

# 發明專利說明書

PD1083762/yo

(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： 97117634

※ 申請日期： 97.5.14

※IPC 分類：H01L21/208 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

用於薄膜電晶體之半導體層

SEMICONDUCTOR LAYER FOR THIN FILM TRANSISTOR

## 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID：

全錄股份有限公司

XEROX CORPORATION

代表人：(中文/英文)(簽章)

大衛 J.亞瑟

DAVID J. ARTHUR

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國紐約州 14644 羅契斯特全錄廣場 20A 南柯林頓道 100 號

Xerox Square - 20A, 100 Clinton Avenue South. Rochester, New York 14644, U.S.A.

國籍：(中文/英文)

美國

United States of America

**三、發明人：(共2人)**

**姓 名：**(中文/英文) **ID：**

1.李玉寧/LI, YUNING

2.翁班/ONG, BENG S.

**國 籍：**(中文/英文)

1.~2.加拿大

Canada

**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 2007/5/16 11/749,419

☐ 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。

**三、發明人：(共2人)**

**姓名：**(中文/英文)      **ID：**

1.李玉寧/LI, YUNING

2.翁班/ONG, BENG S.

**國籍：**(中文/英文)

1.~2.加拿大

Canada

**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      2007/5/16      11/749,419

☐ 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】

本發明係關於製造用於薄膜電晶體之氧化鋅半導體層的方法，和此半導體層和／或由其所製得之薄膜電晶體。

### 【先前技術】

氧化鋅(ZnO)是一種無毒的無機半導體，其同時可提供例如高遷移率、優異的環境安定性和高透明度等相當顯著的特色。

然而，這種半導體的製造方法將會影響 ZnO 半導體層的遷移率。具有高遷移率之 ZnO 半導體層通常是以射頻磁控濺鍍法來製造的。在精密控制環境中以射頻磁控濺鍍法所製備的 ZnO 薄膜半導體已顯示出高的 FET 遷移率( $>30 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ )，但這種技術並不適合低成本的 TFT 製造方法。此類設備相當昂貴，並且需要高的生產成本。

在 2006 年 7 月 12 日申請之美國專利申請案 11/450,998 號中敘述了另一種方法，這項揭露內容完全併入本文中，其係使用 ZnO 前驅物來形成 ZnO 半導體層。然而，這種方法需要在  $350\text{-}550^\circ\text{C}$  的溫度下進行退火步驟以達到高遷移率。這樣的溫度並不適合於支撐體，其在這樣的溫度下會變形，如聚合物支撐體，例如聚酯、聚碳酸酯、聚醯亞胺薄膜或薄片。

也可利用溶液中的 ZnO 奈米粒子或奈米柱，在低溫(室溫)下製造 ZnO 半導體。然而，這種方法牽涉到製備奈米粒子或奈米柱的額外步驟。可參考 B. Sun 等人，"Solution Processed Zinc Oxide Field-Effect Transistors Based on

Self-Assembly of Colloidal Nanorods”, *Nano Lett.*, 第 5 冊, 第 12 卷, 第 2408 至 2413 頁 (2005)。

TFTs 一般是在一個支撐體上, 由導電的閘極、源極和汲極、將源極和汲極與閘極隔開的電絕緣閘介電層, 以及與閘極介電層接觸並橋接源極和汲極之半導體層所構成。在低溫下製造具有良好遷移率和 / 或其它所需性質之氧化鋅半導體是相當有利的。

