200903818

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：96125361

※ 申請日期：96.7.12　　※IPC 分類：H01L 31/04, 21/20

一、**發明名稱**：（中文/英文）　　(2006.01)

多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法

二、**申請人**：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

行政院原子能委員會-核能研究所

代表人：（中文/英文）林立夫

住居所或營業所地址：（中文/英文）

桃園縣龍潭鄉佳安村文化路 1000 號

國　籍：（中文/英文）中華民國

三、**發明人**：（共 6 人）

姓　名：（中文/英文）

1. 楊村農
2. 籃山明
3. 江金鎮
4. 馬維揚
5. 古建德
6. 黃昱翔

國　籍：（中文/英文）

1. 中華民國
2. 中華民國
3. 中華民國
4. 中華民國

5. 中華民國

6. 中華民國

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：

☐ 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】

本發明係有關於一種多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，尤指一種以高溫製程與常壓式化學氣相沉積設備方法（Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition, APCVD），搭配一含有鈦基金屬化合物薄膜之三氧化二鋁陶瓷基板，研製之多晶矽薄膜磊晶製程。

【先前技術】

市場上之矽基薄膜太陽電池，主要係採用低溫製程與電漿增強式化學氣相沉積設備方法（Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD）。將一非晶矽（Amorphous-Silicon）或微晶矽（Microcrystalline Silicon）薄膜，被覆在玻璃板、鋁金屬板、矽金屬板、不鏽鋼薄片或塑膠等基板材料上，其中背電極材料係包括有鋁、金、銀或諸如氧化銦錫（Indium Tin Oxide, ITO）及氧化鋅（Zinc Oxide, ZnO）之透明導電氧化物等材料。

該低溫製程之優點係在該基板材料之選擇上，有較大之空間與彈性。然而其缺點為矽薄膜材料缺陷多、薄膜材料品質差、光電轉換效率低及照光穩定性差。而在該電漿增強式化學氣相沉積設備方法中，被覆微晶矽薄膜製程裡，需要高稀釋比之矽原物料於氫

氣環境中，如下式：

$[H_2]/[SiH_4] > 15$，

其中，該$[H_2]$濃度或流量與該$[SiH_4]$濃度或流量之比例，必須約大於15倍以上。因此其最大之缺點係薄膜之成長率低、製程時間長及反應之製造成本高。

目前在薄膜多晶矽太陽電池之研究方面，有多種技術被開發，其主要分別為固態相結晶法（Solid Phase Crystallization, SPC）及鋁金屬誘發結晶法（Aluminum-Induced Crystallization, AIC）。該固態相結晶法係利用該電漿增強式化學氣相沉積設備方法，先沉積一層非晶矽薄膜，再經快速升溫與高溫退火製程，進而獲得典型之1微米至2微米（μm）晶粒大小之多晶矽薄膜。而另一種被目前廣泛研究之鋁金屬誘發結晶法（如第5圖～第9圖所示），係首先於一基板31上被覆一層鋁金屬薄膜32，再利用該電漿增強式化學氣相沉積設備方法於該鋁金屬薄膜32上被覆一層非晶矽薄膜33，在操作溫度約為575°C以下，進行長時間之退火處理，以形成一種子層34，再進行該電漿增強式化學氣相沉積設備方法或一電子迴旋共振微波等離子體化學氣相沉積設備方法（Electron Cyclotron Resonance Chemical Vapor Deposition, ECR-CVD）之磊晶製程，進而獲得一多晶矽薄膜35。然而，該鋁金屬誘發結晶法之製程步驟複雜且製程時間長，其典型之晶粒大小為0.1微米至10微米。

綜上所述，採用低溫製程及電漿增強式化學氣相沉積設備方法之傳統矽基薄膜太陽電池，由於矽薄膜材料缺陷多、薄膜材料品質差、光電轉換效率低及照光穩定性差，且薄膜成長率低、製程時間長及反應製造成本高，因此並不適合目前講求品質與成本並重之市場需求；而採用鋁金屬誘發結晶法之薄膜多晶矽太陽電池，則係必需花費長時間之複雜製程，因此亦無法作低成本批量製造。再者，該非晶矽或微晶矽薄膜技術仍為發展中之技術，其尚有未知之變數隱藏於其中，故，一般習用者係無法符合使用者於實際使用時之所需。

