

(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9月7日(07.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/118041 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 33/42 (2006.01) *G11B 7/135* (2012.01)
G02B 3/00 (2006.01) *B29L 11/00* (2006.01)
G02B 7/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054840
- (22) 国際出願日: 2012年2月27日(27.02.2012)
- (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 2011-043349 2011年2月28日(28.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタアドバンスドレイヤー株式会社(Konica Minolta Advanced Layers, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町2970番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 富士健太(FUJII, Kenta) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石

川町2970番地 コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 福田充広(FUKUDA, Mitsuhiro); 〒1010047 東京都千代田区内神田2丁目5番3号 児谷ビル1階 Tokyo (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

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ELEMENT, MOLDING DIE, AND METHOD FOR PRODUCING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子、成形金型、及び光学素子の製造方法

【図1】

FIG.1A

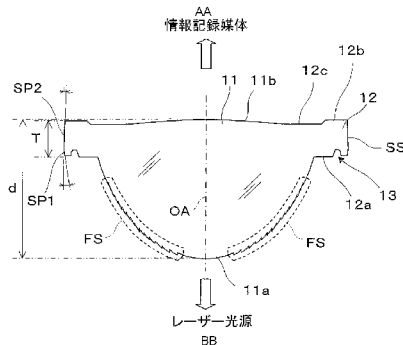
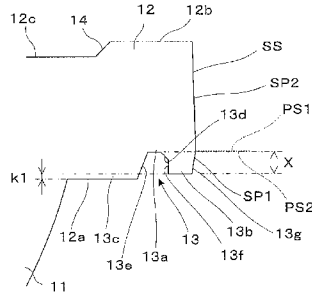


FIG.1B



AA... INFORMATION RECORDING MEDIUM
BB... LASER LIGHT SOURCE

(57) Abstract: The objective of the invention is to provide an optical element such that at mold release, scratching on a flange side surface and increase of release resistance can be prevented. A first core die (64a) is provided with a first step transfer surface (31a), and the first step transfer surface (31a) projects further toward the side of a second die (42) than a second step transfer surface (31b), so that burr formation on the second step transfer surface (31b) can be prevented. Further, a molding surface (S31) of the second step transfer surface (31b) is defined by an outer side surface (ZS1) of the first core die (64a), and thus, if a burr is formed at the edge portion of the first core die (64a), the burr can be easily removed, and a processing to reduce the release resistance can be easily performed. Also, at the time of opening the dies, the lens (10) remains in the second die (42) so as to reduce the biting of the lens (10) in the first die (41). Accordingly, a lens (10) having good optical properties can be obtained.

(57) 要約: 離型の際にフランジ側面に傷が生じたり、離型抵抗が大きくなったりするのを防ぐことができる光学素子を提供することを目的とする。第1の段部転写面31aが第1コア型64aに設けられており、第1の段部転写面31aが第2の段部転写面31bよりも第2金型42側に突出して設けられていることにより、第2の段部転写面31bに返りバリが生じることを防ぐことができる。また、第2の段部転写面31bの成形面S31が第1コア型64aの外側面ZS1によって形成されることにより、第1コア型64aのエッジ部分に返りバリが生じて也容易に除去することができる。また、型開きの際に、第2金型42にレンズ10を残すことにより、レンズ10の第1金型41に対する食いつきを小さくすることができる。以上のことにより、光学性能が良好なレンズ10を得ることができる。



ロツパ (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))

明 細 書

発明の名称： 光学素子、成形金型、及び光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子及び当該光学素子を成形するための成形金型、並びに当該成形金型を用いた光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 射出成形によって成形される光学素子として、比較的曲率の大きい光学面側のフランジ部に２段の段差を設けたものがある（特許文献１参照）。フランジ部に２段の段差を設けることにより、光学素子のフランジ部にバリ（微細で不規則な突起）が生じていても、光学素子を例えば光ピックアップ装置に取り付ける際に、バリが取付面に当たらないようにすることができる。

[0003] 特許文献１において、コア型とコア型の周囲に設けた外周型とを有する金型を用いて光学素子が成形されており、コア型及び外周型の先端面で段差を有する転写面が形成されている。ここで、金型加工において、外周型の内側面の加工は難しく、外周型の先端、特に段差の転写面のエッジ部分に回りバリ（例えば、微細なヒゲ状の先端が外周型の根元側に向かってカールするように延びているバリ）が生じる場合がある。外周型にこの種の回りバリが生じている状態で成形された光学素子を離型しようとする、この回りバリによって光学素子のフランジ側面に傷がついたり、離型抵抗が大きくなったりする。そのため、光学素子が傾いて離型される等して、光学素子の光学面の面形状や回折構造等が変形し、光学素子の収差等の光学性能が劣化するという問題がある。特に、例えばＣＤ（Compact Disc）、ＤＶＤ（Digital Versatile Disc）、及びＢＤ（Blu-ray Disc）の３波長互換レンズは、光学面の回折構造がより深くなるため離型抵抗が大きくなる。また、光学素子が小径化した場合も、回折構造のピッチ間隔が狭くなるため、より離型抵抗が大きくなる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第WO 2 0 0 8－5 3 6 9 2号

発明の概要

[0005] 本発明は、離型の際にフランジ側面に傷が生じたり、離型抵抗が大きくなったりするのを防ぐことができる光学素子を提供することを目的とする。

[0006] また、本発明は、上記光学素子を成形するための成形金型及び当該成形金型を用いた光学素子の製造方法を提供することを目的とする。

[0007] 上記目的を達成するため、本発明に係る光学素子は、第1の光学面と第1の光学面よりも曲率が小さい第2の光学面とを有する光学機能部と、光学機能部の周囲に延在し、第1の光学面側に配置される第1のフランジ面と第2の光学面側に配置される第2のフランジ面とを有するフランジ部と、を備え、光学機能部の開口数をNAとしたときに、NAの値が0.7以上であり、フランジ部の第1のフランジ面は、少なくとも2段の段差部を有し、段差部は、第1の段部と、第1の段部よりも外側に隣接して設けられた第2の段部とを有し、第2の段部は、第1の段部よりも光軸に平行な方向に突出している。ここで、2段とは、2つ以上の段部を有することを意味する。

[0008] 上記光学素子では、フランジ部に第1の段部と、第1の段部よりも外側に隣接して設けられた第2の段部とを有する段差部を設け、第2の段部が第1の段部よりも光軸に平行な方向に突出していることにより、コア型と外周型とで構成される成形金型によってフランジ部の外縁側に段差部を有する光学素子を成形する場合でも、光学素子を成形金型から離型する際に、離型抵抗を小さくすることができる。つまり、本発明の光学素子は、フランジ部の外縁側に設けられた第2の段部を例えばコア型の外側面から外側に延在する外周型の端面によって形成することで、外周型のうちコア型に対向する内側面のエッジ部分が成形面として露出しないため、成形時に外周型の返りバリによる傷がついたり、離型抵抗が大きくなったりしない。これにより、光学素子に傷をつけることなく離型することができ、光学性能が良好な光学素子とすることができる。

- [0009] 本発明の具体的な態様又は側面では、上記光学素子において、第1の段部と第2の段部との間の光軸に平行な方向の距離を X としたときに、距離 X が $0\ \mu\text{m} \leq X \leq 15\ \mu\text{m}$ の範囲を満たす。
- [0010] 本発明の別の態様では、第1の段部と第2の段部との境界の一部に、光軸に平行な方向に対して傾斜する傾斜面が設けられている。
- [0011] 本発明のさらに別の態様では、段差部は、第1の段部よりも内側（光軸側）に設けられた第3の段部を有し、第3の段部は、第1の段部よりも光軸に平行な方向に突出している。この場合、第1の段部よりも内側に設けられた第3の段部は、第1の段部よりも外側に設けられた第2の段部よりも例えば精度よく成形される。また、第1の段部の外縁に成形バリが形成されても第3の段部を高くすることで、成形バリを奥まった位置に配置することができる。これにより、光学素子を例えば光ピックアップ装置に取り付ける際に、成形精度のよい第3の段部で支持することで、光学素子を精度よく取り付けることができる。
- [0012] 本発明のさらに別の態様では、フランジ部は、第1のフランジ面と第2のフランジ面とを結ぶフランジ側面を有し、フランジ側面は、第1のフランジ面側に設けられ光軸の内側に向けて第1のフランジ面側に狭まるように傾斜する第1のテーパ外面、及び第2のフランジ面側に設けられ光軸の内側に向けて第2のフランジ面側に狭まるように傾斜する第2のテーパ外面の少なくともいずれか一方を有する。
- [0013] 本発明のさらに別の態様では、光軸上のレンズ厚を d （mm）とし、 $500\ \text{nm}$ 以下の波長の光束における焦点距離を f （mm）としたときに、 $0.8 \leq d/f \leq 2.0$ の範囲を満たす。このように、光軸上のレンズ厚 d が比較的大きな光学素子の場合、曲率の大きい第1の光学面において第1の転写面に対する食いつきが大きくなるが、成形金型が上記構成を有することにより、第1の金型、特に第1の転写面に対する光学素子の離型抵抗が小さくなり、光学素子を高精度に転写することができる。なお、 d/f は、 $1.0 \leq d/f \leq 1.8$ の範囲であることが好ましい。

[0014] 上記課題を解決するため、本発明に係る成形金型では、光学素子のうち第1の光学面を形成する第1の転写面と、光学素子のうち第1の光学面の周囲に延在する第1のフランジ面を形成する第1の成形面とを有する第1の金型と、光学素子のうち第1の光学面よりも曲率が小さい第2の光学面を形成する第2の転写面と、光学素子のうち第2の光学面の周囲に延在する第2のフランジ面を形成する第2の成形面とを有する第2の金型と、を備え、第1の金型は、先端に第1の転写面を有するコア型と、先端に第1の成形面を有する外周型とを有し、第2の金型は、第1の金型と第2の金型との型開きの際に、光学素子が残し、第1の成形面は、第1のフランジ面の段差部を形成する少なくとも2つの段差転写面を有し、段差転写面は、段差部のうち第1の段部を形成する第1の段部転写面と、第1の段部転写面よりも外側に隣接して設けられ段差部のうち第2の段部を形成する第2の段部転写面とを有し、第1の段部転写面は、コア型の先端の第1の転写面の外側に設けられており、第1の段部転写面は、第2の段部転写面よりも第2の金型側に突出して設けられている。

[0015] 上記成形金型では、段差転写面のうち第1の段部転写面が第1の金型のコア型に設けられており、第2の段部転写面に隣接する第1の段部転写面が第2の段部転写面よりも第2の金型側に突出して設けられていることにより、フランジ部の外縁側に設けられた第2の段部をコア型の外側面から外側に延在する外周型の端面によって形成することとなる。そのため、外周型のうちコア型に対向する内側面のエッジ部分が成形面として露出せず、第2の段部転写面に返りバリが生じることを防ぐことができる。これにより、返りバリによって光学素子に傷がつくことを防止することができる。また、第2の段部転写面に隣接する内側の成形面が表面加工のしやすい第1のコア型の外周型側の外側面によって形成されることとなる。これにより、第1のコア型のエッジ部分に返りバリが生じにくくなり、返りバリが生じても容易に除去することができる。また、第1のコア型の外側面に離型抵抗を小さくする加工も容易にすることができる。また、型開きの際に、第2の金型に光学素子を

