

發明專利說明書

PD1084492(3)

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：97135021

※申請日期：97.9.12

※IPC 分類：

G03F 1/26 (2012.01)

G03F 1/50 (2012.01)

(2009年4月7日修正)

一、發明名稱：(中文/英文)

空白光罩及光罩製造方法

MASK BLANK AND METHOD OF MANUFACTURING MASK

二、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID：

1. HOYA 股份有限公司(HOYA 株式会社)

HOYA CORPORATION

2. 日商紐富來科技股份有限公司(株式会社ニューフレアテクノロジー)

NUFLARE TECHNOLOGY, INC.

代表人：(中文/英文)(簽章)

1. 鈴木洋/SUZUKI, HIROSHI

2. 三浦康明/MIURA, YASUAKI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 日本國東京都新宿區中落合2丁目7番5號

7-5, Naka-ochiai 2-chome, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan

2. 日本國靜岡縣沼津市大岡2068番地之3

2068-3, Ooka, Numazu-shi, Shizuoka, Japan

國籍：(中文/英文)

1.~2. 日本

Japan

三、發明人：(共7人)

姓名：(中文/英文) ID：

- 1.大久保靖/OKUBO, YASUSHI
- 2.橋本雅廣(橋本雅広)/HASHIMOTO, MASAHIRO
- 3.鈴木壽幸(鈴木寿幸)/SUZUKI, TOSHIYUKI
- 4.大西孝幸/OHNISHI, TAKAYUKI
- 5.安瀨博人(安瀨博人)/ANZE, HIROHITO
- 6.砂押仁/SUNAOSHI, HITOSHI
- 7.上久保貴司/KAMIKUBO, TAKASHI

國籍：(中文/英文)

- 1.~7.日本
Japan

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本 2007/9/14 特願 2007-239953

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

98年4月7日修(更)正替換頁

一種空白光罩，其以主要含有鉻為材料之遮光膜而形成於一透明基板上，且用於藉利用一電子束寫入光阻之微影技術將該遮光膜形成一轉移圖案，藉以獲得一光罩。該空白光罩包含：一遮罩層，形成於該遮光膜上，用在將該遮光膜形成轉移圖案之蝕刻處理時，作為一蝕刻遮罩。該遮罩層係由含矽之材料製成。該空白光罩更包括一氮化鉻系薄膜，形成於該遮罩層上並至少含有鉻及氮。

六、英文發明摘要：

A mask blank is formed on a transparent substrate with a light-shielding film of a material mainly containing chromium and is used for obtaining a photomask by forming the light-shielding film into a transfer pattern by lithography using an electron beam writing resist. The mask blank includes a mask layer formed on the light-shielding film for serving as an etching mask in etching that forms the light-shielding film into the transfer pattern. The mask layer is made of a material containing silicon. The mask blank further includes a chromium nitride-based film formed on the mask layer and containing at least chromium and nitrogen.

七、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 | 透明基板 |
| 2 | 遮光膜 |
| 3 | 遮罩層 |
| 4 | 氮化鉻系薄膜 |
| 10 | 空白光罩 |

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

本申請案係主張 2007 年 9 月 14 日申請之日本專利申請案第 2007-239953 號之優先權權益，在此併入其所揭露之全文供參照。

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種於半導體元件或此類元件之製造中，用於轉移一細微圖案之遮罩(光罩)，以及進一步係關於一種為諸如光罩之基部的空白光罩。

【先前技術】

隨著半導體元件或此類元件之電路圖案細微化要求的增加，設計及量測光罩圖案線寬間的容忍度已變得更小。當半導體積體電路之整合度增加時，製造該等電路之製程中的設計法則會變得更嚴格，而且在 CD(臨界尺寸)均勻度及該 CD 之線性上的需求變得愈來愈嚴格。

揭露試圖滿足此等需求之技術例如，美國專利第 6472107 號(專利文獻 1)及日本未審查專利申請公開號(JP-A)第 2005-62884(專利文獻 2)。專利文獻 1 中所揭露之技術為一種於蝕刻鉻層時，使用硬光罩圖案代替光阻圖案，以改善光罩之該 CD 均勻度及該 CD 線性之方法。其揭露由矽(Si)、Ti、TiW、W、TiN、Si₃N₄、SiO₂、SOG(旋鍍於玻璃上)或類似物所製成而作為構成一硬光罩之物質，用以形成該硬光罩圖案的使用。

專利文獻 2 中所揭露之技術為專利文獻 1 中所揭露之技術改善。此技術提供一種包含一硬光罩之空白光罩，該硬光罩具有一優點，在維持上述硬光罩圖案因有較佳的導

電度之優點的同時，則可順利實行電子束寫入，並且其相對於鉻遮光膜來說，更可具有較大的蝕刻選擇性。其揭露由 Mo、MoSi、MoSiON 或類似物所製成而作為構成該硬光罩之物質的使用。

【發明內容】

然而，依照本發明之發明人之研究，發現專利文獻 2 中所述之技術存有下列問題。當使用一電子束寫入設備實行高精度曝光時，依照圖案布局(曝光圖案密度及配置)實行 PEC(鄰近效應修正)、FC(霧化效應修正)或類似之修正。在此，PEC 為一種用以修正由照射電子能量干涉而造成鄰近圖案間所引發之線寬誤差的機制，及主要修正微米(μm)等級之區域誤差。另一方面，FC 為一種用以修正自基板反射之電子於面向曝光設備之該基板的結構部件(電子光學柱之最低表面)被再度反射，而以毫米(mm)或更霧化等級再度對一區域曝光之現象。

依照本發明之發明人之研究，發現到當使用由空白硬光罩(諸如，專利文獻 2 中所述之空白硬光罩，其中硬光罩係正好配置在一光阻下方)所製成之技術時，相較於傳統光罩基板來說，具有該 FC 修正量特別增加以致於難以修正之情形。亦即，由於 FC 修正量的增加，具有無法實現下一代半導體設計法則(DRAM 半節距 32nm 之後)中所需之光罩 CD 均勻度或 CD 線性之問題。

本發明主要目的係解決上述問題，並提供一種空白光罩，以滿足 FC 修正，因而具有良好的 CD 均勻度及 CD 線性之光罩的製造，並且其包含一種滿足導電性需求、鉻遮

光膜等之蝕刻選擇性之硬光罩，以及更提供一種使用此一空白光罩所製成之光罩。

依照本發明之第一觀點，提供一種空白光罩，其以主要含有鉻為材料之遮光膜而形成於一透明基板上，且用於藉利用一電子束寫入光阻之微影技術將該遮光膜形成一轉移圖案，藉以獲得一光罩。該空白光罩包含：一遮罩層，形成於該遮光膜上，用以在將該遮光膜形成該轉移圖案之蝕刻處理時，作為一蝕刻遮罩，該遮罩層係由含矽之材料製成；以及一氮化鉻系薄膜，形成於該遮罩層上並至少含有鉻及氮。

