(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
2015 年 6 月 18 日(18.06.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/087429 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 11/06 (2006.01) *G02B 3/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083343

(22) 国際出願日: 2013 年 12 月 12 日(12.12.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＨＯＹＡ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): 庄司 昴浩(**SHOJI, Akihiro**) [JP/JP]; 〒1610032 東京都新宿区中落合２丁目７番５号 ＨＯＹＡ株式会社内 Tokyo (JP). 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 ＨＯＹＡ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.

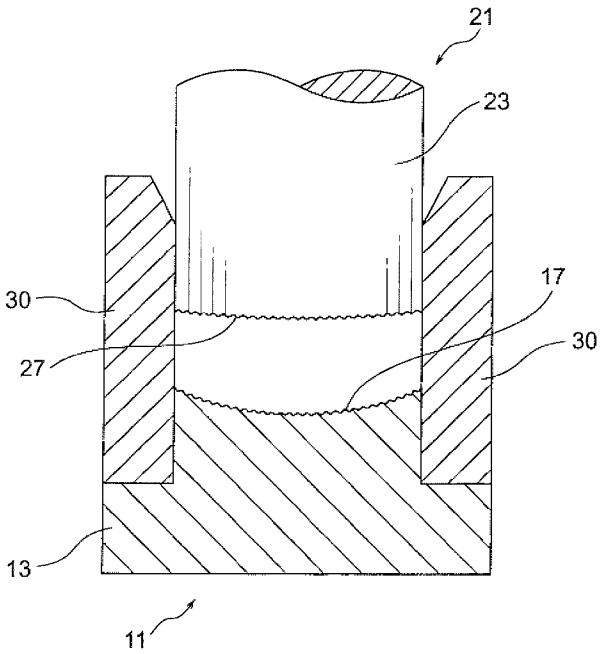
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

[続葉有]

(54) **Title**: MOLD FOR GLASS OPTICAL ELEMENT BLANK FOR POLISHING, METHOD FOR PRODUCING GLASS OPTICAL ELEMENT BLANK FOR POLISHING, AND METHOD FOR PRODUCING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称 : 研磨用ガラス光学素子ブランク用成形型、研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法および光学素子の製造方法

図 1



(57) **Abstract**: [Problem] The objective of the present invention is to provide a mold for a glass optical element blank for polishing which has excellent moldability and is capable of improving yield. [Solution] A mold according to the present invention is a mold which has at least an upper die and a lower die and is used to produce a glass optical element blank for polishing, wherein a molding surface of at least one of the upper die and the lower die has a surface roughness (Rz) of over 10 μm.

(57) 要約: 【課題】 本発明は、成形性に優れ、良品率を向上し得る研磨用ガラス光学素子ブランク用成形型を提供することを目的とする。 【解決手段】 本発明に係る成形型は、少なくとも上型および下型を有し、研磨用ガラス光学素子ブランクを製造するために用いる成形型であって、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面は、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超である。

WO 2015/087429 A1

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 ：

研磨用ガラス光学素子ブランク用成形型、研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法および光学素子の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、研磨用ガラス光学素子ブランク用成形型、研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法および光学素子の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、光学素子の多様化および広範化に伴い、ガラス製の光学素子の需要が高まってきており、生産性の向上が望まれている。

[0003] ガラス光学素子の成形方法としては、例えばリヒートプレス成形法等が広く用いられている。リヒートプレス成形法では、軟化した光学ガラス素材（以下、単に「ガラス素材」ということがある。）を成形型でプレス成形し、研磨用ガラス光学素子ブランク（以下、単に「光学素子ブランク」ということがある。）を作製し、それを研削・研磨加工することで光学素子（光学レンズ等）を得る。

[0004] このようなリヒートプレス成形法では、研削・研磨による加工量が少なくなるよう、光学素子ブランクの形状を、目的とする光学素子の形状に近似させるのが望ましい。そのため、光学素子ブランクの形状を決める成形型の成形面は、光学素子の最終的な形状（例えば、最終製品が光学レンズの場合、レンズの曲率）に近く、かつ比較的平滑な面とするのが一般的である（特許文献１）。しかし、このような成形面であっても、未だ十分に加工量を低減できていなかった。

[0005] 通常、プレス成形では、適度に軟化したガラス素材を成形面で押圧し、ガラスの流動性により所定の形状に成形する。しかし、ガラス素材の温度が低下すると、ガラスの粘度が上昇するため、流動性が失われ、成形面に追従しにくくなる。その結果、所望の形状を実現できず、成形精度が低下する問題

がある。

[0006] このような成形精度の低下は、特に、プレス成形時の成形型の温度調整が適当に行われていない場合に起こる。すなわち、成形型の温度が軟化したガラス素材よりも低い場合には、成形面とガラス素材との接触面から、ガラス素材の温度が急速に低下し、ガラスの粘度が上昇する。その結果、ガラス素材はプレス時まで、良好なガラスの粘度を保つことができず、ガラス素材が成形面に十分に追従せず、目的とする形状との形状誤差を生じる。このような形状誤差は、複数の光学素子ブランク間では、形状バラつきとなる。

[0007] このような形状誤差や形状バラつきは、わずかであれば、光学素子を製造する際の研削・研磨工程において、研削代を多く取ることにより調整することができる。しかし、研削代を多くすると、加工量が増加するため、加工時間の長時間化や、材料ロスを招く。

[0008] また、形状誤差が大きくなりすぎると、研削加工による調整が困難となるため、規格外（ノビ不良）の成形体として、研削工程からは外される。その結果、良品率の悪化を招く。

[0009] この他、軟化したガラス素材を低温の成形面に投入した場合には、成形面と接触したガラス素材の接触面と、それ以外の部分とでガラス素材に温度分布が生じることもあり、特に粘度が低下している部分では押圧によりクラックが発生することもある。このようなクラック（いわゆるカン・ワレ）は、良品率の悪化を招く。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開２００１－０１９４４６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 本発明は、このような実状に鑑みてなされ、その目的は、成形性に優れ、良品率を向上し得る研磨用ガラス光学素子ブランク用成形型を提供すること

である。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意試験研究を重ねた結果、成形型の成形面に適度な凹凸を形成することにより、プレス成形時のクラックの発生を防止できると共に、成形体の形状バラつきやノビ不良を低減し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0013] 本発明の要旨は以下の通りである。

［１］ 少なくとも上型および下型を有し、

研磨用ガラス光学素子ブランクを製造するために用いる成形型であって、

上記上型および下型の少なくとも一方の成形面は、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超である、成形型。

[0014] ［２］ 上記成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が５０μｍ以下である、上記［１］に記載の成形型。

[0015] ［３］ 大気雰囲気において、軟化したガラス素材をプレス成形するために用いられる、上記［１］または［２］に記載の成形型。

[0016] ［４］ 上記［１］～［３］のいずれかに記載の成形型を用意する工程と、

光学ガラスからなるガラス素材を大気雰囲気下で再加熱した後、軟化した上記ガラス素材を上記成形型でプレス成形するプレス工程と

を含む研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法。

[0017] ［５］ 上記［４］に記載の製造方法によって製造された研磨用ガラス光学素子ブランクを研削する工程と、

上記研削工程を経た研磨用ガラス光学素子ブランクを研磨する工程と

を含む光学素子の製造方法。

発明の効果

[0018] 本発明の成形型によれば、成形不良（例えば、カン・ワレやノビ不良等）の発生や、成形体の形状バラつきを低減でき、良好な品質の研磨用ガラス素子ブランクを効率よく作製できる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図１は、本発明の一実施形態に係る成形型の一例を示す概略図である。

[図2]図２は、図１に示す成形型の一部である下型を拡大した断面図である。

[図3]図３は、本発明の別の一実施形態に係る成形型の一部である下型を拡大した断面図である。

[図4]図４は、本発明の一実施形態に係る成形型を用いたプレス工程の一例を示す概略図である。

[図5]図５は、研磨用ガラスレンズ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6]図６は、実施例と比較例に係る成形型で作製した研磨用ガラスレンズブランクの形状バラつきを示す分布図である。

[図7]図７は、実施例と比較例に係る成形型で作製した研磨用ガラスレンズブランクをアニール処理した後の形状バラつきを示す分布図である。

発明を実施するための形態

[0020] 本発明に係る成形型は、少なくとも上型および下型を有し、研磨用ガラス光学素子ブランク（以下、単に「光学素子ブランク」ということがある。）を製造するために用いる成形型であって、上記上型および下型の少なくとも一方の成形面は、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超である。

[0021] このような本発明の成形型によれば、軟化したガラス素材をプレス成形して、研磨用ガラス光学素子ブランクを製造するに際して、成形不良（例えば、カン・ワレやノビ不良等）の発生や、成形体の形状バラつきを低減でき、良好な品質の研磨用ガラス光学素子ブランクを効率よく作製できる。さらに、本発明の成形型により作製された研磨用ガラス光学素子ブランクは、形状精度に優れているため、後工程である研削・研磨工程で加工量および加工時間を低減でき、光学素子の製造工程における生産性を向上できる。

