

(21) 申請案號：101129669

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 16 日

(51) Int. Cl. : C23C14/34 (2006.01)

C23C14/56 (2006.01)

(30) 優先權：2011/09/22 美國

13/239,989

(71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號

(72) 發明人：李文欽 LEE, WEN CHIN (TW)；嚴文材 YEN, WEN TSAI (TW)；邱永昇 CHIU, YUNG SHENG (TW)；趙應誠 CHAO, YING CHEN (TW)

(74) 代理人：洪澄文；顏錦順

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 24 頁

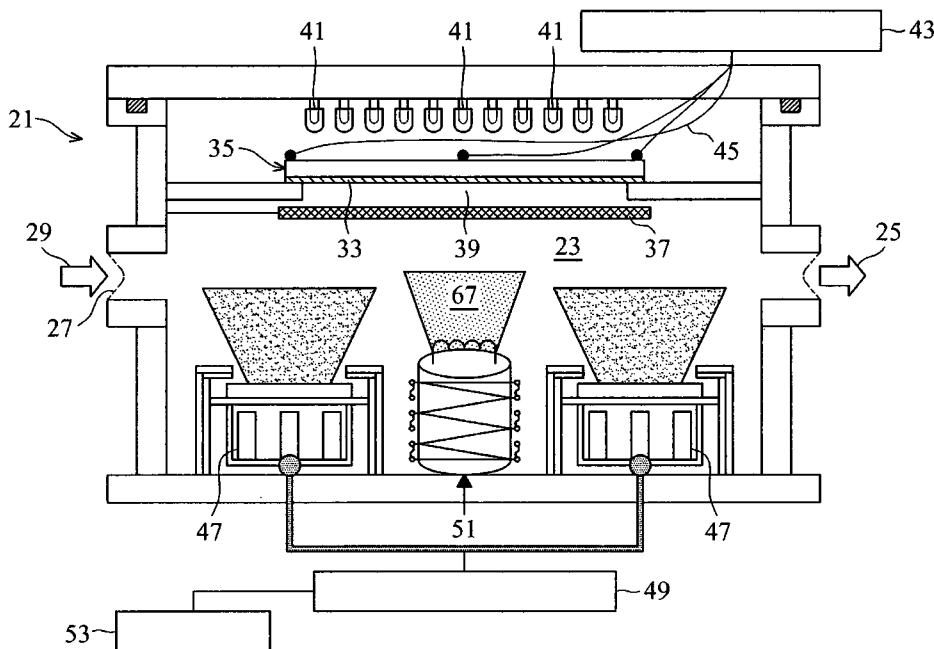
(54) 名稱

於基板上形成半導體材料膜層之方法及混合膜層形成裝置

METHOD FOR FORMING A LAYER OF SEMICONDUCTOR MATERIAL ON A SUBSTRATE AND HYBRID FILM DEPOSITION APPARATUS

(57) 摘要

本發明提供了形成硫屬化物半導體材料或黃銅礦基半導體材料之一種方法與系統，其藉由來自一靶材之金屬前驅物以及來自一硒離子生成系統之硒離子的同時沈積而形成。上述硒離子生成系統包括可產生硒蒸氣之一蒸發器以及使用一電漿以產生硒離子氣流之一電漿腔體。可依序施行多重沈積操作，每一沈積操作具有精準控制之沈積溫度。所沈積之材料可包括一梯度成分濃度或可為一複合材料，且可作為一太陽能電池內之一吸收層。



21：混合沈積裝置

23：真空腔體

25：真空裝置

27：入口

29：氣流

33：基板

35：平台

37：遮罩

39：表面

41：加熱元件

43：溫度控制器

45：電線

47：濺鍍工作站

49：電源供應器

51：矽離子生成工作
站

53：控制器

67：矽離子

(21) 申請案號：101129669

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 08 月 16 日

(51) Int. Cl. : C23C14/34 (2006.01)

C23C14/56 (2006.01)

(30) 優先權：2011/09/22 美國

13/239,989

(71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD. (TW)

新竹市新竹科學工業園區力行六路 8 號

(72) 發明人：李文欽 LEE, WEN CHIN (TW)；嚴文材 YEN, WEN TSAI (TW)；邱永昇 CHIU, YUNG SHENG (TW)；趙應誠 CHAO, YING CHEN (TW)

