



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I765905 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：106128360

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 22 日

(51)Int. Cl. : H01L21/324 (2006.01)

H01L51/50 (2006.01)

(30)優先權：2016/08/22 英國

1614342.2

2017/01/17 英國

1700800.4

(71)申請人：英商萬佳雷射有限公司(英國) M-SOLV LIMITED (GB)

英國

(72)發明人：隆斯畢 菲利普 湯瑪士 RUMSBY, PHILIP THOMAS (GB)；邁爾斯 大衛 湯

瑪斯 艾德蒙 MYLES, DAVID THOMAS EDMUND (GB)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 583723B

TW I250360B

TW 201432791A

US 6943086B2

US 7397831B2

US 6,635,932B2

US 2010/291760A1

WO 03/071344A1

審查人員：趙天生

申請專利範圍項數：40 項 圖式數：14 共 34 頁

(54)名稱

用於半導體材料層退火之裝置，半導體材料層退火之方法，及平面顯示器

(57)摘要

本發明提供用於半導體材料(尤其為非晶矽或 IGZO)層退火之方法及裝置。在一個配置中，裝置包括產生雷射光束之雷射源。光束掃描配置使該雷射光束、或藉由該雷射光束產生之複數個子光束相對於該半導體材料層掃描，使得選擇性地輻照該半導體材料層之複數個區，且藉此產生經退火半導體材料(尤其為多晶矽或經退火 IGZO)之對應複數個區。經退火半導體材料之該等區之各者與經退火半導體材料之所有其他區分離。

Methods and apparatus for annealing a layer of semiconductor material, particularly amorphous silicon or IGZO, are provided. In one arrangement, an apparatus comprises a laser source that generates a laser beam. A beam scanning arrangement scans the laser beam, or a plurality of sub-beams generated by the laser beam, relative to the layer of semiconductor material in such a way as to selectively irradiate a plurality of regions of the layer of semiconductor material and thereby generate a corresponding plurality of regions of annealed semiconductor material, particularly polysilicon or annealed IGZO. Each of the regions of annealed semiconductor material is separated from all of the other regions of annealed semiconductor material.

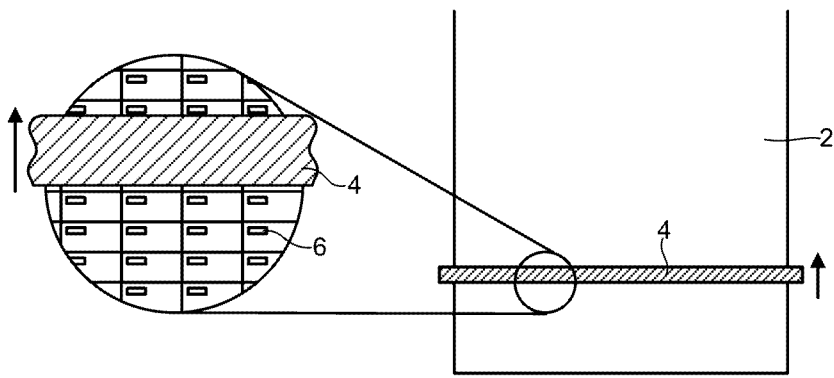
指定代表圖：

符號簡單說明：

2 . . . 層

4 . . . 雷射光束

6 . . . 區



【圖1】



I765905

【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於半導體材料層退火之裝置，半導體材料層退火之方法，及平面顯示器

【英文發明名稱】

AN APPARATUS FOR ANNEALING A LAYER OF SEMICONDUCTOR MATERIAL, A METHOD OF ANNEALING A LAYER OF SEMICONDUCTOR MATERIAL, AND A FLAT PANEL DISPLAY

【中文】

本發明提供用於半導體材料(尤其為非晶矽或IGZO)層退火之方法及裝置。在一個配置中，裝置包括產生雷射光束之雷射源。光束掃描配置使該雷射光束、或藉由該雷射光束產生之複數個子光束相對於該半導體材料層掃描，使得選擇性地輻照該半導體材料層之複數個區，且藉此產生經退火半導體材料(尤其為多晶矽或經退火IGZO)之對應複數個區。經退火半導體材料之該等區之各者與經退火半導體材料之所有其他區分離。

【英文】

Methods and apparatus for annealing a layer of semiconductor material, particularly amorphous silicon or IGZO, are provided. In one arrangement, an apparatus comprises a laser source that generates a laser beam. A beam scanning arrangement scans the laser beam, or a plurality of sub-beams generated by the laser beam, relative to the layer of semiconductor material in such a way as to selectively irradiate a

plurality of regions of the layer of semiconductor material and thereby generate a corresponding plurality of regions of annealed semiconductor material, particularly polysilicon or annealed IGZO. Each of the regions of annealed semiconductor material is separated from all of the other regions of annealed semiconductor material.

【指定代表圖】

圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

- 2 層
- 4 雷射光束
- 6 區

【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於半導體材料層退火之裝置，半導體材料層退火之方法，及平面顯示器

【英文發明名稱】

AN APPARATUS FOR ANNEALING A LAYER OF SEMICONDUCTOR MATERIAL, A METHOD OF ANNEALING A LAYER OF SEMICONDUCTOR MATERIAL, AND A FLAT PANEL DISPLAY

【技術領域】

本發明係關於用於半導體材料高效退火(例如以藉由退火將非晶矽轉換為多晶矽或將IGZO轉換為經退火IGZO)，尤其用於例如基於液晶(LC)或有機發光二極體(OLED)材料製造大型平面顯示器(FPD)中需要之薄膜電晶體之裝置及方法。

【先前技術】

為了為LC顯示器(LCD)或OLED顯示器(或其他FPD)之各像素中之電子器件(例如，TFT)提供多晶矽，已知提供非晶矽層且使用退火來將該非晶矽轉換為多晶矽。在一個程序中，如在圖1中描繪，長、窄線雷射光束4在基板2上之非晶矽層上方緩慢地掃描以提供單一、連續多晶矽區。可使用例如UV (例如，308 nm)準分子雷射或多模式綠光DPSS雷射來形成線雷射光束。線雷射光束通常可高達約750 mm長及約30微米寬。掃描速度及脈衝重複率經控制使得所有輻照區實質上接收相同輻射劑量且可靠地轉換為多晶矽。藉由在連續區中將所有非晶矽轉換為多晶矽，多晶矽將在其

中需要提供TFT之子區6中可得，以用於驅動顯示器之個別像素(及像素內之色彩)。

可需要類似處理使替代性半導體材料(諸如氧化銦鎵鋅(IGZO))退火以改良其等性質(例如改良其等電性質之空間均勻性及/或載子遷移率)。

隨著顯示器變得更大，足夠快速且以成本有效之方式執行上述處理變得愈加困難。例如，難以增大個別線雷射光束之長度且提供雷射脈衝能量之所需增大。

【發明內容】

本發明之目的係提供用於提供經退火半導體材料之區(尤其用於製造大型FPD)之改良方法及裝置。

根據本發明之態樣，提供一種用於半導體材料層退火之裝置，其包括：雷射源，其經組態以產生雷射光束；及光束掃描配置，其經組態以相對於該半導體材料層掃描該雷射光束，或從該雷射光束產生之複數個子光束，使得選擇性地輻照該半導體材料層之複數個區，且藉此藉由退火產生經退火半導體材料之對應複數個區，其中經退火半導體材料之該等區之各者與經退火半導體材料之所有其他區分離。

待退火之該半導體材料可包括例如非晶矽或IGZO。經退火半導體材料可包括多晶矽或IGZO之經退火形式(例如，其中已藉由退火使電性質更均勻及/或其中已藉由退火改良載子遷移率之IGZO形式)。

