

公告本

申請日期	91.8.15
案 號	91118406
類 別	H01L 21/02

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

583721

發 明 專 利 說 明 書

一、發明名稱	中 文	使用反射光罩製造積體電路之方法
	英 文	"METHOD OF MAKING AN INTEGRATED CIRCUIT USING A REFLECTIVE MASK"
二、發明人	姓 名	1.韓珊茵 SANG-IN HAN 2.帕威特 曼格 PAWITTER MANGAT 3.瓊斯 R. 瓦森 JAMES R. WASSON 4.史考特 D. 西克特 SCOTT D. HECTOR
	國 籍	1.韓國 KOREA 2.3.4.均美國 U.S.A.
	住、居所	1.美國亞歷桑納州鳳凰市東塔克瑪路1411號 1411 EAST TECOMA ROAD, PHOENIX, ARIZONA 85048, U.S.A. 2.美國亞歷桑納州吉爾柏市東安辛納斯路3688號 3688 EAST ENCINAS AVENUE, GILBERT, ARIZONA 85234, U.S.A. 3.美國亞歷桑納州吉爾柏市東柏洛克街2960號 2960 EAST BROOKS STREET, GILBERT, ARIZONA 85296, U.S.A. 4.美國德克薩斯州奧斯汀市拉德諾特路6522號 6522 LADERA NORTE, AUSTIN, TEXAS 78731, U.S.A.
三、申請人	姓 名 (名 稱)	美商摩托羅拉公司 MOTOROLA, INC.
	國 籍	美國 U.S.A.
	住、居所 (事務所)	美國伊利諾州史堪伯市東阿崗崑路1303號 1303 EAST ALGONQUIN ROAD, SCHAUMBURG, ILLINOIS 60196, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	強納森 E. 瑞斯基 JONATHAN E. RETSKY

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國（地區） 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權

美國 2001年08月24日 09/939,184 ☒有☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝
訂
線

五、發明說明(1)

先前申請案參考

本申請案係於2001年8月24日提出美國專利申請，案號為09/939,184。

發明領域

本發明係關於製造積體電路之方法，尤其是關於使用EUV微影蝕刻及反射光罩製造積體電路之方法。

發明背景

在製造積體電路中，吾人希望能夠藉由使用越來越短的波長以曝露半導體晶圓上的光阻，改良微影蝕刻。該些較短的波長可達到較高的解析度，但是需要特殊光罩以獲得該較高的解析度。正發展用於高容量製造的其中一種技術是使用遠紫外線(EUV)頻率，其具有非常短的波長。波長4至25奈米(nm)便可視為EUV。該技術一般需要一反射光罩，其不同於透光罩，因為用作光罩材料的材料趨向於大量吸收EUV波長。EUV光會依據光罩圖樣，從該光罩反射及曝露該光阻。該光罩具有一反射部分及一吸收部分，因此該反射圖樣實際上係曝露於該光阻上。製造該光罩時，最終反射於該積體電路上的特性係非常細微的特性。據此，該光罩必須具有極高的品質，並且只提供該期望圖樣。

沒有任何缺陷的光罩是很難獲得的，因此該光罩會以可修復的方法來製造，以便獲得真正期望的圖樣。為了有效地達到修復的目的，必須非常精確地檢查該光罩，以便發現所有的缺陷。該些缺陷一般會出現於以下兩類別的其中

四、中文發明摘要(發明之名稱： 使用反射光罩製造積體電路之方法)

使用反射光罩在半導體晶圓之上的光阻層(170, 180)中以形成一所期望的圖樣。該光罩係藉由連續沉積一反射層(20)，一吸收層(30)，及一抗反射(ARC)層(40)而形成。該抗反射層是依據該期望圖樣而圖樣化。檢查該抗反射層以找出未達到期望圖樣的區域。然後修復該抗反射層以獲得該期望圖樣，其中該吸收層會保護該反射層。將該期望圖樣轉移到該吸收層以揭露光罩的反射部分。從反射光罩將輻射反射至該半導體晶圓，以曝露該半導體晶圓之上的光阻層(170, 180)，該光阻層具有該期望圖樣。