(74) 代理人：洪澄文；顏錦順

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：10 項 圖式數：4 共 24 頁

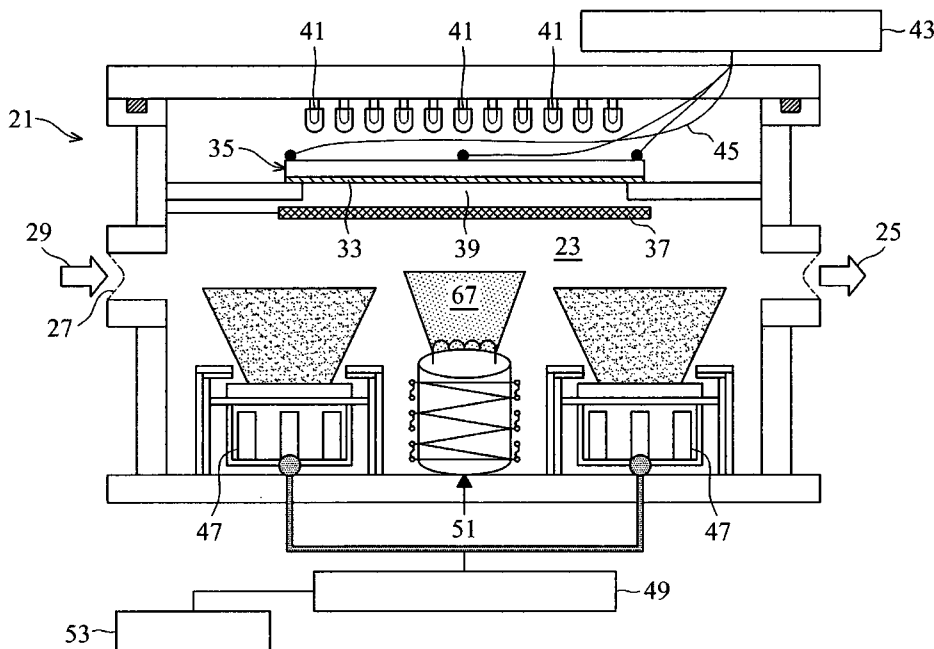
(54) 名稱

於基板上形成半導體材料膜層之方法及混合膜層形成裝置

METHOD FOR FORMING A LAYER OF SEMICONDUCTOR MATERIAL ON A SUBSTRATE AND HYBRID FILM DEPOSITION APPARATUS

(57) 摘要

本發明提供了形成硫屬化合物半導體材料或黃銅礦基半導體材料之一種方法與系統，其藉由來自一靶材之金屬前驅物以及來自一硒離子生成系統之硒離子的同時沈積而形成。上述硒離子生成系統包括可產生硒蒸氣之一蒸發器以及使用一電漿以產生硒離子氣流之一電漿腔體。可依序施行多重沈積操作，每一沈積操作具有精準控制之沈積溫度。所沈積之材料可包括一梯度成分濃度或可為一複合材料，且可作為一太陽能電池內之一吸收層。



21：混合沈積裝置

23：真空腔體

25：真空裝置

27：入口

29：氣流

33：基板

35：平台

37：遮罩

39：表面

41：加熱元件

43：溫度控制器

45：電線

47：濺鍍工作站

49：電源供應器

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：101129669

C23C 14/34 2006.01

※申請日：101. 8. 16

※IPC 分類：

C23C 14/36 2006.01

一、發明名稱：(中文/英文)

於基板上形成半導體材料膜層之方法及混合膜層形成裝置

Method for forming a layer of semiconductor material on a substrate and hybrid film deposition apparatus

二、中文發明摘要：

本發明提供了形成硫屬化物半導體材料或黃銅礦基半導體材料之一種方法與系統，其藉由來自一靶材之金屬前驅物以及來自一硒離子生成系統之硒離子的同時沈積而形成。上述硒離子生成系統包括可產生硒蒸氣之一蒸發器以及使用一電漿以產生硒離子氣流之一電漿腔體。可依序施行多重沈積操作，每一沈積操作具有精準控制之沈積溫度。所沈積之材料可包括一梯度成分濃度或可為一複合材料，且可作為一太陽能電池內之一吸收層。

三、英文發明摘要：

A method and system for forming a chalcogenide or chalcopyrite-based semiconductor material provide form the simultaneous deposition of metal precursor materials from a target and Se radicals from a Se radical generation system.

The Se radical generation system includes an evaporator that produces an Se vapor and a plasma chamber that uses a plasma to generate a flux of Se radicals. Multiple such deposition operations may take place in sequence, each having the deposition temperature accurately controlled. The deposited material may include a compositional concentration gradient or may be a composite material, and may be used as an absorber layer in a solar cell.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|--------------|-----------|
| 21~混合沈積裝置； | 23~真空腔體； |
| 25~真空裝置； | 27~入口； |
| 29~氣流； | 33~基板； |
| 35~平台； | 37~遮罩； |
| 39~表面； | 41~加熱元件； |
| 43~溫度控制器； | 45~電線； |
| 47~濺鍍工作站； | 49~電源供應器； |
| 51~硒離子生成工作站； | 53~控制器； |
| 67~硒離子。 | |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

The Se radical generation system includes an evaporator that produces an Se vapor and a plasma chamber that uses a plasma to generate a flux of Se radicals. Multiple such deposition operations may take place in sequence, each having the deposition temperature accurately controlled. The deposited material may include a compositional concentration gradient or may be a composite material, and may be used as an absorber layer in a solar cell.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|--------------|-----------|
| 21~混合沈積裝置； | 23~真空腔體； |
| 25~真空裝置； | 27~入口； |
| 29~氣流； | 33~基板； |
| 35~平台； | 37~遮罩； |
| 39~表面； | 41~加熱元件； |
| 43~溫度控制器； | 45~電線； |
| 47~濺鍍工作站； | 49~電源供應器； |
| 51~硒離子生成工作站； | 53~控制器； |
| 67~硒離子。 | |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於薄膜的製作，且特別是關於採用混合型真空沈積設備以形成硫屬化物半導體材料(chalcogenide semiconductor materials)的製作。

【先前技術】

硫屬化物半導體材料(chalcogenide semiconductor materials)已於許多應用中使用，且近年來其普及程度增加了許多。硫屬化物係為由一硫屬元素與另一個帶正電元素或離子所組成之二元化合物。硫屬元素為週期表內之第16族元素，其包括了氧、硫、硒、碲、鉍。目前特別受歡迎之一種硫屬化物半導體材料係為銅銦鎳硒(CIGS)。銅銦鎳硒(CIGS)材料已見於多種應用中，且特別適合做為太陽能電池之吸收層。基於乾淨的能源來源的需求成長，於近年來太陽能電池的製造已大幅地成長了，進而增加了銅銦鎳硒(CIGS)與其他硫屬化物材料的需求。銅銦鎳硒(CIGS)為一種四面體組合半導體(tetrahedrally bonded semiconductor)，其具有一黃銅礦結晶結構(chalcopyrite crystal structure)。其他之硫屬化物材料亦可能具有黃銅礦結晶結構。

