

公 告 本

申請日期	90.8.10
案 號	90 119837
類 別	H01L 21/324

A4

C4

548748

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	使用雷射退火之薄膜結晶成長
	英 文	THIN FILM CRYSTAL GROWTH BY LASER ANNEALING
二、發明 人	姓 名	1. 可斯塔斯 P. 葛利葛帕洛斯 COSTAS P. GRIGORPOULOS 2. 田野 睦子 MUTSUKO HATANO 3. 李明宏 MING-HONG LEE 4. 神-采 孟 SEUNG-JAE MOON
	國 籍	1. 美國 2. 日本 3. 中國 4. 南韓
三、申請人	住、居所	1. 美國加州柏克林市費龍路69號 2. 日本國東京都國分寺市光町1-1-29 3. 美國加州利奇蒙德市桑德拉路2112號 4. 美國加州伯克利市第9街57段913號
	姓 名 (名 稱)	1. 日商日立製作所股份有限公司 HITACHI, LTD. 2. 美國加利福尼亞大學董事會 THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
三、申請人	國 籍	1. 日本 2. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 日本國東京都千代田區神田駿河台四丁目6番地 2. 美國加州歐克蘭市法蘭克林街1111號12樓
三、申請人	代 表 人 姓 名	1. 庄山 悦彦 ETSUHIKO SHOYAMA 2. 威廉 A. 霍斯金斯 WILLIAM A. HOSKINS

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權美國 2000年08月10日 09/637, 325 ☒有☐無 主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝

訂

線

五、發明說明(1)

發明背景

本發明大致有關於使用施加能量束而將材料從第一狀態轉成第二狀態，在本發明實例中，藉由雷射束的重疊施加而由非晶矽形成大晶粒的多晶矽(p-Si)，本發明的其他實例提供一種利用重疊雷射退火而製造薄膜電晶體(TFT)的方法，例如本發明可應用於製造平板顯示器(如活化矩陣液晶顯示器(AMLCD)，場射顯示器(FED)，及有機發光二極體(OLED)顯示器)的TFT。惟，可了解的是根據本發明的方法的應用範圍極廣，包括光學感測器的形成。

對於成功的應用超高解析度AMLCD技術而言在透明基材上製造高品質的(ELC)TFT是重要的，激勵雷射結晶(ELC)是一種迅速技術以得到高性能p-SiTFT用於精密的平板顯示器。為了改良聚矽TFT的品質及均一性，時常需要形成高品質的多晶矽膜其具有嚴控的晶粒大小及位置，一般由奈秒紫外線(UV)激勵雷射發光實作的非晶矽(a-Si)膜的脈波雷射結晶已成為新且看好的製造方法。因為成本低且效率高雷射退火已顯示優於其他結晶技術，此外它是低溫處理方法因為在快速加熱及冷卻周期中基材材料的本體大致未受影響(除了與加熱膜相鄰的次微米厚熱透區域以外)，此特徵有重要的實際效應，因為它使用廉價的大區域玻璃基材(這是與能承受高溫退火的昂貴石英基材相比)。

ELC能產生數百個奈米長的晶粒，其長度依a-Si膜厚及樣本預熱而定，惟，處理窗較窄因為大的晶粒時常僅能在引導近完全熔解的雷射脈波能量密度中得到。在所謂超側

五、發明說明(2)

晶粒區域中，膜/基材介面附近的未溶解矽晶粒視為側向(即與膜表面平行)中結晶成長的種籽。

側向結晶成長對於改良使用TFT元件的p-Si的電氣性質(如電場移動性)而言是重要的，因為p-Si晶粒是不規則分布，晶粒邊界會使電氣性質劣化，因而減少切換速度且增加功率消耗。

因此期望有一種簡單的方法及裝置可容易的將一層材料從一狀態轉成另一狀態(如從非晶到多晶)。

發明總結

本發明大致有關於藉由施加能量束而將材料從第一狀態轉成另第二狀態(如從非晶到多晶)。在一特定實例中，使用雷射束的重疊施加而從非晶矽形成大晶粒的多晶矽(p-Si)，本發明的實例與利用從重疊雷射照射之再結晶之大方向及位置控制p-Si晶粒成長有關。重疊雷射照射可控制冷卻及固化製程以決定產生之結晶結構，明確而言使用第一脈波段時間之第一雷射束以熔解一非晶矽(a-Si)膜及產生一溫度梯度。於初始延遲後，具有短脈波之第二雷射束即與第一雷射束重疊，當第二雷射束照射a-Si時，第一雷射束加熱之區域即完全熔化。當液體矽溫度降到長晶溫度以下時，即在超冷之液體矽中同時開始長晶，惟，液池之中間部分因第一雷射束之繼續加熱而緩慢冷卻。因此完全熔化點周邊中長晶之晶粒能成長在液體矽之中且在長度延伸直到其在第一雷射束點之中間碰撞，第一雷射束使熔化Si相過長而在某一方向引導晶粒成長，第二雷射束觸發

五、發明說明(3)

長晶且控制導致後續側向成長之晶粒位置。

根據本發明方法用以製造一材料膜方法之實例，包括以下步驟：提供一層材料，該層材料實質係一第一狀態且選自一傳導材料，一半導體材料，或一介電材料。在一第一時間施加一第一能量束在該層材料且繼續一第一段時間，在一第二時間施加一第二能量束在該層材料且繼續一第二段時間，第二時間在第一時間之後而且第二段時間在第一段時間或之前結束，俾將該層材料從第一狀態轉成第二狀態。

根據本發明形成一層材料之裝置之實例，包括一第一能量源發出一第一能量束及一第二能量源發出一第二能量束，一第一傳送元件配置成傳送第一光束在一非晶矽上之位置且繼續一第一段時間；及一第二傳送元件配置成在第一光束之後傳送第二光束該位置且繼續一第二段時間其在第一段時間中重疊。

以下配合附圖來說明本發明的這些及其他實例，以及它的優點及特徵。

附圖簡單說明

圖1顯示根據本發明實例的雷射退火方法的簡化立體圖。

圖2顯示本發明實例中使用的雷射束與強度及時間的關係圖。

圖3A說明 Ar^+ 雷射束施加到樣本後側的簡化橢圓剖面圖。

圖3B顯示光束強度與分布的關係從光束中央沿著短軸

五、發明說明(4)

(x軸)；

圖3C顯示光束強度與分布的關係從光束中央沿著長軸(y軸)；

圖4A-4D的正視圖說明根據本發明實例的結晶成長的提議簡化機制。

圖5A-5C顯示根據本發明實例在第一組情況下，藉由激勵雷射發光與 Ar^+ 雷射合併而退火的樣本SEM影像。

圖6A-6C顯示根據本發明實例在第二組情況下，藉由激勵雷射發光與 Ar^+ 雷射合併而退火的樣本SEM影像。

圖7A，7B分別顯示長晶粒多晶矽與四周微結構間邊界的二維及三維原子力顯微鏡影像。

圖8A，8B顯示僅施加 Ar^+ 雷射脈波形成的多晶矽的SEM影像。

圖9顯示一簡化裝置的實例以根據本發明而執行雷射退火。

圖10A顯示RF相對於TTL信號的變化，該信號由圖9簡化裝置的示波器所測量。

圖10B顯示在圖9簡化裝置中Si偵測器擷取及示波器關器的 Ar^+ 雷射脈波。

圖11A是長p-Si晶粒成長區域的為識別與激勵雷射流的關係圖。

圖11B是長p-Si晶粒成長區域的為識別與施加 Ar^+ 雷射繼續時間的關係圖。

圖12顯示TFT結構實例的簡化正視圖，該結構由根據本

五、發明說明(5)

發明的方法形成。

圖13顯示一簡化平板顯示裝置的實例，該裝置由根據本發明的方法形成。

特定實例說明

本發明大致有關於使用施加的能量束而將材料從一狀態轉成另一狀態，尤其是，本發明的實例有關於利用從重疊雷射照射再結晶的大方向及位置控制p-Si晶粒成長，重疊的雷射照射控制冷卻及固化製程以決定產生的結晶結構。明確而言，在根據本發明方法的實例中，使用第一脈波段時間的第一雷射束以熔解非晶矽(a-Si)及產生一溫度梯度。在初始延遲後，具較短脈波段時間的第二雷射束與第一雷射束重疊。當第二雷射束照射a-Si時，第一雷射束加熱的區域即完全熔化。當液體矽溫度降到長晶溫度以下時，即在超冷之液體矽中同時開始長晶，惟，液池之中間部分因第一雷射束之繼續加熱而緩慢冷卻。因此完全熔化點周邊中長晶之晶粒能成長在液體矽之中且在長度延伸直到其在第一雷射束點之中間碰撞，第一雷射束使熔化Si相延長而在某一方向引導晶粒成長，第二雷射束觸發長晶且控制導致後續側向成長之晶粒位置。

圖1顯示根據本發明實例的雷射退火方法的立體圖，樣本100包括含非晶矽膜104的透明基材102，從Ar⁺雷射發出514.5 nm波長的第一調變及定型雷射束106施加到透明基材102的後側102a，光束106傳送通過透明基材102且將非晶矽膜104的橢圓形區域104a加熱，當第一雷射束106繼續照

五、發明說明(6)

射非晶矽膜104時，脈波的KrF激勵雷射的波長248 nm的第二雷射束108在非晶矽膜104上重疊，加熱重疊橢圓區域104a的第二區域104b，中止第一雷射束108及冷卻樣本時，長晶粒多晶矽結晶即在邊緣成長直到橢圓區域104a的中央。

圖2的時序圖顯示根據本發明方法的實例操作，在初始時間 T_0 ，施加第一雷射束106到透明基材的後側且加熱矽，接著是約2 ms的延遲A，在時間 T_1 施加第二雷射束108到非晶矽。第二雷射束106照射樣本的繼續時間B約52 ns其在時間 T_2 結束。接著第一雷射束106繼續照射樣本在後續時段C，但是也在時間 T_3 結束，以便第一光束106的照射發生在4 ms的整段時間D。

圖3A-C是送入樣本100後側102a的 Ar^+ 雷射束106的剖面圖，明確而言，圖3A顯示以橢圓光束剖面119的中心0為準的 $1/e^2$ 照射聚焦光束形狀，圖3B顯示沿著短軸119a(x軸)的光束強度，而圖3C顯示沿著長軸119b(y軸)的光束強度，圖3B及3C的光束分布強度都是高斯。

