



(21) 申請案號：110101120 (22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 01 月 12 日

(51) Int. Cl. : **G03F1/24 (2012.01)** **G03F1/48 (2012.01)**  
**G03F1/52 (2012.01)** **G03F1/54 (2012.01)**

(30) 優先權：2020/06/29 美國 63/045,444  
2020/11/05 美國 17/090,825

(71) 申請人：台灣積體電路製造股份有限公司 (中華民國) TAIWAN SEMICONDUCTOR  
MANUFACTURING COMPANY, LTD. (TW)  
新竹市新竹科學工業園區力行六路八號

(72) 發明人：李信昌 LEE, HSIN-CHANG (TW)；陳嘉仁 CHEN, CHIA-JEN (TW)；許倍誠 HSU,  
PEI-CHENG (TW)；連大成 LIEN, TA-CHENG (TW)

(74) 代理人：李世章；秦建譜

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：8 共 43 頁

## (54) 名稱

反射遮罩及其製造方法

## (57) 摘要

在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一吸收體層及一硬遮罩層，且該吸收體層係由 Cr、CrO 或 CrON 製成。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的硬遮罩層來圖案化該吸收體層，且將一額外元素引入至該經圖案化的吸收體層中以形成一轉化的吸收體層。

In a method of manufacturing a reflective mask, a photo resist layer is formed over a mask blank. The mask blank includes a substrate, a reflective multilayer on the substrate, a capping layer on the reflective multilayer, an absorber layer on the capping layer and a hard mask layer, and the absorber layer is made of Cr, CrO or CrON. The photo resist layer is patterned, the hard mask layer is patterned by using the patterned photo resist layer, the absorber layer is patterned by using the patterned hard mask layer, and an additional element is introduced into the patterned absorber layer to form a converted absorber layer.

指定代表圖：

符號簡單說明：

5: EUV 光罩毛胚

10: 基板

15: 多層 Mo/Si 堆疊

20: 封蓋層

22: 保護層/中間層

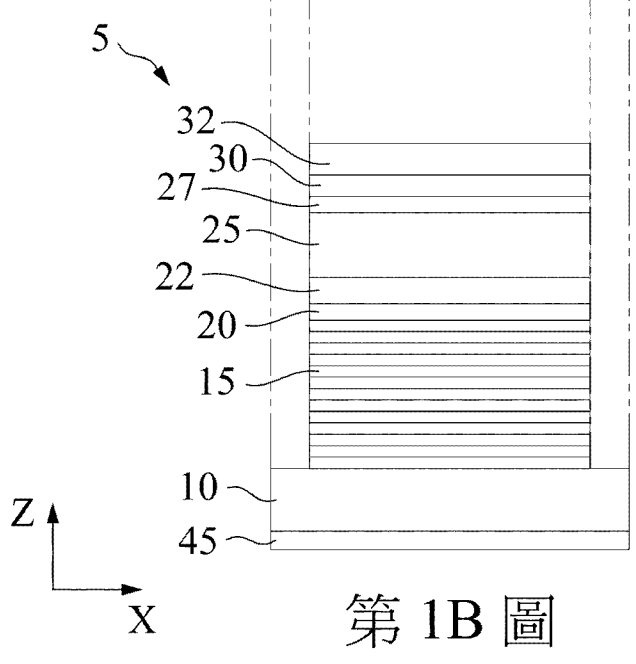
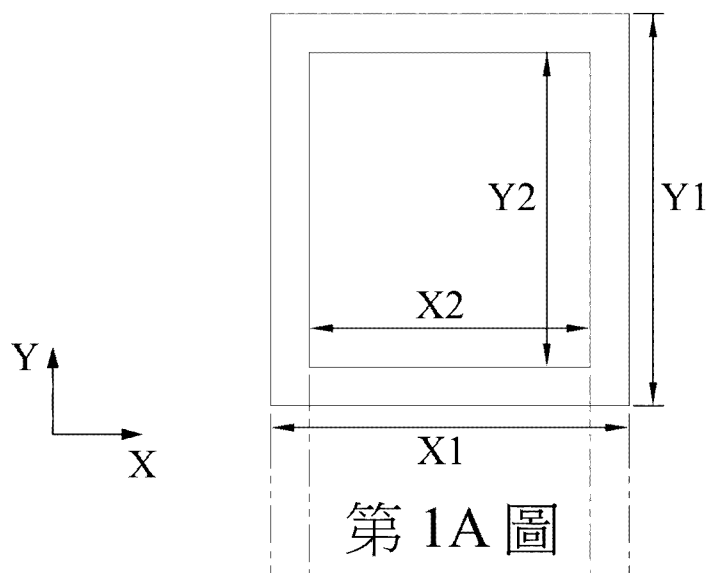
25: 吸收體層

27: 氧化物層

30: 第一硬遮罩層

32: 第二硬遮罩層

45: 背面導電層



第 1B 圖



202201112

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** EUV 光罩及其製造方法**【英文發明名稱】** EUV PHOTO MASKS AND MANUFACTURING METHOD

THEREOF

**【中文】**

在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一吸收體層及一硬遮罩層，且該吸收體層係由 Cr、CrO 或 CrON 製成。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的硬遮罩層來圖案化該吸收體層，且將一額外元素引入至該經圖案化的吸收體層中以形成一轉化的吸收體層。

**【英文】**

In a method of manufacturing a reflective mask, a photo resist layer is formed over a mask blank. The mask blank includes a substrate, a reflective multilayer on the substrate, a capping layer on the reflective multilayer, an absorber layer on the capping layer and a hard mask layer, and the absorber layer is made of Cr, CrO or CrON. The photo resist layer is patterned, the hard mask layer is patterned by using the patterned photo resist layer, the absorber layer is patterned by using the patterned hard mask layer, and an additional element is introduced into the patterned absorber layer to form a converted absorber layer.

【指定代表圖】第(1B)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

5	:	EUV 光罩毛胚
10	:	基板
15	:	多層 Mo/Si 堆疊
20	:	封蓋層
22	:	保護層/中間層
25	:	吸收體層
27	:	氧化物層
30	:	第一硬遮罩層
32	:	第二硬遮罩層
45	:	背面導電層

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 EUV 光罩及其製造方法

【英文發明名稱】 EUV PHOTO MASKS AND MANUFACTURING METHOD

THEREOF

【技術領域】

【0001】 無

【先前技術】

【0002】 光微影術操作係半導體製造製程中的關鍵操作之一。光微影術技術包括紫外線微影術、深紫外線微影術及極紫外線微影術 (extreme ultraviolet lithography ; EUVL)。光罩係光微影術操作中的重要元件。製造具有高反射性部分及高吸收部分的具有高對比度的 EUV 光罩係至關重要的。

【發明內容】

【0003】 無

【圖式簡單說明】

【0004】 本揭露係在結合附圖閱讀時自以下詳細描述最佳地理解。要強調的是，根據產業中的標準作業，各種特徵未按比例繪製且僅用於說明目的。實際上，為論述清楚起見，各種特徵的尺寸可任意地增大或縮小。

第 1 A 圖、第 1 B 圖、第 1 C 圖、第 1 D 圖及第 1 E 圖展示根據本揭露的實施例的 EUV 光罩毛胚。

第 2 A 圖、第 2 B 圖、第 2 C 圖、第 2 D 圖、第 2 E 圖及第 2 F 圖示意性地說明根據本揭露的一實施例的製造

EUV 光罩的方法。

第 3 A 圖、第 3 B 圖、第 3 C 圖、第 3 D 圖及第 3 E 圖示意性地說明根據本揭露的一實施例的製造 EUV 光罩的方法。

第 4 圖展示根據本揭露的實施例的 EUV 光罩的橫截面圖。

第 5 A 圖、第 5 B 圖及第 5 C 圖根據本揭露的另一實施例展示吸收體層的多層結構的橫截面圖。

第 6 圖展示根據本揭露的實施例的 EUV 光罩的橫截面圖。

第 7 圖根據本揭露的實施例展示製造用於 EUV 光罩的遮罩毛胚的流程圖。

第 8 A 圖展示製造半導體元件的方法的流程圖，且第 8 B 圖、第 8 C 圖、第 8 D 圖及第 8 E 圖展示根據本揭露的實施例的製造半導體元件的方法的順序製造操作。

#### 【實施方式】

【0005】 將理解，以下揭示內容提供用於實施本揭露的不同特徵的許多不同實施例或實例。元件及配置的特定實施例或實例將在下文描述以簡化本揭露。當然，此等元件及配置僅為實例且不欲為限制性的。舉例而言，元件的尺寸不限於所揭示的範圍或值，但可視元件的處理條件及 / 或所要性質而定。此外，在隨後描述中的第一特性在第二特徵上方或上形成可包括第一及第二特徵直接接觸地形成的實施例，且亦可包括額外特徵可介於第一特徵與第二特徵之間

形成，使得第一及第二特徵不可直接接觸的實施例。為簡單及清楚起見，各種特徵可按不同標度任意地繪製。

**【0006】** 此外，為了方便用於描述如諸圖中所圖示的一個元件或特徵與另一元件或特徵的關係的描述，在本文中可使用空間相對術語，諸如「在... ..下面」、「在... ..之下」、「下部」、「在... ..之上」、「上部」及類似術語。空間相對術語意欲涵蓋除了諸圖中所描繪的定向以外的元件在使用或操作時的不同定向。元件可另外定向(旋轉 90 度或處於其他定向)，且本文中所使用的空間相關描述符可類似地加以相應解釋。另外，術語「由... ..製成」可意味「包含」或「由... ..組成」。在本揭露中，片語「A、B 及 C 中的一者」意味「A、B 及 / 或 C」(A、B、C、A 及 B、A 及 C、B 及 C 或 A、B 及 C)，且不意味來自 A 的一個元件、來自 B 的一個元件及來自 C 的一個元件，除非另外描述。

**【0007】** 本揭露的實施例提供一種製造一 EUV 光罩的方法。更確切地，本揭露提供用於防止或抑制 EUV 光罩的背面導電層上的損傷的技術。

**【0008】** EUV 微影術(EUV lithography; EUVL)使用掃描器，該些掃描器使用在極紫外線(extreme ultraviolet; EUV)區域中、具有約 1 nm 至約 100 nm(例如，13.5 nm)的波長的光。遮罩係 EUVL 系統的關鍵元件。因為光學材料對 EUV 輻射不透明，所以 EUV 光罩係反射遮罩。電路圖案形成於安置於反射結構上方的

吸收體層中。吸收體具有低 EUV 反射率，例如小於 3% 至 5%。

**【0009】** 本揭露提供一種具有低反射(高吸收)吸收體結構的 EUV 反射光罩。

**【0010】** 第 1A 圖及第 1B 圖展示根據本揭露的一實施例的 EUV 反射光罩毛胚。第 1A 圖係(自頂部觀看的)平面圖且第 1B 圖係沿著 X 方向的橫截面圖。

**【0011】** 在一些實施例中，具有電路圖案的 EUV 光罩係由 EUV 光罩毛胚 5 形成。EUV 光罩毛胚 5 包括基板 10、多個交替的矽層及鉬層的多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、保護層 22、吸收體層 25、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32。此外，背面導電層 45 形成於基板 10 的背面上，如第 1B 圖所示。在一些實施例中，氧化物層 27 形成於吸收體層 25 的頂表面上，如第 1B 圖所示。在其他實施例中，無氧化物層形成於吸收體層 25 的頂表面上，如第 1D 圖所示。

**【0012】** 在一些實施例中，基板 10 係由低熱膨脹材料形成。在一些實施例中，基板係低熱膨脹玻璃或石英，諸如熔融矽石或熔融石英。在一些實施例中，低熱膨脹玻璃基板透射可見波長、靠近可見光譜的紅外線波長(近紅外線)的一部分及紫外線波長的一部分的光。在一些實施例中，低熱膨脹玻璃基板吸收極紫外線波長及靠近極紫外線的深紫外線波長。在一些實施例中，基板 10 的尺寸為 152 mm × 152 mm、具有約 20 mm 的厚度。在其他實施例中，基板

10 的尺寸小於  $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$  且等於或大於  $148\text{ mm} \times 148\text{ mm}$ 。基板 10 的形狀為正方形或矩形。

【0013】 在一些實施例中，基板之上的功能層(多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、保護層 22、吸收體層 25、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32)具有比基板 10 小的寬度。在一些實施例中，該些功能層的尺寸在約  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  的範圍內。在一些實施例中，該些功能層的形狀為正方形或矩形，如在平面圖中所見。

【0014】 在其他實施例中，保護層 22、吸收體層 25、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32 具有比基板 10、多層 Mo/Si 堆疊 15 及封蓋層 20 小、在約  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  範圍內的尺寸，如第 1C 圖所示。該些功能層中的一或多者的較小尺寸能夠藉由在藉由例如濺射形成各別層時使用具有在約  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  範圍內的開口的框形狀蓋形成。在其他實施例中，基板 10 之上的所有層具有與基板 10 相同的尺寸。

【0015】 在一些實施例中，Mo/Si 多層堆疊 15 包括約 30 個交替的矽層及鉬層至約 60 個交替的矽層及鉬層。在某些實施例中，形成約 40 個至約 50 個交替的矽層及鉬層。在一些實施例中，反射率比感興趣波長(例如， $13.5\text{ nm}$ )的約 70% 高。在一些實施例中，矽層及鉬層係藉由化學氣相沈積(chemical vapor deposition; CVD)、電漿增強化學氣相沈積(plasma-enhanced CVD; PECVD)、原

子層沈積 (atomic layer deposition; ALD)、物理氣相沈積 (physical vapor deposition; PVD) (濺射) 或任何其他合適的膜形成方法形成。矽及鉬的每一層厚約 2 nm 至約 10 nm。在一些實施例中，矽層及鉬層具有近似相同的厚度。在其他實施例中，矽及鉬的層厚度不同。在一些實施例中，每一矽層的厚度為約 4 nm 且每一鉬層的厚度為約 3 nm。

【0016】 在其他實施例中，多層堆疊 15 包括交替的鉬層及鈹層。在一些實施例中，儘管只要維持足夠反射率以用於將目標基板成像，允許任何數目個層，但多層堆疊 15 中的層的數目在約 20 至約 100 的範圍內。在一些實施例中，反射率比感興趣波長 (例如，13.5 nm) 的約 70% 高。在一些實施例中，多層堆疊 15 包括約 30 個至約 60 個交替的 Mo 層及 Be 層。在本揭露的其他實施例中，多層堆疊 15 包括約 40 個至約 50 個交替的 Mo 層及 Be 層。

【0017】 在一些實施例中，封蓋層 20 安置於 Mo/Si 多層 15 上方以防止多層堆疊 15 的氧化。在一些實施例中，封蓋層 20 係由鈦、鈦合金 (例如，RuNb、RuZr、RuZrN、RuRh、RuNbN、RuRhN、RuV 或 RuVN) 或基於鈦的氧化物 (例如，RuO<sub>2</sub>、RuNbO、RuVO 或 RuON) 製成，具有約 2 nm 至約 10 nm 的厚度。在某些實施例中，封蓋層 20 的厚度為約 2 nm 至約 5 nm。在一些實施例中，封蓋層 20 具有 3.5 nm ± 10% 的厚度。在一些實施例中，封蓋層 20 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、

