



(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 I630455 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 21 日

(21)申請案號：105128488

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 02 日

(51)Int. Cl. : G03F1/00 (2012.01)

G03F1/26 (2012.01)

G03F1/22 (2012.01)

G03F1/80 (2012.01)

H01L21/467 (2006.01)

(30)優先權：2015/09/03 日本

2015-173895

(71)申請人：日商信越化學工業股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：笹本紘平 SASAMOTO, KOUHEI (JP)；稻月判臣 INAZUKI, YUKIO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201541185A

US 6599667B2

US 7771893B2

US 9299531B2

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 52 頁

(54)名稱

空白光罩

PHOTOMASK BLANK

(57)摘要

本發明之解決手段為一種空白光罩，其係包含透明基板、與薄片電阻為 $10,000\Omega/\square$ 以下之含鉻膜，含鉻膜係由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成，鉻、氮及氧之合計的含有率為 93 原子%以上，且滿足 $3Cr \leq 2O + 3N$ (Cr 係鉻含有率， O 係氧含有率， N 係氮含有率(皆為原子%))，且該空白光罩包含超過含鉻膜全體之厚度的 70%、100% 以下並滿足下述組成之層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下。

本發明之效果為，若使用本發明之空白光罩，則可高精度地形成微細的光罩圖型，而達成兼具光罩之生產性的提昇、與藉由使用光罩的圖型轉印而形成於被轉印物之圖型的細線化。

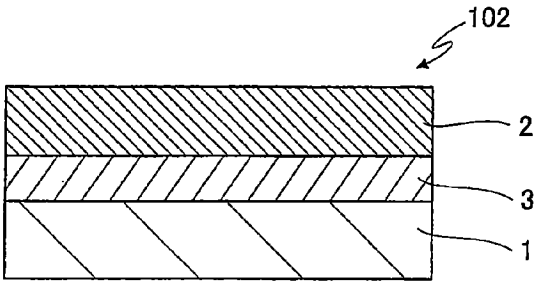
A photomask blank comprising a transparent substrate and a chromium-containing film is provided. The chromium-containing film is constructed by one or more chromium compound layers which are formed of a chromium compound containing Cr, N and optionally O, and have a composition having a Cr content ≥ 30 at% and a total Cr+N+O content ≥ 93 at%, and meeting the formula: $3Cr \leq 2O + 3N$.

A chromium compound layer meeting a first composition having an N/Cr atomic ratio ≥ 0.95 , a Cr content ≥ 40 at%, a total Cr+N content ≥ 80 at%, and an O content ≤ 10 at% is included to a thickness of more than 70% to 100% of the overall thickness of the chromium-containing film.

指定代表圖：

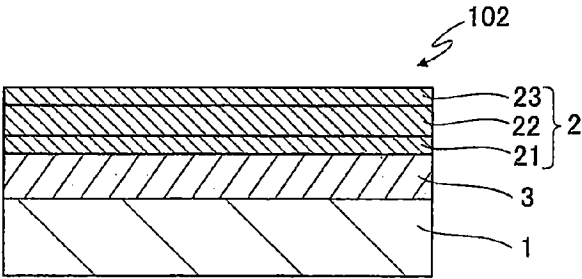
第 2 圖

(A)



- 符號簡單說明：
- 1 . . . 透明基板
 - 2 . . . 含鉻膜
 - 21 . . . 第 1 鉻化合物層
 - 22 . . . 第 2 鉻化合物層
 - 23 . . . 第 3 鉻化合物層
 - 3 . . . 光學膜
 - 102 . . . 空白光罩

(B)



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

空白光罩

Photomask blank

【技術領域】

[0001] 本發明係關於以波長為 250nm 以下之曝光光進行圖型轉印的光罩之製造中，成為該素材之空白光罩。

【先前技術】

[0002] 為了半導體電子元件之高速動作與低消耗電力化等，而發展大規模積體電路之高積體化，但於伴隨其而來之電路圖型的微細化中，高度的半導體微細加工技術係成為非常重要的要素技術。例如，用以構成電路之配線圖型的細線化技術、或構成單元之層間的配線之接觸孔圖型的微細化技術係成為必需。

[0003] 如此之高度微細加工係藉由使用光罩的光微影技術所成，光罩係與曝光裝置或光阻材料一起成為微細化所需之重要的技術。因此，在實現具有經細線化之配線圖型或經微細化之接觸孔圖型的光罩等之目的下，用以在空白光罩上形成更微細且更正確的圖型之技術開發逐漸發展。

[0004] 為了在光罩基板上形成高精度的光罩圖型，

必須將形成在空白光罩上的光阻圖型以高精度進行圖型化。將半導體基板進行微細加工時之光微影，由於可使用縮小投影法，因此形成在光罩之圖型的尺寸，係設為形成在半導體基板上之圖型尺寸的 4 倍左右之大小，但此情況並非意味著形成在光罩的圖型之精度被緩和，而是要求同樣地以高精度形成光罩圖型。

[0005] 又，目前，以光微影描繪在半導體基板上之電路圖型的尺寸，相較於曝光光的波長而成為相當小者，因此，即使使用形成有將電路圖型直接放大為 4 倍的光罩圖型之光罩來進行縮小曝光，亦會因曝光光之干擾等的影響，而無法形成如同光罩圖型的形狀。

[0006] 因此，作為超解析遮罩，係使用有藉由進行所謂的光學鄰近效應修正 (Optical Proximity effect Correction: OPC)，而進行使轉印特性劣化之光學鄰近效應的修正之 OPC 遮罩、或使透過圖型之曝光光的相位 180° 變化而使入射光的強度分布成為陡峭之相位偏移遮罩。例如，於 OPC 遮罩方面，係有形成有電路圖型的 $1/2$ 以下之尺寸的 OPC 圖型 (錘頭 (hammerhead) 或輔助棒 (assist bar) 等) 者。又，於相位偏移遮罩方面，係有半色調相位偏移遮罩、雷蒙森 (Levenson) 型相位偏移遮罩、無銘型相位偏移遮罩等。

[0007] 為了形成遮罩圖型，一般而言，係在於透明基板上具有遮光性膜之空白光罩上形成光阻膜，對此光阻膜照射電子束或光來進行圖型描繪，並使光阻膜顯像而得

到光阻圖型。接著，藉由將此光阻圖型作為蝕刻遮罩來將遮光性膜進行圖型化，而得到光罩圖型。為了得到微細的光罩圖型，基於如以下所述之理由，將光阻膜進行薄膜化一事係為有效。

[0008] 若不將光阻膜減薄而僅將光阻圖型進行微細化，則會導致作為遮光性膜之蝕刻遮罩的功能之光阻部的縱橫比(光阻膜厚與圖型寬之比)變高。一般而言，若光阻圖型之縱橫比變高，則該圖型形狀容易劣化，而導致對於遮光性膜之圖型轉印精度降低。又，在極端的情況中，光阻圖型的一部分會崩壞，或引起剝離而產生圖型脫落。因此，必須伴隨著光罩圖型之微細化，將作為遮光性膜之圖型化用的蝕刻遮罩使用之光阻的膜厚減薄，而避免縱橫比過度提高。此縱橫比係設為 3 以下較理想，例如，為了形成寬 70nm 之光阻圖型，較理想係將光阻膜厚設為 210nm 以下。

[0009] 另一方面，使用光罩，將 ArF 準分子雷射作為曝光光來將光罩圖型轉印於半導體晶圓上之光阻膜等的被轉印物之情況的圖型寬，於發展細線化的現況中，在被轉印物上，通常品為未達 100nm，最新品則成為未達 20nm，為了對應於此之光罩上的主圖型之最小寬係為 100nm 左右，又，由於 OPC 會複雜化，因此在輔助圖型中，甚至達到未達 100nm(例如，70nm 左右)。

[0010] 另外，針對將光阻之圖型作為蝕刻遮罩來進行圖型化的情況之遮光性膜的材料，係提案有多種材料。

尤其，鉻單質膜，或者含有鉻且含有氮、氧及碳之至少 1 種的鉻化合物膜，係被使用作為一般的遮光性膜之材料。例如，於日本特開 2003-195479 號公報(專利文獻 1)、日本特開 2003-195483 號公報(專利文獻 2)及註冊實用新案第 3093632 號公報(專利文獻 3)中係揭示有空白光罩之構成例，該空白光罩，係以鉻化合物膜形成具有 ArF 準分子雷射曝光用之空白光罩所要求的遮光特性之遮光性膜。

[0011] 再者，於光罩製作時之光阻膜的圖型化中，以電子束(EB)所進行之曝光方法係成為主流。又，針對電子束，為了可更進一步的微細化，而採用高加速電壓的 50keV。進而，光阻膜，係為了得到高解像性而朝低感度化發展，另一方面，就生產性提昇的觀點而言，電子束描繪裝置之電子束的電流密度係從 $40\text{A}/\text{cm}^2$ 朝 $800\text{A}/\text{cm}^2$ 發展顯著的高密度化。

[0012] 在對於電浮動的空白光罩照射電子束的情況，空白光罩的表面係因電子的累積而帶電為負電位，藉由帶電所致之電場，電子束軌道會被彎曲，而降低描繪位置精度。因此，在進行如上述般之高能量，且高密度的電子束描繪之描繪裝置，係使空白光罩接地來進行電子束描繪，例如，於日本特開 2014-216407 號公報(專利文獻 4)中，係報告有使用接地銷針來讓空白光罩接地(ground)的機構。

[0013] 在接地(ground)電阻為大的情況，相應於流到接地的電流與接地電阻的乘積之量，空白光罩表面的電位

會上昇，而使描繪位置精度降低。以接地電阻為非常高的狀態實施電子束描繪之情況，係恐有在描繪真空槽內引起異常放電、或基板破損之虞，而有污染裝置的可能性。因此，確保充分的接地電阻一事係為重要，對於裝置係要求接地電阻為低的接地方法，對於空白光罩係要求具有充分的導電性。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[0014]