[0022] 以下、本発明の成形型およびその製造方法、並びに、本発明の成形型を用いたプレス工程（光学素子ブランクの製造方法）および光学素子の製造方法について詳細に説明するが、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

。なお、説明が重複する箇所については、適宜説明を省略する場合があるが、発明の趣旨を限定するものではない。

[0023] ＜成形型＞

以下、図１～図３を参照しながら、本発明の一形態について説明する。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。

[0024] 図１は、本発明の一実施形態に係る成形型の一例を示す概略図である。図１に例示される成形型は、成形面を有する上型２１および下型１１と、これらを略同軸状に規制する環状の胴型３０とで構成され、上型２１および下型１１のそれぞれの成形面２７、１７は、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超である。

[0025] なお、本実施形態に係る成形型において、胴型３０は任意の構成部材である。すなわち、胴型３０については、他の方法で上型２１および下型１１を略同軸状に規制できる場合には、必ずしも必要ではない。

[0026] また、本実施形態に係る成形型において、下型１１および上型２１の少なくともいずれか一方の成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超であればよく、好ましくは少なくとも下型１１の成形面が、より好ましくは下型１１および上型２１の両方の成形面が、１０μｍ超の表面粗さ（Ｒｚ）を有していることが望ましい。

[0027] 次に、図２に示す下型を例に、本実施形態に係る成形型について詳しく説明する。図２は、図１に示す成形型の一部である下型１１を拡大した断面図である。なお、上型１２については、説明を省略するが、下型１１の場合と同様とすることができる。

[0028] 図２に示すように、本実施形態に係る成形型の一部である下型１１は、適度な凹凸を有する（表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍを超える）成形面１７を有する。

[0029] このような本実施形態に係る下型１１によれば、軟化したガラス素材が下型１１に投入されても、成形面１７の凹凸によりガラス素材との接触面積を

低減できる。そのため、成形面との接触部分からガラス素材の温度が低下する（粘度が上昇する）ことを防止でき、成形面と接触していない部分との温度差（粘度差）も低減できる。その結果、プレス成形によりガラス素材が変形する時まで、軟化したガラス素材の流動性と温度均一性を十分に保つことができる。

[0030] 一方、このような下型１１によれば、プレス成形によりガラス素材が変形する時は、軟化したガラス素材が成形面１７の凹凸に倣って変形するため、ガラス素材と成形面１７との接触面積を増加させることができる。その結果、ガラス素材を急速に急冷できるため形状固定が良好となり、さらにガラス素材の全体が均一に冷やされるためガラス内部に歪を生じることも防止できる。

[0031] このような本実施形態の成形型を用いて得られた成形体（光学素子ブランク）は、良品率が高く、成形精度に優れ、アニール後の形状バラつきも少ない。そのため、後工程において、研削・研磨を行う際の加工量を低減できる。

[0032] 本実施形態に係る下型の成形面１７の表面粗さ（Ｒｚ）は、１０μｍ超であり、好ましくは１２μｍ以上、より好ましくは２０μｍ以上である。本実施形態に係る成形型では、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）を上記範囲とすることで、プレス前は、軟化したガラス素材の保温効果を、プレス中は、ガラス素材の均一な急冷効果をそれぞれ得ることができる。

[0033] しかしながら、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ以下である場合には、ガラス素材と成形面との接触面積が増えることから、軟化したガラス素材の保温効果を得にくくなる。そのため、このような成形面でプレス成形を行うと、カン・ワレやノビ不良が発生し易く良品率が低下すると共に、成形精度やアニール後の収縮が悪化するため、得られる光学素子ブランクの形状バラつきが大きくなる傾向にある。

[0034] 本実施形態において、成形面１７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５０μｍ以下、より好ましくは４０μｍ

以下、更に好ましくは３０μｍ以下である。成形面１７の表面粗さが大きくなるにつれ、得られる成形体の表面粗さ（Ｒｚ）も大きくなる傾向にある。そのため、光学素子を作製する際の研削・研磨工程における加工量が増加する傾向にある。

[0035] なお、本実施形態において、表面粗さ（Ｒｚ）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Ｒｍａｘと同義）である。このＲｚ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（Ｒｚ）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。

[0036] また、本実施形態に係る成形型において、成形面１７の凹凸は、好ましくは成形面１７の全面に、万遍なく形成されていることが望ましい。

[0037] 本実施形態において、下型１１は、基材１３の表面１３Ａを成形面１７とする。このような表面１３Ａの形状は、最終製品である光学素子の形状に近似したガラス成形体（光学素子ブランク）の形状に沿うように形成されている。例えば、凸曲面状、凹曲面状、平面状等が挙げられる。さらに、成形面１７は適度な凹凸を有するため、基材表面１３Ａは、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超である。

[0038] また、基材１３の材質は、成形するガラスの硬さやガラス転移温度Ｔｇ等に応じて適宜選択でき、例えば、ステンレス、鋳鉄等が挙げられる。ステンレスは鋳鉄に比べて高価であるが、耐熱性が高く長期間の使用に耐えるため、ガラス転移温度が比較的高い硝材に好適である。また、鋳鉄は安価で加工性が良い。したがって、基材１３の材質は、成形するガラスの特性に応じて適宜選択できる。

[0039] ここまで、図２を例に本実施形態に係る下型１１を説明してきたが、別の態様としては、図３に示す下型１１であってもよい。図２では、基材表面１３Ａが成形面１７であったが、図３では、基材表面１３Ａ上に被膜１５を形成し、当該被膜１５の表面を成形面１７としている。

[0040] 基材表面１３Ａ上に形成される被膜１５としては、例えば、酸化物セラミ

ックを主成分とする酸化物セラミック膜や、炭素膜、炭化珪素膜等が挙げられる。

[0041] 特に、酸化物セラミック膜を被膜１５として用いることで、高温の酸化性雰囲気でプレス成形を行った場合であっても、被膜１５が劣化するのを防止でき、ひいては成形面１７が化学的および物理的に劣化するのを防止でき、好適である。

[0042] このような酸化物セラミック膜としては、好ましくは酸化物セラミックを６０質量％以上、より好ましくは８０質量％以上、さらに好ましくは９０質量％以上、特に好ましくは９５％以上含む被膜を用いることができる。

[0043] また、このような酸化物セラミックとしては、例えば、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。特に、被膜の耐久性の観点でシリカが好ましい。なお、酸化物セラミック膜１５は、上記酸化物セラミックの単体または混合物のいずれで構成されていてもよいが、好ましくはシリカの単体で構成されるのが望ましい。

[0044] また、酸化物セラミック膜は、上記酸化物セラミック以外の成分として、例えば、窒化ホウ素（ＢＮ）、炭化珪素（ＳＩＣ）、窒化アルミ（ＡＩＮ）、酸化鉄（Fe_2O_3）、酸化クロム（Cr_2O_3）、リン酸アルミニウム（$AlPO_4$）等の成分を含んでいてもよい。これらの成分は意図的に含有させてもよいし、不可避的に（不純物程度に）含まれてもよい。なお、酸化物セラミック膜１５がこれらの成分を含む場合には、その含有量の合計が、４０質量％以下であることが好ましい。これらの成分が多すぎると、酸化物セラミック膜１５が脆くなる傾向にあり、連続的なプレス成形により成形面が劣化する傾向にある。

[0045] また、酸化物セラミック膜は、上記成分の他に、製造上排除できない各種酸化物成分や金属成分等を不可避成分として含んでいてもよい。

[0046] また、図３に示す被膜１５の膜厚ｔは、好ましくは５μｍ以上であり、より好ましくは１０μｍ以上、さらに好ましくは２０μｍ以上である。また、

被膜１５の膜厚ｔの好ましい上限は８０μｍ以下、より好ましくは５０μｍ以下である。被膜１５の膜厚ｔが薄くなりすぎると、成形面１７に十分な凹凸が形成できず、成形面１７の表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍを下回る傾向にある。さらに、連続的なプレス成形に対する成形面１７の耐久性も低下する傾向にある。また、被膜１５の膜厚ｔが、必要以上に厚くなるにつれて、均一な製膜が困難になる傾向がある。

[0047] なお、本実施形態に係る酸化物セラミック膜の膜厚ｔとは、成形面に形成された酸化物セラミック膜における９ヶ所（例えば、成形面の中心点を通って直交する２線上の任意の９カ所（成形面の中心点と、成形面の半径をｒとした時のｒ／３および２ｒ／３の各４点））以上の平均膜厚を示す。酸化物セラミック膜の膜厚は、例えば、膜の破断面のＳＥＭによる測定や公知の超音波式膜厚測定器、電磁式膜厚計、β線透過式膜厚計などを用いて測定することができる。