#### 【發明內容】

在各種不同的實施實例中, 本發明內容係關於用於製造 ZnO 半導體層和 / 或包含其之薄膜電晶體的方法。

在一個實施實例中, 製造氧化鋅半導體之方法包括提供包含鋅鹽和錯合劑之溶液; 將基板與此溶液接觸; 以及加熱此溶液以形成氧化鋅半導體層。

在一些實施實例中, 鋅鹽可選自由硝酸鋅、氯化鋅、硫酸鋅和醋酸鋅所構成之組群。在更特定的實施實例中, 鋅鹽為硝酸鋅。

在其它實施實例中, 錯合劑可為羧酸或有機胺。在特定的實施實例中, 錯合劑為選自由六亞甲四胺、乙醇胺、胺基丙醇、二乙醇胺、2-甲基胺基乙醇、N,N-二甲基胺基乙醇、甲氧乙胺、甲氧丙胺、二胺基乙烷、二胺基丙烷、二胺基丁烷、二胺基環己烷和其混合物所構成組群之有機胺。在更特定的實施實例中, 錯合劑為六亞甲四胺。

在另外的實施實例中, 溶液中的鋅鹽相對於錯合劑之莫耳比可以是約 0.5 至約 10。

在其它實施實例中, 溶液中的  $\text{Zn}^{2+}$  濃度可以是約

0.01M 至約 5.0M。

在其它實施實例中，可以藉由將基板浸入的方式使基板與含有鋅鹽和錯合劑之溶液接觸。還有在其它的實施實例中，也可以藉由將溶液沈積於基板上的方式使基板與溶液接觸。在另外的實施實例中，液體沈積的方法可選自由旋轉塗布、刮刀塗布、桿棒塗布、浸塗、網印、微觸印刷、噴墨印刷和沖壓。

在另外的實施實例中，可以藉由將包含鋅鹽和錯合劑之溶液加熱到溫度為約 50℃ 至約 300℃ 的方式來進行加熱。在其它實施實例中，也可以藉由將溫度加熱至約 50℃ 至約 150℃ 的方式來進行加熱。在一些實施實例中，溶液的加熱時間可為約 1 分鐘至約 24 小時。在一些實施實例中，溶液的加熱時間可為約 1 分鐘至約 6 小時。還有在另一些實施實例中，可以每分鐘約 0.5℃ 至約 100℃ 的加熱速率來進行加熱。

此方法還可包括沖洗和乾燥基板。

在一些實施實例中，所得之電晶體可具有至少 0.1  $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$  之場效遷移率。

在其它實施實例中，所得之半導體層可具有大於約  $10^3$  之電流開／關比。

在另外的實施實例中，基板可包含玻璃、矽或聚合材料的薄膜或薄片。

在其它的實施實例中，提供了一種製造用於薄膜電晶體之氧化鋅半導體層的方法。此方法包括提供包含硝酸鋅和六亞甲四胺之溶液，其中水溶液中的鋅濃度相對於六亞

甲四胺之濃度比為約 0.5 至約 10；將基板浸入溶液中；以及以約 0.5℃/分鐘至約 10.0℃/分鐘的速率將水溶液的溫度加熱至約 50℃至約 100℃，以形成氧化鋅半導體層。

在另外的實施實例中，支撐體可能具有低於 300℃的變形溫度。在一些實施實例中，支撐體可以是聚合物支撐體，例如聚酯、聚碳酸酯、聚醯亞胺薄膜或薄片。

還有在另一些實施實例中，本發明內容之 TFT 半導體的遷移率至少為  $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 。在其它實施實例中，TFT 的遷移率至少為  $5 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 。

本發明同時也揭露了利用此方法所製造之半導體層或 TFTs。

藉由參考所附圖示可以對本發明所揭露之組件、方法和元件得到更完整的了解。這些圖示純粹為概要性的象徵，其係基於方便及易於闡述本發明，因此，並非企圖表達其元件或組件的相對尺寸和大小及／或企圖界定或限制這些示範性實施實例的範圍。

雖然為了清楚起見而在以下的敘述中使用了一些特定的術語，但這些術語只是所提到圖示中被選擇做為說明之用的實施實例之特殊結構，而不是企圖界定或限制本發明之範圍。在這些圖示和以下的敘述中，應瞭解到那些類似數字的標示係代表類似功能的組件。

