

GaN MIS 界面特性における高圧水蒸気処理の効果

Effect of High-Pressure Water Vapor Annealing for GaN MIS Interface Characteristics

○吉嗣 晃治¹, 堀田 昌宏², 多田 雄貴¹, 石河 泰明¹, 浦岡 行治¹ (1.奈良先端大, 2.京大院工)

○Koji Yoshitsugu¹, Masahiro Horita², Yuki Tada¹, Yasuaki Ishikawa¹, and Yukiharu Uraoka¹

(1.NAIST, 2.Dept. of Electron. Sci. & Eng., Kyoto Univ.)

E-mail: yo-koji@ms.naist.jp

【はじめに】

次世代パワー半導体として期待される GaN 系 MIS-HEMT の高出力化を図るためには、キャリア捕獲中心として働く MIS 界面準位の低減が求められる。我々はこれまでに、臨界温度(374°C)以上の高圧水蒸気を GaN 上堆積絶縁膜の熱処理雰囲気として用いる、高圧水蒸気処理(high-pressure water vapor annealing, HPWVA)の導入によって、堆積絶縁膜中の酸素欠損を補償し界面準位密度を低減することを見出した[1]。同様に、AlGaIn/GaN HEMT の電流コラプスに対しても効果的に抑制できることが報告されており[2]、HPWVA は、プラズマ処理に代わる簡便なプロセスとして期待される。GaN 系 MIS 界面特性の評価方法においては、*Terman* 法による解析が広く用いられているが、精度が低いという問題があった。本研究では、準静的(quasi-static, QS)及び高周波(100 kHz)容量電圧(C-V)特性を組み合わせた Hi-Lo 法から界面準位密度を算出したので報告する。

【実験方法】

Si 基板上 n 型 GaN エピタキシャル層を用いて、電極直径 200 μm の円形 MIS ダイオードを作製した。オーミックファーストプロセスによってカソード電極を形成後、ゲート絶縁膜として原子層堆積(ALD)法を用いて Al_2O_3 膜を 25 nm 堆積した。前駆体は Trimethylaluminum と O_3 を用いた。Fig.1 に示す HPWVA 装置を用いて圧力容器内に試料と超純水を搬入し、密閉加熱することで加圧水蒸気雰囲気を容易に実現した。到達圧力は 0.5 MPa で、炉内温度 400°C を 30 分間維持した。その後アノード電極を形成し、室温にて C-V 特性評価を行った。

【結果と考察】

Fig. 2 に蓄積側から電圧掃引した $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{n-GaN}$ MIS ダイオードの Hi-Lo C-V 特性を示す。HPWVA によってフラットバンド電圧は負方向にシフトし、ヒステリシスの発生要因である界面近傍の Al_2O_3 膜中に存在する負の実効固定電荷密度は $3.9 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ まで減少した。HPWVA を行った試料では準静的容量と高周波容量の差はほとんど見られず、理想 MIS 構造の C-V 曲線に接近した。界面準位密度を算出すると $4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ とほぼ検出限界となり、室温域で評価されるエネルギー $E_c - 0.57 \text{ eV}$ までの界面電荷の応答は確認されなかった。この結果から、HPWVA は浅い界面準位の低減に有効であることがわかった。本発表では、温度依存性についても報告する予定である。

参考文献

[1] 吉嗣晃治ら, 第 75 回応物秋季, 18a-A22-12, 2014 年 9 月. [2] J.T. Asubar *et al.*, (2015) *IEEE TED*, in press.

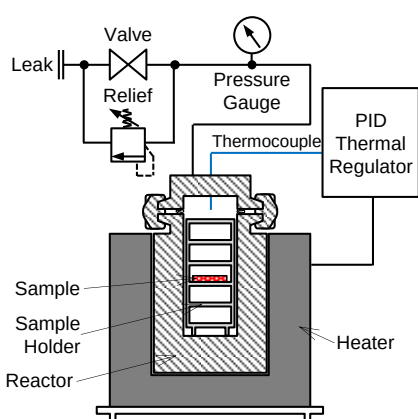


Fig. 1 Outline of the high-pressure water vapor annealing system.

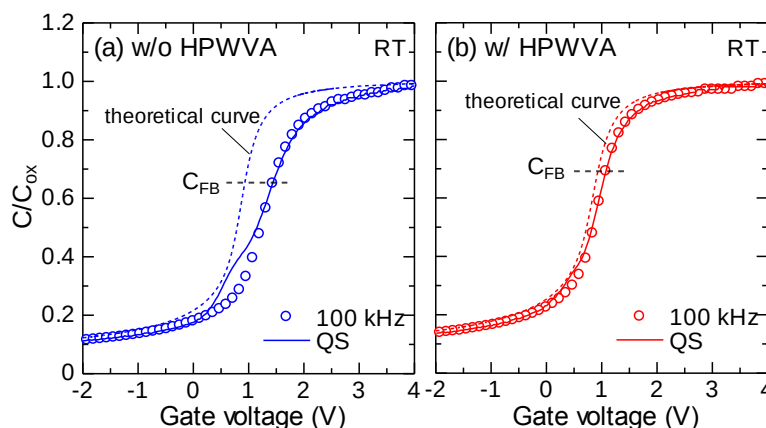


Fig. 2 Hi-Lo capacitance-voltage (C-V) characteristics of (a) w/o HPWVA and (b) w/ HPWV-annealed GaN MIS diodes.