原子層沈積、物理氣相沈積(例如，濺射)或任何其他合適的膜形成方法形成。在其他實施例中，將 Si 層用作為封蓋層 20。

**【0018】** 在一些實施例中，保護(中間)層 22 形成於封蓋層 20 與吸收體層 25 之間。在一些實施例中，保護層 22 用於保護封蓋層 20。在一些實施例中，保護層 22 包括：基於 Ta 的材料，諸如 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN；矽；矽基化合物(例如，氧化矽、SiN、SiON 或 MoSi)；鈦；或鈦基化合物(Ru 或 RuB)。在一些實施例中，保護層 22 具有約 2 nm 至約 20 nm 的厚度。在一些實施例中，保護層 22 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。在一些實施例中，保護層 22 在吸收體層的圖案化操作期間充當蝕刻終止層。

**【0019】** 在其他實施例中，中間層 22 係能夠利用 EUV 輻射將形成於光罩上的碳氫化合物殘餘物催化成 CO<sub>2</sub> 及 / 或 H<sub>2</sub>O 的光催化層。因此，執行對遮罩表面的原位自清洗。在一些實施例中，在 EUV 掃描器系統中，將氧氣及氫氣注入至 EUV 腔室中以維持腔室壓力(例如，處於約 2 Pa)。腔室背景氣體可為氧的來源。除了光催化功能之外，光催化層經設計以對各種化學品及各種化學程序(諸如清洗及蝕刻)具有足夠的耐久性及抵抗性。用於在後續製程中製造 EUV 反射遮罩的臭氧化水可能損害由 Ru 製成的封蓋層 20 且導致顯著的 EUV 反射率下降。此外，在 Ru 氧化之

後，Ru 氧化物容易藉由諸如  $C_{12}$  或  $CF_4$  氣體的蝕刻劑蝕刻除去。在一些實施例中，光催化層包括氧化鈦 ( $TiO_2$ )、氧化錫 ( $SnO$ )、氧化鋅 ( $ZnO$ ) 及硫化鎘 ( $CdS$ ) 中的一或多者。光催化層的厚度在一些實施例中在約 2 nm 至約 10 nm 的範圍內，且在其他實施例中在約 3 nm 至約 7 nm 的範圍內。當厚度過薄時，光催化層不能充分地充當蝕刻終止層。當厚度過大時，光催化層可吸收 EUV 輻射。

**【0020】** 吸收體層 25 安置於中間(保護)層 22 上方。在本揭露的實施例中，吸收體層 25 包括基於 Cr 的材料，諸如 Cr、CrN、CrON 及/或 CrCON。在 CrON 或 CrCON 的情況下，氮量在一些實施例中在約 10 原子%至約 30 原子%的範圍內。在一些實施例中，吸收體層 25 具有 Cr、CrN、CrON 及/或 CrCON 的多層結構。

**【0021】** 在某些實施例中，將 CrN 層用作為吸收體層 25。當使用 CrN 層時，氮量在一些實施例中在約 16 原子%至約 40 原子%的範圍內。當氮量在約 16 原子%至約 30 原子%的範圍內時，CrN 吸收體層包括 Cr 相及  $Cr_2N$  相。當氮量在約 30 原子%至約 33 原子%的範圍內時，CrN 吸收體層實質上由  $Cr_2N$  相組成(例如，大於 95 體積%)。當氮量在約 33 原子%至約 40 原子%的範圍內時，CrN 吸收體層包括  $Cr_2N$  相及 CrN 相。該些相能夠藉由電子能量損失譜術(electron energy loss spectroscopy; EELS)、透射電子顯微鏡(transmission electron microscope; TEM)及/或 X 射線繞射(X-ray diffraction; XRD)分

析來觀察。在一些實施例中，該兩個相形成固體溶液。

**【0022】** 在一些實施例中，吸收體層 25 中的氮濃度不均勻。在一些實施例中，氮濃度在吸收體層 25 的中間或中心比在吸收體層 25 的表面區域高。在一些實施例中，CrN 吸收體層包括除 Cr 及 N 外的一或多種雜質，量小於約 5 原子%。在一些實施例中，吸收體層 25 進一步包括 Co、Te、Hf 及 / 或 Ni 的一或多種元素。

**【0023】** 在一些實施例中，吸收體層 25 的厚度在約 20 nm 至約 50 nm 的範圍內，且在其他實施例中在約 35 nm 至約 46 nm 的範圍內。

**【0024】** 在一些實施例中，一抗反射層(未示出)視情況安置於吸收體層 25 上方。抗反射層在一些實施例中係由氧化矽製成，且具有約 2 nm 至約 10 nm 的厚度。在其他實施例中，將具有在約 12 nm 至約 18 nm 範圍內的厚度的 TaB<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 層用作為抗反射層。在一些實施例中，抗反射層的厚度為約 3 nm 至約 6 nm。在一些實施例中，抗反射層係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。

**【0025】** 在一些實施例中，氧化物層 27 包括 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 或 CrO<sub>2</sub> 中的一或多者。在一些實施例中，氧化物層 27 係在遮罩毛胚的製造操作期間形成。在一些實施例中，氧化物層 27 的厚度在約 1 nm 至約 3 nm 的範圍內。在一些實施例中，如第 1D 圖所示，無氧化物層形成。

**【0026】** 在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 安置於氧化物

層 27 上方。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 形成於抗反射層上方。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係由諸如 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN 的基於 Ta 的材料製成。在其他實施例中，第一硬遮罩層 30 係由矽、矽基化合物(例如，氧化矽、SiN、SiON 或 MoSi)、鈦或鈦基化合物(Ru 或 RuB)製成。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係由與保護層 22 相同或類似的材料製成。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 具有約 2 nm 至約 20 nm 的厚度。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。

**【0027】** 在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 安置於第一硬遮罩層 30 上方。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 係由 GaN、CrON、CrCON、氧化矽、SiCO 及 / 或氧化鈮中的一或多者製成。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 具有約 2 nm 至約 20 nm 的厚度。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 小於或大於第一硬遮罩層的厚度。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。

**【0028】** 在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 係由與第一硬遮罩層 30 的材料相比對包括氯及氧的電漿具有較高蝕刻速率的材料製成。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係由與第二硬遮罩層 32 的材料相比對包括氟的電漿具有一較

高蝕刻速率的材料製成。

【0029】 在一些實施例中，基板之上的功能層(多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、保護層 22、吸收體層 25、氧化物層 27、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32)中的一或多者具有多晶結構(例如，奈米晶體結構)或非晶結構。

【0030】 在一些實施例中，背面導電層 45 安置於基板 10 的第二主表面上，該第二主表面與 Mo/Si 多層 15 形成所在的基板 10 的第一主表面相反。在一些實施例中，背面導電層 45 係由 TaB (硼化鉭)或其他基於 Ta 的導電材料製成。在一些實施例中，硼化鉭係晶狀的。晶狀硼化鉭包括 TaB、Ta<sub>5</sub>B<sub>6</sub>、Ta<sub>3</sub>B<sub>4</sub> 及 TaB<sub>2</sub>。在其他實施例中，硼化鉭係多晶的或非晶的。在其他實施例中，背面導電層 45 係由基於 Cr 的導電材料(CrN 或 CrON)製成。在一些實施例中，背面導電層 45 的表面電阻等於或小於 20 Ω /□。在某些實施例中，背面導電層 45 的表面電阻等於或大於 0.1 Ω /□。在一些實施例中，背面導電層 45 的表面粗糙度 Ra 等於或小於 0.25 nm。在某些實施例中，背面導電層 45 的表面粗糙度 Ra 等於或大於 0.05 nm。此外，在一些實施例中，背面導電層 45 的平坦度等於或小於 50 nm (在 EUV 光罩內)。在一些實施例中，背面導電層 45 的平坦度大於 1 nm。在一些實施例中，背面導電層 45 的厚度在約 50 nm 至約 400 nm 的範圍內。在其他實施例中，背面導電層 45 具有約 50 nm 至約 100 nm 的厚度。在某些實施例中，厚度在約 65 nm 至約 75 nm 的範圍內。在

一些實施例中，背面導電層 45 係藉由大氣化學氣相沈積 (chemical vapor deposition; CVD)、低壓 CVD、電漿增強 CVD、雷射增強 CVD、原子層沈積 (atomic layer deposition; ALD)、分子束磊晶 (molecular beam epitaxy; MBE)、包括熱沈積、脈衝雷射沈積、電子束蒸發、離子束輔助蒸發及濺射的物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。在 CVD 的情況下，源氣體在一些實施例中包括 TaC15 及 BC13。

**【0031】** 在一些實施例中，如第 1E 圖所示，基板保護層 12 形成於基板 10 與多層堆疊 15 之間。在一些實施例中，基板保護層 12 係由 Ru 或 Ru 化合物 (諸如 RuO、RuNb、RuNbO、RuZr 及 RuZrO) 製成。在一些實施例中，基板保護層 12 由與封蓋層 20 相同或不同的材料製成。在一些實施例中，基板保護層 12 的厚度在約 2 nm 至約 10 nm 的範圍內。

**【0032】** 第 2A 圖至第 2F 圖及第 3A 圖至第 3E 圖示意性地說明製造供極紫外線微影術 (extreme ultraviolet lithography; EUVL) 使用的 EUV 光罩的方法。據瞭解，對於該方法的額外實施例，額外操作可在藉由第 2A 圖至第 3E 圖展示的程序之前、期間及之後提供，且下文描述的操作中的一些可替換或消除。操作/程序的次序可為可互換的。

**【0033】** 在 EUV 光罩的製造中，在 EUV 光罩毛胚的第二硬遮罩層 32 上方形成第一光阻劑層 35，如第 2A 圖所示，

且使光阻劑層 35 選擇性地曝光於光化輻射 EB，如第 2B 圖所示。在一些實施例中，在第一光阻劑層 35 形成之前，EUV 光罩毛胚經受檢查。顯影選擇性曝光的第一光阻劑層 35 以在第一光阻劑層 35 中形成圖案 40，如第 2C 圖所示。在一些實施例中，光化輻射 EB 為電子束或離子束。在一些實施例中，圖案 40 對應於半導體元件特徵的圖案，該圖案將使用 EUV 光罩在後續操作中形成。在一些實施例中，在第二硬遮罩層 32 上的第一光阻劑層的厚度在約 500 nm 至約 1000 nm 的範圍內。

**【0034】** 接下來，將第一光阻劑層 35 中的圖案 40 延伸至第二硬遮罩層 32 中，從而形成在第二硬遮罩層 32 中、暴露第一硬遮罩層 30 的部分的圖案 41，如第 2D 圖所示。延伸至第二硬遮罩層 32 中的圖案 41 係藉由蝕刻形成，在一些實施例中，蝕刻使用對第一硬遮罩層 30 具選擇性的合適的濕或乾蝕刻劑。在一些實施例中，將使用含氯氣體（例如， $\text{Cl}_2$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{BCl}_3$  及  $\text{CCl}_4$ ）及含氧氣體（例如， $\text{O}_2$ ）的電漿乾式蝕刻操作用於圖案化第二硬遮罩層 32。在一些實施例中，選擇第一硬遮罩層 30 的材料以具有比使用氯及氧的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性（較低蝕刻速率），且蝕刻實質上終止於第一硬遮罩層 30。在第二硬遮罩層 32 中的圖案 41 形成之後，藉由光阻劑剝除器移除第一光阻劑層 35 以暴露第二硬遮罩層 32 的上部表面，如第 2E 圖所示。

**【0035】** 接下來，使第二硬遮罩層 32 中的圖案 41 延伸至

第一硬遮罩層 30 中，從而暴露氧化物層 27 的部分，如第 2F 圖所示。延伸至第一硬遮罩層 30 中的圖案 41 係藉由蝕刻形成，在一些實施例中，蝕刻使用對氧化物層 27 具選擇性的合適的濕或乾蝕刻劑。在一些實施例中，將使用含氟氣體（例如，碳化氟（CF<sub>4</sub>、CHF<sub>3</sub> 等）及 SF<sub>6</sub>）的電漿乾式蝕刻操作用於圖案化第一硬遮罩層 30。在一些實施例中，選擇吸收體層 25 的材料以具有比使用氟的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性（較低蝕刻速率），且蝕刻實質上終止於氧化物層 27。

**【0036】** 接著，使第一及第二硬遮罩層 30、32 中的圖案 41 延伸至吸收體層 25 中，從而形成在吸收體層 25 中、暴露中間層 22 的部分的圖案 42，如第 3A 圖所示。氧化物層 27 及吸收體層 25 係藉由使用對第一硬遮罩層 30 及/或中間層 22 具選擇性的合適的濕或乾蝕刻劑蝕刻。在一些實施例中，將使用含氯氣體（例如，Cl<sub>2</sub>、HCl、BCl 及 CCl<sub>4</sub>）及含氧氣體（例如，O<sub>2</sub>）的電漿乾式蝕刻操作用於圖案化吸收體層 25。在一些實施例中，選擇中間層 22 的材料以具有比使用氯及氧的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性（較低蝕刻速率），且蝕刻實質上終止於中間層 22。在一些實施例中，如第 3A 圖所示，在氧化物層 27 及吸收體層 25 的蝕刻期間移除第二硬遮罩層 32。特別地，當第二硬遮罩層 32 係由基於 Cr 的材料（例如，CrON 或 CrCON）製成時，在氧化物層 27 及吸收體層 25 的蝕刻期間移除第二硬遮罩層 32。若第二硬遮罩層 32 在蝕刻吸收體層 25

之後保留，則在一些實施例中藉由合適的濕式或乾式蝕刻來執行第二硬遮罩層 32 的額外移除操作。

**【0037】** 接著，將第一硬遮罩層 30 與在圖案開口的底部處的吸收體層 25 的一部分一起移除，如第 3B 圖所示。在一些實施例中，蝕刻為濕式蝕刻及/或乾式蝕刻。在一些實施例中，將使用含氟氣體(例如，碳化氟(CF<sub>4</sub>、CHF<sub>3</sub>等)及SF<sub>6</sub>)的電漿乾式蝕刻操作用於移除第一硬遮罩層 30 及中間層 22。特別地，當第一硬遮罩層 30 係由與中間層 22 相同或類似的材料製成時，將第一硬遮罩層 30 與中間層 22 一起移除。在一些實施例中，選擇封蓋層 20 的材料以具有比使用氟的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性(較低蝕刻速率)，且蝕刻實質上終止於封蓋層 20。

