

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：96135964

※ 申請日期：2007 年 9 月 27 日

※IPC 分類：

C25D 3/54 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

高效率電鍍鎵薄膜之方法及其使用之化合物

EFFICIENT GALLIUM THIN FILM ELECTROPLATING METHODS
AND CHEMISTRIES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商·所羅動力股份有限公司

SoloPower, Inc.

代表人：(中文/英文)

巴守布恩

BASOL, BULENT

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國加州梅爾皮塔斯市麥克坎道里斯大道 1635 號

1635 McCandless Drive, Milpitas, CA 95053, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國/USA

三、發明人：(共 3 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 捨達阿卡穌/SERDAR, AKSU

2. 王嘉雄/WANG, JIAXIONG

3. 巴守布恩 M/BASOL, BULENT M.

國 籍：(中文/英文)

1. TURKEY/土耳其

2. CHINA/中國

3. USA/美國

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2006年9月27日；11/535,927

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

1. TURKEY/土耳其

2. CHINA/中國

3. USA/美國

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國；2006年9月27日；11/535,927

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用以沉積出均勻、無缺陷且平滑之鎳薄膜之具有高電鍍效率及再現性的鎳 (Ga) 電鍍方法及其化學作用。此類薄膜層可用以製造諸如薄膜太陽能電池之類的電子裝置。

【先前技術】

鎳是一種運用於半導體及電子產業之元素。通常可由含有鋁酸鈉之液體進行拜爾法所得的一種副產物來回收鎳 (參見例如，美國專利 2,793,179 及美國專利 2,582,377)。雖然電沉積是一種可由鹼性或酸性溶液回收大量鎳 (參見例如，美國專利 3,904,497)、或純化大量鎳之類的常用方法，但對於此一材料在沉積薄膜時的可控制均勻性、型態及厚度之相關應用則較不多見。因而，僅發展並提出少數電鍍浴化學作用及處理，以便在用於電子應用之基材上沉積鎳薄層。舉例而言，Sundararajan 及 T. Bhat (J. Less Common Metals, vol. 11, p. 360, 1966) 評估了以 pH 值在 0 至及 5 間不等之氯化鎳溶液來電鍍鎳薄膜。其它研究者探討由高 pH 值溶液至少包含水和 / 或甘油中沉積鎳。舉例而言，Bockris 及 Enyo 利用含有氯化鎳及氫氧化鈉之一鹼性電解質 (J. Electrochemical Society, vol. 109, p. 48, 1962)，而 P. Andreoli et al. (Journal of Electroanalytical Chemistry, vol. 385, page. 265, 1995) 探討至少包含氫氧化鉀及氯化鎳之一電解質。

上述先前技藝方法及電鍍浴皆可達成鎳薄膜沉積。然

而，先前技藝電化學沈積處理有某些常見的問題。這些問題包括，由於產生過量的氫而導致陰極沈積效率低落；部分肇因於陰極效率低落而造成處理之再現性不佳；以及沈積之薄膜的品質不良例如其表面非常粗糙以及型態不理想。對於大量鍍電鍍或用於科學研究如沈積機制之鍍薄膜沈積而言，這些問題並不嚴重。對於將鍍層運用於非電子領域，例如以其作為潤滑塗覆等用途時，薄膜型態不良或厚度控制不當也較不重要。然而，在某些較新的電子運用中，當鍍薄膜形成一電子裝置之一活性部分例如一太陽能電池時，鍍薄膜之性質就非常重要。

先前技藝之鍍電鍍技術利用簡單之電解質在酸性或鹼性 pH 值下作用，其不適用於上述電子運用之理由很多，包括其可能導致電鍍效率不佳及具有粗糙型態之薄膜（通常為表面粗糙度大於薄膜厚度之約 20%）。當陰極上未產生過量氫時，鍍金屬難以進行沈積，因為鍍的電鍍電位較高。在陰極上產生氫會使得沈積效率小於 100% 因為某些沈積電流會被用於形成氫氣而非在基材或陰極上形成鍍薄膜。氫的產生及排放亦會導致沈積中薄膜的型態不良及微小的缺陷，這是因為極小的氫氣泡會附著在沈積中薄膜的表面，而遮蔽其下方之微小區域，且因而妨礙在該微小區域上之沈積。這會使得在薄膜堆疊中，這些微小區域具有之鍍數量小於最佳狀態。電鍍效率不佳本身可降低一電沈積處理之再現性，因為氫產生現象本身就是許多因素的一種強力成因，包括電解質中的雜質、沈積電流強度、對基材表面之型態或化學作用的小幅改變、溫度、質量轉移等。這些因素之至少一者會隨著每次操作而改變，氫之產生速率亦可能不同，而改變沈積效

