

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 法拉帝莫 維塔拉維屈 依法諾
IVANOV, VLADIMIR VITALEVICH
2. 凡丁 葉弗真葉米希 白尼
BANINE, VADIM YEVGENYEVICH
3. 康士坦汀 尼可拉威屈 卡士李
KOSHELEV, KONSTANTIN NIKOLAEVICH
4. 法狄米爾 米哈囉維茲 可瑞森
KRIVTSUN, VLADIMIR MIHAILOVITCH

國 籍：(中文/英文)

1. 俄羅斯 RUSSIA
2. 荷蘭 THE NETHERLANDS
3. 俄羅斯 RUSSIA
4. 俄羅斯 RUSSIA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007年08月06日；11/882,853

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種微影裝置及方法。

【先前技術】

微影裝置為將所要圖案施加至基板上(通常施加至基板之目標部分上)的機器。微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)之製造中。在該情況下，圖案化器件(其或者被稱作光罩或主光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上的電路圖案。可將此圖案轉印至基板(例如，矽晶圓)上之目標部分(例如，包括晶粒之一部分、一個晶粒或若干晶粒)上。圖案之轉印通常係經由成像至提供於基板上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上。一般而言，單一基板將含有經順次圖案化之鄰近目標部分的網路。已知微影裝置包括：步進器，其中藉由一次性將整個圖案曝光至目標部分上來照射每一目標部分；及掃描器，其中藉由在給定方向("掃描"方向)上經由輻射光束而掃描圖案同時平行或反平行於此方向而同步地掃描基板來照射每一目標部分。亦有可能藉由將圖案壓印至基板上而將圖案自圖案化器件轉印至基板。

光微影被廣泛地辨識為製造IC及其他器件及/或結構中之關鍵步驟中的一者。目前，似乎無替代技術用以利用類似精確度、速度及經濟生產力來提供所要圖案架構。然而，隨著使用光微影所製造之特徵的尺寸變得更小，光微影變為用於使小型IC或其他器件及/或結構能夠按真實大量規模被製造之最(若非最)臨界門檻因素(critical gating

factor)中的一者。

圖案列印限度之理論估計可由瑞立解析度準則給出，如方程式(1)所示：

$$CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA_{PS}} \quad (1)$$

其中 λ 為所使用之輻射的波長， NA_{PS} 為用以列印圖案之投影系統的數值孔徑， k_1 為過程依賴性調整因數(亦被稱作瑞立常數)，且 CD 為經列印特徵之特徵尺寸(或臨界尺寸)。

自方程式(1)可見，可以三種方式來獲得特徵之最小可列印尺寸的減少：藉由縮短曝光波長 λ 、藉由增加數值孔徑 NA_{PS} ，或藉由降低 k_1 之值。

為了顯著地縮短曝光波長且因此減少最小可列印間距，已提議使用遠紫外線(EUV)輻射源。與經組態以輸出大於約193 nm之輻射波長的習知紫外線輻射源對比，EUV輻射源經組態以輸出為約13 nm之輻射波長。因此，EUV輻射源可構成針對達成小特徵列印之重要步驟。該輻射被稱作遠紫外線或軟x射線，且可能源包括(例如)雷射器產生之電漿源、放電電漿源，或來自電子儲存環之同步加速器輻射。

由EUV輻射源所輻射之功率視源尺寸而定。通常，需要聚集儘可能多之由源所輻射之功率，因為所輻射功率之大聚集效率意謂可減少提供至源之功率，其將有益於源之使用壽命。源尺寸連同聚集角度形成源之光展量(etendue)。僅在源之光展量內所發射之輻射可被考慮且用於照明圖案

化器件。

【發明內容】

在本發明之一態樣中，提供一種用於產生供在微影裝置中使用之輻射的方法，方法包括：將燃料供應至位於陰極與陽極之間的放電空間；以燃料而在陰極與陽極之間形成放電以形成電漿；及藉由控制由電漿所進行之輻射發射而調整由電漿所界定之容積，調整包括將物質供應至電漿以控制輻射發射。

在本發明之一態樣中，提供一種器件製造方法，其包括：產生輻射光束，產生包括：將燃料供應至位於陰極與陽極之間的放電空間；以燃料而在陰極與陽極之間形成放電以形成電漿；及藉由控制由電漿所進行之輻射發射而調整由電漿所界定之容積，調整包括將物質供應至電漿以控制輻射發射；圖案化輻射光束以形成經圖案化輻射光束；及將經圖案化輻射光束投影至基板上。

在本發明之一態樣中，提供一種經組態以產生用於微影裝置之輻射的源，源包括陰極及陽極，陰極及陽極經組態成以位於放電空間中之燃料來形成放電以便產生電漿，放電空間在使用中包括經組態以調整由電漿所進行之輻射發射以便控制由電漿所界定之容積的物質。

在本發明之一態樣中，提供一種微影系統，其包括：源，源經組態以產生輻射，源包含陰極及陽極，陰極及陽極經組態成以位於放電空間中之燃料來形成放電以便產生電漿，放電空間在使用中包括經組態以調整由電漿所進行

之輻射發射以便控制由電漿所界定之容積的物質；圖案支撐件，圖案支撐件經組態以固持圖案化器件，圖案化器件經組態以圖案化輻射以形成經圖案化輻射光束；基板支撐件，基板支撐件經組態以支撐基板；及投影系統，投影系統經組態以將經圖案化輻射光束投影至基板上。

【實施方式】

現將參看隨附示意性圖式而僅藉由實例來描述本發明之實施例，在該等圖式中，對應參考符號指示對應部分。

圖1示意性地描繪根據本發明之一實施例的微影裝置1。裝置1包括經組態以產生輻射之源SO、經組態以調節來自接收自源SO之輻射之輻射光束B(例如，EUV輻射)的照明系統(照明器)IL。源SO可經提供為單獨單元。支撐件或圖案支撐件(例如，光罩台)MT經組態以支撐圖案化器件(例如，光罩)MA且連接至經組態以根據某些參數來精確地定位圖案化器件MA之第一定位器件PM。基板台或基板支撐件(例如，晶圓台)WT經組態以固持基板(例如，塗覆抗蝕劑之晶圓)W且連接至經組態以根據某些參數來精確地定位基板W之第二定位器件PW。投影系統(例如，折射投影透鏡系統)PS經組態以將由圖案化器件MA賦予至輻射光束B之圖案投影至基板W之目標部分C(例如，包括一或多個晶粒)上。

照明系統可包括用以引導、成形或控制輻射之各種類型的光學組件，諸如，折射、反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件，或其任何組合。

支撐件以視圖案化器件之定向、微影裝置之設計及其他條件(諸如，圖案化器件是否固持於真空環境中)而定的方式來固持圖案化器件。支撐件可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術來固持圖案化器件。支撐件可為(例如)框架或台，其可根據需要而為固定或可移動的。支撐件可確保圖案化器件(例如)相對於投影系統而處於所要位置。可認為本文對術語"主光罩"或"光罩"之任何使用均與更通用之術語"圖案化器件"同義。

本文所使用之術語"圖案化器件"應被廣泛地解釋為指代可用以在輻射光束之橫截面中向輻射光束賦予圖案以便在基板之目標部分中形成圖案的任何器件。應注意，例如，若被賦予至輻射光束之圖案包括相移特徵或所謂的輔助特徵，則該圖案可能不會精確地對應於基板之目標部分中的所要圖案。通常，被賦予至輻射光束之圖案將對應於目標部分中所形成之器件(諸如，積體電路)中的特定功能層。

