

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4377724号  
(P4377724)

(45) 発行日 平成21年12月2日 (2009. 12. 2)

(24) 登録日 平成21年9月18日 (2009. 9. 18)

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| (51) Int. Cl.                   | F I             |
| <b>C O 3 C</b> 15/00 (2006. 01) | C O 3 C 15/00 A |
| <b>G O 2 B</b> 3/00 (2006. 01)  | C O 3 C 15/00 B |
|                                 | G O 2 B 3/00 A  |

請求項の数 4 (全 8 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2004-82380 (P2004-82380)    | (73) 特許権者 | 000231464           |
| (22) 出願日  | 平成16年3月22日 (2004. 3. 22)      |           | 株式会社アルバック           |
| (65) 公開番号 | 特開2005-263605 (P2005-263605A) |           | 神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地    |
| (43) 公開日  | 平成17年9月29日 (2005. 9. 29)      | (74) 代理人  | 110000305           |
| 審査請求日     | 平成18年12月13日 (2006. 12. 13)    |           | 特許業務法人青莪            |
|           |                               | (74) 代理人  | 100120802           |
|           |                               |           | 弁理士 山下 雅昭           |
|           |                               | (72) 発明者  | 森川 泰宏               |
|           |                               |           | 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社 |
|           |                               |           | アルバック半導体技術研究所内      |
|           |                               | (72) 発明者  | 小澤 正則               |
|           |                               |           | 静岡県裾野市須山1220-1 株式会社 |
|           |                               |           | アルバック半導体技術研究所内      |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】珪酸ガラスのエッチング方法及びマイクロレンズアレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ発生手段及び基板バイアス手段を有するエッチング装置にて、 $Al_2O_3$  を 20～30重量%の範囲で含む珪酸ガラスからなる基板の表面をプラズマエッチングし、その形状がほぼ球面の一部をなす複数の凸部を配列してなるマイクロレンズアレイを形成するエッチング方法であって、

エッチングガスとして、フロロカーボンガスにホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスを添加してなる混合ガスを導入し、プロセス圧力を 2 Pa 以下にすることを特徴とするエッチング方法。

【請求項 2】

前記基板が、 $LiO_2-Al_2O_3-SiO_2$  系組成をベースとして有する低膨張結晶化ガラス基板であることを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 3】

前記ホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスの添加率がエッチングガス総流量基準で 20～80%であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のエッチング方法。

【請求項 4】

前記ホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスが、 $BCl_3$  ガスであることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、珪酸ガラスのエッチング方法及びマイクロレンズアレイに関し、特に  $Al_2O_3$  を含む珪酸ガラスからなる基板のプラズマエッチング方法及びこのエッチングに従って作製されるマイクロレンズアレイに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、 $SiO_2$  の屈折率が 1.45 前後であるのに対し、低膨張結晶化ガラス又は超耐熱結晶化ガラスとして通常用いられる  $LiO_2-Al_2O_3-SiO_2$  (例えば、ネオセラム(登録商標、日本電気硝子株式会社製)) からなる珪酸ガラスは 1.54 前後と高い。この低膨張結晶化ガラスはまた、透明であり、耐熱衝撃性や熱線透過性、寸法安定性に優れていることから、石英よりも有利な点が多く、エレクトロニクス等の分野でもその特性が評価されており、今後、新たな用途の開発が行われる可能性が高いと予測される。しかしながら、 $LiO_2$  や  $Al_2O_3$  を含有するために、従来の  $SiO_2$  (石英)加工で通常用いているフロロカーボンガスでエッチングした場合、その表面にエッチング残渣が発生するという新たな問題が生じている。これは、低膨張結晶化ガラス中に含有されている  $Al$  や  $Li$  がエッチングで除去されにくいために生じるものと考えられる。特に、このガラスを用いてマイクロレンズを作製する場合には、このようなエッチング残渣が表面平滑性に直接影響を及ぼすことから、致命的な問題となる。

## 【0003】

また、特定の濃度分布マスクを用いて、液晶プロジェクタ用マイクロレンズアレイを製作するためにネオセラム基板をフロロカーボンガス ( $CHF_3 + CF_4$ ) を用いてプラズマエッチングすることが知られている (例えば、特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】特開 2001-356471 号公報 (例えば、第 8 頁左欄)

