

(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
2012 年 8 月 2 日(02.08.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/102249 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 33/38 (2006.01) B29L 11/00 (2006.01)
B29C 39/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/051375
- (22) 国際出願日: 2012 年 1 月 23 日(23.01.2012)
- (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 2011-013323 2011 年 1 月 25 日(25.01.2011) 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): 藤本章弘 (FUJIMOTO, Akihiro) [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).
- (74) 代理人: 福田充広 (FUKUDA, Mitsuhiro); 〒1010047 東京都千代田区内神田 2 丁目 5 番 3 号 児谷ビル 1 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MOLDING DIE, WAFER LENS, AND OPTICAL LENS

(54) 発明の名称: 成形型、ウェハーレンズ及び光学レンズの製造方法

[図9]

FIG.9A

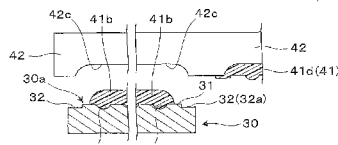


FIG.9B

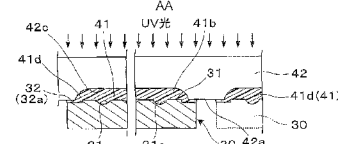


FIG.9C

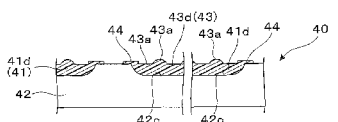


FIG.9D

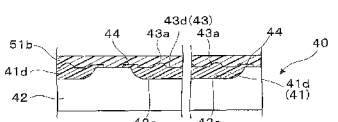
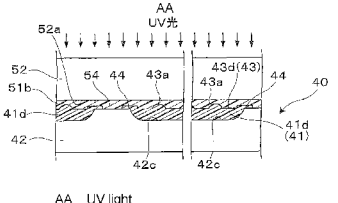


FIG.9E



(57) Abstract: A first resin material (41b) is filled between one recess (42c) among a plurality of recesses (42c) formed on a sub-master substrate (42) and a first molding face (31) of a master die (30), and thus, while ensuring the thickness of the first resin material (41b) opposing to the first molding face (31), the thickness of a sub-sub-master resin layer (51) formed on the entirety of the sub-master substrate (42) can be made relatively thin. Thereby, while easily increasing the positioning accuracy of the master die (30), the warpage of the sub-master substrate (42) by the sub-sub-master resin layer (51) can be prevented. By providing an annular step (32) around the first molding face (31), a residual film portion (44) defined by the outer edge portion of the sub-sub-master resin layer (51) can be formed between the step (32) and a portion around the recess (42c). Due to the residual film portion (44), the sub-sub-master resin layer (51) can be prevented from being locally thick, and as a result, the thickness of the obtained wafer lens (10) can be thin.

(57) 要約: サブマスター基板 42 に形成された複数の凹部 42c のうち 1 つの凹部 42c とマスター型 30 の第 1 成形面 31 との間に第 1 の樹脂材料 41b を満たすので、第 1 成形面 31 に対向する第 1 の樹脂材料 41b の厚みを確保しつつサブマスター基板 42 の全体に形成されるサブサブマスター樹脂層 51 の厚みを比較的薄くすることができる。これにより、マスター型 30 の位置決め精度を簡易に高めつつサブサブマスター樹脂層 51 によるサブマスター基板 42 の反りを防止できる。なお、第 1 成形面 31 の周囲に環状の段差 32 を設けることで、段差 32 と凹部 42c の周辺との間にサブサブマスター樹脂層 51 の外縁部である残膜部 44 を形成することができる。この残膜部 44 によってサブサブマスター樹脂層 51 の厚みが局所的に厚くなることを防止して結果的に得られウェハーレンズ 10 の厚みを薄くすることができる。



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 成形型、ウェハーレンズ及び光学レンズの製造方法 技術分野

[0001] この発明は、複数の光学レンズを有するウェハーレンズを製造する際に用いられる成形型並びにこの成形型を利用するウェハーレンズ及び光学レンズの製造方法に関し、特に基板上に転写によって樹脂製の形状転写層を形成することによって得られる成形型の製造方法並びにこの成形型を利用するウェハーレンズ及び光学レンズの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、多数の光学レンズが形成されたウェハー状の板状部材（ウェハーレンズ）を作製し、個片化することで個々の光学レンズを得ることが検討されている。微小光学部品をウェハー規模で転写する方法として、小さなマスター型を繰り返し使用して転写することで樹脂等からなる第1世代複製ツールを作製し、続いて第1世代複製ツールから複数のサブマスター型を作製し、サブマスター型から多数の微小光学素子を設けた複数の第2世代複製ツールを製造するものが知られている（特許文献1参照）。この方法によって得られるウェハー状の第1世代複製ツールは、次の成形物を作製するための成形型であり、基板上に樹脂製の形状転写層を形成したものとなる。

[0003] また、ウェハーレンズを作製するために用いる成形型であって、基板上に樹脂製の形状転写層の設けられた成形型を製造する方法として、成形物をマスター基板から離型する際の離型不良の防止などを目的として、成形型用基板に内部が閉じた形状の凹部を複数形成し、各凹部に樹脂材料を吐出しマスター型でプレスするようにした成形用型の製造方法も提案されている（特許文献2参照）。

[0004] 最近、小型の光学レンズの用途が増大しており、所期の光学性能が発揮されるように、光学レンズには意図したレンズ形状が正確に実現されていることが求められる。また、光学性能を高めるために複数の光学レンズを積層す

る場合がある。これらの観点から、ウェハーレンズの樹脂層を厚くしすぎないことが求められる。ウェハーレンズの樹脂層が厚すぎると、所期の光学性能が得られなかったり、樹脂層の応力増大によりウェハーレンズに反りや変形等を生じたりするおそれがある。また、光学レンズを積層した際に全体サイズが大きくなるおそれがある。さらに、材料コストの増大や硬化時間の増加を招くという問題もある。

[0005] ウェハーレンズの樹脂層が厚くなり過ぎないようにするために、上述した樹脂製の形状転写層を有する成型型もこれに配慮して作製することが求められ、成型型の製造時に、成型用基板にできるだけマスター型を近づけて成型を行う必要がある。成型型の樹脂製の形状転写層が厚くなると、この成型型を用いて成型された成型物にも形状が転写される結果、最終的に得られるウェハーレンズにおいても樹脂層の厚みを薄くできなくなるからである。

[0006] 一般的に、樹脂材料が介在した状態でマスター型を成型型用基板の表面に近づけるには、マスター型を大きな圧力で基板側に押し付けることが必要であり、製造装置が大掛かりになってマスター型の位置決め精度の確保が容易でなくなる。また、マスター型が何らかの原因で傾いているとサブマスター用基板に接触してサブマスター用基板やマスター型を破損するおそれもある。さらに、成型時に樹脂材料がマスター型からはみ出してしまい、はみ出した部分が意図しない形状となることも考えられる。特に、特許文献2のように成型型用基板に内部が閉じた形状の凹部を設けている場合は、成型時に凹部の周縁部とマスター型の周端部との間が非常に狭い空間となる結果、凹部へ吐出する樹脂量のばらつきやマスター型と成型型用基板との距離の僅かな誤差等により、樹脂がはみ出すおそれがより高くなる。ウェハーレンズ1枚当たりの光学レンズの取り数を多くするためにマスター型による各成型位置の間隔を近づけると、はみ出した樹脂同士がくっついて盛り上がり、突起物が形成されて、ますます意図しない形状を生じる可能性が高くなる。また、特許文献2のように成型型用基板に内部が閉じた形状の凹部を設けている場合は、樹脂がはみ出さないように樹脂量を少なくすると、樹脂不足が生じて

凹部に空間が残る結果、この成型型を用いて次の成形物を得ると、上記空間に対応する箇所が意図しない突起形状となってしまう。このような異形状は離型不良などの不都合を招くため、好ましくないものである。結局、従来のものでは、成形時の不都合をなくそうとすれば、ウェハーレンズの樹脂層を薄くすることが難しいという問題があった。

[0007] このような問題は、量産性を高めたりマスター型の寿命を延ばしたりする等の観点から、マスター型として光学レンズ形状に対応する形状が複数配列されたものを用いる場合により顕著となる。これは、マスター型のサイズが大きくなるために、成型型用基板に対する傾き調整により高い精度が求められることや、樹脂の使用量が多くなるなどの理由による。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：米国特許出願公開第2006／0259546号公報

特許文献2：特開2010－102312号公報

発明の概要

[0009] 本発明は、意図した形状を持つ成型型を得ることができ、所期の光学性能が発揮される光学レンズが形成されたウェハーレンズを製造することができる成型型の製造方法を提供することを目的とする。

[0010] また、本発明は、上記製造方法によって得られる成型型を利用した高精度のウェハーレンズ及び光学レンズ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

[0011] 上記課題を解決するため、本発明に係る成型型の製造方法では、光学レンズに対応する形状が複数配列された成形面を有し当該成形面の周囲に環状の段差が設けられているマスター型を、成形面より大きいサイズの凹部であって内部が閉じた形状の凹部が平坦面上に複数形成された成型型用の第1基板に、成形面全体が複数の凹部のうち1つの凹部に対向するように配置する第1の工程と、マスター型と第1基板とを相対的に接近させ、かつ、凹部及び

段差が覆われるように成形面と第1基板（凹部）との間に第1の樹脂材料を満たす第2の工程と、成形面と第1基板との間の第1の樹脂材料を硬化させる第3の工程と、マスター型を離型する第4の工程とを備え、マスター型を複数の凹部のうち他の凹部に向けて移動させて、第1の工程から第4の工程までを繰り返し実行することにより、樹脂製の形状転写層を有する成型型を得る。

[0012] 上記製造方法によれば、成形面の周囲に環状の段差を設けることで、段差と凹部の周辺との間に樹脂材料が広がり得る空間を形成することができる。これにより、マスター型の成形面を第1基板の平坦面の高さに近づけても、上記空間が樹脂材料によって満たされることで、樹脂材料のはみ出しや不足に起因する異形状の発生を回避することができる。

[0013] 本発明の具体的な側面又は観点によれば、マスター型によって第1基板上に成形面に対応する矩形の複数の成形領域が設定され、複数の成形領域のうち隣り合う2つの成形領域におけるマスター型の間隔Xについて、段差の後退面及び成形面を含めたマスター型の面積をAとし、成形面に対応するマスター型の有効面積をBとし、第3の工程時における段差の後退面と第1基板の平坦面との距離に対応する残膜部厚みをCとし、第3の工程時における成形面と当該成形面に対向する凹部の底面との平均的距離に対応する有効構造部厚みをDとしたときに、以下の関係式

$$X \geq \sqrt{\{B + (0.05 \times [B \times D + [A - B] \times C] + 0.005 \times A) / C\} - \sqrt{A}}$$

を満たす。この場合、隣り合う2つの成形領域が近づいて両成形領域間において樹脂層が盛り上がって突起が形成されることを防止できる。

[0014] 本発明の別の側面によれば、第3の工程において、段差の後退面と第1基板の平坦面との距離に対応する残膜部厚みは、成形面における第1基板から最も遠い部位と第1基板の平坦面との平坦面に垂直な方向における距離よりも小さい。この場合、残膜部自体の厚みを小さくすることができる。

[0015] 本発明のさらに別の側面によれば、第3の工程において、成形面の最も第

1 基板側の部位と、第1基板の平坦面とは、平坦面に垂直な方向における位置が略一致するものとなっている。この場合、凹部の深さを最小限に抑えて成形面に対向する樹脂材料の厚みを適切なものにできる。

[0016] 本発明のさらに別の側面によれば、マスター型の成形面が、光学レンズに対応する形状の周囲に設けられた平坦なフランジ転写面を含む。

[0017] 本発明のさらに別の側面によれば、マスター型の成形面には、例えば凹の光学転写面が形成されている。

[0018] 本発明のさらに別の側面によれば、第2の工程において、マスター型及び第1基板のうち少なくとも一方に配置された第1の樹脂材料を、マスター型と第1基板とを相対的に接近させることにより、凹部及び段差部が覆われるように成形面と第1基板との間に第1の樹脂材料を満たす。

[0019] 本発明のさらに別の側面によれば、上述の成形型の製造方法により得られた樹脂製の成形型を第1の成形型とし、当該第1の成形型と成形型用の第2基板との間に第2の樹脂材料を満たし、当該第2の樹脂材料を硬化させ、第1の成形型を離型することにより、第2の成形型を得る。この場合、第2の成形型は、ウェハーレンズ等を形成するための、一括転写用の成形型となっている。

[0020] 本発明に係るウェハーレンズの製造方法は、上述の成形型の製造方法により得られた第1又は第2の成形型（つまり、サブ又はサブサブマスター型）と、第3基板の表面との間に第3の樹脂材料を満たし、当該第3の樹脂材料を硬化させ、第1又は第2の成形型を離型することにより、第3基板の表面に複数のレンズ要素が形成されたウェハーレンズを得る第5の工程を有する。この場合、第1又は第2の成形型の転写を利用した複製によって第3基板の片側に複数のレンズ要素を設けたウェハーレンズを得ることができる。

[0021] 本発明の具体的な側面又は観点によれば、上述の成形型の製造方法により得られた第1又は第2の成形型（つまり、サブ又はサブサブマスター型）と、第3基板の裏面との間に第4の樹脂材料を満たし、当該第4の樹脂材料を硬化させ、第1又は第2の成形型を離型することにより、第3基板の裏面に

複数の光学レンズが形成されたウェハーレンズを得る第6の工程を有する。

この場合、第1又は第2の成形型の転写を利用した複製によって第3基板の両側に複数のレンズ要素を設けたウェハーレンズを得ることができる。

[0022] 本発明の別の側面によれば、第5の工程における第1又は第2の成形型の離型前に、第6の工程を開始する。これにより、ウェハーレンズの反り等を抑える効果がある。

[0023] 本発明に係る光学レンズの製造方法は、上述のウェハーレンズの製造方法により得られたウェハーレンズを切断して個片化する工程を備える。この場合、ウェハーレンズから個片化した多数の高性能の光学レンズを一括して得ることができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]第1実施形態の成形方法によって得られるウェハーレンズ（レンズ基板）の側面図であり、表裏の部分拡大斜視図を含む。

[図2]図1のウェハーレンズから得た光学レンズの側方断面図である。

[図3]3（A）は、ウェハーレンズの製造のために用いるマスター型を説明する斜視図であり、3（B）は、マスター型によって作製されるべきサブマスター型のうちサブマスター基板の斜視図である。

[図4]4（A）は、マスター型の一部を切り出して説明する斜視図であり、4（B）は、サブマスター型の一部を切り出して説明する斜視図であり、4（C）は、サブサブマスター型の一部を切り出して説明する斜視図である。

[図5]サブマスター型40等を作製するための加工装置を回路的に説明するブロック図である。

[図6]図5の加工装置の外観を説明する斜視図である。

[図7]図5の加工装置を説明する平面図である。

[図8]図5の加工装置を説明する側方断面図である。

[図9]9（A）～9（E）は、ウェハーレンズの製造工程を説明するための図である。

[図10]10（A）～10（D）は、ウェハーレンズの製造工程を説明するた

めの図である。

[図11]ウェハーレンズの製造工程を概念的に説明するフローチャートである

。

[図12]サブマスター型の製造工程を概念的に説明するフローチャートである

。

[図13]サブマスター型の製造時の寸法条件を説明する部分拡大断面図である

。

発明を実施するための形態

[0025] 図面を参照して、本発明の一実施形態に係る成型型の製造方法を利用することによって最終的に得られるウェハーレンズについて説明し、かかるウェハーレンズを作製するための成型型の構造や製造方法について説明する。

