

【發明說明書】

【中文發明名稱】

在雷射退火系統中用於控制邊緣輪廓的專門光瞳光闌

【英文發明名稱】

CUSTOMIZED PUPIL STOP SHAPE FOR CONTROL OF EDGE
PROFILE IN LASER ANNEALING SYSTEMS

【技術領域】

【0001】 本發明的實施例一般是關於用於將圖案成像於基板上的具有光學元件的雷射退火系統。更具體地，本發明的實施例是關於在雷射退火系統中用於控制邊緣輪廓的專門光瞳光闌。

【先前技術】

【0002】 熱處理普遍實行於半導體工業。半導體基板在歷經許多轉移的背景下會受熱處理的不良影響，包含閘極、源極、汲極，以及通道結構、矽化、結晶化、氧化的摻雜、活化、以及退火和類似處理。熱處理技術已經從簡單的烘焙爐發展到各種形式的日益增快的快速熱處理如RTP、尖波退火和雷射退火。

【0003】 習用的雷射退火處理使用雷射發射器，雷射發射器可為具有光學元件的半導體雷射或固態雷射，光學元件會將雷射光加以聚焦、散焦，或者加以成像成為各種所需的形狀。一種普遍的方法是將雷射光成像成為一條線或細矩形圖像。於基板上掃描雷射光（或基板被移動至雷射光下方）以處理基板表面。

【0004】 眾所周知以同調光所產生的圖像會表現出銳利的邊緣，但亦包括一個顯著的過衝(overshoot)，或「振鈴(ringing)」效應，其特徵在於在接近圖像邊緣處具有高強度的非均勻性，而以非同調光所產生的相同的圖像則表現出銳利性較差的邊緣，其特徵在於平緩的肩部與有點拓寬滾降(roll-off)寬度，但亦表現出較少過衝。在部分同調光的情況下所產生的圖像相對於以完全同調光所產生的圖像具有減小振鈴效應，且表現出比以完全非同調光所產生的圖像更窄的滾降。在雷射光學元件系統中使用孔徑可能會影響振鈴效應和滾降。然而，目前的孔徑通常不提供有關於振鈴效應和滾降所預期的結果。

【0005】 因此，需要改良的在雷射退火系統中的孔徑。

【發明內容】

【0006】 本發明的實施例一般關於用於將圖案成像於基板上的具有光學元件的雷射退火系統。光學元件可包含組成待曝光於基材表面上的圖案的形狀的一個孔徑或複數個孔徑。該圖案可藉由在光學元件系統內的孔徑的形狀加以決定。

【0007】 一個實施例提供一種使用於一光學系統的裝置。該裝置包含：光源，該光源適於提供具有一第一數值孔徑的照明且，第一孔徑，該第一孔徑受該光源照明且適於形成一圖像；以及第二孔徑，該第二孔徑設置於該第一孔徑之下游。該裝置更包含中繼光學元件，該中繼光學元件包含一第二數值孔徑，該第二數值孔徑由該第二孔徑所

限定，其中該第二孔徑適於在一平面上匹配一比值，該比值為該第一孔徑的該第一數值孔徑比上該中繼光學元件的該第二數值孔徑的比值，該平面為一第一方向以及垂直於該第一方向的一第二方向上的平面。

【圖式簡單說明】

【0008】 藉由參照所附圖式中繪示之本發明的一些例示實施例，可更詳細了解上述本發明的特徵且得到簡短總結於上之上述本發明的更特定的描述。但是，注意到，所附圖式只例示本發明之一般實施例且因此不視為限制本發明之範圍，因為本發明可容許其他等效實施例。

【0009】 根據本發明的某些實施例，第1圖繪示了熱處理設備的示意圖。

【0010】 根據本發明的某些實施例，第2圖繪示了在第1圖的熱處理設備中的光學元件的示意圖。

【0011】 根據本發明的某些實施例，第3圖繪示了中繼孔徑的平面圖

【0012】 為了促進了解，已經在任何可能的地方使用相同的參考號碼來表示圖式中共同的相同元件。可了解到，一實施例的元件與特徵可有利地併入在其他實施例中，而不用另外詳述。

