

發明專利說明書

(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：97100827

※申請日期：97.1.9

※IPC 分類：G03F 1/08 (2006.01)

G03F 1/14 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

灰度光罩基板及光罩製造方法

Process Method of Gray Tone Blankmask and Photomask

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章) ID：

S & S 技術股份有限公司/S & S TECH CO., LTD.

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文)(簽章) 南基守/NAM, KEE-SOO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

大韓民國大邱廣域市達西區狐林洞 9 番地

9 HORIM-DONG, DALSEO-GU, DAEGU-SI, REPUBLIC OF KOREA

國籍：(中文/英文) 大韓民國/REPUBLIC OF KOREA

電話/傳真/手機：

E-MAIL：

三、發明人：(共 4 人)

姓名：(中文/英文)

1. 南基守/NAM, KEE-SOO

2. 車翰宣/CHA, HAN-SUN

3. 柳基勳/RYU, GI-HUN

4. 金世雲/KIM, SE-WOON

國籍：(中文/英文)

1-4 均大韓民國/REPUBLIC OF KOREA

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、 韓國；2007年1月11日；KR 10-2007-03190

2、 韓國；2007年9月14日；KR 10-2007-93681

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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種適用於液晶顯示裝置(LCD)、有機發光二極體(OLED)及電漿顯示面板(PDP)之類平板顯示(FPD)產品及太陽能電池板之類產品的製造用途之光罩基板及光罩。

本發明係有關於一種在液晶顯示裝置(LCD)製造過程中可以減少光罩適用製程的四層圖罩及三層圖罩製程之灰度光罩及作為其原料之灰度光罩基板。

【先前技術】

如今，液晶顯示裝置(LCD)、有機發光二極體(OLED)及電漿顯示面板(PDP)之類平板顯示(FPD)產品的應用範圍隨着市場需求日趨高級化與高功能化而日益擴大中，因此迫切需要開發出成本低廉並具有高生產效率的較佳製造製程技術。

一般來說，液晶顯示裝置(LCD)製造過程中會採取可使用具圖案光罩之微影製程，為了降低成本並提高良率而逐漸從現有的五層圖罩製程轉向四層圖罩及三層圖罩製程。

上述四層圖罩及三層圖罩製程需要使用可以透過一次曝光形成兩個相異圖案之光罩，與現有二元式光罩(binary mask)由遮蔽曝光光線的遮光部與完全透射曝光光線的透射部圖案組成之情形相比，四層圖罩及三層圖罩用光罩則需要由上述遮光部、透射部及只允許一部份曝光光線透射的半透射部圖案組成。

現有技術的上述四層圖罩或三層圖罩製程用光罩通常會使

用縫罩(Slit mask)。使用縫罩技術的四層圖罩製程由於縫條圖案(半透射部)趨向微細化或結構變複雜時不易控制穿過縫條圖案(Slit pattern)的衍射光，因此控制透射光的透射率時非常困難。四層圖罩製程時的被射物體阻劑殘留量將不均勻，從而出現被射物體圖案不良與缺陷等問題。

現有技術把鉬矽化物(MoSi)系列物質作為相位轉移光罩的透射調節膜，適當地調整上述物質的組成、厚度、透射率及折射率等參數後適用到灰度光罩的透射調節膜上，由於只能在乾式蝕刻製程中進行蝕刻，因此需要使用高昂的乾式蝕刻設備，目前適用於具有較大面積的光罩製程時依然受到限制，很難製作出在大面積上具有均勻透射率之灰度光罩。

鉬矽化物(MoSi)由於和構成透明基板的二氧化矽(SiO₂)之間的蝕刻比不夠大，如果透射調節膜在光罩基板製造或光罩製造過程中出現不可修復的缺陷，將在透過乾式蝕刻方法清除透射調節膜時對透明基板造成傷害而無法重複使用高昂的透明基板，從而出現製造成本上昇及良率降低的問題。

為了解決上述問題而開發了以鋁(Al)化合物等作為透射調節膜材料之灰度光罩基板，但是在使用上述灰度光罩基板製作灰度光罩時，對於硫酸(H₂SO₄)或 SC-1(Standard Cleaning)及光阻清除液等清洗液的耐化學性較差，對於抗反射膜及遮光膜的濕式蝕刻過程中使用的鉻濕式蝕刻液之蝕刻比不足，所以在灰度光罩製造

過程中因透射調節膜受損而大量發生不良品且很難控制透射率。

【發明內容】

本發明之目的，在於提供一種具有良好選擇比的透射調節膜而可以精密地控制透射率之灰度光罩基板及灰度光罩。

本發明之目的，在於提供一種對於灰度光罩製造過程中使用的化學藥品具有較高耐化學性之灰度光罩基板及使用上述灰度光罩基板製作的具有較高良率且可以精密地控制透射率之灰度光罩。

本發明之目的，在於提供一種可以透過濕式蝕刻方式重複使用光罩基板製造製程中因缺陷而發生之灰度光罩基板不良品，進而降低生產成本並提高良率之灰度光罩基板。

為了解決上述技術課題，本發明灰度光罩基板係由可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案所構成之灰度光罩之原材料，其中，上述灰度光罩基板至少包括透明基板、位於上述透明基板上之透射調節膜、位於上述透射調節膜上面之遮光膜以及塗布在上述遮光膜上面之光阻，上述透射調節膜或遮光膜之一係可以被含有 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20~200°C 的蝕刻液所蝕刻之物質。

上述透射調節膜係可以被含有 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 的蝕刻液蝕刻但不會被含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻之物質；上述遮光膜係可以被包含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻但不會被包含 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 溫度範圍的蝕刻液蝕刻之物質。

此時，上述遮光膜與阻劑膜之間還層積了與遮光膜具有同一蝕刻特性的材質所構成之抗反射膜。

上述透射調節膜與遮光膜之蝕刻比大於 3。

上述透射調節膜及遮光膜之一為鈿(Ta)或鈿(Ta)化合物，另一個則為鉻(Cr)或鉻(Cr)化合物。

在上述透射調節膜上面另外形成了蝕刻阻止膜，上述透射調節膜與遮光膜具有相同的蝕刻特性，上述透射調節膜與蝕刻阻止膜之一係可以被含有 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 的蝕刻液所蝕刻之物質。

此時，上述遮光膜與抗反射膜之間還層積了與遮光膜具有同一蝕刻特性的物質所構成之抗反射膜。

上述蝕刻阻止膜與透射調節膜、蝕刻阻止膜與遮光膜之蝕刻比大於 3。

上述透射調節膜與遮光膜為鉻或鉻化合物、上述蝕刻阻止膜

為鈿或鈿化合物；或者上述蝕刻阻止膜為鉻或鉻化合物、上述透射調節膜與遮光膜為鈿或鈿化合物。

上述透射調節膜由單層或兩層以上之多層膜或連續膜組成，上述透射調節膜的組成比為轉移金屬佔 10~90at%，氧、氮、碳及氟中選定的一種元素或上述諸元素的混合物佔 10~60at%，上述透射調節膜的面電阻為 0~1M。

上述透射調節膜為鈿(Ta)或鈿(Ta)與碳(C)、氧(O)、氮(N)、硼(B)、氟(F)、氯(Cl)、氫(H)及矽(Si)之中的元素所組合而成之鈿(Ta)化合物。

透射調節膜的透射率在 300 到 500nm 波長範圍內為 10 到 90%，厚度為 50 到 2000 Å，上述透射調節膜的相位變化在 300 到 500nm 的波長範圍內為 0 到 100°。

上述透射調節膜的均方根粗糙度為 0 到 5nm，中心線平均粗糙度為 0 到 5nm，其結構為非結晶型(Amorphous)結構。

上述透射調節膜在 365nm 的透射率與在 436nm 的透射率之間的差異為-5%到 5%。

上述透射調節膜在層積後以 80 到 800°C 的溫度進行熱處理或者以紅外線、紫外線、雷射、X-Ray 照射方式進行表面改性處理。

在含有上述鈿(Ta)的透射調節膜上還包括了鈷(Co)、鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、釩(V)、鈀(Pd)、鈦(Ti)、鉑(Pt)、錳(Mn)、鐵(Fe)

、矽(Si)、鎳(Ni)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎂(Mg)、鋰(Li)、硒(Se)、銅(Cu)、釔(Y)、硫(S)、銦(In)及錫(Sn)之一元素或兩種以上元素組合而成之化合物。

上述遮光膜為以鉻(Cr)或鉻(Cr)為主要成分的物质所組成且其厚度為 50 到 2500 Å。

上述透明基板中包括位置對齊(alignment)圖案區的一部份區域至少層積了遮光膜，其餘部位則至少層積了透射調節膜與遮光膜。

上述灰度光罩基板的正面反射率在位置對齊波長時為 20 到 70%，上述灰度光罩基板的背面反射率在位置對齊波長時為 15 到 70%。

上述蝕刻液至少另外包括過氧化氫(H₂O₂)或水(H₂O)之一且上述蝕刻液的 pH 大於 10。

NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一的成分比率為 0.5 到 60mol%。

【發明效果】

如前所述，本發明灰度光罩基板及光罩可以發揮出下列效果。

第一、可以提供一種具備了選擇比大於 3 的透射調節膜且可以使用較低的生產成本製作並精密地控制半透射部的透射率及圖案輪廓之灰度光罩基板及可控制透射性的光罩。

第二、可以提供一種使用了包括對於上述銹濕式蝕刻液及清洗液等化學藥品具備高耐化學性的透射調節膜之灰度光罩基板，不僅提高製程良率並可以精密地控制半透射部的透射率之灰度光罩基板及可控制透射性的光罩製造方法。

第三、可以提供一種透過不會傷害透明基板的濕式蝕刻方式就能製作出灰度光罩基板及灰度光罩，對於在上述灰度光罩的製造過程中發生之透射調節膜缺陷可以使用透射調節膜的濕式蝕刻液重複運用而降低成本並提高製程良率之灰度光罩及作為其原料之灰度光罩基板。

【發明的具體實施形態】

為讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉幾較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

首先說明具有下列特徵之灰度光罩基板及其製造方法：具有透射調節膜或透射調節膜與蝕刻阻止膜，在灰度光罩的製造製程中對於透射調節膜與其下部的透明基板、透射調節膜與其上部的遮光膜及抗反射膜的濕式蝕刻選擇比優異且對於清洗製程中所使用的化學藥品具有高耐化學性。

本發明灰度光罩基板的製造方法透過下列步驟製作灰度光罩基板：在透明基板 2 上層積透射調節膜 4 膜之步驟；在上述透射調節膜 4 上層積遮光膜 6 之步驟；以及在遮光膜 6 上塗布光阻

10 之步驟。上述透射調節膜 4 與遮光膜 6 之一可以被含有氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)之一的蝕刻液所蝕刻。

由於上述透射調節膜 4 與遮光膜 6 以相互鄰接的方式層積，因此需要具備較高的蝕刻比。因此透射調節膜 4 與遮光膜 6 之一應該可以被上述蝕刻液蝕刻，其餘膜則對上述蝕刻液具有較高的蝕刻比而不被蝕刻。不被上述蝕刻液蝕刻的膜應該對其它蝕刻液具有較高的蝕刻比且可以被蝕刻，例如可以被含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻。

為了符合上述蝕刻特性，上述透射調節膜 4 應該由鉭(Ta)系列膜構成，遮光膜 6 則由鉻(Cr)系列膜構成。上述鉭(Ta)系列物質可以使用含有上述氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)之一的蝕刻液進行蝕刻處理，而且與一直作為遮光膜 6 材料的鉻(Cr)系列膜維持高蝕刻比。

本發明灰度光罩基板之另一種製造方法透過下列步驟製作灰度光罩基板：在透明基板 2 上層積透射調節膜 4 之步驟；在上述透射調節膜 4 上層積蝕刻阻止膜 14 之步驟；在上述蝕刻阻止膜 14 上層積遮光膜 6 之步驟；以及在遮光膜 6 上塗布光阻 10 之步驟。上述蝕刻阻止膜 14 或透射調節膜 4 之一可以被含有氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)

及氫氧化銫(CsOH)之一的蝕刻液所蝕刻。此時，遮光膜 6 應該與上述透射調節膜 4 具有同一蝕刻特性，上述遮光膜 6 與透射調節膜 4 則可以被含上述 CAN 的蝕刻液所蝕刻。

為了符合上述蝕刻特性，上述蝕刻阻止膜 14 應該由鈿(Ta)系列膜構成，透射調節膜 4 與遮光膜 6 則由鉻(Cr)系列膜構成。上述鈿(Ta)系列物質可以使用含有上述氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣($\text{Ca}(\text{OH})_2$)及氫氧化銫(CsOH)之一的蝕刻液進行蝕刻處理，而且與一直作為遮光膜 6 材料的鉻(Cr)系列膜維持高蝕刻比。

一般來說，上述透射調節膜 4 按照沿着厚度方向具備一定成分的方式進行層積作業，也可以視需要而製作成由上述鈿系列物質構成之雙層膜或更多層之多層膜。

譬如，第一透射調節膜 4a 由鈿氧化物(TaO)構成而第二透射調節膜 4b 由鈿(Ta)構成；或者第一透射調節膜 4a 由氮化度較高的高透射率氮化鈿(TaN)構成而第二透射調節膜 4b 由氮化度較低的低透射率氮化鈿(TaN)等構成，也可以透過以下述鈿為主要成分的組成相異之膜而製成兩層以上之多層膜。也可以製作出膜組成會連續變化之連續膜。

為了在光罩製造過程中防止駐波(Standing Wave)並且在利用灰度光罩進行微影製程時防止因多重反射而造成的圖案錯誤，應該在上述遮光膜 6 上面另外層積抗反射膜 8。

