

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5349777号
(P5349777)

(45) 発行日 平成25年11月20日 (2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日 (2013.8.30)

| | |
|--------------------------------|---------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| B 2 9 C 39/12 (2006.01) | B 2 9 C 39/12 |
| B 2 9 C 39/10 (2006.01) | B 2 9 C 39/10 |
| G O 2 B 5/18 (2006.01) | G O 2 B 5/18 |
| B 2 9 L 11/00 (2006.01) | B 2 9 L 11:00 |

請求項の数 3 (全 8 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-236098 (P2007-236098) | (73) 特許権者 | 000001007 |
| (22) 出願日 | 平成19年9月12日 (2007.9.12) | | キヤノン株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2009-66827 (P2009-66827A) | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (43) 公開日 | 平成21年4月2日 (2009.4.2) | (74) 代理人 | 100082337 |
| 審査請求日 | 平成22年9月10日 (2010.9.10) | | 弁理士 近島 一夫 |
| | | (74) 代理人 | 100141508 |
| | | | 弁理士 大田 隆史 |
| | | (72) 発明者 | 米谷 公一 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ |
| | | | ヤノン株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 青木 一▲乗▼ |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ |
| | | | ヤノン株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学形状部を有する樹脂層を備えた光学素子の製造方法において、

前記樹脂層に転写するための微細形状を有する金型の表面に、ダミー基板により未硬化の光硬化性樹脂を押し付けることで、前記金型とダミー基板の間に前記光硬化性樹脂を押し広げ、押し付けたままの状態の前記光硬化性樹脂に光を照射することで前記光学形状部を含む1層目を成形し、成形後前記ダミー基板を取り除く第1工程と、

前記ダミー基板を取り除いた状態で、酸素含有雰囲気中で前記樹脂層の前記1層目に光を照射した後、無酸素雰囲気中又は真空中で前記1層目に光を照射し硬化させる第2工程と、

前記1層目の表面に、基板により前記光硬化樹脂と同じ未硬化の光硬化性樹脂を押し付けることで2層目を成形し、押し付けたままの状態の前記第2層に光を照射することで硬化させる第3工程と、

前記樹脂層の前記1層目及び前記2層目と前記基板とを一体として、前記金型から離型する第4工程と、を有することを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項 2】

前記第1工程では、紫外線を除いた光を照射することを特徴とする請求項1に記載の光学素子の製造方法。

【請求項 3】

前記ダミー基板は撥水処理を施されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の光

光学素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金型の微細形状を転写させた樹脂層を有する複合型の光学素子の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、ガラス基板上に光硬化性の樹脂などからなる樹脂層を型（金型）で成型加工する方法、いわゆるレプリカ成形技術が知られている。レプリカ成形技術は、まず所望の光学形状を有する型成形面上に光硬化性の樹脂を滴下し、その上から基板で押し広げる。次に、所望の形状になったところで、光を照射して光硬化性の樹脂を硬化させ、それを離型する。このようにして高転写成形が可能となり、高精度な光学素子を成形することができる。

【0003】

しかし、レプリカ成形における問題点として、樹脂硬化中の硬化収縮による転写面の形状変形であるヒケがある。このヒケを回避する従来技術として、特許文献1に開示されたように、光学有効部外の型形状を工夫し、光学有効部に未硬化樹脂を供給する方法や、光学有効部外にヒケを発生させる方法が知られている。また、特許文献2、3、4では、所望の形状を多数層に分けて成形することにより、型成形面と反対側すなわち非成形面にヒケを発生させ精度の高い成形品を得る方法が開示されている。

【0004】

【特許文献1】特開2002-96338号公報

【特許文献2】特開2005-1319号公報

【特許文献3】特開平6-254868号公報

【特許文献4】特開2005-144717号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1に記載された成形方法では、樹脂の流動性がなくなるにつれ、ヒケ回避の効果が薄くなり、抜本的な解決策ではない。また、特許文献2、3では、樹脂の塗布方法がスキージングや均一に塗布する方法がとられており、型が球面形状の場合、均一な層厚を制御することは困難である。

【0006】

特許文献4では、樹脂を光硬化する際、撥水处理をした基板側の樹脂層のみ剥離させたあと基板を取り外すとしているが、基板に接している樹脂層は完全な自由表面となっており、ベース層厚が10μm以下の薄層の場合、樹脂層の型側にも剥離が生じてしまう。このため、高水準な転写が得られない。

