

(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2008-32912

(P2008-32912A)

(43) 公開日 平成20年2月14日(2008.2.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G02B 3/00 (2006.01)</b>	G02B 3/00 A	2H095
<b>G03F 7/20 (2006.01)</b>	G03F 7/20 5O1	2H097
<b>G03F 1/08 (2006.01)</b>	G03F 1/08 D	4M118
<b>H01L 27/14 (2006.01)</b>	H01L 27/14 D	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2006-204782 (P2006-204782)	(71) 出願人	000002897
(22) 出願日	平成18年7月27日 (2006.7.27)		大日本印刷株式会社
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
		(74) 代理人	100101203
			弁理士 山下 昭彦
		(74) 代理人	100104499
			弁理士 岸本 達人
		(72) 発明者	鈴木 勝敏
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		(72) 発明者	栗原 正彰
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		Fターム(参考)	2H095 BA03 BB02 BC09
			2H097 AA06 BA01 GA45 JA02 LA17
			最終頁に続く

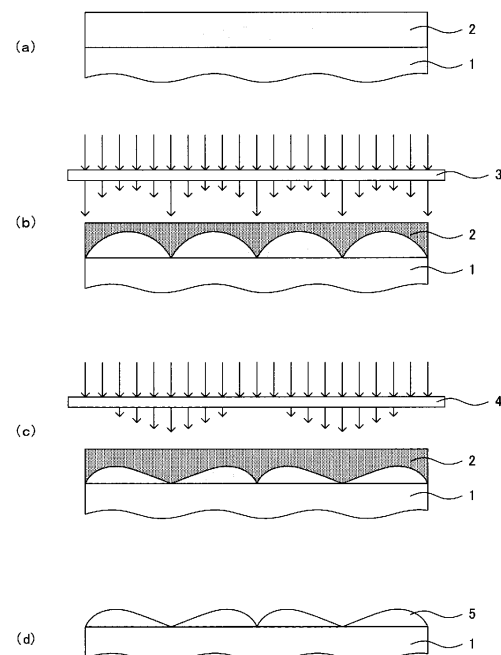
(54) 【発明の名称】 マイクロレンズの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】本発明は、最大膜厚位置が重心位置と異なる形状を有し、さらにその形状が滑らかであるマイクロレンズを簡便な方法で形成することができるマイクロレンズの製造方法を提供することを主目的とするものである。

【解決手段】本発明は、基板上に形成された感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う基礎形状形成用露光工程と、上記感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、上記基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロファイルを有する露光を行う変形用露光工程と、を有し、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することを特徴とするマイクロレンズの製造方法を提供することにより、上記課題を解決する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板上に形成された感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う基礎形状形成用露光工程と、

前記感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、前記基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロファイルを有する露光を行う変形用露光工程と、

を有し、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することを特徴とするマイクロレンズの製造方法。

**【請求項 2】**

10

前記マイクロレンズ基礎形状形成用マスクが、単位セルの中心位置に対して回転対称な透過率分布を有する階調マスクであることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロレンズの製造方法。

**【請求項 3】**

前記マイクロレンズ変形用マスクが階調性を有しない開口部を備えたマスクであり、前記変形用露光工程での露光がデフォーカス露光であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のマイクロレンズの製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

20

本発明は、最大膜厚位置が重心位置と異なる形状を有し、さらにその形状が滑らかであるマイクロレンズを簡便な方法で形成することができるマイクロレンズの製造方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

近年急速に普及しているデジタルカメラの本体には、被写体光を光信号に変換して画像を記録する C C D (Charge Coupled Device)、あるいは C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサ等の固体撮像素子が組み込まれている。このような固体撮像素子は、一般的に、被写体光を受光して光電信号に変換する受光素子と、この受光素子上に形成されたカラーフィルタと、受光素子への集光率を向上させるためのマイクロレンズと、を有している。

30

**【0003】**

マイクロレンズは、受光素子への集光率を向上させるという観点からは非常に有用なものであるが、その反面、マイクロレンズの設置によりノイズやシェーディング等の問題が顕著になる場合があった。具体的には、マイクロレンズに斜光が入射すると、マイクロレンズに鉛直方向から光が入射した場合に比べて、受光素子への集光が不十分になり、その結果、各画素間で集光の程度に相違が生じ、それが信号出力の差となって現れ、出力バラツキによるノイズを発生させる場合があった。また、例えば斜光によって、各画素領域の画素中心部とその周辺部とで信号出力差が生じ、画素中心部と比較してその周辺部の信号出力が低下する可能性があり、このような信号出力差が、画像の出力画面上でのシェーディングを発生させる場合があった。

40

**【0004】**

また、高集積化等を目的として、複数の受光素子で一つの信号読出回路を共用するように構成された撮像素子、いわゆる複数画素共有構造を有する撮像素子が知られているが、このような撮像素子においては、その構成上の制約から、マイクロレンズの中心位置と、受光素子の中心位置と、が平面視上一致しない場合があり、同様に、ノイズやシェーディング等の問題が生じていた。