圖案化器件可為透射或反射的。圖案化器件之實例包括光罩、可程式化鏡面陣列，及可程式化LCD面板。光罩在微影術中為熟知的，且包括諸如二元交變相移及衰減相移之光罩類型，以及各種混合光罩類型。可程式化鏡面陣列之一實例使用小鏡面之矩陣配置，該等小鏡面中之每一者可個別地傾斜，以便在不同方向上反射入射輻射光束。傾斜鏡面將圖案賦予於由鏡面矩陣所反射之輻射光束中。

本文所使用之術語"投影系統"應被廣泛地解釋為涵蓋任何類型之投影系統，包括折射、反射、反射折射、磁性、

電磁及靜電光學系統或其任何組合，其適合於所使用之曝光輻射，或適合於諸如浸沒液體之使用或真空之使用的其他因素。可認為本文對術語"投影透鏡"之任何使用均與更通用之術語"投影系統"同義。

如此處所描繪，裝置為反射類型(例如，使用反射光罩)。或者，裝置可為透射類型(例如，使用透射光罩)。

微影裝置可為具有兩個(雙平台)或兩個以上基板台(及/或兩個或兩個以上光罩台)的類型。在該等"多平台"機器中，可並行地使用額外台，或可在一或多個台上進行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。

微影裝置亦可為如下類型：其中基板之至少一部分可由具有相對較高折射率之液體(例如，水)覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將浸沒液體施加至微影裝置中之其他空間，例如，光罩與投影系統之間。浸沒技術在此項技術中被熟知用於增加投影系統之數值孔徑。如本文所使用之術語"浸沒"不意謂諸如基板之結構必須浸漬於液體中，而是僅意謂液體在曝光期間位於(例如)投影系統與基板之間。

參看圖1，照明器IL自輻射源SO接收輻射。舉例而言，當輻射源為準分子雷射器時，輻射源與微影裝置可為單獨實體。在該等情況下，不認為輻射源形成微影裝置之一部分，且輻射借助於包括(例如)適當引導鏡面及/或光束放大器之光束傳送系統而自輻射源SO傳遞至照明器IL。在其他情況下，例如，當輻射源為汞燈時，輻射源可為微影裝置

之整體部分。輻射源SO及照明器IL連同光束傳送系統(圖1中未展示)(在需要時)可被稱作輻射系統。

照明器IL可包括經組態以調整輻射光束之角強度分布的調整器件。通常，可調整照明器之瞳孔平面中之強度分布的至少外部徑向範圍及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作 σ 外部及 σ 內部)。此外，照明器IL可包括各種其他組件，諸如，積光器及聚光器(圖1中未展示)。照明器可用以調節輻射光束，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分布。

輻射光束B入射於固持於支撐件(例如，光罩台)MT上之圖案化器件(例如，光罩)MA上，且由圖案化器件圖案化。在由圖案化器件MA反射之後，輻射光束B穿過投影系統PS，投影系統PS將光束投影至基板W之目標部分C上。借助於第二定位器件PW及位置感測器IF2(例如，干涉量測器件、線性編碼器，或電容性感測器)，基板台WT可精確地移動，例如，以便在輻射光束B之路徑中定位不同目標部分C。類似地，第一定位器件PM及另一位置感測器IF1(例如，干涉量測器件、線性編碼器，或電容性感測器)可用以(例如)在自光罩庫之機械擷取之後或在掃描期間相對於輻射光束B之路徑來精確地定位圖案化器件MA。一般而言，可借助於形成第一定位器件PM之一部分的長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現支撐件MT之移動。類似地，可使用形成第二定位器件PW之一部分的長衝程模組及短衝程模組來實現基板台WT之移動。在步進器(與掃描器相對)之情況下，光罩台MT可僅連接至短衝

程致動器，或可為固定的。可使用圖案化器件對準標記 M1、M2 及基板對準標記 P1、P2 來對準圖案化器件 MA 及基板 W。儘管如所說明之基板對準標記佔用專用目標部分，但其可位於目標部分之間的空間中(此等被稱為切割道對準標記)。類似地，在一個以上晶粒提供於圖案化器件 MA 上之情形中，光罩對準標記可位於該等晶粒之間。

所描繪裝置可用於以下模式中之至少一者中：

在步進模式中，在將被賦予至輻射光束之整個圖案一次性投影至目標部分 C 上時，使支撐件 MT 及基板台 WT 保持基本上靜止(亦即，單次靜態曝光)。接著，使基板台 WT 在 X 及 / 或 Y 方向上移位，使得可曝光不同目標部分 C。在步進模式中，曝光場之最大尺寸限制單次靜態曝光中所成像之目標部分 C 的尺寸。

在掃描模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分 C 上時，同步地掃描支撐件 MT 及基板台 WT(亦即，單次動態曝光)。可藉由投影系統 PS 之放大率(縮小率)及影像反轉特性來判定基板台 WT 相對於支撐件 MT 之速度及方向。在掃描模式中，曝光場之最大尺寸限制單次動態曝光中之目標部分的寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之高度(在掃描方向上)。

在另一模式中，在將被賦予至輻射光束之圖案投影至目標部分 C 上時，使支撐件 MT 保持基本上靜止，從而固持可程式化圖案化器件，且移動或掃描基板台 WT。在此模式中，通常使用脈衝式輻射源，且在基板台 WT 之每一移動

之後或在掃描期間的順次輻射脈衝之間根據需要而更新可程式化圖案化器件。此操作模式可易於應用於利用可程式化圖案化器件(諸如，如以上所提及之類型的可程式化鏡面陣列)之無光罩微影術。

亦可使用對以上所描述之使用模式之組合及/或變化或完全不同的使用模式。

圖2更詳細地展示投影裝置1，其包括輻射系統42、照明光學器件單元44，及投影系統PS。輻射系統42包括可由放電電漿形成之輻射源SO。EUV輻射可由氣體或蒸汽產生，例如，Xe氣體、Li蒸汽或Sn蒸汽，其中形成極熱電漿以發射在電磁光譜之EUV範圍內的輻射。藉由由(例如)放電而導致至少部分地離子化之電漿來形成極熱電漿。對於輻射之有效產生，可能需要為(例如)10 Pa之Xe、Li、Sn蒸汽或任何其他適當氣體或蒸汽的分壓。由輻射源SO所發射之輻射經由定位於源腔室47中之開口中或後之氣體障壁或污染物捕捉器49而自源腔室47傳遞至集光器腔室48中。污染物捕捉器49可包括通道結構。污染物捕捉器49亦可包括氣體障壁或氣體障壁與通道結構之組合。在一實施例中，如圖3所論述，Sn源經施加作為EUV源。

集光器腔室48包括可由掠入射集光器形成之輻射集光器50。輻射集光器50具有上游輻射集光器側50a及下游輻射集光器側50b。輻射集光器50包括各種反射器，例如，反射器142、143及外部反射器146，如圖2所示。由集光器50所傳遞之輻射可反射離開光柵光譜濾波器51以在集光器腔

室48中之孔徑處聚焦於虛擬源點52中。自集光器腔室48，輻射光束56經由正入射反射器53、54而在照明光學器件單元44中反射至定位於支撐件MT上之圖案化器件MA上。形成經圖案化光束57，其在投影系統PS中經由反射元件58、59而成像至晶圓平台或基板台WT上。比所示元件多之元件可通常存在於照明光學器件單元44及投影系統PS中。視微影裝置之類型而定，可視情況存在光柵光譜濾波器51。另外，可存在比圖2所示之鏡面多的鏡面，例如，可存在比58、59多1至4個的反射元件。

應瞭解，輻射集光器50可在外部反射器146之外部表面上具有另外特徵或圍繞外部反射器146具有另外特徵，例如，保護性固持器、加熱器，等等。參考數字180指示兩個反射器之間(例如，反射器142與143之間)的空間。每一反射器142、143、146可包括至少兩個鄰近反射表面，離源SO較遠之反射表面與較接近於源SO之反射表面相比經置放成與光軸O成小角度。以此方式，掠入射集光器50經組態以產生沿著光軸O傳播之EUV輻射光束。

