

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年2月6日(06.02.2014)

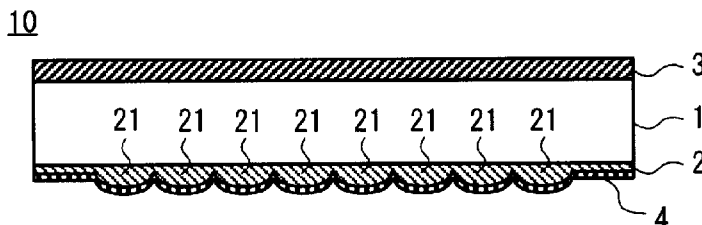


(10) 国際公開番号
WO 2014/021232 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 3/00 (2006.01) G02B 5/28 (2006.01)
G02B 5/22 (2006.01) H01L 27/14 (2006.01)
G02B 5/26 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070393
 - (22) 国際出願日: 2013年7月26日(26.07.2013)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2012-169541 2012年7月31日(31.07.2012) JP
 - (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者: 大澤 光生 (OSAWA Mitsuo); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 松尾 淳 (MATSUO Atsushi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 山下 周一 (YAMASHITA Shuichi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 濱田 百合子, 外 (HAMADA Yuriko et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MICROLENS ARRAY, IMAGE PICKUP ELEMENT PACKAGE, AND METHOD FOR MANUFACTURING MICROLENS ARRAY

(54) 発明の名称: マイクロレンズアレイ、撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法



(57) Abstract: The present invention relates to a microlens array that has: a transparent substrate; a resin layer, which is provided at least on one surface of the transparent substrate, and which is formed of a photosensitive resin, said resin layer forming a plurality of microlenses; and a functional layer, which is formed at a position closer to the transparent substrate than the resin layer, said position being on the transparent substrate surface having no resin layer provided thereon, or on the transparent substrate surface having the resin layer provided thereon, and which reflects at least light to which the photosensitive resin reacts.

(57) 要約: 本発明は、透明基板と、少なくとも透明基板の一方の面上に設けられ、感光性樹脂からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、透明基板の樹脂層が設けられていない側の面上、または、透明基板の樹脂層が設けられている側の面上であって樹脂層よりも透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも感光性樹脂を反応させる光を反射する機能層とを有するマイクロレンズアレイに関する。



WO 2014/021232 A1

明 細 書

発明の名称：

マイクロレンズアレイ、撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、マイクロレンズアレイ、マイクロレンズアレイと撮像素子基板とを一体化させた撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 所定の画素ピッチに対応して受光素子群が設けられている撮像素子基板の入射面側の上方にマイクロレンズアレイを置き、該マイクロレンズアレイを介して受光素子に光を入射させて所望の受光信号を得る撮像装置がある。

[0003] また、近年、ライトフィールドカメラと呼ばれる撮像装置が開発されている。ライトフィールドカメラは、ひとつのマイクロレンズが受けた光を複数の画素に受光させるとともに、各々のマイクロレンズが受光先の画素領域を一部重複させて、マイクロレンズアレイ全体で撮像素子の画素全体をカバーするように設計されたマイクロレンズを撮像素子アレイ基板の上面に配したものである。そのようなマイクロレンズアレイを通して光を撮像素子の画素アレイに入射させることで、奥行き情報を複数の画素に分散させて記録できる。そして、複数の画素に分散させて記録した奥行き情報を基に、例えば、焦点イメージを再構築して、複数の焦点画像や三次元距離画像など多様な画像を得ることができる。

[0004] このように、マイクロレンズアレイは他の部材との組み合わせ方によって多くの効果が得られるため、様々な用途での使用が期待されている。マイクロレンズアレイの製造に要する時間が短縮されれば、それだけマイクロレンズアレイの生産性が向上するので好ましい。

[0005] 特許文献1には、マイクロレンズアレイを形成している基板の側面に遮光

領域を設けることにより、マイクロレンズアレイと液晶表示パネルとの張り合わせ面に塗布された紫外線硬化型接着材の硬化速度を全面にわたって均一にしてパネルギャップ不良の発生を抑制する技術が記載されている。

[0006] ところで、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS イメージセンサ (Complementary Metal Oxide Semiconductor Image Sensor) 等の固体撮像素子を用いた撮像装置には、色調を良好に再現し、かつ鮮明な画像を得るために、各種の光学的機能を持ったフィルタ (光学フィルタ) を備えているものがある。その代表的な例が、固体撮像素子の分光感度を人の視感度に補正するために、近赤外波長領域の光を遮蔽するフィルタ (近赤外線カットフィルタ) であり、通常、撮像レンズと固体撮像素子の間に配置される。

[0007] また、他の例は、撮像装置内の光学部材が外部から進入する紫外線による劣化を防ぐためや、固体撮像素子の紫外域の感度を補正するために、紫外波長領域またはその一部の光を遮蔽するフィルタ (紫外線カットフィルタ) であり、通常、劣化が生じやすい光学部材を有している光学部品の光入射側なるべく当該光学部品に近い位置に配置される。

[0008] 例えば、特許文献 2 には、CCD カメラにおいて、CCD パッケージに赤外線カットフィルタを収納する例が示されている。また、特許文献 2 には、調光用にゲストーホスト型液晶素子からなる調光装置を備えた撮像装置において、液晶素子中に用いられる染料分子に過度に紫外線が照射されるのを防ぐために、液晶素子の光入射側に紫外線を吸収または反射するフィルタ材を配する例が記載されている。

[0009] また、近年では固体撮像素子を用いた撮像装置の小型化が進み、携帯電話等の小型の電子機器に搭載されるようになってきている。そして、電子機器自体の小型化、高機能化に伴って撮像装置においても一層の小型化が求められている。このような更なる小型化の要求に応えるため、撮像レンズや撮像素子といった特定の光学機能を実現する光学部品の光入射側の最上層等に、遮蔽したい波長の光を吸収または反射するフィルタ材を積層させて、本来の光学

機能とフィルタ機能とを一体化して設けることも行われている。

[0010] 例えば、特許文献2においても、調光装置への紫外線入射を防止するために、調光装置の入射側に位置しているレンズ群の最後尾に紫外線カットフィルタを貼り付ける例が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：日本国特開平06-148622号公報

特許文献2：日本国特開2002-365621号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0012] しかし、特許文献1、2に記載されている技術は、いずれもマイクロレンズアレイ自体の生産性を向上させるものではない。例えば、特許文献1、2のいずれにおいても、背面側に液晶素子を有しない場合に、あえてマイクロレンズアレイ基板の主面全体に紫外波長領域の光を反射する反射膜を設けようといったことは考慮されていない。

[0013] そこで、本発明は、生産性に優れるマイクロレンズアレイ、撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法の提供を目的とする。

[0014] また、本発明は、マイクロレンズアレイと組み合わせて用いられる撮像素子への近赤外カットフィルタの機能を有し、しかも生産性に優れるマイクロレンズアレイ、撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明によるマイクロレンズアレイは、撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、透明基板と、少なくとも前記透明基板の一方の面上に設けられ、感光性樹脂 (photosensitive resin composition) からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、透明基板の前記樹脂層が設けられていない

側の面上、または、前記透明基板の樹脂層が設けられている側の面上であって樹脂層よりも透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも感光性樹脂を反応させる光を反射する機能層とを有する。

[0016] 本発明によるマイクロレンズアレイは、撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、透明基板と、少なくとも前記透明基板の一方の面上に設けられ、光硬化性樹脂 (photocurable resin composition) からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、透明基板の樹脂層が設けられていない側の面上、または、透明基板の樹脂層が設けられている側の面上であって樹脂層よりも透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも光硬化性樹脂を硬化させる光を反射する機能層とを有する。

[0017] 本発明によるマイクロレンズアレイは、撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、透明基板と、少なくとも前記透明基板の一方の面上に設けられ、光可溶性樹脂 (photosoluble resin composition) からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、透明基板の樹脂層が設けられていない側の面上、または、透明基板の樹脂層が設けられている側の面上であって樹脂層よりも透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも光可溶性樹脂を可溶性させる光を反射する機能層とを有する。

[0018] 本発明によるマイクロレンズアレイは、撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、一方の表面に、複数のマイクロレンズが形成されているガラス製の透明基板と、透明基板のマイクロレンズが形成されている面と反対の面上に形成されている、少なくとも紫外線波長領域の光を反射する機能層とを有する。

[0019] また、本発明によるマイクロレンズアレイは、機能層が、少なくとも紫外線波長領域の光を反射する誘電体多層膜からなる光反射膜であってもよい。

[0020] また、本発明によるマイクロレンズアレイは、透明基板が、赤外波長領域の光を吸収する赤外線吸収ガラスであってもよい。

- [0021] また、本発明によるマイクロレンズアレイは、透明基板に、赤外波長領域の光を吸収する赤外線吸収剤を含む赤外光吸収膜が積層されていてもよい。
- [0022] 本発明による撮像素子パッケージは、所定の画素ピッチに対応して受光素子が形成されている撮像素子基板と、撮像素子基板の入射面側の上方に固着される、前述したうちのいずれかのマイクロレンズアレイとを備え、マイクロレンズアレイに含まれる複数のマイクロレンズは各々、当該マイクロレンズに入射した光を撮像素子基板上の複数の画素に対応する受光素子に受光させ、マイクロレンズアレイが、受光素子への紫外線および近赤外線のカット機能を有している。
- [0023] 本発明によるマイクロレンズアレイの製造方法は、撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイの製造方法であって、マイクロレンズの材料、または、マイクロレンズの形状を透明基板に転写するために用いるフォトリソグの材料に、光硬化性樹脂を用い、透明基板の一方の面上に、光硬化性樹脂を硬化させる光を反射する機能層を設けた後で、透明基板の他方の面上または機能層の面上に、マイクロレンズの材料としての光硬化性樹脂またはフォトリソグの材料としての光硬化性樹脂を塗布し、露光装置からみて、機能層が光硬化性樹脂を塗布した面よりも背面にある状態で光を照射し、光硬化性樹脂を露光させる。
- [0024] 本発明によるマイクロレンズアレイの製造方法は、撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイの製造方法であって、マイクロレンズの材料、または、マイクロレンズの形状を透明基板に転写するために用いるフォトリソグの材料に、光可溶性樹脂を用い、透明基板の一方の面上に、光可溶性樹脂を可溶性させる光を反射する機能層を設けた後で、透明基板の他方の面上または機能層の面上に、マイクロレンズの材料としての光可溶性樹脂またはフォトリソグの材料としての光可溶性樹脂を塗布し、露光装置からみて、機能層が光可溶性樹脂を塗布した面よりも背面にある状態で光を照射し、光可溶性樹脂を露光させる。本発明のマイクロレンズアレイの製造方法において、フォトリソグとは、感光性樹脂に

より形成された、後に続くエッチングのためのマスクとなる層をいい、フォトリソプロセスに限らず、インプリントプロセスで形成されてもよい。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、生産性に優れるマイクロレンズアレイ、撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法を提供できる。また、本発明によれば、マイクロレンズアレイと組み合わせて用いられる撮像素子への近赤外カットフィルタの機能を有し、しかも生産性に優れるマイクロレンズアレイ、撮像素子パッケージおよびマイクロレンズアレイの製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明の第1の実施形態によるマイクロレンズアレイ10を概略的に示す断面図である。

[図2]図2(a)～2(g)は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の製造方法の一例を示す説明図である。

[図3]図3(a)～3(g)は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の製造方法の他の例を示す説明図である。

[図4]図4(a)～4(g)は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の製造方法の他の例を示す説明図である。

[図5]図5は、光反射膜3の有無による光硬化性樹脂の硬化特性の変化を示すグラフである。

[図6]図6(a)～6(g)は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の製造方法の他の例を示す説明図である。

[図7]図7(a)～7(g)は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の製造方法の他の例を示す説明図である。

[図8]図8は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の他の例を概略的に示す断面図である。

[図9]図9は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の他の例を概略的に示す断面図である。

[図10]図10は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の他の例を概略的に示す断面図である。

[図11]図11は、本発明の第1の実施形態のマイクロレンズアレイ10の他の例を概略的に示す断面図である。

[図12]図12は、本発明の第2の実施形態によるマイクロレンズアレイ20を概略的に示す断面図である

[図13]図13(a)～13(e)は、本発明の第2の実施形態のマイクロレンズアレイ20の製造方法の一例を示す説明図である。

[図14]図14(a)～14(e)は、本発明の第2の実施形態のマイクロレンズアレイ20の製造方法の他の例を示す説明図である。

[図15]図15は、本発明の第2の実施形態のマイクロレンズアレイ20の他の例を概略的に示す断面図である。

[図16]図16は、本発明の第2の実施形態のマイクロレンズアレイ20の他の例を概略的に示す断面図である。

[図17]図17は、本発明の第2の実施形態のマイクロレンズアレイ20の他の例を概略的に示す断面図である。

[図18]図18は、本発明の第2の実施形態のマイクロレンズアレイ20の他の例を概略的に示す断面図である。

[図19]図19は、本発明による撮像素子パッケージ100の例を概略的に示す断面図である。

[図20]図20は、本発明による撮像素子パッケージ100の例を概略的に示す断面図である。

[図21]図21は、本発明による撮像素子パッケージ100の例を概略的に示す断面図である。

[図22]図22は、本発明による撮像素子パッケージ100の例を概略的に示す断面図である。

[図23]図23は、本発明による撮像装置200の例を概略的に示す断面図である。

[図24]図24は、本発明の一実施例で使用した赤外線吸収色素の吸収スペクトルを示す図である。

[図25]図25は、本発明の実施例1及び2のマイクロレンズアレイ10の分光透過率曲線を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] (第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態によるマイクロレンズアレイ10を概略的に示す断面図である。図1に示すマイクロレンズアレイ10は、透明基板1と、この透明基板1の一方の透光面上に設けられ、表面に複数のマイクロレンズ21が形成された樹脂層2と、この透明基板1のもう一方の透光面上に設けられた光反射膜3とを備えている。また、樹脂層2の上にさらに反射防止膜4を備えている。

[0028] 複数のマイクロレンズ21は、樹脂層2の表面にアレイ状に配されており、これにより、樹脂層2においてマイクロレンズアレイ構造を形成している。ここで、マイクロレンズアレイ構造とは、複数のマイクロレンズがアレイ状に配されることによって形成される構造体をいう。なお、本発明では、「マイクロレンズアレイ」といった場合には、基板上にマイクロレンズアレイ構造が設けられているものの全体を指すものとする。すなわち、基板上に一体に形成されたマイクロレンズアレイ構造を有している光学部品の総称として用いている。なお、マイクロレンズアレイ構造は、土台となる基板に直接形成されていてもよいし、図1に示すように土台となる基板に積層された樹脂層や、 SiO_2 、 Ta_2O_3 などの無機材料層に形成されていてもよい。基板と一体に形成されていれば、たとえ間に他の機能層を有していても基板上に設けられているとみなす。

[0029] 以下、本実施形態のマイクロレンズアレイ10を構成する透明基板1、樹脂層2、光反射膜3および反射防止膜4について詳述する。

[0030] まず、本実施形態においてマイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層2は

、紫外波長領域等の光によって硬化する光硬化性樹脂によって、透明基板 1 の主面に形成されている。

[0031] 光硬化性樹脂は、光によって硬化するものであって、硬化後において当該マイクロレンズアレイ 10 がレンズとして透過すべき波長領域の光を通過させるものであれば特に制限されることなく使用される。例えば、紫外波長領域の光（例えば、波長が 200～400 nm の光）によって硬化する紫外線硬化樹脂や、赤外波長領域の光によって硬化する赤外線硬化樹脂などが挙げられる。なお、当該マイクロレンズアレイ 10 がレンズとして透過すべき波長領域の光が可視波長領域の一部の領域に限定される場合には、それを除いた可視波長領域内の光（例えば、緑波長領域の光）によって硬化する樹脂であってもよい。

[0032] 透明基板 1 は、主に光硬化性樹脂を利用してマイクロレンズアレイ構造を形成する際の土台として機能する。なお、同時に、撮像素子と張り合わされてパッケージ化された際に、撮像素子のカバーガラスの役目を果たしたり、また撮像素子への近赤外カット機能を付与、もしくは高める効果を付与することもできる。

[0033] 透明基板 1 は、図 1 に示した構成の場合には、当該マイクロレンズアレイ 10 がレンズとして透過すべき波長領域の光と、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層 2 の材料である光硬化性樹脂を硬化させる際に使用する光とを通過させるものであればよい。以下では、当該マイクロレンズアレイ 10 がレンズとして機能する際に透過すべき波長領域の光が可視波長領域の光である場合を例に説明する。

[0034] 透明基板 1 の構成材料としては、ガラス、水晶、ニオブ酸リチウム、サファイヤ等の結晶、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）等のポリエステル樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン酢酸ビニル共重合体等のポリオレフィン樹脂、ノルボルネン樹脂、ポリアクリレート、ポリメチルメタクリレート等のアクリル樹脂、ウレタン樹脂、塩化ビニル樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリビ

ニルブチラール樹脂、ポリビニルアルコール樹脂等が挙げられる。これらの材料は、赤外波長領域に対して吸収特性を有するものであってもよい。例えば、赤外線吸収ガラスや赤外線吸収剤を含んだ樹脂であってもよい。

[0035] ガラスは、可視波長領域で透明な材料から適宜選択して使用できる。例えば、ホウケイ酸ガラスは、加工が容易で、光学面における傷や異物等の発生を抑制できるために好ましく、アルカリ成分を含まないガラスは、接着性、耐候性等が良好なために好ましい。

[0036] また、ガラスとして、フツリン酸塩系ガラスやリン酸塩系ガラスにCuO等を添加した赤外波長領域に吸収を有する光吸収型のガラスも使用できる。特に、CuOを添加したフツリン酸塩系ガラスもしくはリン酸塩系ガラスは、可視波長領域の光に対し高い透過率を有するとともに、CuOが近赤外波長領域の光を十分に吸収するため、良好な近赤外線カット機能を付与できる。

[0037] CuOを含有するフツリン酸塩系ガラスの具体例としては、質量%で、P₂O₅が46~70%、AlF₃が0.2~20%、MgF₂+CaF₂+SrF₂+BaF₂+PbF₂が1~50%、LiF+NaF+KFが0~25%（ただし、Fが0.5~32%）、Oが26~54%を含有する基礎ガラス100重量部に対して、CuOを0.5~7重量部含有させたものが挙げられる。市販品としては、NF-50ガラス（旭硝子社製 商品名）等が例示される。

