

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於，於半導體裝置的製造等中，將矩形雷射光束照射於基板上的矽膜等非晶質半導體膜，以改質為多晶或單晶半導體膜之技術，以及將矩形雷射光束照射於基板上的多晶或單晶半導體膜，以提升多晶或單晶半導體膜的質地之技術。關於提升質地的對象之原先的多晶或單晶半導體膜，例如有由固相成長所製作之膜，以及由雷射退火所製作之膜。此外，所謂的多晶或單晶半導體膜之質地的提升，係指(1)結晶粒尺寸變大，(2)結晶粒中的缺陷減少，及(3)將結晶粒間所殘存之非晶質部分形成結晶。

【先前技術】

於半導體裝置的製造等中，於基板上形成薄膜電晶體(以下稱為 TFT(Thin Film Transistor))時，若採用非晶矽膜等之非晶質半導體膜作為形成 TFT 之半導體層，則由於載子移動度較小而無法進行高速動作。因此，一般係使用以雷射退火使非晶矽膜形成結晶之多晶或單晶矽膜。

為了以雷射退火將非晶矽膜形成為多晶或單晶矽膜，較多為採用光束垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形的雷射光束(以下稱為矩形雷射光束)。係一邊使形成有非晶矽膜之基板往該矩形的短邊方向偏移，一邊將矩形雷射光束照射於非晶矽膜上。關於藉由矩形雷射光束而形成多晶或單晶矽膜之方法，例如有專利文獻 1 所揭示者。

此外，與本發明相關聯之技術，有非專利文獻 2 及 3。

於這些文獻中，記載有於將偏光雷射光束照射於固體表面時，於固體表面激發表面電磁波，而由於此表面電磁波與入射雷射光之間的干涉而於固體表面產生駐波，藉此於固體表面形成有細微週期性構造。

[專利文獻 1]日本特開 2003-347210 「半導體裝置およびその製造方法(半導體裝置及其製造方法)」

[非專利文獻 1]www.nml.co.jp/new-business/SUB2/investigation/ripples/texture.pdf

[非專利文獻 2]雷射研究 2000 年 12 月，第 28 卷第 12 號，824 至 828 頁，「レーザ誘起表面電磁波による金属・半導体のリップル形成入射角度依存性(利用雷射誘發表面電磁波之金屬/半導體之漣波形成入射角依存性)」

[非專利文獻 3]1384 至 1401 頁，IEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, VOL. QE-22, NO.8, AUGUST 1986

於藉由矩形雷射光束之照射而形成多晶或單晶矽之處理工中，結晶粒的成長方向係受到溫度斜率，亦即雷射光束的能量斜率之極大影響。如第 1 圖所示，由於矩形雷射光束之長邊方向的能量為一定，因此於長邊方向會於隨意位置產生晶核，結果晶核會成長為隨意尺寸。

此外，關於矩形雷射光束之短邊方向的能量分布，係如第 2 圖所示具有極大的斜率。因此，結晶成長係對於短邊方向的能量分布極為敏感，故要將短邊方向的結晶尺寸作成一致，係極為困難。結果為如第 3 圖所示，短邊方向的結晶尺寸變動度，係較長邊方向的結晶尺寸變動度還大。

如此，以往係形成具有尺寸不一致結晶粒之多晶或單晶矽膜。因此，若於此多晶或單晶矽膜形成 TFT，則會因於通道部中每單位長度的結晶粒數目的不同，而使得 TFT 之間的性能產生變動。此外，由於短邊方向與長邊方向之結晶粒尺寸差異較大，因此長邊方向與短邊方向之 TFT 的性能具有較大差異。此係由於在通道部移動之載子所碰到的晶界愈多，TFT 的性能愈差之故。

【發明內容】

因此，本發明的第 1 目的在於提供一種雷射退火方法，係可獲得以於長邊方向具有一致的尺寸之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。

此外，本發明的第 2 目的在於提供一種雷射退火方法及裝置，係可獲得以於短邊方向具有一致的尺寸之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。

此外，本發明的第 3 目的在於提供一種雷射退火方法及裝置，係可獲得以於長邊方向與短邊方向之間具有一致的尺寸之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。

為了達成上述第 1 目的，根據本發明係提供一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含，用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的長邊方向之直線偏光(linear polarization)的矩形雷射光束，或是長軸朝向長邊方向之橢圓偏光(elliptical polarization)的矩形雷射光束之步驟；使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之

步驟；及將上述矩形雷射光束的波長，設定為駐波 (standing wave) 方向之期望的結晶粒尺寸程度之長度之步驟 (申請專利範圍第 1 項)。

藉由此方法，可於半導體膜表面上，使產生起因於入射的矩形雷射光束於上述半導體膜表面所造成之散射光及入射的矩形雷射光束之駐波，並於駐波方向，形成由尺寸為一致的結晶所組成之多晶或單晶半導體膜。

亦即，係於半導體膜上之作為偏光方向的長邊方向產生駐波，而產生此駐波的週期性能量，亦即對應於此駐波之溫度斜率。因此，若以此方法對非晶質半導體膜進行雷射退火，則於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核往溫度更高的方向成長而互相碰撞之處，即形成晶界。因此於週期性位置所產生之晶核係受到長邊方向之相同溫度斜率的影響而成長，因此可形成長邊方向的尺寸為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。此外，若以此方法對多晶或單晶半導體膜進行雷射退火，則受到長邊方向之週期性的溫度斜率的影響而使結晶成長，因此可使長邊方向的結晶粒大小成為一致地提升多晶或單晶半導體膜之質地。再者，藉由選擇矩形雷射光束的波長而於長邊方向可獲得期望的結晶粒尺寸。

此外，為了達成上述第 2 目的，根據本發明係提供一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的短邊方向之直

線偏光的矩形雷射光束，或是長軸朝向短邊方向之橢圓偏光的矩形雷射光束之步驟；及使上述矩形雷射光束入射於基板之步驟(申請專利範圍第 2 項)。

此外，為了達成上述第 2 目的，根據本發明，係提供一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的短邊方向偏光之直線偏光的矩形雷射光束，或是長軸朝向短邊方向之橢圓偏光的矩形雷射光束，並使光束入射於半導體膜表面之短邊偏光光束產生手段(申請專利範圍第 6 項)。

藉由此方法及裝置，可於半導體膜表面上，產生起因於入射的矩形雷射光束於上述半導體膜表面所造成之散射光以及入射的矩形雷射光束之駐波，而可於駐波方向形成由尺寸為一致的結晶所組成之多晶或單晶半導體膜。

亦即，係於半導體膜上之作為偏光方向的短邊方向產生駐波，或是於橢圓偏光的長軸方向產生較強的駐波，而產生此駐波的週期性能量，亦即對應於此駐波之溫度斜率。因此，若以此方法及裝置對非晶質半導體膜進行雷射退火，則於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核往溫度更高的方向成長而互相碰撞之處即形成晶界。於週期性位置所產生之晶核係受到短邊方向之相同溫度斜率的影響而成長，因此可形成短邊方向的尺寸為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。此外，若以此方法及裝置對多晶或單晶半導體膜進行雷射退火，則受到短邊方向之

週期性的溫度斜率的影響而使結晶成長，因此可使短邊方向的結晶粒大小成為一致地提升多晶或單晶半導體膜之質地。

根據本發明之較佳實施形態，上述方法係包含一邊將基板往垂直於矩形雷射光束的長邊之方向運送，一邊以矩形雷射光束照射基板的半導體膜表面之步驟；並以使對半導體膜之矩形雷射光束的入射角，往基板的運送方向或是與基板的運送方向為相反之方向增加的方式，而調節上述入射角(申請專利範圍第 3 項)。

若使上述入射角往基板的運送方向增加，則短邊方向的結晶粒尺寸會增加，若往與基板的運送方向為相反之方向增加，則短邊方向的結晶粒尺寸會減少。

因此，藉由調節上述入射角，可調整短邊方向的結晶粒尺寸。例如調整入射角，可使短邊方向的結晶粒尺寸成為與長邊方向所形成之結晶粒尺寸同等程度。

為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場的方向交替切換為矩形的長邊方向與短邊方向之經偏光的矩形雷射光束之步驟；及使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之步驟(申請專利範圍第 4 項)。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的

表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：射出雷射光束之第 1 及第 2 雷射振盪器；以使第 1 及第 2 雷射振盪器的雷射脈衝射出時序互為偏移之方式，而控制第 1 及第 2 雷射振盪器之脈衝控制部；使來自於第 1 雷射振盪器的雷射光束形成為直線偏光之第 1 偏光手段；使來自於第 2 雷射振盪器的雷射光束形成為直線偏光之第 2 偏光手段；將來自於第 1 偏光手段的雷射光束與來自於第 2 偏光手段的雷射光束加以合成之光束合成手段；及使來自於光束合成手段的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束，並入射於基板上之矩形光束產生手段；第 1 偏光手段係使雷射光束偏光於上述矩形的長邊方向，第 2 偏光手段使雷射光束偏光於矩形的短邊方向（申請專利範圍第 8 項）。

藉由此方法及裝置，可於半導體膜表面上，交替產生起因於入射的矩形雷射光束於上述半導體膜表面所造成之散射光以及入射的矩形雷射光束之方向互為垂直的駐波，而可於各個駐波方向，形成由尺寸為一致的結晶所組成之多晶或單晶半導體膜。

亦即，係於半導體膜上之作為偏光方向的長邊方向及短邊方向交替產生駐波，而產生此駐波的週期性能量，亦即對應於此駐波之溫度斜率。因此，若以此方法及裝置對非晶質半導體膜進行雷射退火，則於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核往溫度更高的方向成長而互相碰撞之處即形成晶界。因此於週期性位置所產生之晶核係受

到長邊方向及短邊方向之相同溫度斜率的影響而成長，因此可形成長邊方向及短邊方向的尺寸為由一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。此外，若以此方法及裝置對多晶或單晶半導體膜進行雷射退火，則受到長邊方向及短邊方向之週期性溫度斜率的影響而使結晶成長，因此可使長邊方向及短邊方向的結晶粒大小成為一致地提升多晶或單晶半導體膜之質地。

根據本發明之較佳實施形態，係調整上述矩形雷射光束的能量密度或是上述矩形雷射光束的短邊寬度，而將所形成之多晶或是單晶半導體膜的結晶粒尺寸加以調整(申請專利範圍第 5 項)。

