



(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 I453529 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 09 月 21 日

(21) 申請案號：098110215

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 03 月 27 日

(51) Int. Cl. : G03F1/26 (2012.01)

(30) 優先權：2008/04/02 日本 2008-095924

2009/02/17 日本 2009-034480

(71) 申請人：HOYA 股份有限公司 (日本) HOYA CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：小湊淳志 KOMINATO, ATSUSHI (JP)；鈴木壽幸 SUZUKI, TOSHIYUKI (JP)；大久保靖 OKUBO, YASUSHI (JP)

(74) 代理人：陳長文

(56) 參考文獻：

TW I259329

JP 2006-209126A

US 2007/0212618A1

審查人員：劉宇軒

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：10 共 0 頁

(54) 名稱

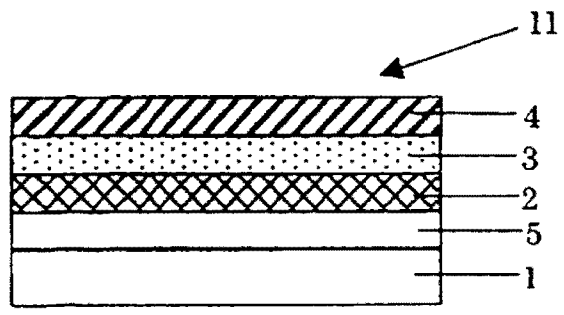
相偏移光罩基底及相偏移光罩之製造方法

PHASE SHIFT MASK BLANK AND METHOD OF MANUFACTURING PHASE SHIFT MASK

(57) 摘要

本發明之課題在於提供一種可避免引起負載效應之相偏移光罩基底等。本發明之相偏移光罩基底之特徵在於：其係於對曝光光線透明之基板(1)上依序形成有相偏移膜(5)、遮光性膜(2)及蝕刻遮罩膜(3)之相偏移光罩基底(11)，該相偏移膜(5)係包含矽，該遮光性膜(2)係包含對上述相偏移膜之蝕刻具有耐受性之材料，該蝕刻遮罩膜(3)係包含對上述遮光性膜之蝕刻具有耐受性之無機材料，且設上述相偏移膜(5)之膜厚為  $t_1$ ，設將上述蝕刻遮罩膜(3)及上述遮光性膜(2)作為遮罩並藉由蝕刻劑來乾式蝕刻上述相偏移膜(5)之蝕刻速度為  $v_1$ ，設上述蝕刻遮罩膜(3)之膜厚為  $t_2$ ，並設上述蝕刻遮罩膜(3)為上述蝕刻劑所乾式蝕刻之蝕刻速度為  $v_2$  時， $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 。

Disclosed is a phase shift mask blank (11) that can prevent the occurrence of a loading effect. The phase shift mask blank (11) includes a phase shift film (5) containing silicon, a light-shielding film (2) made of a material resistant to etching of the phase shift film (5), and an etching mask film (3) made of an inorganic material resistant to etching of the light-shielding film (2), which are formed in this order on a substrate (1) transparent to exposure light. Assuming that the thickness of the phase shift film (5) is  $t_1$ , the etching rate of the phase shift film (5) by dry etching with an etchant using the etching mask film (3) and the light-shielding film (2) as a mask is  $v_1$ , the thickness of the etching mask film (3) is  $t_2$ , and the etching rate of the etching mask film (3) by dry etching with the above etchant is  $v_2$ ,  $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$  is satisfied.



- 1 . . . 基板
- 2 . . . 遮光性膜
- 3 . . . 蝕刻遮罩膜
- 4 . . . 光阻劑膜
- 5 . . . 相偏移膜
- 11 . . . 相偏移光罩  
基底

圖 1

# 發明專利說明書

修正本  
101年2月15日  
P.1~16  
P.23及  
中文(P.1~3)

中文說明書替換本(101年2月)

公告本

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：098110215

※ 申請日：98.03.27.

※IPC 分類：G03F  $\frac{1}{2}$  (2 012.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

相偏移光罩基底及相偏移光罩之製造方法

PHASE SHIFT MASK BLANK AND METHOD OF MANUFACTURING  
PHASE SHIFT MASK

## 二、中文發明摘要：

本發明之課題在於提供一種可避免引起負載效應之相偏移光罩基底等。本發明之相偏移光罩基底之特徵在於：其係於對曝光光線透明之基板(1)上依序形成有相偏移膜(5)、遮光性膜(2)及蝕刻遮罩膜(3)之相偏移光罩基底(11)，該相偏移膜(5)係包含矽，該遮光性膜(2)係包含對上述相偏移膜之蝕刻具有耐受性之材料，該蝕刻遮罩膜(3)係包含對上述遮光性膜之蝕刻具有耐受性之無機材料，且設上述相偏移膜(5)之膜厚為 $t_1$ ，設將上述蝕刻遮罩膜(3)及上述遮光性膜(2)作為遮罩並藉由蝕刻劑來乾式蝕刻上述相偏移膜(5)之蝕刻速度為 $v_1$ ，設上述蝕刻遮罩膜(3)之膜厚為 $t_2$ ，並設上述蝕刻遮罩膜(3)為上述蝕刻劑所乾式蝕刻之蝕刻速度為 $v_2$ 時， $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 。

### 三、英文發明摘要：

Disclosed is a phase shift mask blank (11) that can prevent the occurrence of a loading effect. The phase shift mask blank (11) includes a phase shift film (5) containing silicon, a light-shielding film (2) made of a material resistant to etching of the phase shift film (5), and an etching mask film (3) made of an inorganic material resistant to etching of the light-shielding film (2), which are formed in this order on a substrate (1) transparent to exposure light. Assuming that the thickness of the phase shift film (5) is  $t_1$ , the etching rate of the phase shift film (5) by dry etching with an etchant using the etching mask film (3) and the light-shielding film (2) as a mask is  $v_1$ , the thickness of the etching mask film (3) is  $t_2$ , and the etching rate of the etching mask film (3) by dry etching with the above etchant is  $v_2$ ,  $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$  is satisfied.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 基板
- 2 遮光性膜
- 3 蝕刻遮罩膜
- 4 光阻劑膜
- 5 相偏移膜
- 11 相偏移光罩基底