英文發明摘要(發明之名稱： "METHOD OF MAKING AN INTEGRATED CIRCUIT USING A REFLECTIVE MASK")

A desired pattern is formed in a photoresist layer (170, 180) that overlies a semiconductor wafer using a reflective mask. This mask is formed by consecutively depositing a reflective layer (20), an absorber layer (30) and an anti-reflective (ARC) layer (40). The ARC layer is patterned according to the desired pattern. The ARC layer is inspected to find areas in which the desired pattern is not achieved. The ARC layer is then repaired to achieve the desired pattern with the absorber layer protecting the reflective layer. The desired pattern is transferred to the absorber layer to reveal the reflective portion of mask. Radiation is reflected off the reflective mask to the semiconductor wafer to expose the photoresist layer (170, 180) overlying the semiconductor wafer with the desired pattern.

六、申請專利範圍

1. 一種用於在一半導體晶圓上獲得一期望的曝露光阻圖樣之方法，其包括：

提供一具有一反射層的光罩基板；
沉積一吸收層於該反射層上；
沉積一可修復層於該吸收層上；
沉積一第一光阻層於該可修復層上；
依據該期望圖樣圖樣化該第一光阻層；
將該期望圖樣從光阻層轉移至該可修復層；
檢查該可修復層以決定其是否具有該期望圖樣；
如果檢查顯示該可修復層未具有該期望圖樣，修復該層以獲得該期望圖樣；
將該期望圖樣從該可修復層轉移到該吸收層以形成一反射光罩；
將一第二光阻層塗佈於該半導體晶圓之上；以及
從反射光罩反射輻射，以曝露具有該期望圖樣的該第二光阻層。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該可修復層是一藉由物理汽相沉積的抗反射塗佈層。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該反射層包括複數個鉬及矽的交替層，並且該可修復層是一介電材料。
4. 如申請專利範圍第3項之方法，其中該可修復層是氮氧化矽。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該吸收層包括一材料，其可依據該反射層進行選擇性蝕刻。