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

本発明の課題は、上述の従来技術の問題点を解決することにより、エッチング残渣を生じることなく、低膨張結晶化ガラスである珪酸ガラスからなる基板をプラズマエッチングする方法及びこのエッチング方法に従って作製されるマイクロレンズアレイを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明は、プラズマ発生手段及び基板バイアス手段を有するエッチング装置にて  $Al_2O_3$  を 20～30 重量%の範囲で含む珪酸ガラスからなる基板の表面をエッチングし、その形状がほぼ球面の一部をなす複数の凸部を配列してなるマイクロレンズアレイを形成するエッチング方法であって、エッチングガスとして、フロロカーボンガスにホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスを添加してなる混合ガスを導入し、プロセス圧力を 2 Pa 以下にしてプラズマエッチングすることを特徴とする。なお、 $Al_2O_3$  を 20～30 重量%の範囲で含むものであればよい。 $Al_2O_3$  含量が 20 重量%未満であると、例えば、ホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスが  $BCl_3$  であるときにその添加率を低くしなければ好都合のエッチングが行われないが、この場合、エッチ表面にアレが残る。また、この含量が 30 重量%を超えると、 $BCl_3$  添加率を高くしなければ好都合のエッチングが行われないが、この場合、エッチング速度は低くなる。

## 【0007】

上記のようなエッチング方法を実施することにより、基板表面にエッチング残渣を生じることなく、平滑表面を得ることができる。

## 【0010】

前記エッチングガス中のホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガ

10

20

30

40

50

ス（例えば、 $\text{BCl}_3$  ガス等）の添加率がエッチングガス総流量基準で 20～80%であることを特徴とする。20%未満であるとエッチ表面にアレが残残り、80%を超えるとエッチング速度が低くなりすぎる。

#### 【発明の効果】

##### 【0013】

本発明によれば、フロロカーボンガスにホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガス（例えば、 $\text{BCl}_3$  ガス）を添加してなる混合ガスを用いてプラズマエッチングするので、低膨張結晶化ガラスである珪酸ガラスからなる基板を、その表面にエッチング残渣を生じせしめることなくエッチングすることができると共に、このエッチング方法に従って作製される、表面にエッチング残渣のないマイクロレンズアレイを提供できるという効果を奏する。

10

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0014】

図1に、本発明に従って、低膨張結晶化ガラスである珪酸ガラスからなる基板をエッチングするためのプラズマエッチング（ドライエッチング）装置を示す。このエッチング装置1は、低温、高密度プラズマによるエッチングが可能なものであり、ターボ分子ポンプ等の真空排気手段2aを備えた真空チャンバー2を有する。この真空チャンバー2の上部には、誘電体円筒状壁により形成されたプラズマ発生部3が設けられ、その下部には、基板電極部4が設けられている。プラズマ発生部3の側壁（誘電体側壁）5の外側には、三つの磁場コイル6、7、8が設けられ、この磁場コイル6、7、8によって、プラズマ発生部3内に環状磁気中性線（図示せず）が形成される。誘電体側壁5の外壁にはプラズマ発生用高周波アンテナコイル9が配置され、この高周波アンテナコイル9は、高周波電源10に接続され、三つの磁場コイル6、7、8によって形成された磁気中性線に沿って交番電場を加えてこの磁気中性線に放電プラズマを発生するように構成されている。

20

##### 【0015】

磁気中性線の作る面と対向させて基板電極部4内には、被処理基板Sを載置する基板電極11が設けられている。この基板電極は、絶縁体11aを介して真空チャンバー2内に設置されている。この基板電極11は、コンデンサー12を介して高周波電源13に接続され、電位的に浮遊電極となって負のバイアス電位となるように構成されている。また、プラズマ発生部3の天板14は、誘電体側壁5の上部フランジに密封固定され、電位的に浮遊状態として対向電極を形成する。この天板14の内面には、真空チャンバ2内にエッチングガスを導入するガス導入ノズル15が設けられ、このガス導入ノズル15が、ガス流量制御手段（図示せず）を介してガス源に接続されている。

30

##### 【0016】

本発明によれば、エッチング加工する低膨張結晶化ガラスからなる基板は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を含む珪酸ガラス、例えば、 $\text{LiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ をベース組成とする低膨張結晶化ガラスからなる基板であり、好ましくは $\text{Al}_2\text{O}_3$ がベース中に20～30重量%含まれている基板である。この珪酸ガラス中の $\text{SiO}_2$ （石英）含量が70～80重量%である基板を用いることもできる。市販されている低膨張結晶化ガラス基板としては、例えば前記ネオセラム基板を本発明における被処理基板として用いることができる。

