

【發明說明書】

【中文發明名稱】

微影裝置及元件製造方法

【英文發明名稱】

LITHOGRAPHIC APPARATUS AND DEVICE MANUFACTURING
METHOD

【技術領域】

本發明係關於一種微影裝置及一種用於製造元件之方法。

本申請案主張2011年11月17日申請之美國臨時申請案第61/561,117號之權利，該臨時申請案之全文係以引用之方式併入本文中。

【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)之機器。微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)之製造中。在彼情況下，圖案化元件(其或者被稱作光罩或比例光罩)可用以產生待形成於IC之個別層上之電路圖案。可將此圖案轉印至基板(例如，矽晶圓)上之目標部分(例如，包含晶粒之部分、一個晶粒或若干晶粒)上。通常經由成像至提供於基板之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上而進行圖案之轉印。一般而言，單一基板將含有經順次地圖案化之鄰近目標部分之網路。

微影被廣泛地認為是在IC以及其他元件及/或結構之製造中之關鍵步驟中的一者。然而，隨著使用微影所製造之特徵之尺寸變得愈來愈小，微影正變為用於使能夠製造小型IC或其他元件及/或結構之更具決定性之因素。

圖案印刷極限之理論估計可藉由瑞立(Rayleigh)解析度準則給出，如

方程式(1)所示：

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

其中 λ 為所使用之輻射之波長， NA 為用以印刷圖案之投影系統之數值孔徑， k_1 為程序相依調整因數(亦被稱為瑞立常數)，且 CD 為經印刷特徵之特徵大小(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印刷大小之縮減：藉由縮短曝光波長 λ 、藉由增加數值孔徑 NA ，或藉由減低 k_1 之值。

為了縮短曝光波長且因此縮減最小可印刷大小，已提議使用極紫外線(EUV)輻射源。EUV輻射為具有在5奈米至20奈米之範圍內(例如，在13奈米至14奈米之範圍內，例如，在5奈米至10奈米之範圍內，諸如，6.7奈米或6.8奈米)之波長的電磁輻射。舉例而言，可能之源包括雷射產生電漿源、放電電漿源，或基於由電子儲存環提供之同步加速器輻射之源。

可使用電漿來產生EUV輻射。用於產生EUV輻射之輻射系統可包括用於激發燃料以提供電漿之雷射，及用於含有電漿之源收集器模組。可(例如)藉由將雷射光束引導於燃料(諸如，合適材料(例如，錫)之粒子，或合適氣體或蒸汽(諸如，Xe氣體或Li蒸汽)之串流)處來創製電漿。所得電漿發射輸出輻射，例如，EUV輻射，該輻射係使用輻射收集器予以收集。輻射收集器可為鏡面式正入射輻射收集器，其接收輻射且將輻射聚焦成光束。源收集器模組可包括經配置以提供真空環境來支援電漿之圍封結構或腔室。此輻射系統通常被稱為雷射產生電漿(LPP)源。

為了使用EUV微影裝置以所要準確度將圖案投影至基板上，需要控制基板之溫度。此係因為基板溫度之不受控制改變可造成基板膨脹或收縮，使得經投影圖案不以所要準確度定位於基板上(例如，不以所要準確度疊對

於已經存在於基板上之圖案上)。在此方面之已知問題在於：用以防止起源於經曝光抗蝕劑及/或晶圓載物台隔室之污染物之淨化氣體在晶圓表面上造成淨正熱負荷。此熱負荷又可引起晶圓之大的不理想熱變形。

【發明內容】

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，該微影裝置包含：一基板台，其經建構以固持一基板；一投影系統，其經組態以將一經圖案化輻射光束投影通過一開口且投影至該基板之一目標部分上；及一導管，其經組態以將氣體遞送至該開口，且提供該氣體離開該開口至該投影系統與該基板台之間的一空間之一流動，其中該微影裝置具備一溫度控制元件，該溫度控制元件經組態以控制在該氣體傳遞通過該開口之後在該空間中該氣體之溫度。

在本發明之一實施例中，該溫度控制元件包含溫度控制構件或一溫度控制器，該溫度控制構件或溫度控制器包括加熱構件或一加熱器及冷卻構件或一冷卻器兩者。該加熱構件及該冷卻構件經組態以提供對該氣體之一淨冷卻效應。

理想地，該加熱構件及該冷卻構件安置於該投影系統與該基板台之間的一空間中。該加熱構件及該冷卻構件可安裝於位於該空間中之一支撐部件上。該支撐部件可安裝於面對該基板台的該投影系統之一表面上且與該表面進行熱連通或與該表面進行熱隔絕。

該加熱構件可包含至少一電阻性加熱器件。理想地，該至少一電阻性加熱器件包含複數個可獨立控制片段。在其他實施例中，可存在複數個可獨立控制電阻性加熱器件。

理想地，該冷卻構件包含可理想地為經配置以攜載在一遠端源處冷卻

之一冷卻流體之至少一熱管的至少一冷卻器件。

在本發明之實施例中，該溫度控制構件經組態以藉由控制該加熱構件來控制冷卻量。

本發明之一些實施例可進一步包含經組態以量測由該微影裝置投影至該基板上之一圖案之疊對的一度量衡裝置，其中一控制系統經組態以基於來自該度量衡裝置之一輸出來判定該溫度控制元件之一操作調整。該微影裝置可進一步包含經組態以量測該基板之紅外線反射率之一量測裝置。該控制系統可經組態以基於該基板之該測定反射率來判定該溫度控制元件之一操作調整。

根據本發明之另一態樣，提供一種元件製造方法，該元件製造方法包含：將一經圖案化輻射光束通過一投影系統中之一開口而投影至一基板上；及經由一導管將氣體遞送至該投影系統中之該開口，其中該方法進一步包含控制該氣體之溫度，使得在該氣體傳遞通過該開口之後在該投影系統與該基板之間的一空間中控制該氣體之該溫度。

