



(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 I837962 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：111144739

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 11 月 23 日

(51)Int. Cl. : G03F1/24 (2012.01)

G03F1/54 (2012.01)

C23C14/06 (2006.01)

(30)優先權：2021/11/24 日本

2021-190273

(71)申請人：日商凸版光掩模有限公司(日本) TOPPAN PHOTOMASK CO., LTD. (JP)

日本

(72)發明人：宮脇大輔 MIYAWAKI, DAISUKE (JP)；關和範 SEKI, KAZUNORI (JP)；中野秀亮 NAKANO, HIDEAKI (JP)

(74)代理人：王彥評

(56)參考文獻：

TW 202141164A

US 2021/0311382A1

WO 2021/085382A1

WO 2021/132111A1

審查人員：陳淑敏

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：10 共 63 頁

(54)名稱

反射型空白光罩及反射型光罩

(57)摘要

本揭示的目的在於提供一種反射型空白光罩及反射型光罩，其最大限度地活用相位移效應，具有高轉印性(特別是解析度)。本揭示的一態樣之反射型空白光罩(100)的特徵為具備：基板(11)；形成在基板(11)上的具有多層膜構造的反射 EUV 光的反射層(12)；形成在反射層(12)上並保護反射層(12)的保護層(13)；和形成在保護層(13)上的吸收 EUV 光的吸收層(14)，吸收層(14)具有在 200 度以上 280 度以下的範圍內的相位差。

指定代表圖：

符號簡單說明：

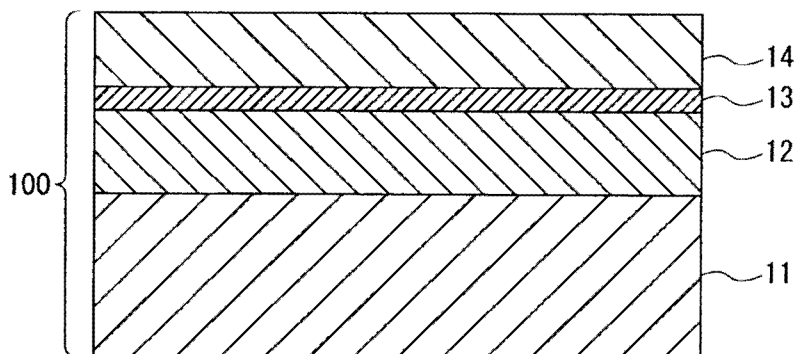
11:基板

12:反射層

13:保護層

14:吸收層

100:反射型空白光罩



【圖 1】



I837962

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

反射型空白光罩及反射型光罩

【中文】

本揭示的目的在於提供一種反射型空白光罩及反射型光罩，其最大限度地活用相位移效應，具有高轉印性（特別是解析度）。本揭示的一態樣之反射型空白光罩(100)的特徵為具備：基板(11)；形成在基板(11)上的具有多層膜構造的反射 EUV 光的反射層(12)；形成在反射層(12)上並保護反射層(12)的保護層(13)；和形成在保護層(13)上的吸收 EUV 光的吸收層(14)，吸收層(14)具有在 200 度以上 280 度以下的範圍內的相位差。

【指定代表圖】 圖 1。

【代表圖之符號簡單說明】

11:基板

12:反射層

13:保護層

14:吸收層

100:反射型空白光罩

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射型空白光罩及反射型光罩

【技術領域】

【0001】本揭示係關於反射型空白光罩及反射型光罩。

【先前技術】

【0002】於半導體裝置的製程中，隨著半導體裝置的微細化，對光微影技術的微細化的要求提高。光微影法中的轉印圖案的最小顯影尺寸係大幅取決於曝光光源的波長，波長越短，越能縮小最小解析尺寸。因此，尖端半導體裝置的製程中的曝光光源正從習知的波長193nm的ArF準分子雷射光逐漸取代成波長13.5nm的EUV(Extreme Ultraviolet)。

【0003】由於幾乎所有的物質都對EUV具有高光吸收性，不能使用習知的利用光之透射的折射光學系統，因此曝光機的光學系統構件不是透鏡，而是成為鏡子。光罩也從習知的透射型變成反射型的EUV光罩。由於不能將朝向EUV光罩的入射光和反射光設計在同軸上，因此EUV微影法通常採用以下的手法：將光軸從EUV光罩的垂直方向傾斜 6° 地入射EUV光，將以負 6° 的角度反射的反射光照射於半導體基板。但是，由於使光軸傾斜，因此存在有入射EUV光罩的EUV光造成EUV光罩的圖案(吸收層圖案)的陰影，因而轉印性能惡化的問題。今後，為了進行進一步的微細化，改善轉印性能成

為課題。

【0004】現有的 EUV 光罩係使用膜厚 60~90nm 之以鈿 (Ta) 為主要成分的膜作為光吸收層。在以此 EUV 光罩進行圖案轉印的曝光的情況下，依據入射方向與遮罩圖案的面對方向的關係，會有在成為遮罩圖案的陰影的邊緣部分引起對比度降低之虞。伴隨於此，會產生半導體基板上的轉印圖案之線緣粗度 (line edge roughness) 增加、線寬無法形成為目標尺寸等的問題，轉印性能惡化。

【0005】對於此課題，有人提出了：在吸收層使用消光係數 k 高的材料以抑制 EUV 反射率的手法 [例如，參照專利文獻 1]、使用相位移效應的手法 [例如，參照專利文獻 2]。

【0006】在反射型相位移遮罩方面，通過吸收層而消光的反射光係與在開口部被反射的光具有相位差。這種反射型相位移遮罩係與透射型相位移遮罩相同，藉由使用相位移效應，而能夠提高晶圓上的光學圖像的對比度，並使轉印圖案的解析度提高。

【0007】例如，專利文獻 2 中記載的使用相位移效應的反射型遮罩，係將相位差的最適值設為 170~190 度。這是包含習知的透射型的相位移遮罩的相位差的最適值的 180 度在內之值。

【0008】但是，在反射型遮罩的情況下，由於 EUV 光係傾斜地入射，因此反射光的一部分通過吸收層圖案的邊緣部分。照射在邊緣部分的反射光，係相位會與圖

案中心部的反射光不一致，因此吸收層的最適相位差係與 180 度不同的。即，本案發明人發現了反射型遮罩中的吸收層的最適相位差係與習知的設計思想所使用的「180 度」不同的值。

由此，習知技術的反射型的相位移遮罩並不能充分地活用(利用)相位移效應，其轉印性(特別是解析度)是不足的。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0009】

[專利文獻 1]國際公開第 2018/159785 號

[專利文獻 2]日本專利第 6287099 號

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0010】本揭示的目的在於提供一種反射型空白光罩及反射型光罩，其最大限度地活用相位移效應，具有高轉印性(特別是解析度)。

[用以解決課題之手段]

【0011】本發明係為了解決上述課題所完成的發明，本發明的一態樣之反射型空白光罩係一種反射型空白光罩，其特徵為具備：基板；形成在前述基板上的具有多層膜構造的反射 EUV 光的反射層；形成在前述反射層上並保護該反射層的保護層；和形成在前述保護層上的吸收 EUV 光的吸收層，前述吸收層具有在 200 度以上 280 度以下的範圍內的相位差。

【0012】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以具有在 215 度以上 270 度以下的範圍內的相位差。

【0013】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以具有在 230 度以上 260 度以下的範圍內的相位差。

【0014】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以是對 EUV 光的折射率 n 小於 0.93。

【0015】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以是對 EUV 光的折射率 n 小於 0.92。

【0016】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以是由包含 Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、Pt、Au、Os、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

【0017】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以是對 EUV 光的反射率係在 2% 以上 20% 以下的範圍內。

【0018】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以是由包含 Pt、Au、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

【0019】此外，本發明的一態樣之反射型空白光罩中的前述吸收層可以是由包含 Mo、W、Nb、Hg、Fe、Ta、V、Bi、Ti、Zr、Hf、C、B、Be、及 Al 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

【0020】本發明的一態樣之反射型光罩係一種反射

型光罩，其特徵為具備：基板；形成在前述基板上的具有多層膜構造的反射 EUV 光的反射層；形成在前述反射層上，保護該反射層的保護層；和形成在前述保護層上並形成有圖案的吸收 EUV 光的吸收圖案層，前述吸收圖案層具有在 200 度以上 280 度以下的範圍內的相位差。

【0021】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以具有在 215 度以上 270 度以下的範圍內的相位差。

【0022】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以具有在 230 度以上 260 度以下的範圍內的相位差。

【0023】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以是對 EUV 光的折射率 n 小於 0.93。

【0024】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以是對 EUV 光的折射率 n 小於 0.92。

【0025】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以是由包含 Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、Pt、Au、Os、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

【0026】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以是對 EUV 光的反射率係在 2% 以上 20% 以下的範圍內。

【0027】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以是由包含 Pt、Au、Ir、及 Re 當中

的至少一種以上的元素的材料構成。

【0028】此外，本發明的一態樣之反射型光罩中的前述吸收圖案層可以是由包含 Mo、W、Nb、Hg、Fe、Ta、V、Bi、Ti、Zr、Hf、C、B、Be、及 Al 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

[發明之效果]

【0029】依據本揭示的一態樣之反射型空白光罩及反射型光罩，便可得到充分的相位移效應，可以提高晶圓轉印性能(特別是解析度)。

【圖式簡單說明】

【0030】

圖 1 係顯示本實施形態之反射型空白光罩的構造的剖面圖。

圖 2 係顯示本實施形態之反射型光罩的構造的剖面圖。

圖 3 係顯示在 EUV 光的波長下的各金屬材料的光學常數的圖表(graph)。

圖 4 係顯示本發明的實施例之反射型空白光罩的構造的概略剖面圖。

圖 5 係顯示本發明的實施例之反射型光罩的製造步驟的概略剖面圖。

圖 6 係顯示本發明的實施例之反射型光罩的製造步驟的概略剖面圖。

圖 7 係顯示本發明的實施例之反射型光罩的製造步驟的概略剖面圖。

圖 8 係顯示本發明的實施例之反射型光罩的構造的概略剖面圖。

圖 9 係顯示本發明的實施例之反射型光罩的 NILS 的圖表。

圖 10 係顯示本發明的實施例之反射型光罩的相位差的圖表。

【實施方式】

[用以實施發明的形態]

【0031】針對本揭示的一實施形態，一邊參照圖式一邊進行說明。

此處，圖式所示的構成係示意的構成，厚度和平面尺寸的關係、各層的厚度的比率等係與實物不同的。此外，以下所示的實施形態係例示用以將本揭示的技術思想具體化之構成的實施形態，本揭示的技術思想係構成構件的材質、形狀、構造等不限於下述者。本揭示的技術思想能夠在申請專利範圍所記載的請求項規定之技術範圍內施加各種改變。