另外層積抗反射膜 8 時，將會在抗反射膜 8 上塗布光阻 10，因此可以在灰度光罩的製造過程中防止駐波顯影並形成更精密的圖案，也可以在利用本發明灰度光罩進行微影曝光作業時減少因亂反射而發生的不良現象。此時，構成抗反射膜 8 的物質可以是蝕刻特性不同於上述遮光膜 6 的其它物質，但使用同一系列物質並具有同一蝕刻特性的物質較為妥善。

上述灰度光罩基板的透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 使用鈿系列膜，因此在濕式蝕刻製程時對於透明基板 2、由鉻系列膜構成的抗反射膜 8 及遮光膜 6 具備了優異的蝕刻選擇比，對於灰度光罩製造過程中使用的 SPM 溶液($H_2SO_4:H_2O_2 = 9:1$, $85^\circ C$)及 SC-1 溶液($NH_4OH:H_2O_2:H_2O = 1:1:5$, $23^\circ C$)等清洗溶液及光阻 10 剝離液具有較高的耐化學性，在灰度光罩製造完畢後的透射調節膜 4 透射率變化在 i、g 及 h-Line 波長下低於 2%。由於透射率在灰度光罩製造過程中幾乎沒有變化，因此可以針對製造製程中所發生雜質增加其清洗次數，因此可以製作出良率高而且缺陷與雜質非常少之灰度光罩。

由於可以進行濕式蝕刻，因此即使沒有購置高昂的乾式蝕刻裝置也可以透過現有的濕式蝕刻裝置製作而降低生產成本，有效地避免了由乾式蝕刻所造成的昂貴透明基板 2 之損傷。在製造過程中發生不良時，可以透過濕式蝕刻方式清除上述遮光膜 6、透射調節膜 4 及蝕刻阻止膜 14 後重複使用透明基板 2，因此可以使用

更加低廉的費用製作灰度光罩基板與灰度光罩並提高良率。

上述透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 應該使用鈮(Ta)或至少包含 C、O、N、B、F、Cl、H、Si 之一的鈮化合物製作。也可以根據需要而另外添加鈷(Co)、鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、釩(V)、鈀(Pd)、鈦(Ti)、鉑(Pt)、錳(Mn)、鐵(Fe)、矽(Si)、鎳(Ni)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎂(Mg)、鋰(Li)、硒(Se)、銅(Cu)、釔(Y)、硫(S)、銦(In)及錫(Sn)等。

上述透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的膜組成比中，鈮(Ta)的組成比應該維持在 10at%~100at%範圍內。鈮具有非常優異的耐化學性，因此可以僅由鈮組成；添加上述 O、N、B、F、Cl、H、Si 或上述金屬成分後組成鈮化合物時，如果鈮低於 10at%，將會降低耐化學性。

上述透射調節膜 4 材料除了鈮(Ta)以外，還可以把鈷(Co)、鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、釩(V)、鈀(Pd)、鈦(Ti)、鉑(Pt)、錳(Mn)、鐵(Fe)、矽(Si)、鎳(Ni)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎂(Mg)、鋰(Li)、硒(Se)、銅(Cu)、釔(Y)、硫(S)、銦(In)及錫(Sn)等元素作為透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 之材料。

遮光膜 6 與抗反射膜 8 應該使用鉻或鉻系化合物進行層積。鉻及鉻系化合物對作為上述透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的鈮具有較大的蝕刻選擇比，因此其耐化學性非常優異。由於上述鉻蝕刻液幾乎不會對鈮造成傷害，因此可以在製作灰度光罩時儘量減

少透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的透射率變化。

上述透射調節膜 4 及蝕刻阻止膜 14 應該在真空室內部引進惰性氣體與反應性氣體後使用反應(Reactive)濺鍍(Sputtering)及真空蒸着方法(PVD, CVD, ALD)。

反應濺鍍法非常適合於使用鈿或鉻標的(target)在大面積基板上以均勻的厚度與成分層積出金屬薄膜，也可以根據所使用的反應性氣體而控制 O、N、B、F、Cl、H 及 Si 等的成分比，進而控制薄膜特性。上述反應性氣體應該在氧(O₂)、氮(N₂)、二氧化碳(CO₂)、氧化亞氮(N₂O)、氧化氮(NO)、二氧化氮(NO₂)、氨(NH₃)、氟(F₂)、NF₃、SiF₄ 及 SiH₄ 等所組成的群中選擇一種以上物質後使用。

在濺鍍壓力維持在 0.1 到 100mTorr 範圍的情形下進行層積作業。濺鍍壓力(sputtering pressure)低於 0.1mTorr 時，透射調節膜 4 原子層的層積將過度稠密而會對透射調節膜 4 施加壓縮應力(Compress)，進而在灰度光罩的製造過程中造成圖案不良或引起透明基板 2 的變形而對 CD(Critical Dimension)特性之一的 Registration 特性造成惡劣影響；濺鍍壓力高於 100mTorr 時，透射調節膜 4 原子層的密度將過低而對透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 時間拉伸應力(Tensile)，還是會造成上述惡劣影響。

上述遮光膜 6 與透射調節膜 4、透射調節膜 4 與透明基板 2 之間的蝕刻選擇比應該大於 3。由於上述遮光膜 6 層積在透射調節

膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的上面，如果在蝕刻遮光膜 6 時對於遮光膜 6 蝕刻液或蝕刻氣體的選擇比過低，將使其下面的透射調節膜 4 受損而造成厚度及透射率之類的特性發生變化；如果在透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻處理時對遮光膜 6 的蝕刻比過低，將蝕刻到遮光膜 6 的側面而難以控制遮光膜的 CD。而且透射調節膜 4 與透明基板 2 的蝕刻比過低時也會在蝕刻透射調節膜 4 時對透明基板 2 造成傷害，因此上述遮光膜 6 與透射調節膜 4、透射調節膜 4 與透明基板 2 之間的蝕刻比越大越好，蝕刻比應大於 3。進一步層積蝕刻阻止膜 14 時，遮光膜 6 與蝕刻阻止膜 14、蝕刻阻止膜 14 與透射調節膜 4、透射調節膜 4 與透明基板 2 之間的蝕刻選擇比應該大於 3，透射調節膜 4 與遮光膜 6 具有同一蝕刻特性。上述蝕刻選擇比可以如下計算。

蝕刻選擇比 = (待蝕刻材料的蝕刻速度)/(非蝕刻材料的蝕刻速度)

構成上述半透射部 103 的透射調節膜 4 的透射率應該在 300nm~500nm 的曝光波長下維持 10%到 90%且厚度為 50 Å 到 2000 Å，透射率維持在 30%到 70%且厚度為 50 Å 到 500 Å 時更好。

上述透射率可以根據液晶顯示裝置的製程而妥善地選擇。如果半透射部 103 的透射率低於 10%，使用上述灰度光罩進行微影製程時會因為半透射部 103 所造成的被射物體光阻殘留膜太厚而

不易和遮光部 101 所造成之光阻圖案區分；如果透射率大於 90%，由於半透射部 103 所造成的被射物體光阻殘留膜的太薄而不易和透射部 102 所造成之光阻圖案區分。因此在可以縮短光罩製程的四層圖罩或三層圖罩製程中出現困難。

透射調節膜 4 的厚度小於 50\AA 時，由於厚度太薄而很難控制透射率，也很難在基板內部提高透射率均勻度(Uniformity)。透射調節膜 4 的厚度大於 2000\AA 時，由於在製作灰度光罩時很難獲得垂直的圖案截面而導致分辨率下降並減弱耐化學性。而且由於薄膜的內部應力提高而使基板的平坦度出現變化，進而在大面積之灰度光罩中對 Registration 特性造成惡劣影響。上述平坦度變化應維持在 $50\mu\text{m}$ 以內。

如果進一步層積蝕刻阻止膜 14，在透射調節膜 4 上層積蝕刻阻止膜 14 後形成的膜應該符合上述透射調節膜 4 的上述透射率、厚度及平坦度條件並滿足下列要件。

構成上述半透射部 103 的透射調節膜 4 的透射率與作為曝光光線光源的水銀(Hg)燈的特性波長 i-line(365nm)、h-line(405nm)、g-line(436nm)下的透射率之差應該維持在 $\pm 5\%$ 以內。如前所述，曝光光線在特性波長下的透射率差異較小時，可以透過對半透射部 103 曝光量的控制動作而輕易地控制被射物體光阻的殘留膜厚度與關鍵尺寸(CD)，改善上述被射物體光阻殘留膜的截面形態，可以使灰度光罩的曝光製程以後的製程變得容易。

上述透射調節膜 4 的透射率均勻度(Uniformity)的最大值與最小值之差在基板邊緣的 30mm 以外區域應該維持在 5%以內，維持在 3%以內則更好。

一般來說，透明基板 2 邊緣的 30mm 以外區域在微影製程中屬於不使用的區域，30mm 以內區域的透射率均勻度值則越小越好。如果在上述透射率均勻度超過 5%時利用灰度光罩進行四層圖罩製程，將減弱半透射部 103 所造成的被射物體光阻殘留膜之厚度均勻度並提高不良可能性。如前所述，半透射部 103 的透射率在灰度光罩的製造過程中幾乎沒有變化，因此應該在灰度光罩基板步驟中把透射率均勻度控制在 5%以內。

上述透射調節膜 4 的相位差應該在曝光波長 300nm 到 500nm 的波長範圍內維持 0° 到 100° 。上述透射調節膜 4 和透明基板 2 的折射率與厚度相異，因此與透射部 102 所造成的曝光光線之間形成了相位差，由於上述相位差而使透射部 102 所造成的曝光光線與層積了透射調節膜 4 之半透射部 103 所造成的曝光光線重疊後造成光線的干涉顯影。如果此時發生相消干涉，曝光強度將在透射部 102 與半透射部 103 的圖案交界處減弱而容易造成被射物體的不良。因此應該把透射調節膜 4 的相位差控制在 100° 以內以避免相消干涉現象，能控制在 0 到 50° 的範圍內則更好。

相比於在相位轉移光罩中維持 180° 的相位差以便透過相消干涉來提高分辨率的技術，上述灰度光罩的相位差所造成的干涉

顯影屬於不同的技術，相位轉移光罩越接近 180°越好，灰度光罩則越接近 0°越好。上述相位差可以使用 Lasertech 公司的 MPM-100 等裝置測量或透過下式計算。

$$\Phi = \frac{360(n-1) \times d}{\lambda}$$

Φ : 相位差 n: 折射率

d: 厚度 λ : 曝光光線的波長

上述透射調節膜 4、遮光膜 6、抗反射膜 8 及蝕刻阻止膜 14 應該是透過原子之間的短距有序(Short Range Ordering)所形成的非結晶型結構。上述透射調節膜 4 的表面粗糙度較大時，例如其表面粗糙度大於 6nmRMS 時，穿過透射調節膜 4 的曝光光線將分散而難以控制被射物體光阻的殘留膜厚度與 CD。上述表面粗糙度在透射調節膜 4 進行結晶化(Crystallization)後會變大，因此透射調節膜 4 應採取非結晶型結構。遮光膜及抗反射膜也應該具備非結晶型結構以儘量減少因圖案邊緣粗糙度與亂反射而來的問題，比較妥善的表面粗糙度為透射調節膜 4、遮光膜 6、抗反射膜 8 及蝕刻阻止膜 14 的均方根粗糙度值介於 0 到 5nmRMS(Root Means Square)，中心線平均粗糙度(Ra)值介於 0 到 5nmRa。

遮光膜 6 及抗反射膜 8 的厚度為 50 Å 到 2,500 Å，為了定義 (patterning) 上述遮光膜 6 與抗反射膜 8，應該形成厚度為 1,000 □

到 20,000 Å 的正型(Positive)或負型(Negative)光阻 10(Photo Resist)膜。至於上述光阻 10 到底使用正型或負型，則可以根據灰度光罩的設計作業而適當地選擇。

上述透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的濕式蝕刻液應該使用含氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)的溶液之一種或混合液。適合作為上述透射調節膜 4 材料的鉍或鉍化合物可以被厭氧溶液，即具有 OH 基的蝕刻液所蝕刻，因此應該使用上述氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)進行蝕刻。上述蝕刻液並不會蝕刻可以作為遮光膜 6 的鉻及鉻化合物，也不會蝕刻透明基板 2。如果在氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)中另外添加含有水(H₂O)、過氧化氫(H₂O₂)或氧(O)的溶液之一則更好。含有氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)的蝕刻液的反應性會受到含氧(O)添加物的影響而變化，因此如果包含上述水(H₂O)及過氧化氫(H₂O₂)就能使蝕刻速度更快或更慢。

上述透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 屬於具有高蝕刻比且可以進行濕式蝕刻之物質，因此可以改變透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 之材料後使用。譬如，透射調節膜 4 使用鉻或鉻(Cr)化合物進行層積並使用鉻蝕刻液(CAN: Ceric Amounium

Nitrate)，遮光膜 6 及抗反射膜 8 材料使用鈮(Ta)或鈮(Ta)化合物，蝕刻液則使用上述 CAN 與含有氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銻(CsOH)的蝕刻液進行蝕刻。

可以把上述鈮(Ta)及鈮化合物或者鉻(Cr)及鉻(Cr)化合物作為蝕刻阻止膜使用。譬如，把鉻及鉻化合物作為透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 使用，把鈮及鈮化合物層積在透射調節膜 4 與遮光膜 6 之間後製作灰度光罩基板，再使用上述蝕刻液進行定義(patterning)而製成灰度光罩。

上述透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的濕式蝕刻液中氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銻(CsOH)的成分比應該介於 0.5mol%到 60mol%的範圍內。氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銻(CsOH)的成分比低於 0.5mol%時蝕刻速度會很低而在蝕刻透射調節膜 4 並製作灰度光罩時遇到困難，大於 60mol%時蝕刻速度因也會很低。

