

(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
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



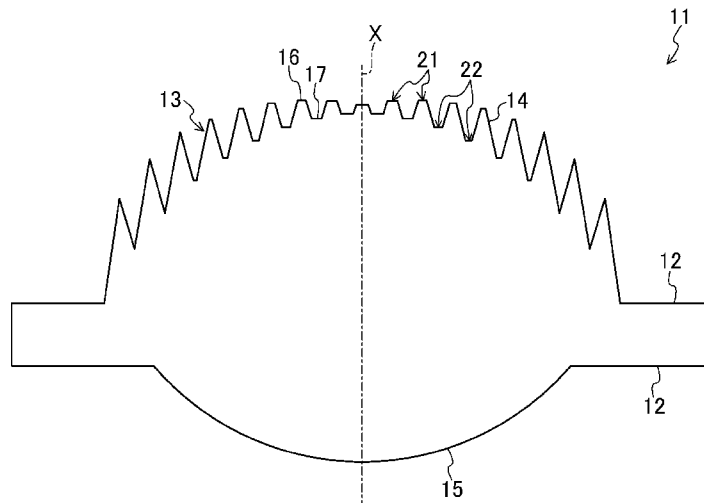
(10) 国際公開番号
WO 2012/114714 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 1/11 (2006.01) **G02B 3/00** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001109
- (22) 国際出願日: 2012 年 2 月 20 日(20.02.2012)
- (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 2011-035663 2011 年 2 月 22 日(22.02.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1 0 0
6 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田村 隆正
(TAMURA, Takamasa). 山田 和宏 (YAMADA,
Kazuhiro).
- (74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA &
PARTNERS); 〒5410053 大阪府大阪市中央区本町
2 丁目 5 番 7 号 大阪丸紅ビル 5 階 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, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, 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.
- (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, MD, 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, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL MEMBER

(54) 発明の名称: 光学部材

[図1]



(57) Abstract: A lens (11) comprises protrusions (21) and recesses (22) arranged thereon and is provided with a reflection prevent-
ing irregular surface structure (13) which reduces the reflection of light having a wavelength greater than or equal to the pitch of the
protrusions (21) and the recesses (22). The reflection preventing irregular surface structure (13) has a region in which protrusions
(21) are relatively low and recesses (22) are relatively shallow and a region in which protrusions (21) are relatively high and recesses
(22) are relatively deep. In the region in which the protrusions (21) are relatively low and the recesses (22) are relatively shallow,
first and second flat surfaces (16, 17) are formed at the top of each protrusion (21) and the bottom of each recess (22), respectively.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/114714 A1



レンズ（１１）は、複数の凸部（２１）及び凹部（２２）が配列されてなり、凸部（２１）及び凹部（２２）の周期以上の波長の光の反射を抑制する反射防止凹凸構造（１３）を備えている。反射防止凹凸構造（１３）は、凸部（２１）が相対的に低く且つ凹部（２２）が相対的に浅い領域と、凸部（２１）が相対的に高く且つ凹部（２２）が相対的に深い領域とを有している。凸部（２１）が相対的に低く且つ凹部（２２）が相対的に浅い領域においては、凸部（２１）の頂部と凹部（２２）の底部とに第１及び第２平坦面（１６、１７）が形成されている。

明 細 書

発明の名称：光学部材

技術分野

[0001] ここに開示された技術は、光学部材に関する。特に、ここに開示された技術は、入射光の反射を抑制する反射防止凹凸構造が表面に形成された光学部材に関する。

背景技術

[0002] 近年、光の反射を抑制する反射防止処理が表面に施された種々の光学部材が提案されている。

[0003] 反射防止処理の１つとして、光学部材の表面に入射光の波長以下のピッチで微細構造（例えば、規則的に配列された線条凸部又は線条凹部からなる微細構造や、規則的に配列された錐体状若しくは柱状の凸部又はすり鉢状若しくは筒状の凹部からなる微細構造等。以下、このような微細構造が複数配列されてなる構造を「反射防止凹凸構造」又は「SWS（Subwavelength Structure）」と称することがある。）形成する処理が提案されている。

[0004] 例えば、特許文献１は、反射防止凹凸構造のパターンが外周に向かって徐々に凹凸形状の溝の深さが浅く形成されている光学素子を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開２００５－２８３８１４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、反射抑制効果は微細構造の高さ又は深さによって異なるため、微細構造が低くなると反射抑制機能も低くなる虞がある。

[0007] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、微細構造の高さ又は深さが領域によって異なる反射防止構造体において、反射抑制機能を向上させることにある。

課題を解決するための手段

[0008] 構造単位が規則的に複数配列されてなり、該構造単位の周期以上の波長の光の反射を抑制する反射防止凹凸構造が形成された少なくともひとつの曲面を有する光学部材であって、前記反射防止凹凸構造は、前記構造単位の高さが相対的に小さい領域と、前記構造単位の高さが相対的に大きい領域と、を有し、前記構造単位の高さが相対的に小さい領域の前記反射防止凹凸構造の上面および下面に略平坦面が形成されている、光学部材。

発明の効果

[0009] 本発明では、構造単位の高さが低い領域の反射防止凹凸構造の上面および下面に略平坦面が形成されている。略平坦面である上面および下面で光の干渉を起こすことができる。この光の干渉を利用することで、構造単位の高さが低い領域の反射防止効果をより高めることができる。その結果、微細構造の高さが領域によってことなる反射防止構造体において、従来よりも優れた反射防止機能を実現する反射防止構造体を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、第1実施形態のレンズの断面図である。
[図2]図2は、第1実施形態の反射防止凹凸構造の部分拡大図である。
[図3]図3は、レンズ金型を作製するための工程を示す図である。
[図4]図4は、実施例における波長と反射率の関係を示すグラフである。
[図5]図5は、第2実施形態のレンズの断面図である。
[図6]図6は、第3実施形態のレンズの断面図である。
[図7]図7は、第3実施形態の第1光学面のベース面を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を用いて実施の形態について説明する。

[0012] 《実施形態1》

[レンズの概要]

図1に、実施形態1に係るレンズ11の断面図を示す。

[0013] 実施形態１に係るレンズ１１は、反射防止凹凸構造を有する。レンズ１１は、光学部材の一例である。レンズ１１は、第１光学面１４と、第２光学面１５と、コバ面１２とを有している。第１光学面１４と第２光学面１５とは、互いに対向している。コバ面１２は、第１及び第２光学面１４、１５の外周に形成され、第１及び第２光学面１４、１５の外周縁に接続されている。第１光学面１４には、反射防止凹凸構造（以下、ＳＷＳと称することがある。）１３が形成されている。

[0014] ＳＷＳ１３は、複数の凸部２１及び凹部２２が交互に配列されて、該凸部及び凹部の周期以上の波長の光の反射を抑制する。換言すると、ＳＷＳ１３は、構造単位（凸部又は凹部）が規則的に複数配列されてなり、該構造単位の周期以上の波長の光の反射を抑制する。詳しくは、ＳＷＳ１３は、凸部２１の先端から凹部２２の底に向かって屈折率を漸次変化させることになり、光の反射を抑制する。凸部２１は、略円錐状に形成されている。凹部２２は、略すり鉢状に形成されている。凸部２１又は凹部２２の周期は、レンズ１１に入射する光の波長をレンズ１１の屈折率で除した値以下に設定されることが好ましい。また、凸部２１の高さ又は凹部２２の深さは、レンズ１１に入射する光の波長の０．４倍以上であることが好ましい。これらを満たすことによって、十分な反射抑制効果を発揮させることができる。ここで、凸部２１の高さは、凹部２２の底部を通る曲面（以下、下ベース面ともいう）から、凸部２１の頂部までの、レンズ１１の光軸Ｘが延びる方向（以下、光軸方向ともいう）の寸法である。凹部２２の深さは、凸部２１の頂部を通る曲面（以下、上ベース面ともいう）から、凹部２２の底部までの光軸方向の寸法である。凸部２１の周期は、隣接する凸部２１の頂部間の、光軸Ｘと直交する面と平行な方向への間隔である。凹部２２の周期は、隣接する凹部２２の底部間の、光軸Ｘと直交する面と平行な方向への間隔である。凸部２１と凹部２２とは交互に配列されているので、凸部２１の高さと凹部２２の深さとは略一致し、凸部２１の周期と凹部２２の周期とは略一致する。例えば、屈折率１．５のレンズ１１に入射する可視光（波長：約４００～７００ｎｍ

