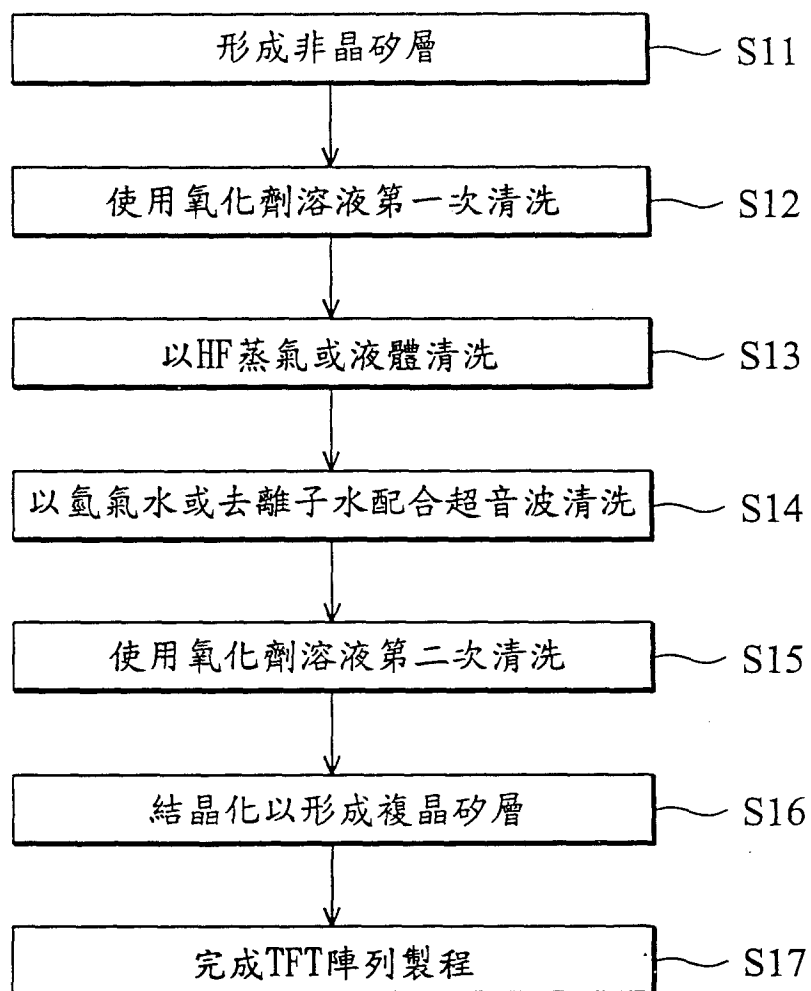
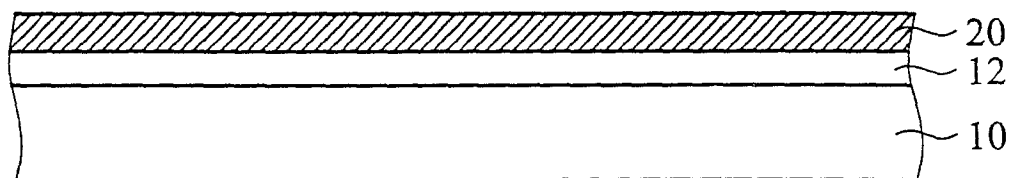
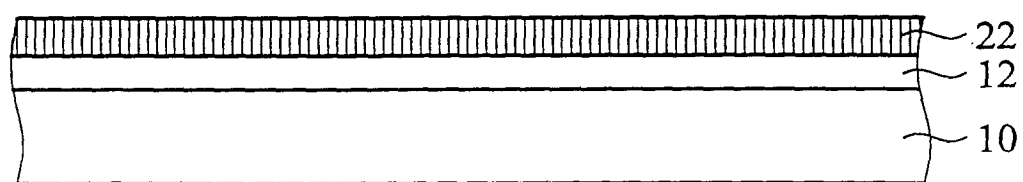




