

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/129657 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 11/00 (2006.01) G02B 3/00 (2006.01)
C03B 40/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/054561
- (22) 国際出願日: 2014年2月25日(25.02.2014)
- (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 2013-034233 2013年2月25日(25.02.2013) JP
PCT/JP2013/079409 2013年10月30日(30.10.2013) JP
PCT/JP2013/083343 2013年12月12日(12.12.2013) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): H O Y A 株式会社(HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 池西 幹男(IKENISHI, Mikio) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 庄司 昂浩(SHOJI, Akihiro) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 丹野 義剛(TANNO,

Yoshitake) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 田中 功(TANAKA, Isao) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 前田・鈴木国際特許業務法人(MAEDA & SUZUKI); 〒1010051 東京都千代田区神田神保町一丁目1番地17 東京堂神保町第3ビル2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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

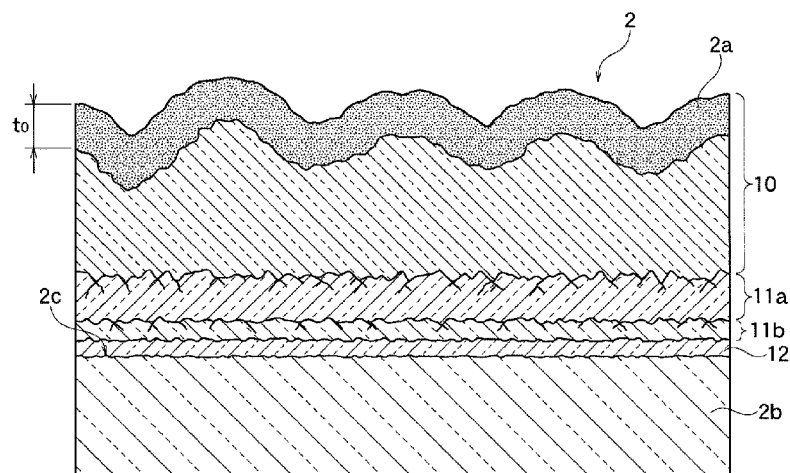
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: GLASS LENS BLANK FOR POLISHING, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND OPTICAL LENS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 研磨用ガラスレンズブランク、その製造方法および光学レンズの製造方法

図1B



(57) Abstract: [Problem] To provide a glass lens blank for polishing with which the thickness of a defect containing layer can be kept to a minimum and for which the processing time required for grinding and polishing after press forming of the glass lens blank for polishing can be reduced, and to provide a manufacturing method therefor, and an optical lens manufacturing method. [Solution] A glass lens blank for polishing (2) at least the main surface of which is a press-formed surface, and in which the thickness of a defect containing layer (2a) formed on the main surface is no more than 50μm.

(57) 要約: 【課題】欠陥含有層の厚みを最小限に抑えて、プレス成形後の研磨用ガラスレンズブランクの研削および研磨に要する加工時間を短縮することができる研磨用ガラスレンズブランク、その製造方法および光学レンズの製造方法を提供すること。 【解決手段】少なくとも主表面がプレス成形面であって、主表面に形成される欠陥含有層2aの厚みが50μm以下である研磨用ガラスレンズブランク2。



WO 2014/129657 A1



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

研磨用ガラスレンズブランク、その製造方法および光学レンズの製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、研磨用ガラスレンズブランク、その製造方法および光学レンズの製造方法に関する。

背景技術

[0002] レンズの製造方法として、次のような方法が知られている。すなわち、熔融ガラスを型に流し込んで角状または板状のガラスブロックを作製し、次にこのガラスブロックを機械加工で切り出して細分化してカットピースをつくる。次いで、各カットピースの重量を均等化するとともに表面に離型剤を付着し易くするために粗研磨加工（バレル研磨）を行なう。その後、粗研磨加工したカットピースを再加熱して軟化させ、軟化したガラスをプレス成形してレンズ形状に近似した形状のレンズブランクを成形する。最後に、そのレンズブランクを研削・研磨してレンズを製造する方法である。

[0003] この方法によれば、複数のガラス種の板状ガラスブロックを製作し保管しておけば、必要に応じて板状ガラスブロックを所望の数量・体積に切り出して、そのカットピースをプレスできるので、多品種少量生産には適している。しかしながら、この方法では、カットピースをプレス加工した後のレンズブランクの表面には、欠陥含有層が60～500 μ mの厚みで形成される。欠陥含有層は、粗研磨加工時に生じたクラックや加工液と接触したことによるガラス成分が変質した部分、あるいは軟化時からプレス成形時に発生する結晶化部分を含む。さらに、カットピースを軟化する際に、角部がガラス内部に折れ込む現象が生じ、その折れ込み量が300 μ m以上にも及び、これが欠陥含有層として深部にまで生じることがある。

[0004] このような欠陥含有層（折れ込み部を含む。）がガラスブランクの表面に形成されると、その後の工程において、欠陥含有層を除去するとともに凹凸

のない平滑な面を有するレンズを製造しようとした場合に、 $500\mu\text{m}$ 以上の研削および研磨を行なう必要があり、研削および研磨時間が長くなると共に、材料の無駄が生じている。

[0005] また、最近では、下記の特許文献1（特許第3806288号公報）に示すように、下記に示す工程で研磨用ガラスレンズブランクを製造する方法が提案されている。すなわち、この方法では、ノズルから供給される熔融ガラスを成形型で受けて成形してガラス塊を得る工程と、前記ガラス塊の表面を粗面研磨加工する工程と、前記ガラス塊の表面に粉末状の離型剤を形成する工程と、前記ガラス塊を再加熱してプレス成形する工程とを有する。

[0006] この方法では、ガラス塊の表面において、カットピースのような角張った部分の発生を抑えられるので、次工程の再加熱工程において折れ込み部を生じることなく成形を行なうことができる。しかしながら、この方法においても、上記の製法と同様に $60\sim150\mu\text{m}$ 程度の欠陥含有層が形成される。なお、この方法は、多数のガラス塊を製造し、在庫として保管できることから、注文に応じて、同じ形状の複数のガラス塊から、異なった成形面を有する複数の成形型を用いてプレス成形することで、多品種生産が可能になる。

[0007] いずれの従来の方法でも、プレス成形後の研磨用ガラスレンズブランクを研削および研磨してレンズにする場合に、研削および研磨に要する加工時間が、光学レンズの全体工程の約半分程度を占めるため、加工時間の短縮が求められていた。なお、研磨用ガラスレンズブランクの表面に存在する欠陥含有層の厚みを小さくすれば、研削および研磨に要する加工時間を短縮することができることが予想されるが、従来の方法では、欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下に薄い研磨用ガラスレンズブランクは実現できていなかった。特に一眼レフなどに用いられる中大口径のレンズの基になる研磨用ガラスレンズブランクにおいて、従来の方法では、欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下に薄い研磨用ガラスレンズブランクを製造することは不可能と考えられていた。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第3806288号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、このような実状に鑑みてなされ、その目的は、欠陥含有層の厚みを最小限に抑えて、プレス成形後の研磨用ガラスレンズブランクの研削および研磨に要する加工時間を短縮することができる研磨用ガラスレンズブランク、その製造方法および光学レンズの製造方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者は、プレス成形後の研磨用ガラスレンズブランクの研削および研磨に要する加工時間を短縮することについて鋭意検討した結果、従来の常識に囚われない方法により得られる研磨用ガラスレンズブランクでは、表層の全面に形成される欠陥含有層の厚みが50 μm 以下となることを初めて見出し、本発明を完成させるに至った。

[0011] すなわち、本発明に係る研磨用ガラスレンズブランクは、少なくとも主表面がプレス成形面であって、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが50 μm 以下であることを特徴とする。

[0012] 本発明に係る研磨用ガラスレンズブランクでは、欠陥含有層の厚みが50 μm 以下であることから、この研磨用ガラスレンズブランクに対して、球面研削（創成研削）および研磨を行ない、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、極端に短くすることができる。

[0013] たとえば従来のカットピース工法により得られる研磨用ガラスレンズブランクに比較して、本発明のレンズブランクでは、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、略半分以下に短縮することができる。また、本発明の研磨用ガラスレンズブランクでは、特許文献1（特許第3806288号公報）に示す方法により得られるレンズブランクに比較して、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、略半分以下に短縮することができる。

[0014] また、本発明の研磨用ガラスレンズブランクでは、欠陥含有層の厚みが5

0 μ m以下であることから、光学レンズを得る際の研削および研磨時における研削屑および研磨屑を必要最小限にすることが可能になり、材料の無駄もなくせる。加えて、加工量が少ないために、光学レンズの形状精度（肉厚精度を含む）も向上する。

[0015] 本発明の研磨用ガラスレンズブランクの製造方法は、特に限定されないが、好ましくは、ノズルから供給される熔融ガラスをガラス塊成形用の成型型で受けて成形してガラス塊を得る工程と、ガラス塊を再加熱し、プレス成形用の成型型でプレス成形する工程とを有する。

[0016] 好ましくは、ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程において、ガラス塊の表面を粗面化処理する工程（バレル研磨工程など）を有さない。

[0017] 好ましくは、ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程において、ガラス塊を研削または研磨する工程を有さない。

[0018] 好ましくは、重量が5グラム以上、さらに好ましくは10グラム以上である研磨用ガラスレンズブランクの場合に、本発明の作用効果が大きい。本発明の研磨用ガラスレンズブランクは、特に中口径および大口径のガラスレンズ（たとえば、レンズ直径が30mm以上）を成形するのに適している。

[0019] 本発明に係る光学レンズの製造方法は、上記に記載の研磨用ガラスレンズブランクに対して、球面研削（創成研削）加工（以下、CG（Curve Generating）加工ともいう。）およびスムージング（Smoothing）加工を行ない、スムージング加工では、金属ボンドの砥石を用いることなく樹脂ボンドの砥石を用いる加工を行ない、光学レンズを得ることを特徴とする。

[0020] 本発明の別の観点に係る研磨用ガラスレンズブランクの製造方法は、ノズルから供給される熔融ガラスをガラス塊成形用の成型型で受けて成形してガラス塊を得る工程と、ガラス塊の表面状態を維持しつつ、大気雰囲気下で $10^4 \sim 10^6$ dPa $\cdot$ sの粘度に再加熱する再加熱工程と、再加熱工程で再加熱したガラス塊をプレス成形用の成型型で大気雰囲気下においてプレス成形して、少なくとも主表面にプレス成形面を有するガラス成形品を得るプレス

工程とを備え、プレス成形工程によって得られたガラス成形品の主表面に形成される欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下である。

[0021] 好ましくは、離型剤付着工程において、ガラス塊を配置する保持用凹部に離型剤を付着させた後、保持用凹部にガラス塊を配置し、さらにガラス塊に離型剤を付着するように構成する。このように構成することで、ガラス塊を加熱炉で軟化させる際に、ガラス塊の粘度が低下してガラス塊の高さが低くなり直径が広がっていくが、ガラス塊上の離型剤がガラス塊と保持用凹部との間に回り込み、離型剤がガラス塊を包み込む。したがって、特許文献1（特許第3806288号公報）のようにガラス塊の表面を粗面化加工することなく十分な離型効果を奏することができるため、欠陥含有層の厚みを最小限に抑え、その後の研削および研磨に要する加工時間を短縮できる。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、極端に短くすることができる研磨用ガラスレンズブランクを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1A]図1Aは、本発明の一実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランクの形状の一例を示す側面図である。

[図1B]図1Bは、図1Aに示す研磨用ガラスレンズブランクの表面の一部断面で、研削工程および研磨工程により除去する部分を模式的に示した概略図である。

[図2A]図2Aは、図1Aに示すブランクを製造する工程を示すフローチャート図である。

[図2B]図2Bは、図1Aに示すブランクから光学レンズを製造する工程を示すフローチャート図である。

[図3]図3は、図2Aに示すガラス塊形成工程の一例を示す概略図である。

[図4]図4は、図2Aに示す離型剤塗布工程の一例を示す概略図である。

[図5]図5は、図2Aに示すプレス工程の一例を示す概略図である。

[図6]図6は、実施例および比較例に係る輝点観察の結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。なお、図中同一または相当部分には同一の符号を付してその説明は繰り返さない。

[0025] <研磨用ガラスレンズブランク>

図1Aは、本発明の一実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランクの形状の一例を示す側面図である。図1Bは、図1Aに示す研磨用ガラスレンズブランクの表面の一部断面で、研削工程および研磨工程により除去する部分を模式的に示した概略図である。

[0026] 図1Aに示すように、本発明の一実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランク2は、主表面となる略球面状のプレス成形面2A、2Bを有する。このプレス成形面2A、2Bは、上型74および下型72の成形面形状が転写された面である（図5参照）。両面（2A、2B）共に凸形状の曲面となっているが、本発明のレンズブランクの形状は特に限定されず、いずれか一方または双方が凹形状の曲面もしくは平面であっても良い。なお、研磨用ガラスレンズブランク2の側周面2Cは、胴型73の内周面で成形されるプレス成形面であっても良いし、胴型73に当接しない自由表面であっても良い（図5参照）。

