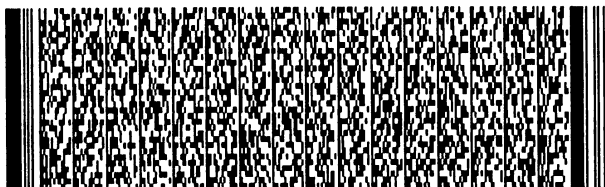


申請日期: P2.7.25	IPC分類	587202
申請案號:	G03F9/00	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	修補衰減式相位移光罩的方法
	英文	METHOD OF REPAIRING ATTENUATE PHASE SHIFT MASK
二、 發明人 (共1人)	姓名 (中文)	1. 陳慶躍
	姓名 (英文)	1. Ching-Yueh Chen
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹市東大路三段430巷1-13號
	住居所 (英文)	1.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 台灣積體電路製造股份有限公司
	名稱或姓名 (英文)	1. Taiwan Semiconductor Manufacturing Co., Ltd.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹科學工業園區新竹市力行六路八號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 8, Li-Hsin Rd. 6, Science-Based Industrial Park Hsin-Chu, Taiwan 300-77, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 張忠謀
	代表人 (英文)	1. Chung-Mou Chang



0503.8770twf(nl);tsmc2002.0108;Felicia.ptd

一、本案已向

國家(地區)申請專利	申請日期	案號	主張專利法第二十四條第一項優先權
美國 US	2003/01/15	10/345,862	有

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。

五、發明說明 (1)

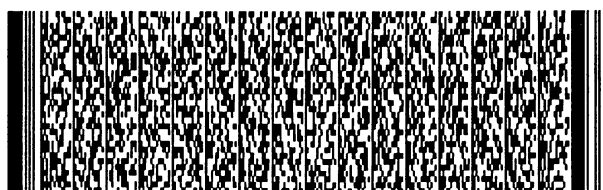
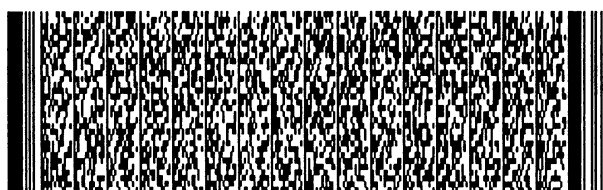
發明所屬之技術領域

本發明係有關於一種半導體積體電路元件的製程技術，且特別是有關於一種修補衰減式相位移光罩 (attenuate phase shift mask ; APSM) 之缺陷 (defects) 之方法。

先前技術

在半導體積體電路的製造過程中，微影成像 (lithography) 製程居於極重要的地位，吾人藉由此一製程方可將設計的圖案精確地定義在光阻層上，然後利用蝕刻程序將光阻層的圖案轉移到半導體基板上而製得所需的線路構造。一般而言，微影製程主要包括塗底 (priming)、光阻塗佈 (coating)、預烤 (或稱軟烤)、曝光 (expose)、曝後處理、顯影、以及硬烤等數個步驟。其中曝光程序的解析度 (resolution) 良窳尤為元件積集度能否更進一步提昇的關鍵因素，各大半導體廠家無不積極投入研發以謀求更上層樓。

從光學原理上分析，曝光機台的解析度與所使用光源的波長成一正比關係，亦即曝光光源的波長越短，其解析度也就越低。以目前商業化的半導體製程而言，曝光機台已由以往使用 436nm (g-line)、365nm (i-line) 等波長的光源，演進至使用 248nm 其或更短波長之深紫外光 (deep UV) 範圍的光源，以因應元件積集度不斷增加的需求。然而，由於元件尺寸將持續地縮小，光罩圖案的間隙變得如光柵



五、發明說明 (2)

般細小，光波繞射效應的影響因而較以往更為明顯，使得非曝光區的光阻層亦所承受了若干的光強度，造成曝光對比度(contrast)的降低，不利於後續顯影步驟的進行。

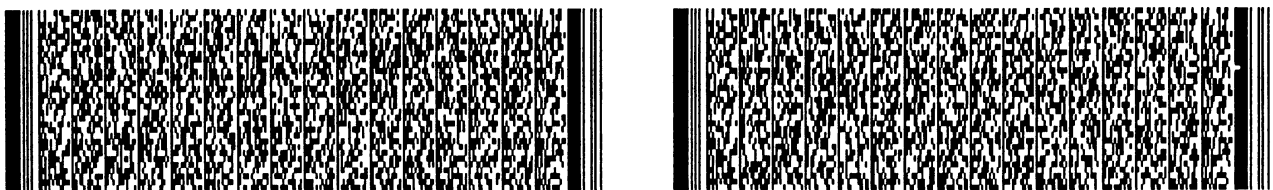
為了在元件尺寸縮小的情況下仍能保持曝光區與非曝光區良好的對比度，有一種可提高對比度的相移式光罩技術被發展出來，例如第1圖顯示一用以定義晶圓上接觸孔(contact hole)圖案之衰減式相移光罩。

以下請參照第1圖，該圖所示之符號10表示一透光基板，其材質例如為石英(quartz)，透光度約為100%。而符號20表示具有特定繞射指數之圖案化相位移層(phase shifter)，定義出光罩之透光區100。再者，符號15代表鉻金屬構成之遮光層，此區域無法透過微影製程之曝光光源。

