

(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



(10) 国際公開番号

WO 2010/150571 A1

PCT

(43) 国際公開日

2010 年 12 月 29 日(29.12.2010)

- (51) 国際特許分類:
C03B 11/00 (2006.01) G02B 3/00 (2006.01)
C03B 7/01 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/052841
- (22) 国際出願日: 2010 年 2 月 24 日(24.02.2010)
- (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 2009-151799 2009 年 6 月 26 日(26.06.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 (Konica Minolta Opto, Inc.) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鷹取 康二郎(TAKATORI Kojiro) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 早川 周平(HAYAKAWA Shuhei) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八

王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP). 速水 俊一(HAYAMIZU Shunichi) [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

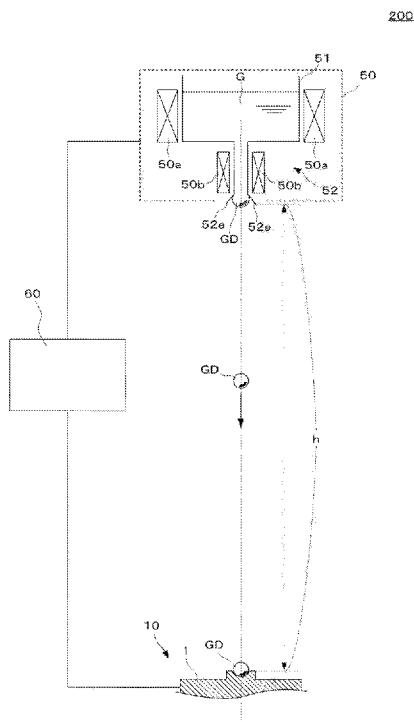
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL ELEMENT MANUFACTURING METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 光学素子の製造方法及び装置

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is an optical element manufacturing method and apparatus enabling relatively simple and high-accuracy transfer for various types of optical element formed using a pair of molds having different shapes. At a dripping step, molten glass (G) the temperature of which is controlled is dripped. At a first transferring step, the droplet is received by a first mold, and an optical surface transfer surface (11a) of the lower mold (1) is formed, thereby ensuring excellent transfer of the optical surface transfer surface (11a) (first transfer surface). A mass of glass (GG) having an appropriate viscosity on the lower mold (1) is pressed between the upper and lower molds (1, 2), and thereby good transfer of the optical surface transfer surface (12a) (second transfer surface) can be performed. Thus, the method for manufacturing a glass lens using a manufacturing apparatus (200) enables relatively simple and high-accuracy transfer of the optical surface transfer surfaces (11a, 12a).

(57) 要約: 本発明は、形状等が互いに異なる一対の型により成形される種々の光学素子について、比較的簡易で、かつ、高精度な転写を可能にする、光学素子の製造方法及び装置を提供する。滴下工程において温度調整された熔融ガラスGを滴下し、第1転写工程において第1型で受けて下型1の光学面転写面11aを形成することで、光学面転写面11a(第1転写面)において高い転写を確保することが可能となる。また、下型1上で適度な粘性を有した状態のガラス塊GGを上下型1, 2の間で加圧することで、光学面転写面12a(第2転写面)において、良好な転写を行うことができる。このように、製造装置200によるガラスレンズの製造方法では、比較的簡易で、かつ、高精度な光学面転写面11a, 12aの転写ができる。

WO 2010/150571 A1



NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, 添付公開書類:

CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 光学素子の製造方法及び装置

技術分野

[0001] 本発明は、溶融したガラス材料を一对の型間でプレスすることによって得られる光学素子の製造方法及び装置に関する。

背景技術

[0002] 光学素子であるガラスレンズの製造方法として、プリフォームを再加熱後に上下型でプレスすることにより回折レンズを成形するものが知られている（特許文献1参照）。また、凹凸パターンを有する光学素子を得るために、予め形成される光学素子の凹凸パターンに合わせた変形プリフォームを用いるものが知られている（特許文献2参照）。また、液滴から得たガラス素材を上下型で同時にプレスする際、上下型の間を周囲から覆うように規制枠を設けてプレスの圧力を横へ逃がさなくすることで転写を向上させ、回折レンズ等の複雑な構造を有するレンズを成形するものが知られている（特許文献3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-277078号公報

特許文献2：特開2004-271583号公報

特許文献3：特開平11-236224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、特許文献1の場合、凹凸パターンや深い溝の部分の転写が不完全になりやすい傾向があり、また、特許文献2のように、凹凸パターンに対応する形状を有する変形プリフォームを作製する場合、例えば製造される光学素子の凹凸パターンが複雑に又は深くなると、変形プリフォームの形状もこれに合わせて複雑な又は深いパターンにする必要がある。また、特許

文献3のように、ガラス素材を上下型で同時にプレスする場合、下型による第1面の転写と上型による第2面の転写とが厳密には同時にならず、精密な両面転写は容易でない。

[0005] そこで、本発明は、一对の型により成形される種々の光学素子について、比較的簡易で、かつ、高精度な転写を可能にする、光学素子の製造方法及び装置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] 上記課題を解決するため、本発明に係る光学素子の製造方法は、(a) 温度調整された熔融ガラスを吐出用ノズルから滴下させる滴下工程と、(b) 滴下工程で滴下された熔融ガラスを第1転写面を有する第1型で受けて第1光学面を形成する第1転写工程と、(c) 第1型上に保持されたガラス塊を冷却し粘度を上げる冷却工程と、(d) 第2転写面を有する第2型を準備するとともに、第1型と第2型とを互いに近接させることにより、第1型上に保持されたガラス塊を第1型と第2型との間で加圧して第2光学面を形成する第2転写工程とを備えることを特徴とする。

[0007] 上記光学素子の製造方法では、滴下工程において温度調整された熔融ガラスを滴下し、第1転写工程において第1型で受けて第1光学面を形成することで、加圧しなくても第1転写面において第1光学面の良好な転写を確保できる。また、冷却工程において第1型上に保持されたガラス塊が所定粘度になるまで冷却した後、第2転写工程においてガラス塊を第1型と第2型との間で加圧することで、第1転写面よりも転写性の高い第2転写面においても第2光学面に対する良好な転写を確保することができる。以上のように、上記光学素子の製造方法では、種々の形状を有する光学素子を、比較的簡易で、かつ、高精度に得ることができる。つまり、製造される光学素子は良好に転写された面形状を有するものとなる。

[0008] また、本発明の具体的な態様又は観点では、第1転写面が、第1光学面に対応して微細構造の凹凸を有することを特徴とする。この場合、第1転写工程において、第1転写面により、第1光学面に高精度な微細構造の凹凸を形

成することができる。

- [0009] 本発明の別の態様では、吐出用ノズルから滴下させる溶融ガラスの粘度が、 1×10^4 ポアズ未満であることを特徴とする。この場合、第1転写工程において、第1転写面の細部まで精密な転写を行うことが容易になる。
- [0010] また、本発明のさらに別の態様では、第1型と第2型との間で加圧される際のガラス塊の粘度が、 1×10^4 ポアズ以上であることを特徴とする。この場合、粘度を適切にコントロールすることで、第2転写面にヒケが起こることなく良好な状態の第2光学面を形成することができる。
- [0011] また、本発明のさらに別の態様では、光学素子が、第1光学面において凸状であることを特徴とする。凸状とは、凸面上に微細構造の凹凸を有する場合を含んでいるものとする。この場合、第1転写面により転写精度の良好な凸状面として第1光学面を有するレンズを作製できる。
- [0012] また、本発明のさらに別の態様では、光学素子が、NAが0.6以上の対物レンズであることを特徴とする。この場合、高NAの対物レンズの作製が可能となり、微細構造の凹凸として回折構造等を形成することで、高い回折効率を持つとともに例えば複数の波長に対応する対物レンズを得ることができる。
- [0013] また、本発明のさらに別の態様では、吐出用ノズルの先端位置から第1型の第1転写面までの距離が、0.05m以上5.0m以下であることを特徴とする。この場合、第1転写工程において、第1転写面に対する溶融ガラスの衝突圧を比較的高めて高精度な第1光学面を形成できるとともに、溶融ガラスが第1転写面で跳ね上がることを抑制できる。
- [0014] また、本発明のさらに別の態様では、第1型の第1転写面に到達する時の溶融ガラスの速度が、 1.0 m/s 以上 9.9 m/s 以下であることを特徴とする。この場合、第1転写工程において、第1転写面に対する溶融ガラスの衝突圧を比較的高めて高精度な第1光学面を形成できるとともに、溶融ガラスが第1転写面で跳ね上がることを抑制できる。
- [0015] また、本発明のさらに別の態様では、吐出用ノズルと第1型との間に開口

を有する調整部材を配置して、第1型上で受け止める溶融ガラスの量を調整することを特徴とする。この場合、調整部材により、光学素子を形成するのに適量に調整した溶融ガラスを第1型上に滴下させることができる。

[0016] また、本発明のさらに別の態様では、第1転写工程及び第2転写工程のうち少なくとも第2転写工程において、ガラス塊の拡張を制限する外周規制部材をガラス塊の周囲に配置することを特徴とする。この場合、外周規制部材により、第2転写工程において、ガラス塊をプレスする際の圧力を逃がさないことで転写を向上させることができる。

[0017] また、本発明のさらに別の態様では、外周規制部材が、第2型及び第1型の少なくとも一方に取り付けられていることを特徴とする。この場合、少なくとも第2転写工程において第1型と第2型との隙間をこれらのいずれかに付随する外周規制部材によって自動的に囲むように配置できる。

[0018] また、本発明のさらに別の態様では、冷却工程において、第1転写工程において第1型で受け止めた溶融ガラスのみをガラス塊として冷却し、第2転写工程において、第1型上で冷却されたガラス塊を第1型と第2型との間で加圧することを特徴とする。この場合、1回の滴下によって1つの光学素子が製造される。

[0019] また、本発明のさらに別の態様では、(a)第1転写工程後であって前記冷却工程前において、(b)第3転写面を有する第3型を準備するとともに、第1型と第3型とを互いに近接させることにより、第1型上に受け止めた溶融ガラスから得た半前駆体を第1型と第3型との間で加圧する補助転写工程と、(c)補助転写工程後に、温度調整された溶融状態の追加ガラスを吐出用ノズルから再度滴下させる追加滴下工程と、(d)追加滴下工程で滴下された追加ガラスを前記第1型で再度受ける追加保持工程とをさらに備えることを特徴とする。この場合、比較的少量の半前駆体に対する補助転写工程により、第1転写面での転写を高めることができる。なお、追加滴下工程で滴下される追加ガラスの材料は、例えば先の滴下工程で滴下される溶融ガラスの材料と同じものとすることができる。