在實施例中，提供一種用於非晶矽層退火之裝置，其包括：雷射源，其經組態以產生雷射光束；及光束掃描配置，其經組態以相對於該非晶矽層掃描該雷射光束，或從該雷射光束產生之複數個子光束，使得選擇性地輻照該非晶矽層之複數個區，且藉此藉由退火產生多晶矽之對應複數

個區，其中多晶矽之該等區之各者與多晶矽之所有其他區分離。

藉由提供能夠選擇性地輻照複數個經分離區之裝置，可使用低得多之總能量來執行該半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)之退火。原始半導體材料層之比例可更接近於支援待製造之電子器件(例如，TFT)實際所需之比例。例如，在LCD或OLED顯示器之情況中，其中可需要形成TFT之該顯示器之總面積之比例通常約為該總面積之3%。若如在先前技術中，線雷射光束用於提供該多晶矽，則實質上100%之該總面積將退火。本發明之選擇性輻照通常將需要更接近於3%之比例的輻照，通常在約10%之該區中(以提供圍繞TFT區之各者之安全裕度)。此途徑降低功率需求，增大處理速度且降低處理成本。

在實施例中，雷射光束分裂成複數個子光束。該複數個子光束在該半導體材料層(例如，非晶矽或IGZO)上方掃描。已發現此途徑提供尤其高效之提供選擇性輻照之方式。該技術可以低成本實施且提供快速處理大面積半導體材料之基礎。多個雷射及對應光束分裂器可用於並行處理尤其大之面積或多個區域。

在實施例中，該雷射光束係脈衝雷射光束且該光束掃描配置經組態使得該複數個子光束之各子光束相對於該半導體材料層掃描，使得該子光束之連續脈衝輻照待被輻照之該半導體材料層之該複數個區之不同各自者。此途徑提供先前技術中不可用之將輻射劑量應用至各區之方式的靈活性。例如，在使用線雷射光束之先前技術配置中，平行於該線雷射光束之掃描方向之該線雷射光束內之強度剖面將大體係高斯的。此意味著藉由該線雷射光束輻照之各區域將接收強度增大且接著減小之脈衝且無其他配置將係輕易可能的。如此改變脈衝強度對於該半導體材料退火而言將係非最

佳的，其進一步增大需要使用相對於本發明之先前技術途徑應用之輻射之總量。

在一項特定實施例中，由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量實質上針對各脈衝係相同的。在替代性實施例中，由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量針對由該區接收之各脈衝漸進增大。藉此，進一步相對於由先前技術配置提供之高斯變化改良該退火程序之效率。

根據替代性態樣，提供一種半導體材料層退火之方法，其包括：產生雷射光束；及使該雷射光束，或從該雷射光束產生之複數個子光束在該半導體材料層上方掃描，使得選擇性地輻照該半導體材料層之複數個區，且藉此產生經退火半導體材料之對應複數個區，其中經退火半導體材料之該等區之各者與經退火半導體材料之所有其他區分離。

根據實施例，提供一種非晶矽層退火之方法，其包括：產生雷射光束；及使該雷射光束，或從該雷射光束產生之複數個子光束在該非晶矽層上方掃描，使得選擇性地輻照該非晶矽層之複數個區，且藉此產生多晶矽之對應複數個區，其中多晶矽之該等區之各者與多晶矽之所有其他區分離。

該方法可用作製造平面顯示器(尤其為LCD或OLED顯示器)之方法之部分。

【圖式簡單說明】

現將參考附圖藉由實例進一步描述本發明，其中：

圖1描繪使線雷射光束在半導體材料層上方掃描以使半導體材料退火；

圖2描繪用於包括光束掃描器之半導體材料層退火之裝置；

圖3描繪用於不具有光束掃描器之半導體材料層退火之替代性裝置；

圖4描繪相對於TFT區之個別輻照區；

圖5描繪沿著圖4之輻照區中之線X-X'之強度輪廓；

圖6描繪沿著圖4之輻照區中之線Y-Y'之強度輪廓；

圖7描繪使複數個子光束在半導體材料層上方掃描以選擇性地輻照半導體材料之複數個區；

圖8描繪蝴蝶領結型掃描型樣；

圖9描繪使複數個子光束光柵在半導體材料層上方掃描之第一實施例；

圖10描繪使複數個子光束光柵在半導體材料層上方掃描之第二實施例；

圖11係展示依據時間之在區處接收之能量密度之例示性變化(對應於跨複數個子光束之強度輪廓)之條形圖；

圖12係展示依據時間之在區處接收之能量密度之進一步例示性變化(對應於跨複數個子光束之強度輪廓)之條形圖；

圖13係展示依據時間之在區處接收之能量密度之進一步例示性變化(對應於跨複數個子光束之強度輪廓)之條形圖；及

圖14描繪包括用於並行處理複數個基板之多個雷射系統之支架。

【實施方式】

如在描述之導言部分中提及，隨著顯示器變大，變得愈加難以高效地針對各像素提供用於TFT之多晶矽(或其他經退火半導體材料)。考量例如70吋8K解析度顯示器之典型需求。此一顯示器將具有1550×872 mm之總體尺寸。沿著長度將需要7680個像素。沿著寬度將需要4320個像素。

各像素將具有約67微米之寬度及約202微米之高度。此一顯示器之TFT單元之數量沿著長度將係23040個(針對三個色彩之各者需要一個TFT單元)且沿著寬度將係4320個。因此需要近乎一億個TFT單元。

在先前技術中，實質上所有1550×872 mm顯示區域將需要經受退火輻射以提供經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)。下文描述之實施例大幅減小經執行之退火之總量，同時仍提供近乎一億個TFT需要之所有經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)。

在實施例中(其之實例在圖2及圖3中描繪)，提供用於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2退火之裝置1。半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2可藉由層運輸器件42傳送。半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2可支撐於基板40上。繼而，基板40可由層運輸器件42支撐(且傳送)。層運輸器件42可包括支撐及/或抓持基板40之可移動台。

裝置1包括產生雷射光束31之雷射源30。雷射源30可為脈衝式雷射源30。可使用能夠使半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)退火之任何雷射源。雷射源之細節可根據待退火之半導體材料之特定特性變化。在實施例中，雷射源30係低 M^2 高重複率DPSS雷射。在實施例中，雷射源30係產生依約355nm之輻射脈衝之UV雷射源(尤其適用於非晶矽退火)。在替代性實施例中，雷射源30係產生依約532nm之輻射脈衝之綠光雷射源(亦適用於非晶矽退火)。在替代性實施例中，雷射源30係產生依約266nm之脈衝之DUV雷射源(尤其適用於IGZO退火)。雷射源30可包括多模式高功率雷射，視情況為高 M^2 低重複率DPSS雷射。此後者實施例可為尤其適用的，其中歸因於較高之功率需求，產生光束點之二維陣列。下文參考圖10而描述此一配置之實例。雷射源30可包括Q切換式雷射源。在實施例中，雷射

源30經組態以提供具有200 ns或更小(視情況150 ns或更小，視情況100 ns或更小)之脈衝長度之脈衝。

在圖2及圖3中展示之實施例中，光學元件32 (例如，繞射光學元件DOE)藉由分裂雷射光束31而產生複數個子光束33。

提供光束掃描配置，其使雷射光束31 (或從雷射光束31產生之複數個子光束33 (如在圖2及圖3之實施例中))相對於待退火之半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2 (在其上方)掃描。執行掃描，使得選擇性地輻照半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之複數個區。藉由輻照產生經退火半導體材料(例如，非晶矽或經退火IGZO)之對應複數個區。經退火半導體材料之各區與經退火半導體材料之每隔一個區分離。

