

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-505124

(P2009-505124A)

(43) 公表日 平成21年2月5日(2009.2.5)

(51) Int.Cl.

**G02B 13/24** (2006.01)  
**H01L 21/027** (2006.01)  
**G03F 7/20** (2006.01)  
**G02B 13/14** (2006.01)  
**G02B 1/02** (2006.01)

F 1

G02B 13/24  
H01L 21/30 515D  
G03F 7/20 521  
G02B 13/14  
G02B 1/02

テーマコード(参考)

2 H 087  
5 F 046

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2008-525556 (P2008-525556)  
(86) (22) 出願日 平成18年8月4日 (2006.8.4)  
(85) 翻訳文提出日 平成20年1月28日 (2008.1.28)  
(86) 國際出願番号 PCT/EP2006/065070  
(87) 國際公開番号 WO2007/017473  
(87) 國際公開日 平成19年2月15日 (2007.2.15)  
(31) 優先権主張番号 60/706,903  
(32) 優先日 平成17年8月10日 (2005.8.10)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

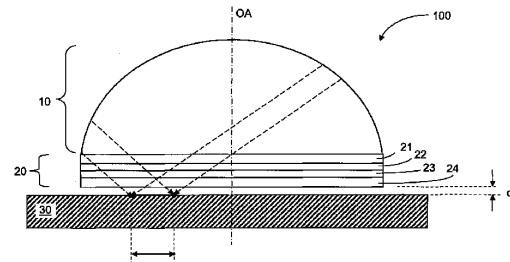
(71) 出願人 503263355  
カール・ツァイス・エスエムティー・アーゲー  
ドイツ連邦共和国、73447 オベルコッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラーゼ 2  
(74) 代理人 100082005  
弁理士 熊倉 賢男  
(74) 代理人 100067013  
弁理士 大塚 文昭  
(74) 代理人 100086771  
弁理士 西島 孝喜  
(74) 代理人 100109070  
弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズ

## (57) 【要約】

本発明は、像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズに関し、少なくとも1つの光学要素(100)は、所与の動作波長において1.6より大きい屈折率nを有する立方結晶材料を含み、像投影システムの像側開口数NAは、屈折率nより小さく、屈折率nと像投影システムの開口数NAとの差(n - NA)は、大きくて0.2である。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズであって、  
特定の動作波長において 1.6 より大きい屈折率  $n$  を有する立方結晶材料を含む少なくとも 1 つの光学要素 (100) と、

前記屈折率  $n$  より小さい像側開口数  $NA$  とを有し、

前記屈折率  $n$  と前記像投影システムの前記開口数  $NA$  との差 ( $n - NA$ ) が、大きくても 0.2 である像投影システム。

## 【請求項 2】

像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズであって、  
特定の動作波長において屈折率  $n$  を有する立方結晶材料を含む少なくとも 1 つの光学要素 (100) と、

少なくとも 1.5 の像側開口数  $NA$  とを有し、

前記屈折率  $n$  と前記像投影システムの前記開口数  $NA$  との差 ( $n - NA$ ) が、大きくても 0.2 である像投影システム。

## 【請求項 3】

像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズであって、  
特定の動作波長において屈折率  $n$  を有する立方結晶材料を含み、かつ、平坦光射出表面を有する少なくとも 1 つの光学要素 (100) と、

前記屈折率  $n$  より小さい像側開口数  $NA$  とを有し、

前記屈折率  $n$  と前記像投影システムの前記開口数  $NA$  との差 ( $n - NA$ ) が、大きくても 0.2 である像投影システム。

## 【請求項 4】

前記屈折率  $n$  と前記開口数  $NA$  との差 ( $n - NA$ ) が、0.05 ~ 0.20 の範囲に、好ましくは、0.05 ~ 0.15 の範囲に、特別な選好によつては、0.05 ~ 0.10 の範囲にあることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の像投影システム。

## 【請求項 5】

前記立方結晶材料が酸化物を含むことを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

## 【請求項 6】

前記立方結晶材料が、サファイア ( $Al_2O_3$ ) を含み、かつ酸化カリウム又は酸化カルシウムを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の像投影システム。

## 【請求項 7】

前記立方結晶材料が、 $7Al_2O_3 \cdot 12CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2KO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_22K$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO6H_2O$  を含有するグループから選択される少なくとも 1 つの材料を含むことを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

## 【請求項 8】

前記立方結晶材料が、酸化カルシウム、酸化ナトリウム、酸化シリコンを含むことを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