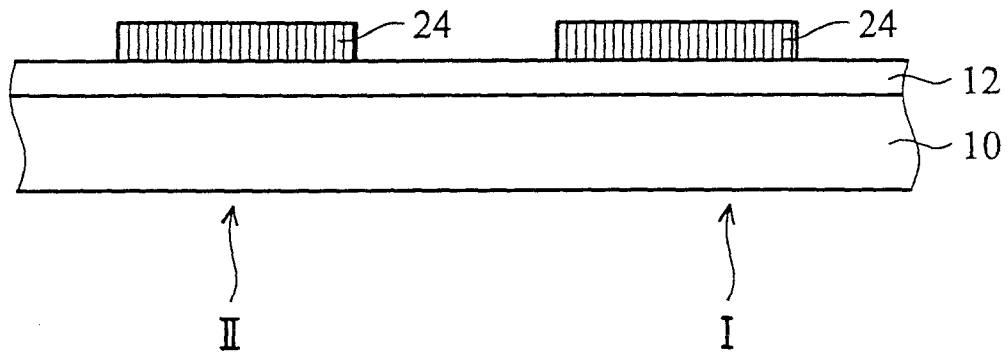
第 1 圖



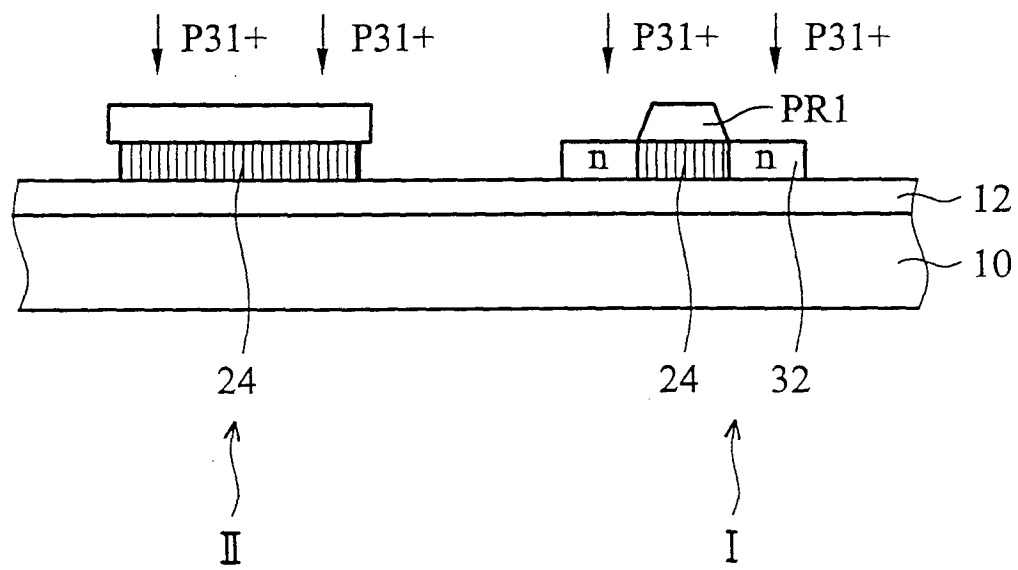
第 2a 圖



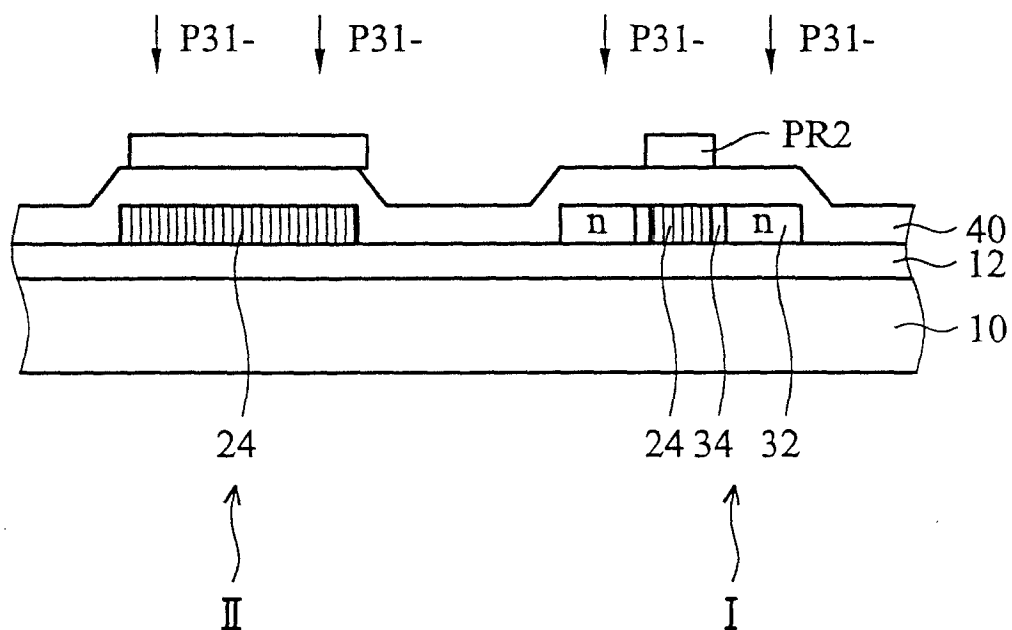
第 2b 圖



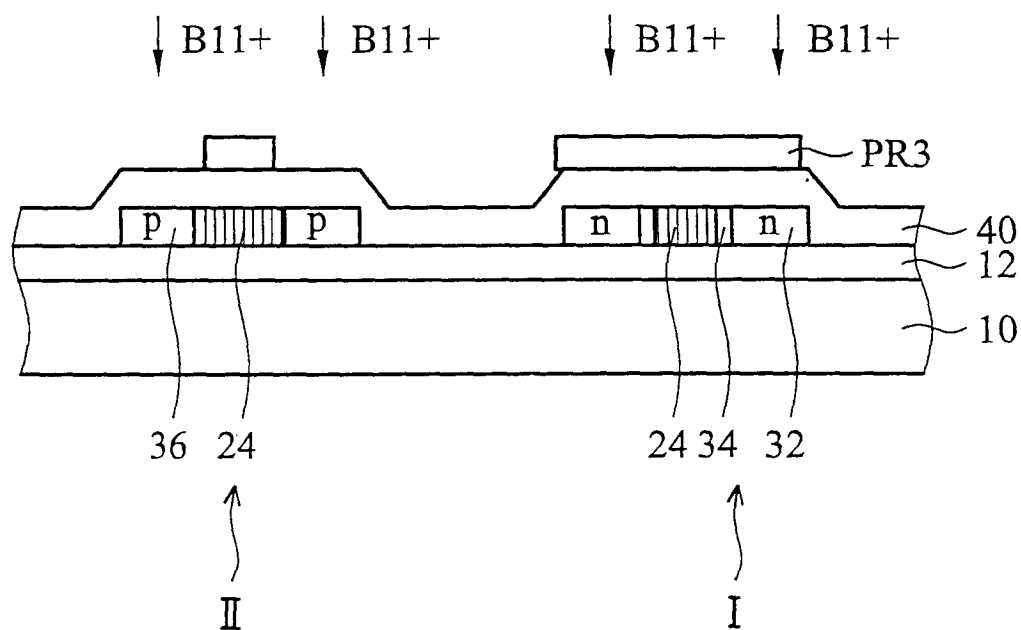
第2c 圖



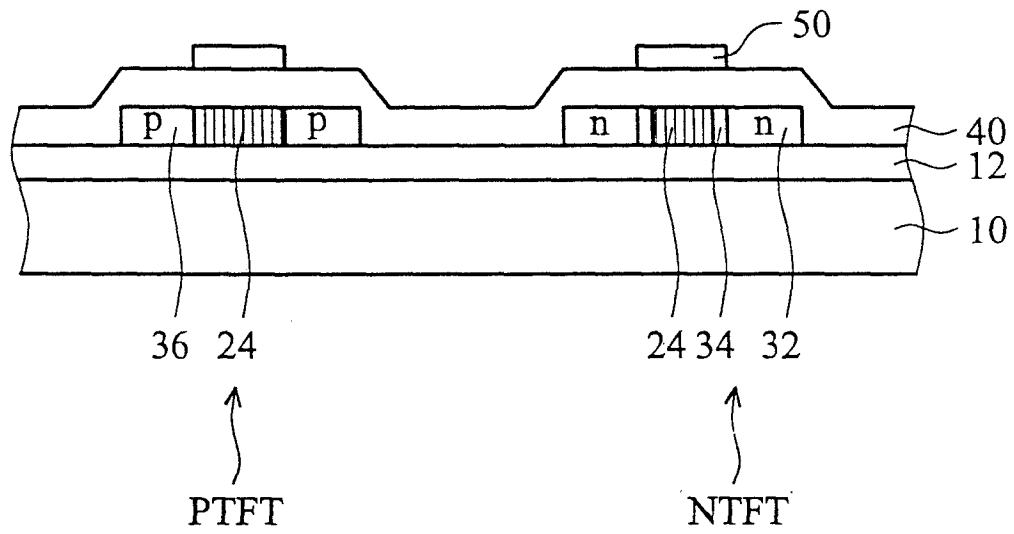
第2d 圖



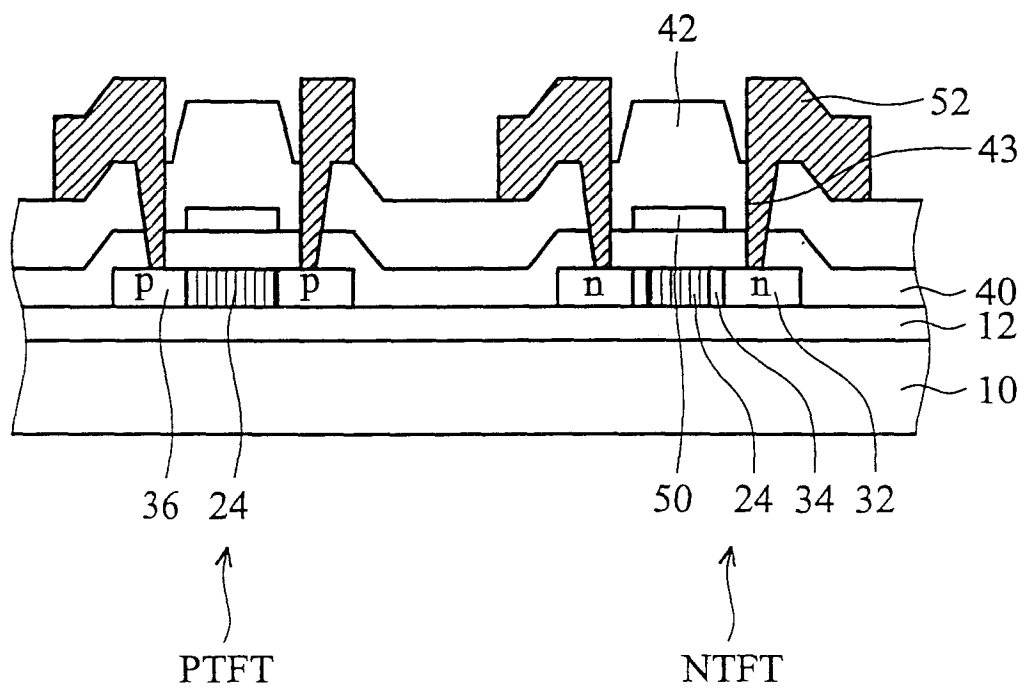
第 2e 圖



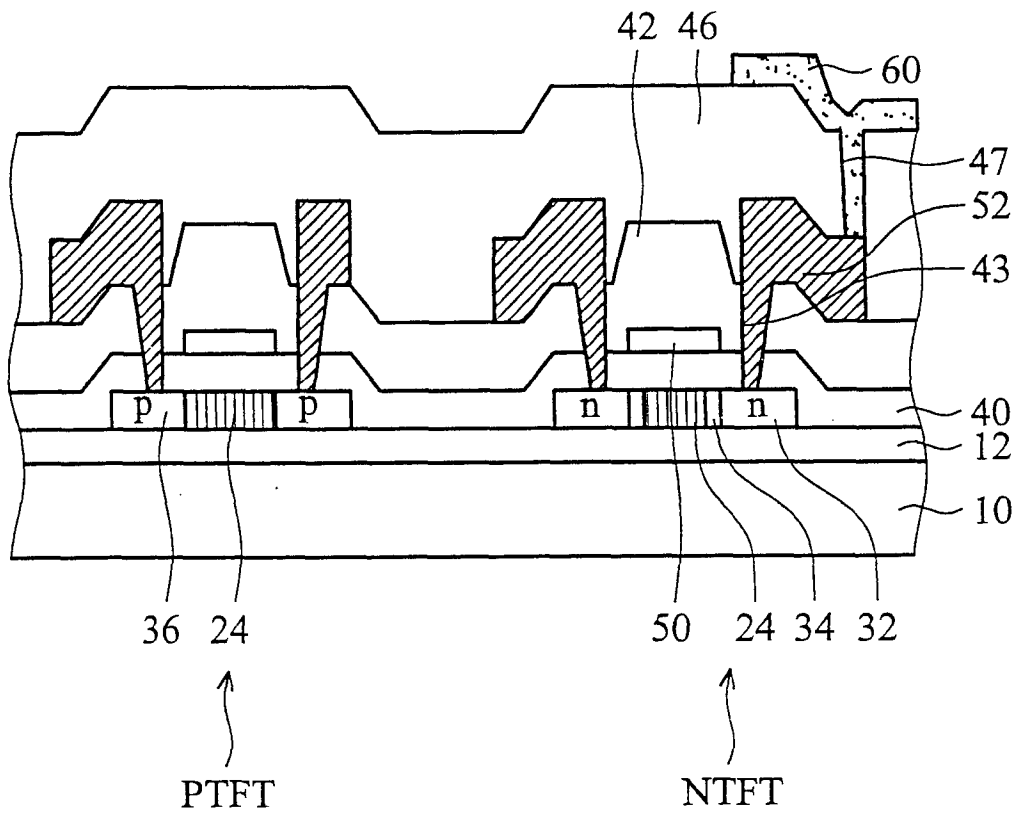
第 2f 圖



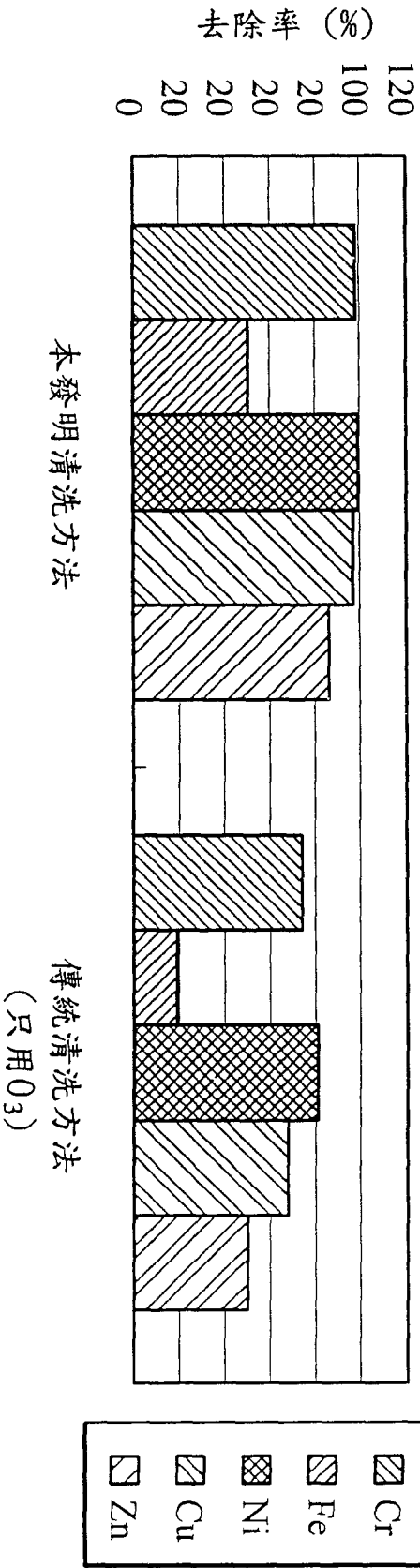
第2g圖



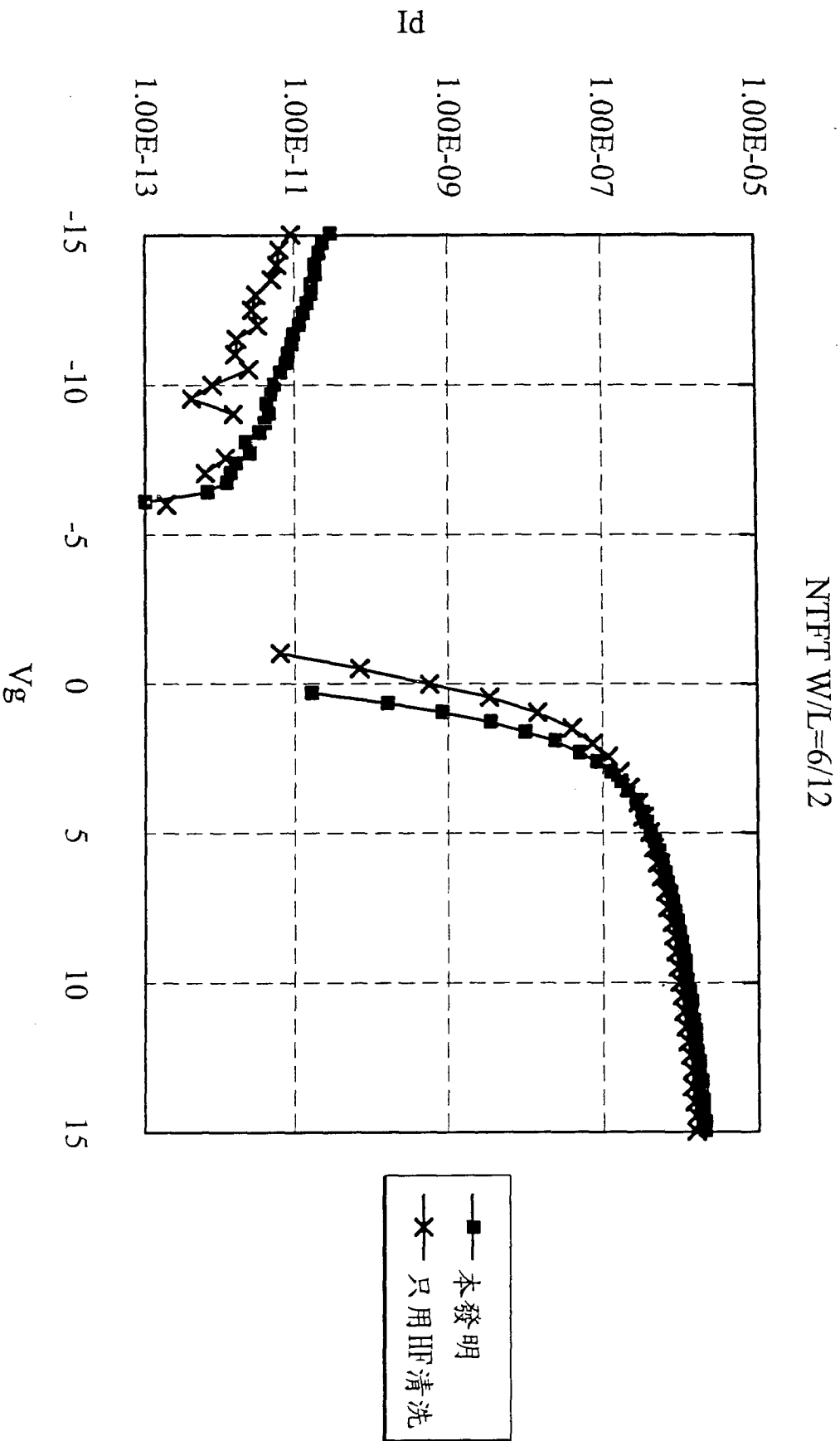
第2h圖



第 2i 圖



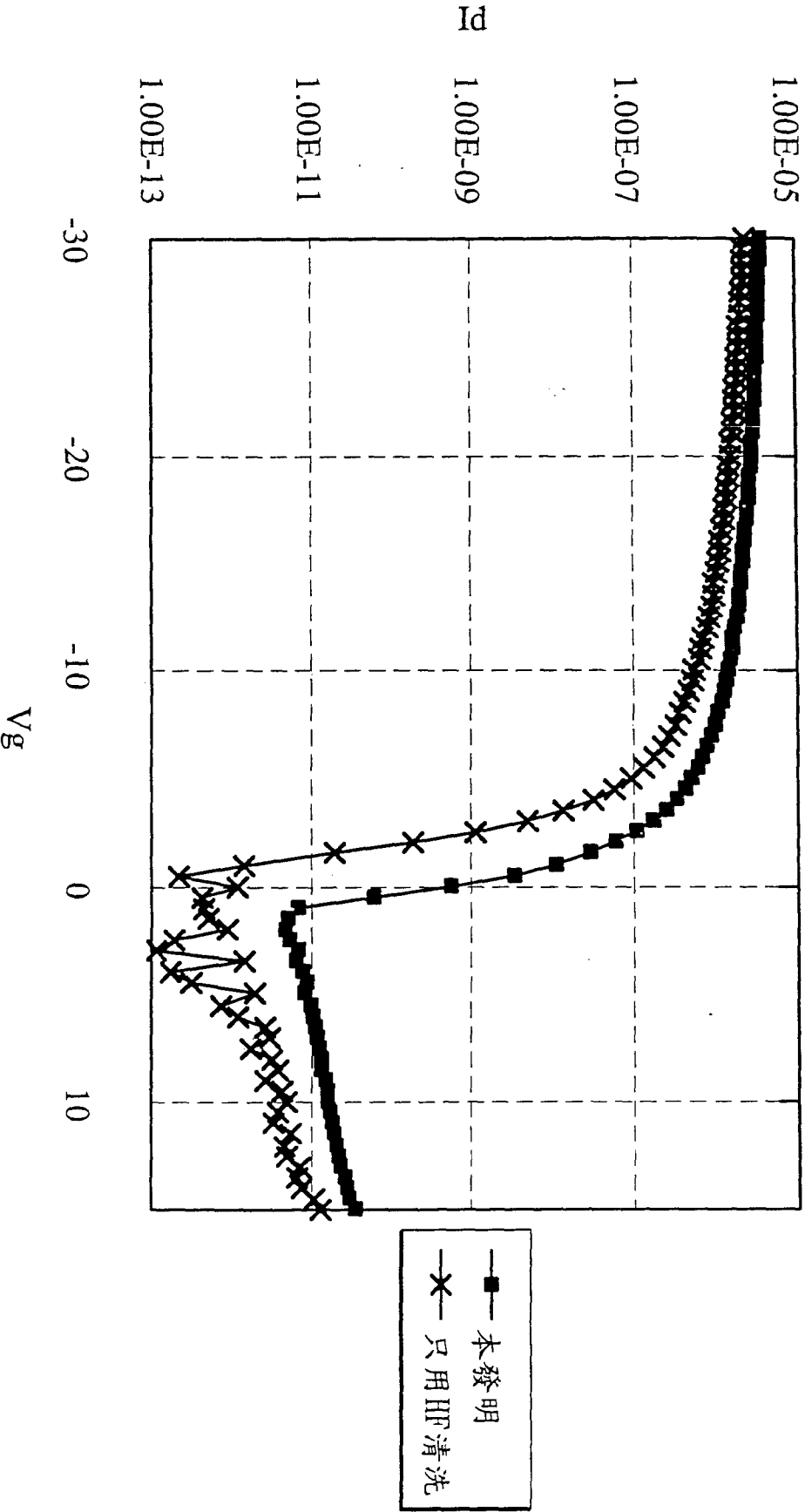
第 3 圖



第4a圖



PTFT W/L=6/12



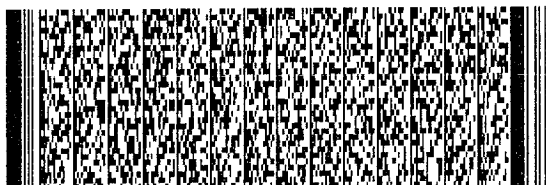
第4b圖

|                |                    |     |
|----------------|--------------------|-----|
| 申請日期: 96.12.31 | IPC分類: H01L 29/186 | 公告本 |
| 申請案號: 91138123 |                    |     |

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