在一項實施例中，半導體材料包括非晶矽、本質上由非晶矽構成或由非晶矽構成，且輻照諸如係使非晶矽退火以形成多晶矽。

在替代性實施例中，半導體材料包括IGZO、本質上由IGZO構成或由IGZO構成，且輻照諸如係使IGZO退火以形成經退火IGZO。在實施例中，經退火IGZO具有與退火之前之IGZO明顯不同之電性質，包含例如電性質之更高空間均勻性及/或增大之載子遷移率。

在實施例中(在圖2中描繪其之實例)，光束掃描配置包括光束掃描器34。光束掃描器34提供相對於藉由雷射光束31或藉由複數個子光束33產生之一或多個光束點9之雷射源30之移動，藉此至少部分執行雷射光束31或複數個子光束33相對於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之掃描。可例如使用移動鏡、掃描折射光學器件、聲光偏轉器或光電偏轉器或光束掃描器之技術中已知之任何其他技術而例如藉由雷射光束31或子光束33之受控偏轉或操縱達成一或多個光束點9之受控移動。光束掃描器34可進

一步包括光學器件(例如， f - θ 透鏡)來將雷射光束31或子光束33聚焦於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上。

光束掃描配置可另外或替代地包括一層運輸器件42，該層運輸器件42移動半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2，且藉此至少部分執行雷射光束31或複數個子光束33相對於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之掃描。

光束掃描配置可另外或替代地包括例如在圖3中展示之光學器件運輸器件50。光學器件運輸器件50移動雷射源30及光學器件(或光學器件之部分)之任一者或兩者以用於將雷射光束31或複數個子光束33引導至半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上，且藉此至少部分執行雷射光束31或複數個子光束33相對於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之掃描。在圖3之特定實例中，藉由光學器件運輸器件50移動之光學器件包含雷射源30、光束塑形光學元件32' (見下文)、光束分裂光學元件32及光學器件52 (例如， f - θ 透鏡)，來將子光束33聚焦於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上。

如在圖4中示意性描繪，在實施例中，經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)之複數個區8之各者含有區6，其中將提供顯示器件(例如，LCD或OLED顯示器)之像素需要之單一電子單元(例如，TFT器件)。在實施例中，雷射光束31或各子光束33藉由光學元件32' (見圖2及圖3)(諸如繞射光學元件(DOE))塑形以在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上形成實質上矩形點9。在實施例中，各點9與複數個區8之各者實質上大小及形狀相同。在實施例中，各雷射光束脈衝具有實質上頂帽形橫截面強度輪廓。因此，針對圖4之區8，沿著線X-X'之強度輪廓將如圖5中展

示。沿著線Y-Y'之強度輪廓將如圖6中展示。在實施例中，半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2經定位於聚焦透鏡之遠場處。因為不需要高空間準確度，故不必在半導體材料層2上形成準確影像。可使用後續處理技術(諸如光微影術)精確地移除形成最終製成器件之部分所不需要之半導體材料(不管是否經退火)之區。

與將實質上100%之非晶矽轉換為多晶矽之先前技術方法相比，至少在對應於待製造之顯示器之顯示區之區中，本文揭示之實施例經組態以將小於20%之半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層轉換為經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)，視情況小於10%，視情況小於8%，視情況小於6%，視情況小於4%。

在實施例中，各區8略大於產生針對各像素之電子單元(例如，TFT器件)所需之區6之最小大小。例如，各區8可具有等於介於其所含之區6之表面積的110%與2000%之間之表面積，視情況介於150%與1000%之間，視情況介於200%與800%之間，視情況介於300%與600%之間。在一項特定實施例中，針對10×35微米之TFT之區6，提供30×55微米之區8。

在其中雷射光束31分裂成複數個子光束33之實施例中，各子光束33可使用雷射光束31之各脈衝產生個別點9。子光束33之各者聚焦於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上。提供複數個子光束33使得可同時使用對應複數個點9來輻照複數個區8。光束掃描配置(例如，光束掃描器34)使子光束33在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上方掃描。在實施例中，雷射光束31係脈衝雷射光束且掃描配置(例如，光束掃描器34)經組態使得各子光束33相對於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2 (在其上方)掃描，使得子光束33之連續脈衝輻照待被輻照之半導體材料(例如，非晶

矽或IGZO)層2之複數個區8之不同各自者。

圖7描繪跨半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之部分之點9之線之例示性軌跡10 (在半導體材料層2之參考系中)。沿著軌跡10之掃描速度及雷射光束31之脈衝速率經組態使得各子光束33在沿著軌跡10之各點處產生對應於其中待形成TFT之區6之一者之輻射點9，針對雷射光束31之各連續脈衝形成一個點。在後續時間，子光束33之不同者遵循相同軌跡10且在相同點之各者處提供進一步輻射點9。重複程序直至複數個區8 (各含有區6之一者)完全退火，例如以形成多晶矽或經退火IGZO。因此，複數個區8之各者接收來自子光束33之兩者或多者(不同者)之各者之一個輻射脈衝。在實施例中，複數個區8之各者接收來自子光束33之各者及每一者之單一輻射脈衝(即，一個及僅一個脈衝)。

在實施例中，待被輻照之複數個區8包括沿著第一方向按第一間距12彼此間隔開之區8(各含有區6)之一或多個集合。在圖7之實例中，第一方向係在頁面內之垂直方向，且區8之各集合包括區8之垂直對準行。提供區8之複數個集合(行)，區8之各集合與區6之對應集合對準(使得各區8含有區6之一者)。複數個子光束33包括在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2處在第一方向上按相同第一間距12彼此間隔開之子光束33之至少一集合，藉此產生在第一方向上按相同第一間距12彼此間隔開之點9之對應集合(如在圖7中展示)。此使多個子光束33能夠同時輻照多個對應區8 (各區8位於水平軌跡10之不同者上)。子光束之各集合中之複數個子光束33沿著第一方向彼此對準。

在圖7之實例中，複數個子光束33僅包括子光束33之上述集合之一者(沿著第一方向對準)。在其他實施例中，可提供子光束33之進一步此等集

合，其等在垂直方向上彼此分離以形成子光束33之二維陣列。下文參考圖10論述實例。在實施例中，複數個區8之各者接收來自子光束33之上述集合之至少一者中之子光束33之各者之單一輻射脈衝。

在實施例中，光束掃描配置在子光束33相對於半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2(例如沿著圖7之軌跡10)之掃描期間，使半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層在第一方向上移動。在實施例中，半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2沿著第一方向相對於光束掃描器34移動，且光束掃描器34使子光束33 (及因此點9)在相對於第一方向傾斜之方向上掃描，以便補償半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之移動。在圖7中，在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之參考系中展示軌跡10。在光束掃描器34之參考系中，各軌跡10將對角地(即，按相對於垂直面之傾斜角)向上移動，以遵循區6之各者之向上運動且每當雷射光束31產生脈衝時將點9定位在各自區6上方。

在實施例中，各區8接收來自子光束之上述集合之至少一者中之輻射之子光束33之各者及每一者(即，當僅提供子光束33之集合之一者時，來自子光束33之各者及每一者)之單一輻射脈衝(即，一個且僅一個脈衝)。因此，在各區8需要接收N個輻射脈衝的情況下，將在子光束33之各集合中提供N個子光束33。在實施例中， $N=20$ ，但可使用其他N值。

蝴蝶領結型掃描配置(在圖8中描繪其之實例)可用於跨半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之表面高效移動子光束33之集合。例如，在涉及各子光束33 (及相關聯點9)沿著軌跡從點21至點22之移動之掃描中，N個子光束33之一集合沿著區8之N條線掃描(各區8含有TFT區6之一者)。在點22處，各子光束33 (及相關聯點9)向下移動至點23 (其對應於等效於第一

