以及家庭的桌子、會議桌、餐廳以及咖啡店的桌子、電影院和機場的椅子等之中。

本發明之無線充電發射器亦可併入汽車及飛機中。

本發明揭露了各種實例之製作、使用以及運用無線充電系統以及其子組件之方法，這些實例都僅僅是示例性且不應該用以限制本發明的申請專利範圍。

【符號說明】

10	裝置	12	無線充電器
14、28	充電線圈	16	接收線圈
18、24	磁場	20、21、22	裝置
23	充電器	25、26、27	接收線圈
30、34	TPI 層	31、33	銅箔
32	PI 膜層	35、36	環氧樹脂層
38	二層 FCCL	39	三層 FCCL
50	層壓過程	51、52	銅箔
53	TPI/PI/TPI 複合膜	54	熱壓輥
55	烘箱	56、59	層壓面
57、58	抗蝕阻劑面	60、62	銅箔
61	層壓面	63	抗蝕阻劑面

發明摘要

※ 申請案號：106123469

※ 申請日：106/07/13

※ I P C 分類：

C22C 9/00 (2006.01)
C25D 1/04 (2006.01)
C25D 7/06 (2006.01)
B32B 15/088 (2006.01)
B32B 27/34 (2006.01)
B32B 37/06 (2006.01)
B32B 37/10 (2006.01)
H05K 1/09 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
H02J 50/10 (2016.01)

【發明名稱】(中文/英文)

表面處理電解銅箔及軟性印刷電路板之無線充電方法

SURFACE-TREATED ELECTROLYTIC COPPER FOIL
AND METHOD FOR WIRELESS CHARGING OF
FLEXIBLE PRINTED CIRCUIT BOARD

【中文】

本揭露為一種用於無線充電系統之元件的新穎銅箔。可層壓該銅箔以製造軟性銅箔基板，然後再進行蝕刻，形成印刷電路(線圈)。該線圈可當作無線充電接收電路和/或無線充電發射電路。調整銅箔的化學及物理性質可提升無線充電系統元件之效率。

【英文】

Disclosed are novel copper foils used as components of wireless charging systems. The copper foils can be laminated to produce flexible copper clad laminates, which can then be etched to form printed circuits (coils). The coils can be used as either, or both, of a receiver wireless charging circuit and/or a transmitter wireless charging circuit. Regulation of the chemical and physical properties of the copper foil produces higher efficiencies in the wireless charging system components.

【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。

90	外側表面	91	核 心
92	導 線	100	銅 箔
101	電 流	110	薄銅箔
111、121	PI 膜	120	銅 箔
170	金屬陰極輥筒	171	電解銅箔
172	不溶性金屬陽極	173	裝置
180	未加工銅箔	181	表面、光澤面
182	表面、粗糙面		
183	經粗化粒子處理之表面(層壓面)		
184	抗蝕阻劑面		

申請專利範圍

1. 一種表面處理銅箔，係包括：
 - (a)該銅箔之銅含量大於 90%；
 - (b)該銅箔之層壓面的 $(R_{\max}-R_z)/R_z$ 小於 0.9；
 - (c)在溫度 200℃時間 1 小時的退火處理後，該銅箔之拉伸強度減少率小於 15%；
 - (d)基於表面處理銅箔之(111)面、(200)面、(220)面以及(311)面之纖構係數總和，該表面處理銅箔之(200)面及(220)面之纖構係數和超過 50%，其中，該表面處理銅箔之(111)面、(200)面、(220)面以及(311)面之纖構係數，係測量抗蝕阻劑面在溫度 200℃時間 1 小時的退火處理後之 X 光繞射強度所計算而得者；其中，在室溫中該拉伸強度係介於 29 至 39 公斤/平方毫米。
2. 如請求項 1 之表面處理銅箔，其中，該層壓面之表面粗糙度 (R_z) 係介於 0.7 至 3.0 微米。
3. 如請求項 1 之表面處理銅箔，其中，該層壓面之鎳含量小於 500 微克/平方分米。
4. 如請求項 1 之表面處理銅箔，其中，在溫度 200℃時間 1 小時的退火處理後，該(111)面之纖構係數 $(TC(111))$ 小於 1.0。
5. 如請求項 1 之表面處理銅箔，其中，在溫度 200℃時間 1 小時的退火處理後，該(200)面之纖構係數 $(TC(200))$ 大於 1.0。
6. 如請求項 1 之表面處理銅箔，其中，該抗蝕阻劑面之表

面粗糙度小於 2.2 微米。

7. 如請求項 1 之表面處理銅箔，其中，該銅箔的厚度介於 35 至 210 微米。
8. 如請求項 7 之表面處理銅箔，其中，該銅箔的厚度介於 35 至 70 微米。
9. 如請求項 1 之表面處理銅箔，復包括銅粗化粒子層。
10. 如請求項 9 之表面處理銅箔，復經矽烷偶合劑處理。
11. 如請求項 9 之表面處理銅箔，復經鋅處理。
12. 如請求項 9 之表面處理銅箔，復經鉻酸鹽處理。
13. 一種軟性銅箔基板，係包括：

兩層如請求項 1 之表面處理銅箔；以及

複合膜，係層壓於該兩層如請求項 1 之表面處理銅箔之間。

14. 如請求項 13 之軟性銅箔基板，其中，該複合膜包含聚醯亞胺及兩層熱塑性膜，該聚醯亞胺係夾置在該兩層熱塑性膜中間。
15. 一種製備如請求項 13 之軟性銅箔基板之方法，係包括：
提供兩層間隔之表面處理銅箔；
設置複合膜於該兩層間隔之表面處理銅箔之間；
在介於 300 至 400°C 的溫度下歷時約 2 分鐘，透過熱壓饋入該兩層表面處理銅箔和複合膜，以形成二層軟性銅箔基板。
16. 如請求項 15 之方法，復包括蝕刻該銅箔基板以形成電路。

17. 如請求項 16 之方法，其中，該電路係無線充電軟性印刷電路板之線圈。
18. 一種無線充電接收器，係包含如請求項 1 之表面處理銅箔。
19. 如請求項 18 之無線充電接收器，其中，該接收器為選自包含智慧型手機、平板電腦、穿戴式裝置、汽車、工業機具及其組合之群組中的一種。
20. 一種無線充電發射器，係包含如請求項 1 之表面處理銅箔。
21. 如請求項 20 之無線充電發射器，係可併入桌子、會議桌、咖啡桌、機場椅子、電影院椅子、飛機以及汽車之至少一者中。