[0027] この研磨用ガラスレンズブランク2は、後述する研削加工および研磨加工を施されて光学レンズになる。本実施形態のレンズブランク2の主表面（2A、2B）には、図1Bに示すように、欠陥含有層2aの厚み t_0 が $50\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $15\mu\text{m}$ 以下である。本実施形態では、後述する製造方法によりガラスレンズブランク2が製造されることから、欠陥含有層2aは、少なくとも $1\mu\text{m}$ 以上の厚みを有することが予想されるが、従来の製造方法で得られたものに比較して、欠陥含有層2aの厚み t_0 が極端に薄い。

[0028] 本実施形態において、欠陥含有層2aとは、ガラスレンズブランク2のバルク部分2b（光学レンズとなる部分）に比較して、反射光の輝点を形成す

る欠陥を有する層である。この欠陥含有層 2 a を除去することで、反射光の輝点を形成する欠陥がなくなる。反射光の輝点を形成する欠陥の具体例としては、たとえば後述するブランクの製造方法における再加熱工程およびプレス工程より生じる結晶化部分などが上げられる。ただし、本実施形態におけるガラスレンズブランク 2 には、カットピース由来の折れ込み部が存在していない。

[0029] ガラスレンズブランク 2 のサイズや重量について特に制限はないが、重量が 5 グラム以上、さらに好ましくは 10 グラム以上である研磨用ガラスレンズブランクの場合に、本発明の作用効果が大きい。本発明の研磨用ガラスレンズブランクは、特に中口径および大口径のガラスレンズを成形するのに適している。その理由としては、中口径および大口径のガラスレンズは、小径のガラスレンズに比べて研削および研磨に要する加工時間が長くなるので、本発明によればこの加工時間を短縮でき、ひいては材料ロスを低減できるので、本発明による効果を一層発揮できるからである。

[0030] 本実施形態のガラスレンズブランク 2 は、後述する製造方法により、たとえば一度に 1000 個以上に多数製造されるが、その重量ばらつきは、 $\pm 1.0\%$ 以下、場合によっては $\pm 0.5\%$ 以下である。たとえば、後述するガラス塊形成工程において、ノズルから一定速度で流出する熔融ガラスの切断タイミングや粘度等を制御する成形装置の動作精度を向上させることで、重量ばらつきを少なくできる。

[0031] また、本実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランク 2 は、その主表面（2 A, 2 B）の表面粗さ（ R_z ）が、好ましくは $8\ \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上であり、さらに好ましくは $12\ \mu\text{m}$ 以上、一層好ましくは $20\ \mu\text{m}$ 以上、より一層好ましくは $22\ \mu\text{m}$ 以上、さらに一層好ましくは $25\ \mu\text{m}$ 以上である。このような本実施形態に係るガラスレンズブランク 2 は、主表面（被加工面）に適度な凹凸を有することにより、CG 加工等の研削加工に際し、比較的砥粒の粒径が小さい砥石を用いても良好な加工を行なうことができ、その後の加工工程（研削および研磨加工）における加工量および加

工時間を、さらに低減できる。

[0032] 通常、C G加工などの研削処理では、加工後のレンズブランクの表面に、新たに無数の微小クラックが生じる。このような微小クラックは、砥粒の粒径が大きい砥石ほど、ガラスの深部に及び易い傾向にあり、極端に深いクラックは後工程（S M加工や研磨加工）で除去するのが困難となる。これに対し、比較的砥粒の粒径が小さい砥石を用いる場合には、研削加工により発生する微小クラックが、極端に深くならず（たとえば、表面から15 μm 以下に留まり）、後工程で微小クラックを除去し易い。

[0033] そのため、加工量や加工時間を低減する観点からも、比較的砥粒の粒径が小さい砥石でC G加工を開始できることが望ましい。しかし、粒径が小さい砥石で加工する場合、被加工面が平滑であるほど、砥石が滑り易く良好な加工が行なえない傾向にある。したがって、平滑な成形面で作製されたレンズブランクの場合には、粒径が小さい砥石からC G加工を開始することは困難であり、一度粒径が大きい砥石で表面を加工した後、適度に凹凸が形成された加工面を、砥粒の粒径の小さい砥石によって加工するのが一般的である。

[0034] これに対し、本実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランクが、被加工面に上述のような適度な凹凸を有している場合ため、比較的粒径が小さい砥石を用いることができる。すなわち、被加工面が適度な凹凸を有していることにより、比較的粒径が小さい砥石であっても砥石の滑りを防止し、C G加工を開始することができる。その結果、C G加工での微小クラックの影響を低減でき、その後の工程（研削および研磨加工）における加工量および加工時間を大幅に低減できる。

[0035] ただし、研磨用ガラスレンズブランクの表面粗さ（R_z）が大きすぎると、研削・研磨加工の加工量および加工時間が増す傾向にある。たとえば、表面粗さ（R_z）が50 μm 超のレンズブランクを加工する場合、最初の研削加工で比較的粒度の小さい砥石（たとえば#400～#800）を用いると砥石の目詰まりが生じて加工が進まなくなるので、比較的粒度の大きい砥石（#400未満）で研削することになる。粒度の大きい砥石で研削加工を行

なうと、後述する砥石の粒度と微小クラックの関係についての検証結果のとおり、研削加工に伴う微小クラックがレンズブランクの内部深くにまで生じてしまい、結果的に加工時間の短縮を阻害する。

[0036] したがって、本実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランク2の主表面（2A，2B）の表面粗さ（ R_z ）は、好ましくは $50\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $40\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下である。

[0037] また、このような研磨用ガラスレンズブランク2の主表面（2A，2B）表面粗さ（ R_z ）の好ましい範囲としては、 $8\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ であり、より好ましくは $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $12\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ であり、一層好ましくは $20\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ であり、より一層好ましくは $20\mu\text{m}\sim 35\mu\text{m}$ である。

[0038] なお、本実施形態において、表面粗さ（ R_z ）とは、2001年JIS規格B0601に基づく、最大高さ（1982年JIS規格B0601に基づく R_{max} と同義）である。この R_z は、表面の凹凸の最も低い地点と最も高い地点との差である。表面粗さ（ R_z ）の測定は、JIS規格に基づく手法で、公知の測定装置により測定することができる。

[0039] また、本実施形態において、研磨用ガラスレンズブランク2の主表面（2A，2B）は適度な凹凸（たとえば、 $8\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ ）を有し、かつ主表面から内部側に $50\mu\text{m}$ 以下の厚さの欠陥含有層が形成されている。欠陥含有層の厚みは、研磨用ガラスレンズブランク2の表面にある本来の欠陥含有層の厚みに表面粗さ（ R_z ）を足した値である。

[0040] 本実施形態のガラスレンズブランク2の硝材としては、特に限定されないが、たとえば以下に示すガラスが用いられる。

[0041] 本実施形態において好ましく用いられるガラスとしては、（1）ガラス成分として少なくともP、OおよびFを含むフツリン酸塩系ガラス、（2）ガラス成分中に、 B_2O_3 、 La_2O_3 が比較的多く含まれているホウ酸ランタン系ガラス、（3）ガラス成分中に、 SiO_2 、 TiO_2 が、比較的多く含まれている $\text{SiO}_2\text{--TiO}_2$ 系ガラス、（4） P_2O_5 を主成分としてNb、Ti

、B i、およびWからなる易還元成分を含有するリン酸ニオブ系光学ガラスなどを挙げることができる。

[0042] 次に、図2A～図5を用いて、図1Aに示す研磨用ガラスレンズブランク2の製造方法の具体例を説明する。

[0043] 図2Aは、図1Aに示すブランクを製造する工程を示すフローチャート図である。図3は、図2Aに示すガラス塊形成工程の一例を示す概略図である。図2Aに示すように、ステップS1にて、ガラス塊を形成する。ガラス塊を形成するために、図3に示すように、ガラス塊受け皿30の上面に形成してある凹面上の受け部32に対して、溶解ガラスノズル40から熔融ガラスを滴下して受け部32の内部にガラス塊20を形成する。

[0044] 受け皿30は、予め所定温度に加熱してある。受け皿30の温度としては、たとえば250～500℃である。また、ノズル40は、所定温度に温度制御してある。ノズル40の温度としては、ガラスの材料にもよるが、たとえば700～1200℃であり、ノズルから滴下されるガラスの粘性が、2～30 dPa・sの範囲にある。

[0045] ガラス塊20の形状の例としては、球状またはその近似形状、扁平な回転楕円形状、両凸曲面形状、片凸片凹曲面形状等が挙げられるが、特に限定されない。

[0046] なお、ガラス塊形成工程の成型型としての受け部32の表面粗さは、たとえば、Rmaxが10～50 μmとすることができるが、特に限定されない。ここで、Rmaxとは、1982年JIS規格B0601に基づく最大高さであり、上述のRzとRmaxは同義である。

[0047] ガラス塊形成工程の熔融ガラスを、前述した所定の粘性にすることにより、重量ばらつきの小さい、多数のガラス塊を高い生産性で、製造することができる。熔融ガラスの粘度を前述した範囲にすることにより、降下切断が容易に行なうことができる。降下切断法は、ガラス塊受け皿30を上昇させノズル40に接近させた状態で、ノズル40より流出した熔融ガラスの先端部を受け、次いで、所定のタイミングで受け皿30を、熔融ガラスの流下速度

よりも速い速度で急速に降下させて所定重量の熔融ガラスをノズル40から分離して受け皿30で受け取るものである。このような切断方法によれば、切断刃を用いなくても所定重量の熔融ガラスを受け皿30に受けることが容易にできる。なお、熔融ガラスを受け皿30で受けた後、そのまま冷却しても良いし、熔融ガラスを浮上または略浮上させた状態で冷却しても良い。

[0048] 冷却されたガラス塊20は、ガラス転移点温度 T_g より下の温度になり、取り出位置まで移動したら、受け皿30から取り出される。このようにして、たとえば5gのガラス塊20を1分間に15個以上の生産性でガラス塊を製作することができる。

[0049] ガラス塊形成工程においては、熔融ガラスがその粘性と切断条件とによって重量管理がされていることが好ましい。熔融ガラスの粘性を制御することにより、熔融ガラスの流出速度を決定し、熔融ガラスの切断条件（切断速度、切断のタイミング（間隔）、切断の方法（自然滴下、強制切断（降下切断等））、降下切断の降下速度）の決定によって切断量を決定することができる。このため、受け皿30に供給する熔融ガラスの重量ばらつきを抑制することができる。本実施形態では、重量ばらつきは、 $\pm 1\%$ 以内、好ましくは $\pm 0.5\%$ 以内とすることができる。

[0050] また、ガラス塊形成工程では、連続して供給される熔融ガラスを、順次、所定温度に加熱され且つ連続して供給されるガラス塊成形用の受け皿30で受け取り、成形してガラス塊を形成するようにすることによって、ガラス塊20を高い生産性で製造することができる。特に、複数のガラス塊成形用の受け皿30を連続してノズルの下方に供給して、ガラス塊20を製造するようにすれば、その効果が顕著になる。

[0051] さらに本実施形態では、熔融ガラスを降下切断できるように、ノズル40に対して接近、離間するようにガラス塊成形用の受け皿30を駆動制御するようにしても良い。そのように制御することにより、切断量を容易に制御することができる。さらに、熔融ガラスの粘性管理で、熔融ガラスの流出速度を決定することができ、また、降下切断の条件を制御することによって、切

断量を決定することができるので、ガラス塊の重量ばらつきを抑制できる。

また本実施形態では、切断刃を用いないでガラス塊 20 を形成するので、ガラス塊の表面に切断時の痕跡（シアマーク）が残ることがない。

[0052] また、熔融ガラスの粘性と受け皿 30 の送り速度などの制御によって、ガラス塊の重量ばらつきを抑制できる。つまり、熔融ガラスの粘性を制御することにより、ノズルから流出する熔融ガラスの流出速度を決定することができ、受け皿 30 の送り速度を制御することにより、熔融ガラスの切断量を決定することができる。

[0053] なお、熔融ガラスの切断方法としては、上記のような降下切断法に限定されず、自然滴下法や切断刃を用いた切断方法を採用することもできる。

[0054] 本実施形態では、次工程に最終レンズ製品の研磨工程を配していることを考慮して、ガラス塊形成工程で得られたガラス塊には、研磨工程で除去可能なシワ、脈理等の欠陥を表面に有していても良い。

[0055] 図 2 A に示すように、ガラス塊を形成するステップ S 1 の後に、ステップ S 2 では、離型剤塗布（付着）工程が行なわれる。この、離型剤塗布（付着）工程では、後述する再加熱工程においてガラス塊を軟化させるために用いる軟化用皿とガラスとの融着を防止するために、両者の間に離型剤を介在させる。図 4 は、図 2 A に示す離型剤塗布（付着）工程の一例を示す概略図である。離型剤塗布（付着）工程では、図 4 に示すように、複数の保持用凹部 52 が形成してある軟化用皿 50 の搬送方向 X に沿って搬送され、搬送方向 X に沿って第 1 の位置で、第 1 の離型剤ノズル 54 a から空の保持用凹部 52 に向けて離型剤を噴霧して保持用凹部 52 の凹面全体を離型剤 60 a で敷き詰める。なお、軟化用皿 50 は、耐熱性を有するセラミック、金属、レンガ等から構成することができる。また、離型剤 60 a、60 b は軟化用皿 50 とガラスとの融着を防止する。