間距12之距離)，且接著沿著軌跡從點23掃描至點24以輻照區8之另外N條線(與區的先前N條線重疊)。各子光束33 (及相關聯點)接著移回至點21 (此再次對應於等效於第一間距12之距離)準備掃描區8之進一步N條線。在此實施例中，程序繼續，直至已藉由N個連續雷射脈衝輻照半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上之所有區8以在區8之各者中形成經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)。

在上文參考圖7及圖8描述之掃描程序中，光束掃描配置在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之參考系中提供來自沿著第一方向對準之子光束33之一集合之各者提供光束點9之在待被輻照之所有複數個區8上方之光柵掃描。因此，子光束33之集合之各者及每一者在待被輻照之區8之各者及每一者上方掃描。在圖9中(在待退火之半導體材料層2之參考系中)示意性繪示掃描路徑46。沿著第一方向對準之子光束33之集合產生光束點9之對應集合44。第一方向48在頁面平面中垂直向上。光柵掃描之長軸垂直於第一方向48 (在頁面平面中係水平的)。

在實施例中，複數個子光束33包括沿著第一方向對準之子光束33之複數個集合(產生光束點9之對應複數個集合44)。集合44之各者在垂直於第一方向之方向上與各其他集合44分離達第二間距。藉此形成子光束33之二維陣列，其藉由第一間距及第二間距界定。子光束33之二維陣列產生光束點9之對應二維陣列(在圖10之左上部分中示意性繪示)。在實施例中，各集合包括如上文描述之N個子光束33 (但可使用其他N值)。未特定限制集合之數量M。M視情況大於N，視情況大於20，視情況大於30，視情況大於40。

圖10描繪包括產生光束點9之M×N陣列之子光束之M×N陣列之實施

例之例示性掃描路徑46。掃描路徑包括在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之參考系中在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上方之子光束33(及光束點9)之陣列之光柵掃描。在此類型之實施例中，光柵掃描之長軸可平行於第一方向48(在圖10之實例中之垂直方向)。可藉由未使用光束掃描器34之光束掃描配置實施此類型之實施例。換言之，在不使用雷射光束之偏轉或操縱來提供掃描的情況下達成掃描。替代地，藉由移動1)半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2及2)雷射源30及光學器件(或光學器件之部分)之任一者或兩者以用於將雷射光束31或複數個子光束33引導至半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上而提供掃描。在圖10中展示之實例中，例如，可藉由使用層運輸器件來沿著掃描路徑46之垂直部分之各者移動半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2，同時將子光束33固持為靜止(藉由將雷射源30及/或相關聯光學器件固持為靜止)而實施掃描。光學器件運輸器件可接著用於在水平方向上使雷射源及/或相關聯光學器件步進以移動子光束33且藉此提供掃描路徑46之水平部分之各者。或者，所有掃描路徑46可僅藉由半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之移動提供(即，在二維掃描中)或所有掃描路徑46可僅藉由雷射源30及/或相關聯光學器件之移動提供。

在實施例中，所有子光束33具有相同強度且經遞送至各子區8之每一脈衝之能量因此係恆定的(各脈衝遞送相同能量至區8)。此藉由圖11中之條形圖示意性繪示，其展示依據時間之在區8處接收之能量密度之變化(在其中各區接收來自25個不同子光束33之脈衝之情況中)。

圖12描繪替代性實施例，其中子光束33具有漸進增大之強度，使得經遞送至各子區8之每一脈衝之能量依據時間漸進增大(各脈衝遞送高於先

前脈衝之每一脈衝之能量)。各子光束33之強度在掃描期間保持恆定。由各區8接收之每一脈衝之能量之漸進增大藉由不同子光束33之間的強度差異提供，其繼而可藉由繞射光學元件之適當設計控制。藉由圖12中之條形圖繪示其中每一脈衝之能量漸進(單調)增大之實例。其他配置係可能的。可設想促進高效(例如，使用較低總量之雷射能量)及/或高品質(例如，提供多晶矽之品質，其尤其良好地適於形成可靠及/或長壽命電子器件及/或其達成跨不同區8之高均勻性)之任何變體。

漸進增大之能量密度配置(諸如在圖12中展示之配置)相較於諸如在圖11中展示之恆定配置係合意的，此係由於其導致更平緩之退火且在適用的情況下導致半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)之結晶及因此導致薄膜破裂之可能性之降低。

圖13描繪實例，其中能量脈衝之變化經組態以使用線雷射光束之掃描來模擬先前技術途徑固有之變化(即，近似高斯變化)。此途徑容許方法產生對應於先前技術途徑之品質之經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)。

漸進增大之能量密度配置(諸如在圖12中展示之配置)相較於上升及下降配置(諸如在圖13中展示)亦係合意的，此係由於所有連續增大之能量密度脈衝完全促成漸進退火，且在適用的情況下促成半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)之結晶，而具有如在圖13中之峰值後出現之降低之能量密度之脈衝明顯更少地促成退火且在適用的情況下明顯更少地促成結晶程序。

在上文論述之配置中，區8之各者接收複數個輻射脈衝(例如，一者來自所提供之子光束33之各者)。在替代性實施例中，裝置1經組態使得複數個區8之各者接收來自輻射光束之單一輻射脈衝。單一輻射脈衝在不需

要任何進一步脈衝的情況下將半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)轉換為經退火半導體材料(例如，多晶矽或經退火IGZO)。視情況，提供光學元件32以將雷射光束分裂成複數個子光束。在此情況中，雷射光束之掃描包括子光束之掃描且從子光束之一者接收由複數個區8之各者接收之單一輻射脈衝。提供複數個子光束可相較於在任一時刻僅一個輻射光束點可入射於層2上的情況加速半導體材料層2之處理。

圖14示意性描繪裝置1可如何按比例放大以處理更大之半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2 (例如，用於更大之顯示器)或多個側向相鄰之半導體材料層2 (例如，用於多個顯示器)，如在圖14中展示。在所展示之例示性組態中，裝置1包括支架，該支架包括複數個雷射源30 (在所展示之特定實例中為十個)。各源30同時提供輻射至兩個光學系統36 (使得提供20個光學系統36)。各光學系統36包括經組態以將雷射光束31分裂成複數個子光束33之光學元件32、用以塑形子光束33之光學元件32'及對應光束掃描器34 (包含聚焦光學器件，諸如f- θ 透鏡)。光束掃描器34使子光束33在半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2上方掃描。在所展示之組態中，半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2將在支架下方垂直向下移動(如在頁面中描繪)，而子光束33實質上左右掃描(例如，按如上文描述之蝴蝶領結型樣)。

在實施例中，在處理半導體材料(例如，非晶矽或IGZO)層2之後執行製造顯示器之方法之進一步步驟以產生多晶矽之區8。在實施例中，在區8之各者中形成電子器件(諸如用於驅動顯示器之像素之TFT)。在實施例中，製造包含電子器件之平面顯示器(諸如LCD或OLED顯示器)。

亦藉由下列經編號條項描述本發明之實施例。

1.一種用於非晶矽層退火之裝置，其包括：

雷射源，其經組態以產生雷射光束；及

光束掃描器，其經組態以使該雷射光束掃描，使得選擇性地輻照該非晶矽層之複數個區，且藉此藉由退火產生多晶矽之對應複數個區，其中多晶矽之該等區之各者與多晶矽之所有其他區分離。