[0038] また、CuOを含有するフツリン酸塩系ガラスの他の具体例としては、質量%で0.5~43%のP₂O₅、2.5~73%のRF₂（Rは原子価が2価の金属であるBa, Sr, Ca, Mg, ZnおよびPbから選ばれる少なくとも1種である）、0~22%のR'F（R'は原子価が1価の金属であるLi, NaおよびKから選ばれる少なくとも1種である）、0~71%のR''F_m（R''は原子価が3~5価の金属であるLa, Y, Gd, Si, B, Zr, TaおよびYbから選ばれる少なくとも1種であり、mはR''の原子価に相当する数である）を含有し、さらに金属酸化物を以下の式を満足する

ように含有する基礎ガラス100重量部と、0.2～15重量部のCuOとを含むものが挙げられる。市販品としては、C5000ガラス（HOYA社製 商品名）等が例示される。

$$y / (x + y) = 0.05 \sim 0.95$$

（式中xは金属酸化物（ P_2O_5 ）を除く）の含量であり、yは全弗化物の含量である。）

[0039] また、CuOを含有するフツリン酸塩系ガラスの他の具体例としては、カチオン%表示で、 P^{5+} が23～41%、 Al^{3+} が4～16%、 Li^+ が11～40%、 Na^+ が3～13%、 R^{2+} が12～53%（ただし、 R^{2+} は、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} および Zn^{2+} の合計量）、および Cu^{2+} が2.6～4.7%を含むと共に、アニオン%表示で、 F^- が25～48%および O^{2-} が52～75%を含み、実質的にヒ素および鉛を含まず、液相温度が750℃以下であるものが挙げられる。市販品としては、CD5000ガラス（HOYA社製 商品名）等が例示される。

[0040] この他にも、透明基板1の材料として、貼り合わせ先となる撮像素子基板または撮像素子パッケージ（以下、単に被貼着部という。）と同じまたはそれと近い線膨張係数を有する材料を用いると、熱膨張係数の違いによる昇温時のマイクロレンズアレイと撮像素子の画素アレイの位置ずれによる集光スポットのずれを防止でき、好ましい。

[0041] 例えば、被貼着部の材質がシリコンであれば、線膨張係数が $0.3 \times 10^{-6} \sim 1.1 \times 10^{-6} / K$ 近傍の材料が好適であり、好ましくは線膨張係数が $0.3 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6} / K$ 近傍の材料がより好適であり、さらに好ましくは線膨張係数が $2 \times 10^{-6} \sim 4 \times 10^{-6} / K$ 近傍の材料がさらに好適である。

[0042] また、例えば、被貼着部の材質がゲルマニウムであれば、線膨張係数が $0.3 \times 10^{-6} \sim 1.4 \times 10^{-6} / K$ 近傍の材料が好適であり、好ましくは線膨張係数が $3 \times 10^{-6} \sim 9 \times 10^{-6} / K$ 近傍の材料がより好適であり、さらに好ましくは線膨張係数が $5 \times 10^{-6} \sim 7 \times 10^{-6} / K$ 近傍の材料がさらに好

適である。

- [0043] また、例えば、被貼着部の材質がアルミナ等のセラミックスであれば、線膨張係数が $0.3 \times 10^{-6} \sim 1.5 \times 10^{-6} / \text{K}$ 近傍の材料が好適であり、好ましくは線膨張係数が $4 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-6} / \text{K}$ 近傍の材料がより好適であり、さらに好ましくは線膨張係数が $6 \times 10^{-6} \sim 8 \times 10^{-6} / \text{K}$ 近傍の材料がさらに好適である。
- [0044] また、透明基板1の材料は、 α 線放出量が少ないものの方が α 線に起因する撮像素子のノイズ発生、撮像素子のダメージを抑制できるため好ましい。例えば、 $0.01 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下が好ましく、 $0.005 \text{ c} / \text{cm}^2 \cdot \text{hr}$ 以下がより好ましい。
- [0045] 透明基板1の厚みは、特に限定されないが、小型化、軽量化を図る点からは、 $0.1 \sim 3 \text{ mm}$ の範囲が好ましく、 $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ の範囲がより好ましい。
- [0046] 光反射膜3は、主にマイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層2の形成を促進するために設けられるものである。従って、光反射膜3は、少なくとも樹脂層2の材料である光硬化樹脂を硬化する際に使用する光を反射する効果を有していればよい。なお、同時に、近赤外線カットフィルタ機能を付与、もしくは高める効果を付与することも可能である。
- [0047] 例えば、光反射膜3を紫外・赤外光反射膜3として構成する場合には、誘電体層Aと、誘電体層Aが有する屈折率よりも高い屈折率を有する誘電体層Bとを、スパッタリング法や真空蒸着法等により、交互に積層した誘電体多層膜から構成してもよい。
- [0048] 誘電体層Aを構成する材料としては、屈折率が 1.6 以下、好ましくは $1.2 \sim 1.6$ の材料が使用される。具体的には、シリカ(SiO_2)、アルミナ、フッ化ランタン、フッ化マグネシウム、六フッ化アルミニウムナトリウム等が使用される。また、誘電体層Bを構成する材料としては、屈折率が 1.7 以上、好ましくは $1.7 \sim 2.5$ の材料が使用される。具体的には、チタニア(TiO_2)、ジルコニア、五酸化タンタル、五酸化ニオブ、酸化ラン

タン、イットリア、酸化亜鉛、硫化亜鉛等が使用される。なお、屈折率は、波長550nmの光に対する屈折率をいう。

[0049] 誘電体多層膜は、前述したスパッタリング法や真空蒸着法その他、イオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD法等によっても形成できる。スパッタリング法やイオンプレーティング法は、いわゆるプラズマ雰囲気処理であることから、特に近赤外線吸収ガラスを用いた透明基板1に対する密着性を向上できる。

[0050] 反射防止膜4は、当該マイクロレンズアレイ10に入射する光の反射を防止することにより透過率を向上させ、効率良く入射光を利用する機能を有するもので、従来より知られる材料及び方法により形成できる。具体的には、反射防止膜4は、スパッタリング法、真空蒸着法、イオンビーム法、イオンプレーティング法、CVD法等により形成したシリカ、チタニア、五酸化タンタル、フッ化マグネシウム、ジルコニア、アルミナ等の1層以上の膜や、ゾルゲル法、塗布法等により形成したシリケート系、シリコン系、フッ化メタクリレート系等から構成される。反射防止膜4の厚みは、通常、100～600nmの範囲である。なお、反射防止膜4は省略してもよいが、効率よく入射光を利用するために、備えている方が好ましい。

[0051] なお、本発明においては、透明基板1の光反射膜3が形成される面とは反対側の面に、反射防止膜4に代えて、あるいは反射防止膜4と透明基板1との間に、少なくとも紫外波長領域の光を反射する誘電体多層膜からなる第2の光反射膜を設けてもよい。なお、第2の光反射膜は、紫外波長領域および赤外波長領域の光を反射する誘電体多層膜であってもよい。

[0052] 第2の光反射膜を構成する誘電体多層膜は、特に限定されるものではなく、光反射膜3を構成する誘電体多層膜と、同様の材料を用いて同様の方法で形成できる。光反射膜3を、前述した入射角依存性を低減した誘電体多層膜で構成した場合には、第2の光反射膜は、次のような誘電体多層膜で構成することが好ましい。

[0053] すなわち、この誘電体多層膜は、屈折率が1.6以下の低屈折率の誘電体

層 A と、屈折率が 2 以上の高屈折率の誘電体層 B とからなる単位誘電体層を 3 層以上積層したものである。

[0054] 次に、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 の製造方法について説明する。図 2 (a) ~ 2 (g) は、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 の製造方法の一例を示す説明図である。

[0055] 図 2 (a) ~ 2 (g) に示す例では、まず透明基板 1 の一方の主面全体に、光反射膜 3 を形成する (図 2 (a))。光反射膜 3 として、例えば、紫外波長領域の光 (例えば、波長が 200 ~ 400 nm の光全部またはその一部) を反射する誘電体多層膜を形成してもよい。光反射膜 3 の形成方法は既に説明したとおりである。例えば、誘電体層 A と、誘電体層 A が有する屈折率よりも高い屈折率を有する誘電体層 B とを、スパッタリング法や真空蒸着法等を用いて交互に積層することにより、形成する。

[0056] 次に、光反射膜 3 が形成されている透明基板 1 のもう一方の主面に、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層 2 を形成する (図 2 (b) ~ 2 (f))。

[0057] 図 2 (a) ~ 2 (g) に示す方法では、予め、形成したい樹脂層 2 のマイクロレンズアレイ構造を有する側の表面形状に対応した透明モールド 801 を用意しておく (図 2 (b))。このとき、透明モールド 801 の表面には、被転写型材 (本例では、光硬化性樹脂) との剥離性を高めるために、離型処理として、ポリマー系の SAM (自己組織単分子モノマー) 膜や DLC (ダイヤモンドライクカーボン) 膜を塗布してもよい。透明モールドの材質は、ガラスや樹脂などが使用できる。

[0058] 次に、透明基板 1 の光反射膜 3 が形成されていない側の主面上に、インプリント材料として、樹脂層 2 の材料である光硬化性樹脂 2A を塗布する (図 2 (c))。このとき、個々のマイクロレンズ 21 が形成される位置に対応して、光硬化性樹脂 2A を選択的に塗布してもよい。また、塗布に先立って、透明基板 1 に対する密着性を高めるために、透明基板 1 の表面にヘキサメチルジシラザン (HMDS)、シランカップリング材等によるカップリング

処理を行ってもよい。

[0059] その後、塗布した光硬化性樹脂 2 A に透明モールド 8 0 1 を押し付けて光硬化性樹脂 2 A を透明基板 1 上に伸ばし広げることにより、光硬化性樹脂 2 A を透明モールド 8 0 1 の形状すなわちマイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層 2 の表面形状に成形する（図 2（d））。なお、図 2（d）において、F は押力を表している。

[0060] そして、成形された光硬化性樹脂 2 A に透明モールド 8 0 1 を介して照射を行い、光硬化性樹脂 2 A を光硬化させる（図 2（e））。照射する光 L は、例えば、光硬化性樹脂 2 A が紫外波長領域の光によって硬化するものであれば、少なくともそのような紫外波長領域の光を含む光を照射する。本実施形態では、樹脂層 2 となる光硬化性樹脂 2 A が塗布された面よりも裏面側、すなわち露光装置からみて光硬化性樹脂 2 A の背面に、紫外波長領域の光を反射する誘電体多層膜からなる光反射膜 3 が設けられている。すると、光硬化性樹脂 2 A を硬化させる光は、光硬化性樹脂 2 A を通過した後に、光反射膜 3 で反射されて、再度光硬化性樹脂 2 A に戻ることになる。すなわち、光反射膜 3 があることにより、光硬化性樹脂 2 A の硬化に寄与でき、光硬化性樹脂 2 A を速かに硬化できる。

[0061] その後、透明モールド 8 0 1 を離型して、透明基板 1 上にマイクロレンズアレイ構造すなわちアレイ状に並んだ複数のマイクロレンズ 2 1 を有する樹脂層 2 を得る（図 2（f））。

[0062] 最後に、その樹脂層 2 のマイクロレンズアレイ構造が形成されている側の面上に反射防止膜 4 を形成して、マイクロレンズアレイ 1 0 を得る（図 2（g））。ここで、第 2 の光反射膜を備える場合には、反射防止膜 4 に代えてまたは反射防止膜 4 を形成する前に、第 2 の光反射膜を形成してもよい。なお、反射防止膜 4 と透明基板 1 との間、例えば、透明基板 1 と樹脂層 2 との間に第 2 の光反射膜を設ける場合には、図 2（a）において、透明基板 1 の両面に、光反射膜を形成し、一方を光反射膜 3、他方を第 2 の光反射膜とすればよい。

- [0063] また、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 は、次に示す方法によっても作製できる。図 3 (a) ~ 3 (g) は、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 の製造方法の他の例を示す説明図である。
- [0064] 図 3 (a) ~ 3 (g) に示す例においても、まず透明基板 1 の一方の主面全体に、光反射膜 3 を形成する (図 3 (a))。光反射膜 3 として、例えば、紫外波長領域の光 (例えば、波長が 200 ~ 400 nm の光全部またはその一部) を反射する誘電体多層膜を形成してもよい。
- [0065] 次に、光反射膜 3 が形成されている透明基板 1 のもう一方の主面に、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層 2 を形成する (図 3 (b) ~ 3 (f))。
- [0066] 図 3 (a) ~ 3 (g) に示す方法では、まず透明基板 1 の光反射膜 3 が形成されていない側の表面全体に、フォトリソ材料として、樹脂層 2 の材料である光硬化性樹脂 2 A を塗布して樹脂膜を形成する (図 3 (b))。光硬化性樹脂の塗布方法としては、スピコート法、バーコート法、ディップコート法、キャスト法、スプレーコート法、ビードコート法、ワイヤーバーコート法、ブレードコート法、ローラーコート法、カーテンコート法、スリットダイコート法、グラビアコート法、スリットリバーコート法、マイクログラビア法、コンマコート法等を使用できる。塗布は、複数回に分けて実施してもよい。また、塗布に先立って、透明基板 1 に対する密着性を高めるために、透明基板 1 の表面にヘキサメチルジシラザン (HMDS)、シランカップリング材等によるカップリング処理を行ってもよい。
- [0067] 次に、樹脂層 2 におけるマイクロレンズ 21 に対応する位置を開口させたフォトマスク 802 を介して、光硬化性樹脂 2 A に光 L を照射する (図 3 (c))。照射する光は、例えば、光硬化性樹脂 2 A が紫外波長領域の光によって硬化するものであれば、少なくともそのような紫外波長領域の光を含む光を照射する。これによって、光が照射された部分の光硬化性樹脂 2 A が硬化する。図 3 (a) ~ 3 (g) に示す例においても、露光装置からみて光硬化性樹脂 2 A の背面に、紫外波長領域の光を反射する誘電体多層膜からなる

光反射膜 3 が設けられている。このような位置関係に光反射膜 3 があることにより、光硬化性樹脂 2 A の硬化に寄与でき、光硬化性樹脂 2 A を速かに硬化できる。

[0068] この後、未照射部の光硬化性樹脂 2 A を現像により選択的に除去することにより、透明基板 1 上のマイクロレンズ 2 1 を形成したい位置に、光硬化された樹脂による断面形状が矩形のパターン（以下、その一つ一つをパターン 2 A という。）が残された状態になる（図 3（d））。現像は、ウエット現像、ドライ現像等が用いられる。ウエット現像の場合は、アルカリ性水溶液、水系現像液、有機溶剤等、光硬化性樹脂 2 A の種類に対応した現像液を用いて、ディップ方式、スプレー方式、パドル方式、ブラッシング、スラッピング等の公知の方法により行える。

[0069] 次に、サーマルリフローにより、図 3（d）の現像工程で残された光硬化された樹脂による各パターン 2 A を溶融させ、再流動させる（図 3（e））。なお、図 3（e）において、803 は加熱装置を表している。

[0070] 所定時間の加熱により、透明基板 1 上にマイクロレンズアレイ構造すなわちアレイ状に並んだ複数のマイクロレンズ 2 1 を有する樹脂層 2 を得る（図 3（f））。

[0071] なお、図 3（c）の露光工程から図 3（f）のサーマルリフロー工程完了までの一連の工程に代わって、グレースケールマスクを用いたフォトリソを行い、光硬化性樹脂 2 A に曲面形状を付与する一連の工程（後述の図 4（c）～4（f）に示す工程）を行うことも可能である。

[0072] 最後に、その樹脂層 2 のマイクロレンズアレイ構造が形成されている側の面上に反射防止膜 4 を形成して、マイクロレンズアレイ 10 を得る（図 3（g））。本例でも同様に、第 2 の光反射膜を備える場合には、ここで、反射防止膜 4 に代えてまたは反射防止膜 4 を形成する前に、第 2 の光反射膜を形成してもよい。なお、反射防止膜 4 と透明基板 1 との間、例えば、透明基板 1 と樹脂層 2 との間に第 2 の光反射膜を設ける場合には、図 3（a）において、透明基板 1 の両面に、光反射膜を形成し、一方を光反射膜 3 とし、他方

を第2の光反射膜とすればよい。

[0073] 図4(a)～4(g)は、本実施形態のマイクロレンズアレイ10の製造方法の他の例を示す説明図である。なお、図4(a)、4(b)および4(g)の工程は、図3(a)、3(b)および3(g)と同じため、説明を省略する。

[0074] 図4(c)～4(f)では、グレースケールマスクを用いたフォトリソ工程を含む一連の工程を行う。図4(c)では、フォトマスク802として、マイクロレンズ21の各レンズ形状を基に設計された所定の透過光量分布を有しているグレースケールのマスクを用いて、光硬化性樹脂2Aに光Lを照射する。本例の場合、例えば、レンズの頂点付近に対応する位置など現像工程において残存部分を多くしたい領域ほど透過率が高く、レンズとレンズの間隙に対応する位置など現像工程において残存部分を少なくしたい領域ほど透過率が低くなるよう制御された透過光量分布を有しているグレースケールマスクを用いる。

[0075] 次に、未感光部の光硬化性樹脂2Aを現像により選択的に除去する(図4(d))。これにより、透明基板1上のマイクロレンズ21を形成したい位置に、光硬化された樹脂による断面形状が凸球面形状のパターン2Aが形成された状態になる。なお、フォトマスクの透過光量分布を制御することにより、球面形状の各パターン2Aを隙間無く形成できる。

[0076] 次の図4(e)は、ポストバーク工程である。所定時間の加熱により、フォトレジスト中の樹脂間の反応を進め、下地との密着性やエッチング耐性を向上させる。以上の工程により、透明基板1上にマイクロレンズアレイ構造すなわちアレイ状に並んだ複数のマイクロレンズ21を有する樹脂層2を得る(図4(f))。

[0077] このように、本実施形態のマイクロレンズアレイ10においては、樹脂層2のマイクロレンズアレイ構造を有する側の表面を上面としてみた場合に、その背面側に光反射膜3を備えるので、硬化に要する時間を短縮できる。従って、短時間に樹脂層2を形成でき、その結果マイクロレンズアレイ10の

生産性を向上できる。また、光反射膜 3 または透明基板 1 が赤外線を吸収または反射する場合には、製造時間の短縮化による生産性の向上効果に加えて、撮像素子への近赤外カットフィルタの機能を有するマイクロレンズアレイを提供できる。さらに、透明基板 1 に耐熱性や接着性、耐候性等が高いガラス材料を用いれば、マイクロレンズアレイ 10 の耐久性を向上できる。