代替將掠入射鏡面用作集光器鏡面50，可應用正入射集光器。如本文在一實施例中更詳細地描述為具有反射器142、143及146之巢套式集光器且如圖2示意性地描繪之集光器鏡面50在本文中進一步用作集光器(或集光器鏡面)之實例。因此，在適用時，作為掠入射集光器之集光器鏡面50亦可大體上被解釋為集光器且在特定實施例中亦被解釋為正入射集光器。

另外，代替光柵 51，如圖 2 示意性地描繪，可應用透射光學濾波器。對於 EUV 而言透射且對於 UV 輻射而言較不透射或甚至大體上吸收 UV 輻射之光學濾波器在此項技術中為已知的。因此，"光柵光譜純度濾波器"在本文中進一步被指示為"光譜純度濾波器"，其包括光柵或透射濾波器。未描繪於圖 2 中但亦經包括作為任選光學元件的可為 EUV 透射光學濾波器(例如，配置於集光器鏡面 50 之上游)，或照明單元 44 及/或投影系統 PS 中之光學 EUV 透射濾波器。

在圖 1 及圖 2 之實施例中，微影裝置 1 為無光罩微影裝置，其中圖案化器件 MA 為可程式化鏡面陣列。該陣列之一實例為具有黏彈性控制層及反射表面之矩陣可定址表面。該裝置所隱含之基本原理為(例如)：反射表面之經定址區域將入射輻射反射為繞射輻射，而未經定址區域將入射輻射反射為非繞射輻射。藉由使用適當濾波器，可將非繞射輻射濾出經反射光束，從而僅留下繞射輻射。以此方式，光束變得根據矩陣可定址表面之定址圖案而圖案化。可程式化鏡面陣列之替代實施例使用微小鏡面之矩陣配置，其中之每一者可藉由施加適當區域化電場或藉由使用壓電致動器而個別地圍繞軸傾斜。再次，鏡面為矩陣可定址的，使得經定址鏡面將在與未經定址鏡面不同之方向上反射入射輻射光束。以此方式，經反射光束根據矩陣可定址鏡面之定址圖案而圖案化。可使用適當電子器件來執行所需矩陣定址。在以上所描述之兩種情形中，圖案化器件

可包含一或多個可程式化鏡面陣列。可(例如)自美國專利第 5,296,891 號及第 5,523,193 號以及 PCT 公開案第 WO 98/38597 號及第 WO 98/33096 號見到關於如此處所提及之鏡面陣列的更多資訊。在可程式化鏡面陣列之情況下，可將支撐結構體現為(例如)框架或台，其可根據需要而為固定或可移動的。

可程式化鏡面陣列中之鏡面的尺寸通常大於存在於習知(反射或透射)光罩上之圖案的臨界尺寸。如此，無光罩微影裝置通常需要具有高於非無光罩微影裝置之倍減因數的倍減因數之投影透鏡。舉例而言，無光罩微影裝置之倍減因數為約 100，而非無光罩微影裝置之倍減因數為約 4。因此，對於投影系統之給定數值孔徑，在無光罩微影裝置中由投影系統 PS 所聚集之經圖案化輻射光束非常小於使用習知(反射或透射)光罩之微影裝置之經圖案化輻射光束。此又限制無光罩微影裝置之光展量。

由此可見：對於習知圖案化器件應用所開發之現有 EUV 源可具有顯著地大於無光罩微影裝置之源光展量的源光展量。若源之光展量大於微影裝置之光展量，則可能損失輻射。為了補償輻射損失，可增加基板之曝光時間。然而，此可能影響基板產出率。

歸因於無光罩裝置之小光展量，因此需要使微影裝置 1 聚集由輻射源 SO 所發射之所有輻射以限制輻射損失。為了確保由源 SO 所發射之大體上所有輻射照明圖案化器件 MA 且由投影系統 PS 聚集，需要使源 SO 之光展量與微影裝置 1

脹。具體而言，在雷射切除之後約30至100奈秒，燃料蒸汽膨脹且到達陽極310之邊緣，從而形成陰極305與陽極310之間的傳導路徑。一旦形成傳導路徑，則觸發陽極310與陰極305之間的放電，藉此導致電漿320內之進一步離子化及加熱。

在點燃之後，電漿320由歐姆加熱維持，其中進一步離子化歸因於由陰極305與陽極310之間的電流流動所產生的磁場而形成於電漿內。磁場導致勞倫茲力作用於電漿320之粒子，藉此形成粒子之碰撞及離子化。電漿320之尺寸藉由兩種相反力(電漿內之熱壓及作用於電漿之磁壓)而達到平衡。磁壓與 I^2 成比例，其中 I 為放電電流。隨著放電電流 I 增加，磁壓相對於熱壓而增加。在如此進行時，壓力平衡被破壞且電漿320趨向於在徑向方向(亦即，垂直於 z 軸或放電軸)上壓縮。此過程可被稱作捏縮效應(pinch effect)，其導致發射EUV輻射之高密度及溫度電漿柱的形成。歸因於不穩定性，此電漿柱通常破裂成複數個基本電漿柱或基本EUV源。

實際上，在下文中亦被稱作電漿捏縮之電漿320包括沿著放電軸而定位之複數個基本源。此等基本源亦可被稱作熱點或EUV輻射點(ERP)。此等基本源之特性可視(例如)用以形成電漿之燃料(Sn 、 In 、 Xe 、 $\dots$)、源之幾何形狀(例如，陰極及陽極之尺寸、陰極與陽極之間的距離)及供應至源之功率而定。EUV輻射點之徑向尺寸與軸向尺寸可彼此成比例。舉例而言，若電漿燃料由錫(Sn)組成，則EUV

其有益於源之使用壽命。

為了控制(例如，減少)電漿320之徑向及/或軸向尺寸，電漿源300經建構及配置以增加輻射損失或由電漿320所進行之輻射發射(亦即，增加輻射功率)。舉例而言，Sn及In電漿在不同波長下輻射。結果，透明Sn及In混合物之輻射損失大於透明Sn電漿中之輻射損失。此又意謂電漿柱可收縮至更小半徑，以便建立歐姆加熱與輻射功率之間的相等性。

在圖3之實施例中，輻射損失藉由將一或多種物質、混雜物或元素添加至燃料而在電漿320中增加。物質、混雜物或元素針對其在所要或預定波長範圍或光譜內增加輻射損失或發射之能力而添加至燃料。在此情境中，語言"所要或預定波長範圍或光譜"意謂比用於EUV微影術之光譜範圍(亦被稱作"頻帶內輻射"範圍)寬的光譜範圍(亦被稱作"頻帶外EUV輻射"範圍)。舉例而言，在13.5 nm下EUV電漿源之最佳電子溫度 T_e 為約30-50 eV。在此電子溫度 T_e 下，電漿在約0.5 kT_e 至5 kT_e 之間的範圍內(其意謂"頻帶外EUV"波長範圍為約5 nm至100 nm)之電子能量下原則上可有效地發射。添加可有效地在此區域中輻射之元素可增加電漿之輻射損失。舉例而言，在一實施例中，可使用低熔點元素(諸如，鎳(Ga)、銦(In)、鉍(Bi)、鋁(Al)或鉛(Pb))來增加電漿320內之輻射損失。

物質、混雜物或元素之選擇可基於用以產生電漿320之燃料的本性。詳言之，物質、混雜物或元素之選擇可基於

用於所考慮之燃料的波長範圍或光譜，其中輻射損失主要地影響電漿之發射尺寸或表面。舉例而言，在錫(Sn)之情況下，光譜之僅一小部分(自約13.0 nm至約14.0 nm)由輻射損失支配。若在屬於5 nm至100 nm範圍之波長範圍內於電漿捏縮中增加輻射損失或輻射發射，則可能破壞平衡且控制(例如，降低)電漿捏縮之徑向及/或軸向尺寸。

