

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年5月15日(15.05.2014)



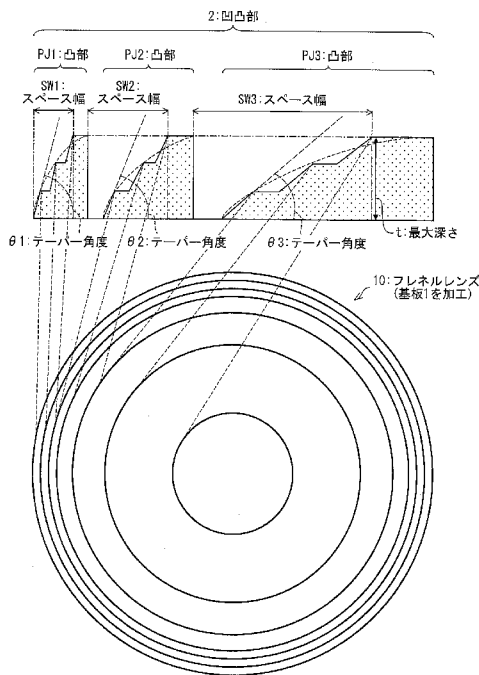
(10) 国際公開番号
WO 2014/073299 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 3/08 (2006.01) **G02B 5/18** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/076933
- (22) 国際出願日: 2013年10月3日(03.10.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-248694 2012年11月12日(12.11.2012) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 山内 博史(YAMAUCHI, Hiroshi).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: FRESNEL LENS, FABRICATION METHOD THEREFOR, AND SENSING DEVICE

(54) 発明の名称: フレネルレンズおよびその製造方法、ならびに、センシングデバイス



(57) Abstract: In accordance with each space width of depression parts which are formed in respective intervals between the closest protrusion parts (PJ1-PJ3) in a serrated part (2), the sizes of taper angles, which are complementary angles to angles of inclination with respect to the optical axes of partition faces which surround each depression part, vary.

(57) 要約: 凹凸部(2)における最近接の凸部(PJ1~PJ3)のそれぞれの間に形成された凹部の各スペース幅に応じて、各凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるテーパ角度の大きさが異なっている。

2 Serrated part
10 Fresnel lens (substrate (1) worked)
PJ1, PJ2, PJ3 Protrusion part
SW1, SW2, SW3 Space width
θ1, θ2, θ3 Taper angle
t Maximum depth

WO 2014/073299 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

フレネルレンズおよびその製造方法、ならびに、センシングデバイス 技術分野

[0001] 本発明は、種々の光学系に用いられるフレネルレンズおよびその製造方法、ならびに、該フレネルレンズを備えたセンシングデバイスに関する。

背景技術

[0002] 従来の屈折型のフレネルレンズに加え、近年、小型軽量で再現性がよく、収差が小さい回折型のフレネルレンズが注目されている。この回折型のフレネルレンズは、例えば、電子ビーム描画などの微細加工によって製造されるため、フレネルマイクロレンズまたはマイクロフレネルレンズとも呼ばれている。

[0003] 従来の回折型のフレネルレンズは、基板上に異なるパターン寸法の凹凸を形成することで理想曲線の曲率を近似して形成されている。例えば、特許文献1に記載のマイクロフレネルレンズでは、バイナリ（2段階）レンズの凸部をさらに多段階化することで理想曲線の曲率を近似している。一方、近年、レンズの集光性能を向上させるために基板上的凹凸パターンをより理想曲線に近づけることでレンズ性能の向上が図られている。その際に、基板上的凹凸パターンを理想曲線に近似するためにグレイスケール露光法を用いて理想曲線を直接基板上に転写する方法（非特許文献1参照）や凹凸形状をより細分化して形成する方法が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開昭61-137101号公報（1986年6月24日公開）」

非特許文献

[0005] 非特許文献1：Brain Morgan et. al. , “Development of Deep Silicon Phas

e Fresnel Lens Using Gray-Scale Lithography and Deep Reactive Ion Etching”, JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS, VOL. 13, NO. 1, FEBRUARY 2004.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、上記の従来技術では、集光特性の良いレンズを製造しようとする製造コストが高価になってしまうという問題点がある。
- [0007] 例えば、上記特許文献 1 に記載の技術では、バイナリレンズの凸部をさらに多段階化することで、理想曲線の曲率を近似しているため、基板上の凹凸パターンをより理想曲線に近づけるためには、凸部をより細かく多段階化する必要がある。このため、凸部の多段階化に伴う製造工程の複雑化、工程数の増加により、結果的にレンズ自身の製造コストが高くなってしまふ。
- [0008] 一方、非特許文献 1 に記載のグレイスケール露光法を用いる場合、理想曲線を直接基板上に転写することができるため、集光特性の良いレンズの製造が可能であるが、グレイスケールマスクの製造コストが高いためにレンズ自身の製造コストが高くなってしまふ。
- [0009] さらに、凹凸形状をより細分化して形成する方法を用いる場合、細分化に伴う製造工程の複雑化、工程数の増加により、結果的にレンズ自身の製造コストが高くなってしまふ。
- [0010] 本発明は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、集光特性の良いフレネルレンズなどをより安価に提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るフレネルレンズは、入射光の波長および出射光に付加する位相変調量に応じて基板上に凹凸パターンが形成されたフレネルレンズであって、上記凹凸パターンは、上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に沿って複数の凸部と凹部とが交互に配列されたパターンとなっており、上記凹凸パターンにおける最近接の凸部間に形成された凹部の上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方

向に対するスペース幅に応じて、上記凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角であるテーパ角度が異なっていることを特徴とする。

[0012] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係るフレネルレンズの製造方法は、入射光の波長および出射光に付加する位相変調量に応じて基板上に凹凸パターンが形成されたフレネルレンズの製造方法であって、レジストマスクを用いて上記凹凸パターンのパターンニングを行い、上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に沿って複数の凸部と凹部とが交互に配列された上記凹凸パターンを形成するフォトリソグラフィ工程と、ドライエッチングを用いて上記基板の加工を行い、上記凹凸パターンにおける最近接の凸部間に形成された凹部の上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅であるスペース幅に応じて、上記凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるテーパ角度の大きさを異ならせるエッチング工程と、を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0013] 本発明の一態様によれば、集光特性の良いフレネルレンズをより安価に提供することができるという効果を奏する。

[0014] 本発明の他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分分かるであろう。また、本発明の利点は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施の一形態に係るフレネルレンズの構造を示す図であり、上側の図は、上記フレネルレンズを、光軸を含む平面で切断したときの断面図であり、下側の図は、上記フレネルレンズを光出射面の側から見たときの平面図である。

[図2]本発明の実施の一形態に係るセンシングデバイスの概要構成を示す図であり、上側の図は、上記センシングデバイスを、光軸を含む平面で切断したときの断面図であり、下側の図は、上記センシングデバイスが備えるフレネルレンズを光出射面の側から見たときの平面図である。

[図3]上記フレネルレンズの製造方法に関し、第1回目のフォトリソグラフィ工程後における基板の断面図である。

[図4]上記フレネルレンズの製造方法に関し、(a)は、第1回目のエッチング工程後における基板の断面図を示し、(b)は、第2回目のエッチング工程後における基板の断面図を示し、(c)は、第3回目のエッチング工程後における基板の断面図を示す。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の実施の一形態について、図1～図4に基づいて説明すれば、以下のとおりである。以下の特定の項目で説明する構成以外の構成については、必要に応じて説明を省略する場合があるが、他の項目で説明されている場合は、その構成と同じである。また、説明の便宜上、各項目に示した部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、適宜その説明を省略する。また、各図面に記載した構成の形状、ならびに、長さ、大きさおよび幅などの寸法は、実際の形状や寸法を反映させたものではなく、図面の明瞭化と簡略化のために適宜に変更している。