## 【請求項 9】

前記立方結晶材料が、 $CaNa_2SiO_4$  及び  $CaNa_4Si_3O_9$  を含有するグループから選択される少なくとも 1 つの材料を含むことを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

## 【請求項 10】

前記立方結晶材料が、 $Sr(NO_3)_2$ 、 $MgONa_2O \cdot SiO_2$ 、 $Ca(NO_3)_2$  を含有するグループから選択される少なくとも 1 つの材料を含むことを特徴とする前記請求項

10

20

30

40

50

のいずれか一項に記載の像投影システム。

**【請求項 1 1】**

前記光学要素(100)が、前記像投影システムの像側に対して最後の位置に配置される屈折力を有するレンズであることを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

**【請求項 1 2】**

前記光学要素(100)が、屈折力を有する第1部分要素(10)と実質的に全く屈折力を持たない第2部分要素(20)からなることを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

**【請求項 1 3】**

前記第1部分要素(10)が、実質的に平凸状のレンズであることを特徴とする請求項12に記載の像投影システム。

**【請求項 1 4】**

前記第2部分要素(20)が、平行平面板であることを特徴とする請求項12又は13に記載の像投影システム。

**【請求項 1 5】**

前記立方結晶材料が、前記第1部分要素(10)内に存在し、一方、実質的に屈折力の無い状態の前記第2部分要素(20)が、前記第1部分要素(10)内の材料より大きな屈折率を有する第2材料を含むことを特徴とする請求項12から14のいずれか一項に記載の像投影システム。

**【請求項 1 6】**

前記第2材料が、マグネシウム・スピネル( $MgAl_2O_4$ )、イットリウム・アルミニウム・ガーネット( $Y_3Al_5O_{12}$ )、酸化マグネシウム( $MgO$ )、スカンジウム・アルミニウム・ガーネット( $Sc_3Al_5O_{12}$ )を含有するグループから選択されることを特徴とする請求項15に記載の像投影システム。

**【請求項 1 7】**

前記第2部分要素(20)が、1つの要素軸を有し、かつ、同じ結晶学的カットであり、かつ、その向きが前記要素軸の周りで互いに対しても回転した状態で配列される少なくとも2つのコンポーネント部を有することを特徴とする請求項12から16のいずれか一項に記載の像投影システム。

**【請求項 1 8】**

前記第1コンポーネント部(21)と前記第2コンポーネント部(22)が、それぞれ、結晶学的(111)カットであり、かつ、その向きが前記要素軸の周りで互いに対しても $60^\circ + k \times 120^\circ$ ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )だけ回転した状態で配列されることを特徴とする請求項17に記載の像投影システム。

**【請求項 1 9】**

前記第1コンポーネント部と前記第2コンポーネント部が、それぞれ、結晶学的(100)カットであり、かつ、その向きが前記要素軸の周りで互いに対しても $45^\circ + l \times 90^\circ$ ( $l = 0, 1, 2, \dots$ )だけ回転した状態で配列されることを特徴とする請求項17に記載の像投影システム。

**【請求項 2 0】**

前記第2部分要素が、1つの要素軸と少なくとも4つのコンポーネント部(21~24)を有し、第1コンポーネント部(21)と第2コンポーネント部(22)が、それぞれ、結晶学的(111)カットであり、かつ、その向きが前記要素軸の周りで互いに対しても $60^\circ + k \times 120^\circ$ ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )だけ回転した状態で配列され、第3コンポーネント部(23)と第4コンポーネント部(24)が、それぞれ、結晶学的(100)カットであり、かつ、その向きが前記要素軸の周りで互いに対しても $45^\circ + l \times 90^\circ$ ( $l = 0, 1, 2, \dots$ )だけ回転した状態で配列されることを特徴とする請求項12から19のいずれか一項に記載の像投影システム。

**【請求項 2 1】**

10

20

30

40

50

前記動作波長が、250nmより短い、好ましくは、200nmより短い、特別な選好によつては、160nmより短いことを特徴とする前記請求項のいずれか一項に記載の像投影システム。

#### 【請求項22】

前記請求項のいずれか一項に記載の、像投影システムである投影対物レンズを有するマイクロリソグラフィ投影露光装置。

#### 【請求項23】

微細構造コンポーネントをマイクロリソグラフィにより製造する方法であつて、光感応性材料のコーティングが、少なくとも一部の上に堆積される基板(206)を設けるステップと、