藉此，可進行更細微之結晶粒尺寸的調整，而形成由更為一致的結晶粒所組成之多晶或是單晶半導體膜。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：用以產生直線偏光後的第 1 雷射光束之步驟；用以產生直線偏光後的第 2 雷射光束之步驟；以使上述第 1 雷射光束的偏光方向與上述第 2 雷射光束的偏光方向成為垂直之方式，將上述第 1 雷射光束與上述第 2 雷射光束加以合成之步驟；使上述合成後的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束之步驟；及使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之步驟(申請專利範圍第 9 項)。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一

種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：射出雷射光束之第 1 及第 2 雷射振盪器；將來自於第 1 雷射振盪器的雷射光束與來自於第 2 雷射振盪器的雷射光束加以合成之光束合成手段；及使來自於光束合成手段的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束，並入射於基板上之矩形光束產生手段；來自於上述第 1 及第 2 雷射振盪器雷射光束係成為直線偏光；來自於第 1 雷射振盪器的雷射光束之偏光方向與來自於第 2 雷射振盪器的雷射光束之偏光方向，於對上述基板的入射位置為垂直（申請專利範圍第 12 項）。

藉由此方法及裝置，可於半導體膜表面上，產生起因於入射的矩形雷射光束於上述半導體膜表面所造成之散射光及入射的矩形雷射光束之方向互為垂直的駐波，而可於各個駐波方向，形成由尺寸為一致的結晶所組成之多晶或單晶半導體膜。

亦即，係於半導體膜上之互為垂直的偏光方向產生駐波，而產生此駐波的週期性能量，亦即對應於此駐波之溫度斜率。

因此，若以此方法及裝置對非晶質半導體膜進行雷射退火，則於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核往溫度更高的方向成長而互相碰撞之處，即形成晶界。因此於週期性位置所產生之晶核係受到互為垂直的方向所產生之相同溫度斜率的影響而成長，因此可形成由在互為垂

直的方向的尺寸為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。結果為，於長邊方向及短邊方向之間的結晶粒尺寸亦形成一致。

此外，以此方法及裝置對多晶或單晶半導體膜進行雷射退火時，受到互為垂直的各方向之週期性的溫度斜率的影響亦使結晶均勻地成長，結果使長邊方向及短邊方向的結晶粒大小成為一致地提升多晶或單晶半導體膜之質地。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成於基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形之圓偏光的矩形雷射光束之步驟；及使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之步驟（申請專利範圍第 10 項）。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形之圓偏光的矩形雷射光束，並使光束入射於半導體膜表面之圓偏光光束產生手段（申請專利範圍第 13 項）。

藉由此方法及裝置，可於半導體膜表面上之偏光方向，產生起因於入射的矩形雷射光束於半導體膜表面所造成之散射光以及入射的矩形雷射光束之駐波。由於矩形雷射光束為圓偏光，因此此駐波係於垂直於光的行進方向之面進行圓運動。藉此，可於半導體膜表面上的所有方向均

等地產生此駐波的週期性能量，亦即對應於此駐波之溫度斜率。

因此，若以此方法及裝置對非晶質半導體膜進行雷射退火，則於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核往溫度更高的方向成長而互相碰撞之處即形成晶界。因此於週期性位置所產生之晶核係受到所有方向所均等產生之週期性的溫度斜率的影響而成長，因此可形成由在所有方向的尺寸為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。結果為，於長邊方向及短邊方向之間的結晶粒尺寸亦形成一致。

此外，以此方法及裝置對多晶或單晶半導體膜進行雷射退火時，受到所有方向所均等產生之週期性的溫度斜率的影響而使結晶成長，結果使長邊方向及短邊方向的結晶粒大小成為一致地提升多晶或單晶半導體膜之質地。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於基板的表面所形成之半導體膜而進行，其特徵為包含：用以產生直線偏光的雷射光束之步驟；使直線偏光後的上述雷射光束形成為無偏光之步驟；使無偏光的上述雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束之步驟；及使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之步驟（申請專利範圍第 11 項）。

此外，為了達成上述第 3 目的，根據本發明係提供一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成於基板的

表面之半導體膜而進行，其特徵為具備，射出直線偏光後的雷射光束之雷射振盪器；使來自於該雷射振盪器的雷射光束形成為無偏光之無偏光手段；及使來自於該無偏光手段的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束，並入射於基板上之矩形光束產生手段（申請專利範圍第 14 項）。

從雷射振盪器所射出之雷射光束較多為直線偏光，但藉由此方法及裝置，可使直線偏光後的雷射光束形成為無偏光而入射於基板，因此於基板之半導體膜表面不會產生駐波。

因此，於以此方法及裝置對基板的半導體膜進行雷射退火時，則結晶粒會於隨意位置產生，且結晶粒的成長亦會往隨意方向成長，因此可抑制結晶粒尺寸僅於特定方向增大。結果為可達到半導體膜之結晶粒尺寸全體的一致，且於長邊方向及短邊方向之間，亦可達到結晶粒尺寸的一致。

此外，於以此方法及裝置對多晶或單晶半導體膜進行雷射退火時，由於結晶粒的成長亦往隨意方向成長，因此可抑制結晶粒尺寸僅於特定方向增大。結果為可達到半導體膜之結晶粒尺寸全體的一致，且於長邊方向及短邊方向之間，亦可達到結晶粒尺寸變成一致地提升多晶或單晶半導體膜之質地。

【實施方式】

首先說明本發明的原理。

一旦將直線偏光的雷射光束入射於矽基板，則形成有於雷射光束的偏光方向，亦即電場的振動方向所週期性出現之細微構造。此週期性的細微構造的週期，約為入射於矽基板之雷射光束的波長程度。

簡單的說明此現象(更詳細說明可參照非專利文獻 2 及 3)。從空氣中入射於固體之雷射光束係因固體表面的微小凹凸而產生散射並於固體媒質與空氣之間激發出表面電磁波。此表面電磁波的電場與入射的雷射光束之電場產生干涉，於固體表面產生具有約為雷射光束的波長程度的週期之駐波。因該駐波所造成之融蝕，於固體表面產生週期性的細微構造。

本發明係利用因該表面電磁波與入射雷射光束之間的干涉所產生之駐波的週期性能量分布，對矽膜等之半導體膜進行雷射退火處理。具體而言，利用此週期性能量分布，控制結晶粒的成長而形成由尺寸成長為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。

以下係參照圖式說明本發明之較佳實施形態。於各圖中為共通的部分，係附加相同符號並省略重複的說明。

[第 1 實施形態]

第 4 圖及第 5 圖係顯示對半導體裝置等基板 1 上的非晶矽膜進行退火處理之雷射退火裝置的構成。雷射退火裝置係具有用以產生矩形雷射光束之光學系。此光學系係由：對應於此矩形雷射光束的長邊方向之長邊用光學系 2；及短邊用光學系 4 所構成。第 4 圖係顯示長邊用光學系

2 的構成，第 5 圖係顯示短邊用光學系 4 的構成。於第 4 圖及第 5 圖中為相同的符號，係顯示長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4 所共有之光學要素。

如第 4 圖及第 5 圖所示，雷射退火裝置係具備：用以射出雷射光束之雷射振盪器(未圖示)；使雷射振盪器所射出之雷射光束形成為直線偏光之偏光元件 5；及使該直線偏光光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束之擴束器(Beam Expander)7。於以下的說明中，係各自將矩形雷射光束之剖面矩形的長邊方向與短邊方向，僅稱為長邊方向與短邊方向。

擴束器 7 係將入射雷射光束往長邊方向擴大。雷射退火裝置更具備，經由擴束器 7 往長邊方向擴大之雷射光束所入射的柱狀透鏡陣列(Cylindrical Lens)9。

此外，雷射退火裝置係具備：將通過柱狀透鏡陣列 9 之矩形雷射光束調整為基板 1 上的長邊方向的長度之長邊用聚光透鏡 11；及使通過柱狀透鏡陣列 9 之矩形雷射光束往基板 1 上的短邊方向聚光之短邊用聚光透鏡 12。

第 6 圖(A)係顯示通過擴束器 7 之前之具有長邊方向的雷射光束的寬度 A 之能量分布，第 6 圖(B)係顯示照射於非晶矽膜時之具有長邊方向的寬度 A' 之能量分布。此外，第 7 圖(A)係顯示通過擴束器 7 之前之具有短邊方向的雷射光束的寬度 B 之能量分布，第 7 圖(B)係顯示照射於非晶矽膜時之具有短邊方向的寬度 B' 之能量分布。如第 6 圖(B)所示，照射時之矩形雷射光束的能量係於長邊方向大致為一

定。

根據第 1 實施形態，雷射光束係藉由上述偏光元件 5 而形成為直線偏光，該偏光方向為長邊方向。亦即，照射於非晶矽膜之矩形雷射光束的電場係朝向長邊方向。此外，除了偏光元件 5 之外，亦可採用藉由玻璃面等使雷射光束以布魯斯特角(Brewster Angle)產生反射而形成為直線偏光等之其他的方法，而形成直線偏光。

此外，雷射退火裝置更具備，於藉由長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4 使矩形雷射光束入射於非晶矽膜時，將表面形成有非晶矽膜之基板 1 以預定速度往第 8 圖的箭頭方向運送之運送裝置(未圖示)。藉由此運送裝置，可一邊使矩形雷射光束入射於半導體膜表面，一邊將基板往垂直於長邊方向之方向運送，而將矩形雷射光束照射於半導體膜表面的期望範圍內。第 8 圖的箭頭所示之方向，係垂直於長邊方向並對應於短邊方向。以下，亦將使矩形雷射光束的短邊垂直投影於基板表面上之方向，僅稱為短邊方向。此外，運送裝置係構成運送手段。

此外，亦可採用其他適當的光學系統，產生矩形雷射光束而照射於非晶矽膜。

將偏光於此長邊方向之矩形雷射光束照射於基板 1 上的非晶矽膜，藉此，對應於非晶矽膜上的駐波而於長邊方向產生週期性能量分布，該駐波係因非晶矽膜表面的微小凹凸而產生散射並激發之表面電磁波與矩形雷射光束形成干涉所產生。第 9 圖(A)係顯示對應於此駐波之長邊方向上