残すことにより、光学素子が温かいうちに曲率の比較的大きい第1の光学面が第1の金型から離型されるため、光学素子の第1の金型、特に第1の転写面への食いつきを小さくすることができる。以上のことにより、第1の金型に対する光学素子の離型抵抗を小さくすることができ、延いては光学性能が良好な光学素子を得ることができる。

[0016] 本発明の具体的な態様又は側面では、上記成形金型において、第1の金型のコア型と外周型とによって、第1の段部転写面と第2の段部転写面との境界が形成されている。この場合、外周型の内側面とコア型の外側面とで第2の段部転写面に隣接する側面をそれぞれ形成することとなり、金型加工の際に外周型の内側面のエッジ部分に返りバリが生じていても、コア型を外周型に嵌め込むことで返りバリがコア型と外周型との間に埋め込まれるように入り込む。これにより、返りバリは成形されず、型開き時に影響を与えない。

[0017] 本発明の別の態様では、第1の段部転写面と第2の段部転写面との間の光軸に平行な方向の距離を X としたときに、距離 X が $0\ \mu\text{m} \leq X \leq 15\ \mu\text{m}$ の範囲にある。この場合、距離 X が上記範囲を満たすことにより、第1金型、特に第2の段部転写面に対する光学素子の離型抵抗を小さくすることができる。

[0018] 本発明のさらに別の態様では、第1の段部転写面と第2の段部転写面との境界の一部に、光軸に平行な方向に対して傾斜する傾斜転写面が設けられている。この場合、第1の段部転写面と第2の段部転写面との境界の一部が傾斜しているため、型開きの際に第1の金型、特に第2の段部転写面に対する光学素子の離型抵抗を小さくすることができる。

[0019] 本発明のさらに別の態様では、段差転写面は、第1の段部転写面よりも内側に設けられた第3の段部転写面を有し、第1の段部転写面は、第3の段部転写面よりも第2の金型側に突出して設けられている。

[0020] 本発明のさらに別の態様では、第1の金型及び第2の金型の少なくともいずれか一方は、型閉じした時に第1の成形面と第2の成形面とを結ぶ第3の成形面を形成し、第3の成形面は、第1の金型によって第1の成形面側に設

けられる第1の内面、及び第2の金型によって第2の成形面側に設けられる第2の内面の少なくとも一方を有する。この場合、第3の成形面を第1の金型の第1の内面又は第2の金型の第2の内面で形成することにより、第1の金型に対する光学素子の離型抵抗の大きさと第2の金型に対する光学素子の離型抵抗の大きさとのバランスを調整することができる。

[0021] 本発明のさらに別の態様では、第3の成形面は、第1の金型と第2の金型との型合わせ面を境界として、第1の金型側に第1の内面が設けられ、第2の金型側に第2の内面が設けられ、第2の内面の面積は、第1の内面の面積よりも大きい。この場合、第2の金型に対する光学素子の離型抵抗の大きさが第1の金型に対する光学素子の離型抵抗の大きさよりも大きくなり、型開きの際に第2の金型に光学素子を残すことができる。

[0022] 本発明のさらに別の態様では、第2の内面の面積は、第1の内面の面積の少なくとも2倍の大きさである。この場合、型開きの際に第2の金型に光学素子を確実に残すことができる。

[0023] 本発明のさらに別の態様では、第1の内面は、光軸の内側に向けて第1の成形面側に狭まるように傾斜するテーパ一面であり、第2の内面は、光軸の内側に向けて第2の成形面側に狭まるように傾斜するテーパ一面である。この場合、第1又は第2の金型に対する光学素子の離型抵抗をより小さくすることができる。

[0024] 本発明のさらに別の態様では、第3の成形面は、第2の金型によって形成される。この場合、第2の段部転写面を形成するための第1の金型構造を簡単にすることができる。

[0025] 本発明のさらに別の態様では、第1の金型のコア型の外周型に対向する外側面は、少なくとも先端側において外周型の内側面よりも摩擦係数が比較的低い状態になっている。この場合、第2の段部転写面の光軸に平行な面を形成するコア型の外周型側の外側面の摩擦係数が比較的低いいため、第1金型、特に第2の段部転写面に対する光学素子の離型抵抗を小さくすることができる。

[0026] 本発明のさらに別の態様では、第1の金型のコア型の外周型に対向する外側面、及び第1の金型の外周型に対向する内側面の少なくともいずれか一方は、少なくとも先端側に離型剤がコートされたものである。この場合、第1の金型に対する光学素子の離型抵抗を小さくすることができる。さらに、離型抵抗が小さいため、離型の際に光学素子の第2の段部に隣接する側面と第2の段部転写面に隣接する側面とが擦れても、樹脂の切れカスが生じることを防ぐことができる。

[0027] 本発明のさらに別の態様では、第2の金型は、先端に第2の転写面を有するコア型と、先端に第2の成形面を有する外周型とを有し、第2の金型の外周型のコア型側の内側面は、少なくとも先端側において凹凸形状を有する。この場合、第2の金型に対する光学素子のフランジ側面の離型抵抗を大きくすることができるため、型開きの際に第2の金型に光学素子を残すことができる。

[0028] 上記課題を解決するため、本発明に係る光学素子の製造方法では、上記の成形金型を用いて成形を行う。

[0029] 上記光学素子の製造方法では、上記成形金型を用いて光学素子を製造することにより、離型の際に、光学素子に返りバリによる傷がつくことを防止することができる。第1の金型に対する光学素子の離型抵抗を小さくすることができる。これにより、光学性能が良好な光学素子を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]図1 Aは、第1実施形態の光学素子の側方断面図であり、図1 Bは、図1 Aの光学素子のフランジ部の部分拡大断面図である。

[図2]第1実施形態の成形金型を組み込んだ射出成形装置の概念図である。

[図3]図3 Aは、図1の光学素子を形成するための成形金型を説明する側方断面図であり、図3 Bは、3 Aの成形金型の型空間のうちフランジ空間の部分拡大断面図である。

[図4]図2の射出成形装置の動作を説明するフローチャートである。

[図5]図5 A、5 Bは、光学素子の製造工程を説明する概念図である。

[図6]図6 Aは、第2実施形態の光学素子の部分拡大断面図であり、図6 Bは、図6 Aの光学素子成形用の型空間の部分拡大断面図である。

[図7]図7 Aは、第3実施形態の光学素子の部分拡大断面図であり、図7 Bは、図7 Aの光学素子成形用の型空間の部分拡大断面図である。

[図8]図8 Aは、第4実施形態の光学素子の部分拡大断面図であり、図8 Bは、図8 Aの光学素子成形用の型空間の部分拡大断面図である。

発明を実施するための形態

[0031] 〔第1実施形態〕

以下、図面を参照しつつ、第1実施形態の光学素子及び当該光学素子を成形するための成形金型、並びに当該成形金型を用いた光学素子の製造方法について説明する。

[0032] 図1 A及び1 Bに示す光学素子であるレンズ10は、プラスチック製で、光学的機能を有する円形の光学機能部11と、光学機能部11の外縁から半径方向外側に設けられた略環状のフランジ部12とを備える。このレンズ10は、例えば光ピックアップ装置用の対物レンズとして用いられ、波長405 nmで開口数(NA)が0.75以上のBD(Blu-Ray Disc)の規格に対応した光情報の読み取り又は書き込みを可能とする。また、レンズ10は、例えば3波長互換タイプの単玉対物レンズであってもよい。この場合、レンズ10は、例えば波長405 nmでNA0.85のBDの規格に対応した光情報の読み取り又は書き込みを可能とするほか、波長655 nmでNA0.65のDVD(Digital Versatile Disc)と、波長780 nmでNA0.53のCD(Compact Disc)との両規格に対応した光情報の読み取り又は書き込みを可能とする。また、レンズ10は、レンズ10の光軸OA上のレンズ厚をd(mm)とし、500 nm以下の波長の光束におけるレンズ10の焦点距離をf(mm)としたときに、 $0.8 \leq d/f \leq 2.0$ の範囲を満たす。なお、 d/f は、 $1.0 \leq d/f \leq 1.8$ の範囲であることがより好ましい。

[0033] レンズ10のうち光学機能部11は、表側に曲率の比較的大きな凸の第1

光学面 1 1 a を有し、裏側に第 1 光学面 1 1 a よりも曲率の小さな凸の第 2 光学面 1 1 b を有する。このうち、第 1 光学面 1 1 a は、レンズ 1 0 を光ピックアップ装置に組み込んで動作させる際に、書き込み（記録）又は読み取り（再生）用のレーザー光源により近い側に配置される。また、第 2 光学面 1 1 b は、レンズ 1 0 を光ピックアップ装置に組み込んで動作させる際に、光情報記録媒体である B D 等に対向して配置される。なお、第 1 光学面 1 1 a には、回折構造である微細構造又は微細形状 F S が設けられている。この微細形状 F S は、同心の輪帯状に形成されており、その最外周は、光学機能部 1 1 の外縁に近い位置に達している。一方、第 2 光学面 1 1 b は、回折構造等を有しない鏡面となっている。

[0034] なお、本明細書でいう回折構造とは、段差を有し、回折によって光束を収束あるいは発散させる作用を持たせる構造の総称である。例えば、単位形状が光軸を中心として複数並ぶことによって構成されており、それぞれの単位形状に光束が入射し、透過した光の波面が、隣り合う輪帯毎にズレを起こし、その結果、新たな波面を形成することによって光を収束あるいは発散させるような構造を含むものである。回折構造は、好ましくは段差を複数有し、段差は光軸垂直方向に周期的な間隔をもって配置されていてもよいし、光軸垂直方向に非周期的な間隔をもって配置されていてもよい。また、回折構造を設けた対物レンズが単玉非球面レンズの場合、光軸からの高さによって光束の対物レンズへの入射角が異なるため、回折構造の段差量は各輪帯毎に若干異なることとなる。例えば、対物レンズが単玉非球面の凸レンズである場合、同じ回折次数の回折光を発生させる回折構造であっても、一般的に光軸から離れる程、段差量が大きくなる傾向となる。

[0035] ところで、回折構造は、光軸を中心とする同心円状の複数の輪帯を有することが好ましい。また、回折構造は、一般に、様々な断面形状（光軸を含む面での断面形状）をとり得、光軸を含む断面形状がブレード型構造、階段型構造、あるいは、階段構造とブレード型構造を重畳させた構造等がある。

