

# 發明專利說明書 200304175

(填寫本書件時請先行詳閱申請書後之申請須知，作※記號部分請勿填寫)

※申請案號：P1133132※IPC分類：H01L 21/268. 29/186

※申請日期：P11112

## 壹、發明名稱

(中文)雷射退火裝置及薄膜電晶體之製造方法

(日文)レーザアニール装置及び薄膜トランジスタの製造方法

## 貳、發明人(共7人)

發明人 1 (如發明人超過一人，請填說明書發明人續頁)

姓名：(中文)今井 裕

(英文)YUTAKA IMAI

住居所地址：(中文)日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

(英文)

國籍：(中文)日本

(英文)JAPAN

## 參、申請人(共1人)

申請人 1 (如申請人超過一人，請填說明書申請人續頁)

姓名或名稱：(中文)日商新力股份有限公司

(英文)SONY CORPORATION

住居所或營業所地址：(中文)日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

(英文)

國籍：(中文)日本

(英文)JAPAN

代表人：(中文)安藤 國威

(英文)KUNITAKE ANDO

發明人   2  

姓名：(中文) 梅津 暢彥

(英文) NOBUHIKO UMEZU

住居所地址：(中文) 日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

(英文)

國籍：(中文) 日本

(英文) JAPAN

發明人   3  

姓名：(中文) 淺野 明彥

(英文) AKIHIKO ASANO

住居所地址：(中文) 日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

(英文)

國籍：(中文) 日本

(英文) JAPAN

發明人   4  

姓名：(中文) 堀田 慎

(英文) SHIN HOTTA

住居所地址：(中文) 日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

(英文)

國籍：(中文) 日本

(英文) JAPAN

發明人   5  

姓名：(中文) 田附 孝一

(英文) KOICHI TATSUKI

住居所地址：(中文) 日本東京都品川區北品川六丁目七番 35 號

(英文)

國籍：(中文) 日本

(英文) JAPAN



## 捌、聲明事項

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，其日期為：\_\_\_\_\_

本案已向下列國家(地區)申請專利，申請日期及案號資料如下：

[格式請依：申請國家(地區)；申請日期；申請案號 順序註記]

1. 日本 2001年11月12日 特願 2001-346454
2. 日本 2001年11月16日 特願 2001-352162
3. 日本 2001年12月07日 特願 2001-374921
4. 日本 2001年12月06日 特願 2001-373189

主張專利法第二十四條第一項優先權：

[格式請依：受理國家(地區)；日期；案號 順序註記]

1. 日本 2001年11月12日 特願 2001-346454
2. 日本 2001年11月16日 特願 2001-352162
3. 日本 2001年12月07日 特願 2001-374921
4. 日本 2001年12月06日 特願 2001-373189
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_

主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

[格式請依：申請日；申請案號 順序註記]

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 [格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記]

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

國外微生物 [格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記]

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

(1)

## 玖、發明說明

(發明說明應敘明：發明所屬之技術領域、先前技術、內容、實施方式及圖式簡單說明)

### 發明的技術領域

本發明係關於利用對物質照射雷射光，以施行退火處理之雷射退火裝置及方法、以及具有施行上述雷射退火之雷射退火工序之薄膜電晶體之製造方法及裝置。

本案係以在日本國2001年11月12日申請之日本發明專利申請案號2001-346454、2001年11月16日申請之日本發明專利申請案號2001-352162、2001年12月7日申請之日本發明專利申請案號2001-374921及2001年12月6日申請之日本發明專利申請案號2001-373189為基礎，茲主張優先權，此等各案之內容可經由參照方式引用於本案。

### 先前技術

(1)在玻璃基板及塑膠基板等絕緣基板上形成多晶矽膜，以此多晶矽膜作為通道層而製造薄膜電晶體(以下稱TFT)之技術已開發成功。相對於價格高昂之單晶矽基板，玻璃基板及塑膠基板等絕緣基板由於價格低廉，故使用絕緣基板之半導體元件在成本方面較為有利，且謀求大型化也較為容易。TFT一般係應用作為液晶顯示器之開關元件，但近年來，也有人提出利用於中央處理裝置(CPU)等高度機能元件之專利案。

為了在絕緣基板上形成多晶矽膜，通常需要利用蒸鍍等方法在該絕緣基板上形成非晶質矽膜後，再對該非晶質矽膜施以雷射退火予以形成。

而，多晶矽膜之電子及正孔之移動度係因結晶之粒徑大

(2)



小及結晶界面之狀態而變化。也就是說，多晶矽膜之結晶之粒徑較大，且粒徑大小一致時，可以製造出載流子之移動度較高，動作較高速，且耗電力較低之半導體元件。

因此，為製造高精確度之TFT，要求可增大多晶矽膜之結晶粒徑，且可使粒徑大小均勻化之雷射退火方法。

(2)多晶矽膜之結晶粒徑大大地依存於被雷射光加熱而融解之矽再結晶化時之冷卻速度，其理論在定量的角度上雖尚未明確，但在定性的角度上，卻有加熱融解後之冷卻速度快時，結晶不生長而粒徑變小，冷卻速度慢時，結晶繼續生長而粒徑變大之傾向。

因此，要求可減緩矽再結晶化之際之冷卻速度之雷射退火方法。

作為減緩矽再結晶化之際之冷卻速度之方法，有人提出在將絕緣基板加熱至未達融解程度之溫度之狀態下，施行雷射退火之方法(例如參照非專利文獻1)。另外，作為加熱絕緣基板之方法，有人提出以加熱器加熱絕緣基板之方法(例如參照專利文獻1)及以閃光燈加熱之方法(例如參照專利文獻2)。

但，在以上之加熱方法中，均必須設置加熱機構，故可能促使雷射退火裝置之構造更為複雜，且為加熱絕緣基板，需浪費時間，故會降低該裝置之生產能力。再者，因加熱導致絕緣基板之熱膨脹也可能造成基板位置之移位而無法將雷射光照射於正確之位置。

因此，在以往之雷射退火裝置中，無法以簡易之構成，

(3)

增大多晶矽膜之結晶粒徑，且使粒徑大小均勻化。

(3)在以往之雷射退火裝置中，一般係使用脈衝振盪型之雷射光源。但如考慮以出射例如脈衝寬在10奈秒以下之脈衝雷射光等之雷射光源施行退火時，由矽融解後至恢復基板溫度之時間會變短，冷卻速度會變快，故有縮短結晶生長時間，而無法增大粒徑之問題。

一般，為延長結晶生長之期間，只要延長1次脈衝光之照射時間即可，也就是說，只要延長雷射光之脈衝寬即可。但在施行使雷射光之輸出功率最大化之設計時，在雷射光源之特性上，欲變更脈衝寬卻非常困難。

作為不變更雷射之脈衝寬而延長1次脈衝光之照射時間之方法，例如有人提出將多數雷射光源所出射之雷射光一面在時間上錯開，一面照射在矽上之方法(例如參照專利文獻3)。

但，以往使用於雷射退火裝置之準分子雷射之輸出不穩定，在脈衝之振盪時間可能產生100奈秒以上之誤差，因此，如上所述，欲將準分子雷射光源出射之雷射光之脈衝寬控制在10奈秒以下，一面將多數準分子雷射光源所出射之雷射光在時間上錯開，一面延長1次脈衝光之照射時間大致不可能。

從而，在使用以往之準分子雷射光源之雷射退火裝置中，無法縮短來自光源之脈衝寬，同時增大多晶矽膜之結晶粒徑，且使粒徑大小均勻化。

(4)多晶矽膜之結晶粒係首先產生微小之晶核，而利用該

(4)



晶核之生長所形成。即，在再結晶化之初期階段，會產生晶核。

在此，多晶矽膜之結晶粒之大小因再結晶化之初期階段所產生之晶核屬於密集或稀疏而異。

例如，所產生之晶核之彼此間隔短時，在各晶核之生長過程中，鄰接之界面彼此會相碰而無法更進一步長大。相對地，所產生之晶核之彼此間隔長時，在各晶核之生長過程中，鄰接之界面彼此不會相碰而可生長成大的結晶。

因此，為增大多晶矽膜之結晶粒徑，且使粒徑大小均勻化，只要控制晶核之產生位置，以擴大鄰接之晶核之間隔即可。

但，在以往之雷射退火裝置中，無法控制晶核之產生位置，因此，在以往之雷射退火裝置中，無法增大多晶矽膜之結晶粒徑，且使粒徑大小均勻化。

(5)在TFT中，有一種係採用底閘構造之TFT(以下將採用底閘構造之TFT稱為底閘型TFT)。底閘型TFT係在構成通道層之多晶矽膜之下層形成有例如鉬等之閘極之TFT。

為製造底閘型TFT，首先，有必要在玻璃基板等絕緣基板上形成閘極後，形成非晶質矽膜，然後，對該非晶質矽膜施以雷射退火處理。

在此，對底閘型TFT之非晶質矽膜施以雷射退火處理時，可能有被雷射照射所加熱之矽之熱量由下層之閘極排出之問題。因此，即使以一定之能量照射雷射光，施加至矽膜之能量在下層形成閘極之部分與下層未形成閘極之



(5)



部分會有差異，以致於難以藉均勻之能量對整個基板施行退火處理。

尤其，以往之雷射退火裝置之雷射光源所使用的是準分子雷射，由於準分子雷射之各脈衝之能量之差異較大，非常難以對整個基板持續施加一定之能量。因此，在利用準分子雷射退火裝置所產生之多晶矽膜中，有可能發生下層形成閘極之部分因雷射光照射不足而形成缺陷，或下層未形成閘極之部分因雷射光照射過量而形成缺陷而有導致降低製造良率之情形。

因此，在以往之雷射退火裝置中，在製造底閘型 TFT 之際，難以增大結晶粒徑，且可使粒徑大小均勻化。

#### (6) 參考文獻

非專利文獻 1：J JAP VOL 30, (1991) p. 3700-p. 3703

專利文獻 1：日本國發明專利申請公開公報特開平 10-172919 號公報

專利文獻 2：日本國發明專利申請公開公報特開 2000-133810 號公報

專利文獻 3：日本國發明專利申請公開公報特開平 10-275781 號公報

#### 發明內容

本發明係為解決以上之各問題而研發者，其目的在於提供可增大多晶矽膜之結晶粒徑，且使粒徑大小更均勻化之雷射退火裝置及雷射退火方法。

又，本發明之目的在於提供可形成增大結晶粒徑，且使

(6)



粒徑大小更均勻化之多晶矽膜之薄膜電晶體之製造方法及製造裝置。

為實現以上之目的，在本發明之雷射退火裝置及雷射退火方法、以及本發明之薄膜電晶體之多晶矽膜之退火工序中，以短於基準週期之週期脈衝出射雷射光，同時使該雷射光對上述物質表面之照射位置移動，而使由雷射光出射手段脈衝出射之雷射光多次照射在上述物質之表面上之同一位置。上述基準週期係在1個脈衝之雷射光照射於上述物質之表面時，由該雷射光之出射時間至因該雷射光之照射而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間之時間間隔。

又，為實現以上之目的，在本發明之雷射退火裝置及雷射退火方法、以及本發明之薄膜電晶體之多晶矽膜之退火工序中，以特定之週期脈衝出射多數雷射光，合成出射之多數雷射光而照射於上述物質之表面，同時在各雷射光之脈衝出射週期相同，且任意之雷射光之發光結束以前，施行將上述多數雷射光之脈衝出射之時間與出射另一雷射光之時間錯開之控制。

又，為實現以上之目的，在本發明之雷射退火裝置及雷射退火方法中，產生特定部分之能量異於其他部分之能量，且該其他部分之能量分布被均勻化之第一雷射光，並產生能量分布被均勻化之第二雷射光，將上述第一雷射光與上述第二雷射光合成後，將合成之雷射光照射於上述物質之表面，控制第一雷射光之出射時間及上述第二雷射光

(7)



之出射時間，俾可在將第一雷射光照射於上述物質之表面後，再將上述第二雷射光照射於上述物質之表面。

又，為實現以上之目的，在本發明之薄膜電晶體之製造方法及製造裝置中，對形成於基板上之非晶質矽膜，照射由固體雷射光源出射之250 nm以上且550 nm以下之波長之雷射光，以形成底閘構造之薄膜電晶體之多晶矽膜。

又，為實現以上之目的，在本發明之薄膜電晶體之製造方法及製造裝置中，在基板上形成非晶質矽膜，對上述形成之非晶質矽膜照射雷射光，藉以形成底閘構造之薄膜電晶體之多晶矽膜，更依照上述雷射光之波長控制上述非晶質矽膜之膜厚，使上述雷射光之透光率在2%以上且20%以下。

實施方式

(第一實施形態)

茲說明以使絕緣基板之溫度上升之狀態施行雷射退火之雷射退火裝置，以作為應用本發明之第一實施形態。

又，第一實施形態之雷射退火裝置例如係應用於薄膜電晶體(TFT)之製造工序中形成構成通道層之多晶矽膜之多晶化工序。也就是說，第一實施形態之雷射退火裝置係應用於對形成於玻璃基板上之非晶質矽照射雷射光，以施行退火處理之工序。

圖1係表示實施本發明之第一實施形態之雷射退火裝置10之構成圖。雷射退火裝置10係包含載置作為退火對象之TFT基板1之移動台11、脈衝出射雷射光之雷射振盪器12、

(8)



產生特定週期之脈衝驅動訊號之脈衝訊號產生器 13、施行由雷射振盪器 12 出射之雷射光之光束整形之光束整形光學系 14、將被光束整形之雷射光照射於載置在移動台 11 之 TFT 基板 1 之照射光學系 15、及控制部 16。

移動台 11 係載置平板狀之 TFT 基板 1，且保持該 TFT 基板 1 之載置台。TFT 基板 1 係在作為絕緣基板之玻璃基板上形成非晶質矽膜後之狀態之基板。移動台 11 之 TFT 基板 1 載置面具有較高之平坦性。移動台 11 具有使平板狀之 TFT 基板 1 向平行於其主面之方向移動之機能、與使平板狀之 TFT 基板 1 向垂直於其主面之方向移動之機能。

具體而言，移動台 11 具有 X 平台 17、Y 平台 18 及 Z 平台 19。X 平台 17 及 Y 平台 18 係使平板狀之 TFT 基板 1 向平行於其主面之方向移動之平台。X 平台 17 係使該 TFT 基板 1 向平行於 TFT 基板 1 之主面之一方向 (X 方向) 移動之平台。Y 平台 18 係使該 TFT 基板 1 向平行於 TFT 基板 1 之主面而與 X 方向直交之方向 (Y 方向) 移動之平台。因此，X 平台 17 及 Y 平台 18 可使被照射雷射光之光點移動至 TFT 基板 1 上之任意位置。從而，X 平台 17 及 Y 平台 18 可使 TFT 基板 1 移動至被施行退火處理之位置。Z 平台 19 係使平板狀之 TFT 基板 1 向垂直於其主面之方向移動之平台，因此，Z 平台 19 可使被照射雷射光之焦點位置正好聚焦於 TFT 基板 1 之非晶質矽膜上。

又，移動台 11 也可具有固定 TFT 基板 1 之機能。移動台 11 例如也可具有由背面側吸著 TFT 基板 1，使其固定於移動台

(9)



11之吸著機構。

雷射振盪器 12 係用以脈衝出射對非晶質矽膜施行雷射退火處理用之雷射光。也就是說，雷射振盪器 12 係每隔特定之時間間隔出射重複被施行照射與停止之脈衝雷射光。又，雷射光之產生週期，即由某一任意之雷射光開始被照射之時間至其次之雷射光開始被照射之時間之間的期間稱為脈衝出射時間。

構成雷射振盪器 12 之光源之雷射元件係使用可利用高重複週期施行脈衝照射之固體雷射。

構成雷射振盪器 12 之光源之固體雷射之媒質，例如可使用在 YAG (Yttrium Aluminum Garnet; 鈮鋁石榴石) 中摻雜  $\text{Nd}^{3+}$  離子之 Nd/YAG 雷射、Nd/YLF (氟化鈮鋰) 雷射、鈦 / 藍寶石雷射等固體雷射等。又，也可使用 Nd/YAG 雷射之第二高次諧波 (波長 532 nm)、第三高次諧波 (波長 355 nm)、第四高次諧波 (波長 266 nm) 等高次諧波。又，作為雷射媒質，也可使用 GaN、GaAs 等化合物半導體，例如 Ga、Al、In 中之一種或數種組成之化合物、與合成 N、As、P、Zn、Se、Mg、Cd、S 中之一種或數種組成之化合物所得之化合物半導體、以 SiC 或鑽石為主成分之化合物半導體。

脈衝訊號產生器 13 係控制由雷射振盪器 12 所脈衝出射之雷射光之脈衝出射時間之電路。脈衝訊號產生器 13 例如可產生如圖 2 所示之特定之時間間隔之週期之脈衝驅動訊號，並將此脈衝驅動訊號供應至雷射振盪器 12 之雷射元件。雷射元件係與此脈衝驅動訊號同調地將雷射光脈衝出



射，亦即將雷射光重複出射。因此，由雷射振盪器 12 所出射之雷射光之出射時間係被此脈衝驅動訊號所控制。

光束整形光學系 14 係用以施行由雷射振盪器 12 所出射之雷射光之光束整形。例如，光束整形光學系 14 在內部具有矩形均化器等，可使由雷射振盪器 12 所出射之雷射光之光束呈現矩形。也就是說，光束整形光學系 14 係利用矩形均化器等，將雷射光照射於 TFT 基板 1 時之照射光束之形狀加以整形。又，光束形狀並不限於矩形，例如也可為圓形或線形。

另外，光束整形光學系 14 可利用均化器等，使雷射光之光強度分布保持均勻。也就是說，光束整形光學系 14 可在雷射光照射於 TFT 基板 1 時之照射光點內之各位置，使光強度保持均勻。

照射光學系 15 係用以使由光束整形光學系 14 出射之雷射光入射，並將所入射之雷射光照射於移動台 11 上之 TFT 基板 1 用之光學系統。

照射光學系 15 例如係在內部具有檢流計及反射鏡構成之驗電掃描器、補正驗電掃描器所生之光之失真之  $f\theta$  透鏡、將雷射光聚光於 TFT 基板 1 之準直透鏡等。照射光學系 15 例如係利用驗電掃描器，將入射之雷射光反射而照射在移動台 11 上之 TFT 基板 1，同時使 TFT 基板 1 上之雷射光之照射光點之位置如圖 3 所示，在特定之範圍內直線地往返移動。在雷射退火裝置 10 中，係利用此照射光學系 15 對雷射光之照射光點之移動位置之控制、與利用移動台 11 對

(11)



TFT基板1之移動控制，以便對TFT基板1之全面施行照射雷射光之控制。

控制部16係利用控制脈衝訊號產生器13，以控制由雷射振盪器12所出射之脈衝雷射之脈衝出射週期及脈衝出射時間。又，控制部16係利用施行移動台11及照射光學系15之動作控制，以施行對TFT基板1之雷射光之照射光點之移動控制等。

其次，說明使雷射光之照射光點移動，對TFT基板1之全面施行退火處理之控制動作。又，照射TFT基板1之表面之雷射光之照射光點係被聚光成比TFT基板1之主面之大小更小之大小。

圖4係表示在雷射退火中，在TFT基板1之表面上移動之照射光點之軌跡之模式圖。雷射退火裝置10係使照射光學系15施行動作，使TFT基板1上之雷射光之照射光點S，在一定之範圍內直線地往返移動。在此，假定係使照射光點S向平行於平板狀之TFT基板1之主面之方向中之一方向(例如圖4中之X方向)移動，且假定其移動範圍例如係在圖4中之X1所示之範圍。

另外，雷射退火裝置10係以上述方式使照射光點S往返移動，同時使移動台11例如以一定速度向與照射光點S之移動方向直交之方向(例如圖4中之Y方向)移動。移動台11之移動範圍例如如圖4中之Y1之範圍所示，係由使照射光點S之位置由TFT基板1之Y方向之端部移動至Y方向之他方之端部之範圍。

如此，使移動台 11 及照射光學系 15 同時施行動作時，TFT 基板 1 上之照射光點 S 如圖 4 中之軌跡 1 所示，照射光點 S 即可在 TFT 基板 1 之表面上呈光柵狀移動。

