



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I522732 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：101141180

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 06 日

(51)Int. Cl. : G03F1/80 (2012.01)

G03F1/82 (2012.01)

(30)優先權：2011/11/22 美國

61/562,719

2012/07/08 美國

13/543,845

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)

美國

(72)發明人：格林柏恩麥克 GRIMBERGEN, MICHAEL (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 201130054A

TW 201130113A

TW 201140753A

US 4389973

US 7354524B2

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 42 頁

(54)名稱

測定反射性多材料層之蝕刻終點的方法

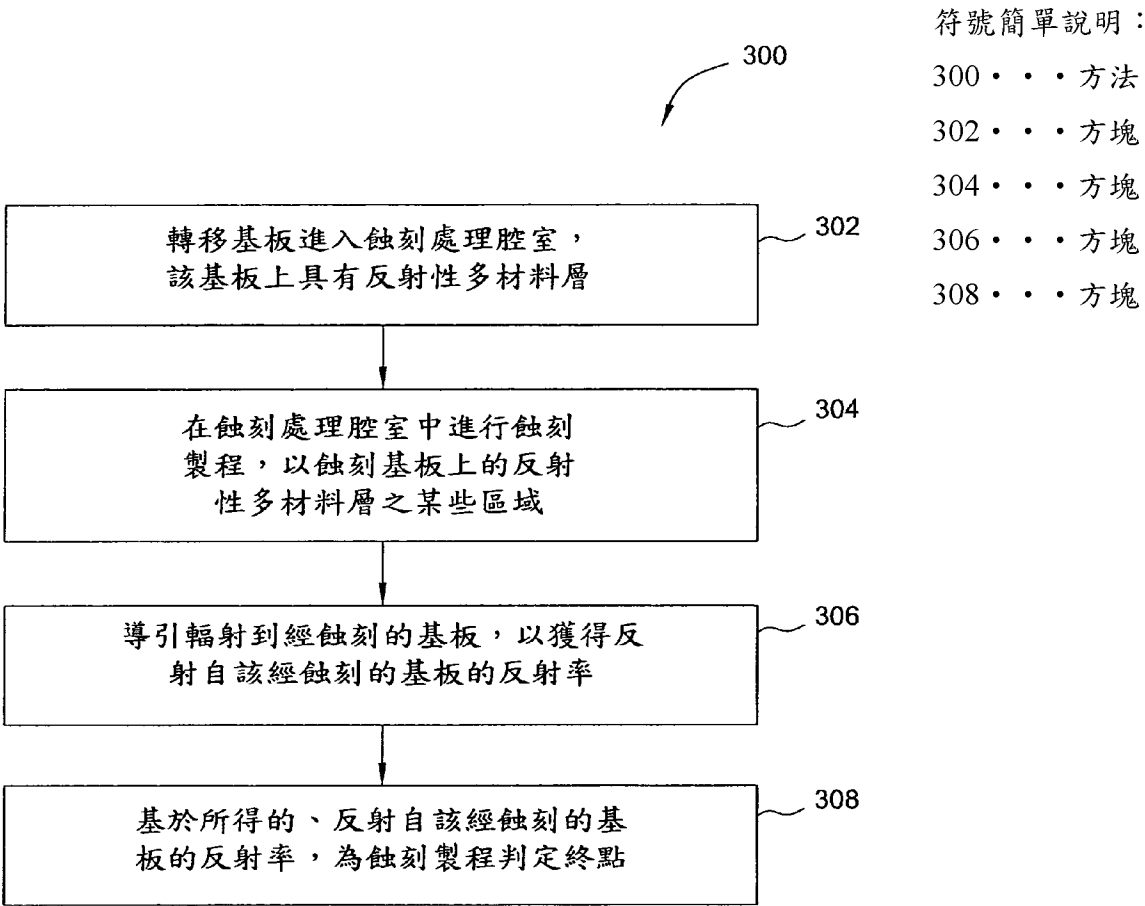
METHOD OF DETERMINING ETCHING ENDPOINT OF REFLECTIVE MULTI-MATERIAL LAYER

(57)摘要

本發明提供用於蝕刻光罩基板且具有增強的製程監測的方法和設備，該方法和設備例如藉由在光罩的不同區域提供光學監測，以獲得所需的蝕刻速度或厚度減少。在一個實施例中，該方法包括於反射性多材料層上經由圖案化遮罩進行蝕刻製程，該反射性多材料層包括至少一鉬層及矽層；將輻射導引至該多材料層之區域，該輻射具有從約 170nm 至約 800nm 的波長，該多材料層之該區域未被該圖案化遮罩覆蓋；收集光訊號，該光訊號係反射自未被該圖案化遮罩覆蓋的該區域；分析得自該反射的光訊號的波形；以及當該反射的光訊號之強度比初始的反射光訊號減少約 60%至約 90%時，測定該蝕刻製程之第一終點。

A method and apparatus for etching a photomask substrate with enhanced process monitoring, for example, by providing for optical monitoring at different regions of the photomask to obtain desired etch rate or thickness loss is provided. In one embodiment, the method includes performing an etching process on a reflective multi-material layer that includes at least one molybdenum layer and one silicon layer through a patterned mask, directing radiation having a wavelength from about 170 nm and about 800 nm to an area of the multi-material layer uncovered by the patterned mask, collecting an optical signal reflected from the area uncovered by the patterned mask, analyzing a waveform obtained from the reflected optical signal, and determining a first endpoint of the etching process when an intensity of the reflected optical signal is between about 60 percent and about 90 percent less than an initial reflected optical signal.

指定代表圖：



第3圖

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：101141180

※ 申請日期：2012 年 11 月 6 日

※IPC 分類：G03F 1/80 (2006.01)

G03F 1/82 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

測定反射性多材料層之蝕刻終點的方法

METHOD OF DETERMINING ETCHING ENDPOINT OF
REFLECTIVE MULTI-MATERIAL LAYER

二、中文發明摘要：

本發明提供用於蝕刻光罩基板且具有增強的製程監測的方法和設備，該方法和設備例如藉由在光罩的不同區域提供光學監測，以獲得所需的蝕刻速度或厚度減少。在一個實施例中，該方法包括於反射性多材料層上經由圖案化遮罩進行蝕刻製程，該反射性多材料層包括至少一鉬層及矽層；將輻射導引至該多材料層之區域，該輻射具有從約 170 nm 至約 800 nm 的波長，該多材料層之該區域未被該圖案化遮罩覆蓋；收集光訊號，該光訊號係反射自未被該圖案化遮罩覆蓋的該區域；分析得自該反射的光訊號的波形；以及當該反射的光訊號之強度比初始的反射光訊號減少約 60 % 至約 90 % 時，測定該蝕刻製程之第一終點。

三、英文發明摘要：

A method and apparatus for etching a photomask substrate with enhanced process monitoring, for example, by providing for optical monitoring at different regions of the photomask to obtain desired etch rate or thickness loss is provided. In one embodiment, the method includes performing an etching process on a reflective multi-material layer that includes at least one molybdenum layer and

one silicon layer through a patterned mask, directing radiation having a wavelength from about 170 nm and about 800 nm to an area of the multi-material layer uncovered by the patterned mask, collecting an optical signal reflected from the area uncovered by the patterned mask, analyzing a waveform obtained from the reflected optical signal, and determining a first endpoint of the etching process when an intensity of the reflected optical signal is between about 60 percent and about 90 percent less than an initial reflected optical signal.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 3 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300	方法	302	方塊
304	方塊	306	方塊
308	方塊		

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例大體而言係關於積體電路的製造及光罩的製造，該光罩可用於製造積體電路。

【先前技術】

在積體電路（IC）或晶片的製造中，表示不同晶片層的圖案是由晶片設計師所創作。從這些圖案中創作出一系列可重複使用的遮罩或光罩，以在製造過程中將每個晶片層的設計轉移到半導體基板上。遮罩圖案產生系統使用精密的雷射或電子束來將每個晶片的設計成像到各別的遮罩設計上。然後很像照相底片地使用該等遮罩來將每一層的電路圖案轉移到半導體基板上。使用一序列的製程來建設這些層，並將這些層轉變成為微小的電晶體和電路，該等電晶體和電路構成了每個完成的晶片。因此，遮罩中的任何缺陷皆可能被轉移到晶片，而潛在不利地影響性能。足夠嚴重的缺陷可能會導致遮罩完全無法使用。通常情況下，一組 15 至 30 個的遮罩係被使用來構造一個晶片，並且可以被重複使用。

如在下面進一步討論的，下一代的光罩係由玻璃或石英基板所形成，該玻璃或石英基板上設置有多層薄膜堆疊。該多層薄膜堆疊可包括抗反射塗層、吸收層、覆蓋層及反射性多材料層。當製造光罩時，將光阻層設置於