率。

由低 pH 值之電解質水溶液或溶液進行鎵之電沈積可能會因為此電解質中存在高濃度之 H^+ 物種，而遭遇低陰極效率之困擾。因而，可預見在較高 pH 值中氫氣的生成量會減低。然而，隨著溶液中 pH 值之增加，鎵會形成氧化物及氫氧化物而可能如文獻中所指而沈澱。只有在極端鹼性的 pH 值中，這些氧化物/氫氧化物才會溶解成可溶性鎵物種。因而，能夠在含有鎵鹽之一種 $pH > 14$ 的電鍍浴中電沈積鎵，如同先前技藝技術中在該電鍍浴配方中運用高濃度之氫氧化鉀及氫氧化鈉。然而，高濃度的鹼性物種會對設備及陰極材料本身造成腐蝕問題。在鎵開始沈澱之前，能夠以酸性鎵鹽（ $GaCl_3$ 、 $Ga(NO_3)_3$ 等）之形式溶解於此溶液中之鎵數量亦有一定限制。因而，需要藉由加入鹼性物種例如氫氧化鈉及氫氧化鉀再度調整其 pH 值。如上文所述，至少包含一大莫耳量腐蝕劑的溶液通常難以處理且其黏性很高。此種高黏性使得陰極生成之氫氣泡更緊密地黏著於該陰極，而非常難以藉由攪拌或其它質量轉移方式將之移除。如上所述，陰極表面上之此種氣體氣泡可增加沈積之鎵層的缺陷。

由上文討論可發現，需要一種新的電鍍化學作用及方法，以提供高品質之電沈積鎵層以供運用於電子應用中例如用以製造薄膜太陽能電池。

【發明內容】

本發明係關於用以沉積出均勻、無缺陷且平滑之鎵薄膜之具有高電鍍效率及再現性的鎵（Ga）電鍍方法及其化學作用。此類薄膜層可用以製造諸如薄膜太陽能電池之類的電子

裝置。

在一具體實施方式中，本發明提出一溶液，可施用於一導體上。該溶液包括一鎳鹽、一錯合劑、及一溶劑，其中該溶液藉由電沈積可在該導體上提供一種含有次微米厚度鎳之薄膜。

在本發明之另一種具體實施方式中，該溶液更包括一銅鹽及一銻鹽之一或二者，且該溶液之 pH 值大致上為 7 或更高。

在本發明之另一種具體實施例中，提出一種在一導體之一表面上得到一含有鎳以及次微米厚度之薄膜的方法。

【實施方式】

本發明提出一種能夠以高沈積效率及再現性將鎳薄膜電鍍至傳導表面上的方法。本發明中所用之二種特定傳導表面為銅及銻表面。藉由有效地將鎳電鍍於銅及銻表面上，本發明可用以製造銅/銻/鎳、銅/鎳/銻、銻/鎳/銅及其它金屬堆疊，上述金屬堆疊接著可用以製造 CIGS(S) 型太陽能電池。

就此點而言，本案申請人包括發明人在薄膜太陽能電池技術領域中已有重大之成果。銅-銻-硒-(硫化物)或稱為 CIGS(S) 以及 1B3A6A 族黃銅礦半導體中的類似材料已發展成薄膜多晶體太陽能電池應用之重要化合物。在一種剛研發出的生成 CIGS(S) 薄膜之「二階段」處理方法中，舉例而言，將數量受控制之銅、銻及鎳利用含有銅、銻及鎳之薄膜堆疊形式，例如銅/銻/鎳、銅/鎳/銻、銻/銅/鎳、鎳/銅/銻、銅/鎳/銅/銻、銅/銻/銅/銻等，以電沈積法堆疊於一基板如以一傳導接觸層塗覆之一基材上。之後這些堆疊可

