

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5179077号  
(P5179077)

(45) 発行日 平成25年4月10日 (2013. 4. 10)

(24) 登録日 平成25年1月18日 (2013. 1. 18)

(51) Int. Cl.

F I

**H01L 21/027 (2006.01)**  
**G03F 7/20 (2006.01)**  
**G02B 5/02 (2006.01)**  
**G03H 1/08 (2006.01)**

H01L 21/30 515D  
 G03F 7/20 521  
 G02B 5/02 C  
 G03H 1/08

請求項の数 39 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2007-64831 (P2007-64831)  
 (22) 出願日 平成19年3月14日 (2007. 3. 14)  
 (65) 公開番号 特開2007-258709 (P2007-258709A)  
 (43) 公開日 平成19年10月4日 (2007. 10. 4)  
 審査請求日 平成22年3月15日 (2010. 3. 15)  
 (31) 優先権主張番号 60/782089  
 (32) 優先日 平成18年3月14日 (2006. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 102006012034.5  
 (32) 優先日 平成18年3月14日 (2006. 3. 14)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 503263355  
 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー  
 エムペーハー  
 ドイツ連邦共和国、73447 オーバー  
 コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ  
 ーセ 2  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 禎男  
 (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】 投影露光装置の照明デバイスの光学システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスの光学システムであって、当該光学システムは、

・少なくとも1つの第1の光伝導性増大部材（100、200、300a、400、500a、900）を含み、当該第1の光伝導性増大部材は複数の回折性または屈折性ビーム偏光構造体を有しており、当該構造体は共通の第1の優先方向（D1）に延在しており；

・前記光伝導性増大部材は光学的単軸結晶材料を有しており、当該結晶材料の光学結晶軸は、前記第1の優先方向（D1）に対して実質的に平行であるか、または実質的に垂直であり、

前記光学結晶軸は、当該光学システムの作動時に、前記部材に入射する光の光伝播方向に垂直である、

ことを特徴とする、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスの光学システム。

【請求項 2】

前記光学結晶軸が、前記光伝導性増大部材に入射する光の偏光の優先方向に対して、実質的に平行であるか、または実質的に垂直であるように前記光伝導性増大部材が配置されている、請求項1記載の光学システム。

【請求項 3】

前記ビーム偏光構造体が基板上に形成されており、当該基板は光学的単軸結晶材料から

成り、

当該結晶材料の光学結晶軸は前記基板の表面に対して実質的に平行に配向されている、請求項 1 または 2 記載の光学システム。

【請求項 4】

前記第 1 の光伝導性増大部材の複数のビーム偏光構造体は、円柱レンズ（1 2 1、2 2 1、3 2 1、4 2 1、5 1 1）の配列によって形成されている、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 5】

前記第 1 の光伝導性増大部材の複数のビーム偏光構造体は、回折性光学部材（DOE）によって形成されている、請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

10

【請求項 6】

前記回折性光学部材（DOE）は計算機ホログラム（CGH）である、請求項 5 記載の光学システム。

【請求項 7】

前記計算機ホログラム（CGH）はファセット領域のアレイを含んでいる、請求項 6 記載の光学システム。

【請求項 8】

前記計算機ホログラム（CGH）のビーム偏光構造が隣接するファセット領域の間の境界にわたって非連続性を含むように前記ファセット領域のアレイは形成されている、請求項 7 記載の光学システム。

20

【請求項 9】

前記計算機ホログラム（CGH）のビーム偏光構造が隣接するファセット領域の間の境界にわたって非連続性を含まないように前記ファセット領域のアレイは形成されている、請求項 7 記載の光学システム。

【請求項 10】

前記計算機ホログラム（CGH）のビーム偏光構造が前記ファセット領域の少なくとも 1 つのファセット領域において模写されるように、前記ファセット領域のアレイは形成されている、請求項 7 から 9 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 11】

前記計算機ホログラム（CGH）のビーム偏光構造が前記ファセット領域のいずれのファセット領域においても模写されないように、前記ファセット領域のアレイは形成されている、前記請求項 7 から 9 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

30

【請求項 12】

前記ファセット領域は多角形状を有しており、相互に隣接して対になって配置されている、請求項 7 から 11 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 13】

前記多角形状は、三角形、長方形、正方形および六角形から成るグループから選択される、請求項 12 記載の光学システム。

【請求項 14】

前記ファセット領域は相互に隣接しており、その断面に関して類似している、請求項 7 から 13 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

40

【請求項 15】

前記ファセット領域は相互に隣接しており、異なる断面を有している、請求項 7 から 13 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 16】

前記回折性光学部材（DOE）は少なくとも 1 つのブレース格子を有している、請求項 5 記載の光学システム。

【請求項 17】

相互に直交する 2 つの偏光状態のうちの 1 つに対して、他方の偏光状態に対してよりも、ブレース作用がより大きくなるように前記回折性光学部材（DOE）は形成されている

50

、請求項 16 記載の光学システム。

【請求項 18】

前記回折性光学部材 (DOE) は第 1 のブレース格子 (810) および少なくとも 1 つの第 2 のブレース格子 (820) を有しており、

当該ブレース格子のうちの少なくとも 1 つの格子構造は、回折性光学部材 (DOE) が設計されている動作波長よりも小さい、請求項 16 または 17 記載の光学システム。

【請求項 19】

前記第 2 のブレース格子 (820) の格子構造は、前記第 1 のブレース格子 (810) 上に形成されている、請求項 18 記載の光学システム。

【請求項 20】

前記第 2 のブレース格子 (820) は、前記第 1 のブレース格子 (810) の光出射表面上に重畳されている、請求項 19 記載の光学システム。

【請求項 21】

前記ブレース格子の少なくとも 1 つ (820) は実質的にリブが付けられた構造を有している、請求項 18 から 20 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 22】

前記第 1 のブレース格子 (810) は実質的には階段状の幾何学的形状を有しているか、または実質的に鋸歯状の幾何学的形状を有している、請求項 18 から 21 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 23】

前記第 2 のブレース格子 (820) はサブ構造体 (820a ~ 820e) から形成されており、当該サブ構造体は相互に並んで延在方向 (D) に沿って配列されており、前記回折性光学部材 (DOE) が設計されている動作波長よりも小さい、請求項 18 から 22 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 24】

前記サブ構造体 (820a ~ 820e) は、前記第 1 のブレース格子 (810) の実質的に階段状の領域または実質的に鋸の歯状の領域上に形成されている、請求項 23 記載の光学システム。

【請求項 25】

前記サブ構造体 (820a ~ 820e) の配列は、前記延在方向 (D) において変化する、請求項 23 または 24 記載の光学システム。

【請求項 26】

前記サブ構造体 (820a ~ 820e) の配置は、前記延在方向 (D) に対して垂直に変化する、請求項 23 から 25 のうちのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 27】

前記サブ構造体 (820a ~ 820e) の充填比は前記延在方向 (D) に沿って一定である、請求項 23 から 26 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 28】

第 2 の光伝導性増大部材 (300b, 500b) は光伝播方向において前記第 1 の光伝導性増大部材 (300a, 500a) の下流に配置されており、

複数の回折性または屈折性のビーム偏光構造を有しており、

当該ビーム偏光構造は第 2 の優先方向に延在しており、当該第 2 の優先方向は第 1 の優先方向とは異なっている、請求項 1 から 27 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

【請求項 29】

前記第 2 の優先方向 (D2) は、前記第 1 の優先方向 (D1) に対して実質的に垂直である、請求項 28 記載の光学システム。

【請求項 30】

前記第 2 の光伝導性増大部材 (300b, 500b) は少なくともビーム偏光構造体の領域において、光学的等方性材料から製造されている、請求項 28 または 29 記載の光学システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 3 1】

前記第 2 の光伝導性増大部材 ( 3 0 0 b , 5 0 0 b ) のビーム偏光構造体は、光学的単軸結晶材料から成る基板 ( 5 3 0 ) 上に形成されている、請求項 2 8 から 3 0 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