【實施方式】

【0013】 本發明的實施例一般關於用於將圖案成像於基板上的具有光學元件的雷射退火系統。光學元件可包含組成待曝光於基材表面上的圖案的形狀的一個孔徑或複

數個孔徑。該圖案可藉由在光學元件系統內的孔徑的形狀加以決定。

【0014】 第1圖是用於基板的雷射處理的系統100的平面圖。系統100包含能量模組102以及脈衝控制模組104，能量模組102具有產生複數個雷射脈衝的複數個脈衝雷射源，脈衝控制模組104將個別雷射脈衝結合成組合雷射脈衝。脈衝控制模組104控制組合雷射脈衝的強度、頻率特徵，以及極化特徵。系統100亦包含脈衝成形模組106以及均化器108，脈衝成形模組106調整組合雷射脈衝的時間剖面，均化器108藉由將組合雷射脈衝重疊成為一單一均勻場而調整該等脈衝的空間能量分佈。在一個實施例中，均化器108所產生的光包含提供均勻場的兩道雷射光束。

【0015】 系統100更包含孔徑構件116以及中繼光學元件118，孔徑構件116從單一均勻場中移除殘留的邊緣非均勻性，中繼光學元件118允許雷射能量場對一設置於基板支撐座110的基板進行精確對準。控制器112耦接於能量模組102以控制雷射脈衝的產生、耦接於脈衝控制模組104以控制脈衝特性，以及耦接於基板支撐座110以控制基板相對於能量場的移動。包圍系統114一般而言包圍系統100的操作組件。

【0016】 雷射可為任何類型且可形成高功率雷射輻射短脈衝的雷射，例如工作時間(durati on)少於約100奈秒。通常使用具有超過500種空間模態且M2高於約30的

高模態雷射。固態雷射例如釹摻雜鈮鋁石榴石晶體 (Nd:YAG)、釹摻雜玻璃 (Nd:glass)、鈦摻雜藍寶石，或其他稀土摻雜的晶體雷射被頻繁地使用，但氣體雷射例如準分子雷射可被使用，例如氯化氙 (XeCl₂)、氟化氙 (ArF)、氟化氪 (KrF) 雷射。

【0017】雷射可被切換，例如透過由 q - 開關 (被動或主動)、增益開關，或模態鎖定而切換。勃克爾盒 (Pockels cell) 亦可使用於鄰近雷射輸出處以藉由中斷雷射所發射出的光束而形成脈衝。一般而言，可使用於脈衝雷射處理的雷射可產生雷射輻射脈衝，該雷射輻射具有介於約 100 毫焦耳 (mJ) 以及約 1 焦耳 (J) 之間之能量含量且具有介於約 1 奈秒 (ns) 以及約 100 微秒 (μs) 之間的工作時間，通常為在約 8 奈秒內具有約 1 焦耳。雷射具有介於約 200 奈米 (nm) 以及約 2000 奈米之間的波長，例如介於約 400 奈米以及約 1000 奈米之間，例如約 532 奈米。在一個實施例中，雷射為 q - 開關倍頻釹摻雜鈮鋁石榴石晶體雷射。該等雷射可皆操作於相同的波長，或一或更多個雷射可操作於與在能量模組 102 內的其他雷射波長不同的波長。雷射可被放大以發展所期望的功率位準。在一或更多個實施例中，增幅介質具有與雷射介質相同與或相似的組成成分。每一個雷射脈衝通常是本身放大，但在特定的實施例中，所有雷射脈衝可經結合之後放大。

【0018】傳送至基板的典型雷射脈衝可為多雷射脈衝的組合。多脈衝產生於受控制時間且彼此之間具有受控制

關係使得當多脈衝結合時，雷射輻射的單個脈衝會具有受控制的時間/空間能量剖面、受控制的能量上升、工作時間、衰減，以及受控制的能量不均勻性在空間上的分佈。控制器 112 可具有耦接於每一個雷射的脈衝產生器（例如一耦接於電壓源的電子計時器以及例如每一個雷射的每一個開關）以控制每一個雷射脈衝的產生。

