

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5315737号  
(P5315737)

(45) 発行日 平成25年10月16日 (2013.10.16)

(24) 登録日 平成25年7月19日 (2013.7.19)

(51) Int. Cl.

F I

**B 2 9 C 39/10 (2006.01)****G 0 2 B 3/00 (2006.01)****B 2 9 C 39/26 (2006.01)****B 2 9 C 33/38 (2006.01)****B 2 9 K 101/10 (2006.01)**

B 2 9 C 39/10

G 0 2 B 3/00

B 2 9 C 39/26

B 2 9 C 33/38

B 2 9 K 101:10

A

請求項の数 9 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-72016 (P2008-72016)  
 (22) 出願日 平成20年3月19日 (2008.3.19)  
 (65) 公開番号 特開2009-226631 (P2009-226631A)  
 (43) 公開日 平成21年10月8日 (2009.10.8)  
 審査請求日 平成23年3月11日 (2011.3.11)

(73) 特許権者 000001270  
 コニカミノルタ株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号  
 (74) 代理人 110001254  
 特許業務法人光陽国際特許事務所  
 (74) 代理人 100090033  
 弁理士 荒船 博司  
 (72) 発明者 渡邊 大輔  
 東京都八王子市石川町2970番地 コニ  
 カミノルタオプト株式会社内

審査官 細井 龍史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエハレンズの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板に対し第1の光硬化性樹脂製の光学部材が設けられたウエハレンズの製造方法であって、

前記光学部材の光学面形状に対応したポジ形状の成形面を複数有するマスター成形型から、前記光学面形状に対応したネガ形状の成形面を複数有するサブマスター成形部を第2の硬化性樹脂によって成形するとともに、当該サブマスター成形部を光透過性のサブマスター基板で裏打ちすることによってサブマスター成形型を形成し、

前記サブマスター成形型と前記基板との間に前記第1の光硬化性樹脂を充填し、前記サブマスター成形型側と前記基板側とのうち、前記サブマスター成形型側から光を照射して前記第1の光硬化性樹脂を硬化させ前記光学部材を成形する場合に、

前記マスター成形型のモールド成形用材料として低融点ガラス又は金属ガラスを使用することを特徴とするウエハレンズの製造方法。

【請求項 2】

前記マスター成形型の、前記光学面形状に対応したネガ形状の複数の成形面は、複数の凸部が形成された凸形状を有していることを特徴とする請求項1に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 3】

前記マスター成形型の、前記光学面形状に対応したネガ形状の複数の成形面は、少なくとも並進自由度が3で回転自由度が2である合計5以上の自由度を有する加工機により加

10

20

工されている請求項 2 に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 4】

前記マスター成形型の、前記光学面形状に対応したネガ形状の複数の成形面は、複数の凹部が形成された凹形状を有していることを特徴とする請求項 1 に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 5】

前記マスター成形型の、前記光学面形状に対応したネガ形状の複数の成形面には、表面改質により OH 基が導入され、かつ、加水分解可能な官能基を有する離型剤が塗布されている請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 6】

前記表面改質として UV オゾン洗浄または酸素プラズマアッシングの処理が実行されていることを特徴とする請求項 5 に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 7】

前記加水分解可能な官能基はシランカップリング構造を有することを特徴とする請求項 5 に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 8】

前記離型剤は離型性機能基としてフッ素置換炭化水素基または炭化水素基を有することを特徴とする請求項 5 ～ 7 のいずれか一項に記載のウエハレンズの製造方法。

【請求項 9】

前記第 2 の硬化性樹脂が光硬化性樹脂である請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のウエハレンズの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ウエハレンズの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、光学レンズの製造分野においては、ガラス平板に熱硬化性樹脂等の硬化性樹脂からなるレンズ部（光学部材）を設けることで、耐熱性の高い光学レンズを得る技術が検討されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

更に、この技術を適用した光学レンズの製造方法として、ガラス平板に対して硬化樹脂からなる光学部材を複数設けたいわゆる「ウエハレンズ」を形成することで、複数のレンズを一体化された状態で同時に成形し、成形後にガラス平板部をカットする方法が開発されている。この製造方法によれば、光学レンズの製造コストを低減することができる。

【特許文献 1】特許第 3 9 2 6 3 8 0 号

【発明の開示】

【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 には具体的な成形、製造方法が記載されていないため、実際に光学レンズを製造することができない。

この点、レンズ部に対応するネガ形状の成形型を単純に作成して成形に用いることも考えられるが、このような成形型には高い精度が要求される一方、繰返しの使用による劣化の度に作成し直す必要が生じるため、製造装置のランニングコスト、ひいては光学レンズの製造コストが高くなってしまう。

一方、成形型は通常、モールド成形によって成形されるが、製造面の観点から低温で容易に扱うことのできる材料を使用することが要求されている。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、製造コストを低減することができ、かつ、低温で容易に製造することができるウエハレンズの製造方法を提供することを目的としている。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

上記課題を解決するため、本願発明は、基板に対し第1の光硬化性樹脂製の光学部材が設けられたウエハレンズの製造方法であって、

前記光学部材の光学面形状に対応したポジ形状の成形面を複数有するマスター成型型から、前記光学面形状に対応したネガ形状の成形面を複数有するサブマスター成型部を第2の硬化性樹脂によって成形するとともに、当該サブマスター成型部を光透過性のサブマスター基板で裏打ちすることによってサブマスター成型型を形成し、

前記サブマスター成型型と前記基板との間に前記第1の光硬化性樹脂を充填し、前記サブマスター成型型側と前記基板側とのうち、前記サブマスター成型型側から光を照射して前記第1の光硬化性樹脂を硬化させ前記光学部材を成形する場合に、

10

前記マスター成型型のモールド成形用材料として低融点ガラス又は金属ガラスを使用することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0006】

本願発明によれば、マスター成型型のモールド成形用材料として低融点ガラス又は金属ガラスを使用するので、低温で容易に流動性が確保でき、扱いが容易で製造面で好適となる。また、低融点ガラスを使用した場合には、UV硬化性の材料を成形する際にマスター型側からも照射することができる。

また、光学部材の光学面形状に対応したポジ形状のマスター成型型を用いてネガ形状のサブマスター成型型を形成し、このサブマスター成型型によって光学部材を成形するので、マスター成型型から直接、光学部材を成形する場合と比較して、光学部材を繰り返し成形する場合のマスター成型型の劣化を低減することができる。従って、マスター成型型を作り直すコストを減らすことができる分、製造装置のランニングコストを低減し、光学レンズの製造コストを低減することができる。

20

また、第1の硬化性樹脂が活性光線硬化性樹脂である場合には、マスター成型型が金属製の場合など、光学部材の樹脂材料の活性光線に対して被透過性の場合であっても、サブマスター基板を透過性とすることによって、光学部材の成形時に基板とは反対の側からも樹脂材料に対して当該活性光線を照射することができる。従って、光学部材を確実に硬化させることができる。

30

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0007】

以下、図面を参照しながら本発明の好ましい実施形態について説明する。

## 【0008】

## [第1の実施形態]

図1に示す通り、ウエハレンズ1は円形状のガラス基板(基板)3と複数のレンズ部(光学部材)5とを有しており、ガラス基板3上に複数のレンズ部5がアレイ状に配置された構成を有している。レンズ部5はガラス基板3の表面に形成されていてもよいし、表裏両面に形成されていてもよい。

## 【0009】

## &lt;レンズ部&gt;

レンズ部5は樹脂5Aで形成されている。この樹脂5Aとしては、硬化性樹脂を用いることができる。硬化性樹脂としては大きく分けて光硬化性樹脂と熱硬化性樹脂に分類することができる。光硬化性樹脂としては、アクリル樹脂及びアリル樹脂であればラジカル重合により反応硬化させることができる。エポキシ系の樹脂であればカチオン重合により反応硬化させることができる。一方、熱硬化性樹脂は上記ラジカル重合やカチオン重合の他にシリコン等のように付加重合により硬化させることもできる。

40

## 【0010】

以下、上記各樹脂について詳細を次に記す。

(アクリル樹脂)

50

重合反応に用いられる(メタ)アクリレートは特に制限はなく、一般的な製造方法により製造された下記(メタ)アクリレートを使用することができる。エステル(メタ)アクリレート、ウレタン(メタ)アクリレート、エポキシ(メタ)アクリレート、エーテル(メタ)アクリレート、アルキル(メタ)アクリレート、アルキレン(メタ)アクリレート、芳香環を有する(メタ)アクリレート、脂環式構造を有する(メタ)アクリレートが挙げられる。これらを1種類又は2種類以上を用いることができる。

特に脂環式構造を持つ(メタ)アクリレートが好ましく、酸素原子や窒素原子を含む脂環構造であってもよい。例えば、シクロヘキシル(メタ)アクリレート、シクロペンチル(メタ)アクリレート、シクロヘプチル(メタ)アクリレート、ピシクロヘプチル(メタ)アクリレート、トリシクロデシル(メタ)アクリレート、トリシクロデカンジメタノール(メタ)アクリレートや、イソボロニル(メタ)アクリレート、水添ビスフェノール類のジ(メタ)アクリレート等が挙げられる。また特にアダマンタン骨格を持つと好ましい。例えば、2-アルキル-2-アダマンチル(メタ)アクリレート(特開2002-193883号公報参照)、アダマンチルジ(メタ)アクリレート(特開昭57-500785)、アダマンチルジカルボン酸ジアリル(特開昭60-100537)、パーフルオロアダマンチルアクリル酸エステル(特開2004-123687)、新中村化学製2-メチル-2-アダマンチルメタアクリレート、1,3-アダマンタンジオールジアクリレート、1,3,5-アダマンタントリオールトリアクリレート、不飽和カルボン酸アダマンチルエステル(特開2000-119220)、3,3'-ジアルコキシカルボニル-1,1'-ビアダマンタン(特開2001-253835号公報参照)、1,1'-ビアダマンタン化合物(米国特許第3342880号明細書参照)、テトラアダマンタン(特開2006-169177号公報参照)、2-アルキル-2-ヒドロキシアダマンタン、2-アルキレンアダマンタン、1,3-アダマンタンジカルボン酸ジ-tert-ブチル等の芳香環を有しないアダマンタン骨格を有する硬化性樹脂(特開2001-322950号公報参照)、ビス(ヒドロキシフェニル)アダマンタン類やビス(グリシジルオキシフェニル)アダマンタン(特開平11-35522号公報、特開平10-130371号公報参照)等が挙げられる。

また、その他反応性単量体を含有することも可能である。(メタ)アクリレートであれば、例えば、メチルアクリレート、メチルメタアクリレート、n-ブチルアクリレート、n-ブチルメタアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、2-エチルヘキシルメタアクリレート、イソブチルアクリレート、イソブチルメタアクリレート、tert-ブチルアクリレート、tert-ブチルメタアクリレート、フェニルアクリレート、フェニルメタアクリレート、ベンジルアクリレート、ベンジルメタアクリレート、シクロヘキシルアクリレート、シクロヘキシルメタアクリレート、などが挙げられる。

多官能(メタ)アクリレートとして、例えば、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ジペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールオクタ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールセプタ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールペンタ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリレートなどが挙げられる。

【0011】

(アリルエステル樹脂)

アリル基を持ちラジカル重合による硬化する樹脂で、例えば次のものが挙げられるが、特に以下のものに限定されるわけではない。

芳香環を含まない臭素含有(メタ)アリルエステル(特開2003-66201号公報参照)、アリル(メタ)アクリレート(特開平5-286896号公報参照)、アリルエステル樹脂(特開平5-286896号公報、特開2003-66201号公報参照)、アクリル酸エステルとエポキシ基含有不飽和化合物の共重合化合物(特開2003-12