六、申請專利範圍

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該吸收層與該反射層係直接接觸。

7. 一種用於在一半導體晶圓上形成一期望圖樣之方法，其包括：

提供一具有一反射層的光罩基板；

在該反射層上沉積一吸收層，其可依據該反射層進行選擇性蝕刻；

沉積一抗反射塗佈層於該吸收層上，其中該抗反射塗佈層是一介電材料；

依據該期望圖樣圖樣化該抗反射塗佈層；

圖樣化該抗反射塗佈層之後檢查該抗反射塗佈層；

如果檢查顯示該抗反射塗佈層不具有該期望圖樣，修復該抗反射塗佈層以獲得期望圖樣；

將該期望圖樣從該抗反射塗佈層轉移到該吸收層以形成一反射光罩；

使用該反射光罩在該半導體晶圓上形成該期望圖樣。

8. 如申請專利範圍第7項之方法，其中沉積該抗反射塗佈層的步驟的進一步特徵為，其係藉由物理汽相沉積以執行。

9. 一種在一半導體晶圓上圖樣化一光阻層之方法，其包括：

提供一反射光罩，其包括：

一光罩基板；

六、申請專利範圍

一可反射遠紫外線的第一層；

一位於該反射層之上，可反射深紫外線，並且吸收遠紫外線的第二層，該第二層具有一期望圖樣；以及

一位於該光罩基板之上，可抗反射深紫外線的第三層，該第三層具有該期望圖樣；

從該反射光罩反射遠紫外線，以曝露具有期望圖樣的該光阻。

10. 一種反射光罩，其包括：

一光罩基板；

一可反射遠紫外線的第一層；

一位於該反射層之上，可反射深紫外線，並且吸收遠紫外線的第二層，該第二層具有一期望圖樣；以及

一位於該光罩基板之上，可抗反射深紫外線的第三層，該第三層具有該期望圖樣。

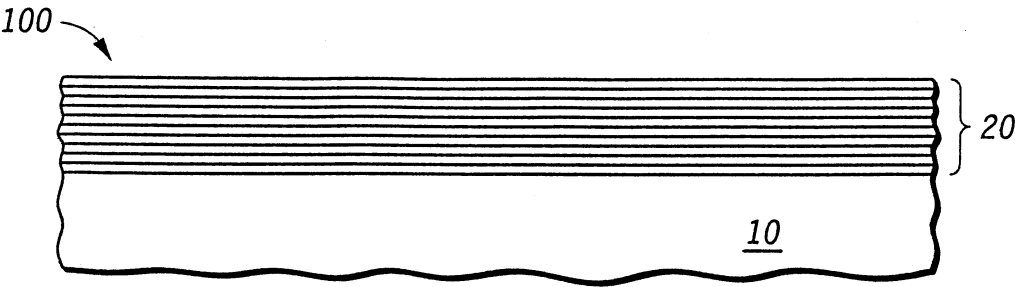


圖 1

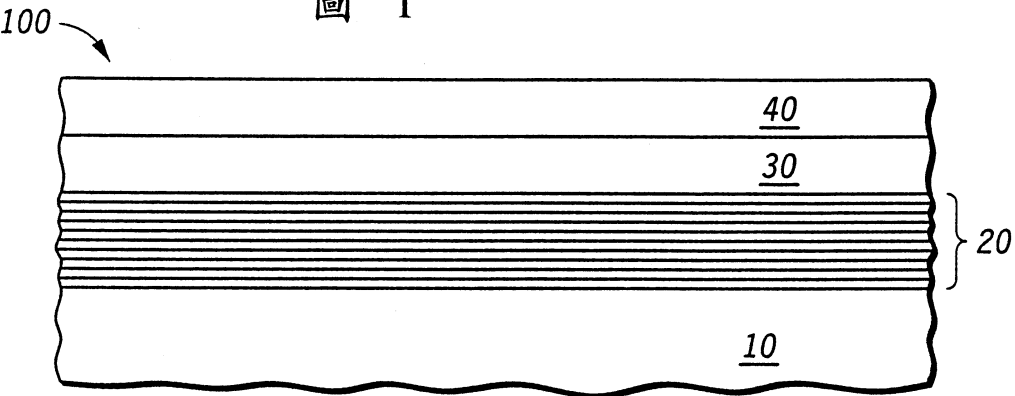


圖 2

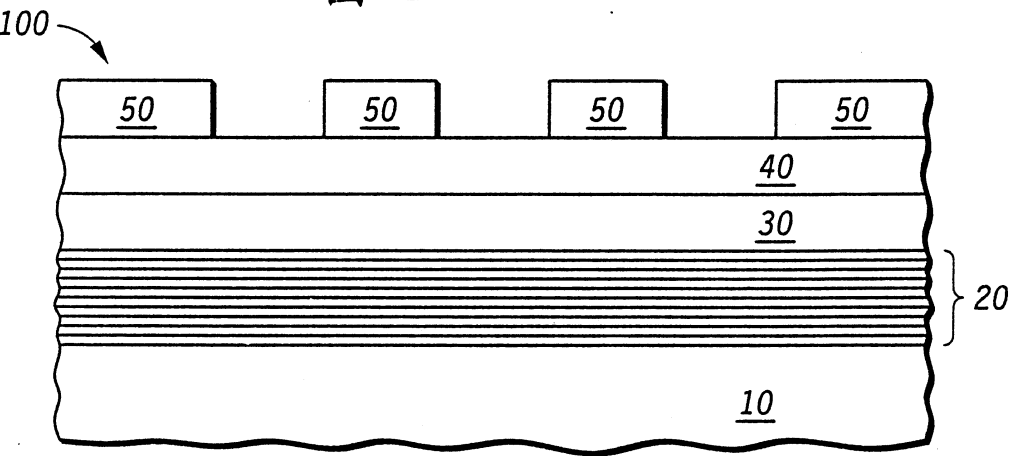


圖 3

