



(21) 申請案號：105143713

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 12 月 28 日

(51) Int. Cl. : **G03F7/20 (2006.01)** **H01L21/027 (2006.01)**

(30) 優先權：2015/12/30 美國 62/273,223

(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：德 賈格 皮耶特 威廉 荷曼 DE JAGER, PIETER WILLEM HERMAN (NL) ;
凡 德 沃夫 羅伯特 艾爾伯特斯 裘翰斯 VAN DER WERF, ROBERT
ALBERTUS JOHANNES (NL) ; 凡 德 莫斯迪克 麥可 約瑟夫 艾維特 VAN
DE MOOSDIJK, MICHAEL JOSEPHUS EVERT (NL) ; 莫里 帕斯卡爾 安妮
MAURY, PASCALE ANNE (FR)

(74) 代理人：林嘉興

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：16 共 104 頁

(54) 名稱

用於直接寫入無光罩微影之方法及裝置

METHOD AND APPARATUS FOR DIRECT WRITE MASKLESS LITHOGRAPHY

(57) 摘要

本發明揭示一種圖案化裝置，其包括：一基板固持器，其經建構以支撐一基板；一粒子產生器，其經組態以在該圖案化裝置中產生粒子，該粒子產生器經組態以將該等粒子沈積至該基板上以在該基板上形成一粒子層；及該圖案化裝置中之一圖案產生器，該圖案產生器經組態以將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

A patterning apparatus, including: a substrate holder constructed to support a substrate; a particle generator configured to generate particles in the patterning apparatus, the particle generator configured to deposit the particles onto the substrate to form a layer of particles on the substrate; and a pattern generator in the patterning apparatus, the pattern generator configured to applying a pattern in the patterning apparatus to the deposited layer of particles.

指定代表圖：

符號簡單說明：

1520 . . . 奈米粒子產生器

1610 . . . 第一電極

1620 . . . 第二電極

1630 . . . 電漿

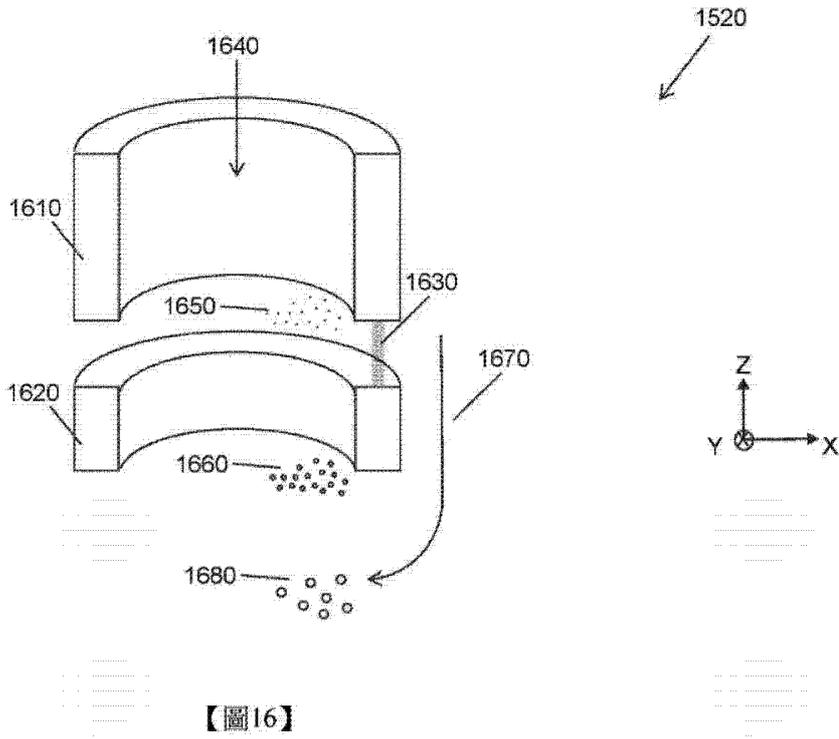
1640 . . . 氣流

1650 . . . 奈米粒子

1660 . . . 奈米粒子

1670 . . . 氣體/氣流

1680 . . . 奈米粒子



【發明說明書】

【中文發明名稱】

用於直接寫入無光罩微影之方法及裝置

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR DIRECT WRITE MASKLESS
LITHOGRAPHY

【技術領域】

本發明係關於一種微影裝置、一種可程式化圖案化器件，及一種器件製造方法。

【先前技術】

微影裝置為將所要圖案施加至基板或基板之部分上之機器。微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)、平板顯示器及具有精細特徵之其他器件或結構之製造中。在習知微影裝置中，圖案化器件(其可被稱作光罩或倍縮光罩)可用以產生對應於IC、平板顯示器或其他器件之個別層的電路圖案。可將此圖案(例如)經由成像至提供於基板(例如，矽晶圓或玻璃板)上之輻射敏感材料(抗蝕劑)層上而轉印於基板(之部分)上。

代替電路圖案，圖案化器件可用以產生其他圖案，例如，彩色濾光片圖案或圓點矩陣。代替習知光罩，圖案化器件可包含一圖案化陣列，該圖案化陣列包含產生電路或其他適用圖案之可個別定址元件陣列。此「無光罩」系統相比於習知以光罩為基礎之系統的優點在於：可更快且成本更少地提供及/或改變圖案。

因此，無光罩系統包括可程式化圖案化器件(例如，空間光調變器、對比器件等等)。可程式化圖案化器件經程式化(例如，電子地或光學地)以

使用可個別定址元件陣列來形成所要經圖案化光束。可程式化圖案化器件之類型包括微鏡面陣列、液晶顯示器(LCD)陣列、光柵光閥陣列，及其類似者。

【發明內容】

舉例而言，需要提供一種包括一可程式化圖案化器件之可撓性低成本之微影裝置。

在一實施例中，提供一種器件製造方法，其包含：在一圖案化裝置中產生粒子；將該等粒子沈積至該圖案化裝置中之一基板上以在該基板上形成一粒子層；及將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

在一實施例中，提供一種圖案化裝置，其包含：一基板固持器，其經建構以支撐一基板；一粒子產生器，其經組態以在該圖案化裝置中產生粒子，該粒子產生器經組態以將該等粒子沈積至該基板上以在該基板上形成一粒子層；及該圖案化裝置中之一圖案產生器，該圖案產生器經組態以將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

在一實施例中，提供一種本文中所描述之一裝置或一方法之用途，該裝置或該方法係用於平板顯示器之製造中。

在一實施例中，提供一種本文中所描述之一裝置或一方法之用途，該裝置或該方法係用於積體電路之製造中。

在一實施例中，提供一種平板顯示器，其係使用本文中所描述之一裝置或一方法予以製造。

在一實施例中，提供一種積體電路器件，其係使用本文中所描述之一裝置或一方法予以製造。

【圖式簡單說明】

併入本文中且形成本說明書之一部分的隨附圖式說明本發明之實施例，且與[實施方式]一起進一步用以解釋本發明之實施例之原理且使熟習相關技術者能夠製造及使用實施例。

圖1描繪根據一實施例的微影裝置之一部分的示意性側視圖。

圖2描繪根據一實施例的微影裝置之一部分的示意性俯視圖。

圖3描繪根據一實施例的微影裝置之一部分的示意性俯視圖。

圖4A及圖4B描繪根據一實施例的微影裝置之一部分的示意性側視圖。

圖5描繪根據一實施例的微影裝置之一部分的示意性俯視圖。

圖6描繪將圖案轉印至基板之方案的實施例。

圖7A、圖7B、圖7C、圖7D及圖7E為根據一實施例之製造方法的示意圖。

圖8A及圖8B描繪將圖案轉印至基板之方案的實施例。

圖9A、圖9B、圖9C、圖9D及圖9E為根據一實施例之製造方法的示意圖。

圖10為透鏡數目相對於鄰近發射器之間的節距之圖。

圖11描繪根據一實施例的複數個透鏡之示意性俯視圖，該複數個透鏡各自具有一發射器陣列及一結合襯墊。

圖12描繪根據一實施例之發射器陣列的示意性仰視圖。

圖13A描繪根據一實施例之發射器陣列的示意圖。

圖13B描繪根據一實施例之發射器陣列的示意圖。

圖14描繪根據一實施例之微透鏡陣列(MLA)模組的示意圖。

圖15描繪根據一實施例的圖案化裝置之一部分的示意性俯視圖。

圖16描繪根據一實施例之奈米粒子產生器的示意性側視圖。

現在將參考隨附圖式來描述一或多個實施例。在該等圖式中，類似元件符號可指示相同或功能上相似之元件。

【實施方式】

本文中描述無光罩微影裝置、無光罩微影方法、可程式化圖案化器件以及其他裝置、製品及方法之一或多個實施例。在一實施例中，提供低成本及/或可撓性的無光罩微影裝置。因為其為無光罩的，所以無需習知光罩以曝光(例如) IC或平板顯示器。

在一實施例中，微影裝置具高度可撓性。在一實施例中，微影裝置可縮放至具有不同大小、類型及特性之基板。因此，微影裝置可運用單一微影裝置或使用多個使用基本上共同之微影裝置平台的微影裝置來實現多個應用(例如，IC、平板顯示器、封裝等等)。

在一實施例中，微影裝置具有低成本。在一實施例中，僅使用常見現成的組件(例如，輻射發射二極體、簡單可移動基板固持器，及透鏡陣列)。在一實施例中，使用像素-柵格成像以允用簡單投影光學件。在一實施例中，使用具有單一掃描方向之基板固持器以縮減成本及/或縮減複雜度。

圖1示意性地描繪根據一實施例的微影投影裝置100之一部分。裝置100包括圖案化器件104、物件固持器106(例如，物件台(例如基板台))，及投影系統108。

在一實施例中，圖案化器件104包含用以調變輻射以將圖案施加至光束110之複數個可個別定址元件102。在一實施例中，複數個可個別定址元件102之位置可相對於投影系統108而固定。然而，在替代配置中，可將複數個可個別定址元件102連接至一定位器件(圖中未繪示)以根據某些參數

(例如，相對於投影系統108)來準確地定位該等可個別定址元件中之一或多者。

在一實施例中，圖案化器件104為自發射對比器件。此圖案化器件104預防對輻射系統之需要，此可縮減(例如)微影裝置之成本及大小。舉例而言，可個別定址元件102為輻射發射二極體(諸如，發光二極體(LED)、有機LED (OLED)、聚合物LED (PLED))、雷射二極體(例如，固態雷射二極體)、垂直外部空腔表面發射雷射(VECSEL)、垂直空腔表面發射雷射(VCSEL)，或其任何組合。在一實施例中，可個別定址元件102皆為LED。在一實施例中，可個別定址元件102發射具有在約380奈米至440奈米(例如，約400奈米或405奈米)之範圍內之波長的輻射。在一實施例中，可個別定址元件102中之每一者可提供選自1微瓦至100微瓦(μW)之範圍之輸出功率。在一實施例中，可個別定址元件102中之每一者可提供為約3微安(μA)之輸出電流。在一實施例中，可個別定址元件102中之每一者具有為約2微米(μm)或小於2微米((例如，約1微米或小於1微米)之發射橫截面寬度(例如在假定1:1光學件的情況下；若使用縮小率光學件(例如，2:1或4:1)，則可使用較大發射橫截面寬度，諸如約8微米或小於8微米)。

在一實施例中，自發射對比器件包含比所需要更多的可個別定址元件102，以在另一可個別定址元件102未能操作或未適當地操作之情況下允許使用「冗餘」可個別定址元件102。另外，可使用比可能需要更多的可個別定址元件102，以在個別元件102單獨無法提供足夠光學輸出之狀況下使元件102一起工作以遞送某一功率或劑量，或藉由將元件102之使用率自其最大值或設計規格縮減而使元件102「共用負荷」。

微影裝置100包含物件固持器106。在此實施例中，物件固持器包含用

以固持基板114 (例如，抗蝕劑塗佈矽晶圓或玻璃基板)之物件台106。物件台106可在高達6個自由度中(例如，在X及/或Y方向上)移動且連接至定位器件116以根據某些參數來準確地定位基板114。舉例而言，定位器件116可相對於投影系統108及/或圖案化器件104來準確地定位基板114。在一實施例中，可運用包含長衝程模組(粗略定位)且視情況包含短衝程模組(精細定位)之定位器件116來實現物件台106之移動，該長衝程模組及該短衝程模組未在圖1中明確地描繪。可使用相似系統以定位可個別定址元件102，使得(例如)可個別定址元件102可在高達6個自由度中(例如，在X及/或Y方向上)移動，例如，在大體上平行於物件台106之掃描方向的方向上進行掃描且視情況在與掃描方向正交之方向上步進。光束110可替代地/另外可移動，而物件台106及/或可個別定址元件102可具有固定位置以提供所需相對移動。此配置可輔助限制裝置之大小。

在可(例如)適用於平板顯示器之製造之實施例中，物件台106可靜止且定位器件116經組態以相對於物件台106 (例如，在物件台106上方)移動基板114。舉例而言，物件台106可具備用以以大體上恆定速度橫越其來掃描基板114之系統。在完成此操作的情況下，物件台106可在平坦最上部表面上具備眾多開口，氣體經饋送通過該等開口以提供能夠支撐基板114之氣墊。此氣墊通常被稱作氣體軸承配置。使用能夠相對於光束110之路徑來準確地定位基板114之一或多個致動器(圖中未繪示)而在物件台106上方移動基板114。替代地，可藉由選擇性地起始及終止氣體之傳遞通過開口而相對於物件台106移動基板114。在一實施例中，物件固持器106可為基板經軋製之軋輥系統，且定位器件116可為用以使軋輥系統轉彎以將基板提供至物件台106上之馬達。

投影系統108 (例如，石英、玻璃、塑膠(例如COC)及/或CaF₂透鏡系統或光學元件，或包含由此等材料製成之透鏡元件之反射折射混合系統，或鏡面系統，或具有額外聚合物層之光學元件(例如玻璃元件)，或包含平坦表面及球形表面之光學元件(該球形表面可使用(例如)聚合物層而修改成非球形表面)等等)可用以將由可個別定址元件102調變之經圖案化光束投影至基板114之目標部分120 (例如，一或多個晶粒)上。投影系統108可使由複數個可個別定址元件102提供之圖案成像使得該圖案相干地形成於基板114上。替代地，投影系統108可將使複數個可個別定址元件102之元件用作遮光片之次級源之影像投影。

就此而言，投影系統可包含一聚焦元件或複數個聚焦元件(本文中一般被稱作透鏡陣列)(例如，微透鏡陣列(被稱為MLA)或菲涅爾透鏡陣列)，(例如)以形成次級源且使光點成像至基板114上。在一實施例中，透鏡陣列(例如，MLA)包含至少10個聚焦元件，例如，至少100個聚焦元件、至少1,000個聚焦元件、至少10,000個聚焦元件、至少100,000個聚焦元件、或至少1,000,000個聚焦元件。在一實施例中，圖案化器件中之可個別定址元件之數目等於或大於透鏡陣列中之聚焦元件之數目。在一實施例中，透鏡陣列包含複數個聚焦元件，至少一個聚焦元件係與可個別定址元件陣列中之可個別定址元件中的一或多者光學上相關聯，例如，與可個別定址元件陣列中之可個別定址元件中的僅一者光學上相關聯，或與可個別定址元件陣列中之2個或多於2個(例如，3個或多於3個、5個或多於5個、10個或多於10個、20個或多於20個、25個或多於25個、35個或多於35個或50個或多於50個)可個別定址元件光學上相關聯；在一實施例中，複數個光學元件之至少一個聚焦元件係與不到5,000個可個別定址元件(例如，不到2,500個、

不到1,000個、不到500個或不到100個可個別定址元件)光學上相關聯。

在一實施例中，透鏡陣列包含各自與二維陣列中之複數個可個別定址元件光學上相關聯的兩個或多於兩個聚焦元件(例如，多於1,000個、大部分或約全部聚焦元件)。

在一實施例中，圖案化器件104可至少在至及遠離基板之方向上(例如)借助於一或多個致動器而移動。能夠將圖案化器件移動至基板及移動遠離基板會允許(例如)在不移動基板或透鏡陣列的情況下進行聚焦調整(例如，允許在非平坦基板上進行局域聚焦調整)。

在一實施例中，透鏡陣列包含塑膠聚焦元件(其可易於進行(例如)射出成形，及/或負擔得起)，其中(例如)輻射之波長大於或等於約400奈米(例如，405奈米)。在一實施例中，輻射之波長係選自約350奈米至500奈米之範圍，例如約375奈米至425奈米之範圍。在一實施例中，透鏡陣列包含石英或玻璃聚焦元件。

在一實施例中，每一聚焦元件或複數個聚焦元件可為不對稱透鏡(例如，具有一或多個不對稱表面)。複數個聚焦元件中之每一者之不對稱性可相同，或複數個聚焦元件之一或多個聚焦元件之不對稱性可不同於複數個聚焦元件之一或多個不同聚焦元件之不對稱性。不對稱透鏡可促進將卵形輻射輸出轉換成圓形投影光點，或反之亦然。

在一實施例中，聚焦元件具有高數值孔徑(NA)，其經配置以在焦點外將輻射投影至基板上以獲得用於系統之低NA。較高NA透鏡相比於可用低NA透鏡可為較經濟、較流行的及/或具較佳品質。在一實施例中，低NA小於或等於0.3，在一實施例中為0.18、0.15或更小。因此，較高NA透鏡之NA大於用於系統之設計NA，例如，大於0.3、大於0.18或大於0.15。

雖然在一實施例中，投影系統108與圖案化器件104分離，但其無需如此。投影系統108可與圖案化器件108成為整體。舉例而言，透鏡陣列塊體或板可附接至圖案化器件104（與圖案化器件104成為整體）。在一實施例中，透鏡陣列可呈個別空間上分離微透鏡之形式，每一微透鏡附接至圖案化器件104之一或多個可個別定址元件（與圖案化器件104之一或多個可個別定址元件成為整體），如下文更詳細地論述。

視情況，微影裝置可包含用以將輻射（例如，紫外線(UV)輻射)供應至複數個可個別定址元件102之輻射系統。若圖案化器件為輻射源自身（例如，雷射二極體陣列或LED陣列），則微影裝置可經設計為不具有輻射系統（亦即，不具有除圖案化器件自身之外之輻射源），或至少為經簡化輻射系統。

