

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

200529449

(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：93136039

※申請日期：93年11月23日

※IPC分類：

H01L 29/786, 21/324

一、發明名稱：

(中) 雷射照射裝置、雷射照射方法及半導體裝置的製造方法

(英) Laser irradiation apparatus, laser irradiation method, and method for manufacturing semiconductor device

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 2 人)

1. 姓 名：(中) 田中幸一郎

(英) TANAKA, KOICHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 山本良明

(英) YAMAMOTO, YOSHIKI

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 ; 2003/12/02 ; 2003-403155 ☒ 有主張優先權

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

200529449

(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：93136039

※申請日期：93年11月23日

※IPC分類：

H01L 29/786, 21/324

一、發明名稱：

(中) 雷射照射裝置、雷射照射方法及半導體裝置的製造方法

(英) Laser irradiation apparatus, laser irradiation method, and method for manufacturing semiconductor device

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 2 人)

1. 姓 名：(中) 田中幸一郎

(英) TANAKA, KOICHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 山本良明

(英) YAMAMOTO, YOSHIAKI

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 ; 2003/12/02 ; 2003-403155 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於用於半導體膜的結晶化的雷射照射裝置。此外，本發明係關於使用雷射照射裝置的雷射照射方法及半導體裝置的製造方法。

【先前技術】

使用了多晶半導體膜的薄膜電晶體（多晶矽 TFT）與使用了非晶體半導體膜的 TFT 相比，其遷移率高兩位數以上因此多晶矽 TFT 具有能夠在同一基板上渾然一體地形成半導體顯示裝置的圖素部和其周邊的驅動電路的優點。多晶半導體膜通過使用雷射退火處理法，能夠形成在廉價的玻璃基板上。

雷射根據其振盪方法，大體上分為脈衝振盪和連續振盪兩類。受激準分子雷射所代表的脈衝振盪的雷射與連續振盪的雷射相比，每個單位時間的雷射輸出能量高 3～6 位左右。因此，能夠用光學系統將光束點（在被處理物的表面上實際照射雷射的照射區域）形成為幾釐米角的矩形狀或長 100mm 以上的線形狀，以高效率地進行對半導體膜的雷射照射，從而提高生產率。因此，在半導體膜的結晶化中，使用脈衝振盪的雷射逐漸成為主流。

另外，這裏的“線狀”並不是嚴格意義上的“線”，而是長寬比大的長方形（或長橢圓形）的意思。例如，雖然將長寬比是 2 以上（最好是 10～10000）的稱為線狀，

(2)

但該線狀屬於矩形狀。

但是，像這樣使用脈衝振盪雷射被結晶化的半導體膜由多個其位置和大小是無規則的晶粒的集合而形成。與晶粒內側相比，結晶晶粒邊界面（結晶晶粒邊界）存在著無數的非晶體結構或起因於結晶缺陷等的再結合中心或捕獲中心。當載子在該捕獲中心被捕獲時，由於結晶晶粒邊界的電位上升，對載子形成障礙，所以就有載子的輸送特性下降的問題。

鑒於以上該問題，有關使用連續振盪的雷射來晶化半導體膜的技術近年來備受關注。在使用連續振盪的雷射的情形中，與常規的脈衝振盪的雷射不同，通過在將連續振盪的雷射在一個方向上掃描的同時對半導體膜進行照射，就使結晶面向掃描方向連續地長大，從而能夠形成由沿該掃描方向延長的單結晶構成的晶粒群。一般認為通過使用上述方法，就能夠形成至少在交叉於 TFT 的溝道方向上幾乎不存在結晶晶粒邊界的半導體膜。

而且，在晶化半導體膜時，半導體膜的雷射吸收係數越大，就越能有效地進行半導體膜的結晶化。當用 YAG 雷射或 YVO_4 雷射晶化通常用於半導體裝置的幾十～幾百 nm 厚的矽膜的時候，由於波長短的二次諧波要比基波的吸收係數高得多，所以通常將諧波應用於結晶化工藝，而幾乎不使用基波。可以利用非線形光學元件將基波轉換為諧波。

但是當使用連續振盪的雷射時，由於連續地給非線形

(3)

光學元件施加負荷，所以跟使用脈衝振盪的雷射時相比，有非線形光學元件對雷射的耐性明顯下降的問題。此外，與脈衝振盪的雷射相比，連續振盪的雷射由於在每個單位時間中輸出的雷射光束的能量低，所以相對於時間的光子密度低，因此在非線形光學元件中進行的轉換為諧波的轉換效率低。具體來說，雖因射入光的方式特性或時間特性而異，但脈衝振盪的雷射的轉換效率大體是 10-30%，而連續振盪的雷射的轉換效率大體是 0.2-0.3%。

據此，連續振盪的雷射與脈衝振盪的雷射相比，具有諧波的雷射在每個單位時間中輸出的能量低，所以很難擴展光束點的面積以提高生產率。例如連續振盪的 YAG 雷射能夠輸出 10kW 的基波，相對於此，卻只能獲取 10W 左右的二次諧波的能量。在這種情況下，為了得到晶化半導體膜所必需的能量密度就必須將光束點的面積縮小到 10^{-3}mm^2 左右。像這樣，連續振盪的雷射在生產率上要比脈衝振盪的受激準分子雷射差，而這在大批量生產時成為降低經濟性的一個原因。

此外，在相對於掃描方向的垂直方向上的光束點的兩端，與光束點的中心相比晶粒明顯要小，並且形成了結晶性差的區域。即使在該結晶性差的區域形成半導體元件，也不能期待該半導體元件具有高特性。而且，僅僅用調節光學系統來減少該微晶形成區域的方法是有界限的。因此，為了緩和半導體元件在佈局上的制約，擴大相對於掃描方向的垂直方向上的光束點的寬度就很重要。但是，連續

(4)

振盪的雷射由於上述理由很難擴大光束點的面積，所以光束點的幅度也比脈衝振盪的雷射光束更小，從而使上述半導體元件在佈局上的制約變得更加嚴格。

另外，雖然使用連續振盪的雷射能夠形成熱力學上的非平衡狀態，然而相對於脈衝振盪的雷射能夠獲得幾 MW 以上的峰值功率，連續振盪為幾 kW 左右，輸出能量低。因而，即使能夠是非平衡狀態，在對玻璃基板上的半導體膜進行雷射退火時，連續振盪的雷射比脈衝振盪的雷射給玻璃基板帶來的熱損傷更大，所以不是合適的。此外，如果熱損傷顯著，又有可能引起發光區域收縮的問題。

【發明內容】

鑒於上述問題，本發明的目的是提供一種雷射照射裝置，此裝置與連續振盪的雷射相比，能夠大幅度地擴展光束點的面積，並抑制對玻璃基板的熱損傷，且能夠使結晶面向掃描方向連續地長大，形成由沿該掃描方向延長的單結晶構成的晶粒群。而且，本發明的目的是提供一種能夠抑制非線形光學元件退化，並獲取更高能量的雷射光束的雷射照射裝置。進而，本發明的目的是提供使用了該雷射照射裝置的雷射照射方法以及半導體裝置的製造方法。

本發明的發明者們考慮到，即使採用脈衝振盪的雷射，在半導體膜從被雷射光束熔化到凝固期間，通過以能夠照射下一個脈衝雷射光束的脈衝重復頻率振盪雷射光束，也可以獲得面向掃描方向連續長大的晶粒。就是說，在本

(5)

發明中，在使脈衝周期短於半導體膜從熔化到完全固化的時間的前提下，決定脈衝重複頻率下限。

實際上本發明使用的脈衝振盪的雷射的脈衝重複頻率為 10MHz 或更高，使用比通常脈衝振盪的雷射使用的幾十 Hz-幾百 Hz 的頻率帶高得多的頻率帶。據知，從用脈衝振盪將雷射光束照射到半導體膜到半導體膜完全固化的時間是幾十 nsec-幾百 nsec，所以本發明利用上述頻率帶，在半導體膜被雷射光束熔化到固化期間，照射下一個雷射光束。據此，與常規的使用脈衝振盪的雷射的情形不同，因為可以在半導體膜中連續地移動固液介面，所以形成了具有面向掃描方向連續長大的晶粒的半導體膜。具體來說，能夠形成在被包含的晶粒的掃描方向上的寬度是 10~30 μm ，且在相對於掃描方向的垂直方向上的寬度是 1~5 μm 左右的晶粒集體。形成沿該掃描方向伸長的單晶的結晶粒，就有可能形成至少在 TFT 溝道方向上幾乎不存在晶粒邊界的半導體膜。

另外，當使用常規的脈衝振盪的雷射來執行半導體膜的晶化時，在晶粒邊界中，氧、氮、碳等雜質有偏析的傾向。特別是在將使用雷射的晶化方法和使用催化劑金屬的晶化方法組合的情況中，沒有被完全除去的催化劑金屬有可能偏析。在本發明中，由於能夠在半導體膜中使固液介面連續地移動，因而與區域熔化法相同，能夠防止偏析係數為正數的雜質發生偏析，並能夠執行半導體膜的純化和溶質濃度的均勻化。由此，能夠提高使用該半導體膜的半

(6)

導體元件的特性，並抑制元件間特性的不均勻。

另外，當使用連續振盪的雷射時，將雷射光束照射到半導體膜上的任意一點的時間是 $10\mu\text{sec}$ 的級數。但是在本發明中因為以超過 10MHz 的高脈衝重複頻率振盪雷射光束，所以脈寬為 1nsec 或更短，因而能夠使對每一個點照射光的時間成為連續振盪雷射的 10^4 倍，而且，與連續振盪的雷射相比，還能夠顯著地提高峰值功率。所以在本發明中，當晶化形成在基板上的半導體膜時，跟連續振盪的雷射相比，能夠大幅度地抑制帶給基板的熱量，因而能夠防止基板的收縮、並防止雜質從其他膜擴散向半導體膜，因此，可以提高半導體元件的特性和成品率。

此外，如本發明，在使用比常規高得多的脈衝重複頻率的情形中，脈寬配合該脈衝重複頻率必然性地變短到 psec 的級數，據此，即使從垂直於基板的方向照射雷射光束，也可以獲得抑制由在基板背面的光反射而產生的干涉的附加效果。能夠抑制干涉的理由是：如利用 psec 級數的脈寬，往返厚 1mm 左右的玻璃基板而返回到半導體膜的光和新射入到半導體膜的光混在一起的時間能夠明顯變短。而使用通常的脈衝重複頻率的脈衝振盪雷射的脈寬在 10nsec -幾百 nsec 的範圍內，在該期間中的光的前進距離是 3m - 100m 左右。但是，本發明的脈寬採用 psec 級數的頻率。例如在 10psec 的脈寬期間光的前進距離是 3mm 左右，該距離比常規的脈衝振盪的雷射光束短得多。因而，往返 1mm 左右的玻璃基板而返回到半導體膜的光和新射

(7)

入到半導體膜的光混在一起的時間變短，這就容易抑制發生光干涉。由此，不需要因考慮干涉的影響而從傾斜於半導體膜的方向照射雷射光束，可以從垂直於基板的方向照射雷射光束。因而，光學設計就簡單了，並能夠進一步提高所得光束點的能量分佈的均勻性。另外，當從傾斜方向照射雷射光束時，由於雷射光束的照射條件根據被處理物的掃描方向而發生變化，所以很難執行均勻的雷射退火。在這種情況下，為了執行均勻的雷射退火，需要執行僅在一個方向上掃描的雷射退火，因此不得不犧牲生產率。但是本發明因為可以從垂直方向照射雷射，所以雷射光束的照射條件不因掃描方向而變化。因而，即使來回掃描被處理物，也不會損傷雷射退火的均勻性，能夠提高生產率。