## 【請求項 3 2】

前記第 2 の光伝導性増大部材の結晶材料の光学結晶軸は前記第 2 の優先方向に対して実質的に平行であるか、または実質的に垂直である、請求項 2 8 から 3 1 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

## 【請求項 3 3】

第 1 の光混合デバイスが、前記第 1 の光伝導性増大部材 ( 5 0 0 a ) と前記第 2 の光伝導性増大部材 ( 5 0 0 b ) の間に配置されている、請求項 2 8 から 3 2 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

## 【請求項 3 4】

少なくとも 1 つの第 2 の光混合デバイスが、前記第 2 の光伝導性増大部材の、前記第 1 の光伝導性増大部材から離れている面に配置されている、請求項 3 3 記載の光学システム。

## 【請求項 3 5】

当該光学システムが設計されている動作波長は 2 5 0 n m を下回り、有利には 2 0 0 n m を下回り、さらに有利には 1 6 0 n m を下回る、請求項 1 から 3 4 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

## 【請求項 3 6】

少なくとも 1 つの光伝導性増大部材は、光学的単軸結晶材料から成る基板を有しており、

当該基板は、使用されている動作波長の整数倍の厚さを有している、請求項 1 から 3 5 までのいずれか 1 項記載の光学システム。

## 【請求項 3 7】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスであって、  
請求項 1 から 3 6 のいずれか 1 項に記載された光学システムを有している、  
ことを特徴とする、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイス。

## 【請求項 3 8】

請求項 3 7 に記載された照明デバイス ( 1 3 9 ) を有している、マイクロリソグラフィ投影露光装置 ( 1 3 3 ) 。

## 【請求項 3 9】

マイクロ構造化コンポーネントのマイクロリソグラフィ製造のための方法であって、当該方法は以下のステップを有しており、すなわち：

- ・感光性材料から成る層が少なくとも部分的に加えられている基板 ( 1 5 9 ) を設けるステップと；

- ・結像される構造を有するマスク ( 1 5 3 ) を設けるステップと；

- ・請求項 3 8 記載の投影露光装置 ( 1 3 3 ) を設けるステップと；

- ・前記投影露光装置 ( 1 3 3 ) を用いて、前記層の領域上に前記マスク ( 1 5 3 ) の少なくとも一部分を投影するステップとを有する、マイクロ構造化コンポーネントのマイクロリソグラフィ製造のための方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

## 発明の分野

本発明は、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスの光学システムに関する。このシステムは少なくとも 1 つの光伝導性増大部材 ( light-conductance-increasing element ) を含む。この光伝導性増大部材では、偏光状態を維持しながら、光伝導性を得ることが可能である。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

## 従来技術

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスでは、しばしば回折性光学素子(DOE)が入口で使用され、所望の強度(輝度)分布(例えば二重極分布または四重極分布)が形成される。これには、例えば瞳面内の各回折表面構造によって定められる、DOEの角度放射特性が用いられる。

## 【0003】

レーザビームの高エネルギー密度の領域内で使用される場合には、DOEの材料は、非常に大きい負荷に曝される。石英ガラスから成るDOEを使用すると、短波レーザ光によっていわゆるコンパクトな、すなわち局所的な密度変化および局所的な異方性が材料内で生じてしまう。最終的には吸収、関連した熱入力および結果として生じる材料のひずみによってさらなる非決定性複屈折分布が生じ、レーザ光の偏光状態が壊されてしまう。このような事態はDOEを変えることによってのみ回避される。

10

## 【0004】

DOEが等方性結晶材料から形成されている場合には、結晶構造の欠陥、ストレスによって誘導される複屈折および/または固有の複屈折によって、レーザ光の偏光状態が破壊されてしまう。

## 【特許文献1】US5850300号

## 【発明の開示】

20

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

本発明の課題は、偏光状態を壊すことなく、光伝導性を形成することが可能な、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスの光学システムを提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上述の課題は、少なくとも1つの第1の光伝導性増大部材を含み、当該第1の光伝導性増大部材は複数の回折性または屈折性ビーム偏光構造体を有しており、当該構造体は共通の第1の優先方向(preferred direction)に延在しており; 前記光伝導性増大部材は光学的単軸結晶材料を有しており、当該結晶材料の光学結晶軸は、前記第1の優先方向に対して実質的に平行であるか、または実質的に垂直である、ことを特徴とする、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイスの光学システムによって解決される。さらに上述の課題は、回折性光学部材であって、当該回折性光学部材は少なくとも1つの第1のブレース格子と第2のブレース格子を含み、当該第2のブレース格子は前記第1のブレース格子の光出射表面上に重畳しており、実質的にリブが付けられたサブ構造体の配列を有しており、当該サブ構造体は、回折性光学部材が設計されている動作波長よりも小さい形式のものにおいて、前記回折性光学部材は光学的単軸結晶材料を有しており、当該結晶材料の光学結晶軸は、第1および/または第2のブレース格子の格子構造に対して実質的に平行であるか、または実質的に垂直である、ことを特徴とする回折性光学部材によって解決される。

30

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

本発明の光学システムは少なくとも1つの第1の光伝導性増大部材を有している。この光伝導性増大部材は複数の回折性または屈折性のビーム偏光構造を有している。これらのビーム偏光構造は共通の第1の優先方向に延在している。この光伝導性増大部材は光学的単軸結晶材料を次のように有している。すなわち、この結晶材料の光学結晶軸が前記第1の優先方向に対して実質的に平行であるか、または実質的に垂直であるように、光学的単軸結晶材料を有している。

## 【0008】

光伝導性は「エタンデュ(etendue)」とも称される。

50

## 【 0 0 0 9 】

(例えば石英ガラスの使用時とは異なり)、結晶材料を使用することによって殊に、所定の格子面に位置しているイオンの間で作用する力のために、矮小化またはひずみの事例は生じない。これは次のような結果を伴う。すなわち、高い放射負荷の場合でさえも、偏光状態のコンパクトに写した破壊 (compact-dictated destruction) が生じないという結果を伴う。さらに、光学的単軸結晶材料の使用は次のような結果をもたらす。すなわち、このような結晶材料によって与えられる恒久的な複屈折テンソルが、例えば結晶構造欠陥によって形成された複屈折テンソルよりも格段 (典型的に少なくとも  $10^2 \sim 10^3$  の係数で) に大きいという結果を伴う。これは次のような結果を伴う。すなわち、結晶構造欠陥、固有の複屈折またはストレスによって誘導された複屈折等による異方性によって偏光状態が実際にもはや乱されることはないという結果を伴う。

10

## 【 0 0 1 0 】

実際には本発明に相応して有利には複屈折材料が使用され、偏光に関連した特徴状態で放射され、偏光 (回折または屈折) 構造体がこの特徴状態に対して平行または垂直に配置される。これによって得られるのは、誘導された複屈折効果の、偏光に関連した第2の部分が奏じられない、または第2の部分のみが奏じられるということである。

## 【 0 0 1 1 】

表現「実質的に平行」または「実質的に垂直」とはこのコンテキストでは、本発明に相応して、正確に平行または垂直な位置からの僅かなずれ (例えば数度のずれ、より有利には  $1^\circ$  のオーダのずれ) が可能であり、本発明に含まれることを意味する。

20

## 【 0 0 1 2 】

有利には、ビーム偏光構造が基板上に形成される。ここでこの基板は、光学的単軸結晶材料から成る。このような結晶材料の光学結晶軸は実質的に基板表面に対して平行である。

## 【 0 0 1 3 】

ある実施形態では、第1の光伝導性増大部材の複数のビーム偏光構造が円柱レンズを配列することによって形成されている。別の実施形態では、第1の光伝導性増大部材の複数のビーム偏光構造が回折性光学部材 (DOE) によって形成される。

## 【 0 0 1 4 】

特に、この回折性光学部材 (DOE) は計算機ホログラム (Computer Generated Hologram: CGH) である。この計算機ホログラム (CGH) はファセット領域のアレイを含む。この各ファセット領域は、次のような構造を含む。すなわち、所望のビーム回折効果または角度展開をそれぞれ得るために、計算機によって計算された構造を含む。計算機ホログラム (CGH) は、複屈折の、光学単軸材料によって作成された基板も含む。