[0056] 離型剤 60 a は、保持用凹部 52 の凹面からはみ出すように塗布されることが好ましい。離型剤 60 a の塗布量（塗布密度）は、特に限定されない。

[0057] 離型剤 60 a としては、窒化ホウ素、アルミナ、酸化ケイ素、酸化マグネ

シウムなどの粉末状離型剤が用いられ、離型剤の平均粒径は、特に限定されないが、好ましくは $1 \sim 20 \mu\text{m}$ である。離型剤60aが敷き詰められた保持用凹部52は、搬送方向Xに搬送され、第1の離型剤ノズル54aと第2の離型剤ノズル54bとの間で、塗布された離型剤60aの上に、ガラス塊20が供給される。

[0058] その後、第2の離型剤ノズル54bが存在する第2の位置で、ノズル54bから離型剤60bがガラス塊20の上面全体に向けて噴霧して塗布（付着）される。離型剤60bは、前述した離型剤60aと同じであることが好ましいが、異なる種類の離型剤であっても、異なる平均粒径の離型剤であっても良い。このノズル54bからの離型剤の塗布量は、ノズル54aからの離型剤の塗布量と同じであることが好ましいが、異なっても良い。なお、軟化用皿50の保持用凹部52に離型剤60aを塗布（付着）した場合、保持用凹部52に供給されたガラス塊20へ離型剤60bを塗布（付着）させることを省略しても良い。

[0059] 図2Aに示すように、ステップS2の次には、ステップS3にて、再加熱工程が行なわれる。再加熱工程では、図4に示す離型剤60a、60bが塗布されたガラス塊20を載せた軟化用皿50が、搬送方向Xに沿って、図示省略してある加熱炉内に送り込まれる。加熱炉の内部では、ガラス塊20が再加熱される。

[0060] 加熱炉では、離型剤が塗布されたガラス塊20は、ガラス塊20を構成するガラス材の軟化点以上の温度に加熱される。たとえば $500 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ の温度に設定された加熱炉で加熱される。この再加熱により、ガラス塊20は軟化して、その粘度は、好ましくは $10^4 \sim 10^6 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ となる。なお、再加熱工程は、大気雰囲気下で行なうことができる。

[0061] 本実施形態では、ガラス塊20を加熱炉で軟化させる際に、ガラス塊20の粘度が低下してガラス塊20の高さが低くなり直径が広がっていくが、ガラス塊20上の離型剤60bがガラス塊20と保持用凹部52との間に回り込み、従来と比較して少ない離型剤60a、60bでガラス塊20を包み込

むため、ガラス塊の表面を粗面化加工することなく十分な離型効果を奏することができる。

[0062] すなわち、本実施形態では、好ましくは、ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程において、ガラス塊の表面を粗面化処理する工程（バレル研磨工程など）を有さない。さらに、本実施形態では、好ましくは、ガラス塊 20 を得てからプレス成形するまでの工程において、ガラス塊を研削または研磨する工程を有さない。

[0063] 図 2 A に示すように、ステップ S 3 の次には、ステップ S 4 にて、プレス工程が行なわれる。図 5 は、図 2 A に示すプレス工程の一例を示す概略図である。プレス工程では、図 5 に示す金型装置 70 によりガラス塊 20 がプレス成形される。ガラス塊 20 は、再加熱工程で所定の粘度（ $10^4 \sim 10^6 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ ）に軟化した状態で、図 5 に示すプレス装置 70 の胴型 73 の内部で下型 72 の上に移される。上型 74 および下型 72 には予め離型剤が塗布されている。

[0064] また、上型 74 および下型 72 は、 $400 \sim 800^\circ\text{C}$ に予め加熱されている。下型 72 にガラス塊 20 が供給されたのち、下型 72 に対して、上型 74 が相対接近して、ガラス塊 20 を上型 74 と下型 73 との間に挟み込みプレス加工する。なお、プレス成形は、大気雰囲気下で行なうことができる。

[0065] プレス成形は、上述した再加熱により設定された粘性にガラス塊 20 を再加熱（軟化）して実行するので、金型の形状に基づいて最終ガラス製品に近い形状で製造することができる。このプレス工程により、図 1 A に示す研磨用ガラスレンズブランク 2 が得られる。

[0066] なお、プレス工程における単位面積当たりのプレス荷重（以下、単に「プレス荷重」という）は、ガラス塊の組成や外径、あるいは目的とするガラスレンズブランク 2 の形状等により異なるが、 $5 \sim 17 \text{ MPa}$ （ $51 \sim 173 \text{ kgf/cm}^2$ ）であることが望ましい。プレス荷重が上記範囲に入らないと、成形後のガラスレンズブランク 2 の形状精度が劣化することがある。本実施形態において、ガラスレンズブランク 2 の形状精度とは、曲率半径や中心

肉厚の精度を意味する。

[0067] なお、図5では単一の金型装置70を図示してあるが、実際には、金型装置70は複数あり、また成形面の形状は、図示する例に限定されず、両凸レンズ、両凹面レンズ、平凸レンズ、平凹レンズ、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズの各形状などに対応したものが用いられる。

[0068] また、プレス成形は比較的に高温で行なわれるため、ガラス塊20と型72, 74との融着を防止するために下型72および／または上型74の成形面には前述した離型剤を塗布（付着）することが望ましい。

[0069] また、本実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランク2をプレス成形する際に用いる成形型において、下型72および上型74の少なくともいずれか一方の成形面は、好ましくは表面粗さ（Rz）が10 μ m超であり、より好ましくは12 μ m以上、さらに好ましくは20 μ m以上である。また、さらに好ましくは、下型72および上型74の両方の成形面が、10 μ m超の表面粗さ（Rz）を有していることが望ましい。

[0070] このような成形型（成形面に適度な凹凸を有する成形型）により軟化したガラス塊20をプレス成形することで、プレス成形後の研磨用ガラスレンズブランク2の表面にも成形面の表面粗さに近似した表面粗さが転写される。すなわち、上記のような成形型によれば、主表面に適度な凹凸（好ましくは8 μ m以上の表面粗さ（Rz））を有する研磨用ガラスレンズブランクを得ることができる。

[0071] なお、このような本実施形態において、これらの成形面の表面粗さ（Rz）の上限は、特に限定されるものではないが、好ましくは50 μ m以下、より好ましくは40 μ m以下、さらに好ましくは35 μ m以下、一層好ましくは30 μ m以下である。さらに、成形面の表面粗さ（Rz）の好ましい範囲は、10 μ m超～50 μ mであり、より好ましくは12 μ m～40 μ mであり、さらに好ましくは20 μ m～40 μ mであり、一層好ましくは20 μ m～35 μ mである。

[0072] また、このような成形面に適度な凹凸を有する成形型は、種々の方法によ

り準備することができる。たとえば、少なくとも上型および下型を有する成形型において、成形面に対応する上型および／または下型の基材表面をブラスト加工や逆エッチング加工、切削工具を用いた機械加工等により粗面化する方法や、基材表面上に被膜を形成し、被膜表面が適度な凹凸を有するように加工する方法などが挙げられる。

[0073] また、成形型の基材表面に被膜を形成する場合には、被膜を構成する材料に応じて、塗布法や、蒸着法、めっき法等を適宜選択でき、これらの方法により所定の膜厚および表面粗さを有する被膜を形成できる。また、被膜の表面は、予め適度な凹凸となるように成膜しても良いし、一旦平滑な表面となるよう成膜し、その後ブラスト加工や逆エッチング加工等により、適度な凹凸を有する成形面に加工しても良い。

[0074] さらに、このような被膜としては、たとえば、酸化物セラミックを主成分とする膜（酸化物セラミック膜）が好ましい。酸化物セラミックとしては、酸化物セラミックとしては、たとえば、シリカ、アルミナ、ジルコニア、チタニア、マグネシア、およびカルシアからなる群から選択される少なくとも1種が挙げられる。中でも耐久性の観点でシリカが好ましい。なお、酸化物セラミックは、1種類のみで用いても良いし、2種類以上組み合わせて用いても良い。

[0075] <光学レンズ>

本実施形態に係る光学レンズ（以下、単に「レンズ」ということがある。）は、本実施形態によって得られた研磨用ガラスレンズブランク（以下、単に「レンズブランク」ということがある。）を、研削および研磨することにより形成される。

[0076] 以下、図1Bおよび図2Bを参照して、図1Aに示すレンズブランク2の研削および研磨工程について説明するが、本発明は、以下の実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の目的の範囲内において、適宜変更を加えて実施できる。

[0077] 図2Bに示すステップS10では、まず、カーブジェネレータ（C u r v

e Generator) を用いて、図 1 A に示すレンズブランク 2 の主表面の球面研削工程 (C G 加工) が行なわれる。なお、C G 加工領域 1 0 の厚みは、特に限定されないが、好ましくは $50 \sim 200 \mu\text{m}$ である。C G 加工に要する加工時間は、特に限定されないが、 $40 \sim 90$ 秒程度である。

[0078] C G 加工では、図 1 B に示すように、レンズブランク 2 の主面の表面における欠陥含有層 2 a を含む C G 加工領域 1 0 (C G 加工代) が研削される。C G 加工は、たとえば、ダイヤモンド粒子からなる砥粒の粒径が $20 \sim 60 \mu\text{m}$ (粒度表示で # 800 ~ # 400) の砥粒部を有する砥石を用いて、研削液を供給しながら研削する。

[0079] このような C G 加工により、レンズブランク 2 の主表面は所定の曲率を有する球面に近い形状に成形される。

[0080] また、このような C G 加工では、レンズブランクの主表面に形成された表面欠陥の除去も行なう。通常、レンズブランクの主表面に形成された表面欠陥が深部にまで及んでいる (すなわち、主表面における欠陥含有層が厚い) 場合には、研削・研磨後のレンズに、表面欠陥を残さないように、C G 加工の段階で主表面を比較的多量に削り取る必要がある。

[0081] 本実施形態に係るレンズブランク 2 では、主表面 2 A に形成される欠陥含有層 2 a の厚みが $50 \mu\text{m}$ 以下と少ない (主表面 2 B において同じ) ため、C G 加工の段階で、主表面を多量に削る (すなわち、欠陥含有層の大半を取り除く) 必要がない。すなわち、C G 加工の加工量を大幅に低減しても (ひいては、C G 加工を除いても)、その後の研削・研磨の工程を通して、主表面に形成された表面欠陥を十分に除去できる。

[0082] このような本実施形態に係るレンズブランク 2 では、C G 加工用砥石として、比較的粒度の細かい砥石を用いることができる。通常、粒度の細かい砥石では、一度に多量な加工は困難であるため、目的とする加工量が多い場合には処理できない。しかし、本実施形態に係るレンズブランク 2 は、C G 加工で目的とする加工量を低減できるため、比較的粒度の細かい砥石であっても C G 加工を完了できる。

- [0083] また、本実施形態に係るレンズブランク 2 では、比較的粒度の細かい砥石で C G 加工を行なうことができるので、C G 加工により生じる微小クラックがガラスの深部にまで及ぶのを防止できる。
- [0084] 比較的粒度の細かい砥石を用いる場合には、一度に加工できる量は少ないが、加工により生じる微小クラックも極端に深くならず（たとえば、表面から $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下に留まり）、後工程で十分に微小クラックを除去できる。
- [0085] 次に、図 2 B に示すように、ステップ S 1 1 では、精研削工程によるスムージング加工（S M 加工）が行なわれる。S M 加工は、一段回の加工でも良いが、多段回の加工でも良い。図 1 B に示す例では、S M 加工を、条件を変えて二回行っている。すなわち、第 1 回目の S M 加工では、図 1 B に示す第 1 の S M 加工領域 1 1 a（S M 加工代）が加工により除去され、第 2 回目の S M 加工では、第 2 の S M 加工領域 1 1 b が加工により除去される。
- [0086] また、本実施形態では、これらの S M 加工においては、好ましくは金属ボンドの砥石を用いることなく樹脂ボンド砥石のみを用いる加工を行なう。これにより、本実施形態では、S M 加工時にレンズブランクの表面に生じる微小クラックの深さを、極めて浅く抑えることができる。
- [0087] 通常、C G 加工と同様に、S M 加工でも、砥石のベース部や砥粒部と、レンズブランクとが接触することにより、加工したレンズブランクの表面に、新たに無数の微小クラックが発生する。特に、金属ボンド砥石を用いる場合には、S M 加工の際に、砥石の金属ベース部がレンズブランクと接触することにより、レンズブランクの表面に数十ミクロン（たとえば、 $30\sim40\text{ }\mu\text{m}$ ）の微小クラックが発生する。
- [0088] これに対し、樹脂ボンド砥石を用いる場合には、金属ボンド砥石に比べて、砥石のベース部分とレンズブランクとの接触による衝撃が、格段に低減されるため、S M 加工の際に生じる微小クラックの深さを、数ミクロン以下（たとえば、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下）に留めることができる。
- [0089] このように金属ボンド砥石を用いることなく、樹脂ボンド砥石のみを用いる本実施形態では、S M 加工により生じる微小クラックの深さを大幅に低減

