

公告本

## 發明專利說明書

19年8月8日修正替換頁

(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：95135334

※申請日期：95.9.25

※IPC 分類：

H01L 21/027  
G03F 7/20

## 一、發明名稱：(中文/英文)

半導體裝置之製造方法/METHOD OF FABRICATING SEMICONDUCTOR  
DEVICE

## 二、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

瑞薩電子股份有限公司/RENESAS ELECTRONICS CORPORATION

代表人：(中文/英文) 赤尾泰/AKAO, YASUSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國神奈川縣川崎市中原區下沼部 1753 番地

國籍：(中文/英文) 日本/JAPAN

## 三、發明人：(共1人)

姓名：(中文/英文)

石橋健夫/TAKEO ISHIBASHI

國籍：(中文/英文)

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：

1. 日本、2005/09/29、2005-285012

2. 日本、2006/09/13、2006-247496

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：

在基板(1)的主表面上形成絕緣膜(7)。在絕緣膜(7)上形成導電膜(8)，並在該導電膜(8)上形成下層光阻膜(9)、中間層(10)、抗反射膜(11)及上層光阻膜。利用檢出此上層光阻膜的高度，檢出曝光時的焦點位置。在檢出曝光時的焦點位置時，以焦點檢出光照射上層光阻膜。在檢出焦點位置之後，將上層光阻膜曝光、顯影，以形成光阻圖案(12a)。以光阻圖案(12a)做為罩幕，圖案化中間層(10)及抗反射膜(11)，並使下層光阻膜(9)顯影。以這些圖案做為罩幕，蝕刻導電膜(8)，以形成閘極電極。

## 六、英文發明摘要：

An insulating film is formed on a main surface of a substrate. A conductive film is formed on the insulating film. A lower layer resist film, an intermediate layer, an anti-reflection film and an upper layer resist film are formed on the conductive film. A focal point at a time of exposure is detected by detecting a height of the upper layer resist film. In detecting the focal point at the time of exposure, a focal point detection light is radiated on the upper layer resist film. After detecting the focal point, the upper layer resist film is exposed and developed thereby to form a resist pattern. With the resist pattern as a mask, the intermediate layer and the anti-reflection film are patterned, and the lower layer resist film is developed. With these patterns as a mask, the conductive film is etched thereby to form a gate electrode.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(30)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1：基板

7：絕緣膜

8：導電膜

9：下層光阻膜

10：中間層

11：抗反射膜

12a：光阻圖案

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種半導體裝置之製造方法，且更特別地係有關於一種利用高精度地檢出曝光時的焦點位置以形成高精度的圖案的半導體裝置之製造方法。

### 【先前技術】

在傳統的曝光裝置中，進行曝光時的焦點位置檢出時，將光廣角地導引至做為被測定對象的基板的表面，以提高在基板最表面處的反射率。由光檢出器檢出來自基板的反射光，並測定該反射光的位置以檢出曝光時的焦點位置。

以此方式，近年來，所謂濕浸式曝光(Liquid Immersion Lithography)的新曝光技術受到注意，此濕浸式曝光係在步進機的投影透鏡及晶圓間充滿液體的狀態下進行曝光的技術。

在濕浸式曝光的情況中，由於在光阻上存在液體，利用與上述情況同樣的手法，難以即時進行曝光時的焦點位置檢出。因此，提出一種方法，在其他的晶圓載物台上，檢出在空氣中的檢出光的焦點位置，並使用此資料。

再者，使用傳統的曝光裝置之曝光方法係被記載於特開平 09-036017 號公報、W000/58761 號公報、特開 2004-207709 號公報、特開 2005-099648 號公報等。

通常使用非偏光的光做為在曝光時檢出焦點位置時被

照射至基板表面的檢出光。該檢出光雖然係廣角地被照射至基板表面以如上述提高在基板最表面的檢出光的反射率，該檢出光的部分入射至被形成在基板上的膜中，且在各薄膜內多重反射而干涉。結果，上述檢出光變成具有包含從基板最表面的下方之反射的寬廣的高度(檢出位置)及寬度之反射光。因此，一方面檢出比基板最表面低的位置，另一方面由於在基礎的薄膜內之多重反射的影響，使檢出光周期地變動，而產生檢出誤差。此問題在濕浸式曝光中有顯著化的傾向，而在一般的空氣中的曝光也有同樣的問題。

如上述，曝光時的焦點位置之檢出誤差的問題被認為在濕浸式曝光中顯著化，下面說明此問題在濕浸式曝光中顯著化的理由。

在濕浸式曝光的情況中，由於曝光時在光阻上存在液體，用以檢出焦點位置的檢出光通過液體中。並且，由於光入射至液體時的折射率比光入射至空氣中時的折射率大，在濕浸式曝光時的光阻表面的檢出光的反射率變得比通常的曝光時低。

在此，說明複數媒體間的折射率的差與在媒體間的界面處之反射率的關係。

從第 1 媒體向第 2 媒體以角度  $\theta$  入射的光之單一界面的振幅反射率，根據菲涅耳公式，例如對於 s 偏光、p 偏光，分別被給與如下面的方程式(1)、(2)。下面的方程式(1)、(2)中， $n_1$ 、 $n_2$  分別係第 1 及第 2 媒體的折射率。光強度

反射率係被表示為此振幅反射率的平方。

$$\text{s偏光} \quad r_s = \frac{n_1 \cos \theta_1 - n_2 \cos \theta_2}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_2} \dots (1)$$

$$\text{p偏光} \quad r_p = \frac{n_1 / \cos \theta_1 - n_2 / \cos \theta_2}{n_1 / \cos \theta_1 + n_2 / \cos \theta_2} = \frac{n_1 \cos \theta_2 - n_2 \cos \theta_1}{n_1 \cos \theta_2 + n_2 \cos \theta_1} \dots (2)$$

從上述方程式(1)、(2)，可知第 1 媒體的折射率(n1)及第 2 媒體的折射率(n2)的差越大，單一界面的反射率變得越高。因此，如同濕浸式曝光，在對於液體構成之曝光媒體的折射率與對於光阻的折射率的差變小時，基板最表面(例如曝光媒體與光阻的界面)之反射率難以變大。結果，在檢出焦點位置時，滲透進入光阻內部的檢出光變多，該檢出光在內部的反射面經多重反射而干涉，焦點位置的檢出精度變得比通常的曝光更容易劣化。

如上所述，經由曝光時的焦點位置的檢出精度降低，產生曝光精度降低，而對高精度圖案的形成造成障礙的問題。

### 【發明內容】

為了解決這些問題，本發明之目的在於提供一種半導體裝置之製造方法，其可進行高精度圖案的形成。

本發明的半導體裝置之製造方法係包括下列各步驟。在基板的主表面上形成包含絕緣膜或及導電膜等的被加工膜的第 1 膜。在該第 1 膜上形成包含感光性材料的第 2 膜。以焦點檢出光照射該第 2 膜，使用從該焦點檢出光取出之特定的偏光，檢出曝光時的焦點位置。曝光第 2 膜。圖案

化第 2 膜。以被圖案化的第 2 膜做為罩幕，圖案化第 1 膜。再者，上述第 1 膜可以單數或複數個膜構成。可在基板上直接形成，也可經由數個膜而形成。上述第 2 膜也可以單數或複數個膜構成。該第 2 膜也可包含單數或複數感光性材料的膜。又，在上述第 2 膜上，也可形成折射率比第 2 膜高的第 3 膜。在此情況中，可在第 3 膜上照射焦點檢出光以檢出曝光時的焦點位置。

根據本發明，由於在包含感光性材料的第 2 膜上照射焦點檢出光，使用從該焦點檢出光取出之特定的偏光，可將諸如第 2 膜之上部界面及下部界面之特定界面以外的界面之反射率抑制得較低，並且可確保特定界面的反射率。藉此，可抑制來自特定的界面以外的界面之反射光的影響，並可提升曝光時之焦點位置的檢出精度。結果，可提升曝光精度，而可形成高精度圖案。

本發明之上述及其他目的、特徵及優點，結合附圖，經由本發明之下面的詳細說明，變得更加明瞭。

### 【實施方式】

以下，使用圖 1~圖 35 說明本發明之實施例。

(實施例 1)

圖 1A 係繪示本發明之實施例 1 的濕浸式曝光裝置 20 之概略構成的圖式。本實施例 1 的濕浸式曝光裝置 20 可為步進掃描方式的曝光裝置，也可為採用步進重複方式或其他曝光方式的曝光裝置。



如本實施例 1，透過採用濕浸式曝光裝置 20，可對應於例如 45nm 以下的設計規則的半導體裝置的製造，並可形成例如約 130nm 以下的光阻圖案。再者，在本實施例 1 中，雖然係說明有關使本發明適用於濕浸式曝光裝置的情況，本發明也可適用於濕浸式曝光裝置以外的曝光裝置。

如圖 1A 所示，本實施例 1 的濕浸式曝光裝置 20 包括：照明光學系統 22，包含射出曝光的光之曝光用光源(第 1 光源)23；光罩 37；投影光學系統 24，將曝光的光導引至基板(典型地如矽基板等的半導體基板)1；浸液供應部，供給浸液；載物台 21，載置基板 1；檢出光光源(第 2 光源)29，射出用以檢出焦點位置的檢出光；偏光器 30，可以從該檢出光光源 29 射出的檢出光做為特定的偏光；及光檢出器 32，檢出在將透過該偏光器 30 成為特定的偏光之檢出光照射至基板 1 時的反射光。

在圖 1B 中，繪示在光檢出器 32 之前包括偏光器 30 的結構，以在從檢出光光源 29 射出的檢出光從基板 1 反射之後僅檢出反射光中的特定的偏光。

如圖 1A 所示，可在檢出光光源 29 及基板 1 之間設置偏光器 30，以在照射基板前從檢出光取出特定的偏光並照射基板，如圖 1B 所示，可在基板 1 及光檢出器 32 之間設置偏光器 30，在照射基板前的階段使檢出光做為非偏光(自然光)，在檢出光從基板反射之後，從該反射光僅取出特定的偏光。每一個的高度(檢出位置)及寬度可更加窄化。

在以下的說明中，詳細說明有關圖 1A 的結構，亦即從

檢出光光源(第 2 光源)的檢出光射出後，在檢出光從基板反射前取代特定的偏光，將該偏光照射至基板 1 的情況。除了偏光器 30 的耐光性、受光面積等細節之外，有關物理原理，對於圖 1B 的結構係與圖 1A 的結構相同。

在偏光器 30 被設置在照射基板的光之光學路徑，並將特定的偏光照射基板 1 的情況中(圖 1A 的例子)，因為偏光器 30 接受檢出光的初期照度，故要求其具有耐光性，同時因為照射光束直徑本身具有設計值，受光面積狹窄。相對於此，在使基板照射光為非偏光(自然光)，僅取出該基板照射光之反射光的特定的偏光的情況中(圖 1B 的例子)，偏光器 30 接受的光變成從基板 1 反射的光，且照度降低。因此，雖然有利於耐光性，因為反射光的光束寬度變寬，而有必要取得較大的受光面積。

在此所謂的耐光性係指對於光的能量及熱造成在偏光器內部產生缺陷，及透過空氣中的硫酸銨( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ )等的污染附著在偏光器上而降低偏光器的透過率等之偏光器的劣化的耐性。

做為曝光用光源 23，可使用例如波長約 193nm 的 ArF 準分子雷射、波長約 248nm 的 KrF 準分子雷射、波長約 157nm 的 F2 準分子雷射等的脈衝雷射。

照明光學系統 22 係將來自曝光用光源 23 的光導引至光罩 37 的光學系統。在本實施例中，此照明光學系統 22 係包含：包括複數圓柱透鏡的擴束器等光束成形系統，包含變焦透鏡系統的集光光學系統，包含偏光元件的偏光控

制裝置，包含曲面鏡等的各種鏡子、蠅眼透鏡等的光學積分器，規定在光罩 37 上的照明區域之孔徑光闌、集光透鏡、成像透鏡等的各種光學元件。

在光罩 37 上，形成將被轉寫至做為塗佈於基板 1 上的感光性材料膜之光阻膜 2 的圖案。該光罩 37 係以經由光罩夾持器(未圖示)被保持在光罩載物台(未圖示)上的狀態被驅動。從光罩 37 被發出的光經由投影光學系統 24 被投影至基板 1 上的光阻膜 2 上。

投影光學系統 24 具有使透過光罩 37 的繞射光在光阻膜 2 上被成像的功能。做為該投影光學系統 24，可使用包括例如包含透鏡 24a 的複數透鏡元件、凹面鏡、包含繞射光學元件等的光學系統。

浸液供給部係具有供給水等的浸液 27 的浸液供給源(未圖示)，從浸液 27 除去氣體的脫氣裝置 25，被設置以達到投影光學系統 24 下方以將浸液 27 供給到光阻膜 2 上的供給噴嘴 26，及從投影光學系統 24 延伸至外部以排出浸液 27 的排出管 28。

載物台 21 係透過未圖示的驅動機構以保持基板 1 的狀態被驅動，使基板 1 被移動至期望的位置。做為檢出光光源 29，可採用可射出非偏光的光之光源。例如，可使用發光二極體等的固體光源。又，可使用複數發光二極體以射出具有 2 種以上的波長之檢出光。

做為從檢出光光源 29 射出的檢出光，最好採用光阻不感光的範圍之曝光波長的光。又，因為在光阻表面被選擇

地反射，最好盡可能廣角地(例如 80 度~88 度)照射檢出光。上述檢出光，可為單一波長的光，為了降低干涉性也可考慮使用至少不使光阻感光範圍之 2 波長以上的光做為檢出光。做為檢出光光源 29，除了上述發光二極體外，可使用燈、半導體雷射等。

從檢出光光源 29 射出的檢出光通過偏光器 30 成為想要的偏光。具體而言，透過偏光器 30，可使上述檢出光的偏光成分變成 s 偏光、p 偏光、包含 s 偏光及 p 偏光的 45 度的直線偏光。

在此，說明有關偏光形成方法。對於偏光形成方法，其係利用光學異向性結晶的雙折射的方法，或是根據斜向入射光的偏光方向依存性使用布魯司特角(Brewster angle)的方法等。做為簡便地形成偏光的方法係使用偏光器。