因此，在本發明之一實施例中，可根據以下方法來執行電漿捏縮之徑向及/或軸向尺寸的控制(例如，減少)。首先，針對燃料提供頻帶內EUV輻射之能力來選擇燃料。方法接著進行至第二程序，其中選擇適應於在頻帶外EUV範圍內產生輻射發射之物質。在第二程序之後，將物質添加至燃料以控制(例如，減少)電漿捏縮之徑向及/或軸向尺寸。

除了控制(例如，降低)電漿捏縮320之徑向及/或軸向尺寸以外，物質、混雜物或元素可顯著地減少電漿源之操作溫度，其亦可有益地延長源之使用壽命。舉例而言，包括Sn與In之燃料混合物之源將具有為約250°C之操作溫度，而僅包括Sn之習知源將具有為約300°C之操作溫度。類似地，包括Sn與Ga之燃料混合物之源將具有為約20°C至25°C之操作溫度(亦即，室溫)。作為另一實例，包括Sn與Al之燃料混合物之源將具有為約500°C之操作溫度。

在一實施例中，可在將燃料引入至放電空間315中之前將物質、混雜物或元素與燃料混合。舉例而言，在圖3之實施例中，燃料可為薄層306之一部分。在此組態中，薄

向及/或軸向尺寸來判定及調整物質、混雜物或元素之濃度及/或壓力。一般熟習此項技術者應瞭解，此濃度可藉由校準而加以判定。或者，混雜物或元素之濃度及/或壓力可經動態地修改，以便調整電漿捏縮之徑向及/或軸向尺寸。舉例而言，在一實施例中，供應單元520可與控制器550連通以調整混雜物或元素之濃度及/或壓力。控制器550可操作性地連接至經組態以在放電期間監控電漿捏縮545之監控單元(例如，相機，圖5中未展示)。可使用監控單元來判定電漿捏縮之尺寸(軸向及/或徑向)。基於監控單元之結果，可將命令555輸入至控制器550以調整物質、混雜物或元素之初始濃度及/或壓力，以便修改(例如，降低或增加)電漿捏縮545之徑向及/或軸向尺寸。

儘管在此本文中可特定地參考微影裝置在IC製造中之使用，但應瞭解，本文所描述之微影裝置可具有其他應用，諸如，製造積體光學系統、用於磁域記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、包括液晶顯示器(LCD)之平板顯示器、薄膜磁頭，等等。應瞭解，在該等替代應用之情境中，可認為本文對術語"晶圓"或"晶粒"之任何使用分別與更通用之術語"基板"或"目標部分"同義。可在曝光之前或之後在(例如)軌道(通常將抗蝕劑層施加至基板且顯影經曝光抗蝕劑之工具)、度量衡工具及/或檢驗工具中處理本文所提及之基板。適用時，可將本文之揭示應用於該等及其他基板處理工具。另外，可將基板處理一次以上，(例如)以便形成多層IC，使得本文所使用之術語基板亦可指代已

經含有多個經處理層之基板。

儘管以上可特定地參考在光學微影術之情境中對本發明之實施例的使用，但應瞭解，本發明可用於其他應用中，且在情境允許時不限於光學微影術。

儘管以上已描述本發明之特定實施例，但應瞭解，可以與所描述之方式不同的其他方式來實踐本發明之實施例。舉例而言，本發明之實施例可採取如下形式：電腦程式，其含有描述如以上所揭示之方法之機器可讀指令的一或多個序列；或資料儲存媒體(例如，半導體記憶體、磁碟或光碟)，其具有儲存於其中之該電腦程式。

以上描述意欲為說明性而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者而言將顯而易見的為，可在不脫離以下所闡明之申請專利範圍之範疇的情況下對如所描述之本發明進行修改。

本發明之實施例不限於微影裝置之應用或在微影裝置中之使用。另外，圖式通常僅包括為理解本發明之實施例所必需的元件及特徵。除此之外，微影裝置之圖式為示意性的且未按比例。本發明之實施例不限於示意性圖式中所示之彼等元件(例如，示意性圖式中所繪製之鏡面的數目)。另外，本發明之實施例不限制於關於圖1及圖2所描述之微影裝置。

【圖式簡單說明】

圖1示意性地描繪根據本發明之一實施例的微影裝置；

圖2示意性地描繪根據圖1之微影投影裝置之EUV照明系

統及投影光學器件的側視圖；

圖3展示根據本發明之一實施例之EUV源的示意性表示；

圖4展示根據本發明之一實施例之EUV源的示意性表示；且

圖5展示根據本發明之一實施例之EUV源的示意性表示。

【主要元件符號說明】

1	微影裝置
42	輻射系統
44	照明光學器件單元
47	源腔室
48	集光器腔室
49	污染物捕捉器
50	輻射集光器
50a	上游輻射集光器側
50b	下游輻射集光器側
51	光柵光譜濾波器
52	虛擬源點
53	正入射反射器
54	正入射反射器
56	輻射光束
57	經圖案化光束
58	反射元件

59	反 射 元 件
142	反 射 器
143	反 射 器
146	反 射 器
180	兩 個 反 射 器 之 間 的 空 間
300	電 漿 源
305	陰 極
306	薄 錫 層
307	上 部 部 分
310	陽 極
315	放 電 空 間
320	電 漿
325	雷 射 源
330	輻 射 光 束
335	開 口
400	源
405	陰 極
410	陽 極
415	放 電 空 間
420a	機 械 軸
420b	機 械 軸
425	燃 料 供 應 物
430	容 器
435	燃 料

440	塗層
445	雷射源
450	輻射光束
455	電漿
500	電漿源
505	陰極
510	陽極
515	放電空間
520	供應單元
525	雷射源
530	輻射光束
535	物質、混雜物或元素
545	電漿捏縮
550	控制器
555	命令
B	輻射光束
C	目標部分
IF1	位置感測器
IF2	位置感測器
IL	照明系統
M1	圖案化器件對準標記
M2	圖案化器件對準標記
MA	圖案化器件
MT	圖案支撐件

O	光 軸
P1	基 板 對 準 標 記
P2	基 板 對 準 標 記
PM	第 一 定 位 器 件
PS	投 影 系 統
PW	第 二 定 位 器 件
SO	輻 射 源
W	基 板
WT	基 板 支 撐 件
z	z 軸 / 放 電 軸

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種微影系統，其包括：一源，該源經組態以產生一輻射，該源包括一陰極及一陽極，該陰極及該陽極經組態成以一位於一放電空間中之燃料來形成一放電以便產生一電漿，該放電空間在使用中包括一經組態以調整由該電漿所進行之輻射發射以便控制一由該電漿所界定之容積的物質；一圖案支撐件，該圖案支撐件經組態以固持一圖案化器件，該圖案化器件經組態以圖案化該輻射以形成一經圖案化輻射光束；一基板支撐件，該基板支撐件經組態以支撐一基板；及一投影系統，該投影系統經組態以將該經圖案化輻射光束投影至該基板上。

六、英文發明摘要：

A lithographic system includes a source configured to generate a radiation, the source including a cathode and an anode, the cathode and the anode configured to create a discharge in a fuel located in a discharge space so as to generate a plasma, the discharge space including, in use, a substance configured to adjust radiation emission by the plasma so as to control a volume defined by the plasma; a pattern support configured to hold a patterning device, the patterning device configured to pattern the radiation to form a patterned beam of radiation; a substrate support configured to support a substrate; and a projection system configured to project the patterned beam of radiation onto the substrate.