薄膜堆疊上，以便在隨後的圖案化製程過程中將特徵轉移入薄膜堆疊。在圖案化過程中，藉由使部分的光阻曝露於極紫外光或紫外光，使得曝光的部分溶於顯影溶液，而將電路設計寫入光罩。然後去除溶化部分的光阻，以允許蝕刻經由剩餘的光阻被曝露出的下層薄膜堆疊。該蝕刻製程在光阻被去除的位置從光罩去除了薄膜堆疊，即去除了曝露的薄膜堆疊。

隨著臨界尺寸 (CD) 的縮小，目前的光學微影術正接近 45 奈米 (nm) 技術節點的技術極限。預期下一代的微影術 (NGL) 可取代現有的光學微影方法，例如在 32 nm 技術節點及往後。有幾種 NGL 候選者，如極紫外 (EUV) 微影 (EUVL)、電子投影微影 (EPL)、離子投影微影 (IPL)、奈米壓印及 X 射線微影。其中，由於 EUVL 具有大部分的光學微影性質的事實，EUVL 是最有可能的繼任者，而且 EUVL 與其他的 NGL 方法相比是比較成熟的技術。

因此，現正發展一種具有新的薄膜架構的薄膜堆疊，以便與 EUV 技術合作，而利於形成上面設置有所需特徵的光罩。薄膜堆疊可以包括多層，該多層具有不同的新材料，該等新材料被蝕刻以形成所需的特徵。不精確的蝕刻製程和蝕刻終點控制可能會導致臨界尺寸 (CD) 的偏差、不良的臨界尺寸 (CD) 均勻度、不想要的截面輪廓及蝕刻臨界尺寸 (CD) 線性度和不要的缺陷。據信 EUV 技術可提供良好的 CD 均勻度、較少的蝕刻偏差、所需

的線性度、較低的接線邊緣粗糙度及高的厚度均勻度和較低的缺陷率。

由於上述新開發的薄膜堆疊包括抗反射塗層、吸收層、覆蓋及反射性多材料層，對於被蝕刻的各層，獲得精確的蝕刻終點變得越來越困難。不準確的蝕刻終點控制經常會造成蝕刻偏差，該蝕刻偏差可能會在圖案準確轉移到具有所需臨界尺寸的薄膜堆疊時造成小於約 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的偏差。這導致光罩上蝕刻出的特徵有不均勻性，並相應地降低使用該光罩在具有小的臨界尺寸的裝置產生特徵的能力。由於光罩的臨界尺寸持續縮小，故準確的蝕刻終點控制的重要性增加。因此，非常需要對用於 EUV 技術的光罩上的薄膜堆疊有準確的蝕刻製程終點控制。

因此，對於光罩製造中改良的蝕刻終點製程控制有持續的需求，包括用於收集蝕刻速度數據和判定製程終點的改良設備和方法。

【發明內容】

本發明提供用於蝕刻光罩基板且具有增強的製程監測的方法和設備，該方法和設備例如藉由在光罩的某些區域提供光學監測，以獲得所需的蝕刻速度或厚度減少。在一個實施例中，一種在蝕刻製程過程中測定位於基板上的反射性多材料層之蝕刻終點的方法包括以下步驟：在電漿蝕刻腔室中，於反射性多材料層上經由圖案化遮

罩層進行蝕刻製程，其中該反射性多材料層包括至少一鉬層及一矽層，該至少一鉬層及一矽層係位於基板之第一表面上；在該蝕刻製程過程中將輻射導引至該多材料層之區域，該輻射具有從約 170 nm 至約 800 nm 的波長，該多材料層之該區域未被該圖案化遮罩層覆蓋；收集光訊號，該光訊號係反射自未被該圖案化遮罩層覆蓋的該區域；分析得自該反射的光訊號的波形；以及當該反射的光訊號之強度比初始的反射光訊號減少約 60 % 至約 90 % 時，測定該蝕刻製程之第一終點。

在另一個實施例中，一種在蝕刻製程過程中測定位於基板上的反射性多材料層之蝕刻終點的方法，該方法包括以下步驟：在電漿蝕刻腔室中，於反射性多材料層上經由圖案化遮罩層進行蝕刻製程，其中該反射性多材料層包括至少一鉬層及一矽層，該至少一鉬層及一矽層係位於基板之第一表面上；在該蝕刻製程過程中將輻射導引至該多材料層之區域，該輻射具有從約 170 nm 至約 500 nm 的波長，該多材料層之該區域未被該圖案化遮罩層覆蓋；收集光訊號，該光訊號係反射自未被該圖案化遮罩層覆蓋的該區域；分析得自該反射的光訊號的干涉波形；以及計算該干涉波形中出現的條紋數目，以測定該蝕刻製程之製程終點。

在又另一個實施例中，一種在蝕刻製程過程中測定位於基板上的反射性多材料層之蝕刻終點的方法，該方法包括以下步驟：在電漿蝕刻腔室中，於反射性多材料層

上經由圖案化遮罩層進行蝕刻製程，其中該反射性多材料層包括至少一鉬層及一矽層，該至少一鉬層及一矽層係位於基板之第一表面上；在該蝕刻製程過程中將輻射導引至該多材料層之區域，該輻射具有從約 170 nm 至約 500 nm 的波長，該多材料層之該區域未被該圖案化遮罩層覆蓋；收集光訊號，該光訊號係反射自未被該圖案化遮罩層覆蓋的該區域；分析反射波形，該反射波形係得自該反射的光訊號；以及當該反射的光訊號之強度變為持平時，測定該蝕刻製程之製程終點，該反射的光訊號係得自該反射波形。

【實施方式】

本發明提供一種用於蝕刻光罩基板且具有增強的製程監測的方法和設備，例如藉由在光罩的某些區域提供光學監測，以獲得所需的蝕刻速度或終點測定。雖然討論和說明性實例著重於蝕刻製程過程中的蝕刻速度偵測及製程終點測定，以蝕刻位於光罩基板上的反射性多材料層，但本發明的各種實施例也可以適用於其他適當的基板之製程監控，包括透明或介電質基板或光碟。

第 1 圖為依據本發明的一個實施例的電漿蝕刻腔室 10 的示意性剖視圖。適用於實施本發明的適當電漿蝕刻腔室包括 Tetra™ II 光罩蝕刻腔室或去耦電漿源 (DPST™) 腔室，該等腔室可向美國加州聖大克勞拉的應用材料公

司 (Applied Materials, Inc., of Santa Clara, California) 取得。其他適用的處理腔室也可用於本發明的實施例，包括例如電容耦合平行板腔室和磁性增強離子蝕刻腔室，以及不同設計的電感耦合電漿蝕刻腔室。提供本文所示的蝕刻腔室 10 的特定實施例是為了說明的目的，並且不應被用來限制本發明的範圍。考量到，也可以在其其他的處理系統中使用本發明，包括那些來自其他製造商的處理系統。

蝕刻腔室 10 通常包括圓柱形側壁或腔室主體 12、安裝在主體 12 上的能量透明腔室蓋 13 及腔室底部 17。腔室蓋 13 可以是平的、矩形的、致動的、圓錐狀、圓頂或多半徑形的。至少一感應線圈 26 位於至少一部分的腔室蓋 13 上方。在第 1 圖繪示的實施例中，圖示兩個同心線圈 26。蝕刻腔室 10 的腔室主體 12 和腔室底部 17 可以由金屬製成，如陽極化鋁，而腔室蓋 13 可以由能量透明的材料製成，如陶瓷或其他的介電材料。

基板支撐構件 16 被設置在蝕刻腔室 10 中，以在處理過程中支撐基板 102。支撐構件 16 可以是現有的機械或靜電吸盤，至少一部分的支撐構件 16 是導電的，並能夠作為製程偏壓陰極。雖然未圖示出，但可以使用光罩適配器來將光罩固定於支撐構件 16 上。光罩適配器通常包括下部及頂部，該下部設以覆蓋支撐構件的上部，該頂部具有尺寸和形狀可以固持光罩的開口。在一個實施例中，光罩適配器的頂部具有方形開口。適當的光罩適配

器揭示於 2001 年 6 月 26 日獲證的美國專利第 6,251,217 號，該專利以引用方式併入本文中。

將製程氣體從製程氣體源 48 經由氣體分配器 22 引入蝕刻腔室 10，氣體分配器 22 係設置於支撐構件 16 周圍及/或設置在腔室蓋 13。用於每個製程氣體或者是製程氣體混合物的質量流量控制器（未圖示）係設置於蝕刻腔室 10 和製程氣體源 48 之間，以調節各個製程氣體的流動速率。