輻射系統包括經組態以自輻射源接收輻射之照明系統（照明器）。照明系統包括以下元件中之一或多者：輻射遞送系統（例如，合適導向鏡面）、輻射調節器件（例如，光束擴展器）、用以設定輻射之角強度分佈之調整器件（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））、積光器及/或聚光器。照明系統可用以調節將被提供至可個別定址元件102之輻射，以在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。照明系統可經配置以將輻射劃分成複數個子光束，該複數個子光束可（例如）各自與複數個可個別定址元件中之一或多者相關聯。舉例而言，可使用二維繞射光柵以將輻射劃分成子光束。在本發明之描述中，術語「輻射光束 (beam of radiation/radiation beam)」涵蓋但不限於光束包含輻射之複數個此等子光束之情形。

輻射系統亦可包括用以產生輻射以供應至複數個可個別定址元件102

或由複數個可個別定址元件102供應之輻射源(例如，準分子雷射)。舉例而言，當輻射源為準分子雷射時，輻射源及微影裝置100可為分離實體。在此等狀況下，不認為輻射源形成微影裝置100之部件，且輻射係自源傳遞至照明器。在其他狀況下，舉例而言，當源為水銀燈時，輻射源可為微影裝置100之整體部件。

在一實施例中，輻射源(其在一實施例中可為複數個可個別定址元件102)可提供具有至少5奈米之波長之輻射，例如，至少10奈米、至少50奈米、至少100奈米、至少150奈米、至少175奈米、至少200奈米、至少250奈米、至少275奈米、至少300奈米、至少325奈米、至少350奈米或至少360奈米。在一實施例中，輻射具有至多450奈米之波長，例如，至多425奈米、至多375奈米、至多360奈米、至多325奈米、至多275奈米、至多250奈米、至多225奈米、至多200奈米或至多175奈米。在一實施例中，輻射具有包括436奈米、405奈米、365奈米、355奈米、248奈米、193奈米、157奈米、126奈米及/或13.5奈米之波長。在一實施例中，輻射包括為大約365奈米或大約355奈米之波長。在一實施例中，輻射包括波長之寬頻帶，例如涵蓋365奈米、405奈米及436奈米。可使用355奈米雷射源。在一實施例中，輻射具有約405微米之波長。

在微影裝置100之操作中，在圖案化器件104並非具輻射發射性的情況下，輻射自輻射系統(照明系統及/或輻射源)入射於圖案化器件104 (例如，複數個可個別定址元件)上且由圖案化器件104調變。

替代地，在微影裝置100 (其中圖案化器件為自發射的且包含複數個可個別定址元件102 (例如LED))之操作中，複數個可個別定址元件係由控制電路(圖中未繪示)調變使得該等可個別定址元件中之每一者可根據所要圖

案而被「接通」或「關斷」，其中「接通」為相比於「關斷」具有較高強度或劑量之輻射發射狀態。在一實施例中，「接通」或「關斷」可包括變化之灰階。

在已由複數個可個別定址元件102產生之後的經圖案化光束110傳遞通過投影系統108，投影系統108將光束110聚焦至基板114之目標部分120上。

憑藉定位器件116 (及(視情況)基座136上之位置感測器134 (例如，接收干涉光束138之干涉量測器件、線性編碼器或電容性感測器))，可準確地移動基板114 (例如)以便將不同目標部分120定位於光束110之路徑中。在使用時，用於複數個可個別定址元件102之定位器件可用以(例如)在掃描期間準確地校正該複數個可個別定址元件102相對於光束110之路徑之位置。

儘管根據一實施例之微影裝置100在本文中描述為經組態以曝光基板上之抗蝕劑，但該裝置100可用以投影經圖案化光束110以用於無抗蝕劑微影中。

微影裝置100可屬於反射類型(例如，使用反射可個別定址元件)。替代地，裝置可屬於透射類型(例如，使用透射可個別定址元件)。

所描繪裝置100可用於一或多個模式中，諸如：

1. 在步進模式中，在將整個經圖案化輻射光束110一次性投影至目標部分120上時，使可個別定址元件102及基板114保持基本上靜止(亦即，單次靜態曝光)。接著使基板114在X及/或Y方向上移位，使得可將不同目標部分120曝光至經圖案化輻射光束110。在步進模式中，曝光場之最大大小限制單次靜態曝光中成像之目標部分120之大小。

2. 在掃描模式中，在將圖案輻射光束110投影至目標部分120上時，同

步地掃描可個別定址元件102及基板114(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相對於可個別定址元件之速度及方向。在掃描模式中，曝光場之最大大小限制單次動態曝光中之目標部分之寬度(在非掃描方向上)，而掃描運動之長度判定目標部分之長度(在掃描方向上)。

3. 在脈衝模式中，使可個別定址元件102保持基本上靜止，且使用脈動(例如，由脈衝式輻射源提供或藉由使可個別定址元件脈動)而將整個圖案投影至基板114之目標部分120上。使基板114以基本上恆定速度移動使得使經圖案化光束110掃描橫越基板114之線。在諸脈衝之間根據需要而更新由可個別定址元件提供之圖案，且脈衝經時控使得在基板114上之所需部位處曝光順次目標部分120。因此，經圖案化光束110可橫越基板114進行掃描以曝光用於基板114之條帶之完整圖案。重複該程序直至已逐行地曝光完整基板114為止。

4. 在連續掃描模式中，其基本上相同於脈衝模式，惟相對於經調變輻射光束B在大體上恆定速度下掃描基板114且在經圖案化光束110橫越基板114進行掃描且曝光該基板時更新可個別定址元件陣列上之圖案除外。可使用與可個別定址元件陣列上之圖案更新同步的大體上恆定輻射源或脈衝式輻射源。

亦可使用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描繪與基板(例如，300毫米晶圓)一起使用的根據一實施例之微影裝置之一部分的示意性俯視圖。如圖2所展示，微影裝置100包含用以固持基板114之基板台106。定位器件116係與基板台106相關聯，該定位器件116

用以至少在如以箭頭123所展示之X方向上移動基板台106。視情況，定位器件116可在Y方向及/或Z方向上移動基板台106。定位器件116亦可使基板台106圍繞X方向、Y方向及/或Z方向旋轉。因此，定位器件116可提供在高達6個自由度中之運動。在一實施例中，基板台106提供僅在X方向上之運動，此情形之優點在於成本較低及複雜度較小。

微影裝置100進一步包含配置於框架160上之複數個可個別定址元件102。框架160可與基板台106及其定位器件116機械地隔離。舉例而言，可藉由將框架160連接至接地端或與用於基板台106及/或其定位器件116之框架分離的堅固基座而提供機械隔離。另外或替代地，可將阻尼器提供於框架160與該框架160連接至之結構之間，而不論彼結構是為接地端、堅固基座抑或支撐基板台106及/或其定位器件116之框架。

在此實施例中，可個別定址元件102中之每一者為輻射發射二極體，例如LED。為了簡單起見，圖2展示沿著Y方向延伸(且在X方向上間隔)的三列可個別定址元件102，每一列在此實施例中具有足夠行以橫越基板之寬度而延伸；更大數目列的可個別定址元件102可配置於框架160上。在一實施例中，可個別定址元件102中之每一者經組態以提供複數個輻射光束。在一實施例中，圖2所描繪之可個別定址元件102中之每一者包含複數個可個別定址元件102(因此，圖2中被標註為102之每一圓圈表示複數個可個別定址元件102)。在一實施例中，可個別定址元件102之一或多個列在Y方向上與可個別定址元件102之鄰近列交錯排列，如圖2所展示。在一實施例中，可個別定址元件102大體上靜止，亦即，其在投影期間並不顯著移動或根本不移動。

微影裝置100(特別是可個別定址元件102)可經配置以提供像素柵格

成像，如本文中更詳細地描述。然而，在一實施例中，微影裝置100無需提供像素柵格成像。實情為，微影裝置100可以並不形成個別像素以投影至基板上而是形成大體上連續影像以投影至基板上之方式將可個別定址元件102之輻射投影至基板上。

如圖2所描繪之微影裝置100之元件150可包含對準感測器、位階感測器或此兩者。舉例而言，在一實施例中，微影裝置100包含對準感測器150。對準感測器用以在基板114之曝光之前及/或期間判定基板114與(例如)可個別定址元件102之間的對準。對準感測器150之結果可由微影裝置100之控制器使用以控制(例如)用以定位基板台106之定位器件116以改良對準。另外或替代地，控制器可(例如)回應於來自感測器150之信號而控制與可個別定址元件102相關聯的用以定位該等可個別定址元件102中之一或多者(包括(例如)相對於一或多個其他元件102來定位元件102中之一或多者)之定位器件以改良對準，及/或回應於來自感測器150之信號而控制與可個別定址元件102相關聯的用以定位光束中之一或多者(包括(例如)相對於一或多個其他光束來定位光束中之一或多者)之偏轉器以改良對準。在一實施例中，對準感測器150可包括用以執行對準之圖案辨識功能性/軟體。

在一實施例中，微影裝置100另外或替代地包含位階感測器150。位階感測器150用以判定基板106相對於圖案自可個別定址元件102之投影是否同位階。位階感測器150可在基板114之曝光之前及/或期間判定位階。位階感測器150之結果可由微影裝置100之控制器使用以控制(例如)用以定位基板台106之定位器件116以改良位階量測。另外或替代地，控制器可(例如)回應於來自感測器150之信號而控制與投影系統108(例如透鏡陣列)相關聯的用以定位投影系統108之元件之定位器件(例如透鏡陣列之透鏡或較小

透鏡陣列，包括(例如)相對於一透鏡陣列之另一透鏡或另一較小透鏡陣列來定位該透鏡陣列之一透鏡或一較小透鏡陣列)以改良位階量測。在一實施例中，位階感測器可藉由將超音波光束投影於基板106處而操作及/或藉由將電磁輻射光束投影於基板106處而操作。

在一實施例中，來自對準感測器及/或位階感測器之結果可用以變更由可個別定址元件102提供之圖案。圖案可經變更以校正(例如)可起因於(例如)可個別定址元件102與基板114之間的光學件(若存在)之失真、基板114之定位之不規則性、基板114之不均勻度等等。因此，來自對準感測器及/或位階感測器之結果可用以變更經投影圖案以實現非線性失真校正。非線性失真校正可有用於(例如)可不具有一致線性或非線性失真之可撓性顯示器。

在微影裝置100之操作中，使用(例如)機器人處置器(圖中未繪示)將基板114裝載至基板台106上。接著使基板114在框架160及可個別定址元件102下方在如以箭頭123所展示之X方向上位移。藉由位階感測器及/或對準感測器150來量測基板114，且接著使用可個別定址元件102將該基板曝光至圖案。舉例而言，在基板正移動且可個別定址元件102在圖案化器件104中至少部分地或完全地被「接通」或「切斷」時，經由投影系統108之焦平面(影像平面)來掃描基板114。在基板114上形成對應於圖案化器件104之圖案之特徵。可個別定址元件102可經操作(例如)以提供如本文中所論述之像素柵格成像。

在一實施例中，可在正X方向上完全地掃描基板114且接著在負X方向上完全地掃描該基板114。在此實施例中，可個別定址元件102之相對側上之額外位階感測器及/或對準感測器150可為負X方向掃描所需。

圖3描繪用於在(例如)平板顯示器(例如LCD、OLED顯示器等等)之製造中曝光基板的根據一實施例之微影裝置之一部分的示意性俯視圖。類似於圖2所展示之微影裝置100，該微影裝置100包含：用以固持平板顯示器基板114之基板台106、用以在高達6個自由度中移動基板台106之定位器件116、用以判定可個別定址元件102與基板114之間的對準之對準感測器150，及用以判定基板114相對於圖案自可個別定址元件102之投影是否同位階之位階感測器150。

微影裝置100進一步包含配置於框架160上之複數個可個別定址元件102。在此實施例中，可個別定址元件102中之每一者為輻射發射二極體，例如LED。為了簡單起見，沿著Y方向延伸的三列可個別定址元件102展示於圖3中且具有足夠行以覆蓋基板之寬度；更大數目列的可個別定址元件102可配置於框架160上。在一實施例中，可個別定址元件102中之每一者經組態以提供複數個輻射光束。在一實施例中，圖3所描繪之可個別定址元件102中之每一者包含複數個可個別定址元件102(因此，圖3中被標註為102之每一圓圈表示複數個可個別定址元件102)。另外，在一實施例中，可個別定址元件102之數個列在Y方向上與可個別定址元件102之一或多個鄰近列交錯排列，如圖3所展示。微影裝置100(特別是可個別定址元件102)可經配置以提供像素柵格成像。在一實施例中，可個別定址元件102大體上靜止，亦即，其在投影期間並不顯著移動。

在微影裝置100之操作中，使用(例如)機器人處置器(圖中未繪示)將面板顯示器基板114裝載至基板台106上。接著使基板114在框架160及可個別定址元件102下方在如以箭頭123所展示之X方向上位移。藉由位階感測器及/或對準感測器150來量測基板114，且接著使用可個別定址元件102將該

基板曝光至圖案。一或多個透鏡可用以將圖案化光束自可個別定址元件102投影至基板。可個別定址元件102可經操作(例如)以提供如本文中所論述之像素柵格成像。

如上文所論述，複數個可個別定址元件102係與投影系統108之透鏡光學上相關聯。在一實施例中，來自複數個可個別定址元件102之圖案化光束大體上覆蓋投影系統108之關聯透鏡之視場。在一實施例中，複數個可個別定址元件102共同地形成二維發射器陣列，每一陣列係與投影系統108之單一透鏡相關聯。且因此，在一實施例中，提供複數個發射器陣列，每一陣列係與投影系統108之透鏡陣列(在X-Y平面中延伸)之單一透鏡相關聯。因此，在一實施例中，單一透鏡形成用於可個別定址元件102陣列的投影系統108之全部或部分。

圖4A描繪根據一實施例的微影裝置之一部分的示意性側視圖。如圖4A所展示，微影裝置100包含圖案化器件104及投影系統108。圖案化器件104包含發射器陣列101。如上文所論述，發射器陣列101包含呈二維陣列之形式的複數個可個別定址元件102。在一實施例中，可個別定址元件102中之每一者為LED。

投影系統108包含沿著光軸之兩個透鏡122、124。第一透鏡122(場透鏡)經配置以自發射器陣列101接收經調變輻射光束110。輻射光束110朝向場透鏡122發散。場透鏡122接著有效地準直輻射光束且將其導向朝向第二透鏡124(成像透鏡)。透鏡124將光束110聚焦至基板114上。在一實施例中，透鏡124可提供為0.15或0.18之NA。在一實施例中，可使用致動器使透鏡122及/或透鏡124在高達6個自由度中(例如，在X-Y-Z方向上)移動。

如圖4A所展示，自由工作距離128提供於基板114與透鏡124之間。此

距離允許使基板114及/或透鏡124移動以允許(例如)聚焦校正。在一實施例中，自由工作距離係在1毫米至3毫米之範圍內，例如約1.4毫米。

在一實施例中，投影系統108可為1:1投影系統，此係因為基板114上之影像光點之陣列間隔相同於圖案化器件104之可個別定址元件102之陣列間隔。為了提供改良之解析度，可藉由調整場透鏡122、成像透鏡124或此兩者而使影像光點比圖案化器件104之每一可個別定址元件102之大小小得多。

參看圖4B，在一實施例中，圖案化器件104包含兩個或多於兩個發射器陣列101。因此，兩個或多於兩個投影系統108用以將圖案化光束自此圖案化器件104投影至基板114。在一實施例中，可存在100個或1000個發射器陣列，每一發射器陣列係與包含透鏡122及/或透鏡124之一投影系統108相關聯。在一實施例中，透鏡122及/或124之橫截面寬度(例如，直徑) 109為1毫米(mm)。圖4B描繪用於圖案化器件104中之複數個發射器陣列101之實施例。經調變輻射光束110之不同集合(每一集合對應於圖案化器件104中之兩個或多於兩個發射器陣列101中之一發射器陣列101)傳遞通過各別透鏡122及124且聚焦至基板114。結果，輻射光點陣列(每一光點具有(例如)大約1微米之大小)經曝光至基板114上。圖案化器件104之可個別定址元件102可以可在基板114處引起成像光點之相同節距的節距而配置。

在一實施例中，每一發射器陣列101及關聯透鏡122及/或透鏡124可共同地被認為是個別光學引擎組件。為了容易複寫，可將該個別光學引擎組件製造為單元。在一實施例中，個別光學引擎組件可用以印刷大體上覆蓋透鏡122、124之視場之刷子。此外，框架160可經組態為可擴展的且可組態為容易採用任何數目個此類光學引擎組件。以此方式，可容易地用運行

光學引擎組件替換不適當工作之光學引擎組件(例如，若發射器陣列101之一可個別定址元件並未適當地工作)。

參看圖5，描繪個別光學引擎組件500之高度示意性俯視圖。個別光學引擎組件500包含發射器陣列101及透鏡122及/或124。在一實施例中，發射器陣列101包含以二維陣列之形式配置之複數個可個別定址元件102，其大體上覆蓋透鏡122、124之視場區域。如圖5所展示，發射器陣列101包含以正方形 15×15 陣列之形式而配置之225個可個別定址元件102，其中該陣列之每一側之長度為(例如)約70微米。因此，該陣列之對角線之長度為約100微米，其近似等於透鏡122、124之視場之寬度(例如，直徑)。在一實施例中，透鏡122及/或124之橫截面寬度(例如，直徑) 502為約1毫米(mm)。在一實施例中，可個別定址元件102之光束之光點大小為約1微米。在一實施例中，每一可個別定址元件102將約 $3 \mu\text{W}$ 光學功率或小於 $3 \mu\text{W}$ 光學功率遞送至基板上(其(例如)用於掃描速度為大約10毫米/秒且抗蝕劑敏感度為大約20毫焦/平方公分的平板顯示器應用)。在一實施例中，被定義為鄰近可個別定址元件102之中心之間的距離之節距為(例如)約5微米。在一實施例中，運用雙合透鏡122、124將陣列成像(1:1)至基板114上。在一實施例中，透鏡122、124係以約1毫米節距而配置。

每一可個別定址元件102朝向基板114發射電磁輻射，藉此在基板114上產生輻射光點。如圖5所展示，發射器陣列101以相對於基板114與可個別定址元件102之間的相對移動之掃描方向123 (例如，基板114之移動方向123)成角度 θ 而定位。此情形使得當在掃描方向上在基板114與可個別定址元件102之間存在相對移動時，每一輻射光點有效地傳遞遍及基板之不同區域(但可存在某重疊)，藉此使能夠產生寬度與透鏡122之視場有關的經調變