【0019】 第2圖是第1圖的熱處理設備中的光學元件的局部示意圖。第2圖所繪示的光學元件包含孔徑構件 116 與中繼光學元件 118，例如以上所描述。孔徑構件 116，例如投射孔徑，一般位於系統 100 內的中繼光學元件 118 的上游處。因此，光線在穿過中繼光學元件 118 之前，必定穿過孔徑構件 116 內的開口（或孔徑）。一般而言，孔徑構件 116 會如光束成形孔徑般作用，光束成形孔徑將光線從一或更多源自於孔徑構件 116 上游處的雷射光束截斷。在一個實施例中，孔徑構件 116 可實質上為矩形。應注意在此所描述的光學系統可操作在 1X 的放大倍率，然而其他放大倍率亦可考慮。因此，在孔徑構件 116 的圖像的「尺寸」與其在基板表面上相同。

【0020】 中繼光學元件 118 包含第一中繼光學元件 202、第二中繼光學元件 204，以及中繼孔徑 206，例如光瞳光闌。第一中繼光學元件 202 可包含經選擇而以一所期望的方式傳送圖像的一或複數個透鏡。第一中繼光學元件 202 設置於孔徑構件 116 與中繼孔徑 206 之間。第二中繼光學元件 204 可包含經選擇而以一所期望的方式傳送

圖像的一或複數個透鏡。第二中繼光學元件204設置於中繼孔徑206與基板支撐座(未示)之間。

【0021】 第3圖為根據特定實施例的中繼孔徑300的平面圖。中繼孔徑206可為中繼孔徑300。當來自於系統100的光線被提供至孔徑構件116，光線的一部分會被孔徑構件116截斷且被防止進入中繼光學元件118與中繼孔徑300。中繼光學元件118的終極目的是將孔徑構件116成像在基板的表面。中繼孔徑300減少與光線同調性相關的過衝或「振鈴(ringing)」效應，且在基板表面設定圖像的解析度。在一個實施例中，中繼孔徑經選擇以提供少於約5微米(μm)邊緣滾降。在這樣的背景下，邊緣滾降被定義成一種距離，一旦超過該距離圖像強度會從名目上的邊緣強度下降90%。

【0022】 在一個使用多雷射源的特定的實施例中，多角度 θ 的入射雷射光照射孔徑構件116。普遍會將角度 θ 稱做照明數值孔徑(NA_i)。照明數值孔徑以表示式 $\text{NA}_i = \sin(\theta)$ 給定。因具有多光源，一種在孔徑構件116處的光線角度分佈會使在中繼孔徑300處的光線空間範圍增加。當照明數值孔徑與中繼數值孔徑(NA_{relay})在數值上相同時，光線的空間範圍會佈滿中繼孔徑300。

【0023】 如顯微鏡領域所周知，照明數值孔徑比上中繼數值孔徑的比值是量測照明對象的空間同調的度數的標準(在此實施例，對象為孔徑構件116)。在微影術領域，數值孔徑的比值普遍被表示為 $\frac{\text{NA}_i}{\text{NA}_{\text{relay}}}$ = 照明數值孔徑

(NA_i)/中繼數值孔徑(NA_{relay})，當 σ 遠小於 1 ($\sigma \ll 1$) 時，光線在中繼孔徑 300 處的空間範圍相較於中繼孔徑 300 的尺寸而言算小。照明的空間同調度非常高且同調效應（例如強過衝與小邊緣滾降）顯示於由中繼光學元件 118 所形成的最終圖像。當 σ 大於等於 1 ($\sigma \geq 1$) 時，照明的空間同調度非常低且光線佈滿中繼孔徑 300。最終圖像表現出可以忽略不計的過衝但是會有較大的邊緣滾降。

