



(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 I828372 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：111139214

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 02 日

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

G03F1/60 (2012.01)

G03F1/62 (2012.01)

G02B1/00 (2006.01)

(30)優先權：2017/03/03 日本

2017-040043

2017/05/31 日本

2017-107394

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

日本

(72)發明人：池邊洋平 IKEBE, YOHEI(JP)；笑喜勉 SHOKI, TSUTOMU(JP)；尾上貴弘 ONOUE,

TAKAHIRO (JP)；小坂井弘文 KOZAKAI, HIROFUMI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW I526774B

TW 201122721A

WO 2015/098400A1

審查人員：蔡宏鑫

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 48 頁

(54)名稱

反射型光罩基底、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

(57)摘要

本發明提供一種具有相位差及反射率之膜厚依存性較小之相位偏移膜之反射型光罩基底及反射型光罩。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：上述相位偏移膜係以上述相位偏移膜表面之反射率超過 3% 且為 20% 以下，且具有特定之 170 度～190 度之相位差之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成而成，將滿足 $k > \alpha * n + \beta$ 之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群 A，將滿足 $k < \alpha * n + \beta$ 之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群 B，上述合金係分別自上述群 A 與上述群 B 中選擇一種以上之金屬元素，以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之上述相位差之變化量為 ± 2 度之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式調整組成比(其中， α ：比例常數， β ：常數)。



I828372

【發明摘要】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

【中文】

本發明提供一種具有相位差及反射率之膜厚依存性較小之相位偏移膜之反射型光罩基底及反射型光罩。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：上述相位偏移膜係以上述相位偏移膜表面之反射率超過3%且為20%以下，且具有特定之170度～190度之相位差之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成而成，將滿足 $k > \alpha * n + \beta$ 之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群A，將滿足 $k < \alpha * n + \beta$ 之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群B，上述合金係分別自上述群A與上述群B中選擇一種以上之金屬元素，以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之上述相位差之變化量為 ± 2 度之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式調整組成比(其中， α ：比例常數， β ：常數)。

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

【技術領域】

本發明係關於一種作為用以製造用於半導體裝置之製造等之曝光用光罩之原版之反射型光罩基底及反射型光罩、以及使用上述反射型光罩之半導體裝置之製造方法。

【先前技術】

半導體裝置之製造中之曝光裝置之光源之種類如波長436 nm之g光線、波長365 nm之i光線、波長248 nm之KrF雷射、及波長193 nm之ArF雷射般，一面緩慢地縮短波長一面不斷進化。為實現更微細之圖案轉印，提出有使用光源之波長為13.5 nm附近之極紫外線(EUV：Extreme Ultra Violet)之EUV微影法。於EUV微影法中，由於對EUV光之材料間之吸收率之差較小等，故而使用反射型光罩。作為反射型光罩，例如提出有於基板上形成反射曝光之光之多層反射膜，且於用以保護該多層反射膜之保護膜上呈圖案狀地形成吸收曝光之光之相位偏移膜之構成。入射至搭載於曝光機(圖案轉印裝置)之反射型光罩之光於有相位偏移膜圖案之部分被吸收，於無相位偏移膜圖案之部分被多層反射膜反射。其結果為，對應於光罩圖案之光學影像藉由反射光學系統轉印於半導體基板上。入射至相位偏移膜圖案之曝光之光之一部分與被多層反射膜反射之光具有約180度之相位差而被反射(相位偏移)。其結果為，可獲得對比度(解像度)。

與此種EUV微影法用反射型光罩及用以製作其之光罩基底相關之技術由專利文獻1～3等揭示。

於專利文獻1中，記載有為將半色調光罩之原理應用於EUV曝光而提高轉印解像性，於以折射率及消光係數為座標軸之平面座標所示之圖2中，自由方框包圍之區域選擇包含單層膜之半色調膜(相位偏移膜)之材料。作為具體之單層膜之材料，記載有TaMo(組成比1：1)。

於專利文獻2中，記載有為使半色調型EUV光罩具有反射率之選擇性之自由度及高耐清潔性，且降低投影效應(陰影效應)，而將半色調膜之材料設為Ta與Ru之化合物，且規定其組成範圍。

於專利文獻3中，記載有為使半色調型EUV光罩具有反射率之選擇性之自由度及高耐清潔性，且提高蝕刻加工精度，而使半色調膜之材料具有Ta及Nb，且將Ta：Nb之組成比設為大致4：1～大致1：2之組成範圍。

此處，所謂陰影效應，係指如下現象。例如，於使用反射型光罩之曝光裝置中，以入射光與反射光之光軸不重疊之方式使光自相對於光罩垂直之方向稍微傾斜而入射。若光罩之相位偏移膜圖案具有厚度，則因光之入射方向之傾斜，而產生基於相位偏移膜圖案之厚度之陰影。將與該陰影相應地轉印圖案之尺寸發生變化之現象稱為陰影效應。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開2006-228766號公報

[專利文獻2]日本專利第5233321號

[專利文獻3]日本專利第5266988號

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

反射型光罩之相位偏移膜係以相位偏移膜圖案上之反射率成為3%～

20%之方式設計以提高利用相位偏移效果獲得之解像性。此處，所謂相位偏移膜圖案上之反射率，係將自無相位偏移膜圖案之部分之多層反射膜(包含附保護膜之多層反射膜)反射之EUV光設為反射率100%時之自相位偏移膜圖案反射之EUV光之反射率。

又，以入射至相位偏移膜圖案之曝光之光之一部分被多層反射膜反射之EUV光、與被無相位偏移膜圖案之部分之多層反射膜反射之EUV光之相位差為約180度之方式設計。

另一方面，為最大限度地發揮反射型光罩之相位偏移效果，進而防止使用反射型光罩轉印之轉印圖案之圖案錯誤，要求將複數片反射型光罩基底間之相位偏移膜之相位差偏差相對於特定之相位差(例如180度)而控制於特定之相位差偏差(例如 ± 2 度)之範圍內。又，與相位差偏差同時，要求將反射率偏差相對於相位偏移膜之特定之反射率(例如6%)而控制於特定之反射率偏差(例如 $\pm 0.2\%$)之範圍內。

但是，製造複數片反射型光罩基底時之相位偏移膜之膜厚變動無法避免。因此，難以穩定地製造相對於特定之相位差(例如180度)而具有所需之相位差特性(例如相位差偏差為 ± 2 度之範圍)之反射型光罩基底。又，獲得與相位差特性同時，相對於特定之反射率(例如6%)而具有所需之反射率特性(例如反射率偏差為 $\pm 0.2\%$ 之範圍)之反射型光罩基底更加困難。

因此，本發明之目的在於提供一種反射型光罩基底，其於連續地製造複數片反射型光罩基底時，可穩定地製造即使相位偏移膜之膜厚相對於設計值稍微變動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型光罩。

[解決問題之技術手段]

本發明者等人發現於連續地製造複數片反射型光罩基底時，即使相位偏移膜之膜厚相對於設計值稍微變動(例如相對於設計膜厚為 $\pm 0.5\%$ 之範圍之變動)，亦成為所需之相位差特性(例如複數片反射型光罩基底之相位差偏差為 $180^\circ \pm 2^\circ$ 之範圍)及所需之反射率特性(例如複數片反射型光罩基底之反射率偏差為 $6\% \pm 0.2\%$ 之範圍)之最佳條件。又，本發明者等人發現：作為最佳條件，構成反射型光罩基底之相位偏移膜之折射率與消光係數呈點狀地存在，從而完成本發明。

為解決上述問題，本發明具有下述構成。本發明係下述之構成1～10之反射型光罩基底、下述之構成11之反射型光罩、及下述之構成12之半導體裝置之製造方法。

(構成1)

一種反射型光罩基底，其特徵在於：其係具備形成於基板上之多層反射膜、及形成於上述多層反射膜上之相位偏移膜者；

上述相位偏移膜係以相對於自上述相位偏移膜形成前之上述多層反射膜之反射光而言的上述相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過3%且未達20%，且具有 $170^\circ \sim 190^\circ$ 之相位差之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成而成；

將EUV光之波長下之折射率設為 n ，將消光係數設為 k 時，

將滿足下述式(1)之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群A，將滿足下述式(2)之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群B，

上述合金係分別自上述群A與上述群B中選擇一種以上之金屬元素，以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之上述相位差之變化量為 $\pm 2^\circ$ 之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式調整

組成比。

$$k > \alpha * n + \beta \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式(1)}$$

$$k < \alpha * n + \beta \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式(2)}$$

(其中， α ：比例常數， β ：常數)

根據本發明之構成1，可提供一種反射型光罩基底，其於連續地製造複數片反射型光罩基底時，可穩定地製造即使相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚稍微變動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型光罩基底。

(構成2)

本發明之構成2係如構成1之反射型光罩基底，其特徵在於：上述相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過5%且為10%以下，

上述式(1)及式(2)中之 α 為-0.303， β 為0.309。

根據本發明之構成2，可提供一種反射型光罩基底，其於連續地製造複數片相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過5%且為10%以下之反射型光罩基底時，可穩定地製造即使相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚稍微變動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型光罩基底。

(構成3)

本發明之構成3係如構成1之反射型光罩基底，其特徵在於：上述相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過3%且為5%以下，

上述式(1)及式(2)中之 α 為-0.331， β 為0.339。

根據本發明之構成3，可提供一種反射型光罩基底，其於連續地製造複數片相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過3%且為5%以下之反射型光罩基底時，可穩定地製造即使相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚稍微變動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型光罩基底。

動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型光罩基底。

(構成4)

本發明之構成4係如構成1之反射型光罩基底，其特徵在於：上述相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過10%且為20%以下，

上述式(1)及式(2)中之 α 為-0.192， β 為0.194。

根據本發明之構成4，可提供一種反射型光罩基底，其於連續地製造複數片相位偏移膜表面之對EUV光之反射率超過10%且為20%以下之反射型光罩基底時，可穩定地製造即使相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚稍微變動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型光罩基底。

(構成5)

一種反射型光罩基底，其特徵在於：其係具備形成於基板上之多層反射膜、及形成於上述多層反射膜上之相位偏移膜者；

上述相位偏移膜係以相對於自上述相位偏移膜形成前之上述多層反射膜之反射光而言的上述相位偏移膜表面之對EUV光之反射率 R_0 為4%、6%或12%，且相位差 θ_0 成為180度之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成而成；

上述合金係以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之相位差 θ 之許可範圍為 $\theta_0 - 5\text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 5\text{度}$ ，且反射率 R 之許可範圍成為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 之方式具有EUV光之波長下之折射率 n 及消光係數 k ，且調整組成比。

根據本發明之構成5，可提供一種反射型光罩基底，其於連續地製造複數片反射型光罩基底時，可穩定地製造即使相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚稍微變動，亦具有所需之相位差特性及所需之反射率特性之反射型

光罩基底。

(構成6)

本發明之構成6係如構成5之反射型光罩基底，其特徵在於：上述合金具有包含於0.877~0.881之範圍內之折射率、及包含於0.046~0.052之範圍內之消光係數。

(構成7)

本發明之構成7係如構成5之反射型光罩基底，其特徵在於：上述合金具有包含於0.901~0.907之範圍內之折射率、及包含於0.035~0.041之範圍內之消光係數。

本發明之構成6或7之反射型光罩基底藉由設為使折射率及消光係數包含於特定範圍內之構成，可容易地獲得僅改變膜厚便可對應複數個反射率之反射率之自由度較高之相位偏移膜。

(構成8)

本發明之構成8係如構成1至7中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述合金為含有3種以上之金屬元素之多元系合金。

本發明之構成8之反射型光罩基底藉由將相位偏移膜設為含有3種以上之金屬元素之多元系合金，可容易地獲得具備用以形成所需之相位差特性及所需之反射率特性之最佳之折射率與消光係數之相位偏移膜。

