

【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28年3月24日(2016.3.24)

【公表番号】特表2015-508231(P2015-508231A)

【公表日】平成27年3月16日(2015.3.16)

【年通号数】公開・登録公報2015-017

【出願番号】特願2014-555979(P2014-555979)

【国際特許分類】

H 01 L	21/027	(2006.01)
G 03 F	7/20	(2006.01)
G 21 K	1/06	(2006.01)
G 21 K	1/00	(2006.01)
G 02 B	17/06	(2006.01)

【F I】

H 01 L	21/30	5 3 1 A
G 03 F	7/20	5 0 3
G 21 K	1/06	B
G 21 K	1/00	X
G 02 B	17/06	

【手続補正書】

【提出日】平成28年2月4日(2016.2.4)

【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】

投影レンズの物体面(OS)に配置されたパターンを、極端紫外線(EUV)領域からの作動波長 $\lambda$ を有する電磁放射により、前記投影レンズの像面(IS)に結像する投影レンズ(PO)であって、

ミラー表面を有する多数のミラー(M1-M6)であって、前記ミラー表面は投影ビーム路で前記物体面と像面との間に配置され、前記物体面に配置されたパターンは、前記ミラーにより前記像面に結像可能であるミラーを有する投影レンズにおいて、

波面修正装置(WFC)であって、該波面修正装置の作動モードにおける前記投影ビーム路に配置され、前記作動波長 $\lambda$ において、光学的使用領域に衝突するEUV線の主たる部分を伝導するフィルムを有するフィルム素子を備える波面修正装置を特徴とし、前記フィルム素子は、前記フィルムが前記光学的使用領域で自立支承するよう前記フィルムを支承するフレームを有し、前記フィルム素子は、

第1層(L1)であって、該第1層(L1)は、第1複素屈折率 $n_1 = (1 - \alpha_1) + i\beta_1$ を有する第1層材料からなり、第1光学層厚を有し、該第1光学層厚は前記使用領域全体に亘って、第1層厚プロフィールに従って局所的に変化する第1層(L1)と、

第2層(L2)であって、該第2層(L2)は、第2複素屈折率 $n_2 = (1 - \alpha_2) + i\beta_2$ を有する第2層材料からなり、第2光学層厚を有し、該第2光学層厚は前記使用領域全体に亘って、第2層厚プロフィールに従って局所的に変化する第2層(L2)とを有し、

前記第1層厚プロフィール及び第2層厚プロフィールが異なり、第1屈折率の実部の1からの逸脱 $\alpha_1$ が、前記第1層材料の吸収係数 $\alpha_1$ に対して大きく、

第2屈折率の実部の1からの逸脱 $\gamma_2$ が、前記第2層材料の吸収係数 $\gamma_2$ に対して小さいことを特徴とする投影レンズ。

【請求項2】

請求項1に記載の投影レンズであって、前記フィルム素子は、前記投影ビームの全ての光線が前記光学的使用領域上に20度未満の入射角、特に10度未満の入射角で入射するよう、前記投影ビーム路に配置される投影レンズ。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の投影レンズであって、前記フィルム素子は、前記光学的使用領域全体に衝突するEUV線に対して少なくとも70%の透過率を有する投影レンズにおいて、前記透過率は好適には70%と90%との間である投影レンズ。

【請求項4】

請求項1～3の何れか一項に記載の投影レンズであって、少なくとも1つの瞳面を、前記物体面と像面との間に有し、前記フィルム素子は前記瞳面に、又は前記瞳面に対して光学的に近接して配置される投影レンズ。

【請求項5】

請求項1～4の何れか一項に記載の投影レンズであって、該投影レンズは前記物体面又は像面に光学的に近接するフィルム素子を有し、及び／又は中間像面が前記物体面と像面との間にあり、フィルム素子は前記中間像面に、又は前記中間像面に光学的に近接して配置され、前記フィルム素子は、好適には前記物体面と、前記物体面に直接続く第1ミラー(M1)との間に配置される投影レンズ。

【請求項6】

請求項1～5の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記フィルム素子は多層フィルムを備え、該多層フィルムは前記第1層及び第2層を有する投影レンズ。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか一項に記載の投影レンズであって、前記第1層は前記フィルム素子の第1フィルムに取り付けられ、前記第2層は前記フィルム素子の第2フィルムに取り付けられ、該第2フィルムは物理的に前記第1フィルムと分離する投影レンズ。