）の反射を抑制したい場合、凸部 2 1 又は凹部 2 2 の周期が約 2 6 6 n m 以下、凸部 2 1 の高さ又は凹部 2 2 の深さが約 2 8 0 n m 以上であれば、十分な反射抑制効果が期待できる。

[0015] ここで、凸部 2 1 の高さ又は凹部 2 2 の深さは、第 1 光学面 1 4 に亘って均一ではない。すなわち、凸部 2 1 の高さ又は凹部 2 2 の深さは、場所によって異なる。例えば、レンズなどの曲面は、光軸 X に対する傾きが場所によって異なるので、曲面上に S W S 1 3 を形成する場合には、凸部 2 1 の高さ又は凹部 2 2 の深さを均一にすることが困難である。本実施形態に係る S W S 1 3 は、第 1 光学面 1 4 の周辺部では凸部 2 1 の高さが相対的に高く、第 1 光学面 1 4 の中心部では凸部 2 1 の高さが相対的に低い。詳しくは、S W S 1 3 は、第 1 光学面 1 4 の周辺部ほど凸部 2 1 の高さが高く、第 1 光学面 1 4 の中心部に向かうにつれて凸部 2 1 の高さが低くなっている。第 1 光学面 1 4 の周辺部は、凸部 2 1 の高さが相対的に小さい領域の一例である。また、第 1 光学面 1 4 の中心部は、凸部 2 1 の高さが相対的に大きい領域の一例である。

[0016] [S W S の詳細構造]

図 2 に、レンズ 1 1 の反射防止凹凸構造 1 3 の中央部における部分拡大断面図を示す。第 1 光学面 1 4 の中央部においては、凸部 2 1 の頂部に第 1 平坦部 1 6 が形成され、凹部 2 2 の底部に第 2 平坦部 1 7 が形成されている。第 1 光学面 1 4 の周辺部においては、図 1 に示すように、凸部 2 1 の頂部及び凹部 2 2 の底部は、尖鋭な形状をしており、平坦部が形成されていない。これら第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 が平坦面を構成する。

[0017] 本実施形態では、第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 は、光軸 X に対して略直交する。すなわち、第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 は、互いに略平行である。第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 は、略円形である。また、第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 の面積は、第 1 光学面 1 4 の中心に向かうにつれて大きく、即ち、凸部 2 1 の高さが低くなるにつれて、凹部 2 2 の深さが浅くなるにつれて大きくなる。尚、第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 は、厳密に平坦である

必要はなく、実質的に平坦であればよい。

[0018] また、第1及び第2平坦部16, 17が形成されている場合には、第1平坦部16のうち下ベース面から光軸方向に最も離れた部分を凸部21の頂部とし、第2平坦部17のうち上ベース面から光軸方向に最も離れた部分を凹部22の底部として、前記下ベース面、上ベース面、凸部21の高さ、凸部21の周期、凹部22の深さ、及び凹部22の周期を観念する。本実施形態のように、第1及び第2平坦部16, 17が光軸Xに略直交する場合には、第1平坦部16の中心を凸部21の頂部とし、第2平坦部17の中心を凹部22の頂部とする。例えば、下ベース面は、第2平坦部17を有さない凹部22については底部を、第2平坦部17を有する凹部22については、第2平坦部17の中心を通る曲面である。凸部21の高さは、下ベース面から第1平坦部16の中心までの光軸方向の寸法である。凸部21の周期は、隣接する凸部21の第1平坦部16の中心間の、光軸Xと直交する面と平行な方向への間隔である。

[0019] このように、第1及び第2平坦部16, 17を形成することによって、第1光学面14全面で反射抑制効果を向上させることができる。詳しくは、反射抑制効果の観点からは、凸部21は高く、凹部22は深いことが好ましい。すなわち、凸部21が低い又は凹部22が浅い部分は、凸部21が高い又は凹部22が深い部分に比べて、反射抑制効果が小さい。それに対し、第1及び第2平坦部16, 17を設けると、第1及び第2平坦部16, 17で屈折率が急激に変化することになり、第1及び第2平坦部16, 17では入射した光の一部が反射する。しかしながら、凸部21と凹部22との両方に平坦部が設けられているので、第1平坦部16で反射した光と第2平坦部15で反射した光とは、互いに干渉して弱め合う。その結果、第1光学面14全体としての反射光が抑制される。つまり、本来的には反射抑制効果が相対的に小さい部分であっても、光の干渉効果を利用することによって光の反射を抑制することができる。

[0020] [製造方法]

続いて、レンズ 11 の製造方法について説明する。レンズ 11 は、レンズ金型を用いた成形により製造する。レンズ金型は、SWS 13 の反転形状を有している。レンズ 11 の材料がガラスの場合には、例えば、ヒートプレス成形によりレンズ 11 が成形される。レンズ 11 の材料が樹脂の場合には、例えば、射出成形やUV成形によりレンズ 11 が成形される。

[0021] 次に、成形に用いるレンズ金型の作製について説明する。図 3 に、レンズ金型 37 を作製するための工程図を示す。

[0022] まず、金型母材 31 を用意する。そして、図 3 (A) に示すように、機械加工により金型母材 31 にレンズ形状 (SWS 13 が形成される前の状態) を形成する。

[0023] 次に、図 3 (B) に示すように、レンズ形状に形成した金型母材 31 の表面に金属マスク 32 を形成する。金属マスク 32 の形成方法としては、スパッタリング法・蒸着法などが好ましい。

[0024] 次に、図 3 (C) に示すように、金属マスク 32 の上にレジストマスク 33 を形成する。レジストマスク 33 の形成方法としてはスピンコート法、スプレーコート法が好ましい。

[0025] 次に、図 3 (D) に示すように、レジストマスク 33 から、SWS 13 に対応したレジストドットパターン 34 を形成する。レジストドットパターン 34 の形成方法としては、電子ビーム描画法や干渉露光 (ホログラム露光) 法などが好ましい。また、レジストドットパターン 34 の穴径は全面均一であることが好ましい。

[0026] 次に、図 3 (E) に示すように、ドライエッチングによりレジストドットパターン 34 を金属マスク 32 に転写する。それにより、金属マスクドットパターン 35 が形成される。なお、金属マスクドットパターン 35 の形成方法としては、ウェットエッチングでもよい。

[0027] 次に、図 3 (F) に示すように、ドライエッチングにより金属マスクドットパターン 35 を金型母材 31 に転写する。これにより、金型母材 31 表面に SWS 13 の反転形状 36 が形成されたレンズ金型 37 が完成する。