電漿區域 14 係被界定於蝕刻腔室 10 中、基板支撐構件 16 和腔室蓋 13 之間。藉由從電源 27 經由射頻（RF）匹配網路 35 供應功率到感應線圈 26，而在電漿區域 14 中由製程氣體產生電漿。支撐構件 16 可包括設置在其中的電極，該電極係由電極電源 28 供電，並經由 RF 匹配網路 25 在蝕刻腔室 10 中產生電容電場。通常情況下，RF 功率被施加到支撐構件 16 中的電極，而主體 12 係電性接地。橫向於支撐構件 16 的平面的電容電場影響帶電物種的方向性，以提供基板 102 更多的非等向性蝕刻。

製程氣體和蝕刻劑副產物經由排氣口 34 從蝕刻腔室 10 排到排氣系統 30。排氣口 34 可以被設置在蝕刻腔室 10 的底部 17，或者可以被設置在蝕刻腔室 10 的主體 12 中，用以去除製程氣體。在排氣口 34 中設置節流閥 32，節流閥 32 用於控制蝕刻腔室 10 中的壓力。

在一個實施例中，蝕刻速度（或終點）偵測系統 164 可操作地耦接到蝕刻腔室 10。在基板支撐構件 16、蓋

13 及/或腔室主體 12 的不同區域設置至少一個光學接入口或視口。在第 1 圖圖示的實例中，光學接入口各自地在腔室蓋 13 的中央區域 16C 包含窗口 192。終點偵測系統 164 設以經由窗口 192 偵測光學訊號。注意到，可以在腔室蓋 13 或蝕刻腔室 10 的其他位置形成一個以上的窗口，以允許在蝕刻過程中從窗口的表面光學監控光罩基板 102 上的各種位置。或者，可以視需要在蓋 13、腔室主體 12 及/或基板支撐構件 16 的其他位置提供不同數量的窗口。例如，可將邊窗 193 形成於具有第二蝕刻速度偵測系統 195 的腔室壁 15 上，第二蝕刻速度偵測系統 195 與邊窗 193 連接，以便利蝕刻速度測定製程進行。可以將攝相機 199 設置於蝕刻速度偵測系統 164 鄰近處，以協助確認來自蝕刻速度偵測系統 164 的輻射係與基板表面上的正確位置介接，以用於偵測。

一般來說，較大的窗口有利於安裝光學部件。然而，將窗口（特別是在腔室蓋 13 的中央區域 16C 中的窗口）的大小選擇為足夠大，以用於光學監測，而又足夠小，以避免射頻（RF）干擾的潛在不利影響。選擇小的窗口也可以改良腔室蓋 13 的側向溫度均勻度。光學接入口通常可以包含平面的窗口，該窗口係由石英或其他在寬的波長光譜範圍（包括深紫外光）中傳送光的材料所製成，且係耐電漿攻擊的。下面將進一步提供不同光學架構的更詳細討論。

終點偵測系統 164 包含光學設置，該光學設置用於在

反射、反射量測術或透射模式的至少一者中操作，並且設以用於不同類型的量測，如反射率或穿透率、反射量測術或光發射光譜。視感興趣的應用而定，例如被處理的材料層或基板結構，可以基於反射率或穿透率強度的變化、干涉條紋的數目、或在特定波長的光發射強度的變化、或上述性質的組合來偵測終點。在本文中繪示的一個特定實施例中，終點偵測系統 164 設以基於反射率的變化而偵測製程終點，該反射率係反射自經蝕刻的基板表面。

反射模式的操作允許進行反射率（或反射量測術）和干涉量測。終點偵測系統 164 一般包含光學光源 166、聚焦組件 168 及光偵測器 170，聚焦組件 168 用於將來自光學光源 166 的入射光束 176 聚焦於基板 102 表面上的不顯眼區域（點）180，光偵測器 170 用於量測反射光束 178 的強度，反射光束 178 係從基板 102 的點 180 反射出。可以提供任何的調整機構 196 來設定光束 176 的入射角 197，使得點 180 可以選擇性地位於基板 102 上的所需位置上。調整機構 196 可以是致動器、螺絲組或其他適合藉由移動（傾斜）終點偵測系統 164 本身或其中的部件（如用光束定位器 184）來設定入射角 197 的裝置，在下面有進一步的討論。光偵測器 170 可以是單波長或多波長的偵測器，或分光計。基於反射光束 178 的量測訊號，電腦系統 172 計算實時波形部分，並與儲存的特性波形圖案比較，以提取出有關蝕刻製程的資

訊。在一個實施例中，例如，當薄膜被蝕刻到目標深度時，該計算可以基於斜率變化或其他所偵測訊號中的特性變化，無論是在反射或透射模式下。或者，在蝕刻過程中當溝槽深度或薄膜的厚度改變時，該計算可以基於干涉訊號。在其他的實施例中，也可以基於在寬的光譜範圍中獲得的干涉訊號進行更詳細的計算，以在蝕刻製程過程中的任何時間點測定深度或厚度，而測定被蝕刻對象的蝕刻速度。

光源 166 可以是單色的、多色的、白光的或是其他適合的光源。一般來說，可以分析來自反射光束 178 的光訊號，以提取有關層（例如抗反射塗層或吸收層）存在與否的資訊，或在點 180 內的某些材料層的厚度。將入射光束 176 的強度選擇為足夠高，以提供具有可量測強度的反射光束 178。也可以切換燈泡的開關，以減去背景光。在一個實施例中，光源 166 提供了多色光，例如來自汞鎘（Hg-Cd）燈、弧光燈或發光二極體（LED）或 LED 陣列的多色光，該等光源產生的光波長範圍從約 170 奈米（nm）至約 800 nm，或約 200 至 800 nm，例如個別為約 250 nm 至約 800 nm。可以過濾多色光源 166，以提供具有選定頻率的入射光束 176。可以將彩色濾光器放置在光偵測器 170 的前面，以在量測進入光偵測器 170 的反射光束 178 的強度之前，除了所需波長的光之外過濾掉所有波長的光。可以藉由分光計（具有波長色散元件的陣列偵測器）來分析光，以提供寬波長範圍的數據，

該寬波長範圍如紫外到可見光，從約 200 nm 至 800 nm。光源 166 也可以包含閃光燈，例如 Xe 或其他的鹵素燈，或在選定波長提供光發射的單色光源，例如 He-Ne 或 ND-YAG 雷射。光源可設以在連續的或脈衝的模式下操作。或者，使可以用光學材料及淨化空氣路徑將波長範圍擴展到低至 170 nm 或更低的深 UV，該光學材料具有穩定的深 UV 透射，該淨化氣體路徑具有惰性氣體或其他適當的載氣，如氮氣。

可以使用一或多個凸聚焦透鏡 174A、174B 來將入射光束 176 聚焦於基板表面上的點 180，並將反射光束 178 聚焦回光偵測器 170 的主動表面上。點 180 應足夠大，以補償基板 102 的表面形貌中的變化及裝置的設計特徵。這使具有小開口的高深寬比特徵（如可能密集存在或較為孤立的穿孔或深而窄的溝槽）的蝕刻終點偵測得以進行。返回的反射光束 178 的面積應足夠大，以激發光偵測器 170 的大部分主動光偵測表面。入射和反射光束 176、178 被導引通過蝕刻腔室 10 的透明窗口 192，以允許光束通過而進入和離開處理環境。

光束點 180 的直徑一般為約 2 毫米 (mm) 至約 10 mm。然而，假使光束點 180 包含基板 102 上大的孤立區域，且基板 102 僅含有少數的蝕刻特徵，則可能有必要使用較大的光束點，以便包含更大數量的蝕刻特徵。因此，可以視特定裝置的設計特徵而定，而將光束點的大小最適化。假使該訊號是足夠的，則大光束點或視場將致能

製程控制，而不需精確地將基板支撐孔的位置與引發訊號的基板蝕刻區域匹配。

可選擇地，可以使用光束定位器 184 來在整個基板 102 上移動入射光束 176 並定位於基板表面的適當部分，將光束點 180 定位於基板表面上，以監測蝕刻製程。光束定位器 184 可以包括一或多個主鏡 186，主鏡 186 在小角度轉動，以使來自光源 166 的光束偏轉到基板表面的不同位置上。可以使用額外的輔助鏡（未圖示），以將反射光束 178 導引到光偵測器 170 上。也可以使用光束定位器 184 來掃描光束，該光束係處於遍佈基板 102 的整個表面的光柵圖案。在本實施例中，光束定位器 184 包含掃描組件，該掃描組件由可動臺階（未圖示）組成，光源 166、聚焦組件 168 及光偵測器 170 係安裝於該可動臺階上。可以藉由驅動機構經過設定的時間間隔移動可動臺階，該驅動機構如步進馬達或檢流計，以在整個基板 102 上掃描光束點 180。