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】

本發明係關於一種於半導體元件或顯示元件(顯示面板)等之製造中使用之相偏移光罩基底及相偏移光罩之製造方法。

本申請案主張並基於2008年4月2日申請之日本專利申請案第2008-95924號及2009年2月17日申請之日本專利申請案第2009-34480號之優先權，該揭示之全部內容引用至本文。

### 【先前技術】

半導體元件等之微細化有帶來性能、功能之提高(高速動作及低功耗化等)及低成本化之優點，微細化進程益發加速。支援該微細化者係微影技術，轉印用光罩與曝光裝置、光阻劑材料一同成為關鍵技術。

近年來，使用有應用相偏移技術等超解析技術(Resolution Enhancement Technology, RET)之光罩。相偏移光罩係可利用移相器所致之光之干涉作用而提高轉印圖案之解析度之光罩。

又，因通常微細加工半導體基板時之光微影係利用縮小投影曝光來進行，故形成於轉印用光罩上之圖案尺寸為形成於半導體基板之圖案尺寸之4倍左右之大小。然而，於半導體設計規則中之DRAM半間距(half pitch, hp) 45 nm以後之光微影中，光罩上之電路圖案之尺寸變得比曝光光線之波長小。因此，若使用按設計形成有轉印圖案之轉印

用光罩對電路圖案進行縮小投影曝光，則在曝光光線之干涉等之影響下，無法將與轉印圖案相符之形狀轉印至半導體基板上的光阻劑膜上。

因此，作為使用超解析技術之光罩，使用有OPC光罩等(例如參考日本專利特開平10-69055號公報(對應美國專利第5,851,702號說明書))，該OPC光罩係藉由進行光鄰近效應修正(Optical Proximity Effect Correction; OPC)而應用有使轉印特性劣化之光鄰近效應之修正技術。例如，於OPC光罩上，必須形成電路圖案之1/2以下尺寸之OPC圖案(例如未達100 nm之線寬之輔助條(assist bar)或錘頭(hammer head)等)。

#### 【發明內容】

於半導體設計規則中之DRAM半間距(hp)45 nm以後之微細圖案之形成，必須利用數值孔徑 $NA>1$ 之高NA(Hyper-NA)曝光方法，例如液浸曝光。

液浸曝光係藉由以液體填滿晶圓與曝光裝置之最下透鏡之間，從而與折射率為1之空氣之情形相比較，將NA提高至液體之折射率倍，故而可提高解析度之曝光方法。數值孔徑(: Numerical Aperture, NA)係以 $NA=n \times \sin\theta$ 表示。 $\theta$ 為進入曝光裝置之最下透鏡之最外側的光線與光軸所成之角度， $n$ 為晶圓與曝光裝置之最下透鏡之間的介質之折射率。

然而已明確瞭解存在如下課題，即：於欲應用數值孔徑 $NA>1$ 之液浸曝光方法來進行半導體設計規則中之DRAM半

間距 (hp)45 nm(以下記作 hp 45 nm)以後之微細圖案之形成之情形時，無法獲得所期待之 CD 精度。

作為其原因，可認為是存在以下所說明之負載效應之影響。

詳細而言，於 hp 45 nm 之光罩加工中，隨著所形成之圖案尺寸之微細化之推進，各種尺寸之圖案亦被使用，其圖案之尺寸差亦增大。有於寬幅圖案之附近配置窄幅圖案之情形(例如配置上述 OPC 圖案之情形)，從而局部性產生圖案之面積差。又，即使於光罩面內，圖案之疏密差亦會因微細化而增大。該疏密差在以乾式蝕刻形成光罩圖案時會引起負載效應。此處，「負載效應」係指因蝕刻之圖案之面積差導致蝕刻速度發生變化之現象。一般而言，於蝕刻之圖案之面積較大(被蝕刻圖案較密、被蝕刻面積較大之部位)之情形時，蝕刻速度較慢。反之，於蝕刻之圖案之面積較小(被蝕刻圖案較疏、被蝕刻面積較小之部位)之情形時，蝕刻速度較快。由於該負載效應，於光罩面內蝕刻速率產生差異，引起光罩面內之圖案之尺寸精度下降。於 hp 45 nm 之光罩加工中，伴隨著微細化，圖案之疏密差亦變大，故負載效應之影響亦變大，高精度之光罩加工可能變得更困難。

於為輔助 (assist)hp 45 nm 之光罩而使用之蝕刻遮罩膜(無機蝕刻遮罩膜)中，亦可料到負載效應之發生，從而可能導致加工精度降低。因此，為進行更高精度之光罩加工，必須減小負載效應，提高圖案形成之加工精度。



詳細而言，於附有蝕刻遮罩膜之相偏移光罩基底之光罩加工步驟中，將經圖案化之蝕刻遮罩膜作為遮罩，利用各向異性較高之Cr蝕刻條件來加工Cr膜，其後進行半色調膜之加工(例如參考國際公開號WO2004/090635(對應美國專利第7,314,690號說明書))。

此處，在進行包含MoSiN之半色調膜之蝕刻時，包含MoSiN之蝕刻遮罩膜亦會被蝕刻。並且，由於蝕刻遮罩膜比半色調膜薄(例如，就現狀之hp 45 nm而言，半色調膜之膜厚為70 nm，而蝕刻遮罩膜之膜厚在光罩加工上較好的是5~40 nm)，故而蝕刻遮罩膜會比半色調膜更快地被蝕刻。

此時，在蝕刻遮罩膜消失之前，於自上方觀察之情形時，光罩整面露出(存在)有MoSiN膜，未產生負載效應(參考圖2G)。並且，當蝕刻遮罩膜被蝕刻而消失(結果Cr圖案露出)時，被蝕刻之半色調膜呈現出面積差，從而引起使圖案之尺寸精度下降之負載效應。

因此課題在於，於高精度之光罩加工所要求之hp 45 nm以後之光罩加工中，減小該負載效應，從而進一步提高圖案之加工精度。

本發明係有鑒於上述問題而完成者，其目的在於提供一種可避免引起負載效應之相偏移光罩基底等。

又，本發明之其他目的在於提供一種相偏移光罩基底等，其係可減少使用附有蝕刻遮罩膜之相偏移光罩基底進行光罩加工時所產生之負載效應之影響，並可高精度加工

半導體設計規則之DRAM半間距hp 45 nm以後之世代的光罩中可見之微細圖案。

本發明含有以下構成。

(構成1)

