【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第６部門第２区分
【発行日】令和7年3月7日(2025.3.7)

【国際公開番号】WO2022/249863
【出願番号】特願2023-523386(P2023-523386)
【国際特許分類】
G03F 1/24(2012.01)
G03F 1/54(2012.01)
G03F 1/32(2012.01)
G03F 7/20(2006.01)
C23C 14/14(2006.01)
【FI】
G03F 1/24
G03F 1/54
G03F 1/32
G03F 7/20 503
C23C 14/14 D

【手続補正書】
【提出日】令和7年2月27日(2025.2.27)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板の主表面上に、多層反射膜とパターン形成用の薄膜がこの順に設けられたマスクブランクであって、
前記薄膜は、金属を含有する材料からなり、
前記薄膜の波長λ_L＝１３．２ｎｍの光に対する屈折率をn_L、
前記薄膜の波長λ_M＝１３．５ｎｍの光に対する屈折率をn_M、
前記薄膜の波長λ_H＝１３．８ｎｍの光に対する屈折率をn_H、
係数Ｐ＝［（１－n_H）／λ_H－（１－n_L）／λ_L）］／［（１－n_M）／λ_M］としたとき、
前記係数Ｐの絶対値は、０．０９以下になる
ことを特徴とするマスクブランク。
【請求項２】
波長λ_Mの光に対する前記薄膜の屈折率n_Mは、０．９６以下であることを特徴とする請求項１記載のマスクブランク。
【請求項３】
前記薄膜の厚さは、１００ｎｍ未満であることを特徴とする請求項１または２に記載のマスクブランク。
【請求項４】
前記多層反射膜と前記薄膜の間に保護膜を備えることを特徴とする請求項１または２に記載のマスクブランク。
【請求項５】
前記薄膜は、前記波長λ_Mの光に対し、前記薄膜からの反射光と前記多層反射膜からの反射光との間で１３０度から２３０度の位相差を生じさせることを特徴とする請求項１ま

たは２に記載のマスクブランク。
【請求項６】
基板の主表面上に、多層反射膜と転写パターンが形成された薄膜がこの順に設けられた反射型マスクであって、
前記薄膜は、金属を含有する材料からなり、
前記薄膜の波長λ_L＝１３．２ｎｍの光に対する屈折率をn_L、
前記薄膜の波長λ_M＝１３．５ｎｍの光に対する屈折率をn_M、
前記薄膜の波長λ_H＝１３．８ｎｍの光に対する屈折率をn_H、
係数Ｐ＝［（１－n_H）／λ_H－（１－n_L）／λ_L）］／［（１－n_M）／λ_M］としたとき、
前記係数Ｐの絶対値は、０．０９以下になる
ことを特徴とする反射型マスク。
【請求項７】
波長λ_Mの光に対する前記薄膜の屈折率n_Mは、０．９６以下であることを特徴とする請求項６記載の反射型マスク。
【請求項８】
前記薄膜の厚さは、１００ｎｍ未満であることを特徴とする請求項６または７に記載の反射型マスク。
【請求項９】
前記多層反射膜と前記薄膜の間に保護膜を備えることを特徴とする請求項６または７に記載の反射型マスク。
【請求項１０】
前記薄膜は、前記波長λ_Mの光に対し、前記薄膜からの反射光と前記多層反射膜からの反射光との間で１３０度から２３０度の位相差を生じさせることを特徴とする請求項６または７に記載の反射型マスク。
【請求項１１】
請求項６に記載の反射型マスクを用い、半導体基板上のレジスト膜に前記転写パターンを露光転写する工程を備えることを特徴とする半導体装置の製造方法。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２４
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２４】
また、本発明によれば、ＥＵＶ露光装置で露光転写を行ったときに、優れた転写特性を発現することができる反射型マスク及びその製造方法を提供すること、並びにその反射型マスクを用いる半導体デバイスの製造方法を提供することができる。
【手続補正３】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００２７
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００２７】
膜材料の屈折率ｎは、露光光の波長によって変化する。一方、反射型マスクにおいて、多層反射膜から反射されるＥＵＶ光と、吸収体膜から反射されるＥＵＶ光との間の位相差φは、光の波長λ、その波長λにおける屈折率ｎ、膜厚ｄを用いた下記関係式（１）で算出することができる（反射型のため光路差は２ｄとなる）。
多層反射膜から反射されるＥＵＶ光と、吸収体膜から反射されるＥＵＶ光との間の位相差φ：

$$2\pi(1-n)\times 2d/\lambda = 4\pi(1-n)d/\lambda \cdots (1)$$

その位相差φは、波長帯を持ったＥＵＶ光の各波長で同じ数値に近づくほど（波長帯を持ったＥＵＶ光の各波長における位相差φのばらつきΔφが小さいほど）、位相シフト効果が向上すると推測される。

【手続補正４】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】００３９
【補正方法】変更
【補正の内容】
【００３９】

一般的には、高屈折率材料である軽元素またはその化合物の薄膜（高屈折率層）と、低屈折率材料である重元素またはその化合物の薄膜（低屈折率層）とが交互に４０から６０周期程度積層された多層膜が、多層反射膜２として用いられる。多層膜は、基板１側から高屈折率層と低屈折率層をこの順に積層した高屈折率層／低屈折率層の積層構造を１周期として複数周期積層してもよい。また、多層膜は、基板１側から低屈折率層と高屈折率層をこの順に積層した低屈折率層／高屈折率層の積層構造を１周期として複数周期積層してもよい。なお、多層反射膜２の最表面の層、すなわち多層反射膜２の基板１と反対側の表面層は、高屈折率層とすることが好ましい。上述の多層膜において、基板１側から高屈折率層と低屈折率層をこの順に積層した高屈折率層／低屈折率層の積層構造を１周期として複数周期積層する場合は、最上層が低屈折率層となる。この場合、低屈折率層が多層反射膜２の最表面を構成すると容易に酸化されてしまい、反射型マスク２００の反射率が減少する。そのため、最上層の低屈折率層上に、高屈折率層を更に形成して多層反射膜２とすることが好ましい。一方、上述の多層膜において、基板１側から低屈折率層と高屈折率層をこの順に積層した低屈折率層／高屈折率層の積層構造を１周期として複数周期積層する場合は、最上層が高屈折率層となるので、そのままでよい。