和硒和/或硫反應以在接觸層上形成一 CIGS (S) 化合物薄膜。下列專利申請案中敘述了此一處理方式之細節，此處將其納入作為參照：

美國專利臨時申請案 No. 60/756,750，2006 年 1 月 6 日提出，標題為 "Precursor Copper Indium and Gallium for Selenide (Sulfide) Compound Formation"；

美國專利臨時申請案 No. 60/782,373，2006 年 3 月 14 日提出，標題為 "Method and Apparatus for Converting Precursor Layers Into Photovoltaic Absorbers"；

美國專利臨時申請案 No. 60/820,479，2006 年 7 月 26 日提出，標題為 "Technique for Doping Compound Layers Used In Solar Cell Fabrication"；

美國專利申請案 No. 11/081,308，2005 年 3 月 15 日申請，標題為 "Technique and Apparatus for Depositing Thin Layers of Semiconductors For Solar Cell Fabrication"；

美國專利申請案 No. 11/266,013，2005 年 11 月 2 日申請，標題為 "Technique and Apparatus For Depositing Layers of Semiconductors For Solar Cell and Module Fabrication"；
以及

美國專利申請案 No. 11/462,685，2006 年 8 月 4 日申請，標題為 "Technique For Preparing Precursor Films and Compound Layers for Thin Film Solar Cell Fabrication and Apparatus Corresponding Thereto"。

應可理解，在此種處理技術中，對於沈積層例如銅、銦及鎵層之厚度的控制非常重要。此堆疊中鎵層之厚度通常為次微米，更典型的範圍是 50 - 200 nm。化合物半導體例如

CIGS (S) 之電子及光學性質對於化學計量或材料組成非常敏感。具體而言，這些性質高度依賴整個薄膜中銅/(鈳+鎳)及鎳/(鎳+鈳)之莫耳數比。在此化合物半導體層上製造之太陽能電池的效率因此隨著該層之光學及電子性質而不同。因而，對於利用二階段處理及一銅層、一鈳層及一鎳層之至少一者的電沉積之一太陽能電池製造法，其高產率及再現性高度依賴每次操作之電鍍層(們)的沉積厚度之再現性。此外，微尺度之組成均勻性要求這些具有次微米厚度之電沉積薄膜擁有平滑型態其表面粗糙度通常小於薄膜厚度之10%，並具有理想且可控制之微結構，該結構通常為一種小顆粒之微結構其具有次微米大小之顆粒。利用具有粗糙表面型態之鎳薄膜的堆疊，舉例而言，雖然平均之鎳含量可能在可接受範圍內，但在整個薄膜內區域內鎳含量之微尺度會改變。應指出，傳統可接受之CIGS(S)薄膜組成的銅/(鈳+鎳)莫耳數範圍為0.8-1.0，而鎳/(鎳+鈳)莫耳數比之範圍為0.1-0.3。

利用這些薄膜堆疊，可將銅層(或鈳層)電鍍或噴鍍沉積於一基板上，其至少包含一基材在其表面上可具有一傳導接觸薄膜如一鈳層和/或一含鈳層。基材可以是一金屬箔片、玻璃或聚合物薄層或網。基材表面上之含鈳層可以是一鈳層、一鈳合金層、一鈳化合物層或一含鈳之堆疊如一鈳鈳堆疊或通常為一M鈳堆疊，其中M為一導體或半導體。可在各種電流密度中例如5、10、20、30、40及50 mA/cm²利用本發明之電解質在銅表面(或鈳表面)上電鍍鎳。可利用DC和/或可變(例如脈波或斜坡)電壓/電流波形來電鍍該鎳層。

特別是，本發明提出一類之鎳電鍍浴其含有錯合劑。錯

合劑可在鍍槽中和鎳錯合，所形成之錯合物通常可以 $Ga^{k+}(L^{m-})_n$ 表示之。在電鍍過程中，可能進行 $Ga^{k+}(L^{m-})_n + ke^- = Ga + nL^{m-}$ 的一陰極反應而造成鎳沈積於陰極表面上並釋出錯合物種。"k"值可以是 3。錯合劑具有多種用途。其中某些用途為：i) 減低電鍍浴中自由鎳離子之濃度，ii) 減少鎳鹽沈澱，以及，iii) 保持 pH 值之穩定。在錯合劑的協助下，鎳鹽可以可高達 0.1 - 1.0 M 的濃度溶解於一鹼性溶液中而不會產生沈澱，因而能夠減少氫產生並提高沈積效率。本發明之電鍍浴組成的某些優點在於：i) 由於 pH 值通常高於 7，在較佳的情形中高於 9，可減低氫之產生，ii) 由於 pH 值在較佳的情形中低於 14，可避免過度腐蝕之問題，iii) 錯合之鎳物種能夠以一種可再現之方式形成小顆粒之平滑鎳沈積。