的週期性能量分布。

於非晶矽膜，係對應於此週期性能量分布而產生週期性溫度分布。因此，於熔融矽的凝固過程中，冷卻至晶核產生的臨界溫度為止之處，係形成有結晶粒的晶核。此晶核的產生處為溫度較低之處，具體而言如第 9 圖(B)所示，係位於第 9 圖(A)之週期性能量分布的谷底位置。晶核從該晶核產生處朝向周圍溫度較高的部分成長，使彼此的結晶互相碰撞而停止成長之處，即形成晶界。結果為，結晶粒可如第 9 圖(C)所示，形成於依存能量分布之週期性的位置，使長邊方向的結晶粒尺寸成為一致。

如此，係一邊照射矩形光束一邊將基板 1 往短邊方向運送，而以矩形雷射光束照射非晶矽膜的全體。此時，由於矩形雷射光束之長邊方向的能量分布不會產生時間性變化，因此可於長邊方向，於非晶矽膜的全體形成等間隔的結晶。

此外，駐波的能量週期約為矩形雷射光束的波長程度。因此，藉由選擇用於照射之矩形雷射光束的波長，而可獲得長邊方向之期望的結晶粒尺寸。

此外，藉由改變矩形雷射光束的能量密度，亦可調整所形成之結晶粒尺寸。第 10 圖係顯示以能量密度為 450 至 500mJ/cm²，將電場的方向為長邊方向且波長為 1 μm 之矩形雷射光束，垂直照射於非晶矽膜而獲得之多晶或是單晶矽中的結晶粒尺寸。另一方面，第 11 圖係顯示以高於 500mJ/cm² 之能量密度，將電場的方向為長邊方向且波長為

1 μm 之矩形雷射光束，垂直照射於非晶矽膜而獲得之多晶或是單晶矽中的結晶粒尺寸。於第 10 圖中，長邊方向的結晶粒尺寸約為 1.0 μm ，相對於此，於第 11 圖中，長邊方向的結晶粒尺寸約為 1.5 μm 。從該實驗結果中可得知，若增加能量密度，則可獲得較上述駐波的能量週期還大之尺寸的結晶粒。

此外，採用從長軸朝向長邊方向之橢圓偏光的雷射光束產生矩形雷射光束，來取代直線偏光雷射光束，亦可獲得與上述為同樣的效果。

[第 2 實施形態]

接下來說明本發明第 2 實施形態。

於第 2 實施形態中，雷射退火裝置係與第 1 實施形態相同，但偏光元件 5 的偏光方向係與第 1 實施形態不同。於第 2 實施形態中，偏光元件 5 係以該電場朝向短邊方向的方式，使從雷射振盪器所射出之雷射光束形成為直線偏光，之後藉由擴束器 7 而產生矩形雷射光束。如此，產生電場朝向短邊方向的矩形雷射光束而入射於非晶矽膜。此外，射出雷射光束之雷射振盪器、以及包含往短邊方向偏光之偏光元件 5 之長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4，係構成短邊偏光光束產生手段。於雷射振盪器往短邊方向射出經直線偏光之雷射光束時，可省略偏光元件 5。

與第 1 實施形態相同，如第 8 圖所示，於矩形雷射光束入射於非晶矽基板 1 上的狀態下，以預定速度將基板 1 往短邊方向移動。藉此可將經偏光於短邊方向之矩形雷射

光束照射於非晶矽膜的全體。

入射於非晶矽膜之矩形雷射光束，係因非晶矽膜表面的微小凹凸而產生散射並激發表面電磁波，由於此表面電磁波與入射的矩形雷射光束產生干涉，而於非晶矽膜表面之短邊方向產生駐波。因此，此駐波係於短邊方向具有週期性能量。另一方面，入射的矩形雷射光束之短邊方向的能量分布，係如上述第 7 圖(B)所示。將此駐波之週期性能量分布與矩形雷射光束之短邊方向的能量分布重疊後，即為非晶矽膜上之能量分布。以第 12 圖(A)的實線所表示之曲線，係顯示出此駐波之能量分布與入射的矩形雷射光束之能量分布(虛線所表示之曲線)重疊後之能量分布。

於第 12 圖(A)的能量分布所熔融之矽的短邊方向，係產生對應於此能量分布之溫度分布。如第 12 圖(B)所示，於能量分布的谷底位置產生晶核。之後，晶核於短邊方向朝向溫度較高的部分成長，且結晶互相碰撞而停止成長之處，即形成晶界。結果為，結晶粒如第 12 圖(C)所示，形成有由尺寸於短邊方向為一致的結晶所組成之多晶或單晶矽。

駐波的能量週期約為矩形雷射光束的波長程度。因此，所形成之結晶粒的短邊方向尺寸，係成為駐波的波節或是波腹的間隔，亦即成為矩形雷射光束的半波長程度。因此，藉由選擇用於照射之矩形雷射光束的波長，而可獲得短邊方向之期望的結晶粒尺寸。

此外，參照第 6 圖而如上所述，由於矩形雷射光束之

長邊方向的能量為一定，因此晶核會於長邊方向的隨意位置產生，而形成於長邊方向成長為隨意尺寸之結晶粒。一般而言，於長邊方向成長之結晶粒尺寸約為數百奈米。藉由採用約為數百奈米的波長，可使長邊方向及短邊方向之結晶粒尺寸形成為相同程度。因此較理想為，以成為所形成之多晶或單晶矽的長邊方向的結晶粒尺寸之方式，而選擇矩形雷射光束的波長。藉此可獲得如第 13 圖所示之結晶粒尺寸。

此外，根據第 2 實施形態，若一邊調整對非晶矽膜之矩形雷射光束的入射角並運送基板 1，一邊使矩形雷射光束入射於非晶矽膜，則可獲得因應入射角之短邊方向的結晶粒尺寸。亦即，藉由調整入射角，可調整短邊方向的結晶粒尺寸。以下係說明此情形。

如第 14 圖(A)所示，若往基板 1 的運送方向增加入射角 θ ，則如[數學式 1]所示，此駐波的波節或是波腹的間隔 X 係增加。於[數學式 1]中， λ 為雷射光束的波長。

[數學式 1]

$$X = \frac{\lambda}{1 - \sin \theta}$$

另一方面，如第 14 圖(B)所示，若往與基板 1 的運送方向為相反之方向增加入射角 θ ，則如[數學式 2]所示，此駐波的波節或是波腹的間隔 X 係減少。於[數學式 2]中， λ 為雷射光束的波長。關於此說明，係記載於非專利文獻 1。

[數學式 2]

$$X = \frac{\lambda}{1 + \sin \theta}$$

因此，藉由調整矩形雷射光束的入射角 θ 使駐波的週期改變，可於短邊方向形成由與該駐波的能量週期為相同尺寸之結晶粒所組成之多晶或單晶矽。如此，可調整矩形雷射光束的入射角而調整結晶粒尺寸。

於調整矩形雷射光束的入射角時，可使光學系側或是基板側傾斜。於使光學系側傾斜時，例如預先將光學系構成為一體並以搖動裝置使光學系全體傾斜。傾斜基板側時，係以搖動裝置傾斜運送基板 1 之運送台。此等搖動裝置可採用一般所知者。使光學系或是運送台傾斜之搖動裝置，係構成入射角調整手段。

根據第 2 實施形態，可藉由調整矩形雷射光束入射於非晶矽膜的入射角，來取代或是再加上矩形雷射光束之波長的選擇，而調整所產生之駐波的波長，亦即調整短邊方向的結晶粒尺寸。

此外，亦可藉由改變矩形雷射光束的能量密度，而調整所形成之結晶粒尺寸。第 15 圖係顯示以能量密度為 450 至 500 mJ/cm² 且入射角對基板運送方向設為 10 度，將電場的方向為短邊方向且波長為 1 μ m 之矩形雷射光束，照射於非晶矽膜而獲得之多晶或是單晶矽中的結晶粒尺寸。另一方面，第 16 圖係顯示以高於 500 mJ/cm² 的能量密度且入射

角對基板運送方向設為 10 度，將電場的方向為短邊方向且波長為 $1\ \mu\text{m}$ 之矩形雷射光束，垂直照射於非晶矽膜而獲得之多晶或是單晶矽中的結晶粒尺寸。於第 15 圖中，短邊方向的結晶粒尺寸約為 $1.0\ \mu\text{m}$ ，相對於此，於第 16 圖中，短邊方向的結晶粒尺寸約為 $1.5\ \mu\text{m}$ 。從該實驗結果中可得知，若增加能量密度，則可獲得較上述駐波的能量週期還大之尺寸的結晶粒。

[第 3 實施形態]

接下來說明本發明第 3 實施形態。

第 17 圖係顯示第 3 實施形態之將垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束照射於非晶矽膜而形成多晶或是單晶矽之雷射退火裝置的構成。此雷射退火裝置係具備：一對的雷射振盪器 21、22；對應於各個雷射振盪器 21、22 而設置之偏光元件 24、25；使來自於雷射振盪器 21 的雷射光束反射之反射鏡 27；及將來自於 2 個雷射振盪器 21、22 之雷射光束加以合成之分束器 28。來自於分束器 28 之合成光束，係入射於與第 1 實施形態之第 4 圖及第 5 圖所示者相同之光學系，而產生矩形光束，此矩形光束係入射於基板 1 的非晶矽膜。於第 17 圖中，如虛線所示，係僅顯示對應於第 4 圖之長邊用光學系 2（惟未採用第 4 圖之偏光元件 5），短邊用光學系 4 係與第 5 圖所示者相同，因此加以省略。偏光元件 24、25 係構成偏光手段，但亦可由其他適當的元件來構成偏光手段。此外，第 3 實施形態中所使用之長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4，係構成矩形光束

產生手段，但亦可由其他適當的元件來構成矩形光束產生手段。分束器 28 及反射鏡 27 係構成光束合成手段，但亦可由其他適當的元件來構成光束合成手段。

根據第 3 實施形態，偏光元件 24、25 係各自使來自於雷射振盪器 21、22 之雷射光束形成為直線偏光。偏光元件 24 之偏光方向為長邊方向，偏光元件 25 之偏光方向為短邊方向。

此外，第 3 實施形態之雷射退火裝置更具備，使來自於雷射振盪器 21、22 的雷射脈衝射出時序互為偏移，而控制雷射振盪器 21、22 之脈衝控制部 29。因此，由分束器 28 所合成之雷射光束的偏光方向，係交互切換為長邊方向與短邊方向。