【0024】 在一個實施例中，在孔徑構件處的 X 軸上的 σ 等於 0.75，而在孔徑構件處的 Y 軸上的 σ 等於 0.75。在一個實施例中，中繼孔徑 300 的幾何形狀經選擇以貼近地匹配孔徑構件 300 的 X 與 Y 軸上的 σ 。就這點而言，一個實施例提供了用於匹配 XY 平面的 X 方向與 Y 方向上的 σ 。以出現的過衝量以及相關孔徑尺寸來平衡圖像解析度以及相關邊緣滾降。 σ 的匹配與平衡的解析度與過衝可藉由調整中繼孔徑 300 的幾何形狀來達成。

【0025】 中繼孔徑 300 包含主體 302、第一邊緣 310、第二邊緣 312，以及開口 304。在一個實施例中，主體 302 包含鋁，然而可考慮其他適合的材料而用以形成中繼孔徑 300 的主體 302，例如遮罩或非透明材料。主體 302 亦包含在主體 302 的周長上的實質為圓形的圓周。在一個實施例中，第二邊緣 312 如第 3 圖所示實質上為線性且沿 X 軸定向且第一邊緣 310 為曲線。兩個第二邊緣 312 與兩個第一邊緣 310 的組合形成長圓形，或「跑道」型開口 304。

【0028】可考慮的是各種尺寸和形狀的中繼孔徑的開口可以用來形成不同的光源。例如，四個雷射光束可以被提供且實質上為正方形的開口可以被提供以匹配值。

【0029】開口304的幾何形狀經選擇以平衡在基板表面的圖像的過衝與邊緣滾降。開口304的幾何形狀減少未佈滿光線的面積，如此可減少圖像內所觀察到的過衝。中繼孔徑300被形成以提供與在開口304的雷射光束圖像的幾何形狀相匹配的形狀，故值在X-Y平面的方向上不會顯著地改變。結果成像系統的過衝幾乎會獨立於圖像平面上的給定邊緣方向。圖像解析度（邊緣滾降寬度）會隨圖像（X-Y）平面的方向而變化（中繼數值孔徑隨X-Y平面上的方向而變化）。在特定的實施例中，例如雷射退火應用，改變圖像解析度可較佳地具有一些邊緣的過度的過衝。

【0030】雖然前述是關於本發明之實施例，本發明之其他與進一步實施例可被設想出而無偏離本發明之基本範圍，且本發明的範圍由下述的申請專利範圍所決定。

【符號說明】

【0031】

100 系統

102 能量模組

104 脈衝控制模組

106 脈衝成形模組

108 均化器



I645457

【發明摘要】

【中文發明名稱】

在雷射退火系統中用於控制邊緣輪廓的專門光瞳光闌

【英文發明名稱】

CUSTOMIZED PUPIL STOP SHAPE FOR CONTROL OF EDGE
PROFILE IN LASER ANNEALING SYSTEMS

【中文】

本發明的實施例一般是關於用於將圖案成像於基板上的具有光學元件的雷射退火系統。光學元件可包含組成待曝光於基材表面上的圖案的形狀的一個孔徑或複數個孔徑。該圖案可藉由在光學元件系統內的孔徑的形狀加以決定。

【英文】

Embodiments of the invention generally relate to laser annealing systems with optics for imaging a pattern on a substrate. The optics may comprise an aperture or plurality of apertures which shape an image to be exposed on a surface of a substrate. The image may be determined by the shape of an aperture within the optics system.

【指定代表圖】第（ 3 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

3 0 0 中 繼 孔 徑

3 0 2 主 體

3 0 4 開 口

3 0 6 光 束

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】 一種使用於一光學系統的裝置，該裝置包含：

一光源，該光源用於提供具有一第一數值孔徑的照明；
一第一孔徑構件，該第一孔徑構件具有一第一孔徑；
一第二孔徑構件，該第二孔徑構件具有一第二孔徑；
以及

一中繼光學元件，該中繼光學元件具有一第二數值孔徑，該第二數值孔徑由該第二孔徑所限定，其中該第二孔徑具有在一第一方向上的一尺度，在該第一方向上的該尺度匹配在該第一方向上的一比值，在該第一方向上的該比值為該第一孔徑的該第一數值孔徑比上該中繼光學元件的該第二數值孔徑的比值；且具有在一第二方向上的一尺度，在該第二方向上的該尺度匹配在該第二方向上的一比值，在該第二方向上的該比值為該第一孔徑的該第一數值孔徑比上該中繼光學元件的該第二數值孔徑的比值。