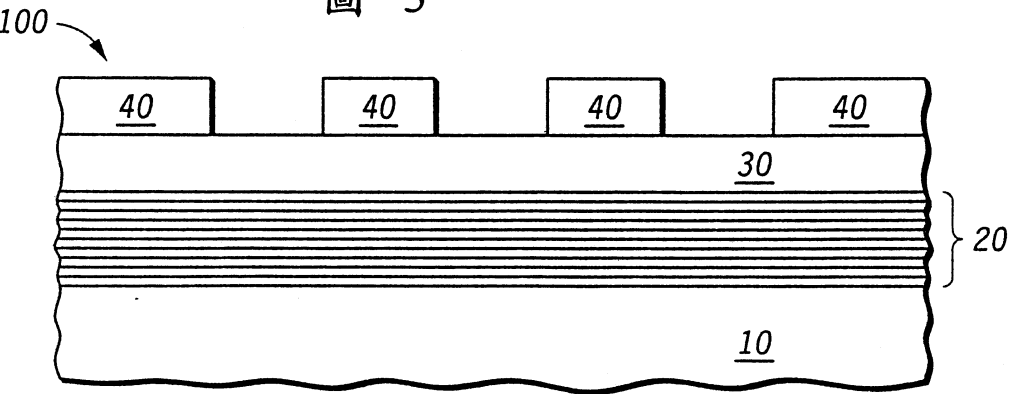


圖 4

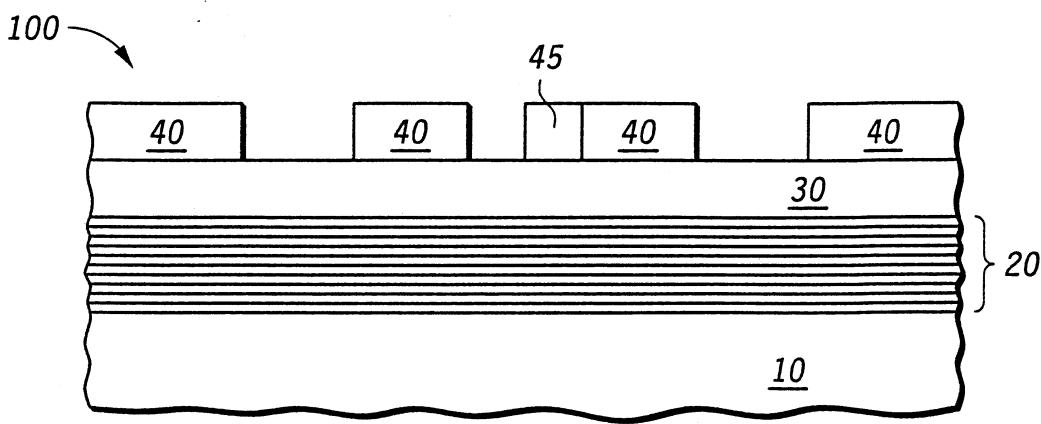


圖 5

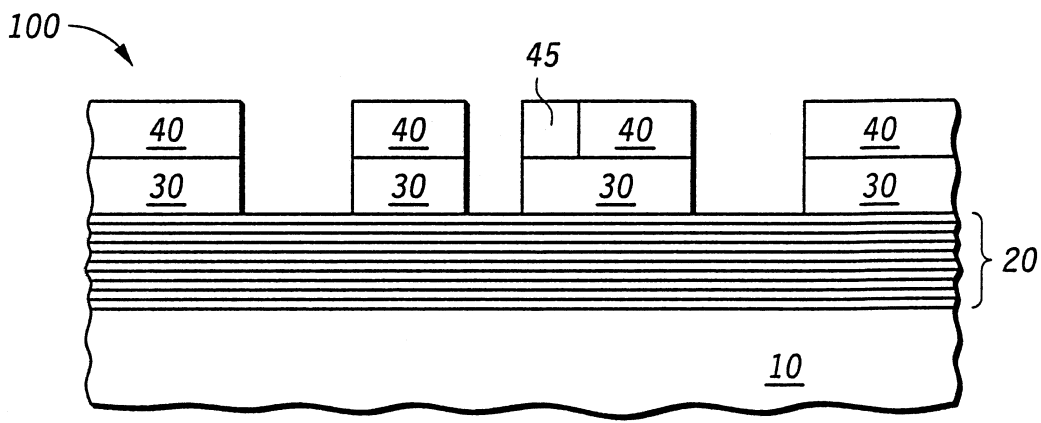


圖 6

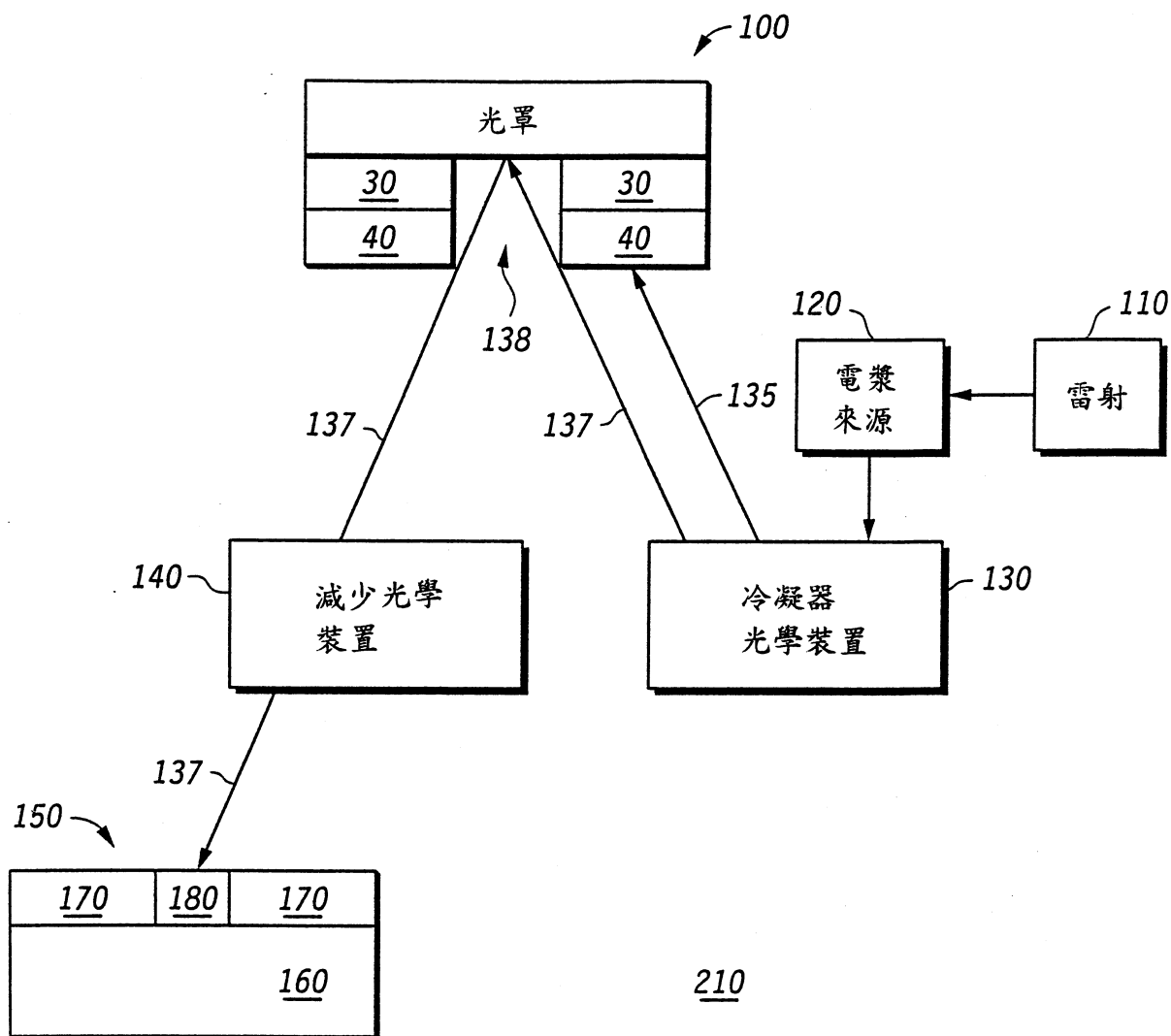


圖 7

五、發明說明(2)

之一。其中一類別是，一吸收層的一部分被從其應該出現的地方移除。另一類別是吸收材料出現在於其不應該出現的區域中。為了找出該兩類別的缺陷，已經發展出針對此目的設備。該設備會對該光罩進行成像，其波長會影響精確獲得該期望圖樣的能力。目前常用的頻率範圍位在240至260奈米的深紫外線(DUV)內，其波長長度大於EUV波長一個等級，該EUV波長係用以在該半導體晶圓上產生光阻圖樣。用來檢查的波長會導致在吸收材料希望出現的區域及不希望出現區域之間有限的解析度。最大化檢查影像的對比係能夠確定偵測出所有缺陷的關鍵因素。