太陽能電池為用於直接將陽光生成電能之光電元件。吸收層可吸收陽光並將之轉換成電流，因此為一重要元件。因此，形成吸收層及將之設置於太陽能基板上為重要操作。如此，對於上述膜層之效率、準確度以及可靠生產的需求便開始成長且為非常重要的。

因此，便需要可以製備高品質之硫屬化物薄膜之一種方法與系統，以製造出平滑且均勻沈積的硫屬化物薄膜，而表面具有大體大的晶粒尺寸。亦另外，亦需要可製備高品質之硫屬化物薄膜之一種方法與一種系統，其可具有極佳之批次間(run to run)再現性且不具有因靶材毒化問題、電弧問題或其他製程不穩定性所造成腔體污染之問題。

【發明內容】

依據一實施例，本發明提供了一種於基板上形成半導體材料膜層之方法，該方法包括：

提供一基板至一薄膜沈積裝置之一真空腔體之內；以及自至少一種濺鍍靶材處濺鍍複數個金屬前驅物材料至該基板上，並同時導引硒離子至該基板上，進而形成一硒基硫屬化物膜層於該基板之上。

依據另一實施例，本發明提供了一種混合膜層形成裝置，該裝置包括：

一真空腔體，具有用於擺設一基板於其上之一平台，而該基板上可沈積一薄膜；至少一濺鍍工作站，用於濺鍍材料至該基板上，該至少一濺鍍工作站包括一濺鍍靶材以及與之相耦接之一電源供應器；至少一硒工作站，用於產生硒離子並使得該硒離子可沈積至該基板之上；以及一控制器，控制該至少一濺鍍工作站與該至少一硒工作站，並可同時操作該至少一濺鍍工作站與該至少一硒工作站。

為讓本發明之上述目的、特徵及優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附的圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本發明提供了形成硫屬化物半導體材料膜層之一種方法與系統。除了以下討論之銅銦鎵硒(CIGS)硫屬化物之外，亦可包括如 CuInSe_2 、 CuGaSe_2 與銦(indium)之其他硫屬化物半導體材料。前述及其他之硫屬化物半導體材料係為具有黃銅礦結晶結構(chalcopyrite structure)之半導體材料，且通常稱為黃銅礦基半導體材料(chalcopyrite-based semiconductor materials)或具黃銅礦結構之半導體材料(chalcopyrite-structured semiconductor materials)。

硫屬化物半導體材料膜層可作為太陽能電池內之吸收層(absorber)。於一實施例中，硫屬化物半導體材料膜層可僅作為一太陽能電池內之一吸收層之用。而於其他實施例中，上述硫屬化物半導體材料層可更與如黃銅礦(CuFeS_2)或其他可應用於太陽能電池中之適當吸收材料之額外之另一吸收層相結合。依據其他實施例，硫屬化物(即黃銅礦基半導體材料)可用於關於或非關於太陽能電池之其他應用。於下文中，硫屬化物半導體材料亦可稱之為黃銅礦基半導體材料。

形成硫屬化物半導體材料之方法與系統通常相關於一成長製程，其與二元或三元合金前驅物之硒化反應有關。上述之硒化反應利用了硒蒸氣或 $\text{H}_2\text{Se}/\text{Ar}$ 氣體混合物以形成硫屬化物半導體材料。可利用一蒸鍍製程(evaporation process)以形成硒蒸氣或 $\text{H}_2\text{Se}/\text{Ar}$ 氣體混合物，並可利用一濺鍍程序(sputtering process)以結合上述硒蒸氣或 $\text{H}_2\text{Se}/\text{Ar}$ 氣體混合物而沈積形成此硫屬化物材料。

依據一實施例，本發明提供了一種分解或分裂硒以成為硒離子之方法與系統。可熱蒸鍍一硒來源以生成一硒蒸氣，並接著分裂(即分解)此硒蒸氣以形成硒的自由離子。此方法與系統可同時施行一濺鍍操作以及導引此些硒離子至一基板上之經濺鍍材料處，以形成包括硒之二元或三元硫屬化物膜層，例如硫銦鎵硒，其可作為光電電池(即太陽能電池)內或其他應用中之光吸收材料。硫銦鎵硒亦可表示為銅銦硒與銅鎵硒之一固態溶液(solid solution)，其可具有一化學式 $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{Se}_2$ ，其中 x 可介於 1-0。

於其他實施例中，上述方法與系統可用於形成為光電應用所感興趣之其他硫屬化物材料，例如銅銦硒或銅鎵硒或其他材料，特別是結晶形態之薄膜。

上述方法與裝置提供了一混合沈積裝置，其具有包括了一金屬或金屬合金之靶材之一或多個濺鍍工作站或蒸鍍工作站之多重工作站，以及生成電漿以製造出硒離子氣流之至少一工作站。