輻射刷子503。在一實施例中，刷子503之寬度501為70微米。在一實施例中，角度 θ 為至多 20° 、 10° ，例如至多 5° 、至多 3° 、至多 1° 、至多 0.5° 、至多 0.25° 、至多 0.10° 、至多 0.05° 或至多 0.01° 。在一實施例中，角度 θ 為至少 0.0001° ，例如至少 0.001° 。根據影像光點大小(其係依據基板與透鏡122、124之間的工作距離)、鄰近輻射光點之間的節距及透鏡122、124之視場判定傾斜角 θ 。

圖6示意性地說明可如何產生基板114上之圖案的俯視圖。已填滿之圓圈表示由發射器陣列101中之可個別定址元件102投影至基板114上的光點S陣列。在一系列曝光經曝光於基板114上時使基板114相對於投影系統108在X方向上移動。空心圓圈表示先前已曝光於基板114上之光點曝光SE。如所展示，由發射器陣列101中之可個別定址元件102投影至基板114上的每一光點將光點曝光行R曝光於基板114上。用於基板114之完整圖案係由光點S中之每一者所曝光的光點曝光SE之所有行R之總和產生。此配置通常被稱作「像素柵格成像」。應瞭解，圖6為示意圖且光點S及/或由不同光點S曝光之光點曝光SE實務上可重疊。

相似於圖5所展示之情形，輻射光點S陣列經配置為相對於掃描方向成角度 θ (在此實例中，基板114之邊緣平行於X方向及Y方向)。此情形使得當在掃描方向上在基板114與可個別定址元件102之間存在相對移動時，每一輻射光點將有效地傳遞遍及基板114之不同區域，藉此允許在單次掃描中產生刷子。如上文所論述，根據影像光點大小、鄰近輻射光點之間的節距及透鏡122、124之視場判定傾斜角 θ 。

各種實施例可用以藉由使用一或多個個別光學引擎組件500寫入圖案以覆蓋基板114之整個表面積。首先，關於刷子503，在一實施例中，光學

引擎組件500足夠大以完全曝光刷子503之寬度。若光學引擎組件500並非足夠大到在單次掃描中完全曝光刷子503之寬度，則可使用各種實施例以完全覆蓋刷子503寬度。在一實施例中，掃描光學引擎組件500多次，同時在此等掃描之間，在正交於掃描方向之方向上進行小運動以「填充」間隙。在一實施例中，沿著掃描方向提供複數個光學引擎組件500但該等光學引擎組件在正交於掃描方向之方向上以一偏移而定位，因此，第二光學引擎組件500、第三光學引擎組件500等等填充由第一光學引擎組件500留下的間隙。

接著，需要使用複數個刷子503 (例如，具有為(例如) 70微米之寬度之刷子503)來曝光全基板(例如晶圓、平板顯示器等等)。因此，提供複數個光學引擎組件500。在一實施例中，基板主要由處於為(例如) 1毫米之節距之光學引擎組件500完全覆蓋。接著，以曲折方式提供光學引擎組件500與基板114之間的相對移動以進行多次掃描。在此實施例中，可將光學引擎組件500與基板之間的相對運動在正交方向X及Y兩者上限於(例如)約1毫米。因此，若運用寬度為約70微米之刷子衝程而以曲折方式遍及1平方毫米重複光學引擎組件500中之每一者與基板之間的相對移動(亦即，針對每一掃描包括在垂直於掃描方向之方向上之偏移)，則可有效地曝光基板上之所有區域。可藉由放大掃描範圍來實施冗餘(例如，使用另一可個別定址元件以曝光不合格或並未適當地工作之可個別定址元件102之區域)。舉例而言，若掃描範圍為2毫米而非1毫米，則複數個光學引擎組件500可接著貢獻於基板上之主要與該等光學引擎組件500中之一者相關聯的區域之曝光。

在其中基板相對大且沒有必要或不可能運用光學引擎組件500覆蓋基板之整個區域(例如，此係因為無需集體輻射功率)之實施例中，光學引擎

組件500可經提供以致於覆蓋在正交於掃描方向之方向上的基板之寬度，例如圖2及圖3所展示。以此方式，可在光學引擎組件500與基板之間的相對移動之單一掃描遍次中曝光基板。在一實施例中，存在足夠行的光學引擎組件500使得可在單次掃描中曝光全基板寬度。因此，(例如)若一個光學引擎組件以1毫米之節距曝光70微米之寬度，則15列光學引擎組件500 (沿著掃描方向而配置且沿著正交於掃描方向之方向彼此位移使得該等光學引擎組件500之各別刷子重疊)應足夠用於全曝光。當然，將沿著Y方向提供足夠數目個行之光學引擎組件500以覆蓋基板之寬度。倘若需要更大輻射功率，則可添加更多列(例如，可將基板上之同一部位曝光多次-第一次由第一光學引擎組件曝光且接著再次由另一光學引擎組件曝光-及/或提供冗餘，如上文所論述)。

在一實施例中，若需要較小輻射功率且可以高頻率調變輻射，則可在一個方向上遍及基板之整個長度來掃描基板且接著可在與掃描方向正交之方向上遍及(例如) 1毫米提供曲流。因此，光學引擎組件500可在Y方向上並未橫越基板之寬度共同地延伸。在彼狀況下，光學引擎組件500可在第一掃描中共同地寫入基板之第一部分，接著施加在Y方向上之偏移且接著可應用一或多個進一步掃描(例如，在反向方向上、接著在前向方向上等等，亦即，以曲折方式)以曝光基板之剩餘部分。類似於先前實施例，可藉由曲折遍及多於(例如) 1毫米來實施冗餘。舉例而言，運用4毫米曲流，存在貢獻於基板上之主要經指明用於特定光學引擎組件500的單一區域之曝光之複數個光學引擎組件500。

在一實施例中，在一掃描中產生於基板114上之刷子與在先前掃描中產生之刷子稍微重疊。

圖7A、圖7B、圖7C、圖7D及圖7E描繪(例如)用於製造平板顯示器之製造方法的示意圖。在圖7A中，可個別定址元件702 (諸如可個別定址元件102)之行700以相對於基板114 (出於方便起見而在圖7中未圖示，但將處於元件702之上方或下方)與可個別定址元件702之間的相對移動之掃描方向705成角度 α 而定位。鄰近可個別定址元件702之間的節距703為約5微米。每一可個別定址元件702朝向基板114發射電磁輻射，藉此在基板114上產生輻射光點。因此，當在掃描方向705上在基板114與可個別定址元件702之間存在相對移動時，由不同可個別定址元件702產生之輻射光點將傳遞遍及基板114之不同區域(但在由該等可個別定址元件中之兩者或多於兩者覆蓋之區域之間可存在重疊)，因此產生複數個輻射線704 (刷子之刷線)，每一輻射線具有約1微米之寬度。可個別定址元件702之「接通」或「關斷」經時控使得沿著基板114上之每一輻射線704之長度形成適當圖案。在一實施例中，每一可個別定址元件之發射器大小為約1微米；因此，在一實施例中，輻射光點大小為約1微米。在一實施例中，鄰近可個別定址元件702之間的有效節距701 (亦即，在垂直於掃描方向705之方向上之位移)為約0.4微米。

另外，為有效節距之倒數的灰階因子(或通常有效節距係基於灰階因子予以判定且為灰階因子之倒數)等於約2.5。灰階因子可用以指示鄰近輻射線之間的重疊度。舉例而言，大灰階因子指示高重疊度，且小灰階因子指示低重疊度。灰階因子(及(因此)有效節距)為基於(例如)回應於來自光點之輻射而形成圖案之抗蝕劑能力、線寬粗糙度規格等等之設計參數。灰階因子指定基板上之光學光點大小與所需設計柵格(有效光點間隔或重疊)(例如0.4微米，其中光點大小為1微米，且因此灰階因子為2.5)之間的比率

而以足夠品質曝光圖案。在一實施例中，行700包含15個可個別定址元件702，該等可個別定址元件中之每一者在基板114上產生具有約1微米之寬度之一輻射線704。如圖7A所展示，鄰近輻射線704具有相當大重疊。結果，輻射線704拼接在一起且共同地產生一連續刷線。舉例而言，在列700之兩個側上考慮為0.5微米之透鏡置放誤差的情況下，列700可共同地產生具有約5微米之寬度之刷線。

如圖7B所展示，複數個行700大體上平行地堆疊以形成發射器陣列710。每一行700以相對於掃描方向(亦即，X方向)成角度 α 而定位。在一實施例中，鄰近行之間的節距相同於行700中之鄰近可個別定址元件之間的節距703。由可個別定址元件702之鄰近行700產生的刷線可具有微小重疊使得由發射器陣列710中之所有行700產生的刷線共同地產生約70微米之刷寬度之刷子，其有效地覆蓋位於發射器陣列710與基板之間的透鏡122、124之視場。在一實施例中，發射器陣列710包含15列700的可個別定址元件702。由於每一列700可產生具有約5微米之寬度之刷線，因此，發射器陣列在鄰近刷線具有適當重疊時可產生具有約70微米之刷寬度之刷子。

在圖7C中，發射器陣列710係與透鏡715(諸如透鏡122、124)相關聯，從而形成個別光學引擎組件718。在一實施例中，透鏡715之橫截面寬度(例如直徑)為約1毫米，且透鏡715之視場為約100微米。複數個個別光學引擎組件進一步形成個別光學引擎組件718之行720。在一實施例中，鄰近個別光學引擎組件718之透鏡715接觸或接近接觸。在此狀況下，藉由透鏡715之橫截面寬度(例如，直徑)判定鄰近個別光學引擎組件718中之發射器陣列710之間隔。個別光學引擎組件之行720以相對於掃描方向(亦即，X方向)成角度 β 而定位。基於(例如)刷寬度(例如，約70微米)、透鏡715之橫截

面寬度(例如，直徑)及其他光學引擎組件718之部位判定角度 β 。該角度經提供成使得當在掃描方向(亦即，X方向)上在基板114與光學引擎組件718之間存在相對移動時，由行720之個別光學引擎組件產生於基板114上的刷子可具有與一或多個其他刷子(例如，鄰近刷子、光學引擎組件之另一列(包含複數個行)中之刷子，等等)之微小重疊。另外，在一實施例中，刷子之集合(及(因此)光學引擎組件718)可共同地覆蓋(「刷塗」)基板上之具有大體上等於透鏡715之橫截面寬度的寬度之區域。舉例而言，行720可包含15個個別光學引擎組件。每一個別光學引擎組件可產生刷寬度為70微米之刷子。藉由謹慎地選擇角度 β ，個別光學引擎組件718之行720可共同地覆蓋基板上之具有約1毫米之寬度的區域。

在圖7D中，描繪微透鏡陣列(MLA)模組730。MLA模組730包含基本上平行地配置之個別光學引擎組件718之複數個行720。個別光學引擎組件718之行720以相對於掃描方向(X方向)成角度 β 而定位使得由一行中之第一個別光學引擎組件(例如，個別光學引擎組件715)產生的刷子具有與由鄰近行中之最後個別光學引擎組件(例如，個別光學引擎組件727)產生的刷子之微小重疊，而行720之列中之光學引擎組件718彼此重疊。因此，由MLA模組730中之個別光學引擎組件產生之刷子拼接在一起。在一實施例中，MLA模組730中之個別光學引擎組件718之行720與個別光學引擎組件718之鄰近行720接觸，例如，其透鏡715接觸或接近接觸。MLA模組730中之行720之數目係與該MLA模組730意欲覆蓋的基板上之區域之寬度成比例。在一實施例中，MLA模組730包含30個行720的個別光學引擎組件。如以上所描述，個別光學引擎組件之每一行720可覆蓋寬度為約1毫米之區域。因此，具有30個行的MLA模組730可共同地產生覆蓋基板114上之具有

約30毫米之寬度的區域之圖案。可提供十個MLA模組以覆蓋具有約300毫米之寬度(例如，直徑)的基板。應瞭解，MLA模組730可包含個別光學引擎組件之任何數目個行720。

圖7E描繪(例如)在平板顯示器之製造中的圖案化器件740(例如圖案化器件104)。圖案化器件740包含MLA模組730之列735。為了單一遍次掃描，通常藉由基板114之寬度及由每一MLA模組730產生之圖案之寬度判定提供於列735中之MLA模組730之數目。舉例而言，若基板114之寬度為3公尺且每一MLA模組730能夠覆蓋基板上之具有約30毫米之寬度的區域，則至少100個MLA模組730應提供於該等MLA模組730之列735中。列735垂直於掃描方向而定位，且列735中之每一MLA模組730以相對於掃描方向(亦即，X方向)成角度 β 而定位。鄰近MLA模組730之間的節距經謹慎地選擇使得由鄰近MLA模組730產生之圖案具有微小重疊。結果，MLA模組730之列735可共同地覆蓋基板114之整個寬度(例如，3公尺)。

在一實施例中，圖案化器件740包含基本上平行地堆疊且在掃描方向(亦即，X方向)上對準之MLA模組730之兩個或多於兩個相同列735。此配置可(例如)允許當另一列735(例如第一列)中之MLA模組730之對應部分未能操作或未適當地操作時使用另一735中之「冗餘」MLA模組730之至少部分(例如，MLA模組730中之一或多個可個別定址元件102)。另外或替代地，MLA模組730之一或多個額外列735可在控制MLA模組730中之可個別定址元件102上之熱負荷方面具有優點。舉例而言，可將MLA模組730之第一列用於某一週期，且接著在第一列冷卻時將第二列用於另一週期，等等。

在一實施例中，MLA模組730之複數個列735可在穩態下以其操作能力之分數予以操作。舉例而言，每一列735中之MLA模組730可在穩態期間

以其能力的大約80%予以操作，且若一或多個列中之一或多個模組730之至少部分未能操作或未適當地操作，則剩餘MLA可在穩態下以較高百分比(例如，其能力的88%)予以操作以提供接近或相同的所要輻射功率及亮度。

在光微影中，可在基板上藉由將基板上之抗蝕劑層選擇性地曝光至輻射(例如，藉由將抗蝕劑層曝光至經圖案化輻射)而產生所要特徵。接收某最小輻射劑量(「劑量臨限值」)之抗蝕劑之區域經歷化學反應，而其他區域保持不變。抗蝕劑層中之由此產生之化學差異允許使抗蝕劑顯影，亦即，選擇性地移除已接收至少最小劑量之區域或移除未接收最小劑量之區域。結果，基板之部分仍受到抗蝕劑保護，而曝光供移除抗蝕劑所來自的基板之區域，從而允許(例如)額外處理步驟，例如基板之選擇性蝕刻、選擇性金屬沈積等等，藉此產生所要特徵。在一實施例中，圖7E中之兩個或多於兩個列中之兩個或多於兩個MLA模組730的至少部分共同地提供足夠輻射劑量以允許在基板114之對應區域中發生此化學反應。因此，可藉由同一MLA模組730或理想地不同MLA模組730中的不同光學引擎組件718將基板上之區域曝光至輻射複數次。

在以上論述中，發射器陣列101被描述為在基板114之表面上能夠產生有效地覆蓋透鏡122、124之視場之整個鄰接刷子。然而，在一實施例中，無需為此狀況或可並非為此狀況。使用發射器陣列101產生整個刷子之能力取決於選自以下各者之一或多個因素：鄰近可個別定址元件102之間的節距、透鏡122、124之視場，及/或發射器陣列101相對於掃描方向而定位所成之角度。在許多實例中，在開始時指定透鏡122、124(例如，僅可用某些透鏡大小及/或需要所要NA)且因此判定視場。在此狀況下，由發射器陣列101產生整個刷子之能力取決於(例如)發射器陣列101中之鄰近可個別定

址元件102之間的節距及發射器陣列101相對於掃描方向而定位所成之角度。

參看圖8A，描繪發射器陣列800之示意性俯視圖。與上文所論述相似地，發射器陣列800為個別光學引擎組件之一部分且與透鏡(例如，透鏡122、124)光學地相關聯。在一實施例中，透鏡之視場經判定為100微米。如所展示，發射器陣列800包含可個別定址元件807(諸如可個別定址元件102且包括元件803、804、805、806)之複數個行(例如，行R1至R3)。可個別定址元件之每一行包含複數個可個別定址元件，其中在鄰近可個別定址元件之間具有為(例如)約5微米之節距801。在一實施例中，每一可個別定址元件之光點大小為約1微米。在一實施例中，可個別定址元件中之每一者為LED。可個別定址元件之行(例如，行R1至R3)基本上平行地定位，其在可個別定址元件之鄰近行之間亦具有節距801。因此，在一實施例中，發射器陣列800形成可個別定址元件807之正方形陣列，亦即，發射器陣列800之四個側802具有基本上相等長度。在一實施例中，發射器陣列800之每一側802之長度為70微米。因此，發射器陣列800之對角線之長度為約100微米，其近似等於與發射器陣列800相關聯的透鏡之視場。

發射器陣列800以相對於掃描方向808成角度 $\alpha 1$ 而定位。此情形係使得當基板(圖中未繪示)係由來自發射器陣列800之光束輻照且在掃描方向808上在基板114與發射器陣列800之間存在相對移動時，來自可個別定址元件之每一輻射光點將有效地傳遞遍及基板之不同區域，藉此允許產生不同輻射線。

如所展示，輻射線具有與由來自同一行(例如行R2)之可個別定址元件寫入的鄰近輻射線之微小重疊。另外，由行R2之第一可個別定址元件806

寫入之輻射線具有與由行R1之最後可個別定址元件803寫入之輻射線之重疊。另外，由行R2之最後可個別定址元件804寫入之輻射線具有與由行R3之第一可個別定址元件805寫入之輻射線之重疊。因此，由發射器陣列800中之可個別定址元件之所有行寫入的輻射線可經共同地拼接以產生具有為(例如) 70微米之寬度之刷子。