[0026] ウェハーレンズ等の構造

図1に示すように、ウェハーレンズ10は、円盤状の外形を有しており、基板11と、第1レンズ樹脂層12と、第2レンズ樹脂層13とを有する。本実施形態においては、ウェハーレンズ10をレンズ基板とも称する場合がある。なお、図1において、第1レンズ樹脂層12や第2レンズ樹脂層13の表面を部分的に拡大して斜視図として示している。

[0027] ウェハーレンズ（レンズ基板）10のうち基板11は、ウェハーレンズ10の中心に埋め込まれた円形の平板（後述する第3基板）であり、光透過性を有するガラスで形成されている。基板（第3基板）11の外径は、第1及び第2レンズ樹脂層12、13の外径と略同じである。基板11の厚さは、基本的には光学的仕様によって決定されるが、少なくとも成形物を離型してウェハーレンズ10を得るに際して破損しない程度の厚さとなっている。

[0028] 第1レンズ樹脂層12は、光透過性を有し、基板11の一方の面11a上に形成されている。第1レンズ樹脂層12は、部分的な拡大斜視図に示すように、第1レンズ本体1aと第1フランジ部1bとを一組とする多数の第1レンズ要素L1をXY面内で2次元的に配列している。これらの第1レンズ要素L1は、連結部1cを介して一体に成形されている。各第1レンズ要素

L 1 と連結部 1 c とを合わせた表面は、転写によって一括成形される第 1 被転写面 1 2 a となっている。第 1 レンズ本体 1 a は、図 2 にも示すように、例えば凸形状の非球面型又は球面型のレンズ部であり、第 1 光学面 O S 1 を有している。周囲の第 1 フランジ部 1 b は、第 1 光学面 O S 1 の周囲に広がる平坦な第 1 フランジ面 F P 1 を有し、第 1 フランジ面 F P 1 の外周は、連結部 1 c の表面ともなっている。第 1 フランジ面 F P 1 は、光軸 O A に垂直な X Y 面に対して平行に配置されている。

[0029] なお、図 1 に示すように、第 1 レンズ樹脂層 1 2 は、製造工程に由来して多数のアレイユニット A U に区分されており、これらのアレイユニット A U は、詳細な図示を省略するが、矩形の輪郭を有し、基板 1 1 上でマトリックス状に配列されている。各アレイユニット A U は、後述するマスター型 3 0 の端面 3 0 a を反転したような表面形状を有しており、等間隔でマトリックス状に配列された多数の第 1 レンズ本体 1 a を有している。

[0030] 第 1 レンズ樹脂層 1 2 は、例えば光硬化性樹脂で構成される。光硬化性樹脂は、主成分である重合性単量体などの重合性組成物と、重合性組成物の重合硬化を開始させるための光重合開始剤と、必要に応じて用いられる各種添加剤とを含む光硬化性樹脂材料を硬化させることにより得られる。このような光硬化性樹脂材料は、硬化前の状態では流動性を有している。光硬化性樹脂としては、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、アリルエステル樹脂、ビニル樹脂等がある。エポキシ樹脂は、光重合開始剤のカチオン重合により重合性組成物を反応硬化させて得ることができ、アクリル樹脂、アリルエステル樹脂、及びビニル樹脂は、光重合開始剤のラジカル重合により重合性組成物を反応硬化させて得ることができる。

[0031] 第 2 レンズ樹脂層 1 3 は、第 1 レンズ樹脂層 1 2 と同様に、光透過性を有し、基板 1 1 の他方の面 1 1 b 上に形成されている。第 2 レンズ樹脂層 1 3 は、部分的な拡大斜視図に示すように、第 2 レンズ本体 2 a と第 2 フランジ部 2 b とを一組とする多数の第 2 レンズ要素 L 2 を X Y 面内で 2 次元的に配列している。これらの第 2 レンズ要素 L 2 は、連結部 2 c を介して一体に成

形されている。各第2レンズ要素L 2と連結部2 cとを合わせた表面は、転写によって一括成形される第2被転写面1 3 aとなっている。第2レンズ本体2 aは、図2にも示すように、例えば凸形状の非球面型又は球面型のレンズ部であり、第2光学面OS 2を有している。周囲の第2フランジ部2 bは、第2光学面OS 2の周囲に広がる平坦な第2フランジ面FP 2を有し、第2フランジ面FP 2の外周は、連結部2 cの表面ともなっている。第2フランジ面FP 2は、光軸OAに垂直なXY面に対して平行に配置されている。

[0032] なお、第2レンズ樹脂層1 3も、製造工程に由来して多数のアレイユニットAUに区分されており、これらのアレイユニットAUは、矩形の輪郭を有し、基板1 1上でマトリックス状に配列されている。

[0033] 第2レンズ樹脂層1 3に用いられる光硬化性樹脂は、第1レンズ樹脂層1 2に用いられるものと同様の光硬化性樹脂である。ただし、両レンズ樹脂層1 2, 1 3を同一の光硬化性樹脂で形成する必要はなく、別の光硬化性樹脂で形成することができる。

[0034] なお、第1レンズ樹脂層1 2と第2レンズ樹脂層1 3とのうち一方を省略することができる。つまり、基板1 1の一方の面1 1 a又は他方の面1 1 bにのみレンズ樹脂層を設けてもよい。

[0035] 図2に示すように、第1レンズ樹脂層1 2に設けたいずれか1つの第1レンズ要素L 1と、これに対向する第2レンズ樹脂層1 3の第2レンズ要素L 2と、これらのレンズ要素L 1, L 2間に挟まれた基板1 1の部分1 1 pとは、1つの光学レンズ4に相当する。光学レンズ4は、ウェハーレンズ1 0を連結部1 c, 2 cの位置でダイシングすることによって個片化して得られる平面視正方形の複合レンズとなっている。

[0036] 形状転写用の成形型の構造

図1のウェハーレンズ1 0は、図3 (A) に示すマスター型3 0を原版として3段階の転写を行うことによって作製される。以下、マスター型3 0やこれから得られる樹脂製の形状転写面を持つ成形型の構造について説明する。

[0037] 図3 (A) 及び4 (A) に示すように、マスター型30は、直方体状のブロック部材であり、その端面30a上に、図4 (B) のサブマスター型40の第2成形面43を形成するための第1成形面31と、第1成形面31の周囲に設けられた環状の段差32 (例えば矩形の枠部) とを有する。マスター型30は、サブマスター型40の作製のため繰返し使用されるものであり、サブマスター基板42上にマトリックス状の配列で一様に形成された浅い矩形の凹部42cに対向するように2次元的に移動しながら転写を繰り返すステップ&リピート方式の転写によって、サブマスター基板42上に分離して配列された単位 (後述する樹脂層部分) をまとめたサブマスター樹脂層41を形成することができる。マスター型30の第1成形面31は、最終的に得られるウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12の第1被転写面12aを部分的に反転した形状を有する。第1成形面31は、第1被転写面12aのうち第1光学面OS1を形成するための第1光学転写面31aと、第1フランジ面FP1を形成するための平坦な第1フランジ転写面31bとを含む。第1光学転写面31aは、例えば等間隔の格子点上に多数個配置されており、各々が最終的に得られる光学レンズに対応する形状、ここでは、略半球の凹形状に形成されている。一方、段差32は、樹脂材料を充填する際にサブマスター基板42に形成された凹部42cの周囲の表面との間に隙間を形成するための後退面32aを有している。段差32は、サブマスター型40のサブマスター樹脂層41に後に詳述する残膜部を形成するための部分である。後退面32aから端面30aに至る側面部には、成形物の離型性向上のために、端面30aに近づくほど第1成形面31の中央に向かって傾斜するテーパーを設けてもよい。

[0038] マスター型30は、一般に金属材料で形成される。金属材料としては、例えば鉄系材料、鉄系合金、非鉄系合金等が挙げられる。なお、マスター型30は、金属ガラスやアモルファス合金で形成されてもよい。マスター型30は、単一の材料で形成されるものに限らず、適当な基材上に上記のような金属材料等を被覆したものとすることもできる。

[0039] 図4（B）に部分的に拡大して示すように、第1の成型型であるサブマスター型40は、サブマスター樹脂層41とサブマスター基板42とを有する。なお、図4（B）においては、理解を容易にするために、サブマスター型40の一部を切り出した状態を模式的に示している。サブマスター樹脂層41とサブマスター基板42とは、積層構造となっている。サブマスター樹脂層41は、形状転写層であり、その端面41a上に、後述するサブサブマスター型50の第3成型面53を形成するための第2成型面43を有する。この第2成型面43は、最終的に得られるウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12の第1被転写面12aのポジ型に対応し、第1被転写面12aのうち第1光学面OS1を形成するための第2光学転写面43aと、第1フランジ面FP1を形成するための第2フランジ転写面43bとを含む。第2光学転写面43aは、第1光学転写面31aによって転写され、格子点上に多数個配置されており、略半球の凸形状に形成されている。

[0040] サブマスター樹脂層41は、第1の樹脂材料を用いて形成されている。第1の樹脂材料としては、光硬化性樹脂材料が挙げられ、上記ウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12と同様の、硬化後に、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、アリルエステル樹脂、ビニル樹脂等になる光硬化性樹脂材料が使用可能である。また、第1の樹脂材料としては、硬化後に良好な離型性を示す樹脂材料、特に硬化波長で十分な光透過性を有し、離型剤を塗布しなくても離型できる樹脂材料が好ましい。

[0041] サブマスター基板42は、光透過性を有し十分な剛性を有する材料、例えばガラス等で形成されている第1基板である。サブマスター基板（第1基板）42の表面42a上には、図3（B）に示すように、略全面に亘ってマトリックス状に配列された多数の浅い矩形の凹部42cが形成されている。各凹部42cは、一般に200 μ m以下の深さを有し、底面42dと側面42eとを有し内部が閉じた形状を持つ窪みである。凹部42cは、マスター型30の端面30aとサブマスター基板42の表面42aとの間に第1の樹脂材料を挟んで転写を行う際に、第1の樹脂材料が極端に薄くなることを防止

している。これにより、マスター型30を大きな圧力でサブマスター基板42側に押し付けることなく、マスター型30をサブマスター基板42の表面42aに対して適所まで近づけることができる。凹部42cは、サブマスター基板42に対する切削加工やエッチング等、各種の方法によって形成することができる。凹部42cの側面42eは、底面42dに近づくほど凹部42cの開口面積が小さくなるように傾斜していたり曲面になっていたりしてもよい。このようにすると凹部42cを比較的容易に形成できる。あるいは、底面42dに近づくほど広くなるように側面42eを傾斜させたり、側面42eを粗面化してもよい。このようにすると、マスター型30からの離型時における離型不良を低減することができる。

[0042] 図4(C)に部分的に拡大して示すように、第2の成型型であるサブサブマスター型50は、サブサブマスター樹脂層51とサブサブマスター基板52とを有する。なお、図4(C)においては、理解を容易にするために、サブサブマスター型50の一部を切り出した状態を模式的に示している。サブサブマスター樹脂層51とサブサブマスター基板52とは、積層構造となっている。サブサブマスター樹脂層51は、形状転写層であり、その端面51a上に、ウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12を転写によって形成するための第3成形面53を有する。この第3成形面53は、ウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12の第1被転写面12aを反転した形状を有し、第1被転写面12aのうち第1光学面OS1を形成するための第3光学転写面53aと、第1フランジ面FP1を形成するための第3フランジ転写面53bとを含む。第3光学転写面53aは、上述のように第2光学転写面43aによって転写され、マトリクス状に複数個配置されており、略半球の凹形状に形成されている。

[0043] サブサブマスター樹脂層51は、サブマスター樹脂層41の第1の樹脂材料と同様の第2の樹脂材料で形成され、第2基板としてのサブサブマスター基板52は、サブマスター基板42と同様の材料で形成される。すなわち、サブサブマスター樹脂層51の第2の樹脂材料としては、硬化後に、エポキ

シ樹脂、アクリル樹脂、アリルエステル樹脂、ビニル樹脂等になる光硬化性樹脂材料が使用可能である。また、サブサブマスター基板（第2基板）52としては、光透過性を有し十分な剛性を有する材料、例えばガラス等で形成されている。

[0044] なお、サブマスター樹脂層41とサブサブマスター樹脂層51とは、必ずしも同一の材料で形成される必要はなく、異なる光硬化性樹脂等で形成されてもよい。また、サブマスター基板42とサブサブマスター基板52も、必ずしも同一の材料で形成される必要はなく、異なる材料で形成されてもよい。

[0045] マスター型30、サブマスター型40、及びサブサブマスター型50には、成形物の離型を容易にするため、離型剤を塗布するなどして離形層を形成してもよい。

[0046] サブマスター型等の加工装置

以下、図5、6等を参照して、図4（B）に示すサブマスター型40等を作製するための加工装置について説明する。

[0047] 図5に示すように、加工装置100は、アライメント駆動部61と、ディスプレイ62と、光源63と、制御装置65とを備える。ここで、アライメント駆動部61は、図3（A）に示すマスター型30を図3（B）に示すサブマスター基板42に設けた各凹部42cに対して精密に位置決めして配置するためのものである。アライメント駆動部61は、サブマスター基板42をX軸方向の所望位置に移動させるためのX軸移動機構61aと、サブマスター基板42をY軸方向の所望位置に移動させるY軸移動機構61bと、マスター型30をZ軸方向の所望位置に移動させるZ軸移動機構61cと、移動機構61a、61b、61c等の滑らかな動作を可能にするエアスライド駆動機構61dと、マスター型30の傾斜や回転姿勢を調整するアクチュエーター61eと、マスター型30の周辺空間を適当なタイミングで減圧するための減圧機構61gと、マスター型30のサブマスター基板42に対する3次元的な位置又は姿勢を検出する位置センサー61iと、アライメント状

態を観察するための顕微鏡 6 1 j と、マスター型 3 0 のサブマスター基板 4 2 への押し付け圧力を検出する圧力センサー 6 1 h とを備える。

[0048] ディスペンサー 6 2 は、図 3 (B) に示すサブマスター基板 4 2 のサブマスター樹脂層 4 1 を形成するために、マスター型 3 0 上に光硬化性樹脂材料からなる第 1 の樹脂材料を供給する役割を有する。光源 6 3 は、マスター型 3 0 とサブマスター基板 4 2 との間に挟まれた第 1 の樹脂材料に対して、例えば UV 光源などの、樹脂材料を硬化させる波長の光を発生するものであり、光を照射することにより、サブマスター基板 4 2 上に固化したサブマスター樹脂層 4 1 を形成する。

[0049] なお、制御装置 6 5 は、アライメント駆動部 6 1 の各部、ディスペンサー 6 2、光源 6 3 等の動作を統括的に制御する部分である。

[0050] 図 6、7 に示すように、加工装置 1 0 0 のアライメント駆動部 6 1 において、XY 駆動機構 7 1 は、定盤 7 3 上に設置されており、Z 駆動機構 7 2 は、定盤 7 3 内に埋め込むように設置されている。XY 駆動機構 7 1 の上方には、定盤 7 3 から延びる支持部（不図示）を介して光源 6 3 が支持されている。また、Z 駆動機構 7 2 の上部には、金型部 7 4 が支持されている。この加工装置 1 0 0 により、金型部 7 4 にセットされた型部材 8 1 すなわちマスター型 3 0 を、XY 駆動機構 7 1 にセットされた基板部材 8 3 すなわちサブマスター基板 4 2 に対して空間的に所望の配置状態とすることができる。

