(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3875309号
(P3875309)
(45)発行日　平成19年1月31日(2007.1.31)　(24)登録日　平成18年11月2日(2006.11.2)

(51)Int.Cl.		F I		
C03B 11/08	(2006.01)	C03B	11/08	
C03B 11/00	(2006.01)	C03B	11/00	M

請求項の数 2　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平8-105752
(22)出願日　平成8年4月25日(1996.4.25)
(65)公開番号　特開平9-286627
(43)公開日　平成9年11月4日(1997.11.4)
審査請求日　平成15年1月20日(2003.1.20)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(73)特許権者　591112625
井上　明久
宮城県仙台市青葉区川内元支倉３５番地
川内住宅１１－８０６
(74)代理人　100069420
弁理士　奈良　武
(72)発明者　中濱　正人
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
オリンパス光学工業
株式会社内

審査官　松浦　新司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光学素子成形型及び光学素子成形型の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
一つ以上の稜線を有し、光学素子を押圧成形する光学素子成形型において、
金属ガラスを素材とし、２面以上の成形機能面が稜線を形成して接合していることを特徴とする光学素子成形型。
【請求項２】
加熱軟化したガラス光学素子素材を押圧成形して所望の光学素子とする光学素子成形型の製造方法において、
加熱軟化した金属ガラス素材を前記光学素子と同形状のブランクで押圧成形して、２面以上の成形機能面が稜線を形成して接合している成形型を得る工程と、
加熱軟化したガラス光学素子素材を前記成形型で押圧成形してガラス中間体とする工程と、
前記ガラス中間体の形状からガラスの収縮率を算出し、このガラスの収縮率分だけ前記ブランクの形状を補正する工程と、
加熱軟化した金属ガラス素材を補正した前記ブランクで押圧成形して所望の光学素子成形型とする工程と、
を有することを特徴とする光学素子成形型の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】

本発明は、稜線部を有する光学素子で特に稜線部近傍まで光学機能面として使用する光学素子を押圧成形により製造する光学素子成形型及び光学素子成形型の製造方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

従来、複数個の光学機能面を有する光学素子をガラスの加熱軟化プレス成形法によって製造する方法が、例えば特公平１－４２９０１号公報に示されている。特公平１－４２９０１号公報に記載されている方法は、複数個の光学機能面に対応する成形面をそれぞれ有する複数の成形型部分の間にそれぞれ複数のプリフォームされた素材を設置し、上記成形型部分を相互に押しつけて個別に光学素子としての機能を有する複数の光学機能面を加圧成形すると同時にそれらを互いに融点接合させることにより複雑な形状を有する光学素子を一度に製造する方法である。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特公平１－４２９０１号公報に記載された方法により成形を行う際に用いる成形型を加工する際、図１０（ａ）に示すように、成形型６１の稜線６２に、図１０（ａ）のＡ部拡大図である図１０（ｂ）に示すような逃げ溝６３を形成するか、図１１に示すように、成形型６５を稜線６６で分割する少なくとも二体の成形型部材６５ａ、６５ｂにより構成しなければ、稜線６２、６６を挟む成形機能面６４、６７を鏡面に加工することはできなかった。

【０００４】

上記従来の成形型６１、６５により光学素子の成形を行った場合、逃げ溝６３部分や二体の成形型部材６５ａ、６５ｂを組み合わせた時にできる段差６８ａや隙間６８ｂ（図１１（ｂ）のＢ部拡大断面図参照）にガラス光学素子素材が入り込むために、成形した光学素子の稜線部先端に余分なガラス光学素子素材がはみ出し、稜線部付近まで光学機能面として使用することができなかった。

【０００５】

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、請求項１の発明は、稜線部または稜線部近傍まで光学機能面として使用できる光学素子を成形できる光学素子成形型を提供することを目的とし、請求項２の発明は、成形型を分割することなく稜線まで成形機能面として使用できる光学素子成形型を得ることができる光学素子成形型の製造方法を提供することを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は以下のように構成した。

請求項１の発明は、一つ以上の稜線を有し、光学素子を押圧成形する光学素子成形型において、金属ガラスを素材とし、２面以上の成形機能面が稜線を形成して接合している。

【０００７】

請求項２の発明は、加熱軟化したガラス光学素子素材を押圧成形して所望の光学素子とする光学素子成形型の製造方法において、加熱軟化した金属ガラス素材を前記光学素子と同形状のブランクで押圧成形して、２面以上の成形機能面が稜線を形成して接合している成形型を得る工程と、加熱軟化したガラス光学素子素材を前記成形型で押圧成形してガラス中間体とする工程と、前記ガラス中間体の形状からガラスの収縮率を算出し、このガラスの収縮率分だけ前記ブランクの形状を補正する工程と、加熱軟化した金属ガラス素材を補正した前記ブランクで押圧成形して所望の光学素子成形型とする工程と、を有している。

