

(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9日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/105693 A1

- (51) 国際特許分類:  
B29C 33/42 (2006.01) G11B 7/135 (2012.01)  
B29C 45/27 (2006.01) G11B 7/22 (2006.01)  
G02B 3/00 (2006.01) B29L 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052520
- (22) 国際出願日: 2012年2月3日(03.02.2012)
- (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 2011-023356 2011年2月4日(04.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社(Konica Minolta Opto, 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): 清水勉(SHIMIZU, Tsutomu) [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 兎谷ビル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),

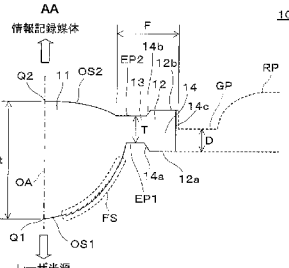
[続葉有]

(54) Title: OBJECTIVE LENS, METHOD FOR MANUFACTURING OBJECTIVE LENS, AND MOLD

(54) 発明の名称: 対物レンズ及び対物レンズの製造方法並びに成形金型

[図1]

FIG.1A



**WO 2012/105693 A1**



---

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：

対物レンズ及び対物レンズの製造方法並びに成形金型

### 技術分野

[0001] 本発明は、光学面に微細形状を有する対物レンズ、特にノートパソコンに組み込まれる対物レンズ及びその製造方法並びに当該製造方法に用いられる成形金型に関する。

### 背景技術

[0002] 射出成形によって成形させる対物レンズにおいては、一般的に、溶融樹脂が対物レンズに対応する型空間に流れ込む入口であるゲート部が対物レンズのフランジ部外周に配置されている（例えば、特許文献１参照）。これは、ゲート部の成形歪等が対物レンズの光学面に影響しないように、ゲート部を光学面から離すためである。フランジ部外周に設けられたゲート部から流れ込んだ溶融樹脂は、断面積の比較的狭いゲート部からレンズの光学面とフランジ部とをつなぐくびれたネック部を通過して、断面積の比較的広いレンズの光学機能部に対応する型空間に流れ込み、この型空間を充填することで光学面が転写される。

[0003] しかしながら、特許文献１のような対物レンズを、例えばノートパソコンに組み込むような小型のものとする場合であって複数種のディスクに対して互換性を持たせる場合、特にレンズの転写精度が問題となる。すなわち、このような対物レンズは複数種のディスクに対して互換性を持たせるため、小径ながら微細形状を有するものとなり、微細形状への転写が不完全となる問題がある。これは、上記のように小径で微細形状を有するレンズでは、ネック部のくびれ度合いが大きくなり、光学機能部に対応する型空間への溶融樹脂の流れ込み量が制限されるためである。また、溶融樹脂がゲート部を通過する際に、ゲート壁面等の型面と接触した溶融樹脂は、金型に冷却されて粘度が増し、ゲート部の中心部のみが通路となって溶融樹脂が型空間に流入す

ることとなる。そのため、ネック部のくびれ度合いが大きくなるほど、溶融樹脂の流れ込み量が制限され、大幅に制限されると、光学機能部への溶融樹脂の流れ込み量が不足し、金型内が未充填状態となり、微細回折形状への転写が不完全になる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-213397号公報

## 発明の概要

[0005] 本発明は、レンズの光学機能部に対応する型空間への溶融樹脂の流れ込み量の制限を抑制しつつ、高精度で微細形状等を転写した対物レンズを提供することを目的とする。

[0006] また、本発明は、上記対物レンズを製造するための対物レンズの製造方法及び当該製造方法に用いられる成形金型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、本発明に係る対物レンズは、光学面に微細形状を設けた光学機能部と、光学機能部の周囲に設けられるフランジ部とを有し、フランジ部の外周縁に設けられたゲート部から型空間内に導入された樹脂によって射出成形され、BD、DVD、及びCDの情報読み取り及び／又は書き込みに用いられる対物レンズであって、光学機能部は、第1光学面と、第1光学面よりも曲率の小さい第2光学面とを有し、光学機能部とフランジ部との間にネック部を有し、レンズ光軸に垂直な方向のレンズ外径をG（mm）とし、光学機能部において、レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚をt（mm）とし、ネック部において、レンズ光軸に平行な方向のネック部の最小厚みをT（mm）とした場合に、 $G \leq 4.05$ （mm）、かつくびれ度合いを示す偏肉比 $t/T$ が4.0より大きくなっており、ゲート部において、レンズ光軸に垂直な方向のゲート幅をW（mm）とし、レンズ光軸に平行な方向のゲート深さをD（mm）としたときに、以下の条件式（1）～（3）を満たす。

$$0.4T \leq D \leq T \quad (1)$$

$$0.4T \leq W \leq 1.48T \quad (2)$$

$$0.3T^2 < D \cdot W < 1.48T^2 \quad (3)$$

[0008] 上記対物レンズでは、対物レンズの成形に際しての要素が上記条件式（１）～（３）を満たすことにより、高精度に転写された微細形状を有するものとなる。本発明に係る対物レンズのように、レンズ外径 $G$ が $G \leq 4.05$ （mm）を満たす対物レンズは、比較的小径のレンズであり、レンズ外径 $G$ の値が小さいほどネック部の断面積が小さくなる。また、レンズ軸上厚 $t$ 及びネック部厚み $T$ からなる偏肉比が $t/T > 4.0$ を満たす対物レンズは、ネック部のくびれ度合いが比較的大きく、熔融樹脂の流れ込み量が制限されるため、転写性に関する課題が大きくなる。ここで、対物レンズの成形の際に、金型の壁面付近、特にゲート部の金型壁面付近の熔融樹脂においては、熔融樹脂の温度が金型に吸収され低くなることにより、粘度が増した部分がゲル状のスキン層なるものを形成する。このスキン層よりも金型の中心に位置する粘度が低い熔融樹脂との界面では、粘度差による樹脂の充填速度差が生じることにより、界面にせん断応力が働き、熔融樹脂にせん断発熱が作用する。せん断発熱がゲート中心部の熔融樹脂に作用すると、熔融樹脂の粘度が低下し、流れやすくなる。これにより、熔融樹脂が型空間内に確実に満充填され、光学面への樹脂の転写性が向上する。ゲート断面積（ $D \cdot W$ ）を小さくすると、ゲート断面でのスキン層の断面積と通過する熔融樹脂の断面積との比率において、スキン層の断面積の比率が増加する。これにより、熔融樹脂に対して多くのせん断発熱が作用する。よって、対物レンズの成形に際しての要素が上記条件式（１）～（３）を満たすことにより、ゲート断面積（ $D \cdot W$ ）が小さくなりすぎた場合に生じる充填不十分、及びゲート断面積（ $D \cdot W$ ）が大きくなりすぎた場合に生じるせん断発熱作用の効果減少による充填不十分を抑制することができる。これにより、対物レンズにおいて、微細形状の良好な転写を得ることができる。

[0009] 本発明の具体的な態様又は側面では、上記対物レンズにおいて、フランジ部は、第１光学面側に第１フランジ面と、第２光学面側に第２フランジ面と

を有し、第2フランジ面は、第2光学面の頂点よりも低く配置される。この場合、ネック部の最小厚みTに対するフランジ部の厚みの比が比較的小さくなり、対物レンズの成形の際に、ゲート部から流れてきた溶融樹脂がネック部で過剰に流入抑制されることを防止でき、第1及び第2光学面のネック部近傍の光学性能の劣化を抑制することができる。

[0010] 本発明の別の態様では、第2光学面の外周は、第1光学面の外周よりも内側に形成されている。この場合、対物レンズの成形の際に、溶融樹脂が第2光学面側よりも第1光学面側に早く流入するようになり、溶融樹脂が第1光学面側に流れやすくすることができる。

[0011] 本発明のさらに別の態様では、ネック部は、第1光学面側に第1端面と、第2光学面側に第2端面とを有し、第1フランジ面と第1端面とをつなぐ面及び第2フランジ面と第2端面とをつなぐ面の少なくともいずれか一方は、レンズ光軸に対して傾斜している。この場合、フランジ面と端面とをつなぐ面を緩やかにすることができ、溶融樹脂がスムーズにネック部に流れ込むことができる。

[0012] 本発明のさらに別の態様では、第1端面及び第2端面の少なくともいずれか一方は、鏡面を有する。この場合、端面が鏡面であるため、対物レンズの成形の際に、溶融樹脂がスムーズに流れ込むことができる。

[0013] 本発明のさらに別の態様では、第1フランジ面及び第2フランジ面のいずれか一方は、ネック部側において、対応する第1端面及び第2端面のいずれか一方よりも凹んで配置される。この場合、フランジ面が凹んだ位置にある光学面側のネック部では、対物レンズの成形の際に、溶融樹脂の流れを阻害するネック部の凸段部が無くなるため、溶融樹脂の流れは乱流にならず、スムーズに流れ込む。そのため、第1及び第2光学面のネック部近傍の光学性能の劣化を抑制することができる。

