

(21)申請案號：110125580 (22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 07 月 13 日  
 (51)Int. Cl. : **G03F7/00 (2006.01)** **H01L23/00 (2006.01)**  
 (30)優先權：2020/07/17 美國 63/053,420  
 (71)申請人：荷蘭商 A S M I P 私人控股有限公司 (荷蘭) ASM IP HOLDING B.V. (NL)  
 荷蘭  
 (72)發明人：漂米 丹尼爾 PIUMI, DANIELE (IT)；德羅斯特 大衛 克特 DE ROEST, DAVID  
 KURT (BE)  
 (74)代理人：洪澄文  
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：46 項 圖式數：16 共 44 頁

## (54)名稱

用於光微影之結構與方法

## (57)摘要

揭示形成包括用於光微影術之應力管理層之結構之方法及包括該應力管理層之結構。進一步揭示用於沉積應力管理層之系統。例示性方法包括使用電漿增強循環（例如原子層）沉積及電漿增強化學氣相沉積之一或多者形成該應力管理層。

Methods of forming structures including a stress management layer for photolithography and structures including the stress management layer are disclosed. Further disclosed are systems for depositing a stress management layer. Exemplary methods include forming the stress management layer using one or more of plasma-enhanced cyclic (e.g., atomic layer) deposition and plasma-enhanced chemical vapor deposition.

指定代表圖：

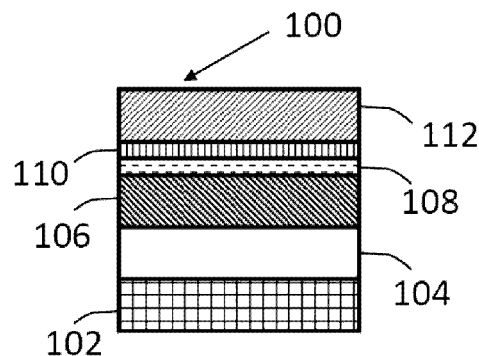


圖 1

符號簡單說明：

100:結構  
 102:基板  
 104:可圖案化層  
 106:含碳層  
 108:應力管理層  
 110:底層  
 112:光阻層

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】用於光微影之結構與方法

【英文發明名稱】STRUCTURES AND METHODS FOR USE IN

PHOTOLITHOGRAPHY

【中文】揭示形成包括用於光微影術之應力管理層的結構之方法及包括該應力管理層之結構。進一步揭示用於沉積應力管理層之系統。例示性方法包括使用電漿增強循環（例如原子層）沉積及電漿增強化學氣相沉積之一或多者形成該應力管理層。

【英文】Methods of forming structures including a stress management layer for photolithography and structures including the stress management layer are disclosed. Further disclosed are systems for depositing a stress management layer. Exemplary methods include forming the stress management layer using one or more of plasma-enhanced cyclic (e.g., atomic layer) deposition and plasma-enhanced chemical vapor deposition.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100:結構

102:基板

104:可圖案化層

106:含碳層

108:應力管理層

110:底層

112:光阻層

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】用於光微影之結構與方法

【英文發明名稱】STRUCTURES AND METHODS FOR USE IN

PHOTOLITHOGRAPHY

【技術領域】

【0001】本揭露大致上係關於結構及形成結構之方法。更具體地，本揭露係關於用於光微影之結構及形成此類結構之方法。

【先前技術】

【0002】在電子裝置的製造期間，可藉由圖案化基板表面及使用例如氣相蝕刻製程從基板表面蝕刻材料而在基板表面上形成精細的特徵圖案。隨著基板上的裝置之密度增加，形成具有較小尺寸之特徵逐漸變為所欲。

【0003】光阻常用以在蝕刻之前圖案化基板表面。可藉由施加一層光阻至基板表面、遮罩光阻表面、使光阻之未經遮罩的部分暴露至輻射以及移除一部分（例如，未經遮罩或經遮罩部分）的光阻，同時在基板表面上留下一部分光阻而在光阻中形成圖案。近來，已開發使用極紫外（EUV）波長的技術，以顯影具有相對小圖案特徵（例如，10 nm或更小）的圖案。然而，可靠地將小型圖案特徵傳遞至晶圓仍為挑戰。舉例而言，具有10 nm或更小之臨界尺寸之非晶形或碳或旋塗碳線條可能會對表面粗糙度特徵（例如扭動（wiggling））變得非常敏感，以致變得非常難以達成可接受之線緣粗糙度及/或線寬粗糙度。此外，用

於定義極小圖案特徵之微影製程對晶圓彎曲可能變得非常敏感，這進一步使此類製程複雜化。

**【0004】** 本節提出之任何問題及解決方案討論僅為了提供本揭露背景之目的而包括在本揭露中，且不應視為承認在完成本發明時已知討論之任何或全部內容。

**【0005】** 記錄下列之先前技術文件：De Silva, A.; Dutta, A.; Meli, L.; Yao, Y.; Mignot, Y.; Guo, J.; Felix, N.之Inorganic Hardmask Development For Extreme Ultraviolet Patterning。Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS 2018, 18, 1; Felix, N.; Singh, L.; Seshadri, I.; Silva, A.; Meli, L.; Liu, C.; Chi, C.; Guo, J.; Truang, H.; Schmidt, K.等人之 Ultrathin Extreme Ultraviolet Patterning Stack Using Polymer Brush As An Adhesion Promotion Layer。Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS 2017, 16, 1; Tatehara, Y.之Adhesion energy of polystyrene in function water, In 5th International Symposium of Cleaning Technology in Semiconductor Device Manufacturing; 1998; 第560-565頁; Fallica, R.; Stowers, J.; Grenville, A.; Frommhold, A.; Robinson, A.; Ekinici, Y.之Dynamic Absorption Coefficients Of Chemically Amplified Resists And Nonchemically Amplified Resists At Extreme Ultraviolet。Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS 2016, 15, 033506; US20180358222描述用於硬遮罩及其他圖案化應用的高密度低溫碳膜; US6265113描述一種X光遮罩的應力調節方法; US3962004描述有機層中的圖案界定; Japanese Journal of Applied Physics 53, 03DE01 (2014) 描述因初始圖案波紋度所增強之扭動而造成線緣粗糙度的增加; Japanese Journal

of Applied Physics 54, 06FH04 (2015)描述在非晶碳蝕刻期間由於HBr氣體添加而增強扭動的機制。

### 【發明內容】

【0006】 本揭露之各種實施例係關於包括應力管理(stress management)層之結構及關於形成該些層及結構之方法。雖然在下文更詳細地討論本揭露之各種實施例應對先前方法及結構之缺點的方式，大致上，本揭露之各種實施例提供可包括具有合意性質（諸如合意的蝕刻選擇性、圖案品質及/或穩定性）之相對薄的均勻光阻底層之結構。

【0007】 詳言之，本文中描述一種用於形成一結構之方法。該方法包括提供包含對一反應室具有一壓縮應力的一含碳層之一基板，及在該反應室中提供一前驅物以在該含碳層上沉積一應力管理層。應力管理層具有一拉伸應力。

【0008】 在一些實施例中，在該反應室中提供用以沉積一應力管理層之一前驅物包含在該反應室中提供一電漿。

【0009】 在一些實施例中，該前驅物包含碳及氫。在一些實施例中，當碳濃度及氫濃度以每莫耳表示時，應力管理層中之碳濃度及氫濃度的比率為至少0.8。在一些實施例中，該前驅物包含一鹵素。在一些實施例中，該鹵素為溴。在一些實施例中，該前驅物包含三溴甲烷。在一些實施例中，該前驅物包含氟。在一些實施例中，該前驅物包含  $C_8F_{18}$ 。在一些實施例中，該前驅物進一步包含氧及/或氮。在一些實施例中，該前驅物進一步包含磷及/或硼。在一些實施例中，該前驅物包含一  $C_1$  至  $C_{20}$  烷烴、一  $C_1$  至  $C_{20}$  烯烴、一  $C_1$  至  $C_{20}$  烷基或一  $C_1$  至

C<sub>20</sub> 多元不飽和烴。在一些實施例中，該前驅物包含 CH<sub>4</sub>。在一些實施例中，該前驅物包含一芳香族化合物。在一些實施例中，該前驅物係選自甲苯及三甲苯。在一些實施例中，該前驅物為一脂族化合物。在一些實施例中，該前驅物包含有機硼烷。在一些實施例中，該前驅物包含烷基硼。在一些實施例中，該前驅物包含三乙硼。

【0010】 在一些實施例中，應力管理層使用選自由 O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CO、N<sub>2</sub> 及一惰性氣體之一之混合物、N<sub>2</sub> 及 H<sub>2</sub> 之一混合物及 NH<sub>3</sub> 之混合物及一惰性氣體之混合物所組成的列表中之反應物來沉積。在一些實施例中，該惰性氣體包含 Ar。

