



(21)申請案號：105113204 (22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 04 月 19 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2010/06/25 美國 61/358,645

2010/07/09 美國 61/362,981

(71)申請人：A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B. V. (NL)

荷蘭

(72)發明人：亞庫寧 安卓 米克哈洛維奇 YAKUNIN, ANDREI MIKHAILOVICH (RU)；白尼
凡丁 葉弗真葉米希 BANINE, VADIM YEVGENYEVICH (NL)；洛卜史塔 艾
瑞克 羅勒夫 LOOPSTRA, ERIK ROELOF (NL)；凡 德 蕭特 海曼 克萊斯
VAN DER SCHOOT, HARMEN KLAAS (NL)；史蒂文生 路卡斯 亨利克斯 喬
漢斯 STEVENS, LUCAS HENRICUS JOHANNES (NL)；凡 卡姆潘 馬騰 VAN
KAMPEN, MAARTEN (NL)

(74)代理人：林嘉興

(56)參考文獻：

WO 2005/119365A2

WO 2010/022839A2

WO 2010/034385A1

審查人員：黃鼎翰

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：15 共 45 頁

(54)名稱

光譜純度濾光器

SPECTRAL PURITY FILTER

(57)摘要

本發明揭示一種微影裝置，該微影裝置包括：一輻射源，該輻射源經組態以產生一輻射光束；及一支撐件，該支撐件經組態以支撐一圖案化元件。該圖案化元件經組態以向該輻射光束賦予一圖案以形成一經圖案化輻射光束。一腔室位於該輻射源與該圖案化元件之間。該腔室含有經組態以反射該輻射光束之至少一光學組件，且經組態以准許輻射自該輻射源傳遞通過該腔室。一隔膜經組態以准許該輻射光束之傳遞，且防止污染粒子傳遞通過該隔膜。一粒子截留結構經組態以准許氣體沿著自該腔室內部至該腔室外部之一間接路徑流動。該間接路徑經組態以實質上防止污染粒子自該腔室內部傳遞至該腔室外部。

A lithographic apparatus includes a radiation source configured to produce a radiation beam, and a support configured to support a patterning device. The patterning device is configured to impart the radiation beam with a pattern to form a patterned radiation beam. A chamber is located between the radiation source and patterning device. The chamber contains at least one optical component configured to reflect the radiation beam, and is configured to permit radiation from the radiation source to pass therethrough. A membrane is configured to permit the passage of the radiation beam, and to prevent the passage of contamination particles through the membrane. A particle trapping structure is configured to permit gas to flow along an indirect path from inside the chamber to outside the chamber. The indirect path is configured

to substantially prevent the passage of contamination particles from inside the chamber to outside the chamber.

指定代表圖：

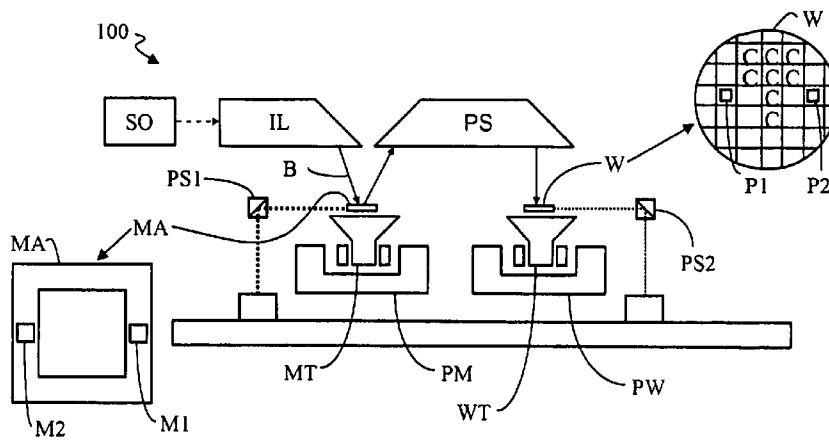


圖1

符號簡單說明：

100 . . . 微影裝置

B . . . 輻射光束/帶
內輻射

C . . . 目標部分

IL . . . 照明系統/照
明器/照明器模組/照明
模組

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

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/輻射源

W . . . 基板

WT . . . 基板台

發明摘要

※ 申請案號： 105113204

※ 申請日： 100/04/19

※IPC 分類： G03F 7/20 (2006.01)

【發明名稱】

光譜純度濾光器

SPECTRAL PURITY FILTER

【中文】

本發明揭示一種微影裝置，該微影裝置包括：一輻射源，該輻射源經組態以產生一輻射光束；及一支撐件，該支撐件經組態以支撐一圖案化元件。該圖案化元件經組態以向該輻射光束賦予一圖案以形成一經圖案化輻射光束。一腔室位於該輻射源與該圖案化元件之間。該腔室含有經組態以反射該輻射光束之至少一光學組件，且經組態以准許輻射自該輻射源傳遞通過該腔室。一隔膜經組態以准許該輻射光束之傳遞，且防止污染粒子傳遞通過該隔膜。一粒子截留結構經組態以准許氣體沿著自該腔室內部至該腔室外部之一間接路徑流動。該間接路徑經組態以實質上防止污染粒子自該腔室內部傳遞至該腔室外部。

【英文】

A lithographic apparatus includes a radiation source configured to produce a radiation beam, and a support configured to support a patterning device. The patterning device is configured to impart the radiation beam with a pattern to form a patterned radiation beam. A chamber is located between the radiation source and patterning device. The chamber contains at least one optical component configured to reflect the radiation beam, and is configured to permit radiation from the radiation source to pass therethrough. A membrane is configured to permit the passage of the radiation beam, and to prevent the passage of contamination particles through the membrane. A particle trapping structure is configured to permit gas to flow along an indirect path from inside the chamber to outside the chamber. The indirect path is configured to substantially prevent the passage of contamination particles from inside the chamber to outside the chamber.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100	微影裝置
B	輻射光束/帶內輻射
C	目標部分
IL	照明系統/照明器/照明器模組/照明模組
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
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/輻射源
W	基板
WT	基板台

【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

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

光譜純度濾光器

SPECTRAL PURITY FILTER

【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上之輻射敏感材料(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的網路。

微影被廣泛地認為係在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的尺寸變得愈來愈小，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的因素。

圖案印刷限度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 為所使用之輻射的波長， NA 為用以印刷圖案之投影系統的

數值孔徑， k_1 為程序相依調整因數(亦被稱作瑞立常數)，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的縮減：藉由縮短曝光波長 λ 、藉由增加數值孔徑 NA ，或藉由降低 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。可能的源包括(例如)雷射產生電漿源、放電電漿源，或基於藉由電子儲存環提供之同步加速器輻射之源。

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(諸如適當材料(例如，錫(Sn))之粒子，或適當氣體或蒸汽(諸如Xe氣體或Li蒸汽)之串流)處來產生電漿。所得電漿發射輸出輻射(例如，EUV輻射)，其係使用輻射收集器加以收集。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。通常，此輻射系統被稱作雷射產生電漿(LPP)源。

在一替代配置中，用於產生EUV輻射之輻射系統可使用放電以產生電漿。放電傳遞至氣體或蒸汽(諸如Xe氣體、Li蒸汽或Sn蒸汽)中，從而產生發射EUV輻射之極熱電漿。通常，此輻射系統被稱作放電產生電漿(DPP)源。

在EUV源內之電漿產生可導致自燃料產生污染粒子。此等污染粒子可以相對快速率移動(在該情況下，該等污染粒子趨向於大體上遵循輻射光束之路徑)，或以相對慢速率移動(在該情況下，該等污染粒子能夠自由地經歷布朗(Brownian)運動)。在一些微影裝置中，可藉由

在微影裝置內之氣流輸送相對慢移動污染粒子。

相對快移動污染粒子及相對慢移動污染粒子兩者均可移動朝向微影裝置之圖案化元件。若污染粒子到達圖案化元件(即使以極小數目)，則污染粒子可能污染圖案化元件。圖案化元件之污染可能縮減微影裝置之成像效能，且在更嚴重情況下，圖案化元件之污染可能需要替換圖案化元件。圖案化元件可為昂貴的，且因此，其必須被替換之頻率的任何縮減均可為有利的。此外，圖案化元件之替換為耗時程序，在該程序期間，可能必須停止微影裝置之操作。停止微影裝置之操作可縮減微影裝置之輸出，且藉此縮減其效率，此情形係不良的。

【發明內容】

需要提供一種微影裝置，該微影裝置可捕獲快移動污染粒子及慢移動污染粒子兩者，使得該等污染粒子較不可能污染圖案化元件。

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，該微影裝置包括：一輻射源，該輻射源經組態以產生一輻射光束；及一支撐件，該支撐件經建構以支撐一圖案化元件。該圖案化元件經組態以向該輻射光束賦予一圖案以形成一經圖案化輻射光束。一腔室位於該輻射源與該支撐件之間。該腔室含有經組態以反射該輻射光束之至少一光學組件。該腔室經組態以准許輻射自該輻射源傳遞通過該腔室。一隔膜界定該腔室之部分。該隔膜經組態以准許該輻射光束傳遞通過該隔膜，且防止污染粒子傳遞通過該隔膜。一粒子截留結構經組態以准許氣體沿著自該腔室內部至該腔室外部之一間接路徑流動，該粒子截留結構之該間接路徑經組態以實質上防止污染粒子自該腔室內部傳遞至該腔室外部。

根據本發明之一態樣，提供一種微影方法，該微影方法包括：產生一輻射光束；及將該輻射光束引導通過一腔室，該腔室含有反射該輻射光束之至少一光學組件。該輻射光束經引導朝向一圖案化元

件。該腔室包括一隔膜。該方法包括：當該輻射光束自該腔室傳遞通過該隔膜且朝向該圖案化元件時，用該隔膜防止污染粒子之傳遞；使氣體沿著通過一粒子截留結構之一間接路徑自該腔室內部流動至該腔室外部，該間接路徑實質上防止污染粒子自該腔室內部傳遞至該腔室外部；用該圖案化元件向該輻射光束賦予一圖案以形成一經圖案化輻射光束；及用一投影系統將該經圖案化輻射光束投影至一基板上。

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，該微影裝置包含：一輻射源，該輻射源經組態以產生一輻射光束；及一支撐件，該支撐件經組態以支撐一圖案化元件，該圖案化元件經組態以向該輻射光束賦予一圖案以形成一經圖案化輻射光束，其中該支撐件具備包含一石墨烯(graphene)層之一護膜。