理想地，該溫度控制包含藉由使用冷卻構件之過度冷卻及使用加熱構件之加熱而達成的冷卻。

【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示意性地描繪圖1之裝置的更詳細視圖，其包括放電產生電漿源收集器模組；

圖3示意性地描繪圖1之裝置之替代源收集器模組的視圖，該替代例為雷射產生電漿源收集器模組；

圖4示意性地描繪微影裝置之投影系統之零件及如由基板台固持之基

板；

圖5為展示加熱構件及冷卻構件的圖4之零件的詳細視圖。

【實施方式】

現在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，對應元件符號指示對應零件。

圖1示意性地描繪根據本發明之一實施例的微影裝置100。該裝置包含：照明系統(照明器)IL，其經組態以調節輻射光束B(例如，EUV輻射)；支撐結構(例如，光罩台)MT，其經建構以支撐圖案化元件(例如，光罩或比例光罩)MA且連接至經組態以準確地定位該圖案化元件之第一定位器PM；基板台(例如，晶圓台)WT，其經建構以固持基板(例如，抗蝕劑塗佈晶圓)W且連接至經組態以準確地定位該基板之第二定位器PW；及投影系統(例如，反射投影系統)PS，其經組態以將由圖案化元件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，包含一或多個晶粒)上。

照明系統可包括用於引導、塑形或控制輻射的各種類型之光學組件，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。

支撐結構MT以取決於圖案化元件MA之定向、微影裝置之設計及其他條件(諸如，該圖案化元件是否被固持於真空環境中)的方式來固持該圖案化元件。支撐結構可使用機械、真空、靜電或其他夾持技術以固持圖案化元件。支撐結構可為(例如)框架或台，其可根據需要而固定或可移動。支撐結構可確保圖案化元件(例如)相對於投影系統處於所要位置。

術語「圖案化元件」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創製圖案的任何元件。

被賦予至輻射光束之圖案可對應於目標部分中所創製之元件(諸如，積體電路)中之特定功能層。

圖案化元件可為透射的或反射的。圖案化元件之實例包括光罩、可程式化鏡面陣列，及可程式化LCD面板。光罩在微影中為吾人所熟知，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。傾斜鏡面在由鏡面矩陣反射之輻射光束中賦予圖案。

類似於照明系統，投影系統可包括適於所使用之曝光輻射或適於諸如真空之使用之其他因素的各種類型之光學組件，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。可需要將真空用於EUV輻射，此係因為氣體可能吸收過多輻射。因此，可憑藉真空壁及真空泵而將真空環境提供至整個光束路徑。可將一些氣體提供於微影裝置之一些零件中，例如，以允許使用氣流以降低污染到達微影裝置之光學組件之可能性。

如此處所描繪，裝置為反射類型(例如，使用反射光罩)。

微影裝置可為具有兩個(雙載物台)或兩個以上基板台(及/或兩個或兩個以上光罩台)之類型。在此等「多載物台」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。

參看圖1，照明器IL自源收集器模組SO接收極紫外線(EUV)輻射光束。用以產生EUV光之方法包括(但未必限於)用在EUV範圍內之一或多種發射譜線將具有至少一元素(例如，氬、鋰或錫)之材料轉換成電漿狀態。在一種此類方法(常常被稱為雷射產生電漿「LPP」)中，可藉由用雷射光束

來輻照燃料(諸如，具有所需譜線發射元素之材料小滴、串流或叢集)而產生所要電漿。源收集器模組SO可為包括雷射(圖1中未繪示)之EUV輻射系統之零件，該雷射用於提供激發燃料之雷射光束。所得電漿發射輸出輻射，例如，EUV輻射，該輻射係使用安置於源收集器模組中之輻射收集器予以收集。舉例而言，當使用CO₂雷射以提供用於燃料激發之雷射光束時，雷射與源收集器模組可為分離實體。

在此等狀況下，不認為雷射形成微影裝置之零件，且輻射光束係憑藉包含(例如)合適引導鏡面及/或光束擴展器之光束遞送系統而自雷射傳遞至源收集器模組。在其他狀況下，舉例而言，當源為放電產生電漿EUV產生器(常常被稱作DPP源)時，源可為源收集器模組之整體零件。

照明器IL可包含用於調整輻射光束之角強度分佈之調整器。通常，可調整照明器之光瞳平面中之強度分佈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)。另外，照明器IL可包含各種其他組件，諸如，琢面化場鏡面元件及琢面化光瞳鏡面元件。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佈。

輻射光束B入射於被固持於支撐結構(例如，光罩台)MT上之圖案化元件(例如，光罩)MA上，且係由該圖案化元件圖案化。在自圖案化元件(例如，光罩)MA反射之後，輻射光束B傳遞通過投影系統PS，投影系統PS將該光束聚焦至基板W之目標部分C上。憑藉第二定位器PW及位置感測器PS2(例如，干涉量測元件、線性編碼器或電容性感測器)，可準確地移動基板台WT，例如，以便使不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中。相似地，第一定位器PM及另一位置感測器PS1可用以相對於輻射光束B之路徑來準確地定位圖案化元件(例如，光罩)MA。可使用光罩對準標記M1、M2

及基板對準標記P1、P2來對準圖案化元件(例如，光罩)MA及基板W。

所描繪裝置可用於以下模式中至少一者中：

1. 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，使支撐結構(例如，光罩台)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。

2. 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，同步地掃描支撐結構(例如，光罩台)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相對於支撐結構(例如，光罩台)MT之速度及方向。