10

その像が形成される構造を保持するマスク(204)を設けるステップと、  
請求項22に記載の投影露光装置(200)を用意するステップと、  
前記投影露光装置(200)によつて、前記コーティング・エリア上に前記マスク(204)の少なくとも一部を投影するステップとを有する方法。

#### 【請求項24】

請求項23に記載の方法によつて生産される微細構造コンポーネント。

#### 【請求項25】

マイクロリソグラフィ投影露光装置(200)の投影対物レンズ内の光学要素(100)を製造するための原料としての材料であつて、 $7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2\text{KO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2\text{2K}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}_6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaNa}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{CaNa}_4\text{Si}_3\text{O}_9$ 、 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{MgONa}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ を含有するグループから選択される、材料の使用法。

20

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズに関する。特に、本発明は、屈折率の高い結晶材料を使用し、同時に、像投影特性に及ぼす固有の複屈折の悪い影響を制限する可能性を提供する投影対物レンズに関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

現在知られているマイクロリソグラフィ対物レンズ、特に、1.0より大きい開口数(NA)の値を有する液浸対物レンズの中で、屈折率の高い材料を使用する必要性が増加している。本文脈における屈折率は、所与の波長についての屈折率の値が、193nmの波長で約1.56である石英の屈折率を超える場合に、高いと言われる。DUV波長とVUV波長(<250nm)における屈折率が、1.6より大きい多くの材料、たとえば、波長193nmで約1.87の屈折率を有するマグネシウム・スピネル、193nmにおいてその屈折率が約2.0である酸化マグネシウムが知られている。

30

##### 【0003】

これらの材料は、レンズ要素に使用されるときに、立方結晶構造のため、波長が短くなるに伴って増加する固有の複屈折を示すという問題を呈し、たとえば、マグネシウム・スピネルでは、193nmの波長における固有の複屈折によるリターディションは、52nm/cmとして測定され、酸化マグネシウムでは、193nmの波長における固有の複屈折によるリターディションは、72nm/cmとして推定された。設計パラメータに応じて、この大きさのリターディションは、その像が投影される構造の幅の3~5倍大きい、像フィールド内の光線の横方向変位をもたらす。

##### 【0004】

蛍石結晶レンズの固有の複屈折が、光学像の形成に及ぼす有害な影響を低減する手段として、US 2004/0105170 A1とWO 02/093209 A2は、「クロッキング(clocking)」、すなわち、互いに回転した向きを有する同じ結晶学的カットの蛍石結晶レンズを配列すること、さらに、異なる結晶学的カットを有する機

40

50

構のいくつかのグループ（たとえば、100-レンズのグループと111-レンズのグループ）を互いに組み合わせることとして知られる概念を開示する。

#### 【0005】

この方法を用いると、上述した屈折率の高い立方結晶材料においても固有の複屈折の有害な影響の、ある程度の補償を達成することが可能である。しかし、たとえば、像側の最後の位置（通常、屈折率の高い材料が使用される場所である）に配列される平凸状のレンズ内の外軸光線束が特にその事例であるが、それぞれの「補償経路長(compensation path length)」（たとえば、互いに干渉状態に入る光線が、同じ結晶学的カットの互いに回転した部分内で進むそれぞれの経路長）が、互いに異なる場合、上述した「クロッキング」を用いて達成される補償が、不完全であるというさらなる問題が残ったままである。この問題は、固有の複屈折の影響が強ければ強いほど益々強く現れ、上述した屈折率の高い材料を、特に、リソグラフィ対物レンズの像面の近くで、たとえば、最終レンズ要素として使用することをより難しくさせ、その時、そのエリアで生じ、また、結晶学的(100)カットと(111)カットにおける特に強い固有の複屈折にも関連する大きな光線角度を伴う。

10

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

本発明は、像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズを提供するという目的を有し、屈折率の高い結晶材料を使用し、同時に、固有の複屈折のネガティブな影響を制限する可能性を提供する。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明の一態様によれば、本発明による像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズは、所与の動作波長において1.6より大きい屈折率nを有する立方結晶材料を含む少なくとも1つの光学要素を含み、この時、像投影システムは、ある像側開口数NAを有し、屈折率nと像投影システムの開口数NAとの差(n-NA)は、大きくても0.2である。

#### 【0008】

この概念を提案するときに、本発明は、まず第1に、固有の複屈折の影響が、波長が短くなるに伴って直線レートで増加せず、最初は徐々に、その後、波長が短くなり続けるにつれて劇的に増加するという観察に基づく。この非線形性は、所与の場合の動作波長がそれぞの材料についての(UV範囲内の)吸収端に近づけば近づくほど益々顕著である。

