

圧力による中性粒子ビームエネルギーへの影響

The influence of distribution of neutral beam energy by process pressure

東京エレクトロン (株) TEL テクノロジーセンター仙台 1, 東北大学 2

○榊原 康明 1, 菊地 良幸 1,2, 寒川 誠二 2

Tokyo Electron Limited, TEL Technology Center Sendai 1, Tohoku Univ. 2,

○Yasuaki Sakakibara 1, Yoshiyuki Kikuchi 1, 2, Seiji Samukawa 2

E-mail: samukawa@ifs.tohoku.ac.jp

【目的】中性粒子ビームは従来のプラズマプロセスに比べ、超低損傷微細加工技術として注目されている。また、成膜技術として用いると材料分子構造を破壊することなく高精度な膜物性の制御が可能である。当研究グループでは、これを応用して高強度且つ低誘電率な酸化シリコンカーバイド層間絶縁膜 (SiOCH)を開発した。中性粒子ビーム成膜装置(NBECVD)はアパーチャと呼ばれる多数の穴の開いた仕切り板によってプラズマ室と成膜室を分離し、成膜室側からのみ材料ガスを流す。これにより、材料ガスのプラズマ拡散を防止し材料ガスの分子構造の過剰解離を抑制できる。そこにアルゴンプラズマ中の正イオンから生成されたアルゴン中性粒子を照射し重合を行う。このプラズマ中のアルゴンイオンは高周波をかけたアパーチャ上のシース電圧で加速され、且つ穴に引き込まれた際の電荷交換により中性化される。つまりアルゴン中性粒子の運動エネルギーが SiOCH の成膜に使われるため、その膜質はイオンを加速するバイアスに依存することが知見として得られている。しかし今回、成膜圧力に対しても依存性があるため(Fig.1)、その関係性を調べる必要がある。従来のプラズマプロセスでは、プラズマ圧力帯で電子エネルギー分布が変わり、反応制御で重要な要因であることが一般的に知られている。一方、NBECVD ではプラズマ中のイオンを加速させて中性粒子ビームエネルギーを得るので、圧力が中性粒子ビームエネルギー分布に影響すると考えるのが自然である。そこで、成膜圧力が膜質とビームに与える影響を調べ、得られた知見から中性粒子ビームのエネルギー決定機構モデルを検討することにした。

【実験】初めに、各成膜圧力による SiCOH 膜の誘電率(k 値)を測定した。また、それらの XPS による組成評価を行った。

【考察】SiCOH の膜質評価した結果から、k 値が高くなるほど C/Si 比が低下した (Fig.2)。このことは、k 値が大きいほど膜構造が破壊されていることによると考えられる。従って本結果は、圧力によっては中性粒子フラックス中に高いエネルギーを持つ粒子が存在することを示唆し、中性粒子エネルギー分布はある圧力で最適値を持つと予想される。これは成膜圧力がアパーチャ上でのイオンの加速と通過時の粒子エネルギー減衰のバランスに影響を与えるからであると考えられる。今後さらに各成膜圧力による中性粒子ビームエネルギー分布の測定を行う[1]ことで、今まで提案してきたビームエネルギー決定モデル[2]の妥当性を当日議論する。

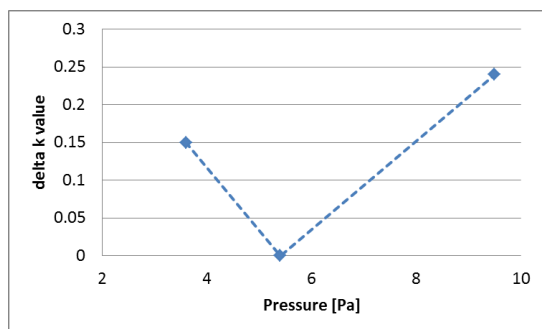


Fig.1 プロセス圧力と誘電率の変化率 Δk

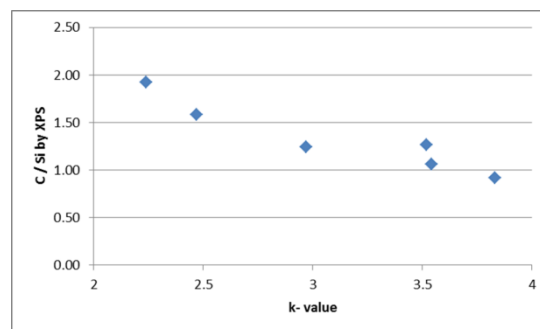


Fig.2 膜質に対する C/Si 比の低下

【参考文献】 [1] T. Kubota et al., J. Vac. Sci. Technol. A, Vol. 28, No. 5, 2010

[2] Y. Sakakibara et al., 61th Spring JSAP conference, 19a-S8-7, 2014