

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4371777号
(P4371777)

(45) 発行日 平成21年11月25日(2009.11.25)

(24) 登録日 平成21年9月11日(2009.9.11)

(51) Int.Cl.	F 1
B29C 39/12	(2006.01) B29C 39/12
B29C 39/10	(2006.01) B29C 39/10
B29C 39/40	(2006.01) B29C 39/40
B29L 11/00	(2006.01) B29L 11:00

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-381904 (P2003-381904)
 (22) 出願日 平成15年11月12日 (2003.11.12)
 (65) 公開番号 特開2005-144717 (P2005-144717A)
 (43) 公開日 平成17年6月9日 (2005.6.9)
 審査請求日 平成18年11月8日 (2006.11.8)

(73) 特許権者 000115728
 リコー光学株式会社
 岩手県花巻市大畑第10地割109番地
 (74) 代理人 100085464
 弁理士 野口 繁雄
 (72) 発明者 成田 博和
 岩手県花巻市大畑第10地割109番地
 リコー光学株式会社内

審査官 大村 博一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】樹脂硬化方法及び樹脂成型品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

型とその型の凹部を覆う基板との間に光硬化性樹脂を封入し露光して硬化させることにより型形状を光硬化性樹脂に転写し、その後型を硬化樹脂から剥離する樹脂硬化方法において、

光硬化性樹脂の封入、露光及び硬化の工程は、

型とその型の凹部を覆う基板との間に未硬化の光硬化性樹脂を封入し露光して、基板側にヒケを発生させ、型側にはヒケを発生させないように硬化させる第1工程と、

前記第1工程の後、型と基板とを剥離し、第1工程での硬化による光硬化性樹脂の収縮部分に未硬化の光硬化性樹脂を追加充填して型とその型の凹部を覆う基板との間に光硬化性樹脂を封入した状態とし、再度露光して未硬化の光硬化性樹脂を硬化させる第2工程とを含んでおり、かつ、

前記第1工程での硬化後、前記第2工程での未硬化樹脂の追加充填前の型と基板との剥離は、硬化した樹脂が型側に残留するように基板を剥離し、未硬化樹脂の追加充填は型側に残留した硬化樹脂表面の収縮部分に行なうこととする樹脂硬化方法。

【請求項 2】

前記第1工程で存在している基板と光硬化性樹脂との密着強度が型と光硬化性樹脂との密着強度よりも弱くなるように、光硬化性樹脂と接触する基板表面に表面処理を施す請求項1に記載の樹脂硬化方法。

【請求項 3】

10

20

前記第2工程で存在している基板と光硬化性樹脂との密着強度が型と光硬化性樹脂との密着強度よりも強くなるように、光硬化性樹脂と接触する基板表面に表面処理を施す請求項1又は2に記載の樹脂硬化方法。

【請求項4】

前記第1工程で型の凹部を覆う基板は最終製品には使用されないダミー基板であり、前記第2工程で型の凹部を覆う基板は最終製品に使用される形状転写基板である請求項1から3のいずれかに記載の樹脂硬化方法。

【請求項5】

前記光硬化性樹脂は紫外線硬化型樹脂であり、前記露光のための照射光は紫外領域の光を含んでいる請求項1から4のいずれかに記載の樹脂硬化方法。

10

【請求項6】

前記第2工程で追加充填される未硬化光硬化性樹脂の粘度は、前記第1工程で封入される未硬化光硬化性樹脂の粘度よりも低い請求項1から5のいずれかに記載の樹脂硬化方法。

【請求項7】

前記第1工程及び第2工程において、前記型として凹部以外の箇所に型と基板間のギャップを調整する凸部を有するもの、又は前記基板として型と基板間のギャップを調整する凸部を有するものを使用する請求項1から6のいずれかに記載の樹脂硬化方法。

【請求項8】

前記第1工程及び第2工程において、前記型と基板と密着させる方向に加圧することにより、型と基板間のギャップを調整する請求項1から7のいずれかに記載の樹脂硬化方法。

20

【請求項9】

前記型としてゲート及びランナーが存在しないものを使用する請求項1から8のいずれかに記載の樹脂硬化方法。

【請求項10】

基板上に樹脂を硬化させて一体化する樹脂成型品の製造方法において、

請求項1から9のいずれかに記載の樹脂硬化方法を使用し、

最終製品の樹脂成型品が前記第2工程での露光時に存在する基板と一緒にして硬化し残存した光硬化性樹脂であることを特徴とする樹脂成型品の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は型を用いてUV(紫外線)硬化型樹脂などの光硬化性樹脂を硬化させて型の形状をその樹脂に転写することによる樹脂硬化方法、及び樹脂成型品の製造方法に関するものである。

本発明の製造方法は微細な3次元構造を成型するのに適する。

【背景技術】

【0002】

金型形状を別の材料に転写して製品を成型する方法は、種々の分野で行なわれており、そのひとつとしてUV硬化型樹脂などの光硬化性樹脂を金型に充填又は塗布し、硬化させて金型形状をその光硬化樹脂に転写することが行なわれている。

40

【0003】

そのような成型方法の一例として、光学部品においては、たとえばハイブリッドレンズ(ガラスレンズ表面に樹脂レンズが成型して接合されたレンズ)を製作する際に、球面加工又は精度の低い非球面加工されたレンズ面を一方の面にもち他方の面が平坦面又は非レンズ面になったガラス材料を用い、そのレンズ面と高精度に加工された非球面金型の凹部との間に光硬化性樹脂を挟んだ状態で、ガラス材料側から均一な光を大面積で照射することにより光硬化性樹脂を硬化させる方法で実施されている(特許文献1,2参照。)。