**【0005】**

このような問題に対して、従来の回転対称の形状ではなく、非回転対称の形状を有するマイクロレンズを用いることが提案されている。すなわち、非回転対称のマイクロレンズ

50

を用いることにより、受光素子への集光を均一にし、ノイズやシェーディング等の問題を抑制する試みである。

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 においては、単位セルの中心に対し、非対称に格子状のパターンを形成し、レンズ材料を塗布、パターンニングしたのち熱フローすることにより、非回転対称な形状を有するマイクロレンズを形成する方法が提案されている。しかしながら、特許文献 1 においては、熱フローによりマイクロレンズを形成するため、所望のレンズ形状を精度良く形成することが困難であった。

【 0 0 0 7 】

一方、特許文献 2 においては、階調マスクおよび補正用の開口マスクを用いて二重露光することにより、所望のレンズ形状を有するマイクロレンズを形成する方法が提案されている。しかしながら、非回転対称のマイクロレンズについては特に記載されているものではなかった。

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 7 6 3 1 5 公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 2 5 8 3 4 9 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、最大膜厚位置が重心位置と異なる形状を有し、さらにその形状が滑らかであるマイクロレンズを簡便な方法で形成することができるマイクロレンズの製造方法を提供することを主目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するために、本発明においては、基板上に形成された感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う基礎形状形成用露光工程と、上記感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、上記基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロファイルを有する露光を行う変形用露光工程と、を有し、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することを特徴とするマイクロレンズの製造方法を提供する。

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、単位セル露光プロファイルの異なる 2 回の露光を行うことにより、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを簡便に形成することができる。

【 0 0 1 2 】

また、上記発明においては、上記マイクロレンズ基礎形状形成用マスクが、単位セルの中心位置に対して回転対称な透過率分布を有する階調マスクであることが好ましい。このような階調マスクは、汎用性に優れているからである。

【 0 0 1 3 】

また、上記発明においては、上記マイクロレンズ変形用マスクが階調性を有しない開口部を備えたマスクであり、上記変形用露光工程での露光がデフォーカス露光であることが好ましい。階調性を有しない開口部を備えたマスクは製造が容易であり、さらにデフォーカス露光を行うことにより、滑らかな形状を有するマイクロレンズを得ることができるからである。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明においては、最大膜厚位置が重心位置と異なる形状を有し、さらにその形状が滑らかであるマイクロレンズを簡便な方法で形成することができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明のマイクロレンズの製造方法について説明する。

10

20

30

40

50

## 【0016】

本発明のマイクロレンズの製造方法は、基板上に形成された感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う基礎形状形成用露光工程と、上記感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、上記基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロファイルを有する露光を行う変形用露光工程と、を有し、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することを特徴とするものである。

## 【0017】

なお、本発明において「最大膜厚位置」とは、マイクロレンズの膜厚が最大となる位置をいう。また、「重心位置」とは、マイクロレンズが基板と接触する接触面の重心となる位置をいう。最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズとは、例えば図1(a)に示すように、最大膜厚位置 $P_M$ が重心位置 $P_G$ と異なるものをいう。なお、従来のマイクロレンズは、例えば図1(b)に示すように、最大膜厚位置 $P_M$ が重心位置 $P_G$ と一致する。

10

## 【0018】

本発明によれば、単位セル露光プロファイルの異なる2回の露光を行うことにより、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを簡便に形成することができる。また、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することにより、上述したノイズやシェーディングの発生が抑制された固体撮像素子等を得ることができる。さらに、本発明のマイクロレンズの製造方法は、通常、露光工程によりマイクロレンズ形状を制御する方法であるため、従来の熱フローによりマイクロレンズを形成する方法と比較して、精度良くマイクロレンズを形成することができる。

20

## 【0019】

また、本発明のマイクロレンズの製造方法は、基礎形状形成用露光工程および変形用露光工程を行う順番により、次の二態様に大別することができる。すなわち、基礎形状形成用露光工程を行い、次いで変形用露光工程を行う態様（第一態様）と、変形用露光工程を行い、次いで基礎形状形成用露光工程を行う態様（第二態様）と、に大別することができる。以下、態様毎に説明を行う。

## 【0020】

## 1. 第一態様

30

まず、本発明のマイクロレンズの製造方法の第一態様について説明する。本態様のマイクロレンズの製造方法は、まず基礎形状形成用露光工程を行い、次いで変形用露光工程を行うものである。すなわち、本態様のマイクロレンズの製造方法は、基板上に形成された感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う基礎形状形成用露光工程と、上記基礎形状形成用露光工程後の感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、上記基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロファイルを有する露光を行う変形用露光工程と、を有し、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することを特徴とするものである。

## 【0021】

40

次に、本態様のマイクロレンズの製造方法について図面を用いて説明する。図2は、本態様のマイクロレンズの製造方法の一例を示す工程図である。図2に示すマイクロレンズの製造方法は、図2(a)に示すように、基板1上にポジ型の感光性樹脂層2を形成する感光性樹脂層形成工程と、図2(b)に示すように、マイクロレンズ基礎形状形成用マスク3として、単位セルの中心位置に対して回転対称な透過率分布を有する階調マスクを用い、マイクロレンズの基礎形状を形成する露光を行う基礎形状形成用露光工程と、図2(c)に示すように、マイクロレンズ変形用マスク4を用いて、感光性樹脂層2に対して部分的な露光を行う変形用露光工程とを有するものである。さらに現像工程を行うことで、図2(d)に示すように、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズ5を得ることができる。