[0014] 本発明のさらに別の態様では、フランジ部は、第1フランジ面及び第2フランジ面の少なくともいずれか一方側において、レンズ光軸に平行な方向の厚みを変化させる段差形状を有する。この場合、フランジ面と端面との境界

である傾斜部分が緩やかとなり、溶融樹脂がよりスムーズにネック部に流れ込むことができる。

[0015] 本発明のさらに別の態様では、第2端面に金型識別用の凸形状のマークを有する。この場合、対物レンズが上記構成を有することにより、小径のレンズでは転写されにくいマークも高精度に転写することができる。

[0016] 本発明のさらに別の態様では、第2フランジ面に金型識別用の凸形状のマークを有する。この場合、対物レンズが上記構成を有することにより、小径のレンズでは転写されにくいマークも高精度に転写することができる。

[0017] 本発明のさらに別の態様では、レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (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、 $0.8 \leq t/f \leq 2.0$  である。このように、対物レンズのレンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚  $t$  が比較的大きなレンズの場合、微細回折形状への転写がより難しくなるが、対物レンズが上記構成を有することにより、高精度に転写することができる。なお、 $t/f$  は、 $1.0 \leq t/f \leq 1.8$  であることがより好ましく、これにより、さらに高精度に転写することができる。

[0018] 上記課題を解決するため、本発明に係る対物レンズの製造方法は、光学面に微細形状を設けた光学機能部と、光学機能部の周囲に設けられるフランジ部とを有し、フランジ部の外周縁に設けられたゲート部から型空間内に導入された樹脂によって射出成形され、BD、DVD、及びCDの情報の記録及び／又は再生に用いられる対物レンズの製造方法であって、対物レンズの第1光学面を成形する第1の金型と、対物レンズの第2光学面を成形する第2の金型とによって形成される型空間に溶融樹脂を射出して対物レンズを成形する工程と、第1の金型と第2の金型とを相対的に離間させて型開きすることにより、型空間から対物レンズを取り出す工程と、を備え、対物レンズは、光学機能部とフランジ部との間にネック部を有し、レンズ光軸に垂直な方向のレンズ外径を  $G$  (mm) とし、光学機能部において、レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm) とし、ネック部において、レンズ光軸に

平行な方向のネック部の最小厚みを  $T$  (mm) とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつくびれ度合いを示す偏肉比  $t/T$  が  $4.0$  より大きくなっており、ゲート部において、レンズ光軸に垂直な方向のゲート幅を  $W$  (mm) とし、レンズ光軸に平行な方向のゲート深さを  $D$  (mm) としたときに、以下の条件式 (1) ~ (3) を満たす。

$$0.4T \leq D \leq T \quad (1)$$

$$0.4T \leq W \leq 1.48T \quad (2)$$

$$0.3T^2 < D \cdot W < 1.48T^2 \quad (3)$$

[0019] 上記対物レンズの製造方法では、上記条件式 (1) ~ (3) を満たすことにより、ゲート断面積 ( $D \cdot W$ ) が小さくなりすぎた場合に生じる充填不十分、及びゲート断面積 ( $D \cdot W$ ) が大きくなりすぎた場合に生じるせん断発熱作用の効果減少による充填不十分を抑制することができる。これにより、対物レンズにおいて、微細形状の良好な転写を得ることができる。

[0020] 上記課題を解決するため、本発明に係る成形金型は、光学面に微細形状を設けた光学機能部と、光学機能部の周囲に設けられるフランジ部とを有し、フランジ部の外周縁に設けられたゲート部から型空間内に導入された樹脂によって射出成形され、BD、DVD、及びCDの情報読み取り及び／又は書き込みに用いられる対物レンズを成形するための成形金型であって、対物レンズの第1光学面を形成する第1の転写面と、第1光学面の周囲に延在する第1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、第1光学面よりも曲率が小さい第2光学面を形成する第2の転写面と、第2光学面の周囲に延在する第2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の転写面と第1の成形面との間に対物レンズのネック部を形成する第3の成形面を有し、第2の転写面と第2の成形面との間に対物レンズのネック部を形成する第4の成形面を有し、第1の金型と第2の金型とによって形成される型空間の寸法が、レンズ光軸に垂直な方向のレンズ外径を  $G$  (mm) とし、光学機能部において、レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm) とし、ネック部において、レンズ光軸に平行な方向の

ネック部の最小厚みを $T$  (mm)とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつくびれ度合いを示す偏肉比 $t/T$ が4.0より大きくなっており、ゲート部において、レンズ光軸に垂直な方向のゲート幅を $W$  (mm)とし、レンズ光軸に平行な方向のゲート深さを $D$  (mm)としたときに、以下の条件式(1)～(3)を満たす。ここで、型空間は、対物レンズの輪郭を反転した形状となっている。

$$0.4T \leq D \leq T \quad (1)$$

$$0.4T \leq W \leq 1.48T \quad (2)$$

$$0.3T^2 < D \cdot W < 1.48T^2 \quad (3)$$

[0021] 上記成形金型では、上記条件式(1)～(3)を満たすことにより、高精度に転写された微細形状を有する対物レンズを成形可能な成形金型とすることができる。つまり、ゲート断面積( $D \cdot W$ )が小さくなりすぎた場合に生じる充填不十分、及びゲート断面積( $D \cdot W$ )が大きくなりすぎた場合に生じるせん断発熱作用の効果減少による充填不十分を抑制することができる。

[0022] 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2の成形面は、第2の転写面の頂点よりも第1の金型と第2の金型との型合わせ面から浅い位置に形成されている。

[0023] 本発明の別の態様では、第2の転写面の外周は、第1の転写面の外周よりも内側に形成されている。

[0024] 本発明のさらに別の態様では、第1の成形面と第3の成形面とをつなぐ面及び第2の成形面と第4の成形面とをつなぐ面の少なくともいずれか一方は、レンズ光軸に対して傾斜している。

[0025] 本発明のさらに別の態様では、第1の成形面及び第2の成形面のいずれか一方は、第3の成形面及び第4の成形面のいずれか一方よりも凹んで配置される。

[0026] 本発明のさらに別の態様では、第1の成形面及び第2の成形面の少なくともいずれか一方側において、レンズ光軸に平行な方向の厚みを変化させる段差形状を形成する転写面を有する。

[0027] 本発明のさらに別の態様では、第４の成形面に金型識別用の凸形状のマークを転写する凹転写面を有する。

[0028] 本発明のさらに別の態様では、第２の成形面に金型識別用の凸形状のマークを転写する凹転写面を有する。

### 図面の簡単な説明

[0029] [図１]図１Ａは、第１実施形態の対物レンズの部分側方断面図であり、図１Ｂは、図１Ａの第２光学面側の平面図である。

[図２]図１Ａ等の対物レンズを形成するための成形金型を説明する部分側方断面図である。

[図３]樹脂供給用の流路空間や対物レンズ成形用の型空間を説明する図である。

[図４]図４Ａは、第２実施形態の対物レンズの部分側方断面図であり、図４Ｂは、図４Ａの対物レンズを形成するための成形金型を説明する部分拡大図である。

[図５]図５Ａは、第３実施形態の対物レンズの部分側方断面図であり、図５Ｂは、図５Ａの対物レンズを形成するための成形金型を説明する部分拡大図である。

[図６]図６Ａは、第４実施形態の対物レンズの部分側方断面図であり、図６Ｂは、図６Ａの対物レンズを形成するための成形金型を説明する部分拡大図である。

[図７]図７Ａは、第５実施形態の対物レンズの部分側方断面図であり、図７Ｂは、図７Ａの対物レンズを形成するための成形金型を説明する部分拡大図である。

### 発明を実施するための形態

[0030] [第１実施形態]

以下、図面を参照しつつ、本発明に係る対物レンズ及び対物レンズの製造方法について説明する。

図１Ａ及び１Ｂに示す対物レンズ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環状のフランジ部 12 と、光学機能部 11 とフランジ部 12 との間に環状のネック部 13 とを備える。図 1 A において、対物レンズ 10 はレンズ光軸 O A のまわりに対称な形状を有しているので、半分だけ図示しており残りの図示を省略している。この対物レンズ 10 は、NA 0.75 以上の対物レンズである。具体的には、対物レンズ 10 は、例えば 3 波長互換タイプの単玉対物レンズであるものとする。この場合、対物レンズ 10 は、例えば波長 405 nm で NA 0.85 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ほか、波長 655 nm で NA 0.65 の DVD (Digital Versatile Disc) と、波長 780 nm で NA 0.53 の CD (Compact 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。