另外，為了完全不產生光干涉，如將真空中的光速設定為 c ，基板的折射率設定為 n ，基板的厚度設定為 d ，則雷射光束的脈寬 t 只要滿足下面的公式 1 中所示的不等式就可以。

公式 1

$$ct < 2nd$$

例如，在使用 0.7mm 厚折射率為 1.5 的玻璃基板作為基板，並假設真空中的光速為 30 萬 km/sec 時，要雷射完全不產生光干涉，只要滿足不等式 $t < 7\text{psec}$ 就可以。

(8)

另外，當用雷射退火法形成多晶半導體膜時，如果雷射光束的能源搖擺很大，則不能進行均勻的晶化，從而使以多晶半導體膜作為啟動層的 TFT 間的特性，例如導通電流、遷移度等產生不均勻。注意，即使是沒有出現干涉的狀態，雷射光束也在時間上有 $\pm 1\%$ 的能源搖擺，所以可以認為當形成用於半導體顯示裝置的圖素部分的 TFT 時，通過將該能源的空間搖擺抑制在小於 $\pm 1\%$ 左右的範圍，能夠防止在圖素部分看到起因於干涉的亮度明暗不均勻。

另一方面，當對形成在玻璃基板上的非晶體半導體膜照射二次諧波的雷射光束時，該雷射光束的大約一半在該非晶體半導體膜的表面被反射，剩下的一半進入到非晶體半導體膜內。被用於半導體顯示裝置所包括的 TFT 的啟動層的半導體膜因為其厚度是大約幾十 nm 左右，如果考慮非晶體半導體膜的吸收係數，則可以認為進入到非晶體半導體膜內的雷射光束中的大約一半被非晶體半導體膜吸收，剩下的一半進入到玻璃基板。而且，進入到玻璃基板的光在基板內面有大約 4% 被反射而重新進入到非晶體半導體膜內。因此，相對於從雷射振盪器射入到非晶體半導體膜的光，在玻璃基板內面反射而射入到非晶體半導體膜的光的比例大約是 2%，如果該兩個雷射射束發生干涉，則產生 $\pm 2\%$ 的能源搖擺。

所以，為了將該能源搖的空間擺抑制在小於 $\pm 1\%$ 左右的範圍內，就要將干涉時間縮短在少於脈寬 t 的一半的範圍。理想的是，該兩個雷射光束同時照射非晶體半導體膜

(9)

的任意區域的時間不多於雷射光束的脈寬的 10%或更少。當將干涉時間縮短到少於脈寬 t 的一半時，根據公式 1，可以得知雷射光束的脈寬 t 滿足以下公式 2 所表示的不等式。

公式 2

$$ct < 4nd$$

本發明的雷射照射裝置的具體特徵是：一種雷射照射裝置，包括脈衝雷射振盪器；用於改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射波長的非線形光學元件；以及用於將其波長被改變了的雷射聚光到被處理物上的光學系統，其中，脈衝雷射振盪器的脈衝重復頻率是 10MHz 或更高。具有上述結構的本發明的雷射照射裝置與使用連續振盪的雷射的情況相比能夠抑制非線形光學元件的退化，並且，可以提高其波長被改變了的雷射光束的能量，並擴大形成在被處理物上的光束點的面積。另外，使用本發明的雷射照射裝置來照射半導體膜和常規的使用脈衝振盪的雷射的情況不同，能夠形成具有在面向掃描方向連續長大的晶粒的半導體膜。

另外，本發明的雷射照射方法的具體特徵是：一種雷射照射方法，包括以下步驟：用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；將該其波長被改變

了的雷射照射到被處理物，其中，脈衝重複頻率是 10MHz 或更高。具有上述結構的本發明的雷射照射方法與使用連續振盪的雷射的情況相比能夠抑制非線形光學元件的退化，並且，由於升高了峰值功率所以提高了相對於時間的光子密度，並提高非線形光學元件的轉換到諧波的效率。因此，可以提高其波長被改變了的雷射光束的能量，並擴大形成在被處理物上的光束點的面積。結果可以提高生產率。另外，使用本發明的雷射照射裝置來照射半導體膜和常規的使用脈衝振盪的雷射的情況不同，能夠形成具有在面向掃描方向連續長大的晶粒的半導體膜。

另外，本發明的半導體裝置的製造方法的具體特徵是：一種半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；將其波長被改變了的雷射照射到被處理物，其中，脈衝重複頻率是 10MHz 或更高。具有上述結構的本發明的半導體裝置的製造方法與使用連續振盪的雷射的情況相比能夠抑制非線形光學元件的退化，並且，由於升高了峰值功率所以提高了相對於時間的光子密度，並提高非線形光學元件的轉換到諧波的效率。因此，可以提高其波長被改變了的雷射光束的能量，並擴大形成在被處理物上的光束點的面積。結果是可以提高生產率並緩和半導體元件在佈局上的制約。另外，使用本發明的製造方法來形成半導體元件和常規的使用脈衝振盪的雷射的情況不同，能夠形成具有在面向掃描方向連續長大的晶粒的半導體膜的半導體元件

(11)

，並提高該半導體元件的特性。

此外，通過使光束點成為線狀，能夠使形成在光束點長軸的兩端上的結晶性差的區域的所占全部光束點面積的比例進一步下降。但是本發明中的光束點的形狀並不局限於線狀，即使是矩形或面狀，只要是能對被照射體進行充分的退火處理的都是可以的。

注意，在本發明中可以使用的振盪器是能夠以 10MHz 或更高的頻率執行脈衝振盪的雷射。只要能夠以上述頻率執行振盪，就可以使用 Ar 雷射、Kr 雷射、受激準分子雷射、CO₂ 雷射、YAG 雷射、Y₂O₃ 雷射、YVO₄ 雷射、YLF 雷射、YAlO₃ 雷射、GdVO₄ 雷射、陶瓷雷射、玻璃雷射、紅寶石雷射、綠寶石雷射、Ti：藍寶石雷射、銅蒸汽雷射或金蒸汽雷射。

另外，在使用雷射的半導體膜晶化工藝中，在一個方向上將光束點加工成長橢圓形或矩形，當在該光束點的短軸方向上進行掃描並使半導體膜結晶化時就能夠提高生產率。加工後的雷射光束的形狀變為橢圓形是因為原來的雷射形狀是圓形或近似圓形的形狀。如果雷射原來的形狀是長方形的，那麼就也可以通過柱面透鏡等在一個方向上對其進行放大來使長軸進一步變長地來加工。此外，也可以將多個雷射光束分別在一個方向上加工成長橢圓形或矩形，並連接它們以在一個方向上作成進一步長的光束，以進一步提高生產率。

本發明的半導體裝置的製造方法能夠用於積體電路或

(12)

半導體顯示裝置的製造方法中。該半導體顯示裝置包括比如液晶顯示裝置、在各圖素具備以有機發光元件為代表的發光元件的發光裝置、DMD（數位微鏡設備）、PDP（等離子體顯示面板）、FED（場致發射顯示器）等。

在本發明中，與連續振盪的雷射相比，能夠飛躍性地擴大光束點的面積。所以，可以使在光束點中結晶性差的區域的所占比例下降，並提高生產率。此外，本發明與連續振盪的雷射相比，能夠抑制對玻璃基板的熱損傷。另外，根據本發明，與連續振盪的雷射相比，可以提高非線形光學元件的耐久性，從而能夠減少維護非線形光學元件的繁雜工序。尤其是在利用固體雷射的情況下，可以有效地利用固體雷射的能夠保持不需維護狀態的優點。另外，本發明和常規的使用脈衝振盪的雷射的情況不同，能夠使結晶面向掃描方向連續地長大，並形成由沿該掃描方向延長的單結晶構成的晶粒群。

【實施方式】

下面將利用圖 1 來對本發明的雷射照射裝置的結構進行說明。

在圖 1 中，101 是脈衝振盪的雷射振盪器，在本實施方案模式中，使用 1.8W 的 YVO_4 雷射。102 相當於非線形光學元件。雷射振盪器 101 是穩定性共振器，並最好用 TEM_{00} 的振盪模式。 TEM_{00} 模式由於雷射具有高斯形的強度分佈，聚光性優良，可以使光束點的加工變得容易。從

(13)

雷射振盪器 101 被振盪的雷射光束通過非線形光學元件 102 被轉換為二次諧波（532nm）。雖然沒有必要局限於二次諧波，但是在能量效率這一點上，與高次的諧波相比還是二次諧波更加優越。設定脈衝重復頻率是 80MHz，脈寬是 12psec 左右。在本實施方案模式中，雖然使用了輸出為 1.8W 左右的固體雷射，但是也可以使用輸出達到 300W 的大型雷射。另外，也可以使用用於雷射刻劃（laser scribe）等的脈衝重復頻率為 80MHz 的第三次諧波。

注意，本發明的脈衝重復頻率不局限於 80MHz，只要是 10MHz 或更高的頻率都是可以的。並且在本發明中，在不妨礙聚光性的範圍內，同時保持波面一致且能夠得到圓度高的雷射光束的情況下，也可以將脈衝脈衝重復頻率的最高限度設為 100GHz。

另外，本發明的雷射照射裝置的非線形光學元件 102 也可以設置在雷射振盪器 101 所具有的共振器內，還可以在基波的振盪器之外設置具備其他非線形光學元件的共振器。前者具有裝置小型化、且不需要精密控制共振器的長度的優點，後者具有能夠忽略基波與諧波的相互作用的優點。

在非線形光學元件 102 中，通過使用非線形光學常數較大的 KTP（ KTiOPO_4 ）、BBO（ $\beta\text{-BaB}_2\text{O}_4$ ）、LBO（ LiB_3O_5 ）、CLBO（ $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$ ）、GdYCOB（ $\text{YCa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3$ ）、KDP（ KD_2PO_4 ）、KB5、

(14)

LiNbO_3 、 $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ 等的結晶，特別是通過使用 LBO 或 BBO、KDP、KTP、KB5、CLBO 等，就能夠提高從基波到諧波的轉換效率。

從雷射通常在水平方向上射出來看，從雷射振盪器 101 被振盪出來的雷射，通過反射鏡 103，被變換為以跟豎直方向成 θ 角（射入角）的方向為其前進方向。在本實施方案模式中， $\theta = 18^\circ$ 。被變換了前進方向的雷射通過透鏡 104 被加工成其光束點的形狀，並被照射到放在載物台 107 上的被處理物上。在圖 1 中，形成在基板 105 上的半導體膜 106 相當於被處理物。在圖 1 中，反射鏡 103 和透鏡 104 相當於將雷射光束聚光在半導體膜 106 上的光學系統。

圖 1 示出了使用平凸球面透鏡作為透鏡 104 的一個例子。平凸球面透鏡的焦點距離是 20mm。為了使雷射光束射入到透鏡 104 的曲面中心，將該透鏡 104 的平面與基板 105 平行設置。另外，平凸球面透鏡的平面和半導體膜 106 之間的距離是 20mm。由此，在半導體膜 106 上形成了具有約 $10\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ 大小的光束點 110。能夠拉長光束點 110 是由於透鏡 104 的像散現象的影響。

如圖 1 所示，在使用作為被處理物的形成有半導體膜 106 的基板 105 的情形中，如果半導體膜 106 是非晶體半導體，則優選在照射雷射之前對該半導體膜 106 執行熱退火處理以便提高半導體膜 106 對雷射的耐性。具體的熱退火處理，比如在氮氣氣氛中的 500°C 下進行 1 小時的熱退

火處理。除熱退火處理之外還可以實施使用了金屬催化劑的熱退火處理的結晶化。實施了熱退火處理的半導體膜也好，使用金屬催化劑而被晶化的半導體膜也好，最合適的雷射照射條件都是大致相同的。

載物台 107 通過用於向 X 軸方向執行掃描的自動機（X 軸用的單軸自動機）108 和用於向 Y 軸方向執行掃描的自動機（Y 軸用的單軸自動機）109 就能夠在平行於基板 105 的面內在 XY 方向上進行移動。