[專利文獻 1]日本特開 2003-195479 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2003-195483 號公報

[專利文獻 3]註冊實用新案第 3093632 號公報

[專利文獻 4]日本特開 2014-216407 號公報

[專利文獻 5]日本特開 2007-33470 號公報

[專利文獻 6]日本特開 2001-312043 號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

[0015] 使用於遮光性膜等之鉻化合物膜等的含鉻膜，一般而言，雖藉由含氧之氯系乾蝕刻而被圖型化，但藉由含氧之氯系乾蝕刻，光阻膜等之有機膜亦會被蝕刻達不可忽視程度的情況居多。因此，若將膜厚較薄的光阻膜作為蝕刻遮罩來將含鉻膜進行乾蝕刻，則在此蝕刻中，光阻膜會受到損傷而使光阻圖型之形狀變化，難以將原本之

光阻圖型正確地轉印於含鉻膜。

[0016] 如此般，於作為有機膜之光阻膜，同時兼具高解析性及高圖型化精度與蝕刻耐性，係技術性障礙為高，為了得到高解析性，係必須將光阻膜予以薄膜化，另一方面，為了擔保含鉻膜之蝕刻步驟中的蝕刻耐性，係限制光阻膜之薄膜化，而成為在高解析性及高圖型化精度與蝕刻耐性之間產生權衡(trade-off)關係的結果。因此，於含鉻膜之圖型化中，為了減低對光阻膜之負荷，而將含鉻膜進行薄膜化，並為了形成更高精度之含鉻膜的遮罩圖型，而必須將成為圖型化對象之含鉻膜的構造(膜厚或組成等)進行改良。

[0017] 又，為了減低對於光阻膜之負荷，以高精度形成微細的光罩圖型，作為於含氧之氯系乾蝕刻中成為高蝕刻速率的遮光性膜，係提案有以鉻作為主成分，並添加有作為輕元素之氧及氮的遮光性膜(日本特開 2007-33470 號公報(專利文獻 5))。但，於含有輕元素之膜中，由於導電性會隨著輕元素之含量的增加而降低，因此為了對應於電子束描繪裝置之電子束的電子密度中 $800\text{A}/\text{cm}^2$ 之高密度化，描繪中，空白光罩自體不會因電子束而充電的方策亦為必要。

[0018] 作為此方策，例如，可考量於以鉻作為主成分，並添加有作為輕元素之氧及氮的膜中，為了確保導電性，而將膜設為多層構造，並包含 1 層以上之金屬鉻層。但，於此情況中，金屬鉻層之蝕刻速率為低，於膜的厚度

方向存在蝕刻速率大不相同之複數的層，當藉由乾蝕刻來對膜進行加工時，因側蝕刻之差，而使圖型之剖面形狀劣化，導致尺寸精度的惡化。

[0019] 本發明係為了解決上述課題而完成者，其目的在於，提供一種空白光罩，其係具備即使於使用高電流密度之電子束的描繪裝置中亦可使用之充分的導電性，且具備即使使用經薄膜化之光阻膜來進行圖型化，亦可以高精度形成微細且剖面形狀良好的光罩圖型之薄膜且低缺陷之含鉻膜。

[用以解決課題之手段]

[0020] 對於含鉻膜進行乾蝕刻來加工時的剖面形狀，雖因含鉻膜之組成造成的影響為大，但在異向性強的乾蝕刻之情況中，如第 4 圖所示之示意圖般，含鉻膜圖型 52 之線寬，係成為將蝕刻遮罩膜、光阻膜等的蝕刻遮罩圖型 53 之線寬忠實地再現於膜的厚度方向之形狀。另一方面，在等向性強的乾蝕刻之情況中，如第 5 圖所示之示意圖般，含鉻膜圖型 52 之線寬，係相對於蝕刻遮罩圖型 53 之線寬，成為在膜之厚度方向中央部縮窄的形狀。另外，第 4 圖及第 5 圖中，51 係含鉻膜之下方的膜或者透明基板。

[0021] 在使用於光罩的遮光膜等之含鉻膜，為了正確地形成更微細的圖型，一面確保在描繪裝置所能使用的程度之導電性，一面提高含鉻膜之蝕刻速率一事係為重

要，再者，若含鉻膜為遮光膜，則必須確保作為遮光膜對於曝光光所必要的光學密度。又，就得到賦予高尺寸精度之良好的圖型之剖面形狀的觀點而言，於含鉻膜之厚度方向上蝕刻速率之變化為少一事亦為重要。

[0022] 於含鉻膜中，於含氧之氟系乾蝕刻的蝕刻速率與導電性之間具有權衡關係，因此，配合所期望之光學特性，而適用使用有金屬性高的含鉻層、與添加有多量之輕元素的含鉻層之多層的含鉻膜。但，於以組成不同之層所構成的層合膜中，由於各層之蝕刻速度不同，因此在蝕刻時，從圖型之側面側起往圖型之寬方向進行的蝕刻之程度在各層皆不同，因此，產生側蝕刻之差，成為圖型寬沿著圖型之厚度方向不同的形狀，例如，圖型寬在圖型的厚度方向中央部狹窄或寬廣的形狀、或圖型寬在圖型的厚度方向上部或下部寬廣的 T 字型或逆 T 字型形狀的縱剖面形狀，而容易引起形狀不良。

[0023] 例如，如第 6 圖所示之示意圖般，在蝕刻速度高的鉻化合物層 52a、蝕刻速度低的鉻化合物層 52b、以及蝕刻速度高的鉻化合物層 52c 依序層合而成之含鉻膜 52 的情況，蝕刻速度越高的膜，越容易進行側蝕刻，而喪失剖面之垂直性。於第 6 圖中，雖將側蝕刻的狀態作為段差來強調顯示，但實際上並非如此極端，而是連續緩緩地變化，但儘管如此，也難以將蝕刻遮罩圖型 53 的形狀正確地轉印。另外，第 6 圖中，51 係含鉻膜之下方的膜或者透明基板。

[0024] 如此之情況中，若將含鉻膜圖型作為蝕刻遮罩，來將下層的膜，例如，由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的膜、或透明基板等進行圖型化，則有蝕刻偏差，亦即，作為蝕刻遮罩所使用的膜之圖型與被蝕刻的膜或透明基板之圖型的尺寸偏離變大等造成圖型轉印性能之惡化的問題。

[0025] 本發明者們為了解決上述課題，針對形成於空白光罩的透明基板上之含鉻膜，再三努力探討的結果，發現藉由將含鉻膜設為由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成的鉻化合物層之單層或多層構造，並將鉻化合物層設為鉻含有率為 30 原子%以上，鉻、氮及氧之合計的含有率為 93 原子%以上，且滿足下述式(1)

$$3\text{Cr} \leq 2\text{O} + 3\text{N} \quad (1)$$

(式中，Cr 係表示鉻含有率(原子%)，O 係表示氧含有率(原子%)，N 係表示氮含有率(原子%))，而成為蝕刻速率變得最高，又，洗淨耐性亦優異的膜，又，在含鉻膜為單層的情況，將鉻化合物層設為滿足下述特定組成之層，該特定組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下，在含鉻膜為多層的情況，作為鉻化合物層，係設為包含 1 層以上滿足下述特定組成之層，並將此層之合計的厚度設為超過含鉻膜全體之

厚度的 70%、100%以下，且將剩餘部分以不滿足上述特定組成的層來構成，該特定組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下，藉此而可一面確保在電子束描繪裝置所必要的導電性，一面縮短氮系乾蝕刻之清除時間。

[0026] 並且，發現藉由將含鉻膜之全部或者大部分設為滿足上述特定組成的層，而可一面確保空白光罩之導電性，一面使含鉻膜成為更薄的膜，其結果，成為可進行光阻膜之薄膜化，又，即使是多層構造的情況，在鉻化合物層間的側蝕刻之差為少，而成為良好的蝕刻剖面，因此，可以高解析性及高圖型化精度得到含鉻膜之圖型，並且，發現此含鉻膜係即使在使用波長為 250nm 以下之曝光光，在被轉印物上形成線寬為 0.1 μ m 以下之光阻圖型的光微影般之微細的光罩圖型成為必要的情況，亦為可以高精度形成光罩圖型之含鉻膜，因而完成本發明。

[0027] 因而，本發明係提供以下之空白光罩。

1.一種空白光罩，其係成為以波長為 250nm 以下之曝光光進行圖型轉印的光罩之素材的空白光罩，其特徵為，

該空白光罩係包含透明基板、與在透明基板上直接或者隔著光學膜所形成的含鉻膜，

該含鉻膜係以單層之鉻化合物層或者 2 層以上之鉻化合物層所構成，

上述各鉻化合物層係由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之

鉻化合物所構成，鉻含有率為 30 原子%以上，鉻、氮及氧之合計的含有率為 93 原子%以上，且滿足下述式(1)的組成，

$$3\text{Cr} \leq 2\text{O} + 3\text{N} \quad (1)$$

(式中，Cr 係表示鉻含有率(原子%)，O 係表示氧含有率(原子%)，N 係表示氮含有率(原子%))，

在上述含鉻膜為以單層之鉻化合物層所構成的情況，該鉻化合物層係滿足下述組成之層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，Cr 之含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下，

在上述含鉻膜為以 2 層以上之鉻化合物層所構成的情況，係包含 1 層以上滿足下述組成之層作為上述鉻化合物層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下，滿足該組成之層之合計的厚度為超過上述含鉻膜全體之厚度的 70%、100% 以下，且