【0032】

(反射型空白光罩及反射型光罩的構成)

圖 1 係顯示本發明的實施形態之反射型空白光罩 100 的概略剖面圖。如圖 1 所示，本發明的實施形態之反射型空白光罩 100 具備：基板 11；形成在基板 11 上的反射層 12；形成在反射層 12 上的保護層 13；和形成在保護層 13 上的吸收層 14。此外，圖 2 係顯示本發明的實施形態之反射型光罩 200 的概略剖面圖。此處，圖

2 所示的本發明的實施形態之反射型光罩 200 係將圖 1 所示的本發明的實施形態之反射型空白光罩 100 的吸收層 14 進行圖案化而形成。以下，針對各層詳細地進行說明。

【 0033 】

(基板)

本發明的實施形態之基板 11，例如，能夠使用平坦的 Si 基板、合成石英基板等。此外，基板 11 能夠使用添加了鈦的低熱膨脹玻璃，但本實施形態不限於它們，只要為熱膨脹率小的材料即可。

此外，如後述的圖 4 所示，能夠在基板 11 之沒有形成反射層 12 的面形成背面導電膜 15。背面導電膜 15 係在將反射型光罩 200 設置於曝光機時利用靜電吸盤 (electrostatic chuck) 的原理進行固定用的膜。

【 0034 】

(反射層)

本發明的實施形態之反射層 12，只要為反射曝光光線的 EUV 光(極紫外光)者即可，可以是由對 EUV 光的折射率差異大的材料的組合所形成之多層反射膜(即，具有多層膜構造的 EUV 光反射膜)。包含多層反射膜的反射層 12，例如，可以是藉由將 Mo(鉬)和 Si(矽)、或 Mo(鉬)和 Be(鈹)這種組合的層重複積層 40 周期左右來形成者。

【 0035 】

(保護層)

本發明的實施形態之保護層 13，係在藉由蝕刻來形成吸收圖案層 14a 之際，作為防止對反射層 12 造成損傷的蝕刻阻擋物發揮功能的層。又，依反射層 12 的材質、蝕刻條件，即使沒有保護層 13 也無妨。保護層 13 係以對在形成吸收層 14 的圖案之際所進行的乾式蝕刻具有耐性的材質形成。例如，保護層 13 的材料可以是鈦 (Ru)。

【0036】

(吸收層及吸收圖案層)

如圖 1 所示，吸收層 14 為形成在保護層 13 上的層，且為吸收曝光光線的 EUV 光的層。此外，吸收層 14 係形成進行轉印用的微細圖案的吸收圖案層(轉印圖案)14a 的層。即，藉由將反射型空白光罩 100 的吸收層 14 的一部分除去，即藉由將吸收層 14 進行圖案化，來形成圖 2 所示的反射型光罩 200 的吸收圖案(吸收圖案層 14a)。

【0037】在形成有吸收層 14(吸收圖案層 14a)的部分，係吸收 EUV 光並使一部分的光反射。另一方面，在圖案的開口部(沒有吸收層 14 的部分)，EUV 光係透過保護層 13 而由反射層 12 反射。來自形成有吸收層 14 的部分的反射光，係與來自開口部的反射光形成所要的相位差。

【0038】一般而言，吸收層 14 的反射率及與圖案化的結果所產生的開口部的相位差，係只要決定好反射型空白光罩及反射型光罩之各層的光學常數(折射率 n 、消

光係數 k)和膜厚、所使用之光的波長，便可被唯一地確定，能夠依光學理論而由計算求出(詳情例如參照應用物理工學選書 3，吉田貞史「薄膜」，培風館，1990)。即，本實施形態中的「相位差」意指吸收層 14 的反射光的相位、和反射層 12 的(在開口部的)反射光的相位之差。

又，在本實施形態中，上述反射率、及用於算出上述相位差的折射率 n 、及消光係數 k 的各值，係使用利用 EUV 光的實測值。

【0039】使用反射型光罩 200 進行晶圓轉印之際的晶圓圖案的 NILS(歸一化空間圖像對數斜率)係取決於反射型光罩 200 的相位差。圖 9 係如下的圖表：將吸收層 14(吸收圖案層 14a)設為使用銻(Rh)和鋁(Al)的混合材料的單層膜，在數值孔徑 NA 為 0.33 的曝光條件下，以膜厚 38nm、41nm、47nm、54nm 四個水準求出在將晶圓上的 19nm 的孔圖案曝光的情況下的 NILS(歸一化空間圖像對數斜率)。因為 Rh 係折射率 $n=0.875$ 、消光係數 $k=0.03$ ，Al 係折射率 $n=1.03$ 、消光係數 $k=0.03$ ，因此在改變 RhAl 的組成時，折射率在 $0.875 < n < 1.03$ 的範圍內變化，消光係數大約為 $k=0.03$ 而是一定的。此外，在相同膜厚下進行比較的情況下，在改變 RhAl 的組成時，即在改變折射率 n 時，相位差會變化。又，在圖 9 中，係橫軸採用相位差，顯示與 NILS 的關係。

【0040】NILS(歸一化空間圖像對數斜率)，係以

$$\text{NILS} = w \times d \ln(I) / dx \cdot \cdot \cdot \text{式(1)}$$

所求出的對比度的值，成為使用反射型光罩 200 形成晶圓圖案之際的晶圓圖案的解析度的指標。此處，「 w 」表示線寬，「 I 」表示能量潛像的強度。又，NILS 的值越大，意指轉印圖案的解析度越高。

【0041】如圖 9 所示，相位差與 NILS 有關，在相位差從 230 度起至 260 度附近，NILS 成為最大。

此外，如圖 9 所示，在膜厚為 54nm、且以 RhAl 所形成的吸收圖案層 14a 的相位差為 180 度的情況下的 NILS 的值係 2.49。

相對於此，在相位差為 200 度的情況下的 NILS 的值係 2.60，在相位差為 280 度的情況下的 NILS 的值係 2.60，與相位差為 180 度的情況相比，其值都變高約 5%。

此外，在相位差為 215 度的情況下的 NILS 的值係 2.68，在相位差為 270 度的情況下的 NILS 的值係 2.67，與相位差為 180 度的情況相比，其值都變高約 7%。

此外，在相位差為 230 度的情況下的 NILS 的值係 2.72，在相位差為 260 度的情況下的 NILS 的值係 2.71，與相位差為 180 度的情況相比，其值都變高約 9%。

再者，在相位差為 240 度的情況下 NILS 成為最大，其值為 2.74，與相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 10%。

【0042】由此，相較於相位差為 180 度的情況，若相位差在 200 度以上 280 度以下的範圍內，則 NILS 提高 5% 以上，若相位差在 215 度以上 270 度以下的範圍

內，則 NILS 提高 7% 以上，若相位差在 230 度以上 260 度以下的範圍內，則 NILS 提高 9% 以上。

【0043】此外，如圖 9 所示，在吸收圖案層 14a 的膜厚為 47nm、相位差為 240 度的情況下的 NILS 的值係 2.76，與相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 12%。

此外，如圖 9 所示，在吸收圖案層 14a 的膜厚為 41nm、相位差為 240 度的情況下的 NILS 的值係 2.78，與相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 13%。

此外，如圖 9 所示，在吸收圖案層 14a 的膜厚為 38nm、相位差為 240 度的情況下的 NILS 的值係 2.71，與相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 31%。

【0044】由此可知，為了使解析度提高，吸收層 14 的相位差較佳為在 200 度以上 280 度以下的範圍內，更佳為在 215 度以上 270 度以下的範圍內，最佳為在 230 度以上 260 度以下的範圍內。

【0045】在 EUV 微影法中，EUV 光係傾斜地入射，被反射層 12 反射，但因吸收層 14(吸收圖案層 14a)妨礙光路的陰影效應，而有對晶圓(半導體基板)上的轉印性能惡化的情形。已知此轉印性能的惡化能夠藉由使吸收 EUV 光的吸收層 14 的厚度變薄來減少。

【0046】吸收層 14 的膜厚較佳為 60nm 以下。在吸收層 14 的膜厚為 60nm 以下的情況下，與習知的 Ta 系吸收膜相比，能夠充分地減少陰影效應，使轉印性能提高。

【0047】圖 10 係以模擬算出在吸收層 14 對 EUV 光的折射率 n 為 0.90、0.91、0.92、0.93、0.94 的情況下之吸收層 14 的膜厚和相位差之關係的圖表。

如圖 10 所示，吸收層 14 對 EUV 光的折射率 n 越小，則越能使為了得到所要的相位差所需的膜厚變薄。在吸收層 14 對 EUV 光的折射率 n 為 0.93 的情況下，為了得到 230~260 度的相位差所需的最低膜厚為 60nm，是與習知的 Ta 系吸收膜的膜厚相同的程度。因此，若吸收層 14 對 EUV 光的折射率 n 小於 0.93，便能夠使膜厚變得比 60nm 薄，因而是較佳的。此外，若吸收層 14 對 EUV 光的折射率 n 小於 0.92，則為了得到 230~260 度的相位差所需的最低膜厚成為 50nm 以下，因而是更佳的。

【0048】圖 3 係顯示各金屬材料對 EUV 光的波長 13.5nm 的光學常數的圖表。圖 3 的圖表的橫軸表示折射率 n ，縱軸表示消光係數 k 。由圖 3 可知，Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、Pt、Au、Os、Ir、Re 係各自的折射率 n 小於 0.93，因此能夠藉由使用這些材料群來減少陰影效應。又，以下權宜地將上述的「Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、Pt、Au、Os、Ir、Re」定義為「第 1 材料群」。

【0049】吸收層 14 的材料，只要包含第 1 材料群的元素，則亦可以是混合物。若為混合物，便能夠藉由改變組成來控制吸收層 14 的光學常數(折射率 n 、消光係數 k)，而能夠得到所要的相位差和反射率。即，吸收層 14，若是以包含 Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、Pt、Au、Os、

Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成，便是較佳的。

【0050】吸收層 14 的材料，除了上述的第 1 材料群外，還可以進一步包含錫 (Sn)、銦 (In)、鉭 (Ta)、鋁 (Al)、鈮 (Nb)、鈦 (Ti) 當中的至少一種。若為 Sn、In、Ta 的氧化物、氮化物或者是氮氧化物，則由於其為高熔點，因此能夠期待耐熱性的進一步改善和既有蝕刻裝置的加工性提高。此外，若為 Al、Nb、Ti，便能夠期待因形成鈍化被膜而進一步改善耐清洗性。

