

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-132660

(P2005-132660A)

(43) 公開日 平成17年5月26日(2005.5.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
C03B 11/08	C03B 11/08	2H042
C03B 11/00	C03B 11/00	4G015
C03B 40/02	C03B 40/02	4G059
C03C 15/00	C03C 15/00	A
C03C 17/06	C03C 17/06	Z
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-369522 (P2003-369522)  
 (22) 出願日 平成15年10月29日 (2003.10.29)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100098291  
 弁理士 小笠原 史朗  
 (72) 発明者 梅谷 誠  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 清水 義之  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 山本 義春  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

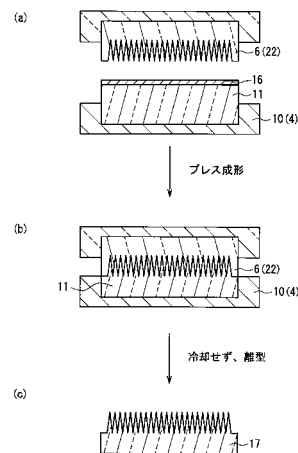
(54) 【発明の名称】 無反射構造を有する光学素子の製造方法、及び当該方法により製造された無反射構造を有する光学素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高精度な無反射構造を有する光学素子を繰り返し成形することのできる光学素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 石英ガラス基板の表面に、円柱状のCrマスクを形成する。該石英ガラス基板の表面をドライエッチングし、表面に円錐型の無反射構造を形成する。該表面に、表面保護のためのIr-Rh合金膜を形成し、無反射構造成形用マスター金型を作製する。該マスター金型を用いて、離型のための離型剤が塗布された高融点ガラスをプレス成形し、冷却せずに該マスター金型をプレス成形した高融点ガラスから離型させる。高融点ガラスを冷却した後、離型剤を除去すると共に、表面保護のためのIr-Rh合金膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型22を作製する。該レプリカ金型22を用いて、離型のための離型剤16が塗布された光学材料11をプレス成形し、冷却せずに該レプリカ金型22を光学材料11から離型させる。光学材料11を冷却した後、離型剤16を除去する。

【選択図】 図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料に無反射構造に対応するマスクを形成し、ドライエッチングすることによって前記金型材料の表面に前記無反射構造を形成した後、前記金型材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用マスター金型を作製し、

前記無反射構造成形用マスター金型を用いて、離型のための離型剤を塗布した光学材料よりも耐熱性に優れたガラス材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用マスター金型をプレス成形した前記ガラス材料から離型させ、プレス成形した前記ガラス材料を冷却した後、前記離型剤を除去すると共に、前記ガラス材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型を作製し、

前記無反射構造成形用レプリカ金型を用いて、離型のための離型剤を塗布した前記光学材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した前記光学材料から離型させ、

プレス成形した前記光学材料を冷却した後、前記離型剤を除去する無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 2】

高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料に無反射構造に対応するマスクを形成し、ドライエッチングすることによって前記金型材料の表面に前記無反射構造を形成した後、前記金型材料の表面に、離型のための薄膜として、炭素 (C) 膜又はチッ化硼素 (BN) 膜を形成して、無反射構造成形用マスター金型を作製し、

前記無反射構造成形用マスター金型を用いて、光学材料よりも耐熱性に優れたガラス材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用マスター金型をプレス成形した前記ガラス材料から離型させ、プレス成形した前記ガラス材料を冷却した後、プレス成形した前記ガラス材料の表面に、離型のための薄膜として、炭素 (C) 膜又はチッ化硼素 (BN) 膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型を作製し、

前記無反射構造成形用レプリカ金型を用いて、前記光学材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した前記光学材料から離型させ、

プレス成形した前記光学材料を冷却する無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 3】

高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料に無反射構造に対応するマスクを形成し、ドライエッチングすることによって前記金型材料の表面に前記無反射構造を形成した後、前記金型材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用マスター金型を作製し、

前記無反射構造成形用マスター金型を用いて、不活性ガス中に、構成分子中に炭素 (C) 又はフッ素 (F) を含む気体あるいは霧状の液体を混合した雰囲気中で、光学材料よりも耐熱性に優れたガラス材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用マスター金型をプレス成形した前記ガラス材料から離型させ、プレス成形した前記ガラス材料を冷却した後、プレス成形した前記ガラス材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型を作製し、

前記無反射構造成形用レプリカ金型を用いて、不活性ガス中に、構成分子中に炭素 (C) 又はフッ素 (F) を含む気体あるいは霧状の液体を混合した雰囲気中で、前記光学材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した前記光学材料から離型させ、

プレス成形した前記光学材料を冷却する無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 4】

前記金型材料が、石英ガラス、シリコン、Ni合金、及び超硬合金上にSiO<sub>2</sub>膜又はSi膜を形成したものである群から選ばれる1つである請求項1～3のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 5】

前記光学材料が多成分ガラス又は樹脂である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 6】

前記無反射構造に対応する前記マスクの材料が、Cr、Ni、Au及びCからなる群から選ばれる1つである請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 7】

前記無反射構造に対応する前記マスクが、円柱状又は多角柱状のマスクであって、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成されている請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

10

## 【請求項 8】

前記無反射構造に対応する前記マスクにレジストを形成し、電子ビームリソグラフィ、X線リソグラフィ又は干渉露光を用いたフォトリソグラフィにより、前記レジストを、円形状又は多角形状であって、使用波長以下のピッチでアレイ状にパターンニングし、ウェットエッチング又はドライエッチングにより、前記マスクを、円柱状又は多角柱状であって、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 9】

前記表面保護のための薄膜が、Pt、Pd、Ir、Rh、Os、Ru、Re、W及びTaからなる群から選ばれる少なくとも1種類の金属を含む請求項 1 又は 3 に記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

20

## 【請求項 10】

前記無反射構造に対応する前記マスクの材料が、X線リソグラフィ用レジストである請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 11】

前記無反射構造に対応する前記マスクが、円錐状又は多角錐状のマスクであって、X線リソグラフィにより、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成されている請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

## 【請求項 12】

前記無反射構造成形用金型の表面形状が曲面である請求項 10 又は 11 に記載の無反射構造を有する光学素子の製造方法。

30

## 【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の方法により製造された無反射構造を有する光学素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子を製造する方法、及び当該方法により製造された無反射構造を有する光学素子に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

光学素子の表面反射を防止するために、光学素子の表面に無反射構造を形成する方法が提案されている。提案されている無反射構造は、サブミクロンピッチでアスペクト比が1以上の非常に微細な凹凸形状を有している。そして、このような微細な構造を形成する方法として、ドライエッチングを用いた微細加工法が提案されている。