依照本發明之第二觀點，依照該第一觀點提供一種空白光罩，其中該氮化鉻系薄膜具有 5nm 到 30nm 的厚度。

依照本發明之第三觀點，依照該第一觀點提供一種空白光罩，其中該遮罩層之材料含有矽、氧及氮或含有鉬、矽、及氧及 / 或氮。

依照本發明之第四觀點，依照該第一觀點提供一種空白光罩，其中更包含一相移薄膜，其形成於該透明基板與該遮光膜之間。

依照本發明之第五觀點，依照該第二觀點提供一種空白光罩，其中更包含一相移薄膜，其形成於該透明基板與該遮光膜之間。

依照本發明之第六觀點，依照該第三觀點提供一種空白光罩，其中更包含一相移薄膜，其形成於該透明基板與該遮光膜之間。

依照本發明之第七觀點，依照該第一觀點提供一種空白光罩，其中更包含一電子束寫入光阻薄膜，其形成於該

98年4月7日(修訂)正替換頁

氮化鉻系薄膜上。

依照本發明之第八觀點，依照該第七觀點提供一種空白光罩，其中該電子束寫入光阻薄膜具有 50nm 到 400nm 的厚度。

依照本發明之第九觀點，提供一種光罩製造方法，包含下列步驟：提供一空白光罩，其包含一遮光膜，形成於透明基板上，並由主要含有鉻之材料製成；一遮罩層，形成於該遮光膜上，用以在將該遮光膜形成一轉移圖案之蝕刻處理時，作為一蝕刻遮罩；該遮罩層係由含矽之材料製成；一氮化鉻系薄膜，形成於該遮罩層上並至少含有鉻及氮；以及一電子束寫入光阻薄膜，形成於該氮化鉻系薄膜上；對該電子束寫入光阻薄膜實施一圖案寫入製程及顯影製程，以形成一光阻圖案；使用該光阻圖案作為蝕刻遮罩，乾蝕刻該氮化鉻系薄膜，以形成一氮化鉻系薄膜圖案；使用該氮化鉻系薄膜圖案作為蝕刻遮罩，乾蝕刻該遮罩層，以形成一遮罩層圖案；以及使用該遮罩層圖案作為蝕刻遮罩，乾蝕刻該遮光膜，以形成一遮光膜圖案。

依照本發明之第十觀點，依照該第九觀點提供一種光罩製造方法，其中該氮化鉻系薄膜具有 5nm 到 30nm 的厚度。

依照上述架構，可獲得一種空白光罩，以滿足 FC 修正而具有良好的 CD 均勻度及 CD 線性之光罩的製造，並且其包含一種滿足導電性需求、鉻遮光膜等之蝕刻選擇性之硬光罩，進一步提供一種使用此一空白光罩所製成之光罩。

【實施方式】

(第一實施例)

第 1 圖為依照本發明之第一實施例之空白光罩剖面說明圖。在第 1 圖中，元件符號 10 代表依照本實施例之空白光罩。該空白光罩 10 包含一透明基板 1 及於該透明基板 1 上依序形成遮光膜 2、遮罩層 3、及氮化鉻系膜薄 4。該遮光膜 2 為一種包含至少一層可被含有氟氣之乾蝕刻氣體所蝕刻之材料製成之薄膜。形成於該遮光膜 2 上之該遮罩層 3 為一種可耐該遮光膜 2 蝕刻之薄膜。例如，該遮罩層 3 為一種可被含有氟氣之乾蝕刻氣體所蝕刻，同時於該遮光膜 2 圖案化期間殘留，以便作為一蝕刻遮罩的薄膜。在此遮罩層 3 上，形成由至少含鉻及氮之材料所製成之氮化鉻系薄膜 4。

該遮光膜 2 可為一單層薄膜或多層薄膜。該遮光膜 2 可於其表面層部位(上層部位)包括一抗反射層。若必要時，該遮光膜 2 也可於其透明基板側上具有一抗反射層。該遮光膜 2 可由含鉻(例如，只含鉻或鉻化合物)之材料所製成。當為鉻化合物時，例如，可引用含鉻及至少從氧、氮、碳、及氟中選出的一種元素所組成之物質。

設定該遮光膜 2 之厚度使得光學密度相對於曝光光源變為 2.5 或更大。近年來為能順應四分之一微米等級圖案尺寸之圖案微小化，該遮光膜 2 之厚度最好特定在 90nm 或更薄的尺寸。此乃因為若厚度超過 90nm，則因乾蝕刻期間之微載(microloading)或類似承載，故要考量到細微圖案的形形成變得困難之情況。藉由降低該厚度至某些等級，可實現圖案縱橫比(圖案深度與圖案寬度的比率)的降低，及因

而可實現整體承載及微載的降低。在 200nm 或更短的曝光波長下，本發明之遮光膜 2 即使形成作為一 90nm 或更薄厚度的薄膜，其仍可獲得所需之光學密度(例如，2.5 或更大)。關於該遮光膜 2 的厚度下限，只要可獲得所需之光學密度，其均可被降低。

形成該遮光膜 2 之方法並不被特別限定，但濺鍍薄膜形成法是較佳的方法。藉由該濺鍍薄膜形成法，可形成一具有均勻厚度之薄膜。當藉由該濺鍍薄膜形成法於該透明基板 1 上形成該遮光膜 2 時，可使用鉻靶作為一濺鍍靶，以及使用由惰性氣體(諸如，氬氣或氦氣，或具氧氣、氮氣、一氧化氮氣體、二氧化碳氣體、碳氫化合物氣體或類似氣體之惰性氣體混合物)製成之氣體作為導入一腔室中之測鍍氣體。

該遮罩層 3 可由具有耐該遮光膜 2 蝕刻之材料製成。例如，當該遮光膜 2 係由含鉻之材料製成時，該遮罩層 3 可由一含矽材料製成。該含矽材料可為例如：含矽、氧、及氮之材料，或含鉬、矽、及氧及/或氮之材料。

該遮罩層 3 之厚度最好愈薄愈好，以實現良好的下層遮光膜 2 之圖案形狀，以改善 CD 之準確性。例如，如上所述，當該遮光膜 2 由含鉻之材料製成且該遮罩層 3 由含矽之材料製成，則該遮罩層 3 之厚度最好在 30nm 或更薄。該遮罩層 3 之厚度更佳是在 20nm 或更薄、15nm 或更薄或者 10nm 或更薄。設定該遮罩層 3 之厚度的下限，以便殘留該遮罩層 3，同時利用該遮罩層作為遮罩，乾蝕刻該下層遮光膜 2。對此加以考量時，該遮罩層 3 之厚度最好設定在

5nm 到 30nm 之間。

該氮化鉻系薄膜 4 當在光罩製程中時，對形成於該氮化鉻系薄膜 4 上之光阻薄膜(更明確地為一電子束寫入光阻薄膜)上所要求之圖案，執行電子束寫入(EB 寫入)時，呈現出抑制 FC 修正量的增加之功效。該氮化鉻系薄膜 4 係至少由含鉻及氮之材料製成，具體地說，可使用由鉻及氮製成之氮化鉻薄膜、由鉻、氧、及氮製成之氮氧化鉻薄膜、由鉻、碳及氮製成之碳氮化鉻薄膜、或者由鉻、氧、碳及氮製成之含氧碳氮化鉻薄膜所製成。該氮化鉻系薄膜 4 可藉由例如濺鍍來形成。更具體而言，該氮化鉻系薄膜 4 可於含有諸如 Ar 氣體或 He 氣體之惰性氣體及含有諸如 N₂ 氣體、NO 氣體、或 N₂O 之氮系氣體的活性氣體之混合氣體環境中，藉由鉻靶作為濺鍍靶之反應濺鍍來形成。為了形成含氧及/或碳之該氮化鉻系薄膜 4，該薄膜係於加入 O₂ 氣體、CO₂ 氣體、CO 氣體、CH₄ 氣體或類似於活性氣體之氣體之混合氣體環境中而形成。該氮化鉻系薄膜 4 之厚度最好為 5nm 或更厚，以抑制 FC 修正量的增加，及更佳 10nm 或更厚，或 15nm 或更厚。從改善該下層遮罩層 3 與遮光膜 2 以及改善該 CD 準確性的觀點，該氮化鉻系薄膜 4 之厚度上限最好為 30nm 或更薄。