第 1 圖為一流程圖，顯示了依據本發明之一實施例之一種方法，而步驟 1-11 則顯示了藉由一混合沈積裝置所施行之上述方法。更特別地，第 1 圖則提供了下文中進一步描述之示範方法之一概論。於步驟 1 中，於一混合沈積裝置內之一真空腔體內提供一基板。此混合沈積裝置包括多重濺鍍沈積工作站以及可產生硒離子(Se radicals)之至少一蒸鍍工作站。於步驟 3 中，藉由同時自至少一濺鍍靶材處濺鍍材料並同時地導引硒離子至基板表面，進而於基板表面之上形成/沈積一材料層。此些硒離子係藉由利用電漿分

裂一硒蒸氣所得到，如步驟 5 內所示。於步驟 7 與 9 中，沈積一材料層，而於步驟 3、7 與 9 中之依序沈積操作顯示了於此混合沈積裝置內之每一不同之濺鍍操作中可使用不同濺鍍靶材。此依序濺鍍可於導引硒離子至基板之上時同時操作，而不需自真空腔體處移除基板。於選擇性之步驟 11 中，可使用來自於一濺鍍靶材或多個濺鍍靶材之濺鍍材料或同時地沈積硒離子之另一沈積步驟。於不同實施例中可使用不同數量之上述依序沈積操作。此些依序沈積操作可形成一複合膜層，其包括具有相同或相異成分之數個不同膜層。可接著於沈積步驟後施行一加熱操作。於步驟 13 中，可更繼續其他操作。

第 2 圖為一示意圖，繪示了依據本發明之一實施例之一系統。在此，混合沈積裝置 21 包括了一真空腔體 23，其可藉由如箭頭 25 所示之真空裝置而抽真空。如氫氣或其他鈍氣之不同濺鍍氣體可自入口 27 處藉由箭頭 29 所示之氣流而導引至真空腔體 23 內。基板 33 係設置於平台 35 之上，而平台 35 可為一靜電夾具(electrostatic chuck)，或依據不同實施情形可為其他之適當夾具。基板 33 包括了於選擇性之一遮罩 37 位於操作位置時可沈積一或多個膜層於其上之一表面 39。平台 35 之不同區域內溫度係經由一加熱區塊之加熱元件 41 所控制，並藉由溫度控制器 43 而控制之。平台 35 之不同空間位置可分別地藉由溫度控制器 43 所控制，而溫度控制器 43 藉由終止於平台 35 之不同位置處之數條電線 45 而達成其控制。於部分實施例中，當平台 35 之特定區域當需維持於不同溫度之下時，可依照所聚

集此些加熱元件 41 之方式達成。溫度控制器 43 可包括一熱電耦計(thermocouple)或其他類型之溫度計，且其適用於每一多重溫度操作下偵測與控制期望之不同空間位置處之溫度。

混合沈積裝置 21 亦包括示範性之數個濺鍍工作站 47 及一硒離子生成工作站 51。可以理解的是，第 2 圖內為一二維情形，而此混合沈積裝置 21 可包括設置於不同方向上且適用於濺鍍材料至基板 33 之表面 39 上之其他數量之濺鍍工作站。濺鍍工作站 47 之形態在此僅作為解說之用。濺鍍工作站 47 可耦接於直流電(DC)或射頻(RF)之電源供應器 49，而於一實施例中，此直流電(DC)或射頻(RF)之電源供應器 49 可為一間歇型(pulsed)直流電(DC)或射頻(RF)之電源供應器。於不同實施例中，每一濺鍍工作站 47 可包括一濺鍍靶材，且可為一射頻磁電濺鍍系統。濺鍍工作站 47 可藉由如控制器 53 之一控制器而得到控制，且於一實施例中，可施行一依序之濺鍍操作以產生一沈積膜層，其可為一複合膜層或為具有一組成梯度之一膜層。每一上述之濺鍍操作係關於如濺鍍工作站 47 之一或多個濺鍍工作站的操作。所利用之濺鍍靶材可具有不同金屬或不同合金，例如為銅、銻、鎵、銅鎵、 In_2Se_3 、 Ga_2Se_3 、銅銻鎵或其他適當之金屬前趨物化合物或合金，但並不以上述材料為限。藉由提供電源至適當之濺鍍工作站或濺鍍工作站 47 以施行每一濺鍍操作，進而於基板 33 之表面 39 之上形成了材料沈積。於至少一或所有之濺鍍操作中，可藉由硒離子生成系統 51 而同時導引硒離子至基板 33 之表面 39 處。硒離

子生成系統 51 係顯示於第 3 圖中。於其他實施例中，於至少一或多個濺鍍工作站 47 之中可使用金屬蒸鍍工作站，而此些蒸鍍工作站可與硒離子生成系統 51 同時操作，以形成一膜層於基板 33 之表面 39 之上。

第 3 圖顯示了包括一電漿腔體 63 之一硒離子生成系統 51。於電漿腔體 63 中，經汽化之硒經如分裂之分解之後轉化成硒離子。經汽化之硒 55 可為來自不同起使材料而藉由習知以及其他方法所產生之熱蒸鍍之硒蒸氣。如 Se_2 、 Se_3 與 Se_4 之汽化分子可藉由如維持於 380°C 之一蒸發器所生成，但於其他實施例中其亦可採用其他之汽化溫度而生成。可使用硒粉末以及顆粒狀之硒作為硒來源，但於其他實施例中亦可使用其他之起使材料。經汽化之硒 55 係傳遞至電漿腔體 63。而鈍氣 57 亦可傳遞並穿過特定閥件至於圖示實施例中之電漿腔體 63 內。如圖所示實施例中之鈍氣 57 可為氫氣。或者，可使用其他之鈍氣氣體，或者是汽化情形亦可於真空下進行。電漿 59 係藉由如射頻或微波之裝置之多種裝置所生成，例如並非以上述裝置為限。於其他實施例中，電漿可於真空中或於一控制氣氛下採用離子轟擊並藉由離子束而生成，例如是採用具有低能量設定之離子束輔助沈積 (ion beam assisted deposition) 技術。於一實施例中，線圈 61 可為產生電漿之射頻 (RF) 線圈，因而於電漿腔體 63 內產生用於生成硒離子元素氣流之電漿。硒離子 67 可自硒離子生成系統 51 所生成並接著經導引而朝向基板。