10

20

30

40

50

８７２５号公報参照）、アクリレート化合物（特開２００３－１４７０７２号公報参照）、アクリルエステル化合物（特開２００５－２０６４号公報参照）等が挙げられる。

#### 【００１２】

##### (エポキシ樹脂)

エポキシ樹脂としては、エポキシ基を持ち光又は熱により重合硬化するものであれば特に限定されず、硬化開始剤としても酸無水物やカチオン発生剤等を用いることができる。エポキシ樹脂は硬化収縮率が低いため、成形精度の優れたレンズとすることができる点で好ましい。

エポキシの種類としては、ノボラックフェノール型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂が挙げられる。その一例として、ビスフェノールＦジグリシジルエーテル、ビスフェノールＡジグリシジルエーテル、２，２'－ビス（４－グリシジルオキシシクロヘキシル）プロパン、３，４－エポキシシクロヘキシルメチル－３，４－エポキシシクロヘキサノール、ビニルシクロヘキセンジオキシド、２－（３，４－エポキシシクロヘキシル）－５，５－スピロ－（３，４－エポキシシクロヘキサン）－１，３－ジオキサン、ビス（３，４－エポキシシクロヘキシル）アジペート、１，２－シクロプロパンジカルボン酸ビスグリシジルエステル等を挙げることができる。

硬化剤は硬化性樹脂材料を構成する上で使用されるものであり特に限定はない。また、本発明において、硬化性樹脂材料と、添加剤を添加した後の光学材料の透過率を比較する場合、硬化剤は添加剤には含まれないものとする。硬化剤としては、酸無水物硬化剤やフェノール硬化剤等を好ましく使用することができる。酸無水物硬化剤の具体例としては、無水フタル酸、無水マレイン酸、無水トリメリット酸、無水ピロメリット酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、３－メチル－ヘキサヒドロ無水フタル酸、４－メチル－ヘキサヒドロ無水フタル酸、あるいは３－メチル－ヘキサヒドロ無水フタル酸と４－メチル－ヘキサヒドロ無水フタル酸との混合物、テトラヒドロ無水フタル酸、無水ナジック酸、無水メチルナジック酸等を挙げることができる。また、必要に応じて硬化促進剤が含有される。硬化促進剤としては、硬化性が良好で、着色がなく、熱硬化性樹脂の透明性を損なわないものであれば、特に限定されるものではないが、例えば、２－エチル－４－メチルイミダゾール（２Ｅ４ＭＺ）等のイミダゾール類、３級アミン、４級アンモニウム塩、ジアザビシクロウンデセン等の双環式アミジン類とその誘導体、ホスフィン、ホスホニウム塩等を用いることができ、これらを１種、あるいは２種以上を混合して用いてもよい。

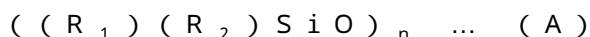
#### 【００１３】

##### (シリコーン樹脂)

Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉを主鎖としたシロキサン結合を有するシリコーン樹脂を使用することができる。当該シリコーン樹脂として、所定量のポリオルガノシロキサン樹脂よりなるシリコーン系樹脂が使用可能である（例えば特開平６－９９３７号公報参照）。

熱硬化性のポリオルガノシロキサン樹脂は、加熱による連続的加水分解－脱水縮合反応によって、シロキサン結合骨格による三次元網状構造となるものであれば、特に制限はなく、一般に高温、長時間の加熱で硬化性を示し、一度硬化すると過熱により再軟化し難い性質を有する。

このようなポリオルガノシロキサン樹脂は、下記一般式（Ａ）が構成単位として含まれ、その形状は鎖状、環状、網状形状のいずれであってもよい。



上記一般式（Ａ）中、「 $R_1$ 」及び「 $R_2$ 」は同種又は異種の置換もしくは非置換の１価炭化水素基を示す。具体的には、「 $R_1$ 」及び「 $R_2$ 」として、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基等のアルキル基、ビニル基、アリル基等のアルケニル基、フェニル基、トリル基等のアリル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基等のシクロアルキル基、またはこれらの基の炭素原子に結合した水素原子をハロゲン原子、シアノ基、アミノ基などで置換した基、例えばクロロメチル基、３，３，３－トリフルオロプロピル基、シアノメチル基、－アミノプロピル基、 $N$ －（－アミノエチル）－－アミノプロピル基

などが例示される。「 $R_1$ 」及び「 $R_2$ 」は水酸基およびアルコキシ基から選択される基であってもよい。また、上記一般式(A)中、「 $n$ 」は50以上の整数を示す。

ポリオルガノシロキサン樹脂は、通常、トルエン、キシレン、石油系溶剤のような炭化水素系溶剤、またはこれらと極性溶剤との混合物に溶解して用いられる。また、相互に溶解しあう範囲で、組成の異なるものを配合して用いてもよい。

ポリオルガノシロキサン樹脂の製造方法は、特に限定されるものではなく、公知のいずれの方法も用いることができる。例えば、オルガノハロゲノシランの一種または二種以上の混合物を加水分解ないしアルコリシスすることによって得ることができ、ポリオルガノシロキサン樹脂は、一般にシラノール基またはアルコキシ基等の加水分解性基を含有し、これらの基をシラノール基に換算して1~10重量%含有する。

10

これらの反応は、オルガノハロゲノシランを溶融しうる溶媒の存在下に行うのが一般的である。また、分子鎖末端に水酸基、アルコキシ基またはハロゲン原子を有する直鎖状のポリオルガノシロキサンを、オルガノトリクロロシランと共加水分解して、ブロック共重合体を合成する方法によっても得ることができる。このようにして得られるポリオルガノシロキサン樹脂は一般に残存するHClを含むが、本実施形態の組成物においては、保存安定性が良好なことから、10ppm以下、好ましくは1ppm以下のものを使用するのがよい。

#### 【0014】

ウエハレンズ1の製造にあたっては、成形用の型として、図2のマスター成形型(以下、単に「マスター」とする)10、サブマスター成形型(以下、単に「サブマスター」とする)20が使用される。

20

#### 【0015】

<マスター>

図2(a)に示す通り、マスター10は直方体状のベース部12に対し複数の凸部14がアレイ状に形成されている。凸部14はウエハレンズ1のレンズ部5に対応する部位であり、略半球形状に突出している。

マスター10の光学面形状(表面形状)は図2(a)に示す通りに凸部14が形成された凸形状を有していてもよいし、図4(a)に示す通りに複数の凹部16が形成された凹形状を有していてもよい。但し、これらの凸部14、凹部16の表面(成形面)形状は、ガラス基板3上に成形転写するレンズ部5の光学面形状(ガラス基板3とは反対の面の形状)に対応するポジ形状となっている。以下の説明では図2のマスター10を「マスター10A」と、図4のマスター10を「マスター10B」として、区別している。

30

#### 【0016】

特に、マスター10Aのモールド成形用材料としては、低融点ガラスや、金属ガラスのように低温で容易に流動性が確保できる材料が挙げられる。低融点ガラスを使用すれば、UV硬化性の材料を成形する際にサンプルの金型側からも照射できるようになるため有利である。低融点ガラスとしては、ガラス転移点が600程度またはそれ以下のガラスで、ガラス組成がZnO-PbO-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO-SiO<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SnF<sub>2</sub>などが挙げられる。また、400以下で溶融するガラスとして、PbF<sub>2</sub>-SnF<sub>2</sub>-SnO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及びその類似構造品が挙げられる。具体的な材料として、S-FPL51、S-FPL53、S-FSL 5、S-BSL 7、S-BSM 2、S-BSM 4、S-BSM 9、S-BSM10、S-BSM14、S-BSM15、S-BSM16、S-BSM18、S-BSM22、S-BSM25、S-BSM28、S-BSM71、S-BSM81、S-NSL 3、S-NSL 5、S-NSL36、S-BAL 2、S-BAL 3、S-BAL11、S-BAL12、S-BAL14、S-BAL35、S-BAL41、S-BAL42、S-BAM 3、S-BAM 4、S-BAM12、S-BAH10、S-BAH11、S-BAH27、S-BAH28、S-BAH32、S-PHM52、S-PHM53、S-TIL 1、S-TIL 2、S-TIL 6、S-TIL25、S-TIL26、S-TIL27、S-TIM 1、S-TIM 2、S-TIM 3、S-TIM 5、S-TIM 8、S-TIM22、S-TIM25、S-TIM27、S-TIM28、S-TIM35、S-TIM39、S-TIH 1、S-TIH 3、S-TIH 4、S-TIH 6、S-TIH10、S-TIH11、S-TIH13、S-TIH14、S-TIH18、S-TIH23、S-TIH53、S-LAL 7、S-LAL 8、S-LAL 9、S-LAL10、S-LAL12、S-LAL13、S-LAL14、S-LAL18、S-LAL54、S-LAL56、S-LAL58、S-LAL59、S-LAL61、S-LAM 2、S-LAM 3、S-LAM 7、S-LAM51、S-LAM52、S-LAM54、S-LAM55、S-LAM58、S-LAM59、S-LAM60、S-LAM61、S-LAM66、S-LAH51、S-LAH52、S-LAH53、S-LAH5

40

50

5、S-LAH58、S-LAH59、S-LAH60、S-LAH63、S-LAH64、S-LAH65、S-LAH66、S-LAH71、S-LAH79、S-YGH51、S-FTM16、S-NBM51、S-NBH 5、S-NBH 8、S-NBH51、S-NBH52、S-NBH53、S-NBH55、S-NPH 1、S-NPH 2、S-NPH53、P-FK01S、P-FKH2S、P-SK5S、P-SK12S、P-LAK13S、P-LASF03S、P-LASFH11S、P-LASFH12S等が挙げられるが特にこれらに限定される必要はない。

また、金属ガラスも同様にモールドにより、容易に成形することができる。金属ガラスとしては特開平 8 - 1 0 9 4 1 9、特開平 8 - 3 3 3 6 6 0、特開平 1 0 - 8 1 9 4 4、特開平 1 0 - 9 2 6 1 9、特開 2 0 0 1 - 1 4 0 0 4 7、特開 2 0 0 1 - 3 0 3 2 1 8、特表 2 0 0 3 - 5 3 4 9 2 5 のような構造が挙げられているが、特にこれらに限定される必要はない。

10

#### 【 0 0 1 7 】

マスター 1 0 A の光学面は単一の凸部 1 4 が形成された面であってもよいし、図 2 ( a ) に示す通りにアレイ状に複数の凸部 1 4 が形成された面であってもよい。マスター 1 0 A の光学面を創製する方法として、ダイヤモンド切削加工がある。

マスター 1 0 A の光学面が、単一の凸部 1 4 が形成された面であれば、ニッケルリンやアルミ合金、快削真鍮などの材料を型材に用いてダイヤモンドの工具で旋削加工することで実現できる。

マスター 1 0 A の光学面が、アレイ状に複数の凸部 1 4 が形成された面であれば、ダイヤモンドで切れ刃が形成されたボールエンドミルを用いて、光学面形状を切削加工する。このとき、工具の切れ刃は完全な円弧ではなく、切れ刃の使う場所によって加工形状に誤差が発生するため、光学面形状のどの部分を切削するときも、使う切れ刃の位置を同一になるように工具の傾きを調整しながら加工することが望ましい。

20

このような加工を行うには、加工機に少なくとも並進自由度 3、回転自由度 2 が必要となり、合計 5 以上の自由度を有する加工機でなければ実現できないため、マスター 1 0 A の光学面を形成する場合には、5 以上の自由度を有する加工機を用いる。

#### 【 0 0 1 8 】

##### < サブマスター >

図 2 ( b ) に示す通り、サブマスター 2 0 はサブマスター成形部 2 2 とサブマスター基板 2 6 とで構成されている。サブマスター成形部 2 2 には複数の凹部 2 4 がアレイ状に形成されている。凹部 2 4 の表面 ( 成形面 ) 形状はウエハレンズ 1 におけるレンズ部 5 に対応するネガ形状となっており、この図では略半球形状に凹んでいる。