[0048] なお、図３に示す成形型１１の場合には、基材表面１３Ａは、比較的平滑な面であってもよく、基材表面１３Ａに形成された被膜１５の表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超であればよい。また、基材１３と被膜１５の密着性を高める観点から、両者の材質を選択することにより熱膨張係数を近づけることが好ましい。

[0049] ＜成形型の製造方法＞

次に、図１に示す成形型の製造方法について一例を説明する。

本実施形態に係る成形型の製造方法は、上型および下型に対応する基材を準備する工程と、前記上型および下型の少なくとも一方の成形面の表面粗さ（Ｒｚ）を１０μｍ超とする工程を有する。

[0050] このようにして製造された本実施形態に係る成形型は、押圧前の軟化したガラス素材を保温する効果や、押圧後のガラス素材の急冷効果を奏する。

[0051] 以下、本実施形態に係る成形型を作製する方法を説明する。なお、以下、下型１１を例に説明し、上型２１については省略するが、下型１１の場合と同様とすることができる。

[0052] 本実施形態では、まず、下型１１に対応する基材１３を準備する。基材１３の材質は、プレス成形を行うガラスの材質（特性）やプレス温度等に応じて適宜選択すればよい。また、基材１３の形状は、プレス装置や目的とするガラス成形体（光学素子ブランク）の形状に応じて適宜選択できる。

[0053] 特に、基材表面１３Ａの形状は、成形するガラス成形体の形状に沿うように形成されており、ガラス成形体は最終製品である光学素子の形状に近似している。したがって、基材表面１３Ａも、最終製品である光学素子の形状に応じて適宜設定される。例えば、凸曲面状、凹曲面状、平面状等にすることができる。

[0054] 次に、基材１３の表面に、適度な凹凸を有する成形面１７を形成する。具体的には、図２のように基材１３の表面に適度な凹凸を形成して成形面１７としてもよいし、図３のように基材表面１３Ａ上に被膜１５を形成して適度な凹凸を有する成形面１７を形成してもよい。

[0055] 図２のように、成形面１７に適度な凹凸を形成する際の加工方法は特に限定されるものではないが、例えば、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が挙げられる。

[0056] また、図３のように、基材表面１３Ａ上に被膜１５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１５を形成できる。なお、被膜１５の表面は、予め適度な凹凸となるように成膜してもよいし、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１７に加工してもよい。

[0057] 以下、図３に示す下型１１を例に、本実施形態に係る成形型の製造方法を具体的に説明する。なお、被膜１５としては、酸化物セラミック膜を形成する場合を例に説明する。

[0058] 本実施形態では、まず、コーティング溶液を準備する。本実施形態では、コーティング溶液から酸化物セラミック膜１５を形成する。コーティング溶液は、少なくとも酸化物セラミックと溶媒とを含んでなる。

[0059] 酸化物セラミックとしては、例えば、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よいし、２種類以上組み合わせて用いてもよい。

[0060] また、酸化物セラミックとしては、好ましくは平均粒子径が５μｍ以下、より好ましくは１μｍ以下の粉末を用いることができる。酸化物セラミックの粒径が大きくなりすぎると、均一な被膜の形成が困難になる傾向にある。

[0061] また、溶媒としては、水や有機溶媒を用いることができる。

[0062] 本実施形態に係るコーティング溶液は、少なくとも酸化物セラミックと溶媒とを混合してなる。混合方法は、特に限定されず、公知の方法を用いることができる。また、酸化物セラミックと溶媒との混合比率も、特に限定されず、一般的な塗料と同様に、塗布方法に応じた所望の粘度になるように、適宜調節できる。

[0063] また、コーティング溶液には、上記酸化物セラミック以外の固形成分として、上記以外のセラミックや酸化物等が含有されてもよい。ただし、これらの成分の総含有量は、固形成分全体（酸化物セラミックを含む）の４０質量％以下とすることが好ましい。

[0064] さらに、コーティング溶液には、必要に応じて各種分散剤、結合材、可塑剤などの添加物が含有されてもよい。これら添加物の総含有量は、コーティング溶液全体の１０質量％以下とすることが望ましい。

[0065] また、本実施形態に係るコーティング溶液は、好ましくは結合剤としてコロイダルシリカを含有することが好ましい。コロイダルシリカは、焼成後にシリカとして酸化物セラミック膜を構成するため、強固な膜を形成することができる。

[0066] 次に、下型１１に対応する基材１３を準備する。さらに、基材表面１３Ａについては、必要に応じてブラスト加工等の前処理を施してもよい。また、基材表面１３Ａは、油脂や研削屑等のごみを除去しておくことが望ましい。

これらの処理を施すことにより、基材表面１３Ａと酸化物セラミック膜１５の密着性を高めることができる。

[0067] 次に、基材表面１３Ａに、コーティング溶液を塗布する〔塗布工程〕。塗布方法は、形成しようとする酸化物セラミック膜１５の膜厚ｔや成形面１７の表面粗さ（Ｒｚ）等に応じて適宜選択することができ、公知の方法により行うことができる。例えば、スプレーコート法、刷毛塗り法、浸漬法等の方法が挙げられる。

[0068] 塗布量については、形成しようとする酸化物セラミック膜１５の膜厚ｔに応じて、適宜調整できる。例えば、膜厚ｔを厚くする場合には、数回に分けて重ね塗りするのが好ましい。一度に多量のコーティング溶液を塗布すると、乾燥後の酸化物セラミック膜にひび割れが生じることがある。また、基材の形状によっては、乾燥後の酸化物セラミック膜の膜厚にバラつきが生じることがある。

[0069] 例えば、図３に示すように、成形面１７は、基材表面１３Ａの形状に追従していることが望ましい。しかし、基材１３のように、表面１３Ａが凹面である場合、表面１３Ａにコーティング溶液を多量に塗布すると、コーティング溶液中に分散した酸化物セラミックが表面１３Ａ上の凹部に凝集して沈殿し易くなる。その結果、乾燥後の酸化物セラミック膜の膜厚が、外周に比べて中心部分で厚くなり、成形面１７と表面１３Ａとで曲率に違いを生じることがある。このような成形面１７でプレス成形を行うと、成形体において形状不良を生じることがある。

[0070] なお、重ね塗りする場合には、塗布面が適度に乾燥されていることが望ましく、例えば塗布面を指触して適度に乾燥していることを確認した後に、塗り重ねるのが好ましい。

[0071] 次に、コーティング溶液が塗布された成形型を、乾燥する〔乾燥工程〕。乾燥温度は、常温～２００℃とすることができる。また、乾燥時間は、溶媒の種類や塗布量に応じて適宜調節できるが、１時間～６時間程度とすることができる。

[0072] その後、塗布面を十分に乾燥させた成形型を、焼成して、コーティング材料を硬化する〔焼成工程〕。焼成条件は、酸化物セラミックの種類や膜厚等に応じて適宜調節できるが、焼成温度は９０～１５０℃とすることができ、焼成時間は１０分～１時間程度とすることができる。

[0073] なお、上記焼成工程は任意の工程である。すなわち、後述するプレス工程で成形型を所定の温度に制御する必要があるため、その際の加熱により、上記焼成工程における成形型の焼成（コーティング材料の硬化）を兼ねることもできる。

[0074] このような方法により、本実施形態に係る成形型の一部である下型１１について、基材表面３Ａの表面に、セラミック膜１５を有する成形面を形成することができる。ここで、酸化物セラミック膜１５は、基材表面１３Ａ上に密着しており、大気中で加熱され、加圧されても基材１３から剥離することはない。

[0075] このようにして得られた酸化物セラミック膜１５の表面は、適度な凹凸を有する。すなわち、コーティング材料が基材表面１３Ａ上で硬化することにより、酸化物セラミックの粒子が焼結し、表面粗さ１０μｍ超の成形面１７となる。

[0076] なお、本実施形態では、コーティング溶液の濃度や組成、酸化物セラミックの種類や粒径、基材表面１３Ａへの塗布方法や塗布量等を適宜調整することにより、所望の表面粗さ（Ｒｚ）を有する成形面１７を形成することができる。例えば、コーティング溶液の濃度が低い場合は、表面粗さが比較的小さくなり、コーティング溶液の濃度が高い場合は、表面粗さが比較大きくなる傾向にある。

[0077] ＜研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法＞

本実施形態に係る研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法は、

本実施形態に係る成形型を用意する工程と、

光学ガラスからなるガラス素材を、大気雰囲気下で再加熱した後、軟化した前記ガラス素材を前記成形型でプレス成形するプレス工程と、を含む。

[0078] 以下、研磨用ガラスレンズブランクを例に、研磨用ガラス光学素子ブランク（以下、単に「光学素子ブランク」ということがある。）の製造方法の一実施形態について説明する。具体的には、図４を参照しながら、図１に示す本実施形態に係る成形型を用いたプレス工程の一例について説明する。なお、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。