【第 2 項】 如請求項 1 所述之裝置，其中該第一孔徑構件受該光源照明且該第一孔徑構件適於從該照明形成一圖像。

【第 3 項】 如請求項 2 所述之裝置，其中由該第一孔徑

所形成的該圖像為矩形。

【第4項】如請求項1所述之裝置，其中該第二孔徑構件設置於該第一孔徑構件之下游。

【第5項】如請求項1所述之裝置，其中該光源包含複數個雷射光束。

【第6項】如請求項1所述之裝置，其中該第二孔徑構件是一中繼孔徑。

【第7項】如請求項1所述之裝置，其中該第二孔徑構件包含限定一開口的一主體。

【第8項】如請求項7所述之裝置，其中該開口為一橢圓形開口。

【第9項】如請求項8所述之裝置，其中該橢圓形開口具有複數個直線邊與複數個曲線邊。

【第10項】一種使用於一光學系統的裝置，該裝置包含：

一光源，該光源用於提供具有一第一數值孔徑的照明；

一第一孔徑構件，該第一孔徑構件具有一第一孔徑；
一第二孔徑構件，該第二孔徑構件具有一第二孔徑；
以及

一中繼光學元件，該中繼光學元件具有一第二數值孔徑，該第二數值孔徑由該第二孔徑所限定，其中該第二孔徑具有在一第一方向上的一尺度，在該第一方向上的該尺度匹配在該第一方向上的一比值，在該第一方向上的該比值為該第一孔徑的該第一數值孔徑比上該中繼光學元件的該第二數值孔徑的比值；且具有在垂直於該第一方向的一第二方向上的一尺度，在該第二方向上的該尺度匹配在該第二方向上的一比值，在該第二方向上的該比值為該第一孔徑的該第一數值孔徑比上該中繼光學元件的該第二數值孔徑的比值。