[0031] 対物レンズ 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 O S 1 を有し、裏側に第 1 光学面 O S 1 よりも曲率の小さな凸の第 2 光学面 O S 2 を有する。このうち、第 1 光学面 O S 1 は、対物レンズ 10 をノートパソコン等の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）用のレーザ光源により近い側に配置される。また、第 2 光学面 O S 2 は、対物レンズ 10 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 BD 等に対向して配置される。なお、第 1 光学面 O S 1 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 11 の外縁に近い位置に達している。一方、第 2 光学面 O S 2 は、回折構造等を有しない鏡面となっている。

[0032] 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。

[0033]   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。

[0034]   フランジ部 1 2 は、ネック部 1 3 の半径方向外側に設けられた環状の突起部分 1 4 を備える。突起部分 1 4 は、ネック部 1 3 よりも比較的肉厚の部分である。突起部分 1 4 は、ネック部 1 3 よりもレーザ光源側すなわち第 1 光学面 O S 1 側に突起し、光情報記録媒体側すなわち第 2 光学面 O S 2 側にも突起している。突起部分 1 4 は、第 1 光学面 O S 1 側において、レンズ光軸 O A に垂直な第 1 フランジ面 1 2 a と、光学機能部 1 1 の微細形状 F S（第 1 光学面 O S 1）に隣接する内径面 1 4 a とを有し、第 2 光学面 O S 2 側において、レンズ光軸 O A に垂直な第 2 フランジ面 1 2 b と、光学機能部 1 1 の第 2 光学面 O S 2 に隣接する内径面 1 4 b とを有し、第 1 及び第 2 フランジ面 1 2 a, 1 2 b を挟んで内径面 1 4 a, 1 4 b の反対側に配置される外径面 1 4 c を有する。つまり、内径面 1 4 a は、第 1 フランジ面 1 2 a と後述するネック部 1 3 の第 1 端面 E P 1 とをつなぐ面であり、内径面 1 4 b は、第 2 フランジ面 1 2 b とネック部 1 3 の第 2 端面 E P 2 とをつなぐ面となっている。内径面 1 4 a は、レンズ光軸 O A に対して傾斜して延びており、レーザ光源側で広がるテーパ形状を有し、内径面 1 4 b は、レンズ光軸 O A に対して傾斜して延びており、光情報記録媒体側で広がるテーパ形状を有す

る。外径面 14 c は、レンズ光軸 O A に対して平行に延びており、筒形状を有する。第 1 及び第 2 フランジ面 12 a, 12 b は、レンズ光軸 O A に垂直に延びる平坦な面となっている。第 1 フランジ面 12 a は、第 1 光学面 O S 1 の頂点 Q 1 よりも低く配置されており、第 2 フランジ面 12 b は、第 2 光学面 O S 2 の頂点 Q 2 よりも低く配置されている。つまり、第 1 光学面 O S 1 は、第 1 フランジ面 12 a よりもレーザ光源側に突出しており、第 2 光学面 O S 2 は、第 2 フランジ面 12 b よりも情報記録媒体側に突出している。

[0035] ネック部 13 は、光学機能部 11 及びフランジ部 12 よりも肉薄の部分である。ネック部 13 のレーザ光源側すなわち第 1 光学面 O S 1 側には、輪帯状の第 1 端面 E P 1 が形成されており、光情報記録媒体側すなわち第 2 光学面 O S 2 側には、輪帯状の第 2 端面 E P 2 が形成されている。第 1 及び第 2 端面 E P 1, E P 2 は、鏡面となっている。第 2 光学面 O S 2 と第 2 端面 E P 2 との境界（第 2 光学面 O S 2 の外周）は、第 1 光学面 O S 1 と第 1 端面 E P 1 との境界（第 1 光学面 O S 1 の外周）よりも内側に形成されている。つまり、第 2 光学面 O S 2 の外径が第 1 光学面 O S 1 の外径よりも小さくなっている。これにより、対物レンズ 10 の成形の際に、溶融樹脂が第 1 光学面 O S 1 側に第 2 光学面 O S 2 側よりも早く流入するようになる。なお、第 1 端面 E P 1 又は第 2 端面 E P 2 は、例えばコリメート光を正反射する平坦な鏡面からなる領域を有しており、対物レンズ 10 をアライメントする際に利用される。

[0036] 以下、対物レンズ 10 の寸法について説明する。光学機能部 11 において、レンズ光軸 O A に垂直な方向のレンズ外径を  $G$  (mm) (図 1 B 参照) とし、レンズ光軸 O A に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm) (図 1 A 参照) とし、ネック部において、レンズ光軸 O A に平行な方向のネック部の最小厚みを  $T$  (mm) (図 1 A 参照) とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつ  $t/T > 4.0$  となっており、ゲート部 G P において、レンズ光軸 O A に垂直な方向のゲート幅を  $W$  (mm) (図 1 B 参照) とし、レンズ光軸 O A に平行な方向のゲート深さを  $D$  (mm) (図 1 A 参照) としたときに、以下の

条件式（１）～（３）を満たす。なお、レンズ軸上厚  $t$  は、レンズ光軸  $OA$  に平行かつ光学機能部 １１で最も厚い部分の厚さである。

$$0.4T \leq D \leq T \quad (1)$$

$$0.4T \leq W \leq 1.48T \quad (2)$$

$$0.3T^2 < D \cdot W < 1.48T^2 \quad (3)$$

[0037] また、対物レンズ １０は、レンズ光軸  $OA$  に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm) とし、 $500\text{ nm}$  以下の波長の光束における対物レンズ １０の焦点距離を  $f$  (mm) としたときに、 $0.8 \leq t/f \leq 2.0$ 、好ましくは  $1.0 \leq t/f \leq 1.8$  となっている。 $t/f$  が上記範囲を満たす対物レンズ １０は、レンズ光軸  $OA$  に平行な方向のレンズ軸上厚  $t$  が比較的大きくなる。

[0038] 以下、図 ２等を参照して、図 １Ａ，１Ｂに示す対物レンズ １０を製造するための成形金型について説明する。図示の成形金型 ４０は、第 １金型としての可動金型 ４１と、第 ２金型としての固定金型 ４２とを備える。可動金型 ４１は、型開閉駆動装置 ５１に駆動されて  $AB$  方向に進退移動可能になっており、固定金型 ４２との間で開閉動作が可能になっている。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、以下に詳述するように、射出成形用の型空間を形成することができる。

[0039] 図 ３に示すように、可動金型 ４１と固定金型 ４２との型締めにより、対物レンズ １０を成形するための型空間  $CV$  と、この型空間  $CV$  に樹脂を供給するための流路空間  $FC$  とが形成される。このうち、型空間  $CV$  は、図 １Ａ等に示す対物レンズ １０の形状に対応するものとなっている。また、流路空間  $FC$  は、対物レンズ １０を分離する前の成形品のランナ部  $RP$  等に対応する空間であり、ゲート部分  $GS$  は、かかる成形品のゲート部  $GP$  に対応する空間である。なお、図 １Ａ等に示す対物レンズ １０では、仕上げ加工によってゲート部  $GP$  が完全に除去されている。

[0040] 型空間  $CV$  は、本体空間  $CV1$  とフランジ空間  $CV2$  とネック空間  $CV3$  とを備える。本体空間  $CV1$  は、第 １及び第 ２転写面  $S1$ ， $S2$  で画定され

、フランジ空間C V 2は、第3、第4、第5、第6、及び第7転写面S 3、S 4、S 5、S 6、S 7で画定され、ネック空間C V 3は、第8及び第9転写面S 8、S 9で画定される。ここで、本体空間C V 1に臨む一对の対向する第1及び第2転写面S 1、S 2は、対物レンズ1 0のうち中央部の光学機能部1 1の第1及び第2光学面O S 1、O S 2をそれぞれ形成するためのもので、後述するコア型6 4 a、7 4 aの端面に対応している。第2転写面S 2の外周は、第1転写面S 1の外周よりも内側に形成されている。第1転写面S 1は、第2転写面S 2よりも深く曲率が大きくなっている。また、第1転写面S 1には、対物レンズ1 0の微細形状F Sに対応する型面部分S 1 1が設けられている。

[0041] フランジ空間C V 2に臨む一对の対向する第3及び第4転写面S 3、S 4は、対物レンズ1 0のうちフランジ部1 2の第1及び第2フランジ面1 2 a、1 2 bをそれぞれ形成するための第1及び第2の成形面であり、後述する外周型6 4 b、7 4 bの端面に対応している。フランジ空間C V 2に臨む第5及び第6転写面は、フランジ部1 2の内径面1 4 a、1 4 bをそれぞれ形成するためのもので、外周型6 4 b、7 4 bの端面に対応している。第5及び第6転写面S 5、S 6は、対物レンズ1 0のレンズ光軸O Aに対して傾斜するように形成されている。フランジ空間C V 2に臨む第7転写面S 7は、対物レンズ1 0の外径面1 4 cを形成するためのもので、外周型6 4 b、7 4 bの端面に対応している。第4転写面S 4は、第2転写面S 2の頂点Q 3よりもパーティング面から浅い位置に形成されている。