在第 1 圖中，概要地說明了 TFT 組態 10，其包括支撐體 16，與其接觸的金屬接點 18(閘極)和一層閘介電層 14，在其頂端沈積了兩個金屬接點：源極 20 和汲極 22。在金屬接點 20 和 22 之上和之間的是本文中所述的氧化鋅半

導體層 12。

第 2 圖概要地說明了另一種 TFT 組態 30，其包括支撐體 36、閘極 38、源極 40 和汲極 42、閘介電層 34，和氧化鋅半導體層 32。

第 3 圖概要地說明了另一種 TFT 組態 50，其包括支撐體(圖中未顯示)/氧化銦-錫(ITO)/氧化鋁鈦(ATO)和氧化鋅半導體層 52，其中 ITO56 為閘極且 ATO54 為介電層，在氧化鋅半導體層 52 頂端沈積了源極 60 和汲極 62。

第 4 圖概要地說明了其它的 TFT 組態 70，其包括支撐體 76、閘極 78、源極 80、汲極 82、氧化鋅半導體層 72 和閘介電層 74。

本發明之 TFT 半導體具有至少  $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$  之遷移率。

氧化鋅半導體層係以溶液加工技術所製成。這種技術包括製造鋅鹽和錯合劑之溶液。使溶液與基板接觸並予以加熱，以形成氧化鋅層。

在一個實施實例中，鋅鹽為硝酸鋅。硝酸鋅的化學式為  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 。在其它實施實例中，可以使用替代的鋅鹽，如氯化鋅、溴化鋅、草酸鋅、乙醯丙酮鋅、硫酸鋅、醋酸鋅和其水合物。

添加錯合劑係為了便於形成  $\text{ZnO}$  薄膜以及增加溶液的黏度而改善薄膜均勻度。錯合劑可以是，例如，羧酸或有機胺。在實施實例中，錯合劑可以選自例如由六亞甲四胺、乙醇胺、胺基丙醇、二乙醇胺、2-甲基胺基乙醇、N,N-二甲基胺基乙醇、甲氧乙胺、甲氧丙胺、二胺基乙烷、二胺基丙烷、二胺基丁烷、二胺基環己烷等，和其混合物所

構成組群之有機胺。在一個實施實例中，錯合劑為六亞甲四胺。六亞甲四胺的化學式為 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ ，亦稱為六胺 (hexamine)、優洛托品 (urotropine) 或 1,3,5,7-四氮雜金剛烷。

可以藉由將基板浸入含有鋅鹽和錯合劑之溶液或者是藉由將含有鋅鹽和錯合劑之溶液沈積於基板上的方式，使基板與溶液接觸。此基板包含支撐體以及在與溶液接觸之前已經沈積於支撐體之上的任何其它 TFT 薄層或組件。

ZnO 結晶物種逐漸由含有鋅鹽和錯合劑的溶液中沈積在基板上而形成所要的 ZnO 半導體層。溶液的數種參數可以被最適化。在溶液中，鹽相對於錯合劑的莫耳比為約 0.5 至約 10。鋅的濃度 ( $[\text{Zn}^{2+}]$ ) 可為約 0.01M 至約 5.0M。在其它的實施實例中，鋅的濃度 ( $[\text{Zn}^{2+}]$ ) 可為約 0.05M 至約 0.1M。溶液的起始溫度可以大約為室溫 (亦即約 25°C)。

可以使用任何一種適合的液體，包括 (例如) 有機溶劑和水，來做為溶液的溶劑。適合的有機溶劑包括烴溶劑，如戊烷、己烷、環己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷、十一烷、十二烷、十三烷、十四烷、甲苯、二甲苯、苯等；醇類，如甲醇、乙醇、丙醇、丁醇、戊醇、己醇、庚醇、乙二醇、甲氧乙醇、乙氧乙醇、甲氧丙醇、乙氧丙醇、甲氧丁醇、二甲氧二醇等；酮類，如丙酮、丁酮、戊酮、環己酮等；四氫呋喃；氯苯；二氯苯；三氯苯、硝基苯；氰基苯；乙腈；N,N-二甲基甲醯胺；和其混合物。