【0004】

50

光硬化型樹脂では、硬化する際に体積収縮することは避けられない。この様子を図8に示す。(A)のように、形状転写基板11と型13の間にUV硬化型樹脂などの光硬化性樹脂12を挟み込んだ状態で樹脂を硬化させると、(B)のように硬化樹脂により形成される製品に「ヒケ」と呼ばれる体積収縮17が生じる。この体積収縮は3~10%程度に達することもあり、これが型転写性低下の原因となる。

【0005】

そのため、一般的には樹脂が硬化収縮した後に設計形状になるよう、あらかじめ型を大きく設計・製作するという、いわゆる「収縮しろ」を用いた成型が実施されている。「収縮しろ」は収縮分を見込んで型の大きさを設計値よりも大きくした部分のことである。

【0006】

また光学部品のように高精度な形状転写性が要求されるものに対しては、「ヒケ」を樹脂製品の機能部分以外の箇所に誘導して硬化させることにより、製品形状及び性能を確保する「ヒケ誘導」工法も提案され実施されている。

【0007】

「ヒケ誘導」工法としては以下の(A)~(D)の工法が提案されている。

(A) 「狭範囲露光が可能な光源を使用する方法」

この方法では、主にファイバー式照射が挙げられ、ファイバー端から直接拡散光を照射する場合や先端にレンズを配置して平行光や集光光として使用する。この方法は安価なうえ、ファイバーの可撓性を生かして、自由度の高い照射が可能である。この方法を用いて、機能有効領域から非有効部へ順次照射することにより、ヒケを誘導することができる。

【0008】

(B) 「硬化対象物を相対的に動かす方法」

この方法は、ベルトコンベアの上方にUV光源が配置され、ベルトコンベアに乗せられた硬化対象物がその光源による照射範囲を通過することによって光源の照射範囲よりも広い露光領域を確保するインライン型照射機に代表される露光方式である。この方法は(A)の方法と同様に、機能有効部分から優先的に照射することにより、ヒケを誘導することができる。

【0009】

(C) 「広範囲露光が可能な光源を使用する方法」

この方法は、特許文献3に記載されているように、マスクを用いて照射範囲内の照度分布を制御し、樹脂層厚さに応じた照度分布にすることでヒケを誘導する方法であり、例えばレンズ形成範囲に均等な応力がかかるような照度分布にすることによってヒケが拡散されるような誘導をしている。

【0010】

(D) 「ヒケ吸収(集中)層を用いた方法」

この方法では、微細形状転写において、転写形状以外の部分に樹脂収縮が発生するようなヒケ吸収層を設け、その箇所にヒケを集中発生させることによって微細形状を精密に転写する。

さらに別の対策として、樹脂メーカーにおいては低収縮率樹脂の開発、製品化も実現している。

【0011】

また、さらに別の対策として、微細形状の転写において、図9に示されるように、「転写パターンの高さ14」+「樹脂収縮吸収用樹脂層15」の厚さを設けることによって、「樹脂収縮吸収用樹脂層」に樹脂収縮を吸収させ、微細形状の転写精度を向上させる工法も実施されている。この方法によれば、図10(A)から(B)に示されるように、樹脂収縮吸収用樹脂層15の厚さが収縮することによって樹脂の体積収縮を吸収する。

【特許文献1】特開2000-180602号公報

【特許文献2】特開平6-130208号公報

【特許文献3】特開平8-142068号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

形状有効領域が成型品全方位に求められ、かつ高精度な形状転写を必要とする場合、密閉空間でのヒケのない成型が要求される。

これまで実施又は提案されている上記の方法は、微細形状の精密転写に適用するにはなお改良の余地がある。

【0013】

「収縮しろ」を設ける方法は、収縮しろ部分の厚さの設定が困難であり、微細パターン全域の平坦度確保が困難であった。

「ヒケ誘導」工法では、特に上記の(A)～(C)の方法では、転写形状内の誘導された部分にヒケが発生するので、微細形状の精密転写には適さない。 10

【0014】

低収縮率樹脂は、液体時の粘度や硬化後の屈折率、接着強度、離型性などに代表される樹脂特性選択の自由度が大きく制限され、また目的とする上記特性を満足する樹脂を新規開発することは技術・コスト・納期のいずれに対しても大きな障壁となり、現実的ではない。

【0015】

「樹脂収縮吸収用樹脂層15」を設ける方法は、樹脂転写によって製品が完成するものであればよいが、さらにその樹脂成型品をエッティングによって母材へ形状転写を行なって製品を完成させるものである場合には、「樹脂収縮吸収用樹脂層15」の存在が転写性を低下させていた。 20

【0016】

高精度樹脂成型品にヒケを生じさせない方法として、本発明者は、樹脂の体積収縮相当の未硬化樹脂を充填しながら硬化させることによって高精度に型形状を転写する工法を別途提案している(特願2002-97054号)。その方法では、露光領域を移動させながら樹脂を硬化させるとともに、未硬化部からゲートやランナーを介して収縮体積分の未硬化樹脂が供給されるようにする。その方法によれば、樹脂は硬化しながら収縮するが、収縮分は未硬化部から供給されて補充されるので、あたかも樹脂が収縮していないような樹脂硬化が行なわれる。

