



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I635353 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：106130522

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 25 日

(51)Int. Cl. : G03F1/34 (2012.01)

(30)優先權：2014/09/29 日本

2014-199013

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

日本

(72)發明人：今數修久 IMASHIKI, NOBUHISA (JP) ; 吉川裕 YOSHIKAWA, YUTAKA (JP) ; 菅原浩幸 SUGAWARA, HIROYUKI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201109833A

TW 201400977A

JP 2007-219038A

US 6306547B1

US 2011/0183240A1

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：8 共 47 頁

(54)名稱

光罩及顯示裝置之製造方法

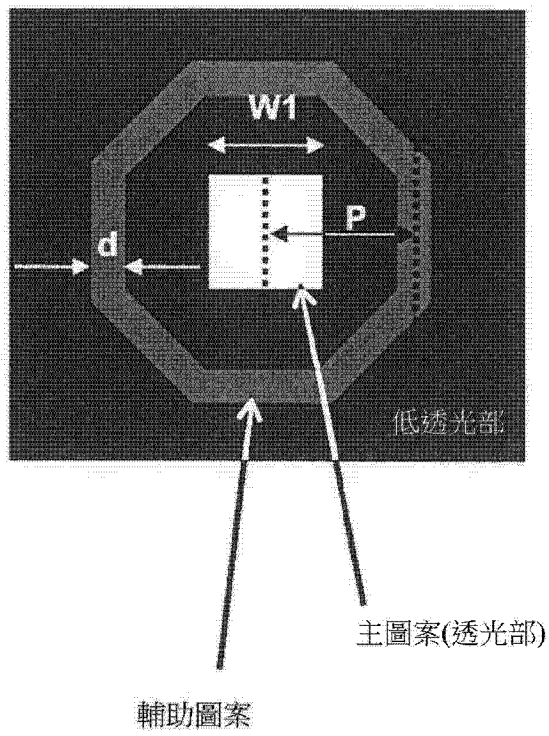
PHOTOMASK AND METHOD OF MANUFACTURING A DISPLAY DEVICE

(57)摘要

本發明之目的係獲得一種有利地適合於顯示裝置製造用光罩之曝光環境、且能夠穩定地轉印微細之圖案之優異的光罩及其製造方法。本發明之光罩係具備形成於透明基板上之轉印用圖案者，且上述轉印用圖案具有直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之主圖案、配置於上述主圖案之附近且寬度為 $d(\mu\text{m})$ 之輔助圖案、及配置於形成上述主圖案及上述輔助圖案以外之區域之低透光部，透過上述主圖案及上述輔助圖案之代表波長之相位差大致為 180 度，且直徑 $W1$ 、寬度 d 、上述輔助圖案之透過率 $T1(\%)$ 、上述低透光部之透過率 $T3(\%)$ 、及上述主圖案之中心與上述輔助圖案之寬度方向之中心的距離 $P(\mu\text{m})$ 具有特定之關係。

To obtain an excellent photomask which is advantageously adapted to an exposure environment of a mask for use in manufacture of a display device and which is capable of stably transferring a fine pattern. A photomask has a transfer pattern formed on a transparent substrate. The transfer pattern includes a main pattern having a diameter $W1(\mu\text{m})$, an auxiliary pattern disposed near the main pattern and having a width $d(\mu\text{m})$, and a light low-transmitting portion disposed in a remaining region except an area where the main pattern and the auxiliary pattern are formed. Representative wavelengths passing through the main pattern and the auxiliary pattern have a phase difference of approximate 180 degrees. The diameter $W1$, the width d , a transmittance $T1(\%)$ of the auxiliary pattern, a transmittance $T3(\%)$ of the light low-transmitting portion, and a distance $P(\mu\text{m})$ between the center of the main pattern and the center of the auxiliary pattern in a widthwise direction have a predetermined relationship.

指定代表圖：



【圖1】



I635353

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光罩及顯示裝置之製造方法

【英文發明名稱】

PHOTOMASK AND METHOD OF MANUFACTURING A
DISPLAY DEVICE

【中文】

本發明之目的係獲得一種有利地適合於顯示裝置製造用光罩之曝光環境、且能夠穩定地轉印微細之圖案之優異的光罩及其製造方法。

本發明之光罩係具備形成於透明基板上之轉印用圖案者，且上述轉印用圖案具有直徑為 $W1(\mu m)$ 之主圖案、配置於上述主圖案之附近且寬度為 $d(\mu m)$ 之輔助圖案、及配置於形成上述主圖案及上述輔助圖案以外之區域之低透光部，透過上述主圖案及上述輔助圖案之代表波長之相位差大致為180度，且直徑 $W1$ 、寬度 d 、上述輔助圖案之透過率 $T1(\%)$ 、上述低透光部之透過率 $T3(\%)$ 、及上述主圖案之中心與上述輔助圖案之寬度方向之中心的距離 $P(\mu m)$ 具有特定之關係。

【英文】

To obtain an excellent photomask which is advantageously adapted to an exposure environment of a mask for use in manufacture of a display device and which is capable of stably transferring a fine pattern.

A photomask has a transfer pattern formed on a transparent substrate. The transfer pattern includes a main pattern having a diameter $W1(\mu m)$, an auxiliary pattern disposed near the main pattern

and having a width d (μm), and a light low-transmitting portion disposed in a remaining region except and area where the main pattern and the auxiliary pattern are formed. Representative wavelengths passing through the main pattern and the auxiliary pattern have a phase difference of approximate 180 degrees. The diameter $W1$, the width d , a transmittance $T1$ (%) of the auxiliary pattern, a transmittance $T3$ (%) of the light low-transmitting portion, and a distance P (μm) between the center of the main pattern and the center of the auxiliary pattern in a widthwise direction have a predetermined relationship.

【指定代表圖】

圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

and having a width d (μm), and a light low-transmitting portion disposed in a remaining region except and area where the main pattern and the auxiliary pattern are formed. Representative wavelengths passing through the main pattern and the auxiliary pattern have a phase difference of approximate 180 degrees. The diameter $W1$, the width d , a transmittance $T1$ (%) of the auxiliary pattern, a transmittance $T3$ (%) of the light low-transmitting portion, and a distance P (μm) between the center of the main pattern and the center of the auxiliary pattern in a widthwise direction have a predetermined relationship.

【指定代表圖】

圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光罩及顯示裝置之製造方法

【英文發明名稱】

PHOTOMASK AND METHOD OF MANUFACTURING A
DISPLAY DEVICE

【技術領域】

本發明係關於一種有利地用於以液晶或有機EL (Electroluminescence，電致發光)為代表之顯示裝置之製造的光罩及使用該光罩之顯示裝置之製造方法。

【先前技術】

於專利文獻1中，作為用於製造半導體裝置之光罩，記載有如下一種相移光罩：與主透光部(孔圖案)之各邊平行地配置4個輔助透光部，且使主透光部與輔助透光部之光之相位反轉。

於專利文獻2中，記載有一種具有透明基板、及形成於上述透明基板上之半透明之相移膜的大型相移光罩。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開平3-15845號公報

[專利文獻2]日本專利特開2013-148892號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

目前，於包含液晶顯示裝置或EL顯示裝置等在內之顯示裝置，期望

更明亮且省電，並且提昇高精細、高速顯示、廣視角等顯示性能。

例如，就用於上述顯示裝置之薄膜電晶體(Thin Film Transistor，「TFT」)而言，構成TFT之複數個圖案中，形成於層間絕緣膜之接觸孔若不具備確實地使上層及下層之圖案連接之作用，則不能保證正確之動作。另一方面，為了儘量增大顯示裝置之開口率，製成明亮、省電之顯示裝置，要求接觸孔之直徑足夠小。隨之，期望用以形成此種接觸孔之光罩所具備之孔圖案之直徑亦微細化(例如未達3 μm)。例如，需要直徑為2.5 μm 以下、進而直徑為2.0 μm 以下之孔圖案，不久的將來，認為亦期望形成具有小於2.0 μm 之1.5 μm 以下之直徑的圖案。根據此種背景，需要能夠確實地轉印微小之接觸孔之顯示裝置之製造技術。