圖4A-4C說明根據本發明方法中利用非晶矽的長晶粒成長的可能方機制。

圖4A顯示在時間 T_0 施加 Ar^+ 雷射束到樣本且穿透基材而到達非晶矽橢圓104，以加熱橢圓區域170中的非晶矽，上述圖3B、3C所示的高斯光束強度在橢圓區域170的邊緣170a與橢圓區域170中央0之間產生對應的溫度梯度105。

圖4B顯示在時間 T_1 施加激勵雷射到樣本100，激勵雷射束的剖面172重疊在加熱的橢圓區域170上，該區域170由 Ar^+

五、發明說明(7)

雷射照射的調變脈波產生，當依此非晶矽104受到激勵雷射的發光時，橢圓區域170中的矽即完全熔化。

在約100 ns的脈波段時間後，圖4C顯示在時間 T_2 的激勵雷射脈波的消失，激勵雷射脈波結束時，橢圓區域170外的周邊區域170c即快速冷卻，當溫度降到長晶溫度以下時，在周邊區域170c的超冷液體中即同時開始長晶及晶粒成長，惟，因為具有長脈波段時間的 Ar^+ 雷射脈波加熱，橢圓區域170中的矽於脈波激勵雷射束結束後冷卻的較慢，因此周邊區域170c中長晶的多晶矽頻可成長在熔化的橢圓區域170中，且長度延伸直到具有晶粒邊界175的結晶174從相對側於中央0的中心相會，如圖4D所示。

非晶矽雷射長出的長晶粒多晶矽結晶是依此退火且可由實驗結果證實，圖5A-5C顯示樣本的掃描電子微圖(SEM)影像，其由 174 mJ/cm^2 流的激勵雷射發光退火約發生在 Ar^+ 雷射發光的4 ms段時間的約2 ms的中點，該 Ar^+ 雷射發光具有938 mW的功率。圖5A是一放大圖以顯示退火矽的3個不同區域：外區域176a，中間區域176b，及內區域176c。中間區域176c應該對應調變 Ar^+ 雷射束的高斯強度的外側(如圖3B-C所示)，內區域176c包括極長的側成長p-Si。

圖5B是外區域176a與中間區域176b間的邊界176d細圖，外區域176a是由小晶粒大小結晶組成，以驗證激勵雷射脈波的非晶矽部分溶解，中間區域176b是由激勵器產生的為晶矽組成，而雷射能量密度引導非晶矽膜的完全溶解。

圖5C是內區域176c的側面成長多晶矽晶粒與中間區域

五、發明說明(8)

176b的四周中間為晶區域之間的邊界176e的細圖，內區域176c的多晶矽晶粒延伸到約 $12\ \mu\text{m}$ ，本發明不限於形成此一長度的晶粒，它可用以形成任何長度的晶粒最好大於 $10\ \mu\text{m}$ ，最後，由第一雷射束的大小及剖面強度決定多晶矽晶粒的長度。

圖6A-6C顯示樣本的掃描電子微圖(SEM)影像，其在與先前圖5A-5C所示情況下稍微不同之下退火，明確而言，施加 $252\ \text{mJ}/\text{cm}^2$ 流的激勵雷射束在功率 $957\ \text{mW}$ 的 Ar^+ 雷射發光的 $4\ \text{ms}$ 脈波的中點，圖6A是長結晶粒部分150及長晶粒結晶部分150與四周微結構152間邊界104e的放大圖，而圖6B及6C是其細圖。在外側成長晶粒150的微結構152包括為晶矽，其中激勵雷射脈波已將非晶矽樣本完全熔解，側成長晶粒150的橢圓形反應加熱而抑制同時長晶，該加熱藉由照射 Ar^+ 雷射束而引導。此長晶抑制將在中心會合的側向成長晶粒去除，側向成長晶粒的長度約 $13\ \mu\text{m}$ 。

原子力顯微鏡確定圖5A-C及圖6A-C所示的外形，圖7A顯示長晶粒多晶矽150與四周微結構152之間介面的二維形狀，圖7B顯示長晶粒多晶矽150與四周微結構152之間介面的三維形狀。

為了進一步探討 Ar^+ 雷射在結晶過程中的角色，僅使用各種不同脈波長的 Ar^+ 雷射束將樣本退火，脈波長是 5 及 $2\ \text{ms}$ 的結果分別如圖8A及圖8B所示，2個樣本展示微晶結構以指示部分熔解的非晶矽膜，這又指示在施加激勵雷射脈波之前施加 Ar^+ 雷射照射而加熱非晶矽樣本，在施加激勵雷射脈

五、發明說明(9)

波之後， Ar^+ 雷射束以支撐熔化相Si，第二雷射脈波結束後，它可抑制熔解物四周的超冷液體Si中的同時長晶。

圖9顯示根據本發明的裝置實例以執行非晶矽的雷射退火，雷射退火裝置130包括第一連續波 Ar^+ 雷射132及第二脈波KrF激勵雷射134。

首先 Ar^+ 雷射132在532 nm波長下發出第一雷射束106，由鏡120及透鏡122傳送第一雷射束106到聲光調變器(AOM)124，其中第一光束106作時間調變，第一雷射束106的此調變是必須的以防止在退火過程中透明基材102的過接加熱及破壞，當收到功能產生器135的TTL信號133時，射頻(RF)產生器126即提供RF信號127到AOM 124，因此界定從AOM 124發出的折射第一雷射束106a的脈波寬。

由透鏡123，擴光器127，鏡128，雙面鏡129，及圓柱形透鏡131傳送折射第一雷射束106a到透明基材102的後側102a，圓柱形透鏡131將橢圓剖面傳送到散射的第二雷射束106a。

KrF激勵雷射134以248 nm的波長發出第二雷射束108，經由鏡110，透鏡112，及光束均質器113而傳送第二雷射束108到非晶矽膜104，第二雷射束108在分光器114分散以使能量計116測量光束108的能量。

激勵雷射134及 Ar^+ 雷射132的能量施加時序是由功能產生器136達成，功能產生器135與激勵雷射134及 Ar^+ 雷射132通電，而且也與RF產生器126通電，因此功能產生器135將重疊施加到樣本100的雷射能量與第一雷射束106的時間調

五、發明說明(10)

變同步。

控制器180以電腦可讀取的格式執行儲存在記憶體182中的指令以控制雷射退火裝置130的操作，控制器180與功能產生器135通電而且可控制它，依此，控制器180可決定施加到樣本的雷射能量的時序。

圖10A顯示從RF產生器126輸出的RF信號127相對於TTL信號133的變化，該TTL信號133從功能產生器135輸出(由示波器測量)，圖10B顯示產生的2 ms Ar^+ 雷射脈波其由Si偵測器擷取以及由示波器記錄，功能產生器135產生的脈波產生器發火信號與激勵雷射134的樣本100實際照射間的測量延遲約為1.8 μs ，而標準誤差是0.203 μs ，因此若圖2第一雷射束有4 ms的脈波段時間，則發火信號與照射間的該延遲可忽略。

根據本發明使非晶矽結晶的方法及裝置比現存方法具有許多優點。

例如習用非晶矽的雷射退火時常經由光罩，干涉，或相移光罩而依賴雷射束強度的定型，而這些的產生都是困難，昂貴，且耗時的，雷射退火的其他習用方法利用定圖案的島，抗反射塗層，及以較高溫度預熱樣本，這也耗時及耗力因而增加不良率。

相反的，根據本發明實例的雷射退火利用極簡單且非侵入式方法，其僅要求同步施加第二雷射束而不是在非晶矽上製造任何特別的光罩結構。

根據本發明實例的雷射退火的另一優點是不麻煩而且

五、發明說明(11)

大區域照明的定型有效率。習用雷射退火方法在脈波到脈波的雷射能量中不穩定，因而減慢掃描而且在多個脈波上的照射使得長出的結晶的一致性大小產生變化。這些限制減少處理速度且妨礙習用雷射退火實際整合在處理流之中。

相反的，根據本發明實例的雷射退火對於施加雷射束的特徵一般變化較不靈敏，如以下圖11A及11B所示。

圖11A是長多晶矽晶粒成長區域為識別與激勵雷射流的關係圖，而激勵雷射脈波發生在 Ar^+ 雷射的4 ms的中點，該 Ar^+ 雷射具有945 mW的功率，圖11A顯示在激勵雷射流的大範圍中長晶區域的長軸及短軸中的小變化。

圖11B是長多晶矽晶粒成長區域的為識別與施加 Ar^+ 雷射脈波段時間的關係圖，而 200 mJ/cm^2 流的激勵雷射脈波發生在 Ar^+ 雷射脈波的中點，該 Ar^+ 雷射具有930 mW的功率，圖11B也顯示在各種不同 Ar^+ 雷射脈波段時間中沿著長軸及短軸該長晶區域大小的小變化。

本發明的方法的另一優點是能控制結晶成長的長度及方向，執行雷射退火方法不能將非晶矽過長照射在雷射束，因而僅能作短時間加熱且形成的多晶矽的晶粒尺寸較小，惟，根據本發明大晶粒多晶矽的形成是由於第一調變光束脈波在非晶矽中產生梯度分布以及維持熔解，此合併的抑制長晶及延長結晶成長的時間可產生較長的結晶。

本發明也能控制結晶粒成長的方向，如上所述，結晶成長在熔化區域周邊的長晶處開始，接著向熔化區域的中心

五、發明說明(12)

延伸結晶粒，藉由控制重疊雷射束的位置及/或形狀，即可控制熔化區域相對於目標的位置，及結晶粒成長的方向。以下配合雷射束的掃描及/或樣本的實體移動以詳細說明晶粒邊界的方向。

根據本發明實例的雷射退火適用範圍極廣。

一種應用是製造p-Si TFT，圖12顯示這種TFT裝置1200的正視圖，其包括藉由長度L的通道1206分開的源極1202及汲極1204，由具有長晶粒1205a的多晶矽層1205形成源極1202，汲極1204，及通道1206，該多晶矽層1205是由根據本發明方法的實例所形成，閘極1208在通道1206上而且藉由閘介電層而與下面的通道分開。

在源極1202與汲極1204間及在閘極1208與源極1202間施加電位差時，電荷即能跨過通道1206而導通，惟，p-Si TFT元件的精密操作與通道區域1206的導電特徵有極大關係。

通道區域包括複數個小結晶，所以結晶之間的晶粒邊界會妨礙電荷載子跨過通道，而p-Si TFT元件會在較低的切換速度下操作因而需要大電壓。

惟，當通道區域由高品質的長晶粒多晶矽組成時，通過源極與汲極之間的電荷會遇到極少(若有)的多晶矽晶粒邊界因而板電阻較小。因此p-Si TFT會在低電壓下以快速的切換速度操作，而且可能度及均一性都高。