3. 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，使支撐結構(例如，光罩台)MT保持基本上靜止，從而固持可程式化圖案化元件，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一掃描期間之順次輻射脈衝之間根據需要而更新可程式化圖案化元件。此操作模式可易於應用於利用可程式化圖案化元件(諸如，上文所提及之類型之可程式化鏡面陣列)之無光罩微影。

亦可使用對上文所描述之使用模式之組合及/或變化或完全不同之使用模式。

圖2更詳細地展示裝置100，其包括源收集器模組SO、照明系統IL及投影系統PS。源收集器模組SO經建構及配置成使得可將真空環境維持於源收集器模組SO之圍封結構220中。可藉由放電產生電漿源形成EUV輻射發射電漿210。可藉由氣體或蒸汽(例如，Xe氣體、Li蒸汽或Sn蒸汽)產生EUV

輻射，其中創製極熱電漿210以發射在電磁光譜之EUV範圍內之輻射。藉由(例如)造成至少部分離子化電漿之放電來創製極熱電漿210。為了輻射之有效率產生，可需要為(例如)10帕斯卡之分壓之Xe、Li、Sn蒸汽或任何其他合適氣體或蒸汽。在一實施例中，提供受激發錫(Sn)電漿以產生EUV輻射。

由熱電漿210發射之輻射係經由定位於源腔室211中之開口中或後方之選用氣體障壁或污染物截留器230(在一些狀況下，亦被稱作污染物障壁或箔片截留器)而自源腔室211傳遞至收集器腔室212中。污染物截留器230可包括通道結構。污染截留器230亦可包括氣體障壁，或氣體障壁與通道結構之組合。如在此項技術中所知，本文進一步所指示之污染物截留器或污染物障壁230至少包括通道結構。

收集器腔室212可包括可為所謂掠入射收集器之輻射收集器CO。輻射收集器CO具有上游輻射收集器側251及下游輻射收集器側252。橫穿收集器CO之輻射可自光柵光譜濾光器240反射以聚焦於虛擬源點IF中。虛擬源點IF通常被稱作中間焦點，且源收集器模組經配置成使得中間焦點IF位於圍封結構220中之開口221處或附近。虛擬源點IF為輻射發射電漿210之影像。

隨後，輻射橫穿照明系統IL，照明系統IL可包括琢面化場鏡面元件22及琢面化光瞳鏡面元件24，琢面化場鏡面元件22及琢面化光瞳鏡面元件24經配置以提供在圖案化元件MA處輻射光束21之所要角分佈，以及在圖案化元件MA處輻射強度之所要均一性。在由支撐結構MT固持之圖案化元件MA處輻射光束21之反射後，隨即形成經圖案化光束26，且由投影系統PS將經圖案化光束26經由反射器件28、30而成像至由晶圓載物台或基板台

WT固持之基板W上。

比所示器件多之器件通常可存在於照明光學件單元IL及投影系統PS中。取決於微影裝置之類型，可視情況存在光柵光譜濾光器240。另外，可存在比諸圖所示之鏡面多的鏡面，例如，在投影系統PS中可存在比圖2所示之反射器件多1至6個的額外反射器件。

如圖2所說明，收集器光學件CO被描繪為具有掠入射反射器253、254及255之巢套式收集器，僅僅作為收集器(或收集器鏡面)之實例。掠入射反射器253、254及255經安置成圍繞光軸O軸向地對稱，且此類型之收集器光學件CO係理想地結合放電產生電漿源(常常被稱為DPP源)予以使用。

或者，源收集器模組SO可為雷射產生電漿(LPP)輻射系統之零件，如圖3所示。雷射LA經配置以將雷射能量沈積至諸如氙(Xe)、錫(Sn)或鋰(Li)之燃料中，從而創製具有數十電子伏特之電子溫度之高度離子化電漿210。在此等離子之去激發及再結合期間所產生之高能輻射係自電漿發射、由近正入射收集器光學件CO收集，且聚焦至圍封結構220中之開口221上。

圖4以橫截面示意性地展示投影系統PS之下部部分，亦即，面對基板固持器WT之部分。投影系統PS包括開口301，在使用時，經圖案化輻射光束係通過開口301而投影至基板之目標部分上。開口可由開口界定壁302之傾斜內部表面304形成。壁302係中空的且界定環形腔室305，環形腔室305自氣體供應件接收氣體(例如，經由圖中未繪示之遞送管)且將氣體通過形成於傾斜內部表面304中之環形隙縫306而遞送至開口301。遞送管、腔室305及隙縫306可一起被認為形成將氣體遞送至開口301之導管。該導管可具有用來將氣體供應至開口301之任何其他合適形式。

環形隙縫306為出口之實例。出口可具有任何合適形式。舉例而言，

出口可包含複數個孔。複數個孔可圍繞出口而分佈。孔可為矩形、正方形、圓形，或可具有任何其他合適形狀。圖4中之參考306可指代任何此等出口；出口在下文中亦將被稱作出口306。

需要降低污染(例如，來自基板W上之抗蝕劑之氣相有機化合物)將自基板W行進至投影系統PS之內部中的可能性。此係因為污染可累積於諸如鏡面28、30之光學表面上且造成此等表面之反射率降低。此情形又可降低可用於投影至基板W上之EUV輻射之強度，且因此降低微影裝置之產出率(亦即，可由微影裝置每小時圖案化之基板之數目)。

通過環形隙縫306而供應至開口301之氣體充當降低污染自基板W傳遞通過開口301且傳遞至投影系統PS中之可能性的淨化氣體。氣流係由圖4中之箭頭示意性地表示。氣體行進至環形腔室305中且在環形腔室305內行進，使得至環形隙縫306之進入口處之氣體壓力圍繞環形腔室305之圓周實質上相等。可存在圍繞環形腔室305之某一壓力變化，且為了校正此變化，該腔室可包括一擋板(圖中未繪示)，該擋板用以促使氣體在該環形腔室內行進，藉此輔助氣體在該環形腔室內之壓力之等化。氣體傳遞通過環形隙縫306且傳遞至開口301中。氣體之部分向上行進至投影系統PS中。氣體之剩餘部分向下行進，從而傳遞離開開口301且接著遠離該開口而行進於投影系統PS與基板W之間的間隙或空間中。離開開口301之氣流防止或抑制污染自基板W傳遞至投影系統PS中。