30

## 【 0 0 1 5 】

回折性光学部材 (DOE)、殊に計算機ホログラム (CGH) は、各ビーム偏光構造によって定められた角度放射特性によって所望の2次元の強度分布 (これは殊に、例えば二重極分布または四重極分布のように、 $n$  重の対称性を有する) を形成する。本発明に相応して選択されている、光伝導性増大部材の優先方向に関して言えば、計算機ホログラム (CGH) の場合には、この優先方向は、照明デバイスの光学対称軸から、二次元強度分布の極へ向けられている方向として定められる。換言すれば、計算機ホログラム (CGH) が使用される場合、CGHの特定表面に基づいてではなく、この表面構造によって得られるビーム回折作用に基づいて優先方向が定められる。従って、基板の結晶材料の光学結晶軸は実質的にこの優先方向に平行である、または実質的に垂直である。

40

## 【 0 0 1 6 】

ある実施形態では、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、前記計算機ホログラム (CGH) の構造が、例えばUS 5 8 5 0 3 0 0号に記載されているように、隣接するファセット領域との間の境界にわたって不連続性を有しておらず、そこに記載されているような利点を伴うように形成される。換言すれば、計算機ホログラム (CGH) の個々のファセット領域内に設けられた構造は、隣接するファセット領域間の境界

50

にわたって実質的に連続的に機能する。隣接するファセット領域間の不連続性（例えばエッジ、破断部等）を回避することによって、隣接するファセット領域の間の境界で、位相機能の連続した移行が得られる。これによって、このような境界で強度変化が生じることが阻止される。

【0017】

別の実施形態では、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、この計算機プログラム（CGH）の構造が、隣接するファセット領域の間の境界にわたって不連続性を含むように形成される。これは、より大きい設計の自由性を得るのに有利である。

【0018】

10

ある実施形態では、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、計算機プログラム（CGH）の構造がいずれのファセット領域においても模写されないように形成される。これは、異なるファセット領域に属する構造の相互作用によって、繰り返される不所望な強度変化を回避するのに有利である。

【0019】

さらなる実施形態では、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、計算機プログラム（CGH）の構造が、ファセット領域の少なくとも1つにおいて模写されるように形成される。実施形態では、ファセット領域は多角形状を有しており、相互に隣接して対になって配置されている。この多角形状は、殊に三角形、長方形、正方形および六角形から成るグループから選択される。

20

【0020】

ある実施形態では、相互に隣接しているファセット面は異なる断面を有している。これは、異なるファセット領域に属する構造の相互作用によって、繰り返される不所望な強度変化を回避するのに有利である。

【0021】

別の実施形態では、相互に隣接しているファセット領域はその断面に関して類似している。

【0022】

ある実施形態では、回折性光学部材（DOE）は次のように形成される。すなわち、相互に直交する2つの偏光状態のうちの1つの偏光状態に対して、他方の偏光状態より大きなブレイズ作用が生成されるように形成される。ある実施形態では、この2つの相互に直交した偏光状態はs偏光およびp偏光である。ある実施形態では、回折性光学部材（DOE）に入射する光のs偏光成分は主に±1次の回折へ向けられ、回折性光学部材（DOE）に入射する光のp偏光成分は主に0次の回折へ向けられる。

30

【0023】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料は非光学活性材料である。

【0024】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料は光学活性材料であり、これは左旋性形状であっても、右旋性形状であってもよい。

【0025】

40

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料はフッ化物化合物を含む。

【0026】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料は窒化物化合物を含む。

【0027】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料は酸化物化合物を含む。

【0028】

光学的単軸結晶材料は殊に、グループから選択され、クリスタル・クォーツ（ $\text{SiO}_2$ ）、フッ化マグネシウム（ $\text{MgF}_2$ ）、フッ化ランタン（ $\text{LaF}_3$ ）およびサファイア（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）から成るグループから選択される。

【0029】

50

1つの有利な実施形態では第2の光伝導性増大部材が、光伝播方向において、第1の光伝導性増大部材の下流に配置され、複数の回折性または屈折性のビーム偏光構造を有する。このビーム偏光構造は第2の優先方向に延在している。第2の優先方向は第1の優先方向とは異なる。

【0030】

この場合には、第2の優先方向は実質的に第1の優先方向に対して垂直である。

【0031】

ある実施形態では、第2の光伝導性増大部材は、少なくともビーム偏光構造の領域において光学的等方性材料から製造される。殊に、ビーム偏光構造（例えば円柱レンズ）は光学的等方性材料から製造される。

10

【0032】

この等方性材料は殊に、フッ化カルシウム ( $\text{CaF}_2$ )、フッ化ストロンチウム ( $\text{SrF}_2$ )、酸化マグネシウム ( $\text{MgO}$ ) および YAG から成るグループから選択される。この等方性材料はさらにアモルファス材料、殊に石英ガラスであってよい。

【0033】

1つの有利な実施形態では、第2の光伝導性増大部材のビーム偏光構造は、光学的単軸結晶材料から成る基板上に形成されている。この場合には、この結晶材料の光学的結晶軸は有利には、実質的に基板表面に対して平行に配向されている。

【0034】

有利には、第2の光伝導性増大部材の結晶材料の光学的結晶軸は、第2の優先方向に対して実質的に平行であるか、または実質的に垂直である。

20

【0035】

第2の光伝導性増大部材の複数のビーム偏光構造は、円柱レンズを配列することによっても、回折性光学部材によっても形成される。

【0036】

ある実施形態では、第1の光混合デバイスが、第1の光伝導性増大部材と第2の光伝導性増大部材の間に配置されている。

【0037】

ある実施形態では、第1の光混合デバイスはインテグレータロッド (integrator rod) である。

30

【0038】

ある実施形態では、第1の光伝導性増大部材は、インテグレータロッドの光入射表面に配置されている。

【0039】

ある実施形態では、少なくとも1つの第2の光混合デバイスが第2の光伝導性増大部材の次のような面に配置されている。すなわち、第2の光伝導性増大部材の、第1の光伝導性増大部材から離れている面に配置されている。

【0040】

ある実施形態では、第2の光混合デバイスはインテグレータロッドである。

【0041】

ある実施形態では、第2の光混合デバイスは複数のインテグレータロッドを含む。これらのインテグレータロッドは、光伝播方向において連続的に配置されており、これらの間に光伝導性増大部材が各ケースにおいて配置されている。

40

【0042】

ある実施形態では、第1のインテグレータロッドの少なくとも1つのインテグレータロッド、第2のインテグレータロッドおよびさらなるインテグレータロッドが複屈折材料、殊にクォーツ ( $\text{SiO}_2$ )、フッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ )、フッ化ランタン ( $\text{LaF}_3$ ) およびサファイア ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) から製造される。

【0043】

本発明は、回折性光学部材にも関する。この回折性光学部材は少なくとも1つの第1の

50



ブレース格子と第2のブレース格子を含む。ここでこの第2のブレース格子は、第1のブレース格子の光出射表面上に重ねられており、連続的にリブが付けられた構造体の配列を有している。この構造体は、回折性光学部材(DOE)が設計された動作波長よりも小さい。ここでこの回折性光学部材が光学的単軸結晶材料を有していることを特徴とする。この結晶材料の光学結晶軸は、第1および/または第2のブレース格子の格子構造に対して実質的に平行であるかまたは実質的に垂直である。

【0044】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料はフッ化化合物を含む。

【0045】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料は窒化物化合物を含む。

10

【0046】

ある実施形態では、光学的単軸結晶材料は非半導体酸化物化合物を有している。

【0047】

ある実施形態では、光学システムが設計されている動作波長で、光学的単軸結晶材料は少なくとも1.6の屈折率 $n$ を有する。

【0048】

本発明は、回折性光学部材、マイクロリソグラフィ投影露光装置、マイクロ構造化コンポーネントのマイクロリソグラフィによる製造方法およびマイクロ構造化コンポーネントにも関する。

