

プラズマと熱サイクルを用いたタングステンの原子層レベルエッチング

Rapid Thermal Cyclic Atomic-Level Etching of Tungsten

日立研開¹, 日立ハイテク², 名大³ °篠田 和典¹, 花岡 裕子², 三好 信哉¹, 小林 浩之¹,
川村 剛平², 伊澤 勝², 石川 健治³, 堀 勝³

Hitachi R&D¹, Hitachi High-Tech², Nagoya Univ.³ °Kazunori Shinoda¹, Yuko Hanaoka²,
Nobuya Miyoshi¹, Hiroyuki Kobayashi¹, Kohei Kawamura², Masaru Izawa², Kenji Ishikawa³, and
Masaru Hori³

E-mail: kazunori.shinoda.nv@hitachi.com

デバイスの三次元化に伴い, 多様な膜を等方的に原子層レベルの制御性でエッチングする技術(ALE)が求められている。これまでに我々は, プラズマにより反応層を生成した後に熱脱離させるサイクルを繰り返す, SiN および TiN の等方性 ALE 技術を開発した[1]。今回, プラズマと熱サイクルを用いて, 3D-NAND の加工などで求められる W の等方性 ALE 技術(Fig. 1)を開発したので報告する。

試料にはスパッタ法で成膜した W 膜を用いた。W の自然酸化表面に⁻²²にて CF 系プラズマで生成したラジカルを照射した後, 真空一貫接続された X 線光電子分光装置により表面状態を分析した。

ラジカル照射後およびアニール後の W4f スペクトルを Fig. 2 に示す。ラジカル照射後にフッ化タングステンの存在を示す 37.6 および 39.8 eV のピークが観測され, アニール後に消滅し, 酸化表面に戻った。

300 mm 装置を用いてラジカル照射と赤外ランプ加熱のサイクルを繰り返した結果, W のエッチング量はサイクル数に比例して増加した(Fig. 3)。一方, TiN および SiO₂ はエッチングされなかった。1 サイクル当たりのエッチング量は 0.8 ~ 1.0 nm であり, コンフォーマルな加工形状が得られた(Fig. 4)。また, 1 サイクルのエッチング量は, ラジカル照射時間に対して飽和性を示した。この結果, W の高選択原子層レベルエッチングを実証した。

[1] K. Shinoda *et al.*, J. Phys. D **50**, 194001 (2017).

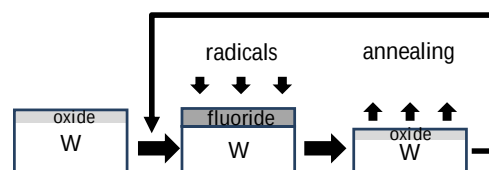


Fig. 1 Procedure of W ALE.

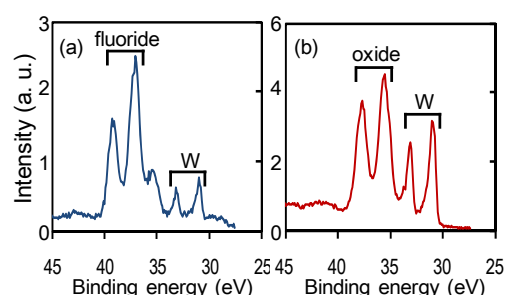


Fig. 2 W4f spectra; (a) after radical exposure, (b) after annealing.

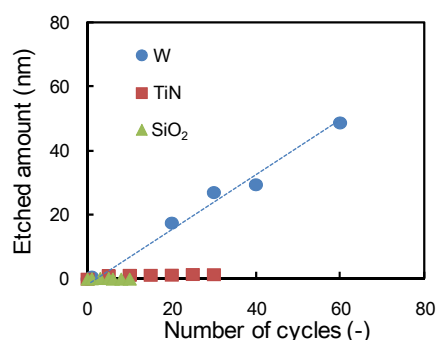


Fig. 3 Result of cyclic etching for tungsten, TiN and SiO₂.

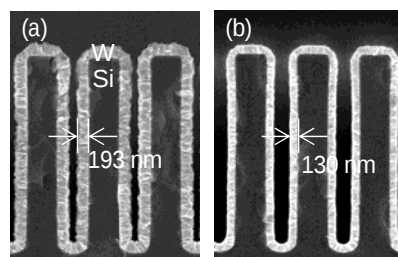


Fig. 4 SEM images of patterned sample; (a) initial, (b) 60 cycles.