此外，與第 1 實施形態相同，雷射退火裝置更具備將基板 1 以預定速度往短邊方向運送之運送裝置。

一邊使電場的方向交替切換之矩形雷射光束入射於基板 1 上的非晶矽膜，一邊將基板 1 往短邊方向運送，藉此以矩形雷射光束照射非晶矽膜全體。

電場朝向長邊方向之矩形雷射光束照射在基板 1 上之處的長邊方向能量分布，係與第 9 圖(A)所示者相同，電場朝向短邊方向之矩形雷射光束照射在基板 1 上之處的短邊方向能量分布，係與第 12 圖(A)所示者相同。因此，於所熔融之矽的長邊方向與短邊方向，係各自產生對應於第 9 圖(A)及第 12 圖(A)之能量分布的溫度分布。於熔融矽的凝固過程中，冷卻至晶核產生的臨界溫度為止之處，係形成

有結晶粒的晶核。晶核的產生處為第 9 圖(A)及第 12 圖(A)之能量分布的谷底位置。這些晶核係朝向溫度較高之長邊方向與短邊方向成長，且結晶互相碰撞而停止成長之處即形成晶界。結果為，可於長邊方向與短邊方向形成有由尺寸為一致的結晶所組成之多晶或是單晶矽。

此外，採用圓偏光的雷射光束而產生矩形光束，來取代電場的方向於長邊方向與短邊方向交替切換之合成雷射光束者，亦可獲得與上述為同樣的效果。

此外，於第 3 實施形態中，亦可藉由改變矩形雷射光束的能量密度，而調整結晶粒尺寸。

[第 4 實施形態]

接下來說明本發明第 4 實施形態。

第 4 實施形態之雷射退火裝置，係與第 17 圖所示之第 3 實施形態之雷射退火裝置相同。

惟於第 4 實施形態中，脈衝控制部 29 亦可不使來自於雷射振盪器 21、22 的雷射脈衝射出時序互為偏移之方式而控制雷射振盪器 21、22。亦即，脈衝控制部 29 雖控制來自於雷射振盪器 21、22 的雷射脈衝射出時序，但亦可使來自於雷射振盪器 21、22 的雷射脈衝互為重疊。此外，雷射振盪器 21、22 係使射出直線偏光而構成，但亦可省略第 17 圖的偏光元件 24、25。例如，雖亦可係使雷射振盪器 21、22 本身射出直線偏光者，但於非此情況時，係於雷射振盪器 21、22 各自組裝第 17 圖的偏光元件 24、25。

根據第 4 實施形態，係使來自於第 1 雷射振盪器 21

之雷射光束的偏光方向與來自於第 2 雷射振盪器 22 之雷射光束的偏光方向，以入射於基板 1 的位置呈垂直的方式，而設定雷射退火裝置。

因此，係於基板 1 的非晶矽膜上，於互為垂直的偏光方向產生駐波，並產生與第 9 圖(A)所示者為相同之駐波的週期性能量，並產生對應於此週期性能量之溫度斜率。

結果為與第 3 實施形態時為相同，於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核係朝向溫度較高的方向成長，且結晶互相碰撞而停止成長之處，即形成晶界。因此，於週期性位置所產生之晶核，係受到互為垂直的方向所產生之相同溫度斜率的影響而成長，因此可形成由在互為垂直的方向的尺寸為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。結果為，於長邊方向及短邊方向之間的結晶粒尺寸亦成為一致。

於第 4 實施形態中，亦可於分束器 28 與長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4 之間，設置用以調節偏光方向之 $\lambda/2$ 波長板等之偏光元件。藉由此偏光元件，例如第 18 圖(A)所示可從雷射光束的偏光方向朝向長邊方向及短邊方向之狀態，設定為如第 18 圖(B)所示之雷射光束的偏光方向從長邊方向及短邊方向僅傾斜 45 度之狀態。

[第 5 實施形態]

接下來說明本發明第 5 實施形態。

第 19 圖係顯示第 5 實施形態之將垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束照射於非晶矽膜而形成多晶或是

單晶矽之雷射退火裝置的構成。

此雷射退火裝置係具備：與第 4 實施形態相同之雷射振盪器 21；將來自於雷射振盪器 21 的直線偏光雷射光束形成為圓偏光之 $\lambda/4$ 波長板 31；及將來自於 $\lambda/4$ 波長板 31 的雷射光束形成為矩形雷射光束之上述的長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4 (惟未採用第 4 圖、第 5 圖所示的偏光元件 5)。於第 19 圖中，為了簡化係省略短邊用光學系 4。

$\lambda/4$ 波長板 31 係構成將直線偏光雷射光束形成為圓偏光之圓偏光手段，但亦可由其他適當的元件來構成圓偏光手段。此外，雷射振盪器 21、圓偏光手段、長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4 係構成圓偏光光束產生手段，但亦可由其他適當的元件來構成圓偏光光束產生手段。

藉由具有如此構成之雷射退火裝置，使圓偏光的矩形雷射光束入射於基板 1 的非晶矽膜上。

藉此，於非晶矽膜上所產生之駐波，係於垂直於光行進方向的面進行圓運動。藉此，於半導體膜表面上的所有方向，均等地產生此駐波的週期性能量，亦即對應於此駐波之溫度斜率。

因此，若以此方法及裝置對非晶質半導體膜進行雷射退火，則於此週期性能量的谷底位置產生晶核，各個晶核往溫度更高的方向成長且互相碰撞之處，即形成晶界。於週期性位置所產生之晶核係受到所有方向所均等產生之週期性的溫度斜率的影響而成長，因此可形成由在所有方向的尺寸為一致之結晶粒所組成之多晶或單晶半導體膜。結

果為，於長邊方向及短邊方向之間的結晶粒尺寸亦形成一致。

[第 6 實施形態]

接下來說明本發明第 6 實施形態。

第 6 實施形態之雷射退火裝置，除了上述 $\lambda/4$ 波長板 31 之外，係與第 19 圖所示之第 5 實施形態之雷射退火裝置相同。

根據第 6 實施形態，雷射退火裝置係具備將來自於雷射振盪器 21 的直線偏光雷射光束形成為無偏光之偏光消除板，以取代第 19 圖的 $\lambda/4$ 波長板 31。偏光消除板係構成將直線偏光形成為無偏光之無偏光手段，但亦可由其他適當的元件來構成無偏光手段。

藉由此偏光消除板，可使來自於雷射振盪器 21 的直線偏光雷射光束形成為無偏光的雷射光束。之後，來自於偏光消除板之無偏光的雷射光束通過長邊用光學系 2 及短邊用光學系 4，而成為矩形雷射光束。因此，無偏光的矩形雷射光束係入射於基板 1 的非晶矽膜。

如此，根據第 6 實施形態，因將直線偏光後的雷射光束形成為無偏光而使入射於基板 1，因此於基板 1 之非晶矽膜表面不會產生駐波。

因此，結晶粒於隨意位置產生，且結晶粒的成長亦會往隨意方向成長，因此可抑制結晶粒尺寸僅於某特定方向增大。結果為可達到半導體膜之結晶粒尺寸全體的一致，且於長邊方向及短邊方向之間的結晶粒尺寸亦形成一致。

[其他實施形態]

發明並不限定於上述實施形態，在不脫離本發明的要旨之範圍內，當然，可進行種種的變更。例如，亦可調整矩形雷射光束之短邊方向的形狀而調整結晶粒尺寸。此短邊方向的形狀調整，可調整矩形雷射光束之短邊的長度而進行。藉此可縮小短邊方向的能量斜率，而抑制結晶粒於短邊方向的成長。此外，本發明不僅適用於非晶矽膜，亦可適用於其他的非晶質半導體膜。

此外，上述實施形態雖為將矩形雷射光束照射於非晶質半導體膜，而對多晶或是單晶半導體膜進行改質的情況，但亦可取代非晶質半導體膜，而將矩形雷射光束照射於多晶或是單晶半導體膜，以提升多晶或是單晶半導體膜的質地。藉此，由於長邊方向及短邊方向中之一方或雙方受到週期性溫度斜率的影響而使結晶成長，因此以使長邊方向及短邊方向中之一方或雙方的結晶粒大小成為一致之方式而提升多晶或單晶半導體膜之質地。此時，本發明可適用於多晶或是單晶矽膜或是其他多晶或是單晶半導體膜之質地的提升。惟於第6實施形態時，藉由抑制結晶粒尺寸僅於某特定方向增大，藉此可提升多晶或是單晶半導體膜的質地。