【0011】 在一些實施例中，該前驅物包含三乙硼(triethylboron)且該反應物包含 Ar。

【0012】 在一些實施例中，該應力管理層使用一循環沉積製程來沉積。

【0013】 在一些實施例中，該循環沉積製程包含循環地將前驅物脈衝及反應物脈衝提供至反應室。該等前驅物脈衝包含提供該前驅物至反應室，及該等反應物脈衝包含提供該反應物至反應室。在一些實施例中，該等前驅物脈衝及該等反應物脈衝係藉由吹掃來隔開。

【0014】 在一些實施例中，該循環沉積製程進一步包含使基板暴露於一電漿。在一些實施例中，電漿係連續的，亦即，非間歇性(not intermittent)，或換言之，在整個應力管理層之沉積期間始終開啟。在一些實施例中，電漿為脈衝的。

【0015】 在一些實施例中，應力管理層在至少 20°C 到至多 400°C 之溫度下沉積。在一些實施例中，應力管理層在至少 1.0 托到至多 50.0 托之壓力下沉積。

【0016】 在一些實施例中，應力管理層不包含矽、鈦或鋅。在一些實施例中，應力管理層由 C、H、O 及 N 組成。

【0017】 在一些實施例中，該方法進一步包含使該應力管理層遭受電漿處理之步驟。

【0018】 在一些實施例中，該含碳層具有至少 100 nm 到至多 250 nm 的厚度。在一些實施例中，應力管理層具有至多 10 nm 之厚度。

【0019】 在一些實施例中，該方法進一步包含將一底層沉積於該應力管理層上之步驟。在一些實施例中，該底層具有小於 5 nm 的厚度。在一些實施例中，該底層具有一表面能，其具有一極性部分及一分散部分，其中該表面能的極性部分係從至少 3 mN/m 到至多 13 mN/m。在一些實施例中，該底層係藉由一循環電漿增強沉積製程的手段來形成。在一些實施例中，底層包含矽、氧、氫及碳。在一些實施例中，底層進一步包含氮。在一些實施例中，該方法進一步包含使該底層暴露至一電漿的步驟，該電漿包含一或多個選自由一鹵素、氧、氫及氮組成之列表的元素。在一些實施例中，該鹵素包含氯。在一些實施例中，該底層包含一雙層結構，其包含一上部底層部分及一下部底層部分，且該下部底層部分包含一金屬或類金屬(metalloid)。

【0020】 進一步描述一種包含一或多個反應室之系統，其經組態用於進行如本文所述之方法。



【0021】 本文進一步描述一種形成一結構之方法，該方法包括以下步驟：提供基板；形成上覆於該基板之一表面之一含碳層，該含碳層具有一壓縮應力；形成上覆於該含碳層之一表面之一應力管理層，該應力管理層具有一拉伸應力；形成上覆於該應力管理層之一表面的底層；及形成上覆於該底層之一光阻層。其中該光阻層包含極紫外（EUV）微影光阻。

【0022】 所屬技術領域中具有通常知識者將從已參照隨附圖式之某些實施例的下列詳細描述輕易明白此等及其他實施例；本發明並未受限於任何所揭示的（多個）特定實施例。

#### 【圖式簡單說明】

【0023】 當結合下列說明圖式考慮時，可藉由參照實施方式及申請專利範圍而得到對本揭露之例示性實施例的更完整了解。

〔圖 1 至 6〕 繪示根據本揭露之至少一個實施例使用正型光阻形成之結構。

〔圖 7 至 12〕 繪示根據本揭露之至少一個實施例使用負型光阻形成之結構。

〔圖 13〕 繪示根據本揭露之至少一個實施例之形成結構之方法。

〔圖 14〕 繪示包括已根據本揭示之至少一個實施例沉積之應力管理層的層堆疊。

〔圖 15 及 16〕 繪示根據本揭露之至少一個實施例之方法的脈衝機制。

在所有圖中，遵守以下編號：100:結構；102:基板；104:可圖案化層；106:含碳層；108:應力管理層；110:底層；112:光阻層；200:結構；202:經暴露結構；204:未經暴露結構；300:結構；400:結構；402:特徵；410:底層材料；412:光阻材

料；500:結構；501:特徵；504:可圖案化材料；506:含碳材料；508:應力管理材料；510:底層材料；700:結構；702:基板；704:可圖案化層；706:含碳層；708:應力管理層；710:底層；712:光阻層；800:結構；802:經暴露結構；804:未經暴露結構；900:結構；1000:結構；1001:特徵；1004:光阻材料；1006:底層材料；1100:結構；1101:特徵；1104:可圖案化層材料；1106:含碳層材料；1108:應力管理層材料；1110:底層材料；1200:結構；1202:結構；1300:方法；1302:形成含碳層；1303:形成應力管理層；1304:形成底層；1306:處理；1308:形成光阻層；1410:基板；1420:底層；1421:下部底層部分；1422:上部底層部分；1501:電漿功率；1502:電漿氣體流；1503:前驅物流；1504:時間線；1601:電漿功率；1602:電漿氣體流；1603:前驅物流；1604:時間線。

將理解，圖式中之元件係為了簡明及清楚起見而繪示且不必然按比例繪製。舉例而言，圖式中之元件中之一些之尺寸可相對於其他元件而言放大以幫助改善對所繪示本揭露實施例的理解。

### 【實施方式】

【0024】雖然在下文揭示某些實施例及實例，所屬技術領域中具有通常知識者將瞭解本發明延伸超出本發明之具體揭示的實施例及/或用途及其明顯的修改與等同物。因此，希望所揭示之本發明之範疇不應受下文所述的特定揭示實施例之限制。

【0025】如本文所使用，術語「基板（substrate）」可指可用以形成或在其上可形成裝置、電路或膜之任何（多個）底層材料。基板可包括一主體材料

(諸如矽(例如單晶矽))、其他IV族材料(諸如鍺)或化合物半導體材料(諸如GaAs)，並可包括上覆或下伏於主體材料的一或多層。此外，所述基板可包括形成在基板的一層的至少一部分之內或之上的各種特徵，諸如凹部、線條等。

**【0026】** 在一些實施例中，術語「膜(film)」及「層(layer)」可互換使用並指在垂直於厚度方向之方向上延伸以覆蓋整個目標或關注表面之層，或單純覆蓋目標或涉及表面之層。在一些實施例中，術語「膜」或「層」係指形成於一表面上之具有特定厚度之結構。膜或層可由具有特定特性之單一不連續膜或層構成。膜或者層可由多個膜或者層構成，且相鄰膜或者層之間的邊界可清晰或者可不清晰，且可或者可不基於相鄰膜或者層之物理、化學及/或任何其他特性、形成製程或者順序及/或功能或者目的而確立。

**【0027】** 進一步地，在本揭露中，一變數之任兩個數字可構成該變數之一個可工作的範圍，且所指示之任何範圍可包括或排除端點。此外，所指示的變數之任何數值(不管該等數值是否以「約」來指示)可指精確值或近似值並包括等效值，且在一些實施例中可指平均值、中值、代表值、多數值等。進一步地，在本揭露中，於一些實施例中，用語「包括(including)」、「由.....構成(constituted by)」及「具有(having)」係獨立地指「一般或廣泛地包含(typically or broadly comprising)」、「包含(comprising)」、「基本上由.....組成(consisting essentially of)」或「由.....組成(consisting of)」。在本揭露中，於一些實施例中，任何已定義之意義未必排除尋常及慣例意義。本文提出的百分比係絕對百分比，除非另有註明。

【0028】應理解，除非上下文另外明確指示，否則術語「包含」係開放的，且不排除其他元件或組件之存在。術語「包含」包括「由.....組成」之含義。除非上下文另外指示，否則術語「由.....組成」表示除了所述者外無其他特徵或組件的存在。

【0029】如本文中所使用，術語「可圖案化(patternable)層」係指可例如藉由蝕刻手段將微影式界定的圖案轉移至其中的層。「可圖案化層」可為一不同的層，或其可為基板的一部分。例示性可圖案化層包括低k介電質，諸如多孔或非多孔氧碳化矽層、非晶碳層、非晶矽層、有機或無機旋塗材料、諸如鈦、鎢、鈮或銅的金屬層、層、包含金屬合金之層及諸如氮化鈦層或氮化鈳層的金屬氮化物層、諸如氧化矽層的氧化物層等。可圖案化層亦可由可具有不同結構及/或形態之構成層的堆疊所組成。術語「可圖案化層」可與諸如「層」、「材料層」及類似者之術語互換使用。

【0030】用語「循環沉積製程 (cyclic deposition process)」可指將前驅物 (反應物) 循序引入反應室中以在基板上方沉積層，並包括處理技術，諸如原子層沉積及循環化學氣相沉積。