[0051] XY 駆動機構 7 1 は、定盤 7 3 の上方で 2 次元的に移動可能な XY ステージ 7 5 と、XY ステージ 7 5 を X 軸方向に移動させる X 軸移動機構 6 1 a と、XY ステージ 7 5 を Y 軸方向に移動させる一対の Y 軸移動機構 6 1 b、6 1 b とを備える。

[0052] XY ステージ 7 5 は、定盤 7 3 の上面 7 3 a に近接して対向配置されている。XY ステージ 7 5 には、その上下面を貫通する平面視円形の貫通孔 7 5 a が形成されている。貫通孔 7 5 a の周囲には、基板部材 8 3 を支持する座 7 5 c 及びこれを固定するチャック（不図示）が設けられている。XY ステージ 7 5 上には、貫通孔 7 5 a を塞ぐように平面視四角状の蓋部 7 6 が設け

られている。蓋部 7 6 は、石英板その他の光透過性を有する平板部材で形成されている。なお、XY ステージ 7 5 の下部には、XY ステージ 7 5 に付随するエアスライドガイド機構として、エアを噴出する多数の噴出口（不図示）が設けられており、エアスライド駆動機構 6 1 d（図 5 参照）を適宜動作させてこれらの噴出口から定盤 7 3 の上面 7 3 a に向けて制御されたエアを噴出させることにより、XY ステージ 7 5 を非接触で相対移動可能に支持する。また、XY ステージ 7 5 の貫通孔 7 5 a から離れた位置には、ディスペンサー 6 2（図 5 参照）から延びる吐出用の針部（不図示）を金型部 7 4 の上方に導入するための開口部 7 5 d が形成されている。

[0053] X 軸移動機構 6 1 a は、XY ステージ 7 5 に駆動力を与えて X 軸方向に沿って移動させるリニアモーター 7 7 a と、XY ステージ 7 5 の移動を案内するエアスライドガイド機構 7 7 b とを有している。リニアモーター 7 7 a は、図示を省略するが、固定子、可動子、スケール、センサー等で構成され、制御装置 6 5 の制御下で動作するエアスライド駆動機構 6 1 d（図 5 参照）によって、XY ステージ 7 5 を X 軸ガイド 7 7 c に沿って X 軸方向の所望位置に移動させることができる。エアスライドガイド機構 7 7 b は、図示を省略するが、XY ステージ 7 5 から延びる突条部 7 7 d の内面に開口する多数の噴出孔を有しており、X 軸ガイド 7 7 c に対して XY ステージ 7 5 を非接触で相対移動可能に案内する。

[0054] 一对の Y 軸移動機構 6 1 b は、X 軸ガイド 7 7 c を介して X 軸移動機構 6 1 a を支持している。各 Y 軸移動機構 6 1 b は、X 軸移動機構 6 1 a に駆動力を与えて XY ステージ 7 5 を Y 軸方向に沿って移動させるリニアモーター 7 8 a と、リニアモーター 7 8 a を保持する移動体 7 8 d に支持された X 軸移動機構 6 1 a 等の移動を案内するエアスライドガイド機構 7 8 b とを有している。リニアモーター 7 8 a は、図示を省略するが、固定子、可動子、スケール、センサー等で構成され、制御装置 6 5 の制御下で動作するエアスライド駆動機構 6 1 d（図 5 参照）によって、X 軸移動機構 6 1 a や XY ステージ 7 5 を Y 軸ガイド 7 8 c に沿って Y 軸方向の所望位置に移動させること

ができる。エアスライドガイド機構 78b は、図示を省略するが、リニアモーター 78a を組み込んだ移動体 78d の内面に開口する多数の噴出孔を有しており、Y 軸ガイド 78c に対して X 軸移動機構 61a 等を非接触で相対移動可能に支持する。

[0055] 図 8 に示す Z 駆動機構 72 は、Z 軸ガイド 79a と、Z ステージ 79b と、モーター 79c と、エアスライドガイド機構 79d とを有している。モーター 79c からはシャフト 79e が伸縮可能に延びており、シャフト 79e に支持された Z ステージ 79b は、Z 軸ガイド 79a に案内されて上下の Z 軸方向に昇降する。エアスライドガイド機構 79d は、図示を省略するが、Z 軸ガイド 79a の内面に開口する多数の噴出孔を有しており、エアスライド駆動機構 61d (図 5 参照) を適宜動作させることにより、Z 軸ガイド 79a に対して Z ステージ 79b を非接触で相対移動可能に案内する。

[0056] Z 軸ガイド 79a 上部には、シーリング部材 79f が環状に設けられており、金型部 74 の周辺の処理空間 CA1 内を減圧できるようになっている。この処理空間 CA1 は、Z ステージ 79b や Z 軸ガイド 79a の上面、定盤 73 の開口 73c の内面、XY ステージ 75 の貫通孔 75a の内面、基板部材 83 等によって画成される空間であり、XY ステージ 75 に設けた通気口 79g を介して上部空間 CA2 に連通している。この上部空間 CA2 は、基板部材 83、XY ステージ 75 の貫通孔 75a の内面、蓋部 76 等によって画成される空間である。処理空間 CA1 内延いては上部空間 CA2 内は、真空ポンプ等を備える減圧機構 61g に連結されて随時減圧可能になっている。

[0057] Z 軸ガイド 79a の上端に設けた金型部 74 は、詳細な説明を省略するが、型部材 81 の回転姿勢や傾斜姿勢を調整するための姿勢調整機構 84 を備えている。姿勢調整機構 84 を適宜動作させることにより、金型部 74 にセットされた型部材 81 を Z 軸のまわりに適宜回転させたり Z 軸に対して適宜傾斜させたりすることができ、マスター型 30 のサブマスター基板 42 に対する回転や傾斜に関する姿勢を精密に調整することができる。なお、金型部

74は、制御装置65やアクチュエーター61e（図5参照）によって駆動される。

[0058] ウェハーレンズの製造工程

図9（A）～9（E）、10（A）～10（D）等を参照しつつ、上述のマスター型30、サブマスター型40、サブサブマスター型50を使用して行われるウェハーレンズ10の製造工程の概要について説明する。なお、以下では第1レンズ樹脂層12の成形について説明するが、第2レンズ樹脂層13の成形についても同様の工程が行われる。

[0059] まず、研削加工等によって、ウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12を構成する各アレイユニットAUのネガ型に対応するマスター型30を作製する（図11のステップS1参照）。

[0060] 次に、図9（A）に示すように、図5等に示す加工装置100を用いて、マスター型30の第1成形面31上に第1の樹脂材料41bを配置する。その後、図9（B）に示すように、図5等に示す加工装置100を用いて、マスター型30の端面30aをサブマスター基板42の表面42aに形成された特定の凹部42cに対向するようにアライメントして配置し、サブマスター基板42の下方からマスター型30を押圧して、第1成形面31と凹部42cとが適当な間隔となるまで近接させる。ここで、樹脂材料41bはマスター型30によって押圧され、凹部42cと、マスター型30の段差32の後退面32aとサブマスター基板42との対向部（隙間部分）とを満たす。この状態で、光源63によりUV光などの所定波長の光を照射し、間に挟まれた第1の樹脂材料41bを硬化させる。結果的に、第1の樹脂材料41bにマスター型30の第1成形面31が転写され、第1の樹脂材料41bに第2成形面43を分割した転写面要素43dを有する樹脂層部分41dが形成される。次に、図9（C）に示すように、マスター型30から樹脂層部分41dとサブマスター基板42とを一体として離型する。これにより、マスター型30の端面30aを対向させた凹部42cを含む矩形領域において樹脂層部分41dが露出する。この樹脂層部分41dは、マスター型30の段差

3 2 を転写したものとして、本体の周囲に残膜部 4 4 を有する。また、樹脂層部分 4 1 d は、その表面として、第 2 成形面 4 3 の一部を構成する転写面要素 4 3 d を有する。この転写面要素 4 3 d は、マスター型 3 0 の第 1 成形面 3 1 上に n 個の第 1 光学転写面 3 1 a が形成されている場合、これに対応して n 個の第 2 光学転写面 4 3 a を有する。

[0061] 次に、図 9 (A) に戻って、マスター型 3 0 の第 1 成形面 3 1 上に第 1 の樹脂材料 4 1 b を配置する。その後、図 9 (B) に示すように、マスター型 3 0 の端面 3 0 a をサブマスター基板 4 2 の表面 4 2 a に形成された次の凹部 4 2 c に対向するようにアライメントして配置し、サブマスター基板 4 2 の下方からマスター型 3 0 を押圧して第 1 成形面 3 1 と凹部 4 2 c とが適当な間隔となるまで近接させる。ここで、樹脂材料 4 1 b はマスター型 3 0 によって押圧され、凹部 4 2 c と、マスター型 3 0 の段差 3 2 の後退面 3 2 a とサブマスター基板 4 2 との対向部（隙間部分）とを満たす。この状態で、光源 6 3 により UV 光などの所定波長の光を照射し、間に挟まれた第 1 の樹脂材料 4 1 b を硬化させる。結果的に、第 1 の樹脂材料 4 1 b にマスター型 3 0 の第 1 成形面 3 1 が転写され、第 1 の樹脂材料 4 1 b に第 2 成形面 4 3 を分割した転写面要素 4 3 d を有する樹脂層部分 4 1 d が形成される。この樹脂層部分 4 1 d は、マスター型 3 0 の段差 3 2 を転写したものとして、本体の周囲に残膜部 4 4 を有する。マスター型 3 0 の段差 3 2 の後退面 3 2 a とサブマスター基板 4 2 との対向部が樹脂材料 4 1 b で満たされることにより、マスター型 3 0 の成形面をサブマスター基板 4 2 の凹部 4 2 c に十分近づけても、過剰の樹脂材料 4 1 b が上記対向部において吸収される結果、マスター型 3 0 から樹脂がはみ出して意図しない異形状を発生することが防止される。また、凹部 4 2 c に充填されるべき樹脂材料 4 1 b が不足することが防止され、樹脂材料が不足した場合に次工程のサブサブマスター型の成形時にこの不足部分に起因する突起などの異形状の発生を防止することができる。このような異形状は、結果的にサブサブマスター型 5 0 の成形時にサブサブマスター樹脂層 5 1 の高低差を過剰に大きくすることにつながり、ウェ

ハーレンズ 10 の第 1 レンズ樹脂層 12 の厚みが過剰になったり厚みの精度が低下したりする可能性も生じてしまう。また、意図しない異形状が形成される結果、離型不良を生じるおそれもある。

[0062] 以上の工程を繰り返すことにより、サブマスター基板 42 上に形成されたすべての凹部 42c において樹脂層部分 41d が形成され、マトリックス状に配列された多数の樹脂層部分 41d を含むサブマスター樹脂層 41 が形成され、結果としてサブマスター型 40 が完成する（図 11 のステップ S2 参照）。サブマスター樹脂層 41 は、サブマスター基板 42 上に m 個の凹部 42c が形成されている場合、これに対応して m 個の樹脂層部分 41d を有する。つまり、サブマスター型 40 上には、 $n \times m$ 個の第 2 光学転写面 43a が形成されている。

[0063] 次に、図 9（D）に示すように、図 5 等に示す加工装置 100 と同様の加工装置を用いて、サブマスター型 40 の第 2 成形面 43 上に第 2 の樹脂材料 51b を広範囲に配置する。その後、図 9（E）に示すように、図 5 等に示す加工装置 100 と同様の加工装置を用いて、サブサブマスター基板 52 の下方からサブマスター型 40 を押圧して第 2 成形面 43 とサブサブマスター基板 52 の表面 52a とが近接して適当な間隔となるまで移動させる。この状態で、光源により UV 光などの所定波長の光を照射し、間に挟まれた第 2 の樹脂材料 51b を硬化させる。結果的に、サブマスター型 40 の第 2 成形面 43 が転写されかつ硬化した樹脂によって構成されるサブサブマスター樹脂層 51 が形成される。つまり、サブサブマスター樹脂層 51 上に第 3 成形面 53（図 4（C）に示す第 3 光学転写面 53a 及び第 3 フランジ転写面 53b を含む）が形成される。なお、本実施形態においては、サブサブマスター基板 52 側から光を照射しているが、サブマスター型 40 側から光を照射してもよいし、サブサブマスター基板 52 側とサブマスター型との両方から光を照射してもよい。

[0064] 次に、図 10（A）に示すように、サブマスター型 40 からサブサブマスター樹脂層 51 とサブサブマスター基板 52 とを一体として離型し、独立し

たサブサブマスター型 50 が完成する（図 11 のステップ S3 参照）。なお、サブサブマスター型 50 のサブサブマスター樹脂層 51 は、サブマスター型 40 の樹脂層部分 41 d に対応して多数の樹脂層部分 51 d に区分されており、これらの樹脂層部分 51 d は、マトリックス状に配列されている。各樹脂層部分 51 d の外側には、サブマスター型 40 の残膜部 44 に挟まれた凹部の形状に対応する突起部 54 が形成される。この突起部 54 は、サブサブマスター型 50 の表面において格子パターン状に延びる。

[0065] 次に、ウェハーレンズ 10 の作製を開始する。図 10 (B) に示すように、図 5 等を示す加工装置 100 と同様の加工装置を用いて、サブサブマスター型 50 の第 3 成形面 53 上に第 3 の樹脂材料 12 b（第 1 レンズ樹脂層 12 を形成するための光硬化性樹脂材料）を広範囲に配置する。その後、図 10 (C) に示すように、図 5 等を示す加工装置 100 と同様の加工装置を用いて、基板 11 の下方からサブサブマスター型 50 を押圧して第 3 成形面 53 と基板 11 の表面（一方の面） 11 a とが近接して適当な間隔となるまで移動させる。この状態で、光源により UV 光等の所定波長の光を照射し、間に挟まれた第 3 の樹脂材料 12 b を硬化させる。結果的に、サブサブマスター型 50 の第 3 成形面 53 が転写されかつ硬化した樹脂によって構成される第 1 レンズ樹脂層 12 が形成される。つまり、第 1 レンズ樹脂層 12 上に第 1 被転写面 12 a（図 1 に示す第 1 光学面 OS1 及び第 1 フランジ面 FP1 を含む）が形成される。なお、本実施形態においては、基板 11 側から光を照射しているが、サブサブマスター基板 52 側から光を照射してもよいし、基板 11 側とサブサブマスター基板 52 側との両方から光を照射してもよい。

[0066] その後、図 10 (D) に示すように、サブサブマスター型 50 から第 1 レンズ樹脂層 12 と基板 11 とを一体として離型する。既に第 2 レンズ樹脂層 13 が形成されている場合、ウェハーレンズ 10 が完成する（図 11 のステップ S4 参照）。第 2 レンズ樹脂層 13 が形成されていない場合、第 1 レンズ樹脂層 12 と同様の工程を行うことで第 4 の樹脂材料からなる第 2 レンズ