## 【0022】

50

図3は、図2に示すマイクロレンズの製造方法に用いられるマスク、および露光プロファイルを説明する説明図である。図3(a)は、図2(b)に示すマイクロレンズ基礎形状形成用マスク3の概略平面図であり、単位セルの中心位置に対して回転対称な透過率分布を有する階調マスクを示している。具体的には、単位セルの中心位置に向かって遮光性が高くなるポジ型感光性樹脂層用の階調マスクである。また、図3(b)は、図3(a)のA-A'断面の露光プロファイルを示すものである。なお、図3(b)には、単位セル露光プロファイルの一例として、基礎形状形成用露光工程における、単位セルの単位セル露光プロファイルを示してある。

#### 【0023】

一方、図3(c)は、図2(c)に示すマイクロレンズ変形用マスク4の概略平面図であり、矩形状の開口部6を有するマスクを示している。また、図3(d)は、図3(c)のA-A'断面の露光プロファイルを示すものである。ただし、図3(d)は後述するデフォーカス露光を行った場合の露光プロファイルである。なお、図3(d)には、単位セル露光プロファイルの一例として、変形用露光工程における、単位セルの単位セル露光プロファイルを示してある。図3(b)および図3(d)を比較して分かるように、本態様においては、単位セル露光プロファイルが異なる2回の露光を行う。これにより、単位セル露光プロファイルの重ね合せが、図3(e)に示すように、単位セルの中心位置(中心線X)に対し非回転対称なものとなる。その結果、図3(f)に示すように、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズ5を得ることができる。なお、「単位セル」とは、個々のマイクロレンズが形成される基板上の単位領域をいい、通常正方形である。また、「単位セルの中心位置」とは、単位セルの対角線の交点となる位置をいう。

#### 【0024】

また、本態様のマイクロレンズの製造方法は、通常、基板上に感光性樹脂層を形成する感光性樹脂層形成工程と、基礎形状形成用露光工程と、変形用露光工程と、現像工程と、を有する。以下、各工程ごとに説明を行う。

#### 【0025】

##### (1) 感光性樹脂層形成工程

まず、本態様における感光性樹脂層形成工程について説明する。感光性樹脂層形成工程は、基板上に感光性樹脂層を形成する工程である。感光性樹脂層は、後述する露光工程や現像工程を行うことにより、マイクロレンズとなる層である。

#### 【0026】

上記基板としては、マイクロレンズの用途等により異なるものであるが、例えば、石英ガラス、無アルカリガラス、鉛ガラス(青板ガラス)等の透明ガラス基板等を挙げることができる。また、上記基板として、マイクロレンズ形成前の固体撮像素子(固体撮像素子用材料)を用いることもできる。例えば、固体撮像素子用材料を構成する平坦化層上にマイクロレンズを形成することで、固体撮像素子を得ることができる。

#### 【0027】

また、上記感光性樹脂層を構成する感光性樹脂としては、ポジ型感光性樹脂およびネガ型感光性樹脂のいずれも用いることができるが、中でもポジ型感光性樹脂が好ましい。上記ポジ型感光性樹脂としては、例えば、フェノールエポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド、シクロオレフィン等を挙げることができる。具体的には、MFR401(JSR株式会社製)、T-HMR P11(東京応化工業株式会社製)等を挙げることができる。一方、ネガ型感光性樹脂としては、例えば、アクリル樹脂等を挙げることができる。具体的には、PAK-01(東亜合成株式会社製)、NIP-K(Zen Photonics製)等を挙げることができる。

#### 【0028】

基板上に感光性樹脂層を形成する方法としては、特に限定されるものではないが、具体的にはスピンコート法等を挙げることができる。

また、上記感光性樹脂層の厚さとしては、マイクロレンズの用途等に応じて異なるものであるが、通常 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ の範囲内である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

## ( 2 ) 基礎形状形成用露光工程

次に、本態様における基礎形状形成用露光工程について説明する。基礎形状形成用露光工程は、上述した感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う工程である。

## 【 0 0 3 0 】

本態様に用いられるマイクロレンズ基礎形状形成用マスクとしては、後述するマイクロレンズ変形用マスクとの組合せにより、所望のマイクロレンズを得ることができるものであれば特に限定されるものではないが、具体的には、単位セルの中心位置に対して回転対称な透過率分布を有する階調マスク（回転対称階調マスク）等を挙げることができる。