[0079] まず、成形型として、図１に示す成形型を準備する。すなわち、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超の成形面１７を有する下型１１と、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超の成形面１７を有する上型２１と、胴型３１とを準備する。さらに、成形型は、予め加熱しておく。成形型の加熱温度は、成形するガラス素材によって適宜調整することが好ましいが、成形型の温度は、成形しようとするガラス素材の屈伏点（Ｔｓ）付近の温度となるように加熱しておくことが望ましい。

[0080] 一方で、所定形状（例えば、多面体形状、円盤形状、回転楕円形状など）、所定重量（目的とする光学素子以上の重量）に加工されたガラス素材４０ａを必要数量用意する。ガラス素材４０ａの材質としては、特に限定されず、（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SiO_2－TiO_2系ガラス、（４）P_2O_5を主成分としてＮｂ、Ｔｉ、Ｂｉ、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が例示される。

[0081] ガラス素材４０ａの成形方法は特に限定されない。例えば、板状に成形されたガラス板を切断して得られる略六面体形状のガラス片や、円柱状のガラス素材を等間隔に切断して得られる円盤形状のガラス片や、ノズルから流下する熔融ガラスを受け型で受けて回転楕円形状に成形し冷却して得られるガラス片などが例示される。

[0082] 次に、予め加熱して軟化させておいたガラス素材４０ａを、下型１１に供

給する。その後、胴型３０に上型２１を挿入する。図４（Ａ１）では、上型２１による荷重がガラス素材４０ａにかかっていないので、軟化したガラス素材４０ａの形状を保っている。

[0083] 次に、ガラス素材４０ａと成形面１７との接触部分の拡大図を図４（Ａ２）に示す。図４（Ａ２）に示されるように、成形面１７は適度な凹凸（１０μｍ超の表面粗さ）を有しおり、成形面１７上に投入されたガラス素材４０ａは、押圧前には、主として成形面１７の凸部に接することとなる。そのため、従来の平滑な成形面に比べて、本実施形態に係る成形面１７の場合には、軟化したガラス素材４０ａと成形面１７との接触面積を低減することができる。

[0084] 従来の成形型では、成形面が比較的平滑であったため、投入されたガラス素材は、成形面と面で接していた。そのため、成形型の温度が低い場合には、ガラス素材と成形面との接触部分では、温度低下が著しく、成形時までプレス成形に適したガラスの粘度を保てないほか、成形面に接している部分といない部分とでガラス素材に温度分布が生じ易かった。このような粘度の上昇や温度分布は、プレス成形時の成形不良やクラックの発生、ガラス内部への歪の発生等、不具合の要因であった。

[0085] これに対し、本実施形態に係る成形型では、成形面１７が適度な凹凸を有することにより、ガラス素材４０ａから成形面１７への熱の移動が緩やかになると考えられる。その結果、ガラス素材４０ａの投入時におけるガラス素材４０ａの温度低下（粘度上昇）を防止でき、押圧時までガラス素材４０ａの流動性および温度均一性を十分に維持できる。そのため、プレス成形時には、適度な流動性と温度均一性を有するガラス素材４０ａを押圧することができ、成形精度および良品率を向上できる。

[0086] また、ガラス素材４０ａおよび成形面１７、２７の少なくともいずれか一方には、ガラスの融着を防ぐために離型剤が塗布されていることが好ましい。離型剤としては、例えば、窒化ホウ素、アルミナ、酸化珪素、酸化マグネシウム等の粉末状離型剤が用いられる。なお、本実施形態に係る成形型は、

成形面１７、２７に適度な凹凸を有している、成形体を離型した後も成形面１７、２７に離型剤が残留し易い。

[0087] 次いで、図４（Ｂ１）に示すように、上型２１を降下させてガラス素材４０ａを押圧し、ガラス素材４０ａを上下型の成形面形状に倣った形状にプレス成形して、光学素子ブランク４０ｂを得る。

[0088] プレス成形時のガラス素材４０ａは、好ましくは10^4～10^6ｄＰａ・ｓの粘度に保たれている。特に、本実施形態に係る成形型によれば、成形面１７の凹凸により、ガラス素材４０ａと成形面１７との接触面積が低減されるため、押圧直前まで、プレス成形に適した温度（粘度）に維持できる。なお、プレス成形は、大気中で行われる。

[0089] また、光学素子ブランク４０ｂの形状は、図４（Ｂ１）に示すような凸面と凹面を有する形状の他、両凸形状、凸面と平面を有する形状、凹面と平面を有する形状、両凹形状など目的とするガラス光学素子の形状に近似する形状であれば、特に限定されない。

[0090] 成形された光学素子ブランク４０ｂは、成形型から取り出され、必要に応じて歪を抜くための熱処理（アニール処理）が施される。本実施形態に係る成形型１１によれば、アニール処理後の形状バラつきの少ない光学素子ブランク４０ｂを得ることができる。

[0091] ガラス素材４０ａを押圧した後のガラス素材（光学素子ブランク４０ｂ）と成形面１７との接触部分の拡大図を図４（Ｂ２）に示す。図４（Ｂ２）に示されるように、上型２１を降下させてガラス素材４０ａを押圧すると、ガラス素材４０ａは、凹凸を有する成形面１７に追従する。その結果、押圧前には、成形面１７の凸部でのみ接していたガラス素材４０ａは、押圧後は凹部でも接することとなる。

[0092] 本実施形態に係る成形面１７は、適度な凹凸を有しているため、従来の平滑な成形面に比べて表面積が大きい。したがって、押圧時には、従来の成形面に比べて、成形面とガラス素材との接触面積は増える。

[0093] その結果、従来の平滑な成形面に比べて、広い面積でガラス素材が成形面

と接触するため、成形体の冷却速度が加速し、形状固定が良好に行われ、形状精度が向上する。

[0094] さらに、本実施形態に係る成形型によれば、成形面の保温効果により押圧前のガラス素材において温度分布が生じることを防止でき、さらに、押圧時にもガラス素材の温度均一性を保ちながら急冷できる。そのため、ガラス成形体４０ｂの内部に歪が生じにくく、成形体（光学素子ブランク）をアニールしても収縮が少なく、形状バラつきを低減できる。

[0095] このように本実施形態に係る成形型を用いて光学素子ブランクを作製すれば、プレス成形時にクラック（いわゆる、カン・ワレ）やノビ不良を防止でき、高い良品率で優れた成形精度の光学素子ブランクを得ることができる。

[0096] また、本実施形態に係る成形型を用いて作製された光学素子ブランクは、成形面１７に追従した形状を有している。すなわち、本実施形態に係る光学素子ブランクでは、主表面は被成形面であり、上記主表面は適度な凹凸を有している。このような光学素子ブランクの主表面の表面粗さ（Ｒｚ）は、好ましくは８μｍ以上であり、より好ましくは１０μｍ以上、更に好ましくは２０μｍ以上、特に好ましくは２２μｍ以上、一層好ましくは２５μｍ以上である。

[0097] このような光学素子ブランクによれば、光学素子を作製するにあたり、当初から比較的粒度の細かい砥石を用いても、主表面に形成された適度な凹凸により砥石が滑るのが防止され、良好な研削加工を行うことができる。このような研削加工によれば、研削時に発生する微小クラックが極端にガラスの深部に及ぶことがなく（例えば、表面から１５μｍ以下に留まり）、後工程で微小クラックを除去し易い。

[0098] なお、本実施形態に係る光学素子ブランクの主表面における表面粗さ（Ｒｚ）の好ましい上限は、５０μｍ程度である。主表面の表面粗さ（Ｒｚ）が大すぎる場合には、光学素子を作製する際の研削・研磨加工の加工量および加工時間が増す傾向にある。

[0099] すなわち、本実施形態に係る光学素子ブランクによれば、光学素子を作製

する際の研削および研磨工程で、加工量や加工時間を低減でき、光学素子の生産性を向上できる。

[0100] ＜光学素子の製造方法＞

本実施形態に係る光学素子の製造方法は、

本実施形態に係る光学素子ブランクの製造方法により作製された光学素子ブランクを研削する工程と、

前記研削工程を経た研磨用光学素子ブランクを研磨する工程と、を含む。

[0101] このような方法により得られる光学素子としては、例えば、球面レンズ、非球面レンズ、マクロレンズ、レンズアレイなどの各種レンズ、プリズム、回折格子などを例示することができる。

[0102] 以下、光学レンズを例に、光学素子の製造方法の一実施形態について説明する。具体的には、図５を参照しながら、図４に示す研磨用ガラスレンズブランク４０ｂ（以下、単に「レンズブランク」ということがある。）の研削および研磨工程について説明する。なお、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。

[0103] 研削工程は、ダイヤモンド砥石などの研削用砥石を用いて、ガラス光学素子ブランク４０ｂの両面を所定の曲率半径に研削するプロセスである。また、研磨工程は、研磨皿を用いて、酸化セリウム等の遊離砥粒を研磨剤として、研削加工された光学素子ブランクの両面を研磨するプロセスである。