該遮罩層 3 或該氮化鉻系薄膜 4 可藉由調整其組成物等而被提供以具有防止曝光反射之功能。在此情況下，光罩之遮光膜圖案可具有該遮罩層 3 係形成於該遮光膜 2 上之結構，或者該遮罩層 3 及該氮化鉻系薄膜 4 係形成於該遮光膜 2 上之結構。

(第二實施例)

第 2 圖為依照本發明之第二實施例之空白光罩剖面說明圖。依照此實施例之該空白光罩具有一光阻薄膜 5，形成於一氮化鉻系薄膜 4 上。該光阻薄膜 5 明確為一種電子束寫入光阻薄膜。該光阻薄膜 5 之厚度最好愈薄愈好，以實現遮光膜 2 之高圖案準確性(CD 之準確性)。具體而言，該光阻薄膜 5 之厚度最好為 400nm 或更薄，並更佳為 300nm 或更薄、200nm 或更薄、或者 150nm 或更薄。

設定該光阻薄膜 5 之厚度的下限，以便殘留該光阻薄膜 5，同時藉由對該光阻薄膜 5 實行寫入及顯影製程而形成之光阻圖案作為蝕刻遮罩，乾蝕刻該下層氮化鉻系薄膜 4。對此加以考量時，該光阻薄膜 5 之厚度最好設定在 50nm 到 400nm 之間。為了實現此高解析度，該光阻薄膜 5 之材料最好為具有高光阻感度之化學放大光阻。在本發明中，可適用聚對羥基苯乙烯系(此後稱為"PHS 系")化學放大光阻，因其於該光阻薄膜上執行電子束寫入期間，對於氮氧化鉻薄膜之 FC 量的抑制功效是高度有效的。

(第三實施例)

第 3 圖為依照本發明之第三實施例之空白光罩剖面說明圖。依照前述第一及第二實施例之該等空白光罩均稱為二元素空白光罩。然而，本發明亦可適用於用在半穿透式相移光罩之製造中的空白光罩。依照第 3 圖中所示之本實施的空白光罩為一種用於半穿透式相移光罩之製造中的空白光罩，其中一半穿透式相移薄膜 6 係形成於一透明基板 1 與一遮光膜 2 之間。在此情況下，可藉由結合該半穿透

式相移薄膜 6 與該遮光膜 2 而架構獲得一所需之光學密度 (例如, 2.5 或更大)。在此情況下, 該遮光膜 2 之光學密度其身可被設在 0.5 或更大, 最好, 可被調節在 0.5 到 2.5 之間。

該半穿透式相移薄膜 6 發送一無法充分提供曝光 (例如, 相對於曝光波長的 1% 到 30%) 強度的光源, 藉以產生一預定相位差。該半穿透式相移薄膜 6 包括藉由圖案化該半穿透式相移薄膜 6 而形成之半透光部以及不具有該半穿透式相移薄膜 6 而形成之透光部, 以及適合發送具有可充分提供曝光強度的光源。藉此架構使得透過該半透光部而發送的光之相位, 相對於透過該透光部而發送的光相位來說, 大體上為反相的, 該等已通至該等半透光部與該等透光部間之邊界附近的光因繞射而互相抵消。此使得該等邊界部分上的光強度幾乎為零, 因而改善該等邊界部分上的差異, 亦即, 解析度 (resolution)。

該半穿透式相移薄膜 6 最好由具有不同於形成於其上之遮光膜 2 之蝕刻選擇性之材料製成。關於該半穿透式相移薄膜 6 之材料, 其例如可引用諸如鋁、鎢、鉍、或鈐之金屬, 或主要含有矽及氧及 / 或氮之物質。該半穿透式相移薄膜 6 可為單層或多層的形式。配置形成於該半穿透式相移薄膜 6 上之該遮光膜 2, 使得由該半穿透式相移薄膜 6 及該遮光膜 2 結合之疊層結構相對於曝光光線提供 2.5 倍或更大之光學密度。故該遮光膜 2 之厚度最好配置為 50nm 或更薄。如前所述, 此乃因為考量到乾蝕刻期間因微載或類似承載而使細微圖案的形成變得困難的情況。

98年4月7日修(訂)正 洪真

在此之後，依照本發明之空白光罩及使用該等空白光罩(包括其製程)之光罩將依照範例而作詳細說明。

(範例 1)

範例 1 之空白光罩 10 包含一透明基板 1 及於該透明基板 1 上依序形成之遮光膜 2、遮罩層 3、及氮化鉻系膜薄 4(參照第 1 圖)。此後，將說明依照範例 1 之該空白光罩及光罩同時說明其製程。第 4 到 9 圖為說明依照範例 1 之空白光罩的剖面視圖及使用此空白光罩之光罩製程。範例 1 之該空白光罩 10 包含該透明基板 1，由合成石英玻璃製成並具有精密研磨主面及側面；該遮光膜 2，形成於該透明基板 1 上並主要含有鉻；該遮罩層 3，由含矽之材料製成，其將於圖案化該遮光膜 2 時作為一蝕刻遮罩；以及該氮化鉻系薄膜 4。藉由濺鍍形成該等遮光膜 2、遮罩層 3、及氮化鉻系薄膜 4 而製成該空白光罩 10(參照第 1 圖)。

該空白光罩 10 之製造方法及利用該空白光罩 10 製造一光罩 100 之方法將詳細說明如下。藉由單晶圓濺鍍設備的使用，使用鉻靶作為一濺鍍靶，於 Ar、N₂ 及 He 氣體的混合氣體環境中(Ar：30vol%、N₂：30vol%、He：40vol%)實行反應濺鍍，藉以於該透明基板 1 上形成由鉻及氮製成之氮化鉻層。

接著，於 Ar、CH₄ 及 He 氣體的混合氣體環境中(Ar：54vol%、CH₄：6vol%、He：40vol%)實行反應濺鍍，藉以形成由鉻、氮及碳製成之碳氮化鉻層。接著，於 Ar 及 NO 氣體的混合氣體環境中(Ar：90vol%、NO：10vol%)實行反應濺鍍，藉以形成由鉻、氧及氮製成之氮氧化鉻層。以此方式

下，可於其表面層上形成具有抗反射功能的該遮光膜 2。
該遮光膜 2 之厚度為 67nm。

接著，利用該單晶圓濺鍍設備於該遮光膜 2 上形成該遮罩層 3，其用於圖案化該遮光膜 2 時，作為一蝕刻遮罩。具體而言，使用矽化鋁靶(鋁：矽=10：90(原子百分比))作為一濺鍍靶，於 Ar 及 N₂ 氣體的混合氣體環境中(Ar：10vol%、N₂：90vol)實行反應濺鍍，藉以形成由鋁、矽及氮製成之氮矽化鋁薄膜作為該遮罩層 3。該遮罩層 3 之厚度為 15nm。

