

(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
2018年8月16日(16.08.2018)



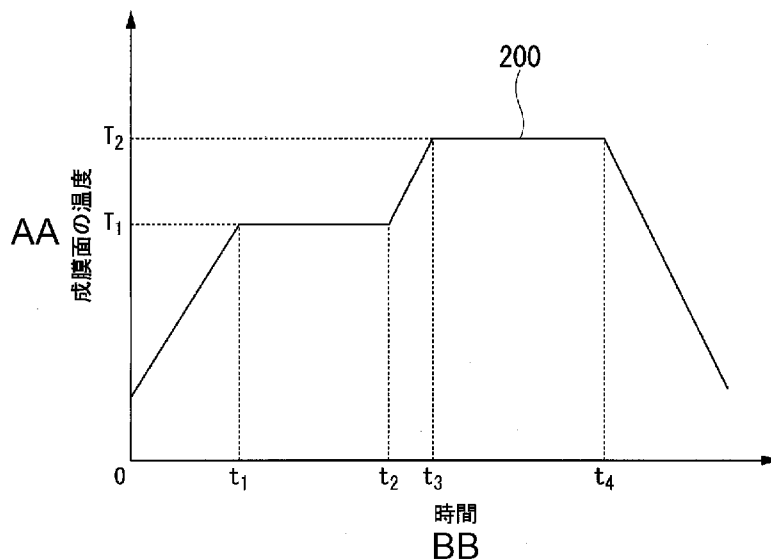
(10) 国際公開番号

WO 2018/147372 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 11/00 (2006.01) *C23C 14/14* (2006.01)
C03B 40/02 (2006.01) *G02B 3/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/004400
- (22) 国際出願日: 2018年2月8日(08.02.2018)
- (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 2017-020866 2017年2月8日(08.02.2017) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 齋藤 蔵人 (SAITO Kurato); 〒1928507 東京都八王子市石川町2951番地 オリパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING MOLD FOR FORMING OPTICAL ELEMENT

(54) 発明の名称: 光学素子成形用型の製造方法



AA Temperature of film-forming surface
BB Time

(57) Abstract: This method for manufacturing a mold for forming an optical element includes: preparing a base material having a molding surface; heating the base material; and forming a release film on the molding surface in a state in which the base material is heated. The molding surface has a shape for forming an optical element using a heated glass material. The release film has the outermost surface layer containing a precious metal element. When forming the outermost surface layer, the temperature of the film-forming surface is maintained in a first temperature range as a result of heating the base



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, ST, 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, 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))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条(1))

material. The first temperature range is from the yield point of the glass material to the forming temperature at which the optical element is formed.

(57) 要約: 光学素子成形用型の製造方法は、成形面を有する基材を準備することと、基材を加熱することと、基材が加熱された状態で、離型膜を成形面上に成膜することと、を含む。成形面は、加熱されたガラス材料を用いて光学素子を成形するための形状を有している。離型膜は、貴金属元素を含む最表層を有している。最表層の成膜時には、基材を加熱する結果、成膜面の温度が第1の温度範囲に保たれる。第1の温度範囲は、ガラス材料の屈伏点以上、光学素子を成形する成形温度以下である。

明 細 書

発明の名称：光学素子成形用型の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子成形用型の製造方法に関する。

本願は、2017年2月8日に日本に出願された特願2017-020866号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 光学素子成形用型は、光学素子を製造する目的で、加熱されたガラス材料をプレス成形する。多くの光学素子を安定して製造するためには、光学素子成形用型が良好な耐熱性と良好な離型性とを有する必要がある。

例えば、特許文献1には、窒素化合物からなるガラス成形用金型保護膜が記載されている。窒素化合物の化学構造には、水素原子が含まれている。

例えば、特許文献2には、表面層を備える光学素子成形用型の製造方法が記載されている。表面層は、硬質炭素膜または貴金属系合金膜を主成分として形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平11-43333号公報

特許文献2：日本国特開2002-114527号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上述の光学素子成形用型の製造方法には、以下のような問題がある。

特許文献1に記載のガラス成形用金型保護膜は、ガラス成形用金型保護膜中の酸素量を低減するために、水素原子を含む窒素化合物からなる。この理由は、酸素量が多いと、膜剥離が生じ易くなるためである。ガラス成形用金型保護膜中の酸素とガラス成分とが反応すると、反応生成物が原因で、ガラ

ス成分の融着が起こりやすくなる。ガラス成分の融着が原因で膜剥離が生じ易くなる。

しかし、水素原子が窒素化合物中の金属原子と結合すると、窒素化合物の融点が低下する。このため、水素原子を含まない場合に比べると、ガラス成形用金型保護膜の耐熱性が低下する。特許文献 1 に記載のガラス成形用金型保護膜は、ガラス材料を高温で成形する場合に耐久性が低下する可能性がある。

特許文献 2 に記載の光学素子成形用型の製造方法においては、表面層は硬質炭素膜または貴金属系合金膜を主成分として形成される。

硬質炭素膜を 600℃以上に加熱すると、黒鉛化が生じる。600℃以上の高温下では、硬質炭素膜は脆弱な膜に変化する。このため、硬質炭素膜を主成分とする表面層を有する光学素子成形用型は、600℃以上の高温下において耐久性が低下する。

貴金属系合金膜を主成分とする表面層は、耐熱性に優れている。しかし、貴金属系合金膜を主成分とする表面層は、ガラス成分と反応し易い。このため、貴金属系合金膜を主成分とする表面層では、繰り返し使用する間に融着が起こりやすい。このため、光学素子成形用型の耐久性が劣る。

[0005] 本発明は、上記のような問題に鑑みてなされたものであり、高温の成形を繰り返しても耐久性に優れる光学素子成形用型の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明の第 1 の態様の光学素子成形用型の製造方法によれば、成形面を有する基材を準備することと、前記基材を加熱することと、前記基材が加熱された状態で、離型膜を前記成形面上に成膜することと、
を含み、前記成形面は、加熱されたガラス材料を用いて光学素子を成形するための形状を有しており、前記離型膜は、貴金属元素を含む最表層を有しており、前記最表層の成膜時には、前記基材を加熱する結果、成膜面の温度が

第１の温度範囲に保たれ、前記第１の温度範囲は、前記ガラス材料の屈伏点以上、前記光学素子を成形する成形温度以下である。

[0007] 本発明の第２の態様における光学素子成形用型の製造方法によれば、上記第１の態様において、前記離型膜は、中間層を含み、前記中間層は、前記成形面に積層されており、前記中間層は、前記最表層の成膜時における前記成膜面を形成しており、前記中間層の成膜時には、前記基材を加熱する結果、前記成膜面の前記温度が、第２の温度範囲に保たれ、前記第２の温度範囲は、前記第１の温度範囲の下限温度以下であってもよい。

[0008] 本発明の第３の態様における光学素子成形用型の製造方法によれば、上記第２の態様において、前記中間層の成膜時に、前記成形面の温度を、前記第２の温度範囲における下限温度から上限温度まで、昇温させてもよい。

[0009] 本発明の第４の態様における光学素子成形用型の製造方法によれば、上記第１～第３のいずれか１つの態様において、前記最表層の成膜時に、前記成膜面の前記温度を、前記第１の温度範囲における下限温度から上限温度まで、昇温させてもよい。

発明の効果

[0010] 上記第１～第４の態様における光学素子成形用型の製造方法によれば、高温の成形を繰り返しても耐久性に優れる光学素子成形用型を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図１]本発明の第１の実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造された光学素子成形用型の一例を示す模式的な縦断面図である。

[図２]本発明の第１の実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造された光学素子成形用型における離型膜の構成を示す模式的な断面図である。

[図３]本発明の第１の実施形態の光学素子成形用型の製造方法の工程説明図である。

[図４]本発明の第１の実施形態の光学素子成形用型の製造方法における成膜面の温度変化の例を示す模式的なグラフである。

[図5]本発明の第1の実施形態の変形例（第1変形例、第2変形例）の光学素子成形用型の製造方法における成膜面の温度変化の例を示す模式的なグラフである。

[図6]本発明の第2の実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造された光学素子成形用型における離型膜の構成を示す模式的な断面図である。

[図7]本発明の第2の実施形態の光学素子成形用型の製造方法における成膜面の温度変化の例を示す模式的なグラフである。

発明を実施するための形態

[0012] 以下では、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。同一または相当する部材に共通する説明を省略する目的で、すべての図面において、実施形態が異なる場合であっても、同一または相当する部材には同一の符号を付す。

[0013] [第1の実施形態]

本発明の第1の実施形態の光学素子成形用型の製造方法について説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造される光学素子成形用型の一例を示す模式的な縦断面図である。図2は、本発明の第1の実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造された光学素子成形用型における離型膜の構成を示す模式的な断面図である。

[0014] 光学素子成形用型について説明する。光学素子成形用型は、本実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造される。

図1に示すように、成形用型組立体10は、下型10A（光学素子成形用型）、上型10B（光学素子成形用型）、および胴型10Cを備える。成形用型組立体10において、下型10A、上型10B、および胴型10Cの各中心軸線は、互いに同軸である。

成形用型組立体10は、光学素子を成形するために用いられる。光学素子はガラス材料を用いて製造される。成形用型組立体10を用いて成形される光学素子の種類および形状は限定されない。

例えば、光学素子の例としては、レンズ、ミラー、プリズム、平行平板などが挙げられる。図1に示す成形用型組立体10は、一例として、フランジ付き両凸レンズを成形する。

[0015] 下型10Aは、略円柱状部材からなる。下型10Aは、円筒面状の側面10cを備える。下型10Aにおいて、軸方向における第1端部（図1における図示上側の端部）には、型表面10aが形成されている。

型表面10aは、ガラス材料に光学素子の表面形状を転写する。例えば、光学素子がフランジ付き両凸レンズの場合、型表面10aの形状は、凸レンズ面を形成する凹面と、フランジ表面を形成する平面と、の組み合わせであってもよい。

下型10Aの第2端部には、フランジ部10dが形成されている。下型10Aの第2端部は、軸方向において第1端部と反対側の端部である。フランジ部10dは、下型10Aの側面10cから径方向の外方に延びている。

[0016] 図2に示すように、型表面10aは、離型膜8によって形成されている。離型膜8は、成形面1a上に成膜されている。成形面1aは、基材1Aに形成されている。

基材1Aは、耐熱性が良好かつ高硬度の材料を用いて製造されている。基材1Aの材料としては、例えば、超硬合金、炭化ケイ素、炭素などが用いられてもよい。超硬合金の主成分は、タングステンカーバイド（WC）である。基材1Aは、離型膜8を除く下型10Aの全体を構成していてもよい。基材1Aは、下型10Aの第1端部のみに配置されていてもよい。

成形面1aは、成形される光学素子の表面に近似する形状を有する。成形面1aは、鏡面研磨されている。例えば、成形面1aの面精度は、PV値で $0.15\mu\text{m}$ 以下であってもよい。例えば、成形面1aの表面粗さは、算術平均粗さRaで 3nm 以下であってもよい。

[0017] 離型膜8は、最表層7と、中間層6と、を備える。最表層7は、型表面10aを形成している。中間層6は、基材1Aの成形面1aと、最表層7と、の間に形成されている。