[0017] [フレネルレンズ10の構成]

以下、図1に基づき、本発明の実施の一形態である赤外線用の回折型のフレネルレンズ10（後述する基板1を加工したもの）の構成について説明する。図1の紙面に対して上側に示す図は、本発明の実施の一形態であるフレネルレンズ10を、光軸を含む平面で切断したときの断面図である。一方、同図の下側に示す図は、フレネルレンズ10の光出射面（回折光が出射される側の面）の側から見たときの平面図である。但し、同図では、図面の明瞭化のため、上記の上面図に示す各構成要素の寸法の縮尺は、上記の平面図の寸法の縮尺よりも大きくなっている。本実施形態のフレネルレンズ10に入射させる赤外線の波長帯は、例えば、3～5ミクロン帯または8～15ミクロン帯である。

[0018] なお、以下では、回折型のフレネルレンズを例にとって説明するが、本発明を適用可能なレンズは、これに限定されない。例えば、屈折型のフレネル

レンズにも適用可能である。また、以下では、赤外線用のフレネルレンズを例にとって説明するが、本発明を適用可能なレンズは、これに限定されない。例えば、赤外線用のレンズの他、可視領域用、紫外領域用のレンズなどにも適用可能である。その他、例えば、産業用のレーザに用いられるフェムト秒レーザ用の回折型のフレネルレンズなどにも適用することができる。

[0019] (基板 1、凹凸部 2)

本実施形態のフレネルレンズ 10 は、光軸方向に対して垂直な平面でレンズを切断したときの断面形状が略円形状（以下、このようなレンズを単に「略円形レンズ」という）であるが、レンズの断面形状はこれに限定されない。例えば、断面形状が略楕円形状や略矩形形状などであっても良い。また、図 1 に示すように、フレネルレンズ 10 は、入射光の波長および出射光（回折光）に付加する位相変調量に応じて基板 1 に凹凸部 2（凹凸パターン）が形成されたレンズである。

[0020] また、本実施形態では、基板 1、すなわち、レンズの構成材料としてシリコン（Si）を用いているが、これに限定されない。例えば、屈折率 n が 3 以上の物質であれば、公知の樹脂材料やガラス材料などを用いることができる。また、例えば、Si を含み、屈折率 n が 3 以上の材料から構成された回折型の赤外線用のフレネルレンズについても後述する効果と同様の効果が得られる。その他、赤外線の波長帯で使用されるレンズの構成材料の例としては、ZnSe、Ge 等を挙示することができる。

[0021] また、フレネルレンズ 10 の凹凸部 2 は、フレネルレンズ 10 の中心部（レンズ中心）から端部に向かう方向（略円形レンズの半径方向）に沿って、複数の凸部 PJ1～PJ3 と凹部とが概ね交互に配列された凹凸パターンとなっている。より具体的には、基板 1 の光出射面の側に、入射光の波長および出射光に対するレンズの位相変調量に応じて上記凹凸パターンが形成され、該凹凸パターンに伴う鋸歯状断面を有し、凸部 PJ1～PJ3 のそれぞれが多段階化された複数段の階段形状を有する凹凸部 2 が形成されている。

[0022] また、本実施形態のフレネルレンズ 10 では、入射光の波長は、基板 1 を

構成する構成材料（本実施形態では、Si）の結晶を透過する透過波長領域内の波長となっており、基板1の屈折率 n は、3以上である。このように、入射光の波長が、基板1を構成する構成材料の結晶を透過する透過波長領域内の波長であり、かつ基板1の屈折率 n が3以上であれば、どの波長でも、集光特性の良いフレネルレンズ10をより安価に提供することができる。

[0023] （凹凸部2の溝の深さ t ）

凹凸部2の溝の深さ t （凹部の最大の深さ）は、フレネルレンズ10の集光効率を最大化するために、レンズを構成している物質の屈折率 n 、および入射光の波長 λ を用いて、 $t = \lambda / (n - 1)$ と設定している。ここで、「凹部の最大の深さ」とは、スペース部（凹部）W1の底面と、凸部PJ1～PJ3の最上面との間の距離のことである。なお、溝の深さ t は、本実施形態では、ほぼ後述するフォトリソパターン3の膜厚と同程度であり、 $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度である。

[0024] 次に、フレネルレンズ10の凹凸部2における輪帯パターンは最も一般的に用いられる、次の（式1）で表される同心円状パターンを焦点距離 f に応じて設定している。

[0025] $f(x, y) = \{ (x^2 + y^2) + f^2 \}^{1/2} - f \cdots$ （式1）

ここで、 (x, y) は、焦点位置を基準として基板1の表面上に設定した2次元直交座標系における x 、 y 座標である。

[0026] さらに、本実施形態における基板1の屈折率は、 $n = 3.5$ 、入射光（赤外線）の波長は、 $\lambda = 10.0 \mu\text{m}$ 、焦点距離は、 $f = 0.69 \mu\text{m}$ とした。また、本実施形態では、スペース部（凹部）W1～W3に対応して、凸部PJ1～PJ3の階段形状の段数は計4段で形成している。しかしながら、フレネルレンズ10における凸部PJ1～PJ3の階段形状の段数はこれに限定されず、少なくとも2段以上であれば良い。なお、凸部PJ1～PJ3の階段形状の段数が増加すればするほど、理想曲線への近似が容易となることは言うまでもない。

[0027] また、本実施形態のフレネルレンズ10では、凹凸部2における最近接の

凸部間に形成された凹部〔後述する図4の(c)に示すスペース部W1～W3など〕の、それぞれのスペース幅SW1～SW3（または、スペース部W1～W3の各段のスペース幅）に応じて、凹部を囲む壁面のテーパ角度 $\theta_1 \sim \theta_3$ の大きさを異ならせている。なお、図1に示すフレネルレンズ10の端部に形成された凹部は、厳密には凸部間に形成された凹部とは言えない。しかしながら、広いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパ角度が、狭いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパ角度よりも小さくなるという構成要件は、凸部間に形成された凹部のみならず、この端部の凹部の壁面を含めて成立する要件である。

[0028] ここで、本明細書において、「スペース幅」とは、レンズの中心部から端部に向かう方向に対する凹部の幅であるものとする。より具体的には、スペース幅は、スペース部W1～W3の各段の凹部において、レンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅のうち、最も広い幅、最も狭い幅、または平均の幅などを例示することができる。なお、本実施形態では、スペース幅SW1～SW3は、各凹部において、レンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅のうち、最も広い幅としている。また、本明細書において、「テーパ角度」とは、凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるものとする。

[0029] 以上で説明した点について別の観点から説明すれば、本実施形態のフレネルレンズ10では、テーパ角度 $\theta_1 \sim \theta_3$ が90度でない壁面、すなわち、レンズの光軸に対して傾斜している壁面が少なくとも1つ形成されている。