[0020] また、本発明のさらに別の態様では、補助転写工程が、第1転写工程の後、3秒以内に行われることを特徴とする。この場合、比較的粘度の低いうちに半前駆体に圧力をかけることができ、第1光学面について良好な転写を確保できる。

[0021] また、本発明のさらに別の態様では、滴下工程で滴下されるガラス材料と追加滴下工程で滴下されるガラス材料とが、互いに屈折率が異なる材料であることを特徴とする。この場合、屈折率を適宜調整して多様な光学特性を有する光学素子の製造が可能となる。

[0022] 上記課題を解決するため、本発明に係る光学素子の製造装置は、(a) 温度調整された熔融ガラスを滴下させる吐出用ノズルと、(b) 吐出用ノズルから滴下された熔融ガラスを受けるための第1転写面を有するとともに、熔融ガラスが第1転写面に衝突する際の運動量を利用することにより第1光学面を形成する第1型と、(c) 第1転写面よりも転写性の高い第2転写面を有するとともに、第1型上に保持されたガラス塊を第1型との間に挟んで加圧することにより第2光学面を形成する第2型とを備えることを特徴とする。

図面の簡単な説明

[0023] [図1] 第1実施形態に係るガラスレンズの製造装置を説明するための図である。

[図2] ガラスレンズの製造用の金型装置について説明するための断面図である。

。

[図3] ガラスレンズの製造装置の一部拡大図である。

[図4] 成形されたガラスレンズの形状を説明するための断面図である。

[図5] 金型装置を用いたガラスレンズの製造における加圧成形工程について説明するため一部を拡大した断面図である。

[図6] 第1実施形態におけるガラスレンズの製造方法について説明するためのフローチャートである。

[図7] (A)、(B)は、熔融ガラス滴下後の転写についての実験例について

説明するための図である。

[図8] 第2実施形態に係るガラスレンズの製造装置を説明するための図である。

[図9] (A)、(B)は、第3実施形態に係るガラスレンズの金型装置を説明するための断面図である。

[図10] 第4実施形態に係るガラスレンズの金型装置を説明するための断面図である。

[図11] (A)、(B)は、第5実施形態に係るガラスレンズの金型装置を説明する部分拡大断面図である。

[図12] 第2実施形態におけるガラスレンズの製造方法について説明するためのフローチャートである。

[図13] 製造装置の変形例を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0024] 〔第1実施形態〕

以下、図1から図5までを参照して、本発明の第1実施形態に係る光学素子であるガラスレンズの製造方法について説明する。

[0025] 図1等に示すガラスレンズの製造装置200は、金型装置としての原材料供給部50と、成形金型10と、制御駆動装置60とを備える。なお、図1では省略しているが、成形金型10は、図2に示すように下型1に対向して配置可能な上型2を有している。

[0026] この製造装置200は、原材料供給部50において原材料であるガラスを加熱し溶融することによって得た溶融ガラスGを、成形金型10の第1型である下型1上にガラス滴GDとして滴下する。この際、ガラス滴GDは、比較的粘性の低い（温度の高い）状態で滴下され、図3に示すように、原材料供給部50から落下し下型1上に着地する際に衝突することで、下型1に合わせて変形した状態で貼り付く。以上のようにして、製造装置200は、原材料供給部50により、溶融ガラスGの一滴分であるガラス滴GDを成形金型10の下型1上に衝突するように供給させるとともに、成形金型10の下

型 1 により、衝突するガラス滴 G D の下側に対して面の転写を行わせる。さらに、製造装置 200 は、成形金型 10 の下型 1 により、転写後下型 1 上に保持されたガラス滴 G D を適宜冷却させるとともに、成形金型 10 の上型 2 により、適度に粘度の高まったガラス塊 G G を下型 1 と上型 2 の間に挟んで加圧成形させる。つまり、両型 1, 2 を利用した加圧成形により、ガラス滴 G D の主に上側に対して面の転写が行われ、図 4 に示すようなガラス製の光学素子であるガラスレンズ 100 を製造することができる。

[0027] 製造の対象となるガラスレンズ 100 は、例えばピックアップ装置に組み込まれる対物レンズとして用いることができる。ガラスレンズ 100 は、光学的機能を有するレンズ本体としての中心部 100 a と、中心部 100 a から外径方向外側に延在する環状のフランジ部 100 b とを備える。特に、このガラスレンズ 100 は、所望の光学的機能を実現するように、例えば光源側に配置される第 1 のレンズ面 101 a に微細構造 F P を有している。この微細構造 F P により、第 1 のレンズ面 101 a は、例えば記録媒体側に配置される第 2 のレンズ面 102 a よりも複雑な形状を有するものとなっている。第 1 のレンズ面 101 a に形成される微細構造 F P は、例えば異なる波長の光に対して異なる焦点距離や N A を設定可能な回折構造等とすることができる。

[0028] 図 1 に戻って、原材料供給部 50 は、ガラス溶融用の溶融坩堝 51 と、溶融ガラス G の吐出用ノズルである溶融ガラス供給ノズル 52 とを有する。なお、原材料供給部 50 は、溶融坩堝 51 や溶融ガラス供給ノズル 52 を加熱するためのヒータ 50 a, 50 b を有している。

[0029] 溶融坩堝 51 は、原料を加熱及び攪拌することによって得た溶融ガラス G を溜めており、溶融坩堝 51 の底部に接続された溶融ガラス供給ノズル 52 に対して溶融ガラス G を連続的に供給する。溶融ガラス供給ノズル 52 は、溶融坩堝 51 中の溶融ガラス G を下端の吐出部 52 a から吐出させるとともに、吐出された溶融ガラス G をガラス滴 G D として所望の周期的なタイミングで滴下させる。この際、ヒータ 50 a, 50 b は、溶融坩堝 51 及び溶融

ガラス供給ノズル52内の溶融ガラスGを、それぞれ適度な粘度の溶融状態にしている。本実施形態において、溶融ガラス供給ノズル52から吐出される溶融ガラスGは、比較的溫度が高い状態に保たれている。つまり、滴下時の溶融ガラスGの粘性は、比較的低い状態となっており、その値は 10^4 ポアズ（単位：P）以下の一定値（例えば3Pとなっている。さらに、吐出部52aは、溶融ガラスGの目標流量等に適合する内径を有し、ガラス滴GDのサイズや滴下周期を調整するため下方に向けて適度に広がるテーパ状の内面形状を有する。溶融ガラス供給ノズル52は、吐出又は滴下時の溶融ガラスGの粘性に応じて設計されており、吐出部52aに溜まった溶融ガラスGが適量に達した場合、この溶融ガラスGをその自重によってガラス滴GDとして成形金型10の下型1に向けて落下させる。ここで、溶融ガラス供給ノズル52の下端52eから下型1までの距離h即ち溶融ガラス供給ノズル52の高さは、例えば1.5mとなっている。

[0030] 図2に示すように、成形金型10は、第1型である固定側の下型1と、第2型である可動側の上型2と、上型2に付随する外周規制枠3とを備える。成形の際、上型2は制御駆動装置60の制御下で下型1に対向するように移動させられ、両型1, 2を互いに突き合わせる型閉じと、両型1, 2を適度の圧力で締め付けるような型締めとが行われる。上述のように、両型1, 2に挟まれたガラス塊GGは、下型1上で冷却されて適度な粘性を有する状態となっており、型締め時の加圧によって主に上型2の転写作用を受けてガラスレンズ100に成形される。

[0031] 次に、図2等を参照して、成形金型10の詳細について説明する。成形金型10のうち下型1は、転写のための型本体1aを備える。型本体1aは、成形に際しての下型転写面11（図5参照）として、図4に示すガラスレンズ100のうち微細構造FPを有している第1のレンズ面101aを形成するための光学面転写面11a（第1転写面）と、輪帯状のフランジ面101bを形成するためのフランジ面転写面11bとを有する。このうち、光学面転写面11aは、比較的曲率の大きな凹面となっており、微細構造FPに対

応する凹凸パターンCPを有している。これらの光学面転写面11aとフランジ面転写面11bとは、型本体1aの上端面によって画成される。型本体1aは、単一の部材とすることもできるが、例えば型枠及び入れ子型のように複数の部材で構成することもできる。なお、下型1には、型本体1aの温度を適度に保つためのヒータ20aが内蔵されている。

[0032] 上型2は、転写のための型本体2aを備える。型本体2aは、成形に際しての上型転写面12（図5参照）として、図4に示すガラスレンズ100のうち微細構造を有しておらず相対的に構造の単純な第2のレンズ面102aを形成するための光学面転写面12a（第2転写面）と、輪帯状のフランジ面102bを形成するためのフランジ面転写面12bとを有する。このうち、光学面転写面12aは、比較的曲率の小さな凹面となっており、凹凸を有しない平滑面となっている。これらの光学面転写面12aとフランジ面転写面12bとは、型本体2aの下端面によって画成される。型本体2aは、単一の部材とすることもできるが、例えば型枠及び入れ子型のように複数の部材で構成することもできる。なお、上型2には、型本体2aの温度を適度に保つためのヒータ20bが内蔵されている。

[0033] 外周規制枠3は、上型2の型本体2aに対してアライメントされた状態で固定されている。外周規制枠3は、図4に示すガラスレンズ100の外周側面103cを形成するための外周規制面として外周側面転写面13cを有する外周規制部材である。外周規制枠3は、上記のように最終製品としてのガラスレンズ100の側面を転写によって直接形成する機能のほか、製造の途中段階で流動するガラス塊GGの流れを側方から制御する役割も有する。つまり、外周規制枠3は、上型2とともに可動であるため、ガラスレンズ100の加圧成形に際して上下型1, 2の隙間を自動的に囲むように配置されるものとなっている。なお、外周側面転写面13cは、ガラスレンズ100の離型の都合を考慮して、下方に向けて広がるようなテーパ面となっている。