2.如條項1之裝置，其進一步包括經組態以將該雷射光束分裂成複數個子光束之光學元件，其中該雷射光束之該掃描包括該等子光束之掃描。

3.如條項2之裝置，其中該雷射光束係脈衝雷射光束且該光束掃描器經組態使得各子光束在該非晶矽層上方掃描，使得該子光束之連續脈衝輻照待被輻照之該非晶矽層之該複數個區之不同各自者。

4.如條項2或3之裝置，其中待被輻照之該複數個區按間距彼此間隔開且藉由該光學元件產生之該等子光束按相同間距彼此間隔開。

5.如條項2至4中任一項之裝置，其經組態以在該複數個區之該輻照期間相對於該光束掃描器移動該非晶矽層。

6.如條項5之裝置，其中：

該非晶矽層沿著第一方向相對於該光束掃描器移動；及

藉由該光學元件產生之該等子光束平行於該第一方向對準且該光束掃描器經組態以使該等子光束在相對於該第一方向傾斜之方向上掃描，以便補償該非晶矽層之該移動。

7.如條項2至6中任一項之裝置，其經組態使得該複數個區之各者接收來自該等子光束之至少兩者之各者之一個輻射脈衝。

8.如條項7之裝置，其經組態使得該複數個區之各者接收來自該等子光束之各者之單一輻射脈衝。

9. 如條項2至8中任一項之裝置，其中該雷射源係脈衝雷射源且該裝置經組態使得由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量對各脈衝係實質上相同的。

10. 如條項2至8中任一項之裝置，其中該雷射源係脈衝雷射源且該裝置經組態使得由該複數個區之各者接收之該每一脈衝之能量對由該區接收之該等脈衝之至少兩者係實質上不同的。

11. 如條項10之裝置，其中由該複數個區之各者接收之該每一脈衝之能量針對由該區接收之各脈衝漸進增大。

12. 如條項2至11中任一項之裝置，其中輻射之各子光束具有實質上頂帽形橫截面強度輪廓。

13. 如任何先前條項之裝置，其經組態以將小於20%之該非晶矽層轉換為多晶矽。

14. 如任何先前條項之裝置，其經組態使得該複數個區之各者接收來自該雷射光束之單一輻射脈衝。

15. 如條項14之裝置，其進一步包括經組態以將該雷射光束分裂成複數個子光束之光學元件，其中該雷射光束之該掃描包括該等子光束之掃描，且從該等子光束之一者接收由該複數個區之各者接收之該單一輻射脈衝。

16. 一種非晶矽層退火之方法，其包括：

產生雷射光束；及

使該雷射光束在該非晶矽層上方掃描，使得選擇性地輻照該非晶矽層之複數個區，且藉此產生多晶矽之對應複數個區，其中多晶矽之該等區之各者與多晶矽之所有其他區分離。

17. 如條項16之方法，其中藉由將該雷射光束分裂成複數個子光束且使該等子光束在該非晶矽層上方掃描而執行該選擇性輻照。

18. 如條項17之方法，其中該雷射光束係脈衝雷射光束且各子光束在該非晶矽層上方掃描，使得該子光束之連續脈衝輻照待被輻照之該非晶矽層之該複數個區之不同各自者。

19. 如條項17或18之方法，其中該等子光束按與待被輻照之該複數個區相同之間距彼此間隔開。

20. 如條項17至19中任一項之方法，其中該非晶矽層在該複數個區之該輻照期間移動。

21. 如條項20之方法，其中：

在該複數個區之該輻照期間，使該非晶矽層沿著第一方向移動；及使該等子光束平行於該第一方向對準且在相對於該第一方向傾斜之方向上掃描，以便補償該非晶矽層之該移動。

22. 如條項17至21中任一項之方法，其中該複數個區之各者接收來自該等子光束之至少兩者之各者之一個輻射脈衝。

23. 如條項22之方法，其中該複數個區之各者接收來自該等子光束之各者之單一輻射脈衝。

24. 如條項17至23中任一項之方法，其中輻射之各子光束具有實質上頂帽形橫截面強度輪廓。

25. 如條項16至22中任一項之方法，其中該雷射源係脈衝式的且由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量對各脈衝係實質上相同的。

26. 如條項16至24中任一項之方法，其中該雷射源係脈衝式的且由該複數個區之各者接收之該每一脈衝之能量對藉由該區接收之該等脈衝之

至少兩者係實質上不同的。

27. 如條項26之方法，其中由該複數個區之各者接收之該每一脈衝之能量針對由該區接收之各脈衝漸進增大。

28. 如條項16至27中任一項之方法，其中將小於20%之該非晶矽層轉換為多晶矽。

29. 如條項16至28中任一項之方法，其中該複數個區之各者接收來自該雷射光束之單一輻射脈衝。

30. 如條項29之方法，其進一步包括經組態以將該雷射光束分裂成複數個子光束之光學元件，其中該雷射光束之該掃描包括該等子光束之掃描，且從該等子光束之一者接收由該複數個區之各者接收之該單一輻射脈衝。

31. 如條項16至30中任一項之方法，其進一步包括在多晶矽之該等區之各者中製造電子器件。

32. 如條項31之方法，其中多晶矽之各區具有比各區中由該電子器件佔用之該區之表面積大至少10%之表面積。

33. 如條項32之方法，其中各電子器件包括薄膜電晶體。

34. 如條項16至33中任一項之方法，其進一步包括使用多晶矽之該等區製造平面顯示器。

35. 一種使用條項16至34中任一項之方法製造之平面顯示器。

【符號說明】

- 1 裝置
- 2 層
- 4 雷射光束

6	區
8	複數個區
9	光束點
10	軌跡
12	第一間距
21	點
22	點
23	點
24	點
30	雷射源
31	雷射光束
32	光學元件
32'	光學元件
33	複數個子光束
34	光束掃描器
36	光學系統
40	基板
42	層運輸器件
44	集合
46	掃描路徑
48	第一方向
50	光學器件運輸器件
52	光學器件

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種用於半導體材料層退火之裝置，其包括：

雷射源，其經組態以產生雷射光束；及

光束掃描配置，其經組態以使自該雷射光束產生之複數個子光束相對於該半導體材料層掃描，以選擇性地輻照該半導體材料層之複數個區，從而藉由退火產生對應之經退火半導體材料之複數個區，其中該等經退火半導體材料之區中每一者與該等經退火半導體材料之所有其他區分離，

其中該雷射光束係脈衝雷射光束且該光束掃描配置經組態使得：

該複數個子光束之各子光束相對於該半導體材料層掃描，使得該子光束之連續脈衝輻照待被輻照之該半導體材料層之該複數個區之各不同者，及

該複數個區之各者接收來自至少兩個不同子光束之各者之一個輻射脈衝。

【第2項】

如請求項1之裝置，其中該雷射源係脈衝雷射源且該裝置經組態使得由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量對各脈衝係實質上相同的。

【第3項】

如請求項1之裝置，其中該雷射源係脈衝雷射源且該裝置經組態使得由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量對由該區接收之該等脈衝之至少兩者係實質上不同的。