上述含鉻膜之薄片電阻為 $10,000\Omega/\square$ 以下。

2.如請求項 1 之空白光罩，其中，上述含鉻膜之對於曝光光的光學密度為 2.5 以上 3.5 以下。

3.如請求項 1 之空白光罩，其係於上述透明基板上隔

著上述光學膜而形成上述含鉻膜，上述光學膜係包含由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的相位偏移膜。

4.如請求項 3 之空白光罩，其係於上述含鉻膜之與上述透明基板分離之側，包含由含有矽之材料所構成的蝕刻遮罩膜。

5.如請求項 3 或 4 之空白光罩，其中，上述含鉻膜之對於曝光光的光學密度為 1.5 以上 2.6 以下。

6.如請求項 3 至 5 中任一項之空白光罩，其中，上述含鉻膜及相位偏移膜之對於曝光光的光學密度之合計為 2.5 以上 3.5 以下。

7.如請求項 4 之空白光罩，其中，上述含鉻膜、相位偏移膜及蝕刻遮罩膜之對於曝光光的光學密度之合計為 2.5 以上 3.5 以下。

8.如請求項 1 之空白光罩，其係於上述透明基板上隔著上述光學膜而形成上述含鉻膜，上述光學膜係包含由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的遮光膜。

[發明效果]

[0028] 本發明之空白光罩之含鉻膜，係滿足所期望之光學密度，乾蝕刻之蝕刻速率為高，可減輕對於作為含鉻膜之形成圖型時的蝕刻遮罩所使用之光阻的乾蝕刻中之負荷，因此，成為可進行光阻之薄膜化。又，由於是可確

保導電性之含鉻膜，因此在電子束描繪機之充電受到抑制，而可得到高描繪精度。進而，由於薄膜且低缺陷，含鉻膜之厚度方向的蝕刻速率之變化為少，因此蝕刻後之剖面形狀為良好，而對於光罩圖型之轉印性能為高。其結果，若使用本發明之空白光罩，則可高精度地形成微細的光罩圖型，而達成兼具光罩之生產性的提昇、與藉由使用光罩的圖型轉印而形成於被轉印物之圖型的細線化。

【圖式簡單說明】

[0029]

[第 1 圖]係顯示本發明之空白光罩的第 1 樣態之一例的剖面圖，(A)係顯示含鉻膜為單層的情況，(B)係顯示含鉻膜為多層的情況。

[第 2 圖]係顯示本發明之空白光罩的第 2 樣態之一例的剖面圖，(A)係顯示含鉻膜為單層的情況，(B)係顯示含鉻膜為多層的情況。

[第 3 圖]係顯示本發明之空白光罩的第 3 樣態之一例的剖面圖，(A)係顯示含鉻膜為單層的情況，(B)係顯示含鉻膜為多層的情況。

[第 4 圖]係異向性強之乾蝕刻時的圖型之剖面形狀的示意圖。

[第 5 圖]係等向性強之乾蝕刻時的圖型之剖面形狀的示意圖。

[第 6 圖]係蝕刻速度不同的鉻化合物層所層合而構成

的含鉻膜之乾蝕刻時的圖型之剖面形狀的示意圖。

【實施方式】

[0030] 以下，針對本發明詳細地進行說明。

本發明之空白光罩，係適宜使用作為用以製造光罩的素材，該光罩係藉由波長為 250nm 以下，尤其是 200nm 以下之曝光光，例如，KrF 準分子雷射(248nm)、ArF 準分子雷射(193nm)、F₂ 雷射(157nm)等，進行圖型轉印。於以波長為 250nm 以下之曝光光進行圖型轉印的空白光罩及光罩，例如，在缺陷檢查時，對於波長 257nm 之光之對準符號的讀取，係適用波長 405nm(固體雷射二極體)之光等。

[0031] 本發明之空白光罩，係包含石英基板等之透明基板、與於透明基板上直接或者隔著 1 或 2 個以上之光學膜所形成且以單層或 2 層以上(多層)之鉻化合物層所構成的含鉻膜。此含鉻膜，係以藉由含氧之氯系乾蝕刻所蝕刻的材料所形成之膜。

[0032] 含有鉻之材料，係可藉由添加輕元素，而提高在含有鉻之材料的蝕刻中所常用的含氧之氯系乾蝕刻的蝕刻速率。藉由輕元素的添加，成為可進行由含有鉻之材料所構成的膜，亦即，含鉻膜之高速蝕刻，於含鉻膜之蝕刻中，可減輕對於作為蝕刻遮罩所使用之以電子束所描繪的化學增幅型光阻膜等之光阻膜的負荷，而為有利。又，雖有時會對含鉻膜使用由含有矽之材料所構成的蝕刻遮罩

膜作為硬遮罩來進行蝕刻，但只要為高蝕刻速率之含鉻膜，則可將蝕刻遮罩膜進行薄膜化。其係直接地獲得蝕刻偏差之改善，間接地獲得蝕刻遮罩膜之作為蝕刻遮罩所使用的光阻膜之薄膜化，而為有利。

[0033] 因此，本發明之含鉻膜，係構成為將各鉻化合物層由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成，鉻含有率為 30 原子%以上，鉻、氮及氧之合計的含有率為 93 原子%以上，且滿足下述式(1)的組成(以下，稱為共通組成)，

$$3\text{Cr} \leq 2\text{O} + 3\text{N} \quad (1)$$

(式中，Cr 係表示鉻含有率(原子%)，O 係表示氧含有率(原子%)，N 係表示氮含有率(原子%))。上述式(1)係意味著鉻化合物層之鉻的平均價數為 3 以上。

[0034] 在此，各鉻化合物層，雖為滿足上述共通組成中之鉻含有率、鉻、氮及氧的合計之含有率、及上述式(1)之所有條件的層，但各鉻化合物層中之鉻含有率較佳為 33 原子%以上，以 52 原子%以下，尤其是 50 原子%以下，特別是 48 原子%以下為佳。又，各鉻化合物層中之鉻、氮及氧的合計之含有率，係以 95 原子%以上，尤其是 97 原子%以上，特別是 98 原子%以上為佳。

[0035] 作為構成鉻化合物層之含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物，具體而言，係可列舉氮化鉻(CrN)、

氮氧化鉻 (CrON)、氮碳化鉻 (CrNC)、氮氧化碳化鉻 (CrONC)等，尤其是以氮化鉻 (CrN)、氮氧化鉻 (CrON)為佳。

[0036] 如上述般，於含有鉻之材料中，氮或氧之添加雖就提高蝕刻速率的點而言為有效，但於金屬材料中添加輕元素的情況，由於電阻率會隨著該添加量增大而上昇，而變成缺乏導電性，因此在將以電阻率上昇之材料所形成的膜形成於從空白光罩的透明基板分離之側，具體而言為電子束光阻膜所形成之側的情況，在電子束曝光時會產生充電，導致描繪精度的降低，此乃造成問題。尤其，當添加氧作為輕元素時，電阻率之上昇顯著，而容易成為高電阻膜。

[0037] 因此，於本發明中，含鉻膜係構成為由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成，滿足上述共通組成，且包含 1 層以上，較佳為 1~2 層，更佳為 1 層之滿足以下之第 1 組成之鉻化合物層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下。並且，將滿足第 1 組成之鉻化合物層的合計之厚度設為超過含鉻膜全體之厚度的 70%，較佳為 90%以上、且 100%以下。若滿足第 1 組成之層的合計之厚度為 70% 以下，則恐有為了獲得所期望之光學密度而必要的含鉻膜全體之膜厚變厚之虞。

[0038] 在此，滿足第 1 組成之層，係為滿足上述第 1

組成之氮相對於鉻之原子比、鉻含有率、鉻及氮的合計之含有率、及氧含有率之所有條件的層，但各滿足第 1 組成之層中之氮相對於鉻之原子比，較佳為 1.1 以下。又，各滿足第 1 組成之層中的鉻含有率，較佳為 43 原子%以上，以 52 原子%以下，尤其是 50 原子%以下，特別是 48 原子%以下為佳，鉻及氮的合計之含有率，係以 90 原子%以上，尤其是 93 原子%以上為佳，氮含有率係以 43 原子%以上，尤其是 46 原子%以上、且 55 原子%以下，尤其是 53 原子%以下為佳。另一方面，各滿足第 1 組成之層中的氧含有率係以 10 原子%以下，尤其是 5 原子%以下為佳。另外，在滿足第 1 組成之層為 2 層以上的情況，各層亦可為彼此相異的組成，亦可為一部分或全部為相同的組成。

[0039] 於本發明之含鉻膜中，在含鉻膜為多層構造的情況，滿足第 1 組成之鉻化合物層以外的剩餘部分之鉻化合物層，係由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成，且以包含 1 層以上，較佳為 1~2 層，更佳為 1 層之滿足上述共通組成但不滿足上述第 1 組成之層的方式構成。不滿足第 1 組成之層，較佳係以含有鉻、氮及氧之鉻化合物所構成。藉由適用將不滿足如此之第 1 組成的層作為滿足第 1 組成之層以外的剩餘部分，而可確保作為含鉻膜全體之高的蝕刻速率，又，可適用使不滿足第 1 組成之層作為發揮後述之抗反射層的功能之層。

[0040] 在此，各不滿足第 1 組成之層中的鉻含有

率，係以 30 原子%以上，尤其是 33 原子%以上、且 40 原子%以下，特別是 37 原子%以下，氮含有率，係 5 原子%以上，尤其是 8 原子%以上、且 35 原子%以下，尤其是 30 原子%以下，氧含有率，係以 30 原子%以上，尤其是 35 原子%以上、且 57 原子%以下，尤其是 54 原子%以下為佳。另外，在不滿足第 1 組成之層為 2 層以上的情況，各層亦可為彼此相異的組成，亦可為一部分或全部為相同的組成。