【發明內容】

本發明之主要目的係在於，利用高溫製程與常壓式化學氣相沉積設備方法，搭配一含有鈦基金屬化合物薄膜之三氧化二鋁陶瓷基板，以研製多晶矽薄膜磊晶製程。

本發明之次要目的係在於，可獲得每分鐘大於 0.5 微米之高成長多晶矽薄膜磊晶速率，及大於 10 微米尺寸大小之矽晶粒。

本發明之另一目的係在於，利用多晶矽材料有較高之電子電洞移動率（Mobility）、較遠之電子電洞擴散距離（Diffusion Length）、及較長之電子電洞重合時間（Recombination），進而可使多晶矽薄膜太陽電池

元件具有高光電轉換效率、及良好之照光穩定性。

本發明之另一目的係在於，該鈦基金屬化合物薄膜係可以具相同製程、目的及功能之二矽化鈦（$TiSi_2$）、氮化鈦（TiN）、碳化鈦（TiC）、二硼化鈦（TiB_2）、及碳氮化鈦（TiC_xN_y）等金屬化合物為薄膜材料。

為達以上之目的，本發明係一種多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，先選擇一三氧化二鋁陶瓷基板作為多晶矽薄膜太陽電池元件之基板，並在該三氧化二鋁陶瓷基板上披覆一層鈦基金屬化合物薄膜，由該具有多晶矽薄膜種子層功能之鈦基金屬化合物薄膜作為背電極（Back Contact）。將含有該鈦基金屬化合物薄膜之三氧化二鋁陶瓷基板，在一高溫條件下利用一常壓式化學氣相沉積設備方法，將一反應氣體二氯矽甲烷（Dichlorosilane, SiH_2Cl_2）及一乙硼烷（Diborane, B_2H_6）磊晶於該鈦基金屬化合物薄膜上，使矽原子與硼原子相互摻雜反應，以形成一p^+-型多晶矽薄膜背面電場層（Back Surface Field, BSF）之後，繼續此製程並將高溫再提昇，藉該p^+-型多晶矽薄膜背面電場層為成核層，使該矽原子與硼原子再一次相互摻雜反應，進行磊晶以形成一p^--型多晶矽薄膜光吸收層。

【實施方式】

請參閱『第１圖～第４圖』所示，係分別為本發明之製作流程示意圖、本發明之鈦基金屬化合物薄膜披覆示意圖、本發明之磊晶 p^+-型多晶矽薄膜背面電場層示意圖及本發明之磊晶 p^--型多晶矽薄膜光吸收層示意圖。如圖所示：本發明係一種多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其至少包括下列步驟：

（Ａ）取一三氧化二鋁陶瓷基板並披覆一層鈦基金屬化合物薄膜１１：如第２圖所示，選擇一厚度約為 0.1 毫米（mm）至 1.0 毫米之三氧化二鋁陶瓷基板２１作為多晶矽薄膜太陽電池元件之基板，並在該三氧化二鋁陶瓷基板２１上披覆一層約 1000 埃（Å）至 5000 埃厚度之鈦基金屬化合物薄膜２２，由具有多晶矽薄膜種子層功能之鈦基金屬化合物薄膜２２作為背電極（Back Contact），其中，該鈦基金屬化合物薄膜２２係可以二矽化鈦（$TiSi_2$）、氮化鈦（TiN）、碳化鈦（TiC）、二硼化鈦（TiB_2）或碳氮化鈦（TiCxNy）等金屬化合物作為薄膜材料；

（Ｂ）利用一常壓式化學氣相沉積設備方法（Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition, APCVD）磊晶一 p^+-型多晶矽薄膜背面電場層（Back Surface Field, BSF）１２：如第３圖所示，在 900°C 至 1000°C 高溫條件下，利用一常壓式化學氣相沉積設