樹脂層 13 が形成され、第 2 レンズ樹脂層 13 用のサブサブマスター型 50 から第 2 レンズ樹脂層 13 と基板 11 とを一体として離型することで、ウェハーレンズ 10 が完成する（図 11 のステップ S4 参照）。なお、第 1 レンズ樹脂層 12 を得るためにサブサブマスター型 50 を離型する前に、第 2 レンズ樹脂層 13 を形成するための工程を開始するようにしてもよい。基板 11 の一方の面に成形型を残した状態で、基板 11 の他方の面に成形を始めることで、成形物に反りが発生するのを抑えやすくなる。

[0067] ウェハーレンズ 10 の第 1 レンズ樹脂層 12 は、サブサブマスター型 50 の樹脂層部分 51d に対応してマトリックス状に配列された多数のアレイユニット AU に区分されている。各アレイユニット AU の外縁には、サブサブマスター型 50 のサブサブマスター樹脂層 51 に形成された突起部 54 に隣接する窪み、すなわちサブマスター型 40 の残膜部 44 に対応するものとして、突起 14 が形成される。

[0068] ウェハーレンズ 10 は、例えば上記と同様の工程で複数種類作製され、これらが適宜積層され、ダイシングライン L に沿って、第 1 レンズ本体 1a 等を中心とする四角柱状にダイシングによって切り出されることにより、複数の分割された複合レンズすなわち光学レンズ 4（図 2 参照）となる。

[0069] 以上で説明したマスター型 30、サブマスター型 40、及びサブサブマスター型 50 は、複数回使用される（図 11 のステップ S5 参照）。つまり、これらの型 30、40、50 が劣化して型交換又は型変更が必要となった場合、マスター型 30、サブマスター型 40 及びサブサブマスター型 50 のいずれかを新たなものと交換又は別のものを再利用しつつ、図 11 のステップ S1～S4 が適当な上限回数まで実行される。結果的に、例えばマスター型 30 が i 回転写され、サブマスター型 40 が j 回転写され、サブサブマスター型 50 が k 回転写されることで、計 $i \times j \times k$ 個のウェハーレンズ 10 を得ることができる。

[0070] サブマスター型の製造工程

以下、図 12 を参照して、図 5、6 等を示す加工装置 100 を用いたサブ

マスター型 40 の製造方法の詳細について説明する。まず、サブマスター基板 42（基板部材 83）を XY ステージ 75 に設置し（ウェハーロード工程、図 12 のステップ S 21 参照）、XY ステージ 75 の貫通孔 75a を蓋部 76 で覆う。

[0071] その後、X 軸移動機構 61a、Y 軸移動機構 61b 等を制御して、XY ステージ 75 を X 軸方向及び Y 軸方向にエアでスライド移動させ、開口部 75d から導入されたディスペンサー 62 の針部（不図示）がマスター型 30 の上方に位置するように位置合わせを行う（プリアライメント工程、図 12 のステップ S 22 参照）。この場合において、金型部 74 や XY ステージ 75 にはアライメントマークが付されており、プリアライメント工程では、顕微鏡 61j により、上記のアライメントマークを確認しながら、ディスペンサー 62 の吐出用の針部の位置合わせを行う。

[0072] 次に、ディスペンサー 62 の吐出用の針部の先端から金型部 74 の上部に固定されたマスター型 30（型部材 81）上に所定量の樹脂を吐出する（ディスペンス工程、図 12 のステップ S 23 参照）。

[0073] その後、X 軸移動機構 61a、Y 軸移動機構 61b、姿勢調整機構 84 等を制御して、XY ステージ 75 を X 軸方向及び Y 軸方向にエアでスライド移動させ、予め設置しておいたサブマスター基板 42 が金型部 74 のマスター型 30 の上方に適正に位置するように位置合わせを行う（アライメント工程、図 12 のステップ S 24 参照）。このアライメント工程（ステップ S 24）は、図 9（A）に対応している。

[0074] この際、位置センサー 61i に設けた不図示のレーザ測長器等を利用して、XY ステージ 75 の位置を基準位置に精密に配置する。また、位置センサー 61i によって、マスター型 30 の上面の傾きと、マスター型 30 の高さ位置を算出し、その算出結果に基づき、姿勢調整機構 84 を動作させて、サブマスター基板 42 に対するマスター型 30 の傾斜や高さを精密に調整する。結果的に、マスター型 30 の第 1 成形面 31 がサブマスター基板 42 の凹部 42c に対向し、凹部 42c の底面と第 1 成形面 31 の第 1 フランジ転写

面 3 1 b とが平行になる。さらに、位置センサー 6 1 i によって、マスター型 3 0 の上面に形成された複数のアライメントマークを検出し、サブマスター基板 4 2 に対するマスター型 3 0 の位置を回転角とともに精密に調整する。

[0075] このようにマスター型 3 0 をアライメントした状態で、Z 駆動機構 7 2 によって Z ステージ 7 9 b を上昇させて、サブマスター基板 4 2 に対してマスター型 3 0 を規定の位置まで接近させ、マスター型 3 0 をその位置に保持する（インプリント工程、図 1 2 のステップ S 2 5 参照）。その結果、マスター型 3 0 上の第 1 の樹脂材料 4 1 b がマスター型 3 0 とサブマスター基板 4 2 との間に挟まれて徐々に広がり、凹部 4 2 c が充填される。この際、圧力センサー 6 1 h の出力を監視することで、マスター型 3 0 のサブマスター基板 4 2 への押し付け圧力が調整される。

[0076] 以上のインプリント工程（ステップ S 2 5）では、減圧機構 6 1 g によって、マスター型 3 0 とサブマスター基板 4 2 との間の処理空間 C A 1 の内部が減圧されており、第 1 の樹脂材料 4 1 b 内への気泡の巻き込みを防止することができる。

[0077] その後、Z ステージ 7 9 b の位置を保持したまま、光源 6 3 を動作させて第 1 の樹脂材料 4 1 b に規定の時間だけ UV 光等の所定波長の光を照射することで、第 1 の樹脂材料 4 1 b を硬化させて樹脂層部分 4 1 d を得る（硬化工程、図 1 2 のステップ S 2 6 参照）。この際、処理空間 C A 1 の内部は減圧機構 6 1 g によって減圧状態に維持されており、第 1 の樹脂材料 4 1 b への酸素阻害を防止でき、第 1 の樹脂材料 4 1 b を確実に硬化させることができる。

[0078] その後、Z 駆動機構 7 2 によって Z ステージ 7 9 b を降下させて、硬化させた樹脂層部分 4 1 d をサブマスター基板 4 2 とともにマスター型 3 0 から離型する（離型工程、図 1 2 のステップ S 2 7 参照）。このときも、減圧機構 6 1 g を動作させて処理空間 C A 1 の内部を減圧状態としておくことによって、樹脂層部分 4 1 d の離型が容易になる。

[0079] 以後、プライメント工程（ステップS 2 2）、ディスペンス工程（ステップS 2 3）、アライメント工程（ステップS 2 4）、インプリント工程（ステップS 2 5）、硬化工程（ステップS 2 6）、離型工程（ステップS 2 7）を必要回数繰り返すことで、サブマスター基板4 2上に各凹部4 2 cに対応させて樹脂層部分4 1 dを順次形成する。

[0080] サブマスター基板4 2上に規定の樹脂層部分4 1 dが形成された場合（図1 2のステップS 3 1でNO）、サブマスター型4 0が完成したものと判断する。この場合、XYステージ7 5を基準位置に戻し、XYステージ7 5から蓋部7 6を外して完成したサブマスター型4 0を取り出す（取り出し工程、図1 2のステップS 3 2参照）。

[0081] サブマスター型を形成する際の寸法条件

図1 3を参照して、サブマスター型4 0を成形する際のマスター型3 0の形状や配置に関する条件について説明する。

[0082] マスター型3 0の端面3 0 a側の面積はAであり、マスター型3 0の有効面積をBであるとする。ここで、面積Aは、マスター型3 0の第1成形面3 1の面積だけでなく、段差3 2の後退面3 2 aも含んだものとなっている。一方、有効面積Bは、マスター型3 0の第1成形面3 1の面積だけを意味する。硬化時における凹部4 2 cの底面4 2 dから第1成形面3 1までの平均的距離（凹部4 2 cとの間に形成される空間の容積が同等となるように第1光学転写面3 1 aと第1フランジ転写面3 1 bとを平均して得られる仮想的な平面の位置までの距離）すなわち樹脂層部分4 1 dの標準厚みはDであるものとし、樹脂層部分4 1 dの外周の残膜部4 4の厚みはCであるものとする。樹脂層部分4 1 dの標準厚みDや残膜部4 4の厚みCは、サブマスター型4 0の樹脂層部分4 1 dを形成する際に、マスター型3 0をサブマスター基板4 2にどれだけ近づけるかに依存している。つまり、マスター型3 0の第1成形面3 1における最高ラインLA 2とサブマスター基板4 2の表面4 2 aとの距離をEとした場合に、サブマスター型4 0に設けた凹部4 2 cの深さ（ザグリ量）がTであるとして、樹脂層部分4 1 dの標準的な厚みであ

る有効構造部厚みDは、和 $T + E$ で与えられる。また、残膜部44の厚みCは、マスター型30の段差32の段差量をSとして、和 $S + E$ で与えられる。

[0083] 残膜部44は、マスター型30とサブマスター基板42とで樹脂材料を押圧することによって、マスター型30の段差32の後退面32aとサブマスター基板42との対向部を樹脂材料41bが満たす結果、得られる部位である。サブマスター基板42の凹部42cへの樹脂不足が生じることなく、また、マスター型30から樹脂材料41bがはみ出して意図しない異形状を生じることのないように成形される結果、残膜部44は、サブマスター基板42の表面に沿って所定の厚みで所定の幅に広がって形成される。残膜部44の形成により、サブマスター基板42に密着する樹脂層の面積が増すため、マスター型30を離型する際に離型不良が生じることの防止することにも寄与する。残膜部44の体積は、全体の樹脂層部分41dの体積に対して一定以上の割合を有することが必要である。具体的には、残膜部44の体積は、マスター型30の段差32の段差量Sや段差32の幅wをある程度確保することによって、樹脂層部分41dの体積の2%程度かそれ以上とする。なお、残膜部44の体積が全体の2%未満であると、残膜部44に樹脂が満たされないか残膜部44の外側に樹脂がはみ出す可能性が高まり、樹脂層部分41dの周辺に意図しない異形状（例えば突起45）が形成されてしまうおそれがある。このような異形状は、結果的にサブサブマスター型50の成形時にサブサブマスター樹脂層51の高低差を過剰に大きくすることにつながり、ウェハーレンズ10の第1レンズ樹脂層12の厚みが過剰になったり厚みの精度が低下したりする可能性も生じてしまう。また、意図しない異形状が形成される結果、離型不良を生じるおそれもある。

[0084] 一方、残膜部44が薄くなると、段差32の幅wを増やさざるを得なくなるが、この場合、樹脂層部分41dの占有面積が残膜部44によって必要以上に増加してサブマスター基板42上に形成できる樹脂層部分41dの個数が減ってしまうという問題がある。なお、段差32の幅wを狭くしたままで

残膜部 4 4 を薄くすると、樹脂層部分 4 1 d の体積比を減少させることになるので、例えばマスター型 3 0 の後退面 3 2 a とサブマスター基板 4 2 の表面 4 2 a と間の空間から第 1 の樹脂材料 4 1 b が外側にあふれて、樹脂層部分 4 1 d の周辺に意図しない突起 4 5 が形成されてしまう。このような突起 4 5 は、既に説明したように、結果的にウェハーレンズ 1 0 の第 1 レンズ樹脂層 1 2 の厚みの制御を困難にしたり、離型不良が生じたりすることにつながる。以上の観点から、マスター型 3 0 の後退面 3 2 a とサブマスター基板 4 2 の表面 4 2 a とのギャップ、すなわち残膜部 4 4 の厚み C を一定以上にすることが望ましく、例えば残膜部 4 4 の厚み C を $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上とする。

[0085] また、残膜部 4 4 については、ウェハーレンズ 1 0 の第 1 レンズ樹脂層 1 2 の厚みを抑える観点からは、残膜部 4 4 の突起高さが樹脂層部分 4 1 d の本体部分の突起高さを超えないことが望ましい。このため、マスター型 3 0 の後退面 3 2 a は、第 1 成形面 3 1 における最低ライン L A 1（サブマスター基板 4 2 から最も遠い側の部位の Z 方向の位置）よりもサブマスター基板 4 2 に近い先端側にあることが望ましい。本発明者の検討によれば、残膜部 4 4 を上のような厚みに抑えたとしても、過剰の樹脂材料を吸収し得るように設計することが可能であることを確認している。従って、残膜部 4 4 をさほど厚くしなくてもよいので、残膜部 4 4 自体も含めて樹脂層を薄くすることができ、最終的に得られるウェハーレンズ 1 0 の樹脂層の厚みを薄くすることに繋げることができる。

[0086] マスター型 3 0 の第 1 成形面 3 1 における最高ライン L A 2（最もサブマスター基板 4 2 側の部位の Z 方向の位置）とサブマスター基板 4 2 の表面 4 2 a との距離 E については、特に下限がなく、マイナスの値（第 1 成形面 3 1 が凹部 4 2 c 内に入り込む状態）となってもよい。ただし、距離 E については、成形時のマスター型 3 0 の配置に依存するものであり、残膜部 4 4 の厚み C がその下限の $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満にならないように調整される。一方、距離 E の上限は、サブマスター基板 4 2 に凹部 4 2 c を設けた意味を鑑みて $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下とする。具体例では、第 1 成形面 3 1 の最高ライン L A 2 の Z 軸

方向に沿った上下位置は、サブマスター基板 4 2 の表面 4 2 a の上下位置と略一致しており、距離 E はゼロに近いものとなっている。

[0087] サブマスター基板 4 2 に凹部 4 2 c の深さ T は、第 1 の樹脂材料 4 1 b が薄くなることを防止するとともに第 1 の樹脂材料 4 1 b の広がり制御する意味で一定以上の値とする必要があり、例えば $10\ \mu\text{m}$ 以上とする。また、深さ T は、残膜部 4 4 を有効に機能させるため一定の上限があり、既に説明したように、深さ T から算出される樹脂層部分 4 1 d の体積に対して、残膜部 4 4 の体積が 2 % 程度かそれ以上となるようにする。

[0088] 以下では、サブマスター基板 4 2 上で隣接する一对の樹脂層部分 4 1 d を成形する際の移動の前後におけるマスター型 3 0 の型間隔 X について考える。この型間隔 X は、近ければ近いほどサブマスター基板 4 2 上に形成できる樹脂層部分 4 1 d の数を大きくすることができ、ウェハーレンズ 1 0 から取り出せる光学レンズ 4 の数を増加させることができる点で望ましい。一方で、型間隔 X を狭くすると、上記のように樹脂層部分 4 1 d の周辺に意図しない突起 4 5 が形成される可能性を高める。このため、まずサブマスター基板 4 2 において単一の樹脂層部分 4 1 d が最大占有可能な最大領域 MA を考える。この最大領域 MA の面積 SA は、マスター型 3 0 の Y 軸方向の幅 a から

$$SA = (X + a)^2 = (X + \sqrt{A})^2$$

で与えられる。よって、残膜部 4 4 を形成可能な面積（以下、非有効部面積 NA）は、

$$NA = SA - B = (X + \sqrt{A})^2 - B$$

となるので、残膜部 4 4 に許容される最大体積（以下、バッファ項 TB）は、

$$TB = NA \times C = [(X + \sqrt{A})^2 - B] \times C$$

となる。ここで、単一の樹脂層部分 4 1 d を形成するための第 1 の樹脂材料 4 1 b の体積 RV は、 $RV = B \times D + (A - B) \times C$ であるから、第 1 の樹脂材料 4 1 b の供給体積の誤差（以下、樹脂バラツキ項 TD1）は、例えば $TD1 = 0.05 \times [B \times D + (A - B) \times C]$