|                    |                       |                                               |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| 一、<br>發明名稱         | 中 文                   | 清洗矽之表面的方法以及使用此清洗方法製造薄膜電晶體的方法                  |
|                    | 英 文                   |                                               |
| 二、<br>發明人<br>(共2人) | 姓 名<br>(中文)           | 1. 彭佳添<br>2. 孫銘偉                              |
|                    | 姓 名<br>(英文)           | 1. Chia-Tien Peng<br>2. Ming-Wei Sun          |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW                         |
|                    | 住居所<br>(中 文)          | 1. 新竹縣竹北市白地街239巷9弄10號<br>2. 高雄市左營區崇德路342號9樓之3 |
|                    | 住居所<br>(英 文)          | 1.<br>2.                                      |
| 三、<br>申請人<br>(共1人) | 名稱或<br>姓 名<br>(中文)    | 1. 友達光電股份有限公司                                 |
|                    | 名稱或<br>姓 名<br>(英文)    | 1.                                            |
|                    | 國 籍<br>(中英文)          | 1. 中華民國 ROC                                   |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(中 文) | 1. 新竹科學工業園區新竹市力行二路一號 (本地址與前向貴局申請者相同)          |
|                    | 住居所<br>(營業所)<br>(英 文) | 1.                                            |
|                    | 代表人<br>(中文)           | 1. 李焜耀                                        |
|                    | 代表人<br>(英文)           | 1.                                            |



## 一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得, 不須寄存。

## 五、發明說明 (1)

## 發明所屬之技術領域

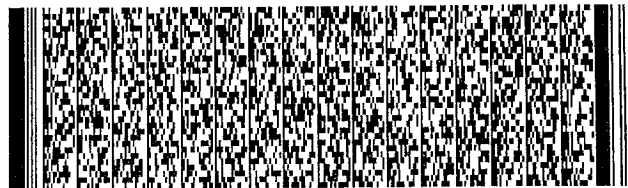
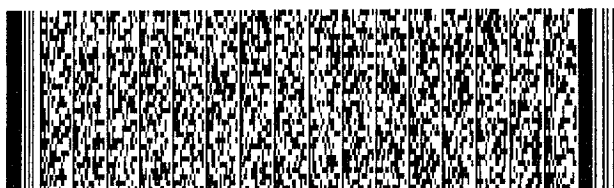
本發明有關於一種清洗矽之表面的方法，特別有關於在薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)之TFT製程中，清洗矽之表面的方法。