【０００８】

次に、本発明の請求項１、２の作用の作用を説明する。

ガラス転移点温度以上結晶化開始温度以下の温度範囲で押圧変形可能な特性を持つ金属ガラスを素材とする、２面以上の成形機能面が稜線を形成して接合している光学素子成形

型を成形により製造する際に、金属ガラス素材を変形可能な温度に加熱軟化した後、所望の光学素子と同形状のブランクにて押圧成形し、金属ガラス素材の成形型を得、上記成形型を用いて上記成形型が変形しない温度範囲（金属ガラスのガラス転移点温度以下）に加熱軟化したガラス光学素子素材を成形し、得られたガラス中間体の形状よりガラス光学素子素材の収縮率を算出し、算出された結果から所望の光学素子の形状になるようにガラス光学素子素材の収縮率分だけ上記ブランクの形状を補正して、補正後のブランクにより金属ガラス素材のガラス転移点温度以上結晶化開始温度以下の温度範囲に加熱軟化した金属ガラス素材を押圧成形することにより、予めガラス光学素子素材の収縮率を見越した２面以上の成形機能面が稜線を形成して接合している金属ガラス製の成形型が得られる。

【０００９】

【発明の実施の形態】

［発明の実施の形態１］

本発明の実施の形態１を図１及び図２に基づいて説明する。図１は本実施の形態１の光学素子成形型を製造する装置の成形部近辺を示す断面図である。図２は本実施の形態で製造した光学素子成形型を用いて図１に示す製造装置により光学素子を成形する際に用いるガラス光学素子素材を示す斜視図である。本実施の形態では、光学素子としてペンタプリズムを成形する光学素子成形型を製造する場合を例示している。

【００１０】

上記製造装置はスリーブ２、加圧棒６、ヒーター７、反射板８及び外壁１０等からなっており、その全体が台座１上に配置されている。

【００１１】

スリーブ２は、線膨張率が４．２（$\times 10^{-6}$／ｋ）である窒化珪素を素材とし、上記台座１上のほぼ中央部に配置されている。スリーブ２の内部には上方から直方体形状にくり抜いた穴（以下直方体穴という）２ａが設けられている。直方体穴２ａの内部には上部から成形型素材３ａ、ブランク４及び成形型素材３ｂが配置され、スリーブ２の直方体穴２ａと成形型素材３ａ、３ｂによりキャビティが形成されるようになっている。また、スリーブ２には熱電対５を挿入するための穴が底面部に穿設されており、この熱電対５を台座１に穿設した貫通孔を挿通してスリーブ２内に配置し、スリーブ２の温度を測定し得るようになっている。

【００１２】

成形型素材３ａ、３ｂは直方体形状の金属ガラス材料からなり、本実施の形態においては、$Co_{68.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{12}$（数値は原子％）を組成とする金属ガラスを使用した。本実施の形態に用いた金属ガラスの線膨張率はガラス転移点温度以下の領域において１２．５（$\times 10^{-6}$／ｋ）である。なお、金属ガラスの材料としては、この他に$Co_{75}Si_{10}B_{15}$（数値は原子％）や$Co_{70.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{10}$（数値は原子％）や$Co_{75}Fe_5Si_4B_{16}$（数値は原子％）等を用いてもよい。

【００１３】

ブランク４は、その外形形状を上記成形型素材３ａ、３ｂに転写して本実施の形態の光学素子成形型を成形するもので、ステンレス鋼材を素材とし、その外形形状は所望の光学素子であるペンタプリズムと同寸法に加工されている。ブランク４の転写面である成形面（上成形面４ａ、下成形面４ｂ）は最大粗さ０．０５（μｍ）以下に鏡面加工されており、この上下成形面４ａ、４ｂによりブランク４の上下に配置した成形型素材３ａ、３ｂを所望形状の成形機能面を有する光学素子成形型に成形し得るようになっている。

【００１４】

スリーブ２の直方体穴２ａの上方には、直方体穴２ａ内に配置した成形型素材３ａを押圧するための加圧棒６が直方体穴２ａと同軸上に配置されている。この加圧棒６は、棒状の直方体形状で直方体穴２ａ内に挿入可能となっており、その基端側に接続したシリンダー（図示省略）により上下動自在となっている。また、成形型素材３ａと接触する加圧棒６の先端側は平面に形成されている。

【００１５】

上記スリーブ２の周りには、ヒーター７が反射板８に固定されて配置されている。このヒーター７は、スリーブ２と成形型素材３ａ、３ｂとブランク４とを加熱するための加熱手段であり、本実施の形態においては、ヒーター７にランプヒーターを使用した。ヒーター７は上記台座１に設けた貫通穴を挿通した導電線９ａ、９ｂとつながれており、図示を省略した電源供給器より電源を供給されるようになっている。

【００１６】

反射板８は、ヒーター７より発せられる赤外線を反射するためのもので、ヒーター７を取り付けた内面側は、鏡面に加工された後、ＴｉＮ等により被覆されている。この反射板８は、上記スリーブ２を囲むようにして上記台座１上に配置され、その上面には上記加圧棒６が挿通し得る長方形の穴が設けられている。

【００１７】

反射板８の外側には、反射板８を取り囲むように外壁１０が設けられている。この外壁１０は成形室１１を外部より遮断するための壁で、台座１上に配置されており、台座１と外壁１０の間にはシール材１２ａ、１２ｂが挟まれている。また、外壁１０の上面には、加圧棒６を挿入するための長方形の穴が開けられており、長方形の穴と加圧棒６の間の隙間にはシール材１３が挿入されている。この外壁１０の側面には、成形室１１内部の気圧を調整するためのパイプ１４が取り付けられており、このパイプ１４は図示を省略した真空ポンプに接続されている。パイプ１４の途中には弁１５が配置されており、この弁１５を開閉することにより成形室１１内部の気圧が調整可能となっている。