[0041] 於鉻化合物層，作為輕元素，除了氮以外或者氧及氮以外，亦可添加碳、氫、氟等之其他輕元素。例如，碳的添加，係對於提高蝕刻速率一事有效。但，若碳的量過多，則蝕刻速率變高，乾蝕刻之等向性增加，而有變得難以控制剖面形狀的情況。又，在將添加有碳的鉻化合物層與未添加碳的鉻化合物層進行層合的情況，兩者的蝕刻速率之差會變得較大，如此之情況，由於兩者間的乾蝕刻中之側蝕刻的程度不同，因此恐有剖面形狀惡化之虞。再者，藉由碳之添加，於對光罩之加工步驟、或使用有光罩的曝光中，對於光罩之定期性洗淨所使用的硫酸過氧化氫混合物或臭氧過氧化氫混合物之藥品耐性會降低，因此，即使藉由調整乾蝕刻的條件而可抑制剖面形狀的惡化，亦恐有因以藥品進行之洗淨而使剖面形狀惡化之虞。因此，於鉻化合物層添加氮及氧以外之輕元素，例如，碳的情況中，較佳係將含有率抑制得較低，其含有率較佳為 7 原子%以下，更佳為 5 原子%以下，再更佳為 3 原子%以

下，特佳為 2 原子%以下。

[0042] 於本發明之空白光罩中，含鉻膜之薄片電阻為 $10,000\Omega/\square$ 以下，較佳為 $8,000\Omega/\square$ 以下。構成含鉻膜之各鉻化合物層係設為滿足上述之組成要件，並藉由設為單層或多層構成之含鉻膜，可將含鉻膜全體之薄片電阻設為上述範圍內。尤其，在僅包含 1 層滿足第 1 組成之層的情況，較佳係將該層之薄片電阻設為 $10,000\Omega/\square$ 以下，尤其是 $8,000\Omega/\square$ 以下，但在包含 2 層以上滿足第 1 組成之層的情況，各滿足第 1 組成之層的薄片電阻，亦可為上述範圍內，亦可為上述範圍外，在任一情況中，藉由將含鉻膜全體之薄片電阻設為 $10,000\Omega/\square$ 以下，較佳為 $8,000\Omega/\square$ 以下，而可防止電子描繪光阻圖型時之充電。

[0043] 含鉻膜，係可為具有任一功能的膜，例如，可為遮光膜、抗反射膜、半色調相位偏移膜等之相位偏移膜等的光學膜，亦可為蝕刻遮罩膜、蝕刻阻擋膜等之加工輔助膜。又，於光學膜中，若為在製成光罩之後，殘留在光罩上來發揮作為光學膜的功能之膜，則亦包含發揮作為蝕刻阻擋膜或蝕刻遮罩膜等的功能之加工輔助膜。另外，蝕刻阻擋膜，通常是在製成光罩後，殘留在光罩之膜，但蝕刻遮罩膜，亦可為在製成光罩之後，殘留在光罩之膜，亦可為從光罩完全去除之膜，也就是所謂的犧牲膜。

[0044] 構成空白光罩之光學膜或加工輔助膜的材料，係因應於必要之光學特性或蝕刻特性，進而，導電性等之電特性，而使用鉻(Cr)、鋯(Zr)、鉭(Ta)、鈦(Ti)、鉬

(Mo)、鎢(W)、鐵(Fe)、鎳(Ni)、鈷(Co)等之過渡金屬、矽(Si)、鍺(Ge)、鋁(Al)等之金屬、該等之合金、該等金屬或者合金之氧化物、氮化物、碳化物、氮氧化物、碳氧化物、碳氮化物、氮氧化碳化物等之化合物等的材料。於此等之金屬當中，鉻(Cr)、鉬(Mo)、矽(Si)係特別適宜使用。

[0045] 本發明之空白光罩，係適宜作為在將含鉻膜加工成光罩的過程中，將化學增幅型光阻等之光阻膜的遮罩圖型作為蝕刻遮罩，藉由含氧之氟系乾蝕刻來形成圖型之空白光罩。

[0046] 作為如此之空白光罩，可列舉例如，於透明基板上直接形成含鉻膜者(第 1 樣態)。第 1 圖係顯示本發明之空白光罩的第 1 樣態之一例的剖面圖。此空白光罩 101，係於透明基板 1 上形成有含鉻膜 2。含鉻膜 2，於第 1(A)圖中係以單層所構成，此層係滿足第 1 組成之層，於第 1(B)圖中，係從透明基板 1 側起以第 1 鉻化合物層 21、第 2 鉻化合物層 22 及第 3 鉻化合物層 23 之 3 層所構成，其中之 1 層或者 2 層為滿足第 1 組成之層，剩餘部分，亦即，剩餘的 2 層或者 1 層為不滿足第 1 組成之層。當將此空白光罩 101 加工成光罩時，通常，於含鉻膜 2 上形成電子束光阻膜，來施加電子束描繪。第 1 樣態之空白光罩，係可設為二元空白光罩，於此情況中，適宜將含鉻膜作為遮光膜。

[0047] 於第 1 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為遮光

膜的情況，含鉻膜之對於曝光光之光學密度，係以 2.5 以上，尤其是 2.8 以上、且 3.5 以下，尤其是 3.2 以下為佳。

[0048] 又，於第 1 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為遮光膜的情況，含鉻膜之膜厚，在曝光光為 ArF 準分子雷射的情況，係以 75nm 以下，尤其是 70nm 以下，特別是 65nm 以下為佳，以 50nm 以上為佳。又，在曝光光為 KrF 準分子雷射的情況，係以 90nm 以下，尤其是 80nm 以下，特別是 75nm 以下為佳，以 55nm 以上為佳。

[0049] 作為在將含鉻膜加工成光罩的過程中，將化學增幅型光阻等之光阻膜的遮罩圖型作為蝕刻遮罩，藉由含氧之氯系乾蝕刻來圖型形成之空白光罩，係於透明基板上隔著 1 或 2 個以上之光學膜來形成含鉻膜者(第 2 樣態)亦適宜。如此之空白光罩，例如，在含鉻膜之圖型於光學膜之蝕刻中作為硬遮罩之功能的情況，可由本發明之含鉻膜形成高精度的圖型，於使用含鉻膜之圖型的光學膜之圖型化中，亦成為可形成高精度的圖型，因此，特別有利。於此情況之含鉻膜與光學膜的組合，係可列舉遮光膜、與半色調相位偏移膜等之相位偏移膜的組合、或蝕刻遮罩膜與遮光膜的組合等。

[0050] 第 2 圖係顯示本發明之空白光罩的第 2 樣態之一例的剖面圖。此空白光罩 102，係於透明基板 1 上，從透明基板 1 側起，依序層合有光學膜 3 及含鉻膜 2。於第 2(A)圖中係以單層所構成，此層係滿足第 1 組成之層，

於第 2(B)圖中，含鉻膜 2 係從透明基板 1 側起以第 1 鉻化合物層 21、第 2 鉻化合物層 22 及第 3 鉻化合物層 23 之 3 層所構成，其中之 1 層或者 2 層為滿足第 1 組成之層，剩餘部分，亦即，剩餘的 2 層或者 1 層為不滿足第 1 組成之層。當將此空白光罩 102 加工成光罩時，通常，於含鉻膜 2 上形成電子束光阻膜，來施加電子束描繪。作為第 2 樣態之空白光罩之一例，係可設為相位偏移空白遮罩，於此情況中，適宜將光學膜作為相位偏移膜，將含鉻膜作為遮光膜。

[0051] 本發明之空白光罩，係亦適宜作為在將含鉻膜加工成光罩的過程中，將蝕刻遮罩膜的遮罩圖型作為硬遮罩，藉由含氧之氯系乾蝕刻來形成圖型之空白光罩。作為如此之空白光罩，可列舉在含鉻膜之從透明基板分離之側，包含較佳係與透明基板相接地形成之蝕刻遮罩膜者(第 3 樣態)。

[0052] 第 3 圖係顯示本發明之空白光罩的第 3 樣態之一例的剖面圖。此空白光罩 103，係於透明基板 1 上，從透明基板 1 側起，依序層合有光學膜 3、含鉻膜 2 及蝕刻遮罩膜 4。於第 3(A)圖中係以單層所構成，此層係滿足第 1 組成之層，於第 3(B)圖中，含鉻膜 2 係從透明基板 1 側起以第 1 鉻化合物層 21、第 2 鉻化合物層 22 及第 3 鉻化合物層 23 之 3 層所構成，其中之 1 層或者 2 層為滿足第 1 組成之層，剩餘部分，亦即，剩餘的 2 層或者 1 層為不滿足第 1 組成之層。當將此空白光罩 103 加工成光罩

時，通常，於蝕刻遮罩膜 4 上形成電子束光阻膜，來施加電子束描繪。第 3 樣態之空白光罩，係可設為相位偏移空白遮罩，於此情況中，適宜將光學膜作為相位偏移膜，將含鉻膜作為遮光膜。

[0053] 於第 1~第 3 樣態的空白光罩中，在含鉻膜為遮光膜等之具有光學功能之膜的情況，與其光學功能一起，被要求高解析性與高圖型轉印精度。因此，含鉻膜，係必須可賦予滿足所期望之光學密度等的光學功能，於含氧之氟系乾蝕刻中具有高的蝕刻速度，且於厚度方向具有線寬變動少之優異的剖面形狀之遮罩圖型。

[0054] 於用以製造以波長為 250nm 以下之曝光光進行圖型轉印的光罩之空白光罩中，雖可使用含有鉻的材料，但於含有鉻的材料當中，由於鉻單質或氧、氮、碳等之輕元素的添加量為少的鉻化合物可有效地賦予遮光性，因此適宜使用作為遮光膜之材料。於如此之遮光膜的材料當中，鉻單質或氧、氮、碳等之輕元素的添加量更少的鉻化合物(以下，稱為金屬性為高的鉻系材料)，係電阻率低，而適宜作為賦予導電性之層(導電性層)的材料。藉由使含鉻膜成為包含以金屬性為高的鉻系材料所構成之導電性層，而可使含鉻膜具有導電性。