另外，於與顯示裝置相比積體度較高、且圖案之微細化顯著進步之半導體裝置(LSI(Large Scale Integration，大型積體電路))製造用光罩之領域中，為了獲得較高之解像性，有於曝光裝置應用高NA(Numerical Aperture，數值孔徑)(例如0.2以上)之光學系統，而推進曝光之光之短波長化之過程，且多使用KrF或ArF之準分子雷射(分別為248 nm、193 nm之單一波長)。

另一方面，於顯示裝置製造用之微影領域中，為了提昇解像性，一般不應用如上所述之方法。反而，有如下傾向：藉由使用作為LCD(liquid crystal display，液晶顯示裝置)用等已知之曝光裝置之NA為0.08~0.10左右、且曝光光源亦包含i光線、h光線、g光線之寬波長區域，而相較於解像性或焦點深度，反而更重視生產效率、成本。

然而，如上所述，於顯示裝置製造中，圖案之微細化要求亦前所未有地變高。因此，若將半導體裝置製造用之技術直接應用於顯示裝置製

造，則存在若干個問題。例如，於向具有高NA(數值孔徑)之高解像度之曝光裝置轉換時，需要較大之投資，無法獲得與顯示裝置之價格之匹配性。或者，關於曝光波長之變更(將如ArF準分子雷射般之短波長以單一波長使用)，對具有大面積之顯示裝置之應用本身較為困難，假如應用，生產效率會下降，此外仍需要相當大之投資，於以上方面而言並不合適。

進而，如下所述，於顯示裝置用之光罩有不同於半導體裝置製造用之光罩的製造上之制約或特有之各種課題。

根據上述情況，實際上難以將專利文獻1之光罩直接轉用為顯示裝置製造用。又，記載有專利文獻2所記載之半色調型相移光罩之光強度分佈較二元光罩提昇，但性能有進一步提昇之餘地。

因此，於使用顯示裝置製造用光罩之顯示裝置之製造方法中，期望克服上述課題，實現微細之圖案且穩定地進行向被轉印體上之轉印。因此，本發明之目的在於獲得一種有利地適合於顯示裝置製造用光罩之曝光環境、且能夠穩定地轉印微細之圖案之優異的光罩及其製造方法。

[解決問題之技術手段]

本發明為了解決上述課題，而具有以下構成。本發明之光罩之特徵在於下述構成1～14，本發明之顯示裝置之製造方法之特徵在於下述構成15。

(構成1)

本發明之構成1係一種光罩，其特徵在於：其係具備形成於透明基板上之轉印用圖案者，且上述轉印用圖案具有直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之主圖案、配置於上述主圖案之附近且寬度為 $d(\mu\text{m})$ 之輔助圖案、及配置於形成上述主圖案及上述輔助圖案以外之區域之低透光部，處於透過上述主圖案之 i 光

線～g光線之波長範圍之代表波長與透過上述輔助圖案之上述代表波長的相位差大致為180度，且於將透過上述輔助圖案之上述代表波長之光之透過率設為T1(%)，將透過上述低透光部之上述代表波長之光之透過率設為T3(%)，將上述主圖案之中心與上述輔助圖案之寬度方向之中心的距離設為P(μm)時，滿足下述式(1)～(4)：

$0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdot \cdot \cdot (1)$

$0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdot \cdot \cdot (2)$

$1.0 < P \leq 5.0 \cdot \cdot \cdot (3)$

$T3 < T1 \cdot \cdot \cdot (4)。$

(構成2)

本發明之構成2係如構成1之光罩，其特徵在於：上述輔助圖案係於上述透明基板上形成對上述代表波長之光之透過率為T1(%)之半透光膜而成。

(構成3)

本發明之構成3係如構成2之光罩，其特徵在於：上述半透光膜之上述透過率T1(%)滿足下述式(5)：

$30 \leq T1 \leq 80 \cdot \cdot \cdot (5)。$

(構成4)

本發明之構成4係如構成2或3之光罩，其特徵在於：上述輔助圖案之寬d為1(μm)以上。

(構成5)

本發明之構成5係如構成2至4中任一項之光罩，其特徵在於：上述主圖案係上述透明基板之主表面之一部分露出而成，上述輔助圖案係於上述

透明基板上形成上述半透光膜而成，上述低透光部係於上述透明基板上依序或以相反之順序積層上述半透光膜及上述代表波長之光之透過率為T2(%)之低透光膜而成。

(構成6)

本發明之構成6係如構成2至4中任一項之光罩，其特徵在於：上述主圖案係於上述透明基板之主表面形成刻蝕部而成，上述輔助圖案係於上述透明基板上形成上述半透光膜而成，上述低透光部係於上述透明基板上依序或以相反之順序積層上述半透光膜及上述代表波長之光之透過率為T2(%)之低透光膜而成。

(構成7)

本發明之構成7係如構成2至6中任一項之光罩，其特徵在於：上述半透光膜包含含有Zr、Nb、Hf、Ta、Mo及Ti中之至少一種及Si之材料、或含有該等材料之氧化物、氮化物、氮氧化物、碳化物、或氮氧碳化物之材料。

(構成8)

本發明之構成8係如構成1之光罩，其特徵在於：上述輔助圖案係上述透明基板露出而成。

(構成9)

本發明之構成9係如構成8之光罩，其特徵在於：上述主圖案係於上述透明基板之主表面形成刻蝕部而成，上述輔助圖案係上述透明基板之主表面之一部分露出而成，上述低透光部係於上述透明基板上形成上述代表波長之光之透過率為T3(%)之低透光膜而成。

(構成10)

本發明之構成10係如構成8之光罩，其特徵在於：上述主圖案係上述透明基板之主表面之一部分露出而成，上述輔助圖案係於上述透明基板之主表面形成刻蝕部而成，上述低透光部係於上述透明基板上形成上述代表波長之光之透過率為T3(%)之低透光膜而成。

(構成11)

本發明之構成11係如構成1至10中任一項之光罩，其特徵在於：其係與上述主圖案對應地於被轉印體上形成轉印直徑W2為3.0(μm)以下(其中W1 > W2)之孔圖案者。

(構成12)

本發明之構成12係如構成11之光罩，其特徵在於：於將上述主圖案之上述直徑W1與上述被轉印體上之上述轉印直徑W2之差W1 - W2設為偏差β(μm)時，

$$0.2 \leq \beta \leq 1.0 \cdots (6)。$$

(構成13)

本發明之構成13係如構成1至12中任一項之光罩，其特徵在於：上述低透光部之對上述代表波長之光之上述透過率T3(%)滿足

$$T3 < 30 \cdots (7)。$$

(構成14)

本發明之構成14係如構成1至12中任一項之光罩，其特徵在於：上述低透光部係實質上不使上述代表波長之光透過者。

(構成15)

本發明之構成15係一種顯示裝置之製造方法，其包含如下步驟：準備如構成1至14中任一項之光罩；使用數值孔徑(NA)為0.08~0.20、且具

有包含i光線、h光線及g光線中之至少一者之曝光光源的曝光裝置，使上述轉印用圖案曝光，而於被轉印體上形成直徑W2為0.6～3.0(μm)之孔圖案。

[發明之效果]

根據本發明，能夠提供一種有利地適合於顯示裝置製造用光罩之曝光環境、且能夠穩定地轉印微細之圖案之優異的光罩及其製造方法。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之光罩之一例之俯視模式圖。

圖2係本發明之光罩之其他例之俯視模式圖(a)～(f)。

圖3係本發明之光罩之層構成之例(a)～(f)。

圖4(a)～(f)係表示本發明之光罩之製造步驟之一例的剖面模式圖及俯視模式圖。

圖5係比較例1-1及1-2以及實施例1之光罩之俯視模式圖，且係表示尺寸及光學模擬之轉印性能之圖。

圖6係表示使用比較例1-1及1-2以及實施例1之光罩之情形時的(a)形成於被轉印體上之光強度之空間圖像、及(b)藉此所形成之抗蝕圖案之剖面形狀的圖。

圖7係比較例2-1及2-2以及實施例2之光罩之俯視模式圖，且係表示尺寸及光學模擬之轉印性能之圖。

圖8係表示使用比較例2-1及2-2以及實施例2之光罩之情形時的(a)形成於被轉印體上之光強度之空間圖像、及(b)藉此所形成之抗蝕圖案之剖面形狀的圖。

【實施方式】

若光罩所具有之轉印用圖案之CD(Critical Dimension(臨界尺寸)，以下用作圖案線寬之含義)微細化，則更難以實施將其準確地轉印至被轉印體(欲進行蝕刻加工之薄膜等，亦稱為被加工體)之步驟。顯示裝置用之曝光裝置中作為規格所示之解像極限多數情況下為 $2\sim 3\ \mu\text{m}$ 左右。相對於此，於欲形成之轉印用圖案中，已出現有接近於此、或小於此之尺寸者。進而，由於顯示裝置製造用光罩之面積大於半導體裝置製造用光罩，故而於實際生產上，將具有未達 $3\ \mu\text{m}$ 之CD之轉印用圖案於面內均勻地轉印存在較大之困難。