一種相偏移光罩基底，其特徵在於：其係於對曝光光線透明之基板上依序形成有相偏移膜、遮光性膜及蝕刻遮罩膜者，該相偏移膜係包含矽，該遮光性膜係包含對上述相偏移膜之蝕刻具有耐受性之材料，該蝕刻遮罩膜係包含對上述遮光性膜之蝕刻具有耐受性之無機材料，且

設上述相偏移膜之膜厚為 $t_1$ ，設將上述蝕刻遮罩膜及上述遮光膜作為遮罩並藉由蝕刻劑來乾式蝕刻上述相偏移膜之蝕刻速度為 $v_1$ ，設上述蝕刻遮罩膜之膜厚為 $t_2$ ，並設上述蝕刻遮罩膜為上述蝕刻劑所乾式蝕刻之蝕刻速度為 $v_2$ 時，

$$(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)。$$

根據上述構成1之發明，例如於將蝕刻遮罩膜及遮光性膜作為蝕刻遮罩來進行相偏移膜之蝕刻時，因蝕刻遮罩膜與相偏移膜具有同等之蝕刻選擇性(例如相偏移膜之對於蝕刻氣體之相偏移膜與蝕刻遮罩膜之蝕刻選擇比接近1，為0.9~1.1)，故雙方被蝕刻，但藉由設相偏移膜之膜厚為 $t_1$ ，設相偏移膜之蝕刻速度為 $v_1$ ，設蝕刻遮罩膜之膜厚為 $t_2$ ，並設蝕刻遮罩膜之蝕刻速度為 $v_2$ 時，滿足 $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 之關係式，可避免於相偏移膜之蝕刻時引起負載效應。

又，藉由蝕刻遮罩膜之蝕刻速度 $v_2$ 與相偏移膜之蝕刻速

度  $v_1$  相比較慢，於將蝕刻遮罩膜及遮光性膜作為蝕刻遮罩來進行相偏移膜之蝕刻時，可使蝕刻遮罩膜之厚度構成得較薄(例如為相偏移膜之厚度之  $1/2$  以下)。此結果，可提高相偏移膜之圖案加工精度。

本發明如上所述，即使於使蝕刻遮罩膜之厚度構成得較薄(例如為相偏移膜之厚度之  $1/2$  以下)之情形時，藉由設相偏移膜之膜厚為  $t_1$ ，設相偏移膜之蝕刻速度為  $v_1$ ，設蝕刻遮罩膜之膜厚為  $t_2$ ，並設蝕刻遮罩膜之蝕刻速度為  $v_2$  時，滿足  $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$  關係式，亦可避免於相偏移膜之蝕刻時引起負載效應。

再者，於本說明書內，「 $A/B$ 」之表述係  $A$  表示分子， $B$  表示分母。

#### (構成2)

上述蝕刻遮罩膜之蝕刻速度  $v_2$  對於上述相偏移膜之蝕刻速度  $v_1$  為  $0.07v_1 \sim 0.5v_1$ 。

若如此構成，則蝕刻遮罩膜之蝕刻速度  $v_2$  比相偏移膜之蝕刻速度  $v_1$  低，為  $0.07v_1 \sim 0.5v_1$ ，藉此，於將蝕刻遮罩膜及遮光性膜作為蝕刻遮罩來進行相偏移膜之蝕刻時，可使蝕刻遮罩膜之厚度構成得較薄。此結果，可提高相偏移膜之圖案加工精度。

#### (構成3)

上述遮光性膜係包含鉻之材料，上述蝕刻遮罩膜係包含矽之含矽膜。若如此構成，則蝕刻遮罩膜與遮光性膜可構成為蝕刻選擇性互不相同。再者，可構成為蝕刻遮罩膜與

包含金屬及矽之相偏移膜具有同等之蝕刻選擇性。

(構成4)

一種相偏移光罩之製造方法，其特徵在於含有以下步驟：

於如構成1~3中任一項之相偏移光罩基底中，在上述蝕刻遮罩膜上形成光阻劑圖案，將該光阻劑圖案作為遮罩並藉由第1蝕刻劑來乾式蝕刻上述蝕刻遮罩膜，從而形成蝕刻遮罩膜圖案；

將上述蝕刻遮罩膜圖案、或者上述光阻劑圖案及上述蝕刻遮罩膜圖案作為遮罩，藉由第2蝕刻劑來乾式蝕刻上述遮旋光性，從而形成遮光性膜圖案；及

將上述蝕刻遮罩膜圖案及上述遮光性膜圖案作為遮罩，藉由第3蝕刻劑來乾式蝕刻上述相偏移膜，從而形成相偏移膜圖案。

若如此構成，則可獲得與構成1相同之效果。

(構成5)

含有於形成上述相偏移膜圖案之後使蝕刻遮罩膜殘存，並除去上述蝕刻遮罩膜之步驟。若如此構成，則形成相偏移膜圖案之後殘存有蝕刻遮罩膜，故於相偏移膜之蝕刻時可確實地避免負載效應。

(構成6)

上述第1蝕刻劑及上述第3蝕刻劑係包含氟系氣體之蝕刻劑，上述第2蝕刻劑係包含氯系氣體之蝕刻劑。若如此構成，則可獲得與構成3相同之效果。

根據本發明，可提供一種可避免引起負載效應之相偏移

光罩基底等。

又，根據本發明，可提供一種相偏移光罩基底等，其係可減少使用附有蝕刻遮罩膜之相偏移遮罩基底進行光罩加工時所產生之負載效應之影響，並可高精度加工hp 45 nm以後之世代的光罩中可見之微細圖案。