做為偏光器，可使用例如圖 2 所示的構造之偏光器 30。如圖 2 所示，偏光器 30 係具有以配向性的碘、染料等染色之偏光元件 300，及做為將其從兩側支持的支持體之保護層 301。在圖 2 的例子中，偏光器 30 係以 3 層構造的薄膜構成，也可考慮採用 2 層以下 4 層以上的構造之構件。由於配向性的碘、染料具有光學異向性，垂直於碘、染料的配列方向之入射光以外的光在偏光元件 300 被吸收。反射，而不透過偏光元件 300。因此，透過適當地設定偏光元件 300 中之碘、染料的配列方向，可使非偏光被照射至偏光器 30 時的透過光成為 s 偏光、p 偏光、包含 s 偏光及

p 偏光的 45 度的直線偏光。

如圖 1 所示，本實施例的曝光裝置 20 包括可旋轉驅動偏光器 30 的驅動裝置 31。做為該驅動裝置 31，可使用包括可保持偏光器 30 的保持機構，旋轉驅動該保持機構的旋轉機構，及做為動力源的馬達的裝置。可採用已知者做為上述保持機構、旋轉機構及馬達。上述驅動裝置 31 係最好是可圍繞從檢出光光源 29 射出的檢出光的光軸旋轉驅動偏光器 30。

透過偏光器 30 的光之偏光狀態，由於依存於偏光器 30 的方向，經由使用上述之驅動裝置 31 旋轉偏光器 30，可自由地得到 s 偏光、p 偏光、45 度的直線偏光。在從基板反射後的檢出光中取出偏光的情況中，將偏光器 30 設置在光檢出器 32 之前，僅將特定的偏光成分導入至光檢出器 32。如圖 1B 所示，雖然對於 s 偏光與 p 偏光之反射位置變動，利用偏光器 30 僅檢出必要的偏光，並檢出最靠近光阻表面的位置。在圖 1B 的例子中，僅選擇 S 偏光。再者，做為檢出光，雖然可使用自然光或 45 度的直線偏光，但為了防止光強度降低，最好使用非偏光的自然光。

光檢出器 32 係接受被照射至基板 1 並反射之檢出光的反射光的元件，且包含 CCD(Charged-Coupled Device) 等的受光元件及各種透鏡等的光學元件。又，也可設置驅動光檢出器 32 並與載物台 21 連動而被移動的驅動裝置(未圖示)。

曝光裝置 20 包括演算處理部 33，與上述光檢出器 32

接續，使用檢出光的反射光之振幅及相位差、以及被形成在基板 1 上的膜之光學常數，以算出焦點位置。該演算處理部 33 典型上係具有儲存被形成在基板 1 上的膜之光學常數等的各種資訊的記憶裝置(未圖示)。

再者，雖然未在圖 1 中顯示，可考慮在檢出光光源 29 與偏光器 30 之間、偏光器 30 與基板 1 之間、基板 1 與光檢出器 32 之間的至少一個位置上，設置將檢出光或其反射光導向期望方向的各種光學系統。更詳細來說，可考慮在檢出光光源 29 與偏光器 30 之間、偏光器 30 與基板 1 之間的至少一個位置上設置投影光學系統，並在基板 1 與光檢出器 32 之間設置受光光學系統。

其次，使用圖 28~圖 35 說明有關包含使用具有上述結構的曝光裝置 20 的曝光步驟之半導體裝置的製造方法。在以下的說明中，說明被包含於半導體裝置中之 n 通道 MOS(Metal Oxide Semiconductor)電晶體部分的製造方法。

在基板(例如 p 型矽基板)1 的主表面上，導入預定的不純物以形成井，並形成元件隔離結構以界定元件形成區域。在採用 STI(Shallow Trench Isolation)做為元件隔離結構的情況中，蝕刻基板的主表面以形成溝槽，在該溝槽內埋入氧化矽膜等的絕緣膜。又，在 MOS 電晶體的形成區域中，以例如 30~60KeV 的注入能量、 $2 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$  以下的摻雜量，離子注入用以調整 MOS 電晶體的臨界值電壓的硼。

其次，如圖 28 所示，在基板 1 的主表面上，使用熱氧化法及 CVD(Chemical Vapor Deposition)法等，形成絕緣

膜 7。做為該絕緣膜 7，可為例如高介電體薄膜的氧化矽膜、HfO 系的絕緣膜(氧化鈣)、HfN 系的絕緣膜(氮化鈣)、HfON 系的絕緣膜、二氧化鋯系的絕緣膜等。然後，在絕緣膜 7 上，使用濺鍍法或 CVD 法，形成以摻雜的多晶矽、鎢、鎳、矽化鎳、氮化鈦、或氮化矽鉭等的低電阻的導電材料構成的導電膜 8。

其次，如圖 29 所示，在導電膜 8 上，在形成 3 層光阻製程之下層光阻層 9、氧化矽膜系的中間層 10 之後，塗佈對焦點檢出光(450nm~850nm)具有吸收性之 BARC(底部抗反射鍍膜)等的抗反射膜 11，並在其上塗佈上層光阻膜 12。此時，做為構成中間層 10 的氧化矽膜系材料，可採用以矽氧烷(silsesquioxane)做為主骨架，而在旁鏈上具有吸收體及交聯部分者。又，中間層 10 本身可被用以做為對焦點檢出光具有吸收性的抗反射膜。

其次，利用檢出上層光阻膜 12 的高度以檢知焦點位置。在檢知焦點位置時，一方面將塗佈上述各光阻膜的基板 1 配置在圖 1 所示的載物台 21 上，另一方面將形成將被轉寫的預定圖案之光罩 37 設置在曝光裝置 20 的光罩夾持器上。在此狀態中，將從檢出光光源 29 射出且通過偏光器 30 的檢出光照射至上層光阻膜 12，且在上層光阻膜 12 的表面被反射，並以光檢出器 32 檢出該檢出光的反射光。藉此，可檢知上層光阻膜 12 的表面的高度。由此上層光阻膜 12 的表面高度的檢知結果，可即時得到曝光時的焦點位置。

在此，詳細說明曝光時的焦點位置的檢知方法。如上

所述，通過偏光器 30 的檢出光被照射至上層光阻膜 12，此檢出光實質上係僅以偏光成分構成。更具體而言，在上層光阻膜 12 上係照射 s 偏光、p 偏光、及以 1:1 包含 s 偏光及 p 偏光的 45 度之直線偏光的任一種。透過如此在上層光阻膜 12 上照射偏光成分，可選擇地捕捉上層光阻膜 12 的上部界面或下部界面，即使在上層光阻膜 12 的厚度、上層光阻膜 12 的基礎構造的結構改變的情況中，可有效地抑制焦點測定位置的變動。

以下，使用圖 5~圖 18 說明其理由。圖 5 係繪示本發明人確認上述效果時選擇的膜構造的例子之剖面圖。

如圖 5 所示，上述膜構造係具有被形成在基板 1 的主表面上之 200nm 的氧化矽膜 3、被形成在該氧化矽膜 3 上之 78nm 的抗反射膜 4、被形成在該抗反射膜 4 上之 180nm 的光阻膜 2。

圖 6 中係繪示利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在水/光阻界面的反射率之入射依存性。如圖 6 所示，在所有的入射角中，s 偏光的反射率比非偏光及 p 偏光的反射率高。據此，在使用非偏光的情況中，預料其 p 偏光成分會侵入光阻內部，並在內部的反射面上反射，而降低焦點檢出精度。對此，利用僅使用 s 偏光，可減低侵入光阻內部的光，預料會傾向減小焦點檢出精度降低的程度。不過，在做為實際的檢出光的入射角之選擇的角度(85 度~87 度)範圍中，並未見到在 s 偏光、非偏光、p 偏光間反射率有太大的差別。



因此，檢討侵入光阻膜 2 的下層之光在各界面上的反射率，並說明其結果。

圖 7~圖 9 中係繪示利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在光阻/抗反射膜界面的反射率之入射依存性、在抗反射膜/氧化矽膜界面的反射率之入射依存性、及在氧化矽膜/基板界面的反射率之入射依存性。

如圖 7~圖 9 所示，可知在任一界面中，s 偏光的反射率均成為最高。亦即，可知經由使用 s 偏光，來自上層之透過光在各界面上的反射率變高。又，在非偏光的情況中，與 p 偏光相比，來自上層之透過光在各界面上的反射率也變高。

對此，在 p 偏光的情況中，即使在任何界面中，反射率均為最低，特別當觀察基板 1 與氧化矽膜 3 的界面之 p 偏光的反射率時，如圖 9 所示，可知 p 偏光的反射率極低，接近沒有反射的狀態。

如上所述，有鑑於在光阻表面的反射率的值本身，在 s 偏光的情況中最高，相對於在 s 偏光的情況中下層界面的反射率也變高，在 p 偏光的情況中，在光阻表面的反射率的值本身比 s 偏光低，下層界面的反射率也變得最低，經由使用 p 偏光做為檢出光，可最高精度地捕捉光阻表面。

因此，本發明人進行下面的計算以確認上述內容，並說明其結果。具體而言，在圖 5 所示的膜構造中，改變光阻膜 2 的厚度及氧化矽膜 3 的厚度，同時考慮下層的薄膜造成的光之干涉，以入射角 86 度計算在光阻膜 2 的表面之

反射率。將其計算結果表示於圖 10~圖 12。再者，在本說明書中，在薄膜中多重反射時的反射率係被計算以做為利用將在各界面的反射。透過的級數無限大地展開時之級數的收斂值得到者。

圖 10 中係繪示考慮下層的干涉的情況中之濕浸式曝光時之 s 偏光在光阻表面的反射率，圖 11 中係繪示考慮下層的干涉的情況中之濕浸式曝光時之 p 偏光在光阻表面的反射率，而圖 12 中係繪示考慮下層的干涉的情況中之濕浸式曝光時之非偏光在光阻表面的反射率。

如圖 10~12 所示，可知在 s 偏光的情況中，對應於光阻膜 2 及下層的氧化矽膜 3 的厚度的變化，在光阻表面的反射率的變動最大。由此，在 s 偏光的情況中，最容易受到來自下層界面的反射光的影響。

對此，如圖 11 所示，可知在 p 偏光的情況中，在光阻膜 2 及下層的氧化矽膜 3 的厚度變化時，在光阻表面的反射率的變動最小。也就是，在 s 偏光的情況中，最難以受到來自下層界面的反射光的影響。

上述計算結果顯示於下面的表 1 中。

[表 1]

入射光	水/光阻界面 反射率 (Ideal)	界面反射率 的最大值 (Max)	界面反射率 的最小值 (Min)	最大值(Max) 與反射率 (Ideal)的差	最小值(Min) 與反射率 (Ideal)的差	最大值(Max) 與最小值 (Min)的差
s 偏光	0.536	0.935	0.095	0.399	-0.441	0.840
p 偏光	0.441	0.636	0.384	0.196	-0.056	0.250
非偏光	0.448	0.745	0.362	0.257	-0.127	0.384

由上述表 1 的結果，在採用圖 5 所示的膜結構，在利用水進行濕浸式曝光時將檢出光以入射角 86 度入射至光阻膜 2 的表面時，若考慮來自下層界面的反射光的影響，反射率的最大值與最小值的差以 p 偏光最小。亦即，對於高精度地捕捉光阻膜 2 的表面，使用 p 偏光最為有效。

其次，本發明人也檢討在光阻膜 2 的下層上形成包含多晶矽膜的膜構造的情況，並使用圖 13~圖 18 說明其結果。

如圖 13 所示，上述膜構造係具有被形成在基板 1 的主表面上之 200nm 的氧化矽膜 3、被形成在該氧化矽膜 3 上之 150nm 的的多晶矽膜 5、被形成在該多晶矽膜 5 上之 78nm 的抗反射膜 4、及被形成在該抗反射膜 4 上之 180nm 的光阻膜 2。

圖 14 中係繪示利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在抗反射膜/多晶矽膜界面的反射率之入射依存性，圖 15 中係繪示利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在多晶矽膜/氧化矽膜界面的反射率之入射依存性。

如圖 14 及圖 15 所示，可知在任一界面中，s 偏光的反射率比 p 偏光的反射率高。因此，在光阻膜 2 的下層形成多晶矽膜 5 的情況中，若使用 s 偏光做為檢出光，與 p 偏光相比，變得較易受到來自下層界面的反射光的影響。

在圖 13 所示的情況中，考慮基礎的薄膜之存在造成的光之干涉而以入射角 86 度計算在光阻膜 2 的表面之反射率，並將其結果顯示於圖 16~圖 18。

如圖 16~圖 18 所示，在光阻膜 2 的下層上形成多晶矽

膜 5 情況中，可知在 s 偏光的情況中，對應於光阻膜 2 及下層的氧化矽膜 3 的厚度的變化，在光阻表面的反射率的變動最大。因此，在 s 偏光的情況中，最容易受到來自下層界面的反射光的影響。

對此，如圖 17 所示，可知在 p 偏光的情況中，在光阻膜 2 及下層的氧化矽膜 3 的厚度變化時，在光阻表面的反射率的變動最小。也就是，即使在光阻膜 2 的下層上形成多晶矽膜 5 的情況中，經由使用 p 偏光，最難以受到來自下層界面的反射光的影響。

上述計算結果顯示於下面的表 2 中。

[表 2]

入射光	水/光阻界面 反射率 (Ideal)	界面反射率 的最大值 (Max)	界面反射率 的最小值 (Min)	最大值(Max) 與反射率 (Ideal)的差	最小值(Min) 與反射率 (Ideal)的差	最大值(Max) 與最小值 (Min)的差
s 偏光	0.536	0.970	0.002	0.434	-0.534	0.968
p 偏光	0.441	0.680	0.313	0.239	-0.128	0.367
非偏光	0.488	0.744	0.325	0.256	-0.163	0.419

由上述表 2 的結果，在採用圖 13 所示的膜結構，在利用水進行濕浸式曝光時將檢出光以入射角 86 度入射至光阻膜 2 的表面時，若考慮來自下層界面的反射光的影響，反射率的最大值與最小值的差以 p 偏光最小。亦即，對於高精度地捕捉光阻膜 2 的表面，使用 p 偏光最為有效。

再者，根據被形成在基板上的膜結構，可考慮使用 s 偏光、p 偏光、或以 1:1 包含 s 偏光及 p 偏光的 45 度的直線偏光。亦即，在本發明中，也可對應於光阻膜的基礎膜的結構，選擇適當的偏光。透過如此選擇適當的偏光，

在檢出光的入射角相同的情況中，與使用非偏光的光做為檢出光的情況相比，可穩定地以高精度捕捉光阻的上部界面及下部界面。藉此，可減低檢出光的入射角本身，也可提升曝光裝置的設計的自由度。

又，在光檢出器側僅根據光強度檢出檢出光的情況中，以 1:1 包含 s 偏光及 p 偏光的 45 度之直線偏光與非偏光被認為給與相同的結果。並且，在以抑制來自下層的反射的構造中，可有效地使用 s 偏光或非偏光。有鑑於此，對於圖 1 所示的曝光裝置 20 的驅動裝置 31，不僅給與圍繞檢出光的光軸旋轉驅動偏光器 30 的功能，也給與可旋轉偏光器 30 以從檢出光的光學路徑離開，或可移動偏光器 30 以從檢出光的光學路徑離開的功能，以可選擇非偏光。