**【0038】** 如第 3C 圖所示，在吸收體層 25 上方形成第二光阻劑層 50，從而填充吸收體層 25 中的圖案 42。使第二光阻劑層 50 選擇性地曝光於諸如電子束、離子束或紫外線輻射的光化輻射。顯影選擇性曝光的第二光阻劑層 50 以形成第二光阻劑層 50 中的圖案 55，如第 3C 圖所示。圖案 55 對應於圍繞電路圖案的黑色邊界。黑色邊界係藉由在電路圖案區域周圍的區域中移除 EUV 光罩上的所有多層形成的框形狀區域。形成黑色邊界以防止當將 EUV 光罩印刷在晶圓上時的鄰近場的暴露。在一些實施例中，黑色邊界的寬度在約 1 μm 至約 5 μm 的範圍內。

**【0039】** 接下來，使第二光阻劑層 50 中的圖案 55 延伸至氧化物層 27、吸收體層 25、可選中間層 22、封蓋層 20

及 Mo/Si 多層 15 中，從而形成在氧化物層 27、吸收體層 25、中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中、暴露基板 10 的部分的圖案 57 (參見第 3E 圖)，如第 3D 圖所示。圖案 57 係藉由蝕刻形成，在一些實施例中，蝕刻使用對蝕刻的層中的每一者具選擇性的一或多種合適的濕或乾蝕刻劑。在一些實施例中，使用電漿乾式蝕刻。

**【0040】** 接著，藉由合適的光阻劑剝除器移除第二光阻劑層 50 以暴露氧化物層 27 的上部表面，如第 3E 圖所示。在本揭露的一些實施例中，氧化物層 27、吸收體層 25、中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中的黑色邊界圖案 57 界定光罩的黑色邊界。此外，光罩經歷清洗操作、檢查，且視需要修復光罩以提供成品光罩。

**【0041】** 第 4 圖展示根據本揭露的實施例的成品 EUV 光罩的橫截面圖。在一些實施例中，如第 4 圖所示的具有電路圖案 42 的 EUV 光罩包括基板 10、多個交替的矽層及鋁層的多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、經圖案化的吸收體層 25 及經圖案化的氧化物層 27。此外，黑色邊界圖案 57 形成於氧化物層 27、吸收體層 25、中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中，且背面導電層 45 形成於基板 10 的背面上。在一些實施例中，經圖案化的吸收體層 25 包括 CrN 層或富含氮的 CrON 或 CrCON 層，該 CrON 或 CrCON 層在一些實施例中具有在約 10 原子%至約 30 原子%範圍內的氮量。

**【0042】** 第 5A 圖、第 5B 圖及第 5C 圖展示根據本揭露的

另一實施例的吸收體層的多層結構的橫截面圖。據瞭解，對於方法的額外實施例，額外操作可在藉由第 2 A 圖至第 3 E 圖展示的程序之前、期間及之後提供，且在下文描述的操作中的一些可替換或消除。操作/程序的次序可為可互換的。如關於先前實施例所解釋的材料、組態、程序及/或尺寸可在以下實施例中使用，且對該些材料、組態、程序及/或尺寸的詳細描述可省略。第 5 A 圖、第 5 B 圖及第 5 C 圖的實施例係針對如第 2 D 圖所示的遮罩毛胚，其中無氧化物層形成於吸收體層 25 上。第 5 A 圖展示類似於第 2 F 圖的在圖案化第一硬遮罩層 30 之後的結構。第一硬遮罩層 30 的蝕刻實質上終止於吸收體層 25。

**【0043】** 接著，藉由使用經圖案化的第一及第二硬遮罩層來圖案化(蝕刻)吸收體層 25，如第 5 B 圖所示。在一些實施例中，如第 5 B 圖所示，在吸收體層 25 的蝕刻期間移除第二硬遮罩層 32。在一些實施例中，當中間層 22 係由與第一硬遮罩層 30 相同或類似的材料製成時，蝕刻實質上終止於中間層 22。接著，如第 5 C 圖所示，將第一硬遮罩層 30 與在吸收體層 25 的開口圖案的底部處的中間層 22 的一部分一起移除。

**【0044】** 第 6 圖展示根據本揭露的實施例的成品 EUV 光罩的橫截面圖。在一些實施例中，如第 6 圖所示的具有電路圖案 42 的 EUV 光罩包括基板 10、多個交替的矽層及鉬層的多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20 及經圖案化的吸收體層 25。此外，黑色邊界圖案 57 形成於吸收體層 25、封蓋

層 20 及 Mo/Si 多層 15 中，且背面導電層 45 形成於基板 10 的背面上。在一些實施例中，經圖案化的吸收體層 25 包括 CrN 層或富含氮的 CrON 或 CrCON 層，該 CrON 或 CrCON 層在一些實施例中具有在約 10 原子%至約 30 原子%範圍內的氮量。

**【0045】** 一般地，基於 Cr 的材料 (CrN、CrON 或 CrCON) 具有高 EUV 吸收 (消光) 係數  $k$ 。舉例而言，CrN 具有 0.0387 的  $k$  值，該  $k$  值高於 TaBN 的  $k$  值 (0.031) 及 TaBO 的  $k$  值 (0.027)。因此，有可能減小吸收體層的厚度 (例如，自 TaBN 的 70 nm 減小至 CrN 的 46 nm)，此可抑制經圖案化的吸收體層的三維效應。然而，CrN 層或富含氮的 CrON 或 CrCON 層由於其低蝕刻速率而難以蝕刻。因此，直接圖案化 CrN 層可導致不良的圖案輪廓，此影響 EUV 微影術的解析度。在當前實施例中，使用兩個硬遮罩層以圖案化吸收體層，且由於硬遮罩層中的每一者的厚度相對薄 (2 至 20 nm)，因此有可能控制蝕刻出的圖案的圖案輪廓。因此，有可能獲得具有較高蝕刻速率及較高 EUV 吸收係數的良好圖案輪廓。

**【0046】** 第 7 圖展示根據本揭露的實施例的製造用於 EUV 光罩的遮罩毛胚的流程圖。

**【0047】** 在一些實施例中，在操作 S701，在基板 10 上方形成多層堆疊 15。接著，在操作 S702，在多層堆疊 15 上形成封蓋層 20，且在操作 S703，在封蓋層 20 上形成保護層 22。接下來，在操作 S704，在封蓋層上形成吸收

體層 25。隨後，分別在操作 S705 及操作 S706，在吸收體層上形成第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32。在一些實施例中，在吸收體層 25 形成之後且在硬遮罩層之前，藉由氧化來形成氧化物層 27。在一些實施例中，當硬遮罩層係在不破壞真空的情況下在吸收體層形成之後形成時，無氧化物層形成於吸收體層 25 的頂表面上。

**【0048】** 第 8A 圖展示製造半導體元件的方法的流程圖，且第 8B 圖、第 8C 圖、第 8D 圖及第 8E 圖展示根據本揭露的實施例的製造半導體元件的方法的順序製造操作。提供半導體基板或其他合適的基板，該基板將被圖案化以在其上形成積體電路。在一些實施例中，半導體基板包括矽。替代或另外地，半導體基板包括鍺、矽鍺或其他合適的半導體材料，諸如第 III 族至第 V 族半導體材料。在第 8A 圖的操作 S801，在半導體基板上方形形成待圖案化的一目標層。在某些實施例中，目標層為半導體基板。在一些實施例中，目標層包括：導電層，諸如金屬層或多晶矽層；介電層，諸如氧化矽、氮化矽、SiON、SiOC、SiOCN、SiCN、氧化鉛或氧化鋁；或半導體層，諸如磊晶形成的半導體層。在一些實施例中，目標層係形成於諸如隔離結構、電晶體或接線的下伏結構上方。在第 8A 圖的操作 S802，在該目標層上方形成一光阻劑層，如第 8B 圖所示。該光阻劑層在後續光微影術曝光程序期間對來自曝光源的輻射敏感。在當前實施例中，該光阻劑層對在光微影術曝光程序中使用的 EUV 光敏感。該光阻劑層可藉由旋塗或其他合適

的技術形成於目標層上方。經塗佈的光阻劑層可經進一步烘烤以驅逐光阻劑層中的溶劑。在第 8 A 圖的操作 S 8 0 3，使用如上文陳述的 E U V 反射遮罩來圖案化該光阻劑層，如第 8 B 圖所示。光阻劑層的圖案化包括使用 E U V 遮罩藉由 E U V 曝光系統來執行光微影術曝光程序。在曝光程序期間，在 E U V 遮罩上界定的積體電路 (integrated circuit ; IC) 設計圖案成像至光阻劑層以在光阻劑層上形成潛伏圖案。光阻劑層的圖案化進一步包括顯影暴露的光阻劑層以形成具有一或多個開口的圖案化光阻劑層。在光阻劑層為正調性光阻劑層的一個實施例中，在顯影程序期間移除光阻劑層的暴露部分。光阻劑層的圖案化可進一步包括其他程序步驟，諸如不同階段的各種烘烤步驟。舉例而言，曝光後烘烤 (post-exposure-baking ; P E B) 程序可在光微影術曝光程序之後且在顯影程序之前實施。

**【0049】** 在第 8 A 圖的操作 S 8 0 4，利用經圖案化的光阻劑層作為蝕刻遮罩來圖案化該目標層，如第 8 D 圖所示。在一些實施例中，圖案化目標層包括使用經圖案化的光阻劑層作為蝕刻遮罩將蝕刻製程應用於目標層。蝕刻在經圖案化的光阻劑層的開口內暴露的目標層的部分，同時保護剩餘部分不被蝕刻。此外，可藉由濕剝離或電漿灰化來移除經圖案化的光阻劑層，如第 8 E 圖所示。

**【0050】** 在當前實施例中，使用兩個硬遮罩層以圖案化吸收體層，且由於該些硬遮罩層中的每一者的厚度相對薄 (2 至 2 0 n m)，因此有可能控制蝕刻出的圖案的圖案輪廓。因此，

有可能獲得具有較高蝕刻速率及較高 EUV 吸收係數的良好圖案輪廓。此外，由於 CrN 或富含氮的 CrON 或 CrCON 層具有較高 EUV 吸收係數，因此有可能減小吸收體層的厚度，此反過來抑制 EUV 微影術中的三維效應。

【0051】 將理解，並非所有優點需要在本文中論述，無特定優點係所有實施例或實例所需要的，且其他實施例或實例可提供不同優點。根據本申請案的一個態樣，一種反射遮罩包括一基板、安置於該基板上的一反射性多層、安置於該反射性多層上的一封蓋層及安置於該封蓋層上的一吸收體層。該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrCON 層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層的一厚度在 20 nm 至 50 nm 的一範圍內。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層包括具有 16 原子%至 40 原子%的一氮濃度的一 CrN 層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 CrN 層包括一 Cr 相及一 CrN<sub>2</sub> 相。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 CrN 層由一 CrN<sub>2</sub> 相組成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 CrN 層包括一 CrN<sub>2</sub> 相及 CrN 相。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該反射遮罩進一步包括一中間層，該中間層安置於該封蓋層上。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層包括以下各者中的至少一者：TaB、TaO、TaBO 或 TaBN、矽、一矽基化合物、鈦或一鈦基化合物。在先前及隨後實施例中的一或多

者中，該中間層包括氧化鈦( $\text{TiO}_2$ )、氧化錫( $\text{SnO}$ )、氧化鋅( $\text{ZnO}$ )或硫化鎘( $\text{CdS}$ )中的至少一者。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層的一外周邊的一尺寸在平面視角中小於該基板的一外周邊的一尺寸。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層的該外周邊的該尺寸在平面視角中在  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  的一範圍內，且該基板的該外周邊的該尺寸在平面視角中在  $148\text{ mm} \times 148\text{ mm}$  至  $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$  的一範圍內。

**【0052】** 根據本揭露的另一態樣，一種反射遮罩包括一基板、安置於該基板上的一反射性多層、安置於該反射性多層上的一封蓋層、安置於該中間層上的一吸收體層及安置於該吸收體層上的一 Cr 氧化物層。該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrCON 層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 Cr 氧化物層包括  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  或  $\text{CrO}_2$ 。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 Cr 氧化物層具有在 1 nm 至 3 nm 的一範圍內的一厚度。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該反射遮罩進一步包括一中間層，該中間層安置於該封蓋層上。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層包括 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN 中的至少一者。

**【0053】** 根據本揭露的另一態樣，一種用於一 EUV 遮罩的反射遮罩毛胚包括一基板、安置於該基板上的一反射性多

層、安置於該反射性多層上的一封蓋層、安置於該封蓋層上的一中間層、安置於該封蓋層上的一吸收體層、安置於該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及安置於該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層係由與該第一硬遮罩層的一材料相比對包括氟及氧的一電漿具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一硬遮罩層係由與該第二硬遮罩層的一材料相比對包括氟的一電漿具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrCON 層。

**【0054】** 根據本揭露的另一態樣，在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，且藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該第二硬遮罩層的該步驟中，使用使用一含氟氣體及含氧氣體的一第一電漿

乾式蝕刻。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層係由與該第一硬遮罩層的一材料相比在該電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該吸收體層的該步驟中，使用使用一含氟氣體及含氧氣體的一第二電漿乾式蝕刻。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在該第二電漿乾式蝕刻期間移除該經圖案化的第二硬遮罩層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該第一硬遮罩層的該步驟中，使用使用一含氟氣體的一第一電漿乾式蝕刻。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一硬遮罩層係由與該第二硬遮罩層的一材料相比在該電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該吸收體層之後，藉由使用使用一含氟氣體的一第二電漿乾式蝕刻來圖案化該中間層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層係由與該第二硬遮罩層的該材料相比在該第二電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在該第二電漿乾式蝕刻期間移除該經圖案化的第一硬遮罩層。

**【0055】** 根據本揭露的另一態樣，在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及

在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層，且移除該第一硬遮罩層。該第二硬遮罩層及該吸收體層包括一鉻(Cr)基化合物，且該第一硬遮罩層及該中間層包括一鉭(Ta)基化合物。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層係由 CrON 或 CrCON 製成，且該吸收體層係由 CrN、具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的 CrON 或具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的 CrCON 製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一硬遮罩層係由 TaBO、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TaO<sub>2</sub>、TaO 或 Ta<sub>2</sub>O 製成，且該中間層係由 TaBO、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TaO<sub>2</sub>、TaO 或 Ta<sub>2</sub>O 製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該吸收體層的該步驟期間移除該第二硬遮罩層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在移除該第一硬遮罩層的該步驟期間，圖案化該中間層的部分。

**【0056】** 根據本揭露的另一態樣，在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上的一氧化物層、在該氧化物層上的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第

二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該氧化物層及該吸收體層，且圖案化該中間層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層及該吸收體層包括與該第一硬遮罩層的一材料及該中間層的一材料相比在使用一含氯氣體及一含氧氣體的一電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一及該第二硬遮罩層中的每一者的厚度在 2 nm 至 20 nm 的一範圍內。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層包括 GaN、SiCO 或氧化鈮。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該氧化物層包括 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 或 CrO<sub>2</sub>。

**【0057】** 先前內容概述幾個實施例或實例的特徵，使得熟習此項技術者可更好地理解本揭露的態樣。熟習此項技術者應瞭解，該些技術者可容易地使用本揭露作為用於設計或修改用於實現本文中介紹的實施例或實例的相同目的及/或達成本文中介紹的實施例或實例的相同優點的其他程序及結構的基礎。熟習此項技術者亦應認識到，此等等效構造不背離本揭露的精神及範疇，且在不背離本揭露的精神及範疇的情況下，該些技術者可在此作出各種改變、取代及更改。