因此本發明的目的是製造一種p-Si TFT元件，以便根據本發明的非晶矽雷射退火製造的長晶粒晶區域可延伸至少

五、發明說明(13)

是通道的長度，如圖12所示，其中單一長的多晶矽晶粒1205a延伸通過通道1206的整個長度L。

如圖12所示，晶粒1205a具有大於 $10\ \mu\text{m}$ 的平均大小，但是本發明不限於製造具有這些大小的晶粒，也可製造較長或較小的晶粒尺寸，配合晶粒大小TFT通道長度即可將p-Si TFT用在大型積體(LSI)電路中，而習用則必須使用MOS或雙極電晶體元件。

如上所述，長晶粒多晶區域1206的大小主要如第一施加雷射束的剖面區域所示，惟，當施加光束的為識別比凸出的通道長度窄時，仍能利用本發明而製造TFT元件。

明確而言，雷射束可掃描脈波事件間材料層的短距離，這可產生重疊的長結晶區域且更延伸晶粒的長度，在另一實例中，樣本本身可以在重疊照射事件間作實體移動以長出較長的結晶。在此一實例中，結晶的成長方向與樣本移動方向相反，在又一實例中，樣本及雷射束分別以不同的速度移動以產生長的多晶矽晶粒。

器任何固定(或移動)的樣本(或光束)，即可將圖12所示多晶矽晶粒1205a的邊界1205b方向限制在某一極大角度E($E \leq 45^\circ$)，這是從源極1202與汲極1204間的軸F算起。

圖13顯示裝設有p-Si TFT結構的平板顯示裝置，該結構是利用根據本發明的方法而製造，顯示裝置1300包括不同像素1304的陣列1302，各像素1304是由p-Si TFT 1306(其利用本發明方法的實例而製造)控制，可沿著列線1308及行線1310之一而個別定址各p-Si TFT，列驅動結構1312與列

五、發明說明(14)

線1308通電，而列驅動結構1314與行線1310通電。

顯示器1300更包括記憶體結構1316，感測器結構1318，及控制器結構1320，控制器結構1320與列驅動器1312及行驅動器1314通電，且控制施加電壓到各可定址TFT 1306。

根據本發明實例的形成大晶粒多晶矽膜的方法可用以製造源極，汲極，及TFT電晶體1306的通道區域以控制各像素1304，也可使用本方法以製造電路1312，1314，1316，1318及1320，它值是陣列1302的像素1304的周邊。

雖然已用特定實例說明本發明，可了解的是本發明並不限於這些實例，如熟於此技術者了解的在不違反本發明範圍下可以對揭示的方法及裝置作各種改良及變化。

例如雖然上述本發明的方法及裝置是以施加重疊雷射束到非晶矽膜的相對側為例來說明，但本發明不限於此一方式，根據本發明的重疊雷射束可傳送到樣本的相同側，而該方法及裝置仍在本發明的範圍中。

此外雖然上述實例顯示從非晶矽形成多晶矽，但本發明不限於將這類非晶材料退火，可利用重疊雷射束的施加以便將各種材料從一狀態轉成另一狀態，根據本發明適於作此轉換的材料包括(但不限於此)半導體材料，介電材料，及傳導材料，這些材料的特定例子可以從一狀態轉成另一狀態，包括矽鍺，銦銻，及氮化矽膜及氧化矽膜。

此外，雖然上述實例利用不同的來源(Ar^+ 及KrF激勵雷射)，但本發明並不要求一定如此，一種雷射退火方法(或裝置)利用單一雷射源具有分裂光束而且各部分以不同時

五、發明說明(15)

間及不同段時間施加到樣本，而該方法及裝置屬於本發明的範圍。

此外，雖然上述實例說明在第一照射段時間的中點從第二雷射束施加能量，但本發明不限於此時序，可以將施加第一雷射束到樣本的時間定在與施加第二雷射束相同的時間結束，而該方法及裝置仍屬於本發明的範圍。在此一實例中，溫度梯度的維持及抑制長晶其導致長結晶成長，可藉由先受到第一雷射束及第二雷射束的能量而緩慢將該高溫冷卻。

而且雖然上述實例在第一雷射脈波利用數毫秒的脈波段時間，以及在第二雷射脈波利用數奈秒的脈波段時間，但本發明並不要求一定如此，一種方法可利用任何長度的第一及第二脈波段時間，只要脈波是重疊而且在第一雷射脈波與第二雷射脈波開始之間存在某一延遲即可。惟，較佳的，第一脈波段時間至少是100奈秒而第二脈波段時間小於100奈秒。

此外本發明不限於利用雷射能量使非晶矽退火，雷射以外的能源也可依此熔解以及使非晶材料再結晶，這些替代能源包括(但不限於)電子束及離子束，可以將來自這些來源的能量施加定時以便如上所述的熔解及接著將該樣本材料再結晶。

此外，雖然上述說明從一CW雷射(具有高斯剖面強度分布)施加第一脈波，但本發明並不要求一定如此，具有其他剖面如頂帽型或另一種光束形狀的雷射束也可根據本發明

五、發明說明 (16)

而用以製造多晶矽。

此外調變CW雷射束的強度可隨時間而變，可以將第一光束強度的上升及下降時間準確控制在奈秒，液體矽，液體矽的固化率，及熔解繼續時間可決定多晶矽晶粒的成長，因此隨時間而變的雷射強度是一種有效參數以控制多晶矽結構。

此外，聚焦CW雷射束的形狀可以作空間高調變以增加結晶成長，因此除了上述圓柱形剖面，CW光束可以依特別應用的要求而具有各種不同形狀，在此一實例中，施加光束的形狀又決定長晶處的形狀。

此外根據本發明實例的方法可合併種晶的使用以增加結晶化。可以用數種可能方式在重疊雷射退火之前將種晶導入非晶矽，一種形成種晶的方法是固相結晶，如金屬引導結晶或鍍引導結晶。或者，也可使用另一種雷射再結晶形式，利用本發明，種晶的使用可有效控制最後產生的p-Si晶粒位置及方向。

此外，可使用固態雷射的聚焦微點以取代大的點區域激勵雷射束，多個固態雷射(具有小的光束剖面)的使用藉由減少對於單一雷射源的依賴即可減少方法的成本及增加產量。

此外，用微光學(包括MEMS比例裝置)可達成將雷射束照到樣本，本發明可使用的該照射光學結構的例子包括(但不限於此)透鏡，鏡，及光束分裂器。

此外，在大型平行系統中使用多個及高重覆性光束可大

五、發明說明(17)

幅增加製造速度及效率，這些替代實例包括將單一光束分成許多部分且獨立施加到基材，以便比單一光束更快照射大區域基材。

此外，可開發出光束對齊及線上探測方法且整合在製程中以增加製程的重覆性，穩定性，可靠性及堅強度，系統中可使用包括MEMS比例裝置的微光學。

此外，主要以配合p-Si TFT結構的形成而說明根據本發明實例的方法，但本發明不限於此應用，可使用非晶材料的重疊雷射退火以產生光學記憶體儲存裝置如DVD光碟，在此一實例中，選擇性重疊雷射退火可產生大晶粒多晶材料的區域以表示資訊位元。

已完全說明本發明的數個實例，如熟於此技術者了解的對於製造長結晶多晶矽的方法及裝置是有許多其他等效或替代者，而本發明的範圍意欲包括這些等效及替代者。

四、中文發明摘要(發明之名稱： 使用雷射退火之薄膜結晶成長)

本發明係藉施加能量束之能量而將一層材料從第一狀態轉成第二狀態，例如大方向及位置控制 p-Si 晶粒成長係利用重疊雷射照射而使非晶矽再結晶。重疊雷射照射可控制冷卻及固化製程以決定產生之結晶結構。特別而言，使用第一脈波段時間之第一雷射束以熔解一非晶矽 (a-Si) 膜及產生一溫度梯度。於初始延遲後，具有短脈波之第二雷射束即與第一雷射束重疊。當第二雷射束照射 a-Si 時，第一雷射束加熱之區域即完全熔化。當液體矽溫度降到長晶溫度以下時，即在超冷之液體矽中同時開始長晶。惟，液池之中間部分因第一雷射束之繼續加熱而緩慢冷卻。因此充

英文發明摘要(發明之名稱： THIN FILM CRYSTAL GROWTH BY LASER ANNEALING)

A layer of material is transformed from a first state to a second state by the application of energy from an energy beam. For example, large direction- and location-controlled p-Si grain growth utilizes recrystallization of amorphous silicon from superpositioned laser irradiation. The superpositioned laser irradiation controls cooling and solidification processes that determine the resulting crystal structure. Specifically, a first laser beam of a first pulse duration is used to melt an amorphous silicon (a-Si) film and to create a temperature gradient. After an initial delay, a second laser beam with shorter pulse duration is superpositioned with the first laser beam. When a-Si is irradiated by the second laser beam, the area heated by the first laser beam becomes completely molten. Spontaneous nucleation is initiated in the supercooled liquid-Si when the liquid-Si temperature drops below the nucleation temperature. However, the central part of the liquid pool subjected to continued heating by the first laser beam cools down slowly. Grains nucleated in the

四、中文發明摘要（發明之名稱：

)

份熔化點周邊中長晶之晶粒能成長入液體矽之中，且在長度延伸直到其在第一雷射束點之中間碰撞，第一雷射束使熔化Si相延長而在某一方向引導晶粒成長，第二雷射束觸發長晶且控制導致後續側向晶粒成長之晶粒位置。

英文發明摘要（發明之名稱：

)

periphery of the fully molten spot can therefore grow into the liquid-Si and extend in length until they collide at the center of the first laser beam spot. The first laser beam prolongs the molten Si phase and induces grain growth in a certain direction. The second laser beam triggers nucleation and controls grain location leading to subsequent lateral grain growth.