使用上述的檢出光檢知焦點位置之後，將曝光的光從曝光用光源 23 射出至沿著光軸 34 的方向，並經由照明光學系統 22，照射至光罩 37。透過光罩 37 的光，經由投影光學系統及浸液 27，被照射至上層光阻膜 12。藉此，可使上層光阻膜 12 被感光，並可將被形成在光罩 37 上的圖案轉寫至上層光阻膜 12。其後，給與熱處理，並以鹼性顯影液 (2.38wt% 的四氫氧化銨 (tetra-ammonium hydroxide)) 實施顯影處理。結果，可在正確地控制焦點的狀態下曝光，如圖 30 所示，可高精度地形成具有期望形狀的光阻圖案 12a。

以此光阻圖案 12a 做為罩幕，如圖 31 所示，以  $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_8$ 、 $\text{CHF}_3$  等的烷基氟系氣體乾蝕刻抗反射膜 11 及中間層

10。藉此，形成抗反射膜圖案 11a 及中間層圖案 10a。再者，在形成具有抗反射功能的中間層 10 並省略抗反射膜 11 的情況中，可以同樣的氣體僅乾蝕刻中間層 10。然後，在同一蝕刻室內將氣體換成  $H_2/N_2$  系或  $O_2/N_2$  系等，將 3 層光阻的下層光阻膜 9 乾顯影，以形成下層光阻膜圖案 9a。

以如上述得到的各圖案做為蝕刻圖案，乾蝕刻導電膜 8，如圖 32 所示，形成閘極電極 8a。然後，剝離剩下的下層光阻膜圖案 9a。

其次，如圖 33 所示，以閘極電極 8a 做為罩幕，對閘極電極 8a 自動對準地在基板 1 上注入預定的 n 型不純物。例如，以 20~50keV 的注入能量、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  以上及  $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  以下的摻雜量離子注入砷(As)。藉此，可形成 n 型低濃度不純物區域 13a。

其後，透過 CVD 法等形成氧化矽膜等的絕緣膜，以覆蓋閘極電極 8a，並在該絕緣膜上實施異向性蝕刻處理。藉此，在閘極電極 8a 的側壁上形成側壁絕緣膜 14。此時，絕緣膜 7 也被蝕刻，以形成閘極絕緣膜 7a。

以上述側壁絕緣膜 14 與閘極電極 8a 做為罩幕，對側壁絕緣膜 14 與閘極電極 8a 自動對準地在基板 1 上注入預定的 n 型不純物。例如，以 30~50keV 的注入能量、 $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  以上及  $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$  以下的摻雜量離子注入砷(As)。藉此，可形成 n 型高濃度不純物區域 13b。

其次，如圖 34 所示，透過 CVD 法等，形成氧化矽膜系的層間絕緣膜 15 以覆蓋側壁絕緣膜 14 及閘極電極 8a。在

此層間絕緣膜 15 上塗佈抗反射膜 16。做為此抗反射膜 16，可使用與上述抗反射膜 11 同樣的材質。在此抗反射膜 16 上塗佈光阻膜 17。

關於光阻膜 17，利用與上述光阻膜 12 時同樣的手法，檢知光阻膜 17 的高度，以得到曝光時的焦點位置。然後，以曝光的光照射光阻膜 17，使光阻膜 17 感光，給與熱處理，並以鹼性顯影液 (2.38wt% 的四氫氧化銨) 實施顯影處理。以藉此得到的光阻圖案做為罩幕，以  $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_8$ 、 $\text{CHF}_3$  等的烷基氟系氣體乾蝕刻層間絕緣膜 15，並剝離光阻膜 17。藉此，可形成接觸孔 18。

在上述接觸孔 18 內，使用 CVD 法或濺鍍法等，形成導電膜 19。做為導電膜 19，可使用例如摻雜不純物的多晶矽膜、鎢 (W) 膜等高熔點金屬膜、氮化鈦 (TiN) 膜、或銅 (Cu) 等。透過圖案化此導電膜 19，如圖 35 所示，可形成電極。在進行此圖案化時，可使用上述的曝光方法。

此外，在製作多層配線構造的裝置時，形成層間絕緣膜以覆蓋圖 35 所示之狀態的導電膜 19，並在該層間絕緣膜上形成貫孔，在該貫孔內埋入銅 (Cu) 等的導電膜。藉此，可製造具有多層配線構造的 CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 裝置等的半導體裝置。

並且，在上述實施例中，雖然顯示對閘極電極 8a 的形成使用 3 層光阻法，對接觸孔 18 的形成使用單層光阻法的例子，這只是一個例子，而可從各種單層光阻法、多層光阻法、硬光罩法、使用含有矽的感光性光阻之 2 層光阻法

中選擇。

(實施例 2)

其次，使用圖 19~圖 24 說明本發明之實施例 2。

在上述實施例 1 中，雖然記載使用對焦點檢知光(450 nm ~ 850 nm)具有吸收性的 BARC 等的抗反射膜做為光阻下層的例子，在本實施例 2 中，在光阻膜之上形成折射率比該光阻膜高的上層膜(上方鍍膜材料)。做為此上層膜，可使用例如可溶於鹼且對焦點檢知光(450nm~850nm)具有吸收性之折射率高的膜。除此之外的結構基本上與實施例 1 的情況相同。

圖 19 中係繪示本實施例 2 的基板 1 上的膜構造的例子。如圖 19 所示，本實施例 2 的膜構造係具有被形成在基板 1 的主表面上之 200nm 的氧化矽膜 3、被形成在該氧化矽膜 3 上之 78nm 的抗反射膜 4、被形成在該抗反射膜 4 上之 180nm 的光阻膜 2、及被形成在該光阻膜 2 上之 30nm 的上層膜 6。

在此，說明有關上層膜 6 的材料例子。做為上層膜 6，可使用例如經由以與非極性聚合性單體的總和的 40%~100%的數量(沒有非極性聚合性單體)將包含羧酸之聚合性單體共聚合而以可溶於鹼的聚合物做為主成分，且對聚合物的主鏈以酯鍵、醚鍵、醯胺鍵修改在 450nm~850nm 的長波長區域具有吸收性的色素以修改此聚合物之材料的薄膜。更詳細來說，做為上層膜 6 的材料，可使用例如經由以與非極性聚合性單體的總和的 40%~100%的數量(沒有



非極性聚合性單體)將包含碳酸基、酚基、氟化醇基(alcohol fluoride)、磺酸基、或順丁烯二酐基之聚合性單體共聚合而以可溶於鹼的聚合物做為主成分，且對聚合物的主鏈以酯鍵、醚鍵、醯胺鍵修改在 450nm~850nm 的長波長區域具有吸收性之具有偶氮系、苯環系、花青系、鈦花青系、靛藍系的母核的色素以修改此聚合物之材料的薄膜。具體而言，做為上層膜 6，可使用將包含氟化醇基聚合性單體聚合而以可溶於鹼的聚合物做為主成分，且對聚合物的主鏈以酯鍵修改在 450 nm ~ 850 nm 的長波長區域具有吸收性之具有靛藍系母核的色素以修改此聚合物者。

如上所述，透過在光阻膜 2 上形成上層膜 6，可提高上層膜 6 的表面之反射率，並可高精度地捕捉上層膜 6 與浸液 27 的界面。藉此，與實施例 1 的情況相同，可即時地進行曝光時的焦點檢出。

本發明人檢討利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在上層膜 6 的上下界面之反射率的入射角依存性，並說明其檢討結果。

圖 20 中係繪示利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在水/上層膜界面上的反射率的入射角依存性。

如圖 20 所示，在所有的入射角中，s 偏光的反射率變得比非偏光或 p 偏光的反射率高。由此，在使用非偏光的光的情況中，與實施例的情況相同，預料其 p 偏光成分會侵入光阻內部，並在內部的反射面上反射，而降低焦點檢出精度。對此，利用僅使用 s 偏光，可減低侵入光阻內部

的光，預料會傾向減小焦點檢出精度降低的程度。

在圖 21，繪示利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在上層膜/光阻膜界面之反射率的入射角依存性。

如圖 21 所述，在所有的入射角中，s 偏光的反射率變得比非偏光及 p 偏光的反射率高，而得到與圖 7~圖 9 同樣的結果。也就是，經由使用 s 偏光，來自上層的透過光在上層膜/光阻界面的反射率也變高。對此，當觀察上層膜/光阻界面之 p 偏光的反射率時，如圖 21 所示，可知 p 偏光的反射率極低，接近沒有反射的狀態。

由上述，即使在本實施例 2 的情況中，有鑑於在上層膜表面的反射率的值本身在 s 偏光的情況中最高，且在 s 偏光的情況中下層界面的反射率也變高，經由使用 p 偏光做為檢出光，可最高精度地捕捉特定的界面(上層膜與水的界面)。

然後，本發明人進行下面的計算以確認上述內容，並說明其結果。

具體而言，在圖 19 所示的膜構造中，改變光阻膜 2 的厚度及氧化矽膜 3 的厚度，同時考慮下層的薄膜造成的光之干涉，與實施例 1 的情況相同，以入射角 86 度計算在上層膜 6 的表面之反射率。將其計算結果表示於圖 22~圖 24。

圖 22 中係繪示考慮下層的干涉的情況中之濕浸式曝光時之 s 偏光在上層膜表面的反射率，圖 23 中係繪示考慮下層的干涉的情況中之濕浸式曝光時之 p 偏光在上層膜表面的反射率，而圖 24 中係繪示考慮下層的干涉的情況中之

濕浸式曝光時之非偏光在上層膜表面的反射率。

如圖 22 所示，可知在 s 偏光的情況中，對應於光阻膜 2 及下層的氧化矽膜 3 的厚度的變化，在上層膜表面的反射率的變動最大。由此，在 s 偏光的情況中，最容易受到來自下層界面的反射光的影響。

對此，如圖 23 所示，可知在 p 偏光的情況中，在光阻膜 2 及下層的氧化矽膜 3 的厚度變化時，在上層膜表面的反射率的變動最小。也就是，在 p 偏光的情況中，最難以受到來自下層界面的反射光的影響。

上述計算結果顯示於下面的表 3 中。

[表 3]

入射光	水/上層膜界面反射率 (Ideal)	界面反射率的最大值 (Max)	界面反射率的最小值 (Min)	最大值(Max)與反射率 (Ideal)的差	最小值(Min)與反射率 (Ideal)的差	最大值(Max)與最小值 (Min)的差
s 偏光	0.729	0.942	0.019	0.214	-0.710	0.924
p 偏光	0.559	0.622	0.399	0.064	-0.159	0.223
非偏光	0.644	0.741	0.271	0.098	-0.372	0.470

由上述表 3 的結果，在採用圖 19 所示的膜結構，在利用水進行濕浸式曝光時將檢出光以入射角 86 度入射至上層膜 6 的表面時，若考慮來自下層界面的反射光的影響，反射率的最大值與最小值的差以 p 偏光最小。亦即，對於高精度地捕捉上層膜 6 的表面，使用 p 偏光最為有效。

在本實施例 2 的情況中，以與上述實施例 1 的情況同樣的手法，可檢知曝光時的焦點位置。又，本實施例 2 的上層膜 6，可溶於鹼性溶液中，從而可在光阻膜 2 顯影時除去上層膜 6。因此，在使用本實施例 2 的曝光裝置 20 製

造半導體裝置時，經由與實施例 1 中情況相同的步驟，可製造 CMOS 裝置等的期望的半導體裝置。

(實施例 3)

其次，使用圖 3 說明本發明之實施例 3。在本實施例 3 中，曝光時檢知焦點位置的焦點檢出裝置的結構，與實施例 1 的曝光裝置 20 的情況不同。除此之外的結構基本上與實施例 1 的情況相同。

如圖 3 所示，在本實施例 3 中，在偏光器 30 與基板 1 之間設置光彈性調變器 35，並在基板 1 與光檢出器 32(參閱圖 1)之間設置檢偏器 36。又，在本實施例 3 中，使用以入射角度或波長做為變數之 45 度的直線偏光做為檢出光。可使用與實施例 1 同樣者做為偏光器 30。檢偏器 36 具有以上述入射角度或波長做為變數並可加以控制的偏光板、透鏡、稜鏡、多通道 CCD 等的光學元件，以檢出各變數下的 s 偏光、p 偏光的光強度，並且以  $\rho = R_p/R_s = \tan(\phi)e(i\Delta)$  將檢出光的偏光狀態進行橢圓分析。 $\tan(\phi)$  等於 p 偏光與 s 偏光間的複數反射係數的比之振幅， $\Delta$  係表示 p 偏光與 s 偏光的反射係數間的相位差。

在本實施例 3 中，在圖 1 所示的曝光裝置 20 上，設置記憶基板 1 上的膜結構之光學常數的記憶裝置(未圖示)，透過演算處理部 33，由模式處理求得各膜的膜厚，逆向計算光阻表面的高度。又，為了提昇資料取得速度，設置光彈性調變器 35。透過適當地控制光彈性調變器 35，可以高精度地進行高速的波長掃瞄測定。

在本實施例 3 的情況中，進行上述演算，以基本上與上述實施例 1 的情況同樣的方法，可檢知曝光時的焦點位置。又，在使用本實施例 3 的曝光裝置 20 製造半導體裝置時，經由與實施例 1 中情況相同的步驟，可製造 CMOS 裝置等的期望的半導體裝置。

#### (實施例 4)

其次，使用圖 25，說明本發明之實施例 4。在本實施例 4 中，在光阻之下，形成對於檢出光的波長區域具有高吸收性的抗反射膜。除此之外的結構基本上與實施例 1 的情況相同。

如上所述，透過形成對於檢出光的波長區域具有高吸收性的抗反射膜，可抑制檢出光從抗反射膜向下層的膜侵入，並可減低抗反射膜的下層膜之厚度與材料等各種條件的變動導致的焦點檢出誤差。

上述檢出光的波長，由於一般約為 450nm~850nm，在本實施例 4 中，選擇可吸收 450nm 以上的波長的光之材料做為抗反射膜 4(參閱圖 5)的材料。例如，可考慮選擇包含 Al、Cu、Ti、W 的無機材料做為抗反射膜 4 的材料。抗反射膜 4 係如圖 5 所示以單層的膜構成，也可以 2 層以上的膜構成。例如，積層上述的無機材料的膜以形成抗反射膜 4，或是積層無機材料的膜與有機材料的膜以形成抗反射膜 4。在積層無機材料的膜與有機材料的膜的情況中，最好係在無機材料的膜上形成有機材料的膜。此時，可使用透明的膜做為有機材料的膜。