在實施實例中，可將其它成分摻入被摻至半導體層之溶液中。此類成分包括 (例如) 聚合物，如苯乙烯、聚 (甲基丙烯酸甲酯)、聚 (乙烯吡咯酮) 等；金屬奈米粒子，如金、

銀等；金屬氧化物奈米粒子，如氧化矽、氧化鎵、氧化鋅、氧化鋁、氧化錫、氧化銦-錫(ITO)等；和其混合物。

液體加工技術包括將基板浸入含有鋅鹽和錯合劑之溶液或者是將含有鋅鹽和錯合劑之溶液沈積於基板上。可以藉由任何一種液體沈積技術將溶液液體沈積於基板上，例如旋轉塗布、刮刀塗布、桿棒塗布、浸塗、網印、微觸印刷、噴墨印刷和沖壓等。

加熱乙詞係表示：在約 50℃ 至約 300℃ 的範圍內，於一個溫度或數個溫度下加熱處理含有鋅鹽和錯合劑之溶液。加熱方式可以(例如)利用預熱之含有鋅鹽和錯合劑的溶液在特定溫度下立即加熱。在實施實例中，可以逐漸加熱的方式來進行加熱，其加熱速率為加熱設備可達到之速率，係在每分鐘約 0.5 至約 100℃ 的範圍內(℃/分鐘)。加熱步驟可在室溫(約 25℃)下或是在溫度為約 25℃ 至約 100℃ 的條件下開始。在另外的實施實例中，也可以在數個溫度下逐步進行加熱，例如在約 100℃ 加熱，接著在約 200℃ 加熱，然後在約 300℃ 加熱。在實施實例中，也可以結合逐漸加熱，在數個溫度下逐步進行加熱。也可以(例如)在較高溫度下加熱，接著在較低溫度下加熱，例如首先在約 300℃ 加熱，接著在約 200℃ 加熱。在一些特殊的實施實例中，加熱是在低於約 100℃ 的溫度下進行。在一個特定實施實例中，以大約 1℃/分鐘的速率加熱至溫度約為 90℃。可將溶液加熱一段時間，約為 1 分鐘至約 24 小時之間。一般而言，溶液和基板係一起加熱。

此方法可進一步包括冷卻階段。「冷卻」(“Cooling”)

乙詞係表示：使含有鋅鹽和錯合劑之溶液的溫度由加熱的最終溫度下降至(特別是)室溫左右。可以藉由(例如)關閉加熱設備的自我冷卻方式來達成冷卻，或者是以特定的冷卻速率，例如約  $0.1^{\circ}\text{C}$  /分鐘至約  $100^{\circ}\text{C}$  /分鐘，而以控制的方式達成冷卻。在實施實例中，可以使用約  $0.1^{\circ}\text{C}$  /分鐘至約  $10^{\circ}\text{C}$  /分鐘的緩慢冷卻速率，特別是在溫度高於約  $200^{\circ}\text{C}$  的情況下，以降低半導體層和基板中的機械應變。

此方法可進一步包括清潔階段。「清潔」(“Cleaning”)乙詞係表示：爲了去除未反應的鋅鹽、錯合劑、沈澱物和／或  $\text{ZnO}$  薄膜表面上的溶劑，在冷卻步驟之後清潔含有  $\text{ZnO}$  薄膜之基板。可以使用任何一種適合的液體沖洗，包括，例如有機溶劑和水。適合的有機溶劑包括烴溶劑，如戊烷、己烷、環己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷、十一烷、十二烷、十三烷、十四烷、甲苯、二甲苯、苯等；醇類，如甲醇、乙醇、丙醇、丁醇、戊醇、己醇、庚醇、乙二醇、甲氧乙醇、乙氧乙醇、甲氧丙醇、乙氧丙醇、甲氧丁醇、二甲氧二醇等；酮類，如丙酮、丁酮、戊酮、環己酮等；四氫呋喃；氯苯；二氯苯；三氯苯、硝基苯；氰基苯；乙腈； $\text{N,N}$ -二甲基甲醯胺；和其混合物。可以任何一種方式來進行清潔，例如以溶劑沖洗含有  $\text{ZnO}$  薄膜之基板或者是將含有  $\text{ZnO}$  薄膜之基板浸入溶劑。可以在約室溫( $25^{\circ}\text{C}$ )至約  $300^{\circ}\text{C}$  的溫度下進行清潔，但一般是在室溫下進行。可以選擇性地使用超音波清潔設備來加速清潔的進行。

