

# 水素プラズマ誘起シリコンナノコーン構造に ポストアニール処理が及ぼす影響

## Effect of post-annealing treatment on silicon nanocone structure induced by hydrogen plasma

阪大院工 ○(M2) 坂本健, 垣内弘章, 大参宏昌

Osaka Univ., °Ken Sakamoto, Hiroaki Kakiuchi, and Hiromasa Ohmi

E-mail: sakamoto@ms.prec.eng.osaka-u.ac.jp / ohmi@prec.eng.osaka-u.ac.jp

### 1. 緒 言

シリコン (Si) 表面に形成された光の波長スケールの円錐構造 (ナノコーン構造) は、Si と周囲媒体の界面に生成される擬似的な傾斜屈折率により、Si 表面の絶対光反射率を大幅に低減させることができるため、高効率太陽電池への応用が期待されている。これまで我々は、中圧域 (3.3-27 kPa) で生成される水素プラズマを用いることで Si 表面にナノコーン構造を形成できること[1]、さらには水素中に微量添加する窒素ならびに酸素がその形成に重要なことを報告してきた[2]。今回は、作製したナノコーン構造に対するポストアニールの効果を、Si ナノコーンの光反射率、表面・断面形態、ならびに結晶性の観点で評価したので報告する。

### 2. 実験方法

試料作製には、p 型(100)Si 基板を用い、基板をステージ上に固定した。ステージ温度を調整し、チャンバ内圧力が 6.7 kPa となるまで水素を導入した後、プラズマ電極に 2.45GHz のマイクロ波を 150 W 投入することで、電極基板間の放電ギャップにプラズマを生成した。ここで、マイクロマスクの形成のため、水素中に微量の空気を混入している。加工後の各試料を、赤外線炉にて所定の温度で窒素中、超高真空中で 30 分間加熱し、表面形態を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察し、積分球を搭載した分光光度計を用いて各試料の積分球反射率を評価した。また、透過電子顕微鏡(TEM)で試料の結晶性評価を行った。

### 3. 実験結果および考察

得られたナノコーン構造を N<sub>2</sub> 雰囲気中にて所定の温度でアニールした後の断面 SEM 像を図 1 に示す。図 1 より、いずれのアニール温度においてもナノコーンの形態、ナノコーン高さに変化はなく、1000°Cの加熱によってもナノ構造が消失することは無いことが分かった。

また、アニール前のナノコーン試料、および 1000°Cのアニール後試料の断面 TEM 像を図 2 に示す。図より、アニール前の Si ナノコーン結晶中には、歪みや欠陥が多く確認される。一方、1000°C、30 分の熱処理後の試料では、アニール前試料に観察された欠陥や歪み起因の細かな白黒のコントラストが大幅に減少し、ナノコーンの等厚干渉縞が確認される。

### 4. 結 言

ナノコーン構造へのポストアニールの効果を評価した結果、1000°Cにおいても外観に変化はなく、加えてナノコーン内欠陥の減少を示唆する結果が得られた。

#### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(20H02049, 24K00778)の支援をうけて行われた。ここに謝意を示す。

#### 参考文献

- [1] T. Nomura et al., J. Vac. Sci. & Technol. B 40, (2022) 032801.  
[2] T. Nomura et al., Phys. Scr. 98, (2023) 115609.

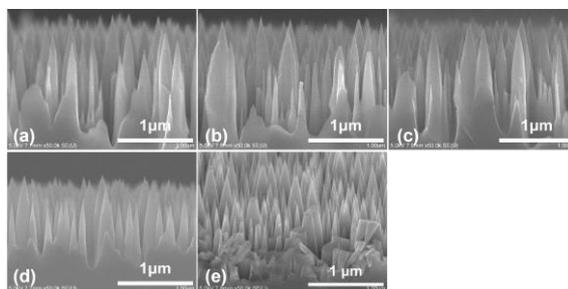


図 1 加工後の各試料の断面 SEM 像. (a) アニール前、(b)400°C、(c)600°C、(d)800°C、(e)1000°C

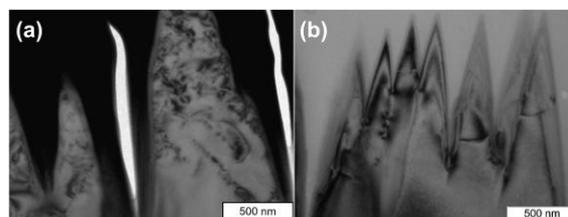


図 2 加工後各試料の断面 TEM 像  
(a)アニール前、(b)1000°C