此處，在權宜地將上述的「Sn、In、Ta、Al、Nb、Ti」定義為「第 2 材料群」的情況下，吸收層 14，能夠僅以第 1 材料群的元素構成，也能夠以第 1 材料群的元素、和第 2 材料群的元素構成。此外，吸收層 14，能夠以第 1 材料群的元素、和第 2 材料群的元素以外的其他元素構成，也能夠以第 1 材料群的元素、第 2 材料群的元素、和第 2 材料群的元素以外的其他元素構成。又，在吸收層 14 係以第 1 材料群的元素和第 2 材料群的元素構成的情況下，若第 1 材料群的元素含有率為吸收層 14 整體元素的 70 原子%以上，便是較佳的，若為 80 原子%以上，便是更佳的，若為 90 原子%以上，便是再更佳的。

【0051】吸收層 14 的材料，若是以包含 Pt、Au、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成，便是較佳的。Pt、Au、Ir、及 Re 係在上述的第 1 材料群當中能夠期待既有蝕刻裝置的加工性提高的材料，且為對在

清潔 EUV 曝光裝置之際所使用的氫自由基的耐性高的材料。另外，由於折射率 n 小於 0.92，因此能夠期待陰影效應的減少。又，以下權宜地將上述的「Pt、Au、Ir、Re」定義為「第 3 材料群」。

【0052】吸收層 14 的材料，除了上述的第 3 材料群外，還可以進一步包含 Mo、W、Nb、Hg、Fe、Ta、V、Bi、Ti、Zr、Hf、C、B、Be、及 Al 當中的至少一種。此處，將「Mo、W、Nb、Hg、Fe、Ta、V、Bi、Ti、Zr、Hf、C、B、Be、Al」定義為「第 4 材料群」。若包含第 4 材料群，便能夠期待既有蝕刻裝置的加工性提高、氫自由基耐性提高。

【0053】吸收層 14，能夠僅以第 3 材料群的元素構成，也能夠以第 3 材料群的元素、和第 4 材料群的元素構成。此外，吸收層 14，能夠以第 3 材料群的元素、和第 4 材料群的元素以外的其他元素構成，也能夠以第 3 材料群的元素、第 4 材料群的元素、和第 4 材料群的元素以外的其他元素構成。又，在吸收層 14 係以第 3 材料群的元素和第 4 材料群的元素構成的情況下，若第 3 材料群的元素含有率為吸收層 14 整體元素的 20 原子%以上，便是較佳的。

【0054】為了得到充分的相位移效應，吸收層 14 的反射率，以絕對反射率而言，較佳為 1%以上 30%以下，更佳為 2%以上 20%以下。此處，所謂的「絕對反射率」係指以在實際試料反射的光量相對於直接測定來自光源之光的光量的比率所計算的值。即，意指將入射

光的強度設為 100%時的反射率。又，在本實施形態中使用「絕對反射率」的用語，係為了與意指多層反射層(反射層 12)的反射率(約 66%)和吸收層 14 的反射率之比的「相對反射率」有所區別。由此，本實施形態中的「絕對反射率」係與「相對反射率」不同的概念。

【0055】此外，在吸收層 14 上，可以具備硬遮罩層。硬遮罩層可使用 Cr 系膜或 Si 系膜等的對乾式蝕刻具有耐性的材料。

【0056】

[實施例]

以下，藉由實施例更詳細地說明本揭示，但實施例對本揭示不構成任何限定。

【0057】

<實施例 1>

使用具有低熱膨脹性的合成石英基板作為圖 4 所示的基板。在該基板上，積層 40 片以矽(Si)和鉬(Mo)為一對的積層膜而形成作為多層反射膜。多層反射膜的膜厚設為 280nm。

接著，使用鈦(Ru)，以膜厚成為 3.5nm 的方式將覆蓋層(保護層)成膜在多層反射膜上。藉此，在基板上形成了具有多層反射膜及覆蓋層的反射部。

以膜厚成為 47nm 的方式將包含銻(Rh)和鋁(Al)的吸收層成膜在覆蓋層上。以 XPS(X 射線光電子分光法)測定吸收層中的銻(Rh)和鋁(Al)的原子數比率，結果是 66：34。此外，得知以 XRD(X 射線繞射裝置)測定吸收

層的結晶性，結果看到些微結晶性，但仍為非晶質。

接著，使用氮化鉻(CrN)，以成為 100nm 的厚度的方式將背面導電膜成膜在基板的沒有形成多層反射膜之側。作成反射型空白光罩 100。

【0058】各膜向基板上的成膜係使用多靶濺鍍(multi-target sputtering)裝置。各膜的膜厚係以濺鍍時間控制。

【0059】接著，針對反射型光罩 200 的製作方法，使用圖 5 至圖 8 進行說明。如圖 5 所示，以旋轉塗布將正型化學增幅型阻劑(SEBP9012：信越化學公司製)以 120nm 的膜厚塗布在反射型空白光罩 100 的吸收層 14 上，在 110°C 下烘烤 10 分鐘，形成阻劑膜 16。

接著，利用電子束描繪機(JBX3030：日本電子公司製)來對阻劑膜 16 描繪既定的圖案。

之後，進行 110°C、10 分鐘的預烘烤處理，接著使用噴灑顯影機(SFG3000：Sigmameltec 公司製)進行顯影處理。藉此，如圖 6 所示，形成阻劑圖案 16a。

【0060】接著，以阻劑圖案 16a 為蝕刻遮罩，藉由以氟系氣體為主體的乾式蝕刻來進行吸收層 14 的圖案化。藉此，如圖 7 所示，在吸收層 14 形成吸收圖案(吸收圖案層)14a。

接著，進行阻劑圖案 16a 的剝離，製作圖 8 所示的本實施例的反射型光罩 200。

在本實施例中，形成在吸收層 14 的吸收圖案 14a，係在轉印評價用的反射型光罩 200 上，設為 76nm 的孔

圖案。

【0061】針對依上述方式形成的實施例 1，使用波長 13.5nm 的 EUV 光，測定(實測)吸收層的折射率、消光係數。其結果，實施例 1 的吸收層的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.924$ 、 $k=0.03$ 。

又，針對以下的各實施例及各比較例，也與實施例 1 的情況同樣地使用波長 13.5nm 的 EUV 光，測定(實測)吸收層的折射率、消光係數。

【0062】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 3.4%，相位差為 205 度。

【0063】

<實施例 2>

以原子數比率計為 Rh : Al=70 : 30 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 2 的反射型光罩。

【0064】依上述方式形成的實施例 2 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.919$ 、 $k=0.03$ 。

【0065】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 3.7%，相位差為 220 度。

【0066】

<實施例 3>

以原子數比率計為 Rh : Al=75 : 25 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 47nm 的方式成

膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 3 的反射型光罩。

【0067】依上述方式形成的實施例 3 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.912$ 、 $k=0.03$ 。

【0068】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 4.3%，相位差為 240 度。

【0069】

<實施例 4>

以原子數比率計為 Rh : Al=82 : 18 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 4 的反射型光罩。

【0070】依上述方式形成的實施例 4 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.902$ 、 $k=0.03$ 。

【0071】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 5.3%，相位差為 265 度。

【0072】

<實施例 5>

以原子數比率計為 Rh : Al=86 : 14 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 5 的反射型光罩。

【0073】依上述方式形成的實施例 5 的吸收層的波

長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.896$ 、 $k=0.03$ 。

【0074】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 5.9%，相位差為 275 度。

【0075】

<實施例 6>

以原子數比率計為 Rh : Al=67 : 33 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 54nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 6 的反射型光罩。

【0076】依上述方式形成的實施例 6 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.923$ 、 $k=0.03$ 。

【0077】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.6%，相位差為 240 度。

【0078】

<實施例 7>

以原子數比率計為 Rh : Al=84 : 16 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 41nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 7 的反射型光罩。

【0079】依上述方式形成的實施例 7 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.899$ 、 $k=0.03$ 。

【0080】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對

反射率為 4.4%，相位差為 240 度。

【 0081 】

<實施例 8>

以原子數比率計為 Rh : Al=98 : 2 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 38nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 8 的反射型光罩。

【 0082 】 依上述方式形成的實施例 8 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.878$ 、 $k=0.03$ 。

【 0083 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 9.2%，相位差為 240 度。

【 0084 】

<實施例 9>

將吸收層的材料變更為銻 (Rh)，以成為膜厚 33nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 9 的反射型光罩。

【 0085 】 依上述方式形成的實施例 9 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.875$ 、 $k=0.03$ 。

【 0086 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 11.0%，相位差為 240 度。

【 0087 】

<實施例 10>

將吸收層的材料變更為鈿 (Ru) 和鈮 (Nb) 以 85 : 15 的

原子數比率成為均質的混合材料 (RuNb)，以成為膜厚 44nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 10 的反射型光罩。

【0088】依上述方式形成的實施例 10 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.895$ 、 $k=0.015$ 。

【0089】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 17.0%，相位差為 240 度。

【0090】

<實施例 11>

將吸收層的材料變更為鈦 (Ru) 和鋁 (Al) 以 59 : 41 的原子數比率成為均質的混合材料 (RuAl)，以成為膜厚 72nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 11 的反射型光罩。

【0091】依上述方式形成的實施例 11 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.940$ 、 $k=0.023$ 。

【0092】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 3.7%，相位差為 240 度。

【0093】

<實施例 12>

將吸收層的材料變更為氧化錫 (SnO) 和鈦 (Ru) 以 20 : 80 的原子數比率成為均質的混合材料 (SnRuO)，以成為膜厚 42nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 12 的反射型光罩。

【0094】依上述方式形成的實施例 12 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.896$ 、 $k=0.03$ 。

【0095】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 3.1%，相位差為 240 度。

【0096】

<實施例 13>

將吸收層的 SnRuO 的膜厚變更為 39nm 來成膜。除此之外係以與實施例 12 同樣的方法製作實施例 13 的反射型光罩。

【0097】依上述方式形成的實施例 13 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.896$ 、 $k=0.03$ 。

【0098】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 8.9%，相位差為 225 度。

【0099】

<實施例 14>

將吸收層的材料變更為氧化銦 (InO) 和鈦 (Ru) 以 15 : 85 的原子數比率成為均質的混合材料 (InRuO)，以成為膜厚 42nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 14 的反射型光罩。

【0100】依上述方式形成的實施例 14 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.895$ 、 $k=0.03$ 。