請再次參照第 2 圖，亦可將第 2 圖內之陰影區所代表

之硒離子 67 與來自一或多個濺鍍站 47 之靶材處之濺鍍沈積材料同時導引至基板 33 之表面處。

於每一實施例中，沈積操作係關於形成一膜層於基板 33 之表面 39 上，此膜層包括同時來自於至少一濺鍍工作站 47 之材料以及藉由硒離子生成系統 51 所生成之硒離子 67 之一材料。

第 4A-4D 圖為一系列剖面圖，顯示了金屬前驅物之多重依序膜層沈積以及同時之硒離子沈積，以形成一梯度膜層。第 4A 圖顯示了一基板 100，其可為一半導體基板或可為玻璃，例如為太陽能電池製造工業中之基板。接觸層 102 係形成於基板 100 上，以提供歐姆接觸之用，且其可由碳黑或其他適當材料所形成，例如為鈾、鉑、銅、鉻、鋁、鈣、銀或二氧化錫、 $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ (ITO)、 In_2O_3 、 Cd_2SnO_4 (CTO)、 Zn_2SnO_4 、氟摻雜之氧化錫(FTO)、如鋁摻雜之氧化鋅之摻雜有 III 族元素之氧化鋅，及摻雜銦之氧化鎘。此處僅為解說之用，且於其他實施例中，可出現有不同之其他膜層或者可省略此接觸層 102。第 4A 圖顯示了經由材料 104 的沈積而於基板 100 上形成一膜層 106。材料 104 包括同時來自一或多個濺鍍工作站 47 以及來自於硒離子生成系統 51 之材料。依據一實施例，第 4A 圖顯示了一依序沈積操作之一第一步驟而材料 104 可包括銦(In)、鎵(Ga)與硒(Se)，而膜層 106 可表示為 $(\text{In},\text{Ga})_x\text{Se}_y$ ，但於其他實施例中其可為其他膜層。於上述第一步驟中可使用如銦、 In_2Se_3 、及 Ga_2Se_3 之靶材材料作為靶材材料。於如第 4A 圖所示之第一沈積操作，於一實施例中可將溫度可控制在介於 200-325 °C。

第 4B 圖中顯示了此依序沈積操作中之一第二沈積操作。於薄膜 106 上沈積材料 110 以形成一膜層 112。於一實施例中，材料 110 可包括銅或銦，而於一實施例中膜層 112 可表示為 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ 。可用於形成材料 110 之靶材可包括銅、銅鎳或其他適當材料且可使用一或多個濺鍍工作站 47。如第 4B 圖所示之於第二沈積操作中，於一實施例中，溫度可控制在介於 $450\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$ 一溫度，但上述僅為解說之用。

第 4C 圖顯示了一依序沈積操作，其亦具有如步驟 2 與 3 內所示之製程步驟(即第 4B 圖與第 4C 圖所示)的加熱效果。於第 4C 圖中，由膜層 106 與 112 以及來自一或多個濺鍍工作站 47 之材料 116 並經由一加熱操作而形成一膜層 118。於步驟 3 中，即第 4C 圖，其溫度可控制於介於 $450\text{-}600\text{ }^\circ\text{C}$ 之一溫度，但於其他實施例中亦可使用其他溫度。於一實施例中，沈積的材料 116 可包括銦、鎳與硒，且其可經由濺鍍如銦、 In_2Se_3 或 Ga_2Se_3 之靶材所形成。於一實施例中，膜層 118 可為 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ 。於第 4C 圖中所進行之加熱或後續之加熱操作可改變所製造出之膜層 120 的特性。

膜層 120 為一硫屬化物膜層，例如為黃銅礦基半導體材料。依據不同之實施例，所沈積膜層 120 之整體組成可為 $\text{Cu}(\text{In},\text{Ga})\text{Se}_2$ 或其他元素之組成，膜層 120 自其頂部至其底部可包括不同之元素濃度梯度。於其他實施例中，此膜層可為一複合膜層或可區分之多個膜層，即具有相同或相異組成之多個膜層且此些膜層可由不同之可分辨界面所分隔開來。請參照第 4D 圖，可施行一加熱操作以製作出

具最後組成梯度之膜層 120，於一實施例中其可作為一太陽能電池之一吸收層。依據其他實施例中，膜層 120 可為 CuInSe_2 或 CuGaSe_2 。膜層 120 之特徵為具有足夠大之晶粒邊界，以作為光電材料之用，且當其形成時其可表現出沿著基板之極佳均勻度。接著可更針對如第 4D 圖所示之結構進行其他製程，以形成如光電(即太陽能電池)產品，其可利用膜層 120 作為吸收層或其他功能。

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，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作更動與潤飾，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】