40

##### 【0017】

本発明によれば、前記基板をプラズマエッチングするためのエッチングガスとしては、フロロカーボンガスにホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスを添加してなる混合ガスを用いることができる。このホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスには、ホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含む化合物ガスや、これら化合物ガスの混合ガスが含まれる。これらの添加ガスとしては、例えば $\text{BCl}_3$  ガスが好ましい。

##### 【0018】

なお、 $\text{SiO}_2$  含量が70～80重量%である基板の場合には、エッチングガスとして、フロロカーボンガスに $\text{BCl}_3$  ガス等のホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくと

50

も一種を含むガスを添加してなる混合ガスの代わりに又はこの混合ガスと併用して、水素原子を含んでいてもよいフロロカーボンガスに水素ガスを添加した混合ガス又は水素原子を含むフロロカーボンガス(ヒドロフロロカーボンガス)を用いることが好ましい。

#### 【0019】

本発明で用いる上記フロロカーボンガスには、特にことわらない限り、例えば炭素原子の数が1～2である炭化水素( $C_xH_y$ )の水素原子の一部又は全部をフッ素原子で置換したフロロカーボンが含まれる。例えば、 $CF_4$ 、 $CHF_3$ 、 $CH_2F_2$ 、 $CH_3F$ 、 $CF_2CH_2F$ 、 $CF_3CHF_2$ 等が含まれる。

#### 【0020】

本発明によれば、エッチングは、例えば、プロセス圧力：0.1～2Pa、好ましくは0.1～1Pa、アンテナパワー：1000～2000W、バイアスパワー：300～800W、基板温度：0～10℃にプロセス条件を設定し、所定のエッチングガス流量を用いて実施することができる。また、キャリアーガスとしては、ヘリウム等の通常用いるガスを用いることができる。

#### 【実施例1】

#### 【0021】

本実施例では、フロロカーボンガスに $BCl_3$ ガスを添加した場合のエッチング効果を検討した。

#### 【0022】

この場合のエッチング加工は、図1に示すエッチング装置を用いて行った。すなわち、プラズマ発生用高周波アンテナコイル9に接続した高周波電源10の出力(アンテナパワー)を500W、基板電極11に接続した高周波電源13の出力(バイアスパワー)を50W、基板温度を0℃、真空チャンバ2の圧力を0.67Paに設定してエッチング加工を行った。被処理基板として、低膨張結晶化ガラス基板(ネオセラム基板)を用い、また、エッチングガス種として、フロロカーボンガス( $CHF_3$ ガス)に $BCl_3$ ガスを添加してなるガス(流量比： $CHF_3/BCl_3=60sccm/40sccm$ )を用いた場合と、 $CHF_3$ 単独のガスを使用した場合とについてエッチングを実施した。キャリアーガスとしてヘリウムを用いた。

#### 【0023】

得られたエッチング結果について、基板表面のSEM写真を図2(a)及び(b)に示す。フロロカーボンガス単独でエッチングした場合、図2(a)に示すSEM写真から明らかなように、基板表面にエッチング残渣が生じていることが分かる。これに対して、本発明のようにフロロカーボンガスに $BCl_3$ ガスを添加してなる混合ガスを用いてエッチングした場合には、図2(b)に示すSEM写真から明らかなように、基板表面にエッチング残渣が生じておらず、平滑な表面が得られていることが分かる。

#### 【実施例2】

#### 【0024】

本実施例では、エッチングガス中の $BCl_3$ 添加率依存性を検討した。この場合のエッチング加工は、プラズマ発生用高周波アンテナコイル9に接続した高周波電源10の出力(アンテナパワー)を500W、基板電極11に接続した高周波電源13の出力(バイアスパワー)を50W、基板温度を0℃、真空チャンバ2の圧力を0.67Pa、エッチング時間を1410secに設定し、エッチングガス種として、 $CHF_3/BCl_3$ (60sccm/40sccm)、 $CHF_3/BCl_3$ (40sccm/60sccm)、 $CHF_3/BCl_3$ (20sccm/80sccm)を用いて行った。被処理基板は実施例1のものと同一のものを用いた。キャリアーガスとしてヘリウムを用いた。

#### 【0025】

得られたエッチング結果について、基板表面のSEM写真を図3(a)～(c)に示す。 $BCl_3$ の添加率を増すに従い、エッチング表面の残渣が除去されていくことが分かる。この場合、低膨張結晶化ガラス( $LiO_2-Al_2O_3-SiO_2$ )中のAlがBで置換されて、Alは $Al_xCl_y$ を形成し、Bは $B_xF_y$ を形成する。そして、Alはイオンエ