圖 1

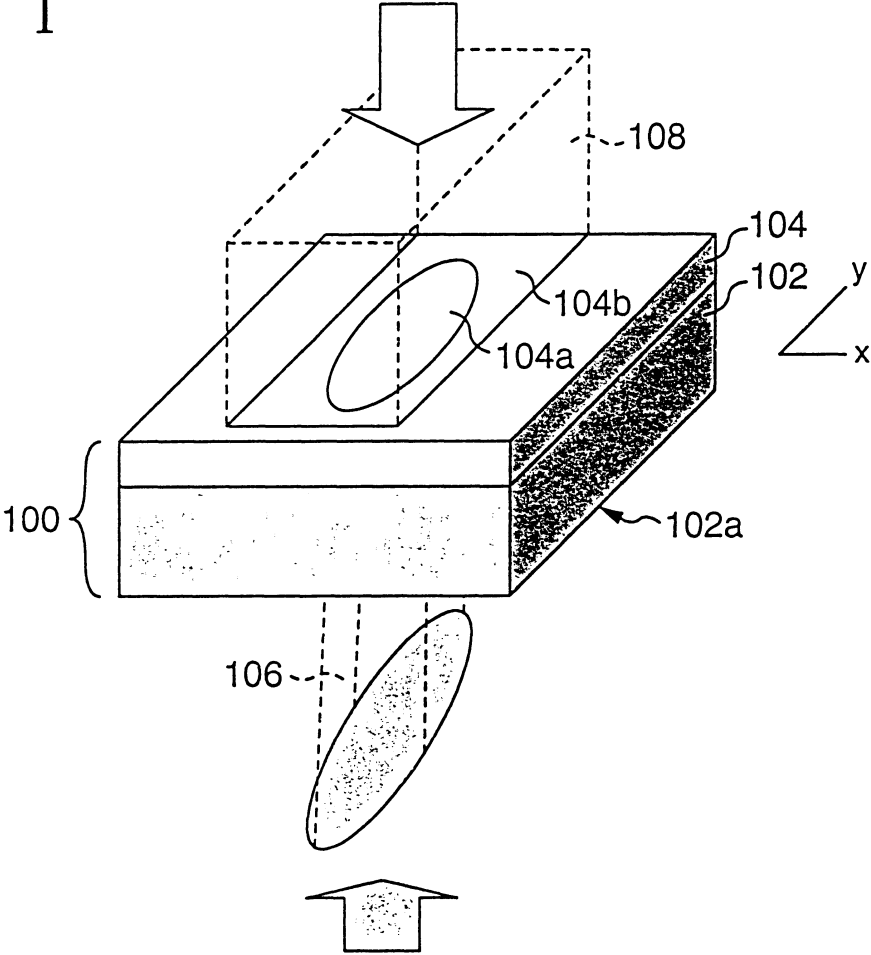


圖 2

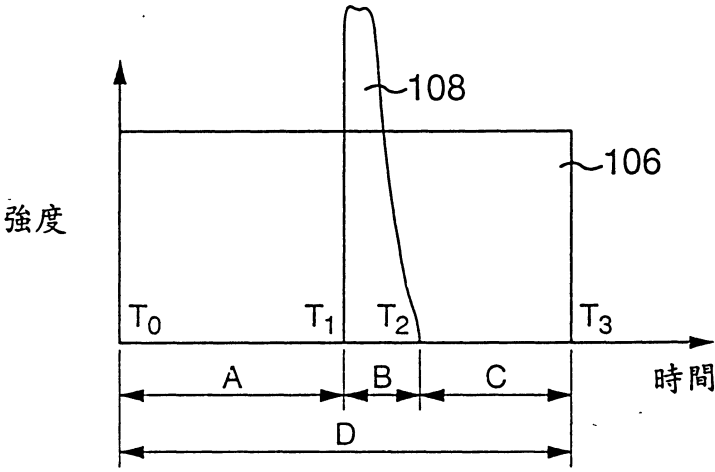


圖 3A

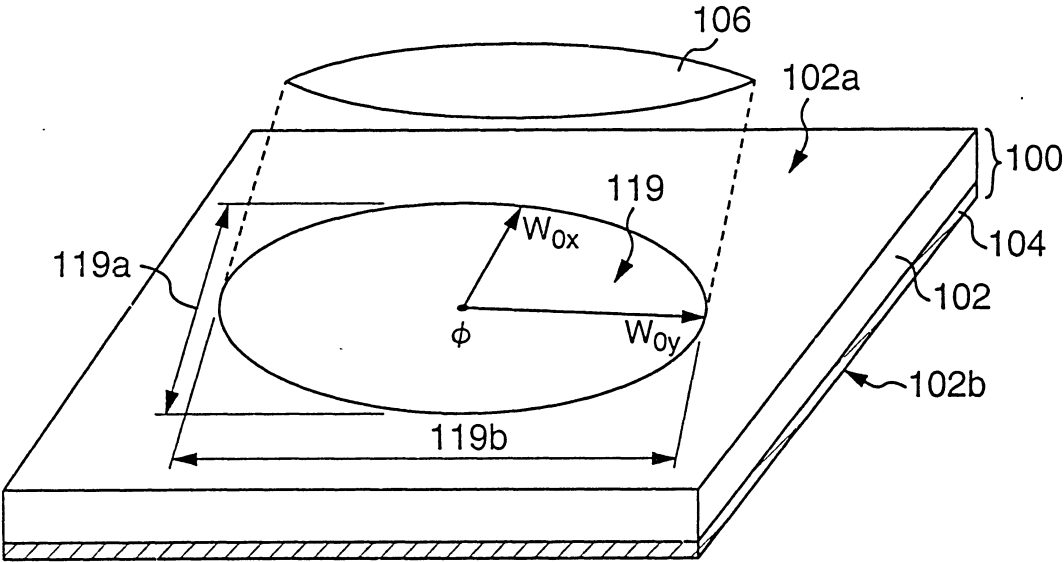


圖 3B

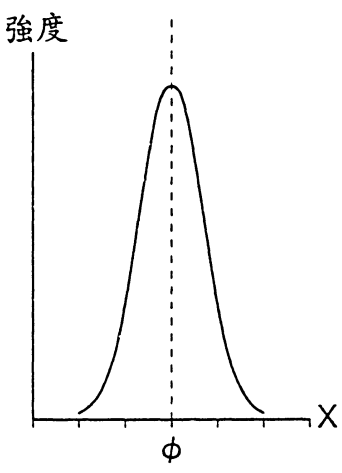


圖 3C

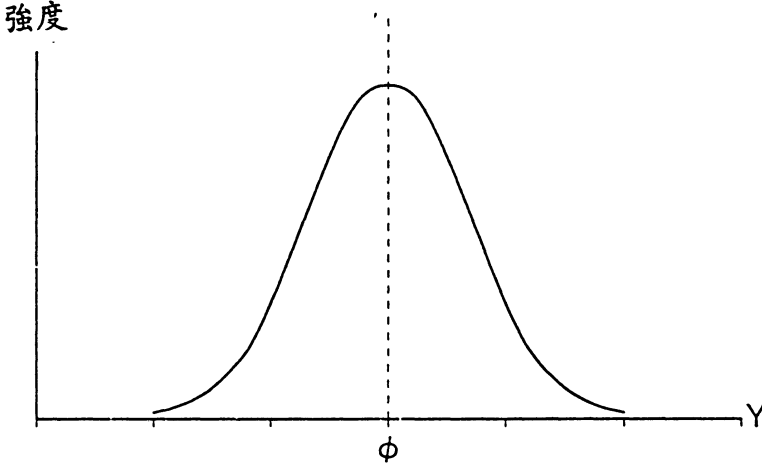


圖 4A

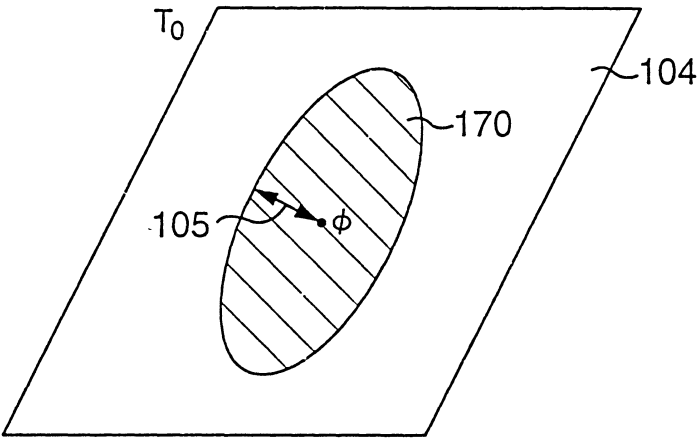


圖 4B