### 【實施方式】

以下一面參考圖式一面說明本發明之實施形態。

圖1係表示本發明之實施形態之相偏移光罩基底11之一例之剖面圖。於本例中，相偏移光罩基底11依序包含透明基板1、相偏移膜5、遮光性膜2、蝕刻遮罩膜3、光阻劑膜4。

作為相偏移膜5，例如可使用包含矽之含矽膜。作為含矽膜，可列舉矽膜，或包含矽與鉻、鈮、鉬、鈦、鉛、鎢之金屬之金屬矽化物膜，進而於矽膜或金屬矽化物膜中含有氧、氮、碳之至少一種之膜。具體而言，作為相偏移膜5，例如可使用以過渡金屬矽氧化物、過渡金屬矽氮化物、過渡金屬矽氮氧化物、過渡金屬矽碳氧化物、過渡金屬矽碳氮化物或過渡金屬矽碳氮氧化物為主成分之膜。更具體而言，作為相偏移膜5，可使用例如鉬系(MoSiON、MoSiN、MoSiO等)、鎢系(WSiON、WSiN、WSiO等)、矽系(SiN、SiON等)等半色調膜。

更具體而言，作為相偏移膜5，例如可使用包含主要控制曝光光線之相位的相位調整層與具有主要控制曝光光線之透過率之功能的透過率調整層該2層之半色調膜(例如參

考日本專利特開 2003-322947 號公報(對應美國專利第 7,011,910 號說明書))。此處，作為透過率調整層之材料，可使用包含選自金屬及矽中之一種或一種以上之材料或者該等之氧化物、氮化物、氮氧化物、碳化物等，具體而言，可列舉選自鋁、鈦、鈮、鉻、鋯、鈮、鉬、鎳、鉍、鎢、矽、鉛之一種或一種以上之材料或者該等之氮化物、氧化物、氮氧化物、碳化物等。又，作為相位調整層，就對於紫外區域中之曝光光線容易獲得相對較高透過率之方面考慮，較好的是氧化矽、氮化矽、氮氧化矽等以矽為母體之薄膜。

作為蝕刻遮罩膜 3，例如可使用包含矽之含矽膜。作為含矽膜，可列舉矽膜，或包含矽與鉻、鉍、鉬、鈦、鉛、鎢之金屬之金屬矽化物膜，進而於矽膜或金屬矽化物膜中含有氧、氮、碳之至少一種之膜。具體而言，作為蝕刻遮罩膜 3，例如可使用以過渡金屬矽氧化物、過渡金屬矽氮化物、過渡金屬矽氮氧化物、過渡金屬矽碳氧化物、過渡金屬矽碳氮化物或過渡金屬矽碳氮氧化物為主成分之膜。更具體而言，作為蝕刻遮罩膜 3，例如可使用鉬系 (MoSiON、MoSiN、MoSiO、MoSiCO、MoSiCN、MoSiCON 等)、鎢系 (WSiON、WSiN、WSiO 等)、矽系 (SiN、SiON 等) 等膜。對於蝕刻遮罩膜 3 而言，例如於相偏移膜 5 為 MoSiN 之情形時，較好的是蝕刻遮罩膜 3 係 MoSiN、MoSiON、SiON。

作為遮光性膜 2，可為對相偏移膜 5 之蝕刻具有耐受性之

材料。例如，作為遮光性膜2可使用含有金屬之金屬膜。作為含有金屬之金屬膜，可列舉含有鉻、鈹、鈿、鈦、鉛、鎢或包含該等元素之合金、或者包含上述元素或上述合金之材料(例如，除了含有上述元素或上述合金之材料以外，還含有氧、氮、矽、碳中之至少一種之膜)之膜。

具體而言，作為遮光性膜2，可使用例如鉻單體，或者於鉻中含有至少一種包含氧、氮、碳、氫之元素者(含Cr之材料)等材料。作為遮光性膜2之膜構造，可為包含上述膜材料之單層、複數層構造。又，於不同之組成中，遮光性膜2可設為階段性形成之複數層構造或者組成連續性變化之膜構造。

具體之遮光性膜2係包含氮化鉻膜(CrN膜)及碳化鉻膜(CrC膜)之遮光層、與包含於鉻中含有氧及氮之膜(CrON膜)之抗反射層之積層膜。氮化鉻膜係以氮化鉻(CrN)為主成分之層，例如具有10~20 nm之膜厚。碳化鉻膜係以碳化鉻(CrC)為主成分之層，例如具有25~60 nm之膜厚。於鉻中含有氧及氮之膜(CrON膜)例如具有15~30 nm之膜厚。

本發明中，作為上述課題之解決方法，可列舉如下方法：為在將蝕刻遮罩膜及遮光性膜作為遮罩來蝕刻半色調膜時減小負載效應，可將蝕刻遮罩膜設計成，蝕刻遮罩膜之蝕刻時間(至膜消失為止所需之時間，以下同樣)與半色調膜之蝕刻時間相比為相同或更遲。詳細而言係設計成，當設相偏移膜即半色調膜之膜厚為 $t_1$ ，設將蝕刻遮罩膜及遮光膜作為遮罩並藉由蝕刻劑來乾式蝕刻相偏移膜之蝕刻

速度為  $v_1$ ，設蝕刻遮罩膜之膜厚為  $t_2$ ，並設蝕刻遮罩膜為蝕刻劑所乾式蝕刻之蝕刻速度為  $v_2$  時， $(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)$ 。再者，當在半色調膜之蝕刻後殘存蝕刻遮罩膜時，會產生除去蝕刻遮罩膜之步驟，因此更好的是設計成滿足  $(t_1/v_1) = (t_2/v_2)$ 。又，亦可設計成，在半色調膜之蝕刻後，蝕刻遮罩膜之殘存膜厚係可使用蝕刻遮光膜時之蝕刻氣體而物理性蝕刻除去之程度。

蝕刻遮罩膜之蝕刻時間可藉由蝕刻遮罩膜之組成及膜厚而控制。蝕刻遮罩膜之蝕刻時間係定義為(蝕刻遮罩膜之膜厚  $t_1$ )/(蝕刻遮罩膜之速度  $v_1$ )。

此處，對於半導體設計規則之 DRAM 半間距 hp 45 nm 以後之世代所使用的相偏移光罩基底中之蝕刻遮罩膜之膜厚而言，較好的是在光罩加工上為 5~40 nm。又，半導體設計規則之 DRAM 半間距 hp 45 nm 以後之世代所使用的相偏移光罩基底之半色調膜之膜厚，必須為達到所需相位差(例如 175 度~185 度)之膜厚，較好的是 100 nm 以下(例如 70 nm)。考慮到以上各點，半導體設計規則之 DRAM 半間距 hp 45 nm 以後之世代所使用的相偏移光罩基底中之、對蝕刻遮罩膜所要求之蝕刻速度於設半色調膜之蝕刻速度為 1 之情形時，較好的是慢至 0.07~0.5 倍。