因此，必須對純粹之解像度(根據曝光波長、曝光光學系統之數值孔徑)以外之要素進行研究，藉此有效地提昇轉印性能。

進而，由於被轉印體(平板顯示器基板)之面積較大，故而利用曝光之圖案轉印之步驟亦可稱為容易產生由被轉印體之表面平坦度引起之散焦的環境。於該環境下，充分確保曝光時之焦點裕度(DOF(Depth of Focus，焦點深度))極其有意義。

再者，如眾所周知般，顯示裝置製造用之光罩之尺寸較大，於光罩製造步驟中之濕式處理(顯影或濕式蝕刻)中，在面內之所有位置確保CD(線寬)之均一性並不容易。為了將最終之CD精度控制於所規定之容許範圍內，亦重要的是確保曝光步驟中之充分之焦點深度(DOF)，又，較理想為其他性能不會隨之劣化。

本發明係具備轉印用圖案之光罩，該轉印用圖案係成膜於透明基板上，藉由將半透光膜及低透光膜分別圖案化而形成。於圖1中例示本發明之光罩所具有之轉印用圖案之俯視模式圖。

如圖1所示，形成於透明基板上之轉印用圖案包含直徑為 $W1(\mu\text{m})$ 之

主圖案、及配置於主圖案之附近之寬度為 $d(\mu\text{m})$ 之輔助圖案。又，於形成上述主圖案及上述輔助圖案以外之區域，形成有低透光部。

此處，將對透過輔助圖案之 i 光線 $\sim g$ 光線之波長區域內之代表波長之光的透過率設為 $T1$ ，將對透過低透光部之該代表波長之光的透過率設為 $T3$ 。又，將主圖案之中心與上述輔助圖案之寬度方向之中心的距離設為 $P(\mu\text{m})$ 。此時，本發明之光罩滿足以下關係。

$0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$

$0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdot \cdot \cdot (2)$

$1.0 < P \leq 5.0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$

$T3 < T1 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$

上述式中， $T1$ 較佳為 $T1 \geq 30$ 。

再者，此處所謂透光率 $T1$ 及 $T3$ 係以透明基板之透過率為基準者，由該部分之層構成決定。

此種轉印用圖案之剖面模式圖可設為例如圖3(a)所示者。將其設為本發明之光罩之第1態樣，並參照圖3(a)進行說明。

於本態樣中，主圖案包含透明基板露出之透光部。再者，亦可於主圖案形成透過率較高之膜。然而，就獲得最大透過率之方面而言，較佳為不於主圖案形成透過率較高之膜，而設為透明基板露出之構成。

又，本態樣之輔助圖案包含於透明基板上形成半透光膜而成之半透光部。該半透光膜具有將處於 i 光線 $\sim g$ 光線之波長範圍之代表波長之光大致移動 180 度之相移量，且具有對代表波長之透過率 $T1(\%)$ 。又，包圍主圖案及輔助圖案之部分成為於透明基板上至少形成低透光膜而成之低透光部。即，於圖1所示之轉印用圖案中，形成有主圖案及輔助圖案之區域以

外之區域成為低透光部。如圖3(a)所示，於本態樣中，低透光部係於透明基板上積層半透光膜與低透光膜。再者，低透光部可於透明基板上依序或以相反之順序積層半透光膜及代表波長之光之透過率為T2(%)之低透光膜。

本發明之光罩之低透光部相對於曝光之光之代表波長，具有特定之低透過率。即，對處於i光線～g光線之波長範圍之代表波長之光，低透光部具有較包含半透光部之輔助圖案之透過率T1(%)低之透過率T3(%)。因此，於藉由半透光部與低透光部之積層而形成低透光部之本態樣(圖3(a))中，只要藉由該積層，以成為

$$T3 < T1$$

之方式選擇低透光膜之透過率T2(%)，藉此調節低透光部之透過率T3(%)即可。

此處，於將主圖案之直徑(W1)設為4 μm以下時，能夠與該主圖案對應地於被轉印體上形成具有直徑W2(μm)(其中W1 > W2)之微細之主圖案(孔圖案)。

具體而言，較佳為使W1(μm)成為下述式(1)

$$0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdots (1)$$

之關係。此時，形成於被轉印體上之主圖案(孔圖案)之直徑W2(μm)為3.0(μm)以下，具體而言，可設為

$$0.6 \leq W2 \leq 3.0。$$

又，本發明之光罩能以形成對顯示裝置製造有用之微細尺寸之圖案之目的使用。例如，於主圖案之直徑W1為3.0(μm)以下時，更顯著地獲得本發明之效果。較佳為可將主圖案之直徑W1(μm)設為

$$1.0 \leq W1 \leq 3.0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1) - 1。$$

再者，雖亦能夠將直徑W1與直徑W2之關係設為 $W1 = W2$ ，但較佳為設為 $W1 > W2$ 。即，於將 $\beta(\mu\text{m})$ 設為偏差值時，

$$\beta = W1 - W2 > 0(\mu\text{m})，$$

此時，

$$0.2 \leq \beta \leq 1.0，$$

更佳為可設為

$$0.2 \leq \beta \leq 0.8。$$

以此方式設定時，如下所述，可獲得減少被轉印體上之抗蝕圖案之損耗等有利之效果。

於上述中，主圖案之直徑W1意指圓之直徑、或與其近似之數值。例如，於主圖案之形狀為正多邊形時，主圖案之直徑W1係設為內切圓之直徑。若主圖案之形狀如圖1所示般為正方形，則主圖案之直徑W1為一邊之長度。關於所轉印之主圖案之直徑W2，於設為圓之直徑或與其近似之數值之方面亦相同。

當然，於欲形成更微細化之圖案時，亦能夠將W1設為 $2.5(\mu\text{m})$ 以下、或 $2.0(\mu\text{m})$ 以下，進而，亦能夠將W1設為 $1.5(\mu\text{m})$ 以下而應用本發明。

再者，本發明之光罩中之主圖案之直徑W1、被轉印體上之主圖案之直徑W2、及與偏差之設定相關之上述較佳之範圍於以下第2至第6態樣之本發明之光罩中，亦能夠同樣地應用。

對於用於具有此種轉印用圖案之本發明之光罩之曝光的曝光之光之代表波長，主圖案與輔助圖案之相位差 ϕ 大致為 180° 。即，透過主圖案

之上述代表波長之光與透過輔助圖案之上述代表波長之相位差 $\phi 1$ 大致成為180度。所謂大致180度意指120～240度。相位差 $\phi 1$ 較佳為150～210度，進而較佳為170～190度。

再者，本發明之光罩於使用包含i光線、h光線、或g光線之曝光之光時效果顯著，故而能夠使用包含i光線、h光線及g光線中之至少一個之曝光之光。尤佳為將包含i光線、h光線、及g光線之寬波長光用作曝光之光。於該情形時，作為代表波長，可設為i光線、h光線、g光線中之任一者。例如能夠將h光線作為代表波長而構成本發明之光罩。

為了形成此種相位差，只要主圖案設為透明基板主表面露出而成之透光部，輔助圖案設為於透明基板上形成半透光膜而成之半透光部，且將該半透光膜之對上述代表波長之相移量設為大致180度即可。