[0030] 一方、従来のバイナリレンズの凸部を多段階化する手法では、各凹部を囲む壁面のテーパ角度は、スペース幅とは特に相関をもっておらず、概ね90度である。すなわち、従来のバイナリレンズの凸部を多段階化する手法では、各凹部を囲む壁面に関し、レンズの光軸に対して傾斜している壁面を形成することは全く想定されていなかった。

[0031] ここで、テーパ角度が90度でない、異なるテーパ角度を有する壁面

の数を多くすれば多くする程、従来のバイナリレンズの凸部を多段階化したレンズよりも、少ない段数で理想曲線に近づけることができる。また、テーパー角度が90度でない、異なるテーパー角度を有する壁面の数を多くすれば多くする程、凹凸形状をあまり細かく細分化することなく理想曲線に近づけることが容易になる。このため、集光特性の良いフレネルレンズ10を製造するための製造コストをより低減させることができる。

[0032] また、本発明者は、後述するフォトリソグラフィー工程およびドライエッチング工程を用いるプロセスにて、上述したフレネルレンズ10の光軸に対して傾斜している壁面を形成することが可能であることを新たに見出した。ここで、フォトリソグラフィー工程およびドライエッチング工程を用いるプロセスによれば、非特許文献1に記載の技術のように、グレイスケールマスクのような高価なマスクを用いる必要がないため、製造コストをより低減させることができる。以上により、集光特性の良いフレネルレンズ10をより安価に提供することができる。

[0033] また、本実施形態のフレネルレンズ10では、広いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度が、狭いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度よりも小さくなっている。例えば、図1に示すように、本実施形態のフレネルレンズ10では、スペース幅は、 $SW1 < SW2 < SW3$ であるのに対して、テーパー角度は、 $\theta1 > \theta2 > \theta3$ となっている。本発明者は、フォトリソグラフィー工程およびドライエッチング工程にてフレネルレンズ10の光軸に対して傾斜している壁面を形成する場合、隣接する凸部間の凹部のスペース幅が広い程、容易にテーパー角度が小さな壁面を形成することが可能であることを新たに見出した。このため、フレネルレンズ10では、広いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度（例えば、テーパー角度 $\theta3$ ）が、狭いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度（例えば、テーパー角度 $\theta1$ または $\theta2$ ）よりも小さくなっている。また、理想曲線の曲率に応じて各凹部のスペース幅を調整することによって、所望の位置で所望の曲率で近似された凹凸パターンを形成することができる。

[0034] 〔フレネルレンズ１０の利用方法〕

上述したフレネルレンズ１０は、例えば、半導体用のウエハー（シリコン）の検査、太陽電池の検査、セキュリティ用、人体の検査などに用いる各種の素子または装置に利用することができる。例えば、図２には、フレネルレンズ１０と熱センサー素子とを組合せて熱センサー（センシングデバイス）を構成した例を示している。図２に示すように、フレネルレンズ１０の光入射面の側から入射光（例えば、コリメートされた平行光）を紙面に対して上側から入射させると、フレネルレンズ１０の紙面に対して下側に形成された凹凸パターンで回折され、その回折光が熱センサー素子に照射される。なお、同図では回折光が照射される素子の一例として、熱センサー素子を示したが、フレネルレンズ１０の回折光の用途はこれに限定されない。例えば、フレネルレンズ１０の回折光は、半導体用のウエハー（シリコン）の検査、太陽電池の検査、セキュリティ用、人体の検査などの用途に利用することができる。

[0035] 〔フレネルレンズ１０の製造方法〕

次に、図３および図４に基づき、上述したフレネルレンズ１０の製造方法について説明する。図３は、フレネルレンズ１０の製造方法に関し、第１回目のフォトリソグラフィー工程後における基板１の断面図である。一方、図４の（ａ）は、第１回目のエッチング工程後における基板１の断面図を示す。また、図４の（ｂ）は、第２回目のエッチング工程後における基板１の断面図を示す。さらに、図４の（ｃ）は、第３回目のエッチング工程後における基板１の断面図を示す。フレネルレンズ１０の製造方法は、少なくとも下記のフォトリソグラフィー工程、エッチング工程、および洗浄工程と、を含む。

[0036] （フォトリソグラフィー工程）

フォトリソグラフィー工程では、レジストマスクを用いて凹凸部２のパターンニングを行う。より具体的には、図３に示すように、基板１上に上記で設定した凹凸パターンに応じて、既知のフォトリソグラフィー技術を用いて

フォトリソパターン3を形成する。図3に示すフォトリソパターン3の膜厚（紙面に対して上下方向に沿う厚み；以下、「レジスト膜厚」という）は、 $1.3\mu\text{m}$ である。レジスト材料としては、例えば、感光性有機物質などを挙示することができる。なお、フォトリソグラフィーの基本的な手法については、以下の補足説明1に記載する。

[0037] （エッチング工程）

エッチング工程では、ドライエッチングを用いて基板1の加工を行う。なお、ドライエッチングの基本的な手法については、以下の補足説明2に記載する。本実施形態では、ドライエッチングにより図3に示すスペース部W1のエッチングを行う。より具体的には、本実施形態のドライエッチングでは、例えば、 Cl_2 および O_2 を重量比25：1で混合し、所定の圧力下、例えば約40mTorr（＝約5.33Pa）にて、RF発振器（radio frequency；高周波発振器）による高周波数の印加電圧（高周波電圧）を平面電極および対向電極間に印加して行った。ドライエッチングに用いるガスは、可能な限り均一にかつ高レートで基板1をエッチングするため、適宜 CF_4 や SF_6 といったフッ素系ガスやArガスのような希釈ガスの添加を行い、適正化を行う。

[0038] このとき、スペース幅が同一の凹凸パターンではテーパー角度は、上記のフォトリソグラフィー工程で用いるフォトリソの膜厚（ほぼ、上述した深さtに対応）、上記のエッチング工程におけるガス流量、圧力およびRF発振器のRFパワー等に応じて変動するため、様々な要求仕様に応じてレンズ形状が理想曲線に近づく様に好適な条件を選択する。

[0039] すなわち、スペース部W1のスペース幅に応じてテーパー角度を変えるために、上記エッチング工程において、パターン側壁（スペース部W1を囲む壁面）に生成する反応生成物の量をスペース幅に応じて変えるために好適なガス流量、圧力およびRFパワーを選択する。例えば、本実施形態では、ガス流量は、 Cl_2 を133sccm、 O_2 を5sccmとした。また、圧力は上記のとおり40mTorrとし、RFパワーは、Source=1200W、Bia

s = 180 Wに設定した。

[0040] 各凹部のスペース幅が広い場合には、スペース幅が狭い場合に比べて反応物である Si がより多くエッチングされ、反応生成物である SiO_x がより多く生成する。さらに、反応生成物である SiO_x をより多く生成するために O_2 の流量を多くしたり、高圧力化で処理したりすることで反応生成物がパターン側壁（各凹部を囲む壁面）に付着する確率を上げることでテーパ角度をコントロールすることが可能となる。

[0041] このようにして得られた基板1では、図4の（a）に示すように、基板1のスペース部W1は、レンズの中心部の側で広く、レンズ外周部（端部）に近づくにつれてスペース部W1は狭くなる。それにより、フレネルレンズ10のレンズの中心部の側ではテーパ角度が小さく、レンズの外周部の側ではテーパ角度は大きくなるため所望の凹凸部2を得ることができる。