而且，還使用了 Y 軸用的單軸自動機 109 在光束點 110 的短軸方向上對載物台 107 進行掃描。這時載物台 107 的掃描速度優選為幾十 mm/sec - 幾千 mm/sec（更優選為 100-2000mm/sec），在此為 400mm/sec。通過該對載物台 107 的掃描，光束點 110 對半導體膜 106 的表面相對地進行掃描。由此，被光束點 110 照射到的區域中的半導體膜熔化，其固液介面向掃描方向連續地移動，在寬度為 70 μ m 的區域內，以鋪滿狀態形成了在該掃描方向上結晶長大了的寬幾 μ m，長 10-30 μ m 左右的單晶的晶粒。

下面，用圖 2 對光束點 110 在半導體膜 106 表面的掃描路徑進行說明。當在作為被處理物的半導體膜 106 整個面上照射雷射光束時，在使用 Y 軸用的單軸自動機 109 進行向一個方向的掃描後，使用 X 軸用的單軸自動機 108 來使光束點 110 在垂直於根據 Y 軸用的單軸自動機 109 的掃描方向上滑動。

例如，通過 Y 軸用的單軸自動機 109 來使光束點 110

(16)

在一個方向上進行掃描。在圖 2 中，用 A1 來表示該掃描路徑。接著，使用 X 軸用的單軸自動機 108 來使光束點 110 在相對於掃描路徑 A1 成垂直的方向上滑動。用 B1 表示根據該滑動的掃描路徑。接下來，面向與掃描路徑 A1 相反的方向通過 Y 軸用的單軸自動機 109 來使光束點 110 在一個方向上進行掃描。該掃描路徑用 A2 表示。接著，用 X 軸用的單軸自動機 108 來使光束點 110 在相對於掃描路徑 A2 成垂直的方向上滑動。根據該滑動的掃描路徑用 B2 表示。這樣，通過按順序反復進行通過 Y 軸用的單軸自動機 109 的掃描和通過 X 軸用的單軸自動機 108 的掃描，就能夠對半導體膜 106 的整個面照射雷射光束。

照射了雷射光束的在掃描方向上形成了長大了的晶粒的區域結晶性非常好。因此，通過將該區域使用於 TFT 的溝道形成區域，就能夠得到極高的遷移率和導通電流。但是在半導體膜中，當存在沒有必要是這樣高的結晶性的部分時，也可以不對該部分照射雷射。或者也可以通過增快掃描速度等不能得到高結晶性的條件來進行雷射的照射。

另外，雷射的掃描可以使用固定作為被處理物的基板而移動雷射的照射位置的照射系統移動類型；如圖 1 和圖 2 所示的固定雷射的照射位置而移動基板的被處理物移動類型；以及將上述兩種方法相結合的方法。不論是任何一種情況，都是以能夠控制各光束點的相對於半導體膜的相對移動方向為前提的。

圖 3 表示在被照射雷射光束之後的半導體膜的用光學

(17)

顯微鏡的 500 倍放大照片。在圖 3 中，在厚 0.7mm 的玻璃基板的單面上形成厚度 200nm 的氧化矽，在其上用等離子 CVD 法形成厚 66nm 的非晶矽（a-Si）膜作為半導體膜，然後，在氮氣氛中對該非晶體矽膜進行 500℃、1 小時的熱退火處理以提高半導體膜對雷射的耐性。接下來，使用圖 1 所示的雷射照射裝置，在 1.8W 的 YVO₄ 雷射的二次諧波（532nm）、TEM₀₀ 模式、脈衝重復頻率為 80MHz、脈寬為 12psec、掃描速度為 400mm/sec 的條件下、以大小為 10μm×100μm 左右的光束點，照射雷射而執行晶化。

通過使用本發明的雷射照射方法，如圖 3 所示，在表示為 A-A' 的寬度為 70μm 的區域內，以鋪滿狀態形成了在該掃描方向上結晶長大了的寬度幾 μm，長度 10-30μm 左右的單晶的晶粒。

另外，作為比較例，在 18W 的 YVO₄ 雷射的二次諧波（532nm）、TEM₀₀ 模式、脈衝重復頻率為 100kHz、脈寬為 40nsec、掃描速度為 200mm/sec 的條件下、以大小為 7μm×6mm 左右的光束點，照射雷射而執行晶化。在此情況下，由一個脈衝的雷射光束形成的晶粒和由下一個脈衝的雷射光束形成的晶粒在結晶水平不連接，由此不能獲得如圖 3 所示的在 A-A' 中形成的結晶狀態。

實施例 1

在本實施例中，用圖 4A 和 4B 來對本發明的雷射照射裝置所具有的光學系統進行說明。

(18)

圖 4A 中示出的光學系統有兩個柱面透鏡 701 和 702。從箭頭方向射入的雷射光束的光束點通過兩個柱面透鏡 701 和 702 成形，然後被照射到被處理物 703 上。注意到，位於更靠近被處理物 703 的柱面透鏡 702 的焦距比柱面透鏡 701 的焦距更短。

另外，在本發明中，當使用 10psec 左右的脈寬的雷射光束時，可以不需要考慮干涉的影響來設置光學系統。也就是說，可以從垂直於被處理物 703 的方向照射雷射光束。

圖 4B 表示將四個光束點合併以形成一個光束點時的光學系統。圖 4B 中表示的光學系統包括六個柱面透鏡 717-722。分別從由箭頭方向射入的四個雷射光束分別射入到四個柱面透鏡 719-722 中。通過柱面透鏡 719 和 721 成形的兩條雷射光束的光束點通過柱面透鏡 717 再次成形，然後被照射到被處理物 723。另一方面，通過柱面透鏡 720 和 722 成形的其他兩條雷射光束的光束點通過柱面透鏡 718 再次成形，然後被照射到被處理物 723。

將被處理物 723 上的每條雷射光束的光束點合併，以形成彼此部分交疊的一個光束點。

儘管對於設計者可以適當地確定每個透鏡的焦距和射入角，但是位於最靠近被處理物 723 的柱面透鏡 717 和 718 的焦距要製造得比柱面透鏡 719-722 的焦距更短。例如，如將位於最靠近被處理物 723 的柱面透鏡 717 和 718 的焦距設為 20mm，則將柱面透鏡 719-722 的焦距設定為

(19)

150mm。在本實施例中，在設定從柱面透鏡 717 和 718 到被處理物 723 的雷射光束的射入角為 25 度，且設定從柱面透鏡 719-722 到柱面透鏡 717 和 718 的雷射光束的射入角為 10 度的情況下設置每個透鏡。

圖 4B 示出合併四個光束點的例子。在這種情況中，光學系統具有分別對應四個雷射振盪器的四個柱面透鏡和對應該四個柱面透鏡的兩個柱面透鏡。合併的光束點的數量並不限於此，其數量可以為至少 2 個到至多 8 個。當合併 n ($n=2、4、6、8$) 個光束點時，光學系統具有分別對應 n 個雷射振盪器的 n 個柱面透鏡和對應於該 n 個柱面透鏡的 $n/2$ 個柱面透鏡。當合併 n ($n=3、5、7$) 個光束點時，光學系統具有分別對應 n 個雷射振盪器的 n 個柱面透鏡和對應該 n 個柱面透鏡的 $(n+1)/2$ 個柱面透鏡。

當五個或更多光束點交疊時，考慮到設置光學系統的位置以及干涉等，理想的是從基板的背面側發射第五和隨後的雷射光束。而且，基板需要是半透明的。

另外，本發明的雷射照射裝置中的光學系統並不限於本實施例中描述的結構。

實施例 2

下面，用圖 5A-5C 來對本發明的雷射照射方法及半導體裝置的製造方法進行說明。

首先，如圖 5A 所示，在基板 500 上形成基底膜 501。基板 500 能夠使用例如硼酸鋇玻璃或硼氧化鋁玻璃等的

玻璃基板、石英基板、不銹鋼基板等。此外，由以 PET、PES、PEN 為代表的塑膠或丙烯基等具有柔性的合成樹脂構成的基板雖然一般與上述基板相比有耐熱溫度低的傾向，但是只要是能耐住製造工序中的處理溫度，就能夠被利用。

基底膜 501 是爲了防止包含在基板 500 中的 Na 等的鹼金屬或堿土類金屬在半導體膜中擴散，對半導體元件特性帶來不好的影響而設置。因此，使用能夠抑制鹼金屬或堿土類金屬向半導體膜擴散的氧化矽或氮化矽、氮氧化矽等的絕緣膜來形成。在本實施例中，使用等離子體 CVD 法形成厚 $10\text{nm} \sim 400\text{nm}$ （最好是 $50\text{nm} \sim 300\text{nm}$ ）的氮氧化矽膜方式作為基底膜。

另外，基底膜 501 即可以是單層也可以是層疊多個絕緣膜而形成的疊層。此外當使用如玻璃基板、不銹鋼基板或塑膠基板那樣多少包含鹼金屬或堿土類金屬的基板時，從防止雜質擴散的觀點來看設置基底膜是有效的，然而當使用沒有雜質擴散問題的石英基板等時，就不一定必須要設置基底膜。

接著在基底膜 501 上形成半導體膜 502。半導體膜 502 的膜厚取為 $25\text{nm} \sim 100\text{nm}$ （最好是 $30\text{nm} \sim 60\text{nm}$ ）。另外，半導體膜 502 也可以是非晶體半導體，還可以是多晶半導體。此外半導體不只使用矽還可以使用矽鍺合金。在使用矽鍺合金的情況下，鍺的濃度最好是 $0.01\text{atomic}\% \sim 4.5\text{atomic}\%$ 。

(21)

下面如圖 5B 所示，使用本發明的雷射照射裝置來對半導體膜 502 照射雷射，進行結晶化。

在本實施例中，作為雷射使用能量 2W、TEM₀₀ 的振盪模式、二次諧波（532nm）、脈衝重復頻率 80MHz、脈寬 12psec 的 YVO₄ 雷射。另外，通過用光學系統來加工雷射，就使形成在半導體膜 502 表面上的光束點成為短軸為 10 μm、長軸為 100 μm 的矩形。注意，本發明不局限於本實施例所示的照射條件。

而且，在半導體膜 502 的表面上，向如圖 5B 所示的箭頭方向掃描光束點。通過將脈衝重復頻率設定為 80MHz，能夠向箭頭方向連續地移動固液介面，所以面向掃描方向就連續地形成了長大了的晶粒。通過沿該掃描方向形成伸長了的單晶粒，就能夠形成至少在 TFT 溝道方向上幾乎不存在晶粒邊界的半導體膜。

通過對半導體膜 502 進行上述的雷射照射就形成了結晶性更高的半導體膜 503。

下面，如圖 5C 所示對半導體膜 503 進行圖形化，來形成島狀的半導體膜 507~509，使用該島狀的半導體膜 507~509 形成以 TFT 為代表的各種半導體元件。

雖然沒有圖示，但是在例如製造 TFT 的情況下，接著形成覆蓋島狀的半導體膜 507~509 的閘絕緣膜。作為閘絕緣膜，能夠使用例如氧化矽、氮化矽或氮氧化矽等。此外成膜方法能夠使用等離子體 CVD 法、濺鍍法等。

接著，通過在閘絕緣膜上形成並圖形化導電膜來形成

閘電極。而且，使用該閘電極或形成並圖形化抗蝕膜作為掩膜，對島狀的半導體膜 507~509 添加賦予 n 型或 p 型導電性的雜質來形成源區、漏區，進而形成 LDD 區等。

通過上述一連串工序就能夠形成 TFT。另外，本發明的半導體裝置的製造方法並不局限於島狀的半導體膜的形成以後的上述 TFT 的製造工序。通過將根據本發明的雷射照射方法而結晶化的半導體膜作為 TFT 活性層來使用，就能夠抑制元件間的遷移率、閾值以及導通電流的不均勻。