目前的EUV光罩的另一個問題是有吸收洩漏，該洩漏會因為吸收材料及反射材料間的緩衝層而更形惡化。該緩衝層一般都係作為修復緩衝層的介電材料，該修復緩衝層可在修復該吸收層時保護該反射層。由於該緩衝層而增加的吸收洩漏會導致欲曝露光阻於該積體電路的區域及不欲曝露光阻於該積體電路的區域間的邊界，變得比沒有增加吸收洩漏時更模糊。

據此，需要一光罩，其可藉由在吸收區域及非吸收區域間提供一更高的對比而更容易被檢查，並且需要減少吸收洩漏。

圖式簡單說明

本發明將藉由附圖中顯示的範例來進行解說，但未限制，圖中相同的符號代表相同的元件，並且其中：

圖1係依據本發明一第一實施例中於製造之一階段時一

五、發明說明 (3)

光罩之一斷面圖；

圖2係依據本發明第一實施例中圖1光罩下一製造階段之一斷面圖；

圖3係依據本發明第一實施例中圖2光罩下一製造階段之一斷面圖；

圖4係依據本發明第一實施例中圖3光罩下一製造階段之一斷面圖；

圖5係依據本發明第一實施例中圖4光罩下一製造階段之一斷面圖；

圖6係依據本發明第一實施例中圖5光罩下一製造階段之一斷面圖；以及

圖7顯示的係使用該光罩製造一積體電路的裝置。

熟習的技工將會發現圖中的元件僅係簡單且清楚地闡述，並未依照比例繪製。例如，圖中某些元件的尺寸相對於其他元件便會予以誇大，以幫助對本發明具體實施例的理解。

發明說明

在一項具體實施例中，一反射光罩係製作成在該反射層之上具有一遠紫外線吸收層及在該吸收層上具有一深紫外線抗反射塗佈(ARC)。該深紫外線抗反射塗佈可改良用以執行光罩檢查的對比，用以為修復做準備，同時吸收層係置放於該反射層上，用以改良吸收洩漏。

圖1顯示一光罩100，其包括一基板10，該基板具有一覆蓋反射層20。反射層20包括複數個矽及鈦的交替層。在

五、發明說明(4)

現行慣例中，層的數目是40，並且表面可能覆蓋一薄薄的矽質覆蓋層。該層係選擇以提供波長13.4奈米的入射EUV的高反射率。該些層的厚度會依據所用的遠紫外線的特定波長的變化而改變。對13.4奈米的波長來說，該矽層的期望厚度大約是4奈米，該鉬層的期望厚度大約是3奈米。

圖2顯示一光罩100，其中一吸收層30及一抗反射塗佈層40已經沉積於反射層20上。吸收層30是厚度大約70奈米的鉻，在此厚度中，其可吸收超過99%的入射遠紫外線。可作為吸收層的其他材料包括氮化鉬、氮化矽鉬、氧化矽鉬、氮化鉻、鎢及鈦。亦可能使用其他金屬。抗反射塗佈40係沉積於吸收層30上。抗反射塗佈40是一介電材料，該材料較佳的係氧化矽、氮化矽，或氧化鋁，但亦可能是氮氧化矽。

抗反射塗佈40的厚度經過選擇之後，能夠引起入射光波四分之一波長的延遲。因此，穿過抗反射塗佈40及從吸收層30反射的光，會穿過抗反射塗佈40兩次，從而與從抗反射塗佈40的頂面反射的光產生180度的相位差，引起破壞性的干擾。在本例中，該入射光符合目前在深紫外線範圍內(240至260 nm)的檢查設備。為獲得抗反射塗佈40的四分之一波長延遲，必須進行試驗。所選的材料將會產生明顯的差異。製造抗反射塗佈40所選的材料的特定方法也會影響其光學常數，如反射率及消光係數。同樣，檢查波長也會有所不同，從而也影響所選的厚度。吸收層30所選的吸收材料也會對抗反射塗佈層40有影響。假定選擇了氧