30

#### 【 0 0 1 9 】

##### サブマスター成形部

サブマスター成形部 2 2 は、樹脂 2 2 A によって形成されている。樹脂 2 2 A としては、離型性の良好な樹脂、特に透明樹脂が好ましい。離型剤を塗布しなくても離型できる点で優れる。樹脂としては、光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれでも構わない。

光硬化性樹脂としては、フッ素系樹脂が挙げられ、熱硬化性樹脂としては、フッ素系樹脂やシリコン系樹脂が挙げられる。中でも、離型性の良好なもの、つまり硬化させた時の表面エネルギーの低い樹脂が好ましい。熱可塑性樹脂としては、ポリカーボネート、シクロオレフィンポリマーなどの透明で比較的離型性の良いオレフィン系樹脂が挙げられる。なお、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂、オレフィン系樹脂の順に離型性が良好となる。この場合、サブマスター基板 2 6 は無くても構わない。このような樹脂を使用することにより、撓ませることができるので離型の際にさらに優位となる。

40

#### 【 0 0 2 0 】

以下、フッ素系樹脂、シリコン系樹脂、熱可塑性樹脂について詳細に説明する。

##### ( フッ素系樹脂 )

フッ素系樹脂としては、PTFE ( ポリテトラフルオロエチレン )、PFA ( テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体 )、FEP ( テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体 ( 4 , 6 フッ素化 ) )、ETFE ( テトラフルオロ

50

エチレン・エチレン共重合体)、PVDF(ポリビニリデンフルオライド(2フッ化))、PC TFE(ポリクロロトリフルオロエチレン(3フッ化))、ECTFE(クロロトリフルオロエチレン・エチレン共重合体)、PVF(ポリビニルフルオライド)等が挙げられる。

フッ素系樹脂の優位点としては、離型性、耐熱性、耐薬品性、絶縁性、低摩擦性などだが、欠点としては、結晶性なので透明性に劣る。融点が高いので、成形時に高温(300程度)が必要である。

また、成形方法は、射出成形、押出成形、ブロー成形、トランスファー成形などであり、その中でも特に、光透過性に優れ、射出成形や押出成形も可能なFEP、PFA、PVDF等が好ましい。

溶融成形可能なグレートとしては、例えば、旭硝子製 Fluon PFA、住友3M社製 Dyneon PFA、Dyneon THV 等が挙げられる。特に、Dyneon THVシリーズは、低融点(120程度)なので、比較的低温で成形でき、高透明なので好ましい。

また、熱硬化性のアモルファスフッ素樹脂として、旭硝子製 サイトップ グレードSも高透過率、良離型性で好ましい。

#### 【0021】

(シリコン系樹脂)

シリコン系樹脂には、1液湿気硬化型のものと、2液付加反応型、2液縮合型のものがある。

優位点としては、離型性、柔軟性、耐熱性、難燃性、透湿性、低吸水性、透明グレードが多いなどだが、欠点としては、線膨張率が大きいなどがある。

特に、PDMS(ポリジメチルシロキサン)構造を含むような、型取り用途のシリコン樹脂が離型性良好で好ましく、RTVエラストマーの、高透明グレードが望ましい。例えば、モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ製 TSE3450(2液混合、付加型)、旭化成ワッカーシリコン製 ELASTOSIL M 4647(2液型RTVシリコンゴム)、また、信越シリコン製のKE-1603(2液混合、付加型RTVゴム)、東レダウコーニング製のSH-9555(2液混合、付加型RTVゴム)、SYLGARD 184、シルボット184、WL-5000シリーズ(感光性シリコンバッファ材料、UVによりパターンニング可能)等が好ましい。

成形方法は、2液型RTVゴムの場合、室温硬化または加熱硬化である。

#### 【0022】

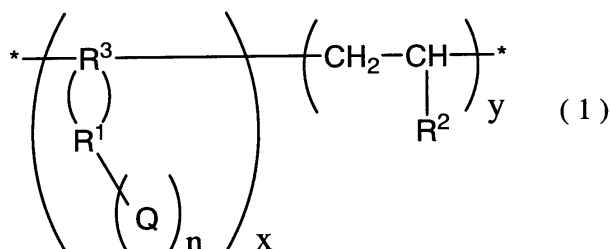
(熱可塑性樹脂)

熱可塑性樹脂としては、脂環式炭化水素系樹脂、アクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリアミド樹脂及びポリイミド樹脂等の透明樹脂が挙げられるが、これらの中では、特に脂環式炭化水素系樹脂が好ましく用いられる。サブマスター20を熱可塑性樹脂で構成すれば、従来から実施している射出成形技術をそのまま転用することができ、サブマスター20を容易に作製することができる。また熱可塑性樹脂が脂環式炭化水素系樹脂であれば、吸湿性が非常に低いため、サブマスター20の寿命が長くなる。また、シクロオレフィン樹脂等の脂環式炭化水素系樹脂は、耐光性・光透過性に優れるため、活性光線硬化性樹脂を硬化させるために、UV光源等の短波長の光を用いた場合も劣化が少なく、金型として長期間用いることができる。

脂環式炭化水素系樹脂としては、下記式(1)で表されるものが例示される。

#### 【0023】

【化1】



10

20

30

40

50



## 【 0 0 2 4 】

上記式(1)中、「x」、「y」は共重合比を示し、 $0/100$   $y/x$   $95/5$ を満たす実数である。「n」は0、1又は2で置換基Qの置換数を示す。「R<sub>1</sub>」は炭素数2～20の炭化水素基群から選ばれる1種又は2種以上の(2+n)価の基である。「R<sub>2</sub>」は水素原子であるか、又は炭素及び水素からなり、炭素数1～10の構造群から選ばれる1種若しくは2種以上の1価の基である。「R<sub>3</sub>」は炭素数2～20の炭化水素基群から選ばれる1種又は2種以上の2価の基である。「Q」はCOOR<sub>4</sub>(R<sub>4</sub>は水素原子であるか、又は炭化水素からなり、炭素数1～10の構造群から選ばれる1種又は2種以上の1価の基である。)で表される構造群から選ばれる1種又は2種以上の1価の基である。

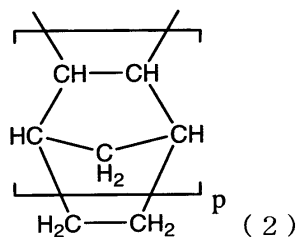
10

## 【 0 0 2 5 】

前記一般式(1)において、R1は、好ましくは炭素数2～12の炭化水素基群から選ばれる1種ないし2種以上の2価の基であり、より好ましくは下記一般式(2)(式(2)中、pは0～2の整数である。);

## 【 0 0 2 6 】

## 【化2】



20

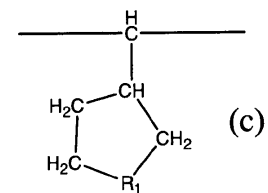
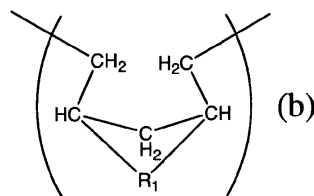
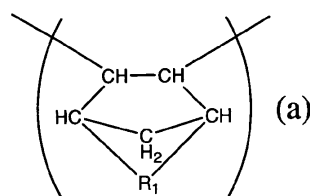
## 【 0 0 2 7 】

で表される2価の基であり、更に好ましくは前記一般式(2)において、pが0または1である2価の基である。R1の構造は、1種のみ用いても2種以上併用しても構わない。R2の例としては、水素原子、メチル基、エチル基、n-プロピル基、i-プロピル基、n-ブチル基、2-メチルプロピル基等が挙げられるが、好ましくは、水素原子、及び/又はメチル基であり、最も好ましくは水素原子である。R3の例としては、この基を含む構造単位の好ましい例として、n=0の場合、例えば、(a)、(b)、(c)(但し、式(a)～(c)中、R1は前述の通り);

30

## 【 0 0 2 8 】

## 【化3】



40

## 【 0 0 2 9 】

などが挙げられる。また、nは好ましくは0である。

## 【 0 0 3 0 】

本実施形態において共重合のタイプは特に制限されるものではなく、ランダム共重合、ブロック共重合、交互共重合等、公知の共重合のタイプを適用することができるが、好ましくはランダム共重合である。

## 【 0 0 3 1 】

また、本実施形態で用いられる重合体は、本実施形態の成形方法によって得られる製品の物性を損なわない範囲で、必要に応じて他の共重合可能なモノマーから誘導される繰り返し構造単位を有していてもよい。その共重合比は特に限定されることはないが、好まし

50

くは20モル%以下、さらに好ましくは10モル%以下であり、それ以上共重合させた場合には、光学特性を損ない高精度の光学部品が得られない恐れがある。この時の共重合のタイプは特に限定はされないが、ランダム共重合が好ましい。

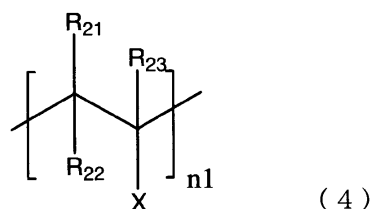
【0032】

サブマスター20に適用される好ましい熱可塑性脂環式炭化水素系重合体のもう一つの例としては、脂環式構造を有する繰り返し単位が、下記一般式(4)で表される脂環式構造を有する繰り返し単位(a)と、下記式(5)及び/又は下記式(6)及び/又は下記式(7)で表される鎖状構造の繰り返し単位(b)とを合計含有量が90質量%以上になるように含有し、さらに繰り返し単位(b)の含有量が1質量%以上10質量%未満である重合体が例示される。

10

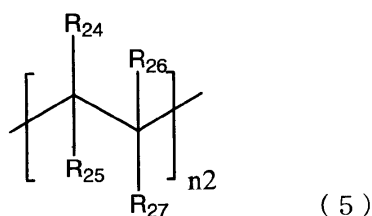
【0033】

【化4】



【0034】

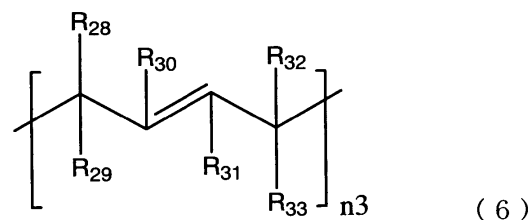
【化5】



20

【0035】

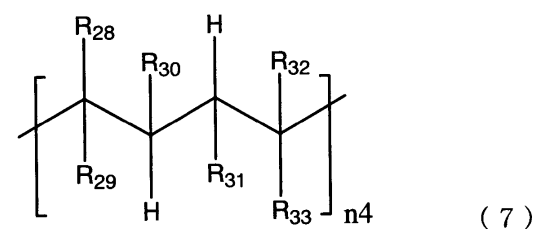
【化6】



30

【0036】

【化7】



40

【0037】

式(4)、式(5)、式(6)及び式(7)中、R21~R33は、それぞれ独立に水素原子、鎖状炭化水素基、ハロゲン原子、アルコキシ基、ヒドロキシ基、エーテル基、エステル基、シアノ基、アミノ基、イミド基、シリル基、及び極性基(ハロゲン原子、アルコキシ基、ヒドロキシ基、エステル基、シアノ基、アミド基、イミド基、又はシリル基)で置換された鎖状炭化水素基等を表す。具体的に、ハロゲン原子としては、フッ素原子、

50

塩素原子、臭素原子、及びヨウ素原子を挙げることができ、極性基で置換された鎖状炭化水素基としては、例えば炭素原子 1 ~ 20、好ましくは 1 ~ 10、より好ましくは 1 ~ 6 のハロゲン化アルキル基が挙げられる。鎖状炭化水素基としては、例えば炭素原子数 1 ~ 20、好ましくは 1 ~ 10、より好ましくは 1 ~ 6 のアルキル基；炭素原子数 2 ~ 20、好ましくは 2 ~ 10、より好ましくは 2 ~ 6 のアルケニル基が挙げられる。