【0101】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對

反射率為 3.3%，相位差為 240 度。

【 0102】

<實施例 15>

將吸收層的 InRuO 的膜厚變更為 39nm 來成膜。除此之外係以與實施例 14 同樣的方法製作實施例 15 的反射型光罩。

【 0103】 依上述方式形成的實施例 15 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.895$ 、 $k=0.03$ 。

【 0104】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 9.3%，相位差為 225 度。

【 0105】

<實施例 16>

將吸收層的材料變更為鉭 (Ta) 和鈦 (Ti) 以 60 : 40 的原子數比率成為均質的混合材料 (TaTi)，以成為膜厚 78nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 16 的反射型光罩。

【 0106】 依上述方式形成的實施例 16 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.947$ 、 $k=0.030$ 。

【 0107】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 1.2%，相位差為 212 度。

【 0108】

<實施例 17>

將吸收層的材料變更為鈦 (Ti)，以成為膜厚 80nm 的

方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 17 的反射型光罩。

【0109】依上述方式形成的實施例 17 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.952$ 、 $k=0.014$ 。

【0110】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 6.5%，相位差為 212 度。

【0111】

<實施例 18>

將吸收層的材料變更為鉬(Mo)和鈦(Pd)以 40：60 的原子數比率成為均質的混合材料(MoPd)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 18 的反射型光罩。

【0112】依上述方式形成的實施例 18 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.896$ 、 $k=0.03$ 。

【0113】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 6.6%，相位差為 235 度。

【0114】

<實施例 19>

將吸收層的材料變更為鉑(Pt)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 19 的反射型光罩。

【0115】依上述方式形成的實施例 19 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.890$ 、

$k=0.06$ 。

【0116】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 1.3% ，相位差為 243 度。

【0117】

<實施例 20>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和鉑(Pt)以 $75:25$ 的原子數比率成為均質的混合材料(IrPt)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 20 的反射型光罩。

【0118】依上述方式形成的實施例 20 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.902$ 、 $k=0.049$ 。

【0119】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2% ，相位差為 234 度。

【0120】

<實施例 21>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和金(Au)以 $40:60$ 的原子數比率成為均質的混合材料(IrAu)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 21 的反射型光罩。

【0121】依上述方式形成的實施例 21 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.901$ 、 $k=0.049$ 。

【0122】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2% ，相位差為 234 度。

【 0123 】

<實施例 22>

將吸收層的材料變更為銠 (Re) 和鉑 (Pt) 以 75 : 25 的原子數比率成為均質的混合材料 (RePt)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 22 的反射型光罩。

【 0124 】 依上述方式形成的實施例 22 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.909$ 、 $k=0.045$ 。

【 0125 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2%，相位差為 240 度。

【 0126 】

<實施例 23>

將吸收層的材料變更為銠 (Re) 和金 (Au) 以 40 : 60 的原子數比率成為均質的混合材料 (ReAu)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 23 的反射型光罩。

【 0127 】 依上述方式形成的實施例 23 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.905$ 、 $k=0.047$ 。

【 0128 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.8%，相位差為 227 度。

【 0129 】

<實施例 24>

將吸收層的材料變更為鉑 (Pt) 和鉬 (Mo) 以 20 : 80 的

原子數比率成為均質的混合材料 (PtMo)，以成為膜厚 48nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 24 的反射型光罩。

【0130】依上述方式形成的實施例 24 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.918$ 、 $k=0.017$ 。

【0131】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 7.8%，相位差為 213 度。

【0132】

<實施例 25>

將吸收層的材料變更為鉑 (Pt) 和鉬 (Mo) 以 80 : 20 的原子數比率成為均質的混合材料 (PtMo)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 25 的反射型光罩。

【0133】依上述方式形成的實施例 25 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.898$ 、 $k=0.049$ 。

【0134】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2%，相位差為 234 度。

【0135】

<實施例 26>

將吸收層的材料變更為鉑 (Pt) 和鈮 (Nb) 以 35 : 65 的原子數比率成為均質的混合材料 (PtNb)，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 26 的反射型光罩。

【0136】依上述方式形成的實施例 26 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.919$ 、 $k=0.024$ 。

【0137】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 6%，相位差為 214 度。

【0138】

<實施例 27>

將吸收層的材料變更為鉑 (Pt) 和 鈮 (Nb) 以 80 : 20 的原子數比率成為均質的混合材料 (PtNb)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 27 的反射型光罩。

【0139】依上述方式形成的實施例 27 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.900$ 、 $k=0.049$ 。

【0140】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2%，相位差為 234 度。

【0141】

<實施例 28>

將吸收層的材料變更為金 (Au) 和 鉬 (Mo) 以 25 : 75 的原子數比率成為均質的混合材料 (AuMo)，以成為膜厚 49nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 28 的反射型光罩。

【0142】依上述方式形成的實施例 28 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.918$ 、 $k=0.018$ 。

【0143】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 7.6%，相位差為 209 度。

【0144】

<實施例 29>

將吸收層的材料變更為金 (Au) 和 鉬 (Mo) 以 95 : 5 的原子數比率成為均質的混合材料 (AuMo)，以成為膜厚 39nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 29 的反射型光罩。

【0145】依上述方式形成的實施例 29 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.900$ 、 $k=0.050$ 。

【0146】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.7%，相位差為 228 度。

【0147】

<實施例 30>

將吸收層的材料變更為金 (Au) 和 鈮 (Nb) 以 45 : 55 的原子數比率成為均質的混合材料 (AuNb)，以成為膜厚 48nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 30 的反射型光罩。

【0148】依上述方式形成的實施例 30 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.918$ 、 $k=0.026$ 。

【0149】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 4.5%，相位差為 213 度。

【0150】

<實施例 31>

將吸收層的材料變更為金(Au)和鈮(Nb)以 90 : 10 的原子數比率成為均質的混合材料(AuNb)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 31 的反射型光罩。

【0151】依上述方式形成的實施例 31 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.903$ 、 $k=0.047$ 。

【0152】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2%，相位差為 234 度。

【0153】

<實施例 32>

將吸收層的材料變更為金(Au)和鈦(Ti)以 65 : 35 的原子數比率成為均質的混合材料(AuTi)，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 32 的反射型光罩。

【0154】依上述方式形成的實施例 32 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.918$ 、 $k=0.039$ 。

【0155】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 1.3%，相位差為 225 度。

【0156】

<實施例 33>

將吸收層的材料變更為金(Au)和鈦(Ti)以 85 : 15 的原子數比率成為均質的混合材料(AuTi)，以成為膜厚

46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 33 的反射型光罩。

【0157】依上述方式形成的實施例 33 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.907$ 、 $k=0.046$ 。

【0158】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2%，相位差為 240 度。

【0159】

<實施例 34>

將吸收層的材料變更為金 (Au) 和 鋯 (Zr) 以 70 : 30 的原子數比率成為均質的混合材料 (AuZr)，以成為膜厚 51nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 34 的反射型光罩。

【0160】依上述方式形成的實施例 34 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.917$ 、 $k=0.038$ 。

【0161】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.1%，相位差為 218 度。

【0162】

<實施例 35>

將吸收層的材料變更為金 (Au) 和 鋯 (Zr) 以 90 : 10 的原子數比率成為均質的混合材料 (AuZr)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 35 的反射型光罩。

【0163】依上述方式形成的實施例 35 的吸收層的波

長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.905$ 、 $k=0.047$ 。

【0164】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.5%，相位差為 248 度。

【0165】

<實施例 36>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和鉬(Mo)以 30：70 的原子數比率成為均質的混合材料(IrMo)，以成為膜厚 49nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 36 的反射型光罩。

【0166】依上述方式形成的實施例 36 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.918$ 、 $k=0.018$ 。

【0167】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 7.6%，相位差為 209 度。

【0168】

<實施例 37>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和鉬(Mo)以 90：10 的原子數比率成為均質的混合材料(IrMo)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 37 的反射型光罩。

【0169】依上述方式形成的實施例 37 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.907$ 、 $k=0.041$ 。

【0170】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對

反射率為 3.7%，相位差為 227 度。

【 0171 】

<實施例 38>

將吸收層的材料變更為銱 (Ir) 和鎢 (W) 以 50 : 50 的原子數比率成為均質的混合材料 (IrW)，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 38 的反射型光罩。

【 0172 】 依上述方式形成的實施例 38 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.919$ 、 $k=0.039$ 。

【 0173 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 1.3%，相位差為 225 度。

【 0174 】

<實施例 39>

將吸收層的材料變更為銱 (Ir) 和鎢 (W) 以 90 : 10 的原子數比率成為均質的混合材料 (IrW)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 39 的反射型光罩。

【 0175 】 依上述方式形成的實施例 39 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.908$ 、 $k=0.044$ 。

【 0176 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2%，相位差為 240 度。

【 0177 】

<實施例 40>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和鈮(Nb)以 50 : 50 的原子數比率成為均質的混合材料(IrNb)，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 40 的反射型光罩。

【0178】依上述方式形成的實施例 40 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.920$ 、 $k=0.025$ 。

【0179】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 6%，相位差為 214 度。

【0180】

<實施例 41>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和鈮(Nb)以 90 : 10 的原子數比率成為均質的混合材料(IrNb)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 41 的反射型光罩。

【0181】依上述方式形成的實施例 41 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.908$ 、 $k=0.041$ 。

【0182】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 3.1%，相位差為 237 度。

【0183】

<實施例 42>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和鉭(Ta)以 85 : 15 的原子數比率成為均質的混合材料(IrTa)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方

法製作實施例 42 的反射型光罩。

【0184】依上述方式形成的實施例 42 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.911$ 、 $k=0.044$ 。

【0185】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.8%，相位差為 219 度。

【0186】

<實施例 43>

將吸收層的材料變更為銱 (Ir) 和鉭 (Ta) 以 95 : 5 的原子數比率成為均質的混合材料 (IrTa)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 43 的反射型光罩。

【0187】依上述方式形成的實施例 43 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.907$ 、 $k=0.045$ 。

【0188】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.5%，相位差為 248 度。

【0189】

<實施例 44>

將吸收層的材料變更為銱 (Ir) 和釩 (V) 以 65 : 35 的原子數比率成為均質的混合材料 (IrV)，以成為膜厚 45nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 44 的反射型光罩。

【0190】依上述方式形成的實施例 44 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.918$ 、

$k=0.038$ 。

【0191】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 3.4% ，相位差為 201 度。

【0192】

<實施例 45>

將吸收層的材料變更為銱(Ir)和釩(V)以 $90:10$ 的原子數比率成為均質的混合材料(IrV)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 45 的反射型光罩。

【0193】依上述方式形成的實施例 45 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.909$ 、 $k=0.043$ 。