30

#### 【0009】

本発明によれば、可能性のある最も高い屈折率を有する材料についての利用可能な可能性は、限界まで使用されない。むしろ、投影光が、投影対物レンズを通して依然として透過され、かつ、最も広い光線角度が生じる場合でも像形成に使用されるような幾何学的条件に合うために、屈折率は、まさに十分に高く、かつ、必要以上に高くないように選択される。同時に、本発明によれば、屈折率の大きさに課されるより適度の要件が、その吸収端が、UV範囲内のより深くにある結晶材料を選択するために使用され、その結果、動作波長の範囲内の固有の複屈折は、その範囲内のより高い点に吸収端を有する材料においてそうであるよりも小さい、又は、より少ない増加を示す。

40

#### 【0010】

たとえば、NA=1.5の開口数の場合、193nmの典型的な動作波長で透明であり、かつ、たとえば、1.87(マグネシウム・スピネル)以上の高い屈折率を有する材料が利用可能であるが、可能性のある最も高い屈折率の結晶材料は、本発明によれば、選択するときに意識して回避される。代わりに、本発明によれば、屈折率nが像投影システムの像側開口数を超える差は小さいが、投影光が、像投影システムを通過し、最も広い光線角度が生じる場合でも、像形成に寄与するのに依然としてちょうどよい材料が、求められ、見出される。

50

## 【0011】

さらなる態様によれば、像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズは、所与の動作波長において屈折率 $n$ を有する立方結晶材料を含む少なくとも1つの光学要素を含み、この時、像投影システムは、少なくとも1.50の像側開口数NAを有し、屈折率 $n$ と像投影システムの開口数NAとの差( $n - NA$ )は、大きても0.2である。

## 【0012】

さらなる態様によれば、像投影システム、特に、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズは、所与の動作波長において屈折率 $n$ を有する立方結晶材料を含み、かつ、平坦光射出表面を有する少なくとも1つの光学要素を含み、この時、像投影システムは、屈折率 $n$ より小さい像側開口数NAを有し、屈折率 $n$ と像投影システムの開口数NAとの差( $n - NA$ )が、大きても0.2である。

10

## 【0013】

好ましくは、光学要素の屈折率 $n$ と像投影システムの開口数NAとの差( $n - NA$ )は、0.05~0.20の範囲に、好ましくは、0.05~0.15の範囲に、特別な選好によつては、0.05~0.10の範囲にある。これらの範囲を用いると、先の説明によれば、固有の複屈折の制限が、屈折率の上限によって得られ、一方、投影対物レンズの総レンズ容積の制限が、屈折率の下限によって得られる。

## 【0014】

本発明に従つて使用される材料によつて、好ましくは、満たさるべきであるさらなる基準は、湿気とUV光に耐える適切な安定性、高い硬度と良好な光学機械加工性、及び、できる限りは、非毒性のコンポーネントを含むことである。

20

## 【0015】

好ましい実施態様では、立方結晶材料は、比較的高い屈折率に対して適切な透過性を提供する酸化物を含む。

## 【0016】

好ましい実施態様では、立方結晶材料は、サファイア( $Al_2O_3$ )を含み、かつ酸化カリウム又は酸化カルシウムを含む。

## 【0017】

特に、立方結晶材料は、好ましくは、 $7Al_2O_3 \cdot 12CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2KO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_22K$ 、及び $Al_2O_3 \cdot 3CaO6H_2O$ を含むグループから選択される少なくとも1つの材料を含む。

30

## 【0018】

これらの材料内のサファイア部分( $Al_2O_3$ )は、バンドギャップの幅広化、又は、UV範囲内への吸収端の変位と同時に屈折率の増加をもたらし、さらに、屈折率低下コンポーネントが混合された結晶を完全なものにし、上述した固有の複屈折の減少をもたらす。

## 【0019】

さらなる好ましい実施態様では、立方結晶材料は、酸化カルシウム、酸化ナトリウム、酸化シリコンを含む。立方結晶材料は、好ましくは、 $CaNa_2SiO_4$ 及び $CaNa_4Si_3O_9$ を含むグループから選択される少なくとも1つの材料を含む。

40

## 【0020】

さらなる好ましい実施態様では、立方結晶材料は、好ましくは、 $Sr(NO_3)_2$ 、 $MgONa_2O \cdot SiO_2$ 、 $Ca(NO_3)_2$ を含むグループから選択される少なくとも1つの材料を含む。