## 【0003】

一方、高精度な光学素子を、大量かつ安価に製造する有効な方法として、ガラスあるいは樹脂からなる光学材料(成形用素材)をプレス成形する方法が提案されている。

## 【0004】

50

加熱軟化したガラスあるいは樹脂からなる光学材料を、金型を用いてプレス成形する場合には、光学材料が金型から離型し難いため、金型の表面に特殊な離型膜を形成したり、成形ショットごとに離型剤を塗布したりして、離型が容易となるように工夫されている。特に、ガラスを光学材料として用いる場合には、金型の表面にかなり特殊なコーティングが施される。例えば、特許文献1には、WCを主成分とする超硬合金又はサーメットを金型材料として用い、当該金型材料を用いて作製した金型の表面に貴金属系保護膜をコーティングしたものが開示されている。そして、かかる構成の金型を用いることにより、プレス成形による光学素子の量産を可能とすることができる。また、特許文献2に記載の金型においては、窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、炭化珪素、炭素、白金あるいは超硬合金からなる金型本体の光学機能面に10nm以下の膜厚を有する炭素膜を形成することにより、ガラスとの離型性が良好となるようにされている。

10

【特許文献1】特公昭62-28091号公報

【特許文献2】特開平6-305742号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、ドライエッチングを用いた微細加工法の場合、用いる光学材料によっては、エッチング後に表面が非常に荒れてしまったり、エッチングレートが非常に遅くなったりして、使用できる光学材料が限られてしまう。すなわち、使用できる光学材料は石英ガラス等に限定され、様々な光学常数で設計がなされる光学機器に用いられる多成分ガラスや樹脂を使用することはできない。このため、ドライエッチングを用いた微細加工法によって無反射構造を有する光学素子を作製しようとしても、所望の選択比が得られず、アスペクト比の大きい無反射構造を有する光学素子を得ることはできない。また、エッチングの再現性が低いために、歩留まりの低下や量産性の劣化を引き起こし、生産コストが著しく高くなるという問題もある。

20

【0006】

また、無反射構造を有する光学素子をプレス成形する場合、従来のプレス成形方法では、加熱軟化した光学材料を金型と接触させた状態(プレスした状態)で冷却すると、金型と光学材料との熱膨張率の差に起因して熱応力が発生し、その結果、光学材料に転写されるパターン精度が低下してしまう。特に、金型の中心から外周に向けて距離が長くなるほど、光学材料に転写されるパターンのずれが大きくなるため、大面積に亘って、微細な凹凸パターンを正確に転写することはできない。このため、冷却せずに金型をプレス成形した光学材料から離型させる必要がある。

30

【0007】

ところが、特許文献1に記載されているWCを主成分とする超硬合金又はサーメットを金型材料として用いて作製した金型の表面に貴金属系保護膜をコーティングしたのを用いて、光学材料としてのガラスをプレス成形する場合、金型とガラスとの離型性はかなり良好であるが、冷却せずに金型をプレス成形したガラスから離型させることはできず、無反射構造を有する光学素子を精密に成形することはできない。また、特許文献2に記載されている炭素膜を形成した金型を用いると、冷却せずに離型させることはできるが、金型本体の材料を無反射構造の凹凸形状に加工することは非常に困難である。

40

【0008】

さらに、プレス成形によって無反射構造を有する光学素子を製造する場合、成形に用いる金型のプレス面は光学素子の反転形状を有していなければならないが、光学素子の形状によっては反転形状を形成することが非常に困難な場合もある。例えば、マイクロレンズアレイ等の場合には、一般に、円柱形状のレジストパターンを形成した後、それを加熱軟化させ、表面張力によってレンズ形状を形成した後、ドライエッチングを行うが、このような方法では、凸面形状の形成は容易であるが、金型とする凹面形状の形成は非常に困難である。従って、凹面形状を有するマイクロレンズアレイ成形用金型を作製することは非常に困難であり、さらに、その金型に無反射構造を形成して、無反射構造を有するマイク

50

ロレンズアレイ成形用金型を得ることは、さらに困難を伴う。

【0009】

本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子を繰り返し成形することが可能な無反射構造を有する光学素子の製造方法、及び当該方法により製造された無反射構造を有する光学素子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】

【0010】

前記目的を達成するため、本発明に係る無反射構造を有する光学素子の第1の製造方法は、高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料に無反射構造に対応するマスクを形成し、ドライエッチングすることによって前記金型材料の表面に前記無反射構造を形成した後、前記金型材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用マスター金型を作製し、前記無反射構造成形用マスター金型を用いて、離型のための離型剤を塗布した光学材料よりも耐熱性に優れたガラス材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用マスター金型をプレス成形した前記ガラス材料から離型させ、プレス成形した前記ガラス材料を冷却した後、前記離型剤を除去すると共に、前記ガラス材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型を作製し、前記無反射構造成形用レプリカ金型を用いて、離型のための離型剤を塗布した前記光学材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した前記光学材料から離型させ、プレス成形した前記光学材料を冷却した後、前記離型剤を除去することを特徴とする。

【0011】

また、本発明に係る無反射構造を有する光学素子の第2の製造方法は、高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料に無反射構造に対応するマスクを形成し、ドライエッチングすることによって前記金型材料の表面に前記無反射構造を形成した後、前記金型材料の表面に、離型のための薄膜として、炭素(C)膜又はチッ化硼素(BN)膜を形成して、無反射構造成形用マスター金型を作製し、前記無反射構造成形用マスター金型を用いて、光学材料よりも耐熱性に優れたガラス材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用マスター金型をプレス成形した前記ガラス材料から離型させ、プレス成形した前記ガラス材料の表面に、離型のための薄膜として、炭素(C)膜又はチッ化硼素(BN)膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型を作製し、前記無反射構造成形用レプリカ金型を用いて、前記光学材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した前記光学材料から離型させ、プレス成形した前記光学材料を冷却することを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る無反射構造を有する光学素子の第3の製造方法は、高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料に無反射構造に対応するマスクを形成し、ドライエッチングすることによって前記金型材料の表面に前記無反射構造を形成した後、前記金型材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用マスター金型を作製し、前記無反射構造成形用マスター金型を用いて、不活性ガス中に、構成分子中に炭素(C)又はフッ素(F)を含む気体あるいは霧状の液体を混合した雰囲気中で、光学材料よりも耐熱性に優れたガラス材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用マスター金型をプレス成形した前記ガラス材料から離型させ、プレス成形した前記ガラス材料を冷却した後、プレス成形した前記ガラス材料の表面に表面保護のための薄膜を形成して、無反射構造成形用レプリカ金型を作製し、前記無反射構造成形用レプリカ金型を用いて、不活性ガス中に、構成分子中に炭素(C)又はフッ素(F)を含む気体あるいは霧状の液体を混合した雰囲気中で、前記光学材料をプレス成形し、冷却せずに前記無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した前記光学材料から離型させ