光偵測器 170 包含光敏電子元件，如光電電池、光電二極體、光電晶體或光電倍增器，該光敏電子元件提供響應反射光束 178 的量測強度的訊號。該訊號可以是電流位準變化或電壓變化的形式，該電流通過電子元件，該電壓係被施加通過電子元件。光偵測器 170 也可以包含分光計（具有波長色散元件的陣列偵測器），以提供寬波長範圍的數據，該寬波長範圍如紫外到可見光，從約 170 nm 至 800 nm。反射光束 178 進行建設性的及/或破

壞性的干涉，從而增加或減低光束的強度，而光偵測器 170 提供與反射光束 178 的量測強度相關的電輸出訊號。該電輸出訊號被繪製為時間的函數，以提供具有眾多波形圖案的波譜，該等波形圖案對應於反射光束 178 的不同強度。

在另一個實施例中，也可以使用電漿訊號（例如電漿區域中產生的電漿發射）作為輻射源來取代外部源，並視不同的製程要求所需收集該電漿訊號用於偵測，如終點控制。

電腦系統 172 的電腦程式分析反射光束 178 的量測波形圖案的形狀，以測定蝕刻製程的終點。波形通常具有類似正弦振盪的形狀，且當蝕刻特徵的深度引發的返回訊號為 180 度的相位差時，便出現每個波長的波谷，該返回訊號係由上覆層所反射。可以藉由使用量測的波形、量測波形的相位資訊及/或將量測的波形與基準波形比較來計算蝕刻速度，而判定終點。如此一來，可以使用干擾訊號的期間來計算深度和蝕刻速率。該程式也可以在量測的波形上操作，以偵測特性波形，如指示相位差的轉折點，該相位差係存在於反射自不同層的光之間。該操作可以是簡單的數學運算，如評估變動的變化，以偵測轉折點。

第 2A-2B 圖描繪在進行反射性多材料層蝕刻製程以蝕刻該反射性多材料層之前和之後，上面設置有薄膜堆疊 200 的光罩基板 202。可以藉由依據本發明的一個實施例

的不同蝕刻速度偵測和終點判定技術來監測該反射性多材料層蝕刻製程。薄膜堆疊 200 設置於光罩基板 202 上，可以使用光罩基板 202 來於薄膜堆疊 200 中形成所需的特徵（如開口）218。如第 2A 圖中所繪示的例示性實施例，光罩基板 202 可以是石英基板或熱膨脹（LTE）特別低的玻璃，該玻璃的膨脹小於石英的膨脹。光罩基板 202 具有矩形形狀，該矩形形狀具有約 5 英吋至約 9 英吋之間的側邊長度。光罩基板 202 的厚度可以在約 0.15 英吋和約 0.25 英吋之間。在一個實施例中，光罩基板 202 的厚度為約 0.25 英吋。視需要可以在光罩基板 202 的背面設置選擇性的含鉻層 204，如氮化鉻（CrN）層。

EUV 反射性多材料層 206 被設置在光罩基板 202 上。反射性多材料層 206 包括複數個層對，每對包含一個鉬層 206a 和一個矽層 206b。雖然在第 2A 圖和第 2B 圖中繪示的實施例圖示出 5 對的鉬層 206a 和矽層 206b（交替的鉬層 206a 和矽層 206b 重複地形成於光罩基板 202 上），但注意到鉬層 206a 和矽層 206b 的數目可以基於不同的製程需求而改變。在一個特定的實施例中，可沉積 40 對鉬層 206a 和矽層 206b，以形成反射性多材料層 206。在一個實施例中，可將每個單一鉬層 206a 的厚度控制在約 10 埃（Å）和約 100 Å 之間，如約 30 Å，而且可將每個單一矽層 106b 的厚度控制在約 10 Å 和約 100 Å 之間，如約 40 Å。反射性多材料層 206 可以具有在約 100 Å 和約 5000 Å 之間的總厚度。反射性多材料層 206 在 13.5

nm 的波長可以具有高達 70 % 的 EUV 光反射率。例如，反射性多材料層 206 可以具有在約 250 nm 和約 300 nm 之間的總厚度。

接著，覆蓋層 208 被設置在反射性多材料層 206 上。覆蓋層 208 可以由金屬材料製成，如由鈦 (Ru) 材料、鋯 (Zr) 材料或任何其他適當的材料製成。在第 2A 圖中繪示的實施例中，覆蓋層 208 為鈦 (Ru) 層。覆蓋層 208 具有在約 1 nm 和約 10 nm 之間的厚度。

然後可以在覆蓋層 208 上設置吸收層 216。吸收層 216 是不透明的光屏蔽層，吸收層 216 設以在微影製程的過程中吸收產生的部分光。低反射 (LR) 吸收層 216 可以是單層或多層結構的形式，如吸收層 216 包括設置於整體吸收層 210 上的抗反射塗層 212，如第 2A 圖中繪示的實施例。在一個實施例中，吸收層 216 具有在約 50 nm 和約 200 nm 之間的總薄膜厚度。吸收層 216 的總厚度有利地在 45 nm 以下的技術節點應用中促進滿足 EUV 遮罩的嚴格整體蝕刻輪廓容忍誤差。

在一個實施例中，整體吸收層 210 可以包含基於鈦的材料，該基於鈦的材料基本上沒有氧，例如基於矽化鈦的材料，如 TaSi；基於氮化的硼化鈦的材料，如 TaBN；及基於氮化鈦的材料，如 TaN。抗反射塗層 212 可以由鈦和基於氧的材料製造。抗反射塗層 212 的組成相應於整體吸收層 210 的組成，並且當整體吸收層 210 包含 TaSi 或 TaSiN 時，抗反射塗層 212 可以包含氧化和氮化鈦和

基於矽的材料，如 TaSiON；當整體吸收層 210 包含 TaBN 時，抗反射塗層 212 可以包含基於氧化鉭硼的材料，如 TaBO；及當整體吸收層 210 包含 TaN 時，抗反射塗層 212 可以包含基於氧化和氮化鉭的材料，如 TaON。

然後在低反射吸收層 216 上形成圖案化光阻層 214，而使開口 218 形成於其中，開口 218 曝露出吸收層 216 的部分 220 以用於蝕刻。光阻層 214 可以包含任何適當的光敏光阻材料，如電子束光阻（例如化學放大型光阻（CAR）），並以任何適當的方式沉積和圖案化光阻層 214。可將光阻層沉積為在約 70 nm 和約 500 nm 之間的厚度。

很容易將光罩基板 202 轉移到蝕刻處理腔室中進行蝕刻製程，該蝕刻處理腔室如參考第 1 圖繪示的蝕刻腔室 100。可以依序使用圖案化的光阻層 214 作為蝕刻遮罩層蝕刻吸收層 216 和覆蓋層 208，直到下方的反射性多材料層 206 的表面 222 曝露出來，如第 2A 圖中所圖示的。第 2B 圖繪示使用圖案化光阻層 214、經蝕刻的吸收層 216 及覆蓋層 208 作為蝕刻遮罩層，而蝕刻掉部分的反射性多材料層 206，以保護某些部分的反射性多材料層 206 不被蝕刻掉。在蝕刻反射性多材料層 206 的過程中，終點偵測系統 164 在蝕刻製程期間被接通，以監測蝕刻的進展，而判定適當的蝕刻製程終點，這將在下面參考第 3-4C 圖進一步詳細討論。執行蝕刻製程以蝕刻掉經由開口 218 曝露出的反射性多材料層 206，開口 218 係藉由

光阻層 214 和經蝕刻的吸收層 216 及覆蓋層 208 所界定。執行蝕刻製程以蝕刻反射性多材料層 206，直到下方的基板 202 的表面露出。然後可經由蝕刻製程將來自光阻層 214 的圖案轉移到反射性多材料層 206。在另一個製程中，多材料層意圖被部分蝕刻掉（例如 40 對中只有去除 15 對），以在剩餘的多層和低反射吸收層 216 的頂部之間提供所需的相位高度差。在本實施例中，可以使用透射模式的光輻射來導引來自基板底部的輻射。由於部分的反射性多材料層 206 逐漸被蝕刻掉，故整個反射性多材料層薄膜堆疊會逐漸變為可透射的，從而讓來自基板底部的光輻射通過。

在反射性多材料層 206 的蝕刻期間，由於反射性多材料層 206 可以包括一種以上的材料類型，故選擇的蝕刻氣體混合物設以具有高的蝕刻能力，以蝕刻不同的材料，以及對上方的覆蓋層 208 和吸收層 216 保持高選擇性，以便維持所需的側壁輪廓來完成光罩的製造製程。