程度以下となる。また、サブマスター基板 4 2 の凹部 4 2 c の深さに関する誤差（以下、深さバラツキ項 T D 2）は、例えば

$$T D 2 = 0.005 \times A$$

程度以下となる。よって、バッファ項 T B は、樹脂バラツキ項 T D 1 や深さバラツキ項 T D 2 を吸収できる程度の容量に設定されるべきであり、以下の関係式

$$T B \geq T D 1 + T D 2 \quad \dots \quad (1)$$

$$\begin{aligned} [(X + \sqrt{A})^2 - B] \times C \geq 0.05 \times [B \times D + (A - B) \times C] \\ + 0.005 \times A \quad \dots \quad (2) \end{aligned}$$

が成り立つ。関係式（2）を型間隔 X について整理すると、以下の関係式

$$\begin{aligned} X \geq \sqrt{\{B + (0.05 \times [B \times D + [A - B] \times C] + 0.005 \times A) \\ / C\}} - \sqrt{A} \quad \dots \quad (3) \end{aligned}$$

が得られる。

[0089] 以下、具体例について説明する。マスター型 3 0 の端面 3 0 a の面積 A は、例えば $396 \text{ mm}^2 (= 19.9 \text{ mm} \times 19.9 \text{ mm})$ であり、マスター型 3 0 の有効面積 B は、例えば $334.9 \text{ mm}^2 (= 18.3 \text{ mm} \times 18.3 \text{ mm})$ である。また、残膜部 4 4 の厚み C は、例えば 0.04 mm 程度であり、樹脂層部分 4 1 d の有効構造部厚み D は、例えば 0.1 mm 程度である。よって、

$$X \geq 0.83 \text{ mm}$$

となる。つまり、移動の前後におけるマスター型 3 0 の型間隔 X は 0.83 mm あれば足りることになり、型間隔 X を不必要に増大させることは望ましくなく、型間隔 X は、 0.85 mm 程度とする。

[0090] 本実施形態の記製造方法によれば、サブマスター基板（第 1 基板）4 2 に形成された複数の凹部 4 2 c のうち 1 つの凹部 4 2 c とマスター型 3 0 の第 1 成形面 3 1 との間に第 1 の樹脂材料 4 1 b を満たすので、第 1 成形面 3 1 に対向する第 1 の樹脂材料 4 1 b の厚みが確保され、比較的容易にマスター型 3 0 をサブマスター基板 4 2 に近づけることができる。しかも、第 1 成形

面 3 1 の周囲に環状の段差 3 2 を設け、段差 3 2 と凹部 4 2 c の周辺との間に第 1 の樹脂材料 4 1 b を満たすようにすることで、サブマスター基板 4 2 の凹部 4 2 c へ充填する樹脂材料に不足を生じたり、過剰の樹脂材料がマスター型 3 0 からはみ出したりすることを防止し、異形状が発生することを防ぐことができる。

[0091] なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

[0092] 例えば、ウェハーレンズ 1 0 の輪郭形状や、レンズ要素 L 1, L 2 の形状及び配列は、図示のものに限らず、用途に応じて様々な形状とすることができる。

[0093] 同様に、サブマスター型 4 0 に形成されるサブマスター樹脂層 4 1、サブサブマスター型 5 0 に形成されるサブサブマスター樹脂層 5 1 等の形状も図示のものに限らず、用途に応じて様々な形状とすることができる。

[0094] 以上の説明では、樹脂層 1 2, 1 3, 4 1, 5 1 が光硬化性樹脂で形成されるものとし、光照射で樹脂材料を硬化させたが、光照射に加えて加熱により硬化を促進させてもよい。また、光硬化性樹脂に代えて、熱硬化性樹脂等の他のエネルギー硬化性樹脂で形成することもできる。

[0095] サブマスター基板 4 2 に対するマスター型 3 0 の移動方法については、特に制限はないが、なるべく隣接する凹部 4 2 c に移動する経路とすることが処理速度上は望ましい。マスター型 3 0 に対してサブマスター基板 4 2 を移動させてもよいし、両者を移動させてもよい。両者で樹脂を押圧する際も同様であり、マスター型 3 0 をサブマスター基板 4 2 に押圧する代わりに、サブマスター基板 4 2 をマスター型 3 0 に押圧してもよいし、両者を移動して近づけてもよい。

[0096] 上記実施形態においては、最終的に得られるウェハーレンズとして、基板上に光学レンズとして機能する樹脂層を設けたものについて説明したが、これに限らず、特に基板を有しておらず、光学レンズとして機能する部分とその周囲の平坦部、及び、それらを連結する部分が樹脂で一体的に構成された

ものであってもよい。

[0097] 上記実施形態においては、サブサブマスター型を用いてウェハーレンズを作製する例について説明したが、これに限るものではなく、サブマスター型を用いてウェハーレンズを作製するようにしてもよい。この場合、原版となるマスター型は、最終成形物であるウェハーレンズのレンズ要素のポジ型とする。第1レンズ樹脂層12と第2レンズ樹脂層13ともに、サブサブマスター型を用いて成形を行ってもよいし、両者ともにサブマスター型を用いて成形を行ってもよいし、一方をサブサブマスター型、他方をサブマスター型で成形してもよい。

請求の範囲

[請求項1]

光学レンズに対応する形状が複数配列された成形面を有し該成形面の周囲に環状の段差が設けられているマスター型を、前記成形面より大きいサイズの凹部であって内部が閉じた形状の凹部が平坦面上に複数形成された成形型用の第1基板に、前記成形面全体が前記複数の凹部のうち1つの凹部に対向するように配置する第1の工程と、

前記マスター型と前記第1基板とを相対的に接近させ、かつ、前記凹部及び前記段差が覆われるように前記成形面と前記第1基板との間に第1の樹脂材料を満たす第2の工程と、

前記成形面と前記第1基板との間の前記第1の樹脂材料を硬化させる第3の工程と、

前記マスター型を離型する第4の工程とを備え、

前記マスター型を前記複数の凹部のうち他の凹部に向けて移動させて、前記第1の工程から前記第4の工程までを繰り返し実行することにより、樹脂製の形状転写層を有する成形型を得る成形型の製造方法。

[請求項2]

前記マスター型によって前記第1基板上に前記成形面に対応する矩形の複数の成形領域が設定され、前記複数の成形領域のうち隣り合う2つの成形領域における前記マスター型の間隔Xについて、前記段差の後退面及び前記成形面を含めた前記マスター型の面積をAとし、前記成形面に対応する前記マスター型の有効面積をBとし、前記第3の工程時における前記段差の前記後退面と前記第1基板の前記平坦面との距離に対応する残膜部厚みをCとし、前記第3の工程時における前記成形面と該成形面に対向する凹部の底面との平均的距離に対応する有効構造部厚みをDとしたときに、以下の関係式

$$X \geq \sqrt{\{B + (0.05 \times [B \times D + [A - B] \times C] + 0.005 \times A) \div C\} - \sqrt{A}}$$

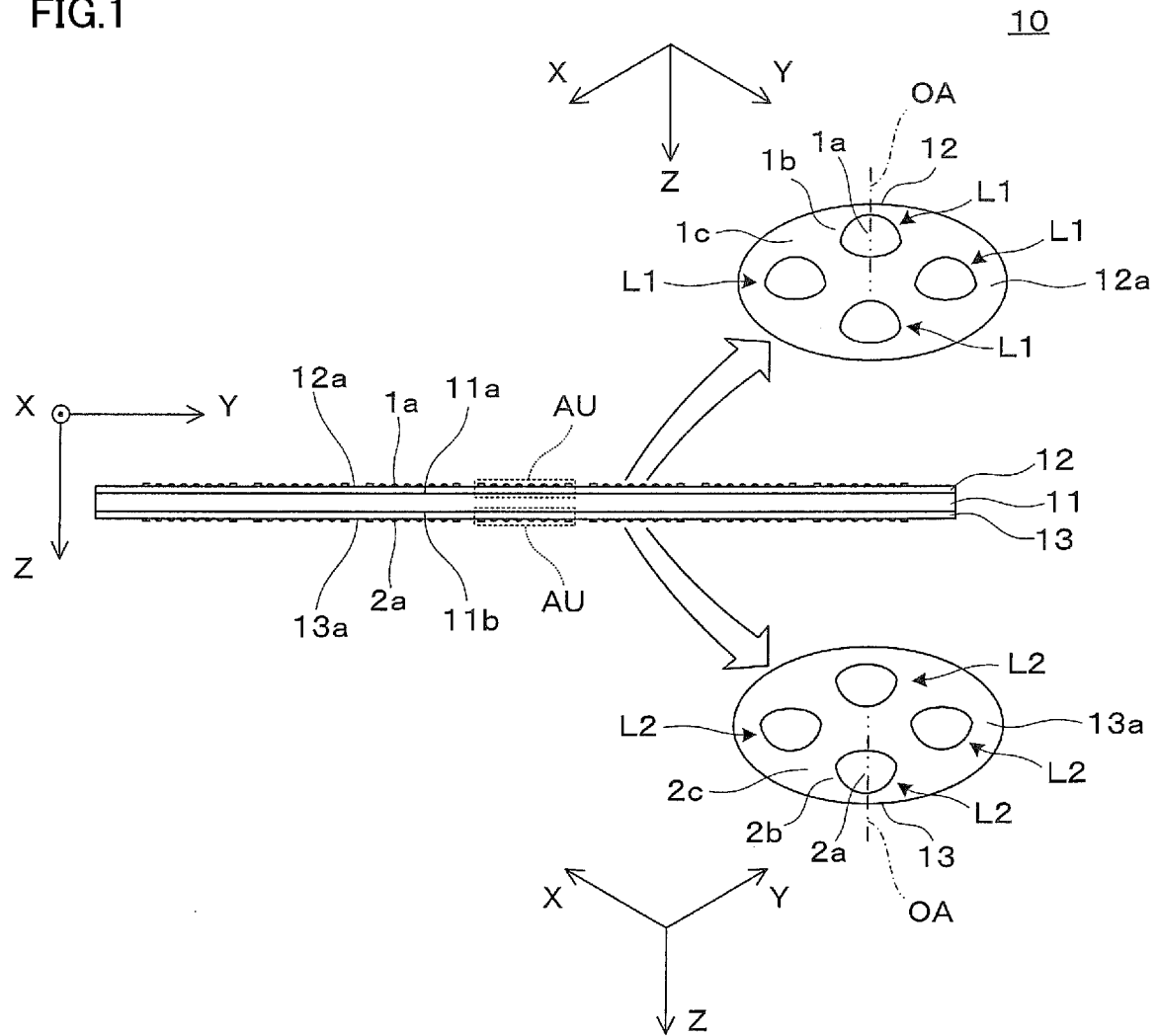
を満たす、請求項1に記載の成形型の製造方法。

- [請求項3] 前記第3の工程において、前記段差の前記後退面と前記第1基板の前記平坦面との距離に対応する残膜部厚みは、前記成形面における前記第1基板から最も遠い部位と前記第1基板の前記平坦面との前記平坦面に垂直な方向における距離よりも小さい、請求項1及び請求項2のいずれか一項に記載の成形型の製造方法。
- [請求項4] 前記第3の工程において、前記成形面の最も前記第1基板側の部位と、前記第1基板の前記平坦面とは、前記平坦面に垂直な方向における位置が略一致する、請求項1に記載の成形型の製造方法。
- [請求項5] 前記マスター型の前記成形面は、光学レンズに対応する形状の周囲に設けられた平坦なフランジ転写面を含む、請求項1に記載の成形型の製造方法。
- [請求項6] 前記第2の工程において、前記マスター型及び前記第1基板のうち少なくとも一方に配置された前記第1の樹脂材料を、前記マスター型と前記第1基板とを相対的に接近させることにより、前記凹部及び前記段差部が覆われるように前記成形面と前記第1基板との間に前記第1の樹脂材料を満たす、請求項1に記載の成形型の製造方法。
- [請求項7] 請求項1に記載の成形型の製造方法により得られた前記樹脂製の成形型を第1の成形型とし、該第1の成形型と成形型用の第2基板との間に第2の樹脂材料を満たし、該第2の樹脂材料を硬化させ、前記第1の成形型を離型することにより、第2の成形型を得る成形型の製造方法。
- [請求項8] 請求項7に記載の成形型の製造方法により得られた前記第2の成形型と請求項1に記載の成形型の製造方法により得られた第1の成形型との少なくとも一方と、第3基板の表面との間に第3の樹脂材料を満たし、該第3の樹脂材料を硬化させ、前記第1又は第2の成形型を離型することにより、前記第3基板の表面に複数のレンズ要素が形成されたウェハーレンズを得る第5の工程を有するウェハーレンズの製造方法。

- [請求項9] 請求項7に記載の成形型の製造方法により得られた前記第2の成形型と請求項1に記載の成形型の製造方法により得られた第1の成形型との少なくとも一方と、前記第3基板の裏面との間に第4の樹脂材料を満たし、該第4の樹脂材料を硬化させ、前記第1又は第2の成形型を離型することにより、前記第3基板の裏面に複数の光学レンズが形成されたウェハーレンズを得る第6の工程を有する、請求項8に記載のウェハーレンズの製造方法。
- [請求項10] 前記第5の工程における前記第1又は第2の成形型の離型前に、前記第6の工程を開始する、請求項9に記載のウェハーレンズの製造方法。
- [請求項11] 請求項8から請求項10までのいずれか一項に記載のウェハーレンズの製造方法により得られた前記ウェハーレンズを切断して個片化する工程を備える光学レンズの製造方法。