因此，在雷射退火裝置 10 中，只要依照照射光點 S 之大小調整移動台 11 之移動速度、與照射光點 S 之往返移動速度，即可在平板狀之 TFT 基板 1 之表面之全範圍照射雷射光。也就是說，可對 TFT 基板 1 之全面施行退火。

又，在此係就照射光點 S 之形狀為矩形之情形加以說明，但例如如圖 5 所示，照射光點 S 之形狀也可為線形。此時，不必利用檢流計等而藉照射光學系 15 使照射光點 S 往返移動，而只要使移動台 11 以定速度向與線形之照射光點 S 之長度方向成直交之方向（例如圖 5 中之 Y 方向）移動即可。

其次，說明雷射光之脈衝光之出射時間。

如上所述，照射光點 S 係在 TFT 基板 1 之表面之全面施行光柵掃描，但因雷射光係以脈衝光形態被出射，故雷射光並非經常照射著 TFT 基板 1。

在此，在雷射退火裝置 10 中，利用使照射光點 S 與移動台 11 之相對移動速度充分慢於脈衝出射週期之方式施行控制，如圖 6 所示，使在某一任意之時間出射之脈衝光與其次出射之脈衝光重疊。例如，如圖 6 所示，控制照射光點 S 與移動台 11 之相對移動速度、及脈衝出射週期，使在某一任意之時間出射之脈衝光之照射光點 S1 之照射範圍與在其前面之時間出射之脈衝光之照射光點 S2 之照射範圍





圍重疊。

即，在雷射退火裝置10中，控制雷射光之脈衝出射週期及照射光點S與移動台11之相對移動速度，使連續之多數脈衝光照射在TFT基板1上之同一位置。例如，如圖6所示，使在某一任意之時間出射之脈衝光之照射光點S1、在其前面之時間出射之脈衝光之照射光點S2、及在其更前面之時間出射之脈衝光之照射光點S3之3個連續之脈衝光照射在照射光點S之移動方向之任意位置A。

另外，在第一實施形態中，在施行雷射退火之期間，係以比某一特定之脈衝出射週期(以下稱基準出射週期)更短之週期，脈衝輸出雷射光，以便使TFT基板1之基板溫度正常地上升。

以下，具體地說明此基準出射週期。又，在說明此基準出射週期之際，係以使用Nd:YAG之第三高次諧波(波長355 nm)作為光源之情形為例加以說明。

圖7係表示對非晶質矽膜照射Nd:YAG之第三高次諧波之雷射光時在其照射位置之表面溫度之時間變化之圖表。

Nd:YAG之第三高次諧波之雷射光如圖7所示，1次之脈衝光為約10奈秒~60奈秒之脈衝寬。將此1個脈衝光照射於非晶質矽時，其照射位置之表面溫度如圖7所示，會上升至1400°C。因此，達到使非晶質矽融解之溫度以上。而，在該照射位置之表面溫度因溫度之熱傳導及散熱而徐徐下降，其下降率以100微秒之程度使下降率急遽減少，更在由雷射光之開始照射時間起經過約1毫秒之程度時，成

(14)



為雷射光照射前之溫度(例如室溫)。

在此，將1個脈衝光照射於非晶質矽之表面時之該雷射光之輸出時間起至因被照射該雷射光而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間為止之時間間隔設定為基準出射週期。例如，如圖7所示，若以60奈秒程度之脈衝寬將Nd:YAG之第三高次諧波之脈衝光照射於非晶質矽時，將1毫秒設定為基準出射週期。或若為Nd:YAG之第三高次諧波之脈衝光之情形時，也可將下降率急遽減少之100微秒設定為基準出射週期。

而，第一實施形態之雷射退火裝置10係以短於此基準出射週期之週期，連續地脈衝出射雷射光。

其次，說明以上述方式出射短於基準出射週期之週期之脈衝雷射光時之TFT基板1之表面溫度。

圖8之實線B係表示以短於基準出射週期之週期，連續地脈衝出射雷射光時之TFT基板1之任意位置之矽膜之溫度之時間變化。又，圖8之橫軸表示時間，縱軸表示非晶質矽之表面溫度。又，在圖8中，為了也同時比較以長於上述基準出射週期之週期，連續地出射雷射光時之TFT基板1之矽膜之溫度之時間變化，以虛線C加以表示。又，將不照射任何雷射光之初期階段之非晶質矽之溫度設定為T0。

以短於基準出射週期之週期，連續地脈衝出射雷射光時，如圖8之實線B所示，在因某一任意之時間出射之1個脈衝光而上升之溫度未完全冷卻前，即對非晶質矽膜照射次一個脈衝光。因此，對某一任意之位置，連續地照射雷



射光時，其照射位置之溫度會正常地呈現比原來之基板溫度  $T_0$  更高之溫度  $T_1$  ( $T_1 > T_0$ )。也就是說，以短於基準出射週期之週期，連續地脈衝出射雷射光時，呈現與利用某些加熱手段(例如加熱器或燈等)加熱基板之狀態施行雷射退火之狀態同樣之狀態。

相對地，以基準出射週期以上之週期，連續地脈衝出射雷射光時，如圖 8 之虛線 C 所示，由於係在因某一任意之時間出射之 1 個脈衝光而上升之溫度完全冷卻之後，才對非晶質矽照射次一個脈衝光。因此，即使對某一任意之位置，連續地照射脈衝光時，其照射位置之溫度也會回到原來之基板溫度  $T_0$ 。也就是說，以基準出射週期以上之週期，連續地脈衝出射雷射光時，呈現與未利用某些加熱手段加熱基板之狀態施行雷射退火之狀態同樣之狀態。

在此，將以短於基準出射週期之週期，連續地脈衝出射雷射光時之溫度下降率(一定時間之非晶質矽膜之溫度下降量：斜率  $B_1$ )、與以基準出射週期以上之週期，連續地脈衝出射雷射光時之溫度下降率(斜率  $C_1$ )加以比較時，如圖 8 所示，可知斜率  $C_1$  之一方之傾斜度較平緩。

也就是說，以短於基準出射週期之週期，連續地脈衝出射雷射光時，溫度上升後之溫度下降率變小。即，加熱後呈融解狀態之矽再結晶時之冷卻速度變慢，可使結晶生長而增大粒徑。

如以上所述，在第一實施形態之雷射退火裝置 10 中，係以短於基準出射週期之週期脈衝出射雷射光，同時控制該



雷射光對物質之表面之照射光點S之位置之移動，以便使脈衝出射之雷射光多次照射在TFT基板1之表面上之同一位置。上述基準出射週期係將1個脈衝之雷射光照射於上述TFT基板1之表面時，由該雷射光之出射時間起至因被照射該雷射光而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間為止之時間之時間間隔。

因此，在第一實施形態之雷射退火裝置10中，不必另外設置加熱器或燈等之加熱手段，而可利用簡易之構成，在使TFT基板1之溫度上升之狀態下，施行退火處理。因此，在第一實施形態之雷射退火裝置10中，可延緩加熱後呈融解狀態之矽再結晶時之冷卻速度，增大多晶矽膜之結晶粒徑，且可使粒徑大小均勻化。

例如，在使用Nd:YAG之第三高次諧波之脈衝光作為雷射光源，再以10奈秒～60奈秒程度之脈衝寬照射非晶質矽時，以每隔25微秒～100微秒脈衝出射雷射光較為合適。此範圍之設定在使用Nd:YAG之第三高次諧波之脈衝光作為雷射光源時，由於脈衝出射週期短於25微秒時，雷射光出射週期過短，TFT基板1可能因雷射光之脈衝照射所蓄積之熱量而使溫度過高而導致破損之故。且脈衝出射週期超過100微秒時，雷射光出射週期過長，TFT基板1可能在被照射次一雷射光之前即已冷卻而難以加熱至比施行退火處理前之TFT基板1溫度更高之溫度之故。例如，使用上述Nd:YAG之第三高次諧波之脈衝光，將脈衝出射週期設定於25微秒(40 kHz)時，可將TFT基板1之矽之表面溫度加熱



至  $200^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$  之範圍之溫度。

又，即使使用雷射振盪器無法出射短於上述基準出射週期之週期之脈衝光之光源時，例如如圖9所示，也只要設置2個雷射振盪器12-1、12-2、及合成由2個雷射振盪器12-1、12-2出射之雷射光之合成光學系12-3，使2個雷射振盪器12-1、12-2施行錯開半週期份之相位之脈衝出射即可。而後，照射光學系15只要將2條雷射光之合成光照射於TFT基板1即可。當然，也可使用3個以上之雷射振盪器，合成此等雷射振盪器出射之雷射光而將更高週期之脈衝光照射於TFT基板1。

(第二實施形態)

其次，說明有關合成多數脈衝光而產生延長脈衝寬之合成光，將該合成光照射於物質之雷射退火裝置之情形，以作為應用本發明之第二實施形態。

又，本第二實施形態之雷射退火裝置例如係應用於薄膜電晶體(TFT)之製造工序中形成構成通道層之多晶矽膜之多晶化工序。也就是說，第二實施形態之雷射退火裝置係應用於對形成於玻璃基板上之非晶質矽照射雷射光，以施行退火處理之工序。

又，在說明第二實施形態之雷射退火裝置之際，對於與上述第一實施形態之雷射退火裝置10之構成要素相同之構成要素，附以同一號碼而省略其詳細說明。

圖10係表示實施本發明之第二實施形態之雷射退火裝置20之構成圖。雷射退火裝置20係包含載置作為退火對象



之 TFT 基板 1 之移動台 11、脈衝出射雷射光之第一雷射振盪器 21、脈衝出射雷射光之第二雷射振盪器 22、產生特定週期之脈衝驅動訊號之脈衝訊號產生部 23、使由上述脈衝訊號產生部 23 輸出之脈衝驅動訊號延遲特定時間之延遲部 24、合成由第一及第二雷射振盪器 21、22 出射之 2 條雷射光而成為 1 條雷射光之合成光學系 25、施行由合成光學系 25 出射之雷射光之光束整形之光束整形光學系 14、將被光束整形之雷射光照射於載置在移動台 11 之 TFT 基板 1 之照射光學系 15、及控制部 26。

第一及第二雷射振盪器 21、22 係用以脈衝出射對非晶質矽膜施行雷射退火處理之雷射光。也就是說，第一及第二雷射振盪器 21、22 係每隔特定之時間間隔出射重複被施行照射與停止之脈衝雷射光。

構成第一及第二雷射振盪器 21、22 之光源之雷射元件係使用可利用高重複週期施行脈衝照射之固體雷射。構成第一及第二雷射振盪器 21、22 之光源之固體雷射之媒質與第一實施形態所使用之雷射振盪器 12 相同。

脈衝訊號產生部 23 係控制由第一及第二雷射振盪器 21、22 所脈衝出射之雷射光之出射時間之電路。脈衝訊號產生部 23 例如可產生與第一實施形態之脈衝訊號產生器 13 同樣之特定之時間間隔之週期之脈衝驅動訊號，並將此脈衝驅動訊號供應至第一及第二雷射振盪器 21、22 之雷射元件。

在此，供應至第二雷射振盪器 22 之脈衝驅動訊號係被延



遲部 24 延遲特定時間 ( $T_d$ )。也就是說，未被延遲之脈衝驅動訊號  $P(t)$  被供應至第一雷射振盪器 21，被延遲時間 ( $T_d$ ) 之脈衝驅動訊號  $P(t+T_d)$  被供應至第二雷射振盪器 22。具體地表示其波形時，如圖 11 所示，以特定週期重複產生脈衝之脈衝驅動訊號  $P(t)$  被供應至第一雷射振盪器 21，而週期雖與  $P(t)$  相同，但重複產生被延遲一定時間 ( $T_d$ ) 之脈衝之脈衝驅動訊號  $P(t+T_d)$  則被供應至第二雷射振盪器 22。第一及第二雷射振盪器 21、22 之雷射元件與此等脈衝驅動訊號  $P(t)$ 、 $P(t+T_d)$  同調地將雷射光脈衝出射，亦即將雷射光重複出射。因此，可由第一及第二雷射振盪器 21、22 施行重複週期雖相同，但脈衝之產生時間之相位卻錯開之脈衝出射。

合成光學系 25 係在同一光軸上合成由第一及第二雷射振盪器 21、22 出射之 2 條雷射光。

光束整形光學系 14 係用以施行由合成光學系 25 所出射之合成光之光束形狀之整形。另外，光束整形光學系 14 可利用均化器等，使合成光之光強度分布保持均勻。

照射光學系 15 係用以使由光束整形光學系 14 出射之雷射光入射，並將所入射之雷射光照射於移動台 11 上之 TFT 基板 1。

控制部 26 係利用控制脈衝訊號產生器 23 及延遲部 24，以控制由第一及第二雷射振盪器 21、22 所出射之脈衝雷射之脈衝出射週期及脈衝出射時間。又，控制部 26 係利用施行移動台 11 及照射光學系 15 之動作控制，以施行對 TFT 基板 1

(20)



之雷射光之照射光點之移動控制等。

其次，說明使雷射光之照射光點移動，對TFT基板1之全面施行退火處理之控制動作。

第二實施形態之雷射退火裝置20之移動台11及照射光學系15之動作係與上述第一實施形態之移動台11及照射光學系15相同。也就是說，第二實施形態之雷射退火裝置20係利用施行移動台11及照射光學系15之控制，使照射光點S可在TFT基板1之表面上呈光柵狀移動。因此，在雷射退火裝置20中，只要依照照射光點S之大小調整移動台11之移動速度、與照射光點S之往返移動速度，即可在平板狀之TFT基板1之表面之全範圍照射雷射光。也就是說，可對TFT基板1之全面施行退火。

其次，說明第二實施形態之雷射退火裝置20之雷射光之脈衝出射之控制時間。

在雷射退火裝置20中，與第一實施形態同樣地，利用使照射光點與移動台11之相對移動速度充分慢於脈衝出射週期之方式施行控制，使在某一任意之時間出射之脈衝光與其次出射之脈衝光重疊。但在第二實施形態中，設2個雷射振盪器，其詳細情形容後再述，故將2個雷射振盪器出射之2個脈衝光加以合成而產生1個合成脈衝光。因此，在第二實施形態中，控制照射光點與移動台11之相對移動速度、及脈衝出射週期，使任意之合成脈衝光之照射範圍與在其次之時間出射之合成脈衝光之照射範圍重疊。

以下，具體地說明此2個脈衝光之合成情形。



(21)



由雷射退火裝置 20 照射於 TFT 基板 1 之雷射光係由第一雷射振盪器 21 出射之雷射光(以下稱第一雷射光)與由第二雷射振盪器 22 出射之雷射光(以下稱第二雷射光)之合成光。第一雷射光與第二雷射光之脈衝光之產生週期雖相同，但其相位卻被延遲部 24 錯開特定時間。其錯開量係被控制於第一雷射光之任意脈衝之發光結束前，開始另一方之第二雷射光之發光之時間。即如圖 12 所示，係以第一雷射光與第二雷射光之照射期間在時間方向重疊之方式錯開出射時間。

如此，將第一雷射光與第二雷射光之出射時間錯開時，即可利用合成光學系 25 合成 2 個脈衝光而產生比 1 個脈衝光之脈衝寬延長延遲時間部分之合成脈衝光。

如以上所述，在本發明之第二實施形態之雷射退火裝置 20 中，可利用合成 2 個脈衝光而延長 1 個脈衝光照射非晶質矽膜之時間。

因此，在第二實施形態之雷射退火裝置 20 中，可延長使因照射 1 個脈衝光而上升之基板溫度恢復至原來之基板溫度之時間，因此，可延遲加熱融解後之冷卻速度，增大結晶粒徑。

又，在雷射退火裝置 20 中，可延長 1 個脈衝光之脈衝寬，故即使將連續之多次之脈衝光照射在 TFT 基板 1 上之同一位置時，也可加快照射光點 S 之相對移動速度，故可高速地對 TFT 基板 1 之全面施行退火處理。

另外，在本發明之第二實施形態之雷射退火裝置 20 中，



由於使用固體雷射作為第一及第二雷射振盪器 21、22 之光源，故可利用例如 10 奈秒以下之高精確度控制脈衝光之輸出時間。從而可非常高精確地控制合成第一雷射光與第二雷射光而產生之合成光之脈衝產生位置。

在此，假設就雷射光之光源使用 2 個準分子雷射而產生合成光之情形、與如雷射退火裝置 20 一般，光源使用固體雷射之情形之各情形中所合成之脈衝光及矽之溫度變化加以探討。

圖 13A ~ 圖 13C 之橫軸係表示非晶質矽膜之溫度變化之際之經過時間及 2 個雷射光源所輸出之脈衝狀之雷射光之輸出時期、合成脈衝光之照射時間，縱軸係表示非晶質矽膜之溫度。又，在圖 13A ~ 圖 13C 中，圖中箭號  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$  係表示合成脈衝光加熱融解非晶質矽膜之時間。又，脈衝光之時間寬在準分子雷射及固體雷射均為數十奈秒程度。

在使用準分子雷射施行雷射退火處理時之情形，難以精確地控制 2 個雷射光源之脈衝狀之雷射光之輸出時期，並會產生 100 奈秒程度之誤差。因此，由 2 個雷射光源輸出脈衝狀之雷射光之輸出時期之錯開時間可能提早或延後，而成為圖 13A、圖 13B 之合成脈衝光。具體而言，在圖 13A 中，2 個脈衝狀之雷射光之發光時間之錯開可能延後而不能合成成為合成脈衝光，脈衝狀之雷射光會個別地照射非晶質矽膜。在圖 13B 中，2 個脈衝狀之雷射光之發光時間之錯開可能提前而使合成脈衝光照射非晶質矽膜之時間變短。

在使用固體雷射施行雷射退火處理時之情形，可精確地

控制 2 個雷射光源之脈衝狀之雷射光之輸出時期，故可將由 2 個雷射光源輸出脈衝狀之雷射光之時間之誤差控制在 10 奈秒以下，例如，脈衝寬有 10 奈秒程度時，所合成之脈衝光如圖 13C 所示，可施行穩定之合成。又，使用固體雷射施行雷射退火處理時，顯然非晶質矽膜加熱融解之時間  $t_3$  會比使用準分子雷射施行雷射退火時之非晶質矽膜加熱融解之時間  $t_1$ 、 $t_2$  長。

由此可知欲使用多數準分子雷射而產生合成脈衝光大致上不可能。又，使用多數固體雷射產生合成脈衝光時，可高精確地施行其時間控制。

以上，係就具有 2 個雷射振盪器作為本發明之第二實施形態之雷射退火裝置之例加以說明，但第二實施形態之雷射退火裝置 20 並不限定於具有 2 個雷射振盪器，例如如圖 14 所示，也可設置 3 個以上之雷射振盪器。

此時，供應至各雷射振盪器之脈衝驅動訊號有必要以各異之延遲量加以錯開。例如，將第二個雷射振盪器之延遲量定為  $T_d$  時，第三個雷射振盪器之延遲量為  $(2 \times T_d)$ ，第四個雷射振盪器之延遲量為  $(3 \times T_d)$ ，而呈現各異之延遲量。

又，在雷射退火裝置 20 中，既可將所欲合成之 2 個脈衝光之強度保持相同，也可將先行之脈衝光之強度之一方設定於較高強度。提高先行之脈衝光之強度時，可使冷卻速度變得較為平緩，因此，可增大所產生之結晶之粒徑。

又，在雷射退火裝置 20 中，也可利用可藉所謂注入式發光法產生穩定化之脈衝光之裝置構成第一及第二雷射振

盪器 21、22。注入式發光法如圖 15 所示，係注入光強度一定之連續振盪雷射 27 (CW (Continuous Wave) Laser；連續波雷射) 作為基雷射，在 Q 開關開放時，使光之放大穩定化之方式之脈衝雷射光之產生方法。構成基雷射之 CW 雷射光源例如係使用衍射光柵反饋型半導體雷射或 Nd:YAG 雷射等穩定之連續波光源。利用此注入式發光法產生脈衝雷射光，可將脈衝光之出射時間控制在數奈秒以下。

又，以上係就本發明之第二實施形態加以說明，但也可將本第二實施形態與第一實施形態加以組合。即，也可將多數脈衝光合成作為 1 個脈衝光，同時將所合成之脈衝光之週期設定為短於第一實施形態之基準出射週期。