## 先前技術

在製造半導體IC和製造薄膜電晶體-液晶顯示器陣列(TFT-LCD array)製程中，矽材料的清洗效果對於最終IC元件和TFT陣列的品質有重要的影響。

在半導體IC製造中，Caros ( $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ )，SC1 (standard clean 1;  $\text{NH}_4\text{OH}/\text{H}_2\text{O}_2$ )，和SC2 (standard clean 2;  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}_2$ )被廣泛使用於矽晶圓的清洗。這種方式雖然有很好的清洗效果，但缺點為需使用大量化學品，產生環保問題，需額外的處理費用。此外，臭氧和HF也被用來清洗矽晶圓。例如，U.S. Patent Application Publication No. 2001/0017143 A1中，使用臭氧水(ozone water)和HF來清洗半導體矽晶圓。U.S. Patent No. 6,240,933中，使用臭氧水清洗半導體矽晶圓，再以蒸氣除去氧化物。U.S. Patent No. 6,348,157中提到對於半導體的清洗，係依序使用臭氧水、HF(配合超音波震盪)、去離子水、HF、和去離子水。

在非晶矽TFT-LCD(amorphous silicon TFT-LCD)製程中，非晶矽的清洗是使用CJ (cavitation-jet; 氣穴噴出)、刷子、臭氧水(ozone water)、或紫外線臭氧(UV ozone)等方式。CJ或刷子清洗對於粒徑小於 $1\ \mu\text{m}$ 顆粒的去除效率較差，臭氧水的濃度若太低( $<10\ \text{ppm}$ )，清洗效