[0042] ネック空間C V 3に臨む一对の対向する第8及び第9転写面S 8、S 9は、対物レンズ1 0のうちネック部1 3の第1及び第2端面E P 1、E P 2をそれぞれ形成するための第3及び第4の成形面であり、外周型6 4 b、7 4 bの端面に対応している。第8及び第9転写面S 8、S 9は、ネック部1 3の第1及び第2端面E P 1、E P 2が鏡面となるように平坦面となっている。

[0043] 図2に戻って、可動側の可動金型4 1は、パーティング面P S 1を形成す

る型板 6 1 と、型板 6 1 を背後から支持する受板 6 2 と、受板 6 2 を背後から支持する取付板 6 3 と、図 3 に示す型空間 C V（特に本体空間 C V 1）を形成する金型入子としてのコア型 6 4 a と、型空間 C V（特にフランジ空間 C V 2 及びネック空間 C V 3）を形成する周辺部としての外周型 6 4 b とを備える。さらに、可動金型 4 1 は、対物レンズ 1 0 を分離する前の成形品のランナ部 R P を突き出して離型する突き出しピン 6 5 と、コア型 6 4 a を背後から押す可動ロッド 6 7 a と、突き出しピン 6 5 を背後から押す可動ロッド 6 7 b と、可動ロッド 6 7 a、6 7 b を進退移動させる進退部材 6 8 とを備える。ここで、コア型 6 4 a は、前進する可動ロッド 6 7 a に駆動されて固定金型 4 2 側に前進し、可動ロッド 6 7 a の後退に伴って自動的に後退して元の位置に復帰する。また、突き出しピン 6 5 は、前進する可動ロッド 6 7 b に駆動されて固定金型 4 2 側に前進し、可動ロッド 6 7 b の後退に伴って自動的に後退して元の位置に復帰する。なお、進退部材 6 8 は、進退駆動装置 5 2 に駆動され、適当なタイミング及び量で A B 方向に進退動作する。

[0044] 可動金型 4 1 において、型面側の金型部品である型板 6 1 は、図 1 A、1 B に示すランナ部 R P を形成するランナ凹部 6 1 b と、ゲート部 G P を形成するゲート凹部 6 1 c と、外周型 6 4 b や突き出しピン 6 5 をそれぞれ挿入するために設けた貫通孔 6 1 e、6 1 f とを備える。

[0045] 固定側の固定金型 4 2 は、パーティング面 P S 2 を形成する型板 7 1 と、型板 7 1 を背後から支持する取付板 7 2 と、図 3 に示す型空間 C V（特に本体空間 C V 1）を形成する金型入子としてのコア型 7 4 a と、型空間 C V（特にフランジ空間 C V 2 及びネック空間 C V 3）を形成する周辺部としての外周型 7 4 b とを備える。

[0046] 固定金型 4 2 において、型面側の金型部品である型板 7 1 は、図 1 A、1 B に示すランナ部 R P を形成するランナ凹部 7 1 b と、ゲート部 G P を形成するゲート面 7 1 c と、外周型 7 4 b を挿入するために設けた貫通孔 7 1 e とを備える。

[0047] 以下、図 3 等を参照しつつ、型空間 C V 及び流路空間 F C の寸法について

説明する。型空間C Vは、対物レンズ1 0の輪郭を反転した形状となっており、型空間C Vの寸法は、上述した対物レンズ1 0の寸法に対応する。つまり、光学機能部1 1に対応する本体空間C V 1において、レンズ光軸O Aに垂直な方向のレンズ外径をG (mm) (図1 B参照)とし、レンズ光軸O Aに平行な方向のレンズ軸上厚をt (mm)とし、ネック部1 3に対応するネック空間C V 3において、レンズ光軸O Aに平行な方向のネック部の最小厚みをT (mm)とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつ  $t/T > 4.0$  となっており、ゲート部G Pに対応するゲート凹部6 1 c及びゲート面7 1 cで形成される流路空間F C (ゲート部分G S)において、レンズ光軸O Aに垂直な方向のゲート幅をW (mm)とし、レンズ光軸O Aに平行な方向のゲート深さをD (mm)としたときに、以下の条件式(1)～(3)を満たす。

$$0.4 T \leq D \leq T \quad (1)$$

$$0.4 T \leq W \leq 1.48 T \quad (2)$$

$$0.3 T^2 < D \cdot W < 1.48 T^2 \quad (3)$$

[0048] ここで、既に説明したように、対物レンズ1 0の成形において、溶融樹脂がゲート部分G Sを通過する際に、ゲート部分G Sの壁面等の型面と接触した溶融樹脂は、第1及び第2金型4 1, 4 2に冷却されて粘度が増す。そのため、溶融樹脂は、実質上、ゲート部分G Sの中心部のみを通過して型空間C Vに流入する。型空間C V及び流路空間F Cにおいて、上記条件式(1)～(3)を満たすようにすることで、金型の壁面付近に形成されたスキン層と通過する溶融樹脂との界面に大きなせん断応力が働き、ゲート部分G Sの中心部の溶融樹脂にかなりのせん断発熱が作用する。そのため、溶融樹脂の粘度が低下し、流れやすくなり、型空間C V内への満充填を可能とする。つまり、対物レンズ1 0の成形の際に、ゲート断面積( $D \cdot W$ )が小さくなりすぎた場合に生じる充填不十分、及びゲート断面積( $D \cdot W$ )が大きくなりすぎた場合に生じるせん断発熱作用の効果減少による充填不十分を抑制することができる。これにより、対物レンズ1 0において、微細形状F Sの良好

な転写を得ることができる。

[0049] 特に、ノートパソコン等の小型ピックアップ装置用の対物レンズ10は、レンズ外径G、レンズ軸上厚t、及びネック部の最小厚みTに関して、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつ  $t/T > 4.0$  となっている。そのため、ネック部13の断面積が比較的小さいものとなり、ネック部13における溶融樹脂の流れを妨げないようにする必要がある。型空間CV及び流路空間FCの寸法（対物レンズ10の寸法）が上記条件式（1）～（3）を満たすことにより、ゲート部分GSの中心部の溶融樹脂に多くのせん断発熱が作用し、溶融樹脂は良好な流れとなり、ネック部をスムーズに通過でき、高精度に転写されたレンズを得ることができる。なお、レンズ外径Gは、 $1.45$  (mm)  $\leq G \leq 4.05$  (mm) であることが好ましい。レンズ外径Gを $1.45$  (mm) 以上にすることにより、レンズ光学面に設けた微細形状が小さくなりすぎるのを防ぐことができるため、より高精度に転写を行うことが可能となる。また、偏肉比  $t/T$  は、 $9.0 > t/T > 4.0$  であることが好ましい。 $t/T$  を $9.0$  よりも小さくすることにより、偏肉比が大きくなりすぎないので、溶融樹脂の流れ込み量が極端に制限されるのを防ぐことができる。

[0050] 以下、対物レンズ10の製造方法について簡単に説明する。まず、不図示の金型温度調節機により、可動金型41と固定金型42とを適宜加熱する。これにより、両金型41、42において型空間CVを形成する金型部分の温度を成形に適する温度状態とする。次に、型開閉駆動装置51を動作させ、可動金型41を固定金型42側に前進させて型閉じ状態とし、型開閉駆動装置51の閉動作を更に継続することにより、可動金型41と固定金型42とを必要な圧力で締め付ける型締めが行われる。次に、不図示の射出装置を動作させて、型締めされた可動金型41と固定金型42との間の型空間CV中に、ゲート部分GS等を介して溶融樹脂を必要な圧力で注入する射出を行わせる。溶融樹脂を型空間CVに導入した後は、型空間CV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。次に、型開閉駆動装置51を動作させて、可動

金型 4 1 を後退させ、可動金型 4 1 を固定金型 4 2 から離間させる型開きを行わせる。この結果、成形品である対物レンズ 1 0 は、可動金型 4 1 に保持された状態で固定金型 4 2 から離型される。次に、進退駆動装置 5 2 を動作させて、可動ロッド 6 7 a, 6 7 b を介してコア型 6 4 a 及び突き出しピン 6 5 による対物レンズ 1 0 の突き出しを行わせる。この結果、対物レンズ 1 0 が、可動ロッド 6 7 a 等に付勢されて固定金型 4 2 側に押し出されて、対物レンズ 1 0 が可動金型 4 1 から離型される。なお、両金型 4 1, 4 2 から離型された対物レンズ 1 0 は、この対物レンズ 1 0 のランナ部 R P から延びるスプル部等を把持することによって、成形装置の外部に搬出される。さらに、搬出後の対物レンズ 1 0 は、ゲート部 G P の除去等の外形加工を施されて出荷用の製品とされる。