接著，藉由單晶圓濺鍍設備的使用，使用鉻靶作為一濺鍍靶，於 Ar 及 NO 氣體的混合氣體環境中(Ar：80vol%、NO：20vol)實行反應濺鍍，藉以於該遮罩層 3 上形成由鉻、氧及氮(由氮氧化鉻製成)製成之氮化鉻系薄膜 4。該氮化鉻系薄膜 4 之厚度為 10nm。以此方式下，可獲得該空白光罩 10。

接著，將說明利用該獲得的空白光罩 10 而製造該光罩 100 之製程。於該空白光罩 10 上旋鍍塗布一為 PHS(聚對羥基苯乙烯)系化學放大光阻(由富士電子材料有限公司製造之 CAR：FEP-171)之電子束寫入光阻，及接著經由加熱/乾燥處理，藉以形成具有 200nm 厚度之光阻薄膜 5(第 4 圖)。

接著，使用一電子束寫入設備，對形成於該空白光罩 10 上之該光阻薄膜 5 執行圖案化寫入，以及其後利用一預定顯影劑實行顯影，藉以形成一光阻圖案 51(第 5 圖)。

接著，使用該光阻圖案 51 作為一蝕刻遮罩，以由 Cl 及 O₂ 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕

刻，藉以形成一氮化鉻系薄膜圖案 41(第 6 圖)。

接著，藉由一光阻剝蝕溶劑移除該光阻圖案 51，以及接著使用該氮化鉻系薄膜圖案 41 作為蝕刻遮罩，以由 CF_4 及 O_2 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕刻，藉以形成一為氮矽化鉬薄膜圖案之遮罩層圖案 31(第 7 圖)。

接著，使用一含有該氮化鉻系薄膜圖案 41 及該遮罩層圖案 31 之疊層薄膜圖案作為蝕刻遮罩，以由 Cl 及 O_2 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕刻，藉以形成一遮光膜圖案 21(第 8 圖)。於圖案化該遮光膜 2 時，移除該氮化鉻系薄膜圖案 41，及因此僅於該遮光膜圖案 21 上殘餘為氮矽化鉬薄膜圖案之該遮罩層圖案 31。

最後，移除殘餘在該遮光膜圖案 21 上之該氮矽化鉬薄膜圖案，亦即該遮罩層圖案 31，藉以獲得該光罩 100(第 9 圖)。

在該已獲得之光罩 100 中，於該透明基板 1 上形成該遮光膜圖案 21，以包含具有複數圖案線寬(120nm 到 1600nm)之隔離間隔圖案。藉由取得該遮光膜圖案 21 之該等複數圖案線寬之設計與測量值間之最大與最小誤差值間之差異，作為一 CD 線性，對該已獲得之光罩 100 執行評估。在範例 1 之該光罩的情況中，可獲得十分滿意值 3nm 作為其 CD 線性。此值完全滿足 DRAM 半節距 32nm 之半導體設計規則中針對光罩所需之 CD 線性之值。

(範例 2)

依照範例 2 之空白光罩 10 及光罩 100，除了氮化鉻系

薄膜 4 之厚度係設為 5nm 外，其係以相同於範例 1 之方式來製造。該已獲得之光罩係以相同於上述之方式來評估，其中可獲得一滿意值 5nm 作為其 CD 線性。此值滿足 DRAM 半節距 32nm 之半導體設計規則中針對光罩所需之 CD 線性之值。

(範例 3 及 4)

依照範例 3 及 4 之空白光罩 10 及光罩 100，除了氮化鉻系薄膜 4 係形成作為由鉻及氮製成之氮化鉻薄膜(範例 3)，以及氮化鉻系薄膜 4 係形成作為由鉻、氧、碳及氮製成之含氧碳氮化鉻薄膜(範例 4)外，其係以相同於範例 1 之方式來製造。範例 3 之氮化鉻薄膜係於 Ar 及 N₂ 氣體之混合氣體環境中執行反應濺鍍而形成。範例 4 之含氧碳氮化鉻薄膜係於 Ar、CO₂ 及 N₂ 氣體之混合氣體環境中執行反應濺鍍而形成。該已獲得之光罩係以相同於上述之方式來評估，其中可獲得一滿意值 5nm 作為其每一者的 CD 線性。此值滿足 DRAM 半節距 32nm 之半導體設計規則中針對光罩所需之 CD 線性之值。

(範例 5 及 6)

依照範例 5 及 6 之空白光罩 10 及光罩 100，除了遮罩層 3 係形成作為由矽、氧及氮製成之氮氧化矽薄膜(範例 5)，以及遮罩層 3 係形成作為由鉬、矽、氧及氮製成之氮氧化鉬薄膜(範例 6)外，其係以相同於範例 1 之方式來製造。範例 5 之氮氧化矽薄膜係於 Ar 及 NO 氣體之混合氣體環境中(Ar: 20vol%、NO: 80vol%)，使用一矽靶作為濺鍍靶，執行反應濺鍍而形成。

範例 6 之氮氧矽化鉬薄膜係於 Ar 及 NO 氣體之混合氣體環境中 (Ar: 10vol%、NO: 90vol%)，使用一矽化鉬靶 (鉬：矽 = 10: 90 (原子百分比)) 作為濺鍍靶，執行反應濺鍍而形成。

該已獲得之光罩係以相同於上述之方式來評估，其中可獲得一滿意值 3nm 作為其每一者的 CD 線性。此值完全滿足 DRAM 半節距 32nm 之半導體設計規則中針對光罩所需之 CD 線性之值。

(範例 7)

除了半穿透式相移薄膜 6 係作為形成於一透明基板 1 及一遮光膜 2 之間所形成的相移薄膜外，空白光罩 (相移空白光罩) 係以相同於範例 1 之方式來製造，並且利用此空白光罩製造一光罩 (相移光罩)。此後，將說明依照範例 7 之空白光罩及光罩 (包括其製程)。除了形成及圖案化該半穿透式相移薄膜 6 外，該製程係大體上與範例 1 相同。因此，為了方便起見，將參照上述之第 4 到 9 圖來說明該半穿透式相移薄膜 6 之圖案化以上的製程，以及將參照第 10 到 12 圖來說明該半穿透式相移薄膜 6 之圖案化製程。

該半穿透式相移薄膜 6 係利用一單晶圓濺鍍設備而形成於該透明基板 1 上。具體而言，使用矽化鉬靶 (鉬：矽 = 8: 92 (原子百分比)) 作為濺鍍靶，於 Ar 及 N₂ 氣體 (Ar: 10vol%、N₂: 90vol%) 之混合氣體環境中實施反應濺鍍，藉以由鉬、矽及氮製成之氮氧矽化鉬薄膜的形式形成該半穿透式相移薄膜 6。設定該半穿透式相移薄膜 6 之厚度以提供 5.5% 的透射比及相對於 ArF 準分子雷射光 (波長: 193nm) 來說約 180 度

的相移。

該光罩係以下列方式製造。首先，如範例 1 所述，於該空白光罩上(其中該半穿透式相移薄膜 6、該遮光膜 2、遮罩層 3 及氮化鉻系薄膜 4 係形成於該透明基板 1 上)旋鍍塗布一電子束寫入光阻(由富士電子材料有限公司製造之 CAR: FEP-171)，及接著經由加熱/乾燥處理，藉以形成具有 200nm 厚度之光阻薄膜 5(參照第 3 圖)。

