

【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】平成30年12月13日(2018.12.13)

【公開番号】特開2017-83789(P2017-83789A)

【公開日】平成29年5月18日(2017.5.18)

【年通号数】公開・登録公報2017-018

【出願番号】特願2015-215041(P2015-215041)

【国際特許分類】

G 03 F 7/20 (2006.01)

G 02 B 5/08 (2006.01)

【F I】

G 03 F 7/20 501

G 02 B 5/08 A

【手続補正書】

【提出日】平成30年10月25日(2018.10.25)

【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】

光源から、少なくとも波長300nm以上330nm以下の範囲の光を含む露光光でレチクルを照明する照明光学系と、

波長510nm以上760nm以下の範囲を含むアライメント光を用いて、前記レチクルと被処理体との位置を合わせるアライメント機構とを有し、

反射光学素子を有し、前記反射光学素子を用いて、前記露光光および前記アライメント光を前記被処理体に投影する前記投影光学系と、

を有する露光装置であって、

前記反射光学素子は、基材と、前記基材の上に金属膜と、前記金属膜の上に屈折率の異なる2層を1ペアとする交互層が積層されている積層群を少なくとも3群以上有し、

前記金属膜に隣接する第1の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸収端波長は、320nm以上400nm以下であり、

大気側に隣接する第3の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸収端波長は240nm未満であり、

前記第1の積層群は、2ペア以上4ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの1ペアの平均光学膜厚が161nm以上191nm以下であり、

前記第3の積層群は、5ペア以上10ペア以下の交互層で形成されており、

第2の積層群は、前記第1の積層群と前記第3の積層群の間にあり、

前記第2の積層群は、3ペア以上6ペア以下の交互層で形成されている、
ことを特徴とする露光装置。

【請求項2】

前記反射光学素子は、反射ミラーであることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】

前記反射光学素子は、前記積層群を3群有し、

前記第1の積層群は、二酸化ケイ素層と二酸化チタン層との交互層を有し、

前記第2の積層群は、二酸化ケイ素層と五酸化タンタル層との交互層を有し、

前記第3の積層群は、二酸化ケイ素層と酸化ハフニウム層との交互層を有することを特

徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記金属膜は、アルミニウム金属から形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記第 3 の積層群は、波長 400 nm の 1 ペアの平均光学膜厚が 127 nm 以上 139 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記第 2 の積層群は、波長 400 nm の 1 ペアの平均光学膜厚が 147 nm 以上 175 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 7】

波長 300 nm 以上 330 nm 以下の範囲の光及び波長 510 nm 以上 760 nm の光を反射する反射光学素子であって、

前記反射光学素子は、基材と、前記基材の上に金属膜と、前記金属膜の上に屈折率の異なる 2 層を 1 ペアとする交互層が積層されている積層群を少なくとも 3 群以上有し、

前記金属膜の面に隣接する第 1 の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸收端波長は、320 nm 以上 400 nm 以下であり、

大気側に隣接する第 3 の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸收端波長は 240 nm 未満であり、

前記第 1 の積層群は、2 ペア以上 4 ペア以下の交互層で形成されており、波長 400 nm の平均光学膜厚が 161 nm 以上 191 nm 以下であり、

前記第 3 の積層群は、5 ペア以上 10 ペア以下の交互層で形成されており、

第 2 の積層群は、前記第 1 の積層群と前記第 3 の積層群の間にあり、

前記第 2 の積層群は、3 ペア以上 6 ペア以下の交互層で形成されている、ことを特徴とする反射光学素子。

【請求項 8】

前記反射光学素子は、反射ミラーであることを特徴とする請求項 7 に記載の反射光学素子。

【請求項 9】

前記反射光学素子は、前記積層群を 3 群有し、

前記第 1 の積層群は、二酸化ケイ素層と二酸化チタン層との交互層を有し、

前記第 2 の積層群は、二酸化ケイ素層と五酸化タンタル層との交互層を有し、

前記第 3 の積層群は、二酸化ケイ素層と酸化ハフニウム層との交互層を有することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の反射光学素子。

【請求項 10】

前記金属膜が、アルミニウム金属から形成されていることを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれか一項に記載の反射光学素子。

【請求項 11】

前記第 3 の積層群は、波長 400 nm の 1 ペアの平均光学膜厚が 127 nm 以上 139 nm 以下であることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか一項に記載の反射光学素子。

【請求項 12】

前記第 2 の積層群は、波長 400 nm の 1 ペアの平均光学膜厚が 147 nm 以上 175 nm 以下であることを特徴とする請求項 7 乃至 11 のいずれか一項に記載の反射光学素子。

【請求項 13】

光源から、少なくとも波長 300 nm 以上 330 nm 以下の範囲の光を含む露光光でレチクルを照明する照明光学系と、

波長 510 nm 以上 760 nm 以下の範囲を含むアライメント光を用いて、前記レチクルと被処理体との位置を合わせるアライメント機構とを有し、

反射光学素子を有し、前記反射光学素子を用いて、前記露光光および前記アライメント光を前記被処理体に投影する前記投影光学系と、
を有する露光装置であって、

前記反射光学素子は、基材と、前記基材の上に金属膜と、前記金属膜の上に屈折率の異なる2層を1ペアとする交互層が積層されている積層群を少なくとも2群有し、

前記金属膜の面に隣接する第1の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸收端波長は、320nm以上400nm以下であり、