[0036] 図 1 B に拡大して示すように、フランジ部 1 2 は、第 1 光学面 1 1 a 側に

光軸OAに垂直な方向に延びる第1フランジ面12aと、第2光学面11b側に光軸OAに垂直な方向に延びる第2フランジ面12b、第3フランジ面12cと、第1フランジ面12aと第2フランジ面12bとを結ぶフランジ側面SSとを有する。第3フランジ面12cは、アライメント用の端面としての鏡面となっている。レンズ10の成形時には、フランジ部12のフランジ側面SSの一部にゲート部GP（図3A参照）が形成されるが、後述する成形金型40から取り出した後の仕上げ処理によって除去される。

[0037] フランジ部12のうち第1フランジ面12a側には、第1の段部13aと第2の段部13bと第3の段部13cとを有する段差部13が設けられている。具体的には、第3の段部13cは、第1フランジ面12aの最も内側すなわち最も光学機能部11に近い側に設けられている。第2の段部13bは、第1フランジ面12aの最も外側に設けられている。第1の段部13aは、第3の段部13cと第2の段部13bとの間に隣接して設けられている。第1の段部13aと第2の段部13bとの境界には、第1の段部13aと第2の段部13bとを結ぶ光軸OAに平行な側面13fが形成されている。側面13fの一部であって第1の段部13aに近い部分には、光軸OAに平行な方向に対してレーザー光源側で広がるように傾斜する外側傾斜面13dが設けられている。第1の段部13aと第3の段部13cとの境界には、第1の段部13aと第3の段部13cとを結ぶ光軸OAに平行な方向に対してレーザー光源側で狭まるように傾斜する傾斜側面13eが設けられている。第2の段部13bは、第1の段部13aよりも光軸OAに平行な方向に肉厚が増加するように突出している。具体的には、第2の段部13bは、第1の段部13aと第2の段部13bとの間の光軸OAに平行な方向の距離をXとしたときに、距離Xが $0\mu\text{m} \leq X \leq 15\mu\text{m}$ の範囲になるようにレーザー光源側に突出している。第3の段部13cは、第1の段部13aよりも光軸OAに平行な方向に肉厚が増加するように突出している。第3の段部13cは、第2の段部13bよりも光軸OAに平行な方向に距離k1だけレーザー光源側に突出している。そのため、第3の段部13cは、レンズ10を例えば光

ピックアップ装置に取り付ける際の支持部となる。第3の段部13cは、第2の段部13bよりも精度よく成形されており、成形精度のよい第3の段部13cを介してレンズ10を支持することで、レンズ10を光ピックアップ装置等に精度よく取り付けることができる。なお、第1及び第2の段部13a、13bのレンズ10の半径方向の幅は、レンズ10の第1金型41からの離型の妨げとならない程度のものとなっている。

[0038] 第2フランジ面12bと第3フランジ面12cとの境界には、第2フランジ面12bと第3フランジ面12cとを結ぶ光軸OAに平行な方向に対して情報記録媒体側で広がるように傾斜する傾斜側面14が設けられている。つまり、第2フランジ面12b側において、第2フランジ面12bは、第3フランジ面12cよりも情報記録媒体側の高い位置に設けられている。

[0039] フランジ側面SSは、光軸OAに略平行な方向に設けられている。フランジ側面SSは、後述する成形金型40のパーティング面PS1、PS2（図1B及び図3参照）を境界として、第1フランジ面12a側に設けられ光軸OAの内側に向けて第1フランジ面12a側すなわちレーザー光源側で狭まるように傾斜する第1のテーパ外面SP1と、第2フランジ面12b側に設けられ光軸OAの内側に向けて第2フランジ面12b側すなわち光情報記録媒体側で狭まるように傾斜する第2のテーパ外面SP2とを有する。なお、第1のテーパ外面SP1は、段差部13の段部側面13gに対応している。

[0040] 以下、本実施形態の製造方法を実施するための射出成形装置について説明する。

図2に示すように、射出成形装置100は、成形金型40を備える。成形金型40は、第1金型41と第2金型42とを備える。成形金型40のうち第2金型42は、開閉駆動装置79に駆動されてAB方向に往復移動可能になっている。第2金型42を第1金型41に向けて移動させ、両金型41、42をパーティング面PS1、PS2で型合わせして型締めすることにより、図3Aに部分的に拡大して示すように、レンズ10を成形するための型空

間C Vと、これに樹脂を供給するための流路空間F Cとが形成される。なお、型空間C Vや流路空間F Cは成形金型4 0内に複数個形成される場合もある。

[0041] 本実施形態では、図3 Aに示すように、第1金型4 1と第2金型4 2との当接面であるパーティング面P S 1、P S 2は、フランジ部1 2の光軸O Aに平行な方向のフランジ厚さTの中心よりも、光軸O Aに平行な方向において第1金型4 1側に位置している。これにより、第1金型4 1の第1転写面S 1とパーティング面P S 1との距離が近くなっており、第1転写面S 1からエアやガスが抜けやすくなる。

[0042] 図2及び図3 Aに示すように、固定側の第1金型4 1は、型空間C Vを第1金型4 1から形成する中心部としての第1コア型6 4 aと、第1コア型6 4 aの周囲に設けられる周辺部としての第1外周型6 4 bと、第1コア型6 4 aや第1外周型6 4 bを背後から支持する受板6 4 cとを備える。ここで、第1コア型6 4 aは、第1外周型6 4 bに形成された貫通孔6 4 g中に組み込まれて不図示のボルトで固定されている。なお、第1外周型6 4 bの端面6 4 eには、図3 Aに示す成形品M Pのランナー部分R S等となるべき凹部が形成されている。

[0043] 可動側の第2金型4 2は、型空間C Vを第2金型4 2から形成する中心部としての第2コア型7 4 aと、第2コア型7 4 aの周囲に設けられる周辺部としての第2外周型7 4 bと、第2コア型7 4 aや第2外周型7 4 bを背後から支持する受板7 4 cと、成形品M Pのランナー部R P等を突き出して離型するための突出部材7 4 pと、第2コア型7 4 a及び突出部材7 4 pを背後から押す可動ロッド7 5、7 6と、可動ロッド7 5、7 6を軸A X方向に進退移動させる進退機構部7 8とを備える。

[0044] 第2コア型7 4 aは、第2外周型7 4 bに形成された貫通孔7 4 g中に軸A X方向に沿って進退移動可能に組み込まれている。突出部材7 4 pも、第2外周型7 4 bに形成された貫通孔7 4 h中に軸A X方向に沿って進退移動可能に組み込まれている。ここで、第2コア型7 4 aは、バネ7 4 sによっ

て一定以上の力で後方に付勢されている。つまり、第2コア型74aは、前進する可動ロッド75に駆動されて第1金型41側に前進し、可動ロッド75の後退に伴って伸張するバネ74sに従って自動的に後退して元の位置に復帰する。また、突出部材74pは、可動ロッド76に駆動されて第1金型41側に前進し、型閉じの際に後述する第1金型41側の第1外周型64bにより外力が加わる等した場合に後退して元の位置に復帰する。また、第2コア型74aと同様に、突出部材74pにもバネを用いることで自動的に後退して元の位置に復帰するようにしても良い。なお、第2外周型74bの端面74eには、図2に示す成形品MPのランナー部分RS等となるべき凹部が形成されている。

[0045] 図3A及び3Bに拡大して示すように、型空間CVは、第1及び第2転写面S1、S2に挟まれた本体空間CV1と、第3、第4、第5、及び第6転写面S3、S4、S5、S6に囲まれたフランジ空間CV2とを備える。なお、流路空間FCは、図3に示す成形品MPのうちランナー部RPを形成する空間として、ランナー部分RSを有しており、このランナー部分RSは、ゲート部分GSを介して型空間CVに連通している。このゲート部分GSの空間により、成形品MPにおいてレンズ10とランナー部RPとをつなぐゲート部GPが形成される。

[0046] 第1金型41において、第1転写面S1と第3転写面S3の一部とが第1コア型64aの先端に設けられており、第3転写面S3の残りの部分と第5転写面S5の一部とが第1外周型64bの先端に設けられている。第2金型42において、第2転写面S2と第6転写面S6とが第2コア型74aの先端に設けられており、第4転写面S4と第5転写面S5の残りの部分とが第2外周型74bの先端に設けられている。ここで、本体空間CV1に臨む一対の対向する第1及び第2転写面S1、S2は、図1に示すレンズ10のうち中央の光学機能部11の第1及び第2光学面11a、11bを形成するための部分である。この場合、一方の第1転写面S1は、他方の第2転写面S2よりも深く曲率が大きくなっており、第1光学面11aの微細構造又は微

細形状F Sを転写するための微細な凹凸パターンF Pが設けられている。一方、フランジ空間C V 2を囲む第3、第4、第5、及び第6転写面S 3, S 4, S 5, S 6は、レンズ1 0のうちフランジ部1 2を形成するための部分である。フランジ空間C V 2に臨む第3転写面S 3は、図1に示すレンズ1 0のうち第1フランジ面1 2 aを形成するための第1の成形面であり、第4及び第6転写面S 4, S 6は、第2及び第3フランジ面1 2 b, 1 2 cを形成するための第2の成形面である。また、フランジ空間C V 2に臨む第5転写面S 5は、レンズ1 0のフランジ側面S Sを形成するための第3の成形面である。

[0047] 第3転写面S 3は、図1に示す第1フランジ面1 2 aの段差部1 3を形成する段差転写面3 1を有する。段差転写面3 1には、段差部1 3のうち第1の段部1 3 aを形成する第1の段部転写面3 1 aと、第2の段部1 3 bを形成する第2の段部転写面3 1 bと、第3の段部1 3 cを形成する第3の段部転写面3 1 cとが設けられている。具体的には、第3の段部転写面3 1 cは、段差転写面3 1の最も内側すなわち最も第1転写面S 1に近い側に設けられている。第2の段部転写面3 1 bは、第3転写面S 3の最も外側に設けられている。第1の段部転写面3 1 aは、第3の段部転写面3 1 cと第2の段部転写面3 1 bとの間に隣接して設けられている。

[0048] 第1の段部転写面3 1 aと第2の段部転写面3 1 bとの境界は、第1金型4 1の第1コア型6 4 aと第1外周型6 4 bとによって形成されている。第1コア型6 4 aの外側面Z S 1であってフランジ空間C V 2に露出する部分は、第2の段部転写面3 1 bの内側に隣接する成形面S 3 1となる。第1外周型6 4 bの内側面Z S 2であって第2の段部転写面3 1 bを除いたフランジ空間C V 2に露出する部分は、第2の段部転写面3 1 bの外側に隣接する成形面S 3 2となる。成形面S 3 1は、段差部1 3の側面1 3 fを形成し、成形面S 3 2は、段差部1 3の段部側面1 3 gに対応する第1のテーパ外面S P 1を形成する。ここで、金型加工の際に、第1外周型6 4 bの内側面Z S 2において第2の段部転写面3 1 bを形成するために段差部分（具体的