[0042] （洗浄工程）

次に、洗浄工程では、上記の手法で、基板1上にスペース部W1を形成したのちにフォトリソパターン3およびドライエッチング工程で生成した反応生成物を、既知の O_2 プラズマ処理およびフッ酸薬液処理を行い、図4の（a）に示すレンズ形状を得る。

[0043] 次に、スペース部W1を形成した方法と同様のフォトリソグラフィ工程、ドライエッチング工程、および洗浄工程を行うことでスペース部W2を形成し、図4の（b）に示すレンズ形状を得る。さらに、スペース部W3を形成するために、スペース部W1およびW2を形成した方法と同様のフォトリソグラフィ工程、ドライエッチング工程、および洗浄工程を行うことで図4の（c）に示すレンズ形状を得ることができる。以上のような手法により、図1に示すフレネルレンズ10を製造することができる。

[0044] なお、本実施形態では、スペース部W1～W3を形成することにより、凹部の底部を含め、階段形状が計4段の凹凸形状を得る方法を示しているが、同様の方法でさらに多くの段数の階段形状を有するレンズを得ることができる。また、以上の方法によれば、スペース幅に応じてテーパ角度の異なる

フレネルレンズ 10 の製造が可能となり、レンズ形状を理想曲線により近づけることが可能となり、コストアップすることなく集光特性の高いフレネルレンズ 10 を提供することが可能となる。

[0045] 以上の説明では、基板 1 を用いた回折型のフレネルレンズ 10 について説明したが、屈折率が、 $n = 3$ 以上の物質であればよく、Si を含み、屈折率 n が 3 以上の材料から構成された回折型の赤外線用レンズについても同様の効果が得られる。なお、Si の結晶の透過波長領域は、 $1.2 \mu\text{m} \sim 16 \mu\text{m}$ であり、しかも Si はこの領域で屈折率 n が 3 以上である。従って、入射光が基板 1 を構成する構成材料の結晶の透過波長領域ならどの波長でも、同様の効果が得られる。以上の方法によれば、凹凸部 2 の階段形状を加工ピッチに応じてテーパ角度を制御して形成することで安価で光学特性を劣化させないフレネルレンズ 10 を提供することが可能となる。

[0046] [補足説明 1 : フトリソグラフィー工程]

フトリソグラフィー (Photolithography) は、感光性の物質を塗布した物質の表面を、パターン状に露光 (パターン露光、像様露光などとも言う) することで、露光された部分と露光されていない部分とからなるパターンを生成する技術のことである。より具体的には、フトリソグラフィーは次のように行われる。基板 1 上にフォトレジストと呼ばれる感光性有機物質を塗布し、ステッパーと呼ばれる露光装置を用いて、レチクルと呼ばれるフォトマスクに描かれたパターンを焼き付ける。以下、各工程をさらに詳しく説明する。

[0047] (基板の洗浄)

基板 1 の表面に有機物や脂質が表面に付着していると、レジストの付着が弱くなってしまうため、基板 1 の表面を洗浄する。洗浄方法としては、エタノールを使用しての超音波洗浄や、 $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 4 : 1$ の混合液などを用いた洗浄方法がある。

[0048] (レジスト塗布)

基板 1 上に、レジストと呼ばれる液体を、スピンコーターや吹きつけによ

って塗布する。レジストの特性として、その膜厚はレジストの粘度が大きく影響する。例えば、粘度が低い方が、薄いレジスト膜を作成でき、さらにはファインパターンの作成に適している。レジスト膜の膜厚の範囲は、数 μm ～100 μm 程度である。

[0049] また、レジストには、その化学的性質から、大きく2つに分けることができる。例えば、光が当たると分解し、現像液に溶けてしまう「ポジ型」と、光が当たると重合により現像液に溶けなくなる「ネガ型」がある。つまり、ポジ型は光の当たった部分がなくなり、ネガ型は光の当たった部分が残る。上記のフレネルレンズ10の製造方法においては、「ポジ型」および「ネガ型」のいずれを利用しても良い。なお、パターンの微細化にはポジ型が有利とされ、現在ではポジ型が主流である。また、KrFなどのエキシマレーザーを用いた露光の場合、露光強度が弱いため、化学増幅型フォトリソレジストが使用される。

[0050] (プリベーク)

レジスト塗布後、露光前に加熱〔ベーク（焼き）〕し、レジストを固化する。

[0051] (露光)

レジストに光を照射して反応させる。このとき、凹凸パターンの形状を描いたレジストマスクを用い、光を照射する部分を制御することで必要な形状をレジスト上に描く。露光装置は、実寸よりも大きく作成したマスクパターンをステッパーと呼ばれる装置を用いて基板1上を移動させながら縮小投影露光する。パターンが微細化するほど短波長の光源が必要であり、現在は高圧水銀灯のg線（波長436nm）、i線（波長365nm）、KrFエキシマレーザー（波長248nm）、ArFエキシマレーザー（波長193nm）などが主流で、次世代の光源としてEUV光（波長13.5nm）が開発段階にある。また、X線を光源に用いる方法や、電子線で直接レジスト上に描画する方法（電子線リソグラフィ）も存在する。

[0052] (現像・リンス)

露光した基板 1 を現像液に浸し、余分な部分のレジストを除去する。この過程ではじめて凹凸パターン（例えば、図 3 に示すスペース部 W 1）が基板 1 上に現れる。現像液はレジストを溶解する薬液が使用される。用いられる薬液には、レジストを溶解する有機溶剤の場合と、有機または無機アルカリの場合がある。現在のフォトリソグラフィーでは、有機アルカリである T M A H（Tetra-methyl-ammonium-hydroxyde）の 2. 3 8 w t % 水溶液が主流となっている。これは、水酸化カリウム（K O H）などの無機アルカリでは金属イオンの工程への混入を避けられないためである。リンス液（主に超純水）で数回すすぎ、不要部分を完全に除去する。

[0053] （ポストベーク）

付着したリンス液を加熱によって除去する。加熱により、基板 1 との密着性が良くなる。

[0054] 〔補足説明 2：エッチング工程〕

次に、上述したエッチングについて説明する。上述した形態のように、基板 1 に凹凸部 2 を形成する場合、エッチングによって不要な部分を除去する。エッチングには、ドライエッチングとウェットエッチングとが存在する。レジストの残っている部分はエッチングによって除去されないため、残したいパターンが基板 1 上に形成される。最後に溶剤などによってレジストを完全に除去する。

[0055] （R I E 装置について）

例えば、R I E（リアクティブイオンエッチング）装置では、基板 1 は平面電極のカソードに配置される。エッチングガスが導入された状態で、R F 発振器により対向電極（アノード）と平面電極（カソード）間に高周波電圧が印加されると、電極間にプラズマが発生する。このプラズマ中の電子は、活性ガスであるプラスイオンに比べて軽く動きが速いため、対向電極と平面電極にすぐに集まる。集まった電子は、対向電極ではアースに接続されているために電位は変わらないが、平面電極はブロッキングコンデンサにより直流の電流は遮断されてしまい平面電極に電子が溜まりマイナス電位になる。

(交流であるRF発振器の高周波は、ブロッキングコンデンサを通過する。
) この平面電極がマイナス電位になることを陰極降下という。この陰極降下のマイナス電位(電界)により、プラズマ中の活性ガスであるプラスイオンが引かれて、基板1の表面に垂直に入射するため異方性エッチングが行われる。

[0056] (異方性エッチング)