できる。このような樹脂ボンド砥石としては、ダイヤモンド粒子からなる砥粒の粒径が $8 \sim 20 \mu\text{m}$ （粒度表示で $\#2500 \sim \#1200$ ）の砥石を用いることが好ましい。また、本実施形態では、第2のSM加工で用いる砥石の粗さは、第1のSM加工で用いる砥石の粗さに比較して細かい。

[0090] さらに、本実施形態では、第2のSM加工の際に、比較的細かい粒度の樹脂ボンド砥石を用いるため、粒度の大きな砥石を用いる場合に比べて、発生する微小クラックの深さをさらに低減できる。このような本実施形態によれば、後工程（研磨加工）の加工量を $10 \mu\text{m}$ 以下とすることができる。

[0091] CG加工を経たレンズブランクに対して行なわれるSM加工に要する加工時間は、特に限定されないが、トータルで $30 \sim 120$ 秒程度である。SM加工領域11a, 11bの厚み（SM加工量）は、特に限定されないが、トータルで、好ましくは $10 \sim 50 \mu\text{m}$ であり、本実施形態では、第1のSM加工領域11aの厚みの方が、第2のSM加工領域11bの厚みよりも長い、同じでも短くても良い。

[0092] なお、SM加工を行なう際には、一段回あたりの加工量を $30 \mu\text{m}$ 以下とすることが好ましい。このように一段回あたりのSM加工量を抑えることで、SM加工のみならず研磨加工時間を短縮することができる。加えて、加工後のレンズの形状精度を良好にすることができる。本実施形態において、光学レンズの形状精度とは、曲率半径や中心肉厚の精度を意味する。

[0093] 次に、図2Bに示すように、ステップS12では、研磨加工が行なわれる。研磨工程では、 $5 \mu\text{m}$ 以下の粒径の研磨砥粒を含む研磨液で表面を研磨して、図1Bに示す研磨領域12（研磨代）を研磨する。研磨領域12の厚みは、好ましくは $3 \sim 10 \mu\text{m}$ であり、加工時間は $2 \sim 10$ 分程度である。この研磨工程により、光学レンズ本体2bの光学レンズ面2c（主表面）が形成される。

[0094] 最後に、図2Bに示すステップS13にて芯取り工程が行なわれるが、場合によっては芯取り工程は省略することもできる。芯取り工程では、たとえば光学レンズ本体2bを一对のレンズホルダで挟持して芯出しを行ない、そ

の中心線周りにレンズ本体 2 b を回転させながら、レンズ本体 2 b の側周面をダイヤモンド砥石等で真円に研削する加工である。

[0095] ここまで、図 2 B に示す研削および研磨工程を例に説明してきたが、本実施形態に係るレンズブランク 2 を用いた光学レンズの製造工程は、このような工程に限定されるものではなく、種々の工程で行なうことができる。

[0096] たとえば、本実施形態に係るレンズブランク 2 では、図 2 B に示すステップ S 1 0 の C G 加工を行なわないことも可能である。すなわち、図 2 B に示すステップ S 1 1 の S M 加工から、レンズブランク 2 の加工を開始することもできる。

[0097] 上述のように、本実施形態に係るレンズブランク 2 は、主表面 2 A に形成される欠陥含有層 2 a の厚みが $50\ \mu\text{m}$ 以下と少なく（主表面 2 B において同じ）、研削・研磨加工により除去すべき主表面の厚みが、そもそも少ない。このような本実施形態に係るレンズブランク 2 では、欠陥含有層を除去するために多量の加工を行なう必要がなく、S M 加工以降の加工処理のみで、十分に表面欠陥層を除去できる。

[0098] なお、この場合には、S M 加工の際に金属ボンド砥石を用いても良い。なお、金属ボンド砥石を用いた場合には、上述のような微小クラックが深くなる問題があるが、樹脂ボンド砥石に比べて加工量を多く設定できる点で有効である。

[0099] このようにして両凸レンズ、両凹レンズ、平凸レンズ、平凹レンズ、凸メニスカスレンズ、凹メニスカスレンズなどの種々の光学レンズを得ることができる。なお、図 2 B に示す工程は、図 2 A に示す工程とは、別の場所で行なわれても良い。

[0100] 本実施形態に係る製造方法により得られるレンズブランク 2 は、欠陥含有層 2 a の厚みが $50\ \mu\text{m}$ 以下である。そのため、このレンズブランク 2 に対して、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、極端に短くすることができる。

[0101] そのため、たとえば従来のカットピース工法により得られるレンズブラン

クに比較して、本実施形態のレンズブランク 2 では、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、略半分以下に短縮することができる。

また、本実施形態の研磨用ガラスレンズブランク 2 では、特許文献 1（特許第 3 8 0 6 2 8 8 号公報）に示す方法により得られるレンズブランクに比較して、光学レンズを得る際の研削および研磨に要する加工時間を、略半分以下に短縮することができる。

[0102] また、本実施形態のレンズブランク 2 では、欠陥含有層 2 a の厚みが 5 0 μ m 以下であることから、光学レンズを得る際の研削加工および研磨加工における研削屑および研磨屑を必要最小限にすることが可能になり、材料の無駄もなくせる。加えて、加工量が少ないために、光学レンズの形状精度も向上する。

[0103] また、得られたレンズの光学機能面には使用目的に応じて、反射防止膜、全反射膜などをコーティングしても良い。

[0104] 本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

[0105] たとえば、上記本実施形態では、本発明に係る研磨用ガラスレンズブランクにより光学レンズを作製する際、C G 加工後の S M 加工において、好ましくは金属ボンド砥石を用いない態様を例示したが、C G 加工後の S M 加工において金属ボンド砥石を用いることを妨げるものではない。すなわち、本実施形態に係る研磨用ガラスレンズブランクは、従来から行なわれている光学レンズの種々の製造工程および条件にも、好適に用いることができる。

実施例

[0106] 以下、本発明を、さらに詳細な実施例に基づき説明するが、本発明は、これら実施例に限定されない。

[0107] （実施例 1）

所定の組成となるように原材料を調合、熔解し、得られたフツリン酸塩系の熔融ガラスを、白金合金製の流出パイプより一定スピードで連続的に流下して、流下したガラスをガラス塊成形用の成型型を用いて次々と受けて、ガ

ラス塊を連続的に成形した。ガラスの温度がガラス転移温度以下に下がった時点でガラス塊を成形型から取り出し、ガラス塊を作製した。

[0108] 次に、再加熱工程で用いる再加熱用装置の軟化用受け皿50に離型剤を塗布した。

[0109] その後、得られたガラス塊（直径約25mm、厚さ約5mm、重さ約15g）を、バレル研磨等の予備工程を施すことなく（すなわち、ガラス塊の表面状態を維持しつつ）、離型剤（窒化ホウ素）が塗布された受け皿50上に供給した。受け皿50上に供給されたガラス塊を、受け皿50とともに500～750℃に設定された加熱炉に投入し、大気雰囲気下で再加熱した。再加熱されたガラス素材は約 $10^5 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ の粘度に軟化した。

[0110] 次に、再加熱により軟化したガラス塊をプレス成形用の成形型で大気雰囲気下においてプレス成形して、両面凸形状のレンズブランクA（直径40mm、厚さ3mm、重さ15g）を100個作製した。

[0111] なお、成形型の成形面には予め離型剤を塗布しておき、500℃の温度に加熱した成形型を用いて、8～8.5MPa（81～87kgf/cm²）のプレス荷重でプレス成形した。

[0112] また、成形型としては、成形面にコーティング剤（シリカを主成分とする酸化セラミック）を成膜したものを用いた。このときの、成形型の成形面の表面粗さ（Rz）は、13～20μmであり、これにより得られたレンズブランクAの表面粗さ（Rz）は、12～30μmであった。なお、成形面の表面粗さ（Rz）は、繰り返しプレス工程を行なったことに伴って、成形面の表面の凹凸が徐々に摩耗したことによりばらつきを生じている。

[0113] ここで、各表面粗さ（Rz）の測定は、ミットヨ社製フォームトレーサーCS3000を使用し、JIS規格B0601に基づいて行なった。また、各表面粗さは、所定数量（100個）のレンズブランクを作製していく中で生じる、ばらつきを含む数値範囲である。

[0114] （比較例1）

比較例1では、実施例1と同様の方法にて成形されたガラス塊（直径約2

5 mm、厚さ約6 mm、重さ約18 g) にバレル研磨を施して、ガラス塊の表面を荒らして離型剤を塗布し易くするとともに目的とするレンズブランクの重量に等しくなるよう重量調整を行なった。なお、この工程中、アニール処理が十分施されたガラスは破損することはなかった。また、このような予備工程（バレル研磨）を経たガラス塊の表面は粗ざり面であった。

[0115] ここで、バレル研磨は、研磨容器の中に、ガラス塊とともに粒子状の研磨剤とコンパウンドと水を入れて、研磨容器を回転・上下運動させることにより研磨を行なう方法であり、周知のバレル研磨法により行なわれた。

[0116] 次に、バレル研磨が施されたガラス塊の表面に、粉末状の離型剤（窒化ホウ素）を塗して、軟化用受け皿50上に配置し、加熱炉で再加熱した。この再加熱工程以降は、実施例1と同様の方法により、レンズブランクBを100個作製した。

[0117] 比較例1では、実施例1と同様の方法にて溶解された熔融ガラスを白金合金製の流出パイプから一方の側面が開口した鋳型に連続的に供給し、冷却して一定の幅および厚みを有する板状ガラスを成形した。この成形の過程で板状ガラスは、熔融ガラスの転移温度（ T_g ）もしくは T_g よりやや高温のアニール炉内を通してアニール処理された。

[0118] 次に、アニール処理されたガラス板を一定のサイズ（15 mm×15 mm×15 mm、重さ23 g）に切断してカットピースと呼ばれるガラス片を100個得た。さらに、カットピースにバレル研磨を施してエッジを丸めるとともに、目的とするレンズブランクの重量に等しくなるよう重量調整を行なった。この工程中、アニール処理が十分施されたガラスは破損することはなかった。なお、バレル研磨の条件は、上述のガラス塊に対するバレル研磨と同じである。

[0119] このような予備工程（バレル研磨）を経たカットピースの表面は粗ざり面であった。次いで、このカットピースの表面に粉末状の離型剤（窒化ホウ素）を塗して、軟化用受け皿50上に配置し、加熱炉で再加熱した。この再加熱工程以降は、実施例1と同様の方法により、レンズブランクCを100個

作製した。

[0120] 次に、得られたレンズブランク A～C について以下の評価を行なった。

(評価 1 ; 欠陥含有層の存在領域の確認)

以下の方法により、レンズブランク A～C の主表面における欠陥含有層の存在を確認した。

まず、得られたレンズブランク A～C をそれぞれ 25 個ずつ準備し、各レンズブランクの主表面から深さ 50 μm 、80 μm および 100 μm まで、レンズブランクの表面を研磨した。

[0121] 評価 1 で行った研磨は、レンズブランクの主表面における欠陥含有層の厚みを確認するための研磨である。したがって、最終レンズ形状を無視して、レンズブランクの表面を研磨加工のみで段階的に研磨している。なお、後述する評価 2 における研削・研磨は、光学レンズの形状を作り出す研削・研磨であり、本評価における研磨処理とは異なる。

[0122] レンズブランクの主表面から所定の深さまで研磨加工した、表面加工済みレンズブランク (各 25 点) に対し、アルゴンランプを照射し、輝点観察を行なった。結果を図 6 に示す。

[0123] 図 6 は、実施例に係る輝点観察の結果を示す図である。通常、欠陥含有層の厚みは、レンズブランク毎に多少のばらつきがある。そのため、複数のレンズブランクについて、主表面から同じ深さまで研磨加工すると、欠陥含有層の厚みが比較的厚いレンズブランクにおいては欠陥含有層が十分に除去できず、研磨後のレンズに欠陥含有層が残る場合がある。このような加工後のレンズに残存する欠陥含有層は、光を散乱させるため、輝点の原因となる。したがって、加工後のレンズにおいて輝点が観察されないものを良品とし、レンズブランクの良品率を算出した。本実施例においては、良品率 100 % を良好とした。結果を表 1 に示す。

[0124]

[表1]

表1

表面加工量	良品率		
	実施例1 (レンズブランクA)	比較例1 (レンズブランクB)	比較例2 (レンズブランクC)
50 μ m	100%	0%	0%
80 μ m	—	40%	28%
100 μ m	—	88%	72%

[0125] 表1に示されるように、本発明に係るレンズブランクAは、表面加工量がレンズブランクの主表面から深さ50 μ mで、既に、良品率100%となった。そのため、レンズブランクの主表面から深さ80 μ mおよび100 μ mの表面加工量での研磨は行なわなかった。