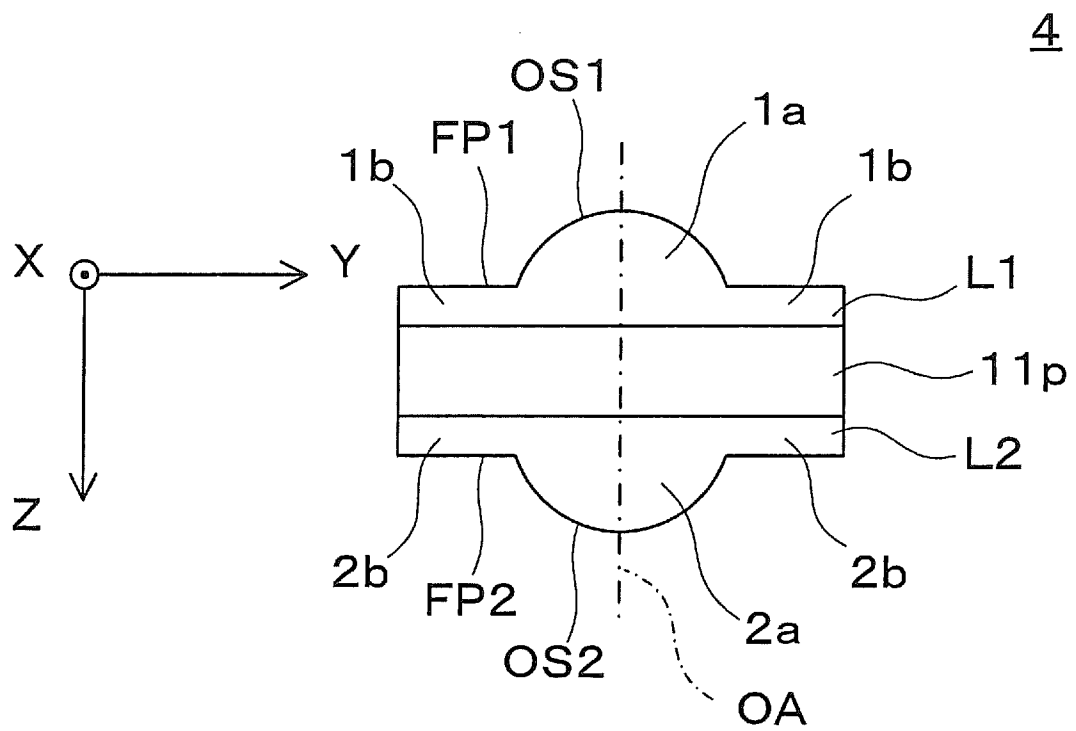
[図1]

FIG.1



[図2]

FIG.2



[図3]

FIG.3A

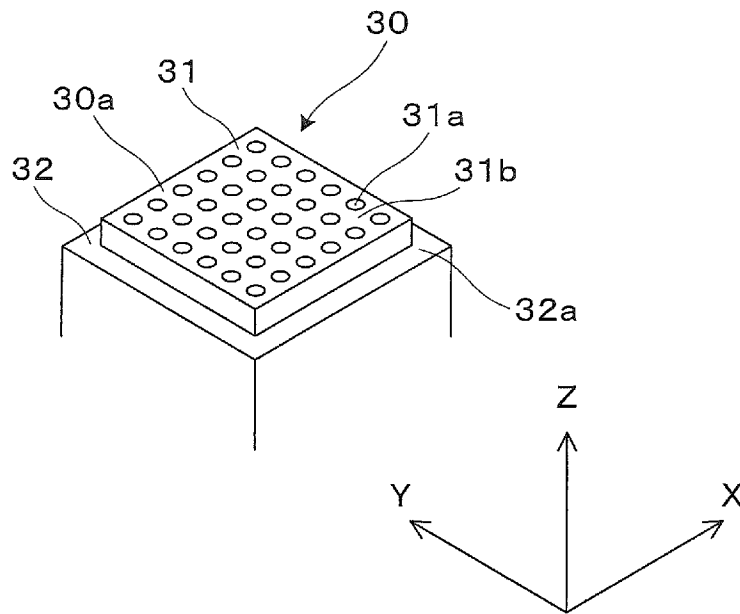
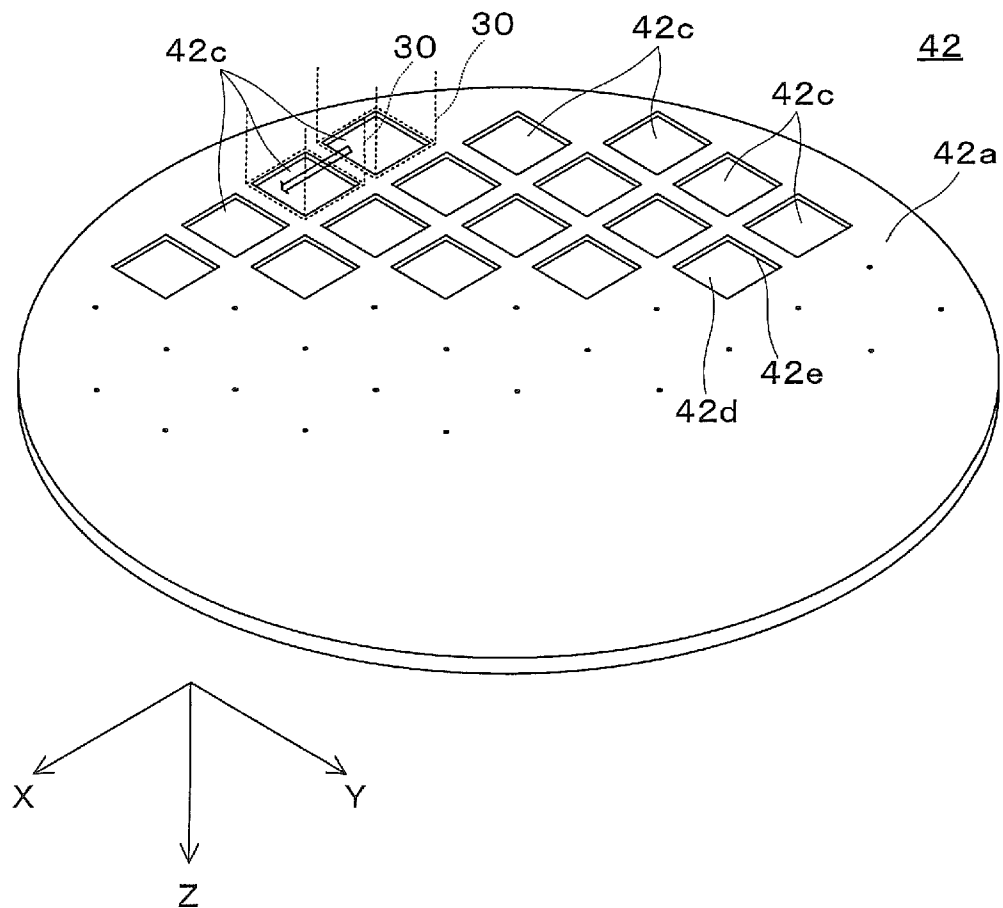


FIG.3B



[図4]

FIG.4A

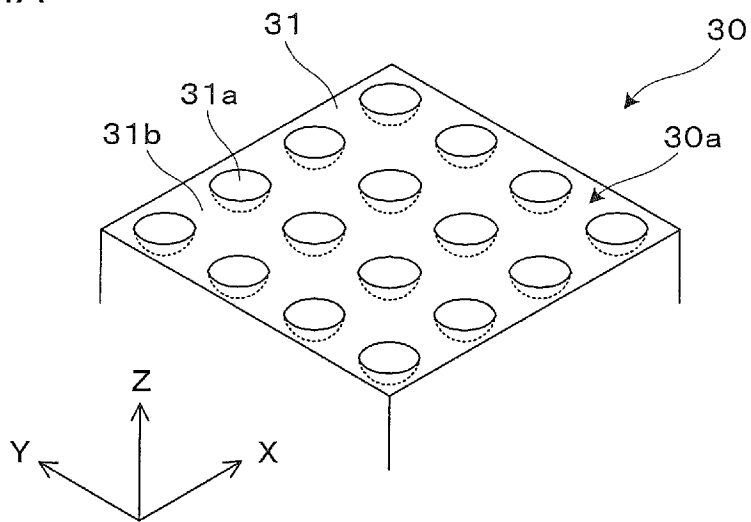


FIG.4B

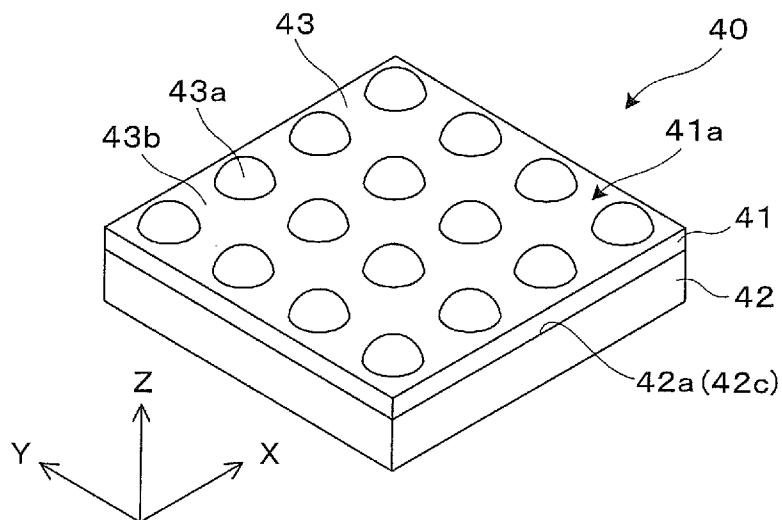
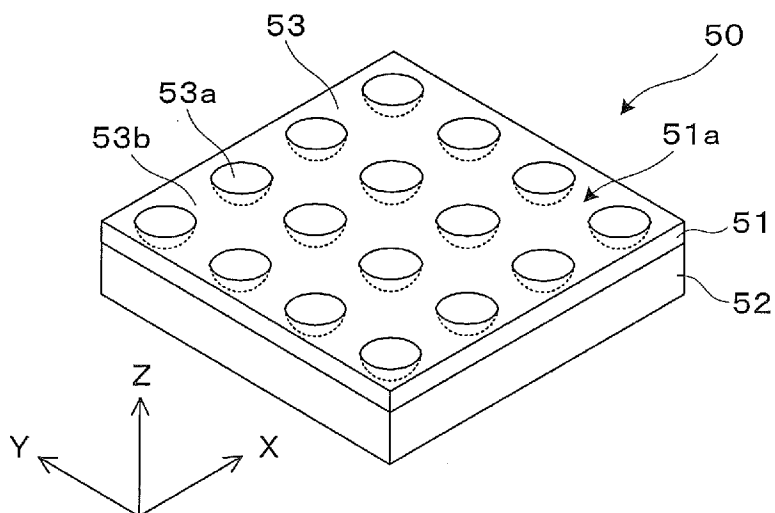
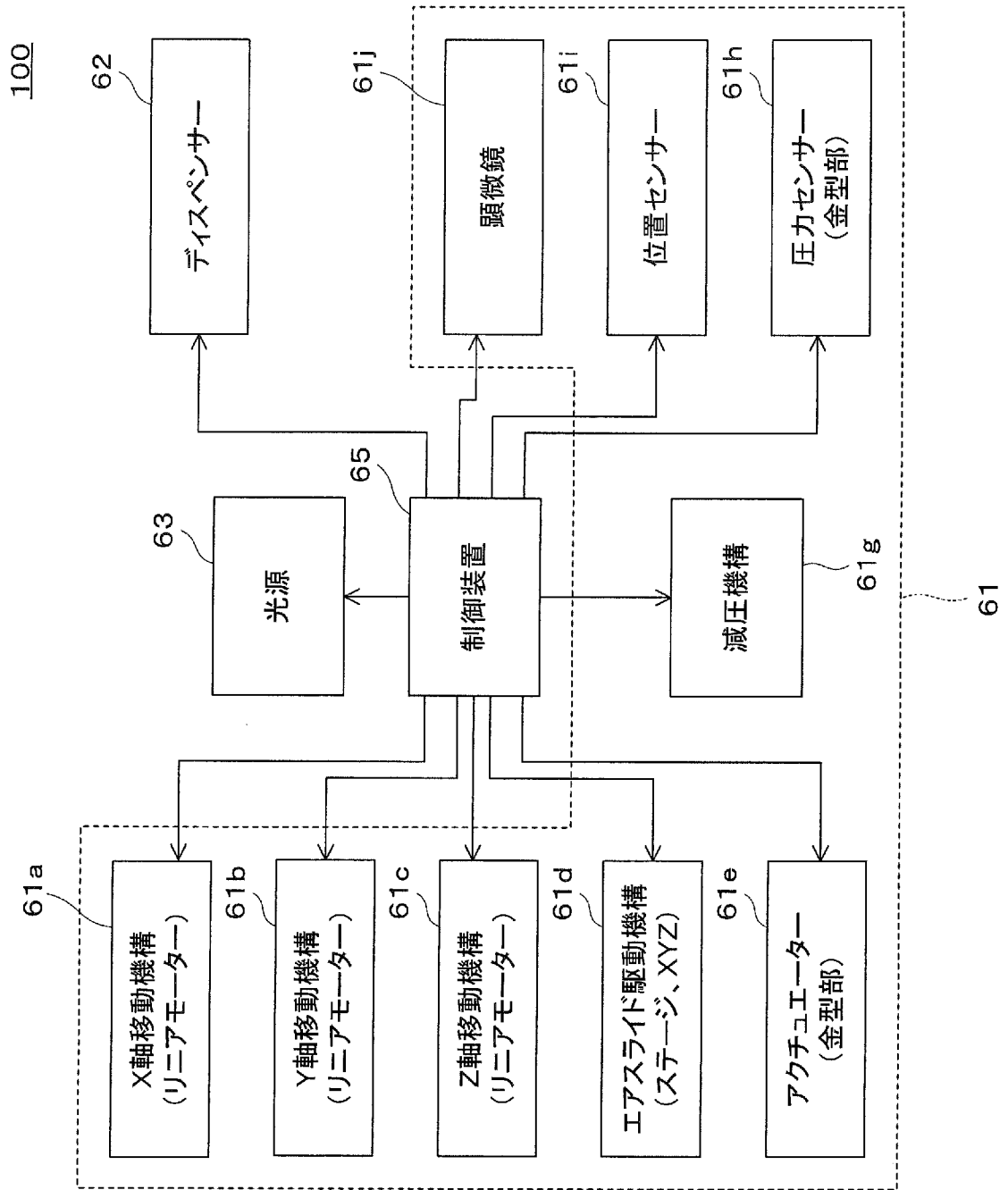