需要控制基板W之溫度。此係因為基板溫度之不受控制改變可造成基板膨脹或收縮，使得經投影圖案不以所要準確度定位於基板上(例如，不以所要準確度疊對於已經存在於基板上之圖案上)。自開口301至基板W上之氣流可以下文將進一步描述之非想要方式加熱基板。可需要防止氣流以非

想要方式加熱基板。另外，基板之至少部分可經歷歸因於由入射於基板之部分上之EUV及紅外線輻射造成之加熱的較高溫度。舉例而言，紅外線輻射可起因於EUV發射電漿210或用於產生該EUV發射電漿之雷射LA(參見圖3)。

在一實施例中，氣體隨著其自開口301流動至基板W之邊緣而被冷卻。為了提供氣體隨著其自開口301流動至基板W之邊緣之冷卻，微影裝置包含下文詳細地描述之溫度控制元件330。溫度控制元件330經組態以控制氣體在傳遞通過開口301之後在投影系統PS與基板W之間的空間中之溫度。氣體之溫度可經控制成使得基板W之溫度未由氣體修改至造成在微影裝置中發生不可接受之疊對誤差的程度。應瞭解，出於描述在裝置未在使用時之實施例之技術特徵的目的，投影系統PS與基板W之間的空間等效於該投影系統與基板台WT之間的空間。鑒於此等效性，下文在本發明之描述中將不區分此空間之兩個定義。

微影裝置可具有一參考溫度，該參考溫度可(例如)為大約295克氏溫度(例如，大約為可介於20°C與23°C之間的室溫)或可為某其他溫度。參考溫度可為微影裝置之一或多個組件在微影裝置之操作期間被固持之溫度。微影裝置可在參考溫度下固持(或儘力固持)基板W、基板台WT、投影系統壁及開口界定壁302中之一或多者。若微影裝置在無氣流的情況下操作，則基板W、基板台WT、投影系統壁及開口界定壁302可處於參考溫度(或實質上處於參考溫度)。此情形之例外可為正被曝光的基板之部分；此部分可歸因於由入射於基板之彼部分上之EUV及紅外線輻射造成的加熱而具有較高溫度。舉例而言，紅外線輻射可起因於EUV發射電漿210或用於產生該EUV發射電漿之雷射LA(參見圖3)。

當氣體流動通過裝置時，即使引入至腔室305中之氣體最初具有與微影裝置之其他組件之溫度相同的溫度，氣體亦可造成基板W之加熱。此係因為氣體隨著其行進至基板W而獲取熱，該熱接著自該氣體而轉移至該基板。基板之此加熱可導致在基板之曝光期間發生不可接受之疊對誤差。

氣體隨著其行進至基板W而獲取熱所經由的機制為氣體行進之速度的後果。通過遞送管而行進至環形腔室305之氣體將具有相對高速度(例如，100公尺/秒或更大)。氣體之此相對高速度將造成氣體之溫度隨著氣體流動至腔室而降低。可藉由考慮氣體絕熱(亦即，在遞送管與氣體之間不進行熱轉移)的實例來理解此情形。若氣體絕熱，則氣體之總能量必須保持恆定。若氣體在其進入遞送管時靜止或緩慢地移動(例如，10公尺/秒或更小)，則氣體之全部能量皆為熱能，且此熱能被顯現為氣體之溫度。然而，當氣體在遞送管中以相對高速度行進時，氣體歸因於其速度而具有顯著動能。因為氣體之總能量保持不變，所以氣體之熱能(且因此，氣體之溫度)會降低。因此，在絕熱狀況下，當氣體以相對高速度流動時，氣體之溫度將會降低。

在本發明之一實施例中，氣體可以相對高速度流動通過遞送管，且由於此相對高速度，氣體之靜態溫度會降低。若氣體及投影系統壁皆具有相同初始溫度(初始氣體溫度為氣體在其流動通過遞送管之前的溫度)，則當氣體流動通過遞送管時，氣體將具有低於投影系統壁之溫度的靜態溫度。因為氣體相比於投影系統壁具有較低靜態溫度，所以隨著氣體行進通過遞送管，熱將自投影系統壁流動至氣體。在一替代實施例中，氣體可以相對低速度流動通過遞送管，在此狀況下，氣體之溫度將不會降低。然而，當氣體流動通過環形隙縫306時，氣體之溫度將會降低。

氣體傳遞至開口301中所通過之環形隙縫306相對狹窄。因此，氣體將以相對高速度行進通過環形隙縫306，且此情形將造成氣體之溫度降低(例如，達幾克氏溫度或甚至高達數十克氏溫度)。若氣體隨著其行進通過環形隙縫306而相比於開口界定壁302具有較低溫度，則熱將自該開口界定壁轉移至氣體。

氣體在其進入開口301時可具有相對高速度。然而，氣體在其入射於基板W之表面上時減速，此係因為基板防止氣體繼續向下行進且迫使氣體改變方向。由於此減速，氣體中之動能轉換成熱能。因為熱已自遞送管及開口界定壁302轉移至氣體，所以氣體具有高於其在其進入遞送管之前的總溫度的總溫度。舉例而言，氣體之總溫度可高於微影裝置之參考溫度。正是氣體之此較高總溫度可造成基板W之不理想加熱。