再者，關於主圖案與輔助圖案之相位差之較佳之範圍、及應用於本發明之光罩之曝光之光之波長，於以下第2至第6態樣之本發明之光罩中亦同樣。

於第1態樣之光罩、即圖3(a)所示之光罩中，半透光部所具有之透光率T1可如下般設定。即，於形成於半透光部之半透光膜之對上述代表波長之透過率為T1(%)時，設為

$$30 \leq T1 \leq 80。$$

更佳為

$$40 \leq T1 \leq 75。$$

再者，透過率T1(%)係設為以透明基板之透過率作為基準時之上述代表波長之透過率。

於本發明之光罩中，配置於形成有主圖案及輔助圖案以外之區域、

且形成於主圖案及輔助圖案之周圍之低透光部可設為如下般之構成。

低透光部亦可為實質上不使曝光之光(處於i光線～g光線之波長範圍之代表波長之光)透過者。於該情形時，能以低透光膜單體應用為實質上不使上述代表波長透過者(即遮光膜)且 $T2 \leq 0.01$ 即光學密度 $OD \geq 2$ 之低透光膜，或者，亦能以低透光膜與半透光膜之積層膜設為實質上之遮光膜(光學密度 $OD \geq 2$)。

或者，低透光部亦可設為於特定範圍內使曝光之光透過者。但是，於在特定範圍內使曝光之光透過之情形時，低透光部之透過率 $T3(\%)$ (此處，於半透光膜與低透光膜積層之情形時，為該積層膜之透過率)滿足

$$T3 < T1。$$

較佳為滿足

$$0.01 < T3 < 30，$$

更佳為滿足

$$0.01 < T3 \leq 20。$$

關於透過率 $T3(\%)$ ，亦設為以透明基板之透過率為基準時之上述代表波長之透過率。

又，於如此般低透光部以特定之透過率使曝光之光透過之情形時，低透光部之透過光與透光部之透過光之相位差 ϕ 較佳為設為90度以下，更佳為60度以下。所謂「90度以下」，若以弧度表述，則意指上述相位差為「 $(2n - 1/2)\pi \sim (2n + 1/2)\pi$ (此處 n 為整數)」。與上述同樣地，作為對曝光之光所包含之代表波長之相位差進行計算。

因此，於此情形時，作為用於本態樣之光罩之低透光膜單獨之性質，較佳為具有未達30(%)之透過率($T2(\%)$)(即， $0 < T2 < 30$)，且相移量

($\phi 2$)大致為180度。所謂大致180度意指120～240度。相位差 $\phi 1$ 較佳為150～210度，更佳為170～190度。藉此，關於包含積層之低透光部之相移特性，可將 $\phi 3$ 設為上述範圍。

此處之透過率亦與上述相同，設為以透明基板之透過率為基準時之上述代表波長之透過率。

於上述轉印用圖案中，於將輔助圖案之寬度設為 $d(\mu\text{m})$ 時，

$$0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdots (2)$$

成立時，可獲得發明之優異之效果。即，於 $\sqrt{T1/100} \times d$ 處於上述範圍內時，透過輔助圖案之光量與透過主圖案之光量平衡良好地相互作用，且提高主圖案之轉印性。

此時，將主圖案之中心與輔助圖案之寬度方向之中心的距離設為間距 $P(\mu\text{m})$ ，間距 P 較佳為

$$1.0 < P \leq 5.0$$

之關係成立。

更佳為，間距 P 可設為

$$1.5 < P \leq 4.5。$$

於本發明中，輔助圖案相對於設計上孤立之主圖案，具有發揮擬似密集圖案(Dense Pattern)般之光學作用之效果，但於滿足上述關係式時，透過主圖案及輔助圖案之曝光之光可相互發揮良好之相互作用，顯示如下述實施例所示之優異之轉印性。

輔助圖案之寬度 $d(\mu\text{m})$ 於應用於本發明之光罩之曝光條件(使用之曝光裝置)中為解像極限以下之尺寸，作為具體例，

$$d \geq 0.7，$$

更佳為

$$d \geq 0.8,$$

進而較佳為輔助圖案之寬度 $d(\mu\text{m})$ 為 $1(\mu\text{m})$ 以上。

又，較佳為 $d \leq W1$ ，更佳為 $d < W1$ 。

又，更佳為，上述(2)關係式為下述式(2)-1，進而較佳為下述式(2)-2。

$$0.7 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.2 \cdots (2)-1$$

$$0.75 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.0 \cdots (2)-2$$

如上所述，圖1所示之光罩之主圖案為正方形，但本發明並不限定於此。例如，如圖2所例示般，光罩之主圖案可為包含八邊形或圓之旋轉對稱之形狀。而且，可將旋轉對稱之中心設為成為上述P之基準之中心。

又，圖1所示之光罩之輔助圖案之形狀為八邊形帶，但本發明並不限定於此。輔助圖案之形狀較佳為對相對於孔圖案之中心3次對稱以上之旋轉對象之形狀賦予一定寬度而成者。較佳之主圖案及輔助圖案之形狀為如圖2(a)～(f)所例示之形狀，且主圖案之設計與輔助圖案之設計亦可將圖2(a)～(f)之不同者相互組合。

例如，例示輔助圖案之外周為正方形、正六邊形、正八邊形、正十邊形等正多邊形(較佳為正 $2n$ 邊形，此處 n 為2以上之整數)或圓形之情形。而且，作為輔助圖案之形狀，較佳為輔助圖案之外周與內周大致平行之形狀、即如大致具有一定寬度之正多邊形或圓形之帶般之形狀。亦將該帶狀形狀稱為多邊形帶或圓形帶。作為輔助圖案之形狀，較佳為此種正多邊形帶或圓形帶包圍主圖案之周圍之形狀。此時，可將主圖案之透過光與輔助圖案之透過光之光量之均衡設為大致同等，因此易於獲得用以獲得本發明

之作用效果之光之相互作用。

尤其是於將本發明之光罩用作顯示裝置製造用之光罩之情形時，即，於將本發明之光罩與顯示裝置製造用之光阻組合使用之情形時，能夠減少被轉印體上與輔助圖案對應之部分之抗蝕劑損耗。

或者，輔助圖案之形狀亦可為不完全包圍主圖案之周圍而上述多邊形帶或圓形帶之一部分欠缺之形狀。例如，輔助圖案之形狀亦可為如圖2(f)般四邊形帶之角部欠缺之形狀。

再者，只要不妨礙本發明之效果，則除本發明之主圖案、輔助圖案以外，亦可附加使用其他圖案。

以下，參照圖4對本態樣之光罩之製造方法之一例進行說明。

如圖4(a)所示，準備光罩基底。

該光罩基底係於包含玻璃等之透明基板上依序形成有半透光膜及低透光膜，進而塗佈第1光阻膜。

半透光膜係如下之膜：於透明基板之主表面上，於將i光線、h光線、g光線中之任一者設為代表波長時，其透過率為30～80(%) (於將T1(%)設為透過率時， $30 \leq T1 \leq 80$)，更佳為40～75(%)，且相對於該代表波長之相移量大致為180度。藉由此種半透光膜，可將包含透光部之主圖案與包含半透光部之輔助圖案之間之透過光相位差設為大致180度。此種半透光膜使處於i光線～g光線之波長範圍之代表波長之光之相位偏移大致180度。作為半透光膜之成膜方法，可應用濺鍍法等公知之方法。

半透光膜較理想為滿足上述透過率及相位差，且如下所述般包含能夠進行濕式蝕刻之材料。但是，若濕式蝕刻時所產生之側面蝕刻之量過大，則會產生CD精度之劣化、或因底切而導致之上層膜之破壞等不良情

況，因此，膜厚之範圍較佳為2000 Å以下。例如，為300～2000 Å之範圍，更佳為300～1800 Å。此處，所謂CD為Critical Dimension(臨界尺寸)，於本說明書中用作圖案線寬之含義。

又，為了滿足該等條件，半透光膜材料係曝光之光所包含之代表波長(例如h光線)的折射率較佳為1.5～2.9。更佳為1.8～2.4。

進而，為了充分發揮相移效果，較佳為藉由濕式蝕刻形成之圖案剖面(被蝕刻面)相對於透明基板主表面接近垂直。

於考慮上述性質時，作為半透光膜之膜材料，可設為包含含有Zr、Nb、Hf、Ta、Mo、Ti中之至少一種及Si之材料、或含有該等材料之氧化物、氮化物、氮氧化物、碳化物、或氮氧碳化物之材料。