十一、圖式：

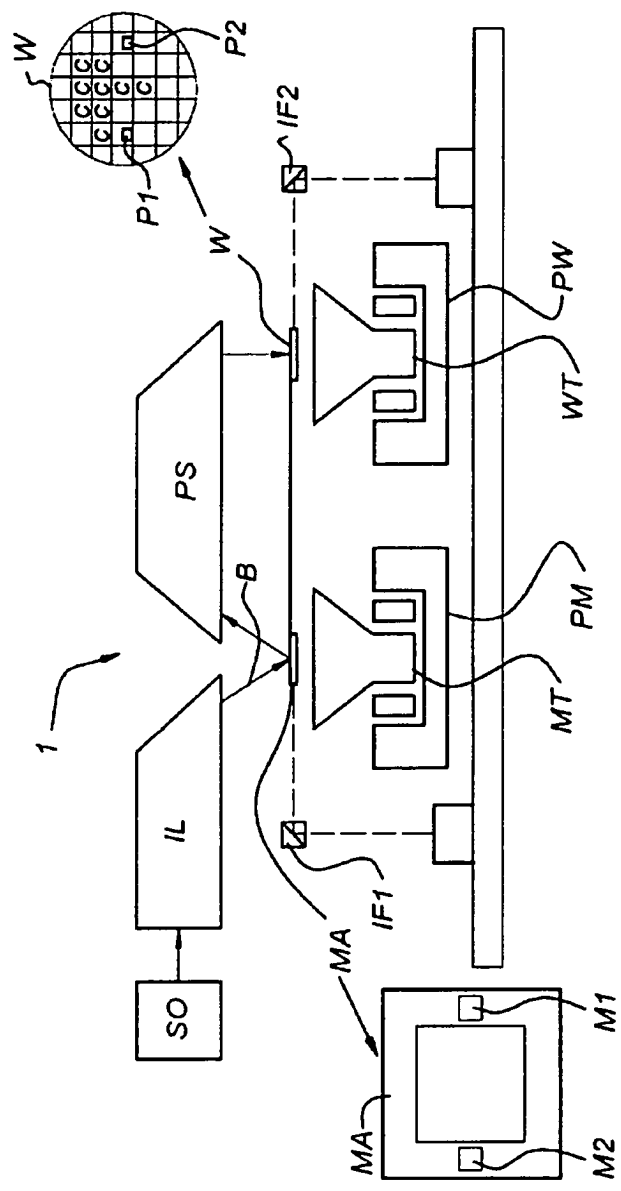


圖1

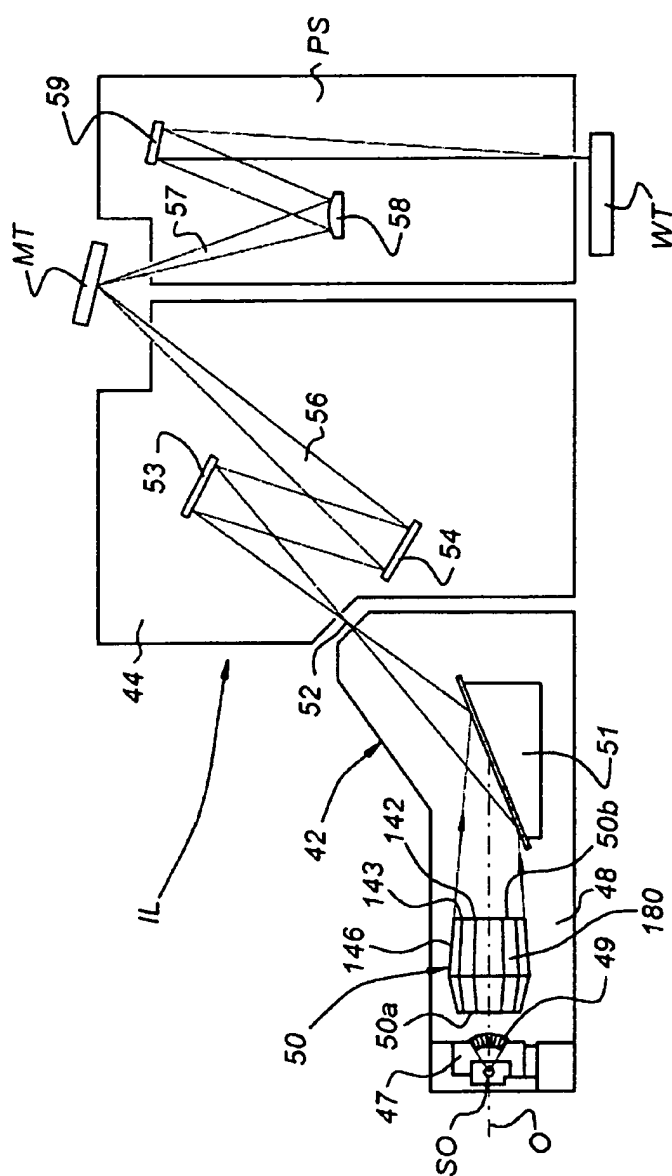


圖 2

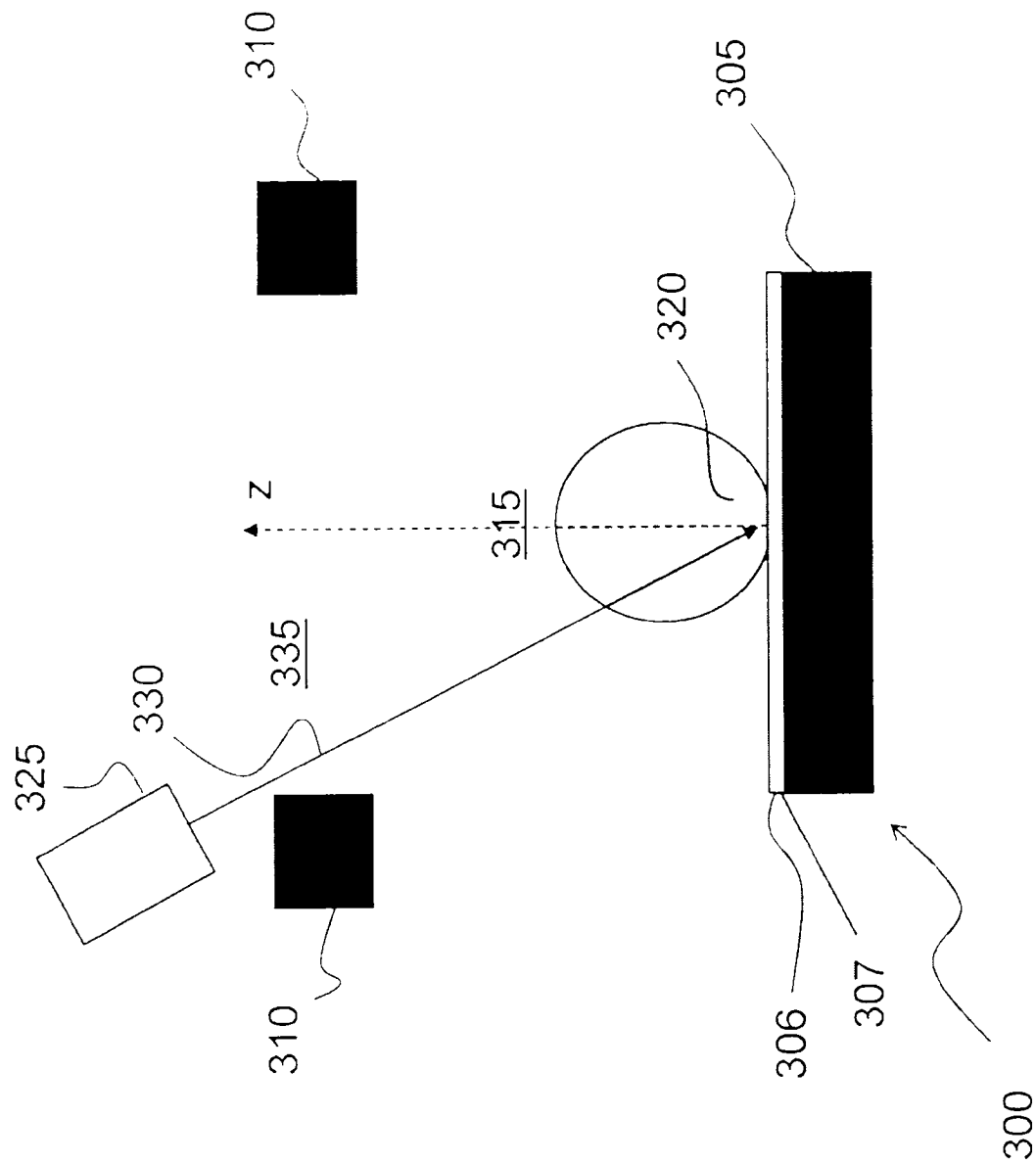


圖 3

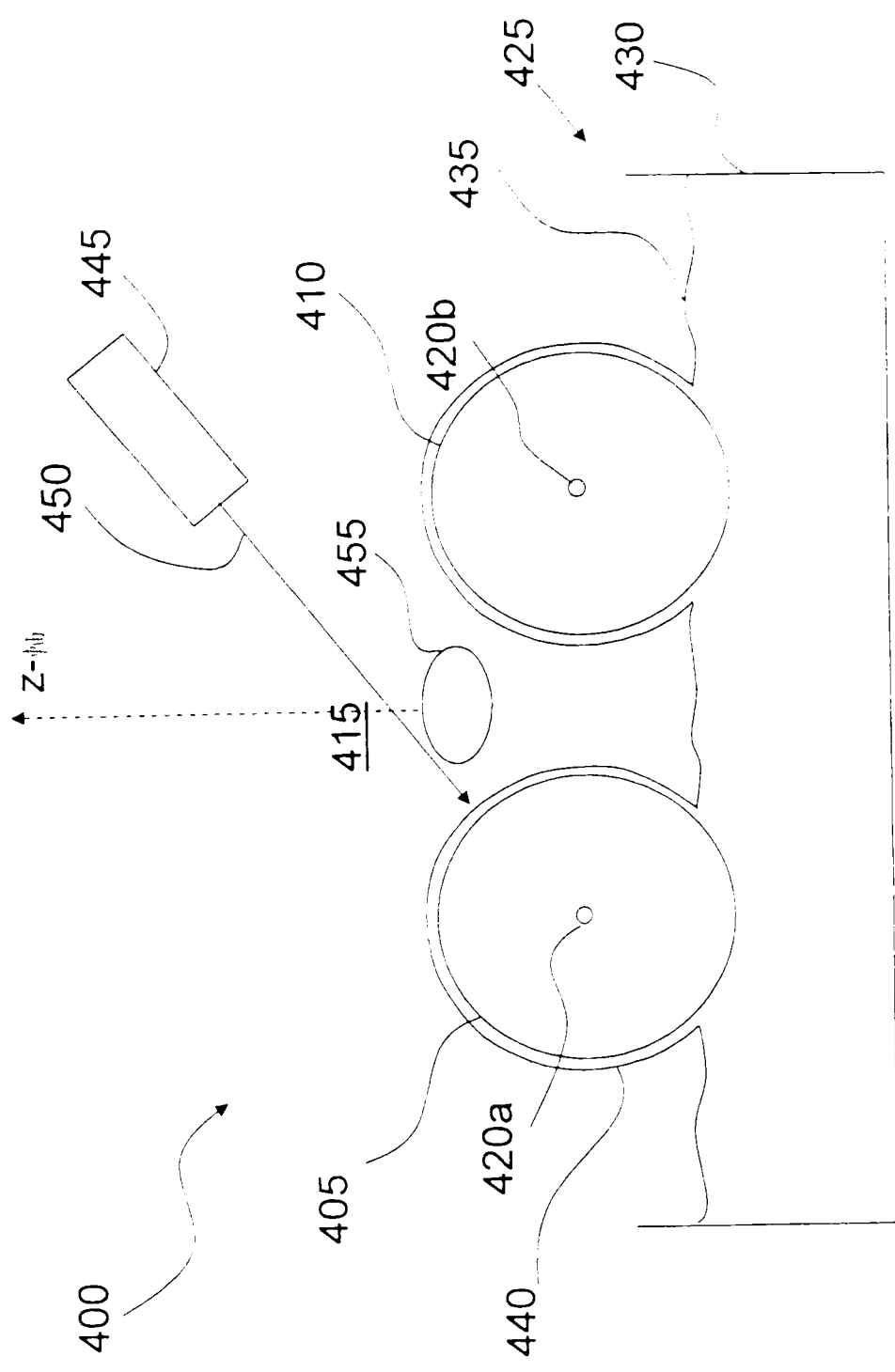


圖 4

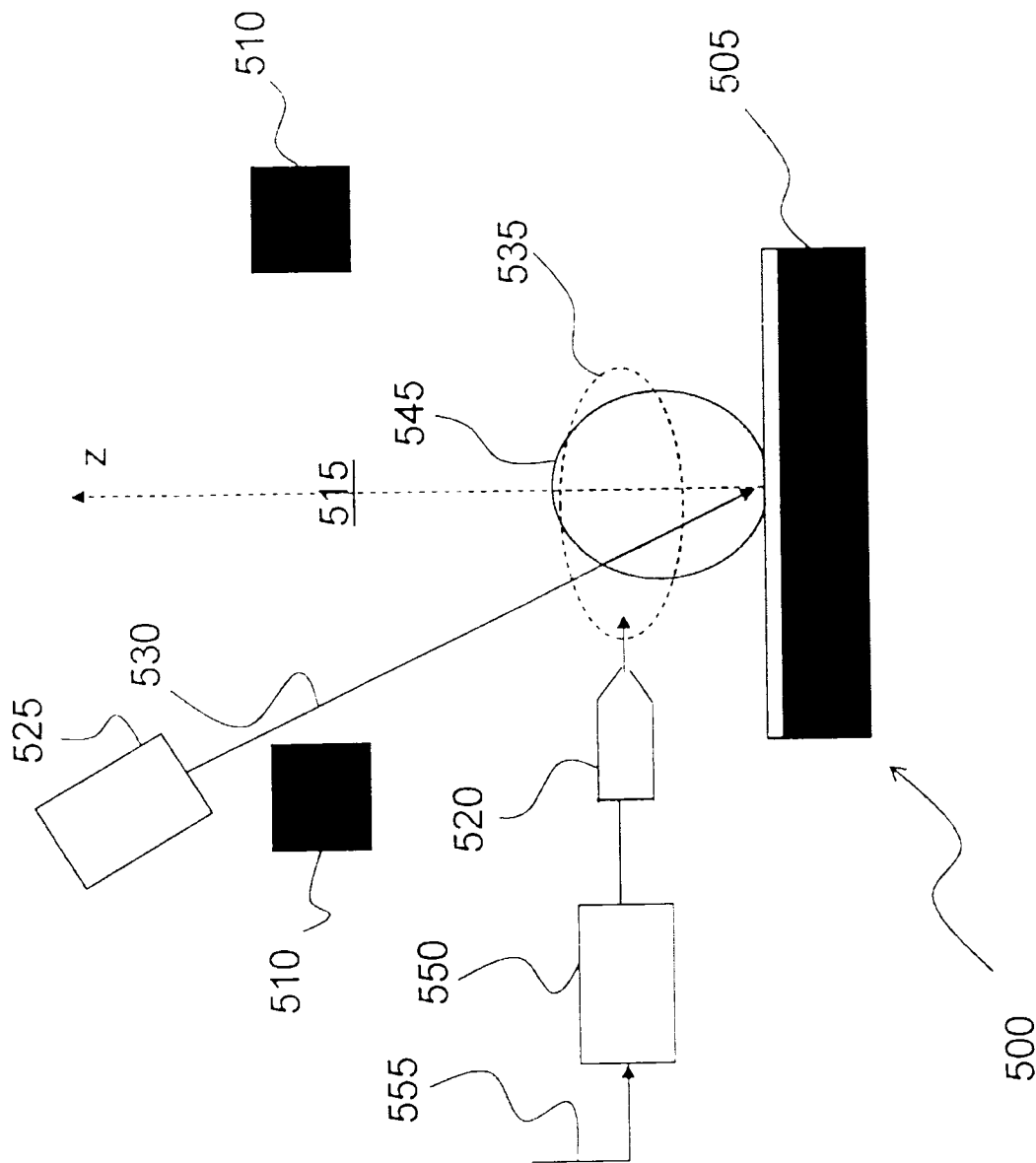


圖 5

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

42	輻射系統
44	照明光學器件單元
47	源腔室
48	集光器腔室
49	污染物捕捉器
50	輻射集光器
50a	上游輻射集光器側
50b	下游輻射集光器側
51	光柵光譜濾波器
52	虛擬源點
53	正入射反射器
54	正入射反射器
56	輻射光束
57	經圖案化光束
58	反射元件
59	反射元件
142	反射器
143	反射器
146	反射器
180	兩個反射器之間的空間
IL	照明系統

MT	圖 案 支 撐 件
O	光 軸
PS	投 影 系 統
SO	輻 射 源
WT	基 板 支 撐 件

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

發明專利說明書

中文說明書替換頁(101年6月)

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫) 101. 6. 04

※ 申請案號：097129921

H01J 61/62 (2006.01)

※ 申請日期：97.8.6

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於產生輻射之方法及源、器件製造方法及微影系統

METHOD AND SOURCE FOR GENERATING A RADIATION, DEVICE
MANUFACTURING METHOD AND LITHOGRAPHIC SYSTEM

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

荷蘭商ASML荷蘭公司

ASML NETHERLANDS B.V.

代表人：(中文/英文)

安東尼斯 J M 凡 赫夫