現在參看圖8B，描繪另一發射器陣列810之示意性俯視圖。發射器陣列810為個別光學引擎組件之一部分且與相似於圖8A所描述之透鏡的透鏡光學地相關聯。在一實施例中，透鏡之視場為(例如) 100微米。如所展示，發射器陣列810包含可個別定址元件之複數個行(例如，行R1'至R3')。可個別定址元件之每一行包含複數個可個別定址元件，其中在鄰近可個別定址元件之間具有為(例如)約7微米之節距809。每一可個別定址元件之大小為約1微米。在一實施例中，可個別定址元件中之每一者為LED。可個別定址元件之行(例如，行R1'至R3')基本上平行地定位，其中在可個別定址元件之鄰近行之間具有節距809。因此，在一實施例中，發射器陣列810形成可個別定址元件807之正方形陣列，亦即，發射器陣列810之四個側802具有基本上相等長度。在此狀況下，發射器陣列810之大小相似於發射器陣列800之大小。在一實施例中，發射器陣列810之每一側802之長度為70微米。因此，發射器陣列810之對角線之長度為約100微米，其近似等於與發射器陣列810相關聯的透鏡之視場。

發射器陣列810以相對於掃描方向818成角度 β_1 而定位。此情形係使得當基板(圖中未繪示)係由來自發射器陣列810之光束輻照且在掃描方向上在基板114與發射器陣列810之間存在相對移動時，來自可個別定址元件之每一輻射光點將傳遞遍及基板之不同區域，藉此允許由可個別定址元件之

同一行(例如，行R2')寫入之輻射線具有與鄰近輻射線之微小重疊。但，歸因於相比於圖8A中之節距(亦即，約5微米)更大的節距(亦即，約7微米)，角度 β_1 小於角度 α_1 。

另外，儘管由可個別定址元件之同一行(例如，行R2')寫入之輻射線可拼接在一起，但此等輻射線可不與由可個別定址元件之一或多個鄰近行(例如，行R1'及R3')寫入之輻射線拼接。舉例而言，由行R2'之第一可個別定址元件816寫入之輻射線可並非與由行R1'之最後可個別定址元件813寫入之輻射線稍微重疊。相似地，由行R2'之最後可個別定址元件814寫入之輻射線可並非與由行R3'之第一可個別定址元件815寫入之輻射線稍微重疊。結果，發射器陣列810可能夠在基板114上產生具有為70微米之寬度之整個刷子。此外，在逆時針方向上增加角度 β_1 可減低由可個別定址元件之鄰近行(例如，R1'與R2'，及/或R2'與R3')產生之輻射線之間間隙。然而，此情形可在同一行(例如，R2')中之鄰近可個別定址元件產生之鄰近輻射線之間產生間隙。在任一狀況下，發射器陣列810可歸因於鄰近可個別定址元件之間的相對大節距而產生不理想「斑馬(zebra)」線。為了解決此問題，在垂直於掃描方向之方向上具有位移之兩個或多於兩個發射器陣列810可用以共同地產生一刷子。

圖9A、圖9B、圖9C、圖9D及圖9E描繪(例如)用於製造平板顯示器之製造方法的示意圖。在圖9A中，由實心圓圈表示之可個別定址元件902之行907以相對於掃描方向901成角度 θ 而定位。在一實施例中，鄰近可個別定址元件902之間的節距911為約7微米。每一可個別定址元件902朝向基板114發射電磁輻射，藉此在基板114上產生輻射光點。因此，當在掃描方向901上在基板114與可個別定址元件902之間存在相對移動時，由不同可個

別定址元件902產生之輻射光點將傳遞遍及基板114之不同區域，藉此允許產生各自具有為1微米之寬度的複數個輻射線903。可個別定址元件902之「接通」或「關斷」經時控使得在基板114上之每一輻射線903中產生所要圖案。在一實施例中，輻射光點大小為1微米。歸因於相對大節距(亦即，約7微米相對於約5微米)，鄰近輻射線903在其之間具有間隙。舉例而言，間隙可為約0.4微米、約0.35微米、約0.3微米、約0.2微米等等。

如所展示，由空心圓圈表示之可個別定址元件904之另一行909以相對於掃描方向901成角度 θ 而定位。該行909相似於行907，但在垂直於掃描方向之方向上具有小位移使得由可個別定址元件904之行909產生之輻射線905可與由可個別定址元件902之行907產生之輻射線903交錯。因此，輻射線905可填充鄰近輻射線903之間間隙。結果，輻射線903及輻射線905可共同地產生一刷子。在一實施例中，鄰近輻射線之間的位移906為0.4微米，其等於圖7A中之有效節距。在一實施例中，行907及行909兩者包含11個可個別定址元件902、904。在考慮在行907及909之兩個側上之為0.5微米的透鏡置放誤差的情況下，由行907及909共同地產生之刷線可具有約6.8微米之寬度。

為了實現交錯，圖9B描繪分別具有行907及行909之兩個發射器陣列910、915。第一發射器陣列910包含基本上平行地堆疊之複數個行907，每一行以相對於掃描方向901成角度 θ 而定位。鄰近行907之節距相同於行907中之鄰近可個別定址元件902之間的節距。在一實施例中，鄰近行907之節距為約7微米。在一實施例中，第一發射器陣列910之每一側之長度為約70微米使得第一發射器陣列910之對角線約等效於與該第一發射器陣列910相關聯的透鏡之視場(約100微米)。

相似地，第二發射器陣列915包含基本上平行地堆疊之複數個行909，每一行以相對於掃描方向901成角度 α 而定位。鄰近行909之節距相同於行909中之鄰近可個別定址元件904之間的節距。在一實施例中，鄰近行909之節距為約7微米。在一實施例中，第二發射器陣列915之每一側為約70微米使得第二發射器陣列915之對角線約等效於與該第二發射器陣列915相關聯的透鏡之視場(約100微米)。第二發射器陣列915在垂直於掃描方向之方向上相對於第一發射器陣列910具有小位移。此情形係使得由第一發射器陣列910中之可個別定址元件902之行907產生的輻射線903與由第二發射器陣列915中之可個別定址元件904之行909產生的輻射線905交錯，如圖9A所描述。結果，第一發射器陣列910及第二發射器陣列915可共同地產生覆蓋與第一發射器陣列910或第二發射器陣列915相關聯的透鏡之視場之刷子。在一實施例中，第一發射器陣列910及第二發射器陣列915分別包含可個別定址元件902之十一個行907及可個別定址元件904之十一個行909。每一行907可與一行909成對以產生具有約6.8微米之寬度之刷線。因此，一對第一發射器陣列910與第二發射器陣列915可共同地產生具有約6.8微米*11 = 74.8微米之刷寬度的刷子。

如應瞭解，交錯無需為均一的及/或可由多於一個額外發射器陣列提供。

如圖9C中所展示，第一發射器陣列910及第二發射器陣列915各自與一透鏡925相關聯，從而分別形成第一個別光學引擎組件921及第二個別光學引擎組件923。在一實施例中，透鏡925之寬度(例如，直徑)為約1毫米，且透鏡925之視場為約100微米。一對927第一個別光學引擎組件921與第二個別光學引擎組件923用以產生如圖9B中所描述之刷子。複數個此等對927

可如所展示而配置且形成對927之群組920。藉由(例如)透鏡925之寬度(例如，直徑)判定群組920中之對之數目；(例如)使得刷子連續地延伸以覆蓋透鏡925之寬度。詳言之，在群組920中，鄰近對927在垂直於掃描方向之方向上具有適當位移。此情形係使得諸對927之群組920可共同地覆蓋基板上之具有等效於透鏡925之寬度的寬度之區域。舉例而言，群組920可包含14對第一個別光學引擎組件921與第二個別光學組件923。由於由每一對927產生之刷子具有為約75微米之刷寬度，故由群組920產生之刷子可覆蓋基板上之具有約1.05毫米之寬度之區域，該寬度近似等於透鏡925之寬度(例如，1毫米)。

圖9D描繪實例微透鏡陣列(MLA)模組930，其包含如所展示而配置之複數個群組920使得由群組中之第一對935產生的刷子具有與由鄰近群組中之最後對937產生的刷子之微小重疊。以此方式，由MLA模組930中之所有群組920產生的刷子拼接在一起。藉由該MLA模組930中所含有之群組920之數目判定基板上之使MLA模組730能夠覆蓋的區域之寬度。在一實施例中，MLA模組930包含對927之三十個群組920。如以上所描述，對927之每一群組920可覆蓋具有約1毫米之寬度之區域。因此，MLA模組930可共同地產生覆蓋基板上之具有約30毫米之寬度的區域之圖案。應瞭解，MLA模組930可包含不同數目個群組920。

圖9E描繪(例如)用於平板顯示器之製造中之圖案化器件940。圖案化器件940包含MLA模組930之列939。藉由(例如)基板114之寬度及在需要在單一遍次中曝光基板114的情況下由每一MLA模組930產生之圖案之寬度判定提供於列939中之MLA模組930之數目。舉例而言，若基板114之寬度為3公尺且每一MLA模組930能夠覆蓋基板上之具有約30毫米之寬度的區

域，則至少100個MLA模組930應提供於該等MLA模組930之列939中。列939垂直於掃描方向而定位。鄰近MLA模組930之間的節距經謹慎地選擇使得由鄰近MLA模組930產生之圖案具有微小重疊。結果，在一實施例中，MLA模組930之列939共同地覆蓋基板114之整個寬度。

應注意，覆蓋基板上之具有等效於透鏡之直徑的寬度之區域所需之透鏡之總數目與鄰近可個別定址元件之間的節距、透鏡之視場、透鏡位置容許度、透鏡之直徑及所需冗餘密切相關，將對此進行進一步論述。換言之，當皆判定透鏡之視場(例如，100微米)、透鏡位置容許度(例如，透鏡之每一側上為0.5微米)、透鏡之寬度(例如直徑)(例如，1毫米)及所需冗餘時，所需透鏡之總數目與鄰近可個別定址元件之間的節距密切相關。在一實施例中，圖案化器件940包含平行地堆疊且在掃描方向上對準之MLA模組930之兩個或多於兩個列939，以引入(例如)冗餘等等，如關於圖7E相似地描述。

因此，在一實施例中，藉由運用耦接至微透鏡陣列之發射器(例如LED)陣列寫入圖案來執行直接發射器成像。如上文所論述，基本上平行於掃描方向(亦即，成上文所論述之角度)之發射器之單一系列界定單一刷線。接著，遍及微透鏡之視場之寬度的彼此相鄰之多個刷線形成單一刷子。因此，取決於(例如)發射器結合節距(換言之，發射器可被置放成彼此相鄰之緊密程度)，使用一或多個微透鏡(每一微透鏡具有將光束投影通過其之可個別定址元件且具有在掃描方向上堆疊之可個別定址元件，如上文所論述)以達成所要刷線寬度及刷寬度以有效地覆蓋微透鏡之視場。另外，使用多個刷子以藉由運用發射器在掃描方向上再次堆疊微透鏡而填充微透鏡節距之寬度。接著，可視需要在垂直於掃描方向之方向上重複上述配置以容納待曝光之基板之大小。

因此，除了發射器結合節距以外，若干設計參數亦施加對可使用之發射器及微透鏡之數目之約束。第一參數為單一微透鏡之視場。透鏡之寬度(例如，直徑)與其視場之間的比率判定橫越微透鏡節距之寬度所需之微透鏡之量。另一參數為用於圖案之冗餘，其判定每像素所需的發射器之最小量。另外，結合應用之劑量要求(例如，圖案化抗蝕劑所需之劑量之量)之單一發射器之光學功率設定每像素所需的發射器之最小量。另外，微透鏡定位誤差引入發射器陣列之所需重疊，且因此影響用以寫入全圖案之微透鏡之總量。

因此，在一實施例中，在給出具有(例如)為1毫米之寬度(例如，直徑)及(例如)70微米之視場之微透鏡的情況下，需要至少15個微透鏡以填充對應於微透鏡之節距之1毫米掃描寬度。針對1微米CD，在考量為2.5之灰階因子及為0.5微米之透鏡定位誤差的情況下，為了自單一透鏡產生為70微米之刷，在視場中需要至少 15×15 個發射器。此情形引起針對具有最低數目個透鏡之解決方案的為約5.0微米之最大發射器節距(例如，5.0微米發射器結合節距)。

所使用之透鏡之數目隨著發射器節距積極地縮放，如圖10所展示。圖10描繪覆蓋具有等效於每一透鏡之直徑(例如，1毫米)的寬度之區域所需之透鏡之總數目與針對約0.4微米CD的用於一特定透鏡之鄰近可個別定址元件之間的節距之間的關係。X軸表示鄰近可個別定址元件之間的節距，且Y軸表示覆蓋具有等效於每一透鏡之寬度的寬度之區域所需之透鏡之總數目。如所展示，當發射器節距係介於4微米與5微米之間時，需要15個透鏡以覆蓋寬度為1毫米之區域。但當發射器節距增加時(例如，若不可能提供約5微米之發射器節距)，需要之透鏡之數目取決於發射器節距而變化，如

圖10所展示。舉例而言，下一理想發射器節距將為約7微米。當節距為約7微米時，需要約28個透鏡以覆蓋寬度為1毫米之區域，如(例如)圖9C所展示。另外，舉例而言，如圖9B所描述，在鄰近可個別定址元件之間的節距為約7微米的情況下，提供兩個發射器陣列910及915以共同地產生覆蓋透鏡之視場寬度之刷子，亦即，使用每刷子兩個透鏡。因此，圖9C指示28個透鏡925覆蓋基板上之具有等效於每一透鏡925之寬度(例如，1毫米)之寬度的區域。藉由將節距自5微米改變至7微米，使覆蓋基板上之為1毫米寬度之區域的透鏡之數目近似加倍。

圖案化器件(例如，圖案化器件740、940)可具有數千個可個別定址元件。一或多個控制器可經提供以控制此等可個別定址元件(例如，將此等可個別定址元件調變為「接通」及「關斷」，「接通」及「關斷」在其之間包括各種灰階，例如用於256個功率位準之8位元定址)。在一實施例中，該一或多個控制器可為互補金屬氧化物半導體(CMOS)控制電路。該等控制電路無需連接至可個別定址元件102，但如應瞭解，空間極有限。直接凸塊結合為用於藉由使用已沈積至半導體器件上之焊料凸塊而個別半導體器件互連至外部電路之常見方法。然而，凸塊節距大小通常為至少20微米。但如上文所論述，可個別定址元件之大小可僅為1微米且節距可為約5微米或7微米，且因此，直接凸塊結合技術可並未提供足夠解析度以允許一或多個控制電路與每一可個別定址元件互連。

圖11描繪包含複數個個別光學引擎組件1118之圖案化器件(例如，圖案化器件104、740或940)之一部分的高度示意性俯視圖。每一個別光學引擎組件1118包含一發射器陣列1110及一透鏡1115，其分別相似於發射器陣列710、910、915及透鏡715、925。在一實施例中，透鏡1115具有為(例如)

100微米之視場(等效於發射器陣列1110之對角線)及為(例如) 1毫米之寬度。因此，兩個鄰近發射器陣列1110之間の間隔1125為約至少1毫米。每一個別光學引擎組件1118進一步包含鄰近於發射器陣列1110之一結合襯墊區域1120。舉例而言，在發射器陣列1110處於透鏡1115上方的情況下，結合襯墊區域1120相似地在該透鏡1115上方。在一實施例中，結合襯墊區域1120附接至透鏡1115。儘管結合襯墊區域為正方形，如圖11所展示，但結合襯墊區域可具有任何其他合適形狀，例如圓圈、多邊形等等。

圖11描繪結合襯墊區域1120之一部分1130的放大圖。如所展示，結合襯墊區域1120之部分1130包括複數個結合襯墊1135。儘管結合襯墊1135具有正方形形狀，如圖11所展示，但結合襯墊1135可具有任何其他合適形狀，諸如圓圈、矩形等等。每一接合襯墊1135之大小可多於或等於約400平方微米且小於或等於約1600平方微米。結合襯墊1135可大於或等於20微米*20微米、大於或等於30微米*30微米、大於或等於40微米*40微米，等等。結合襯墊1135使能夠使用如上文所提及之直接凸塊結合技術或任何其他合適技術(諸如使用接線)與一或多個控制電路互連。如應瞭解，結合襯墊1135可始終圍繞發射器陣列1110之周邊而配置。因此，結合襯墊區域可環繞發射器陣列1110且甚至與該發射器陣列1110重疊(例如，在其產生於實體不同層中，且因此可堆疊於發射器陣列之頂部上的情況下)。結合襯墊區域因此允許更多區域實現所有個別發射器之結合。由於發射器與結合技術之間的節距失配，故通常將需要比發射器陣列1110大的區域以實現結合。

如圖11所描繪及圖12所展示的結合襯墊區域1120之部分1130的放大圖所展示，結合襯墊1135中之每一者經由金屬線1137進一步連接至發射器

陣列1110中之對應可個別定址元件1210，藉此允許控制可個別定址元件1210。在一實施例中，金屬線1137為銅線、金線或鋁線。可使用習知微影裝置使用(例如)光罩來產生金屬線1137。每一金屬線1137之線寬可為至少幾百奈米。該等金屬線1137彼此並不接觸以避免諸如短路之電問題。自發射器陣列1110延伸及圍繞發射器陣列1110之周邊延伸的結合襯墊區域1120、結合襯墊1135及金屬線1137之此組態可被稱作扇外型結構。

各種實施例可用以在發射器陣列1110中配置金屬線1137。在一實施例中，在發射器陣列1110之表面上之單層中產生所有金屬線1137，如圖12所展示。在一實施例中，鄰近可個別定址元件1210之間的節距為5微米，且可個別定址元件1210中之每一者連接至一金屬線1137。因此，在一實施例中，金屬線1137之線寬可為429奈米或更小。金屬線之間間隔可為429奈米或更小，且金屬線之群組與一鄰近可個別定址元件1210之間間隔可為約1微米或更小。在一實施例中，具有為429奈米之相等間隔的至多四個金屬線介於鄰近可個別定址元件1210之間。

替代地或另外，可以金屬線1137中之任兩者彼此並不交叉以避免諸如短路之電問題之方式而在發射器陣列1110之表面上之2個或多於2個層中產生金屬線1137。此方案之優點在於：可在發射器陣列1110之表面上產生(例如)較寬金屬線1137，藉此縮減金屬線1137之電阻率。金屬線1137之電阻率縮減可減輕複數個相關電問題，諸如加熱及電遷移。

線寬粗糙度(LWR)可為目前先進技術微影之限制性因素中的一者。LWR為特徵形狀自平滑理想形狀之偏差。已發現，LWR之效應可受到發射器陣列中之相鄰可個別定址元件之間的最大距離限制。換言之，可藉由減低相鄰可個別定址元件之間的最大距離來減輕LWR之效應。然而，如上文