[0051] 以上説明した本実施形態に係る対物レンズ及び対物レンズの製造方法では、対物レンズ 1 0 の成形に際しての要素が上記条件式 (1) ~ (3) を満たすことにより、成形された対物レンズ 1 0 は、高精度に転写された微細形状 F S を有するものとなる。つまり、対物レンズ 1 0 の成形の際に、ゲート断面積 ( $D \cdot W$ ) が小さくなりすぎた場合に生じる充填不十分、及びゲート断面積 ( $D \cdot W$ ) が大きくなりすぎた場合に生じるせん断発熱作用の効果減少による充填不十分を抑制することができる。これにより、対物レンズ 1 0 において、微細形状 F S の良好な転写を得ることができる。

## 実施例 1

[0052] 以下、対物レンズ 1 0 の実施例や比較例について外形的寸法、光学性能を考察するための試験の一例について説明する。ここでは、光学性能の評価の対象の一例として、「光利用効率」を採用し、外形的寸法としてゲート深さ D 及びゲート幅 W が互いに異なる対物レンズの光学性能について考察する。

「光利用効率」は、対象となる光学レンズである対物レンズの光学面に入射する光の光量に対して、当該対物レンズを通過し集光したスポット光の光量の割合で定義されるものである。具体的には、光利用効率は、例えば顕微鏡に類似する測定器を用い、被検レンズである対物レンズを配置しないで、す

なわちリファレンスである被検レンズ無し状態での光量値  $L_1$  を接眼レンズに相当する位置に配置したパワーメーターで測定し、その後、被検レンズ有りと同様に光量値  $L_2$  を測定し、両測定結果から  $L_2 \div L_1 \times 100$  [%] とすることで算出される。なお、光源光としては、BD用光（波長405 nm）、DVD用光（波長660 nm）、及びCD用光（波長785 nm）を用いている。

表1は、対物レンズの外形的寸法と光学性能等との関係に関する上記試験の試験結果を示す。ここで、試験結果の評価は、「○」が光学性能が良好であることを示し、「×」が光学面に転写不良が生じたことを示す。より具体的には、「○」は、要求される光利用効率の規格範囲を満足することを意味し、具体的一例の数値としては、BD用光（波長405 nm）で87%±5%、DVD用光（波長660 nm）で75%±5%、及びCD用光（波長785 nm）で61%±5%を満足することを意味する。「×」は、要求される光利用効率の規格範囲から外れた値であることを意味する。

[表1]

|        |        | ゲート幅W  |      |      |       |       |
|--------|--------|--------|------|------|-------|-------|
|        |        | W=0.3T | 0.4T | 1.0T | 1.48T | 1.49T |
| ゲート深さD | D=0.3T | ×      | ×    | ×    | ×     | ×     |
|        | 0.4T   | ×      | ×    | ○    | ○     | ×     |
|        | 0.7T   | ×      | ×    | ○    | ○     | ×     |
|        | 1.0T   | ×      | ○    | ○    | ×     | ×     |
|        | 1.1T   | ×      | ×    | ×    | ×     | ×     |

[0053] 表1に示すように、対物レンズの光学性能が「良好」となるのは、 $(D, W) = (1.0T, 0.4T)$ 、 $(0.4T, 1.0T)$ 、 $(0.7T, 1.0T)$ 、 $(1.0T, 1.0T)$ 、 $(0.4T, 1.48T)$ 、 $(0.7T, 1.48T)$  の組み合わせの場合であった。これは、上記条件式(1)～(3)を満たすものである。

[0054] なお、表1において、上記条件式(1)～(3)を満たさない組み合わせは、いずれも光学面の転写不良により光学性能に問題が生じた。

[0055] [第2実施形態]

以下、第2実施形態に係る対物レンズについて説明する。なお、第2実施形態の対物レンズは第1実施形態の対物レンズを変形したものであり、特に説明しない部分は第1実施形態と同様であるものとする。

[0056] 図4Aに示すように、本実施形態のフランジ部212において、第1フランジ面12aは、ネック部13の第1端面EP1よりも凹んで配置されている。つまり、フランジ部212の突起部分214は、光情報記録媒体側すなわち第2光学面OS2側のみが突起した形状となっている。なお、フランジ部212において、内径面14aは、レーザ光源側で狭まるテーパ形状を有している。

[0057] 図4Bに示すように、対物レンズ210を成形する成形金型40は、対物レンズ210の寸法に対応するものとなっている。可動金型41において、第5転写面S5は、フランジ部212の内径面214aに対応してレンズ光軸OAに対して傾斜するように形成されている。

[0058] 本実施形態に係る対物レンズ210では、第1フランジ面12aが凹んだ位置にある第1光学面OS1側のネック部13において、溶融樹脂の流れを阻害するネック部13の凸段部が無くなるため、対物レンズ210の成形の際に、溶融樹脂の流れが阻害されることによる乱流が生じず、スムーズに流れ込む。そのため、第1及び第2光学面OS1、OS2のネック部13近傍の光学性能の劣化を抑制することができる。

[0059] なお、フランジ部212において、第1フランジ面12aでなく、第2フランジ面12bをネック部13の第2端面EP2よりも凹んで配置してもよい。

[0060] [第3実施形態]

以下、第3実施形態に係る対物レンズについて説明する。なお、第3実施形態の対物レンズは第1実施形態の対物レンズを変形したものであり、特に説明しない部分は第1実施形態と同様であるものとする。

[0061] 図5Aに示すように、本実施形態のフランジ部312は、第2フランジ面12b側に、レンズ光軸OAに平行な方向の厚みを変化させる段差形状31

5を有する。段差形状315は、フランジ部312の内径面14b上に2段に形成されている。具体的には、第2フランジ面12bの内側すなわち光学機能部11側に第1段部315aと、第1段部315aに隣接して第2フランジ面12bの外側に第2段部315bとが形成されている。第1段部315aは、情報記録媒体側から遠い位置に設けられており、第2段部315bは、第1段部315aよりも情報記録媒体側から近い位置に設けられている。つまり、段差形状315は、フランジ部12の外側に向かってフランジ厚が厚くなる階段形状となっている。第1段部315aと第2段部315bとをつなぐ面315cは、情報記録媒体側に広がるテーパ面となっている。第1段部315bの内側に隣接する面315dは、情報記録媒体側に広がるテーパ面となっている。

[0062] 図5Bに示すように、対物レンズ310を成形する成形金型40は、対物レンズ310の寸法に対応するものとなっている。固定金型42において、第6転写面S6は、フランジ部312の段差形状315に対応する段差形状の転写面ST1が形成されている。

[0063] 本実施形態に係る対物レンズ310では、第2フランジ面12bと第2端面EP2との境界である傾斜部分である段差形状315が緩やかとなり、対物レンズ310の成形の際に、溶融樹脂がよりスムーズにネック部13に流れ込むことができる。

[0064] なお、フランジ部312において、第1フランジ面12a側に段差形状315を設けてもよい。

[0065] [第4実施形態]

以下、第4実施形態に係る対物レンズについて説明する。なお、第4実施形態の対物レンズは第1実施形態の対物レンズを変形したものであり、特に説明しない部分は第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、本実施形態のネック部13は、第2端面EP2に金型識別用の凸形状のマークMを有する。マークMは、略半球状であり、情報記録媒体側のネック部13と光学機能部11との境界付近に配置されている。

。このように、対物レンズ410が、成形の際に溶融樹脂の通過しにくいネック部13にマークMを有していても、対物レンズ410が上記条件式(1)～(3)を満たすことにより、マークMも高精度に転写することができる。なお、マークMを配置する場所は、第2端面EP2に限定されず、第2フランジ面12bに配置してもよい。

[0067] 図6Bに示すように、対物レンズ410を成形する成形金型40は、対物レンズ410の寸法に対応するものとなっている。固定金型42において、第9転写面S9は、ネック部13のマークMに対応して凹部転写面PTが形成されている。

[0068] [第5実施形態]

以下、第5実施形態に係る対物レンズについて説明する。なお、第5実施形態の対物レンズは第2実施形態の対物レンズを変形したものであり、特に説明しない部分は第2実施形態と同様であるものとする。

[0069] 図7Aに示すように、本実施形態のフランジ部512において、第1フランジ面12aは、レンズ光軸OAに平行な厚みを変化させる段差形状515を有する。段差形状515は、フランジ部512の内径面14a上に2段に形成されている。具体的には、第1フランジ面12aの内側すなわち光学機能部11側に第1段部515aと、第1段部515aに隣接して第1フランジ面12aの外側に第2段部515bとが形成されている。第1段部515aは、レーザ光源側から近い位置に設けられており、第2段部515bは、第1段部515aよりもレーザ光源側から遠い位置に設けられている。つまり、段差形状515は、フランジ部12の外側に向かってフランジ厚が薄くなる階段形状となっている。第1段部515aと第2段部515bとをつなぐ面515cは、レーザ光源側に狭まるテーパ面となっている。第2段部515bの外側に隣接する面515dは、レンズ光軸OAと平行な方向の面となっている。なお、フランジ部512において、第2フランジ面12bに段差形状515を設けてもよい。