#### (第三實施形態)

其次，說明有關可控制多晶矽膜之晶核之產生位置之雷射退火裝置，以作為應用本發明之第三實施形態。

又，本第三實施形態之雷射退火裝置例如係應用於薄膜電晶體 (TFT) 之製造工序中形成構成通道層之多晶矽膜之多晶化工序。也就是說，第三實施形態之雷射退火裝置係應用於對形成於玻璃基板上之非晶質矽照射雷射光，以施行退火處理之工序。

又，在說明第三實施形態之雷射退火裝置之際，對於與上述第一實施形態之雷射退火裝置 10 之構成要素相同之構成要素，附以同一號碼而省略其詳細說明。

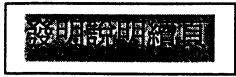
圖 16 係表示實施本發明之第三實施形態之雷射退火裝置 30 之構成圖。雷射退火裝置 30 係包含載置作為退火對象

之 TFT 基板 1 之移動台 11、脈衝出射雷射光之第一雷射振盪器 31、脈衝出射雷射光之第二雷射振盪器 32、產生特定週期之第一脈衝驅動訊號之第一脈衝訊號產生部 33、產生特定週期之第二脈衝驅動訊號之第二脈衝訊號產生部 34、使由第一雷射振盪器 31 出射之雷射光之強度分布均勻之結晶生長用光學系 35、使由第二雷射振盪器 32 出射之雷射光之強度分布不均勻之晶核產生用光學系 36、將由結晶生長用光學系 35 出射之雷射光與由晶核產生用光學系 36 出射之雷射光合成而成為 1 條雷射光之合成光學系 37、將由合成光學系 37 出射之雷射光照射於載置在移動台 11 之 TFT 基板 1 之照射光學系 15、及控制部 38。

第一及第二雷射振盪器 31、32 係對非晶質矽膜出射施行雷射退火處理用之雷射光。將第一及第二雷射振盪器 31、32 脈衝輸出。也就是說，第一及第二雷射振盪器 31、32 係每隔特定之時間間隔出射重複被施行照射與停止之脈衝雷射光。

構成第一及第二雷射振盪器 31、32 之光源之雷射元件係使用可利用高重複週期施行脈衝照射之固體雷射。構成第一及第二雷射振盪器 31、32 之光源之固體雷射之媒質與第一實施形態所應用之雷射振盪器 12 相同。

第一脈衝訊號產生部 33 係控制由第一雷射振盪器 31 所脈衝出射之雷射光之出射時間之電路。第一脈衝訊號產生部 33 例如可產生與第一實施形態之脈衝訊號產生器 13 同樣之特定之時間間隔之週期之脈衝驅動訊號，並將此脈衝



驅動訊號供應至第一雷射振盪器31之雷射元件。

第二脈衝訊號產生部34係控制由第二雷射振盪器32所脈衝出射之雷射光之出射時間之電路。第二脈衝訊號產生部34例如可產生與第一實施形態之脈衝訊號產生器13同樣之特定之時間間隔之週期之脈衝驅動訊號，並將此脈衝驅動訊號供應至第二雷射振盪器32之雷射元件。

又，第一脈衝訊號產生部33與第二脈衝訊號產生部34係同調地被驅動，可同調地控制由第一雷射振盪器31出射之脈衝光之出射時間、與由第二雷射振盪器32出射之脈衝光之出射時間。由第二脈衝訊號產生部34輸出之第二脈衝驅動訊號係屬於例如與由第一脈衝訊號產生部33輸出之第一脈衝驅動訊號之週期相同，但比後者延遲特定時間之脈衝訊號。因此，可由第一及第二雷射振盪器31、32施行重複週期相同，但脈衝之產生時間之相位相錯開之脈衝出射。另外，有關由第一及第二雷射振盪器31、32所脈衝出射之脈衝光之錯開量之詳細內容將於後面再加以敘述。

結晶生長用光學系35係用以施行由第一雷射振盪器31出射之雷射光之光束整形、及強度分布之均勻化處理。例如，結晶生長用光學系35係在內部具有均化器等，可利用此均化器等，將雷射光之光束整形成圓形或矩形。也就是說，結晶生長用光學系35可利用均化器等將對TFT基板1照射雷射光時之照射光點之形狀整形成圓形或矩形。另外，結晶生長用光學系35例如可利用上述均化器等，使雷射光之光強度分布保持均勻。

又，藉結晶生長用光學系35使強度分布均勻化之雷射光在施行退火處理時，係被使用作為結晶生長之用，此雷射光之詳細內容將於後面再加以敘述。

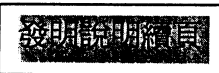
晶核產生用光學系36係用以施行由第二雷射振盪器32出射之雷射光之光束整形、及強度分布之不均勻化處理。例如，晶核產生用光學系36係在內部具有均化器等，可利用此均化器等，例如將雷射光之光束形狀整形成與結晶生長用光學系35所整形之光束形狀相同之形狀。也就是說，晶核產生用光學系36係利用均化器等，將在TFT基板1照射雷射光時之照射光點之形狀整形成圓形或矩形。另外，晶核產生用光學系36例如可利用上述均化器及光學掩罩等，使雷射光之光強度分布保持不均勻。也就是說，晶核產生用光學系36係將在TFT基板1照射雷射光時之照射光點內之各位置之強度設定於特定之強度分布。

又，藉晶核產生用光學系36使強度分布不均勻化之雷射光在施行退火處理時，係被使用作為晶核產生之用，此雷射光之詳細內容將於後面再加以敘述。

合成光學系37係例如利用分束器等合成由結晶生長用光學系35出射之雷射光及由晶核產生用光學系36出射之雷射光之2條雷射光而將其合成於同一光軸上。

照射光學系15係用以使由合成光學系37出射之雷射光入射，並將所入射之雷射光照射於移動台11上之TFT基板1。

控制部38係利用控制第一脈衝訊號產生部33及第二脈



衝訊號產生部34，以控制由第一及第二雷射振盪器31、32所出射之脈衝雷射之脈衝出射週期及脈衝出射時間。又，控制部38係利用施行移動台11及照射光學系15之動作控制，以施行對TFT基板1之雷射光之照射位置控制等。

其次，說明第三實施形態之雷射退火裝置30之移動台11及照射光學系15之動作。

第三實施形態之雷射退火裝置30之移動台11及照射光學系15之動作與上述第一實施形態之移動台11及照射光學系15相同。也就是說，第三實施形態之雷射退火裝置30係利用施行移動台11及照射光學系15之控制，使照射光點S可在TFT基板1之表面上呈光柵狀移動。因此，在雷射退火裝置30中，只要依照照射光點S之大小調整移動台11之移動速度、與照射光點S之往返移動速度，即可在平板狀之TFT基板1之表面之全範圍照射雷射光。也就是說，可對TFT基板1之全面施行退火。

其次，說明利用結晶生長用光學系35而使強度分布均勻化之雷射光、及利用晶核產生用光學系36而使強度分布不均勻化之雷射光。

利用結晶生長用光學系35而使強度分布均勻化之雷射光例如係呈現如圖17A及圖17B所示之強度分布。圖17A係表示被結晶生長用光學系35光束整形之雷射光照射於TFT基板1時之照射光點之模式圖。又，圖17B係表示通過圖17A之照射光點之中心之直線(例如圖17A中之直線X)上之各位置之光強度。如此通過結晶生長用光學系35之雷射光係





被調整光束形狀及光強度，使其在照射光點內各位置之強度保持相同。

強度分布以如此方式被結晶生長用光學系 35 均勻化之雷射光在雷射退火中，係被使用作為結晶生長之用。以下，將由結晶生長用光學系 35 出射之脈衝光稱為結晶生長用之脈衝光。

又，在圖 17A 及圖 17B 中，係將光束形狀形成圓形，但也可將光束形狀形成矩形或線形。

利用晶核產生用光學系 36 而使強度分布均勻化之雷射光例如係呈現如圖 18A 及圖 18B 所示之強度分布。圖 18A 係表示被晶核產生用光學系 36 光束整形之雷射光照射於 TFT 基板 1 時之照射光點之模式圖。又，圖 18B 係表示通過圖 18A 之照射光點之中心之直線（例如圖 18A 中之直線 X）上之各位置之光強度。

晶核產生用光學系 36 係將輸入之雷射光之光束形狀形成與結晶生長用光學系 35 之光束形狀大致相同之光束形狀，同時，晶核產生用光學系 36 將雷射光加工，使在光強度分布被均勻化之中的一部分產生強度顯著不同之部分。晶核產生用光學系 36 例如如圖 18A 及圖 18B 所示，將輸入之雷射光加工，使照射光點之中心部分之微小區域之強度大致成為近於 0 之狀態，並使該微小區域以外之部分之強度以任意之強度保持均勻。

為了顯著地縮小照射光點內之一部分之強度，只要暫時使雷射光通過均化器而使光束全體之強度均勻化後，再使



該均勻化後之雷射光通過例如在透光構件之一部分形成不透光之塗料或構件之光學掩罩即可。此種光學掩罩例如係對將雷射光聚光於 TFT 基板 1 上用之準直透鏡而設置於共軛之位置。

強度分布以如此方式被晶核產生用光學系 36 不均勻化之雷射光在雷射退火中，係被使用作為結晶生長之用。以下，將由晶核產生用光學系 36 出射之脈衝光稱為晶核產生用之脈衝光。

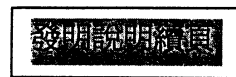
又，在圖 18A 及圖 18B 中，係將光束形狀形成圓形，但例如也可配合結晶生長用光學系 35 而將光束形狀形成矩形或線形。

又，在圖 18A 及圖 18B 之例中，係在強度分布均勻之區域中僅形成 1 個微小區域，但此微小區域並不限於 1 個，也可設 2 個以上。又，在圖 18A 及圖 18B 之例中，係將微小區域之強度設成低於強度分布均勻之區域之強度，但在本發明中，只要其微小區域之強度顯著地異於強度分布均勻之區域之強度即可。也就是說，也可將微小區域之強度提高。

其次，說明第三實施形態之雷射退火裝置 30 之雷射光之脈衝出射之控制時間。

在雷射退火裝置 30 中，與第一實施形態同樣地，利用使照射光點與移動台 11 之相對移動速度充分慢於脈衝出射週期之方式施行控制，使在某一任意之時間出射之脈衝光與其次出射之脈衝光重疊。但，在第三實施形態中，雖設有 2 個雷射振盪器，但例如即使僅使一方之雷射振盪器施

(31)



行動作，也可施行控制而使在某一任意之時間出射之脈衝光與其次出射之脈衝光重疊。

又，由雷射退火裝置30照射於TFT基板1之雷射光係由第一雷射振盪器31出射之雷射光與由第二雷射振盪器32出射之雷射光之合成光。第一雷射光與第二雷射光之脈衝產生週期雖相同，但其相位卻被錯開特定時間。

具體而言，在第三實施形態中，係被控制成在第二雷射振盪器32出射脈衝光後，再由第一雷射振盪器31出射脈衝光。

即，如圖19所示，在TFT基板1上，對大致相同之照射位置，首先照射圖18之晶核產生用之脈衝光P1，然後照射圖17之結晶生長用之脈衝光P2。

例如，在使用Nd:YAG之第三高次諧波之雷射光作為光源時，由於其脈衝寬為數十奈秒，故較好之情形為：由照射晶核產生用之脈衝光P1至照射結晶生長用之脈衝光P2之時間錯開量為30奈秒~100奈秒程度，晶核產生用之脈衝光P1及結晶生長用之脈衝光P2之各週期約為0.5微秒之程度。

在此，對TFT基板1對任意之照射位置照射晶核產生用之脈衝光P1時，在強度不同之微小區域產生晶核之概率會增高。

即，施行雷射退火處理而將非晶質矽轉換為多晶矽時，將照射之雷射光之強度變化顯著較大之部分與顯著較小之部分加以比較時，可知雷射光之強度變化顯著較大之部

(32)



分產生晶核之概率較高。也就是說，晶核產生用之脈衝光 P1 之強度顯著較低之微小區域之部分及照射光點之周緣部分產生晶核之概率較高。

從而，對 TFT 基板 1，首先照射晶核產生用之脈衝光 P1 時，即可控制所欲產生之晶核之位置。

而，如此對任意之照射位置照射晶核產生用之脈衝光 P1 後，接著照射結晶生長用之脈衝光 P2。如此一來，晶核產生部分及其週緣部分會均勻地被融解，而使所產生之晶核成長成結晶。

如以上所述，在本雷射退火裝置 30 中，將雷射光照射於 TFT 基板 1 之任意位置時，首先照射晶核產生用之脈衝光 P1 而使其產生晶核，其次照射強度分布均勻化之結晶生長用之脈衝光 P2，故可控制晶核之產生位置，同時使所產生之晶核生長。

如此，利用控制晶核之產生位置，接著使結晶生長時，可增大多晶矽膜之結晶粒徑，且可使其粒徑大小均勻化。此理由如下。

多晶矽膜之結晶粒大小因再結晶化之初期階段所產生之晶核屬於密集或稀疏而異。例如，如圖 20 所示，鄰接之晶核 100 彼此之間隔 W 短時，在各晶核之生長過程中，結晶界面 101 彼此會相碰而無法更進一步生長。相對地，如圖 21 所示，鄰接之晶核 100 彼此之間隔 W 長時，在各晶核之生長過程中，結晶界面 101 彼此不會相碰而可生長成大的結晶。

(33)



從而，在本發明之第三實施形態之雷射退火裝置30中，由於可控制晶核之產生位置，故可增大多晶矽膜之結晶粒徑，且可使粒徑大小均勻化。

又，如能以如此方式控制晶核之產生位置，即可沿著底閘型之TFT基板1之閘極配線之中心線形成結晶與結晶之界面。具體而言，係沿著閘極配線之兩側之邊緣部分產生晶核。如此一來，由配線之兩側之邊緣部分之雙方生長結晶，在配線之中心部分兩者之結晶相碰，因此，沿著配線之中心線如山峰般形成結晶界面。如此，沿著閘極配線之中心線形成結晶與結晶之界面時，配線與結晶界面相交叉之部分會變少，電阻率會降低而提高電的特性。

以上，係就具有2個雷射振盪器作為本發明之第三實施形態之雷射退火裝置30之例加以說明，但第三實施形態之雷射退火裝置30並不限定於具有2個雷射振盪器，例如，也可具有3個以上之雷射振盪器。此時，供應至各雷射振盪器之脈衝驅動訊號最好以各異之延遲量加以錯開。例如，將第二個雷射振盪器之延遲量定為 $T_d$ 時，第三個雷射振盪器之延遲量為 $(2 \times T_d)$ ，第四個雷射振盪器之延遲量為 $(3 \times T_d)$ ，而呈顯各異之延遲量。而，如圖22所示，最好將前頭之脈衝設定為晶核產生用之雷射光P1，將後續之脈衝全部設定為結晶生長用之雷射光P2。

又，雷射退火裝置30之第一及第二雷射振盪器31、32如第二實施形態所示，也可利用所謂注入式發光法產生穩定化之脈衝雷射。



又，在本發明之第三實施形態之雷射退火裝置30中，係利用2個雷射振盪器產生晶核產生用之雷射光P1與結晶生長用之雷射光P2。但，例如如圖23所示，也可利用1個雷射振盪器產生2種雷射光。此時，只要例如利用偏振光分束器41等分離由1個雷射振盪器出射之雷射光而產生2條雷射光，而將一方輸入至結晶生長用光學系35，將他方輸入至晶核產生用光學系36即可。又，其時有必要利用例如光纖42等使輸入至結晶生長用光學系35之光延遲，使其產生特定時間之時間錯開量。

#### (第四實施形態)

其次，說明薄膜電晶體(TFT)之製造方法，以作為應用本發明之第四實施形態。

作為本發明之第四實施形態所說明之薄膜電晶體之製造方法係製造具有所謂底閘型構造之薄膜電晶體(底閘型TFT)之製造方法。此底閘型TFT例如係具有在玻璃基板上由下層依次疊設閘極、閘絕緣體、多晶矽膜(通道層)之構造。即，此底閘型TFT係指在構成通道層之多晶矽膜與玻璃基板之間形成閘極之TFT而言。

其次，利用圖24說明有關具有此種構造之底閘型TFT之具體的構成及製造方法。

底閘型TFT1如圖24所示，係在玻璃基板51上疊層形成閘極52、第一閘絕緣膜53、第二閘絕緣膜54、多晶矽膜55、阻擋層56、第一層間絕緣膜57、第二層間絕緣膜58、配線59、平坦化膜60、及透明導電膜61所構成。



在製造此種構成之底閘型 TFT1 之際，首先，在玻璃基板 51 上形成例如鉬 (Mo)、鋁 (Al)、鉭 (Ta)、鈦 (Ti)、鉻 (Cr)、鎢 (W) 等之電極用之金屬膜。而後，利用異方性蝕刻法，將所形成之此等金屬膜圖案化，藉以形成閘極 52。此閘極 52 係局部地形成在玻璃基板上。以下，將形成此閘極 52 之區域稱為 A 區域，將未形成閘極 52 之區域稱為 B 區域。

接著，例如將氮化矽 ( $\text{SiN}_x$ ) 等構成之第一閘絕緣膜 53 疊層形成在形成有閘極 52 之玻璃基板 51 上。

接著，例如將二氧化矽 ( $\text{SiO}_2$ ) 等構成之第二閘絕緣膜 54 疊層形成在第一閘絕緣膜 53 上。

接著，例如將多晶矽構成之多晶矽膜 55 疊層形成在第二閘絕緣膜 54 上。此多晶矽膜 55 具有作為底閘型 TFT1 之通道層之機能。

作為多晶矽膜 55 之形成方法，例如係依據 LPCVD (Low Pressure Chemical Vapor Deposition; 低壓化學氣相沉積) 法等，在第二閘絕緣膜 54 上形成非晶質矽膜 62。而後，利用對所形成之非晶質矽膜 62，施行照射雷射光之雷射退火處理，將非晶質矽膜 62 加熱融解，使其再結晶化。

接著，在多晶矽膜 55 上摻入形成源極/汲極區域用之雜質離子。此時，在閘極 52 之上方部分之多晶矽膜 55 設阻擋層 56，以防止被摻入雜質。

接著，例如將  $\text{SiO}_2$  等構成之第一層間絕緣膜 57 疊層形成在形成有阻擋層 56 之多晶矽膜 55 上。

接著，例如將  $\text{SiN}_x$  等構成之第二層間絕緣膜 58 疊層形成



在第一層間絕緣膜57上。

接著，開設連接多晶矽膜55之源極/汲極區域用之接觸孔之開口，並形成例如鋁(Al)、鈦(Ti)等之金屬膜。而後，利用蝕刻此形成之金屬膜等方式施行圖案化，以形成配線59。此配線59係用以連接形成在多晶矽膜55上之各電晶體之源極/汲極區域而在基板上形成特定之電路圖案。

接著，為了使底閘型TFT1之表面平坦化，在形成配線59之第二層間絕緣膜58上，形成例如丙烯酸樹脂等構成之平坦化膜60。

接著，為了連接配線59與外部端子，在平坦化膜60上形成透明導電膜61。

在此上所構成之底閘型TFT1中，由於通道層使用多晶矽，通道層之電場移動度非常高，故使用作為液晶顯示器等之驅動電路時，可實現高鮮艷色彩化、高速化、小型化等。

其次，說明有關產生多晶矽膜55之際之雷射退火工序所使用之雷射退火裝置70。

圖25係表示在雷射退火工序使用多晶矽膜55之雷射退火裝置70之構成例。此雷射退火裝置70尤其在採用底閘型構造之底閘型TFT1中，為形成均勻之結晶粒徑構成之多晶矽膜55，利用各脈衝之光強度穩定之固體雷射或半導體雷射之雷射光施行雷射退火處理。

此雷射退火裝置70具有雷射振盪器71、雷射驅動電源72、冷卻裝置73、均化器74、反射鏡75、投射透鏡76、及



可動平台 77。

雷射振盪器 71 例如係出射 Nd: YAG、Nd: YLF 等固體雷射之雷射光之脈衝雷射光源。又，此雷射振盪器 71 有時也使用例如 GaN 系半導體雷射之雷射光作為出射之雷射光。此雷射振盪器 71 係由雷射驅動電源 72 獲得雷射振盪用之驅動電源。另外，此雷射振盪器 71 係被連接至冷卻裝置 73，可使冷卻裝置 73 送出之冷煤在周圍循環。