## 【0021】

光学要素は、好ましくは、像投影システムの像側の最後の屈折レンズである。

## 【0022】

好ましい実施態様によれば、光学要素は、屈折力を有する第1部分要素と本質的に全く屈折力を持たない第2部分要素からなる。この機構における第1部分要素は、実質的に平凸状のレンズであり、第2部分要素は、平行平面板である。

50

## 【0023】

光学要素についてのこの種の設計は、開口値が大きい場合に、対処される必要がある像投影誤差に対する最大の寄与を通常示す球面収差の本質的に有効な補正を提供するという利点を有する。光学要素のエリアにおける光線幾何形状が、テレセントリックである場合、特に平行平面部分要素は、像フィールドにわたって均一である球面収差の補正を達成する有利な方法を提供する。

## 【0024】

屈折力を有する第1部分要素（すなわち、特に、平凸状のレンズ）と対照的に、実質的に屈折力を持たず、かつ、同じ結晶学的カットの互いに回転した部分から構成される第2部分要素内の補償経路は、実質的に等しく、それにより、少なくともこの観点から、クロッキング方式によって固有の複屈折の有効な補正を達成することが可能である。それに応じて、第1部分要素内と比べて、実質的に屈折力を持たない第2部分要素内で、高い屈折率の材料が使用される場合が、有利であり、この高い屈折率は、特に、上述した差と比べて開口数からさらに離れる可能性がある。

10

## 【0025】

好ましい実施態様では、第2材料は、したがって、マグネシウム・スピネル ( $MgAl_2O_4$ )、イットリウム・アルミニウム・ガーネット ( $Y_3Al_5O_{12}$ )、 $MgO$ 、スカンジウム・アルミニウム・ガーネット ( $Sc_3Al_5O_{12}$ ) を含むグループから選択される。

## 【0026】

固有の複屈折が、クロッキング概念によって補償されることを可能にするために、第2部分要素は、1つの要素軸を有し、かつ、同じ結晶学的カットを有するとともに向きが要素軸の周りで互いに対しても回転した状態で配列される少なくとも2つのコンポーネント部を有する。

20

## 【0027】

一実施態様では、2つのコンポーネント部の第1と第2は、それぞれ、結晶学的 (111) カットであり、かつ、要素軸の周りで互いに対しても  $60^\circ + k \times 120^\circ$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ ) だけ回転している。

## 【0028】

さらなる実施態様では、2つのコンポーネント部の第1と第2は、それぞれ、結晶学的 (100) カットであり、かつ、要素軸の周りで互いに対しても  $45^\circ + l \times 90^\circ$  ( $l = 0, 1, 2, \dots$ ) だけ回転している。

30

## 【0029】

さらなる実施態様では、第2部分要素は、要素軸と少なくとも4つのコンポーネント部を有し、4つのコンポーネント部の第1と第2のコンポーネント部は、それぞれ、結晶学的 (111) カットであり、かつ、要素軸の周りで互いに対しても  $60^\circ + k \times 120^\circ$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ ) だけ回転し、4つのコンポーネント部のさらなる第3と第4のコンポーネント部は、それぞれ、結晶学的 (100) カットであり、かつ、要素軸の周りで互いに対しても  $45^\circ + l \times 90^\circ$  ( $l = 0, 1, 2, \dots$ ) だけ回転する。

## 【0030】

本発明は、さらに、マイクロリソグラフィ投影露光装置、微細構造コンポーネントの製造方法、微細構造コンポーネントに関する。

40

## 【0031】

本発明は、さらに、マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影対物レンズ内の光学要素を製造するための原料としての材料であって、 $7Al_2O_3 \cdot 12CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2KO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_22K$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO6H_2O$ 、 $CaNa_2SiO_4$ 、 $CaNa_4Si_3O_9$ 、 $Sr(NO_3)_2$ 、 $MgONa_2O \cdot SiO_2$ 、 $Ca(NO_3)_2$ を含むグループから選択される、材料の使用に関する。

## 【0032】

本発明のさらなる実施態様は、本説明においてならびに従属請求項において見出されることができる。

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0033】

本発明は、以降で、添付図面を参照してより詳細に説明される。

## 【0034】

単に略図として、図1は、本発明による像投影システム内の光学要素100の構造を示す。好ましくは、光学要素100は、特に、以降で図2において、その主要な設計構造が説明されることになるマイクロリソグラフィ投影対物レンズ内の像側の最終のレンズである。