作為控制蝕刻遮罩膜之蝕刻速度之方法之一，可列舉控制蝕刻遮罩膜之組成之方法。

蝕刻遮罩膜可選自 MoSiN、MoSiON、及 SiON 等材料而構成，半色調膜可選自 MoSiN、MoSiON 等材料而構成。



此時，於蝕刻遮罩膜為MoSiN、半色調膜為MoSiN之情形時，因雙方係由相同之材料構成，故MoSiN膜之蝕刻速度較之於N之含有率更依賴於Mo與Si之含有比率。為使蝕刻遮罩膜之蝕刻速度比半色調膜慢，須提高蝕刻遮罩膜中之Mo之含量。

例如，相對於半色調膜之Mo與Si比率(Mo:Si=1:9)，設蝕刻遮罩膜之Mo與Si比率為(Mo:Si=4:5~9:1)，並設蝕刻遮罩膜之膜厚為Mo:Si=4:5時之40 nm(相對於半色調膜之蝕刻速度之蝕刻速度比：約0.5倍)~Mo:Si=9:1時之5 nm(相對於半色調膜之蝕刻速度之蝕刻速度比：蝕刻速度：約0.07倍)，藉此可使蝕刻遮罩膜之蝕刻時間與半色調膜之蝕刻時間相符(一致)。根據該條件控制蝕刻遮罩膜之組成及膜厚，藉此可在半導體設計規則之DRAM半間距hp 45 nm以後之世代所使用的相偏移光罩基底中之蝕刻遮罩膜所要求的膜厚5~40 nm範圍或與之相近之範圍內，使蝕刻遮罩膜之蝕刻時間比半色調膜之蝕刻時間更遲。再者，於對應更微細圖案之情形時，較好的是使蝕刻遮罩膜之膜厚為20 nm以下，此時蝕刻遮罩膜之蝕刻速度相對於半色調膜之蝕刻速度之蝕刻速度比之上限為約0.25倍即可。

另一方面，對於SiON之蝕刻遮罩膜之蝕刻速度而言，亦可利用其組成比來進行控制。為降低SiON之蝕刻速度，須減少N之含量，增加O之含量。相對於半色調膜之Mo與Si比率(Mo:Si=1:9)，使蝕刻遮罩膜之Si與O與N之比率為(Si:O:N=35:45:20)，藉此可使蝕刻遮罩之膜蝕刻時間與半

色調膜之蝕刻時間相符(一致)。

再者，半色調膜之組成比及膜厚係以半色調膜之光學特性(相對於所使用之曝光光線之相偏移量、透過率)優先而決定。

本發明中，相偏移光罩基底包括附有光阻劑膜之相偏移光罩基底、光阻劑膜形成前之相偏移光罩基底。相偏移光罩基底包括於半色調膜上形成鉻系材料等之遮光性膜之相偏移光罩基底。相偏移光罩包括藉由基板之雕刻而形成移相器之相偏移光罩。

本發明中，作為基板，可列舉合成石英基板、鹼石灰玻璃基板、無鹼玻璃基板及低熱膨脹玻璃基板等。

本發明中，於作為遮光性膜之鉻系薄膜之乾式蝕刻中，較好的是使用包含氟系氣體或者包含含有氟系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻氣體。其理由為，對於含有包含鉻與氧、氟等元素之材料的鉻系薄膜，藉由使用上述乾式蝕刻氣體來進行乾式蝕刻，可提高乾式蝕刻速度，可縮短乾式蝕刻時間，可形成剖面形狀良好之遮光性膜圖案。作為用於乾式蝕刻氣體之氟系氣體，例如可列舉 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{CCl}_4$ 、 $\text{CHCl}_3$ 等。

本發明中，於蝕刻遮罩膜(硬質遮罩膜)、作為相偏移膜(半色調膜)之含有矽之含矽膜或金屬矽化物系薄膜之乾式蝕刻中，可使用例如 $\text{SF}_6$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{CHF}_3$ 等氟系氣體，該等與 $\text{He}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 、 $\text{O}_2$ 等之混合氣體，或者 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 等氟系氣體，或者該等與 $\text{He}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{Ar}$ 、

$C_2H_4$  等之混合氣體。

以下說明本發明之實施例及比較例  
(實施例 1 及比較例 1、2)

6/20 年 3 月 10 日 修正頁(樹)

第 17 ~ 22 頁

參考圖 2A 至圖 2I，說明本發明之實施例 1 之相偏移光罩之製造方法。

首先，對包含石英之基板進行鏡面研磨，並實施特定之洗淨，藉此獲得 6 吋×6 吋×0.25 吋之透光性基板(透明基板)1。

繼而，於透光性基板(透明基板)1 上，使用鉬(Mo)與矽(Si)之混合靶材(Mo:Si=1:9[原子%])，在氬(Ar)與氮( $N_2$ )之混合氣體環境(Ar: $N_2$ =10:90[體積%]、壓力 0.3[Pa])中進行反應性濺鍍，藉此使膜厚 70[nm]之 MoSiN 系半透明性相偏移膜 5 成膜(圖 2A)。

繼而，在同一腔室內使用配置有複數個鉻(Cr)靶材之連續式(inline)濺鍍裝置，於相偏移膜 5 上使包含 CrN 膜、CrC 膜及 CrON 膜之遮光性膜 2 成膜(圖 2B)。具體而言，首先，藉由在氬(Ar)與氮( $N_2$ )之混合氣體環境(Ar: $N_2$ =72:28[體積%]、壓力 0.3[Pa])中進行反應性濺鍍，使 CrN 膜成膜。繼而，藉由在氬(Ar)與甲烷( $CH_4$ )之混合氣體環境(Ar: $CH_4$ =96.5:3.5[體積%]、壓力 0.3[Pa])中進行反應性濺鍍，於 CrN 膜上使 CrC 膜成膜。繼而，藉由在氬(Ar)與一氧化氮(NO)之混合氣體環境(Ar:NO=87.5:12.5[體積%]、壓力 0.3[Pa])中進行反應性濺鍍，於 CrC 膜上使 CrON 膜成膜。如此獲得膜厚 67 nm 之遮光性膜 2。以上之 CrN 膜、CrC 膜