五、發明說明(5)

化矽、氮化矽、氮氧化矽，或氧化鋁中任一種，該厚度便應該在10至40奈米的範圍內。該實驗的起點係基於關於該些材料的折射率之已公佈的資訊，及該特定檢查設備所使用的精確波長的知識。

一吸收層30的頂部的一抗反射塗佈材料40的一必要特徵是長期曝露於遠紫外線輻射而保持穩定光學特性的能力。從該角度而言，藉由電漿增強化學汽相沉積(PECVD)而沉積的氮氧化矽、氧化矽，或上列其他種類的膜，呈現了一重大的缺點。藉由電漿增強化學汽相沉積而沉積的膜，特別是在低溫時，包括一高百分比的氫，其在紫外光的影響下進化，並且改變了該膜的光學特性。因此，一遠紫外線光罩之抗反射塗佈膜40之一有利沉積方法是物理汽相沉積(PVD)，其中不涉及已沉積的膜的氫化作用，並且可以克服在150攝氏度以下的低溫沉積的困難。因此，抗反射塗佈40的標準膜包括藉由物理汽相沉積製程而沉積的氧化矽、氧化鋁，及氮化矽，該抗反射塗佈膜具有由於氫化作用長期曝露於遠紫外線輻射而不改變其光學特性的優點。

圖3顯示光阻層50沉積及隨後圖樣化的光罩100。實際形成於該光阻內的圖樣與期望圖樣有一點不同。這是不理想的特徵，但在製造光罩時已發現有這個特徵。

圖4顯示的是光阻50內的圖樣轉移至抗反射塗佈40。這藉由抗反射塗佈40的一蝕刻獲得，其使用圖樣化光阻層50作為一光罩。蝕刻劑可在該抗反射塗佈40的材料及該

五、發明說明(6)

吸收層30的材料間選擇，以避免在本方法中該點上吸收層30的任何重大蝕刻。該蝕刻劑是已知的。一種這樣的蝕刻劑是 CHF_3 。因此，如圖4所示的抗反射塗佈40依據光阻50的圖樣而圖樣化。檢查在圖樣化抗反射塗佈40中出現的圖樣以發現缺陷。該缺陷可以是外部抗反射塗佈材料，或是需要附加抗反射塗佈材料的區域。如果抗反射塗佈40是氮氧化矽，其在深紫外線檢查波長有四分之一波長的厚度，從吸收層30及抗反射層塗佈40反射的深極紫外光之間會產生極好的對比。

圖5顯示光罩100，其已修復了圖樣化抗反射塗佈40。該圖顯示了一附加的部分45，將其加到圖樣化抗反射塗佈40以獲得該期望圖樣。抗反射塗佈40的材料也可依據獲得該期望圖樣的需要移除。在本例中，沒有材料被說明成需要從圖樣化抗反射層塗佈40移除。因此，如圖5所示，該圖樣化抗反射層塗佈40加上部分45導致一具有該期望圖樣的已修復之光罩。部分45的所選材料是鉑，其對聚焦離子束(FIB)的修復是有效的。如果需要移除材料，也可藉由聚焦離子束移除。移除及替代之聚焦離子束修復在此項技藝中是已知的。

圖6顯示一光罩100，其中圖5顯示的該期望圖樣已轉移到了吸收層30。這是藉由吸收層30的一蝕刻獲得的，該蝕刻使用已修復的抗反射塗佈層40作為一蝕刻光罩。該蝕刻劑在吸收層30的材料與抗反射塗佈層40及反射層20的材料間是可選擇的。該蝕刻劑是眾所周知的。就鉻吸收而言，氯(Cl_2)和氧(O_2)的混合物是一種這樣的蝕刻劑。依

五、發明說明(7)

據該期望圖樣，結果最好是一圖樣化吸收層30。吸收層30蝕刻後，執行另一檢查。該檢查之後，如果發現另外的缺陷，就將之修復。一般而言，在吸收層30圖樣化先前初次修復抗反射層塗佈40後，修復的數目即使還有也會非常小。圖6顯示的光罩100是已完成的光罩。