根據本發明之一態樣，提供一種光譜純度濾光器，該光譜純度濾光器包含經組態以防止或縮減紅外線輻射之傳遞的一柵格，其中該柵格經覆蓋有防止氧傳遞至該柵格之石墨烯。該石墨烯可經提供為一或多個層，或可環繞該柵格之肋狀物。

根據本發明之一態樣，提供一種光譜純度濾光器，該光譜純度濾光器包含經組態以防止或縮減紅外線輻射之傳遞的一柵格，該柵格包含一鎢/石墨烯多層結構。

根據本發明之一態樣，提供一種光譜純度濾光器，該光譜純度濾光器包含阻擋帶外輻射之一材料，其中該光譜純度濾光器進一步包含支撐該材料之一石墨烯層。

根據本發明之一態樣，提供一種多層鏡面，該多層鏡面包含一第一材料及一第二材料之交替層，其中石墨烯經提供於該等交替層之間。

根據本發明之一態樣，提供一種多層鏡面，該多層鏡面包含一第一材料及一第二材料之交替層，其中一石墨烯層經提供為該多層鏡

面之一外層。

根據本發明之一態樣，提供一種微影裝置，該微影裝置具有一石墨烯隔膜，該石墨烯隔膜經組態以停止污染粒子之傳遞且透射EUV輻射。

【圖式簡單說明】

圖1描繪根據本發明之一實施例的微影裝置；

圖2為圖1之裝置之LPP源收集器模組SO的視圖；

圖3為根據本發明之一實施例之隔膜及粒子截留結構的視圖；

圖4為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光罩之實施例的橫截面圖；

圖5為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光罩之實施例的橫截面圖；

圖6為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光罩之實施例的橫截面圖；

圖7為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖8為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖9為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖10為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖11為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖12為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖13為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；

圖14為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的光譜純度濾光器之實施例的橫截面圖；及

圖15為通過可形成根據本發明之微影裝置之部分的多層鏡面之實施例的橫截面圖。

【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，對應元件符號指示對應部分。

圖1示意性地描繪根據本發明之一實施例的包括源收集器模組SO之微影裝置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，其經組態以將藉由圖案化元件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來固持圖案化元件。支撐結構可為(例如)框架或台，其可根據需要而為固定或可移動的。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產生圖案的任何元件。被賦予至輻射光束之圖案可對應於目標部分中所產生之元件(諸如積體電路)中的特定功能層。

圖案化元件可為透射或反射的。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。光罩在微影中係熟知的，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藉由鏡面矩陣反射之輻射光束中。

如同照明系統，投影系統可包括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，其適合於所使用之曝光輻射，或適合於諸如真空之使用的其他因素。可能需要將真空用於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將真空環境提供至整個光束路徑。

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)的類型。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輻射之方法包括(但未必限於)將具有與在EUV範圍(EUV範圍被認為包括約13奈米及約6奈米至7奈米之波長)內之一或多種發射譜線耦合之至少一元素(例如，氙(Xe)、鋰(Li)、錫(Sn)、釷(Gd)或鉕(Tb))的材料轉換成電漿狀態。在一種此類方法(通常被稱作

雷射產生電漿「LPP」)中，可藉由用雷射光束輻照燃料而產生所需電漿。舉例而言，燃料可為具有所需譜線發射元素之材料的小滴、串流或叢集。源收集器模組SO可為包括雷射(圖1中未繪示)的EUV輻射系統之部分，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)，其係使用位於源收集器模組中之輻射收集器加以收集。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。在此等情況下，不認為雷射形成微影裝置之部分，且輻射光束係憑藉包含(例如)適當引導鏡面及/或光束擴展器之光束傳送系統而自雷射傳遞至源收集器模組。在其他情況下，例如，當源為放電產生電漿EUV產生器(通常被稱作DPP源)時，源可為源收集器模組之整體部分。

照明器IL可包含用於調整輻射光束之角強度分佈的調整器。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)。此外，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，且係藉由該圖案化元件而圖案化。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)，基板台WT可準確地移動，例如，以使不同目標部分C定位於輻射光束B之路徑中。類似地，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之至少一者中：

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的可程式化鏡面陣列)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/或變化或完全不同的使用模式。

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。

雷射LA經配置以經由雷射光束205將雷射能量沈積至自燃料供應件200所提供之燃料(諸如氙(Xe)、錫(Sn)或鋰(Li))中，藉此產生具有數十電子伏特之電子溫度的高度離子化電漿210。在此等離子之去激發及再結合期間所產生的高能輻射係自電漿予以發射、藉由近正入射

收集器光學儀器CO收集及聚焦。

藉由收集器光學儀器CO反射之輻射聚焦於虛擬源點IF中。虛擬源點IF通常被稱作中間焦點，且源收集器模組SO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。

儘管圖2所示之源收集器模組SO包含LPP源，但該源收集器模組可包含任何適當源且可(例如)包含DPP源。舉例而言，DPP源可經組態以將放電傳遞至氣體或蒸汽(諸如Xe氣體、Li蒸汽或Sn蒸汽)中，從而產生發射EUV輻射之極熱電漿。收集器光學儀器(諸如掠入射收集器)可經組態以收集EUV輻射且將EUV輻射聚焦至中間焦點。中間焦點可位於源收集器模組之圍封結構中之開口處或附近。

在傳遞通過中間焦點IF之後，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，且藉由投影系統PS將經圖案化光束26經由反射器件28、30成像至藉由基板台WT固持之基板W上。

通常，比所示器件多之器件可存在於照明系統IL及投影系統PS中。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。

自燃料產生離子化電漿不僅會產生輻射，而且會產生非想要污染粒子。在將錫(Sn)用作燃料之情況下，可以大約每秒1000個之速率產生此等污染粒子。污染粒子可具有高達約150奈米之大小，且可具有高達約500奈米之大小。污染粒子可具有高達約每秒100公尺之速率，且可具有高達約每秒1000公尺之速率。

以不同速率所產生之污染粒子可採取自電漿210之不同路徑。舉例而言，相對快污染粒子可在與藉由源收集器模組SO產生之輻射光束相同的方向上行進。此外，一些相對快污染粒子可撞擊收集器光學儀器CO且自收集器光學儀器CO彈回，使得粒子亦將遵循輻射光束之路徑。當相對快移動污染粒子遵循輻射光束之路徑時，污染粒子可自照明系統IL內之鏡面元件22、24彈回，使得污染粒子到達圖案化元件MA。

相對慢移動污染粒子可經歷布朗運動，且因此通過源收集器模組SO及照明器模組IL之低壓環境漂移朝向圖案化元件MA。此外，在一些微影裝置(諸如圖2所示之微影裝置)中，照明器模組IL及/或源收集器模組SO可包含氣流管道32。氣流管道32可具有氣體，該氣體係通過該氣流管道予以抽汲，以便縮減照明模組IL內之分子污染。分子污染可為在微影裝置內之反射器(或其他光學組件)之表面上分子(或由輻射光束導致的此等分子之解離的產物)之累積。分子可起源於微影裝置自身內。舉例而言，分子可起源於微影裝置之組件、起源於用於微影裝置內之潤滑劑，或起源於微影裝置內之電子系統。通過氣體管道32所抽汲之氣體可為原子氫。在一些實施例中，可將氣體抽汲至氣體管道32中，使得氣體在朝向圖案化元件MA之方向上行進。在此情況下，氣體通過氣體管道32之移動可隨身載運相對慢污染粒子朝向圖案化元件MA。

在一些微影裝置中，若污染粒子到達圖案化元件MA(即使以小於每小時1個粒子之小數目)，則此情形可對微影裝置之成像效能具有有害效應。若圖案化元件MA變得受到污染粒子污染，則可能有必要替換或清潔圖案化元件MA。為了替換或清潔圖案化元件MA，可能有必要停止微影裝置之操作。微影裝置之任何停機時間均將導致微影裝置之輸出降低，且因此縮減微影裝置之收益性。應瞭解，微影裝置之收

益性的任何縮減均可為不良的。

圖3展示通過藉由圖2中之34指示的微影裝置之部分的示意性橫截面。圖3所示的微影裝置之部分能夠防止快移動污染粒子及慢移動污染粒子兩者到達圖案化元件MA。圖3所示的微影裝置之部分包含第一壁部件36及第二壁部件38，第一壁部件36及第二壁部件38界定氣體管道32之部分。第一壁部件36及第二壁部件38包含各別開口40、42。開口40、42共用一共同軸線，該共同軸線為微影裝置之輻射光束21的光軸OA。第一壁部件36中之開口40包含氣密性隔膜44，氣密性隔膜44係橫越開口40予以緊固，以便防止氣體經由開口40自第一壁部件36之一側傳遞至第一壁部件36之另一側。

第一壁部件36與第二壁部件38彼此間隔，使得在第一壁部件36與第二壁部件38之間存在至少一氣流路徑。在圖3所示之實施例中，存在兩個氣流路徑46，在光軸OA之任一側存在一個氣流路徑。氣流路徑46允許氣體自氣體管道32內部流動至氣體管道32外部(氣體管道32外部係藉由48大體上指示)。自氣體管道32內部至該氣體管道外部48之氣體路徑係藉由箭頭50大體上指示。氣流路徑46係藉由粒子截留結構52界定。粒子截留結構52包含複數個板52a。板52a在平行於光軸OA之方向上延伸，且自第一壁部件36及第二壁部件38交替地延伸。板52a彼此間隔且以叉合方式延伸，使得該等板在垂直於光軸OA之方向上重疊。因此，粒子截留結構52之板52a確保不存在供氣體自氣體管道32內部流動至氣體管道32外部48之視線路徑。板52a限制通過粒子截留結構52之氣流，使得氣流遵循間接路徑。在此情況下，間接路徑為曲折路徑，亦即，該路徑隨著其前進朝向氣體管道32外部48而多次改變方向。舉例而言，路徑可隨著其前進朝向氣體管道32外部48而至少四次改變方向。路徑之方向改變可為突然的。在本實施例中，曲折路徑係往復式的(boustrophedonic)，此情形意謂氣體在一方向上流

