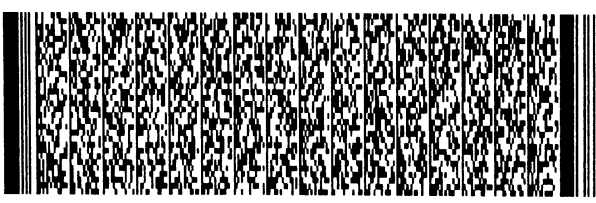


公告本

申請日期: 91.12.24	IPC分類	H01L 21/324	587295
申請案號: 1131219			

(以上各欄由本局填註) **發明專利說明書**

一、發明名稱	中文	一種雷射再結晶的方法
	英文	METHOD OF LASER CRYSTALLIZATION
二、發明人 (共1人)	姓名 (中文)	1. 張茂益
	姓名 (英文)	1. Chang, Mao-Yi
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 台北市大安區師大路一0五巷二號
	住居所 (英文)	1. No. 2, Lane 105, Shih-Ta Rd., Ta-An, Taipei City, Taiwan, R.O.C.
三、申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 友達光電股份有限公司
	名稱或姓名 (英文)	1. AU Optronics Corp.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹市新竹科學工業園區力行二路一號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No.1, Li-Hsin Road 2, Science-Based Industrial Park, Hsin-Chu City, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 李焜耀
	代表人 (英文)	1. Lee, Kuen-Yao



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。

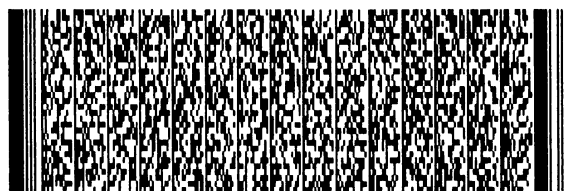
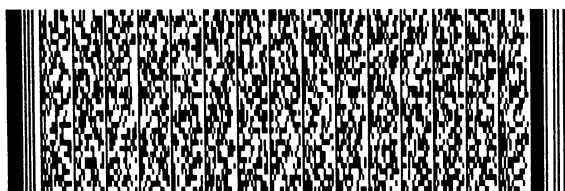
五、發明說明 (1)

發明所屬之技術領域

本發明係提供一種雷射再結晶 (laser crystallization, LC) 的方法，尤指一種可以增大製程範疇 (process window) 之兩階段 (two steps) 之雷射再結晶的方法。

先前技術

在現今平面顯示器的產品中，液晶顯示器 (liquid crystal display, LCD) 可謂其中最為熱門的一項技術，舉凡日常生活中常見的手機、數位相機、攝影機、筆記型電腦以至於監視器均是利用此項技術所製造的商品。隨著人們對於顯示器視覺感受要求的提高，加上新技術應用領域不斷的擴展，更高畫質、高解析度、高亮度且具低價位的平面顯示器便成為未來顯示技術發展的趨勢，也造就了新的顯示技術發展的原動力。而平面顯示器中的低溫複晶矽薄膜電晶體 (low temperature polysilicon thin film transistor, LTPS TFT) 液晶顯示器 (LCD) 除了具有符合主動式驅動 (actively drive) 潮流的特性外，其技術也正是一個可以達到上述目標的重要技術突破。尤其是其具有將金屬氧化物半導體以及低溫複晶矽薄膜電晶體整合 (integrated) 於同一製程技術的優點，使系統面板 (system on panel, SOP) 的目標得



五、發明說明 (2)

以被實現，因此成為各家廠商所積極研究發展的對象。

但是在低溫複晶矽薄膜電晶體液晶顯示器的製作過程中，由於一般玻璃基板的耐熱度只能到 600°C 左右，若在高溫下直接製作多晶矽薄膜將會造成玻璃基板的扭曲變形，因此傳統的多晶矽薄膜電晶體液晶顯示器往往必須要使用價格昂貴的石英作為基材，應用範圍因而也只能侷限於小尺寸的液晶面板。目前另一種利用非晶矽薄膜再結晶的低溫多晶矽薄膜製作方法已應運而生並且蔚為主流，其中又以準分子雷射退火 (excimer laser annealing, ELA) 製程格外受到重視。

請參考圖一，圖一為以準分子雷射退火製程製作多晶矽薄膜的方法示意圖。如圖一所示，首先於一玻璃基板 10 上沉積一厚度約為 500 埃 (\AA) 的非晶矽薄膜 12，接著將玻璃基板 10 置入一密閉之反應室 (未顯示) 內，以進行準分子雷射退火製程。其中，沉積非晶矽薄膜 12 的方法有許多種，諸如低壓化學氣相沉積 (LPCVD)、電漿輔助化學氣相沉積 (PECVD) 及濺鍍 (sputtering) 等，而在進行該準分子雷射退火製程時，準分子雷射之雷射脈衝 14 可自反應室 (未顯示) 上方之透明窗口 (未顯示) 照射至玻璃基板 10 表面的非晶矽薄膜 12，並根據一預先設定之製程範圍以一種類似掃描 (scan) 的方式逐步掃過該製程範圍內之所有區域，來對該製程範圍內之非晶矽薄膜 12 進行快

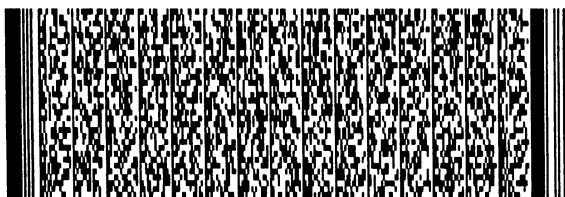


五、發明說明 (3)

速加熱，使其再結晶 (recrystallize) 成一多晶矽薄膜 (polysilicon thin film, 未顯示)。

由於在準分子雷射退火過程中，非晶矽薄膜會經由對雷射深紫外光的吸收而達到快速的熔融與再結晶，而且採用這種短時間脈衝雷射所造成的快速吸收只會對非晶矽薄膜表面造成影響，所以玻璃基板能保持在低溫狀態而不至受到任何影響。一般而言，常用之準分子雷射種類包含有 XeCl 雷射、ArF 雷射、KrF 雷射以及 XeF 雷射等，不同之分子會產生不同之波長，而所輸出之能量密度 (energy density) 則會根據非晶矽薄膜之厚度調整，以一個厚度 500 埃之非晶矽薄膜為例，準分子雷射輸出之能量密度約為 200 至 400 mJ/cm^2 。在完成該準分子雷射退火製程之後，便可進一步進行後續液晶顯示面板之其餘製程，利用該多晶矽薄膜作為液晶顯示器內的通道 (source) 或是源極 / 汲極 (source/drain)，以構成液晶顯示器面板中之驅動電路 (driving circuit) 或是邏輯電路 (logic circuit)。

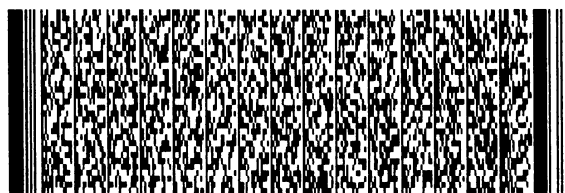
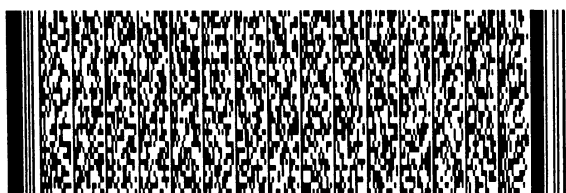
如前所述，由於非晶矽薄膜 12 的品質好壞對後續所形成的多晶矽薄膜特性影響很大，因此非晶矽薄膜沈積製程中的各參數 (parameter) 需要被嚴格控制，以期能形成低氫含量 (hydrogen content)、高膜厚均勻性 (thickness uniformity) 以及低表面粗糙度 (surface