には、第2の段部転写面31bの内側)にエッジEGが形成される。金型加工時にこのエッジEGに返りバリが生じる場合があるが、第1コア型64aを第1外周型64bに嵌め込むことより返りバリが第1コア型64aと第1外周型64bとの間に入り込み、返りバリがフランジ空間CV2に飛び出さなくなる。そのため、第1外周型64bに生じた返りバ리를、第1コア型64aと組み合わせる前に予め除去する必要がなくなる。また、第2の段部13bの側面13fを第1コア型64aの外側面ZS1である成形面S31によって形成するため、例えば超精密切削加工(SPDT、single-point diamond turning)等を行うことができる。そのため、第1コア型64aの外側面ZS1のエッジ部分に生じ得る返りバリを除去するとともに、加工後の表面粗さを少なくすることができる。また、第1コア型64aの外径寸法を変えることなく第1外周型64bの内側面ZS2よりも返りバリを除去しやすくなっている。

[0049] 第1の段部転写面31aと第2の段部転写面31bとの境界の一部であって第1の段部転写面31aに近い部分には、光軸OAに平行な方向に対して受板64c側(図2参照)で広がるように傾斜する外側傾斜転写面31dが設けられている。第1の段部転写面31aと第3の段部転写面31cとの境界には、光軸OAに平行な方向に対して受板64c側で狭まるように傾斜する内側傾斜転写面31eが設けられている。外側傾斜転写面31dは、レンズ10の段差部13の外側傾斜面13dを形成し、内側傾斜転写面31eは、段差部13の傾斜側面13eを形成する。第1の段部転写面31aは、第2の段部転写面31bよりも第2金型42側に突出して設けられている。言い換えれば、第2の段部転写面31bは、第1の段部転写面31aよりもパーティング面PS1から深い位置に設けられている。具体的には、第1の段部転写面31aと第2の段部転写面31bとの間の光軸OAに平行な方向の距離をXとしたときに、距離Xが $0\mu\text{m} \leq X \leq 15\mu\text{m}$ の範囲にあるように位置している。第1の段部転写面31aは、第3の段部転写面31cよりも第2金型42側に突出して設けられている。言い換えれば、第3の段部転写

面 3 1 c は、第 1 の段部転写面 3 1 a よりもパーティング面 P S 1 から深い位置に設けられている。また、第 3 の段部転写面 3 1 c は、第 2 の段部転写面 3 1 b よりもさらに距離 k 1 だけ深い位置に設けられている。

[0050] 第 4 転写面 S 4 と第 6 転写面 S 6 との境界には、光軸 O A に平行な方向に対して受板 7 4 c 側（図 2 参照）で広がるように傾斜する傾斜側面転写面 3 3 が設けられている。傾斜側面転写面 3 3 は、レンズ 1 0 の第 2 フランジ面 1 2 b と第 3 フランジ面 1 2 c との境界の傾斜側面 1 4 を形成する。

[0051] 第 5 転写面 S 5 は、パーティング面 P S 1, P S 2 を境界として、第 1 金型 4 1 側に第 1 の内面 P 1 と、第 2 金型 4 2 側に第 2 の内面 P 2 とが設けられている。第 1 の内面 P 1 は、光軸 O A の内側に向けて第 3 転写面 S 3 側で狭まるように傾斜するテーパ面となっている。第 2 の内面 P 2 は、光軸 O A の内側に向けて第 4 転写面 S 4 側で狭まるように傾斜するテーパ面となっている。第 1 の内面 P 1 は、レンズ 1 0 のフランジ側面 S S の第 1 のテーパ外面 S P 1 を形成し、第 2 の内面 P 2 は、フランジ側面 S S の第 2 のテーパ外面 S P 2 を形成する。なお、第 1 の内面 P 1 は、上述の成形面 S 3 2 に対応している。

[0052] 第 2 の内面 P 2 の面積は、第 1 の内面 P 1 の面積よりも大きくなっている。第 1 及び第 2 の内面 P 1, P 2 の面積により、第 1 金型 4 1 に対するレンズ 1 0 の離型抵抗の大きさと第 2 金型 4 2 に対するレンズ 1 0 の離型抵抗の大きさとのバランスを調整している。第 2 の内面 P 2 の面積が、第 1 の内面 P 1 の面積の少なくとも 2 倍の大きさであれば、型開きの際にレンズ 1 0 を確実に第 2 金型 4 2 に残すことができる。

[0053] 第 1 コア型 6 4 a の第 1 外周型 6 4 b に対向する外側面 Z S 1 は、第 1 外周型 6 4 b の内側面 Z S 2 よりも先端側において摩擦係数が比較的低い状態になっている。具体的には、第 1 コア型 6 4 a の外側面 Z S 1 には、第 1 コア型 6 4 a の切削加工後にブラスト処理がされている。ここで、ブラスト処理とは、ガラスビーズ・還元鉄粉等の研磨剤を、圧縮空気によって金属表面にたたきつけ、表面の酸化物や異物を取り除く処理である。これにより、外

側面 Z S 1 の切削による表面粗さを均すことができる。ブラスト処理により、第 1 コア型 6 4 a の外側面 Z S 1 の表面粗さ（算術平均粗さ R a）は、最終的に例えば $0.2 \mu\text{m} \sim 0.4 \mu\text{m}$ となる。また、第 2 の段部転写面 3 1 b に隣接する成形面 S 3 1, S 3 2（第 1 コア型 6 4 a の外側面 Z S 1 及び第 1 外周型 6 4 b の内側面 Z S 2 の先端側）には、離型剤がコートされている。離型剤として、例えばフッ素系離型剤、シリコン系離型剤等が用いられる。この場合、成形面 S 3 1, S 3 2 に対するレンズ 1 0 の離型抵抗を小さくすることができる。なお、第 1 外周型 6 4 b の内側面 Z S 2 の加工は困難であるため、第 1 外周型 6 4 b の内側面 Z S 2 にはブラスト処理は行われない。そのため、第 1 外周型 6 4 b の内側面 Z S 2 のエッジ E G にバリが生じた場合、バリを除去することは難しいが、第 1 外周型 6 4 b が第 1 コア型 6 4 a に嵌め込まれる際にバリが型空間 C V に飛び出さないため問題ない。

[0054] 第 2 金型 4 2 の第 2 外周型 7 4 b の第 2 コア型 7 4 a 側の内側面 Z S 3 は、少なくとも先端側に凹凸形状を有する。ここで凹凸形状とは、例えば 2 次的にランダムに広がる多数の微細な突起が設けられた粗面とすることができる。第 2 外周型 7 4 b の内側面 Z S 3 の表面粗さ（算術平均粗さ R a）は、例えば $3.2 \mu\text{m} \sim 6.3 \mu\text{m}$ となっている。この場合、第 2 金型 4 2 からの離型の妨げとならない程度に第 2 金型 4 2 に対するレンズ 1 0 の第 2 フランジ面 1 2 b 側の離型抵抗を大きくすることができるため、型開きの際に第 2 金型 4 2 にレンズ 1 0 を残すことができる。

[0055] 図 4 は、図 2 に示す成形金型 4 0 を用いたレンズ 1 0 の製造方法を概念的に説明するフローチャートである。

[0056] まず、開閉駆動装置 7 9 を動作させ、第 2 金型 4 2 を第 1 金型 4 1 に向けて相対的に前進させることで型閉じを開始させる（ステップ S 1 1）。なお、両金型 4 1, 4 2 の表面は、成形に適する温度まで加熱されている。

[0057] 開閉駆動装置 7 9 の閉動作を継続することにより、第 1 金型 4 1 と第 2 金型 4 2 とが接触する型当たり位置まで移動して型閉じが完了し、開閉駆動装

置 7 9 の閉動作をさらに継続することにより、第 1 金型 4 1 と第 2 金型 4 2 とを必要な圧力で締め付ける型締めが行われる（ステップ S 1 2）。

[0058] 次に、不図示の真空装置を動作させて、型締めされた第 1 金型 4 1 と第 2 金型 4 2 との間の型空間 C V 内を真空引きする（ステップ S 1 3）。これにより、型空間 C V は適度に減圧された状態となり、比較的曲率の大きい第 1 転写面 S 1 にも溶融樹脂が確実に充填される。

[0059] 次に、不図示の射出装置を動作させて、型空間 C V 中に、必要な圧力で溶融樹脂を注入する射出を行わせる（ステップ S 1 4）。そして、射出装置は、型空間 C V 中の樹脂圧を保つ。

[0060] 溶融樹脂を型空間 C V に導入した後、型空間 C V 中の溶融樹脂が放熱によって徐々に冷却されるので、かかる冷却にともなって溶融樹脂が固化し成形が完了するのを待つ（ステップ S 1 5）。

[0061] 次に、開閉駆動装置 7 9 を動作させて、第 2 金型 4 2 を相対的に後退させる型開きが行われる（ステップ S 1 6）。第 2 金型 4 2 の後退に伴って第 1 金型 4 1 と第 2 金型 4 2 とが離間する。この結果、図 5 A に示すように、成形品 M P すなわちレンズ 1 0 は、第 2 金型 4 2 側に残る。つまり、レンズ 1 0 は、可動側の第 2 金型 4 2 に埋め込むように保持された状態で第 1 金型 4 1 から離型される。レンズ 1 0 が比較的温かいうちに曲率の大きい第 1 光学面 1 1 a を第 1 金型 4 1 から離型するため、レンズ 1 0 の第 1 光学面 1 1 a の第 1 転写面 S 1 に対する食いつきが小さくなり、第 1 転写面 S 1 から第 1 光学面 1 1 a を離型抵抗が小さい状態で離型することができる。また、成形金型 4 0 の型空間 C V において、フランジ空間 C V 2 に返りバリが生じていないため、型開きの際に、レンズ 1 0 に返りバリによる傷をつけることなく、離型抵抗が小さい状態を維持してレンズ 1 0 を第 1 金型 4 1 から離型することができる。

[0062] 次に、進退機構部 7 8 を動作させて、可動ロッド 7 5, 7 6 により、第 2 金型 4 2 に残った成形品 M P を第 1 金型 4 1 側に突き出す（ステップ S 1 7）。これにより、図 5 B に示すように、成形品 M P の離型が行われる。この

際、レンズ10は第2外周型74bから完全に押し出された状態となっている。

[0063] この状態で、不図示の取出装置を動作させて、成形品MPを第2金型42から離間させるとともに外部に搬出する（ステップS18）。成形品MPを搬送する際には、成形品MPのうち本体のレンズ10を除いた部分を把持する。この際、レンズ10の第2光学面11bの曲率が小さく面深さが比較的浅いため、第2コア型74aの第2転写面S2への第2光学面11bの張り付き力は比較的小さい。よって、成形品MPを第2コア型74aから外しやすいので、レンズ10外周の一部に偏った力が加えられることを防止できる。