プレス成形した前記光学材料を冷却することを特徴とする。

【0013】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1～第3の製造方法においては、前記金型材料が、石英ガラス、シリコン、Ni合金、及び超硬合金上にSiO<sub>2</sub>膜又はSi膜を形成したものからなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

【0014】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1～第3の製造方法においては、前記光学材料が多成分ガラス又は樹脂であるのが好ましい。

【0015】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1～第3の製造方法においては、前記無反射構造に対応する前記マスクの材料が、Cr、Ni、Au及びCからなる群から選ばれる1つであるのが好ましい。

10

【0016】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1～第3の製造方法においては、前記無反射構造に対応する前記マスクが円柱状又は多角柱状のマスクであって、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成されているのが好ましい。

【0017】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1～第3の製造方法においては、前記無反射構造に対応する前記マスクにレジストを形成し、電子ビームリソグラフィ、X線リソグラフィ又は干渉露光を用いたフォトリソグラフィにより、前記レジストを、円形状又は多角形状であって、使用波長以下のピッチでアレイ状にパターンニングし、ウェットエッチング又はドライエッチングにより、前記マスクを、円柱状又は多角柱状であって、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成するのが好ましい。

20

【0018】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1又は第3の製造方法においては、前記表面保護のための薄膜が、Pt、Pd、Ir、Rh、Os、Ru、Re、W及びTaからなる群から選ばれる少なくとも1種類の金属を含んでいるのが好ましい。

【0019】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1又は第3の製造方法においては、前記無反射構造に対応する前記マスクの材料が、X線リソグラフィ用レジストであるのが好ましい。また、この場合には、前記無反射構造成形用金型の表面形状が曲面であるのが好ましい。

30

【0020】

前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1又は第3の製造方法においては、前記無反射構造に対応する前記マスクが、円錐状又は多角錐状のマスクであって、X線リソグラフィにより、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成されているのが好ましい。また、この場合には、前記無反射構造成形用金型の表面形状が曲面であるのが好ましい。

【0021】

また、本発明に係る無反射構造を有する光学素子の構成は、前記本発明の無反射構造を有する光学素子の第1～第3の製造方法により製造されたことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、冷却せずに無反射構造成形用マスター金型をプレス成形したガラス材料から離型させることが可能になると共に、冷却せずに無反射構造成形用レプリカ金型をプレス成形した光学材料から離型させることが可能となるので、無反射構造成形用マスター金型とプレス成形されるガラス材料との熱膨張率の差に起因する熱応力の発生、及び無反射構造成形用レプリカ金型とプレス成形される光学材料との熱膨張率の差に起因する熱応力の発生をともに防止して、無反射構造成形用マスター金型 無反射構造成形用レプリカ金型 光学材料の順番で転写されるパターン精度の劣化を抑えることができる。その結果、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素

50

子を、繰り返し成形することが可能となる。また、本発明によれば、無反射構造成形用マスター金型、無反射構造成形用レプリカ金型を用いたプレス成形により光学素子を製造するようにしたので、無反射構造を有する光学素子を再現性良く成形することができる。その結果、量産性が飛躍的に向上するので、生産コストを著しく低下させることが可能となる。

#### 【0023】

さらに、本発明によれば、凸面形状のマスター金型を用いて、凹面形状のレプリカ金型を容易に作製することが可能となる。その結果、マイクロレンズアレイのように、円柱形状のレジストパターンを形成した後、それを加熱軟化させ、表面張力によってレンズ形状を形成した後、ドライエッチングを行って、凸面形状を形成する場合でも、凹面形状を有するマイクロレンズアレイ成形用金型を容易に作製することができる。従って、本発明によれば、マスター金型に無反射構造を形成することにより、無反射構造を有するマイクロレンズアレイ成形用金型を容易に得ることができるので、無反射構造を有する凸面形状のマイクロレンズアレイの成形が可能となる。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

#### 【0025】

##### [第1の実施の形態]

本実施の形態においては、本発明の無反射構造を有する光学素子として、片面にピッチ0.15  $\mu\text{m}$ 、高さ0.15  $\mu\text{m}$ の円錐型の微細構造を有する平板光学素子を例に挙げて説明する。

20

#### 【0026】

図1は無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を作製するための無反射構造成形用マスター金型を示す断面図である。

#### 【0027】

図1中、1は20mm×20mm×5mmの石英ガラス基板である。石英ガラスは、高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない材料である。石英ガラス基板1の表面(プレス面)には、ピッチ0.15  $\mu\text{m}$ 、高さ0.15  $\mu\text{m}$ の円錐型の無反射構造2が形成されており、この無反射構造2が形成された石英ガラス基板1が無反射構造成形用マスター金型3として用いられる。

30

#### 【0028】

以下、無反射構造成形用マスター金型3の作製方法について、図2を参照しながら説明する。図2(a)に示すように、まず、石英ガラス基板1の表面(プレス面)を、高精度研削加工及び研磨加工によって平滑に加工した(Ra約2nm)。次いで、図2(b)に示すように、平滑に加工された石英ガラス基板1の表面(プレス面)に、スパッタリング法を用いて、Cr膜25を0.1  $\mu\text{m}$ の厚みで形成した。次いで、図2(c)に示すように、Cr膜25の表面に、スピンコート法を用いて、PMMAレジスト26を0.1  $\mu\text{m}$ の厚みで形成した。次いで、図2(d)に示すように、EB(電子ビーム)描画法を用いて、Cr膜25の表面に、PMMAレジストからなる直径0.15  $\mu\text{m}$ の円柱パターン27をピッチ0.15  $\mu\text{m}$ で形成した。次いで、図2(e)に示すように、Cr膜25をウェットエッチングすることにより、石英ガラス基板1の表面(プレス面)に、無反射構造2に対応するCrからなる円柱パターンをマスクとして形成した(Crマスク28)。このマスクは、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成されている。次いで、図2(f)に示すように、円柱状のCrマスク28が形成された石英ガラス基板1を、RFドライエッチング装置の中に入れ、 $\text{CHF}_3 + \text{O}_2$  ガスを用いて、石英ガラス基板1の表面をエッチングした。これにより、石英ガラス基板1と共にCrマスク28も僅かずつエッチングされ、幅が小さくなる。そして、Crマスク28が完全に無くなるまでエッチングすることにより、石英ガラス基板1の表面(プレス面)に、ピッチ0.15  $\mu\text{m}$ 、高さ0.15  $\mu\text{m}$ の円錐型の無反射構造2が形成された。最後に、円錐型の無反射構造2が形成された石