## 五、發明說明 (2)

果也不好，UV ozone對於有機物有很好的去除率，但對於金屬污染物的去除效果則不佳。

由於複晶矽TFT比起非晶矽TFT有較高的電子遷移率、較快的反應時間、較高的解析度，因此，目前複晶矽TFT已普遍應用在LCD中以驅動LCD。複晶矽TFT的製作方法一般採用低溫複晶矽製法(LTPS; low temperature polysilicon)，亦即，先形成非晶矽，再利用雷射退火(laser annealing)將非晶矽結晶而形成複晶矽。

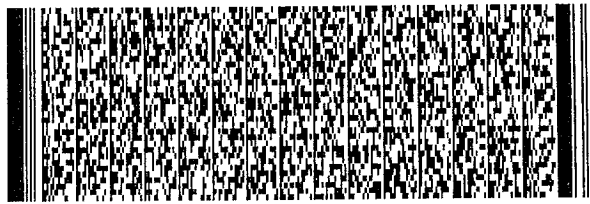
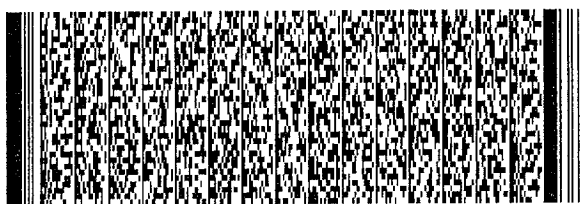
因此，有必要發展出一種有效的清洗方法，以清洗半導體IC的矽晶圓，以及TFT-LCD的非晶矽或複晶矽。

## 發明內容

有鑑於此，本發明之目的為解決上述問題而提供一種清洗矽之表面的方法。本發明之清洗方法適用所有矽材料，包括單晶矽晶圓，非晶矽，或複晶矽。本發明之清洗方法有良好的清洗效果，藉由本發明之清洗方法，所得到的TFT具有較高的電子遷移率。

為達成本發明之目的，本發明清洗矽之表面的方法包括以下步驟。首先，使用氧化劑溶液第一次清洗矽表面。接著，以HF蒸氣或液體清洗矽表面，以氫氣水或去離子水配合超音波(megasonic)清洗矽表面。最後，再使用氧化劑溶液第二次清洗矽表面。

依據本發明之一具體實施例，本發明之清洗方法可應用TFT製程中矽材料的清洗，包括以下步驟：在一基板上形成一非晶矽層作為主動層；對於非晶矽層之表面進行清洗；以及形成一閘極介電層、閘極、源極、和汲極。本發



## 五、發明說明 (3)

明之特徵在於對非晶矽層之表面的清洗，其包括以下步驟。首先，使用氧化劑溶液第一次清洗該非晶矽層表面。接著，以HF蒸氣或液體清洗非晶矽層表面，以氫氣水或去離子水配合超音波清洗非晶矽層表面。最後，再使用氧化劑溶液第二次清洗非晶矽層表面。

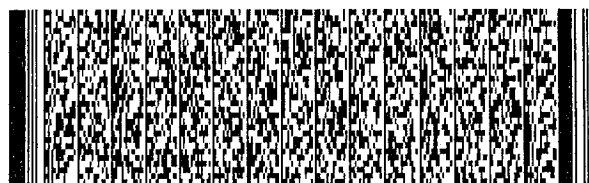
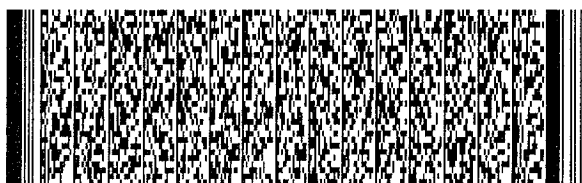
## 實施方式

本發明提供一種清洗矽之表面的方法，包括以下步驟。首先，使用氧化劑溶液第一次清洗矽表面。接著，以HF蒸氣或液體清洗矽表面，以氫氣水或去離子水配合超音波(megasonic)清洗矽表面。最後，使用氧化劑溶液第二次清洗矽表面。

本發明之清洗方法適用於各種矽材料，包括單晶矽晶圓，非晶矽，或複晶矽。例如，本發明適用於半導體IC製程中單晶矽晶圓、非晶矽、和複晶矽之清洗，TFT-LCD製程中非晶矽或複晶矽之清洗。

第1圖顯示依據本發明較佳實施例製造複晶矽TFT製程中，對於非晶矽層之清洗方法的流程圖。第2a至2i圖顯示依據本發明較佳實施例製造上閘極式(top-gate)複晶矽TFT的製程剖面圖。

首先，請同時參照第1圖和第2a圖，進行步驟S11，在一基板10上依序形成一緩衝絕緣層12和一非晶矽層20。基板10可為透明基板，例如玻璃或塑膠。緩衝絕緣層12可為氮化矽或氧化矽，或者，可包括兩層：氮化矽層和氧化矽層之組合。非晶矽層可使用矽甲烷(silane;  $\text{SiH}_4$ )為反應氣體，以電漿輔助化學氣相沈積法(PECVD; plasma-



## 五、發明說明 (4)

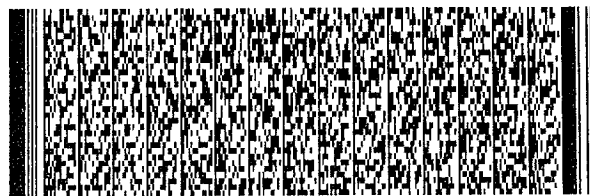
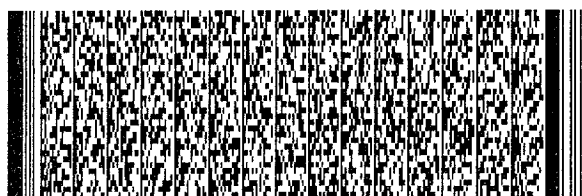
enhanced chemical vapor deposition) 或低壓化學氣相沈積法(LPCVD; low pressure chemical vapor deposition) 而形成。非晶矽層20形成之後，進行去氫化(dehydration)。

接著，進行本發明之清洗步驟，亦即，進行步驟S12至S15。以下分別敘述清洗步驟。首先，進行步驟S12，使用氧化劑溶液第一次清洗非晶矽層之表面。以氧化劑溶液進行清洗，可使得非晶矽層之表面被氧化，而產生自然氧化物(native oxide)，如此，有機污染物和金屬離子污染物會被包覆(trap)在氧化物中。此氧化劑溶液可為含臭氧之水溶液，或可為雙氧水。當使用含臭氧之水溶液時，臭氧之濃度可為15至30 ppm。氧化劑溶液中可更加入HCl，濃度可為15至30 ppm，以使去除金屬的效率更高。