(構成9)

本發明之構成9係如構成1至8中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述相位偏移膜之膜厚為25 nm以上且70 nm以下。

本發明之構成9之反射型光罩基底藉由使相位偏移膜之膜厚為25 nm以上且70 nm以下，可減少投影效應(陰影效應)。

(構成10)

本發明之構成10係如構成1至9中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述多層反射膜之上述相位偏移膜側之最上層具備保護膜。

本發明之構成10之反射型光罩基底藉由使多層反射膜之上述相位偏移膜側之最上層具備保護膜，可抑制使用反射型光罩基底製造反射型光罩時之對多層反射膜表面之損傷。因此，反射型光罩之對EUV光之反射特性變得良好。

(構成11)

本發明之構成11係一種反射型光罩，其特徵在於具有將如構成1至10中任一項之反射型光罩基底之上述相位偏移膜圖案化而成之相位偏移膜圖案。

本發明之構成11之反射型光罩係使用上述反射型光罩基底製造，因此可獲得具有具備所需之相位差特性及所需之反射率特性之相位偏移膜圖案之反射型光罩。

(構成12)

一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於包含使用如構成11之反射型光罩於半導體基板上形成圖案之圖案形成步驟。

根據本發明之構成12之半導體裝置之製造方法，可使用具有具備所需之相位差特性及所需之反射率特性之相位偏移膜圖案之反射型光罩，因此可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

[發明之效果]

根據本發明，於連續地製造複數片反射型光罩基底時，可穩定地提供即使相位偏移膜之膜厚相對於設計值稍微變動，亦具有所需之相位差特

性及所需之反射率特性之反射型光罩基底。

又，藉由使用本發明之反射型光罩基底，可獲得具有具備所需之相位差特性及所需之反射率特性之相位偏移膜圖案之反射型光罩。

又，根據本發明之半導體裝置之製造方法，可使用具有具備所需之相位差特性及所需之反射率特性之相位偏移膜圖案之反射型光罩，因此可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

【圖式簡單說明】

圖1係用以說明本發明之實施形態之EUV微影法用反射型光罩基底之概略構成的剖視圖。

圖2係表示用以說明本發明之第1實施形態之於EUV光(波長13.5 nm)下之金屬材料之折射率 n 與消光係數 k 之特性的圖表。

圖3係表示用以說明本發明之第1實施形態之於EUV光(波長13.5 nm)下之金屬材料之折射率 n 與消光係數 k 之特性的圖表。

圖4係表示用以說明本發明之第1實施形態之滿足EUV光(波長13.5 nm)下之反射率為6%之情形時之特定之相位差特性及反射率特性之合金之折射率 n 與消光係數 k 之特性的圖表。

圖5係表示用以說明本發明之第1實施形態之滿足EUV光(波長13.5 nm)下之反射率為4%之情形時之特定之相位差特性及反射率特性之合金之折射率 n 與消光係數 k 之特性的圖表。

圖6係表示用以說明本發明之第1實施形態之滿足EUV光(波長13.5 nm)下之反射率為20%之情形時之特定之相位差特性及反射率特性之合金之折射率 n 與消光係數 k 之特性的圖表。

圖7係表示用以說明本發明之第2實施形態之滿足EUV光(波長13.5

nm)下之反射率為4%、6%及12%之情形時之特定之相位差特性及反射率特性之折射率 n 與消光係數 k 之範圍的圖表。

圖8係表示用以說明本發明之第3實施形態之滿足圖7之重疊部分之折射率 n 與消光係數 k 之範圍的圖表。

【實施方式】

以下，一面參照圖式一面具體地對本發明之實施形態進行說明。再者，以下實施形態係將本發明具體化時之形態，並非將本發明限定於其範圍內者。

[第1實施形態]

圖1表示作為本發明之第1實施形態之反射型光罩基底10之剖面模式圖。本實施形態之反射型光罩基底10依序於基板12上形成多層反射膜13、及使EUV光之相位偏移之相位偏移膜15。再者，於下述之本發明之第2及第3實施形態中，亦可使用圖1所示之構成之EUV微影法用反射型光罩基底10。

本發明之第1實施形態之反射型光罩基底10之相位偏移膜15係以相位偏移膜15之表面之對EUV光(波長：13.5 nm)之反射率超過3%且未達20%，且相對於自多層反射膜13之反射光而具有170度～190度之相位差之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成。

而且，構成相位偏移膜15之合金係以相位差及反射率之變化量相對於特定之膜厚變動成為特定之範圍之方式選擇。即，首先，將EUV光之波長(波長：13.5 nm)下之折射率設為 n ，將消光係數設為 k 時，將滿足下述式(1)之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群A，將滿足下述式(2)之折射率 n 、消光係數 k 之金屬元素群設為群B，合金係分別自群A與群B中

選擇一種以上之金屬元素。群A之金屬元素與群B之金屬元素之組成比係以相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之相位差之變化量為 ± 2 度之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式進行調整。再者，所謂相位差之變化量為 ± 2 度之範圍，係意指將目標相位差設為 θ_0 時，相位差 θ 以 $\theta_0 - 2 \text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 2 \text{度}$ 之範圍表示。又，所謂反射率之變化量為 $\pm 0.2\%$ 之範圍，係意指將目標反射率設為 R_0 時，反射率 R 以 $R_0 - 0.2\% \leq R \leq R_0 + 0.2\%$ 之範圍表示。再者，於本說明書中，「 $*$ 」係乘法之記號。

$$k > \alpha * n + \beta \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式(1)}$$

$$k < \alpha * n + \beta \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式(2)}$$

(其中， α ：比例常數， β ：常數)

圖2係表示EUV光(波長13.5 nm)下之金屬材料之折射率 n 與消光係數 k 之關係之圖表。

構成本發明之相位偏移膜15之合金之組成比係以下述方式進行調整。首先，根據相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率，適當地設定 α 、 β 。分別自作為滿足上述式(1)、及式(2)之關係式之金屬元素群之群A、及群B中選擇一種以上之金屬元素。以相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之上述相位差之變化量成為 ± 2 度之範圍及反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式調整金屬元素之組成比。

於圖2中，對相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時，相位偏移膜15之相位差之變化量成為 ± 2 度之範圍及反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之複數種合金材料(合金A、合金B、合金C、合金D、及合金E)之折射率與消光係數進行繪圖。下述式(3)係通過該等複數種合金

材料(合金A、合金B、合金C、合金D、及合金E)之近似直線。

$$k = \alpha * n + \beta \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式(3)}$$

於圖2中，作為屬於滿足式(1)($k > \alpha * n + \beta$)之群A之金屬元素，可列舉Pd、Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、V、Ni、Hf、Fe、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、及Al。作為屬於滿足式(2)($k < \alpha * n + \beta$)之群B之金屬元素，可列舉Rh、Ru、Mo、Nb、Ti、Zr、Y、及Si。

並且，例如於二元系合金之情形時，合金A選擇屬於群A之Pd，並選擇屬於群B之Mo，藉此可製成PdMo合金(二元系合金)。該PdMo合金具有滿足折射率 n_A 及消光係數 k_A 之合金A之組成比。

於將相位偏移膜15設為包含含有複數種金屬元素之多元系合金之材料之情形時，自群A選擇複數種元素，自群B選擇複數種元素，並調整包含所選擇之該等元素之合金之組成比，藉此可製成滿足折射率 n_A 及消光係數 k_A 之合金A、滿足折射率 n_B 及消光係數 k_B 之合金B、滿足折射率 n_C 及消光係數 k_C 之合金C、或滿足折射率 n_D 及消光係數 k_D 之合金D。

圖3表示可用作本發明之相位偏移膜15之材料之多元系合金包含三元系合金之材料之情形。作為於相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時，相位偏移膜15之相位差之變化量成為 ± 2 度之範圍及反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之三元系合金，例如可藉由選擇屬於群A之Pd與Ta，並選擇屬於群B之Mo，製成TaPdMo合金(三元系合金)。TaPdMo合金可藉由調整其組成比，製成上述合金A、合金B、合金C、或合金D。

<反射型光罩基底10之構成及其製造方法>

圖1表示用以說明本發明之第1實施形態之EUV微影法用反射型光罩基底10之構成的剖面模式圖。使用圖1，對本發明之反射型光罩基底10進

行說明。

如圖1所示，反射型光罩基底10具備具有背面導電膜11之基板12、多層反射膜13、保護膜14、及相位偏移膜15。基板12具有形成於基板12之背面側之主表面上之靜電吸附用背面導電膜11。多層反射膜13形成於基板12之主表面(與形成有背面導電膜11之側為相反側之主表面)上，反射作為曝光之光之EUV光。於該多層反射膜13之最上層形成保護膜14。為保護多層反射膜13，保護膜14由以鈦(Ru)為主成分之材料形成。相位偏移膜15形成於保護膜14上。相位偏移膜15吸收EUV光並且反射一部分之EUV光，使其相位偏移。

於本說明書中，例如「形成於基板12之主表面上之多層反射膜13」之記載除意指多層反射膜13與基板12之表面相接而配置之情況以外，亦包含意指於基板12與多層反射膜13之間具有其他膜之情況。其他膜亦相同。又，於本說明書中，例如所謂「膜A相接於膜B上而配置」，係意指於膜A與膜B之間不介隔其他膜，膜A與膜B以直接相接之方式配置。

以下說明基板12及各層之構成。

為防止因EUV光之曝光時之熱引起之吸收體膜圖案之變形，作為基板12，較佳地使用具有 0 ± 5 ppb/ $^{\circ}\text{C}$ 之範圍內之低熱膨脹係數者。作為具有該範圍之低熱膨脹係數之素材，例如可使用 SiO_2 - TiO_2 系玻璃、或多成分系玻璃陶瓷等。

基板12之兩個主表面中，形成成為反射型光罩之轉印圖案之相位偏移膜15之側之主表面就至少獲得圖案轉印精度、位置精度之觀點而言，以成為高平坦度之方式進行表面加工。於EUV曝光之情形時，較佳為於基板12之形成轉印圖案之側之主表面之 $132\text{ mm}\times 132\text{ mm}$ 之區域，平坦度為0.1

μm 以下，進而較佳為 $0.05\ \mu\text{m}$ 以下，尤佳為 $0.03\ \mu\text{m}$ 以下。又，基板12之兩個主表面中，與形成相位偏移膜15之側為相反側之主表面係形成安裝於曝光裝置時用以進行靜電吸附之背面導電膜11之表面。形成背面導電膜11之表面之平坦度於 $142\ \text{mm} \times 142\ \text{mm}$ 之區域，較佳為 $1\ \mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $0.5\ \mu\text{m}$ 以下，尤佳為 $0.3\ \mu\text{m}$ 以下。

再者，於本說明書中，平坦度係表示TIR(Total Indicated Reading，總指示讀數)所示之表面之翹曲(變形量)之值。該值係以基板12之表面為基準，將利用最小平方法決定之平面設為焦平面，位於該焦平面上方之基板12之表面之最高位置、與位於焦平面下方之基板12之表面之最低位置之高低差之絕對值。

又，於EUV曝光之情形時，作為基板12所要求之表面平滑度，較佳為基板12之形成成為轉印圖案之相位偏移膜15之側之主表面之表面粗糙度以均方根粗糙度(RMS，Root Mean Square)計為 $0.1\ \text{nm}$ 以下。再者，表面平滑度可利用原子力顯微鏡(AFM，Atomic Force Microscope)進行測定。

進而，基板12較佳為具有高剛性者，以防止因形成於其上之膜(多層反射膜13等)之膜應力引起之變形。尤其是基板12較佳為具有 $65\ \text{GPa}$ 以上之高楊氏模數者。