40

50

英ガラス基板 1 の表面（プレス面）に、スパッタリング法を用いて、表面保護のための Ir - Rh 合金膜を  $0.05 \mu\text{m}$  の厚みで形成した。以上により、無反射構造成形用マスター金型 3 が得られた。

#### 【0029】

以下、上記のような構成を有する無反射構造成形用マスター金型 3 を用いて、無反射構造を有する光学素子をプレス成形するための無反射構造成形用レプリカ金型を作製する方法について、図 3、図 4 を参照しながら説明する。図 3 は無反射構造成形用レプリカ金型の成形プロセスを示す工程図、図 4 は無反射構造成形用レプリカ金型のプレス成形方法を示す工程図である。

#### 【0030】

図 3 (a) に示すように、まず、チャンバー 15 で覆われ、雰囲気ガス導入口 18 から  $\text{N}_2$  ガスを導入した成形機の上ヘッド 5 に、上記した無反射構造成形用マスター金型 3 を上型 6 として固定し、当該上型 6 をプレスステージ 8 と共に所定の温度（ここでは、 $750$ ）まで昇温した。また、予熱ステージ 7 も  $750$  まで昇温した。そして、光学材料よりも耐熱性に優れた  $15\text{mm} \times 15\text{mm} \times 1.0\text{mm}$  の高融点ガラスであるアルカリフリーガラス（転移点（ $T_g$ ）： $625$ 、屈伏点（ $A_t$ ）： $696$ ） $20$  を下型 10 の上に載せ、当該高融点ガラス  $20$  が載せられた下型 10 を、チャンバー 15 の金型投入口 12 から成形機内に投入して、 $750$  に設定された予熱ステージ 7 で 2 分間加熱した。ここで、アルカリフリーガラス  $20$  の表面には、離型のためのチッ化硼素（BN）微粒子離型剤 21 が塗布されている（図 4 (a) 参照）。

#### 【0031】

次に、図 3 (b) に示すように、アルカリフリーガラス  $20$  が載せられた下型 10 を、予熱ステージ 7 から同じく  $750$  に設定されたプレスステージ 8 に搬送した。次いで、シリンダー 13 を下降させて、同じく  $750$  に設定され、かつ、上ヘッド 5 に固定された上型 6 により、アルカリフリーガラス  $20$  を  $2000\text{N}$  の加圧力で 2 分間プレスした（図 4 (a)、(b) 参照）。そして、冷却せずに（そのままの温度で）シリンダー 13 を上昇させることにより、上ヘッド 5 と共に上型 6 を上昇させて、上型 6 を、プレス成形したアルカリフリーガラス  $20$  から離型させた（図 4 (b)、(c) 参照）。ここで、冷却せずに（高温のままで）、上型 6 を、プレス成形したアルカリフリーガラス  $20$  から離型させることができるのは、BN 粒子とアルカリフリーガラス  $20$  とのぬれ性が悪いからである。すなわち、酸化物や金属では、冷却せずに（高温のままで）離型させることは不可能であるが、BN 粒子（あるいは C 粒子）は、アルカリフリーガラス  $20$  とのぬれ性が非常に悪いため、冷却せずに（高温のままで）離型させることができる。上型 6 がプレス成形された高融点ガラス  $20$  から離型すると、プレス成形された高融点ガラス  $20$  は下型 10 の上に載った状態となる。

#### 【0032】

次に、図 3 (c) に示すように、プレス成形された高融点ガラス  $20$  が載せられた下型 10 を、プレスステージ 8 から  $400$  に設定された冷却ステージ 9 に搬送し、そこで 2 分間冷却した。

#### 【0033】

最後に、チャンバー 15 の金型取り出し口 14 から下型 10 と共にプレス成形された高融点ガラス  $20$  を外部に取り出し、プレス成形された高融点ガラス  $20$  を下型 10 から取り外した後、離型剤 21 を除去し、スパッタリング法を用いて、表面保護のための Ir - Rh 合金膜を  $0.05 \mu\text{m}$  の厚みで形成した。これにより、無反射構造成形用レプリカ金型 22 が得られた（図 4 (c) 参照）。

#### 【0034】

以下、上記のような構成を有する無反射構造成形用レプリカ金型 22 と下金型 4 を用いて、無反射構造を有する光学素子を製造する方法について説明する。図 5 は無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を示す断面図、図 6 は無反射構造を有する光学素子の成形プロセスを示す工程図、図 7 は無反射構造を有する光学素子のプレス成形方法を示す

10

20

30

40

50

工程図である。

【0035】

図5中、22は無反射構造成形用レプリカ金型であり、下金型4は、以下のような構造を有している。すなわち、20mm×20mm×5mmのWCを主成分とする超硬合金の中央部分に、15mm×15mm×0.5mmの窪み4aが形成され、窪み4aが形成された表面には、スパッタリング法を用いて、表面保護のためのIr-Rh合金膜が0.5μmの厚みで形成されている。

【0036】

図6(a)に示すように、まず、チャンバー15で覆われ、雰囲気ガス導入口18からN<sub>2</sub>ガスを導入した成形機の上ヘッド5に、上記した無反射構造成形用レプリカ金型22を上型6として固定し、当該上型6をプレスステージ8と共に所定の温度(ここでは、590)まで昇温した。また、予熱ステージ7も590まで昇温した。そして、上記した下金型4を下型10として用い、15mm×15mm×1.0mmのクラウン系の硼珪酸ガラス(転移点(Tg):501、屈伏点(At):549)を、光学材料11として下型10の上に載せ、光学材料11が載せられた下型10を、チャンバー15の金型投入口12から成形機内に投入して、590に設定された予熱ステージ7で3分間加熱した。ここで、光学材料11の表面には、離型のためのチッ化硼素(BN)微粒子離型剤16が塗布されている(図7(a)参照)。

10

【0037】

次に、図6(b)に示すように、光学材料11が載せられた下型10を、予熱ステージ7から同じく590に設定されたプレスステージ8に搬送した。次いで、シリンダー13を下降させて、同じく590に設定され、かつ、上ヘッド5に固定された上型6により、光学材料11を1000Nの加圧力で3分間プレスした(図7(a)、(b)参照)。そして、冷却せずに(そのままの温度で)シリンダー13を上昇させることにより、上ヘッド5と共に上型6を上昇させて、上型6を、プレス成形された光学材料11から離型させた(図7(b)、(c)参照)。ここで、冷却せずに(高温のまま)、上型6を、プレス成形した光学材料11から離型させることができるのは、上記と同様の理由による。上型6がプレス成形された光学材料11から離型すると、プレス成形された光学材料11は下型10の上に載った状態となる。

20

【0038】

次に、図6(c)に示すように、プレス成形された光学材料11が載せられた下型10を、プレスステージ8から300に設定された冷却ステージ9に搬送し、そこで3分間冷却した。