## 【0035】

図1に示す光学要素100は、平凸状のレンズの形態の第1部分要素10と平行平面板の形態の第2部分要素20からなり、第2部分要素20の光入射表面は、第1部分要素10の光出射表面のすぐ近くに配列され、好ましくは、密着によって第1部分要素10に結合される。

## 【0036】

図1には、平行平面コンポーネント板21、22、23、24の形態の全部で4つのコンポーネント部を有する第2部分要素20の構造的構成も概略的に示される。第1コンポーネント板21と第2コンポーネント板22は、この機構では、それぞれ、結晶学的(111)カットであり、かつ、その向きが要素軸(図1では、光学軸OAに一致する)の周りで互いに対しても $60^\circ$ だけ(又は、一般に、 $60^\circ + k \times 120^\circ$ ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )だけ)回転する。第3コンポーネント板23と第4コンポーネント板24は、それぞれ、結晶学的(100)カットであり、かつ、その向きが要素軸の周りで互いに対しても $45^\circ$ だけ(又は、一般に、 $45^\circ + l \times 120^\circ$ ( $l = 0, 1, 2, \dots$ )だけ)回転する。

## 【0037】

第2部分要素20は、さらなる実施形態では、同じ結晶学的カットであり、かつ、要素軸の周りで互いに対する回転を持って配列される全部で2つのコンポーネント部を有する。たとえば、これらのコンポーネント部は、それぞれ、結晶学的(100)カットであり、かつ、要素軸の周りで、互いに対しても $45^\circ + l \times 90^\circ$ ( $l = 0, 1, 2, \dots$ )の回転を持って配列することができ、又は、コンポーネント部は、それぞれ、結晶学的(111)カットであり、かつ、要素軸の周りで互いに対しても $60^\circ + k \times 120^\circ$ ( $k = 0, 1, 2, \dots$ )の回転を持って配列される。

## 【0038】

第1部分要素10は、屈折率nと像投影システムの開口数NAとの差( $n - NA$ )が、大きくても0.2あるように、像投影システムの開口数NAに応じて選択される屈折率の立方結晶材料でできている。

## 【0039】

例として、 $NA = 1.5$ の投影対物レンズの開口数を仮定する場合、第1部分要素の立方結晶材料の屈折率nは、それに応じて大きくても1.7である。

## 【0040】

本発明に従って特に好適である材料の一覧は、以下の表1に提示される。第2列に挙げる数値は、 $\lambda = 589\text{ nm}$ における各結晶材料についてのそれぞれの屈折率 $n_d$ を示すが、 $\lambda = 193\text{ nm}$ の通例の波長における屈折率が、通常、約0.1だけ大きいことがここで留意されるべきである。

## 【0041】

10

20

30

40

【表1】

表1

材料	屈折率 $n_d$ ( $\lambda = 589 \text{ nm}$ における)
$7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{CaO}$	1.608
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$	1.603
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$	1.701
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{KO}$	1.540
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{K}$	
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1.604
$\text{CaNa}_2\text{SiO}_4$	1.60
$\text{CaNa}_4\text{Si}_3\text{O}_9$	1.571
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	1.5667
$\text{MgONa}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$	1.523
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1.595

10

20

30

## 【0042】

図2に示すように、投影露光装置200は、照明装置201と投影対物レンズ202を含む。投影対物レンズ202は、開口絞りAPを有するレンズ機構203を収容し、光学軸OAは、レンズ機構203によって規定される（光学軸OAは、概略輪郭線でだけ示される）。照明装置201と投影対物レンズ202との間には、マスク保持器205によって光線経路内に保持されるマスク204が配列される。マイクロリソグラフィの分野で使用されるこの種のマスク204は、像面IP上で、たとえば4倍又は5倍減少する、投影対物レンズ202によって投影されるマイクロメートル～ナノメートル範囲の構造を保持する。光感応性基板206具体的にはウェハは、基板保持器207によって位置決めされた像面IP内の所定場所に保持される。解像される構造の最小寸法は、照明に使用される光の波長<sub>λ</sub>及び、投影対物レンズ202の像側開口数に依存し、投影露光装置200の達成可能な最高解像度は、照明装置201の波長<sub>λ</sub>が短くなるにつれ、また、投影対物レンズ202の像側開口数値が大きくなるにつれて増加する。

