

プラズマ励起 ALD SiN 膜構造における応力評価

Evaluation of stress induced by plasma assisted ALD SiN film

明治大理工¹ 財団法人高輝度光科学センター² 学振特別研究員 DC³ 東京エレクトロン(株)⁴○長坂 将也¹、永田 晃基^{1,3}、山口 拓也¹、小椋 厚志¹、
陰地 宏²、孫 珍永²、広沢 一郎²、渡部 佳優⁴、廣田 良浩⁴Meiji Univ.¹, JASRI², JSPS Research Fellow³, Tokyo Electron Ltd.⁴○M. Nagasaka¹, K. Nagata^{1,3}, T. Yamaguchi¹, A. Ogura¹,H. Oji², J. Son², I. Hirotsawa², Y. Watanabe⁴, Y. Hirota⁴

E-mail: ce21056@meiji.ac.jp

【はじめに】歪 Si 技術はキャリア移動度の増幅が可能であり、LSI の高性能化に必要な不可欠な技術である。SiN は歪印加材料として主要であり、次世代デバイスにおいては低温で熱耐性の高い成膜手法が望まれている。プラズマ励起 ALD(P-ALD)は熱励起 ALD(T-ALD)よりも、低温成膜であり膜厚制御性にも優れているが、膜応力の低減や熱耐性の低下等の欠点も考えられる。本研究では、ALD SiN 膜応力に関して、成膜条件の最適化と熱耐性の評価を行った。

【実験】P-ALD SiN 膜は、バッチ式 ALD 装置を用いて Si(001)基板上に堆積させた。原料には、ジクロロシラン(SiH₂Cl₂)とアンモニア(NH₃)ガスを、交互に堆積チャンバ内に供給した。成膜温度を 350°C から 500°C まで変化させ、更に熱耐性を検討するために、ライン&スペースのパターン形成後にアニール処理を施した。UV ラマン測定で応力を評価し[1]、X 線反射率測定(XRR)と硬 X 線光電子分光法(HAXPES)により膜特性を評価した。

【結果】図 1 に UV ラマン測定で得た、SiN 膜により Si 最表面に誘起された応力の成膜温度依存性を示す。400°C から 475°C において極大値を持つ圧縮応力が確認された。

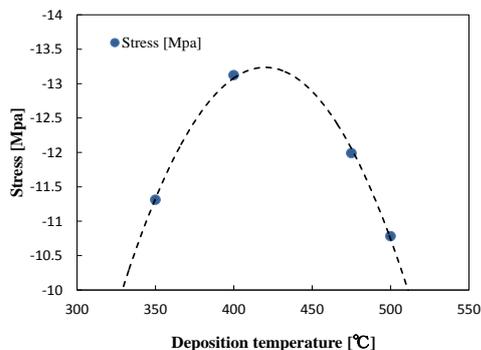


Fig. 1 Deposition temperature dependence of stress of SiN film.

図 2 に XRR 測定で得た SiN の膜密度及び

HAXPES 測定で得た N1s の光電子スペクトルにおける Si-N-H₂ 結合状態の占める比率を示した。膜密度は成膜温度の上昇に伴い増加し、Si-N-H₂ 比は 450°C 未満ではほぼ一定で 500°C において大幅に減少した。これらの結果から、膜応力は膜密度と Si-N-H₂ 比が強く影響していると考えられる。

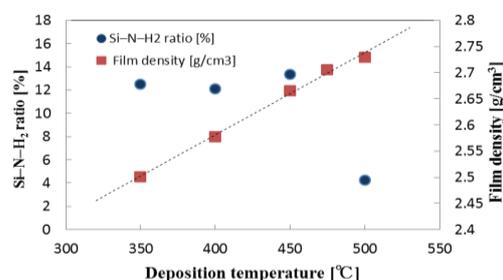


Fig. 2 Relation between the density of the SiN film and the Si-N-H₂ ratio as a function of deposition temperature.

図 3 に Si 基板上にパターン形成した SiN 膜による応力の熱耐性を示す。P-ALD の歪はアニール処理温度に依存し応力緩和を引き起こした。P-ALD の応力緩和は T-ALD と比べて大きい、アニール処理を施した T-ALD と比較しても倍程度の応力が保持されている。よって、P-ALD は SiN ストレス膜堆積において優れた成膜手法であると言える。

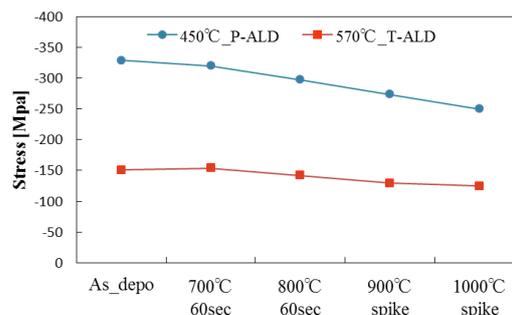


Fig. 3 Thermal stability of stress in SiN film with comparing P-ALD and T-ALD.

[1] A. Ogura, et al., J. Appl. Phys., 45, 3007 (2006)