VAN HOEF, ANTONIUS J. M.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

荷蘭維德哈維市魯恩路6501號

DE RUN 6501, NL-5504 DR VELDHoven, THE NETHERLANDS

國 籍：(中文/英文)

荷蘭 THE NETHERLANDS

之光展量匹配。舉例而言，在圖 1 及圖 2 之實施例中，需要將源之光展量限制於低於約 0.03 mm^2 球面度之範圍內。

圖 3 展示根據本發明之一實施例之供在圖 1 及圖 2 之微影裝置中使用的電漿源 300。電漿之有效徑向及/或軸向尺寸影響源之光展量。為了調整(例如，減少)電漿源 300 之光展量，藉此使源之光展量與微影裝置 1 之光展量匹配，電漿源 300 經建構及配置成使得電漿之徑向及/或軸向尺寸在放電期間被控制(例如，被減少)。

如圖 3 所示，電漿源 300 包括陰極 305、陽極 310，及位於陽極與陰極之間的放電空間 315。陰極 305 及陽極 310 各自具有大體上定中心於共同 z 軸上之整體圓柱形形狀。在圖 3 中，z 軸被稱作放電軸。

在操作中，可藉由以陰極 305 與陽極 310 之間的燃料來施加放電而產生高溫放電電漿。用以產生電漿之燃料位於放電空間 315 中。燃料可為固體、液體或氣體。舉例而言，在圖 3 之實施中，燃料可由位於陰極 305 之上部部分 307 上之一薄層 306，如錫(Sn)層所組成。在另一實施中，燃料可包括氣體，諸如，Xe。在又一實施中，可將不同材料(諸如，鋰或鈹)用作燃料材料。如圖 3 所示，可藉由雷射源 325 來執行電漿放電之點燃。由雷射源 325 所輸出之輻射光束 330 經由開口 335 而聚焦至陰極 305 之上部部分 307 上。歸因於薄層 306 中之雷射能量的吸收，Sn 經蒸發且部分地離子化。

電漿 320 沿著由存在於陰極與陽極之間的燃料材料及電場所界定之路徑而在陰極 305 與陽極 310 之間的放電期間膨

輻射點之徑向尺寸與軸向尺寸可分別為約 0.02 cm 及 0.05 cm。

應瞭解，此等 EUV 源之最終徑向尺寸 r_p 係藉由電漿之輻射性質而界定。本質上，透明電漿之歐姆加熱及輻射功率與 $1/r_p^2$ 成比例，而光學厚電漿(optically thick plasma)之輻射功率與 r_p 成比例，其中 r_p 為捏縮柱之半徑。可在能量歸因於線輻射而自電漿損失時界定輻射功率。術語"透明電漿"意謂電漿中所燃燒之光子之平均自由路徑非常大於電漿之特性尺寸(亦即，光子易於自電漿逸出)。術語"光學厚電漿"指代電漿中所燃燒之光子之平均自由路徑非常小於電漿之特性尺寸的情形。