雷射振盪器 71 例如可將波長 1064 nm 之 Nd: YAG 雷射波長變換為 2 倍之高次諧波 (波長 532 nm)、3 倍之高次諧波 (波長 355 nm)、4 倍之高次諧波 (波長 266 nm)。又，雷射振盪器 71 例如可將波長 914 nm 之 Nd: YAG 雷射波長變換為 2 倍之高次諧波 (波長 457 nm)。雷射振盪器 71 例如可將波長 1046 nm 之 Nd: YLF 雷射波長變換為 2 倍之高次諧波 (波長 523 nm)、3 倍之高次諧波 (波長 349 nm)、4 倍之高次諧波 (波長 262 nm)。另外，此雷射振盪器 71 例如可變換波長 380 ~ 450 nm 之 GaN 系半導體雷射之雷射光波長。

均化器 74 係將由雷射振盪器 71 出射之雷射光成形為特定之波長形狀、強度之雷射光。此均化器 74 有時與雷射振盪器 71 形成一體化。均化器 74 係將由雷射振盪器 71 出射之例如圖 26A 所示之高斯形狀之雷射光成形為圖 26B 所示之高頂禮帽型形狀之雷射光。

又，照射於非晶質矽膜 62 之波長在 250 nm 以下時，無法形成高輸出之雷射光，又，波長在 550 nm 以上時，如圖 27 所示，非晶質矽膜 62 之吸收係數變小，而成為多晶矽化之



障礙，因此，雷射振盪器 71 將振盪之波長設定於 250 nm 以上、550 nm 以下。

反射鏡 75 配置於均化器 74 之雷射光之出射側，可供入射在均化器 74 被成形之雷射光。又，此反射鏡 75 係將入射之雷射光向投射透鏡 76 側反射。

投射透鏡 76 係聚集入射之雷射光而將其照射至底閘型 TFT1 之非晶質矽膜 62 上。

可動平台 77 係支持玻璃基板 51 用之平台，具有使作為被照射體之玻璃基板 51 移動至特定之位置之機能。此可動平台 77 具體上係由 X 平台、Y 平台、Z 平台、吸著板等所構成。

X 平台及 Y 平台係向水平方向移動之平台，並構成在 X 平台與 Y 平台之間，可使作為被照射體之玻璃基板 51 向互相直交之方向移動而將其導動至特定之位置。因此，雷射退火裝置 70 可對玻璃基板 51 之一部分或全面施以雷射退火。

Z 平台係向垂直方向移動之平台，可用以調整可動平台之高度。即，此 Z 平台係向照射之雷射光之光軸方向，換言之，可向垂直於基板之平面之方向移動。

又，產生多晶矽膜 55 之際之雷射退火工序所使用之雷射退火裝置並不限定於此圖 25 所示之雷射退火裝置，也可使用上述第一至第三實施形態之雷射退火裝置。但，其時所使用之雷射光之波長係設定於 250 nm 以上、550 nm 以下。

其次，說明有關薄膜電晶體之製造方法之第一應用例。

在此第一應用例中，使用 Nd:YAG 雷射之雷射光作為由雷射振盪器 71 出射之雷射光。此 Nd:YAG 雷射之雷射光係



波長 355 nm 之 3 倍高次諧波，能量為 0.5 mj/pulse，重複頻率為 1 kHz。又，此 Nd：YAG 雷射可將每 1 脈衝之光強度之差異控制在 5% 以下。

此 Nd：YAG 雷射例如有時可依據美國 Lightwave Electronics 公司之 Model 210S-355-5000 等模式出射雷射光。

雷射退火裝置 70 係將雷射振盪器 71 出射之上述雷射光，以約 400 mj/cm<sup>2</sup> 之能量密度，且每 1 處 10~100 個脈衝之比例照射在非晶質矽膜 62。對波長 355 nm 之雷射光之非晶質矽膜 62 之吸收係數較高，約為 2.8，故入射非晶質矽膜 62 之光大致全被非晶質矽膜 62 吸收，以供加熱融解非晶質矽膜。

即，在此第一應用例中，由於使用可將每 1 脈衝之光強度之差異控制在 5% 以下之固體雷射，故與每 1 脈衝之光強度之差異將近 10% 之準分子雷射相比，可形成具有均勻結晶粒徑之多晶矽膜 55，製造出顯示穩定特性之薄膜電晶體。

又，在使用光強度之差異小之固體雷射之本應用例中，在 A、B 區域間，可縮小非晶質矽膜 62 之到達溫度差，因此，特別在採用底閘型構造之薄膜電晶體中，可謀求所產生之多晶矽膜之粒徑之更均勻化，降低瑕疵品之產生，藉以提高製造良率。又，在使用固體雷射之本應用例中，與使用準分子雷射之情形不同，不需更換劣化之充填氣體，故可謀求生產之效率化及製造成本之降低。

(40)



其次，說明有關本發明之薄膜電晶體製造方法之第二應用例。

在此第二應用例中，與第一應用例不同之點在於依照照射之雷射光之波長將非晶質矽膜之膜厚控制於一定範圍之點上。

非晶質矽膜 62 在照射之雷射光之透光率 2% 以下時，在 A 區域中無法期待使閘極溫度上升，故無法獲得消除 A、B 兩區域中之到達溫度差之本應用例之效果。另一方面，透光率 20% 以上時，無法期待使非晶質矽膜 62 溫度上升，而閘極 52 之溫度上升則變得較為顯著，非晶質矽膜 62 之到達溫度及雷射照射後之冷卻溫度之差反而也有擴大之可能。因此，依照照射之雷射光之波長，將非晶質矽膜形成該雷射光之透光率 2% 以上，且透光率 20% 以下之厚度。

以下之表 1 係表示對各雷射光之波長之透光率 2% 以上、20% 以下之非晶質矽膜之膜厚。

表 1

光源波長 (nm)	非晶質矽膜 之吸收係數	非晶質矽膜厚 (nm) T = 2%	非晶質矽膜厚 (nm) T = 20%
266	2.85	29.1	12.0
355	2.8	39.5	16.2
405	2.1	60.0	24.7
457	1.48	96.1	39.5
532	0.9	184.0	75.7



例如，照射之雷射光之波長為 355 nm 時，只要將非晶質矽之膜厚控制於 16.2 nm，即可使其呈現 20% 之透光率。又，如將非晶質矽之膜厚控制於 39.5 nm，即可使其呈現 2% 之透光率。即，在照射波長 355 nm 之雷射光時，為了將透光率控制在 2% 以上 20% 以下，有必要將非晶質矽之膜厚控制於 16.2 nm 至 39.5 nm 之間。

此時透過非晶質矽膜 62 之透光量可由以下之計算式求出：

$$I/I_0 = \exp(-4\pi kd/\lambda)$$

式中，I 表示透光量， $I_0$  表示入射光量，k 表示吸收係數，d 表示非晶質矽之膜厚， $\lambda$  表示雷射光之波長。

例如，照射之雷射光之波長為 355 nm 時，將非晶質矽控制於約 30 nm 之膜厚之情形，依據上述計算式，入射之雷射光之光量約 5% 不被非晶質矽 62 吸收而透過非晶質矽 62。透過非晶質矽 62 之雷射光係透過對該雷射光之波長透明之第二閘絕緣膜 54 與第一閘絕緣膜 53。

在形成閘極 52 之 A 區域中，透過第一閘絕緣膜 53 之雷射光係被閘極 52 吸收，以供使該閘極 52 溫度上升之用。又，在未形成閘極 52 之 B 區域中，透過第一閘絕緣膜 53 之雷射光進一步透過玻璃基板 51 後被可動平台 77 所吸收。

即，在 A 區域中，由於透過第一閘絕緣膜 53 之雷射光僅供加熱閘極 52，使其溫度上升，故在形成於 A 區域之非晶質矽 62 中，與閘極 52 之溫度差較小，因此，可防止熱量由非晶質矽 62 發散至閘極 52，在 A、B 區域間，可縮小非晶質

矽膜 62 之到達溫度之差及雷射照射後之冷卻溫度之差。因此，尤其在採用底閘型構造之薄膜電晶體中，可謀求所產生之多晶矽膜之粒徑之更均勻化，降低瑕疵品之產生機率。

又，在本第二應用例中，也可利用以下說明之構成加以實現。在此構成中，使用 Nd:YLF 雷射作為由雷射振盪器 71 出射雷射光之固體雷射。此 Nd:YLF 雷射之雷射光係波長 523 nm 之 2 倍高次諧波，能量為 6 mj/pulse，重複頻率為 5 kHz。又，此 Nd:YLF 雷射可將每 1 脈衝之光強度之差異控制在 6% 以下。此構成之 Nd:YLF 雷射例如有時也可依據美國 Positive Light 公司之 Evolution-30 等模式出射雷射光。

由上表，波長約 523 nm 時，非晶質矽膜 62 之吸收係數約 0.9。又，為了將透光率控制在 2% 以上 20% 以下，有必要將非晶質矽之膜厚控制於 75.7 nm 至 184.0 nm 之間，因此，在此構成中，可形成非晶質矽之膜厚為 100 nm。

在此種條件下，入射非晶質矽膜 62 內之雷射光之光量之中有 12% 透過非晶質矽膜 62。透過非晶質矽 62 之雷射光係透過對該雷射光之波長透明之第二閘絕緣膜 54 與第一閘絕緣膜 53。

在設有閘極 52 之 A 區域中，透過第一閘絕緣膜 53 之雷射光係被閘極 52 吸收，以供使該閘極 52 溫度上升之用。又，在無閘極 52 之 B 區域中，透過第一閘絕緣膜 53 之雷射光進一步透過玻璃基板 51 後被可動平台 77 所吸收。



因此，同樣地，在A、B區域間，可縮小非晶質矽膜62之到達溫度之差、與雷射照射後之冷卻溫度之差。尤其在採用底閘型構造之底閘型TFT1中，可謀求所產生之多晶矽膜之粒徑之均勻化。

圖28係表示對照射之雷射光之各波長之玻璃基板51之透光率特性。如此圖28所示，雷射光在玻璃基板51之透光率會隨著波長之變短而減少。

即，在B區域中，透過第一閘絕緣膜53之雷射光在波長短時，不透過玻璃基板51而成為被玻璃基板51吸收之熱量。因此，在A、B區域間，非晶質矽膜62之到達溫度之差不會縮小，無法獲得本發明之效果。

因此，在本第二應用例中，照射之雷射光之波長在玻璃基板中，最好為可顯示特定量之透光率之300 nm以上。

又，本第二應用例並不限定於上述構成。雷射振盪器71不僅可應用於出射Nd:YAG雷射等固體雷射或半導體雷射之雷射光之情形，也可應用於使用準分子雷射而出射準分子雷射光之情形。在本第二應用例中，為謀求所產生之多晶矽膜之粒徑之均勻化，對照射之雷射光之波長，預先將非晶質矽膜之膜厚控制於最適範圍內。因此，即使如準分子雷射般，在每1脈衝之光強度有差異，也可形成均勻粒徑之多晶矽膜，降低瑕疵品之產生。

又，本發明並不僅限定於參照圖式所說明之上述實施例，在不脫離所附之申請專利範圍及其要旨之範圍內，當然可作種種變更、置換或同等之實施，此點對同業業者而



言，應可了然於胸。

#### 圖式簡單說明

圖 1 係本發明之第一實施形態之雷射退火裝置之區塊構成圖。

圖 2 係設置於上述本發明之第一實施形態之雷射退火裝置之脈衝訊號產生部所輸出之脈衝驅動訊號之說明圖。

圖 3 係由設置於上述本發明之第一實施形態之雷射退火裝置之照射光學系照射 TFT 基板之雷射光之偏向之說明圖。

圖 4 係上述照射光學系照射 TFT 基板之雷射光之光點之移動軌跡之說明圖。

圖 5 係雷射光之照射光點之形狀為線形時之上述移動軌跡之說明圖。

圖 6 係脈衝光之時間與照射 TFT 基板之光點之移動軌跡之關係之說明圖。

圖 7 係表示因對非晶質矽膜照射 1 次脈衝光而升溫之該矽膜之表面之溫度變化之特性圖。

圖 8 係表示因對非晶質矽膜照射連續之脈衝光時之該矽膜之表面之溫度變化之特性圖。

圖 9 係具有多數雷射振盪器之上述第一實施形態之雷射退火裝置之區塊構成圖。

圖 10 係本發明之第二實施形態之雷射退火裝置之區塊構成圖。

圖 11 係設置於上述本發明之第二實施形態之雷射退火



(45)



裝置之脈衝訊號產生部所輸出之脈衝驅動訊號之說明圖。

圖 12 係由 2 個雷射振盪器出射之脈衝光之合成時間之說明圖。

圖 13A 至圖 13C 係表示對 2 個脈衝光之時間錯開量之矽膜之溫度變化圖。

圖 14 係具有多數雷射振盪器之上述第二實施形態之雷射退火裝置之區塊構成圖。

圖 15 係利用注入式發光法產生由雷射振盪器出射之脈衝光時之上述第二實施形態之雷射退火裝置之區塊構成圖。

圖 16 係本發明之第三實施形態之雷射退火裝置之區塊構成圖。

圖 17A 及圖 17B 係通過設置於上述第三實施形態之雷射退火裝置之結晶生長用光學系後之雷射光之說明圖。

圖 18A 及 B 係通過設置於上述第三實施形態之雷射退火裝置之晶核產生用光學系後之雷射光之說明圖。

圖 19 係圖 17A 及 B 所示之脈衝光與圖 18A 及 B 所示之脈衝光之產生時間之說明圖。

圖 20 係表示晶核密度高時之多晶矽膜之結晶狀態之圖。

圖 21 係表示晶核密度低時之多晶矽膜之結晶狀態之圖。

圖 22 係合成 3 個以上之脈衝光時之圖 17A 及 B 所示之脈衝光與圖 18A 及 B 所示之脈衝光之產生時間之說明圖。

圖 23 係雷射振盪器為 1 個時之雷射退火裝置之區塊構成圖。



圖 24 係採用底閘型構造之薄膜電晶體之模式的剖面構成之說明圖。

圖 25 係本發明之第四實施形態所應用之雷射退火裝置之構成圖。

圖 26 係利用均化器之雷射光成形之說明圖。

圖 27 係表示對各波長之非晶質矽與多晶矽之吸收係數之圖。

圖 28 係表示對照射之雷射光之各波長之玻璃基板之透光率特性之圖。

#### 圖式代表符號說明

1	非晶質矽膜
10、20、30	雷射退火裝置
11	移動台
17	X平台
18	Y平台
19	Z平台
37	合成光學系
42	光纖
51	玻璃基板
52	閘極
53	第一閘絕緣膜
54	第二閘絕緣膜
55	多晶矽膜
56	阻擋層



57	第一層間絕緣膜
58	第二層間絕緣膜
59	配線
60	平坦化膜
61	透明導電膜
71	雷射振盪器
72	雷射驅動電源
73	冷卻裝置
74	均化器
75	反射鏡
76	投射透鏡
A、B	區域
B1、C1	斜率
P1、P2	脈衝光
$P(t)$ 、 $P(t+Td)$	脈衝驅動訊號
W	間隔
S、S1、S2、S3	照射光點

## 肆、中文發明摘要

本發明之雷射退火裝置(10)係包含出射一定週期之脈衝雷射光之雷射振盪器(12)、與對非晶質矽膜(1)照射脈衝雷射光之照射光學系(15)。照射光學系(15)係施行使雷射光點移動之控制，使多次之脈衝光照射於非晶質矽膜(1)上之同一位置。雷射振盪器(12)係出射比基準週期短之脈衝產生週期之雷射光。基準週期係在1個脈衝之雷射光照射於上述膜(1)之表面時，由該雷射光之出射時間至因該雷射光之照射而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間之時間間隔。

## 伍、日文發明摘要

レーザアニール装置(10)は、一定の周期のパルスレーザ光を出射するレーザ発振器(12)と、アモルファスシリコン膜(1)に対してパルスレーザを照射する照射光学系(15)とを備えている。照射光学系(15)は、アモルファスシリコン膜(1)上の同一に位置に複数回のパルス光が照射されるように、レーザスポットを移動させる制御を行う。レーザ発振器(12)は、基準周期より短いパルス発生周期のレーザ光を出射する。基準周期は、1つのパルスのレーザ光を上記膜(1)の表面に照射した場合に、そのレーザ光の出射タイミングから、そのレーザ光が照射されることにより昇温された基板温度が元の基板温度に戻るタイミングまでの時間間隔である。

## 拾、申請專利範圍

1. 一種雷射退火裝置，其係利用照射雷射光至形成於基板主面之物質表面，以對該物質施行退火處理者，其特徵在於包含：

雷射光出射手段，其係以一定週期脈衝出射雷射光，將脈衝出射之該雷射光照射於上述物質之表面者；與

移動控制手段，其係利用控制上述雷射光出射手段及/或上述基板之位置，使由上述雷射光出射手段照射之雷射光對上述物質表面之照射位置移動者；

在將1個脈衝之雷射光照射於上述物質表面之際，以由該雷射光出射時間起至因該雷射光之照射而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間之時間間隔為基準週期時，

上述雷射光出射手段係以短於上述基準週期之週期脈衝出射雷射光，

上述移動控制手段係使該雷射光對上述物質表面之照射位置移動，而使上述雷射光出射手段脈衝出射之雷射光多次照射在上述物質表面上之同一位置者。

2. 一種雷射退火方法，其係利用照射雷射光至形成於基板主面之物質表面，以對該物質施行退火處理者，其特徵在於：

在將1個脈衝之雷射光照射於上述物質表面之際，以由該雷射光出射時間起至因該雷射光之照射而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間之時間間隔為基



準週期時，

以短於上述基準週期之週期對上述物質表面脈衝出射雷射光，

使該雷射光對上述物質表面之照射位置移動，而使脈衝出射之上述雷射光多次照射在上述物質表面上之同一位置者。

3. 一種薄膜電晶體之製造方法，其係製造包含多晶矽膜之薄膜電晶體者，其特徵在於包含：

雷射退火工序，其係利用照射雷射光至形成於基板之上之非晶質矽膜，以對該非晶質矽膜施行退火處理而使其轉換成多晶矽膜者；

在上述雷射退火工序中，

在將1個脈衝之雷射光照射於上述非晶質矽膜表面之際，以由該雷射光出射時間起至因該雷射光之照射而升溫之基板溫度恢復原來之基板溫度之時間之時間間隔為基準週期時，以短於該基準週期之週期將雷射光脈衝出射至上述非晶質矽膜表面，

控制該雷射光相對上述非晶質矽膜表面之照射位置，而使脈衝出射之上述雷射光多次照射在上述非晶質矽膜表面上之同一位置者。

4. 一種雷射退火裝置，其係利用照射雷射光至形成於基板主面上之物質表面，以對上述物質施行退火處理者，其特徵在於包含：

多數雷射光出射手段，其係以特定週期脈衝出射雷射



光者；

雷射光合成手段，其係合成由上述多數雷射光出射手段出射之多數雷射光，而將合成之雷射光照射於上述物質表面者；及

時間控制手段，其係控制由上述多數雷射光出射手段出射之各雷射光之出射時間者；

上述時間控制手段係

使各雷射光出射手段之雷射光出射週期相同，同時在由任意之上述雷射光出射手段出射之雷射光之發光結束前，使另一上述雷射光出射手段出射雷射光，以錯開各上述雷射光出射手段之雷射光之出射時間者。

5. 如申請專利範圍第4項之雷射退火裝置，其中

上述多數雷射光出射手段係包含輸出脈衝狀之雷射光之固體雷射光源，並可脈衝出射由該固體雷射光源輸出之雷射光者。

6. 如申請專利範圍第4項之雷射退火裝置，其中

上述多數雷射光出射手段係包含連續振盪產生雷射光之連續波光源，利用以由該連續波光源出射之雷射光為基本光之注入式發光法產生脈衝狀之雷射光，並出射所產生之該脈衝狀之雷射光者。