接著，進行步驟S13，以HF蒸氣或液體清洗非晶矽層表面。HF蒸氣或液體之濃度可為0.5至2重量%。使用HF清洗可除去非晶矽層表面的自然氧化物，因此，使得包覆在氧化物中的有機污染物和金屬離子污染物隨之除去。

接著，進行步驟S14，以氫氣水或去離子水配合超音波清洗非晶矽層，可將顆粒(particles)震掉。上述氫氣水或去離子水可更包括一鹼性成份，例如氨水(NH<sub>4</sub>OH)，以增加顆粒的去除效率。

接著，進行步驟S15，使用氧化劑溶液進行第二次清洗。此氧化劑溶液的配方可和第一次使用氧化劑溶液清洗所使用的配方相同或不同。第二次使用氧化劑溶液的目的是，使非晶矽表面的未鍵結鍵(dangling bond)鈍化



## 五、發明說明 (5)

(passivation)。

在上述所進行之清洗步驟S12至S15中，所使用的各種清洗劑，包括氧化劑溶液、HF液體、氫氣水、去離子水等，都可採用噴在矽材料上或將矽材料浸泡在清洗劑中的方式來進行。

接著，請同時參照第1圖和第2b圖，進行步驟S16，使非晶矽層20進行結晶化，例如使用準分子雷射退火(ELA; excimer laser annealing)方式進行結晶化，而形成複晶矽層22。

最後，進行步驟S17，進行其餘的TFT陣列製程，以完成TFT陣列製程，最後得到複晶矽TFT陣列。

以下參照第2c至第2i圖，說明其餘的TFT陣列製程。請參照第2c圖，以微影法和蝕刻法，將複晶矽層22圖案化，而得到分為第I區和第II區的複晶矽層24。

接著，參照第2d圖，形成光阻圖案PR1，使用光阻圖案PR1為罩幕，以磷對於複晶矽層24進行重摻雜，而在第I區形成n型源/汲極區32。接著，參照第2e圖，除去光阻圖案PR1，形成一閘極介電層40，再形成光阻圖案PR2。使用光阻圖案PR2為罩幕，以磷對於複晶矽層24進行輕摻雜，而在第I區n型源/汲極區32的內側形成輕摻雜汲極區(LDD; lightly-doped drain)34。

接著，參照第2f圖，除去光阻圖案PR2，形成光阻圖案PR3。使用光阻圖案PR3為罩幕，以硼對於複晶矽層24進行重摻雜，而在第II區形成p型源/汲極區36。

接著，參照第2g圖，除去光阻圖案PR3，在閘極介電





## 五、發明說明 (6)

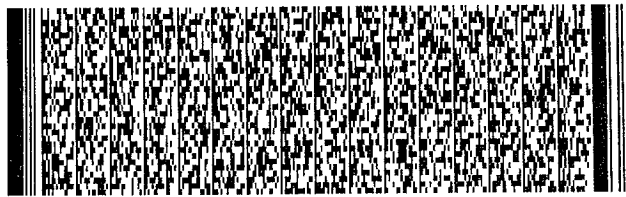
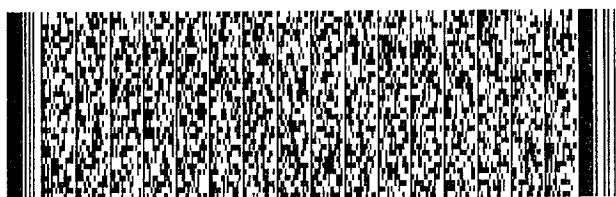
層40上形成一金屬層(未顯示)，再對於金屬層進行微影和蝕刻，而在複晶矽層24的對應位置上，形成一閘極層50。至此，第I區形成NTFT，第II區形成PTFT。

接著，參照第2h圖，形成一層間介電層(interlayer dielectric)42，再於層間介電層42內形成達到源/汲極區32和36的第一開口43。接著，將金屬填入第一開口43內，而形成源/汲極電極52。

接著，參照第2i圖，形成一鈍化層(passivation layer)46，再於鈍化層46內形成達到NTFT之汲極電極52的一第二開口47。接著，將畫素電極60，例如ITO(indium-tin oxide；氧化銦錫)填入第二開口47內，至此完成TFT陣列製程，得到第2i圖所示之TFT陣列。此TFT陣列可與一前透明基板(如彩色濾光片基板)和液晶組合在一起，而構成TFT-LCD面板。

以下測試本發明清洗方法(使用 $O_3$ 和HF)和傳統上只使用臭氧( $O_3$ )之清洗方法，對於矽晶圓上各種金屬去除率的比較。將矽晶圓浸泡在20 ppm的各種金屬離子溶液中，烘乾，使得金屬離子的濃度約為 $10^{13}$  atom/cm<sup>2</sup>。將表面有金屬離子之矽晶圓分別進行本發明之清洗方法和傳統清洗方法後，再測金屬離子濃度，得到各種金屬的去除率，結果如第3圖所示。由第3圖可見，使用本發明之清洗方法，對於各種金屬的去除率都比使用傳統方法為好。

上述所得第2i圖之TFT包括NTFT和PTFT。依據類似的方法，以傳統清洗方法(只用HF清洗)製作出NTFT和PTFT。表1和表2分別為本發明清洗方法和傳統清洗方法所製得



## 五、發明說明 (7)

NTFT 和 PTFT 之電性數據，第4a 和4b 圖則分別顯示本發明清洗方法和傳統清洗方法所製得NTFT 和PTFT 之 $I_d-V_g$  圖。

表1 NTFT 之電性數據

|                          | 傳統清洗方法<br>(只用 HF 清洗) | 本發明清洗方法 |
|--------------------------|----------------------|---------|
| $V_t(V)$                 | 1.8                  | 2.5     |
| $U_{fe}(cm^2/V \cdot s)$ | 65                   | 120     |
| $SS(mV/decade)$          | 0.54                 | 0.44    |

表2 PTFT 之電性數據

|                          | 傳統清洗方法<br>(只用 HF 清洗) | 本發明清洗方法 |
|--------------------------|----------------------|---------|
| $V_t(V)$                 | -5.5                 | -2.27   |
| $U_{fe}(cm^2/V \cdot s)$ | 55                   | 96      |
| $SS(mV/decade)$          | 0.5                  | 0.4     |

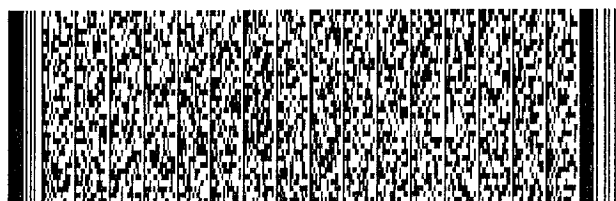
$V_t$ : 臨界電壓(threshold voltage)