第 3 圖是方法 300 的一個實施例之流程圖，方法 300 用於蝕刻反射性多材料層並於蝕刻反射性多材料層 206 時測定蝕刻製程終點，該反射性多材料層係形成於薄膜堆疊中，該薄膜堆疊位於光罩上，如反射性多材料層 206 形成於第 2A 圖中繪示的薄膜堆疊 200 中。雖然以下參照用於製造光罩的基板來描述方法 300，但也可以使用方法 300 來有利其他的光罩蝕刻或任何的蝕刻應用。

方法 300 始於方塊 302，此時光罩基板 202 被轉移並

放置在基板支撐構件上，該基板支撐構件係設置於蝕刻反應器中，如第 1 圖中繪示的蝕刻腔室。如上所述，光罩基板 102 包括光學透明的、基於矽的材料，諸如石英（即二氧化矽（ SiO_2 ））層，該石英層上設置有反射性多材料層 206，反射性多材料層 206 的部分 220 被可立即用於蝕刻的圖案化光阻層 214 和經蝕刻的吸收層 216 及覆蓋層 208 曝露出，如第 2A 圖中繪示的。

在方塊 304 中，進行蝕刻製程來蝕刻反射性多材料層 206，反射性多材料層 206 設置在基板 202 上。圖案化的光阻層 214 和經蝕刻的吸收層 216 及覆蓋層 208 可以用來作為遮罩層，以在反射性多材料層的蝕刻製程過程中保護某些部分的反射性多材料層 206 免於被蝕刻。可以在反射或透射模式中監測用於蝕刻反射性多材料層 206 的蝕刻製程終點偵測，而且可以反射率、穿透率及/或干涉訊號進行。在本文繪示的一個特定實施例中，用於蝕刻反射性多材料層 206 的製程終點偵測係以反射模式監測。

在一個實施例中，蝕刻氣體混合物包括至少一含氟氣體。含氟氣體的適當實例包括 CF_4 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 C_2F_6 、 C_2F_8 、 SF_6 、 NF_3 及類似者。由於氟元素是侵略性的蝕刻劑，故使用蝕刻氣體混合物中供應的含氟氣體來蝕刻掉部分的反射性多材料層 206，包括鉬層 206a 和矽層 206b，以將所需的特徵形成入反射性多材料層 206 中。

此外，蝕刻氣體混合物中也可以供應含氧氣體。由於

侵略性的氟蝕刻劑也可能攻擊上方覆蓋層 208 和吸收層 216 的曝露側壁，故蝕刻氣體混合物中供應的含氧氣體可以協助在經蝕刻的吸收層 216、覆蓋層 208 及部分的反射性多材料層 206 的側壁上形成和沉積聚合物。所沉積的聚合物可以有效地保護開口 218 的側壁，以在侵略性的反射性多材料層蝕刻製程過程中防止進一步的攻擊。含氧氣體的適當實例包括 O_2 、 N_2O 、 NO_2 、 O_3 、 CO 、 CO_2 及 H_2O 類似者。

另外，也可以添加含氯氣體及/或含溴化物氣體到蝕刻氣體混合物，以視需要協助蝕刻反射性多材料層 206。含氯氣體的實例包括 Cl_2 、 HCl 、 $SiCl_4$ 、 BCl_3 、 CCl_4 、 $CHCl_3$ 、 CH_2Cl_2 、 CH_3Cl 、上述物質的組合及類似者。含溴化物氣體的實例包括 HBr 、 Br_2 、上述物質的組合及類似者。據信，與鉬層 206a 相比，含溴化物氣體對矽層 206b 具有相對較高的蝕刻速度。因此，在蝕刻製程在一個時間選擇性地蝕刻一層的實施例中（例如當蝕刻鉬層 206a 時，下方的矽層 206b 係用來作為蝕刻停止層，以提供蝕刻停止），可以交替地使用含氯及/或含溴化物氣體，以一次個別地蝕刻一個鉬層 106a 或矽層 206b。

在替代的實施例中，也可以供應惰性氣體到蝕刻氣體混合物中，以視需要協助輪廓控制。氣體混合物中供應的惰性氣體之實例包括 Ar 、 He 、 Ne 、 Kr 、 Xe 或類似者。

在一個實施例中，可將蝕刻氣體混合物中供應的含氯氣體和含氧氣體保持在預定的比率，以產出有效率的蝕

刻速度，同時充分地保護側壁免受不需要的蝕刻。在例示性實施例中，蝕刻氣體混合物中可以在約 1 % 和約 20 % 之間的比率供應含氟氣體和含氧氣體。或者，可以在約 20 sccm 和約 500 sccm 之間的體積流動速率供應含氟氣體。可在約 1 sccm 和約 100 sccm 之間的流動速率供應含氧氣體。

可以在約 20 sccm 和約 500 sccm 之間的體積流動速率供應含氟氣體。可以在約 10 sccm 和約 100 sccm 之間的體積流動速率供應含溴化物氣體。可以在約 10 sccm 和約 500 sccm 之間的流動速率供應惰性氣體。在該實施例中，其中該含氟氣體或含溴化物氣體係與含氟氣體和含氧氣體一起供應於蝕刻氣體混合物中，將含氟氣體對含氟及/或含溴化物氣體的流動速率比控制在約 1:10 至約 10:1 之間。將含氧氣體對含氟氣體及/或含溴化物氣體的總結合氣體流量的流量比控制在約 1:1 至約 1:100 之間。

在方塊 306 中，在蝕刻反射性多材料層 206 同時，將來自終點偵測系統 164 的入射光束 250 導引到經蝕刻的基板表面。如第 2A 圖中所圖示，將來自蝕刻速度偵測系統 164 的入射光束 250 經由腔室蓋 13 中的一個窗口導引到光罩基板 202 的一或多個區域上。入射光束 250 設以被導引到開口 218，開口 218 如反射性多材料層 206 的開放區域，該開放區域被圖案化的光阻層 214 和經蝕刻的吸收層 216 及覆蓋層 208 曝露出，圖案化的光阻層 214 和經蝕刻的吸收層 216 及覆蓋層 208 視需要為了薄膜堆

疊 200 而被蝕刻形成溝槽、穿孔及孔洞。

返回光束 252 (例如在被蝕刻曝露出的開口 218 內反射離開反射性多材料層 206 表面者) 由蝕刻速度偵測系統 164 的光偵測器 170 偵測。在蝕刻反射性多材料層 206 的過程中，反射光束 252 的強度隨著時間改變。然後，分析反射光束 252 在特定波長的時變強度，以測定反射性多材料層蝕刻製程的蝕刻深度、蝕刻速度及終點中之至少一者。

在方塊 308 中，蝕刻製程終點係藉由分析得自偵測的反射光束 252 的波形而判定，偵測的反射光束 252 係反射自經蝕刻基板的表面。在該實施例中，其中反射性多材料層 206 為複合材料層，該複合材料層中形成有至少一鉬層 206a 及一矽層 206b，最初偵測到的反射光束 252 係用於蝕刻鉬層 206a。鉬層 206a 被蝕刻掉之後，可以繼續收集反射光束 252，用以取得在蝕刻矽層 206b 的過程中的波形。由於反射性多材料層 206 可以包括多組鉬層 206a 和矽層 206b 的重複對，故可以連續地將入射光束 250 導引到基板表面，以收集來自反射光束 252 的波形，直到鉬層 206a 和矽層 206b 的所有重複層被蝕刻掉。可以視偵測的需要使用相同波長或不同波長來連續地進行終點偵測製程，直到整個反射性多材料層 206 被蝕刻掉，並曝露出下方的基板 202 的表面 226，如第 2B 圖中所繪示。

第 4A 圖繪示為了測定蝕刻反射性多材料層 206 的蝕刻

速度，在基板上形成的毯覆區域以約 630 nm 來自光源 166 的光波長偵測到的光訊號的一個實施例。在一個實施例中，將用於偵測的波長控制在約 170 nm 和約 800 nm 之間。如第 4A 圖中所圖示，將光訊號 402 繪製為時間的函數，以提供波形圖案，該波形圖案係對應於反射光束 252 隨著時間的強度變化。若在其他的波長，波形圖案將是不同的。收集一個光譜的波長將提供大量的波形圖案。當在蝕刻腔室中蝕刻生產基板時，實時偵測光訊號 402。在第 4A 圖中繪示的實施例中，當反射性多材料層 206 逐漸被蝕刻掉時，反射光束 252 的強度逐漸減小。由於反射性多材料層 206 設以包括反射性材料，故當大部分的反射性多材料層 206 仍保持在基板 202 上時，反射光束 252 的反射率通常是高的。當反射性多材料層 206 逐漸被蝕刻掉且下方的透明石英基板 202 逐漸曝露時，反射率隨著越來越多的光通過透明基板 202 不被反射而降低。如第 4A 圖中所繪示的，當反射光束 252 的強度在時間點 404 陡降到低位準 403 時，反射光束 252 的陡降及稍後變為持平表示反射性多材料層 206 已被蝕刻掉，並曝露出下方的基板 202，從而在訊號上時間點 404 為蝕刻掉反射性多材料層 206 的適當終點。