【００１８】

次に、上記構成からなる製造装置を用いた本発明の実施の形態１の光学素子成形型の製造方法を説明する。

まず、外壁１０を取り外した状態で、成形型素材３ａとブランク４と成形型素材３ｂとをヒーター７が取り付けられた反射板８内に設置したスリーブ２の長方形穴２ａ中に挿入し、ブランク４を成形型素材３ａと成形型素材３ｂにより上下から挟むように配置する。なお、この時、加圧棒６は図示を省略したシリンダーにより上方に移動しておく。

【００１９】

スリーブ２への成形型素材３ａ、３ｂ及びブランク４の配置が完了した後、外壁１０を台座１上に固定する。次に、図示を省略したシリンダーを作動させて加圧棒６を下降させ、加圧棒６の先端を成形型素材３ａに接触させる。加圧棒６が成形型素材３ａに接触した時に、図示を省略したシリンダーの作動を停止し、加圧棒６の下降を停止する。

【００２０】

次に、図示を省略した真空ポンプを作動させパイプ１４を介して成形室１１の減圧を開始する。この時、弁１５は開けておく。成形室１１内の真空度が１．３３３（Ｐａ）以下になった後、弁１５を閉じる。その後、ヒーター７により、成形型素材３ａ、３ｂとブランク４とスリーブ５の加熱を開始する。

【００２１】

そして、成形型素材３ａ、３ｂがガラス転移点温度以上（$Co_{68.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{12}$のガラス転移点温度４５０℃）で結晶化開始温度（$Co_{68.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{12}$の結晶化温度）以下の温度（本実施の形態では４９０℃）になった後、図示を省略したシリンダーを作動させて加圧棒６を下降し、圧力１００（ＭＰａ）で成形型素材３ａと成形型素材３ｂの押圧成形を行う。これにより、成形型素材３ａ、成形型素材３ｂにブランク４の成形面４ａ、４ｂ形状が転写されて、成形機能面（光学素子に光学機能面を押圧成形する面）を有する所望の光学素子成形型の形状に変形した後、冷却を開始する。

【００２２】

得られた光学素子成形型の温度がガラス転移点温度（本実施の形態では４５０℃）以下になった後、弁１５を開き、成形室１１内の真空度を弱める。そして、成形室１１内が１００（ＫＰａ）になった後、加圧棒６を上昇させ、外壁１０を取り除く。次に、ブランク４により成形された成形型素材３ａと成形型素材３ｂ及びブランク４をスリーブ２内から

取り除き、ブランク４の上下成形面４ａ、４ｂの形状をそれぞれ反転した形状からなる稜線まで成形機能面を有する光学素子成形型を得る。

【００２３】

以後、成形型素材３ａにより得られた光学素子成形型を成形型３ａ、成形型素材３ｂにより得られた光学素子成形型を成形型３ｂとし、成形型３ａ、３ｂを用いて光学素子を成形する方法を説明する。本実施の形態では、成形型３ａ、３ｂを製造する装置を用いて光学素子（ペンタプリズム）を押圧成形するもので、以下、図１及び図２を用いて説明する。なお、図１において、成形型３ａ及び成形型３ｂには、上記ブランク４の上下成形面４ａ、４ｂにより成形された成形機能面の図示は省略してある。

【００２４】

図２は本発明の実施の形態１の光学素子成形型（成形型３ａ、３ｂ）により成形する光学素子の素材を示す斜視図で、図２（ａ）は直方体形状、図２（ｂ）は円柱形状のものを示している。上記光学素子の素材（以下、ガラス光学素子素材という）１６には、本実施の形態においてはガラス転移点温度３９３℃、ガラス軟化点温度４４９℃の重フリント系ガラスを使用し、図２（ａ）に示す直方体形状のものを用いた。なお、ガラス光学素子素材１６の形状は、図２（ｂ）のように円柱形状等加工しやすい形状を選択可能である。

【００２５】

まず、外壁１０を取り外した状態で、成形型３ａとガラス光学素子素材１６と成形型３ｂとをスリーブ２の長方形穴２ａ中に挿入し、上記ブランク４により成形された成形機能面（図示省略）を下に向けた成形型３ａと上記成形機能面を上に向けた成形型３ｂとによりガラス光学素子素材１６を上下から挟むように配置する。なお、この時、加圧棒６は図示を省略したシリンダーにより上方に移動しておく。

【００２６】

スリーブ２への成形型３ａ、３ｂ及びガラス光学素子素材１６の配置が完了した後、外壁１０を台座１上に固定する。次に、図示を省略したシリンダーを作動させて加圧棒６を下降させ、加圧棒６の先端を成形型３ａに接触させる。加圧棒６が成形型３ａに接触した時に、図示を省略したシリンダーの作動を停止し、加圧棒６の下降を停止する。

【００２７】

次に、図示を省略した真空ポンプを作動させ、パイプ１４を通じて成形室１１内の減圧を開始する。この時、弁１５は開けておく。成形室１１の真空度が１．３３３（Ｐａ）以下になった後、弁１５を閉じる。その後、ヒーター７により、成形型３ａと成形型３ｂとガラス光学素子素材１６とスリーブ２の加熱を開始する。

【００２８】

そして、ガラス光学素子素材１６の温度がガラス転移点温度である３９３℃以上（本実施の形態では４２０℃）になった時に図示を省略したシリンダーを作動させて加圧棒６を下降し、成形型３ａの成形機能面と成形型３ｂの成形機能面とでガラス光学素子素材１６を加圧成形する。これにより、成形型３ａ、成形型３ｂの成形機能面形状がガラス光学素子素材１６に転写されて、光学機能面を有する所望のガラス光学素子の形状に変形した後、冷却を開始する。

