

【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 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 29 年 2 月 9 日 (2017.2.9)

【公開番号】特開 2015-142083 (P2015-142083A)

【公開日】平成 27 年 8 月 3 日 (2015.8.3)

【年通号数】公開・登録公報 2015-049

【出願番号】特願 2014-15370 (P2014-15370)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

G 0 3 F 1/24 (2012.01)

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

G 0 3 F 1/32 (2012.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 3 1 M

G 0 3 F 1/24

H 0 1 L 21/302 1 0 5 A

G 0 3 F 1/32

【手続補正書】

【提出日】平成 28 年 12 月 20 日 (2016.12.20)

【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】

基板上に多層反射膜と、保護膜と、EUV 光の位相をシフトさせる位相シフト膜と、エッチングマスク膜とがこの順に形成された反射型マスクブランクであって、

前記保護膜は、ルテニウムを主成分として含む材料からなり、

前記位相シフト膜は、タンタルを含むタンタル系材料層と、ルテニウムを含むルテニウム系材料層とを有する積層構造であって、タンタル系材料層、ルテニウム系材料層の順に積層され、

前記エッチングマスク膜は、タンタルを含むタンタル系材料からなることを特徴とする反射型マスクブランク。

【請求項 2】

前記エッチングマスク膜は、タンタルと窒素を含む材料からなることを特徴とする請求項 1 記載の反射型マスクブランク。

【請求項 3】

前記エッチングマスク膜に含まれる窒素の含有量は、10 原子% 以上であることを特徴とする請求項 2 記載の反射型マスクブランク。

【請求項 4】

前記エッチングマスク膜は、非晶質構造であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 つに記載の反射型マスクブランク。

【請求項 5】

前記保護膜表面上または前記保護膜の一部として前記位相シフト膜と接する側に、前記位相シフト膜との相互拡散を抑止するルテニウムと酸素とを含む拡散防止層を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 つに記載の反射型マスクブランク。

【請求項 6】

前記拡散防止層の膜厚は0.2 nm以上1.5 nm以下であることを特徴とする請求項5に記載の反射型マスクブランク。

【請求項7】

前記多層反射膜の最上層は、ケイ素(Si)であって、前記最上層と前記保護膜との間に、ケイ素と酸素とを含むケイ素酸化物層を有することを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1つに記載の反射型マスクブランク。

【請求項8】

請求項1乃至請求項7の何れか1つに記載の反射型マスクブランクを製造する反射型マスクブランクの製造方法であって、

前記位相シフト膜を、スパッタリング法にて成膜し、成膜開始から成膜終了まで大気に曝さず連続して成膜した積層構造とすることを特徴とする反射型マスクブランクの製造方法。

【請求項9】

請求項1乃至7のいずれか一項に記載の反射型マスクブランクによって作製される反射型マスクの製造方法であって、

前記エッチングマスク膜上にレジスト膜パターンを形成し、前記レジスト膜パターンをマスクにして、タンタル系材料を除去するエッチングガスにてエッチング処理してエッチングマスク膜パターンを形成する工程と、

前記エッチングマスク膜パターンをマスクにして、ルテニウム系材料を除去するエッチングガスにてエッチング処理してルテニウム系材料層パターンを形成し、その後、前記ルテニウム系材料層パターンをマスクにして、タンタル系材料を除去するエッチングガスにてエッチング処理して、タンタル系材料層パターンを形成する位相シフト膜パターン形成工程と、

を有することを特徴とする反射型マスクの製造方法。

【請求項10】

前記位相シフト膜パターン形成工程は、酸素ガスを含むエッチングガスにてエッチング処理してルテニウム系材料層パターンを形成すると同時に、前記レジスト膜パターンも除去する工程を有することを特徴とする請求項9記載の反射型マスクの製造方法。

【請求項11】

前記位相シフト膜パターン形成工程は、前記ルテニウム系材料パターンをマスクにしてタンタル系材料層パターンを形成すると同時に、前記エッチングマスク膜パターンも除去する工程を有することを特徴とする請求項10記載の反射型マスクの製造方法。

【請求項12】

EUV光を発する露光光源を有する露光装置に、請求項9乃至11のいずれか一項に記載の反射型マスクの製造方法によって作製される反射型マスクをセットし、被転写基板上に形成されているレジスト膜に転写パターンを転写する工程を有す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】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

(構成5)

前記保護膜表面上または前記保護膜の一部として前記位相シフト膜と接する側に、前記位相シフト膜との相互拡散を抑止するルテニウムと酸素とを含む拡散防止層を有することを特徴とする構成1乃至構成4の何れか1つに記載の反射型マスクブランク。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 5 0 】

以上、本実施形態の反射型マスクブランク 1 0 の構成について各層ごとに説明をした。なお、反射型マスクブランクとしては位相シフト膜 1 6 上にレジスト膜を備えているものであってもよい。また、R u 系保護膜 1 4 と位相シフト膜 1 6 との間（R u 系保護膜 1 4 の表面上または R u 系保護膜 1 4 の一部として位相シフト膜 1 6 と接する側）に、拡散防止層を設けるようにしてもよい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 5 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 5 1 】

ここで、拡散防止層について説明をする。E U V 露光機は、まだ本格的な商用化に至っていない技術であり、露光光源のパワーも研究開発用として適したものが選択されている（現状で、1 5 W 程度の光源が使用されている）が、本格的な商用化の際には当然に一定以上のスループットが得られる必要があり、そのためには露光光源のパワーを上げる必要がある。露光光源が高パワーになると、露光（パターンの転写）の際の反射型マスクにおける単位時間当たりの発熱量も多くなり（位相シフト膜で吸収した光のエネルギーが熱に変換されるため）、この熱による熱拡散により、保護膜とこれに隣接する位相シフト膜パターンの材料との間で相互拡散が生じる。このような相互拡散により、E U V 光に対する反射率に変動が生じてしまい、繰り返し使用により反射型のマスクとしての機能が低下する（設計通りのコントラストが得られなくなる）おそれがある。拡散防止層は、この課題を解決するための手段として、R u 系保護膜 1 4 の表面上または前記保護膜の一部として前記位相シフト膜と接する側に備えられるものである。拡散防止層が形成されることで、露光光源が高パワー（8 0 W 以上）の使用環境下でも保護膜と位相シフト膜の熱拡散が抑制されるので、E U V 光の反射率の低下が抑制される。従って、位相効果の低下を抑制した反射型マスクブランクが得られるものである。