第 1 圖為一流程圖，顯示了依據本發明一實施例之一方法；

第 2 圖為一示意圖，繪示了依據本發明一實施例之一種混合沈積裝置；

第 3 圖為一示意圖，繪示了依據本發明一實施例之硒離子生成單元之實施情形；以及

第 4A-4D 圖為一系列剖面圖，繪示了依據本發明之一實施例之形成一硫屬化物薄膜之製程操作之順序。

【主要元件符號說明】

1、3、5、7、9、11、13~步驟；

21~混合沈積裝置；

23~真空腔體；

25~真空裝置；

27~入口；

29~氣流；

33~基板；

- | | |
|--------------|-----------|
| 35~平台； | 37~遮罩； |
| 39~表面； | 41~加熱元件； |
| 43~溫度控制器； | 45~電線； |
| 47~濺鍍工作站； | 49~電源供應器； |
| 51~硒離子生成工作站； | 53~控制器； |
| 55~經汽化之硒； | 57~鈍氣； |
| 59~電漿； | 61~線圈； |
| 63~電漿腔體； | 67~硒離子； |
| 100~基板； | 102~接觸層； |
| 104~材料； | 106~膜層； |
| 110~材料； | 112~膜層； |
| 116~材料； | 118~膜層； |
| 120~膜層。 | |

七、申請專利範圍：

1.一種於基板上形成半導體材料膜層之方法，包括：
提供一基板至一薄膜沈積裝置之一真空腔體之內；以及

自至少一種濺鍍靶材處濺鍍複數個金屬前驅物材料至該基板上，並同時導引硒離子至該基板上，進而形成一硒基硫屬化物膜層於該基板之上。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之於基板上形成半導體材料膜層之方法，其中該濺鍍包括於導引硒離子至該基板上時，同時自複數個濺鍍靶材處依序濺鍍該些金屬前驅物材料至該基板上。

3.如申請專利範圍第 2 項所述之於基板上形成半導體材料膜層之方法，其中該依序濺鍍包括：

一第一濺鍍操作，採用包括至少銻、 In_2Se_3 及 Ga_2Se_3 其中之一做為一濺鍍靶材；

一第二濺鍍操作，採用包括至少銅及 CuGa 其中之一做為濺鍍靶材；以及

一第三濺鍍操作，採用包括至少銻、 In_2Se_3 及 Ga_2Se_3 其中之一做為濺鍍靶材。

4.如申請專利範圍第 1 項所述之於基板上形成半導體材料膜層之方法，其中該基板包括一太陽能電池基板，而該硒基硫屬化物膜層形成了一吸收層之至少一部。

5.如申請專利範圍第 1 項所述之於基板上形成半導體材料膜層之方法，其中該些金屬前驅物材料包括銅、銻與鎳。

6.如申請專利範圍第 1 項所述之於基板上形成半導體材料膜層之方法，更包括使用一電漿自一硒蒸氣源處分解硒，藉以產生該硒離子之氣流。

7.一種混合膜層形成裝置，包括：

一真空腔體，具有用於擺設一基板於其上之一平台，而該基板上可沈積一薄膜；

至少一濺鍍工作站，用於濺鍍材料至該基板上，該至少一濺鍍工作站包括一濺鍍靶材以及與之相耦接之一電源供應器；

至少一硒工作站，用於產生硒離子並使得該硒離子可沈積至該基板之上；以及

一控制器，控制該至少一濺鍍工作站與該至少一硒工作站，並可同時操作該至少一濺鍍工作站與該至少一硒工作站。

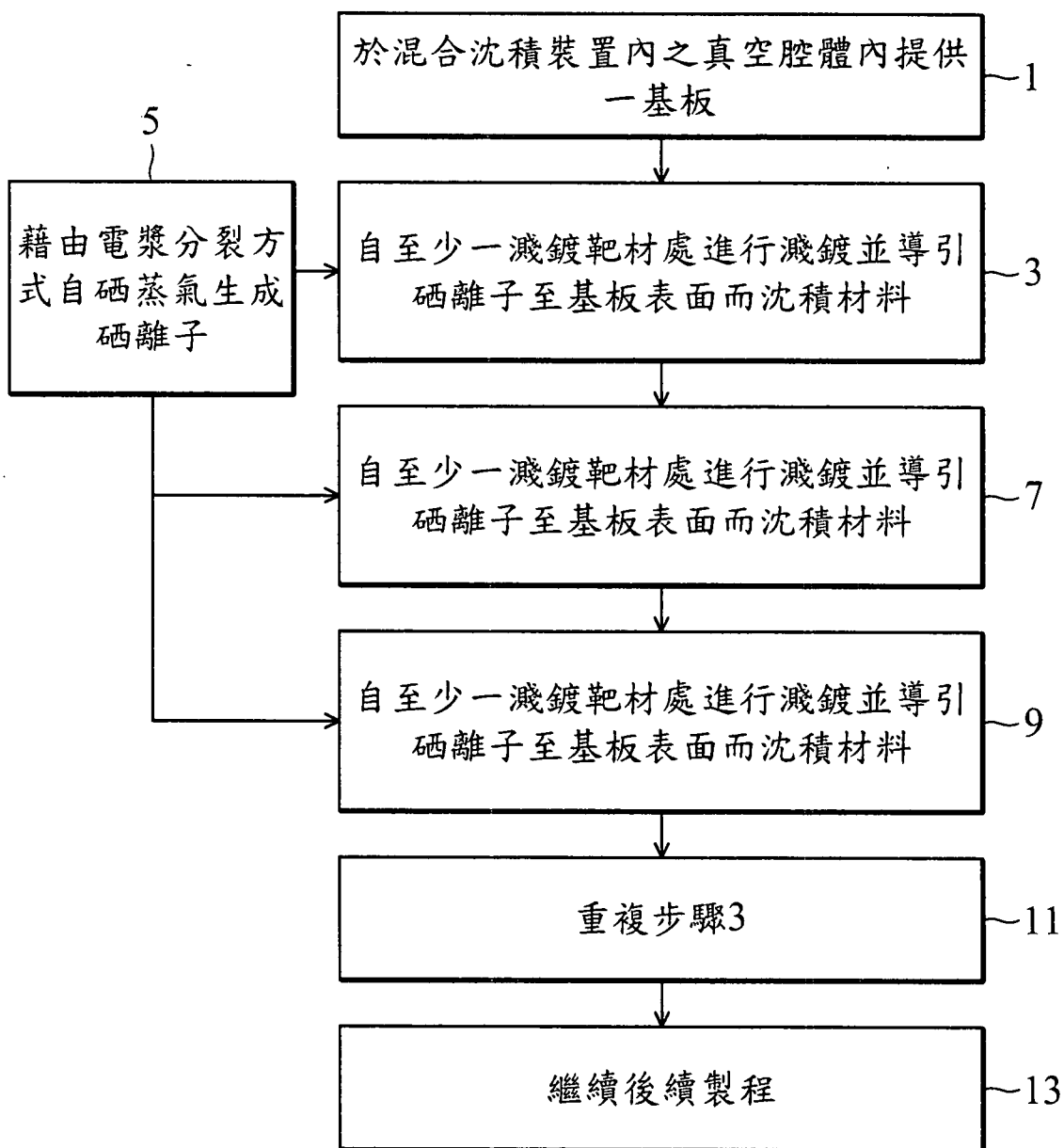
8.如申請專利範圍第 7 項所述之混合膜層形成裝置，其中該至少一濺鍍工作站包括複數個濺鍍工作站，該些濺鍍工作站包括使用包括至少銅、銻、鎳與硒其中之一之一第一濺鍍靶材之一第一濺鍍工作站以及包括使用包括至少銅、銻與鎳其中之一之一第二濺鍍靶材之一第二濺鍍工作站。