一旦檢測出光罩具有缺陷，整個相移光罩必須報廢，此對於成本方面相當不利。因此，有需要發展出一種修補(repair)相移光罩之缺陷的方法。

Neary 等人於2000年1月18日公告第6,016,357號美國專利中揭露一種修補相位移光罩的回饋方法(feedback method to repair phase shift mask)，根據透過具有缺陷的相位移光罩之虛擬影像(aerial image)分析結果以進行修補。

Yang 等人於2000年9月5日公告第6,114,073號美國專利中揭露一種利用對焦離子束法將光罩上的不透光污染物清除之方法。



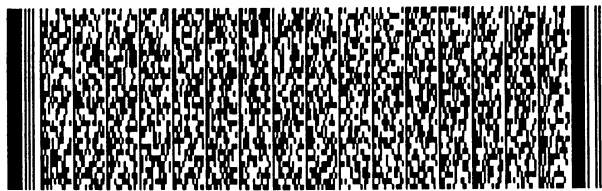
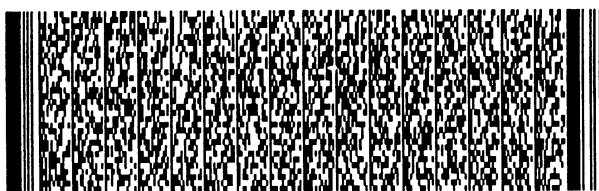
五、發明說明 (3)

Baum 等人於2000年12月12日公告第6,159,641號美國專利中揭露利用一反應氣體沈積一不透光修補材於光罩之破損缺陷處的方法。

然而，當光罩上產生的缺陷係不透光的遮光缺陷時，例如：藉由蝕刻程序去除部份遮光層與相位移層以形成透光區，則容易有相位移層去除不盡或是有反應殘留物之類的不透光遮光缺陷存在於接觸透光區內，此時，必需小心地將微小的遮光缺陷移除，目前各家廠商常見的修補方法，是將具有遮光缺陷的缺陷處區分成多數小塊區域，利用對焦離子束法一步一步將遮光缺陷移除。但是，此修補方法相當耗費時間，且修補後容易有光罩圖案位移的問題發生，因此，當同一光罩上出現過多缺陷時，通常會直接報廢，否則將耗費過多修補時間。有鑑於此，急需發展一種更有效率、更精準、更簡便的修補光罩方法。

Noboru 等人於1990年1月9日公告第4,892,613號美國專利(process for etching light-shielding thin film)中提出一種背向曝光的觀念，利用光源由基底的背面曝光，將圖案化正光阻的邊緣曝光，使圖案化正光阻的尺寸縮小，然後再第二次蝕刻圖案化光阻下方的遮光層，可以得到尺更小遮光層。但是此方法無法用來修補光罩上的缺陷。

為了解決上述問題，本發明主要目的在於提供一種修補衰減式相位移光罩的方法，可簡化光罩的修補程序，縮短修補時間，且可使修補位置精確對準。



五、發明說明 (4)

發明內容

本發明之目的之一在於提供一種修補衰減式相位移光罩的方法，以去除殘留於透光區內之相位移層、遮光層以及雜質，避免藉由該光罩所曝光之結果圖案的精確度受到影響。

本發明之目的之二在於提供一種修補衰減式相位移光罩的方法，可同時去除同一光罩上的多處缺陷，且簡化修補的程序，縮短修補時間。

本發明之目的之三在於提供一種修補衰減式相位移光罩的方法，可精準地於缺陷位置進行修補，避免修補後光罩圖案位置發生位移(shift)的問題。

本發明適用以修補衰減式相位移光罩，該光罩如同一般習知衰減式相位移光罩，具有一透光基底、覆蓋於透光基底表面之一圖案化相位移層與覆蓋於圖案化相位移層表面之一圖案化遮光層，使得一透光區形成於圖案化相位移層與圖案化遮光層內之部分透光基底表面。由於形成上述透光區時必須去除部份遮光層與相位移層，因此，容易有相位移層去除不盡或是有反應殘留物之類的遮光缺陷存在於接觸透光區內，則本發明提供修補該光罩缺陷的方法，可去除接觸透光區內之遮光缺陷。

本發明之主要特徵在於利用透光度極低的圖案化遮光層與位於透光區的遮光缺陷同時作為遮蔽，使光源由透光基底反面(具有圖案化相位移層與圖案化遮光層之表面的



五、發明說明 (5)

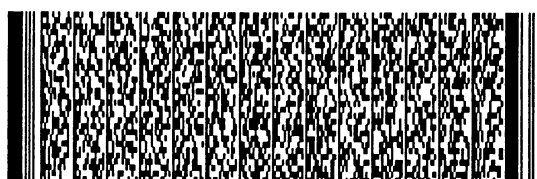
對應面) 穿透而曝照至已預先形成且全面性覆蓋於圖案化遮光層、透光區與遮光缺陷表面之負光阻，再經過顯影後，可去除未被曝光的負光阻區域，即露出圖案化遮光層與遮光缺陷的表面，未被圖案化遮光層與遮光缺陷遮蔽的負光阻會保留下來，接著，再以圖案化遮光層與保留下來的負光阻做為蝕刻罩幕，進行一蝕刻，便可順利將遮光缺陷去除。

為獲致上述之目的，本發明提出一種修補衰減式相位移光罩的方法，上述減式相位移光罩包括一透光基底、一相位移層與遮光層所構成之遮光區以及一透光區，且上述透光區內具有一遮光缺陷，上述方法包括：