接著，使用一電子束寫入設備，對形成於該空白光罩 10 上之該光阻薄膜 5 執行圖案化寫入，以及其後利用一預定顯影劑實施顯影，藉以形成一光阻圖案 51(第 5 圖)。

接著，使用該光阻圖案 51 作為一蝕刻遮罩，以由 Cl 及 O₂ 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕刻，藉以形成一氮化鉻系薄膜圖案 41(第 6 圖)。

接著，藉由一光阻剝蝕溶劑移除該光阻圖案 51，以及接著使用該氮化鉻系薄膜圖案 41 作為蝕刻遮罩，以由 CF₄ 及 O₂ 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕刻，藉以形成一為氮矽化鉬薄膜圖案之遮罩層圖案 31(第 7 圖)。

接著，使用一含有該氮化鉻系薄膜圖案 41 及該遮罩層圖案 31 之疊層薄膜圖案作為蝕刻遮罩，以由 Cl 及 O₂ 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕刻，藉以形成一遮光膜圖案 21(第 8 圖)。於圖案化該遮光膜 2 時，移除該氮化鉻系薄膜圖案 41，及因此僅於該遮光膜圖案 21 上殘餘為氮矽化鉬薄膜圖案之該遮罩層圖案 31。

第 10 圖為在利用範例 7 之空白光罩製成之光罩製造

中，說明遮光膜圖案 21 及遮罩層圖案 31 形成於該半穿透式相移層薄膜 6 上之狀態的示意圖。

接著，使用一含有該遮罩層圖案 31 及該遮光膜圖案 21 之疊層薄膜圖案作為蝕刻遮罩，以由 CF_4 及 O_2 氣體之混合氣體所形成之乾式蝕刻氣體，執行乾式蝕刻，藉以形成一相移薄膜圖案 61(第 11 圖)。於圖案化該相移薄膜 6 時，移除該遮罩層圖案 31。最後，該遮光膜圖案 21 殘留在必要部位上，同時於不必要部位上被移除，藉以得到該光罩(相移光罩)(參照第 12 圖)。

該已獲得之光罩的該相移薄膜圖案 61 係以相同於上述之方式來評估，其中可獲得一個十分滿意的值 3nm 作為其 CD 線性。此值完全滿足 DRAM 半節距 32nm 之半導體設計規則中針對光罩所需之 CD 線性之值。

(比較範例)

除了沒有形成該氮化鉻系薄膜 4 外，空白光罩及光罩係以相同於範例 1 之方式來製造。該已獲得之光罩係以相同於上述之方式來評估，其中該 CD 線性為 7nm 及因而無法滿足 DRAM 半節距 32nm 之半導體設計規則中針對光罩所需之 CD 線性之值。

接著，將參照第 13 到 16 圖說明上述之範例 1 與範例 2 以及比較範例所執行之 FC 量確認結果。第 13 圖為 FC 量測量方法之說明圖，第 14 圖為在該光阻下之每一種薄膜類型所得到對應第 13 圖中的各個測量點之圖案 1 及圖案 2 之線寬測量值間的差異 (ΔCD) 曲線圖，第 15 圖為相對於寫入區域率改變 ΔCD 之等級而得到之曲線圖，亦即，取得該光阻下

之每一種薄膜類型之 FC 量，以及第 16 圖為顯示範例 1 與 2 及比較範例之 FC 量之曲線圖。

在此，該 FC 量被定義為由該霧化效應所造成之 CD 誤差值並以下列方式取得。

- (a) 如第 13 圖中所示，相對於該等經塗布光阻薄膜之空白光罩之每一者(其中該等光阻薄膜分別形成於範例 1 與 2 及比較範例之該等空白光罩上)，形成一含有相同於所設計之圖案 1 及圖案 2 之光阻圖案(每一圖案均為具有 300nm 線寬之線及間隔圖案(此後稱為 "L&S")及於第 13 圖中側向延伸)，以及形成一具有 40mm 寬度之 100%固態圖案，並設在其中央部位之該圖案 1 之兩側上(第 13 圖中之上側及下側)。該光阻圖案係藉由執行電子束寫入一布局測試圖案及於此實行一顯影製程而形成。
- (b) 該圖案 1 及圖案 2 之每一者之 L&S 寬度係以 256 μm 之節距(大於約 126.5mm 之長度)且 495 個測量點來測量。在此情況下，於每一個該等測量點上實行該 L&S 寬度之三點測量。
- (c) 對該圖案 1 及 2 之每一者於該等 495 個測量點之每一測量點上取得該三點測量之平均值，藉以取得對應於該等測量點之每一者之該圖案 1 及 2 之線寬測量值之間的差異 (ΔCD)。此使其可消除由該顯影製程所造成之 CD 分配的貢獻，及因而取得一純 FC 量。
- (d) 於該光阻下之每一種薄膜類型(亦即，正好在該光阻下所形成之每一種薄膜類型)取得該差異 (ΔCD)(第 14 圖)。

- (e) 於該等測量點之每一者上計算霧化效應影響半徑中之該寫入區域率(以一誤差函數而符合第 14 圖所得出之 σ (標準誤差)值), 其中該寫入區域率為該霧化效應影響半徑中以一電子束照射之區域的比例。
- (f) 備有一橫座標軸代表該寫入區域率及縱座標軸代表 ΔCD , 以及由一 FC 量取得該線性近似斜率之曲線圖(第 15 圖)。
- (g) 該 FC 量於該光阻下之每一種薄膜類型取得(第 16 圖)。如第 16 圖中所示, 其可看出範例 1 及 2 之每一者中的該 FC 量係明顯小於比較範例中之 FC 量。範例 1 及 2 之每一者中的該 FC 量完全可作為光阻圖案構成之 FC 修正, 及因而使其可形成一具有良好 CD 均勻度及 CD 線性之光罩。

本發明係廣泛應用在微影或類似製程中, 用在細微圖案轉移而作為光罩及作為空白光罩(諸如光罩的基部)之半導體元件或類似元件之製造上。

本發明並不拘限於上述之該等實施例及範例, 並在不脫離本發明之要義及範圍下, 可作成各種修飾或改變。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為依照本發明之第一實施例之空白光罩剖面說明圖;

第 2 圖為依照本發明之第二實施例之空白光罩剖面說明圖;

第 3 圖為依照本發明之第三實施例之空白光罩剖面說明圖;

第 4 圖為依照範例 1 利用一空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明光阻薄膜 5 形成於空白光罩 10 上之狀態；

第 5 圖為依照範例 1 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明形成光阻圖案 51 之狀態；

第 6 圖為依照範例 1 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明使用光阻圖案 51 作為光罩而形成氮化鉻系薄膜圖案 41 之狀態；

第 7 圖為依照範例 1 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明使用氮化鉻系薄膜圖案 41 作為光罩而形成遮罩層圖案 31 之狀態；

第 8 圖為依照範例 1 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明使用遮罩層圖案 31 作為光罩而形成遮光膜圖案 21 之狀態；

第 9 圖為依照範例 1 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明移除遮罩層圖案 31 以獲得具有形成於一透明基板 1 上之遮光膜圖案 21 的光罩之狀態；

第 10 圖為依照範例 7 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明遮光膜圖案 21 及遮罩層圖案 31 形成於半穿透式相移層薄膜 6 上之狀態；