作為上述透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 的濕式蝕刻液的含氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銻(CsOH)之溶液的溫度應該介於 20°C 到 200°C 的範圍內。一般來說溫度對蝕刻速度的影響比較大，溫度低於 20°C 時蝕刻速度會很低或無法蝕刻，溫度大於 200°C 時蝕刻速度會太

快而難以控制半透射部 103 的關鍵尺寸。而且由於水(H₂O)和過氧化氫(H₂O₂)的氣化較多而難以控制 NaOH 或 KOH 的 mol%。

含有上述氫氧化鈉(NaOH)、氫氧化鉀(KOH)、氫氧化鋰(LiOH)、氫氧化鈣(Ca(OH)₂)及氫氧化銫(CsOH)的蝕刻液之 pH 應該大於 10。鈿及鈿化合物對酸性(Acid)成分的化工藥品具有很高的耐化學性，對厭氧性(Basic)材料也有很高的抵抗性。因此如果不是 pH 大於 10 的強厭氧性，將很難蝕刻鈿及鈿化合物。

上述抗反射膜 8 與透射調節膜 4 或蝕刻阻止膜 14 之間的反射率對於光罩的檢查波長應該具有至少 10%到 70%差異。灰度光罩不同於現有二元式光罩而包含半透射部 103 圖案，因此在檢查圖案時應該把半透射部 103 圖案與遮光部 101 及透射部 102 圖案加以區分。檢查圖案時通常會把單色光的雷射照射到光罩上並比較所反射出來的反射光之強度，如果遮光部圖案與半透射部 103 圖案所造成的反射率差異不超過 10%，就不易區分出兩個圖案。因此在層積透射調節膜 4 及/或抗反射膜 8 時需要適當地控制反射率而在檢查波長具有 10%以上的反射率差異。使用反射率為 70%以上的物質層積透射調節膜 4 時，由於透射率過低不易作為透射調節膜 4 使用。為了解決上述問題，可以把透射調節膜 4 製成雙層膜或多層膜以獲得更好的效果。

層積透射調節膜 4 時，需要避免在包括位置對齊圖案區的一部份區域層積透射調節膜 4。在半導體或液晶顯示裝置等的製造過

程中透過不同的光罩製作圖案時，位置對齊圖案可以對齊各圖案的位置，上述位置對齊圖案通常配置於上述光罩的圖案不會被轉印的區域。所以即使沒有層積透射調節膜 4 也無妨，在位置對齊圖案區沒有層積透射調節膜 4 時，由於位置對齊圖案的透射部 102 與遮光部 101 的背面及正面之間的反射率差異較大而使位置對齊圖案的對比度增加，可以在製作灰度光罩時輕易地對遮光部與透射部 102、半透射部 103 圖案進行位置對齊。在光罩位置對齊圖案區避免層積透射調節膜 4 之方法中比較妥善之方法為：層積透射調節膜 4 時在所需要的區域加以網罩之方法、透射調節膜 4 層積完畢後對位置對齊圖案區進行蝕刻之方法等。

上述正面反射率差異應該介於 5 到 60%。正面反射率有可能受到抗反射膜的影響而降低，因此沒有在透明基板 2 上層積透射調節膜 4 時不會出現大問題，但小於 5% 時則會在製作光罩時不易在曝光裝置的位置對齊波長得到較高的對比度，正面反射率大於 60% 時則在微影製程中容易出現因多重反射而造成的圖案錯誤 (pattern error)。使用上述灰度光罩進行微影製程時，由於背面的反射率差異較大而輕易地準確對齊上述的各圖案位置。上述位置對齊圖案區的背面反射率應該在位置對齊波長下介於 15 到 70% 的範圍內。採取上述做法的理由為，在位置對齊波長的反射率低於 15% 時，將在微影製程中形成位置對齊圖案時由於對比度過低而不易對齊位置，將很難製作出反射率大於 70% 的物質。為了解決上述

問題，可以把透射調節膜 4 製成雙層膜或多層膜以獲得更好的效果。

上述透射調節膜 4 層積完畢後應該在 80 到 800°C 的溫度範圍內進行熱處理 0 到 60 分鐘或者以紅外線、紫外線、X-Ray 照射方式進行表面改性處理。在 80°C 以下的溫度進行熱處理時幾乎沒有效果，在 800°C 以上的溫度時則因為大部份的薄膜物質出現結晶化而使表面粗糙度容易增加。上述透射調節膜 4 的熱處理可以適用於透射調節膜 4 的透射率控制或反射率控制之類的光學用途、也可以適用於蝕刻速度的控制等用途，尤其是適用於僅改變透射調節膜 4 的一部份厚度後形成雙層膜的用途。此時，層積一次透射調節膜 4 後透過熱處理或表面改性處理方式形成雙層膜。上述熱處理或表面改性處理可以在真空或大氣壓氛圍下透過熱板(Hot Plate)之類的接觸方式進行，或者採取紅外線燈、紫外線燈、雷射照射或 X-Ray 照射之類的非接觸方式進行，需要改變表面成分時除了使用氧(O₂)、氮(N₂)、氧化亞氮(N₂O)、二氧化氮(NO₂)、氧化氮(NO)、二氧化碳(CO₂)、SiH₄ 及 CH₄ 等反應性氣體以外，也可以使用氬(Ar)、氦(He)、氪(Kr)及氙(Xe)等惰性氣體。

層積結果應使透射調節膜 4 的面電阻值介於 0 到 1MΩ/□。使用上述反應濺鍍法層積透射調節膜 4 時，使用面電阻較低的標的(target)，以直流(DC)電源作為放電電源，利用惰性氣體製作電漿(Plasma)。此時將視需要而使用上述氧(O₂)、氮(N₂)及二氧化

碳(CO₂)等反應性氣體，但反應性氣體量過多時會使電漿不穩定而容易發生微粒(Particle)之類的缺陷，此時由反應性氣體成分所層積的透射調節膜 4 的面電阻也會跟着增加。因此層積時應該避免透射調節膜 4 的面電阻過高。

上述光阻的塗布方法應該在旋轉塗布(Spin Coating)、毛細塗覆(Capillary Coating)或掃描旋轉塗布(Scan And Spin Coating)中選擇一種方法。

塗布上述光阻 10 膜後，使用熱板(Hot Plate)在 50°C 到 250°C 的溫度下軟烤(Soft Bake)0 到 120 分鐘。

下面說明使用上述灰度光罩基板製作之灰度光罩及其製造方法。

在上述透明基板 2 上依次層積透射調節膜 4 與遮光膜 6 並選擇性地層積抗反射膜 8 製成灰度光罩基板後按照下列方法製作灰度光罩時，就能製作出具有下列圖案之灰度光罩：上述透射調節膜 4 與遮光膜 6 被蝕刻而使透明基板 2 暴露的透射部 102 圖案；在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 與遮光膜 6 的遮光部 101 圖案；以及在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 之半透射部 103 圖案。

按照下列步驟製作出第 2g 圖所示包括透射部 102、遮光部 101 及半透射部 103 之灰度光罩：首先使用上述灰度光罩基板在

第一階段光阻 10 上曝光並顯影出透射部 102 圖案區域而形成第一階段光阻 10 圖案之步驟；以上述第一階段光阻 10 的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻而形成遮光膜 6 圖案之步驟；以上述遮光膜 6 的圖案作為蝕刻罩幕並對上述透射調節膜 4 進行蝕刻並同時把殘留之上述第一階段光阻 10 加以清除之步驟；在上述蝕刻後的圖案上塗布第二階段光阻 12 之步驟；在上述第二階段光阻 12 上曝光並顯影出半透射部 103 圖案區域而形成第二階段光阻 12 圖案之步驟；以上述第二階段光阻 12 圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；以及把殘留之上述第二階段光阻 12 圖案加以清除之步驟。為了使用上述方法製作，應該如下述內容適當地選擇第一階段光阻 10 與蝕刻液以便利用透射調節膜 4 蝕刻液清除第一階段光阻 10。

按照下列步驟製作出第 2g 圖所示包括透射部 102、遮光部 101 及半透射部 103 之灰度光罩：首先使用上述灰度光罩基板在第一階段光阻 10 上曝光並顯影出透射部 102 圖案區域而形成第一階段光阻圖案之步驟；以上述第一階段光阻 10 的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻而形成遮光膜 6 圖案之步驟；把殘留之上述第一階段光阻 10 加以清除之步驟；以上述遮光膜 6 的圖案作為蝕刻罩幕並對上述透射調節膜 4 進行蝕刻之步驟；塗布第二階段光阻 12 之步驟；在上述第二階段光阻 12 曝光及顯影出半透射部 103 圖案區域之步驟；以上述第二階段光阻 12 圖案作為蝕刻罩

幕並對抗反射膜 8 與遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；以及把殘留之上述第二階段光阻 12 加以清除之步驟。

按照下列步驟製作出第 2g 圖所示包括透射部 102、遮光部 101 及半透射部 103 之灰度光罩：首先使用上述灰度光罩基板在第一階段光阻 10 上曝光並顯影出半透射部 103 圖案區域而形成第一階段光阻圖案之步驟；以上述第一階段光阻 10 的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻而形成遮光膜 6 圖案之步驟；把殘留之上述第一階段光阻 10 加以清除之步驟；塗布第二階段光阻 12 之步驟；在上述第二階段光阻 12 上曝光並顯影出透射部 102 圖案區域之步驟；以上述光阻 12 圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；以上述第二階段光阻 12 圖案與遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對透射調節膜 4 進行蝕刻之步驟；以及把殘留之上述第二階段光阻 12 加以清除之步驟。為了使用上述方法製作，應該如下述內容適當地選擇第一階段光阻 10 與蝕刻液以防止第一階段光阻 10 被透射調節膜 4 蝕刻液清除。

按照下列步驟製作出第 2g 圖所示包括透射部 102、遮光部 101 及半透射部 103 之灰度光罩：首先使用上述灰度光罩基板在第一階段光阻 10 上曝光並顯影出透射部 102 圖案區域和半透射部 103 圖案區域而形成第一階段光阻圖案之步驟；以上述第一階段光阻 10 的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻而形成遮光膜 6 圖案之步驟；把殘留之上述第一階段光阻 10 加以清除之步驟；

塗布第二階段光阻 12 之步驟；在上述第二階段光阻 12 上曝光並顯影出透射部 102 圖案區域之步驟；以上述光阻 12 圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；以上述第二階段光阻 12 圖案與遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對透射調節膜 4 進行蝕刻之步驟；以及把殘留之上述第二階段光阻 12 加以清除之步驟。由於遮光膜 6 與透射調節膜 4 的蝕刻比比較大，因此第二階段光阻 12 曝光時可以在不包括半透射部 103 圖案區域的前提下使曝光範圍大於透射部 102 圖案區域。按照上述方法製作時，可以非常準確地對齊透射部 102 圖案、遮光部 101 圖案及半透射部 103 圖案的位置，上述方法可行的理由為，透射部 102、遮光部 101 及半透射部 103 圖案區域在第一階段光阻 10 曝光時實際上會形成圖案線條。為了使用上述方法製作，應該如下述內容適當地選擇第一階段光阻 10 與蝕刻液以防止第一階段光阻 10 被透射調節膜 4 蝕刻液清除。

在上述透明基板 2 上依次層積透射調節膜 4、蝕刻阻止膜 14 及遮光膜 6 並選擇性地層積抗反射膜 8 製成灰度光罩基板後按照下列方法製作灰度光罩時，就能製作出具有下列圖案之灰度光罩：上述透射調節膜 4、蝕刻阻止膜 14 及遮光膜 6 被蝕刻而使透明基板 2 暴露的透射部 102 圖案；在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4、蝕刻阻止膜 14 及遮光膜 6 的遮光部 101 圖案；以及在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜 14 之半透射部 103a

或者在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 之半透射部 103b 圖案。此時，上述半透射部 103 可以由下列部位組成：在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜 14 的半透射部 103a；以及在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 之半透射部 103b 圖案，此時可以製作出具有透射率各不相同的 4 個圖案形態之灰度光罩。

下面說明的圖案製作步驟可以和在上述透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 與遮光膜 6 的情形相同。使用層積了上述蝕刻阻止膜 14 之灰度光罩基板製作灰度光罩之方法可以按照下列步驟製作出第 2g 圖所示包括透射部 102、遮光部 101 及半透射部 103 之灰度光罩：首先使用層積了上述蝕刻阻止膜 14 之灰度光罩基板在第一階段光阻 10 上曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；以上述第一階段光阻 10 的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻而形成遮光膜 6 圖案之步驟；把殘留之上述第一階段光阻 10 加以清除之步驟；以遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻而形成蝕刻阻止膜 14 圖案之步驟；塗布第二階段光阻 12 之步驟；在上述第二階段光阻 12 上曝光及顯影之步驟；以上述光阻 12 圖案作為蝕刻罩幕並對透射調節膜 4 與遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；以及把殘留之上述第二階段光阻 12 加以清除之步驟。

在上述說明中，可以同時進行第一階段光阻 10 或第二階段光阻 12 的清除步驟及透射調節膜 4 的蝕刻步驟。這是因為對透射調節膜 4 進行蝕刻的蝕刻液(加熱後的 NaOH、KOH)可以清除光阻

，按照上述方法進行時可以縮短製造製程。

使用另外層積了蝕刻阻止膜 14 之灰度光罩基板製作出由下列幾個部份構成之灰度光罩：由在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜 14 的半透射部 103a 與在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4 之半透射部 103b 圖案所組成的半透射部 103；透射調節膜 4、蝕刻阻止膜 14 及遮光膜 6 被蝕刻而使透明基板 2 暴露的透射部 102 圖案；以及在透明基板 2 上層積了透射調節膜 4、蝕刻阻止膜 14 及遮光膜 6 的遮光部 101 圖案。具有透射率各不相同的 4 個圖案形態之上述灰度光罩製造方法如下。