備方法，將一反應氣體二氯矽甲烷（Dichlorosilane, SiH_2Cl_2）及一乙硼烷（Diborane, B_2H_6）磊晶於該鈦基金屬化合物薄膜２２上，其磊晶時間約 5 分鐘，使該二氯矽甲烷內含之矽原子與該乙硼烷內含之硼原子相互摻雜反應，以形成一層摻雜有硼原子濃度約達 10^{18} 硼原子/立方釐米之 p^+-型多晶矽薄膜背面電場層２３；以及

（C）在該常壓式化學氣相沉積設備方法下，高溫再提昇以磊晶一 p^--型多晶矽薄膜光吸收層１３：如第４圖所示，繼續步驟（B）之製程，並將高溫提昇至 1000°C 以上，由該 p^+-型多晶矽薄膜背面電場層２３為成核層，以磊晶時間約 30 分鐘，且磊晶速度約大於 0.5 微米/分鐘（μm/min），使該二氯矽甲烷內含之矽原子與該乙硼烷內含之硼原子相互摻雜反應，進行磊晶以形成一層約 15 微米厚度之 p^--型多晶矽薄膜光吸收層２４，其中，該 p^--型多晶矽薄膜光吸收層２４之矽晶粒２４１尺寸大小係大於 10 微米，且摻雜硼原子之濃度為 10^{16}～10^{17} 硼原子/立方釐米範圍。

如是，以大於 900°C 之高溫製程與常壓式化學氣相沉積設備方法，搭配以三氧化二鋁陶瓷材料為基板、及以鈦基金屬化合物薄膜為多晶矽薄膜太陽電池元件之背電極材料，在該鈦基金屬化合物薄膜同時兼具多晶矽薄膜種子層功能之結構下，研製多晶矽薄膜磊晶製程，藉此可獲得每分鐘大於 0.5 微米之高成長

多晶矽薄膜磊晶速率，及大於10微米尺寸大小之矽晶粒；並且，由於多晶矽材料有較高之電子電洞移動率（Mobility）、較遠之電子電洞擴散距離（Diffusion Length）、及較長之電子電洞重合時間（Recombination），進而可使本發明之多晶矽薄膜太陽電池元件不僅具有高磊晶成長率、高結晶品質、高光電轉換效率、及良好之照光穩定性之同時，亦能有效降低設備建立之成本及簡化製程。

綜上所述，本發明係一種多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，可有效改善習用之種種缺點，利用含有鈦基金屬化合物薄膜之三氧化二鋁陶瓷基板，搭配高溫製程與常壓式化學氣相沉積設備方法，因此，在具有高磊晶成長率、高結晶品質、高光電轉換效率、及良好之照光穩定性之同時，亦能有效降低設備建立之成本及簡化製程，進而使本發明之產生能更進步、更實用、更符合使用者之所須，確已符合發明專利申請之要件，爰依法提出專利申請。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍；故，凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