【0049】

さらに本発明の構造は、明細書および従属請求項から統合されてよい。

20

【0050】

本発明を以下で、添付された図面に示された実施例に基づいてより詳細に説明する。

【実施例】

【0051】

有利な実施例の詳細な説明

図1は、本発明の第1の実施例に相応した、光伝導性増大部材100を示している。

【0052】

部材100は図1では、支持板110から形成されている。この支持板は光学的単軸複屈折性結晶材料から成る。これはこの実施例ではフッ化マグネシウム( $MgF_2$ )である。

30

【0053】

支持板110の光出射表面上には複数のビーム偏光構造120が配置されている。これらのビーム偏光構造はこの実施例では、円柱レンズ121を次のように配列することによって形成されている。すなわち、この円柱レンズ121の長手軸の方向(図1では「D」によってあらわされている)が相互に平行であり、かつ支持板110の光学的単軸結晶材料の光学結晶軸(「oa」によってあらわされている)に対しても平行であるように配列することによって形成されている。

【0054】

この部材100の円柱レンズ121は、同じく光学的単軸結晶材料上に製造される。すなわち、この実施例では、フッ化マグネシウム( $MgF_2$ )から成る。 $MgF_2$ が使用される代わりに、他の適切な光学的単軸結晶材料を、支持板110または円柱レンズ121に対して使用することもできる。これは、例えばクリスタル・クォーツ( $SiO_2$ )、フッ化ランタン( $LaF_3$ )およびサファイア( $Al_2O_3$ )である。

40

【0055】

クリスタル・クォーツを使用している場合には、光学活性が考慮されなければならない。結晶軸が板または基板面において配向され、この板または基板面に対して垂直に視準されて照明に影響が与えられる場合には影響はない。全ての他のケースでは、左旋性石英および右旋性石英を組み合わせることによって悪影響が生じる恐れがある。

【0056】

50

支持板 1 1 0 および円柱レンズ 1 2 1 は同じ結晶材料を含んでいても、他の異なる結晶材料を含んでいてもよい。さらに、円柱レンズ 1 2 1 は図 1 に示されている面に対する凸形状の代わりに、凹形状を有していてもよく、さらに択一的に支持板 1 1 0 の光入射表面に配置されてよい。

#### 【 0 0 5 7 】

図 1 に示された部材 1 0 0 は、光学システム、殊にマイクロリソグラフィ投影露光装置の照明デバイス（図 1 には示されていない）において使用され、部材 1 0 0 に入射する光の光伝播方向は図 1 において矢印 1 3 0 に基づいて示されている。さらに、矢印 1 3 1 は、光の偏光の優先方向をあらわすのに使用される。すなわち、直線偏光された光の場合には、電界ベクトル  $E$  の振動の方向である。この実施例では、偏光の優先方向は結晶軸「 $o a$ 」に対して平行に延在する。同じように有利な実施形態では、点線で描かれた矢印 1 3 2 によって示されているように、偏光の方向が結晶軸「 $o a$ 」に対して垂直に配向されてもよい。

10

#### 【 0 0 5 8 】

図 2 に示されている光伝導性増大光学部材 2 0 0 は、図 1 に示された部材 1 0 0 に相応しており、相応する部材は 1 0 0 足された参照番号で示されている。部材 2 0 0 は、次の点においてのみ部材 1 0 0 と異なる。すなわち支持板 2 1 0 の材料の光学結晶軸「 $o a$ 」が、円柱レンズ 2 2 1 の長手方向軸の方向（「 $D$ 」によってあらわされている）に対して垂直に延在しているという点においてのみ部材 1 0 0 と異なる。

#### 【 0 0 5 9 】

20

図 3 では、光学システム 3 0 0 は本発明の別の有利な実施形態に相応して、第 1 の光伝導性増大部材 3 0 0 a（この実施例においてその構造は、図 1 に示されたものに相応する）に対して付加的に、第 2 の光伝導性増大部材 3 0 0 b を含む。支持板 3 1 0 の光出射表面に配置された第 1 の部材 3 0 0 a は、複数の円柱レンズ 3 2 1 を有している。この円柱レンズの長手方向軸（図 3 において「 $D 1$ 」によってあらわされている）は、図 1 と同じように、支持板 3 1 0 の結晶材料の光学結晶軸「 $o a - 1$ 」に対して平行である。第 1 の光伝導性増大部材 3 0 0 a と同じように、第 2 の光伝導性増大部材 3 0 0 b は、支持板 3 3 0 を含む。この支持板は光学的単軸結晶材料から成る（例えば  $MgF_2$ ）。この材料の結晶軸「 $o a - 2$ 」は、第 1 の支持板 3 1 0 の結晶材料の光学結晶軸「 $o a - 1$ 」に対して平行である。

30

#### 【 0 0 6 0 】

第 2 の部材 3 0 0 b の支持板 3 3 0 の光出射表面に円柱レンズ 3 4 1 の配列 3 4 0 が設けられている。ここでこの円柱レンズ 3 4 1 の長手方向軸の配向（図 3 において「 $D 2$ 」によってあらわされている）は円柱レンズ 3 2 1 の配向「 $D 1$ 」に対して垂直である。従って、光学システム 3 0 0 は殊に、円柱レンズ 3 2 1 および 3 4 1 の相互に交差した配列 3 2 0 および 3 4 0 を含む。これによってそれぞれ、同じように図 3 に示されているように、光伝導性が 2 つの相互に垂直な空間方向において（図面に示された座標軸の  $x$  方向および  $y$  方向において）増大される。

#### 【 0 0 6 1 】

しかし配列 3 2 0 の円柱レンズ 3 2 1 とは対称的に、配列 3 4 0 の円柱レンズ 3 4 1 は光学的単軸結晶材料を含んでおらず、むしろ光学的等方性材料、殊に立方体結晶材料（cubically crystalline material）から成る。この実施例では、この光学的等方性材料はフッ化カルシウム（ $CaF_2$ ）であるが、動作波長において透過性である他の材料を使用することもできる。これは例えばフッ化ストロンチウム（ $SrF_2$ ）または酸化マグネシウム（ $MgO$ ）または YAG である。さらに、択一的な実施形態では、アモルファス材料、殊に石英ガラスも光学的等方性材料として使用可能である。

40

#### 【 0 0 6 2 】

当然ながら、円柱レンズ 3 2 1 および 3 4 1 の配列 3 2 0 および 3 4 0 をそれぞれ択一的に、各支持板 3 1 0 および 3 3 0 の光入射表面に設けてもよい。

#### 【 0 0 6 3 】

50

図4に示されたさらなる実施形態では、円柱レンズ421と431を有している交差した円柱レンズ配列420と430が、それぞれ、共通の支持板410上に形成されている。支持板410の材料は同じように光学的単軸結晶材料（例えば $MgF_2$ ）であり、この実施例において光学結晶軸「oa」は、円柱レンズ421の長手方向軸の配向「D1」に対して平行であり、円柱レンズ431の長手方向軸の配向「D2」に対して垂直である。図3と同じように、第1の配列420の円柱レンズ421は、光学的単軸の結晶材料から製造される。ここで第2の配列430を形成している円柱レンズ431は光学的等方性材料から製造される。

#### 【0064】

図5では、本発明に相応する光学システム500の別の実施例において、第1の光伝導性増大部材500aが、インテグレートロッド520の光入射表面に配置されており、第2の光伝導性増大部材500bがインテグレートロッド520の光出射表面に配置されている。第1の光伝導性増大部材と第2の光伝導性増大部材の構造は、それぞれ、図3に示された第1の光伝導性増大部材300aと第2の光伝導性増大部材300bの構造に相当する。従ってここでは詳細に説明しない。

