

## ナノサイズ電極形成に向けた HSQ エッチバックプロセス のエッチングレート制御

Etching rate control of HSQ etch back process for nano-sized electrode fabrication

産総研, °藤井 健志, 藤井 香里, 陳 国海, 山田 健郎

AIST, °Takeshi Fujii, Kaori Fujii, Guohai Chen, Takeo Yamada

E-mail: t-fujii@aist.go.jp

カーボンナノチューブを用いた RAM (CRAM) [1, 2]などの 2 端子素子では 100 nm 以下のナノサイズ電極がその動作に必要であるが、その量産には複雑な半導体プロセスや化学的機械研磨 (CMP) を駆使する必要がある。一方で実験室レベルでのプロトタイプデバイスでは簡易な手法でナノサイズの電極を形成する技術の一つの手法として Hydrogensilsesquioxane (HSQ)を用いたエッチバックプロセスがある。具体的には図 1 に示すように金属ピラーの周りを TEOS-CVD にて  $\text{SiO}_2$  で埋め込み、表面に HSQ をスピコートすることで平坦な表面を形成、ドライエッチングでピラーの先端までエッチングすることでナノサイズ電極を形成する。しかしながら、HSQ のエッチングレートは TEOS- $\text{SiO}_2$  と同じであることが理想であるが、HSQ の結晶性に大きく依存し、形成される電極形状に大きく影響する。そこで、今回、HSQ の加熱による結晶性の変化とエッチングレートの関係について検討を行った。

HSQ は Dow Corning 社製 XR1541 を使い、 $\text{SiO}_2/\text{Si}$  および  $\text{Si}$  基板上にスピコートにて 2000 rpm で形成した。80°Cにて溶媒を蒸発させた後、 $\text{N}_2$  雰囲気中にて 5°C/min の昇温速度で 400、500、600°C まで昇温を行い、30 min 保持することで加熱処理を行った。加熱処理した HSQ 膜を ICP-RIE にて  $\text{CF}_4/\text{Ar}=80/20$  sccm、ガス圧：1 Pa、アンテナ/バイアス：100 W/75 W の条件でエッチングを行い、エッチングレートを見積った。また、FT-IR により HSQ の化学状態評価を実施した。

図 2(a)に示すように HSQ のエッチングレートは温度を上げるにより低下する傾向を示した。また、IR スペクトルより (図 2(b))、高温になるにつれ HSQ を構成する構造の  $1130 \text{ cm}^{-1}$  の O-Si-O 籠型構造伸縮モードから  $\text{SiO}_2$  の代表される  $1070 \text{ cm}^{-1}$  の O-Si-O ネットワーク構造伸縮モードへの変化が見られ、結晶構造が  $\text{SiO}_2$  に近づいていることが分かった。以上より、HSQ の加熱により、 $\text{SiO}_2$  への結晶構造変化が促進され、その結果、エッチングレートが低減したと考えられる。

本研究の成果は、国立研究開発法人新 エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業 (JPNP21029) の結果得られたものである。

### 【参考文献】

[1] D. C. Gilmer et al., Nanotechnology, **29**, 134003 (2018).

[2] K. Hata, Abstract of NT23, p103 (2023) Arcachon, France.

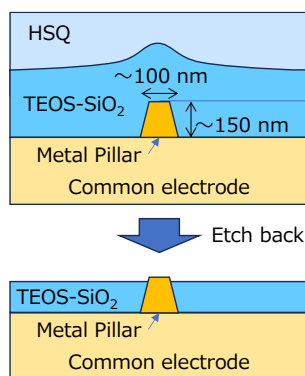


図 1. エッチバックの概要

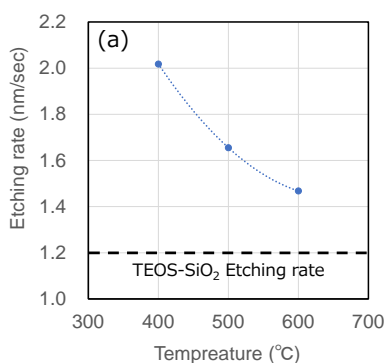


図 2. 加熱処理後の HSQ の(a)エッチングレート、(b)IR スペクトル