此方法可進一步包括乾燥階段。「乾燥」(“Drying”)乙詞係表示：在有加熱步驟或無加熱步驟的情況下，於清

潔步驟之後由 ZnO 薄膜表面去除任何殘留的液體。在特殊的實施實例中，乾燥階段是在 100℃ 至約 150 的溫度下持續約 1 至約 120 分鐘。

本發明之氧化鋅半導體層可用於使用具有高場效遷移率(例如，約  $0.1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ )之薄膜電晶體的電子裝置，如大面積顯示器、無線射頻辨識(RFID)標籤等。

氧化鋅半導體層的厚度在約 10 奈米至約 1 微米之間，特別是約 20 奈米至約 200 奈米之間。TFT 元件包含一個寬度為 W 且長度為 L 的半導體通道。半導體通道寬度可以是，例如，約 0.1 微米至約 5 毫米，其中特殊的通道寬度為約 5 微米至約 1 毫米。半導體通道長度可以是約 0.1 微米至約 1 毫米，其中較特殊的通道長度為約 5 微米至約 100 微米。

支撐體可由任何一種適當的材料所構成，例如矽、玻璃、鋁或塑膠。支撐體的厚度為約 10 微米至 10 毫米以上，其中對於如玻璃板或矽晶圓之類的剛性支撐體之代表性厚度為約 1 至約 10 毫米。特別是，本發明方法允許使用熔點或軟化溫度接近或低於約 300℃ 的支撐體。

閘極可以是金屬薄膜、導電聚合物薄膜、由導電油墨或糊所製成的導電薄膜，或者是支撐體本身(例如重摻雜矽)。閘極材料的實例包括(但非侷限於)鋁、鎳、金、銀、銅、鋅、銮、氧化鋅-鎳、氧化銮-錫、氧化銮-銻；導電聚合物，如摻雜聚苯乙烯-磺酸酯之聚(3,4-乙基雙噻吩)(PSS-PEDOT)；包含碳黑／石墨或聚合物黏合劑中之膠態銀分散液(如來自 Acheson Colloids 公司的 ELECTRODAG™)導電油墨或糊。閘極可藉由以下方式來製備：真空蒸鍍、濺鍍金

屬或導電金屬氧化物，以旋轉塗布、流延或印刷的方式來塗布導電聚合物溶液或導電油墨。如為金屬薄膜的閘極，其厚度係在約 10 至約 200 奈米之間，如為聚合物導體的閘極，其厚度則是在約 1 至約 10 奈米之間。適合用來做為源極和汲極之典型材料包括那些閘極的材料，如鋁、鋅、銦；導電金屬氧化物，如氧化鋅-鎵、氧化銦-錫、氧化銦-銻；導電聚合物和導電油墨。源極和汲極的典型厚度為(例如)約 40 奈米至約 1 微米之間，其中較特殊的厚度約 100 奈米至約 400 奈米之間。

閘介電層一般可以是無機材料薄膜或是有機聚合物薄膜。適合做為閘介電層之無機材料的示範性實例包括氧化鋁-鈦、氧化鋁、氧化矽、氮化矽、鈦酸鋇、鈦酸鋇銦等；閘介電層用之有機聚合物的示範性實例包括聚酯、聚碳酸酯、聚(乙烯基苯酚)、聚醯亞胺、聚苯乙烯、聚(甲基丙烯酸酯)、聚(丙烯酸酯)、環氧樹脂等。閘介電層的厚度為(例如)約 10 奈米至約 2000 奈米，其係由所使用介電材料的介電常數來決定。閘介電層的代表性厚度為約 100 奈米至約 500 奈米。閘介電層的導電度可以為(例如)小於約  $10^{-12}$  S/cm。