7. 一種雷射退火方法，其係利用照射雷射光至形成於基板主面上之物質表面，以對上述物質施行退火處理者，其特徵在於：

以特定週期脈衝出射多數雷射光，合成出射之多數雷

- 射光而照射於上述物質表面，同時
- 使各雷射光之脈衝出射週期相同，且在由任意之雷射光之發光結束前，施行使上述多數雷射光之脈衝出射時間與出射另一雷射光之時間錯開之控制者。
8. 如申請專利範圍第7項之雷射退火方法，其中
- 由輸出脈衝狀之雷射光之多數固體雷射光源出射上述多數雷射光者。
9. 如申請專利範圍第7項之雷射退火方法，其中
- 利用以由連續波光源出射之雷射光為基本光之注入式發光法產生脈衝狀之雷射光，並出射所產生之該脈衝狀之雷射光者。
10. 一種薄膜電晶體之製造方法，其係製造包含多晶矽膜之薄膜電晶體者，其特徵在於包含：
- 雷射退火工序，其係利用照射雷射光至形成於基板上的非晶質矽膜，以對該非晶質矽膜施行退火處理而使其轉換成多晶矽膜者；
- 在上述雷射退火工序中，
- 以特定週期脈衝出射多數雷射光，合成出射之多數雷射光而照射於上述非晶質矽膜表面，同時
- 使各雷射光之脈衝出射週期相同，且施行使上述多數雷射光之脈衝出射時間與在任意之雷射光之發光結束前出射另一雷射光之時間錯開之控制者。
11. 如申請專利範圍第10項之薄膜電晶體之製造方法，其中
- 在上述雷射退火工序中，由輸出脈衝狀之雷射光之多





數固體雷射光源出射上述多數雷射光者。

12. 如申請專利範圍第10項之薄膜電晶體之製造方法，其中在上述雷射退火工序中，利用以由連續波光源出射之雷射光為基本光之注入式發光法產生脈衝狀之雷射光，並出射所產生之該脈衝狀之雷射光者。

13. 一種雷射退火裝置，其係利用照射雷射光至形成於基板主面上之物質表面，以對上述物質施行退火處理者，其特徵在於包含：

第一雷射光產生手段，其係產生特定部分之能量異於其他部分之能量，而該其他部分之能量分布被均勻化之第一雷射光者；

第二雷射光產生手段，其係產生能量分布被均勻化之第二雷射光者；

照射手段，其係合成上述第一雷射光與上述第二雷射光，而將合成之雷射光照射於上述物質表面者；及

控制手段，其係控制由上述第一雷射光產生手段出射之第一雷射光之出射時間及由上述第二雷射光產生手段出射之第二雷射光之出射時間者；

上述控制手段係在將上述第一雷射光產生手段產生之第一雷射光照射於上述物質表面後，將上述第二雷射光產生手段產生之第二雷射光照射於上述物質表面者。

14. 如申請專利範圍第13項之雷射退火裝置，其中

上述第一雷射光產生手段及上述第二雷射光產生手段係出射脈衝狀之雷射光者。



15. 如申請專利範圍第14項之雷射退火裝置，其中  
上述第一雷射光產生手段及上述第二雷射光產生手段係包含出射脈衝狀之雷射光之固體雷射光源，依據該固體雷射光源出射之雷射光，出射上述第一雷射光及上述第二雷射光者。
16. 如申請專利範圍第14項之雷射退火裝置，其中  
上述控制手段係控制雷射光之各脈衝之輸出時間及脈衝週期者。
17. 如申請專利範圍第14項之雷射退火裝置，其中  
上述第一雷射光產生手段及上述第二雷射光產生手段係包含連續振盪產生雷射光之連續波光源，利用以由該連續波光源出射之雷射光為基本光之注入式發光法產生脈衝狀之雷射光，並出射所產生之該脈衝狀之雷射光者。
18. 如申請專利範圍第14項之雷射退火裝置，其中  
包含移動手段，其係使相對上述物質之雷射光之照射位置移動者；  
上述控制手段係控制雷射光之各脈衝之輸出時間及脈衝週期，同時利用驅動上述移動手段而控制對上述物質之雷射光之照射位置，以控制對上述物質照射之各脈衝光之照射位置者。
19. 一種雷射退火方法，其係利用照射雷射光至形成於基板主面上之物質表面，以對上述物質施行退火處理者，其特徵在於：

產生特定部分之能量異於其他部分之能量，該其他部分之能量分布被均勻化之第一雷射光，

產生能量分布被均勻化之第二雷射光，

合成上述第一雷射光與上述第二雷射光，將合成之雷射光照射於上述物質表面者，

控制上述第一雷射光之出射時間及上述第二雷射光之出射時間，俾在將第一雷射光照射於上述物質表面後，將上述第二雷射光照射於上述物質表面者。

20. 如申請專利範圍第19項之雷射退火方法，其中

第一及第二雷射光係脈衝狀之雷射光者。

21. 如申請專利範圍第20項之雷射退火方法，其中

依據由固體雷射光源出射之雷射光，出射上述第一雷射光與上述第二雷射光者。

22. 如申請專利範圍第20項之雷射退火方法，其中

控制雷射光之各脈衝之輸出時間及脈衝週期者。

23. 如申請專利範圍第20項之雷射退火方法，其中

利用以由連續波光源出射之雷射光為基本光之注入式發光法產生脈衝狀之雷射光，並出射所產生之該脈衝狀之雷射光，以作為第一及第二雷射光者。

24. 如申請專利範圍第20項之雷射退火方法，其中

控制雷射光之各脈衝之輸出時間及脈衝週期，同時利用控制對上述物質之雷射光之照射位置，以控制對上述物質照射之各脈衝光之照射位置者。

25. 一種薄膜電晶體製造方法，其係製造底閘型構造之薄膜



電晶體者，其特徵在於包含：

多晶矽膜形成工序，其係利用對形成於基板上之非晶質矽膜，照射由固體雷射光源出射之250 nm以上且550 nm以下波長之雷射光，以形成多晶矽膜者。

26. 如申請專利範圍第25項之薄膜電晶體製造方法，其中

在上述多晶矽膜形成工序中，照射變換YAG雷射或YLF雷射之波長之250 nm以上且550 nm以下波長之雷射光者。

27. 如申請專利範圍第25項之薄膜電晶體製造方法，其中

在上述多晶矽膜形成工序中，照射由半導體雷射光源出射之250 nm以上且550 nm以下波長之雷射光者。

28. 一種薄膜電晶體製造方法，其係製造底閘型構造之薄膜電晶體者，其特徵在於包含：

成膜工序，其係在基板上形成非晶質矽膜者；

多晶矽膜形成工序，其係利用對上述形成之非晶質矽膜，照射雷射光，以形成多晶矽膜者；

在上述成膜工序中，因應上述雷射光之波長控制上述非晶質矽膜之膜厚，使上述雷射光之透光率在2%以上20%以下者。

29. 如申請專利範圍第28項之薄膜電晶體製造方法，其中

在上述多晶矽膜形成工序中，照射由固體雷射光源出射之雷射光者。

30. 如申請專利範圍第29項之薄膜電晶體製造方法，其中

在上述多晶矽膜形成工序中，照射由YAG雷射光源或



YLF雷射光源出射之雷射光或變換該雷射光波長之高次諧波者。

31. 如申請專利範圍第28項之薄膜電晶體製造方法，其中在上述多晶矽膜形成工序中，照射由半導體雷射光源出射之雷射光者。
32. 如申請專利範圍第28項之薄膜電晶體製造方法，其中在上述多晶矽膜形成工序中，照射300 nm以上且550 nm以下波長之雷射光者。
33. 一種薄膜電晶體製造裝置，其係製造在形成於底閘型構造之薄膜電晶體之基板上之非晶質矽膜施行雷射退火處理者，其特徵在於包含：  
雷射振盪手段，其係振盪產生250 nm以上且550 nm以下之波長之固體雷射之雷射光者；及  
雷射照射手段，其係對上述非晶質矽膜照射振盪產生之上述雷射光者。
34. 如申請專利範圍第33項之薄膜電晶體製造裝置，其中上述雷射振盪手段係變換YAG雷射或YLF雷射之波長，照射250 nm以上且550 nm以下之波長之高次諧波者。
35. 如申請專利範圍第33項之薄膜電晶體製造裝置，其中上述雷射振盪手段係照射250 nm以上且550 nm以下波長之半導體雷射之雷射光者。
36. 一種薄膜電晶體製造裝置，其係製造底閘型構造之薄膜電晶體者，其特徵在於包含：