後述するように、中間層 6 および最表層 7 は、成形面 1 a 上に成膜されている。中間層 6 および最表層 7 は、成形面 1 a 上においてこの順に積層している。

[0018] 最表層 7 は貴金属元素を含んでいる。最表層 7 に含まれる貴金属元素の種類は、特に限定されない。例えば、最表層 7 には、白金 (Pt)、金 (Au)、イリジウム (Ir)、レニウム (Re)、銀 (Ag)、オスミウム (Os)、タンタル (Ta)、およびパラジウム (Pd) からなる群から選択される少なくとも 1 種類以上の元素が含まれていてもよい。

貴金属元素は、ガラス材料の成形温度では、ガラス材料のガラスの成分と化学反応を起こしにくい。このため、成形されたガラス材料に対する最表層 7 の離型性が良好になる。

[0019] 中間層 6 は、単層膜または多層膜からなる。

中間層 6 の材料が複数の成分からなる場合、中間層 6 には、傾斜層が含まれていてもよい。傾斜層とは、層厚方向に各成分の組成比が変化している層である。

例えば、中間層 6 は、第 1 の成分と、第 2 の成分と、を備えて構成されてもよい。第 1 の成分は、基材 1 A (1 B) との密着性が良好な成分である。第 2 の成分は、最表層 7 との密着性が良好な成分である。例えば、中間層 6 が傾斜層からなる場合、第 1 の成分の組成比が成形面 1 a (1 b) 側から表面 6 a 側に向かって漸次増大し、かつ第 2 の成分の組成比が成形面 1 a 側から表面 6 a 側に向かって漸次減少してもよい。この場合、中間層 6 と成形面 1 a との密着強度が向上する。さらに、中間層 6 の表面 6 a と最表層 7 との密着強度が向上する。

[0020] 中間層 6 の材料としては、成形面 1 a の材料および最表層 7 の材料に対して密着性が良好な材料が用いられる。中間層 6 の材料は、基材 1 A (1 B) における成形面 1 a の材料と、最表層 7 の材料と、に応じて、適宜に選択される。

例えば、中間層 6 に好適な材料の例としては、チタン (Ti)、タンタル

(T a)、クロム (C r)、アルミニウム (A l)、モリブデン (M o) などが挙げられる。中間層 6 には、基材 1 A (1 B) の成分の一部が含まれていてもよい。中間層 6 には、最表層 7 の成分の一部が含まれていてもよい。

中間層 6 は最表層 7 よりも先に成膜される。このため、中間層 6 の表面 6 a は、最表層 7 の成膜時における成膜面になっている。

[0021] 上型 1 0 B は、略円柱状部材からなる。上型 1 0 B は、円筒面状の側面 1 0 e を備える。上型 1 0 B において、軸方向における第 1 端部 (図 1 における図示下側の端部) には、型表面 1 0 b が形成されている。

型表面 1 0 b は、ガラス材料に光学素子の表面形状を転写する。例えば、光学素子がフランジ付き両凸レンズの場合、型表面 1 0 b の形状は、凸レンズ面を形成する凹面と、フランジ表面を形成する平面と、の組み合わせであってもよい。

上型 1 0 B の第 2 端部には、フランジ部 1 0 f が形成されている。上型 1 0 B の第 2 端部は、軸方向において第 1 端部と反対側の端部である。フランジ部 1 0 f は、上型 1 0 B の側面 1 0 e から径方向の外方に延びている。

[0022] 図 2 に示すように、型表面 1 0 b は、型表面 1 0 a と同様の離型膜 8 によって形成されている。型表面 1 0 b における離型膜 8 は、成形面 1 b 上に成膜されている。成形面 1 b は、基材 1 B に形成されている。基材 1 B は、基材 1 A と同様な材料を用いて製造されている。

基材 1 A と同様、基材 1 B は、離型膜 8 を除く上型 1 0 B の全体を構成していてもよい。基材 1 B は、上型 1 0 B の第 1 端部のみに配置されていてもよい。

成形面 1 b は、成形される光学素子の表面に近似する形状を有する。成形面 1 b は、鏡面研磨されている。成形面 1 b の面精度、表面粗さは、成形面 1 a と同様である。

[0023] 図 1 に示すように、胴型 1 0 C は、円筒状部材である。胴型 1 0 C は、内周面 1 0 g を有する。内周面 1 0 g は、下型 1 0 A の側面 1 0 c、および上型 1 0 B の側面 1 0 e を摺動可能に外嵌する。

胴型 10C の軸方向における胴型 10C の長さは、後述する成形用型組立体 10 の組立状態におけるフランジ部 10d、10f 間の距離よりも短い。

この結果、胴型 10C は、成形が行われる間、下型 10A および上型 10B を同軸の位置関係に保持できる。さらに、胴型 10C は、上型 10B を軸方向に移動可能に案内できる。

胴型 10C は、成形温度に対する耐熱性を有する適宜の材料で製造される。胴型 10C の材料としては、例えば、金属材料またはセラミックスが用いられてもよい。本実施形態では、胴型 10C は、一例として、超硬合金が用いられている。超硬合金は、高硬度かつ耐熱性が良好な材料である。

[0024] 成形用型組立体 10 では、下型 10A および上型 10B の各第 1 端部が胴型 10C に挿入されている。型表面 10a、10b の間には、成形材料 G が配置される。成形材料 G は、成形に必要な質量に秤量されている。

[0025] 成形材料 G は、光学素子を形成するための適宜のガラス材料からなる。成形材料 G は、適宜の塊状の形状に成形されている。成形材料 G の形状は、成形用型組立体 10 によってプレス成形可能な形状であれば、特に限定されない。図 1 に示す例では、成形材料 G の形状は球形である。

成形材料 G の形状は、球形の他にも、例えば、円板状、回転楕円体状、光学素子の相似形状などでもよい。

成形材料 G の成形手段は、特に限定されない。成形材料 G はモールド成形されてもよい。成形材料 G は、切削、研磨等の機械加工によって成形されてもよい。

[0026] 本実施形態の光学素子成形用型の製造方法について説明する。

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態の光学素子成形用型の製造方法の工程説明図である。

[0027] 下型 10A および上型 10B の相違箇所は、成形面 1a、1b の形状のみである。そこで、以下では、本実施形態の光学素子成形用型の製造方法について、下型 10A を例にとって説明する。簡単のため、基材 1A は、離型膜 8 を除く下型 10A の形状に形成される例で説明する。

[0028] 下型 10A を製造するために、本実施形態では、基材 1A が準備される。

基材 1A には、以下のようにして成形面 1a が形成される。

下型 10A によって製造する光学素子が決まると、光学素子の外形状が特定される。さらに、成形に使用する成形材料 G が特定される。成形材料 G は、成形温度 T_m において、光学素子の形状に成形される。成形温度 T_m は、成形材料 G の屈伏点 T_{at} よりも高温である。

基材 1A に用いる材料として、成形温度 T_m に耐える材料が選定される。基材 1A に用いる材料は、例えば、側面 10c を有する円柱の端部にフランジ部 10d が突出した形状などの形状に成形される。この後、フランジ部 10d と反対側の円柱の端部に、成形面 1a が形成される。成形面 1a の仕上げ工程では、鏡面研磨が施される。

以上で、成形面 1a を有する基材 1A が準備される。

[0029] この後、成形面 1a 上に離型膜 8 が成膜される。離型膜 8 は、成形面 1a 上に成膜される。離型膜 8 の成膜中、基材 1A は加熱された状態である。

成膜方法としては、例えば、蒸着、RF スパッタ、DC スパッタ、マグネトロンスパッタ、イオンビームスパッタ、イオンプレーティング、イオンミキシングなどが挙げられる。

以下では、一例として、DC スパッタ法によって、離型膜 8 が成膜される例で説明する。図 3 に示す成膜装置 100 は、DC スパッタ法を用いて、中間層 6 および最表層 7 を成膜する。

成膜装置 100 は、真空チャンバー 101 を有する。真空チャンバー 101 では、DC スパッタが行われる。

真空チャンバー 101 は、排気口、真空ポンプ、吸気口、およびガス供給部を備える。排気口は、真空引き時の排気に用いられる。真空ポンプは、排気口に接続されている。吸気口は、ガスの供給に用いられる。ガス供給部は、吸気口に接続されている。ガス供給部は、真空チャンバー 101 の内部に不活性ガスを供給する。不活性ガスは、不活性雰囲気を形成するために供給される。不活性ガスの例としては、例えば、アルゴン (Ar) ガスが挙げら

れる。

真空チャンバー１０１の内部には、試料台１０６、１０７、および加熱ドーム１０２、が配置されている。

試料台１０６、１０７は、電極（図示略）を備えている。電極（図示略）は、ＤＣ電源の負極に接続されている。試料台１０６、１０７は、互いに離間して配置されている。試料台１０６、１０７の間には、仕切板１０８が配置されている。仕切板１０８は、スパッタされた材料の混合を防止する。

試料台１０６上には、ターゲット１０４が配置される。ターゲット１０４は、中間層６を形成する材料で形成されている。試料台１０７上には、ターゲット１０５が配置される。ターゲット１０５は、最表層７を形成する材料で形成されている。

[0030] 図３は模式図であるため、ターゲット１０４、１０５がそれぞれ１つずつ描かれている。しかし、ターゲット１０４（１０５）は、複数の部材からなってもよい。ターゲット１０４（１０５）が複数の部材からなる場合、複数の部材の材質は互いに異なっていてもよい。

ターゲット１０４（１０５）として複数の部材が配置されている場合、複数の部材は互いに異なる電極上に配置されてもよい。

[0031] 加熱ドーム１０２は、成膜対象物の成膜面下方に向けた状態で、成膜対象物を保持する。加熱ドーム１０２は、ヒーター１０３を備える。ヒーター１０３は、保持された成膜対象物を加熱する。さらに、加熱ドーム１０２は、試料台１０６、１０７の上方に配置されている。加熱ドーム１０２は、図示略の移動機構によって、移動可能に支持されている。

ヒーター１０３の加熱温度は、成膜時に成膜対象物の成膜面の温度が予め設定された時間関数になることを目的として、温度制御される。ヒーター１０３の例としては、例えば、ランプヒーター、シースヒーター、カートリッジヒーターなどが挙げられる。例えば、ヒーター１０３は、カーボン製のランプヒーターが用いられてもよい。カーボン製のランプヒーターは、例えば、１０００℃程度の高温の加熱が可能である。

加熱ドーム 102 に保持された成膜対象物は、DC 電源の正極電圧が印加される。

[0032] 離型膜 8 の成膜工程は、中間層 6 を成膜する最表層成膜工程と、最表層 7 を成膜する中間層成膜工程と、に分かれる。最表層成膜工程では、中間層 6 が成膜される。中間層成膜工程では、最表層 7 が成膜される。最表層成膜工程と中間層成膜工程とは、成膜装置 100 の内部において、この順に行われる。

本実施形態では、成膜装置 100 のヒーター 103 は、中間層成膜工程の間、温度制御される。ヒーター 103 は、中間層成膜工程の間、成形面 1a の温度を第 2 の温度範囲に保つ。成形面 1a は、中間層 6 が成膜される成膜面である。