動且接著變成在相反方向上運行，同時其前進朝向氣體管道32外部48。在一實施例(其中每一板52a之長度(在使用中平行於光軸OA)大約10倍於鄰近板52a之間的分離度)中，此對鄰近板可防止大約90%之污染粒子在該對鄰近板之間傳遞。在一些實施例中，可能有利的是使粒子截留結構將污染粒子含量縮減6個或7個量級。在此等實施例中，可能需要使用至少5對鄰近板(亦即，10個板)。應瞭解，可使用任何適當數目個板。舉例而言，可存在介於2個與100個之間的板。在一些實施例中，使用彎曲板(亦即，不存在通過一對鄰近板之間間隙之視線路徑的板)相較於使用平板可增加被防止在該對鄰近板之間傳遞之污染粒子的比例。由此可見，可能需要較少對彎曲板(相較於平板)以防止給定比例之污染粒子傳遞通過污染截留結構。

在使用中，開口40、42配置於微影裝置內，使得輻射光束傳遞通過開口40、42，包括傳遞通過隔膜44。隔膜44之材料及厚度經選擇成使得該隔膜准許輻射光束21傳遞通過該隔膜。應瞭解，在本發明之一些實施例中，隔膜44可能不准許100%之入射輻射傳遞通過該隔膜。隔膜44之厚度及材料亦經選擇成使得在輻射光束21之方向上以快速率行進的污染粒子可撞擊隔膜44，而不會導致隔膜44降級至其變得不再具氣密性之程度。

隔膜44亦能夠耐受藉由許多快移動污染粒子與隔膜44之碰撞產生的壓力，而隔膜44不會降級成使得其不再具氣密性。舉例而言，隔膜可能需要耐受藉由Sn粒子產生的大約1 GPa至10 GPa之壓力。據認為，碰撞率可為大約每秒1000次碰撞。快移動污染粒子之大小可在大約150奈米至大約1微米之範圍內。粒子可以大約每秒100公尺至大約每秒1000公尺之速率行進。應瞭解，可存在以各種速率與隔膜44碰撞之各種不同大小粒子。此外，隔膜44之快移動粒子發生的碰撞率可能不會隨著時間而恆定。

藉由54指示在氣體管道32內在與輻射光束21相同之方向上行進的快移動污染粒子。在與輻射光束21相同之方向上移動的快移動污染粒子(諸如藉由54指示之快移動污染粒子)與隔膜44碰撞，且變得壓緊於隔膜44中(如藉由56指示)或自隔膜44回彈(圖中未繪示)。自隔膜44回彈之快移動污染粒子可隨著快移動污染粒子回彈而損失能量。此能量損失可導致自隔膜回彈之快移動污染粒子變為慢移動污染粒子，慢移動污染粒子繼續在氣體管道32內移動。若快移動污染粒子變為慢移動污染粒子，則慢移動污染粒子可隨後被截留於粒子截留結構52內。

實例隔膜材料包括鋯(Zr)、鉬(Mo)、釔(Y)、矽(Si)、銣(Rb)、銣(Sr)、鈮(Nb)、鈦(Ru)及碳(C)。可使用之隔膜44之厚度範圍的實例為約10奈米至約500奈米。舉例而言，隔膜44可為約100奈米厚。可用以製作隔膜之材料的另一實例為石墨烯。至少取決於耐受與快移動污染粒子之碰撞而不降級所需要的隔膜44之強度，可使用單石墨烯板片(sheet)。或者，可使用包含複數個石墨烯板片或一石墨烯薄片(flake)複合物之石墨烯層。應瞭解，隔膜44可為單一特定材料層，或可為多個層。該等層可由不同材料形成。

如先前所論述，氣體通過粒子截留結構52自氣體管道32內部流動至該氣體管道外部48。氣體自氣體管道32內部至該氣體管道外部48之流動可隨身載運慢移動污染粒子，諸如藉由58指示之慢移動污染粒子。因為氣體必須採取通過粒子截留結構52之間接路徑，所以自氣體管道32內部至該氣體管道外部48之氣體路徑長於直接路徑。藉由界定間接氣流路徑46之壁(在此情況下為第一壁部件36及第二壁部件38以及板52a)的較大表面區域界定較長間接流動路徑(相較於較短長度直接氣流路徑)。界定隨著氣體沿著間接流動路徑行進而被曝露至之間接氣流路徑46之壁的此較大表面區域提供用於使氣體內之慢移動污染粒子接觸的較大表面區域。界定間接流動路徑之壁的增加表面區域增

加氣體內之慢移動污染粒子將接觸界定間接流動路徑之壁的可能性(相較於直接流動路徑之可能性)。當慢移動污染粒子接觸界定粒子截留結構52內之間接氣流路徑46之壁中之一者時，該等慢移動污染粒子可相抵於該壁而停住。藉由60指示已相抵於界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁中之一者而停住的粒子。因為藉由界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁捕獲慢移動污染粒子，所以已傳遞通過粒子截留結構52之氣體沒有污染粒子(藉由箭頭62指示此情形)。

如上文所提及，粒子截留結構52之間接路徑隨著其前進朝向氣體管道32外部48而多次改變方向。粒子截留結構之間接流動路徑之方向改變可為突然的。當氣體歸因於流動路徑之突然方向改變而採取突然方向改變時，粒子截留結構52之間接路徑之突然方向改變可增加污染粒子將接觸界定間接氣流路徑46之壁的可能性。藉由增加污染粒子將接觸界定間接氣流路徑46之壁的可能性，更有可能的是，藉由氣體載運之慢移動污染粒子將相抵於界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁中之一者而停住。以此方式，間接流動路徑之突然方向改變可增加藉由界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁捕獲污染粒子的可能性。由此可見，間接流動路徑46之突然方向改變可縮減污染粒子傳遞至氣體管道外部48之可能性。

可看出，由足以防止快移動污染粒子傳遞通過隔膜(且亦足以防止隔膜變得非氣密性)之材料及厚度形成之隔膜與經組態以收集慢移動污染粒子之粒子截留結構的組合將得到能夠防止快移動污染粒子及慢移動污染粒子兩者到達圖案化元件MA之微影裝置。

應瞭解，本發明之以上實施例僅係藉由實例描述，且本發明之範疇不應受到此實例限制。應進一步瞭解，可在不脫離本發明之範疇的情況下對上文所描述的本發明之實施例進行各種修改。

如先前所論述，隔膜44可由不可滲透快移動污染粒子及慢移動

污染粒子之任何適當材料建構。實務上，此情形很可能意謂隔膜44具氣密性。然而，在本發明之範疇內的是，隔膜可為氣體可滲透的，其限制條件為污染粒子不能傳遞通過隔膜。隔膜材料應能夠耐受與快移動污染粒子之多次碰撞，使得隔膜44不可滲透快移動污染粒子及慢移動污染粒子兩者之能力不會降級。隔膜材料應允許微影裝置之輻射光束21通過隔膜材料自輻射源SO傳遞至圖案化元件MA。

在所描述實施例中，粒子截留結構52之板52a係大體上平面的。應瞭解，板52a可具有任何適當形狀。舉例而言，板可為非平面及/或彎曲的。板可由任何適當材料建構。可能有利的是使板52a由在供使用粒子截留結構之氛圍中為非反應性的材料建構。舉例而言，若粒子截留結構用於富氫氛圍中，則適當非反應性材料包括鋁(Al)、鎢(W)、鈦(Ru)、鉬(Mo)、氧化矽(SiO₂)、氧化鋯(ZrO₂)及氧化鋁(Al₂O₃)。

應瞭解，儘管在所描述實施例中藉由粒子截留結構52界定之間接氣流路徑46係曲折的(特定地，往復式的)，但可使用產生間接氣流路徑之任何適當結構。舉例而言，路徑可為迷宮式的。應進一步瞭解，粒子截留結構可採取任何適當形式。粒子截留結構應能夠准許氣體自腔室(在此情況下為氣體管道32)內部流動至腔室外部，而同時實質上防止氣體內之污染粒子自腔室內部傳遞至腔室外部。可能粒子截留結構之另一實例為似海綿材料，似海綿材料能滲透氣體，但不可滲透氣體內之污染粒子。適當似海綿材料之實例包括由金屬建構之似海綿材料。需要使被用以建構似海綿材料之材料在將供使用部分係由該材料形成之粒子截留結構的氛圍中為非反應性的。舉例而言，若粒子截留結構(及因此，似海綿材料)待用於氫氛圍中，則適當非反應性材料包括鋁(Al)、鎢(W)、鈦(Ru)及鉬(Mo)。似海綿材料包含界定複數個空穴之晶格。似海綿材料可准許氣體沿著間接路徑自腔室內部流動

至腔室外部。通過似海綿材料之氣體路徑係間接的，此係因為氣體在通過似海綿材料內之一系列鄰近空穴的非直線路徑中行進。

應瞭解，在所描繪實施例之粒子截留結構內，氣體內之慢移動污染粒子變得附著至界定通過粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁。污染粒子至界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁的附著可由在污染粒子與壁部件之間的凡得瓦爾力(Van der Waals' force)導致。在一些實施例中，可能需要用一物質塗佈粒子截留結構，該物質改良污染粒子黏著至界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁的能力。舉例而言，可以黏接劑或其類似物塗佈壁。又，在一些實施例中，可加熱粒子截留結構，以便改良氣體內之污染粒子至界定粒子截留結構52之間接氣流路徑46之壁的附著。

在所描述實施例內，隔膜44鄰近於兩個分離粒子截留結構52。應瞭解，根據本發明之微影裝置可包含僅一個粒子截留結構，或者，可包含兩個以上粒子截留結構。此外，任何粒子截留結構均可位於遠離於隔膜之位置處。

根據一替代態樣，有可能提供一種微影裝置，該微影裝置包括：一輻射源，該輻射源經組態以產生一輻射光束；一支撐件，該支撐件經組態以支撐一圖案化元件，該圖案化元件經組態以向該輻射光束賦予一圖案以形成一經圖案化輻射光束；一腔室，該腔室位於該輻射源與該支撐件(及圖案化元件(當藉由該支撐件支撐該圖案化元件時))之間，該腔室含有經組態以反射該輻射光束之至少一光學組件，該腔室經組態以准許輻射自該輻射源通過該腔室傳遞至該圖案化元件；及一隔膜，該隔膜經組態以准許該輻射光束傳遞通過該隔膜，該隔膜亦經組態以防止污染粒子傳遞通過該隔膜，該隔膜包含石墨烯或係由石墨烯形成。沒有必要使該隔膜界定該腔室之部分，亦沒有必要使該隔膜位於該輻射光束之路徑中。在此態樣中，該隔膜可形成一護