在一個實施例中，當反射光束 252 的強度比在偵測製程的最初時間點 405 收集的初始反射光束 252 減少約 60 % 至約 90 % 時，例如約 80 % 時，可以判定為蝕刻反射性多材料層 206 的終點。在另一個實施例中，當光訊號 402

已成為飽和並保持在低的穩定狀態持續約超過 10 秒時，可以判定蝕刻反射性多材料層 206 的終點。在例示性實施例中，其中使用約 630 nm 波長的光源來偵測蝕刻反射性多材料層 206 的終點，在時間點 404 發生的製程終點係在約 150 秒和約 600 秒之間。

第 4B 圖繪示為了測定蝕刻反射性多材料層 206 的蝕刻速度，以約 170 nm 和約 500 nm 之間（如約 170 nm 和約 350 nm 之間）來自光源 166 的光波長偵測到的反射光束 252 的一個實施例。如第 4B 圖中所圖示，光訊號 406 係在蝕刻過程中得自反射干涉法，並被繪製為時間的函數，以提供當蝕刻反射性多材料層 206 時隨著時間對應於不同強度的反射光束 252 的干擾波形圖案。在第 4B 圖中繪示的實施例中，反射光束 252 的強度在蝕刻反射性多材料層 206 的過程中會改變。

如第 4B 圖所圖示，光訊號 406 被繪製為時間的函數，以提供對應於隨著時間變化的反射光束 252 強度的波形圖案。當參考基板在蝕刻腔室中被蝕刻時，實時偵測光訊號 406，以當生產基板在蝕刻腔室中被蝕刻時，便於協助生產基板判定適當的終點。在第 4B 圖中繪示的實施例中，當進行蝕刻製程以依序蝕刻包含在反射性多材料層 206 中的鉬層 206a 和矽層 206b 時，反射光束 252 的強度被重複地提高到第一位準 410（例如較高的位準），然後減小到第二位準 412（例如較低的位準）。據信，光訊號 406 的反射率在訊號停止點上升到第一位準 410、

414 時，則主要曝露出鉬層 206a 的表面。相反地，光訊號 406 的反射率在訊號停止點降低到第二位準 412、416 時，則主要曝露出矽層 206b 的表面。因此，在光訊號 406 中圖示出的干擾波形的每個不同的停止點（例如位準 410、412、414、416）表示不同的反射性多材料層 206 的蝕刻深度。當光訊號 406 中滿足條紋 408 時，條紋 408 表示一層矽層 206b 和鉬層 206a 已被蝕刻掉。因此，藉由計算光訊號 406 中存在的條紋 408 數目，以便取得反射性多材料層 206 從基板 202 被蝕刻掉的深度，而得到蝕刻終點。每個條紋 408 表示一對矽層 206b 和鉬層 206a 已被蝕刻掉。第一位準 410、414（例如較高的位準）的出現表示曝露出鉬層 206a，而第二位準 412、416（例如較低的位準）的出現表示曝露出矽層 206b。基於光訊號 406 中圖示的波形圖案上的蝕刻相位，可以計算和預測被蝕刻掉的結構深度，以便測定光訊號反射性多材料層 206 的蝕刻速度，並進一步判定適當的蝕刻製程終點。藉由利用蝕刻參考基板（設置在蝕刻腔室中）的參考操作，以獲得計算用的參考模型，而可以判定反射性多材料層蝕刻製程的適當終點。當整個反射性多材料層 206 被蝕刻掉並到達蝕刻製程終點時，光訊號 406 的反射率會成為持平的。

第 4C 圖繪示為了測定蝕刻反射性多材料層 206 的蝕刻速度，以約 170 nm 和約 500 nm 之間（如約 200 nm 和約 230 nm 之間）來自光源 166 的光波長偵測到的反射光束

252 的另一個實施例。如第 4C 圖所圖示，光訊號 420 係得自蝕刻製程（包括蝕刻上覆蓋層 208 與反射性多材料層 206）過程中的 OES 或反射率計數，並被繪製為時間的函數，以隨著時間提供監測自反射光束 252 的反射率強度。在第 4C 圖中繪示的實施例中，當反射性多材料層 206 被蝕刻掉並且透明基板 202 逐漸曝露出來時，反射光束 252 的強度會在蝕刻過程中變化，且係逐漸呈下降趨勢，如箭頭 430 所指示。當生產基板在蝕刻腔室中被蝕刻時，實時偵測光訊號 420。在第 4C 圖中繪示的實施例中，當上覆蓋層 208 被曝露時，反射光束 252 的強度最初爬升到第一高位準 424。當反射率強度下降到第一低位準 434 時，表示覆蓋層 208 被蝕刻掉。當光訊號 420 的強度到達第二高位準 426 時，下方的第一鉬層 206a 未被曝露。同樣地，當光訊號 420 的強度形成波谷（第二低位準 428）時，第一鉬層 206a 已被蝕刻掉，並且下方的第一矽層 206b 現已為了蝕刻而被曝露出。反覆地，當光訊號 420 的強度再次爬升到第三高位準 436 時，第一矽層 206b 已被蝕刻掉（例如從基板 202 去除第一對鉬層 206a 和矽層 206b）而曝露出第二鉬層 206a，第二鉬層 206a 界定部分的、用於蝕刻的第二層對。當反射率光訊號 420 的高位準 432 強度出現時（表示包括於反射性多材料層 206 的最後一對中的鉬層 206a 被曝露出），可以觀察蝕刻鉬層 206a 和矽層 206b 對的最後重複操作。隨後，當光訊號 420 的反射率強度下降到低位準 438 並在

102年3月4日修(7)正

終點時間 440 持平時，使光訊號 420 的反射率強度保持在低的位準持續約至少 10 秒鐘後，可以判定反射性多材料層 206 的終點。

因此，可以藉由計算光訊號 420 中存在的條紋數目來獲得蝕刻終點，以便獲得在蝕刻製程過程中已被蝕刻離開基板 202 的鉬層 206a 和矽層 206b 的重複對數目。當光訊號 420 的反射率強度保持低且不變時，可以獲得終點。

藉由監測在預定波長反射自經蝕刻的反射性多材料層（如包括至少一鉬層和矽層）的光束之反射率，可以藉由分析反射自經蝕刻的基板表面的反射光束中出現的波形及/或條紋數目，以獲得製程終點。本發明的實施例提供一種改良的設備和方法，該設備和方法具有增強的製程監測和控制能力。這些改良也使吸收層的蝕刻應用能夠獲得可靠的蝕刻速度/厚度減少及終點測定。

雖然前述係針對本發明的實施例，但也可以在不偏離本發明的基本範圍下設計本發明其他的和進一步的實施例，而且本發明的範圍係由隨後的申請專利範圍決定。

【圖式簡單說明】

因此，可以藉由參照圖示於附圖中的本發明實施例來得到以上簡要概括的本發明之更特定描述，從而實現本發明的上述特徵、優點及目的之方式，並且可以詳細地

瞭解本發明的上述特徵、優點及目的。

然而，注意到，附圖僅圖示本發明的典型實施例，因此，不可將附圖視為對本發明範圍的限制，因本發明亦認可其他均等有效的實施例。

第 1 圖圖示整合本發明之一個實施例的蝕刻腔室；

第 2A-2B 圖圖示在反射性多材料層蝕刻製程之前和之後光罩之一個實施例的示意結構；

第 3 圖圖示在第 2A-2B 圖中繪示的製造製程過程中有關終點測定製程的流程圖；

第 4A 圖圖示依據本發明之一個實施例用於測定蝕刻反射性多材料層的蝕刻速度所偵測的光訊號之一個實施例；

第 4B 圖圖示依據本發明之另一個實施例用於測定蝕刻反射性多材料層的蝕刻速度所偵測的光訊號之一個實施例；以及

第 4C 圖圖示依據本發明之又一個實施例用於測定蝕刻反射性多材料層的蝕刻速度所偵測的光訊號之一個實施例。

為了便於瞭解，在可能之處使用相同的元件符號來指稱該等圖式共有的相同元件。亦考量可以有利地將一個實施例的元件和特徵整合於其他的實施例，無需另外陳述。

然而，注意到，附圖僅圖示本發明之例示性實施例，因此，不可將附圖視為對本發明範圍的限制，因本發明

亦認可其他均等有效的實施例。

【主要元件符號說明】

10	蝕刻腔室	12	腔室主體
13	腔室蓋	14	電漿區域
15	腔室壁	16	支撐構件
16C	中央區域	17	底部
22	氣體分配器	25	RF 匹配網路
26	線圈	27	電源
28	電極電源	30	排氣系統
32	節流閥	34	排氣口
35	RF 匹配網路	48	製程氣體源
102	基板	164	終點偵測系統
166	光源	168	聚焦組件
170	光偵測器	172	電腦系統
174A	凸聚焦透鏡	174B	凸聚焦透鏡
176	入射光束	178	反射光束
180	點	184	光束定位器
186	主鏡	192	窗口
193	邊窗	195	第二蝕刻速度偵測系統
196	調整機構	197	入射角
199	攝相機	200	薄膜堆疊