【００２９】

得られたガラス光学素子素材１６の温度がガラス転移点温度である３９３℃以下に下がるまで成形型３ａと成形型３ｂとでガラス光学素子素材１６を加圧保持した後、加圧棒６を上昇させる。加圧棒６の上昇を停止した後、弁１５を開き成形室１１内の真空度を弱める。そして、成形室１５内が１００（ＫＰａ）になった後、さらに加圧棒６を上昇させ、外壁１０を取り除く。次に、成形型３ａと製造された光学素子であるペンタプリズムとをスリーブ２内から取り出す。

【００３０】

次に、本発明の実施の形態１の成形型３ａ、３ｂにより製造したペンタプリズムの光学機能面の評価を行う。

評価を行った後、成形したペンタプリズムの要求される精度が満たされている場合は、成

形型３ａ、３ｂ及び所望の光学素子の製造工程が終了する。要求される精度が満たされていない場合、評価後の光学素子設計値からの誤差量からガラス光学素子素材を成形する際のガラスの収縮率を算出し、その算出値に基づいてブランク４に形状の補正を行う。

【００３１】

次に、形状の補正を行ったブランク４を用い、上述した工程を再び繰り返して成形型３ａ、３ｂを製造し、同様の工程により得られる光学素子の光学機能面が要求精度に達した後は、ガラス光学素子素材を入れ換えるだけで、ガラス光学素子を大量に製造することができる。

【００３２】

なお、本発明の実施の形態１では、成形型３ａ、３ｂの製造が終了した後に成形型３ａ、３ｂの表面を被覆しなかったが、成形型の酸化防止や、ガラスの成形型への焼き付き防止のために、白金や窒化クロム等の被覆材で成形型の表面を被覆する方が望ましい。

【００３３】

本発明の実施の形態１によると、スリーブ２内にて所望する光学素子と同一形状のブランク４により成形型３ａ、３ｂを製造した後に、成形型３ａ、３ｂを用いて同じスリーブ２内で光学素子を成形するので、ペンタプリズムの各面の角度のズレが非常に少ない高精度な光学素子を製造することができる。

【００３４】

また、プリズムに限らずフレネルレンズや球欠レンズ等の光学素子を製造する場合も、研削研磨加工により製造された成形型に発生する加工時の偏心のズレとスリーブ内に成形型を挿入する際に生じる偏心のズレが無くせるので偏心精度の優れた光学素子を製造することができる。さらに、成形型の製造装置と光学素子の製造装置を共通にできるので、設備が簡略化でき製造コストを下げることができる。

【００３５】

［発明の実施の形態２］

本発明の実施の形態２を図３～図９に基づいて説明する。図３は本発明の実施の形態２の光学素子成形型を製造する装置の成形部近辺を示す断面図、図４は成形開始直前時に成形部を真上から見た図、図５は中子を示す斜視図、図６は本実施の形態２に用いる成形型素材を示す斜視図、図７は光学素子成形型（鋳型）を示す図で、図７（ａ）は平面図、図７（ｂ）は図７（ａ）のＡ－Ａ線断面図である。図８は本実施の形態２で製造した光学素子成形型を用いた光学素子成形装置を示す断面図、図９は光学成形装置により成形された光学素子のガラス中間体を示す斜視図である。本発明の実施の形態２では、光学素子として三角のプリズムを成形する光学素子成形型を製造する場合を例示している。

【００３６】

上記成形型製造装置はブランクとしての中子２１、２２、外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃ、ヒーター２３、２４、２８ａ、２８ｂ、２８ｃ及び外型を駆動するシリンダー２７、３１、３２等により構成され、装置全体は台２０上に配置されている。

【００３７】

上記成形型製造装置には、図５（ａ）、（ｂ）に示す中子２１、２２が組み合わされて台２０上に設置されている。中子２１は、本実施の形態の光学素子成形型で成形する所望の三角プリズムの各光学機能面とのなす角度と同角度の成形機能面２１ａを有し、所望の三角プリズムの高さより中子２１の高さが高い三角柱形状に形成されている。中子２１内には有底状の穴２１ｂが形成されており、この穴２１ｂ内に中子２１を加熱するためのヒーター２３が挿入されるようになっている。この中子２１は、穴２１ｂの開口部のある面を除く各成形機能面２１ａは最大粗さ０．０５（μｍ）以下に鏡面加工されており、本実施の形態においては、中子２１の素材として炭化珪素を用いた。

【００３８】

中子２２は、中子２１と組み合わせて使用するもので、円柱（上段部円柱２２ａ、下段部円柱２２ｂ）を二段に重ね合わせた形状に形成されている。中子２２には中子２１を差し込むための三角形状の貫通孔２２ｃが開けられており、この貫通孔２２ｃ内に中子２１

が穴２１ｂの開口部を下に向けて組み合わされるようになっている。本実施の形態においては、中子２２の素材には炭化珪素を用いた。この中子２２の下段部円柱２２ｂの外周には、中子２２を加熱するためのヒーター２４が巻き付けられており、このヒーター２４の外周は断熱材２５で覆われている。

【００３９】

中子２１の上方には外型２６ａが配置されるとともに、中子２１及び中子２２の上段部円柱２２ａの外周には外型２６ｂ、２６ｃが配置されており、中子２１、２２と外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃで形成される空間に、図６に示す成形型素材３０が配置されるようになっている。