若輻射功率在某一時間點大於藉由歐姆加熱所獲得之功率，則電漿將接著收縮以返回至歐姆加熱與輻射功率之間的平衡。在此過程期間，電漿因為其密度($\sim 1/r_p^2$)比其半徑增加得快而變為光學厚。光學厚電漿之收縮導致輻射功率之減少，而藉由歐姆加熱所獲得之功率增加。當此等兩個功率相等時，電漿之收縮停止。此過程可被稱作 z 捏縮之"輻射崩裂"(radiation collapse)。

電漿捏縮之徑向及/或軸向尺寸之減少可增加由微影裝置所聚集之輻射量。舉例而言，如圖 3 所示，電漿捏縮之徑向尺寸之減少(亦即，在大體上垂直於 z 軸之方向上電漿捏縮之減少)可減少由陽極 310 及/或由可最接近 z 軸而定位之任何其他元件所阻塞的輻射量。因為存在較少由陽極 310 所阻塞之輻射，所以可減少提供至源之功率，

層 306 可為固體或液體。作為另一實例，可將物質、混雜物或元素添加至液體燃料供應物，如圖 4 所示。

圖 4 展示根據本發明之一實施例的電漿源 400。電漿源 400 包括陰極 405、陽極 410，及位於陰極 405 與陽極 410 之間的放電空間 415。陰極 405 及陽極 410 可具有圓柱形形狀且可各自可旋轉地安裝於各別機械軸 420a、420b 上。機械軸 420a、420b 由驅動單元(圖 4 中未展示)驅動以旋轉陰極 405 及陽極 410。

如圖 4 所示，電漿源 400 亦包括經建構及配置以將燃料 435 供應至陰極 405 之燃料供應物 425。燃料供應物 425 包括含有燃料 435 之容器 430。電漿源 400 進一步包括經組態以輸出輻射光束 450 之雷射源 445。在操作中，燃料 435 之層或塗層 440 歸因於陰極 405 之旋轉而形成於陰極 405 之外部表面上。形成於陰極 405 及陽極 410 上之燃料塗層 440 亦用以維持用於冷卻及/或保護陰極 405 及陽極 410 之冷卻及/或保護層。可基於塗層 440 之所要厚度來調整陰極 405 及陽極 410 之旋轉速度。

以與圖 3 之實施例中類似之方式而藉由雷射源 445 來執行電漿放電之點燃。具體而言，將由雷射源 445 所輸出之輻射光束 450 聚焦至塗層 440 上。歸因於塗層中之雷射能量的吸收，燃料 435 經蒸發且部分地離子化，其形成電漿 455。電漿 455 沿著由陰極與陽極之間的電場及燃料材料所界定之路徑而在陰極 405 與陽極 410 之間的放電期間膨脹。