## 【符號說明】

## 【0058】

E B	:	光化輻射
5	:	光罩毛胚
1 0	:	基板
1 2	:	基板保護層
1 5	:	多層 Mo/Si 堆疊
2 0	:	封蓋層
2 2	:	保護層/中間層
2 5	:	吸收體層
2 7	:	氧化物層
3 0	:	第一硬遮罩層
3 2	:	第二硬遮罩層
3 5	:	第一光阻劑層
4 0 , 4 1 , 4 2 , 5 5	:	圖案
4 5	:	背面導電層
5 0	:	第二光阻劑層
5 7	:	黑色邊界圖案
S 7 0 1 ~ S 7 0 6	:	操作
S 8 0 1 ~ S 8 0 6	:	操作

## 【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

## 【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種反射遮罩，包含：

一基板；

一反射性多層，安置於該基板上；

一封蓋層，安置於該反射性多層上；及

一吸收體層，安置於該封蓋層上，

其中該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子%至 30 原子%氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子%至 30 原子%氮濃度的一 CrCON 層。

【請求項 2】如請求項 1 所述之反射遮罩，其中該吸收體層的厚度在 20 nm 至 50 nm 的範圍內。

【請求項 3】如請求項 1 所述之反射遮罩，其中該吸收體層包括具有 16 原子%至 40 原子%的氮濃度的一 CrN 層。

【請求項 4】如請求項 3 所述之反射遮罩，其中該 CrN 層包括一 Cr 相及一 CrN<sub>2</sub> 相。

【請求項 5】如請求項 3 所述之反射遮罩，其中該 CrN 層由一 CrN<sub>2</sub> 相組成。

【請求項 6】如請求項 3 所述之反射遮罩，其中該 CrN 層包括一 CrN<sub>2</sub> 相及 CrN 相。

【請求項 7】如請求項 1 所述之反射遮罩，進一步包含一中間層，該中間層安置於該封蓋層上。

【請求項 8】如請求項 7 所述之反射遮罩，其中該中間層包括 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN、矽、矽基化合物、鈦或鈦基化合物中的至少一者。

【請求項 9】如請求項 7 所述之反射遮罩，其中該中間層包括氧化鈦( $TiO_2$ )、氧化錫(SnO)、氧化鋅(ZnO)或硫化鎘(CdS)中的至少一者。

【請求項 10】如請求項 1 所述之反射遮罩，其中該吸收體層的外周邊的尺寸在平面視角中小於該基板的外周邊的尺寸。

【請求項 11】一種製造反射遮罩的方法，該方法包含以下步驟：

在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層，該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層；

圖案化該光阻劑層；

藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層；及

移除該第一硬遮罩層，

其中該第二硬遮罩層及該吸收體層包括一鉻(Cr)基化合物，且該第一硬遮罩層及該中間層包括一鉭(Ta)基化合物。

【請求項 12】如請求項 11 所述之方法，其中該第二硬遮罩層係由  $\text{CrON}$  或  $\text{CrCON}$  製成，且該吸收體層係由  $\text{CrN}$ 、具有 10 原子%至 30 原子%氮濃度的  $\text{CrON}$  或具有 10 原子%至 30 原子%氮濃度的  $\text{CrCON}$  製成。

【請求項 13】如請求項 11 所述之方法，其中該第一硬遮罩層係由  $\text{TaBO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TaO}_2$ 、 $\text{TaO}$  或  $\text{Ta}_2\text{O}$  製成，且該中間層係由  $\text{TaBO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TaO}_2$ 、 $\text{TaO}$  或  $\text{Ta}_2\text{O}$  製成。

【請求項 14】如請求項 11 所述之方法，其中在圖案化該吸收體層的該步驟期間移除該第二硬遮罩層。

【請求項 15】如請求項 11 所述之方法，其中在移除該第一硬遮罩層的該步驟期間，圖案化該中間層的部分。

【請求項 16】一種製造反射遮罩的方法，該方法包含以下步驟：

在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層，該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上的一氧化物層、在該氧化物層上的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層；

圖案化該光阻劑層；

藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該氧化物層及該吸收體層；及

圖案化該中間層。

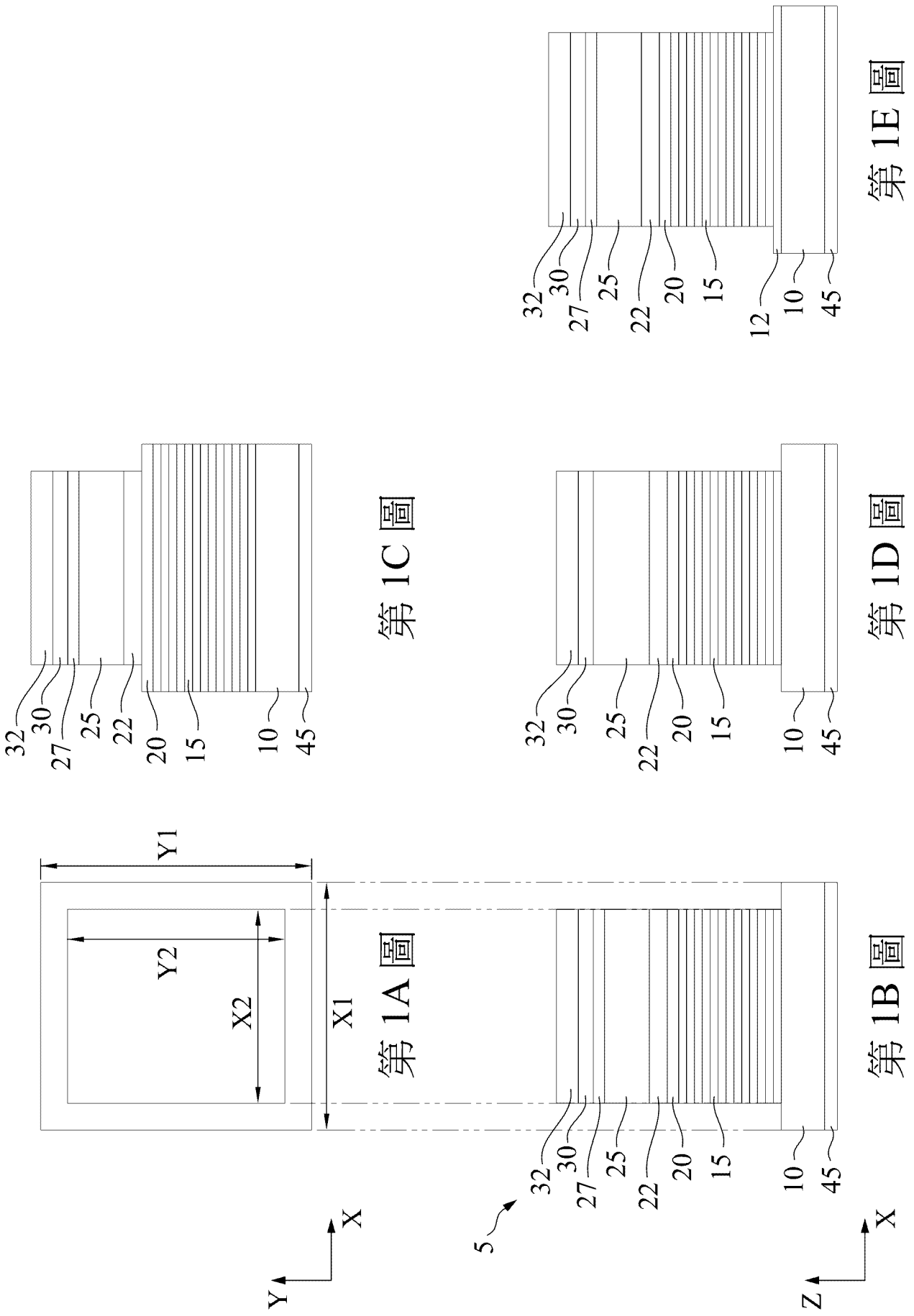
【請求項 17】如請求項 16 所述之方法，其中該第二硬遮罩層及該吸收體層包括與該第一硬遮罩層的材料及該中間層的材料相比在使用一含氯氣體及一含氧氣體的電漿乾式蝕刻中具有較高蝕刻速率的一材料。

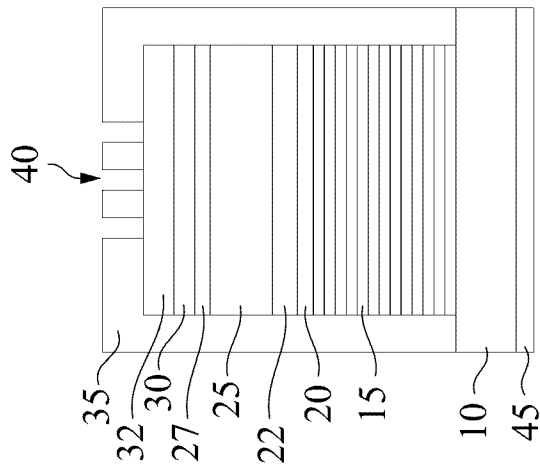
【請求項 18】如請求項 17 所述之方法，其中該第一及該第二硬遮罩層中的每一者的厚度在 2 nm 至 20 nm 的一範圍內。

【請求項 19】如請求項 17 所述之方法，其中該第二硬遮罩層包括 GaN、SiCO 或氧化鈮。

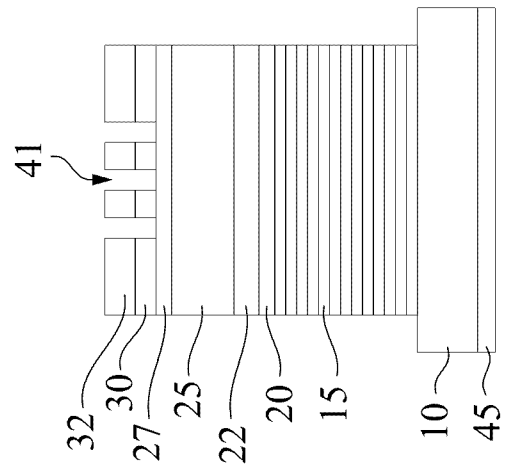
【請求項 20】如請求項 17 所述之方法，其中該氧化物層包括  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  或  $\text{CrO}_2$ 。