30

【0039】

最後に、チャンバー15の金型取り出し口14から下型10と共にプレス成形された光学材料11を外部に取り出し、プレス成形された光学材料11を下型10から取り外した後、離型剤16を除去した。これにより、無反射構造を有する光学素子17が得られた(図7(c)参照)。

【0040】

本実施の形態によれば、上記のように、冷却せずに上型6(無反射構造成形用マスター金型3)をプレス成形した高融点ガラス20から離型させることが可能になると共に、冷却せずに上型6(無反射構造成形用レプリカ金型22)をプレス成形した光学材料11から離型させることが可能となるので、上型6(無反射構造成形用マスター金型3)とプレス成形される高融点ガラス20との熱膨張率の差に起因する熱応力の発生、及び上型6(無反射構造成形用レプリカ金型22)とプレス成形される光学材料11との熱膨張率の差に起因する熱応力の発生をともに防止して、無反射構造成形用マスター金型3、無反射構造成形用レプリカ金型22、光学材料11の順番で転写されるパターンの精度の劣化を抑えることができる。その結果、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子17を、繰り返し成形することが可能となる。また、本実施の形態によれば、無反射構造成形用マスター金型3、無反射構造成形用レプリカ金型22を

40

50

用いたプレス成形により光学素子17を製造するようにしたので、無反射構造を有する光学素子17を再現性良く成形することができる。その結果、量産性が飛躍的に向上するので、生産コストを著しく低下させることが可能となる。

【0041】

尚、本実施の形態においては、高温強度に優れ、耐熱性を有し、ドライエッチングによる表面荒れの少ない金型材料として石英ガラスが用いられているが、金型材料としては必ずしも石英ガラスに限定されるものではなく、例えば、シリコン、Ni合金、超硬合金上にSiO<sub>2</sub>膜又はSi膜を形成したものを金型材料として用いてもよい。

【0042】

また、本実施の形態においては、光学材料11としてクラウン系の硼珪酸ガラスが用いられているが、光学材料としては必ずしもクラウン系の硼珪酸ガラスに限定されるものではなく、多成分ガラス又は樹脂であればよい。多成分ガラスとしては、硼珪酸ガラスの他にアルミノシリケートガラス、フリントガラス、リン酸ガラス等が用いられ、樹脂としてはアクリル、テフロン(デュボン社の登録商標)、ポリエチレン、ポリオレフィン等が用いられる。成形により無反射構造を形成するので、光学材料11として多成分ガラス又は樹脂を用いても、アスペクト比の大きい無反射構造を有する光学素子を得ることが可能となる。

【0043】

また、本実施の形態においては、表面保護のための薄膜としてIr-Rh合金膜が用いられているが、表面保護のための薄膜としては必ずしもIr-Rh合金膜に限定されるものではない。表面保護のための薄膜は、Pt、Pd、Ir、Rh、Os、Ru、Re、W及びTaからなる群から選ばれる少なくとも1種類の金属を含んでいればよい。離型剤16が光学材料11の表面に均一に塗布されていない場合、この表面保護のための薄膜がなければ、光学材料11が部分的に直接金型に接触し、完全に溶着して、まったく離型させることができなくなってしまう。そして、無理に離型させようとする、光学材料11が割れてしまう。Ir-Rh合金膜等の表面保護のための薄膜は、これを防止するためのものである。

【0044】

また、本実施の形態においては、石英ガラス基板1の表面(プレス面)に、無反射構造2に対応する円柱状のCrマスクを形成するようにされているが、例えば、Ni、Au、C等の材料を用いてマスクを形成してもよく、また、多角柱状のマスクを形成してもよい。

【0045】

また、本実施の形態においては、電子ビームリソグラフィを用いて、レジストを、円柱状又は多角柱状にパターンニングしているが、X線リソグラフィ又は干渉露光を用いたフォトリソグラフィを用いて、レジストを、円柱状又は多角柱状にパターンニングしてもよい。

【0046】

また、本実施の形態においては、ウェットエッチングすることにより、マスクを、円柱状又は多角柱状に形成しているが、ドライエッチングすることにより、マスクを、円柱状又は多角柱状に形成してもよい。

【0047】

[第2の実施の形態]

本実施の形態においては、無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を作製するための無反射構造成形用マスター金型として、上記第1の実施の形態とほぼ同様のものを用いた(図1参照)。本実施の形態の無反射構造成形用マスター金型3は、以下の点において、上記第1の実施の形態の無反射構造成形用マスター金型3と異なっている。すなわち、本実施の形態においては、無反射構造成形用マスター金型3を作製する際に、円錐型の無反射構造2が形成された石英ガラス基板1の表面(プレス面)に、表面保護のためのIr-Rh合金膜を形成する代わりに、離型のための炭素(C)膜を0.05µmの厚みで形成した。このため、本実施の形態においては、上記第1の実施の形態と異なり、プレ

10

20

30

40

50

ス成形される高融点ガラスであるアルカリフリーガラス 20 の表面には、離型のための離型剤は塗布されない。

【0048】

また、本実施の形態においては、無反射構造を有する光学素子をプレス成形するための無反射構造成形用レプリカ金型として、上記第 1 の実施の形態とほぼ同様のものを用いた（図 5 の符号 22 参照）。本実施の形態の無反射構造成形用レプリカ金型 22 は、以下の点において、上記第 1 の実施の形態の無反射構造成形用レプリカ金型 22 と異なっている。すなわち、本実施の形態においては、無反射構造成形用レプリカ金型 22 を作製する際に、プレス成形されたアルカリフリーガラス 20 の表面（プレス面）に、離型のための炭素（C）膜を  $0.05\ \mu\text{m}$  の厚みで形成した。このため、本実施の形態においては、上記第 1 の実施の形態と異なり、プレス成形される光学材料 11 の表面には、離型のための離型剤は塗布されない。

10

【0049】

尚、無反射構造成形用マスター金型 3 を用いて、無反射構造を有する光学素子をプレス成形するための無反射構造成形用レプリカ金型を作製する方法、及び無反射構造成形用レプリカ金型 22 と下金型 4 を用いて、無反射構造を有する光学素子 17 を製造する方法は、上記第 1 の実施の形態と同様であるため（図 3、図 4、図 6、図 7 参照）、ここでは説明を省略する。

【0050】

本実施の形態によっても、上記第 1 の実施の形態と同様の理由により、冷却せずに上型 6（無反射構造成形用マスター金型 3）をプレス成形したアルカリフリーガラス 20 から離型させることが可能になると共に、冷却せずに上型 6（無反射構造成形用レプリカ金型 22）をプレス成形した光学材料 11 から離型させることが可能となるので、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子 17 を、繰り返し成形することが可能となる。