#### 【0065】

インテグレートロッド520は光学的単軸結晶材料から製造されている。これは例えば $MgF_2$ である。

#### 【0066】

図5に相応した配列では、第1の光伝導性増大部材500aは、第1の空間方向において光伝導性における増大をもたらす。すなわち、示された座標系における正および負のy方向において増大をもたらす。インテグレートロッド520を用いて、光混合に同じようにy方向において影響が与えられる。従って、インテグレートロッド520の2つのラテラル表面（図5における上方表面と下方表面）のみが光学的に面平行になるように機械加工されればよい。第2の光伝導性増大部材500bは、第1の空間方向に対して垂直である第2の空間方向（図5では正および負のx方向）において、光伝導性における増大およびインテグレートロッド520から生じる光の混合を生じさせる。

#### 【0067】

（図示されていない）さらなる実施形態では、別の光伝導性増大部材が図5に示された光伝導性増大部材500bの下流に配置される。このさらなる光伝導性増大部材は、第2の部材500bから生じる光をさらに混合させる。

#### 【0068】

図6では、本発明に相応する光学システム600のさらなる実施例において、第1の光伝導性増大部材610が第1のインテグレートロッド620の光入射表面に配置されており、第2の光伝導性増大部材630がインテグレートロッド620の光出射表面に配置されている。第1の光伝導性増大部材610は、図平面に対して垂直に（図に示された座標系では正および負のx方向において）延在しており、第2の光伝導性増大部材630は図平面において（すなわち、正および負のy方向において）アパーチャ生成（aperture generation）になる。第3の光伝導性増大部材640、第2のインテグレートロッド650、第4の光伝導性増大部材670および第3のインテグレートロッド660は連続して、光伝播方向（x方向）において、第2の光伝導性増大部材630の下流に配置されている。図6の配列の普遍化において、第2の光伝導性増大部材620の下流に配置された光混合デバイスは複数のインテグレートロッド650、660・・・を含んでいる。これらのインテグレートロッドは、光伝播方向に連続して配置されており、これらのインテグレートロッドの間には、さらなる光伝導性増大部材670・・・が各ケースにおいて配置されている。図6の配列では、インテグレートロッド620は同じように有利には、光学的単軸結晶材料（例えば $MgF_2$ ）から製造されており、光学結晶軸「oa」は、図5の実施例と同じように、第1の光伝導性増大部材610のビーム偏光構造の優先方向に対して平行であり、第2の光伝導性増大部材630のビーム偏光構造の優先方向に対して垂直である（またはその逆）。しかし、上述した実施例とは異なり、光伝導性増大部材610、6

10

20

30

40

50

30、640および670は図6では、回折性光学部材(DOE)として形成されている。したがって、ビーム回折構造の各優先方向はそれぞれのケースにおいて、前記DOE上の線形構造の延在方向に相当する。

【0069】

インテグレートロッド620とは異なり、インテグレートロッド650および660は光学的等方性材料から形成されている。これはこの実施例では $MgAl_2O_4$ である。択一的に、次のことも可能である。すなわち、別の立方体結晶材料または他のアモルファス材料(例えば石英ガラス)を光学的等方性材料として使用することも可能である。

【0070】

図6に示されている光学システム600は有利には、マイクロリソグラフィ投影装置の照明デバイスにおいてREMA対物レンズの入力側の上流に配置されている。

10

【0071】

円柱レンズ配列は光伝導性増大部材として設けられている上述した実施例において、択一的なDOEが配列されてもよい。またその逆もある。

【0072】

図7と相応に、例えば図3に示された実施例と同じように、第1の支持部711上に配列された第1のDOE712と第2の支持部713上に配列された第2のDOE714を含む、相応する配列710を設けることが可能である。第2のDOEは光伝播方向において下流に配置されており、DOE712および714は各ケースにおいて相互に垂直な空間方向において光伝導性を増大させる。

20

【0073】

DOEは、公知のように、支持部上に光不透過構造体を形成することによって形成されるか、または屈折率の変化および/または幾何学的形状の厚さの変化を伴い、光透過性構造体を特定の領域に形成することによって形成される。DOEのこのような構造化は例えば、光学的単軸結晶材料から成る支持体板において相応する材料を除去することによって行われる。さらなる実施例では、石英ガラスから成るアモルファス層が、光学的単軸結晶材料から成る支持板上に蒸着されてもよい。この層内ではエッチングによってパターンニングが連続的に導入される。後者の実施例は次のような利点を有している。すなわち、結晶支持板を直接的にパターンニングする場合よりも、アモルファス層をパターンニングする場合においては、構造体内のエッジのより多い統一形状が可能であるという利点を有している。

30

【0074】

図7aの配列710では、支持部711(ひいてはDOEが組み込まれている形状の場合には、DOE712の構造)は、光学的単軸結晶材料(例えば $MgF_2$ )から製造される。第2の光伝導性増大部材が組み込まれている形状の場合(支持部713において材料を除去することによってDOE714を形成することによって)には、有利には支持部713は、図3の実施例と同じように光学的等方性材料から製造される。すなわち、立方体結晶性材料またはアモルファス材料(例えば石英ガラス)から製造される。しかし1つの有利な実施形態では、第2の支持部713は、第1の支持部と同じように光学的単軸結晶材料から製造され、DOE714は蒸着および、殊に石英ガラスから成るアモルファス層の連続するエッチングによって製造される。

40

【0075】

当然ながらDOE712、714が、支持部711および713の各光入射表面上に配置されてもよい。

【0076】

さらに図7bに相応して、DOE722および723を共通の支持部721上に配置することも可能である。この配列720では、支持部721は光学的単軸結晶材料(例えば $MgF_2$ )から製造され、支持部721の光出射表面に配置されたDOE723は上述のように、蒸着および例えば石英ガラスから成るアモルファス層をエッチングすることによって形成される。支持部721の光入射表面に配列されたDOE722が随意に光学的単

50

軸結晶材料から形成され（すなわち殊に相応する材料を除去することによって支持板 7 2 1 と一体化し）てもよく、または同じように、蒸着および例えば石英ガラスから成るアモルファス層をエッチングすることによって形成されてもよい。

【0077】

さらに、図 7 c に示されているように、より複雑な D O E 構造 7 3 2 を、支持部 7 3 1（同じように光学的単軸結晶材料から成る）上の任意の空間方向における偏光によって形成することが可能である。この構造は同じように、蒸着および例えば石英ガラスから成るアモルファス層のエッチングによって形成される。

【0078】

別の有利な実施形態では、上述したように光学的単軸結晶材料を有している本発明に相  
10 応して使用されている回折性光学部材（D O E）に、所望のように放射強度を所望の次の回折（殊に、例えば 1 次の回折）に向けるために、ブレイズ効果が付与される。このために、それ自体公知の方法で、各 D O E は典型的に、図 8 a の概略的に例示された配列 8 0 0 において示されているように、相応する周期的な構造体 8 0 1、8 0 2、8 0 3・・・等を伴う鋸歯状プロファイルまたは階段状プロファイルとともに形成される。

【0079】

別の有利な実施形態では、本発明に相応する D O E は光学的単軸結晶材料を有し、上述  
20 のように偏光選択形式で次のように形成されている。すなわち、相互に直交している 2 つの偏光状態（殊に s 偏光と p 偏光）のうちの 1 つの偏光状態に対して、他方の偏光状態に対するよりも高いブレイズ効果が生じるように形成されている。例えば D O E は次のように形成されている。すなわち、D O E に入射する光の s 偏光された成分が主に ± 1 次の回折に向けられ、D O E に入射する光の p 偏光された成分が主に 0 次の回折に向けられるように形成される。

【0080】

図 8 b では、回折性光学部材は第 1 のブレイズ格子 8 1 0 と、この第 1 のブレイズ格子  
8 1 0 の光出射面に重畳された第 2 のブレイズ格子 8 2 0 を有している。この場合には、第 2 のブレイズ格子 8 2 0 は構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e の配列を有している。これらの構造体は、櫛の歯形状またはリブ付けされたものとして示されている。個々の構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e（これらは概略的に示されているだけであり、典型的に、より多数である）は、D O E が設計されている（例えば = 1 9 3 n m の）動作波長よりも小さい。  
30