此外也可以在執行根據雷射的結晶化工序之前，提供使用催化劑元素的結晶化工序。作為催化劑元素，可以使用了鎳（Ni）、鍺（Ge）、鐵（Fe）、鈀（Pd）、錫（Sn）、鉛（Pb）、鈷（Co）、鉑（Pt）、銅（Cu）、金（Au）等元素。如在執行使用了催化劑元素的結晶化工序之後進行根據雷射的結晶化工序，則半導體膜的表層部分因雷射照射而溶化，而半導體膜的下層部分不溶化，所以，在該下層部分殘留的結晶成為晶核，結晶化從下層部分向上層部分均勻一致地被進行，與只通過雷射的結晶化工序的情況相比，能夠更加提高半導體膜的結晶性，且能夠抑制使用雷射晶化後的半導體膜表面的粗糙。因此，就能夠進一步抑制後面形成的半導體元件例如具有代表性的 TFT 的特性的離散，並能夠抑制導通電流。

另外，也可以在添加催化劑元素後進行加熱處理來促進結晶化，而後通過雷射照射進一步提高結晶性，也可以省略加熱處理的工序。具體來說，也可以在添加催化劑元

(23)

素後以照射雷射來代替加熱處理，從而提高結晶性。

在本實施例中，雖然表示了在半導體膜的結晶化中使用本發明的雷射照射方法的例子，但是本發明的雷射照射方法也可以用於對半導體膜進行摻雜的雜質元素的活性化。

實施例 3

本實施例與實施例 2 不同，是針對將通過催化劑元素的結晶化方法結合到根據本發明的雷射照射裝置的結晶化方法上的例子來進行說明的。

首先到形成半導體膜 502 為止的工序，參照實施例 2 的圖 5A 來進行。接下來如圖 6A 所示，在半導體膜 502 的表面上用旋轉鍍層法來塗敷包含重量換算為 1~100ppm 的 Ni 的醋酸鎳鹽溶液。另外催化劑的添加並不局限於上述方法，也可以使用濺鍍法、蒸鍍法、等離子體處理等來進行添加。而且，在 500~650℃ 下進行 4~24 小時，例如在 570℃ 下，進行 14 小時的加熱處理。通過該加熱處理就從塗敷了醋酸鎳鹽溶液的表面開始面向基板 500 在縱向上形成了結晶化被促進的半導體膜 520（圖 6A）。

作為加熱處理，例如將燈的輻射作為熱源的 RTA（快速加熱退火處理）、或者使用被加熱的氣體的 RTA（氣體 RTA）來執行設定加熱溫度 740℃、180 秒的 RTA。設定加熱溫度是用高溫計測得的基板的溫度，並將該溫度作為熱處理時的設定溫度。作為其他的方法，利用爐內退火爐

(24)

在 550℃ 下進行 4 小時的熱處理也是可以的。結晶化溫度的低溫化和時間短縮化是通過有催化劑作用的金屬元素的作用來實現的。

另外，雖然在本實施例中使用鎳（Ni）來作為催化劑元素，但是除此之外，還可以使用鍺（Ge）、鐵（Fe）、鈀（Pd）、錫（Sn）、鉛（Pb）、鈷（Co）、鉑（Pt）、銅（Cu）、金（Au）等元素。

然後，如圖 6B 所示，使用本發明的雷射照射裝置來對半導體膜 520 進行結晶化。在本實施例中，作為雷射光束使用脈衝重復頻率為 80MHz、脈寬為 12psec 左右的脈衝振盪的 YVO₄ 雷射的二次諧波。另外，通過用光學系統來加工雷射，就使形成在半導體膜 520 表面上的光束點 527 成為短軸為 10 μm、長軸為 100 μm 的矩形。注意，本發明不局限於本實施例所示的照射條件。

而且，在半導體膜 520 的表面上，向如圖 6B 所示的箭頭方向掃描光束點。通過將脈衝重復頻率設定為 80MHz，能夠向箭頭方向連續地移動固液介面，所以面向掃描方向就連續地形成了長大了的晶粒。通過沿該掃描方向形成伸長了的單晶粒，就能夠形成至少在 TFT 溝道方向上幾乎不存在晶粒邊界的半導體膜。

通過對半導體膜 520 執行上述的雷射照射就形成了結晶性被進一步提高了的半導體膜 521。另外，可以認為在使用催化劑元素而結晶化了的半導體膜 521 內，包含大約 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 左右的濃度的催化劑元素（這裏為鎳）

(25)

。接著，進行對存在於半導體膜 521 內的催化劑元素的吸雜。

首先，如圖 6C 所示，在半導體膜 521 的表面上形成氧化膜 522。通過形成厚 $1\text{nm} \sim 10\text{nm}$ 的氧化膜 522 就能夠防止在後面的蝕刻工序中由於蝕刻而引起的半導體膜 521 表面的粗糙。氧化膜 522 能夠使用眾所周知的方法來形成。例如通過以硫酸、鹽酸、硝酸等和過氧化氫溶液混合的水溶液或臭氧水來對半導體膜 521 的表面進行氧化來形成，也可以通過在含氧的氣氛中的等離子體處理或加熱處理、紫外線照射等來形成。此外，也可以用等離子體 CVD 法或濺鍍法、蒸鍍法來另外形成氧化膜 522。

接著在氧化膜 522 上，使用濺鍍法以 $25 \sim 250\text{nm}$ 的厚度來形成包含濃度為 $1 \times 10^{20} \text{atoms/cm}^3$ 以上的稀有氣體元素的吸雜用的半導體膜 523。吸雜用的半導體膜 523 優選使用比半導體膜 521 的膜密度低的半導體膜從而使其和半導體膜 521 的蝕刻的選擇比大。作為稀有氣體元素使用從氦 (He)、氖 (Ne)、氬 (Ar)、氪 (Kr)、氙 (Xe) 中選擇出的一種或多種。

下面使用爐內退火法或 RTA 法來實施加熱處理，並進行吸雜。當用爐內退火法來進行加熱處理時，執行在氮氛圍中的 $450 \sim 600^\circ\text{C}$ ， $0.5 \sim 12$ 個小時的加熱處理。此外，當使用 RTA 法來進行加熱處理時，使加熱用的燈光源點亮 $1 \sim 60$ 秒，最好是 $30 \sim 60$ 秒，並反復進行 $1 \sim 10$ 次，最好是 $2 \sim 6$ 次。雖然燈光源的發光強度是任意的，但

(26)

是發光強度應設為將半導體膜瞬間加熱到 $600 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，最好是 $700 \sim 750^{\circ}\text{C}$ 的強度。

通過加熱處理，半導體膜 521 內的催化劑元素就通過擴散向如箭頭所示的吸雜用的半導體膜 523 移動，並被吸雜。

接著，有選擇地對吸雜用的半導體膜 523 進行蝕刻並除去。蝕刻可以通過根據 ClF_3 的不使用等離子體的幹蝕刻、或根據包含 或四甲基氫氧化氮（ $(\text{CH}_3)_4\text{NOH}$ ）的水溶液等堿溶液的濕蝕刻來進行。這時因為有氧化膜 522，就能夠防止半導體膜 521 被蝕刻。

接著在用氟酸除去氧化膜 522 之後，對半導體膜 521 進行圖形化，來形成島狀的半導體膜 524~526（圖 6D）。使用該島狀的半導體膜 524~526 可以形成以 TFT 為代表的各種半導體元件。另外，本發明中的吸雜工序並不局限於本實施例所示的方法。也可以使用其他方法來降低半導體膜中的催化劑元素。

在本實施例中，半導體膜的表層部分因雷射照射而溶化，而半導體膜的下層部分不溶化，所以，在該下層部分殘留的結晶成為晶核，結晶化從下層部分向上層部分均勻一致地被進行，此外由於容易使該結晶方位一致，所以與實施例 2 相比，可以抑制表面的粗糙。因此可以進一步抑制後面形成的半導體元件典型的是 TFT 的特性的離散。

另外，在本實施例中，是針對在添加催化劑元素後進行加熱處理來促進結晶化，而後通過雷射照射進一步提高

(27)

結晶性的結構來進行說明的。然而本發明並不局限於此，也可以省略加熱處理的工序。具體地說，也可以在添加催化劑元素後以照射雷射來代替加熱處理，從而提高結晶性。

實施例 4

在本實施例中，針對將通過催化劑元素的結晶化方法結合到根據本發明的雷射照射裝置的結晶化方法上的與實施例 3 不同的例子來進行說明。

首先直到形成半導體膜 502 為止的工序，參照實施例 2 的圖 5A 的附圖來進行。接下來在半導體膜 502 上形成具有開口部分的掩膜 540。然後，如圖 7A 所示，在半導體膜 502 的表面上用旋轉鍍層法來塗敷包含重量換算為 1 ~ 100ppm 的 Ni 的醋酸鎳鹽溶液。另外催化劑的添加並不局限於上述方法，也可以使用濺鍍法、蒸鍍法、等離子體處理等來進行添加。該被塗敷的醋酸鎳鹽溶液在掩膜 540 的開口部分與半導體膜 502 相接（圖 7A）。

接著，在 500 ~ 650℃ 下進行 4 ~ 24 小時，例如在 570℃ 下，進行 14 小時的加熱處理。通過該加熱處理就從塗敷了醋酸鎳鹽溶液的表面如實線箭頭所示形成了結晶化被促進的半導體膜 530（圖 7A）。加熱處理的方法不局限於此，還可以用實施例 3 所示的其他方法來進行。另外，催化劑元素能夠使用在實施例 3 中列出的元素。

接下來在除去掩膜 540 之後，如圖 7B 所示，使用本

(28)

發明的雷射照射裝置來對半導體膜 530 進行結晶化。在本實施例中，使用能量為 2W、二次諧波（532nm）、脈衝重複頻率為 80MHz、脈寬為 12psec 的 YVO₄ 雷射。另外，通過用光學系統來加工雷射光束，就使形成在半導體膜 530 表面上的光束點 538 成為短軸為 10 μm、長軸為 100 μm 的矩形。注意，本發明不局限於本實施例所示的照射條件。

而且，在半導體膜 530 的表面上，向如圖 7B 所示的箭頭方向掃描光束點 538。通過將脈衝重複頻率設定為 80MHz，可以向箭頭方向連續地移動固液介面，所以面向掃描方向就連續地形成了長大了的晶粒。通過沿該掃描方向形成伸長了的單晶粒，就能夠形成至少在 TFT 溝道方向上幾乎不存在晶粒邊界的半導體膜。

通過對半導體膜 530 執行上述雷射照射，就形成了結晶性被進一步提高的半導體膜 531。

另外，可以認為在如圖 7B 所示的使用催化劑元素而結晶化的半導體膜 531 內，包含大約 $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 左右的濃度的催化劑元素（這裏為鎳）。接著，進行對存在於半導體膜 531 內的催化劑元素的吸雜。首先，如圖 7C 所示，以覆蓋半導體膜 531 的方式形成 150nm 厚的用於掩膜的氧化矽膜 532，通過圖形化來設置開口部分，從而露出半導體膜 531 的一部分。而且添加磷在半導體膜 531 提供添加了磷的區域 533。在該狀態下，如在氮氣氛中進行 550～800℃、5～24 小時，例如進行 600℃、12 小時的熱

(29)

處理，則半導體膜 531 的被添加了磷的區域 533 作為吸雜位置而起作用，殘留在半導體膜 531 中的催化劑元素向添加了磷的吸雜區域 533 偏析。

而且，通過蝕刻並除去添加了磷的區域 533，就在半導體膜 531 的殘留區域中將催化劑元素的濃度降低到 $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下。接著，在除去用於掩膜的氧化矽膜 532 後，對半導體膜 531 進行圖形化，來形成島狀的半導體膜 534～536（圖 7D）。使用該島狀的半導體膜 534～536 就能夠形成以 TFT 為代表的各種半導體元件。另外，本發明的吸雜工序並不局限於本實施例所示的方法。也可以使用其他的方法來降低半導體膜中的催化劑元素。