[0034] 制御駆動装置60は、原材料供給部50の動作と成形金型10の動作とを

制御する。例えば、制御駆動装置 60 は、原材料供給部 50 のヒータ 50 a, 50 b を適宜動作させて、熔融坩堝 51 内のガラス材料の熔融状態を調整するとともに、熔融ガラス供給ノズル 52 から吐出させる熔融ガラス G の粘度を調整する。また、制御駆動装置 60 は、上型 2 を駆動して、水平な AB 方向に移動させることができるとともに、鉛直の CD 方向に移動させることができる。両型 1, 2 を合わせて型閉じ及び型締めを行う際には、まず下型 1 の上方位置に上型 2 を移動させて両型 1, 2 の中心軸 C X 1, C X 2 を一致させ、上型 2 を降下させて下型 1 側に所定の力で押し付ける。

[0035] 図 5 の部分拡大断面図に示すように、下型 1 と上型 2 とを合わせる型閉じ及び型締めの際して、外周規制枠 3 の下端と下型 1 の型本体 1 a の上端とは、互いに近接し、これらの間には、流動するガラス塊 G G が十分に入り込めないほどのわずかな隙間 G P 1 が形成される。つまり、型締めによる加圧成形の際には、両本体 1 a, 2 a に挟まれた型空間内に溜まった空気が隙間 G P 1 を通って外部に排出されるようになっている。また、型本体 1 a の外縁部 P A と外周規制枠 3 の内縁部下端との間に隙間 G P 1 を設けることで、空気抜きの効果だけでなく、加圧成形時に型本体 1 a と外周規制枠 3 とが干渉することを回避できる。これにより、下型 1 等の損傷を回避できるだけでなく、得られたガラスレンズ 100 において、非点収差等のガラスレンズ性能が劣化すること、厚み等の形状精度が劣化することを防止できる。

[0036] 以上のようにして、図 4 に示すようなガラスレンズ 100 が成形される。このガラスレンズ 100 は、全体として凸レンズ状であり、NA が 0.6 以上の対物レンズである。ガラスレンズ 100 は、第 1 光学面である第 1 のレンズ面 101 a の全体的な曲率が第 2 光学面である第 2 のレンズ面 102 a の全体的な曲率よりも大きくなるような、偏りを有している。特に、ガラスレンズ 100 の第 1 のレンズ面 101 a には、下型 1 の光学面転写面 11 a を転写した微細構造 F P が形成されている。このガラスレンズ 100 は、上記のようにして製造されるため、レンズ面 101 a, 102 a がより精密に転写された良好な状態の表面形状を有するものとなっている。つまり、ガラ

スレンズ 100 は、使用される複数の波長の光束に対して高い回折効率を持つ高 NA の対物レンズとなっている。

[0037] 以下、図 1 等 to 示す製造装置 200 を用いたガラスレンズ 100 の製造方法の具体的な一例について、図 6 のフローチャート等により説明する。

[0038] まず、図 1 に示すように、制御駆動装置 60 は、溶融ガラス供給ノズル 52 の下方に下型 1 を配置し、溶融ガラス供給ノズル 52 からガラス滴 GD を下型 1 の光学面転写面 11a 上に自然滴下させる滴下工程の処理が行われる（ステップ S1）。具体的に説明すると、溶融ガラス供給ノズル 52 に導かれた溶融ガラス G は、下端の吐出部 52a に溜まる。先端部 52d に溜まった溶融ガラス G は、所定量に達したところで、 10^4 P（ポアズ）以下の滴下目標粘度、例えば 10^3 P の粘度を有するガラス滴 GD として落下する。なお、溶融ガラス G に用いる原材料のガラスとしては、例えば、リン酸塩系ガラス等が用いられる。この際、溶融ガラス供給ノズル 52 の下端 52e から下型 1 の光学面転写面 11a までの距離 h は、例えば距離 $h = 1.5$ m に設定されている。この設定で自然滴下させると、ガラス滴 GD の光学面転写面 11a 上における衝突速度は約 5.4 m/s となる。なお、距離 $h = 1.0$ m の設定で自然滴下させると、ガラス滴 GD の衝突速度は約 4.4 m/s となる。下型 1 は、当該速度で落下してきたガラス滴 GD を光学面転写面 11a で受け止める（ステップ S2）。この場合、ステップ S2 において、ガラス滴 GD は、ある程度の勢いを有し、かつ、粘性 10^4 P 以下と比較的低粘度の状態となっている。このため、図 3 に示すように、ガラス滴 GD に対しては、光学面転写面 11a において適度に拡がりつつ高精度に転写がなされる（第 1 転写工程）。なお、制御駆動装置 60 は、ステップ S2 において、不図示のセンサー等により光学面転写面 11a 上にガラス滴 GD が滴下したことを確認し時間計測を併せて開始する。次に、制御駆動装置 60 は、下型 1 上方に上型 2 を配置する型準備工程を行う（ステップ S3）。つまり、制御駆動装置 60 は、図 1 の状態から図 2 の状態になるように各部材の移動を適宜行う。ステップ S3 の型準備工程が終了すると、制御駆動装置 60 は、一旦

動作を停止させ（ステップS 4）、ステップS 2で開始した計測時間が一定時間に達したかを確認し（ステップS 5）、一定時間に達していなければ（ステップS 5：N o）、ガラス滴G Dの粘度がまだ低いと判断し、ステップS 4の動作停止処理を継続する。一方、制御駆動装置6 0は、一定時間に達すると（ステップS 5：Y e s）、ガラス滴G Dがある程度の粘性をもったガラス塊G Gに変性したと判断する（冷却工程の終了）。ここで、ガラス塊G Gに変性したと判断する際のガラス滴G Dの粘度の基準値は例えば 10^4 P以上のプレス目標粘度とする。つまり、ステップS 5では、ガラス滴G Dの粘度が例えば 10^4 P以上のプレス目標粘度、例えば 10^5 Pに達したか否かを判断している。ステップS 5において、制御駆動装置6 0は、一定時間経過したと判断すると、上型2を下降させ、ガラスレンズ1 0 0を成形する第2転写工程の処理を行う（ステップS 6）。具体的には、予め下型1と同程度の温度に保っておいた上型2を下降させ、下型転写面1 1と上型転写面1 2とを互いに対向させた状態を維持して上型2を下型1に近接させるとともに上下型1, 2の隙間を周囲から覆うように外周規制枠3を配置して、所望のプレス目標粘性を持つガラス塊G Gを上下型1, 2及び外周規制枠3によって形成される型空間内に閉じ込めて加圧成形する。この際、上型2によりガラス塊G Gは押しつぶされるように変形し、光学面転写面1 2 a、フランジ面転写面1 2 b及び外周側面転写面1 3 cによって、ガラスレンズ1 0 0のうちまだ成形されていない残りの表面形状を構成する第2のレンズ面1 0 2 a、フランジ面1 0 2 b、外周側面1 0 3 c等がそれぞれ形成される（図4、5参照）。また、光学面転写面1 1 aについても、この加圧成形により、より高精度な状態で転写がなされ、第1のレンズ面1 0 1 aについても面形状が定まる。上記成形工程の後半においてガラス塊G Gの温度が漸次低下していくことにより、ガラス塊G Gが徐々に硬化しガラスレンズ1 0 0が成形される。ガラスレンズ1 0 0を十分に冷却した後、制御駆動装置6 0が下型1及び上型2の加圧を解除して、上型2を上昇させることにより、ガラスレンズ1 0 0を型外へ取り出す取出工程の処理が行われる（ステップS 7）

。

- [0039] 以上の製造方法によれば、滴下工程において温度調整された熔融ガラスGを滴下し、第1転写工程において第1型で受けて下型1の光学面転写面11aを形成することで、特に加圧しなくても光学面転写面11a（第1転写面）において高い転写を確保することが可能となる。
- [0040] また、下型1上で適度な粘性を有した状態のガラス塊GGを上下型1, 2の間で加圧することで、光学面転写面11a（第1転写面）よりも相対的に転写性の高い光学面転写面12a（第2転写面）において、良好な転写を行うことができる。以上により、上記製造装置200によるガラスレンズ100の製造方法では、比較的簡易で、かつ、高精度な光学面11a, 12aの転写ができる。つまり、製造されるガラスレンズ100は良好な状態の面形状のレンズ面101a, 102aを有するものとなる。
- [0041] 以上において、本実施形態に係る製造装置200の設定は、上記のような場合に限られるものではない。例えば、上記において、熔融ガラスGを滴下する際の粘度（ガラスの滴下粘度）を 10^3 P（ポアズ）としているが、必要とする粘性は、この値に限らず、転写面11, 12の形状等に応じて適宜変更可能である。なお、熔融ガラスGを滴下する際の粘度は、 10^2 Pから 10^3 Pの値が望ましい。また、下端52eから光学面転写面11aまでの距離hは、例えば1.5m、1.0mに設定されているが、距離hの値は、適宜変更可能である。また、プレス目標粘度は、 10^4 P以上の値であることが望ましい。さらには、 10^4 Pから 10^8 Pの値であることが望ましい。
- [0042] 以下、製造装置200によるガラスレンズ100の製造条件を決定するために行った実験について説明する。図7（A）及び7（B）は、滴下工程で図1等を示す下型1に代えて用いる2つの実験用の実験用金型1A、1Bの断面を示し、下記表1～3は、実験用金型1A、1Bを用いた場合の転写状態の実験結果を説明するものである。なお、表1は、実験の際の充填率すなわち転写状態の評価の基準を示し、表2は、滴下時の熔融ガラスGの粘度と充填率等から得た転写状態の評価結果との関係を示し、表3は、実験用金型

1 A、1 Bに到達する際のガラス滴G Dの速度と転写状態の評価結果との関係を示す。

[0043] [表1]

充填率(%)	0～80未満	80～90未満	90～99未満	99～100
評価	×	△	○	◎

[0044] [表2]

ガラスの滴下粘度(P)	$\times 10^{0.5}$	$\times 10^1$	$\times 10^2$	$\times 10^3$	$\times 10^4$	$\times 10^5$	$\times 10^7$
転写の評価	○	○	◎	◎	○	△	×

[0045] [表3]

ガラスの滴下速度(m/s)	1.0	1.4	1.9	2.4	3.1	4.4	6.2	7.6	8.8	9.9	14
想定高さ(m)	0.05	0.1	0.2	0.3	0.5	1	2	3	4	5	10
転写の評価	△	○	○	○	◎	◎	○	○	○	△	×

[0046] 図7 (A)の実験用金型1 Aは、円筒状の窪みA Aを有し、7 (B)の実験用金型1 Bは、円錐状の窪みB Bを有しており、いずれの窪みA A、B Bもガラスレンズ作製用の下型1 或いはその一部の微細構造に見立てたものである。