按照下列步驟製作出如第 8g 圖所示由清除了透射部 102、遮光部 101 及蝕刻阻止膜的半透射部 103b 及沒有清除蝕刻阻止膜的半透射部 103a 所構成之灰度光罩：使用另外層積了蝕刻阻止膜 14 之灰度光罩基板首先在第一階段光阻 10 上曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；以上述第一階段光阻 10 的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻而形成遮光膜 6 圖案之步驟；把殘留之上述第一階段光阻 10 加以清除之步驟；以遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻而形成蝕刻阻止膜 14 圖案之步驟；塗布第二階段光阻 12 之步驟；在上述第二階段光阻 12 上曝光及顯影之步驟；以上述第二階段光阻 12 圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；把殘留之上述第二階段光阻 12 加以清除之步驟；以上述遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜 14

進行蝕刻之步驟；塗布第三階段光阻 16 之步驟；在上述第三階段光阻 16 上曝光及顯影之步驟；以上述第三階段光阻 16 圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜 6 進行蝕刻之步驟；以及把第三階段光阻 16 加以清除之步驟。

如果使用灰度光罩時採取了由上述透射調節膜 4、遮光膜 6 及光阻 10 所組成之灰度光罩基板以及由透射調節膜 4、蝕刻阻止膜 14、遮光膜 6 及光阻 10 所組成之灰度光罩基板，在遮光膜 6 上面另外層積抗反射膜 8 時會同時蝕刻遮光膜 6 而形成同一圖案。

在上述灰度光罩製造方法中，即使透射調節膜 4 是雙層膜以上的多層膜也可以使用單膜透射調節膜 4 的蝕刻液同時蝕刻而形成同一圖案，因此可以在製作灰度光罩時按照同一製程製作。

在上述過程之所以能同時蝕刻透射調節膜 4 蝕刻並清除殘留之第一階段光阻 10，是因為光阻 10 能輕易地被厭氧性物質溶解。光阻 10 的溶解與否受到光阻 10 的厚度、軟烤(Soft)溫度與時間、透射調節膜 4 蝕刻液的種類與組成、以及蝕刻液溫度的影響，因此可以進行選擇。

清除上述殘留光阻 10 時，可以使用含有硫酸(H_2SO_4)且在 $30^{\circ}C$ 到 $150^{\circ}C$ 的溫度下加熱的溶液或者可以溶解上述光阻 10 的溶劑或者在紫外線曝光後使用顯影液。

雖然本發明以較佳實施例及圖式揭露如下，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作更動與潤飾，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。

(第一實施例)

圖 1a 到圖 1d 概略地顯示了本實施例之灰度光罩基板之透射調節膜的膜特性分析結果。本實施例的透射調節膜 4 使用鈿(Ta)化合物，蝕刻液使用含有 NaOH 的溶液，針對蝕刻條件進行了分析並評估了適用於灰度光罩製程的清洗液之耐化學性。

首先，請參照第 1a 圖，在 150°C 的溫度下對玻璃或石英所製成的透明基板 2 加熱後利用反應濺鍍設備在上述透明基板 2 形成透射調節膜 4，以鈿(Ta)金屬為標的(target)，在真空室的真空度為 2.0mTorr、供應電力為 1.5kW 的條件下，使反應性氣體的混合比率為氫:氮體積比等於 65%:35%，層積了 251 Å 的氮化鈿(TaN)。對於在上述條件下成膜的氮化鈿(TaN)，利用 X 射線衍射儀(XRD)分析了膜結晶構造，其結果如第 1a 圖所示具有非結晶型結構的膜特性。透射調節膜 4 的面電阻值測定結果為 20 Ω/□。

第 1b 圖以圖表方式列出了作為上述透射調節膜 4 濕式蝕刻液之一的 NaOH 與 H₂O₂ 混合液之溫度與透射調節膜 4 之蝕刻比的關係，可以發現蝕刻速度隨着蝕刻液的溫度增加而變快。根據 NaOH 與 H₂O₂ 的混合比分析了蝕刻比，結果如第 1c 圖所示蝕刻

速度將隨着 NaOH 內部 H_2O_2 的比率增加而變慢。此時的 pH 量測值大於 12。

對鉻化合物制遮光膜 6 與抗反射膜 8 進行層積後在組成比為 $NaOH:H_2O_2 = 4:1$ 並加熱到 $70^\circ C$ 的蝕刻液中浸泡(Dipping)20 分鐘，然後評估透射調節膜 4 是否因為蝕刻液而受到損傷。評估結果，遮光膜的厚度與 O/D 沒有變化，抗反射膜的厚度也沒有變化，在 436nm 的反射率變化小於 0.3% 而幾乎沒有損傷。在上述蝕刻液中浸泡透明基板 2 後量測透射率變化與表面粗糙度的結果為透射率變化低於 0.03%，上述量測值屬於透射率量測儀的量測誤差範圍而可以視為透射率沒有變化，表面粗糙度的變化為 -0.13nmRMS(粗糙度減少)，也屬於量測誤差範圍而可以視為透明基板 2 沒有損傷。然後，評估了上述透射調節膜 4 是否因為鉻蝕刻液而受到損傷。使用和蝕刻製程相同的蝕刻液與蝕刻時間處理遮光膜 6 與抗反射膜 8 後量測透射調節膜 4 的透射率變化時，在 436nm 的變化低於 0.1%。

第 1d 圖顯示了上述氮化鉭(TaN)制透射調節膜 4 與氧化鉭(TaO)制透射調節膜 4 的耐化學性分析結果。首先，層積各透射調節膜 4 以使其在 436nm 具有 42% 的透射率，為了在非常嚴酷的條件下評估耐化學性，在光罩製造過程中在作為清洗液使用的 SPM 溶液與 SC-1 溶液中處理了 120 分鐘後測量了 436nm 的透射率變化。即使上述清洗液處理了 120 分鐘，透射率的增加幅度依然低

於 1%，可以從上述結果得知透射調節膜 4 幾乎沒有損傷。

如前所述，上述透射調節膜 4 使用鉭(Ta)化合物時，可以透過對蝕刻液的組成比與溫度等變數進行調節而選擇性地適用蝕刻速度，而且由於透射調節膜 4 與遮光膜 6 之間的蝕刻選擇比很大，因此使用上述灰度光罩基板製作灰度光罩時可以非常準確地控制圖案尺寸(CD)。透射調節膜 4 的耐化學性非常優異，在灰度光罩製造過程中的清洗(Cleaning)與缺陷修正(Repair)及光阻 10、12 剝離等製程透射率幾乎沒有變化。因此清洗製程及缺陷修正製程的次數比較不受限制，可以製作出大幅減少了雜質與圖案缺陷等不良現象之灰度光罩。由於完全不損傷透明基板 2，因此當灰度光罩基板及灰度光罩製造過程中發生不良時，可以完全清除透射調節膜 4、遮光膜 6、抗反射膜 8 及光阻 10 後重複使用高昂的透明基板 2，進而降低成本並提高良率。如前所述，本實施例之灰度光罩基板具有高蝕刻選擇比與耐化學性，故非常適合製作灰度光罩。

(第二實施例)

第 2a 圖到第 2g 圖是第二實施例之灰度光罩製造方法之概略圖。本實施例介紹了使用上述第一實施例之灰度光罩基板製作灰度光罩之方法，在本實施例中和製作了 TFT-LCD 製程中的源極(source)/汲極(drain)及通道(channel)圖案用灰度光罩。本實施例的

遮光部 101 與透射部 102 圖案定義的是源極/汲極圖案，半透射部 103 圖案則定義通路圖案。下面結合圖式進行說明。

首先，如第 2a 圖所示在玻璃或石英製成的透明基板 2 上依次層積透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8。然後在上述抗反射膜 8 上塗布光阻 10，即可製成第 2a 圖所示之灰度光罩基板。

在 150°C 的溫度下對基板加熱後利用反應濺鍍設備製作上述透射調節膜 4，以鈮(Ta)金屬為標的(target)，在真空室的真空度為 2.1mTorr、供應電力為 1.5kW 的條件下，使反應性氣體的混合比率為氬:氮的體積比等於 65%:35%，層積了 250 Å 的氮化鈮(TaN)。利用基於氬、甲烷、氮的反應濺鍍製作遮光膜 6，以鉻為標的製成碳化氮化鉻(CrCN)。在真空室的真空度為 2mTorr、供應電力為 1.41kW 的條件下，使反應性氣體的混合比率為氬:氮:甲烷的體積比等於 90%:9%:1%，製成了 780 Å 的 CrCN 遮光膜 6。使用同一濺鍍方法在上述遮光膜 6 上形成 CrCON 抗反射膜 8，在真空室的真空度為 2mTorr、供應電力為 1.0kW 的條件下，使反應性氣體的混合比率為氬:氮:二氧化碳的體積比等於 20%:77%:3%，製成了 270 Å 的 CrCON 膜。

在上述抗反射膜 8 上面利用掃描旋轉塗布方式塗布 AZ-1500 而形成 1,0000 Å 厚的第一階段光阻 10 後在熱板進行軟烤。上述軟烤作業在 100°C 的軟烤溫度下進行 15 分鐘左右後製成灰度光罩基板。

然後，使用上述灰度光罩基板製作灰度光罩。首先，在相當於透射部 102 的光阻 10 區域進行曝光並利用 2.38%TMAH 溶液進行顯影製程而形成第 1b 圖所示第一階段光阻 10 圖案。以上述第一階段光阻圖案 10 作為蝕刻罩幕並利用鉻系濕式蝕刻液(CR-7S)對上述鉻系抗反射膜 8 及遮光膜 6 進行蝕刻，然後使用氫氧化鈉(NaOH)與過氧化氫(H₂O₂)所組成並被加熱到 70°C 的蝕刻液針對作為透射調節膜 4 的氮化鈮(TaN)膜與殘留之上述第一階段光阻 10 同時進行蝕刻與清除作業而形成第 2c 圖所示之透射部 102。

然後，通過包含了使用加熱硫酸(H₂SO₄)的製程在內的清洗作業以清除表面雜質等物質。為了製作半透射部 103，在上述圖案上利用掃描旋轉塗布方式塗布 AZ-1500 後塗布成如第 2e 圖所示 1,0000 Å 厚的第二階段光阻 12，然後在熱板進行軟烤。上述軟烤作業在 100°C 的軟烤溫度下進行 15 分鐘左右。然後，在相當於上述半透射部 103 的第二階段光阻 12 區域進行曝光及顯影而製成如第 2f 圖所示之第二階段光阻圖案 12。然後，以第二階段光阻圖案 12 作為蝕刻罩幕並利用鉻系濕式蝕刻液依次對上述鉻系抗反射膜 8 與遮光膜 6 進行濕式蝕刻而形成如第 2f 圖所示之半透射部 103。使用加熱到 85°C 的硫酸溶液以浸泡(Dipping)方式把殘留之第二階段光阻 12 完全清除。然後，進入清洗製程以清除殘留在上述圖案上的雜質。第 2g 圖是上述結果圖。請參照第 2g 圖，本實施例製作了包含下列圖案之灰度光罩：位於透明基板 2 上面並由透射

調節膜 4 構成的半透射部 103；位於透明基板 2 上面並由透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 依次層積的遮光部 101；以及上述透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 被蝕刻掉的透射部 102 圖案。

使用歐杰電子能譜儀(Auger Electron Spectroscopy)分析了作為上述透射調節膜 4 的氮化鈮(TaN)膜之膜成分；針對作為透射調節膜 4 的氮化鈮(TaN)膜所做的組成比分析結果為鈮(Ta)佔 60.2at%、氮(N)佔 39.8at%。

在本實施例中製作樣本後，為了分析透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 的表面均方根粗糙度值而使用 Digital Instrument(UK)公司的 Nanoscope IIIa(AFM)量測儀測量了表面的中心線平均粗糙度(Ra)與均方根粗糙度(Rq)值，透射調節膜 4 的中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.36nm、均方根粗糙度(Rq)值為 0.41nmRMS；遮光膜 6 的中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.33nm、均方根粗糙度(Rq)值為 0.46nmRMS；抗反射膜 8 的中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.41nm 而均方根粗糙度(Rq)值為 0.53nmRMS，表示上述膜以非結晶型態形成了良好的狀態。

為了判斷石英基板在濕式蝕刻前/後是否出現表面損傷而分析了表面粗糙度，其結果為：乾式蝕刻製程前的石英基板之均方根粗糙度(Rq)值為 0.37nmRMS、中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.44nm；乾式蝕刻製程後的石英基板表面之平均粗糙度(Rq)值為 0.35nmRMS、中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.43nm，證明上述透射

調節膜 4 的濕式蝕刻液不會傷害石英基板。

使用 Lasertech 公司的 MPM-100 檢測透射調節膜 4 的相位差。在 i-Line 為 32.06° 、在 g-Line 為 26.85° ，證明幾乎沒有發生相消干涉。

透射調節膜 4 成膜之後的透射率在 i-Line 為 38.51%、在 h-Line 為 45.35%、在 g-Line 為 50.04%。上述灰度光罩製造完畢後檢測其透射率時，在 i-Line 為 38.45%、在 h-Line 為 45.39%、在 g-Line 為 50.06%，證明透射調節膜 4 的透射率在光罩製程過程中沒有變化。

使用四點探針(4-Point Probe)透射調節膜 4 的面電阻值時，測定值為 $24.4\Omega/\square$ 。

與現有灰度及縫條光罩不同的是，本灰度光罩在檢查波長 505nm 下檢查圖案時，由於遮光部 101、半透射部 103 及透射部 102 圖案的對比度較大而得以順利地檢查圖案並且在檢查過程中沒有出現問題。