10

## 【 0 0 3 1 】

上記回転対称階調マスクは、通常、上述した感光性樹脂層の種類により、ポジ型感光性樹脂層用（単に「ポジ型用」と称する場合がある。）またはネガ型感光性樹脂層用（単に「ネガ型用」と称する場合がある。）が選択される。図 4（a）は、ポジ型用の回転対称階調マスクの一例を示す概略平面図である。この回転対称階調マスクは、単位セルの中心に向かって遮光性が高くなるものである。ポジ型感光性樹脂層は、露光により分解されるものであるから、上記のような階調マスクを用いることで、マイクロレンズの基礎形状を形成することができる。また、図 4（b）は、図 4（a）の A - A' 断面の露光プロファイルを示すものである。

20

## 【 0 0 3 2 】

一方、図 4（c）は、ネガ型用の回転対称階調マスクの一例を示す概略平面図である。この回転対称階調マスクは、単位セルの中心に向かって遮光性が低くなるものである。ネガ型感光性樹脂層は、露光により硬化するものであるから、上記のような階調マスクを用いることで、マイクロレンズの基礎形状を形成することができる。また、図 4（d）は、図 4（c）の A - A' 断面の露光プロファイルを示すものである。

## 【 0 0 3 3 】

また、露光時に用いられる光としては、ポジ型感光性樹脂層を分解できるもの、または、ネガ型感光性樹脂層を硬化できるものであれば特に限定されるものではなく、一般的な感光性樹脂を露光するために用いられる光と同様のものを用いることができる。例えば、水銀ランプの g 線（436 nm）および i 線（365 nm）、並びに、KrF エキシマレーザー（248 nm）および ArF エキシマレーザー（193 nm）等を挙げることができる。

30

## 【 0 0 3 4 】

また、本態様においては、基礎形状形成用露光工程および変形用露光工程の 2 回の露光工程を行う。基礎形状形成用露光工程の際の露光量と、変形用露光工程の際の露光量との比率としては、用いられるマスクやレジストの種類等によって異なるものであるが、例えば、基礎形状形成用露光工程の際の露光量を 100 とした場合に、変形用露光工程の際の露光量が 50 ~ 100 の範囲内であることが好ましく、70 ~ 80 の範囲内であることがより好ましい。

## 【 0 0 3 5 】

また、基礎形状形成用露光工程の際の露光量としては、特に限定されるものではないが、例えば  $50 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \sim 100 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の範囲内、中でも  $65 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \sim 75 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の範囲内であることが好ましい。

40

## 【 0 0 3 6 】

また、基礎形状形成用露光工程の際の露光量と、変形用露光工程の際の露光量との合計としては、用いるマスクの種類等により異なるものであるが、例えば  $100 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \sim 150 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の範囲内、中でも  $115 \text{ mJ} / \text{cm}^2 \sim 135 \text{ mJ} / \text{cm}^2$  の範囲内であることが好ましい。

## 【 0 0 3 7 】

## ( 3 ) 変形用露光工程

50

次に、本態様における変形用露光工程について説明する。本態様における変形用露光工程は、上述した基礎形状形成用露光工程後の感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、上述した基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロフィールを有する露光を行う工程である。

【0038】

なお、本態様において、「単位セル露光プロフィール」とは、単位セル内の光強度の分布を示すものである。また、「基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロフィールを有する露光」とは、基礎形状形成用露光工程の際の単位セル露光プロフィールとは形状が異なる単位セル露光プロフィールを有する露光であって、基礎形状形成用露光工程および変形用露光工程の単位セル露光プロフィールの重ね合わせが、単位セルの中心位置に対して回転対称とはならない関係を生じさせる露光をいう。具体的には、上述した図3(b)および図3(d)に示すように、単位セルの単位セル露光プロフィールの形状が互いに異なり、さらに、図3(e)に示すように、単位セルの単位セル露光プロフィールの重ね合わせが、単位セルの中心位置(中心線X)に対し回転対称とはならない関係を生じさせる露光をいう。

【0039】

本態様に用いられるマイクロレンズ変形用マスクとしては、基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロフィールを有する露光を行うことができるものであれば特に限定されるものではない。

【0040】

中でも、本態様においては、上述した感光性樹脂層の種類により、ポジ型用またはネガ型用のマイクロレンズ変形用マスクを選択することが好ましい。

【0041】

ポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクは、通常、ポジ型感光性樹脂層をさらに分解させようとする位置に開口部を有する。

上記開口部の形状としては、矩形状、多角形状、円状および楕円状等を挙げることができる。中でも矩形状が好ましい。なお、上記開口部の位置は、基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロフィールを有する露光を行うことができれば、特に限定されるものではない。

【0042】

また、ポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクは、単位セルごとに開口部が形成されたものであっても良く、複数の単位セルにわたって開口部が形成されたものであっても良い。単位セルごとに開口部が形成されたポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクとしては、具体的には、図5(a)に示すように、各々の単位セル7が、開口部6を有するもの等を挙げることができる。なお、単位セル7は複数の開口部6を有していても良い。また、複数の単位セルにわたって開口部が形成されたポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクとしては、具体的には、図5(b)に示すように、複数の単位セル7にわたって開口部6を有するもの等を挙げることができる。

【0043】

また、ポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクは、階調性を有する開口部を備えたマスクであっても良く、階調性を有しない開口部を備えたマスクであっても良いが、本態様においては、階調性を有しない開口部を備えたマスクであることが好ましい。このようなマイクロレンズ変形用マスクは製造が容易だからである。