[0055] 另一方面，氧、氮、碳等之輕元素的添加量為多的鉻化合物(以下，稱為金屬性為低的鉻系材料)，係含鉻膜之光學特性或蝕刻特性之調整的效果為高。又，金屬性為低的鉻系材料係對透過率之提昇為有效。於以金屬

性為高的鉻系材料所形成之膜中，雖有成為反射率為高的膜，於空白光罩或光罩之缺陷檢查等中成為不利的情況，但金屬性為低的鉻系材料，亦適宜作為賦予適用於如此之情況的抗反射性之層(抗反射層)的材料。進而，在僅有上述之金屬性為高的鉻系材料之層時遮光性為不充分的情況，亦可藉由以金屬性為低的鉻系材料所形成之膜來補充遮光性。

[0056] 於本發明之空白光罩中，在將含鉻膜以滿足第 1 組成之層及不滿足第 1 組成之層所成的多層來構成的情況中，在將第 1~第 3 樣態之空白光罩中之含鉻膜作為遮光膜的情況，較佳係將各鉻化合物層，以主要作為導電性層之功能的鉻化合物層、與主要作為抗反射層之功能的鉻化合物層之 2 種的層來構成，且將前者作為滿足第 1 組成之層、將後者作為不滿足第 1 組成之層來構成。例如，以於含鉻膜之最接近透明基板側及從透明基板最遠離之側的一方或者雙方，設有主要作為抗反射層之功能的鉻化合物層，尤其是與作為導電性層之功能的鉻化合物層相接地設置作為抗反射層之功能的鉻化合物層為佳。具體而言，於第 1 圖(B)、第 2 圖(B)或第 3 圖(B)所示之含鉻膜 2 中，適宜將第 2 鉻化合物層 22 設為主要作為導電性層之功能的鉻化合物層，將第 1 鉻化合物層 21 及第 3 鉻化合物層 23 設為主要作為抗反射層之功能的鉻化合物層。

[0057] 作為抗反射層之功能的鉻化合物層之厚度，係以滿足所期望之反射率的方式加以調整，但為了將含鉻

膜之膜厚增厚的影響抑制在最小限度內，係以 20nm 以下，尤其是 10nm 以下為佳，又，以 0.7nm 以上為佳。若抗反射膜之膜厚比上述範圍更薄，則恐有反射率之抑制效果變低，或缺乏成膜之安定性之虞。

[0058] 於第 2 樣態之空白光罩中，在光學膜為半色調相位偏移膜等之相位偏移膜的情況，相位偏移膜，適宜為以含有矽且不含有過渡金屬之材料，或者含有矽與過渡金屬，較佳係鉻以外之過渡金屬，尤其是鉬之材料所形成的相位偏移膜。作為如此之材料，包含矽單質、矽與氧、氮、碳等之輕元素，尤其是氧及氮之其中一方或雙方的化合物，進而，於此等中添加有過渡金屬，較佳為鉻以外之過渡金屬，例如，鉬、鉭、鎢、鎳、鈦等，尤其是鉬的化合物為適宜。尤其，在相位偏移膜為半色調相位偏移膜的情況，由於半色調相位偏移膜亦具有光學密度，因此相較於不使用半色調相位偏移膜的空白光罩，可將含鉻膜之膜厚減薄。

[0059] 又，於第 2 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為遮光膜，光學膜為半色調相位偏移膜的情況，含鉻膜對於曝光光的光學密度係以 1.5 以上，尤其是 1.8 以上、且 2.6 以下，尤其是 2.5 以下，特別是 2.4 以下為佳，含鉻膜及相位偏移膜之對於曝光光的光學密度之合計係以 2.5 以上，尤其是 2.8 以上、且 3.5 以下，尤其是 3.2 以下為佳。藉由將含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度如此般地設定，而可得到必要的遮光性。

[0060] 進而，於第 2 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為遮光膜的情況，光學膜為半色調相位偏移膜的情況，含鉻膜之膜厚，在曝光光為 ArF 準分子雷射的情況，係以 50nm 以下，尤其是 47nm 以下，特別是 44nm 以下為佳，且以 35nm 以上為佳。又，在曝光光為 KrF 準分子雷射的情況，係以 80nm 以下，尤其是 70nm 以下，特別是 65nm 以下為佳，且以 50nm 以上為佳。

[0061] 另一方面，半色調相位偏移膜，對於曝光光之透過率，係設定成較佳為 2%以上，更佳為 5%以上，再更佳為 10%以上，特佳為 11%以上、且較佳為 40%以下，更佳為 30%以下，再更佳為 20%以下。半色調相位偏移膜之膜厚，在曝光光為 KrF 準分子雷射的情況，係以 80nm 以下，尤其是 70nm 以下為佳，以 50nm 以上，尤其是 60nm 以上為佳。又，在曝光光為 KrF 準分子雷射的情況，係以 110nm 以下，尤其是 100nm 以下為佳，以 70nm 以上，尤其是 80nm 以上為佳。

[0062] 如第 3 樣態之空白光罩般，藉由作為含鉻膜之蝕刻中之硬遮罩而設有蝕刻遮罩膜，而可將光阻膜減薄，成為可對應於圖型之更加的微細化。此蝕刻遮罩膜，通常，被使用作為含鉻膜之犧牲膜，於此情況中，雖在製作光罩的製程中被完全去除，但蝕刻遮罩膜，亦可在製作光罩的製程中不完全去除，而殘留其中一部分。

[0063] 作為蝕刻遮罩膜之材料，例如，可使用以氟系乾蝕刻被迅速地蝕刻，以含氧之氯系乾蝕刻蝕刻速度極

端緩慢的材料，亦即，實質上不被蝕刻的材料。作為如此之材料，含有矽之材料為適宜，例如，包含矽單質、矽與氧、氮、碳等之輕元素的化合物，進而，於此等中添加有過渡金屬，較佳為鉻以外之過渡金屬，例如，鉬、鈮、鎢、鋳、鈦等的化合物為適宜。

[0064] 於第 3 樣態之空白光罩中，在光學膜為半色調相位偏移膜等之相位偏移膜的情況，相位偏移膜，適宜為以含有矽且不含有過渡金屬之材料，或者含有矽與過渡金屬，較佳為鉻以外之過渡金屬，尤其是鉬之材料所形成的相位偏移膜。作為如此之材料，係可列舉與第 2 樣態之空白光罩中所例示者相同之材料。尤其，在相位偏移膜為半色調相位偏移膜的情況，由於半色調相位偏移膜亦具有光學密度，因此相較於不使用半色調相位偏移膜的空白光罩，可將含鉻膜之膜厚減薄。

[0065] 又，於第 3 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為遮光膜、光學膜為半色調相位偏移膜的情況，含鉻膜對於曝光光之光學密度、含鉻膜及相位偏移膜之對於曝光光之光學密度的合計、含鉻膜之膜厚、半色調相位偏移膜之透過率、及半色調相位偏移膜之膜厚，係適宜為與上述之第 2 樣態相同的範圍。

[0066] 進而，於第 3 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為遮光膜，光學膜為半色調相位偏移膜，蝕刻遮罩膜為在製作光罩的製程中並不完全去除而殘留其中一部分之膜，亦即，殘留在光罩上而作為光學膜的功能之膜的情況，含

鉻膜對於曝光光、相位偏移膜及蝕刻遮罩膜之對於曝光光之光學密度的合計係以 2.5 以上，尤其是 2.8 以上、且 3.5 以下，尤其是 3.2 以下為特佳。另一方面，蝕刻遮罩膜之膜厚只要為 3nm 以上，尤其是 5nm 以上即可，以 15nm 以下，尤其是 10nm 以下為佳。

[0067] 在第 2 樣態之空白光罩的情況，作為其他例，亦可將空白光罩設為二元空白光罩，於此情況中，適宜將光學膜作為遮光膜，將含鉻膜作為蝕刻遮罩膜。

[0068] 於第 2 樣態之空白光罩中，在含鉻膜為蝕刻遮罩膜的情況，亦與其光學功能一起，被要求高解析性與高圖型轉印精度。因此，含鉻膜，係必須可賦予滿足所期望之光學功能，於含氧之氯系乾蝕刻中具有高蝕刻速度，且於厚度方向具有線寬變動少之優異的剖面形狀之遮罩圖型。

[0069] 於用以製造以波長為 250nm 以下之曝光光進行圖型轉印的光罩之空白光罩中，雖可使用含有鉻的材料，但於含有鉻的材料當中，金屬性為高的鉻系材料，係電阻率為低，而適宜作為導電性層之材料。藉由使含鉻膜成為包含以金屬性為高的鉻系材料所構成之導電性層，而可使含鉻膜具有導電性。

[0070] 另一方面，金屬性為低的鉻系材料，係含鉻膜之光學特性或蝕刻特性之調整的效果為高。又，金屬性為低的鉻系材料係有對透過率之提昇為有效。於以金屬性為高的鉻系材料所形成之膜中，雖有成為反射率為高的