【００４０】

上記成形型素材３０は金属ガラス材料からなり、本実施の形態においては$Co_{68.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{12}$（数値は原子％）を組成とする金属ガラスを使用した。また、成形型素材３０は、本実施の形態においては直方体に形成するとともに、有底状の円柱形状穴をくり抜いた形状に形成されており、上記空間に配置する際に、上記円柱形状穴に中子２１及び中子２２の上段部円柱２２ａが挿入されるようになっている。

【００４１】

外型２６ａは、成形型素材３０を鉛直上方より加圧成形するための部材で直方体形状をなし、シリンダー２７にネジ止め等の手段により固定されており、シリンダー２７を駆動させることにより上下動可能となっている。本実施の形態においては、外型２６ａの素材として炭化珪素を用いた。この外型２６ａの外周には、外型２６ａを加熱するためのヒーター２８ａが巻き付けられている。さらに、ヒーター２８ａはその外周が断熱材２９ａで覆われており、ヒーター２８ａと断熱材２９ａは、外型２６ａと同期して鉛直方向に移動可能となっている。

【００４２】

外型２６ｂは、成形型素材３０を側面より加圧成形するための部材で、窒化珪素を素材とし、図４に示すようにコの字型に作成されている。外型２６ｂの外周には、外型２６ｂを加熱するためのヒーター２８ｂが取り付けられており、さらにヒーター２８ｂの外側には断熱材２９ｂが配設されている。この外型２６ｂは、シリンダー３１に取り付けられた断熱材２９ｂに固定されており、シリンダー３１を駆動することにより水平方向に移動可能となっている。

【００４３】

外型２６ｃは成形型素材３０を側面より加圧成形するための部材で、窒化珪素を素材とし、図４に示すように、直方体形状に作成されている。外型２６ｃの外側には、外型２６ｃを加熱するためのヒーター２８ｃが取り付けられている。さらに、ヒーター２８ｃの外側には、シリンダー３２に固定された断熱材２９ｃが配設されており、外型２６ｃは断熱材２９ｃに取り付けられている。この外型２６ｃはシリンダー３２が駆動することにより、外型２６ｂのコの字型形状の内側を摺動可能となっている。

【００４４】

上記中子２１、２２及び外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃを囲むように外壁３３が上記台２０上に設けられ、外壁３３の内部に成形室１１を形成している。外壁３３の側壁面には、成形室１１内に図示されていないガス発生装置から窒素やアルゴン等の非酸化性ガスを送り込むためのパイプ３４が取り付けられている。さらに、外壁３３の壁面には、外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃと対応する位置に、断熱材２９ａと外型２６ｂと外型２６ｃとが移動する際に外壁３３に接触しないように、穴が開口されている。

【００４５】

次に、本発明の実施の形態２の光学素子成形型の製造方法を説明する前に、本実施の形態２の光学素子成形型を用いる光学素子の製造装置を図７及び図８に基づいて説明する。

【００４６】

光学素子の製造装置は図８に示すように構成され、図７に示す本実施の形態２の光学素子成形型（以下、鋳型という）３０ａを固定するための成形型台４０が配設されている。

この成形型台４０には鋳型３０ａを挿入するための穴が上方から形成されており、この成形型台４０の穴は鋳型３０ａと熱嵌合する大きさに設けられている。本実施の形態の鋳型３０ａを形成する成形型素材３０である金属ガラスの線膨張率はガラス転移点温度以下の領域において１２．５（×１０$^{-6}$／ｋ）であるので、鋳型３０ａと熱嵌合するように、成形型台４０の素材を線膨張率が３．３（×１０$^{-6}$／ｋ）のサイアロンとした。成形型台４０の外周には、成形型台４０と鋳型３０ａを加熱するためのヒーター４１が巻き付けられており、成形型台４０とヒーター４１とは一緒に搬送台４２に挿入されている。

【００４７】

搬送台４２は、成形型台４０を保持して搬送するための部材で、成形型台４０を挿入できるように内部に穴が設けられている。この搬送台４２は、レール支え４３に取り付けられたレール４４上を摺動する図示されていないガイドに取り付けられており、上記ガイドを駆動することにより、レール４４上を摺動するようになっている。

【００４８】

搬送台４２が摺動する所定範囲で、搬送台４２を囲むように壁４５が設けられ、光学素子の成形室４６が形成されている。壁４５の上壁にはルツボ４７とシリンダー４８が搬送台４２の移動方向に沿って取り付けられているとともに、壁４５の側壁にはパイプ４９が取り付けられている。

【００４９】

ルツボ４７は、ガラス光学素子素材５０を溶融するための白金製のルツボで、図示されていない加熱装置により加熱可能となっている。ガラス光学素子素材５０は、ガラス転移点温度３９３℃、軟化点温度４４９℃の重フリント系ガラスである。ルツボ４７のノズルは下方に向かって、成形型台４０に固定された鋳型３０ａの穴の真上に位置するように配設されており、ルツボ４７内の溶融したガラス光学素子素材５０を成形型台４０に固定された鋳型３０ａの穴内に供給し得るようになっている。