如上所述，在使用無機材料的抗反射膜 4 的情況中，有鑑於抗反射膜 4 的電氣性質，而有必要在圖案形成後除去抗反射膜 4。然後，考慮僅以有機材料構成抗反射膜 4。例如，可考慮以含有對上述檢出光的波長區域具有吸收性的色素等的媒體之聚合物等構成抗反射膜 4。

在此，具體說明本實施例 4 的抗反射膜 4 的材料的例子。該抗反射膜 4 可以對聚合物的主鏈以酯鍵、醚鍵、醯胺鍵修改在 450nm~850nm 的長波長區域具有吸收性的色素及對曝光波長具有吸收性的色素以修改酸觸媒交聯聚合物者，及以包含供給酸的成分之材料構成。更詳細來說，做為可用於抗反射膜 4 的材料，可為對聚合物的主鏈以酯鍵、醚鍵、醯胺鍵修改在 450nm~850nm 的長波長區域具有吸收性的色素及對曝光波長(例如 193nm)具有吸收性的色素以修改酸觸媒交聯劑與具有交聯反應點的聚合物之混合物或在聚合物上包含環氧樹脂等的交聯旁鏈的材料者，及包含酸或熱酸產生劑者。更具體而言，做為抗反射膜 4，可為對聚合物的主鏈以酯鍵、醚鍵、醯胺鍵修改在 450nm~850nm 的長波長區域具有吸收性之具有靛藍系母核的色素及包含對上述曝光波長具有吸收性之苯環的化合物以修改具有甲氧甲基胺基(methoxymethyl amino)的交聯劑與具有氫氧基的聚合物之混合物者，及包含熱酸產生劑的材料。

做為上述色素，可考慮使用具有偶氮系、苯環系、花青系、鈦花青系、靛藍系的母核的色素。

圖 25 中係繪示在光阻膜下形成含有上述色素的抗反射膜的情況(實線)及未形成的情況(虛線)中之利用水進行濕浸式曝光時之各偏光在光阻表面上的反射率。

如圖 25 所示，透過形成對檢出光的波長區域具有高吸收性的抗反射膜，可知即使在變動抗反射膜下層的氧化矽膜的膜厚之情況中，可抑制反射率的變動。由於這是透過形成對檢出光的波長區域具有高吸收性的抗反射膜，而可抑制檢出光侵入抗反射膜的下層，因而可抑制位於抗反射膜的下層之膜的厚度變動導致的焦點檢出位置的變動。從圖 25 的結果，可知 p 偏光在光阻表面的反射率的變動最小，經由使用 p 偏光，可以最高的精度檢出焦點位置。

又，本發明人檢討抗反射膜的塗佈膜厚，並使用圖 26 及圖 27 說明其檢討結果。

檢討在變化被形成在具有如下述的膜結構之各基板上的抗反射膜的厚度，並將波長 633nm 的光以入射角 86 度入射至該抗反射膜上的光阻膜上的情況中之在光阻膜及抗反射膜的界面的光之反射率與抗反射膜之厚度的關係。數值孔徑(NA)約為 1.327，並選擇 s 偏光、p 偏光、45 之直線偏光的光做為照射光。

圖 26 中係在基板上經由厚度 200nm 的氧化膜形成抗反射膜，在該抗反射膜上形成厚度 180nm 的光阻膜，並繪示在該光阻膜上存在做為浸液的水的情況中之光阻膜與抗反射膜的界面之反射率與抗反射膜的厚度之關係，圖 27 中係在基板上經由厚度 100nm 的鎢(W)形成抗反射膜，在該抗反

射膜上形成厚度 180nm 的光阻膜，並繪示在該光阻膜上存在做為浸液的水的情況中之光阻膜與抗反射膜的界面之反射率與抗反射膜的厚度之關係。

如圖 26 及圖 27 所示，可知對應於抗反射膜的厚度之變化，反射率也變化。由此，可知經由適當地選擇抗反射膜的厚度，即使在基礎的膜的材料不同的情況中，也可將反射率壓低。

在本實施例 4 的情況中，以與上述實施例 1 的情況同樣的方法，可檢知曝光時的焦點位置。又，在使用本實施例 4 的曝光裝置 20 製造半導體裝置時，經由與實施例 1 中情況相同的步驟，可製造 CMOS 裝置等的期望的半導體裝置。

#### (實施例 5)

其次，使用圖 4，說明本發明之實施例 5。在本實施例 5 中，曝光媒體並非液體而是氣體(例如空氣)。

如圖 4 所示，本實施例 5 的曝光裝置 20 係包括：照明光學系統 22，包含射出曝光的光之曝光用光源 23；光罩 37；投影光學系統 24，將曝光的光導引至基板 1；載物台 21，載置基板 1；檢出光光源 29，射出用以檢出焦點位置的檢出光；偏光器 30，可將從該檢出光光源 29 射出的檢出光做為特定的偏光；驅動裝置 31，可旋轉驅動該偏光器 30；光檢出器 32，檢出在將透過該偏光器 30 成為特定的偏光之檢出光照射至基板 1 時的反射光；及演算處理部 33，與光檢出器 32 接續，使用檢出光之反射光的振幅及相



位差，與形成在基板 1 上的膜的光學常數，算出焦點位置。可使用與實施例 1 相同者做為這些元件。

如上所述，即使在使用氣體做為曝光媒體的曝光裝置 20 的情況中，可使用與上述各實施例相同的檢出光檢知焦點位置。又，在使用本實施例 5 的曝光裝置 20 製造半導體裝置時，經由與實施例 1 中情況相同的步驟，可製造 CMOS 裝置等的期望的半導體裝置。

雖然已如上說明本發明之實施例，但也可適當地組合各實施例的結構。

雖然已詳細說明本發明，但其僅係為了例示，而非用於限定，可清楚地理解本發明之精神與範疇僅透過附加的申請專利範圍被限定。

#### 【圖式簡單說明】

圖 1A 係繪示本發明之實施例 1 的曝光裝置之概略構成的圖式。

圖 1B 係繪示圖 1A 之變形例的圖式。

圖 2 係繪示偏光器之一例的圖式。

圖 3 係繪示焦點檢出裝置的其他例子的圖式。

圖 4 係繪示本發明之實施例 5 的曝光裝置之概略構成的圖式。

圖 5 係繪示基板上之膜結構的一例的圖式。

圖 6 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在水/光阻界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 7 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在光阻/抗反射膜界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 8 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在抗反射膜/氧化膜界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 9 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在氧化膜/基板界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 10 係繪示考慮濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的 s 偏光的反射率之圖式。

圖 11 係繪示考慮濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的 p 偏光的反射率之圖式。

圖 12 係繪示考慮濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的非偏光的反射率之圖式。

圖 13 係繪示基板上之膜結構的其他例的圖式。

圖 14 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在抗反射膜/多晶矽膜界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 15 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在多晶矽膜/氧化膜界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 16 係繪示考慮在形成多晶矽膜的情況中之濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的 s 偏光的反射率之圖式。

圖 17 係繪示考慮在形成多晶矽膜的情況中之濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的 p 偏光的反射率之圖式。

圖 18 係繪示考慮在形成多晶矽膜的情況中之濕浸式

曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的非偏光的反射率之圖式。

圖 19 係繪示基板上之膜結構的其他例的圖式。

圖 20 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在水/上層膜界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 21 係繪示濕浸式曝光時之各偏光在上層膜/光阻膜界面的反射率之入射依存性的圖式。

圖 22 係繪示考慮利用在形成上層膜的情況中的水進行濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的 s 偏光的反射率之圖式。

圖 23 係繪示考慮利用在形成上層膜的情況中的水進行濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的 p 偏光的反射率之圖式。

圖 24 係繪示考慮利用在形成上層膜的情況中的水進行濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面上的非偏光的反射率之圖式。

圖 25 係比較在形成與未形成抗反射膜的情況中之考慮濕浸式曝光時的下層的干涉之在光阻表面的各偏光的反射率之圖式。

圖 26 係繪示在改變形成於氧化膜上的抗反射膜的厚度時之反射率的變化之圖式。

圖 27 係繪示在由有機材料與無機材料的積層構造構成的抗反射膜中改變有機材料的厚度時之反射率的變化之圖式。

圖 28~圖 35 係繪示半導體裝置的製造步驟的第 1~第 8 步驟的剖面圖。

【主要元件符號說明】

- 1：基板；
- 2、17：光阻膜；
- 3：氧化矽膜；
- 4、11、16：抗反射膜；
- 5：多晶矽膜；
- 6：上層膜；
- 7：絕緣膜；
- 7a：閘極絕緣膜；
- 8、19：導電膜；
- 8a：閘極電極；
- 9：下層光阻膜；
- 9a：下層光阻膜圖案；
- 10：中間層；
- 10a：中間層圖案；
- 11a：抗反射膜圖案；
- 12：上層光阻膜；
- 12a：光阻圖案；
- 13a：低濃度不純物區域；
- 13b：高濃度不純物區域；
- 14：側壁絕緣膜；
- 15：層間絕緣膜；

- 18：接觸孔；
- 20：曝光裝置；
- 21：載物台；
- 22：照明光學系統；
- 23：曝光用光源；
- 24：投影光學系統；
- 24a：透鏡；
- 25：脫氧裝置；
- 26：供給噴嘴；
- 27：浸液；
- 28：排出管；
- 29：檢出光光源；
- 30：偏光器；
- 300：偏光元件；
- 301：保護層；
- 31：驅動裝置；
- 32：光檢出器；
- 33：演算處理部；
- 34：光軸；
- 35：光彈性調變器；
- 36：檢光器；
- 37：光罩。

## 十、申請專利範圍：

101年12月14日修正替換頁

1. 一種半導體裝置之製造方法，包括：

在基板的主表面上形成包含被加工膜的第 1 膜之步驟；

在前述第 1 膜上形成包含感光性材料的第 2 膜之步驟；

以焦點檢出光照射前述第 2 膜，使用從前述焦點檢出光取出之特定的偏光，檢出曝光時的焦點位置之步驟；

對前述第 2 膜進行曝光之步驟；

對前述第 2 膜進行圖案化之步驟；及

以被圖案化的前述第 2 膜做為罩幕，對前述第 1 膜進行圖案化之步驟，

其中，前述偏光係包含 s 偏光及 p 偏光的 45 度之直線偏光，使用前述 s 偏光及 p 偏光的振幅及相位差、及前述第 1 膜與前述第 2 膜的光學常數，算出前述曝光時的焦點位置。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述形成第 2 膜的步驟係包含：

在前述第 1 膜上形成對前述焦點檢出光的波長區域具有吸收性的抗反射膜之步驟；及

在前述抗反射膜上形成前述第 2 膜之步驟。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述抗反射膜係包含有機材料及無機材料的至少一種的膜。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述的半導體裝置之製造

方法，其中，前述抗反射膜係有機材料的膜，包含對於前述焦點檢出光的波長區域具有吸收性的化合物。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述曝光步驟係濕浸式曝光步驟。

6. 一種半導體裝置之製造方法，包括：

在基板的主表面上形成包含被加工膜的第 1 膜之步驟；

在前述第 1 膜上形成包含感光性材料的第 2 膜之步驟；

在前述第 2 膜上形成折射率比該第 2 膜高的第 3 膜之步驟；

以焦點檢出光照射前述第 3 膜，使用從前述焦點檢出光取出之特定的偏光，檢出曝光時的焦點位置之步驟；

對前述第 2 膜進行曝光之步驟；

除去前述第 3 膜，同時對前述第 2 膜進行圖案化之步驟；及

以被圖案化的前述第 2 膜做為罩幕，對前述第 1 膜進行圖案化之步驟。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述第 3 膜係包含對前述焦點檢出光的波長區域具有吸收性的化合物。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述曝光步驟係濕浸式曝光步驟。

9. 一種半導體裝置之製造方法，包括：

在基板的主表面上形成包含被加工膜的第 1 膜之步

驟；

101年12月14日修正替換頁

在前述第 1 膜上形成包含感光性材料的第 2 膜之步驟；

以作為焦點檢出光之 P 偏光或 S 偏光的任一方照射前述第 2 膜，使用在第 2 膜上面反射之前述 P 偏光或 S 偏光的任一方，檢出曝光時的焦點位置之步驟；

根據被檢出之前述焦點位置，對前述第 2 膜進行曝光之步驟；

對前述第 2 膜進行圖案化之步驟；及

以被圖案化的前述第 2 膜做為罩幕，對前述第 1 膜進行圖案化之步驟，

其中，使用前述 s 偏光及 p 偏光的振幅及相位差、及前述第 1 膜與前述第 2 膜的光學常數，算出前述曝光時的焦點位置。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述形成第 2 膜的步驟係包含：

在前述第 1 膜上形成對前述焦點檢出光的波長區域具有吸收性的抗反射膜之步驟；及

在前述抗反射膜上形成前述第 2 膜之步驟。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述抗反射膜係包含有機材料及無機材料的至少一種的膜。

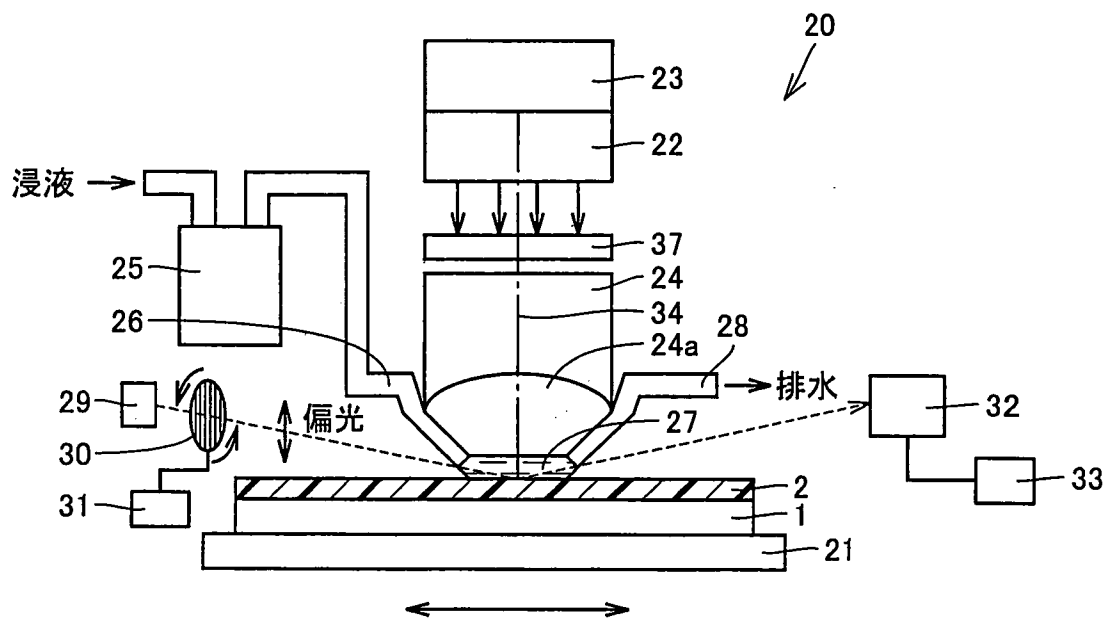
12. 如申請專利範圍第 10 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述抗反射膜係有機材料的膜，包含對於前述焦點檢出光的波長區域具有吸收性的化合物。