【0044】

さらに、本態様においては、ポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクが、階調性を有しない開口部を備えたマスクである場合、変形用露光工程での露光がデフォーカス露光であることが好ましい。滑らかな形状を有するマイクロレンズを得ることができるからである。本態様において、「デフォーカス露光」とは、焦点をずらして露光することを意味し、これにより滑らかな露光プロフィールを与えることができる。具体的には、図6(a)に示すように、ポジ型用のマイクロレンズ変形用マスク4が、階調性を有しない矩形状の開

口部 6 を備える場合は、デフォーカス露光を行うことにより、図 6 ( b ) に示すように、単位セル の単位セル露光プロファイルは滑らかなものとなる。一方、デフォーカス露光を行わない場合は、図 6 ( c ) に示すように、単位セル の単位セル露光プロファイルは段差的になってしまう。

【 0 0 4 5 】

また、上記デフォーカス露光の際のデフォーカス量としては、特に限定されるものではないが、例えば  $5 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$  の範囲内、中でも  $7 \mu\text{m} \sim 12 \mu\text{m}$  の範囲内であることが好ましい。

【 0 0 4 6 】

階調性を有しない開口部を備えたポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクとしては、上記図 6 ( a ) に示したもののほかに、例えば、図 7 ( a ) に示すように、階調性を有しない矩形状の開口部 6 が複数の単位セル 7 にわたって形成されたもの等を挙げることができる。なお、基板上にポジ型感光性樹脂層を形成し、上記図 4 ( a ) に示す回転対称階調マスクを用いて基礎形状形成用露光工程を行い、さらに、図 7 ( a ) に示すマイクロレンズ変形用マスクを用いてデフォーカス露光する変形用露光工程を行うことにより、図 7 ( b ) に示すマイクロレンズ 5 を形成することができる。

10

【 0 0 4 7 】

また、階調性を有する開口部を備えたポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクを用いる場合は、通常露光を行うことで、上記のデフォーカス露光と同様の効果を得ることができる。階調性を有する開口部を備えたポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクとしては、例えば、図 8 に示すように、階調性を有する矩形状の開口部 6 が複数の単位セル 7 にわたって形成されたもの等を挙げることができる。

20

【 0 0 4 8 】

一方、ネガ型用のマイクロレンズ変形用マスクは、通常、ネガ型感光性樹脂層をさらに硬化させたくない位置に遮光部を有する。なお、上記遮光部の形状等については、上述したポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクの開口部についての記載と同様であるので、ここでの説明は省略する。また、遮光部以外の領域（透過部）は、階調性を有するものであっても良く、階調性を有しないものであっても良い。これらの記載についても上述したポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクの開口部についての記載と同様であるので、ここでの説明は省略する。

30

【 0 0 4 9 】

また、露光時に用いられる光としては、上述した基礎形状形成用露光工程に用いられる光と同様のものを用いることができるので、ここでの説明は省略する。

【 0 0 5 0 】

また、本態様においては、基礎形状形成用露光工程および変形用露光工程の 2 回の露光工程を少なくとも行うものであるが、さらに、マイクロレンズ形状を微調整するための露光工程等を行っても良い。

【 0 0 5 1 】

( 4 ) 現像工程

次に、本態様における現像工程について説明する。本態様における現像工程は、上述した変形用露光後に、感光性樹脂層を現像液で現像する工程である。

40

【 0 0 5 2 】

本態様に用いられる現像液としては、特に限定されるものではなく、用いられる感光性樹脂層の種類等に応じて、適宜選択することが好ましい。具体的には、アルカリ現像液および有機溶媒現像液等を挙げることができる。

【 0 0 5 3 】

また、本態様において、感光性樹脂層を現像する方法としては、特に限定されるものではないが、例えば、浸漬法、スプレー法およびパドル法等を挙げることができ、中でもパドル法が好ましい。

【 0 0 5 4 】

50



### (5) マイクロレンズ

次に、本態様の製造方法により得られるマイクロレンズについて説明する。本態様により得られるマイクロレンズは、最大膜厚位置が重心位置と異なるものであれば特に限定されるものではないが、具体的には上記マイクロレンズの最大膜厚位置が、マイクロレンズの直径に対して2%以上、中でも5%以上重心位置から離れていることが好ましい。集光効率の良い固体撮像素子等を得ることができるからである。なお、「マイクロレンズの直径」とは、単位セルの対角方向の長さをいうものである。上記マイクロレンズの直径としては、例えば10  $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

#### 【0055】

上記マイクロレンズは、隣接するマイクロレンズ同士のレンズ間にギャップが無いものが好ましい。集光効率を向上させることができるからである。

#### 【0056】

上記マイクロレンズの最大膜厚としては、画素サイズ、マイクロレンズの形状、マイクロレンズと受光素子との距離等によって異なるものであるが、具体的には、0.2  $\mu\text{m}$  ~ 1.5  $\mu\text{m}$ の範囲内であることが好ましい。