$U_{fe}$ : 場效遷移率(field effect mobility)

$SS$ : 次臨界擺幅(subthreshold swing)

由表1、表2、第4a 圖、和第4b 圖可見，使用本發明之清洗方法所得之TFT 具有良好的電性，且電子遷移率較高。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限制本發明，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可做更動與潤飾，因此本發明之保護範圍



## 五、發明說明 (8)

當以後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

第1圖顯示依據本發明較佳實施例製造複晶矽TFT製程中，對於非晶矽層之清洗方法的流程圖。

第2a至2i圖顯示依據本發明較佳實施例製造上閘極式(top-gate)複晶矽TFT陣列的製程剖面圖。

第3圖顯示使用本發明清洗方法和傳統清洗方法對於矽晶圓上各種金屬離子之去除率的比較。

第4a和4b圖分別顯示使用本發明清洗方法和傳統清洗方法所得NTFT和PTFT之 $I_d-V_g$ 圖。

## 標號之說明

S11、S12、S13、S14、S15、S16、S17~步驟，

10~基板，

12~緩衝絕緣層，

20~非晶矽層，

22、24~複晶矽層，

PR1、PR2、PR3~光阻圖案，

32~n型源/汲極區，

34~輕摻雜汲極區(LDD)，

36~p型源/汲極區，

40~閘極介電層，

42~層間介電層，

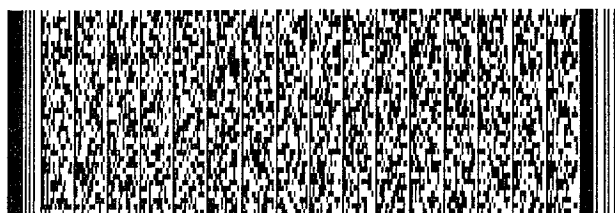
43~第一開口，

46~鈍化層，

47~第二開口，

50~閘極層，

52~源/汲極電極，



圖式簡單說明

60 ~ 畫素電極。



四、中文發明摘要 (發明名稱：清洗矽之表面的方法以及使用此清洗方法製造薄膜電晶體的方法)

本發明提供一種清洗矽之表面的方法，其包括以下步驟。首先，使用氧化劑溶液第一次清洗矽表面。接著，以HF蒸氣或液體清洗矽表面，以氫氣水或去離子水配合超音波(megasonic)清洗矽表面。最後，使用氧化劑溶液第二次清洗矽表面。本發明之清洗方法可應用於薄膜電晶體(TFT)之製作，所得之TFT具有較高的電子遷移率。

五、(一)、本案代表圖為：第1圖。

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

S11、S12、S13、S14、S15、S16、S17~步驟。

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



## 六、申請專利範圍

1. 一種清洗矽之表面的方法，其包括：

使用含有一酸性成份之氧化劑溶液第一次清洗矽表面；

以HF蒸氣或液體清洗矽表面；

以含有一鹼性成份之氫氣水或去離子水配合超音波(megasonic)清洗矽表面；以及

使用氧化劑溶液第二次清洗矽表面。

2. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該矽包括單晶矽晶圓，非晶矽，或複晶矽。

3. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該矽為非晶矽。

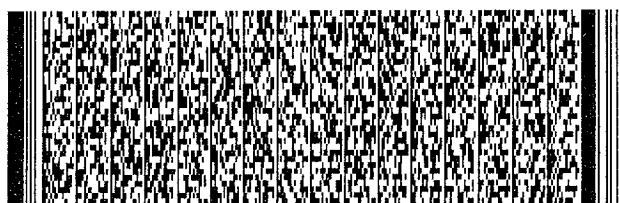
4. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該矽為複晶矽。

5. 如申請專利範圍第3項所述之清洗矽之表面的方法，其中該非晶矽作為一薄膜電晶體之主動層。

6. 如申請專利範圍第3項所述之清洗矽之表面的方法，其中該非晶矽在使用氧化劑溶液進行第二次清洗之後，更包括以下步驟：使該非晶矽結晶化，形成複晶矽作為主動層。

7. 如申請專利範圍第5項所述之清洗矽之表面的方法，其中該薄膜電晶體尚包括閘極介電層、閘極、源極區以及汲極區。

8. 如申請專利範圍第5項所述之清洗矽之表面的方法，其中該薄膜電晶體為上閘極式(top-gate)。



## 六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第5項所述之清洗矽之表面的方法，其中該薄膜電晶體為下閘極式(bottom-gate)。

10. 如申請專利範圍第5項所述之清洗矽之表面的方法，其可應用於製作薄膜電晶體液晶顯示器。

11. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該氧化劑溶液為含臭氧之水溶液。

12. 如申請專利範圍第11項所述之清洗矽之表面的方法，其中該含臭氧之水溶液的濃度為15至30 ppm。

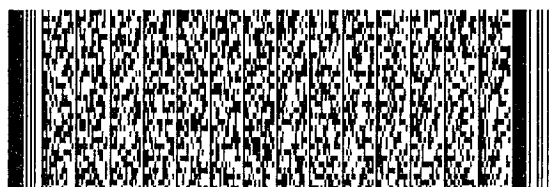
13. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該氧化劑溶液為雙氧水。

14. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該氧化劑溶液所包含之酸性成分係包括HCl。

15. 如申請專利範圍第14項所述之清洗矽之表面的方法，其中該氧化劑溶液所包含之酸性成分係包括15至30 ppm的HCl。

16. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該HF蒸氣或液體之濃度為0.5至2重量%。

17. 如申請專利範圍第1項所述之清洗矽之表面的方法，其中該鹼性成份為氨水(NH<sub>4</sub>OH)。





四、中文發明摘要 (發明名稱：清洗矽之表面的方法以及使用此清洗方法製造薄膜電晶體的方法)

本發明提供一種清洗矽之表面的方法，其包括以下步驟。首先，使用氧化劑溶液第一次清洗矽表面。接著，以HF蒸氣或液體清洗矽表面，以氫氣水或去離子水配合超音波(megasonic)清洗矽表面。最後，使用氧化劑溶液第二次清洗矽表面。本發明之清洗方法可應用於薄膜電晶體(TFT)之製作，所得之TFT具有較高的電子遷移率。

五、(一)、本案代表圖為：第1圖。

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

S11、S12、S13、S14、S15、S16、S17~步驟。

六、英文發明摘要 (發明名稱：)