[0070] 図7Bに示すように、対物レンズ510を成形する成形金型40は、対物

レンズ 5 1 0 の寸法に対応するものとなっている。可動金型 4 1 において、第 5 転写面 S 5 は、フランジ部 5 1 2 の段差形状 5 1 5 に対応する段差形状の転写面 S T 2 が形成されている。

[0071] 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く、様々な変形が可能である。例えば、上記実施形態において、固定金型 4 2 及び可動金型 4 1 で構成される射出成形金型に設ける型空間 C V の形状は、上記条件式 (1) ~ (3) を満たすものであれば、様々な形状とすることができる。すなわち、コア型 6 4 a, 7 4 a 等によって形成される型空間 C V の形状は、単なる例示であり、対物レンズ 1 0 その他の光学素子の用途等に応じて適宜変更することができる。例えば、固定金型 4 2 で対物レンズ 1 0 の第 1 光学面 O S 1 を成形し、可動金型 4 1 で第 1 光学面 O S 1 よりも曲率の小さい第 2 光学面 O S 2 を成形する金型構成とすることもできる。

[0072] また、上記実施形態において、対物レンズ 1 0 の光学機能部 1 1 に形成する微細形状 F S も図示のものに限らず、用途に応じた様々な回折構造等とすることができる。

[0073] また、上記実施形態において、第 2 フランジ面 1 2 b が第 2 光学面 O S 2 の頂点 Q 2 よりも低く配置されているとしたが、ネック部 1 3 での溶融樹脂の流れが妨げられない程度であれば、第 2 フランジ面 1 2 b が第 2 光学面 O S 2 の頂点 Q 2 よりも高く配置されていてもよい。つまり、第 2 フランジ面 1 2 b が第 2 光学面 O S 2 よりも突出していてもよい。

[0074] また、上記実施形態において、第 2 光学面 O S 2 の外周が第 1 光学面 O S 1 の外周よりも内側に形成されているとしたが、第 2 光学面 O S 2 の外周が第 1 光学面 O S 1 の外周と鉛直線上に略同じ位置に形成されてもよい。また、第 1 光学面 O S 1 の外周よりも外側に形成されてもよい。

[0075] また、上記実施形態において、ネック部 1 3 の第 1 及び第 2 端面 E P 1, E P 2 が鏡面を有するとしたが、鏡面でなくてもよい。また、第 1 及び第 2 端面 E P 1, E P 2 のいずれか一方を鏡面としてもよい。

## 請求の範囲

### [請求項1]

光学面に微細形状を設けた光学機能部と、前記光学機能部の周囲に設けられるフランジ部とを有し、前記フランジ部の外周縁に設けられたゲート部から型空間内に導入された樹脂によって射出成形され、B D、D V D、及びC Dの情報読み取り及び／又は書き込みに用いられる対物レンズであって、

前記光学機能部は、第1光学面と、前記第1光学面よりも曲率の小さい第2光学面とを有し、

前記光学機能部と前記フランジ部との間にネック部を有し、

レンズ光軸に垂直な方向のレンズ外径をG (mm) とし、前記光学機能部において、前記レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚をt (mm) とし、

前記ネック部において、前記レンズ光軸に平行な方向のネック部の最小厚みをT (mm) とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつ  $t / T > 4.0$  となっており、

前記ゲート部において、前記レンズ光軸に垂直な方向のゲート幅をW (mm) とし、前記レンズ光軸に平行な方向のゲート深さをD (mm) としたときに、以下の条件式を満たすことを特徴とする対物レンズ。

$$0.4 T \leq D \leq T$$

$$0.4 T \leq W \leq 1.48 T$$

$$0.3 T^2 < D \cdot W < 1.48 T^2$$

### [請求項2]

前記フランジ部は、前記第1光学面側に第1フランジ面と、前記第2光学面側に第2フランジ面とを有し、

前記第2フランジ面は、前記第2光学面の頂点よりも低く配置されることを特徴とする請求項1に記載の対物レンズ。

### [請求項3]

前記第2光学面の外周は、前記第1光学面の外周よりも内側に形成されていることを特徴とする請求項1及び2のいずれか一項に記載の

対物レンズ。

[請求項4] 前記ネック部は、前記第1光学面側に第1端面と、前記第2光学面側に第2端面とを有し、

前記第1フランジ面と前記第1端面とをつなぐ面及び前記第2フランジ面と前記第2端面とをつなぐ面の少なくともいずれか一方は、前記レンズ光軸に対して傾斜していることを特徴とする請求項1から3までのいずれか一方に記載の対物レンズ。

[請求項5] 前記第1端面及び前記第2端面の少なくともいずれか一方は、鏡面を有することを特徴とする請求項4に記載の対物レンズ。

[請求項6] 前記第1フランジ面及び第2フランジ面のいずれか一方は、前記ネック部側において、対応する前記第1端面及び前記第2端面のいずれか一方よりも凹んで配置されることを特徴とする請求項4及び5のいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項7] 前記フランジ部は、前記第1フランジ面及び前記第2フランジ面の少なくともいずれか一方側において、前記レンズ光軸に平行な方向の厚みを変化させる段差形状を有することを特徴とする請求項4から6までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項8] 前記第2端面に金型識別用の凸形状のマークを有することを特徴とする請求項4から7までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項9] 前記第2フランジ面に金型識別用の凸形状のマークを有することを特徴とする請求項1から7までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項10] 前記レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm) とし、500nm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、 $0.8 \leq t/f \leq 2.0$  であることを特徴とする請求項1から9までのいずれか一項に記載の対物レンズ。

[請求項11] 光学面に微細形状を設けた光学機能部と、前記光学機能部の周囲に設けられるフランジ部とを有し、前記フランジ部の外周縁に設けられたゲート部から型空間内に導入された樹脂によって射出成形され、B

D、DVD、及びCDの情報の記録及び／又は再生に用いられる対物レンズの製造方法であって、

前記対物レンズの第1光学面を成形する第1の金型と、前記対物レンズの第2光学面を成形する第2の金型とによって形成される型空間に溶融樹脂を射出して前記対物レンズを成形する工程と、

前記第1の金型と前記第2の金型とを相対的に離間させて型開きすることにより、前記型空間から前記対物レンズを取り出す工程と、  
を備え、

前記対物レンズは、前記光学機能部と前記フランジ部との間にネック部を有し、

レンズ光軸に垂直な方向のレンズ外径を $G$  (mm) とし、前記光学機能部において、前記レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を $t$  (mm) とし、

前記ネック部において、前記レンズ光軸に平行な方向のネック部の最小厚みを $T$  (mm) とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつ  $t / T > 4.0$  となっており、

前記ゲート部において、前記レンズ光軸に垂直な方向のゲート幅を $W$  (mm) とし、前記レンズ光軸に平行な方向のゲート深さを $D$  (mm) としたときに、以下の条件式を満たすことを特徴とする対物レンズの製造方法。

$$0.4 T \leq D \leq T$$

$$0.4 T \leq W \leq 1.48 T$$

$$0.3 T^2 < D \cdot W < 1.48 T^2$$

[請求項12]

前記光学機能部は、第1光学面と、前記第1光学面よりも曲率の小さい第2光学面とを有し、

前記フランジ部は、前記第1光学面側に第1フランジ面と、前記第2光学面側に第2フランジ面とを有し、

前記第2フランジ面は、前記第2光学面の頂点よりも低く配置され

ることを特徴とする請求項 1 1 に記載の対物レンズの製造方法。

[請求項13] 前記第 2 光学面の外周は、前記第 1 光学面の外周よりも内側に形成されていることを特徴とする請求項 1 1 及び 1 2 のいずれか一項に記載の対物レンズの製造方法。

[請求項14] 前記ネック部は、前記第 1 光学面側に第 1 端面と、前記第 2 光学面側に第 2 端面とを有し、

前記第 1 フランジ面と前記第 1 端面とをつなぐ面及び前記第 2 フランジ面と前記第 2 端面とをつなぐ面の少なくともいずれか一方は、前記レンズ光軸に対して傾斜していることを特徴とする請求項 1 1 から 1 3 までのいずれか一方に記載の対物レンズの製造方法。

[請求項15] 前記第 1 端面及び前記第 2 端面の少なくともいずれか一方は、鏡面を有することを特徴とする請求項 1 4 に記載の対物レンズの製造方法。

[請求項16] 前記第 1 フランジ面及び第 2 フランジ面のいずれか一方は、前記ネック部において、対応する前記第 1 端面及び前記第 2 端面のいずれか一方よりも凹んで配置されることを特徴とする請求項 1 4 及び 1 5 のいずれか一項に記載の対物レンズの製造方法。