膜，於空白光罩或光罩之缺陷檢查等中成為不利的情況，但金屬性為低的鉻系材料，亦適宜作為適用於如此之情況之抗反射層的材料。

[0071] 於本發明之空白光罩中，在將含鉻膜以滿足第 1 組成之層及不滿足第 1 組成之層所成的多層來構的情況，在將第 2 樣態之空白光罩中之含鉻膜作為蝕刻遮罩膜的情況，較佳係將各鉻化合物層，以主要作為導電性層之功能的鉻化合物層、與主要作為抗反射層之功能的鉻化合物層之 2 種的層來構成，且將前者作為滿足第 1 組成之層、將後者作為不滿足第 1 組成之層來構成。例如，以於含鉻膜之最接近透明基板側及從透明基板最遠離之側的一方或者雙方，設有主要作為抗反射層之功能的鉻化合物層，尤其是與作為導電性層之功能的鉻化合物層相接地設置作為抗反射層之功能的鉻化合物層為佳。具體而言，於第 2 圖(B)所示之含鉻膜 2 中，適宜將第 2 鉻化合物層 22 設為主要作為導電性層之功能的鉻化合物層，將第 1 鉻化合物層 21 及第 3 鉻化合物層 23 設為主要作為抗反射層之功能的鉻化合物層。

[0072] 作為抗反射層之功能的鉻化合物層之厚度，係以滿足所期望之反射率的方式加以調整，但通常以 30nm 以下，尤其是 20nm 以下，特別是 10nm 以下為佳，又，以 0.7nm 以上為佳。若抗反射膜之膜厚比上述範圍更薄，則恐有反射率之抑制效果變低之虞，或缺乏成膜之安定性之虞。

[0073] 於第 2 樣態之空白光罩中，在光學膜為遮光膜的情況，遮光膜，適宜為以含有矽且不含有過渡金屬之材料，或者含有矽與過渡金屬，較佳為鉻以外之過渡金屬，尤其是鉬之材料所形成的遮光膜。作為如此之材料，係可列舉與上述之作為相位偏移膜之材料所例示者相同之材料。

[0074] 又，於第 2 樣態之空白光罩中，在光學膜為遮光膜的情況，遮光膜對於曝光光之光學密度，通常設定為 2.5 以上，尤其是 2.8 以上、且 3.5 以下，尤其是 3.2 以下，但遮光膜的膜厚，在曝光光為 ArF 準分子雷射的情況，係以 80nm 以下，尤其是 70nm 以下，特別是 65nm 以下為佳，且以 50nm 以上，尤其是 55nm 以上為佳。又，在曝光光為 KrF 準分子雷射的情況，係以 100nm 以下，尤其是 90nm 以下，特別是 80nm 以下為佳，且以 55nm 以上，尤其是 60nm 以上為佳。另一方面，含鉻膜為蝕刻遮罩膜的情況，含鉻膜之膜厚只要為 3nm 以上，尤其是 5nm 以上即可，以 20nm 以下，尤其是 10nm 以下為佳。

[0075] 另外，本發明之空白光罩，於含鉻膜之從透明基板分離之側，較佳係與含鉻膜相接，亦可設有其他的光學膜者。作為其他的光學膜，例如，適宜為由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的遮光膜。在設有如此之遮光膜的情況，可將含鉻膜設為蝕刻阻擋膜、或半色調相位偏移膜等之相位偏移膜。

[0076] 本發明之空白光罩的含鉻膜、相位偏移膜、

遮光膜等之光學膜、蝕刻遮罩膜、蝕刻阻擋膜等之加工輔助膜，較佳係藉由可得到光學特性之面內均一性為高，且缺陷為少之膜的濺鍍法進行成膜。

[0077] 在將含鉻膜進行成膜的情況，例如，只要作為靶材係使用鉻靶材，作為濺鍍氣體係由氧氣(N_2)、氧氣(O_2)、氧化氮氣體(N_2O 、 NO_2)、烴氣體(例如 CH_4 等)、氧化碳氣體(CO 、 CO_2)等之反應性氣體中因應於所期望的構成元素來選擇使用，並與反應性氣體一起，因應需要而併用氬氣(Ar)等之稀有氣體，將濺鍍氣體供給至濺鍍真空槽(濺鍍腔室)，以使構成含鉻膜之鉻化合物層之各層成為滿足第 1 組成之層或者不滿足第 1 組成之層的方式，來調整對靶材所施加之電力、及濺鍍氣體之導入量來成膜即可。

[0078] 在將由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的相位偏移膜或遮光膜進行成膜的情況、或在將由含有矽之材料所構成的蝕刻遮罩膜進行成膜的情況，例如，只要作為靶材係由矽靶材、過渡金屬靶材、過渡金屬矽靶材等中因應於所期望之構成元素來選擇使用，作為濺鍍氣體係由氧氣(N_2)、氧氣(O_2)、氧化氮氣體(N_2O 、 NO_2)、烴氣體(例如 CH_4 等)、氧化碳氣體(CO 、 CO_2)等之反應性氣體中因應於所期望的構成元素來選擇使用，並與反應性氣體一起，因應需要而併用氬氣(Ar)等之稀有氣體，將濺鍍氣體供給至濺鍍真空槽，以成為所期望之組成的方式，來調整對靶材所施加之電力、及濺鍍氣體之導入量來成膜即可。

[0079] 由本發明之空白光罩，係可依據常法來製造光罩。例如，可藉由於空白光罩上，形成化學增幅型等之光阻膜，於其上藉由電子束來描繪圖型，將所得之光阻圖型作為最初之蝕刻遮罩，將其下方之含鉻膜、相位偏移膜、遮光膜等之光學膜、蝕刻遮罩膜、蝕刻阻擋膜等之加工輔助膜或透明基板，因應於該等之材質，而由含氧之氯系乾蝕刻或氟系乾蝕刻中選擇來依序進行蝕刻，形成光罩圖型，而可得到光罩。在對於本發明之含鉻膜進行乾蝕刻來加工的情況之剖面形狀，係如第 4 圖所示之示意圖般，成為更接近異向性強的乾蝕刻之剖面形狀。另外，於光阻膜上，係可設有有機導電性膜，藉此，可進一步抑制電子束描繪時的充電。

[實施例]

[0080] 以下，顯示實施例及比較例，具體地說明本發明。

[0081]

[實施例 1]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 15sccm、將 N₂ 氣體以 30sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 62nm 之 SiN 膜作為半色調相位偏移膜。

[0082] 接著，於半色調相位偏移膜上，作為靶材係

使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 N_2 氣體以 45sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 45nm 之 CrN 膜，而得到具有單層之含鉻膜作為遮光膜的空白光罩。於此情況中，含鉻膜對於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度為 2.1，含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度的合計為 3.0。

[0083]

[實施例 2]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 15sccm、將 N_2 氣體以 30sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 62nm 之 SiN 膜作為半色調相位偏移膜。

[0084] 接著，於半色調相位偏移膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 N_2 氣體以 45sccm、將 O_2 氣體以 2sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 46nm 之 CrON 膜，而得到具有單層之含鉻膜作為遮光膜的空白光罩。於此情況中，含鉻膜對於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度為 2.1，含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度的合計為 3.0。

[0085]

[實施例 3]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 15sccm、將

N₂ 氣體以 30sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 62nm 之 SiN 膜作為半色調相位偏移膜。

[0086] 接著，於半色調相位偏移膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 N₂ 氣體以 45sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要作為導電性層之功能的厚度 44nm 之 CrN 層，進而，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 10sccm、將 N₂ 氣體以 30sccm、將 O₂ 氣體以 15sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要作為從透明基板分離之側之抗反射層功能的厚度 1nm 之 CrON 層，而得到作為遮光膜之具有由 2 層所構成之厚度 45nm 的含鉻膜之空白光罩。於此情況中，含鉻膜對於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度為 2.1，含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度的合計為 3.0。

[0087]

[實施例 4]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 15sccm、將 N₂ 氣體以 30sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 62nm 之 SiN 膜作為半色調相位偏移膜。

[0088] 接著，於半色調相位偏移膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 N₂ 氣體以 45sccm、

將 CH_4 氣體以 1sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 46nm 之 CrNC 膜，而得到具有單層之含鉻膜作為遮光膜的空白光罩。於此情況中，含鉻膜對於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度為 2.1，含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度的合計為 3.0。

[0089]

[實施例 5]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用以莫耳比計鉬：矽=1：2 之比率含有鉬與矽的靶材、以及矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 30sccm、將 N_2 氣體以 5sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 45nm 之 MoSiN 膜作為遮光膜。

[0090] 接著，於遮光膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 N_2 氣體以 45sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 10nm 之 CrN 膜，而得到具有單層之含鉻膜作為蝕刻遮罩膜的空白光罩。

[0091]

[比較例 1]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 15sccm、將 N_2 氣體以 32sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 61nm 之 SiN 膜作為半色調相位偏移膜。

[0092] 接著，於半色調相位偏移膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 9sccm、將 N₂ 氣體以 30sccm、將 O₂ 氣體以 14sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要作為透明基板側之抗反射層之功能的厚度 20nm 之 CrON 層，接著，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 20sccm、將 N₂ 氣體以 2sccm、將 O₂ 氣體以 2sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要發揮作為導電性層之功能的厚度 4nm 之 CrON 層，進一步，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 12sccm、將 N₂ 氣體以 30sccm、將 O₂ 氣體以 14sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要作為從透明基板分離之側之抗反射層之功能的厚度 22nm 之 CrON 層，而得到具有由 3 層所構成之厚度 46nm 之含鉻膜作為遮光膜的空白光罩。於此情況中，含鉻膜對於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度為 2.0，含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度的合計為 3.1。

[0093]

[比較例 2]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 15sccm、將 N₂ 氣體以 32sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 61nm 之 SiN 膜作為半色調相位偏移膜。