【0017】

本発明は上記従来例の問題点を解決すべく、樹脂収縮しろや樹脂収縮分の未硬化樹脂を補給充填するゲートやランナーも不要としながら微細形状を型に対してヒケのない精密な転写ができるようにすることを目的とするものである。 30

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明の樹脂硬化方法は、型とその型の凹部を覆う基板との間に光硬化性樹脂を封入し露光して硬化させることにより型形状を光硬化性樹脂に転写し、その後型を硬化樹脂から剥離する方法において、光硬化性樹脂の封入、露光及び硬化の工程が、型とその型の凹部を覆う基板との間に未硬化の光硬化性樹脂を封入し露光して、基板側にヒケを発生させ、型側にはヒケを発生させないように硬化させる第1工程と、その第1工程の後、型と基板とを剥離し、第1工程での硬化による光硬化性樹脂の収縮部分に未硬化の光硬化性樹脂を追加充填して型とその型の凹部を覆う基板との間に光硬化性樹脂を封入した状態とし、再度露光して未硬化の光硬化性樹脂を硬化させる第2工程とを含んでいる。 40

【0019】

第2工程における型と基板との剥離は、硬化した樹脂が型側に残留するように基板を剥離し、未硬化樹脂の追加充填は型側に残留した硬化樹脂表面の収縮部分に行なうようにすることができる。

【0020】

そのために、第1工程で存在している基板と光硬化性樹脂との密着強度が型と光硬化性樹脂との密着強度よりも弱くなるように、光硬化性樹脂と接触する基板表面に表面処理を 50

施すのが好ましい。

【0021】

それに対し、第2工程を経た後の離型では型が硬化樹脂から離脱しなければならないので、第2工程で存在している基板と光硬化性樹脂との密着強度が型と光硬化性樹脂との密着強度よりも強くなるように、光硬化性樹脂と接触する基板表面に表面処理を施すのが好ましい。

【0022】

第1工程で型の凹部を覆う基板は最終製品には使用されないダミー基板であり、第2工程で型の凹部を覆う基板は最終製品に使用される形状転写基板とすることができる。この場合、ダミー基板は洗浄し、又はさらに離型処理等の必要な表面処理を施して繰り返し使用することができる。10

光硬化性樹脂の好ましい例は紫外線硬化型樹脂である。その場合は、露光のための照射光として紫外領域の光を含んでいるものを使用する。

【0023】

第2工程で追加充填される未硬化光硬化性樹脂と第1工程で封入される未硬化光硬化性樹脂と同じものを使用することもできるし、又は第2工程で追加充填される未硬化光硬化性樹脂の粘度が第1工程で封入される未硬化光硬化性樹脂の粘度よりも低くなるように粘度の異なるものを使用することもできる。

【0024】

型として凹部以外の箇所に型と基板間のギャップを調整する凸部を有するもの、又は基板として型と基板間のギャップを調整する凸部を有するものを使用することができる。20

型と基板と密着させる方向に加圧することにより、型と基板間のギャップを調整することができる。

型としてゲート及びランナーが存在しないものを使用することができる。

【0025】

本発明により得られる樹脂成形品は最終製品とすることができます。その場合の最終製品は、硬化した光硬化性樹脂が第2工程での露光時に存在する基板と一体化して残存したものである。

本発明により得られる樹脂成形品をドライエッチング工程によって基板に形状転写した加工品を最終製品とすることもできる。30

その場合のドライエッチング工程として、経時的に選択比を変化させること及び/又はエッチングを途中で中止することによって、樹脂成形品の形状とは異なる形状を基板に転写することができる。

【0026】

金型の材質は特に限定されるものではないが、ドライエッチング法により金型を製作する場合、金型母材料はドライエッチング可能な材料であることが必要であり、そのような材料として金属材料、ガラス材料、セラミックス材料、プラスチック材料、硬質ゴム材料などを用いることができる。

【0027】

硬化型樹脂として紫外線硬化型樹脂を使用し、金型を介して紫外線を樹脂に照射する場合には、金型を形成する材料としては、合成石英や耐熱ガラスなど、耐熱性で、紫外線硬化型樹脂を硬化させるための波長に対して光透過性の性質をもつものを使用すれば、樹脂を硬化させるための光照射を金型側から行なうことができて好都合である。耐熱ガラスとしては、バイレックス（登録商標）やネオセラム（登録商標）などを使用することができる。しかし、その光照射を金型凹部を被うように設ける基板側から行なう場合には金型の材質は特に限定されない。

【発明の効果】

【0028】

本発明の樹脂硬化方法は、型に充填された光硬化性樹脂を露光・硬化させた後に再度樹脂を型に充填して露光・硬化させる樹脂硬させる工法を含んでいるので、収縮しろやラン40

50

ナー・ゲートが不要となることによって微細な3次元形状を型から高精度に転写することができ、安価に大量に生産することが可能になる。

【0029】

第2工程における第1工程後の型と基板との剥離は、硬化した樹脂が型側に残留するように基板を剥離すれば、型側に残留した硬化樹脂表面に収縮部分が現れるが、型側を剥離した場合の硬化樹脂表面の凹凸に比べると平坦に近いものであるので、未硬化樹脂の追加充填を均一に行なうのが容易になる。

【0030】

第2工程で追加充填される未硬化光硬化性樹脂と第1工程で封入される未硬化光硬化性樹脂とに同じものを使用すれば、光硬化性樹脂を2回の工程で硬化させても物理的にも光学的にも特性の均一な素子を得ることができる。10