在實施實例中，閘介電層、閘極、半導體層、源極和汲極可以任何順序形成，其中閘極和半導體層皆須與閘介電層接觸，並且源極和極皆須與半導體層接觸。「以任何順序」乙詞係包括相繼形成和同時形成。例如，源極和汲極可以同時形成或者是相繼形成。

半導體層沈積於其上的介電層或支撐體可包含或經表

面改質後包含表面極性官能基，如  $-\text{OH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 、 $-\text{P}(=\text{O})(\text{OH})_2$  等。已發現某些  $\text{ZnO}$  結晶物種會與表面極性官能基強烈交互作用，使得它們緊緊地與介電層或支撐體連接。

「基板」乙詞係指支撐體或包含介電層和／或電極（閘極、源極和／或汲極）的支撐體，例如具有介電層的支撐體、具有閘極和介電層的支撐體、或具有源極和汲極的支撐體，或者是具有介電層和源極與汲極但不包括半導體層的支撐體。

對於  $n$ -通道的 TFT 而言，源極被接地並且有（例如）大約 0 伏特至約 80 伏特的偏電壓施加於汲極，而使得當有一般約為 -20 伏特至約 +80 伏特的電壓施加於閘極時可收集跨越半導體通道之電荷載子。

在實施實例中，TFT 元件中的氧化鋅半導體層一般係呈現出高於（例如）約  $1\text{ cm}^2/\text{Vs}$ （平方公分／每伏特／每秒）之場效遷移率，以及高於（例）約  $10^3$  的開／關比。開／關比係指電晶體處於開啓狀態時的源-汲極電流相對於當電晶體處於關閉狀態時的源-汲極電流之比率。

值得注意的是：上述所揭露及其它各種不同的特色和功能，或其替代性的選擇，可與許多其它不同的系統或應用予以結合。各種目前未能預料或是未能預期的替代性選擇、修改、變異或改進方式，可以由習於本技術領域者隨後加以進行，而其仍應視為可包含在以下申請專利範圍的範疇內。除非在申請專利範圍中特別提出，申請專利範圍中的步驟或成分並不會由本專利申請書或任何其它申請專

利範圍中的內容來暗示或意味著任何特定的順序、數目、位置、大小、形狀、角度、顏色或材料。

### 【實施方式】

使用一個玻璃支撐體( $\sim 2 \times 2$  公分)，其上塗布了 $\sim 260$  奈米濺鍍氧化銦錫(ITO)層及 $\sim 180$  奈米  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{TiO}_2$  層( $\text{ATO}$ ;  $C_i = 70 \text{ nF/cm}^2$ )。玻璃係做為支撐體材料，ITO 係做為閘極，ATO 則是做為介電層。以氫電漿來清潔基板，並且接著在室溫下浸入一個含有硝酸鋅和六亞甲四胺之水溶液的容器中，該溶液中  $\text{Zn}^{2+}$  相對於六亞甲四胺的莫耳比為 1:1，並且鋅濃度( $[\text{Zn}^{2+}]$ )為約 0.1M。接著以大約  $1^\circ\text{C}$  /分鐘的速率將容器加熱至  $90^\circ\text{C}$ 。在反應溫度達到  $90^\circ\text{C}$  之後，將容器冷卻至室溫。接著在蒸餾水中以超音波振盪 5 分鐘來清潔基板，以去除附著在沈積膜表面的任何沈澱物。接著使基板在加熱板上於  $25^\circ\text{C}$  下乾燥一小時並於  $150^\circ\text{C}$  下乾燥 30 分鐘。最後在  $\text{ZnO}$  層的頂端使通道長度為 90 微米且通道寬度為 5000 微米的鋁源極-汲極陣列蒸鍍，以形成類似於第 3 圖的  $\text{ZnO}$  TFTs。