五、發明說明 (4)

roughness)之非晶矽薄膜。另外在非晶矽薄膜 12再結晶成為一多晶矽薄膜的過程中，也有許多的變數(variables)會對再結晶完成後的晶粒大小(grain size)以及分佈(distribution)有直接的影響，而當雷射結晶過程中產生不均勻的現象時，常會產生各式各樣的缺陷(defect)。

請參考圖二，圖二為習知技術中進行雷射再結晶製程之能量密度示意圖。如圖二所示，利用習知技術進行雷射再結晶製程時，所選擇的雷射能量密度 E 係介於近乎完全熔融能量密度 (nearly-completely-melted energy density, E_{NCM}) 以及超級側向成長能量密度 (SLG energy density, E_{SLG}) 之間。由圖二中可以明顯地看到，當雷射能量密度係小於近乎完全熔融能量密度時，由於能量密度不足以供給晶種 (seed) 成長成為大晶粒 (large grain)，故所形成的晶粒較小；當能量密度係大於非晶矽化能量密度 (amorphousization energy density, E_a) 時，雖然非晶矽薄膜 12 可以被完全熔融，但是結晶的方式是以淬冷的方式所達成，所以形成均勻孕核 (homogeneous nucleation) 的現象，也因為均勻孕核的緣故而到處都會產生成核點，晶粒無法有效成長，所以形成的晶粒大小會突然驟減，甚至還會非晶矽化；而當能量密度介於超級側向成長能量密度以及非晶矽化能量密度之間時，雖然仍然可以形成大晶粒，但是小晶粒也

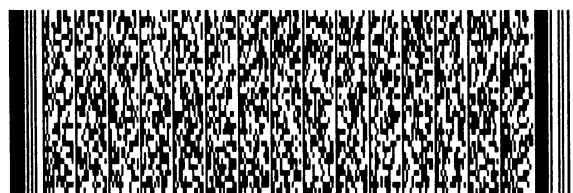
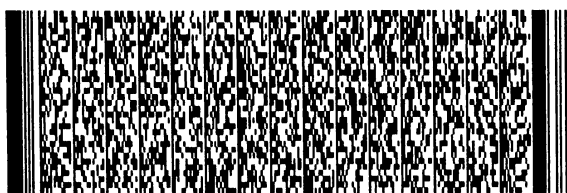


五、發明說明 (5)

開始被產生，往往造成不同元件之間 (device to device) 晶粒大小之均勻性 (uniformity) 無法被良好控制的情形，進而造成不同元件之間電性的差異。

然而習知用來雷射再結晶的方法，卻存在極大的限制。請參考圖三 A 與圖三 B，圖三 A 與圖三 B 為習知技術中對一非晶矽島 20A、20B 進行雷射再結晶後之剖面結果示意圖。由於通常在實際的製作過程中，於形成非晶矽層 12 之後，還包含有一黃光暨蝕刻製程 (photo-etching-process, PEP, 未顯示)，以將非晶矽薄膜 12 蝕刻成為一如圖三 A 或是圖三 B 所示之非晶矽島 (amorphous silicon island) 20A、20B。非晶矽島 20A、20B 依製程以及設計的需要，可能具有不同的形狀 (shape)，而在圖三 A 以及圖三 B 中係以一最常見的用來作為低溫複晶矽薄膜電晶體 (未顯示) 之主動區域 (active area) 的情形來說明。

如圖三 A 以及圖三 B 所示，由於散熱方向多寡之不同，其邊緣部份 22A、22B 之熱傳導速率 (thermal conduction rate) 大於其中央部份 24A、24B 之熱傳導速率，進而形成一溫度梯度 (temperature gradient)，因此非晶矽島 20A、20B 邊緣部份 22A、22B 之非晶矽薄膜於達到近乎完全熔融狀態之後先行固化 (solidify)，再由位於邊緣部份 22A、22B 之非晶矽薄膜內之殘餘

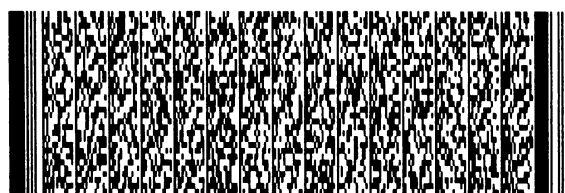


五、發明說明 (6)

(residual)非晶矽晶種 (seed, 未顯示)向中央部份 24A、24B做側向成長 (lateral grow)成為大晶粒 (large grain) 26A、26B。但無論如何，側向成長的速度有一定的極限，通常只能成長到 1~2微米 (μm)。如圖三 A所示，當元件之通道寬度 (channel width)較小時，大晶粒 26A可以成長到線寬 (channel width)的中央，因此可以改善元件的電性。所以此習知先形成非晶矽島再雷射結晶的方法，有時會選用高於 E_{SL} 的能量密度，以增加側向成長的驅動力。但是如圖三 B所示，當元件之通道寬度較大時，會造成只有在邊緣部份 22B長成大晶粒 26B，卻在中央部份 24B長成小晶粒 28的現象，最後造成元件電性之劣化 (degrade)。

同時習知技術中所使用的雷射能量密度範圍太小，當雷射能量密度的大小稍有誤差時，很容易就超出了上述的雷射能量密度範圍。甚至於當雷射能量空間上分佈的均勻性、雷射脈衝 (pulse)的重疊 (overlap)程度、進行雷射退火時基板的溫度以及周圍的氣氛 (atmosphere)等變數 (variable)未被控制妥當時，也會相對造成所使用之雷射能量密度超出上述的雷射能量密度範圍。

因此，如何能發展出一種新的雷射再結晶的方法，其不僅可以促進非晶矽島各個部位之有效側向成長，以形成均勻的大晶粒，並且又可以增大雷射再結晶製程之



五、發明說明 (7)

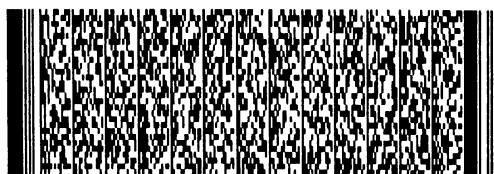
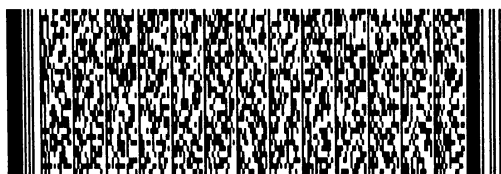
製程範疇 (process window)，便成為十分重要的課題。

發明內容

本發明之主要目的在於提供一種雷射再結晶 (laser crystallization, LC) 製程的方法，尤指一種可以明顯增大製程範疇 (process window) 之兩階段雷射再結晶的方法。

在本發明之最佳實施例中，係先提供一基底，再於該基底之上形成至少一非晶矽島，然後進行一第一階段雷射再結晶製程，利用一具有第一能量密度之雷射脈衝照射該非晶矽島，以使該非晶矽島之邊緣部份再結晶成為側向成長多晶矽結構，接著進行一第二階段之雷射再結晶製程，利用一具有第二能量密度之雷射脈衝照射該非晶矽島，以使該非晶矽島之中央部份再結晶成為多晶矽結構。

由於本發明之雷射再結晶的方法係利用一兩階段式的雷射再結晶製程，先將非晶矽島之邊緣部份再結晶成為大晶粒，然後再將非晶矽島之中央部份內之小晶粒修補成為大晶粒。即使當非晶矽島係應用於通道寬度較大的元件時，也不會產生當晶粒向非晶矽島之中央部分側向成長時，由於側向成長的速度有極限而產生的無法成

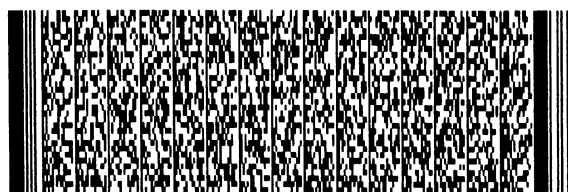


五、發明說明 (8)

