

高アスペクト比加工に向けたフルオロカーボン系活性種のエッチングへの影響評価

The effect of reactive fluorocarbon species on high aspect ratio etching

キオクシア株式会社, °谷田 知史, 飯野 大輝, 久保井 宗一, 栗原 一彰, 福水 裕之

Institute of Memory Technology Research & Development, Kioxia Corporation

°Satoshi Tanida, Daiki Iino, Shuichi Kuboi, Kazuaki Kurihara and Hiroyuki Fukumizu

E-mail: satoshi1.tanida@kioxia.com

[背景] 3次元フラッシュメモリの積層数増加に伴い, RIE(Reactive Ion Etching)による高アスペクト比加工の高速化が求められる. 近年, 高アスペクト比加工プロセスとして, CF_4 プラズマ中で C_2F_4 を合成し, 合成された C_2F_4 を RIE チャンバに供給するプロセスが提案された[1]. 本稿では, C_2F_4 プラズマに着目し, エッチングに寄与する活性種の挙動を調査した.

[実験方法] 二周波重畳 (100MHz(HF) , 3.2MHz(LF))CCP(Capacitively Coupled Plasma) 型の RIE 装置を用い, Si 基板上に成膜したパターンなし SiO_2 膜を, $\text{C}_2\text{F}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマ中でエッチング処理した. 印加パワーは HF/LF=800/5000W, 圧力は 15mTorr とした. ガス流量は Ar 流量を 94sccm で一定とし, C_2F_4 流量を 80-400sccm の範囲で変化させた. O_2 流量は $\text{C}_2\text{F}_4/\text{O}_2=5$ となるように調整した. 比較のため同様の条件で $\text{CF}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマでの評価も実施した. エッチレートの評価は分光エリプソメータ, プラズマ中のイオンフラックスの測定は四重極質量分析器を用いた.

[結果] 図 1(a)はエッチレートの C_xF_y 分圧依存性である. $\text{C}_2\text{F}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマにおけるエッチレートは $\text{CF}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマと比較して高い値を示し, C_2F_4 分圧とともに増加した. 一方で,

$\text{CF}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマのエッチレートは CF_4 分圧に依存せず一定であった. 図 1(b), (c)は各プラズマにおいて測定したイオンフラックス(上位4種)の変化である. $\text{C}_2\text{F}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマでは, C_2F_4 分圧とともに C_2F_4^+ が増加した. イオンビーム実験により, 活性種であるフルオロカーボンイオンのF原子数に比例してエッチイールドが増加することが報告されている[2,3]. $\text{C}_2\text{F}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマではこのような高分子イオンである C_2F_4^+ の増加によりエッチレートが増加したものと考えられる. 一方, $\text{CF}_4/\text{O}_2/\text{Ar}$ プラズマでは, CF_4 分圧に対して CF_3^+ が顕著に増加した. しかしながら, 活性種 CF_3^+ の増加に関わらず, エッチレートは増加していない. 以上の結果では, ガス種や分圧によるイオン種の挙動がエッチレートの変化に影響を与えることを示唆している. 当日はイオンエネルギーや堆積膜などの影響を含めて各プラズマにおけるエッチングモデルを提示する.

[1] D. Iino *et al.*, Proc. of Symp. Dry Process, p.65 (2019).

[2] K. Karahashi *et al.* J. Vac. Sci. Technol. A **22**, p.1166, (2004).

[3] T. Sakai *et al.*, Proceedings of the 15th Dry Process Symposium, p.193, (1993).

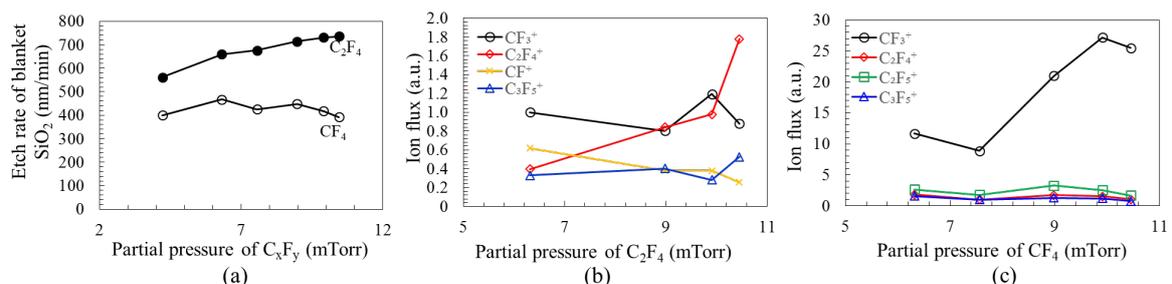


Fig.1 Etch rate of SiO_2 and Ion current as a function of partial pressure of C_xF_y ;

(a) Etch rate (b) Ion flux in C_2F_4 plasma (c) Ion flux in CF_4 plasma.