多層反射膜13於EUV微影法用反射型光罩中，具有反射EUV光之功能。多層反射膜13係週期性地積層折射率不同之元素而成之多層膜。

一般而言，使用作為高折射率材料之輕元素或其化合物之薄膜(高折射率層)、與作為低折射率材料之重元素或其化合物之薄膜(低折射率層)交替積層40~60個週期左右而成之多層膜作為多層反射膜13。多層膜可

具有以自基板12側依序積層有高折射率層與低折射率層之高折射率層/低折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期而成之構造。又，多層膜可具有以自基板12側依序積層有低折射率層與高折射率層之低折射率層/高折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期而成之構造。再者，多層反射膜13之最表面之層，即多層反射膜13之與基板12為相反側之表面層較佳為設為高折射率層。於上述多層膜中，於以自基板12依序積層有高折射率層與低折射率層之高折射率層/低折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期之情形時，最上層成為低折射率層。因此，較佳為於最上層之低折射率層上進而形成高折射率層而製成多層反射膜13。

於本發明之反射型光罩基底10中，作為高折射率層，可採用包含Si之層。作為包含Si之材料，除Si單質以外，亦可為於Si中包含B、C、N、及/或O之Si化合物。藉由使用包含Si之層作為高折射率層，可獲得EUV光之反射率優異之EUV微影法用反射型光罩。又，於本發明之反射型光罩基底10中，作為基板12，較佳地使用玻璃基板。Si於與玻璃基板之密接性方面亦優異。又，作為低折射率層，使用選自Mo、Ru、Rh、及Pt中之金屬單質、以及該等之合金。例如作為對波長13~14 nm之EUV光之多層反射膜13，較佳為使用將Mo膜與Si膜交替積層例如40~60個週期左右而成之Mo/Si週期積層膜。再者，亦可利用矽(Si)形成作為多層反射膜13之最上層之高折射率層，且於該最上層(Si)與保護膜14之間形成包含矽及氧之矽氧化物層。藉此，可提高光罩耐清潔性(相位偏移膜圖案之膜剝離耐性)。

此種多層反射膜13單獨之反射率例如較佳為65%以上，上限通常為73%。再者，多層反射膜13之各構成層之膜厚及週期數係以滿足曝光波長之布勒格定律之方式適當選擇。於多層反射膜13中，分別存在複數個高折

射率層及低折射率層。可並非所有高折射率層為相同膜厚。又，可並非所有低折射率層為相同膜厚。又，多層反射膜13之最表面之Si層之膜厚可於不使反射率降低之範圍內進行調整。最表面之Si(高折射率層)之膜厚例如可設為3~10 nm。

多層反射膜13之形成方法於該技術領域中公知。例如可藉由利用離子束濺鍍法，使多層反射膜13之各層成膜而形成。於上述之Mo/Si週期多層膜之情形時，例如藉由離子束濺鍍法，首先使用Si靶使膜厚4 nm左右之Si膜於基板12上成膜，其後使用Mo靶，使膜厚3 nm左右之Mo膜成膜。將Si膜及Mo膜之成膜設為1個週期，整體積層40~60個週期，而形成多層反射膜13(最上層設為Si層)。

本發明之反射型光罩基底10較佳為於相位偏移膜15側之多層反射膜13之最上層具有保護膜14。

如圖1所示，為保護多層反射膜13免於受到下述反射型光罩之製造步驟中之乾式蝕刻或清潔液之傷害，保護膜14形成於多層反射膜13上。保護膜14例如由包含Ru(鈮)作為主成分之材料(主成分：50原子%以上)構成。包含Ru作為主成分之材料可為Ru金屬單質、於Ru中含有Nb、Zr、Y、B、Ti、La、Mo、Co、及/或Re等金屬之Ru合金、或於該等材料中包含N(氮)之材料。又，可將保護膜14設為3層以上之積層構造。於該情形時，可將保護膜14之最下層與最上層設為包含含有上述Ru之物質之層，於最下層與最上層之間介置Ru以外之金屬、或合金。

保護膜14之膜厚只要可實現作為保護膜14之功能，則並無特別限制。就EUV光之反射率之觀點而言，保護膜14之膜厚較佳為1.5~8.0 nm，更佳為1.8~6.0 nm。

作為保護膜14之形成方法，並無特別限制，可採用公知之成膜方法。作為保護膜14之形成方法之具體例，可列舉濺鍍法及離子束濺鍍法。

如圖1所示，本發明之第1實施形態之反射型光罩基底10於多層反射膜13上包含相位偏移膜15。相位偏移膜15可相接於多層反射膜13上而形成。又，於在多層反射膜13之最上層形成有保護膜14之情形時，可相接於保護膜14上而形成。

構成本發明之相位偏移膜15之合金根據相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率，適當設定 α 、 β 。分別自作為滿足上述式(1)($k > \alpha * n + \beta$ ， α ：比例常數， β ：常數)、及式(2)($k < \alpha * n + \beta$ ， α ：比例常數， β ：常數)之關係式之金屬元素群之群A、及群B中選擇一種以上之金屬元素。以相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之上述相位差之變化量為 ± 2 度之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式調整金屬元素之組成比。

以下，分成相位偏移膜15之對EUV光之反射率(i)超過5%且為10%以下、(ii)超過3%且為5%以下、及(iii)超過10%且為20%以下之三個情形進行說明。

(i)相位偏移膜15之對EUV光之反射率超過5%且為10%以下之情形
於相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率超過5%且為10%以下之情形時，式(1)、式(2)成為

$k > -0.303 * n + 0.309 \dots \dots \dots$ 式(1)

$k < -0.303 * n + 0.309 \dots \dots \dots$ 式(2)

。作為屬於滿足式(1)($k > -0.303 * n + 0.309$)之群A之金屬元素，可列舉Pd、Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、V、Ni、Fe、

Hf、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、及Al。作為屬於滿足式(2)($k < -0.303 * n + 0.309$)之群B之金屬元素，可列舉Rh、Ru、Mo、Nb、Ti、Zr、Y、及Si。分別自群A、及群B中選擇一種以上之金屬元素。以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之上述相位差之變化量成為 ± 2 度之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之方式調整金屬元素之組成比。

圖4係用以說明作為滿足相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率為6%之情形之式(1)、及式(2)之關係式之金屬元素群的群A、及群B之圖。

作為於相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時，相位偏移膜15之相位差之變化量成為 ± 2 度之範圍，且反射率之變化量成為 $\pm 0.2\%$ 之範圍之二元系合金，可列舉下述合金。作為折射率為0.883、消光係數為0.042之合金A_{6%}，可列舉PdMo合金、PdNb合金、PdZr合金。作為折射率為0.905、消光係數為0.035之合金B_{6%}，可列舉RhTa合金、RuNi合金。作為折射率為0.921、消光係數為0.031之合金C_{6%}，可列舉TaRu合金、CrRu合金。作為折射率為0.932、消光係數為0.027之合金D_{6%}，可列舉MoTa合金、WNb合金。作為折射率為0.940、消光係數為0.024之合金E_{6%}，可列舉TaNb合金、NiNb合金。

作為三元系合金，藉由製成TaPdMo合金、或NiPdMo合金，可製成合金A_{6%}、合金B_{6%}、合金C_{6%}、或合金D_{6%}。

再者，藉由將上述合金A_{6%}、合金B_{6%}、合金C_{6%}、合金D_{6%}、及合金E_{6%}之膜厚分別設為28.2 nm、35.0 nm、41.5 nm、48.2 nm、及55.1 nm，可將相位偏移膜15之相位差設為約180度，將反射率設為約6%。

(ii)相位偏移膜15之對EUV光之反射率超過3%且為5%以下之情形

於相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率超過3%且為5%以下之情形時，式(1)、式(2)成為

$$k > -0.331 * n + 0.339 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \text{式(1)}$$

$$k < -0.331 * n + 0.339 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \text{式(2)}$$

。作為屬於滿足式(1)($k > -0.331 * n + 0.339$)之群A之金屬元素，可列舉Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、Ni、Hf、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、及Al。作為屬於滿足式(2)($k < -0.331 * n + 0.339$)之群B之金屬元素，可列舉Pd、Rh、Ru、Mo、Nb、V、Ti、Zr、Y、及Si。分別自群A、及群B中選擇一種以上之金屬元素，以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生±0.5%變動時之上述相位差之變化量成為±2度之範圍，且反射率之變化量成為±0.2%之範圍之方式調整金屬元素之組成比。

圖5係用以說明作為滿足相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率為4%之情形之式(1)、式(2)之關係式之金屬元素群的群A、及群B之圖。

作為於相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生±0.5%變動時，相位偏移膜15之相位差之變化量成為±2度之範圍，且反射率之變化量成為±0.2%之範圍之二元系合金，可列舉下述合金。作為折射率為0.881、消光係數為0.047之合金A_{4%}，可列舉RhAg合金、PdFe合金、PdZn合金。作為折射率為0.905、消光係數為0.040之合金B_{4%}，可列舉RhFe合金、RhZn合金。作為折射率為0.921、消光係數為0.035之合金C_{4%}，可列舉CrRu合金、RhHf合金。作為折射率為0.932、消光係數為0.031之合金D_{4%}，可列舉NbW合金、ZrPt合金。作為折射率為0.940、消光係數為0.028之合金E_{4%}，可列舉CrZr合金、WZr合金、TaNb合金。

再者，藉由將上述合金A_{4%}、合金B_{4%}、合金C_{4%}、合金D_{4%}、及合金

E_{4%}之膜厚分別設為28.4 nm、34.9 nm、41.4 nm、48.1 nm、及55.0 nm，可將相位偏移膜15之相位差設為約180度，將反射率設為約4%。

(iii)相位偏移膜15之對EUV光之反射率超過10%且為20%以下之情形於相位偏移膜15表面之對EUV光之反射率超過10%且為20%以下之情形時，式(1)、式(2)成為

$$k > -0.192 * n + 0.194 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \text{式(1)}$$

$$k < -0.192 * n + 0.194 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad \text{式(2)}$$

。作為屬於滿足式(1)($k > -0.192 * n + 0.194$)之群A之金屬元素，可列舉Rh、Pd、Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、V、Ni、Ti、Hf、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、及Al。作為屬於滿足式(2)($k < -0.192 * n + 0.194$)之群B之金屬元素，可列舉Ru、Mo、Nb、Zr、Y、及Si。分別自群A、及群B中選擇一種以上之金屬元素，以上述相位偏移膜之膜厚相對於設定膜厚發生±0.5%變動時之上述相位差之變化量成為±2度之範圍，且反射率之變化量成為±0.2%之範圍之方式調整金屬元素之組成比。

作為於相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生±0.5%變動時，相位偏移膜15之相位差之變化量成為±2度之範圍，且反射率之變化量成為±0.2%之範圍之二元系合金，可列舉下述合金。作為折射率為0.885、消光係數為0.025之合金A_{20%}，可列舉PdRu合金。作為折射率為0.907、消光係數為0.021之合金B_{20%}，可列舉PdMo合金、RuGe合金。作為折射率為0.922、消光係數為0.018之合金C_{20%}，可列舉MoCo合金。作為折射率為0.932、消光係數為0.016之合金D_{20%}，可列舉WNb合金、MoHf合金。作為折射率為0.940、消光係數為0.014之合金E_{20%}，可列舉HfNb合金、ZnNb合金。

再者，藉由將上述合金A_{20%}、合金B_{20%}、合金C_{20%}、合金D_{20%}、及合金E_{20%}之膜厚分別設為28.2 nm、35.0 nm、41.7 nm、48.6 nm、及55.4 nm，可將相位偏移膜15之相位差設為約180度，將反射率設為約20%。

