

(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2006-140370  
(P2006-140370A)

(43) 公開日 平成18年6月1日(2006.6.1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 27/14 (2006.01)</b>	H01L 27/14	4M118
<b>G02B 3/00 (2006.01)</b>	G02B 3/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2004-330157 (P2004-330157)	(71) 出願人	000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(22) 出願日	平成16年11月15日(2004.11.15)	(74) 代理人	110000165 グローバル・アイピー東京特許業務法人
		(72) 発明者	渡辺 実 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
		Fターム(参考)	4M118 AB01 BA09 EA01 EA14 GD04 GD07 GD20

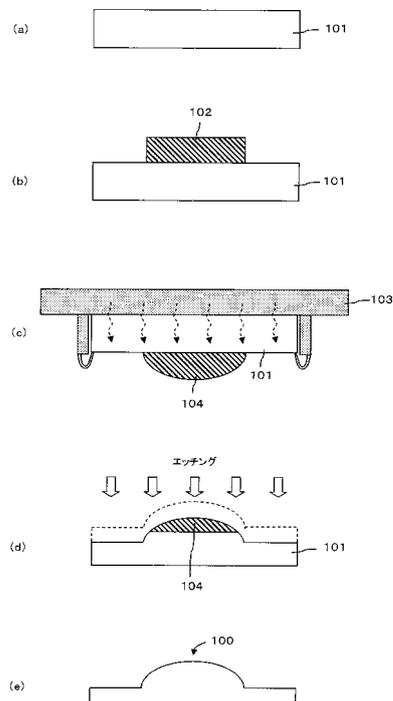
(54) 【発明の名称】 マイクロレンズの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 レジスト塗布膜厚を薄くしつつ、リフロー後のレジスト膜厚を増大させることができるマイクロレンズの製造方法を提供する。

【解決手段】 第1面及び第2面を有する半導体基板に形成されるマイクロレンズを製造する方法であって、半導体基板を準備するステップと、半導体基板の第1面に略円柱形状の第1レジスト層を形成するステップと、第1面が鉛直線と直交しかつ第2面の下方となるように半導体基板を保持しつつ、熱処理により第1レジスト層をリフローして略半球形状の第2レジスト層に変形するステップと、異方性エッチングにより第2レジスト層及び半導体基板を同時にエッチングして半導体基板にレンズを形成するステップと、を含むことを特徴とするマイクロレンズの製造方法。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 面及び第 2 面を有する半導体基板に形成されるマイクロレンズを製造する方法であって、

前記半導体基板を準備するステップと、

前記半導体基板の前記第 1 面に略円柱形状の第 1 レジスト層を形成するステップと、

前記第 1 面が鉛直線と直交しかつ前記第 2 面の下方となるように前記半導体基板を保持しつつ、熱処理により前記第 1 レジスト層をリフローして略半球形状の第 2 レジスト層に変形するステップと、

異方性エッチングにより前記第 2 レジスト層及び前記半導体基板を同時にエッチングして前記半導体基板にレンズを形成するステップと、

を含むことを特徴とするマイクロレンズの製造方法。

10

## 【請求項 2】

前記熱処理は、ホットプレートを用いて行うことを特徴とする、請求項 1 に記載のマイクロレンズの製造方法。

## 【請求項 3】

前記熱処理は、エネルギー線の照射によって行うことを特徴とする、請求項 1 に記載のマイクロレンズの製造方法。

## 【請求項 4】

前記エネルギー線は、赤外線または電子線であることを特徴とする、請求項 3 に記載のマイクロレンズの製造方法。

20

## 【請求項 5】

前記半導体基板は、シリコン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 6】

前記異方性エッチングは、反応性イオンエッチング ( R I E ) であることを特徴とする、請求項 5 に記載のマイクロレンズの製造方法。

## 【請求項 7】

前記反応性イオンエッチング ( R I E ) は、 $CF_4$  (テトラフルオロメタン) と  $O_2$  との混合ガスを使用することを特徴とする、請求項 6 に記載のマイクロレンズの製造方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、半導体基板に形成されるマイクロレンズの製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