於光罩基底之半透光膜上形成低透光膜。作為成膜方法，與半透光膜之情形同樣地，可應用濺鍍法等公知之方法。

光罩基底之低透光膜可為實質上不使曝光之光透過之遮光膜。或者，可設為對曝光之光之代表波長具有特定之低透過率者。本發明之光罩之製造所使用之低透光膜對處於i光線～g光線之波長範圍之代表波長之光，具有較半透光膜之透過率T1(%)低之透過率T2(%)。T2亦可實質上為零(0.01以下)。

另一方面，於低透光膜可使曝光之光透過之情形時，要求低透光膜對曝光之光之透過率及相移量能夠達到本發明之光罩之低透光部之透過率及相移量。較佳為，於低透光膜與上述半透光膜之積層狀態下，對曝光之光代表波長之光之透過率T3(%)為 $0.01 < T3 < 30$ ，較佳為 $0.01 < T3 \leq 20$ ，進而，相移量 $\phi 3$ 設為90(度)以下，更佳為設為60(度)以下。

作為低透光膜單獨之性質，較佳為實質上不使上述代表波長之光透

過者，或具有未達30(%)之透過率($T_2(\%)$)(即， $0 < T_2 < 30$)，相移量(ϕ_2)大致為180度。所謂大致180度意指120～240度。相位差 ϕ_1 較佳為150～210(度)，更佳為170～190(度)。

光罩基底之低透光膜之材料可為Cr或其化合物(氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、或氮氧碳化物)，或亦可為含有Mo、W、Ta、Ti之金屬矽化物、或該矽化物之上述化合物。但是，光罩基底之低透光膜之材料較佳為與半透光膜同樣地能夠進行濕式蝕刻、且相對於半透光膜之材料具有蝕刻選擇性之材料。即，較理想為低透光膜對半透光膜之蝕刻劑具有耐受性，又，半透光膜對低透光膜之蝕刻劑具有耐受性。

於光罩基底之低透光膜上，進而塗佈第1光阻膜。本發明之光罩較佳為藉由雷射刻寫裝置進行刻寫，故而製成適合該雷射刻寫裝置之光阻。第1光阻膜可為正型，亦可為負型，以下設為正型進行說明。

其次，如圖4(b)所示，使用刻寫裝置對第1光阻膜進行利用基於轉印用圖案之刻寫資料之刻寫(第1刻寫)。然後，將藉由顯影而獲得之第1抗蝕圖案作為遮罩，對低透光膜進行濕式蝕刻。藉此，劃定成為低透光部之區域，又，劃定由低透光部包圍之輔助圖案(低透光膜圖案)之區域。用以進行濕式蝕刻之蝕刻液(濕式蝕刻劑)可使用適合所使用之低透光膜之組成之公知者。例如，若為含有Cr之膜，則能夠使用硝酸銻銨等作為濕式蝕刻劑。

其次，如圖4(c)所示，將第1抗蝕圖案剝離。

其次，如圖4(d)所示，於包含所形成之低透光膜圖案之整個面，塗佈第2光阻膜。

繼而，如圖4(e)所示，對第2光阻膜進行第2刻寫，形成藉由顯影所形

成之第2抗蝕圖案。將該第2抗蝕圖案與上述低透光膜圖案作為遮罩，進行半透光膜之濕式蝕刻。藉由該蝕刻(顯影)，形成包含透明基板露出之透光部之主圖案之區域。再者，第2抗蝕圖案係覆蓋成為輔助圖案之區域、且於成為包含透光部之主圖案之區域具有開口者，並且較佳為以低透光膜之邊緣自該開口露出之方式，對第2刻寫之刻寫資料預先進行定型。藉由以此方式，能夠吸收於第1刻寫與第2刻寫之間相互產生之對準偏差，防止轉印用圖案之CD精度之劣化。此係利用低透光膜與半透光膜之素材所具有之對相互之膜之蝕刻選擇性的效果。

再者，於本態樣之光罩中，亦可由不具有蝕刻選擇性且具有共通之蝕刻特性之素材構成半透光膜及低透光膜，且於兩膜之間設置蝕刻終止膜。

即，藉由以此方式進行第2刻寫時之第2抗蝕圖案之定型，於欲在被轉印體上形成孤立孔圖案時，遮光膜與半透光膜之圖案化不會產生位置偏移，因此，於如圖1所例示之轉印用圖案中，能夠使主圖案及輔助圖案之重心精確地一致。

半透光膜用之濕式蝕刻劑係根據半透光膜之組成而適當選擇。

其次，如圖4(f)所示，將第2抗蝕圖案剝離，從而完成圖1所示之本發明之光罩。

於顯示裝置用光罩之製造中，將形成於透明基板上之遮光膜等光學膜圖案化時，作為所應用之蝕刻，有乾式蝕刻、及濕式蝕刻。可採用任一種，於本發明中濕式蝕刻尤其有利。其原因在於：顯示裝置用之光罩之尺寸相對較大，進而存在多種尺寸。於製造此種光罩時，若應用使用真空腔室之乾式蝕刻，則會於乾式蝕刻裝置之大小或製造步驟產生低效率。

但是，亦存在伴隨於製造此種光罩時應用濕式蝕刻之問題。由於濕式蝕刻具有各向同性蝕刻之性質，故而於欲對特定之膜沿深度方向進行蝕刻並使其溶出時，蝕刻亦於相對於深度方向垂直之方向進行。例如，於對膜厚 $F(\text{nm})$ 之半透光膜進行蝕刻而形成狹縫時，成為蝕刻遮罩之抗蝕圖案之開口較所需之狹縫寬度僅減小 $2F(\text{nm})$ (即，單側為 $F(\text{nm})$)，越成為微細寬度之狹縫，越難以維持抗蝕圖案開口之尺寸精度。因此，較為有用的是輔助圖案之寬度 d 設為 $1(\mu\text{m})$ 以上，較佳為設為 $1.3(\mu\text{m})$ 以上。

又，於上述膜厚 $F(\text{nm})$ 較大之情形時，由於側面蝕刻量亦變大，故而即便膜厚較小，使用具有大致 180° 之相移量之膜材料亦有利，其結果，期望半透光膜對該波長之折射率較高。因此，較佳為使用如對上述代表波長之折射率為 $1.5 \sim 2.9$ 、較佳為 $1.8 \sim 2.4$ 之材料，製成半透光膜。

另外，作為圖1所示之本發明之光罩，除上述態樣以外，還有藉由不同之層構成而發揮相同之光學作用效果者。

本發明之第2態樣具有於圖3(b)中表示剖面之層構成。該光罩之俯視模式圖與上述第1態樣同樣地如圖1所示，但剖面觀察時之積層構造不同。即，於圖3(b)所示之低透光部中，低透光膜與半透光膜之積層順序上下反轉，低透光膜配置於基板側。

於該情形時，作為本發明之光罩之圖案之設計或其各參數、藉由其等所產生之光學作用效果與第1態樣之光罩相同，作為設計樣式，可應用圖2所示之變化例之方面亦相同。又，亦可將所使用之膜素材之物性設為相同。

但是，於第2態樣之光罩中，製造方法上於以下方面與第1態樣具有略微差異，因此，所使用之膜素材亦可不必與第1態樣相同。

例如，於第1態樣中，如圖4(a)所示，準備積層半透光膜與低透光膜而成之光罩基底，對此應用2次光微影步驟而製造光罩，但於第2態樣中，必須準備於透明基板上僅成膜有低透光膜之光罩基底。

然後，首先對該低透光膜進行蝕刻，形成低透光膜圖案。繼而，於形成有該低透光膜圖案之基板上之整個面，成膜半透光膜，並將其圖案化。於該情形時，較佳為與第1態樣同樣地選擇能以濕式蝕刻進行圖案化之素材。但是，於本態樣中，低透光膜與半透光膜並非必須對相互之蝕刻劑具有耐受性。即，即便兩膜相互無蝕刻選擇性，亦能夠進行蝕刻。因此，關於素材之選擇，自由度較第1態樣高。