本發明之相位偏移膜15可於不脫離發明之效果之範圍內含有選自氧、氮、碳、及硼中之至少一種以上。

又，相位偏移膜15之膜厚係以相對於EUV光之相位差成為170度～190度，且反射率超過3%且為20%以下之方式適當設定。就減少投影效應(陰影效應)之觀點而言，相位偏移膜15之膜厚較佳為設為25 nm以上且70 nm以下。較理想為相位偏移膜15之膜厚進而較佳為設為25 nm以上且50 nm以下，進而較佳為設為25 nm以上且40 nm以下。

若相位偏移膜15之表面等不平滑，則有相位偏移膜圖案之邊緣粗糙度變大，圖案之尺寸精度變差之情況。因此，成膜後之相位偏移膜15之表面粗糙度以均方根粗糙度(RMS)計，較佳為0.5 nm以下，更佳為0.4 nm以下，進而較佳為0.3 nm以下。

本發明之反射型光罩基底可於相位偏移膜15上進而形成蝕刻遮罩膜(未圖示)。蝕刻遮罩膜係由對多層反射膜13之最上層具有蝕刻選擇性，且可利用針對相位偏移膜15之蝕刻氣體進行蝕刻(無蝕刻選擇性)之材料形成。蝕刻遮罩膜之形成可藉由DC(Direct Current，直流)濺鍍法及RF(Radio Frequency，射頻)濺鍍法等公知之方法進行。

就確保作為硬質遮罩之功能之觀點而言，蝕刻遮罩膜之膜厚較佳為5 nm以上。若考慮相位偏移膜15之膜厚，則較理想為蝕刻遮罩膜之膜厚為5 nm以上且20 nm以下，較佳為5 nm以上且15 nm以下。

於基板12之背面側(多層反射膜13之形成面之相反側)，如圖1所示，

形成靜電吸附用之背面導電膜11。靜電吸附用之背面導電膜11所要求之電氣特性通常為 $100\ \Omega/\text{sq}$ 以下之薄片電阻。背面導電膜11之形成例如可使用鉻或鈹等金屬、或者該等之合金之靶，藉由磁控濺鍍法或離子束濺鍍法進行。於例如由CrN形成背面導電膜11之情形時，可使用Cr靶，於氮氣等含氮之氣體氛圍中，藉由上述濺鍍法成膜。背面導電膜11之膜厚只要滿足作為靜電吸附用之功能，則並無特別限定，通常為 $10\sim 200\ \text{nm}$ 。

再者，本發明之反射型光罩基底10並不限定於如上所述之實施形態。例如，本發明之反射型光罩基底10可於相位偏移膜15上具備具有作為蝕刻遮罩之功能之抗蝕膜。又，本發明之反射型光罩基底10可不於多層反射膜13上具備保護膜14，而相接於多層反射膜13上而具備相位偏移膜15。

<反射型光罩及其製造方法>

本發明係具有將上述本發明之反射型光罩基底10中之相位偏移膜15圖案化而成之相位偏移膜圖案之反射型光罩。可使用上述本發明之反射型光罩基底10，製作本發明之反射型光罩。於EUV微影法用反射型光罩之製造中，可進行高精細之圖案化之電子束微影法最佳。

於本實施形態中，以使用圖1所示之反射型光罩基底10之情形為例，對利用光微影法之反射型光罩之製造方法進行說明。

首先，於圖1所示之反射型光罩基底10之最表面(相位偏移膜15)上形成抗蝕膜(未圖示)。抗蝕膜之膜厚例如可設為 $100\ \text{nm}$ 。其次，於該抗蝕膜上描繪(曝光)所需之圖案，進而進行顯影、沖洗，藉此形成特定之抗蝕圖案(未圖示)。

繼而，以抗蝕圖案(未圖示)為遮罩，根據相位偏移膜15之材料，對相

位偏移膜15實施利用包含SF₆等氟系氣體、或Cl₂等氯系氣體之蝕刻氣體之乾式蝕刻，藉此形成相位偏移膜圖案(未圖示)。於該步驟中，去除抗蝕圖案(未圖示)。

此處，相位偏移膜15之蝕刻速率依存於形成相位偏移膜15之材料、及蝕刻氣體等條件。

藉由上述步驟，形成相位偏移膜圖案。繼而，進行使用酸性或鹼性水溶液之濕洗，獲得達成高反射率之EUV微影法用反射型光罩。

再者，蝕刻氣體除作為氟系氣體之SF₆以外，可使用CHF₃、CF₄、C₂F₆、C₃F₆、C₄F₆、C₄F₈、CH₂F₂、CH₃F、C₃F₈、及F等氟系氣體、以及以特定之比率包含該等氟系氣體及O₂之混合氣體。又，作為其他蝕刻氣體，例如可列舉：Cl₂、SiCl₄、CHCl₃、CCl₄、及BCl₃等氯系氣體及該等之混合氣體、以特定之比率包含氯系氣體及He之混合氣體、以特定之比率包含氯系氣體及Ar之混合氣體、包含選自氟氣、氯氣、溴氣及碘氣中之至少一種之鹵氣、以及選自由鹵化氫氣體所組成之群中之至少一種或其以上。進而，作為蝕刻氣體，可使用包含該等氣體、及氧氣之混合氣體等。

為製造本發明之反射型光罩，由於使用上述反射型光罩基底10，因此可獲得具有具備所需之相位差特性及反射率特性之相位偏移膜圖案之反射型光罩。

<半導體裝置之製造>

本發明係包含使用上述本發明之反射型光罩於半導體基板上形成圖案之圖案形成步驟的半導體裝置之製造方法。

可使用上述本發明之反射型光罩，藉由EUV微影法於半導體基板上形成基於反射型光罩之相位偏移膜圖案之轉印圖案。其後，經過其他各種

步驟，藉此可製造於半導體基板上形成有各種圖案等之半導體裝置。於轉印圖案之形成中，可使用公知之圖案轉印裝置。

根據本發明之半導體裝置之製造方法，由於可使用具有相位差及反射率之膜厚依存性較小之相位偏移膜圖案之反射型光罩，因此可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

[第2實施形態]

本發明之第2實施形態中之反射型光罩基底10之相位偏移膜15係相位差偏差及反射率偏差之許可範圍較第1實施形態擴大者。

相位偏移膜15係以相對於自相位偏移膜15形成前之上述多層反射膜之反射光而言的相位偏移膜表面之對EUV光之反射率 R_0 為4%、6%或12%，且相位差 θ_0 成為180度之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成。藉由調節該合金之組成比，相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之相位差 θ 之許可範圍為 ± 5 度($\theta_0 - 5 \text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 5 \text{度}$)，且反射率 R 之許可範圍成為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 。此種合金之於EUV光之波長下之折射率 n 及消光係數 k 變為特定之範圍。

圖7係表示滿足EUV光(波長13.5 nm)下之反射率為4%、6%及12%之情形之特定之相位差特性及反射率特性之折射率 n 與消光係數 k 之範圍的圖表。

圖7之螺旋 $H_6\%$ 係對將相對於EUV光之相位差 θ_0 設為180度，將反射率 R_0 設為6%之情形時相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之相位差 θ 之許可範圍為 ± 5 度($\theta_0 - 5 \text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 5 \text{度}$)，且反射率 R 之許可範圍成為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 之折射率及消光係數進行繪圖時之集合。此處，相位差 θ 之許可範圍成為175度～185度，反射率 R 之許可範圍成為

5.4%~6.6%。

同樣地，圖7之螺旋H_{4%}係將相對於EUV光之相位差 θ_0 設為180度，將反射率R₀設為4%之情形，相位差 θ 之許可範圍成為175度~185度，反射率R之許可範圍成為3.6%~4.4%。又，圖7之螺旋H_{12%}係將相對於EUV光之相位差 θ_0 設為180度，將反射率R₀設為12%之情形，相位差 θ 之許可範圍成為175度~185度，反射率R之許可範圍成為10.8~13.2%。

可與第1實施形態同樣地隔著螺旋H_{4%}、螺旋H_{6%}或螺旋H_{12%}而分為群A'之金屬與群B'之金屬。上述合金可藉由分別自群A'之金屬及群B'之金屬中選擇一種以上之金屬元素而獲得。於將螺旋H_{6%}內所含之元素設為群A'之情形時，例如作為屬於群A'之金屬元素，可列舉Ag、Pt、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、V、Ni、Hf、Fe、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、及Al。於該情形時，作為屬於群B'之金屬元素，可列舉Au、Pd、Rh、Ru、Mo、Nb、Ti、Zr、及Y。

於本發明之第2實施形態中，如上所述構成相位偏移膜15之材料，除此以外，可以與本發明之第1實施形態相同之方式製造反射型光罩基底10及反射型光罩。

[第3實施形態]

對本發明之第3實施形態中之反射型光罩基底10之相位偏移膜15進行說明。於製造複數個反射型光罩基底時，有製造具有各不相同之反射率之反射型光罩基底之情況。於該情形時，難以獲得具有所需之相位差特性及反射率特性，且不改變材料(進而其組成比)便可對應複數個反射率之相位偏移膜。本發明之第3實施形態中之相位偏移膜15由包含僅改變設定膜厚便可對應複數個反射率之合金之材料構成。

相位偏移膜15係以相對於自相位偏移膜15形成前之上述多層反射膜之反射光而言的相位偏移膜表面之對EUV光之反射率 R_0 為4%、6%或12%，且相位差 θ_0 成為180度之方式由包含具有兩種以上之金屬之合金之材料構成。藉由調節該合金之組成比，相位偏移膜15之膜厚相對於設定膜厚發生 $\pm 0.5\%$ 變動時之相位差 θ 之許可範圍為 ± 5 度($\theta_0 - 5 \text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 5 \text{度}$)，且反射率 R 之許可範圍成為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 。此種合金之於EUV光之波長下之折射率 n 及消光係數 k 變為特定之範圍。於為此種合金時，僅改變設定膜厚便可對應複數個反射率。

(i)設為可與反射率 R_0 為4%、6%及12%之3個反射率對應之情形

圖8係表示滿足圖7之重疊部分之折射率 n 與消光係數 k 之範圍的圖表。圖8之點 S_{3A} 及點 S_{3B} 係對可與反射率 R_0 為4%、6%及12%之3個反射率對應之折射率及消光係數進行繪圖時之集合。即，點 S_{3A} 及點 S_{3B} 係圖7之螺旋 $H_{4\%}$ 、螺旋 $H_{6\%}$ 及螺旋 $H_{12\%}$ 之重疊部分。

點 S_{3A} 包含於折射率為 $0.877 \sim 0.881$ 、消光係數為 $0.046 \sim 0.052$ 之範圍。又，點 S_{3B} 包含於折射率為 $0.901 \sim 0.904$ 、消光係數為 $0.039 \sim 0.041$ 之範圍。

上述合金可與第1實施形態同樣地藉由隔著連結點 S_{3A} 及點 S_{3B} 之近似直線分為群A'與群B'，分別自群A'與群B'中選擇一種以上之金屬元素而獲得。例如作為屬於群A'之金屬元素，可列舉Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、V、Ti、Ni、Hf、Fe、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、Al、及Si。作為屬於群B'之金屬元素，可列舉Pd、Rh、Ru、Mo、Nb、Zr、及Y。

作為上述合金之二元系合金，可列舉：AgPd合金、PtPd合金、AuPd

合金、IrPd合金、CoPd合金、SnPd合金、NiPd合金、TePd合金、CuPd合金、FePd合金、WPd合金、CrPd合金、TaPd合金、ZnPd合金、HfPd合金、GePd合金、AlPd合金、MgPd合金、AgRh合金、CuRh合金、FeRh合金、及IrRu合金。例如，PtPd合金之組成比較佳為0.10：0.90～0.25：0.75。