第 11 圖為依照範例 7 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明使用包含遮罩層圖案 31 及遮光膜圖案 21 之疊層薄膜作為光罩，藉由乾蝕刻而形成相移薄膜圖案 61 之狀態；

第 12 圖為依照範例 7 利用空白光罩之製造光罩的製程說明圖，其說明藉由移除不必要的遮光膜圖案 21 而獲得光

罩(相移光罩)之狀態；

第 13 圖為 FC 量測量方法之說明圖；

第 14 圖為在光阻下之每一種薄膜類型所得到之對應第 13 圖中的各個測量點而於圖案 1 及圖案 2 之線寬測量值間的差異 (ΔCD) 曲線圖；

第 15 圖為相對於寫入區域比率改變 ΔCD 之等級而得到之曲線圖，亦即，取得光阻下之每一種薄膜類型之 FC 量；

第 16 圖為顯示範例 1 與 2 及比較範例之 FC 量之曲線圖。

【主要元件符號說明】

1	透明基板
2	遮光膜
3	遮罩層
4	氮化鉻系薄膜
5	光阻薄膜
6	半穿透式相移層薄膜
10	空白光罩
21	遮光膜圖案
31	遮罩層圖案
41	氮化鉻系薄膜圖案
51	光阻圖案
100	光罩

第 097135021 號「空白光罩及光罩製造方法」專利案

十、申請專利範圍：

1. 一種空白光罩，其係於一透明基板上形成有以鉻為主成分的材料之遮光膜，用於利用使用一電子束微影用光阻之微影技術，以於該遮光膜上形成一轉印圖案而獲得一光罩，該空白光罩具備：

一遮罩層，其係爲了在進行於該遮光膜上形成該轉移圖案之蝕刻處理時，發揮作爲一蝕刻遮罩之功能而形成於該遮光膜上，並由含矽之材料製成；以及

一氮化鉻系薄膜，其係形成於該遮罩層上並至少含有鉻及氮；

該氮化鉻系薄膜之膜厚係設定成，具有對形成於該氮化鉻系薄膜上之電子線微影用光阻膜進行電子束微影時抑制 FC(Fogging effect Correction；霧化效應修正)修正量增大之效果，並在該遮光膜之圖案化時連該氮化鉻系薄膜亦予以除去。

2. 如申請專利範圍第 1 項之空白光罩，其中該氮化鉻系薄膜具有 5nm 到 30nm 的厚度。

3. 如申請專利範圍第 1 項之空白光罩，其中該遮罩層係含有矽、氧及氮之材料或含有鋁、矽、及氧及/或氮之材料中的任一者。

4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項之空白光罩，其中更包含一相移薄膜，其形成於該透明基板與該遮光膜之

- 間。
- 5.如申請專利範圍第1至3項中任一項之空白光罩，其中更包含一電子束微影用光阻薄膜，其形成於該氮化鉻系薄膜上。
 - 6.如申請專利範圍第5項之空白光罩，其中該電子束微影用光阻薄膜具有50nm到400nm的厚度。
 - 7.如申請專利範圍第1至3項中任一項之空白光罩，其中該遮光膜在上層部具有防反射層，在當作該光罩時，藉由除去該遮罩層及氮化鉻系薄膜，具有防反射功能。
 - 8.如申請專利範圍第1至3項中任一項之空白光罩，其中該氮化鉻系薄膜係由以包含氟氣之乾蝕刻氣體而予以蝕刻之材料所構成，該遮罩層係由以包含氟氣之乾蝕刻氣體而予以蝕刻材料所構成。
 - 9.如申請專利範圍第1至3項中任一項之空白光罩，其中該遮光膜係由以包含氟氣之乾蝕刻氣體而予以蝕刻之材料所構成。
 - 10.如申請專利範圍第1至3項中任一項之空白光罩，其中該遮罩層之膜厚係5~30nm。
 - 11.如申請專利範圍第6項之空白光罩，其中該電子線微影用光阻膜之膜厚係200nm以下。
 - 12.如申請專利範圍第5項之空白光罩，其中該電子線微影用光阻膜係聚羥基苯乙烯系之化學增幅型光阻。

13. 一種光罩製造方法，

準備一空白光罩，其係具備：一遮光膜，其係形成於一透明基板上，並由以鉻為主成份之材料製成；一遮罩層，其係爲了在進行於該遮光膜上形成一轉印圖案之蝕刻處理時，發揮作爲一蝕刻遮罩之功能而形成於該遮光膜上，並由含矽之材料製成；一氮化鉻系薄膜，其係形成於該遮罩層上並至少含有鉻及氮；以及一電子束微影用光阻薄膜，其係形成於該氮化鉻系薄膜上；該光罩製造方法具有：