大気側に隣接する第2の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸收端波長は240nm未満であり、

前記第1の積層群は、2ペア以上9ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの平均の光学膜厚が152nm以上180nm以下であり、

前記第2の積層群は、7ペア以上12ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの平均の光学膜厚が136nm以上146nm以下である、
ことを特徴とする露光装置。

【請求項14】

前記反射光学素子は、反射ミラーであることを特徴とする請求項13に記載の露光装置。

【請求項15】

前記第1の積層群は、二酸化ケイ素層と五酸化タンタル層との交互層を有し、

前記第2の積層群は、二酸化ケイ素層と酸化ハフニウム層との交互層を有することを特徴とする請求項13又は14に記載の露光装置。

【請求項16】

前記金属膜が、アルミニウム金属から形成されていることを特徴とする請求項13乃至15のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項17】

波長300nm以上330nm以下の範囲の光及び波長510nm以上760nmの光を反射する反射光学素子であって、

前記反射光学素子は、基材と、前記基材の上に金属膜と、前記金属膜の上に屈折率の異なる2層を1ペアとする交互層が積層されている積層群を少なくとも2群有し、

前記金属膜の面に隣接する第1の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸收端波長は、320nm以上400nm以下であり、

大気側に隣接する第2の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸收端波長は240nm未満であり、

前記第1の積層群は、2ペア以上9ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの平均の光学膜厚が152nm以上180nm以下であり、

前記第2の積層群は、7ペア以上12ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの平均の光学膜厚が136nm以上146nm以下である、
ことを特徴とする反射光学素子。

【請求項18】

前記反射光学素子は、反射ミラーであることを特徴とする請求項17に記載の反射光学素子。

【請求項19】

前記第1の積層群は、二酸化ケイ素層と五酸化タンタル層との交互層を有し、

前記第2の積層群は、二酸化ケイ素層と酸化ハフニウム層との交互層を有することを特徴とする請求項17又は18に記載の反射光学素子。

【請求項20】

前記金属膜が、アルミニウム金属から形成されていることを特徴とする請求項17乃至19のいずれか一項に記載の反射光学素子。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

光源と、前記光源から、少なくとも波長300nm以上330nm以下の範囲の光を含む露光光でレチクルを照明する照明光学系と、波長510nm以上760nm以下の範囲を含むアライメント光を用いて、前記レチクルと被処理体との位置を合わせるアライメント機構とを有し、反射光学素子を有し、前記反射光学素子を用いて、前記露光光および前記アライメント光を前記被処理体に投影する投影光学系と、を有する露光装置であって、前記反射光学素子は、基材と、前記基材の上に金属膜と、前記金属膜の上に屈折率の異なる2層を1ペアとする交互層が積層されている積層群を少なくとも3群以上有し、前記金属膜の面に隣接する第1の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸収端波長は、320nm以上400nm以下であり、大気側に隣接する第3の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸収端波長は240nm未満であり、前記第1の積層群は、2ペア以上4ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの1ペアの平均光学膜厚が161nm以上191nm以下であり、前記第3の積層群は、5ペア以上10ペア以下の交互層で形成されており、第2の積層群は、前記第1の積層群と前記第3の積層群の間にあり、前記第2の積層群は、3ペア以上6ペア以下の交互層で形成されていることを特徴とする露光装置に関する。

【手続補正3】

【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】

波長300nm以上330nm以下の光及び波長510nm以上760nmの光を反射する反射光学素子であって、前記反射光学素子は、基材と、前記基材の上に金属膜と、前記金属膜の上に屈折率の異なる2層を1ペアとする交互層が積層された積層群を少なくとも3群以上有し、前記金属膜の面に隣接する第1の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸収端波長は、320nm以上400nm以下であり、大気側に隣接する第3の積層群を構成する交互層のうち屈折率が高い方の層の吸収端波長は240nm未満であり、前記第1の積層群は、2ペア以上4ペア以下の交互層で形成されており、波長400nmの平均の光学膜厚が161nm以上191nm以下であり、前記第3の積層群は、5ペア以上10ペア以下の交互層で形成されており、第2の積層群は、前記第1の積層群と前記第3の積層群の間にあり、前記第2の積層群は、3ペア以上6ペア以下の交互層で形成されていることを特徴とする反射光学素子に関する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

【図1】本発明に係る実施の形態による反射ミラーの断面の概略を示す構成図である。

【図2】実施例1の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性及び(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図3】比較例1による反射ミラーの断面の概略を示す構成図である。

【図4】比較例1の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図5】比較例2による反射ミラーの断面の概略を示す構成図である。

【図6】比較例2の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図7】実施形態の反射ミラーの積層群のペア数を変数とした場合の、(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性である。

【図8】実施形態の反射ミラーの積層群のペアの光学長を変数とした場合の、(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性である。

【図9】実施例2の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図10】実施例3の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図11】実施例4の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図12】実施例5の反射ミラーに入射角度45度の光を入射させた場合の(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性を示すグラフである。

