

## プラズマを利用しないMEMS犠牲層Siエッチング

利用者：名古屋大学工学研究科附属プラズマナノ工学研究センター 田嶋 聡美, 林 俊雄  
研究支援者：豊田工業大学 佐々木 実

### 【研究目的】

利用者らが新規に提案する、NOとF<sub>2</sub>ガスを室温で混合することによって行う、プラズマを利用しないSiエッチングに関する。MEMS犠牲層エッチング応用では主に、ウェットエッチングおよび、XeF<sub>2</sub>ガスを用いたドライエッチングが利用されているが、コスト、環境への影響で課題が多い。MEMSデバイスを想定し、基板から浮いた構造の製作に有効であるかを確認する。

### 【成果】

新規ケミカルドライエッチングの手法は、MEMS犠牲層Siエッチングに適用可能であることを示した。電力消費量の大きいプラズマを使用せず、温暖化係数ゼロの2種類のガス（NOとF<sub>2</sub>）を室温で反応させてF原子を解離させ、F原子を利用するプラズマレス超省エネSiエッチングの技術シーズとなっている。既存技術であるXeF<sub>2</sub>ガスを用いるエッチングの1/5以下のコストが見込まれる。

F<sub>2</sub>+NO→ F+FNOにより生成するFを利用してSiエッチングを行った前例はない

#### 先行ドライエッチングとのガスコスト比較

XeF <sub>2</sub>	100 g	\$ 3200
ClF <sub>3</sub>	10 L	\$ 2600
Ar/5% F <sub>2</sub> + NO	10 L	\$ 850

#### プラズマ+ F<sub>2</sub> + NO を用いたエッチング例

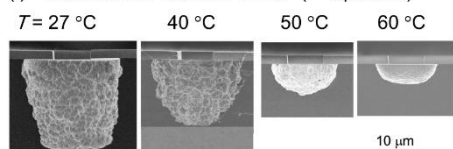
① Si etching (etch rate ~ 25 μm/min) with down flow NF<sub>3</sub> and F<sub>2</sub> plasma + NO  
Heo et al. Microelectronics Reliability 52(2012) 412, Ahn et al. Thin Solid Films 519 (2011) 6869, Ahn et al. Current Appl. Phys. 11 (2011) 573, Heo et al. JVST A 28 (2010) 1073, Park et al. J. Korean Phys. Soc. 54 (2009) 1127, Yun et al. Thin Solid Films 516 (2008) 3549, Yun et al. J. Korean Phys. Soc. 53 (2008) 2386, Yun et al. JVST A 25 (2007) 980.

#### F<sub>2</sub> + 2NO → FNO を用いたクリーニング例

② Si<sub>x</sub>N<sub>y</sub> removal from the chamber  
Air Liquide, 2010-2011 JP 2011-233570, JP4739709

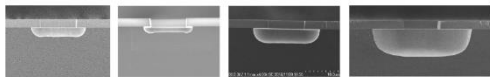
#### 表面粗さの基板温度依存性 p型単結晶Si基板 エッチング後の形状

##### (I) 表面粗面化、高速エッチング (~5μm/min)



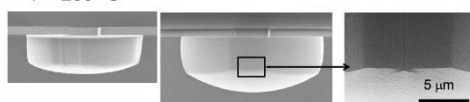
##### (II) 平滑化、低速エッチング (200nm/min ~)

T = 65 °C    85 °C    110 °C    180 °C

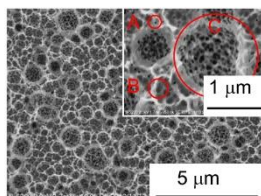


##### (III) 面方位性出現

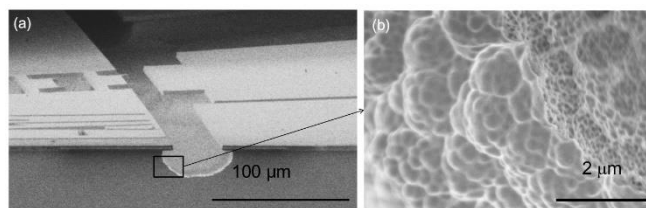
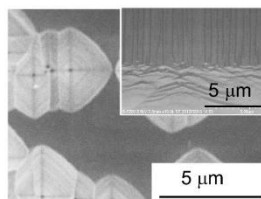
T = 230 °C    300 °C



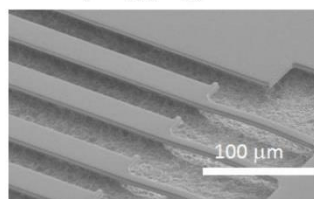
T = 27 °C



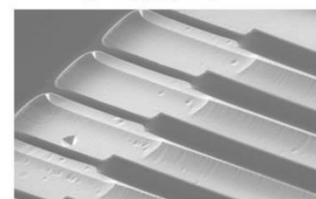
T = 230 °C



T = 27 °C



T = 230 °C



高い歩留りで、ねじり振動子構造を基板から浮かせることを示した。エッチング面の表面粗さも制御できた。

### 【支援実施機関からのコメント】

利用者への確実に迅速な、サンプル供給と観察をH24年度に支援した。(株)片桐エンジニアリングも加わり装置の事業化を目指す、H25年度はJST A-Stepシーズ顕在化「4-8インチウエハでのMEMS犠牲層エッチング量産加工が可能なプラズマレスSiケミカルドライエッチング装置の開発」が採択された。

### 【参考文献等】

- [1] S. Tajima, T. Hayashi, M. Hori, J. Phys. Chem. A, 2015, 119, pp 1381–1387.
- [2] S. Tajima, T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, J. Phys. Chem. C 2013, 117, 20810 – 20818.
- [3] S. Tajima, T. Hayashi, K. Ishikawa, M. Sekine, M. Hori, J. Phys. Chem. C 2013, 117, 5118 – 5125.