【第11項】 如請求項10所述之裝置，其中該第一孔徑構件受該光源照明且該第一孔徑構件適於從該照明形成一圖像。

【第12項】 如請求項11所述之裝置，其中由該第一孔徑所形成的該圖像為矩形。

【第13項】 如請求項10所述之裝置，其中該第二孔徑

構件設置於該第一孔徑構件之下游。

【第14項】 如請求項10所述之裝置，其中該光源包含複數個雷射光束。

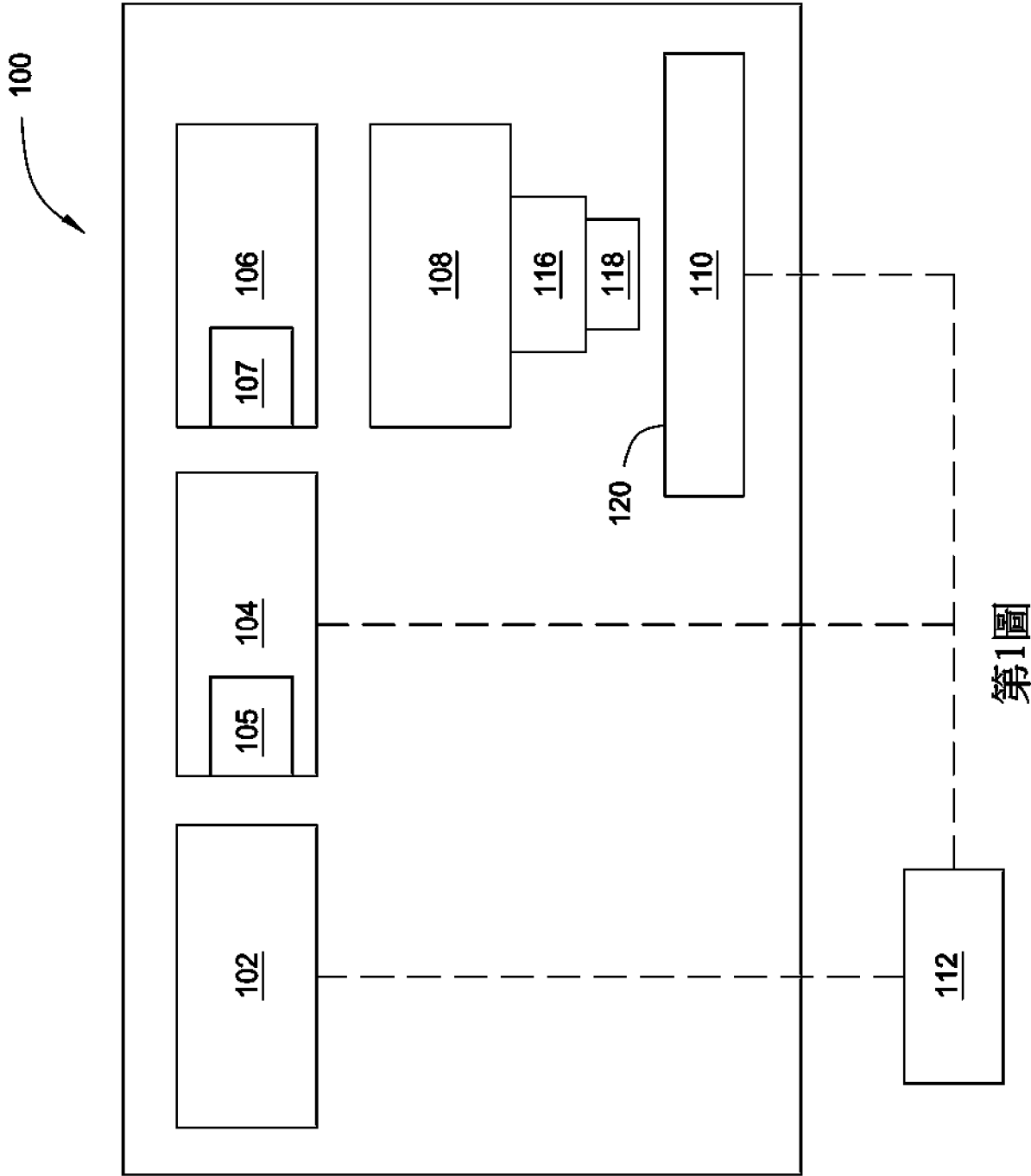
【第15項】 如請求項10所述之裝置，其中該第二孔徑構件是一中繼孔徑。

【第16項】 如請求項10所述之裝置，其中該第二孔徑構件包含限定一開口的一主體。

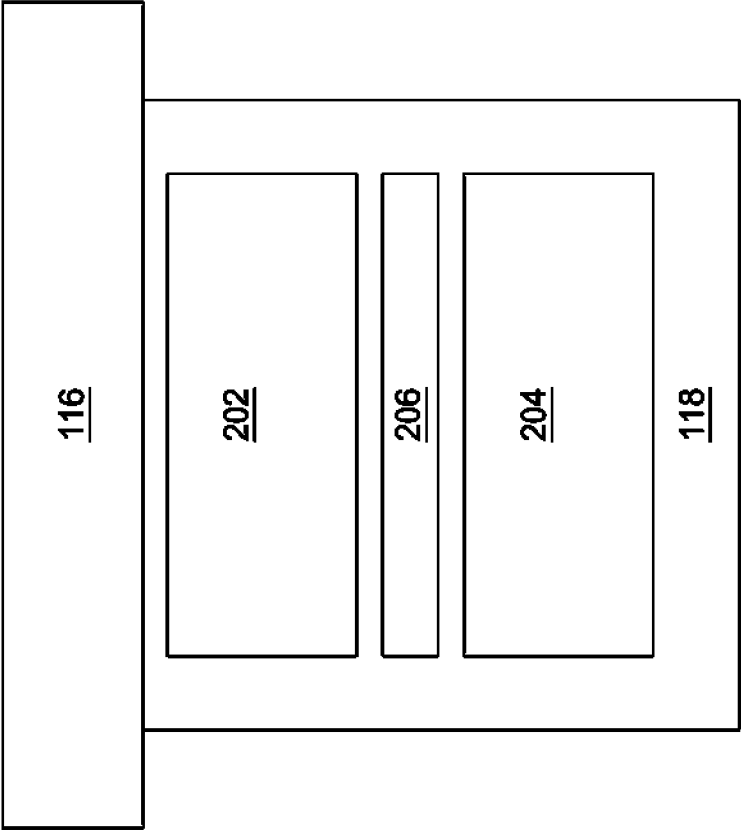
【第17項】 如請求項16所述之裝置，其中該開口為一橢圓形開口。

【第18項】 如請求項17所述之裝置，其中該橢圓形開口具有複數個直線邊與複數個曲線邊。

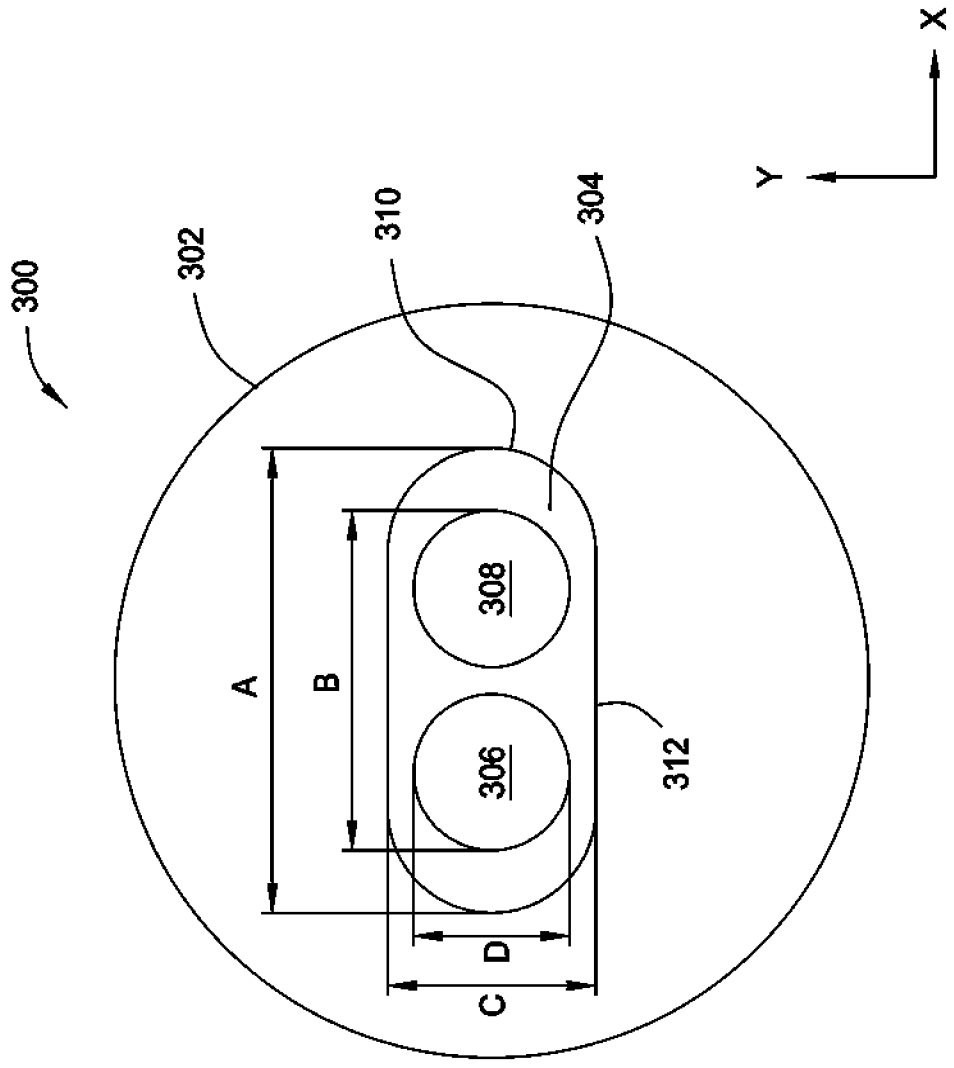
【發明圖式】



第1圖



第2圖



第3圖



【發明摘要】

【中文發明名稱】

在雷射退火系統中用於控制邊緣輪廓的專門光瞳光闌

【英文發明名稱】

CUSTOMIZED PUPIL STOP SHAPE FOR CONTROL OF EDGE
PROFILE IN LASER ANNEALING SYSTEMS

【中文】

本發明的實施例一般是關於用於將圖案成像於基板上的具有光學元件的雷射退火系統。光學元件可包含組成待曝光於基材表面上的圖案的形狀的一個孔徑或複數個孔徑。該圖案可藉由在光學元件系統內的孔徑的形狀加以決定。

【英文】