在本實施例中，半導體膜的表層部分因雷射照射而溶化，而半導體膜的下層部分不溶化，所以，在該下層部分殘留的結晶成為晶核，結晶化從下層部分向上層部分均勻一致地被進行，此外由於容易使該結晶方位一致，所以與實施例 2 相比抑制了表面的粗糙。因此就進一步抑制了後面形成的半導體元件、代表性的是 TFT 的特性的離散。

另外，本實施例是針對在添加催化劑元素後進行加熱處理來促進結晶化，而後通過雷射照射從而進一步提高結晶性的結構來進行說明的。然而本發明並不局限於此，也可以省略加熱處理的工序。具體說，也可以在添加催化劑元素後以照射雷射來代替加熱處理，從而提高結晶性。

實施例 5

本實施例將利用圖 8 針對使用本發明的雷射照射裝置而形成的半導體顯示裝置之一的發光裝置的圖素的結構來進行說明。

在圖 8 中，在基板 6000 上形成了基底膜 6001，在基底膜 6001 上形成了電晶體 6002。電晶體 6002 具有島狀的半導體膜 6003、閘電極 6005、以及夾持在島狀的半導體膜 6003 與閘電極 6005 間的閘絕緣膜 6004。

島狀的半導體膜 6003 使用通過使用本發明的雷射照射裝置而被結晶化的多晶半導體膜。另外島狀的半導體膜不僅可以使用矽也可以使用矽鍺合金。當使用矽鍺合金時，鍺的濃度最好是 0.01~4.5atomic%。此外，也可以使用添加了氮化碳的矽。

此外閘絕緣膜 6004 能夠使用氧化矽、氮化矽、氮氧化矽。此外將它們進行層疊的膜，例如在 SiO_2 上層疊 SiN 的膜，也可以作為閘絕緣膜 6004 來使用。此外作為閘極 6005 是由從 Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu 中選出的元素或者以上述元素為主要成分的合金材料或化合物材料來形成的。此外，也可以使用摻雜了磷等雜質元素的以多晶矽膜為代表的半導體膜作為閘電極 6005。此外也可以不是單層的導電膜而是層疊由多層構成的導電膜。

此外電晶體 6002 被第一層間絕緣膜 6006 覆蓋，在第一層間絕緣膜 6006 上依次層疊第二層間絕緣膜 6007 和第三層間絕緣膜 6008。第一層間絕緣膜 6006 可以使用利用等離子體 CVD 法或濺鍍法而形成的氧化矽、氮化矽或氮

(31)

氧化矽的單層或疊層。

此外，第二層間絕緣膜 6007 能夠使用以有機樹脂膜、無機絕緣膜、矽氧烷基材料作為起始材料而形成的包含 Si-O 結合和 Si-CH_x 結合的絕緣膜等。本實施例中使用非光敏性的丙烯。第三層間絕緣膜 6008 使用與其他絕緣膜相比不易使水分和氧氣等成為加速發光元件老化原因的物質透過的膜。代表性的是使用例如 DLC 膜、氮化碳膜、由 RF 濺鍍法形成的氮化矽膜等。

此外，在圖 8 中，6010 是第一電極，6011 是場致發光層，6012 是第二電極，第一電極 6010 和場致發光層 6011 以及第二電極 6012 重疊的部分相當於發光元件 6013。電晶體 6002 之一是控制供給發光元件 6013 的電流的驅動用電晶體，其和發光元件 6013 直接或經由其他電路元件被串聯連接。場致發光層 6011 具有單個發光層或者層疊包含發光層的多個層的結構。

第一電極 6010 形成在第三層間絕緣膜 6008 上。此外，在第三層間絕緣膜 6008 上形成了作為分隔牆使用的有機樹脂膜 6014。另外，在本實施例中，雖然將有機樹脂膜作為分隔牆來使用，但是也能夠將以無機絕緣膜、矽氧烷基材料作為起始材料而形成的包含 Si-O 結合和 Si-CH_x 結合的絕緣膜等作為分隔牆來使用。有機樹脂膜 6014 具有開口部分 6015，通過在該開口部分重合第一電極 6010 和場致發光層 6011 以及第二電極 6012 來形成發光元件 6013。

而且在有機樹脂膜 6014 和第二電極 6012 上形成保護膜 6016。保護膜 6016 與第三層間絕緣膜 6008 同樣使用與其他絕緣膜相比不易使水分或氧氣等成為加速發光元件老化原因的物質透過的膜，例如使用 DLC 膜、氮化碳膜、由 RF 濺鍍法形成的氮化矽膜等。

此外，有機樹脂膜 6014 在開口部分 6015 的邊緣部分最好形成為圓弧狀以便重疊形成於該有機樹脂膜 6014 部分的場致發光層 6011 不在該邊緣部分開孔洞。具體地說，有機樹脂膜的截面在開口部分所描出的曲線的曲率半徑最好是 $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ 。根據上述結構，就能夠使後面形成的場致發光層或第二電極的覆蓋性變得良好，並防止第一電極 6010 和第二電極 6012 在形成於場致發光層 6011 的小孔中發生短路。此外通過使場致發光層 6011 的應力緩和，就能夠降低發光區域減少的被稱為收縮的缺陷，從而提高可靠性。

另外在圖 8 中，表示了使用正型光敏性丙烯酸樹脂作為有機樹脂膜 6014 的例子。光敏性有機樹脂包括光、電子、離子等能量線的曝光區域被除去的正型和曝光區域被殘留的負型。本發明可以使用負型的有機樹脂膜。此外也可以使用光敏性的聚亞胺來形成有機樹脂膜 6014。在使用負型的丙烯酸來形成有機樹脂膜 6014 時，開口部分 6015 中的邊緣部分成為 S 字狀的截面形狀。這時開口部分的上邊緣和下邊緣中的曲率半徑最好是 $0.2 \sim 2 \mu\text{m}$ 。

另外，第一電極 6010 和第二電極 6012 的一方是陽極

(33)

，另一方是陰極。

陽極可以使用諸如氧化銦錫（ITO），氧化鋅（ZnO），氧化銦鋅（IZO），添加了鎵的氧化鋅（GZO）等其他的半透明性氧化物導電材料。陽極也可以使用包含 ITO 和氧化矽的氧化銦錫（下文中稱為 ITS O）、或在包含氧化矽的氧化銦混合了 2%-20% 的氧化鋅（ZnO）的材料。另外，除了上述半透明性氧化物導電材料之外，還可以使用由選自 TiN、ZrN、Ti、W、Ni、Pt、Cr、Ag、Al 等的一個或多個材料構成的單層膜、組合氮化鈦和以鋁為主要成分的膜而形成的疊層、或組合氮化鈦膜和以鋁為主要成分的膜和氮化鈦膜而形成的三層結構的疊層作為陽極材料。此外，在使用半透明性氧化物導電材料以外的材料來實現從陽極側獲取光的情形中，以能夠透射光左右的厚度（優選為 5nm-30nm 左右）來形成陽極。

作為陰極材料，可以使用功函數小的金屬、合金、具有導電性的化合物，以及上述材料的混合物等。具體來說，可以採用鹼金屬如 Li、Cs 等；鹼土金屬如 Mg、Ca、Sr 等；含有這些元素的合金（Mg:Ag，Al:Li，Mg:In 等）；以及這些的化合物（CaF₂、CaN），此外，還可以使用稀土族金屬如 Yb、Er 等。另外，當在場致發光層 6011 中提供電子注入層時，可以採用其他的導電層如 Al。在從陰極側獲取光時，可以使用諸如氧化銦錫（ITO），氧化鋅（ZnO），氧化銦鋅（IZO），添加了鎵的氧化鋅（GZO）等其他的半透明性氧化物導電材料來作為陰極的材料。還可

(34)

以使用包含 ITO 和氧化矽的氧化銦錫（下文中稱為 ITSO）、或在包含氧化矽的氧化銦混合了 2%-20% 的氧化鋅（ZnO）的材料。當利用半透明性氧化物導電材料作為陰極時，優選在後面形成的場致發光層 6011 提供電子注入層。另外，即使不用半透明性氧化物導電材料，通過將陰極的膜的厚度形成為能夠透射光左右（優選為 5nm-30nm），就能夠從陰極側獲取光。在這種情況下，可以用半透明性氧化物導電材料形成和該陰極之上或之下連接的具有半透明性的導電層，以便抑制陰極的表面電阻。

注意，在圖 8 中雖然表示了從發光元件發來的光被照射到基板 6000 側的結構，但是發光元件也可以是光朝向與基板相反一側那樣的結構。

還有，實際上在完成到圖 8 為止的步驟後，優選用密封性高、脫氣少的保護膜（層壓膜、紫外線固化樹脂膜等）或半透明性的覆蓋材料進行封裝（密封）以使發光元件不被暴露於外氣。在這種情況下，如使覆蓋材料的內部充滿惰性氣體氣氛，或在內部配置吸水性材料（例如氧化鋇），就能夠提高發光元件的可靠性。

注意，雖然在本實施例中將發光裝置作為半導體顯示裝置的一個例子來舉出，但是使用本發明的製造方法而形成的半導體顯示裝置並不局限於此。

【圖式簡單說明】

在附圖中，

(35)

圖 1 是表示本發明的雷射照射裝置的圖；

圖 2 是表示光束點 110 在半導體膜 106 的表面的掃描路徑的圖；

圖 3 是半導體膜在被照射雷射後根據光學顯微鏡擴大的照片；

圖 4A 和圖 4B 是表示本發明的雷射照射裝置所具有的光學系統的一個例子；

圖 5A 至圖 5C 是顯示本發明的雷射照射方法以及半導體裝置的製造方法的圖；

圖 6A 至圖 6D 是顯示本發明的雷射照射方法以及半導體裝置的製造方法的圖；

圖 7A 至圖 7D 是顯示本發明的雷射照射方法以及半導體裝置的製造方法的圖；

圖 8 是表示使用本發明的雷射照射裝置而形成的半導體顯示裝置之一的發光裝置的圖素的結構的圖。

【主要元件符號說明】

101	雷射振盪器
102	非線形光學元件
103	反射鏡
104	透鏡
105	基板
106	半導體膜
107	載物台

(36)

108	自動機
109	自動機
110	光束點
500	基板
501	基底膜
502	半導體膜
503	半導體膜
507	島狀的半導體膜
508	島狀的半導體膜
509	島狀的半導體膜
510	光束點
520	半導體膜
521	半導體膜
522	氧化膜
523	半導體膜
524	島狀的半導體膜
525	島狀的半導體膜
526	島狀的半導體膜
527	光束點
530	半導體膜
531	半導體膜
532	氧化矽膜
533	區域
534	島狀的半導體膜

(37)

535	島狀的半導體膜
536	島狀的半導體膜
538	光束點
540	掩膜
701	柱面透鏡
702	柱面透鏡
703	被處理物
717	柱面透鏡
718	柱面透鏡
719	柱面透鏡
720	柱面透鏡
721	柱面透鏡
722	柱面透鏡
723	被處理物
6000	基板
6001	基底膜
6002	電晶體
6003	島狀的半導體膜
6004	閘絕緣膜
6005	閘電極
6006	第一層間絕緣膜
6007	第二層間絕緣膜
6008	第三層間絕緣膜
6010	第一電極

(38)

- 6011 場致發光層
- 6012 第二電極
- 6013 發光元件
- 6014 有機樹脂膜
- 6015 開口部分
- 6016 保護膜

五、中文發明摘要

發明之名稱：雷射照射裝置、雷射照射方法及半導體裝置的製造方法

本發明的目的是提供一種雷射照射裝置，此裝置與使用連續振盪的雷射的裝置相比，能夠大幅度地擴展光束點的面積，並抑制對玻璃基板的熱損傷，且能夠使結晶面向掃描方向連續地長大，形成由沿該掃描方向延長的單結晶構成的晶粒群。本發明的雷射照射裝置的特徵是包括雷射振盪器，用於改變從雷射振盪器發射出來的脈衝振盪雷射光束的波長的非線形光學元件；以及用於將其波長被改變了的雷射光束聚光到半導體膜上的光學系統，其中，脈衝重複頻率是在 10 MHz 至 100 GHz 的範圍。

六、英文發明摘要

發明之名稱：Laser irradiation apparatus, laser irradiation method, and method for manufacturing semiconductor device

The object of the present invention is to provide a laser irradiation apparatus being able to enlarge the beam spot to a large degree compared with that of the CW laser, to suppress the thermal damage to the glass substrate, and to form an aggregation of crystal grains including a single crystal extending long in a scanning direction by growing the crystal continuously in the scanning direction. The laser irradiation of the present invention comprises a pulsed laser oscillator, a non-linear optical element for converting the wavelength of the laser light emitted from the pulsed laser oscillator, and an optical system for condensing the laser light whose wavelength is converted on a semiconductor film, wherein the pulsed laser oscillator has a repetition rate in the range of 10 MHz to 100 GHz.