【0031】用語「原子層沉積 (atomic layer deposition, ALD)」可指氣相沉積製程，其中沉積循環 (一般係複數個接續的沉積循環) 係在製程室中實施。通常，在各循環期間，前驅物係化學吸附至沉積表面 (例如，可包括來自先前 ALD 循環之先前經沉積材料或其他材料的基板表面)，形成不易與額外前驅物起反應 (亦即，自限式反應) 的大約單層或次單層的材料。其後，在一些情況下，可隨後將共反應物 (例如，另一前驅物或反應氣體) 引入至製程室中，以

用於在沉積表面上將經化學吸附之前驅物轉化為所欲材料。共反應物能夠進一步與前驅物起反應。進一步地，亦可在各循環期間利用吹掃步驟來從製程室移除過量的前驅物及/或在轉化經化學吸附之前驅物之後從製程室移除過量的共反應物及/或反應副產物。進一步地，當使用（多個）前驅物/（多個）反應性氣體及（多個）吹掃（例如惰性載體）氣體的交替脈衝執行時，如本文中所使用之用語原子層沉積亦欲包括由相關用語指定的製程，諸如化學氣相原子層沉積、原子層磊晶（ALE）、分子束磊晶（MBE）、氣體源 MBE 或有機金屬 MBE 及化學束磊晶。

**【0032】** 術語「循環化學氣相沉積製程」可指一化學氣相沉積製程，其中一或多個前驅物係間歇地（亦即以脈衝方式）提供至反應室。電漿增強循環化學氣相沉積製程可指一循環化學氣相沉積製程，其中使用電漿來生成反應性物種。

**【0033】** 在一些實施例中，用語「PEALD (plasma enhanced ALD)」可指循環沉積製程，其中以脈衝方式（亦即間歇地）提供一或多個試劑。PEALD 製程中的步驟可不一定係自限式的。然而，在一些實施例中，PEALD 製程包含一或多個自限式步驟。可選地，PEALD 製程中的所有步驟均係自限式。循環 PECVD 製程的一實例包括電漿輔助製程，其中連續地提供一個試劑至反應室，同時以複數個脈衝提供另一試劑至反應室。在一些實施例中，PEALD 製程可利用脈衝電漿。或者，PEALD 製程可利用連續開啟的電漿。

**【0034】** 本揭露大致上係關於形成包括應力管理層的結構之方法及關於包括應力管理層之結構。如下文更詳細描述，例示性方法可用以形成提供合意

性質之具有應力管理層的結構，該等合意性質係諸如合意厚度（例如，小於 10 或小於 5 nm）、相對低的表面粗糙度、對光阻底層有良好黏附性、合意的蝕刻選擇性、合意的厚度均勻性（在基板（例如晶圓）內以及在基板之間均是）、高圖案品質（低缺陷數目及高圖案保真度）、低線緣粗糙度（line edge roughness, LER）、低線寬粗糙度（line width roughness, LWR）、EUV 微影處理期間（例如在任何後曝光烘烤（post-exposure bake, PEB）期間）的穩定度、光阻顯影、基板重工、合理的 EUV 敏感度及與整合的相容性（亦即，在底層的沉積條件下，其他下方層不應受損，例如不會過高的沉積溫度）。本應力管理層可進一步提供可藉由蝕刻劑蝕刻的可能性，該蝕刻劑亦蝕刻阻劑及含碳層（諸如非晶碳、旋塗碳（spin-on carbon, SOC）及碳硬遮罩）。本光阻底層可進一步與此類層結合使用，亦即與阻劑、底層及含碳層（諸如旋塗碳（SOC）、碳硬遮罩（carbon hardmask, CHM）或非晶碳（amorphous carbon, APF）層）結合使用。本應力管理層可進一步抗烘烤步驟。

**【0035】** 因此，本文描述一種可用於形成用於光微影製程（諸如極端 EUV 光微影）之基於碳之硬遮罩的方法。其尤其適用於微影結構中之應力管理。碳硬遮罩包括一含碳層及一應力管理層，其可根據本文中所描述之方法來沉積。本應力管理層易於揮發，例如，在含氧或含氮電漿中。因此，其可在圖案化步驟之後輕易地自基板移除。

**【0036】** 因此，描述一種方法，其包含將基板提供至反應室之步驟。基板可在其表面包含含碳層。換言之，基板可包含暴露的含碳層。若基板在提供至反應室時不包括含碳層，則方法適宜涉及在基板上沉積含碳層之步驟。若基板

主體將被圖案化，則可將含碳層直接沉積在主體基板上，或含碳層可沉積在基板上的可圖案化層上，其可具有與基板之主體不同的組成。含碳層可包含 sp<sup>3</sup> 碳及/或 sp<sup>2</sup> 碳。該含碳層可包括類鑽石碳。含碳層具有壓縮應力。含碳層可例如藉由含氫電漿的手段來沉積。該方法進一步包含提供前驅物至反應室的步驟，因此在含碳層上沉積一應力管理層。應力管理層具有一拉伸應力。因此，可減少包含上覆於含碳層之應力管理層的結構中的整體應力。因此，本發明方法允許在圖案化堆疊中改善應力管理。此因而導致在蝕刻後的較低線緣粗糙度( LER ) 及/或線寬粗糙度 ( LWR ) 。

**【0037】** 應理解，如本文所使用之術語「應力」可指相關層之膜應力或固有應力。

**【0038】** 在一些實施例中，含碳層基本上由碳組成。在一些實施例中，該含碳層包含碳及氫。含碳層可主要由 sp<sup>2</sup> 及 sp<sup>3</sup> 碳組成，例如，含碳層可包含超過 50 原子百分比、超過 60 原子百分比、超過 70 原子百分比、超過 80 原子百分比、超過 90 原子百分比或超過 95 原子百分比之結合的 sp<sup>2</sup> 及 sp<sup>3</sup> 碳。在一些實施例中，含碳層包含 1.0 至 50.0 原子百分比的氫、或 1.0 至 10.0 原子百分比的氫、或 10.0 至 20.0 原子百分比的氫、或 20.0 至 30.0 原子百分比的氫、或 30.0 至 40.0 原子百分比的氫、或 40.0 至 50.0 原子百分比的氫。

**【0039】** 在一些實施例中，含碳層包含選自由 N、P、B、S、Cl、I、Br、F 及 O 組成之列表的一或多個元素。

**【0040】** 在一些實施例中，含碳層具有 20 nm 至 500 nm、或 50 nm 至 400 nm、或 100 nm 至 250 nm、或 150 nm 至 200 之厚度。

【0041】 應力管理層可經由電漿增強沉積製程的手段來沉積。換言之，提供前驅物至反應室以沉積該層之步驟可包含提供電漿，例如，在反應室中提供直接電漿或提供自由基至反應室之遠端電漿。另外或替代地，應力管理層可藉由循環沉積製程的手段來沉積。因此，在一些實施例中，應力管理層係藉由電漿增強循環沉積製程來沉積，諸如電漿增強原子層沉積製程，或電漿增強循環化學氣相沉積製程。

【0042】 在一些實施例中，循環沉積製程包含循環地將前驅物脈衝及反應物脈衝提供至反應室。前驅物脈衝包含提供前驅物至反應室。反應脈衝包含提供反應物至反應室。在一些實施例中，藉由吹掃來隔開前驅物脈衝及反應物脈衝，例如藉由在前驅物脈衝與反應物脈衝之間將惰性氣體提供至反應室中。在一些實施例中，循環沉積製程包含使基板暴露至電漿。電漿可為連續或脈衝的。

【0043】 在一些實施例中，應力管理層在沉積之後進一步經受電漿處理。例如，應力管理層可遭受電漿，例如，氫電漿、氮電漿或惰性氣體電漿。例示性惰性氣體電漿包括氫電漿。電漿處理可使用遠端電漿，例如遠端氫電漿，使得應力管理層可用氫自由基處理。替代地，電漿處理可使用直接電漿（諸如氫電漿），使得應力管理層可用更廣泛多種的反應性物種（諸如離子及自由基）處理。電漿處理可有利地用於控制應力管理層中之拉伸應力及/或調整應力管理層之表面化學，例如，以改善應力管理層與可沉積於應力管理層之頂部的底層之間的黏附性。

【0044】 在一些實施例中，該方法進一步包含將底層沉積於應力管理層上。適當地，底層可具有小於 5 nm 的厚度。



【0045】 在一些實施例中，底層具有一表面能，其具有一極性部分及一分散(dispersive)部分，其中表面能的極性部分係從至少 3 mN/m 到至多 13 mN/m。因此，底層可提供對阻劑的合適黏附，例如，正型 EUV（極紫外）阻劑或負型 EUV 阻劑。注意到 EUV 阻劑指示(indicate)對極紫外輻射敏感的阻劑。