膜，該護膜經建構及配置以保護該圖案化元件免於形成碎片之粒子。該隔膜亦可用作一光譜純度濾光器。

在所描述實施例中，隔膜及粒子截留結構在照明系統IL內位於最接近於圖案化元件MA的氣體管道32之末端處。無需為此情況。舉例而言，隔膜及粒子截留結構可定位於最接近於中間焦點IF的氣體管道32之末端處。或者或另外，隔膜及粒子截留結構可在源模組SO內位於(例如)在收集器與中間焦點IF之間的位置處。在一另外替代實施例中，隔膜可使得其形成照明系統IL之部分(隔膜為在照明系統及圖案化元件內之中間光學儀器)及投影系統PS之部分(隔膜亦為在投影系統及圖案化元件內之中間光學儀器)。在此實施例中，隔膜使圖案化元件與照明系統及投影系統兩者分離。隔膜可部分地界定腔室，圖案化元件位於腔室內。應瞭解，在此實施例中，輻射光束將兩次傳遞通過隔膜：一次係在輻射光束自照明系統行進至圖案化元件時，且一次係在輻射光束自圖案化元件行進至投影系統時。照明系統及投影系統可各自包含腔室，腔室係藉由隔膜部分地界定。可在源模組SO之後且在照明系統IL之光學儀器之前提供隔膜。

亦應瞭解，根據本發明之微影裝置可包含一個以上隔膜。

由石墨烯形成之隔膜可提供於微影裝置中之任何適當部位處。舉例而言，隔膜可經組態以停止污染粒子通過微影裝置之傳遞。

如先前所提及，可適用於形成本發明之隔膜的物質可為石墨烯。石墨烯通常為蜂巢式晶格中之平面碳原子板片。石墨烯展示相較於其他固體材料之高極紫外線輻射透明度。歸因於此等屬性，石墨烯亦可用以形成護膜或光譜純度濾光器。

已用於EUV輻射之已知護膜包括由矽/鈷(Si/Ru)材料製成之護膜已發現此等材料歸因於該等材料易碎(亦即，不機械穩固)的事實而為不良的，且已發現該等材料遭受實質透射損失。歸因於由Si/Ru材料

製成之護膜之穩固性的缺乏，護膜脆弱且因此極難以在微影裝置內進行處置及定位。此外，Si/Ru材料之機械穩固性的缺乏可意謂：由此材料形成之護膜可能不能夠維持其完整性以便防止碎片到達光罩，或可能不能夠耐受微影裝置內之環境因素。此等環境因素可包括微影裝置內之壓力梯度及/或溫度改變。如先前所提及，已發現Si/Ru材料遭受實質上大透射損失。此等透射損失可超過入射EUV輻射之50%。歸因於護膜之任何透射損失均將導致較少輻射到達微影裝置內之基板。此情形可導致微影裝置之成像效能縮減。

圖4展示石墨烯護膜64。藉由護膜框架66支撐護膜64，護膜框架66將護膜64固持成與光罩68相隔固定距離。光罩68位於微影裝置之焦平面中，且為圖案化元件之實例。

護膜之使用被稱作防止碎片(例如，污染物或灰塵粒子)接觸光罩之方式。停住於光罩上之任何碎片均可導致微影裝置之成像效能的實質降級，此係因為光罩(及因此，接觸光罩之碎片)處於微影裝置之焦平面中。如先前所敘述，護膜防止碎片到達光罩。停住於護膜上之任何碎片均將不處於微影裝置之焦平面中，且因此，微影裝置之成像效能的任何降級均將比在碎片已停住於光罩上之情況下的降級小得多。

使用石墨烯作為用於EUV輻射之護膜可特別有利。圖4所示之護膜64為單石墨烯板片。石墨烯板片係機械穩固的，此情形意謂其能夠防止碎片粒子到達光罩68。此外，認為石墨烯板片護膜64能夠透射入射於其上的大約99%之EUV輻射(在13.5奈米下及在6.7奈米下)。歸因於石墨烯係由碳原子之單原子層形成的事實，石墨烯之屬性實質上均一。舉例而言，石墨烯板片之厚度及組合物可橫越整個板片實質上均一。此情形可為有利的，此係因為護膜之光學屬性對於護膜之任何部分將實質上相同。此情形又意謂傳遞通過護膜的任何輻射光束之所有部分均將以相同方式受到護膜影響。由此可見，護膜將不影響輻射光

束之圖案化，且因此，部分係由護膜形成之微影裝置的成像效能可能不會受到有害地影響。

在一實施例中，代替由單石墨烯板片形成護膜64，由彼此疊置之複數個石墨烯層形成護膜。此情形可提供具有改良型強度及穩固性之護膜64。舉例而言，可使用十個以上石墨烯層或五十個以上石墨烯層以形成護膜64。由複數個石墨烯層形成之護膜可具有高於由單石墨烯板片形成之護膜之強度的強度。儘管在護膜係由複數個層形成之情況下可縮減護膜之透射率，然而，護膜可仍具有足夠高的透射率以允許其用於EUV微影裝置中。100個石墨烯層之透射率在13.5奈米下可為85%且在6.7奈米下可為95%。100個石墨烯層之厚度為約30奈米。可藉由將單石墨烯層堆疊在一起或藉由磊晶地生長石墨烯層堆疊來形成護膜64。

使用石墨烯以形成護膜64具有若干優點，該等優點包括高機械強度、高均一度(在厚度及組合物兩者方面)、高EUV輻射透明度，及高熱穩定度(亦即，其實質上不受到可發生於微影裝置內之溫度改變影響)。此外，石墨烯能夠耐受高達約攝氏1500度之溫度。石墨烯之機械強度避免需要使用柵格來支撐護膜，且因此避免柵格將引入的EUV輻射之非均一性。在一實施例中，可使用柵格以提供對石墨烯之某種支撐。

石墨烯之機械強度意謂可相對容易地處置護膜。舉例而言，包含石墨烯之護膜可定位於護膜之邊緣被附接至的支撐部件上，且可接著放入於其在微影裝置內之所要部位中。可藉由移除支撐部件及護膜且用新支撐部件及護膜替換該支撐部件及護膜來週期性地替換護膜。石墨烯亦具有實質上平坦表面，實質上平坦表面使石墨烯能夠被摻雜(在需要時)成均一物質。摻雜石墨烯可更改石墨烯之特定屬性，如此項技術中所熟知。在一些護膜中，摻雜石墨烯可使光譜純度濾光器能

夠展現理想光學屬性及/或機械屬性，例如，較大輻射透射率及/或較大機械強度。

圖5展示護膜64之第二實施例。在此實施例中，護膜64不是由石墨烯板片製成，而是由石墨烯薄片之無序配置製成，石墨烯薄片形成構成護膜64之層。石墨烯薄片可具有不同形狀及大小(例如，石墨烯薄片可高達大約100微米大小)。可藉由凡得瓦爾力將石墨烯薄片固持在一起。由石墨烯薄片70形成之護膜64相較於單石墨烯板片可具有較不均一的厚度及較不平坦的表面，且可對微影裝置中之氬及氧更具反應性，此係因為護膜64包括更多石墨烯邊緣。形成由石墨烯薄片70製成之護膜64的優點在於：其提供類似於石墨烯板片之效能但以縮減成本的效能。

圖6所示之護膜64包含兩個石墨烯板片72，該等石墨烯板片夾於支撐材料層74之間，使得由如下之交替層堆疊形成護膜64：支撐材料、石墨烯板片、支撐材料、石墨烯板片、支撐材料。除了石墨烯72以外，使用支撐材料74亦可提供如下優點：其改良護膜64之機械屬性。石墨烯可擔當抗擴散障壁。

應瞭解，支撐材料層74可保護石墨烯板片免於微影裝置內之其他環境因素，諸如溫度及機械應力。在一些實施例中，可能需要使支撐材料層允許大量EUV輻射傳遞通過該等層。亦應瞭解，儘管圖6所示的護膜64之實施例包含夾於支撐材料層74之間的兩個石墨烯板片，但可使用任何數目個石墨烯板片72及支撐材料層74。此外，代替石墨烯板片72，亦可使用石墨烯薄片(如上文所描述)。

可設想到，護膜可包含材料層，石墨烯層或石墨烯薄片層已提供至材料層上。

石墨烯亦可用於光譜純度濾光器之建構中。微影裝置內之已知輻射源(諸如雷射產生電漿(LPP)源)可產生帶內輻射(其可用以圖案化

基板)及帶外輻射。舉例而言，帶內輻射可為極紫外線(EUV)輻射，而帶外輻射可為紅外線輻射。紅外線輻射具有在大約0.8微米至大約1000微米之範圍內的波長。舉例而言，紅外線輻射可具有大約10微米之波長。可藉由相同反射器反射帶外輻射，該等反射器將帶內輻射引導至基板。可能不良的是藉由微影裝置將帶外輻射反射至基板上，此係因為帶外輻射可對基板具有有害效應。舉例而言，在帶外輻射為紅外線輻射之情況下，紅外線輻射可導致加熱基板。基板之加熱可導致基板膨脹。基板之膨脹可導致微影裝置之成像效能縮減。舉例而言，基板至輻射光束之順次曝光可能不彼此對準。此情形可被稱作疊對問題。或者，在帶內輻射為EUV輻射之情況下，帶外輻射可為深紫外線(DUV)輻射。DUV輻射亦可導致微影裝置之成像效能縮減。舉例而言，DUV輻射可導致經形成為成像至基板上之圖案變模糊。

光譜純度濾光器為抑制帶外輻射(例如，紅外線輻射及/或DUV輻射)通過微影裝置傳遞至基板之已知方式。已知光譜純度濾光器遭受如下事實：用以防止帶外輻射之透射(亦即，藉由吸收及/或反射)的材料亦防止有用帶內EUV輻射之透射。因為藉由光譜純度濾光器對帶內輻射之吸收的量隨著光譜純度濾光器之厚度增加而增加，所以用於EUV輻射之已知光譜純度濾光器很薄(50奈米至100奈米厚)，以便最小化EUV輻射吸收。歸因於此等光譜純度濾光器如此薄之事實，該等光譜純度濾光器可極易碎(亦即，該等光譜純度濾光器具有低機械強度)。因此，極難以在微影裝置內處置及定位此等光譜純度濾光器。此外，儘管最小化已知光譜純度濾光器之厚度，但EUV輻射通過已知光譜純度濾光器之透射率可小於約50%。EUV輻射通過此等光譜純度濾光器之低透射率可為不良的，此係因為到達基板之EUV輻射之縮減強度可導致微影裝置之成像效能縮減。

