

極低温領域における CHF₃ ガス凝縮層を用いたエッチングプロセスの研究

Study of etching process using CHF₃ gas condensed layer in cryogenic region

名大院工¹, 名大 低温プラズマ科学研究センター², キオクシア(株)³

◦羽澄 匡広¹, スガンサマラー セルヴァラジ², 蕭 世男², 関根 誠²,

林 久貴^{2,3}, 佐々木 俊行³, 阿部 知央³, 堤 隆嘉², 石川 健治², 堀 勝²

Dept. of Eng., Nagoya Univ.¹, Center for Low-temperature Plasma Sciences, Nagoya Univ.², KIOXIA Corp.³

◦Masahiro Hazumi¹, Suganthamalar Selvaraj², Shih-Nan Hsiao², Makoto Sekine², Hisataka Hayashi^{2,3}

Toshiyuki Sasaki³, Chihiro Abe³, Takayoshi Tsutsumi², Kenji Ishikawa², Masaru Hori²

E-mail: hazumi.masahiro@b.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに 3次元構造を有する半導体デバイスにおいては、チップ縮小の要求に対応するため、高アスペクト比を有する絶縁膜へのホール加工技術に対しての要求がますます高くなっている。しかし、ホール底に到達するラジカルやイオンフラックスはアスペクト比の増加に伴い減少し、エッチング速度が低下する^[1]。そこで我々は極低温領域において CHF₃ ガス凝縮層の形成と Ar プラズマによるエッチングを繰り返すサイクルプロセスを考案した。これにより穴底で反応に寄与するエッチング種が増加し、エッチング速度の低下を抑制できる可能性がある。本研究では、まず SiO₂ 平坦膜に対してサイクルエッチングを行い、エッチング速度の温度依存性と CHF₃ ガス導入時間依存性を評価した。

2. 実験方法 容量結合型プラズマ装置の下部電極内に液体窒素を導入し、電極に接着した Si ウエハ (φ100 mm) とその上のサンプル (40 mm×15 mm) を冷却した。続いて常時 Ar を 50 sccm 導入しているチャンバー内に CHF₃ ガス 50 sccm を短時間導入することで CHF₃ 凝縮層を形成した。気相中の CHF₃ ガスを排気した後、Ar プラズマを生成しエッチングを行い、これを繰り返した。エッチング中の圧力は 4 Pa に調整し、上部電極には 60 MHz (400 W)、下部電極には 2 MHz (500 W) の電力を印加した。プロセス中の基板温度は干渉温度計、電極温度は蛍光温度計で測定した。サンプルは Si 上の SiO₂ 膜を用い、膜厚を *in-situ* 分光エリプソメトリー法によって計測した。

3. 結果と考察 CHF₃ ガス導入時間 5 秒、エッチング時間 10 秒での基板温度に対するエッチング速度を Fig.1 に示す。-120°C までは ~80 nm/分程度で変化は少ないが、-130°C においてエッチング速度が 10 倍以上に上昇することを確認した。このことから基板温度 -130°C においてはチャンバー内に導入した CHF₃ ガスが SiO₂ 表面に凝縮することでエッチング種が増加し、Ar イオンの衝撃が加わることで高いエッチング速度が得られたと考えた。講演では一定の温度において CHF₃ ガス導入時間を変化した場合のエッチング速度も示し、ガス凝縮層を用いたエッチングプロセスのメカニズムを議論する。

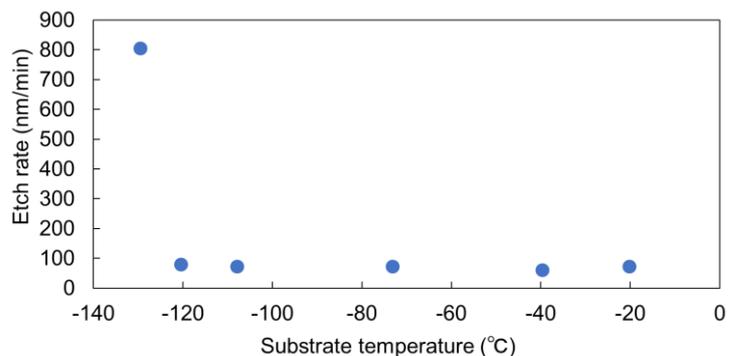


Fig.1 SiO₂ etch rate against substrate temperature

参考文献 [1] H. Hayashi, *et al*, J. Appl. Phys. **35**, pp. 2488-2493 (1992).