30

## 【0043】

投影対物レンズ202は、本発明による像投影システムとして構成される。本発明による光学要素100の考えられるおおよその位置は、図2にて破線で概略的に示され、図2では、光学要素は、投影対物レンズ202の像側の最終光学要素として、そのため、比較的広い開口角のエリア内で、好ましい実施形態に従って配列される。光学要素は、図1において説明した設計に適応し、それに応じて、特に、上述した実施形態に従って、平凸状のレンズの形態の第1部分要素10と平行平面板の形態の第2部分要素20からなる。

40

## 【0044】

本発明が、たとえ特定の実施形態の提示を通して述べられても、当業者は、たとえば、個々の実施形態の特徴を組合せ、かつ／又は、交換することによって、変形実施形態及び代替実施形態についての多数の可能性を認識するであろう。それに応じて、こうした変形実施形態及び代替実施形態が本発明に含まれるものと考えられること、及び、本発明の範囲が、添付特許請求の範囲及びその等価物によってだけ制限されることが理解されるであろう。

50

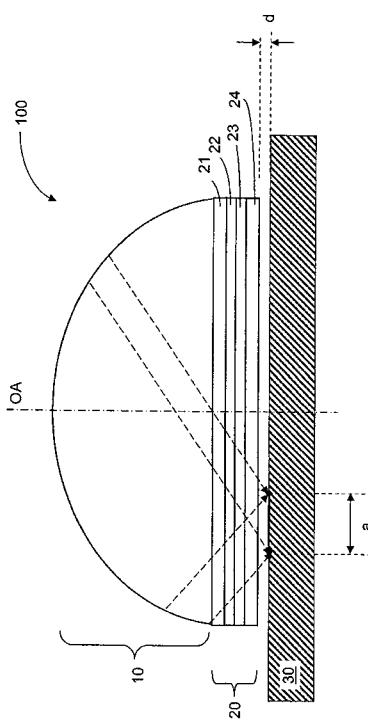
## 【図面の簡単な説明】

【0045】

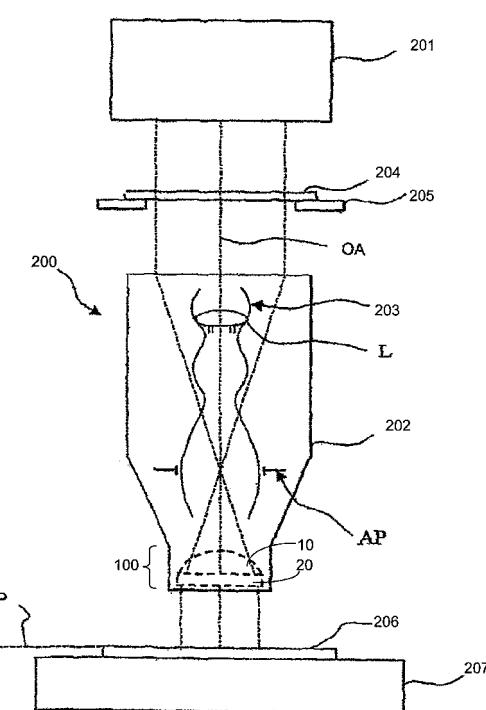
【図1】本発明による、像投影システムの好ましい実施形態における、光学要素の設計を説明するのに役立つ略図である。

【図2】本発明による、投影対物レンズを含むことができるマイクロリソグラフィ投影露光装置の主要な機構の略図である。

【図1】



【図2】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2006/065070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G03F7/20 G02B1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G03F G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/059617 A2 (ZEISS CARL SMT AG [DE]; BEDER SUSANNE [DE]; SINGER WOLFGANG [DE]) 30 June 2005 (2005-06-30) page 2, lines 16-28	1-5, 11-15, 17-24
Y	page 13, lines 5-11; figure 5; table 5	6-10, 16, 25
X	US 2005/030506 A1 (SCHUSTER KARL-HEINZ [DE]) 10 February 2005 (2005-02-10) paragraphs [0030], [0037], [0041]	2, 3, 22-24
X	US 2005/117224 A1 (SHAFER DAVID R [US] ET AL) 2 June 2005 (2005-06-02) paragraphs [0075], [0111], [0143]; figure 9a	2, 3
		-/-

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
---	--

13 November 2006

01/12/2006

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5018 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer
---	--------------------