また、第2工程で追加充填される未硬化光硬化性樹脂の粘度が第1工程で封入される未硬化光硬化性樹脂の粘度よりも低くなるように粘度の異なるものを使用すれば、型と基板との間に加圧して両者の間のギャップを調整するのが容易になる。

【0031】

型として凹部以外の箇所に型と基板間のギャップを調整する凸部を有するもの、又は基板として型と基板間のギャップを調整する凸部を有するものを使用することによってもギャップの調整が容易になる。

本発明により得られる樹脂成形品は最終製品とすることができる。その場合の最終製品は、硬化した光硬化性樹脂が第2工程での露光時に存在する基板と一体化して残存したものである。20

本発明により得られる樹脂成形品をドライエッチング工程によって基板に形状転写した加工品を最終製品とすることもできる。

【0032】

その場合のドライエッチング工程として、経時的に選択比を変化させること及び／又はエッチングを途中で中止することによってエッチングの選択比を段階的又は連続的に変化させることによって、樹脂成形品の形状とは異なる形状を基板に転写することができ、この選択比の調整により形状の補正が可能となり、所望の形状に転写できるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

30

以下、本発明の樹脂硬化方法を用いた実施形態を図面を用いて詳細に説明する。

概略フロー図を図1に示し、工程を図2と図3に示す。説明は図中の工程(A)～(I)に対応させて行なう。

【0034】

(A)まず、型31を製作する。型31には転写される形状32の他に転写時に型31と型凹部を覆う基板とのギャップを調整するスペーサ33が形成されている。しかし、転写形状32自体がギャップスペーサとなる場合には、スペーサ33は省略することもできる。

【0035】

(B)続いて、型31と型凹部を覆うダミー基板41をUV硬化樹脂42を介して面合わせし、加圧する。樹脂量は型凹部を充分に満たすことができる量とし、加圧時には樹脂42は型凹部からオーバーフローすることとなる。ダミー基板41は製品には含まれない基板であり、製品製造の途中工程でのみ使用する基板である。40

【0036】

このとき、樹脂42と接触する側の型31表面は清浄な状態とし、また、樹脂42と接触する側のダミー基板41表面には離型処理を実施することにより、基板41の樹脂42に対する接着強度を、型31と樹脂42との間の接着強度よりも低下させておく。そのような離型処理の一例は基板41の表面をフッ素化することであり、例えばフッ素化のためのプラズマ処理や、フッ素系の表面剥離液塗付などを用いることができる。

【0037】

50

(C) 型31の非パターン部(平面部)と基板41が密着するまで加圧する。この加圧によって転写形状の平面度を確保することができる。密着の判断は型31と基板41の間の距離寸法測定、又は型31と基板41間に発生する干渉縞の観察によって判断することができる。型31と基板41が密着した状態のものを符号43で表わしている。

【0038】

(D) UV光50の露光による樹脂硬化を実施する。露光は、図4に示すように、均一な照度分布で照射が可能なUV光源51を用いて、基板41側からUV光を照射する。

この樹脂硬化において、密着強度が相対的に弱くなるように離型処理の施されている基板41側にヒケ61が集中して発生する。

【0039】

(E) 樹脂硬化後、型31と基板41との間を剥離したとき、硬化した樹脂42は相対的に密着強度の強い型31側に残留し、型31の転写パターン部が樹脂42で充填された状態の型を符号71で示している。

【0040】

(F) 続いて、形状転写基板81と型71をUV硬化樹脂82を介して面あわせし、加圧する。

形状転写基板81は製品になったときに残存する基板であり、硬化し成型された樹脂が基板81側に残留するように、基板81の表面で樹脂と接触する側の面には接着強度向上のためにシランカップリング剤処理等のプライマー処理を施しておく。プライマー処理により硬化後の樹脂と基板81との接着強度が樹脂と型31との接着強度よりも強くなる。

このとき、形状転写基板81にスペーサとなる凸部84を設けることにより、次工程の加圧時の樹脂流動性を向上させつつ樹脂厚制御を容易にすることができる。

【0041】

UV硬化樹脂82は、初めに硬化させた樹脂43と同一樹脂にすることにより、均質な樹脂層を得ることができる。このとき、樹脂82としては、低粘度、例えば硬化前の樹脂42よりも低粘度のものを選択することにより、次工程の加圧による樹脂厚制御を容易にすることができます。

【0042】

(G) 再度、型71の非パターン部(平面部)と基板81が密着するまで加圧することによって転写形状の平面度を確保する。前工程同様、密着の判断は型71と基板81の間の距離寸法測定、又は型71と基板81間に発生する干渉縞の観察によって判断する。

この再度の樹脂充填によって、工程(D)で基板41と樹脂42の間に発生したヒケ61の空間に相当する部分は2度目に塗布された樹脂82で充填されて空間のない樹脂形状83となる。

【0043】

再度UV露光による樹脂硬化を実施する。工程(D)と同様に、図4に示すようなUV光源51を用いて基板81側からUV光を照射する。この工程でも、理論上は樹脂硬化時の体積収縮は発生するものの、充填された未硬化樹脂量が極めて微量なため、ヒケとして認識できるレベルには至らない。

【0044】

(H) 型31と基板81を剥離すると、相対的に密着強度が強くなるようにプライマー処理された基板81側に形状転写された樹脂83が接着され、精密に型形状が転写された基板91となる。