所論述，鄰近可個別定址元件之節距係由諸如透鏡寬度等等之各種因素判定。因此，沒有可能藉由減低發射器陣列中之節距來減輕LWR。然而，可藉由根據特定理想組態設計發射器陣列來達成改良之效能。

相似於發射器陣列710、910及915，發射器陣列1300可具有以矩形形狀而配置之複數個可個別定址元件1310，如圖13A所展示。如上文所論述，發射器陣列之尺寸應經選擇為覆蓋與發射器陣列相關聯的透鏡之視場。如圖13A所展示，發射器陣列1300包含可個別定址元件1310之六個列1320。每一列1320包含六個可個別定址元件1310。發射器陣列1300之節距係由「 p 」表示。因此，可個別定址元件可與同一列或同一行中之鄰近可個別定址元件具有相等距離(「 p 」)。然而，鄰近可個別定址元件1310之間的最大距離係處於一可個別定址元件與其在對角線方向上的相鄰可個別定址元件之間，其係由「 $\sqrt{2}p$ 」表示。在一實施例中，發射器陣列1300可被稱作具有以正方形組態而配置之鄰近可個別定址元件的發射器陣列。

為了比較，在一實施例中，圖13B展示具有與發射器陣列1300相似之尺寸的發射器陣列1350。發射器陣列1350包含可個別定址元件之七個列。相似於1320，每一列(亦即， R_1 、 R_2 ，...， R_7)包含六個可個別定址元件1310，且同一列中之鄰近可個別定址元件1310之間的節距係由「 p 」表示。不同於發射器陣列1300，發射器陣列1350經組態為使得(例如)偶數列(亦即， R_2 、 R_4 及 R_6)具有相對於奇數列(亦即， R_1 、 R_3 、 R_5 及 R_7)之為 $0.5p$ 的水平位移1360。在一實施例中，鄰近列之間的垂直位移1370為近似 $0.87p$ 。因此，以此組態，發射器陣列1350中之相鄰可個別定址元件1310之間的距離皆等於 p 。結果，發射器陣列1350可包含複數個六邊形結構1375。因此，發射器陣列1350可被稱作具有以六邊形組態而配置之鄰近可

個別定址元件的發射器陣列。在一實施例中，發射器陣列1350可以可個別定址元件1310之行1380與用於基板(例如基板114)與發射器陣列1350之間的相對移動之掃描方向1390之間成角度 θ 而定位。

相比於發射器陣列1300，發射器陣列1350中之相鄰可個別定址元件之間的最大距離自 $\sqrt{2}p$ (如在圖13A中)減低至 p (如在圖13B中)。因此，LWR效應可減輕為 $\sqrt{2}$ 之一倍。舉例而言，當發射器陣列1350經配置為成角度 θ 時，針對1微米CD，有效節距自0.4微米增加至 $0.4\sqrt{2}$ 微米(亦即，0.57微米)。另外，可針對正方形組態發射器陣列達成灰階因子之縮減，其係尤其基於為了考量最壞狀況LWR的與可個別定址元件相鄰之最大距離予以判定。因此，灰階因子可自2.5減低至 $2.5/\sqrt{2}$ (亦即，1.77)。

在一實施例中，發射器陣列1350相比於發射器陣列1300在相同最小節距下具有每透鏡更高密度之可個別定址元件1310。有利地，此情形可縮減成本。

自另一觀點，可在將發射器陣列1350中之可個別定址元件1310之密度保持為相同於發射器陣列1300中之可個別定址元件1310之密度的同時增加發射器陣列1350之節距。有利地，較大節距(例如)運用如以上所描述之結合而誘發較小技術風險。

因此，六邊形組態可在恆定成像效能下得到每單位面積發射器之所需數目之顯著縮減(排除每發射器劑量限制)，以及相對於正方形組態之填充密度增益。此外，資料路徑隨著可個別定址元件之數目而縮放，且因此，六邊形組態可得到(例如)較小複雜度及縮減之成本。另外，可相比於正方形組態運用六邊形組態在每區域相同數目個可個別定址元件下改良線寬粗糙度。

六邊形組態亦可延伸至其他元件。舉例而言，微透鏡可在MLA中以六邊形組態而配置。在另一實例中，MLA模組可以六邊形組態而配置。

在一實施例中，在特徵之形成時存在某聚焦相依性(例如，特徵之剖面依據聚焦而改變)，且因此，藉由改變來提供聚焦控制，例如改變焦距、調整基板與焦點或焦範圍之間的相對位置等等。在可特性化在特徵之形成時之聚焦相依性的各種參數當中，聚焦深度(DOF)參數指定在印刷於基板上之特徵之品質變得過於降級之前可容許的聚焦之範圍。舉例而言，用於平板顯示器應用的如本文中所描述之圖案化器件(例如，圖案化器件104、740或940)之預期DOF可在3微米至5微米之範圍內。此指示特徵不能夠良好地印刷於基板上，其中(例如)基板之一部分與基板之標稱平面相隔之距離(出於方便起見而在下文中被稱作基板之高度變化)在不具有聚焦控制的情況下超出選自(例如)3微米至5微米之範圍之DOF。但針對作為一實例之平板顯示器應用，基板可展現遍及基板上之150毫米之距離的高達12微米高度變化，其遠超出上文所描述之DOF。因此，需要圖案化器件(例如，圖案化器件104、740或940)相對於基板之局域聚焦控制。可能的解決方案為使用一或多個致動器在大體上正交於基板之方向(出於方便起見而在下文中被稱作高度)上調整圖案化器件中之每一可個別定址元件與基板之間的相對位置。此情形(例如)歸因於用於實施此解決方案之大量致動器之要求而並非有成本效益。此外，在具有發射器之小節距的情況下，獨立地實施針對每一發射器之聚焦控制可並非實務的。

因此，在一實施例中，代替調整每一可個別定址元件之高度及/或傾角，可使用一或多個高精度致動器以在MLA模組(例如，MLA模組730及930)中共同地調整複數個可個別定址元件之高度及/或傾角。在正交於高度

方向之平面中的MLA模組之尺寸經判定為使得對應於MLA模組之大小之基板之最大高度變化係在DOF內。舉例而言，MLA模組之尺寸可為10毫米*10毫米(特定地關於鄰近基板之微透鏡陣列)。在給出每橫向毫米之為80奈米之基板高度變化的情況下，對應基板之最大高度變化為10毫米*80奈米/毫米=0.8微米，其遠低於為3微米至5微米之DOF。因此，藉由操作一或多個致動器以共同地調整可個別定址元件相對於基板之高度及/或傾角(例如，在0.5微米精度下在20微米內)，可將MLA之可個別定址元件之聚焦與基板之間的相對位置精確地控制在DOF內。當然，MLA模組可具有其他合適尺寸，只要基板之對應部分之最大高度變化在DOF內即可。另外，由於圖案化器件可包含複數個此等MLA模組(例如，500至2500個MLA模組)，故可藉由使用本文中所描述之方法精確地控制圖案化器件之每一MLA模組(例如，可獨立於一或多個其他MLA模組控制一或多個MLA模組)而將用於圖案化器件之聚焦控制在DOF內。

除了處理聚焦以外或替代處理聚焦，亦可需要校正MLA模組之間的對準。亦即，舉例而言，一或多個MLA模組可相對於一或多個其他MLA模組並未適當地對準(例如，在初始設置下或隨著時間推移)。因此，可使用一或多個高精度致動器以調整一MLA模組相對於另一MLA模組在X及/或Y方向上之位置。

參看圖14，描繪經拆卸MLA模組1400之高度示意圖。該MLA模組1400可相似於MLA模組730及930。該MLA模組1400包含微透鏡陣列(MLA) 1470、電子板1460及結構1420。

如所展示，MLA 1470包含以正方形陣列而配置之複數個透鏡1480(當然，可提供不同配置)。在一實施例中，每一透鏡1480具有為1毫米之寬度(例

如，直徑)。每一透鏡1480經組態以將光束自關聯發射器陣列1465投影至基板(圖中未繪示)。

複數個發射器陣列1465位於電子板1460之(底部)表面上。在一實施例中，透鏡1480之數目等於發射器陣列1465之數目。每一發射器陣列1465包含複數個可個別定址元件，如以上所描述。在一實施例中，可個別定址元件為LED。在一實施例中，MLA 1470附接至複數個發射器陣列1465，例如附接至電子板1460。

一或多個高精度致動器1455位於電子板1460與結構1420之間。如圖14所展示，(例如)四個致動器1455位於電子板1460之隅角處；在一實施例中，可提供更少或更多致動器且在一或多個不同部位處提供該等致動器(例如，一致動器可位於中心部分中)。一或多個致動器1455具有為(例如) 20微米之調諧範圍與0.5微米精度。藉由調諧一或多個致動器1455，可相應地共同地調整複數個發射器陣列1465與MLA 1470之關聯透鏡之聚焦。舉例而言，一或多個致動器1455可在所展示之Z方向上移動複數個發射器陣列1465及MLA 1470之關聯透鏡以(例如)實現聚焦調整。另外，在一實施例中，另外或替代地，一或多個致動器1455可圍繞所展示之X及/或Y方向移動複數個發射器陣列1465及MLA 1470之關聯透鏡以(例如)實現聚焦調整。另外，在一實施例中，另外或替代地，一或多個致動器1455可在所展示之X及/或Y方向上移動複數個發射器陣列1465及MLA 1470之關聯透鏡，以實現(例如)該複數個發射器陣列1465及該MLA 1470之該等關聯透鏡相對於另外複數個發射器陣列及另一MLA之關聯透鏡之對準。雖然結構1420被展示為覆蓋電子板1460，但其無需如此。

在一實施例中，電子板1460進一步包含複數個本端記憶體1430及一本

端處理單元1450。在一實施例中，本端記憶體1430經組態以儲存致使本端處理單元1450控制MLA模組1400中之複數個發射器陣列1465的每一可個別定址元件(例如，「接通」或「關斷」每一可個別定址元件)之資料路徑信號(或其他控制信號)。某些控制信號可致使本端處理單元1450自動地調諧一或多個致動器1455以控制MLA模組1400之聚焦及/或MLA模組1400相對於另一MLA模組之對準。

結構1420經由一或多個致動器1455耦接至電子板1460。在一實施例中，結構1420包含一介面1410，該介面經組態以將來自一或多個外部控制器之資料路徑信號或其他控制信號耦合至本端處理單元1450及/或一或多個致動器1455。在一實施例中，介面1410經進一步組態以將本端處理單元1450及/或可個別定址元件及/或一或多個致動器1455耦接至外部電源(圖中未繪示)，該外部電源提供至處理單元1450及/或可個別定址元件及/或一或多個致動器1455之電功率。

另外，本文中之描述已主要聚焦於曝光基板之輻射敏感表面。在適當情況下，可採用新程序以消除一或多個生產步驟或用一或多個其他生產步驟取代一或多個生產步驟以導致更快速及/或更有效的生產程序，等等。作為一實例，平板顯示器之生產傳統地涉及使用光微影、沈積及蝕刻來生產數個層。在較具體實例中，用於平板顯示器之底板之生產可涉及產生5個層，每一層涉及光微影、沈積及蝕刻。此生產可涉及5個程序步驟且常常涉及5個工具以界定金屬圖案。該等步驟包括金屬片沈積、光阻塗佈、光微影及抗蝕劑之顯影、使用經顯影抗蝕劑進行之金屬之蝕刻，及在蝕刻之後的抗蝕劑之剝離。因此，不僅需要大量資源(例如，呈工具之形式)及時間，而且需要大量材料使用率。舉例而言，在界定主動式矩陣平板顯示器時，

光阻可用以覆蓋3公尺×3公尺玻璃板，該光阻稍後被完全沖掉。相似地，銅及/或其他金屬沈積於全玻璃板上且稍後高達95%的銅及/或其他金屬被沖掉。另外，使用化學物質以蝕刻或剝離上述材料。

因此，此生產之改良可藉由將一或多個縮減之步驟合併成一相加性步驟來達成。因此，可使用材料沈積步驟以將材料層沈積於基板上，而非光微影、沈積及蝕刻步驟之組合。在一實施例中，材料可為鋁、鉻、鈾、銅、金、銀、鈦、鉑或選自其之任何組合。

在一實施例中，材料層作為奈米粒子沈積於基板上。亦即，在一實施例中，將奈米粒子串流提供至基板以在基板上形成材料層。在奈米粒子沈積於基板上之後，藉由使用(例如)一或多個圖案化輻射光束(諸如，由本文中所描述之裝置提供之複數個光束或藉由傳統的以光罩/倍縮光罩為基礎之微影裝置產生之經圖案化光束)根據所要圖案燒結該等奈米粒子之至少一部分來產生圖案。

結合圖案化之呈奈米粒子之形式的直接材料沈積可消除通常用於(例如)平板顯示器製造中之若干縮減程序步驟。另外及替代地，經沈積材料層之切除可用以在無需(例如)抗蝕劑塗佈及顯影的情況下消除材料。因此，直接材料沈積可為微影之自然延伸，其中使用輻射光束能量以藉由(例如)燒結、切除等等來處理或圖案化材料。

因此，需要使用大體上穩定奈米粒子來產生材料層使得可在圖案化製程(例如，燒結、切除等等)中使用該層。產生此層可具有挑戰性。舉例而言，奈米粒子應具有小大小，(例如)低於15奈米寬度(例如，直徑)以便經有效地燒結。然而，小奈米粒子傾向於在經提供至表面時聚集，藉此使其不穩定或不合適。幫助防止小奈米粒子聚集成較大粒子之潛在解決方案涉及

運用一或多個添加劑(例如，類抗蝕劑聚合物)塗佈奈米粒子。然而，可將污染物(亦即，添加劑)引入至基板及/或系統且在圖案化製程之後難以將其完全移除。

在一實施例中，舉例而言，可將單一裝置用於基板之大多數(若非全部)層(例如，平板顯示器生產)。舉例而言，該裝置可執行小奈米粒子(例如，低於15奈米)之產生及在基板上之沈積。該裝置可藉由(例如)燒結奈米粒子之至少一部分來進一步執行奈米粒子層之圖案化。

圖15描繪用於在(例如)平板顯示器(例如，LCD、OLED顯示器等等)之製造中曝光基板的根據一實施例之圖案化裝置1500的高度示意性俯視圖。該圖案化裝置1500包含用以固持基板1514 (例如，平板顯示器基板)之基板台1506及用以在高達6個自由度中移動基板台1506之定位器件1516。

圖案化裝置1500進一步包含框架1560上之一圖案化模組1540及一或多個奈米粒子產生器1520。在一實施例中，圖案化模組1540包含複數個可個別定址元件(其可相似於圖案化器件740及940)且視情況包括一或多個投影光學件。在一實施例中，可個別定址元件為輻射發射二極體，例如LED。在一實施例中，圖案化模組1540可包含用於光罩/倍縮光罩之固持器及用以將由光罩/倍縮光罩圖案化之光束投影至基板1514之投影光學件。在一實施例中，圖案化模組1540大體上靜止，亦即，其在投影期間並不顯著移動。

一或多個奈米粒子產生器1520經組態以產生小奈米粒子(例如，低於15奈米)且將奈米粒子層沈積於基板1514上。在一實施例中，在奈米粒子產生器1520與基板1514之間的相對運動期間(例如，在基板1514在方向1510上之運動期間)使奈米粒子層沈積。可使用一或多個致動器在高達六個自由

度中(例如，在Z中、圍繞X之旋轉，及/或圍繞Y之旋轉)移動一或多個奈米粒子產生器1520或其一部分，以(例如)使能夠覆蓋基板1514。圖15展示三個奈米粒子產生器1520。然而，可使用另一合適數目個奈米粒子產生器1520。藉由基板之寬度1530及由每一奈米粒子產生器1520在基板1514之表面上的區域之覆蓋範圍判定奈米粒子產生器1520之數目。舉例而言，若粒子層在方向1510上在單次通過基板1514時沈積，則可在每一奈米粒子產生器1520之覆蓋範圍限於基板寬度1530之三分之一的情況下需要至少三個奈米粒子產生器。視情況，可藉由藉以每一奈米粒子產生器1520產生奈米粒子之速度(亦即，在單位時間段(例如，一分鐘、一小時等等)內多少奈米粒子可由每一奈米粒子產生器1520產生)進一步判定圖案化裝置1500中之奈米粒子產生器1520之數目。在一些實例中，由每一奈米粒子產生器1520產生奈米粒子之速度相比於(例如)相對移動之速度相對慢。因此，可有必要增加奈米粒子產生器1520之數目以縮減將奈米粒子層沈積於基板1514之表面上所需之時間。

在一實施例中，可機械地(例如，借助於氣體)控制奈米粒子由奈米粒子產生器1520沈積所處的基板1514上之位置。舉例而言，氣體串流可在該氣體之行進方向之路徑中將複數個奈米粒子攜載至基板1514之區域上。藉由變化氣體之行進方向(例如，藉由光柵掃描基板1514及/或藉由移動奈米粒子產生器1520之至少部分)，可將奈米粒子層準確地沈積於在奈米粒子產生器1520之覆蓋範圍內的基板之不同區域上。另外，可藉由準確地控制各別氣體串流之行進方向而避免由複數個奈米粒子產生器1520產生之奈米粒子層之鄰近沈積部分的重疊。

替代地或另外，可(例如)使用一或多個電磁透鏡借助於環繞奈米粒子

串流之電磁場來控制基板1514上之使奈米粒子由奈米粒子產生器1520沈積所處之位置。電磁透鏡包含電流流動所通過之線圈(例如，銅線)。藉由適當地改變在線圈內部流動之電流，電磁透鏡可提供變化之電磁場，其允許操控奈米粒子之流動方向以(例如)光柵掃描基板1514之區域。由複數個奈米粒子產生器1520產生之奈米粒子層之經鄰近沈積部分的重疊可藉由藉由使用一或多個電磁透鏡控制電磁場而準確地控制各別奈米粒子串流之行進方向得以避免。

圖案化裝置1540可進一步包含：對準感測器(圖15未繪示)，其用以判定圖案化模組1540與基板1514之間的對準；及位階感測器(圖15未繪示)，其用以判定基板1514相對於藉由圖案化模組1540執行之圖案化是否同位階。