Eisner, Klaus

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2006/065070
---

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/006417 A (NIPPON KOGAKU KK [JP]; KIUCHI TORU [JP]; MIYAKE TOSHIHIRO [JP]) 20 January 2005 (2005-01-20) the whole document	3
P, X	- & EP 1 646 074 A (NIPPON KOGAKU KK [JP]) 12 April 2006 (2006-04-12) paragraphs [0030], [0079], [0166]	3
Y	SCHOLZE H.: "Glas - Natur, Struktur und Eigenschaften" 1988, SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG , BERLIN HEIDELBERG GERMANY , XPO02406885 dritte Auflage, Kapitel 2.6.1, Seite 121 - 140	6-10,16, 25
A	US 2003/027349 A1 (OOKUBO KENJI [JP]) 6 February 2003 (2003-02-06) paragraphs [0001], [0069], [0070]	25

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No PCT/EP2006/065070
---

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2005059617	A2	30-06-2005	EP	1697798 A2		06-09-2006
US 2005030506	A1	10-02-2005	NONE			
US 2005117224	A1	02-06-2005	NONE			
WO 2005006417	A	20-01-2005	EP KR US	1646074 A1 20060026947 A 2006209278 A1	12-04-2006 24-03-2006 21-09-2006	
EP 1646074	A	12-04-2006	WO KR US	2005006417 A1 20060026947 A 2006209278 A1	20-01-2005 24-03-2006 21-09-2006	
US 2003027349	A1	06-02-2003	EP JP US	1310458 A2 2003021619 A 2006153263 A1	14-05-2003 24-01-2003 13-07-2006	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2006/065070
---

<b>A. KLASSERFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> INV. G03F7/20 G02B1/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBiete</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G03F G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/059617 A2 (ZEISS CARL SMT AG [DE]; BEDER SUSANNE [DE]; SINGER WOLFGANG [DE]) 30. Juni 2005 (2005-06-30) Seite 2, Zeilen 16-28	1-5, 11-15, 17-24 6-10,16, 25
Y	Seite 13, Zeilen 5-11; Abbildung 5; Tabelle 5	2,3, 22-24
X	US 2005/030506 A1 (SCHUSTER KARL-HEINZ [DE]) 10. Februar 2005 (2005-02-10) Absätze [0030], [0037], [0041]	2,3
X	US 2005/117224 A1 (SHAFER DAVID R [US] ET AL) 2. Juni 2005 (2005-06-02) Absätze [0075], [0111], [0143]; Abbildung 9a	2,3
	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie angeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche  13. November 2006		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts  01/12/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Badlesteuer  Eisner, Klaus

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2006/065070
---

C. (Fortszung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/006417 A (NIPPON KOGAKU KK [JP]; KIUCHI TORU [JP]; MIYAKE TOSHIHIRO [JP]) 20. Januar 2005 (2005-01-20) das ganze Dokument	3
P, X	- & EP 1 646 074 A (NIPPON KOGAKU KK [JP]) 12. April 2006 (2006-04-12) Absätze [0030], [0079], [0166]	3
Y	SCHOLZE H.: "Glas - Natur, Struktur und Eigenschaften" 1988, SPRINGER-VERLAG BERLIN HEIDELBERG , BERLIN HEIDELBERG GERMANY , XP002406885 dritte Auflage, Kapitel 2.6.1, Seite 121 - 140	6-10, 16, 25
A	US 2003/027349 A1 (OOKUBO KENJI [JP]) 6. Februar 2003 (2003-02-06) Absätze [0001], [0069], [0070]	25

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT				Internationales Aktenzeichen	
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören				PCT/EP2006/065070	
Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 2005059617 A2	30-06-2005	EP 1697798 A2		06-09-2006	
US 2005030506 A1	10-02-2005	KEINE			
US 2005117224 A1	02-06-2005	KEINE			
WO 2005006417 A	20-01-2005	EP 1646074 A1 KR 20060026947 A US 2006209278 A1		12-04-2006 24-03-2006 21-09-2006	
EP 1646074 A	12-04-2006	WO 2005006417 A1 KR 20060026947 A US 2006209278 A1		20-01-2005 24-03-2006 21-09-2006	
US 2003027349 A1	06-02-2003	EP 1310458 A2 JP 2003021619 A US 2006153263 A1		14-05-2003 24-01-2003 13-07-2006	

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF, BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO, CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,L C,LK,LR,LS,LT,LU,LV,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK ,SL,SM,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 シュスター,カール・ハインツ

ドイツ連邦共和国・89551 ケニグスブロン・レッヒベルグシュトラーセ・24

F ターム(参考) 2H087 KA21 LA01 NA04 UA02

5F046 BA03 CB12 CB25 DA01