光通信コネクタや CCD ( Charge Coupled Device ) 撮像素子などの光学デバイスにはマイクロレンズが多用されている。マイクロレンズは形状が微小であることから、通常のレンズ製作に用いられる研磨やモールドとは異なる製造方法、例えば、リフロー法やグレースケールマスク法などが一般的に利用される。ここで、リフロー法について簡単に説明すると、まず、下地基板上にホトリソグラフィーにより略円柱形状のレジストパターンを形成した後、基板を加熱してレジストを流動化させ、表面張力により略半球形状のレジストパターンを形成する。続いて、この略半球形状のレジストパターンを異方性ドライエッチングにより下地基板と同時にエッチングし、下地基板に略半球形状のパターンを転写してマイクロレンズを作製する。

40

## 【0003】

マイクロレンズの製造方法に関する発明が、例えば、特許文献 1 及び 2 に記載されている。

## 【0004】

特許文献 1 に記載のマイクロレンズの製造方法は、下地基板 ( GaAs ) 上にポッティ

50

ングにより形成した略半球形状のレジストパターンをエッチングマスクとし、このレジストパターンと下地基板とを同時にエッチングしてマイクロレンズを作製している。(第2実施形態)

特許文献2に記載のマイクロレンズの製造方法は、下地基板上に千鳥状に形成した複数の第1レジストパターンを熱処理により半球形状に変形した後、この熱硬化した第1レジストパターンの隙間部分にさらに複数の半球形状の第2レジストパターンを形成するものである。これにより、レンズ間距離を短縮したCCD集光マイクロレンズを作製している。

【特許文献1】特開平5-136460号公報(第4頁、第2図)

【特許文献2】特開平7-106237号公報(第4頁、第4-7図)

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

リフロー法においては、リフロー後のレジストパターンの膜厚、すなわち、略半球形状の頂点部の膜厚と、ホトリソグラフィーによるパターン形成前のレジスト塗布膜厚とは所定の比例関係にあり、従来はレジスト塗布膜厚を調整することでリフロー後のレジストパターンの膜厚を制御していた。

【0006】

しかしながら、レンズが微細化、高精度化するに伴い、レジスト塗布膜厚を調整するだけでは所望のレンズ形成に必要なレジストパターンを形成することが困難となってきた。これは、マイクロレンズの製造において必要とされる2つの工程、すなわち、ホトリソグラフィー工程とドライエッチング工程とにおいて、それぞれレジスト膜厚に対して相反する要求が存在するからである。ホトリソグラフィーによるレジストの加工という観点からすれば、微細化のためにはレジスト塗布膜厚を薄くしていく必要がある。これは、レジスト塗布膜厚が厚いと、露光時においては光透過率が低下し、また、現像時においては現像残り、いわゆるスカムが発生しやすくなるためである。一方、ドライエッチングによるレンズパターンの形成という観点からすれば、エッチングマスクとなる略半球形状のレジストパターンの膜厚は所定の膜厚を確保する必要があり、レジストの薄膜化は望ましい方向とは言えない。従って、ホトリソグラフィー工程におけるレジスト塗布膜厚の薄膜化要求に応えつつ、ドライエッチング工程においてはエッチングマスクとなる略半球形状の

20

30

【0007】

特許文献1に記載のマイクロレンズの製造方法は、ポッティングにより略半球形状のレジストパターンを形成するため、通常のリフロー法で必要とされるホトリソグラフィーによるレジスト加工を必要としない。そのため、特許文献1ではリフロー後のレジスト膜厚の調整に関する記載は特になされていない。

【0008】

特許文献2に記載のマイクロレンズの製造方法は、リフロー法により略半球形状のレジストパターンを形成するため、レンズの微細化に伴い、既述したようなレジスト膜厚に関する問題が発生する虞がある。しかしながら、特許文献2ではリフロー後のレジスト膜厚の調整に関する記載は特になされていない。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るマイクロレンズの製造方法は、第1面及び第2面を有する半導体基板に形成されるマイクロレンズを製造する方法であって、半導体基板を準備するステップと、半導体基板の第1面に略円柱形状の第1レジスト層を形成するステップと、第1面が鉛直線と直交しかつ第2面の下方となるように半導体基板を保持しつつ、熱処理により第1レジスト層をリフローして略半球形状の第2レジスト層に変形するステップと、異方性エッチングにより第2レジスト層及び半導体基板を同時にエッチングして半導体基板にレンズを形成するステップと、を含むことを特徴とする。