成膜手段，其係在基板上形成非晶質矽膜者；

雷射振盪手段，其係振盪產生雷射光者；及

雷射照射手段，其係對上述非晶質矽膜照射振盪產生之上述雷射光者；

上述成膜手段係因應上述雷射光之波長控制上述非晶質矽膜之膜厚，使上述雷射光之透光率在2%以上且20%以下者。

37. 如申請專利範圍第36項之薄膜電晶體製造裝置，其中上述雷射振盪手段係振盪產生固體雷射之雷射光者。

38. 如申請專利範圍第37項之薄膜電晶體製造裝置，其中上述雷射振盪手段係振盪產生YAG雷射或YLF雷射之雷射光，

上述雷射照射手段係照射上述雷射光或變換上述雷射光波長之高次諧波者。

39. 如申請專利範圍第36項之薄膜電晶體製造裝置，其中上述雷射振盪手段係振盪產生半導體雷射之雷射光者。

40. 如申請專利範圍第36項之薄膜電晶體製造裝置，其中上述雷射振盪手段係振盪產生300 nm以上且550 nm以下波長之雷射光者。

拾壹、圖式

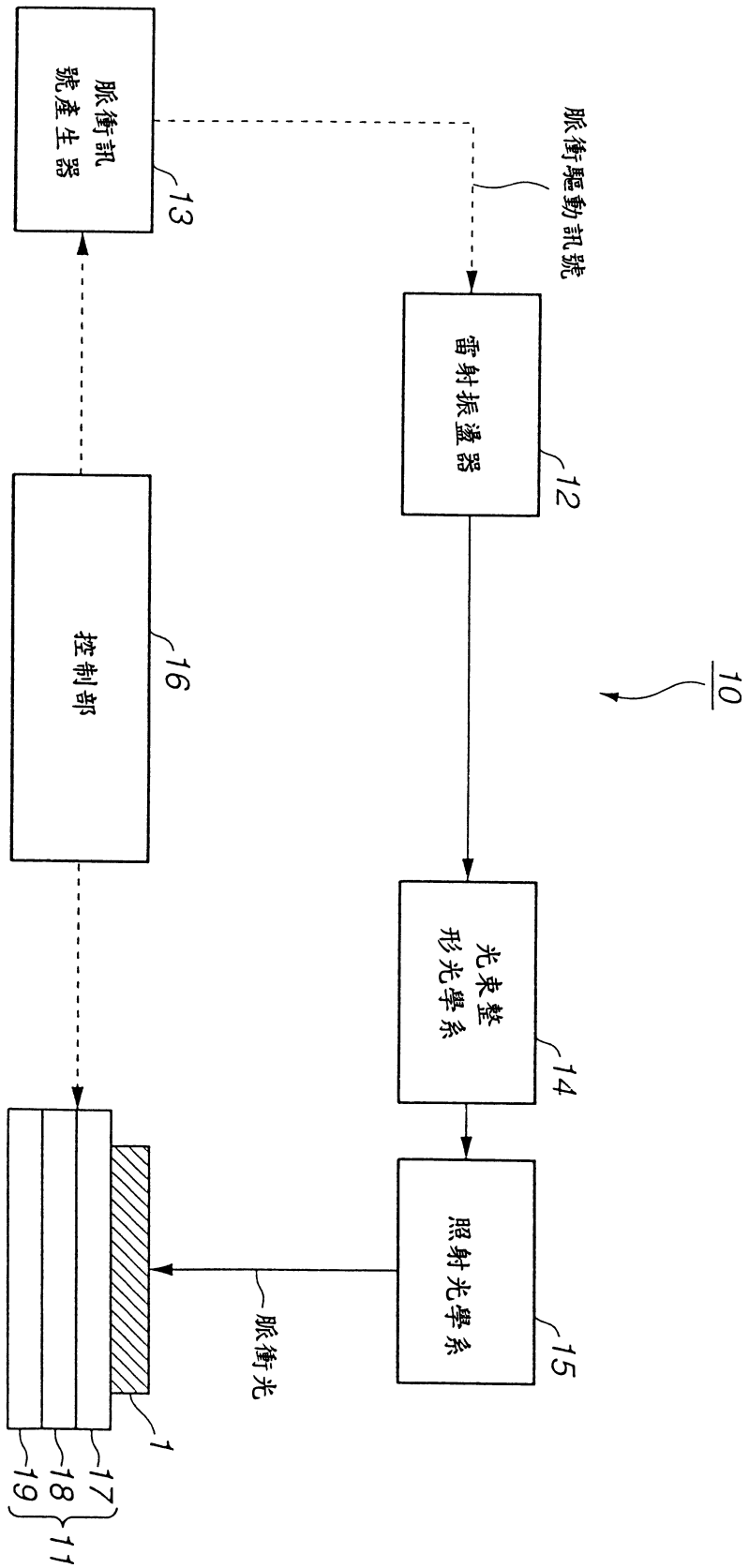


圖 1

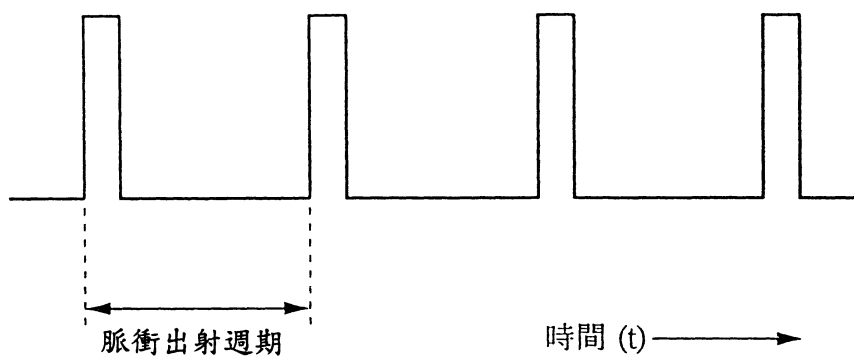


圖 2

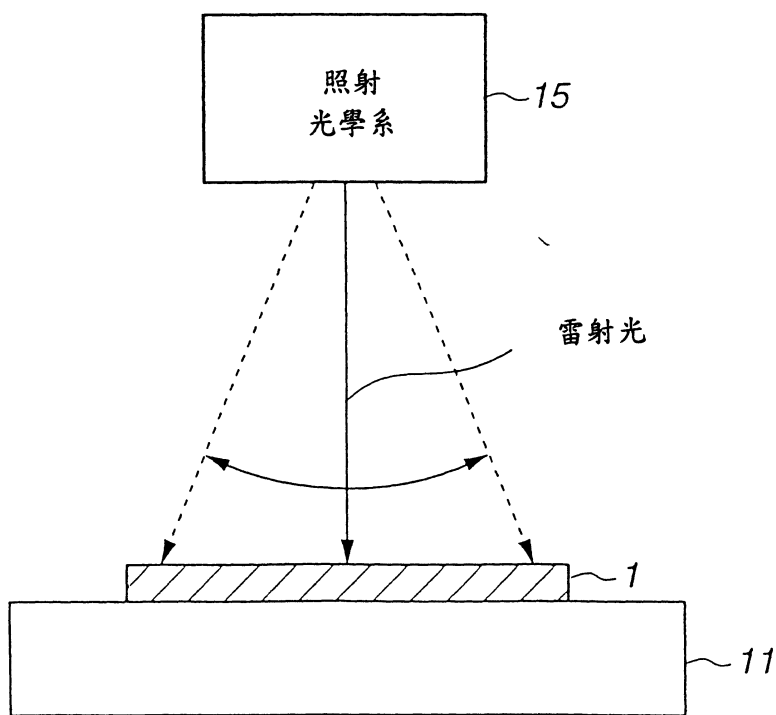


圖 3



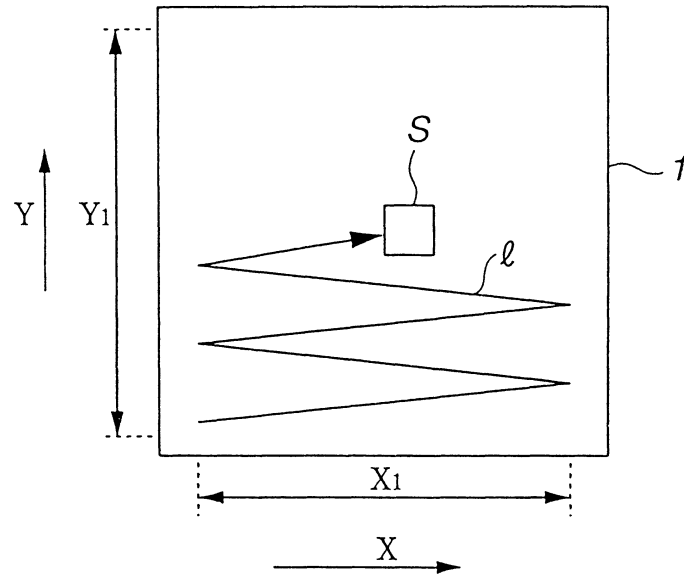


圖 4

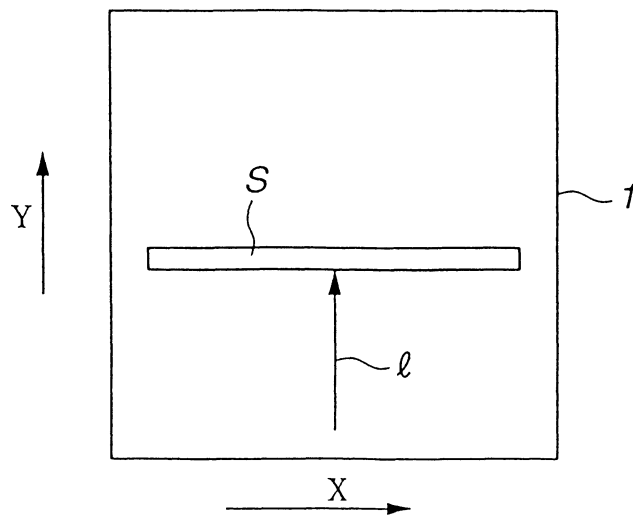


圖 5

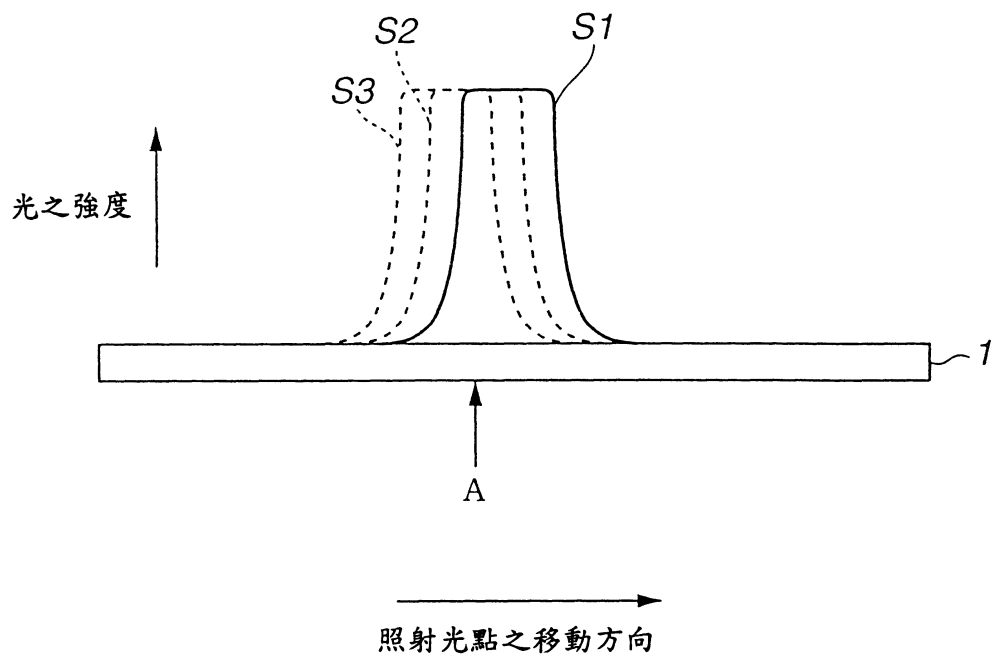


圖 6

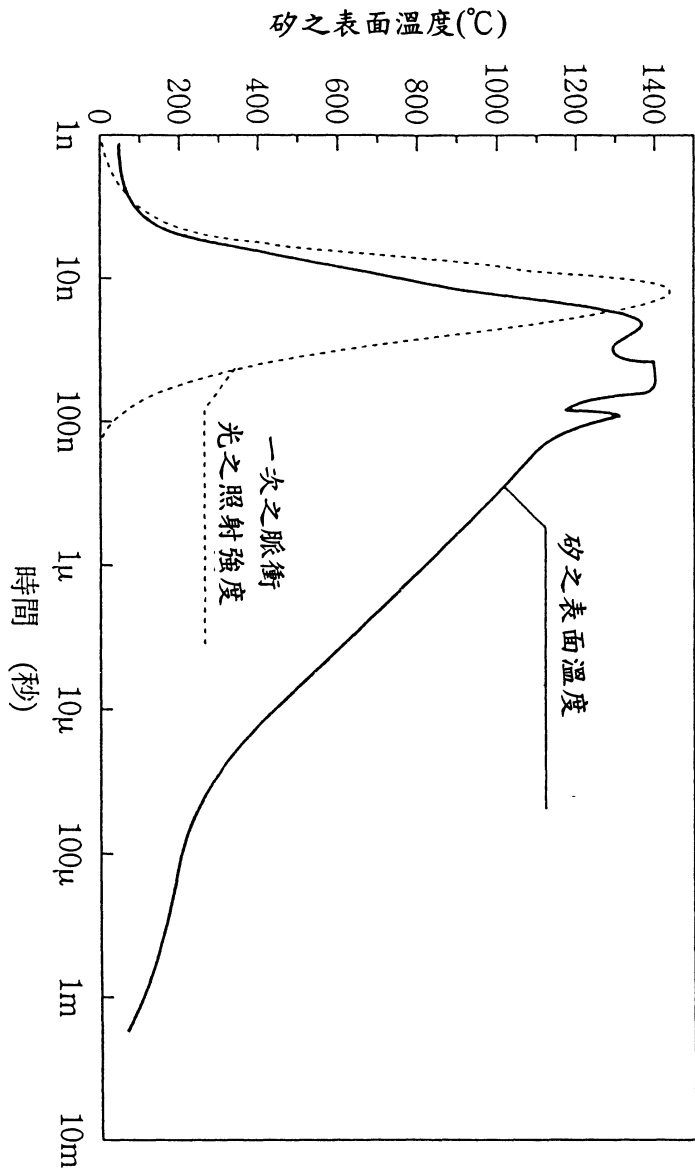


圖 7

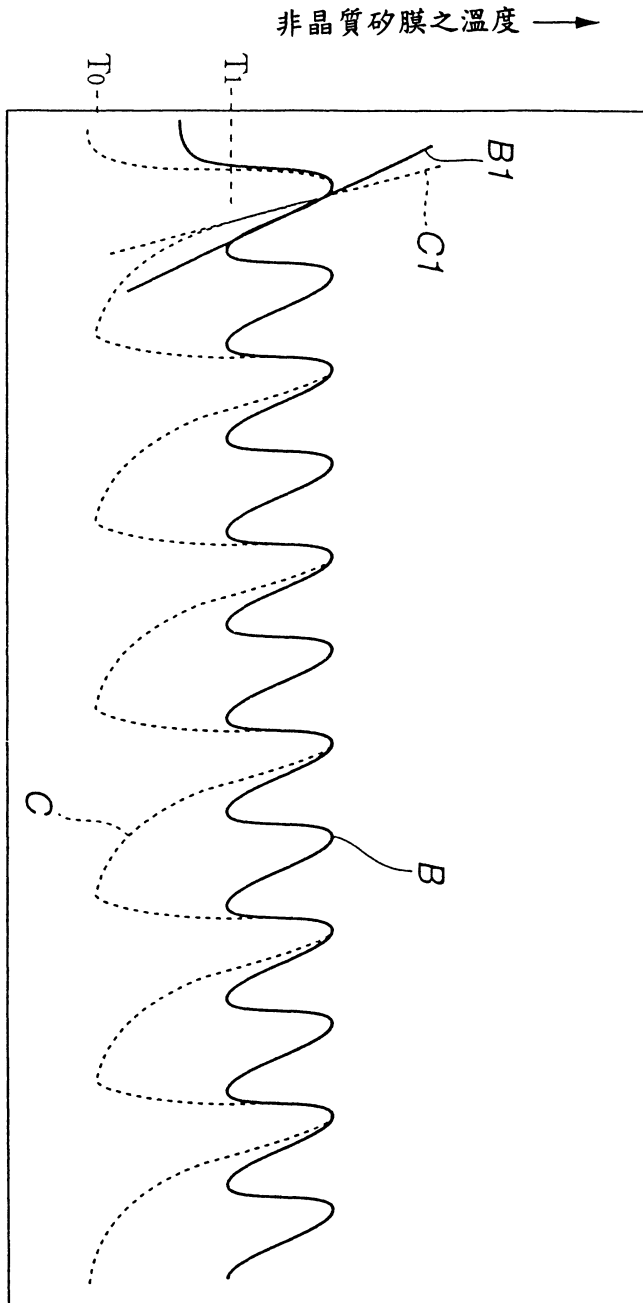


圖 8

圖式續頁

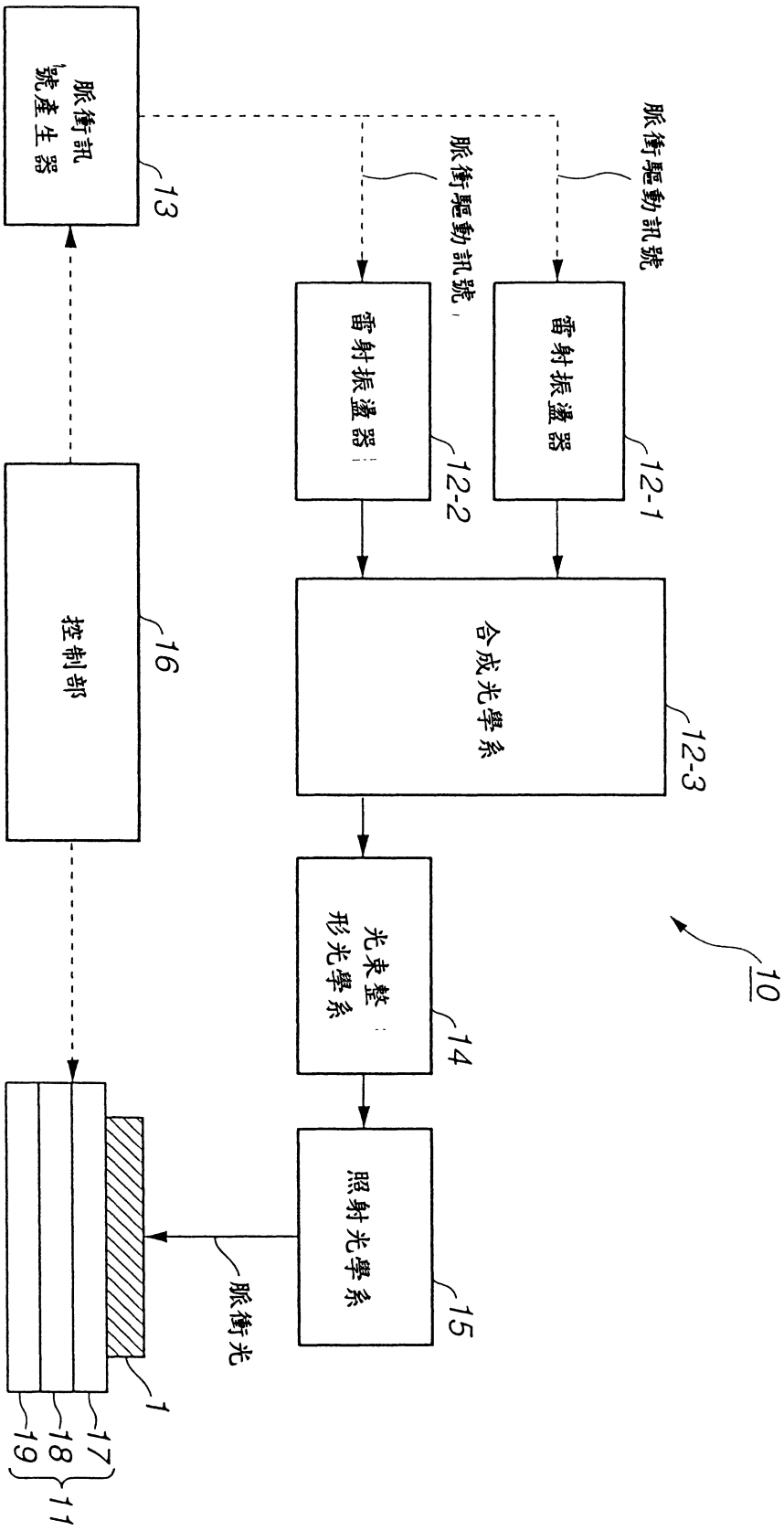


圖 9

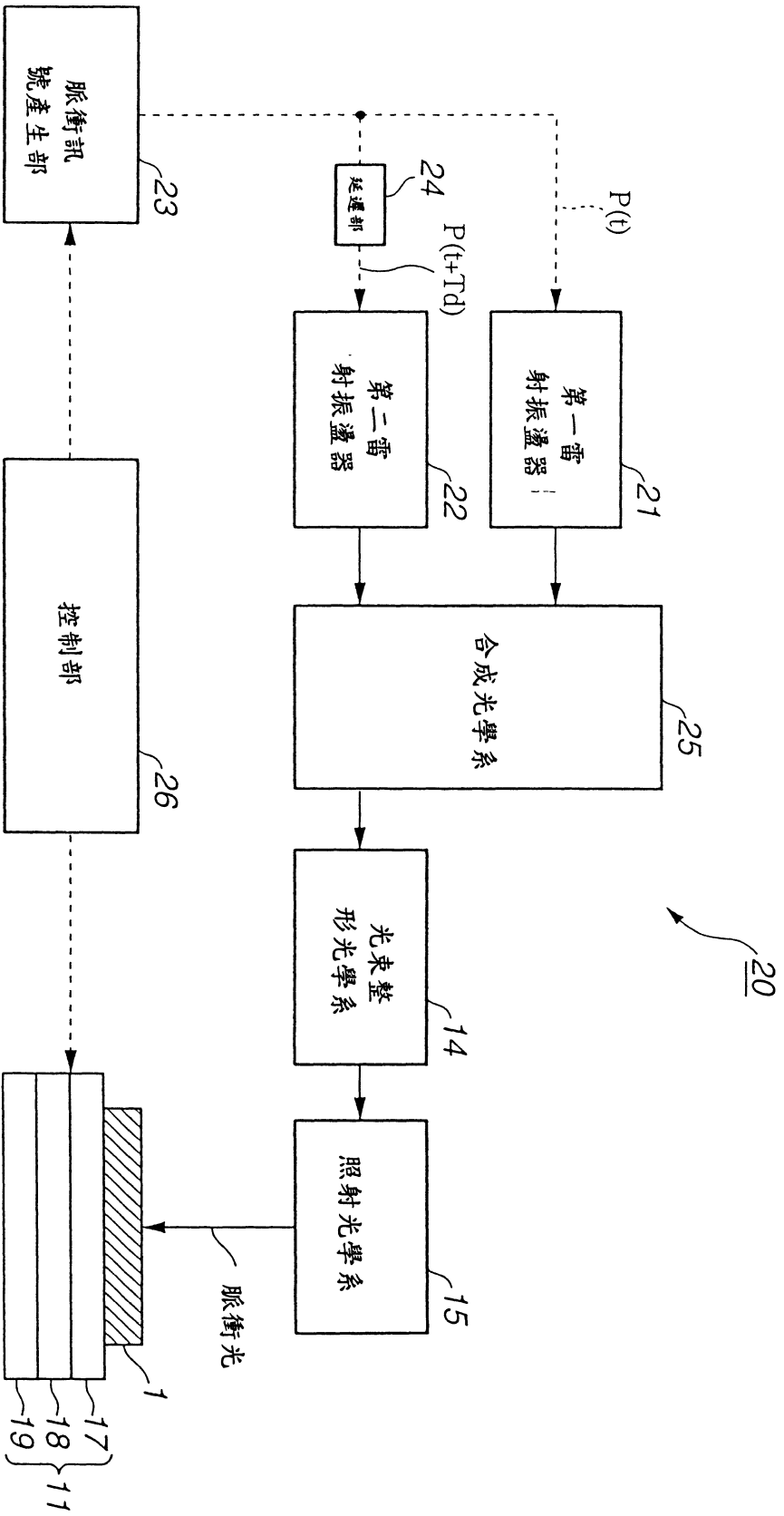


圖 10

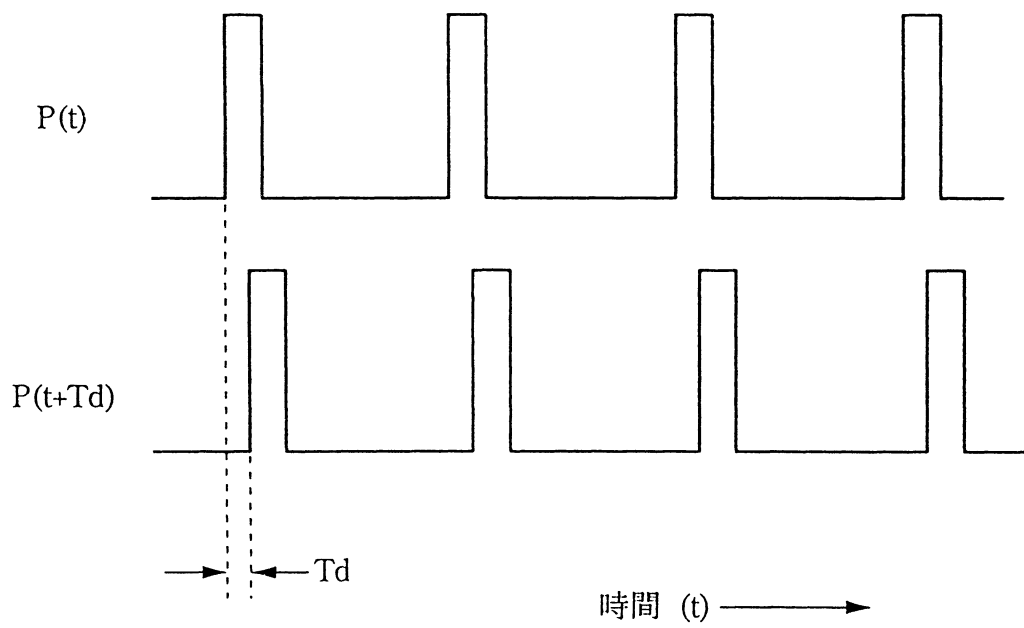


圖 11

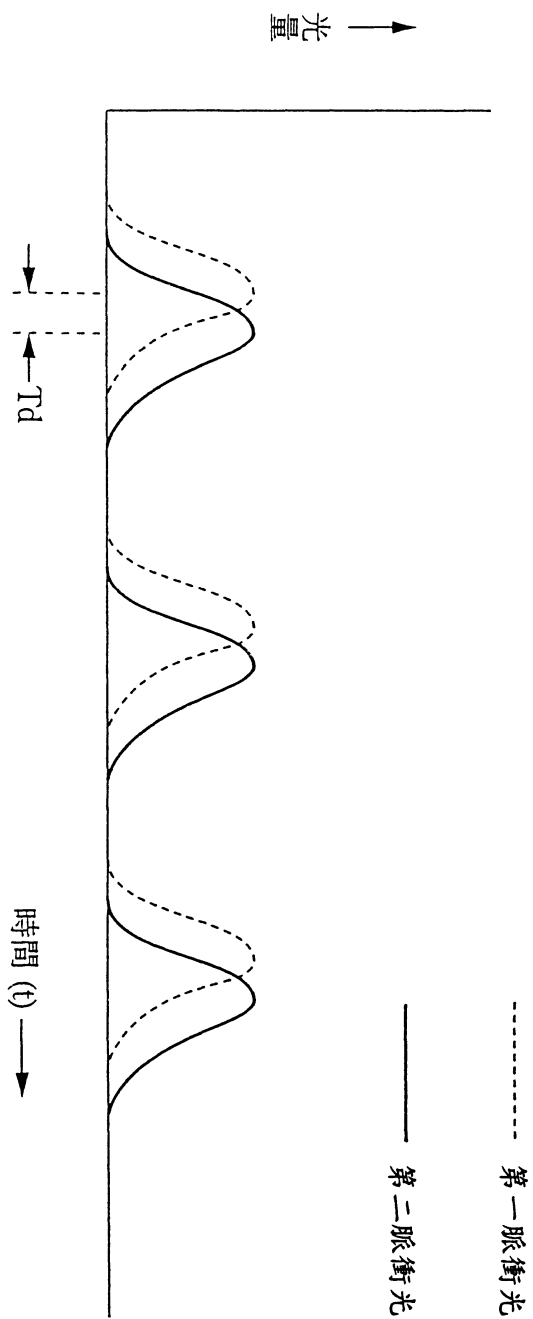


圖 12



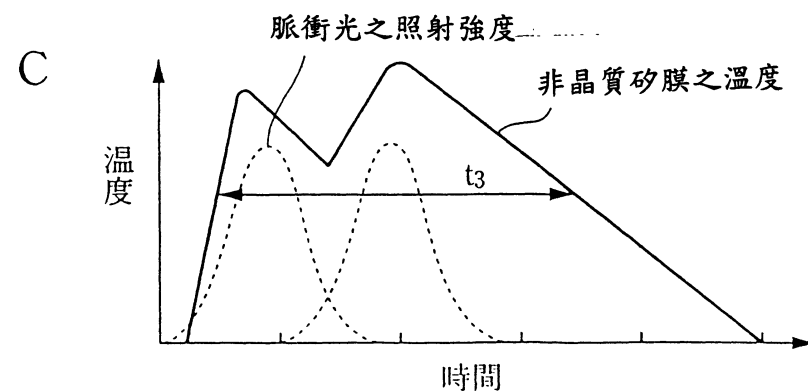
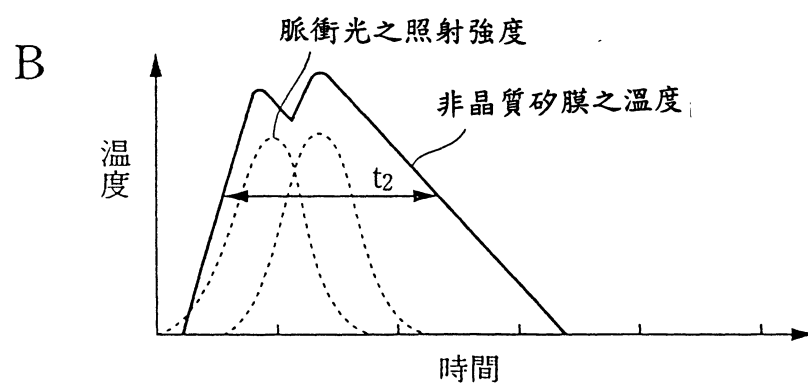
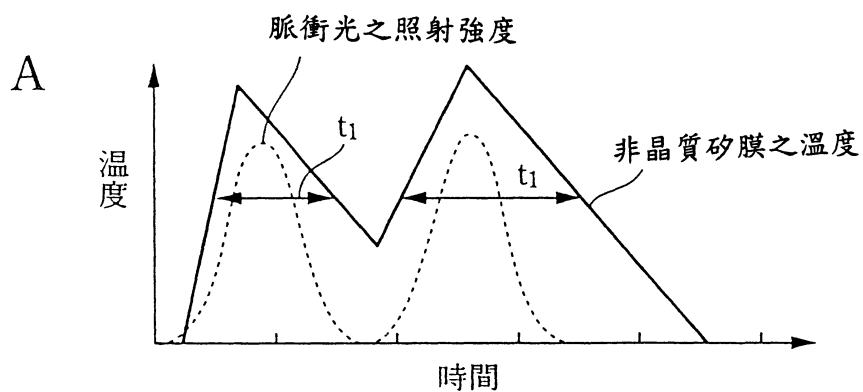