[0064] 以上説明した本実施形態の光学素子及び成形金型等によれば、段差転写面31のうち第1の段部転写面31aが第1金型41の第1コア型64aに設けられており、第2の段部転写面31bに隣接する第1の段部転写面31aが第2の段部転写面31bよりも第2金型42側に突出して設けられていることにより、第2の段部転写面31bに返りバリが生じることを防ぐことができる。これにより、返りバリによってレンズ10に傷がつくことを防止することができる。また、第2の段部転写面31bの光軸OAに平行な成形面S31が表面加工のしやすい第1コア型64aの第1外周型64b側の外側面ZS1によって形成されることとなる。これにより、第1コア型64aのエッジ部分に返りバリが生じにくくなり、返りバリが生じても容易に除去することができる。また、第1コア型64aの外側面ZS1に離型抵抗を小さくする加工も容易にすることができる。また、型開きの際に、第2金型42にレンズ10を残すことにより、レンズ10が温かいうちに曲率の比較的大きい第1光学面11aが第1金型41から離型されるため、レンズ10の第1金型41、特に第1転写面S1に対する食いつきを小さくすることができる。以上のことにより、第1金型41に対するレンズ10の離型抵抗を小さくすることができ、延いては光学性能が良好なレンズ10を得ることができる。これは、特に、例えばBD用光ピックアップ装置用の対物レンズのよう

な偏肉比（最厚部の厚み÷最薄部の厚み）が比較的高いレンズにおいて有効である。

[0065] 〔第2実施形態〕

以下、第2実施形態に係る光学素子及び成形金型等について説明する。なお、第2実施形態に係る光学素子及び成形金型等は、第1実施形態を変形したものであり、特に説明しない部分については、第1実施形態と同様であるものとする。

[0066] 図6Aに示すように、レンズ210は、フランジ部12の第1フランジ面12aにおいて、段差部213の第2の段部13bが第3の段部13cよりも距離k2だけレーザー光源側に突出している。

[0067] 図6Bに示すように、図6Aに示すレンズ210の形状に対応するように、第1金型41では、段差転写面231の第2の段部転写面31bが第3の段部転写面31cよりも距離k2だけ受板64c側（図2参照）にあって深くなっている。

[0068] 〔第3実施形態〕

以下、第3実施形態に係る光学素子及び成形金型等について説明する。なお、第3実施形態に係る光学素子及び成形金型等は、第1実施形態を変形したものであり、特に説明しない部分については、第1実施形態と同様であるものとする。

[0069] 図7Aに示すように、レンズ310は、フランジ部12の第1フランジ面12aにおいて、段差部313は、第1の段部13aと第2の段部13bとを有しており、第1実施形態で説明したような第3の段部13cを有していない。そのため、第1の段部13aは、第3の段部13cを有していない分、半径方向の幅が比較的に広がっている。

[0070] 図7Bに示すように、図7Aに示すレンズ310の形状に対応するように、第1金型41では、段差転写面331に第1の段部転写面31aと第2の段部転写面31bとが設けられている。

[0071] 〔第4実施形態〕

以下、第4実施形態に係る光学素子及び成形金型等について説明する。なお、第4実施形態に係る光学素子及び成形金型等は、第1実施形態を変形したものであり、特に説明しない部分については、第1実施形態と同様であるものとする。

[0072] 図8Aに示すように、レンズ410は、フランジ側面SSに第1実施形態で説明した第1及び第2のテーパ外面SP1, SP2が設けられておらず、光軸OA（図1A参照）に平行な外面TS1が設けられている。段差部413の段部側面13gは、外面TS1の一部となっている。また、レンズ410には、第1実施形態で説明した外側傾斜面13dが設けられていない。

[0073] 図8Bに示すように、図8Aに示すレンズ410の形状に対応するように、フランジ側面SSを形成する第5転写面S5は、第2金型42の第2外周型74bのみによって形成されている。つまり、第5転写面S5は、第2の内面P2のみを有している。第2の内面P2の一部に対応する成形面S32は、段差部413の段部側面13gを形成する。第5転写面S5は、光軸OAに平行であり、パーティング面PS1, PS2に対して垂直になっている。段差転写面431の第2の段部転写面31bと第1金型41のパーティング面PS1とは、同一平面上に設けられている。また、第1コア型64aには、第1実施形態で説明した外側傾斜転写面31dが設けられていない。

[0074] 以上、実施形態に即して本発明を説明したが本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば上記実施形態では、レンズ10が光ピックアップ装置用の対物レンズとしたが、同様の形状を有し中心肉厚が大きな小型のレンズについても、本実施形態と同様の手法で製造することにより、光学面の変形や傷を低減することができ、要求精度が高い場合に対応することができる。

[0075] また、上記実施形態において、レンズ10のフランジ側面SSが円筒面であるとしたが、フランジ側面SSは光軸OAに対称な形状で無くてもよい。すなわち、フランジ側面SSは略角柱面であってもよいし、円筒面と角柱面を組み合わせた面で有ってもよい。

[0076] また、上記実施形態において、レンズ10の光学面は、光学面に微細形状FS等を設けずに、平滑なものであってもよい。

[0077] また、上記実施形態において、第1の段部転写面31aと第2の段部転写面31bとの境界は、第1金型41の第1コア型64aと第1外周型64bとによって形成されとしたが、第2の段部13bと第1のテーパ外面SP1との境界を第1金型41の第1コア型64aと第1外周型64bとによって形成してもよい。

請求の範囲

- [請求項1] 第1の光学面と前記第1の光学面よりも曲率が小さい第2の光学面とを有する光学機能部と、
前記光学機能部の周囲に延在し、前記第1の光学面側に配置される第1のフランジ面と前記第2の光学面側に配置される第2のフランジ面とを有するフランジ部と、
を備え、
前記光学機能部の開口数をNAとしたときに、NAの値が0.7以上であり、
前記フランジ部の前記第1のフランジ面は、少なくとも2段の段差部を有し、
前記段差部は、第1の段部と、前記第1の段部よりも外側に隣接して設けられた第2の段部とを有し、
前記第2の段部は、前記第1の段部よりも光軸に平行な方向に突出している、光学素子。
- [請求項2] 前記第1の段部と前記第2の段部との間の前記光軸に平行な方向の距離をXとしたときに、距離Xが $0\ \mu\text{m} \leq X \leq 15\ \mu\text{m}$ の範囲にある、請求項1に記載の光学素子。
- [請求項3] 前記第1の段部と前記第2の段部との境界の一部に、前記光軸に平行な方向に対して傾斜する傾斜面が設けられている、請求項1に記載の光学素子。
- [請求項4] 前記段差部は、前記第1の段部よりも内側に設けられた第3の段部を有し、
前記第3の段部は、前記第1の段部よりも前記光軸に平行な方向に突出している、請求項1に記載の光学素子。
- [請求項5] 前記フランジ部は、前記第1のフランジ面と前記第2のフランジ面とを結ぶフランジ側面を有し、
前記フランジ側面は、前記第1のフランジ面側に設けられ前記光軸

の内側に向けて前記第1のフランジ面側に狭まるように傾斜する第1のテーパ外面、及び前記第2のフランジ面側に設けられ前記光軸の内側に向けて前記第2のフランジ面側に狭まるように傾斜する第2のテーパ外面の少なくともいずれか一方を有する、請求項1に記載の光学素子。

[請求項6] 前記光軸上のレンズ厚を d (mm)とし、 500 nm 以下の波長の光束における焦点距離を f (mm)としたときに、 $0.8 \leq d/f \leq 2.0$ の範囲を満たす、請求項1から5までのいずれか一項に記載の光学素子。

[請求項7] 光学素子のうち第1の光学面を形成する第1の転写面と、前記光学素子のうち前記第1の光学面の周囲に延在する第1のフランジ面を形成する第1の成形面とを有する第1の金型と、

前記光学素子のうち前記第1の光学面よりも曲率が小さい第2の光学面を形成する第2の転写面と、前記光学素子のうち前記第2の光学面の周囲に延在する第2のフランジ面を形成する第2の成形面とを有する第2の金型と、

を備え、

前記第1の金型は、先端に前記第1の転写面を有するコア型と、先端に前記第1の成形面を有する外周型とを有し、

前記第2の金型は、前記第1の金型と前記第2の金型との型開きの際に、光学素子が残し、

前記第1の成形面は、前記第1のフランジ面の段差部を形成する少なくとも2つの段差転写面を有し、

前記段差転写面は、前記段差部のうち第1の段部を形成する第1の段部転写面と、前記第1の段部転写面よりも外側に隣接して設けられ前記段差部のうち第2の段部を形成する第2の段部転写面とを有し、

前記第1の段部転写面は、前記コア型の先端の前記第1の転写面の外側に設けられており、

前記第 1 の段部転写面は、前記第 2 の段部転写面よりも前記第 2 の金型側に突出して設けられている、成形金型。

[請求項 8] 前記第 1 の金型の前記コア型と前記外周型とによって、前記第 1 の段部転写面と前記第 2 の段部転写面との境界が形成されている、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項 9] 前記第 1 の段部転写面と前記第 2 の段部転写面との間の前記光軸に平行な方向の距離を X としたときに、距離 X が $0 \mu m \leq X \leq 15 \mu m$ の範囲にある、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項 10] 前記第 1 の段部転写面と前記第 2 の段部転写面との境界の一部に、前記光軸に平行な方向に対して傾斜する傾斜転写面が設けられている、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項 11] 前記段差転写面は、前記第 1 の段部転写面よりも内側に設けられた第 3 の段部転写面を有し、

前記第 1 の段部転写面は、前記第 3 の段部転写面よりも前記第 2 の金型側に突出して設けられている、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項 12] 前記第 1 の金型及び前記第 2 の金型の少なくともいずれか一方は、型閉じした時に前記第 1 の成形面と前記第 2 の成形面とを結ぶ第 3 の成形面を形成し、

前記第 3 の成形面は、前記第 1 の金型によって前記第 1 の成形面側に設けられる第 1 の内面、及び前記第 2 の金型によって前記第 2 の成形面側に設けられる第 2 の内面の少なくとも一方を有する、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項 13] 前記第 3 の成形面は、前記第 1 の金型と前記第 2 の金型との前記型合わせ面を境界として、前記第 1 の金型側に前記第 1 の内面が設けられ、前記第 2 の金型側に前記第 2 の内面が設けられ、

前記第 2 の内面の面積は、前記第 1 の内面の面積よりも大きい、請求項 12 に記載の成形金型。

[請求項 14] 前記第 2 の内面の面積は、前記第 1 の内面の面積の少なくとも 2 倍

の大きさである、請求項 1 2 に記載の成形金型。

[請求項15] 前記第 1 の内面は、前記光軸の内側に向けて前記第 1 の成形面側に狭まるように傾斜するテーパ面であり、前記第 2 の内面は、前記光軸の内側に向けて前記第 2 の成形面側に狭まるように傾斜するテーパ面である、請求項 1 2 に記載の成形金型。

[請求項16] 前記第 3 の成形面は、前記第 2 の金型によって形成される、請求項 1 2 に記載の成形金型。

[請求項17] 前記第 1 の金型の前記コア型の前記外周型に対向する外側面は、少なくとも先端側において前記外周型の内側面よりも摩擦係数が比較的低い状態になっている、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項18] 前記第 1 の金型の前記コア型の前記外周型に対向する外側面、及び前記第 1 の金型の前記外周型に対向する内側面の少なくともいずれか一方は、少なくとも先端側に離型剤がコートされたものである、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項19] 前記第 2 の金型は、先端に前記第 2 の転写面を有するコア型と、先端に前記第 2 の成形面を有する外周型とを有し、