在圖案化裝置1500之操作中，使用(例如)機器人處置器(圖中未繪示)將基板1514裝載至基板台1506上。接著使基板1514在方向1510上在框架1560下方位移。使用一或多個奈米粒子產生器1520將奈米粒子層沈積於基板1514之表面上。視情況，藉由位階感測器(圖中未繪示)及/或對準感測器(圖中未繪示)來量測基板1514。在層之沈積之後，藉由圖案化模組1540來圖案化奈米粒子層。在一實施例中，圖案化模組1540將奈米粒子層曝光至一或多個輻射光束以產生圖案。在一實施例中，一或多個光束將圖案燒結至奈米粒子層中，其中燒結可包含充分燒結奈米粒子以穩定地形成圖案之一個步驟或可包含燒結奈米粒子之多個步驟，其中第一步驟形成圖案(例如，使用輻射光束來固定圖案)但並不高度穩定，且接著一或多個另外步驟穩定地形成圖案(例如，再次使用輻射光束)。在一實施例中，一或多個光束將圖案切除至奈米粒子層中。在一實施例中，輻射光束係由圖案化模組

1540內之圖案化器件(例如，圖案化器件104、740或740)之可個別定址元件提供。在一實施例中，圖案化模組1540之可個別定址元件102可經操作為「接通」或「關斷」以將輻射光束發射於奈米粒子層上以(例如)燒結基板上之奈米粒子之至少一部分(使用(例如)如以上所描述之像素柵格成像)。在一實施例中，在方向1510上在連續運動中發生沈積及圖案化。

現在關於圖16描述關於奈米粒子產生器1520之實施例的更多細節。參看圖16，描繪奈米粒子產生器1520之高度示意性橫截面。圖16描繪使用奈米粒子產生器1520來產生及串流傳輸奈米粒子之實體機構的實施例。奈米粒子產生器1520包含第一電極1610及第二電極1620(亦即，一電極為陽極，且另一電極為陰極)。在一實施例中，第一電極1610及第二電極1620兩者係由鋁、鉻、鈾、銅、金、銀、鈦、鉑、或選自其之任何組合製成。第一電極1610與第二電極1620係由相同材料或不同材料製成。另外，第一電極1610及第二電極1620可具有任何合適形狀。舉例而言，如圖16中所展示，第一電極1610及第二電極1620兩者為中空圓柱。

在一實施例中，奈米粒子產生器1520係在真空中或具備氣流1640(自奈米粒子產生器1520之出口提供)，諸如氮氣(N_2)、氦氣(He)、氖氣(Ne)、氬氣(Ar)、氪氣(Kr)、氙氣(Xe)、氡氣(Rn)或選自其之組合。所要地，奈米粒子產生及提供於大體上無氧環境中以便限制或防止奈米粒子被氧化。舉例而言，奈米粒子產生器1520內部之環境可為大體上無氧的。

在一實施例中，將電壓施加於第一電極1610與第二電極1620之間以在第一電極1610與第二電極1620之間產生電漿1630之強度下產生火花。電漿1630使第一電極1610之材料、第二電極1620之材料或其兩者離子化，且形成複數個極小奈米粒子1650。舉例而言，此等小奈米粒子具有為0.2奈米、

0.5奈米、1奈米等等之大小。該等奈米粒子經進一步移動朝向基板且移動至基板上(借助於重力或不借助於重力)。歸因於小的大小，此等奈米粒子1650傾向於與鄰近奈米粒子1650成叢集，藉此形成較大奈米粒子1660。當奈米粒子具有預定大小(例如，小於或等於10奈米或小於或等於15奈米)或大小範圍(例如，在5奈米至20奈米之範圍內或在5奈米至15奈米之範圍內)時，奈米粒子1680可由氣體1670(自奈米粒子產生器1520之出口提供)稀釋使得限制或防止較大奈米粒子之形成。可藉由實驗判定氣體插入之部位、氣體之類型及提供之氣體之量。視情況，感測器系統可用以控制氣體插入之部位及/或氣體之量。具有理想大小或大小範圍之奈米粒子1680接著沈積於基板上。奈米粒子1680沈積於基板上所處之位置可借助於氣流(例如，氣流1670及/或氣流1640)及/或藉由如上文所論述之電磁場控制。

在一實施例中，在低於或等於200°C或低於或等於100°C之溫度下藉由使用相對小奈米粒子層(例如，寬度小於或等於10奈米或小於或等於15奈米)且提供一或多個輻射光束以燒結該層以在奈米粒子層中形成圖案來燒結奈米粒子層。未燒結之粒子可被沖掉。

因此，在一實施例中，提供直接自圖案化工具內部的散裝材料(例如，金屬或其他材料)之奈米粒子之產生。在一實施例中，提供無有機奈米粒子之直接圖案化及/或亞50奈米(理想地，亞20奈米或亞15奈米或亞10奈米)奈米粒子之直接圖案化。

在一實施例中，在將圖案施加至奈米粒子層之裝置中產生用於圖案化之奈米粒子。

在一實施例中，奈米粒子係由火花放電產生器(SDG)提供，該SDG將奈米粒子導向朝向基板以沈積於基板上。火花放電為之實施例係在上文關

於圖16所描述。SDG可提供亞15奈米直徑奈米粒子。SDG可(例如)提供單分散奈米粒子、提供高品質沈積、在其具有受控環境(例如，Ar氣體/N₂氣體/真空)的情況下防止可能的氧化(在使用(例如)銅奈米粒子的情況下)，及提供極小粒子至奈米粒子之聚集。具有為10奈米或更小大小的粒子之帶電噴霧劑傾向於造成雙極奈米粒子之靜電聚集，因此，在一實施例中，如上文所論述之步驟用以幫助防止此類聚集成奈米粒子會超過所要大小。舉例而言，為了縮減聚集，適當地設定一或多個操作參數，諸如火花頻率、火花能量及/或載體氣體流量。

在一實施例中，多個奈米粒子產生器(例如，SDG)經提供以覆蓋相對大基板區域。在一實施例中，奈米粒子產生器之數目包含介於3個與1000個之間。

在一實施例中，如上文所提及，將受控環境施加至一或多個SDG以限制或防止氧化(其中使用(例如)銅奈米粒子)。舉例而言，受控環境允許藉由防止或限制氧化而產生高品質燒結之金屬特徵。

在一實施例中，提供具有低直徑(小於或等於15奈米直徑)的基本上無溶劑/無有機奈米粒子。此可允許(例如)藉由輻射光束燒結產生高導電金屬特徵。在一實施例中，燒結可藉由低功率輻射(例如雷射)光束來完成。在一實施例中，燒結可在低溫(例如，小於或等於200°C，或低於或等於100°C)下完成。在一實施例中，使用具有低直徑(小於或等於15奈米直徑)之基本上無溶劑/無有機奈米粒子可允用較少處理步驟以獲得器件，諸如消除一或多個微影步驟、一或多個抗蝕劑顯影步驟及/或一或多個蝕刻步驟。

經由在圖案化裝置中具有原位粒子產生器，可將穩定的小奈米粒子以很小至無不理想聚結直接定位於基板上且在其已產生之後無需輸送。另

外，可運用很少或無添加劑來產生奈米粒子，從而得到良好材料品質。另外，可將環境控制提供於粒子產生器內或一般而言提供於系統中以幫助確保很小或無材料降解。另外，在一實施例中，可使用可調諧奈米粒子產生器來良好地控制粒子層之厚度。

在一實施例中，可藉由使用如本文中所描述之粒子產生器將若干不同材料層提供至基板。舉例而言，一或多個粒子產生器可提供第一材料，且一或多個其他粒子產生器可提供第二不同材料。另外，粒子產生器可經組態以變更供產生粒子之材料，例如藉由調諧陽極及陰極中之任一者以產生粒子等等而改變成不同材料之陽極或陰極。

在一實施例中，控制器經提供以控制可個別定址元件102及/或圖案化器件104。舉例而言，在可個別定址為輻射發射器件之一實施例中，控制器可控制何時「接通」或「關斷」可個別定址元件且實現可個別定址元件之高頻率調變。控制器可控制由可個別定址元件中之一或多者發射之輻射之功率。控制器可調變由可個別定址元件中之一或多者發射之輻射之強度。控制器可控制/調整橫越可個別定址元件陣列之全部或部分之強度均一性。控制器可調整可個別定址元件之輻射輸出以校正成像誤差，例如，光展量及光學像差(例如，彗形像差、散光，等等)。

在一實施例中，圖案化輻射可藉由控制圖案化器件104使得經透射至所要特徵內的基板上之抗蝕劑層之區域的輻射處於足夠高強度使得該區域在曝光期間接收高於劑量臨限值之輻射劑量，而基板上之其他區域藉由提供零或顯著較低輻射強度而接收低於劑量臨限值之輻射劑量來實現。

實務上，所要特徵之邊緣處之輻射劑量可並非自給定最大劑量突然改變至零劑量，即使經設定為在特徵邊界之一側上提供最大輻射強度且在另

一側上提供最小輻射強度亦如此。取而代之，歸因於繞射效應，輻射劑量之位準可橫越過渡區帶而逐漸降低。接著藉由所接收劑量下降低於輻射劑量臨限值所處之位置而判定在使抗蝕劑顯影之後最終所形成的所要特徵之邊界之位置。橫越過渡區帶之輻射劑量之逐漸降低之剖面及(因此)特徵邊界之精確位置可藉由將不僅達最大或最小強度位準而且達最大強度位準與最小強度位準之間的強度位準之輻射提供至基板上之處於特徵邊界上或附近之點而得以更精確地控制。此通常被稱作「灰階化」或「灰階層次化」。

灰階化相比於在提供至基板之輻射強度可僅經設定為兩個值(即，僅僅為最大值及最小值)之微影系統中可能之情形可提供特徵邊界之位置的更大控制。在一實施例中，可投影至少三個不同輻射強度值，例如，至少4個輻射強度值、至少8個輻射強度值、至少16個輻射強度值、至少32個輻射強度值、至少64個輻射強度值、至少100個輻射強度值、至少128個輻射強度值或至少256個輻射強度值。若圖案化器件為輻射源自身(例如，發光二極體或雷射二極體陣列)，則可(例如)藉由控制經透射之輻射之強度位準來實現灰階化。若圖案化器件包括偏轉器，則可(例如)藉由控制偏轉器之傾斜角來實現灰階化。又，可藉由將複數個可程式化元件及/或偏轉器分組且控制群組內之在給定時間被接通或切斷的元件及/或偏轉器之數目來實現灰階化。

在一項實例中，圖案化器件可具有一系列狀態，包括：**(a)**黑色狀態，其中所提供之輻射對其相對應像素之強度分佈具有最小或甚至零貢獻；**(b)**最白色狀態，其中所提供輻射作出最大貢獻；及**(c)**複數個狀態，在該複數個狀態之間所提供輻射作出中間貢獻。該等狀態劃分成用於正常光束圖案化/印刷之正常集合，及用於補償有缺陷元件之效應之補償集合。正常集合

包含黑色狀態以及中間狀態之第一群組。此第一群組將被描述為灰色狀態，且其可經選擇以提供對相對應像素強度之自最小黑色值直至某一正常最大值之逐漸增加的貢獻。補償集合包含中間狀態之剩餘第二群組連同最白色狀態。中間狀態之此第二群組將被描述為白色狀態，且其可經選擇以提供大於正常最大值的逐漸增加直至對應於最白色狀態之真實最大值之貢獻。儘管中間狀態之第二群組被描述為白色狀態，但應瞭解，此舉僅僅為了促進區分正常曝光步驟與補償性曝光步驟。整個複數個狀態可替代地被描述為介於黑色與白色之間的灰色狀態序列，其可經選擇以實現灰階印刷。

應瞭解，灰階化可用於除了上文所描述之目的以外或替代上文所描述之目的目的。舉例而言，在曝光之後的基板之處理可經調諧使得取決於所接收輻射劑量位準而存在基板之區之多於兩個潛在回應。舉例而言，接收低於第一臨限值的輻射劑量之基板之一部分以第一方式作出回應；接收高於第一臨限值但低於第二臨限值的輻射劑量之基板之一部分以第二方式作出回應；且接收高於第二臨限值的輻射劑量之基板之一部分以第三方式作出回應。因此，灰階化可用以提供橫越具有多於兩個所要劑量位準之基板之輻射劑量剖面。在一實施例中，輻射劑量剖面具有至少2個所要劑量位準，例如，至少3個所要輻射劑量位準、至少4個所要輻射劑量位準、至少6個所要輻射劑量位準或至少8個所要輻射劑量位準。

應進一步瞭解，可藉由除了如以上所描述的僅僅控制在每一點處所接收之輻射強度之外的方法來控制輻射劑量剖面。舉例而言，替代地或另外，可藉由控制每一點之曝光之持續時間來控制由該點所接收之輻射劑量。作為一另外實例，每一點可在複數個順次曝光中潛在地接收輻射。因此，替代地或另外，可藉由使用該複數個順次曝光之選定子集曝光每一點來控制

由該點所接收之輻射劑量。

另外，雖然以上關於灰階化之論述聚焦於光微影，但可將相似概念應用於本文中所論述之材料沈積。舉例而言，功率位準及/或流動速率可受控制以提供與材料沈積相關聯之灰階化。

為了在基板上形成圖案，有必要在曝光程序期間在每一階段下將圖案化器件設定為必需狀態。因此，表示必需狀態之控制信號必須經傳輸至圖案化器件。理想地，微影裝置包括產生控制信號之控制器。可將待形成於基板上之圖案以向量定義之格式(例如GDSII)提供至微影裝置。為了將設計資訊轉換成控制信號，控制器包括一或多個資料操縱器件，每一資料操縱器件經組態以對表示圖案之資料串流執行一處理步驟。資料操縱器件可共同地被稱作「資料路徑」。

資料路徑之資料操縱器件可經組態以執行以下功能中之一或多者：將以向量為基礎之設計資訊轉換成位元映像圖案資料(且接著轉換成所需輻射劑量映像(即，橫越基板之所需輻射劑量剖面))或轉換成所需輻射劑量映像；將所需輻射劑量映像轉換成用於每一可個別定址元件之所需輻射強度值；及將用於每一可個別定址元件之所需輻射強度值轉換成對應控制信號。

在一實施例中，可藉由有線或無線通信將控制信號供應至可個別定址元件102及/或一或多個其他器件(例如感測器)。另外，可將來自可個別定址元件102及/或來自一或多個其他器件(例如感測器)之信號傳達至控制器。以與控制信號相似之方式，可藉由有線或無線手段將功率供應至可個別定址元件102或一或多個其他器件(例如偏轉器及/或感測器)。舉例而言，在有線實施例中，可由一或多個線供應功率，而不管其是與攜載信號之線相同抑或不同的。可提供滑動接觸配置以傳輸功率。在無線實施例中，

可藉由RF耦合遞送功率。

雖然先前論述聚焦於將控制信號供應至可個別定址元件102及/或一或多個其他器件(例如偏轉器及/或感測器)，但另外或替代地，其應被理解為經由適當組態涵蓋信號自可個別定址元件102及/或自一或多個其他器件(例如感測器)至控制器之傳輸。因此，通信可為單向的(例如，僅至或自可個別定址元件102及/或一或多個其他器件(例如感測器))或雙向的(亦即，自及至可個別定址元件102及/或一或多個其他器件(例如感測器))。

在一實施例中，用以提供圖案之控制信號可經變更以考量可影響基板上之圖案之適當供應及/或顯現之因素。舉例而言，可將校正應用於控制信號以考量可個別定址元件102、透鏡等等中之一或多者之加熱。此加熱可造成可個別定址元件102、透鏡等等之指向方向改變、輻射之均一性改變等等。在一實施例中，與可個別定址元件102及/或來自(例如)感測器之其他元件相關聯之經量測溫度及/或膨脹/收縮可用以變更將已以其他方式提供以形成圖案之控制信號。因此，舉例而言，在曝光期間，可個別定址元件102之溫度可變化，該變化造成將在單一恆定溫度下提供之經投影圖案改變。因此，控制信號可經變更以考量此變化。相似地，在一實施例中，可使用來自對準感測器及/或位階感測器150之結果以變更由可個別定址元件102提供之圖案。圖案可經變更以校正(例如)可起因於(例如)可個別定址元件102與基板114之間的光學件(若存在)之失真、基板114之定位之不規則性、基板114之不均勻度等等。

在一實施例中，可基於關於起因於經量測參數(例如，經量測溫度、由位階感測器之量測之距離等等)之所要圖案之物理/光學結果的理論而判定控制信號之改變。在一實施例中，可基於關於起因於經量測參數之所要

圖案之物理/光學結果的實驗或經驗模型而判定控制信號之改變。在一實施例中，可以前饋及/或回饋方式應用控制信號之改變。

在一實施例中，微影裝置可包含一感測器118，該感測器用以量測由一或多個可個別定址元件102透射朝向或待透射朝向基板的輻射之特性。此感測器可為光點感測器或透射影像感測器。舉例而言，該感測器可用以判定來自可個別定址元件102之輻射之強度、來自可個別定址元件102之輻射之均一性、來自可個別定址元件102之輻射光點之橫截面大小或面積，及/或來自可個別定址元件102之輻射光點之部位(在X-Y平面中)。

在一實施例中，提供一種曝光裝置，其包含：一基板固持器，其經建構以支撐一基板；一圖案化器件，其經組態以提供根據一所要圖案而調變之輻射，該圖案化器件包含輻射源之複數個二維陣列，每一輻射源經組態以發射一輻射光束；一投影系統，其經組態以將該經調變輻射投影至該基板上，該投影系統包含複數個光學元件，該複數個光學元件並排地配置且經配置成使得來自輻射源之一二維陣列的輻射光束之一二維陣列照射該複數個光學元件之一單一光學元件；及一致動器，其經組態以提供在一掃描方向上在該基板與輻射源之該複數個二維陣列之間的相對運動以曝光該基板。

在一實施例中，輻射源之該複數個二維陣列充分地延伸橫越該基板之寬度使得一掃描運動可將該基板之大體上該整個寬度同時地曝光至該複數個光束。在一實施例中，輻射源之一第一二維陣列沿著該掃描方向在空間上與輻射源之一第二二維陣列分離，使得該第一二維陣列之該等光束中的至少一些將曝光該基板之區，該等區與該基板之將由該第二二維陣列之該等光束中的至少一些曝光之區交錯。在一實施例中，光束之該等二維陣列