【請求項8】

請求項7に記載の投影レンズであって、前記第1フィルムと第2フィルムとの間の幾何学的間隔は、10センチメートル未満、特に1センチメートル未満とし、及び／又は前記第1フィルムと第2フィルムとの間の光学的間隔は、前記第1フィルム及び第2フィルムのサブ開口率が、互いに0.05未満、特に0.01未満で逸脱する投影レンズ。

【請求項9】

請求項1～8の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記作動波長は5nm乃至20nmであり、第1効率比 $V_1 = \gamma_1 / \gamma_1$ は5を上回り、好適には10を上回り、及び／又は第2効率比は $V_2 = \gamma_2 / \gamma_2$ は0.6未満、好適には0.2未満である投影レンズ。

【請求項10】

請求項1～9の何れか一項に記載の投影レンズであって、 $V_1 = \gamma_1 / \gamma_1$ 及び $V_2 = \gamma_2 / \gamma_2$ であり、 $V_1/V_2$ の比率は2を上回り、好適には10を上回り、特に20を上回る投影レンズ。

【請求項11】

請求項1～10の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記作動波長は7nm乃至20nmの波長範囲であり、前記第1層材料は以下の群より選ばれ；ルテニウム(Ru)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)、クロム(Cr)、ベリリウム(Be)、金(Au)、イットリウム(Y)、ケイ酸イットリウム( $Y_5Si_3$ )、ケイ酸ジルコニウム( $ZrSi_2$ )、又は主としてこれらの材料の1つからなる材料組成、及び／又は前記第2層材料は、ケイ素(Si)及びゲルマニウム(Ge)からなる群より選ばれるか、又は主としてこれらの材料の1つからなる材料組成より選ばれる投影レンズ。

【請求項12】

請求項1～10の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記作動波長は、6nmと7nmとの間の作動波長の範囲にあり、前記第1層材料は以下の群より選ばれ； $NbOB_4C$ 、 $NbO_2$

, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, RuO<sub>4</sub>, MoO<sub>2</sub>, Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, C, Te, In, Ba, Sn, RuO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, La, B, B<sub>4</sub>C, BN, ZrO<sub>2</sub>、又は主としてこれらの材料の1つからなる材料組成より選ばれ、及び／又は前記第2層材料は、材料Y又はRbからなる群より選ばれ、又は主としてこれらの材料の1つからなる材料組成から選ばれる投影レンズ。

#### 【請求項13】

請求項1～12の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記光学的使用領域の前記第1光学層厚の最大局所値と最小局所値との間の第1PV比率は2乃至6の範囲とし、及び／又は前記光学的使用領域の前記第2光学層厚の最大局所値と最小局所値との間の第2PV比率は、2乃至6の範囲である投影レンズ。

#### 【請求項14】

請求項1～13の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記第2層厚プロフィールは前記第1層厚プロフィールに対して相補的である投影レンズ。

#### 【請求項15】

請求項1～14の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記第1層及び第2層の層厚が、前記フィルムが最大波面変化の領域において、前記作動波長の少なくとも3%の波面変化を引き起こすよう設計されている投影レンズ。

#### 【請求項16】

請求項1～15の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記第2層厚が、前記光学的使用領域の少なくとも1つの位置で、前記作動波長よりも大きい投影レンズ。

#### 【請求項17】

請求項1～16の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記第1層は、前記光学的使用領域において、鏡面対称性、放射状対称性又は回転対称性のいずれをも有さない非対称的な第1層厚プロフィールを有する投影レンズ。

#### 【請求項18】

請求項1～17の何れか一項に記載の投影レンズであって、フィルムは第1フィルム表面、第2フィルム表面、及び前記第1フィルム表面と第2フィルム表面との間で測定された1 μm未満のフィルム厚を有し、前記フィルム厚は好適には300 nm以下、特に200 nmと25 nmとの間の範囲の投影レンズ。

#### 【請求項19】

請求項1～18の何れか一項に記載の投影レンズであって、フィルムは少なくとも1つのフィルム表面において、保護層材料からなる外側の保護層を有し、前記保護層材料は、前記保護層直近の内側の層よりも周囲の影響に対する耐性が強く、前記保護層材料は好適には以下の群：ルテニウム(Ru)、ロジウム(Rh)、炭素(C)、ケイ素(Si)及びSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(窒化ケイ素)から選択される投影レンズ。

#### 【請求項20】

請求項1～19の何れか一項に記載の投影レンズであって、フィルムは単一の第1層のみ、及び／又は単一の第2層のみを備える投影レンズ。

#### 【請求項21】

請求項1～20の何れか一項に記載の投影レンズであって、多層フィルムが、前記作動波長に対して反射低減効果を有する少なくとも1つの反射防止層を備え、該反射防止層は、第1層及び／又は第2層の直近に配置することが好適である投影レンズ。

