

DLTS 法による ECR プラズマ法 GeN_x/Ge の 界面近傍トラップに対する熱処理効果の評価 II

DLTS Evaluation of Near-Interface Traps in GeN_x/Ge Structures

Fabricated by ECR-Plasma Techniques II

弘前大学¹, 諏訪東京理科大学² ○成田 英史¹, 岩崎 拓郎¹,

福田 幸夫², 王谷 洋平², 小野 俊郎¹, 岡本 浩¹

Hirosaki Univ.¹, Tokyo Univ. of Science, Suwa²,

○H. Narita¹, T. Iwasaki¹, Y. Fukuda², Y. Otani², T. Ono¹, H. Okamoto¹

Email:okamoto@eit.hirosaki-u.ac.jp

1. はじめに 次世代 C-MOS デバイスの候補として Ge-MIS 構造が注目を集めているが、界面とその近傍における欠陥のさらなる低減が課題となっている。これまでに我々は ECR (Electron Cyclotron Resonance) プラズマ法により高品質な GeO_2/Ge 構造が作製できること[1]、 GeN_x/Ge 構造においてもプラズマプロセス後の熱処理によって GeO_2/Ge 構造に迫る低い界面準位密度が得られること[2]を示すとともに、DLTS (Deep Level Transient Spectroscopy) 法による評価が界面準位以外の欠陥の評価にも有効であり、適切な熱処理により GeN_x/Ge 界面近傍のトラップが大幅に低減することを報告してきた[3, 4]。本報告では理論式[5]をもとにしたスペクトルのフィッティングによって各分離信号の起源を考察するとともに、その熱処理による低減効果を調べた。

2. 実験 試料は(100)p 型 Ge 基板上に ECR プラズマ窒化と ECR スパッタを用いて作製した Si_3N_4 (5 nm) / GeN_x (2 nm) / Ge 構造であり、熱処理なし(As Deposited; AD)、電極形成後熱処理 (PMA) 200°C、電極形成前熱処理 (PDA) 400°C の 3 種類を用意した。

3. 結果 Fig. 1 に上記 3 種類の試料で測定した DLTS スペクトル (Meas.) とフィッティングによって分離したスペクトル (Fit.) を示す。Fig. 2 は分離したスペクトルにおけるキャリア放出時定数の温度依存性アレニウスプロットを従来報告の Ge 結晶中ホールトラップの特性[6, 7]と比較したものである。AD 試料のプロットは一連の従来報告の特性に近く、さらに AD 試料の Fit. 1, 2 と PMA200°C 試料の Fit. 2, 3 が重なっている。これらの信号の起源は上記 Ge 中のトラップによると考えられ、PDA400°C 試料ではバックグラウンド以下に低減されている。PMA200°C と PDA400°C 試料におけるその他のトラップ群は Ge 中トラップより活性化エネルギーが高く、絶縁膜中に存在する可能性が高い。

【謝辞】 本研究の一部は東北大学電気通信研究所における共同プロジェクト研究として実施され、科研費による補助を受けた。

[1] Y. Fukuda et al.: IEEE Trans. Electron Devices, 57, 282 (2010).

[2] Y. Fukuda et al.: Appl. Phys. Lett. 99, 132907 (2011).

[3] 成田 他: 第 73 回応用物理学会学術講演会, 11a-PB1-6 (2012).

[4] 岡本 他: 電気学会論文誌 C, Vol. 133, No. 8 (2013) 掲載予定.

[5] Yamasaki et al.: Jpn. J. Appl. Phys. 18, 113 (1979).

[6] Aurret et al.: Mat. Sci. Semicond. Proc. 9, 576 (2006).

[7] Nyamhere et al.: Physica B, 404, 4379 (2009).

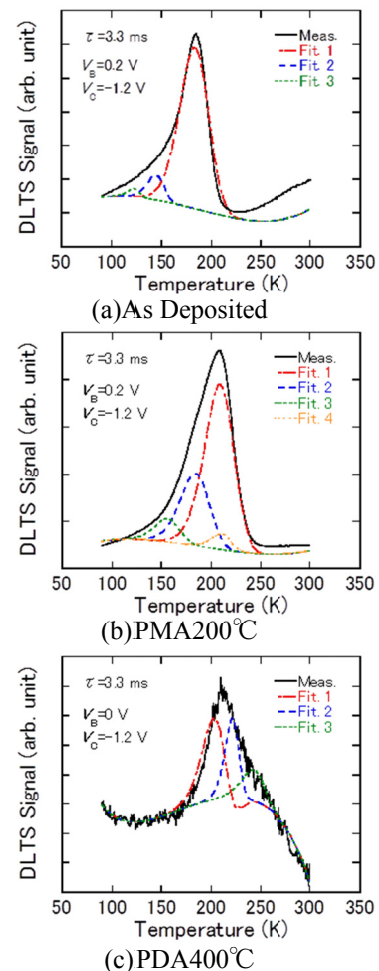


Fig. 1: Measured and fitted DLTS spectra.

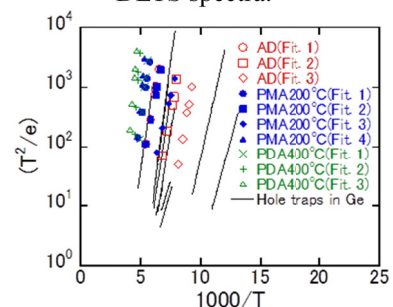


Fig. 2: Arrhenius plots of DLTS spectra with various annealing conditions.