#### 【0038】

上記式(4)中のXは、脂環式炭化水素基を表し、それを構成する炭素数は、通常4個~20個、好ましくは4個~10個、より好ましくは5個~7個である。脂環式構造を構成する炭素数をこの範囲にすることで複屈折を低減することができる。また、脂環式構造は単環構造に限らず、例えばノルボルナン環などの多環構造のものでもよい。

10

#### 【0039】

脂環式炭化水素基は、炭素-炭素不飽和結合を有してもよいが、その含有量は、全炭素-炭素結合の10%以下、好ましくは5%以下、より好ましくは3%以下である。脂環式炭化水素基の炭素-炭素不飽和結合をこの範囲とすることで、透明性、耐熱性が向上する。また、脂環式炭化水素基を構成する炭素には、水素原子、炭化水素基、ハロゲン原子、アルコキシ基、ヒドロキシ基、エステル基、シアノ基、アミド基、イミド基、シリル基、及び極性基(ハロゲン原子、アルコキシ基、ヒドロキシ基、エステル基、シアノ基、アミド基、イミド基、又はシリル基)で置換された鎖状炭化水素基等が結合していてもよく、中でも水素原子又は炭素原子数1~6個の鎖状炭化水素基が耐熱性、低吸水性の点で好ましい。

20

また、上記式(6)は、主鎖中に炭素-炭素不飽和結合を有しており、上記式(7)は主鎖中に炭素-炭素飽和結合を有しているが、透明性、耐熱性を強く要求される場合、不飽和結合の含有率は、主鎖を構成する全炭素-炭素間結合の、通常10%以下、好ましくは5%以下、より好ましくは3%以下である。

#### 【0040】

本実施形態においては、脂環式炭化水素系共重合体中の、一般式(4)で表される脂環式構造を有する繰り返し単位(a)と、一般式(5)及び/又は一般式(6)及び/又は一般式(7)で表される鎖状構造の繰り返し単位(b)との合計含有量は、重量基準で、通常90%以上、好ましくは95%以上、より好ましくは97%以上である。合計含有量を上記範囲にすることで、低複屈折性、耐熱性、低吸水性、機械強度が高度にバランスされる。

30

#### 【0041】

上記脂環式炭化水素系共重合体を製造する製造方法としては、芳香族ビニル系化合物と共重合可能なその他のモノマーとを共重合し、主鎖及び芳香環の炭素-炭素不飽和結合を水素化する方法が挙げられる。

#### 【0042】

水素化前の共重合体の分子量は、GPCにより測定されるポリスチレン(またはポリイソブレン)換算重量平均分子量(Mw)で、1,000~1,000,000、好ましくは5,000~500,000、より好ましくは10,000~300,000の範囲である。共重合体の重量平均分子量(Mw)が過度に小さいと、それから得られる脂環式炭化水素系共重合体の成形物の強度特性に劣り、逆に過度に大きいと水素化反応性に劣る。

40

#### 【0043】

上記の方法において使用する芳香族ビニル系化合物の具体例としては、例えば、スチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン、 $\alpha$ -エチルスチレン、 $\alpha$ -プロピルスチレン、 $\alpha$ -イソプロピルスチレン、 $\alpha$ -t-ブチルスチレン、2-メチルスチレン、3-メチルスチレン、4-メチルスチレン、2,4-ジイソプロピルスチレン、2,4-ジメチルスチレン、4-t-ブチルスチレン、5-t-ブチル-2-メチルスチレン、モノクロロスチレン、ジクロロスチレン、モノフルオロスチレン、4-フェニルスチレン等が挙げられ、スチレン、2-メチルスチレン、3-メチルスチレン、4-メチルスチレン等が好ましい。これらの芳香族ビニル系化合物は、それぞれ単独で、あるいは2種以上を組み合わせ用いることが

50

できる。

#### 【0044】

共重合可能なその他のモノマーとしては、格別な限定はないが、鎖状ビニル化合物及び鎖状共役ジエン化合物等が用いられ、鎖状共役ジエンを用いた場合、製造過程における操作性に優れ、また得られる脂環式炭化水素系共重合体の強度特性に優れる。

#### 【0045】

鎖状ビニル化合物の具体例としては、例えば、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、4-メチル-1-ペンテン等の鎖状オレフィンモノマー；1-シアノエチレン（アクリロニトリル）、1-シアノ-1-メチルエチレン（メタアクリロニトリル）、1-シアノ-1-クロロエチレン（-クロロアクリロニトリル）等のニトリル系モノマー；1-（メトキシカルボニル）-1-メチルエチレン（メタアクリル酸メチルエステル）、1-（エトキシカルボニル）-1-メチルエチレン（メタアクリル酸エチルエステル）、1-（プロポキシカルボニル）-1-メチルエチレン（メタアクリル酸プロピルエステル）、1-（ブトキシカルボニル）-1-メチルエチレン（メタアクリル酸ブチルエステル）、1-メトキシカルボニルエチレン（アクリル酸メチルエステル）、1-エトキシカルボニルエチレン（アクリル酸エチルエステル）、1-プロポキシカルボニルエチレン（アクリル酸プロピルエステル）、1-ブトキシカルボニルエチレン（アクリル酸ブチルエステル）などの（メタ）アクリル酸エステル系モノマー、1-カルボキシエチレン（アクリル酸）、1-カルボキシ-1-メチルエチレン（メタアクリル酸）、無水マレイン酸などの不飽和脂肪酸系モノマー等が挙げられ、中でも、鎖状オレフィンモノマーが好ましく、エチレン、プロピレン、1-ブテンが最も好ましい。

#### 【0046】

鎖状共役ジエンは、例えば、1,3-ブタジエン、イソプレン、2,3-ジメチル-1,3-ブタジエン、1,3-ペンタジエン、及び1,3-ヘキサジエン等が挙げられる。これら鎖状ビニル化合物及び鎖状共役ジエンの中でも鎖状共役ジエンが好ましく、ブタジエン、イソプレンが特に好ましい。これらの鎖状ビニル化合物及び鎖状共役ジエンは、それぞれ単独で、あるいは2種以上を組み合わせる用いることができる。

#### 【0047】

重合反応は、ラジカル重合、アニオン重合、カチオン重合等、特別な制約はないが、重合操作、後工程での水素化反応の容易さ、及び最終的に得られる炭化水素系共重合体の機械的強度を考えると、アニオン重合が好ましい。

#### 【0048】

アニオン重合の場合には、開始剤の存在下、通常0～200℃、好ましくは20～100℃、特に好ましくは20～80℃の温度範囲において、塊状重合、溶液重合、スラリー重合等の方法を用いることができるが、反応熱の除去を考慮すると、溶液重合が好ましい。この場合、重合体及びその水素化物を溶解できる不活性溶媒を用いる。溶液反応で用いる不活性溶媒は、例えばn-ブタン、n-ペンタン、iso-ペンタン、n-ヘキサン、n-ヘプタン、iso-オクタン等の脂肪族炭化水素類；シクロペンタン、シクロヘキサン、メチルシクロペンタン、メチルシクロヘキサン、デカリン等の脂環式炭化水素類；ベンゼン、トルエン等の芳香族炭化水素類等が挙げられる。上記アニオン重合の開始剤としては、例えば、n-ブチルリチウム、sec-ブチルリチウム、t-ブチルリチウム、ヘキシルリチウム、フェニルリチウムなどのモノ有機リチウム、ジリチオメタン、1,4-ジオブタン、1,4-ジリチオ-2-エチルシクロヘキサン等の多官能性有機リチウム化合物などが使用可能である。

#### 【0049】

水素化前の共重合体の芳香環やシクロアルケン環などの不飽和環の炭素-炭素二重結合や主鎖の不飽和結合等の水素化反応を行う場合は、反応方法、反応形態に特別な制限はなく、公知の方法にしたがって行えばよいが、水素化率を高くでき、且つ水素化反応と同時に起こる重合体鎖切断反応の少ない水素化方法が好ましく、例えば、有機溶媒中、ニッケル、コバルト、鉄、チタン、ロジウム、パラジウム、白金、ルテニウム、及びレニウムか

10

20

30

40

50

ら選ばれる少なくとも1つの金属を含む触媒を用いて行う方法が挙げられる。水素化反応は、通常10 ~ 250 であるが、水素化率を高くでき、且つ、水素化反応と同時に起こる重合体鎖切断反応を小さくできるという理由から、好ましくは50 ~ 200 、より好ましくは80 ~ 180 である。また水素圧力は、通常0.1 MPa ~ 30 MPa であるが、上記理由に加え、操作性の観点から、好ましくは1 MPa ~ 20 MPa 、より好ましくは2 MPa ~ 10 MPa である。

#### 【0050】

このようにして得られた、水素化物の水素化率は、 $^1\text{H}$ -NMRによる測定において、主鎖の炭素-炭素不飽和結合、芳香環の炭素-炭素二重結合、不飽和環の炭素-炭素二重結合のいずれも、通常90%以上、好ましくは95%以上、より好ましくは97%以上である。水素化率が低いと、得られる共重合体の低複屈折性、熱安定性等が低下する。

10

#### 【0051】

水素化反応終了後に水素化物を回収する方法は特に限定されていない。通常、濾過、遠心分離等の方法により水素化触媒残渣を除去した後、水素化物の溶液から溶媒を直接乾燥により除去する方法、水素化物の溶液を水素化物にとっての貧溶媒中に注ぎ、水素化物を凝固させる方法を用いることができる。

#### 【0052】

##### サブマスター基板

サブマスター基板26は、サブマスター20のサブマスター成形部22のみでは強度に劣る場合でも、基板に樹脂を貼り付けることでサブマスター20の強度が上がり、何回も成形することができるという、裏打ち材のことである。

20

サブマスター基板26としては、石英、シリコンウェハ、金属、ガラス、樹脂等、平滑性の出ているものなら何れでもよい。

透明性の観点で、サブマスター20の上からでも下からでもUV照射できるという点を考慮すると、透明な型、例えば石英やガラスや透明樹脂等が好ましい。透明樹脂は、熱可塑性樹脂でも熱硬化性樹脂でもUV硬化性樹脂でも何れでも良く、樹脂中に、微粒子が添加されていて線膨張係数を下げる等の効果があってもよい。このように樹脂を使用することによって、ガラスより撓むので離型する際により離型し易いが、樹脂は線膨張係数が多いので、UV照射の際に熱が発生すると、形状が変形してきれいに転写することができないという欠点がある。

30

#### 【0053】

次に、図3を参照しながら、ウエハレンズ1の製造方法について説明する。

#### 【0054】

図3(a)に示す通り、マスター10A上に樹脂22Aを塗布し、マスター10Aの凸部14を樹脂22Aに転写し、樹脂22Aを硬化させ、樹脂22Aに対し複数の凹部24を形成する。これにより、サブマスター成形部22が形成される。

樹脂22Aは、熱硬化性であっても光硬化性であっても、揮発硬化性(溶媒が揮発して硬化する、HSQ(ハイドロゲンシルセスキオキサン等))であってもよい。高精度な成形転写性を重視する場合は、硬化に熱をかけないため樹脂22Aの熱膨張の影響が少ないUV硬化性や揮発硬化性樹脂による成形が好ましいが、これに限られるものではない。硬化後のマスター10Aとの剥離性が良い樹脂22Aが、剥離時に大きな力を必要としないため、成形光学面形状などを不用意に変形されことなくより好ましい。

40

#### 【0055】

樹脂22A(サブマスター成形部22の材料)、樹脂5A(レンズ部5の材料)が硬化性樹脂である場合において、マスター10Aの光学面形状(凸部14)は、好ましくは樹脂22Aの硬化収縮や樹脂5Aの硬化収縮を見越して設計する。