本說明書中提出數種實施例來描述本發明。利用恆電位儀 (EG&G Model 263 A) 來進行這些實施例中之電鍍實驗。在電鍍過程中會攪拌溶液。用於電鍍實驗之基材包括不鏽鋼及鈉鈣玻璃，二者皆以一 500 nm 厚之鉬層塗覆，其次以厚度在 5 - 100 nm 間之一鈦層塗覆。首先，將一 50 - 200 nm 之銅層電鍍於鈦表面上。之後將鎳電鍍於該銅表面上並評估其結果。基材之表面積由數平方公分至數百平方公分不等，以探究本方法是否適用於大規模製造。在鎳沈積之後，會藉由溶解薄膜之各種部分，以原子吸收光譜法測量溶解之樣本中的鎳含量，來評估其均勻性及電鍍效率。

實施例 1 (以檸檬酸鹽作為錯合劑)：

製備一組示範性水溶液電鍍浴，其含有 0.2 - 0.5 M 之 $GaCl_3$ 以及 0.5 - 0.8 之 M 檸檬酸鈉 ($Na_3C_6H_5O_7$)。將 pH 值

範圍調整於 10 - 13 間。以 30 - 50 mA/cm² 之電流密度將鎳電沈積在銅表面上。得到之鎳薄膜厚度為 100 nm 且表面粗糙度 < 10 nm 並具有高度附著性。測量之電鍍效率範圍介於 85 - 100% 間，較高之電流密度可得到更有效率之沈積處理。亦可利用含有檸檬酸鹽之錯合電鍍浴將鎳電鍍於其它金屬表面上。在鈦表面上之沈積直接產生之電鍍效率為 75 - 90%。在銅之表面上，鎳沈積效率可達到 100%。持續 50 小時的一種加速實驗顯示，電鍍浴化學作用很穩定且不會發生任何氧化物/氫氧化物沈澱，且可再現該沈積效率。

實施例 2 (以 EDTA 作為錯合劑)：

一水溶液電鍍浴之配方為 0.2 M 之 GaCl₃ 以及 0.4 M 之 EDTA。利用氫氧化鈉將 pH 值範圍調整於 12 - 14 間。以 10 - 50 mA/cm² 之電流密度在電鍍之銅表面上進行電鍍實驗。所有的鎳薄膜光亮且具有平滑型態。在厚度 100 nm 之薄膜中其表面粗糙度 < 10 nm。實驗顯示，在此條件下，當電流密度約 20 - 30 mA/cm² 時相較於較高及較低之電流密度值，銅的沈積效率較高。這些效率值的範圍介於 75 - 95%。

實施例 3 (以甘胺酸作為錯合劑)：

一水溶液電鍍浴之配方為 0.2 M 之 GaCl₃ 以及 0.5 M 之甘胺酸。利用氫氧化鈉將 pH 值範圍調整於 11 - 13 間。以 10 - 50 mA/cm² 之電流密度在電鍍之銅表面上進行電鍍實驗。所有的鎳薄膜光亮且具有平滑表面。在厚度 100 nm 之薄膜中其表面粗糙度 < 10 nm。在此種條件下，當電流密度為 20 - 30 mA/cm² 時，銅的沈積效率介於 75 - 90% 間。該效率隨著