圖 13

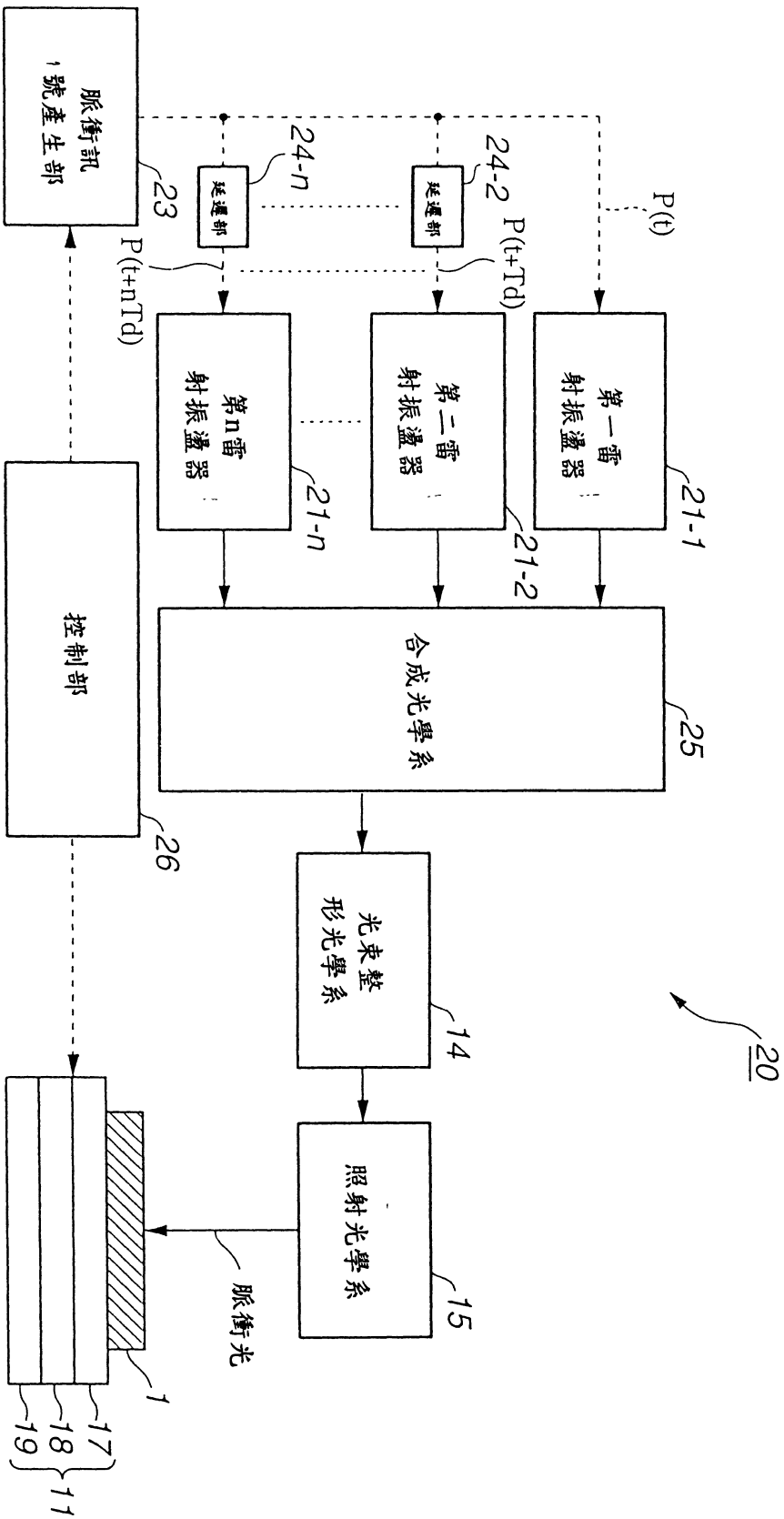


圖 14

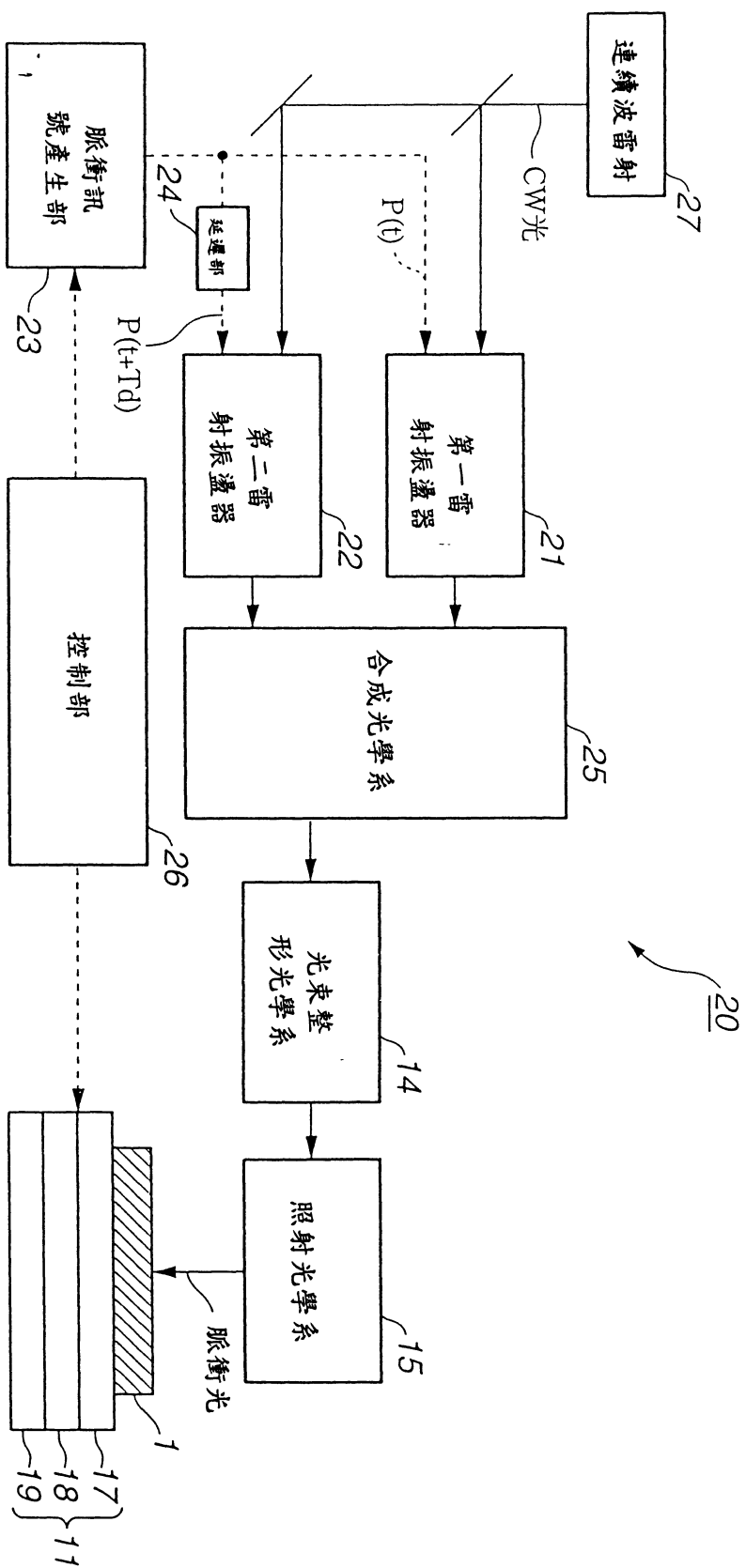


圖 15

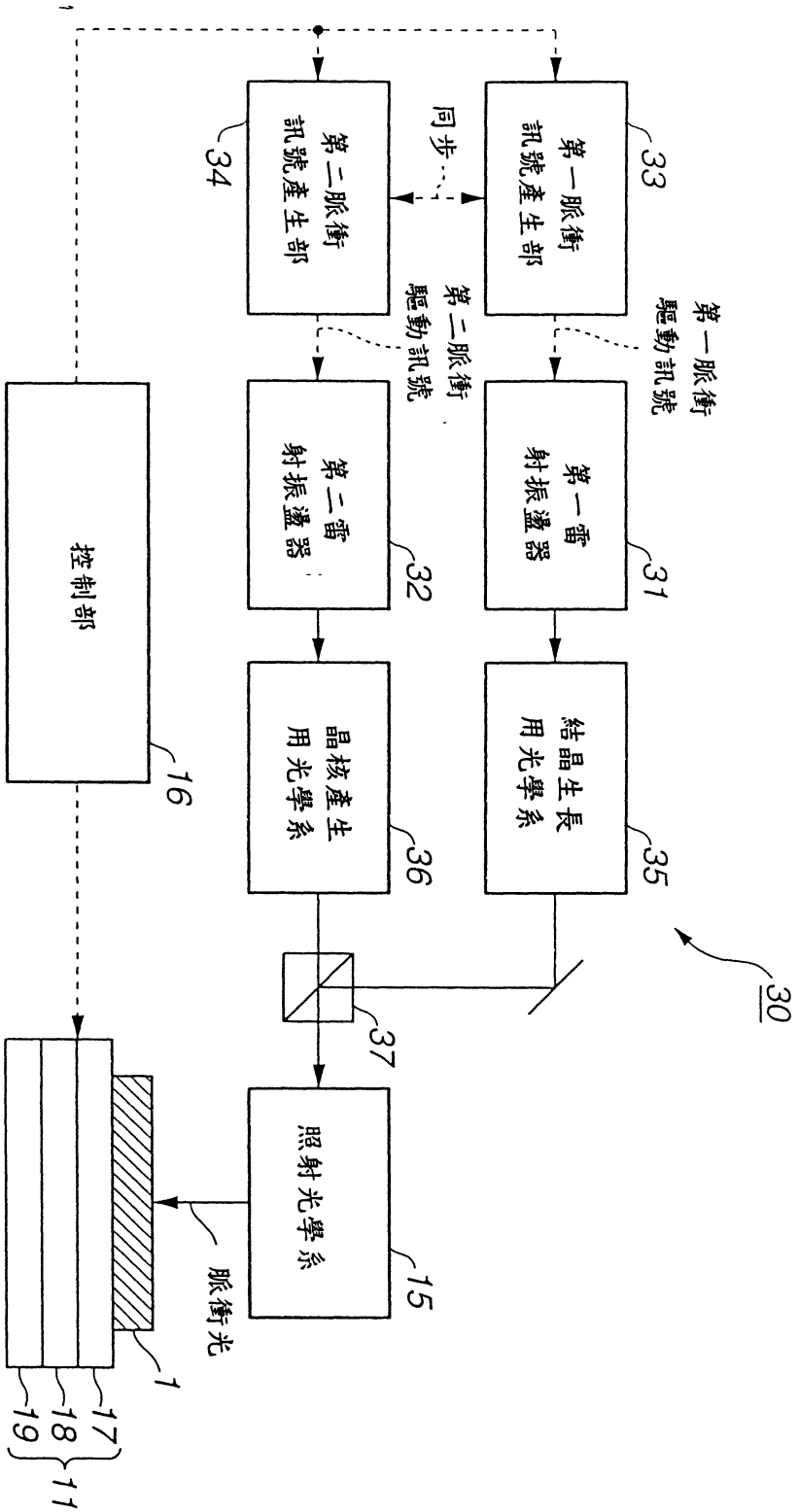


圖 16

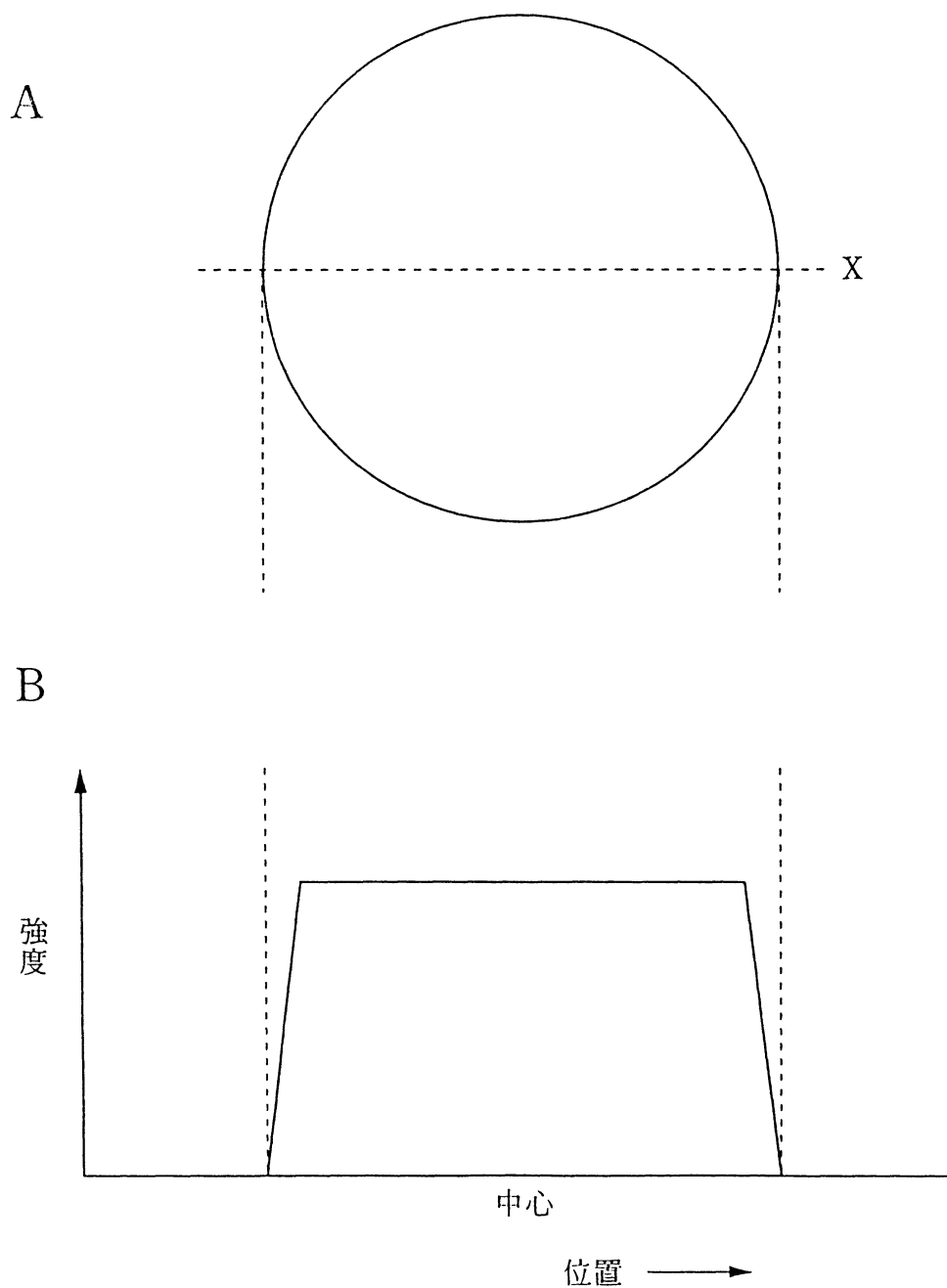


圖 17

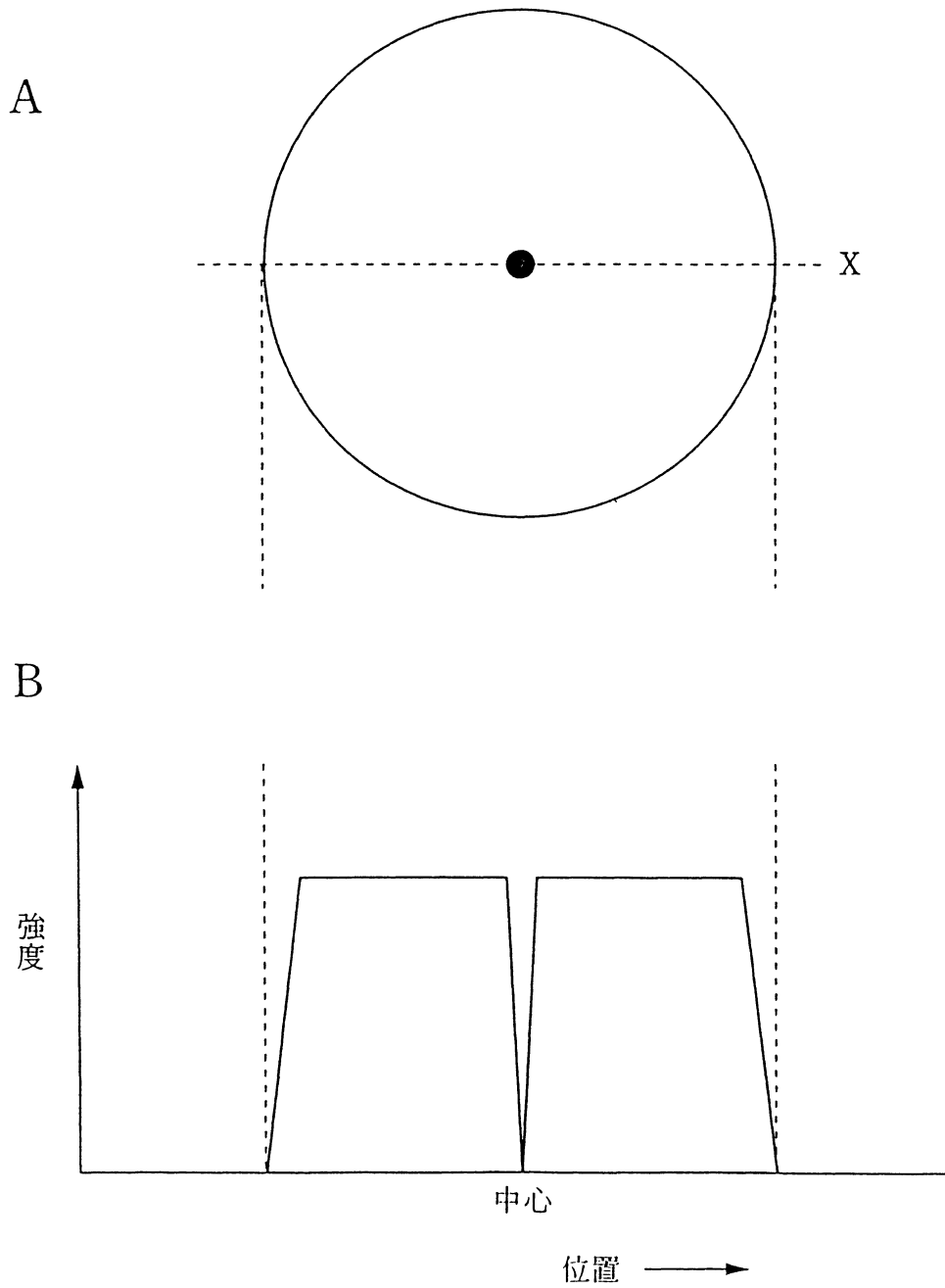


圖 18

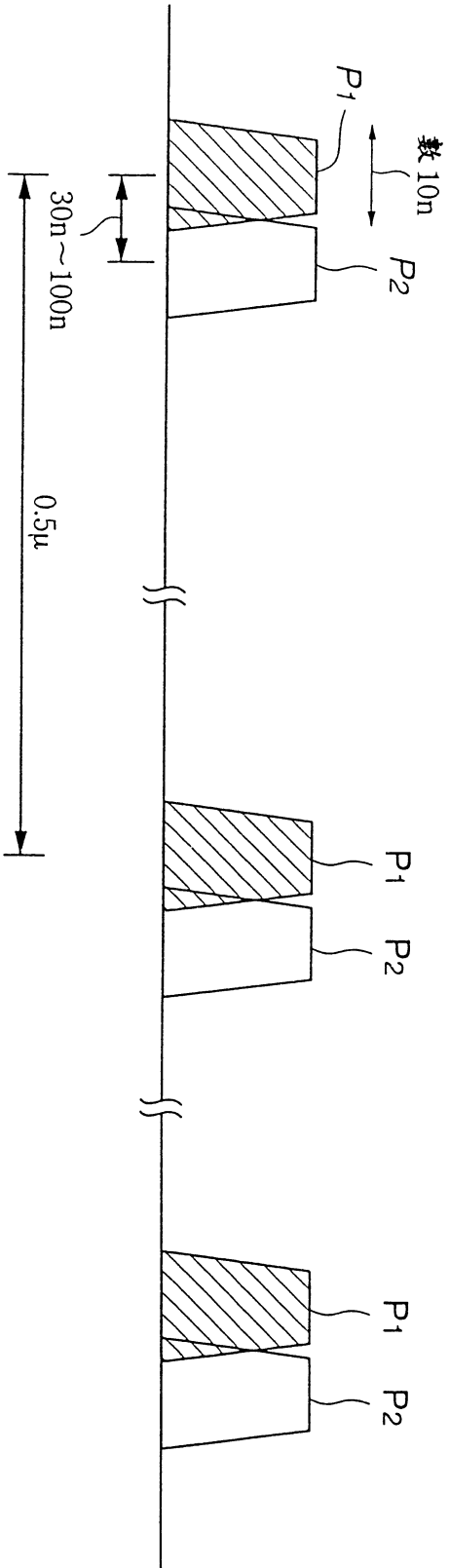


圖 19

時間 (秒) →

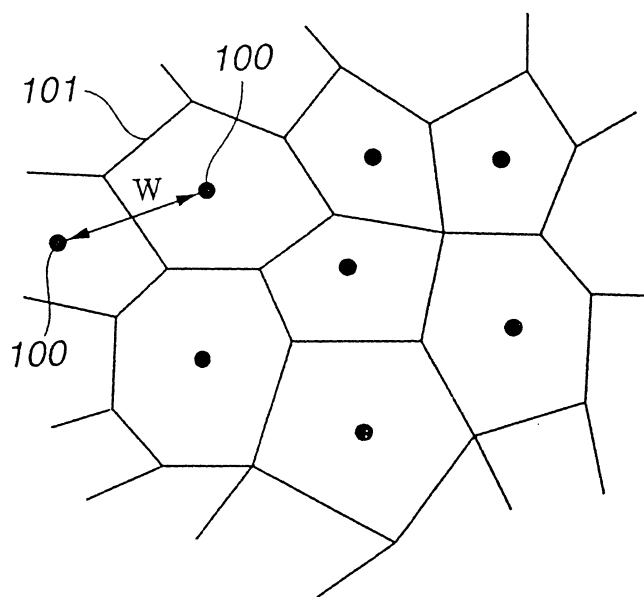


圖 20

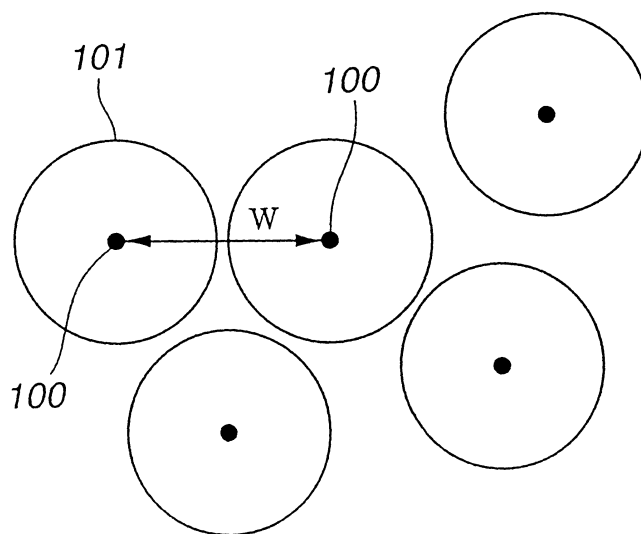


圖 21



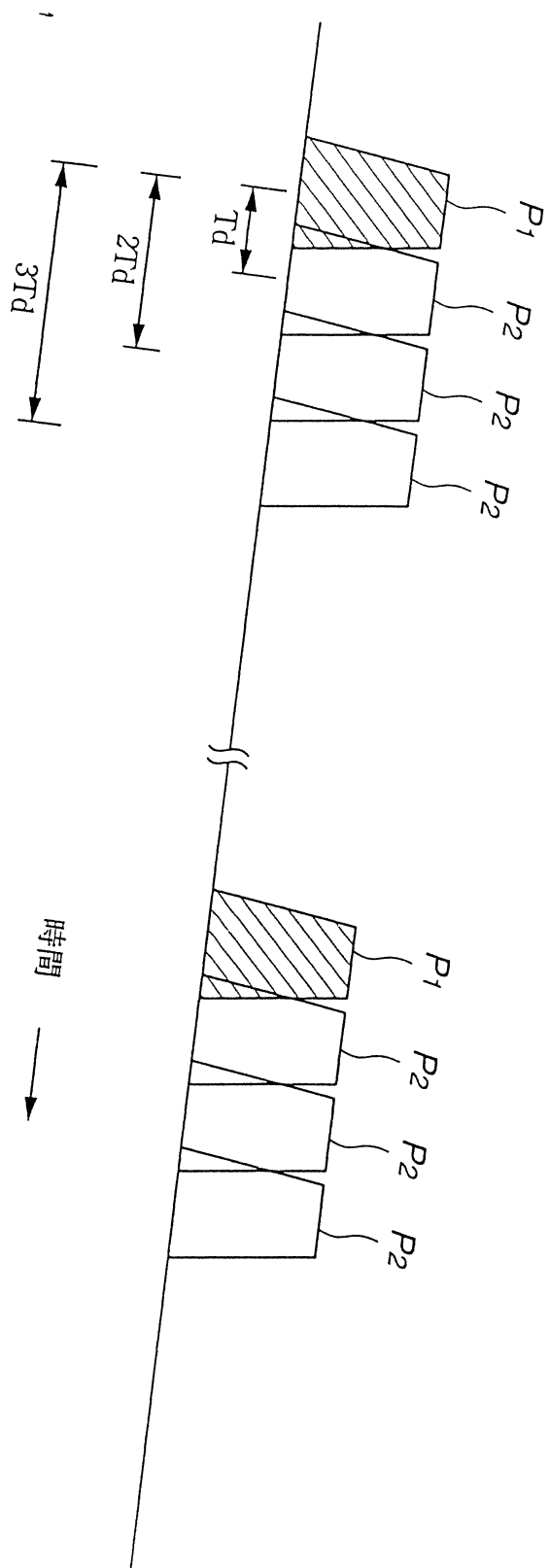


圖 22