【0046】 在一些實施例中，底層包含矽、氧、氫及碳。在一些實施例中，底層進一步包含氮。

【0047】 在一些實施例中，底層包含一雙層結構，其包含一上部底層部分及一下部底層部分。下部底層部分包含金屬或類金屬。有利地，上部底層部分包含包含矽、碳及氧之介電質。換言之，上部底層部分可包含 SiOC 層。

【0048】 底層可例如藉由電漿增強沉積技術（諸如電漿增強化學氣相沉積、循環電漿增強化學氣相沉積及電漿增強原子層沉積）的手段沉積於應力管理層上。或者，底層可藉由熱技術（諸如熱化學氣相沉積及熱原子層沉積）沉積於應力管理層上。

【0049】 在底層形成之後，可將其額外暴露至電漿。電漿適當地包含選自由一鹵素、氧、氫及氮組成之列表的一或多個元件。合適的鹵素包括氟。電漿可用於調整底層之表面能。

【0050】 在一些實施例中，使用含有碳及氫之前驅物來沉積應力管理層。在一些實施例中，應力管理層使用選自由 O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CO、N<sub>2</sub> 及一惰性氣體之一之混合物、N<sub>2</sub> 及 H<sub>2</sub> 之一混合物及 NH<sub>3</sub> 之混合物及一惰性氣體之混合物所組成的列表中之反應物來沉積。在一些實施例中，惰性氣體係選自 Ar 及 He。

在例示性實施例中，此等反應物中之一者可與包含碳及氫之前驅物一起使用以沉積應力管理層。

**【0051】** 在一些實施例中，當碳濃度及氫濃度以每莫耳表示時，應力管理層中之碳濃度及氫濃度的比率為至少 0.8。此類高碳對氫濃度比可提供各種優點，諸如更密的膜、增加的穩定性、增加的應力控制、於沉積期間更容易的製程控制及更快速的沉積。

**【0052】** 在一些實施例中，前驅物包含一鹵素。在一些實施例中，鹵素包含溴。換言之，在一些實施例中，前驅物為有機溴前驅物。在一些實施例中，前驅物包含三溴甲烷。

**【0053】** 在一些實施例中，前驅物包含氟。在一些實施例中，前驅物由氟碳組成。在一些實施例中，前驅物包含  $C_8F_{18}$ 。與使用  $C_8F_{18}$  相關的一個優點是，其為液體前驅物，且可尤其易於處理。

**【0054】** 在一些實施例中，前驅物進一步包含氧及/或氮。

**【0055】** 在一些實施例中，前驅物進一步包含磷及/或硼。

**【0056】** 在一些實施例中，前驅物包含一  $C_1$  至  $C_{20}$  烷烴、一  $C_1$  至  $C_{20}$  烯烴、一  $C_1$  至  $C_{20}$  烷基或  $C_1$  至  $C_{20}$  多元不飽和烴。在一些實施例中，前驅物包含  $CH_4$ 。此類烴前驅物可尤其易於處理。此外，它們的化學吸收率(chemisorption)通常較低。

**【0057】** 在一些實施例中，前驅物包含一芳香族化合物。在一些實施例中，前驅物係選自甲苯及三甲苯。

**【0058】** 在一些實施例中，前驅物為一脂族化合物。

【0059】 在一些實施例中，藉由三甲硼、三乙硼或三丙硼作為前驅物及惰性氣體作為反應物的手段來沉積應力管理層。例如，惰性氣體可由氬組成。

【0060】 在一些實施例中，應力管理層可經由氧電漿或氮電漿的手段進行揮發。因此，應力管理層可與含碳層（例如，在蝕刻之後）一起移除。此可例如藉由根據文中描述之方法所沉積之有機應力管理層及使用文中提及之前驅物及反應物來完成。有利地，此類應力管理層實質上不包含難以揮發的原子，諸如矽、鈦或鋅。此等元素在暴露至氧或氮電漿時會形成各自的氧化物或氮化物，其為在共同操作條件下具有極低蒸氣壓之固體，且因此在本應力管理層中可能為不合需要的。

【0061】 在一些實施例中，前驅物包含至少一個矽-R 鍵，其中 R 係選自由烷基、烯基、炔基、芳基、烷氧基、鹵素及氬組成之群組之一或多者。在一些情況下，該至少一個有機基包含至少兩個有機基。

【0062】 在一些實施例中，應力管理層係在至少 20°C 到至多 400°C、或從至少 100°C 到至多 300°C、或從至少 150°C 到至多 250°C 的溫度下沉積。

【0063】 在一些實施例中，在至少 1.0 托到至多 50.0 托、或從至少 2.0 托到至多 25.0 托、或從至少 5.0 托到至多 15.0 托、或 10.0 托的壓力下沉積層。

【0064】 進一步描述一種包含一或多個反應室之系統。該系統係經組態以執行如本文所述之方法。

【0065】 進一步描述一種形成一結構之方法。該方法包括提供基板及形成上覆於基板之表面的含碳層。因此形成的含碳層具有壓縮應力。接著，形成上覆於含碳層的應力管理層。此應力管理層具有拉伸應力。應力管理層適當地補

償含碳層中的至少一些壓縮應力。應力管理層可使用本文所述之方法、前驅物及反應物合適地形成。接著，將底層沉積於應力管理層上。底層，及/或其表面，在底層沉積後可經或可不經電漿處理。在形成底層之後，沉積上覆於底層之光阻層。其中光阻層包含極紫外（EUV）微影光阻。因此，經形成的結構允許具有最小粗糙度之極小微影圖案之界定。

**【0066】** 現轉向圖式，圖 1 繪示根據本揭露之例示性實施例之結構 100。結構（100）包括基板（102）、可圖案化層（104）、含碳層（106）、應力管理層（108）、底層（110）及正型 EUV 光阻層（112）。

**【0067】** 基板（102）可包括如上文所述之基板。舉實例而言，基板（102）可包括半導體基板（諸如本體材料，諸如矽（例如單晶矽））、其他 IV 族半導體材料、III-V 族半導體材料及/或 II-VI 族半導體材料，並可包括上覆於本體材料的一或多個層。進一步地，如上文所提及，基板可包括各種形貌，諸如形成在基板之一層的至少一部分之內或之上的凹部、線及類似者。

**【0068】** 可圖案化層（104）為可選的(optional)，且為其中可微影地施加圖案的層。當包括時，材料層（104）可包括例如氧化物（諸如原生氧化物、非晶碳或場氧化物）。其他例示性層包括氮化物、其他氧化物、矽及附加膜（例如，自組裝單層（例如，六甲基二矽烷（hexamethyldisilazane, HMDS））。應理解，當可圖案化層（104）不存在時，微影圖案可蝕刻或施加於基板上。

**【0069】** 含碳層（106）可包含例如 sp<sup>3</sup> 碳、sp<sup>2</sup> 碳及/或類鑽石碳。在一些實施例中，含碳層可進一步包含鹵化物、B、P、S、C、N 及/或 O。含碳層（106）

具有壓縮應力，且可用作圖案化之硬遮罩。含碳層（106）之壓縮應力可能引起不合意的晶圓彎曲及/或可能誘發經微影界定之圖案之線條粗糙度增加。

【0070】應力管理層（108）可使用如本文所述之方法沉積，且包含碳及氫。此外，應力管理層（108）可包含氧、氮及/或一或多個鹵素。較佳地，應力管理層（108）不包括諸如矽、鈦及鋅之元素，其可能在圖案化後使用例如氧或氮電漿移除應力管理層時形成非揮發性化合物。在一些實施例中，應力管理層由C、H、O及N組成。應力管理層（108）之厚度可為例如從至少1.0 nm到至多25.0 nm、或從至少2.0 nm到至多20 nm、或從至少5.0 nm到至多15.0 nm、或至多10.0 nm。應力管理層（108）具有拉伸應力且可至少部分補償含碳層中的壓縮應力。

【0071】底層之厚度可視待蝕刻之可圖案化層（104）或基板（102）之厚度、含碳層（106）之厚度、應力管理層（108）之厚度、光阻類型及類似者而定。根據本揭露之實例，底層（110）具有小於10 nm或小於或約5 nm的厚度。在一些實施例中，底層（110）具有從至少1.0 nm到至多2.0 nm、或從至少2.0 nm到至多5.0 nm、或從至少5.0 nm到至多10.0 nm的厚度。若底層（110）太厚，則在連同圖4及圖5所述之蝕刻步驟後可能會餘留殘留的底層材料。底層（110）的一表面可或可不以電漿處理進行處理，以提供合意的表面終端，以例如促進對光阻層（112）之黏附(adhesion)。替代地，以及在一些實施例中，電漿處理可用以減少對光阻層（112）之黏附，因為過量的黏附傾向於不合意的，因為其可能導致光阻殘留物於留在基板上經暴露區域中（一種稱為殘渣（scumming）的效應）。