及 CrON 膜係使用連續式濺鍍裝置而連續成膜者。包含該等 CrN、CrC 及 CrON 之遮光性膜 2 係該成分朝向其厚度方向連續性變化而構成。

繼而，在實施例 1 中，於遮光性膜 2 上，使用鉬 (Mo) 與矽 (Si) 之混合靶材 (Mo:Si=9:1 [原子%])，在氬 (Ar) 與氮 (N<sub>2</sub>) 之混合氣體環境 (Ar:N<sub>2</sub>=10:90 [體積%]、壓力 0.3 [Pa]) 中進行反應性濺鍍，藉此使膜厚 5 [nm] 之 MoSiN 系之無機系蝕刻遮罩膜 3 成膜 (參考圖 2C)。

又，於比較例 1、2 中，在遮光性膜 2 上使用鉬 (Mo) 與矽 (Si) 之混合靶材 (Mo:Si=20:80 [原子%])，在氬 (Ar) 與氮 (N<sub>2</sub>) 之混合氣體環境 (Ar:N<sub>2</sub>=10:90 [體積%]、壓力 0.3 [Pa]) 中進行反應性濺鍍，使膜厚為 5 [nm] (於相偏移膜 5 之蝕刻時蝕刻遮罩膜 3 比相偏移膜 5 先消失之膜厚：比較例 1) 及膜厚為 92 [nm] (因蝕刻遮罩層較厚而無法實現 CD 精度之提高之膜厚：比較例 2) 之各 MoSiN 系之無機系蝕刻遮罩膜 3 成膜 (參考圖 2C)。

繼而，於無機系蝕刻遮罩膜 3 上，藉由旋塗法來塗佈正型電子束光阻劑膜 4 (FEP171：Fujifilm Electronic Materials 公司製)，使之膜厚為 300 [nm] (參考圖 2D)。

藉由以上，準備好於透光性基板 (透明基板) 1 上依序形成有包含 MoSiN 系材料之半透光性相偏移膜 5、包含 Cr 系材料之遮光性膜 2、包含 MoSiN 系材料之無機系蝕刻遮罩膜 3 及光阻劑膜 4 之相偏移光罩基底 11 (半色調相偏移光罩基底) (圖 2D)。

繼而，對於光阻劑膜 4，藉由日本電子公司所製之 JBX9000 來進行電子束繪圖並進行顯影，形成如圖 2E 所示之光阻劑圖案 41(0.4  $\mu\text{m}$  之線與間隙)(參考圖 2E)。

此時，所製作之光阻劑圖案 41 係以 hp 45 nm 所形成之具有局部產生圖案之面積差之部位(例如 OPC 圖案形成部位)及圖案之疏密差即使於光罩面內亦較大之部位之圖案。

繼而，以光阻劑圖案 41 為遮罩，對無機系蝕刻遮罩膜 3 使用  $\text{SF}_6$  與 He 之混合氣體，以壓力：5 [mmTorr] 之條件進行離子性主體之乾式蝕刻，形成無機系蝕刻遮罩圖案 31(參考圖 2F)。

繼而，除去光阻劑圖案 41 後，僅以無機系蝕刻遮罩圖案 31 為遮罩，對遮光性膜 2 使用  $\text{Cl}_2$  與  $\text{O}_2$  混合氣體，以壓力：3 mmTorr 之條件進行離子性被無限提高(=離子性提高至離子與游離基幾乎為同等之程度)之游離基主體之乾式蝕刻，形成遮光性鉻圖案 21(參考圖 2G)。

繼而，以無機系蝕刻遮罩圖案 31 及遮光性鉻圖案 21 為遮罩，對相偏移膜 5 使用  $\text{SF}_6$  與 He 之混合氣體，以壓力：5 [mmTorr] 之條件進行離子性主體之乾式蝕刻，形成相偏移膜圖案 51(參考圖 2H)。

繼而，對以極薄之膜厚殘存之無機系蝕刻遮罩圖案 31 使用  $\text{Cl}_2$  氣體等透光性基板 1 具有蝕刻耐受性之蝕刻氣體，藉由物理性乾式蝕刻將其剝離。或者，對無機系蝕刻遮罩圖案 31 使用上述氟系氣體，藉由離子性乾式蝕刻將其剝離。繼而，再次塗佈光阻劑並進行曝光、顯影，藉此形成光阻

劑圖案，以該光阻劑圖案為遮罩，藉由蝕刻將多餘部位之遮光性鉻圖案 21 除去。然後，實施特定之洗淨，獲得相偏移光罩 10(參考圖 2I)。再者，對於相偏移膜圖案 51 形成後所殘存之無機系蝕刻遮罩圖案 31 而言，因其膜厚較薄，故亦可在遮光性鉻圖案之形成時之蝕刻時利用物理性乾式蝕刻而剝離。

然後，對於所獲得之相偏移膜圖案 51 之尺寸，使用 Holon 公司所製之 CD-SEM(EMU-220)，於局部產生圖案之面積差之部位(例如 OPC 圖案形成部位)及圖案之疏密差即使於光罩面內亦較大之部位分別進行測量。結果確認，實施例 1 之相偏移光罩中，可減少各部位之負載效應之影響，可對 hp 45 nm 相偏移光罩上可見之微細圖案進行高精度加工。與此相對，可確認，於比較例 1 之相偏移光罩中，各部位之負載效應之影響較大，從而難以對 hp 45 nm 相偏移光罩上可見之微細圖案進行高精度加工。

(實施例 2) <對於蝕刻遮罩膜適用 SiON 膜之實施例>

同樣，參考圖 2A~圖 2I，說明本發明之實施例 2 之相偏移光罩之製造方法。首先，與實施例 1 同樣地獲得透光性基板(透明基板)1，使半透光性之相偏移膜 5 成膜(參考圖 2A)，並在相偏移膜 5 上使包含 CrN 膜、CrC 膜及 CrON 膜之遮光性膜 2 成膜(參考圖 2B)。