[0126] 表1および図6(a)に示されるように、本発明に係るレンズブランクAでは、表面加工量50 μ mの研磨により、既に、良品率100%であり、輝点が観察された試料はなかった。すなわち、本発明に係るレンズブランクA

は、レンズブランクの主表面から少なくとも深さ $50\text{ }\mu\text{m}$ 研磨することで、その表面から欠陥含有層をすべて取り除くことができる。

[0127] このような結果から、レンズブランク A は、レンズブランク毎のばらつきを含めてもなお、レンズブランクの主表面に形成される欠陥含有層の厚みは、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが確認された。

[0128] 一方、図 6 (b) に示されるように、本発明の比較例に相当するレンズブランク B では、表面加工量 $50\text{ }\mu\text{m}$ の研磨では、良品率 0 % で、すべての試料で輝点が円内の領域に集中して観察された。すなわち、レンズブランク B は、レンズブランクの主表面から深さ $50\text{ }\mu\text{m}$ 程度の研磨では、その表面から欠陥含有層をすべて取り除くことができない。

[0129] このような結果から、レンズブランク B は、レンズブランク毎のばらつきを含めてもなお、レンズブランクの主表面に形成される欠陥含有層の厚みは、少なくとも $50\text{ }\mu\text{m}$ を超えることが確認された。

[0130] なお、レンズブランク B については、その主表面から深さ $80\text{ }\mu\text{m}$ 、さらには $100\text{ }\mu\text{m}$ と研磨すると、良品率が向上することが確認された。

[0131] また、本発明の比較例に相当するレンズブランク C についても、レンズブランク B と同様の傾向が確認された。

[0132] (評価 2 ; 取り代量の確認)

レンズブランク A ~ C について、以下の方法により、取り代量の確認を行った。

まず、得られたレンズブランク A ~ C をそれぞれ 20 個ずつ準備し、各レンズブランクの中心部における取り代量を $50\text{ }\mu\text{m}$ 、 $80\text{ }\mu\text{m}$ 、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 、 $150\text{ }\mu\text{m}$ 、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 、 $300\text{ }\mu\text{m}$ および $500\text{ }\mu\text{m}$ として研削・研磨した。

[0133] また、本評価における取り代量とは、レンズブランクから光学レンズを製作する際に、研削・研磨の全工程において損失するレンズブランク表面の削り代量を意味する。なお、取り代量の観測点は、レンズブランク（研磨後の光学レンズ）の中心部とした。

[0134] また、評価2で行なう研削・研磨は、光学レンズの形状を作り出す研削・研磨であるため、レンズブランクの表面形状に追従するように研磨を行なう評価1とは、条件が異なる。

[0135] レンズブランクを所定の取り代量となるように加工して得た光学レンズ（各20個）に対し、アルゴンランプを照射し、輝点観察を行なった。欠陥含有層が残存している箇所は、光が散乱し、輝点となる。このような輝点は、光学レンズとしては不良となるため、輝点がないものを良品とし、良品率を算出した。本実施例においては、良品率100%を良好とした。結果を表2に示す。

[0136]

[表2]

表2

取り代量	良品率		
	実施例1 (レンズブランクA)	比較例1 (レンズブランクB)	比較例2 (レンズブランクC)
50 μ m	50%	0%	0%
80 μ m	85%	25%	0%
100 μ m	95%	45%	15%
150 μ m	100%	60%	30%
200 μ m	100%	80%	50%
300 μ m	100%	95%	80%
500 μ m	100%	100%	95%

[0137] 上記評価1で確認されているように、本発明に係るレンズブランクAは、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが50 μ m以下と非常に薄い。そのため、このようなレンズブランクAを用いて光学レンズを作製すれば、レンズ形状を形成しつつ、欠陥含有層を取り除くために設定される取り代量を大幅に低減させることができる。

[0138] 表2に示されるように、本発明に係るレンズブランクAを用いて光学レンズを作製した場合には、レンズブランクの中心部における取り代量を150

μm に設定した場合であっても、レンズ全面において欠陥含有層を十分に取
り除くことができ、良品率が100%となることが確認された。

[0139] 一方、本発明の比較例に相当するレンズブランクBおよびレンズブランク
Cは、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが50 μm を超える（評価1参
照）。そのため、このようなレンズブランクBおよびCを用いて光学レンズ
を作製した場合には、欠陥含有層を完全に取り除くために、取り代量を大き
く設定する必要がある。

[0140] すなわち、表2に示されるように、本発明の比較例に相当するレンズブラ
ンクBおよびレンズブランクCを用いて光学レンズを作製した場合に、レン
ズブランク毎のばらつきを踏まえた上で、レンズ全面の欠陥含有層を完全に
取り除くため、取り代量を500 μm 以上に設定する必要があることが確認
された。

[0141] なお、本発明に係るレンズブランクAは、取り代量50 μm の場合、良品
率が50%である。これは、レンズブランクAを取り代量50 μm で加工し
ても50%の試料で、未だ欠陥含有層を除去しきれていないことを意味して
いる。しかし、このことをもって、欠陥含有層の厚みが50 μm を超えてい
るとの評価ができるものではなく、評価1との間での矛盾もない。

[0142] すなわち、評価1における加工量と、評価2における取り代量とでは、評
価している範囲が異なる。すなわち、評価1における加工量は、レンズブラ
ンクの主表面における欠陥含有層の厚みそのものを評価しているのに対し、
評価2では、光学レンズを作製する際の取り代の量を評価している。

[0143] したがって、評価2の取り代量では、単にレンズブランクの主表面に形成
される欠陥含有層の厚さによってのみ決まるのではなく、レンズブランク表
面のうねり等の他の要因の影響も考慮する必要があるのである。

[0144] （評価3；研削・研磨の条件の確認）

レンズブランクA～Cについて、光学レンズを作製するまでのレンズブラ
ンクの研削・研磨の条件の確認を行なった。具体的には、光学レンズを作製
するまでの研削・研磨として、CG加工（球面研削）、SM加工（スムージ

ング加工。なお、必要に応じて複数段回) およびP O加工 (研磨加工) を行なう際の各工程の最適な加工条件を確認した。結果を表3に示す。

[0145] [表3]

表3

No	実施例1 (レンズブランクA)				比較例1 (レンズブランクB)				比較例2 (レンズブランクC)			
	フツリン酸塩系				フツリン酸塩系				フツリン酸塩系			
硝材	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]		工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]		工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]	
CG加工	砥石 #600	100-200	45-90		砥石 #230	500-600	30-50		砥石 #230	500-800	30-60	
SM1加工	レジンボンド砥石 #2500	15-30	30-45		マルボンド砥石 #1200	50-90	40-60		マルボンド砥石 #1200	50-90	40-60	
SM2加工	—	—	—		レジンボンド砥石 #2000	10-20	60-120		レジンボンド砥石 #1500	10-20	80-150	
PO加工	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	3-7	420以下		CeO ₂ を含む 遊離砥粒	10-20	600-1200		CeO ₂ を含む 遊離砥粒	10-20	600-1200	
上記工程の 合計		120-240	550以下			570-730	730-1430			570-830	730-1440	

[0146] 各工程で用いた工具、各工程の加工量および加工時間は、表3のとおりである。

[0147] 本発明に係るレンズブランクAは、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下と薄いため、これを用いて光学レンズを作製する場合には、欠陥含有層を除去するのに必要な取り代量を大幅に低減させることができる（評価2参照）。

[0148] そのため、レンズブランクAを用いる場合には、レンズブランクの研削量を低減できるため、比較的目の細かい#600（平均粒度が約 $30\mu\text{m}$ ）の砥石でCG加工を行なっても、研削時間の著しい延長を招くことがない。また、このように目の細かな砥石を用いて研削を行なうことにより、研削に伴いレンズ表面に生じる微小クラックの深さ方向への進行（研削による加工ダメージ層の広がり）を効果的に防止でき、CG加工後のレンズ表面を比較的良好に維持することができる。

[0149] その結果、本発明に係るレンズブランクAを用いる場合には、CG加工後のレンズ表面にある研削による加工ダメージ層が少ないため、続いて行なうSM加工で、#2500の樹脂製研磨具（レジンボンド砥石。たとえば、アルファードダイヤモンド工業株式会社製）を用いても、十分に研削による加工ダメージ層を除去することができる。その結果、さらなるSM加工を行なうことなく、最終工程である研磨加工（PO加工）に移行することができる。さらに、目の細かい#2500（平均粒度が約 $8\mu\text{m}$ ）のレジンボンド砥石を用いているため、SM加工後の表面状態が良好に保たれており、PO加工の加工時間を大幅に低減することが可能となる。

[0150] 一方、本発明の比較例に係るレンズブランクBおよびCは、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ を超えて厚く、これらを用いて光学レンズを作製する場合には、欠陥含有層を完全に除去し、良品率を高めるために必要な取り代量を大きく設定する必要がある（評価2参照）。

[0151] そのため、取り代量を多く設定する必要があるレンズブランクBおよびCでは、研削時間の著しい延長を招くとともに、目詰まりにより研削が可能な

くなるため、目の細かい#600の砥石でCG加工を行なうことは困難である。そのため、加工時間あたりの研削量を増やすためにも、#230（平均粒度が約 $70\mu\text{m}$ ）のような目の粗い砥石から、CG加工を開始する必要がある。しかし、目の粗い砥石を用いるため、研削に伴いレンズ表面に生じる微小クラックの深さ方向への進行が免れず、研削による欠陥層が大きくなる傾向にある。

[0152] このような研削による加工ダメージ層を、その後の工程で除去していくためには、続くSM加工においても、研削量を増やす必要があり、複数回のSM加工が必要になる。さらに、加工時間の著しい延長を招くことから、レンズブランクAで用いたような目の細かいレジンボンド砥石（#2500）によるSM加工からの開始することも困難である。

[0153] そのため、SM加工でも、急激に粒度の細かい砥石の使用はできず、本発明に係るレンズブランクAを用いた場合に比べて、SM加工後のレンズ表面の状態は劣る。そのため、最終工程である研磨加工においても、本発明に係るレンズブランクAを用いた場合よりも加工量および加工時間を長く設定する必要がある。

[0154] 以上説明したように、本発明に係るレンズブランクAと、本発明の比較例に相当するレンズブランクBおよびCとでは、レンズの形成工程において、好適な工具、加工量および加工時間に違いが生じることが確認された。特に表3に示されるように、本発明に係るレンズブランクAを用いる場合には、研削・研磨の全工程を通して、加工量および加工時間が、レンズブランクBおよびCを用いた場合に比べて、大幅に低減されることが確認された。

[0155] （総合評価）

以上説明したように、本発明に係るレンズブランクAは、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下である。このようなレンズブランクAを用いて光学ガラスを作製する場合には、取り代量を大幅に低減した場合であっても、高い良品率を達成することが可能となる。さらに、取り代量を大幅に低減することができるため、CG加工にて比較的目的の細かい砥石（#6

00)を用いることができる。その結果、続くSM加工は、目の細かいレジ
ンボンド砥石(#2500)で十分な加工を行なうことができ、最終工程の
加工量および加工時間を低減することもできる。特に、本発明に係るレンズ
ブランクAを用いた場合には、研削・研磨の全工程を通して、加工量および
加工時間を大幅に低減することができることから、生産コストを向上するこ
とができる。

[0156] (実施例2)

実施例2は、レンズ用ガラス材料として、フツリン酸塩系ガラスに換えて
ホウ酸ランタン系ガラスを用いたこと以外は、実施例1と同様の方法でレン
ズブランクDを準備した。なお、ホウ酸ランタン系ガラスは、フツリン酸系
ガラスに比べて、ガラス質として硬い材料である。

(比較例3)

比較例3は、レンズ用ガラス材料として、フツリン酸塩系ガラスに換えて
ホウ酸ランタン系ガラスを用いたこと以外は、比較例1と同様の方法でレン
ズブランクEを準備した。なお、ホウ酸ランタン系ガラスは、フツリン酸系
ガラスに比べて、ガラス質として硬い材料である。

(比較例4)

比較例4は、レンズ用ガラス材料として、フツリン酸塩系ガラスに換えて
ホウ酸ランタン系ガラスを用いたこと以外は、比較例2と同様の方法でレン
ズブランクFを準備した。なお、ホウ酸ランタン系ガラスは、フツリン酸系
ガラスに比べて、ガラス質として硬い材料である。

[0157] 得られたレンズブランクD～Fについて、実施例1と同様に評価1～3を
行なった。特に、評価2(取り代量の確認)の結果を表4に示す。なお各評
価は20個のレンズブランクを用いて、良品率を求めた。

[0158]

[表4]

表面加工量	良品率		
	実施例2 (レンズブランクD)	比較例3 (レンズブランクE)	比較例4 (レンズブランクF)
50 μ m	60%	0%	0%
80 μ m	90%	30%	0%
100 μ m	95%	55%	25%
150 μ m	100%	65%	40%
200 μ m	100%	85%	55%
300 μ m	100%	95%	85%
500 μ m	100%	100%	95%

[0159] レンズブランクD～Fについて評価1～3を行なった結果、ガラス組成（ひいては、ガラスの硬さ等の性質）の違いによらず、同様の結果となることが確認された。