【發明圖式】

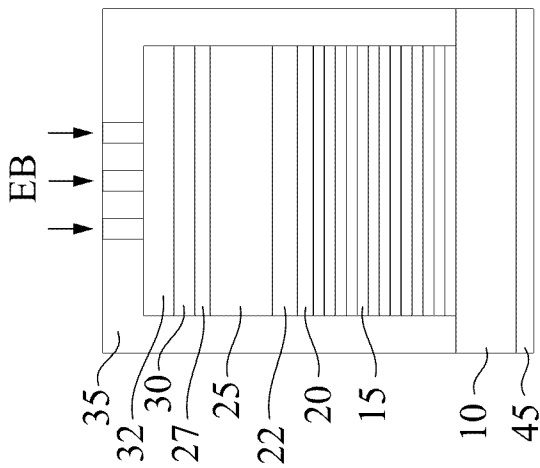




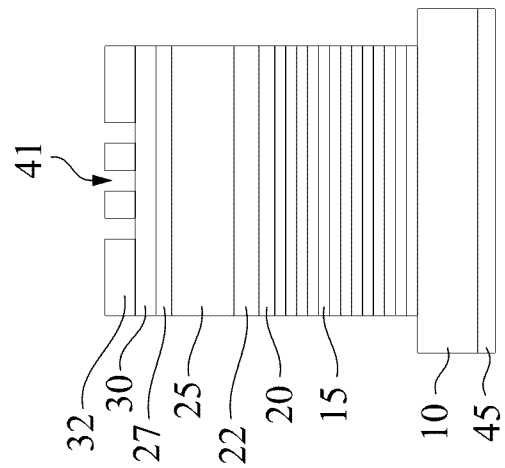
第2C圖



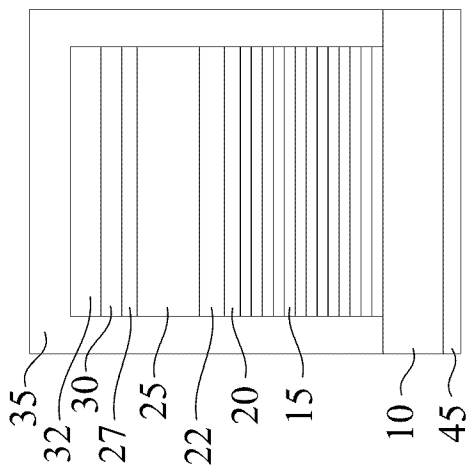
第2F圖



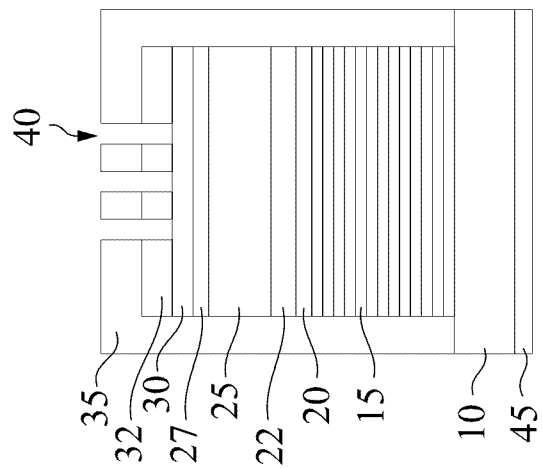
第2B圖



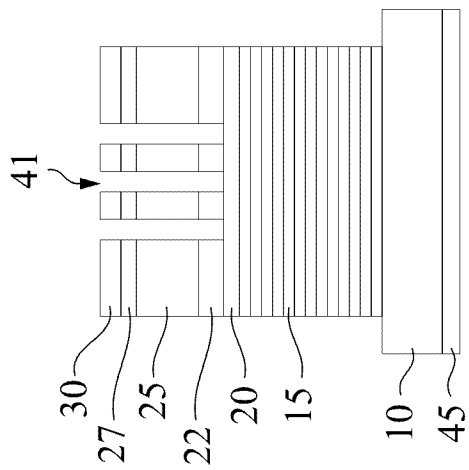
第2E圖



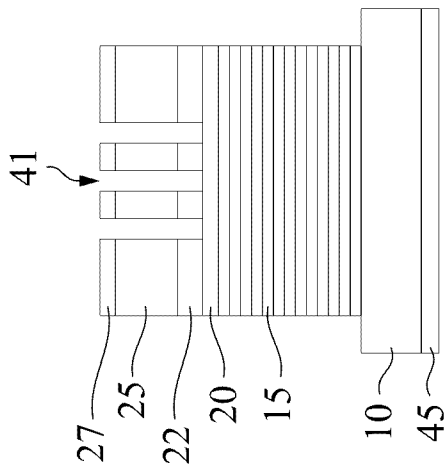
第2A圖



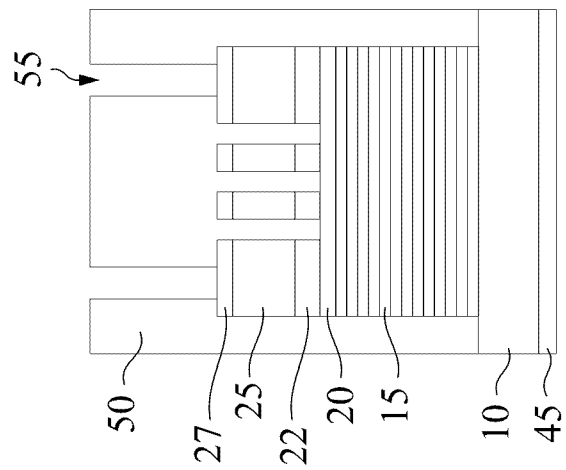
第2D圖



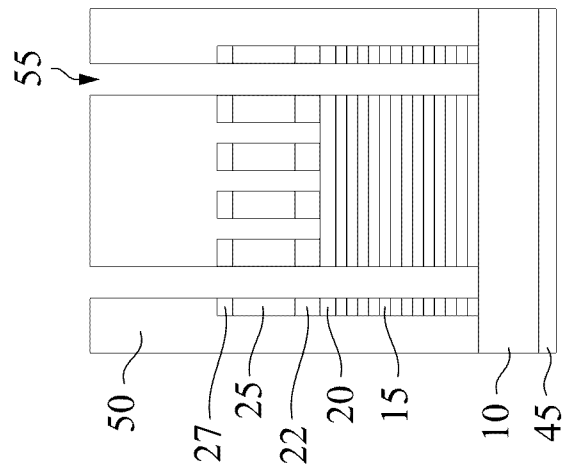
第3A圖



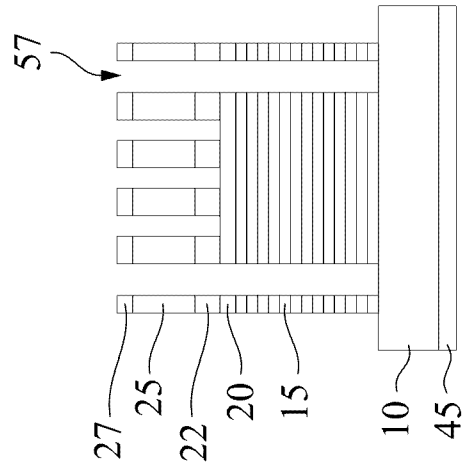
第3B圖



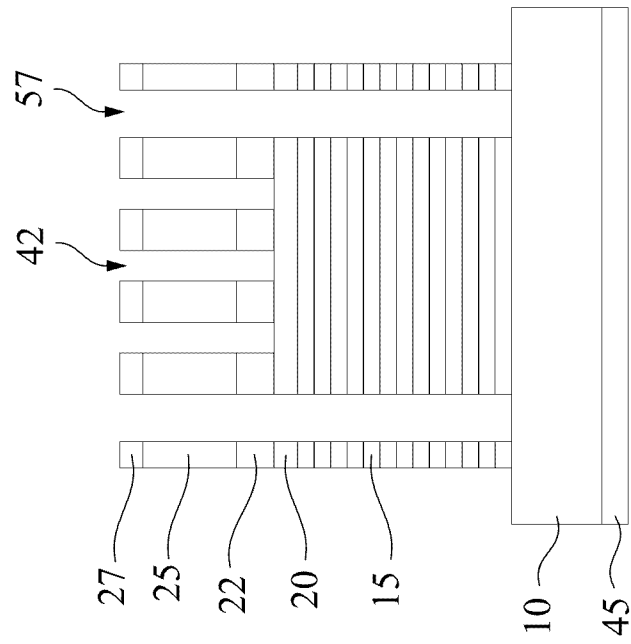
第3C圖



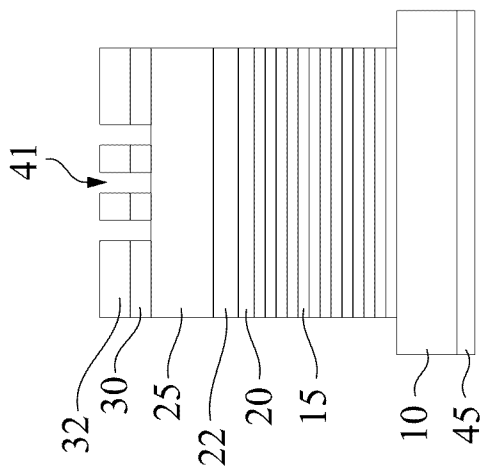
第3D圖



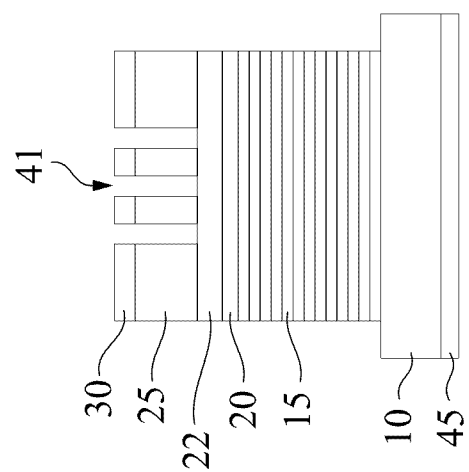
第3E圖



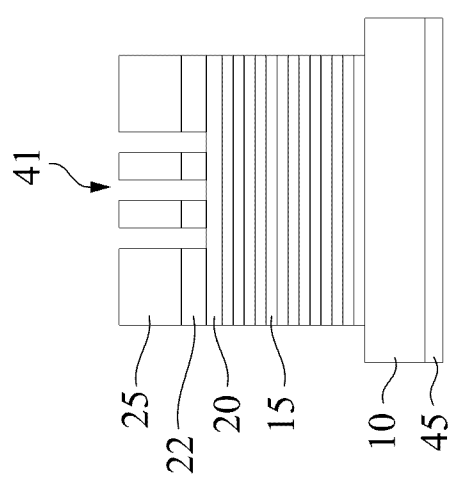
第 4 圖



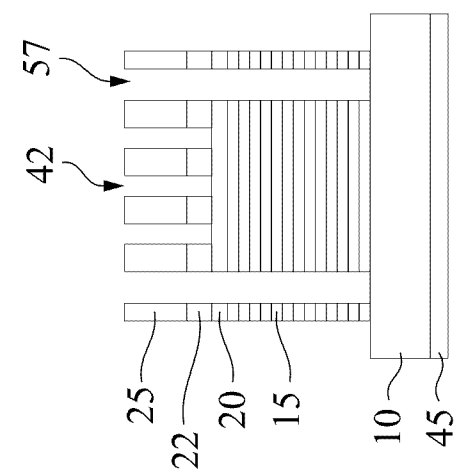
第5A圖



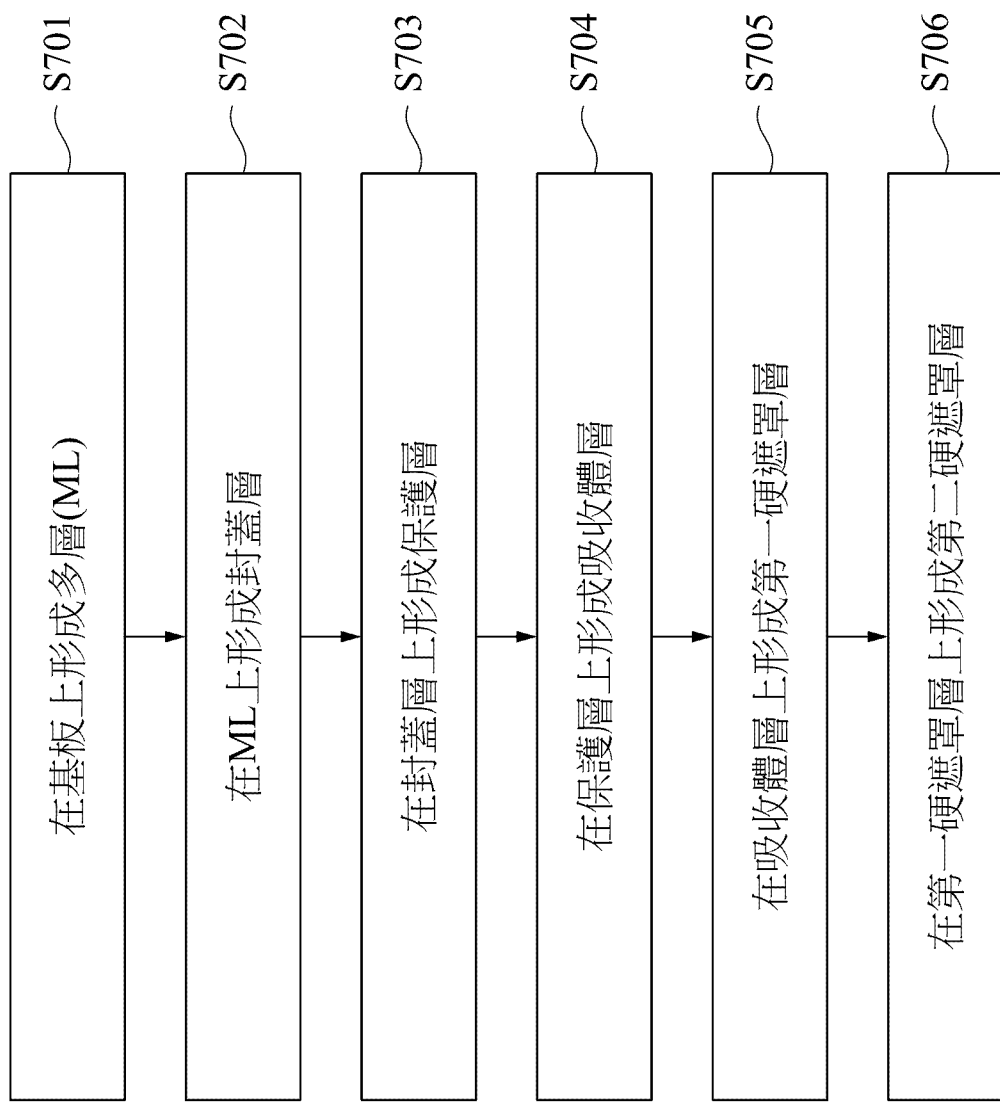
第5B圖



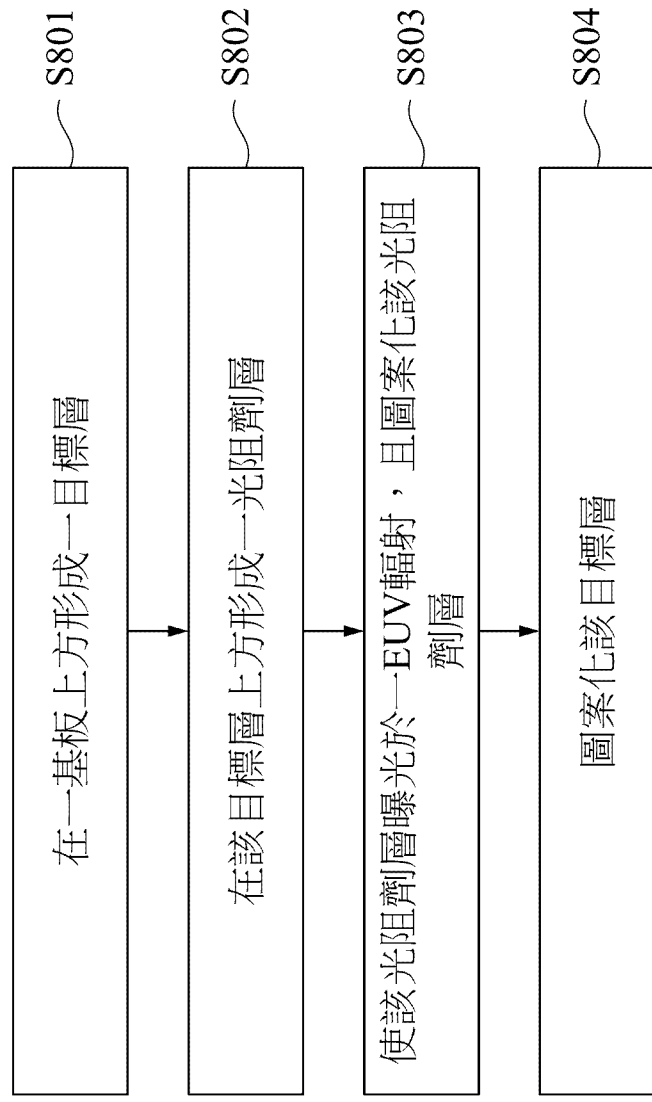
第5C圖



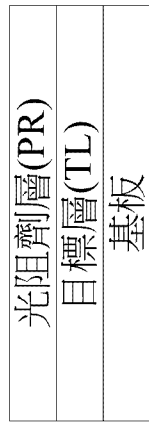
第6圖



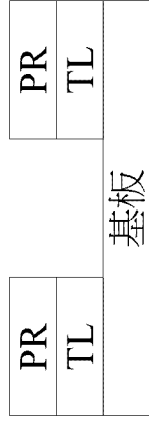
第 7 圖



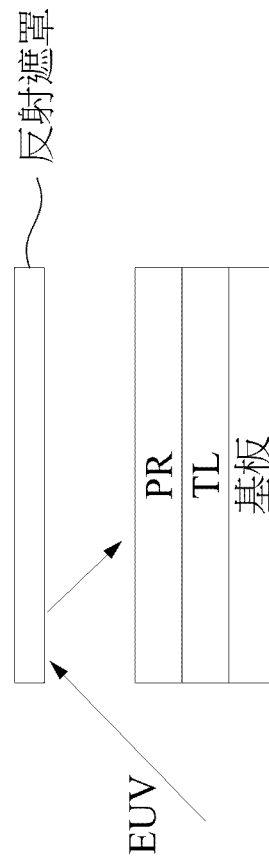
第 8A 圖



第8B圖



第8D圖



第8C圖



第8E圖

**【發明摘要】****【中文發明名稱】** 反射遮罩及其製造方法**【英文發明名稱】** REFLECTIVE MASK AND MANUFACTURING METHOD

THEREOF

**【中文】**

在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一吸收體層及一硬遮罩層，且該吸收體層係由 Cr、CrO 或 CrON 製成。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的硬遮罩層來圖案化該吸收體層，且將一額外元素引入至該經圖案化的吸收體層中以形成一轉化的吸收體層。

**【英文】**

In a method of manufacturing a reflective mask, a photo resist layer is formed over a mask blank. The mask blank includes a substrate, a reflective multilayer on the substrate, a capping layer on the reflective multilayer, an absorber layer on the capping layer and a hard mask layer, and the absorber layer is made of Cr, CrO or CrON. The photo resist layer is patterned, the hard mask layer is patterned by using the patterned photo resist layer, the absorber layer is patterned by using the patterned hard mask layer, and an additional element is introduced into the patterned absorber layer to form a converted absorber layer.