【圖式簡單說明】

第1圖(A)至(C)係顯示藉由矩形雷射光束的照射所產生之基板上的能量密度，與所形成的結晶粒尺寸之間之以往的關係之圖式。

第 2 圖係顯示以往之矩形雷射光束的短邊方向之能量分布之圖式。

第 3 圖係顯示藉由以往的方法所獲得之結晶粒尺寸之圖式。

第 4 圖係顯示本發明第 1 實施形態之雷射退火裝置所設置之長邊用光學系之構成圖。

第 5 圖係顯示本發明第 1 實施形態之雷射退火裝置所設置之短邊用光學系之構成圖。

第 6 圖(A)及(B)係顯示雷射光束的長邊方向之能量分布之圖式。

第 7 圖(A)及(B)係顯示雷射光束的短邊方向之能量分布之圖式。

第 8 圖係顯示一邊照射矩形雷射光束一邊運送基板之動作的說明圖。

第 9 圖(A)至(C)係顯示藉由偏光於長邊方向之矩形雷射光束的照射，於基板表面所產生之長邊方向的能量分布與所形成的結晶粒尺寸之間的關係之圖式。

第 10 圖係顯示藉由實驗將偏光於長邊方向之矩形光束加以照射而獲得之結晶粒尺寸的狀態圖。

第 11 圖係顯示藉由實驗將偏光於長邊方向之高密度之矩形光束加以照射而獲得之結晶粒尺寸的狀態圖。

第 12 圖(A)至(C)係顯示藉由偏光於短邊方向之矩形雷射光束的照射，於基板表面所產生之短邊方向的能量分布與所形成的結晶粒尺寸之間的關係之圖式。

第 13 圖係顯示藉由偏光於短邊方向之矩形雷射光束的照射而獲得之結晶粒尺寸之圖式。

第 14 圖(A)及(B)係顯示使偏光於短邊方向之矩形雷射光束斜向入射時之說明圖。

第 15 圖係顯示藉由實驗將偏光於短邊方向之矩形雷射光束加以照射而獲得之結晶粒尺寸的狀態圖。

第 16 圖係顯示藉由實驗將偏光於短邊方向之高密度之矩形光束加以照射而獲得之結晶粒尺寸的狀態圖。

第 17 圖係顯示將偏光方向交替切換為長邊方向與短邊方向，而將矩形雷射光束照射於基板之第 3 實施形態之雷射退火裝置的構成圖。

第 18 圖(A)及(B)係顯示用以說明偏光方向的調整之圖式。

第 19 圖係顯示本發明第 5 實施形態之雷射退火裝置的構成圖。

【主要元件符號說明】

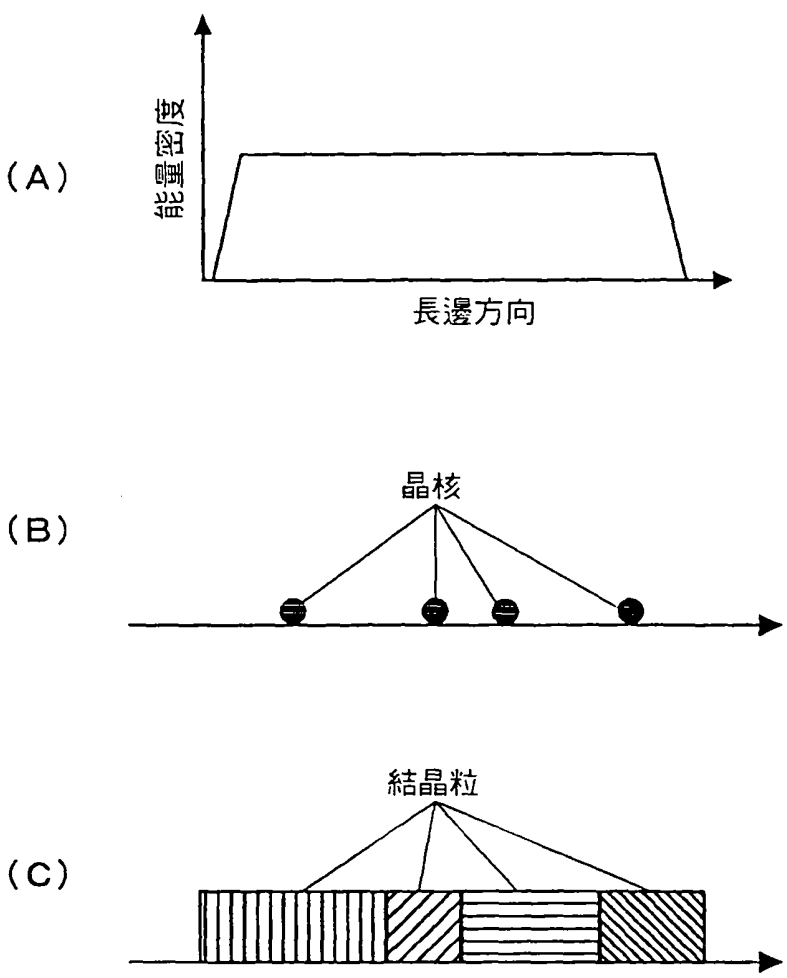
1	基板	2	長邊用光學系
4	短邊用光學系	5、24、25	偏光元件
7	擴束器	9	柱狀透鏡陣列
11	長邊用聚光透鏡	12	短邊用聚光透鏡
21、22	雷射振盪器	27	反射鏡
28	分束器	29	脈衝控制部
31	$\lambda/4$ 波長板		

五、中文發明摘要：

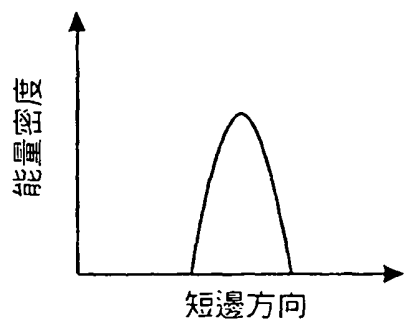
本發明為一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板表面之半導體膜而進行，該方法係包含：用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的長邊方向之直線偏光的矩形雷射光束，或長軸朝向長邊方向之橢圓偏光的矩形雷射光束之步驟；使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之步驟；及將上述矩形雷射光束的波長，設定為駐波方向之期望的結晶粒尺寸程度之長度之步驟。

六、英文發明摘要：

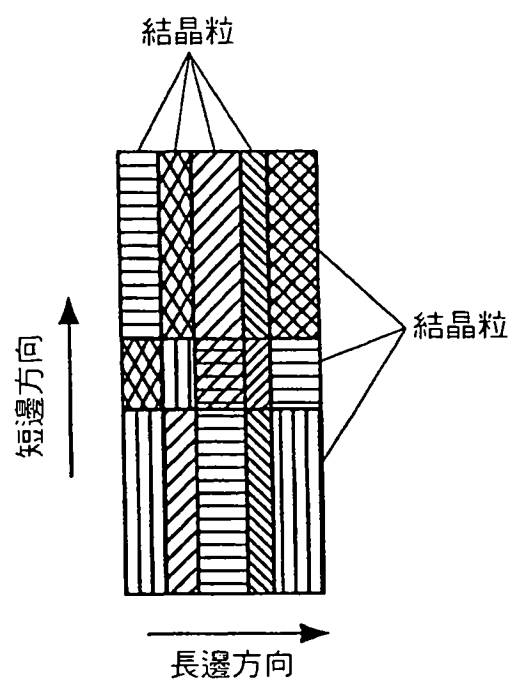
This invention provides a method for laser annealing by irradiating a semiconductor film formed on the surface of a substrate board with a laser beam, the method comprising the steps of: generating a rectangular shaped laser beam having a cross section perpendicular to the direction of traveling of the laser beam, the laser beam being a linear polarizing laser beam having an electric field acting in a direction along a long side of the rectangle, or a rectangular shaped laser beam of elliptic polarizing having a major axis extending in the direction along the long side of the rectangle, causing the abovesaid rectangular shaped laser beam to be incident upon the surface of the substrate, and setting the wave length of abovesaid rectangular laser beam to be about the length of a desired crystal particle size in the direction of a standing wave.



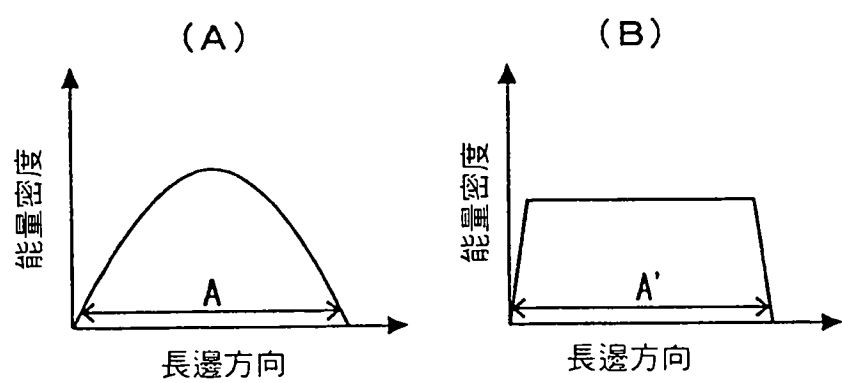
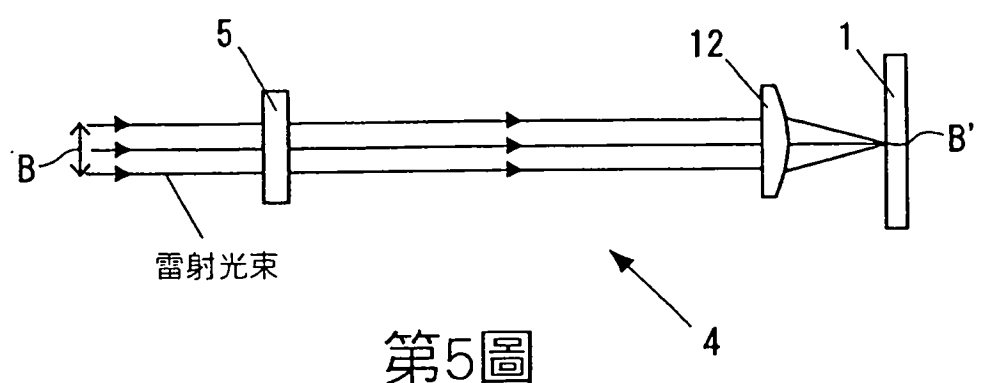
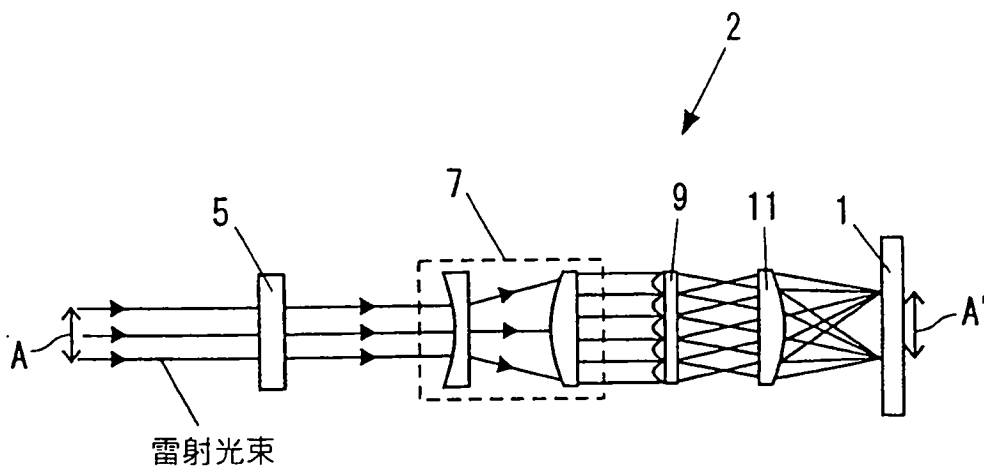
第1圖