(第三實施例)

第 3a 圖到第 3f 圖概略地顯示了本實施例灰度光罩基板及光罩製造方法。本實施例製作的圖案和第二實施例相同，但製造方法不同。下面結合圖式進行說明。

首先，如第 3a 圖所示在玻璃或石英製成的透明基板 2 上依

次層積透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8。然後在上述抗反射膜 8 上塗布第一階段光阻 10，即可製成第 2a 圖所示之灰度光罩基板。

然後，使用上述灰度光罩基板製作灰度光罩。首先，在相當於透射部 102 的光阻 10 區域進行曝光並利用 2.38%TMAH 溶液進行顯影製程而形成第 3b 圖所示第一階段光阻 10 圖案。

然後，以上述第一階段光阻圖案 10 作為蝕刻罩幕並使用鉻系濕式蝕刻液蝕刻上述鉻系抗反射膜 8 與遮光膜 6 後形成抗反射膜 8 與遮光膜 6 圖案。請參照第 3d 圖，使用加熱到 85°C 的硫酸溶液以浸泡(Dipping)方式把殘留之第二階段光阻 12 完全清除。

然後，以上述抗反射膜 8 與遮光膜 6 的圖案作為蝕刻罩幕，使用加熱到 70°C 並由氫氧化鈉(NaOH)與過氧化氫(H₂O₂)的混合液構成的蝕刻液對作為透射調節膜 4 的氮化鉭(TaN)膜進行濕式蝕刻後形成第 3e 圖所示之透射部 102。然後，按照第一實施例之方法進行清洗處理。

然後，為了製作半透射部 103，在上述圖案上面利用掃描旋轉塗布方式塗布 AZ-1500 而形成第 3f 圖所示 1,0000 Å 厚的第二階段光阻 12 膜在熱板進行軟烤。上述軟烤作業在 100°C 的軟烤溫度下進行 15 分鐘左右。

然後，在相當於上述半透射部 103 的第二階段光阻 12 區域進行曝光及顯影而形成第 3g 圖所示第二階段光阻圖案 12。

然後，以第二階段光阻圖案 12 蝕刻罩幕作為蝕刻罩幕並利用鉻系濕式蝕刻液對上述鉻系抗反射膜 8 與遮光膜 6 依次進行濕式蝕刻製程後形成第 3g 圖所示半透射部 103。使用加熱到 85°C 的硫酸溶液以浸泡(Dipping)方式把殘留之第二階段光阻 12 完全清除。

然後，進入清洗製程以清除殘留在上述圖案上的雜質。第 3h 圖顯示了上述製程的結果，所製作之灰度光罩具有與上述第二實施例相同的圖案。

使用歐杰電子能譜儀(Auger Electron Spectroscopy)分析了作為上述透射調節膜 4 的氮化鈮(TaN)膜之膜成分；針對作為透射調節膜 4 的氮化鈮(TaN)膜所做的組成比分析結果為鈮(Ta)佔 61.5at%、氮(N)佔 38.5at%。

在本實施例中製作樣本後，為了分析透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8 的表面均方根粗糙度值而使用 Digital Instrument(UK)公司的 Nanoscope IIIa(AFM)量測儀測量了表面的中心線平均粗糙度(Ra)與均方根粗糙度(Rq)值，透射調節膜 4 的中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.41nm、均方根粗糙度(Rq)值為 0.53nmRMS；遮光膜 6 的中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.38nm、均方根粗糙度(Rq)值為 0.47nmRMS；抗反射膜 8 的中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.40nm、均方根粗糙度(Rq)值為 0.51nmRMS 的結果，表示上述膜以非結晶型態形成了良好的狀態。

為了判斷石英基板在濕式蝕刻前/後是否出現表面損傷而分析了表面粗糙度，其結果為：乾式蝕刻製程前的石英基板之均方根粗糙度(Rq)值為 0.37nmRMS、中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.44nm；乾式蝕刻製程後的石英基板表面之平均粗糙度(Rq)值為 0.35nmRMS、中心線平均粗糙度(Ra)值為 0.43nm，證明上述透射調節膜 4 的濕式蝕刻液不會傷害石英基板。

對透射調節膜 4 的相位差進行量測的結果為，在 i-Line 為 32.05°、在 g-Line 為 26.83°，證明幾乎沒有發生相長干涉。

透射調節膜 4 成膜之後的透射率在 i-Line 為 38.58%、在 h-Line 為 45.40%、在 g-Line 為 50.09%，上述灰度光罩製造完畢後檢測其透射率時，在 i-Line 為 38.63%、在 h-Line 為 45.44%、在 g-Line 為 50.12%，證明透射調節膜 4 的透射率在光罩製程過程中沒有變化。透射調節膜 4 的面電阻值的測定結果為 $23.2\Omega/\square$ 。

與現有灰度及縫條光罩不同的是，本灰度光罩在檢查波長 505nm 下檢查圖案時，由於遮光部 101、半透射部 103 及透射部 102 的對比度較大而得以順利地檢查圖案並且沒有出現問題。

(第四實施例)

第 5a 圖到第 5h 圖概略地顯示了本實施例灰度光罩基板及光罩製造方法。本實施例製作的圖案和第二實施例到第三實施例相同，但製造方法與圖案製作順序不同，而且光阻的塗布方法也相

應地有所不同。為了獲得平坦的透射率而使用不同的透射調節膜 4 材料進行層積。下面結合圖式進行說明。

首先，如第 5a 圖所示在玻璃或石英製成的透明基板 2 上依次層積透射調節膜 4、遮光膜 6 及抗反射膜 8。然後在上述抗反射膜 8 上塗布光阻 10，即可製成第 5a 圖所示之灰度光罩基板。

本實施例與第二實施例及第三實施例不同的是，上述透射調節膜 4 以氧化鈮(TaO)替代氮化鈮(TaN)進行了層積作業。氧化鈮(TaO)優於氮化鈮(TaN)之處為，氧化鈮(TaO)在 i-line(365nm)、h-line(405nm)及 g-line(436nm)的透射率幾乎沒有變化，第 4 圖比較了氧化鈮(TaO)與氮化鈮(TaN)的透射率曲線。在第 4 圖的曲線圖中，氧化鈮(TaO)在 i-line(365nm)與 g-line(436nm)的透射率差異為 2.3%左右，氮化鈮(TaN)在 i-line(365nm)與 g-line(436nm)的透射率差異則為 9.3%。

在 150°C 的溫度下對基板加熱後利用反應濺鍍設備層積上述氧化鈮(TaO)，以鈮(Ta)金屬為標的，在真空室的真空度為 1.5mTorr、供應電力為 1.3kW 的條件下，使反應性氣體的混合比率為氬:氧的體積比等於 95%:5%，層積了 180Å 的氧化鈮(TaO)。

然後，按照上述第二實施例的同一方法層積遮光膜 6 與抗反射膜 8 並塗布第一階段光阻 10。上述第一階段光阻 10 的軟烤作業與第二實施例及第三實施例不同之處在於，為了防止被上述透射調節膜 4 蝕刻液清除而使用熱板在 100°C 的溫度下進行 30 分鐘後

製成本實施例之灰度光罩基板。

然後，使用上述灰度光罩基板製作灰度光罩。首先，在相當於半透射部 103 的第一階段光阻 10 區域進行曝光並利用 2.38%TMAH 溶液進行顯影製程而形成第 5b 圖所示之第一階段光阻 10 圖案。

然後，以上述第一階段光阻 10 圖案作為蝕刻罩幕並對上述抗反射膜 8 及遮光膜 6 進行蝕刻後形成第 5c 圖所示之半透射部 103 圖案。

然後，如第 5d 圖所示清除殘留之上述第一階段光阻 10 圖案並加以清洗後塗布第二階段光阻 12。

然後，第 5e 圖所示在相當於透射部 102 的第二階段光阻 12 區域進行曝光及顯影製程。

然後，以上述第二階段光阻 12 圖案作為蝕刻罩幕並如第 5f 圖所示對抗反射膜 8 及遮光膜 6 進行蝕刻處理。

然後，如第 5g 圖所示以上述第二階段光阻 12 圖案、遮光膜 6 與抗反射膜 8 圖案作為蝕刻罩幕對透射調節膜 4 進行蝕刻處理。此時的蝕刻液與第二實施例相同。

然後，把殘留之第二階段光阻 12 圖案加以清除並清洗，再按照本實施例之方法製成第 5h 圖所示之灰度光罩。

從本實施例的說明中可以得知，使用本發明灰度光罩基板製作灰度光罩時不會受到圖案製作順序的限制，而且由於使用氧化

鈿(TaO)製作透射調節膜 4 而可以得到平坦的透射率。

(第五實施例)

第 6a 圖到第 6g 圖概略地顯示了本實施例灰度光罩基板及光罩製造方法。本實施例使用第四實施例之灰度光罩基板製作了和第四實施例一樣的圖案，但其製造方法與圖案製作順序卻與第四實施例不同，本實施例之灰度光罩製造方法不存在遮光部 101 及透射部 102 圖案與半透射部 103 圖案之間的對齊(Alignment)問題。

首先，如第 6a 圖所示使用和第四實施例一樣之灰度光罩基板，然後如第 6b 圖所示在透射部 102 及半透射部 103 的對應區域對第一階段光阻 10 進行曝光及顯影處理而形成第一階段光阻 10 圖案。

然後，如第 6c 圖所示以第一階段光阻 10 圖案作為蝕刻罩幕對遮光膜 6 與抗反射膜 8 進行蝕刻而形成遮光膜 6 與抗反射膜 8 圖案。

然後，如第 6d 圖所示把殘留之第一階段光阻 10 圖案加以清除並進行清洗處理後塗布第二階段光阻 12。上述第二階段光阻 12 和上述第四實施例的第一階段光阻 10 一樣在 100°C 溫度下軟烤 30 分鐘。

然後，對上述第二階段光阻 12 進行曝光及顯影處理。曝光

時如第 6e 圖所示保證半透射部 103 圖案在顯影後不暴露於蝕刻液，並且為了對齊而朝遮光部 101 圖案擴大曝光。雖然有一部份遮光部 101 圖案會暴露，但因為遮光膜 6 與抗反射膜 8 在透射調節膜 4 蝕刻過程中幾乎沒有損傷，因此不會出現問題。

然後，和第二實施例一樣使用加熱到 70°C 的 NaOH 與 H₂O₂ 混合液進行蝕刻處理。請參照第 6f 圖，其結果為在第二階段光阻 12 暴露的區域中只有氧化鈮(TaO)的透射調節膜 4 被蝕刻而形成遮光部 101 圖案。

然後，把殘留之第二階段光阻 12 圖案加以清除並清洗後如第 6g 圖所示製成了和第二實施例到第四實施例相同之灰度光罩。

(第六實施例)

第 7a 圖到第 7g 圖概略地顯示了本實施例灰度光罩基板及光罩製造方法。本實施例針對使用層積了蝕刻阻止膜 14 之灰度光罩基板製作灰度光罩製造方法給予說明。

與第二實施例到第五實施例不同的是，本實施例如圖所示透射調節膜 4 層積了 30nm 厚的氮氧化碳鉻類(CrCON)、蝕刻阻止膜 14 層積了 10nm 厚的氮化鈮(TaN)。

本實施例的半透射部 103 圖案是由透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜 14 組成的，因此為了使透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜 14 的層積膜之透射率達到所需要的透射率而對透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜

14 的成分及厚度做了控制。

遮光膜 6、抗反射膜 8 及第一階段光阻 10 與上述第四實施例相同並形成了第 7a 圖所示之本實施例灰度光罩基板。

然後，對第一階段光阻 10 進行曝光及顯影處理後對遮光膜 6 與抗反射膜 8 進行蝕刻而形成第 7b 圖所示之遮光膜 6 圖案。

然後，清除第一階段光阻 10 圖案，以上述遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻而形成第 7c 圖所示同一圖案的蝕刻阻止膜 14 圖案。上述蝕刻阻止膜 14 與遮光膜 6 由於具有高蝕刻比而可以在沒有損傷的情形下製作同一圖案。

然後，如第 7d 圖所示塗布第二階段光阻 12 後進行曝光及顯影處理而形成第 7e 圖所示之第二階段光阻 12 圖案。

然後，對遮光膜 6、抗反射膜 8 及透射調節膜 4 同時進行蝕刻並清除第二階段光阻 12 圖案，如第 7f 圖所示形成了由透射部 102 圖案、遮光部 101 圖案及沒有對蝕刻阻止膜進行蝕刻的半透射部 103a 圖案所構成的本實施例灰度光罩。

本實施例的遮光膜 6、抗反射膜及透射調節膜 4 使用了同一銻系化合物。因此可以同時進行蝕刻，也可以和上述第二實施例到第五實施例一樣在製作灰度光罩時改變圖案製作順序。

本實施例中穿越上述透射調節膜 4 與蝕刻阻止膜 14 的透射光之透射率被製作成 40%，但是如果只需要透射調節膜 4 的透射率，則可以對蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻而形成第 7g 圖所示之灰度

光罩。此時之灰度光罩包括透射部 102 圖案、遮光部 101 圖案及蝕刻阻止膜被蝕刻的半透射部 103a 圖案。

(第七實施例)

第 8a 圖到第 8g 圖概略地顯示了本實施例灰度光罩基板及光罩製造方法。本實施例之灰度光罩製造方法使用層積了蝕刻阻止膜 14 之灰度光罩基板製作灰度光罩，本實施例之灰度光罩包括透射率各不相同的透射部 102 圖案、遮光部 101 圖案、沒有對蝕刻阻止膜進行蝕刻的半透射部 103a 圖案、以及蝕刻阻止膜被蝕刻的半透射部 103b 圖案。