繼而，在實施例 2 中，在遮光性膜 2 上，使用矽(Si)靶材，在氬(Ar)與一氧化氮(NO)之混合氣體環境中進行反應性濺鍍，藉此使膜厚 15[nm]之 SiON(Si:O:N=35:45:20[原子

%)之無機系蝕刻遮罩膜3成膜(參考圖2C)。

繼而，在無機系蝕刻遮罩膜3上，藉由旋塗法來塗佈正型電子束光阻劑膜4(FEP171：Fujifilm Electronic Materials公司製)，使之膜厚為300[nm](參考圖2D)。

藉由以上，準備好於透光性基板(透明基板)1上依次形成有包含MoSiN系材料之半透光性相偏移膜5、包含Cr系材料之遮光性膜2、包含MoSiN系材料之無機系蝕刻遮罩膜3及光阻劑膜4之相偏移光罩基底11(半色調相偏移光罩基底)(圖2D)。

繼而，對於光阻劑膜4，藉由日本電子公司所製之JBX9000來進行電子束繪圖並進行顯影，形成如圖2E所示之光阻劑圖案41(0.4  $\mu\text{m}$ 之線與間隙)(參考圖2E)。

此時，所製作之光阻劑圖案41係以hp 45 nm所形成之具有局部產生圖案之面積差之部位(例如OPC圖案形成部位)及圖案之疏密差即使於光罩面內亦較大之部位之圖案。

繼而，以光阻劑圖案41為遮罩，對無機系蝕刻遮罩膜3使用SF<sub>6</sub>與He之混合氣體，以壓力：5[mmTorr]之條件進行離子性主體之乾式蝕刻，形成無機系蝕刻遮罩圖案31(參考圖2F)。

繼而，除去光阻劑圖案41後，僅以無機系蝕刻遮罩圖案31為遮罩，對遮光性膜2使用Cl<sub>2</sub>與O<sub>2</sub>之混合氣體，以壓力：3 mmTorr之條件進行離子性被無限提高(=離子性提高至離子與游離基幾乎為同等之程度)之游離基主體之乾式蝕刻，形成遮光性鉻圖案21(參考圖2G)。

繼而，以無機系蝕刻遮罩圖案31及遮光性鉻圖案21作為遮罩，對相偏移膜5使用 $\text{SF}_6$ 與He之混合氣體，以壓力：5[mmTorr]之條件進行離子性主體之乾式蝕刻，形成相偏移膜圖案51(參考圖2H)。

繼而，對以極薄之膜厚殘存之無機系蝕刻遮罩圖案31使用 $\text{Cl}_2$ 氣體等透光性基板1具有蝕刻耐受性之蝕刻氣體，藉由物理性乾式蝕刻將其剝離。或者，對無機系蝕刻遮罩圖案31使用上述氟系氣體，藉由離子性乾式蝕刻將其剝離。繼而，再次塗佈光阻劑並進行曝光、顯影，藉此形成光阻劑圖案，以該光阻劑圖案為遮罩，藉由蝕刻將多餘部位之遮光性鉻圖案21除去。然後，實施特定之洗淨，獲得相偏移光罩10(參考圖2I)。

然後，對於所獲得之相偏移膜圖案51之尺寸，使用Holon公司所製之CD-SEM(EMU-220)，於局部產生圖案之面積差之部位(例如OPC圖案形成部位)及圖案之疏密差即使於光罩面內亦較大之部位分別進行測量。結果確認，實施例1之相偏移光罩中，可減少各部位之負載效應之影響，可對hp 45 nm相偏移光罩上可見之微細圖案圖案疏密差進行高精度加工。

以上雖使用實施形態說明了本發明，但本發明之技術範圍並不限於上述實施形態所記載之範圍。業者當明白對上述實施形態可添加多種變更或改良。由專利申請範圍之記載可明白，添加有此類變更或改良之形態亦包含於本發明之技術範圍內。



**【圖式簡單說明】**

圖1係表示本發明之相偏移光罩基底之一例之示意圖；及  
圖2A至圖2I係用於說明本發明之相偏移光罩基底之製造  
步驟及相偏移光罩之製造步驟之示意圖。

**【主要元件符號說明】**

- |    |           |
|----|-----------|
| 1  | 基板        |
| 2  | 遮光性膜      |
| 3  | 蝕刻遮罩膜     |
| 4  | 光阻劑膜      |
| 5  | 相偏移膜      |
| 10 | 相偏移光罩     |
| 11 | 相偏移光罩基底   |
| 21 | 遮光性鉻圖案    |
| 31 | 無機系蝕刻遮罩圖案 |
| 41 | 光阻劑圖案     |
| 51 | 相偏移膜圖案    |

## 七、申請專利範圍：

1. 一種相偏移光罩基底，其特徵在於：其係於對曝光光線透明之基板上依序形成有相偏移膜、遮光性膜及蝕刻遮罩膜者，其中該相偏移膜包含矽，該遮光性膜係由對上述相偏移膜之蝕刻具有耐受性且含有金屬之材料所構成，該蝕刻遮罩膜係由對上述遮光性膜之蝕刻具有耐受性之無機材料所構成；且

設上述相偏移膜之膜厚為 $t_1$ ，將上述蝕刻遮罩膜及上述遮光膜作為遮罩並藉由蝕刻劑來乾式蝕刻上述相偏移膜之蝕刻速度為 $v_1$ ，上述蝕刻遮罩膜之膜厚為 $t_2$ ，上述蝕刻遮罩膜由上述蝕刻劑所乾式蝕刻之蝕刻速度為 $v_2$ 時，

$$(t_1/v_1) \leq (t_2/v_2)。$$

2. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜之蝕刻速度 $v_2$ 相對於上述相偏移膜之蝕刻速度 $v_1$ 為 $0.07v_1 \sim 0.5v_1$ 。
3. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述遮光性膜係包含鉻之材料，上述蝕刻遮罩膜係包含矽之含矽膜。
4. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜具有5 nm以上、40 nm以下之膜厚。
5. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述相偏移膜具有100 nm以下之膜厚。
6. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜包含矽或在矽中含有選自氧、氮及碳中至少1個以上元素