#### 【0057】

上記マイクロレンズの種類としては、特に限定されるものではないが、例えば球面型、屈折率分布型等を挙げることができる。

#### 【0058】

### 2. 第二態様

次に、本発明のマイクロレンズの製造方法の第二態様について説明する。本態様のマイクロレンズの製造方法は、まず変形用露光工程を行い、次いで基礎形状形成用露光工程を行うものである。すなわち、本態様のマイクロレンズの製造方法は、基板上に形成された感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ変形用マスクを用い、後述する基礎形状形成用露光工程の際の露光とは異なる単位セル露光プロファイルを有する露光を行う変形用露光工程と、上記変形用露光工程後の感光性樹脂層に対し、マイクロレンズ基礎形状形成用マスクを用いて露光を行う基礎形状形成用露光工程と、を有し、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズを形成することを特徴とするものである。

#### 【0059】

次に、本態様のマイクロレンズの製造方法について図面を用いて説明する。図9は、本態様のマイクロレンズの製造方法の一例を示す工程図である。図9に示すマイクロレンズの製造方法は、図9(a)に示すように、基板1上にポジ型の感光性樹脂層2を形成する感光性樹脂層形成工程と、図9(b)に示すように、マイクロレンズ変形用マスク4を用いて、感光性樹脂層2に対して部分的な露光を行う変形用露光工程と、図9(c)に示すように、マイクロレンズ基礎形状形成用マスク3として、単位セルの中心位置に対して回転対称な透過率分布を有する階調マスクを用い、露光を行う基礎形状形成用露光工程と、を有するものである。さらに現像工程を行うことで、図9(d)に示すように、最大膜厚位置が重心位置と異なるマイクロレンズ5を得ることができる。

#### 【0060】

また、本態様のマイクロレンズの製造方法は、通常、基板上に感光性樹脂層を形成する感光性樹脂層形成工程と、変形用露光工程と、基礎形状形成用露光工程と、現像工程と、を有するものであるが、これらの工程は第一態様に記載したものと同様であるので、ここでの説明は省略する。また、得られるマイクロレンズの特徴等についても、第一態様と同様であるのでここでの説明は省略する。

#### 【0061】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と、実質的に同一の構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなる場合であっても本発明の技術的範囲に包含される。

#### 【実施例】

#### 【0062】

10

20

30

40

50

以下、実施例を用いて、本発明をさらに具体的に説明する。

【実施例】

感光性樹脂としてポジ型レジストを用いた場合を例にとり実施例について説明する。

まずフェノールエポキシ系ポジ型レジストをスピンコート法により、膜厚が約  $1.0 \mu\text{m}$  なるように塗布し、適当な条件で乾燥した。

次に基礎形状形成用露光を行なった。露光に用いたフォトマスクの単位セルパターンを図 10 に示す。6 は遮光部、8 は開口部であり、露光波長では解像しない微細なドットパターンの配列により透過率分布が回転対称になるように制御した。露光は I 線ステッパーを用い、露光量を約  $100 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 、デフォーカス量を約  $0 \mu\text{m}$  として行なった。

次に変形用露光を行なった。露光には図 5 (b) に示すような四つの単位セル 7 に対し、1 つの開口部 6 を有するフォトマスクパターンを用いて行った。露光量は約  $50 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 、デフォーカス量は約  $10 \mu\text{m}$  とした。第一の露光工程 (基礎形状形成用露光) と第二の露光工程 (変形用露光) を行うことにより、図 3 (e) に示すような非回転対称な露光プロファイルを得た。

次に適当な条件で現像を行うことにより非対称な形状を有するマイクロレンズを得た。図 11 に作製したマイクロレンズの A F M 観察像を示す。図 11 (a) は上面図、図 11 (b) は図 11 (a) の A - A' 断面プロファイルである。P<sub>M</sub> と P<sub>G</sub> が一致せず、かつ滑らかな形状をしていることが分かる。

結果、本発明で考案するマイクロレンズの形成方法により、最大膜厚位置が重心位置と異なる形状を有し、さらにその形状が滑らかであるマイクロレンズを簡便な方法で形成ことが可能であることが確認できた。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図 1】マイクロレンズの形状を説明する説明図である。

【図 2】本発明のマイクロレンズの製造方法の一例を示す工程図である。

【図 3】図 2 に示すマイクロレンズの製造方法に用いられるマスク、および露光プロファイルを説明する説明図である。

【図 4】回転対称階調マスクを説明する説明図である。

【図 5】ポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクを説明する説明図である。

【図 6】デフォーカス露光を説明する説明図である。

【図 7】開口部が階調性を有しないポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクを例示する説明図である。

【図 8】開口部が階調性を有するポジ型用のマイクロレンズ変形用マスクを例示する説明図である。

【図 9】本発明のマイクロレンズの製造方法の他の例を示す工程図である。

【図 10】実施例で用いた階調マスクの図である。

【図 11】実施例で作製したマイクロレンズの A F M 観察像である。

【符号の説明】

【0064】

- 1 ... 基板
- 2 ... 感光性樹脂層
- 3 ... マイクロレンズ基礎形状形成用マスク
- 4 ... マイクロレンズ変形用マスク
- 5 ... マイクロレンズ
- 6 ... 開口部
- 7 ... 単位セル
- 8 ... 遮光部