首先，全面性形成一負型能量感應層(energy sensitive layer)，以覆蓋具有上述遮光缺陷之透光區表面。接著，實行一背向曝光程序(exposure)，使能量由上述透光基底背面而曝照至未被上述圖案化遮光層與上述遮光缺陷遮蔽之上述負型能量感應層。接著，實施一顯影程序，以留下被曝照之上述負型能量感應層，而露出上述圖案化遮光層與上述遮光缺陷表面，以形成一圖案化負型能量感應層。最後，實施一蝕刻程序，以去除未被上述圖案化負型能量感應層與上述圖案化遮光層遮蔽之上述遮光缺陷。

如前所述，上述遮光缺陷可包括未被上述圖案化遮光層覆蓋之上述圖案化相位移層。

如前所述，上述透光基底可包括石英玻璃，其透光度



五、發明說明 (6)

大體為100%。且，上述圖案化相位移層可包括鉬矽氮氧化物(MoSiON)，其透光度大體為6%。再者，上述圖案化遮光層可包括金屬鉻(Cr)，其透光度大體為0%。

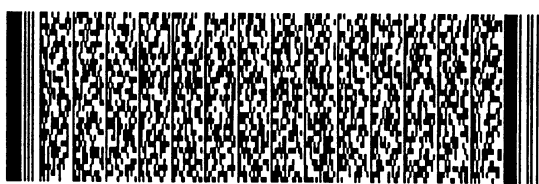
如前所述，上述負型能量感應層包括一負光阻。負型能量感應層會在被曝光照射的區域產生交連、去保護等作用，無法以顯影方式去除，而未被曝光照射的區域則可以顯影方式去除。

為使本發明之上述目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

實施方式

以下請配合參考第2A圖至第2G圖之結構剖面圖，說明根據本發明之一較佳實施例。

首先，請先參考第2A圖，提供一衰減式相位移光罩200，該光罩如同一般習知衰減式相位移光罩(attenuated phase shifting mask)，具有一透光基底202、一圖案化相位移層204與一圖案化遮光層206。透光基底202之材質可包括石英玻璃(Quartz)，其透光度大體為100%。圖案化相位移層204覆蓋於透光基底202表面，圖案化相位移層204之材質可包括鉬矽氮氧化物(MoSiON)，其透光度大體為6%。並且，圖案化遮光層206覆蓋於圖案化相位移層204表面，圖案化遮光層206可包括金屬鉻(Cr)，其透光度大體為0%。在此定義透光基底202具有圖案化相位移層

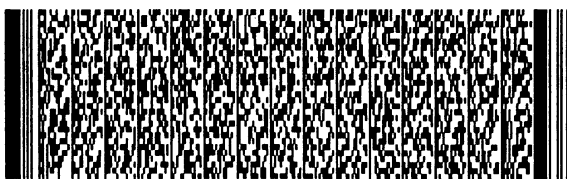


五、發明說明 (7)

204 的一面係為表面。再者，透光區N、H、B形成於圖案化相位移層204與圖案化遮光層206內之部分透光基底202表面。

該衰減式相位移光罩200的製作方法亦如同一般習知製程，在此僅以簡單描述介紹。先提供透明基底202，接著，利用適當沉積(deposition)程序依序形成相位移層與遮光層於透明基底202表面。然後，利用適當蝕刻程序，例如電漿乾蝕刻(plasma dry etching)，形成圖案化遮光層206，以定義出該光罩200圖案，其中蝕刻氣體例如為 Cl_2 。然後，再以圖案化遮光層206為罩幕，蝕刻相位移層，以形成圖案化相位移層204，使得一透光區N、H、B形成於圖案化相位移層204與圖案化遮光層206內之部分透光基底202表面，其中蝕刻圖案化相位移層204之蝕刻氣體例如包含 CF_4 與 SF_6 。

由於形成透光區N、H、B時必須去除部份遮光層與相位移層，因此，相位移層與遮光層可能會有去除不盡的問題或是會有反應殘留物之類的遮光缺陷存在於接觸透光區內N、H、B，形成一半蝕刻(half etching)開口H，甚至也可能因為製程疏失而造成某些透光區完全未形成開口而出現瞎窗(blind contact)B的情形。同一光罩200中，可能某些透光區形成正常開口(normal contact)N，某些透光區形成具有例如殘留相位移層或遮光層之遮光缺陷的半蝕刻開口H，而某些透光區形成完全未打開露出透光基底202的瞎窗(blind contact)B。這些缺陷會造成該光罩200所



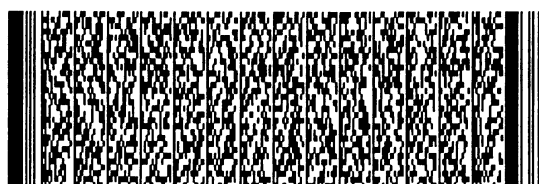
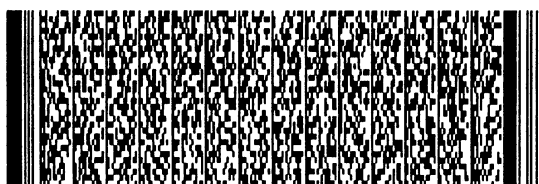
五、發明說明 (8)

曝光之結果圖案的精確度不佳。

接著，請參考第2B圖，全面性形成一負型能量感應層 (energy sensitive layer) 208 於整個光罩 200 表面，以填滿所有透光區 N、H、B 表面且覆蓋遮光缺陷 500 與瞎窗 B 等缺陷。負型能量感應層 208 包括一負光阻。負型能量感應層之特性為在被曝光照射的區域，無法以顯影方式去除，而未被曝光照射的區域則可以顯影方式去除。較佳實施例為負光阻，被曝光照射的區域會產生交連、去保護等作用，無法以顯影方式去除，而未被曝光照射的區域則可以顯影方式去除。

