

プラズマを利用しないMEMS犠牲層Siエッチング

Chemical Dry Etching of the Si Sacrificial Layer in MEMS Devices

^a名古屋大学(Nagoya Univ.), ^b豊田工大(Toyota Tech. Inst.)
 田嶋聡美(Satomi Tajima)^a, 林 俊雄(Toshio Hayashi)^a
 佐々木 実(Minoru Sasaki)^b

▶ Key words

Chemical Dry Etching, MEMS, Sacrificial layer, Si

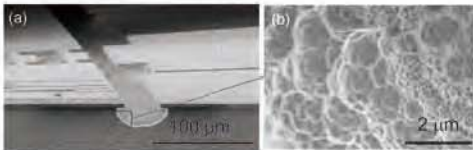
国内生産可能なガスによるSiエッチング/ Si Etching with Domestic Production

MEMSのSi犠牲層やSi基板をエッチングする際に、従来は海外からの輸入に頼りコストが高いXeF₂固体を気化させてケミカルドライエッチングを行っている。本研究では、国内生産が可能な一酸化窒素NOとフッ素F₂を混合による発熱反応F₂ + NO → F + FNOでのF原子の安定連続供給を利用して、MEMSのSi犠牲層やSi基板のエッチングが可能であることを実証した。当該技術はF原子発生のためにプラズマを使用する必要がなく、省エネ化・低コスト化に非常に有効である。また基板加熱温度を変化させることにより、従来のXeF₂を用いたエッチングでは観察されなかった異方性・面方位性エッチング等が可能であることがわかった。現在は大面積ウエハ加工実用化に向け、企業と共同で大型チャンバー開発を行っている。

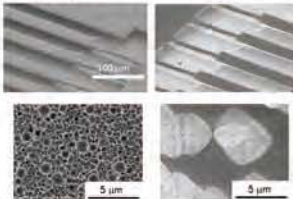
The exothermic reaction of NO + F₂ → F + FNO was utilized to remove and pattern the Si layer of MEMS device. The substrate temperature was varied from 27 °C to 300 °C to evaluate the changes in etch rate, the surface morphology, and the surface chemical bonding structures. The anisotropic etched profiles

with rough surface was initiated during the Si etching at a low temperature due to the presence of adsorbed F₂, NO, F, and FNO layer that would either promote or inhibit the etching process. The crystallographically oriented etched profile was initiated at a high temperature preliminary due to the atomic layer etching by F atoms.

Microelectromechanical systems (MEMS) Siのパターンニング

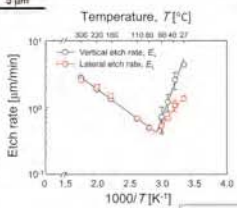
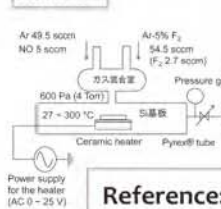


MEMS Si犠牲層エッチング

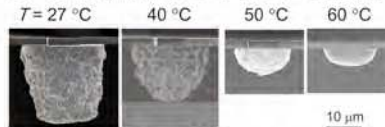


基板加熱温度を変化させるとエッチレート、エッチング形状、表面化学組成が大幅に変化しました

実験装置



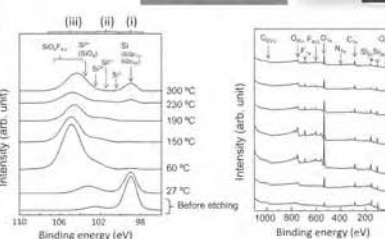
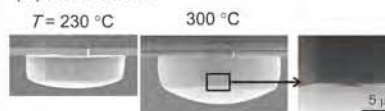
(I) 表面粗面化、高速エッチング (~5 μm/min)



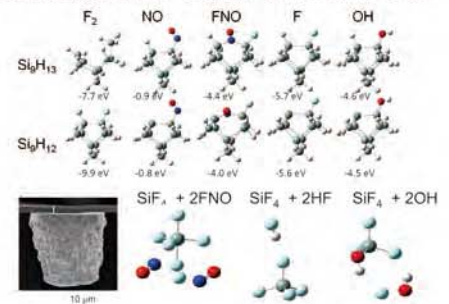
(II) 平滑化、低速エッチング (200 nm/min ~)



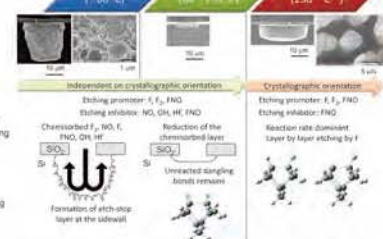
(III) 面方位性出現



密度汎関数法を用いてSi表面反応の有無を算出



Low T (27-60 °C) Mid T (60-110 °C) High T (230 °C ~)



Reference:

J. Phys. Chem. C, 2013, 117(10) 5118-5125 & 117(40) 20810-20818
 S. Tajima, T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori.

本研究は科研費萌芽研究 (25600123)、JST A-stepおよび立松財団の研究助成を頂いております。NOガスは住友精化株式会社からご寄贈いただきました。

【成果】F₂+NO → F+FNOの反応によって生じるF原子を用いてMEMSのSi犠牲層およびSi基板のパターンニングが可能であることを実証し、Si基板加熱温度を室温から300 °Cに変化すると、これまでのケミカルエッチングでは観察されなかったSiエッチング形状の制御が可能になった。低温ではSi表面に吸着したF₂、NO、FNO、Fおよびエッチング副生成物であるSiF₄とFNO等の化合物がSi表面と異なる速度で反応し、異方性エッチングが進むと考えられる。高温領域では結晶面方位によりエッチング速度が異なることがわかった。この温度領域では主にF原子によるエッチングが原子層レベルで進行していると考えられ、この仮説を証明するためにはIn-situ光電子分光法等にて大気曝露の影響を除外して表面分析する必要がある。

▶ Contact

田嶋聡美、林 俊雄 (名古屋大学) / 佐々木実 (豊田工大)
 Satomi Tajima, Toshio Hayashi (Nagoya Univ.)
 / Minoru Sasaki (Toyota Tech. Inst.)