【0045】

(I) この基板91のままで基板81上の樹脂レンズや微細形状部品とすることもできる。

また、樹脂83の形状をドライエッティングにより基板81へ形状転写して製品とするともできる。

型は洗浄後、繰り返して使用することができる。

【実施例1】

10

20

30

40

50

【0046】

以下に、さらに具体的な実施例としてガラス製マイクロレンズの製作例を図5と図6により説明する。図5は断面図により示したもの、図6は斜視図により示したものである。図中の工程(A)～(G)に対応させて説明する。

【0047】**(A) 金型の製作**

超精密形状の創製方法として、無酸素銅金属材料の表面に所望の微細凹凸形状を超精密切削加工機で製作した。本実施例では、超精密切削装置で直径1.0mm、深さ160μmの凹形状をピッチ1.5mmで5行5列に25個配置された型101を製作した。

【0048】**(B) ダミー基板による成型****(B-1) ダミー基板102の離型処理**

基板102表面に離型処理方法を施す。離型処理はダミー基板102の表面にフッ素化のためのプラズマ処理を施してもよいし、フッ素系の表面剥離液を塗付してもよい。

【0049】**(B-2) UV硬化型樹脂の塗付**

UV硬化型樹脂103として、UV硬化型接着剤（協立化学株式会社の製品8740）を定量塗付装置（ディスペンサー）にて型101の各凹形状の直上に0.02gづつ塗付する（塗布総量は、0.5g）。この樹脂103は粘度が1000cpであり、この粘度であれば重力によって金型上に広がっていく。

また、この樹脂103としては、後工程での離型性を考慮して比較的接着強度の弱いものを選定した。

【0050】**(B-3) 面合させ**

型101上に樹脂103が塗布された状態で、基板102をその離型処理が施された面が樹脂103と接触するようにゆっくりと乗せる。このとき樹脂103の表面に気泡を巻き込まないように注意して面合せする。

【0051】**(B-4) 加圧**

面合せ終了後に、別に準備した加圧装置にて金型101及び基板102表面に平行になるように加圧する。この際、金型101表面と基板102表面間に発生する干渉縞を観察しながら加圧する。樹脂層103の厚さは、加圧装置の外周部に配置したマイクロメータによって定量的に測定する。最終的には金型101表面と基板102表面間の干渉縞が観察できなくなるまで加圧（可視光波長以下）し、密着させた。

【0052】**(B-5) 露光**

メタルハライドランプ：照度=100mWの平行光で基板102側から5分間照射し、樹脂103硬化を実施した。

【0053】**(C) 離型**

次いで、金型101と基板102の間に専用治具を挟みこんで剥離した。基板102側にはあらかじめ離型処理を施しているため、型101と基板102は容易に剥離することができ、型101には硬化樹脂104が充填された状態で取り出すことができた。この状態の型106の硬化樹脂表面には樹脂収縮105が発生している。

【0054】**(D) 形状転写基板への樹脂接着****(D-1) 形状転写基板のスペーサ加工**

本実施例では、形状転写基板107としてガラス基板（コーニング7059）を使用した。そのガラス基板上にフォトレジスト（感光性材料）を塗布してフォトリソグラフィー工程を行ない、直径50μmの円形レジストパターンをレンズ形成領域ではピッチ1.5

10

20

30

40

50

mmでレンズ間に配置されるように2次元的に配列し、基板外周部にも適当な間隔で配置されるように形成した。

続いてRIE(反応性イオンエッティング)ドライエッティング装置に設置し、CF₄:30sccm、Ar:5sccm、CHF₃:5sccmの条件下でドライエッティングしてスペーサ111を形成した。スペーサ111は直径50μm、高さ1μmであり、レンズ間と基板外周部に配置されている。

【0055】

(D-2) 形状転写基板の前処理

UV硬化型樹脂とガラス基板の密着性を向上させ接着強度を向上させるために、ガラス基板表面をシランカップリング処理(シラノール処理)した。10

シランカップリング処理は次のように実施した。市販のカップリング処理剤を水に溶かし、表面処理した後、加熱硬化させる。その後、有機溶剤で洗浄し、カップリング材を基板上に1分子層だけ残す処理を行なう。

【0056】

(D-3) UV硬化型樹脂の塗付

UV硬化型樹脂108としてUV硬化型接着剤(東洋インキ株式会社の製品:UV硬化型接着剤401)を定量塗付装置(ディスペンサー)にて各凹形状の直上に0.002gづつ塗付する(塗布総量は、0.05g)。この樹脂108の未硬化状態での粘度は70cpであり、低粘度の樹脂を選択することによって、後工程の加圧工程を容易なものとした。この樹脂108の未硬化状態での粘度は最初に塗布した樹脂103の未硬化状態での粘度よりも低い。20

【0057】

(D-4) 面合わせ

樹脂108が充填された型106上に、樹脂108が塗布された状態で形状転写基板107を、そのシランカップリング処理した面が樹脂108側になるように向けてゆっくりと乗せる。このとき接着剤表面に気泡を巻き込まないように注意して面合せする。

【0058】

(D-5) 加圧

上記工程(B-4)と同装置を用いて加圧し、型101と形状転写基板107を密着させた。30

【0059】

(D-6) 露光

メタルハライドランプ(照度:100mW)の平行光を形状転写基板107側から5分間照射し、樹脂108の硬化を実施した。

【0060】

(E) 離型

金型101と形状転写基板107の間に専用治具を挟みこみ剥離した。形状転写基板107側にはあらかじめ接着強度を向上させるためのシランカップリング処理を施しているため、樹脂は型101から離型され、形状転写基板107側に精密に形状転写された樹脂109が接着された状態で取り出すことができた。40