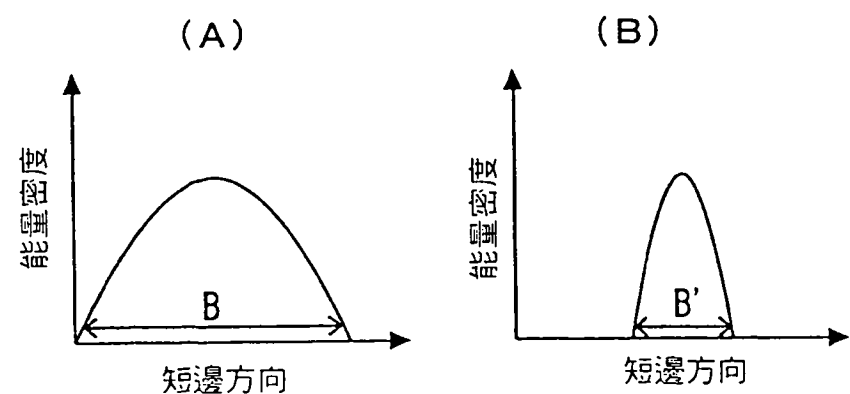
第2圖



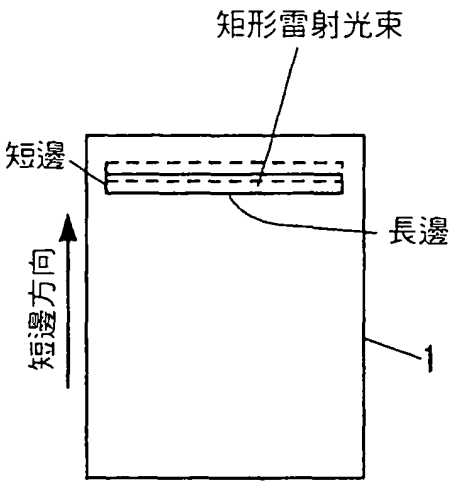
第3圖



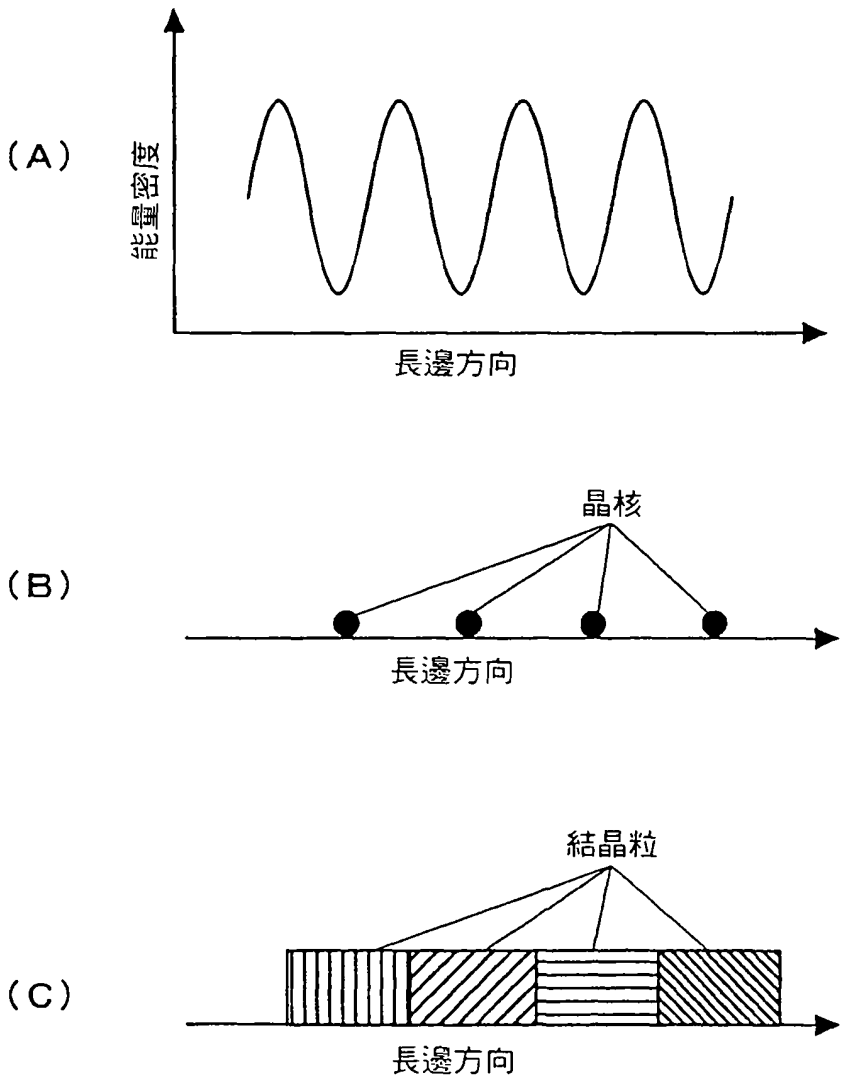
第6圖



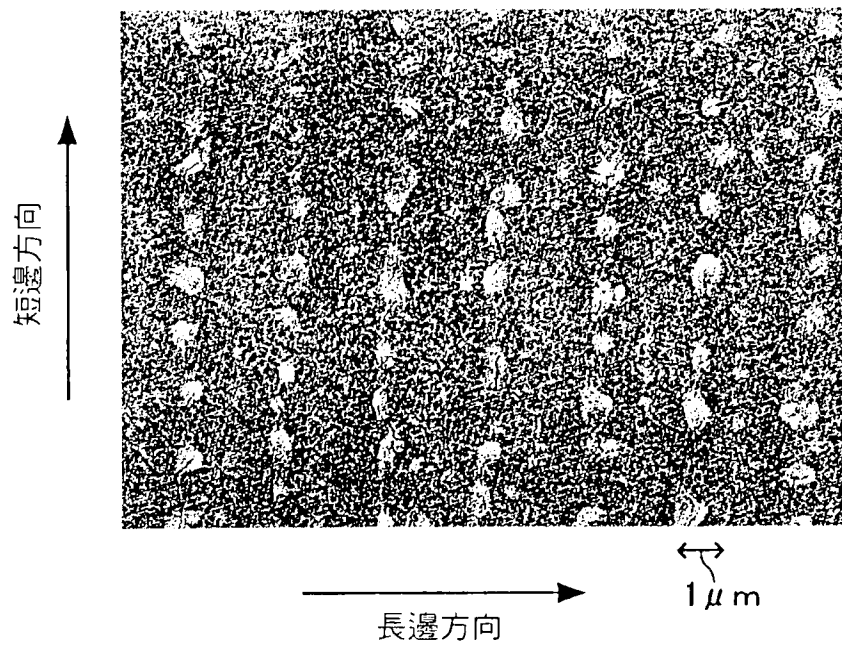
第7圖



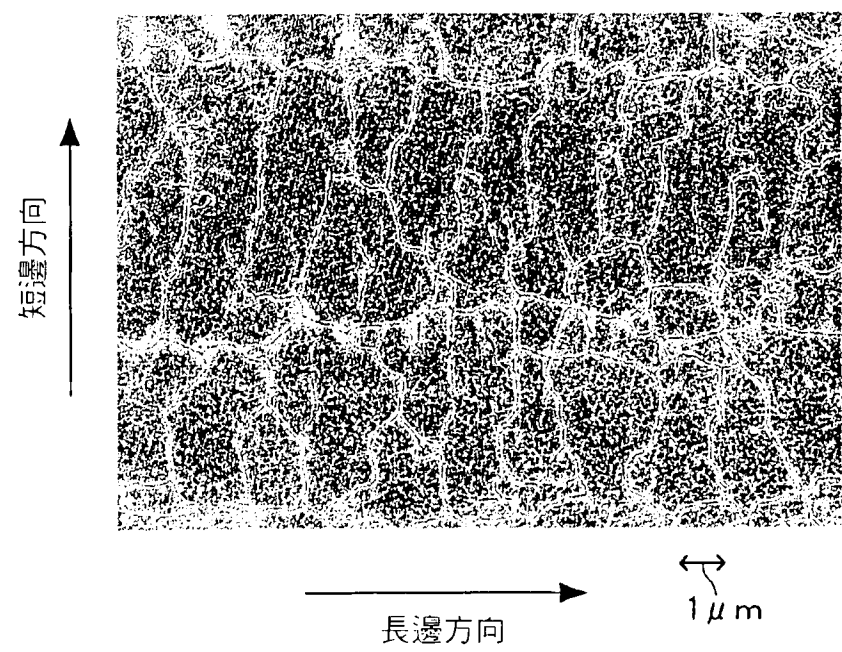
第8圖



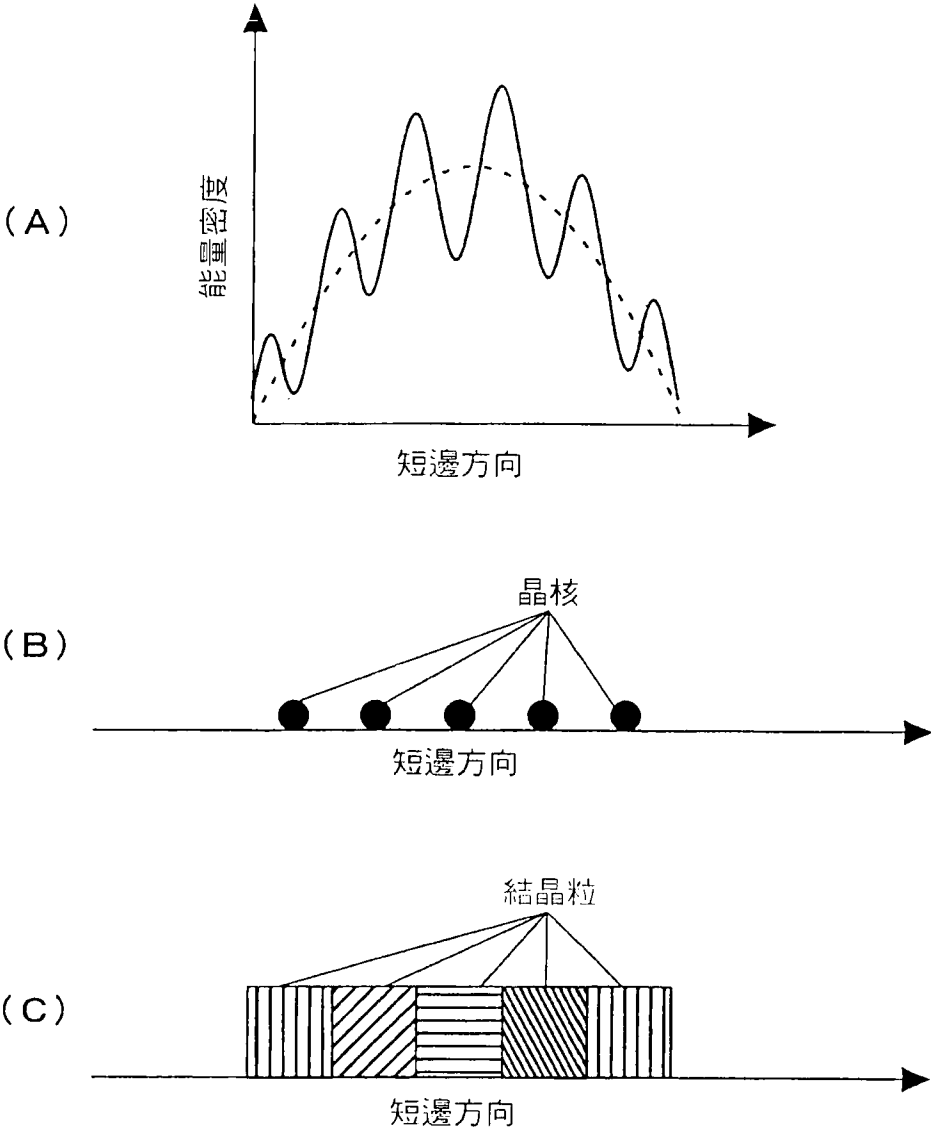
第9圖



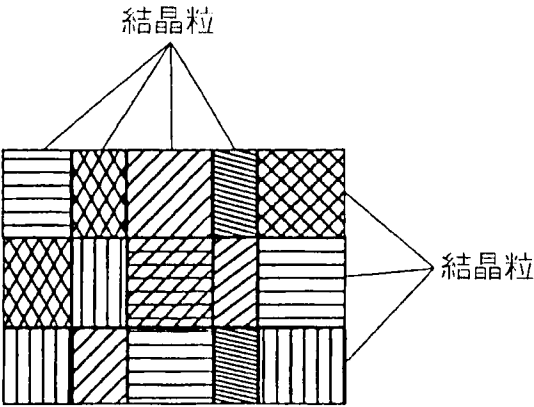
第10圖



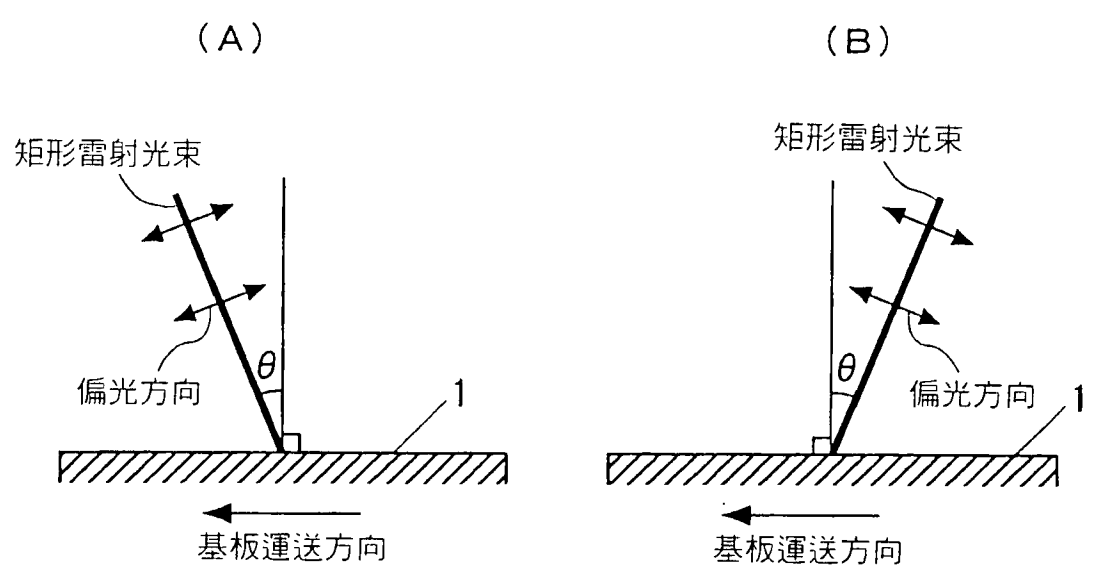
第11圖



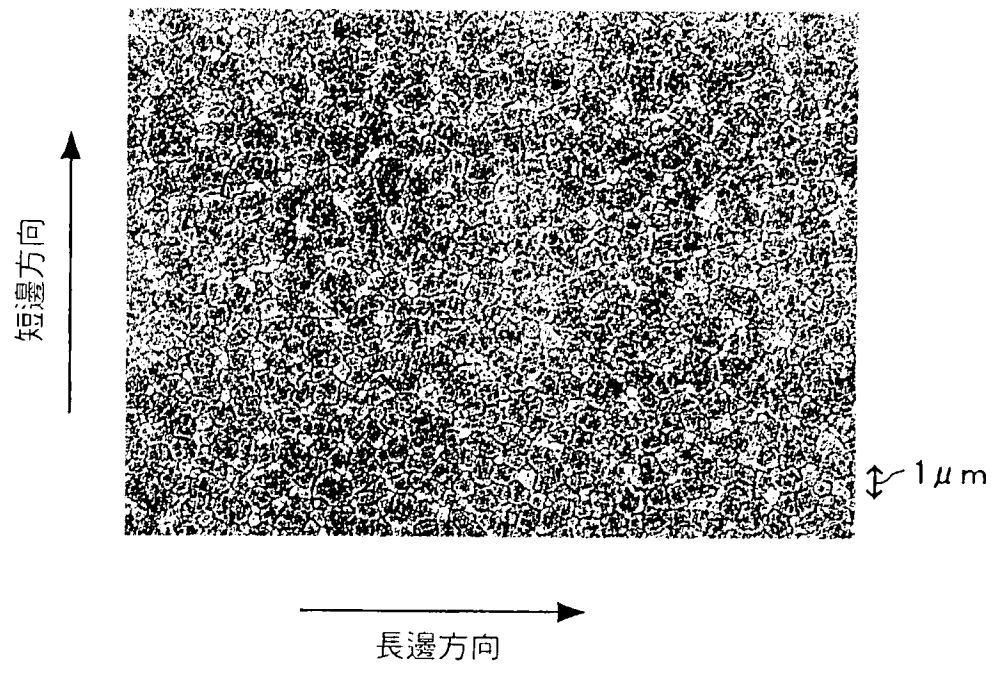
第12圖



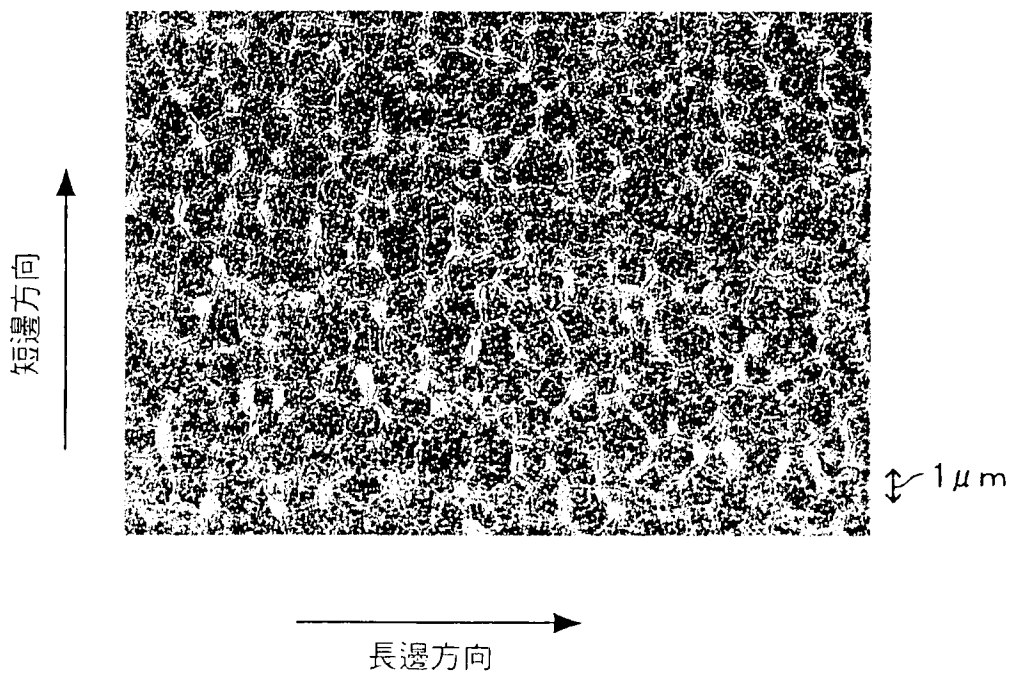
第13圖



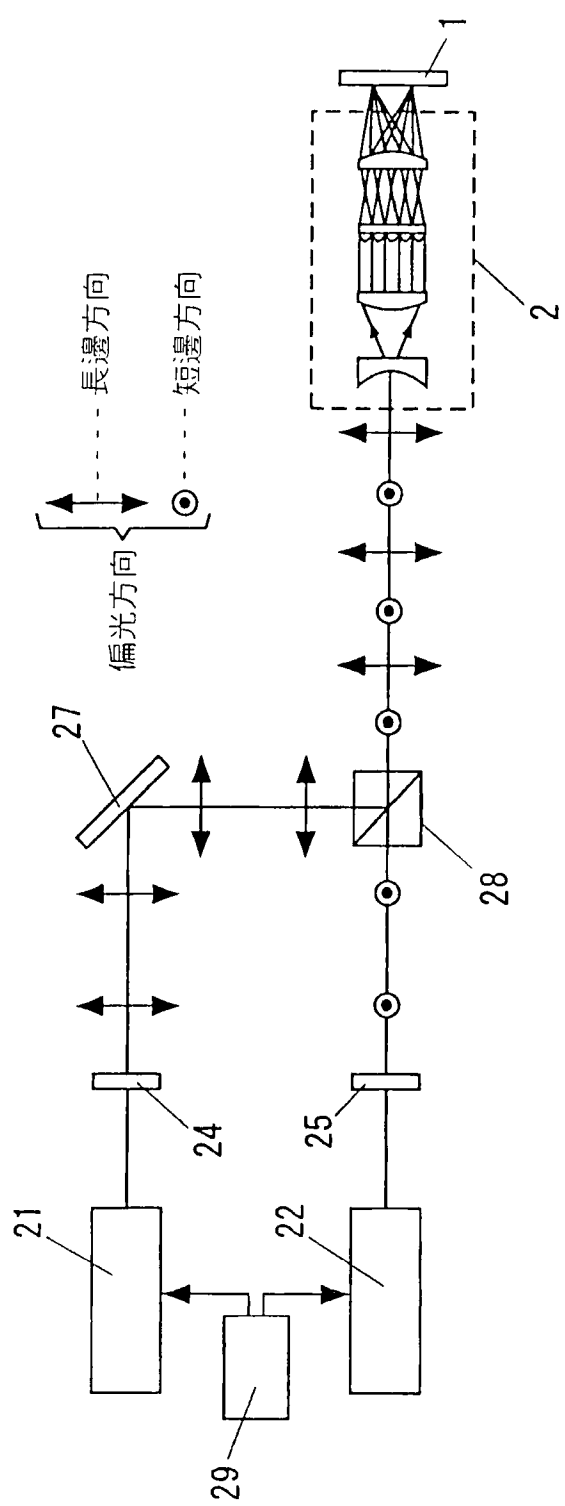
第14圖



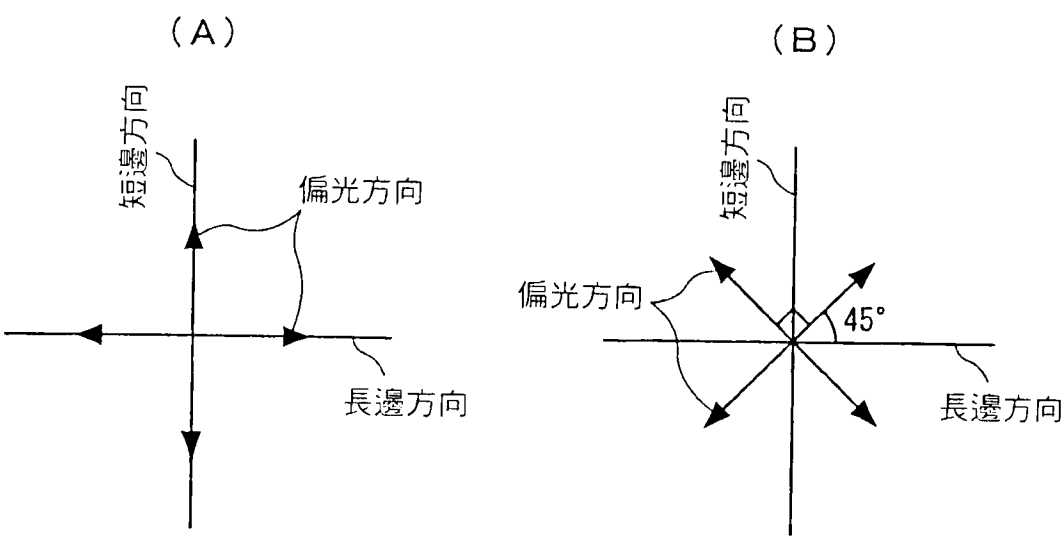
第15圖



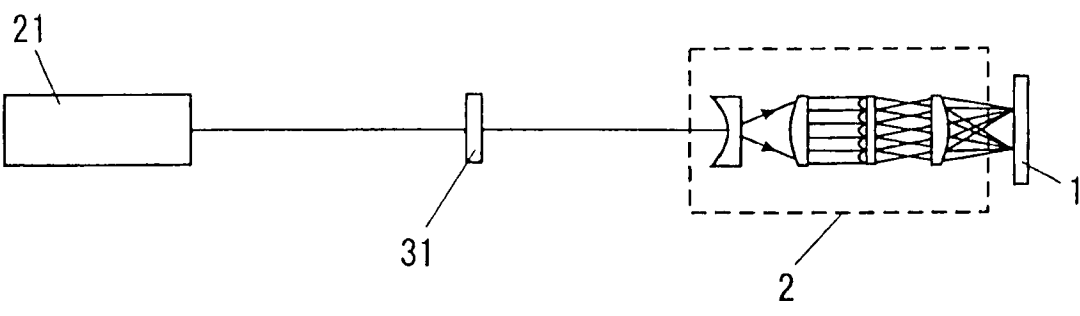
第16圖



第17圖



第18圖



第19圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4 及 5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	基板	2	長邊用光學系
4	短邊用光學系	5	偏光元件
7	擴束器	9	柱狀透鏡陣列
11	長邊用聚光透鏡	12	短邊用聚光透鏡

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

發明專利說明書

公告本

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95133812

※申請日期：95年09月13日

※IPC分類：H01L 21/324, 21/268 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 雷射退火方法及裝置

(英) Method and apparatus for laser annealing

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 半導體能源研究所股份有限公司

(英) SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.

代表人：(中) 1. 山崎 舜平

(英) 1. YAMAZAKI, SHUNPEI

地 址：(中) 日本國神奈川縣厚木市長谷三九八番地

(英) 398, Hase, Atsugi-shi, Kanagawa-ken 243-0036, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 5 人)

1. 姓 名：(中) 川上隆介

(英) KAWAKAMI, RYUSUKE

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 西田健一郎

(英) NISHIDA, KENICHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 河口紀仁

(英) KAWAGUCHI, NORIHITO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

4. 姓 名：(中) 正木深雪