(1)

十、申請專利範圍

1.一種雷射照射裝置，包括：

脈衝雷射振盪器，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重複頻率是 10MHz 或更高。

2.一種雷射照射裝置，包括：

脈衝雷射振盪器，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重複頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍。

3.一種雷射照射裝置，包括：

脈衝雷射振盪器；

用於改變從該脈衝雷射振盪器發射出來的雷射波長的非線形光學元件；以及

用於將其波長被改變了的該雷射聚光到被處理物上的光學系統，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重複頻率是 10MHz 或更高。

4.一種雷射照射裝置，包括：

脈衝雷射振盪器；

用於改變從該脈衝雷射振盪器發射出來的雷射波長的非線形光學元件；以及

用於將其波長被改變了的該雷射聚光到被處理物上的光學系統，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重複頻率在 10MHz

(2)

至 100GHz 的範圍。

5.一種雷射照射裝置，包括：

脈衝雷射振盪器；

用於改變從該脈衝雷射振盪器發射出來的雷射波長的非線形光學元件；以及

用於將其波長被改變了的該雷射聚光到被處理物上的光學系統，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，如假設真空中的光速為 c ，形成有該被處理物的基板的折射率為 n ，該基板的厚度為 d ，該雷射光束的脈寬為 t ，則滿足不等式 $ct < 2nd$ 。

6.一種雷射照射裝置，包括：

脈衝雷射振盪器；

用於改變從該脈衝雷射振盪器發射出來的雷射波長的非線形光學元件；以及

用於將其波長被改變了的該雷射聚光到被處理物上的光學系統，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，如假設真空中的光速為 c ，形成有該被處理物的基板的折射率為 n ，該基板的厚度為 d ，該雷射光束的脈寬為 t ，則滿足不等式 $ct < 4nd$ 。

7.如申請專利範圍第 3 項的雷射照射裝置，其中該其

(3)

波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

8.一種雷射照射方法，包括對被處理物照射脈衝反復頻率為 10MHz 或更高的脈衝雷射的步驟。

9.一種雷射照射方法，包括對被處理物照射脈衝反復頻率為 10MHz 至 100GHz 的脈衝雷射的步驟。

10.一種雷射照射方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率是 10MHz 或更高。

11.一種雷射照射方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍。

12.一種雷射照射方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，如假設真空中的光速為 c ，形成有該被處理物的基板的折射率為 n ，該基板的厚度為 d ，該雷射光束的脈寬為 t ，則滿足不等式 $ct < 2nd$ 。

13.一種雷射照射方法，包括以下步驟：

(4)

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重複頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，如假設真空中的光速為 c ，形成有該被處理物的基板的折射率為 n ，該基板的厚度為 d ，該雷射光束的脈寬為 t ，則滿足不等式 $ct < 4nd$ 。

14.一種雷射照射方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重複頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，射入的該雷射以及被該形成有被處理物的基板背面反射的雷射在相當於該雷射的脈寬的 10%或更少的時間，同時照射到該被處理物的某區域。

15.如申請專利範圍第 10 項的雷射照射方法，其中該其波長被改變了的雷射具有二次諧波。

16.一種半導體裝置的製造方法，包括對被處理物照射脈衝反復頻率為 10MHz 或更高的脈衝雷射步驟。

17.一種半導體裝置的製造方法，包括對被處理物照射脈衝反復頻率為 10MHz 至 100GHz 的脈衝雷射步驟。

18. 一種半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

(5)

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率是 10MHz 或更高。

19.一種半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍。

20.一種半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，如假設真空中的光速為 c ，形成有該被處理物的基板的折射率為 n ，該基板的厚度為 d ，該雷射光束的脈寬為 t ，則滿足不等式 $ct < 2nd$ 。

21.一種半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，脈衝重復頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，如假設真空中的光速為 c ，形成有該被處理物的基板的折射率為 n ，該基板的厚度為 d ，該雷射光束的脈寬為 t ，則滿足不等式 $ct < 4nd$ 。

22.一種半導體裝置的製造方法，包括以下步驟：

(6)

用非線形光學元件改變從脈衝雷射振盪器發射出來的雷射的波長；

將該其波長被改變了的雷射照射到被處理物，

其中，該脈衝雷射振盪器的脈衝重複頻率在 10MHz 至 100GHz 的範圍，

並且，射入的該雷射以及被該形成有被處理物的基板背面反射的雷射在相當於該雷射的脈寬的 10%或更少的時間，同時照射到該被處理物的某區域。

23.如申請專利範圍第 18 項的半導體裝置的製造方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

24.如申請專利範圍第 4 項的雷射照射裝置，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

25.如申請專利範圍第 5 項的雷射照射裝置，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

26.如申請專利範圍第 6 項的雷射照射裝置，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

27.如申請專利範圍第 11 項的雷射照射方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

28.如申請專利範圍第 12 項的雷射照射方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

29.如申請專利範圍第 13 項的雷射照射方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

30.如申請專利範圍第 14 項的雷射照射方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

(7)

31.如申請專利範圍第 19 項的半導體裝置的製造方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

32.如申請專利範圍第 20 項的半導體裝置的製造方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

33.如申請專利範圍第 21 項的半導體裝置的製造方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

34.如申請專利範圍第 22 項的半導體裝置的製造方法，其中該其波長被改變了的雷射光束具有二次諧波。

35.如申請專利範圍第 3 項的雷射照射裝置，其中該被處理物包括半導體膜。

36.如申請專利範圍第 4 項的雷射照射裝置，其中該被處理物包括半導體膜。

37.如申請專利範圍第 5 項的雷射照射裝置，其中該被處理物包括半導體膜。

38.如申請專利範圍第 6 項的雷射照射裝置，其中該被處理物包括半導體膜。

39.如申請專利範圍第 8 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

40.如申請專利範圍第 9 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

41.如申請專利範圍第 10 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

42.如申請專利範圍第 11 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

(8)

43.如申請專利範圍第 12 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

44.如申請專利範圍第 13 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

45.如申請專利範圍第 14 項的雷射照射方法，其中該被處理物包括半導體膜。

46.如申請專利範圍第 16 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

47.如申請專利範圍第 17 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

48.如申請專利範圍第 18 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

49.如申請專利範圍第 19 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

50.如申請專利範圍第 20 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

51.如申請專利範圍第 21 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

52.如申請專利範圍第 22 項的半導體裝置的製造方法，其中該被處理物包括半導體膜。

53.如申請專利範圍第 1 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

(9)

54.如申請專利範圍第 1 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

55.如申請專利範圍第 2 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

56.如申請專利範圍第 2 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

57.如申請專利範圍第 3 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

58. 如申請專利範圍第 3 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

59.如申請專利範圍第 4 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

60.如申請專利範圍第 4 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

(10)

61.如申請專利範圍第 5 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

62.如申請專利範圍第 5 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

63.如申請專利範圍第 6 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

64.如申請專利範圍第 6 項的雷射照射裝置，其中該雷射照射裝置進一步包括用於照射該雷射到該被處理物的載物台，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

65.如申請專利範圍第 8 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

66.如申請專利範圍第 8 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

67.如申請專利範圍第 9 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

68.如申請專利範圍第 9 項的雷射照射方法，其中該

(11)

方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

69.如申請專利範圍第 10 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

70.如申請專利範圍第 10 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

71.如申請專利範圍第 11 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

72.如申請專利範圍第 11 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

73.如申請專利範圍第 12 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

74.如申請專利範圍第 12 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

75.如申請專利範圍第 13 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

76.如申請專利範圍第 13 項的雷射照射方法，其中該

(12)

方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

77.如申請專利範圍第 14 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

78.如申請專利範圍第 14 項的雷射照射方法，其中該方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

79.如申請專利範圍第 16 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

80.如申請專利範圍第 16 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

81.如申請專利範圍第 17 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

82.如申請專利範圍第 17 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

(13)

83.如申請專利範圍第 18 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

84.如申請專利範圍第 18 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

85.如申請專利範圍第 19 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

86.如申請專利範圍第 19 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

87.如申請專利範圍第 20 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

88.如申請專利範圍第 20 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

(14)

89.如申請專利範圍第 21 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

90.如申請專利範圍第 21 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

91.如申請專利範圍第 22 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度在幾十至幾千 mm/s 的範圍。

92.如申請專利範圍第 22 項的半導體裝置的製造方法，其中該製造方法進一步包括照射安裝在載物台的該被處理物的步驟，並且該載物台的掃描速度是 100 至 2000 mm/s。

