

SiO₂ 高アスペクト比加工における FC ガス分子の構造と組成の影響

The Influence of Fluorocarbon Gas Molecular Structures and their Atomic Compositions in High Aspect SiO₂ Etching

キオクシア株式会社 メモリ技術研究所 °日和佐 登, 片岡 淳司, 笹尾 典克, 久保井 宗一, 飯野 大輝, 栗原 一彰, 福水 裕之

Kioxia Corp. Institute of Memory Technology Research & Development °Noboru Hiwasa, Junji kataoka, Norikatsu Sasao, Shuichi Kuboi, Daiki Iino, Kazuaki Kurihara, and Hiroyuki Fukumizu

E-mail: noboru1.hiwasa@kioxia.com

【背景】 3次元メモリの高アスペクト比 (AR) 加工に用いられるフルオロカーボン (FC) プラズマで形成されるラジカルは、マスク上部やホール側壁に付着し堆積膜を形成することから、マスク選択比やホール形状を制御する上で重要な役割を担う^[1]。本研究では FC ガス分子の組成と構造に着目し、堆積膜の形成とエッチング特性に及ぼす影響について調査したので報告する。

【実験方法】 Fig.1 に本研究で使用した FC ガス(C₄F₆, C₄F₈, C₆F₆)の分子構造, エッチング装置および評価手法の概略を示す。2周波重畳(100/3.2 MHz)の容量結合型プラズマ装置に各 FC ガスと Ar ガスを流量比 39/94 sccm で導入し圧力を 15mTorr に調整してプラズマを生成した。Si 基板上に長方形の溝を持つ窒化アルミニウム板を設置し、溝内に堆積膜を形成した後、膜厚と組成を SEM と XPS で測定した^[2]。またそれら混合ガスに O₂ ガスを 10~60 sccm 加え、パターニングしたカーボン膜をマスクにして SiO₂ 膜の高 AR ホール加工を行った。

【結果と考察】 Fig.2 に堆積膜厚の AR 依存性を示す。低 AR (0~1)ではベンゼン環構造を有する C₆F₆ プラズマの堆積膜厚が最も大きくなった。一方で、AR10 以上の高 AR では C₄F₈ プラズマの膜厚が最も大きくなった。これは F/C 比の高いガスから多く形成される F-rich なラジカルは堆積膜中のフッ素との静電反発により付着しにくくなったためであると考えられる^[3]。各 FC ガスを用いたホールパターン加工の結果、低 AR で堆積膜厚が大きいガスほどマスク加工選択比は高くなる一方で、高 AR で堆積膜厚が大きいガスほど高 AR におけるホール径が縮小した。CF ガス分子の組成や構造をもとにガス選定することでマスク選択比の向上やホール側壁の保護などの目的に適したプロセスを実現可能であることが示唆された。

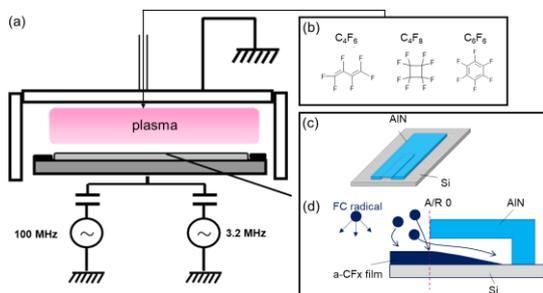


Fig.1 Schematic of our experimental system of (a) the reactor, (b) the FC gases, (c) sample to evaluate the CF_x radical migration, (d) schematic of a-CF_x film deposition

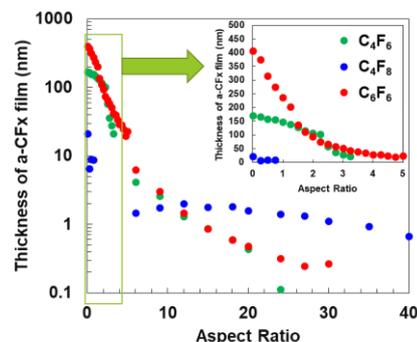


Fig.2 AR dependence of the a-CF_x film thickness formed by various FC gas plasmas

[1] M. Wang and M. J. Kushner, *J. Appl. Phys.*, **107**, 023309 (2010).

[2] N. Hiwasa *et al.*, *Appl. Phys. Express* **15**, 106002 (2022).

[3] P. Kirsch, *Modern Fluoroorganic Chemistry* (Wiley-VCH, Weinheim, 2004) p15