在圖 4 之實施例中實現電漿 455 之尺寸或容積的控制，其

係藉由將一或多種物質、混雜物或元素添加至燃料供應物 425，使得塗層 440 之待由輻射光束 450 離子化的一部分包括燃料 435 與物質、混雜物或元素之大體上均質混合物。燃料 435 與物質、混雜物或元素之離子化均質混合物在陰極 405 與陽極 410 之間傳播，使得可在電漿放電期間大體上控制電漿 455 之尺寸或容積。

或者，可在將燃料引入至放電空間 415 中時或之後將物質、混雜物或元素添加至燃料。此外，可在電漿之點燃之前或之後將物質、混雜物或元素添加至燃料供應物。此外，可藉由調整燃料供應物中之混雜物之濃度而進行由電漿所界定之容積的控制(例如，減少)。

圖 5 展示根據本發明之一實施例之供在圖 1 及圖 2 之微影裝置中使用的電漿源 500。電漿源 500 包括陰極 505、陽極 510，及位於陽極與陰極之間的放電空間 515。源亦包括經組態以輸出輻射光束 530 之雷射源 525。陰極 505 及陽極 510 各自具有大體上定中心於共同 z 軸上之整體圓柱形形狀。在圖 5 中，z 軸被稱作放電軸。類似於圖 3，燃料可提供於陰極 505 之頂部上。或者，燃料可為經由供應噴嘴(圖 5 中未展示)而引入至放電空間 515 中之氣體。

電漿源 500 亦包括經組態以將物質、混雜物或元素 535 供應至放電空間 515 中之供應單元 520。可以各種形式(例如，氣體、液體或固體)而將物質、混雜物或元素 535 引入至放電空間 515 中。

在圖 3 至圖 5 之實施例中，可基於電漿捏縮 545 之所要徑

十、申請專利範圍：

101. 6. 04

1. 一種用於產生一在一微影裝置中使用之輻射的方法，該方法包含：

將一燃料供應至位於一陰極與一陽極之間的一放電空間；

以該燃料在該陰極與該陽極之間形成一放電而形成一電漿；及

藉由控制該電漿之輻射發射而減少由該電漿所界定之一容積(volume)，該減少包括將一物質供應至該電漿以控制該輻射發射，其中該物質包括 Ga、In、Bi、Pb 或 Al 中之至少一者。

2. 如請求項 1 之方法，其中該燃料包括 Sn、Xe 或 Li 中之至少一者。
3. 如請求項 1 之方法，其中該物質及該燃料經單獨地供應至該放電空間。
4. 如請求項 1 之方法，其中該物質為一包括該燃料之混合物的一部分。
5. 如請求項 4 之方法，其中該混合物為固體或液體。
6. 如請求項 5 之方法，其進一步包含在形成該放電之前將該混合物供應至該陰極。
7. 如請求項 1 之方法，其中該物質經選擇以在一預定波長範圍內增加輻射發射。
8. 如請求項 1 之方法，其中減少由該電漿所界定之該容積包括減少該電漿之一徑向尺寸。

9. 如請求項1之方法，其中該減少包括控制由該電漿所界定之該容積，使得一經組態以產生該電漿之輻射源之一光展量實質上匹配該微影裝置之一光展量。
10. 一種器件製造方法，其包含：
產生一輻射光束，該產生包括：
將一燃料供應至位於一陰極與一陽極之間的一放電空間；
以該燃料在該陰極與該陽極之間形成一放電而形成一電漿；及
藉由控制該電漿之輻射發射而減少由該電漿所界定之一容積，該減少包括將一物質供應至該電漿以控制該輻射發射，其中該物質包括Ga、In、Bi、Pb或Al中之至少一者；
圖案化該輻射光束以形成一經圖案化輻射光束；及
將該經圖案化輻射光束投影至一基板上。
11. 如請求項10之方法，其中該燃料包括Sn、Xe或Li中之至少一者。
12. 如請求項10之方法，其中該物質及該燃料經單獨地供應至該放電空間。
13. 如請求項10之方法，其中該物質經選擇以在一預定波長範圍內增加輻射發射。
14. 如請求項10之方法，其中減少由該電漿所界定之該容積係使得一經組態以產生該電漿之輻射源之一光展量實質上匹配一經組態以圖案化該輻射光束之微影裝置之一光

展量。

15. 一種經組態以產生一用於一微影裝置之輻射的源，該源包含：

一陰極及一陽極，該陰極及該陽極經組態成以位於一放電空間中之一燃料來形成一放電以便產生一電漿，該放電空間在使用中包括一物質，其經組態以減少該電漿之輻射發射以便控制由該電漿所界定之一容積，其中該物質包括 Ga、In、Bi 或 Al 中之至少一者。

16. 如請求項 15 之源，其中該燃料包括 Sn、Xe 或 Li 中之至少一者。

17. 如請求項 15 之源，其進一步包含一經組態以將該燃料供應至該放電空間之燃料供應物。

18. 如請求項 15 之源，其進一步包含一經組態以在該放電空間中供應該物質之供應物。

19. 如請求項 18 之源，其中該物質及該燃料經單獨地供應至該放電空間。

20. 如請求項 15 之源，其中該物質為一包括該燃料之混合物的一部分。

21. 如請求項 20 之源，其中該混合物為固體或液體。

22. 如請求項 21 之源，其中該混合物位於該陰極上。

23. 如請求項 15 之源，其中該物質經選擇以在一預定波長範圍內增加該輻射發射。

24. 如請求項 15 之源，其中該物質經組態以減少該電漿之一徑向尺寸。

25. 如請求項15之源，其進一步包含一經組態以在該放電空間中供應該燃料及該物質之供應物。

26. 如請求項15之源，其中該源之一光展量實質上匹配該微影裝置之一光展量。

27. 一種微影系統，其包含：

一源，該源經組態以產生一輻射，該源包含一陰極及一陽極，該陰極及該陽極經組態成以位於一放電空間中之一燃料來形成一放電以便產生一電漿，該放電空間在使用中包括一物質，其經組態以調整由該電漿之輻射發射以便減少一由該電漿所界定之容積，其中該物質包括Ga、In、Bi或Al中之至少一者；

一圖案支撐件，該圖案支撐件經組態以固持一圖案化器件，該圖案化器件經組態以圖案化該輻射以形成一經圖案化輻射光束；

一基板支撐件，該基板支撐件經組態以支撐一基板；及

一投影系統，該投影系統經組態以將該經圖案化輻射光束投影至該基板上。

28. 如請求項27之微影系統，其中該燃料包括Sn、Xe或Li中之至少一者。

29. 如請求項27之微影系統，其進一步包含一經組態以將該燃料供應至該放電空間之燃料供應物。

30. 如請求項27之微影系統，其進一步包含一經組態以在該放電空間中供應該物質之供應物。

31. 如請求項27之微影系統，其中該物質及該燃料經單獨地

供應至該放電空間。

32. 如請求項27之微影系統，其中該物質為一包括該燃料之混合物的一部分。

33. 如請求項32之微影系統，其中該混合物為固體或液體。

34. 如請求項33之微影系統，其中該混合物位於該陰極上。

35. 如請求項27之微影系統，其中該物質經選擇以在一預定波長範圍內增加該輻射發射。

36. 如請求項27之微影系統，其中該物質經組態以減少該電漿之一徑向尺寸。

37. 如請求項27之微影系統，其進一步包含一經組態以在該放電空間中供應該燃料及該物質之供應物。

38. 如請求項27之微影系統，其中該源之一光展量實質上匹配該微影裝置之一光展量。

39. 如請求項27之微影系統，其中該圖案化器件包括一可程式化鏡面陣列。