【図13】実施形態の反射ミラーの積層群のペア数を変数とした場合の、(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性である。

【図14】実施形態の反射ミラーの積層群のペアの光学長を変数とした場合の、(a)分光反射率特性および(b)S偏光反射成分とP偏光反射成分との分光位相差特性である。

【図15】実施例6の露光装置100の構成を示す概略断面図である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

以下、本実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

図1を用いて、本実施形態の反射光学素子を説明する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

(反射光学素子)

図1は、本実施形態の反射光学素子(反射ミラー)10の構成を示す概略的断面図である。本実施形態では、波長300nm以上330nm以下の光を含む露光光と、波長510nm以上760nm以下の範囲の光をアライメント光に用いる露光装置に使用することができる反射ミラーについて説明する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

反射光学素子（反射ミラー）10は、図1に示すように、精密な形状に研磨された基材11に70nm以上の膜厚を有するアルミニウム金属を主成分とする金属膜層12と、金属膜層12の上に成膜される誘電体膜層13を有する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

本実施形態の反射光学素子は、金属膜層12で波長510nm以上760nm以下のアライメント光を反射する。また、金属膜層12の上には、波長300nm以上330nm以下の範囲の光を含む露光光を吸収する第1の積層群14を有する。第1の積層群14は、アライメント光のS偏光反射成分とP偏光反射成分の位相差を制御する役割を有する。また、誘電体層13の中で、第1積層群14よりも上に設けられた第2の積層群15、第3の積層群16は、露光光を反射するとともに、金属膜層12で反射したアライメント光のS偏光反射成分とP偏光反射成分の位相差を制御する役割を有する。第1群の積層体14および第2群の積層体15の材料や膜厚を制御した本実施形態の反射光学素子は、露光光の反射率が高く、アライメント光のS偏光反射成分とP偏光反射成分の位相差を制御することができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

本実施形態の反射光学素子の誘電体膜層13は、少なくとも第1の積層群14と第2の積層群15を有することが必要であり、露光光の反射率をより高めるためには、第3の積層群15を設けることが好ましい。また、誘電体膜層13は、更に積層群を設けることにより、3群以上有する構成にしても良い。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

反射光学素子（反射ミラー）10の具体的な材料及び数値について、実施例を用いて説明する。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

露光装置の具体的な構成については、実施例を用いて説明する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

(膜の層数と膜厚)

膜の層数と膜厚の範囲について説明する。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0057】

図7(a)は、第1の積層群14が1ペア、5ペア、第2の積層群15が2ペア、7ペア、第3の積層群16が4ペア、11ペアの時の分光反射率特性を示し、図7(b)は、反射に伴うSP偏光の分光位相差特性を示す。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0058】

図8(a)は、光学的な周期長に関して第1の積層群14が160nm、192nm、第2の積層群15が146nm、176nm、第3の積層群16が126nm、140nmの時の分光反射率特性を示す。図8(b)は、反射に伴うSP偏光の分光位相差特性を示す。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

実施例1は、高低屈折率材料が/4交互層であったが、非/4交互層であってもよい。また、積層群の1ペアの平均光学膜厚(周期長)は、長さを含めた完全な周期構造で無くてもよい。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

実施例4は、各層の膜厚がランダムであり膜厚としての周期構造はない。表4より、各群のペア数と平均周期長が所定の範囲内であることが確認できる。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0083】

(膜の層数と膜厚)

膜の層数と膜厚の範囲について説明する。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0086】

図13(a)は、第1の積層群14が1ペア、10ペア、第2の積層群15が6ペア、13ペアの時の分光反射率特性を示し、図13(b)は、反射に伴うSP偏光の分光位相差特性を示す。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0087】

図14(a)は、光学的な周期長について第1の積層群が151nm、181nm、第2の積層群15が135nm、147nmの時の分光反射率特性を示し、図14(b)は、反射に伴うSP偏光の分光位相差特性を示す。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

(実施例6)

次に、反射ミラーを搭載している露光装置の一例を実施例6として説明する。

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0089

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0089】

以下、図15を参照して、反射ミラー10を備えた露光装置100について説明する。ここで、図15は、露光装置100の構成を示す概略的断面図である。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0093】

投影光学系120は、レチクルRTのパターンを被処理体GSに投影する光学系である。投影光学系120は、本実施形態では、平面ミラー122と、凹面ミラー124と、凸面ミラー126とを有する。投影光学系120を構成する全てのミラーに反射ミラー10を使用することができる。上述したように、反射ミラーは、露光光波長域で高い反射率を有するので、高い照度を得ることができ高スループットを実現することが可能である。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0099

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0099】

露光装置100において、照明装置110から発せられた光束は、レチクルRTを、例えば、ケーラー照明する。レチクルRTを通過しレチクルパターンを反映する光は、投影光学系120により被処理体GSに結像される。本実施例では、投影光学系120は、反射ミラー10が用いられている。これにより、露光光及びアライメント光の光量の損失を抑え、高いスループットで経済性よく高解像で露光すると共に、高精度なアライメントが可能となる。