【００５０】

シリンダー４８は、その先端に取り付けた成形型５１を上下動させるもので、成形型５１が成形型台４０に固定された鋳型３０ａの穴の真上に位置するように配置されている。成形型５１は、鋳型３０ａ内に入れられたガラス光学素子素材５０を加圧成形するための型で、円柱形状をしており、鋳型３０の穴の円柱形部分（中子２２の上段部円柱２２ａで成形された穴）内を摺動し得るようになっている。成形型５１は、型取り付け板５２に取り付けられ、ヒーター５３により型取り付け板５２と共に加熱される。また、成形型５１と型取り付け板５２とヒーター５３とは断熱材５４を介し、シリンダー４８に取り付けられている。

【００５１】

パイプ４９は、非酸化性のガスを成形室４６内に注ぐためのパイプで、図示を省略したガス発生装置に接続されている。

【００５２】

壁４５の側壁には、鋳型３０ａ、成形型台４０及び搬送台４２を成形室４６に対して搬出入させるための開口部４５ａが設けられており、この開口部４５ａは搬送台４２と鋳型３０ａと成形型台４０とが移動する際に壁４５と接触しない大きさになっている。開口部４５ａには、開口部４５ａを開閉する仕切り板５５が設けられており、成形型台４０が壁４５の開口部４５ａを通過する時のみ図示を省略したシリンダーにより図の手前方向に動いて開口部４５ａを開放し、それ以外の時は、開口部４５ａを塞いでいる。

【００５３】

次に、上記光学素子成形型の製造装置を用いた本発明の実施の形態２の光学素子成形型の製造方法を説明する。

まず、図３に示すように、成形型素材３０の穴３０ａの開口部を下側にし、中子２１と中子２２の上段部円柱２２ａを穴３０ａ内に挿入するようにして、中子２２の下段部円柱２２ｂの上に載置する。そして、パイプ３４より非酸化性ガスを成形室１１内に注ぎ込む。本実施の形態では、非酸化性ガスとして窒素ガスを使用した。

【００５４】
次に、図示を省略したランプヒーター等の加熱装置により、外壁３３と成形室１１全体を加熱する。同時に、ヒーター２８ａ、２８ｂ、２８ｃ及びヒーター２３、２４により、外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃ及び中子２１、２２の加熱をそれぞれ開始する。
【００５５】
成形型素材３０がガラス転移点温度（$Co_{68.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{12}$のガラス転移点温度４５０℃）で結晶化開始温度（$Co_{68.8}Fe_{4.2}Si_{15}B_{12}$の結晶化開始温度）以下の温度（本実施の形態では４９０℃）になり、外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃと中子２１、２２との温度が成形型素材３０のガラス転移点温度（本実施の形態では４５０℃）から５０℃低い温度以上成形型素材３０の結晶化開始温度（本実施の形態では４９０℃）以下の温度になった直後（本実施の形態では４００℃）、シリンダー２７とシリンダー３１とシリンダー３２とを同時に駆動させ、外型２６ａと外型２６ｂと外型２６ｃにより圧力１００（ＭＰａ）で成形型素材３０を中子２１、２２の方向に押して加圧成形を行う。
【００５６】
成形型素材３０が各外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃと各中子２１、２２とに加圧保持された状態で、成形型素材３０の冷却を開始する。そして、成形型素材３０の温度がガラス転移点温度以下になった後、シリンダー２７、３１、３２を中子２１、２２から遠ざかる方向に駆動し、加圧成形した成形型素材３０より各外型２６ａ、２６ｂ、２６ｃを離型する。
【００５７】
次に、加圧成形した成形型素材３０である鋳型３０ａを成形室１１より取り出す。この鋳型３０ａは、図７に示すように、直方体の内部に中子２１により形成された三角形状の穴と中子２２の上段部円柱２２ａにより形成された円筒形状の穴を有し、三角形状の穴で所望の三角プリズムを備えた図９に示すガラス中間体６０を成形し得るようになっている。なお、図７（ａ）は鋳型３０ａの平面図、図７（ｂ）は図７（ａ）のＡ－Ａ線断面図で、三角プリズムを成形する穴の稜線を通らない部分で切断してある。
【００５８】
次に、鋳型３０ａにより三角プリズムを成形する方法を説明する。
まず、鋳型３０ａを図８に示す光学素子製造装置に移動させ、成形型台４０の穴に挿入する。その後、ヒーター４１により、成形型台４０と鋳型３０ａの加熱を開始する。
【００５９】
鋳型３０ａの温度が、ルツボ４７に収納したガラス光学素子素材５０のガラス転移点温度以上（本実施の形態では４３５℃）になった後、ルツボ４７のノズルからガラス光学素子素材５０を鋳型３０ａの三角形状穴と円柱形状穴に流し込む。この時、ガラス光学素子素材５０は、ルツボ４７内で10^{7}～10^{3}（ｄＰａ・ｓ）範囲のガラス粘度に加熱されている。また、成形室４６内部は、パイプ４９から流入してくる非酸化性ガス（本実施の形態では、窒素ガスを用いた。）により非酸化性雰囲気に保たれている。
【００６０】
鋳型３０ａの穴にガラス光学素子素材５０が充満した時に、ガラス光学素子素材５０の流入を停止する。次に、図示を省略したガイドを駆動させ、搬送台４２を図８の水平右方向に移動させる。そして、成形型５１の中心軸と鋳型３０ａ内部の円柱形状穴の中心軸とが一致する位置で搬送台４２を停止させる。
【００６１】
次に、シリンダー４８を駆動して成形型５１を下降させる。この時、成形型５１は、下降開始までにヒーター５３により加熱されており、本実施の形態においては、４３５℃に加熱した。成形型５１が鋳型３０ａの円柱形状穴の内部まで下降し、ガラス光学素子素材５０の加圧成形が開始される。そして、成形型５１でガラス光学素子素材５０を加圧保持したまま、成形型５１と鋳型３０ａとガラス光学素子素材５０の冷却を開始する。
【００６２】