50

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明に係るマイクロレンズの製造方法によれば、略円柱形状の第1レジスト層をリフローする際に、半導体基板の第1面と第2面とを逆方向、すなわち、第1レジスト層が形成された半導体基板の第1面を鉛直下方に向けて熱処理することにより、流動化した略半球形状の第2レジスト層が重力で下方に引っ張られてその膜厚が増大するようになる。これにより、レジスト塗布膜厚を薄くする一方で、エッチングマスクとなる第2レジスト層の所定膜厚を確保できるようになる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0011】

10

## (1) 第1実施形態

図1は、本発明の第1実施形態に係るマイクロレンズの製造方法を示す工程断面図である。

## 【0012】

まず、図1(a)に示すように、マイクロレンズを作製するための半導体基板101を準備する。半導体基板101は、例えば、シリコン基板である。

## 【0013】

次に、図1(b)に示すように、半導体基板101上にレジストを塗布し、公知のホトリソグラフィを用いて略円柱形状のレジストパターン102を形成する。ここで、レジストの塗布膜厚は、形成するレンズの大きさによって適宜設定されるが、例えば、100  $\mu\text{m}$ 程度の径を有するレンズを形成する場合にはレジストの塗布膜厚を10~50  $\mu\text{m}$ 程度とすればよい。

20

## 【0014】

次に、図1(c)に示すように、レジストパターン102を形成した半導体基板101を上下逆方向、すなわち、レジストパターン102が形成された面を鉛直下方に向けてホットプレート103に設置し、レジストのガラス転移温度以上で熱処理を行い、略円柱形状のレジストパターン102をリフローして略半球形状のレジストパターン104に変形する。熱処理条件は、例えば、160~180 で300秒間とし、使用するレジスト材料により適宜変更すればよい。この熱処理工程において、流動化したレジストパターン104は重力で下方に引っ張られるため、その膜厚を増大させることができる。

30

## 【0015】

次に、図1(d)に示すように、異方性のドライエッチング、例えば、反応性イオンエッチング(RIE: Reactive Ion Etching)により、レジストパターン104及び半導体基板101を同時にエッチングする。ここでのエッチングは、例えば、エッチングガスに $\text{CF}_4$ (テトラフルオロメタン)と $\text{O}_2$ との混合ガスを使用する。このエッチング工程において、レジストパターン104と半導体基板101との選択比が約1となるよう $\text{CF}_4$ と $\text{O}_2$ との混合比を調整すれば、レジストパターン104と半導体基板101はほぼ等しいレートでエッチングされ、半導体基板101に略半球形状のレジストパターン104が転写されていく。

## 【0016】

40

さらにエッチングが進み、レジストパターン104が完全になくなった状態で、図1(e)に示すように、レジストパターン104の形状とほぼ同じ曲率を持ったマイクロレンズ100が完成する。

## 【0017】

なお、本実施形態はマイクロレンズの製造に限定されるものではなく、マイクロレンズと同様な略半球形状のパターン形成が必要とされる場合においては、その他の半導体装置やMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)などに適用することも可能である。

## 【0018】

## 〔作用効果〕

50

第1実施形態に係るマイクロレンズの製造方法によれば、略円柱形状のレジストパターン102をリフローする際に、レジストパターン102が形成された面を鉛直下方に向けてホットプレートで熱処理することにより、流動化した略半球形状のレジストパターン104が重力で下方に引っ張られてその膜厚が増大ようになる。これにより、レジスト塗布膜厚を薄くする一方で、エッチングマスクとなるレジストパターン104の所定膜厚を確保できるため、微細で高精度なマイクロレンズの作製が可能となる。また、微細で高精度なマイクロレンズの作製が可能となることにより、それらを使用するCCDレンズアレイの高集積化も可能となる。

【0019】

(2)第2実施形態

10

図2は、本発明の第2実施形態に係るマイクロレンズの製造方法を示す工程断面図である。

【0020】

まず、図2(a)に示すように、マイクロレンズを作製するための半導体基板201を準備する。半導体基板201は、例えば、シリコン基板である。

【0021】

次に、図2(b)に示すように、半導体基板201上にレジストを塗布し、公知のホトリソグラフィを用いて略円柱形状のレジストパターン202を形成する。ここで、レジストの塗布膜厚は、形成するレンズの大きさによって適宜設定されるが、例えば、100 $\mu$ m程度の径を有するレンズを形成する場合にはレジストの塗布膜厚を10~50 $\mu$ m程度とすればよい。