#### 【請求項22】

請求項1～21の何れか一項に記載の投影レンズであって、少なくとも1つの中間層を前記第1層と第2層との間に配置し、前記中間層は、好適には反射防止層及び／又は拡散バリア層とし、該反射防止層及び／又は拡散バリア層は、特にC, B<sub>4</sub>C, Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, SiC, Mo<sub>2</sub>C, MoSi<sub>2</sub>, Y<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>又はNb<sub>4</sub>Si、又はこれらの材料の1つを有する組成物からなる投影レンズ。

#### 【請求項23】

請求項1～22の何れか一項に記載の投影レンズであって、多層フィルムが前記第1層及び第2層に加えて、10層を下回る更なる層を備える投影レンズ。

## 【請求項 2 4】

請求項 1 ~ 2 3 の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記第 1 層及び / 又は前記第 2 層が異質な層構造で構成され、モリブデンベースの前記第 1 層が、好適には内側の層構造を有し、該内側の層構造において、モリブデンより構成される比較的厚い部分層が結晶化トップ層により分離され、該結晶化トップ層は前記部分層と比較して薄い投影レンズ。

## 【請求項 2 5】

請求項 1 ~ 2 4 の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記光学的使用領域は 50 mm 以上の最小直径を有し、特に前記最小直径は 100 mm 以上である投影レンズ。

## 【請求項 2 6】

請求項 1 ~ 2 5 の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記フィルム素子は、格子状の支承構造を有し、該格子状の支承構造は前記光学的使用領域において前記フィルムと接触し、該フィルムを安定させ、前記格子状の支承構造は、好適にはハニカム構造を有し、該ハニカム構造は、六角形又は他の多角形の開口を形成する支柱を有する投影レンズ。

## 【請求項 2 7】

請求項 1 ~ 2 6 の何れか一項に記載の投影レンズであって、前記投影レンズは、前記ミラーを前記投影ビーム路の前記ミラーの位置に保持するための支承構造を有し、前記フィルム素子が前記支承構造に対して可動な可変ホルダ上に配置され、前記フィルム素子は、前記可変ホルダを移動させることにより、前記投影ビーム路に又は投影ビーム路の外側に光学的に配置可能であり、好適には前記投影レンズ上に、前記フィルム素子の各取り付け位置に関して、前記フィルム素子を前記投影レンズのビーム路に配置するためのアクセスシャフトが備えられる投影レンズ。

## 【請求項 2 8】

フィルム素子、特に EUV マイクロリソグラフィ用投影露光装置の投影レンズにおいて使用するフィルム素子であって、

フィルムであって、極端紫外線領域 (EUV) からの作動波長において、光学的使用領域において前記フィルム素子に衝突する EUV 線の主たる部分を伝導するフィルムを備え、

前記フィルム素子は、前記フィルムが前記光学的使用領域で自立支承するよう前記フィルムを支承するフレームを有し、

前記フィルム素子は、

第 1 層であって、該第 1 層は、第 1 複素屈折率  $n_1 = (1 - \alpha_1) + i \beta_1$  を有する第 1 層材料からなり、第 1 光学層厚を有し、該第 1 光学層厚は前記使用領域全体に亘って、第 1 層厚プロフィールに従って局所的に変化する第 1 層と、

第 2 層であって、該第 2 層は、第 2 複素屈折率  $n_2 = (1 - \alpha_2) + i \beta_2$  を有する第 2 層材料からなり、第 2 光学層厚を有し、該第 2 光学層厚は前記使用領域全体に亘って、第 2 層厚プロフィールに従って局所的に変化する第 2 層と

を有し、

前記第 1 層厚プロフィール及び第 2 層厚プロフィールが異なり、

第 1 屈折率の実部の 1 からの逸脱  $\alpha_1$  が、前記第 1 層材料の吸収係数  $\beta_1$  に対して大きく、第 2 屈折率の実部の 1 からの逸脱  $\alpha_2$  が、前記第 2 層材料の吸収係数  $\beta_2$  に対して小さい投影レンズ。

## 【請求項 2 9】

請求項 2 8 に記載の投影レンズであって、前記フィルム素子は、前記光学的使用領域全体に衝突する EUV 線に対して少なくとも 70% の透過率を有する投影レンズにおいて、前記透過率は好適には 70% と 90% との間である投影レンズ。