圖 1

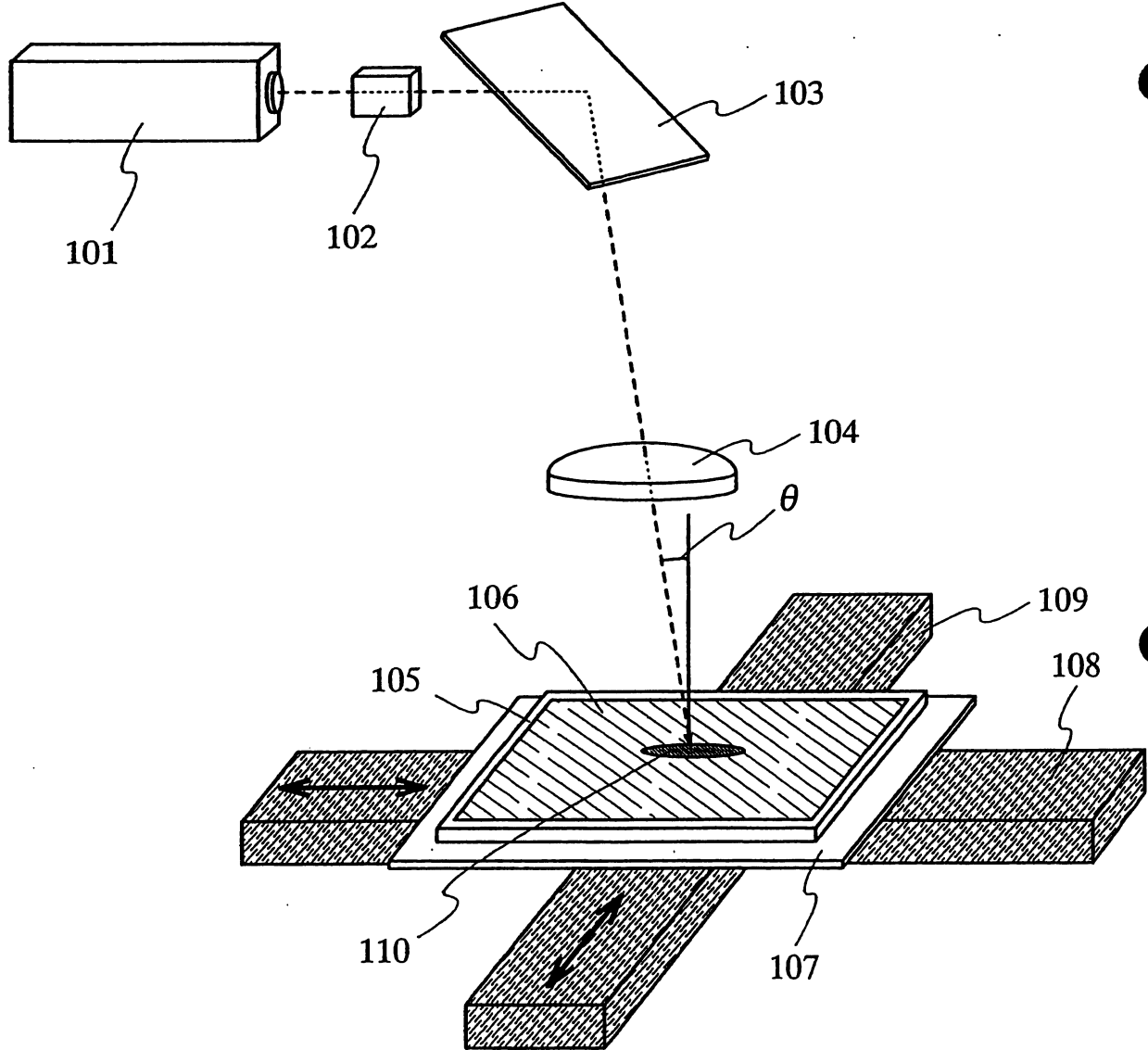


圖2

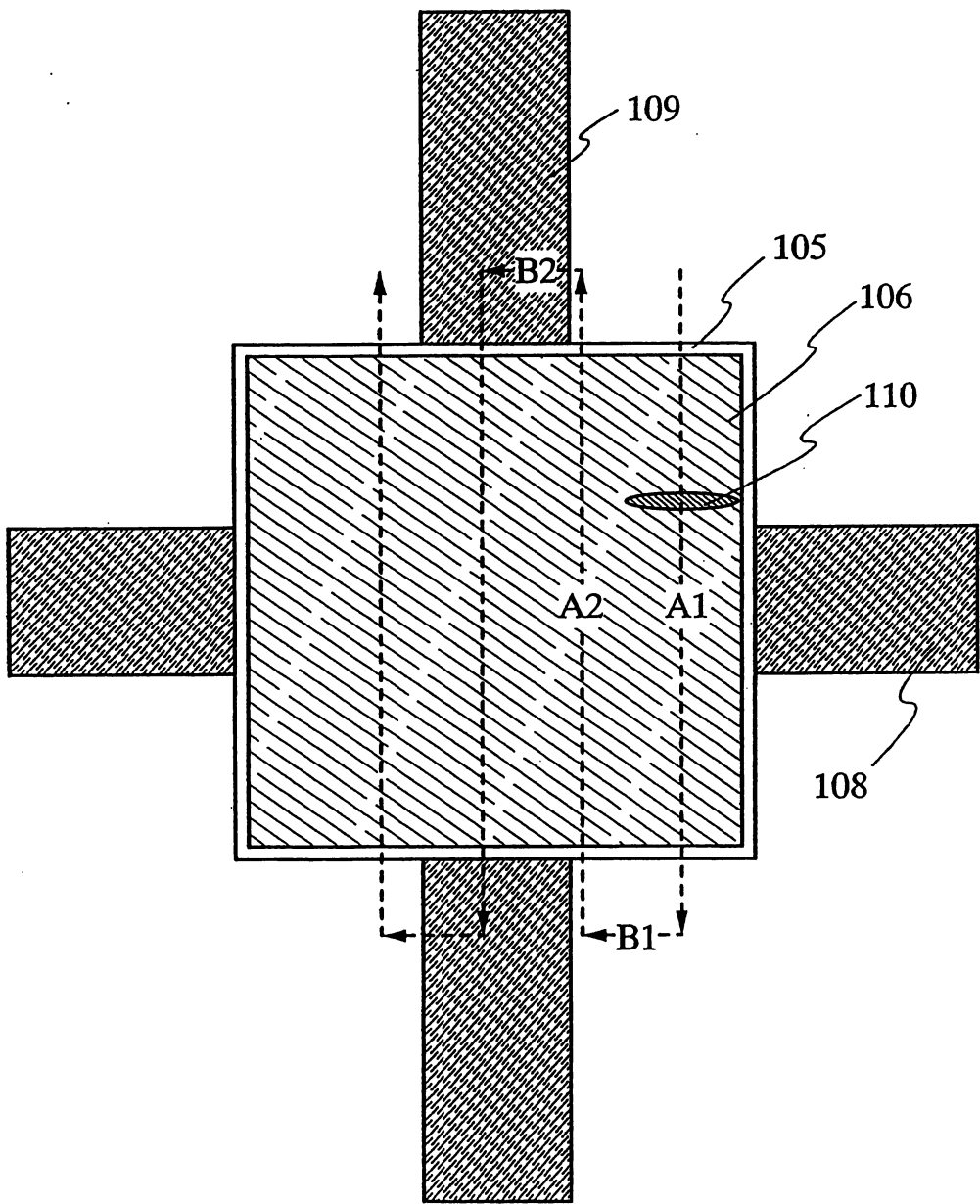


圖3

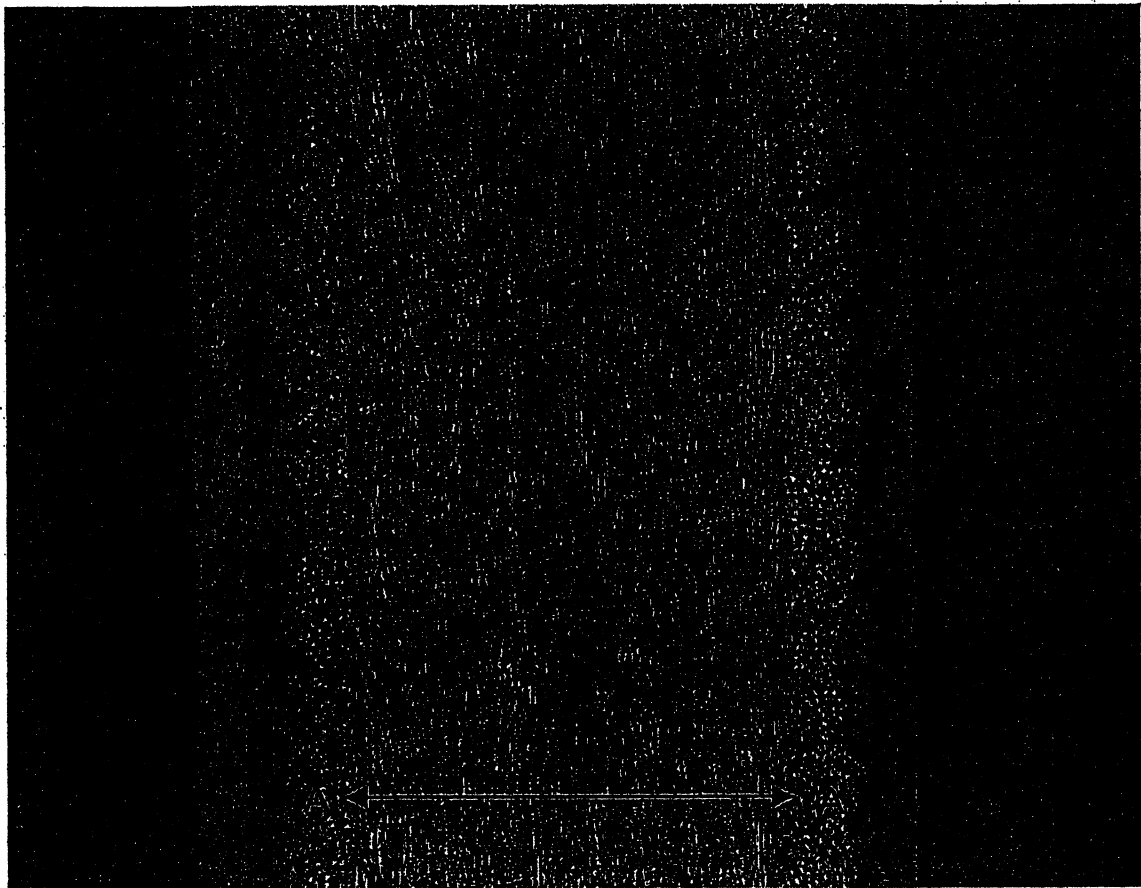


圖 4A

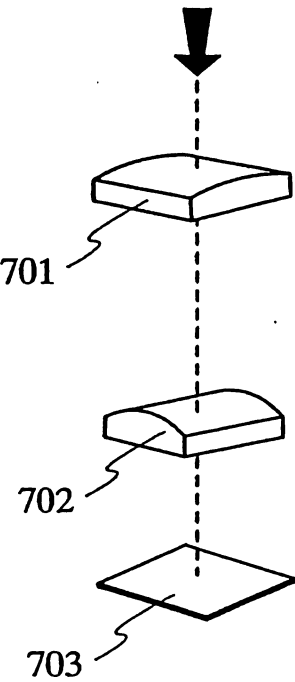
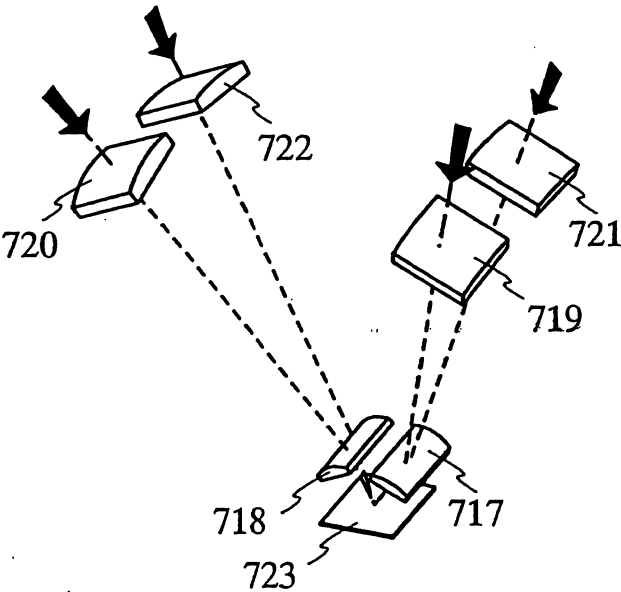