20

【0051】

本実施の形態においては、無反射構造成形用マスター金型 3 を作製する際に、円錐型の無反射構造 2 が形成された石英ガラス基板 1 の表面（プレス面）に、離型のための薄膜として炭素（C）膜を形成するようにされており、また、無反射構造成形用レプリカ金型 22 を作製する際に、プレス成形された高融点ガラス 20 の表面（プレス面）に、離型のための薄膜として炭素（C）膜を形成するようにされているが、離型のための薄膜としては炭素（C）膜に限定されるものではなく、例えば、窒化硼素（BN）膜であってもよい。

30

【0052】

[第 3 の実施の形態]

本実施の形態においては、無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を作製するための無反射構造成形用マスター金型として、上記第 1 の実施の形態と同様のものを用いた（図 1 参照）。

【0053】

また、本実施の形態においては、無反射構造を有する光学素子をプレス成形するための無反射構造成形用レプリカ金型として、上記第 1 の実施の形態とほぼ同様のものを用いた（図 5 の符号 22 参照）。本実施の形態の無反射構造成形用レプリカ金型 22 は、以下の点において、上記第 1 の実施の形態の無反射構造成形用レプリカ金型 22 と異なっている。すなわち、本実施の形態においては、無反射構造成形用レプリカ金型 22 の作製（成形）を、チャンバー 15 の雰囲気ガス導入口 18 から、 $\text{N}_2$  と  $\text{CO}_2$ （10 vol. %）を成形機内に導入しながら、プレス成形されるアルカリフリーガラス 20 の表面には離型のための離型剤を塗布しないで行った。

40

【0054】

また、本実施の形態における、無反射構造を有する光学素子 17 の成形プロセスは、上記第 1 の実施の形態とほぼ同様である。本実施の形態の光学素子 17 の成形プロセスは、

50

以下の点において、上記第1の実施の形態の光学素子17の成形プロセスと異なっている。すなわち、本実施の形態においては、無反射構造を有する光学素子17の成形を、チャンパー15の雰囲気ガス導入口18から、 $N_2$ と $CO_2$ (10vol.%)を成形機内に導入しながら、プレス成形される光学材料11の表面には離型のための離型剤を塗布しないでいった。

#### 【0055】

上記雰囲気中で、無反射構造成形用レプリカ金型22の作製(成形)、及び当該無反射構造成形用レプリカ金型22を用いた無反射構造を有する光学素子17の成形を行ったところ、10000ショット成形後も、光学材料11の15mm×15mmの領域全面に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子17を、繰り返し成形できることが分かった。

10

#### 【0056】

比較例として、 $N_2$ ガスのみを成形機内に導入しながら、同じ条件の下で、無反射構造成形用レプリカ金型22の作製(成形)、及び当該無反射構造成形用レプリカ金型22を用いた無反射構造を有する光学素子17の成形を行ったところ、無反射構造成形用マスター金型3とアルカリフリーガラス20との離型性、及び無反射構造成形用レプリカ金型22と光学材料11との離型性が悪く、アルカリフリーガラス20をプレスした後、冷却せずに(そのままの温度(750))で無反射構造成形用マスター金型3をプレス成形したアルカリフリーガラス20から離型させることはできず、また、光学材料11をプレスした後、冷却せずに(そのままの温度(590))で無反射構造成形用レプリカ金型22をプレス成形した光学材料11から離型させることはできなかつた。この場合、温度を300以下まで下げると、無反射構造成形用マスター金型3がプレス成形したアルカリフリーガラス20から離型し、また、無反射構造成形用レプリカ金型22がプレス成形した光学材料11から離型するようになったので、冷却ステージ9で冷却した後、無反射構造を有する光学素子17を取り出して、その表面を観察した。その結果、中心部分では精密に無反射構造を有する光学素子パターンが形成されているが、中心から離れるにしたがってパターンのずれが大きくなり、外周近くでは無反射構造を有する光学素子パターンが二重になっていた。これは、無反射構造成形用マスター金型3、無反射構造成形用レプリカ金型22をそれぞれプレス成形したアルカリフリーガラス20、光学材料11から冷却しなければ離型させることができない光学素子の製造方法では、無反射構造成形用マスター金型3とプレス成形されるアルカリフリーガラス20との熱膨張率の差、及び無反射構造成形用レプリカ金型22とプレス成形される光学材料11との熱膨張率の差に起因してそれぞれ熱応力が発生し、無反射構造成形用マスター金型3及び無反射構造成形用レプリカ金型22が位置ずれを起こしてしまったからであると考えられる。従って、かかる製造方法では、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子を、繰り返し成形することは困難である。

20

30

#### 【0057】

これに対して、本実施の形態のように、 $N_2$ と $CO_2$ (10vol.%)を成形機内に導入した場合には、プレス成形を行う温度のままで、無反射構造成形用マスター金型3、無反射構造成形用レプリカ金型22をそれぞれプレス成形したアルカリフリーガラス20、光学材料11から容易に離型させることが可能となる。ここで、冷却せずに(高温のままで)、無反射構造成形用マスター金型3、無反射構造成形用レプリカ金型22をそれぞれプレス成形したアルカリフリーガラス20、光学材料11から離型させることができるのは、金型の表面に $CO_2$ ガスが吸着し、アルカリフリーガラス20、光学材料11とのぬれ性が悪くなるからである。その結果、無反射構造成形用マスター金型3とプレス成形される高融点ガラス20との熱膨張率の差、及び無反射構造成形用レプリカ金型22とプレス成形される光学材料11との熱膨張率の差に起因する熱応力の発生を防止して、光学材料11に転写されるパターンの精度を高めることができるので、上記したように、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子17を、繰り返し成形することが可能となる。

40

50

## 【0058】

尚、本実施の形態においては、無反射構造成形用レプリカ金型22の作製(成形)、及び当該無反射構造成形用レプリカ金型22を用いた無反射構造を有する光学素子17の成形を、チャンパー15の雰囲気ガス導入口18から、 $N_2$ と $CO_2$ (10vol.%)を成形機内に導入しながら行っているが、必ずしもかかる雰囲気限定されるものではなく、窒素( $N_2$ )やアルゴン(Ar)等の不活性ガス中に、構成分子中に炭素(C)又はフッ素(F)を含む気体あるいは霧状の液体を混合した雰囲気であればよい。例えば、 $N_2$ と $CF_4$ (10vol.%)の混合ガス、あるいは、 $N_2$ ガスをエチレングリコール溶液の中に通した気体を成形機内に導入しながら、無反射構造を有する光学素子17の成形を行っても、上記と同様の効果を得ることができる。