【0081】

図 8 b の実施例では、サブ構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e のサブ波長構造を有するブレイズ  
格子 8 2 0 において、充填比は、左から右へブレイズ格子 8 2 0 の延在方向「D」に沿って低減している。この場合には「充填比」とは、サブ波長構造を有するブレイズ格子 8 2 0 の周期「g」に相対する、延在方向「D」におけるサブ構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e の寸法の比である。従って第 1 の回折格子 8 1 0 の各周期内でのサブ構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e の幅は、延在方向「D」において、左から右へ、所与の相応する最適化において低減する。これは次のような効果を得るためである。すなわち、D O E に入射する光の s 偏光された成分が主に 1 次回折に向けられ、D O E に入射する光の p 偏光された成分が主に 0 次回折に向けられるという効果を得るためである。  
40

【0082】

相互に直交する 2 つの偏光状態のうちの 1 つの偏光状態に対してのみブレイズ効果を最適化するために、偏光選択作用と組み合わせられたブレイズ効果を伴って D O E を形成することは、概略的に図 8 b で示された配列 8 5 0 に限定されるものではない。従ってサブ構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e を統一して（すなわち、一定の幅および長さで）、第 2 のブレイズ格子 8 2 0 の周期にわたって、それ自体公知の方法で、所望の所与の相応する最適化において形成することも可能である。これによって、例えば（± 1 次）の回折に向かった s 偏光された成分の偏光が得られる。さらに、図 8 b に示された配列の変形において、サブ構造体 8 2 0 a ~ 8 2 0 e を一定の幅と可変の長さ（すなわち、ブレイズ格子 8 2 0 の延在方向「D」に対して垂直に可変に延在する）を以て形成することもできる。例えば、左  
50

から右へ、延在方向「D」において第1の回折格子810の各周期内で低減する長さで以て形成することもできる。

【0083】

本発明に相応するDOEの別の可能な実施形態の構造は概略的に図8c～eに示されている。

【0084】

図8cに相応して、例えば、DOEの部分領域860に基づいて示されているように、典型的なDOE構造体861、862および863は、例えばクォーツまたはサファイア( $Al_2O_3$ )から成る結晶基板材料における相応する材料除去によって形成される。図8dは、さらなるDOEの部分領域870に基づいて、DOE構造体872、873および874を示している。これらの構造体は、クリスタル・クォーツまたはサファイア( $Al_2O_3$ )から成る基板871上に被着されており、複数の層から成る多層構造を含む。ここでこれらの層はそれぞれ、酸化物化合物またはフッ化物化合物(例えば $MgF_2$ または $Al_2O_3$ )を含む。図8eは、DOEの部分領域880に基づいて、一体化されたDOE構造体882、883および884を示している。これらの構造体は、例えばクリスタル・クォーツまたはサファイア( $Al_2O_3$ )から成る基板881上に被着されており、各ケースにおいて、酸化物化合物またはフッ化物化合物、例えばフッ化カルシウム( $CaF_2$ )を含む。

【0085】

それぞれ使用されている光学的単軸結晶材料の光学結晶軸は、殊に基板(すなわち例えばクリスタル・クォーツ)において、基板表面に対して平行である。有利には、それぞれ基板において使用されている光学的単軸結晶材料の光学結晶軸は、さらに、ビーム偏光構造体の優先方向に対して平行であるかまたは垂直であり、さらに、光伝導性増大部材に入射する光の偏光の優先方向に対して平行であるか、または垂直である。さらに、基板は有利には、使用されている動作波長(例えば193nmまたは157nm)の整数倍の厚さを有している。

【0086】

図9は、計算機ホログラム(CGH)900として実現されている、本発明に相応する光伝導性増大部材を説明するための概略図を示している。CGH900は、自身の光出射面901上にファセット領域のアレイを含む(図示されていない)。これらのファセット領域はそれぞれ構造体を含む。この構造体は、計算機によって計算され、それぞれ所望のビーム回折作用が得られるまたは角度展開が得られる。

【0087】

CGH900は、入射光910aに対して所望の二次元強度分布を形成する。この二次元強度分布は図9に相応して四重極分布920である。これは、各ビーム回折構造によって定められた角度放射特性による。

【0088】

計算機ホログラム(CGH)は基板902も含む。この基板は複屈折性の、光学単軸材料から成る。これは例えばクリスタル・クォーツ( $SiO_2$ )、フッ化マグネシウム( $MgF_2$ )、フッ化ランタン( $LaF_3$ )またはサファイア( $Al_2O_3$ )である。CGH900として実現される場合には、光伝導性増大部材の優先方向に関して言えば、この優先方向はここで照明デバイスの光軸(これは図9では、CGH900の中心を通過して、z方向に沿って延在する)から、二次元強度分布の極に向かって(すなわち、図9の例においては四重極分布920の中心から四重極分布920の4つの極の1つへ)配向されている方向として定められる。すなわち四重極分布920によって定められた正方形内の対角線に沿っている。

【0089】

基板902の結晶材料の光学結晶軸は実質的にこの優先方向に平行であるか、または実質的に垂直である。基板902の光学単軸材料における光学結晶軸oaの可能な配向は、図9において斜めの矢印によって示されている。別の可能な配向は、x-y面における図

10

20

30

40

50

示された配向に対して垂直である。

【0090】

ある実施形態では、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、前記計算機ホログラム（CGH）の構造が、隣接するファセット領域との間の境界にわたって不連続性を有していないように形成される。換言すれば、計算機ホログラム（CGH）の個々のファセット領域内に設けられた構造は、隣接するファセット領域間の領域にわたって実質的に連続的に機能する。隣接するファセット領域間の不連続性（例えばエッジ、破断部等）を回避することによって、隣接するファセット領域の間の境界で、位相機能の連続する移行が得られる。これによって、このような境界で強度変化が生じることが阻止される。

10

【0091】

別の実施形態では、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、この計算機ホログラムの構造が、隣接するファセット領域の間の境界にわたって不連続性を含むように形成される。これはより大きい設計の自由性を得るのに有利である。

【0092】

さらに、ファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、計算機ホログラム（CGH）の構造がファセット領域のうちの1つのファセット領域において模写されるように形成される。これは、異なるファセット領域に属する構造の相互作用によって繰り返される不所望な強度変化を回避するのに有利である。択一的にファセット領域のアレイは次のように形成される。すなわち、計算機ホログラム（CGH）の構造がこのファセット領域の少なくとも1つのファセット領域において模写されるように形成される。

20

【0093】

図10は概略図において、マイクロリソグラフィ投影露光装置133を示している。これは光源ユニット135と、照明デバイス139と、構造搬送マスク153と、投影対物レンズ155と露光される基板159を含む。光源ユニット135は光源として、例えば、193nmの動作波長に対するArFレーザを含み、平行光束を形成するビーム形成光学系も含む。

【0094】

この実施例では、平行光束は最初に光伝導性増大部材137に入射する。ここでこの光伝導性増大部材は、所望の強度分布を形成する。これは例えば二重極分布または四重極分布である。これは、瞳面145内の個々の回折性または屈折性のビーム回折構造を用いて行われる。この光伝導性増大部材は、上述の実施形態において記述されたように構成されている。ズーム対物レンズ140は、光伝播方向において光伝導性増大部材137の下流に配置され、可変の直径を有する平行光束を形成する。平行光束は偏光ミラー141によって光学ユニット142に向けられ、この光学ユニットはアキシコン143を有する。上流の光伝導性増大部材137およびアキシコン143と関連するズーム対物レンズ140によって、ズームセッティングおよびアキシコン部材の位置に依存して、瞳面145において異なった照明構造が形成される。光学ユニット142はアキシコン143の下流で、瞳面145の領域内に配置されている光混合システム148を含む。この光混合システムはこのケースではそれ自体公知の様式で、光混合を得るのに適したマイクロ光学部材（図10において部材146および147によってあらわされている）の配列を有している。