接著，請參考第2C圖，以圖案化遮光層 206 與遮光缺陷 500 同時做為罩幕，實行一背向曝光程序 (exposure) 300，使例如為光源之能量由透光基底 202 背面 (具有圖案化相位移層 204 與圖案化遮光層 206 之表面的對應面) 而曝照至未被圖案化遮光層 206 與遮光缺陷 500 遮蔽之負型能量感應層 208 部分。因此，負型能量感應層位於已形成透光區的部分 208a 會被能量曝照。較佳實施例為當負型能量感應層 208 為負光阻時，採用 436nm (g-line)、365nm (i-line)、248nm 或更短波長之深紫外光 (deep UV) 範圍等波長的光源進行曝光。

接著，請參考第2D圖，實施一顯影程序，使被曝照之負型能量感應層 208 保留下來，去除未被曝照之負型能量感應層 208，即去除位於圖案化遮光層 206 與遮光缺陷 500 表面之負型能量感應層 208，使圖案化遮光層 206 與遮光缺

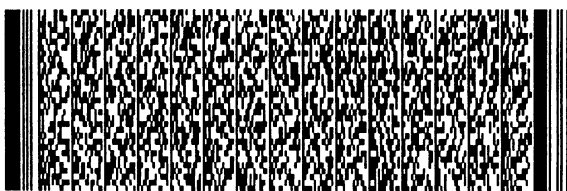


五、發明說明 (9)

陷500之表面露出來，形成一圖案化負型能量感應層208a。

然後，請參考第2E圖，以圖案化負型能量感應層208a與圖案化遮光層206為罩幕，實施一蝕刻程序310，較佳為非等向性蝕刻(anisotropic etch)，例如：電漿乾蝕刻(plasma dry etch)，也就是對透光基底之正面(具有圖案化相位移層204與圖案化遮光層206之表面)進行蝕刻，以去除未被圖案化負型能量感應層208a與圖案化遮光層206遮蔽之遮光缺陷500。蝕刻結果如第2F圖所示。此步驟之主要目的係在於去除光罩上例如遮光缺陷的缺陷，主要係由原有的圖案化遮光層206做蝕刻缺陷之罩幕，且以負光阻保護已打開的透光區基底，其餘區域的基底表面物就可被去除，如此可同時精準地去除同一光罩上的多處缺陷，無論是瞎窗或半蝕刻等缺陷，皆可同時修補完成，又不會損傷已打開的透光區圖案，所以正常開口N完全不受影響。

最後，請參考第2G圖，例如利用適當溶液去除圖案化負型能量感應層208a，便完成修補光罩200缺陷的程序，光罩200上的多處缺陷500可同時被去除，且可避免習知修補方法會導致光罩圖案位置發生位移(shift)的問題，因此，本發明可簡化修補光罩的程序，縮短修補光罩所需時間。當負型能量感應層208係負光阻時，可採用化學溶液(例如：HF、TCE(trichloroethane))法、紫外線與臭氧處理或以含氧電漿…等方法以去除負光阻。



五、發明說明 (10)

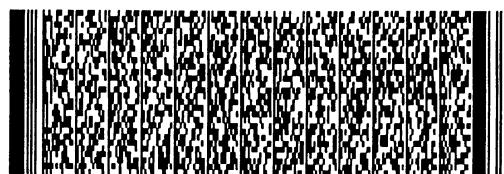
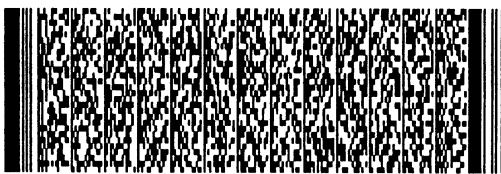
發明優點

本發明具有下列優點：

1. 本發明可去除殘留於透光區內之相位移層、遮光層以及雜質，避免藉由該光罩所曝光之結果圖案的精確度受到影響。

2. 本發明提供簡化的修補光罩程序，屏棄習知反覆局部修補的複雜方法，不僅以原有的遮光層做蝕刻缺陷之罩幕，又以負光阻保護已打開的透光區基底，如此可同時精準地去除同一光罩上的多處缺陷，無論是瞎窗或半蝕刻等缺陷，皆可同時修補完成，不但可大大地縮短修補時間，又避免修補後光罩圖案位置發生位移(shift)的問題。

本發明雖以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明的範圍，任何熟習此項技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可做各種的更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



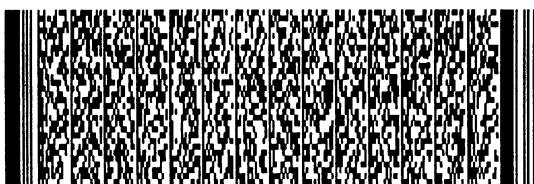
圖式簡單說明

第1圖係顯示一習知之具有接觸孔圖案透光區之衰減式相移光罩。

第2A圖至第2G圖係顯示一根據本發明之修補衰減式相移光罩的方法之一較佳實施例製程剖面圖。

符號說明

- | | |
|------------------|--------------|
| 10~透光基板； | 20~圖案化相位移層； |
| 100~透光區； | 15~遮光層； |
| 200~衰減式相位移光罩； | 202~透光基底； |
| 204~圖案化相位移層； | 206~圖案化遮光層； |
| H~半蝕刻開口； | B~瞎窗； |
| N~正常開口； | 208~負型能量感應層； |
| 500~遮光缺陷； | 300~背向曝光程序； |
| 208a~圖案化負型能量感應層； | |
| 310~蝕刻程序。 | |