10

## 【0059】

## [第4の実施の形態]

本実施の形態においては、本発明の無反射構造を有する光学素子として、ピッチ $0.15\mu m$ 、高さ $0.15\mu m$ の円錐型の微細構造を有する、ピッチ $50\mu m$ 、中心高さ $3\mu m$ 、曲率半径 $100\mu m$ の凸面形状のマイクロレンズアレイを製造する場合について説明する。

## 【0060】

本実施の形態においては、無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を作製するための無反射構造成形用マスター金型として、以下のようにして作製した金型を用いた。図8は本発明の第4の実施の形態で用いる無反射構造成形用マスター金型の元となる石英マイクロレンズアレイの作製方法を模式的に示す工程図、図9は本発明の第4の実施の形態で用いる無反射構造成形用マスター金型の作製方法を模式的に示す工程図である。

20

## 【0061】

図8(a)に示すように、まず、無反射構造成形用マスター金型となる、 $20mm \times 20mm \times 5mm$ の石英ガラス基板29の表面を、高精密研削加工及び研磨加工によって平滑に加工した( $Ra$ 約 $2nm$ )。次いで、図8(b)に示すように、平滑に加工された石英ガラス基板29の表面に、スピコート法を用いて、フォトレジスト30を $3\mu m$ の厚みで形成した。次いで、図8(c)に示すように、フォトレジスト30が形成された石英ガラス基板29の表面に、ピッチ $50\mu m$ の円形パターンが形成されたフォトマスクを介して、紫外線を照射した後、現像を行って、感光していない部分を除去することにより、円柱状のフォトレジストパターン31を形成した。次いで、図8(d)に示すように、フォトレジストが溶融する温度( $200$ )に基板全体を加熱し、それぞれの円柱状のフォトレジストが表面張力によってマイクロレンズ形状になるまで、加熱溶融を行った。これにより、石英ガラス基板29の表面に半球状のフォトレジストパターン32が形成された。次いで、図8(e)に示すように、半球状のフォトレジストパターン32が形成された石英ガラス基板29を、冷却した後、RFドライエッチング装置の中に入れ、 $CHF_3 + O_2$ ガスを用いて、石英ガラス基板29の表面をエッチングした。これにより、石英ガラス基板29の表面に、ピッチ $50\mu m$ 、高さ $3\mu m$ のマイクロレンズアレイ33が形成され、石英マイクロレンズアレイ34が得られた。

30

## 【0062】

続いて、以上のようにして作製した石英マイクロレンズアレイ34の表面に、図9の工程により、無反射構造を形成した。

40

## 【0063】

図9(a)に示すように、まず、石英マイクロレンズアレイ34の表面に、スピコート法を用いて、X線リソグラフィ用レジストであるPMAレジスト35を $0.5\mu m$ の厚みで形成した。次いで、図9(a)、(b)に示すように、X線36を照射しながらX線リソグラフィ用マスク37を高精度に移動させて現像することにより、石英マイクロレンズアレイ34の表面に、無反射構造に対応するマスク38として、PMAレジストからなる直径 $0.15\mu m$ 、高さ $0.3\mu m$ の円錐状パターンをピッチ $0.15\mu m$ で形成した。このマスク38は、使用波長以下のピッチでアレイ状に形成されている。次いで、

50

図9(c)に示すように、PMMAレジストからなるマスク38が形成された石英マイクロレンズアレイ34を、RFドライエッチング装置の中に入れ、 $\text{CHF}_3 + \text{O}_2$  ガスを用いて、石英マイクロレンズアレイ34の表面をエッチングした。これにより、石英マイクロレンズアレイ34の表面に、ピッチ $0.15\ \mu\text{m}$ 、高さ $0.15\ \mu\text{m}$ の円錐型の無反射構造39が形成された。最後に、円錐型の無反射構造39が形成された石英マイクロレンズアレイ34の表面に、スパッタリング法を用いて、Cr膜を介して表面保護のためのIr-Rh合金膜を $0.05\ \mu\text{m}$ の厚みで形成した。以上により、無反射構造成形用マスター金型40が得られた。

#### 【0064】

尚、無反射構造成形用マスター金型40を用いて、無反射構造を有する光学素子としてのマイクロレンズアレイをプレス成形するための無反射構造成形用レプリカ金型を作製する方法、及び無反射構造成形用レプリカ金型と下金型を用いて、無反射構造を有する光学素子としてのマイクロレンズアレイを製造する方法は、上記第1の実施の形態と同様であるため(図3、図4、図6、図7参照)、ここでは説明を省略する。

10

#### 【0065】

本実施の形態によっても、上記第1の実施の形態と同様の理由により、冷却せずに上型6(無反射構造成形用マスター金型40)をプレス成形したアルカリフリーガラス20から離型させることが可能になると共に、冷却せずに上型6(無反射構造成形用レプリカ金型)をプレス成形した光学材料11から離型させることが可能となるので、大面積に亘って、パターンずれの発生しない、高精度な無反射構造を有する光学素子としてのマイクロ

20

#### 【0066】

以上のように、本実施の形態によれば、反転形状である凹面形状を有する金型を作製することが非常に困難であるマイクロレンズアレイ成形用金型を容易に作製することが可能となり、マイクロレンズアレイの表面に無反射構造を形成することが非常に容易になる。

#### 【0067】

尚、本実施の形態においては、石英ガラス基板29の表面(プレス面)に、無反射構造に対応する円錐状のマスクを形成するようにされているが、必ずしもこの構成に限定されるものではなく、例えば、多角錐状のマスクを形成してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

30

#### 【0068】

【図1】無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を作製するための無反射構造成形用マスター金型を示す断面図