【0061】

(F) エッティング転写

上記方法で製作した光学素子(凸形状の樹脂109がガラス基板107表面に製作されている)をRIEドライエッティング装置に設置し、CF₄:30sccm、Ar:5sccm、CHF₃:5sccmの条件下でドライエッティングして樹脂109の形状を形状転写基板107に転写した。その結果、直径1.0mm、深さ140μmの凸形状レンズ110を製作できた。

【0062】

(G) 切断

上記マイクロレンズ110をダイシングソーを用いて個別に切り出し、マイクロレンズ50

110aが製作できた。

【0063】

(型洗浄)

上記工程で使用した金型101は、再利用のために有機洗浄液と超音波洗浄機を組み合わせた専用洗浄機で洗浄する。

【実施例2】

【0064】

以下に、石英基板に樹脂製レンズを接合したハイブリッドマイクロレンズアレイの製作例を述べる。

図7に概略図を示す。図中の工程(a)~(e)に対応させて説明する。

10

【0065】

(a) 金型の製作

ガラス基板上にフォトレジストを塗付してフォトリソグラフィー工程を行ない、所望の径を有する円形の抜きパターンをピッチ $18\text{ }\mu\text{m}$ で 600×800 個配列した。そのフォトレジストパターンをマスクにして、各円型抜き部を球面凹形状にウェットエッティングし、ガラス基板にピッチ $18\text{ }\mu\text{m}$ 、深さ $8\text{ }\mu\text{m}$ 、 600×800 個配列の凹レンズアレイ112を製作して型とした。また、この配列はガラス基板内に 3×4 個配列され、計12個のレンズアレイ型111となる。

レンズ形成領域外は 10 mm 間隔で直径 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、高さ $8\text{ }\mu\text{m}$ の凸部113をスペーサとして残した。114はレンズアレイ周辺に隆起した高さ $8\text{ }\mu\text{m}$ の土手部である。凸部113と土手部114も上記凹部112と同工程で形成した。

20

【0066】

(b) ダミー基板による成型

(b-1) ダミー基板の離型処理

ダミー基板116の表面に離型処理を施す。離型処理方法は、基板表面にフッ素化のためのプラズマ処理を施してもよいし、フッ素系の表面剥離液を塗付してもよい。

【0067】

(b-2) UV硬化型樹脂の塗付

UV硬化型樹脂115としてハイブリッドレンズ用樹脂(大日本インキ株式会社の製品)を定量塗付装置(ディスペンサー)を用いて基板中心に 100 mg 塗布した。

30

【0068】

(b-3) 面合わせ

型111上にダミー基板116を、樹脂115が塗布された面を型111の方に向けてゆっくりと載せる。このとき、型111の凹部(レンズ部)は微細なパターンであるため、気泡を巻き込むことなく樹脂115を広げることができた。

【0069】

(b-4) 加圧

面合せ終了後に、別に準備した加圧装置にて加圧する。型111とダミー基板116の密着部(接点)は各レンズアレイ領域外周の土手部分114と、レンズ形成領域外に形成したスペーサ113のみであり、接触面積が非常に小さいため、容易に型111とダミー基板116の密着・平行度の維持ができる。

40

【0070】

(b-5) 露光

メタルハライドランプ(照度： 100 mW)の平行光でダミー基板116側から30秒間照射し、樹脂115の硬化を実施した。

【0071】

(b-6) 離型

次いで、離型治具を用いて型111からダミー基板116を剥離した。ダミー基板116には、あらかじめ離型処理をしているため、容易に剥離することができ、型111には硬化樹脂が充填された状態で取り出すことができた。このとき樹脂収縮は型表面(開放)

50

側に発生した。

【0072】

(c) 形状転写基板への樹脂成型

(c-1) 形状転写基板前処理

本実施例では、形状転写基板117として石英ガラスを使用した。UV硬化型樹脂とガラス基板の密着性と接着力を向上させるために、ガラス基板表面をシランカップリング処理(シラノール処理)した。シランカップリング処理は、実施例1の工程(D-2)と同様に、市販のカップリング処理剤を水に溶かし、表面処理した後、加熱硬化させた後、有機溶剤で洗浄し、カップリング材を基板上に1分子層だけ残すように行なった。

【0073】

10

(c-2) UV硬化型樹脂の塗付・面あわせ・硬化

本実施例の工程(b-2)で用いたのと同じUV硬化型樹脂を用い、本実施例の工程(b-2)から(b-4)と同様にして塗布~加圧工程を実施した。

【0074】

(c-3) 露光

メタルハライドランプ(照度:100mW)の平行光を形状転写基板117から5分間照射し、樹脂の硬化を実施した。

【0075】

20

(c-4) 離型

離型治具を用いて型111と形状転写基板117を互いに剥離した。形状転写基板117にはあらかじめ接着強度向上のためのシランカップリング処理を施しているため、樹脂は型111から離型され、形状転写基板117側にピッチ18μm、高さ8μmの600×800配列マイクロレンズアレイが12個形成された。