電流密度值變低及變高而下降。

雖然上述實施例中運用三種特定錯合劑，即檸檬酸鹽、EDTA 及甘胺酸作為電鍍浴配方，可運用具有羧酸基和/或氮螯合基之其它錯合劑來添加或取代上述錯合劑。所用之檸檬酸鹽可經有機修飾例如三乙基檸檬酸鹽及三丁基檸檬酸鹽。其它錯合劑包括但不限於酒石酸（例如酒石酸鈉、酒石酸鋰、酒石酸鉀、酒石酸鉀鈉、二乙基酒石酸、二甲基酒石酸、二丁基酒石酸、二異丙基酒石酸、及酒石酸銨）、草酸（例如草酸鈉、草酸鉀、及草酸鋰）、氮及銨鹽、乙二胺、氮基三醋酸及其鹽、羥乙基乙二胺三乙酸及其鹽、胺丁酸及其鹽、胺基酸包括丙胺酸、纈胺酸、白胺酸、異白胺酸、脯胺酸、苯丙胺酸、酪胺酸、色胺酸、離胺酸、筋胺酸、織胺酸、天門冬胺酸、麩胺酸、絲胺酸、酥胺酸、半胱胺酸、甲硫胺酸、天門冬醯胺、及麩醯胺酸。

應指出，雖然某些前述錯合劑即便在酸性溶液中亦有良好表現，本發明之較佳鎳電鍍浴組成的 pH 值高於 7，在較佳的情形中高於 9，且在最佳的情形中範圍介於 9 至 14 間。上述實施例運用簡單的水溶液化學作用並以水為溶劑。雖然在本發明之較佳實施例中，利用水作為較佳之鎳電鍍浴配方溶劑，應可理解，在該配方中亦可加入有機溶劑，以部分或完全取代水。此種有機溶劑包括但不限於甘胺酸、酒精、乙二醇、碳酸乙烯、碳酸丙烯、乙腈、甲醯胺、二甲亞砷氧化物、環丁砷等。

上述實施例在鎳電沈積處理中利用 DC 電壓/電流。應指出，亦可運用脈波或其它可變電壓/電流來源，以利用本發明之鎳電鍍浴達到高電鍍效率及高品質之鎳沈積。鎳電鍍浴之

溫度可隨著溶劑本質之不同而介於 5 - 150 °C。在較佳的情形中，應將此溫度保持於該溶劑之沸點以下。對於以水為基礎之配方，較佳的電鍍浴溫度為 10 - 160 °C。最佳的範圍是 15 - 30 °C。

本發明之電鍍浴可至少包含額外之成分。該成分包括但不限於，微晶劑、介面活性劑、摻雜劑、其它金屬或非金屬元素等。舉例而言，可在配方中加入有機添加劑例如介面活性劑、抑制劑、平衡劑、加速劑等，以細化其顆粒結構及表面粗糙度。在習知領域中通常會運用多種此類添加劑。有機添加劑包括但不限於聚烯烴基二醇類聚合物、丙烯磺酸、香豆素、糖精、糠醛、丙烯醌、洋紅染料膠、SPS、澱粉、葡萄糖等。應指出，可在電鍍浴配方中加入其它材料，以沈積鎳合金或鎳和其它材料之混合物的薄層。舉例而言，在電鍍浴配方中加入銅物種（例如硫酸銅、氯化銅等）使得可沈積銅-鎳合金和/或至少包含一銅及鎳混合物之薄膜。相似地，可以在該配方中加入鎳，以得到鎳-銅合金和/或至少包含鎳及銅混合物之薄膜。加入鎳及銅二者，所產生之沈積至少包含數量受控制之銅、鎳及鎳。亦可加入摻雜劑，其數量使得可沈積「具雜質之鎳」薄膜。一具雜質之鎳薄膜至少包含一摻雜劑其數量小於 1 原子百分率，在較佳的情形中小於 0.1 原子百分率。此摻雜劑包括但不限於鈉、鋰、鉀、硫、硒、銻、磷等。

利用本發明之電鍍浴組成所產生的鎳層可用於製造基板上所有示範性之電鍍金屬堆疊，該基板至少包含以鉍/鈦或僅有鈦層塗覆之不銹鋼基材。這些堆疊具有各種沈積順序，而產生基板/銅/鎳/鉍、基板/銅/鎳/銅/鉍、基板/銅/鉍/銅/鎳、