[0028] 一般に、ドライエッチング装置内で発生したプラズマ（イオン）は、被加工材の突起部もしくは角部に集中する。前記プロセスにおいて金型母材 3 1 をドライエッチング加工する場合、金型母材 3 1 の端部 3 8 にプラズマ（イオン）が集中しやすい。そのため、プラズマが集中する端部 3 8 のエッチング速度が速く、中央部のエッチング速度が遅くなる。図 3（D）で示すように、均一な穴径を有するレジストドットパターン 3 4 を用いてドライエッチング加工を行うと、金型母材 3 1 の周辺部ではエッチング速度が速いため凸部が高く、凹部が深くなる一方、金型母材 3 1 の中央部ではエッチング速度が遅いため凸部が低く、凹部が浅くなる。このとき、エッチング時間を制御することによって、金型母材 3 1 の中央部においては凸部の頂部と凹部の底部に平坦部を残しつつ、金型母材 3 1 の周辺部の凸部の高さ及び凹部の深さを最大とすることができる。

[0029] このようなプロセスを用いることにより、レンズ金型 3 7 の周辺部では凸部が高く且つ凹部が深く、中央部に向かうに従って凸部の高さが徐々に低く且つ凹部の深さが徐々に浅くなる。また、レンズ金型 3 7 の中央部の凸部の頂部及び凹部の底部には、平坦部が形成されている。

[0030] [効果]

前記実施形態によれば、レンズ 1 1 は、複数の凸部 2 1 及び凹部 2 2 が配列されてなり、該凸部 2 1 及び凹部 2 2 の周期以上の波長の光の反射を抑制する反射防止凹凸構造 1 3 を備えている。前記反射防止凹凸構造 1 3 は、前記凸部 2 1 が相対的に低く且つ前記凹部 2 2 が相対的に浅い領域と、前記凸部 2 1 が相対的に高く且つ前記凹部 2 2 が相対的に深い領域とを有し、前記凸部 2 1 が相対的に低く且つ前記凹部 2 2 が相対的に浅い領域においては、前記凸部 2 1 の頂部と前記凹部 2 2 の底部とにそれぞれ第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 が形成されている。

[0031] 換言すれば、レンズ 1 1 は、構造単位が規則的に複数配列されてなり、該構造単位の周期以上の波長の光の反射を抑制する反射防止凹凸構造が形成された少なくともひとつの曲面を有する光学部材であって、前記反射防止凹凸

構造は、前記構造単位の高さが相対的に小さい領域と、前記構造単位の高さが相対的に大きい領域と、を有し、前記構造単位の高さが相対的に小さい領域の前記反射防止凹凸構造の上面及び下面に略平坦部が形成されている。

[0032] 前記の構成によれば、前記凸部 2 1 が相対的に低く且つ前記凹部 2 2 が相対的に浅い領域では、凸部 2 1 及び凹部 2 2 のそれ自体の反射抑制効果は相対的に小さい。しかし、凸部 2 1 の頂部に第 1 平坦部 1 6 を形成し、凹部 2 2 の底部に第 2 平坦部 1 7 を形成することによって、第 1 平坦部 1 6 における反射光と第 2 平坦部 1 7 における反射光との干渉効果により反射抑制効果を向上させることができる。その結果、凸部 2 1 が相対的に低く且つ凹部 2 2 が相対的に浅い領域と、凸部 2 1 が相対的に高く且つ凹部 2 2 が相対的に深い領域とが混在する構成であっても、反射抑制効果を全体的に向上させることができる。また、凸部 2 1 を低く且つ凹部 2 2 を浅くすることによって、反射防止凹凸構造 1 3 を形成し易くすることができる。つまり、反射防止凹凸構造 1 3 の作り易さが求められる領域においては凸部 2 1 を低く且つ凹部 2 2 を浅くし且つ凸部 2 1 の頂部及び凹部 2 2 の底部に第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 を形成することによって、反射防止凹凸構造 1 3 の作り易さを向上させつつ、反射抑制効果の悪化を防止することができる。つまり、従来は解決できなかった、反射防止凹凸構造 1 3 の作り易さと反射抑制効果の両立を図ることができる。

[0033] また、前記第 1 及び第 2 平坦部 1 6, 1 7 は、前記凸部 2 1 が低くなるほど、又は、前記凹部 2 2 が浅くなるほど、大きくなっている。

[0034] つまり、凹部 2 2 が浅くなるほど、凸部 2 1 及び凹部 2 2 のそれ自体の反射抑制効果は小さくなる。それに対して、凸部 2 1 が低くなるほど第 1 平坦部 1 6 を大きくし、凹部 2 2 が浅くなるほど第 2 平坦部 1 7 を大きくすることによって、干渉による反射抑制効果を大きくすることができる。

実施例

[0035] 以下、実施例について説明する。本実施例のレンズは実施形態 1 のレンズ 1 1 に対応している。

[0036] 〈実施例〉

実施例として、以下のレンズを成形した。

[0037] 環状オレフィンポリマ（例えば、ZEONEX（登録商標）（日本ゼオン株式会社製）、ARTON（登録商標）（J S R株式会社製）、アペル（登録商標）（三井化学株式会社製）など）をレンズ材料として、レンズ金型を用いて射出成形によってレンズを成形した。

[0038] レンズ金型37については、まず、金型母材31としてシリコンカーバイド（S i C）を用意した。機械加工により、金型母材31にレンズ形状を形成し、スパッタリング法によりタングステンシリサイド（W S i）を形成した後、スピコート法により電子ビーム用レジスト（ポジ型）を塗布した。その後、電子ビーム描画によりドット形状を描画した。

[0039] レジストドットパターンをマスクとして、アルゴンガスを用いたドライエッチングによりW S iマスクにドットパターンを形成した。その後、フルオロカーボン系ガスを用いたドライエッチングにより、金型母材31のS i C表面にS W Sの反転形状を形成した。

[0040] こうして作製されたレンズ金型37を、フッ素系離型剤に浸漬して離型処理した。この離型処理したレンズ金型37を用いて、レンズを射出成形した。

[0041] こうして製造されたレンズ11は、両凸レンズであり、その有効径は16 mmで、レンズ厚は2.4 mmであった。

[0042] 実施例に用いたレンズ11において、凸部21及び凹部22の周期は、第1光学面14全面に亘って250 nmであった。凸部21の高さ及び凹部22の深さは、レンズの周辺部では350 nmで、レンズ11の中央部では210 nmであり、中央部に向かうにつれて徐々に高さが低くなっていた。また、レンズ11の中央部の凸部21の頂部及び凹部22の底部にはそれぞれ、第1及び第2平坦部16、17が形成されていた。レンズ11の中央における第1平坦部16の外径は、約60 nmであった。第1及び第2平坦部16、17の面積は、レンズ11の周辺部に向かうにつれて小さくなっていた。

。

[0043] 〈比較例〉

また、比較例として、第1及び第2平坦部16, 17が形成されていないレンズを成形した。すなわち、比較例に係るレンズは、実施例に係るレンズにおいて凸部21に第1平坦部16を形成せず、尖鋭な形状とし、凹部22に第2平坦部17を形成せず、尖鋭な形状とした。そのため、比較例と実施例とでは、凸部21及び凹部22の周期は同じであるが、第1及び第2平坦部16, 17が形成されていない分、比較例の方が凸部21が高く、凹部22が深い。そうはいても、比較例に係るレンズにおいては、中央部の方が、周辺部に比べて凸部21が低く、凹部22が浅い。それ以外については、実施例のレンズと比較例のレンズとは同様である。