さらにヒーター 103 の温度は、最表層成膜工程の間、制御される。ヒーター 103 は、最表層成膜工程の間、表面 6a の温度を第 1 の温度範囲に保つ。表面 6a は、最表層 7 が成膜される成膜面である。

ここで、第 1 の温度範囲は、成形材料 G の屈伏点 T_{at} 以上、成形温度 T_m 以下の範囲から選ばれた温度範囲である。第 1 の温度範囲において、下限温度と上限温度とは同一であってもよい。

表面 6a の温度は、第 1 の温度範囲の範囲であれば、時間とともに変化してもよい。例えば、表面 6a の温度は、最表層成膜工程が行われる間に、平均温度から変動してもよい。例えば、表面 6a の温度は、最表層成膜工程が行われる間に、下限温度から上限温度に向かって広義単調増加してもよい。ここで「広義単調増加」とは、下限値から上限値に向かって非減少で増加することを意味する。

第 2 の温度範囲は、第 1 の温度範囲の下限温度以下の温度範囲である。

第 2 の温度範囲の下限温度は、第 1 の温度範囲の下限温度の 30% 以上であってもよい。第 2 の温度範囲の下限温度は、第 1 の温度範囲の下限温度の 50% 以上であることがより好ましい。

成形面 1a の温度は、第 2 の温度範囲の範囲であれば、時間とともに変化

してもよい。例えば、成形面 1 a の温度は、中間層成膜工程が行われる間に、平均温度から変動してもよい。例えば、成形面 1 a の温度は、中間層成膜工程が行われる間に、下限温度から上限温度に向かって広義単調増加してもよい。第 2 の温度範囲は下限温度と上限温度とが同一であってもよい。

[0033] 図 4 に、本実施形態における第 2 の温度範囲および第 1 の温度範囲における温度変化の設定例を示す。

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態の光学素子成形用型の製造方法における成膜面の温度変化の一例を示す模式的なグラフである。図 4 のグラフの横軸は時間、縦軸は成膜面の温度を表す。ただし、成膜面は、中間層成膜工程が終了するまでは成形面 1 a を意味する。成膜面は、中間層成膜工程が終了してから最表層成膜工程が終了するまでは表面 6 a を意味する。

横軸に記載された t_n （ただし、 n は自然数）の添字 n は、横軸における大小関係を表す。例えば、 $i < j$ のとき、 $t_i < t_j$ である（以下の図 5、7 のグラフも同様）。

[0034] ヒーター 103 によって加熱が開始されると、図 4 における折れ線 200 に示すように、成膜面の温度は、時間 t_1 において温度 T_1 になる。

時間 t_1 から時間 t_2 までは、成膜面の温度は一定の温度 T_1 に保たれる。ただし、温度 T_1 は、ヒーター 103 の温度制御上発生する微小な変動を含んでもよい。例えば、温度 T_1 は、制御目標値 T_1 に対して $\pm \Delta T_1$ の範囲で変動してもよい。例えば、温度幅 ΔT_1 は、 0°C 以上、 50°C 以下であってもよい。

温度 $T_1 - \Delta T_1$ 、 $T_1 + \Delta T_1$ は、それぞれ第 2 の温度範囲の下限温度および上限温度である。

時間 t_2 は、時間 $t_2 - t_1$ の間に、中間層 6 を形成するスパッタが実行可能な値に設定される。

時間 t_2 から時間 t_3 までは、成膜面の温度が温度 T_1 から温度 T_2 に向かって昇温される。

時間 t_3 から時間 t_4 までは、成膜面の温度は一定の温度 T_2 に保たれる。ただし、温度 T_2 は、ヒーター 103 の温度制御上発生する微小な変動を含んで

もよい。例えば、温度 T_2 は、制御目標値 T_2 に対して $\pm \Delta T_2$ の範囲で変動してもよい。例えば、温度幅 ΔT_2 は、 0°C 以上、 40°C 以下であってもよい。

温度 $T_2 - \Delta T_2$ 、 $T_2 + \Delta T_2$ は、それぞれ第1の温度範囲の下限温度および上限温度である。ここで、 $T_2 - \Delta T_2 \geq T_1 + \Delta T_1$ の関係にある。

時間 t_4 は、時間 $t_4 - t_3$ の間に、最表層7を形成するスパッタが実行可能な値に設定される。

時間 t_4 の後は、成膜面の温度は降温される。

[0035] 成膜工程では、図3に示すように、加熱ドーム102に基材1Aが取り付けられる。基材1Aは、成膜対象物である。基材1Aは、成形面1aが下方を向く姿勢において固定される。試料台106、107の電極上には、それぞれターゲット104、105が配置される。加熱ドーム102は、図示略の移動機構によってターゲット104の上方に移動される。この結果、成形面1aは、ターゲット104と対向する位置に配置される。

この後、真空チャンバー101から真空排気が行われる。真空チャンバー101内にはArガスが導入される。この後、図4に示す折れ線200に基づくヒーター103の加熱が開始される。

[0036] 時間 t_1 が経過した後、中間層成膜工程が開始される。

中間層成膜工程では、加熱ドーム102の電極と、試料台106の電極と、の間に直流電圧が印加される。加熱ドーム102の電極には、基材1Aが配置されている。直流電圧の印加によって成形面1aとターゲット104との間にプラズマが発生する。プラズマによって、ターゲット104がスパッタされる。スパッタによってターゲット104からスパッタ粒子が飛び出す。飛び出したスパッタ粒子は、成形面1aに付着する。

このようにDCスパッタが継続される間に、成形面1aにはスパッタ粒子が堆積する。この結果、スパッタ粒子によって中間層6が形成されていく。

ターゲット104、105の間には、仕切板108が設けられている。このため、ターゲット104から発生したスパッタ粒子は、ターゲット105に付着しない。さらに、ターゲット105と成形面1aとの間にプラズマは

発生しない。このため、ターゲット 105 がスパッタされることもない。

中間層 6 の層厚が目標に達するまでターゲット 104 による DC スパッタが行われたら、電圧印加が停止される。

以上で、成膜工程における中間層成膜工程が終了する。

中間層成膜工程は、時間 t_1 から時間 t_2 までのどの時間帯で行われてもよい。

[0037] 中間層成膜工程では、成形面 1a が温度 T_1 に保たれている間に、成形面 1a 上に中間層 6 が積層される。成形面 1a は、中間層成膜工程における成膜面である。

[0038] 中間層成膜工程の終了後、時間 t_2 になると、ヒーター 103 の加熱による成膜面の昇温が開始される。

時間 t_3 が過ぎると、最表層成膜工程が開始される。時間 t_2 から最表層成膜工程が開始されるまでの間に、加熱ドーム 102 は、図示略の移動機構によって、ターゲット 105 の上方に移動される。例えば、加熱ドーム 102 は、時間 t_2 から時間 t_3 までの間にターゲット 105 の上方に移動されてもよい。

このようにして、図 3 に二点鎖線で示すように、中間層 6 の表面 6a は、ターゲット 105 と対向する位置に配置される。

[0039] 時間 t_3 が経過した後、最表層成膜工程が開始される。最表層成膜工程では、加熱ドーム 102 の電極と、試料台 107 の電極と、の間に直流電圧が印加される。加熱ドーム 102 の電極には、基材 1A が配置されている。

直流電圧の印加によって表面 6a とターゲット 105 との間にプラズマが発生する。プラズマによって、ターゲット 105 がスパッタされる。スパッタによってターゲット 105 からスパッタ粒子が飛び出す。飛び出したスパッタ粒子は、表面 6a に付着する。

このように DC スパッタが継続される間に、表面 6a にはスパッタ粒子が堆積する。この結果、スパッタ粒子によって最表層 7 が形成されていく。

ターゲット 104、105 の間には、仕切板 108 が設けられている。こ

のため、ターゲット 105 から発生したスパッタ粒子は、ターゲット 104 に付着しない。さらに、ターゲット 104 と表面 6a との間にプラズマが発生しない。このため、ターゲット 104 がスパッタされることもない。

最表層 7 の層厚が目標に達するまで、ターゲット 105 による DC スパッタが行われたら、電圧印加が停止される。

以上で、成膜工程における最表層成膜工程が終了する。

最表層成膜工程は、時間 t_3 から時間 t_4 までのどの時間帯で行われてもよい。

[0040] 最表層成膜工程では、表面 6a が温度 T_2 に保たれている間に、表面 6a 上に最表層 7 が積層される。表面 6a は、最表層成膜工程における成膜面である。

[0041] 最表層成膜工程の終了後、時間 t_4 になると、ヒーター 103 の加熱が停止される。

基材 1A の温度が真空チャンバー 101 から取り出し可能な温度まで低下したら、真空チャンバー 101 の減圧が解除される。基材 1A は真空チャンバー 101 から外部に取り出される。このようにして、離型膜 8 が成膜された下型 10A が製造される。

[0042] 基材 1A に代えて基材 1B を準備すれば、上記と同様にして、成膜装置 100 によって、基材 1B の成形面 1b に離型膜 8 を成膜することができる。このようにして、上型 10B が製造される。

[0043] 下型 10A、上型 10B を用いた光学素子の成形は以下のようにして行われる。

図 1 に示すように、成形用型組立体 10 が組み立てられる。成形用型組立体 10 の内部には成形材料 G が配置される。

この後、成形用型組立体 10 は、加熱プレート 11A、11B によって挟持される。加熱プレート 11A、11B は、防塵された加工室内に配置されている。加熱プレート 11A は、下型 10A のフランジ部 10d を下方から支持する。加熱プレート 11B は、上型 10B のフランジ部 10f に上方か

ら当接する。加熱プレート 11 B は、図示略のプレス機構によって、上型 10 B を下型 10 A に向けて加圧することができる。

加熱プレート 11 A、11 B の内部には、それぞれヒーター 12 が配置されている。ヒーター 12 として、例えば、セラミック製のカートリッジヒーターが用いられてもよい。

ヒーター 12 は、加熱プレート 11 A、11 B を加熱する。ヒーター 12 は、加熱プレート 11 A、11 B からの熱伝導によって下型 10 A、上型 10 B を加熱する。ヒーター 12 は、下型 10 A、上型 10 B の型表面 10 a、10 b の温度が成形温度 T_m になるまで加熱を続ける。ヒーター 12 は、成形が終了するまで、型表面 10 a、10 b の温度を成形温度 T_m に保つ。成形温度 T_m は、成形材料 G が変形しやすい軟化状態になる温度に設定される。成形温度 T_m は、例えば、屈伏点 T_{at} 以上の温度に設定される。

[0044] 成形材料 G は、型表面 10 a、10 b からの輻射および型表面 10 a、10 b の当接部からの熱伝導によって昇温される。成形材料 G の全体が、屈伏点 T_{at} 以上の温度になったら、図示略のプレス機構によって、加熱プレート 11 B が下降される。プレス機構における加圧力は、例えば、0.3 MPa とされてもよい。加熱プレート 11 B が下降されるにつれて、下型 10 A と上型 10 B との間の成形材料 G がプレス成形されていく。

プレス成形の間、各最表層 7 は、成形温度 T_m に加熱された状態で、成形材料 G と接触する。各最表層 7 は、それぞれ型表面 10 a、10 b を形成している。