[0094] 接著，於半色調相位偏移膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 10sccm、將 N₂ 氣體以 50sccm、將 CH₄ 氣體以 5sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要作為透明基板側之抗反射層之功能的厚度 45nm 之 CrNC 層，接著，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 30sccm、將 N₂ 氣體以 35sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要發揮作為導電性層之功能的厚度 3nm 之 CrN 層，進一步，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 10sccm、將 N₂ 氣體以 50sccm、將 O₂ 氣體以 10sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，形成主要作為從透明基板分離之側之抗反射層之功能的厚度 3nm 之 CrON 層，而得到具有由 3 層所構成之厚度 51nm 之含鉻膜作為遮光膜的空白光罩。於此情況中，含鉻膜對於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度為 1.9，含鉻膜及半色調相位偏移膜之光學密度的合計為 3.0。

[0095]

[比較例 3]

於 152mm 四方、厚度 6mm 之石英基板上，作為靶材係使用以莫耳比計鉬：矽=1：2 之比率含有鉬與矽的靶材、以及矽靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 30sccm、將 N₂ 氣體以 5sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 45nm 之 MoSiN 膜作為遮光膜。

[0096] 接著，於遮光膜上，作為靶材係使用金屬鉻靶材，作為濺鍍氣體係將 Ar 氣體以 20sccm、將 N₂ 氣體以 5sccm 的流量導入至濺鍍腔室，藉由 DC 磁控濺鍍成膜，來形成厚度 10nm 之 CrN 膜，而得到具有單層之含鉻膜作為蝕刻遮罩膜的空白光罩。

[0097] 針對實施例及比較例所得之空白光罩的含鉻膜之各鉻化合物層，以 XPS 對組成進行分析。將結果與上述式(1)之充足性一併顯示於表 1。又，製作於絕緣性之石英基板上直接形成有以實施例及比較例之各者所形成的含鉻膜之薄片電阻評估用的樣品，藉由四端子法測定所得之樣品的含鉻膜之薄片電阻，藉此而評估出含鉻膜之薄片電阻。將結果顯示於表 1。

[0098] 又，針對實施例及比較例所得之空白光罩，對為了得到特定之光學密度所必要的膜厚進行比較。在此，考慮將 ArF 準分子雷射(波長 193nm)時之光學密度調整為 2.0 的情況，將此時之膜厚作為光學密度規格化厚度，藉由下述式來求出。

$$(\text{含鉻膜之膜厚}) \times \{2/(\text{含鉻膜之光學密度})\}$$

將結果顯示於表 1。此厚度係越薄，則作為光罩使用時之轉印性能越好，以 50nm 以下，尤其是 47nm 以下為理想。

[0099] 接著，針對實施例及比較例所得之空白光

罩，藉由含氧之氯系乾蝕刻，將含鉻膜進行剝離。此時，計測剝離所需要的時間，也就是蝕刻清除時間，藉由下述式來求出相當於 ArF 準分子雷射(波長 193nm)之光學密度 2.0 的光學密度基準之蝕刻清除時間，

$(\text{所測定之蝕刻清除時間}) \times \{2/(\text{含鉻膜之光學密度})\}$ 。
將結果顯示於表 1。此蝕刻清除時間係為了更高解析性之圖型形成，而越短越好，例如，若為滿足上述之光學密度規格化厚度的範圍，則以 135 以下，尤其是 130 以下為理想。

[0100] 進而，於實施例及比較例所得之空白光罩的含鉻膜上，以厚度 100nm 形成電子束光阻膜，以電子束描繪機描繪出線寬 100nm 之線&空間圖型。接著，使光阻膜顯像而得到光阻圖型，將光阻圖型作為蝕刻遮罩，將蝕刻時間，以相當於由各含鉻膜之蝕刻速率所算出之蝕刻清除時間的 175%之過蝕刻 75%的條件，藉由含氧之氯系乾蝕刻，將含鉻膜進行蝕刻，來將線&空間圖型進行轉印。接著，將光阻圖型剝離之後，將線&空間圖型進行縱剖面割斷，觀察含鉻膜之線圖型的被蝕刻面之剖面形狀。將剖面形狀之評估結果顯示於表 1。

[0101] 線圖型之剖面形狀，係要求於厚度方向無線寬之變化，且剖面形狀之垂直性為佳。評估結果，係對於與光阻圖型之寬方向兩端一致之相對於含鉻膜之膜面為垂直的面進行設定，並將此面作為基準面，由此基準面，將含鉻膜圖型之實際剖面往內側凹陷的情況作為負，將往外

側突出的情況作為正，來評估含鉻膜圖型之厚度方向的線寬之變化量。當將含鉻膜之膜厚設為 1 時，將沿著厚度方向之線寬的變化量之最大值為 -0.05 以上+0.05 以下的情況表記為○，將 -0.1 以上未達 -0.05 或者超過 +0.05 +0.1 以下的情況表記為△，將未達 -0.1 或者超過 +0.1 的情況表記為 x。

[0102]

【表 1】

	厚度 (nm)	組成(原子%)				式(1)	薄片電阻 (Ω/□)	光學密度 規格化厚度 (nm)	蝕刻清除 時間(秒)	剖面形狀
		Cr	N	O	C					
實施例 1	45	49	51	0	0	滿足	920	42	132	○
實施例 2	46	46	45	9	0	滿足	6700	43	126	○
實施例 3	44	49	51	0	0	滿足	910	41	132	○
	1	36	27	37	0	滿足				
實施例 4	46	47	50	0	3	滿足	1200	43	129	○
實施例 5	10	49	51	0	0	滿足	4100	42	131	○
比較例 1	20	38	16	46	0	滿足	170	45	135	x
	4	67	18	15	0	不滿足				
	22	38	16	46	0	滿足				
比較例 2	45	45	37	0	18	不滿足	6000	55	104	x
	3	50	50	0	0	滿足				
	3	38	31	31	0	滿足				
比較例 3	10	88	12	0	0	不滿足	100	34	168	○

[0103] 以上，雖藉由實施例針對本發明進行說明，但上述實施例只不過是用以實施本發明的例子，本發明並不限定於此。將此實施例加以各種變形者係屬於本發明之範圍內，進而，於本發明之範圍內，其他各種實施例皆可進行一事係根據以上記載得以理解。

【符號說明】

[0104]

1：透明基板

2：含鉻膜

21：第 1 鉻化合物層

22：第 2 鉻化合物層

23：第 3 鉻化合物層

3：光學膜

4：蝕刻遮罩膜

51：含鉻膜之下方的膜或者透明基板

52：含鉻膜圖型

52a、52c：蝕刻速度高的鉻化合物層

52b：蝕刻速度低的鉻化合物層

53：蝕刻遮罩圖型

101、102、103：空白光罩

I630455

公告本
發明摘要

※申請案號：105128488

※申請日：105 年 09 月 02 日

G03F 1/00 (2012.01)
G03F 1/26 (2012.01)
G03F 1/22 (2012.01)
G03F 1/80 (2012.01)
※IPC 分類：*H01L 21/467* (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

空白光罩

Photomask blank

【中文】

本發明之解決手段為一種空白光罩，其係包含透明基板、與薄片電阻為 $10,000\Omega/\square$ 以下之含鉻膜，含鉻膜係由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成，鉻、氮及氧之合計的含有率為 93 原子%以上，且滿足 $3Cr \leq 2O + 3N$ (Cr 係鉻含有率， O 係氧含有率， N 係氮含有率(皆為原子%))，且該空白光罩包含超過含鉻膜全體之厚度的 70%、100% 以下並滿足下述組成之層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下。

本發明之效果為，若使用本發明之空白光罩，則可高精度地形成微細的光罩圖型，而達成兼具光罩之生產性的提昇、與藉由使用光罩的圖型轉印而形成於被轉印物之圖型的細線化。

【 英 文 】

A photomask blank comprising a transparent substrate and a chromium-containing film is provided. The chromium-containing film is constructed by one or more chromium compound layers which are formed of a chromium compound containing Cr, N and optionally O, and have a composition having a Cr content ≥ 30 at% and a total Cr+N+O content ≥ 93 at%, and meeting the formula: $3\text{Cr} \leq 2\text{O} + 3\text{N}$. A chromium compound layer meeting a first composition having an N/Cr atomic ratio ≥ 0.95 , a Cr content ≥ 40 at%, a total Cr+N content ≥ 80 at%, and an O content ≤ 10 at% is included to a thickness of more than 70% to 100% of the overall thickness of the chromium-containing film.

申請專利範圍

1. 一種空白光罩，其係成為以波長為 250nm 以下之曝光光進行圖型轉印的光罩之素材的空白光罩，其特徵為，

該空白光罩係包含透明基板、與在透明基板上直接或者隔著光學膜所形成的含鉻膜，

該含鉻膜係以單層之鉻化合物層或者 2 層以上之鉻化合物層所構成，

上述各鉻化合物層係由含有鉻及氮或者鉻、氮及氧之鉻化合物所構成，鉻含有率為 30 原子%以上，鉻、氮及氧之合計的含有率為 93 原子%以上，且滿足下述式(1)的組成，

$$3\text{Cr} \leq 2\text{O} + 3\text{N} \quad (1)$$

(式中，Cr 係表示鉻含有率(原子%)，O 係表示氧含有率(原子%)，N 係表示氮含有率(原子%))，

在上述含鉻膜為以單層之鉻化合物層所構成的情況，該鉻化合物層係滿足下述組成之層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，Cr 之含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下，

在上述含鉻膜為以 2 層以上之鉻化合物層所構成的情況，係包含 1 層以上滿足下述組成之層作為上述鉻化合物

層，該組成係氮相對於鉻之原子比為 0.95 以上，鉻含有率為 40 原子%以上，鉻及氮之合計的含有率為 80 原子%以上，且氧含有率為 10 原子%以下，滿足該組成之層之合計的厚度為超過上述含鉻膜全體之厚度的 70%、100% 以下，且

上述含鉻膜之薄片電阻為 $10,000\Omega/\square$ 以下。

2. 如請求項 1 之空白光罩，其中，上述含鉻膜之對於曝光光的光學密度為 2.5 以上 3.5 以下。

3. 如請求項 1 之空白光罩，其係於上述透明基板上隔著上述光學膜而形成上述含鉻膜，上述光學膜係包含由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的相位偏移膜。