[0047] 表1において、充填率とは、実験用金型1 A、1 Bの有する窪みの容積に対するガラス滴G Dの占める比率を言い、ここでは、図7 (A)及び7 (B)に示す断面における実験用金型1 A、1 Bの断面積A 1、B 1に対するガラス滴G Dの断面積A G、B Gによって定めている。評価基準としては、表1に示すように、充填率が90パーセント以上あるものを実用レベルとし、より好ましくは充填率が99パーセント以上であるものとする。また、評価基準としては、充填率のほかに転写率も考慮する。転写率は、実験用金型1 A、1 Bの表面S A、S Bに接する溶融ガラスGの比率を言い、跳ね上がりや空気の巻き込みを防止しつつ周囲への広がり確保する観点から一定以上であることを必要とするものとする。上記表2に示す結果から、溶融ガラス

Gのガラスの滴下粘度については、 10^4 P以下であれば、十分な転写状態が得られることが分かる。また、上記表3に示す結果から、光学面転写面11a到達時の速度であるガラスの滴下速度については、 1.0 m/s 程度から 9.9 m/s 程度までの範囲、即ち滴下速度に対応する溶融ガラス供給ノズル52の高さに対応する落下の距離hについては、 0.05 m 程度から 5.0 m 程度までの範囲で、転写が可能であることが分かる。特に、ガラスの滴下速度が 1.9 m/s から 8.8 m/s 程度までの範囲で、落下の距離が 0.2 m から 4.0 m 程度までの範囲で、より良好な転写結果が得られている。つまり、滴下速度 $1.0\sim 9.9\text{ m/s}$ 程度とし、或いは距離 $h=0.05\sim 5.0\text{ m}$ 程度とすること、好ましくは、滴下速度 $1.9\sim 9.0\text{ m/s}$ 程度とし、或いは落下の距離 $0.2\sim 4.0\text{ m}$ 程度とすることで、ガラス滴GDが光学面転写面11aに対して十分な運動量で衝突して必要な転写作用を受けるとともにガラス滴GDが光学面転写面11aから跳ね上がることを抑制でき、高精度な光学面の転写状態の確保された実用的な転写を行うことができる。

[0048] 〔第2実施形態〕

以下、本発明に係る第2実施形態に係る光学素子であるガラスレンズの製造装置について説明する。第2実施形態の製造装置は、第1実施形態の製造装置を変形したものであり、特に説明しない部分は、第1実施形態と同様である。

[0049] 図8に示すように、本実施形態における製造装置300では、吐出用ノズルである溶融ガラス供給ノズル52から第1型である下型1までの間に調整部材370を配置している。調整部材370は、開口OPと筒状部SPと滴下口EPとを有し、ガラス滴GDを通過させることでガラス滴GDの量を調整する。より具体的に説明すると、開口OPは、溶融ガラス供給ノズル52に対向する位置に配置されており、溶融ガラス供給ノズル52から滴下されたガラス滴GDは、下型1に到達する前に、開口OPから調整部材370に入り込む。調整部材370に入り込んだガラス滴GDは、筒状部SPを通過

して、開口OPよりも小径の滴下口EPを介して滴下される。この場合、調整部材370を通過することで、例えばガラス滴GDの一部が除去され、ガラス滴GDのサイズが1滴で1つのガラスレンズ100の作製に適切な量となるように調整できる。また、滴下口EPから下型1上の最適な位置（光学面転写面11aの中心位置）に向くように滴下位置が調整されている。ただし、落下速度については、調整部材370の存在によって低下する可能性があるが、当該速度についても調整部材370の配置高さ等によって調整可能である。

[0050] 本実施形態の製造装置300を用いた製造方法においても、比較的簡易で、かつ、高精度な光学面の転写状態で製造を行うことができる。従って、製造されるガラスレンズ100は良好な状態の面形状を有するものとなる。また、この場合、調整部材370によりガラス滴GDの通過が制限され、ガラスレンズ100を形成するのに適量のガラス滴GDが下型1上に滴下される。

[0051] 〔第3実施形態〕

以下、本発明に係る第3実施形態の成形金型について説明する。第3実施形態の成形金型は、第1実施形態の成形金型を変形したものであり、特に説明しない部分は、第1実施形態と同様である。

[0052] 図9（A）に示すように、本実施形態における第1の成形金型410は、可動側の下型1に外周規制枠3を備えている。つまり、成形金型410の外周規制枠3は、型本体1aに対してアライメントされた状態で固定されている。この場合、外周規制枠3は、上記のように最終製品としてのガラスレンズ100の側面を転写によって直接形成する機能のほか、第1転写工程において、ガラス滴GDが下型1に衝突する際に、ガラス滴GDが周囲に飛散することを抑える役割も果たす。なお、外周規制枠3は、円環状の枠体であるが、離型の都合を考慮して、例えば2つの半円環状の部材に分離可能となっている。

[0053] また、図9（B）に示すように、本実施形態における変形例である第2の

成形金型 1 4 1 0 は、下型 1 のフランジ面転写面 1 1 b となるべき面上の一部に外周規制枠 3 を配置している。つまり、第 2 の成形金型 1 4 1 0 は、フランジ面転写面 1 1 b のうち外縁側に外周規制枠 3 を固定させており、上型 2 も外周規制枠 3 との干渉回避を考慮した形状となっている。この場合も、ガラス滴 G D が下型 1 に衝突する際に、外周規制枠 3 は、ガラス滴 G D が周囲に飛散することを抑える役割も果たすものとなる。

[0054] なお、外周規制枠 3 については、下型 1 及び上型 2 のいずれかだけでなく、下型 1 及び上型 2 の双方に設けられていてもよい。

[0055] 本実施形態の成形金型 4 1 0, 1 4 1 0 やこれを用いた製造方法においても、比較的簡易で、かつ、高精度な光学面の転写状態で製造を行うことができる。従って、製造されるガラスレンズ 1 0 0 は良好な状態の面形状を有するものとなる。また、この場合、滴下時におけるガラス滴 G D の飛散抑制を図ることも可能となる。

[0056] 〔第 4 実施形態〕

以下、本発明に係る第 4 実施形態の成形金型について説明する。第 4 実施形態の成形金型は、第 1 実施形態等の成形金型を変形したものであり、特に説明しない部分は、第 1 実施形態等と同様である。

[0057] 図 1 0 に示すように、本実施形態における成形金型 2 4 1 0 は、図 2 等に応示するような外周規制枠 3 を備えていない。つまり、成形金型 2 4 1 0 を構成する上下型 1, 2 を型閉じ状態とした場合、下型 1 の下型転写面 1 1 と上型 2 の上型転写面 1 2 とが離間して対向し、下型転写面 1 1 上に保持されたガラス塊 G G は、両転写面 1 1, 1 2 間でプレスされ主に上型転写面 1 2 によってガラスレンズ 1 0 0 の第 2 のレンズ面 1 0 2 a 等の成形即ち転写が行われる。この際、両型 1, 2 間の隙間の外周が開放された状態となるが、両型 1, 2 の温度、ガラス塊 G G の粘度等の調整により、プレス圧に頼らず第 2 のレンズ面 1 0 2 a の精密な転写すなわち高品位のガラスレンズ 1 0 0 の形成が可能になる。

[0058] 〔第 5 実施形態〕

以下、本発明に係る第5実施形態の成形金型について説明する。第5実施形態の成形金型は、第1実施形態等の成形金型を変形したものであり、特に説明しない部分は、第1実施形態等と同様である。

[0059] 図11(A)及び11(B)に示すように、本実施形態における成形金型510は、上下型1, 2に加え、第3型である補助転写型511を有する。補助転写型511は、第3転写面である補助転写面511aを有する。ここで、この成形金型510によるガラスレンズの作製では、1滴のガラス滴GDで1つのガラスレンズが作製されるのではなく、段階的に滴下される2滴の第1ガラス滴GD1と第2ガラス滴GD2とによって1つのガラスレンズの作製されるものとなっている。つまり、まず、原材料供給部50の熔融ガラス供給ノズル52(図1参照)から、比較的少量の第1ガラス滴GD1が滴下され、その後ある間隔をおいて第2ガラス滴GD2が滴下される。下型1上に第1ガラス滴GD1が滴下されると、可動側にある補助転写型511は、図11(A)に示すように、下型1に近接して、下型1上に受け止めた第1ガラス滴GD1を半前駆体HFとして加圧する(補助転写工程)。補助転写型511の補助転写面511aにより、中間形成面GDaが半前駆体HFに形成される。さらに、成形金型510は、補助転写型511を退避させ、中間形成面GDa上に、熔融状態の追加ガラスである第2ガラス滴GD2を熔融ガラス供給ノズル52から再度滴下させる(追加滴下工程)。追加滴下工程において滴下された第2ガラス滴GD2を、下型1に保持された半前駆体HFに形成されている中間形成面GDa上で受け(追加保持工程)、図11(B)に示すように、上型2と下型1とにより第1ガラス滴GD1から得た半前駆体HFと第2ガラス滴GD2とを合わせて1つのガラス塊GGとして加圧成形する(第2転写工程)。以上により、光学素子であるガラスレンズ100(図4参照)を成形する。

[0060] 以下、成形金型510を用いたガラスレンズの製造方法について、図12のフローチャート等により説明する。

[0061] まず、図1等の熔融ガラス供給ノズル52から第1ガラス滴GD1を下型

1の光学面転写面11a上に自然滴下させる主滴下工程の処理が行われる（ステップS101）。下型1は、落下してきた第1ガラス滴GD1を光学面転写面11aで受け止める（ステップS102）。次に、制御駆動装置60は、図11（A）に示す補助転写型511を準備する（ステップS111）。つまり、制御駆動装置60は、補助転写型511を下型1上に保持された第1ガラス滴GD1の真上にくるように移動させる（補助転写型準備工程）。次に、制御駆動装置60は、補助転写型511を下型1に近接させて、補助転写型511の補助転写面511aを第1ガラス滴GD1から得た半前駆体HFに押し付けるようにして、半前駆体HFを加圧する補助転写工程を行う（ステップS112）。これにより、半前駆体HFの下部が光学面転写面11aに押し付けられて、転写の状態の向上を図れる。このため、補助転写工程は、第1ガラス滴GD1即ち半前駆体HFの流動性が高いうちに素早く行われることが望ましい。ここでは、補助転写工程は、ステップS102において第1ガラス滴GD1が光学面転写面11aで受け止められた後、3秒以内、好ましくは1秒以内に行われるものとする。補助転写型511を退避させた後、熔融ガラス供給ノズル52から第2ガラス滴GD2が滴下される（ステップS113）。第2ガラス滴GD2は、半前駆体HFに形成された中間形成面GDa上に保持される（ステップS114）。ここでは、第1ガラス滴GD1から得た半前駆体HF上に第2ガラス滴GD2が重なったものを一纏まりのガラス塊GGとして取り扱う。なお、制御駆動装置60は、ステップS114において、不図示のセンサー等により半前駆体HF上に第2ガラス滴GD2が滴下したことを確認し時間計測を併せて開始する。次に、制御駆動装置60は、下型1上に上型2を設置する型準備工程を行う（ステップS103）。ステップS103の型準備工程が終了すると、制御駆動装置60は、一旦動作を停止させ（ステップS104）、一定時間に達したことを確認すると（ステップS105）、第2ガラス滴GD2等がある程度の粘性をもったガラス塊GGに変性したと判断し、第2転写工程の処理を行う（ステップS106）。ステップS106の後半においてガラス塊GGの温