【第4項】

如請求項3之裝置，其中由該複數個區之各者接收之該每一脈衝之能

量針對由該區接收之各脈衝漸進增大。

【第5項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中：

待被輻照之該複數個區包括沿著第一方向按第一間距彼此間隔開之區之至少一個集合；及

該複數個子光束包括在該半導體材料層處在該第一方向上按該第一間距彼此間隔開之至少一個子光束之集合。

【第6項】

如請求項5之裝置，其經組態使得該複數個區之各者接收來自該等子光束之集合之至少一者中之該等子光束之各者之單一輻射脈衝。

【第7項】

如請求項6之裝置，其中該等子光束之集合之各者中之該等子光束在該半導體材料層處沿著該第一方向彼此對準。

【第8項】

如請求項5之裝置，其中在該等子光束相對於該半導體材料層之該掃描期間，該光束掃描配置在該第一方向上移動該半導體材料層。

【第9項】

如請求項8之裝置，其中該光束掃描配置在該半導體材料層之參考系中提供來自該等子光束之集合之至少一者之各者之各光束點之在待被輻照之所有該複數個區上方之光柵掃描。

【第10項】

如請求項9之裝置，其中該光柵掃描之長軸在該半導體材料層之該參考系中垂直於該第一方向。

【第11項】

如請求項5之裝置，其中該複數個子光束包括複數個該等子光束之集合，各集合在該半導體材料層處在垂直於該第一方向之方向上與各其他集合分離達第二間距，藉此形成藉由該第一間距及該第二間距界定之子光束之二維陣列。

【第12項】

如請求項11之裝置，其中該光束掃描配置在該半導體材料層之參考系中提供來自子光束之該二維陣列之光束點之在該半導體材料層上方之光柵掃描。

【第13項】

如請求項12之裝置，其中該光柵掃描之長軸平行於該第一方向。

【第14項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中該光束掃描配置包括光束掃描器，該光束掃描器經組態以提供相對於藉由該複數個子光束產生之一或多個光束點之該雷射源之移動，且藉此至少部分執行該複數個子光束相對於該半導體材料層之該掃描。

【第15項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中該光束掃描配置包括層運輸器件，該層運輸器件經組態以移動該半導體材料層，且藉此至少部分執行該複數個子光束相對於該半導體材料層之該掃描。

【第16項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中該光束掃描配置包括光學器件運輸器件，該光學器件運輸器件經組態以移動該雷射源及光學器件之任一

者或兩者以用於將該複數個子光束引導至該半導體材料層上，且藉此至少部分執行該複數個子光束相對於該半導體材料層之該掃描。

【第17項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其進一步包括光學元件，該光學元件經組態以藉由分裂該雷射光束而產生該複數個子光束。

【第18項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中輻射之各子光束具有實質上頂帽形橫截面強度輪廓。

【第19項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其經組態以將小於20%之該半導體材料層轉換為經退火半導體材料。

【第20項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中該半導體材料在該退火之前包括非晶矽且該經退火半導體材料包括多晶矽。

【第21項】

如請求項1至4中任一項之裝置，其中該半導體材料在該退火之前包括氧化銦鎵鋅且該經退火半導體材料包括經退火氧化銦鎵鋅。

【第22項】

一種半導體材料層退火之方法，其包括：

產生雷射光束；及

使從該雷射光束產生之複數個子光束在該半導體材料層上方掃描，使得選擇性地輻照該半導體材料層之複數個區，且藉此產生對應之經退火半導體材料之複數個區，其中該等經退火半導體材料之區之各者與該等經

退火半導體材料之所有其他區分離，

其中該雷射光束係脈衝雷射光束且各子光束在該半導體材料層上方掃描，使得：

該子光束之連續脈衝輻照待被輻照之該半導體材料層之該複數個區之各不同者，及

該複數個區之各者接收來自至少兩個不同子光束之各者之一個輻射脈衝。

【第23項】

如請求項22之方法，其中由該複數個區之各者接收之每一輻射脈衝之能量針對各脈衝係實質上相同的。

【第24項】

如請求項22之方法，其中由該複數個區之各者接收之每一脈衝之能量針對由該區接收之該等脈衝之至少兩者係實質上不同的。

【第25項】

如請求項24之方法，其中由該複數個區之各者接收之該每一脈衝之能量針對由該區接收之各脈衝漸進增大。

【第26項】

如請求項22至25中任一項之方法，其中：

待被輻照之該複數個區包括沿著第一方向按第一間距彼此間隔開之區之至少一個集合；及

該複數個子光束包括在該半導體材料層處沿著該第一方向按該第一間距彼此間隔開之至少一個子光束之集合。

【第27項】

如請求項26之方法，其中該複數個區之各者接收來自該等子光束之集合之至少一者中之該等子光束之各者之單一輻射脈衝。

【第28項】

如請求項27之方法，其中該等子光束之集合之各者中之該等子光束在該半導體材料層處沿著該第一方向彼此對準。

【第29項】

如請求項26之方法，其中在該等子光束相對於該半導體材料層之該掃描期間，該半導體材料層在該第一方向上移動。

【第30項】

如請求項29之方法，其中在該半導體材料層之參考系中使來自該等子光束之集合之至少一者之各者之各光束點在待被輻照之所有該複數個區上方光柵掃描，該光柵掃描之長軸在該半導體材料層之該參考系中垂直於該第一方向。

【第31項】

如請求項22至25中任一項之方法，其中該複數個子光束包括複數個該等子光束之集合，各集合在該半導體材料層處在垂直於該第一方向之方向上與各其他集合分離達第二間距，藉此形成藉由該第一間距及該第二間距界定之子光束之二維陣列。