Embodiments of the invention generally relate to laser annealing systems with optics for imaging a pattern on a substrate. The optics may comprise an aperture or plurality of apertures which shape an image to be exposed on a surface of a substrate. The image may be determined by the shape of an aperture within the optics system.

【指定代表圖】第（ 3 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

3 0 0 中 繼 孔 徑

3 0 2 主 體

3 0 4 開 口

3 0 6 光 束

開口 304 實質上為沿 X 軸和 Y 軸兩者對稱。第一邊緣 310 和第二邊緣 312 形成在主體內且通常為鋒利、斜面的邊緣。

【0026】 開口 304 設置於主體 302 的中心區域。開口 304 沿 X 軸延伸出距離 A，距離 A 位於曲線的第一邊緣 310 之每一者之間的中心區域上。在一個實施例中，距離 A 介於約 30 毫米與約 50 毫米之間，例如介於約 35 毫米與約 40 毫米之間，例如約 37 毫米。開口 304 沿 Y 軸延伸出距離 C，距離 C 位於直線的第二邊緣 312 之每一者之間。在一個實施例中，距離 C 介於約 5 毫米與約 25 毫米之間，例如介於約 10 毫米與 20 毫米之間，例如 15 毫米。

【0027】 藉由中繼孔徑 300 所成像的光線係由一或更多雷射光束所提供。在一個實施例中，茲提供第一雷射光束 306 與第二雷射光束 308。在中繼孔徑例如中繼孔徑 300 處，開口 304 涵蓋了雷射光束 306 和 308，且不截斷通過中繼孔徑 300 的光線。開口 304 可以容納可具有實質上為圓形的橫截面的一個或更多個雷射光束。雷射光束 306 和 308 可以是相同的。雷射光束 306 或 308 的直徑 D 可介於約 5 毫米和 20 毫米之間，如約 10 毫米與 15 毫米之間，例如，大約 11 毫米。光束 306 的最外側邊緣與光束 308 的最外側邊緣之間的距離 B 可約為 20 毫米和 35 毫米之間，如約 25 毫米和 30 毫米之間，例如約 27 毫米。

- 1 1 0 基板支撐座
- 1 1 2 控制器
- 1 1 6 孔徑構件
- 1 1 8 中繼光學元件
- 2 0 2 第一中繼光學元件
- 2 0 4 第二中繼光學元件
- 2 0 6 中繼孔徑
- 3 0 0 中繼孔徑
- 3 0 2 主體
- 3 0 4 開口
- 3 0 6 光束
- 3 0 8 光束
- 3 1 0 第一邊緣
- 3 1 2 第二邊緣

【生物材料寄存】

【 0 0 3 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 3 3 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無



3 0 8 光 束

3 1 0 第 一 邊 緣

3 1 2 第 二 邊 緣

【特徵化學式】

無