(ii)設為可與反射率 R_0 為6%及12%之2個反射率對應之情形

圖8之點 S_{2A} 、點 S_{2B} 、點 S_{2C} 、點 S_{2D} 及點 S_{2E} 係對可滿足反射率 R_0 為6%及12%之2個反射率之折射率及消光係數進行繪圖時之集合。即，點 S_{2A} 、點 S_{2B} 、點 S_{2C} 、點 S_{2D} 及點 S_{2E} 係圖7之螺旋 $H_{6\%}$ 與螺旋 $H_{12\%}$ 之重疊部分。

點 S_{2A} 除上述點 S_{3A} 之折射率及消光係數之範圍以外，包含於折射率為0.880～0.888、消光係數為0.041～0.046之範圍。點 S_{2B} 除上述點 S_{3B} 之折射率及消光係數之範圍以外，包含於折射率為0.901～0.907、消光係數為0.035～0.041之範圍。點 S_{2C} 包含於折射率為0.917～0.921、消光係數為0.030～0.034之範圍。點 S_{2D} 包含於折射率為0.929～0.931、消光係數為0.027～0.028之範圍。點 S_{2E} 包含於折射率為0.938～0.939、消光係數為0.024之範圍。

上述合金可與第1實施形態同樣地藉由，隔著連結點 S_{2A} (包含點 S_{3A})、點 S_{2B} (包含點 S_{3B})、點 S_{2C} 、點 S_{2D} 及點 S_{2E} 之近似直線分為群A'與群B'，分別自群A'與群B'中選擇一種以上之金屬元素而獲得。例如作為屬於群A'之金屬元素，可列舉Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Co、Mn、Sn、Ta、V、Ni、Hf、Fe、Cu、Te、Zn、Mg、Ge、Al、及Si。作為屬於群B'之金屬元素，可列舉Pd、Rh、Ru、Mo、Nb、Ti、Zr、及Y。

作為上述合金之二元系合金，除上述(i)中記載之合金以外，可列舉：PtMo合金、AuMo合金、NiMo合金、FeMo合金、ZnMo合金、MnMo合金、AgNb合金、NiNb合金、WNb合金、TaNb合金、MnPd合金、VPd合金、TiPd合金、PtRh合金、AuRh合金、WRh合金、CrRh合金、TaRh合金、ZnRh合金、MnRh合金、HfRh合金、GeRh合金、AlRh合金、MgRh合金、CoRu合金、SnRu合金、NiRu合金、WRu合金、CrRu合金、TaRu合金、ZnRu合金、HfRu合金、GeRu合金、VRu合金、IrY合金、PtZr合金、上述合金AuZr合金。例如，PtMo合金之組成比較佳為0.60：0.40～0.55：0.45。

於本發明之第3實施形態中，如上所述構成相位偏移膜15之材料，除此以外，可以與本發明之第1實施形態相同之方式製造反射型光罩基底10及反射型光罩。

[實施例]

以下基於各實施例說明本發明。

(實施例1)

<反射型光罩基底10之製作>

利用以下闡述之方法，製作具有相位偏移膜15之反射率為6%之特性之實施例1之反射型光罩基底10。實施例1之反射型光罩基底10具有於基板12上積層有Mo/Si多層反射膜13、Ru保護膜14、及相位偏移膜15，且於基板12之背面形成有CrN導電膜之構造。

首先，準備SiO₂-TiO₂系玻璃基板12。

藉由磁控濺鍍法，於下述條件下於該基板12之背面形成包含CrN之背面導電膜11。即，使用Cr靶，於Ar+N₂氣體氛圍(Ar：N₂=90%：N：

10%)中，以膜厚成為20 nm之方式形成背面導電膜11。

其次，於與形成有背面導電膜11之側為相反側之基板12之主表面上形成多層反射膜13。作為形成於基板12上之多層反射膜13，採用適合13.5 nm之EUV光之Mo/Si週期多層反射膜13。多層反射膜13係使用Mo靶與Si靶，藉由離子束濺鍍(Ar氣體氛圍)，於基板12上交替積層Mo層及Si層而形成。首先，以膜厚4.2 nm使Si膜成膜，繼而，以膜厚2.8 nm使Mo膜成膜。將其設為一個週期，以相同之方式積層40個週期，最後以膜厚4.0 nm使Si膜成膜，形成多層反射膜13(合計膜厚：284 nm)。

繼而，藉由使用Ru靶之離子束濺鍍(Ar氣體氛圍)，於多層反射膜13之最上層之Si膜上，以膜厚2.5 nm使包含Ru之保護膜14成膜。

繼而，於保護膜14上，利用以下方法形成相位偏移膜15。即，於Ar氣體氛圍中進行使用PdMo靶(Pd：Mo=0.86：0.14)之濺鍍，形成設定膜厚為28.2 nm之包含PdMo合金之相位偏移膜15。以此種方式獲得反射型光罩基底10。再者，該相位偏移膜15之PdMo合金之組成比具有與靶組成比相同之組成比。

利用上述方法製作10片反射型光罩基底10，使用EUV光(波長13.5 nm)，對各個反射型光罩基底10測定相位偏移膜15之折射率、消光係數。其結果為，形成於反射型光罩基底10之相位偏移膜15之折射率為0.883，消光係數為0.042。

因此，所獲得之該反射型光罩基底10之相位偏移膜15藉由模擬所得之相位差偏差為180度±1.3度，反射率偏差為6%±0.1%。

<反射型光罩之製作>

繼而，製作10片上述實施例1之反射型光罩基底10。於所製作之10片

各反射型光罩基底之相位偏移膜15上，以膜厚100 nm形成抗蝕膜，並藉由繪圖、顯影形成抗蝕圖案。其後，以該抗蝕圖案為遮罩，使用氟系之 SF_6 氣體，對相位偏移膜15進行乾式蝕刻，形成相位偏移膜圖案。其後，去除抗蝕圖案，而製作10片反射型光罩。

使用EUV光，對所獲得之10片反射型光罩測定相位偏移膜圖案表面之反射光與多層反射膜表面之反射光之相位差及反射率，結果相位差偏差為 $180^\circ \pm 1.8^\circ$ ，反射率偏差為 $6\% \pm 0.1\%$ ，為較小之值。

<半導體裝置之製造>

將藉由實施例1獲得之反射型光罩安裝於EUV掃描儀，對在半導體基板12上形成有被加工膜與抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光，使該曝光過之抗蝕膜顯影，藉此被加工膜於半導體基板12上形成抗蝕圖案。

實施例1之反射型光罩係形成有具有所需之相位差特性(相位差偏差為 $180^\circ \pm 1.3^\circ$)及反射率特性(反射率偏差為 $6\% \pm 0.1\%$)之相位偏移膜圖案之反射型光罩。因此，藉由使用該反射型光罩，可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

進而，藉由蝕刻，將該抗蝕圖案轉印於被加工膜，又，經過絕緣膜、導電膜之形成、摻雜劑之導入、或者退火等各種步驟，藉此可以高良率製造具有所需之特性之半導體裝置。

(實施例2)

於上述實施例1中，將相位偏移膜15設為TaPdMo合金(Ta：Pd：Mo = 0.015：0.869：0.116，設定膜厚 = 28.2 nm)，除此以外，以與實施例1相同之方式製作反射型光罩基底、及反射型光罩。

其結果為，形成於反射型光罩基底10之相位偏移膜15之折射率為

0.883，消光係數為0.042。又，相位偏移膜15藉由模擬獲得之相位差偏差為180度±1.3度，反射率偏差為6%±0.1%。又，反射型光罩之相位差偏差亦為180度±1.3度，反射率偏差亦為6%±0.1%，為較小之值。

(實施例3～8)

於上述實施例1中，將相位偏移膜15變更為以下之表1之材料(合金、組成比)、設定膜厚，除此以外，以與實施例1相同之方式製作反射型光罩基底、及反射型光罩。又，以與實施例1相同之方式進行測定而獲得之相位偏移膜15之折射率、消光係數、相位差偏差、及反射率偏差成為表2之結果。

[表1]

實施例編號	材料	組成比	設定膜厚(nm)
實施例3	RhTa	Rh：Ta＝0.62：0.38	35.0
實施例4	RuNi	Ru：Ni＝0.65：0.35	35.0
實施例5	TaRu	Ta：Ru＝0.55：0.45	41.5
實施例6	CrRu	Cr：Ru＝0.77：0.23	41.5
實施例7	MoTa	Mo：Ta＝0.59：0.41	48.2
實施例8	TaNb	Ta：Nb＝0.53：0.47	55.1

[表2]

實施例編號	折射率	消光係數	相位差偏差	反射率偏差
實施例3	0.905	0.035	180度±1.8度	6%±0.1%
實施例4	0.905	0.035	180度±1.8度	6%±0.1%
實施例5	0.921	0.031	180度±1.8度	6%±0.1%
實施例6	0.921	0.031	180度±1.8度	6%±0.1%
實施例7	0.932	0.027	180度±1.9度	6%±0.1%
實施例8	0.940	0.024	180度±1.8度	6%±0.1%

再者，於上述之實施例3～實施例8中，保護膜14之材料係適當選定對將相位偏移膜15圖案化時所使用之乾式蝕刻氣體具有耐蝕刻性之材料。

如上述結果所示，於實施例3～8中，反射型光罩基底及反射型光罩之相位差偏差及反射率偏差亦為較小之值。

(實施例9～10)

作為實施例9，製作具有相位偏移膜15之反射率為4%之特性之反射型光罩基底10，作為實施例10，製作具有相位偏移膜15之反射率為20%之特性之反射型光罩基底10。背面導電膜11、多層反射膜13、及保護膜14與實施例1相同。

於上述實施例1中，將相位偏移膜15變更為以下之表3之材料(合金、組成比)、及設定膜厚，除此以外，以與實施例1相同之方式製作反射型光罩基底、及反射型光罩。又，以與實施例1相同之方式進行測定而獲得之相位偏移膜15之折射率、消光係數、相位差偏差及反射率偏差成為表4之結果。

[表3]

實施例編號	材料	組成比	設定膜厚(nm)
實施例9	TaNb	Ta：Nb＝0.62：0.38	55.0
實施例10	PdRu	Pd：Ru＝0.24：0.76	28.2

[表4]

實施例編號	折射率	消光係數	相位差偏差	反射率偏差
實施例9	0.940	0.028	180度±1.9度	4%±0.1%
實施例10	0.885	0.025	179度±0.9度	20%±0.1%

如上述結果所示，於實施例9～10中，反射型光罩基底及反射型光罩之相位差偏差及反射率偏差為較小之值。

實施例3～實施例10之反射型光罩係形成有具有所需之相位差特性(相位差偏差為180度±2度)及所需之反射率特性(反射率偏差為6%±0.1%、4%±0.1%、20%±0.1%)之相位偏移膜圖案之反射型光罩。因此，藉由使用該等反射型光罩，可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

進而，藉由蝕刻將該抗蝕圖案轉印於被加工膜，又，經過絕緣膜、導電膜之形成、摻雜劑之導入、及/或退火等各種步驟，藉此可以高良率製造具有所需之特性之半導體裝置。

(實施例11～15)

於上述實施例1中，將相位偏移膜15變更為以下之表5之材料(合金、組成比)、及設定膜厚，除此以外，以與實施例1相同之方式製作反射型光罩基底、及反射型光罩。又，以與實施例1相同之方式進行測定而獲得之相位偏移膜15之折射率、消光係數、相位差偏差、及反射率偏差成為表6-1及表6-2之結果。

[表5]