## 【請求項 3 0】

請求項 2 8 又は 2 9 に記載のフィルム素子であって、請求項 6 乃至 2 7 の少なくとも 1 つの請求項の主要部の特徴を特徴とするフィルム素子。

## 【請求項 3 1】

投影レンズの物体面 (OS) に配置されたパターンを、作動波長 近辺の極端紫外線 (EUV

) 領域からの電磁放射により、前記投影レンズの像面 (IS) 内に結像する投影レンズであって、

ミラー表面を有する多数のミラー (M1-M6) であって、前記ミラー表面は投影ビーム路で前記物体面と像面との間に配置され、前記物体面に配置されたパターンは、前記ミラーにより前記像面に結像可能であり、前記物体面と像面との間を走る投影ビームの光線が波面を形成する、多数のミラー (M1-M6) を有し、

波面修正装置 (WFC) であって、前記波面修正装置 (WFC) の少なくとも 1 つの作動モードにおける前記投影ビーム路に配置され、光学的使用領域において フィルムに衝突するEUV線の主たる部分を伝導する該フィルムを有するフィルム素子 を備える波面修正装置を特徴とし、

前記フィルム素子は、前記フィルムが前記光学的使用領域で自立支承するよう前記フィルムを支承するフレームを有し、

前記波面が前記フィルム素子によって、前記像面における像形成に至る前記波面が、前記フィルム素子が投影ビーム路に存在する場合に、前記フィルム素子が存在しない場合よりも、前記波面の所望のプロフィールに近づくよう変更される投影レンズ。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 に記載の投影レンズであって、前記フィルム素子は、前記投影ビームの全ての光線が前記光学的使用領域上に 20 度未満の入射角、特に 10 度未満の入射角で入射するよう、前記投影ビーム路に配置される投影レンズ。

【請求項 3 3】

請求項 3 1 又は 3 2 に記載の投影レンズであって、少なくとも 1 つの瞳面を、前記物体面と像面との間に有し、前記フィルム素子は前記瞳面に、又は前記瞳面に対して光学的に近接して配置される投影レンズ。

【請求項 3 4】

投影レンズの物体面 (OS) に配置されたパターンを、作動波長 近辺の極端紫外線 (EUV) 領域からの電磁放射により、前記投影レンズの像面 (IS) 内に結像する投影レンズであって、

ミラー表面を有する多数のミラー (M1-M6) であって、前記ミラー表面は投影ビーム路で前記物体面と像面との間に配置され、前記物体面に配置されたパターンは、前記ミラーにより前記像面に結像可能であり、前記物体面と像面との間を走る投影ビームの光線が波面を形成する、多数のミラー (M1-M6) を有し、

第 1 フィルム及び

前記第 1 フィルムとは分離した第 2 フィルムを有することを特徴とし、

各フィルムが、前記極端紫外線領域 (EUV) からの作動波長において、光学的使用領域において前記フィルムに衝突するEUV線の主たる部分を伝導し、

前記フィルム素子は、前記第 1 フィルム及び前記第 2 フィルムが前記光学的使用領域で自立支承するよう前記第 1 フィルム及び前記第 2 フィルムを支承するフレームを有する投影レンズ。

【請求項 3 5】

請求項 3 4 に記載の投影レンズであって、少なくとも 1 つの瞳面を前記物体面と像面との間に有し、前記第 1 フィルム素子及び / 又は第 2 フィルム素子は前記瞳面に、又は前記瞳面に対して光学的に近接して配置される投影レンズ。

【請求項 3 6】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影レンズの製造方法であって、

多数のミラーを与えられた位置に取り付けるステップであって、ミラー表面を投影ビーム路内で物体面と像面との間に配置し、前記物体面に配置されたパターンが、前記ミラーにより前記像面内に結像可能であるステップと、

前記投影レンズの波面収差を決定するステップと

取り付け位置のために、前記投影レンズの波面収差から位置依存的な波面修正を計算するステップと、

フィルム素子を処理するステップであって、前記フィルム素子を取り付けられた位置で前記投影ビーム路内に挿入する場合、前記波面修正は前記フィルム素子の影響を受けるよう前記フィルム素子を処理するステップと、

処理された前記フィルム素子を、取り付け位置に取り付けるステップとを含み、

前記フィルム素子は、フィルムと該フィルムが前記光学的使用領域で自立支承するよう前記フィルムを支承するフレームを有する製造方法。

【請求項 3 7】

請求項 3 6 に記載の方法であって、前記波面収差の決定に先立ち、フィルム素子を前記投影ビーム路内部の既定の取り付け位置に取り付け、前記波面収差の決定後、前記フィルム素子を前記投影ビーム路から取り除き、それから、前記フィルム素子を取り付けられた位置で前記投影ビーム路内に挿入する場合、前記波面修正は前記フィルム素子の影響を受けるよう前記フィルム素子を処理する方法。