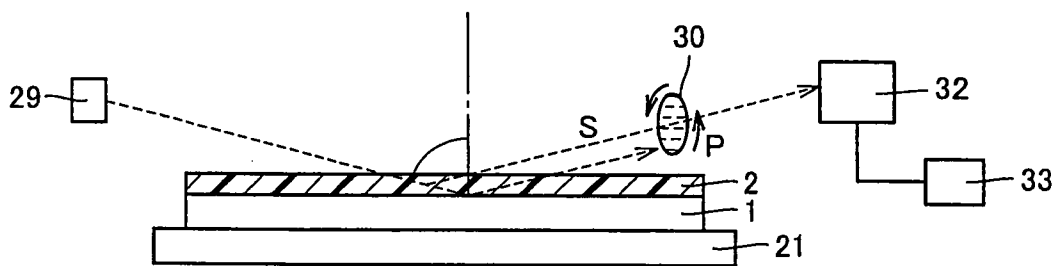
13. 如申請專利範圍第 9 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，於前述第 1 膜與第 2 膜的界面中，前述 P 偏光之反射率小於前述 S 偏光之反射率。

14. 如申請專利範圍第 9 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，於前述第 1 膜與第 2 膜的界面中，前述 S 偏光之反射率小於前述 P 偏光之反射率。

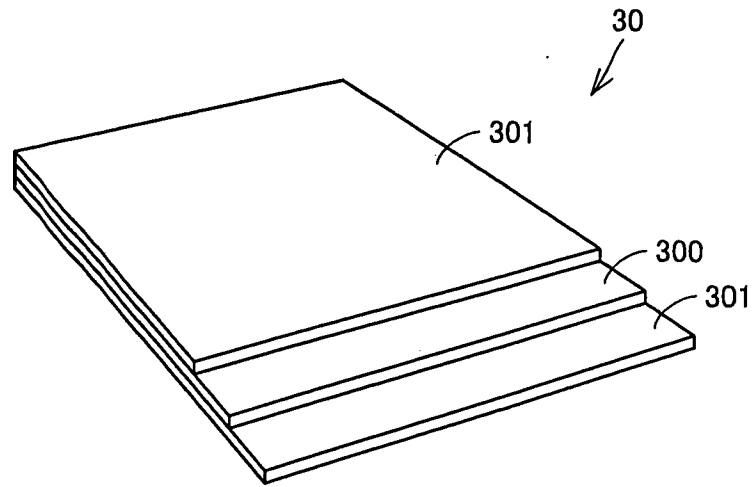
15. 如申請專利範圍第 9 項所述的半導體裝置之製造方法，其中，前述曝光步驟係濕浸式曝光步驟。