[0078] 図 5 は、光反射膜 3 による効果を確認するために、透明基板 1 の一方の主面に光反射膜 3 を設けずに、樹脂層 2 を形成した場合（図 5 における「光反射膜なし」）と、図 1 に示すように、透明基板 1 の一方の主面に光反射膜 3 を設けた透明基板 1 の他方の表面に樹脂層 2 を形成した場合（図 5 における「光反射膜あり」）の、光硬化性樹脂 2 A に対する露光時間と、硬化した光硬化性樹脂 2 A の反応率の関係を調べた結果を示したグラフである。光硬化性樹脂 2 A への露光量が不十分な場合、硬化する光硬化性樹脂 2 A の反応率が小さくなる。

[0079] グラフから明らかなように、光反射膜 3 を背面に有する光硬化性樹脂 2 A は短時間でも速やかに硬化しているのに対し、光反射膜 3 を有しない光硬化性樹脂 2 A は硬化するのに時間がかかっており、光硬化性樹脂 2 A の硬化性に対する光反射膜 3 の効果が確認できる。

[0080] なお、これまでの説明では、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層 2 の材料に光硬化性樹脂を用いる例を示したが、マイクロレンズの材料は感光性樹脂であればよく、例えば光可溶性樹脂を用いることも可能である。

[0081] フォトリソプロセスに用いられる感光性樹脂には、光で不溶化するネガ型と光で可溶化するポジ型があり、上述の光硬化性樹脂は一般にネガ型感光性樹脂組成物 (negative photosensitive resin composition) と呼ばれている。光硬化性樹脂の場合、露光により感光部（照射部）が硬化し、現像液で現像することにより未感光部が洗い流されて、感光部が残る。一方、光可溶性樹脂は、ポジ型感光性樹脂組成物 (positive photosensitive resin composition) と呼ばれるもので、露光により感光部が可溶化

し、現像液で現像することにより感光部が洗い流されて、未感光部が残る。

[0082] 樹脂層 2 の材料としての光可溶性樹脂は、光によって可溶化するものであって、光照射後の未感光部において、ブリーチング後にマイクロレンズアレイがレンズとして透過すべき波長領域の光を通過させるものであれば特に制限なく使用される。

[0083] また、光可溶性樹脂を用いる場合、透明基板 1 は、当該マイクロレンズアレイ 10 がレンズとして透過すべき波長領域の光と、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層 2 の材料である光可溶性樹脂を反応させる際に使用する光とを通過させるものとする。また、製造工程では、フォトマスク 802 として、上述したマスクに対してネガポジが反転した、より具体的には開口部分または面内の開口比率もしくは透過率の高低が反転したマスクを使用する。

[0084] 図 6 (a) ~ 6 (g) は、樹脂層 2 の材料に光可溶性樹脂を用いる場合のマイクロレンズアレイ 10 の製造方法の一例を示す説明図である。なお、図 6 (a) ~ 6 (g) では、6 (g) 以降の工程は、図 3 (f) 以降の工程と同じであるため図示省略している。また、図 6 (a) に示す工程は図 3 (a) に示す工程と同様のため、以下説明を省略する。

[0085] 図 3 (a) と同様の方法により光反射膜 3 を形成すると、次いで、透明基板 1 の光反射膜 3 が形成されていない側の表面全体に、フォトリソ材料として、樹脂層 2 の材料である光可溶性樹脂 2C を塗布して樹脂膜を形成する (図 6 (b))。光可溶性樹脂の塗布方法としては、光硬化性樹脂の塗布方法として示したものが同様に使用できる。

[0086] 次に、樹脂層 2 におけるマイクロレンズ 21 のレンズとレンズの間隙に対応する位置を開口させたフォトマスク 802 を介して、形成した樹脂膜に光 L を照射する (図 6 (c))。照射する光は、例えば、光可溶性樹脂 2C が紫外波長領域の光によって反応するものであれば、少なくともそのような紫外波長領域の光を含む光を照射する。これによって、光が照射された部分の光可溶性樹脂 2C が可溶化する。図 6 (a) ~ 6 (g) に示す例におい

ても、露光装置からみて光可溶性樹脂 2 C の背面に、紫外波長領域の光を反射する誘電体多層膜からなる光反射膜 3 が設けられている。このような位置関係に光反射膜 3 があることにより、光可溶性樹脂 2 C の反応に寄与でき、光可溶性樹脂 2 C を速かに可溶化できる。

[0087] この後、樹脂膜の感光部において可溶化した光可溶性樹脂 2 C を現像により溶解させて選択的に除去することにより、透明基板 1 上のマイクロレンズ 2 1 を形成したい位置に、溶解された樹脂の残存部分による断面形状が矩形のパターン（以下、その一つ一つをパターン 2 C という。）が残された状態になる（図 6（d））。現像は、ウエット現像、ドライ現像等が用いられる。ウエット現像の場合は、アルカリ性水溶液、水系現像液、有機溶剤等、光可溶性樹脂 2 C の種類に対応した現像液を用いて、ディップ方式、スプレー方式、パドル方式、ブラッシング、スラッピング等の公知の方法により行える。

[0088] 次いで、各パターン 2 C が形成されている面の全面を再度露光する（図 6（e））。この工程は、ブリーチングと呼ばれ、現像後に再露光することにより、未反応の PAC（Photo Active Compound）を反応させ透過率を上げる。

[0089] 以降の工程は、図 3（a）～3（g）と同様である。すなわち、サーマルリフローにより、現像工程で残された樹脂による各パターン 2 C を溶融させ、再流動させて、透明基板 1 上にマイクロレンズアレイ構造すなわちアレイ状に並んだ複数のマイクロレンズ 2 1 を有する樹脂層 2 を得る（図 6（f）、6（g））。なお、本例においても、図 6（c）の露光工程から図 6（g）のサーマルリフロー工程完了までの一連の工程に代わって、グレースケールマスクを用いたフォトリソ工程を含む一連の工程（後述の図 7（c）～7（g）に示す工程）を行い、光可溶性樹脂 2 C による樹脂膜に球面形状を付与してもよい。

[0090] 図 7（a）～7（g）は、光可溶性樹脂を用いたマイクロレンズアレイ 1 0 の製造方法の他の例を示す説明図である。図 7（c）～7（f）に示す

工程は、樹脂層 2 の材料に光可溶性樹脂を用いていることから、図 4 (c) ~ 4 (f) に示した工程と比べて、ネガポジが反転したフォトマスク 802 を使用している点、および現像工程 (図 7 (d)) とポストベーク工程 (図 7 (f)) の間にブリーチング工程 (図 7 (e)) が追加されている点と異なる。なお、他の点に関しては図 4 (a) ~ 4 (g) と同様である。

[0091] 図 7 (c) では、フォトマスク 802 として、マイクロレンズ 21 の各レンズ形状を基に設計された所定の透過光量分布を有しているグレースケールのマスクを用いて、光可溶性樹脂 2C による樹脂膜に光 L を照射する。本例の場合、例えば、レンズの頂点付近に対応する位置など現像工程において残存部分を多くしたい領域ほど透過率が低く、レンズとレンズの隙間に対応する位置など現像工程において残存部分を少なくしたい領域ほど透過率が高くなるよう制御された透過光量分布を有しているグレースケールマスクを用いる。

[0092] この後、樹脂膜の感光部において可溶化した光可溶性樹脂 2C を現像により溶解させて選択的に除去することにより、透明基板 1 上のマイクロレンズ 21 を形成したい位置に、溶解された樹脂の残存部分による断面形状が凸球面形状のパターン (以下、その一つ一つをパターン 2C という。) が形成された状態になる (図 7 (d))。本例においても、フォトマスクの透過光量分布を制御することにより、球面形状の各パターン 2C を隙間無く形成できる。

[0093] このようにして球面形状のパターン 2C を有する樹脂層 2 を得ると、各パターン 2C が形成されている面の全面を再度露光した上で (図 7 (e))、ポストベークを行う (図 7 (f))。以降は、図 3 (f) 以降に示す工程と同様である。

[0094] また、図 8 ~ 図 11 は、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 の他の例を概略的に示す断面図である。図 8 に示すように、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 は、透明基板 1 の一方の面上に、光反射膜 3 と樹脂層 2 とがこの順番に積層された構成であってもよい。このような構成であっても、樹

脂層 2 のマイクロレンズアレイ構造を有する側の背面側が光反射膜 3 となる位置に露光装置を備えることによって、硬化または可溶化に要する時間を短縮できる。

[0095] なお、図 8 に示す構成の場合、透明基板 1 の材料として、紫外波長領域に対して吸収特性を有するものを使用できる。なお、透明基板 1 と樹脂層 2 の間に光反射膜 3 を設ける場合には、図 8 に示すように、樹脂層 2 の上だけでなく、透明基板 1 のもう一方の面上にも反射防止膜 4（より具体的には、反射防止膜 4-2）を備えた方がより好ましい。

[0096] また、図 9 に示すように、本実施形態のマイクロレンズアレイ 10 は、透明基板 1 と反射防止膜 4（より具体的には、反射防止膜 4-2）との間に、赤外光吸収膜 5 を備えていてもよい。赤外光吸収膜 5 は、透明基板 1 と光反射膜 3 の間に設けられていてもよい。

[0097] 赤外光吸収膜 5 は、例えば、赤外波長領域の光を吸収する赤外線吸収剤を含む透明樹脂から構成される。透明樹脂は、可視波長領域の光を透過するものであればよく、例えば、アクリル樹脂、スチレン樹脂、ABS樹脂、AS樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、アセテート系樹脂、セルロース系樹脂、ポリエステル樹脂、アリルエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドエーテル樹脂、ポリアミドイミド樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ウレア樹脂等が挙げられる。

[0098] また、赤外波長領域の光を吸収する赤外線吸収剤としては、ITO ($\text{In}_2\text{O}_3-\text{TiO}_2$ 系)、ATO ($\text{ZnO}-\text{TiO}_2$ 系)、ホウ化ランタン等の無機微粒子や、シアニン系化合物、フタロシアニン系化合物、ナフトロシアニン系化合物、ジチオール金属錯体系化合物、ジイモニウム系化合物、ポリメチン系化合物、フタリド化合物、ナフトキノロン系化合物、アントラキノロン系化合物、インドフェノール系化合物等の有機系色素が挙げられる。

[0099] その他、無機微粒子として、少なくとも Cu 及び / または P を含む酸化物の結晶子からなり、数平均凝集粒子径が 5 ~ 200 nm のものであり、好ま

しくは、下式(1)で表わされる化合物の結晶子からなり、数平均凝集粒子径が5~200nmのものが使用できる。

[0100] $A_{1/n}CuPO_4$. . . 式(1)

(式中、Aは、アルカリ金属(Li、Na、K、Rb、Cs)、アルカリ土類金属(Mg、Ca、Sr、Ba)及びNH₄からなる群より選ばれる少なくとも1種であり、添字のnは、Aがアルカリ金属またはNH₄の場合は1であり、Aがアルカリ土類金属の場合は2である。)

[0101] このような結晶子からなるものは、結晶構造に起因する赤外線吸収特性を維持でき、また、結晶子が微粒子であるため、赤外光吸収膜5中に高濃度で含有でき、単位長あたりの吸収能を大きくできることから好ましい。

[0102] 無機微粒子は、耐候性、耐酸性、耐水性等の向上や表面改質によるバインダ樹脂との相溶性の向上を目的に、公知の方法で表面処理がされていてもよい。

[0103] また、有機系色素として、近赤外波長領域の透過率を広範囲に抑制させる色素が好ましく、上記記載の化合物が例示されるが、近赤外線吸収層において450~600nmの可視波長帯域を高透過とし、695~720nmの近赤外波長帯域を低透過(遮光)とし、その境界領域を急峻にする作用を有する近赤外吸収色素(A1)を含有することが好ましく、その吸収スペクトルの最大吸収ピークにおけるλ_{max}が695~720nmの領域にあり、かつ吸収スペクトルの最大吸収ピークにおける半値全幅は60nm以下である近赤外吸収色素がより好ましい。

[0104] また、近赤外吸収色素(A1)としては、その吸収スペクトルが上記特徴を有する以外に、その吸収スペクトルにおいて、上記最大吸収ピーク以外に半値全幅が100nm以下の、形状がシャープな吸収ピークを有しないことが好ましい。具体的な近赤外吸収色素(A1)としては、スクアリリウム系化合物が特に優れ、その吸光特性は、近赤外線カットフィルタに求められる波長630~700nm付近の間で急峻に吸光度が変化する光学特性に合致すると共に保存安定性および光に対する安定性を確保できる点で好ましい。な

お、この色素を用いる場合、透明樹脂として、波長589nmにおける屈折率が1.54以上の透明樹脂の使用が好ましい。

[0105] 赤外線吸収剤は1種を単独で使用してもよく、2種以上を混合して用いてもよい。

[0106] 赤外光吸収膜5における赤外線吸収剤の含有量は、例えば、前述の少なくともCu及び/またはPを含む酸化物の結晶子からなる無機微粒子の場合、20~60質量%が好ましく、20~50質量%がより好ましい。また、前述の近赤外吸収色素(A1)の場合、0.05~5質量%が好ましく、0.5~3質量%がより好ましい。各赤外線吸収剤の含有量がこれら範囲未満では、赤外波長領域の光を十分に吸収できないおそれがあり、また、範囲を超えると、可視波長領域の光の透過性が低下するおそれがある。

[0107] 赤外光吸収膜5を構成する透明樹脂には、赤外線吸収剤の他に、さらに、本発明の効果を阻害しない範囲で、色調補正色素、レベリング剤、帯電防止剤、熱安定剤、酸化防止剤、分散剤、難燃剤、滑剤、可塑剤等が含有されていてもよい。

[0108] 赤外光吸収膜5は、例えば、透明樹脂、赤外線吸収剤、及び必要に応じて配合される他の添加剤を、分散媒または溶媒に分散または溶解させて塗工液を調製し、この塗工液を透明基板1の所望の面上に塗工し、乾燥させることにより形成できる。塗工、乾燥は、複数回に分けて実施できる。また、含有成分の異なる複数の塗工液を調製し、これらを順に塗工、乾燥させてもよい。具体的には、例えば、前述の少なくともCu及び/またはPを含む酸化物の結晶子からなる無機微粒子を含む塗工液と、ITO粒子を含む塗工液をそれぞれ個別に調製し、これらを順に塗工し、乾燥させてもよい。

[0109] 分散媒または溶媒としては、水、アルコール、ケトン、エーテル、エステル、アルデヒド、アミン、脂肪族炭化水素、脂環族炭化水素、芳香族炭化水素等が挙げられる。これらは、1種を単独で用いてもよく、2種以上を混合して用いてもよい。塗工液には、必要に応じて分散剤を配合できる。分散剤としては、例えば、界面活性剤、シラン化合物、シリコーンレジン、チタネ

ート系カップリング剤、アルミニウム系カップリング剤、ジルコアルミネート系カップリング剤等が使用される。

- [0110] 塗工液の調製には、自転・公転式ミキサー、ビーズミル、遊星ミル、超音波ホモジナイザ等の攪拌装置を使用できる。高い透明性を確保するためには、攪拌を十分に行うことが好ましい。攪拌は、連続的に行ってもよく、断続的に行ってもよい。
- [0111] また、塗工液の塗工には、スピコート法、バーコート法、ディップコート法、キャスト法、スプレーコート法、ビードコート法、ワイヤーバーコート法、ブレードコート法、ローラーコート法、カーテンコート法、スリットダイコート法、グラビアコート法、スリットリバーコート法、マイクログラビア法、コンマコート法等を使用できる。
- [0112] 赤外光吸収膜5の厚みは、 $0.01 \sim 200 \mu\text{m}$ の範囲が好ましく、 $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ の範囲がより好ましい。 $0.01 \mu\text{m}$ 未満では、所定の吸収能が得られないおそれがあり、また、 $200 \mu\text{m}$ を超えると、乾燥時に乾燥ムラが生じるおそれがある。
- [0113] このように、赤外光吸収膜5を備えることによって、マイクロレンズアレイ10に良好な近赤外線カット機能を具備できる。
- [0114] また、図10に示すように、本実施形態のマイクロレンズアレイ10は、樹脂層2のマイクロレンズアレイ構造が施されている面に対して、カバー層6を設けた構成であってもよい。カバー層6は、少なくともマイクロレンズが形成されている領域を覆う範囲に形成されていればよい。カバー層6は、例えば、樹脂を用いて形成できる。
- [0115] カバー層6を設けることによって、マイクロレンズアレイ構造を保護できる。また、カバー層6を設けることによって、焦点距離の制御範囲を広げることができる。曲率半径を大きくできないが焦点距離を大きくしたい場合などにカバー層6を設けるといった用法も挙げられる。すなわち、焦点距離を大きくしたい場合、レンズの高さを小さく（局率半径を大きく）する必要があるが、レンズの高さを物理的に小さくできない場合、レンズとカバー層の

屈折率の差を小さくすることにより、等価的にレンズの高さを小さくすることが可能になる。また、レンズとカバー層の屈折率の大小を切り替えることにより、同じ凸レンズ形状に作製したマイクロレンズを凹レンズとして機能させる、もしくは凹レンズ形状に作製したマイクロレンズを凸レンズに機能させるなどマイクロレンズの加工自由度も向上させることができ好ましい。図10に示すように、カバー層6の上にさらに反射防止膜4を設けてもよい。

[0116] また、これまでの説明では、透明基板1の片方の面にだけマイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層2を設ける例を示したが、図11に示すように、透明基板1の両方の面にマイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層2（より具体的には、樹脂層2-1, 2-2）を設けることも可能である。なお、その場合には、いずれかの樹脂層2と透明基板1の間に、光反射膜3が設けられた構成であればよい。なお、樹脂層2-1, 2-2よりも先に光反射膜3を形成する。また、それぞれの樹脂層2に対して、反射防止膜4（より具体的には、反射防止膜4-1, 4-2）を設けることも可能である。さらに、図示省略しているが、それぞれの樹脂層2に対して、カバー層6や反射防止膜4を設けることも可能である。

[0117] （第2の実施形態）

図12は、本発明の第2の実施形態によるマイクロレンズアレイ20を概略的に示す断面図である。なお、本実施形態以降、重複する説明を避けるため、第1の実施の形態と共通する点については説明を省略し、相違点を中心に説明する。

[0118] 本実施形態のマイクロレンズアレイ20は、図12に示すように、マイクロレンズアレイ構造が、樹脂層2ではなく、透明基板1の表面に直に形成されている。以下、透明基板1の表面に直に形成された各マイクロレンズをマイクロレンズ11という。

[0119] 次に、本実施形態のマイクロレンズアレイ20の製造方法について説明する。図13(a)~13(e)および図14(a)~14(e)は、本実施

形態のマイクロレンズアレイ 20 の製造方法の一例を示す説明図である。なお、図 14 (a) ~ 14 (e) は、使用する材料の違いから図 14 (b) に示す樹脂層 2' の形成工程が図 13 (b) と異なるだけで他は同じであるので、以下では主に図 13 (a) ~ 13 (e) を参照して本実施形態のマイクロレンズアレイ 20 の製造方法を説明する。