異方性エッチングでは、エッチングガスのイオン衝突により、エッチング膜とフォトリソパターン3とがエッチングされる。このときに発生する反応生成物は真空排気されるが、一部はエッチング側面に付着する。これは側壁保護膜と呼ばれ横方向のエッチングを阻止する役目を果たし、上述したテーパ角度 $\theta_1 \sim \theta_3$ を有する壁面が形成される。これにより、テーパ角度 $\theta_1 \sim \theta_3$ を有する凸部PJ1～PJ3を備える凹凸部2が形成されたフレネルレンズ10の製造が可能になる。

[0057] [まとめ]

本発明の態様1に係るフレネルレンズ(フレネルレンズ10)は、入射光の波長および出射光に付加する位相変調量に応じて基板(基板1)上に凹凸パターン(凹凸部2)が形成されたフレネルレンズであって、上記凹凸パターンは、上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に沿って複数の凸部(凸部PJ1～PJ3)と凹部とが交互に配列されたパターンとなっており、上記凹凸パターンにおける最近接の凸部間に形成された凹部の上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅であるスペース幅(スペース幅SW1～SW3)に応じて、上記スペースを囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるテーパ角度(テーパ角度 $\theta_1 \sim \theta_3$)の大きさが異なっている構成である。

[0058] 上記の構成では、スペース幅に応じて、凹部を囲む壁面のテーパ角度の大きさを異ならせている。ここで、テーパ角度は、凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるものとする。換言すれば、テーパ角度が90度でない壁面、すなわち、フレネルレンズの光軸に対して傾斜している

壁面が少なくとも1つ形成されている。従来のバイナリレンズの凸部を多段階化する手法では、凹部を囲む壁面のテーパー角度は、概ね90度である。すなわち、従来のバイナリレンズの凸部を多段階化する手法では、レンズの光軸に対して傾斜している壁面を形成することは全く想定されていなかった。ここで、テーパー角度が90度でない、異なるテーパー角度を有する壁面の数を多くすれば多くする程、従来のバイナリレンズの凸部を多段階化したレンズよりも、少ない段数で理想曲線に近づけることができる。また、テーパー角度が90度でない、異なるテーパー角度を有する壁面の数を多くすれば多くする程、凹凸形状をあまり細かく細分化することなく理想曲線に近づけることが容易になる。このため、集光特性の良いフレネルレンズを製造するための製造コストをより低減させることができる。

[0059] また、本発明者は、フォトリソグラフィー工程およびドライエッチング工程を用いるプロセスにて上記フレネルレンズの光軸に対して傾斜している壁面を形成することが可能であることを新たに見出した。

[0060] すなわち、本発明の態様5に係るフレネルレンズの製造方法は、入射光の波長および出射光に付加する位相変調量に応じて基板上に凹凸パターンが形成されたフレネルレンズの製造方法であって、レジストマスクを用いて上記凹凸パターンのパターンニングを行い、上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に沿って複数の凸部と凹部とが交互に配列された上記凹凸パターンを形成するフォトリソグラフィー工程と、ドライエッチングを用いて上記基板の加工を行い、上記凹凸パターンにおける最近接の凸部間に形成された凹部の上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅であるスペース幅に応じて、上記凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるテーパー角度の大きさを異ならせるエッチング工程と、を含んでも良い。ここで、フォトリソグラフィー工程およびドライエッチング工程を用いるプロセスによれば、非特許文献1に記載の技術のように、グレイスケールマスクのような高価なマスクを用いる必要がないため、製造コストをより低減させることができる。以上により、上記の構成または方法によれ

ば、集光特性の良いフレネルレンズをより安価に提供することができる。

[0061] また、本発明の態様2に係るフレネルレンズは、上記態様1において、広いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度が、狭いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度よりも小さくなっている。本発明者は、フォトリソグラフィー工程およびドライエッチング工程にて上記フレネルの光軸に対して傾斜している壁面を形成する場合、隣接する凸部間の凹部のスペース幅が広い程、容易にテーパー角度が小さな壁面を形成することが可能であることを新たに見出した。そこで、上記の構成では、広いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度が、狭いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパー角度よりも小さくなっている。また、理想曲線の曲率に応じて各凹部のスペース幅を調整することによって、所望の位置で所望の曲率で近似された凹凸パターンを形成することができる。

[0062] また、本発明の態様3に係るフレネルレンズは、上記態様1または2において、上記入射光の波長は、上記基板を構成する構成材料の結晶を透過する透過波長領域内の波長であり、上記基板の屈折率が3以上であっても良い。入射光の波長が、基板を構成する構成材料の結晶を透過する透過波長領域内の波長であり、かつ基板の屈折率が3以上であれば、透過波長領域内のどの波長の光でも、集光特性の良いフレネルレンズをより安価に提供することができる。

[0063] また、本発明の態様4に係るフレネルレンズは、上記態様1～3のいずれかにおいて、上記入射光の波長は、赤外線領域内の波長であっても良い。上記の構成によれば、集光特性の良い赤外線用のフレネルレンズをより安価に提供することができる。

[0064] また、本発明の態様6に係るフレネルレンズの製造方法は、上記態様5において、上記フォトリソグラフィー工程における上記レジストマスクの膜厚を調整することで上記テーパー角度の大きさを調整しても良い。本発明者は、フォトリソグラフィー工程におけるレジストマスクの膜厚を調整することで上記フレネルレンズの光軸に対して傾斜している壁面のテーパー角度の大

きを調整することが可能であることを新たに見出した。そこで、上記の方法では、レジストマスクの膜厚を調整することで上記テーパ角度の大きさを調整している。

[0065] また、本発明の態様 7 に係るフレネルレンズの製造方法は、上記態様 5 または 6 において、上記エッチング工程におけるガス流量、圧力および高周波発振器のパワーを調整することで上記テーパ角度の大きさを調整しても良い。本発明者は、エッチング工程におけるガス流量、圧力および高周波発振器のパワーを調整することで上記フレネルレンズの光軸に対して傾斜している壁面のテーパ角度の大きさを調整することが可能であることを新たに見出した。そこで、上記の方法では、エッチング工程におけるガス流量、圧力および高周波発振器のパワーを調整することでテーパ角度の大きさを調整している。

[0066] 本発明の態様 8 に係るセンシングデバイスは、上記態様 1 ～ 4 のいずれかのフレネルレンズを備えていても良い。

[0067] [本発明の別の表現]

また、本発明は、以下のように表現することもできる。すなわち、本発明の一態様に係るフレネルレンズ（赤外光学レンズ）は、入射光の波長に依存し、レンズの位相変調量に応じた凹凸パターンが異なるスペース幅を有する回折型のフレネルレンズであって、基板上に形成される上記凹凸部が個々のスペース幅に応じてテーパ角度が異なっても良い。

[0068] また、本発明の一態様に係るフレネルレンズは、上記基板上に形成される凹凸部が、スペース幅が広くなればテーパ角度が減少する構造を有していても良い。

[0069] また、本発明の一態様に係るフレネルレンズは、上記基板にシリコン基板を用いても良い。

[0070] また、本発明の一態様に係るフレネルレンズの製造方法は、入射光の波長に依存し、レンズの位相変調量に応じた凹凸パターンを形成する回折型のフレネルレンズの製造方法であって、個々のスペース幅に応じてテーパ角度