四、中文發明摘要 (發明名稱：修補衰減式相位移光罩的方法)

本發明利用不透光的圖案化遮光層與位於透光區的遮光缺陷同時作為遮蔽，使光源由透光基底背面(具有圖案化相位移層與圖案化遮光層之表面的對應面)穿透而曝照至已預先形成且全面性覆蓋於圖案化遮光層、透光區與遮光缺陷表面之負光阻，再經過顯影後，可去除負光阻之未被曝光的區域，即露出圖案化遮光層與遮光缺陷的表面，未被圖案化遮光層與遮光缺陷遮蔽的負光阻會保留下來，接著，再以圖案化遮光層與保留下來的負光阻做為蝕刻罩幕，進行一蝕刻，便可順利將遮光缺陷去除。

伍、(一)、本案代表圖為：第2C圖

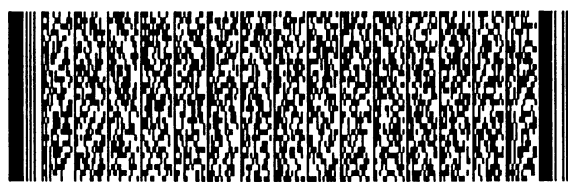
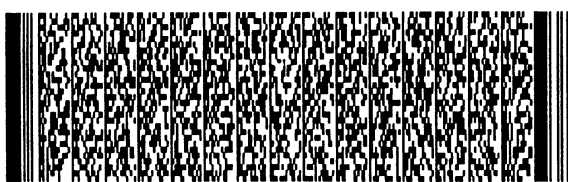
(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

200~衰減式相位移光罩；	202~透光基底；
204~圖案化相位移層；	206~圖案化遮光層；
H~半蝕刻開口；	B~瞎窗；

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF REPAIRING ATTENUATE PHASE SHIFT MASK)

A method of repairing attenuate phase shift mask.

First, a negative energy sensitive layer is blanketly formed to cover the residue in the transparent area of the mask. Next, exposure is performed by transmitting a light through the back side of the transparent substrate on the negative energy sensitive layer using the patterned opaque



四、中文發明摘要 (發明名稱：修補衰減式相位移光罩的方法)

N~ 正常開口；

208~ 負型能量感應層；

500~ 遮光缺陷；

300~ 背向曝光程序。

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF REPAIRING ATTENUATE PHASE SHIFT MASK)

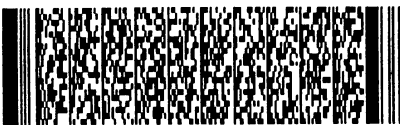
layer and the residue of the MoSiON in the transparent area as the shield. Development is performed to pattern the negative energy sensitive layer and remove parts of the negative energy sensitive layer that cover the patterned opaque layer and the residue. Finally, the residue is etched and removed using the patterned opaque layer and the patterned negative energy sensitive



四、中文發明摘要 (發明名稱：修補衰減式相位移光罩的方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD OF REPAIRING ATTENUATE PHASE SHIFT MASK)

layer to protect the transparent substrate and the patterned phase shifting layer.



六、申請專利範圍

1. 一種修補衰減式相位移光罩的方法，上述減式相位移光罩包括一透光基底、一相位移層與遮光層所構成之遮光區以及一透光區，且上述透光區內具有一遮光缺陷，上述方法包括：

全面性形成一負型能量感應層(energy sensitive layer)，以覆蓋具有上述遮光缺陷之透光區表面；

實行一背向曝光程序(exposure)，使能量由上述透光基底背面而曝照至未被上述圖案化遮光層與上述遮光缺陷遮蔽之上述負型能量感應層；

實施一顯影程序，以留下被曝照之上述負型能量感應層，而露出上述圖案化遮光層與上述遮光缺陷表面，以形成一圖案化負型能量感應層；以及

實施一蝕刻程序，以去除未被上述圖案化負型能量感應層與上述圖案化遮光層遮蔽之上述遮光缺陷。

2. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述遮光缺陷包括上述圖案化相位移層。

3. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述透光基底包括石英玻璃。

4. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述透光基板之透光度大體為100%。

5. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化相位移層包括鉬矽氮氧化物(MoSiON)。

6. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光



六、申請專利範圍

罩的方法，其中上述圖案化相位移層之透光度大體為6%。

7. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化遮光層包括金屬鉻(Cr)。

8. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化遮光層之透光度大體為0%。

9. 如申請專利範圍第1項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述負型能量感應層包括一負光阻。

10. 一種修補衰減式相位移光罩的方法，包括：

提供一透明基底；

形成一相位移層於上述透明基底表面；

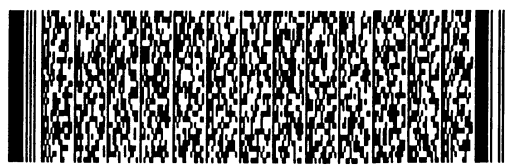
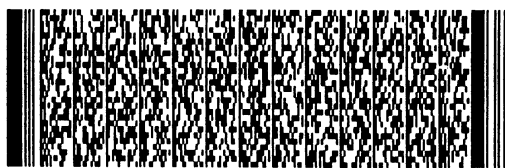
形成一圖案化遮光層於上述相位移層表面；