[0160] すなわち、本発明に係るレンズブランクDは、主表面に形成される欠陥含有層の厚みが50 μ m以下であり、このようなレンズブランクDを用いて光学ガラスを作製する場合には、取り代量を大幅に低減した場合であっても、高い良品率を達成することが可能となる。

[0161] さらに、取り代量を大幅に低減することができるため、CG加工にて比較的目の細かい砥石（たとえば、#400～#800）を用いることができる。その結果、続くSM加工は、目の細かいレジンボンド砥石（たとえば、#1500～#2500）で十分な加工を行なうことができ、最終工程の加工量および加工時間を低減することもできる。特に、本発明に係るレンズブランクDを用いた場合には、研削・研磨の全工程を通して、加工量および加工時間を大幅に低減することができることから、生産コストを向上することができる。

[0162] （実施例3～5）

実施例3～5では、レンズブランクを構成する硝材と、光学レンズを作製するまでのレンズブランクの研削・研磨の条件を、表5に示すように変更した以外は、実施例1と同様の方法にてそれぞれのレンズブランクを作製し、評価3（研削・研磨の条件の確認）を行なった。

[0163] なお、実施例3で用いた成形型の成形面の表面粗さ（Rz）は、20～30 μm であり、得られたレンズブランクの表面粗さ（Rz）は、17～38 μm であった。また、実施例4および5で用いた成形型の成形面の表面粗さ（Rz）は、それぞれ15～25 μm であり、得られたレンズブランクの表面粗さ（Rz）は、それぞれ11～30 μm であった。表面粗さ（Rz）の測定は上記と同様の方法により行なった。

[0164] また、実施例3のレンズブランクを作製する際のプレス工程におけるプレス荷重は、8.5～9MPa（87～92kgf/cm²）であり、実施例4および5におけるプレス荷重は、15～16MPa（152～163kgf/cm²）であった。

[表5]

表5

No	実施例3				実施例4				実施例5			
	フッリン酸塩系				ホウ酸ランタン系				ホウ酸ランタン系			
硝材	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]		工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]		工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]	
CG加工	砥石 #600	120-200	45-70		砥石 #600	100-200	50-90		砥石 #600	130-180	50-70	
SM1加工	レジソント砥石 #1500	20-30	30-45		レジソント砥石 #2000	20-30	60-70		レジソント砥石 #1500	15-30	40-60	
SM2加工	レジソント砥石 #2500	10-20	30-40		—	—	—		レジソント砥石 #2500	10-15	50-70	
PO加工	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	4-7	240-420		CeO ₂ を含む 遊離砥粒	5-10	300-600		CeO ₂ を含む 遊離砥粒	4-7	240-420	
上記工程の 合計		150-250	360-570			130-240	410-730			160-230	380-620	

[0165] 本発明に係るレンズブランクによれば、硝材によらず、また、光学レンズ

を作製するまでのレンズブランクの研削の条件をさまざまに変更（たとえば、SM加工の段回数を変更）しても、先に記載した比較例1および2に比べて、全体の加工量および加工時間を大幅に低減できることが確認された。特に、いずれもPO加工での加工量を大幅に削減できることが確認された。

[0166]（実施例6および7）

実施例6および7は、レンズブランクを構成する硝材と、光学レンズを作製するまでのレンズブランクの研削・研磨の条件を、表6に示すように変更した以外は、実施例1と同様の方法にてそれぞれのレンズブランクを作製し、評価3（研削・研磨の条件の確認）を行なった。具体的には、実施例6および7では、CG加工を行なうことなく、スムージング加工と研磨加工を行なって光学レンズを作製した。結果を表6に示す。

[0167] なお、実施例6で用いた成形型の成形面の表面粗さ（Rz）は、12～25 μm であり、得られたレンズブランクの表面粗さ（Rz）は、8～27 μm であった。また、実施例7で用いた成形型の成形面の表面粗さ（Rz）は、15～25 μm であり、得られたレンズブランクの表面粗さ（Rz）は、13～25 μm であった。表面粗さ（Rz）の測定は上記と同様の方法により行なった。

[0168] また実施例6のレンズブランクを作製する際のプレス工程におけるプレス荷重は、8～8.5 MPa（81～87 kgf/cm²）であり、実施例7におけるプレス荷重は、14～15 MPa（142～153 kgf/cm²）であった。

[0169]

[表6]

No	実施例6			実施例7		
	フッリン酸塩系			ホウ酸ランタン系		
硝材	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]
CG加工	—	—	—	—	—	—
SM1加工	メタルボンド砥石 #800	90-110	50-70	メタルボンド砥石 #800	80-110	50-75
SM2加工	レジンボンド砥石 #1500	45-60	50-70	レジンボンド砥石 #1500	40-50	45-60
SM3加工	レジンボンド砥石 #2500	7-12	40-70	レジンボンド砥石 #2500	7-10	40-60
PO加工	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	3-8	180-480	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	5-10	300-480
上記工程の 合計		145-190	460-690		140-180	450-660

[0170] 実施例6および7において、CG加工を省略し、SM1加工でメタルボンド砥石（#800）を用い、その後のSM2加工およびSM3加工ではレジンボンド砥石（#1500、#2500）を用いて加工した。

[0171] 本発明に係るレンズブランクによれば、主表面（特に中央部）の欠陥含有層の厚みが薄く、すなわち50 μm 以下であるため、CG加工を省略しても、SM加工以降の処理だけで、表面欠陥を十分に除去することができる。そ

のため、表6に示すように、本発明に係るレンズブランクによれば、比較例1および2に比べて、全体の加工量および加工時間を大幅に低減できることが確認された。

[0172] (砥石の粒度と微小クラックの関係について)

一般的に、加工時間を短縮するために、C G加工やS M加工で使用する砥石の粒度を粗くして加工効率を高めることがある。しかしながら、粒度が粗い砥石を用いると、加工によって発生する微小クラックが大きくなる傾向にある。そこで、C G加工用の砥石と、研削によってレンズ表面に発生する微小クラックとの関係を、ガラス組成ごとに検証した。

[0173] 具体的には、ガラス組成の異なるレンズブランクAおよびDについて、メタルボンド砥石のダイヤモンド粒度を表7のように変化させてC G加工を行ない、それぞれの砥石で研削した加工面について、直接研磨を行ない、表面欠陥がなくなるまでの研磨量 (μm) を確認した。結果を表7に示す。

[0174] [表7]

表7

メタルボンド砥石	必要研削量	
	レンズブランクA フッリン酸塩系ガラス	レンズブランクD ホウ酸ランタン系ガラス
#230	90 μm	65 μm
#270	70 μm	40 μm
#400	30 μm	25 μm
#600	20 μm	20 μm

[0175] 表7に示されるように、C G加工用の砥石のダイヤモンド粒度を微小化することで加工ダメージ層（表面欠陥）が大幅に縮小することが確認された。また、C G加工用の砥石のダイヤモンド粒度が大きいほど、加工ダメージ層がレンズ表面から深いところまで及ぶことが確認された。

[0176] なお、C G加工によって発生した加工ダメージ層は、その後のS M加工で除去する必要がある。S M1加工で、#1200のメタルボンド砥石を用いると、70 μm 単位で研削できる。S M2加工として、#1500のレジ

ボンド砥石を用いると、 $10\mu\text{m}$ 単位で研削できる。したがって、たとえば、レンズブランクAについて、#230の砥石を用いてCG加工した場合、加工ダメージ層を除去するために必要となる研削量は $90\mu\text{m}$ である。この場合、その後の工程として、#1200のメタルボンド砥石でSM1加工を1単位行った後、#1500のレジンボンド砥石でSM2加工を2単位行なうことで、#230の砥石を用いてCG加工を行なった際の加工ダメージ層を取り除くことができる。

[0177] 次に、SM加工用の砥石と、研削によってレンズ表面に発生する微小クラックとの関係を、ガラス組成ごとに検証した。具体的には、ガラス組成の異なるレンズブランクAおよびDについて、レジンボンド砥石の表面粗さを表8のように変化させてSM加工を行ない、それぞれの砥石で研削した加工面について、直接研磨を行ない、表面欠陥がなくなるまでの研磨量(μm)を確認した。結果を表8に示す。

[0178] [表8]

表8

レジンボンド砥石	必要研削量
#1500	7~9 μm
#2000	5~7 μm
#2500	2~4 μm

[0179] 表8に示されるように、レジンボンド砥石による加工ダメージ層の形成量は、該砥石の表面粗さに比例するが、ガラス組成の違いによる大きな差はなかった。そのため、前工程(CG加工等)の加工ダメージ層が厚くなければ、組成によらず、レジンボンド砥石による表面粗さに由来する加工ダメージ層のみ、研磨工程(PO工程)で除去すれば足り程度であることが確認された。

[0180] (実施例8~10)

実施例8~10は、レンズブランクを構成する硝材と、光学レンズを作製するまでのレンズブランクの研削・研磨の条件を、表9に示すように変更し

た以外は、実施例 1 と同様の方法にてそれぞれのレンズブランクを作製し、評価 3（研削・研磨の条件の確認）を行なった。

[0181] なお、実施例 8 で用いた成形型の成形面の表面粗さ（ R_z ）は、 $17 \sim 27 \mu\text{m}$ であり、得られたレンズブランクの表面粗さ（ R_z ）は、 $20 \sim 40 \mu\text{m}$ であった。実施例 9 および 10 で用いた成形型の成形面の表面粗さ（ R_z ）は、 $16 \sim 28 \mu\text{m}$ であり、得られたレンズブランクの表面粗さ（ R_z ）は、 $14 \sim 37 \mu\text{m}$ であった。表面粗さ（ R_z ）の測定は上記と同様の方法により行なった。

[0182] また、実施例 8 のレンズブランクを作製する際のプレス工程におけるプレス荷重は、 $9.5 \sim 10 \text{ MPa}$ （ $96 \sim 102 \text{ kgf/cm}^2$ ）であり、実施例 9 および 10 におけるプレス荷重は、 $13 \sim 14.5 \text{ MPa}$ （ $132 \sim 148 \text{ kgf/cm}^2$ ）であった。

[0183]

[表9]

No	実施例8			実施例9			実施例10		
	フッリン酸塩系			ホウ酸ランタン系			ホウ酸ランタン系		
	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]	工具	加工量 [μm]	加工時間 [秒]
CG加工	砥石 #400	150-200	40-60	砥石 #500	100-150	50-70	砥石 #800	80-140	40-80
SM1加工	レジンボンド砥石 #1500	20-30	50-60	レジンボンド砥石 #2000	20-30	60-70	レジンボンド砥石 #1500	15-25	45-60
SM2加工	レジンボンド砥石 #2500	5-10	45-60	—	—	—	レジンボンド砥石 #2500	7-12	50-60
PO加工	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	3-7	180-420	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	4-8	240-480	CeO ₂ を含む 遊離砥粒	3-8	180-480
上記工程の 合計		200-250	330-600		130-190	350-620		125-185	320-680

[0184] 実施例8～10において、粒度表示が#400～#800の砥石を用いて

C G加工を行なった場合でも、本発明に係るレンズブランクを用いることで、研削・研磨の全工程を通して、加工量および加工時間を大幅に低減することができた。

[0185] 実施例 8 において、S M加工の一段回あたりの加工量を $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下とした。実施例 8 では、S M加工 (S M 1) の初期の段階で、加工後のレンズブランクの曲率が所定値から外れる傾向にあったため、レジンボンド砥石 (# 1 5 0 0) の形状修正を 1 回行った。それ以降の S M加工ではレンズブランクの曲率が安定したため砥石の修正は不要であった。また、S M加工により形状精度が安定したレンズブランクが得られたため、その後の P O加工では研磨皿の修正は不要であった。

[0186] 実施例 8 において、C G加工、S M加工、P O加工全体の加工量は、最大でも $250\text{ }\mu\text{m}$ であり、表 3 に記載した比較例 1 および 2 に比べて加工量が大幅に低減できた。さらに、C G加工、S M加工、P O加工全体の加工時間は、砥石の修正に要する時間も含めていずれも最大でも 6 0 0 秒であり、表 3 に記載した比較例 1 および 2 に比べて短時間で光学レンズを加工することができた。なお、比較例 1 および 2 では、それぞれ 1 0 0 個の光学レンズを加工する際、光学レンズの形状精度を所望の範囲にするために、S M加工 1, 2 において共に 5 回以上のレジンボンド砥石の形状修正を行ない、さらに P O加工においてそれぞれ 5 回以上の研磨皿の修正を行なった。

[0187] さらに、実施例 9 および 1 0 においても、S M加工 (S M 1) で用いたレジンボンド砥石の形状修正を 1 回行ったものの、レジンボンド砥石や研磨皿の修正は不要であった。そして、比較例 1 および 2 に比べて合計加工量 (最大でも $190\text{ }\mu\text{m}$) が少なく、短時間 (最大でも 6 8 0 秒) で光学レンズを加工することができた。

[0188] 実施例 8 ~ 1 0 の結果から判るように、本発明に係るレンズブランクを用いることで、1 段回あたりの S M加工の加工量を所定量以下に抑えられ、S M加工における砥石への負荷が軽減され、砥石自身の形状の変化が抑止されることが確認された。したがって、数百回以上連続で加工しても、砥石の修