成形材料 G が所定のレンズ厚を有する形状にプレスされたら、プレス機構が停止される。プレスされた成形材料 G の変形が安定したら、加熱プレート 11 A、11 B の加熱が停止される。これにより、成形用型組立体 10 の放熱冷却が開始される。成形用型組立体 10 内の成形材料 G には、型表面 10 a、10 b の形状が転写される。このようにして、プレス成形された成形品が形成される。

成形室内に、成形用型組立体 10 を冷却する冷却プレートが設けられてい

る場合には、加熱プレート 11 A、11 B の挟持が解除された後、成形用型組立体 10 が冷却プレートに移動される。冷却プレートは、成形用型組立体 10 を冷却する。

成形品が脱型可能な温度まで冷却されたら、成形用型組立体 10 から成形品を脱型する。このようにして、光学素子の外形を有する成形品が製造される。

成形品は、必要に応じて、芯出しなどの機械加工、あるいは、適宜の膜コートなどが施される。このようにして光学素子が製造される。

[0045] 下型 10 A（上型 10 B）は、成形材料 G を成形する過程で、使用開始前の常温から成形温度 T_m に昇温され、成形温度 T_m から常温まで冷却される。成形ごとにこのようなヒートサイクルを受けることによって、下型 10 A（上型 10 B）の各部は、それぞれの熱膨張係数に応じて膨張収縮を繰り返す。

例えば、基材 1 A（1 B）および中間層 6 は、互いに熱膨張係数が異なる。例えば、中間層 6 および最表層 7 は、互いに熱膨張係数が異なる。このため、それぞれの界面には、膨張収縮時に熱応力が発生する。特に、プレス成形時には、下型 10 A（上型 10 B）には、プレス機構からの圧力による応力も発生する。このため、プレス成形時に発生する熱応力は、中間層 6、最表層 7 の耐久性に特に大きな影響を及ぼす。

[0046] 本実施形態の光学素子成形用型の製造方法では、最表層 7 を成膜する場合に、中間層 6 の表面 6 a が温度 T_2 に加熱される。このため、温度 T_2 に昇温された状態で、中間層 6 と最表層 7 との界面に発生する熱応力は最小になる。温度 T_2 は、常温に比べて格段に成形温度 T_m に近いため、成形温度 T_m に昇温された状態での熱応力が格段に低減される。このため、プレス成形加工時に発生する中間層 6 と最表層 7 との間の応力負荷が低減される。この結果、最表層 7 と中間層 6 との間の剥離が抑制される。この結果、最表層 7 の耐久性が向上する。

[0047] 本実施形態の光学素子成形用型の製造方法では、中間層 6 を成膜する場合

に、基材 1 A (1 B) の成形面 1 a が温度 T_1 に加熱される。このため、温度 T_1 に昇温された状態で、基材 1 A (1 B) と中間層 6 との界面に発生する熱応力は最小になる。温度 T_1 は、温度 T_2 よりも低い。このため、中間層 6 は、下型 1 O A (上型 1 O B) が、常温と成形温度との間で昇降される過程で、成形面 1 a と最表層 7 の下面との間で歪みを緩和する機能を備える。このため、下型 1 O A (上型 1 O B) に上述のヒートサイクルがかかる場合に、基材 1 A との界面における熱応力と、最表層 7 との界面における熱応力とのバランスが良好になる。これにより、基材 1 A との界面および最表層 7 との界面の一方のみで剥離が起こりやすくなる偏りを抑制できる。この結果、離型膜 8 全体としての耐久性が向上する。

[0048] 特に、上述したように、中間層 6 が、成形面 1 a (1 b) 側で第 1 の成分の組成が多く、かつ表面 6 a 側で第 2 の成分の組成が多くなる傾斜層で構成される場合には、中間層 6 と基材 1 A (1 B) と最表層 7 との密着強度がより良好になる。このため、さらに離型膜 8 の剥離が起こりにくくなる。

[0049] さらに本実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造された離型膜 8 は、ヒートサイクルによって各部に作用する熱応力が低減される。このため、成形材料 G の融着の発生が抑制される。

ガラスの融着は、経時的な離型膜 8 の離型性能の劣化によって生じる。本発明者は、ガラス融着が発生した離型膜の成分分析を行った。成分分析の結果、ガラスの融着箇所における離型膜には、結晶粒界の隙間にガラス成分が浸透していることが明らかになった。このような結晶粒界の隙間に浸透したガラス成分は、離型膜の表面におけるガラスとの親和性が高い。このため、ガラス成分を結合しやすい。結合されたガラス成分は結晶粒界内のガラス成分と強固に結合する。このため、成形品の表面との融着が引き起こされる。この状態で成形品が無理に脱型されると成形品表面のガラスの一部が離型膜側にとられてしまう。このため、成形品の表面に割れなどが発生する。離型膜側のガラス量が多くなると、脱型不良を起こすおそれもある。

[0050] このようなガラス成分の浸透現象は、成形時に結晶粒界の隙間が生じる結

果、成形時に揮発しやすいガラス成分が結晶粒界の隙間に蓄積されるために起こると考えられる。本発明者は、成形材料Gが加熱されてガラス成分の揮発が増える時に、結晶粒界の隙間が小さくなっていけば、このようなガラス成分の浸透が抑制されると考えて本発明に到った。

本実施形態では、最表層7を成膜する際に、成膜面を第1の温度範囲に昇温した状態で成膜する。このため、成形温度 T_m に到る成形材料Gの加熱過程において、ガラス成分の揮発が増えるときに最表層7の熱膨張によって拡大することに起因する結晶粒界の隙間が抑制される。成膜面を第1の温度範囲に昇温した状態では、最表層7がスパッタによって緻密に堆積された状態に近くなる点でも、結晶粒界の隙間が小さくなる。

このように、本実施形態によって製造された最表層7によれば、ガラス成分が揮発しても、最表層7に浸透しにくくなる。このため、ガラス融着が発生するまでの離型膜8の寿命が延びる。

本実施形態の光学素子成形用型の製造方法によれば、成形材料Gの融着を抑制できる点でも、離型膜8の耐久性が向上する。

[0051] [第1変形例]

本実施形態の光学素子成形用型の製造方法の変形例（第1変形例）について説明する。

図5は、本発明の第1の実施形態の変形例（第1変形例、第2変形例）の光学素子成形用型の製造方法における成膜面の温度変化の例を示す模式的なグラフである。図5のグラフの横軸は時間、縦軸は成膜面の温度を表す。

[0052] 本変形例の光学素子成形用型の製造方法は、基材1A（1B）の成形面1a（1b）に離型膜8を成膜することによって下型10A（上型10B）を製造する方法である。基材1A（1B）の構成は、上記第1の実施形態と同様である。

本変形例の光学素子成形用型の製造方法では、中間層成膜工程における成膜面の温度は第2の温度範囲において広義単調増加させられる。

以下では、上記第1の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0053] 図5における折れ線201は、本変形例における第2の温度範囲および第1の温度範囲における温度変化の設定例を示す。

折れ線201に示すように、ヒーター103によって加熱が開始されると、成膜面の温度は、時間 t_{11} において温度 T_{11} になる。

時間 t_{11} から時間 t_{12} までは、成膜面の温度は温度 T_{11} から温度 T_{12} （ただし、 $T_{12} > T_{11}$ ）まで広義単調増加する。ここで、時間 t_{11} は、中間層成膜工程が開始される時間である。時間 t_{12} は、中間層成膜工程が終了される時間である。

図5の折れ線201には、一例として、成膜面の温度が時間とともに直線的に増加する例が図示されている。ただし、成膜面の温度は、時間 t_{11} から時間 t_{12} までの間の一部に、一定に推移する部分が設けられてもよい。成膜面の温度において時間的に変化する部分は、曲線状または折れ線状に狭義単調増加してもよい。ここで、「狭義単調増加」とは、温度 T が $T(t)$ のように時間関数で表される場合、 $t_i < t_j$ ならば $T(t_i) < T(t_j)$ となる変化を意味する。

[0054] 温度 T_{11} 、 T_{12} は、上述した第2の温度範囲の条件を満足する適宜値が用いられる。例えば、温度 T_{11} は、上記第1の実施形態における温度 T_1 に等しくてもよい。温度 T_{11} は、上記第1の実施形態における温度 T_1 の最大値を超え、温度 T_2 の最小値未満であってもよい。

[0055] 時間 t_{12} から時間 t_{13} までは、成膜面の温度が温度 T_{12} から上記第1の実施形態と同様の温度 T_2 に向かって昇温される。

時間 t_{13} から時間 t_{15} までは、成膜面の温度は第1の温度範囲における一定の温度 T_2 に保たれる。ここで、時間 t_{13} は、最表層成膜工程が開始される時間である。時間 t_{15} は、最表層成膜工程が終了される時間である。

時間 t_{15} の後は、成膜面の温度は降温される。

[0056] 本変形例において、第2の温度範囲は、温度 T_{11} （下限温度）以上、温度 T_{12} （上限温度）以下である。第1の温度範囲は、温度 $T_2 - \Delta T_2$ （下限温度）以上、温度 $T_2 + \Delta T_2$ （上限温度）以下である。ただし、 $T_{12} < T_2 - \Delta T_2$

T_2 である。

[0057] 以上説明したように、本変形例では、時間 t_{11} から時間 t_{12} までの中間層成膜工程において、成膜面である成形面 1 a の温度が、温度 T_{11} から温度 T_{12} まで広義単調増加される。時間 t_{13} から時間 t_{15} までの最表層成膜工程において、表面 6 a の温度は、上記第 1 の実施形態と同様、温度 T_2 に保たれる。表面 6 a は、本変形例における最表層成膜工程における成膜面である。

[0058] 本変形例によれば、中間層成膜工程において、成膜面の昇温時に成膜面の温度が広義単調増加する。成形面 1 a が昇温されると、成形面 1 a に成膜済みの中間層 6 の部位も同様に昇温される。このため、成膜済みの中間層 6 が昇温中の温度に応じて熱膨張した状態の表面に成膜材料が堆積していく。このため、中間層 6 の表面 6 a における熱膨張による歪みは温度 T_{12} で最小になる。

このような中間層 6 は常温環境では、成形面 1 a から表面 6 a に向かう層厚方向において、漸次増大する残留歪みを持つことになる。最表層 7 は常温環境では中間層 6 よりも大きな残留歪みを持つ。

しかし、成形時には、型表面 10 a (10 b) が成形温度 T_m まで昇温するにつれて、中間層 6 および最表層 7 の常温における残留歪みが開放される。中間層 6 の温度が温度 T_{12} を超えると中間層 6 の歪みは漸次増大に転じる。しかし、表面 6 a に成膜された最表層 7 の残留歪みはさらに開放される。最表層 7 の残留歪みは温度 T_2 で最小になる。

このため、プレス成形時には、最表層 7 の熱膨張は、上記第 1 の実施形態と同様、温度差 $T_m - T_2$ に依存する。これに対して、中間層 6 における表面 6 a の熱膨張は、温度差 $T_m - T_{12}$ ($< T_m - T_1$) に依存する。

このため、成形時における、中間層 6 と最表層 7 との界面における熱応力は、上記第 1 の実施形態に比べて低減される。すなわち、本変形例における中間層 6 では、上記第 1 の実施形態に比べて、最表層 7 に発生する熱応力が低減される。