第１圖，係本發明之製作流程示意圖。

第２圖，係本發明之鈦基金屬化合物薄膜披覆示意圖。

第３圖，係本發明之磊晶 p+-型多晶矽薄膜背面電場層示意圖。

第４圖，係本發明之磊晶 p--型多晶矽薄膜光吸收層示意圖。

第５圖，係習用之基板示意圖。

第６圖，係習用之鋁金屬薄膜被覆示意圖。

第７圖，係習用之沉積非晶矽薄膜示意圖。

第８圖，係習用之種子層示意圖。

第９圖，係習用之多晶矽薄膜示意圖。

【主要元件符號說明】

（本發明部分）

步驟１１～１３

三氧化二鋁陶瓷基板上２１

鈦基金屬化合物薄膜２２

p+-型多晶矽薄膜背面電場層２３

p--型多晶矽薄膜光吸收層２４

矽晶粒２４１

（習用部分）

基板３１

鋁金屬薄膜３２

非晶矽薄膜３３

種子層３４

多晶矽薄膜３５

五、中文發明摘要：

一種多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，係以高溫製程與常壓式化學氣相沉積設備方法（Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition, APCVD），搭配一含有鈦基金屬化合物薄膜之三氧化二鋁陶瓷基板，研製之多晶矽薄膜磊晶製程。可獲得每分鐘大於 0.5 微米之高成長多晶矽薄膜磊晶速率，及大於 10 微米尺寸大小之矽晶粒；並且，由於多晶矽材料有較高之電子電洞移動率（Mobility）、較遠之電子電洞擴散距離（Diffusion Length）、及較長之電子電洞重合時間（Recombination），進而可使本發明之多晶矽薄膜太陽電池元件不僅具有高磊晶成長率、高結晶品質、高光電轉換效率、及良好之照光穩定性之同時，亦能有效降低設備建立之成本及簡化製程。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1．一種多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其至少包括下列步驟：

（A）選擇一三氧化二鋁陶瓷基板，並在該三氧化二鋁陶瓷基板上披覆一層鈦基金屬化合物薄膜；

（B）在一高溫條件下，利用一常壓式化學氣相沉積設備方法（Atmospheric Pressure Chemical Vapor Deposition, APCVD），將一二氯矽甲烷（Dichlorosilane, SiH_2Cl_2）及一乙硼烷（Diborane, B_2H_6）於該鈦基金屬化合物薄膜上，磊晶一層 p+-型多晶矽薄膜背面電場層（Back Surface Field, BSF）；以及

（C）繼續步驟（B）之製程，並將高溫再提昇，以該 p+-型多晶矽薄膜背面電場層為成核層，進行磊晶以形成一 p--型多晶矽薄膜光吸收層。

2．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該鈦基金屬化合物薄膜係可以二矽化鈦（$TiSi_2$）、氮化鈦（TiN）、碳化鈦（TiC）、二硼化鈦（TiB_2）或碳氮化鈦（TiCxNy）等金屬化合物為薄膜材料。

3．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該三氧化二鋁陶瓷基板之厚度係為0.1毫米（mm）至1.0毫米。

4．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該鈦基金屬化合物薄膜之厚度係為1000埃（Å）至5000埃。

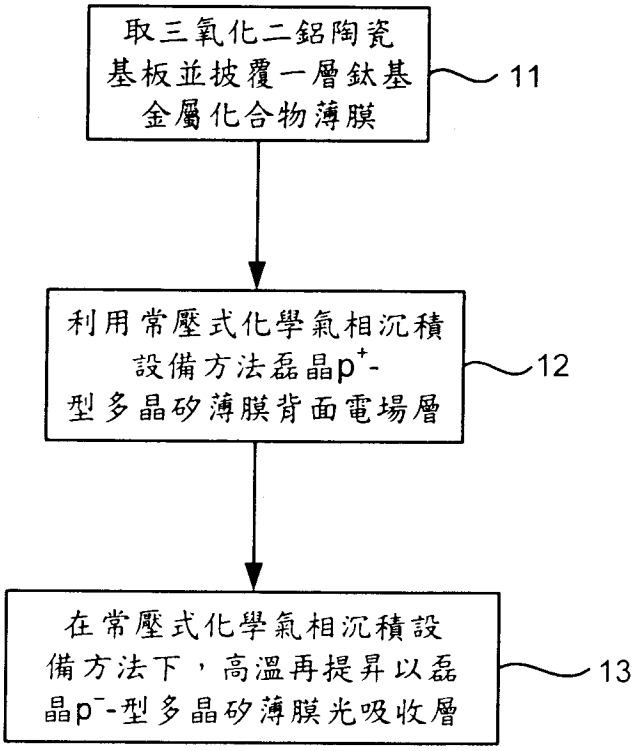
5．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該鈦基金屬化合物薄膜係作為背電極（Back Contact），並具有多晶矽薄膜種子層功能。