如先前所論述，石墨烯為如下材料：該材料具有高機械強度且

亦准許實質EUV輻射透射通過該材料。圖7展示包括石墨烯板片78之光譜純度濾光器76。石墨烯板片78安置於光譜純度濾光器框架80上。石墨烯板片78支撐帶外輻射抑制結構82。帶外輻射抑制結構82可包含單層或多層結構，該結構能夠抑制帶外輻射透射通過光譜純度濾光器。圖7展示入射於光譜純度濾光器上之輻射光束A。入射輻射光束可包含帶內輻射及帶外輻射兩者。帶內輻射B傳遞通過帶外輻射抑制結構82及石墨烯板片78，且可接著傳遞至圖案化元件且因此傳遞至基板。帶外輻射可藉由帶外抑制結構82吸收(圖中未繪示帶外輻射之吸收)，或可經反射遠離於光譜純度濾光器76(如藉由C指示)。石墨烯板片78用以支撐潛在薄帶外輻射抑制結構82，且因此使更易於在微影裝置內處置及定位光譜純度濾光器。此外，石墨烯亦可防止帶外輻射抑制結構82之氧化，此係因為石墨烯不可滲透氧。若需要防止帶外輻射抑制結構82之氧化，則可用石墨烯覆蓋該帶外輻射抑制結構之兩側。

圖8展示類似於圖7所示之光譜純度濾光器的光譜純度濾光器。在此實施例中，藉由石墨烯薄片84替換圖7所示之光譜純度濾光器之石墨烯板片78。石墨烯薄片84可呈一無序配置，該無序配置形成一層，在該層中，不同形狀及大小之薄片係經由凡得瓦爾力而在該層內彼此附接。在一些光譜純度濾光器中，石墨烯薄片相較於石墨烯板片可為有利的。此係因為石墨烯薄片可比石墨烯板片更便宜且可更易於進行處理。

舉例而言，光譜純度濾光器可包含柵格，柵格具有小於被意欲阻擋之輻射之波長之間距。舉例而言，柵格可具有約5微米之間距，且可用以阻擋具有大於約10微米之波長的紅外線輻射。舉例而言，柵格可由六邊形單元(例如，具有蜂巢式柵格形式)形成。舉例而言，形成六邊形單元之肋狀物可為約500奈米厚。舉例而言，柵格可由諸如鎢之金屬形成，鎢能夠耐受藉由紅外線輻射產生之實質熱負荷且具有

高發射率。當鎢柵格之外部表面(例如)在EUV微影裝置之建構期間處於氛圍中時，該外部表面將氧化以形成氧化鎢。當EUV微影裝置正操作時，氧化鎢將在其曝光至紅外線輻射時自柵格蒸發。氧化鎢中之一些可累積於EUV微影裝置之光學表面上，從而降低光學表面之反射率，且藉此降低可用於投影至基板上之EUV輻射之強度。習知清潔技術不能夠自光學表面移除氧化鎢。因此，需要防止來自柵格之氧化鎢污染EUV微影裝置。

可使用石墨烯以保護鎢柵格免於氧化，及/或防止氧化鎢自柵格之脫氣。圖9以橫截面示意性地展示一實施例，在該實施例中，光譜純度濾光器76包含鎢柵格77(或由某其他適當金屬形成之柵格)，石墨烯層79提供於該柵格之任一側上。可施加石墨烯，使得鎢柵格77中無一者被曝光。石墨烯層79不可滲透氧，且因此將防止鎢柵格77之氧化。舉例而言，可將石墨烯層79作為石墨烯板片而施加至鎢柵格77。此過程可在鎢柵格處於真空中時(例如，在氧化鎢層不存在於鎢柵格上時)進行。一旦石墨烯層79處於適當位置中，光譜純度濾光器76隨即曝光至氛圍。石墨烯層79防止鎢柵格77之氧化，且因此防止氧化鎢層積聚於該鎢柵格上。

石墨烯層79可密封包含柵格之單元(例如，在蜂巢式結構之情況下的六邊形單元)。因此，在單元內之壓力可顯著地不同於在單元外部之壓力。舉例而言，在單元內可存在真空，且在單元外可存在大氣壓力。石墨烯層79將足夠堅固以耐受起因於此等壓力差之力(單石墨烯原子板片可遍及5微米間距柵格保持真空至氛圍之壓力差)。由於壓力差，石墨烯層79可向內彎曲，如圖9示意性地所表示。

在圖10示意性地所展示之替代實施例中，代替在鎢柵格之任一側上提供石墨烯層，使用石墨烯以環繞柵格之個別肋狀物。光譜純度濾光器76包含由鎢(或某其他適當金屬)形成之柵格77，該柵格之每一

肋狀物係藉由石墨烯81環繞。施加石墨烯81，使得鎢柵格77中無一者曝光至氛圍，且因此防止該鎢柵格之氧化且防止氧化鎢層積聚於該鎢柵格上。

舉例而言，可藉由將石墨烯薄片濺鍍至柵格77上來製造圖10所示之實施例。或者，可將石墨烯板片置放於柵格77之頂部上，且接著藉由將空氣吹至石墨烯板片上而使其破裂，使得石墨烯破裂且黏附至該柵格之肋狀物。

鎢柵格光譜純度濾光器可具有有限壽命。有限壽命之主要原因在於：當柵格處於高溫下(此情形將發生於微影裝置之操作期間)時，會形成鎢顆粒。鎢顆粒導致柵格變得易碎，使得其可最終破裂。

在一實施例中，可藉由將柵格建構為鎢/石墨烯多層結構而防止或縮減在光譜純度濾光器柵格中鎢顆粒之形成。此多層結構中之石墨烯擔當防止大鎢顆粒之形成的障壁。石墨烯對鎢之屬性(諸如鎢熔融溫度)不具有顯著效應。圖11中示意性地展示光譜純度濾光器76之實例，光譜純度濾光器76包含由肋狀物77形成之柵格，肋狀物77包含鎢/石墨烯多層結構。光譜純度濾光器之鎢層的厚度可小於肋狀物77之寬度，以便限制鎢顆粒之形成，使得鎢顆粒不能具有超過該等肋狀物之寬度的大小。舉例而言，肋狀物可為500奈米厚。鎢層可為100奈米厚或更小，且可為50奈米厚或更小。舉例而言，石墨烯層可小於1奈米厚。

可使用包含石墨烯及某其他適當材料(例如，某其他適當金屬，諸如銻)之多層柵格結構以形成光譜純度濾光器。

在一實施例中，代替使用多層結構以形成光譜純度濾光器柵格，可由石墨烯與鎢之混合物形成柵格。舉例而言，此情形可藉由將石墨烯與鎢混合且接著將石墨烯及鎢一起濺鍍至光學組件(例如，EUV微影裝置之光學組件)上而達成。由石墨烯與鎢之混合物形成光

譜純度濾光器柵格可有助於縮減鎢顆粒之形成。可能需要使用比石墨烯更多之鎢，以便保持鎢之理想屬性，諸如優良耐熱性及高發射率。石墨烯對鎢之比例可相對低，例如，5%或更低，且可為1%或更低。

可以等效方式使用石墨烯與某其他適當材料(例如，某其他適當金屬)之混合物以形成光譜純度濾光器。

在一些情況下，鎢顆粒可變得與柵格77分開，且可導致EUV微影裝置中之污染。可使用石墨烯以覆蓋柵格77或環繞該柵格之構成部分，例如，如圖9及/或圖10所示。在進行此過程時，石墨烯可擔當防止鎢顆粒污染EUV微影裝置之障壁。

圖12展示包含具有多層結構之光譜純度濾光器的實施例。此光譜純度濾光器包含六個交替層：三個石墨烯板片層78及三個帶外輻射抑制結構層82。因此，可將此光譜純度濾光器比作圖7所示之三個光譜純度濾光器之堆疊。此實施例相較於圖7所示之實施例可為有利的，此係因為可藉由複數個石墨烯板片層78支撐帶外輻射抑制層82之大的總厚度。歸因於在帶外輻射抑制結構層82當中提供多個石墨烯板片層78之事實，光譜純度濾光器相較於具有單帶外輻射抑制層及單石墨烯板片層之光譜純度濾光器可具有較大機械強度。應瞭解，在此實施例內，可用由如上文所描述之石墨烯薄片製成之層替換石墨烯板片層78。

使用石墨烯(例如，以圖12所示之方式)來加強光譜純度濾光器之優點在於：其不會顯著地改變光譜純度濾光器之高發射率。光譜純度濾光器之高發射率係有用的，此係因為其允許光譜純度濾光器有效率地輻射熱，且因此允許光譜純度濾光器在微影裝置之操作期間保持於低於原本可能保持之溫度的溫度下。

圖13及圖14展示包含由石墨烯薄片84形成之支撐層的另外光譜純度濾光器。在兩種情況下，石墨烯薄片層84安置於帶外輻射抑制結

構82上。柵格結構86安置於由石墨烯薄片84形成之層上。柵格之間距可經選擇成實質上防止如上文進一步所解釋的帶外輻射(例如，紅外線輻射)之透射。舉例而言，柵格之間距可為5微米。

圖13所示之光譜純度濾光器之柵格86包含支撐結構88(例如，由鎢製成)及反射塗層90，反射塗層90反射帶外輻射。在帶外輻射為紅外線輻射(例如，在10.6微米下)之情況下可使用之塗層的實例為鉬(Mo)。反射塗層90可連同柵格之間距用以阻擋紅外線輻射。

圖11所示之光譜純度濾光器之柵格結構係由反射帶外輻射之材料製成。在帶外輻射為紅外線輻射(例如，在10.6微米下)之情況下，反射帶外輻射之材料的實例為具有高傳導率之金屬。此等金屬之實例包括Al、Au、Ag及Cu。

應瞭解，可結合反射帶外輻射(或吸收帶外輻射，但不透射帶外輻射)之柵格結構來利用類似於圖12所示之光譜純度濾光器結構的光譜純度濾光器結構。舉例而言，此情形在LPP輻射源中可為有用的，其中可存在大量紅外線輻射。可在無柵格結構及DPP輻射源的情況下利用類似於圖12所示之光譜純度濾光器的光譜純度濾光器，其中可存在極少紅外線輻射或無紅外線輻射。舉例而言，防止帶外輻射之透射的柵格結構可置放於圖12所示之光譜純度濾光器之頂部上。此光譜純度濾光器之一可能實施例包含具有5微米之間隔的柵格(該柵格抑制具有10.6微米之波長的帶外紅外線輻射)。光譜純度濾光器亦包含三個石墨烯層，每一石墨烯層為一石墨烯板片，該石墨烯板片為三個石墨烯層厚(一個石墨烯層之厚度為大約0.34奈米，因此，為三個層厚之一石墨烯板片的厚度為大約1奈米)。光譜純度濾光器進一步包含由矽、鋅或鉬製成之三個帶外輻射抑制層，每一帶外輻射抑制層具有大約3奈米之厚度。在其他實施例中，光譜純度濾光器可包含四個或四個以上(或兩個)石墨烯層及帶外抑制層。每一石墨烯層可包含四個或