[0044] 〈測定結果〉

図4に、実施例及び比較例について、レンズ表面の反射率を測定した結果を示す。反射率は、オリンパス社製の光学測定装置USPM-RU IIIを用いた。一般的な光学ガラスであるBK7をリファレンスとして、実施例及び比較例の反射率を測定した。具体的には、前記光学測定装置に、測定対象（実施例又は比較例）とリファレンスとをセットし、400～700nmの光を照射し、反射率を測定した。図7のグラフは、実施例及び比較例の各波長に対する反射率を示す。図7の横軸は波長であり、縦軸は反射率である。グラフ（a）, （b）は、実施例の反射率を示すグラフである。具体的には、グラフ（a）は、実施例に係るレンズ11のうち凸部21が低く且つ凹部22が浅く、さらには凸部21の頂部及び凹部22の底部に平坦部が設けられた領域での反射率を示している。グラフ（b）は、実施例に係るレンズ11のうち凸部21が高く且つ凹部22が深い領域での反射率を示している。一方、グラフ（c）は、比較例に係るレンズのうちの凸部が低く且つ凹部が浅い領域（レンズの中央部）での反射率を示している。比較例では、平坦部が設けられていない。

[0045] 比較例については、凸部が低く且つ凹部が浅い領域では、可視光に対する

反射率は、約 1.4 %未満であった。特に、可視光のうち波長が長い光に対する反射率が高い。凸部が低く且つ凹部が浅い領域では、凸部の高さ及び凹部の深さは約 210 nm であって、可視光のうち波長が長い成分に対しては凸部の高さ及び凹部の深さが波長の 0.4 倍未満となっている。そのため、可視光の反射を十分には抑制できていない。尚、図示は省略するが、凸部が高く且つ凹部が深い領域（レンズの周辺部）では、可視光に対する反射率は、約 0.15 %以下であった。このように、変形例においては、凸部が高く且つ凹部が深い領域においては高い反射抑制効果が発揮されているが、凸部が低く且つ凹部が浅い領域においては反射抑制効果が小さい。

[0046] それに対して、実施例については、凸部 21 が高く且つ凹部 22 が深い領域（レンズの周辺部）では、可視光域全域に亘って反射率を約 0.1 %程度に抑えることができた。これは、凸部 21 の高さ及び凹部 22 の深さが約 350 nm であって、可視光の波長に対して十分な高さ及び深さを有しているためである。また、凸部 21 が低く且つ凹部 22 が深い領域（レンズの中央部）では、可視光全域に亘って反射率を約 0.15 %以下に抑えることができた。これは、凸部 21 の第 1 平坦部 16 と凹部 22 の第 2 平坦部 17 とによる干渉効果が発揮され、それによる反射抑制効果が発現したためである。このように、実施例においては、凸部 21 が低く且つ凹部 22 が浅い領域の反射抑制効果を向上させることができる。さらには、凸部 21 が高く且つ凹部 22 が深い領域と凸部 21 が低く且つ凹部 22 が浅い領域とで反射抑制効果を同等にすることができ、ひいては、レンズ 11 の全面に亘って、均一且つ高い反射抑制効果を発揮させることができる。

[0047] 《実施形態 2》

以下、実施形態 2 について図面を参照しながら説明する。実施形態 2 に係るレンズは、光学面上に設けられた SWS の形状が実施形態 1 のレンズとは異なる。以下、実施形態 1 との相違点を中心に説明する。

[0048] 図 5 は、レンズ 41 の断面図である。レンズ 41 は、第 1 光学面 44 と、第 2 光学面 45 と、コバ面 42 とを有している。第 1 光学面 44 には、SW

S 4 3 が形成されている。S W S 4 3 は、交互に配列された複数の凸部 4 8 及び凹部 4 9 を有している。第 1 光学面 4 4 の中央部では、相対的に、凸部 4 8 の高さが高く且つ凹部 4 9 の深さが深い。凸部 4 8 の高さ及び凹部 4 9 の深さは、第 1 光学面 4 4 の周辺部に向かうにつれて低く、浅くなっている。第 1 光学面 4 4 の周辺部においては、凸部 4 8 の頂部に第 1 平坦部 4 6 が形成され、凹部 4 9 の底部に第 2 平坦部 4 7 が形成されている。また、第 1 及び第 2 平坦部 4 6, 4 7 の面積は、第 1 光学面 4 4 の周辺部に向かうにつれて大きくなる。

[0049] レンズ 4 1 の製造方法は、実施形態 1 に係るレンズ 1 1 の製造方法とほぼ同様である。レンズ 4 1 用のレンズ金型を作製においては、図 3 (D) で示したレジストドットパターン 3 4 を形成する際に、周辺部のレジスト穴径を中央部に比べて大きくする。レジストドットパターン 3 4 の穴径を調整するには、例えば電子ビーム描画のドーズ量（露光量）を変化させればよい。

[0050] 本実施形態によれば、相対的に低い凸部 4 8 及び浅い凹部 4 9 に第 1 及び第 2 平坦部 4 6, 4 7 が形成されている。つまり、低い凸部 4 8 及び浅い凹部 4 9 では、高い凸部 4 8 及び深い凹部 4 9 に比べて、微小凹凸部による反射抑制効果が小さいが、干渉効果による反射抑制効果でそれを補うことができる。その結果、実施形態 1 と同様に、第 1 光学面 4 4 全面での可視光に対する反射率を小さく抑えることができる。

[0051] また、第 1 光学面 4 4 の周辺部は、第 1 光学面 4 4 の傾斜が最も大きい部分であり、レンズ成形において離型し難い部分である。例えば、青色光を集光可能な対物レンズのように傾斜角の大きいレンズでは、成形時の硝材変形量が周辺部ほど大きく、レンズ金型への負荷が周辺部ほど大きくなる。そのため、周辺部においては、レンズの凹凸とレンズ金型の凹凸とがきつく噛み合ってしまう、離型し難くなる。また、成形時の冷却工程におけるレンズの収缩量は、周辺部ほど大きくなる。この点においても、レンズの凹凸とレンズ金型の凹凸とが周辺部できつく噛み合ってしまう、離型し難くなる。特に、S W S 4 3 のような微細構造を有する構成においては表面積が増大するた

め、さらに離型し難くなる。それに対し、本実施形態では、周辺部における凸部48を低くし且つ凹部49を浅くし、それに加えて、第1及び第2平坦部46, 47を形成することによって、前述の問題を解決することができ、成形を容易にすることができる。つまり、レンズの作り易さと反射抑制効果の向上の両立を図ることができる。

[0052] 《実施形態3》

以下、実施形態3について図面を参照しながら説明する。実施形態3に係るレンズは、光学面上に形成されたSWSの形状が、実施形態1, 2のレンズと異なる。以下、実施形態1, 2との相違点を中心に説明する。

[0053] 図6は、レンズ51の断面図である。レンズ51は、第1光学面54と、第2光学面55と、コバ面52とを有している。第1光学面54には、SWS53が形成されている。SWS53は、交互に配列された複数の凸部58及び凹部59を有している。SWS53は、凸部58の高さ及び凹部59の深さが第1光学面54に亘って均一ではなく、場所によって異なっている。さらに、凸部58の高さ及び凹部59の深さは、第1光学面54の半径方向位置に応じて単調に変化するのではなく、増加したり減少したりする。

[0054] 詳しくは、第1光学面54は、図7に示すようなベース面61を有している。ベース面61は、領域A～Eを有している。領域A, Eは、ベース面61の最も周辺に位置する領域であり、光軸Xに対する傾斜角（以下、単に「傾斜角」という）が大きい領域である。領域Cは、ベース面61の中央部に位置する領域であり、中央の傾斜角が緩やかな部分と、その周辺の傾斜角が急な部分とを含んでいる。領域Bは、領域Aと領域Cとの間に位置する領域であり、傾斜角が緩やかで略水平な部分を含んでいる。領域Dは、領域Eと領域Cとの間に位置する領域であり、傾斜角が緩やかで略水平な部分を含んでいる。