6．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該高溫條件係為900°C至1000°C。

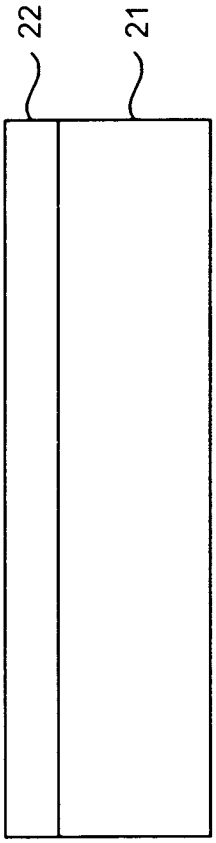
7．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該 p--型多晶矽薄膜光吸收層之磊晶速率係大於0.5微米/分鐘（μm/min）。

8．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該 p--型多晶矽薄膜光吸收層之厚度係為1微米至15微米。

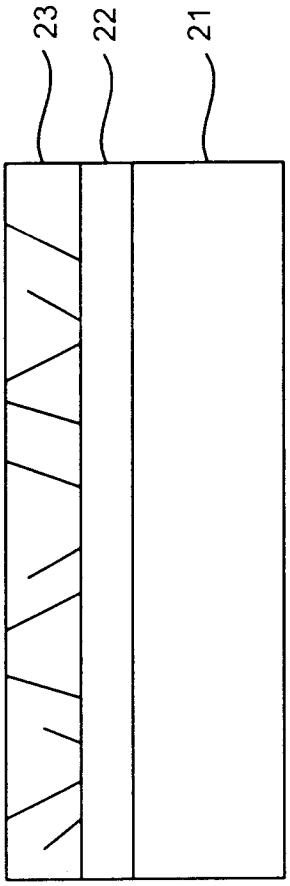
9．依申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜太陽電池元件之多晶矽薄膜磊晶製備方法，其中，該 p--型多晶矽薄膜光吸收層之矽晶粒尺寸係大於10微米。


取三氧化二鋁陶瓷基板並披覆一層鈦基金屬化合物薄膜
11
利用常壓式化學氣相沉積設備方法磊晶p^+-型多晶矽薄膜背面電場層
12
在常壓式化學氣相沉積設備方法下，高溫再提昇以磊晶p^--型多晶矽薄膜光吸收層
13