度が漸次低下していくことにより、ガラスレンズ１００が成形され、十分に冷却した後、ガラスレンズ１００が取り出される（ステップＳ１０７）。

[0062] なお、以上において、補助転写面５１１ａを形成する凸部ＰＴは、光学面転写面１１ａの形状に沿うような曲面を有している、これにより、補助転写工程において、第１ガラス滴ＧＤ１即ち半前駆体ＨＦが図１１（Ａ）に示す矢印の方向に略均等に押し付けられることで、転写の状態を高めることが可能になっている。

[0063] また、上記実施形態において、第１ガラス滴ＧＤ１と第２ガラス滴ＧＤ２とは、ともに同じ原材料供給部５０（図１参照）から滴下させているが、例えば図１３に示すように、製造装置５００において、熔融坩堝５１ａ、５１ｂをそれぞれ有する２つの原材料供給部５５０、５５０を交互に用いることにより、第１ガラス滴ＧＤ１と第２ガラス滴ＧＤ２とについて互いに屈折率の異なるガラス材料を使用してもよい。この場合、屈折率を適宜調整して多様な光学特性を有するガラスレンズの製造が可能となる。

[0064] 以上、各実施形態に係る製造装置について説明したが、本発明に係る製造装置は上記のものには限られない。

[0065] まず、上記実施形態では、ＮＡを０．６以上の微細構造を有する対物レンズとしているが、これに限らず回折素子等種々の微細構造を有するレンズの製造が可能である。なお、ＮＡが０．６以上の高いＮＡのレンズは、Ｂｌｕ－Ｒａｙ等の高精度なレンズに適用させることができる。

[0066] また、上記実施形態において、光学面転写面１２ａ（第２転写面）は、光学面転写面１１ａ（第１転写面）よりも転写性の高いものとしているが、光学面転写面１２ａにより形成される第２のレンズ面１０２ａ（第２光学面）については、ガラスレンズ１００を取出した後、再加熱や研磨によりさらに加工することも可能である。

[0067] また、上記実施形態において、製造装置２００、３００、５００は、ガラスレンズ１００の製造の各工程を行うために、原材料供給部５０、５５０と上型２とを移動させるものとしているが、原材料供給部５０等と上型２との

入替えの方法は、これに限らない。例えば、下型 1 のみを移動させることができる。また、例えば溶融ガラス供給ノズル 5 2 の滴下位置よりも下方に出し入れ可能なシャッターを設け、上型 2 を当該シャッターよりも下方において出し入れ可能な態様としてもよい。この場合、滴下工程に際しては、シャッター及び上型 2 を退避させておくことで滴下が適切に行われる。一方、転写・成形の工程に際しては、シャッターを挿入することによりガラス滴 G D , G D 1 , G D 2 の滴下を遮断するとともに、シャッターの下方に上型 2 に配置することで、上下型 1 , 2 による転写・成形が行われる。

[0068] また、上記実施形態では、第 1 転写工程において、下型 1 が固定されており、下型 1 の光学面転写面 1 1 a 上でガラス滴 G D を受け止める際の速度がガラス滴 G D の落下速度である。しかし、この速度の範囲については、下型 1 に対するガラス滴 G D , G D 1 , G D 2 の相対的な速度で定まるものであり、例えば下型 1 を上下動可能とする場合、ガラス滴 G D , G D 1 , G D 2 の落下速度に下型 1 の移動速度を加味したものとなる。つまり、下型 1 を上方に移動させつつガラス滴 G D , G D 1 , G D 2 を滴下することで、低い位置からの滴下であっても転写を良好なものとできる。

[0069] また、上記実施形態では、冷却工程において、ガラス滴 G D 等が目標粘性を有するガラス塊 G G に変性したか否かを時間経過により判断しているが、この判断は、時間経過に限らず、例えば赤外線センサー等によりガラス滴 G D 等の温度を測定することでもできる。

符号の説明

[0070] 200, 300, 500 製造装置

1 下型

2 上型

511 補助転写型

1a, 2a 型本体

3 外周規制枠

60 制御駆動装置

1 0, 4 1 0, 4 1 0 b, 5 1 0 成形金型

1 1 下型転写面

1 2 上型転写面

1 1 a, 1 2 a 光学面転写面

1 1 b, 1 2 b フランジ面転写面

1 1 c 周側面転写面、

1 3 c 外周側面転写面

5 0, 5 5 0 原材料供給部

5 1 溶融坩堝

5 2 溶融ガラス供給ノズル

5 2 a 吐出部

1 0 0 ガラスレンズ

1 0 0 a 中心部

1 0 0 b フランジ部

1 0 1 a, 1 0 2 a レンズ面

1 0 1 b, 1 0 2 b フランジ面

1 0 1 c 外周側面

C X 1, C X 2 中心軸

G 溶融ガラス

G D, G D 1, G D 2 ガラス滴

G G ガラス塊

P A 外縁部

請求の範囲

- [請求項1] 温度調整された熔融ガラスを吐出用ノズルから滴下させる滴下工程と、
- 前記滴下工程で滴下された熔融ガラスを第1転写面を有する第1型で受けて第1光学面を形成する第1転写工程と、
- 前記第1型上に保持されたガラス塊を冷却し粘度を上げる冷却工程と、
- 第2転写面を有する第2型を準備するとともに、前記第1型と前記第2型とを互いに近接させることにより、前記第1型上に保持された前記ガラス塊を前記第1型と前記第2型との間で加圧して第2光学面を形成する第2転写工程と、
- を備えることを特徴とする光学素子の製造方法。
- [請求項2] 前記第1転写面は、前記第1光学面に対応して微細構造の凹凸を有することを特徴とする請求項1に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項3] 前記吐出用ノズルから滴下させる前記熔融ガラスの粘度は、 10^4 ポアズ未満であることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項4] 前記第1型と前記第2型との間で加圧される際の前記ガラス塊の粘度は、 10^4 ポアズ以上であることを特徴とする請求項3に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項5] 前記光学素子は、前記第1光学面において凸状であることを特徴とする請求項1から請求項4までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項6] 前記光学素子は、NAが0.6以上の対物レンズであることを特徴とする請求項5に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項7] 前記吐出用ノズルの先端位置から前記第1型の前記第1転写面までの距離は、0.05m以上5.0m以下であることを特徴とする請求項1から請求項6までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。

- [請求項8] 前記第1型の前記第1転写面に到達する時の前記溶融ガラスの速度は、 1.0 m/s 以上 9.9 m/s 以下であることを特徴とする請求項1から請求項7までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項9] 前記吐出用ノズルと前記第1型との間に開口を有する調整部材を配置して、前記第1型上で受け止める溶融ガラスの量を調整することを特徴とする請求項1から請求項8までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項10] 前記第1転写工程及び前記第2転写工程のうち少なくとも前記第2転写工程において、前記ガラス塊の拡張を制限する外周規制部材を前記ガラス塊の周囲に配置することを特徴とする請求項1から請求項9までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項11] 前記外周規制部材は、前記第2型及び前記第1型の少なくとも一方に取り付けられていることを特徴とする請求項10に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項12] 前記冷却工程において、前記第1転写工程において前記第1型で受け止めた溶融ガラスのみを前記ガラス塊として冷却し、前記第2転写工程において、前記第1型上で冷却された前記ガラス塊を前記第1型と前記第2型との間で加圧することを特徴とする請求項1から請求項11までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。
- [請求項13] 前記第1転写工程後であって前記冷却工程前において、
第3転写面を有する第3型を準備するとともに、前記第1型と前記第3型とを互いに近接させることにより、前記第1型上に受け止めた溶融ガラスから得た半前駆体を前記第1型と前記第3型との間で加圧する補助転写工程と、
前記補助転写工程後に、温度調整された溶融状態の追加ガラスを吐出用ノズルから再度滴下させる追加滴下工程と、
前記追加滴下工程で滴下された追加ガラスを前記第1型で再度受ける追加保持工程と、