[0055] 領域A, Eでは、傾斜角が大きいので、凸部58を低く且つ凹部59を浅くしている。領域B, Dでは、傾斜角が小さいので、凸部58を高く且つ凹部59を深くしている。領域Cでは、傾斜角は小さいものの、金型の作り易

さ及びレンズ成形のし易さを優先して、凸部 5 8 を低く且つ凹部 5 9 を浅くしている。そして、凸部 5 8 が低く且つ凹部 5 9 が浅い領域 A, C, E においては、凸部 5 8 の頂部に第 1 平坦部 5 6 が形成され、凹部 5 9 の底部に第 2 平坦部 5 7 が形成されている。

[0056] これにより、凸部 5 8 が低く且つ凹部 5 9 が浅い領域であっても、干渉効果により反射抑制効果を向上させることができる。その結果、実施形態 1, 2 と同様に、第 1 光学面 5 4 全面で可視光に対する反射率を小さく抑えることができる。また、領域 A, E のように傾斜角が大きい領域においても、反射抑制効果を悪化させることなく、成形時に離型し易い構造とすることができる。また、領域 C のように、傾斜角にかかわらず、SWS 1 3 の作り易さを向上させたい領域においても、反射抑制効果を悪化させることなく、作り易さを向上させることができる。さらに、領域 B, D のように、SWS 1 3 の高さ及び深さを小さくする必要がない領域においては、凸部 5 9 を高く、凹部 5 9 を深くすることによって高い反射抑制効果を発揮させることができる。

[0057] 尚、このような SWS 5 3 を成形するためのレンズ金型は、実施形態 2 と同様に、レジストドットパターン 3 4 を形成する際の穴径を制御することにより作製できる。

[0058] 以上、実施形態 1 ～ 3 で説明したとおり、傾斜角などのレンズ形状や、中央部や周辺部などのレンズの位置に応じて、凸部の高さ及び凹部の深さを変化させている。これにより、金型作製及び成形（特に、離型）を容易にすることができる。それに加えて、相対的に凸部が低く且つ凹部が浅い領域においては、凸部の頂部及び凹部の底部に平坦部を設けることによって、反射抑制効果を向上させることができる。つまり、種々の理由により凸部を低く且つ凹部を浅くする場合があるが、そのような場合であっても反射抑制効果の悪化を防止することができる。その結果、光学面全面で反射抑制効果の高いレンズを実現できる。

[0059] 《その他の実施形態》

前記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

- [0060] レンズの製造方法及びレンズ金型の作製方法は、前記実施形態に限られるものではない。
- [0061] 例えば、金型母材は、高強度で且つエッチングにより微細加工し易い材料であればよい。例えば、石英 SiO_2 、シリコンカーバイド(SiC)、シリコン(Si)、グラッシーカーボン(C)、超硬(WC)などでもよい。
- [0062] 金属マスク材料としては、 Cr 、 Ta 、 WSi 、 Ni 、 W などでもよい。
- [0063] 前記実施形態では、レンズ金型の作製に電子ビーム描画法を用いたが、これに限られるものではない。干渉露光(ホログラム露光)法、X線リソグラフィなどのリソグラフィでもよい。また、ナノインプリントや粒子配列によってマスクを形成してもよい。
- [0064] レンズ金型を用いてレンズ成形を行う場合は、成形前に金型の成形面を離型処理したほうがよい。ガラス成形であれば、カーボン、窒化硼素、 DLC 、貴金属膜(白金(Pt)、パラジウム(Pd)、イリジウム(Ir)、ロジウム(Rh)、オスミウム(Os)、ルテニウム(Ru)、レニウム(Re)、タングステン(W)、タンタル(Ta)のうち、少なくとも1種類以上の金属を含む合金)などの薄膜を表面に形成すればよい。樹脂成形であれば、フッ素系離型剤を成形面に塗布すればよい。このような離型処理を行うことで、成形品の離型性を高めることができる。
- [0065] また、レンズの構成は、前記実施形態に限られるものではない。
- [0066] 例えば、前記実施形態では、凸レンズについて説明したが、凹レンズであってもよい。
- [0067] さらに、 SWS が形成される光学部材は、レンズに限られるものではない。ディスプレイの表面、鏡筒の内周面、プリズム等に前記構成の SWS を適用してもよい。すなわち、 SWS 13が形成されるベース面は、平面であってもよい。
- [0068] 前記実施形態では、 SWS は第1光学面上にのみ設けられているが、これに限られない。 SWS は、第1光学面と第2光学面の両方に設けられてもよ

いし、第2光学面のみに設けられてもよい。

[0069] 前記実施形態では、凸部は円錐状であり、凹部はすり鉢状であるが、これに限られるものではない。例えば、凸部は、四角錐や三角錐等の角錐であってもよく、凹部は、それらの反転形状であってもよい。また、凸部及び凹部は、錐体状及びその反転形状に限られるものではなく、任意の形状を採用することができる。また、凸部は、光軸X周りの周方向に延びる線条凸部であってもよく、凹部は、光軸X周りの周方向に延びる線条凹部であってもよい。その場合、凸部の頂部及び凹部の底部に形成される平坦部は、凸部が低くなるにつれて、凹部が浅くなるにつれて、光軸Xを中心とする半径方向の幅が大きくなる。

[0070] 本発明は、前記実施形態に限定されず、その精神または主要な特徴から逸脱することなく他のいろいろな形で実施することができる。このように、上述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、すべて本発明の範囲内のものである。

産業上の利用可能性

[0071] 本発明に係る光学部材は、反射抑制効果及び高い耐環境性を有し、レンズ鏡筒や、レンズ等に代表される光学素子等として有用である。本発明に係る光学部材を用いることによって、高品位な結像光学系、対物光学系、走査光学系、ピックアップ光学系等の各種光学系、レンズ鏡筒ユニット、光ピックアップユニット、撮像ユニット等の各種光学ユニット、及び撮像装置、光ピックアップ装置、光走査装置等を実現することが可能となる。