9.如申請專利範圍第 7 項所述之混合膜層形成裝置，其中該至少一濺鍍工作站包括複數個濺鍍工作站，而該控制器可於該硒離子沈積於該基板上時依序操作該些濺鍍工作站。

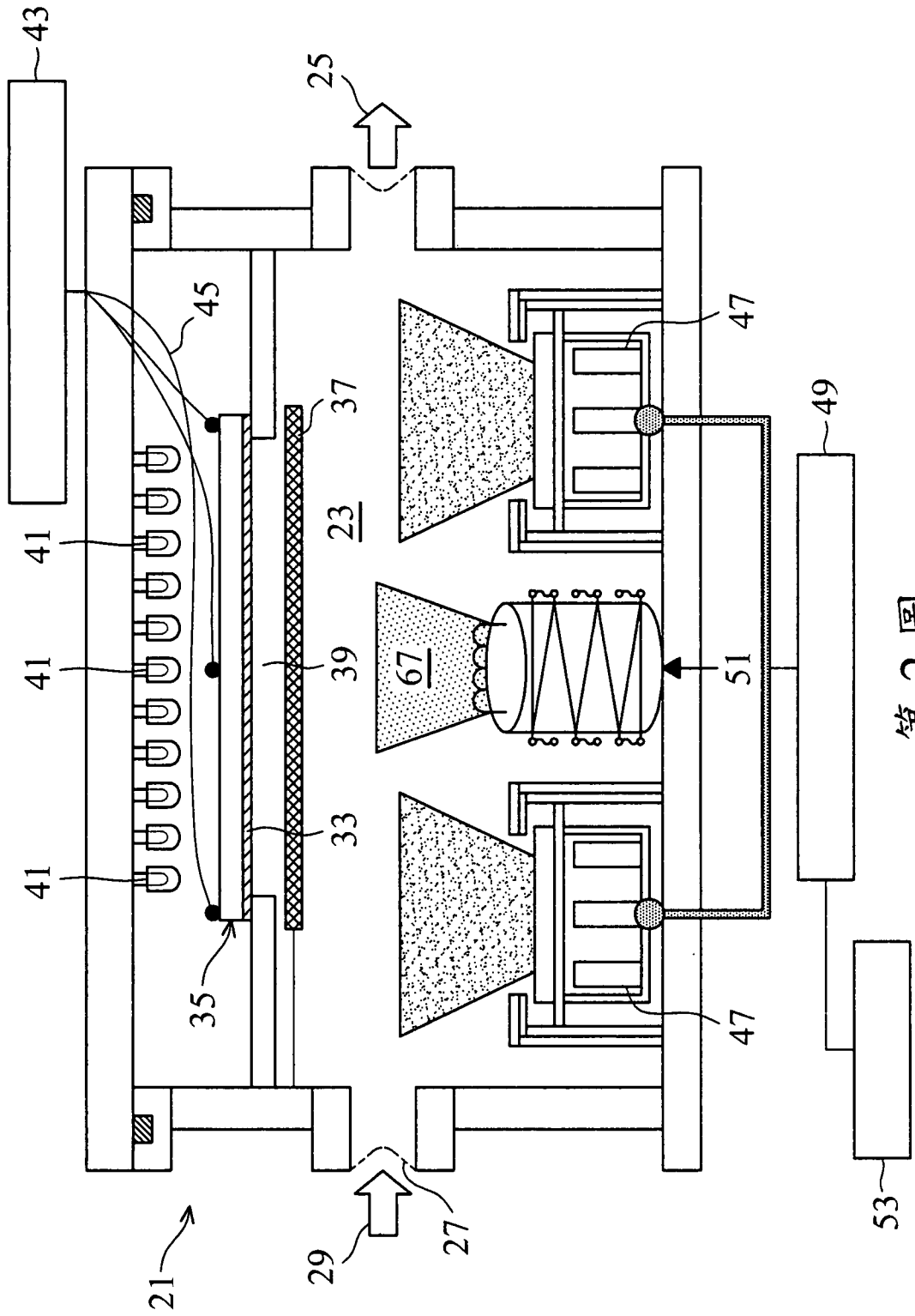
10.如申請專利範圍第 7 項所述之混合膜層形成裝置，其中該硒工作站包括用於形成硒蒸氣之一熱蒸鍍腔體以及