30

40

【0095】

光混合システム148は択一的に、フライズアイコンデンサまたはロッドインテグレータであってよい。これは、動作波長を有する光を透過する材料から成る。これは例えば石英ガラスまたは他の結晶性フッ化カルシウムである。光学ユニット142にはレチクルマスキングシステム（REMA）149が続く。これは、REMA対物レンズ151によって構造搬送マスク（レチクル）153上に結像され、これによってレチクル153上の照明された領域に境界が定められる。構造搬送マスク153は、投影対物レンズ155によって感光基板159上に結像される。図示された実施例では、空気とは異なる屈折率を有する液浸液161が、投影対物レンズ155の最後の光学部材157と感光基板159の

50

間に配置されている。

【 0 0 9 6 】

本発明を、特定の実施例に基づいて説明したが、当業者によって、例えば各実施形態の特徴を組み合わせるおよび／または交換することによって、種々の変更および択一的な実施例を導出することができる。従ってこのような変更および択一的な実施形態も本発明に含まれることは当業者にとって自明のことであり、本発明の範囲は添付された特許請求範囲およびそれに相当するものによってのみ制限される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 7 】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に相応した光伝導性増大部材を示す図

10

【図 2】本発明の別の実施例に相応した光伝導性増大部材を示す図

【図 3】1 つの有利な実施形態に相応する、第 1 および第 2 の光伝導性増大部材を含む、本発明に相応した配列を示す図

【図 4】第 1 の光伝導性増大部材と第 2 の光伝導性増大部材が共通の支持部上に配置されている、別の実施形態を示す図

【図 5】第 1 の光伝導性増大部材と第 2 の光伝導性増大部材の間に配置されたインテグレートロッドを伴う、本発明に相応した光学システムを示す図

【図 6】連続して配置された複数の光伝導性増大部材およびインテグレートロッドを伴う、別の実施例を示す図

【図 7】D O E を使用した本発明に相応する光学システムの有利な実施形態を説明する概略図

20

【図 8】本発明と相応に使用される D O E の可能な構造を説明するための概略図

【図 9】C G H として実現された、本発明に相応する光伝導性増大部材を説明するための概略図

【図 10】本発明に相応する光学システムが使用されている、マイクロリソグラフィ投影露光装置の構造を示す図

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

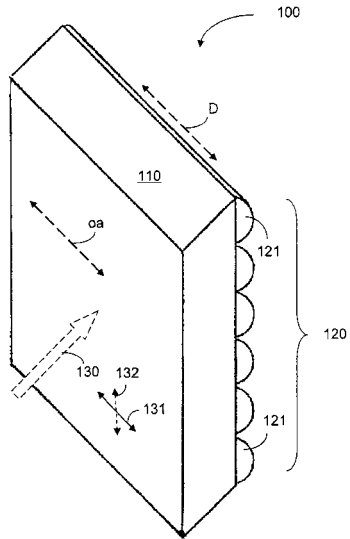
1 0 0、2 0 0、3 0 0 a、4 0 0、5 0 0 a、6 1 0、9 0 0 第 1 の光伝導性増大部材、 D 1 第 1 の優先方向、 1 1 0、2 1 0、3 1 0、3 3 0 支持板、 1 2 0  
 ビーム偏光構造体、 1 2 1、2 2 1、3 2 1、4 2 1、4 3 1、5 1 1 円柱レンズ  
 、 3 0 0 b、5 0 0 b、6 3 0 第 2 の光伝導性増大部材、 3 2 0、3 4 0、4 1 0  
 、 4 2 0、4 3 0 円柱レンズ配列、 5 0 0、6 0 0 光学システム、 5 2 0、6 2  
 0、6 5 0、6 6 0 インテグレートロッド、 6 4 0 第 3 の光伝導性増大部材、 6  
 7 0 第 4 の光伝導性増大部材、 7 1 0、7 2 0、7 3 0、8 0 0 配列、 7 1 1、  
 7 2 1、7 3 1 支持部、 7 1 2、7 1 4、7 2 2、7 2 3 D O E、 8 0 1、8 0  
 2、8 0 3 構造体、 8 1 0 第 1 のブレース格子、 8 2 0 第 2 のブレース格子、  
 8 2 0 a ~ 8 2 0 e サブ構造体、 8 6 0、8 7 0、8 8 0 D O E、 8 6 1、8  
 6 2、8 6 3、8 7 2、8 7 3、8 7 4、8 8 2、8 8 3、8 8 4 D O E の部分領域、  
 8 7 1、8 8 1 基板、 9 0 1 光出射面、 9 0 2 基板、 9 2 0 四重極分布  
 、 1 3 3 マイクロリソグラフィ投影露光装置、 1 3 5 光源ユニット、 1 3 9  
 照明デバイス、 1 5 3 構造搬送マスク、 1 5 5 投影対物レンズ、 1 5 9 基板  
 、 1 3 7 光伝導性増大部材、 1 4 5 瞳面、 1 4 0 ズーム対物レンズ、 1 4  
 1 偏光ミラー、 1 4 2 光学ユニット、 1 4 3 アキシコン、 1 4 6、1 4 7  
 マイクロ光学部材、 1 4 8 光混合システム、 1 4 9 レチクルマスキングシステム  
 ( R E M A )、 1 5 1 R E M A 対物レンズ、 1 5 3 構造搬送マスク ( レチクル )  
 、 1 5 5 投影対物レンズ、 1 5 9 感光基板、 1 6 1 液浸液、 1 5 7 投影  
 対物レンズの最後の光学部材