#### 【0056】

マスター10A上に樹脂22Aを塗布する場合には、スプレーコート、スピンコート等の手法を用いる。この場合、真空引きしながら樹脂22Aを塗布してもよい。真空引きしながら樹脂22Aを塗布すれば、樹脂22Aに気泡を混入させずに樹脂22Aを硬化させ

50

ることができる。

#### 【 0 0 5 7 】

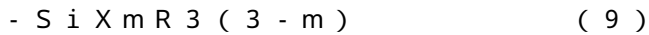
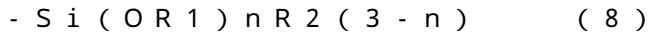
また、マスター 1 0 A 上にスプレーコート、スピンコート等をしない場合には、マスター 1 0 A の表面に離型剤を塗布することが好ましい。

離型剤を塗布する場合、マスター 1 0 A の表面改質を行う。具体的には、マスター 1 0 A の表面に O H 基を立たせる。表面改質の方法は、U V オゾン洗浄、酸素プラズマアッシング等、マスター 1 0 A の表面に O H 基を立たせる方法なら何でもよい。

離型剤としては、シランカップリング剤構造のように、末端に加水分解可能な官能基が結合した材料、すなわち、金属の表面に存在する O H 基との間で脱水縮合又は水素結合等を起こして結合するような構造を有するものが挙げられる。末端がシランカップリング構造を持ち、他端が離型性機能を持つ離型剤の場合、マスター 1 0 A の表面に O H 基が形成されていればいるほど、マスター 1 0 A 表面の共有結合する箇所が増え、より強固な結合ができる。その結果、何ショット成形をしても、離型効果は薄れることなく、耐久性が増す。また、プライマー（下地層、S i O<sub>2</sub> コートなど）が不要となるので、薄膜を保ったまま耐久性向上の効果を得ることができる。

#### 【 0 0 5 8 】

末端に加水分解可能な官能基が結合した材料とは、好ましくは官能基としてアルコキシシラン基やハロゲン化シラン基、4 級アンモニウム塩、リン酸エステル基などからなる材料が挙げられる。また、末端基に、例えばトリアジンチオールのような、金型と強い結合を起こすような基でもよい。具体的には、次の一般式で示されるアルコキシシラン基（8）又はハロゲン化シラン基（9）を有するものである。



ここで、R<sub>1</sub> および R<sub>2</sub> はアルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基など）、n および m は 1, 2 または 3、R<sub>3</sub> はアルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基など）またはアルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、ブトキシ基など）である。X はハロゲン原子（例えば、C l、B r、I）である。

また、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> または X が S i に 2 以上結合している場合には、上記の基または原子の範囲内で、例えば 2 つの R<sub>m</sub> がアルキル基とアルコキシ基であるように異なってもよい。

アルコキシシラン基 - S i O R<sub>1</sub> およびハロゲン化シラン基 - S i X は、水分と反応して - S i O H となり、さらにこれがガラス、金属等の型材料の表面に存在する O H 基との間で脱水縮合または水素結合等を起こして結合する。

#### 【 0 0 5 9 】

図 1 2 は、末端に加水分解可能な官能基の一例としてアルコキシシラン基を使用した離型剤と、マスター 1 0 A 表面の O H 基との反応図を示している。

図 1 2 ( a ) 中、- O R はメトキシ（- O C H<sub>3</sub>）やエトキシ（- O C<sub>2</sub> H<sub>5</sub>）を表し、加水分解によりメタノール（C H<sub>3</sub> O H）やエタノール（C<sub>2</sub> H<sub>5</sub> O H）を発生して、図 1 2 ( b ) のシラノール（- S i O H）となる。その後、部分的に脱水縮合して、図 1 2 ( c ) のようにシラノールの縮合体となる。さらに、図 1 2 ( d ) のようにマスター 1 0 （無機材料）表面の O H 基と水素結合により吸着し、最後に図 1 2 ( e ) のように脱水して、- O - 化学結合（共有結合）する。なお、図 1 2 ではアルコキシシラン基の場合を示したが、ハロゲン化シラン基の場合も基本的に同様の反応が起こる。

すなわち本発明に使用する離型剤は、その一端でマスター 1 0 A 表面に化学結合し、他端に機能性基を配向して、マスター 1 0 A を被うこととなり、薄くて耐久性に優れた均一な離型層を形成することができる。

#### 【 0 0 6 0 】

離型性機能を持つ側の構造として好ましいのは、表面エネルギーの低いもの、例えば、フッ素置換炭化水素基や炭化水素基である。

（機能性側がフッ素系の離型剤）

フッ素置換炭化水素基としては、特に分子構造の一端に  $\text{CF}_3$  ( $\text{CF}_2$ ) $_a$ -基や、 $\text{CF}_3 \cdot \text{CF}_3 \cdot \text{CF}(\text{CF}_2)_b$ -基などのパーフルオロ基 ( $a$ および $b$ は整数)を持つフッ素置換炭化水素基が好ましく、また、パーフルオロ基の長さが炭素数にして2個以上が好ましく、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_a$ -の $\text{CF}_3$ につづく $\text{CF}_2$ 基の数は5以上が適切である。

また、パーフルオロ基は直鎖である必要はなく、分岐構造を有していてもよい。さらに、近年の環境問題対応として、 $\text{CF}_3(\text{CF}_2)_c$ - ( $\text{CH}_2$ ) $_d$ - ( $\text{CF}_2$ ) $_e$ -のような構造でもよい。この場合、 $c$ は3以下、 $d$ は整数(好ましくは1)、 $e$ は4以下、である。

上記のフッ素離型剤は通常は固体であるが、これをマスター10Aの表面に塗布するには、有機溶剤に溶解した溶液とする必要がある。離型剤の分子構造によって異なってくるが、多くはその溶媒としてフッ化炭化水素系の溶剤またはそれに若干の有機溶媒を混合したものが適している。溶媒の濃度は特に限定ないが、必要とする離型膜は特に薄いことが特徴であるので、濃度は低いもので充分であり、1~3重量%でよい。

この溶液をマスター10A表面に塗布するには、浸漬塗布、スプレー塗布、ハケ塗り、スピコート等の通常の塗布方法を用いることができる。塗布後は通常は自然乾燥で溶媒を蒸発させて乾燥塗膜とするが、このとき塗布された膜厚はとくに規定するべきものではないが、20  $\mu\text{m}$ 以下が適当である。

具体例としては、ダイキン工業製 オブツールDSX、デュラサーフHD-1100、HD-2100、住友3M製 ノベックEGC1720、竹内真空被膜製 トリアジンチオール、AGC製 アモルファスフッ素 サイトップ グレードM、エヌアイマテリアル製 防汚コートOPC-800等が挙げられる。

#### 【0061】

(機能性側が炭化水素系の離型剤)

炭化水素基としては、 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  のように直鎖でもよいし、分岐していてもよい。シリコン系離型剤がこの分類に含まれる。

従来、オルガノポリシロキサン樹脂を主成分とする組成物であり、撥水性を示す硬化皮膜を形成する組成物としては数多くの組成物が知られている。例えば、特開昭55-48245号公報には水酸基含有メチルポリシロキサン樹脂と、-ジヒドロキシジオルガノポリシロキサンとオルガノシランからなり、硬化して離型性、防汚性に優れ、撥水性を示す皮膜を形成する組成物が提案されている。また、特開昭59-140280号公報にはパーフルオロアルキル基含有オルガノシランとアミノ基含有オルガノシランを主成分とするオルガノシランの部分共加水分解縮合物を主剤とする組成物であり、撥水性、撥油性に優れた硬化皮膜を形成する組成物が提案されている。

具体例としては、AGCセイミケミカル製 モールドスパット、マツモトファインケミカル製 オルガチックSIC-330, 434、東レダウケミカル製 SR-2410などが挙げられる。また、自己組織化単分子膜として、日本曹達製 SAMLAY が挙げられる。

#### 【0062】

樹脂22Aが光硬化性樹脂である場合には、マスター10Aの上方に配置した光源50を点灯させ光照射する。

光源50としては、高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ、蛍光灯、ブラックライト、Gランプ、Fランプ等が挙げられ、線状光源であってもよいし点状光源であってもよい。高圧水銀ランプは、365nm、436nmに狭いスペクトルを持つランプである。メタルハライドランプは、水銀灯の一種で、紫外域における出力は高圧水銀ランプよりも数倍高い。キセノンランプは、最も太陽光に近いスペクトルを持つランプである。ハロゲンランプは長波長の光を多く含んでおり、近赤外光がほとんどであるランプである。蛍光灯は光の三原色に均等な照射強度を持っている。ブラックライトはピークトップを351nmに持ち、300nm~400nmの近紫外光を放射するライトである。

#### 【0063】

光源50から光照射する場合には、複数の線状又は点状の光源50を格子状に配置して樹脂22Aの全面に一度に光が到達するようにしてもよいし、線状又は点状の光源50を

10

20

30

40

50

樹脂 2 2 A の表面に対し平行にスキャニングして樹脂 2 2 A に順次光が到達するようにしてもよい。この場合、好ましくは光照射時の輝度分布や照度（強度）分布を測定し、その測定結果に基づき照射回数，照射量，照射時間等を制御する。

樹脂 2 2 A を光硬化させた後（サブマスター 2 0 の作製後）においては、サブマスター 2 0 に対しポストキュア（加熱処理）をおこなってもよい。ポストキュアをおこなえば、サブマスター 2 0 の樹脂 2 2 A を完全に硬化させることができ、サブマスター 2 0 の型寿命を延ばすことができる。

#### 【 0 0 6 4 】

樹脂 2 2 A が熱硬化性樹脂である場合には、加熱温度，加熱時間を最適な範囲で制御しながら樹脂 2 2 A を加熱する。樹脂 2 2 A は射出成形，プレス成形，光照射してその後に冷却する等の手法でも成形することができる。

#### 【 0 0 6 5 】

図 3（b）に示す通り、サブマスター成形部 2 2（樹脂 2 2 A）の裏面（凹部 2 4 とは反対の面）に対してサブマスター基板 2 6 を装着し、サブマスター成形部 2 2 を裏打ちする。

サブマスター基板 2 6 は石英であってもよいし、ガラス板であってもよく、十分な曲げ強度と UV 透過率を有することが重要である。サブマスター成形部 2 2 とサブマスター基板 2 6 との密着性を高めるために、サブマスター基板 2 6 に対しシランカップリング剤を塗布するなどの処理を行ってもよい。

#### 【 0 0 6 6 】

なお、上記のように、マスター 1 0 A の凸部 1 4 を樹脂 2 2 A に転写し樹脂 2 2 A が硬化した後（つまりサブマスター成形部 2 2 が形成された後）に、サブマスター基板 2 6 を装着する（室温で裏打ちする）場合には、接着剤を使う。

逆に、マスター 1 0 A の凸部 1 4 を樹脂 2 2 A に転写し樹脂 2 2 A が硬化する前に、サブマスター基板 2 6 を装着する（室温で裏打ちする）ようにしてもよい。この場合には、接着剤を使用せずに、樹脂 2 2 A の付着力によりサブマスター基板 2 6 を張り付かせるか、又はサブマスター基板 2 6 にカップリング剤を塗布し付着力を強くして樹脂 2 2 A に対しサブマスター基板 2 6 を付着させる。