[0120] 図 13 (a) ~ 13 (e) に示す例においても、まず透明基板 1 の一方の主面全体に、光反射膜 3 を形成する (図 13 (a))。光反射膜 3 として、例えば、紫外波長領域の光 (例えば、波長が 200 ~ 400 nm の光全部またはその一部) を反射する誘電体多層膜を形成してもよい。

[0121] 次に、第 1 の実施形態と同様の方法を用いて、マイクロレンズアレイ構造と同じ形状を有する樹脂層 2' を形成する (図 13 (b))。本実施形態では、インプリント材料またはフォトリソ材料として、光硬化性樹脂 2 B や光可溶化性樹脂 2 D といった光に反応して硬化または可溶化する感光性樹脂を用いる。感光性樹脂は、光硬化性または光可溶化性を有していれば特に制限なく使用される。例えば、感光性アクリルモノマーを用いてもよい。なお、第 1 の実施形態で用いた光硬化性樹脂 2 A および光可溶化性樹脂 2 C は、レンズ材料となるため透過性を要するが、本実施形態で用いる光硬化性樹脂 2 B および光可溶化性樹脂 2 D は、マイクロレンズの形状を透明基板に転写するために用いるフォトレジストすなわちエッチングのためのマスクの材料であるので、透光性は要しない。以下、フォトレジスト材料の光硬化性樹脂 2 B および光可溶化性樹脂 2 D を、それぞれレジスト材料 2 B およびレジスト材料 2 D という。

[0122] 樹脂層 2' の形成は、レジスト材料 2 B を用いる場合には、例えば、図 2 (b) ~ 2 (f) に示した金型による形成方法や、図 3 (b) ~ 3 (f) に示したフォトマスクとサーマルリフローによる形成方法や、図 4 (b) ~ 4 (f) に示したグレースケールのフォトマスクによる形成方法を用いてもよい。また、レジスト材料 2 D を用いる場合には、例えば、図 6 (b) ~ 6 (g) に示したフォトマスクとサーマルリフローによる形成方法や、図 7 (b

) ~ 7 (g) に示したグレースケールのフォトマスクによる形成方法を用いてもよい。なお、本実施形態では樹脂層 2' をマスクとして使うので、図 6 (e) や図 7 (e) に示した透過率を上げるためのプロセスであるブリーチング工程を省略してもよい (図 13 (b) および図 14 (b) 参照)。

[0123] 透明基板 1 上にマイクロレンズアレイ構造すなわちアレイ状に並んだ複数のマイクロレンズ 11 と同じ形状を有する樹脂層 2' を得ると、その樹脂層 2' をマスクとして利用して、透明基板 1 のドライエッチングを行い (図 13 (c))、透明基板 1 の表面に樹脂層 2' の表面形状を転写する。これにより、透明基板 1 の表面に、マイクロレンズアレイ構造すなわちアレイ状に並んだ複数のマイクロレンズ 11 を形成する (図 13 (d))。

[0124] 最後に、その透明基板 1 のマイクロレンズアレイ構造が形成されている側の面上に反射防止膜 4 を形成する (図 13 (e))。

[0125] 尚、透明基板がエッチングしにくい材料の場合、エッチングしやすい材料を透明基板上に積層してエッチング層を形成した上で、当該エッチング層に対して同様の加工を行ってマイクロレンズアレイを形成してもよい。エッチングしやすい材料としては、 SiO_2 や、 Ta_2O_5 などが挙げられる。エッチング層は、これらの材料をスパッタリングや CVD、蒸着などにより透明基板上に形成できる。図 15 は、透明基板 1 にエッチング層 11 を積層した場合のマイクロレンズアレイ 20 の例である。本例の場合、他の部材 (例えば、光反射膜 3 等) との関係においては、エッチング層 12 も含めて透明基板 1 として扱えばよい。

[0126] このように、本実施形態のマイクロレンズアレイ 20 においても、製造過程において各マイクロレンズ 11 の形状を透明基板 1 に転写する際にフォトレジストとして用いる樹脂層 2' を形成するために、露光装置からみて背面側に光反射膜 3 が形成された状態で、レジスト材料 2B またはレジスト材料 2D に対して露光を行うように各部材が構成されているので、硬化または可溶化に要する時間を短縮できる。従って、短時間に樹脂層 2' を形成でき、その結果マイクロレンズアレイ 10 の生産性を向上できる。なお、他の点に

関しては、第1の実施形態と同様である。なお、エッチング工程における透明基材1と樹脂層2'の選択比（エッチングレートの比）を制御すると、球面の曲率半径は任意に調整できるため、樹脂層2'は必ずしもマイクロレンズアレイ構造と同じ形状で作成する必要はない。例えば、使用するガス・硝材・マスク材・装置エッチング条件により使用可能な選択比に合わせて樹脂層2'の曲率半径を調整してもよい。

[0127] また、図16～図18は、本実施形態のマイクロレンズアレイ20の他の例を概略的に示す断面図である。図16に示すように、本実施形態のマイクロレンズアレイ20においても、光反射膜3と反射防止膜4（より具体的には反射防止膜4-2）との間または透明基板1と光反射膜3との間に、赤外光吸収膜5を備えていてもよい。

[0128] また、図17に示すように、本実施形態のマイクロレンズアレイ20においても、透明基板1のマイクロレンズアレイ構造が施されている面に対して、カバー層6を設けた構成であってもよい。

[0129] また、図18に示すように、本実施形態においても、素子両面にマイクロレンズアレイ構造を設けることができる。例えば、図13(a)～13(e)に示した方法を用いて一方の面にマイクロレンズアレイ構造を有する透明基板1-1を形成した後、光反射膜3ともう1つの透明基板1-2とを接着剤等を用いて接着させ、その透明基板1-2の光反射膜3が設けられていない側の面に、再度同様の方法を用いてマイクロレンズアレイ構造を形成すればよい。

[0130] （第3の実施形態）

本実施形態では、マイクロレンズアレイと撮像素子基板とを一体化させた撮像素子パッケージについて説明する。なお、以下では図1に示したマイクロレンズアレイ10と撮像素子基板を一体化させた例を用いて説明するが、マイクロレンズアレイはこれまでに説明したマイクロレンズアレイのうちのいずれかであればよい。

[0131] 図19～図23は、本発明による撮像素子パッケージ100または撮像装

置 200 の例を概略的に示す断面図である。図 19 に示すように、本発明による撮像素子パッケージ 100 は、所定の画素ピッチに対応した受光素子アレイ 102 が形成されている撮像素子基板 101 とマイクロレンズアレイ 10 とをギャップスペーサ 201 が含有された接着剤 202 を用いて直接貼り合わせたものであってもよい。

[0132] 接着剤 202 は、例えば、エポキシ系の熱硬化型または光硬化型の樹脂を用いてもよい。その他にも、アクリル系、シリコン系の熱硬化型または光硬化型の樹脂を用いてもよい。

[0133] このように、光反射膜 3 を備えたマイクロレンズアレイ 10 と撮像素子基板とを一体化することによって、撮像素子への紫外線カットフィルタの機能を効果的に発現できる。また、マイクロレンズアレイ 10 が赤外領域の光を吸収または反射する部材を備えている場合には、撮像素子への近赤外カットフィルタの機能を効果的に発現できる。

[0134] なお、図 19 では、レンズ面が表（入射する側）となるように貼り合わせる例を示したが、図 20 に示すように、レンズ面を裏にして撮像素子基板 101 と貼り合わせることも可能である。また、収差を抑制できる点で、両面にマイクロレンズアレイ構造が設けられているマイクロレンズアレイを組み合わせたことがより好ましい。

[0135] また、図 21 に示すように、ギャップスペーサ 201 を用いる代わりに、マイクロレンズアレイの下側にくる表面の外周部に、フォトリソしたレジスト 203 を形成して所望の高さを作り、そのレジスト 203 と撮像素子基板 101 とを接着剤 202 により貼り合わせてもよい。なお、このレジスト 203 を形成する工程においても、レジスト材料に光硬化性樹脂または光可溶性樹脂を用いる場合には、光反射膜 3 による硬化時間または可溶化時間の短縮効果が得られる。

[0136] また、図 22 に示すように、撮像素子基板 101 が筐体 301 内に納められている構成の場合には、その開口部にマイクロレンズアレイ 10 の外周部を接着剤 202 により接着して一つのパッケージ部品としてもよい。

- [0137] また、図23に示すように、筐体301は、撮像素子基板101、マイクロレンズアレイ10、レンズ群500を保持固定するものであってもよい。また、筐体301は、撮像装置200を構成するものであってもよい。
- [0138] 図23に示す例では、撮像素子基板101、マイクロレンズアレイ10、レンズ群500は、光軸に沿って配置され、撮像素子基板101とレンズ群500の間にマイクロレンズアレイ10が配置される。撮像素子基板101には個体撮像素子がアレイ状に並び、撮像素子アレイ102を構成している。個々の撮像素子は、レンズ群500及びマイクロレンズアレイ10を通過して入射してきた光を電気信号に変換する電子部品であり、例えばCCDやCMOS等である。
- [0139] この撮像装置200においては、被写体側より入射した光は、レンズ群500、マイクロレンズアレイ10を通過して撮像素子アレイ102に入射する。この入射した光を各撮像素子が電気信号に変換し、画像信号として出力する。入射光は、マイクロレンズアレイ10を通過することで、十分に紫外線や近赤外線が遮蔽された光として撮像素子アレイ102で受光される。
- [0140] また、マイクロレンズアレイと撮像素子の画素アレイとを組み合わせる用いる光学装置において、マイクロレンズアレイの透明基板1とその貼着先である撮像素子基板または撮像素子を納めた筐体との間で熱膨張係数を合わせれば、昇温時のマイクロレンズアレイと撮像素子の画素アレイの位置ずれによる集光スポットのずれを防止できる。
- [0141] さらに、マイクロレンズアレイの透明基板1の材料に α 線放出量が低いガラスを用いれば、撮像素子で α 線によるノイズが発生することや、撮像素子のダメージを防止できる。

実施例

- [0142] 以下、具体的な例を用いて本発明によるマイクロレンズアレイおよび該マイクロレンズアレイを一体型のパッケージとして備える撮像素子パッケージを説明する。
- [0143] (実施例1)

本実施例は、図 1 に示す構成のマイクロレンズアレイ 10 の一実施例である。40 mm × 40 mm × 0.3 mm の角板状の赤外線吸収ガラス（NF-50 ガラス 旭硝子社製）である透明基板 1 の一方の表面に、真空蒸着法により、シリカ（SiO₂；屈折率 1.45（波長 550 nm））層とチタニア（TiO₂；屈折率 2.32（波長 550 nm））層とを交互に積層して、以下の表 1 に示すような構成からなる誘電体多層膜（34 層）の光反射膜 3 を形成する。

[0144] [表1]

	材料	物理的膜厚 (nm)		材料	物理的膜厚 (nm)
1 層目	TiO2	13.65	18 層目	SiO2	158.13
2 層目	SiO2	33.09	19 層目	TiO2	88.1
3 層目	TiO2	113.88	20 層目	SiO2	147.6
4 層目	SiO2	171.51	21 層目	TiO2	84.86
5 層目	TiO2	108.51	22 層目	SiO2	140.42
6 層目	SiO2	176.41	23 層目	TiO2	834
7 層目	TiO2	110.96	24 層目	SiO2	137.79
8 層目	SiO2	176.88	25 層目	TiO2	83.18
9 層目	TiO2	110.06	26 層目	SiO2	137.18
10 層目	SiO2	176.77	27 層目	TiO2	82.4
11 層目	TiO2	111.64	28 層目	SiO2	139.9
12 層目	SiO2	176.33	29 層目	TiO2	82.51
13 層目	TiO2	110.14	30 層目	SiO2	140.73
14 層目	SiO2	176.63	31 層目	TiO2	83.62
15 層目	TiO2	108.76	32 層目	SiO2	147.28
16 層目	SiO2	174.28	33 層目	TiO2	85.56
17 層目	TiO2	103.25	34 層目	SiO2	67.83

[0145] 次に、その光反射膜 3 を形成した透明基板 1 の他方の面に、フォトリソ材料として樹脂層 2（より具体的には、マイクロレンズアレイ構造）の材料

である光硬化性樹脂 2 A を 1 3 0 0 r p m にてスピン塗布し、1 0 0 ° C で加熱して膜厚 1 . 7 μ m の樹脂膜を形成する。ここでは、光硬化性樹脂として、屈折率が 1 . 5 2 の紫外線硬化型アクリレート系樹脂を用いる。

[0146] 次いで、得られた光硬化性樹脂 2 A による樹脂膜に対して、マイクロレンズ 2 1 に対応する位置を開口させたフォトマスクを介在させた状態で高圧水銀ランプにより 1 0 0 m J / c m ² の紫外線を照射し硬化させる。その後、0 . 0 4 質量%水酸化カリウム水溶液を用いて未露光部分を除去する。すると、透明基板 1 上に、光硬化された樹脂による直径 3 1 μ m、高さ 1 . 7 μ m の円柱が、3 2 μ m ピッチで配列したパターン 2 A を得る。

[0147] 次いで、得られた円柱のパターン 2 A を 2 0 0 ° C で加熱し、溶融させて、曲率半径 6 2 . 4 μ m の凸球面状のマイクロレンズ 2 1 にする。その結果、赤外線吸収ガラスである透明基板上に、3 2 μ m ピッチで配列して並んだマイクロレンズ 2 1 を有する樹脂層 2 を得る。

[0148] 次いで、その樹脂層 2 の上に、以下の表 2 に示すような構成からなる 3 層の反射防止膜 4 を形成する。

[0149] [表2]

	材料	屈折率*	物理的膜厚 (nm)
1 層目	Al ₂ O ₃	1.65	83.33
2 層目	ZrO ₂	2.05	134.15
3 層目	MgF ₂	1.38	99.64

* 波長 5 5 0 n m

[0150] そのようにして作製されたマイクロレンズアレイ 1 0 の樹脂層 2 は十分に硬化している。得られたマイクロレンズアレイ 1 0 の分光透過率曲線（入射角度 0 度）を図 2 5 に併せ示す。

[0151] (比較例 1)

誘電体多層膜による光反射膜 3 を形成せず、赤外線吸収ガラス（NF-50 ガラス）の一方の表面に樹脂層 2 を形成した以外は、実施例 1 と同様にし

て、マイクロレンズアレイを製造すると、 $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$ の紫外線の照射では、レジスト材料として用いた光硬化樹脂2Aを十分に硬化できない。

[0152] (実施例2)

赤外線吸収ガラス(NF-50ガラス)に代えて、厚さ0.3mmのソーダガラス板を用いた以外は、実施例1と同様にして、マイクロレンズアレイ10を製造する。

[0153] 形成された樹脂層2は十分に硬化する。得られた近赤外線カットフィルタの分光透過率曲線(入射角度0度)を図25に併せ示す。

[0154] (実施例3)

本実施例は、図9に示す構成のマイクロレンズアレイ10の一実施例である。本実施例では、 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times 0.3\text{ mm}$ の角板状のソーダガラスの一方の面に厚さ $8\text{ }\mu\text{m}$ の赤外光吸収膜5を形成し、他方の面に以下の表3に示す構成からなる誘電体多層膜(68層)の光反射層3を形成する。

[0155]

[表3]

	材料	物理的膜厚 (nm)		材料	物理的膜厚 (nm)
1 層目	TiO ₂	14.12	35 層目	TiO ₂	112.51
2 層目	SiO ₂	36.98	36 層目	SiO ₂	173.09
3 層目	TiO ₂	123.17	37 層目	TiO ₂	98.13
4 層目	SiO ₂	184.89	38 層目	SiO ₂	154.76
5 層目	TiO ₂	117.52	39 層目	TiO ₂	93.36
6 層目	SiO ₂	189.03	40 層目	SiO ₂	152.12
7 層目	TiO ₂	119.1	41 層目	TiO ₂	89.59
8 層目	SiO ₂	191.04	42 層目	SiO ₂	149.76
9 層目	TiO ₂	119.95	43 層目	TiO ₂	89.73
10 層目	SiO ₂	190.39	44 層目	SiO ₂	147.84
11 層目	TiO ₂	121.39	45 層目	TiO ₂	88.43
12 層目	SiO ₂	193.44	46 層目	SiO ₂	147.48
13 層目	TiO ₂	121.93	47 層目	TiO ₂	88.36
14 層目	SiO ₂	193.28	48 層目	SiO ₂	148.04
15 層目	TiO ₂	122.86	49 層目	TiO ₂	88.26
16 層目	SiO ₂	193.93	50 層目	SiO ₂	147.35
17 層目	TiO ₂	122.85	51 層目	TiO ₂	88.51
18 層目	SiO ₂	193.67	52 層目	SiO ₂	149.1
19 層目	TiO ₂	122.5	53 層目	TiO ₂	87.72
20 層目	SiO ₂	192.92	54 層目	SiO ₂	148.07
21 層目	TiO ₂	121.86	55 層目	TiO ₂	88.13
22 層目	SiO ₂	191.44	56 層目	SiO ₂	149.31
23 層目	TiO ₂	120.08	57 層目	TiO ₂	88.01
24 層目	SiO ₂	186.29	58 層目	SiO ₂	149.02
25 層目	TiO ₂	113.6	59 層目	TiO ₂	89.3
26 層目	SiO ₂	172.97	60 層目	SiO ₂	148.56
27 層目	TiO ₂	103.7	61 層目	TiO ₂	89.32
28 層目	SiO ₂	164.24	62 層目	SiO ₂	150.97
29 層目	TiO ₂	98.85	63 層目	TiO ₂	91.13
30 層目	SiO ₂	161.08	64 層目	SiO ₂	150.96
31 層目	TiO ₂	96.99	65 層目	TiO ₂	94.47
32 層目	SiO ₂	162.66	66 層目	SiO ₂	158.34
33 層目	TiO ₂	107.01	67 層目	TiO ₂	96.89
34 層目	SiO ₂	178.29	68 層目	SiO ₂	81.44

[0156] さらに、赤外吸収膜 5 の表面に以下の表 4 に示す構成からなる反射防止層

4を形成する。

[0157] [表4]

	材料	物理的膜厚(nm)
1層目	TiO ₂	11.53
2層目	SiO ₂	44.26
3層目	TiO ₂	36.7
4層目	SiO ₂	26.63
5層目	TiO ₂	344.43
6層目	SiO ₂	100.55

[0158] その後、誘電体多層膜の光反射層3の表面に、実施例1と同様の方法により、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層2を形成する。さらに、その樹脂層2のマイクロレンズアレイ構造が施されている側の面上に上述の表4に示す構成からなる反射防止層4を形成して、マイクロレンズアレイ10を作製する。赤外光吸収膜5の形成方法は次のとおりである。