【0072】 在一些實施例中，底層包含選自由非晶碳、如十八烷基三氯矽烷之氯矽烷以及如二甲基二甲氧基矽烷之烷氧基矽烷組成之列表的材料。

【0073】 根據本揭露之實例，底層（110）包含 SiOC。如本文中所使用，除非另有所指，SiOC 並非意欲限制、侷限或界定膜中之 Si、O、C 及/或任何其他元素之任一者的鍵結或化學狀態（例如氧化狀態）。進一步地，在一些實施例中，除了 Si、O 及/或 C 以外，SiOC 薄膜可包含一或多個元素（諸如 H 或 N）。在一些實施例中，SiOC 膜可包含 Si—C 鍵及/或 Si—O 鍵。在一些實施例中，SiOC 膜可包含 Si—C 鍵及 Si—O 鍵，且可不包含 Si—N 鍵。在一些實施例中，除了 Si—C 及/或 Si—O 鍵以外，SiOC 膜可包含 Si—H 鍵。在一些實施例中，SiOC 膜可包含多於 Si—C 鍵的 Si—O 鍵，例如，Si—O 鍵對 Si—C 鍵之比率可從約 1:10 至約 10:1。在一些實施例中，SiOC 可包含以原子計(atomic basis)從約 0%至約 50%的碳。在一些實施例中，SiOC 可包含以原子計從約 0.1%至約 40%、從約 0.5%至約 30%、從約 1%至約 30%或從約 5%至約 20%的碳。在一些實施例中，SiOC 膜可包含以原子計從約 0%至約 70%的氧。在一些實施例中，SiOC 可包含以原子計從約 10%至約 70%、從約 15%至約 50%或從約 20%至約 40%的氧。在一些實施例中，SiOC 膜可包含以原子計約 0%至約 50%的矽。在一些實施例中，SiOC 可包含以原子計從約 10%至約 50%、從約 15%至約 40%或從約 20%至約 35%的矽。在一些實施例中，SiOC 可包含以原子計從約 0.1%至約 40%、從約 0.5%至約 30%、從約 1%至約 30%或從約 5%至約 20%的氫。在一些實施例中，SiOC 膜可不包含氫。在一些其他實施例中，SiOC 膜可包含以原子計（at %）從

約 0%至約 40%的氮。舉具體實例而言，SiOC 膜可係或包括包含 SiOCH（諸如 SiOCNH）的一層。有利地，SiOC 膜可係無孔的。

**【0074】** 底層可例如使用電漿輔助循環沉積製程（諸如電漿輔助原子層沉積或化學氣相沉積）來沉積，例如藉由美國專利申請案第 16/922,520 號中描述之方法的手段，其全部內容以引用方式合併於此。

**【0075】** 底層（110）合意地展現良好黏附性及如本文所述之其他性質。欲在光阻層（112）與底層（110）之間提供合意的黏附性，底層（110）可具有或經調整為具有合意的表面化學性質，例如，經量化為表面能，該表面能進一步經分類成表面能極性部分及表面能分散部分。光阻底層（110）之表面能極性部分及表面能分散部分可藉由測量液體（諸如水或  $\text{CH}_2\text{I}_2$ ）的接觸角並使用 Owens、Wendt、Rabel 及 Kaelble（OWRK）方法來計算，以判定表面能之極性部分及分散部分。可針對光阻層（112）測量及計算相同的性質。

**【0076】** 在一些情況下，對正型光阻而言，底層（110）之表面能極性部分可介於約 0 至約 15 mN/m 之間。根據進一步的實例，底層（110）之表面能極性部分係在光阻之表面能極性部分的值之約-100%至約+60%內。光阻底層之分散部分可在 20 至 35 mN/m 的範圍內。

**【0077】** 圖 2 繪示結構（200），其可藉由提供上覆於結構（100）的遮罩及使經遮罩的結構暴露至極紫外光（例如，具有介於約 13.3 與 13.7 nm 之間的波長之光）以形成經暴露結構（202）及未經暴露結構（204）而形成。

**【0078】** 圖 3 繪示在用以移除經暴露結構（202）之顯影製程後的結構（300）。在移除結構（202）之後，可執行蝕刻製程以移除可圖案化層（104）、含碳層

(106)、應力管理層(108)及底層(110)之區段，以形成如圖4及5中所示之結構(400、500)。

**【0079】** 圖4中所示的結構(400)包括特徵(402)，其等可包括光阻材料(區段412)及底層材料(410)。圖5中所示之結構(500)包括特徵(501)，其包括可圖案化材料(504)、含碳材料(506)、應力管理材料(508)及底層材料(510)及在某些情況中，光阻材料。圖6繪示結構(600)，其包括自圖5中所示之結構(500)移除含碳層、應力管理層、底層及可選的光阻後之結構(602)。

**【0080】** 光阻層(112)可係或可包括任何合適的正型 EUV 光阻材料(諸如化學放大阻劑(chemically amplified resist, CAR))。舉實例而言，光阻層(112)係或包括聚(4-羥基苯乙烯)(poly(4-hydroxystyrene), PHS)、苯乙烯衍生物及丙烯酸酯共聚物。光酸(photoacid)產生劑(例如三苯基鎂三氟甲磺酸鹽(triphenylsulfonium triflate))及鹼猝火劑(base quencher)(胺或共軛鹼)亦可存在於光阻層(112)中。

**【0081】** 圖7至12繪示針對負型光阻的類似結構。圖7繪示包括基板(702)、可圖案化層(704)、含碳層(706)、應力管理層(708)、底層(710)及負型 EUV 光阻層(712)之結構(700)。基板(702)及可圖案化層(704)可與前述關於圖1至圖6所述之基板(102)及可圖案化層(104)相同或相似。

**【0082】** 底層(710)之厚度可視待蝕刻之可圖案化層(704)之厚度、所用光阻之類型及類似者而定。根據本揭示之實例，底層(710)可具有小於10 nm 或小於5 nm，例如從至少1.0 nm 到至多5.0 nm 之厚度。



【0083】底層 710 可由上文關於圖 1 至 6 的背景中描述之底層 (110) 所述之相同或類似的材料形成。光阻底層 710 之表面可合意地以電漿處理進行處理 (如下文所述)，以提供合意的表面終端以促進對負型光阻層 (712) 的黏附。替代地，且在一些實施例中，電漿處理可用以減少對負型光阻層的黏附。根據本揭露之實例，光阻底層 (710) 包括一表面，該表面包含  $-CH_x$ 、 $Si-H$  及/或  $OH$  終端基，該等基的比率可經微調以達成合意的表面化學性質或具有目標光阻的圖案輪廓。

【0084】底層 (710) 亦合意地展現合意的黏附性及如本文所述之其他性質。欲在光阻層 (712) 與光阻底層 (710) 之間提供合意的黏附性，光阻底層 (710) 可具有或經調整為具有合意的表面能性質，亦即，表面能極性部分及表面能分散部分。光阻底層 (710) 之表面能極性部分及表面能分散部分可藉由測量液體 (諸如水或  $CH_2I_2$ ) 的接觸角並使用 Owens、Wendt、Rabel 及 Kaelble (OWRK) 方法來計算，以判定表面能極性部分及分散部分。可針對光阻層 (712) 測量及計算相同的性質。根據本揭露之各種實例，底層 (710) 之表面能極性部分係在光阻層 (712) 之各別表面能極性部分的值之約 -20% 至約 +20% 或約 -10% 至約 +10% 百分比內。光阻底層之分散部分可例如在 20 至 35 mN/m 的範圍內。

【0085】光阻層 (712) 可係或可包括任何合適的負型 EUV 光阻 (例如 CAR) 材料。舉實例而言，光阻層 (712) 係或包括聚 (4-羥基苯乙烯) (PHS)、苯乙烯衍生物及丙烯酸酯共聚物。光酸產生劑 (例如三苯基銻三氟甲磺酸鹽) 及鹼猝火劑 (胺或共軛鹼) 亦可存在於光阻層 (712) 中。

【0086】除了使用負型光阻層（712）而非正型光阻（112）以外，圖 8 至 12 繪示類似圖 2 至 6 所繪示的步驟。圖 8 繪示結構（800），其可藉由提供上覆於結構 700 的遮罩及使經遮罩的結構暴露至 EUV 以形成經暴露結構（802）及未經暴露結構（804）而形成。

【0087】圖 9 繪示在用以移除未經暴露結構（804）之顯影製程後的結構（900）。在移除這些結構（804）之後，可執行蝕刻製程以移除底層（710）、應力管理層（708）、含碳層（706）及可圖案化層（704）之區段，以形成如圖 10 及 11 中所示之結構 1000 及 1100。