符号の説明

[0072] 1 1、4 1、5 1 レンズ
1 2 コバ面
1 3、4 3、5 3 反射防止凹凸構造
1 4、4 4、5 4 第1光学面

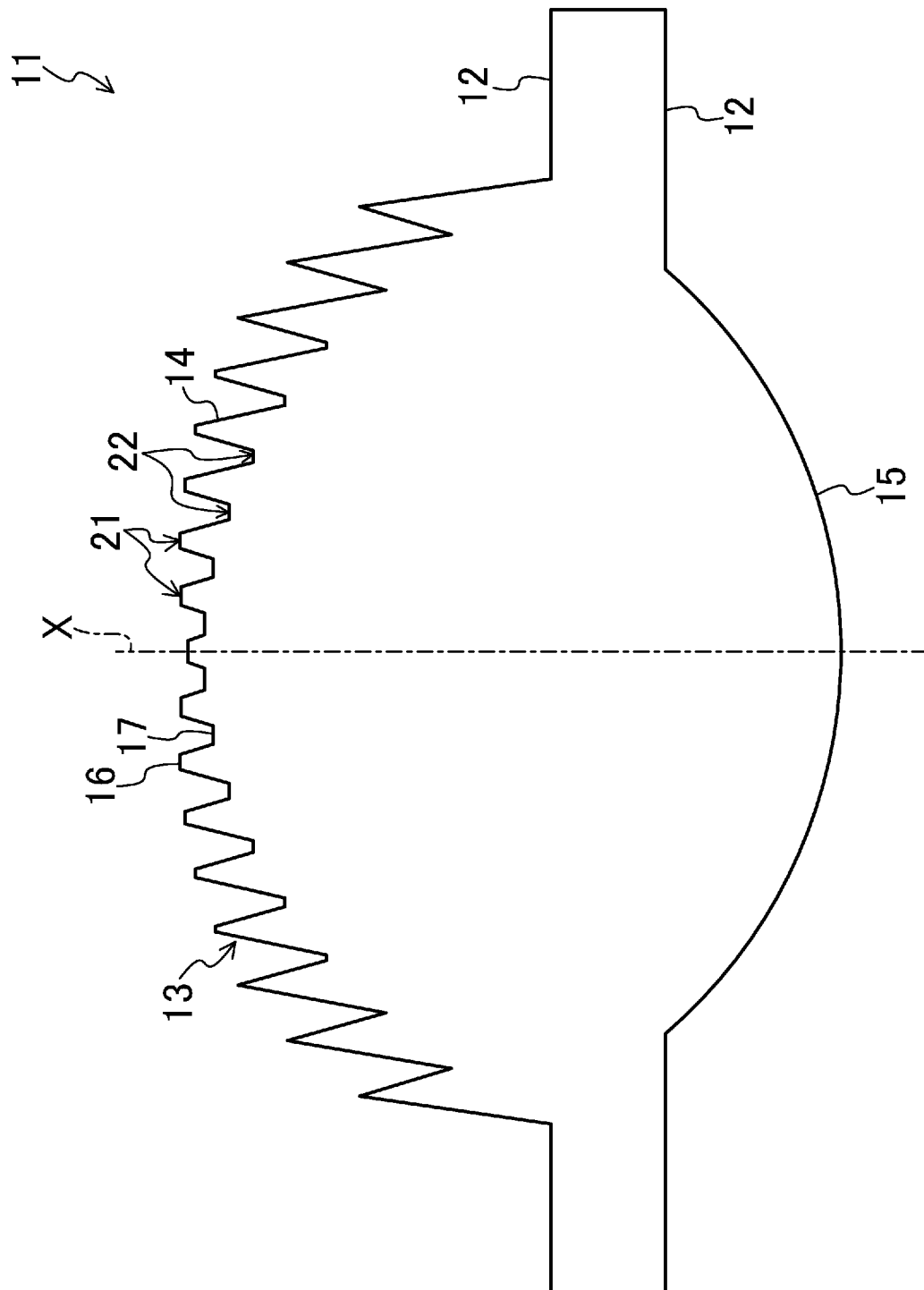
- 1 5、4 5、5 5 第2光学面
- 1 6、4 6、5 6 第1平坦部（平坦面）
- 1 7、4 7、5 7 第2平坦部（平坦面）
- 2 1、4 8、5 8 凸部
- 2 2、4 9、5 9 凹部
- 3 1 金型母材
- 3 2 金属マスク
- 3 3 レジストマスク
- 3 4 レジストドットパターン
- 3 5 金属マスクドットパターン
- 3 6 反転形状
- 3 7 レンズ金型

請求の範囲

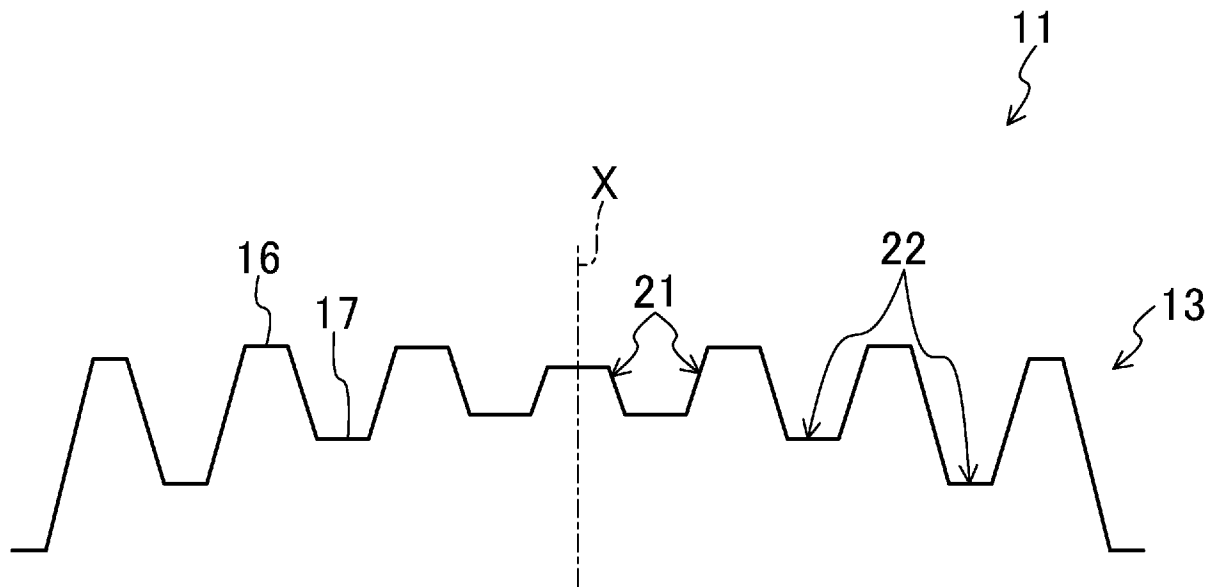
- [請求項1] 複数の凸部及び凹部が配列されてなり、該凸部及び凹部の周期以上の波長の光の反射を抑制する反射防止凹凸構造を備えた光学部材であって、
- 前記反射防止凹凸構造は、前記凸部が相対的に低く且つ前記凹部が相対的に浅い領域と、前記凸部が相対的に高く且つ前記凹部が相対的に深い領域とを有し、
- 前記凸部が相対的に低く且つ前記凹部が相対的に浅い領域においては、前記凸部の頂部と前記凹部の底部とに平坦面が形成されている光学部材。
- [請求項2] 前記平坦面は、前記凸部が低くなるほど、又は、前記凹部が浅くなるほど、大きくなる、請求項1に記載の光学部材。
- [請求項3] 前記反射防止凹凸構造は、曲面上に形成されており、
- 前記曲面は、中央部に比べて周辺部の傾斜が急な形状であり、
- 前記曲面の中央部よりも前記曲面の周辺部の方が、前記凸部が低く且つ前記凹部が浅い、請求項1に記載の光学部材。
- [請求項4] 前記凸部は、前記曲面の中央部から前記曲面の周辺部に向かって低くなり、
- 前記凹部は、前記曲面の中央部から前記曲面の周辺部に向かって浅くなる、請求項3に記載の光学部材。
- [請求項5] 前記反射防止構造は、中央部に比べて周辺部の傾斜が急な曲面上に形成されており、
- 前記曲面の周辺部よりも前記曲面の中央部の方が、前記凸部が低く且つ前記凹部が浅い、請求項1に記載の光学部材。
- [請求項6] 前記凸部は、前記曲面の周辺部から前記曲面の中央部に向かって低くなり、
- 前記凹部は、前記曲面の周辺部から前記曲面の中央部に向かって浅くなる、請求項5に記載の光学部材。

[請求項7] 前記凸部が相対的に低く且つ前記凹部が相対的に浅い領域と、前記凸部が相対的に高く且つ前記凹部が相対的に深い領域とが、交互に並んで形成されている、請求項1に記載の光学部材。