10

20

30

40

50

エネルギーによって脱離除去され、また、Liは物理的にスパッタ除去される結果、残渣のないエッチング表面が得られるものと考えられる。ただし、BCl<sub>3</sub>添加量を増加するに従って、得られたマイクロレンズアレイ表面には残渣がないのできれいになり、得られた凸部（レンズ部）の間隔は広がる。

#### 【0026】

なお、高圧プロセス（例えば、10Pa）を用いた場合には、弾性衝突によりイオンのエネルギーが低下し、ラジカル反応が大きくなることから、例えばマスクのレジストのエッチング速度が上昇し、選択比が低下するという問題が生じるため不具合である。しかし、本発明によるエッチング方法は、2Pa以下の低圧プロセスで行われることから、いわゆるイオン支援エッチングプロセスであり、高圧の場合のような上記問題は生じない。

10

#### 【0027】

以上のことから、弾性衝突を低減し、ラジカル反応を抑制するためには、プロセス圧力を2Pa以下にして、エッチング表面（底面）の残渣を抑制又は除去するために、適量の塩素原子とホウ素原子とを含む添加ガスを用いてエッチングすることは、平滑エッチング加工の重要な鍵となることが分かる。

#### 【実施例3】

#### 【0028】

本実施例では、エッチング加工中のプロセス圧力の影響を検討した。この場合のエッチング条件として、アンテナパワー、バイアスパワー、基板温度、エッチング時間は実施例2の場合と同様にし、真空チャンバ2の圧力を0.67Pa及び0.40Paに設定し、エッチングガス種として、CHF<sub>3</sub>/BCl<sub>3</sub>（60sccm/40sccm）を用いた。

20

#### 【0029】

得られたエッチング結果について、基板表面のSEM写真を図4(a)及び(b)に示す。図4(a)及び(b)から明らかなように、エッチング表面残渣が除去されていると共に、プロセス圧力を低くする方がレンズ形状が立っており、レンズ高さが高くなることが分かる。なお、このようにプロセス圧力を制御することにより、所望のレンズ高さのものを得ることができる。かくして、焦点距離が調節可能なレンズを提供できる。

#### 【0030】

上記実施例2及び3から、得られるエッチング表面のレンズ形状及びレンズ高さは、それぞれ、エッチングガス中のホウ素原子及び塩素原子を含むガス（BCl<sub>3</sub>）の添加率、プロセス圧力を調整することにより制御可能であることが分かる。

30

#### 【実施例4】

#### 【0031】

本実施例では、実施例1におけるCHF<sub>3</sub>ガスへのBCl<sub>3</sub>ガスの添加量、アンテナパワー、バイアスパワー等の条件を代えてエッチング加工を行った。

#### 【0032】

すなわち、アンテナパワーを1500W、バイアスパワーを500W、基板バイアス周波数を13.56MHz、基板温度を0℃、真空チャンバの圧力を0.40Paに設定し、エッチングガス種として、CHF<sub>3</sub>/BCl<sub>3</sub>（80sccm/20sccm）を用いてエッチング加工した。被処理基板は実施例1のものと同じものを用い、キャリアーガスとしてヘリウムを用いた。

40

#### 【0033】

その結果、実施例1の場合と同様に、残渣のない平滑なエッチング表面が得られた。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0034】

本発明のエッチング方法によれば、エッチングガスとしてフロロカーボンガスにホウ素原子及び塩素原子から選ばれた少なくとも一種を含むガスを添加してなる混合ガスを用いて珪酸ガラス基板をプラズマエッチングすることにより、表面にエッチング残渣を生じることなく、平滑な表面を有する基板を得ることができる。そのため、例えば液晶表示素子

50

用マイクロレンズアレイ等を作製する分野で適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明に従って被処理基板をエッチングするためのプラズマエッチング装置の概略を示す構成図。

【図2】低膨張結晶化ガラス基板をプラズマエッチングする際に、(a)はフロロカーボンガス単独を用いた場合、(b)はフロロカーボンガスに $\text{BCl}_3$ ガスを添加した混合ガスを用いた場合の、それぞれのエッチング加工された基板表面のSEM写真。

【図3】低膨張結晶化ガラス基板をプラズマエッチングする際に、(a)は $\text{CHF}_3/\text{BCl}_3$  (60sccm/40sccm) ガスを用いた場合、(b)は $\text{CHF}_3/\text{BCl}_3$  (40sccm/60sccm) ガスを用いた場合、(c)は $\text{CHF}_3/\text{BCl}_3$  (20sccm/80sccm) ガスを用いた場合の、それぞれのエッチング加工された基板表面のSEM写真。