在一實施例中，可將開口界定壁302隔絕以降低可自投影系統壁(或微影裝置之其他零件)流動至該開口界定壁之熱的量。此情形降低隨著氣體傳遞通過環形隙縫306而可轉移至氣體之熱的量。舉例而言，隔絕可包含在開口界定壁302與投影系統壁之間提供間隙及/或隔絕材料(投影系統壁之壁在圖4中未繪示)。

在一實施例中，開口界定壁302可由隔絕材料建構。舉例而言，開口界定壁302可由陶瓷建構，例如，可購自美國Corning之Corning公司的Macor陶瓷(或某其他合適陶瓷)。開口界定壁302可由玻璃形成。開口界定壁302可由相比於一些其他金屬具有較低熱導率之金屬形成。舉例而言，開口界定壁302可由不鏽鋼形成，不鏽鋼可提供結構強度且具有顯著地低於鋁之熱導率的熱導率。

在圖4之實施例中，腔室305具有環形下壁303，環形下壁303平行於基

板W且與基板W一起界定氣體流動所通過之間隙。緊固至下壁303的是呈環形圓盤之形式之支撐部件320，支撐部件320攜載下文待描述之溫度控制構件(或溫度控制器)且與溫度控制構件一起為上述溫度控制元件330之零件。支撐部件320具備開口321，開口321係與開口301鄰接，以便不阻礙氣流或阻擋曝光輻射光束。支撐部件320用來支撐溫度控制構件，此將在下文予以描述，且雖然環形圓盤為針對該支撐部件之特別方便形式，但該支撐部件可採取任何其他合適形式。

圖5更詳細地展示自開口321之邊緣延伸至支撐部件320之外部圓周的支撐部件320之區段。受到支撐部件320支撐的是至少一加熱構件322(或加熱器)及至少一冷卻構件323(或冷卻器)。冷卻構件323可採取任何合適形式，例如，具有圓形或矩形橫截面，但理想地包含攜載自遠端冷卻單元(例如，經由熱管而連接之帕耳帖(Peltier)冷卻器)供應之冷卻流體之管路。可藉由(例如，但不限於)使用熱管或諸如水或乙二醇之單相冷卻流體來遞送冷卻。加熱構件322可包含至少一電阻性加熱器件。支撐部件320理想地係由導熱材料形成，且理想地為具有低除氣以便不冒險將污染物添加至支撐部件320下方之基板W之材料。合適材料包括鋁、鋼，及諸如氮化鋁或碳化矽之陶瓷。

應注意，在圖5中，加熱構件及冷卻構件皆被展示為位於支撐部件320下方，而在圖4中，加熱構件及冷卻構件被展示為位於支撐部件320上方。兩種選項皆係可能的。

支撐部件320理想地緊固至腔室305之下壁303，但支撐部件320亦可由其他構件固持於適當位置中而未必接觸壁303。視情況，在本發明之一些實施例中，系統可經配置以預冷卻腔室305內之氣體。可藉由確保支撐部件

320與下壁303進行良好熱接觸來進行此預冷卻。相反地，預冷卻腔室305中之氣體可具有一些缺點，此在於：該冷卻可能不理想地冷卻相鄰子模組或其零件。在此狀況下，支撐部件320可被分離地安裝，使得其鄰近於但不接觸下壁303，或其可固定至下壁303，其中在支撐部件320與下壁303之間具有熱隔絕材料。

儘管提供加熱構件及冷卻構件兩者，但主要目標係隨著氣體自開口301流動至基板W之邊緣而提供對氣體之可變冷卻效應。提供加熱構件及冷卻構件兩者之潛在優點在於：可改良系統之回應時間。冷卻構件之回應時間通常比加熱構件之回應時間慢得多。本發明之實施例藉由使用冷卻構件323以過度冷卻氣體(亦即，提供將獨自地將氣體冷卻至低於所要溫度之溫度的冷卻程度)且接著使用加熱構件322以將氣體加熱成使得存在淨冷卻效應來提供具有快速回應時間之冷卻。藉由使過度冷卻保持實質上恆定，正是加熱構件322控制淨冷卻，且因為該加熱構件具有相對快回應時間，所以系統之回應時間相對快。視情況，可提供僅冷卻或僅加熱，但可藉由將過度冷卻與加熱進行組合以產生可受到準確地控制之可變冷卻來獲得最好結果。

如所解釋，系統可結合加熱而提供氣體之過度冷卻。此情形提供具有快速回應時間之冷卻的廣泛範圍之控制。理想地使過度冷卻保持不變，且藉由調整加熱來提供控制。藉由將溫度回饋或前饋信號提供至經建構及配置以控制溫度控制元件之操作之控制系統(諸圖中任一者中未繪示)來實現控制。詳言之，控制系統可經建構及配置以設定或調整加熱構件322及冷卻構件323之各別溫度。可自位於圓盤320上或鄰近於圓盤320之一或多個溫度感測器獲得此信號。在本發明之一些實施例中，電阻性加熱器件自身可

藉由監視該(該等)加熱器件之電阻率來充當一或多個溫度感測器。

在本發明之實施例中，亦可將控制信號自微影裝置之其他影響模組提供至控制系統。舉例而言，作為回饋控制之部分，可提供指示用於晶圓曝光之輻射能及晶圓夾盤溫度之信號。

加熱構件322及冷卻構件323可以廣泛範圍之不同組態而組態於圓盤320上。在一特別簡單組態中，可存在僅單一加熱器件及單一冷卻器件，但理想地，為了提供最大控制程度，可存在複數個可獨立控制加熱器件或經再分成若干可獨立控制片段之單一加熱器件。提供可獨立控制加熱器件或經再分之可獨立控制片段可允許遍及支撐部件之不同部分來控制淨冷卻程度。通常，舉例而言，鄰近於開口301將存在較大冷卻程度，此係因為氣體在彼點處最熱。相似地，可存在多個冷卻器件以提供最大控制程度。在一些實施例中，支撐部件320上之加熱構件322及冷卻構件323可提供至數個不同可獨立控制扇區中，該等可獨立控制扇區中每一者包括至少一加熱器件或可獨立控制加熱器件片段及至少一冷卻器件或其零件。