長到線寬的中央的情形，因此可以充分避免元件之電氣特性被劣化。同時，因為於第二階段之雷射再結晶製程時只需顧慮到非晶矽島之中央部份，本發明之雷射再結晶方法之製程範疇可以明顯被增大，不至於因為雷射能量密度的大小稍有誤差，或是雷射再結晶製程中的其他變數未被控制妥當，便很容易地超出了製程的雷射能量密度範圍。利用本發明方法於實際生產線時，將可以製做出具有良好電性之大通道元件。

實施方式

請參考圖四至圖六B，圖四至圖五為本發明中進行雷射再結晶之方法示意圖，圖六A與圖六B為本發明方法中對一非晶矽島102進行雷射再結晶後之剖面結果示意圖。如圖四所示，首先提供一絕緣基板100，且絕緣基板100包含有一玻璃(glass)基板、一石英(quartz)基板或是一塑膠(plastic)基板。接著於絕緣基板100之上形成一非晶矽薄膜(amorphous silicon thin film, α -Si thin film, 未顯示)，然後進行一黃光暨蝕刻製程(photo-etching-process, PEP)以將非晶矽薄膜(未顯示)蝕刻成為一非晶矽島(amorphous island)102。其中形成非晶矽薄膜(未顯示)之方法包含有一低壓化學氣相沉積(LPCVD)製程、一電漿輔助化學氣相沉積(PECVD)製程或是一濺鍍(sputtering)製程。同時非晶矽島102依製

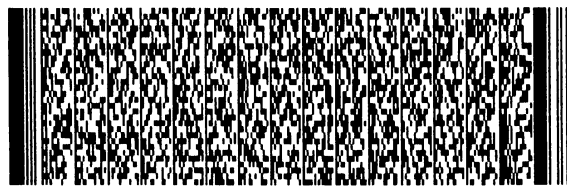
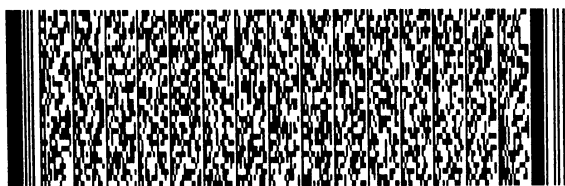


五、發明說明 (9)

程以及設計的需要，可能具有不同的形狀，而在圖四中係以一最常見的用來作為低溫複晶矽薄膜電晶體(未顯示)之主動區域(active area)的情形來說明。

再將絕緣基板 100 置入一密閉之反應室(未顯示)內，以進行準分子雷射退火製程。在進行準分子雷射退火製程時，準分子雷射之雷射脈衝 103 可自反應室(未顯示)上方之透明窗口(未顯示)照射至玻璃基板 100 表面的非晶矽島 102，並根據一預先設定之製程範圍以一種類似掃描(scan)的方式逐步掃過該製程範圍內之所有區域，來對該製程範圍內之非晶矽島 102 進行快速加熱。同時準分子雷射包含有一 XeCl 雷射、一 ArF 雷射、一 KrF 雷射或是一 XeF 雷射。

本發明之雷射再結晶方法係利用一兩階段(two steps)之雷射再結晶製程來對非晶矽島 102 做處理。如圖五所示，本發明方法於進行第一階段(first step)之雷射再結晶製程時，所選擇的雷射能量密度 E 係大於 (higher than) 非晶矽島 102 之超級側向成長能量密度 (super lateral growth energy density, E_{SLG})，而事實上，第一能量密度較佳地係大於非晶矽島 102 之非晶矽化能量密度 (amorphousization energy density, E_a)。如圖六 A 所示，由於非晶矽島 102 邊緣部份 104 之熱傳導速率係大於中央部份 106 之熱傳導速率，當進行第一階段之



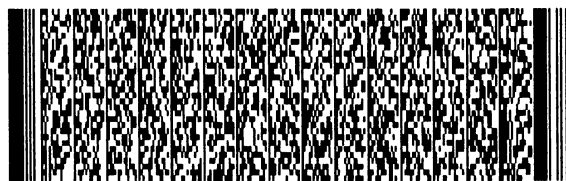
五、發明說明 (10)

雷射再結晶製程時，一溫度梯度便因而產生，此時非晶矽島 102 之邊緣部份 104 於達到完全熔融

(completely-melted) 狀態之後先行固化 (solidify)，再由非晶矽島 102 之邊緣部份 104 內之至少一晶種 (未顯示) 向非晶矽島 102 之中央部份 106 做側向成長 (lateral grow) 成為至少一大晶粒 108。

由於側向成長的速度有一定的極限，最後大晶粒 108 的尺寸 (size) 大約為 1~2 微米 (μm)。於此同時，非晶矽島 102 之中央部份 106 於達到完全熔融狀態之後，係以淬冷的方式來結晶，因為均勻孕核 (homogeneous nucleation) 的緣故非晶矽島 102 之中央部份 106 內到處都會產生成核點 (nucleation site)，晶粒無法有效成長，所形成的晶粒大小會突然驟減，成為許多小晶粒 111，甚至還會非晶矽化無法有效再結晶 (recrystallize) 並維持 (remain) 於非晶矽結構 (amorphous silicon structure, 未顯示)。

接著進行一第二階段之雷射再結晶製程，本發明方法於進行第二階段 (second step) 之雷射再結晶製程時，所選擇的雷射能量密度 E 係不大於 (not greater than) 非晶矽島 102 之超級側向成長能量密度，而事實上，第二能量密度較佳地係介於 (in between) 非晶矽島 102 之近乎完全熔融能量密度 (nearly-completely-melted energy

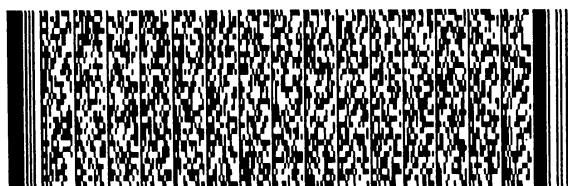


五、發明說明 (11)

density, E_{NCM})以及超級側向成長能量密度 (super lateral growth energy density, E_{SLG})之間。

如圖六 B所示，此時非晶矽島 102之中央部份 106係達到近乎完全熔融狀態，因而使非晶矽島 102之中央部份 106成長成為正常 SLG晶粒 112(約 0.2~ 0.5 μ m結晶大小)。而在邊緣部份已經被形成之大晶粒，則幾乎不受任何影響。因此，經過此二階段之雷射再結晶製程之後的非晶矽島 102，其顯微結構 (microstructure)係為大晶粒 108及正常 SLG晶粒 112所構成，同時其電氣特性也獲得了明顯的改善。請參考圖七至圖八，圖七為利用本發明之雷射再結晶方法所製作的 N型薄膜電晶體之遷移率 (mobility)之示意圖，圖八為利用本發明之雷射再結晶方法所製作的 N型薄膜電晶體之起始電壓 (threshold voltage)之示意圖。由圖七與圖八中可以看到，經過此二階段之雷射再結晶製程之後，不論是電子在通道中的遷移率或是 N型薄膜電晶體之起始電壓均獲得相當程度的改善，尤其是當第一次的雷射再結晶製程係實施於高能量密度範圍時，改善的幅度更是明顯。

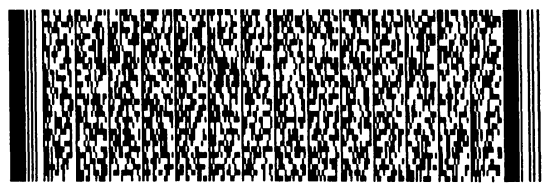
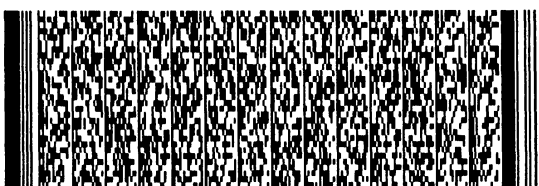
由於本發明之雷射再結晶製程的方法，係利用一兩階段式的雷射再結晶製程，以分別將非晶矽島之邊緣部份以及中央部份再結晶成為大晶粒。如此一來，習知技術中因為非晶矽島之邊緣部份以及中央部份之熱傳導速