【0194】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.2% ，相位差為 240 度。

【0195】

<實施例 46>

將吸收層的材料變更為銩(Re)和鉬(Mo)以 $45:55$ 的原子數比率成為均質的混合材料(ReMo)，以成為膜厚 48nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 46 的反射型光罩。

【0196】依上述方式形成的實施例 46 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.920$ 、 $k=0.021$ 。

【0197】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 7.8% ，相位差為 213 度。

【 0198 】

<實施例 47>

將吸收層的材料變更為銠 (Re) 和鉬 (Mo) 以 90 : 10 的原子數比率成為均質的混合材料 (ReMo)，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 47 的反射型光罩。

【 0199 】 依上述方式形成的實施例 47 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.916$ 、 $k=0.037$ 。

【 0200 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.5%，相位差為 234 度。

【 0201 】

<實施例 48>

將吸收層的材料變更為銠 (Re) 和鎢 (W) 以 75 : 25 的原子數比率成為均質的混合材料 (ReW)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 48 的反射型光罩。

【 0202 】 依上述方式形成的實施例 48 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.920$ 、 $k=0.038$ 。

【 0203 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.4%，相位差為 216 度。

【 0204 】

<實施例 49>

將吸收層的材料變更為銠 (Re) 和鎢 (W) 以 95 : 5 的

原子數比率成為均質的混合材料 (ReW)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 49 的反射型光罩。

【0205】依上述方式形成的實施例 49 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.916$ 、 $k=0.040$ 。

【0206】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.8%，相位差為 227 度。

【0207】

<實施例 50>

將吸收層的材料變更為銻 (Re) 和鈮 (Nb) 以 75 : 25 的原子數比率成為均質的混合材料 (ReNb)，以成為膜厚 48nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 50 的反射型光罩。

【0208】依上述方式形成的實施例 50 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.920$ 、 $k=0.031$ 。

【0209】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 2.5%，相位差為 213 度。

【0210】

<實施例 51>

將吸收層的材料變更為銻 (Re) 和鈮 (Nb) 以 90 : 10 的原子數比率成為均質的混合材料 (ReNb)，以成為膜厚 46nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作實施例 51 的反射型光罩。

【0211】依上述方式形成的實施例 51 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.917$ 、 $k=0.037$ 。

【0212】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 4%，相位差為 224 度。

【0213】

<比較例 1>

在比較例 1 中，使用具備習知的以鈮 (Ta) 為主要材料的既有膜的光罩。在比較例 1 中，使用氮化鈮 (Ta₃N₅) 以成為膜厚 58nm 的方式形成吸收層，使用氧化鈮 (Ta₂O₅) 以成為膜厚 2nm 的方式形成最表層來製作反射型光罩。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作比較例 1 的反射型光罩。

【0214】依上述方式形成的比較例 1 的吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 1.3%，相位差為 160 度。

【0215】

<比較例 2>

將吸收層的材料變更為銻 (Rh) 和鋁 (Al) 以 60 : 40 的原子數比率成為均質的混合材料 (RhAl)，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作比較例 2 的反射型光罩。

【0216】依上述方式形成的比較例 2 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.932$ 、 $k=0.03$ 。

【0217】此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對

反射率為 3.1%，相位差為 180 度。

【 0218 】

<比較例 3>

以原子數比率計為 Rh：Al=89：11 的方式變更吸收層的材料 RhAl 的組成，以成為膜厚 47nm 的方式成膜。除此之外係以與實施例 1 同樣的方法製作比較例 3 的反射型光罩。

【 0219 】 依上述方式形成的比較例 3 的吸收層的波長 13.5nm 處的折射率 n 、消光係數 k 分別為 $n=0.892$ 、 $k=0.03$ 。

【 0220 】 此外，上述吸收層的波長 13.5nm 處的絕對反射率為 6.3%，相位差為 285 度。

【 0221 】

<評價>

針對在上述的實施例 1~51、比較例 1~3 所得到的反射型光罩，用以下的方法進行轉印性能的評價。轉印性能係利用晶圓曝光評價來確認。此外，解析度係利用 NILS(Normalized Image Log-Slope：歸一化空間圖像對數斜率)值來進行評價。

【 0222 】 使用 EUV 曝光裝置(NXE3300B：ASML 公司製)，將在各實施例、比較例製作的反射型光罩的吸收圖案轉印曝光在塗布了 EUV 正型化學增幅型阻劑的半導體晶圓上。此時，曝光量係以孔圖案轉印成按照設計的 19nm 的方式進行調節。之後，藉由電子束尺寸測定機，實施所轉印的阻劑圖案的觀察及線寬測定，確認

解析度，用以下的「◎」、「○」、「△」、「×」的 4 階段進行評價。

<評價基準>

◎：NILS 值大於 2.73 的情況

○：NILS 值為 2.48 以上、2.73 以下的情況

△：NILS 值為 2.40 以上、小於 2.48 的情況

×：NILS 值小於 2.40 的情況

將以上的評價結果顯示於表 1。

【0223】又，對於 NILS 值，若為「○」以上的評價，則轉印性能沒有問題，因此設為合格。

【 0224 】 [表 1]

	材料(組成)	膜厚(nm)	n	k	相位差(度)	反射率(%)	NILS	評價
實施例 1	RhAl(Al34%)	47	0.924	0.03	205	3.4	2.66	○
實施例 2	RhAl(Al30%)	47	0.919	0.03	220	3.7	2.73	○
實施例 3	RhAl(Al25%)	47	0.912	0.03	240	4.3	2.76	◎
實施例 4	RhAl(Al18%)	47	0.902	0.03	265	5.3	2.67	○
實施例 5	RhAl(Al14%)	47	0.896	0.03	275	5.9	2.56	○
實施例 6	RhAl(Al33%)	54	0.923	0.03	240	2.6	2.74	◎
實施例 7	RhAl(Al16%)	41	0.899	0.03	240	4.4	2.78	◎
實施例 8	RhAl(Al2%)	38	0.878	0.03	240	9.2	2.71	○
實施例 9	Rh	33	0.875	0.03	240	11.0	2.53	○
實施例 10	RuNb(Nb15%)	44	0.895	0.015	240	17.0	2.48	○
實施例 11	RuAl(Al41%)	73	0.940	0.023	240	3.7	2.73	○
實施例 12	SnRuO(Ru80%)	42	0.896	0.03	240	3.1	2.78	◎
實施例 13	SnRuO(Ru80%)	39	0.896	0.03	225	8.9	2.65	○
實施例 14	InRuO(Ru85%)	42	0.895	0.03	240	3.3	2.78	◎
實施例 15	InRuO(Ru85%)	39	0.895	0.03	225	9.3	2.64	○
實施例 16	TaTi(Ti40%)	78	0.947	0.030	212	1.2	2.48	○
實施例 17	Ti	80	0.952	0.014	212	6.5	2.56	○
實施例 18	MoPd(Pd60%)	45	0.896	0.030	235	6.6	2.76	◎
實施例 19	Pt	45	0.890	0.060	243	1.3	2.72	○
實施例 20	IrPt(Pt25%)	45	0.902	0.049	234	2.2	2.74	◎
實施例 21	IrAu(Au60%)	45	0.901	0.049	234	2.2	2.74	◎
實施例 22	RePt(Pt25%)	46	0.909	0.045	240	2.2	2.75	◎
實施例 23	ReAu(Au60%)	45	0.905	0.047	227	2.8	2.74	◎
實施例 24	PtMo(Mo80%)	48	0.918	0.017	213	7.8	2.65	○
實施例 25	PtMo(Mo20%)	45	0.898	0.049	234	2.2	2.74	◎
實施例 26	PtNb(Nb65%)	47	0.919	0.024	214	6.0	2.68	○
實施例 27	PtNb(Nb20%)	45	0.900	0.049	234	2.2	2.74	◎
實施例 28	AuMo(Mo75%)	49	0.918	0.018	209	7.6	2.63	○
實施例 29	AuMo(Mo5%)	39	0.900	0.050	228	2.7	2.75	◎
實施例 30	AuNb(Nb55%)	48	0.918	0.026	213	4.5	2.71	○
實施例 31	AuNb(Nb10%)	45	0.903	0.047	234	2.2	2.74	◎
實施例 32	AuTi(Ti35%)	47	0.918	0.039	225	1.3	2.69	○
實施例 33	AuTi(Ti15%)	46	0.907	0.046	240	2.2	2.75	◎
實施例 34	AuZr(Zr30%)	51	0.917	0.038	218	2.1	2.67	○
實施例 35	AuZr(Zr10%)	46	0.905	0.047	248	2.5	2.74	◎
實施例 36	IrMo(Mo70%)	49	0.918	0.018	209	7.6	2.63	○
實施例 37	IrMo(Mo10%)	45	0.907	0.041	227	3.7	2.74	◎
實施例 38	IrW(W50%)	47	0.919	0.039	225	1.3	2.69	○
實施例 39	IrW(W10%)	46	0.908	0.044	240	2.2	2.75	◎
實施例 40	IrNb(Nb50%)	47	0.920	0.025	214	6.0	2.68	○
實施例 41	IrNb(Nb10%)	46	0.908	0.041	237	3.1	2.76	◎
實施例 42	IrTa(Ta15%)	45	0.911	0.044	219	2.8	2.71	○
實施例 43	IrTa(Ta5%)	46	0.907	0.045	248	2.5	2.74	◎
實施例 44	IrV(V35%)	45	0.918	0.038	201	3.4	2.60	○
實施例 45	IrV(V10%)	46	0.909	0.043	240	2.2	2.75	◎
實施例 46	ReMo(Mo55%)	48	0.920	0.021	213	7.8	2.65	○
實施例 47	ReMo(Mo10%)	47	0.916	0.037	234	2.5	2.75	◎
實施例 48	ReW(W25%)	46	0.920	0.038	216	2.4	2.71	○
實施例 49	ReW(W5%)	46	0.916	0.040	227	2.8	2.74	◎
實施例 50	ReNb(Nb25%)	48	0.920	0.031	213	2.5	2.70	○
實施例 51	ReNb(Nb10%)	46	0.917	0.037	224	4.0	2.74	◎
比較例 1	TaN+TaO	60	0.950	0.03	160	1.3	2.37	×
比較例 2	RhAl(Al40%)	47	0.932	0.03	180	3.1	2.47	△
比較例 3	RhAl(Al11%)	47	0.892	0.03	285	6.3	2.47	△

【0225】表 1 中，顯示實施例 1~51、比較例 1~3 的評價結果。

具備習知的膜厚 60nm 之鉭 (Ta) 系吸收層的比較例 1 的相位差為 160 度，NILS 為 2.37。得知在如實施例 1~51 般吸收圖案層的相位差為 200 度以上 280 度以下的情況下，與比較例 1 相比，係 NILS 較大，解析度提高。