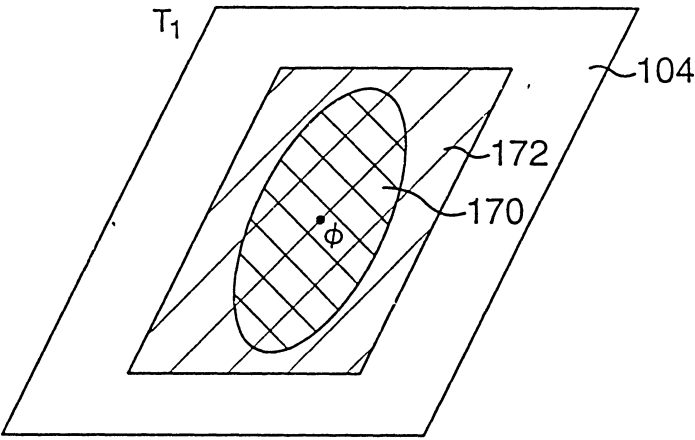


圖 4C

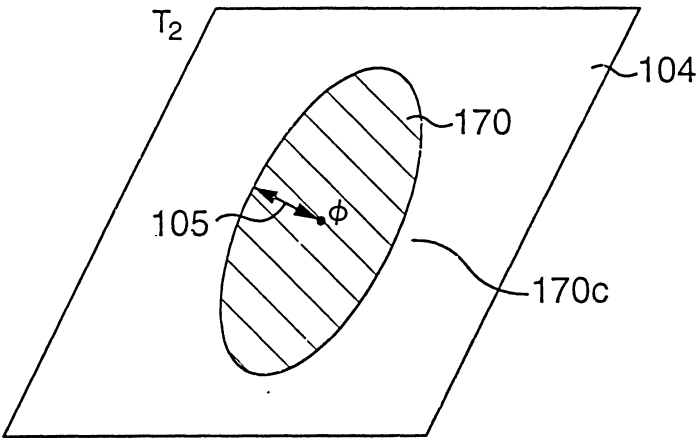


圖 4D

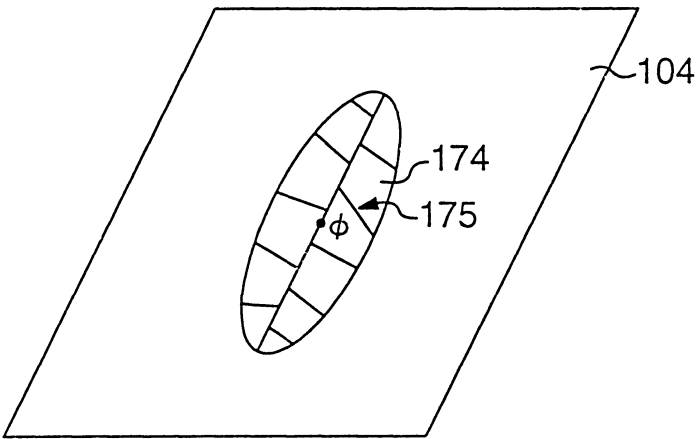


圖 5A

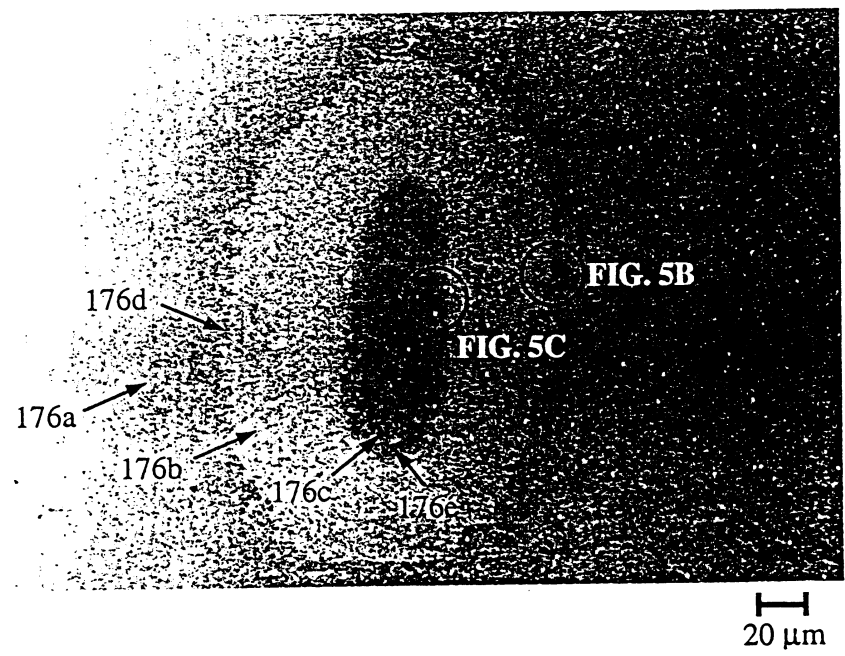


圖 5B

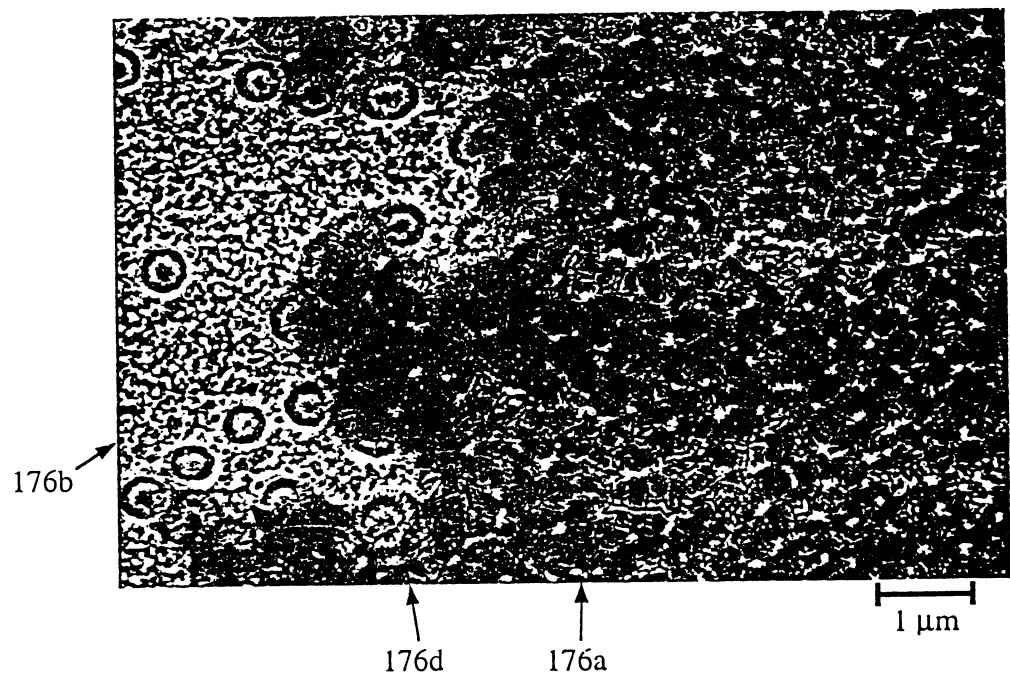


圖 5C

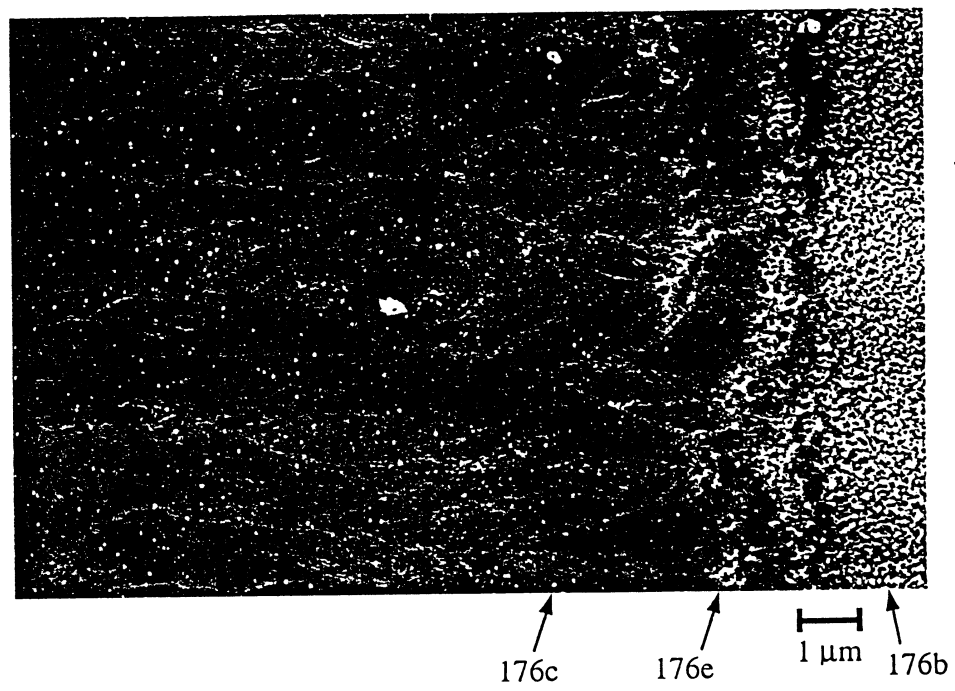


圖 6A

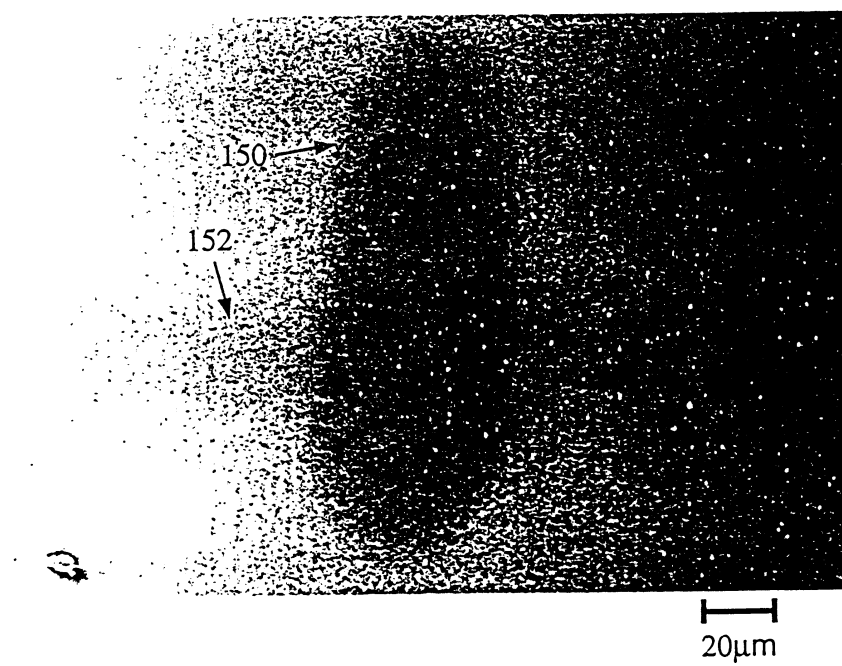


