

ラマン分光法を用いたプラズマ CVD 堆積 SiN および a-C 膜の応力評価 Stress Evaluation of Plasma CVD Deposited SiN and a-C Films using Raman Spectroscopy

○小原田 賢聖¹、横川 凌^{1,2}、小椋 厚志¹、
(1. 明治大理工、2. 学振特別研究員 DC)

○M. Koharada¹, R. Yokogawa^{1,2}, and A. Ogura¹
(1. Meiji Univ. 2. JSPS Research Fellow DC)

E-mail: ee51251@meiji.ac.jp

【背景と目的】 ULSIの微細化および三次元構造化の進展に伴い、多様な膜厚および内部応力を持つ成膜が求められている[1]。プラズマCVD法は膜密度を制御した成膜に有効であるが、一般的に膜密度に応じて膜の内部応力が変化する。大きな内部応力は微細加工によるパターンのよれ(Wigglng)や倒壊等の加工異常の原因となり得る。本研究では、微細加工を想定し、プラズマCVD堆積したSiNおよびアモルファスカーボン(a-C)膜に対し、ラマン分光法による応力の評価を検討した。

【実験】 SiN 膜は Si 基板上に膜厚 120-170 nm の引張り応力膜をプラズマ CVD(PECVD)で成膜した。一方で、a-C 膜は Si 基板上に膜厚 57, 115, 340 nm の圧縮応力(それぞれ -0.3, -3.2, -1.8 GPa)膜を成膜した。一部の試料には実際の利用を想定した微細加工を加えた。膜応力は Si 基板表面に誘起された歪のラマン分光測定で評価した。測定は励起光源の波長、分光器の焦点距離、波数分解能をそれぞれ 355 nm, 2000 mm, 0.1 cm⁻¹とした。レーザーを高速駆動させたガルバノミラーに当て疑似線状光源とすることで、一度に約 200 nm 間隔で 512 点分のデータを得た。

【結果・考察】 SiN の膜厚と Si ウエハのラマンシフトの関係を図 1 に示す。全ての SiN 膜でラマンシフトは高波数側にシフトし、SiN/Si ウエハ界面付近に圧縮応力が印加されていることが示唆された。SiN 膜厚とラマンシフトに相関が見られ、SiN 膜が厚くなるほど応力が強くなる傾向を示した。また、SiN 膜厚が厚い試料ほど Si ウエハ面内でラマンシフトのばらつきが生じ、応力分布があることを確認した。これらの傾向は微細加工時の加工異常に影響することが考えられる。図 2 に内部応力 -3.2 GPa、

膜厚 115 nm の a-C 膜をエッチングし、エッジ近傍における Si 基板のラマンシフト一次元分布を示す。結果、a-C 膜の内部応力 -3.2 GPa の試料に関してエッジ近傍でラマンシフトが高波数側にシフトし、非常に強い圧縮応力が印加されていることを確認した。これはエッジフォースモデルで予想される応力分布と良い一致を示した[2]。このパターンエッジにおける異方性応力の集中は、微細化に伴う加工不良の原因になりうると考えられる。

[1] 江利口 浩二 他, 応用物理, **87** [895], (2018).

[2] Hu *et al.*, J. Appl. Phys. **50** [7], (1979).

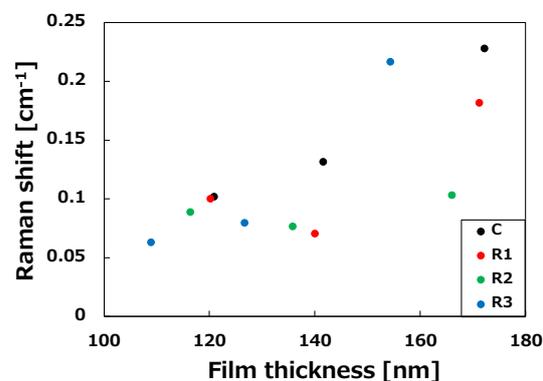


Fig. 1 Correlation between SiN thickness and Raman shift.

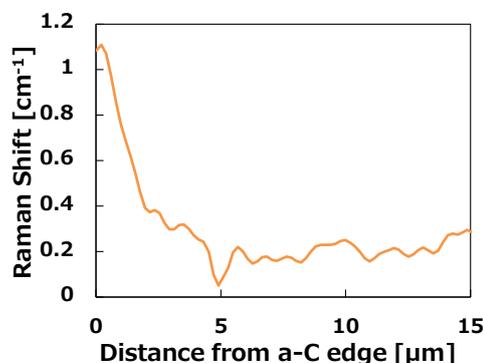


Fig. 2 One distribution profiles of Raman shift near a-C edge.