五、發明說明 (12)

率不同以及側向成長之速度有極限而衍生的晶粒無法成長到線寬的中央再結晶製程時只需求顧到非晶矽島之中央部份，本發明之雷射再結晶製程技術中當雷射製程的雷射時，將可被有效避免。並且於中央明顯稍小，被控制之情形，其量密度未範圍的生產出具有良好電性之通道元件。

相較於習知雷射再結晶的方法，本發明之雷射再結晶製程，先將非晶矽島之邊緣部份再結晶成為大晶粒，然後再將非晶矽島之中央部份內之小晶粒修補成為正常晶粒。因此即產生晶矽島係應用於通道寬度較大之側向成長到線寬的中央情形。同時，於進行第二段之雷射再結晶製程時，只需顧到非晶矽島之中央部份，本發明之雷射再結晶製程的雷射能量密度範圍。此外，當雷射再結晶製程中其他變數未被控制妥當時，也相對較不容易造成所使用的雷射能量密度超出製程的雷射能



五、發明說明 (13)

量密度範圍。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明專利之涵蓋範圍。



圖式簡單說明

圖示之簡單說明：

圖一為以準分子雷射退火製程製作多晶矽薄膜的方法示意圖。

圖二為習知技術中進行雷射再結晶製程之能量密度示意圖。

圖三 A與圖三 B為習知技術中對一非晶矽島進行雷射再結晶後之剖面結果示意圖。

圖四至圖五為本發明中進行雷射再結晶之方法示意圖。

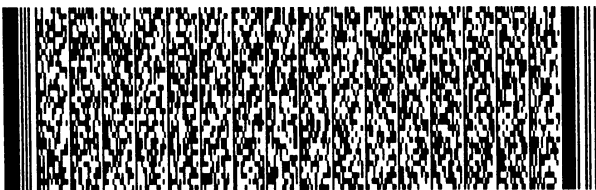
圖六 A與圖六 B為本發明方法中對一非晶矽島進行雷射再結晶後之剖面結果示意圖。

圖七為利用本發明之雷射再結晶方法所製作的 N型薄膜電晶體之遷移率之示意圖。

圖八為利用本發明之雷射再結晶方法所製作的 N型薄膜電晶體之起始電壓之示意圖。

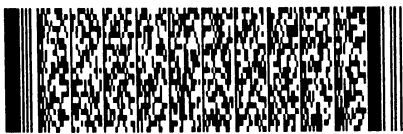
圖示之符號說明：

10	玻璃基板	12	非晶矽薄膜
14	雷射脈衝	20A、20B	非晶矽島
22A、22B	邊緣部份	24A、24B	中央部分
26A、26B	大晶粒	28	小晶粒
100	絕緣基板	102	非晶矽島



圖式簡單說明

103	雷射脈衝	104	邊緣部份
106	中央部份	108	大晶粒
111	小晶粒	112	SLG晶粒



四、中文發明摘要 (發明名稱：一種雷射再結晶的方法)

本發明係先於一基底之上形成至少一非晶矽島，然後依序進行一第一階段以及一第二階段之雷射再結晶製程，亦即先利用一具有一第一能量密度之雷射脈衝照射該非晶矽島，以使該非晶矽島之邊緣部份再結晶成為多晶矽結構，接著再利用一具有一第二能量密度之雷射脈衝照射該非晶矽島，以使該非晶矽島之中央部份再結晶成為多晶矽結構。

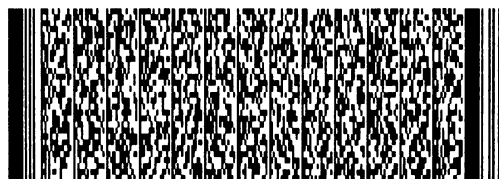
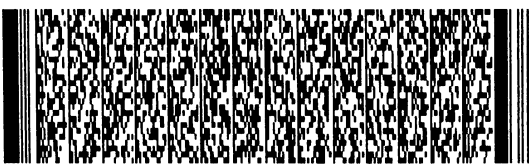
伍、(一)、本案代表圖為：第六B圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

102	非晶矽島	104	邊緣部份
106	中央部份	108	大晶粒
112	SLG晶粒		

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF LASER CRYSTALLIZATION)

At least one amorphous silicon island is formed on a substrate first. A first step and a second step laser crystallization processes are sequentially performed thereafter. The amorphous silicon island is irradiated by a laser pulse having a first energy density to recrystallize the edge portion of the amorphous silicon island into a polysilicon structure. The amorphous



四、中文發明摘要 (發明名稱：一種雷射再結晶的方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF LASER CRYSTALLIZATION)

silicon island is then irradiated by a laser pulse having a second energy density to recrystallize the center portion of the amorphous silicon island into a polysilicon structure.



六、申請專利範圍

1. 一種雷射再結晶 (laser crystallization, LC) 的方法，該方法包含有下列步驟：

提供一基底 (substrate)；

於該基底之上形成至少一非晶矽島 (amorphous silicon island, α -Si island)；

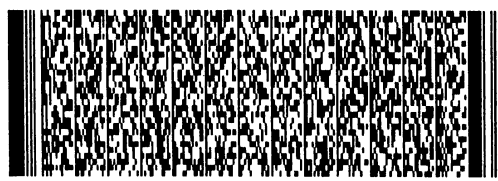
進行一第一階段 (first step) 之雷射再結晶製程，利用一具有一第一能量密度 (first energy density) 之雷射脈衝 (laser pulse) 照射該非晶矽島，以使該非晶矽島之邊緣部份 (edge portion) 再結晶成為側向成長多晶矽結構 (lateral growth polysilicon structure)；以及

進行一第二階段 (second step) 之雷射再結晶製程，利用一具有一第二能量密度 (second energy density) 之雷射脈衝照射該非晶矽島，以使該非晶矽島之中央部份 (center portion) 再結晶成為多晶矽結構。

2. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該基底係包含有一玻璃 (glass) 基板、一石英 (quartz) 基板或是一塑膠 (plastic) 基板。

3. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中形成該等非晶矽島之方法另包含有下列步驟：

於該基底之上形成一非晶矽薄膜 (amorphous silicon thin film, α -Si thin film)；以及



六、申請專利範圍

進行一黃光暨蝕刻製程 (photo-etching-process, PEP) 以將該非晶矽薄膜蝕刻成為該等非晶矽島。

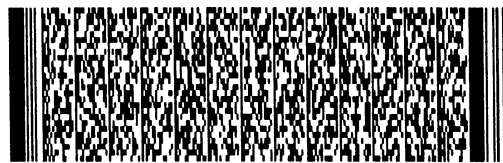
4. 如申請專利範圍第3項的方法，其中形成該非晶矽薄膜之方法包含有一低壓化學氣相沉積 (LPCVD) 製程、一電漿輔助化學氣相沉積 (PECVD) 製程以及一濺鍍 (sputtering) 製程。

5. 如申請專利範圍第1項的方法，其中該雷射係為一準分子雷射 (excimer laser, EL)。

6. 如申請專利範圍第5項的方法，其中該準分子雷射包含有一 XeCl 雷射、一 ArF 雷射、一 KrF 雷射或是一 XeF 雷射。

7. 如申請專利範圍第1項的方法，其中於進行該第一階段之雷射再結晶製程以及進行該第二階段之雷射再結晶製程時，該非晶矽島之邊緣部份之熱傳導速率 (thermal conduction rate) 係大於該非晶矽島之中央部份之熱傳導速率，進而形成一溫度梯度 (temperature gradient)。

8. 如申請專利範圍第7項的方法，其中該第一階段之雷射再結晶製程係用以使該非晶矽島之邊緣部份達到完全



六、申請專利範圍

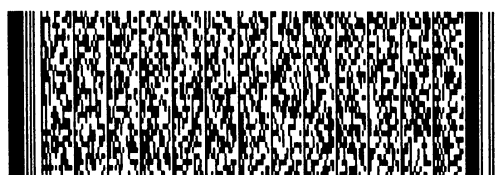
熔融 (completely-melted) 狀態之後先行固化 (solidify)，進而由該非晶矽島之邊緣部份內之至少一晶種 (seed) 向該非晶矽島之中央部份做側向成長 (lateral grow) 成為至少一大晶粒 (large grain)。