本変形例によれば、上記第 1 の実施形態に比べて、さらに離型膜 8 の剥離

および成形材料Gの融着がさらに低減される結果、離型膜8の耐久性が向上する。

[0059] [第2変形例]

本実施形態の光学素子成形用型の製造方法の変形例（第2変形例）について説明する。

本変形例の光学素子成形用型の製造方法は、基材1A（1B）の成形面1a（1b）に離型膜8を成膜することによって下型10A（上型10B）を製造する方法である。基材1A（1B）の構成は、上記第1の実施形態と同様である。

本変形例の光学素子成形用型の製造方法では、上記第1変形例と同様に、中間層成膜工程における成膜面の温度は第2の温度範囲において広義単調増加させられる。

さらに、本変形例の光学素子成形用型の製造方法では、最表層成膜工程における成膜面の温度は第1の温度範囲において広義単調増加させられる。

以下では、上記第1の実施形態および上記第1変形例と異なる点を中心に説明する。

[0060] 図5における折れ線202は、本変形例における第2の温度範囲および第1の温度範囲における温度変化の設定例を示す。ただし、折れ線202は、時間 t_{12} 未満では、折れ線201と重なっている。

ヒーター103によって加熱が開始されると、時間 t_{12} までの成膜面の温度変化は、上記第1変形例と同様である。

[0061] 時間 t_{12} から時間 t_{14} までは、成膜面の温度は温度 T_{12} から温度 T_2 まで広義単調増加する。ただし、本変形例では、時間 t_{12} は、最表層成膜工程が開始される時間である。時間 t_{14} は、最表層成膜工程が終了される時間である。ここで、時間 t_{14} は、 $t_{15} - (t_{13} - t_{12})$ とされる。

図5の折れ線202には、一例として、成膜面の温度が時間とともに直線的に増加する例が図示されている。図5に示す折れ線202の傾きは、時間 t_{11} から時間 t_{12} までの傾きと、時間 t_{12} から時間 t_{14} までの傾きとは、互

いに同一でもよいし、互いに異なってもよい。

ただし、成膜面の温度は、時間 t_{12} から時間 t_{14} までの間の一部に、一定に推移する部分が設けられてもよい。成膜面の温度において時間的に変化する部分は、曲線状または折れ線状に狭義単調増加してもよい。

本変形例では、温度 T_{12} 、 T_2 は、上述した第1の温度範囲の条件を満足する。このため、本変形例における温度 T_{12} は、成形材料Gの屈伏点 T_{at} 以上である。本変形例における温度 T_2 は、成形温度 T_m 以下である。

[0062] 本変形例において、第2の温度範囲は、温度 T_{11} （下限温度）以上、温度 T_{12} （上限温度）以下である。第1の温度範囲は、温度 T_{12} （下限温度）以上、温度 T_2 （上限温度）以下である。

[0063] 以上説明したように、本変形例では、上記第1変形例と同様、時間 t_{11} から時間 t_{12} までの中間層成膜工程において、成膜面である成形面1aの温度が、温度 T_{11} から温度 T_{12} まで広義単調増加される。このため、上記第1変形例と同様、上記第1の実施形態の場合に比べると、中間層6と最表層7との界面における成形温度 T_m における熱応力が低減される。

[0064] 本変形例では、さらに、時間 t_{12} から時間 t_{14} までの最表層成膜工程において、成膜面である表面6aの温度が温度 T_{12} から温度 T_2 まで広義単調増加される。

このため、常温環境では、最表層7は、層厚方向において中間層6との界面から型表面10a（10b）に向かって増大する残留歪みを持つ。

しかし、成形時には、型表面10a（10b）が成形温度 T_m まで昇温するにつれて、中間層6および最表層7の常温における残留歪みが漸次連続的に開放される。このため、温度の昇降に応じて、特定の界面に特に大きな熱応力が加わることがない。

このように本変形例によれば、繰り返しのヒートサイクルを受けても、離型膜8の剥離が生じにくい。

さらに、本変形例によれば、中間層成膜工程が終了してから、ただちに最表層成膜工程が開始されるため、成膜時間が短縮される。この結果、下型1

０Ａおよび上型１０Ｂの製作コストが低減される。

[0065] [第２の実施形態]

本発明の第２の実施形態の光学素子成形用型の製造方法について説明する。

図６は、本発明の第２の実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造された光学素子成形用型における離型膜の構成を示す模式的な断面図である。

[0066] 本実施形態の光学素子成形用型の製造方法によって製造される光学素子成形用型について説明する。

図１に示すように、成形用型組立体２０は、上記第１の実施形態における成形用型組立体１０の下型１０Ａ、上型１０Ｂに代えて、それぞれ下型２０Ａ（光学素子成形用型）、上型２０Ｂ（光学素子成形用型）を備える。

図６に示すように、下型２０Ａ（上型２０Ｂ）は、下型１０Ａ（上型１０Ｂ）の離型膜８に代えて、離型膜１８（最表層）を備える。

以下、上記第１の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0067] 離型膜１８は、上記第１の実施形態における最表層７と同様に貴金属元素を含んでいる。このため、離型膜１８の表面は、上記第１の実施形態と同様の型表面１０ａ（１０ｂ）である。すなわち、本実施形態の離型膜１８は、上記第１の実施形態において、中間層６を削除したのと同様の構成を備える。ただし、離型膜１８の層厚、組成は、上記第１の実施形態のように中間層６を有する場合の最表層７とは、異なってもよい。

[0068] このような構成の下型２０Ａ（上型２０Ｂ）を製造する本実施形態の光学素子成形用型の製造方法では、上記第１の実施形態と同様にして、基材１Ａ（１Ｂ）を準備した後、上記第１の実施形態における最表層成膜工程と同様の成膜工程が行われる。

以下、本実施形態における成膜工程について説明する。

[0069] 離型膜１８の成膜工程は、上記第１の実施形態に例示されたような適宜の成膜方法が用いられる。例えば、本実施形態における成膜工程は、図３に示

すような成膜装置 100 のような DC スパッタ法を用いて行われてもよい。ただし、層厚方向において離型膜 18 の材料を切り替える必要がない場合には、試料台 106、107 の一方にターゲットが配置されるのみでよい。

例えば、試料台 107 上に配置されたターゲット 105 を DC スパッタすることによって離型膜 18 が形成される場合、試料台 107 の電極上には、離型膜 18 を形成する材料からなるターゲット 105 が配置される。基材 1A (1B) は、成形面 1a が下方を向く姿勢で、試料台 107 上のターゲット 105 に対向する位置に配置される。

この後の成膜装置 100 の動作は、ヒーター 103 の温度制御を除いて、上記第 1 の実施形態と同様である。

[0070] 本実施形態の成膜工程では、離型膜 18 を成膜する成膜面である成形面 1a の温度が上記第 1 の実施形態と同様の第 1 の温度範囲に保たれる。

図 7 に、本実施形態における第 1 の温度範囲における温度変化の設定例を示す。

図 7 は、本発明の第 2 の実施形態の光学素子成形用型の製造方法における成膜面の温度変化の一例を示す模式的なグラフである。図 7 のグラフの横軸は時間、縦軸は成膜面の温度を表す。

[0071] ヒーター 103 によって加熱が開始されると、図 7 における折れ線 211 に示すように、成膜面の温度は、時間 t_{22} において上記第 1 の実施形態と同様の温度 T_2 になる。

時間 t_{22} から時間 t_{24} までは、成膜面の温度は一定の温度 T_2 に保たれる。本実施形態においても、「一定」の意味は、上記第 1 の実施形態と同様である。

時間 t_{22} は、本実施形態における成膜工程が開始される時間である。時間 t_{24} は、本実施形態における成膜工程が終了される時間である。

時間 t_{24} の後、成膜面の温度は降温される。

[0072] このようにして、時間 t_{24} 経過後に成膜工程が終了する。成膜工程では、成膜面である成形面 1a が温度 T_2 に保たれている間に、成形面 1a 上に離型

膜 1 8 が積層される。

上記第 1 の実施形態と同様に、基材 1 A (1 B) の温度が真空チャンバー 1 0 1 から取り出し可能な温度まで低下したら、真空チャンバー 1 0 1 の減圧が解除される。基材 1 A (1 B) は真空チャンバー 1 0 1 から外部に取り出される。このようにして、離型膜 1 8 が成膜された下型 1 0 A (上型 1 0 B) が製造される。

[0073] 本実施形態の光学素子成形用型の製造方法は、中間層を形成しなくても離型膜 1 8 の材料と基材 1 A (1 B) の成形面 1 a における材料との良好な密着性が得られる場合に好適である。本実施形態では、中間層を形成しないため、迅速に離型膜 1 8 が形成される。

本実施形態では、離型膜 1 8 が、上記第 1 の実施形態における最表層 7 と同様にして成膜される。このため、プレス成形時に離型膜 1 8 が熱膨張しても、結晶粒界の隙間が形成されにくい。この結果、ガラス成分が揮発しても、最表層 7 に浸透しにくくなるため、ガラス融着が発生するまでの離型膜 1 8 の寿命を延ばすことができる。

本実施形態の光学素子成形用型の製造方法によれば、成形材料 G の融着を抑制できるため、離型膜 1 8 の耐久性を向上できる。

[0074] [第 3 変形例]

本実施形態の光学素子成形用型の製造方法の変形例 (第 3 変形例) について説明する。

本変形例の光学素子成形用型の製造方法は、基材 1 A (1 B) の成形面 1 a (1 b) に離型膜 1 8 を成膜することによって下型 2 0 A (上型 2 0 B) を製造する方法である。基材 1 A (1 B) の構成は、上記第 2 の実施形態と同様である。

本変形例の光学素子成形用型の製造方法では、成膜工程における成膜面の温度は第 1 の温度範囲において広義単調増加させられる。

以下では、上記第 2 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

[0075] 図 7 における折れ線 2 1 2 は、本変形例における第 1 の温度範囲における

温度変化の設定例を示す。ただし、折れ線 2 1 2 は、時間 t_{21} 未満では、折れ線 2 1 1 と重なっている。

ヒーター 1 0 3 によって加熱が開始されると、折れ線 2 1 2 に示すように、成膜面の温度は、時間 t_{21} において、上記第 2 変形例と同様の温度 T_{12} になる。

時間 t_{21} から時間 t_{23} までは、成膜面の温度は温度 T_{12} から温度 T_2 まで広義単調増加する。ここで、時間 t_{21} は、本変形例における成膜工程が開始される時間である。時間 t_{23} は、本変形例における成膜工程が終了される時間である。

時間 t_{23} の後、成膜面の温度は降温される。

[0076] 本変形例の光学素子成形用型の製造方法は、中間層を形成しなくても離型膜 1 8 の材料と基材 1 A (1 B) の成形面 1 a における材料との良好な密着性が得られる場合に好適である。本変形例では、常温状態における基材 1 A (1 B) と離型膜 1 8 との界面の残留歪みが上記第 2 の実施形態に比べて小さくなるため、界面における離型膜 1 8 の剥離に関する耐久性をより向上できる。