【0088】圖 10 中所示之結構（1000）包括特徵（1001），其可包括光阻材料（1004）及底層材料（1006）。圖 11 中所示之結構（1100）包括包括可圖案化層材料（1104）、含碳層材料（1106）、應力管理層材料（1108）、底層材料（1110）及可選光阻材料之特徵（1101）。

【0089】圖 12 繪示結構（1200），其包括已自圖 11 中所示的結構（1100）移除含碳層、應力管理層及可選的光阻之後的結構（1202）。

【0090】現轉向圖 13，繪示一種根據本揭露之至少一個實施例之形成一結構之方法（1300）。方法（1300）包括以下步驟：提供基板（1301）、形成含碳層（1302）、形成應力管理層（1303）、形成底層（步驟 1304）、處理（步驟 1306）及形成光阻層（步驟 1308）。在一些情況下，處理步驟 1306 可係可選的。

【0091】 步驟 1301 可包括提供基板（諸如本文所述之基板）。基板可包括一層（諸如上述之材料層）以供圖案轉移。舉實例而言，基板可包括經沉積的氧化物、原生氧化物或非晶碳層。

【0092】 含碳層可使用諸如此類之技術沉積，包括基於 PEALD 或 PECVD 之方法。含碳層具有壓縮應力，其可能會導致與晶圓彎曲及/或圖案粗糙度相關之問題。

【0093】 應力管理層可使用本文所述之方法及技術合適地沉積。諸如 PEALD 及 PECVD 之電漿增強製程可尤其適合。在一些案例中，PEALD 可優於 PECVD，因為 PEALD 可允許較佳的一致性及厚度的控制。此可因而導致粗糙度降低，其對於例如具有 10 nm 或更小或 5 nm 或更小厚度之應力管理層而言可為重要的。例如，由於與低蝕刻預算的相容性，可能希望應力管理層具有 10 nm 或更小或 5 nm 或更小的厚度。而且，相較於類似的 PECVD 製程，PEALD 製程可在較低溫度下執行。形成應力管理層之步驟（1303）可在反應器中執行，例如，在可購自 ASM International NV（荷蘭的阿爾梅勒（Almere））之反應器中。

【0094】 在形成底層的步驟（1304）期間，底層可使用電漿增強循環沉積製程（諸如電漿增強原子層沉積（PEALD）及電漿增強化學氣相沉積（plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD））形成。底層（1304）可有利地藉由美國專利申請案第 16/922,520 號中所述的方法之手段來形成。

【0095】 處理步驟（1306）可用以調整底層的一表面，以改質光阻底層的表面。詳言之，底層之表面能之分散及/或極性部分可藉由美國專利申請案第

16/922,520 號中所述的方法之手段來變更。處理步驟 (1306) 可特別合用於負型 EUV 光阻層。

**【0096】** 如圖 14 所示，如本文所述之底層 (1420) 可包含雙層結構，其包含上部底層部分 (1422) 及下部底層部分 (1421) 及上覆於底層 (1420) 的光阻層 (1423)。底層係設置在應力管理層 (1415) 的頂部上，其又被設置在含碳層 (1411) 上。下部底層部分 (1421) 可包含金屬或類金屬。上部底層部分 (1422) 可例如用作黏附層及/或顯影劑阻擋層 (亦即，保護底層抵抗顯影劑的層)。因此，圖 14 之底層藉由採用抗蝕刻下部底層部分 (1421) 以及黏性及顯影劑阻擋的上部底層部分 (1422) 而同時提供良好黏附性及抗蝕刻性。具有這種結構的底層 (1420) 可使用美國專利申請案第 16/922,520 號中所述的方法來沉積。應力管理層 (1415) 及/或含碳層 (1411) 可與下部底層部分 (1421) 及上部底層部分 (1422) 在相同的反應器室中沉積。不同的反應器室可包含在單一群集工具中，該群集工具包含二或更多個反應器室及經配置用於將基板從一反應器室傳輸至另一室的晶圓傳遞模組。

**【0097】** 用於形成應力管理層之例示性循環沉積製程繪示於圖 15 中。具體地，圖 15 顯示總是開啟的電漿功率 (1501) 及連續電漿氣體 (即反應物氣體) 流 (1502)。前驅物流 (1503) 係以脈衝提供。可選地，前驅物脈衝係藉由吹掃 (未圖示) 來分開。時間線 (1504) 指示從左至右的時間流。

**【0098】** 用於形成應力管理層之另一例示性循環沉積製程繪示於圖 16 中。詳言之，圖 16 顯示電漿氣體 (即反應物氣體) 之連續流動 (1602)。此外，電

漿功率（1601）係脈衝的。前驅物流（1603）也係以脈衝提供。可選地，前驅物脈衝係藉由吹掃（未圖示）來分開。時間線（1604）指示從左至右的時間流。

**【0099】** 上文所述之本揭露之實例實施例並未限制本發明的範疇，因為此等實施例僅為本發明之實施例之實例。任何等效實施例係意欲屬於本發明之範疇內。實際上，除本文所示及所述之實施例以外，在所屬技術領域中具有通常知識者當可從本說明書明白本揭露之各種修改（諸如，所述元件之替代可用組合）。此類修改及實施例亦意欲屬於所附申請專利範圍之範疇內。

## **【符號說明】**

### **【0100】**

100:結構

102:基板

104:可圖案化層

106:含碳層

108:應力管理層

110:底層

112:光阻層

200:結構

202:經暴露結構

204:未經暴露結構

300:結構

400:結構

402:特徵  
410:底層材料  
412:光阻材料  
500:結構  
501:特徵  
504:可圖案化材料  
506:含碳材料  
508:應力管理材料  
510:底層材料  
600:結構  
602:結構  
700:結構  
702:基板  
704:可圖案化層  
706:含碳層  
708:應力管理層  
710:底層  
712:光阻層  
800:結構  
802:經暴露結構  
804:未經暴露結構  
900:結構  
1000:結構

1001:特徵  
1004:光阻材料  
1006:底層材料  
1100:結構  
1101:特徵  
1102:含碳層  
1104:可圖案化層材料  
1106:含碳層材料  
1108:應力管理層材料  
1110:底層材料  
1200:結構  
1202:結構  
1300:方法  
1301,1302,1303,1304,1306,1308:步驟  
1410:基板  
1411:含碳層  
1415:應力管理層  
1420:底層  
1421:下部底層部分  
1422:上部底層部分  
1423 光阻層  
1501:電漿功率  
1502:電漿氣體流

1503:前驅物流

1504:時間線

1601:電漿功率

1602:電漿氣體流

1603:前驅物流

1604:時間線



## 【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種形成一結構之方法，其包含：

提供包含一含碳層之基板，該含碳層對一反應室有一壓縮應力；

在該反應室中提供一前驅物，以在該含碳層上沉積一應力管理層；

其中該應力管理層具有一拉伸應力。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，其中在該反應室中提供一前驅物以沉積一應力管理層包含在該反應室中提供一電漿。

【請求項3】 如請求項1或2所述之方法，其中該前驅物包含碳及氫。

【請求項4】 如請求項3所述之方法，其中當該碳濃度和該氫濃度以每莫耳表示時，該應力管理層中的該碳濃度和該氫濃度的比率至少為0.8。

【請求項5】 如請求項3或6所述之方法，其中該前驅物進一步包含一鹵素。

【請求項6】 如請求項5所述之方法，其中該鹵素係溴。

【請求項7】 如請求項6所述之方法，其中該前驅物包含三溴甲烷。

【請求項8】 如請求項5所述的方法，其中該前驅物包含氟。

【請求項9】 如請求項8所述的方法，其中該前驅物包含 $C_8F_{18}$ 。

【請求項10】 如請求項3至9中任一項所述之方法，其中該前驅物進一步包含氧及/或氮。

【請求項11】 如請求項3至10中任一項之方法，其中該前驅物進一步包含磷及/或硼。

【請求項12】 如請求項3所述之方法，其中該前驅物包含一 $C_1$ 至 $C_{20}$ 烷烴、一 $C_1$ 至 $C_{20}$ 烯烴、一 $C_1$ 至 $C_{20}$ 烷基或一 $C_1$ 至 $C_{20}$ 多元不飽和烴。

【請求項13】 如請求項12所述的方法，其中該前驅物包含 $\text{CH}_4$ 。

【請求項14】 如請求項3所述之方法，其中該前驅物包含一芳香族化合物。

【請求項15】 如請求項14所述之方法，其中該前驅物係選自甲苯及三甲苯。

【請求項16】 如請求項3所述之方法，其中該前驅物為一脂肪族化合物。

【請求項17】 如請求項3所述的方法，其中該前驅物包含一有機硼烷。

【請求項18】 如請求項17所述的方法，其中該前驅物包含一烷基硼。

【請求項19】 如請求項18所述之方法，其中該前驅物包含三乙硼。

【請求項20】 如請求項1至19中任一項之方法，其中，該應力管理層係使用選自由 $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ 與一惰性氣體之一混合物、 $\text{N}_2$ 及 $\text{H}_2$ 之一混合物及 $\text{NH}_3$ 及一惰性氣體之一混合物所組成的列表之一反應物來沉積。