[請求項17] 光学面に微細形状を設けた光学機能部と、前記光学機能部の周囲に設けられるフランジ部とを有し、前記フランジ部の外周縁に設けられたゲート部から型空間内に導入された樹脂によって射出成形され、B D、D V D、及びC Dの情報読み取り及び／又は書き込みに用いられる対物レンズを成形するための成形金型であって、

前記対物レンズの第 1 光学面を形成する第 1 の転写面と、前記第 1 光学面の周囲に延在する第 1 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、

前記第 1 光学面よりも曲率が小さい第 2 光学面を形成する第 2 の転写面と、前記第 2 光学面の周囲に延在する第 2 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 の転写面と前記第 1 の成形面との間に前記対物レンズのネック部を形成する第 3 の成形面を有し、

前記第 2 の転写面と前記第 2 の成形面との間に前記対物レンズのネック部を形成する第 4 の成形面を有し、

前記第 1 の金型と前記第 2 の金型とによって形成される型空間の寸法が、

レンズ光軸に垂直な方向のレンズ外径を  $G$  (mm) とし、前記光学機能部において、前記レンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm) とし、

前記ネック部において、前記レンズ光軸に平行な方向のネック部の最小厚みを  $T$  (mm) とした場合に、 $G \leq 4.05$  (mm)、かつ  $t/T > 4.0$  となっており、

前記ゲート部において、前記レンズ光軸に垂直な方向のゲート幅を  $W$  (mm) とし、前記レンズ光軸に平行な方向のゲート深さを  $D$  (mm) としたときに、以下の条件式を満たす対物レンズに対応することを特徴とする成形金型。

$$0.4T \leq D \leq T$$

$$0.4T \leq W \leq 1.48T$$

$$0.3T^2 < D \cdot W < 1.48T^2$$

[請求項18] 前記第 2 の成形面は、前記第 2 の転写面の頂点よりも前記第 1 の金型と前記第 2 の金型との型合わせ面から浅い位置に形成されていることを特徴とする請求項 17 に記載の成形金型。

[請求項19] 前記第 2 の転写面の外周は、前記第 1 の転写面の外周よりも内側に形成されていることを特徴とする請求項 17 及び 18 のいずれか一項に記載の成形金型。

[請求項20] 前記第 1 の成形面と前記第 3 の成形面とをつなぐ面及び前記第 2 の成形面と前記第 4 の成形面とをつなぐ面の少なくともいずれか一方は

、前記レンズ光軸に対して傾斜していることを特徴とする請求項 17 から 19 までのいずれか一方に記載の成形金型。

[請求項21] 前記第 1 の成形面及び前記第 2 の成形面のいずれか一方は、前記第 3 の成形面及び前記第 4 の成形面のいずれか一方よりも凹んで配置されることを特徴とする請求項 20 に記載の成形金型。

[請求項22] 前記第 1 の成形面及び前記第 2 の成形面の少なくともいずれか一方側において、前記レンズ光軸に平行な方向の厚みを変化させる段差形状を形成する転写面を有することを特徴とする請求項 20 及び 21 のいずれか一項に記載の成形金型。

[請求項23] 前記第 4 の成形面に金型識別用の凸形状のマークを転写する凹転写面を有することを特徴とする請求項 17 から 22 までのいずれか一項に記載の成形金型。

[請求項24] 前記第 2 の成形面に金型識別用の凸形状のマークを転写する凹転写面を有することを特徴とする請求項 17 から 22 までのいずれか一項に記載の成形金型。

[請求項25] 前記型空間の寸法は、前記対物レンズのレンズ光軸に平行な方向のレンズ軸上厚を  $t$  (mm)、500 nm 以下の波長の光束における前記対物レンズの焦点距離を  $f$  (mm) としたときに、 $0.8 \leq t / f \leq 2.0$  である対物レンズに対応することを特徴とする請求項 17 から 24 までのいずれか一項に記載の成形金型。

[図1]

FIG.1A

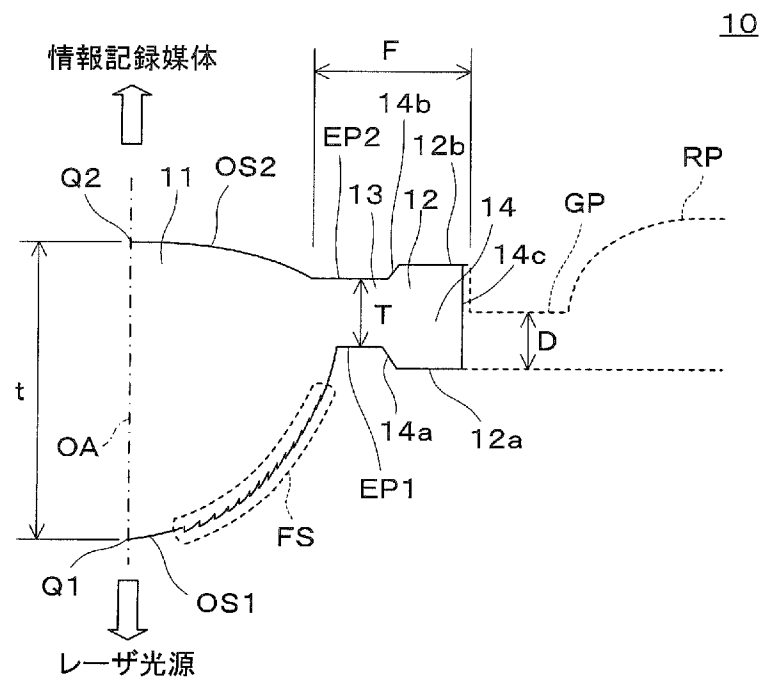
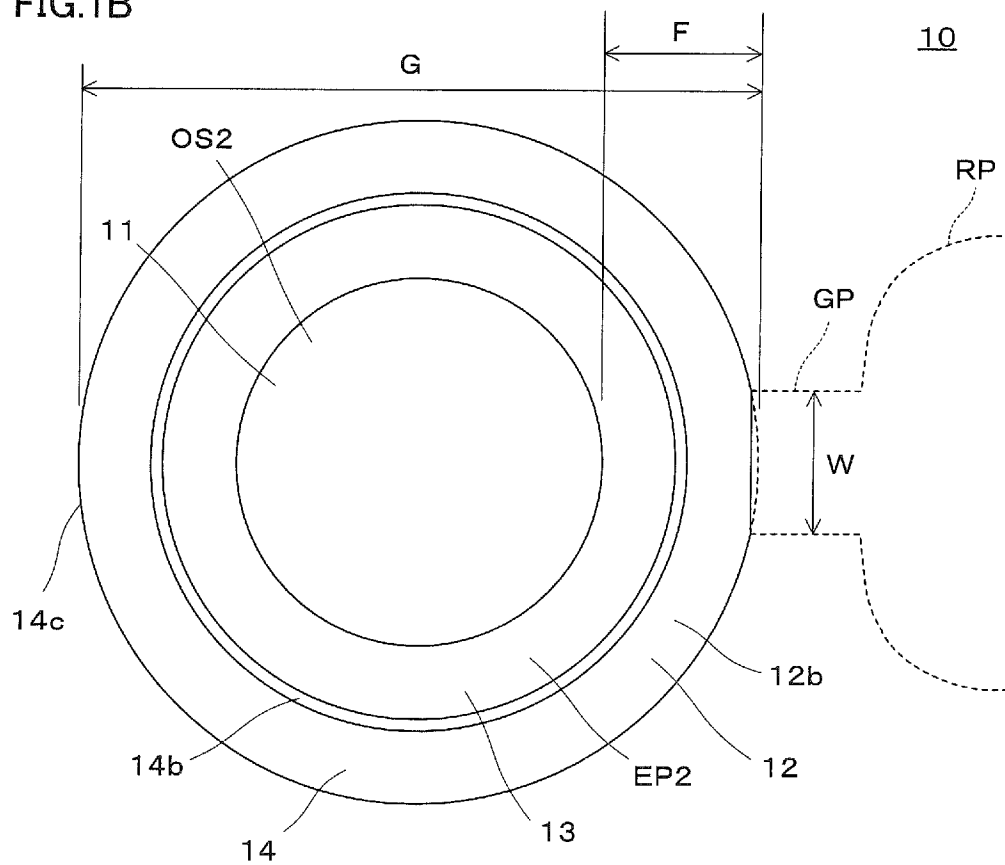