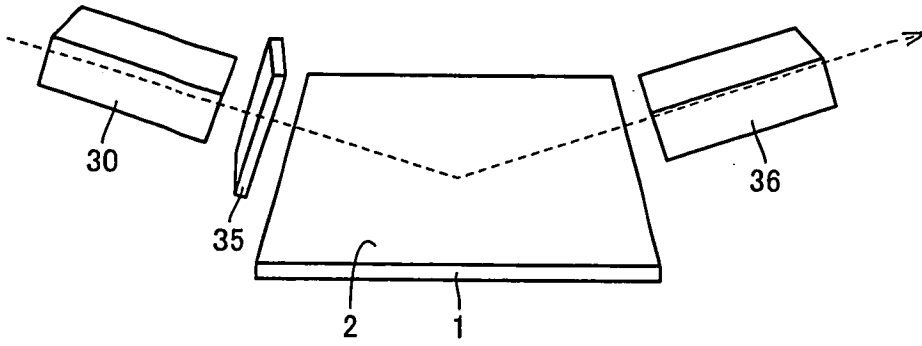
第1A圖



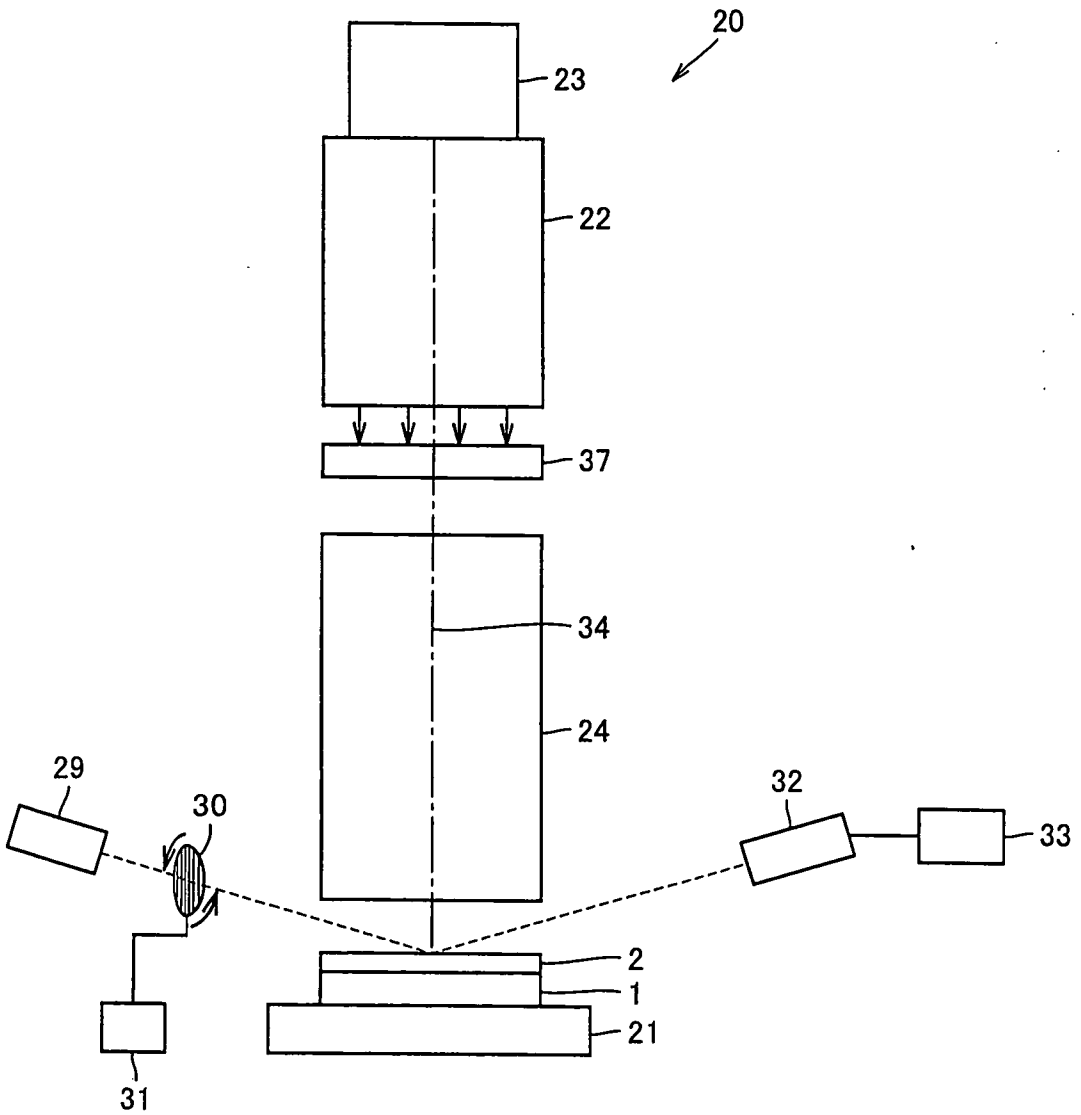
第1B圖



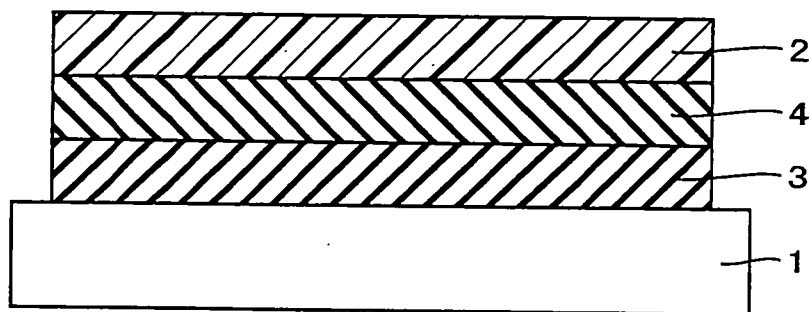
第2圖



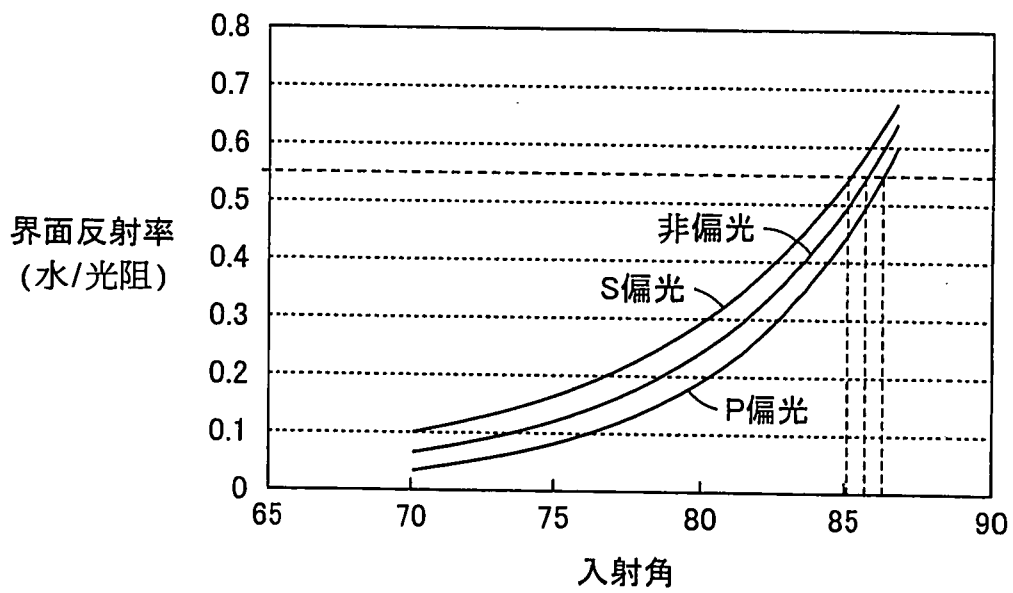
第3圖



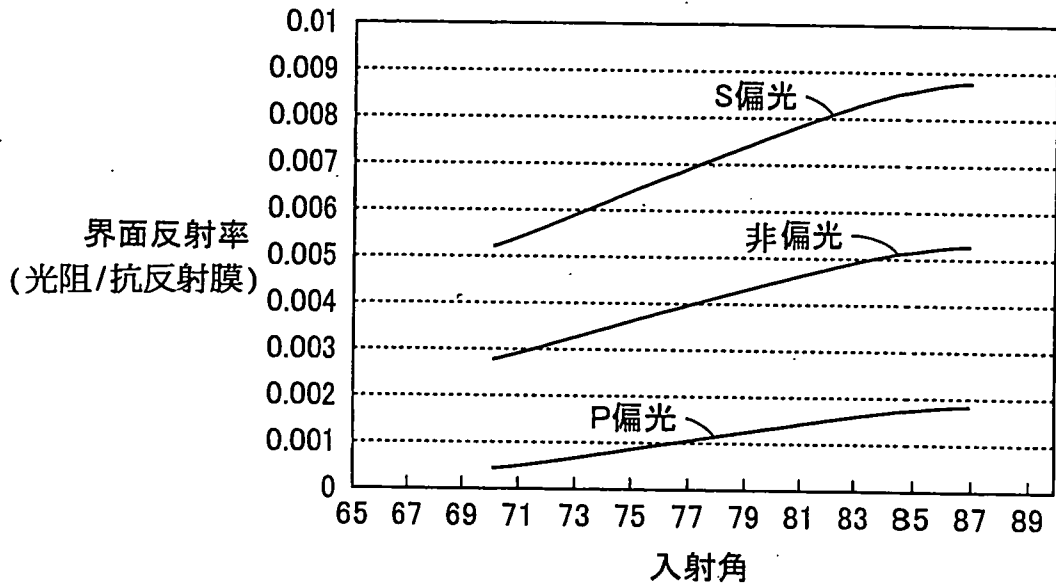
第4圖



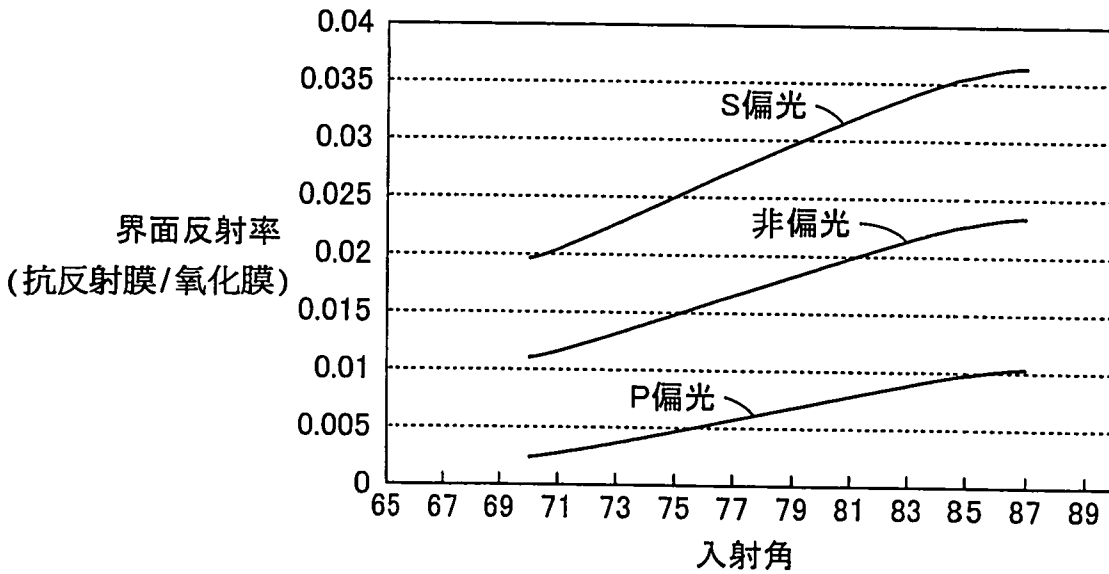
第5圖



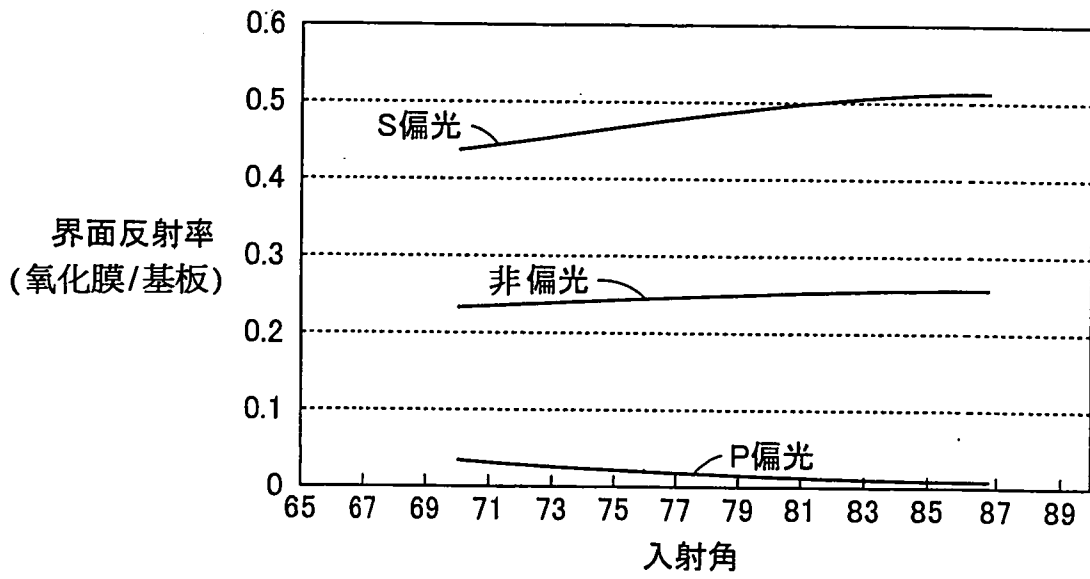
第6圖



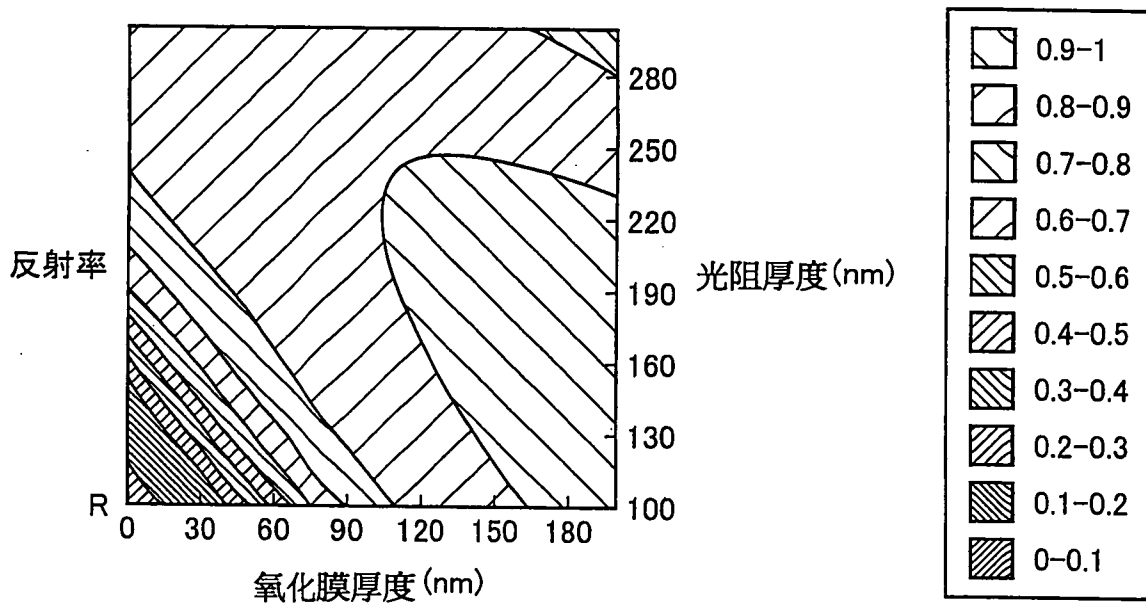
第7圖



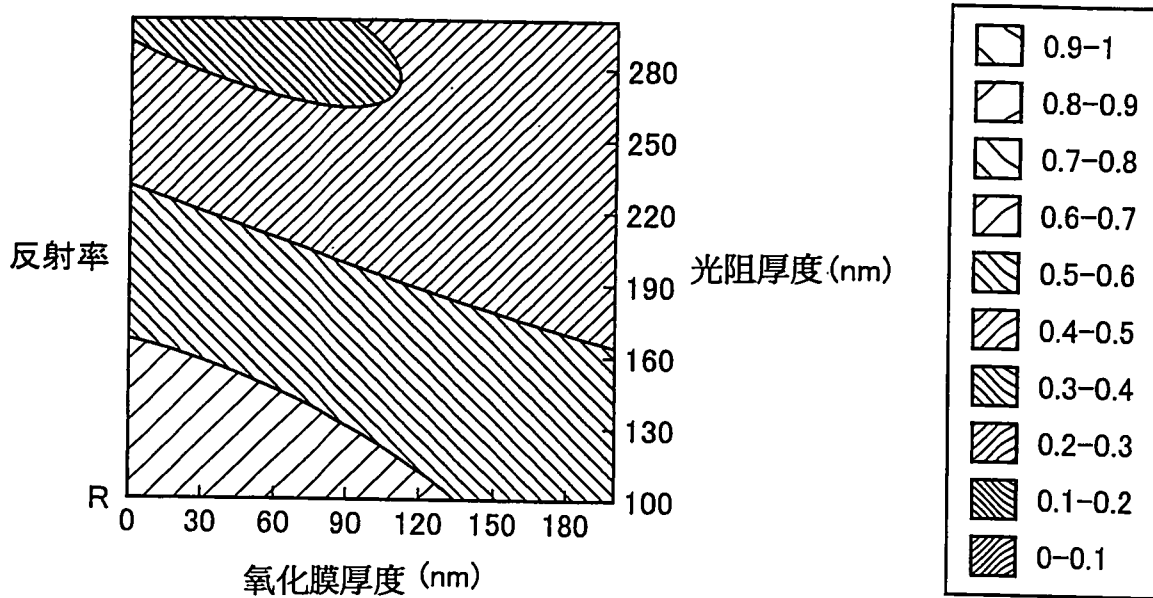
第8圖



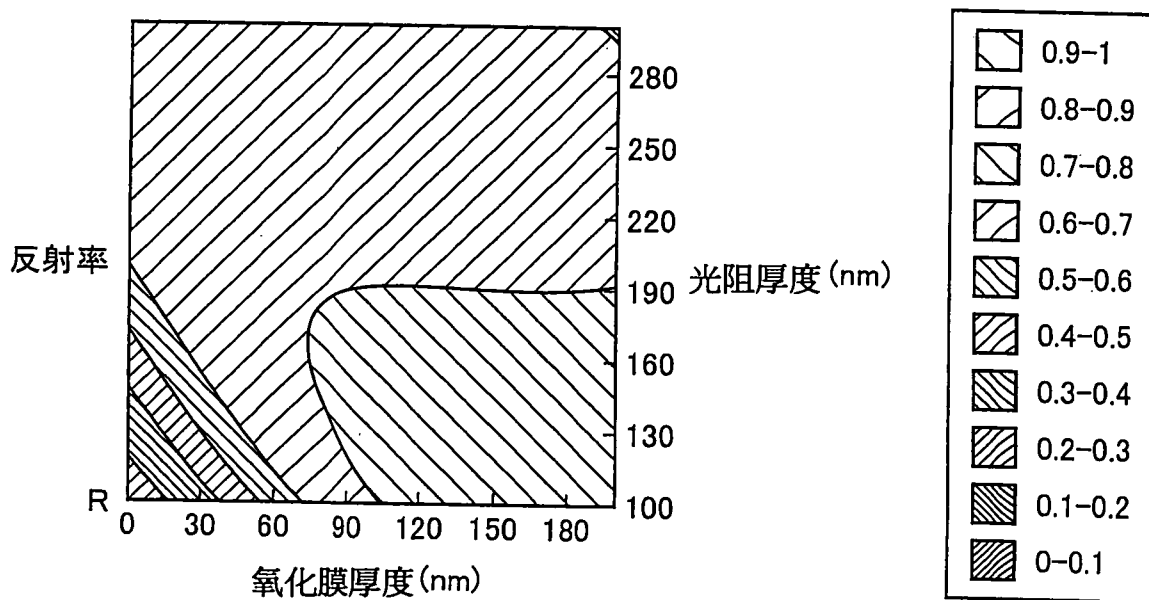
第9圖



第10圖

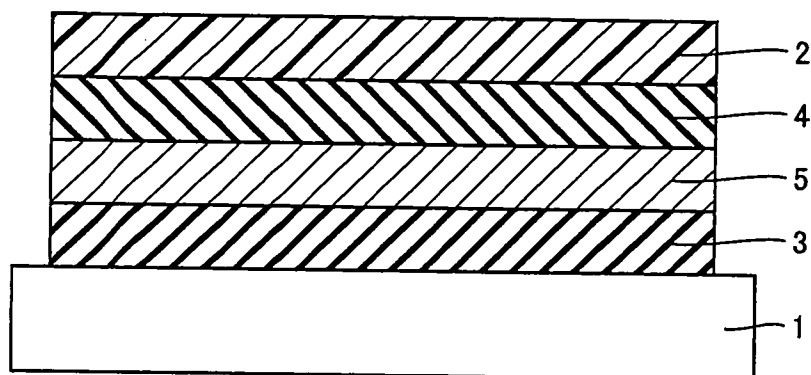


第11圖