9. 如申請專利範圍第 7 項的方法，其中該第一階段之雷射再結晶製程係用以使該非晶矽島之中央部份達到完全熔融 (completely-melted) 狀態之後再均勻孕核 (homogeneous nucleation)，進而無法有效再結晶 (recrystallize) 並維持 (remain) 於非晶矽結構 (amorphous silicon structure)。

10. 如申請專利範圍第 9 項的方法，其中該第二階段之雷射再結晶製程係用以使該非晶矽島之中央部份達到近乎完全熔融狀態，進而使該非晶矽島之中央部份成長 (grow) 成為正常晶粒。

11. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該第二階段之雷射再結晶製程係用以增大該第一階段之雷射再結晶製程之製程範疇 (process window)。

12. 如申請專利範圍第 1 項的方法，其中該第一能量密度係大於 (higher than) 該非晶矽島之超級側向成長能量密度 (super lateral growth energy density, E_{SLG})，該



六、申請專利範圍

第二能量密度係不大於 (not greater than) 該非晶矽島之超級側向成長能量密度。

13. 如申請專利範圍第 12 項的方法，其中該第一能量密度係大於該非晶矽島之非晶矽化能量密度 (amorphousization energy density, E_a)。

14. 如申請專利範圍第 12 項的方法，其中該第二能量密度係大於 (higher than) 該非晶矽島之近乎完全熔融能量密度 (nearly-completely-melted energy density, E_{NCM})。

15. 一種雷射再結晶製程 (laser crystallization process, LC process)，該製程包含有下列步驟：

提供一基底 (substrate)；

於該基底之上形成一非晶矽薄膜 (amorphous silicon thin film, α -Si thin film)；

進行一黃光暨蝕刻製程 (photo-etching-process, PEP) 以將該非晶矽薄膜蝕刻成為至少一非晶矽島 (amorphous silicon island, α -Si island)；

進行一第一階段 (first step) 之雷射再結晶製程，利用一具有一第一能量密度 (first energy density) 之雷射脈衝 (laser pulse) 照射該非晶矽島，且該第一能量密度係大於 (higher than) 該非晶矽島之非晶矽化能量密



六、申請專利範圍

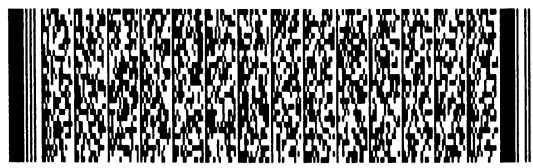
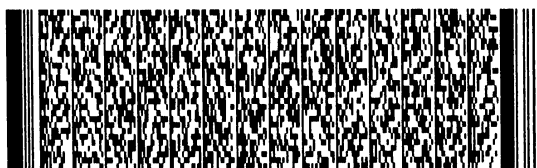
度 (amorphousization energy density, E_a); 以及
進行一第二階段 (second step) 之雷射再結晶製程，
利用一具有一第二能量密度 (second energy density) 之
雷射脈衝照射該非晶矽島，且該第二能量密度係介於 (in
between) 該非晶矽島之近乎完全熔融能量密度
(nearly-completely-melted energy density, E_{NCM}) 以
及超級側向成長能量密度 (super lateral growth
energy density, E_{SLG}) 之間。

16. 如申請專利範圍第 15 項的製程，其中該基底係包含
有一玻璃 (glass) 基板、一石英 (quartz) 基板或是一塑膠
(plastic) 基板。

17. 如申請專利範圍第 15 項的製程，其中形成該非晶矽
薄膜之方法包含有一低壓化學氣相沉積 (LPCVD) 製程、一
電漿輔助化學氣相沉積 (PECVD) 製程以及一濺鍍
(sputtering) 製程。

18. 如申請專利範圍第 15 項的製程，其中該雷射係為一
準分子雷射 (excimer laser, EL)。

19. 如申請專利範圍第 18 項的製程，其中該準分子雷射
包含有一 XeCl 雷射、一 ArF 雷射、一 KrF 雷射或是一 XeF 雷
射。



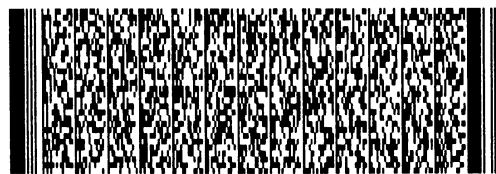
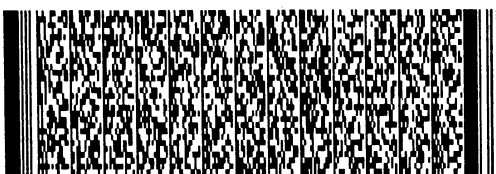
六、申請專利範圍

20. 如申請專利範圍第 15 項的製程，其中於進行該第一階段之雷射再結晶製程以及進行該第二階段之雷射再結晶製程時，該非晶矽島之邊緣部份 (edge portion) 之熱傳導速率 (thermal conduction rate) 係大於非該非晶矽島之邊緣部份之區域的熱傳導速率，進而形成一溫度梯度 (temperature gradient)。

21. 如申請專利範圍第 20 項的製程，其中該第一階段之雷射再結晶製程係用以使該非晶矽島之邊緣部份於達到完全熔融 (completely-melted) 狀態之後先行固化 (solidify)，進而使該非晶矽島之邊緣部份內之至少一晶種 (seed) 向非該非晶矽島之邊緣部分之區域做側向成長 (lateral grow)，再結晶成為至少一大多晶矽晶粒 (large polysilicon grain)。

22. 如申請專利範圍第 20 項的製程，其中該第一階段之雷射再結晶製程係用以使非該非晶矽島之邊緣部分之區域於達到完全熔融 (completely-melted) 狀態之後再均勻孕核 (homogeneous nucleation)，進而無法有效再結晶 (recrystallize) 並維持 (remain) 於非晶矽結構 (amorphous silicon structure)。