202	光罩基板	204	含鉻層
206	反射性多材料層	206a	鉬層
206b	矽層	208	覆蓋層
210	整體吸收層	212	抗反射塗層
214	圖案化光阻層	216	吸收層
218	開口	222	表面
226	表面	250	入射光束
252	反射光束	300	方法
302	方塊	304	方塊
306	方塊	308	方塊
402	光訊號	403	位準
404	時間點	405	最初時間點
406	光訊號	408	條紋
410	位準	412	位準
414	位準	416	位準
420	光訊號	424	第一高位準
426	第二高位準	428	第二低位準
430	箭頭	432	高位準
434	第一低位準	436	第三高位準 436
438	低位準	440	終點時間

七、申請專利範圍：

1. 一種在一蝕刻製程過程中測定位於一基板上的一反射性多材料層之一蝕刻終點的方法，該方法包含：

在一電漿蝕刻腔室中，於一反射性多材料層上經由一圖案化遮罩層進行一蝕刻製程，其中該反射性多材料層包括至少一鉬層及一矽層設置於一基板之一第一表面上；

在該蝕刻製程過程中將一輻射導引至該多材料層之一區域，該輻射具有從 170 nm 至 800 nm 的一波長，該多材料層之該區域未被該圖案化遮罩層覆蓋；

收集一光訊號，該光訊號係反射自未被該圖案化遮罩層覆蓋的該區域；

分析一波形，該波形係得自該反射的光訊號；以及

當該反射的光訊號之一強度比一初始的反射光訊號減少 60 % 至 90 % 時，測定該蝕刻製程之一第一終點。

2. 如請求項 1 所述之方法，其中該基板為一光罩標線片 (photomask reticle)。

3. 如請求項 1 所述之方法，其中該輻射具有 630 nm 的一波長。

4. 如請求項 1 所述之方法，其中分析該波形之步驟進一

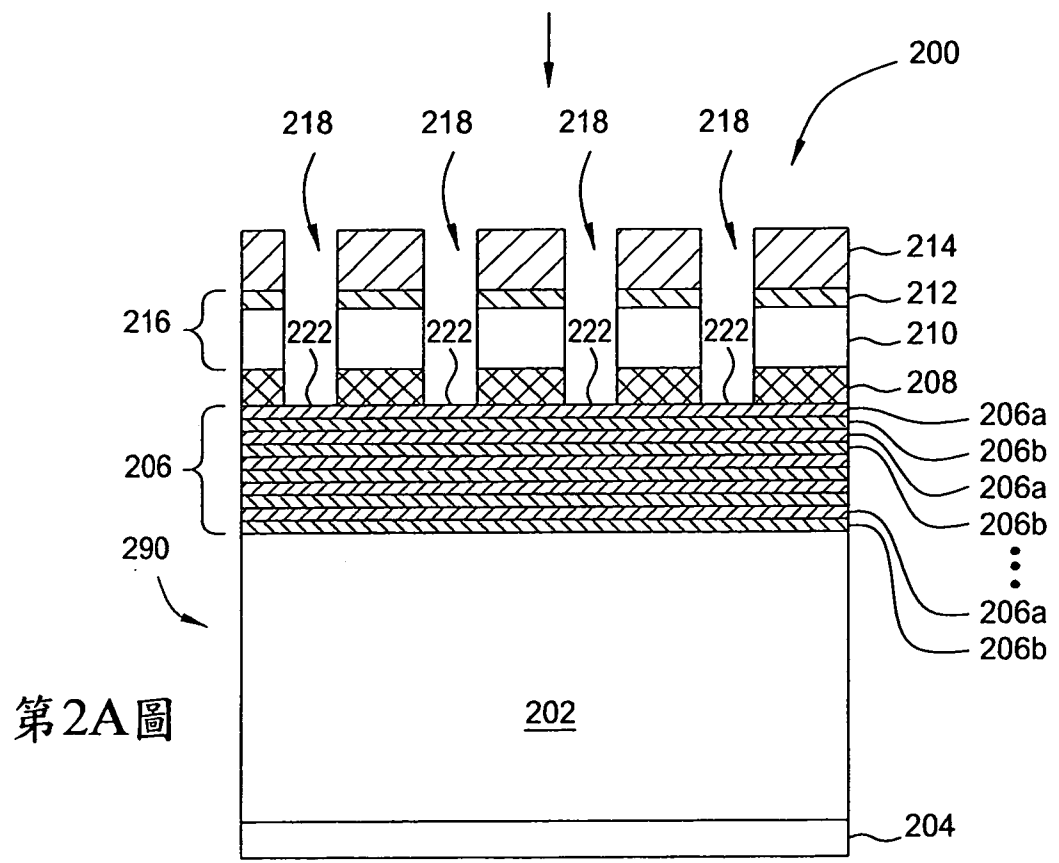
步包含以下步驟：

從該反射的光訊號獲得一反射形式的第一波譜，
該第一波譜係繪製為時間的函數。

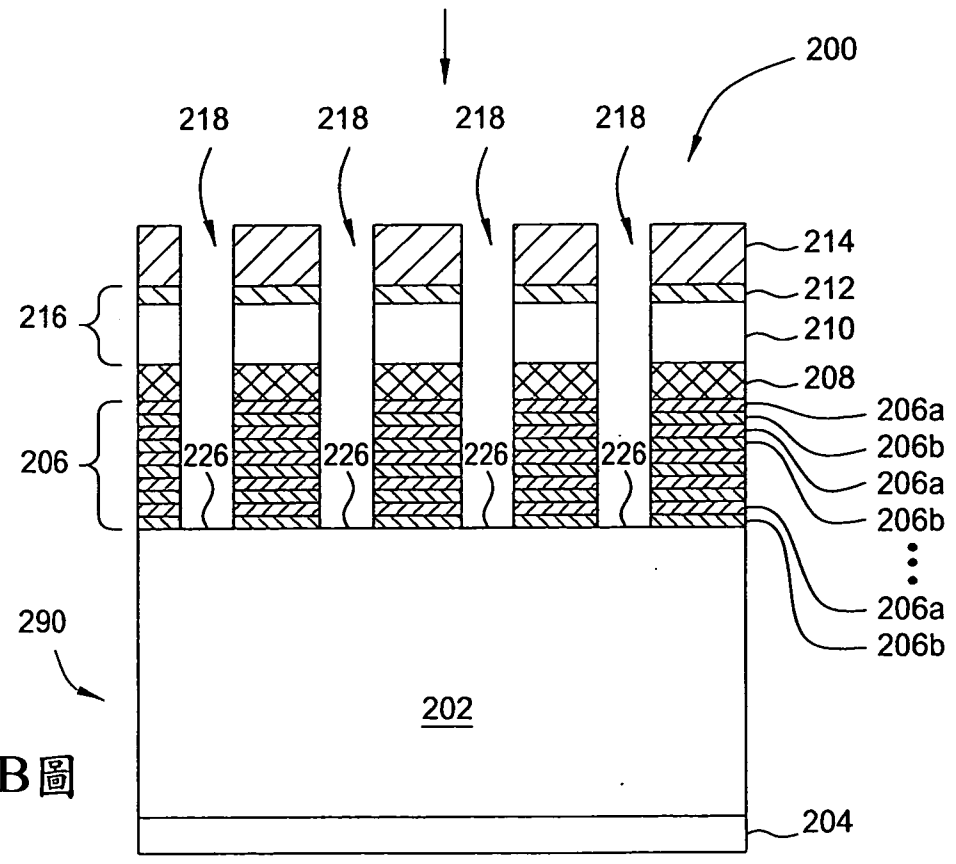
5. 如請求項 1 所述之方法，其中該反射性多材料層包括
40 組鉬層及矽層的重複層。