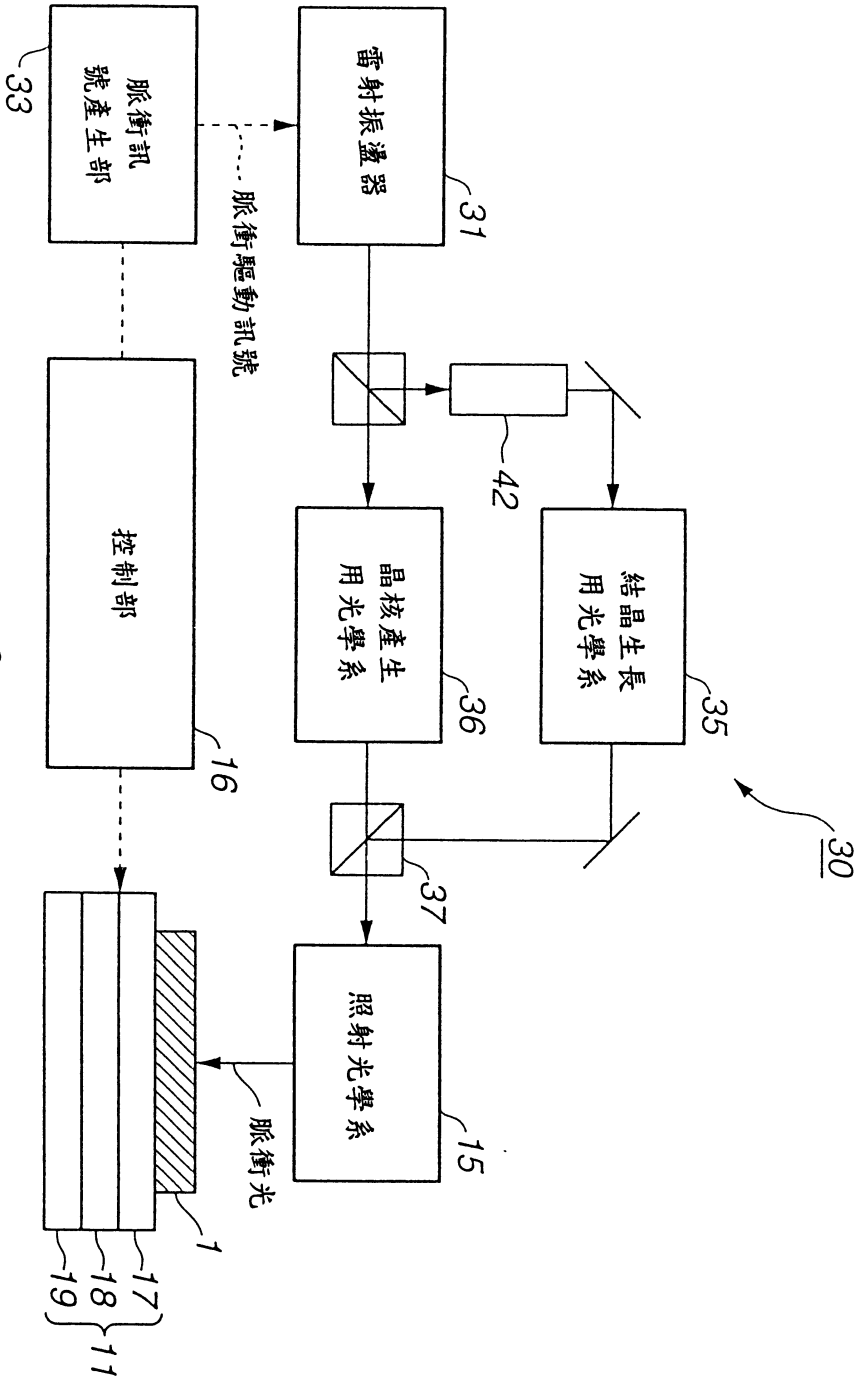


圖 23

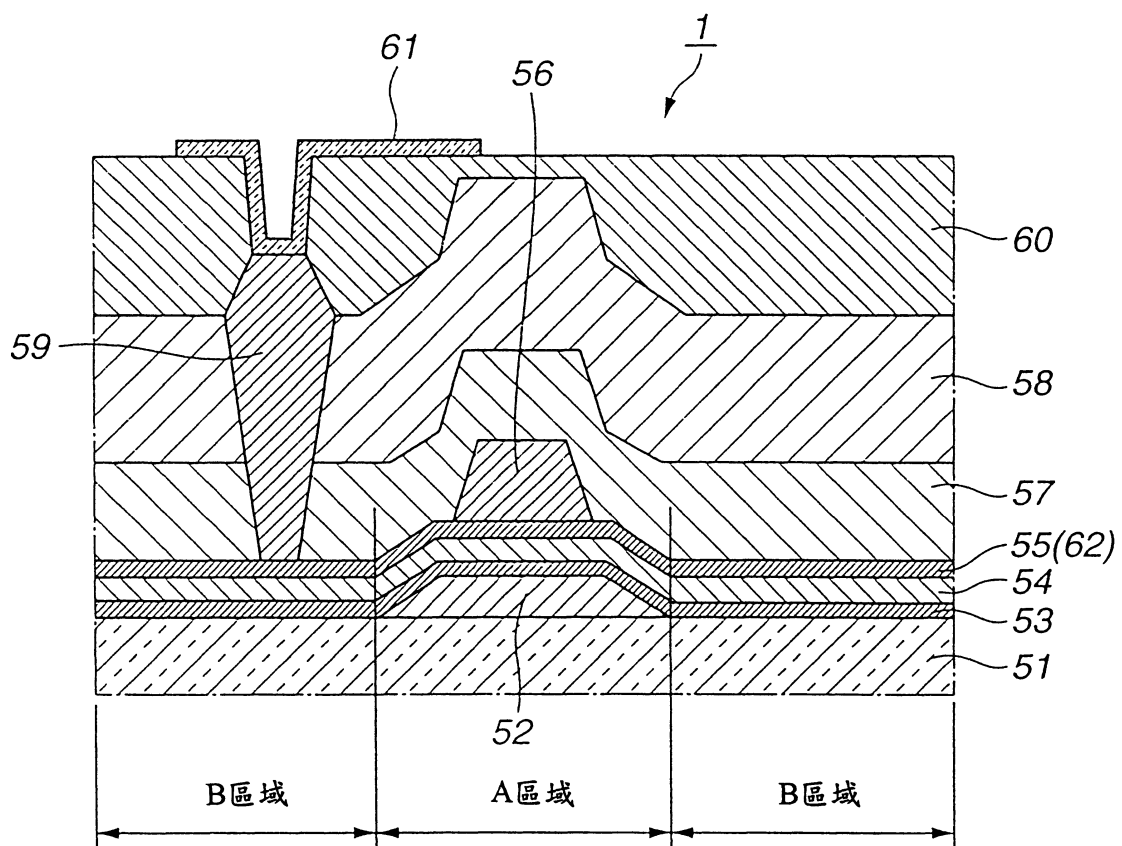


圖 24

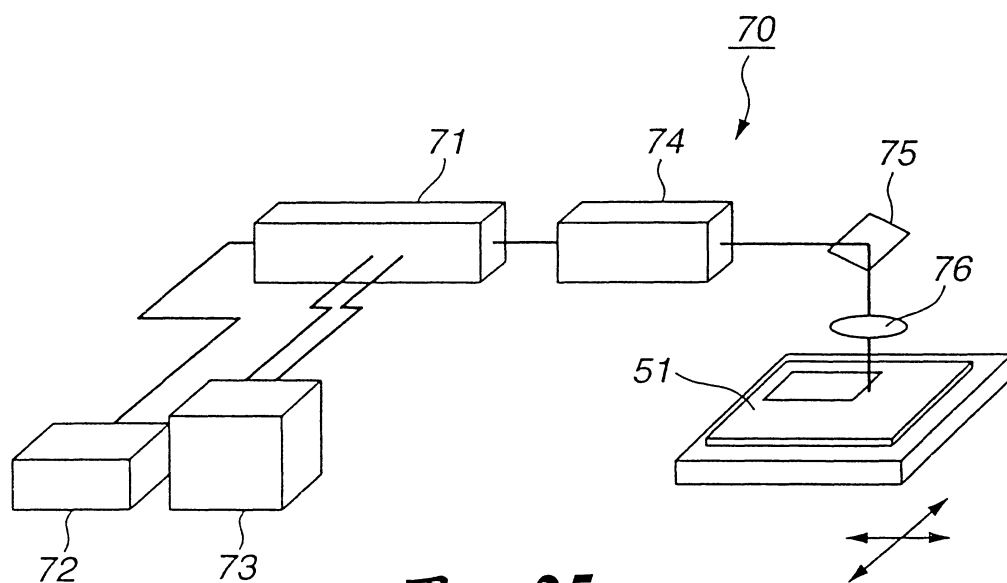


圖 25

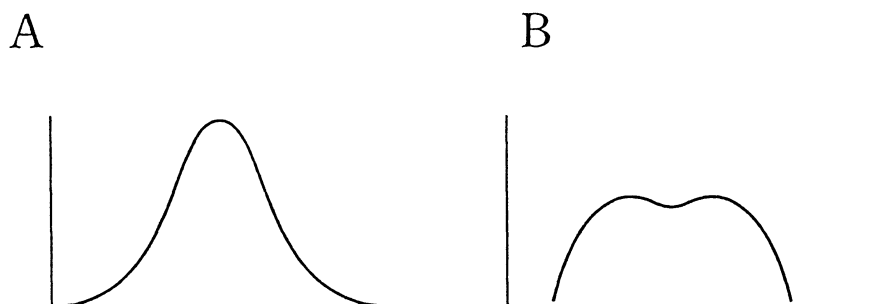


圖 26

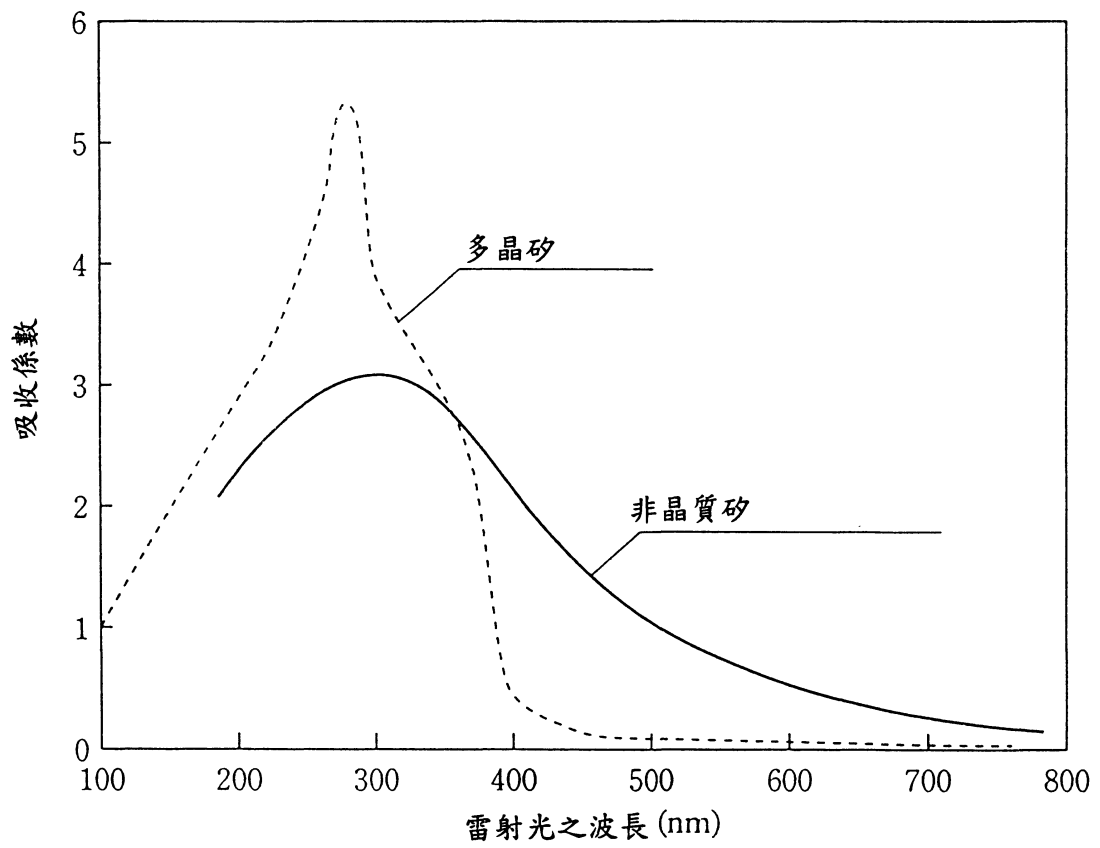


圖 27

圖式續頁

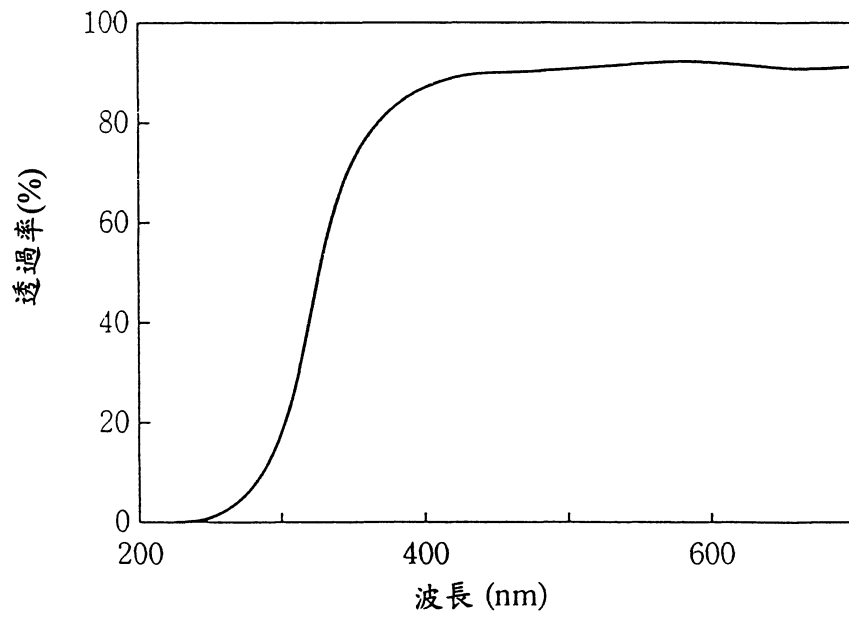


圖 28

陸、(一)、本案指定代表圖為：第1圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	非晶質矽膜
10	雷射退火裝置
11	移動台
17	X平台
18	Y平台
19	Z平台

柒、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：