圖7所示是一裝置210，其包括具有圖樣化吸收層30及圖樣化抗反射塗佈層40的光罩100，一雷射110，一電漿來源120，冷凝器光學裝置130，減少光學裝置140，及一半導體晶圓150。雷射110是用以激發該電漿來源120的來源。電漿來源120提供了傳送至冷凝器光學裝置130的遠紫外線。依據光罩100上的圖樣，冷凝器光學裝置130照亮反射遠紫外線的光罩100。藉由正確的修復，光罩100獲得該期望圖樣。該已反射的遠紫外線穿過減少光學裝置140並成像於晶圓150上。晶圓150有一基板160，其上至少具有一層半導體材料。該基板160上是一光阻層，其具有一曝露的部分180及一未曝露的部分170。曝露的部分180相應於一區域138，其顯示在光罩100上。區域170相應於吸收層30及抗反射塗佈層40出現的區域。光罩100在所有的圖式中都得到了簡化以顯示非常少的特徵，從而有助於解釋本發明。在一個實際的光罩中，一般會有數百萬，甚至數十億特徵在光罩上。該數目在穩定增長。

對用於檢查的波長，光罩100在吸收發生的區域及反射發生的區域間提供了極好的對比。結果是一高等級的能力以發現圖樣中所有的缺陷，修復所有的缺陷，從而獲得該期望圖樣。這提供了在生產中避免刮擦光罩的能力。另一

五、發明說明(8)

利益是吸收層30跟反射層20直接接觸。因此，在吸收層30及反射層20間沒有一間距。這將導致減少吸收洩漏及附帶的多餘影像模糊。

如圖6及圖7所示之光罩100是已完成的光罩，其包括抗反射塗佈層40。一替代的方法是移除抗反射塗佈層40，其提供了減少圖樣化材料高度的利益。另一方面，留抗反射塗佈層40於光罩100上的一優點是光罩100的後期製作檢查會更加容易。當一光罩已經生產了一小段時間，經常希望再次檢查該光罩。藉由抗反射塗佈40，該隨後的檢查會更加有效及可靠。已經發現抗反射塗佈40、吸收層30，及反射層20所選的材料已發現是有效的，但其他材料也可能是有效的。例如，抗反射塗佈40可以是另一介電材料，如氧化矽、氧化鋁、氮化鋁或碳化硼。目前認為在反射層20沉積後保持處理溫度低於150攝氏度是可取的。如果可以提高溫度，材料的選擇餘地會更大。相似地，吸收層30選擇用鉻，但是可發現其他的吸收材料也是有用的，特別是沉積的溫度範圍能夠提高時。用於部分45的修復材料也可變化。在此範例中，部分45是鉑。其他可選擇的材料包括鎢及鈹。目前聚焦離子束用於層修復，但其他技術會變得可用。如果後反射層沉積的可用溫度改變了，那將可能影響所有材料的選擇。

在以上之說明書中，本發明已參考特定之具體實施例來做說明。不過，熟習本技藝的人士將會發現，在不脫離以下的申請專利範圍提出的本發明之範疇的前提下，可以做各種變更及改變。據此，該說明書及圖式都僅係作為闡述

五、發明說明 (9)

用途，而非限制用途，而且所有的變更都可視為涵蓋於本發明的範疇之內。

上文中已參考特定具體實施例說明所有的利益，其他優點，及問題的解決方式。不過，所有的利益，優點，問題解決方式，及引起任何利益、優點，或解決方式之發生或使其變得更加顯著的任何元件都並非係任何或全部申請專利範圍的關鍵的，必備的，或必要的特徵或元件。這裏所用的術語"包括"或任何其他的變化形式，都是指非排除性的包括，因此所有包括表列元件的製程、方法、物品，或裝置，都並非只包括該些元件，而是還可能包括其他未特別列出的，或該製程、方法、物品，或裝置原有的元件。

圖式元件符號說明

10	基板	130	冷凝器光學裝置
20	重疊反射層	138	區域
30	吸收層	140	減少光學裝置
40	抗反射塗佈層	150	晶圓
45	部分	160	基板
50	光阻層	170	未曝露的部分
100	光罩	180	曝露的部分
110	雷射	210	裝置
120	電漿來源		