正を必要最小限に抑えることができ、全体の加工時間を効果的に短縮することができる。加えて、光学レンズの形状精度を高めることもできる。また、実施例 1 ～ 5 においても同様に、SM加工の加工量を $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、SM加工における砥石の修正の回数が最小限で済み、全体の加工時間を大幅に短縮することができることを確認した。

[0189] 最後に、本実施形態を図等を用いて総括する。

本実施形態である研磨用ガラスレンズブランク 2 は、図 1 A および図 1 B に示すように、少なくとも主表面がプレス成形面であって、主表面に形成される欠陥含有層 2 a の厚みが $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

[0190] 好ましくは、本実施形態である研磨用ガラスレンズブランク 2 は、上記主表面 (2 A、2 B) の表面粗さ (R_z) が、 $8\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。

[0191] 好ましくは、本実施形態である研磨用ガラスレンズブランク 2 は、図 3 および図 5 に示すように、ノズル 40 から供給される熔融ガラス 20 をガラス塊成形用の成形型 30 で受けて成形してガラス塊を得る工程と、ガラス塊 20 を再加熱し、レンズブランク成形用の成形型 70 で大気雰囲気下においてプレス成形する工程とを有する方法により得られる。

[0192] さらに、好ましくは、本実施形態である研磨用ガラスレンズブランク 2 は、図 2 A に示すように、ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程 (S 1 ～ S 4) において、ガラス塊の表面を粗面化処理する工程を有さない。

[0193] また、好ましくは、本実施形態である研磨用ガラスレンズブランク 2 は、図 2 A に示すように、ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程 (S 1 ～ S 4) において、ガラス塊を研削または研磨する工程を有さない。

[0194] 本発明の別の観点に係る研磨用ガラスレンズブランク 2 の製造方法は、図 2 A、図 3、図 4、図 5 に示すように、ノズル 40 から供給される熔融ガラスをガラス塊成形用の成形型 30 で受けて成形してガラス塊を得る工程 (S 1) と、ガラス塊 20 の表面状態を維持しつつ、ガラス塊 20 に離型剤を塗布する離型剤塗布工程 (S 2) と、離型剤塗布工程 (S 2) で離型剤が塗布されたガラス塊 (20) を、大気雰囲気下で $10^4 \sim 10^6\text{ dPa} \cdot \text{s}$ の粘度

に再加熱する再加熱工程（S 3）と、再加熱工程（S 3）で再加熱したガラス塊 20 をプレス成形用の成形型（70）で大気雰囲気下においてプレス成形して、少なくとも主表面にプレス成形面を有するガラス成形品（2）を得るプレス工程（S 4）とを備え、プレス成形工程（S 4）によって得られたガラス成形品 2 の主表面に形成される欠陥含有層 2 a の厚みが 50 μm 以下である。

[0195] 好ましくは、再加熱工程前のガラス塊の表面、および再加熱工程の際にガラス塊を配置する保持用凹部の少なくともいずれか一方に、離型剤を付着させる離型剤付着工程をさらに有する。

[0196] 好ましくは、図 4 に示すように、離型剤付着工程（S 2）において、ガラス塊 20 を配置する保持用凹部 52 に離型剤を付着させた後、保持用凹部 52 にガラス塊 20 を配置し、さらにガラス塊 20 に離型剤を付着させる。

[0197] 好ましくは、研磨用ガラスレンズブランク 2 の製造方法のプレス工程のプレス荷重は 5 ～ 17 MPa である。

[0198] また、本発明の別の観点では、研磨用ガラスレンズブランク 2 から光学レンズを製造する方法は、球面研削加工（CG 加工）、スムージング加工（SM 加工）および研磨加工（PO 加工）を行ない、スムージング加工では、金属ボンドの砥石を用いることなく樹脂ボンド砥石（レジンボンド砥石）を用いる加工を行なう。

[0199] 好ましくは、球面研削工程は、粒度表示で #400 ～ #800 の研削工具を用いて行なわれ、研削量が 200 μm 以下である。

[0200] さらに好ましくは、球面研削加工（S 10）を経た研磨用ガラスレンズブランクに対して、スムージング加工（S 11）は 1 段回または複数段回行なわれ、各段回のスムージング加工（S 11）の加工量は 30 μm 以下である。

[0201] また、本発明の別の観点では、研磨用ガラスレンズブランク 2 から光学レンズを製造する方法は、球面研削加工（S 10）を行なうことなく、スムージング加工（S 11）および研磨加工（S 12）を行ない、スムージング加

工（S 1 1）では、金属ボンドの砥石および樹脂ボンドの砥石を用いる。

[0202] さらに、別の観点で光学素子の製造方法は、好ましくは、研磨用ガラスレンズブランクを研削する工程と、研削工程を経た研磨用ガラスレンズブランクを研磨する工程とを含む光学レンズの製造方法であって、研削工程は、研磨用ガラスレンズブランクを球面加工する球面研削工程と、球面研削工程を経た研磨用ガラスレンズブランクに対して、1 段回または複数回のスムージング加工を行なう工程を含み、レンズ球面研削工程は、粒度表示で # 4 0 0 ~ # 8 0 0 の研削工具を用いて行なわれ、研削量が $200\ \mu\text{m}$ 以下であり、スムージング加工は、1 段回あたりの加工量が $30\ \mu\text{m}$ 以下である。

[0203] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0204] 2 … 研磨用ガラスレンズブランク
- 2 a … 欠陥含有層
 - 2 b … レンズ本体（バルク部分）
 - 2 c … 光学レンズ面
 - 2 A … 主表面（プレス成形面）
 - 2 B … 主表面（プレス成形面）
 - 2 C … 側周面
- 1 0 … 研削（C G 加工）領域
- 1 1 a, 1 1 b … 研削（S M 加工）領域
- 1 2 … 研磨領域
- 2 0 … ガラス塊
- 3 0 … ガラス塊受け皿
- 3 2 … 受け部
- 4 0 … 溶解ガラスノズル

- 5 0 … 軟化用皿
- 5 2 … 保持用凹部
- 5 4 a, 5 4 b … 離型剤ノズル
- 6 0 a, 6 0 b … 離型剤
- 7 0 … 金型装置
- 7 2 … 下型
- 7 3 … 胴型
- 7 4 … 上型
- X … 搬送方向

請求の範囲

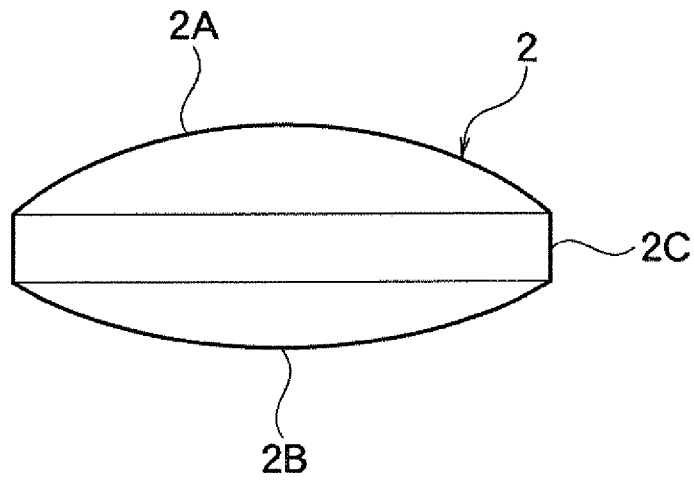
- [請求項1] 少なくとも主表面がプレス成形面であって、前記主表面に形成される欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下である研磨用ガラスレンズブランク。
- [請求項2] 前記主表面の表面粗さ（ R_z ）が、 $8\mu\text{m}$ 以上である請求項1に記載の研磨用ガラスレンズブランク。
- [請求項3] ノズルから供給される熔融ガラスをガラス塊成形用の成形型で受けて成形してガラス塊を得る工程と、
 前記ガラス塊を再加熱し、レンズブランク成形用の成形型で大気雰囲気下においてプレス成形する工程とを有する方法により得られる請求項1または2に記載の研磨用ガラスレンズブランク。
- [請求項4] 前記ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程において、前記ガラス塊の表面を粗面化処理する工程を有さない請求項2に記載の研磨用ガラスレンズブランク。
- [請求項5] 前記ガラス塊を得てからプレス成形するまでの工程において、前記ガラス塊を研削または研磨する工程を有さない請求項2または3に記載の研磨用ガラスレンズブランク。
- [請求項6] ノズルから供給される熔融ガラスをガラス塊成形用の成形型で受けて成形してガラス塊を得る工程と、
 前記ガラス塊の表面状態を維持しつつ、大気雰囲気下で $10^4\sim 10^6\text{Pa}\cdot\text{s}$ の粘度に再加熱する再加熱工程と、
 前記再加熱工程で再加熱したガラス塊をプレス成形用の成形型で大気雰囲気下においてプレス成形して、少なくとも主表面にプレス成形面を有するガラス成形品を得るプレス工程と、を備え、
 前記プレス成形工程によって得られたガラス成形品の前記主表面に形成される欠陥含有層の厚みが $50\mu\text{m}$ 以下である研磨用ガラスレンズブランクの製造方法。
- [請求項7] 前記再加熱工程前の前記ガラス塊の表面、および前記再加熱工程の

際に前記ガラス塊を配置する保持用凹部の少なくともいずれか一方に、離型剤を付着させる離型剤付着工程をさらに有する、請求項6に記載の研磨用ガラスレンズブランクの製造方法。

[請求項8] 請求項1～5に記載の研磨用ガラスレンズブランクに対して、球面研削加工、スムージング加工および研磨加工を行ない、スムージング加工では、金属ボンドの砥石を用いることなく樹脂ボンド磨具を用いる加工を行ない、光学レンズを得ることを特徴とする光学レンズの製造方法。

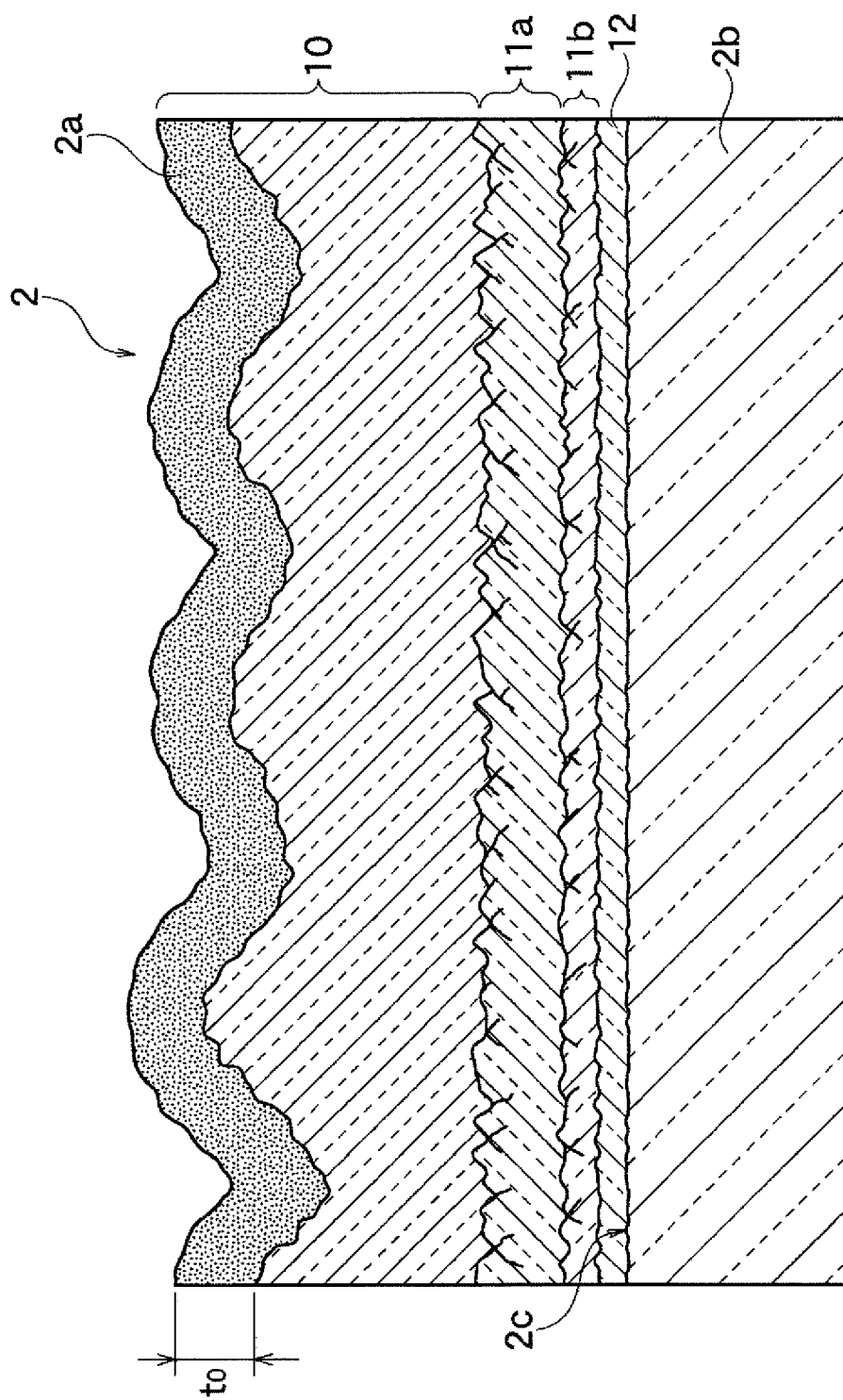
[請求項9] 請求項1～5に記載の研磨用ガラスレンズブランクに対して、球面研削加工を行なうことなく、スムージング加工および研磨加工を行ない、光学レンズを得ることを特徴とする光学レンズの製造方法。