4. 如請求項 3 之空白光罩，其係於上述含鉻膜之與上述透明基板分離之側，包含由含有矽之材料所構成的蝕刻遮罩膜。

5. 如請求項 3 或 4 之空白光罩，其中，上述含鉻膜之對於曝光光的光學密度為 1.5 以上 2.6 以下。

6. 如請求項 3 或 4 之空白光罩，其中，上述含鉻膜及相位偏移膜之對於曝光光的光學密度之合計為 2.5 以上 3.5 以下。

7. 如請求項 5 之空白光罩，其中，上述含鉻膜及相位偏移膜之對於曝光光的光學密度之合計為 2.5 以上 3.5 以下。

8. 如請求項 4 之空白光罩，其中，上述含鉻膜、相

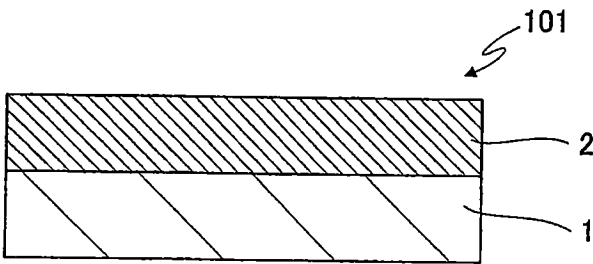
位偏移膜及蝕刻遮罩膜之對於曝光光的光學密度之合計為 2.5 以上 3.5 以下。

9. 如請求項 1 之空白光罩，其係於上述透明基板上隔著上述光學膜而形成上述含鉻膜，上述光學膜係包含由含有矽且不含有過渡金屬之材料或者含有過渡金屬及矽之材料所構成的遮光膜。

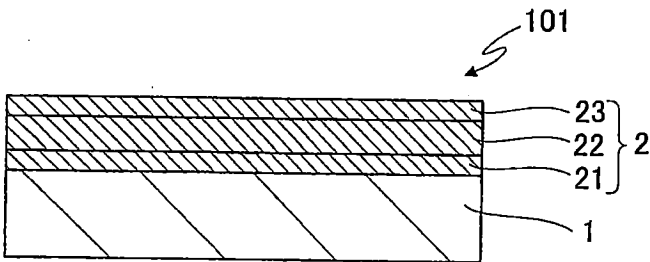
圖式

第 1 圖

(A)

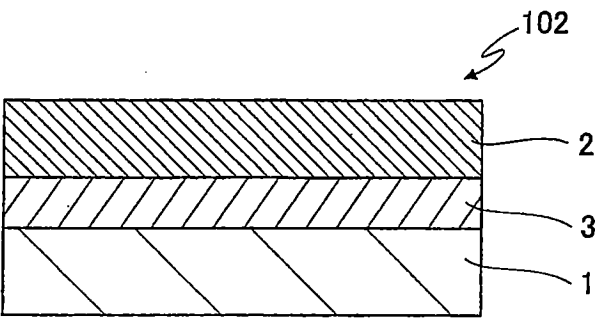


(B)

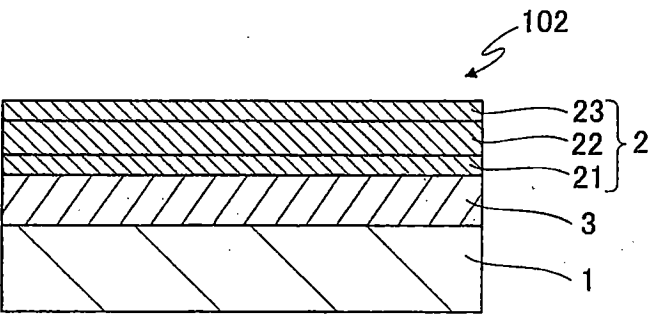


第 2 圖

(A)

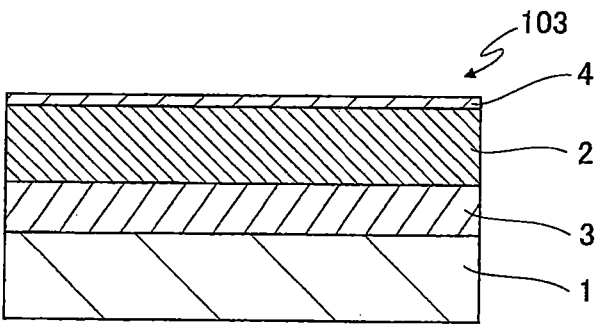


(B)

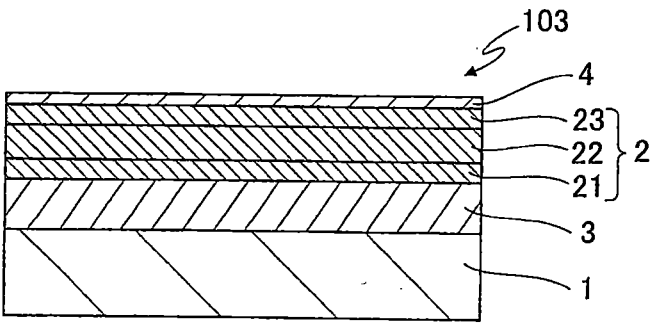


第 3 圖

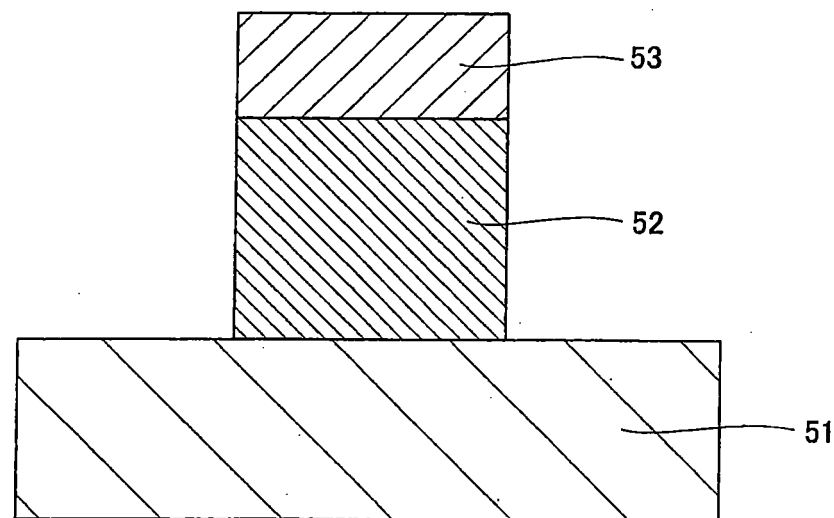
(A)



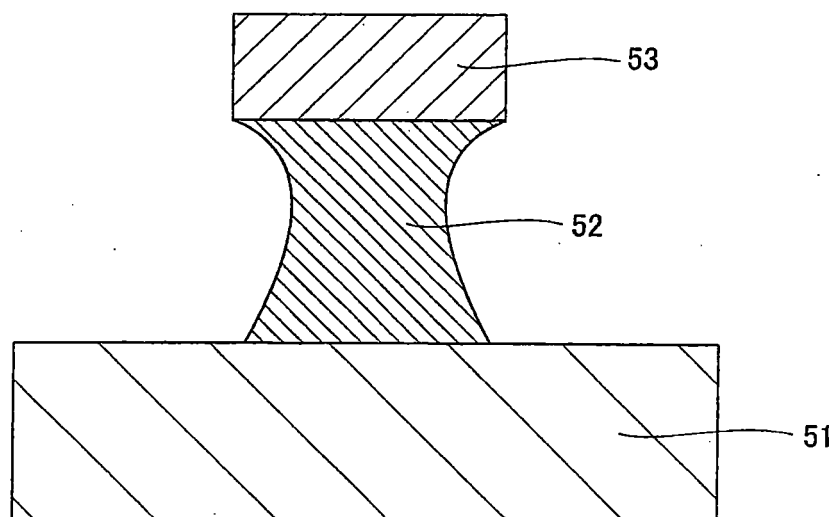
(B)



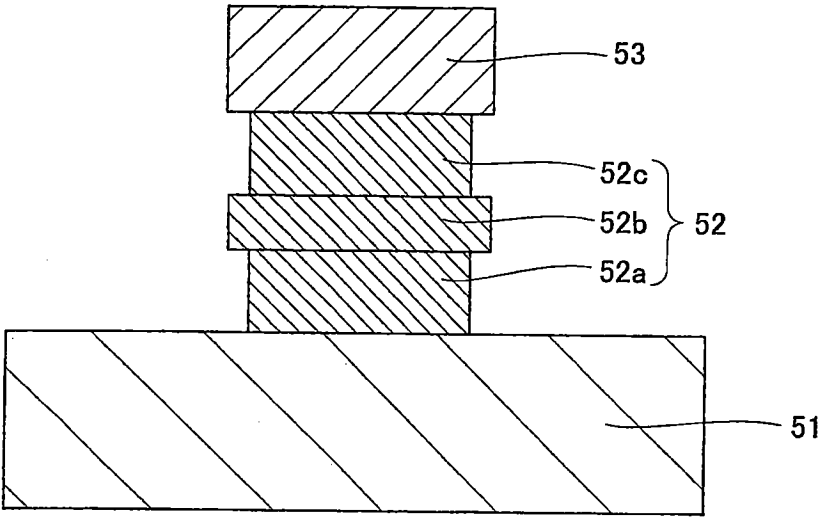
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：透明基板

2：含鉻膜

21：第1鉻化合物層

22：第2鉻化合物層

23：第3鉻化合物層

3：光學膜

102：空白光罩

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無