圖 6B

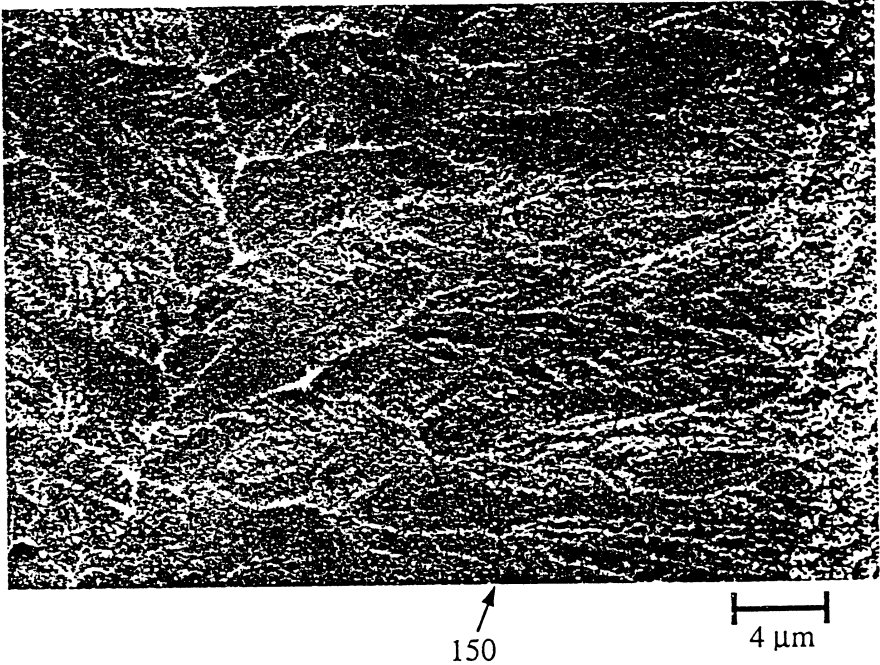


圖 6C

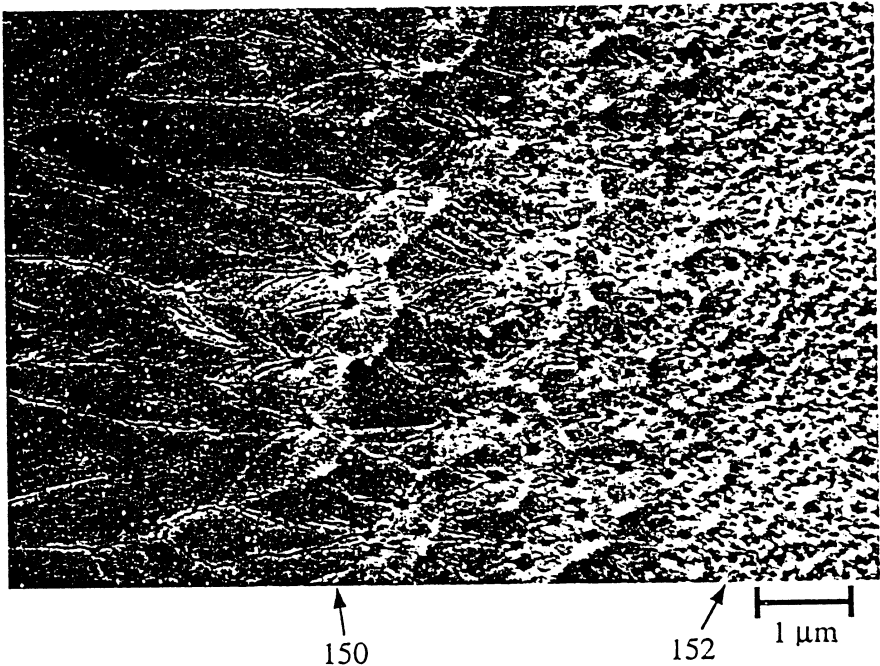


圖 7A

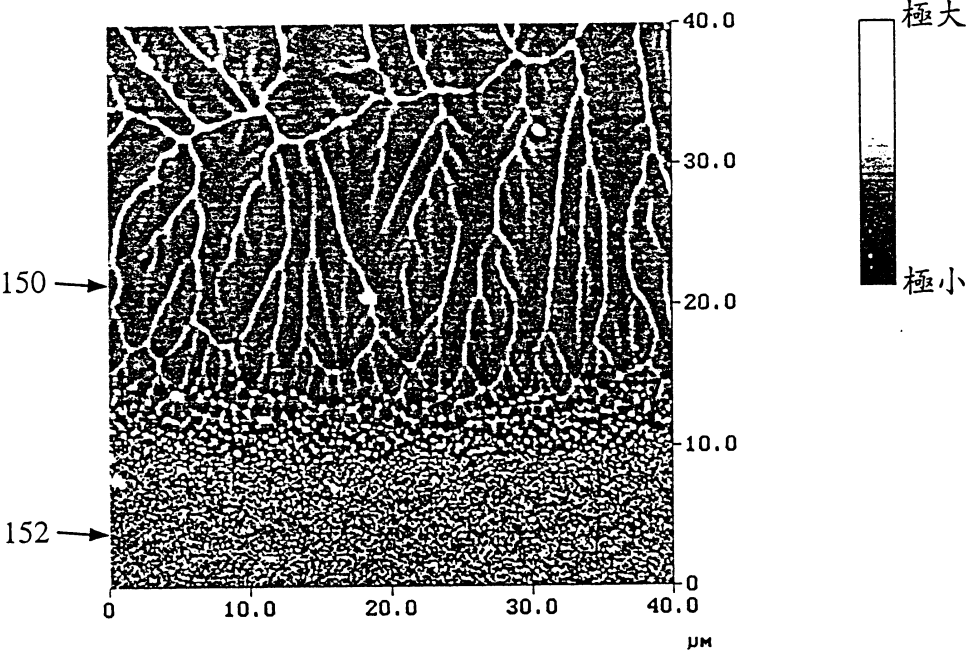


圖 7B

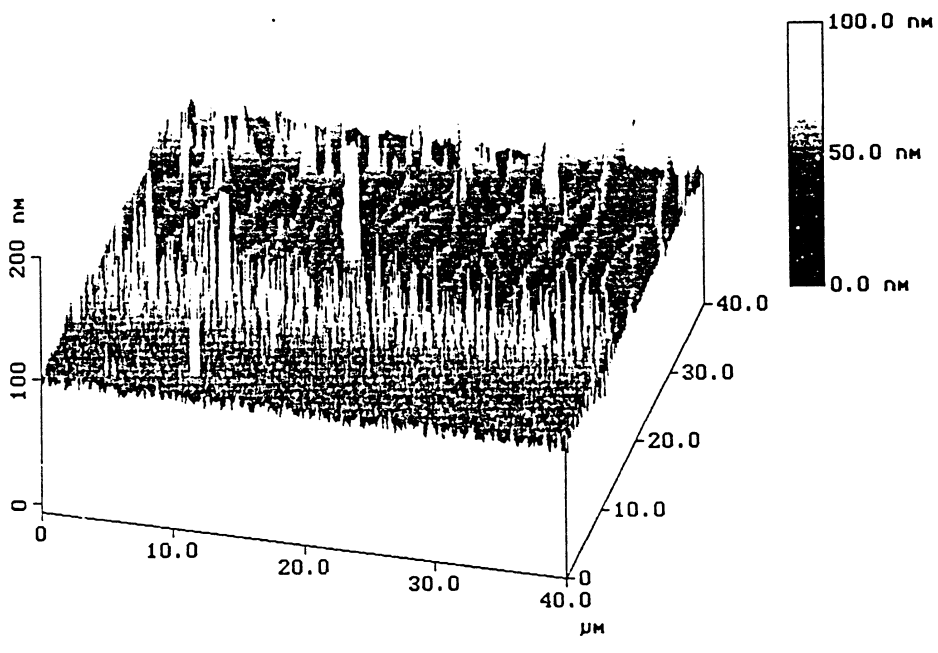


圖 8A

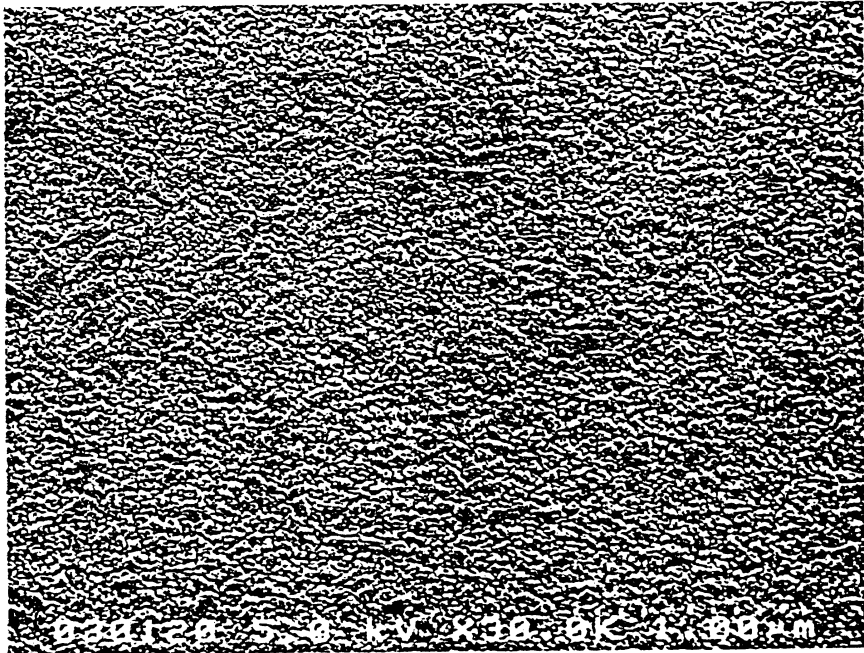
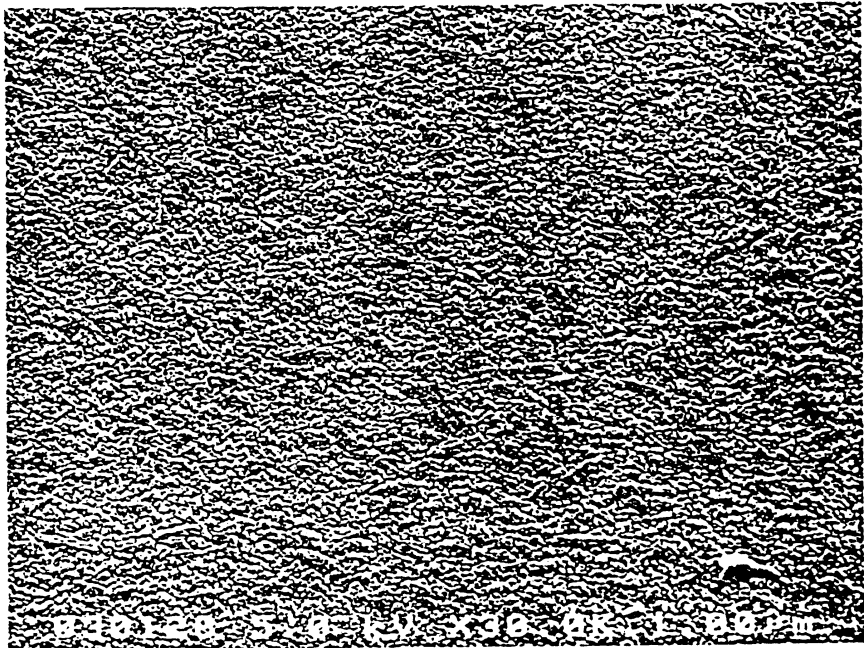