加圧保持したガラス光学素子素材５０の粘度が４×１０^{14}（ｄＰａ・ｓ）に達した後、シリンダー４８により成形型５１を上昇して離型をするとともに、図示を省略したシリンダーを駆動し仕切り板５５を図の手前方向に移動し、壁４５の開口部４５ａを開放する。次に、図示を省略したガイドを駆動し、搬送台４２を図８の水平右方向に移動させ、成形室４６から外に出す。そして、図９に示す成形されたガラス中間体６０を鋳型３０ａより取り出す。

【００６３】

ガラス中間体６０は三角プリズムとして機能する６０ｂと不必要な６０ａの組合わさった形状をなしているので、不必要な部分である４５ｂを切断により取り除くことで三角プリズムを得ることができる。

【００６４】

そして、得られた三角プリズムの光学機能面を評価後、要求精度に達している場合は成形型（鋳型３０ａ）及び所望の光学素子の製造工程が終了する。要求される精度が満たされていない場合、ガラス光学素子素材を成形する際のガラスの収縮率を算出し、中子２１に形状の補正を行う。

【００６５】

次に、形状の補正を行った中子２１を用い、上述した工程を再び繰り返して鋳型３０ａを製造し、同様の工程により得られる光学素子の光学機能面が要求精度に達した後は、ガラス光学素子素材を入れ換えるだけで、ガラス光学素子を大量に製造することができる。

【００６６】

本発明の実施の形態２によれば、ガラス光学素子素材として溶融ガラスを使用できるので、ガラス光学素子素材の製造工程を簡略化できる光学素子成形型を得ることができる。また、加熱軟化した素材を押圧成形することにより鏡面性が得られる金属ガラス成形型を鋳型として使用するので、光学素子に対応する成形型を製造する時、鋳型である光学素子成形型のみを製造すればよい。

【００６７】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば以下の効果を得ることができる。

請求項１の発明によれば、稜線部または稜線部近傍まで光学機能面として使用できる光学素子を提供することができる。

【００６８】

請求項２の発明によれば、成形型を分割することなく稜線まで成形機能面として使用できる光学素子成形型を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の形態１の光学素子成形型の製造に用いる製造装置の成形部近辺を示す断面図である。

【図２】本発明の実施の形態１の光学素子成形型により成形するガラス光学素子素材を示す斜視図である。

【図３】本発明の実施の形態２の光学素子成形型の製造に用いる製造装置の成形部近辺を示す断面図である。

【図４】本発明の実施の形態２の光学素子成形型の製造に用いる製造装置の成形部を示す平面図である。

【図５】本発明の実施の形態２の光学素子成形型の製造に用いる製造装置に備えた中子を示す斜視図である。

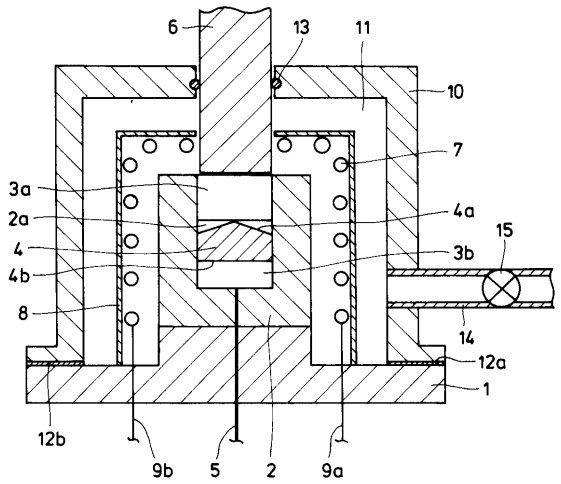
【図６】本発明の実施の形態２の光学素子成形型を成形する成形型素材を示す斜視図である。

【図７】本発明の実施の形態２の光学素子成形型を示す図で、図７（ａ）は平面図、図７（ｂ）は図７（ａ）のＡ－Ａ線断面図である。

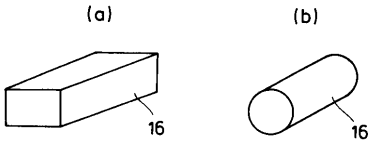
【図８】本発明の実施の形態２の光学素子成形型を用いたガラス光学素子成形装置を示す断面図である。

【図９】本発明の実施の形態２の光学素子成形型により製造した光学素子のガラス中間体を示す斜視図である。
【図１０】従来の光学素子成形型を示す図で、図１０（ａ）は断面図、図１０（ｂ）は図１０（ａ）のＡ部拡大断面図である。
【図１１】従来の光学素子成形型を示す図で、図１１（ａ）は断面図、図１１（ｂ）は図１１（ａ）のＢ部拡大断面図である。
【符号の説明】
２　スリーブ
３ａ、３ｂ　成形型素材
４　ブランク
６　加圧棒
７　ヒーター
１６、５０　ガラス光学素子素材
２１、２２　中子
２６ａ、２６ｂ、２６ｃ　外型
２７、　３１、３２　シリンダー
３０　成形型素材
６０　ガラス中間体