及基板/銅/銦/鎵結構。利用 Indium Corporation of America 公司處產的一種以胺磺酸銦為基礎之電鍍浴來進行銦薄膜沈積。在一管形爐內於 500°C 下將該堆疊和 $\text{Ar}+\text{H}_2\text{Se}$ 氣體混合物反應 50 分鐘，以形成銅 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ 吸收劑。將銅/(銦+鎵)之莫耳數比保持在 0.88 - 0.94 之範圍中，而在這些樣本中鎵/(鎵+銦)莫耳數比為 30%。在反應步驟之後，會在該吸收劑表面上形成一種 100 nm 厚之 CdS 層，而產生一基板/ $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ /CdS 結構。可利用一種習知的化學浸泡方法，由至少包含硫酸鎘、硫脲、三仲乙胺 (TEA) 及氨之一溶液中沈積出 CdS。之後利用噴鍍技術將一 ZnO/ITO 透明傳導層沈積於 CdS 薄膜上。可藉由蒸發和 ITO 層上方接觸之鎢指，以完成太陽能電池。這些裝置之太陽能電池效率高達 11%，顯現出至少包含本發明之鎵層的電沈積堆疊之品質。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

【主要元件符號說明】

五、中文發明摘要

本發明係關於用以沉積出均勻、無缺陷且平滑之鎵薄膜之具有高電鍍效率及再現性的鎵 (Ga) 電鍍方法及其化學作用。此類薄膜層可用以製造諸如薄膜太陽能電池之類的電子裝置。在一種具體實施方式中，本發明提出一溶液，其可施用於一導體上，該溶液包括一鎵鹽、一錯合劑、一溶劑，且其有助於藉由該溶液在導體上進行電沉積以形成次微米厚度之鎵薄膜。該溶液可更包括一銅鹽及一銦鹽之一或二者。

六、英文發明摘要

The present invention relates to gallium (Ga) electroplating methods and chemistries to deposit uniform, defect free and smooth Ga films with high plating efficiency and repeatability. Such layers may be used in fabrication of electronic devices such as thin film solar cells. In one embodiment, the present invention provides a solution for application on a conductor that includes a Ga salt; a complexing agent, a solvent, and a Ga-film having submicron thickness is facilitated upon electrodeposition of the solution on the conductor. The solution may further include one or both of a Cu salt and an In salt.

十、申請專利範圍：

1. 一種用以在一導體上施加次微米厚之含鎳薄膜之溶液，包含：

一鎳鹽；

一錯合劑；

一溶劑；且

其中該溶液可電沈積次微米厚之含鎳薄膜在該導體上。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，其中該含鎳薄膜大致上為一純鎳薄膜。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，其中該溶液之 pH 值大於 7.0。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之溶液，其中該鎳鹽係選自至少包含氯化鎳、硫酸鎳、醋酸鎳及硝酸鎳之一群組。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之溶液，其中該錯合劑係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之群組。

6. 如申請專利範圍第 5 項所述之溶液，其中該錯合劑為檸檬酸鈉、檸檬酸鋰、檸檬酸銨、檸檬酸鉀、及一有機修飾之檸檬酸鹽之至少一者。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之溶液，其中該錯合劑為檸檬酸鈉、檸檬酸鋰、檸檬酸銨、檸檬酸鉀、及一有機修飾

之檸檬酸鹽之至少一者，其中該溶劑為水且其中該溶液之 pH 值範圍為 9 - 14。

8. 如申請專利範圍第 3 項所述之溶液，其中該溶劑為水。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，其中該鎂鹽係選自至少包含氯化鎂、硫酸鎂、醋酸鎂及硝酸鎂之一群組。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，其中該錯合劑係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之該群組。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之溶液，其中該錯合劑為檸檬酸鈉、檸檬酸鋰、檸檬酸銨、檸檬酸鉀、及一有機修飾之檸檬酸鹽之至少一者。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之溶液，其中該溶劑為水。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，其中該溶劑為水。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，更包含一有機添加劑。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，更包括一銅鹽及一鎳鹽之至少一者，且其中該溶液之 pH 值為 7 或更高。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之溶液，其中該溶液之 pH 值範圍為 9 - 14。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之溶液，其中該溶液實質上不含來自第 6A、7A 及 8A 族之任何元素及其化合物。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述之溶液，其中該錯合劑係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之群組。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之溶液，更包括一銅鹽及一銻鹽二者，且其中該溶液之 pH 值為 7 或更高。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述之溶液，其中該溶液之 pH 值範圍為 9 - 14。