的材料，或者金屬矽化物或在金屬矽化物中含有選自氧、氮及碳中至少1個以上元素的材料。

7. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述相偏移膜包含矽或在矽中含有選自氧、氮及碳中至少1個以上元素的材料，或者金屬矽化物或在金屬矽化物中含有選自氧、氮及碳中至少1個以上元素的材料。
8. 如請求項1之相偏移光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜包含選自MoSiN、MoSiON及SiON中之材料，上述相偏移膜係包含選自MoSiN及MoSiON中之材料。
9. 一種相偏移光罩之製造方法，其特徵在於含有以下步驟：

於如請求項1至8中任一項之相偏移光罩基底，在上述蝕刻遮罩膜上形成光阻劑圖案，將該光阻劑圖案作為遮罩並藉由第1蝕刻劑來乾式蝕刻上述蝕刻遮罩膜，從而形成蝕刻遮罩膜圖案；

將上述蝕刻遮罩膜圖案、或者上述光阻劑圖案及上述蝕刻遮罩膜圖案作為遮罩，藉由第2蝕刻劑來乾式蝕刻上述遮光性膜，從而形成遮光性膜圖案；及

將上述蝕刻遮罩膜圖案及上述遮光性膜圖案作為遮罩，藉由第3蝕刻劑來乾式蝕刻上述相偏移膜，從而形成相偏移膜圖案。

10. 如請求項9之相偏移光罩之製造方法，其中含有：於形成上述相偏移膜圖案之後使蝕刻遮罩膜殘存，並除去上述蝕刻遮罩膜之步驟。

11. 如請求項9之相偏移光罩之製造方法，其中上述第1蝕刻劑及上述第3蝕刻劑係包含氟系氣體之蝕刻劑，上述第2蝕刻劑係包含氟系氣體之蝕刻劑。

八、圖式：

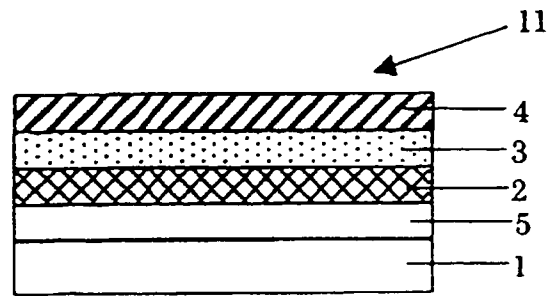


圖 1



圖 2A

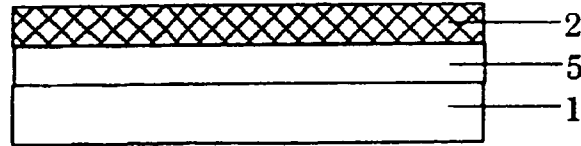


圖 2B

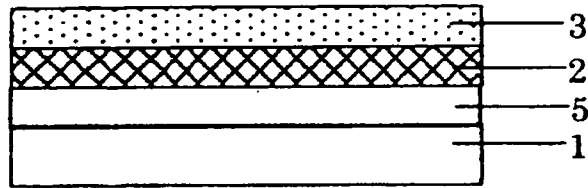


圖 2C

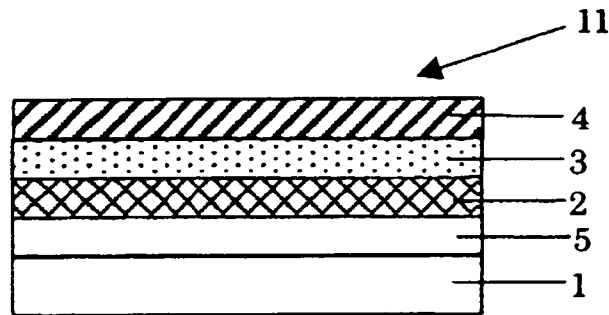


圖 2D

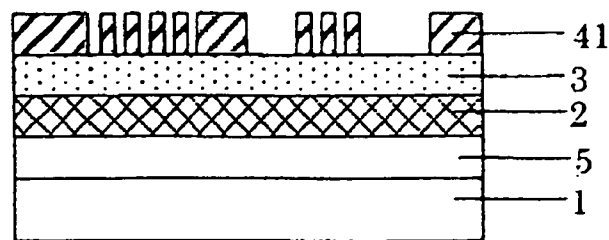


圖 2E

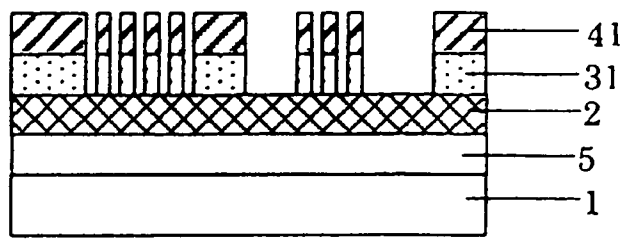


圖 2F

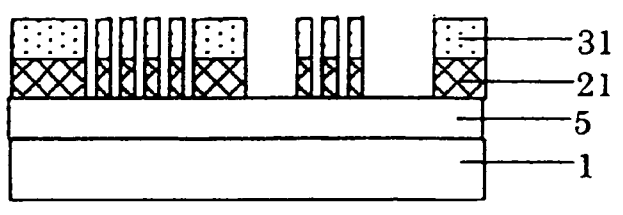


圖 2G

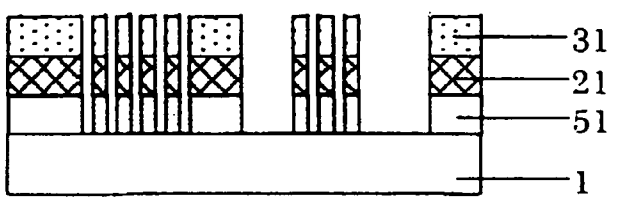


圖 2H

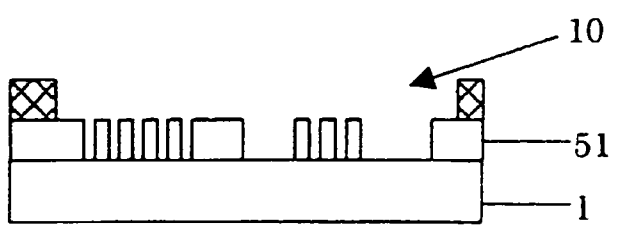


圖 2I