圖 8B



७

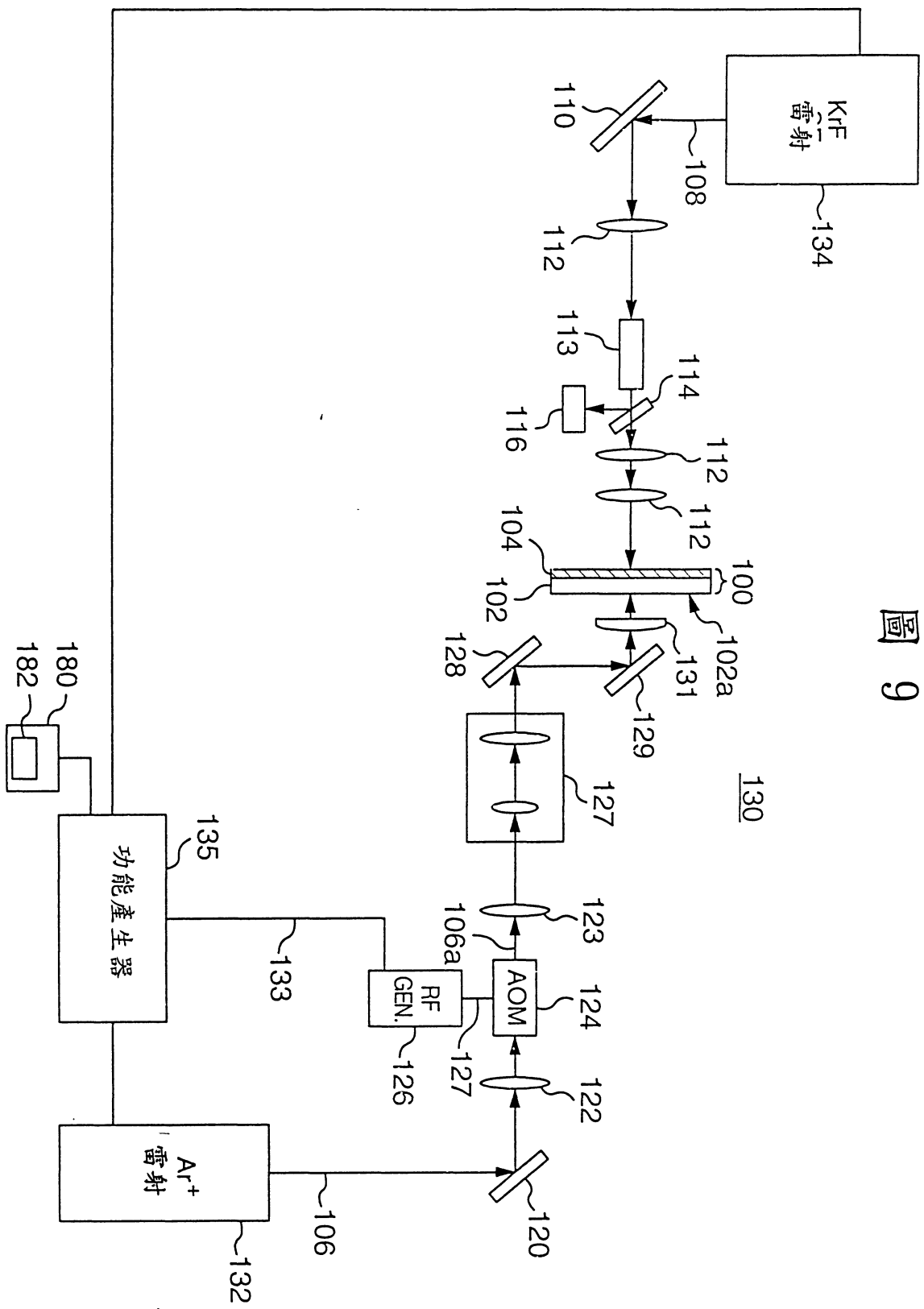


圖 10A

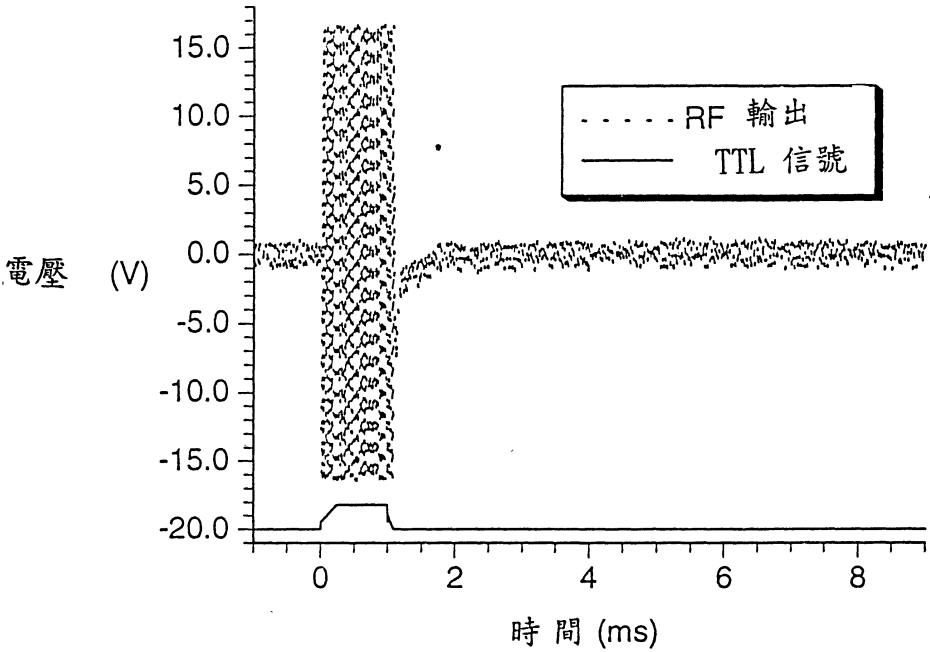


圖 10B

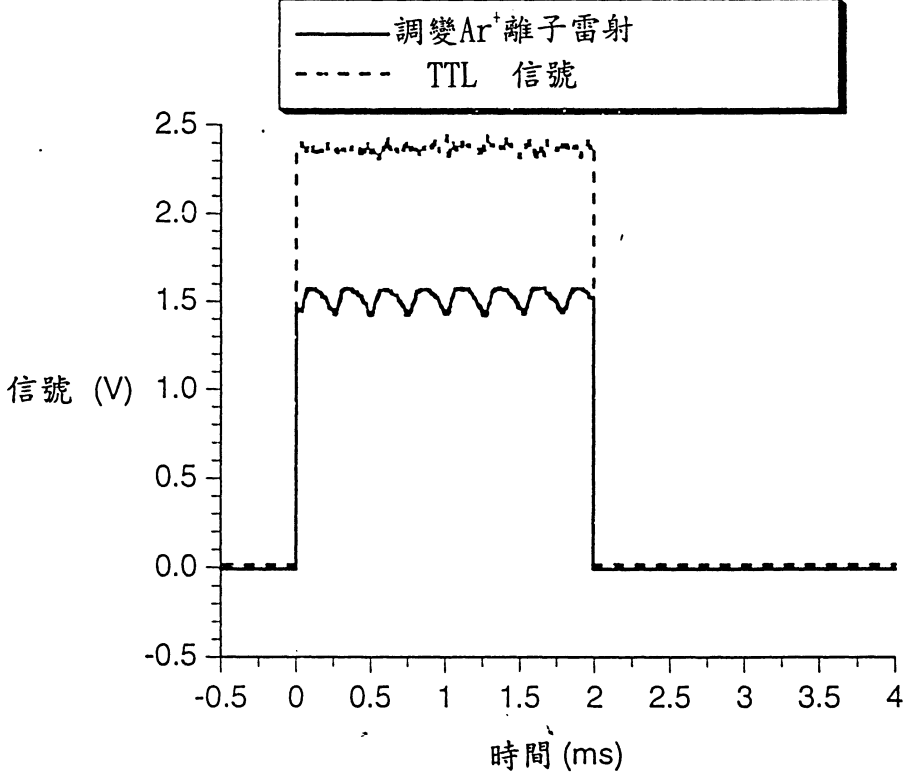


圖 11A

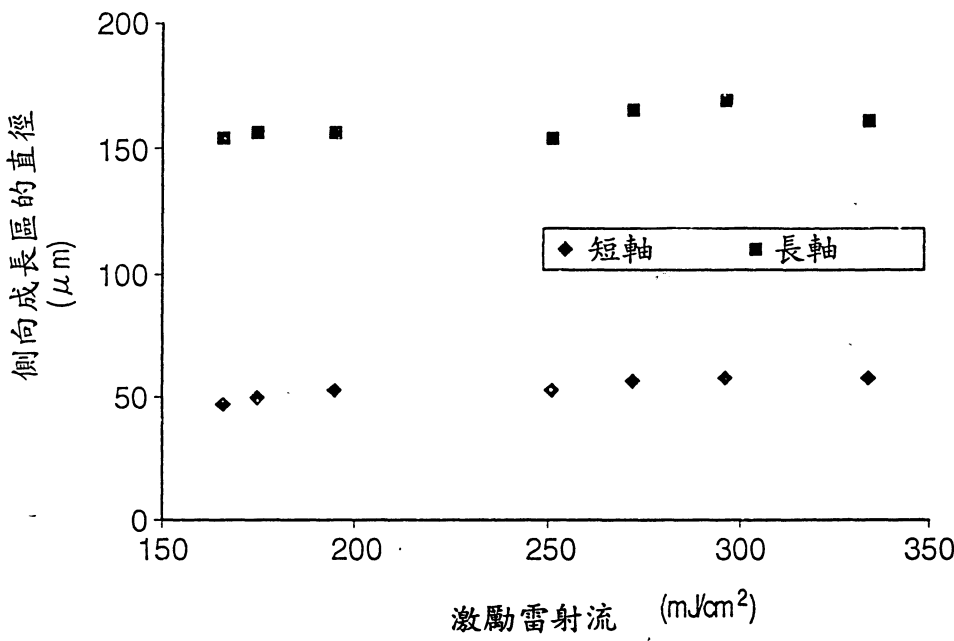


圖 11B

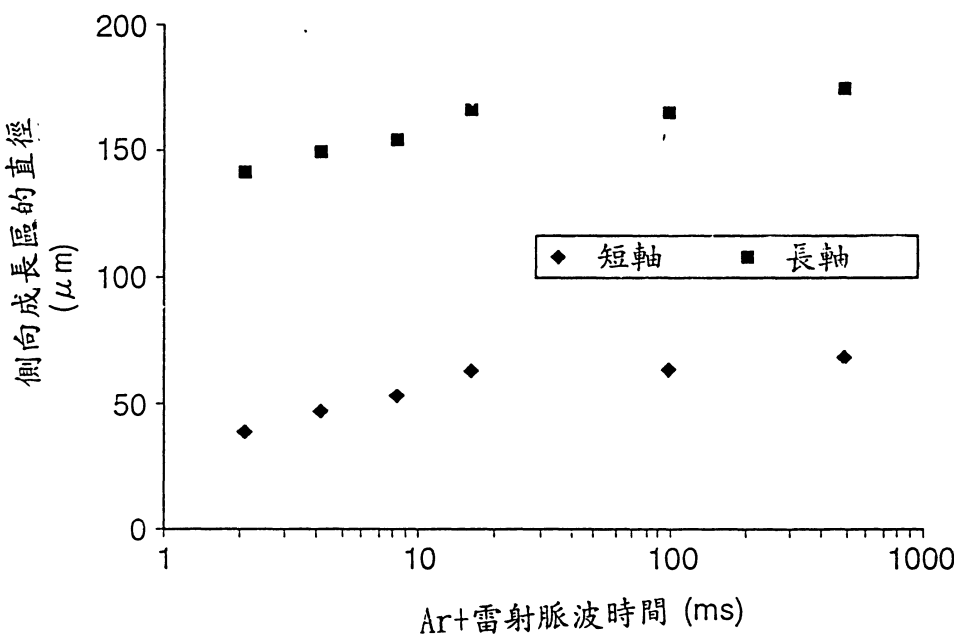


圖 12

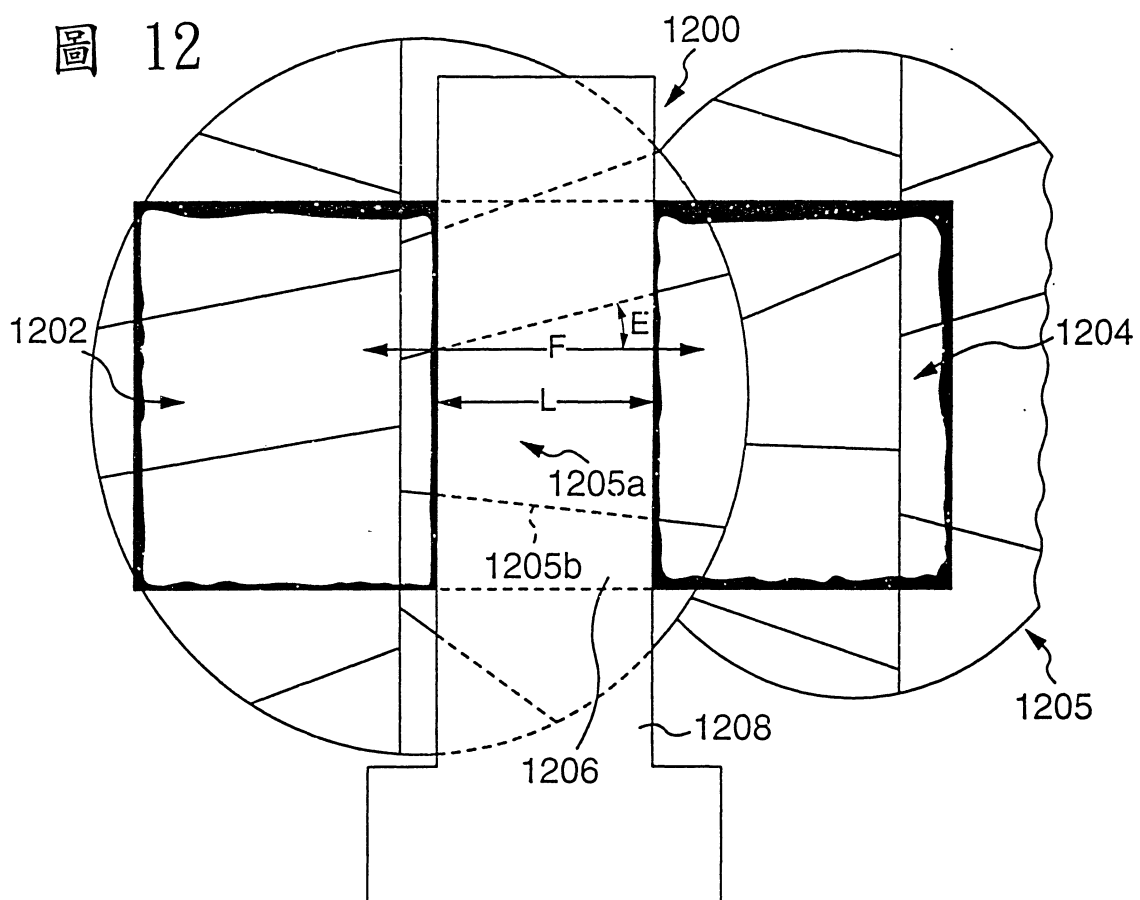
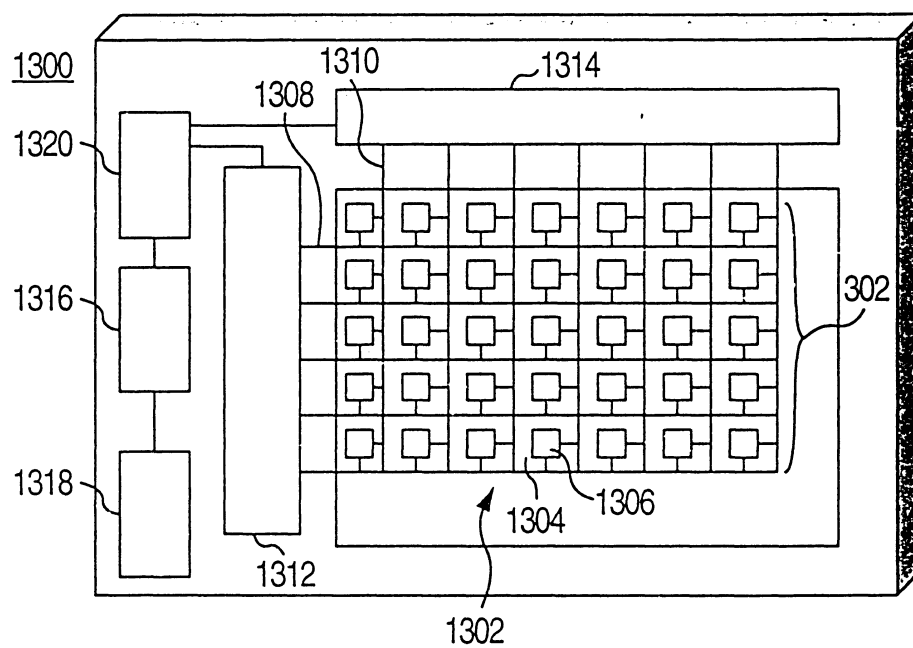


圖 13



六、申請專利範圍

1. 一種製造材料膜之方法，該方法包括：

提供一層材料，該層材料實質係一第一狀態且選自一傳導材料，一半導體材料，或一介電材料；及

在一第一時間施加一第一能量束到該層材料且持續一第一段時間；

在一第二時間施加一第二能量束到該層材料且持續一第二段時間，第二時間在第一時間之後而且第二段時間在第一段時間或之前結束，俾將該層材料從第一狀態轉成第二狀態。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第一段時間至少係100奈秒。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中第二段時間小於100奈秒。
4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第一狀態係一非晶狀態。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第二狀態係一多晶狀態。
6. 如申請專利範圍第5項之方法，其中多晶狀態包括大於10微米之平均晶粒大小。
7. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第一脈波段時間將材料轉成一熔化狀態。
8. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第二光束引發將該層材料成為第二狀態之轉變。
9. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第一能量束及第二

六、申請專利範圍

能量束之至少一者係選自光源、雷射源、離子束、及電子束。

- 10.如申請專利範圍第1項之方法，更包括掃描第一及第二能量束之步驟。
- 11.如申請專利範圍第1項之方法，更包括物理上轉變該層材料。
- 12.如申請專利範圍第1項之方法，其中第一能量束之強度方向包括一高斯分布，一頂帽分布，及一定型分布之一。