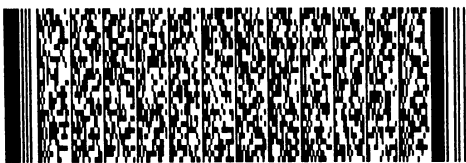
23. 如申請專利範圍第 22 項的製程，其中該第二階段之

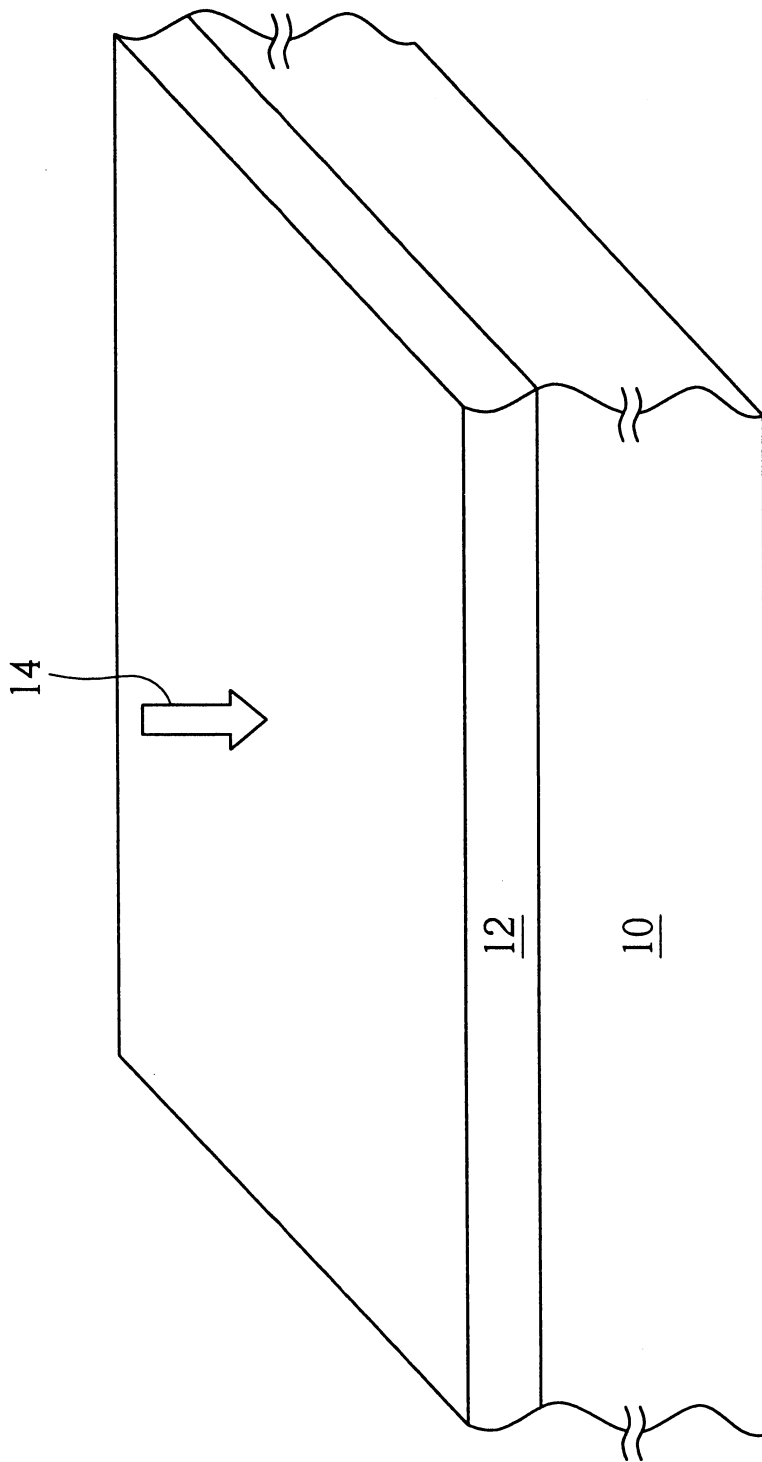


六、申請專利範圍

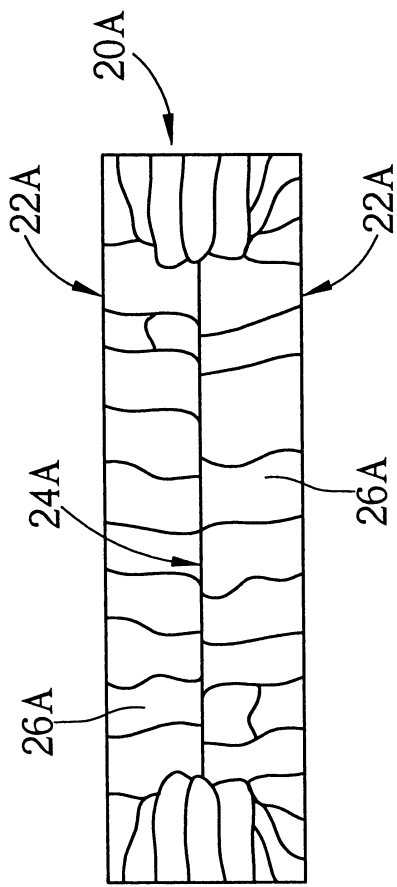
雷射再結晶製程係用以使非該非晶矽島之邊緣部分之區域達到近乎完全熔融狀態，進而使非該非晶矽島之邊緣部分之區域成長 (grow) 成為正常晶粒。