[0159] アセトンに溶解して測定される波長領域400~1000nmの光の吸収スペクトルが図24に示されるパターンを有する赤外線吸収色素と、アクリル樹脂の50質量%溶液とを、アクリル樹脂100質量部に対して赤外線吸収色素が0.8質量部となるような割合で混合した後、室温で攪拌溶解して塗工液を得る。得られた塗工液を、厚さ1mmのソーダガラス板上にギャップ30 μ mのアプリケータを用いてダイコート法により塗布し、100℃で5分間加熱乾燥する。その後、塗膜に波長365nmの紫外線を360mJ/cm²照射して硬化させ、厚さ8 μ mの赤外光吸収膜5を形成する。

[0160] 形成された赤外光吸収膜5は十分に硬化している。

[0161] (実施例4)

本実施例は、図15に示す構成のマイクロレンズアレイ20の一実施例である。すなわち、透明基板1の表面上（より具体的には透明基板1の表面上に形成されたエッチング層12上）にマイクロレンズアレイ構造が形成され

る例である。本実施例では、まず、40mm×40mm×0.3mmの角板状の赤外線吸収ガラス（NF-50ガラス 旭硝子社製）である透明基板1の一方の表面に、真空蒸着法により、シリカ（SiO₂；屈折率1.45（波長550nm））層とチタニア（TiO₂；屈折率2.32（波長550nm））層とを交互に積層して、上述の表1に示す構成からなる誘電体多層膜（34層）の光反射膜3を形成する。

[0162] 次いで、その光反射膜3を形成した透明基板1の他方の面に、エッチング層12としてスパッタリングにより厚さ2.5μmのSiO₂の膜を成膜する。成膜したSiO₂膜12の上にレジスト材料2Bを1300rpmにてスピンド塗りし、100℃で加熱して膜厚1.7μmのレジスト膜を形成する。

[0163] 次いで、得られたレジスト材料2Bによるレジスト膜に対してフォトリソを介在させた状態で高圧水銀ランプにより100mJ/cm²の紫外線を照射し硬化させる。ここで作製されたレジスト膜は十分に硬化している。その後現像液を用いて未露光部分を除去し、透明基板1上に、直径31μm、高さ1.7μmの円柱が、32μmピッチで配列したレジストパターンを得る。

[0164] 次いで、得られた円柱のレジストパターンを200℃で加熱し、溶融させてマイクロレンズアレイ構造と同じ形状になるよう成形した後、フッ素系ガスでSiO₂膜12をドライエッチングし、曲率半径62.4μmの凸球面状のマイクロレンズ11が32μmピッチで配列されているSiO₂層12（エッチング層12）を有する透明基板1を得る。

[0165] 次いで、そのSiO₂層12の上に、上述の表2に示す構成からなる3層反射防止膜4を形成する。このようにして、赤外線吸収ガラス基板上にマイクロレンズアレイ構造が形成されているマイクロレンズアレイ20を得る。

[0166] 本実施例によれば、光反射膜3を形成しない場合と比較して、マイクロレンズ11の形状を透明基板1のエッチング層12に転写するために用いるフォトリソの材料の硬化時間を短縮できるので、その結果、マイクロレンズアレイ20の作成時間が短縮できる。

[0167] （実施例5）

本実施例は、図12に示す構成のマイクロレンズアレイ20の一実施例である。すなわち、透明基板1の表面に直にマイクロレンズアレイ構造が形成される例である。本実施例では、透明基板1として赤外線吸収ガラス（NF-50ガラス）に代えて、厚さ0.3mmのソーダガラス板を用いる。ソーダガラスを用いる点、およびそれによってエッチング層12を設けなくてもよい点以外は、実施例4と同様の方法である。すなわち、本実施例では、40mm×40mm×0.3mmの角板状のソーダガラスの一方の面に、真空蒸着法により、シリカ（SiO₂；屈折率1.45（波長550nm））層とチタニア（TiO₂；屈折率2.32（波長550nm））層とを交互に積層して、上述の表1に示す構成からなる誘電体多層膜（34層）の光反射膜3を形成する。

- [0168] 次いで、その光反射膜3を形成した透明基板1の他方の面に、レジスト材料2Bを1300rpmにてスピン塗布し、100℃で加熱して膜厚1.7μmのレジスト膜を形成する。
- [0169] 次いで、得られたレジスト材料2Bによるレジスト膜に対してフォトマスクを介在させた状態で高圧水銀ランプにより100mJ/cm²の紫外線を照射し硬化させる。ここで作製されたレジスト膜は十分に硬化している。その後現像液を用いて未露光部分を除去し、透明基板1上に、直径31μm、高さ1.7μmの円柱が、32μmピッチで配列したレジストパターンを得る。
- [0170] 次いで、得られた円柱のレジストパターンを200℃で加熱し、溶融させてマイクロレンズアレイ構造と同じ形状になるよう成形した後、フッ素系ガスでソーダガラスをドライエッチングし、曲率半径62.4μmの凸球面状のマイクロレンズ11が32μmピッチで配列されている透明基板1を得る。
- [0171] 次いで、そのマイクロレンズ11が形成されている透明基板1の面上に、上述の表2に示す構成からなる3層の反射防止膜4を形成する。このようにして、ソーダガラス板上にマイクロレンズアレイ構造が形成されているマイクロレンズアレイ20を得る。
- [0172] 本実施例によれば、光反射膜3を形成しない場合と比較して、マイクロレ

レンズ 11 の形状を透明基板 1 に転写するために用いるフォトレジストの材料の硬化時間を短縮できるので、その結果、マイクロレンズアレイ 20 の作成時間が短縮できる。

[0173] (実施例 6)

本実施例は、図 1 に示す構成のマイクロレンズアレイ 10 の一実施例である。本実施例では、実施例 1 における光硬化性樹脂 2A による樹脂層 2 に代えて、光可溶性樹脂 2C による樹脂層 2 を用いる。

[0174] まず、実施例 1 と同様の方法により、赤外線吸収ガラス (NF-50 ガラス 旭硝子社製) である透明基板 1 の一方の表面に、表 1 に示す構成からなる誘電体多層膜 (34 層) の光反射膜 3 を形成する。

[0175] 次に、その光反射膜 3 を形成した透明基板 1 の他方の面に、フォトリソ材料として樹脂層 2 の材料である光可溶性樹脂 2C を 3500 rpm にてスピン塗布し、90°C で加熱して膜厚 1.4 μm の樹脂膜を形成する。ここでは、光可溶性樹脂として、屈折率が 1.50 の紫外線可溶性型アクリレート系樹脂を用いる。

[0176] 次に、得られた光可溶性樹脂 2C による樹脂膜に対して、マイクロレンズ 21 のレンズとレンズの間隙に対応する位置を開口させたフォトマスクを介在させた状態で高圧水銀ランプにより 100 mJ/cm² の紫外線を照射し反応させる。その後、2.38 質量%水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液を用いて露光部分を除去する。すると、透明基板 1 上に、露光部分が除去された樹脂による直径 31 μm、高さ 1.4 μm の円柱が、32 μm ピッチで配列したパターン 2C を得る。

[0177] 次に、得られたパターン 2C に対して、高圧水銀ランプにより 200 mJ/cm² の紫外線を照射し、樹脂層 2 中の未反応の PAC を反応させブリーチングを行う。

[0178] 次に、ブリーチング後のパターン 2C を 170°C で加熱し、溶融させて、曲率半径 60.0 μm の凸球面状のマイクロレンズ 21 にする。その結果、赤外線吸収ガラスである透明基板上に、32 μm ピッチで配列して並んだマイ

クロレンズ 21 を有する樹脂層 2 を得る。

[0179] そのようにして作製されたマイクロレンズアレイ 10 のレンズとレンズの隙間には樹脂の残渣は無く十分に溶解・除去されている。

[0180] (実施例 7)

本実施例では、赤外線吸収ガラス (NF-50 ガラス) に代えて、厚さ 0.3 mm の無アルカリガラス板を用いた以外は、実施例 6 と同様にして、マイクロレンズアレイ 10 を製造する。

[0181] 形成された樹脂層 2 の隙間は残渣無く十分に溶解・除去されている。

[0182] (実施例 8)

本実施例は、図 9 に示す構成のマイクロレンズアレイ 10 の一実施例である。本実施例では、実施例 3 における光硬化性樹脂 2A による樹脂層 2 に代えて、光可溶性樹脂 2C による樹脂層 2 を形成する。その際、透明基板 1 として、ソーダガラスに代えて 40 mm × 40 mm × 0.3 mm の角板状の無アルカリガラスを用いる。透明基板 1 が無アルカリガラスである点および光可溶性樹脂による樹脂層 2 を形成する点以外は、実施例 3 と同様にして、マイクロレンズアレイ 10 を製造する。なお、可溶性樹脂による樹脂層 2 を形成する方法は、実施例 6 と同様の方法を用いる。

[0183] 作製されたマイクロレンズアレイ 10 のレンズとレンズの隙間には樹脂の残渣は無く十分に溶解・除去されている。

[0184] (実施例 9)

本実施例は、図 15 に示す構成のマイクロレンズアレイ 20 の一実施例である。本実施例では、実施例 4 においてマイクロレンズの形状を透明基板に転写するためのフォトレジストの材料として、レジスト材料 2B に代えてレジスト材料 2D を用いる。なお、他の点に関しては実施例 4 と同様である。

[0185] 本実施例では、成膜した SiO_2 膜 12 の上にレジスト材料 2D を 2300 rpm にてスピン塗布し、90°C で加熱して膜厚 1.7 μm のレジスト膜を形成する。得られたレジスト膜に対してフォトマスクを介在させた状態で高圧水銀ランプにより 100 mJ / cm^2 の紫外線を照射し反応させる。その後現

像液を用いて露光部分を除去し、赤外線吸収ガラス（NF-50ガラス 旭硝子社製）基板の上に、未感光部のレジスト材料2Dによる直径31 μ m、高さ1.7 μ mの円柱が、32 μ mピッチで配列したレジストパターンを得る。

[0186] 得られたレジストパターンを170 $^{\circ}$ Cで加熱し、溶融させてマイクロレンズアレイ構造と同じ形状になるよう成形した後、フッ素系ガスでSiO₂膜12をドライエッチングし、曲率半径62.4 μ mの凸球面状のマイクロレンズ11が32 μ mピッチで配列されているSiO₂層12（エッチング層12）を有する透明基板1を得る。次いで、そのSiO₂層12の上に、上述の表2に示す構成からなる3層反射防止膜4を形成する。このようにして、赤外線吸収ガラス基板の上にマイクロレンズアレイ構造が形成されているマイクロレンズアレイ20を得る。

[0187] 本実施例によれば、光反射膜3を形成しない場合と比較して、マイクロレンズ11の形状を透明基板1のエッチング層12に転写するために用いるフォトレジストの材料の露光時間を短縮できるので、その結果、マイクロレンズアレイ20の作成時間が短縮できる。

[0188] （実施例10）

本実施例は、図12に示す構成のマイクロレンズアレイ20の一実施例である。本実施例では、実施例5においてマイクロレンズの形状を透明基板に転写するためのフォトレジストの材料として、レジスト材料2Bに代えてレジスト材料2Dを用いる。また、透明基板1として、ソーダガラスに代えて40mm \times 40mm \times 0.3mmの角板状の無アルカリガラスを用いる。透明基板1が無アルカリガラスである点および光可溶性樹脂を用いてフォトレジストを形成する点以外は、実施例5と同様にして、マイクロレンズアレイ20を製造する。なお、光可溶性樹脂を材料にレンズ形状を模したフォトレジストを形成する方法は、実施例9と同様である。ただし、透明基板1として、無アルカリガラスを用いるため、フッ素系と塩素系ガスの混合ガスでドライエッチングする点は、実施例9と異なる。

[0189] 本実施例によっても、光反射膜3を形成しない場合と比較して、マイクロ

レンズ 11 の形状を透明基板 1 に転写するために用いるフォトレジストの材料の露光時間を短縮できるので、その結果、マイクロレンズアレイ 20 の作成時間が短縮できる。

[0190] (実施例 11)

本実施例は、図 1 に示す構成のマイクロレンズアレイ 10 の一実施例である。グレースケールのフォトマスクを用いて光可溶性樹脂 2C による樹脂層 2 を形成する点以外は、実施例 6 と同様にして、マイクロレンズアレイ 10 を製造する。

[0191] 本実施例では、表 1 に示す構成からなる誘電多層膜の光反射膜 3 が形成された赤外線吸収ガラス (NF-50 ガラス 旭硝子社製) である透明基板 1 の他方の表面に、フォトリソ材料として樹脂層 2 の材料である光可溶性樹脂 2C を 1200 rpm にてスピン塗布し、100°C で加熱して膜厚 2.1 μm の樹脂膜を形成する。ここでは、光可溶性樹脂として、屈折率が 1.50 の紫外線可溶性型シロキサン系樹脂を用いる。

[0192] 次に、得られた光可溶性樹脂 2C による樹脂膜に対して、マイクロレンズ 21 に対応する透過光量分布を持ったフォトマスク 802 を介在させた状態で高圧水銀ランプにより 300 mJ/cm^2 の紫外線を照射し反応させる。その後、2.38 質量%水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液を用いて感光部を除去して、赤外線吸収ガラスである透明基板上に、曲率半径 60.0 μm の凸球面が 32 μm ピッチで配列したパターン 2C を有する樹脂層 2 を得る。

[0193] 得られた樹脂層 2 のパターン 2C に対して、高圧水銀ランプにより 300 mJ/cm^2 の紫外線を照射し、樹脂層 2 中の未反応の PAC を反応させブリーチングを行う。ブリーチング後のパターン 2C を 100°C で加熱し、樹脂層 2 中の樹脂間の反応を進める。以降の 3 層反射防止膜 4 の形成方法等は実施例 1 と同様である。

[0194] そのようにして作製されたマイクロレンズアレイ 10 の表面には余分な樹脂の残渣は無く十分に溶解・除去されている。

[0195] (実施例 1 2)

赤外線吸収ガラス (NF-50 ガラス) に代えて、厚さ 0.3 mm の無アルカリガラス板を用いた以外は、実施例 1 1 と同様にして、マイクロレンズアレイ 1 0 を製造する。

[0196] 形成された樹脂層 2 の隙間は残渣無く十分に溶解・除去されている。

[0197] (実施例 1 3)

本実施例は、図 9 に示す構成のマイクロレンズアレイ 1 0 の一実施例である。グレースケールのフォトマスクを用いて光可溶性樹脂 2 C による樹脂層 2 を形成する点以外は、実施例 8 と同様にして、マイクロレンズアレイ 1 0 を製造する。なお、グレースケールのフォトマスクを用いて可溶性樹脂 2 C による樹脂層 2 を形成する方法は、実施例 1 1 と同様の方法を用いる。

[0198] 作製されたマイクロレンズアレイ 1 0 の表面には余分な樹脂の残渣は無く十分に溶解・除去されている。

[0199] (実施例 1 4)

本実施例は、図 1 5 に示す構成のマイクロレンズアレイ 2 0 の一実施例である。本実施例では、実施例 9 においてマイクロレンズの形状を透明基板に転写するためのフォトレジストを、バイナリマスクに代わってグレースケールのフォトマスクを用いて形成する点以外は、実施例 9 と同様にして、マイクロレンズアレイ 2 0 を製造する。なお、グレースケールのフォトマスクを用いて、レジスト材料 2 D からレンズ形状を模したフォトレジストを形成する方法は、実施例 1 1 において光可溶性樹脂 2 C からレンズ形状を模した樹脂層 2 を形成する方法でよい。

[0200] 具体的には、表 1 に示す構成からなる誘電多層膜の光反射膜 3 が形成された赤外線吸収ガラス (NF-50 ガラス 旭硝子社製) である透明基板 1 の他方の表面にエッチング層 1 2 として厚さ 2.5 μm の SiO_2 の膜が形成された状態で、その SiO_2 膜 1 2 の上にレジスト材料 2 D を 1200 rpm にてスピン塗布し、100°C で加熱して膜厚 2.1 μm のレジスト膜を形成する。得られたレジスト材料 2 D によるレジスト膜に対してマイクロレンズ 2 1

に対応する透過光量分布を持ったフォトマスクを介在させた状態で高圧水銀ランプにより $300 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ の紫外線を照射し反応させる。その後現像液を用いて感光部を除去し、マイクロレンズアレイ構造と同じ形状になるよう成形する。そのようにして得られた未感光部のレジスト材料 2 D によるレジストパターンに対して、紫外線を照射し、樹脂層 2 中の未反応の PAC を反応させ、次いで、加熱によりフォトレジスト中の樹脂間の反応を進める。以降の工程は、実施例 9 と同様である。

[0201] 本実施例によっても、光反射膜 3 を形成しない場合と比較して、マイクロレンズ 1 1 の形状を透明基板 1 のエッチング層 1 2 に転写するために用いるフォトレジストの材料の露光時間を短縮できるので、その結果、マイクロレンズアレイ 2 0 の作成時間が短縮できる。

[0202] (実施例 1 5)

本実施例は、図 1 2 に示す構成のマイクロレンズアレイ 2 0 の一実施例である。本実施例では、実施例 1 0 においてマイクロレンズの形状を透明基板に転写するためのフォトレジストを、バイナリマスクに代わってグレースケールのフォトマスクを用いて形成する点以外は、実施例 1 0 と同様にして、マイクロレンズアレイ 2 0 を製造する。なお、グレースケールのフォトマスクを用いて、レジスト材料 2 D からレンズ形状を模したレジストパターンを形成する方法は、実施例 1 4 と同様の方法を用いる。ただし、透明基板 1 として、無アルカリガラスを用いフッ素系ガスと塩素系ガスの混合ガスでドライエッチングする点およびそれによってエッチング層 1 2 を設けなくてもよい点は、実施例 1 4 と異なる。

[0203] 本実施例によっても、光反射膜 3 を形成しない場合と比較して、マイクロレンズ 1 1 の形状を透明基板 1 に転写するために用いるフォトレジストの材料の露光時間を短縮できるので、その結果、マイクロレンズアレイ 2 0 の作成時間が短縮できる。

[0204] 本発明を詳細に、また特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の範囲と精神を逸脱することなく、様々な修正や変更を加えることができること

は、当業者にとって明らかである。

本出願は、2012年7月31日出願の日本特許出願2012-169541に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