【0076】

(d) カバーガラス接着

形状転写基板117上に形成されたマイクロレンズアレイに対して石英のカバーガラス118を接着した。

【0077】

30

(e) 切断

カバーガラス118の接着後、ダイシングソーを用いて12個のレンズアレイチップ119を切り出した。

複数の樹脂層をもつレンズとなるが、レンズ層を同一樹脂による2層構造としたため、物理的、光学的特性には問題のないマイクロレンズアレイを製作できた。

【産業上の利用可能性】

【0078】

40

本発明の製造方法は、表面に微細加工を施すことによって、光学的機能、機械的機能又は物理的機能を発現する製品の製造に利用することができる。このような微細加工は、例えばMLA(マイクロレンズアレイ)、回折光学素子、偏向光学素子、屈折光学系素子、複屈折光学素子、光ファイバー系光学素子、ビームスプリッター等の光学素子の製造に利用するのに適する。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の実施の形態を示すフローチャート図である。

【図2】(A)から(E)は実施の形態の前半部を示す工程断面図である。

【図3】(F)から(I)は同実施の形態の後半部を示す工程断面図である。

【図4】UV露光装置を用いた露光工程の例を示す概略正面図である。

【図5】マイクロレンズを製作する第1の実施例を示す工程断面図である。

【図6】同実施例を示す工程斜視図である。

【図7】マイクロレンズアレイを製作する第2の実施例を示す工程断面図である。

【図8】樹脂硬化にともなう収縮を示す工程断面図である。

50

【図9】樹脂収縮吸収用樹脂層を設けた従来の対策を示す断面図である。

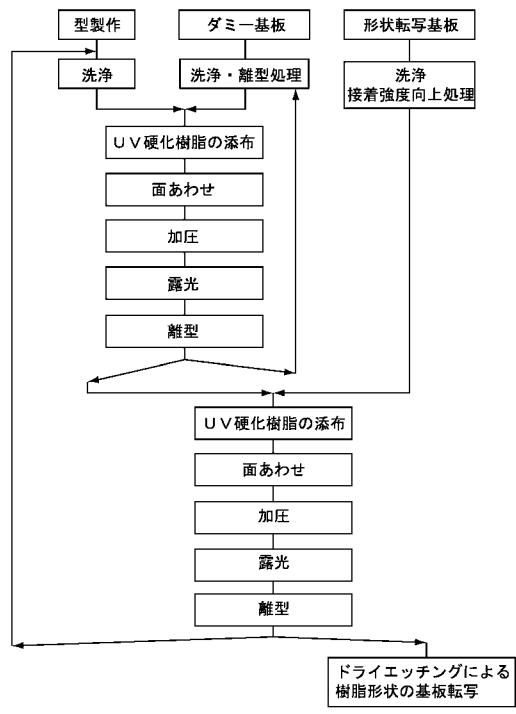
【図10】樹脂収縮吸収用樹脂層の効果を示す工程断面図である。

【符号の説明】

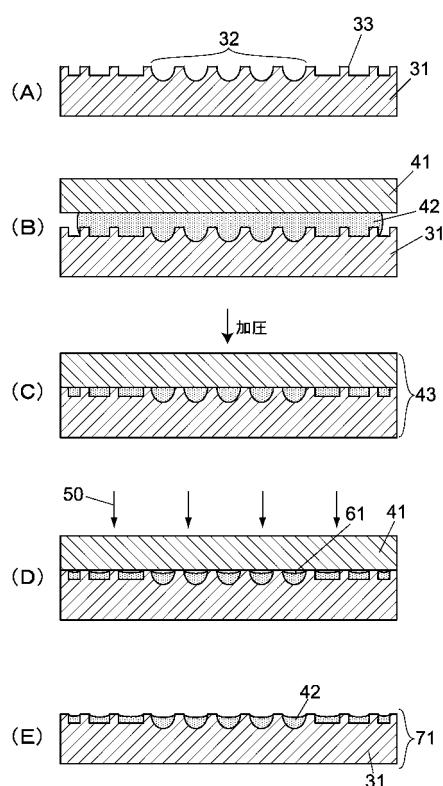
【0080】

3 1	型	
3 2	転写される形状	
3 3	ギャップ調整用スペーサ	
4 1 , 1 0 2 , 1 1 6	ダミー基板	
4 2 , 8 2 , 1 0 3	UV硬化型樹脂	
4 3	型と基板でUV硬化樹脂を封入し加圧された状態	10
5 1	UV光源	
6 1	ヒケ	
7 1	硬化樹脂が充填された型	
8 1 , 1 0 7 , 1 1 7	形状転写基板	
8 3 , 1 0 8	追加充填されたUV硬化型樹脂	
9 1	精密に形状転写された樹脂と一体化した形状転写基板	
1 0 1	マイクロレンズ型	
1 0 4	型に充填された硬化樹脂	
1 0 5	樹脂収縮(ヒケ)	
1 0 6	硬化樹脂が充填された型	20
1 0 9	形状転写基板上に形状転写された樹脂	
1 1 0	マイクロレンズ	
1 1 1	ハイブリッドマイクロレンズ用型	
1 1 2	型の凹レンズアレイ部	
1 1 3	凸部(スペーサ)	
1 1 4	レンズアレイ周辺土手部	
1 1 5	ハイブリッドレンズ用UV硬化樹脂	
1 1 8	カバーガラス	
1 1 9	ハイブリッドマイクロレンズアレイ	