可自該硒蒸氣製造形成該硒離子之一電漿工作站。

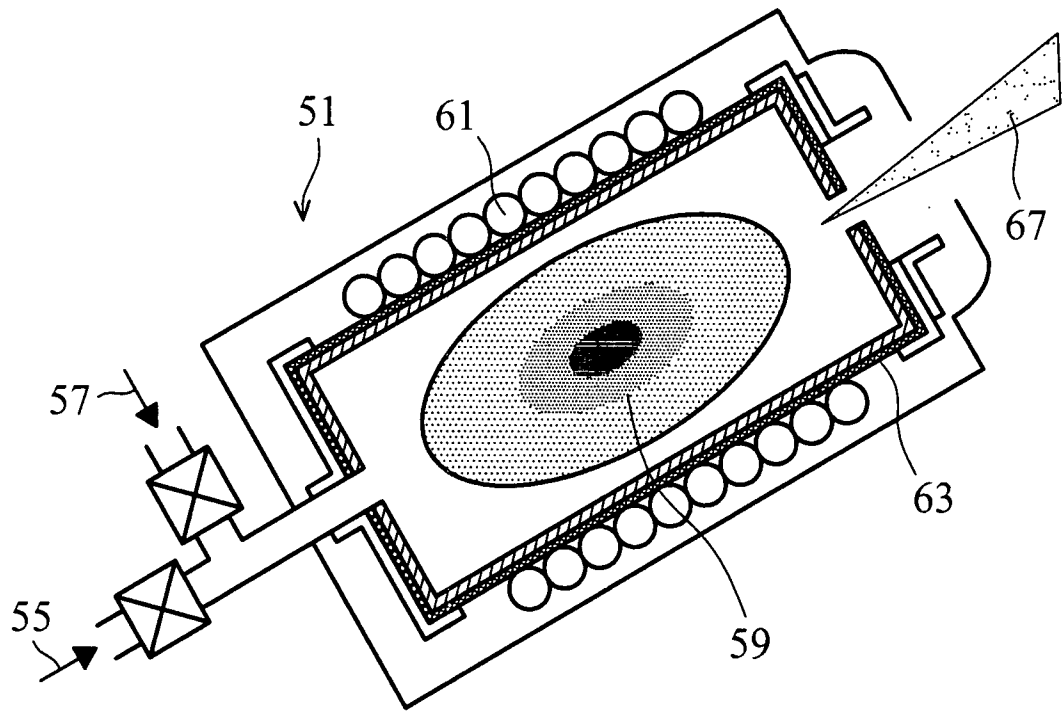
八、圖式：



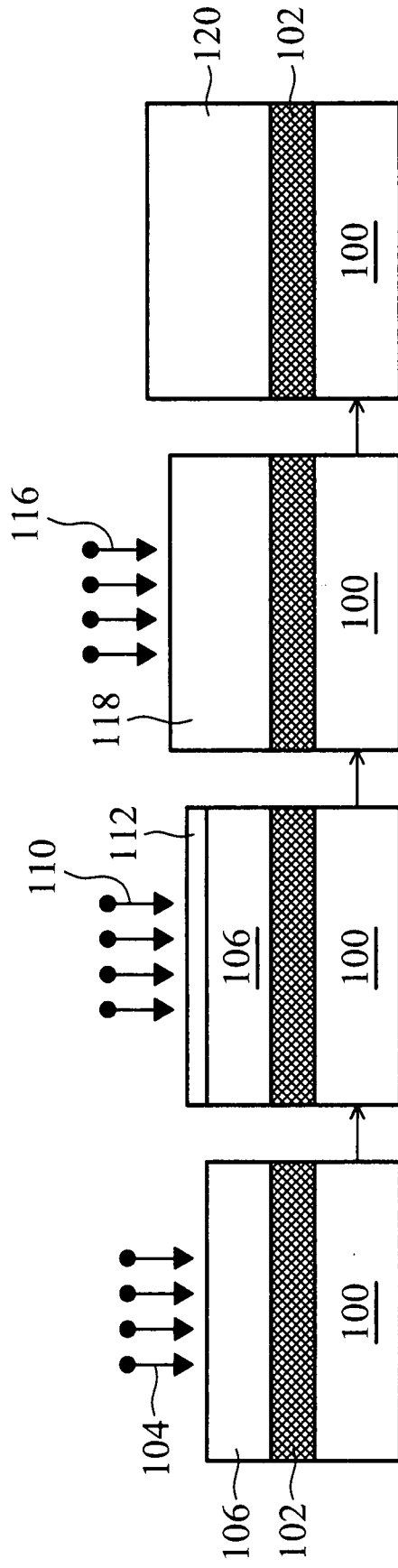
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第4A圖

第4B圖

第4C圖

第4D圖