實施例編號	材料	組成比	設定膜厚(nm)		
			R ₀ ＝4%	R ₀ ＝6%	R ₀ ＝12%
實施例11	AgPd	Ag：Pd＝0.12：0.88	29.2	30.0	25.1
實施例12	PtPd	Pt：Pd＝0.10：0.90	28.8	29.7	25.3
實施例13	PtPd	Pt：Pd＝0.25：0.75	29.0	29.8	25.1
實施例14	SnPd	Sn：Pd＝0.04：0.96	28.5	29.6	25.3
實施例15	TaPd	Ta：Pd＝0.06：0.94	28.3	29.3	25.5

[表6-1]

實施例編號	折射率	消光係數	反射率偏差		
			R ₀ ＝4%	R ₀ ＝6%	R ₀ ＝12%
實施例11	0.878	0.051	0.91R ₀ ～1.07R ₀	0.92R ₀ ～1.04R ₀	0.93R ₀ ～1.00R ₀
實施例12	0.878	0.048	0.94R ₀ ～1.05R ₀	0.93R ₀ ～1.06R ₀	0.99R ₀ ～1.07R ₀
實施例13	0.880	0.050	0.93R ₀ ～1.07R ₀	0.92R ₀ ～1.04R ₀	0.95R ₀ ～1.03R ₀
實施例14	0.881	0.048	0.92R ₀ ～1.00R ₀	0.95R ₀ ～1.07R ₀	0.96R ₀ ～1.04R ₀
實施例15	0.881	0.046	1.05R ₀ ～1.09R ₀	0.93R ₀ ～1.05R ₀	0.97R ₀ ～1.06R ₀

[表6-2]

實施例編號	折射率	消光係數	相位差偏差		
			R ₀ ＝4%	R ₀ ＝6%	R ₀ ＝12%
實施例11	0.878	0.051	180度±2.4度	180度±4.2度	180度±2.2度
實施例12	0.878	0.048	180度±3.2度	180度±2.6度	180度±4.3度
實施例13	0.880	0.050	180度±5.0度	180度±3.1度	180度±4.7度
實施例14	0.881	0.048	180度±3.0度	180度±4.6度	180度±3.2度
實施例15	0.881	0.046	180度±3.4度	180度±4.0度	180度±2.7度

再者，於上述實施例11～實施例15中，保護膜14之材料係適當選定對將相位偏移膜15圖案化時所使用之乾式蝕刻氣體具有耐蝕刻性之材料。

如上述結果所示，於實施例11～15中，反射型光罩基底及反射型光

罩之相位差偏差及反射率偏差於反射率為4%、6%及12%中之任一者時均大於實施例1～10，但為許可範圍內。又，不改變相位偏移膜之材料及組成比，僅變更膜厚便可獲得於反射率為4%、6%及12%之情形時均滿足所需之相位差特性(相位差偏差為180度±5度)及所需之反射率特性($0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$)之相位偏移膜。

實施例11～15之反射型光罩係形成有具有所需之相位差特性(相位差偏差為180度±5度)及所需之反射率特性($0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$)之相位偏移膜圖案之反射型光罩。因此，藉由使用該等反射型光罩，可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

(實施例16～22)

於上述實施例1中，將相位偏移膜15變更為以下之表7之材料(合金、組成比)、及設定膜厚，除此以外，以與實施例1相同之方式製作反射型光罩基底、及反射型光罩。又，以與實施例1相同之方式進行測定而獲得之相位偏移膜15之折射率、消光係數、相位差偏差、及反射率偏差成為表8-1及表8-2之結果。

[表7]

實施例編號	材料	組成比	設定膜厚(nm)	
			R=6%	R=12%
實施例16	AgNb	Ag：Nb=0.65：0.35	42.0	39.0
實施例17	PtMo	Pt：Mo=0.60：0.40	36.0	32.0
實施例18	PtMo	Pt：Mo=0.55：0.45	34.5	32.3
實施例19	SnRu	Sn：Ru=0.20：0.80	35.3	32.3
實施例20	NiMo	Ni：Mo=0.38：0.62	48.5	45.6
實施例21	CrRu	Cr：Ru=0.70：0.30	42.8	38.5
實施例22	TiPd	Ti：Pd=0.12：0.88	27.5	30.5

[表8-1]

實施例編號	折射率	消光係數	反射率偏差	
			$R_0 = 6\%$	$R_0 = 12\%$
實施例16	0.919	0.030	$1.03R_0 \sim 1.07R_0$	$0.98R_0 \sim 1.07R_0$
實施例17	0.904	0.038	$0.93R_0 \sim 1.05R_0$	$0.95R_0 \sim 1.03R_0$
實施例18	0.906	0.036	$0.94R_0 \sim 0.99R_0$	$0.95R_0 \sim 1.05R_0$
實施例19	0.904	0.036	$0.93R_0 \sim 0.98R_0$	$0.98R_0 \sim 1.07R_0$
實施例20	0.931	0.027	$1.03R_0 \sim 1.04R_0$	$0.93R_0 \sim 1.01R_0$
實施例21	0.917	0.032	$0.93R_0 \sim 1.05R_0$	$0.98R_0 \sim 1.04R_0$
實施例22	0.887	0.042	$1.03R_0 \sim 1.10R_0$	$0.92R_0 \sim 0.96R_0$

[表8-2]

實施例編號	折射率	消光係數	相位差偏差	
			$R_0 = 6\%$	$R_0 = 12\%$
實施例16	0.919	0.030	$180^\circ \pm 3.9^\circ$	$180^\circ \pm 2.7^\circ$
實施例17	0.904	0.038	$180^\circ \pm 3.2^\circ$	$180^\circ \pm 4.4^\circ$
實施例18	0.906	0.036	$180^\circ \pm 2.9^\circ$	$180^\circ \pm 4.6^\circ$
實施例19	0.904	0.036	$180^\circ \pm 1.7^\circ$	$180^\circ \pm 2.3^\circ$
實施例20	0.931	0.027	$180^\circ \pm 2.9^\circ$	$180^\circ \pm 4.4^\circ$
實施例21	0.917	0.032	$180^\circ \pm 4.5^\circ$	$180^\circ \pm 2.8^\circ$
實施例22	0.887	0.042	$180^\circ \pm 3.5^\circ$	$180^\circ \pm 2.2^\circ$

再者，於上述實施例16～實施例22中，保護膜14之材料係適當選定對將相位偏移膜15圖案化時所使用之乾式蝕刻氣體具有耐蝕刻性之材料。

如上述結果所示，於實施例16～22中，反射型光罩基底及反射型光罩之相位差偏差及反射率偏差於反射率為6%及12%中之任一者時均大於實施例1～10，但為許可範圍內。又，不改變相位偏移膜之材料及組成比，僅變更膜厚便可獲得於反射率為6%及12%之情形時均滿足所需之相位差特性(相位差偏差為 $180^\circ \pm 5^\circ$)及所需之反射率特性($0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$)之相位偏移膜。

實施例16～22之反射型光罩係形成有具有所需之相位差特性(相位差偏差為 $180^\circ \pm 5^\circ$)及所需之反射率特性($0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$)之相位偏移膜圖案之反射型光罩。因此，藉由使用該等反射型光罩，可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

(比較例1～3)

作為比較例1，製作具有相位偏移膜之反射率為6%之特性之反射型光罩基底，作為比較例2，製作具有相位偏移膜之反射率為4%之特性之反射型光罩基底，作為比較例3，製作具有相位偏移膜之反射率為12%之特性之反射型光罩基底。

於上述實施例1中，將相位偏移膜變更為以下之表9之材料(合金、組成比)、設定膜厚，除此以外，以與實施例1相同之方式製作反射型光罩基底及反射型光罩。又，以與實施例1相同之方式進行測定而獲得之相位偏移膜之折射率、消光係數、相位差偏差、及反射率偏差成為表10之結果。

[表9]

比較例編號	材料	組成比	設定膜厚(nm)
比較例1	TaMo	Ta：Mo＝0.67：0.33	52.2
比較例2	TaRu	Ta：Ru＝0.68：0.32	50.3
比較例3	TaRu	Ta：Ru＝0.55：0.45	38.8

[表10]

比較例編號	折射率	消光係數	相位差偏差	反射率偏差
比較例1	0.937	0.031	180度±7.8度	0.98R ₀ ～1.09R ₀ (R ₀ ＝6%)
比較例2	0.928	0.035	180度±5.6度	0.88R ₀ ～1.04R ₀ (R ₀ ＝4%)
比較例3	0.921	0.032	180度±6.7度	0.88R ₀ ～0.96R ₀ (R ₀ ＝12%)

如上述結果所示，於比較例1～3中，反射型光罩基底及反射型光罩之反射率偏差為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 之範圍內，但相位差偏差成為超過±5度之範圍之值。

比較例1～3之反射型光罩係形成有不滿足所需之相位差特性(相位差偏差為180度±5度之範圍)及所需之反射率特性(反射率偏差為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$)之相位偏移膜圖案之反射型光罩。因此，藉由使用該等反射型光

罩，無法製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

進而，藉由蝕刻將該抗蝕圖案轉印於被加工膜，又，經過絕緣膜、導電膜之形成、摻雜劑之導入、或者退火等各種步驟，藉此製造半導體裝置，但無法以高良率製造具有所需之特性之半導體裝置。

(參考例1及2)

於上述實施例1中，將相位偏移膜15變更為以下之表11之材料(合金、組成比)、設定膜厚，除此以外，以與實施例1相同之方式製作參考例1及2之反射型光罩基底、及反射型光罩。又，以與實施例1相同之方式進行測定而獲得之相位偏移膜15之折射率、消光係數、相位差偏差、及反射率偏差成為表12-1及表12-2之結果。

[表11]

參考例編號	材料	組成比	設定膜厚(nm)		
			R ₀ = 4%	R ₀ = 6%	R ₀ = 12%
參考例1	CrMo	Cr : Mo = 0.90 : 0.10	50.2	45.6	31.6
參考例2	TaMo	Ta : Mo = 0.82 : 0.18	52.2	45.1	31.3

[表12-1]

參考例編號	折射率	消光係數	反射率偏差		
			R ₀ = 4%	R ₀ = 6%	R ₀ = 12%
參考例1	0.931	0.035	0.92R ₀ ~ 1.07R ₀	0.93R ₀ ~ 1.06R ₀	0.96R ₀ ~ 1.04R ₀
參考例2	0.940	0.035	0.92R ₀ ~ 1.07R ₀	0.94R ₀ ~ 1.06R ₀	0.96R ₀ ~ 1.04R ₀

[表12-2]

參考例編號	折射率	消光係數	相位差偏差		
			R ₀ = 4%	R ₀ = 6%	R ₀ = 12%
參考例1	0.931	0.035	180度±6.4度	180度±3.4度	180度±52.7度
參考例2	0.940	0.035	180度±3.7度	180度±26.5度	180度±70.1度

如上述結果所示，於參考例1中，反射型光罩基底及反射型光罩之反射率偏差為0.9R₀ ≤ R ≤ 1.1R₀之範圍內，相位差偏差於反射率為6%之情形時為±5度之範圍內。然而，於參考例1中，於反射率為4%及12%之情形時，相位差偏差成為超過±5度之範圍之值。又，於參考例2中，反射率偏

差為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 之範圍內，相位差偏差於反射率為4%之情形時為 ± 5 度之範圍內。然而，於參考例1中，於反射率為6%及12%之情形時，相位差偏差成為超過 ± 5 度之範圍之值。因此，不改變相位偏移膜之材料及組成比，僅變更膜厚無法獲得於反射率為4%、6%及12%之情形時均滿足所需之相位差特性(相位差偏差為 $180^\circ \pm 5^\circ$)及所需之反射率特性($0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$)之相位偏移膜。

【符號說明】

10:反射型光罩基底

11:背面導電膜

12:基板

13:多層反射膜

14:保護膜

15:相位偏移膜

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種反射型光罩基底，其特徵在於：其係具備形成於基板上之多層反射膜、及形成於上述多層反射膜上之相位偏移膜者；