中之至少一些具有一正方形形狀。在一實施例中，光束之該等二維陣列中之至少一者經組態成使得該二維陣列中之該等光束具有與相鄰光束基本上相等的距離。在一實施例中，輻射源之該等二維陣列中的至少一者之一橫截面尺寸小於或等於該等光學元件中之至少一者之橫截面尺寸。在一實施例中，輻射源之該等二維陣列中的至少一者包含圍繞該陣列之一結合襯墊區域，該結合襯墊區域包含由各別線連接至該陣列之該等輻射源之複數個結合襯墊。在一實施例中，該複數個輻射源包含發光二極體(LED)。在一實施例中，該複數個輻射源包含垂直外部空腔表面發射雷射(VECSEL)或垂直空腔表面發射雷射(VCSEL)。在一實施例中，該等光學元件為微透鏡且該複數個光學元件形成一二維微透鏡陣列。在一實施例中，該基板為一輻射敏感基板。在一實施例中，該基板可在該掃描方向上移動，且輻射源之該複數個二維陣列在一掃描運動期間保持大體上靜止以曝光該基板。

在一實施例中，提供一種器件製造方法，其包含：使用輻射源之複數個二維陣列提供根據一所要圖案而調變之複數個輻射光束，每一輻射源經組態以發射一輻射光束；使用並排地配置之複數個光學元件將該複數個光束投影至一基板上，該等光學元件經配置成使得來自輻射源之一二維陣列的輻射光束之一二維陣列照射該複數個光學元件之一單一光學元件；及提供在一掃描方向上在該基板與輻射源之該複數個二維陣列之間的相對運動以曝光該基板。

在一實施例中，輻射源之該複數個二維陣列充分地延伸橫越該基板之寬度使得一掃描運動可將該基板之大體上該整個寬度同時地曝光至該複數個光束。在一實施例中，輻射源之一第一二維陣列沿著該掃描方向在空間上與輻射源之一第二二維陣列分離，使得該第一二維陣列之該等光束中的

至少一些將曝光該基板之區，該等區與該基板之將由該第二二維陣列之該等光束中的至少一些曝光之區交錯。在一實施例中，光束之該等二維陣列中之至少一些具有一正方形形狀。在一實施例中，光束之該等二維陣列中之至少一者經組態成使得該二維陣列中之該等光束具有與相鄰光束基本上相等的距離。在一實施例中，輻射源之該等二維陣列中的至少一者之一橫截面尺寸小於或等於該等光學元件中之至少一者之橫截面尺寸。在一實施例中，輻射源之該等二維陣列中的至少一者包含圍繞該陣列之一結合襯墊區域，該結合襯墊區域包含由各別線連接至該陣列之該等輻射源之複數個結合襯墊。在一實施例中，該複數個輻射源包含發光二極體(LED)。在一實施例中，該複數個輻射源包含垂直外部空腔表面發射雷射(VECSEL)或垂直空腔表面發射雷射(VCSEL)。在一實施例中，該等光學元件為微透鏡且該複數個光學元件形成一二維微透鏡陣列。在一實施例中，該基板為一輻射敏感基板。在一實施例中，該方法包含在該掃描方向上移動該基板，同時使輻射源之該複數個二維陣列在一掃描運動期間保持大體上靜止以曝光該基板。

在一實施例中，提供一種曝光裝置，其包含：複數個陣列，每一陣列具有複數個輻射發射器且該等輻射發射器經組態以將根據一所要圖案而調變之複數個光束提供朝向一基板；一致動器，其經組態以調整作為一單元之該複數個陣列之一位置；及複數個光學元件，每一光學元件經組態以接收由該複數個該等陣列中之一者發射之光束且將該等光束投影至該基板上。

在一實施例中，該致動器經組態以調整該複數個陣列與該基板之間的一距離及/或調整該複數個陣列相對於該基板之角度定向。在一實施例中，

該致動器經組態以調整該複數個陣列相對於另一複數個陣列之位置對準。在一實施例中，該致動器包含複數個致動器，該等致動器中之至少一者位於該複數個陣列之一隅角處及/或該複數個陣列之中心。在一實施例中，該複數個輻射發射器包含複數個輻射源，每一輻射源經組態以產生及發射電磁輻射。在一實施例中，該複數個輻射源包含發光二極體(LED)。在一實施例中，該複數個輻射源包含垂直外部空腔表面發射雷射(VECSEL)或垂直空腔表面發射雷射(VCSEL)。在一實施例中，複數個光學元件附接至該複數個陣列。在一實施例中，該複數個陣列中之至少一者之該複數個輻射發射器以一二維陣列之形式配置。在一實施例中，該複數個陣列以一二維陣列之形式配置。在一實施例中，該複數個陣列、該致動器及該複數個光學元件形成一模組且進一步包含以一陣列之形式配置之複數個此等模組。在一實施例中，該等光學元件為微透鏡且該複數個光學元件形成一微透鏡陣列。在一實施例中，該基板為一輻射敏感基板。

在一實施例中，提供一種器件製造方法，其包含：使用一致動器來調整作為一單元之複數個陣列之一位置，每一陣列具有複數個輻射發射器，該等輻射發射器經組態以提供複數個輻射光束；提供來自該複數個發射器的根據一所要圖案而調變之該複數個輻射光束；及藉由複數個光學元件將該複數個光束投影至一基板，每一光學元件經組態以接收由該複數個該等陣列中之一者發射之光束。

在一實施例中，該調整包含調整該複數個陣列與該基板之間的一距離及/或調整該複數個陣列相對於該基板之角度定向。在一實施例中，該調整包含調整該複數個陣列相對於另一複數個陣列之位置對準。在一實施例中，該致動器包含複數個致動器，該等致動器中之至少一者位於該複數個

陣列之一隅角處及/或該複數個陣列之中心。在一實施例中，該複數個輻射發射器包含複數個輻射源，每一輻射源經組態以產生及發射電磁輻射。在一實施例中，該複數個輻射源包含發光二極體(LED)。在一實施例中，該複數個輻射源包含垂直外部空腔表面發射雷射(VECSEL)或垂直空腔表面發射雷射(VCSEL)。在一實施例中，複數個光學元件附接至該複數個陣列。在一實施例中，該複數個陣列中之至少一者之該複數個輻射發射器以一二維陣列之形式配置。在一實施例中，該複數個陣列以一二維陣列之形式配置。在一實施例中，該複數個陣列、該致動器及該複數個光學元件形成一模組且進一步包含以一陣列之形式配置之複數個此等模組。在一實施例中，該等光學元件為微透鏡且該複數個光學元件形成一微透鏡陣列。在一實施例中，該基板為一輻射敏感基板。

在一實施例中，提供一種器件製造方法，其包含：在一圖案化裝置中產生粒子；將該等粒子沈積至該圖案化裝置中之一基板上以在該基板上形成一粒子層；及將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

在一實施例中，施加該圖案包含將一輻射光束投影至該基板上以至少部分地燒結該基板上之該等粒子之至少部分。在一實施例中，該方法進一步包含移動該基板，且其中投影該輻射光束包含以一像素柵格成像方式將複數個經調變光束投影至該移動基板。在一實施例中，大部分該等粒子之寬度小於或等於15奈米。在一實施例中，施加該圖案包含在小於或等於200°C之一溫度下藉由至少部分地燒結該層中之該等粒子之至少部分而在該層中產生一圖案。在一實施例中，產生該等粒子包含藉由在一陽極與一陰極之間產生一火花來形成該等粒子，其中該等粒子係由該陽極、該陰極或此兩者之材料形成。在一實施例中，該材料包含選自以下各者中之一或多者：鋁、

鉻、鋁、銅、金、銀、鈦及/或鉑。在一實施例中，形成該等粒子包含在一大體上無氧環境中形成該等粒子。在一實施例中，該大體上無氧環境為一真空或填充有包含選自以下各者中之一或多者之一氣體：氮氣、氦氣、氬氣、氫氣、氖氣、氫氣及/或氬氣。在一實施例中，該方法進一步包含在將該等粒子夾帶於一氣體串流中以使粒子聚結，且在該火花下游提供一另外氣體串流以防止或限制粒子之進一步聚結。在一實施例中，該方法進一步包含移動該基板，且其中沈積該等粒子包含在該基板之該移動期間沈積該等粒子以延伸橫越該基板之寬度。在一實施例中，沈積該等粒子包含藉由圍繞該等粒子之一串流之一電磁場控制該等粒子之一行進方向。在一實施例中，沈積該等粒子包含將一氣體串流中之該等粒子攜載至該基板上。在一實施例中，該基板為一半導體型基板。

在一實施例中，提供一種圖案化裝置，其包含：一基板固持器，其經建構以支撐一基板；一粒子產生器，其經組態以在該圖案化裝置中產生粒子，該粒子產生器經組態以將該等粒子沈積至該基板上以在該基板上形成一粒子層；及該圖案化裝置中之一圖案產生器，該圖案產生器經組態以將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

在一實施例中，該圖案產生器經組態以將一幅射光束投影至該基板上以至少部分地燒結該基板上之該等粒子之至少部分。在一實施例中，該裝置進一步包含用以移動該基板之一致動器，且其中該圖案產生器經組態而以一像素柵格成像方式將複數個經調變光束投影至該移動基板。在一實施例中，該粒子產生器經組態以產生粒子使得大部分該等粒子之一寬度小於或等於15奈米。在一實施例中，該圖案產生器經組態以在小於或等於200°C之一溫度下藉由至少部分地燒結該層中之該等粒子之至少部分而在該層中產

生一圖案。在一實施例中，該粒子產生器包含一火花放電產生器，該火花放電產生器包含一陽極及一陰極且經組態以在該陽極與該陰極之間產生一火花，其中該等粒子係由該陽極、該陰極或此兩者之材料形成。在一實施例中，該材料包含選自以下各者中之一或多者：鋁、鉻、鈾、銅、金、銀、鈦及/或鉑。在一實施例中，該粒子產生器經組態以在一大體上無氧環境中形成該等粒子。在一實施例中，該大體上無氧環境為一真空或填充有包含選自以下各者中之一或多者之一氣體：氮氣、氦氣、氖氣、氬氣、氫氣、氘氣及/或氦氣。在一實施例中，該粒子產生器經組態以將該等粒子夾帶於一氣體串流中以使粒子聚結，且進一步包含一出口，該出口用以在該火花下游提供一另外氣體串流以防止或限制粒子之進一步聚結。在一實施例中，該裝置進一步包含：一致動器，其經組態以移動該基板；及一控制系統，其經組態以控制該等粒子之沈積使得在該基板之該移動期間，該等粒子經提供以延伸橫越該基板之寬度。在一實施例中，該粒子產生器經組態以藉由圍繞該等粒子之一串流之一電磁場控制該等粒子之一行進方向。在一實施例中，該粒子產生器經組態以將一氣體串流中之該等粒子提供至該基板上。在一實施例中，該裝置進一步包含一控制系統，該控制系統經組態以控制該基板上之該等粒子之一層的厚度。在一實施例中，該基板為一半導體型基板。

儘管可在本文中特定地參考微影裝置在特定器件或結構(例如，積體電路或平板顯示器)之製造中之使用，但應理解，本文中所描述之微影裝置及微影方法可具有其他應用。應用包括但不限於：製造積體電路、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、LCD、OLED顯示器、薄膜磁頭、微機電器件(MEMS)、微光機電系統(MOEMS)、DNA

晶片、封裝(例如，覆晶、重佈等等)、可撓性顯示器或電子件(其為可捲起、可彎曲(類似於紙)且保持不變形、具順應性、堅固、薄及/或輕量的顯示器或電子件，例如可撓性塑膠顯示器)等等。又，例如在平板顯示器中，本發明裝置及方法可用以輔助產生多種層，例如薄膜電晶體層及/或彩色濾光片層。因此，本文中之同一裝置之變化可用於包括(例如)可撓性基板上之各種電子件及其他器件或圖案之製造中，諸如使用(例如)卷軸式技術之塑膠或金屬箔片及/或玻璃載體上之箔片。

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一般之術語「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)或度量衡或檢測工具中處理本文中所提及之基板。適用時，可將本文中之揭示內容應用於此等及其他基板處理工具。另外，可將基板處理多於一次，例如，以便產生多層IC，使得本文中所使用之術語「基板」亦可指已經含有多個經處理層之基板。

平板顯示器基板之形狀可為矩形。經設計為曝光此類型之基板的微影裝置可提供覆蓋矩形基板之全寬或覆蓋該寬度之一部分(例如，該寬度的一半)的曝光區。可在曝光區下方掃描基板，而圖案化器件同步地提供經圖案化光束。以此方式，將所要圖案之全部或部分轉印至基板。若曝光區覆蓋基板之全寬，則可運用單次掃描完成曝光。若曝光區覆蓋(例如)基板之寬度的一半，則可在第一掃描之後橫向地移動基板，且通常執行另一掃描以曝光基板之剩餘部分。

本文中所使用之術語「圖案化器件」應被廣泛地解譯為係指可用以調變輻射光束之橫截面以便在基板(基板之部分)中產生圖案的任何器件。應

注意，舉例而言，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，則該圖案可不確切地對應於基板之目標部分中之所要圖案。相似地，最終產生於基板上之圖案可不對應於在任何瞬時由可個別定址元件陣列形成之圖案。此狀況可呈如下配置：其中形成於基板之每一部分上之最終圖案遍及一給定時間段或給定數目個曝光(在此期間，由可個別定址元件陣列提供之圖案及/或基板之相對位置改變)而積聚。通常，產生於基板之目標部分上之圖案將對應於目標部分中所產生之器件(例如，積體電路或平板顯示器)中之特定功能層(例如，平板顯示器中之彩色濾光片層或平板顯示器中之薄膜電晶體層)。此等圖案化器件之實例包括(例如)倍縮光罩、可程式化鏡面陣列、雷射二極體陣列、發光二極體陣列、光柵光閥及LCD陣列。圖案憑藉電子器件(例如電腦)而可程式化的圖案化器件(例如，包含可各自調變輻射光束之一部分之強度的複數個可程式化元件之圖案化器件)(例如，先前句子中所提及之惟倍縮光罩除外)的所有器件)在本文中被共同地稱作「對比器件」，該等圖案化器件包括具有複數個可程式化元件之電子可程式化圖案化器件，該複數個可程式化元件藉由調變輻射光束之一部分相對於該輻射光束之鄰近部分之相位而將圖案賦予至該輻射光束。在一實施例中，圖案化器件包含至少10個可程式化元件，例如至少100個、至少1000個、至少10000個、至少100000個、至少1000000個或至少10000000個可程式化元件。下文中更詳細地論述此等器件中之若干器件之實施例：

- 可程式化鏡面陣列。可程式化鏡面陣列可包含具有黏彈性控制層及反射表面之矩陣可定址表面。此裝置所隱含之基本原理為(例如)：反射表面之經定址區域使入射輻射反射為繞射輻射，而未經定址區域使入射輻射反射為非繞射輻射。在使用適當空間濾光片的情況下，可自經反射光束濾

出非繞射輻射，從而僅使繞射輻射到達基板。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。作為替代例，濾光片可濾出繞射輻射，從而使非繞射輻射到達基板。亦可以相對應方式使用繞射光學MEMS器件陣列。繞射光學MEMS器件可包含複數個反射帶，該複數個反射帶可相對於彼此變形以形成將入射輻射反射為繞射輻射之光柵。可程式化鏡面陣列之一另外實施例使用微小鏡面之矩陣配置，該等微小鏡面中之每一者可藉由施加合適的局域化電場或藉由使用壓電致動構件而圍繞一軸線個別地傾斜。傾斜度定義每一鏡面之狀態。當元件並未有缺陷時，可藉由來自控制器之適當控制信號來控制鏡面。可控制每一非有缺陷元件以採用一系列狀態中之任一者，以便調整其在經投影輻射圖案中之相對應像素之強度。再次，鏡面為矩陣可定址的，使得經定址鏡面在與未經定址鏡面不同之方向上反射入射輻射；以此方式，可根據矩陣可定址鏡面之定址圖案而圖案化經反射光束。可使用合適電子構件來執行所需矩陣定址。舉例而言，可自全文以引用方式併入本文中的美國專利第US 5,296,891號及第US 5,523,193號以及PCT專利申請公開案第WO 98/38597號及第WO 98/33096號搜集到如此處所提及之關於鏡面陣列之更多資訊。

- 可程式化LCD陣列。全文以引用方式併入本文中的美國專利第US 5,229,872號給出此構造之實例。

微影裝置可包含一或多個圖案化器件，例如一或多個對比器件。舉例而言，微影裝置可具有複數個可個別定址元件陣列，每一可個別定址元件彼此獨立地受控制。在此配置中，可個別定址元件陣列中的一些或全部可具有共同照明系統(或照明系統之部分)、用於可個別定址元件陣列之共同支撐結構及/或共同投影系統(或投影系統之部分)中之至少一者。

舉例而言，在使用特徵之預偏置、光學近接校正特徵、相位變化技術及/或多個曝光技術的情況下，「顯示」於可個別定址元件陣列上之圖案可大體上不同於最終轉印至基板之層或基板上之圖案。相似地，最終產生於基板上之圖案可不對應於在任何瞬時形成於可個別定址元件陣列上之圖案。此狀況可呈如下配置：其中形成於基板之每一部分上之最終圖案遍及一給定時間段或給定數目個曝光(在此期間，可個別定址元件陣列上之圖案及/或基板之相對位置改變)而積聚。

投影系統及/或照明系統可包括用以導向、塑形或控制輻射光束的各種類型之光學組件，例如折射、反射、磁性、電磁、靜電或其他類型之光學組件或其任何組合。

微影裝置可屬於具有兩個(例如，雙載物台)或多於兩個基板台(及/或兩個或多於兩個圖案化器件台)或結合不固持基板之另一台(例如，用於清潔及/或量測等等之台)之一或多個基板台之類型。在此等「多載物台」機器中，可並行地使用額外台，或可對一或多個台進行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。

微影裝置亦可屬於如下類型：其中基板之至少一部分可由具有相對高折射率之「浸潤液體」(例如，水)覆蓋，以便填充投影系統與基板之間的空間。亦可將浸潤液體施加至微影裝置中之其他空間，例如，圖案化器件與投影系統之間的空間。浸潤技術用以增加投影系統之NA。如本文中所使用之術語「浸潤」不意謂例如基板之結構必須浸沒於液體中，而是僅意謂液體在曝光期間位於投影系統與基板之間。