請參照圖示，製作出和上述第六實施例一樣之灰度光罩基板後，按照和第六實施例一樣之方法在第一階段光阻上曝光及顯影、對遮光膜 6 與抗反射膜 8 進行蝕刻、以及清除第一階段光阻後，對蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻。

然後，如第 8a 圖所示塗布第二階段光阻 12 後在上述第二階段光阻 12 上進行曝光及顯影處理。

然後，如第 8b 圖所示對遮光膜 6 與抗反射膜 8 進行蝕刻處理。

然後，清除第二階段光阻 12，如第 8c 圖所示以遮光膜 6 圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜 14 進行蝕刻處理，即可製作出包括下列圖案之灰度光罩：透射部 102 圖案、遮光部 101 圖案及沒

有對蝕刻阻止膜進行蝕刻的半透射部 103a 圖案之灰度光罩。

然後，如第 8d 圖及第 8e 圖所示塗布第三階段光阻 16 後進行曝光及顯影，接着對遮光膜 6 與抗反射膜 8 進行蝕刻處理後清除第三階段光阻 16，即可製作出如第 8g 圖所示包括下列圖案之灰度光罩：透射率各不相同的透射部 102 圖案、遮光部 101 圖案、沒有對蝕刻阻止膜進行蝕刻的半透射部 103a 圖案、以及蝕刻阻止膜被蝕刻的半透射部 103b 圖案。

(第八實施例)

第 9a 圖到第 9c 圖概略地顯示了本實施例灰度光罩基板及光罩製造方法。與上述第二實施例到第七實施例不同的是，本實施例的透射調節膜 4 由第一透射調節膜 4a 與第二透射調節膜 4b 組成。本實施例的透射調節膜 4 被制作成兩層，因此可以被同一蝕刻液所蝕刻，把改善了光學特性與蝕刻速度的透射調節膜 4 層積後對灰度光罩做了評估。

與上述第一實施例到第七實施例不同的是，本實施例使用高透射率與低透射率的鈮化合物製造透射調節膜 4。

首先，在透明基板 2 上使用鈮氧化物(TaO)層積了 25nm 厚的高透射率的第一透射調節膜 4a，然後在其上面使用鈮(TaO)層積了 4nm 厚的第二透射調節膜 4b。上述第一透射調節膜 4a 的透射率在 436nm 的曝光波長為 79.0%，由上述第一透射調節膜 4a 與第二透

射調節膜 4b 構成的透射調節膜 4 的透射率則為 43.4%。

本實施例採取雙層膜的原因如下。對透射調節膜 4 進行一般的濕式蝕刻處理時，由於濕式蝕刻為等方性蝕刻而將如第 11 圖所示在透射調節膜 4 圖案的截面出現傾斜度，此時，如果能層積出蝕刻速度較快的第一透射調節膜 4a 與蝕刻速度較慢的第二透射調節膜 4a 或者更多層的多層膜，就能改善圖案截面的傾斜度。

由於透射調節膜 4 表面的反射率提高，在光罩圖案檢查波長的反射率對透射部 102 圖案的對比度也跟着增加而可以輕易地檢查。第二實施例的透射調節膜 4 在 436nm 的反射率為 12.1%，本實施例則為 17.3%，反射率增加了 5% 以上。

然後，按照上述實施例之方法蝕刻遮光膜 6 與抗反射膜 8 並塗布第一階段光阻 10 為製成灰度光罩，然後以 SEM 測量截面的方式檢查透射調節膜 4 圖案截面的角度。上述第二實施例的截面角度以透明基板 2 為基準時為 55°，本實施例的透射調節膜 4 圖案截面則為 75°，對於圖案截面的傾斜角度改善效果達到了 20°。

請參照第 10 圖，利用各種第一透射調節膜 4a 與第二透射調節膜 4b 製造出透射調節膜 4 後評估了其透射率與反射率。請參照第 10 圖，反應性氣體使用氧(O₂)氣、氮(N₂)氣、二氧化碳(CO₂)氣及 CH₄ 氣，可以使用氧化、氮化、碳化程度不同的鈿(Ta)、鈿氧化物(TaO)、氮化鈿(TaN)、碳化鈿(TaC)、碳氧化鈿(TaCO)、氮氧化鈿(TaON)及鈿碳氧化氮化物(TaCON)控制透射調節膜 4 的透

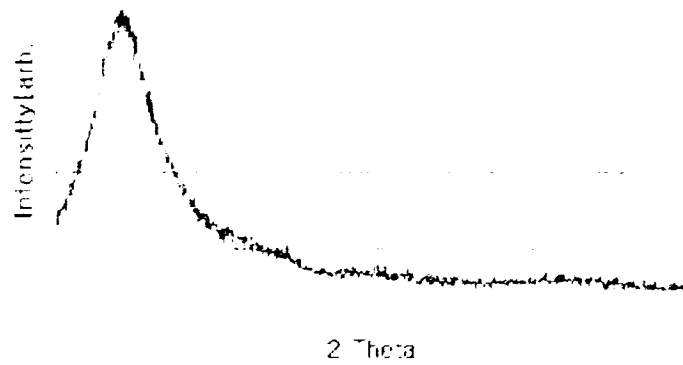
五、中文發明摘要：

本發明係有關於一種平板顯示用灰度光罩基板及使用上述灰度光罩基板製造之灰度光罩，本發明在濕式蝕刻製程中由於具備了蝕刻選擇比優異的透射調節膜而可以精密地控制半透射部之透射率並以較高良率製造灰度光罩。本發明之灰度光罩基板由耐化學性較強且可以進行濕式蝕刻之遮光膜與耐化學性較強且可以進行濕式蝕刻的透射調節膜組成，上述各遮光膜與透射調節膜可以透過各自的蝕刻液選擇性地進行蝕刻。本發明之灰度光罩基板也可以包括耐化學性較強且可以進行濕式蝕刻之遮光膜、具有同一蝕刻特性之透射調節膜、以及耐化學性較強且可以進行濕式蝕刻之位於上述遮光膜與透射調節膜之間的蝕刻阻止膜，上述遮光膜、透射調節膜及蝕刻阻止膜可以透過各自的蝕刻液而選擇性地進行蝕刻。

六、英文發明摘要：

十一、圖式

【第 1a 圖】



【第 1b 圖】

蝕刻液溫度	25°C	45°C	90°C	100°C	110°C
蝕刻速度 [nm min]	0.23	3.4	84.2	150	360

<各 NaOH:H₂O₂ 混合液溫度之對應蝕刻速度>

【第 1c 圖】

NaOH:H ₂ O ₂ 之比	6:1	5:1	4:1	2:1	1:1
蝕刻速度 [nm min]	4.5	13.2	14.5	2.4	1.1

<各 NaOH:H₂O₂ 比之對應蝕刻速度>

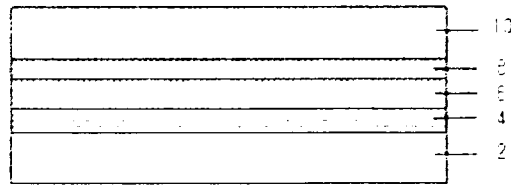
【第 1d 圖】



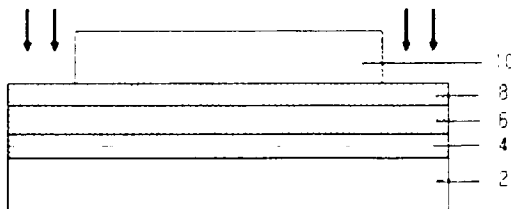
透射調節膜	120 分				120 分			
	30 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	120 分鐘	30 分鐘	60 分鐘	90 分鐘	120 分鐘
TaN	0.26%	0.29%	0.34%	0.45%	0.08%	0.13%	0.17%	0.22%
TaO	0.51%	0.67%	0.81%	0.93%	0.17%	0.19%	0.25%	0.34%

(透射調節膜的化學組成隨時間變化)