以上述圖案化遮光層為罩幕，蝕刻上述相位移層，以形成一透光區形成於上述圖案化相位移層與上述圖案化遮光層內之部分上述透光基底表面，且殘留一遮光缺陷於上述透光區內；

全面性形成一負型能量感應層(energy sensitive layer)，以覆蓋具有上述遮光缺陷之透光區表面；

實行一背向曝光程序(exposure)，使能量由上述透光基底背面而曝照至未被上述圖案化遮光層與上述遮光缺陷遮蔽之上述負型能量感應層；

實施一顯影程序，以留下被曝照之上述負型能量感應層，而露出上述圖案化遮光層與上述遮光缺陷表面，以形成一圖案化負型能量感應層；



六、申請專利範圍

實施一蝕刻程序，以去除未被上述圖案化負型能量感應層與上述圖案化遮光層遮蔽之上述遮光缺陷。

11. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述遮光缺陷包括上述圖案化相位移層。

12. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述透光基底包括石英玻璃。

13. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述透光基板之透光度大體為100%。

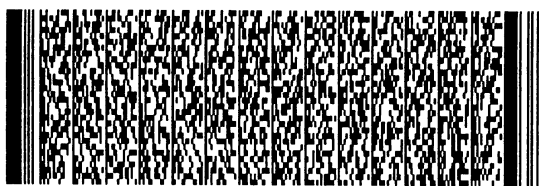
14. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化相位移層包括鉬矽氮氧化物(MoSiON)。

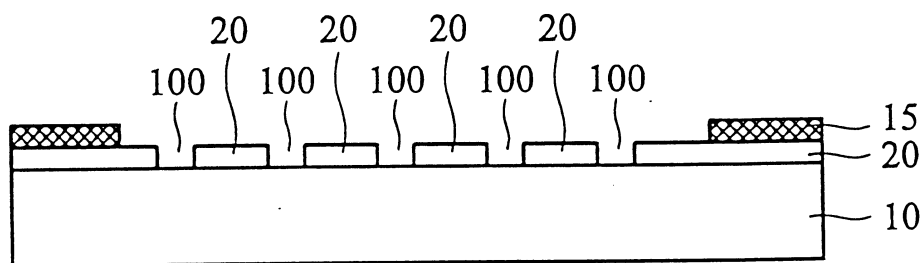
15. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化相位移層之透光度大體為6%。

16. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化遮光層包括金屬鉻(Cr)。

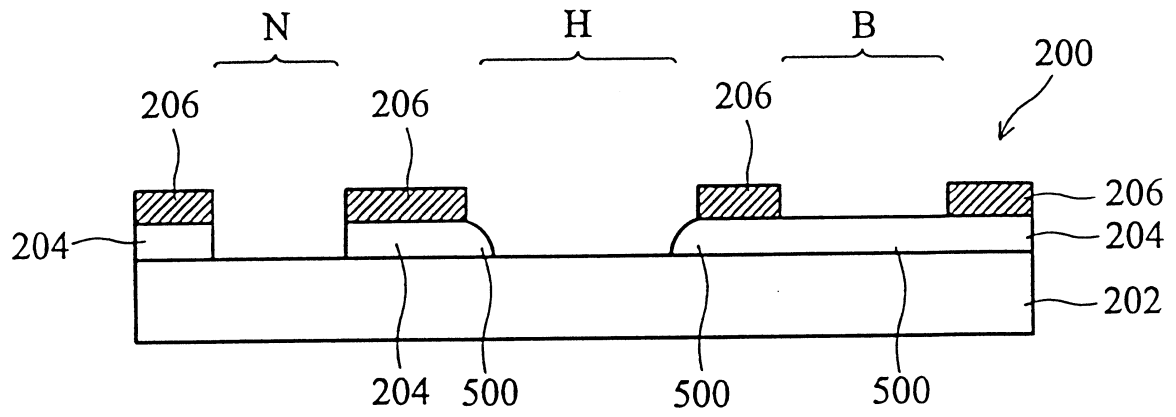
17. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述圖案化遮光層之透光度大體為0%。