對該電子束微影用光阻薄膜進行一期望的圖案之微影及顯影處理，以形成一光阻圖案之步驟；

使用該光阻圖案作爲蝕刻遮罩，乾蝕刻該氮化鉻系薄膜，以形成一氮化鉻系薄膜圖案之步驟；

使用該氮化鉻系薄膜圖案作爲蝕刻遮罩，乾蝕刻該遮罩層，以形成一遮罩層圖案之步驟；以及

使用該遮罩層圖案作爲蝕刻遮罩，乾蝕刻該遮光膜，以形成一遮光膜圖案，且在該遮光膜之圖案化時亦將該氮化鉻系薄膜除去之步驟。

14. 如申請專利範圍第 13 項之光罩製造方法，其中該氮化鉻系薄膜具有 5nm 到 30nm 的厚度。

15. 如申請專利範圍第 13 或 14 項之光罩製造方法，其中進一步具備除去該遮罩層圖案之步驟。

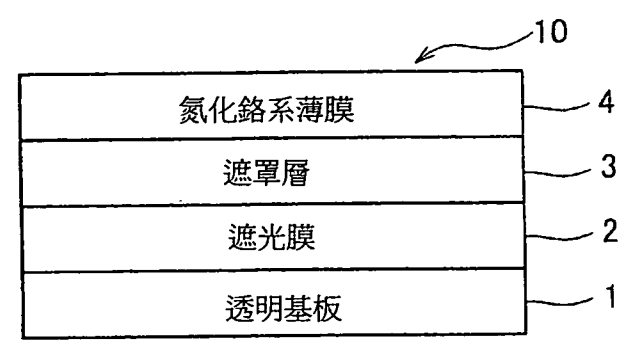
16. 如申請專利範圍第 13 或 14 項之光罩製造方法，其中

該氮化鉻系薄膜係以包含氟氣之乾蝕刻氣體而予以蝕刻，

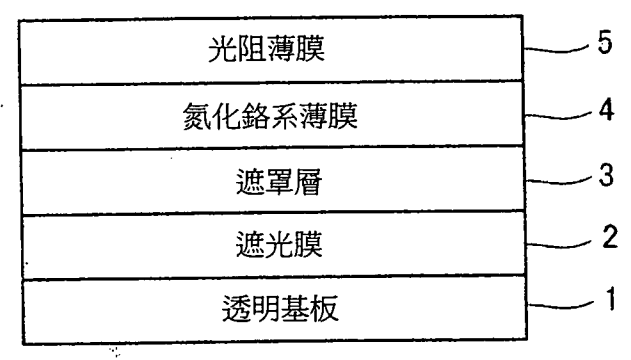
該遮罩層係以包含氟氣之乾蝕刻氣體而予以蝕刻，

該遮光膜係以包含氟氣之乾蝕刻氣體而予以蝕刻。

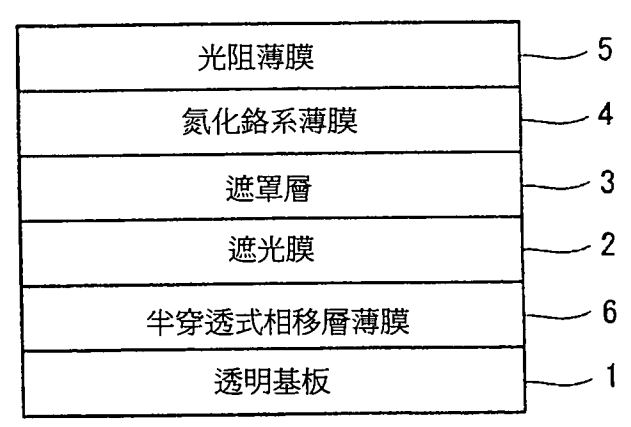
十一、圖式：



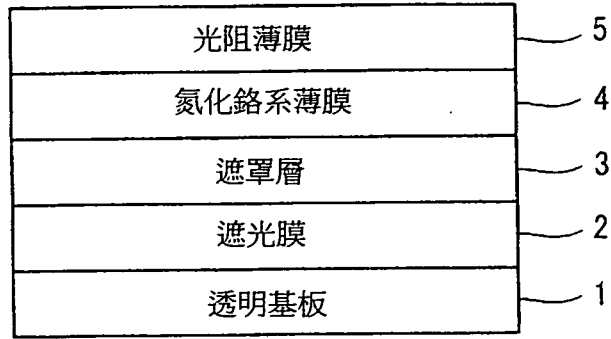
第 1 圖



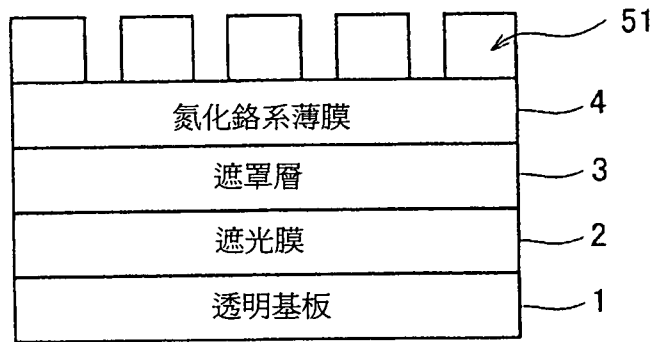