前記第 2 の金型の前記外周型の前記コア型側の内側面は、少なくとも先端側において凹凸形状を有する、請求項 7 に記載の成形金型。

[請求項20] 請求項 7 に記載の成形金型を用いて成形を行う、光学素子の製造方法。

[図1]

FIG.1A

10

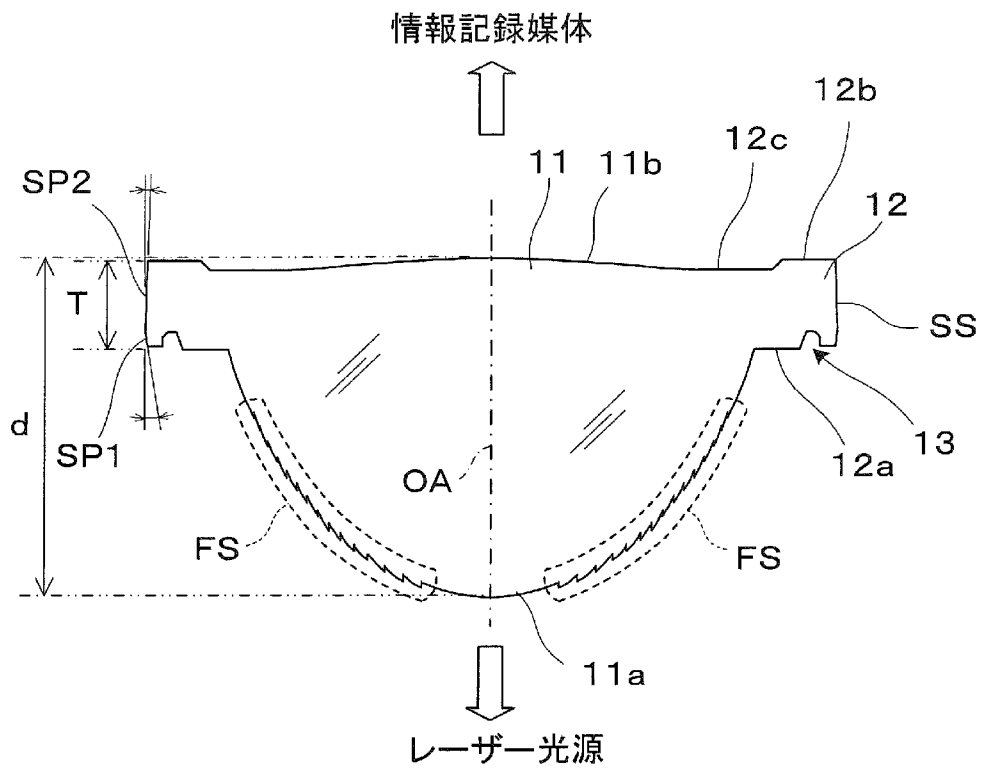
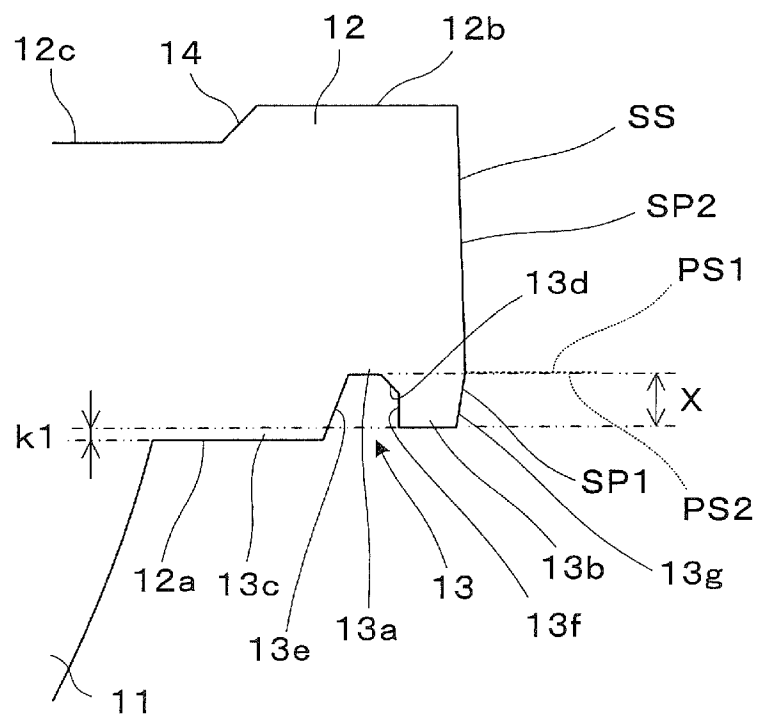


FIG.1B



[図3]

FIG.3A

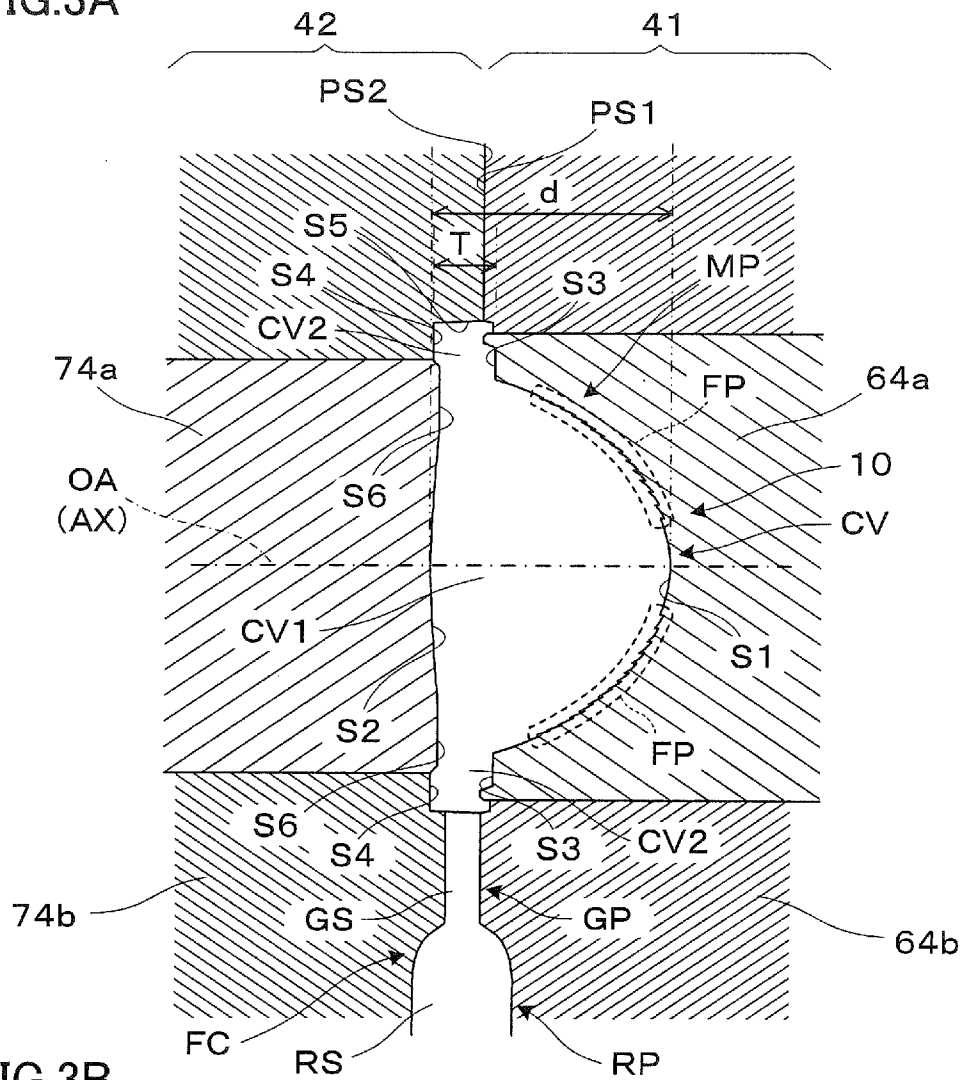
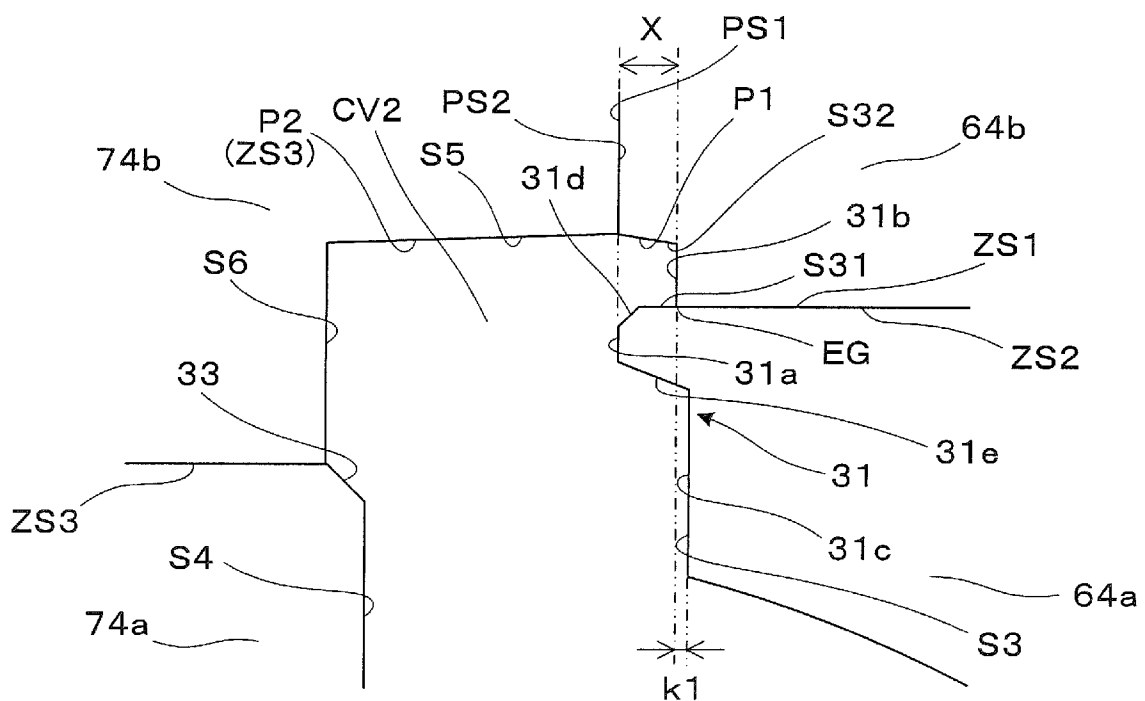
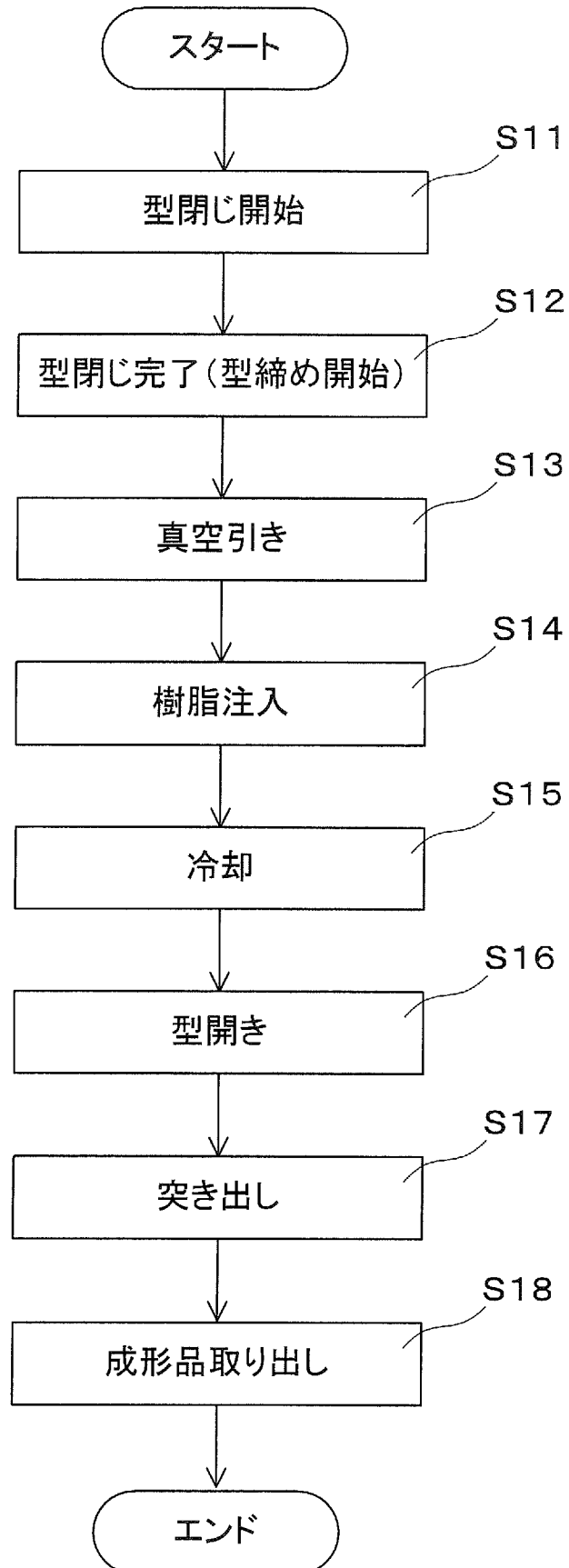