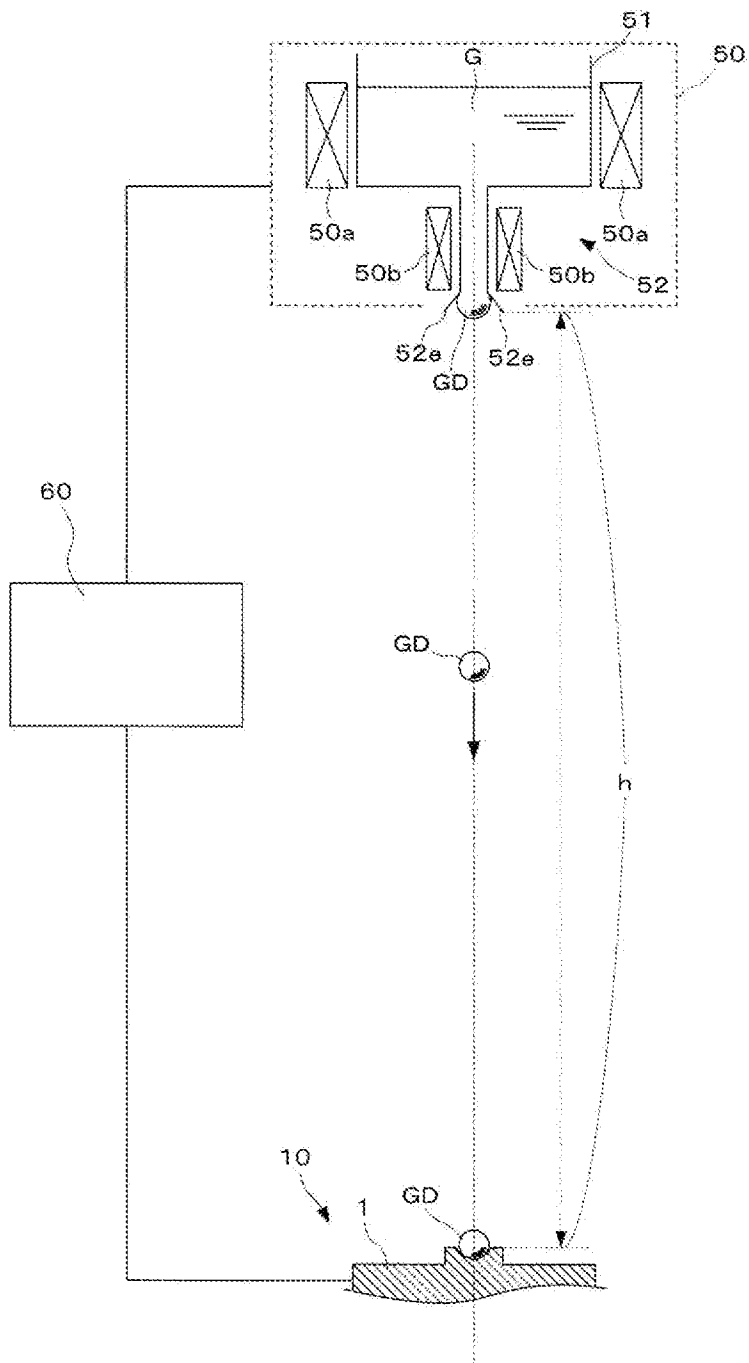
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 11 までのいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。

[請求項14] 前記補助転写工程は、前記第 1 転写工程の後、3 秒以内に行われることを特徴とする請求項 13 に記載の光学素子の製造方法。

[請求項15] 前記滴下工程で滴下されるガラス材料と前記追加滴下工程で滴下されるガラス材料とは、互いに屈折率が異なる材料であることを特徴とする請求項 13 及び請求項 14 のいずれか一項に記載の光学素子の製造方法。

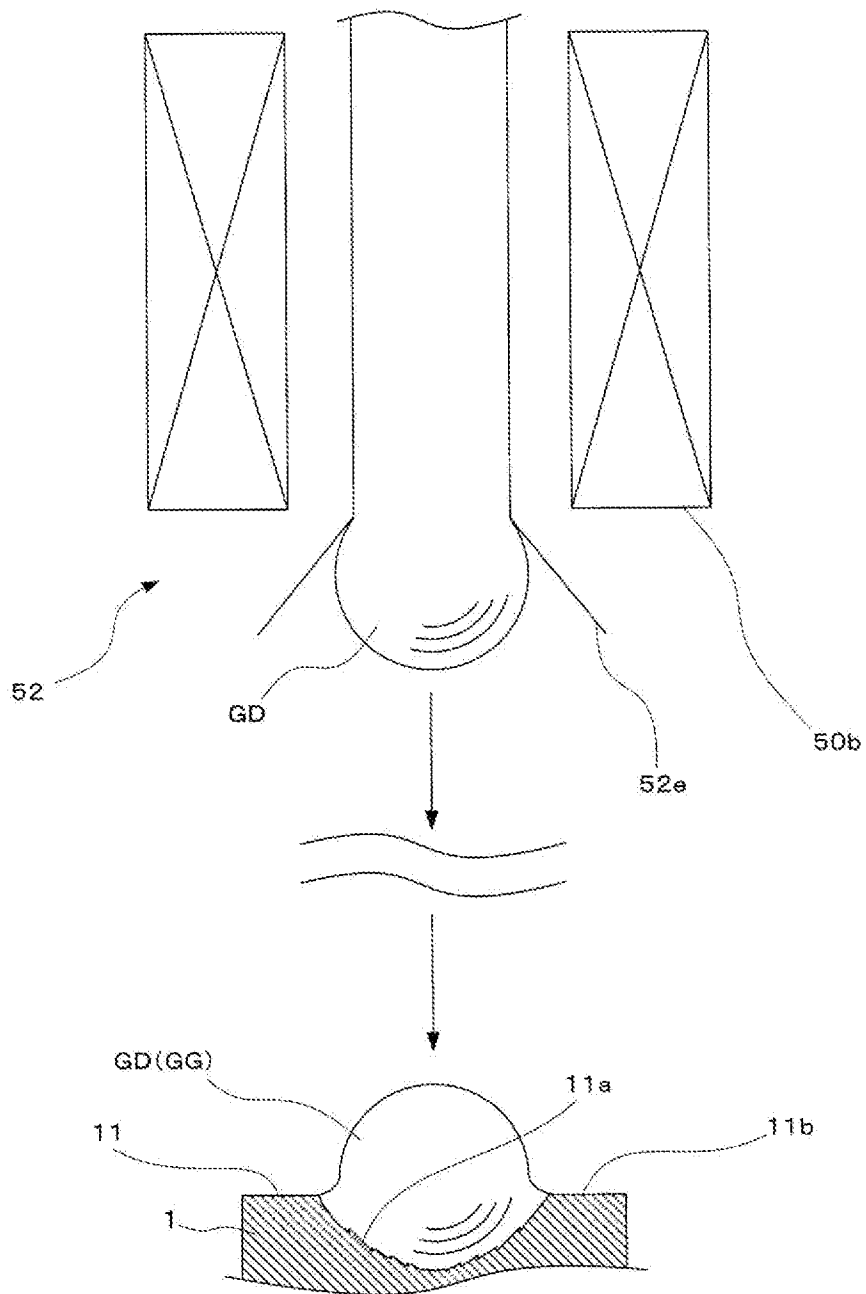
[請求項16] 温度調整された熔融ガラスを滴下させる吐出用ノズルと、
前記吐出用ノズルから滴下された熔融ガラスを受けるための第 1 転写面を有するとともに、前記熔融ガラスが前記第 1 転写面に衝突する際の運動量を利用することにより第 1 光学面を形成する第 1 型と、
前記第 1 転写面よりも転写性の高い第 2 転写面を有するとともに、前記第 1 型上に保持された前記ガラス塊を前記第 1 型との間に挟んで加圧することにより第 2 光学面を形成する第 2 型と、
を備えることを特徴とする光学素子の製造装置。

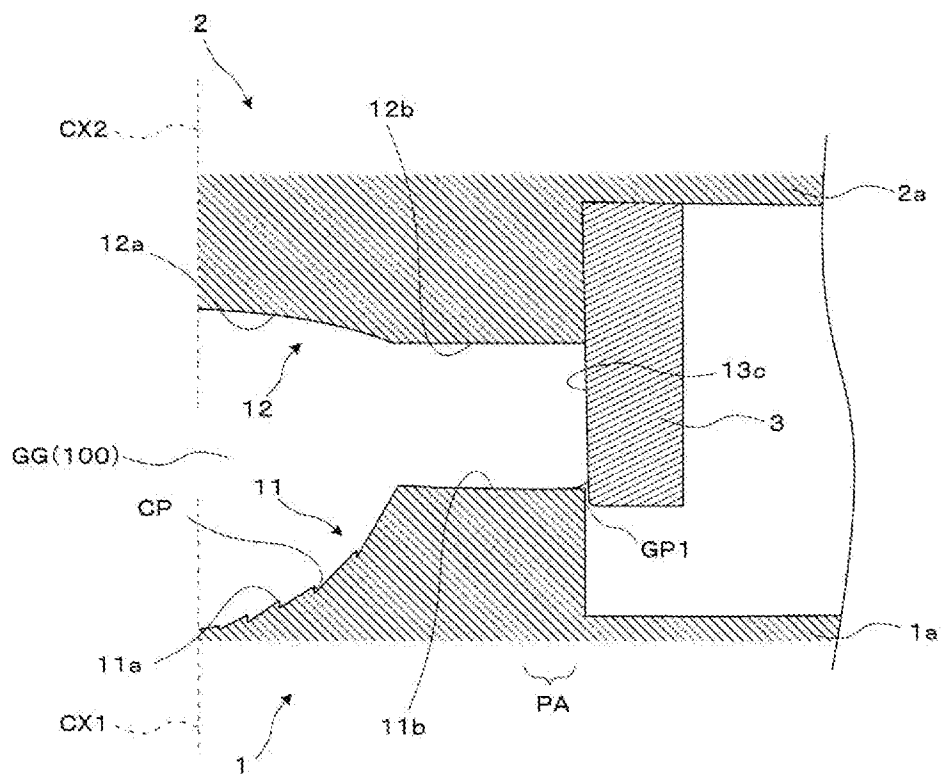
[図1]

200

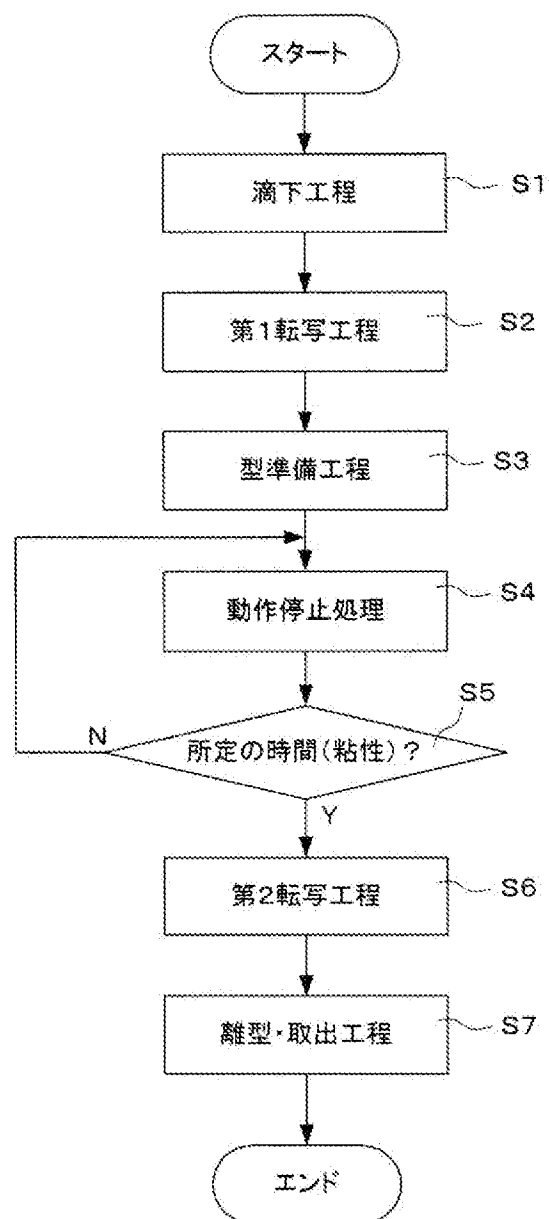
[図3]