【指定代表圖】第(1B)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

5	:	E U V 光罩毛胚
1 0	:	基板
1 5	:	多層 M o / S i 堆疊
2 0	:	封蓋層
2 2	:	保護層 / 中間層
2 5	:	吸收體層
2 7	:	氧化物層
3 0	:	第一硬遮罩層
3 2	:	第二硬遮罩層
4 5	:	背面導電層

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 反射遮罩及其製造方法

【英文發明名稱】 REFLECTIVE MASK AND MANUFACTURING METHOD

THEREOF

【技術領域】

【0001】 本揭露係關於一種反射遮罩及其製造方法。

【先前技術】

【0002】 光微影術操作係半導體製造製程中的關鍵操作之一。光微影術技術包括紫外線微影術、深紫外線微影術及極紫外線微影術 (extreme ultraviolet lithography ; EUVL)。光罩係光微影術操作中的重要元件。製造具有高反射性部分及高吸收部分的具有高對比度的 EUV 光罩係至關重要的。

【發明內容】

【0003】 在本揭露的一些實施例中，一種反射遮罩包括一基板、安置於該基板上的一反射性多層、安置於該反射性多層上的一封蓋層及安置於該封蓋層上的一吸收體層。該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子% 至 30 原子% 的一氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子% 至 30 原子% 的一氮濃度的一 CrCON 層。

【0004】 在本揭露的一些實施例中，一種製造反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上

的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層，且移除該第一硬遮罩層。該第二硬遮罩層及該吸收體層包括一鉻(Cr)基化合物，且該第一硬遮罩層及該中間層包括一鉭(Ta)基化合物。

**【0005】** 在本揭露的一些實施例中，一種製造反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上的一氧化物層、在該氧化物層上的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該氧化物層及該吸收體層，且圖案化該中間層。

**【圖式簡單說明】**

**【0006】** 本揭露係在結合附圖閱讀時自以下詳細描述最佳地理解。要強調的是，根據產業中的標準作業，各種特徵未按比例繪製且僅用於說明目的。實際上，為論述清楚起

見，各種特徵的尺寸可任意地增大或縮小。

第 1 A 圖、第 1 B 圖、第 1 C 圖、第 1 D 圖及第 1 E 圖展示根據本揭露的實施例的 EUV 光罩毛胚。

第 2 A 圖、第 2 B 圖、第 2 C 圖、第 2 D 圖、第 2 E 圖及第 2 F 圖示意性地說明根據本揭露的一實施例的製造 EUV 光罩的方法。

第 3 A 圖、第 3 B 圖、第 3 C 圖、第 3 D 圖及第 3 E 圖示意性地說明根據本揭露的一實施例的製造 EUV 光罩的方法。

第 4 圖展示根據本揭露的實施例的 EUV 光罩的橫截面圖。

第 5 A 圖、第 5 B 圖及第 5 C 圖根據本揭露的另一實施例展示吸收體層的多層結構的橫截面圖。

第 6 圖展示根據本揭露的實施例的 EUV 光罩的橫截面圖。

第 7 圖根據本揭露的實施例展示製造用於 EUV 光罩的遮罩毛胚的流程圖。

第 8 A 圖展示製造半導體元件的方法的流程圖，且第 8 B 圖、第 8 C 圖、第 8 D 圖及第 8 E 圖展示根據本揭露的實施例的製造半導體元件的方法的順序製造操作。

### 【實施方式】

【0007】 將理解，以下揭示內容提供用於實施本揭露的不同特徵的許多不同實施例或實例。元件及配置的特定實施例或實例將在下文描述以簡化本揭露。當然，此等元件及配

置僅為實例且不欲為限制性的。舉例而言，元件的尺寸不限於所揭示的範圍或值，但可視元件的處理條件及/或所要性質而定。此外，在隨後描述中的第一特性在第二特徵上方或上形成可包括第一及第二特徵直接接觸地形成的實施例，且亦可包括額外特徵可介於第一特徵與第二特徵之間形成，使得第一及第二特徵不可直接接觸的實施例。為簡單及清楚起見，各種特徵可按不同標度任意地繪製。

**【0008】** 此外，為了方便用於描述如諸圖中所圖示的一個元件或特徵與另一元件或特徵的關係的描述，在本文中可使用空間相對術語，諸如「在... .. 下面」、「在... .. 之下」、「下部」、「在... .. 之上」、「上部」及類似術語。空間相對術語意欲涵蓋除了諸圖中所描繪的定向以外的元件在使用或操作時的不同定向。元件可另外定向(旋轉 90 度或處於其他定向)，且本文中所使用的空間相關描述符可類似地加以相應解釋。另外，術語「由... .. 製成」可意味「包含」或「由... .. 組成」。在本揭露中，片語「A、B 及 C 中的一者」意味「A、B 及/或 C」(A、B、C、A 及 B、A 及 C、B 及 C 或 A、B 及 C)，且不意味來自 A 的一個元件、來自 B 的一個元件及來自 C 的一個元件，除非另外描述。

**【0009】** 本揭露的實施例提供一種製造一 EUV 光罩的方法。更確切地，本揭露提供用於防止或抑制 EUV 光罩的背面導電層上的損傷的技術。

**【0010】** EUV 微影術(EUV lithography ; EUVL)使用

掃描器，該些掃描器使用在極紫外線 (extreme ultraviolet; EUV) 區域中、具有約 1 nm 至約 100 nm (例如，13.5 nm) 的波長的光。遮罩係 EUVL 系統的關鍵元件。因為光學材料對 EUV 輻射不透明，所以 EUV 光罩係反射遮罩。電路圖案形成於安置於反射結構上方的吸收體層中。吸收體具有低 EUV 反射率，例如小於 3% 至 5%。

【0011】 本揭露提供一種具有低反射(高吸收)吸收體結構的 EUV 反射光罩。

【0012】 第 1A 圖及第 1B 圖展示根據本揭露的一實施例的 EUV 反射光罩毛胚。第 1A 圖係(自頂部觀看的)平面圖且第 1B 圖係沿著 X 方向的橫截面圖。

【0013】 在一些實施例中，具有電路圖案的 EUV 光罩係由 EUV 光罩毛胚 5 形成。EUV 光罩毛胚 5 包括基板 10、多個交替的矽層及鉬層的多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、保護層 22、吸收體層 25、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32。此外，背面導電層 45 形成於基板 10 的背面上，如第 1B 圖所示。在一些實施例中，氧化物層 27 形成於吸收體層 25 的頂表面上，如第 1B 圖所示。在其他實施例中，無氧化物層形成於吸收體層 25 的頂表面上，如第 1D 圖所示。

【0014】 在一些實施例中，基板 10 係由低熱膨脹材料形成。在一些實施例中，基板係低熱膨脹玻璃或石英，諸如熔融矽石或熔融石英。在一些實施例中，低熱膨脹玻璃基板透

射可見波長、靠近可見光譜的紅外線波長(近紅外線)的一部分及紫外線波長的一部分的光。在一些實施例中，低熱膨脹玻璃基板吸收極紫外線波長及靠近極紫外線的深紫外線波長。在一些實施例中，基板 10 的尺寸為  $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$ 、具有約  $20\text{ mm}$  的厚度。在其他實施例中，基板 10 的尺寸小於  $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$  且等於或大於  $148\text{ mm} \times 148\text{ mm}$ 。基板 10 的形狀為正方形或矩形。

**【0015】** 在一些實施例中，基板之上的功能層(多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、保護層 22、吸收體層 25、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32)具有比基板 10 小的寬度。在一些實施例中，該些功能層的尺寸在約  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  的範圍內。在一些實施例中，該些功能層的形狀為正方形或矩形，如在平面圖中所見。

**【0016】** 在其他實施例中，保護層 22、吸收體層 25、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32 具有比基板 10、多層 Mo/Si 堆疊 15 及封蓋層 20 小、在約  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  範圍內的尺寸，如第 1C 圖所示。該些功能層中的一或多者的較小尺寸能夠藉由在藉由例如濺射形成各別層時使用具有在約  $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$  至  $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$  範圍內的開口的框形狀蓋形成。在其他實施例中，基板 10 之上的所有層具有與基板 10 相同的尺寸。

**【0017】** 在一些實施例中，Mo/Si 多層堆疊 15 包括約 30 個交替的矽層及鉬層至約 60 個交替的矽層及鉬層。在某些

實施例中，形成約 40 個至約 50 個交替的矽層及鉬層。在一些實施例中，反射率比感興趣波長(例如，13.5 nm)的約 70% 高。在一些實施例中，矽層及鉬層係藉由化學氣相沈積(chemical vapor deposition; CVD)、電漿增強化學氣相沈積(plasma-enhanced CVD; PECVD)、原子層沈積(atomic layer deposition; ALD)、物理氣相沈積(physical vapor deposition; PVD) (濺射)或任何其他合適的膜形成方法形成。矽及鉬的每一層厚約 2 nm 至約 10 nm。在一些實施例中，矽層及鉬層具有近似相同的厚度。在其他實施例中，矽及鉬的層厚度不同。在一些實施例中，每一矽層的厚度為約 4 nm 且每一鉬層的厚度為約 3 nm。

**【0018】** 在其他實施例中，多層堆疊 15 包括交替的鉬層及鈹層。在一些實施例中，儘管只要維持足夠反射率以用於將目標基板成像，允許任何數目個層，但多層堆疊 15 中的層的數目在約 20 至約 100 的範圍內。在一些實施例中，反射率比感興趣波長(例如，13.5 nm)的約 70% 高。在一些實施例中，多層堆疊 15 包括約 30 個至約 60 個交替的 Mo 層及 Be 層。在本揭露的其他實施例中，多層堆疊 15 包括約 40 個至約 50 個交替的 Mo 層及 Be 層。

**【0019】** 在一些實施例中，封蓋層 20 安置於 Mo/Si 多層 15 上方以防止多層堆疊 15 的氧化。在一些實施例中，封蓋層 20 係由鈦、鈦合金(例如，RuNb、RuZr、RuZrN、RuRh、RuNbN、RuRhN、RuV 或 RuVN)或基於鈦的

氧化物(例如, RuO<sub>2</sub>、RuNbO、RiVO 或 RuON)製成, 具有約 2 nm 至約 10 nm 的厚度。在某些實施例中, 封蓋層 20 的厚度為約 2 nm 至約 5 nm。在一些實施例中, 封蓋層 20 具有 3.5 nm ± 10% 的厚度。在一些實施例中, 封蓋層 20 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積(例如, 濺射)或任何其他合適的膜形成方法形成。在其他實施例中, 將 Si 層用作為封蓋層 20。

**【0020】** 在一些實施例中, 保護(中間)層 22 形成於封蓋層 20 與吸收體層 25 之間。在一些實施例中, 保護層 22 用於保護封蓋層 20。在一些實施例中, 保護層 22 包括: 基於 Ta 的材料, 諸如 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN; 矽; 矽基化合物(例如, 氧化矽、SiN、SiON 或 MoSi); 鈦; 或鈦基化合物(Ru 或 RuB)。在一些實施例中, 保護層 22 具有約 2 nm 至約 20 nm 的厚度。在一些實施例中, 保護層 22 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。在一些實施例中, 保護層 22 在吸收體層的圖案化操作期間充當蝕刻終止層。

**【0021】** 在其他實施例中, 中間層 22 係能夠利用 EUV 輻射將形成於光罩上的碳氫化合物殘餘物催化成 CO<sub>2</sub> 及 / 或 H<sub>2</sub>O 的光催化層。因此, 執行對遮罩表面的原位自清洗。在一些實施例中, 在 EUV 掃描器系統中, 將氧氣及氫氣注入至 EUV 腔室中以維持腔室壓力(例如, 處於約 2 Pa)。

腔室背景氣體可為氧的來源。除了光催化功能之外，光催化層經設計以對各種化學品及各種化學程序(諸如清洗及蝕刻)具有足夠的耐久性及抵抗性。用於在後續製程中製造 EUV 反射遮罩的臭氧化水可能損害由 Ru 製成的封蓋層 20 且導致顯著的 EUV 反射率下降。此外，在 Ru 氧化之後，Ru 氧化物容易藉由諸如 C12 或 CF4 氣體的蝕刻劑蝕刻除去。在一些實施例中，光催化層包括氧化鈦(TiO<sub>2</sub>)、氧化錫(SnO)、氧化鋅(ZnO)及硫化鎘(CdS)中的一或多者。光催化層的厚度在一些實施例中在約 2 nm 至約 10 nm 的範圍內，且在其他實施例中在約 3 nm 至約 7 nm 的範圍內。當厚度過薄時，光催化層不能充分地充當蝕刻終止層。當厚度過大時，光催化層可吸收 EUV 輻射。

**【0022】** 吸收體層 25 安置於中間(保護)層 22 上方。在本揭露的實施例中，吸收體層 25 包括基於 Cr 的材料，諸如 Cr、CrN、CrON 及/或 CrCON。在 CrON 或 CrCON 的情況下，氮量在一些實施例中在約 10 原子%至約 30 原子%的範圍內。在一些實施例中，吸收體層 25 具有 Cr、CrN、CrON 及/或 CrCON 的多層結構。

**【0023】** 在某些實施例中，將 CrN 層用作為吸收體層 25。當使用 CrN 層時，氮量在一些實施例中在約 16 原子%至約 40 原子%的範圍內。當氮量在約 16 原子%至約 30 原子%的範圍內時，CrN 吸收體層包括 Cr 相及 Cr<sub>2</sub>N 相。當氮量在約 30 原子%至約 33 原子%的範圍內時，CrN 吸收體層實質上由 Cr<sub>2</sub>N 相組成(例如，大於 95 體積%)。當

氮量在約 33 原子%至約 40 原子%的範圍內時，CrN 吸收體層包括 Cr<sub>2</sub>N 相及 CrN 相。該些相能夠藉由電子能量損失譜術 (electron energy loss spectroscopy; EELS)、透射電子顯微鏡 (transmission electron microscope; TEM) 及 / 或 X 射線繞射 (X-ray diffraction; XRD) 分析來觀察。在一些實施例中，該兩個相形成固體溶液。

**【0024】** 在一些實施例中，吸收體層 25 中的氮濃度不均勻。在一些實施例中，氮濃度在吸收體層 25 的中間或中心比在吸收體層 25 的表面區域高。在一些實施例中，CrN 吸收體層包括除 Cr 及 N 外的一或多種雜質，量小於約 5 原子%。在一些實施例中，吸收體層 25 進一步包括 Co、Te、Hf 及 / 或 Ni 的一或多種元素。

**【0025】** 在一些實施例中，吸收體層 25 的厚度在約 20 nm 至約 50 nm 的範圍內，且在其他實施例中在約 35 nm 至約 46 nm 的範圍內。

**【0026】** 在一些實施例中，一抗反射層 (未示出) 視情況安置於吸收體層 25 上方。抗反射層在一些實施例中係由氧化矽製成，且具有約 2 nm 至約 10 nm 的厚度。在其他實施例中，將具有在約 12 nm 至約 18 nm 範圍內的厚度的 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 層用作為抗反射層。在一些實施例中，抗反射層的厚度為約 3 nm 至約 6 nm。在一些實施例中，抗反射層係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。