を異ならせて上記凹凸部を基板上に形成しても良い。

[0071] また、本発明の一態様に係るフレネルレンズの製造方法は、基板上に凹凸部を形成する際に、レジストマスクを用いてパターニングを行っても良い。

[0072] また、本発明の一態様に係るフレネルレンズの製造方法は、基板上に凹凸部を形成する工程において、ドライエッチングを用いて基板の加工を行っても良い。

[0073] また、本発明の一態様に係るフレネルレンズの製造方法は、基板上に凹凸部を形成する工程において、 SF_6 、 CF_4 、 Cl_2 、 O_2 、およびArのいずれかを用いてドライエッチングにて基板の加工を行っても良い。

[0074] 以上の構成または方法によれば、例えば、Siでフレネルレンズの凹凸部を構成する際にスペース幅に応じてテーパー角度を制御することにより、レンズの理想曲線により近い形状のレンズ形状を実現でき、その結果、集光特性のよい回折型の赤外光学レンズ（赤外線用のフレネルレンズ）を安価に提供できる。

[0075] [付記事項]

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

産業上の利用可能性

[0076] 本発明は、フレネルレンズ、特に、回折型のフレネルレンズである赤外線用の光学レンズに適用することができる。例えば、本発明は、監視カメラ、半導体用のウエハー（シリコン）の検査、太陽電池の検査、セキュリティー用、人体の検査などに用いられる光学レンズに適用することができる。また、本発明は、フレネルレンズを備えたセンシングデバイスなどにも利用することができる。例えば、本発明は、熱を検出する熱センサーなどに利用することができる。

符号の説明

- [0077] 1 基板
- 2 凹凸部（凹凸パターン）
- 3 フォトリジストパターン
- 10 フレネルレンズ
- PJ1～PJ3 凸部
- SW1～SW3 スペース幅
- t 深さ
- W1～W3 スペース部（凹部）
- $\theta 1 \sim \theta 3$ テーパー角度

請求の範囲

- [請求項1] 入射光の波長および出射光に付加する位相変調量に応じて基板上に凹凸パターンが形成されたフレネルレンズであって、
- 上記凹凸パターンは、上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に沿って複数の凸部と凹部とが交互に配列されたパターンとなっており、
- 上記凹凸パターンにおける最近接の凸部間に形成された凹部の上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅であるスペース幅に応じて、上記凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるテーパ角度の大きさが異なっていることを特徴とするフレネルレンズ。
- [請求項2] 広いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパ角度が、狭いスペース幅を有する凹部を囲む壁面のテーパ角度よりも小さくなっていることを特徴とする請求項1に記載のフレネルレンズ。
- [請求項3] 上記入射光の波長は、上記基板を構成する構成材料の結晶を透過する透過波長領域内の波長であり、上記基板の屈折率が3以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のフレネルレンズ。
- [請求項4] 上記入射光の波長は、赤外線領域内の波長であることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載のフレネルレンズ。
- [請求項5] 入射光の波長および出射光に付加する位相変調量に応じて基板上に凹凸パターンが形成されたフレネルレンズの製造方法であって、
- レジストマスクを用いて上記凹凸パターンのパターンニングを行い、上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に沿って複数の凸部と凹部とが交互に配列された上記凹凸パターンを形成するフォトリソグラフィ工程と、
- ドライエッチングを用いて上記基板の加工を行い、上記凹凸パターンにおける最近接の凸部間に形成された凹部の上記フレネルレンズの中心部から端部に向かう方向に対する幅であるスペース幅に応じて、

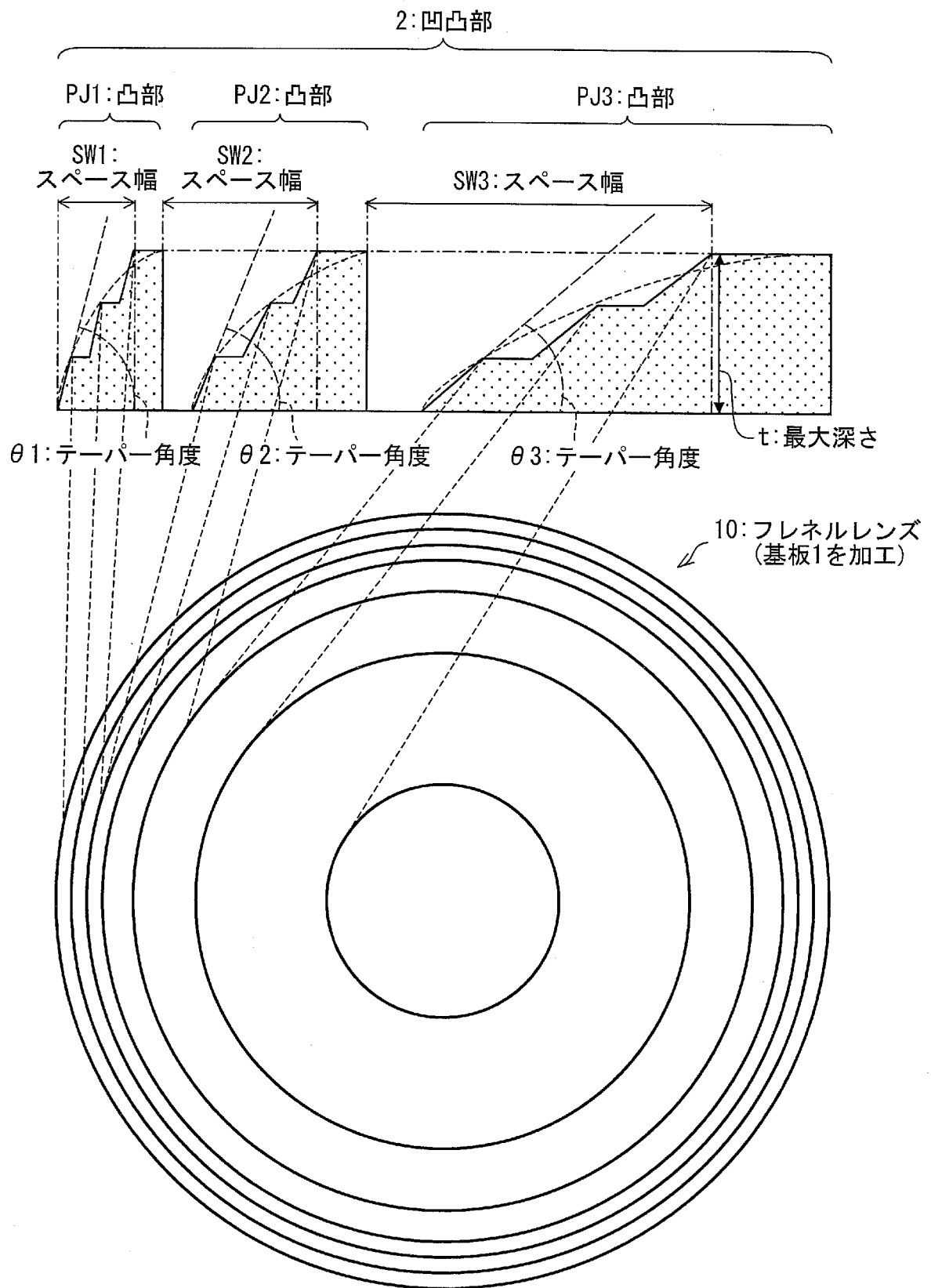
上記凹部を囲む壁面の光軸方向に対する傾斜角の余角であるテーパ角度の大きさを異ならせるエッチング工程と、を含むことを特徴とする製造方法。