【請求項21】 如請求項20所述之方法，其中該惰性氣體包含Ar。

【請求項22】 如請求項21所述之方法，其中該前驅物包含三乙硼且該反應物包含Ar。

【請求項23】 如請求項20至22項中任一項所述之方法，其中該應力管理層係使用一循環沉積製程來沉積。

【請求項24】 如請求項23所述之方法，其中該循環沉積製程包含循環地提供多個前驅物脈衝及多個反應物脈衝至該反應室，其中該等前驅物脈衝包含提供該前驅物至該反應室，且其中該等反應物脈衝包含提供該反應物至該反應室。

【請求項25】 如請求項23或24所述之方法，其中該循環沉積製程進一步包括使該基板暴露於一電漿。

【請求項26】 如請求項25所述之方法，其中該電漿係連續的。

【請求項27】 如請求項25所述之方法，其中該電漿係脈衝的。

【請求項28】 如請求項23至27中任一項所述之方法，其中該等前驅物脈衝及該等反應物脈衝係藉由吹掃隔開。

【請求項29】 如請求項1至28中任一項所述之方法，其中該應力管理層係在至少20°C到至多400°C之溫度下沉積。

【請求項30】 如請求項1至29中任一項所述之方法，其中該應力管理層在至少1.0托到至多50.0托之壓力下沉積。

【請求項31】 如請求項1至30中任一項所述之方法，其中該應力管理層不包含矽、鈦或鋅。

【請求項32】 如請求項31所述之方法，其中該應力管理層係由C、H、O及N組成。

【請求項33】 如請求項1至32中任一項所述之方法，進一步包含使該應力管理層遭受一電漿處理之一步驟。

【請求項34】 如請求項1至33項中任一項所述之方法，其中該含碳層具有至少100 nm到至多250 nm的一厚度。

【請求項35】 如請求項1至34項中任一項所述之方法，其中該應力管理層具有至多10 nm的一厚度。

【請求項36】 如請求項1至35中任一項所述之方法，進一步包含將一底層沉積於該應力管理層上之一步驟。

【請求項37】 如請求項36所述之方法，其中該底層具有小於5 nm之一厚度。

【請求項38】 如請求項36或37所述之方法，其中該底層具有一表面能，該表面能具有一極性部分及一分散部分，其中該表面能的極性部分係從至少3 mN/m 到至多13 mN/m。

【請求項39】 如請求項36至38中任一項所述之方法，其中該底層係藉由一循環電漿增強沉積製程的手段形成。

【請求項40】 如請求項36至39中任一項所述之方法，其中該底層包含矽、氧、氫及碳。

【請求項41】 如請求項40所述之方法，其中該底層進一步包含氮。

【請求項42】 如請求36至41中任一項所述之方法，其中該方法進一步包含使該底層暴露至一電漿的一步驟，該電漿包含選自由一鹵素、氧、氫及氮組成之列表的一或多個元素。

【請求項43】 如請求項42所述之方法，其中該鹵素係氟。

【請求項44】 如請求項36至43中任一項所述之方法，其中該底層包含一雙層結構，該雙層結構包含一上部底層部分及一下部底層部分，其中該下部底層部分包含一金屬或類金屬。

【請求項45】 一種包含一或多個反應室之系統，其經組態用於實行如請求項1至44中任一項所述之方法。

【請求項46】 一種形成一結構之方法，該方法包含下列步驟：

提供一基板；

形成上覆於該基板之一表面的一含碳層，該含碳層具有一壓縮應力；

形成上覆於該含碳層之一表面的一應力管理層，該應力管理層具有一拉伸應力；

形成上覆於該應力管理層之一表面的一底層；及

形成上覆於該底層之一光阻層，該光阻層包含極紫外（EUV）微影光阻。

(發明圖式)