此外，得知相位差為 200 度以上 280 度以下的實施例 1~51，與相位差為 180 度的比較例 2、相位差為 285 度的比較例 3 相比，也是 NILS 較大，解析度提高。

以下，針對使用表 1 及圖 9 所示的圖表來比較各實施例及各比較例的 NILS 的結果，詳細地進行說明。

【0226】如圖 9 及表 1 的實施例 1~5、比較例 2、3 所示，膜厚為 47nm 且以 RhAl 所形成之吸收圖案層 14a 的相位差為 180 度的比較例 2 之 NILS 的值為 2.47。相對於此，相位差為 205 度的實施例 1 之 NILS 的值為 2.66，與相位差為 180 度的情況(比較例 2)相比，其值變高約 7%。

此外，相位差為 220 度的實施例 2 之 NILS 的值為 2.73，與相位差為 180 度的情況(比較例 2)相比，其值變高約 10%。

此外，相位差為 240 度的實施例 3 之 NILS 的值為 2.76，與相位差為 180 度的情況(比較例 2)相比，其值變高約 12%。

此外，相位差為 265 度的實施例 4 之 NILS 的值為 2.67，與相位差為 180 度的情況(比較例 2)相比，其值變

高約 8%。

此外，相位差為 275 度的實施例 5 之 NILS 的值為 2.56，與相位差為 180 度的情況(比較例 2)相比，其值變高約 4%。

另一方面，相位差為 285 度的比較例 3 之 NILS 的值為 2.46，與相位差為 180 度的情況(比較例 2)相比，為幾乎相同的值。

此外，如圖 9 及表 1 的實施例 6 所示，在吸收圖案層 14a 的膜厚為 54nm 的情況下，相位差為 240 度的實施例 6 之 NILS 的值為 2.74，與相同膜厚且相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 10%。

此外，如圖 9 及表 1 的實施例 7 所示，在吸收圖案層 14a 的膜厚為 41nm 的情況下，相位差為 240 度的實施例 7 之 NILS 的值為 2.78，與相同膜厚且相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 13%。

此外，如圖 9 及表 1 的實施例 8 所示，在吸收圖案層 14a 的膜厚為 38nm 的情況下，相位差為 240 度的實施例 8 之 NILS 的值為 2.71，與相同膜厚且相位差為 180 度的情況相比，其值變高約 31%。

【0227】由此可知，為了使解析度提高，相位差較佳為在 200 度以上 280 度以下的範圍內，更佳為在 215 度以上 270 度以下的範圍內，最佳為在 230 度以上 260 度以下的範圍內。

即，反射型遮罩中的吸收層的合適相位差的範圍，係與目前的設計思想所使用的「170 度以上 190 度以下

的範圍內」差異甚大，而為「200 度以上 280 度以下的範圍內」。

【0228】由膜厚為 33nm 的銻 (Rh) 所形成，且相位差為 240 度的實施例 9 的 NILS 係 2.53，由膜厚為 44nm 的以原子數比率成為 85：15 的方式含有鈦 (Ru) 和鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 10 的 NILS 係 2.48。

【0229】實施例 6～10，係顯示反射率分別為 2.6%、4.4%、9.2%、11.0%、17.0% 而互異的情況，但不論反射率如何，在所有的情況下都可得到比各比較例更佳的轉印性。由此可知，若為在 2% 以上 20% 以下的範圍內的反射率，便可得到充分的相位移效應，解析度提高。

【0230】由膜厚為 72nm 的以原子數比率成為 59：41 的方式含有鈦 (Ru) 和鋁 (Al) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 11 的 NILS 係 2.73。實施例 11 係折射率 n 高達 0.94，因此膜厚比比較例 1 的習知膜的 60nm 還厚，無法減少陰影效應，但藉由相位移效應而 NILS 佳。

【0231】由膜厚為 42nm 的以原子數比率成為 20：80 的方式含有氧化錫 (SnO) 和鈦 (Ru) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 12 的 NILS 係 2.78，由膜厚為 39nm 的以原子數比率成為 20：80 的方式含有氧化錫 (SnO) 和鈦 (Ru) 的材料所形成，且相位差為 225 度的實施例 13 的 NILS 係 2.65，由膜厚為 42nm 的以原子數比率

成為 15 : 85 的方式含有氧化銦 (InO) 和鈇 (Ru) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 14 的 NILS 係 2.78，由膜厚為 39nm 的以原子數比率成為 15 : 85 的方式含有氧化銦 (InO) 和鈇 (Ru) 的材料所形成，且相位差為 225 度的實施例 15 的 NILS 係 2.64。

【0232】由此，即使是在以加工性優異的包含錫 (Sn)、銦 (In) 的材料形成吸收層 14 (吸收圖案層 14a) 的情況下，亦可得到相位移效應，解析度提高。

【0233】由膜厚為 78nm 的以原子數比率成為 60 : 40 的方式含有鉭 (Ta) 和鈦 (Ti) 的材料所形成，且相位差為 212 度的實施例 16 的 NILS 係 2.48，由膜厚 80nm 的鈦 (Ti) 所形成，且相位差為 212 度的實施例 17 的 NILS 係 2.56。實施例 16 及 17 係折射率 n 分別為相對較高的 0.947、0.952，因此膜厚比比較例 1 的習知膜的 60nm 還厚，無法減少陰影效應，但藉由相位移效應而 NILS 佳。此外，實施例 16 及 17 的反射率分別為 1.2%、6.5%，反射率在 2% 以上 20% 以下的範圍內的實施例 17 係 NILS 更佳。

【0234】由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 40 : 60 的方式含有鉬 (Mo) 和鈀 (Pd) 的材料所形成，且相位差為 235 度的實施例 18 的 NILS 係 2.76，由膜厚 45nm 的鉑 (Pt) 所形成，且相位差為 243 度的實施例 19 的 NILS 係 2.72。實施例 18 及 19 都藉由相位移效應而 NILS 佳。此外，實施例 18 及 19 的反射率分別為 6.6%、1.3%，反射率在 2% 以上 20% 以下的範圍內的實施例 18 係 NILS

更佳。

【0235】由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 75：25 的方式含有銱 (Ir) 和鉑 (Pt) 的材料所形成，且相位差為 234 度的實施例 20 的 NILS 係 2.74，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 40：60 的方式含有銱 (Ir) 和金 (Au) 的材料所形成，且相位差為 234 度的實施例 21 的 NILS 係 2.74，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 75：25 的方式含有銱 (Re) 和鉑 (Pt) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 22 的 NILS 係 2.75，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 40：60 的方式含有銱 (Re) 和金 (Au) 的材料所形成，且相位差為 227 度的實施例 23 的 NILS 係 2.74。

【0236】由此，即使是在形成僅以折射率 n 小且加工性和氫耐性優異的第 3 材料群的元素所構成的吸收層 14 (吸收圖案層 14a) 的情況下，亦可得到相位移效應，解析度提高。

【0237】由膜厚為 48nm 的以原子數比率成為 20：80 的方式含有鉑 (Pt) 和鉬 (Mo) 的材料所形成，且相位差為 213 度的實施例 24 的 NILS 係 2.65，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 80：20 的方式含有鉑 (Pt) 和鉬 (Mo) 的材料所形成，且相位差為 234 度的實施例 25 的 NILS 係 2.74。

此外，由膜厚為 47nm 的以原子數比率成為 35：65 的方式含有鉑 (Pt) 和鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 214 度的實施例 26 的 NILS 係 2.68，由膜厚為 45nm 的

以原子數比率成為 80 : 20 的方式含有鉑 (Pt) 和 鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 234 度的實施例 27 的 NILS 係 2.74。

【0238】此外，由膜厚為 49nm 的以原子數比率成為 25 : 75 的方式含有金 (Au) 和 鉬 (Mo) 的材料所形成，且相位差為 209 度的實施例 28 的 NILS 係 2.63，由膜厚為 39nm 的以原子數比率成為 95 : 5 的方式含有金 (Au) 和 鉬 (Mo) 的材料所形成，且相位差為 228 度的實施例 29 的 NILS 係 2.75。

此外，由膜厚為 48nm 的以原子數比率成為 45 : 55 的方式含有金 (Au) 和 鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 213 度的實施例 30 的 NILS 係 2.71，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 90 : 10 的方式含有金 (Au) 和 鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 234 度的實施例 31 的 NILS 係 2.74。

【0239】此外，由膜厚為 47nm 的以原子數比率成為 65 : 35 的方式含有金 (Au) 和 鈦 (Ti) 的材料所形成，且相位差為 225 度的實施例 32 的 NILS 係 2.69，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 85 : 15 的方式含有金 (Au) 和 鈦 (Ti) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 33 的 NILS 係 2.75。

此外，由膜厚為 51nm 的以原子數比率成為 70 : 30 的方式含有金 (Au) 和 鋯 (Zr) 的材料所形成，且相位差為 218 度的實施例 34 的 NILS 係 2.67，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 90 : 10 的方式含有金 (Au) 和 鋯 (Zr) 的

材料所形成，且相位差為 248 度的實施例 35 的 NILS 係 2.74。

【0240】此外，由膜厚為 49nm 的以原子數比率成為 30：70 的方式含有銱(Ir)和鉬(Mo)的材料所形成，且相位差為 209 度的實施例 36 的 NILS 係 2.63，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 90：10 的方式含有銱(Ir)和鉬(Mo)的材料所形成，且相位差為 227 度的實施例 37 的 NILS 係 2.74。

此外，由膜厚為 47nm 的以原子數比率成為 50：50 的方式含有銱(Ir)和鎢(W)的材料所形成，且相位差為 225 度的實施例 38 的 NILS 係 2.69，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 90：10 的方式含有銱(Ir)和鎢(W)的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 39 的 NILS 係 2.75。

【0241】此外，由膜厚為 47nm 的以原子數比率成為 50：50 的方式含有銱(Ir)和鈮(Nb)的材料所形成，且相位差為 214 度的實施例 40 的 NILS 係 2.68，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 90：10 的方式含有銱(Ir)和鈮(Nb)的材料所形成，且相位差為 237 度的實施例 41 的 NILS 係 2.76。

此外，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 85：15 的方式含有銱(Ir)和鉭(Ta)的材料所形成，且相位差為 219 度的實施例 42 的 NILS 係 2.71，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 95：5 的方式含有銱(Ir)和鉭(Ta)的材料所形成，且相位差為 248 度的實施例 43 的 NILS 係