在一實施例中，溫度控制元件330將氣體冷卻至之溫度可用以(至少部分地用以)調整由微影裝置達成之疊對。疊對可被認為是微影裝置將圖案投影於已經存在於基板上之圖案之頂部上之準確度的量測。可在基板之曝光之後藉由使用度量衡裝置(其可形成微影裝置之零件)以量測經投影圖案相對於先前存在於基板上之圖案之位置來量測由微影裝置達成之疊對。若發現圖案指示具有過高溫度之基板的次最佳疊對，則可增加由溫度控制元件330提供之冷卻。相反地，若發現圖案指示具有過低溫度之基板的次最佳疊對，則可降低由溫度控制元件330提供之冷卻或可增加補償加熱之量。可週期性地調整由溫度控制元件330提供之冷卻，以便維持所要疊對準確度。

由基板對EUV輻射之吸收可相對恆定且可預測。然而，由基板對IR輻射之吸收可取決於基板之表面之形式而顯著地變化。舉例而言，若先前已在基板上曝光及處理一結構，則由基板對IR輻射之吸收將取決於彼結構之形式。若該結構係由金屬形成，則IR輻射之吸收將小於在該結構係由半導體材料形成之情況下將獲得之吸收。自溫度控制元件330遞送之氣體之溫度的調整可考量由微影裝置正曝光(或將曝光)之基板對紅外線輻射之反射率及吸收率。在一實施例中，可在由微影裝置對一基板(其可表示複數個基板)之曝光之前在量測裝置中執行該基板(或該複數個基板)對紅外線輻射之反射率及吸收率。量測裝置可形成微影裝置之零件。舉例而言，一裝置可將紅外線輻射光束引導於基板處且偵測自基板反射之輻射，藉此允許判定基板對紅外線輻射之反射率。亦可量測吸收率。紅外線輻射可(例如)為10.6微米，且可(例如)由雷射提供。舉例而言，該裝置可為用以執行基板之其他屬性之量測的裝置(此裝置可被稱作度量衡裝置)。控制系統可調整加熱構件322、333之溫度以考量由微影裝置將曝光(或正曝光)之基板之IR反射率及吸收率(舉例而言，若正使用氣體以提供至少部分地補償由IR輻射造成的基板之加熱的冷卻)。

加熱構件322及冷卻構件323可以旋轉對稱性而安置於支撐部件320上。此情形在氣體在所有方向上同等地自開口301徑向地向外流動時特別有用。然而，藉由獨立地控制加熱器件或加熱器件片段，或藉由以特定所選組態來定位加熱器件及冷卻器件，可獲得可適合於特定應用中之特定冷卻圖案，在該等特定應用中，出於任何原因，需要提供此特定冷卻圖案。

本發明之實施例允許在正好面對出口301之位置處可存在局域相對高晶圓溫度的可能性。此情形係可接受的，此係因為具有局域較高溫度之此

中心區域可由圍繞該中心區域而配置的具有較低溫度之環形區域補償，藉此採用典型矽晶圓之相對高導熱性。

儘管在本文中可特定地參考微影裝置在IC製造中之使用，但應理解，本文所描述之微影裝置可具有其他應用，諸如，製造整合式光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、平板顯示器、液晶顯示器(LCD)、薄膜磁頭，等等。熟習此項技術者應瞭解，在此等替代應用之內容背景中，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)塗佈顯影系統(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/或檢測工具中處理本文所提及之基板。適用時，可將本文之揭示內容應用於此等及其他基板處理工具。另外，可將基板處理一次以上，例如，以便創製多層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。

術語「透鏡」在內容背景允許時可指代各種類型之光學組件中任一者或其組合，包括折射、反射、磁性、電磁及靜電光學組件。

可認為術語「EUV輻射」涵蓋具有在5奈米至20奈米之範圍內(例如，在13奈米至14奈米之範圍內，例如，在5奈米至10奈米之範圍內，諸如，6.7奈米或6.8奈米)之波長的電磁輻射。

雖然上文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。舉例而言，本發明可採取如下形式：電腦程式，其含有描述如上文所揭示之方法的機器可讀指令之一或多個序列；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此電腦程式。以上描述意欲為說明性的而非限制性的。因此，對於

熟習此項技術者將顯而易見，可在不脫離下文所闡明之申請專利範圍之範疇的情況下對所描述之本發明進行修改。

【符號說明】

21	輻射光束
22	琢面化場鏡面元件
24	琢面化光瞳鏡面元件
26	經圖案化光束
28	反射器件/鏡面
30	反射器件/鏡面
100	微影裝置
210	極紫外線輻射發射電漿/極熱電漿/高度離子化電漿
211	源腔室
212	收集器腔室
220	圍封結構
221	開口
230	氣體障壁/污染物截留器/污染截留器/污染物障壁
240	光柵光譜濾光器
251	上游輻射收集器側
252	下游輻射收集器側
253	掠入射反射器
254	掠入射反射器
255	掠入射反射器
301	開口/出口

302	開口界定壁
303	環形下壁
304	傾斜內部表面
305	環形腔室
306	環形隙縫/出口
320	支撐部件/圓盤
321	開口
322	加熱構件
323	冷卻構件
330	溫度控制元件
B	輻射光束
C	目標部分
CO	輻射收集器/收集器光學件
IF	虛擬源點/中間焦點
IL	照明系統/照明器/照明光學件單元
LA	雷射
M1	光罩對準標記
M2	光罩對準標記
MA	圖案化元件
MT	支撐結構
O	光軸
P1	基板對準標記
P2	基板對準標記