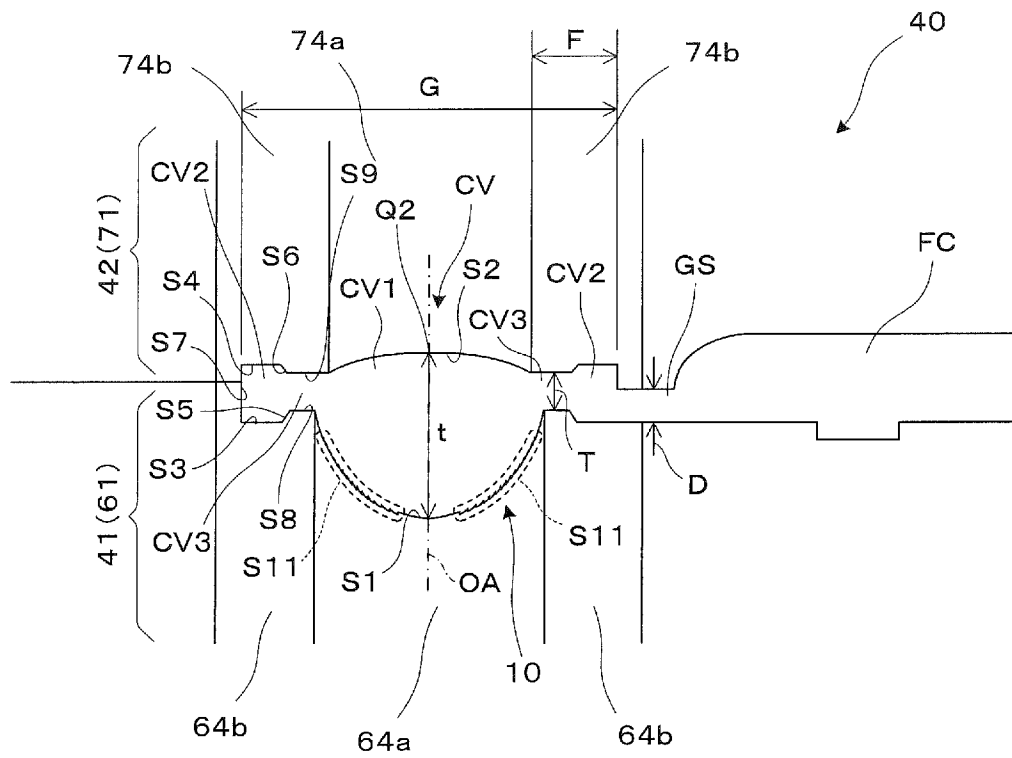
FIG.1B





[図3]

FIG.3









[図7]

FIG.7A

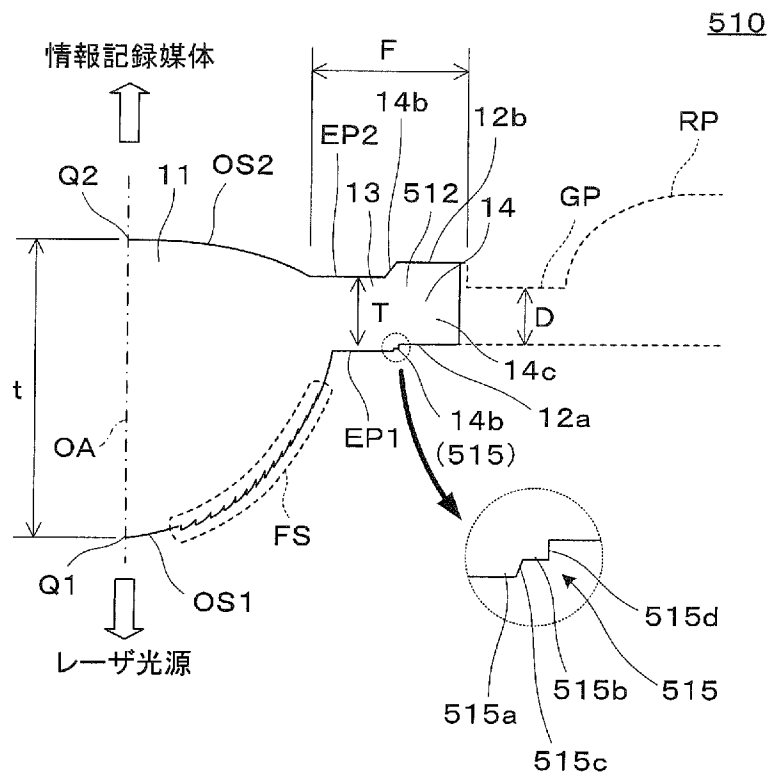
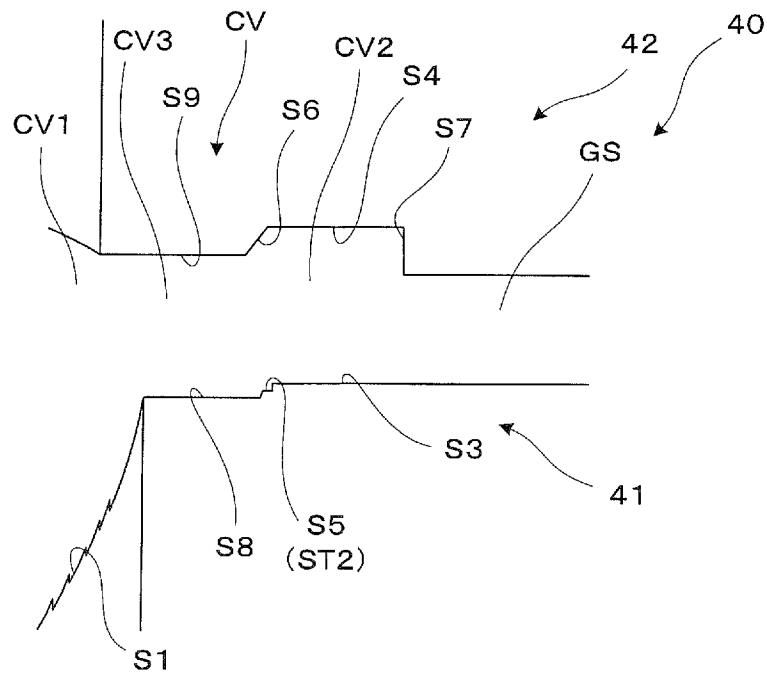


FIG.7B



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052520

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C33/42(2006.01)i, B29C45/27(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G11B7/135  
(2012.01)i, G11B7/22(2006.01)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)

B29C33/42, B29C45/27, G02B3/00, G11B7/135, G11B7/22, 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<br>A    | WO 2010/087068 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.),<br>05 August 2010 (05.08.2010),<br>entire text; all drawings<br>& EP 2385397 A1 | 1-10, 17-25<br>11-16  |
| A         | JP 2010-234671 A (Sharp Corp.),<br>21 October 2010 (21.10.2010),<br>paragraph [0048]<br>(Family: none)                         | 1-25                  |
| A         | JP 2002-240108 A (Asahi Optical Co., Ltd.),<br>28 August 2002 (28.08.2002),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)     | 1-25                  |

☒ 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  
26 April, 2012 (26.04.12)

Date of mailing of the international search report  
15 May, 2012 (15.05.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052520

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 3-211030 A (Hitachi, Ltd.),<br>13 September 1991 (13.09.1991),<br>claims; fig. 1<br>(Family: none)                                                                                                          | 1-25                  |
| A         | WO 2006/046437 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.),<br>04 May 2006 (04.05.2006),<br>entire text; all drawings<br>& US 2006/0093700 A1 & WO 2006/046437 A1<br>& CN 1765608 A & KR 10-2007-0084491 A<br>& TW 275482 B | 1-25                  |
| A         | WO 2010/116804 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.),<br>14 October 2010 (14.10.2010),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                 | 1-25                  |

## 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, B29C45/27 (2006.01)i, G02B3/00 (2006.01)i, G11B7/135 (2012.01)i,  
G11B7/22 (2006.01)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. B29C33/42, B29C45/27, G02B3/00, G11B7/135, G11B7/22, 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<br>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<br>請求項の番号       |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| X<br>A          | WO 2010/087068 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010.08.05<br>全文, 全図<br>& EP 2385397 A1 | 1-10, 17-25<br>11-16 |
| A               | JP 2010-234671 A (シャープ株式会社) 2010.10.21<br>段落【0048】<br>(ファミリーなし)            | 1-25                 |

☒ 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

2 6 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 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)

中野 浩昌

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

5 D

9 2 9 4

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                              |                |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2002-240108 A (旭光学工業株式会社) 2002. 08. 28<br>全文, 全図<br>(ファミリーなし)                                                                                             | 1-25           |
| A                     | JP 3-211030 A (株式会社日立製作所) 1991. 09. 13<br>特許請求の範囲, 図 1<br>(ファミリーなし)                                                                                          | 1-25           |
| A                     | WO 2006/046437 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2006. 05. 04<br>全文, 全図<br>& US 2006/0093700 A1 & WO 2006/046437 A1 & CN 1765608 A<br>& KR 10-2007-0084491 A & TW 275482 B | 1-25           |
| A                     | WO 2010/116804 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 10. 14<br>全文, 全図<br>(ファミリーなし)                                                                                       | 1-25           |