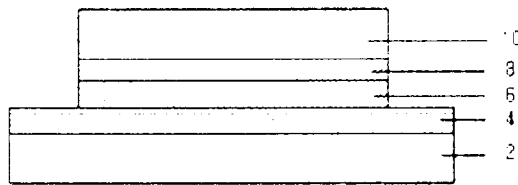
【第 2a 圖】



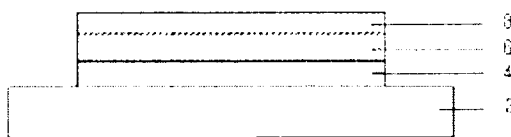
【第 2b 圖】



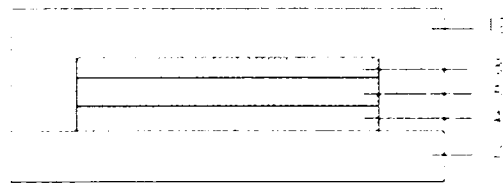
【第 2c 圖】



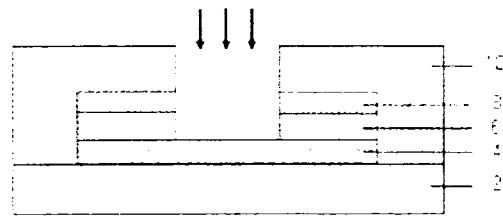
【第 2d 圖】



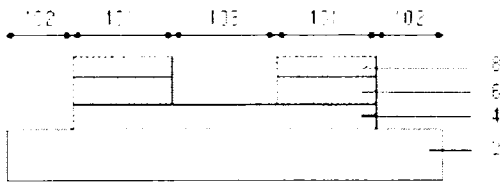
【第2e圖】



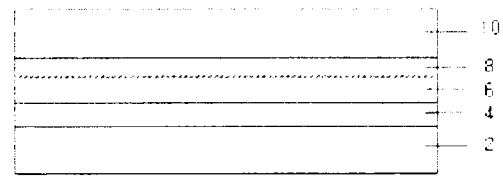
【第2f圖】



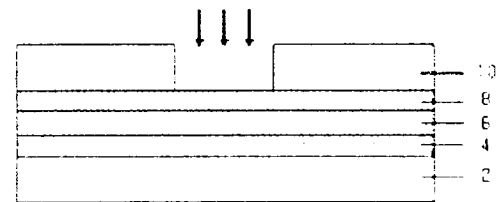
【第2g圖】



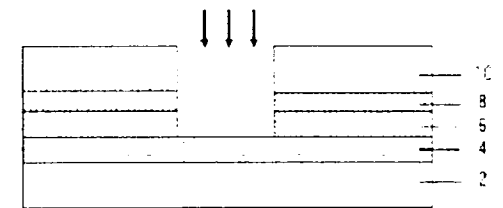
【第3a圖】



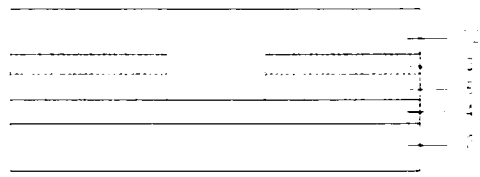
【第3b圖】



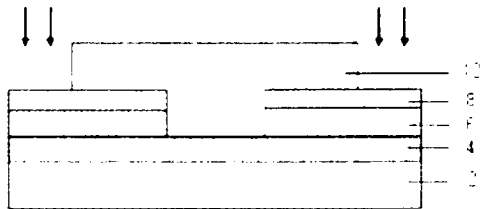
【第3c圖】



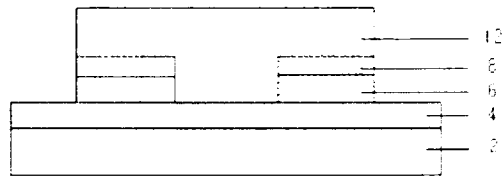
【第13図】



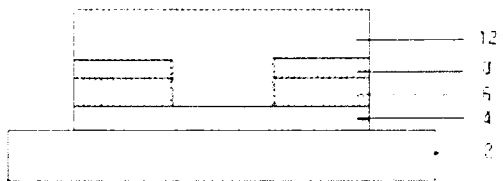
【第14図】



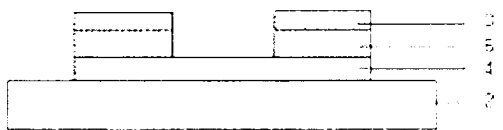
【第15図】



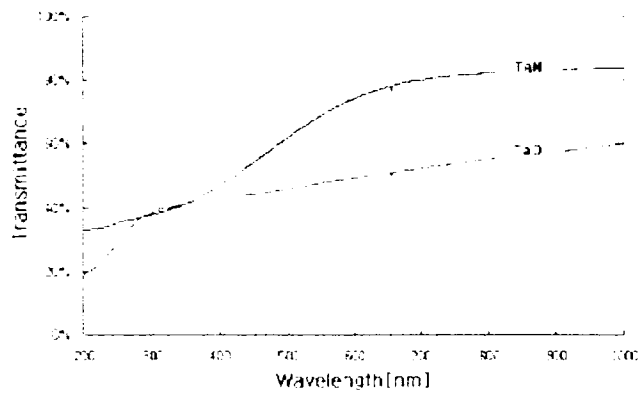
【第16図】



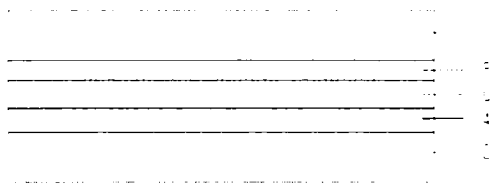
【第17図】



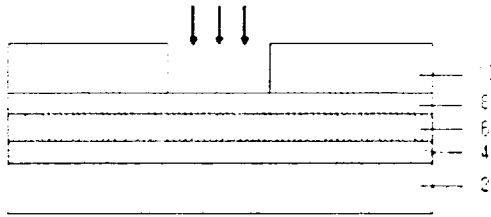
【第18図】



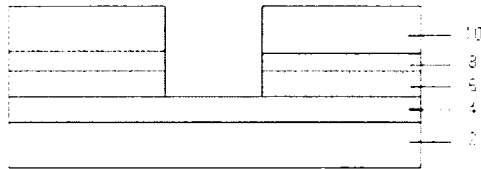
【第5a圖】



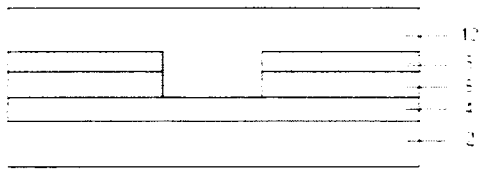
【第5b圖】



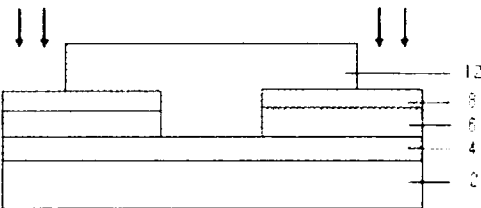
【第5c圖】



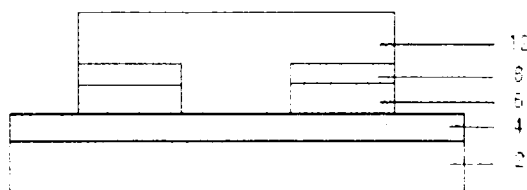
【第5d圖】



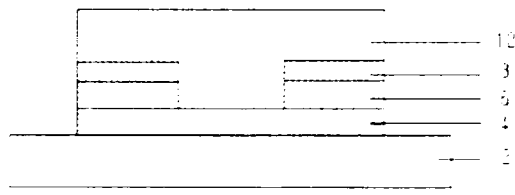
【第5e圖】



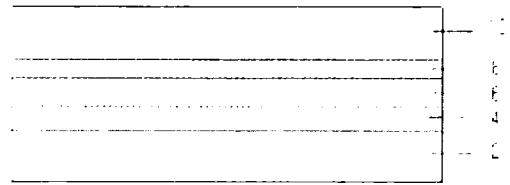
【第5f圖】



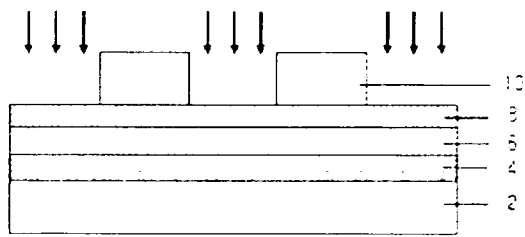
【第5図】



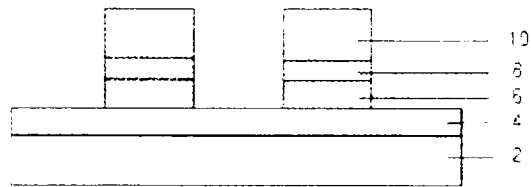
【第6図】



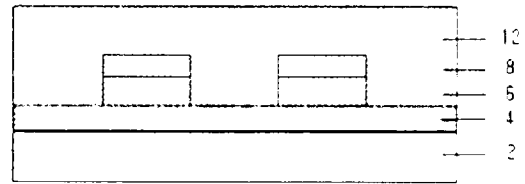
【第7図】



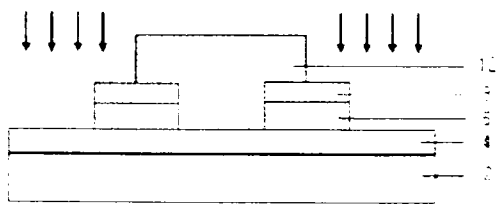
【第8図】



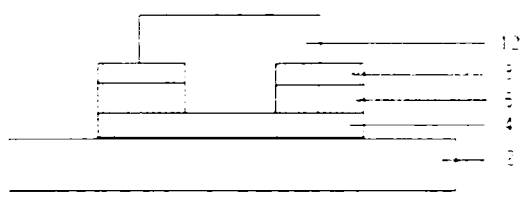
【第9図】



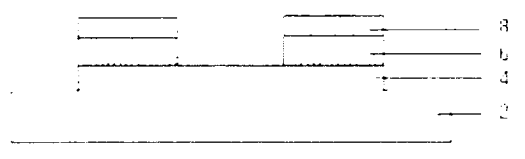
【第10図】



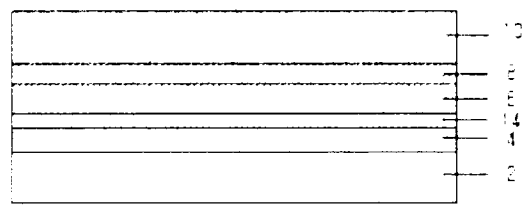
【第一圖】



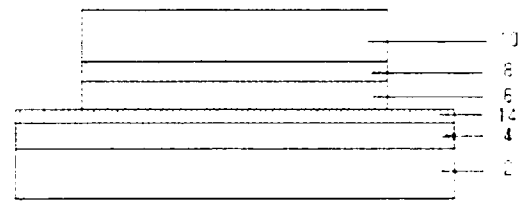
【第二圖】



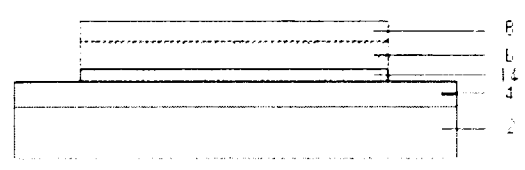
【第三圖】



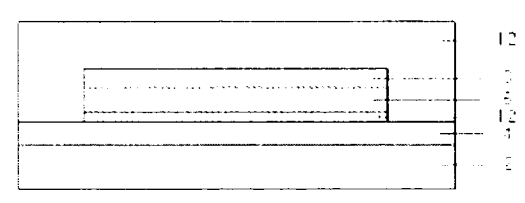
【第四圖】



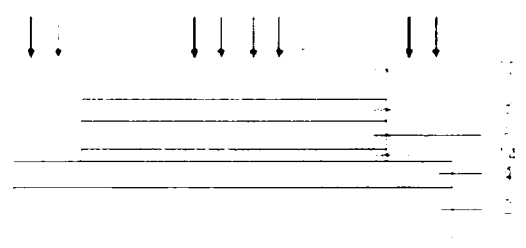
【第五圖】



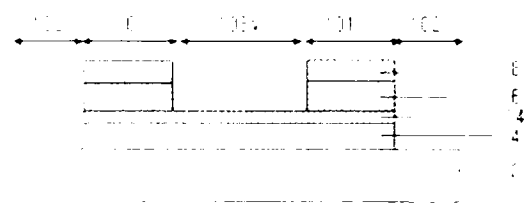
【第六圖】



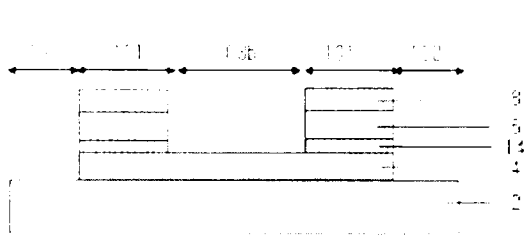
【第71問】



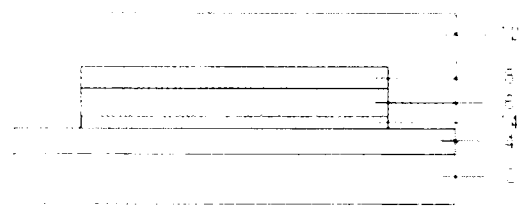
【第72問】



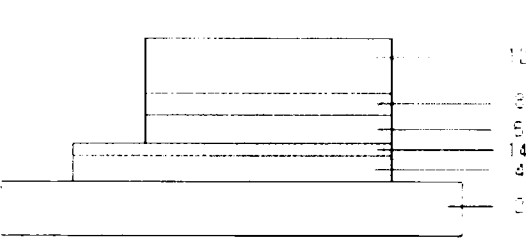
【第73問】



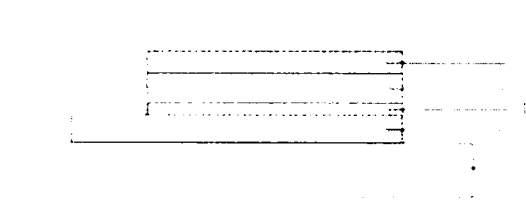
【第74問】



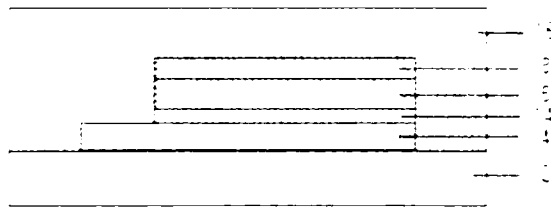
【第75問】



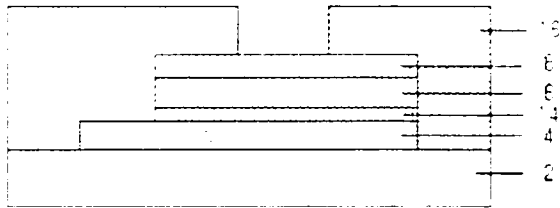
【第76問】



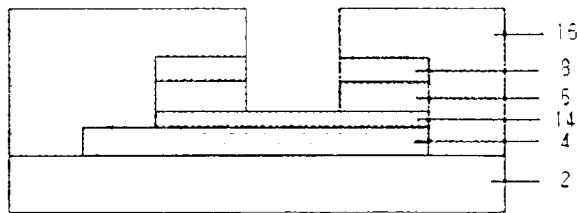
【第1図】



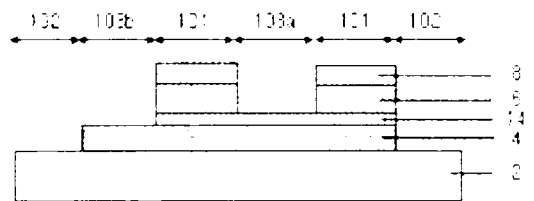
【第2図】



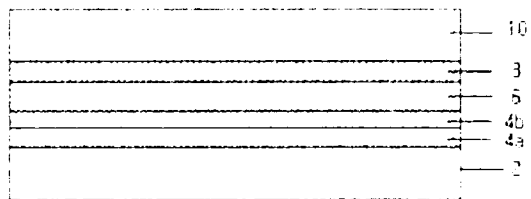
【第3図】



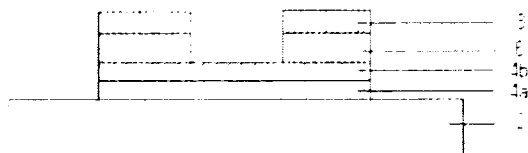
【第4図】



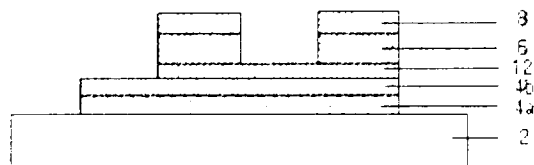
【第5図】



【第 9a 图】



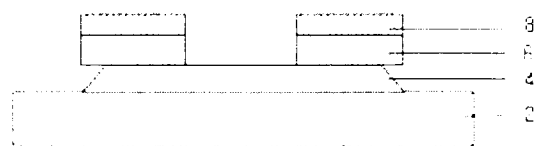
【第 9c 图】



【第一圖】

樣本	第一般材料質			第二般材料質			透射率	反射率
	氣體	均質	厚度	氣體	均質	厚度		
樣本 1		Ca	8mm	Ta	18mm	2	8	
樣本 2	O ₂	Ca	25mm	Ta	4mm	18	17	
樣本 3	N ₂	TaC	21mm	N ₂	TaC	20mm	51	8
樣本 4	CO ₂	TaCO	18mm	CH ₄	TaC	6mm	11	17
樣本 5	O ₂ , N ₂	TaCN	23mm	N ₂	TaN	4mm	55	11
樣本 6	N ₂	TaN	5mm	CO, N ₂	TaCO N	15mm	67	8
樣本 7	CH ₄	TaC	4mm	CO, N ₂	TaCO N	20mm	40	11
樣本 8	CO, N ₂	TaCO N	10mm	O	TaC	15mm	51	9
樣本 9	O ₂	Ta Ta	15mm	N ₂	TaN	13mm	39	11

【第二圖】



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2g)圖。

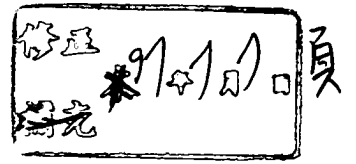
(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

101：遮光部

102：透射部

103：半透射部

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



射率與反射率。此時的壓力維持在 2 到 4mTorr 的範圍內並使用了反應性濺鍍方法。本實施例還可以另外包括氟(F)、氫(H)、氯(B)、矽(Si)及上述列示的金屬與非金屬元素後控制透射率、反射率及蝕刻速度。

像本實施例一樣把透射調節膜 4 製作成高透射率與低透射率的雙層膜時，因為具有相同的蝕刻特性，本實施例第 9b 圖所示灰度光罩製造方法可以和上述第二實施例到第五實施例一樣。即使如第 9c 圖所示增加了蝕刻阻止膜 14 的結構，也可以按照和上述第六實施例到第七實施例一樣之方法製作。