#### 【 0 0 6 7 】

また、サブマスター成形部 2 2（樹脂 2 2 A）をサブマスター基板 2 6 で裏打ちする際には、従来より公知の真空チャック装置 2 6 0 を用い、この真空チャック装置 2 6 0 の吸引面 2 6 0 A にサブマスター基板 2 6 を吸引保持しつつ、当該吸引面 2 6 0 A をマスター 1 0 A における凸部 1 4 の成形面に対し平行な状態として、サブマスター成形部 2 2 をサブマスター基板 2 6 で裏打ちすることが好ましい。これにより、マスター 1 0 A における凸部 1 4 の成形面に対してサブマスター 2 0 の裏面 2 0 A（サブマスター基板 2 6 側の面）が平行となり、サブマスター 2 0 において凹部 2 4 の成形面が裏面 2 0 A と平行となる。従って、後述のようにサブマスター 2 0 によってレンズ部 5 を成形する際に、サブマスター 2 0 の基準面、つまり裏面 2 0 A を凹部 2 4 の成形面と平行にすることができるため、レンズ部 5 が偏芯したり、厚みにばらつきを有したりするのを防止し、レンズ部 5 の形状精度を向上させることができる。また、真空チャック装置 2 6 0 によってサブマスター 2 0 を吸引保持するため、真空排気のオン / オフのみによってサブマスター 2 0 を着脱することができる。従って、サブマスター 2 0 の配置を容易に行なうことができる。

#### 【 0 0 6 8 】

ここで、凹部 2 4 の成形面に対して裏面 2 0 A が平行であるとは、具体的には、凹部 2 4 の成形面における中心軸に対して裏面 2 0 A が垂直であることをいう。

また、サブマスター 2 0 は、サブマスター基板 2 6 で裏打ちしつつ硬化させて形成するのが好ましいが、裏打ち前に硬化させて形成しても良い。サブマスター基板 2 6 で裏打ちしつつ硬化させる方法としては、例えば樹脂 2 2 A として熱硬化性樹脂を用い、マスター 1 0 A とサブマスター基板 2 6 との間に当該樹脂 2 2 A を充填した状態でこれらをベーク炉に投入する方法や、樹脂 2 2 A として UV 硬化性樹脂を用いるとともに、サブマスター

10

20

30

40

50



基板 2 6 として UV 透過性の基板を用い、マスター 1 0 A とサブマスター基板 2 6 との間に当該樹脂 2 2 A を充填した状態でサブマスター基板 2 6 の側から樹脂 2 2 A に対して UV 光を照射する方法などがある。

【 0 0 6 9 】

また、真空チャック装置 2 6 0 の吸引面 2 6 0 A はセラミック材料で作るのが好ましい。この場合には、吸引面 2 6 0 A の硬度が高くなり、サブマスター 2 0 (サブマスター基板 2 6) の着脱によって当該吸引面 2 6 0 A に傷が付き難いため、吸引面 2 6 0 A の面精度を高く維持することができる。また、このようなセラミック材料としては、窒化珪素やサイアロンを用いるのが好ましい。この場合には、線膨張係数が  $1.3 \text{ ppm}$  と小さいため、温度変化に対して吸引面 2 6 0 A の平面度を高く維持することができる。

10

【 0 0 7 0 】

なお、本実施の形態においては、マスター 1 0 A における凸部 1 4 の成形面に対して吸引面 2 6 0 A を平行な状態にする手法としては、以下のような手法を用いている。

まず、マスター 1 0 A の表裏面を高精度に平行化しておく。これにより、マスター 1 0 A において、凸部 1 4 の成形面と裏面とが平行となる。

また、このマスター 1 0 A を裏面 (凸部 1 4 とは反対側の面) 側から支持する支持面 2 6 0 B と、吸引面 2 6 0 A とに対して、それぞれ基準部材 2 6 0 C, 2 6 0 D を突設しておく。ここで、これらの基準部材 2 6 0 C, 2 6 0 D の形状は、支持面 2 6 0 B 及び吸引面 2 6 0 A が互いに平行な状態でマスター 1 0 A とサブマスター 2 0 とが当接したときにガタツキ無く互いに当接する形状とする。

20

これにより、基準部材 2 6 0 C, 2 6 0 D 同士を当接させることによって、吸引面 2 6 0 A に対してマスター 1 0 A の支持面 2 6 0 B、ひいてはマスター 1 0 における凸部 1 4 の成形面が平行となる。

【 0 0 7 1 】

但し、上記のような手法において、基準部材は支持面 2 6 0 B 及び吸引面 2 6 0 A の少なくとも一方に設ければ良く、例えば支持面 2 6 0 B のみに基準部材を設ける場合には、この基準部材の形状は、支持面 2 6 0 B 及び吸引面 2 6 0 A が互いに平行な状態でマスター 1 0 A とサブマスター 2 0 とが当接したときに、吸引面 2 6 0 A に対してガタツキ無く当接する形状とすれば良い。同様に、吸引面 2 6 0 A のみに基準部材を設ける場合には、この基準部材の形状は、支持面 2 6 0 B 及び吸引面 2 6 0 A が互いに平行な状態でマスター 1 0 A とサブマスター 2 0 とが当接したときに、支持面 2 6 0 B に対してガタツキ無く当接する形状とすれば良い。

30

【 0 0 7 2 】

図 3 (c) に示す通り、マスター 1 0 A からサブマスター成形部 2 2 とサブマスター基板 2 6 とを離型し、サブマスター 2 0 が形成される。

樹脂 2 2 A として PDMS (ポリジメチルシロキサン) などの樹脂を使うと、マスター 1 0 との離型性が非常によいので、マスター 1 0 からの剥離に大きな力を必要とせず、成形光学面を歪ませたりする事が無いのでよい。

【 0 0 7 3 】

図 3 (d) に示す通り、サブマスター 2 0 とガラス基板 3 との間に樹脂 5 A を充填して硬化させる。より詳細には、サブマスター 2 0 の凹部 2 4 に対し樹脂 5 A を充填し、その上方からガラス基板 3 を押圧しながら樹脂 5 A を硬化させる。

40

【 0 0 7 4 】

サブマスター 2 0 の凹部 2 4 に樹脂 5 A を充填する場合には、サブマスター 2 0 に対し樹脂 5 A をスプレーコート、スピコート等の手法を用いる。この場合、真空引きしながら樹脂 5 A を充填してもよい。真空引きしながら樹脂 5 A を充填すれば、樹脂 5 A に気泡を混入させずに樹脂 5 A を硬化させることができる。

サブマスター 2 0 の凹部 2 4 に樹脂 5 A を充填するのに代えて、ガラス基板 3 に樹脂 5 A を塗布し、樹脂 5 A が塗布されたガラス基板 3 をサブマスター 2 0 に押圧するような構成としてもよい。

50

## 【 0 0 7 5 】

ガラス基板 3 を押圧する場合に、ガラス基板 3 は、サブマスター 2 0 と軸合わせをするための構造が付与されているのが好ましい。ガラス基板 3 が円形状を呈している場合には、例えば D カット、I カット、マーキング、切欠き部等を形成しておくのが好ましい。ガラス基板 3 を多角形状としてもよく、この場合にはサブマスター 2 0 との軸合わせが容易である。

## 【 0 0 7 6 】

樹脂 5 A を硬化させる場合には、サブマスター 2 0 の下方に配置した光源 5 2 を点灯させサブマスター 2 0 側から光照射してもよいし、ガラス基板 3 の上方に配置した光源 5 4 を点灯させガラス基板 3 側から光照射してもよいし、光源 5 2、5 4 の両方を同時に点灯させサブマスター 2 0 側とガラス基板 3 側との両側から光照射してもよい。

## 【 0 0 7 7 】

光源 5 2、5 4 としては、上述した光源 5 0 と同様の高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ、蛍光灯、ブラックライト、G ランプ、F ランプ等を使用でき、線状光源であってもよいし点状光源であってもよい。

## 【 0 0 7 8 】

光源 5 2、5 4 から光照射する場合には、複数の線状又は点状の光源 5 2、5 4 を格子状に配置して樹脂 5 A に一度に光が到達するようにしてもよいし、線状又は点状の光源 5 2、5 4 をサブマスター 2 0、ガラス基板 3 に対し平行にスキャニングして樹脂 5 A に順次光が到達するようにしてもよい。この場合、好ましくは光照射時の輝度分布や照度（強度）分布を測定し、その測定結果に基づき照射回数、照射量、照射時間等を制御する。

## 【 0 0 7 9 】

樹脂 5 A が硬化すると、レンズ部 5 が形成される。その後、レンズ部 5 とガラス基板 3 とをサブマスター 2 0 から離型し、ウエハレンズ 1 が製造される（当該ウエハレンズ 1 はガラス基板 3 の表面にのみレンズ部 5 が形成されたものである。）。

## 【 0 0 8 0 】

ウエハレンズ 1 をサブマスター 2 0 から離型する場合に、予めウエハレンズ 1（ガラス基板 3）とサブマスター 2 0 との間に引張りシロ 6 0 を設けておき、引張りシロ 6 0 を引っ張ることでウエハレンズ 1 をサブマスター 2 0 から離型するようにしてもよい。

サブマスター 2 0 のサブマスター基板 2 6 が弾性素材（樹脂）である場合には、これをやや折り曲げてウエハレンズ 1 をサブマスター 2 0 から離型するようにしてもよいし、ガラス基板 3 がガラスに代わり弾性素材（樹脂）である場合にも、これをやや折り曲げてウエハレンズ 1 をサブマスター 2 0 から離型するようにしてもよい。

ウエハレンズ 1 をサブマスター 2 0 からやや剥離して両部材間に隙間が形成されたら、エア又は純水をその隙間に圧送に、ウエハレンズ 1 をサブマスター 2 0 から離型するようにしてもよい。

## 【 0 0 8 1 】

なお、以上の説明ではガラス基板 3 の片面にレンズ部 5 を設ける方法について説明したが、両面に設ける場合には、まず、ガラス基板 3 の一方の面のレンズ部 5 の光学面形状に対応するポジ形状の成形面を複数有するマスター（図示せず）と、他方の面のレンズ部 5 の光学面形状に対応するポジ形状の成形面を複数有するマスターとを用意し、これらの各マスターを用いてサブマスター 2 0 C、2 0 D（図 3（e）、（f）参照）を形成する。これによりサブマスター 2 0 C はガラス基板 3 の一方の面のレンズ部 5 の光学面形状に対応するネガ形状の成形面を有し、サブマスター 2 0 D は他方の面のレンズ部 5 の光学面形状に対応するネガ形状の成形面を有することとなる。そして、各サブマスター 2 0 C、2 0 D と、ガラス基板 3 との間に樹脂 5 A を充填した後、樹脂 5 A を硬化させてガラス基板 3 の両面にレンズ部 5 を成形する。これによれば、ガラス基板 3 の片面だけで樹脂 5 A が硬化収縮することなく、両面で樹脂 5 A が同時に硬化収縮してそれぞれレンズ部 5 となるため、各面に順にレンズ部 5 を設ける場合と異なり、ガラス基板 3 の反りを防止することができるため、レンズ部 5 の形状精度を向上させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

ここで、サブマスター 2 0 C , 2 0 D とガラス基板 3 との間に樹脂 5 A を充填するには、2 通りの手法を用いることができる。

1 つ目の手法では、図 3 ( e ) , ( f ) に示すように、サブマスター 2 0 C の上面に樹脂 5 A を滴下または吐出した後、当該サブマスター 2 0 C と、その上方に配設されたガラス基板 3 とを当接させて、これらガラス基板 3 及びサブマスター 2 0 C の間に樹脂 5 A を充填した状態にした後、ガラス基板 3 及びサブマスター 2 0 C を互いに当接した状態で一体的に上下反転させ、サブマスター 2 0 D の上面に樹脂 5 A を滴下または吐出した後、当該サブマスター 2 0 D と、その上方に配設されたガラス基板 3 とを当接させて、これらガラス基板 3 及びサブマスター 2 0 D の間に樹脂 5 A を充填した状態にする。

10

2 つ目の手法では、ガラス基板 3 の上面に樹脂 5 A を滴下または吐出した後、当該ガラス基板 3 と、その上方に配設されたサブマスター 2 0 C とを当接させて、これらガラス基板 3 及びサブマスター 2 0 C の間に樹脂 5 A を充填した状態にするとともに、サブマスター 2 0 D の上面に樹脂 5 A を滴下または吐出した後、当該サブマスター 2 0 D と、その上方に配設されたガラス基板 3 とを当接させて、これらガラス基板 3 及びサブマスター 2 0 D の間に樹脂 5 A を充填した状態にする。