(英) MASAKI, MIYUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

5. 姓 名：(中) 芳之內淳
(英) YOSHINOUCHI, ATSUSHI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- | | | | |
|-------|--------------|---------------|--|
| 1. 日本 | ； 2005/09/14 | ； 2005-266607 | ☒ 有主張優先權 |
| 2. 日本 | ； 2006/02/03 | ； 2006-027096 | ☒ 有主張優先權 |

(英) JAPAN

5. 姓 名：(中) 芳之內淳
(英) YOSHINOUCHI, ATSUSHI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- | | | | |
|-------|--------------|---------------|--|
| 1. 日本 | ； 2005/09/14 | ； 2005-266607 | ☒ 有主張優先權 |
| 2. 日本 | ； 2006/02/03 | ； 2006-027096 | ☒ 有主張優先權 |

十、申請專利範圍：

1. 一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：

用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的長邊方向之直線偏光的矩形雷射光束，或是長軸朝向長邊方向之橢圓偏光的矩形雷射光束之步驟；

使上述矩形雷射光束入射於基板表面之步驟；及

將上述矩形雷射光束的波長，設定為駐波方向之期望的結晶粒尺寸程度的長度之步驟。

2. 一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：

用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的短邊方向之直線偏光的矩形雷射光束，或是長軸朝向短邊方向之橢圓偏光的矩形雷射光束之步驟；及

使上述矩形雷射光束入射於基板之步驟。

3. 如申請專利範圍第 2 項之雷射退火方法，其中，係包含一邊將基板往垂直於矩形雷射光束的長邊之方向運送，一邊以矩形雷射光束照射基板的半導體膜表面之步驟；

並以使對半導體膜之矩形雷射光束的入射角，往基板的運送方向或是與基板的運送方向為相反之方向增加之方式，而調節上述入射角。

4. 一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：

用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場的方向交替切換為矩形的長邊方向與短邊方向之偏光的矩形雷射光束之步驟；及

使上述矩形雷射光束入射於基板的表面之步驟。

5. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項之雷射退火方法，其中，係調整上述矩形雷射光束的能量密度或是上述矩形雷射光束的短邊寬度，而將所形成之多晶或是單晶半導體膜的結晶粒尺寸加以調整。

6. 一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成於基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：

用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形，且電場朝向矩形的短邊方向偏光之直線偏光的矩形雷射光束，或是長軸朝向短邊方向之橢圓偏光的矩形雷射光束，並使光束入射於半導體膜表面之短邊偏光光束產生手段。

7. 如申請專利範圍第 6 項之雷射退火裝置，其中，係具備將基板往垂直於矩形雷射光束的長邊方向運送之運送手段；及

