

ALD 法による Al ジャーマネイト絶縁層を用いた Ge-MIS 構造における 界面近傍トラップの DLTS 評価

DLTS Evaluation of Near-Interface Traps in Ge-MIS Structures with Aluminum-Germanate Insulator Layers Fabricated by ALD Techniques

弘前大学¹, 諏訪東京理科大学² ○成田 英史¹, 福田 幸夫², 王谷 洋平²,

梁池 昂生², 花田 毅広², 石崎 博基², 岡本 浩¹

Hirosaki Univ.¹, Tokyo Univ. of Science, Suwa², ○H. Narita¹, Y. Fukuda², Y. Otani², K. Yanachi²,

T. Hanada², H. Ishizaki², H. Okamoto¹

E-mail: 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)プラズマ法による GeN_x/Ge 構造およびマイクロ波生成原子状酸素を酸化剤として用いた ALD (atomic layer deposition)法による Al ジャーマネイト/Ge 構造で低い界面準位密度が実現されること [1][2]、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ること [3]を報告してきた。本報告では Al ジャーマネイト絶縁層を用いた Ge-MIS 構造の DLTS 評価を行った結果を述べる。

2. 実験 試料は(100)p 型 Ge 基板上に ALD 法を用いて作製した Al ジャーマネイト(11 nm)/Ge 構造であり、電極形成後に $\text{N}_2+10\%\text{H}_2$ 雰囲気中で 400°C -30 分間の熱処理を行った。DLTS 測定はキャパシタンスメータ、AD/DA コンバータユニット、クライオスタットを組合せ、LabVIEW による独自プログラムを用いて制御と計測を行った。

3. 結果 Fig. 1 に C - V 特性を、Fig. 2 に定常バイアス電圧(V_B)を -0.2 V 一定とし、捕獲バイアス電圧(V_C)を変化させた時の DLTS スペクトル($\tau=3.3\text{ ms}$)を示す。280 K 付近と 220 K 付近に主要なピークが観察された。280 K 付近のピークはブロードであり複数のトラップによる信号が重畳していると考えられるが、全体的に捕獲バイアス電圧の変化によってピークの温度がシフトしないことから、この信号の起源が界面準位ではなく、Ge バルク中または絶縁膜中トラップによるものであることがわかる。Fig. 3 は $V_B=-0.2\text{ V}$, $V_C=-1.2\text{ V}$ の条件下で捕獲パルス幅を変化させた時の DLTS スペクトルである。高温側で DLTS 信号に捕獲パルス幅依存性が明瞭に観察されたことから 280 K 付近のピークの信号の起源が絶縁膜中トラップであることがわかる [4]。Fig. 4 は Fig. 2 の 280 K 付近のピークについて、異なる時定数の測定結果を用いて作成したアレニウスプロットであり、図中、比較のため ECR プラズマ法 Ge-MIS 構造における絶縁膜中トラップのプロット [5]も示している。上記 DLTS 評価で 280 K 付近にピークを示した絶縁膜中トラップは放出特性が ECR プラズマ法によるものと大きく異なることがわかった。

【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., Appl. Phys. Lett. 99, 132907 (2011).

[2] Y. Fukuda et al., Appl. Phys. Lett. 102, 132904 (2013).

[3] 岡本 他, 電気学会論文誌 C, Vol. 133, No. 8 (2013).

[4] 佐藤 他, 信学会技報, Vol. 111, No. 176 (2011).

[5] 成田 他, 第 74 回応用物理学会学術講演会, 18p-P9-6 (2013).

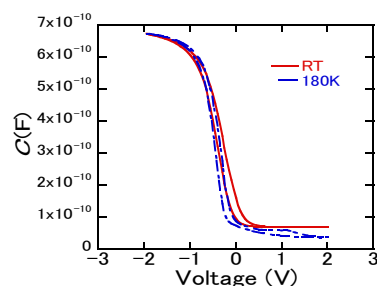


Fig. 1: C - V characteristics.

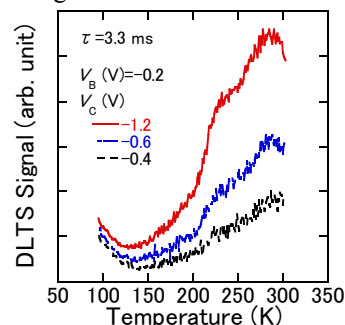


Fig. 2: Bias-voltage dependence of DLTS spectra.

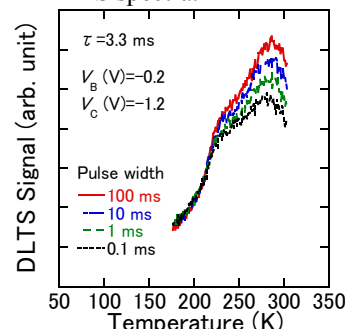


Fig. 3: Pulse width dependence of DLTS spectra.

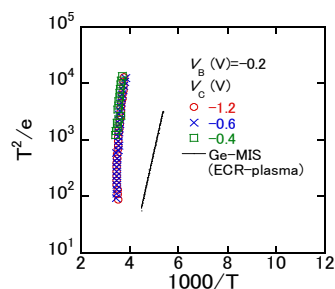


Fig. 4: Arrhenius plots of DLTS spectra.