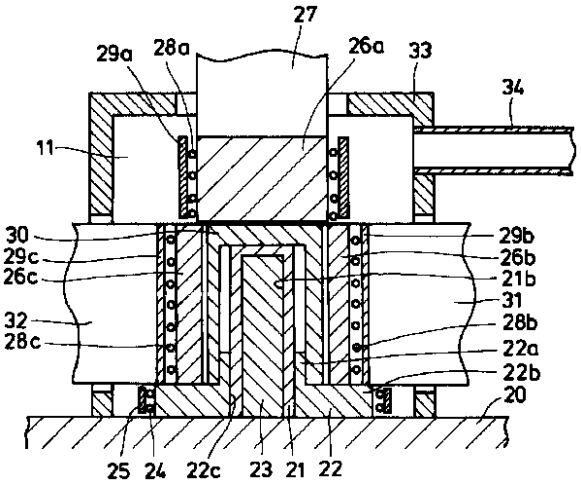
【図１】



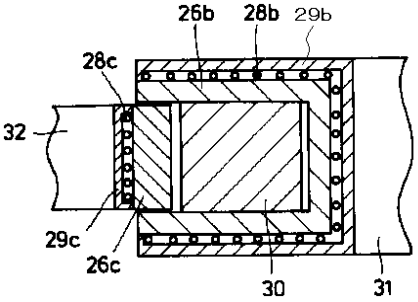
【図２】



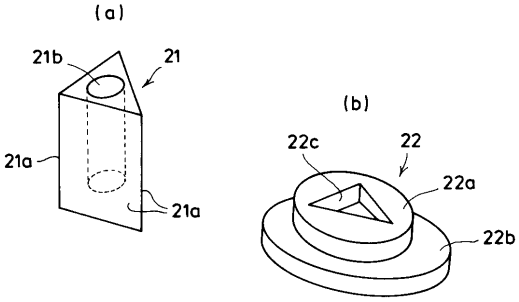
【図３】



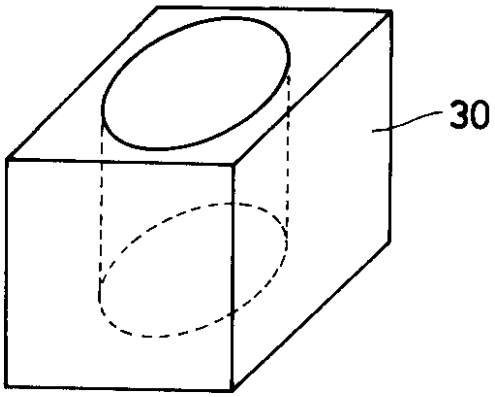
【図４】



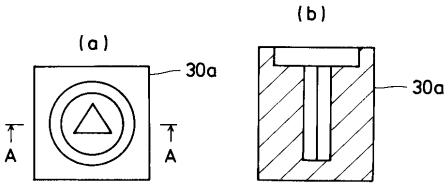
【図５】


(a)
21b
21
21a
21a
(b)
22c
22
22a
22b

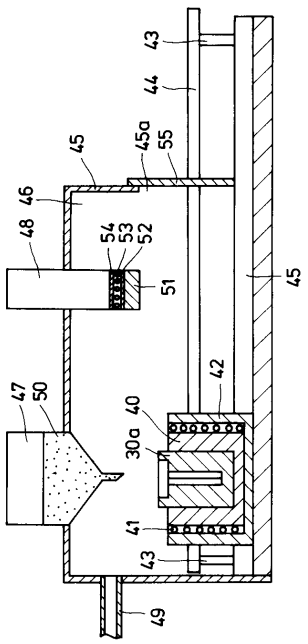
【図６】


30

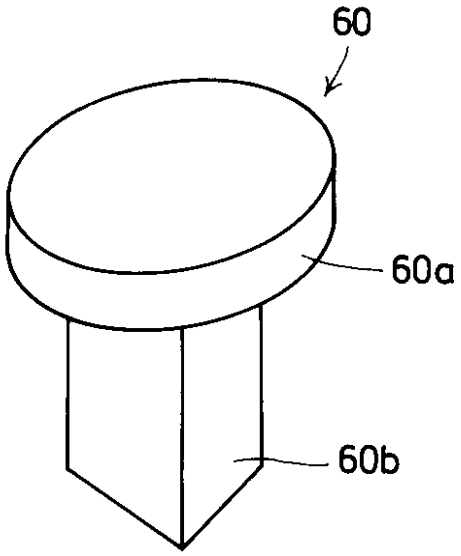
【図７】


(a)
30a
A
A
(b)
30a

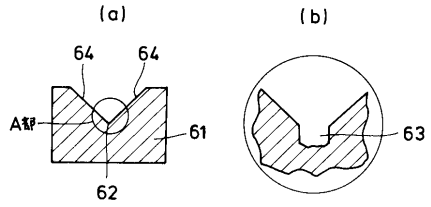
【図８】


43
44
45a
55
45
46
48
54
53
52
51
45
42
47
50
40
30a
41
43
49

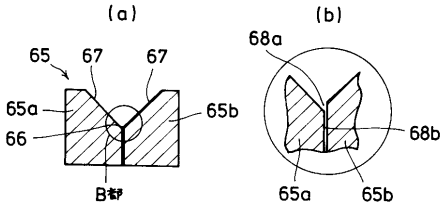
【図９】


60
60a
60b

【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－１４４８５０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１８３７５５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C03B 11/00～11/16