

SiO₂ 膜の Al 触媒化学蒸気エッチングとその特性評価

Aluminium-assisted chemical vapor etching of silicon dioxide, and its characterization

○米谷 玲皇, 村上 剛浩, 前田 悦男 (東大院工)

○Reo Kometani, Takahiro Murakami, Etsuo Maeda, (Univ. of Tokyo)

E-mail: kometani@mech.t.u-tokyo.ac.jp

近年、アスペクト比の高い構造体をシンプルな手法、装置で効率的に作製できることから、MEMS/NEMS (Micro- and nanoelectromechanical systems)や光学素子等への応用を狙い、金属触媒を利用した Si の化学エッチングに関する研究が活発に行われている^{[1], [2]}。Si と同様に様々な応用が期待される SiO₂ についても、Au/Ti, Al/Ti を用いることで触媒エッチングが可能であることが見出されている。^[3]しかし、そのエッチングメカニズムは未だ解明されていない。本研究では、図 1 に示すような異方性のエッチング特性を示す Al を触媒金属として用いた SiO₂ 膜の化学蒸気エッチングに焦点を絞り、このエッチングメカニズムを明らかにすることを目的として、エッチング特性、及びエッチング過程における表面状態、化学結合状態の変化を評価した。

Al からなるラインアンドスペース(L/S)パターン(ライン幅: 20 μm, スペース: 1 μm, 厚さ: 100 nm)を SiO₂ 基板上に作製し、これを金属触媒として Al がエッチング速度に与える影響を評価した。図 2 に実験模式図を示す。本研究の化学蒸気エッチングは、50 wt%の HF を用いて行った。試料の加熱温度は 40°C であった。図 2 に、エッチング時間に対するエッチング深さを示す。上記の条件下では、Al を触媒として用いた場合、通常のエッチングと比較し、約 14 倍の速度でエッチングが進むことがわかった。

エッチング促進メカニズムを明らかにするために、XPS(X-ray photoelectron spectroscopy)を用いて、エッチング前後における Al 薄膜表面および深さ方向の化学結合状態を評価した。この評価では、600 μm × 1500 μm の Al 薄膜を用いた。図 3(a)および図 3(b)に、180 秒エッチング後の Al 薄膜の O1s, および F1s XPS スペクトルを示す。エッチング後、Al 薄膜は内部まで酸化されているとともに、Al 薄膜 (Al₂O₃ 薄膜) 上には F が存在することがわかった。この結果は、Al 薄膜上に HF が存在することを示唆している。また、Al₂O₃ は HF/H₂O 混合物に対し親和性を有することから、HF, H₂O からなる液状層をエッチング過程において表面に形成していた可能性がある。これらの結果は、Al が SiO₂ 上に存在することで、その近傍において HF の濃度が増加し、SiO₂ のエッチング速度を促進したことを示唆している。加えて、これに伴う L/S パターンのエッジにおける HF 濃度の増加が、エッチング異方性を引き起こした可能性をあることがわかった。Al を触媒金属として用いた化学蒸気エッチングのエッチング特性とメカニズムについて詳細に報告する。

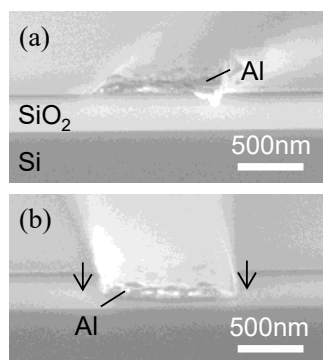


図 1 Al 触媒化学蒸気エッチング前後のシリコン酸化膜の走査電子顕微鏡写真: (a) エッチング前, (b) 180 秒エッチング後

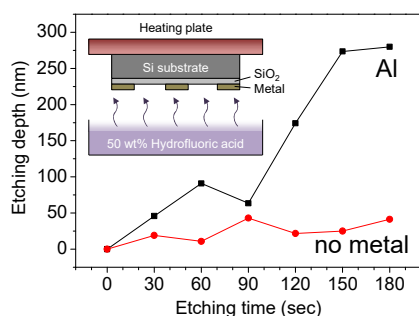


図 2 化学蒸気エッチングの実験模式図と Al 有無に対する化学蒸気エッチングのエッチング速度の比較

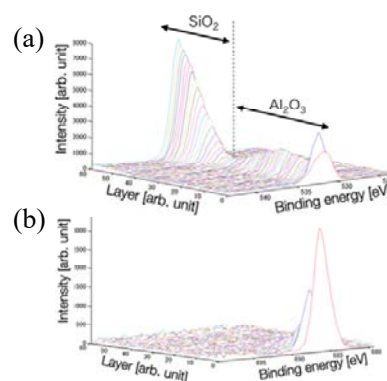


図 3 XPS による 180 秒エッチング後の Al 薄膜の表面状態評価: (a) O1s XPS スペクトル, (b) F1s XPS スペクトル

参考文献

- [1] C. L. Lee, K. Tsujino, Y. Kanda, S. Ikeda and M. Matsumura, J. Mater. Chem. 18, 1015 (2008).
- [2] Z. Huang, H. Fang, and J. Zhu, Adv. Mater. 19, 744 (2007).
- [3] T. Murakami, E. Maeda, R. Kometani: Abstract of MNE2015, Tue-B-p30 (2015).