[0104] 図５に示すステップＳ１０では、まず、レンズブランク４０ｂの主表面の球面研削工程（ＣＧ加工）が行われる。ＣＧ加工に用いられるカーブジェネレータとしては、特に限定されず、ダイヤモンド砥石などの公知のものが用いられる。このＣＧ加工では、レンズブランクの表面を数十μｍ～数百μｍの加工代で粗研削加工して、最終レンズ形状の曲率に近づけるように両面を研削する。また、ＣＧ加工は、例えば、ダイヤモンド粒子からなる砥粒の粒径が２０～６０μｍ（粒度表示で＃８００～＃４００）の砥石を用いて、研削液を供給しながら研削する。なお、砥粒の粒径が小さいほど粒度表示の数

値は大きくなる。

[0105] 通常、ＣＧ加工などの研削処理では、加工した光学素子ブランクの表面に、新たに無数の微小クラックを生じてしまう。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（精研削等）を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（例えば、表面から１５μｍ以下に留まり）、後工程で微小クラックを除去し易い。

[0106] 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ＣＧ加工を開始できるのが望ましい。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えない傾向にある。そのため、従来の平滑な成形面で作製された光学素子ブランクの場合には、粒径が小さい砥石からＣＧ加工を開始することは困難であるため、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、粒径の小さい砥石によって加工するのが一般的であった。

[0107] しかし、本実施形態に係る研磨用光学素子ブランクによれば、被成形面が既に適度な凹凸を有しているため、比較的粒径が小さい砥石であっても、ＣＧ加工を開始することができ、後工程での研削および研磨加工の加工量および加工時間を低減できる。

[0108] 次のステップＳ１１では、精研削工程によるスムージング加工（ＳＭ加工）が行われる。ＳＭ加工は一段階の加工でもよいが、多段階の加工でもよい。ＳＭ加工に用いる砥石としては、金属ボンドの砥石と樹脂ボンド砥石を併用したり、樹脂ボンド砥石のみを用いたりすることができる。なお、本実施形態では、これらのＳＭ加工においては、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うことが好ましい。また樹脂ボンド砥石は、砥粒の粒径が８～２０μｍ（粒度表示で＃２５００～＃１２００）の砥石を用いることが好ましい。

[0109] 次に、ステップＳ１２では、研磨加工が行われる。研磨工程では、５μｍ以下の粒径の研磨砥粒（例えば、酸化セリウムの遊離砥粒）を含む研磨液で表面を研磨して、数μｍ～十数μｍを研磨する。この研磨工程により、光学レンズ本体の光学レンズ面が形成される。

[0110] 最後に、ステップＳ１３にて芯取り工程が行われるが、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、例えば光学レンズ本体を一対のレンズホルダで挟持して心出しを行い、その中心線周りにレンズ本体を回転させながら、レンズ本体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。

[0111] 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。

[0112] 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よい。

[0113] このような本実施形態の光学レンズの製造方法では、本実施形態に係る光学素子ブランクが用いられるため、上記研削工程および研磨工程における加工量および加工時間を大幅に短縮することができ、生産性を向上できる。

[0114] なお、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。

[0115] 例えば、上述した本実施形態に係る成形型では、下型と上型の成形面にのみ適度な凹凸を形成した例を示したが、円滑なプレス成形が行える限り、胴型についても適度な凹凸を形成してもよい。

[0116] また、上述した実施形態の図１では、研磨用ガラスレンズブランクを作製するために用いられる成形型を例に説明してきたが、本発明はこのような成形型に限定されることはない。すなわち、本発明に係る成形型は、さまざまな種類の光学素子ブランクの作製に用いられる成形型として好適である。

実施例

[0117] １．成形型の準備

＜成形型Ｉ＞

成形型の基材として、ステンレス製の上型、下型および胴型を準備した。

[0118] 上型および下型の基材表面は加工せず、そのまま成形面とした。このようにして得られた成形型Ｉは、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が２μｍであった。なお、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）の測定は、ミツトヨ社製フォームトレーサーＣＳ３０００を使用し、ＪＩＳ規格Ｂ０６０１に基づいて行った。以下、同じである。

[0119] ＜成形型ＩＩ＞

まず、シリカを主成分とし、コロイダルシリカを結合剤とするコーティング材料に、溶媒としての水を加え、十分に攪拌して、所望の粘度のコーティング溶液を得た。

[0120] 次に、成形型の基材として、ステンレス製の上型、下型および胴型を準備した。

[0121] 予め適度な粘度に調節しておいたコーティング溶液をエアブラシに充填し、上型および下型の表面のうち、成形面に対応する面の全面に、コーティング溶液をミスト化して均一にスプレーコートした。

[0122] コーティング溶液を塗布した面を常温で乾燥させた後、スプレーコートを２回繰り返した。その後、コーティング材を成膜した成形型を加熱炉中に投入し、大気雰囲気下、１５０℃で１時間焼成した。

[0123] このようにして得られた成形型ＩＩは、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が１１μｍであった。

[0124] ＜成形型ＩＩＩ＞

成形型ＩＩＩは、コーティング溶液の濃度を高くして、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）を２５μｍとした以外は、成形型ＩＩと同様の方法で作製された。

[0125] ＜成形型ＩＶ＞

成形型ＩＶは、コーティング溶液の濃度を更に高くして、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）を４０μｍとした以外は、成形型ＩＩと同様の方法で作製された。

[0126] ＜成形型Ｖ＞

成形型の基材として、ステンレス製の上型、下型および胴型を準備した。

[0127] 上型および下型の成形面を、サンドブラストで加工した。

[0128] このようにして得られた成形型Ｖは、成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が２１μｍであった。

[0129] ２．レンズブランクの作成

次に、上記成形型Ｉ～Ｖを用いてレンズブランクを作製した。いずれの成形型を用いた場合も、下記のレンズブランクの作製手順で行った。

[0130] ＜レンズブランクＡ＞

まず、フツリン酸塩系のガラス素材（回転楕円形状、質量１６ｇ、Ｔｇ＝４０４℃、Ｔｓ＝４４４℃）を準備した。次に、ガラス素材の表面に粉末状の離型剤（窒化ホウ素）を塗布した。また、再加熱用装置の軟化用受け皿にも、離型剤を塗布した。

[0131] 離型剤が塗布されたガラス素材を、受け皿に供給し、４５０～７００℃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。再加熱されたプレス成形用光学ガラス素材は約10^5ｄＰａ・ｓの粘度に軟化した。

[0132] 次いで、再加熱により軟化したガラス素材を、成形型を用いて大気雰囲気下においてプレス成形して、片面凸形状、直径４０ｍｍ、高さ５ｍｍのレンズブランクＡを作製した。なお、成形型の成形面には予め離型剤を塗布しておき、成形型は屈伏点（Ｔｓ）近傍の温度になるように予め加熱しておいた。

[0133] ３．評価（１）

成形型Ｉ～Ｖについて、成形型の評価を行った。具体的には、上記の方法でレンズブランクＡを一定数（作製したブランクの総数は表１に示す。）それぞれ作製し、得られたレンズブランクの不良品の発生率を評価した。特に、不良品の発生率については、不良品の内訳も評価した。さらに、得られたレンズブランクの主表面の表面粗さ（Ｒｚ）も測定した。結果を表１に示す。

[0134] なお、表１に示すレンズブランクの表面粗さ（Ｒｚ）は、各成形型で所定

の数量レンズブランクを作製した場合の、表面粗さ（Ｒｚ）の範囲を示している。なお、得られたレンズブランクの主表面における表面粗さ（Ｒｚ）の測定は、ミツトヨ社製フォームトレーサーＣＳ３０００を使用し、ＪＩＳ規格Ｂ０６０１に基づいて行った。

[0135] [表1]

表1

		成形型Ⅰ	成形型Ⅱ	成形型Ⅲ	成形型Ⅳ	成形型Ⅴ
成形型の表面粗さRz(μm)		2	11	25	40	21
ブランクA総数(個)		100	300	500	500	300
不良率(%)		16.0	1.3	0.6	0.8	1.0
不良品数内訳(個)	ノビ不良	9	2	2	2	3
	ワレ	7	2	1	2	0
ブランクの表面粗さRz(μm)		1～3	8～12	16～25	18～39	12～20

[0136] 表１に示すように、本発明の比較例に相当する成形型Ｉを用いた場合には、得られるレンズブランクにおいてノビ不良やカン・ワレが多発し、１６％もの不良品が発生した。

[0137] これに対し、本発明に係る成形型ＩＩ～Ｖを用いた場合には、得られるレンズブランクにおいてノビ不良やカン・ワレによる不良品の発生も極めて少なく、不良品率は１．３％以下であった。

[0138] ４．評価（２）

次に、成形型Ｉ、成形型ＩＩおよび成形型ＩＩＩを用いて、得られるレンズブランクについて、カン・ワレと成形型の温度との関係を評価した。

[0139] 具体的には、成形型を加熱する際の温度制御を厳密に行い、表２に示す所定の温度（３８０～４４０℃）にそれぞれの成形型の温度を調整した以外は、上述の作製手順と同様にレンズブランクＡを作製した。さらに、下記の条件で、レンズブランクＢを作製した。