TFT 的性能係利用 Keithley 4200 SCS 半導體特徵系統來評估。飽和的載子遷移率,  $\mu$ , 係依照下列方程式來計算：

$$I_{SD} = C_i \mu (W/2L)(V_G - V_T)$$

其中  $I_{SD}$  為飽和狀態下的汲極電流； $W$  和  $L$  為通道寬度和長度； $C_i$  為每單位面積介電層的電容量；並且  $V_G$  和  $V_T$  分別為閘極電壓和閾電壓。元件的轉移和輸出特徵可顯示出  $\text{ZnO}$  為 n-型半導體。使用數個尺寸為  $L=90$  微米且  $W=5,000$  微米的 TFTs 所得到的平均遷移率為  $1.0 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  且電流開／

關 比 爲  $10^4$  。

【圖式簡單說明】

第 1 圖 爲 本 發 明 之 TFT 的 第 一 個 示 範 性 的 具 體 實 施 例

。

第 2 圖 爲 本 發 明 之 TFT 的 第 二 個 示 範 性 的 具 體 實 施 例

。

第 3 圖 爲 本 發 明 之 TFT 的 第 三 個 示 範 性 的 具 體 實 施 例

。

第 4 圖 爲 本 發 明 之 TFT 的 第 四 個 示 範 性 的 具 體 實 施 例

。

【主要元件符號說明】

|    |         |
|----|---------|
| 10 | TFT 組態  |
| 12 | 氧化鋅半導體層 |
| 14 | 閘介電層    |
| 16 | 支撐體     |
| 18 | 閘極      |
| 20 | 源極      |
| 22 | 汲極      |
| 30 | TFT 組態  |
| 32 | 氧化鋅半導體層 |
| 34 | 閘介電層    |
| 36 | 支撐體     |
| 38 | 閘極      |
| 40 | 源極      |
| 42 | 汲極      |

|    |         |
|----|---------|
| 50 | TFT 組態  |
| 52 | 氧化鋅半導體層 |
| 54 | 閘介電層    |
| 56 | 閘極      |
| 60 | 源極      |
| 62 | 汲極      |
| 70 | TFT 組態  |
| 72 | 氧化鋅半導體層 |
| 74 | 閘介電層    |
| 76 | 支撐體     |
| 78 | 閘極      |
| 80 | 源極      |
| 82 | 汲極      |

## 五、中文發明摘要：

本發明揭露了一種製造用於薄膜電晶體之氧化鋅半導體層的方法，其係在低溫下使用溶液加工。這種方法包括製造一種包含鋅鹽和錯合劑之溶液；將此溶液施加於基板；並且加熱此溶液以在基板上形成半導體層。使用這種氧化鋅半導體層的薄膜電晶體具有良好的遷移率和開／關比。

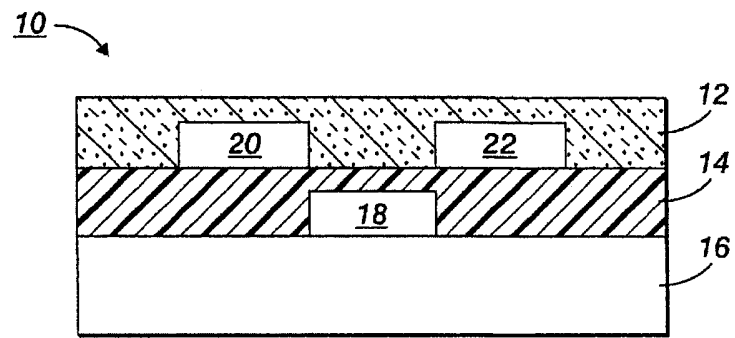
## 六、英文發明摘要：

A method for making a zinc oxide semiconductor layer for a thin film transistor using solution processing at low temperatures is disclosed. The method comprises making a solution comprising a zinc salt and a complexing agent; applying the solution to a substrate; and heating the solution to form a semiconductor layer on the substrate. A thin film transistor using this zinc oxide semiconductor layer has good mobility and on/off ratio.