- 13.如申請專利範圍第1項之方法，其中第一能量束及第二能量束係自相同源發出。
- 14.如申請專利範圍第1項之方法，其中第一能量束及第二能量束係自不同源發出。
- 15.一種薄膜電晶體，包括：一源極，一汲極，及一通道，通道位於源極與汲極之間且包括藉由施加一第一能量束到一非晶矽膜及施加一重疊第二能量束到非晶矽膜，其在第一段時間中繼續一第二段時間，以便從非晶矽形成多晶矽。
- 16.如申請專利範圍第15項之薄膜電晶體，其中通道包括大於10 μm 之平均多晶粒大小。
- 17.如申請專利範圍第16項之薄膜電晶體，其中多晶晶粒之晶粒邊界相對於源極與汲極間之軸成75度或較小之角度。
- 18.如申請專利範圍第15項之薄膜電晶體，其中藉由單一多晶矽晶粒而形成通道長度。

六、申請專利範圍

19.一種從非晶矽形成多晶矽之裝置，包括：

- 一第一能量源，發出一能量束；
- 一光束分裂器，配置成將能量束分成一第一部分及一第二部分；
- 一第一傳送元件，配置成傳送第一部分到非晶矽膜上之位置持續一第一段時間；及
- 一第二傳送元件，配置成傳送第二部分到該位置持續一第二段時間其與第一段時間重疊。

20.如申請專利範圍第19項之裝置，其中能量源係一CW雷射而第一傳送元件包括聲光調變器及/或驅動電子元件。

21.一種從非晶矽形成多晶矽之裝置，包括：

- 一第一能量源，發出一第一能量束；
- 一第二能量源，發出一第二能量束；
- 一第一傳送元件，配置成傳送第一光束到非晶矽膜上之位置持續一第一段時間；及
- 一第二傳送元件，配置成在第一光束之後傳送第二光束到該位置持續一第二段時間，其與第一段時間重疊。

22.如申請專利範圍第21項之裝置，其中：

- 第一能量源係一CW雷射；
- 第二能量源係一脈波激勵雷射；及
- 第一傳送元件，包括一聲光調變器。

23.一種材料狀態轉換裝置，包括：

- 一第一能量源，發出一第一能量束；

六、申請專利範圍

- 一 第二能量源，發出一第二能量束；
 - 一 第一傳送元件，配置成將第一光束傳送到處於第一物理狀態之一層材料上之位置；
 - 一 控制器與第一能量源及第二能量源接通；及
 - 耦合到該控制器之記憶體，該記憶體以包括電腦指令之電腦可讀取格式儲存一電腦程式以控制該控制器，以
 - a. 令第一能量束在一第一時間施加到該位置且持續一第一段時間；及
 - b. 令第二能量束在一第二時間施加到該位置且持續一第二段時間，該第二時間在第一時間之後且第二段時間在第一段時間或之前結束，俾將該層材料從第一狀態轉成一第二狀態。
24. 如申請專利範圍第23項之裝置，其中：
- 第一能量源與第二能量源相同，及
 - 第一傳送元件包括一光束分裂器，將第一能量束分成一第一部分及一第二部分，第二部分包括第二能量束。
25. 如申請專利範圍第23項之裝置，其中第一傳送元件包括一鏡及一透鏡之至少一者，其係利用一微製程而製成。