四個以上(或兩個)石墨烯板片。

可組合上文所描述之光譜純度濾光器實施例之特徵。舉例而言，構成部分係藉由石墨烯環繞(例如，如圖10所示)之鎢柵格可具備外部鉬層，以提供帶外輻射之增加反射率。

應瞭解，帶外輻射抑制結構可包含能夠吸收及/或反射帶外輻射而同時允許帶內輻射之透射的任何材料。可使用之材料的實例包括鎢(W)、矽(Si)及鋇(Zr)。

當建構多層鏡面(例如，在EUV微影裝置中所使用之多層鏡面)時，可使用石墨烯。多層鏡面係由金屬(諸如鉬或鎢)及間隔物(諸如矽)之複數個交替層形成，該等層形成於提供結構支撐之基板上。層對之厚度可等於待反射輻射(例如，在13.5奈米下之EUV輻射)之波長的二分之一。自每一層對所散射之輻射的建設性干涉導致多層鏡面反射輻射。

在多層鏡面中需要提供在鄰近層之間(例如，在鉬層與矽層之間)的經良好界定邊界。隨著時間推移，在鄰近層之間可發生擴散，使得在該等層之間的邊界變得被較不良好界定。擴散可部分地歸因於鏡面在微影裝置之操作期間被加熱。可將石墨烯用作位於鄰近層之間的抗擴散層，石墨烯用以維持在鄰近層之間的經良好界定邊界。

石墨烯適於用作抗擴散層，此係因為其係非可滲透的且可以薄層(例如，小於1奈米厚)加以提供，使得其吸收極少EUV輻射。因為石墨烯能夠耐受高溫(例如，高達約攝氏1500度)，所以其可允許多層鏡面耐受比習知多層鏡面耐受之溫度更高的溫度。舉例而言，習知多層鏡面可在約攝氏100度之溫度下變得受損害。若EUV微影裝置中之光譜純度濾光器發生故障，則入射於微影裝置之多層鏡面上的紅外線輻射可將多層鏡面快速地加熱至大於攝氏100度，從而導致對多層鏡面之損害，使得必須替換多層鏡面。藉由使用石墨烯以增加多層鏡面

能夠耐受之最大溫度，會縮減歸因於過熱而造成對多層鏡面之損害的可能性。

使用石墨烯以允許多層鏡面耐受比習知多層鏡面耐受之溫度更高的溫度可允許在通常將不使用多層鏡面之部位中使用多層鏡面。舉例而言，可在光譜純度濾光器之前使用多層鏡面。舉例而言，可將一(或多個)多層鏡面用作EUV輻射源SO中之收集器。

圖15中示意性地展示多層鏡面之實施例。多層鏡面包含基板92，交替之鉬層94及矽層96(或其他適當材料層)提供於基板92上。石墨烯層98提供於每一鉬層94與矽層96之間。舉例而言，石墨烯層可小於1奈米厚，或可具有某其他厚度。

舉例而言，可藉由使鉬層或矽層生長至基板上(例如，使用化學氣相沈積)、將石墨烯板片手動地施加至該層上、生長下一層等等來建構多層鏡面。

習知的是在多層鏡面之最外層上提供鈦層，以便防止多層鏡面之外層的氧化。鈦層將在其曝光至氛圍時自發地氧化，且亦將在EUV微影裝置之操作期間氧化。此氧化可將鏡面之反射率縮減達約1%，此情形可足以引起微影裝置中之EUV輻射強度的顯著損失(該損失對於該裝置之每一鏡面係累積性的)。可藉由使用氫離子進行清潔而自鏡面移除氧化。然而，殘餘物可留存於鏡面上，其在清潔期間不能被移除。殘餘物將隨著時間推移而積聚於鏡面上，藉此縮減鏡面之壽命。

在一實施例中，代替鈦層(或其他罩蓋層)，可將石墨烯層提供為多層鏡面之最外層。石墨烯將防止多層鏡面之外層的氧化，此係因為其對於氧係非可滲透的。

在多層鏡面中(或者，在最外層之頂部上之層之間)使用石墨烯係有利的，此係因為石墨烯可具備均一厚度(例如，作為單層)，且可因

此不使藉由鏡面反射之輻射失真。相同優點可應用於提供於光譜純度濾光器(見圖9)之任一側上的石墨烯層。

石墨烯提供如下優點：其可被提供為極薄層(例如，對於單層為0.34奈米)，在該情況下，其對EUV輻射係高度透明的(例如，對於0.34奈米之厚度為約99.8%透明)。此外，石墨烯在被加熱至可發生於EUV微影裝置中之溫度時係穩定的。另外優點在於：石墨烯係廣泛地可用的，且可遍及相對大表面區域而應用。

石墨烯之另一優點在於：其以化學方式抵抗氫離子，因此允許執行在EUV微影裝置內之清潔而不損害石墨烯。相較於鈦，石墨烯亦具有錫及鋅不會黏附至石墨烯之優點。當使用氫離子來執行清潔時，錫及鋅可趨向於黏附至鏡面之鈦外層(錫及鋅來自微影裝置之其他部分)。此情形可形成不能被容易地移除之殘餘物。此情形可限制鏡面之壽命，此係因為鏡面可隨著時間推移而變得較不反射。然而，錫及鋅不會趨向於黏著至石墨烯。因此，可避免在鏡面上殘餘物之積聚，且可延長鏡面之壽命。

儘管上文提及石墨烯，但可在EUV微影裝置之鏡面、光譜純度濾光器等等中使用石墨烯衍生物。舉例而言，石墨烯衍生物包括石墨烷(graphane)、石墨烯氟化物、石墨烯溴化物、石墨烯氯化物及石墨烯碘化物。石墨烯及石墨烯衍生物的共同點在於：石墨烯及石墨烯衍生物均為具有碳SP²鍵結基底之隔膜。石墨烯衍生物之機械屬性可與石墨烯之機械屬性相同或類似，但化學屬性可不同。石墨烯氟化物可提供如下優點：當藉由EUV輻射予以照明時，相較於石墨烯鍵對破裂之易受影響性，石墨烯氟化物鍵對破裂之易受影響性較小。出於此原因，代替石墨烯，可在本發明之實施例中使用石墨烯氟化物。

石墨烯可包含單SP²鍵結碳層，或可包含堆疊在一起之複數個SP²鍵結碳層，或堆疊在一起之複數個主導SP²鍵結碳層。

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，本文中所描述之微影裝置可具有其他應用，諸如製造整合光學系統、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，可認為本文中對術語「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中所提及之基板。適用時，可將本文中之揭示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)以便產生多層IC，使得本文中所使用之術語「基板」亦可指代已經含有多個經處理層之基板。

儘管上文可特定地參考在光學微影之內容背景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(例如，壓印微影)中，且在內容背景允許時不限於光學微影。在壓印微影中，圖案化元件中之構形(topography)界定產生於基板上之圖案。可將圖案化元件之構形壓入被供應至基板之抗蝕劑層中，在基板上，抗蝕劑係藉由施加電磁輻射、熱、壓力或其組合而固化。在抗蝕劑固化之後，將圖案化元件移出抗蝕劑，從而在其中留下圖案。

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之任一者或其組合，包括折射、反射、磁性、電磁及靜電光學組件。

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。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
30	反射器件
32	氣流管道/氣體管道
34	微影裝置之部分
36	第一壁部件
38	第二壁部件
40	開口
42	開口
44	氣密性隔膜
46	間接氣流路徑
48	氣體管道外部
50	氣體路徑
52	粒子截留結構
52a	板
54	快移動污染粒子
56	快移動污染粒子變得壓緊於隔膜中的情形
58	慢移動污染粒子
60	粒子
62	氣體沒有污染粒子的情形
64	石墨烯護膜
66	護膜框架
68	光罩
70	石墨烯薄片

72	石墨烯板片/石墨烯
74	支撐材料/支撐材料層
76	光譜純度濾光器
77	鎢柵格/肋狀物
78	石墨烯板片/石墨烯板片層
79	石墨烯層
80	光譜純度濾光器框架
81	石墨烯
82	帶外輻射抑制結構
84	石墨烯薄片/石墨烯薄片層
86	柵格結構/柵格
88	支撐結構
90	反射塗層
92	基板
94	鉬層
96	矽層
98	石墨烯層
100	微影裝置
200	燃料供應件
205	雷射光束
210	高度離子化電漿/輻射發射電漿
220	圍封結構
221	開口
A	輻射光束
B	輻射光束/帶內輻射
C	目標部分

CO	收集器光學儀器
IF	虛擬源點/中間焦點
IL	照明系統/照明器/照明器模組/照明模組
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
OA	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/輻射源
W	基板
WT	基板台

申請專利範圍

1. 一種光譜純度濾光器，其包含石墨烯(graphene)。
2. 如請求項1之光譜純度濾光器，其包含一石墨烯層。
3. 如請求項1之光譜純度濾光器，其包含一石墨烯板片(sheet)。
4. 如請求項1之光譜純度濾光器，其包含若干石墨烯薄片(flakes)。
5. 如請求項3之光譜純度濾光器，其中該石墨烯板片安置於一光譜純度框架上。
6. 如請求項3之光譜純度濾光器，其中該石墨烯板片支撐一帶外(out-of-band)輻射抑制結構。
7. 如請求項6之光譜純度濾光器，其中該石墨烯板片經組態以防止該帶外輻射抑制結構的氧化。
8. 如請求項6或7之光譜純度濾光器，其中該帶外輻射抑制結構的兩面皆以石墨烯覆蓋。
9. 如請求項4之光譜純度濾光器，其中該等石墨烯薄片支撐一帶外輻射抑制結構。
10. 如請求項9之光譜純度濾光器，其中該等石墨烯薄片經組態以防止該帶外輻射抑制結構的氧化。
11. 如請求項1之光譜純度濾光器，其進一步包含阻擋帶外輻射的一材料且其中該石墨烯係經組態以保護該材料免於氧化及/或脫氣(out-gassing)。
12. 如請求項11之光譜純度濾光器，其包含該材料之一柵格(grid)以阻擋該帶外輻射。
13. 如請求項11之光譜純度濾光器，其中該柵格係一鎢柵格。
14. 如請求項13之光譜純度濾光器，其中施加該石墨烯以使得該鎢柵格不被曝露(exposed)。