其次，參照圖3(c)對本發明之光罩之第3態樣進行說明。於該態樣中，俯視模式圖亦與圖1相同，又，圖案之設計或其各參數、藉由其等所產生之光學作用效果係除以下方面以外與第1態樣之光罩相同，作為設計樣式，能夠應用圖2所示之變化例之方面亦相同。

圖3(c)所示之第3態樣之光罩與第1及第2態樣之光罩不同之方面在於：半透光膜所具有之對上述代表波長之光之相移量未限制於大致180度，與此相關聯，於主圖案部分，透明基板被刻蝕特定量。即，該態樣之主圖案係代替成為材料之透明基板之主表面之一部分露出，而是藉由蝕刻對該主表面形成特定量之刻蝕部而成之刻蝕面露出。而且，於形成有上述半透光膜之輔助圖案與形成有刻蝕部之主圖案之間，將處於透過彼此之i光線～g光線之波長範圍之代表波長之相位差調整為大致180度。與第1及第2態樣之光罩同樣地，低透光部可為於透明基板上依序或以相反之順序積層半透光膜、及代表波長之光之透過率為T2(%)之低透光膜之構造。

於第1態樣或第2態樣中，必須根據半透光膜之素材與膜厚同時滿足

透過率T1之條件、與透過主圖案及輔助圖案之代表波長之相位差大致為180度之條件，但於第3態樣之光罩中，具有如下優點：使透過率T1之條件優先而決定半透光膜之組成或膜厚，可根據主圖案之刻蝕量進行相位差之調整。

就該方面而言，本態樣之光罩之半透光膜所具有之對上述代表波長之光之相移量亦可為90度以下、或60度以下。只要根據主圖案之刻蝕量與半透光膜所具有之相移量之和，以透過主圖案及輔助圖案之代表波長之相位差大致成為180度之方式進行調整即可。

又，於第3態樣之光罩中，於透明基板之刻蝕形成時使用濕式或乾式蝕刻，但更佳為應用乾式蝕刻。又，於本態樣之光罩中，亦可在半透光膜與低透光膜之間設置蝕刻終止膜。

例如，可應用如下步驟：準備於透明基板上積層半透光膜及低透光膜而成之光罩基底，首先，將主圖案部分之兩膜蝕刻去除，繼而，對透明基板進行刻蝕蝕刻。其次，利用第2光微影步驟將輔助圖案部分之低透光膜蝕刻去除，藉此能夠製造第3態樣之光罩。於該情形時，作為膜素材，可設為與第1態樣相同。

再者，與上述第1態樣與第2態樣之關係同樣地，於第3態樣之光罩中，亦可使半透光膜與低透光膜之積層順序上下反轉。

其次，參照圖3(d)，對本發明之光罩之第4態樣進行說明。該態樣中，俯視模式圖亦如圖1所示般。第4態樣與第3態樣同樣地於主圖案部分之透明基板形成刻蝕部，但與第3態樣不同，未使用半透光膜，輔助圖案部分之透明基板(主表面之一部分)露出。而且，藉由主圖案部分之刻蝕深度之選擇，而與第1～第3態樣同樣地，分別透過主圖案與輔助圖案之代表

波長之光之相位差大致成為180度。

於該第4態樣中，於輔助圖案部分不存在半透光膜，故而透過率(T1)成為100(%)。於該情形時，能夠減少成膜次數，藉此，可獲得較第3態樣提高生產效率、且降低缺陷發生幾率等優點。

於該情形時，將 $T1 = 100(\%)$ 應用於式(2)，成為

$$0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdots (2)$$

即，

$$0.5 \leq d \leq 1.5 \cdots (2)。$$

較佳為 $d < W1$ 。

又，第4態樣之光罩所使用之低透光膜所具有之對上述代表波長之光之相移量無需大致為180度，較佳為90度以下。更佳為60度以下。

於第4態樣之光罩中，圖1所示之圖案之設計、除特別記載以外之各參數、藉由其等所產生之光學作用效果亦與第1態樣之光罩相同，作為設計樣式，能夠應用圖2所示之變化例之方面亦相同。又，用於低透光膜之膜素材或其物性亦可設為與第1態樣相同。即，低透光部之上述代表波長之透過率為 $T3(\%)$ ，但其可設為於透明基板上形成上述代表波長之光之透過率為 $T2(\%)$ 之低透光膜之構造。即，為 $T2 = T3$ 之情形。

另外，使第4態樣中之主圖案與輔助圖案之剖面構造反轉而成者為第5態樣(圖3(e))。第5態樣之主圖案係透明基板之主表面之一部分露出，輔助圖案係於透明基板之主表面形成有刻蝕部。即，代替主圖案部分之於透明基板形成刻蝕部，藉由刻蝕輔助圖案部分之透明基板，而將透過主圖案與輔助圖案之上述代表波長之光之相位差設為大致180度。於該情形時，當然俯視之樣式或其光學作用效果亦與第4態樣相同。又，關於其製造方

法或所應用之膜材等，亦並無特別差異。因此，第5態樣之低透光部係於透明基板上形成有代表波長之光之透過率為T2(%)之低透光膜。

圖3(f)所示之本發明之第6態樣係表示對第1～第5態樣中所採用之構成(於圖3(f)中，代表性地使用第1態樣之光罩剖面模式圖)附加遮光膜圖案之可能性者。於低透光膜具有實質之透過率之情形時，值得考慮該方面。

即，於主圖案及輔助圖案之附近，利用反相位之光之干涉作用，但於遠離上述主圖案及輔助圖案之低透光部之區域，無需存在透過低透光膜之光，反而有帶來使形成於被轉印體上之抗蝕圖案之殘膜量減少之缺點的風險。於欲排除該風險之情形時，於遠離主圖案及輔助圖案之低透光部之區域，附加遮光膜圖案而完全地進行遮光亦較為有用。

因此，於本發明中，只要不損及其作用效果，則不妨礙此種遮光膜圖案之使用。再者，所謂遮光膜係指實質上不使曝光之光(上述i光線～g光線範圍之代表波長之光)透過且OD(光學密度)為2以上之膜。關於其素材，可列舉以鉻(Cr)作為主成分者。

本發明包含顯示裝置之製造方法，該方法包括如下步驟：於上述本發明之光罩，利用曝光裝置進行曝光，且於被轉印體上轉印上述轉印用圖案，而形成孔圖案。

本發明之顯示裝置之製造方法係首先準備上述本發明之光罩。其次，使用數值孔徑(NA)為0.08～0.20、且具有包含i光線、h光線及g光線中之至少一者之曝光光源的曝光裝置，將上述轉印用圖案曝光，而於被轉印體上形成直徑W2為3.0 μm 以下、較佳為0.6～3.0 μm 之孔圖案。再者，曝光裝置之曝光光源較佳為包含i光線、h光線及g光線。對於曝光而言，通常應用等倍曝光，較為有利。

作為於使用本發明之光罩將轉印用圖案轉印時所使用之曝光機，其利用進行等倍投影曝光之方式，可列舉以下者。即，為用作LCD(液晶顯示裝置)用(或者FPD(flat panel display，平板顯示器)用、液晶用)之曝光機，其構成係光學系統之數值孔徑(NA)為0.08～0.15(同調因子(σ)為0.4～0.9)，且具有曝光之光包含i光線、h光線及g光線中之至少一者之光源(亦稱為寬波長光源)者。但是，於如數值孔徑NA成為0.10～0.20之曝光裝置中，當然亦能夠應用本發明而獲得發明之效果。

又，所使用之曝光裝置之光源亦可使用變形照明(輪帶照明等)，但即便為非變形照明，亦能夠獲得發明之優異效果。

本發明係使用在透明基板上積層半透光膜及低透光膜(以及視需要進而積層遮光膜)而成之光罩基底作為第1～3態樣(及應用其之第6態樣)之光罩之原料。而且，進而於表面塗佈形成抗蝕劑膜，而進行光罩之製造。

關於半透光膜及低透光膜之物理性質、膜質、及組成係如上所述。

即，上述光罩基底之半透光膜較佳為對處於i光線～g光線之波長範圍之代表波長之透過率T1為30～80(%)。又，上述半透光膜係設為如下膜厚：相對於上述代表波長之折射率為1.5～2.9，且具有大致180度之相移量。具有此種折射率之半透光膜之膜厚即便足夠薄，亦具有所需之相移量，因此能夠縮短半透光膜之濕式蝕刻時間。其結果，能夠抑制半透光膜之側面蝕刻。