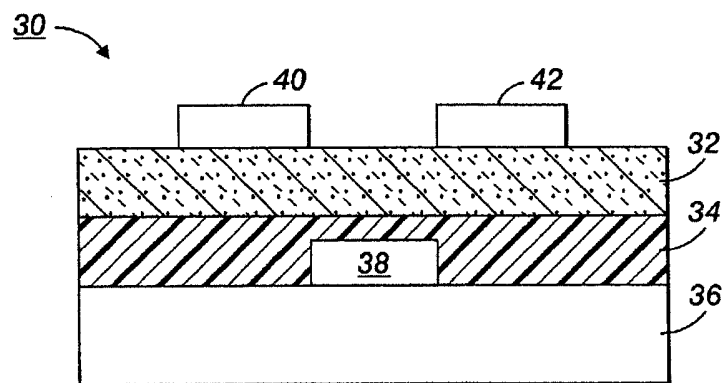
## 十、申請專利範圍：

- 1.一種製造用於薄膜電晶體之氧化鋅半導體層之方法，其係包括：  
提供包含鋅鹽和錯合劑之溶液；  
將基板與該溶液接觸；以及  
加熱該溶液以在基板上形成氧化鋅半導體層。
- 2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中鋅鹽係選自由硝酸鋅、氯化鋅、溴化鋅、草酸鋅、乙醯丙酮鋅、硫酸鋅、醋酸鋅和其水合物所構成之組群。
- 3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中錯合劑為羧酸或有機胺。
- 4.一種由申請專利範圍第 1 項之方法所形成之薄膜電晶體。

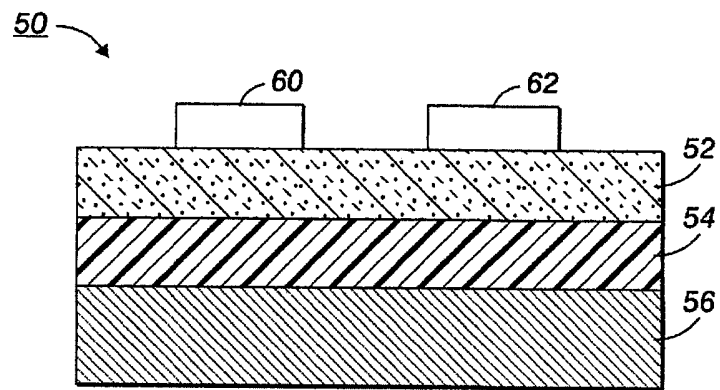
十一、圖式：



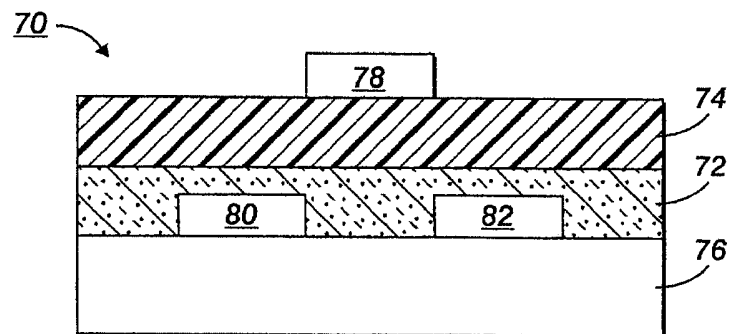
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

|    |         |
|----|---------|
| 10 | TFT 組態  |
| 12 | 氧化鋅半導體層 |
| 14 | 閘介電層    |
| 16 | 支撐體     |
| 18 | 閘極      |
| 20 | 源極      |
| 22 | 汲極      |

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**