[請求項6] 上記フォトリソグラフィー工程における上記レジストマスクの膜厚を調整することで上記テーパ角度の大きさを調整することを特徴とする請求項5に記載の製造方法。

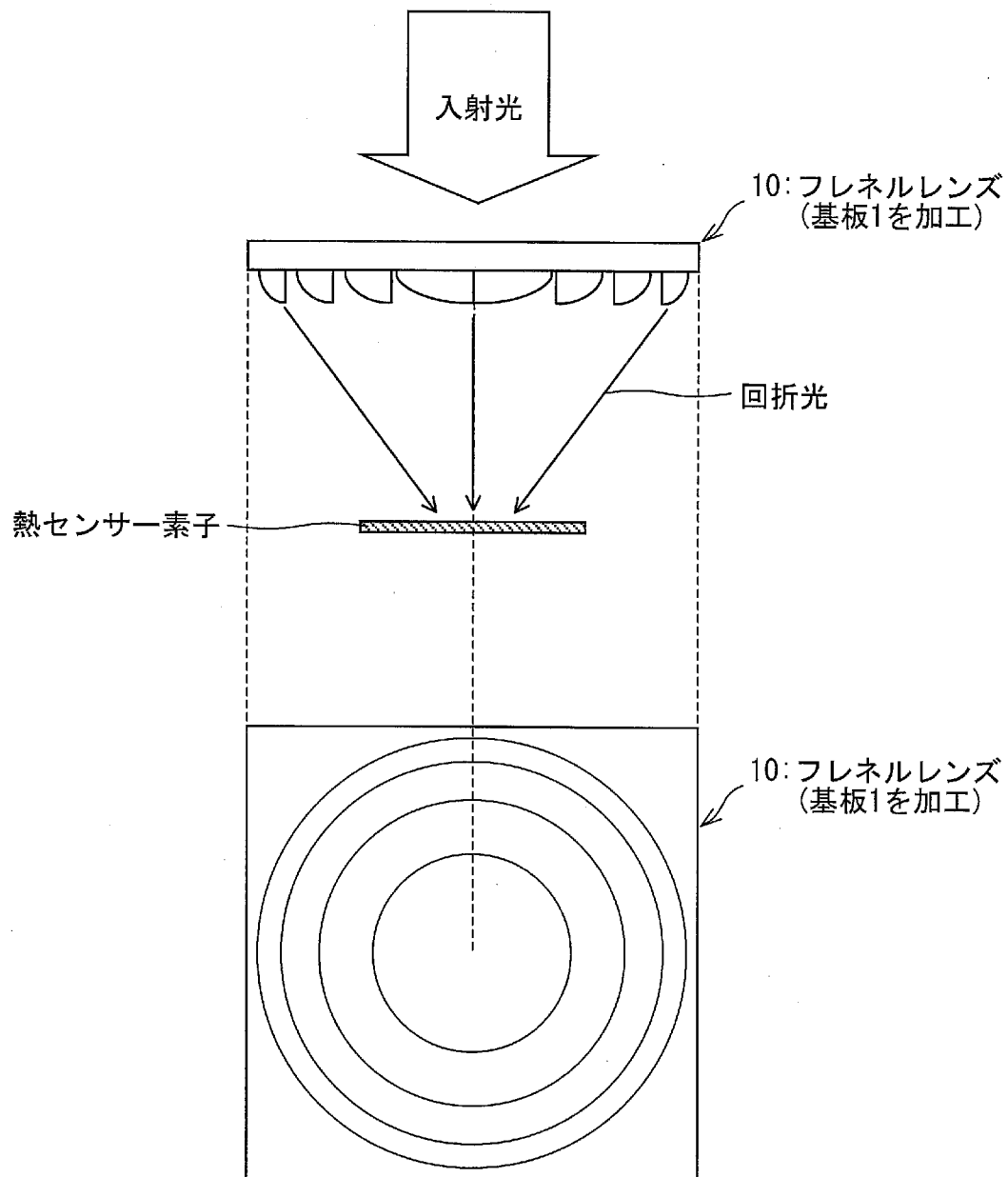
[請求項7] 上記エッチング工程におけるガス流量、圧力および高周波発振器のパワーを調整することで上記テーパ角度の大きさを調整することを特徴とする請求項5または6に記載の製造方法。

[請求項8] 請求項1から4までのいずれか1項に記載のフレネルレンズを備えたことを特徴とするセンシングデバイス。

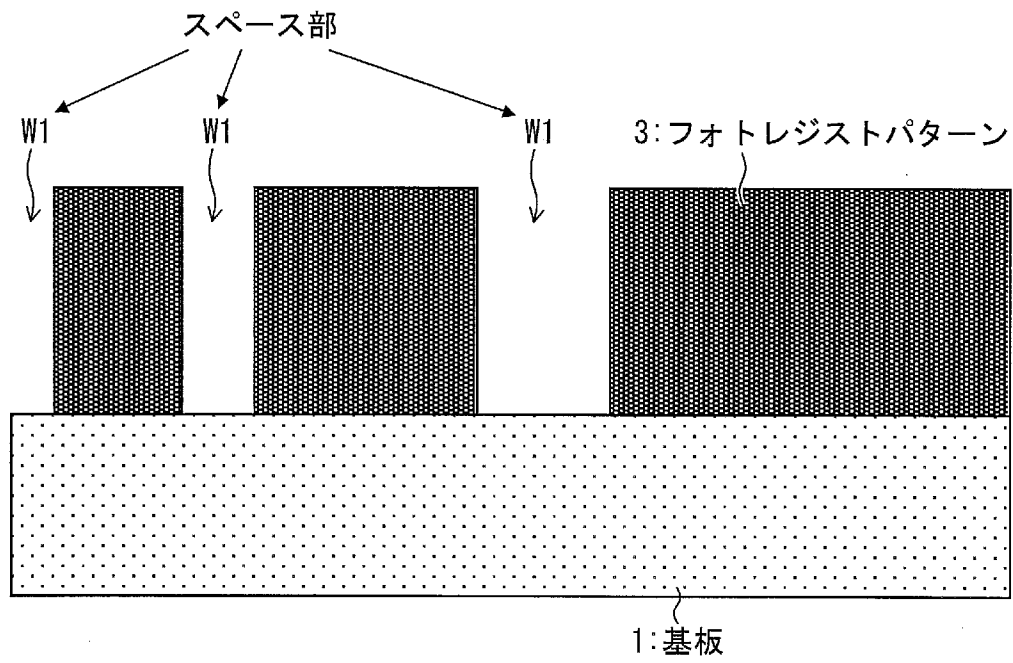
[図1]