上述相位偏移膜係包含具有兩種以上之金屬之合金；

上述合金係包含選自群A中之至少一種金屬元素、與選自群B中之至少一種金屬元素，

上述群A之金屬元素為Ag、Pt、Au、Ir、W、Cr、Mn、Sn、V、Fe及Hf，

上述群B之金屬元素為Rh、Ru、Mo、Nb、Zr及Y，

上述相位偏移膜之於波長13.5 nm之折射率為0.877以上且0.940以下、消光係數為0.014以上且0.052以下。

【請求項2】

如請求項1之反射型光罩基底，其中上述合金之組成比係以上述相位偏移膜之特定相位差 θ 成為 $\theta_0 - 2\text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 2\text{度}$ 之範圍、且特定反射率R成為 $R_0 - 0.2\% \leq R \leq R_0 + 0.2\%$ 之範圍之方式進行調整。

【請求項3】

如請求項1之反射型光罩基底，其中上述合金之組成比係以上述相位偏移膜之特定相位差 θ 成為 $\theta_0 - 5\text{度} \leq \theta \leq \theta_0 + 5\text{度}$ 之範圍、且特定反射率R成為 $0.9R_0 \leq R \leq 1.1R_0$ 之範圍之方式進行調整。

【請求項4】

如請求項1至3中任一項之反射型光罩基底，其中上述群A之金屬元素為Ag、Pt、Au、Ir、Mn、Sn、V、Fe及Hf。

【請求項5】

如請求項1至3中任一項之反射型光罩基底，其中上述相位偏移膜對波長13.5 nm之反射率超過3%且為20%以下。

【請求項6】

如請求項1至3中任一項之反射型光罩基底，其中上述合金係含有3種以上之金屬元素之多元系合金。

【請求項7】

如請求項1至3中任一項之反射型光罩基底，其中上述相位偏移膜進而含有選自氧、氮、碳、及硼中之至少一種以上。

【請求項8】

如請求項1至3中任一項之反射型光罩基底，其中上述相位偏移膜之膜厚為25 nm以上且70 nm以下。

【請求項9】

如請求項1至3中任一項之反射型光罩基底，其中上述多層反射膜之上述相位偏移膜側之最上層具備保護膜。

【請求項10】

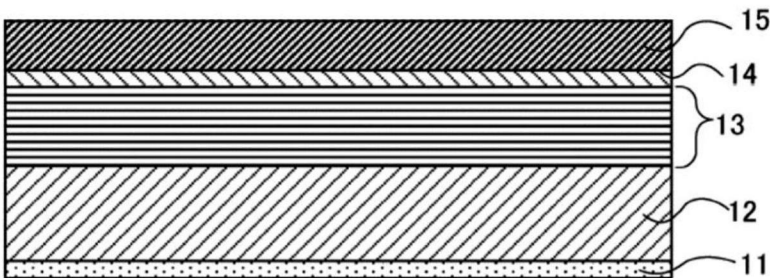
一種反射型光罩，其特徵在於：具有將如請求項1至9中任一項之反射型光罩基底之上述相位偏移膜圖案化而成之相位偏移膜圖案。

【請求項11】

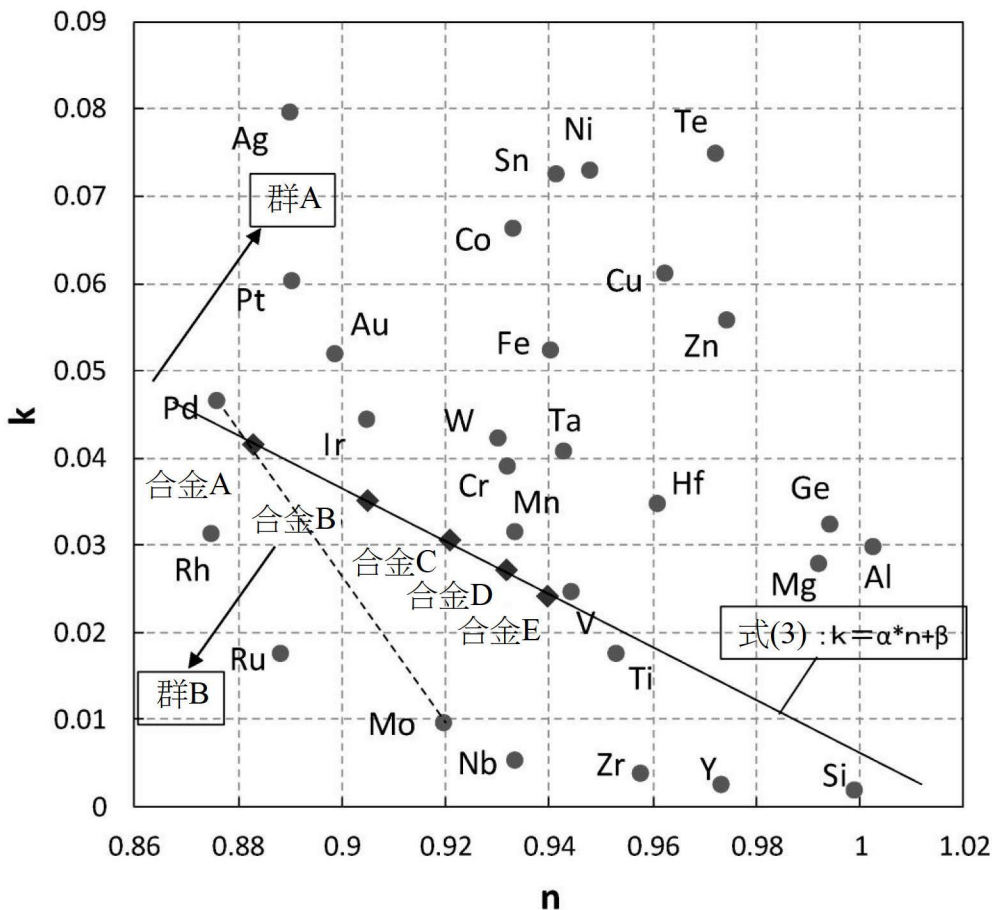
一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於：包含使用如請求項10之反射型光罩，於半導體基板上形成圖案之圖案形成步驟。