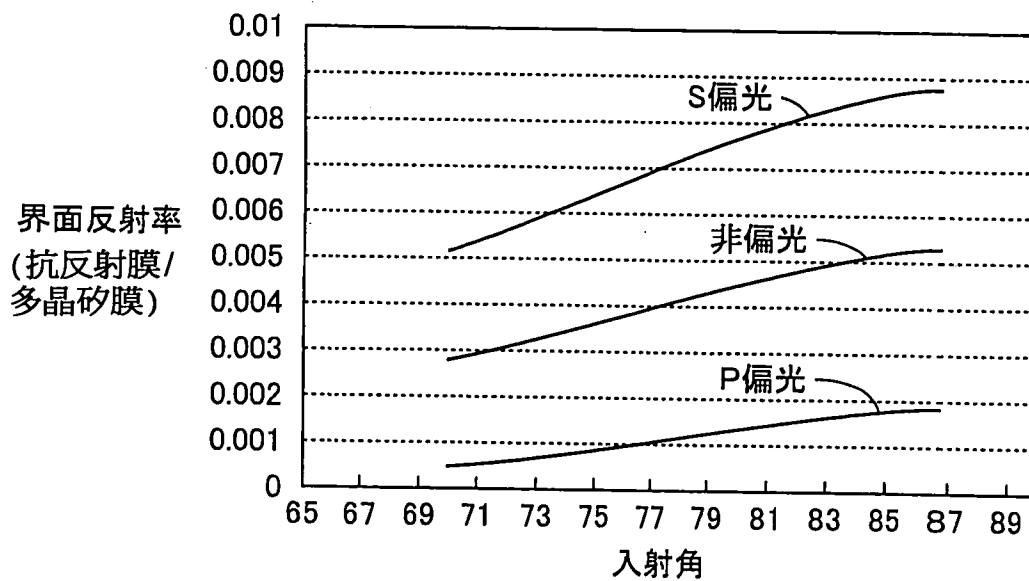


第12圖

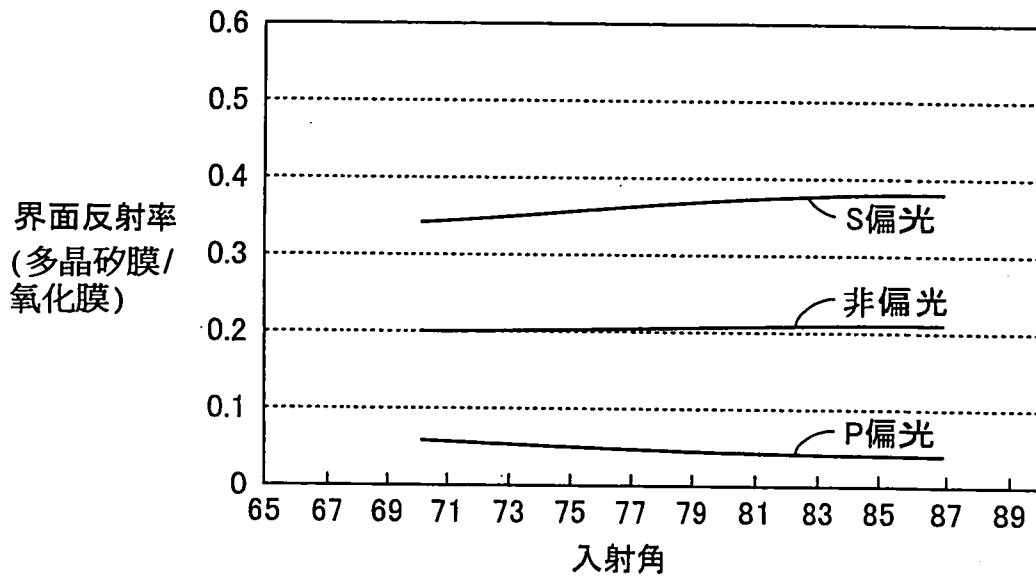




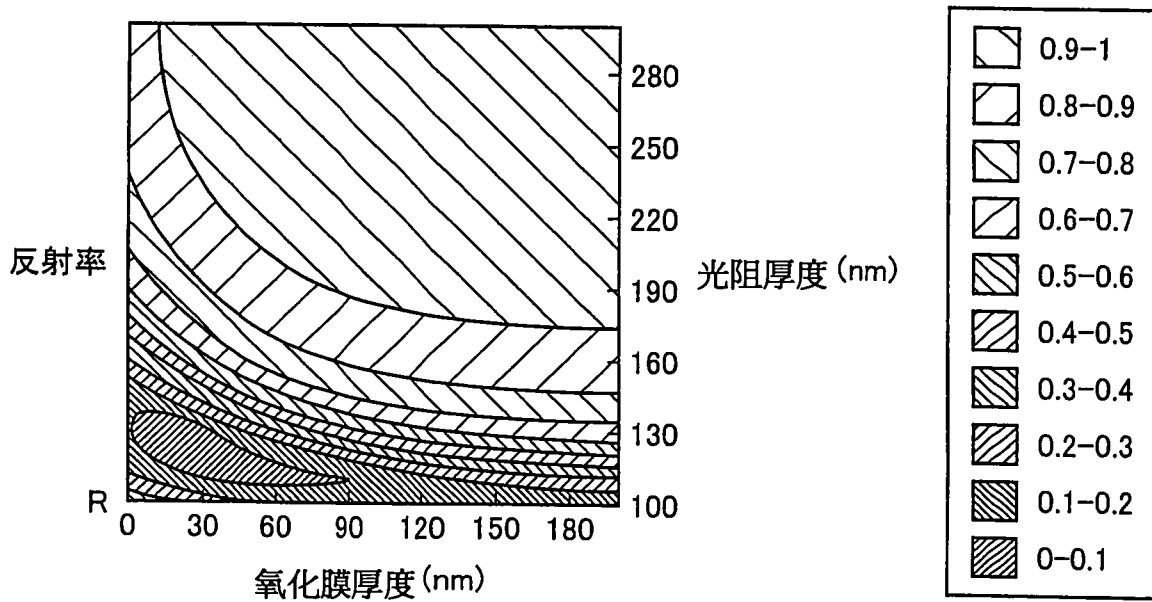
第13圖



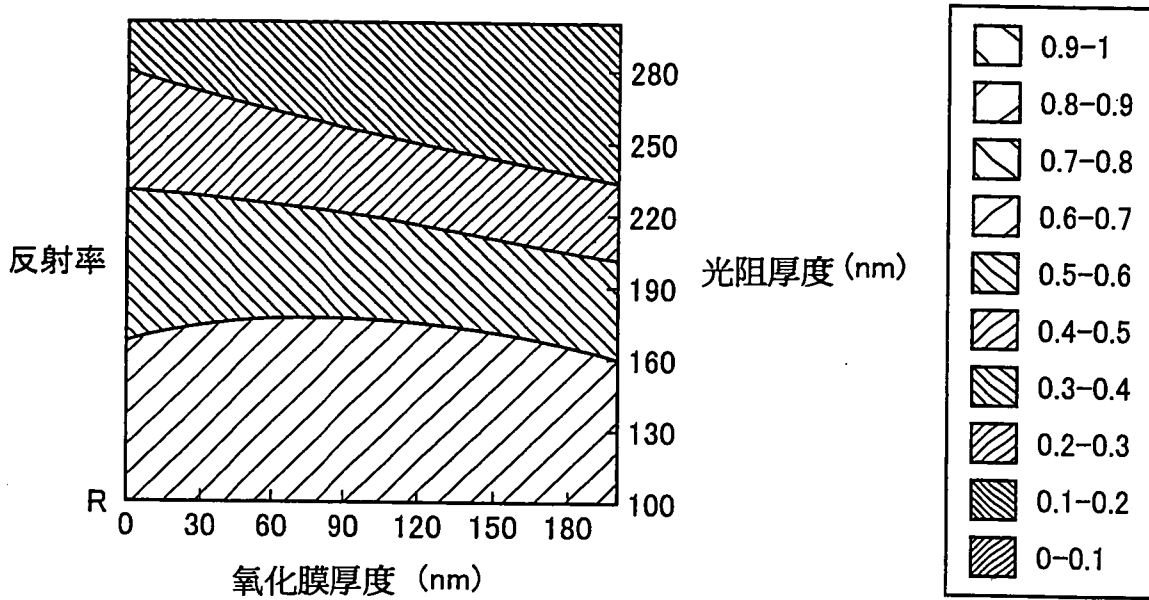
第14圖



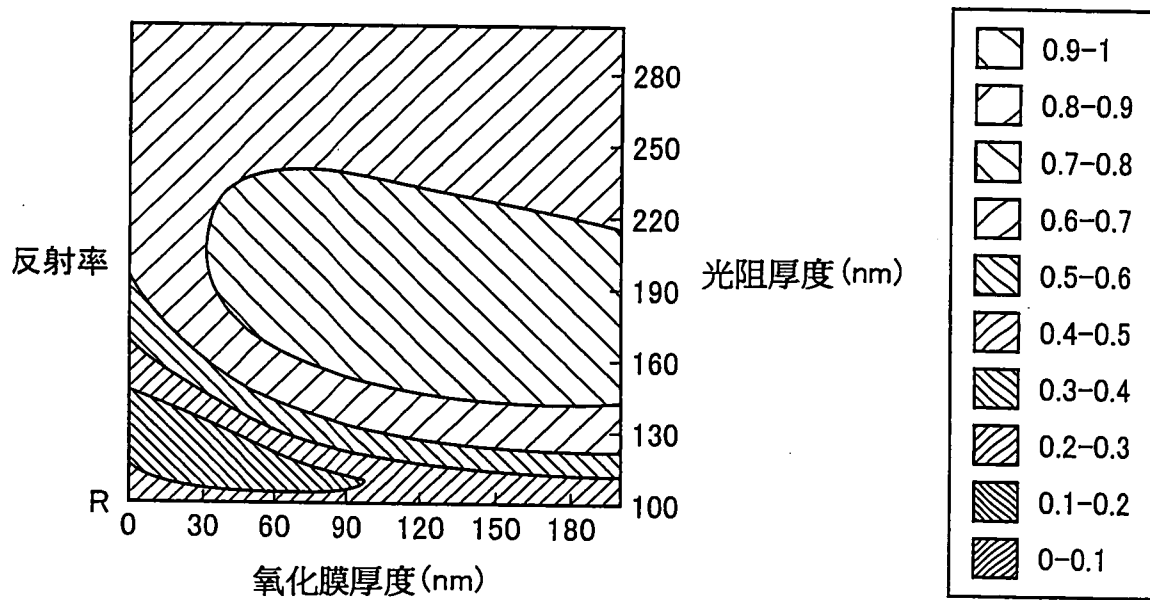
第15圖



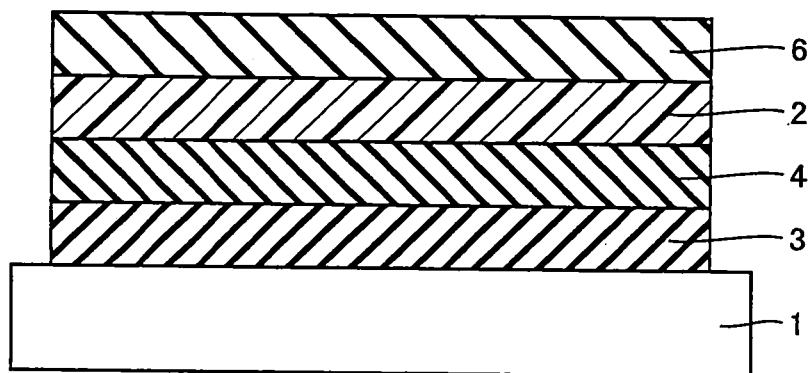
第16圖



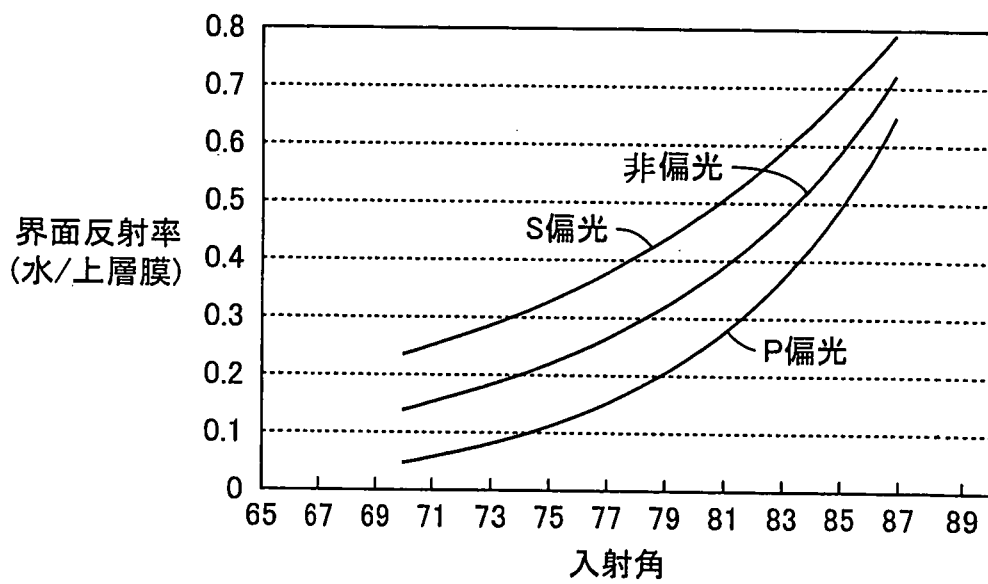
第17圖



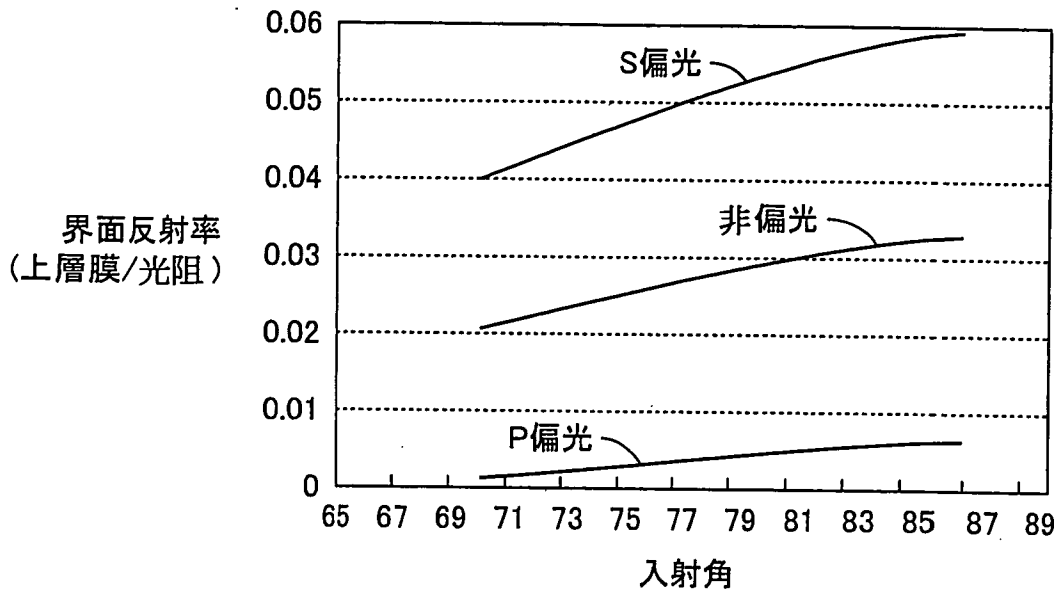
第18圖



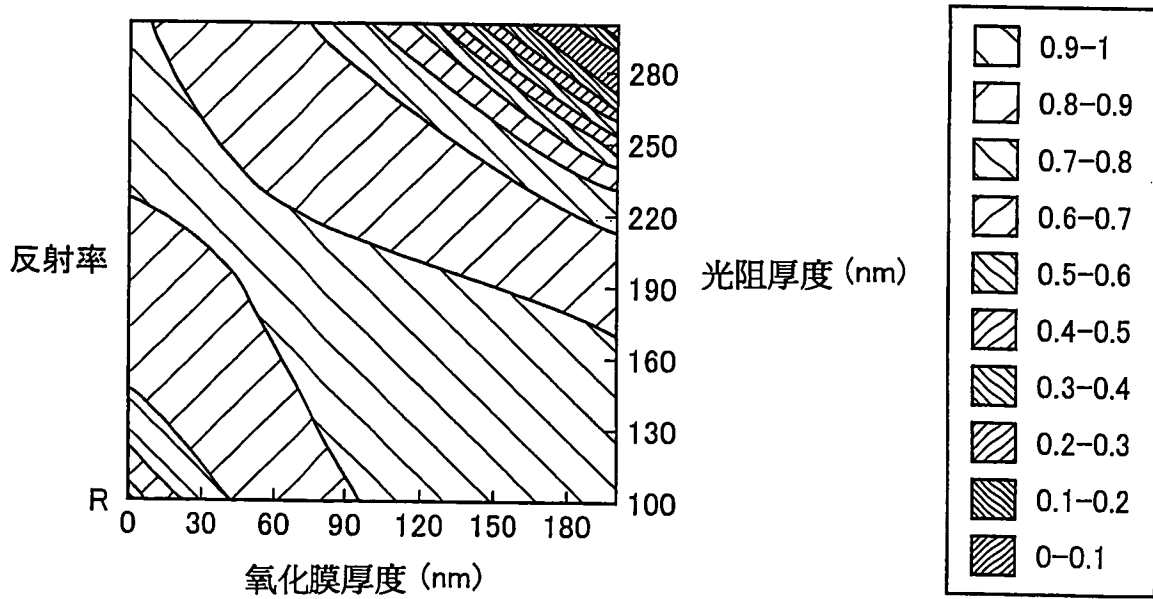
第19圖



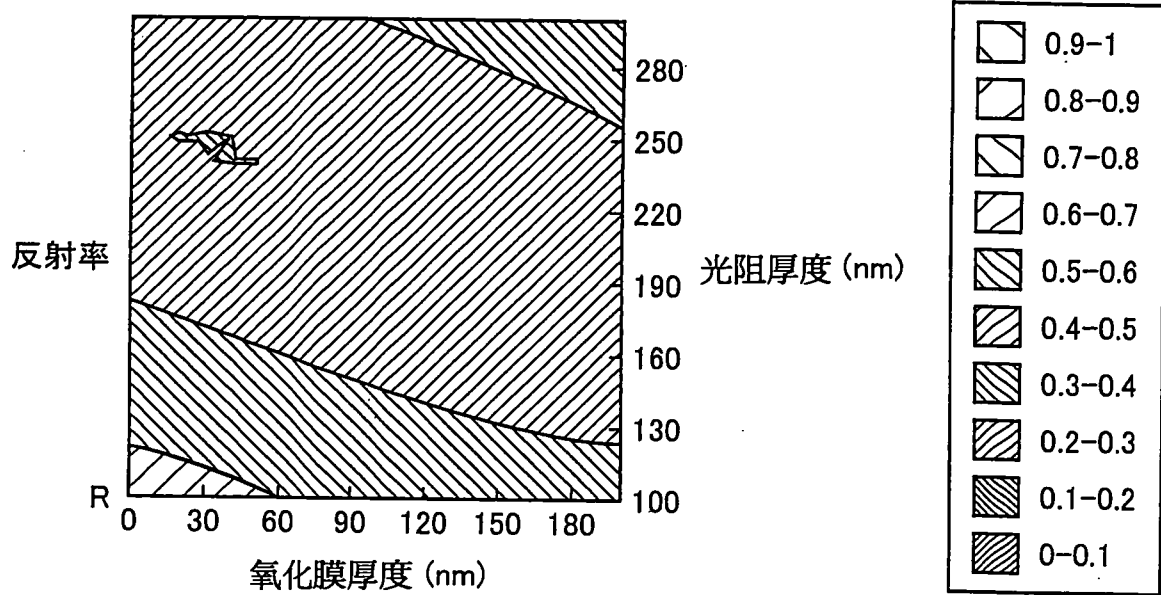
第20圖



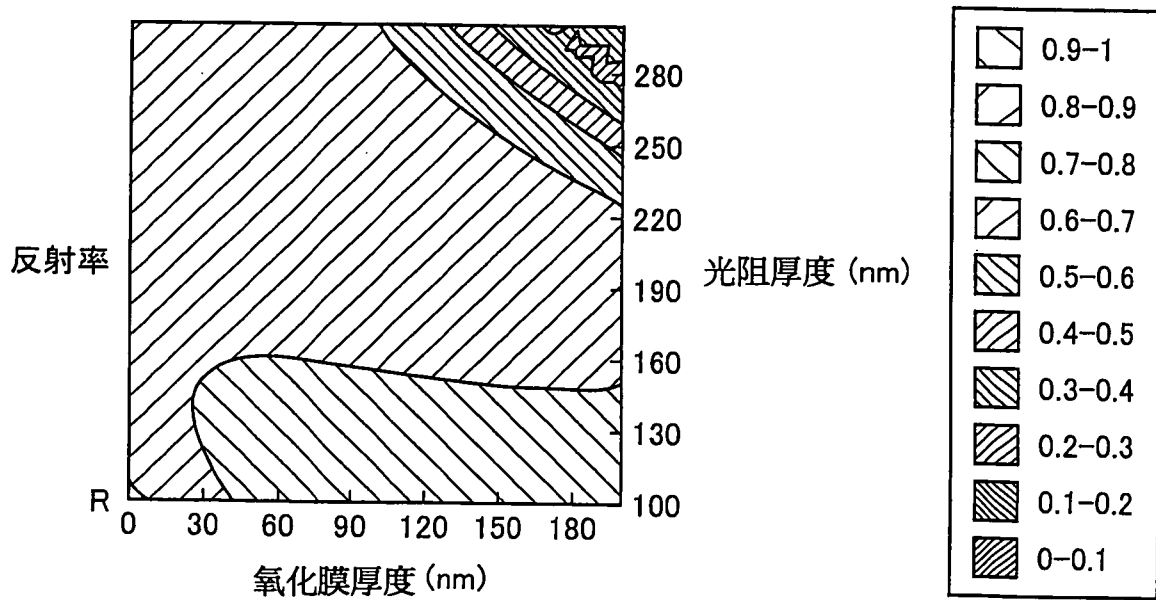
第21圖