18. 如申請專利範圍第10項所述之修補衰減式相位移光罩的方法，其中上述負型能量感應層包括一負光阻。

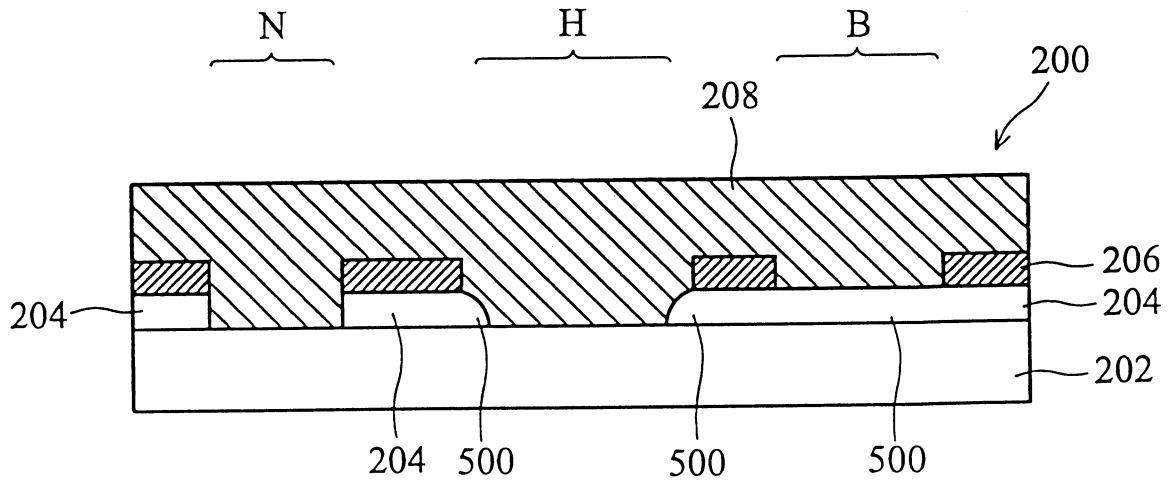




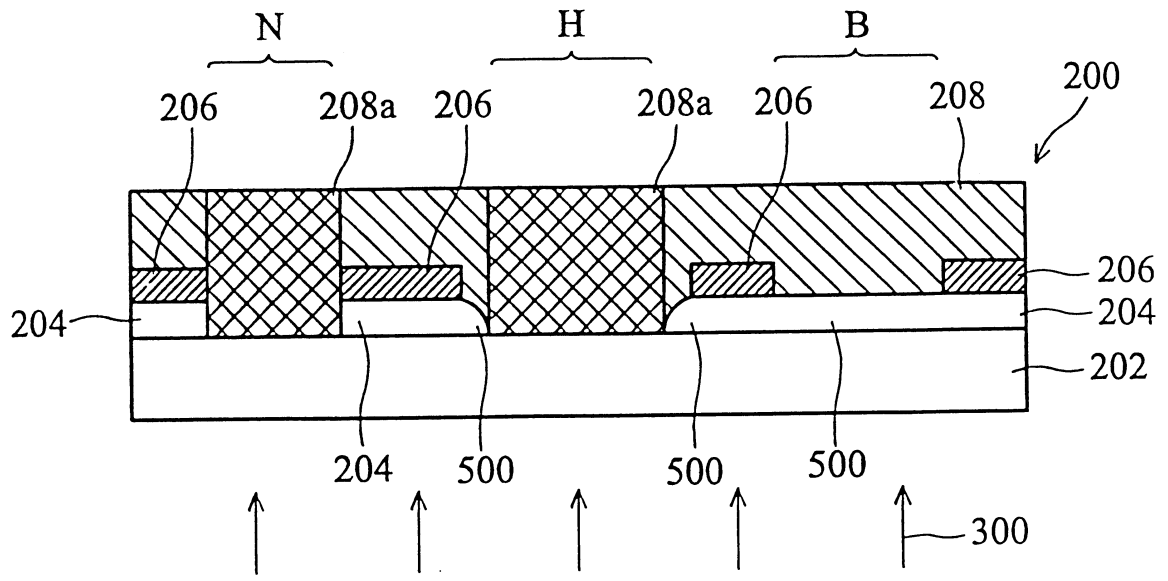
第 1 圖



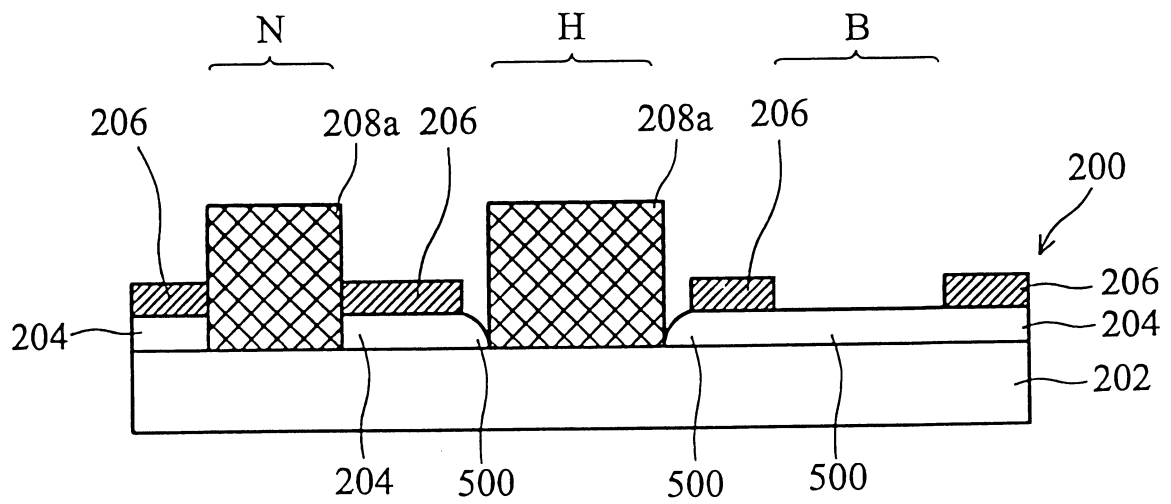