**【0027】** 在一些實施例中，氧化物層 27 包括 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 或

CrO<sub>2</sub> 中的一或多者。在一些實施例中，氧化物層 27 係在遮罩毛胚的製造操作期間形成。在一些實施例中，氧化物層 27 的厚度在約 1 nm 至約 3 nm 的範圍內。在一些實施例中，如第 1D 圖所示，無氧化物層形成。

**【0028】** 在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 安置於氧化物層 27 上方。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 形成於抗反射層上方。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係由諸如 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN 的基於 Ta 的材料製成。在其他實施例中，第一硬遮罩層 30 係由矽、矽基化合物(例如，氧化矽、SiN、SiON 或 MoSi)、鈦或鈦基化合物(Ru 或 RuB)製成。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係由與保護層 22 相同或類似的材料製成。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 具有約 2 nm 至約 20 nm 的厚度。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。

**【0029】** 在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 安置於第一硬遮罩層 30 上方。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 係由 GaN、CrON、CrCON、氧化矽、SiCO 及 / 或氧化鈮中的一或多者製成。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 具有約 2 nm 至約 20 nm 的厚度。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 小於或大於第一硬遮罩層的厚度。在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 係藉由化學氣相沈積、電漿增強化學氣相沈積、原子層沈積、物理氣相沈積或任何其他合適的膜形

成方法形成。

【0030】 在一些實施例中，第二硬遮罩層 32 係由與第一硬遮罩層 30 的材料相比對包括氯及氧的電漿具有較高蝕刻速率的材料製成。在一些實施例中，第一硬遮罩層 30 係由與第二硬遮罩層 32 的材料相比對包括氟的電漿具有一較高蝕刻速率的材料製成。

【0031】 在一些實施例中，基板之上的功能層(多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、保護層 22、吸收體層 25、氧化物層 27、第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32)中的一或多者具有多晶結構(例如，奈米晶體結構)或非晶結構。

【0032】 在一些實施例中，背面導電層 45 安置於基板 10 的第二主表面上，該第二主表面與 Mo/Si 多層 15 形成所在的基板 10 的第一主表面相反。在一些實施例中，背面導電層 45 係由 TaB (硼化鉭)或其他基於 Ta 的導電材料製成。在一些實施例中，硼化鉭係晶狀的。晶狀硼化鉭包括 TaB、Ta<sub>5</sub>B<sub>6</sub>、Ta<sub>3</sub>B<sub>4</sub> 及 TaB<sub>2</sub>。在其他實施例中，硼化鉭係多晶的或非晶的。在其他實施例中，背面導電層 45 係由基於 Cr 的導電材料(CrN 或 CrON)製成。在一些實施例中，背面導電層 45 的表面電阻等於或小於 20 Ω /□。在某些實施例中，背面導電層 45 的表面電阻等於或大於 0.1 Ω /□。在一些實施例中，背面導電層 45 的表面粗糙度 Ra 等於或小於 0.25 nm。在某些實施例中，背面導電層 45 的表面粗糙度 Ra 等於或大於 0.05 nm。此外，在一些實施例中，背面導電層 45 的平坦度等於或小於 50 nm

(在 EUV 光罩內)。在一些實施例中，背面導電層 45 的平坦度大於 1 nm。在一些實施例中，背面導電層 45 的厚度在約 50 nm 至約 400 nm 的範圍內。在其他實施例中，背面導電層 45 具有約 50 nm 至約 100 nm 的厚度。在某些實施例中，厚度在約 65 nm 至約 75 nm 的範圍內。在一些實施例中，背面導電層 45 係藉由大氣化學氣相沈積 (chemical vapor deposition; CVD)、低壓 CVD、電漿增強 CVD、雷射增強 CVD、原子層沈積 (atomic layer deposition; ALD)、分子束磊晶 (molecular beam epitaxy; MBE)、包括熱沈積、脈衝雷射沈積、電子束蒸發、離子束輔助蒸發及濺射的物理氣相沈積或任何其他合適的膜形成方法形成。在 CVD 的情況下，源氣體在一些實施例中包括 TaCl<sub>5</sub> 及 BCl<sub>3</sub>。

**【0033】** 在一些實施例中，如第 1E 圖所示，基板保護層 12 形成於基板 10 與多層堆疊 15 之間。在一些實施例中，基板保護層 12 係由 Ru 或 Ru 化合物 (諸如 RuO、RuNb、RuNbO、RuZr 及 RuZrO) 製成。在一些實施例中，基板保護層 12 由與封蓋層 20 相同或不同的材料製成。在一些實施例中，基板保護層 12 的厚度在約 2 nm 至約 10 nm 的範圍內。

**【0034】** 第 2A 圖至第 2F 圖及第 3A 圖至第 3E 圖示意性地說明製造供極紫外線微影術 (extreme ultraviolet lithography; EUVL) 使用的 EUV 光罩的方法。據瞭解，對於該方法的額外實施例，額外操作可在藉由第 2A 圖至

第 3 E 圖展示的程序之前、期間及之後提供，且下文描述的操作中的一些可替換或消除。操作 / 程序的次序可為可互換的。

【0035】 在 E U V 光罩的製造中，在 E U V 光罩毛胚的第二硬遮罩層 3 2 上方形成第一光阻劑層 3 5，如第 2 A 圖所示，且使光阻劑層 3 5 選擇性地曝光於光化輻射 E B，如第 2 B 圖所示。在一些實施例中，在第一光阻劑層 3 5 形成之前，E U V 光罩毛胚經受檢查。顯影選擇性曝光的第一光阻劑層 3 5 以在第一光阻劑層 3 5 中形成圖案 4 0，如第 2 C 圖所示。在一些實施例中，光化輻射 E B 為電子束或離子束。在一些實施例中，圖案 4 0 對應於半導體元件特徵的圖案，該圖案將使用 E U V 光罩在後續操作中形成。在一些實施例中，在第二硬遮罩層 3 2 上的第一光阻劑層的厚度在約 5 0 0 n m 至約 1 0 0 0 n m 的範圍內。

【0036】 接下來，將第一光阻劑層 3 5 中的圖案 4 0 延伸至第二硬遮罩層 3 2 中，從而形成在第二硬遮罩層 3 2 中、暴露第一硬遮罩層 3 0 的部分的圖案 4 1，如第 2 D 圖所示。延伸至第二硬遮罩層 3 2 中的圖案 4 1 係藉由蝕刻形成，在一些實施例中，蝕刻使用對第一硬遮罩層 3 0 具選擇性的合適的濕或乾蝕刻劑。在一些實施例中，將使用含氯氣體(例如，C12、HCl、BCl 及 CC14)及含氧氣體(例如，O2)的電漿乾式蝕刻操作用於圖案化第二硬遮罩層 3 2。在一些實施例中，選擇第一硬遮罩層 3 0 的材料以具有比使用氯及氧的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性(較低蝕刻速率)，且

蝕刻實質上終止於第一硬遮罩層 30。在第二硬遮罩層 32 中的圖案 41 形成之後，藉由光阻劑剝除器移除第一光阻劑層 35 以暴露第二硬遮罩層 32 的上部表面，如第 2E 圖所示。

**【0037】** 接下來，使第二硬遮罩層 32 中的圖案 41 延伸至第一硬遮罩層 30 中，從而暴露氧化物層 27 的部分，如第 2F 圖所示。延伸至第一硬遮罩層 30 中的圖案 41 係藉由蝕刻形成，在一些實施例中，蝕刻使用對氧化物層 27 具選擇性的合適的濕或乾蝕刻劑。在一些實施例中，將使用含氟氣體（例如，碳化氟（CF<sub>4</sub>、CHF<sub>3</sub> 等）及 SF<sub>6</sub>）的電漿乾式蝕刻操作作用於圖案化第一硬遮罩層 30。在一些實施例中，選擇吸收體層 25 的材料以具有比使用氟的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性（較低蝕刻速率），且蝕刻實質上終止於氧化物層 27。

**【0038】** 接著，使第一及第二硬遮罩層 30、32 中的圖案 41 延伸至吸收體層 25 中，從而形成在吸收體層 25 中、暴露中間層 22 的部分的圖案 42，如第 3A 圖所示。氧化物層 27 及吸收體層 25 係藉由使用對第一硬遮罩層 30 及/或中間層 22 具選擇性的合適的濕或乾蝕刻劑蝕刻。在一些實施例中，將使用含氯氣體（例如，Cl<sub>2</sub>、HCl、BCl 及 CCl<sub>4</sub>）及含氧氣體（例如，O<sub>2</sub>）的電漿乾式蝕刻操作作用於圖案化吸收體層 25。在一些實施例中，選擇中間層 22 的材料以具有比使用氯及氧的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性（較低蝕刻速率），且蝕刻實質上終止於中間層 22。在一些

實施例中，如第 3 A 圖所示，在氧化物層 27 及吸收體層 25 的蝕刻期間移除第二硬遮罩層 32。特別地，當第二硬遮罩層 32 係由基於 Cr 的材料(例如，CrON 或 CrCON)製成時，在氧化物層 27 及吸收體層 25 的蝕刻期間移除第二硬遮罩層 32。若第二硬遮罩層 32 在蝕刻吸收體層 25 之後保留，則在一些實施例中藉由合適的濕式或乾式蝕刻來執行第二硬遮罩層 32 的額外移除操作。

**【0039】** 接著，將第一硬遮罩層 30 與在圖案開口的底部處的吸收體層 25 的一部分一起移除，如第 3 B 圖所示。在一些實施例中，蝕刻為濕式蝕刻及/或乾式蝕刻。在一些實施例中，將使用含氟氣體(例如，碳化氟(CF<sub>4</sub>、CHF<sub>3</sub>等)及 SF<sub>6</sub>)的電漿乾式蝕刻操作用於移除第一硬遮罩層 30 及中間層 22。特別地，當第一硬遮罩層 30 係由與中間層 22 相同或類似的材料製成時，將第一硬遮罩層 30 與中間層 22 一起移除。在一些實施例中，選擇封蓋層 20 的材料以具有比使用氟的電漿乾式蝕刻操作高的蝕刻抗性(較低蝕刻速率)，且蝕刻實質上終止於封蓋層 20。

**【0040】** 如第 3 C 圖所示，在吸收體層 25 上方形成第二光阻劑層 50，從而填充吸收體層 25 中的圖案 42。使第二光阻劑層 50 選擇性地曝光於諸如電子束、離子束或紫外線輻射的光化輻射。顯影選擇性曝光的第二光阻劑層 50 以形成第二光阻劑層 50 中的圖案 55，如第 3 C 圖所示。圖案 55 對應於圍繞電路圖案的黑色邊界。黑色邊界係藉由在電路圖案區域周圍的區域中移除 EUV 光罩上的所有多層形成

的框形狀區域。形成黑色邊界以防止當將 EUV 光罩印刷在晶圓上時的鄰近場的暴露。在一些實施例中，黑色邊界的寬度在約 1 mm 至約 5 mm 的範圍內。

**【0041】** 接下來，使第二光阻劑層 50 中的圖案 55 延伸至氧化物層 27、吸收體層 25、可選中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中，從而形成在氧化物層 27、吸收體層 25、中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中、暴露基板 10 的部分的圖案 57 (參見第 3E 圖)，如第 3D 圖所示。圖案 57 係藉由蝕刻形成，在一些實施例中，蝕刻使用對蝕刻的層中的每一者具選擇性的一或多種合適的濕或乾蝕刻劑。在一些實施例中，使用電漿乾式蝕刻。

**【0042】** 接著，藉由合適的光阻劑剝除器移除第二光阻劑層 50 以暴露氧化物層 27 的上部表面，如第 3E 圖所示。在本揭露的一些實施例中，氧化物層 27、吸收體層 25、中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中的黑色邊界圖案 57 界定光罩的黑色邊界。此外，光罩經歷清洗操作、檢查，且視需要修復光罩以提供成品光罩。

**【0043】** 第 4 圖展示根據本揭露的實施例的成品 EUV 光罩的橫截面圖。在一些實施例中，如第 4 圖所示的具有電路圖案 42 的 EUV 光罩包括基板 10、多個交替的矽層及鋁層的多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20、經圖案化的吸收體層 25 及經圖案化的氧化物層 27。此外，黑色邊界圖案 57 形成於氧化物層 27、吸收體層 25、中間層 22、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中，且背面導電層 45 形成於基板

10 的背面上。在一些實施例中，經圖案化的吸收體層 25 包括 CrN 層或富含氮的 CrON 或 CrCON 層，該 CrON 或 CrCON 層在一些實施例中具有在約 10 原子%至約 30 原子%範圍內的氮量。

**【0044】** 第 5A 圖、第 5B 圖及第 5C 圖展示根據本揭露的另一實施例的吸收體層的多層結構的橫截面圖。據瞭解，對於方法的額外實施例，額外操作可在藉由第 2A 圖至第 3E 圖展示的程序之前、期間及之後提供，且在下文描述的操作中的一些可替換或消除。操作/程序的次序可為可互換的。如關於先前實施例所解釋的材料、組態、程序及/或尺寸可在以下實施例中使用，且對該些材料、組態、程序及/或尺寸的詳細描述可省略。第 5A 圖、第 5B 圖及第 5C 圖的實施例係針對如第 2D 圖所示的遮罩毛胚，其中無氧化物層形成於吸收體層 25 上。第 5A 圖展示類似於第 2F 圖的在圖案化第一硬遮罩層 30 之後的結構。第一硬遮罩層 30 的蝕刻實質上終止於吸收體層 25。

**【0045】** 接著，藉由使用經圖案化的第一及第二硬遮罩層來圖案化(蝕刻)吸收體層 25，如第 5B 圖所示。在一些實施例中，如第 5B 圖所示，在吸收體層 25 的蝕刻期間移除第二硬遮罩層 32。在一些實施例中，當中間層 22 係由與第一硬遮罩層 30 相同或類似的材料製成時，蝕刻實質上終止於中間層 22。接著，如第 5C 圖所示，將第一硬遮罩層 30 與在吸收體層 25 的開口圖案的底部處的中間層 22 的一部分一起移除。

【0046】 第 6 圖展示根據本揭露的實施例的成品 EUV 光罩的橫截面圖。在一些實施例中，如第 6 圖所示的具有電路圖案 42 的 EUV 光罩包括基板 10、多個交替的矽層及鈾層的多層 Mo/Si 堆疊 15、封蓋層 20 及經圖案化的吸收體層 25。此外，黑色邊界圖案 57 形成於吸收體層 25、封蓋層 20 及 Mo/Si 多層 15 中，且背面導電層 45 形成於基板 10 的背面上。在一些實施例中，經圖案化的吸收體層 25 包括 CrN 層或富含氮的 CrON 或 CrCON 層，該 CrON 或 CrCON 層在一些實施例中具有在約 10 原子%至約 30 原子%範圍內的氮量。