21. 如申請專利範圍第 19 項所述之溶液其中該溶液實質上不含來自第 6A、7A 及 8A 族之任何元素及其化合物。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述之溶液，其中該錯合劑係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之群組。

23. 一種在一導體之一表面上得到次微米厚之含鎳薄膜的方法，包含下列步驟：

獲得一溶液，其包括一鎳鹽、一錯合劑、及一溶劑；

施用該溶液至一陽極及該導體之表面上；

提供在該陽極及該導體間之一電位差；以及

電沈積該含鎳薄膜於該導體之表面上直到薄膜達次微米厚度為止。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中該含鎳薄膜大致上為一純鎳薄膜。

25. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中該導體為銅。

26. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中該導體為鈦。

27. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液的 pH 值高於 7.0。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中該溶液之 pH 值範圍為 9-14。

29. 如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之溶液包括該鎳鹽，該鎳鹽選自至少包含氯化鎳、硫酸鎳、醋酸鎳及硝酸鎳之一群組。

30. 如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之溶液包括該錯合劑，該錯合劑係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、以及甘胺酸之群組。

31. 如申請專利範圍第 30 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括可作為錯合劑之檸檬酸鈉、檸檬酸鋰、檸檬酸銨、檸檬酸鉀、及一有機修飾之檸檬酸鹽之至少一者。

32. 如申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括可作為錯合劑之檸檬酸鈉、檸檬酸鋰、檸檬酸銨、檸檬酸鉀、及一有機修飾之檸檬酸鹽之至少一者；其中該溶劑為水且其中該溶液之 pH 值範圍為 9 - 14。

33. 如申請專利範圍第 27 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括以水作為該溶劑。

34. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括該鎂鹽，其係選自至少包含氯化鎂、硫酸鎂、醋酸鎂及硝酸鎂之一群組。

35. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括錯合劑，其係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之該群組。

36. 如申請專利範圍第 35 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括可作為錯合劑之檸檬酸鈉、檸檬酸鋰、檸檬酸銨、檸檬酸鉀、及一有機修飾之檸檬酸鹽之至

少一者。

37. 如申請專利範圍第 36 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括以水作為該溶劑。

38. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括以水作為該溶劑。

39. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液更包含一有機添加劑。

40. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液更包括一銅鹽及一銦鹽之至少一者；且其中該溶液之 pH 值為 7 或更高。

41. 如申請專利範圍第 40 項所述之方法，其中該溶液之 pH 值範圍為 9-14。

42. 如申請專利範圍第 41 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液實質上不含來自第 6A、7A 及 8A 族之任何元素及其化合物。

43. 如申請專利範圍第 42 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括該錯合劑，其係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之該群組。

44. 如申請專利範圍第 23 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液更包括一銅鹽及一銻鹽二者；且其中該溶液之 pH 值為 7 或更高。

45. 如申請專利範圍第 44 項所述之方法，其中該溶液之 pH 值範圍為 9 - 14。

46. 如申請專利範圍第 45 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液實質上不含來自第 6A、7A 及 8A 族之任何元素及其化合物。

47. 如申請專利範圍第 46 項所述之方法，其中在該獲得步驟中獲得之該溶液包括選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之該群組之該錯合劑。

48. 一種用以在一導體上施加次微米厚之含鎳薄膜之溶液，包含：

一溶解於一溶劑中之鎳來源；

一錯合劑；以及

一 pH 調整劑，其可將該溶液之 pH 值調整至高於 7。

49. 如申請專利範圍第 48 項所述之溶液，其中該 pH 值高於 10。

50. 如申請專利範圍第 49 項所述之溶液，其中該鎳來源係選自至少包含氯化鎳、硫酸鎳、醋酸鎳及硝酸鎳之一群

組。

51. 如申請專利範圍第 50 項所述之溶液，其中該錯合劑係選自至少包含一檸檬酸鹽、EDTA、及甘胺酸之該群組。

52. 如申請專利範圍第 51 項所述之溶液，其中該溶劑為水。

53. 如申請專利範圍第 52 項所述之溶液，其中該 pH 調整劑為氫氧化鈉及氫氧化鉀之至少一者。

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 () 圖

(二)、本案代表圖之元件符號簡單說明：

無代表圖

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無代表化學式