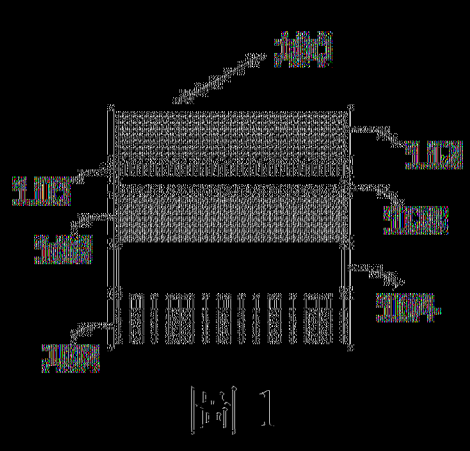


圖 1

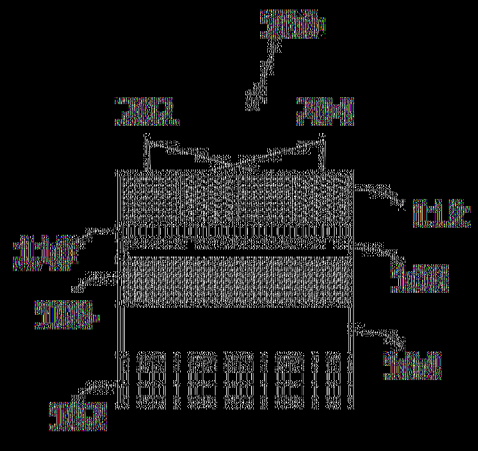


圖 2

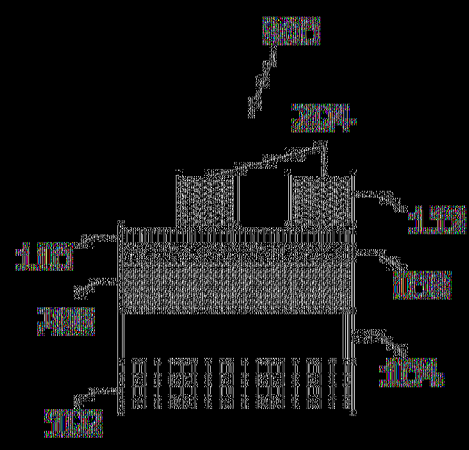


圖 3

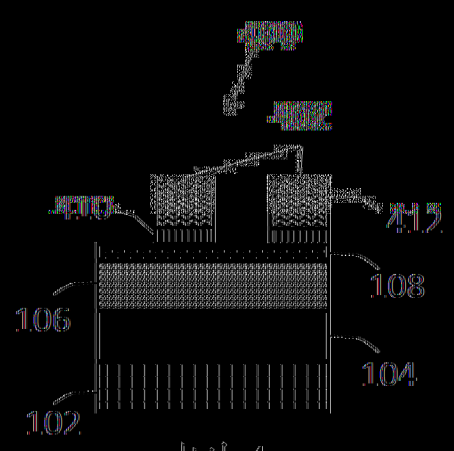
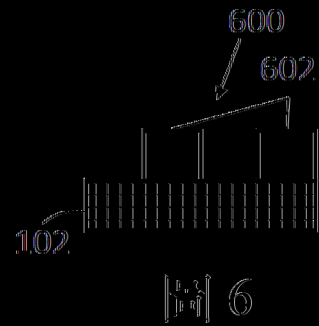
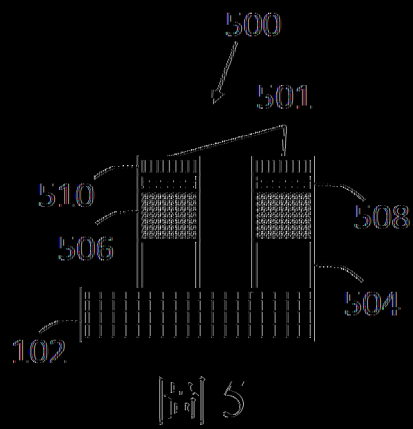
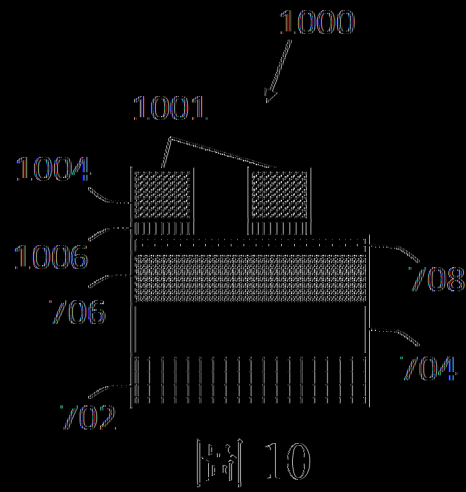
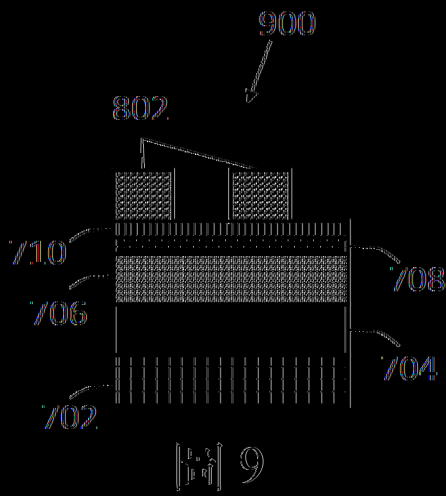
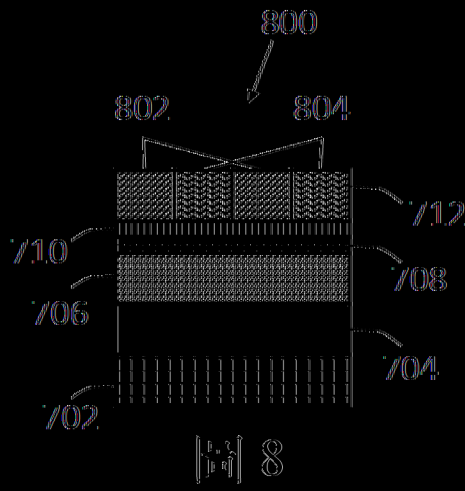
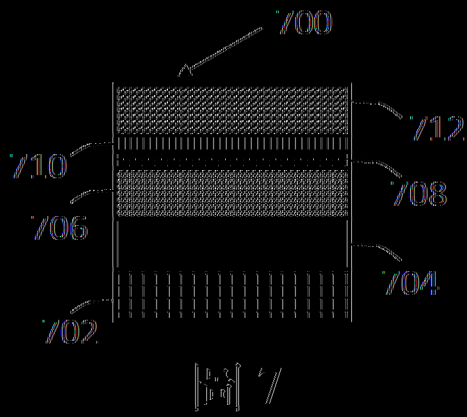
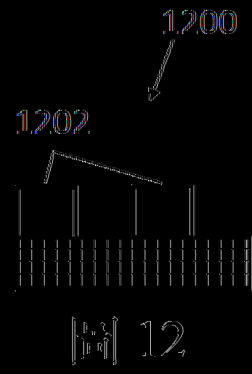
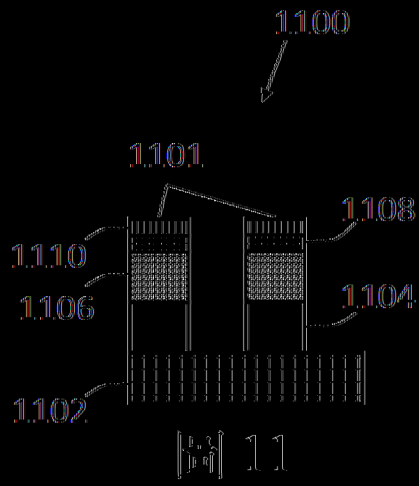


圖 4









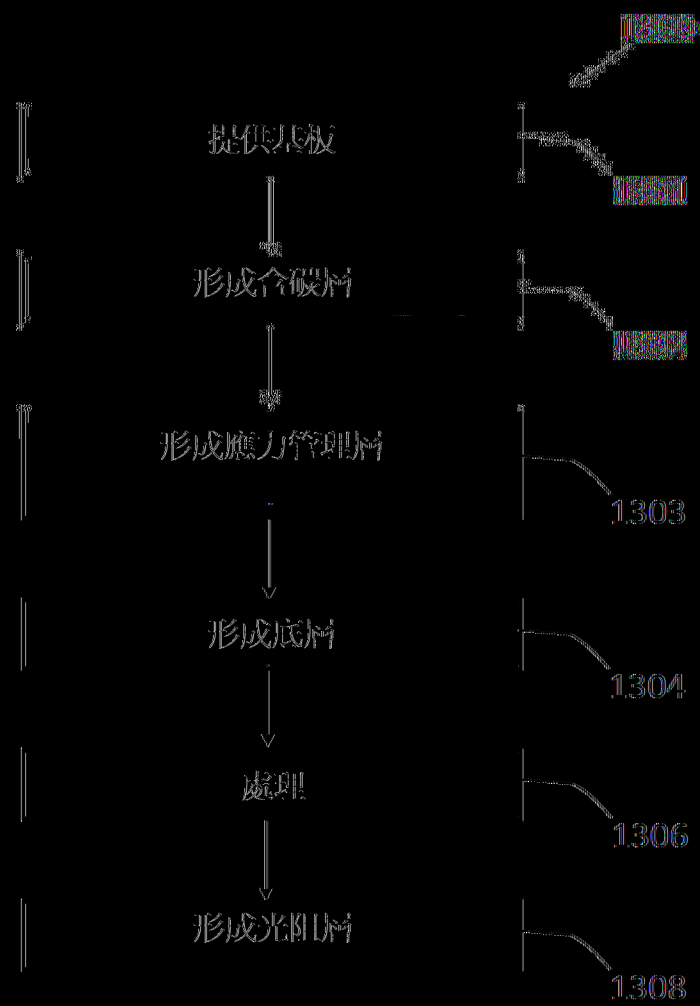


圖 13







**【發明申請專利範圍】**

**【請求項1】** 一種形成一結構之方法，其包含：

提供包含一含碳層之基板，該含碳層對一反應室有一壓縮應力；

在該反應室中提供一前驅物，以在該含碳層上沉積一應力管理層；

其中該應力管理層具有一拉伸應力。

**【請求項2】** 如請求項1所述之方法，其中在該反應室中提供該前驅物以沉積該應力管理層包含在該反應室中提供一電漿。

**【請求項3】** 如請求項1所述之方法，其中該前驅物包含碳及氫。

**【請求項4】** 如請求項3所述之方法，其中當該應力管理層中的一碳濃度和該應力管理層中的一氫濃度以每莫耳表示時，該應力管理層中的該碳濃度和該氫濃度的比率至少為0.8。

**【請求項5】** 如請求項3所述之方法，其中該前驅物進一步包含一鹵素。

**【請求項6】** 如請求項3至5中任一項所述之方法，其中該前驅物進一步包含氧及/或氮。

**【請求項7】** 如請求項3至5中任一項之方法，其中該前驅物進一步包含磷及/或硼。

**【請求項8】** 如請求項1至5中任一項之方法，其中，該應力管理層係使用選自由O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、CO、N<sub>2</sub>與一惰性氣體之一混合物、N<sub>2</sub>及H<sub>2</sub>之一混合物及NH<sub>3</sub>及一惰性氣體之一混合物所組成的列表之一反應物來沉積。

**【請求項9】** 如請求項8所述之方法，其中該前驅物包含三乙硼且該反應物包含Ar。

【請求項10】如請求項8所述之方法，其中該應力管理層係使用一循環沉積製程來沉積，該循環沉積製程包含

循環地提供多個前驅物脈衝及多個反應物脈衝至該反應室，其中該等前驅物脈衝包含提供該前驅物至該反應室，且其中該等反應物脈衝包含提供該反應物至該反應室。

【請求項11】如請求項10所述之方法，其中該循環沉積製程進一步包括使該基板暴露於一電漿。

【請求項12】如請求項1至5中任一項所述之方法，其中該應力管理層不包含矽、鈦或鋅。

【請求項13】如請求項12所述之方法，其中該應力管理層係由C、H、O及N組成。

【請求項14】如請求項1至5中任一項所述之方法，進一步包含將一底層沉積於該應力管理層上之一步驟。

【請求項15】如請求項14所述之方法，其中該底層具有小於5 nm之一厚度。

【請求項16】如請求項14所述之方法，其中該底層具有一表面能，該表面能具有一極性部分及一分散部分，其中該表面能的該極性部分係從至少3 mN/m到至多13 mN/m。

【請求項17】如請求項14所述之方法，其中該底層包含矽、氧、氫及碳。

【請求項18】如請求項14所述之方法，其中該底層包含一雙層結構，該雙層結構包含一上部底層部分及一下部底層部分，其中該下部底層部分包含一金屬或類金屬。

【請求項19】 一種包含一或多個反應室之系統，其經組態用於實行如請求項 1至18中任一項所述之方法。

【請求項20】 一種形成一結構之方法，該方法包含下列步驟：

提供一基板；

形成上覆於該基板之一表面的一含碳層，該含碳層具有一壓縮應力；

形成上覆於該含碳層之一表面的一應力管理層，該應力管理層具有一拉伸應力；

形成上覆於該應力管理層之一表面的一底層；及

形成上覆於該底層之一光阻層，該光阻層包含極紫外（EUV）微影光阻。