

C₄F₈/SF₆ ガス変調サイクルにおいて

バイアス印加位相がエッチング形状に及ぼす影響

Impact of bias supply timing on etched feature profiles in the C₄F₈ and SF₆ cycle process

名古屋大学 °吉江 泰斗, 堤 隆嘉, 石川 健治, 近藤 博基, 関根 誠, 堀 勝

Nagoya Univ. °Taito Yoshie, Takayoshi Tsutsumi, Kenji Ishikawa, Hiroki Kondo, Makoto Sekine, and Masaru Hori

E-mail: yoshie.taito@d.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに 3次元実装など高アスペクト比で高精度な Si エッチングが要求されている。ガス変調サイクルプロセスにより、(1) 側壁には C₄F₈ を用いた保護膜の堆積および (2) 底面では Ar と SF₆ を用いた異方性エッチングを交互に行うことで、高アスペクト比をもつ Si のエッチングを可能にしている^[1]。エッチング形状を精密に制御するためには、ガス変調するプラズマ中のイオンやラジカルの過渡的挙動および高アスペクト比形状内部での表面反応メカニズムを解明することが必要である。本研究では、プラズマ活性種 (イオン/ラジカル比) が過渡的に変化することを計測により示し、基板バイアスの供給タイミングがエッチング形状に与える影響を調べた。

2. 実験方法 誘導結合型プラズマ(ICP)装置に Ar ガスを連続的に 80 sccm、C₄F₈ と SF₆ ガスを逆相にパルス周波数 0.25 Hz、Duty 比 25 %、15 sccm で交互に導入した。圧力は 4.0 Pa に自動制御され、ICP アンテナに 13.56 MHz、400 W の RF を印加することでプラズマを生成した。基板バイアスは 1 周期中に 0.25 s のみ供給し、タイミング [I] またはタイミング [II] でバイアスを供給してエッチングプロファイルの変化を観測した(Fig. 1)。

3. 結果と考察 [I] または [II] のタイミングでバイアスを供給しエッチングしたパターンサンプルの SEM 像を Fig. 2 に示す。[I] に着目すると、先細り形状になっており、トレンチ幅に依存してエッチングレートが変化するアスペクト比依存エッチングになっていることがわかる。また [II] に着目すると、真っ直ぐな形状になっており、エッチングレートがトレンチ幅に依存していないことがわかる。この違いにはバイアス供給後における F ラジカルの密度が関係していると考えられる。[I] では、バイアス供給後に多量の F ラジカルが存在するため化学エッチングが進行し、マイクロローディング効果が発生する。一方 [II] では、バイアス供給後に残存する F ラジカルが少ないため、化学エッチングは進行せず形状に変化が見られない。

4. 結論 プラズマ中活性種挙動を考慮して、バイアス供給タイミングを変化させることでエッチング形状をコントロールできることが示唆される。

参考文献 [1] R. L. Bates *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A **32**, 041302 (2014).

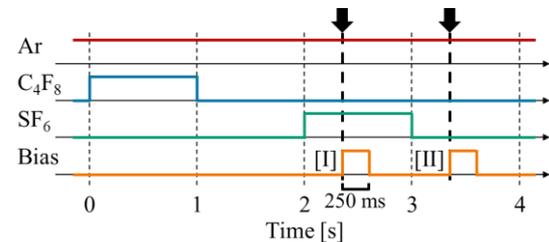


Fig. 1 A timing chart of a cycle etch using Ar-based plasma with gas modulation of C₄F₈ and SF₆

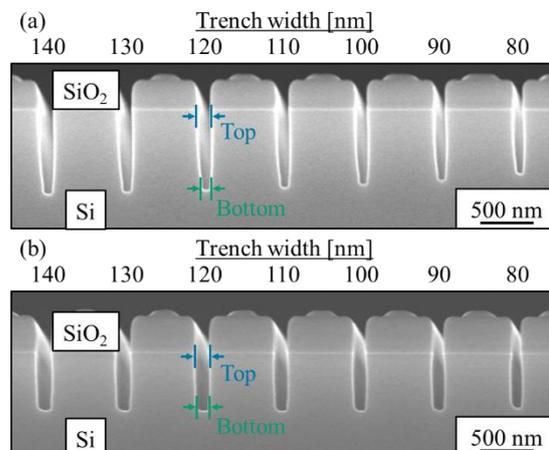


Fig. 2 SEM images of pattern samples after etching (a) Timing [I] (b) Timing [II].