PM	第一定位器
PS	投影系統
PS1	位置感測器
PS2	位置感測器
PW	第二定位器
SO	源收集器模組
W	基板
WT	基板台/基板固持器



I647543

【發明摘要】

【中文發明名稱】

微影裝置及元件製造方法

【英文發明名稱】

LITHOGRAPHIC APPARATUS AND DEVICE MANUFACTURING
METHOD

【中文】

一種微影裝置，其包括：一基板台，其經建構以固持一基板；一投影系統，其經組態以將一經圖案化輻射光束投影通過一開口且投影至該基板之一目標部分上；及一導管，其具有在該開口中之一出口。該導管經組態以將氣體遞送至該開口。該微影裝置包括一溫度控制裝置，該溫度控制裝置受到一控制系統控制且經組態以控制在該投影系統與該基板之間的空間中該氣體之溫度，且尤其是冷卻該氣體。

【英文】

A lithographic apparatus includes a substrate table constructed to hold a substrate, a projection system configured to project a patterned radiation beam through an opening and onto a target portion of the substrate, and a conduit having an outlet in the opening. The conduit is configured to deliver gas to the opening. The lithographic apparatus includes a temperature control apparatus controlled by a control system and configured to control the temperature of the gas, and in particular to cool the gas, in the space between the projection system and the substrate.

【指定代表圖】

圖4

【代表圖之符號簡單說明】

301	開口/出口
302	開口界定壁
303	環形下壁
304	傾斜內部表面
305	環形腔室
306	環形隙縫/出口
321	開口
330	溫度控制元件
PS	投影系統
W	基板

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種微影裝置，其包含：

一基板台，其經建構以固持(hold)一基板；

一投影系統，其經組態以將一經圖案化輻射光束(patterned radiation beam)投影通過一開口且投影至該基板之一目標部分(target portion)上；

一導管(conduit)，其經組態以將氣體遞送(deliver)至該開口，且提供該氣體離開該開口至該投影系統與該基板台之間的一空間之一流動；其中該微影裝置具備安置於該投影系統與該基板台之間的該空間之一溫度控制元件，該溫度控制元件經組態以控制在該氣體傳遞通過該開口之後在該空間中該氣體之溫度；

該開口係由一開口界定壁(opening defining wall)之一傾斜內部表面(sloped inner surface)所形成。

【第2項】

如請求項1之微影裝置，其中該溫度控制元件包含包括加熱構件及冷卻構件兩者之溫度控制構件。

【第3項】

如請求項2之微影裝置，其中該加熱構件及該冷卻構件安裝於位於該空間中之一支撐部件上。

【第4項】

如請求項3之微影裝置，其中該支撐部件安裝於面對該基板台的該投影系統之一表面上。

【第5項】

如請求項2之微影裝置，其中該加熱構件包含至少一電阻性加熱器件。

【第6項】

如請求項5之微影裝置，其中該至少一電阻性加熱器件包含複數個可獨立控制片段。

【第7項】

如請求項2之微影裝置，其中該加熱構件包含複數個可獨立控制加熱器件。

【第8項】

如請求項2之微影裝置，其中該冷卻構件包含至少一冷卻器件。

【第9項】

如請求項8之微影裝置，其中該至少一冷卻器件包含經配置以攜載在一遠端源處冷卻之一冷卻流體之一熱管。

【第10項】

如請求項2之微影裝置，其中該溫度控制構件經組態以藉由控制該加熱構件來控制冷卻量。

【第11項】

如請求項1至10中任一項之微影裝置，其進一步包含一度量衡裝置，該度量衡裝置經組態以量測由該微影裝置投影至該基板上之一圖案之疊對，其中該度量衡裝置之一輸出被使用以作為一控制系統的一控制輸入，該控制系統經建構及配置以控制該溫度控制元件的操作。