[0077] なお、上記の各変形例および第 2 の実施形態では、一例として、ヒーター 1 0 3 の温度制御が低温制御、昇温制御、降温制御の切り替えられた時間において、成膜工程が開始したり、終了したりする例で説明した。しかし、上記第 1 の実施形態における説明のように、ヒーター 1 0 3 の温度制御の切り替え時間と、成膜工程の開始時間、終了時間と、は、ずれていてもよい。例えば、上記第 1 変形例において、ヒーター 1 0 3 は、時間 t_{11} より前に、第 2 の温度範囲の下限温度 T_{11} よりも低い温度から一定勾配で昇温する結果が得られるように加熱してもよい。例えば、上記第 1 変形例において、ヒーター 1 0 3 は、時間 t_{12} より後に、第 2 の温度範囲の上限温度 T_{12} よりも高い温度まで一定勾配で昇温してもよい。ヒーター 1 0 3 は、その後、温度 T_2 に向かってより急勾配で昇温する結果が得られるように加熱してもよい。

実施例

[0078] 次に、第 1 の実施形態、第 1 変形例、第 2 変形例、および第 2 の実施形態に関する光学素子成形用型の製造方法の実施例について、比較例とともに説明する。

下記〔表 1〕に、実施例 1 ～ 7、比較例 1 ～ 3 の条件および評価結果を示す。

[0079]

[表1]

	ガラス材料				離型膜形成時の温度条件 (°C)		成形結果	
	品名	メーカー	屈伏点 (°C)	成形温度 (°C)	中間層形成時	離型層形成時	判定	備考
実施例1	D-ZF92	CDGM	520	560	(中間層なし)	540	良好	
実施例2	L-LAL12	OHARA	600	640	300	620	良好	
実施例3	H-LaF6LA	CDGM	680	720	400	700	良好	
実施例4	TAFD33	HOYA	759	800	400-600 (昇温)	759	良好	
実施例5	TAFD33	HOYA	759	800	400-600 (昇温)	780	良好	
実施例6	TAFD33	HOYA	759	800	400-600 (昇温)	800	良好	
実施例7	TAFD33	HOYA	759	800	400-600 (昇温)	600-780 (昇温)	良好	
比較例1	TAFD33	HOYA	759	800	400-600 (昇温)	740	不良	融着
比較例2	TAFD33	HOYA	759	800	400-600 (昇温)	820	不良	膜剥離 (成形時)
比較例3	TAFD33	HOYA	759	800	加熱なし	780	成形できず	膜剥離 (成膜後)

[0080] [実施例 1]

実施例 1 は、第 2 の実施形態の実施例である。実施例 1 では、離型膜が最表層のみからなる。

実施例 1 の下型 20A（上型 20B）の基材 1A（1B）は、全体が超硬合金で形成された。基材 1A（1B）の成形面 1a（1b）は両凸レンズのレンズ面に近似した形状に鏡面研磨された。成形面 1a、1b の面精度は、PV 値で $0.15\text{ }\mu\text{m}$ 以下であった。成形面 1a、1b の表面粗さは、算術平均粗さ Ra で 3 nm 以下であった。

以上で、成形面 1a（1b）を有する基材 1A（1B）が準備された。以下、成膜工程は、基材 1A、1B に共通であるため、基材 1A の例で説明する（他の実施例の説明も同様）。

離型膜 18 の成膜には、DC スパッタ法を行う成膜装置 100 が用いられた。ターゲット 105 は、Ir（イリジウム）と Ru（ルテニウム）とが、比率 50 : 50 で含まれた。

基材 1A は、加熱ドーム 102 に固定され、ターゲット 105 の上方に移動された。この後、真空チャンバー 101 は、真空ポンプによって真空引きされた。真空チャンバー 101 は、 $1 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ 以下まで減圧された。その後、カーボン製のランプヒーターからなるヒーター 103 によって、基材 1A の昇温が開始された。これと並行して、真空チャンバー 101 内に Ar ガスが導入された。

成形面 1a の温度が $T_2 = 540\text{ }(^{\circ}\text{C})$ （[表 1] 参照）になった後、電極に DC 電圧が印加された。これにより、成形面 1a とターゲット 105 との間にプラズマが発生した。ターゲット 105 のスパッタが始まった。離型膜 18 に必要な層膜が形成された後、電圧印加が停止された。さらに、ヒーター 103 による加熱が停止された。

本実施例では、予め求められたターゲット 105 の成膜レートに基づいて、離型膜 18 の層厚が 700 nm （ $7000\text{ }\text{\AA}$ ）になる時間だけスパッタが行われた。

以上で、実施例 1 の下型 20 A が製造された。同様にして、基材 1 B の成形面 1 b 上に離型膜 18 が成膜された。このようにして、実施例 1 の上型 20 B が製造された。

[0081] 実施例 1 の評価のため、成形用型組立体 20 によって、レンズのプレス成形が 3000 回行われた。成形用型組立体 20 は、実施例 1 の下型 20 A、上型 20 B を含んでいた。

[表 1] に示すように、実施例 1 の成形には、成形材料 G として、D-ZF 92（商品名；CDGM 社製、 $T_{at} = 520$ （℃））が用いられた。成形温度 T_m は、 560 ℃であった。

[0082] [実施例 2]

実施例 2 は、第 1 の実施形態の実施例である。実施例 2 では、中間層、最表層の成膜時の温度が、それぞれ定温であった。

実施例 2 の下型 10 A（上型 10 B）の基材 1 A（1 B）は、実施例 1 と共通とされた。

離型膜 8 の成膜には、DC スパッタ法を行う成膜装置 100 が用いられた。ターゲット 105 は、実施例 1 と共通とされた。ターゲット 104 は、W（タングステン）と Ir とが、比率 50 : 50 で含まれた。

基材 1 A は、加熱ドーム 102 に固定され、ターゲット 104 の上方に移動された。この後、真空チャンバー 101 は、真空ポンプによって真空引きされた。真空チャンバー 101 は、 1×10^{-4} Pa 以下まで減圧された。その後、カーボン製のランプヒーターからなるヒーター 103 によって、基材 1 A の昇温が開始された。これと並行して、真空チャンバー 101 内に Ar ガスが導入された。

成形面 1 a の温度が $T_1 = 300$ （℃）（[表 1] 参照）になった後、電極に DC 電圧が印加された。これにより、成形面 1 a とターゲット 104 との間にプラズマが発生した。ターゲット 104 のスパッタが始まった（中間層成膜工程）。中間層成膜工程が行われる間、成形面 1 a の温度はヒーター 103 によって、温度 T_1 に保たれた。中間層 6 に必要な層膜が形成された後、

電圧印加が停止された。加熱ドーム 102 は、ターゲット 105 の上方に移動された。さらに、ヒーター 103 による加熱が開始された。中間層 6 の表面 6a の温度が $T_2 = 620$ (°C) ([表 1] 参照) になった後、電極に DC 電圧が印加された。これにより、表面 6a とターゲット 105 との間にプラズマが発生した。ターゲット 105 のスパッタが始まった(最表層成膜工程)。最表層成膜工程が行われる間、中間層 6 の表面 6a の温度はヒーター 103 によって、温度 T_2 に保たれた。最表層 7 に必要な層膜が形成された後、電圧印加が停止された。

本実施例では、予め求められたターゲット 104、105 の成膜レートに基づいて、中間層 6 の層厚が 300 nm (3000 Å)、最表層 7 の層厚が 700 nm (7000 Å) になる時間だけスパッタが行われた。

以上で、実施例 2 の下型 10A が製造された。同様にして、基材 1B の成形面 1b 上に離型膜 8 が成膜された。このようにして、実施例 2 の上型 10B が製造された。

[0083] 実施例 2 の評価のため、実施例 2 の下型 10A、上型 10B を含む成形用型組立体 10 によって、レンズのプレス成形が 3000 回行われた。

[表 1] に示すように、実施例 2 の成形には、成形材料 G として、L-LAL12 (商品名; (株)オハラ製、 $T_{at} = 600$ (°C)) が用いられた。成形温度 T_m は、 640°C とされた。

[0084] [実施例 3]

実施例 3 は、実施例 2 と同様、第 1 の実施形態の実施例である。以下、実施例 2 と異なる点を中心に説明する。

[表 1] に示すように、中間層成膜工程における成膜面の温度は 400°C に保たれた。最表層成膜工程における成膜面の温度は 700°C に保たれた。

実施例 3 の評価用の成形は、成形材料 G として、H-LaF6LA (商品名; CDGM 社製、 $T_{at} = 680$ (°C)) が用いられた。成形温度 T_m は、 720°C とされた。

[0085] [実施例 4 ~ 6]

実施例 4 ～ 6 は、第 1 変形例の実施例である。実施例 4 ～ 6 は、中間層の成膜時の温度が単調増加された例である。さらに、実施例 4 ～ 6 は、最表層の成膜時の温度が定温とされた例である。以下、実施例 3 と異なる点を中心に説明する。

〔表 1〕に示すように、中間層成膜工程における成膜面の温度は、各実施例とも、400℃から600℃に広義単調増加する結果が得られるように昇温された。具体的には、成膜面の温度は、直線的に昇温された。最表層成膜工程における成膜面の温度 T_2 は、実施例 4 では 759℃、実施例 5 では 780℃、実施例 6 では 800℃に、それぞれ保たれた。

実施例 4 ～ 6 の評価用の成形は、成形材料 G として、TAFD33（商品名；HOYA（株）、 $T_{at} = 759$ （℃））が用いられた。成形温度 T_m は、800℃とされた。

[0086] 〔実施例 7〕

実施例 7 は、第 2 変形例の実施例である。実施例 7 では、中間層の成膜時の温度および最表層の成膜時の温度が単調増加された。以下、実施例 4 と異なる点を中心に説明する。

〔表 1〕に示すように、中間層成膜工程における成膜面の温度は、実施例 4 と同様にして 400℃から600℃に昇温された。最表層成膜工程における成膜面の温度は、600℃から780℃に広義単調増加する結果が得られるように昇温された。具体的には、最表層成膜工程における成膜面の温度も直線的に昇温された。

実施例 7 の評価用の成形は、実施例 4 と同様に行われた。

[0087] 〔比較例 1〕

〔表 1〕に示すように、比較例 1 は、最表層成膜工程における成膜面の温度が 740℃に保たれた点が、実施例 4 と異なる。

比較例 1 の評価用の成形の成形材料 G は、実施例 4 と共通とされた。このため、比較例 1 では、最表層成膜工程における成膜面の温度が、成形材料 G の屈伏点 T_{at} よりも低かった。

[0088] [比較例 2]

[表 1] に示すように、比較例 2 は、最表層成膜工程における成膜面の温度が 820°C に保たれた点が、実施例 4 と異なる。

比較例 2 の評価用の成形の成形材料 G は、実施例 4 と共通とされた。このため、比較例 2 では、最表層成膜工程における成膜面の温度が、成形時の成形温度 T_m よりも高かった。

[0089] [比較例 3]

[表 1] に示すように、比較例 3 は、中間層成膜工程における成膜面の温度の加熱が行われなかった点が、実施例 5 と異なる。

比較例 3 の評価用の成形の成形材料 G は、実施例 5 と共通とされた。このため、比較例 3 では、中間層成膜工程における成膜面の温度が、成形材料 G の屈伏点 T_{at} よりも著しく低かった。

[0090] [評価]