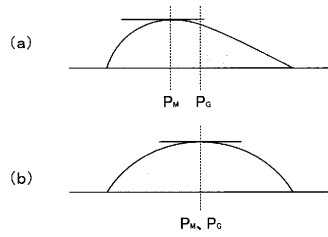
10

20

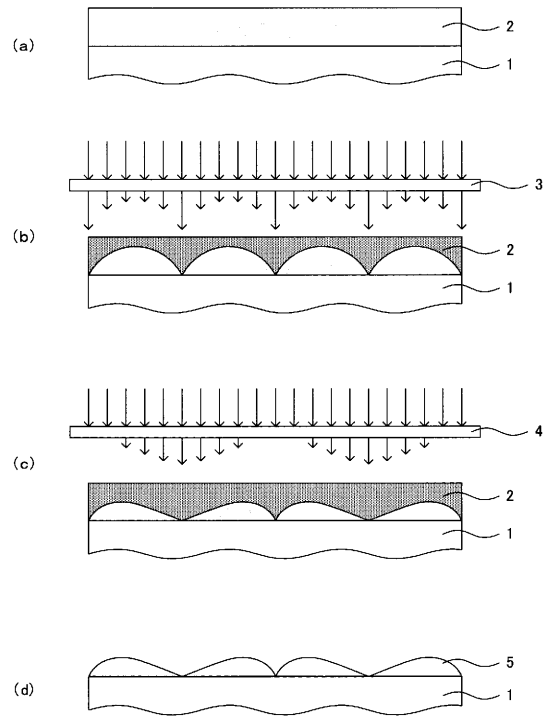
30

40

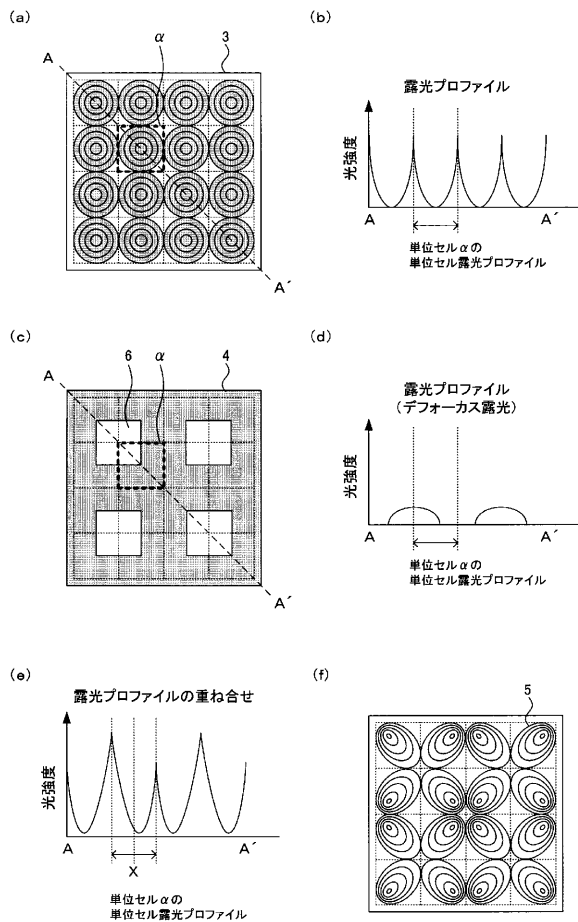
【図 1】



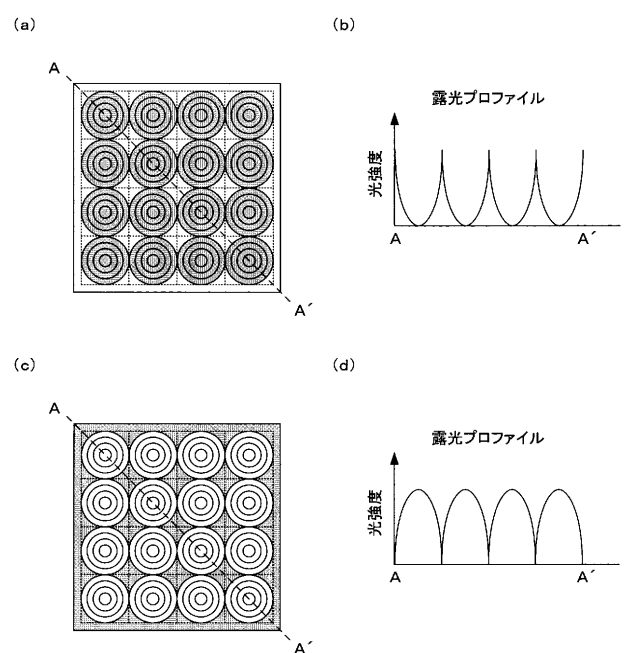
【図 2】



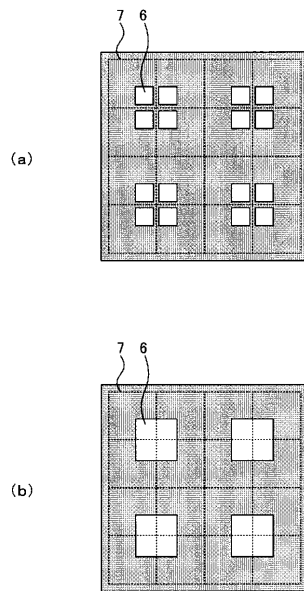
【図 3】



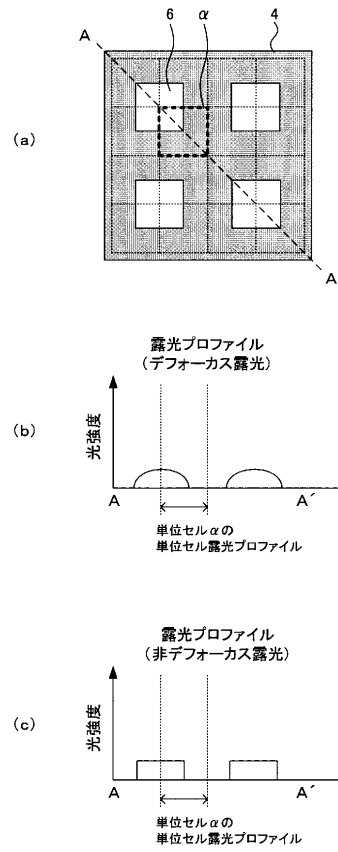
【図 4】



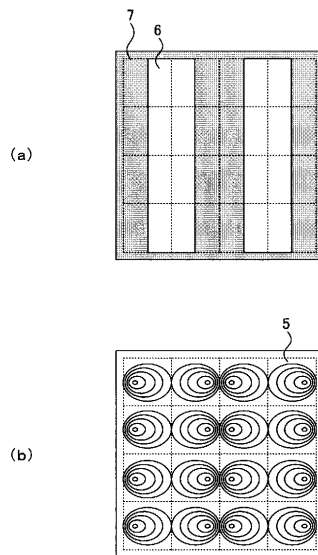
【図 5】