第2A圖



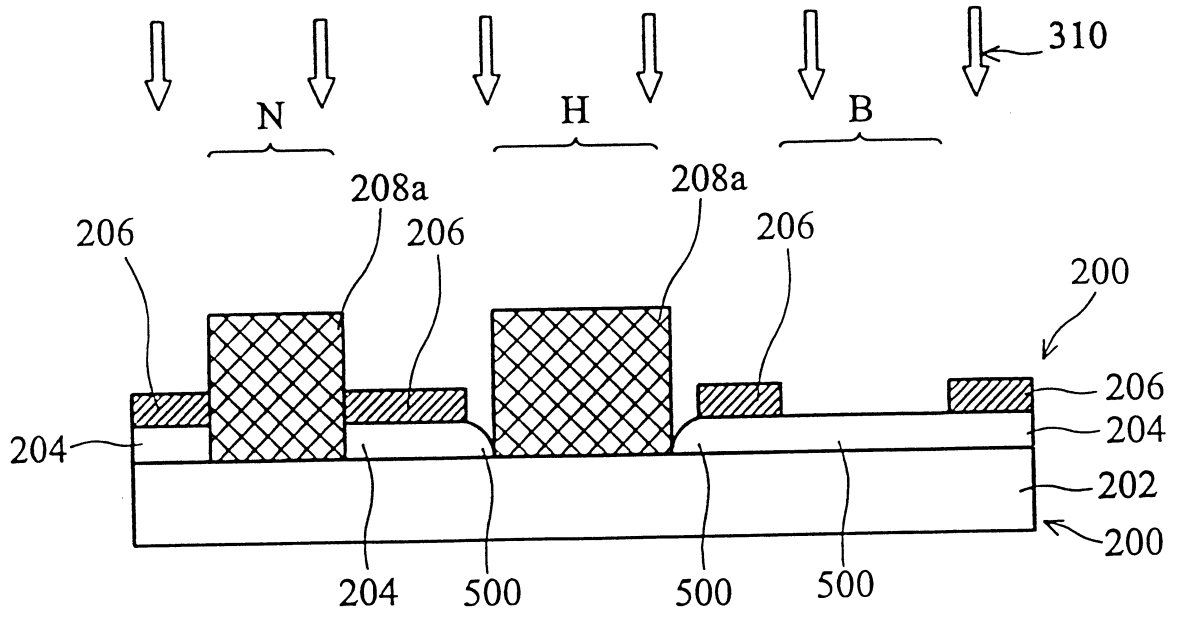
第2B圖



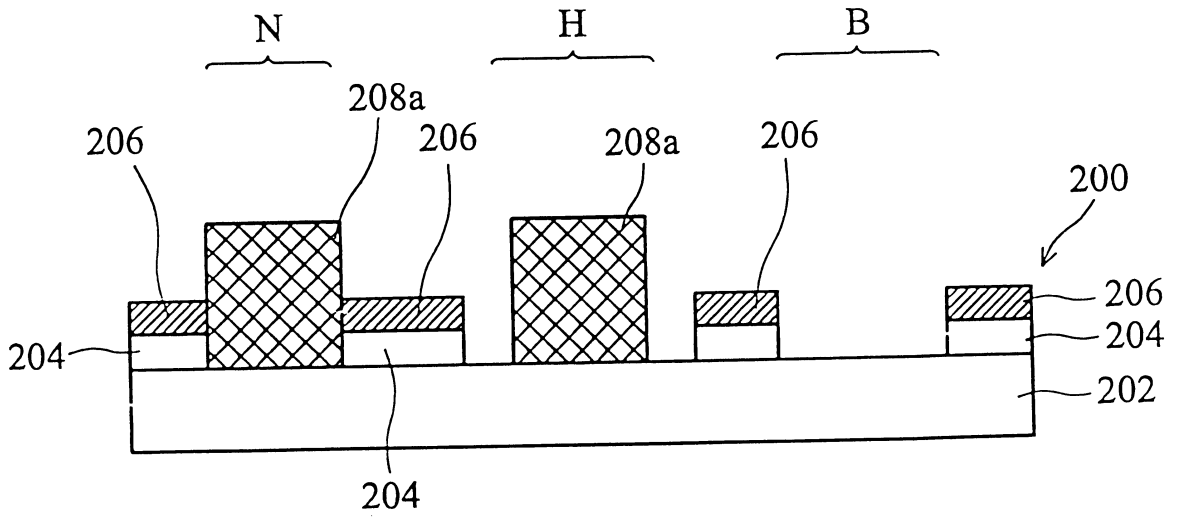
第2C圖



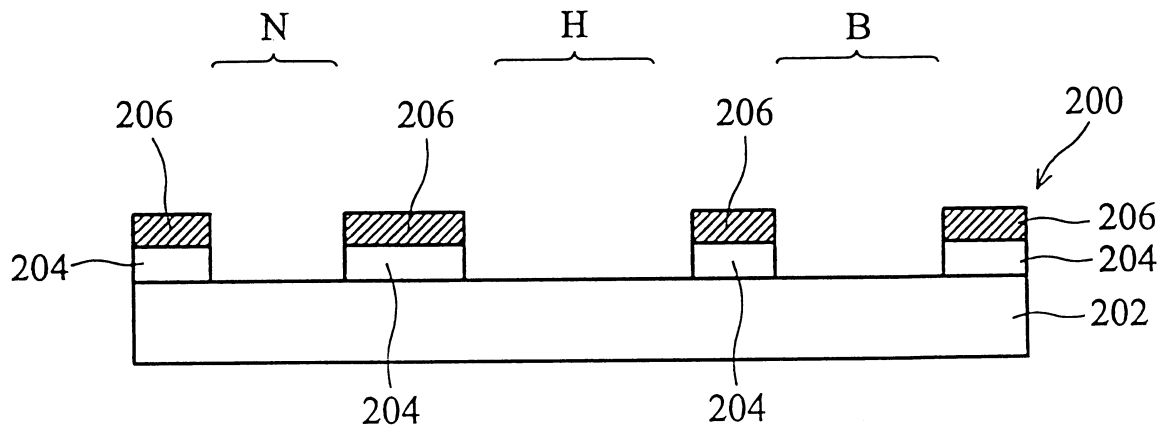
第2D圖



第2E圖



第2F圖



第 2G 圖