

【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20年5月8日(2008.5.8)

【公開番号】特開2006-113533(P2006-113533A)

【公開日】平成18年4月27日(2006.4.27)

【年通号数】公開・登録公報2006-017

【出願番号】特願2005-136902(P2005-136902)

【国際特許分類】

G 02 B 17/08 (2006.01)

G 02 B 13/18 (2006.01)

G 02 B 13/24 (2006.01)

G 03 F 7/20 (2006.01)

H 01 L 21/027 (2006.01)

【F I】

G 02 B 17/08 A

G 02 B 13/18

G 02 B 13/24

G 03 F 7/20 5 2 1

H 01 L 21/30 5 1 5 D

【手続補正書】

【提出日】平成20年3月26日(2008.3.26)

【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】

第1面の縮小像を第2面に投影する投影光学系において、

前記投影光学系の光路中の気体の屈折率を1とするとき、前記投影光学系と前記第2面との間の光路は1.5よりも大きい屈折率を有する液体で満たされ、

前記投影光学系は、前記第1面側が前記気体と接し且つ前記第2面側が前記液体と接する境界レンズを備え、

前記境界レンズは、正の屈折力を有し、1.8よりも大きい屈折率を有する光学材料により形成されていることを特徴とする投影光学系。

【請求項2】

前記境界レンズの焦点距離をFbとし、前記第2面における最大像高をYiとするとき、

0.11 < Yi / Fb < 0.15

の条件を満足することを特徴とする請求項1に記載の投影光学系。

【請求項3】

前記境界レンズは、酸化マグネシウムにより形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の投影光学系。

【請求項4】

前記投影光学系は、酸化カルシウムにより形成された少なくとも1つの光透過部材を有することを特徴とする請求項3に記載の投影光学系。

【請求項5】

光線の進行経路に沿って前記第1面から順に第1番目の光透過部材から第3番目の光透過部材は、前記酸化カルシウムにより形成された少なくとも1つの光透過部材を含むことを

特徴とする請求項 4 に記載の投影光学系。

【請求項 6】

前記境界レンズは、酸化カルシウムにより形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投影光学系。

【請求項 7】

前記投影光学系は、酸化マグネシウムにより形成された少なくとも 1 つの光透過部材を有することを特徴とする請求項 6 に記載の投影光学系。

【請求項 8】

光線の進行経路に沿って前記第 2 面から順に第 1 番目の光透過部材から第 3 番目の光透過部材は、酸化マグネシウムにより形成された少なくとも 1 つの光透過部材と、酸化カルシウムにより形成された少なくとも 1 つの光透過部材とを含み、

前記酸化マグネシウムにより形成された少なくとも 1 つの光透過部材の中心厚の和を T_M とし、前記酸化カルシウムにより形成された少なくとも 1 つの光透過部材の中心厚の和を T_C とするとき、

$$0.05 < T_C / T_M < 0.43$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投影光学系。

【請求項 9】

前記酸化マグネシウムにより形成された 1 つの光透過部材と前記酸化カルシウムにより形成された 1 つの光透過部材とは接合レンズを構成していることを特徴とする請求項 8 に記載の投影光学系。

【請求項 10】

前記境界レンズは、 $Mg_xCa_{1-x}O$ ($0.8 < x < 0.9$) で表される結晶材料により形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投影光学系。

【請求項 11】

前記境界レンズと前記第 2 面との間の光路中に配置されて、ほぼ無屈折力を有する光学部材をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 12】

前記ほぼ無屈折力の光学部材は、隣接する液体よりも高い屈折率を有していることを特徴とする請求項 11 に記載の投影光学系。

【請求項 13】

前記ほぼ無屈折力の光学部材は、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、萤石、または石英により形成されていることを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の投影光学系。

【請求項 14】

立方晶系に属する結晶で形成された結晶光学素子をさらに備え、前記境界レンズは立方晶系に属する結晶で形成され、

前記結晶光学素子は、第 1 結晶軸が前記投影光学系の光軸にほぼ一致するように設定され、

前記境界レンズは、第 2 結晶軸が前記投影光学系の光軸にほぼ一致するように設定され、

前記第 1 結晶軸とは異なる前記結晶光学素子の結晶軸の方位と、前記第 2 結晶軸とは異なる前記境界レンズの結晶軸の方位とは、前記立方晶系に属する結晶が有する固有複屈折の影響を低減するように設定されていることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 15】