[0140] ＜レンズブランクＢ＞

まず、ホウ酸ランタン系のガラス素材（回転楕円形状、質量２１ｇ、Ｔｇ＝６５５℃、Ｔｓ＝６９０℃）を準備した。次に、ガラス素材の表面に粉末

状の離型剤（窒化ホウ素）を塗布した。また、再加熱用装置の軟化用受け皿にも、離型剤を塗布した。

[0141] 離型剤が塗布されたガラス素材を、受け皿に供給し、７００～９００℃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。再加熱されたプレス成形用光学ガラス素材は約10^5ｄＰａ・ｓの粘度に軟化した。

[0142] 次いで、再加熱により軟化したガラス素材を、成形型を用いて大気雰囲気下においてプレス成形して、片面凸形状、直径３０ｍｍ、高さ４ｍｍのレンズブランクＢを作製した。なお、成形型の成形面には予め離型剤を塗布しておき、成形型は表２の温度（６８０～７４０℃）になるように予め加熱しておいた。

[0143] 得られたレンズブランクにおいてカン・ワレが生じた場合には、成形不良とした。評価結果を表２に示す。なお、表２において、×は成形不良、○は成形良好を意味する。

[0144] [表2]

表2

	成形型温度（℃）	成形型Ⅰ	成形型Ⅱ	成形型Ⅲ
ブランクA	380	×	×	×
	390	×	×	×
	400	×	×	○
	410	×	×	○
	420	×	○	○
	430	×	○	○
	440	○	○	○
ブランクB	680	×	×	×
	690	×	×	○
	700	×	○	○
	710	×	○	○
	720	×	○	○
	730	○	○	○
	740	○	○	○

[0145] 表２に示されるように、本発明の比較例に相当する成形型Ⅰでは、成形型の温度が低温側にわずかに移行しただけで、カン・ワレを生じることが確認された。

[0146] 成形型Ｉのように低温側の領域で成形不良を抑止する場合、成形型の温度を高める必要があるが、成形型の温度が高いとガラスと成形型との融着が生じ易くなるとともに、成形後の形状バラつきが大きくなる。したがって、成形型Ｉを用いてレンズブランクを作製することは生産性と品質の低下を招くことがわかった。

[0147] これに対し、本発明の成形型ＩＩおよびＩＩＩでは、成形型の温度が低温側に多少移行しても、良好な成形が可能であることが確認された。

[0148] ５．評価（３）

次に、成形型Ｉ、成形型ＩＩＩを用いて、得られたレンズブランクＡについて、第１面および第２面の形状誤差を評価した。具体的には、リング式簡易曲率計（ミツトヨ社製　デジマティックインジケータＩＤ－ＣＸとオリジナルリングゲージ）を用いて、レンズブランクＡのΔＨを測定し、このΔＨを形状評価の指標とした。結果を図６に示す。

[0149] 図６（Ａ）に示されるように、本発明の比較例に相当する成形型Ｉを用いて作製されたレンズブランクＡでは、第１面および第２面いずれもΔＨの値がバラついている、すなわち、レンズブランクの形状に大きなバラつきがあることが確認された。

[0150] これに対し、本発明に係る成形型ＩＩＩによれば、図６（Ｂ）に示されるように、レンズブランクＡの第１面および第２面いずれにおいても、ΔＨの値が比較的狭い範囲にまとまっており、形状精度が向上していることが確認された。

[0151] ６．評価（４）

次に、成形型Ｉ、成形型ＩＩＩを用いて、得られたレンズブランクＡについて、アニール処理後の第１面および第２面の形状誤差を評価した。具体的には、リング式簡易曲率計（同上）を用いて、レンズブランクＡのΔＨを測定し、このΔＨを、アニール前の形状誤差とした。次に、該レンズブランクＡをＴｇ－１０℃、１２０分間、大気雰囲気下で加熱して、アニール処理を行い、再度ΔＨを測定し、アニール後の形状誤差とした。結果を図７に示す

。

[0152] 図７（Ａ）に示されるように、本発明の比較例に相当する成形型Ｉを用いて作製されたレンズブランクＡでは、アニール後も第１面および第２面いずれもΔＨの値がバラつきいている、すなわち、レンズブランクの形状に大きなバラつきがあることが確認された。さらに、アニールの前後においても、形状にズレが生じることが確認された。

[0153] これに対し、本発明に係る成形型ＩＩＩを用いて作製されたレンズブランクＡでは、図７（Ｂ）に示されるように、アニール後でも、第１面および第２面いずれもΔＨの値が比較的狭い範囲にまとまる、すなわち、形状精度が向上することが確認された。さらに、アニール前後における形状のズレもわずかであることが確認された。

符号の説明

[0154] １１… 下型

２１… 上型

１３，２３… 基材

１３Ａ，２３Ａ… 基材表面

１５… 被膜（酸化物セラミック膜）

１７、２７… 成形面

３０… 胴型

４０ａ… 軟化したガラス素材

４０ｂ… 研磨用ガラス光学素子ブランク

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも上型および下型を有し、

研磨用ガラス光学素子ブランクを製造するために用いる成形型であって、

前記上型および下型の少なくとも一方の成形面は、表面粗さ（Ｒｚ）が１０μｍ超である、成形型。

[請求項2] 前記成形面の表面粗さ（Ｒｚ）が５０μｍ以下である、請求項１に記載の成形型。

[請求項3] 大気雰囲気において、軟化したガラス素材をプレス成形するために用いられる、請求項１または２に記載の成形型。

[請求項4] 請求項１～３のいずれかに記載の成形型を用意する工程と、

光学ガラスからなるガラス素材を大気雰囲気下で再加熱した後、軟化した前記ガラス素材を前記成形型でプレス成形するプレス工程と

を含む研磨用ガラス光学素子ブランクの製造方法。

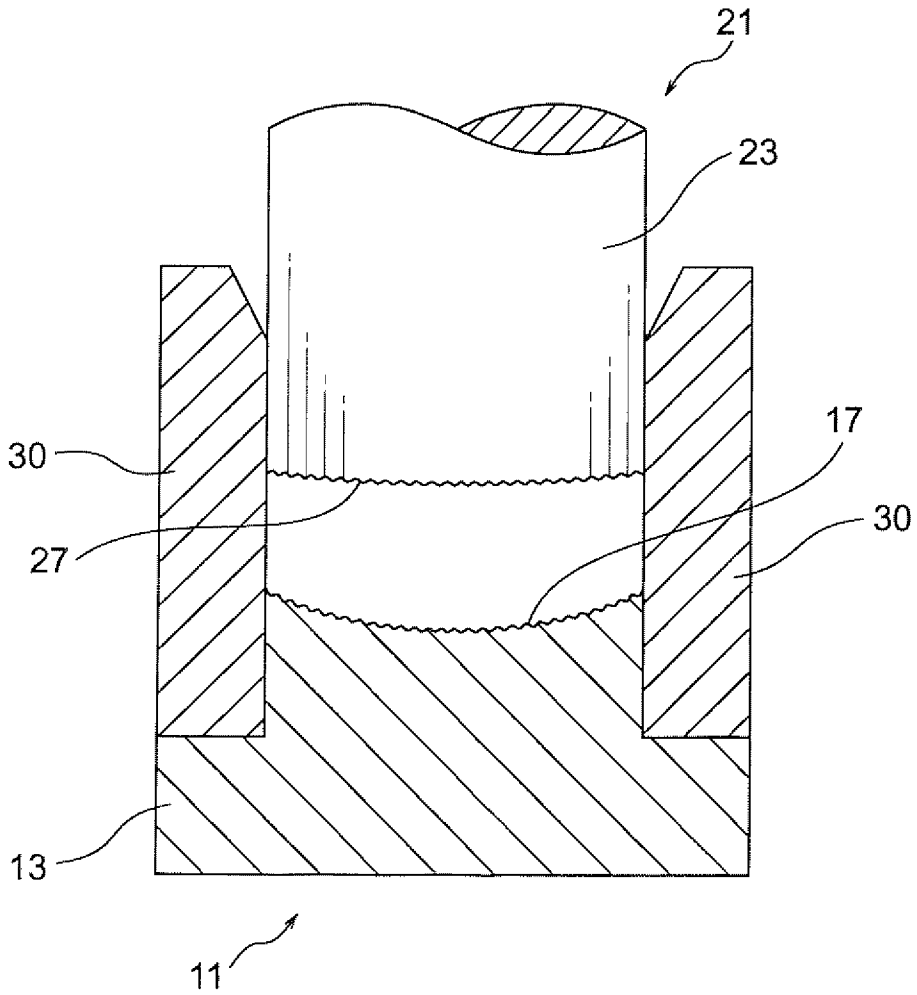
[請求項5] 請求項４に記載の製造方法によって製造された研磨用ガラス光学素子ブランクを研削する工程と、