20

【0022】

次に、図2(c)に示すように、レジストパターン202を形成した半導体基板201を上下逆方向、すなわち、レジストパターン202が形成された面を鉛直下方に向けて所定の支持装置203に固定し、エネルギー線、例えば、赤外線照射によってレジストのガラス転移温度以上で熱処理を行い、略円柱形状のレジストパターン202をリフローして略半球形状のレジストパターン204に変形する。なお、熱処理のためのエネルギー線として、赤外線を使用する代わりに電子線を使用することも可能である。この熱処理工程において、流動化したレジストパターン204は重力で下方に引っ張られるため、その膜厚を増大させることができる。

30

【0023】

次に、図2(d)に示すように、異方性のドライエッチング、例えば、反応性イオンエッチング(RIE)により、レジストパターン204及び半導体基板201を同時にエッチングする。ここでのエッチングは、例えば、エッチングガスにCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>との混合ガスを使用する。このエッチング工程において、レジストパターン204と半導体基板201との選択比が約1となるようCF<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>との混合比を調整すれば、レジストパターン204と半導体基板201はほぼ等しいレートでエッチングされ、半導体基板201に略半球形状のレジストパターン204が転写されていく。

【0024】

さらにエッチングが進み、レジストパターン204が完全になくなった状態で、図2(e)に示すように、レジストパターン204の形状とほぼ同じ曲率を持ったマイクロレンズ200が完成する。

40

【0025】

なお、本実施形態はマイクロレンズの製造に限定されるものではなく、マイクロレンズと同様な略半球形状のパターン形成が必要とされる場合においては、その他の半導体装置やMEMSなどに適用することも可能である。

【0026】

〔作用効果〕

第2実施形態に係るマイクロレンズの製造方法は、第1実施形態に係るマイクロレンズの製造方法と同様の効果を奏することができる。すなわち、略円柱形状のレジストパター

50

ン202をリフローする際に、レジストパターン202が形成された面を鉛直下方に向けて赤外線などのエネルギー線を照射して熱処理することにより、流動化した略半球形状のレジストパターン204が重力で下方に引っ張られてその膜厚が増大ようになる。これにより、レジスト塗布膜厚を薄くする一方で、エッチングマスクとなるレジストパターン204の所定膜厚を確保できるため、微細で高精度なマイクロレンズの作製が可能となる。また、微細で高精度なマイクロレンズの作製が可能となることにより、それらを使用するCCDレンズアレイの高集積化も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】第1実施形態に係るマイクロレンズの製造工程図。

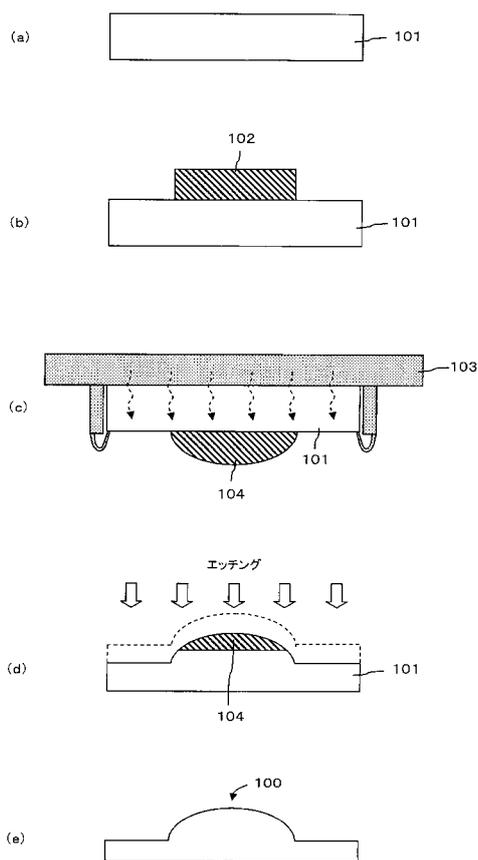
【図2】第2実施形態に係るマイクロレンズの製造工程図。

【符号の説明】

【0028】

- 100、200・・・マイクロレンズ
- 101、201・・・半導体基板
- 102、104、202、204・・・レジストパターン
- 103・・・ホットプレート
- 203・・・支持装置

【図1】



【図2】