2.74。

【0242】此外，由膜厚為 45nm 的以原子數比率成為 65：35 的方式含有銱 (Ir) 和釩 (V) 的材料所形成，且相位差為 201 度的實施例 44 的 NILS 係 2.6，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 90：10 的方式含有銱 (Ir) 和釩 (V) 的材料所形成，且相位差為 240 度的實施例 45 的 NILS 係 2.75。

此外，由膜厚為 48nm 的以原子數比率成為 45：55 的方式含有銻 (Re) 和鉬 (Mo) 的材料所形成，且相位差為 213 度的實施例 46 的 NILS 係 2.65，由膜厚為 47nm 的以原子數比率成為 90：10 的方式含有銻 (Re) 和鉬 (Mo) 的材料所形成，且相位差為 234 度的實施例 47 的 NILS 係 2.75。

【0243】此外，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 75：25 的方式含有銻 (Re) 和鎢 (W) 的材料所形成，且相位差為 216 度的實施例 48 的 NILS 係 2.71，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 95：5 的方式含有銻 (Re) 和鎢 (W) 的材料所形成，且相位差為 227 度的實施例 49 的 NILS 係 2.74。

此外，由膜厚為 48nm 的以原子數比率成為 75：25 的方式含有銻 (Re) 和鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 213 度的實施例 50 的 NILS 係 2.7，由膜厚為 46nm 的以原子數比率成為 90：10 的方式含有銻 (Re) 和鈮 (Nb) 的材料所形成，且相位差為 224 度的實施例 51 的 NILS 係 2.74。

【0244】由此，即使是在以除了折射率 n 小的第 3 材料群的元素外，還包含加工性和氬耐性優異的第 4 材料群的元素的材料形成吸收層 14(吸收圖案層 14a)的情況下，亦可得到相位移效應，解析度提高。此外，在第 3 材料群的元素的含有率為吸收層 14 整體元素的 20 原子%以上的情況下，NILS 佳。此外，在吸收層 14 所含的第 3 材料群的元素和第 4 材料群的元素之組合相同的情況下，第 3 材料群的元素的含有率越多，NILS 越佳。

【0245】又，本揭示的反射型空白光罩及反射型光罩不限於上述的實施形態及實施例，可以在無損發明之特徵的範圍內進行各種變更。

[產業上利用之可能性]

【0246】本發明的反射型空白光罩及反射型光罩，能夠合適地使用在半導體積體電路等的製造步驟中，以藉由 EUV 曝光來形成微細的圖案。

【符號說明】

【0247】

11:基板

12:反射層

13:保護層

14:吸收層

14a:吸收圖案(吸收圖案層)

15:背面導電膜

16:阻劑膜

16a:阻劑圖案

100:反射型空白光罩

200:反射型光罩

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種反射型空白光罩，其特徵為具備：
基板；

形成在該基板上的具有多層膜構造的反射 EUV 光的
反射層；

形成在該反射層上並保護該反射層的保護層；和
形成在該保護層上的吸收 EUV 光的吸收層，

該吸收層具有在 200 度以上 280 度以下的範圍內的
相位差，且對 EUV 光的折射率 n 小於 0.93。

【請求項 2】如請求項 1 的反射型空白光罩，其中該吸
收層具有在 215 度以上 270 度以下的範圍內的相位差。

【請求項 3】如請求項 1 的反射型空白光罩，其中該吸
收層具有在 230 度以上 260 度以下的範圍內的相位差。

【請求項 4】如請求項 1 至 3 中任一項的反射型空白光
罩，其中該吸收層係對 EUV 光的折射率 n 小於 0.92。

【請求項 5】如請求項 1 至 3 中任一項的反射型空白光
罩，其中該吸收層係由包含 Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、
Pt、Au、Os、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的
材料構成。

【請求項 6】如請求項 1 至 3 中任一項的反射型空白光
罩，其中該吸收層係對 EUV 光的反射率在 2% 以上 20%
以下的範圍內。

【請求項 7】如請求項 1 至 3 中任一項的反射型空白光
罩，其中該吸收層係由包含 Pt、Au、Ir、及 Re 當中的
至少一種以上的元素的材料構成。

【請求項 8】如請求項 1 至 3 中任一項的反射型空白光罩，其中該吸收層進一步包含 Mo、W、Nb、Hg、Fe、Ta、V、Bi、Ti、Zr、Hf、C、B、Be、及 Al 當中的至少一種以上的元素。

【請求項 9】一種反射型光罩，其特徵為具備：

基板；

形成在該基板上的具有多層膜構造的反射 EUV 光的反射層；

形成在該反射層上並保護該反射層的保護層；和

形成在該保護層上並形成有圖案的吸收 EUV 光的吸收圖案層，

該吸收圖案層具有在 200 度以上 280 度以下的範圍內的相位差，且對 EUV 光的折射率 n 小於 0.93。

【請求項 10】如請求項 9 的反射型光罩，其中該吸收圖案層具有在 215 度以上 270 度以下的範圍內的相位差。

【請求項 11】如請求項 9 的反射型光罩，其中該吸收圖案層具有在 230 度以上 260 度以下的範圍內的相位差。

【請求項 12】如請求項 9 至 11 中任一項的反射型光罩，其中該吸收圖案層係對 EUV 光的折射率 n 小於 0.92。

【請求項 13】如請求項 9 至 11 中任一項的反射型光罩，其中該吸收圖案層係由包含 Ru、Rh、Mo、Pd、Ag、Pt、Au、Os、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

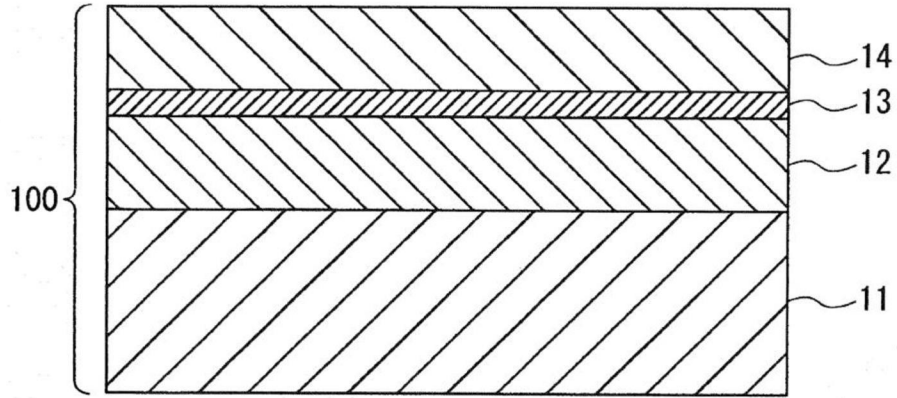
【請求項 14】如請求項 9 至 11 中任一項的反射型光罩，其中該吸收圖案層係對 EUV 光的反射率在 2% 以上 20%

以下的範圍內。

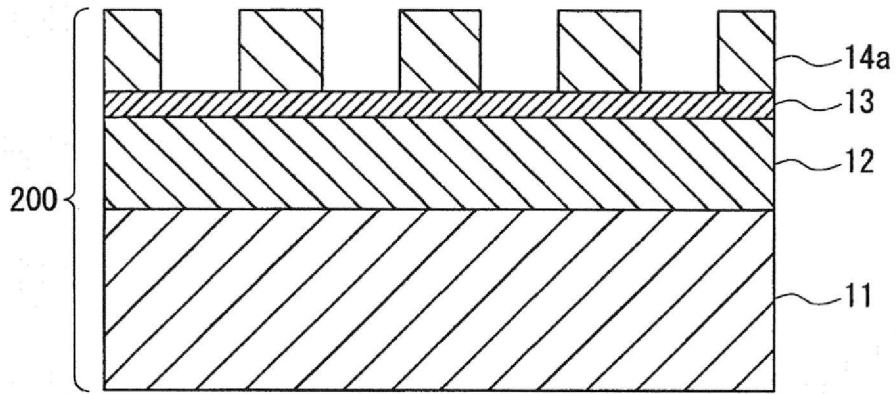
【請求項 15】如請求項 9 至 11 中任一項的反射型光罩，其中該吸收圖案層係由包含 Pt、Au、Ir、及 Re 當中的至少一種以上的元素的材料構成。

【請求項 16】如請求項 9 至 11 中任一項的反射型光罩，其中該吸收圖案層進一步包含 Mo、W、Nb、Hg、Fe、Ta、V、Bi、Ti、Zr、Hf、C、B、Be、及 Al 當中的至少一種以上的元素。