24. 如申請專利範圍第 15 項的製程，其中該第二階段之雷射再結晶製程係用以增大該第一階段之雷射再結晶製程之製程範疇 (process window)。

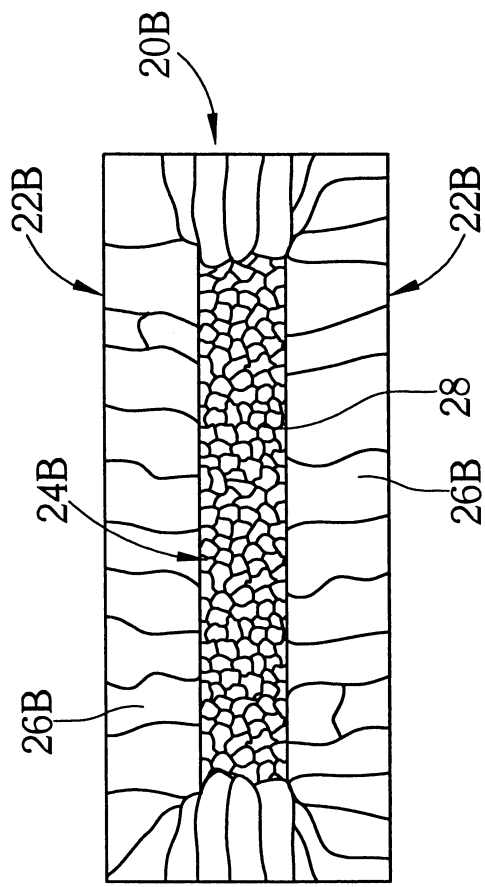




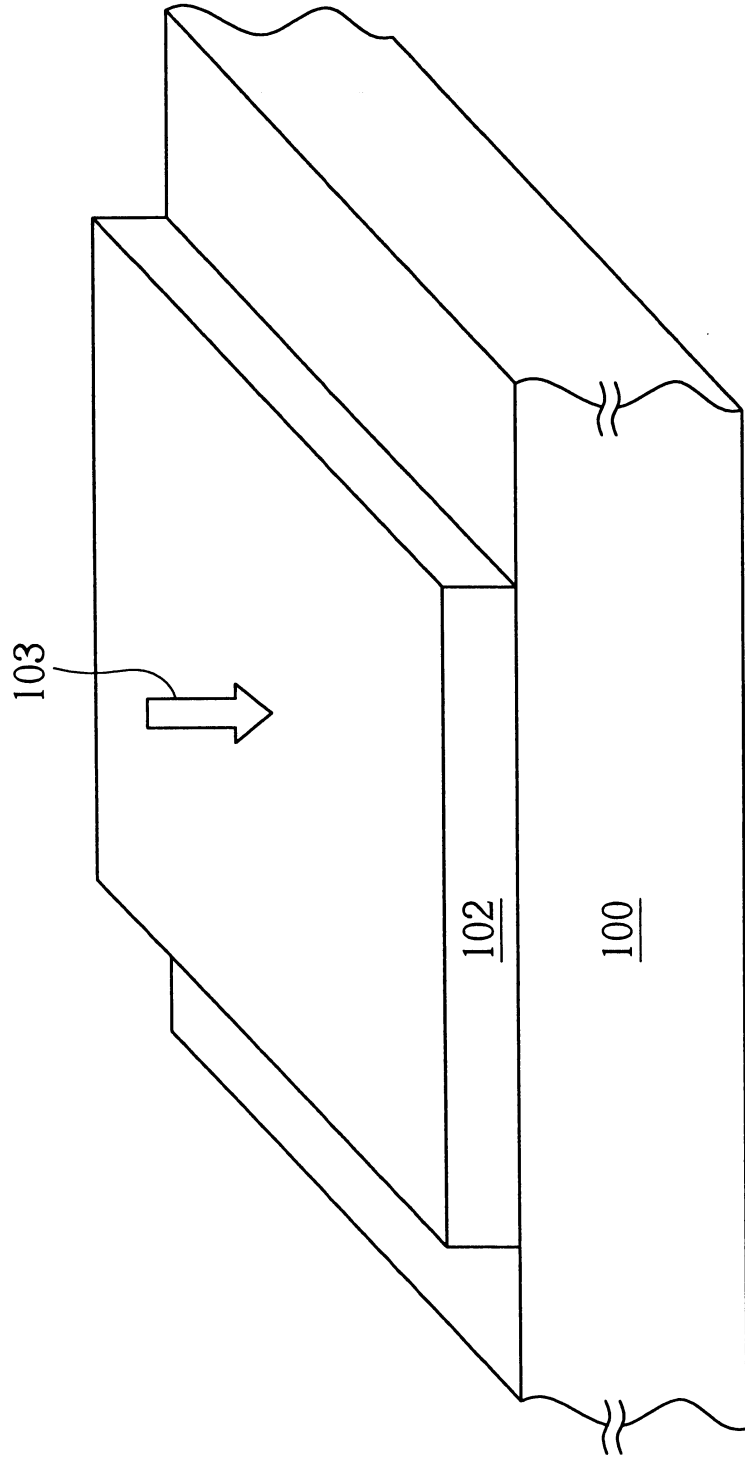
圖一



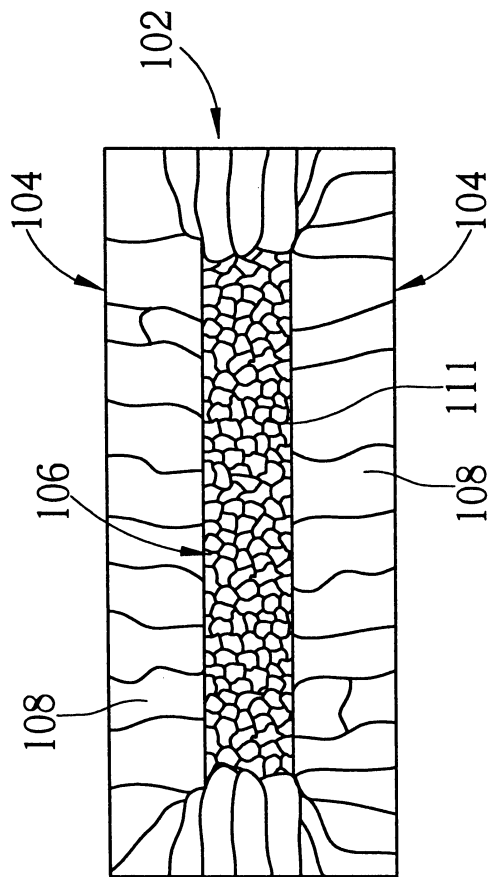
圖三A



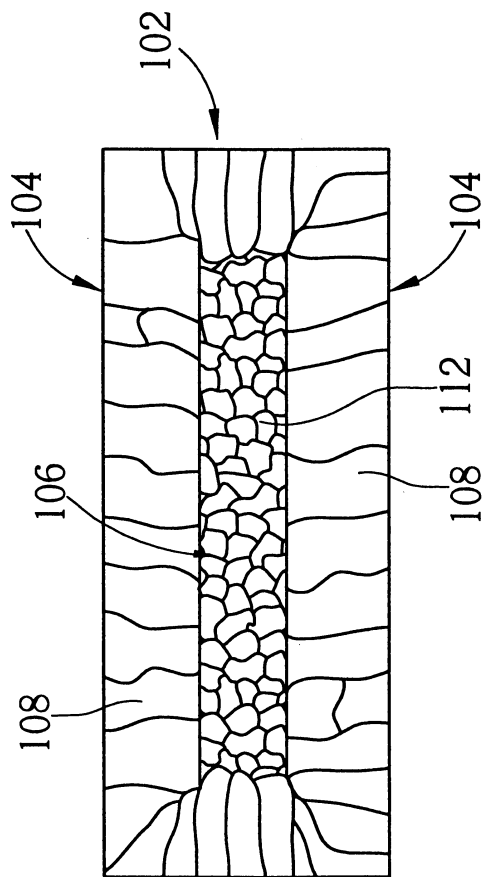
圖三B



圖四

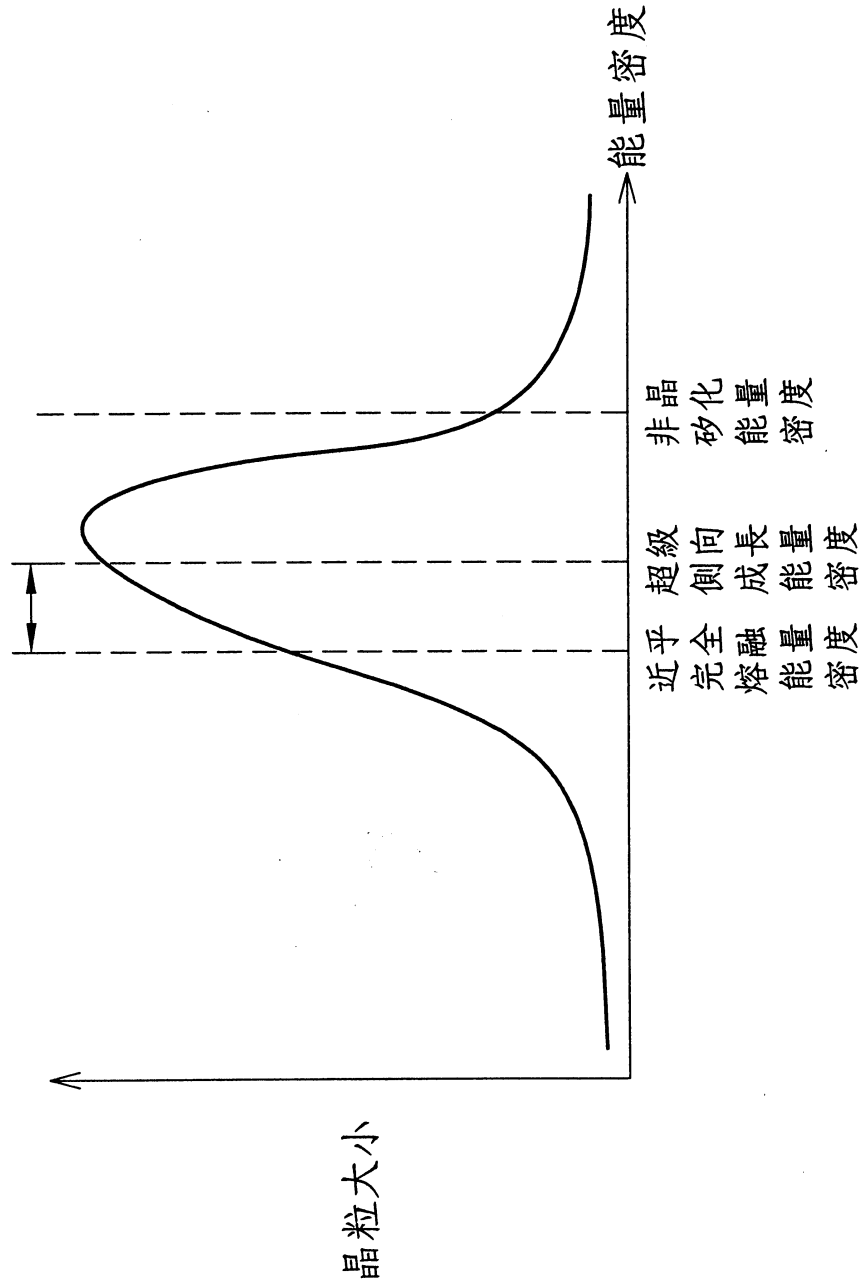