【0007】

特に、回折光学素子でベース部の層厚と光学形状部の格子高さが同程度か、ベース層厚の方が薄い場合すなわち肉厚比が大きい場合は顕著である。

【0008】

本発明は、肉厚比の大きい複合型の光学素子、例えば回折光学素子等を高精度に成形することのできる光学素子の製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の課題を解決するために、本発明の光学素子の製造方法は、光学形状部を有する樹脂層を備えた光学素子の製造方法において、前記樹脂層に転写するための微細形状を有する金型の表面に、ダミー基板により未硬化の光硬化性樹脂を押し付けることで、前記金型とダミー基板の間に前記光硬化性樹脂を押し広げ、押し付けたままの状態の前記光硬化性

樹脂に光を照射することで前記光学形状部を含む 1 層目を成形し、成形後前記ダミー基板を取り除く第 1 工程と、前記ダミー基板を取り除いた状態で、酸素含有雰囲気中で前記樹脂層の前記 1 層目に光を照射した後、無酸素雰囲気中又は真空中で前記 1 層目に光を照射し硬化させる第 2 工程と、前記 1 層目の表面に、基板により前記光硬化樹脂と同じ未硬化の光硬化性樹脂を押し付けることで 2 層目を成形し、押し付けたままの状態の前記第 2 層に光を照射することで硬化させる第 3 工程と、前記樹脂層の前記 1 層目及び前記 2 層目と前記基板とを一体として、前記金型から離型する第 4 工程と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

10

ダミー基板を取り除いて光学形状部を有する 1 層目を樹脂硬化させることで、金型と接している側の光学形状部におけるヒケの発生を抑制する。これによって、ベース層厚が光学形状部の格子高さと同程度かそれ以下の回折光学素子等の、肉厚比の大きな複合型の光学素子を、型転写面に形状変形を発生させることなく高精度に成形することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明を実施するための最良の形態を図面に基づいて説明する。

【0012】

図 1 は、一実施形態による光学素子の成形方法により成形された複合型の光学素子を示す。この光学素子は、基板（ガラス基板）1 の上に、樹脂からなる最大厚 H_a の回折格子部である光学形状部 2 a と、ベース層厚 H_b のベース部 2 b とを有する樹脂層 2 を備えている。

20

【0013】

図 2 は、本実施形態における光学素子の成形方法の各工程を示す図である。

【0014】

まず、図 2（a）に示すように、所望の微細形状を反転した金型 10 を、精密切削加工機で作成する。このとき、光学有効部外の型外周部には土手を形成する。

【0015】

次に、図 2（b）に示すように、ダミー基板 11 の撥水处理面の中心に未硬化の樹脂である光硬化性の樹脂 12 を適量滴下し、ダミー基板 11 に付着させる。次に図 2（c）に示すように、ダミー基板 11 を、金型 10 とダミー基板 11 の中心が合うように接触させ、光硬化性の樹脂 12 に泡が入らないようにしながら押し付けて、樹脂 12 を型全面に伸ばす。

30

【0016】

樹脂 12 を広げ終わった後には、荷重をかけたまま、紫外線を除いた光を照射する。これにより硬化収縮によるヒケを樹脂 12 の一方の面に集中させて、樹脂層 2 の光学形状部 2 a を含む 1 層目を成形する。その後、ダミー基板 11 を取り除く。

【0017】

次に図 2（d）及び（e）に示すように、樹脂 12 からなる 1 層目の上面が剥き出しになった状態で、光を照射する。まず、酸素含有雰囲気中で光を照射し、光硬化性の樹脂 12 の酸素による硬化阻害を利用し、型と接している面の硬化を進める。また、空気と接している上面の硬化を阻害することで、ヒケを型と接していない上面に発生しやすくさせるために行う。ヒケを十分発生させた後、光学形状部 2 a を含む 1 層目全体を樹脂硬化させるために、無酸素雰囲気中又は真空中で光を照射する。

40

【0018】

次に図 2（f）に示すように、基板 1 のカップリング処理面に前述と同じ未硬化の樹脂である光硬化性の樹脂 13 を適量滴下し、基板 1 に付着させる。次に、光学形状部 2 a と基板 1 の中心が合うように接触させ、図 2（g）に示すように、基板 1 を加圧し樹脂 13 に泡が入らないようにしながら全面に伸ばす。これにより樹脂層 2 の 2 層目を形成し、光

50

を照射して樹脂硬化させ、樹脂層 2 のベース部 2 b を形成する。その後、金型 1 0 を離型し、図 2 (h) に示す成形品を得る。

【 0 0 1 9 】

なお、第 1 工程において用いるダミー基板 1 1 は、樹脂 1 2 からの取り外しを容易にするため、予め、金型 1 0 の密着力より下げる必要があり、撥水处理などを行うことが望ましい。そのほかにも、フッ素樹脂シートなどを挟むことなどがある。

【 0 0 2 0 】

第 1 工程においては、急激な樹脂硬化を抑えるためと、層厚方向の不均一な硬化を抑えるために、ゆっくりと硬化させることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