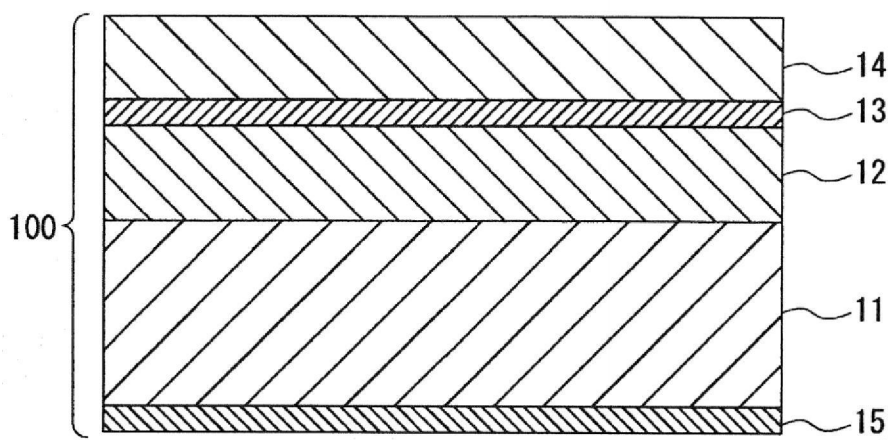
【發明圖式】



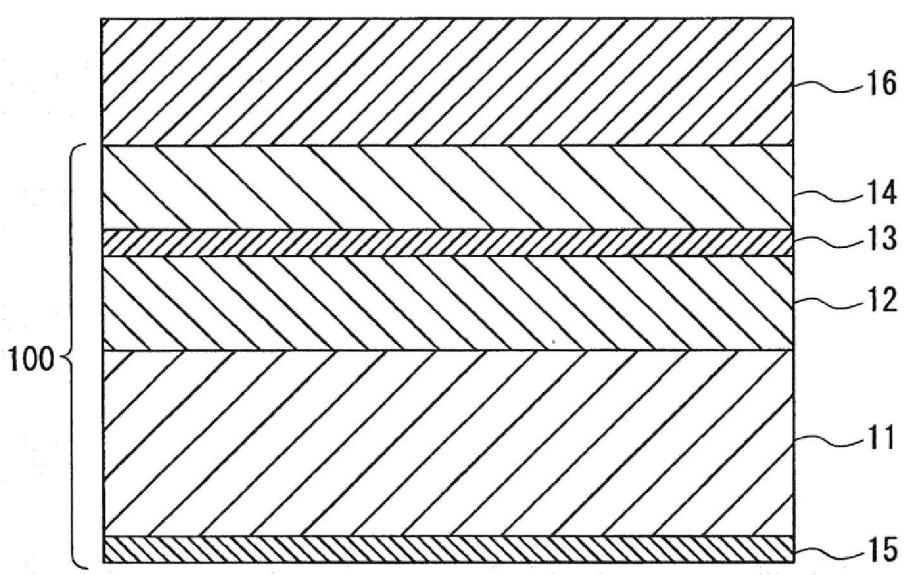
【圖 1】



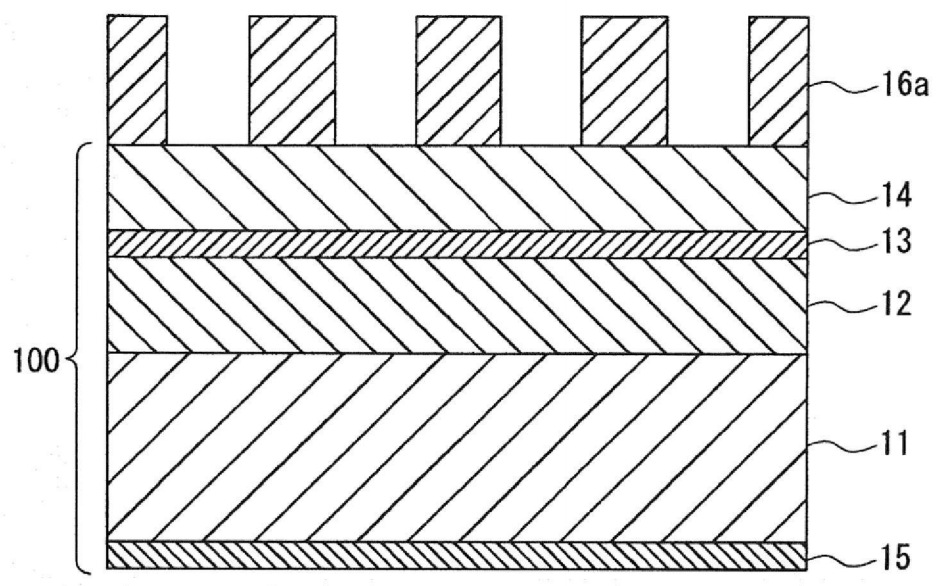
【圖 2】



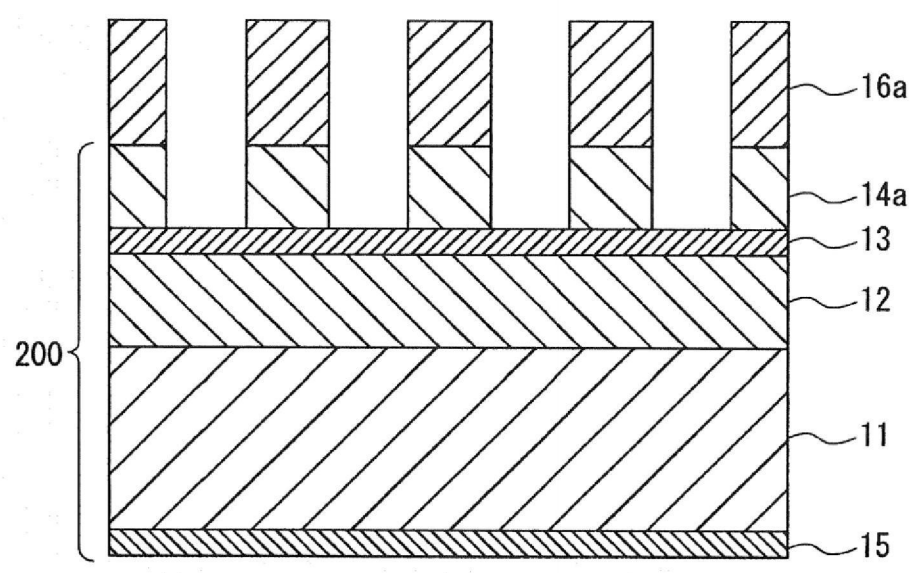
【圖 4】



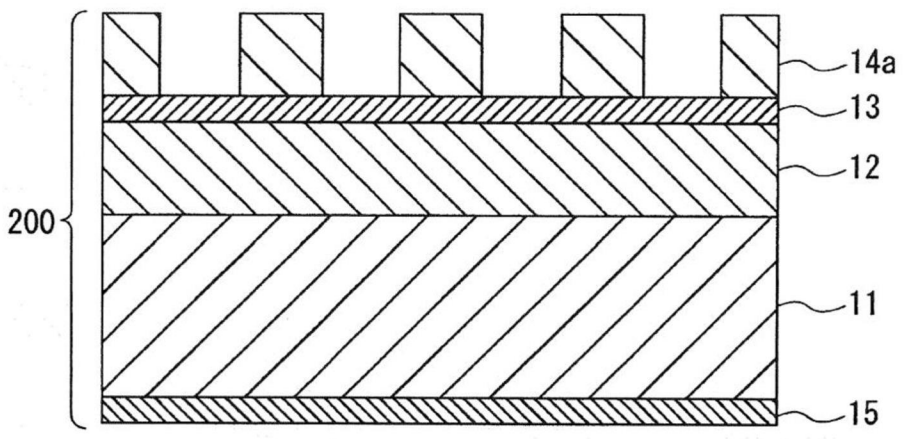
【圖 5】



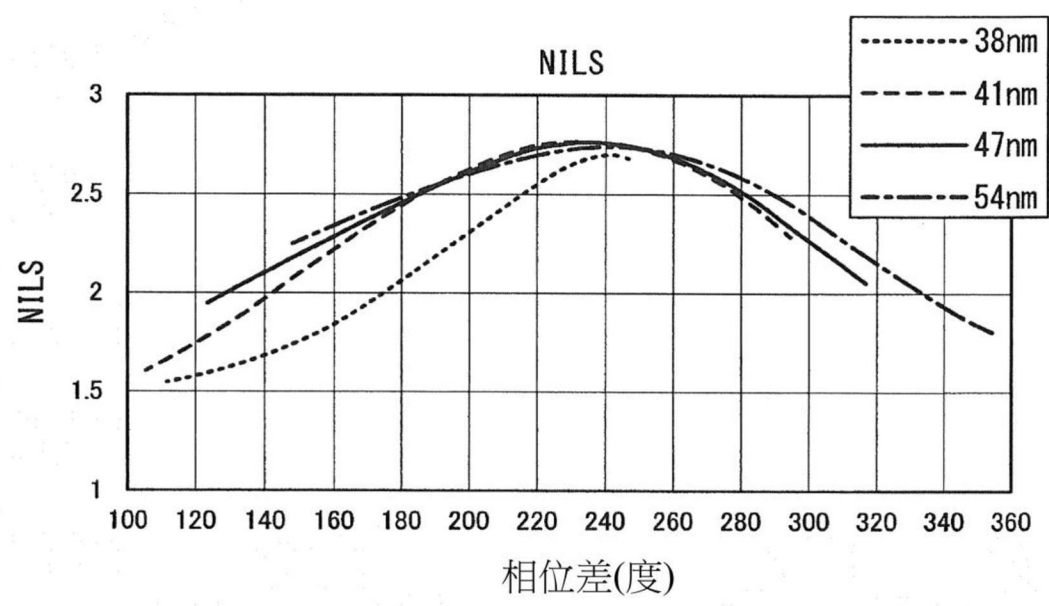
【圖 6】



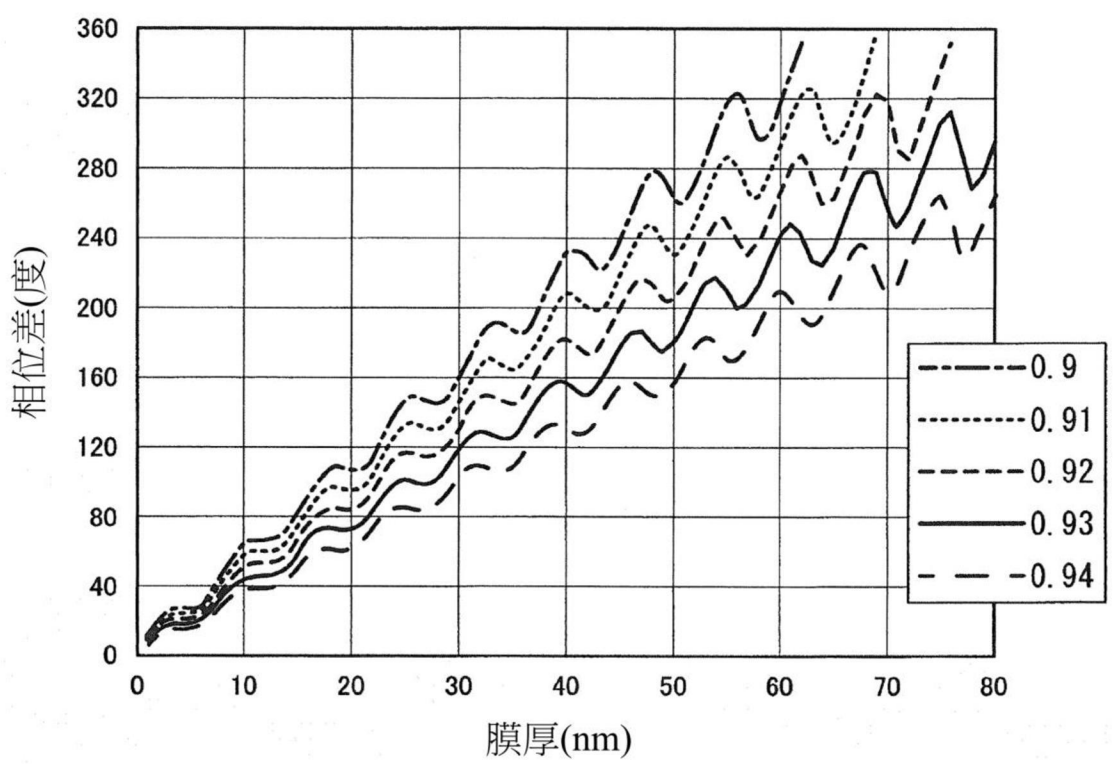
【圖 7】



【圖 8】



【圖 9】



【圖 10】