[図1A]

図1A

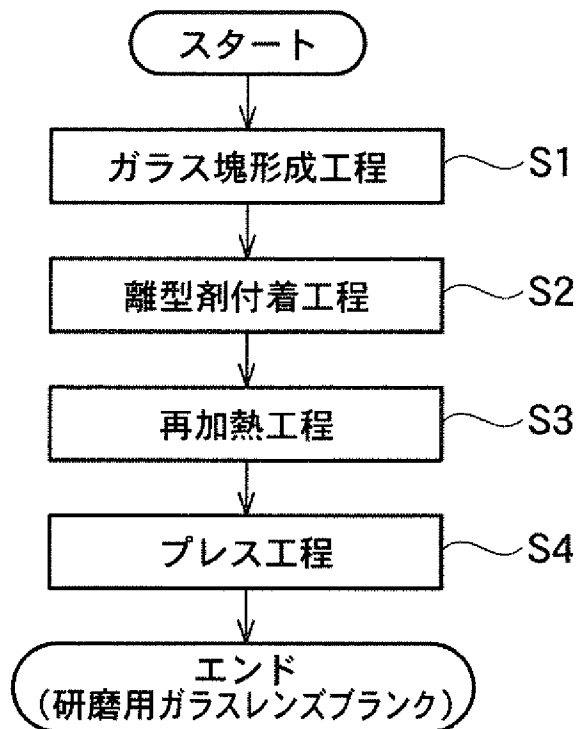
[図1B]

図1B



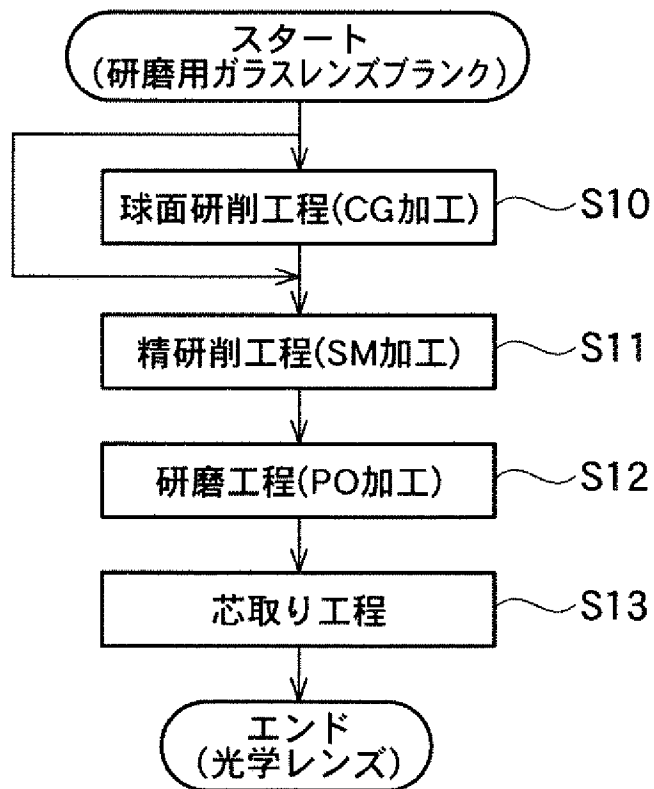
[図2A]

図2A

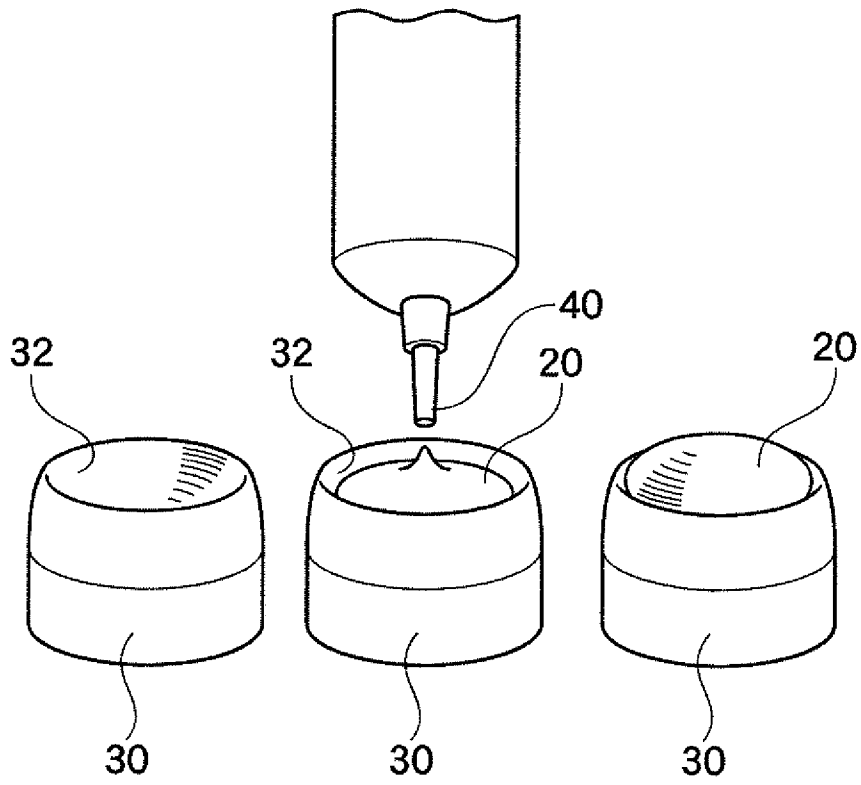


[図2B]

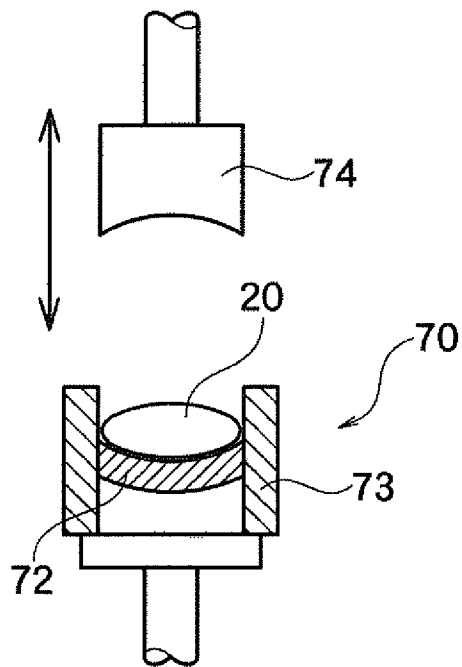
図2B



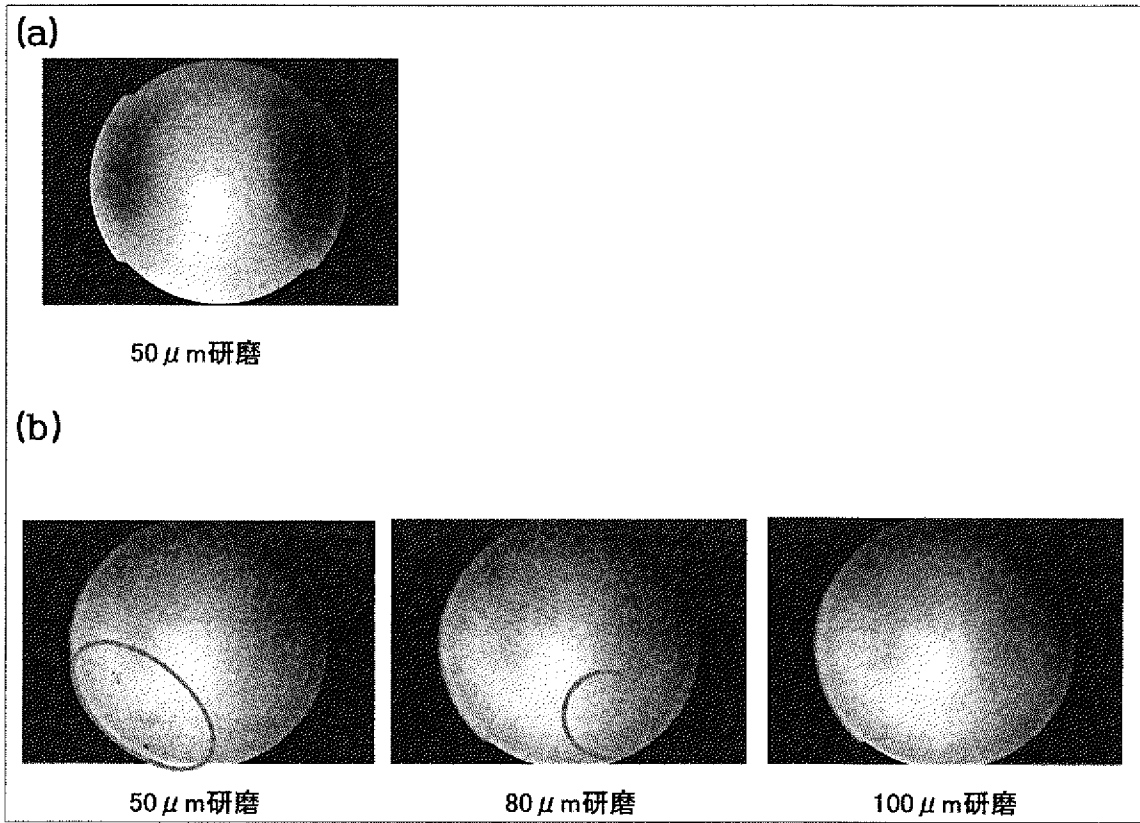
[図3]

図3

[図5]

図5

[図6]

図 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054561

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B11/00(2006.01)i, C03B40/02(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)

C03B11/00-11/08, C03B40/00-40/04, 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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 Y	JP 11-171555 A (Canon Inc.), 29 June 1999 (29.06.1999), claims; paragraphs [0001], [0010], [0016] to [0039], [0055] to [0074]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1, 2, 4, 5, 8, 9 3, 6, 7
Y	JP 2001-19446 A (Hoya Corp.), 23 January 2001 (23.01.2001), claims; paragraphs [0001], [0054] to [0076]; fig. 7 & US 6595026 B1 & TW 588021 B & KR 10-2001-0049665 A & CN 1290664 A	3, 6, 7
A	JP 2000-302473 A (Canon Inc.), 31 October 2000 (31.10.2000), paragraphs [0001], [0103] to [0116] (Family: none)	1-9

☒ 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 May, 2014 (26.05.14)

Date of mailing of the international search report
10 June, 2014 (10.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/054561

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 2001-2427 A (Canon Inc.), 09 January 2001 (09.01.2001), claims; paragraphs [0001], [0016] to [0029]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-9
A	JP 2005-272292 A (Hoya Corp.), 06 October 2005 (06.10.2005), claims; paragraphs [0001], [0016], [0029] to [0057]; fig. 1 to 6 & US 2005/0210923 A1 & KR 10-2006-0041855 A & CN 1654384 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00(2006.01)i, C03B40/02(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. C03B11/00 - 11/08, C03B40/00 - 40/04, 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	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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 11-171555 A（キヤノン株式会社）1999.06.29, 特許請求の範囲, 【0001】, 【0010】, 【0016】 - 【0039】, 【0055】 - 【0074】, 【図 1】 - 【図 4】	1, 2, 4, 5, 8, 9
Y	（ファミリーなし）	3, 6, 7
Y	JP 2001-19446 A（ホーヤ株式会社）2001.01.23, 特許請求の範囲, 【0001】, 【0054】 - 【0076】, 【図 7】 & US 6595026 B1 & TW 588021 B & KR 10-2001-0049665 A & CN 1290664 A	3, 6, 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

2 6 . 0 5 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 6 . 2 0 1 4

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）

吉川 潤

4 T

9 6 5 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-302473 A (キヤノン株式会社) 2000. 10. 31, 【0001】 , 【0103】 - 【0116】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2001-2427 A (キヤノン株式会社) 2001. 01. 09, 特許請求の範囲, 【0001】 , 【0016】 - 【0029】 , 【図 1】 - 【図 6】 (ファミリーなし)	1 - 9
A	JP 2005-272292 A (HOYA株式会社) 2005. 10. 06, 特許請求の範囲, 【0001】 , 【0016】 , 【0029】 - 【0057】 , 【図 1】 - 【図 6】 & US 2005/0210923 A1 & KR 10-2006-0041855 A & CN 1654384 A	1 - 9