又，於本發明之光罩之所有態樣中，能使用成膜有低透光膜之光罩基底進行製造。

該低透光膜可使用實質上不使上述代表波長之光透過者、或具有未達30%之透過率者。又，低透光膜所具有之對i光線～g光線範圍內之代表

波長之相移量於第1及第2態樣之光罩中設為大致180度，於第3、第4及第5態樣之光罩中，只要設為90度以下、更佳為60度以下即可。

[實施例]

針對圖5所示之3種(比較例1-1及1-2以及實施例1)光罩，藉由光學模擬，對其轉印性能進行比較，並進行評價。即，針對具有用以於被轉印體上形成直徑為2.0 μm 之孔圖案之轉印用圖案的3個光罩，對在共通地設定曝光條件時顯示怎樣的轉印性能，進行光學模擬。

(比較例1-1)

如圖5所示，比較例1-1之光罩具有包含形成於透明基板上之遮光膜圖案之所謂二元光罩之圖案。於比較例1-1之光罩中，包含透明基板露出之透光部之主圖案被遮光部包圍。主圖案之直徑W1(正方形之一邊)為2.0(μm)。

(比較例1-2)

如圖5所示，比較例1-2之光罩係半色調型相移光罩，其係藉由將曝光之光透過率(對h光線)為5%且相移量為180度之半透光膜圖案化而形成，且具有包含一邊(直徑)(即W1)為2.0(μm)之四邊形之透光部的主圖案。

(實施例1)

如圖5所示，實施例1之光罩具有本發明之轉印用圖案。此處，主圖案係設為一邊(直徑)(即W1)為2.0(μm)之正方形，輔助圖案係設為寬度d為1.3(μm)之八邊形帶，主圖案中心與輔助圖案之寬度中心之距離即間距P係設為4(μm)。

輔助圖案係於透明基板上形成半透光膜而成之假定上述第1態樣之光

罩者。該半透光膜之曝光之光(對h光線)之透過率T1為70(%)，相移量為180度。又，包圍主圖案及輔助圖案之低透光部包含實質上不使曝光之光透過之遮光膜($OD > 2$)。

關於比較例1-1及1-2以及實施例1之光罩中之任一者，均係於被轉印體上形成直徑W2為 $2.0\ \mu\text{m}$ ($W1 = W2$ ，即，形成於被轉印體上之直徑W2與光罩之轉印用圖案所具有之主圖案之直徑W1相同)之孔圖案。模擬中所應用之曝光條件如下。即，曝光之光係設為包含i光線、h光線、g光線之寬波長，強度比係設為g光線：h光線：i光線=1：0.8：1。

曝光裝置之光學系統之NA為0.1，同調因子 σ 為0.5。用以獲得形成於被轉印體上之抗蝕圖案之剖面形狀的正型光阻之膜厚係設為 $1.5\ \mu\text{m}$ 。

上述條件下，將各轉印用圖案之性能評價示於圖5。又，將形成於被轉印體上之光強度之空間圖像及藉此所形成之抗蝕圖案之剖面形狀示於圖6。

(光罩之光學評價)

例如，於轉印直徑較小之微細之透光圖案時，透過光罩後之曝光之光於被轉印體上形成之空間圖像、即透過光強度曲線之分佈必須良好。具體而言，重要的是形成透過光強度之波峰之斜率較陡，呈接近垂直之上升，以及波峰之光強度之絕對值較高(於在周圍形成次峰之情形時，相對於次峰之強度相對地足夠高)等。

於更定量地對光罩就光學性能進行評價時，可使用如下指標。

(1)焦點深度(DOF)

該指標係相對於目標CD成為 $\pm 10\%$ 以內之範圍之焦點深度之大小。若DOF之數值較高，則不易受被轉印體(例如顯示裝置用之面板基板)之平

坦度影響，能夠確實地形成微細之圖案，抑制其CD(線寬)偏差。

(2)MEEF(Mask Error Enhancement Factor，光罩誤差增強因子)

該指標係表示Mask CD誤差與形成於被轉印體上之圖案之CD誤差之比率的數值，MEEF越低，則越能夠降低形成於被轉印體上之圖案之CD誤差。

(3)最佳曝光能Eop(optimum energy)

於顯示裝置製造用之光罩中，於尤其重要之評價項目中有Eop。其係為了於被轉印體上形成欲獲得之圖案尺寸而所需之曝光之光量。由於顯示裝置製造中光罩尺寸較大(例如，主表面之一邊為300~1400 mm左右之正方形或長方形)，故而若使用Eop數值較低之光罩，則能夠提昇掃描曝光之速度，從而提高生產效率。

若基於以上對模擬對象之各試樣之性能進行評價，則如圖5所示，實施例1之光罩於將焦點深度(DOF)擴大至55 μm 以上等與比較例相比非常優異之方面，顯示圖案之穩定之轉印性。此意指MEEF之值較小，並且亦意指微細之圖案之CD精度高。

進而，實施例1之光罩之Eop之值非常小。該情況表示於實施例1之光罩之情形時，即便於製造大面積之顯示裝置時，曝光時間亦不會增加或可縮短之優點。

又，若參照圖6所示之透過光強度之空間圖像，則可知於實施例1之光罩之情形時，相對於成為抗蝕劑感光之閾值之位準(Eth)，能夠使主圖案部之波峰增高，亦能夠使該波峰之斜率充分上升(相對於被轉印體之表面接近垂直)。該方面與比較例1-1及1-2相比有優勢。此處，藉由將透過輔助圖案之光利用於主圖案位置之光強度增強，而達成Eop之增加及

MEEF之降低。再者，於實施例1之光罩中，在主圖案之轉印圖像位置之兩側產生有側峰，但由於為 E_{th} 以下，故而對主圖案之轉印無影響。

再者，以下對減少由該側峰引起之抗蝕劑殘膜之損耗之方法進行說明。

變更形成於光罩之轉印用圖案之樣式，使用圖7所示(比較例2-1，比較例2-2及實施例2之試樣，進行模擬。此處，各試樣均係將主圖案之直徑 $W1$ 設為 $2.5(\mu m)$ ，於該方面與上述試樣(比較例1-1、比較例1-2及實施例1)不同。

(比較例2-1)

如圖7所示，比較例2-1之光罩係包含形成於透明基板上之遮光膜圖案之所謂二元光罩之圖案。於比較例2-1之光罩中，包含透明基板露出之透光部之主圖案被遮光部包圍。該主圖案之直徑 $W1$ (正方形之一邊)為 $2.5(\mu m)$ 。

(比較例2-2)

如圖7所示，比較例2-1之光罩係半色調型相移光罩，其係藉由將曝光之光透過率(對 h 光線)為5%且相移量為180度之半透光膜圖案化而形成，且具有包含主圖案之直徑 $W1$ (正方形之一邊)為 $2.5(\mu m)$ 之四邊形之透光部的主圖案。

(實施例2)

如圖7所示，實施例2之光罩係本發明之轉印用圖案。實施例2之光罩之主圖案係主圖案之直徑 $W1$ (正方形之一邊)為 $2.5(\mu m)$ 之正方形，輔助圖案係寬度 d 為 $1.3(\mu m)$ 之八邊形帶，主圖案中心與輔助圖案之寬度中心之距離即間距 P 係設為 $4(\mu m)$ 。此處，實施例2之光罩亦假定第1態樣之光罩。

使用比較例2-1、比較例2-2及實施例2之光罩，於被轉印體上形成直徑為 $2.0\ \mu\text{m}$ 之孔圖案。即，將該等光罩之光罩偏差($\beta = W1 - W2$)設為 $0.5(\mu\text{m})$ 。模擬中所應用之曝光條件與上述比較例1-1及1-2以及實施例1之光罩之情形相同。

根據圖7所示之資料可明確：於使用實施例2之光罩之情形時，顯示優異之DOF、MEEF，並且顯示對比較例2-1及2-2有利之性能。於實施例2之光罩中，尤其是DOF成為超過 $35\ \mu\text{m}$ 之數值。