各実施例、各比較例の評価は、レンズの成形における、レンズの成形不良の有無と、離型膜の耐久性とによって行われた。3000 回の成形において、離型膜の劣化に起因するレンズの成形不良が発生せず、かつ離型膜における剥離、融着が発生しなかった場合、離型膜は「良好」と判定された。3000 回の成形が終了するまでに、離型膜の劣化に起因するレンズの成形不良、または離型膜における剥離、融着が発生した場合には、離型膜は「不良」と判定された。

[0091] [評価結果]

[表 1] に示すように、実施例 1～7 の離型膜は、いずれも「良好」と判定された。このため、各実施例に対応する光学素子成形用型の製造方法によれば、3000 回以上の成形が可能な高耐久の離型膜を備える光学素子成形用型が製造できたことが分かる。

一方、比較例 1 では、225 回目の成形において、融着が発生した。融着した型表面の断面を、X 線光電子分光分析 (XPS) にて分析を行ったところ、最表層の深さ 50 nm ($500\text{ \AA}$) の領域まで、ガラス成分が検出され

た。

比較例 2 では、1 2 1 回目の成形において、離型膜の膜剥離が生じた。比較例 2 では、最表層が成形温度 T_m を超える温度で成膜された。より低温の成形温度 T_m では、最表層の歪みが高い状態になっている。この結果、成形時の圧力によって最表層の応力破壊が生じ、膜剥離に到ったと考えられる。

比較例 3 では、離型膜の成膜後に冷却して取り出した段階で、すでに膜剥離が生じていた。このため、比較例 3 では、1 回も成形できなかった。比較例 3 では、中間層および最表層の成膜の際の成膜面の温度差が大きすぎる。このため、中間層と最表層との間の歪が緩和しきれない結果、成膜後の冷却による収縮応力によって、最表層に応力破壊が生じたと考えられる。この結果、離型膜の膜剥離が起こったと考えられる。

[0092] 以上、本発明の好ましい各実施形態および各変形例を説明したが、本発明はこれらの各実施形態及び各変形例に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

符号の説明

- [0093] 1 a、1 b 成形面
1 A、1 B 基材
6 中間層
6 a 表面
7 最表層
8、1 8 離型膜
1 0 成形用型組立体
1 0 a、1 0 b 型表面
1 0 A 下型（光学素子成形用型）
1 0 B 上型（光学素子成形用型）

- 100 成膜装置
- 101 真空チャンバー
- 102 加熱ドーム
- 103 ヒーター
- 104、105 ターゲット
- G 成形材料（ガラス材料）

請求の範囲

- [請求項1] 成形面を有する基材を準備することと、
前記基材を加熱することと、
前記基材が加熱された状態で、離型膜を前記成形面上に成膜することと、
を含み、
前記成形面は、加熱されたガラス材料を用いて光学素子を成形するための形状を有しており、
前記離型膜は、貴金属元素を含む最表層を有しており、
前記最表層の成膜時には、前記基材を加熱する結果、成膜面の温度が第1の温度範囲に保たれ、
前記第1の温度範囲は、前記ガラス材料の屈伏点以上、前記光学素子を成形する成形温度以下である、光学素子成形用型の製造方法。
- [請求項2] 前記離型膜は、中間層を含み、
前記中間層は、前記成形面に積層されており、
前記中間層は、前記最表層の成膜時における前記成膜面を形成しており、
前記中間層の成膜時には、前記基材を加熱する結果、前記成膜面の前記温度が、第2の温度範囲に保たれ、
前記第2の温度範囲は、前記第1の温度範囲の下限温度以下である、
請求項1に記載の光学素子成形用型の製造方法。
- [請求項3] 前記中間層の成膜時に、前記成形面の温度を、前記第2の温度範囲における下限温度から上限温度まで、昇温させる、
請求項2に記載の光学素子成形用型の製造方法。
- [請求項4] 前記最表層の成膜時に、前記成膜面の前記温度を、前記第1の温度範囲における下限温度から上限温度まで、昇温させる、
請求項1～3のいずれか1項に記載の光学素子成形用型の製造方法。

補正された請求の範囲
[2018年6月12日(12.06.2018)国際事務局受理]

[請求項1] (補正後) 屈伏点が520℃以上のガラス材料から光学素子を形成するための光学素子成形用型の製造方法であって、

成形面を有する基材を準備することと、

前記基材を加熱することと、

前記基材が加熱された状態で、離型膜を前記成形面上に成膜することと、

を含み、

前記成形面は、加熱された前記ガラス材料を用いて前記光学素子を成形するための形状を有しており、

前記離型膜は、貴金属元素を含む最表層を有しており、

前記最表層の成膜時には、前記基材を加熱する結果、成膜面の温度が第1の温度範囲に保たれ、

前記第1の温度範囲は、前記ガラス材料の屈伏点以上、前記光学素子を成形する成形温度以下である、

光学素子成形用型の製造方法。

[請求項2] 前記離型膜は、中間層を含み、

前記中間層は、前記成形面に積層されており、

前記中間層は、前記最表層の成膜時における前記成膜面を形成しており、

前記中間層の成膜時には、前記基材を加熱する結果、前記成膜面の前記温度が、第2の温度範囲に保たれ、

前記第2の温度範囲は、前記第1の温度範囲の下限温度以下である、

請求項1に記載の光学素子成形用型の製造方法。

[請求項3] 前記中間層の成膜時に、前記成形面の温度を、前記第2の温度範囲における下限温度から上限温度まで、昇温させる、

請求項2に記載の光学素子成形用型の製造方法。

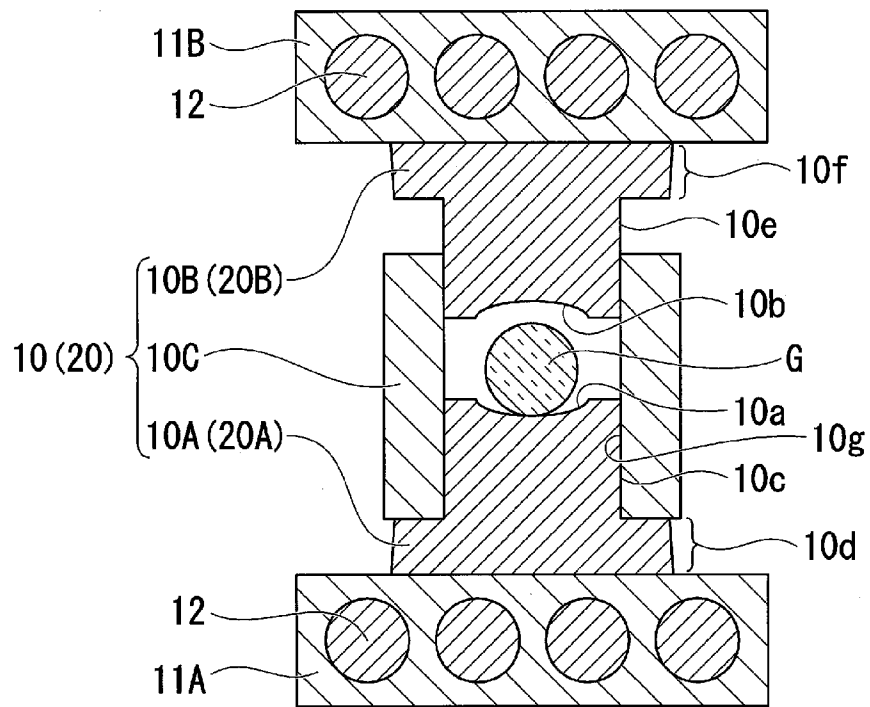
[請求項4] 前記最表層の成膜時に、前記成膜面の前記温度を、前記第1の温度範囲における下限温度から上限温度まで、昇温させる、

請求項1～3のいずれか1項に記載の光学素子成形用型の製造方法。

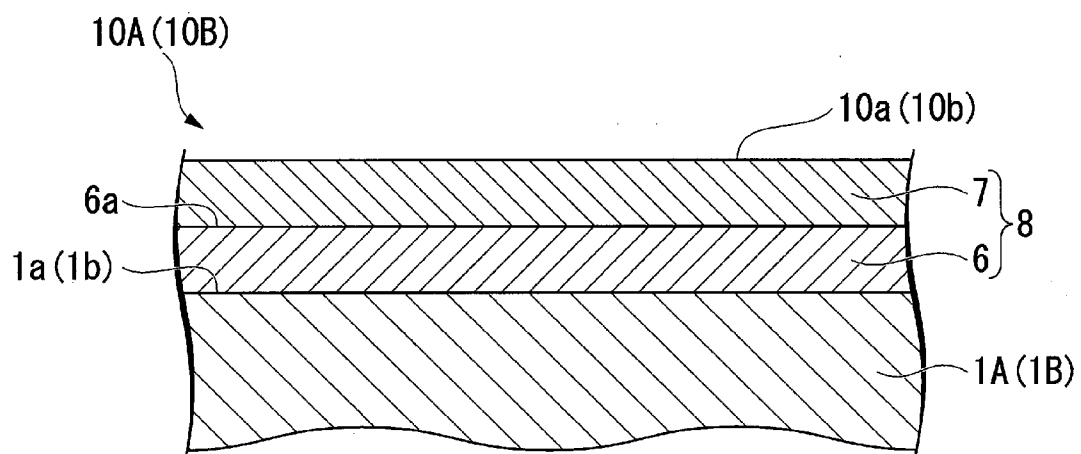
条約第19条（1）に基づく説明書

請求の範囲第1項において、「屈伏点が520℃以上のガラス材料から光学素子を形成するための光学素子成形用型の製造方法であること」が補正により特定された。上記補正は、出願当初の明細書の段落[0081]、[0083]、[0084]、[0085]、等を根拠としている。