FIG.3B



[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5A

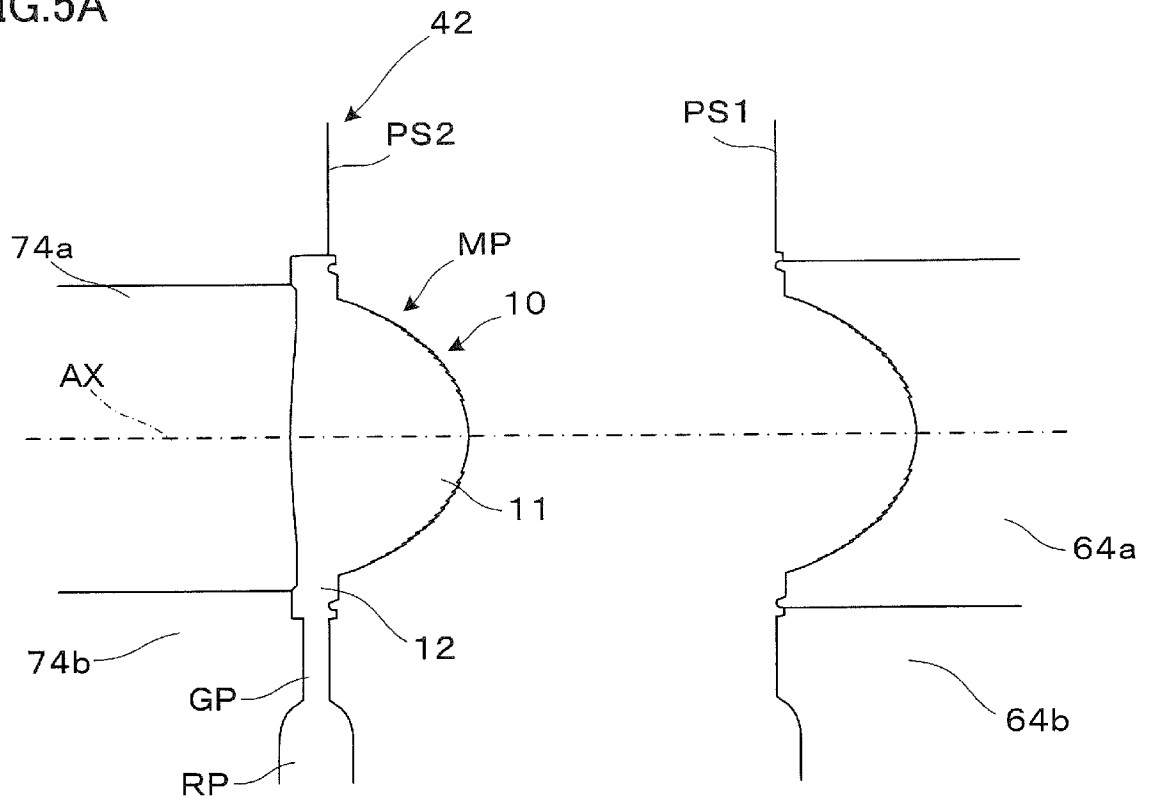
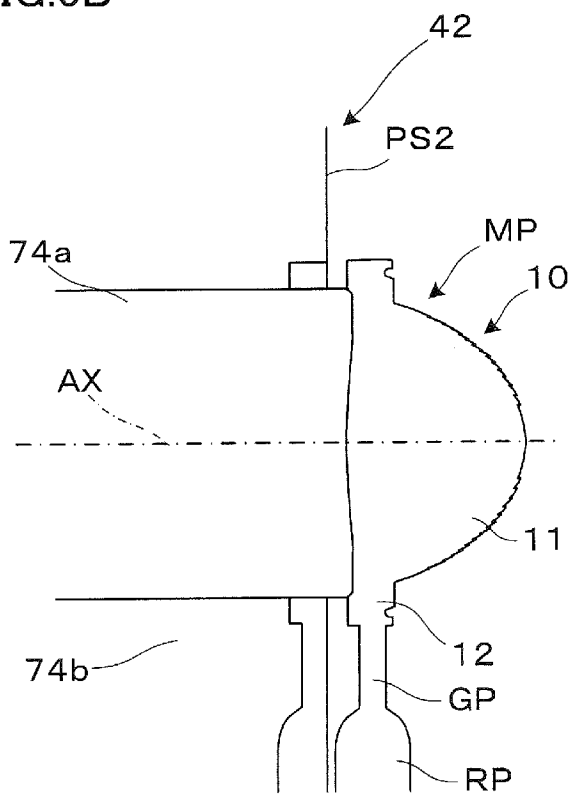


FIG.5B



[図6]