另外，裝置可具備流體處理製造單元以允許在流體與基板之經輻照部分之間的相互作用(例如，以將化學物質選擇性地附接至基板或選擇性地改

質基板之表面結構)。

在一實施例中，基板具有大體上圓形形狀，其視情況沿著其周邊部分具有凹口及/或平坦化邊緣。在一實施例中，基板具有多邊形形狀，例如矩形形狀。其中基板具有大體上圓形形狀之實施例包括其中基板之直徑為至少25毫米(例如為至少50毫米、至少75毫米、至少100毫米、至少125毫米、至少150毫米、至少175毫米、至少200毫米、至少250毫米或至少300毫米)的實施例。在一實施例中，基板具有為至多500毫米、至多400毫米、至多350毫米、至多300毫米、至多250毫米、至多200毫米、至多150毫米、至多100毫米或至多75毫米之直徑。其中基板為多邊形(例如，矩形)之實施例包括其中基板之至少一個側(例如，至少2個側或至少3個側)之長度為至少5公分(例如，至少25公分、至少50公分、至少100公分、至少150公分、至少200公分或至少250公分)的實施例。在一實施例中，基板之至少一個側具有為至多1000公分(例如，至多750公分、至多500公分、至多350公分、至多250公分、至多150公分或至多75公分)之長度。在一實施例中，基板為長度為約250公分至350公分且寬度為約250公分至300公分的矩形基板。基板之厚度可變化且在一定程度上可(例如)取決於基板材料及/或基板尺寸。在一實施例中，厚度為至少50微米、例如為至少100微米、至少200微米、至少300微米、至少400微米、至少500微米或至少600微米。在一項實施例中，基板之厚度為至多5000微米，例如為至多3500微米、至多2500微米、至多1750微米、至多1250微米、至多1000微米、至多800微米、至多600微米、至多500微米、至多400微米或至多300微米。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)中處理本文中所提及之基板。可在曝光之前或之後(例如)在度量衡

工具及/或檢測工具中量測基板之屬性。

在一實施例中，將抗蝕劑層提供於基板上。在一實施例中，基板為晶圓，例如半導體晶圓。在一實施例中，晶圓材料係選自由以下各者組成之群組：Si、SiGe、SiGeC、SiC、Ge、GaAs、InP及InAs。在一實施例中，晶圓為III/V化合物半導體晶圓。在一實施例中，晶圓為矽晶圓。在一實施例中，基板為陶瓷基板。在一實施例中，基板為玻璃基板。玻璃基板可用於(例如)平板顯示器及液晶顯示面板之製造中。在一實施例中，基板為塑膠基板。在一實施例中，基板為透明的(對於人類肉眼而言)。在一實施例中，基板經著色。在一實施例中，基板不具有顏色。在一實施例中，基板包含暫時性玻璃載體上之塑膠箔片。此塑膠箔片可包括(例如)玻璃基板上之聚醯亞胺塗層，該玻璃基板以與玻璃顯示器相似之方式經處理，但其中在使用(例如)UV雷射步驟進行處理之後(理想地在運用保護塑膠層壓剩餘箔片之後)移除玻璃以實現增加之穩固性及處置簡易性。

雖然在一實施例中，圖案化器件104被描述及/或描繪為處於基板114上方，但其可代替或另外位於基板114下方。另外，在一實施例中，圖案化器件104與基板114可並排，例如，圖案化器件104與基板114垂直地延伸且圖案經水平地投影。在一實施例中，圖案化器件104經提供以曝光基板114之至少兩個相對側。舉例而言，可存在至少兩個圖案化器件104，其係至少在基板114之每一各別對置側上，以曝光彼等側。在一實施例中，可存在用以投影基板114之一側之單一圖案化器件104，及用以將圖案自單一圖案化器件104投影至基板114之另一側上之適當光學件(例如光束導向鏡面)。

在本文中之描述中，術語「透鏡」通常應被理解為涵蓋提供與所參考透鏡相同之功能的任何折射光學元件、反射光學元件及/或繞射光學元件。

舉例而言，成像透鏡可以具有光學功率之習知折射透鏡之形式體現、以具有光學功率之史瓦茲(Schwarzschild)反射系統之形式體現，及/或以具有光學功率之區帶板之形式體現。此外，若所得效應應為產生收斂光束，則成像透鏡可包含非成像光學件。

雖然上文已描述特定實施例，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，本發明之一實施例可採取以下形式：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；或其中儲存有此電腦程式之資料儲存媒體(例如，半導體記憶體、磁碟或光碟)。

此外，儘管已描述某些實施例及實例，但由熟習此項技術者應理解，本發明延伸超出特定揭示之實施例而至其他替代實施例及/或本發明之用途以及其顯見修改及其等效者。另外，雖然已詳細地展示及描述本發明之數個變化，但在本發明之範疇內之其他修改將對於熟習此項技術者基於本發明而易於顯而易見。舉例而言，應預期，可進行該等實施例之特定特徵及態樣的各種組合或子組合，且該等組合或子組合仍屬於本發明之範疇。因此，應理解，可將所揭示實施例之各種特徵及態樣彼此組合或彼此取代，以便形成所揭示本發明之變化模式。在一實施例中，美國專利申請公開案第US 2011-0188016號及PCT專利申請公開案第WO 2010/032224號中所揭示之一或多個特徵或態樣(美國專利申請公開案第US 2011-0188016號及PCT專利申請公開案第WO 2010/032224號之全部內容以引用方式併入)可與本文中所揭示之一或多個特徵或態樣組合或取代本文中所揭示之一或多個特徵或態樣。

可使用以下條項來進一步描述本發明：

1. 一種器件製造方法，其包含：

在一圖案化裝置中產生粒子；

將該等粒子沈積至該圖案化裝置中之一基板上以在該基板上形成一粒子層；及

將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

2. 如條項1之方法，其中施加該圖案包含將一輻射光束投影至該基板上以至少部分地燒結該基板上之該等粒子之至少部分。

3. 如條項2之方法，其進一步包含移動該基板，且其中投影該輻射光束包含以一像素柵格成像方式將複數個經調變光束投影至該移動基板。

4. 如條項1至3中任一項之方法，其中大部分該等粒子之寬度小於或等於15奈米。

5. 如條項1至4中任一項之方法，其中施加該圖案包含在小於或等於200°C之一溫度下藉由至少部分地燒結該層中之該等粒子之至少部分而在該層中產生一圖案。

6. 如條項1至5中任一項之方法，其中產生該等粒子包含藉由在一陽極與一陰極之間產生一火花而形成該等粒子，其中該等粒子係由該陽極、該陰極或此兩者之材料形成。

7. 如條項6之方法，其中該材料包含選自以下各者中之一或多者：鋁、鉻、鋁、銅、金、銀、鈦及/或鉑。

8. 如條項6或條項7之方法，其中形成該等粒子包含在一大體上無氧環境中形成該等粒子。

9. 如條項8之方法，其中該大體上無氧環境為一真空或填充有包含選自以下各者中之一或多者之一氣體：氮氣、氦氣、氖氣、氬氣、氫氣、

氫氣及/或氦氣。

10. 如條項6至9中任一項之方法，其進一步包含在一氣體串流中夾帶該等粒子以使粒子聚結，且在該火花下游提供一另外氣體串流以防止或限制粒子之進一步聚結。

11. 如條項1至10中任一項之方法，其進一步包含移動該基板，且其中沈積該等粒子包含在該基板之該移動期間沈積該等粒子以延伸橫越該基板之寬度。

12. 如條項1至11中任一項之方法，其中沈積該等粒子包含藉由圍繞該等粒子之一串流之一電磁場來控制該等粒子之一行進方向。

13. 如條項1至12中任一項之方法，其中沈積該等粒子包含將一氣體串流中之該等粒子攜載至該基板上。

14. 如條項1至13中任一項之方法，其中該基板為一半導體型基板。

15. 一種圖案化裝置，其包含：

一基板固持器，其經建構以支撐一基板；

一粒子產生器，其經組態以在該圖案化裝置中產生粒子，該粒子產生器經組態以將該等粒子沈積至該基板上以在該基板上形成一粒子層；及

該圖案化裝置中之一圖案產生器，該圖案產生器經組態以將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

16. 如條項15之裝置，其中該圖案產生器經組態以將一輻射光束投影至該基板上以至少部分地燒結該基板上之該等粒子之至少部分。

17. 如條項16之裝置，其進一步包含用以移動該基板之一致動器，且其中該圖案產生器經組態而以一像素柵格成像方式將複數個經調變光束投影至該移動基板。

18. 如條項15至17中任一項之裝置，其中該粒子產生器經組態以產生粒子使得大部分該等粒子之一寬度小於或等於15奈米。

19. 如條項15至18中任一項之裝置，其中該圖案產生器經組態以在小於或等於200°C之一溫度下藉由至少部分地燒結該層中之該等粒子之至少部分而在該層中產生一圖案。

20. 如條項15至19中任一項之裝置，其中該粒子產生器包含一火花放電產生器，該火花放電產生器包含一陽極及一陰極且經組態以在該陽極與該陰極之間產生一火花，其中該等粒子係由該陽極、該陰極或此兩者之材料形成。

21. 如條項20之裝置，其中該材料包含選自以下各者中之一或多者：鋁、鉻、鈾、銅、金、銀、鈦及/或鉑。

22. 如條項20或條項21之裝置，其中該粒子產生器經組態以在一大體上無氧環境中形成該等粒子。

23. 如條項22之裝置，其中該大體上無氧環境為一真空或填充有包含選自以下各者中之一或多者之一氣體：氮氣、氦氣、氖氣、氬氣、氪氣、氙氣及/或氫氣。

24. 如條項20至23中任一項之裝置，其中該粒子產生器經組態以在一氣體串流中夾帶該等粒子以使粒子聚結且進一步包含一出口，該出口用以在該火花下游提供一另外氣體串流以防止或限制粒子之進一步聚結。

25. 如條項15至24中任一項之裝置，其進一步包含：一致動器，其經組態以移動該基板；及一控制系統，其經組態以控制該等粒子之沈積使得在該基板之該移動期間，該等粒子經提供以延伸橫越該基板之寬度。

26. 如條項15至25中任一項之裝置，其中該粒子產生器經組態以藉

由圍繞該等粒子之一串流之一電磁場來控制該等粒子之一行進方向。

27. 如條項15至26中任一項之裝置，其中該粒子產生器經組態以將一氣體串流中之該等粒子攜載至該基板上。

28. 如條項15至27中任一項之裝置，其進一步包含一控制系統，該控制系統經組態以控制該基板上之該等粒子之一層的厚度。

29. 如條項15至28中任一項之裝置，其中該基板為一半導體型基板。

30. 一種如條項1至14中任一項之裝置或如條項15至29中任一項之方法之用途，該裝置或該方法係用於平板顯示器之製造中。

31. 一種如條項1至14中任一項之裝置或如條項15至29中任一項之方法之用途，該裝置或該方法係用於積體電路之製造中。

32. 一種平板顯示器，其係使用如條項1至14中任一項之裝置或如條項15至29中任一項之方法予以製造。

33. 一種積體電路器件，其係使用如條項1至14中任一項之裝置或如條項15至29中任一項之方法予以製造。

因此，雖然上文已描述各種實施例，但應理解，該等實施例已僅作為實例而非限制來呈現。熟習相關技術者將顯而易見，在不脫離本發明之精神及範疇之情況下，可在其中進行形式及細節之各種改變。因此，本發明之廣度及範疇不應受上述例示性實施例中之任一者限制，而應僅根據以下申請專利範圍及其等效者來界定。

【符號說明】

100	微影投影裝置
101	發射器陣列
102	可個別定址元件

104	圖案化器件
106	物件固持器/物件台/基板台
108	投影系統
109	透鏡之橫截面寬度
110	經圖案化輻射光束/圖案輻射光束/經調變輻射光束
114	面板顯示器基板/平板顯示器基板
116	定位器件
118	感測器
120	目標部分
122	第一透鏡/場透鏡/雙合透鏡
123	X方向
124	第二透鏡/成像透鏡/雙合透鏡
128	自由工作距離
134	位置感測器
136	基座
138	干涉光束
150	對準感測器/位階感測器
160	框架
500	光學引擎組件
501	寬度
502	橫截面寬度
503	經調變輻射刷
700	行/列

701	有效節距
702	可個別定址元件
703	節距
704	輻射線
705	掃描方向
710	發射器陣列
715	透鏡
718	光學引擎組件
720	行
727	光學引擎組件
730	微透鏡陣列(MLA)模組
735	列
740	圖案化器件
800	發射器陣列
801	節距
802	側
803	可個別定址元件
804	可個別定址元件
805	可個別定址元件
806	可個別定址元件
807	可個別定址元件
808	掃描方向
809	節距

810	發射器陣列
813	可個別定址元件
814	可個別定址元件
815	可個別定址元件
816	可個別定址元件
818	掃描方向
901	掃描方向
902	可個別定址元件
903	輻射線
904	可個別定址元件
905	輻射線
906	位移
907	行
909	行
910	第一發射器陣列
911	節距
915	第二發射器陣列
920	群組
921	第一個別光學引擎組件
923	第二個別光學引擎組件
925	透鏡
927	第一個別光學引擎組件與第二個別光學引擎組件對
930	微透鏡陣列(MLA)模組

935	群組中之第一對
937	群組中之最後對
939	列
940	圖案化器件
1110	發射器陣列
1115	透鏡
1118	個別光學引擎組件
1120	結合襯墊區域
1125	間隔
1130	結合襯墊區域之部分
1135	結合襯墊
1137	金屬線
1210	可個別定址元件
1300	發射器陣列
1310	可個別定址元件
1320	列
1350	發射器陣列
1360	水平位移
1370	垂直位移
1375	六邊形結構
1380	行
1390	掃描方向
1400	經拆卸微透鏡陣列(MLA)模組

1410	介面
1420	結構
1430	本端記憶體
1450	本端處理單元
1455	高精度致動器
1460	電子板
1465	發射器陣列
1470	微透鏡陣列(MLA)
1480	透鏡
1500	圖案化裝置
1506	基板台
1510	方向
1514	基板
1516	定位器件
1520	奈米粒子產生器
1530	基板寬度
1540	圖案化模組/圖案化裝置
1560	框架
1610	第一電極
1620	第二電極
1630	電漿
1640	氣流
1650	奈米粒子

1660	奈米粒子
1670	氣體/氣流
1680	奈米粒子
R	光點曝光行
R1	行
R1'	行
R2	行
R2'	行
R3	行
R3'	行
R4	行
R5	行
R6	行
R7	行
S	光點
SE	光點曝光



【發明摘要】

【中文發明名稱】

用於直接寫入無光罩微影之方法及裝置

【英文發明名稱】

METHOD AND APPARATUS FOR DIRECT WRITE MASKLESS
LITHOGRAPHY

【中文】

本發明揭示一種圖案化裝置，其包括：一基板固持器，其經建構以支撐一基板；一粒子產生器，其經組態以在該圖案化裝置中產生粒子，該粒子產生器經組態以將該等粒子沈積至該基板上以在該基板上形成一粒子層；及該圖案化裝置中之一圖案產生器，該圖案產生器經組態以將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

【英文】

A patterning apparatus, including: a substrate holder constructed to support a substrate; a particle generator configured to generate particles in the patterning apparatus, the particle generator configured to deposit the particles onto the substrate to form a layer of particles on the substrate; and a pattern generator in the patterning apparatus, the pattern generator configured to applying a pattern in the patterning apparatus to the deposited layer of particles.

【指定代表圖】

圖16

【代表圖之符號簡單說明】

1520 奈米粒子產生器

1610	第一電極
1620	第二電極
1630	電漿
1640	氣流
1650	奈米粒子
1660	奈米粒子
1670	氣體/氣流
1680	奈米粒子

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種圖案化裝置，其包含：

一基板固持器，其經建構以支撐一基板；

一粒子產生器，其經組態以在該圖案化裝置中產生粒子，該粒子產生器經組態以將該等粒子沈積至該基板上以在該基板上形成一粒子層；及

該圖案化裝置中之一圖案產生器，該圖案產生器經組態以將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

【第2項】

如請求項1之裝置，其中該圖案產生器經組態以將一輻射光束投影至該基板上以至少部分地燒結該基板上之該等粒子之至少部分。

【第3項】

如請求項2之裝置，其進一步包含用以移動該基板之一致動器，且其中該圖案產生器經組態而以一像素柵格成像方式將複數個經調變光束投影至該移動基板。

【第4項】

如請求項1之裝置，其中該粒子產生器經組態以產生粒子，使得該等粒子之大部分的一寬度小於或等於15奈米。

【第5項】

如請求項1之裝置，其中該圖案產生器經組態以在低於或等於200°C之一溫度下藉由至少部分地燒結該層中之該等粒子之至少部分而在該層中產生一圖案。

【第6項】

如請求項1之裝置，其中該粒子產生器包含一火花放電產生器，該火花放電產生器包含一陽極及一陰極且經組態以在該陽極與該陰極之間產生一火花，其中該等粒子係由該陽極、該陰極或此兩者之材料形成。

【第7項】

如請求項6之裝置，其中該材料包含選自以下各者中之一或多者：鋁、鉻、鋁、銅、金、銀、鈦及/或鉑。

【第8項】

如請求項6之裝置，其中該粒子產生器經組態以在一大體上無氧環境中形成該等粒子。

【第9項】

如請求項8之裝置，其中該大體上無氧環境為一真空或填充有包含選自以下各者中之一或多者之一氣體：氮氣、氦氣、氖氣、氬氣、氪氣、氙氣及/或氫氣。

【第10項】

如請求項6之裝置，其中該粒子產生器經組態以在一氣體串流中夾帶該等粒子以使粒子聚結且進一步包含一出口，該出口用以在該火花下游提供一另外氣體串流以防止或限制粒子之進一步聚結。

【第11項】

如請求項1之裝置，其進一步包含：一致動器，其經組態以移動該基板；及一控制系統，其經組態以控制該等粒子之沈積使得在該基板之該移動期間，該等粒子經提供以延伸橫越該基板之寬度。

【第12項】

如請求項1之裝置，其中該粒子產生器經組態以藉由圍繞該等粒子之

一串流之一電磁場來控制該等粒子之一行進方向。

【第13項】

如請求項1之裝置，其中該粒子產生器經組態以將一氣體串流中之該等粒子提供至該基板上。

【第14項】

如請求項1之裝置，其進一步包含一控制系統，該控制系統經組態以控制該基板上之該等粒子之一層的厚度。

【第15項】

一種器件製造方法，其包含：

在一圖案化裝置中產生粒子；

將該等粒子沈積至該圖案化裝置中之一基板上以在該基板上形成一粒子層；及

將該圖案化裝置中之一圖案施加至該經沈積粒子層。