[0205] 本発明は、マイクロレンズアレイ構造を有する樹脂層またはマイクロレンズの形状を透明基板に転写するために用いるレジストパターンの形成時間を短縮できるとともに、紫外線・赤外線カットフィルタの機能を付与することができる。このため、マイクロレンズアレイ自体の生産性を向上できるだけでなく、撮像装置の生産性と信頼性を向上できることから、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話、ノート型パーソナルコンピュータ、PDA等の情報機器に組み込まれる小型カメラ等の撮像装置に好適に適用可能である。

符号の説明

- [0206] 10, 20 マイクロレンズアレイ
- 1 透明基板
 - 2 樹脂層
 - 11, 21 マイクロレンズ
 - 12 エッチング層
 - 3 光反射膜
 - 4 反射防止膜
 - 5 赤外光吸収膜
 - 6 カバー層
 - 100 撮像素子パッケージ
 - 200 撮像装置

請求の範囲

- [請求項1] 撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、
透明基板と、
少なくとも前記透明基板の一方の面上に設けられ、感光性樹脂からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、
前記透明基板の前記樹脂層が設けられていない側の面上、または、前記透明基板の前記樹脂層が設けられている側の面上であって前記樹脂層よりも前記透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも前記感光性樹脂を反応させる光を反射する機能層とを有する
マイクロレンズアレイ。
- [請求項2] 撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、
透明基板と、
少なくとも前記透明基板の一方の面上に設けられ、光硬化性樹脂からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、
前記透明基板の前記樹脂層が設けられていない側の面上、または、前記透明基板の前記樹脂層が設けられている側の面上であって前記樹脂層よりも前記透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも前記光硬化性樹脂を硬化させる光を反射する機能層とを有する
マイクロレンズアレイ。
- [請求項3] 撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、
透明基板と、
少なくとも前記透明基板の一方の面上に設けられ、光可溶性樹脂からなり、複数のマイクロレンズを形成している樹脂層と、
前記透明基板の前記樹脂層が設けられていない側の面上、または、前記透明基板の前記樹脂層が設けられている側の面上であって前記樹

脂層よりも前記透明基板に近い位置に形成されている、少なくとも前記光可溶化性樹脂を可溶化させる光を反射する機能層とを有する

マイクロレンズアレイ。

[請求項4] 撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイであって、

一方の表面に、複数のマイクロレンズが形成されているガラス製の透明基板と、

前記透明基板の前記マイクロレンズが形成されている面と反対の面上に形成されている、少なくとも紫外線波長領域の光を反射する機能層とを有する

マイクロレンズアレイ。

[請求項5] 前記機能層が、少なくとも紫外線波長領域の光を反射する誘電体多層膜からなる光反射膜である請求項1～4のうちのいずれか1項に記載のマイクロレンズアレイ。

[請求項6] 前記透明基板が、赤外波長領域の光を吸収する赤外線吸収ガラスである

請求項1～5のうちのいずれか1項に記載のマイクロレンズアレイ

。

[請求項7] 前記透明基板に、赤外波長領域の光を吸収する赤外線吸収剤を含む赤外光吸収膜が積層されている

請求項1～6のうちのいずれか1項に記載のマイクロレンズアレイ

。

[請求項8] 所定の画素ピッチに対応して受光素子が形成されている撮像素子基板と、

前記撮像素子基板の入射面側の上方に固着される、請求項1～7のいずれか1項に記載のマイクロレンズアレイとを備え、

前記マイクロレンズアレイに含まれる前記複数のマイクロレンズは各々、当該マイクロレンズに入射した光を前記撮像素子基板上の複数

の画素に対応する受光素子に受光させ、

前記マイクロレンズアレイが、前記受光素子への紫外線および近赤外線のカット機能を有している

撮像素子パッケージ。

[請求項9]

撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイの製造方法であって、

マイクロレンズの材料、または、前記マイクロレンズの形状を透明基板に転写するために用いるフォトレジストの材料に、光硬化性樹脂を用い、

透明基板の一方の面上に、前記光硬化性樹脂を硬化させる光を反射する機能層を設けた後で、前記透明基板の他方の面上または前記機能層の面上に、前記マイクロレンズの材料としての光硬化性樹脂または前記フォトレジストの材料としての光硬化性樹脂を塗布し、

露光装置からみて、前記機能層が前記光硬化性樹脂を塗布した面よりも背面にある状態で光を照射し、前記光硬化性樹脂を露光させる

マイクロレンズアレイの製造方法。

[請求項10]

撮像素子の画素アレイと組み合わせて用いられるマイクロレンズアレイの製造方法であって、

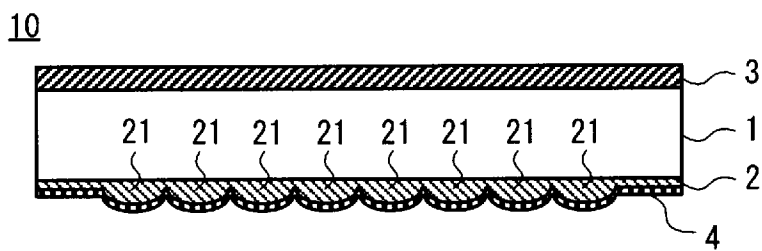
マイクロレンズの材料、または、前記マイクロレンズの形状を透明基板に転写するために用いるフォトレジストの材料に、光可溶性樹脂を用い、

透明基板の一方の面上に、前記光可溶性樹脂を可溶性させる光を反射する機能層を設けた後で、前記透明基板の他方の面上または前記機能層の面上に、前記マイクロレンズの材料としての光可溶性樹脂または前記フォトレジストの材料としての光可溶性樹脂を塗布し、

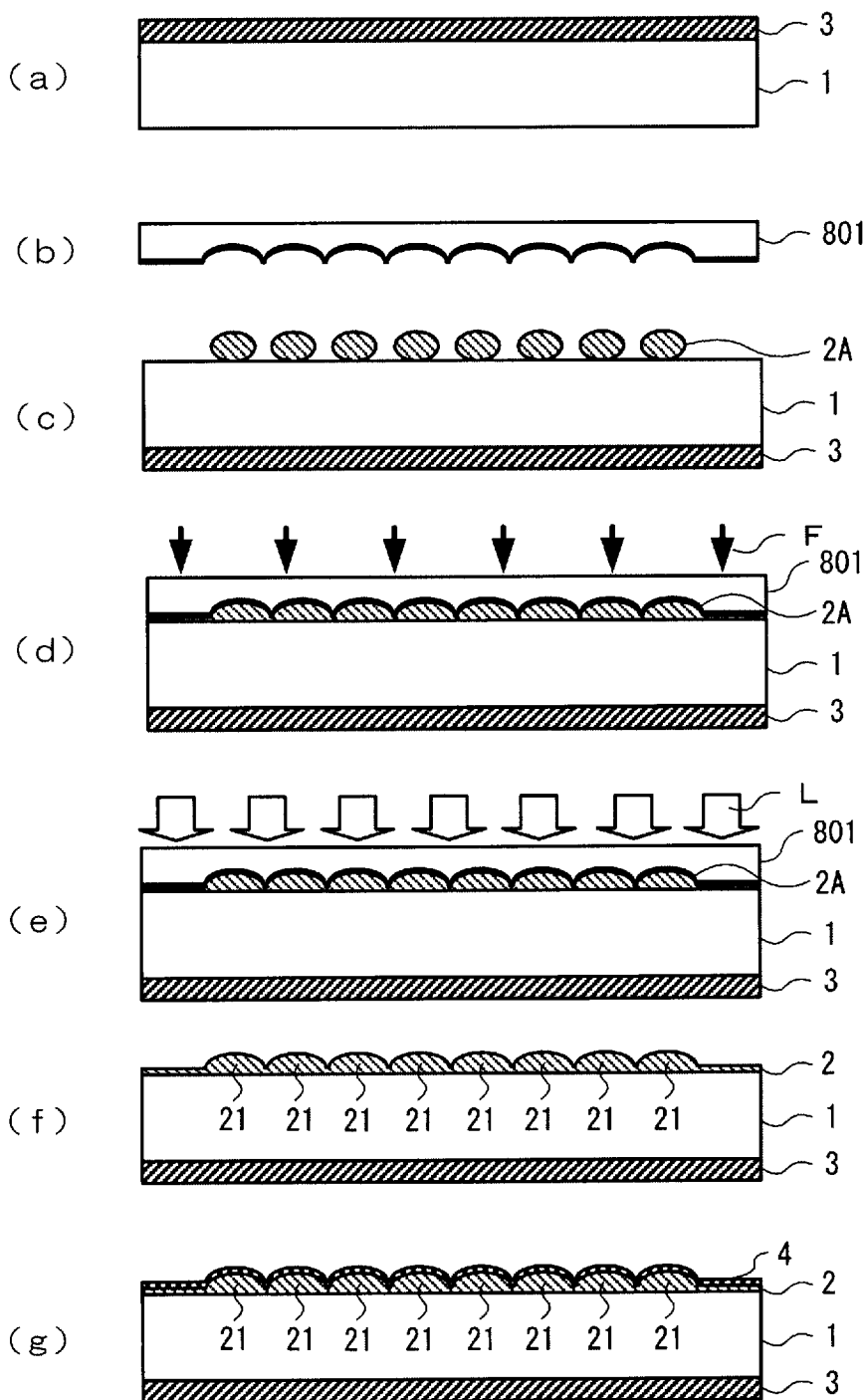
露光装置からみて、前記機能層が前記光可溶性樹脂を塗布した面よりも背面にある状態で光を照射し、前記光可溶性樹脂を露光させる

マイクロレンズアレイの製造方法。

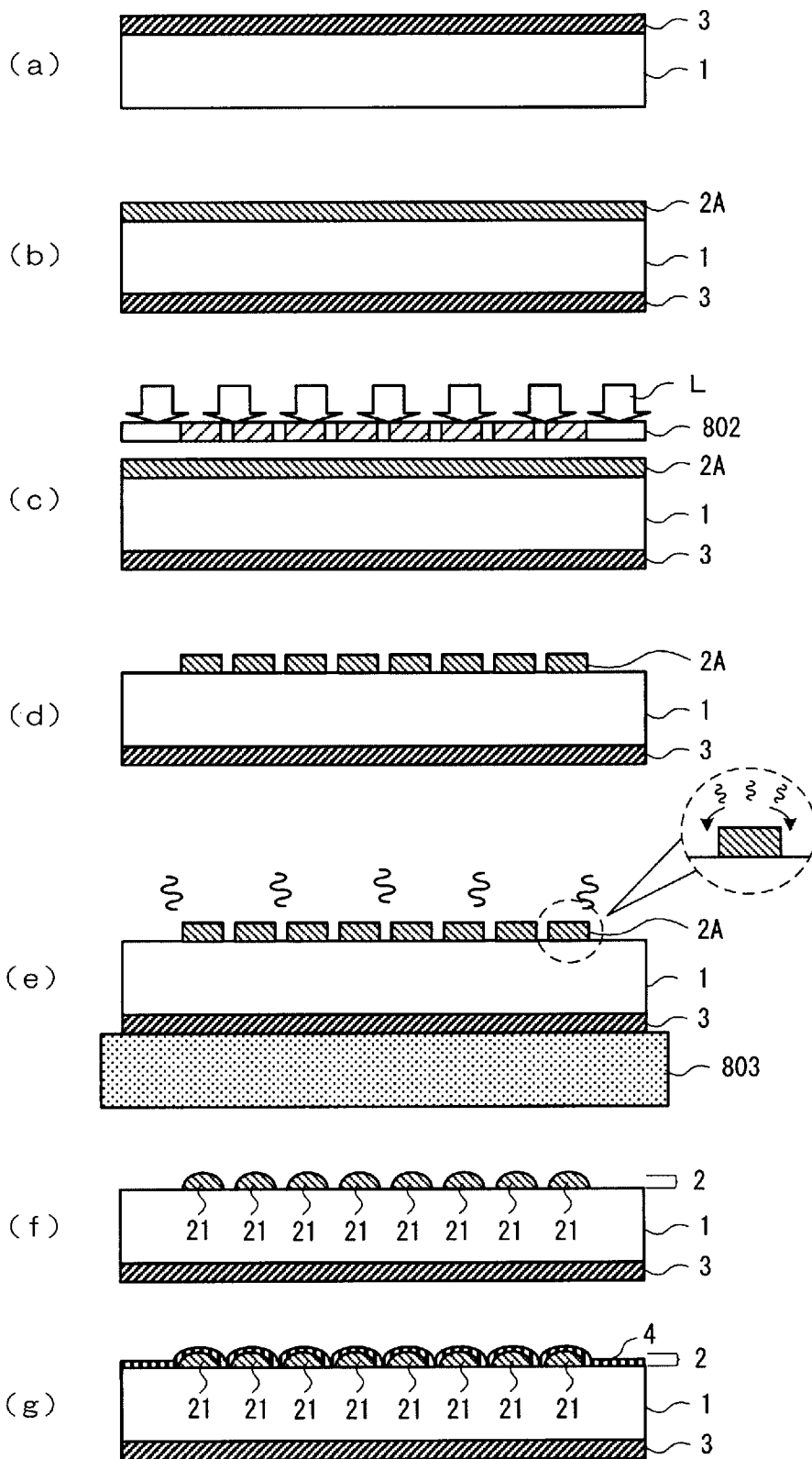
[図1]



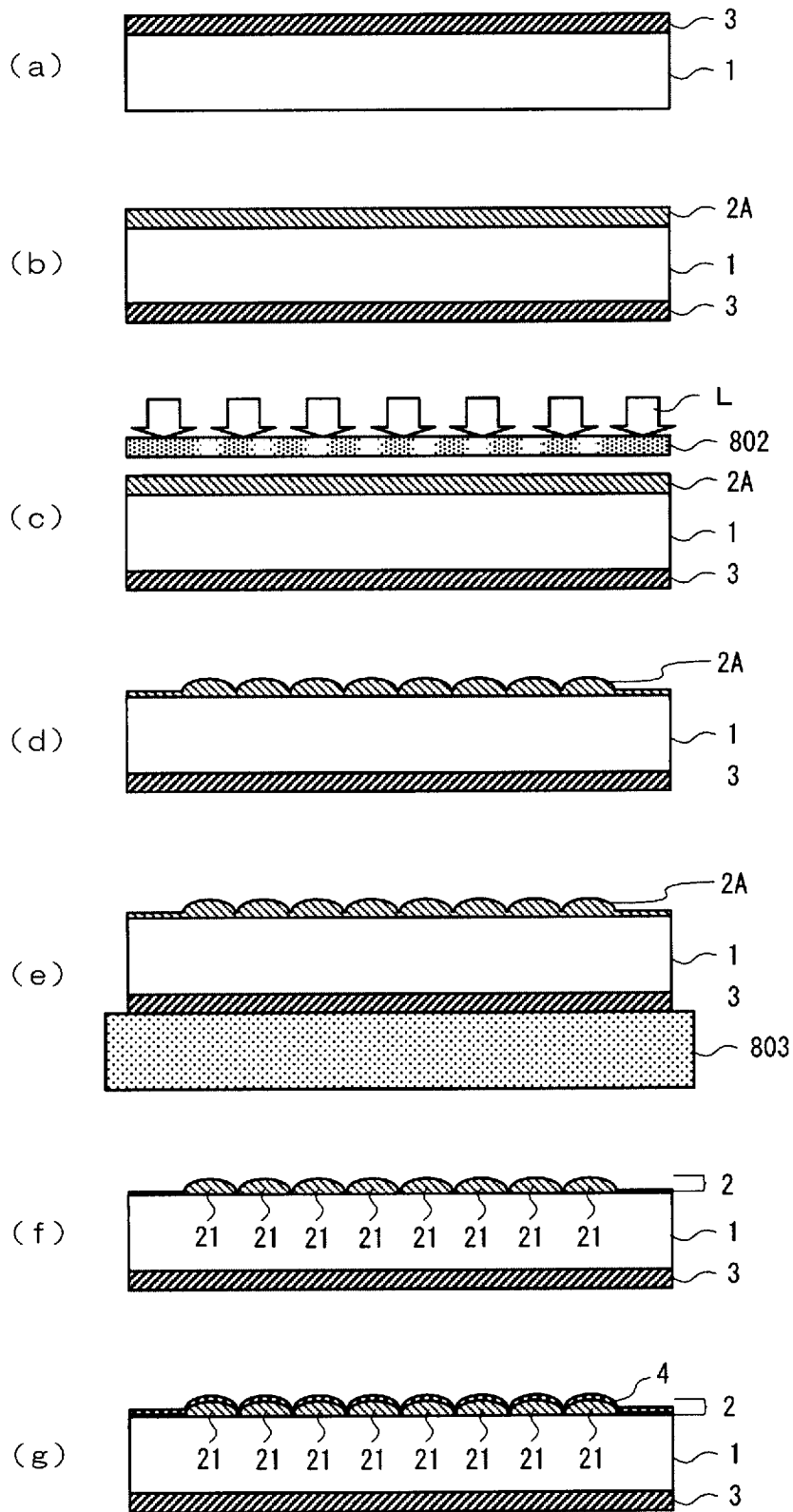
[図2]



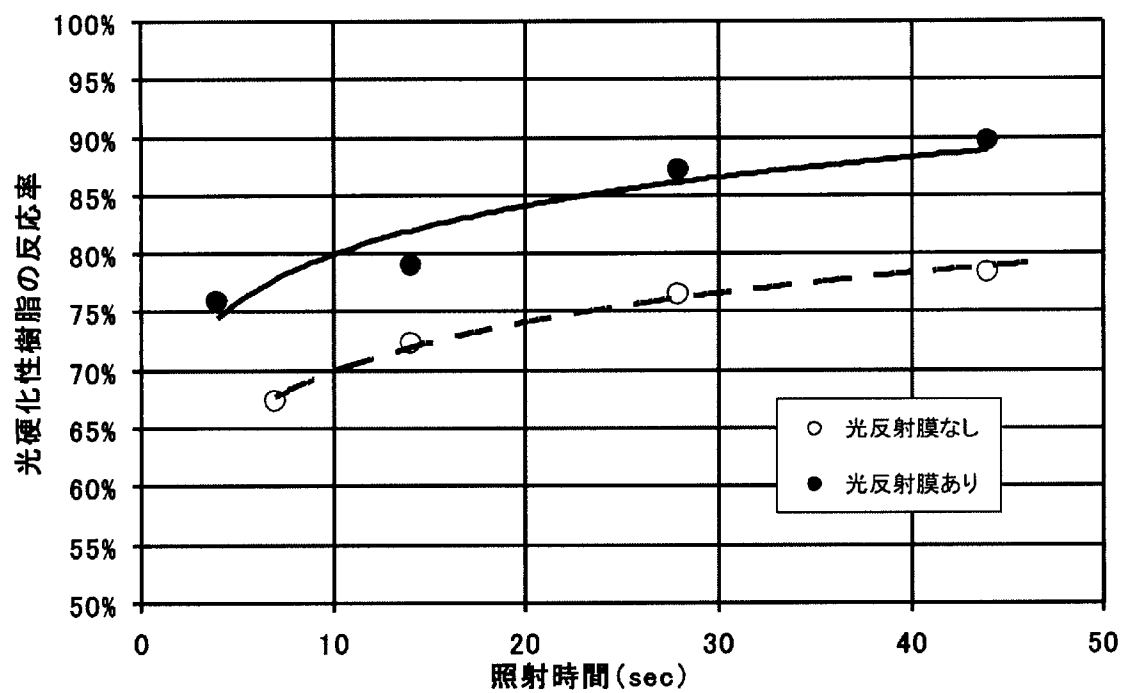
[図3]