15. 如請求項13之光譜純度濾光器，其中以石墨烯層的形式將該石墨烯施加至該鎢柵格的任一側上。
16. 如請求項11至15中任一項之光譜純度濾光器，其中該石墨烯係以一層、一板片或若干薄片的形式提供。
17. 如請求項11之光譜純度濾光器，其中該柵格包含一支撐結構及一反射塗層，其反射該帶外輻射。
18. 如請求項17之光譜純度濾光器，其中該反射塗層包含鉬以反射該帶外輻射。
19. 如請求項1之光譜純度濾光器，其進一步包含一柵格，該石墨烯係安置於該柵格上。
20. 如請求項19之光譜純度濾光器，其中該柵格經組態以阻擋帶外輻射，該柵格之一間距係小於待阻擋之帶外輻射之波長。

圖式

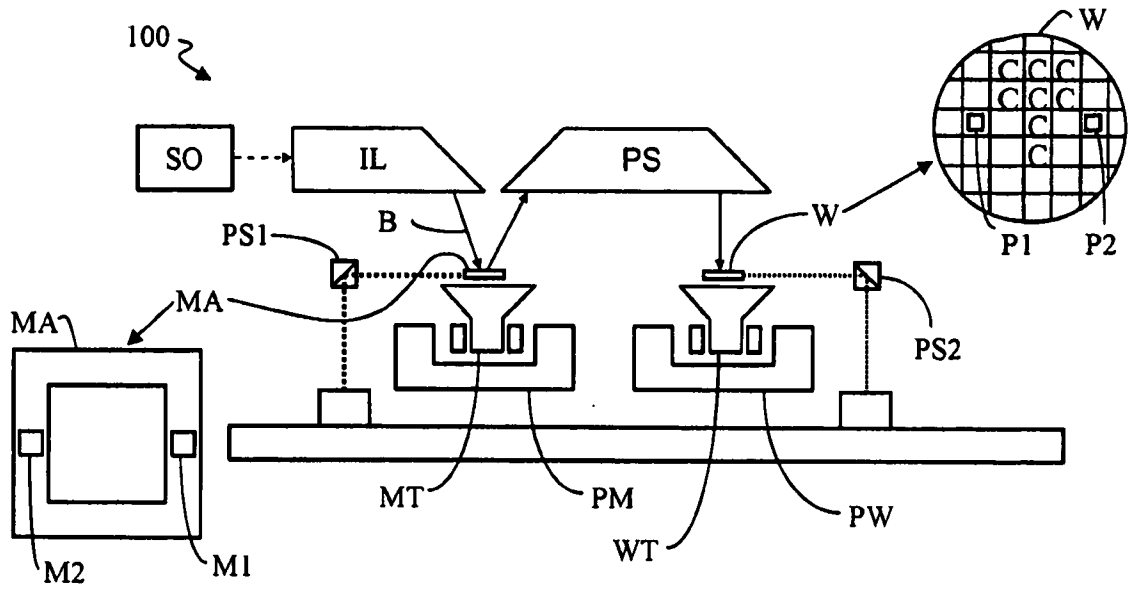


圖1

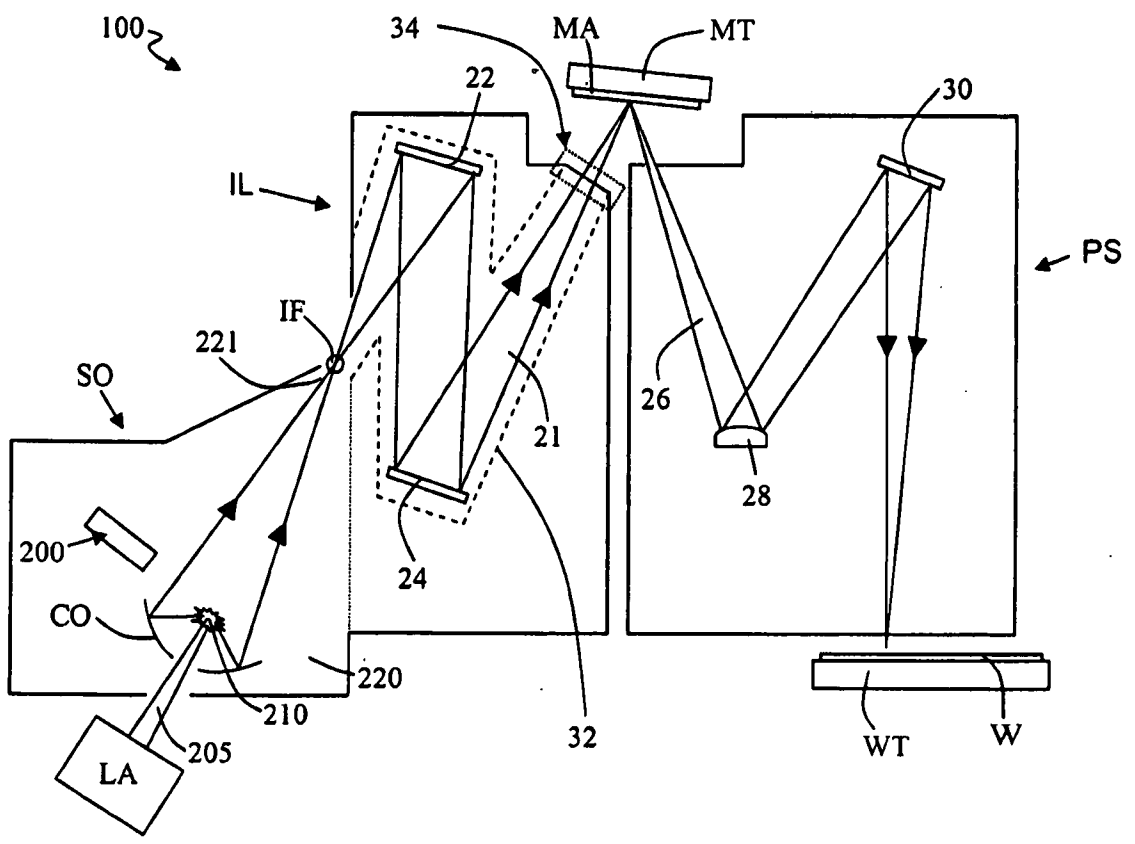


圖2

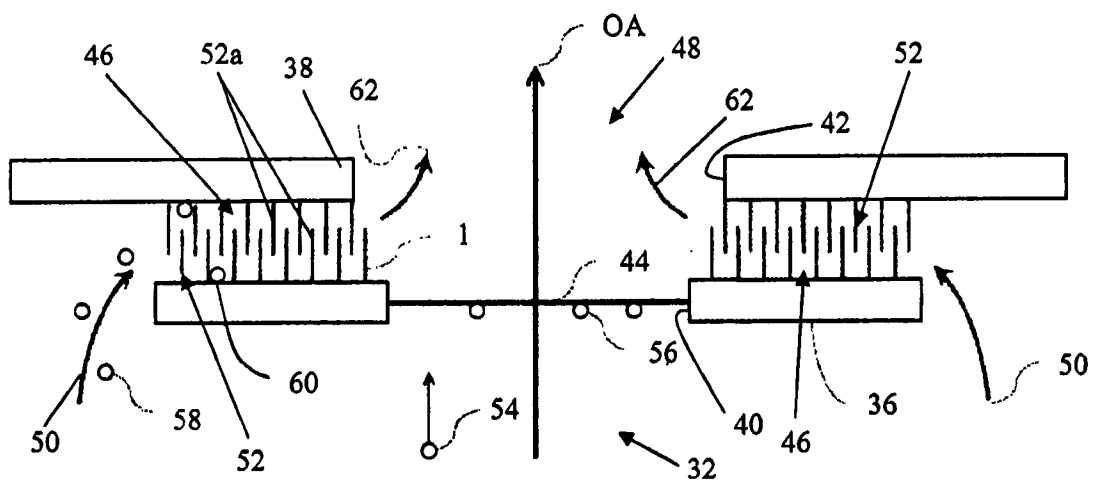


圖3

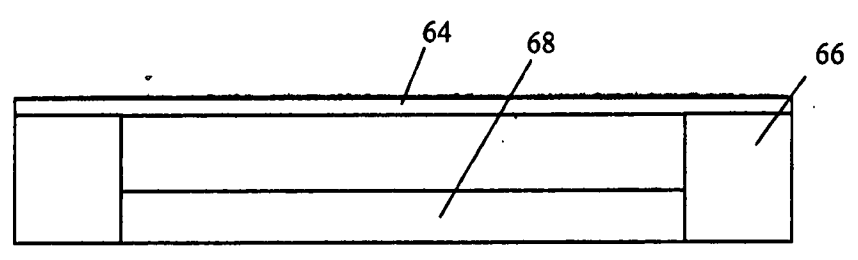


圖4