前記研削工程を経た研磨用ガラス光学素子ブランクを研磨する工程と

を含む光学素子の製造方法。

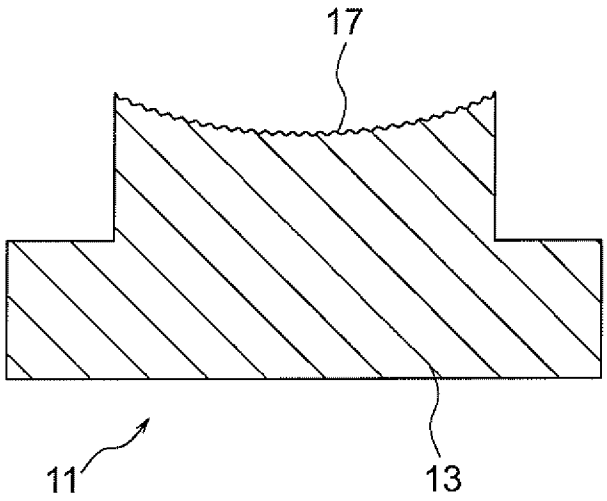
[図1]

図 1



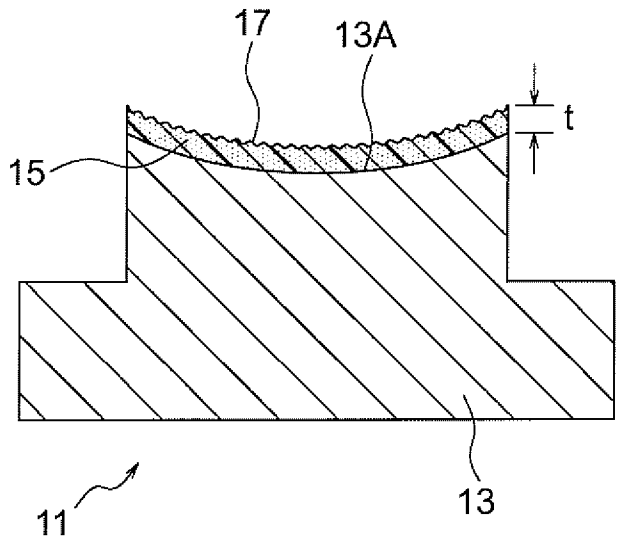
[図2]

図 2



[図3]

図 3



[図4]

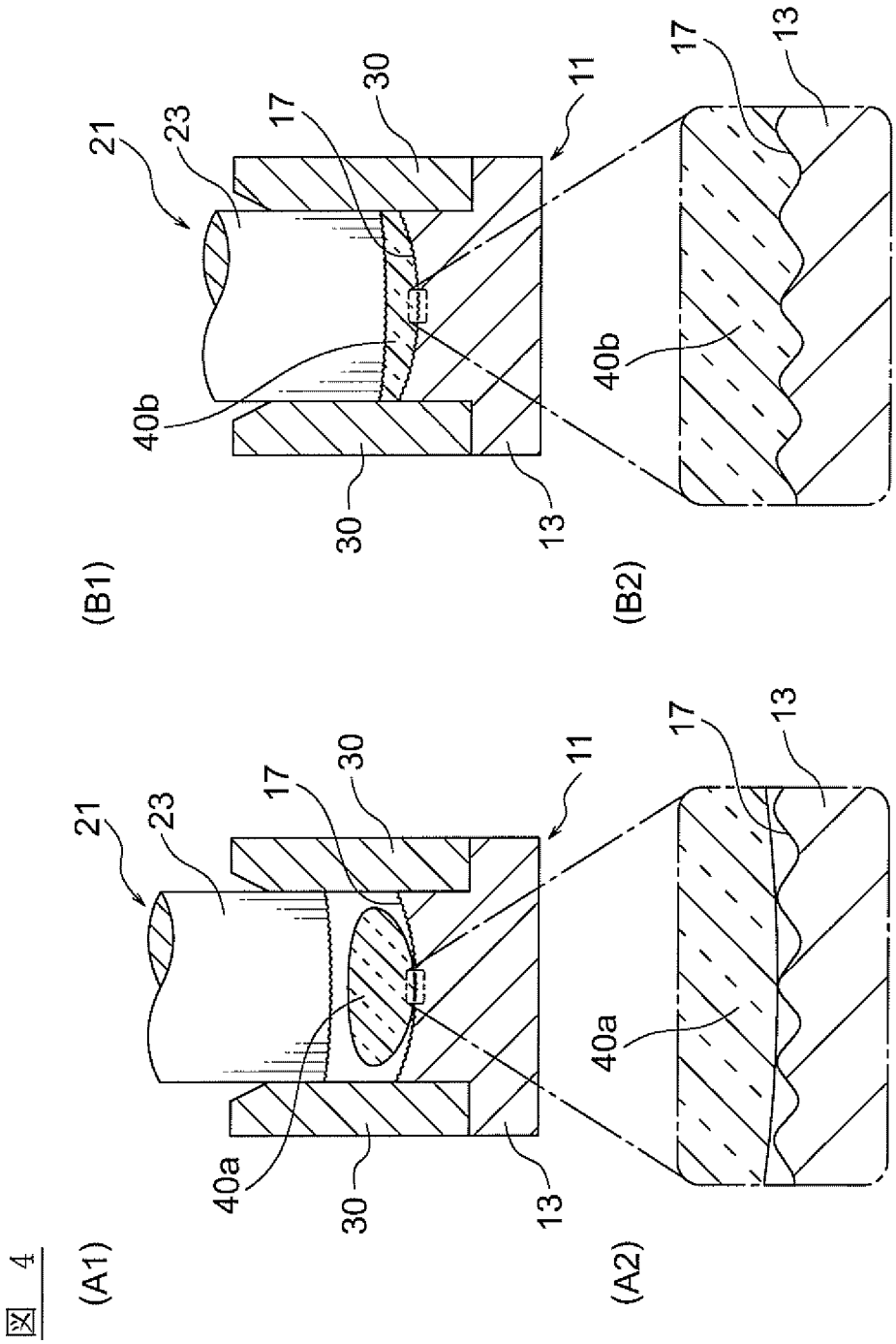
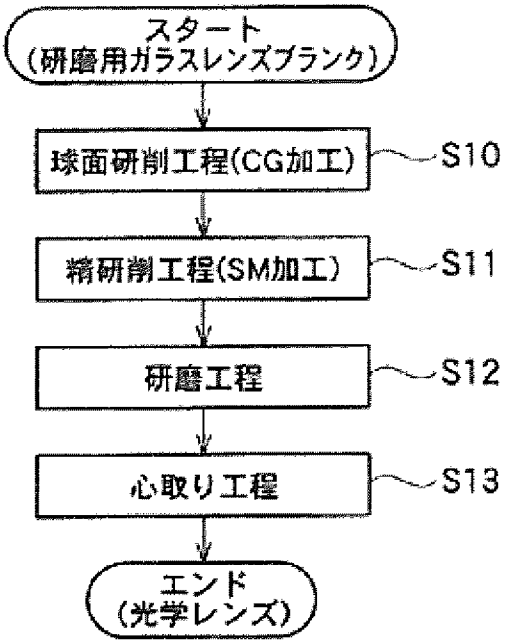

21
23
17
30
11
40b
30
13
(B1)
17
13
40b
(B2)
21
23
17
30
11
40a
30
13
(A1)
17
13
40a
(A2)

図 4

[図5]

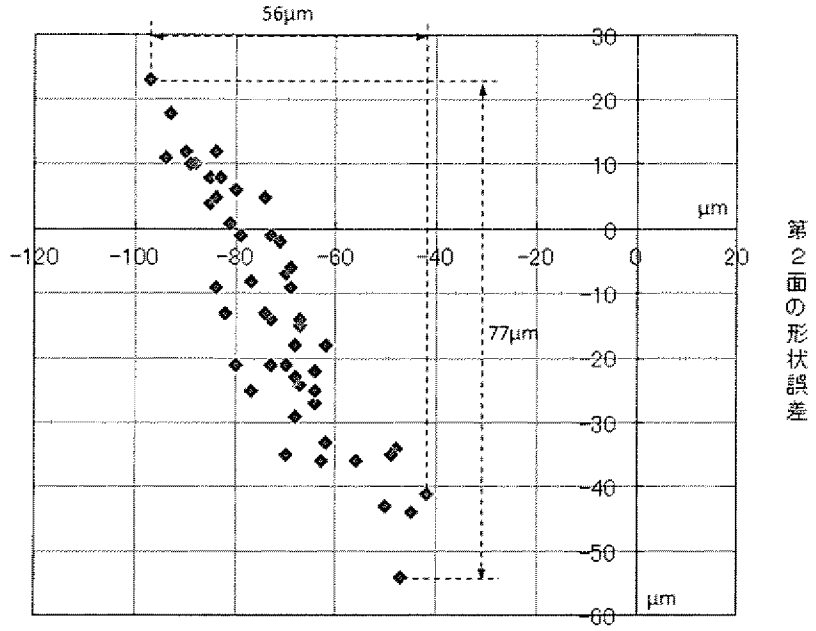
図 5


スタート
(研磨用ガラスレンズブランク)
球面研削工程(CG加工)
S10
精研削工程(SM加工)
S11
研磨工程
S12
心取り工程
S13
エンド
(光学レンズ)