200

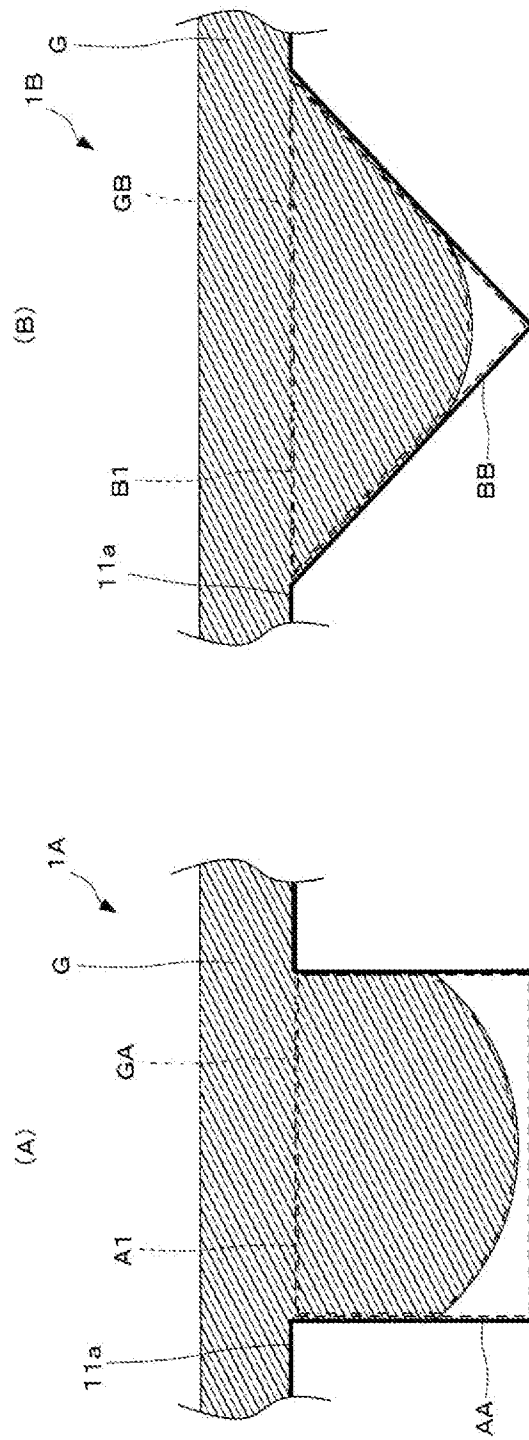




[図6]

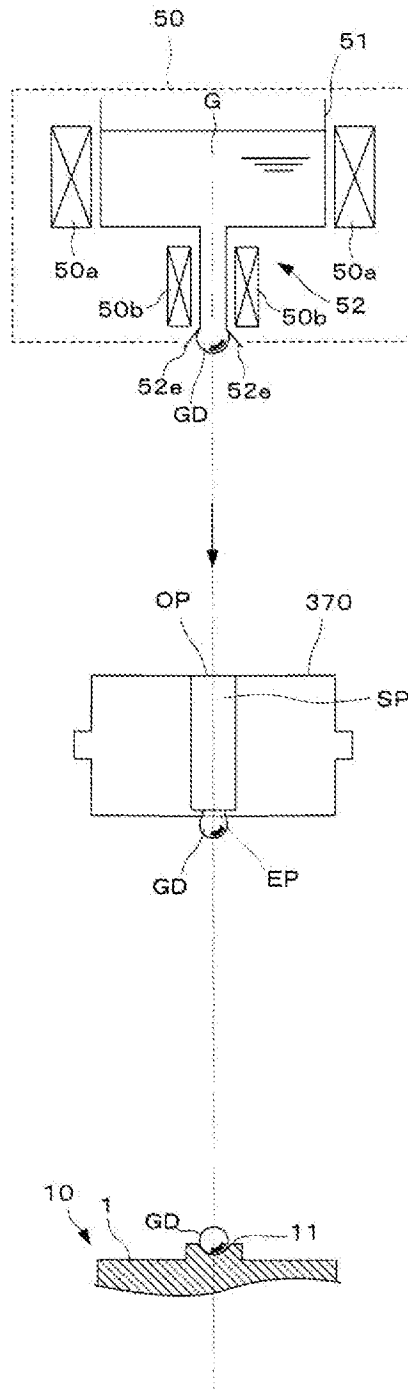


[図7]

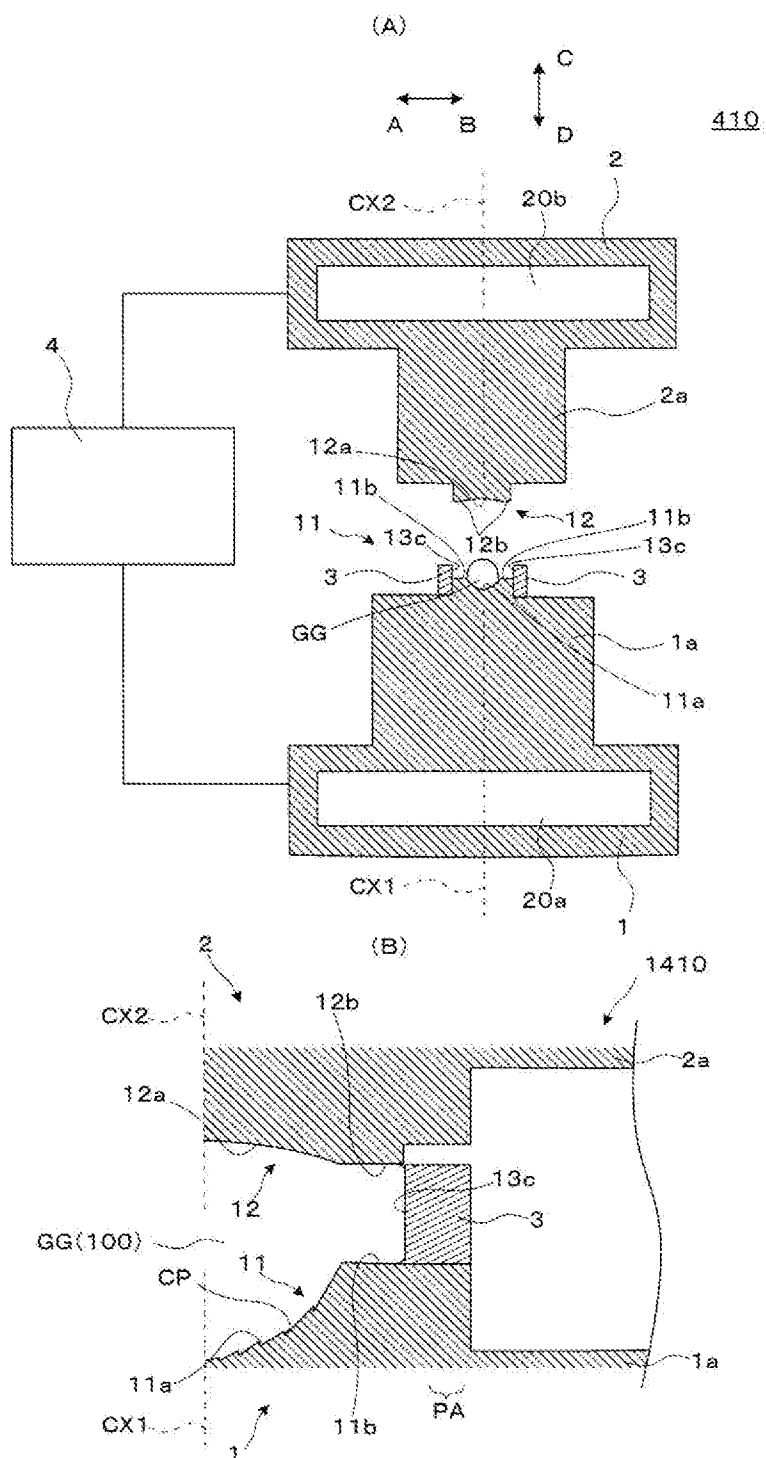


[図8]