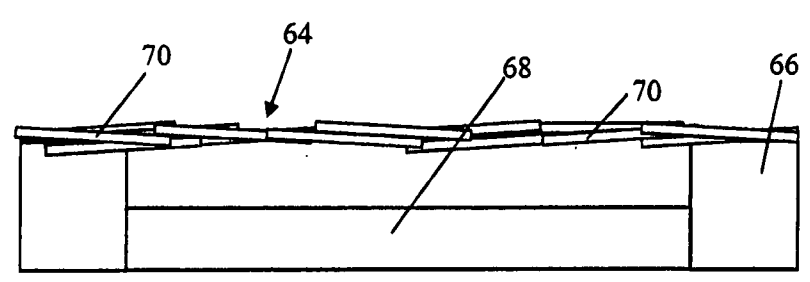


圖5

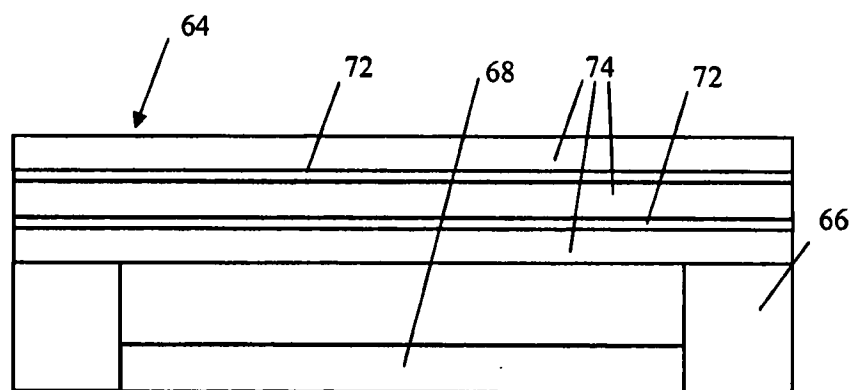


圖6

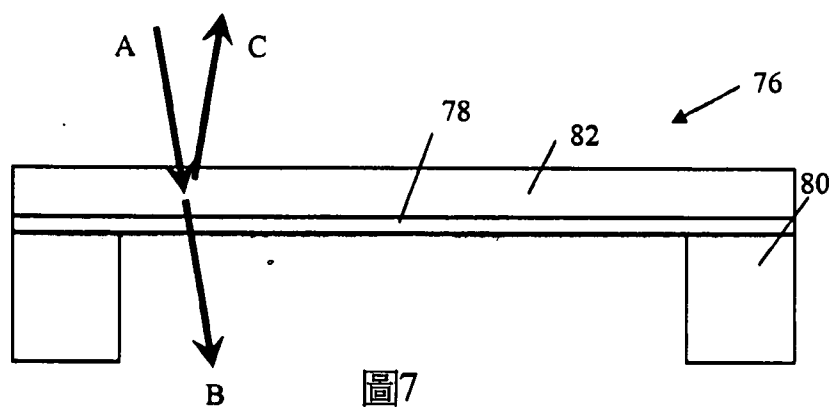


圖7

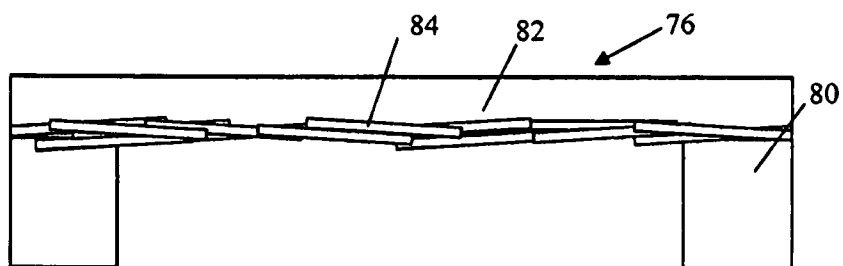


圖8

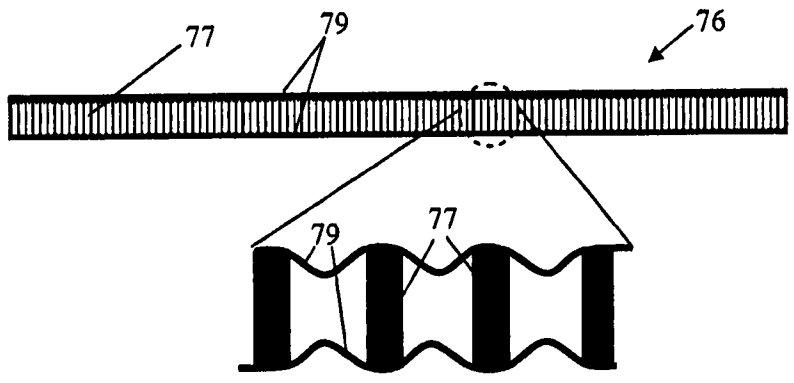


圖9

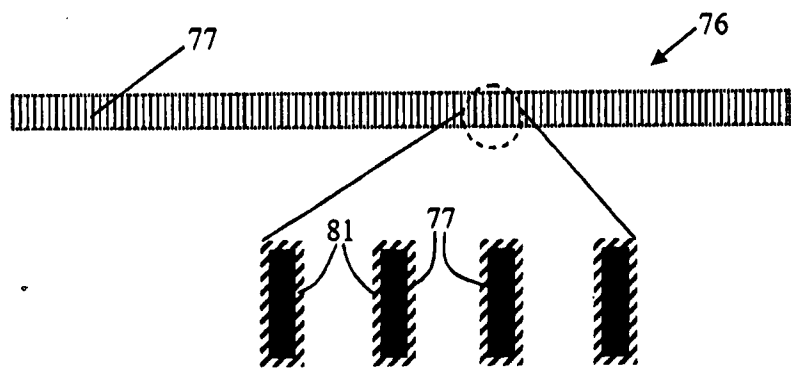


圖10

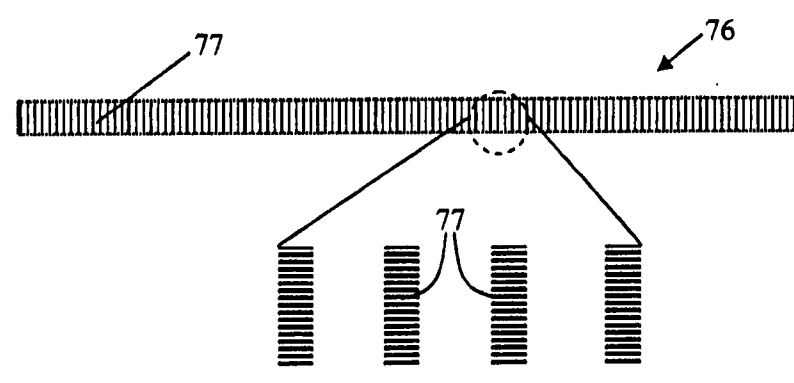


圖11

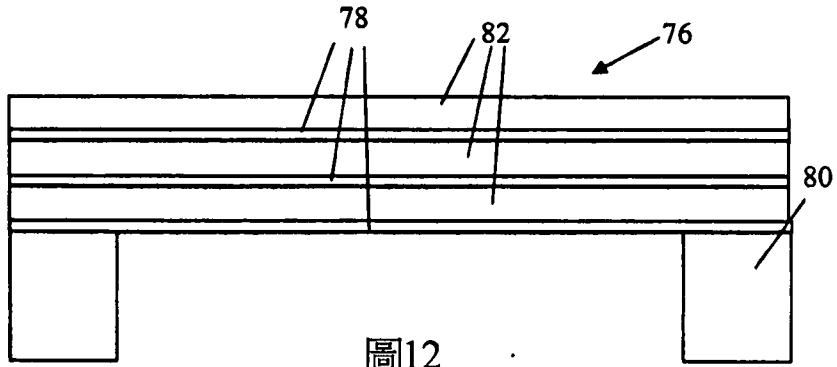


圖12

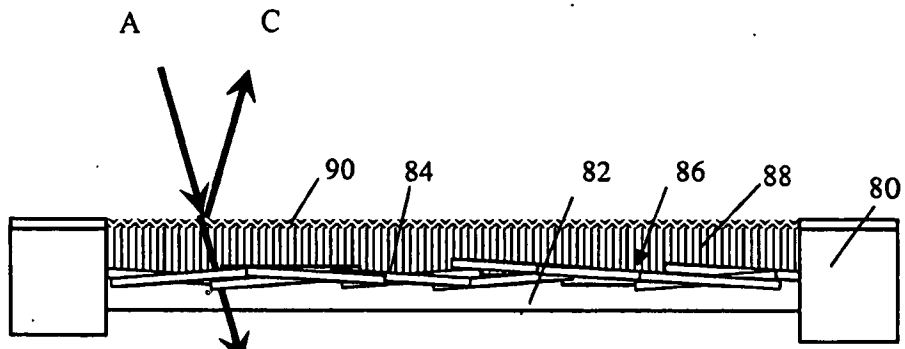


圖13

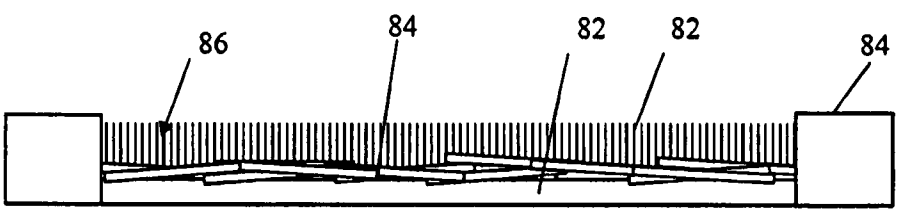


圖14

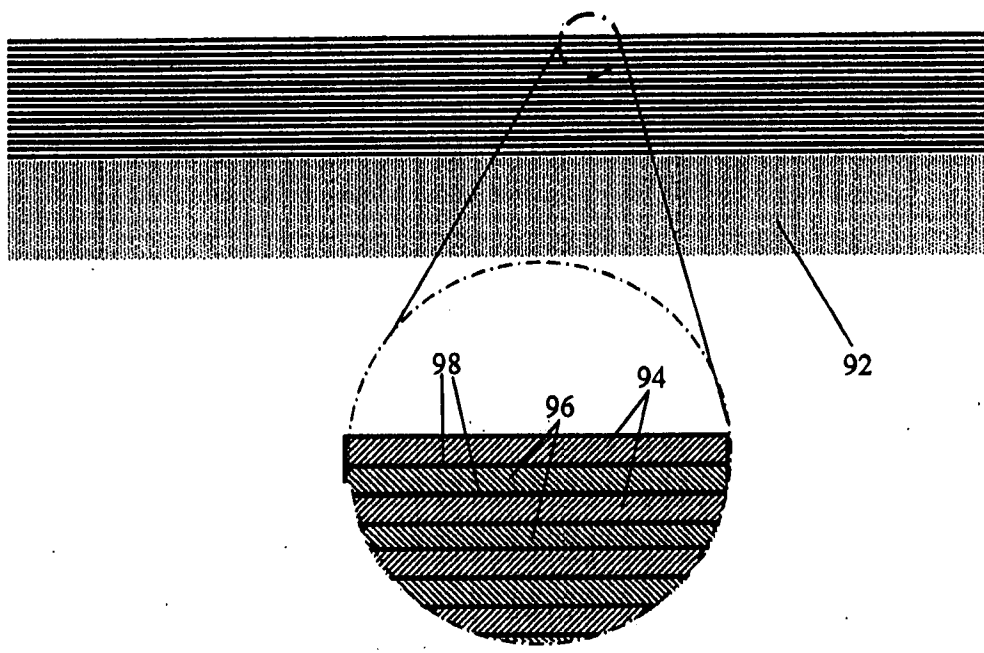


圖15