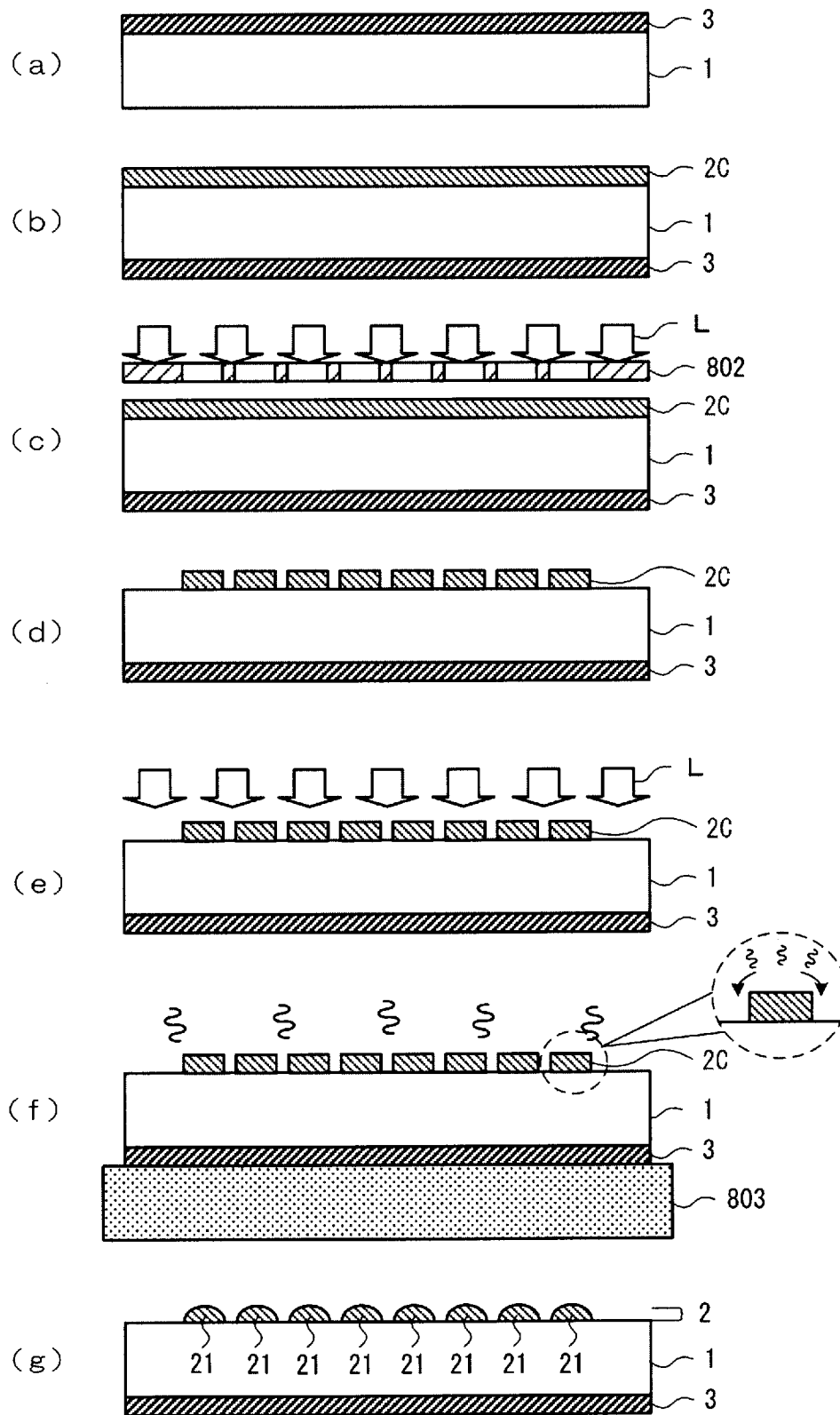
[図4]



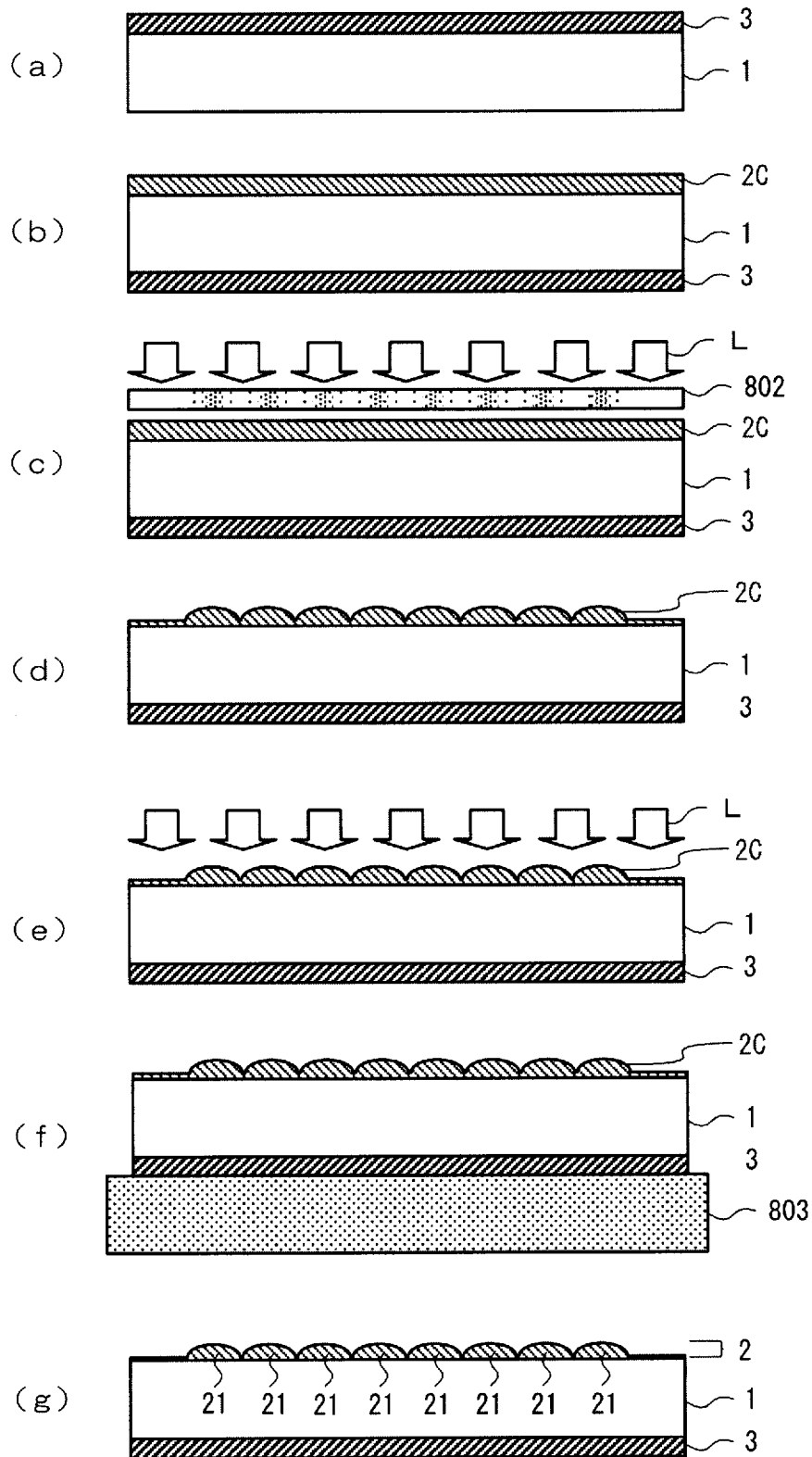
[図5]



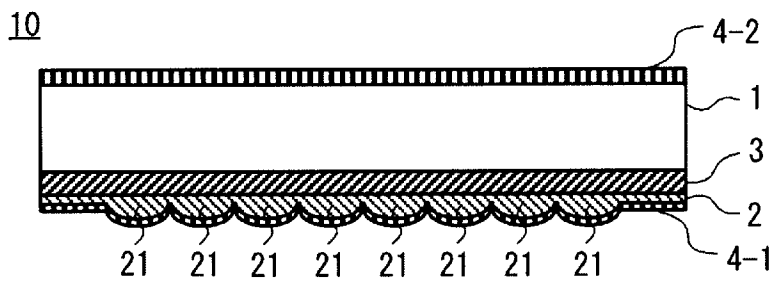
[図6]



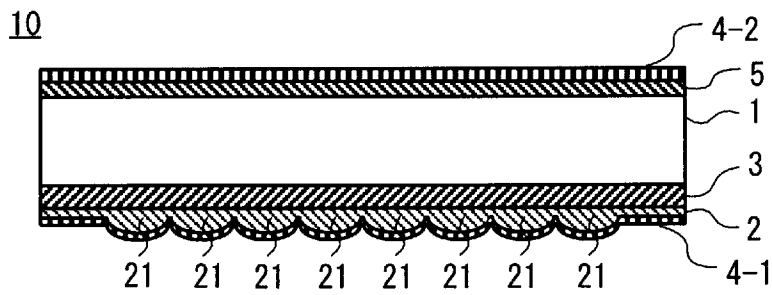
[図7]



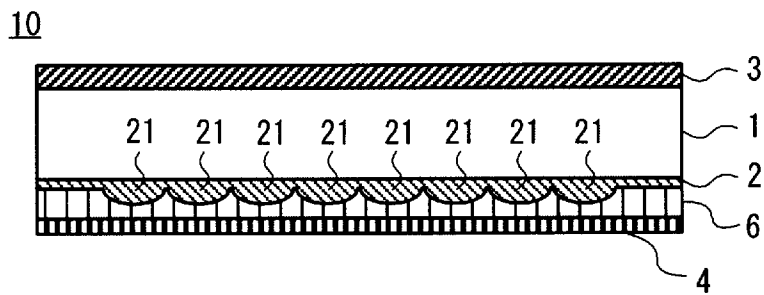
[図8]



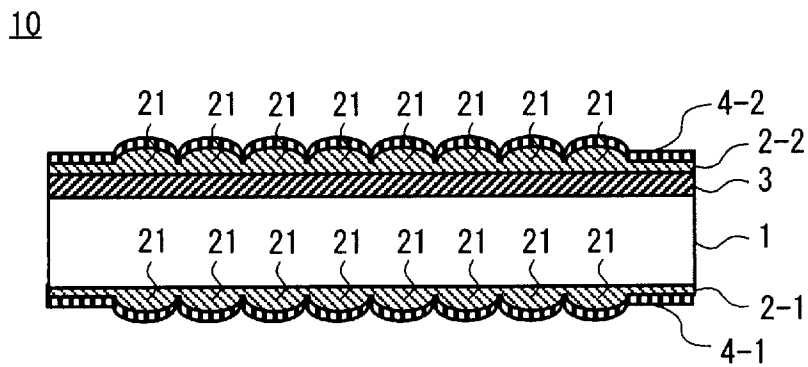
[図9]



[図10]

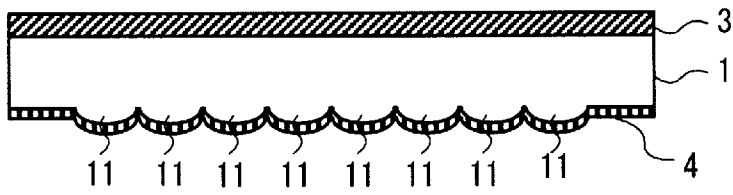


[図11]

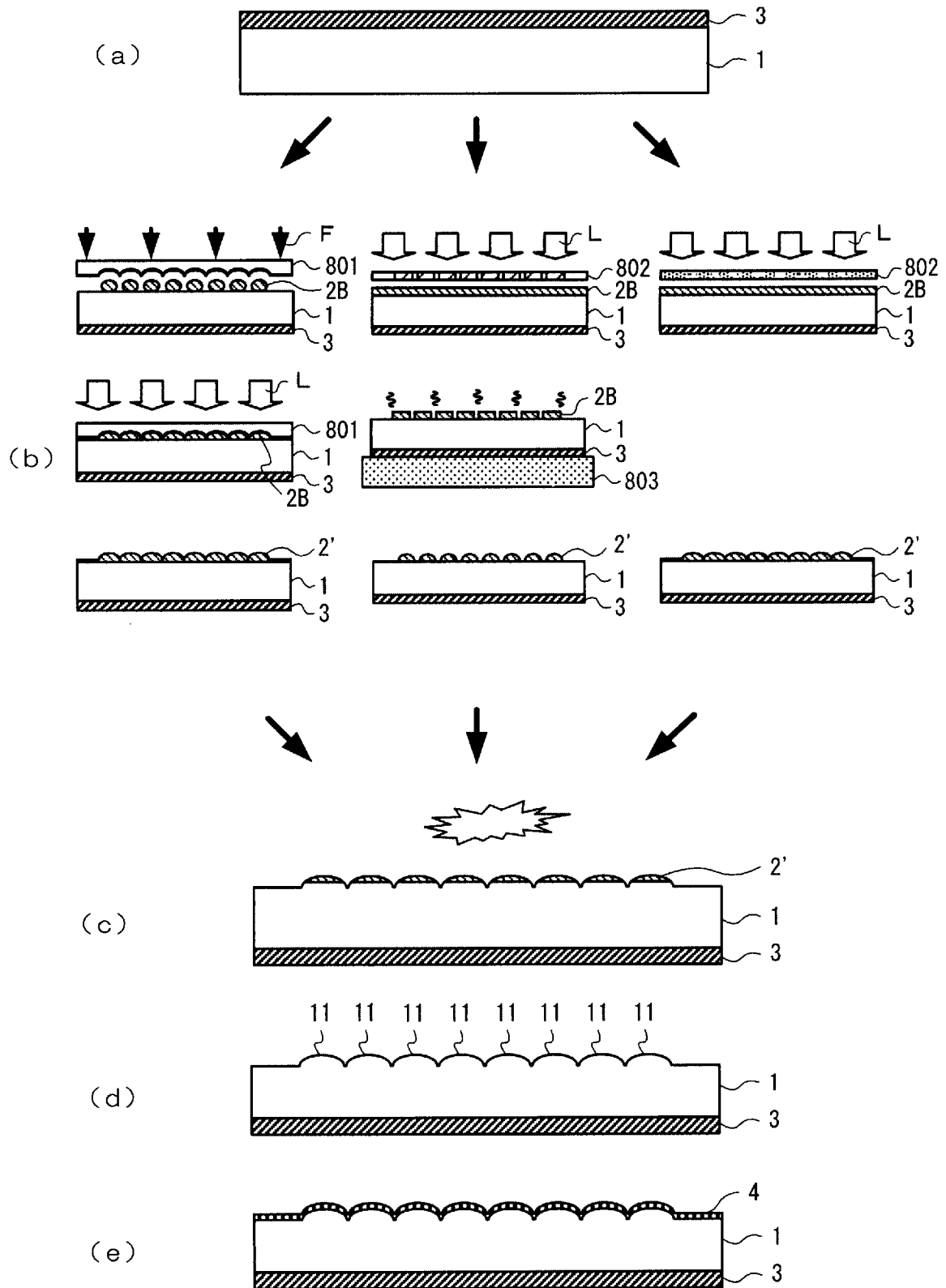


[図12]

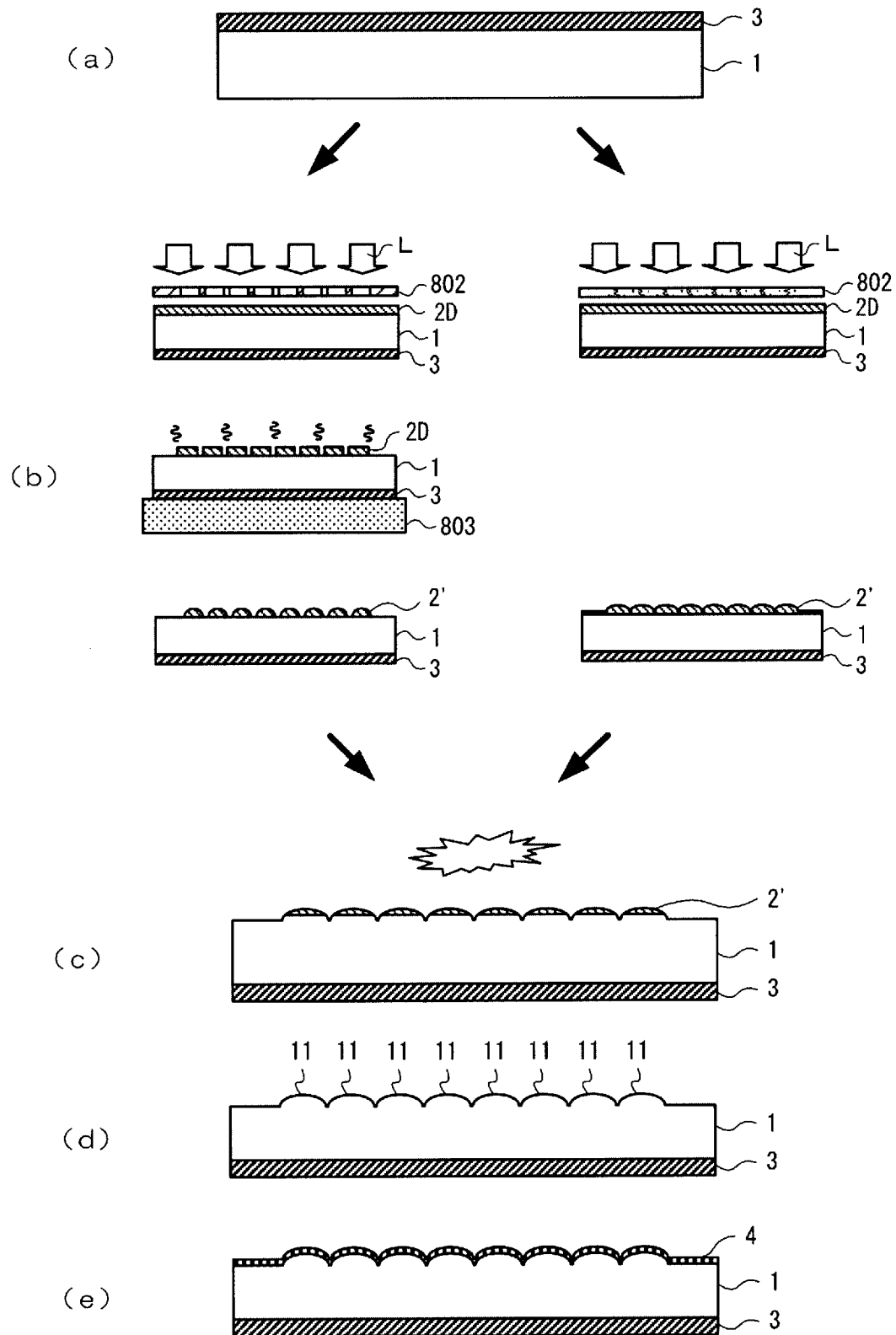
20



[図13]