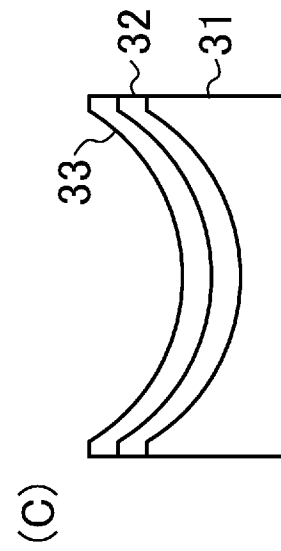
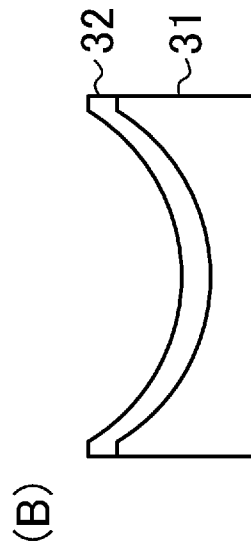
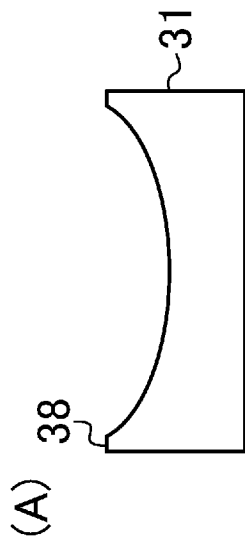
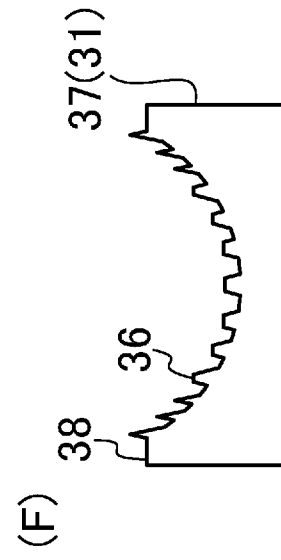
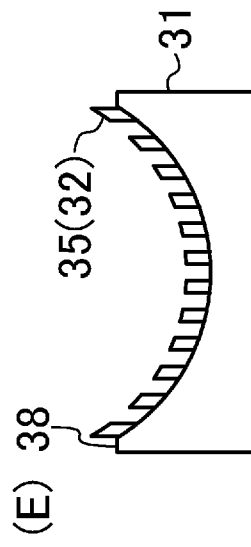
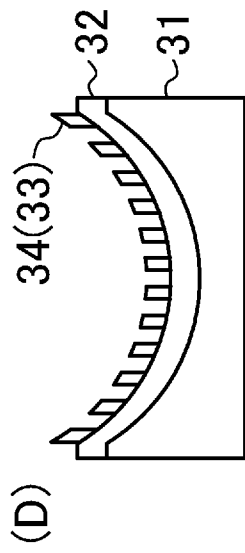
[図1]



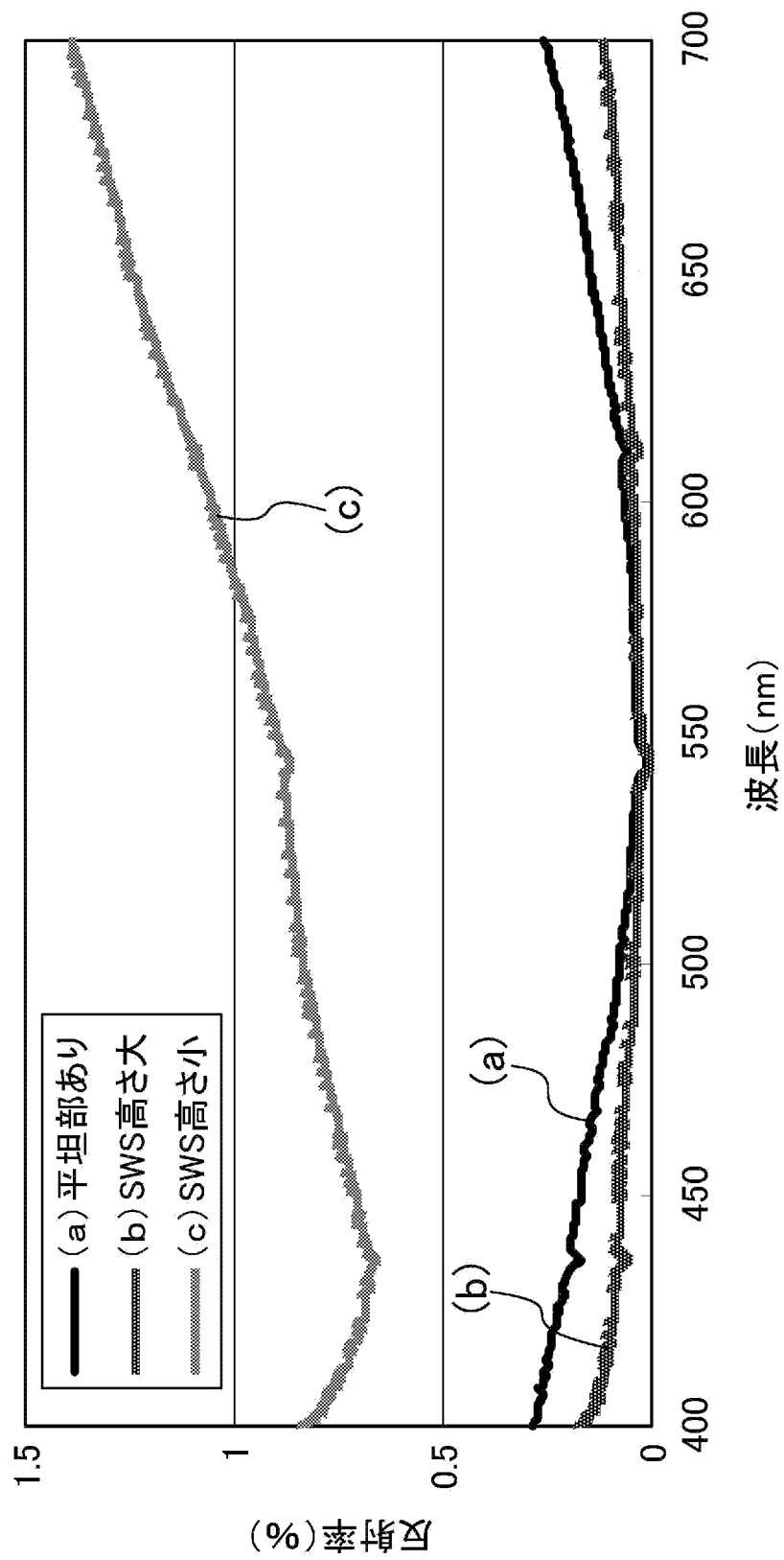
[図2]