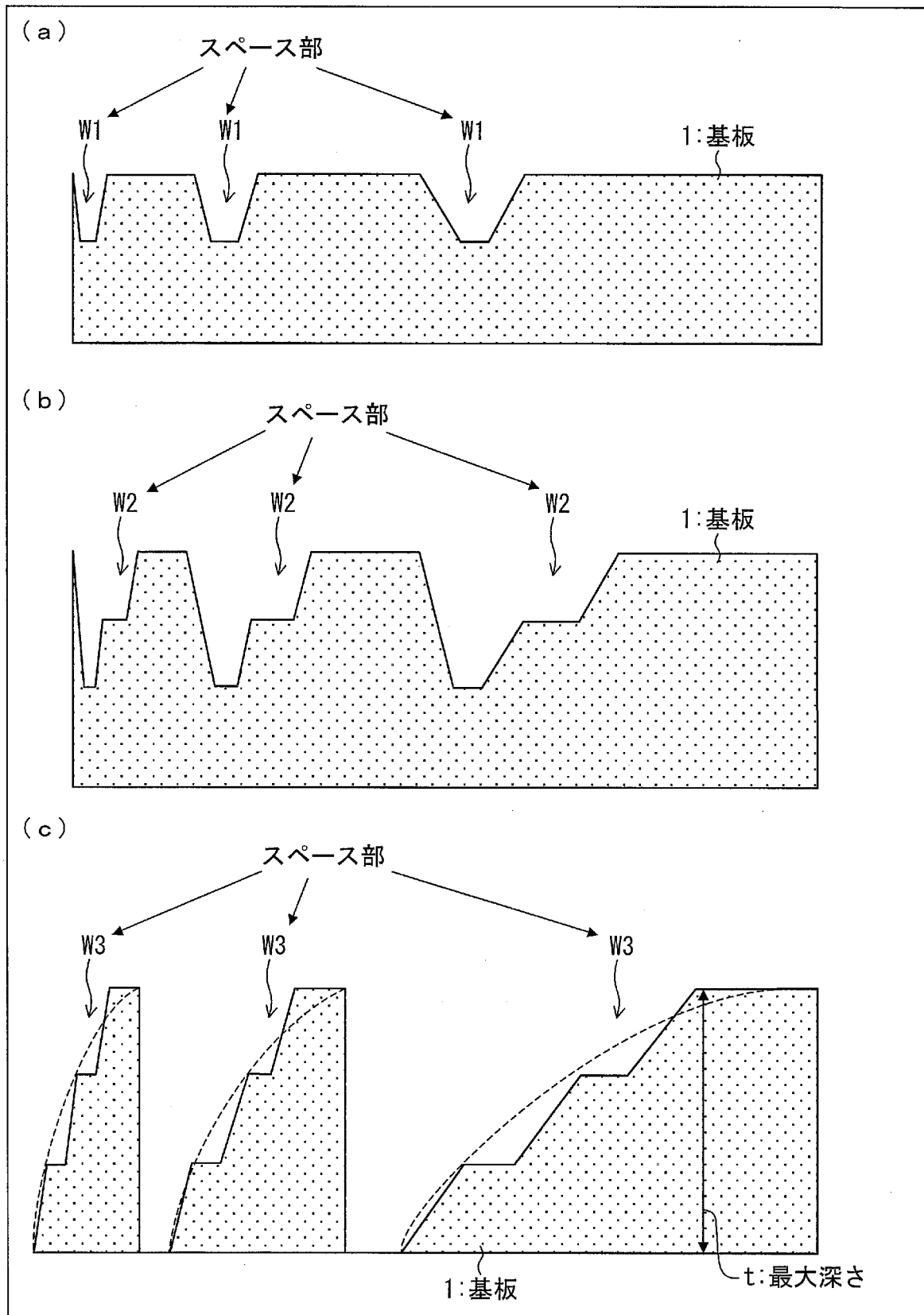
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/076933

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B3/08(2006.01)i, G02B5/18(2006.01)i

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)

G02B3/08, G02B5/18

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2011-257695 A (Canon Inc.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0011] to [0013]; fig. 1, 3 & US 2011/0304915 A1	1-4, 8
X	WO 2007/043383 A1 (Nikon Corp.), 19 April 2007 (19.04.2007), paragraphs [0036], [0038]; fig. 7 & US 2009/0180185 A1	1-4, 8
X	JP 2006-120247 A (Sony Corp.), 11 May 2006 (11.05.2006), paragraph [0029]; fig. 4 (Family: none)	1-4, 8



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 application or patent 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

"I" 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
06 November, 2013 (06.11.13)

Date of mailing of the international search report
19 November, 2013 (19.11.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/076933

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-106320 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.), 08 April 2004 (08.04.2004), paragraph [0033]; fig. 1 & US 2004/0135293 A1	1-4, 8
X	JP 2001-217188 A (ASM Lithography B.V.), 10 August 2001 (10.08.2001), paragraph [0037]; fig. 4 & US 2001/0001247 A1	1-4, 8
X	JP 2009-048208 A (Kagawa University), 05 March 2009 (05.03.2009), paragraphs [0012] to [0021]; fig. 1 (Family: none)	1-4, 8
X	JP 2001-343582 A (Nikon Corp.), 14 December 2001 (14.12.2001), paragraphs [0031] to [0035], [0041]; fig. 3 to 5 & US 2002/0005938 A1	1-8
X	JP 2007-286499 A (Nikon Corp.), 01 November 2007 (01.11.2007), paragraphs [0027] to [0029]; fig. 2, 3 (Family: none)	1-8
X	JP 2003-177226 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 June 2003 (27.06.2003), paragraphs [0027], [0048] to [0050]; fig. 6 & US 2003/0067686 A1	1-8
X	JP 2000-275417 A (Canon Inc.), 06 October 2000 (06.10.2000), paragraphs [0016] to [0017]; fig. 1, 4 & US 6317274 B1	1-8
A	JP 2012-083382 A (Canon Inc.), 26 April 2012 (26.04.2012), fig. 1, 2 & US 2012/0087008 A1	1-8
A	JP 2010-532496 A (Pixeloptics, Inc.), 07 October 2010 (07.10.2010), entire text; all drawings & WO 2009/005822 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B3/08(2006.01)i, G02B5/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B3/08, G02B5/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2011-257695 A（キヤノン株式会社）2011.12.22, 【0011】－【0013】、図1、3 & US 2011/0304915 A1	1－4, 8
X	WO 2007/043383 A1（株式会社ニコン）2007.04.19, 【0036】、【0038】、図7 & US 2009/0180185 A1	1－4, 8
X	JP 2006-120247 A（ソニー株式会社）2006.05.11, 【0029】、図4（ファミリーなし）	1－4, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 9 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

吉川 陽吾

20

9811

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-106320 A (リコー光学株式会社) 2004. 04. 08, 【0033】、図1 & US 2004/0135293 A1	1-4, 8
X	JP 2001-217188 A (エイエスエム リトグラフィード ベスローテン フエンノートシャップ) 2001. 08. 10, 【0037】、図4 & US 2001/0001247 A1	1-4, 8
X	JP 2009-048208 A (国立大学法人香川大学) 2009. 03. 05, 【0012】-【0021】、図1 (ファミリーなし)	1-4, 8
X	JP 2001-343582 A (株式会社ニコン) 2001. 12. 14, 【0031】-【0035】、【0041】、図3-5 & US 2002/0005938 A1	1-8
X	JP 2007-286499 A (株式会社ニコン) 2007. 11. 01, 【0027】-【0029】、図2、3 (ファミリーなし)	1-8
X	JP 2003-177226 A (松下電器産業株式会社) 2003. 06. 27, 【0027】、【0048】-【0050】、図6 & US 2003/0067686 A1	1-8
X	JP 2000-275417 A (キヤノン株式会社) 2000. 10. 06, 【0016】-【0017】、図1、4 & US 6317274 B1	1-8
A	JP 2012-083382 A (キヤノン株式会社) 2012. 04. 26, 図1、2 & US 2012/0087008 A1	1-8
A	JP 2010-532496 A (ピクセルオプティクス, インコーポレイテッド) 2010. 10. 07, 全文全図 & WO 2009/005822 A1	1-8