又，若參照圖8所示之透過光強度之空間圖像、與被轉印體上之抗蝕圖案剖面形狀，則實施例2之試樣所具有之優異之特性變得更加明確。如圖8所示，於使用實施例2之光罩之情形時，與主圖案對應之波峰明顯高於形成於兩側之側峰，幾乎未產生抗蝕劑損壞。

根據以上結果可明確：於使用本發明之光罩之圖案轉印之情形時，於光罩偏差 β 為 $0.5(\mu\text{m})$ 左右、具體而言為 $0.2 \sim 1.0(\mu\text{m})$ 之範圍之轉印用圖案中，可獲得更容易供實際使用之優異之轉印圖像。

根據以上可確認本發明之光罩之優異性能。尤其是，若使用本發明之光罩，則於 $2\ \mu\text{m}$ 以下之微細之圖案中，可獲得MEEF為2.5以下之數值於將來之顯示裝置製造中具有重大意義。

本發明之光罩之用途並無特別限制。本發明之光罩可較佳地用於包含液晶顯示裝置或EL顯示裝置等之顯示裝置之製造時。

根據本發明之光罩，能夠控制透過主圖案與輔助圖案之兩者之曝光之光之相互干涉，於曝光時減少零次光，相對地增大 ± 1 次光之比率。因此，能夠大幅改善透過光之空間圖像。

作為可有利地獲得此種作用效果之用途，為了形成多用於液晶或EL

裝置之接觸孔等孤立之孔圖案而使用本發明之光罩較為有利。作為圖案之種類，多數情況下將藉由具有一定之規則性地排列多個圖案而其等相互產生光學性影響之密集(Dense)圖案、與在周圍不存在此種規則性排列之圖案之孤立圖案區別稱呼。本發明之光罩較佳地應用於欲在被轉印體上形成孤立圖案時。

亦可於不損及本發明之效果之範圍內，對本發明之光罩使用附加性之光學膜或功能膜。例如，為了防止低透光膜所具有之透光率對檢查或光罩之位置檢測造成障礙之不良情況，亦可設為於轉印用圖案以外之區域形成遮光膜之構成。又，於半透光膜中，亦可於其表面設置用以減少刻寫光或曝光之光之反射的抗反射層。

【符號說明】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種光罩，其特徵在於：其係顯示裝置製造用之光罩，具備形成於透明基板上之轉印用圖案，且

係用以使用數值孔徑(NA)為0.08～0.20、且具有包含i光線、h光線及g光線中之至少一者之曝光光源的曝光裝置，於被轉印體上轉印之光罩，

上述轉印用圖案係用以於被轉印體上形成孔圖案之圖案，且具有：

直徑為 $W1(\mu m)$ 之主圖案；

寬度為 $d(\mu m)$ 之輔助圖案，其配置於上述主圖案之附近；及

遮光部，其構成上述主圖案及上述輔助圖案以外之區域；

上述輔助圖案介隔上述遮光部包圍上述主圖案之周圍，且為正多邊形帶或圓形帶之形狀，

處於透過上述主圖案之i光線～g光線之波長範圍之代表波長之光與透過上述輔助圖案之上述代表波長之光的相位差大致為180度。

【第2項】

如請求項1之光罩，其中上述主圖案之直徑 $W1$ 滿足下述式(1)：

$$0.8 \leq W1 \leq 4.0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)。$$

【第3項】

如請求項1之光罩，其中上述主圖案之直徑 $W1$ 滿足下述式(1)－1：

$$1.0 \leq W1 \leq 3.0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)-1。$$

【第4項】

如請求項3之光罩，其中上述輔助圖案之上述寬度 $d(\mu m)$ 滿足下述式

(2)：

$$0.5 \leq \sqrt{T1/100} \times d \leq 1.5 \cdot \cdot \cdot (2)。$$

【第5項】

如請求項1至4中任一項之光罩，其中將上述主圖案之中心與上述輔助圖案之寬度方向之中心的距離設為 $P(\mu\text{m})$ 時，滿足下述式(3)：

$$1.0 < P \leq 5.0 \cdot \cdot \cdot (3)。$$

【第6項】

如請求項1至4中任一項之光罩，其中上述輔助圖案係於上述透明基板上形成對上述代表波長之光之透過率為 $T1(\%)$ 之半透光膜而成。

【第7項】

如請求項6之光罩，其中上述半透光膜之上述透過率 $T1(\%)$ 滿足下述式(5)：

$$30 \leq T1 \leq 80 \cdot \cdot \cdot (5)。$$

【第8項】

如請求項1至4中任一項之光罩，其中上述輔助圖案之上述寬度 d 為 $1(\mu\text{m})$ 以上。

【第9項】

如請求項6之光罩，其中上述主圖案係上述透明基板之主表面之一部分露出而成，

上述輔助圖案係於上述透明基板上形成上述半透光膜而成，

上述遮光部係於上述透明基板上依序或以相反之順序積層上述半透光膜、遮光膜而成。

【第10項】

如請求項6之光罩，其中上述主圖案係於上述透明基板之主表面形成刻蝕部而成，

上述輔助圖案係於上述透明基板上形成上述半透光膜而成，

上述遮光部係於上述透明基板上依序或以相反之順序積層上述半透光膜、遮光膜而成。

【第11項】

如請求項6之光罩，其中上述半透光膜包含含有銻、銲、鉛、鉍、鉬及鈦中之至少一種及矽之材料、或含有該等材料之氧化物、氮化物、氮氧化物、碳化物、或氮氧碳化物之材料。

【第12項】

如請求項1之光罩，其中上述輔助圖案係上述透明基板露出而成。

【第13項】

如請求項12之光罩，其中上述主圖案係於上述透明基板之主表面形成刻蝕部而成，

上述輔助圖案係上述透明基板之主表面之一部分露出而成，

上述遮光部係於上述透明基板上形成遮光膜而成。

【第14項】

如請求項12之光罩，其中上述主圖案係上述透明基板之主表面之一部分露出而成，

上述輔助圖案係於上述透明基板之主表面形成刻蝕部而成，

上述遮光部係於上述透明基板上形成遮光膜而成。

【第15項】

如請求項1至4、12至14中任一項之光罩，其係與上述主圖案對應地

於被轉印體上形成轉印直徑 W_2 為 $3.0(\mu\text{m})$ 以下 (其中 $W_1 > W_2$) 之孔圖案者。

【第16項】

如請求項15之光罩，其中於將上述主圖案之上述直徑 W_1 與上述被轉印體上之上述轉印直徑 W_2 之差 $W_1 - W_2$ 設為偏差 $\beta(\mu\text{m})$ 時，

$$0.2 \leq \beta \leq 1.0 \cdots (6)。$$

【第17項】

如請求項1至4、12至14中任一項之光罩，其中上述輔助圖案為正多邊形帶之形狀。

【第18項】

如請求項1至4、12至14中任一項之光罩，其中處於透過上述主圖案之 i 光線 $\sim g$ 光線之波長範圍之代表波長之光與透過上述輔助圖案之上述代表波長之光的相位差為 180 度。

【第19項】

如請求項1至4、12至14中任一項之光罩，其係用以使用上述曝光裝置，藉由非變形照明進行曝光之光罩。

【第20項】

如請求項1至4、12至14中任一項之光罩，其中上述孔圖案係孤立之孔圖案。

【第21項】

一種顯示裝置之製造方法，其包含如下步驟：

準備如請求項1至20中任一項之光罩；及

使用數值孔徑(NA)為 $0.08 \sim 0.20$ 、且具有包含 i 光線、 h 光線及 g 光

線中之至少一者之曝光光源的曝光裝置，使上述轉印用圖案曝光，而於被轉印體上形成直徑 W_2 為 $0.6 \sim 3.0(\mu\text{m})$ 之孔圖案。

【第22項】

如請求項21之顯示裝置之製造方法，其中上述顯示裝置係有機EL顯示裝置。

【第23項】

如請求項21之顯示裝置之製造方法，其中上述曝光裝置係等倍投影曝光裝置。

【第24項】

如請求項21之顯示裝置之製造方法，其中上述轉印用圖案之曝光之同調因子 σ 設為 $0.4 \sim 0.9$ 。