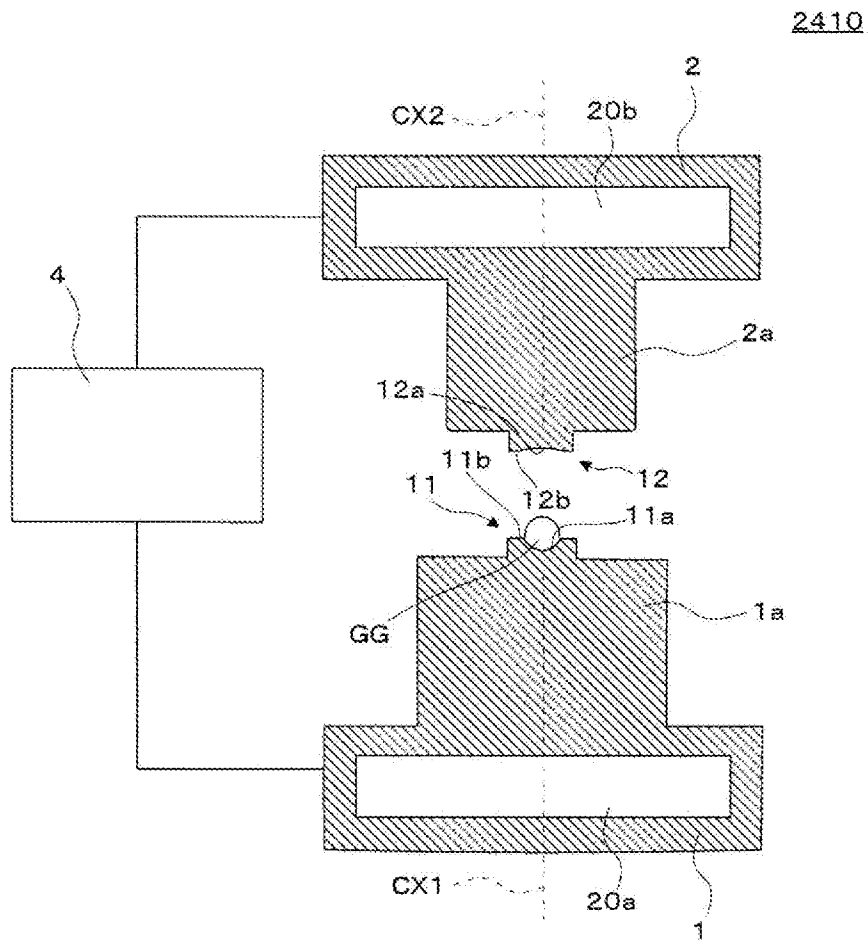
300



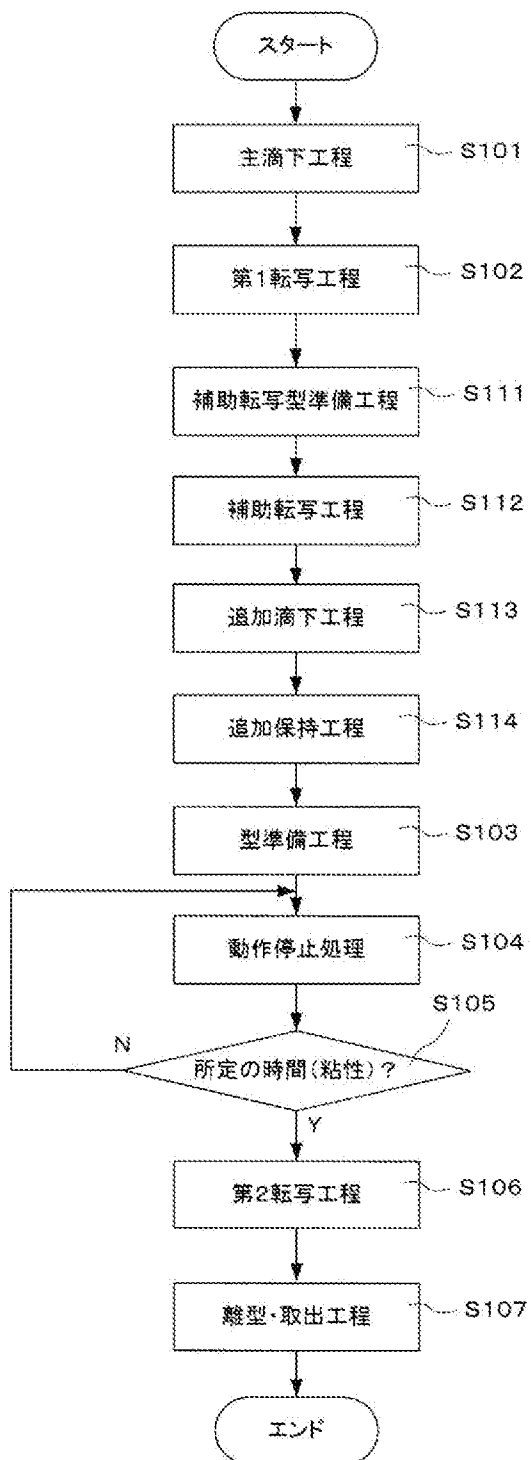
[図9]



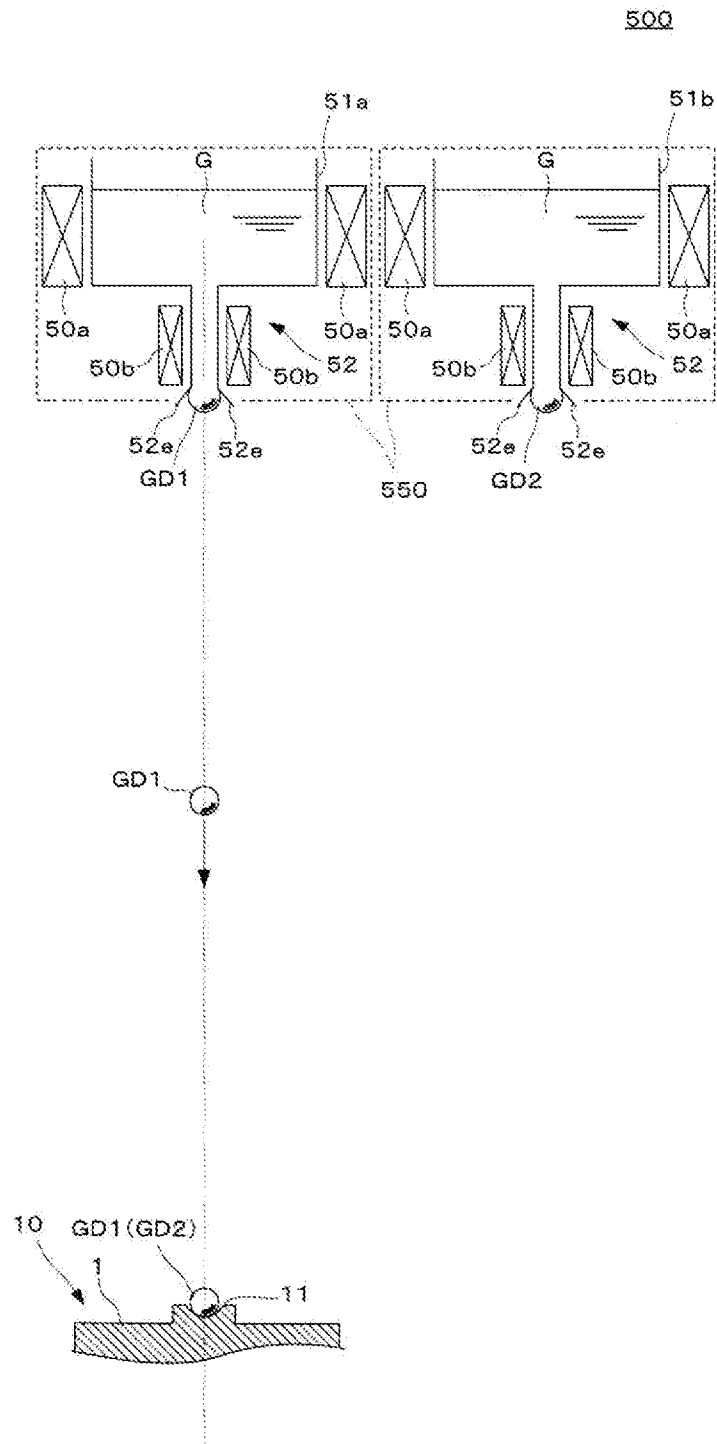
[図10]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/052841

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B11/00 (2006.01) i, C03B7/01 (2006.01) i, G02B3/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03B11/00

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 A	JP 9-235125 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 09 September 1997 (09.09.1997), claims 1 to 3; paragraphs [0001], [0009] to [0011], [0019], [0032]; fig. 1, 5 (Family: none)	1, 3-5, 12, 16 6-11 2, 13-15
Y	JP 2005-255513 A (Hoya Corp.), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraphs [0050], [0051] & JP 2008-293025 A & US 2005/0178157 A1 & US 2007/0206290 A1 & CN 1654381 A & CN 1966430 A & CN 1967291 A	6
Y	JP 61-146721 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 04 July 1986 (04.07.1986), page 4, upper left column, lines 6 to 13 (Family: none)	7, 8

☒ 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
12 March, 2010 (12.03.10)Date of mailing of the international search report
30 March, 2010 (30.03.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/052841

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-154834 A (Minolta Co., Ltd.), 28 May 2002 (28.05.2002), paragraphs [0010], [0011], [0031]; fig. 6 & US 2002/0053223 A1	9
Y	JP 11-236224 A (Minolta Co., Ltd.), 31 August 1999 (31.08.1999), claim 1; paragraph [0021]; fig. 2 (Family: none)	10,11
Y	JP 2004-339039 A (Minolta Co., Ltd.), 02 December 2004 (02.12.2004), claim 1; paragraphs [0041], [0042]; fig. 2 & US 2004/0231362 A1	10,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/052841

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 is not novel and does not have a special technical feature, since the invention is described in the following document 1. Consequently, the invention in claim 1 does not satisfy the requirement of unity of invention.

The invention in claims indicated below is relevant to main invention.

Claims 1 - 15

Document 1: JP 9-235125 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 9 September 1997 (09.09.1997)

claims 1, 2, [0001], [0009] - [0011], [0019], [0032], fig. 1, 5

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00(2006.01)i, C03B7/01(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03B11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 A	JP 9-235125 A（オリンパス光学工業株式会社）1997.09.09, 請求項 1-3, 【0001】, 【0009】-【0011】, 【0019】, 【0 032】, 図1, 5（ファミリーなし）	1, 3-5, 12, 16 6-11 2, 13-15
Y	JP 2005-255513 A（HOYA株式会社）2005.09.22, 【0050】, 【0051】 & JP 2008-293025 A & US 2005/0178157 A1 & US 2007/0206290 A1 & CN 1654381 A & CN 1966430 A & CN 1967291 A	6

☒ 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

1 2 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号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）

櫻木 伸一郎

4 T

4 1 4 0

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 61-146721 A (ミノルタカメラ株式会社) 1986.07.04, 第4頁左上欄第6-13行 (ファミリーなし)	7, 8
Y	JP 2002-154834 A (ミノルタ株式会社) 2002.05.28, 【0010】, 【0011】, 【0031】, 図6 & US 2002/0053223 A1	9
Y	JP 11-236224 A (ミノルタ株式会社) 1999.08.31, 請求項1, 【0021】, 図2 (ファミリーなし)	10, 11
Y	JP 2004-339039 A (ミノルタ株式会社) 2004.12.02, 請求項1, 【0041】, 【0042】, 図2 & US 2004/0231362 A1	10, 11

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、下記の文献1に記載されているから、新規性が無く、特別な技術的特徴を有さず、事後的に単一性の要件を満たさない。

以下に示す請求項に係る発明が主発明である。

請求項1－15

文献1：JP 9-235125 A（オリンパス光学工業株式会社）1997.09.09，請求項1，2，【0001】，【0009】－【0011】，【0019】，【0032】，図1，5

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。