圖六A



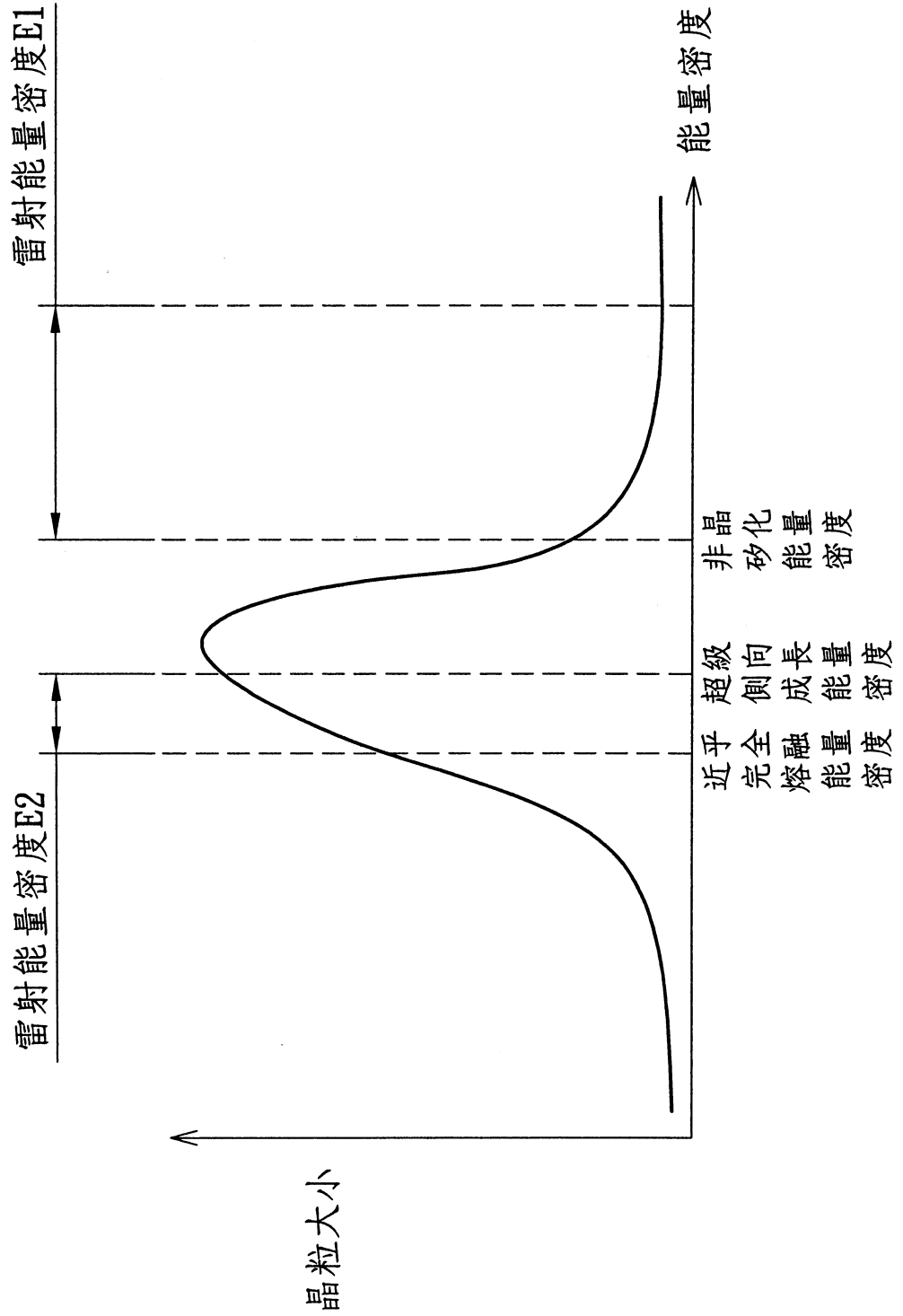
圖六B

修正補充
3月2日



圖二

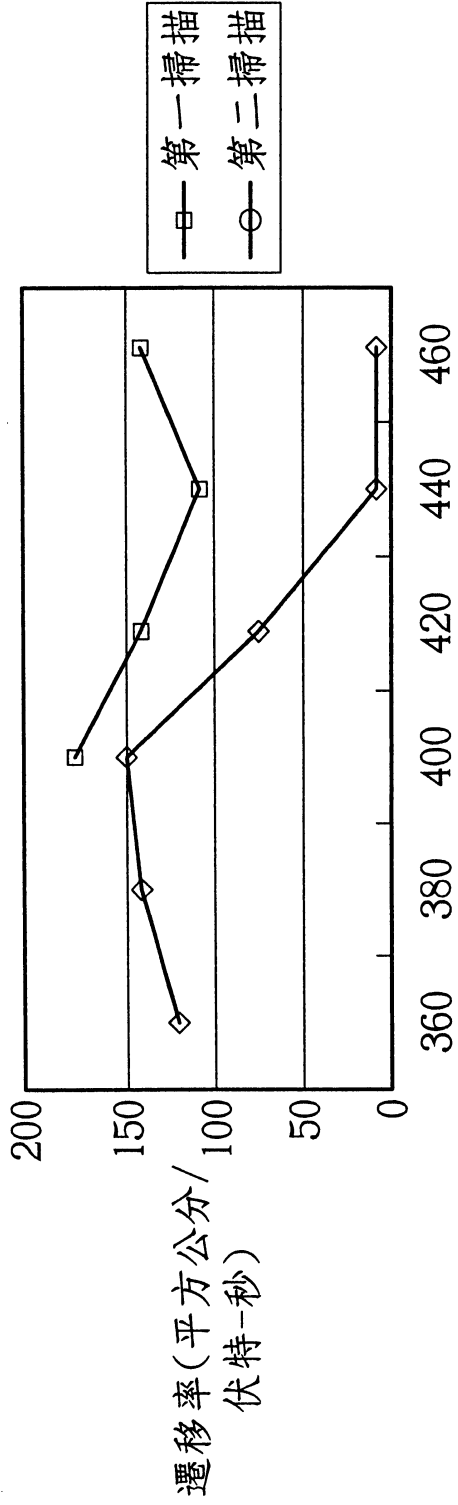
修正
83.8.24
補充



圖五

修正
補充

第二掃描370毫焦耳/平方公分, 通道寬度/通道長度=10/6

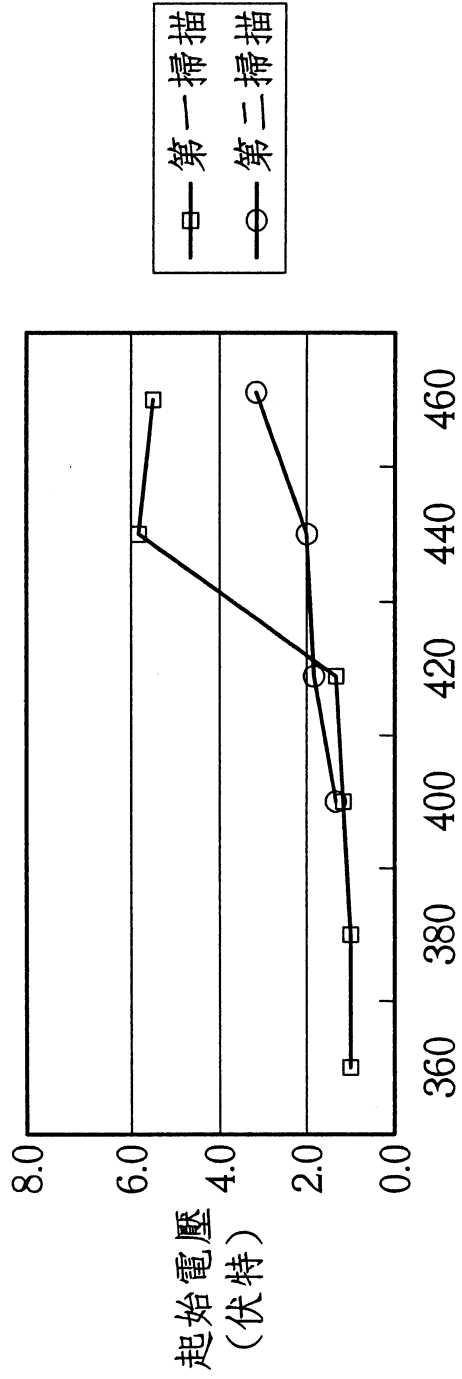


第一掃描能量密度(毫焦耳/平方公分)

圖七

93.3 ne 修正
補充

第二掃描370毫焦耳/平方公分,
通道寬度/通道長度=10/6



第一掃描能量密度(毫焦耳/平方公分)

圖八