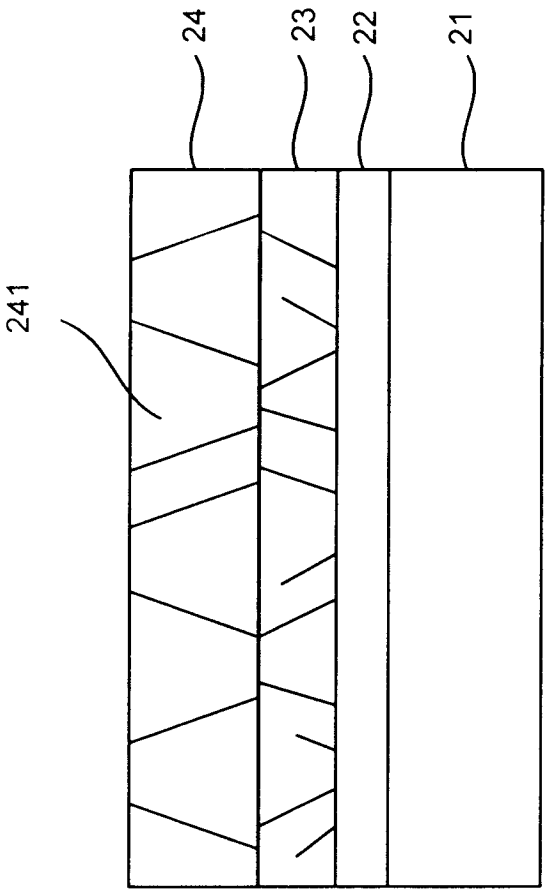
第1圖



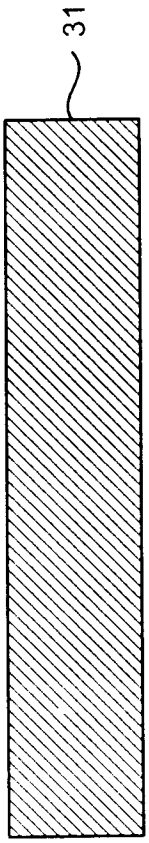
第2圖



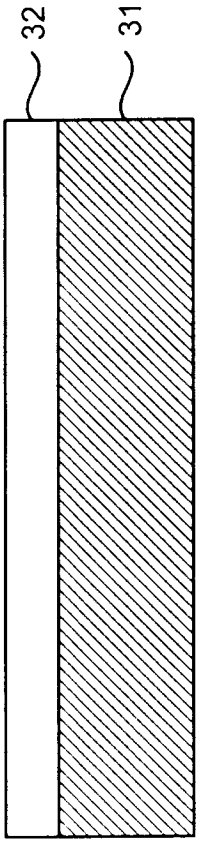
第3圖



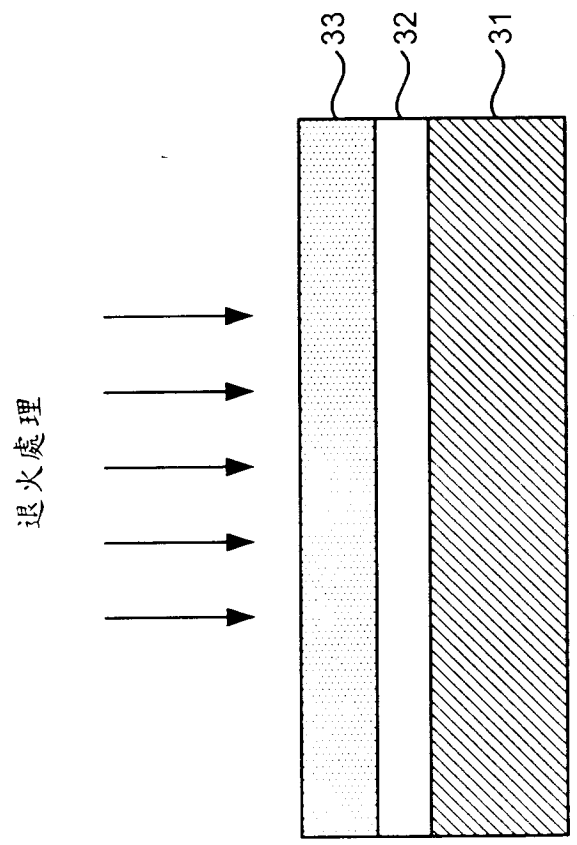
第4圖



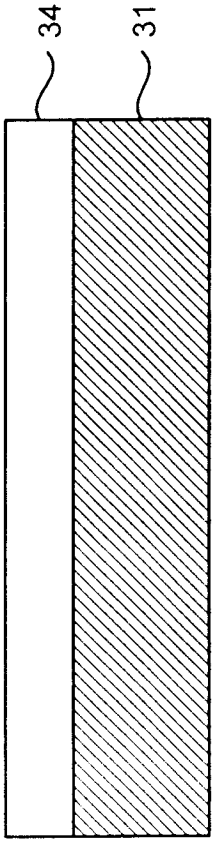
第5圖
（習用）



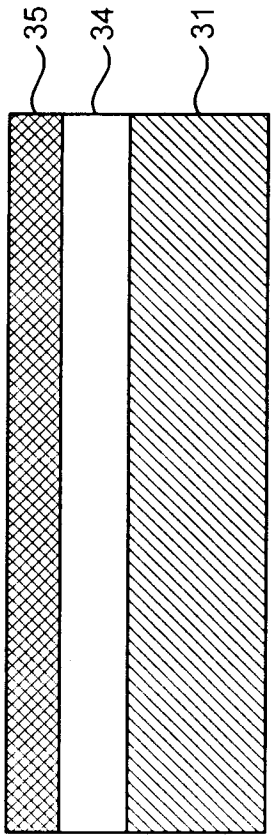
第6圖
（習用）



第7圖
（習用）



第8圖
（習用）



第9圖
（習用）

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:

步驟１１～１３

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：