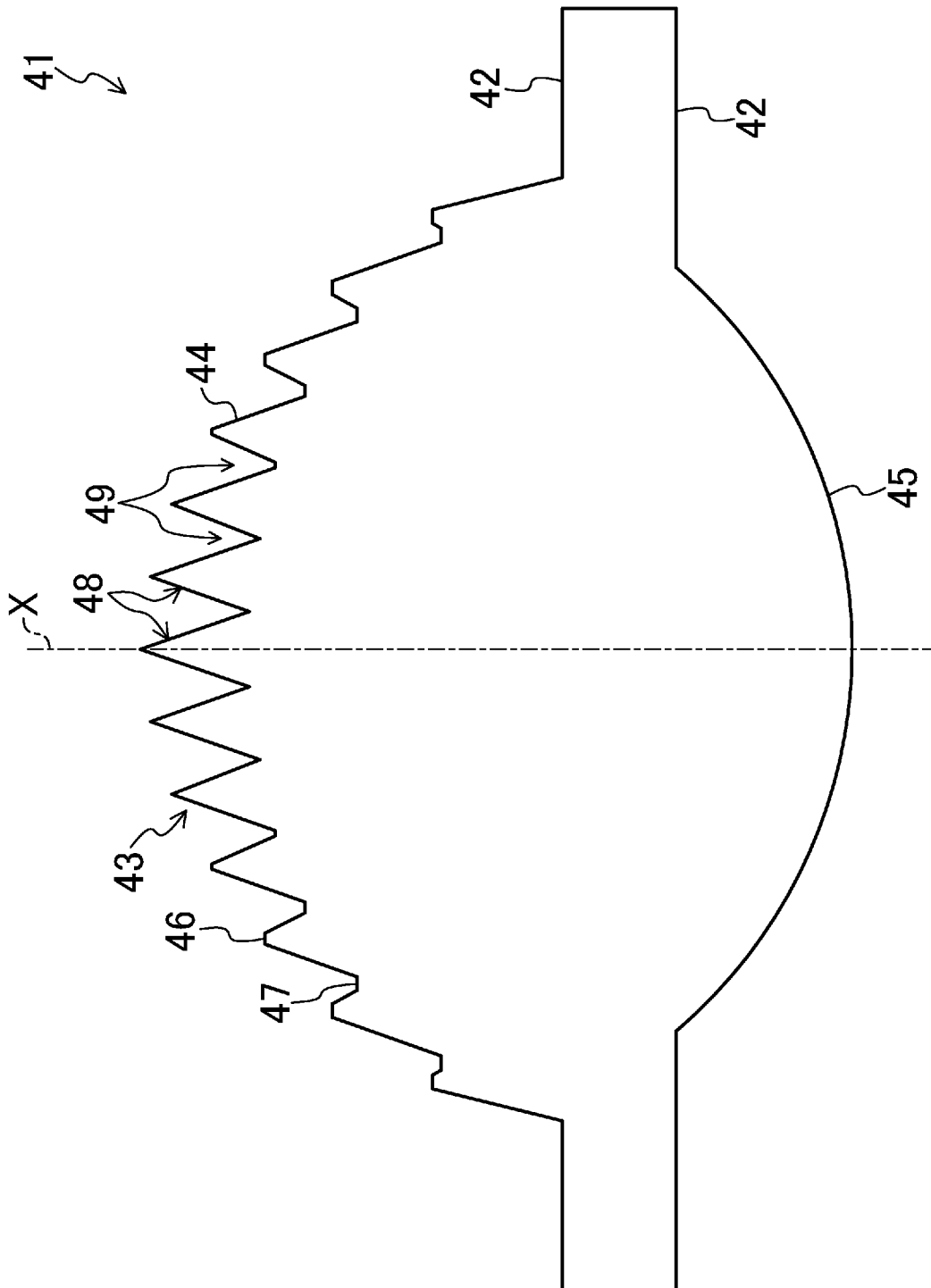
[図3]



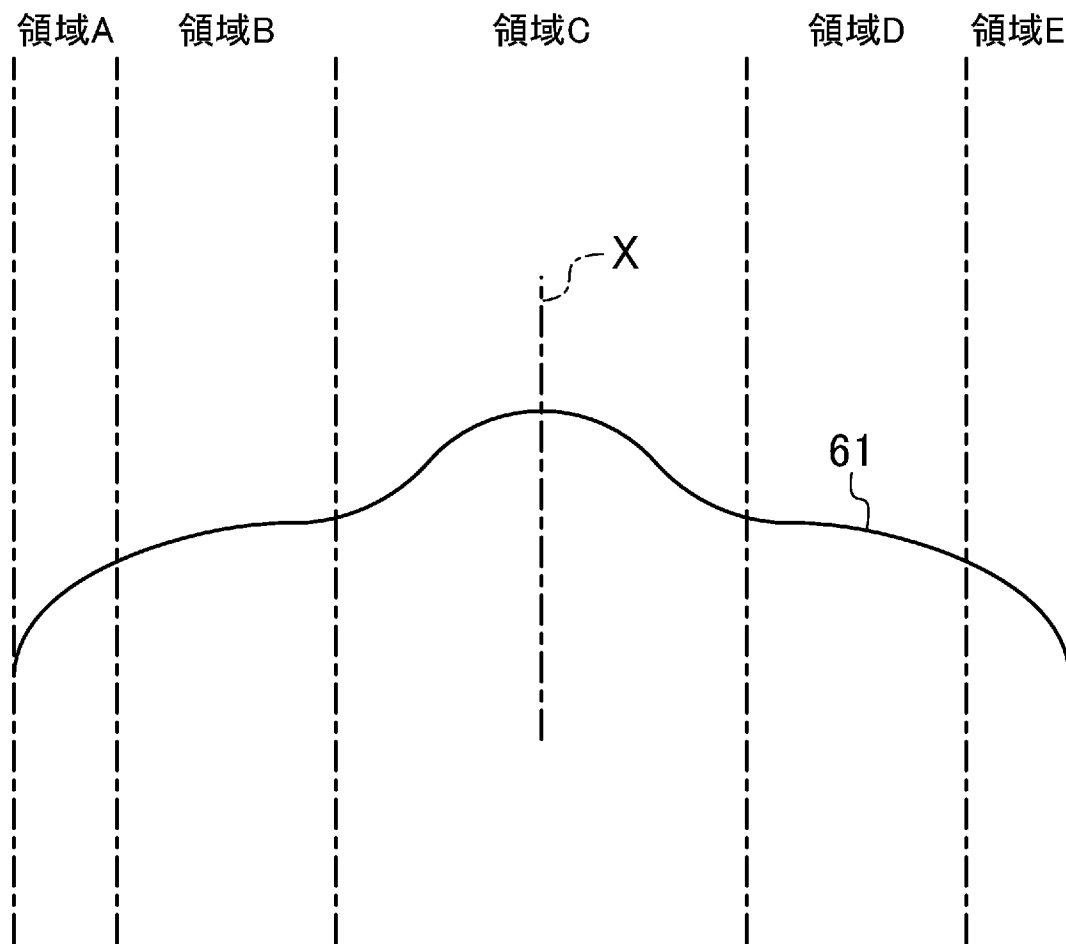
[図4]



[図5]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B1/11 (2006.01) i, G02B3/00 (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)

G02B1/11, G02B3/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	WO 2007/018149 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 February 2007 (15.02.2007), entire text; all drawings & US 2009/0257127 A1 & CN 101233429 A	1-7
A	JP 2007-127855 A (Konica Minolta Holdings, Inc.), 24 May 2007 (24.05.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2005-157325 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 June 2005 (16.06.2005), entire text; all drawings & US 2005/0088746 A1 & CN 001611987 A	1-7



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

“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
06 April, 2012 (06.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02B1/11(2006.01)i, G02B3/00(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. G02B1/11, G02B3/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
A	WO 2007/018149 A1 (松下電器産業株式会社) 2007.02.15, 全文、全図 & US 2009/0257127 A1 & CN 101233429 A	1-7
A	JP 2007-127855 A (コニカミノルタホールディングス株式会社) 2007.05.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2005-157325 A (松下電器産業株式会社) 2005.06.16, 全文、全図 & US 2005/0088746 A1 & CN 001611987 A	1-7

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

06.04.2012

国際調査報告の発送日

17.04.2012

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)

後藤 慎平

20

4007

電話番号 03-3581-1101 内線 3271