また、第 1 工程において、肉厚比の大きい光学素子を成形する場合は、ダミー基板 1 1 のみを剥離させようとしても、肉厚比が大きいために型側でも樹脂剥離が起きてしまい、高精度な光学素子を得られない場合がある。

【 0 0 2 2 】

そこで、型側にもダミー基板側にも樹脂剥離が起きないように以下のことを行っている。

【 0 0 2 3 】

1 つ目は、第 1 工程において急激な樹脂硬化を抑えるために、樹脂の光吸収の少ない長波長域（例えば可視光域のみ）の光を照射することや、弱照度の光を照射すること。2 つ目は、第 1 工程において、図 2 (c) に示すように、ダミー基板 1 1 に荷重をかけながら光を照射することである。

【 0 0 2 4 】

第 2 工程における光照射は、まず、酸素による樹脂硬化阻害効果を活用し酸素含有雰囲気中で行うのが望ましい。その理由は金型 1 0 に接している樹脂 1 2 をより硬化させ、金型 1 0 とは接していない側の自由表面側の硬化を遅らせるためである。

【 0 0 2 5 】

これにより、樹脂 1 2 の自由表面側に硬化収縮によるヒケができる。その後、樹脂 1 2 に十分なヒケが発生したら、全体を均一に硬化させるため、酸素を除去した無酸素雰囲気中又は真空中で光照射を行うのが望ましい。

【実施例】

【 0 0 2 6 】

図 2 に示す手順により、直径 6 0 m m の基板ガラス（基板）上に、ベース層厚 5 μ m 、格子高さ 1 2 μ m の回折格子形状を有する回折光学素子を成形した。

【 0 0 2 7 】

まず、図 2 (a) のように所望の形状を反転した金型を、精密切削加工機で作成した。このとき、光学有効部外である型外周部に 3 μ m の土手を作っておく。

【 0 0 2 8 】

次に、基板ガラスを 2 枚準備し、1 枚はダミー基板とするため、撥水处理を施し、もう 1 枚の基板ガラスは、カップリング処理を施す。このとき、ダミー基板には、フッ素系撥水处理剤をガラス面全体に塗り、1 0 0 で 1 時間加熱し乾かした。また、基板となる基板ガラスには、シラン系カップリング剤をガラス面全体に塗り、1 0 0 で 1 時間加熱し乾かした。

【 0 0 2 9 】

第 1 工程として図 2 (b) 及び (c) に示すように、準備したダミー基板の撥水处理面の中心に光硬化性の樹脂を適量滴下した。次に、ダミー基板を反転させ、金型とダミー基板 1 1 の中心が合うように接触させ、ダミー基板を加圧し樹脂に泡が入らないようにしながら型全面に伸ばした。これにより、ベース層厚がおおよそ 3 μ m になる。このとき、かけた荷重は、7 0 0 N であった。樹脂を広げ終わった後、荷重をかけたまま、4 0 0 n m シャープカットフィルターを用いて紫外線を除いた光を照射した。このときの照射条件は、8 . 4 m W (4 0 5 n m) で 5 1 5 秒である。

10

20

30

40

50

【0030】

上記の照射条件は、硬化収縮によるヒケを樹脂の両面で発生させないために、樹脂層の1層目をゆっくりと硬化させるための条件である。その後、ダミー基板を取り除く。これにより、型側にもダミー基板側にも樹脂剥離が起きない。

【0031】

第2工程として、図2(d)及び(e)に示すように、樹脂層の1層目の上面が剥き出しになった状態で、まず第1の照射として、光を、13mW(405nm)で330秒照射後、18mW(365nm)で26分21秒照射した。次に第2の照射として、窒素パージを行いながら、12mW(405nm)で4分18秒照射後、16.5mW(365nm)で11分20秒照射した。第1の照射は、光硬化性の樹脂の酸素による硬化阻害を利用し、型と接している面の硬化を進め、空気と接している上面の硬化を阻害することで、ヒケを型と接していない上面に発生しやすくさせるために行った。また、第2の照射を、ヒケを十分発生させた後、樹脂全体を硬化させるために行った。

10

【0032】

第3工程として、図2(f)及び(g)に示すように、光学素子の基板となる基板ガラスのカップリング処理面に第1工程と同じ光硬化性の樹脂を適量滴下し、基板ガラスを反転させ、光学形状部と基板ガラスの中心が合うように接触させた。そして、基板ガラスを加圧し樹脂に泡が入らないようにしながら全面に伸ばした。これにより、樹脂層の2層目を形成すると、全体のベース層厚がおおよそ5 μ mになる。このとき、かけた荷重は、700Nである。樹脂を広げ終わった後、荷重をかけたまま、光を1.5mW(365nm)で280秒照射後、9mW(365nm)で34分53秒照射して、樹脂硬化させ、1層目と基板に接着する。