【圖式簡單說明】

第 1a 圖到第 1d 圖係本發明可控制透射性的光罩基板製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 2a 圖到第 2g 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 3a 圖到第 3h 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 4 圖係本發明可控制透射性的光罩基板的透射率曲線圖。

第 5a 圖到第 5g 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 6a 圖到第 6g 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩

97年7月7日修正補充頁

製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 7a 圖到第 7g 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 8a 圖到第 8g 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩製造方法的一實施例之概略剖面圖。

第 9a 圖到第 9c 圖係本發明可控制透射性的光罩基板及光罩的一實施例之概略剖面圖。

第 10 圖係本發明可控制透射性的光罩基板的一實施例之概略結果表。

第 11 圖係現有技術之灰度光罩之概略剖面圖。

【主要元件符號說明】

- | | |
|---------------------|------------|
| 2: 透明基板 | 4: 透射調節膜 |
| 6: 遮光膜 | 8: 抗反射膜 |
| 10: 第一階段光阻 | 12: 第二階段光阻 |
| 14: 蝕刻阻止膜 | 16: 第三階段光阻 |
| 101: 遮光部 | 102: 透射部 |
| 103: 半透射部 | |
| 103a: 殘留着蝕刻阻止膜的半透射部 | |
| 103b: 清除了蝕刻阻止膜的半透射部 | |

101年11月⁰日修正補充頁

十、申請專利範圍：

1. 一種灰度光罩基板，係由可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案所構成之灰度光罩的原材料，其中，

上述灰度光罩基板至少包括透明基板；

位於上述透明基板上之透射調節膜，上述透射調節膜由單層或兩層以上之多層膜或連續膜組成；

位於上述透射調節膜上面之遮光膜；以及

塗布在上述遮光膜上面之光阻，

上述透射調節膜或遮光膜之一係可以被含有 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20~200°C 的蝕刻液所蝕刻之物質。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜係可以被含有 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 的蝕刻液蝕刻但不會被含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻之物質；上述遮光膜係可以被包含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻但不會被包含 NaOH、KOH、LiOH、Ca(OH)₂ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 溫度範圍的蝕刻液蝕刻之物質。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜及遮光膜之間更包括一蝕刻阻止膜。

4. 如申請專利範圍第3項所述之灰度光罩基板，其中，

上述蝕刻阻止膜係可以被含有 NaOH、KOH、LiOH 及 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 的蝕刻液蝕刻但不會被含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻之物質；上述透射調節膜係可以被包含 CAN(Ceric Ammonium Nitrate)的蝕刻液蝕刻但不會被包含 NaOH、KOH、LiOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及 CsOH 之一化合物且加熱到 20 到 200°C 的蝕刻液蝕刻之物質。

5. 如申請專利範圍第1項所述之灰度光罩基板，其中，

上述遮光膜與光阻之間還層積了與遮光膜具有同一蝕刻特性的材質所構成之抗反射膜。

6. 如申請專利範圍第3項所述之灰度光罩基板，其中，

上述遮光膜與光阻之間還層積了與遮光膜具有同一蝕刻特性的材質所構成之抗反射膜。

7. 如申請專利範圍第1項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜與遮光膜之蝕刻比大於 3。

8. 如申請專利範圍第3項所述之灰度光罩基板，其中，

上述蝕刻阻止膜與透射調節膜、蝕刻阻止膜與遮光膜之蝕刻比大於 3。

9. 如申請專利範圍第1項、第3項、第5項及第6項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜的組成比為轉移金屬佔 10~90at%，氧、氮、碳及氟中選定的一種元素或上述諸元素的混合物佔 10~60at%。

10. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜的面電阻為 0~1M Ω 。

11. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜為鈹(Ta)或鈹(Ta)與碳(C)、氧(O)、氮(N)、硼(B)、氟(F)、氯(Cl)、氫(H)及矽(Si)之中的元素所組合而成之鈹(Ta)化合物。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之灰度光罩基板，其中，

在含有上述鈹(Ta)的透射調節膜上還包括了鈷(Co)、鎢(W)、鉬(Mo)、鉻(Cr)、釩(V)、鈀(Pd)、鈦(Ti)、鉑(Pt)、錳(Mn)、鐵(Fe)、矽(Si)、鎳(Ni)、鎘(Cd)、鋯(Zr)、鎂(Mg)、鋰(Li)、硒(Se)、銅(Cu)、釔(Y)、硫(S)、銦(In)及錫(Sn)之一元素或兩種以上元素組合而成之化合物。

13. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述遮光膜為以鉻(Cr)或鉻(Cr)為主要成分的物质所組成且其厚度為 50 到 2500 Å。

14. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜的透射率在 300 到 500nm 波長範圍內為 10 到 90%，厚度介於 50 到 2000 Å。

15. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜的相位變化在 300 到 500nm 的波長範圍內為 0 到 100°。

16. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜的均方根粗糙度為 0 到 5nm，中心線平均粗糙度為 0 到 5nm。

17. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜的結構為非結晶型(Amorphous)結構。

18. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜在 365nm 的透射率與在 436nm 的透射率之間的差異為-5%到 5%。

19. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

101年11月30日修正補充頁

上述透射調節膜在層積後以 80 到 800°C 的溫度進行熱處理或者以紅外線、紫外線、雷射、X-Ray 照射方式進行表面改性處理。

20. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透明基板中包括位置對齊圖案區的一部份區域至少層積了遮光膜，其餘部位則至少層積了透射調節膜與遮光膜。

21. 如申請專利範圍第 1 項、第 3 項、第 5 項及第 6 項之任一項所述之灰度光罩基板，其中，

上述灰度光罩基板的正面反射率在位置對齊波長時為 20 到 70%，上述灰度光罩基板的背面反射率在位置對齊波長時為 15 到 70%。

22. 如申請專利範圍第 1 項或第 3 項所述之灰度光罩基板，其中

上述蝕刻液至少另外包括過氧化氫(H_2O_2)或水(H_2O)之一且上述蝕刻液的 pH 大於 10。

23. 如申請專利範圍第 1 項或第 3 項所述之灰度光罩基板，其中

NaOH、KOH、LiOH、 $Ca(OH)_2$ 及 CsOH 之一的成分比率為 0.5 到 60mol%。

24. 如申請專利範圍第 1 項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜及遮光膜之一為鈿(Ta)或鈿(Ta)化合物，另一個則為鉻(Cr)或鉻(Cr)化合物。

25. 如申請專利範圍第3項所述之灰度光罩基板，其中，

上述透射調節膜與遮光膜為鉻或鉻化合物、上述蝕刻阻止膜為鈿或鈿化合物；或者上述蝕刻阻止膜為鉻或鉻化合物、上述透射調節膜與遮光膜為鈿或鈿化合物。

26. 一種灰度光罩製造方法，上述灰度光罩包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案至少包括了透明基板與層積在上述透明基板上面之透射調節膜與遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射圖案至少在上述透明基板上層積了透射調節膜，包括下列步驟：

為了形成透射部及遮光部圖案而透射部區域進行曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；

以上述第一階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜進行濕式蝕刻之步驟；

使用透射調節膜的濕式蝕刻液對上述透射調節膜與殘留之第一階段光阻同時進行蝕刻處理及清除處理之步驟；

在形成了上述圖案的結果物的正面塗布第二階段光阻之步驟；

(一) 11.30 日修正完稿

為了形成上述半透射部而對半透射部區域進行曝光及顯影之步驟；

以上述第二階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜進行濕式蝕刻而形成半透射部之步驟；以及

把殘留之上述第二階段光阻加以清除之步驟。

27. 一種灰度光罩製造方法，上述灰度光罩包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案至少包括了透明基板與層積在上述透明基板上之透射調節膜與遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射圖案至少在上述透明基板上層積了透射調節膜，包括下列步驟：

為了形成透射部及遮光部圖案而透射部區域進行曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；

以上述第一階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜進行濕式蝕刻之步驟；

把殘留之上述第一階段光阻加以清除之步驟；

對上述透射調節膜進行濕式蝕刻之步驟；

在形成了上述圖案的結果物的正面塗布第二階段光阻之步驟；

為了形成上述半透射部而針對半透射部區域進行曝光及

顯影之步驟；

以上述第二階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜進行濕式蝕刻而形成半透射部之步驟；以及

把殘留之上述第二階段光阻加以清除之步驟。

28. 一種灰度光罩製造方法，上述灰度光罩包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案至少包括了透明基板與層積在上述透明基板上之透射調節膜與遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射圖案至少在上述透明基板上層積了透射調節膜，包括下列步驟：

為了形成半透射部圖案而對上述半透射部區域進行曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；

以上述第一階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜進行濕式蝕刻之步驟；

把殘留之上述第一階段光阻加以清除之步驟；

在形成了上述圖案的結果物的正面塗布第二階段光阻之步驟；

為了形成上述遮光部與透射部圖案而對透射部區域進行曝光及顯影而形成第二階段光阻圖案之步驟；

以上述第二階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜

進行濕式蝕刻之步驟；

對上述透射調節膜進行濕式蝕刻之步驟； 以及

把殘留之上述第二階段光阻加以清除之步驟。

29. 一種灰度光罩製造方法，上述灰度光罩包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案至少包括了透明基板與層積在上述透明基板上之透射調節膜與遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射圖案至少在上述透明基板上層積了透射調節膜，包括下列步驟：

透射部、遮光部及為了形成半透射部圖案而對上述遮光部與半對透射部區域進行曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；

以上述第一階段光阻圖案作為蝕刻罩幕並至少對遮光膜進行濕式蝕刻之步驟；

把殘留之上述第一階段光阻加以清除之步驟；

在形成了上述圖案的結果物的正面塗布第二階段光阻之步驟；

為了形成上述透射部圖案而對透射部區域進行曝光及顯影而形成第二階段光阻圖案之步驟；

對上述透射調節膜進行濕式蝕刻之步驟； 以及

把殘留之上述第二階段光阻加以清除之步驟。

30. 一種灰度光罩，包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案在透明基板上面至少依次層積了透射調節膜、蝕刻阻止膜及遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射部圖案在上述透明基板上面層積了透射調節膜或透射調節膜及蝕刻阻止膜，其中，

上述遮光膜與透射調節膜為鉻或鉻系化合物、上述蝕刻阻止膜為鈿或鈿系化合物；或者上述蝕刻阻止膜為鉻或鉻系化合物、上述遮光膜與透射調節膜為鈿或鈿系化合物。

31. 一種灰度光罩製造方法，上述灰度光罩包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案在透明基板上面至少依次層積了透射調節膜、蝕刻阻止膜及遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射部圖案在上述透明基板上面層積了透射調節膜或透射調節膜及蝕刻阻止膜，包括下列步驟：

上述在第一階段光阻上曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；

(01年11月)日修正補充頁

以上述第一階段光阻的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜進行蝕刻而形成遮光膜圖案之步驟；

把殘留之上述第一階段光阻加以清除之步驟；

以遮光膜圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜進行蝕刻而形成蝕刻阻止膜圖案之步驟；

塗布第二階段光阻之步驟；

在上述第二階段光阻上曝光及顯影之步驟；

以上述光阻圖案作為蝕刻罩幕並對透射調節膜與遮光膜進行蝕刻處理之步驟； 以及

把殘留之上述第二階段光阻加以清除之步驟。

32. 一種灰度光罩，包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案在透明基板上面至少依次層積了透射調節膜、蝕刻阻止膜及遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射部圖案則包括了在上述透明基板上面層積了透射調節膜的圖案及層積了透射調節膜與蝕刻阻止膜的圖案，其中，

上述遮光膜與透射調節膜為鉻或鉻系化合物、上述蝕刻阻止膜為鈹或鈹系化合物；或者上述蝕刻阻止膜為鉻或鉻系化合物、上述遮光膜與透射調節膜為鈹或鈹系化合物。

(01年11月)日修正補充頁

33. 一種灰度光罩製造方法，上述灰度光罩包括可以防止被射物體的光阻曝光之遮光部圖案、可以使被射物體的光阻完全曝光之透射部圖案、以及控制其透射率以使被射物體的光阻殘留膜得以殘留之半透射部圖案，上述遮光部圖案在透明基板上面至少依次層積了透射調節膜、蝕刻阻止膜及遮光膜，上述透射部圖案是上述透明基板暴露於外形成的，上述半透射部圖案則包括了在上述透明基板上面層積了透射調節膜的圖案及層積了透射調節膜與蝕刻阻止膜的圖案，包括下列步驟：

上述在第一階段光阻上曝光及顯影後形成第一階段光阻圖案之步驟；

以上述第一階段光阻的圖案作為蝕刻罩幕並對遮光膜進行蝕刻而形成遮光膜圖案之步驟；

把殘留之上述第一階段光阻加以清除之步驟；

以遮光膜圖案作為蝕刻罩幕並對蝕刻阻止膜進行蝕刻而形成蝕刻阻止膜圖案之步驟；

塗布第二階段光阻之步驟；

在上述第二階段光阻上曝光及顯影之步驟；

以上述第二階段光阻圖案作為蝕刻罩幕而對遮光膜進行蝕刻之步驟；

把殘留之上述第二階段光阻加以清除之步驟；

以上述遮光膜圖案作為蝕刻罩幕而對蝕刻阻止膜進行蝕

刻之步驟；

塗布第三階段光阻之步驟；

在上述第三階段光阻上曝光及顯影之步驟；

以上述第三階段光阻圖案作為蝕刻罩幕而對對遮光膜進行蝕刻之步驟；以及

清除上述第三階段光阻之步驟。

34. 如申請專利範圍第 26 項、第 27 項、第 28 項、第 29 項及第 33 項之任一項所述之灰度光罩基板製造方法，其中，

為了形成上述透射部圖案而在透射部區域進行曝光時使透射部區域不包含半透射部區域，而包含一部份遮光部區域而使曝光區域大於透射部區域。