第 2 圖



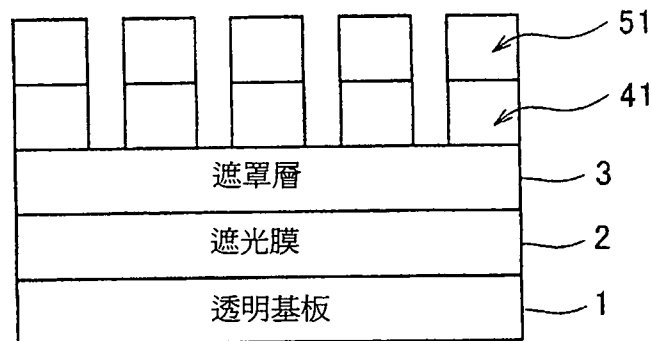
第 3 圖



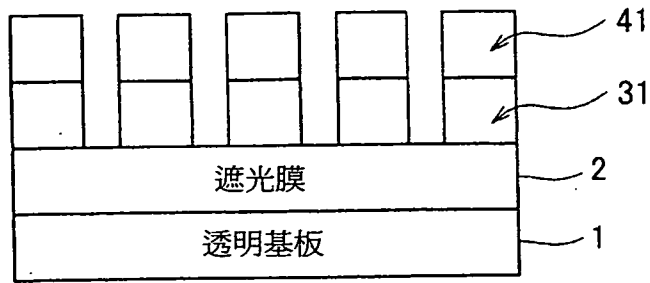
第 4 圖



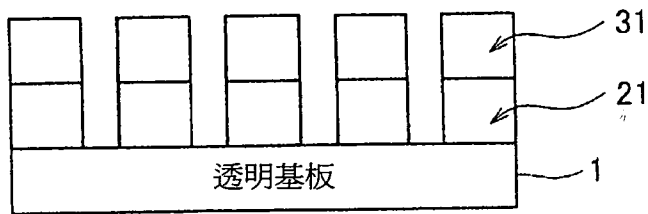
第 5 圖



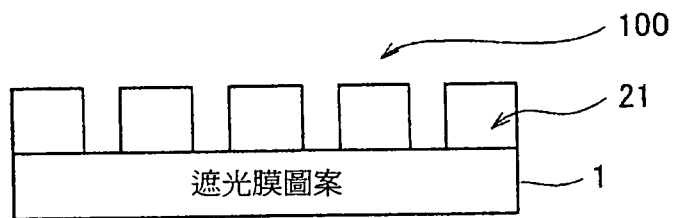
第 6 圖



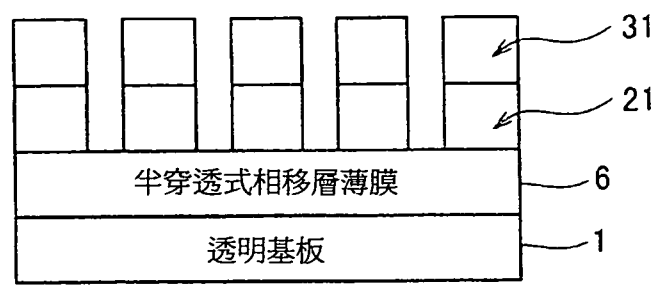
第 7 圖



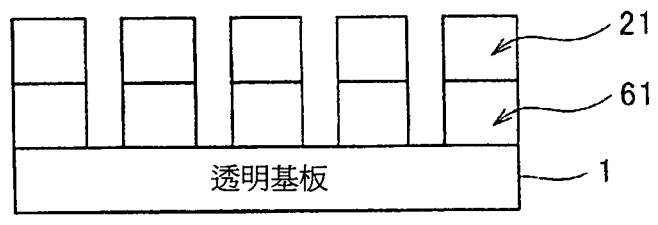
第 8 圖



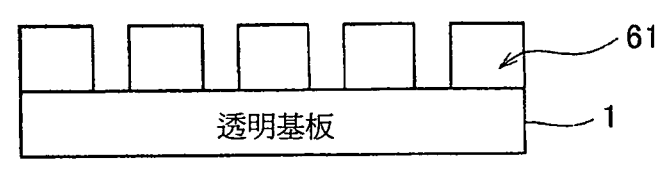
第 9 圖



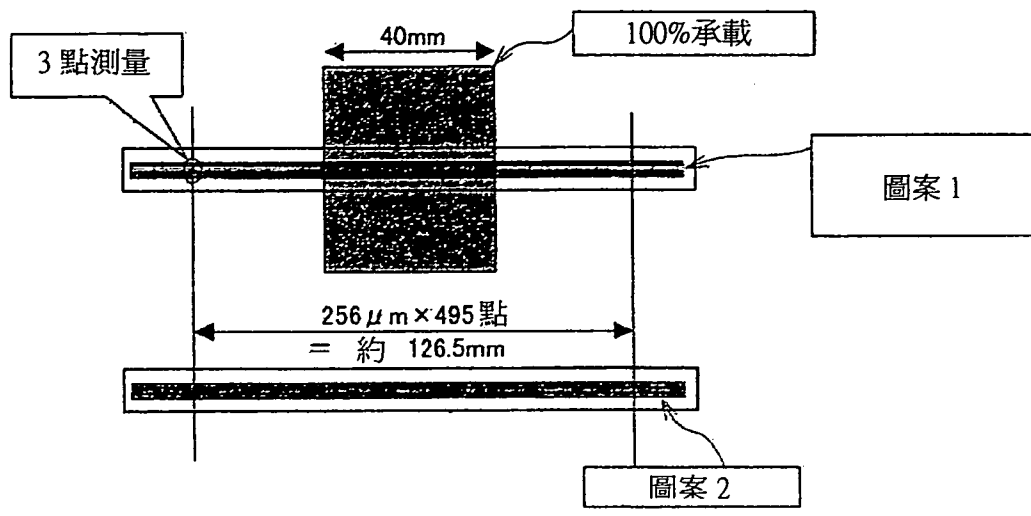
第 10 圖



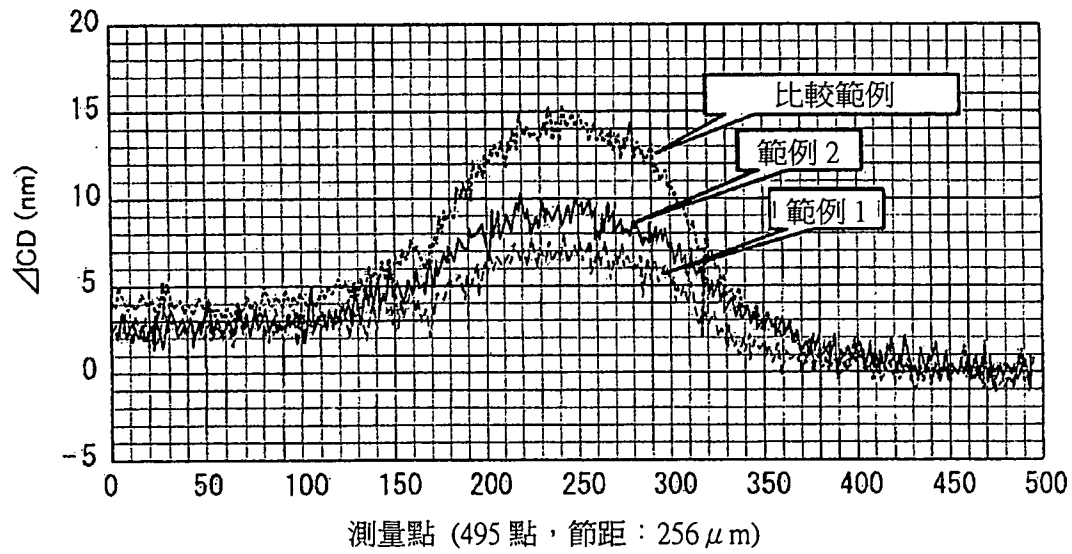
第 11 圖



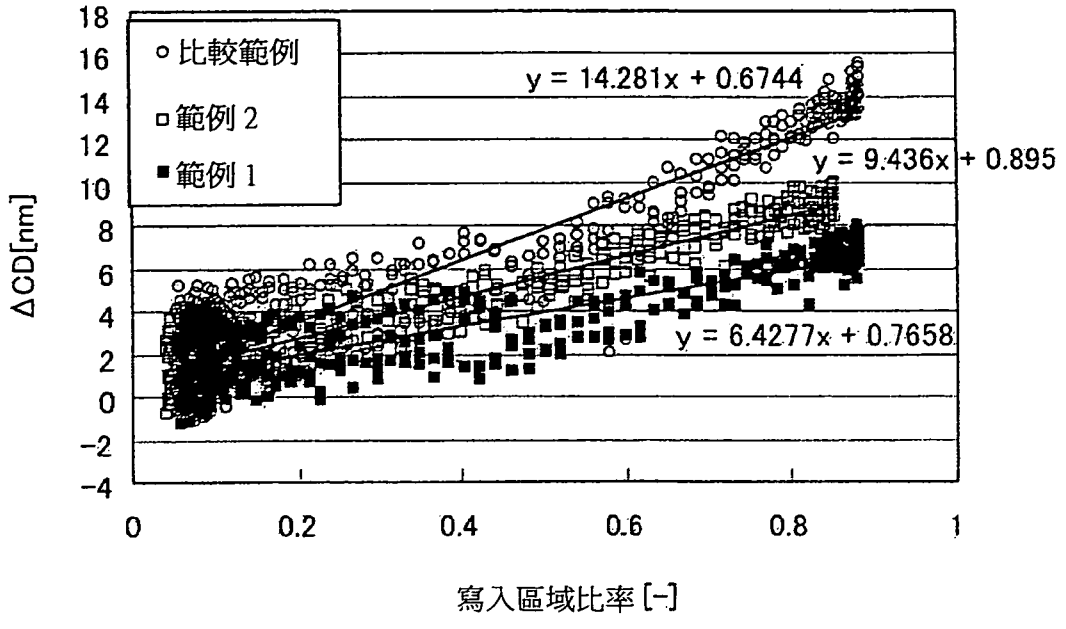
第 12 圖



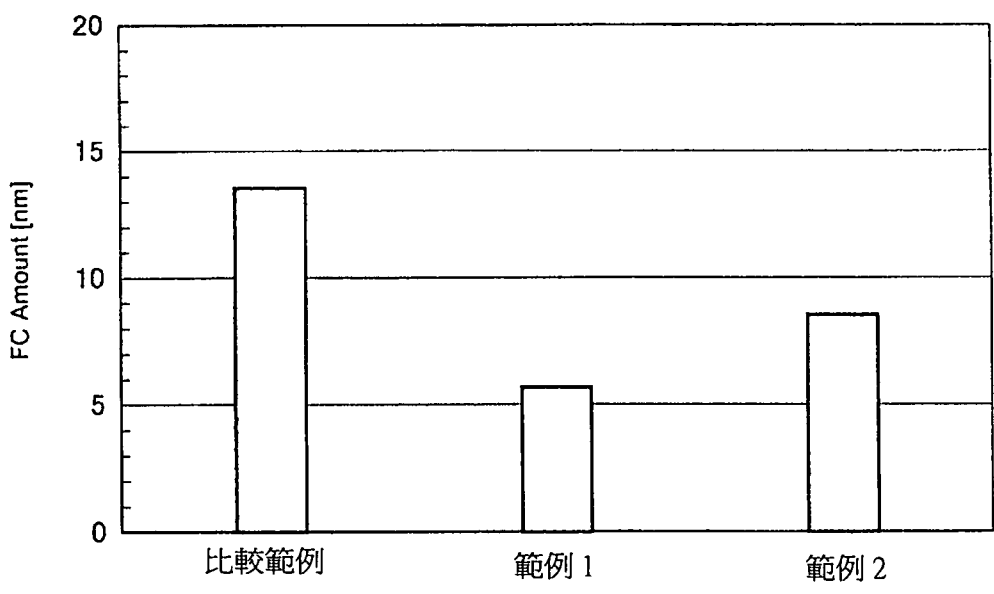
第 13 圖



第 14 圖



第 15 圖



第 16 圖