FIG.4C

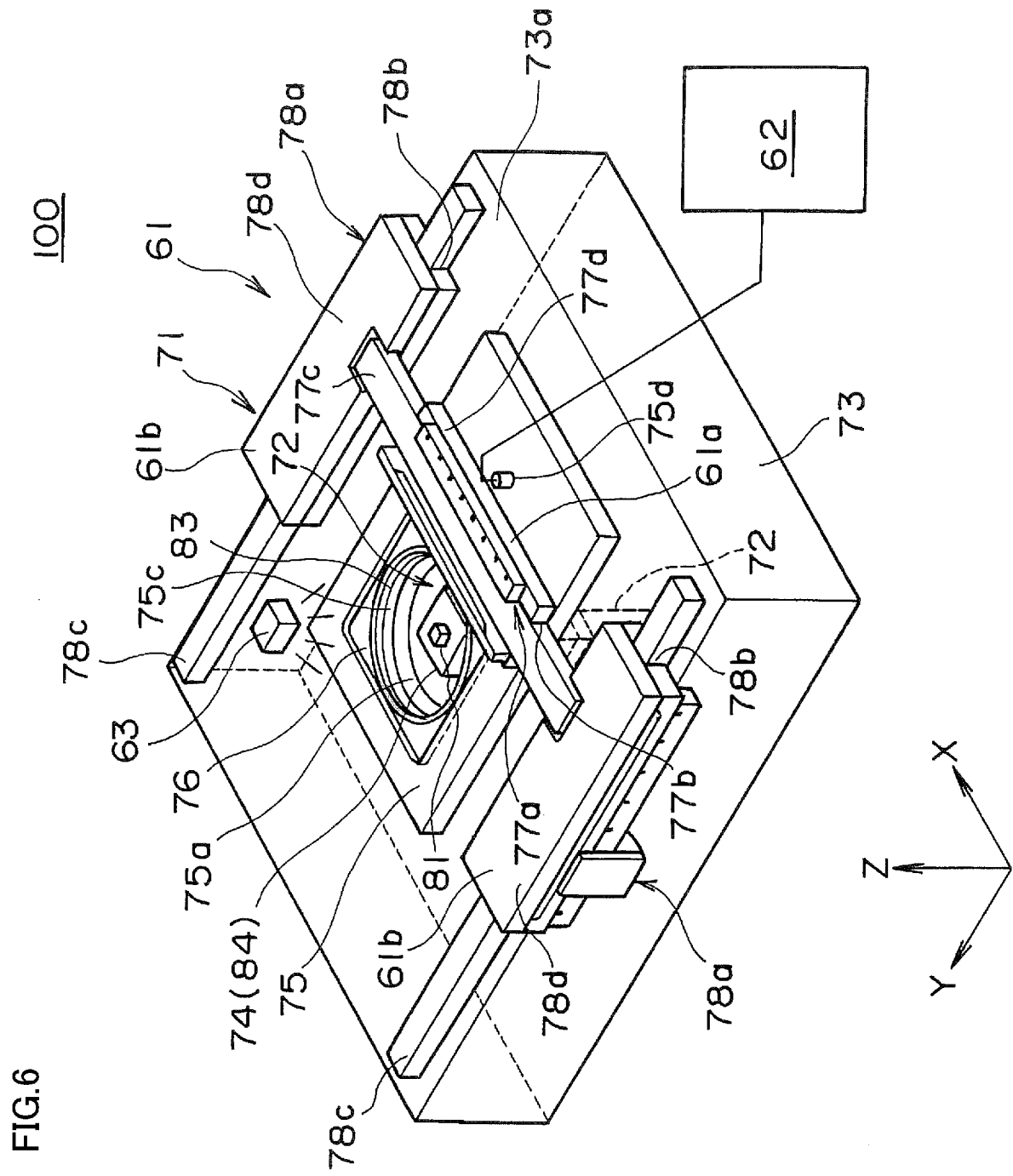


[図5]

FIG.5

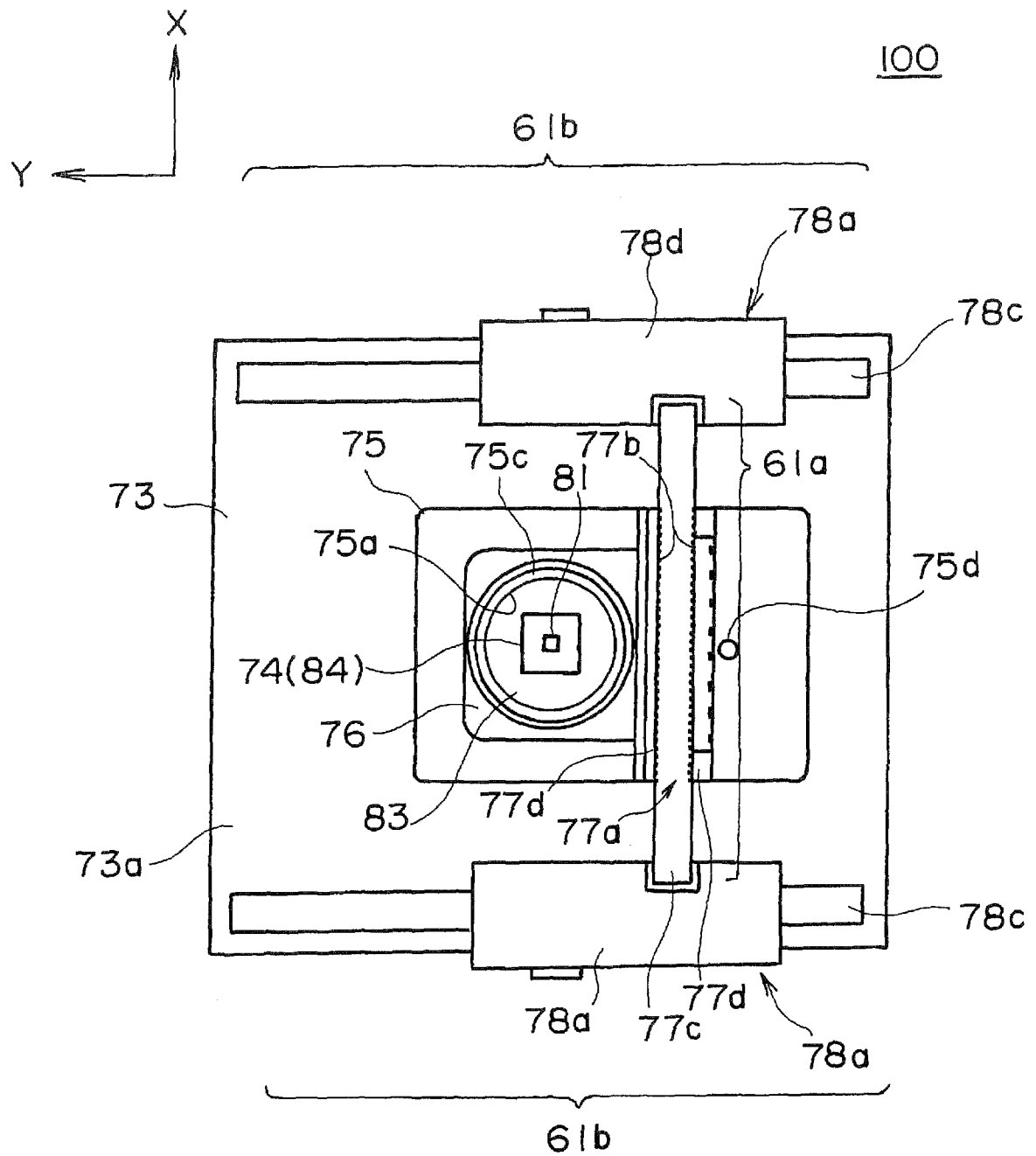


[図6]



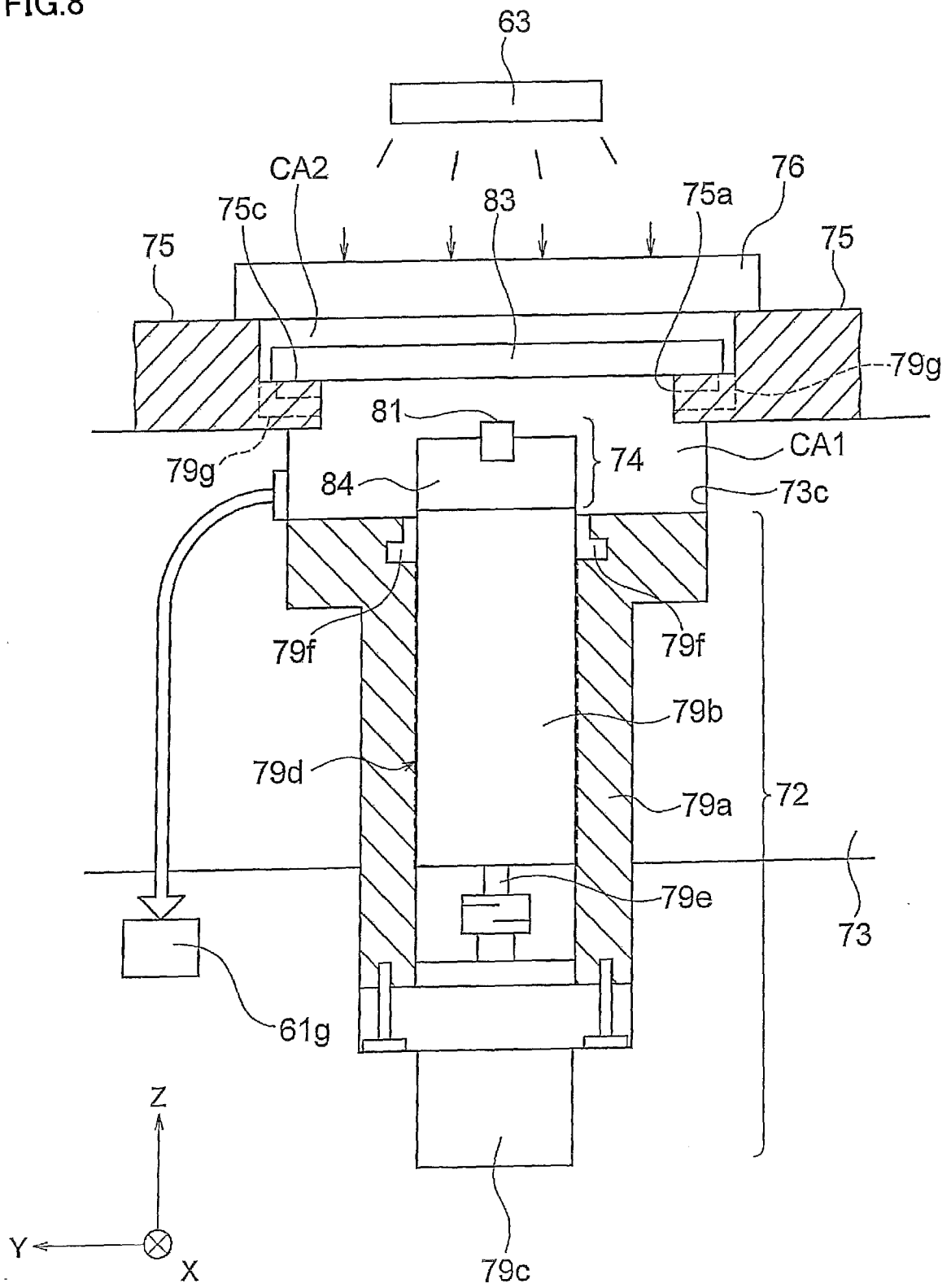
[図7]

FIG. 7



[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9A

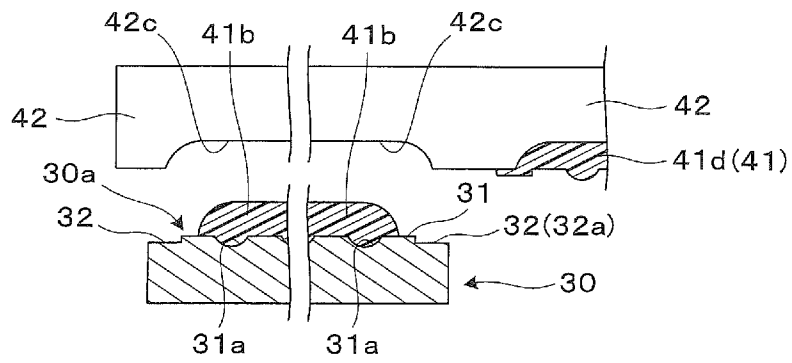


FIG.9B

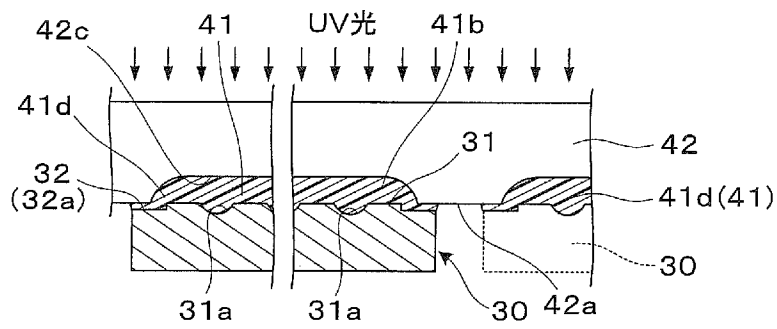


FIG.9C

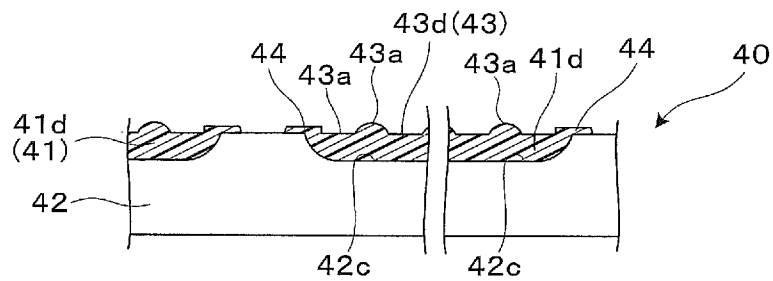


FIG.9D

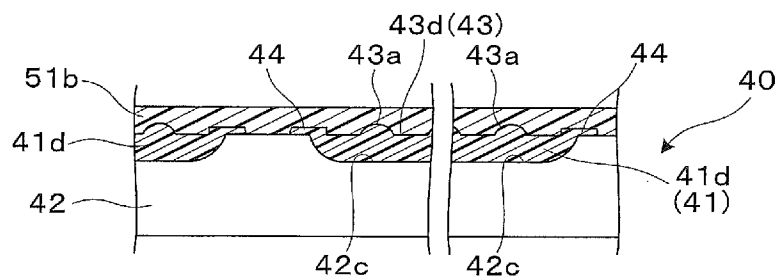
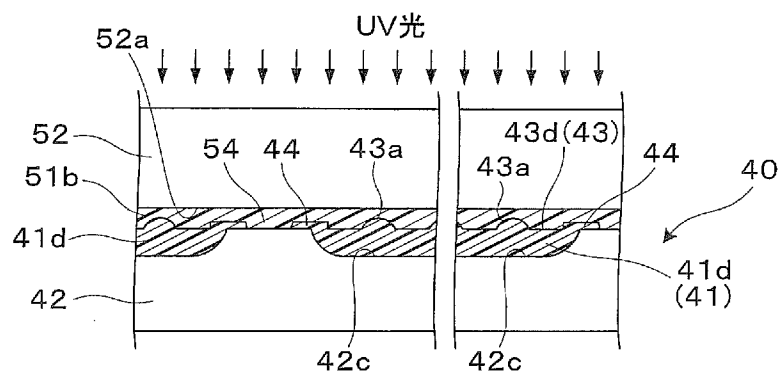


FIG.9E



[図10]