なお、ガラス基板 3 とサブマスター 2 0 C , 2 0 D とを当接させる際には、間に気泡が残らないようにすることが好ましい。また、ここで用いる樹脂 5 A としては、熱硬化性樹脂であっても、UV 硬化性樹脂であっても、揮発硬化性樹脂 (HSQ など) であっても良い。UV 硬化性樹脂を用いる場合には、サブマスター 2 0 C , 2 0 D の少なくとも一方を紫外線透過性としておくことにより、当該一方のサブマスターの側からガラス基板 3 の両面の樹脂 5 A に対していっぺんに紫外線を照射することができる。

20

## 【 0 0 8 3 】

ここで、ガラス基板 3 の表裏両面にレンズ部 5 を形成する場合に、図 7 に示す通りにサブマスター 2 0 を縦横 2 倍ずつ (倍率は変更可能である。) 大きくしたような一体型の大径サブマスター 2 0 0 と、図 8 の通常のサブマスター 2 0 とを準備し、ガラス基板 3 の表面にレンズ部 5 を形成する場合にはサブマスター 2 0 0 を使用し、その反対側の裏面にレンズ部 5 を形成する場合にはサブマスター 2 0 を複数回にわたり使用するようにしてもよい。

## 【 0 0 8 4 】

30

具体的には、ガラス基板 3 の表面に対しては大径サブマスター 2 0 0 を用いてレンズ部 5 を一括で形成する。その後のガラス基板 3 の裏面に対しては、図 9 に示す通り、サブマスター 2 0 を大径サブマスター 2 0 0 の 1 / 4 区画ずつそれぞれずらしながら 4 回にわたりサブマスター 2 0 を用いてレンズ部 5 を形成する。このような構成によれば、大径サブマスター 2 0 0 を用いて形成したレンズ部 5 を有するガラス基板 3 に対し、サブマスター 2 0 の軸合わせが容易となり、大径サブマスター 2 0 0 を用いて形成したレンズ部 5 と、サブマスター 2 0 を用いて形成したレンズ部 5 とがガラス基板 3 の表裏において配置がずれるといった事態を抑えることができる。

## 【 0 0 8 5 】

ただし、大径サブマスター 2 0 0 を使用する場合には、図 1 0 上段から下段に示す通り、そのサブマスター成形部 2 2 に対しやや反りが発生する可能性があり、型としての本来の機能を発揮することができない場合もある。そこで、図 1 1 に示す通り大径サブマスター 2 0 0 を分割するようにその中央部に十字状に樹脂 2 2 A が存在しない領域 (応力緩和部 2 1 0) を設けて、大径サブマスター 2 0 0 のサブマスター成形部 2 2 の反りの発生を抑える (ガラス基板 3 との応力を緩和する) ような構成とするのが好ましい。

40

## 【 0 0 8 6 】

応力緩和部 2 1 0 を設ける場合において、例えば樹脂 2 2 A が光硬化性樹脂であるときには、ガラス基板 3 又はサブマスター基板 2 6 をマスキングして光の未照射部を形成したり、光源 5 2 , 5 4 をマスキングして光の未照射部を形成したりすればよい。

## 【 0 0 8 7 】

50

なお、マスター 10 A に代えてマスター 10 B を用い、サブマスター 20 を作製せずに、マスター 10 B から直接的にウエハレンズ 1 を作製してもよい。

この場合、マスター 10 B の凹部 16 に対し樹脂 5 A を充填し、その上方からガラス基板 3 を押圧しながら樹脂 5 A を硬化させ、その後ガラス基板 3 とレンズ部 5 とをマスター 10 B から離型すればよい。

マスター 10 B から樹脂 5 A を剥離するための離型が重要であり、その離型方法として 2 種類の方法が考えられる。

#### 【0088】

第 1 の方法として、樹脂 5 A に離型剤を添加する。この場合、後工程である反射防止コーティングの密着性が低下したり、ガラス基板 3 との付着性が低下したりするので、好ましくはカップリング剤などをガラス基板 3 に塗布して付着力を強化する。

10

第 2 の方法として、マスター 10 B の表面に離型剤をコートする。当該離型剤としては、トリアジンジチオールやフッ素系、シリコン系の単分子層を形成する離型剤を用いることができる。当該離型剤を用いることで、成膜厚さが 10nm 程度と、光学面形状に影響を与えない厚みにコートできる。当該離型剤が成形時にはがれないように密着性を高めるため、カップリング剤をマスター 10 B に塗布したり、当該離型剤とマスター 10 B との間で架橋を創製する  $\text{SiO}_2$  などをマスター 10 B にコートすると、密着性が強くなりよい。

#### 【0089】

##### [ 第 2 の実施形態 ]

第 2 の実施形態は主には第 1 の実施形態と下記の点で異なっており、それ以外は略同じとなっている。

20

#### 【0090】

ウエハレンズ 1 の製造にあたって、成形用の型として、図 4 のマスター 10、サブマスター 30、サブサブマスター 40 が使用される。第 1 の実施形態では、マスター 10 (10 A) からウエハレンズ 1 を製造するのにサブマスター 20 を使用したのに対し、第 2 の実施形態では、主に、マスター 10 (10 B) からウエハレンズ 1 を製造するのにサブマスター 30、サブサブマスター 40 の 2 つの型を使用する点が異なっている。特に、マスター 10 B からサブマスター 30 を作製する工程やサブサブマスター 40 からウエハレンズ 1 を製造する工程は第 1 の実施形態と略同じであり、サブマスター 30 からサブサブマスター 40 を作製する点が第 1 の実施形態と異なっている。

30

#### 【0091】

図 4 (a) に示す通り、マスター 10 B は直方体状のベース部 12 に対し複数の凹部 16 がアレイ状に形成された型である。凹部 16 の形状はウエハレンズ 1 のレンズ部 5 に対応するネガ形状となっており、この図では略半球形状に凹んでいる。

#### 【0092】

マスター 10 B は、ニッケルリンやアルミ合金、快削真鍮などの材料をダイヤモンド切削により高精度に光学面を切削創製されたものであってもよいし、超硬などの高硬度材料を研削加工して創製されたものでもあってもよい。マスター 10 B で創製される光学面は、好ましくは図 4 (a) に示す通りに複数の凹部 16 がアレイ状に配置されたものであり、単一の凹部 16 のみが配置されたものであってもよい。

40

#### 【0093】

図 4 (b) に示す通り、サブマスター 30 はサブマスター成形部 32 とサブマスター基板 36 とで構成されている。サブマスター成形部 32 には複数の凸部 34 がアレイ状に形成されている。凸部 34 の形状はウエハレンズ 1 のレンズ部 5 に対応するポジ形状となっており、この図では略半球形状に突出している。このサブマスター成形部 32 は、樹脂 32 A によって形成されている。

#### 【0094】

樹脂 32 A は、基本的に第 1 の実施の形態のサブマスター 20 の樹脂 22 A と同様の材料を使用することができるが、特に離型性かつ耐熱性があり、線膨張係数が小さな樹脂 (すなわち、表面エネルギーが小さな樹脂) を使用することが好ましい。具体的には、上述

50

の光硬化性樹脂、熱硬化性樹脂及び熱可塑性樹脂のいずれでも良く、透明又は不透明でもよいが、例えば、熱硬化性樹脂であれば上述のフッ素系樹脂にすることが必要である。シリコン系樹脂にすると線膨張係数が大きいので、サブサブマスター 40 に熱転写する場合に変形して、微細構造を正確に転写できないためである。

サブマスター基板 36 は、サブマスター基板 26 と同様の材料を使用することができる。

【0095】

図 4 (c) に示す通り、サブサブマスター 40 はサブサブマスター成形部 42 とサブサブマスター基板 46 とで構成されている。サブサブマスター成形部 42 には複数の凹部 44 がアレイ状に形成されている。凹部 44 はウエハレンズ 1 のレンズ部 5 に対応する部位であり、略半球形状に凹んでいる。このサブサブマスター成形部 42 は、樹脂 42A によって形成されている。

10

【0096】

樹脂 42A も、第 1 の実施の形態のサブマスター 20 の樹脂 22A と同様の材料を使用することができるが、撓ませることができ離型し易い点で、シリコン系樹脂又はオレフィン系樹脂を使用することが好ましい。

サブサブマスター基板 46 も、サブマスター基板 26 と同様の材料を使用することができる。

【0097】

次に、図 5 , 図 6 を参照しながら、ウエハレンズ 1 の製造方法について簡単に説明する。

20

【0098】

図 5 (a) に示す通り、マスター 10B 上に樹脂 32A を塗布し、樹脂 32A を硬化させ、マスター 10B の凹部 16 を樹脂 32A に転写し、樹脂 32A に対し複数の凸部 34 を形成する。これにより、サブマスター成形部 32 が形成される。

【0099】

図 5 (b) に示す通り、サブマスター成形部 32 に対しサブマスター基板 36 を接着する。

その後、図 5 (c) に示す通り、マスター 10B からサブマスター成形部 32 とサブマスター基板 36 とを離型し、サブマスター 30 が作製される。

30

その後、図 5 (d) に示す通り、サブマスター 30 上に樹脂 42A を塗布し、樹脂 42A を硬化させ、サブマスター 30 の凸部 34 を樹脂 42A に転写し、樹脂 42A に対し複数の凹部 44 を形成する。これにより、サブサブマスター成形部 42 が形成される。

その後、図 5 (e) に示す通り、サブサブマスター成形部 42 に対しサブサブマスター基板 46 を装着する。

【0100】

図 6 (f) に示す通り、サブマスター 30 からサブサブマスター成形部 42 とサブサブマスター基板 46 とを離型し、サブサブマスター 40 が作製される。

【0101】

図 6 (g) に示す通り、サブサブマスター 40 の凹部 44 に対し樹脂 5A を充填し、その上方からガラス基板 3 を押圧しながら樹脂 5A を硬化させる。その結果、樹脂 5A からレンズ部 5 が形成される。その後、レンズ部 5 とガラス基板 3 とをサブサブマスター 40 から離型し、ウエハレンズ 1 が製造される (当該ウエハレンズ 1 はガラス基板 3 の表面にのみレンズ部 5 が形成されたものである。 )。

40

【0102】

ガラス基板 3 の裏面にもレンズ部 5 を形成してガラス基板 3 の表裏両面に対しレンズ部 5 を形成する場合には、ガラス基板 3 の一方の面のレンズ部 5 の光学面形状に対応するネガ形状の成形面を複数有するマスター (図示せず) と、他方の面のレンズ部 5 の光学面形状に対応するネガ形状の成形面を複数有するマスターとを用意し、これらの各マスターを用いて、ポジ形状の成形面を有するサブマスターを形成し、更に、これらの各サブマスタ

50

ーを用いてサブサブマスターを形成する。そして、各サブサブマスターと、ガラス基板 3 との間に樹脂 5 A を充填した後、樹脂 5 A を硬化させてガラス基板 3 の両面にレンズ部 5 を成形する。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】ウエハレンズの概略構成を示す斜視図である。