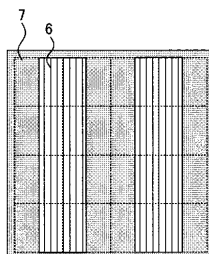
【図 6】



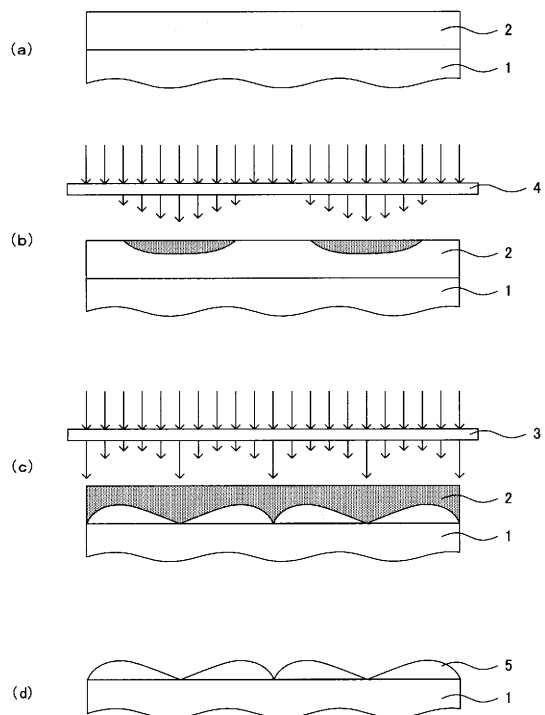
【図 7】



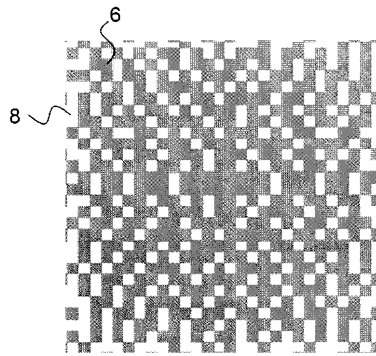
【図 8】



【図 9】

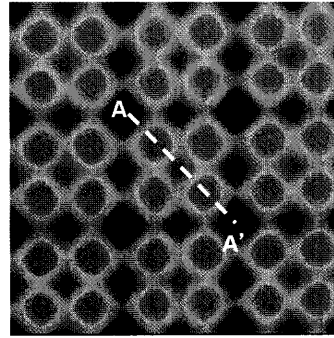


【図 10】

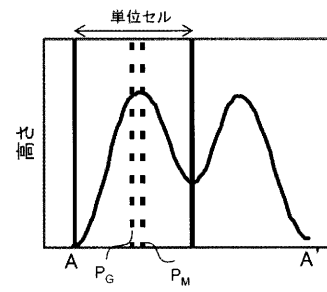


【図 11】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4M118 AA06 AB01 BA10 BA14 EA20 FA06 GD04 GD07 GD20