【發明圖式】

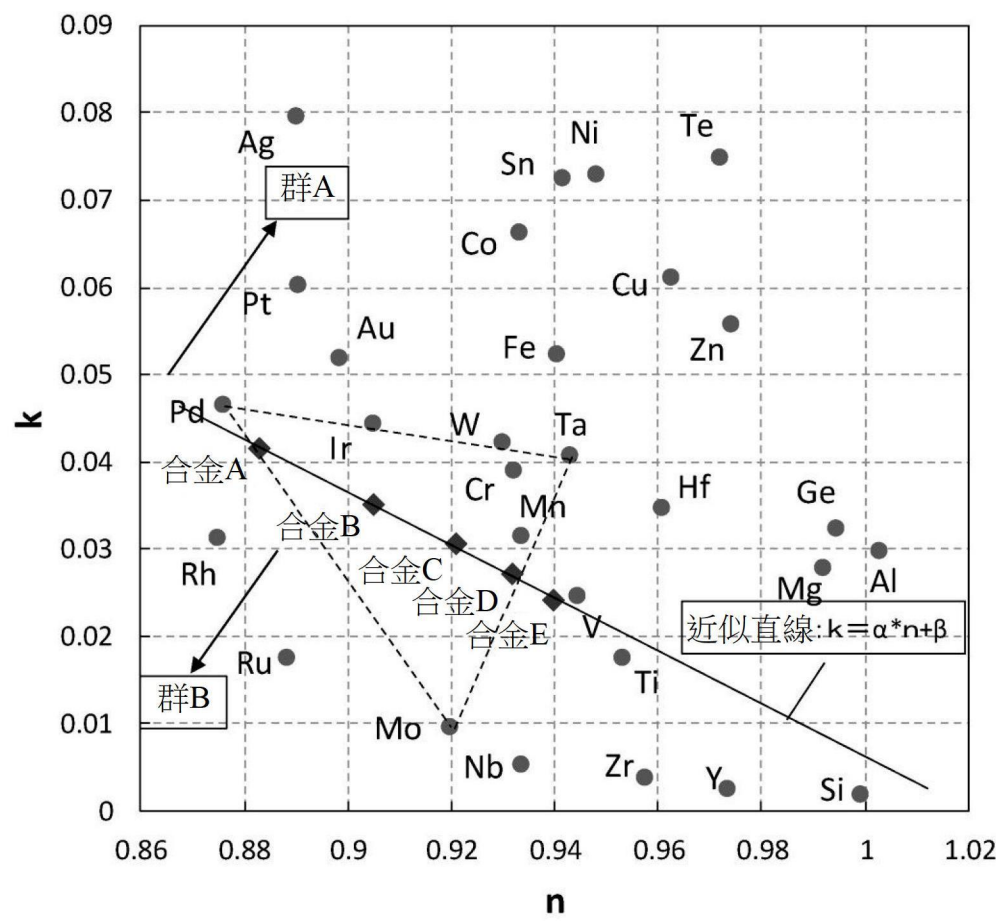
10



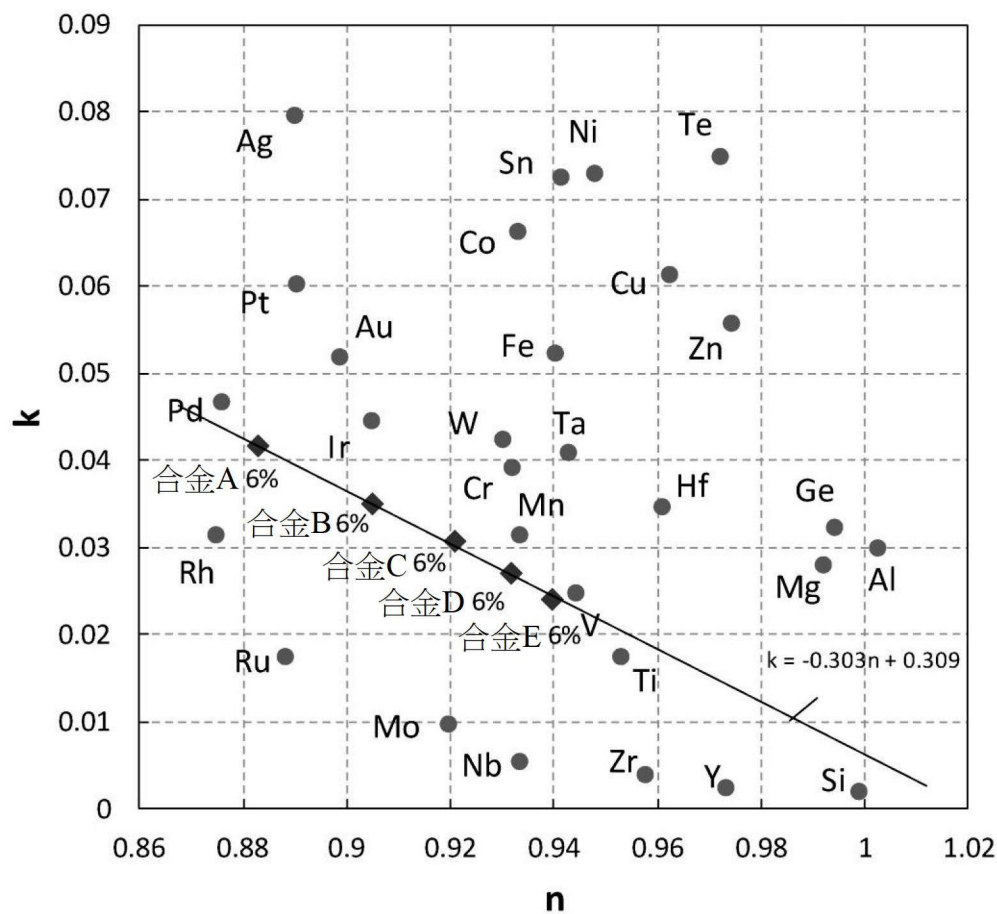
【圖1】



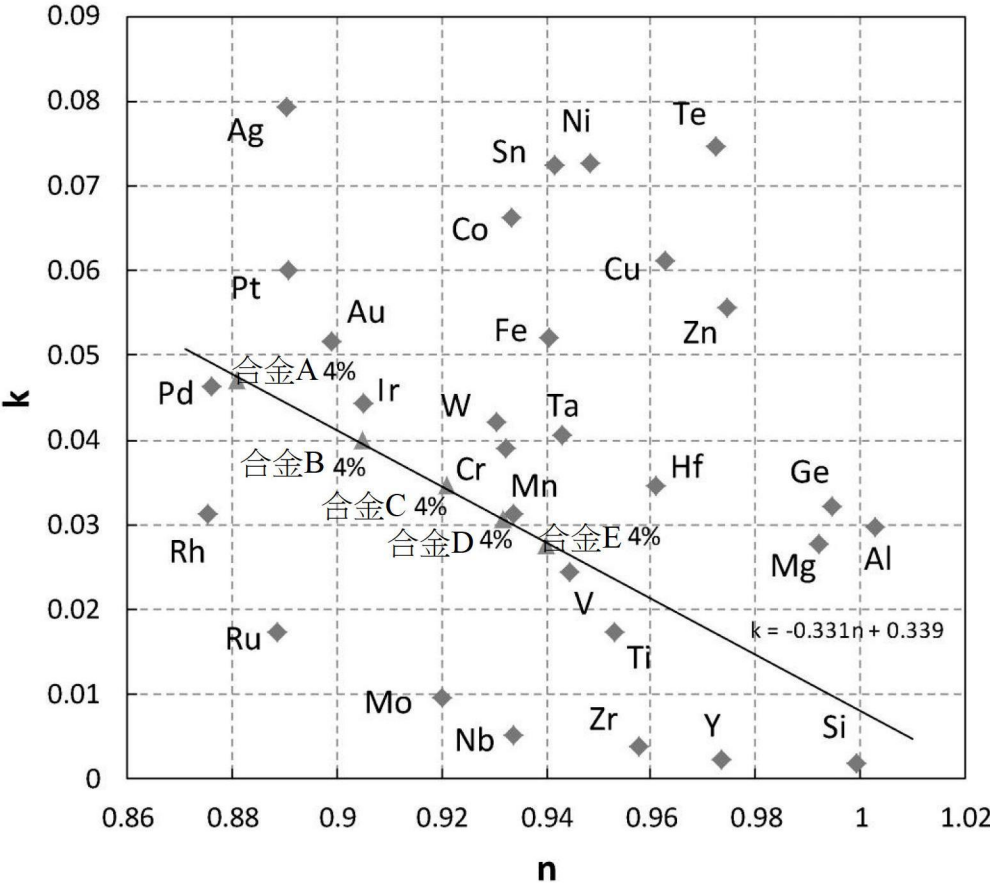
【圖2】



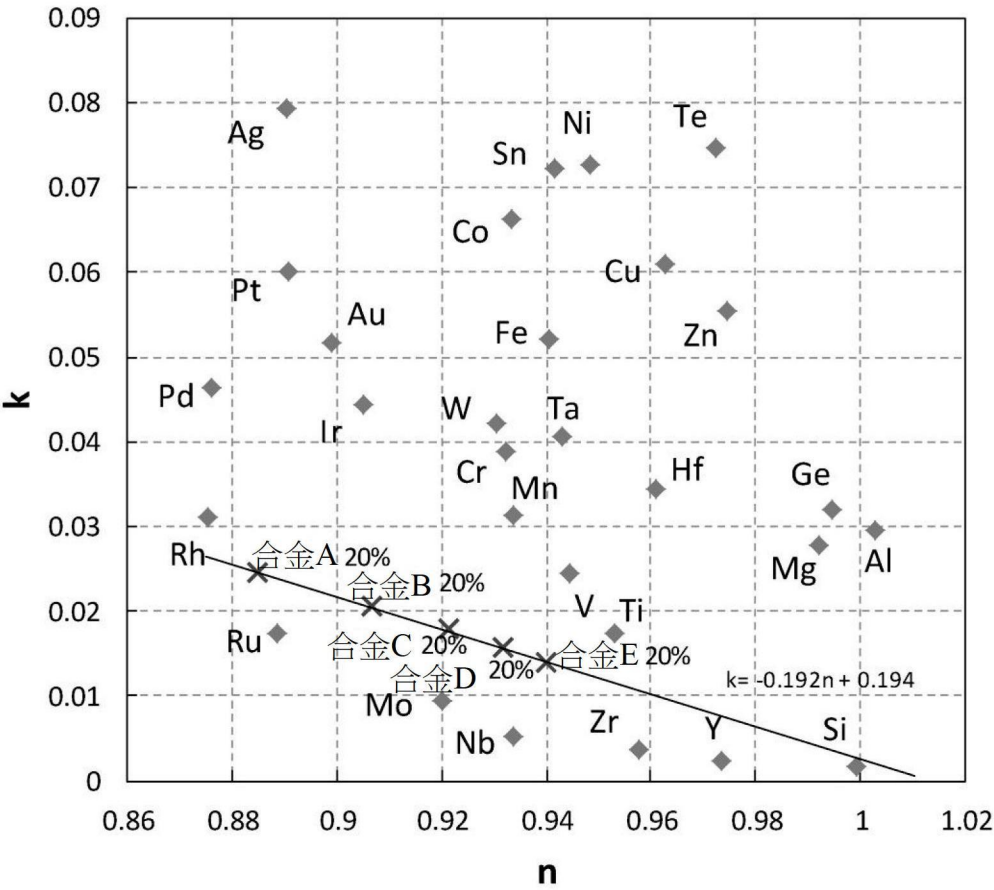
【圖3】



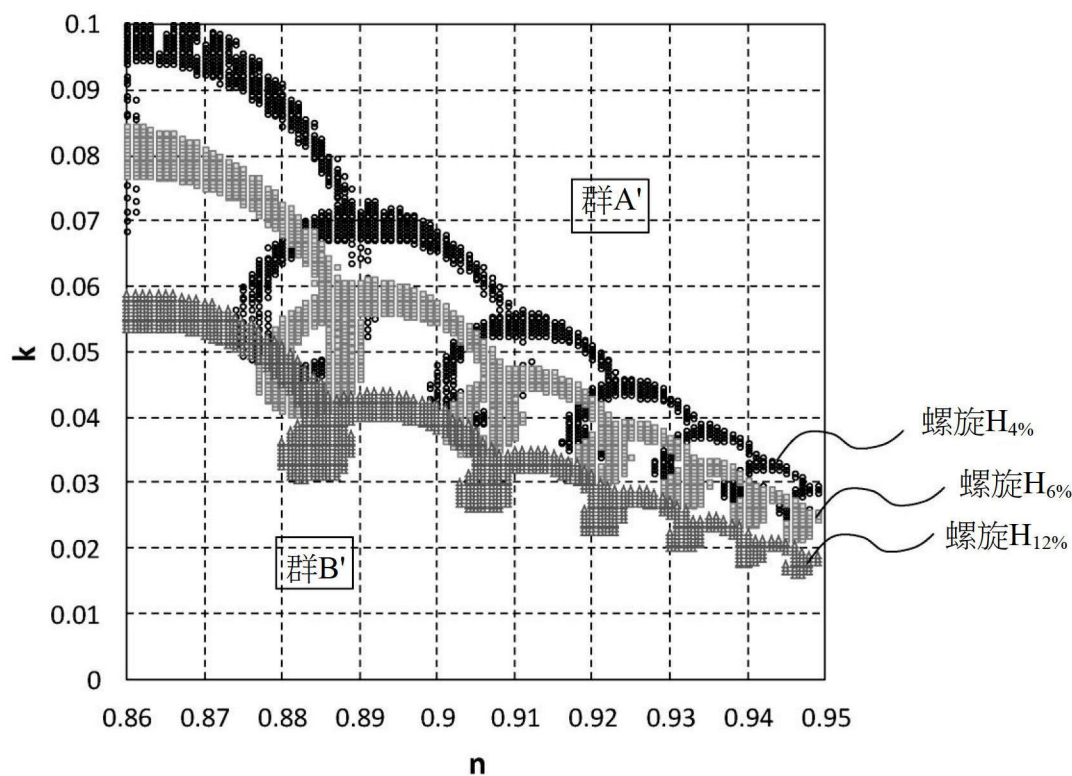
【圖4】



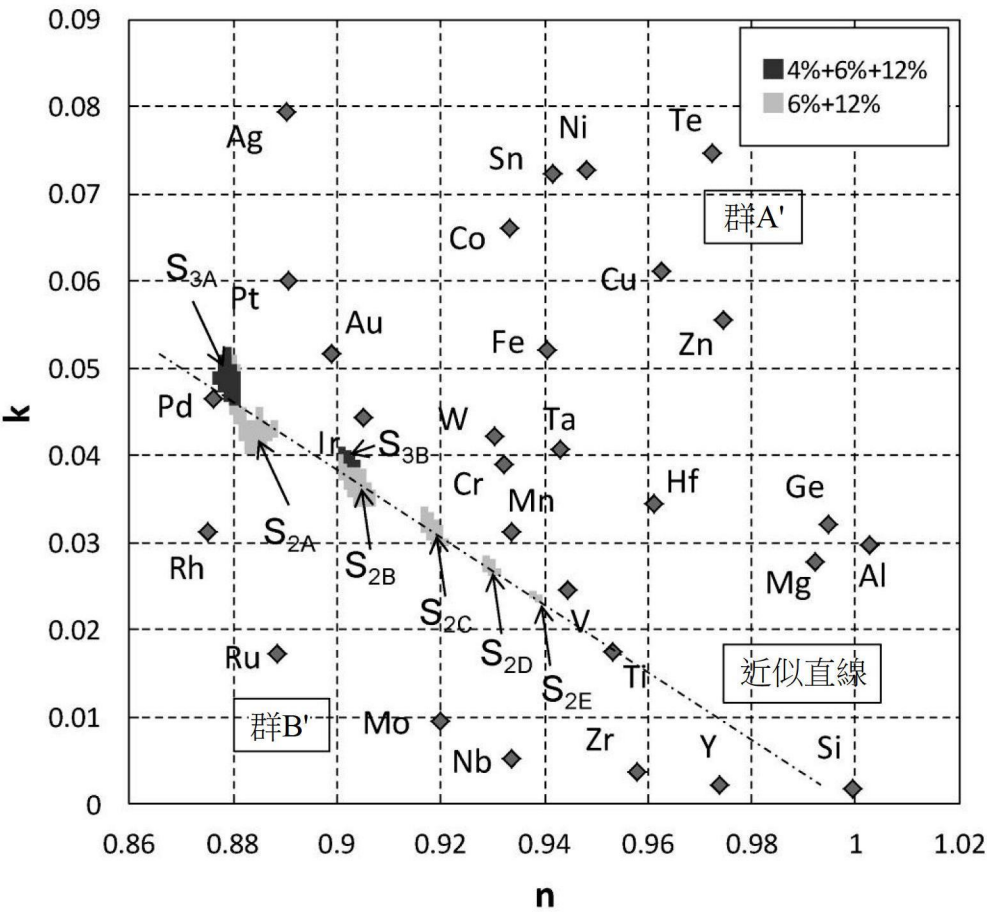
【圖5】



【圖6】



【圖7】



【圖8】