前記境界レンズは酸化マグネシウムまたは酸化カルシウムにより形成され、

前記結晶光学素子は酸化カルシウムまたは酸化マグネシウムにより形成されていることを特徴とする請求項 14 に記載の投影光学系。

【請求項 16】

前記境界レンズの光軸方向の厚みと前記結晶光学素子の光軸方向の厚みとは、前記立方晶

系に属する結晶が有する固有複屈折の影響を低減するように設定されていることを特徴とする請求項14または15に記載の投影光学系。

【請求項17】

前記投影光学系は、少なくとも1つの凹面反射鏡を備えていることを特徴とする請求項1乃至16のいずれか1項に記載の投影光学系。

【請求項18】

前記投影光学系は、

前記第1面からの光に基づいて第1中間像を形成するための屈折型の第1結像光学系と、

前記少なくとも1つの凹面反射鏡を含み、前記第1中間像からの光に基づいて第2中間像を形成するための第2結像光学系と、

前記第2中間像からの光に基づいて前記縮小像を前記第2面上に形成するための屈折型の第3結像光学系と、

前記第1結像光学系と前記第2結像光学系との間の光路中に配置された第1偏向鏡と、

前記第2結像光学系と前記第3結像光学系との間の光路中に配置された第2偏向鏡とを備えていることを特徴とする請求項17に記載の投影光学系。

【請求項19】

前記投影光学系全体の結像倍率をMAとし、前記第3結像光学系の結像倍率をM3とするとき、

$$0.5 < |M3 / MA| < 1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項18に記載の投影光学系。

【請求項20】

前記境界レンズを形成する前記光学材料は、立方晶系に属する結晶材料であることを特徴とする請求項1乃至19のいずれか1項に記載の投影光学系。

【請求項21】

前記第1面に配置されるラインパターンの像を前記第2面上に形成するために用いられ、前記ラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明に基づいて前記ラインパターンの像を形成することを特徴とする請求項1乃至20のいずれか1項に記載の投影光学系。

【請求項22】

前記液体は、使用波長において1.6以上の屈折率を有することを特徴とする請求項1乃至21のいずれか1項に記載の投影光学系。

【請求項23】

前記投影光学系は、像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影することを特徴とする請求項1乃至22のいずれか1項に記載の投影光学系。

【請求項24】

請求項1乃至23のいずれか1項に記載の投影光学系を備え、液体を介して基板を露光することを特徴とする露光装置。

【請求項25】

請求項1乃至23のいずれか1項に記載の投影光学系を用いて、液体を介して基板を露光することを特徴とする露光方法。

【請求項26】

請求項24に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項27】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置されて、CaO及びMgOのうち少なくとも一方の材料で形成された第1光学素子を備えることを特徴とする投影光学系。

【請求項28】

前記投影光学系は、前記第1光学素子の前記物体側に隣接して配置されて、CaO及びMgOのうち少なくとも一方の材料で形成された第2光学素子をさらに備えることを特徴と

する請求項 2 7 に記載の投影光学系。

【請求項 2 9】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置された第 1 光学素子と、該第 1 光学素子の前記物体側に隣接して配置された第 2 光学素子とを備え、

前記第 1 光学素子と前記第 2 光学素子との少なくとも一方は、CaO 及びMgO のうち少なくとも一方の材料で形成されることを特徴とする投影光学系。

【請求項 3 0】

前記投影光学系の前記第 1 光学素子と前記第 2 光学素子との少なくとも一方は CaO で形成され、該 CaO で形成される光学素子には、MgO を含むコートが設けられることを特徴とする請求項 2 8 または 2 9 に記載の投影光学系。

【請求項 3 1】

前記投影光学系の前記第 1 光学素子と前記第 2 光学素子との少なくとも一方は MgO で形成され、該 MgO で形成される光学素子には、CaO を含むコートが設けられることを特徴とする請求項 2 8 乃至 3 0 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 3 2】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置された第 1 光学素子と、該第 1 光学素子の前記物体側に隣接して配置された第 2 光学素子とを備え、

前記第 1 光学素子は CaO 又は MgO で形成され、

前記第 2 光学素子は MgO 又は CaO で形成されることを特徴とする投影光学系。

【請求項 3 3】

前記第 1 光学素子の光軸方向の厚みと前記第 2 光学素子の光軸方向の厚みとは、前記 CaO 及び前記 MgO が有する固有複屈折の影響を低減させるように定められていることを特徴とする請求項 3 2 に記載の投影光学系。

【請求項 3 4】

前記第 1 光学素子の光軸方向の厚みと前記第 2 光学素子の光軸方向の厚みとは、前記 CaO 及び前記 MgO が有する固有複屈折の値の逆数にほぼ比例するように定められていることを特徴とする請求項 3 3 に記載の投影光学系。

【請求項 3 5】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置された第 1 光学素子と、該第 1 光学素子の前記物体側に隣接して配置された第 2 光学素子と、該第 2 光学素子の前記物体側に隣接して配置された第 3 光学素子とを備え、

前記第 1 ~ 第 3 光学素子は、CaO で形成される光学素子と、MgO で形成される光学素子と、石英ガラスで形成される光学素子とであって、

前記 CaO で形成される光学素子の光軸方向の厚みと前記 MgO で形成される光学素子の光軸方向の厚みとは、前記 CaO 及び前記 MgO が有する固有複屈折の影響を低減させるように定められていることを特徴とする投影光学系。

【請求項 3 6】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

CaO で形成される光学素子を備え、

該 CaO で形成される光学素子には、MgO を含むコートが設けられることを特徴とする投影光学系。

【請求項 3 7】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系にお

いて、

MgOで形成される光学素子を備え、
該MgOで形成される光学素子には、CaOを含むコートが設けられることを特徴とする
投影光学系。

【請求項38】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置されて、CaO、CaOを含む結晶材料、MgO及びMgOを含む結晶材料からなる結晶材料群のうち少なくとも1つの材料で形成された第1光学素子を備えることを特徴とする投影光学系。