6. 如請求項 1 所述之方法，其中一吸收層設置於一覆蓋
層上，該覆蓋層係夾置於該圖案化光阻層及該反射性多
材料層之間。

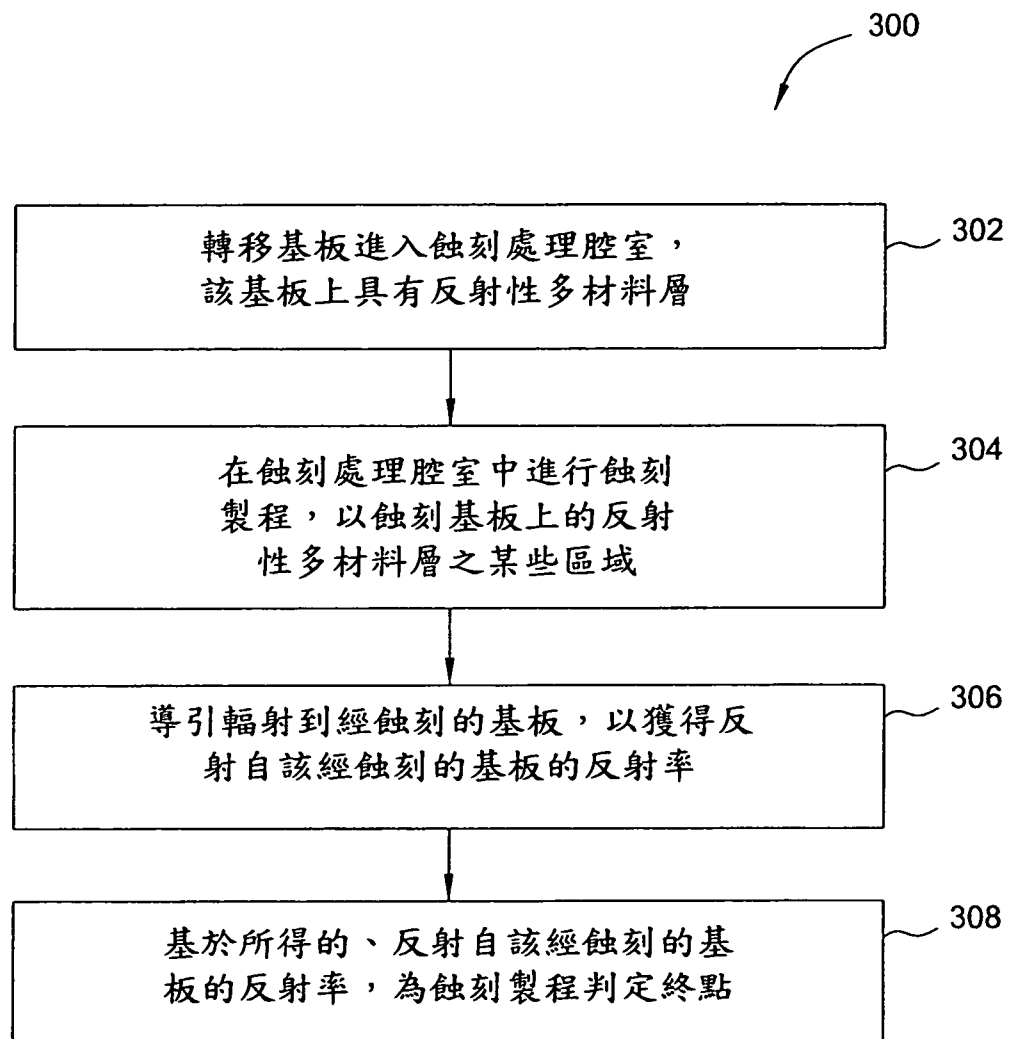
7. 如請求項 1 所述之方法，其中該鉬層之一厚度係介於
 $1 \text{ \AA}$ 和 $10 \text{ \AA}$ 之間，且該矽層之一厚度係介於 $1 \text{ \AA}$ 和 $10 \text{ \AA}$
之間。



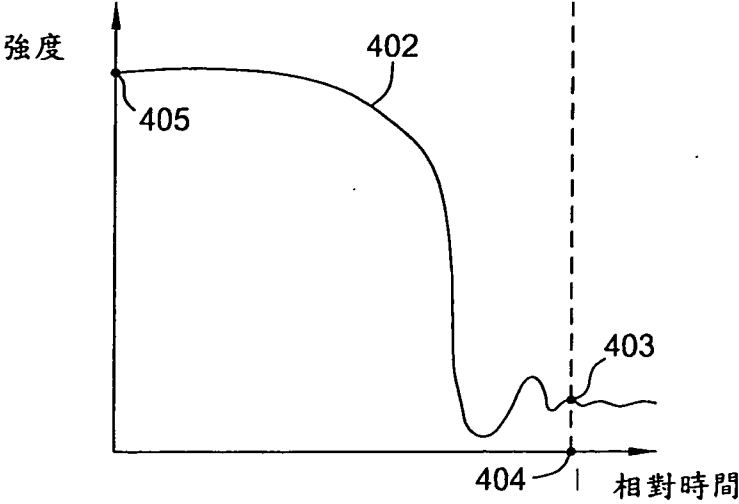
第2A圖



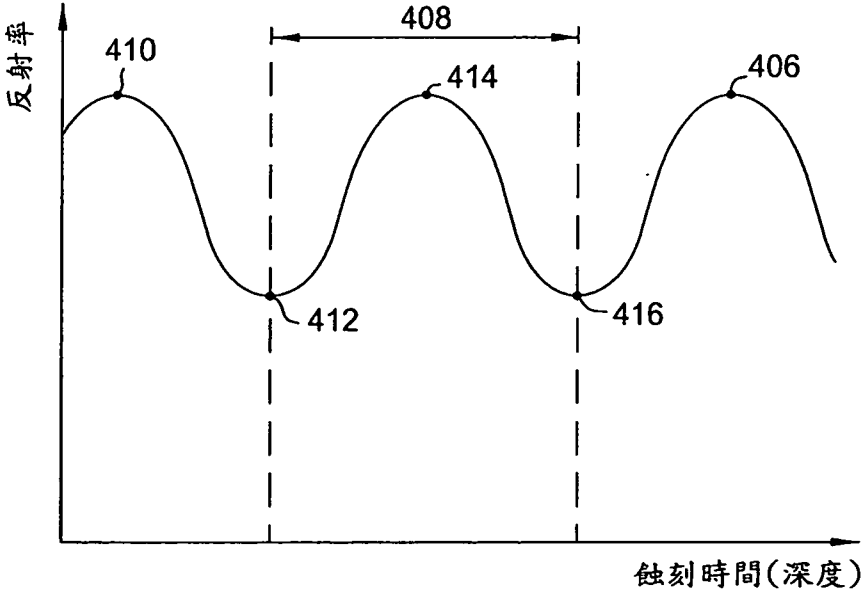
第2B圖



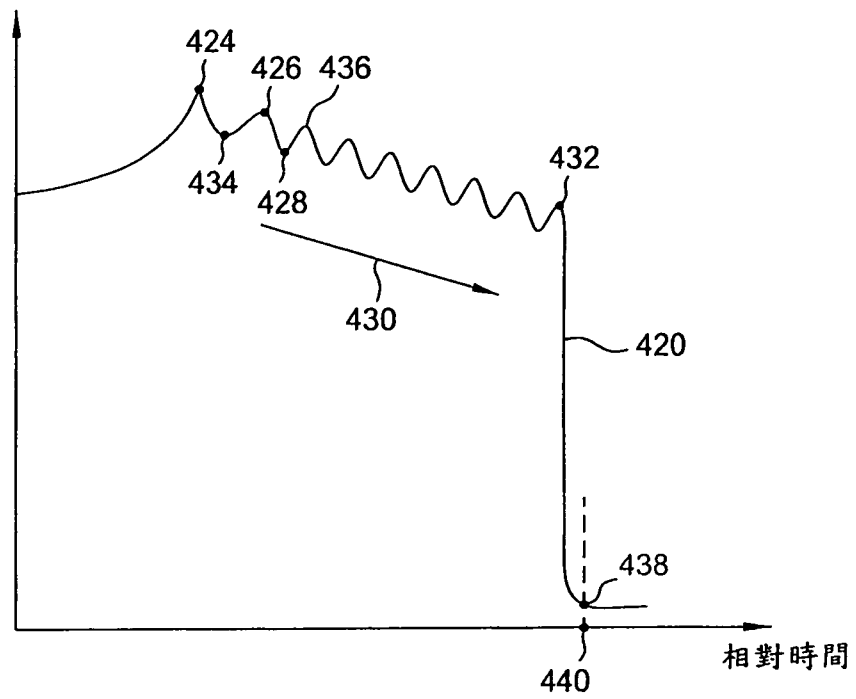
第3圖



第4A圖



第4B圖



第4C圖