【図2】マスター、サブマスターの概略構成を示す斜視図である。

【図3】ウエハレンズの製造方法を説明するための図面である。

【図4】マスター、サブマスター、サブサブマスターの概略構成を示す図面である。

【図5】ウエハレンズの製造方法を説明するための図面である。

10

【図6】図5の後続の製造方法を説明するための図面である。

【図7】大径サブマスターの概略構成を示す平面図である。

【図8】通常のサブマスターの概略構成を示す平面図である。

【図9】大径サブマスターと通常のサブマスターとを使用してガラス基板の表裏両面にレンズ部を形成する様子を模式的に説明するための図面である。

【図10】大径サブマスターを使用する際の不都合を説明するための図面である。

【図11】大径サブマスターの変形例を示す図面である。

【図12】末端に加水分解可能な官能基の一例としてアルコキシシラン基を使用した離型剤と、マスター表面のOH基との反応図である。

【符号の説明】

20

【0104】

1 ウエハレンズ

3 ガラス基板

5 レンズ部

5 A 樹脂

10 (10A, 10B) マスター

12 ベース部

14 凸部

16 凹部

20 サブマスター

30

22 サブマスター成形部

22 A 樹脂

24 凹部

25 凸部

26 サブマスター基板

30 サブマスター

32 サブマスター成形部

32 A 樹脂

34 凸部

36 サブマスター基板

40

40 サブサブマスター

42 サブサブマスター成形部

42 A 樹脂

44 凹部

46 サブサブマスター基板

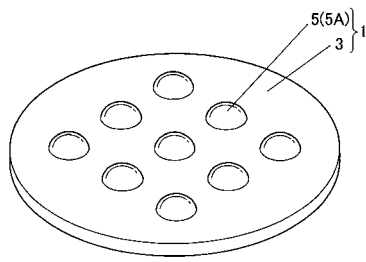
50, 52, 54 光源

60 引張りシロ

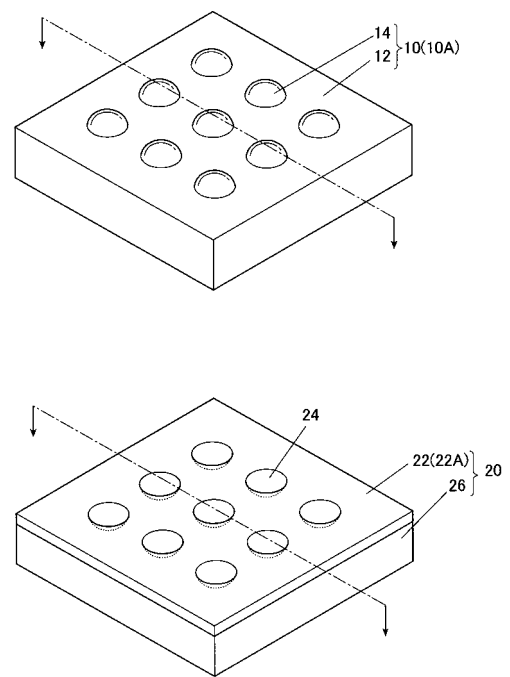
200 大径サブマスター

210 応力緩和部

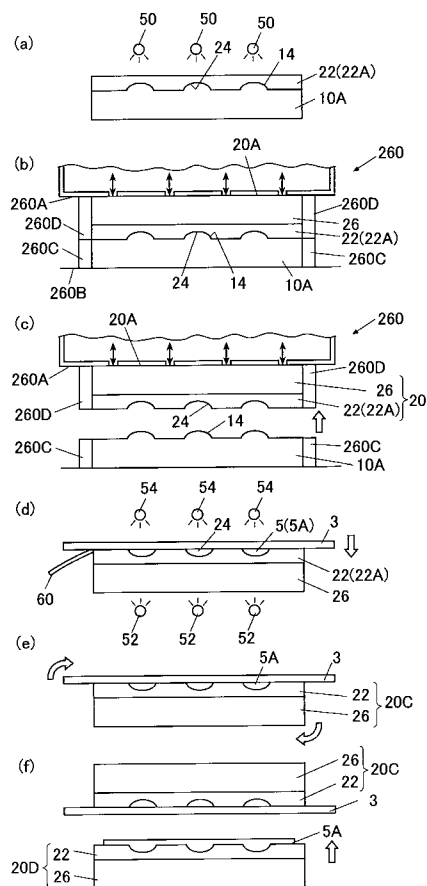
【図 1】



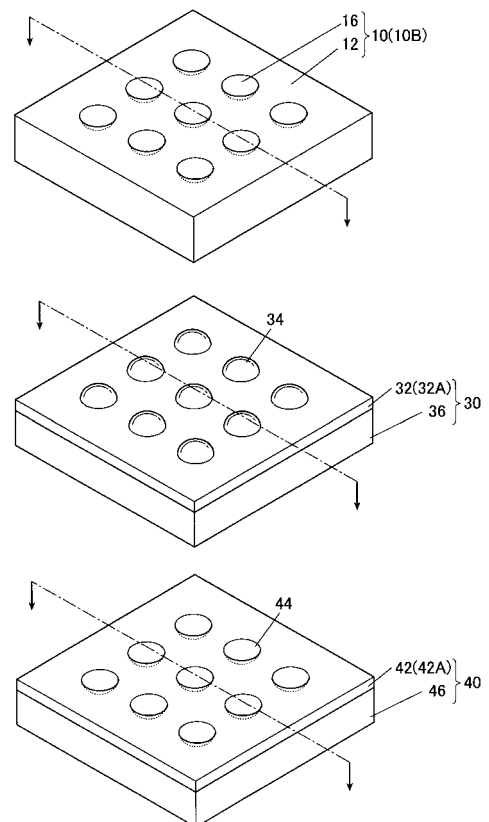
【図 2】



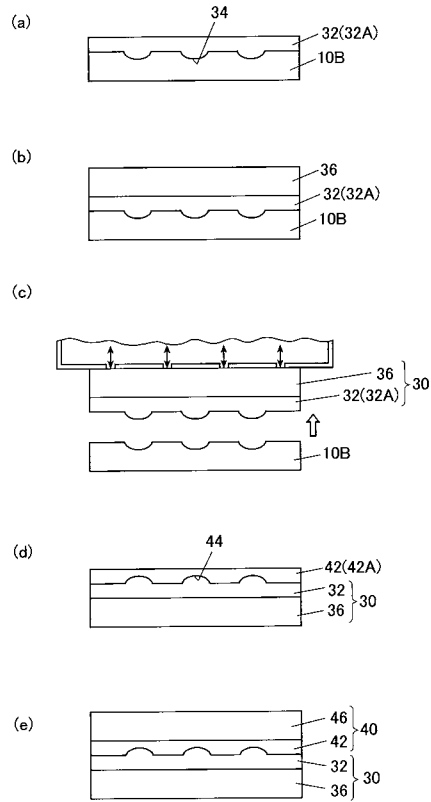
【図 3】



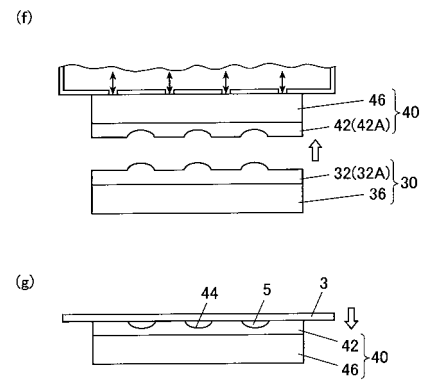
【図 4】



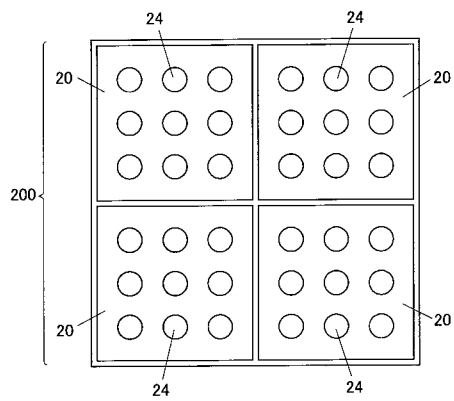
【図 5】



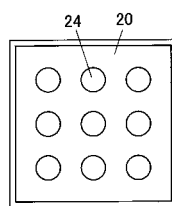
【図 6】



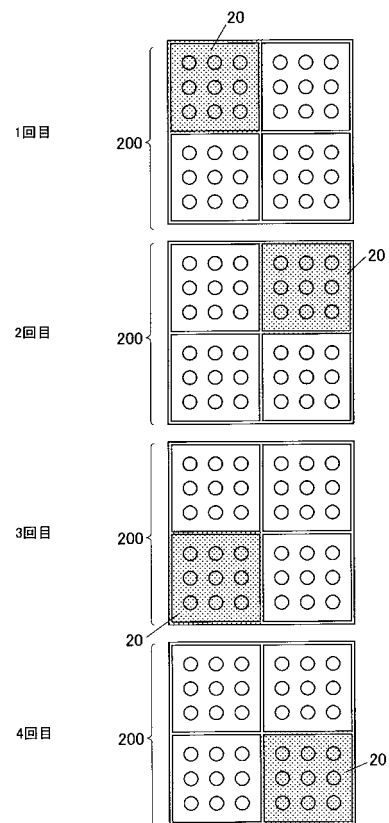
【図 7】



【図 8】

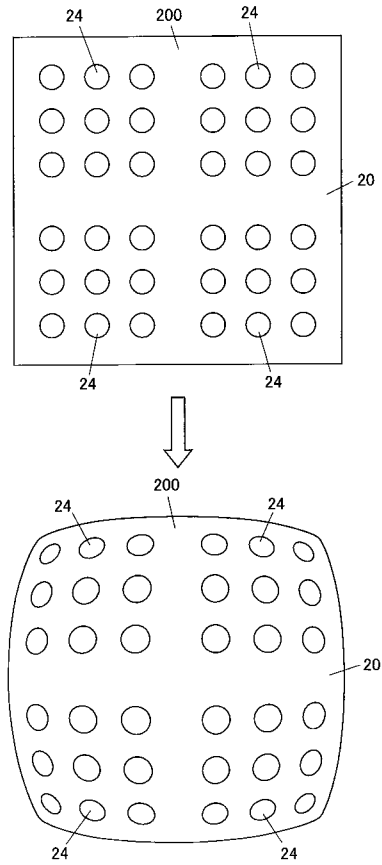


【図 9】

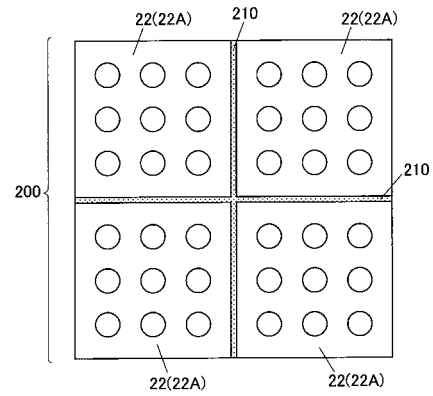




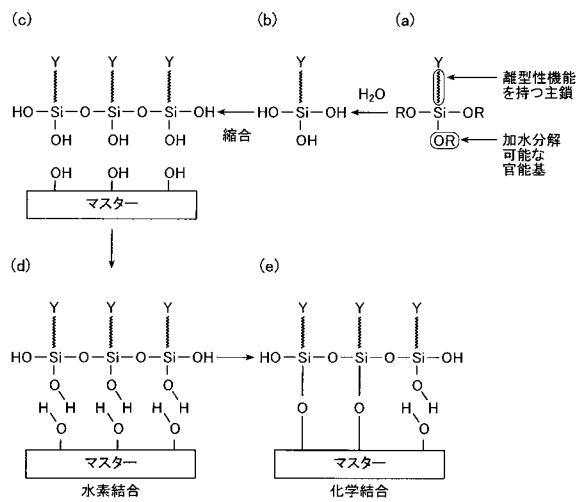
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 9 K 105/20 (2006.01) B 2 9 K 105:20  
B 2 9 L 11/00 (2006.01) B 2 9 L 11:00

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 2 1 2 2 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 3 2 6 2 3 1 ( J P , A )  
特開平 0 2 - 2 8 3 4 2 2 ( J P , A )  
特開平 0 3 - 2 0 2 3 3 0 ( J P , A )  
特表 2 0 0 7 - 5 2 1 9 8 5 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 8 0 2 9 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 2 2 6 6 3 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B 2 9 C 3 9 / 0 0 - 3 9 / 4 4  
B 2 9 C 3 3 / 0 0 - 3 3 / 7 6  
G 0 2 B 3 / 0 0