【請求項39】

前記投影光学系は、前記第1光学素子の前記物体側に隣接して配置されて、MgO及びMgOを含む結晶材料からなる結晶材料群のうち少なくとも1つの材料で形成された第2光学素子をさらに備えることを特徴とする請求項38に記載の投影光学系。

【請求項40】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置された第1光学素子と、該第1光学素子の前記物体側に隣接して配置された第2光学素子とを備え、

前記第1光学素子と前記第2光学素子との少なくとも一方は、CaO及びCaOを含む結晶材料からなる第1結晶材料群、及びMgO及びMgOを含む結晶材料からなる第2結晶材料群のうち少なくとも一方の結晶材料群から選択された材料で形成されることを特徴とする投影光学系。

【請求項41】

前記投影光学系の前記第1光学素子と前記第2光学素子との少なくとも一方は前記第1結晶材料群から選択された第1材料で形成され、前記第1結晶材料群から選択された前記第1材料で形成される光学素子には、前記第2結晶材料群から選択された第2材料を含むコートが設けられることを特徴とする請求項40に記載の投影光学系。

【請求項42】

前記投影光学系の前記第1光学素子と前記第2光学素子との少なくとも一方は前記第2結晶材料群から選択された前記第2材料で形成され、前記第2結晶材料群から選択された第2材料で形成される光学素子には、前記第1結晶材料群から選択された前記第1材料を含むコートが設けられることを特徴とする請求項40または41に記載の投影光学系。

【請求項43】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置された第1光学素子と、該第1光学素子の前記物体側に隣接して配置された第2光学素子とを備え、

前記第1光学素子は、CaO及びCaOを含む結晶材料からなる第1結晶材料群から選択された第1材料、又はMgO及びMgOを含む結晶材料からなる第2結晶材料群から選択された第2材料で形成され、

前記第2光学素子は前記第2結晶材料群から選択された第2材料又は前記第1結晶材料群から選択された第1材料で形成されることを特徴とする投影光学系。

【請求項44】

前記第1光学素子の光軸方向の厚みと前記第2光学素子の光軸方向の厚みとは、前記第1結晶材料群から選択された前記第1材料及び前記第2結晶材料群から選択された前記第2材料が有する固有複屈折の影響を低減させるように定められていることを特徴とする請求項43に記載の投影光学系。

【請求項45】

前記第1光学素子の光軸方向の厚みと前記第2光学素子の光軸方向の厚みとは、前記第1

結晶材料群から選択された前記第1材料及び前記第2結晶材料群から選択された前記第2材料が有する固有複屈折の値の逆数にほぼ比例するように定められていることを特徴とする請求項44に記載の投影光学系。

【請求項46】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

最も像面側に配置された第1光学素子と、該第1光学素子の前記物体側に隣接して配置された第2光学素子と、該第2光学素子の前記物体側に隣接して配置された第3光学素子とを備え、

前記第1～第3光学素子は、CaO及びCaOを含む結晶材料からなる第1結晶材料群から選択された第1材料で形成される光学素子と、MgO及びMgOを含む結晶材料からなる第2結晶材料群から選択された第2材料で形成される光学素子と、石英ガラスで形成される光学素子とであって、

前記第1結晶材料群から選択された前記第1材料で形成される光学素子の光軸方向の厚みと前記第2結晶材料群から選択された前記第2材料で形成される光学素子の光軸方向の厚みとは、前記第1結晶材料群から選択された前記第1材料及び前記第2結晶材料群から選択された前記第2材料が有する固有複屈折の影響を低減するように定められていることを特徴とする投影光学系。

【請求項47】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

CaO及びCaOを含む結晶材料からなる第1結晶材料群から選択された第1材料で形成される光学素子を備え、

該第1材料で形成される光学素子には、MgO及びMgOを含む結晶材料からなる第2結晶材料群から選択された第2材料を含むコートが設けられることを特徴とする投影光学系。

【請求項48】

像面側に形成された液浸領域の液体を介して基板上に物体の像を投影する投影光学系において、

MgO及びMgOを含む結晶材料からなる第2結晶材料群から選択された第2材料で形成される光学素子を備え、

該第2材料で形成される光学素子には、CaO及びCaOを含む結晶材料からなる第1結晶材料群から選択された第1材料を含むコートが設けられることを特徴とする投影光学系。

【請求項49】

前記液体は、使用波長において1.6以上の屈折率を有することを特徴とする請求項27乃至48のいずれか1項に記載の投影光学系。

【請求項50】

請求項27乃至49のいずれか1項に記載の投影光学系を備え、前記液浸領域の液体を介して前記基板を露光することを特徴とする露光装置。

【請求項51】

請求項27乃至49のいずれか1項に記載の投影光学系を用いて、前記液浸領域の液体を介して前記基板を露光することを特徴とする露光方法。

【請求項52】

請求項50に記載の露光装置を用いることを特徴とするデバイス製造方法。