【0047】 一般地，基於 Cr 的材料 (CrN、CrON 或 CrCON) 具有高 EUV 吸收 (消光) 係數  $k$ 。舉例而言，CrN 具有 0.0387 的  $k$  值，該  $k$  值高於 TaBN 的  $k$  值 (0.031) 及 TaBO 的  $k$  值 (0.027)。因此，有可能減小吸收體層的厚度 (例如，自 TaBN 的 70 nm 減小至 CrN 的 46 nm)，此可抑制經圖案化的吸收體層的三維效應。然而，CrN 層或富含氮的 CrON 或 CrCON 層由於其低蝕刻速率而難以蝕刻。因此，直接圖案化 CrN 層可導致不良的圖案輪廓，此影響 EUV 微影術的解析度。在當前實施例中，使用兩個硬遮罩層以圖案化吸收體層，且由於硬遮罩層中的每一者的厚度相對薄 (2 至 20 nm)，因此有可能控制蝕刻出的圖案的圖案輪廓。因此，有可能獲得具有較高蝕刻速率及較高 EUV 吸收係數的良好圖案輪廓。

【0048】 第 7 圖展示根據本揭露的實施例的製造用於 EUV

光罩的遮罩毛胚的流程圖。

【0049】 在一些實施例中，在操作 S701，在基板 10 上方形成多層堆疊 15。接著，在操作 S702，在多層堆疊 15 上形成封蓋層 20，且在操作 S703，在封蓋層 20 上形成保護層 22。接下來，在操作 S704，在封蓋層上形成吸收體層 25。隨後，分別在操作 S705 及操作 S706，在吸收體層上形成第一硬遮罩層 30 及第二硬遮罩層 32。在一些實施例中，在吸收體層 25 形成之後且在硬遮罩層之前，藉由氧化來形成氧化物層 27。在一些實施例中，當硬遮罩層係在不破壞真空的情況下在吸收體層形成之後形成時，無氧化物層形成於吸收體層 25 的頂表面上。

【0050】 第 8A 圖展示製造半導體元件的方法的流程圖，且第 8B 圖、第 8C 圖、第 8D 圖及第 8E 圖展示根據本揭露的實施例的製造半導體元件的方法的順序製造操作。提供半導體基板或其他合適的基板，該基板將被圖案化以在其上形成積體電路。在一些實施例中，半導體基板包括矽。替代或另外地，半導體基板包括鍺、矽鍺或其他合適的半導體材料，諸如第 III 族至第 V 族半導體材料。在第 8A 圖的操作 S801，在半導體基板上方形成待圖案化的一目標層。在某些實施例中，目標層為半導體基板。在一些實施例中，目標層包括：導電層，諸如金屬層或多晶矽層；介電層，諸如氧化矽、氮化矽、SiON、SiOC、SiOCN、SiCN、氧化鈣或氧化鋁；或半導體層，諸如磊晶形成的半導體層。在一些實施例中，目標層係形成於諸如隔離結構、

電晶體或接線的下伏結構上方。在第 8 A 圖的操作 S 8 0 2，在該目標層上方形成一光阻劑層，如第 8 B 圖所示。該光阻劑層在後續光微影術曝光程序期間對來自曝光源的輻射敏感。在當前實施例中，該光阻劑層對在光微影術曝光程序中使用的 E U V 光敏感。該光阻劑層可藉由旋塗或其他合適的技術形成於目標層上方。經塗佈的光阻劑層可經進一步烘烤以驅逐光阻劑層中的溶劑。在第 8 A 圖的操作 S 8 0 3，使用如上文陳述的 E U V 反射遮罩來圖案化該光阻劑層，如第 8 B 圖所示。光阻劑層的圖案化包括使用 E U V 遮罩藉由 E U V 曝光系統來執行光微影術曝光程序。在曝光程序期間，在 E U V 遮罩上界定的積體電路 (integrated circuit ; IC) 設計圖案成像至光阻劑層以在光阻劑層上形成潛伏圖案。光阻劑層的圖案化進一步包括顯影暴露的光阻劑層以形成具有一或多個開口的圖案化光阻劑層。在光阻劑層為正調性光阻劑層的一個實施例中，在顯影程序期間移除光阻劑層的暴露部分。光阻劑層的圖案化可進一步包括其他程序步驟，諸如不同階段的各種烘烤步驟。舉例而言，曝光後烘烤 (post-exposure-baking ; P E B) 程序可在光微影術曝光程序之後且在顯影程序之前實施。

**【0051】** 在第 8 A 圖的操作 S 8 0 4，利用經圖案化的光阻劑層作為蝕刻遮罩來圖案化該目標層，如第 8 D 圖所示。在一些實施例中，圖案化目標層包括使用經圖案化的光阻劑層作為蝕刻遮罩將蝕刻製程應用於目標層。蝕刻在經圖案化的光阻劑層的開口內暴露的目標層的部分，同時保護剩

餘部分不被蝕刻。此外，可藉由濕剝離或電漿灰化來移除經圖案化的光阻劑層，如第 8E 圖所示。

**【0052】** 在當前實施例中，使用兩個硬遮罩層以圖案化吸收體層，且由於該些硬遮罩層中的每一者的厚度相對薄(2 至 20 nm)，因此有可能控制蝕刻出的圖案的圖案輪廓。因此，有可能獲得具有較高蝕刻速率及較高 EUV 吸收係數的良好圖案輪廓。此外，由於 CrN 或富含氮的 CrON 或 CrCON 層具有較高 EUV 吸收係數，因此有可能減小吸收體層的厚度，此反過來抑制 EUV 微影術中的三維效應。

**【0053】** 將理解，並非所有優點需要在本文中論述，無特定優點係所有實施例或實例所需要的，且其他實施例或實例可提供不同優點。根據本申請案的一個態樣，一種反射遮罩包括一基板、安置於該基板上的一反射性多層、安置於該反射性多層上的一封蓋層及安置於該封蓋層上的一吸收體層。該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的一 CrCON 層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層的一厚度在 20 nm 至 50 nm 的一範圍內。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層包括具有 16 原子%至 40 原子%的一氮濃度的一 CrN 層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 CrN 層包括一 Cr 相及一 CrN<sub>2</sub> 相。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 CrN 層由一 CrN<sub>2</sub> 相組成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該 CrN 層包括一 CrN<sub>2</sub> 相及 CrN 相。

在先前及隨後實施例中的一或多者中，該反射遮罩進一步包括一中間層，該中間層安置於該封蓋層上。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層包括以下各者中的至少一者：TaB、TaO、TaBO或TaBN、矽、一矽基化合物、鈦或一鈦基化合物。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層包括氧化鈦( $TiO_2$ )、氧化錫( $SnO$ )、氧化鋅( $ZnO$ )或硫化鎘( $CdS$ )中的至少一者。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層的一外周邊的一尺寸在平面視角中小於該基板的一外周邊的一尺寸。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層的該外周邊的該尺寸在平面視角中在 $138\text{ mm} \times 138\text{ mm}$ 至 $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$ 的一範圍內，且該基板的該外周邊的該尺寸在平面視角中在 $148\text{ mm} \times 148\text{ mm}$ 至 $152\text{ mm} \times 152\text{ mm}$ 的一範圍內。

**【0054】** 根據本揭露的另一態樣，一種反射遮罩包括一基板、安置於該基板上的一反射性多層、安置於該反射性多層上的一封蓋層、安置於該中間層上的一吸收體層及安置於該吸收體層上的一Cr氧化物層。該吸收體層包括一CrN層、具有10原子%至30原子%的一氮濃度的一CrON層或具有10原子%至30原子%的一氮濃度的一CrCON層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該Cr氧化物層包括 $Cr_2O_3$ 或 $CrO_2$ 。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該Cr氧化物層具有在1nm至3nm的一範圍內的一厚度。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該反射遮罩進一步

包括一中間層，該中間層安置於該封蓋層上。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層包括 TaB、TaO、TaBO 或 TaBN 中的至少一者。

**【0055】** 根據本揭露的另一態樣，一種用於一 EUV 遮罩的反射遮罩毛胚包括一基板、安置於該基板上的一反射性多層、安置於該反射性多層上的一封蓋層、安置於該封蓋層上的一中間層、安置於該封蓋層上的一吸收體層、安置於該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及安置於該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層係由與該第一硬遮罩層的一材料相比對包括氯及氧的一電漿具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一硬遮罩層係由與該第二硬遮罩層的一材料相比對包括氟的一電漿具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子% 至 30 原子% 的一氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子% 至 30 原子% 的一氮濃度的一 CrCON 層。

**【0056】** 根據本揭露的另一態樣，在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮

罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，且藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該第二硬遮罩層的該步驟中，使用使用一含氟氣體及含氧氣體的一第一電漿乾式蝕刻。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層係由與該第一硬遮罩層的一材料相比在該電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該吸收體層的該步驟中，使用使用一含氟氣體及含氧氣體的一第二電漿乾式蝕刻。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在該第二電漿乾式蝕刻期間移除該經圖案化的第二硬遮罩層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該第一硬遮罩層的該步驟中，使用使用一含氟氣體的一第一電漿乾式蝕刻。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一硬遮罩層係由與該第二硬遮罩層的一材料相比在該電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該吸收體層之後，藉由使用使用一含氟氣體的一第二電漿乾式蝕刻來圖案化該中間層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該中間層係由與該第二硬遮罩層的該材料相比在該第二電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在該第二電漿乾式蝕刻期間移除該經圖案化的第一硬遮罩層。

【0057】 根據本揭露的另一態樣，在一種製造一反射遮罩的方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層，且移除該第一硬遮罩層。該第二硬遮罩層及該吸收體層包括一鉻(Cr)基化合物，且該第一硬遮罩層及該中間層包括一鉭(Ta)基化合物。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層係由 CrON 或 CrCON 製成，且該吸收體層係由 CrN、具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的 CrON 或具有 10 原子%至 30 原子%的一氮濃度的 CrCON 製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一硬遮罩層係由 TaBO、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TaO<sub>2</sub>、TaO 或 Ta<sub>2</sub>O 製成，且該中間層係由 TaBO、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TaO<sub>2</sub>、TaO 或 Ta<sub>2</sub>O 製成。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在圖案化該吸收體層的該步驟期間移除該第二硬遮罩層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，在移除該第一硬遮罩層的該步驟期間，圖案化該中間層的部分。

【0058】 根據本揭露的另一態樣，在一種製造一反射遮罩的

方法中，在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層。該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上的一氧化物層、在該氧化物層上的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層。圖案化該光阻劑層，藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層，藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該氧化物層及該吸收體層，且圖案化該中間層。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層及該吸收體層包括與該第一硬遮罩層的一材料及該中間層的一材料相比在使用一含氯氣體及一含氧氣體的一電漿乾式蝕刻中具有一較高蝕刻速率的一材料。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第一及該第二硬遮罩層中的每一者的厚度在 2 nm 至 20 nm 的一範圍內。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該第二硬遮罩層包括 GaN、SiCO 或氧化鈮。在先前及隨後實施例中的一或多者中，該氧化物層包括 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 或 CrO<sub>2</sub>。

**【0059】** 先前內容概述幾個實施例或實例的特徵，使得熟習此項技術者可更好地理解本揭露的態樣。熟習此項技術者應瞭解，該些技術者可容易地使用本揭露作為用於設計或修改用於實現本文中介绍的實施例或實例的相同目的及/或達成本文中介绍的實施例或實例的相同優點的其他程序

及結構的基礎。熟習此項技術者亦應認識到，此等等效構造不背離本揭露的精神及範疇，且在不背離本揭露的精神及範疇的情況下，該些技術者可在此作出各種改變、取代及更改。

**【符號說明】**

**【0060】**

E B	:	光化輻射
5	:	光罩毛胚
1 0	:	基板
1 2	:	基板保護層
1 5	:	多層 Mo/Si 堆疊
2 0	:	封蓋層
2 2	:	保護層/中間層
2 5	:	吸收體層
2 7	:	氧化物層
3 0	:	第一硬遮罩層
3 2	:	第二硬遮罩層
3 5	:	第一光阻劑層
4 0 , 4 1 , 4 2 , 5 5	:	圖案
4 5	:	背面導電層
5 0	:	第二光阻劑層
5 7	:	黑色邊界圖案
S 7 0 1 ~ S 7 0 6	:	操作
S 8 0 1 ~ S 8 0 6	:	操作

**【生物材料寄存】**

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

## 【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種反射遮罩，包含：

一基板；

一反射性多層，安置於該基板上；

一封蓋層，安置於該反射性多層上；及

一吸收體層，安置於該封蓋層上，

其中該吸收體層包括一 CrN 層、具有 10 原子% 至 30 原子% 氮濃度的一 CrON 層或具有 10 原子% 至 30 原子% 氮濃度的一 CrCON 層。

【請求項 2】如請求項 1 所述之反射遮罩，其中該吸收體層的厚度在 20 nm 至 50 nm 的範圍內。

【請求項 3】如請求項 1 所述之反射遮罩，其中該吸收體層包括具有 16 原子% 至 40 原子% 的氮濃度的一 CrN 層。

【請求項 4】如請求項 3 所述之反射遮罩，其中該 CrN 層包括一 Cr 相及一 CrN<sub>2</sub> 相。

【請求項 5】如請求項 3 所述之反射遮罩，其中該 CrN 層由一 CrN<sub>2</sub> 相組成。

【請求項 6】如請求項 3 所述之反射遮罩，其中該 CrN 層包括一 CrN<sub>2</sub> 相及 CrN 相。

【請求項 7】如請求項 1 所述之反射遮罩，進一步包含一中間層，該中間層安置於該封蓋層上。

【請求項 8】一種製造反射遮罩的方法，該方法包含以下步驟：

在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層，該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上方的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層；

圖案化該光阻劑層；

藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該吸收體層；及

移除該第一硬遮罩層，

其中該第二硬遮罩層及該吸收體層包括一鉻(Cr)基化合物，且該第一硬遮罩層及該中間層包括一鈿(Ta)基化合物。

【請求項 9】如請求項 8 所述之方法，其中該第二硬遮罩

層係由 CrON 或 CrCON 製成，且該吸收體層係由 CrN、具有 10 原子% 至 30 原子% 氮濃度的 CrON 或具有 10 原子% 至 30 原子% 氮濃度的 CrCON 製成。

【請求項 10】一種製造反射遮罩的方法，該方法包含以下步驟：

在一遮罩毛胚上方形成一光阻劑層，該遮罩毛胚包括一基板、在該基板上的一反射性多層、在該反射性多層上的一封蓋層、在該封蓋層上的一中間層、在該中間層上的一吸收體層、在該吸收體層上的一氧化物層、在該氧化物層上的一第一硬遮罩層及在該第一硬遮罩層上的一第二硬遮罩層；

圖案化該光阻劑層；

藉由使用該經圖案化的光阻劑層來圖案化該第二硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該第一硬遮罩層；

藉由使用該經圖案化的第一硬遮罩層及該經圖案化的第二硬遮罩層來圖案化該氧化物層及該吸收體層；及

圖案化該中間層。