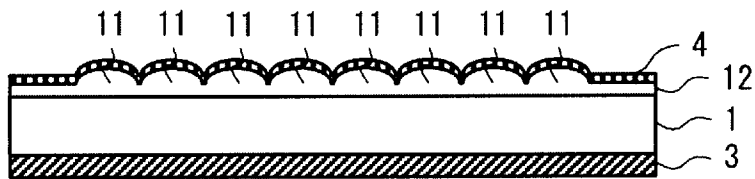


[図14]



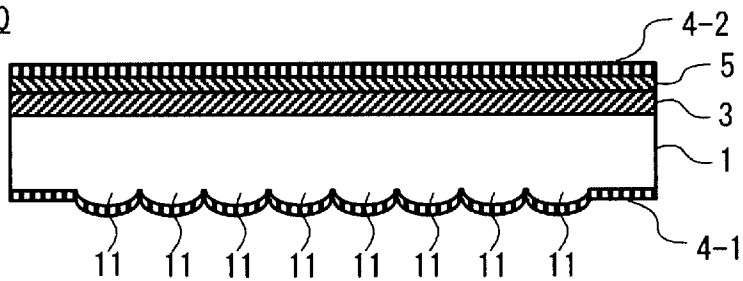
[図15]

20



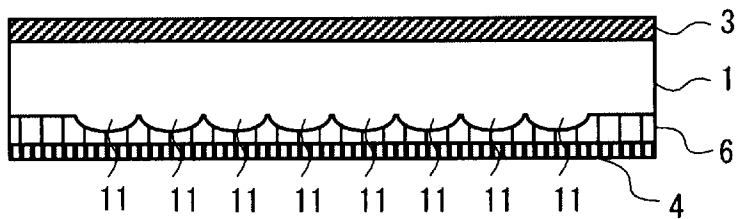
[図16]

20



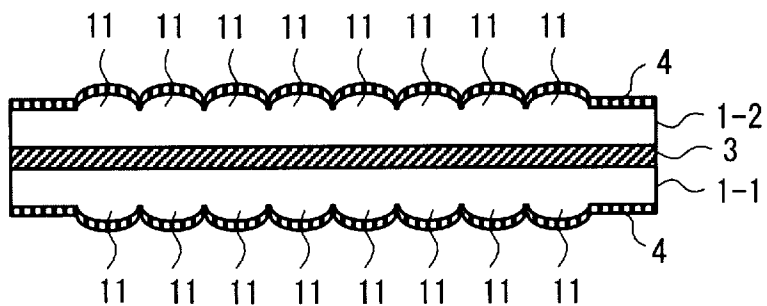
[図17]

20



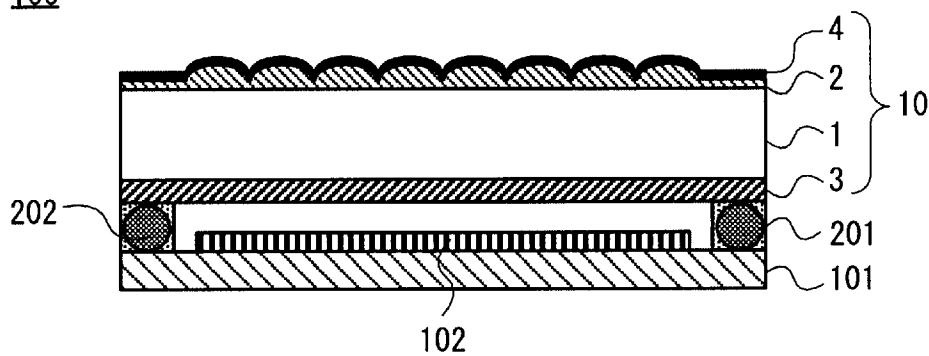
[図18]

20



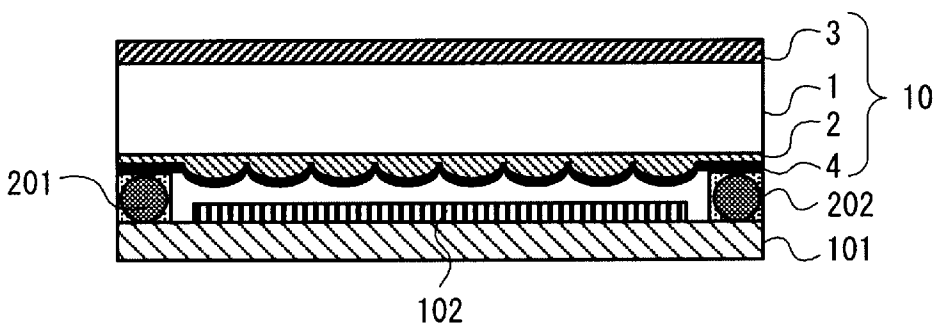
[図19]

100



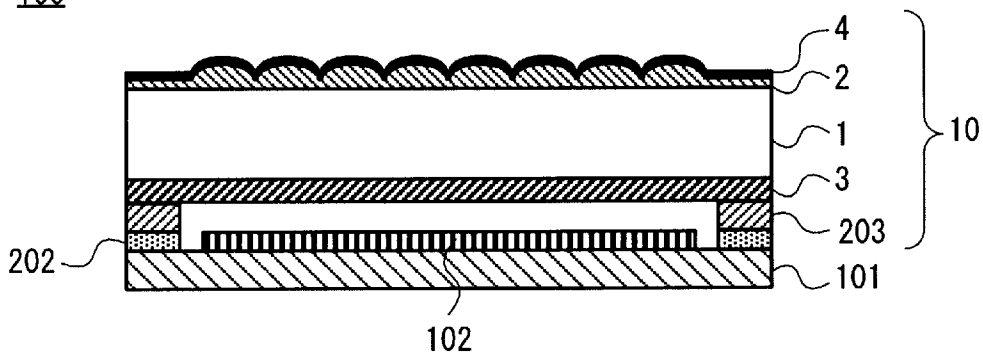
[図20]

100



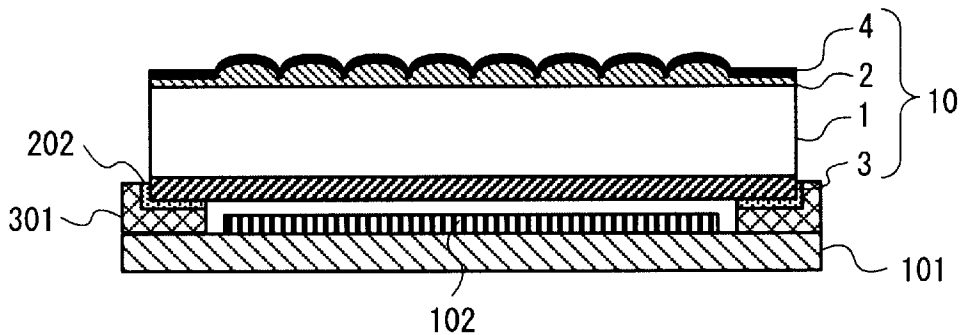
[図21]

100

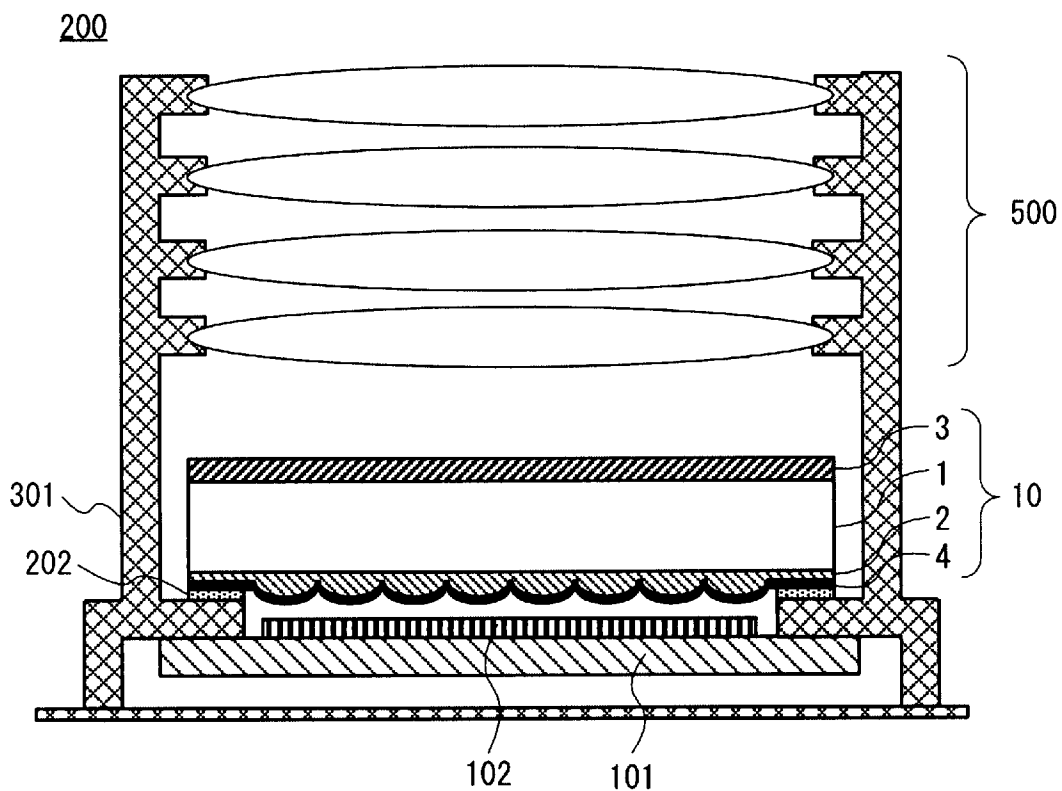


[図22]

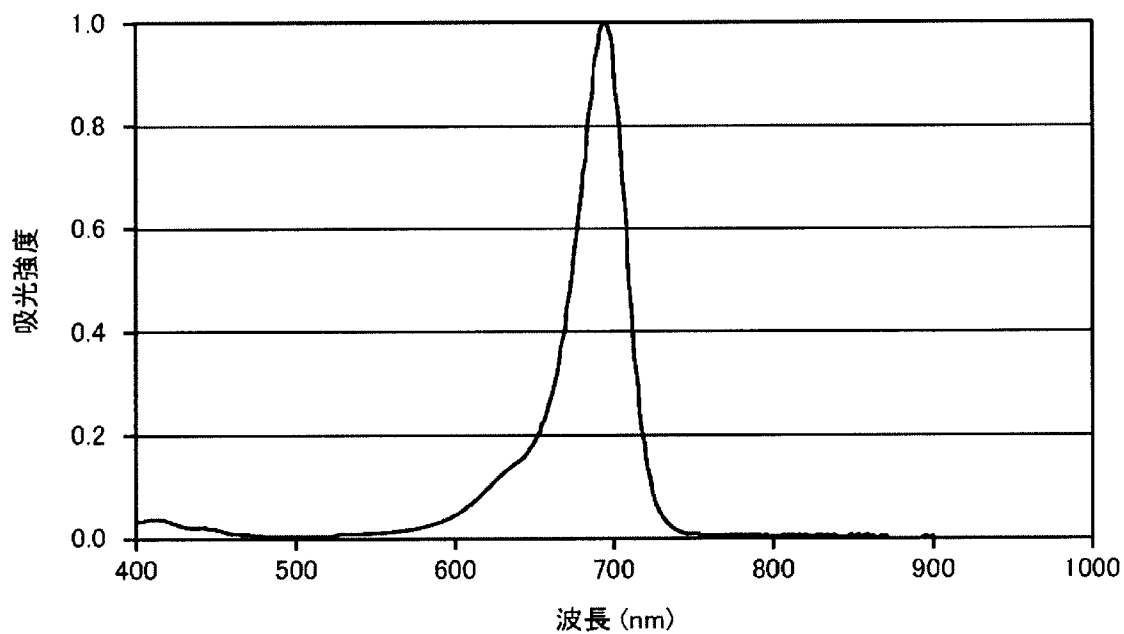
100



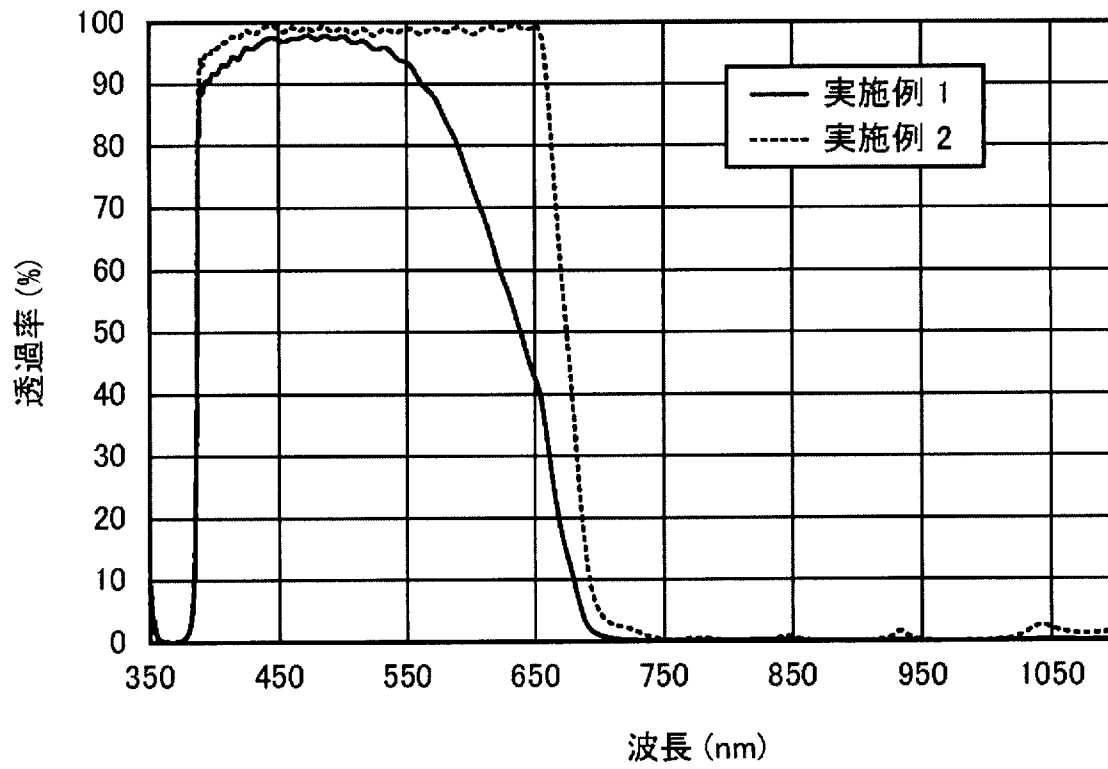
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070393

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B3/00(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, G02B5/28(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B3/00, G02B5/22, G02B5/26, G02B5/28, H01L27/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-287603 A (Seiko Epson Corp.), 10 October 2003 (10.10.2003), paragraphs [0058] to [0065]; fig. 7 (Family: none)	1-10
Y	JP 2005-055452 A (Seiko Epson Corp.), 03 March 2005 (03.03.2005), paragraphs [0002], [0003], [0063] to [0065]; fig. 1 (Family: none)	1-10
Y	JP 2009-279774 A (AJI Co., Ltd.), 03 December 2009 (03.12.2009), paragraphs [0099], [0100]; fig. 27 & WO 2008/153102 A1	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 August, 2013 (15.08.13)

Date of mailing of the international search report
27 August, 2013 (27.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070393

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-008052 A (Seiko Epson Corp.), 18 January 2007 (18.01.2007), paragraph [0092]; fig. 5 (Family: none)	1-10
Y	JP 06-130205 A (Fujitsu Ltd.), 13 May 1994 (13.05.1994), paragraphs [0026] to [0028]; fig. 3 (Family: none)	1-10
Y	JP 2008-152039 A (Seiko Epson Corp.), 03 July 2008 (03.07.2008), paragraph [0088]; fig. 21 (Family: none)	1-10
Y	JP 2012-034215 A (Sony Corp.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text; all drawings & WO 2012/014494 A1	8
Y	JP 2008-294741 A (Olympus Corp.), 04 December 2008 (04.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	8
A	WO 2010/119725 A1 (Konica Minolta Opto, Inc.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0032] to [0037], [0045]; fig. 3 (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G02B3/00(2006.01)i, G02B5/22(2006.01)i, G02B5/26(2006.01)i, G02B5/28(2006.01)i, H01L27/14(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G02B3/00, G02B5/22, G02B5/26, G02B5/28, H01L27/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2003-287603 A (セイコーエプソン株式会社) 2003. 10. 10, 【0058】乃至【0065】、図7 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2005-055452 A (セイコーエプソン株式会社) 2005. 03. 03, 【0002】、【0003】、【0063】乃至【0065】、図1 (ファミリーなし)	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 15. 08. 2013	国際調査報告の発送日 27. 08. 2013
----------------------------	----------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 吉川 陽吾 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	20	9811
---	--	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2009-279774 A (A J I 株式会社) 2009. 12. 03, 【0099】、【0100】、図27 & WO 2008/153102 A1	1-10
Y	JP 2007-008052 A (セイコーエプソン株式会社) 2007. 01. 18, 【0092】、図5 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 06-130205 A (富士通株式会社) 1994. 05. 13, 【0026】乃至【0028】、図3 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2008-152039 A (セイコーエプソン株式会社) 2008. 07. 03, 【0088】、図21 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2012-034215 A (ソニー株式会社) 2012. 02. 16, 全文全図 & WO 2012/014494 A1	8
Y	JP 2008-294741 A (オリンパス株式会社) 2008. 12. 04, 全文全図 (ファミリーなし)	8
A	WO 2010/119725 A1 (コニカミノルタオプト株式会社) 2010. 10. 21, 【0032】乃至【0037】、【0045】、図3 (ファミリーなし)	1-10