FIG.6A

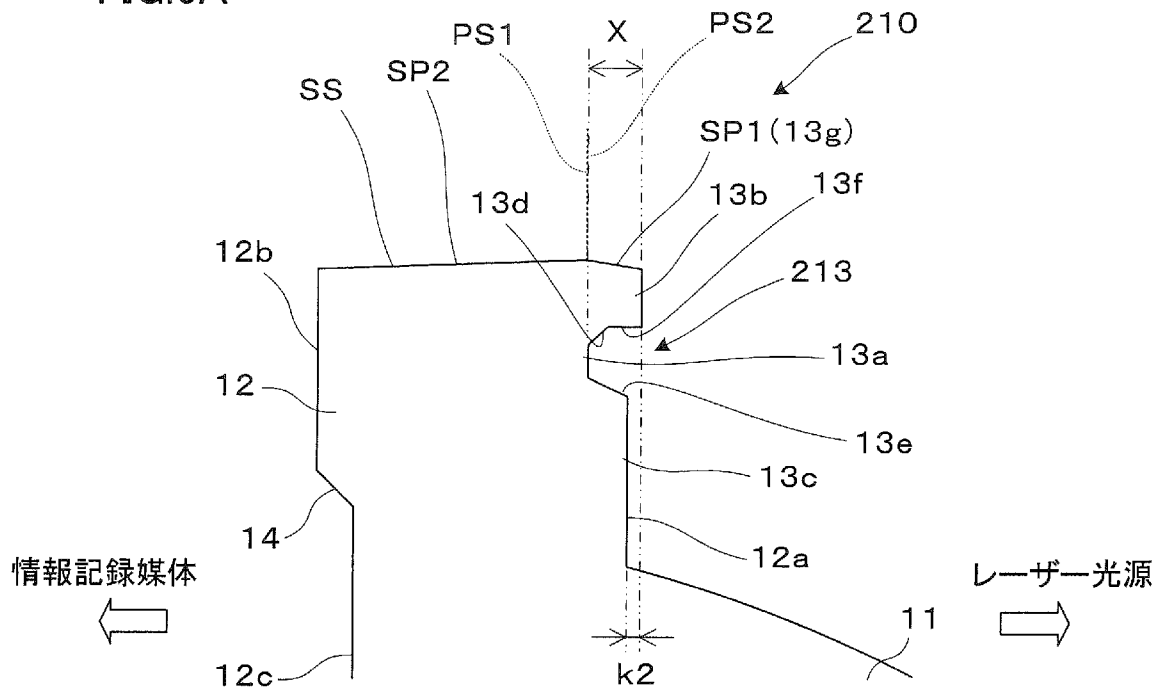


FIG.6B

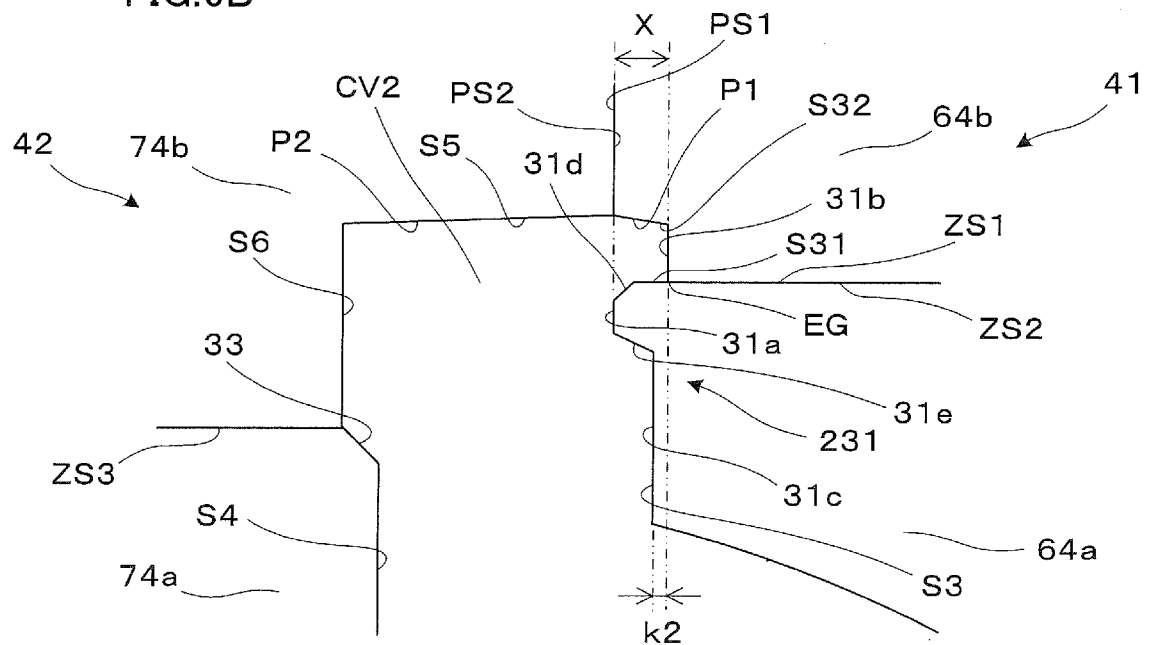
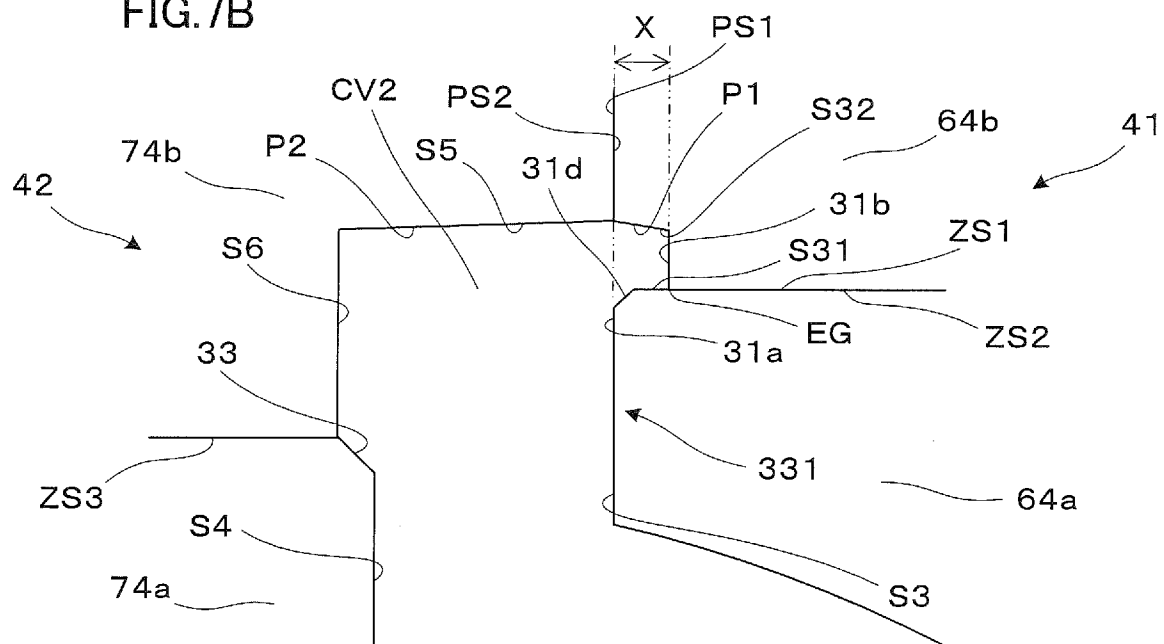


FIG. 7A



[図8]

FIG.8A

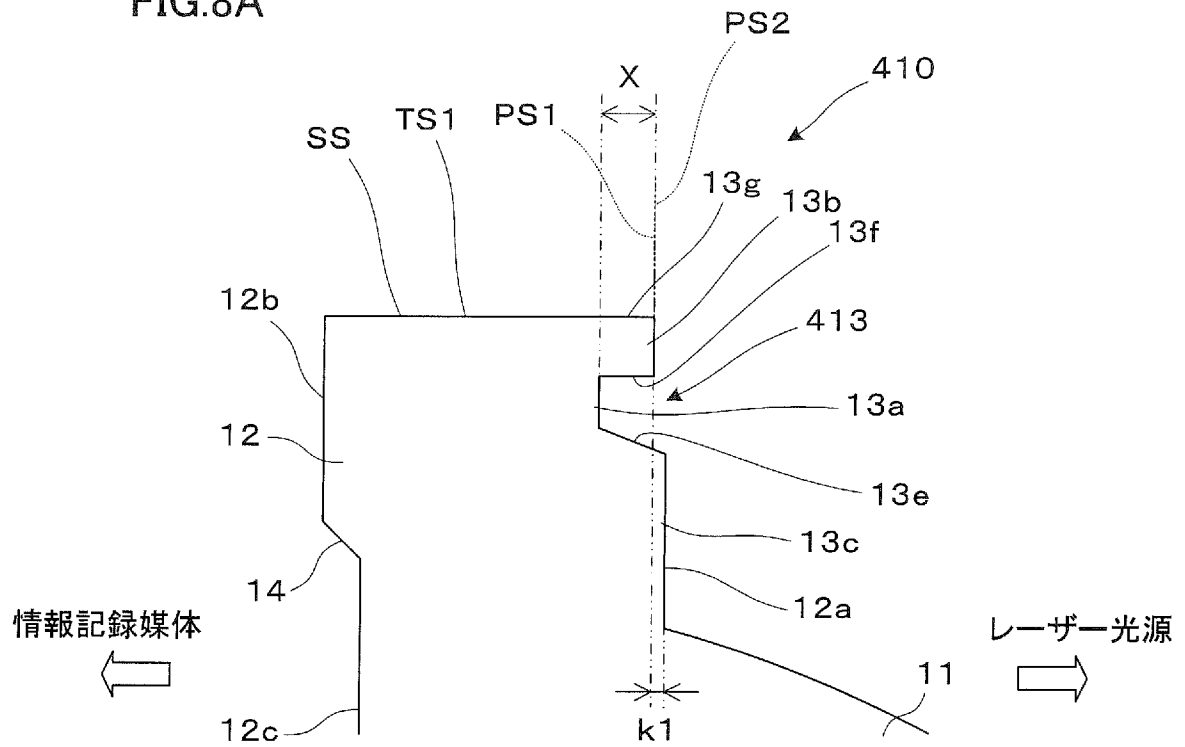
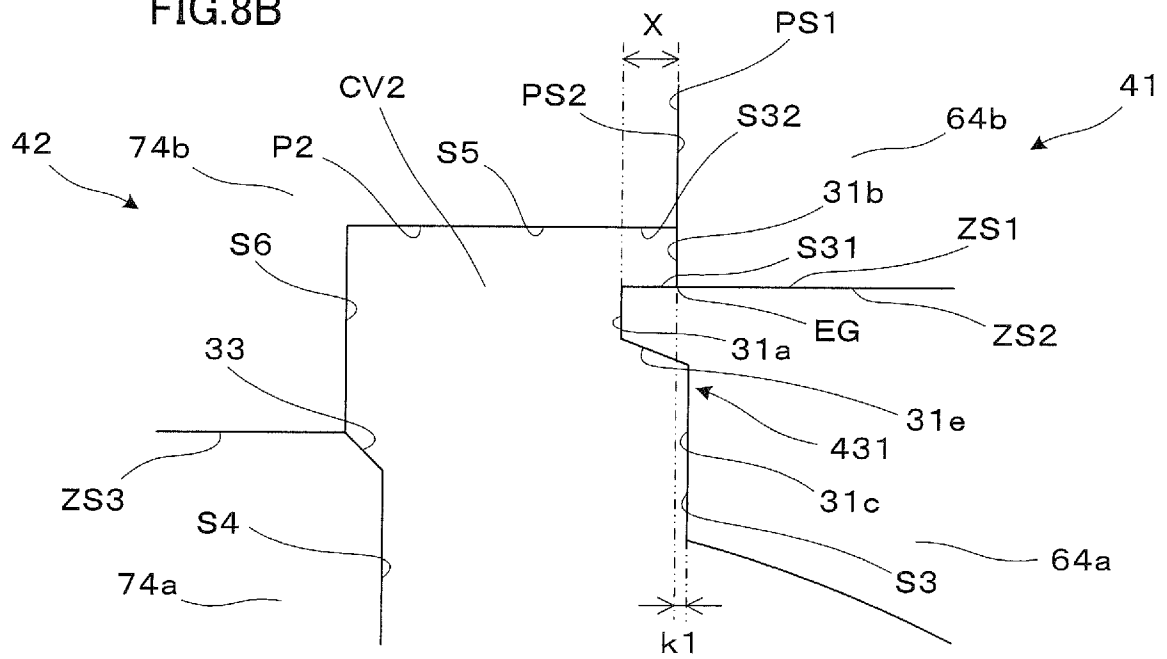


FIG.8B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C33/42(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B7/02(2006.01)i, G11B7/135(2012.01)i, B29L11/00(2006.01)n

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)

B29C33/00-33/76, B29C45/00-45/84, B29D11/00-11/02, G02B3/00, G02B7/02, G11B7/135, B29L11/00

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.
X A	JP 2010-155471 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 15 July 2010 (15.07.2010), claims; paragraphs [0027] to [0058]; drawings & JP 4525868 B & WO 2010/035619 A1 & CN 102164728 A	1, 3, 5-8, 10, 12-16, 18, 20 2, 4, 9, 11, 17, 19
X A	JP 2010-214893 A (Konica Minolta Opto, Inc.), 30 September 2010 (30.09.2010), claims; paragraphs [0002], [0018]; drawings (Family: none)	1, 5, 7, 8, 12, 15, 16, 18, 20 2-4, 6, 9-11, 13-14, 17, 19

☐ 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
08 May, 2012 (08.05.12)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2012 (22.05.12)

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. B29C33/42 (2006.01)i, G02B3/00 (2006.01)i, G02B7/02 (2006.01)i, G11B7/135 (2012.01)i,
B29L11/00 (2006.01)n

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. B29C33/00-33/76, B29C45/00-45/84, B29D11/00-11/02, G02B3/00, G02B7/02, G11B7/135, B29L11/00

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	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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 A	JP 2010-155471 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.07.15, 特許請求の範囲、【0027】～【0058】、図面 & JP 4525868 B & WO 2010/035619 A1 & CN 102164728 A	1, 3, 5-8, 10, 12-16, 18, 20 2, 4, 9, 11, 17, 19
X A	JP 2010-214893 A (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.09.30, 特許請求の範囲、【0002】、【0018】、図面 (ファミリーなし)	1, 5, 7, 8, 12, 15, 16, 18, 20 2-4, 6, 9-11, 13-14, 17, 19

☐ 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 8 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 5 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

岩本 昌大

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 0

4 F

3 6 3 6