30

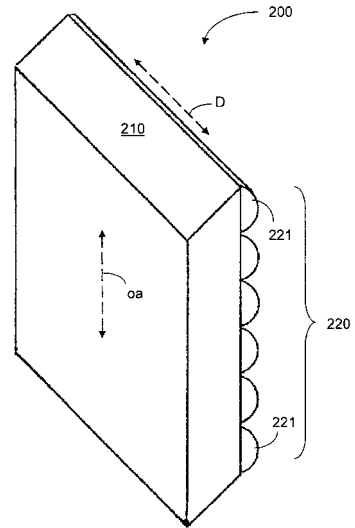
40



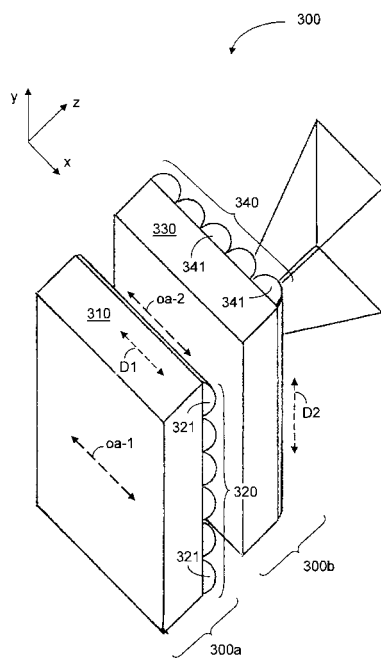
【図 1】



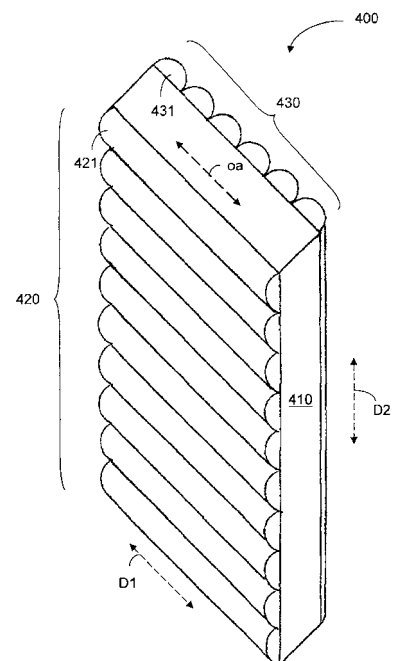
【図 2】



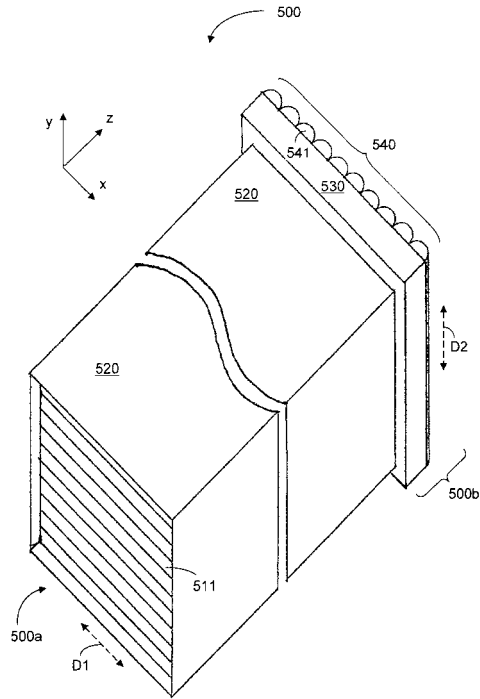
【図 3】



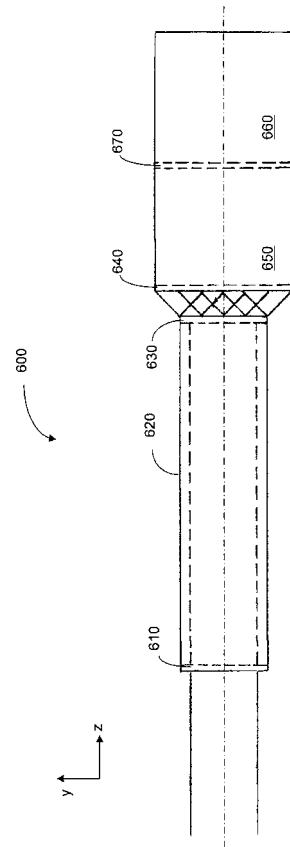
【図 4】



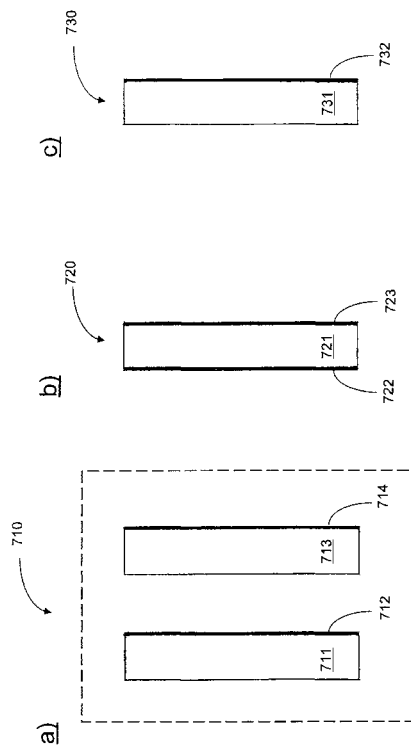
【図 5】



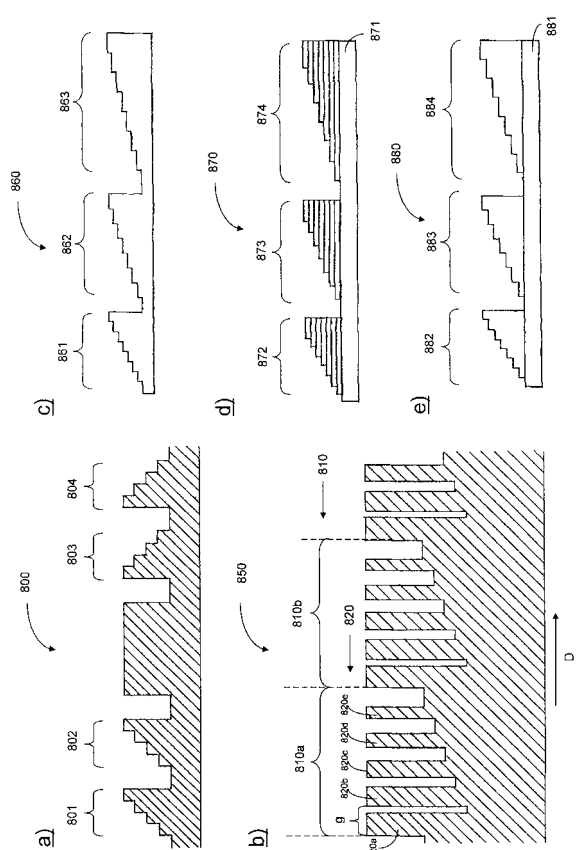
【図 6】



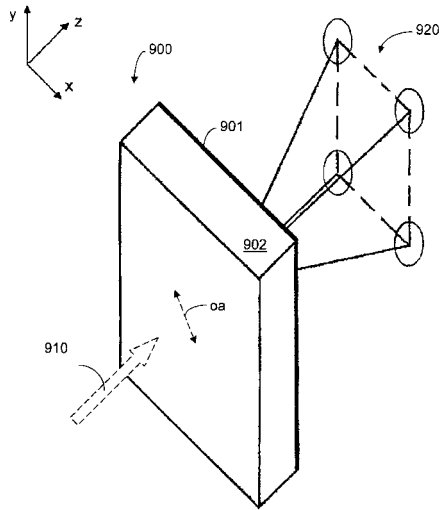
【図 7】



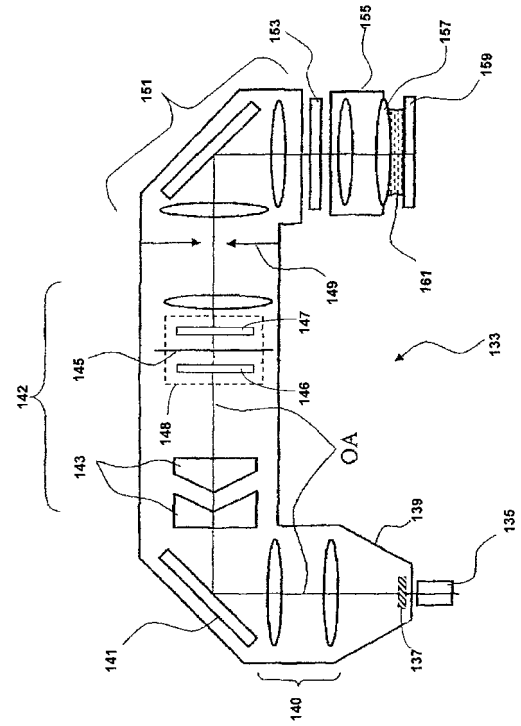
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

- (72)発明者 カール - ハイッツ シュスター  
ドイツ連邦共和国 ケーニヒスブロン レヒベルクシュトラーク 24
- (72)発明者 ユルゲン ハルトマイアー  
ドイツ連邦共和国 オーバーコッヘン アーレナーシュトラーク 51
- (72)発明者 マンフレート マウル  
ドイツ連邦共和国 アーレン エルヒヴェーク 29
- (72)発明者 ディーター シュメレク  
ドイツ連邦共和国 ヒュットリンゲン ダンツィガー シュトラーク 4
- (72)発明者 デトレフ ミュラー  
ドイツ連邦共和国 エルヴァンゲン ゲートレシュトラーク 15
- (72)発明者 オットー ハーネマン  
ドイツ連邦共和国 ネルトリンゲン ヴァッガ - ヴァッガ - シュトラーク 60
- (72)発明者 フランク マリアネク  
ドイツ連邦共和国 オーバーコッヘン ドライセンタールシュトラーク 42
- (72)発明者 グーンドゥーラ ヴァイス  
ドイツ連邦共和国 アーレン イム ゾンネンヴィンケル 9
- (72)発明者 ダミアン フィオルカ  
ドイツ連邦共和国 オーバーコッヘン ヘッケンローゼンヴェーク 36

審査官 長井 真一

- (56)参考文献 特開2003 - 035822 (JP, A)  
国際公開第2005 / 026822 (WO, A1)  
特開2005 - 268489 (JP, A)  
特開2003 - 090959 (JP, A)  
特開2000 - 206321 (JP, A)  
特開2005 - 032909 (JP, A)  
特表2007 - 506262 (JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21 / 027  
G02B 5 / 02  
G03F 7 / 20  
G03H 1 / 08