圖 4B



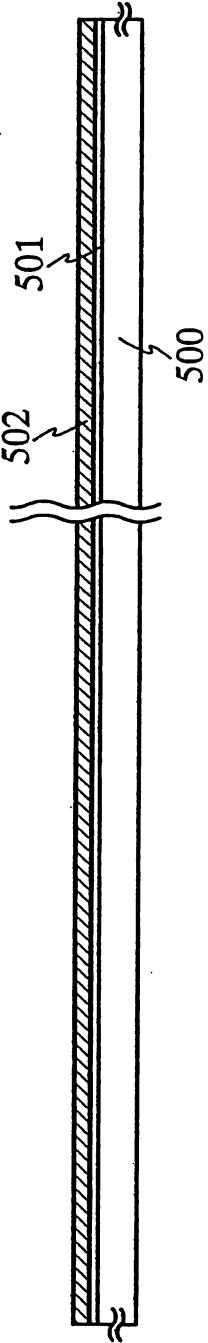


圖5A

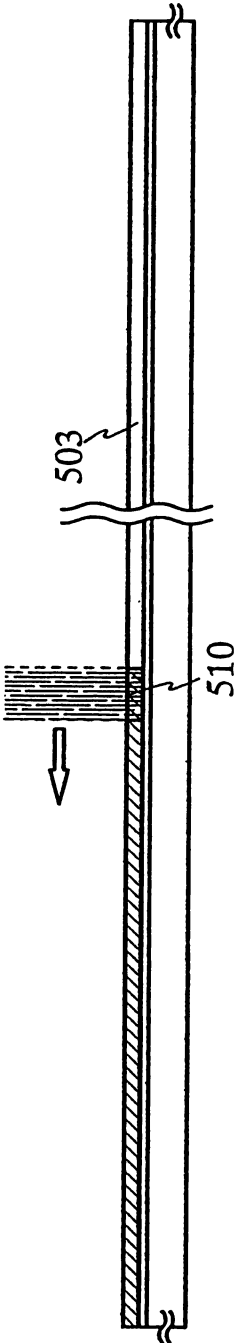


圖5B

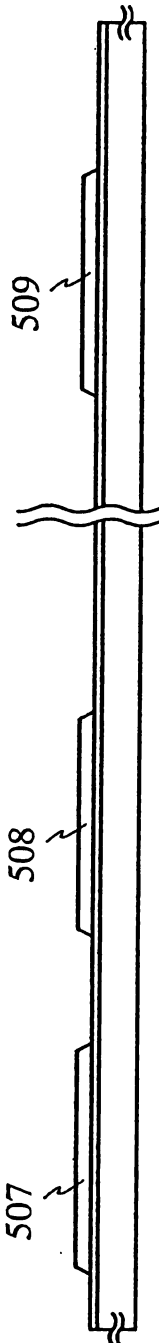


圖5C

圖 6A

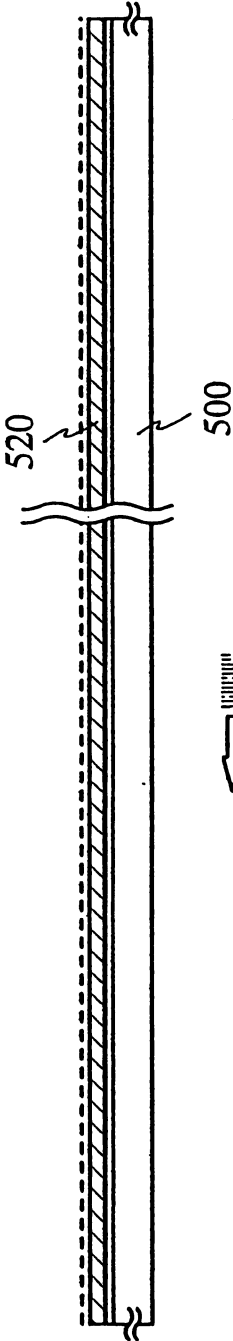


圖 6B

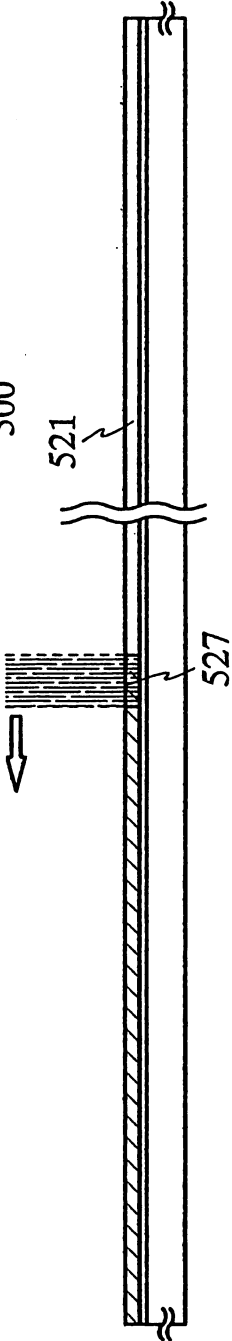


圖 6C

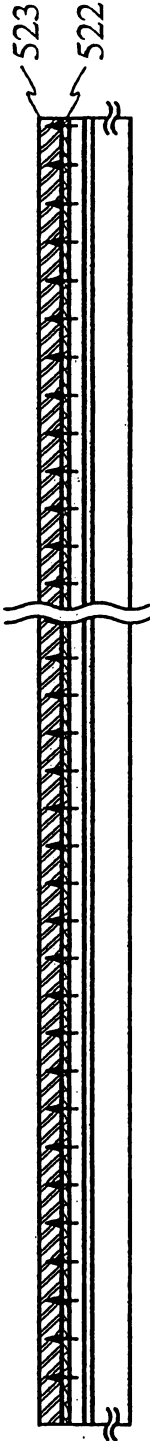


圖 6D

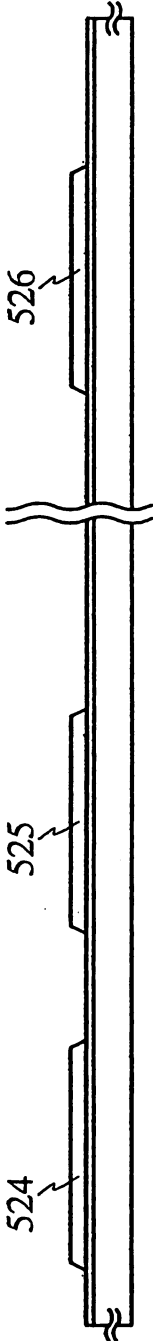


圖 7A

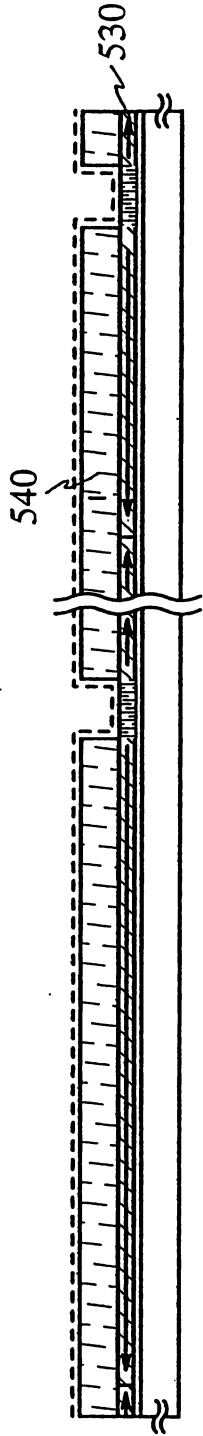


圖 7B

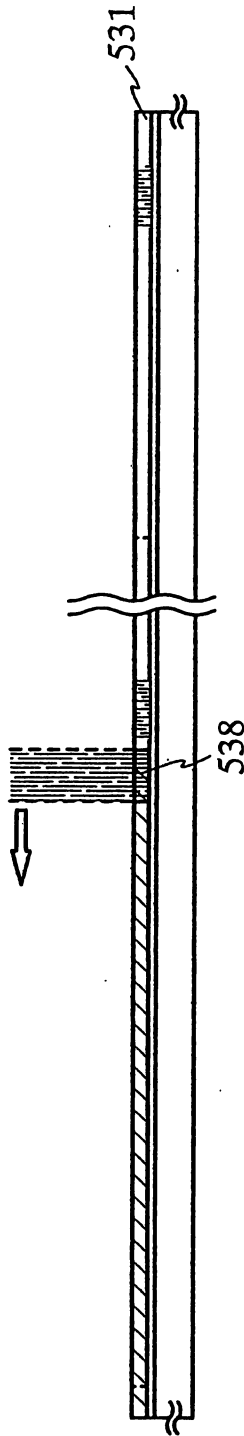


圖 7C

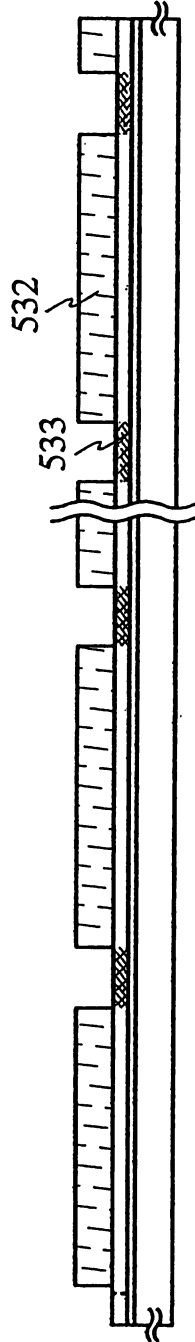


圖 7D

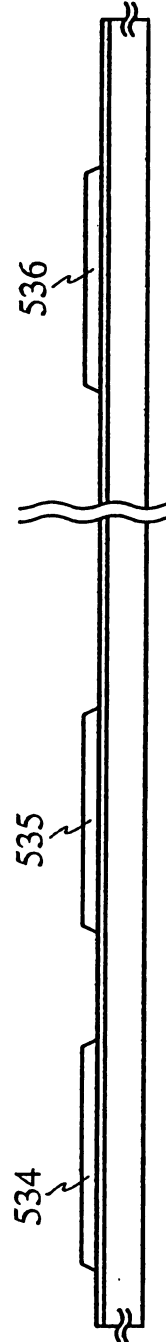
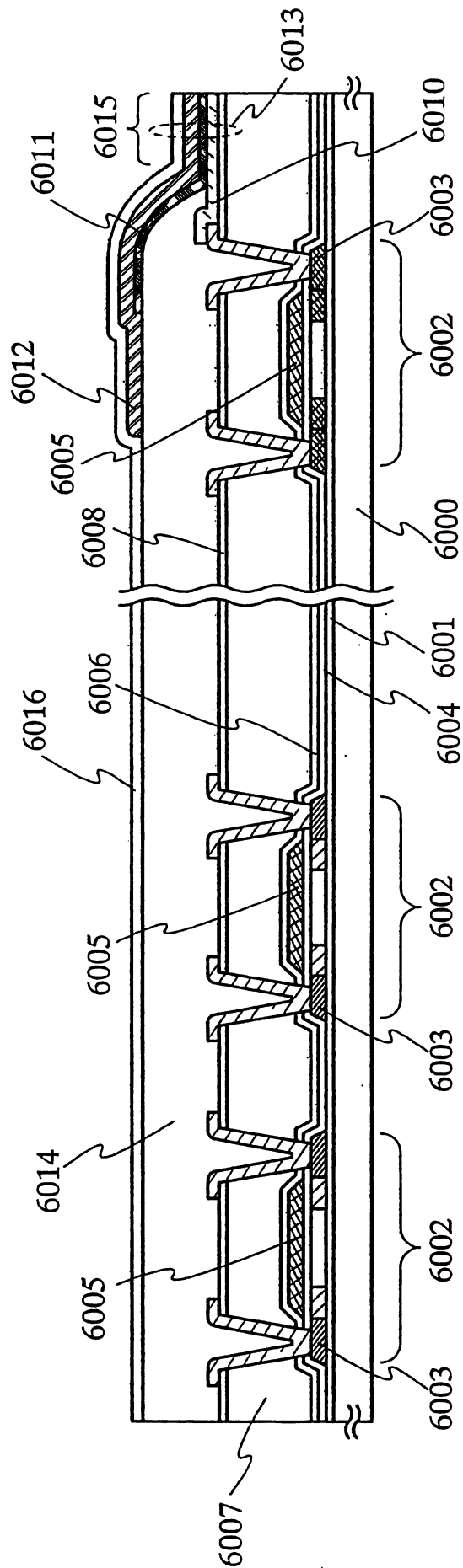


圖8



七、指定代表圖

(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：

101	雷射振盪器
102	非線形光學元件
103	反射鏡
104	透鏡
105	基板
106	半導體膜
107	載物台
108	自動機
109	自動機
110	光束點

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：