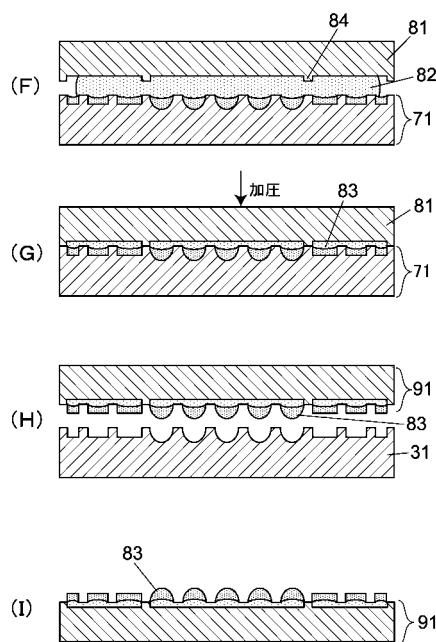
【図1】



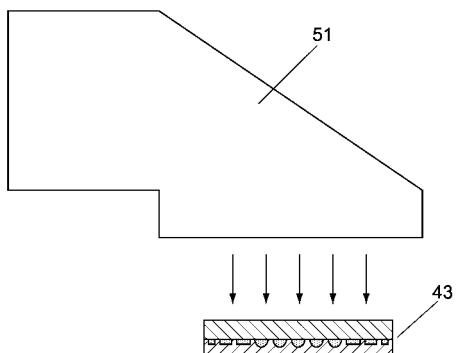
【図2】



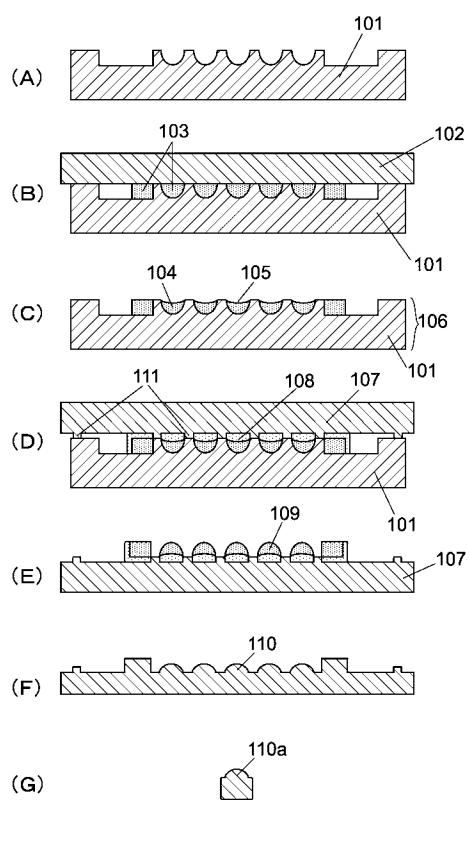
【図3】



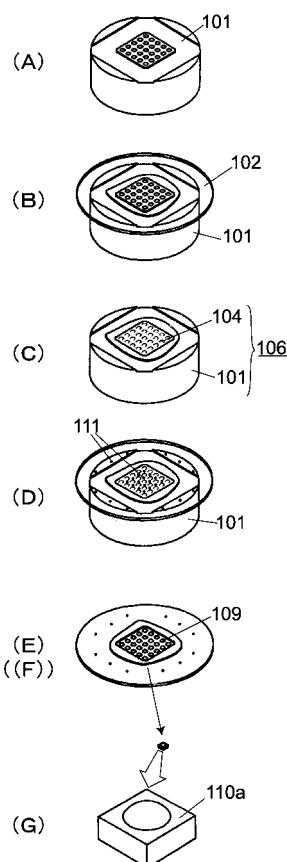
【図4】



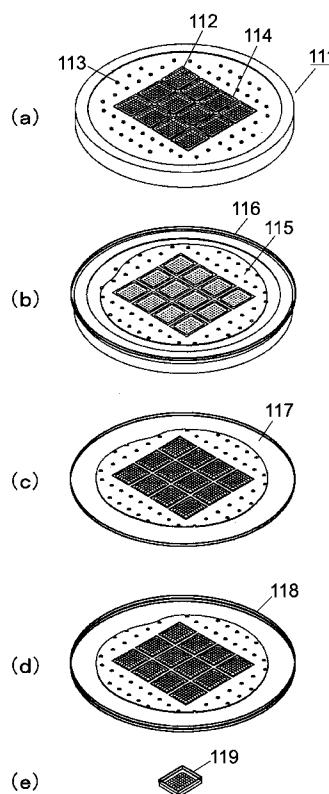
【図5】



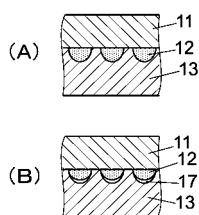
【図6】



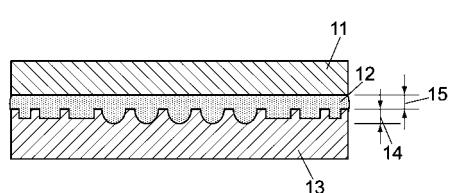
【図7】



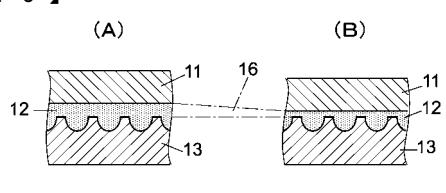
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平01-171932(JP,A)
特開平06-254868(JP,A)
特開平05-169464(JP,A)
特開2003-291159(JP,A)
特開平08-020031(JP,A)
特開昭55-132221(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 39/00 - 39/44
B29D 11/00 - 11/02