【図2】無反射構造成形用マスター金型の作製プロセスを示す工程図

【図3】無反射構造成形用レプリカ金型の成形プロセスを示す工程図

【図4】無反射構造成形用レプリカ金型のプレス成形方法を示す工程図

【図5】無反射構造を有する光学素子のプレス成形用金型を示す断面図

【図6】無反射構造を有する光学素子の成形プロセスを示す工程図

【図7】無反射構造を有する光学素子のプレス成形方法を示す工程図

【図8】他の無反射構造成形用マスター金型の元となる石英マイクロレンズアレイの作製プロセスを示す工程図

40

【図9】他の無反射構造成形用マスター金型の成形プロセスを示す工程図

#### 【符号の説明】

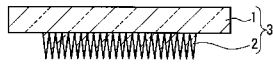
#### 【0069】

- 1、29 石英ガラス基板
- 2、39 無反射構造
- 3、40 無反射構造成形用マスター金型
- 4 下金型
- 5 上ヘッド
- 6 上型

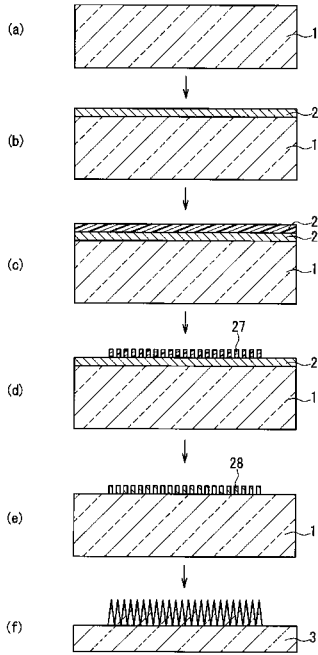
50

7	予熱ステージ	
8	プレスステージ	
9	冷却ステージ	
10	下型	
11	光学材料	
12	金型投入口	
13	シリンダー	
14	金型取り出し口	
15	チャンバー	
16	離型剤	10
17	光学素子	
18	雰囲気ガス導入口	
20	高融点ガラス	
21	離型剤	
22	無反射構造成形用レプリカ金型	
25	Cr膜	
26、35	PMMAレジスト	
27	円柱パターン	
28	Crマスク	
30	フォトレジスト	20
31	円柱状のフォトレジストパターン	
32	半球状のフォトレジストパターン	
33	マイクロレンズアレイ	
34	石英マイクロレンズアレイ	
36	X線	
37	X線リソグラフィ用マスク	
38	マスク	

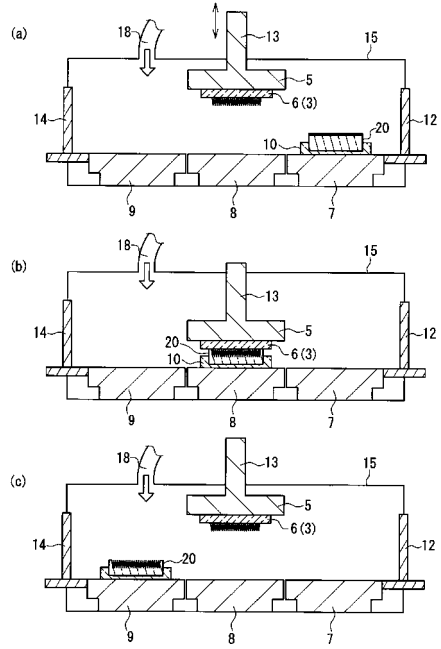
【 図 1 】



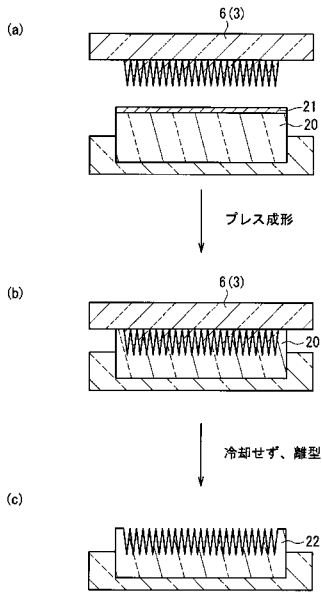
【 図 2 】



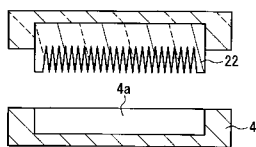
【 図 3 】



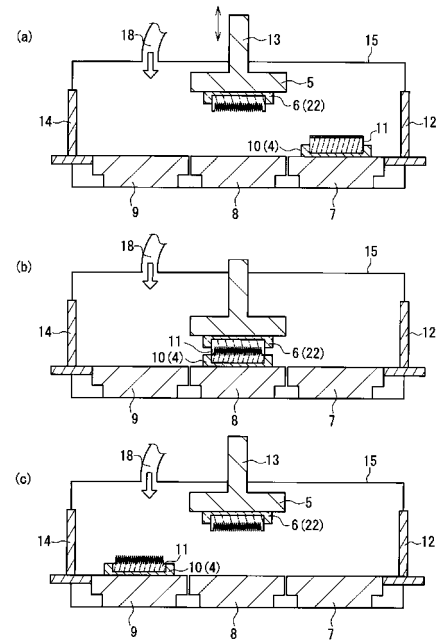
【 図 4 】



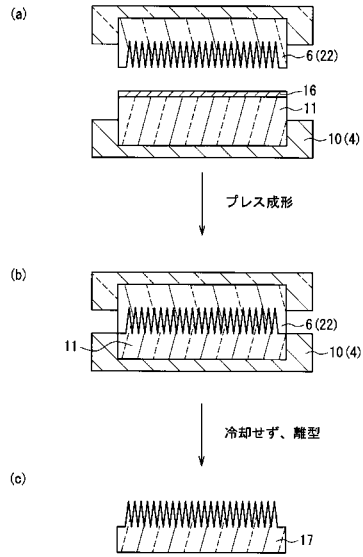
【 図 5 】



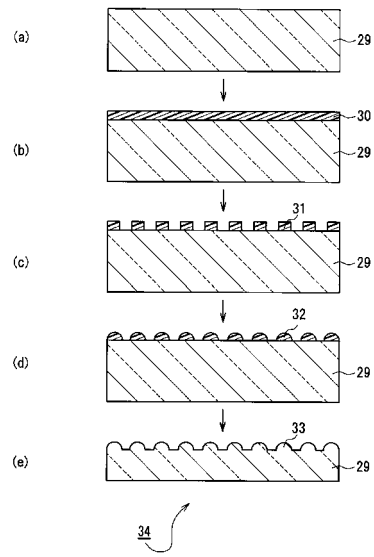
【 図 6 】



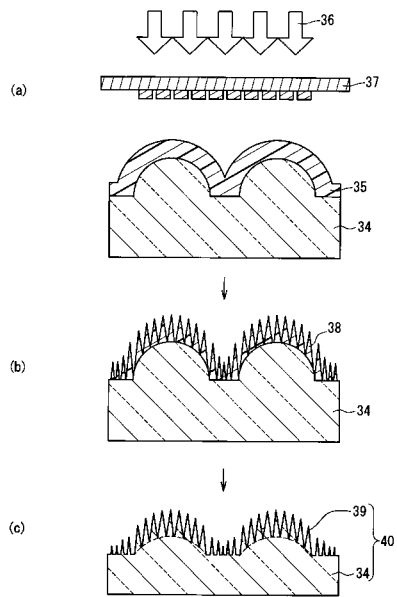
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
C 0 3 C 17/22	C 0 3 C 17/22	Z
G 0 2 B 3/00	G 0 2 B 3/00	Z
G 0 2 B 5/02	G 0 2 B 5/02	C

(72)発明者 山形 道弘

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 山口 博史

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 2H042 BA02 BA13 BA15

4G015 HA01 HA02

4G059 AA08 AC01 AC04 BB01 EA11 EA16