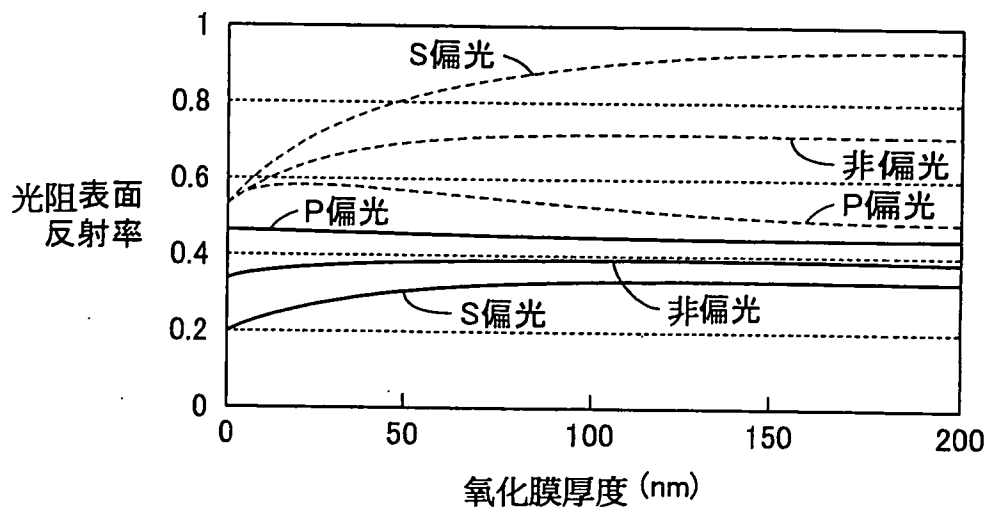
第22圖



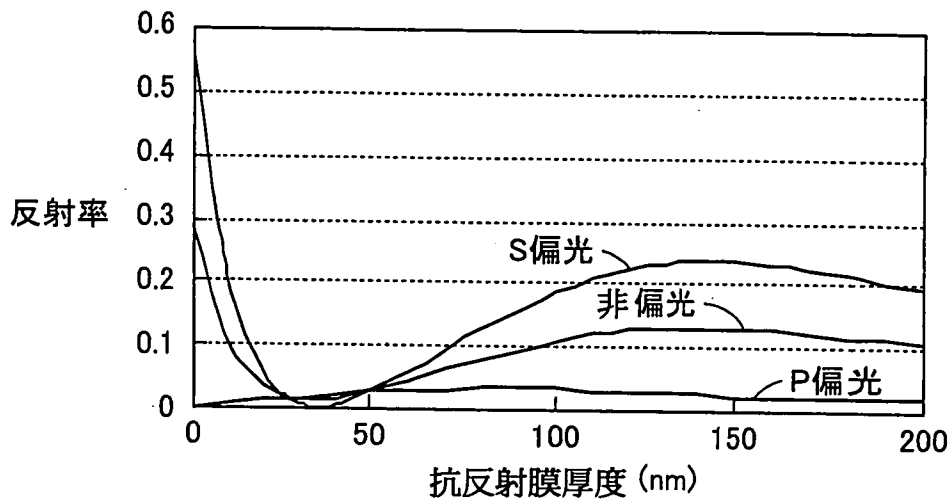
第23圖



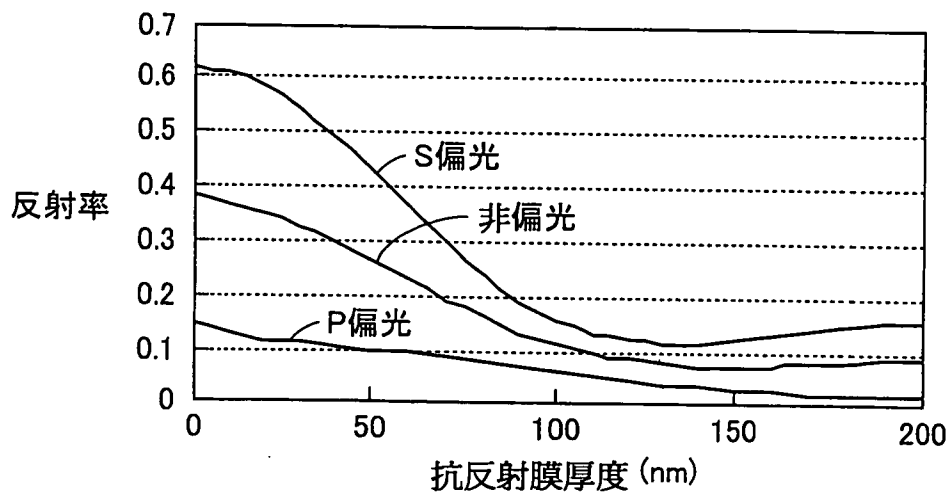
第24圖



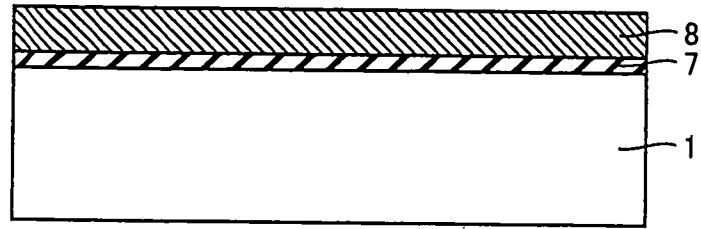
第25圖



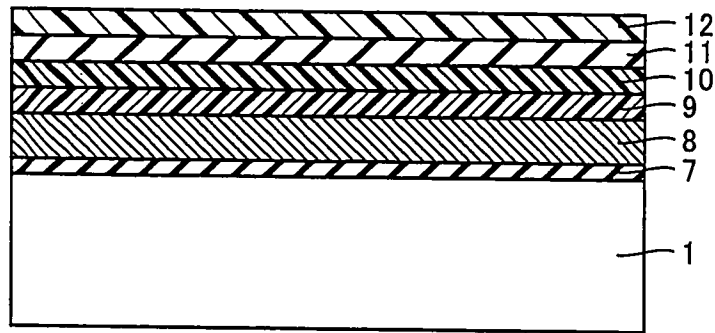
第26圖



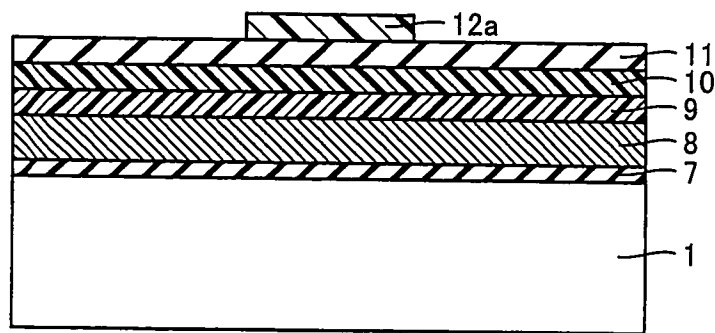
第27圖



第28圖

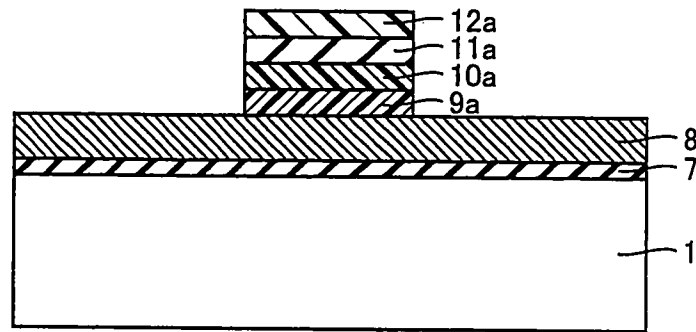


第29圖

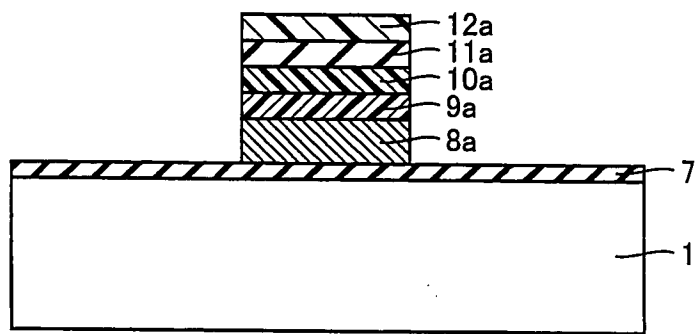


第30圖

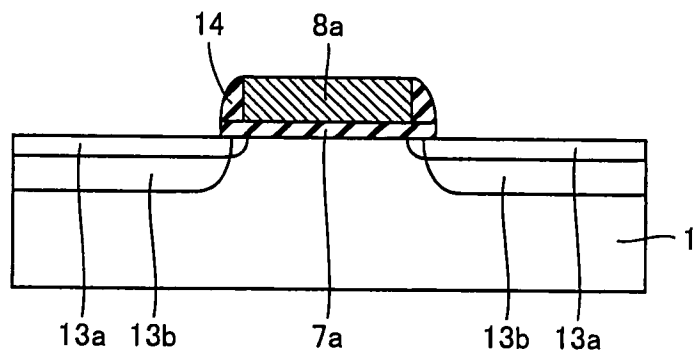




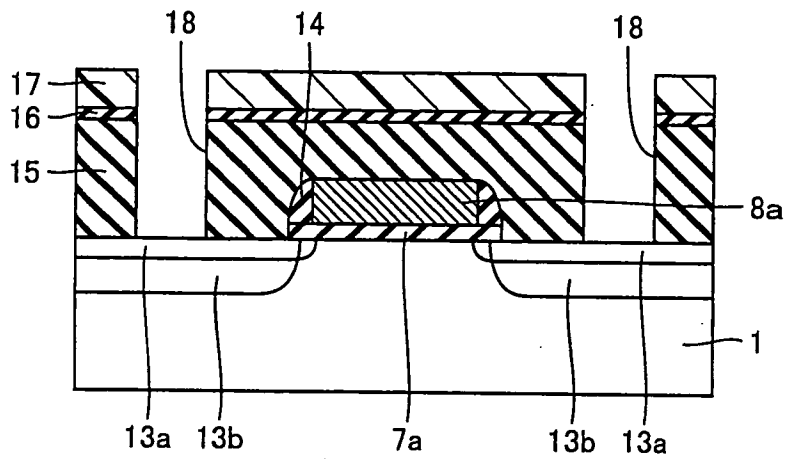
第31圖



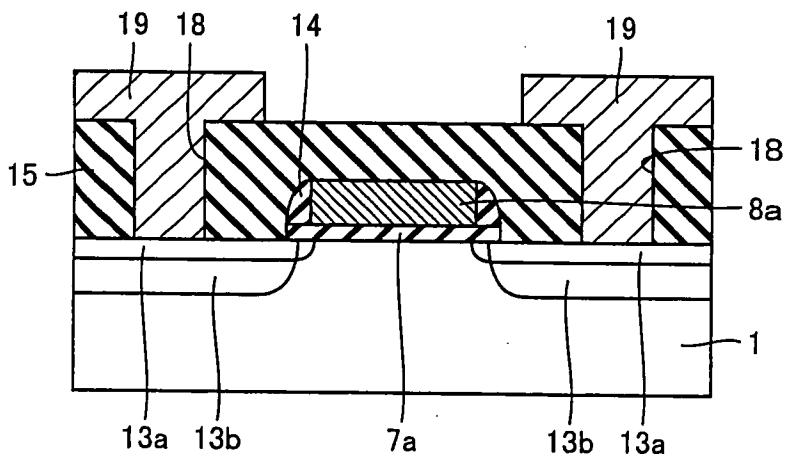
第32圖



第33圖



第34圖



第35圖