20

【0033】

照射後、第4工程として、1層目と2層目からなる樹脂層及び基板を一体として離型する。

【0034】

このようにして得られた回折光学素子を非接触3次元表面形状測定機New View 5000(z yg o社製)により評価した。本実施例における回折光学素子の格子高さの対型転写率は99.9%であり、非常に良い転写性を示した。

【比較例】

30

【0035】

比較例として、図3に示す従来例による方法で、格子高さ12 μ mの回折格子金型を用いて回折光学素子を成形した。

【0036】

まず、図3(a)に示すように所望の形状を反転した金型110を、精密切削加工機で作成した。このとき、光学有効部外にはベース層厚を制御する土手はなく、金属のスペーサーで所望の層厚の回折光学素子形状を成形する。

【0037】

今回、ベース層厚を1.2 μ m、5 μ m、12 μ m、15 μ mの4通り設定した。

【0038】

次に基板101に、シラン系カップリング剤をガラス面全体に塗り、100℃で1時間加熱し乾かした。

40

【0039】

基板101のカップリング処理面に、上記実施例と同じ光硬化性の樹脂112を適量滴下した。次に図3(b)に示すように、基板101を反転させ、金型110と基板101の中心が合うように接触させ、基板101を加圧し樹脂112に泡が入らないようにしながら全面に伸ばして樹脂層102を形成した。その後、図3(c)に示すように紫外光を1.5mW(365nm)で280秒照射し、照射後に金型110と樹脂層102との樹脂剥離を観察した。

【0040】

50

その結果、ベース層厚が $1.2\ \mu\text{m}$ 、 $5\ \mu\text{m}$ 、 $12\ \mu\text{m}$ のものは剥離が観察され、ベース層厚が $15\ \mu\text{m}$ のものは、剥離はなかった。

【0041】

このことから肉厚比、いわゆるベース層厚と光学形状部の最大厚（格子高さ）との比が 0.1 以上、 1 以下の回折光学素子に関しては、本発明を用いずに成形することは困難であることが分かった。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】一実施形態による光学素子の成形方法によって成形した光学素子の構成を示す模式図である。

10

【図2】一実施形態による光学素子の成形方法によって光学素子を成形する手順を示す図である。

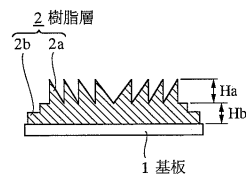
【図3】従来の成形方法によって光学素子を成形する手順を示す図である。

【符号の説明】

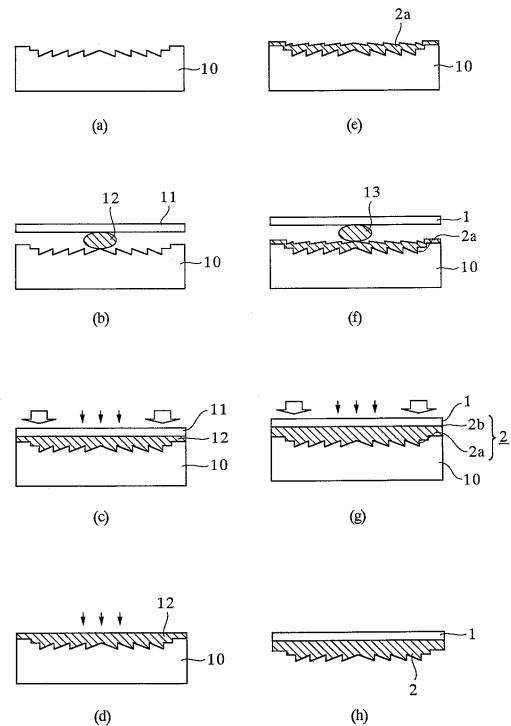
【0043】

- 1 基板
- 2 樹脂層
- 2a 光学形状部
- 2b ベース部

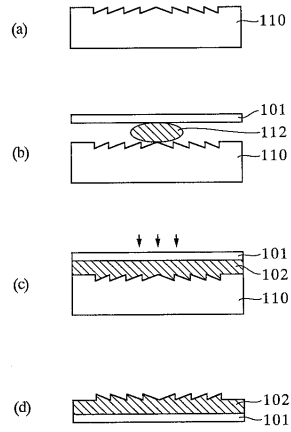
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 林 専一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 宮沢 俊一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 中林 正明
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 前川 浩章
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 長谷山 健

- (56)参考文献 特開2005-144717(JP,A)
特開2006-337985(JP,A)
特許第2849299(JP,B2)
特開2005-001319(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 39/00 - 39/24
39/38 - 39/44
G02B 5/18
B29L 11/00