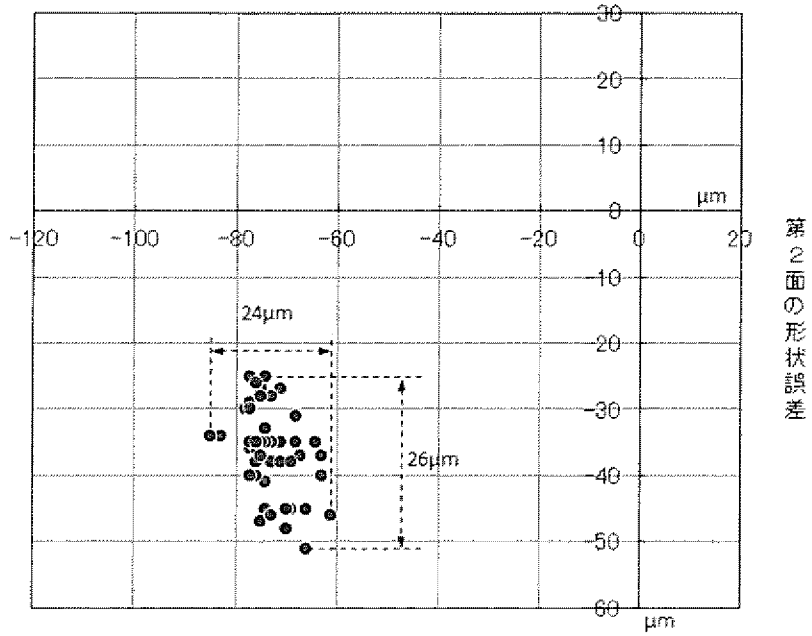
[図6]

図 6

(A)


56μm
77μm
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-120
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
μm
μm
第2面の形状誤差
第1面の形状誤差

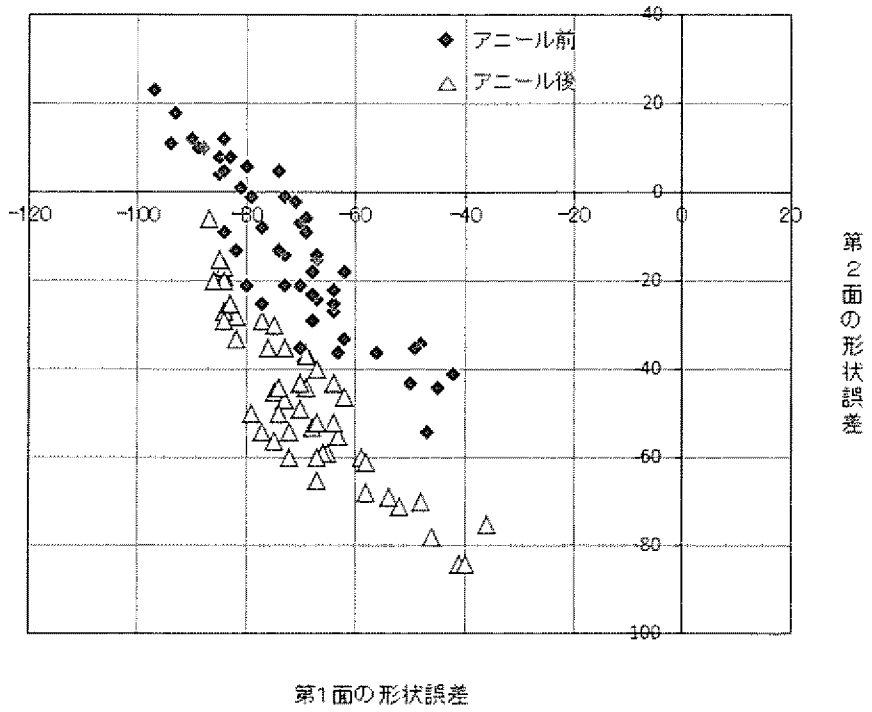
(B)


24μm
26μm
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-120
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
μm
μm
第2面の形状誤差
第1面の形状誤差

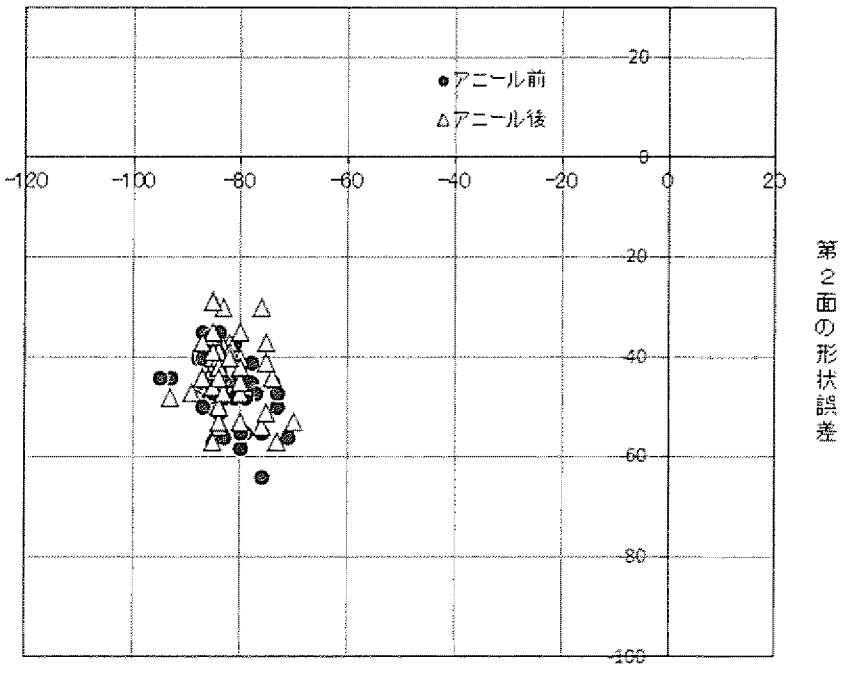
[図7]

図 7

(A)


アニール前
アニール後
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
第2面の形状誤差
第1面の形状誤差

(B)


アニール前
アニール後
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
-120
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
第2面の形状誤差
第1面の形状誤差

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/083343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C03B11/06(2006.01)i, *G02B3/00*(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)
C03B11/00-11/16, C03B40/00-40/04, G02B3/00, G11B7/22

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 2001-19446 A (Hoya Corp.), 23 January 2001 (23.01.2001), claims; paragraphs [0001], [0015], [0066] to [0076] & US 6595026 B1 & TW 588021 B & KR 10-2001-0049665 A & CN 1290664 A	1,2 3-5
X A	JP 11-171555 A (Canon Inc.), 29 June 1999 (29.06.1999), claims; paragraphs [0001], [0067] to [0070] (Family: none)	1,2 3-5
Y	JP 2000-281362 A (Hoya Corp.), 10 October 2000 (10.10.2000), paragraphs [0033], [0044], [0052] (Family: none)	3-5

☒ 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 28 January, 2014 (28.01.14)	Date of mailing of the international search report 10 February, 2014 (10.02.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/083343

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 2000-302473 A (Canon Inc.), 31 October 2000 (31.10.2000), claims 5, 11 to 12; paragraphs [0031], [0057], [0067] to [0074], [0091] to [0097], [0111] to [0113]; fig. 5 (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８３３４３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B11/06(2006.01)i, G02B3/00(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B11/00 - 11/16, C03B40/00 - 40/04, G02B3/00, G11B7/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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 Y	JP 2001-19446 A (ホーヤ株式会社) 2001.01.23, 特許請求の範囲, 【0001】, 【0015】, 【0066】-【0076】 & US 6595026 B1 & TW 588021 B & KR 10-2001-0049665 A & CN 1290664 A	1, 2 3 - 5
X A	JP 11-171555 A (キヤノン株式会社) 1999.06.29, 特許請求の範囲, 【0001】, 【0067】-【0070】 (ファミリーなし)	1, 2 3 - 5

☑ 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	国際調査報告の発送日
２８．０１．２０１４	１０．０２．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｔ　９６５１
吉川　潤
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

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
Y	JP 2000-281362 A（ホーヤ株式会社）2000.10.10, 【0033】，【0044】，【0052】 （ファミリーなし）	3 － 5
A	JP 2000-302473 A（キヤノン株式会社）2000.10.31, 【請求項5】，【請求項11】－【請求項12】，【0031】，【0057】， 【0067】－【0074】，【0091】－【0097】，【0111】－【0113】，【図5】 （ファミリーなし）	1 － 5