FIG.10A

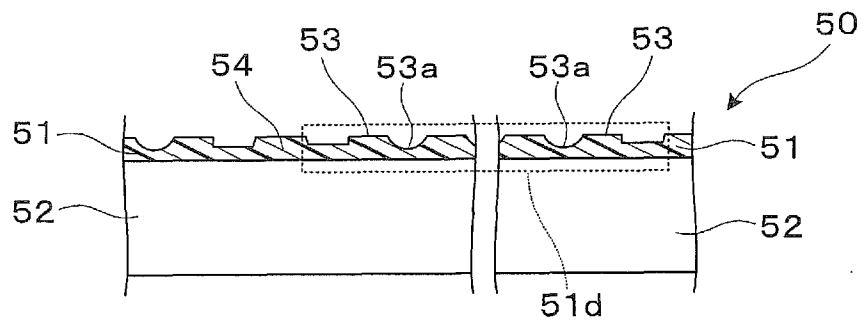


FIG.10B

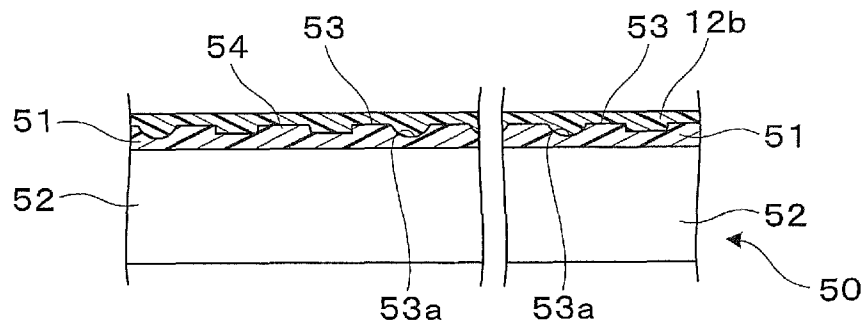


FIG.10C

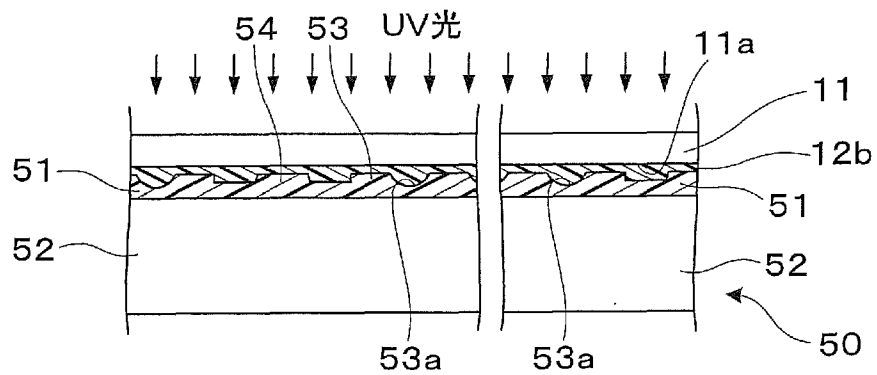
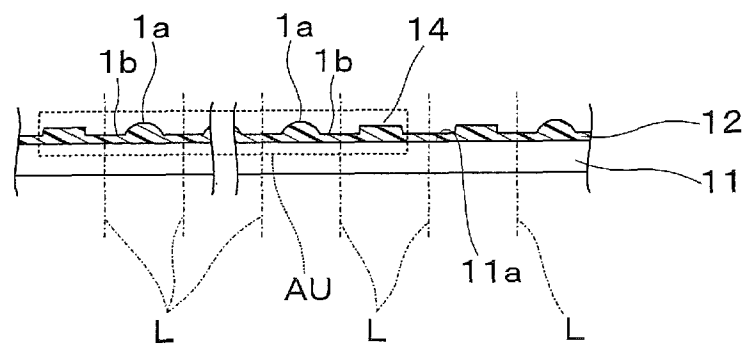
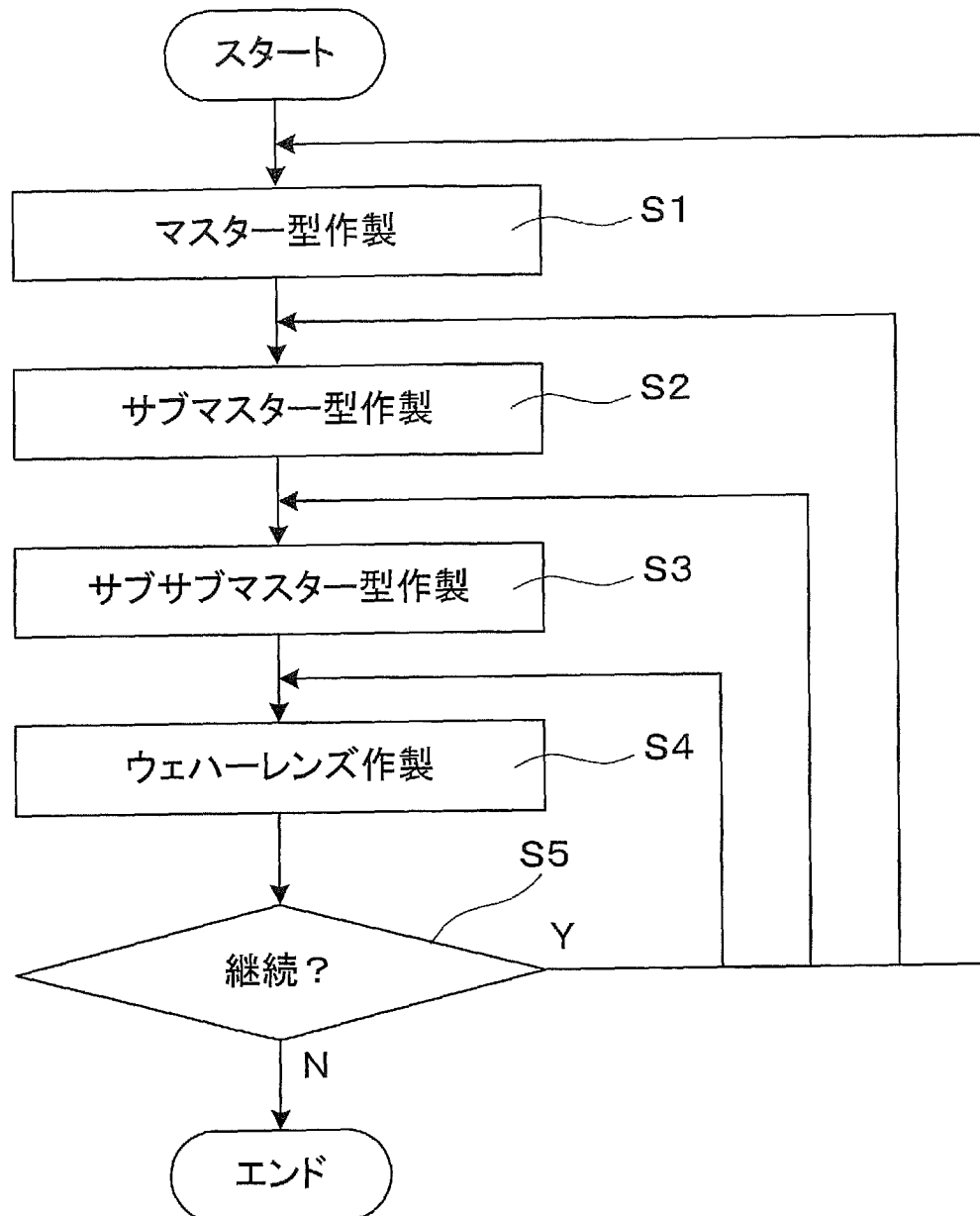


FIG.10D



[図11]

FIG.11



[図12]

FIG.12

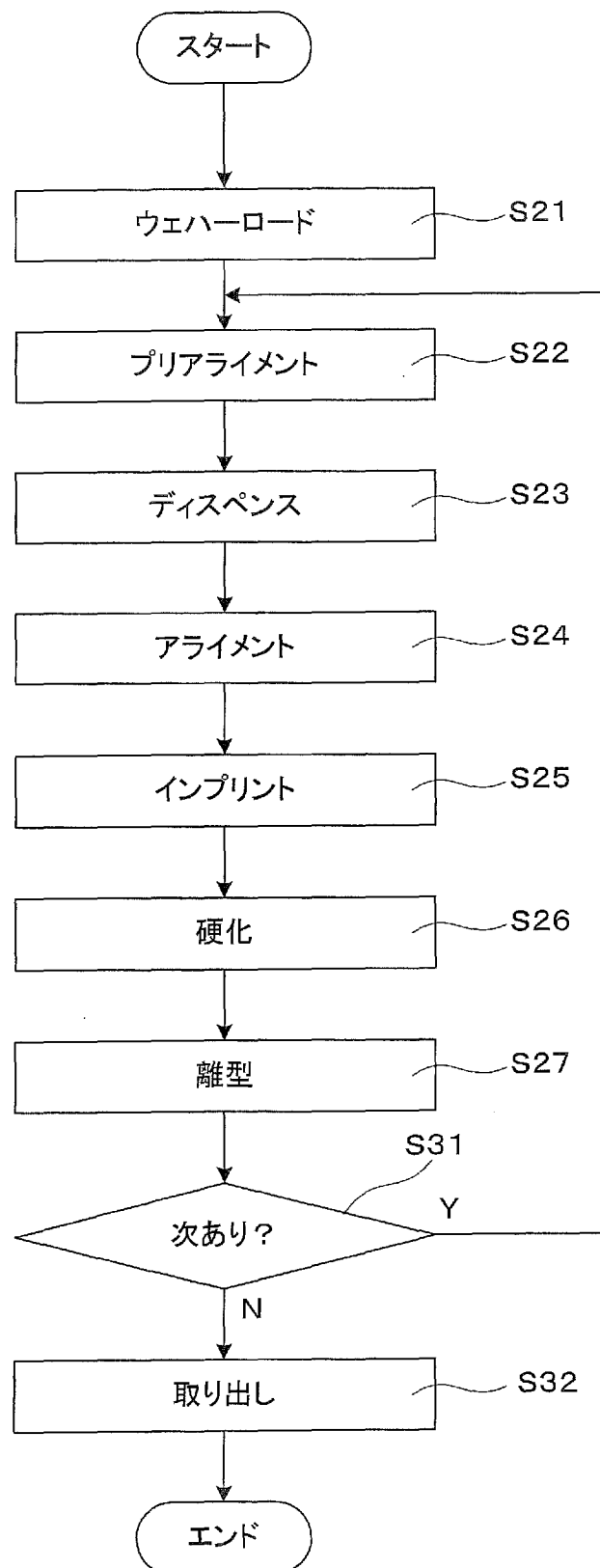
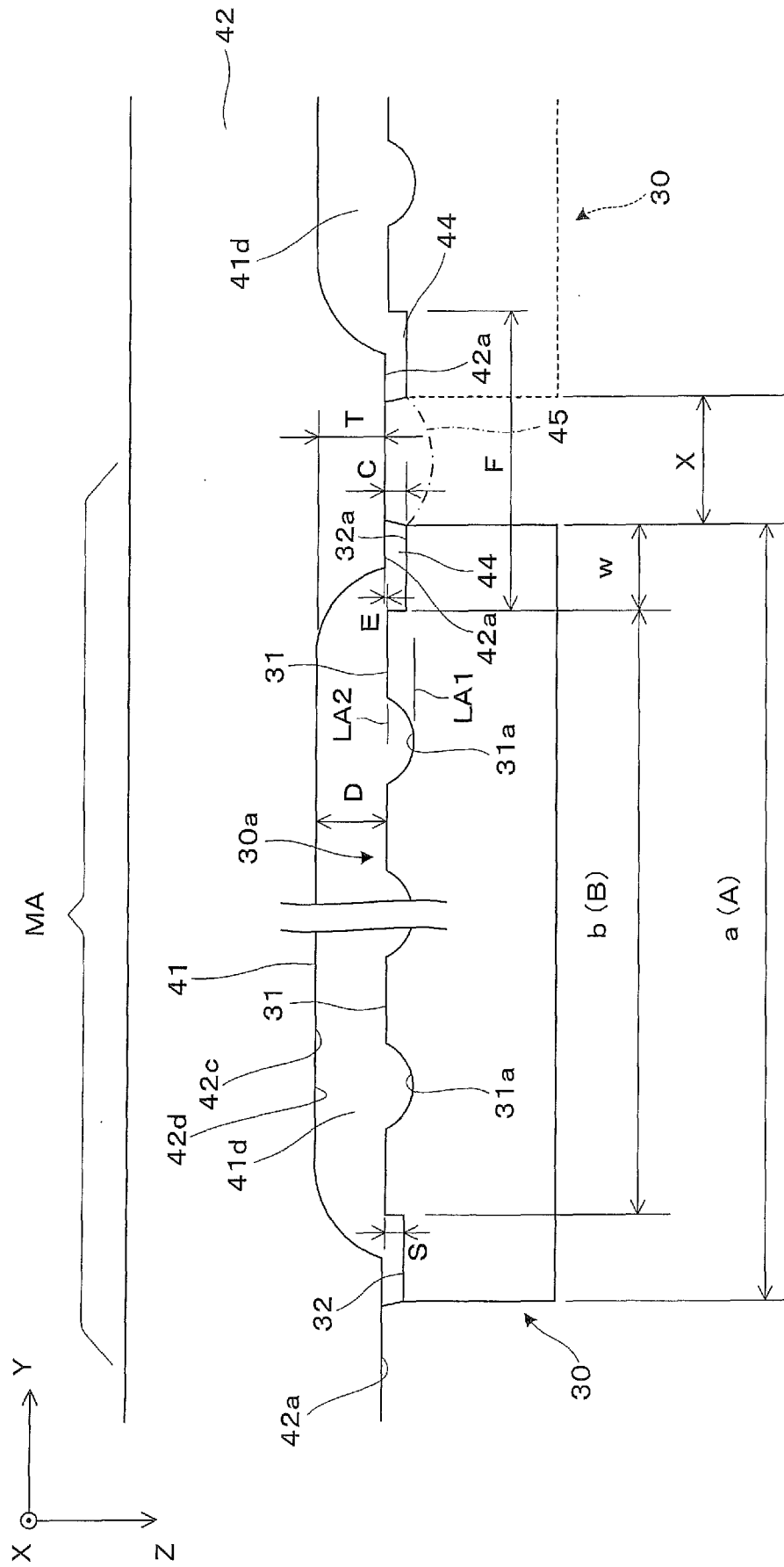


FIG. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051375

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C33/38(2006.01)i, B29C39/10(2006.01)i, B29L11/00(2006.01)n

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C33/00-33/76, B29C39/00-39/44, B29C59/00-59/18, G02B3/00, B29L11/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	WO 2010/143466 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 16 December 2010 (16.12.2010), claims; paragraphs [0027] to [0043], [0113] to [0161]; drawings (Family: none)	1-11
A	WO 2010/137368 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 02 December 2010 (02.12.2010), claims; drawings (Family: none)	1-11
A	JP 2010-102312 A (Sharp Corp.), 08 May 2010 (08.05.2010), entire text & US 2010/0079642 A1 & CN 101685169 A	1-11



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
05 April, 2012 (05.04.12)

Date of mailing of the international search report
17 April, 2012 (17.04.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/051375

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-245072 A (Canon Inc.), 14 September 2006 (14.09.2006), entire text & US 2006/0192320 A1	1-11
A	JP 2010-251601 A (Toshiba Corp.), 04 November 2010 (04.11.2010), entire text & US 2010/0264113 A1	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B29C33/38(2006.01)i, B29C39/10(2006.01)i, B29L11/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B29C33/00-33/76, B29C39/00-39/44, B29C59/00-59/18, G02B3/00, B29L11/00

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 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
A	WO 2010/143466 A1（コニカミノルタオプト株式会社）2010.12.16, 請求の範囲、【0027】～【0043】、【0113】～【0161】、 図面 (ファミリーなし)	1-11
A	WO 2010/137368 A1（コニカミノルタオプト株式会社）2010.12.02, 請求の範囲、図面 (ファミリーなし)	1-11

☒ 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

0 5 . 0 4 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 4 . 2 0 1 2

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）

岩本 昌大

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

4 F

3 6 3 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-102312 A (シャープ株式会社) 2010.05.08, 文献全体 & US 2010/0079642 A1 & CN 101685169 A	1-11
A	JP 2006-245072 A (キャノン株式会社) 2006.09.14, 文献全体 & US 2006/0192320 A1	1-11
A	JP 2010-251601 A (株式会社東芝) 2010.11.04, 文献全体 & US 2010/0264113 A1	1-11