【第12項】

如請求項1至10中任一項之微影裝置，其進一步包含一量測裝置，該

量測裝置經組態以量測該基板的紅外線反射率，其中該基板所量測的反射率被使用以作為一控制系統的一控制輸入，該控制系統經建構及配置以控制該溫度控制元件的操作。

【第13項】

一種元件製造方法，其包含：

將一經圖案化輻射光束通過一投影系統中之一開口而投影至一基板上；

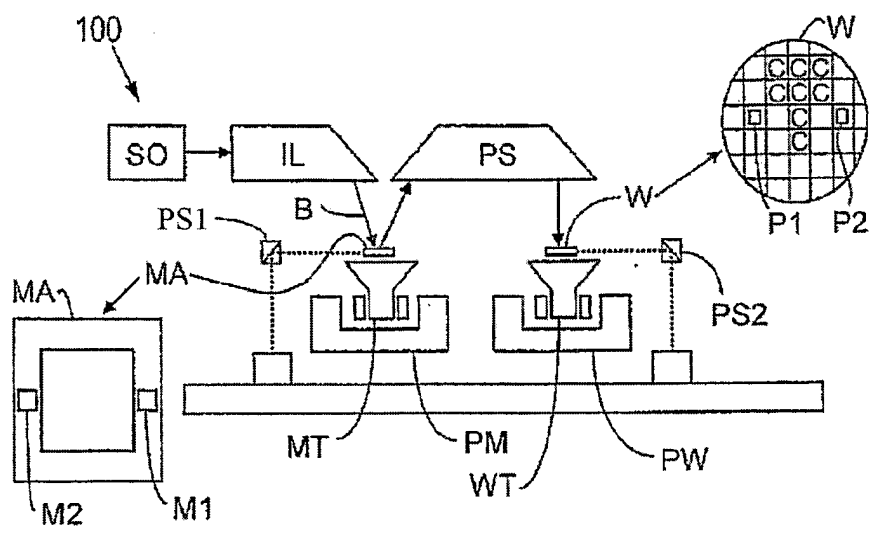
經由一導管將氣體遞送至該投影系統中之該開口；及

在該氣體傳遞通過該開口之後，控制該氣體之溫度，使得在該投影系統與該基板之間的一空間中的該氣體之該溫度被控制；

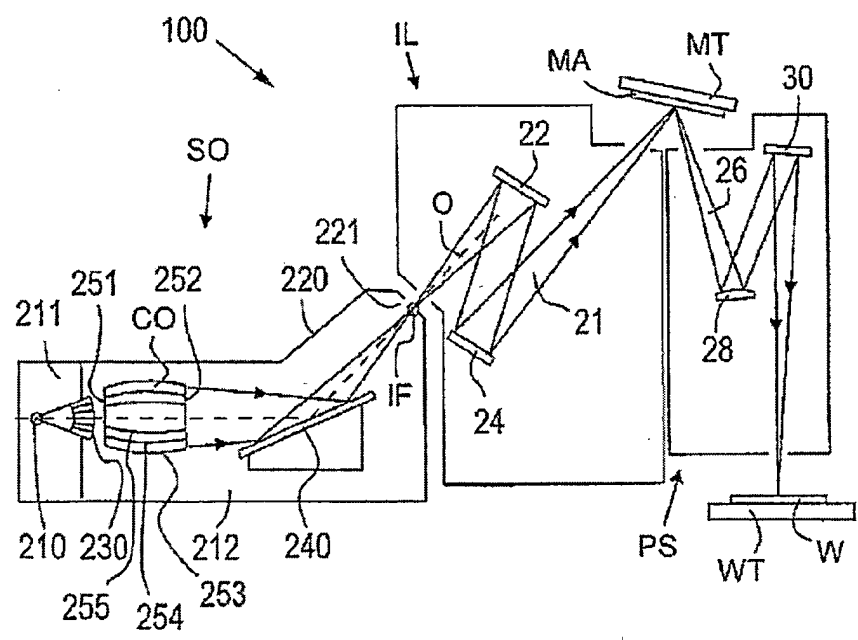
其中該溫度控制包含：藉由使用冷卻構件之過度冷卻(over-cooling)及使用加熱構件之加熱而達成的冷卻；

該開口係由一開口界定壁之一傾斜內部表面所形成。

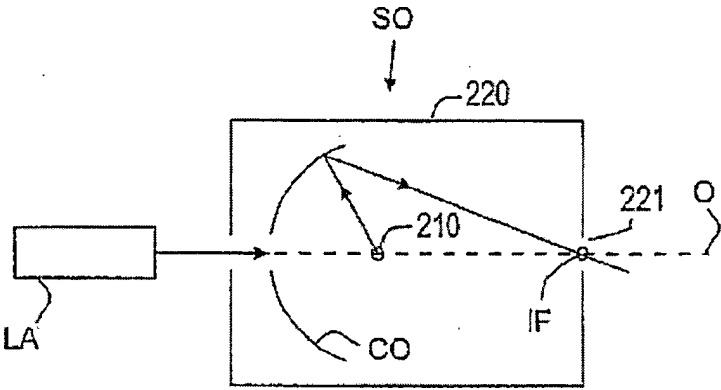
【發明圖式】



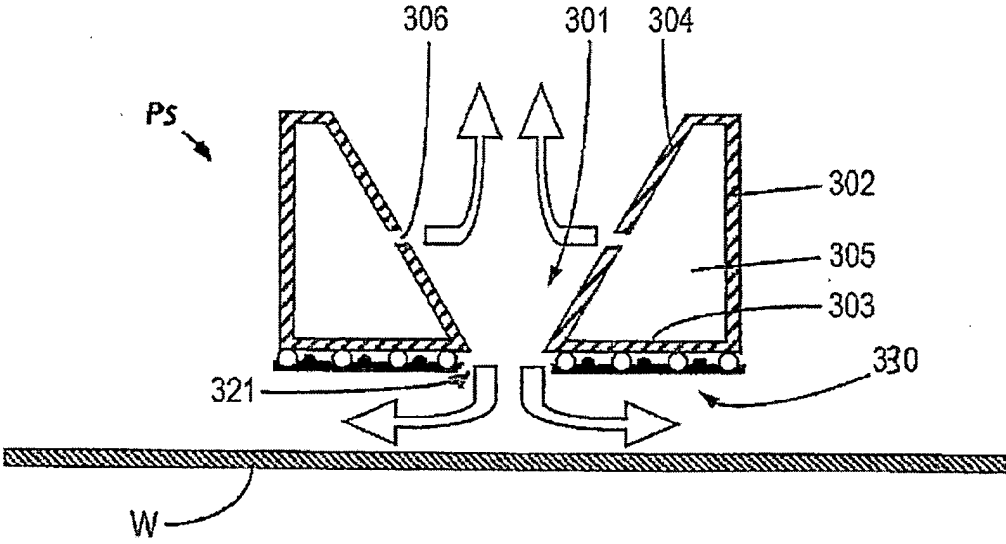
【圖 1】



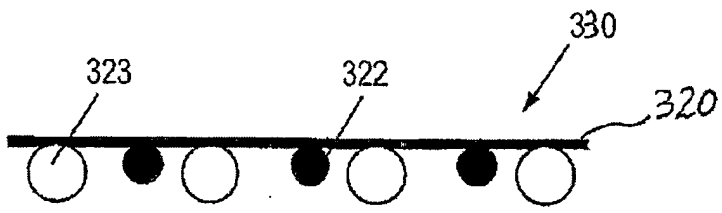
【圖 2】



【圖 3】



【圖 4】



【圖 5】