【第32項】

如請求項31之方法，其中子光束之該陣列在該半導體材料層上方光柵掃描，該光柵掃描之長軸平行於該第一方向。

【第33項】

如請求項22至25中任一項之方法，其中藉由分裂該雷射光束產生該

複數個子光束。

【第34項】

如請求項22至25中任一項之方法，其進一步包括在經退火半導體材料之該等區之各者中製造電子器件。

【第35項】

如請求項34之方法，其中經退火半導體材料之各區具有比各區中由該電子器件佔用之該區之表面積大至少10%之表面積。

【第36項】

如請求項34之方法，其中各電子器件包括薄膜電晶體。

【第37項】

如請求項22至25中任一項之方法，其進一步包括使用經退火半導體材料之該等區製造平面顯示器。

【第38項】

如請求項22至25中任一項之方法，其中該半導體材料在該退火之前包括非晶矽且該經退火半導體材料包括多晶矽。

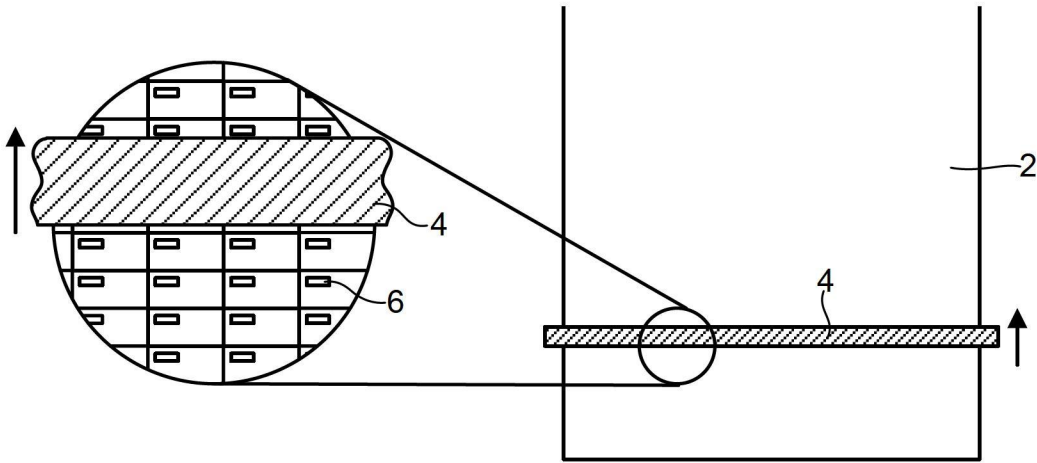
【第39項】

如請求項22至25中任一項之方法，其中該半導體材料在該退火之前包括氧化銦鎵鋅且該經退火半導體材料包括經退火氧化銦鎵鋅。

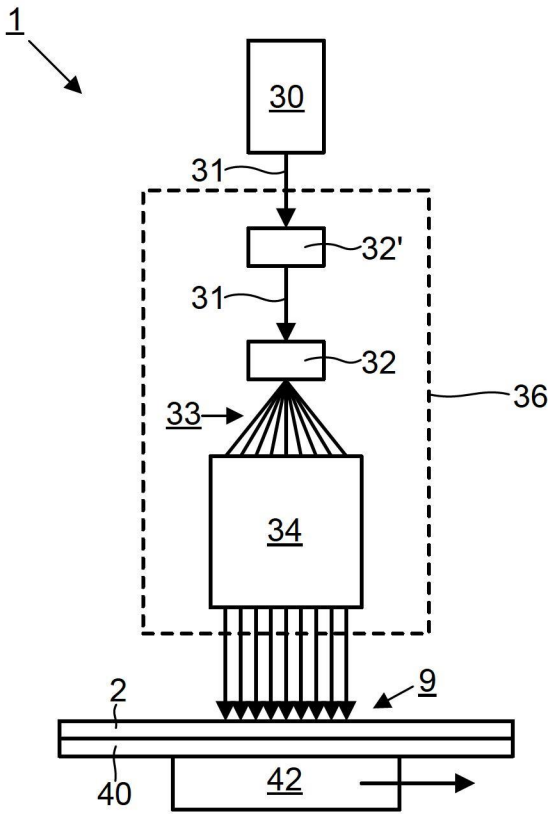
【第40項】

一種使用請求項22至25中任一項之方法製造之平面顯示器。