【図4】低膨張結晶化ガラス基板をプラズマエッチングする際のプロセス圧力依存性を示すものであり、(a)は0.67Paの場合、(b)は0.40Paの場合の、それぞれのエッチング加工された基板表面のSEM写真。

【符号の説明】

【0036】

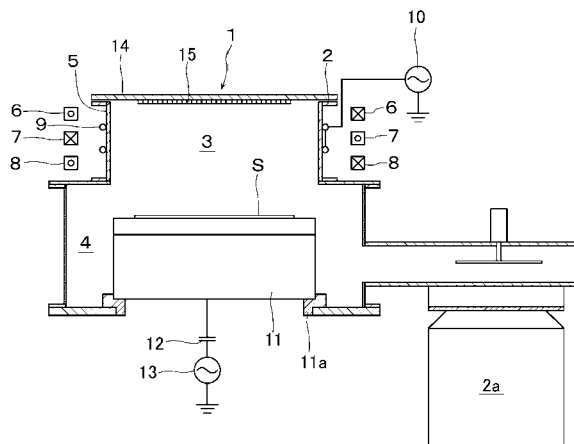
- 1 エッチング装置
- 3 プラズマ発生部

- 2 真空チャンバー
- 4 基板電極部

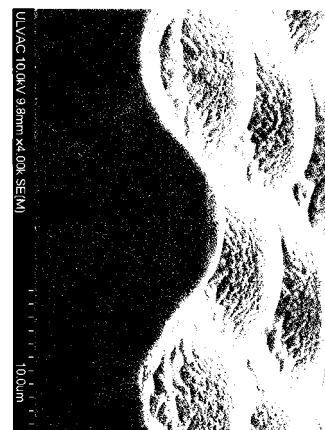
10

20

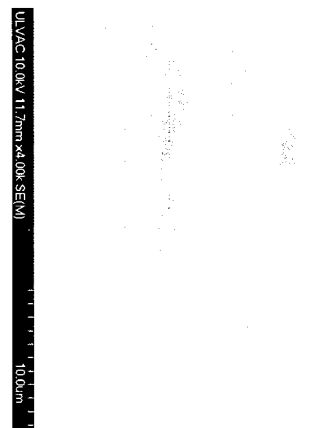
【図1】



【図2】

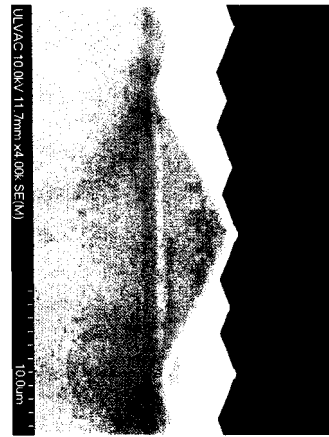


(a)

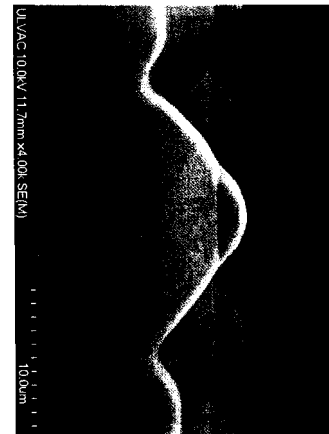


(b)

【図 4】

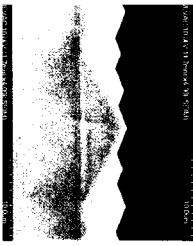


(a)

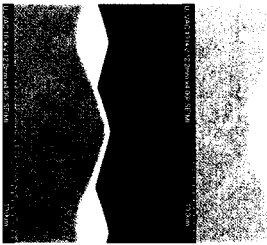


(b)

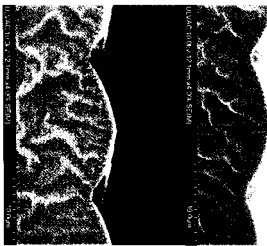
【図 3】



(a)



(b)



(c)

---

フロントページの続き

(72)発明者 林 俊雄

静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック半導体技術研究所内

(72)発明者 鄒 紅コウ

静岡県裾野市須山1220-1 株式会社アルバック半導体技術研究所内

審査官 山崎 直也

(56)参考文献 特開昭60-150003 (JP, A)

特開平05-150130 (JP, A)

特開2002-316835 (JP, A)

特開2001-060343 (JP, A)

特開昭64-037432 (JP, A)

特開2005-062832 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C 15/00-23/00