使對半導體膜之矩形雷射光束的入射角，往基板的運送方向或是與基板的運送方向為相反之方向增加之入射角調整手段。

8. 一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：

射出雷射光束之第 1 及第 2 雷射振盪器；

以使第 1 及第 2 雷射振盪器的雷射脈衝射出時序互

為偏移的方式，而控制第 1 及第 2 雷射振盪器之脈衝控制部；

使來自於第 1 雷射振盪器的雷射光束形成為直線偏光之第 1 偏光手段；

使來自於第 2 雷射振盪器的雷射光束形成為直線偏光之第 2 偏光手段；

將來自於第 1 偏光手段的雷射光束與來自於第 2 偏光手段的雷射光束加以合成之光束合成手段；及

將來自於光束合成手段的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束，並使入射於基板上之矩形光束產生手段；

第 1 偏光手段係使雷射光束偏光於上述矩形的長邊方向，第 2 偏光手段使雷射光束偏光於矩形的短邊方向。

9. 一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：

用以產生直線偏光後的第 1 雷射光束之步驟；

用以產生直線偏光後的第 2 雷射光束之步驟；

以使上述第 1 雷射光束的偏光方向與上述第 2 雷射光束的偏光方向成為垂直之方式，將上述第 1 雷射光束與上述第 2 雷射光束加以合成之步驟；

將上述合成後的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束之步驟；及

使上述矩形雷射光束入射於基板表面之步驟。

10. 一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：

用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形之圓偏光的矩形雷射光束之步驟；及

使上述矩形雷射光束入射於基板表面之步驟。

11. 一種雷射退火方法，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為包含：

用以產生直線偏光的雷射光束之步驟；

使直線偏光後的上述雷射光束形成為無偏光之步驟；

使無偏光的上述雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束之步驟；及

使上述矩形雷射光束入射於基板表面之步驟。

12. 一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：

射出雷射光束之第 1 及第 2 雷射振盪器；

將來自於第 1 雷射振盪器的雷射光束與來自於第 2 雷射振盪器的雷射光束加以合成之光束合成手段；及

使來自於光束合成手段的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束，並入射於基板上之矩形光束產生手段；

來自於上述第 1 及第 2 雷射振盪器的雷射光束係成為直線偏光；

來自於第 1 雷射振盪器的雷射光束之偏光方向與

來自於第 2 雷射振盪器的雷射光束之偏光方向，於對上述基板的入射位置為垂直。

13. 一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：

用以產生垂直於行進方向的剖面為矩形之圓偏光的矩形雷射光束，並使光束入射於半導體膜表面之圓偏光光束產生手段。

14. 一種雷射退火裝置，係藉由將雷射光束照射於形成在基板的表面之半導體膜而進行，其特徵為具備：

射出直線偏光後的雷射光束之雷射振盪器；

將來自於該雷射振盪器的雷射光束形成為無偏光之無偏光手段；及

使來自於該無偏光手段的雷射光束，形成為垂直於行進方向的剖面為矩形之矩形雷射光束，並入射於基板上之矩形光束產生手段。