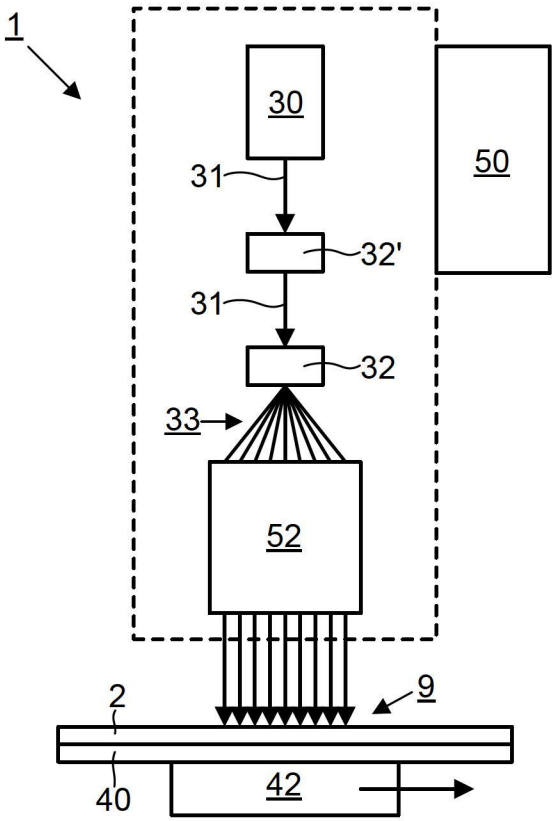
【發明圖式】



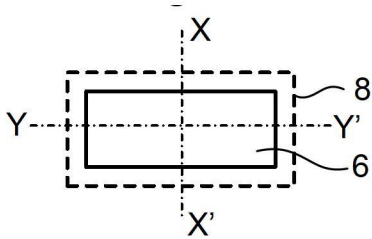
【圖1】



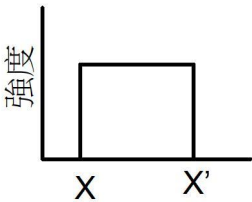
【圖2】



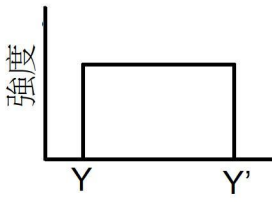
【圖3】



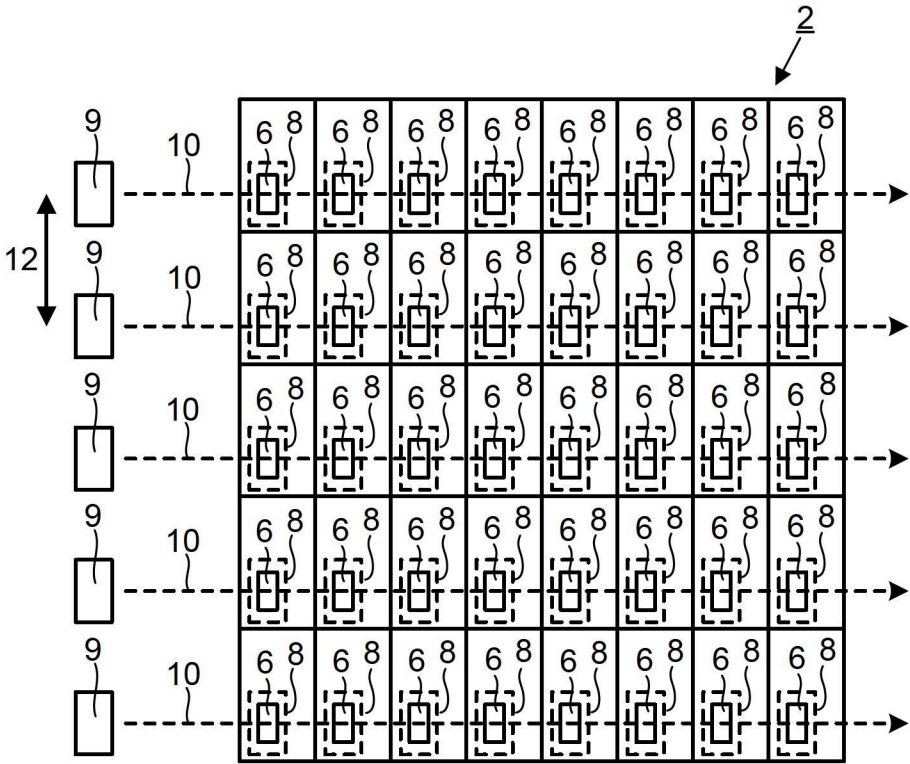
【圖4】



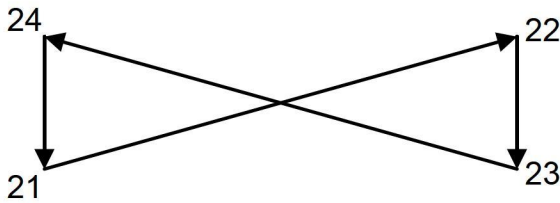
【圖5】



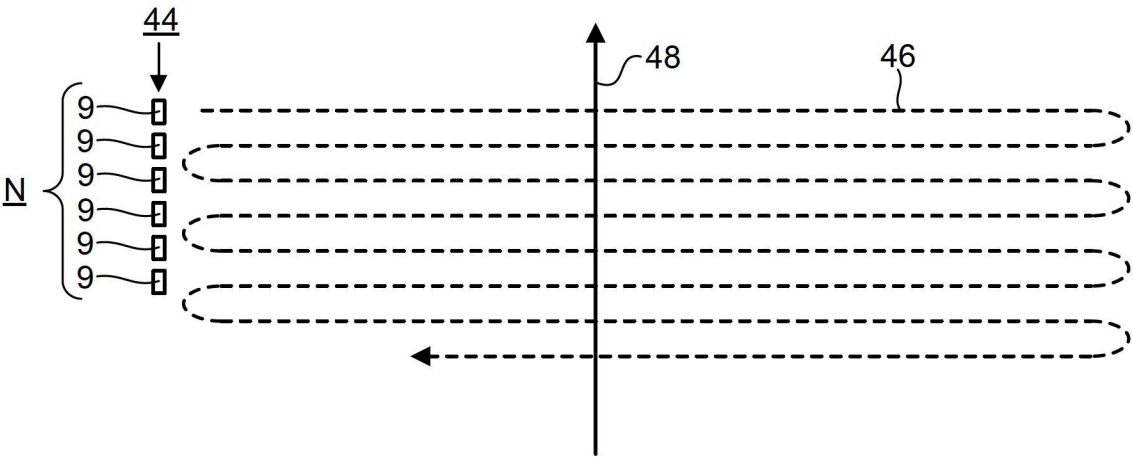
【圖6】



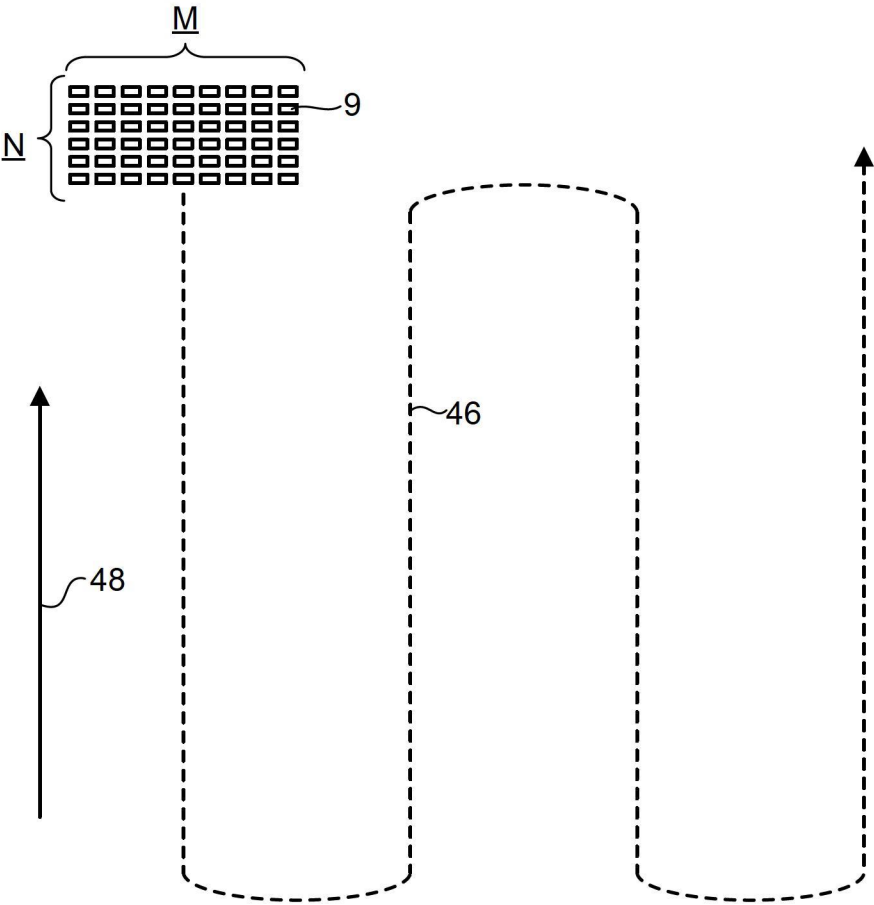
【圖7】



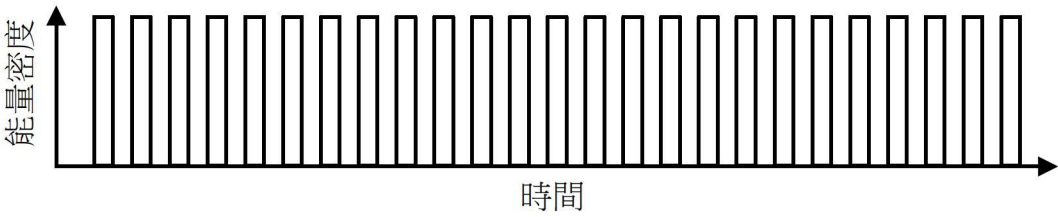
【圖8】



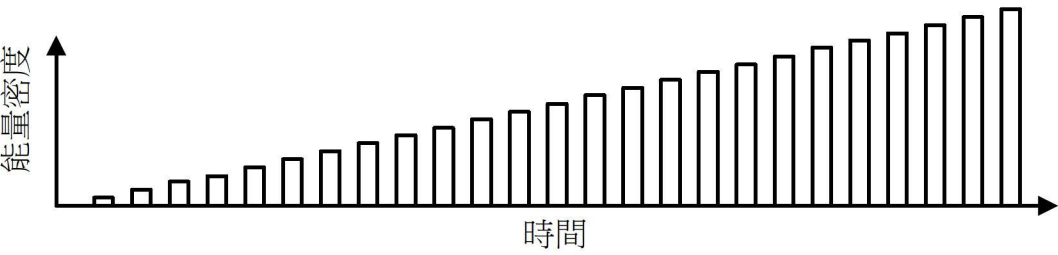
【圖9】



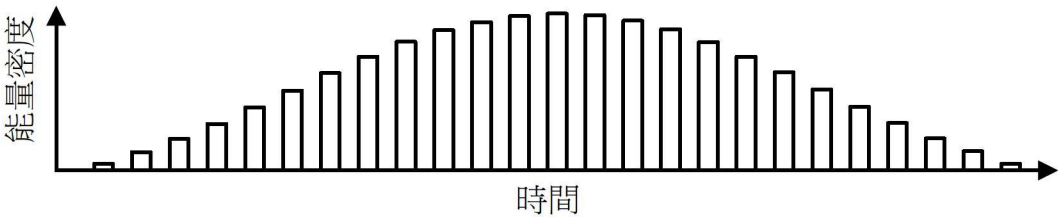
【圖10】



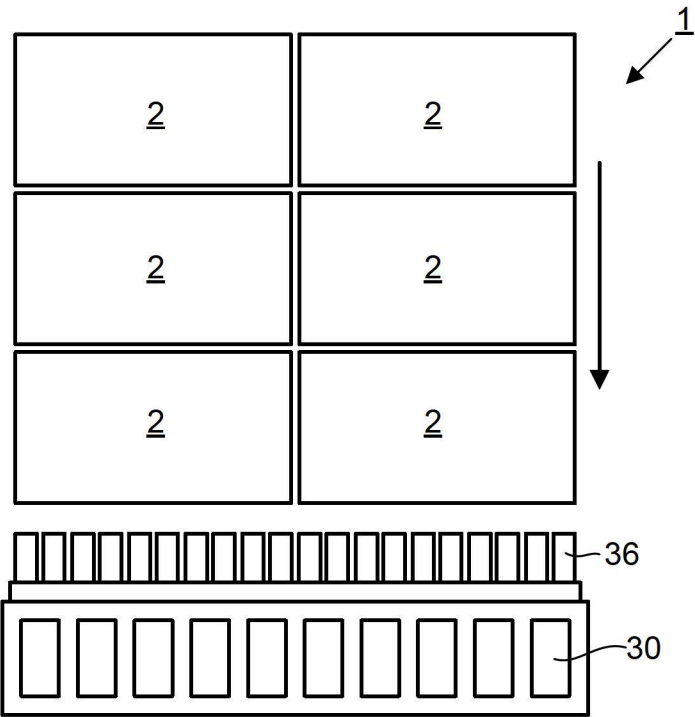
【圖11】



【圖12】



【圖13】



【圖14】