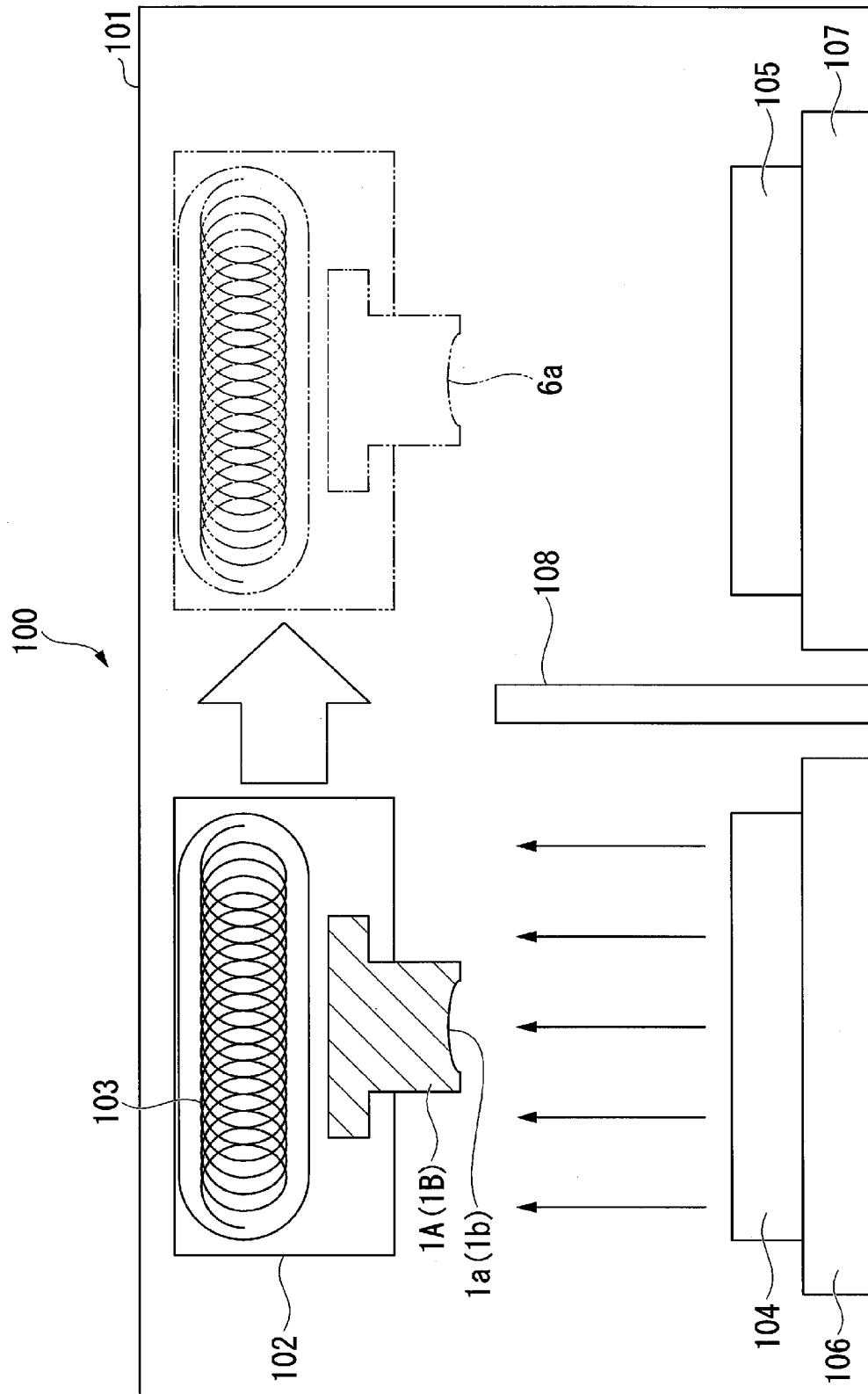
[図1]



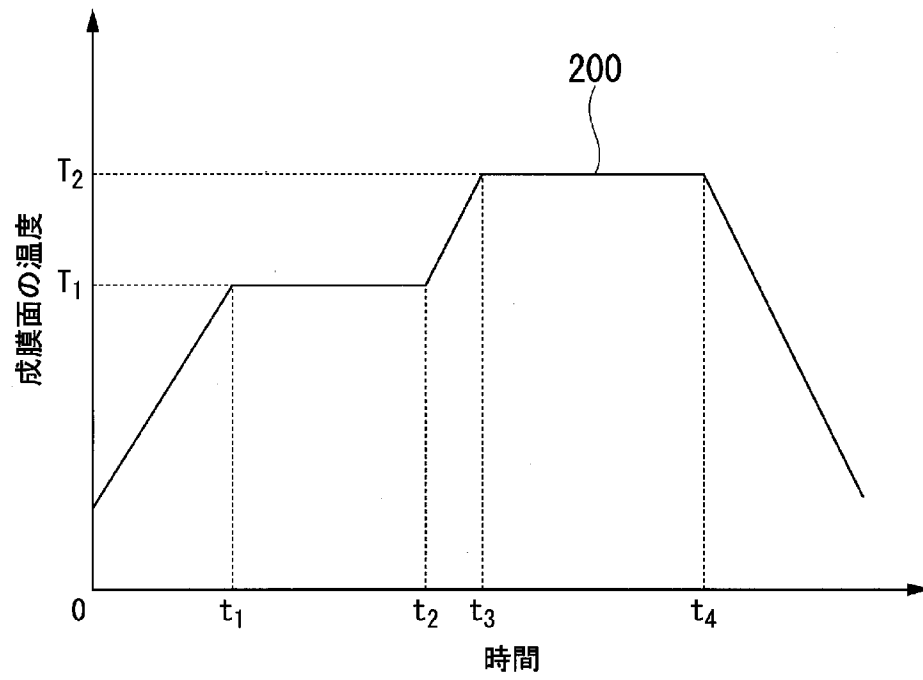
[図2]



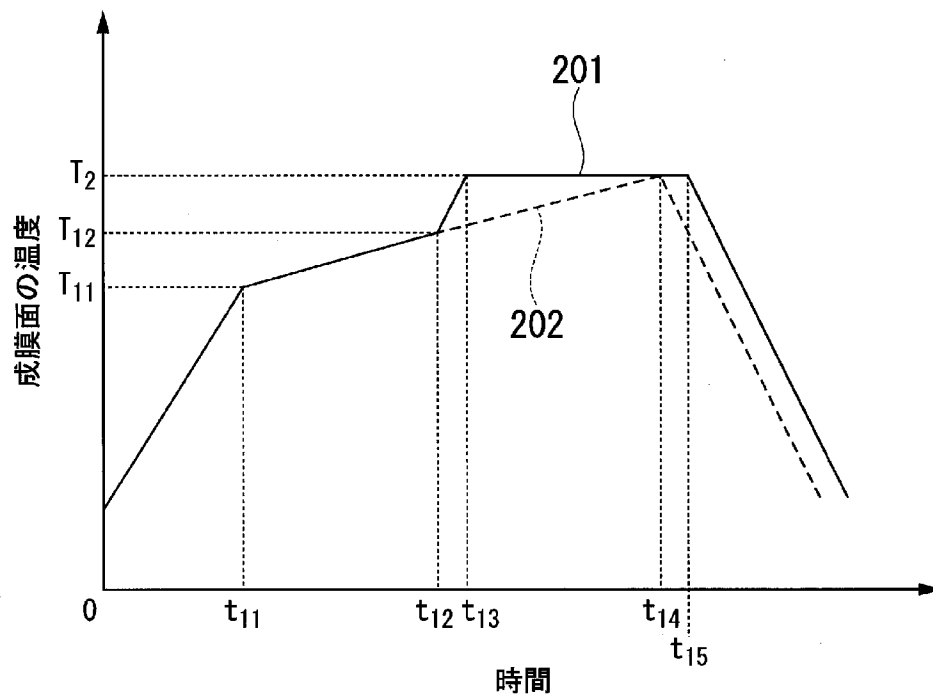
[図3]



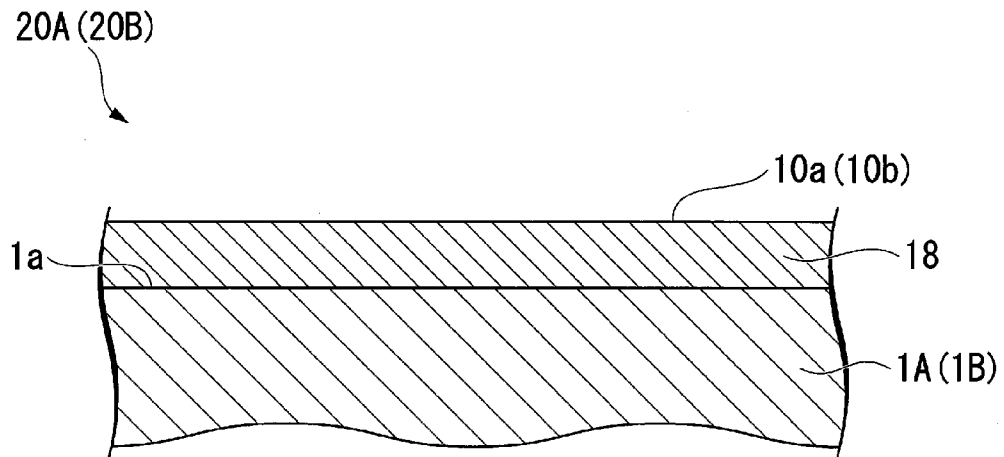
[図4]



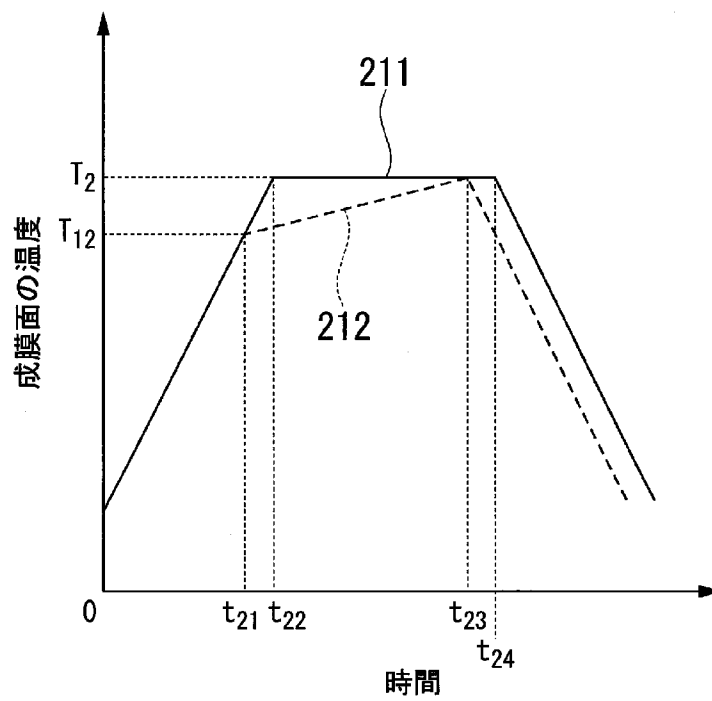
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. C03B11/00 (2006.01) i, C03B40/02 (2006.01) i, C23C14/14 (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)

Int. Cl. C03B11/00, C03B40/02, C23C14/14, G02B3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
Y A	JP 2007-137737 A (SUMITA OPTICAL GLASS, INC.) 07 June 2007, claim 1, paragraphs [0001], [0007], [0019], [0020], (Family: none)	1, 2 3, 4
Y A	JP 2003-26429 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 29 January 2003, paragraphs [0011], [0012], [0018], [0019], table 2, (Family: none)	1, 2 3, 4



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
09.04.2018

Date of mailing of the international search report
24.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004400

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-220239 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 09 August 2002, paragraphs [0003], [0023], [0038], (Family: none)	1, 2 3, 4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C03B11/00(2006.01)i, C03B40/02(2006.01)i, C23C14/14(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（IPC））

Int.Cl. C03B11/00, C03B40/02, C23C14/14, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
Y A	JP 2007-137737 A（株式会社住田光学ガラス）2007.06.07, [請求 項1]、[0001]、[0007]、[0019]、[0020]（ファ ミリーなし）	1, 2 3, 4
Y A	JP 2003-26429 A（松下電器産業株式会社）2003.01.29, [0011]、 [0012]、[0018]、[0019]、表2（ファミリーなし）	1, 2 3, 4

☒ 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

09.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

小野 久子

4 T

4035

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 A	JP 2002-220239 A (松下電器産業株式会社) 2002. 08. 09, [0 0 0 3], [0 0 2 3], [0 0 3 8] (ファミリーなし)	1, 2 3, 4