

CF₄ プラズマ処理した AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造の電氣的評価

Electrical Characterization of AlGa_{0.24}N/GaN Hetero-Structures Treated by CF₄ Plasma

中部大工¹, 徳島大院工², 兵庫県大高度研³, 日亜化学⁴

○中野 由崇¹, 川上 烈生², 新部 正人³, 高木 健司¹, 白濱 達夫², 向井 孝志⁴

Chubu Univ.¹, Univ. Tokushima², Univ. Hyogo³, Nichia Corp.⁴

○Yoshitaka Nakano¹, Retsuo Kawakami², Masahito Niibe³, Kenji Takagi¹, Tatsuo Shirahama²,
Takashi Mukai⁴

E-mail: nakano@isc.chubu.ac.jp

1. 背景

AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造は高電子移動度トランジスタ(HEMT)材料として期待されている。このヘテロ構造へ CF₄ プラズマ処理することでノーマリーオフ化することは既に報告されており、AlGa_{0.24}N 層へ導入された F が深く関与していると考えられている。本研究では、プラズマ処理によるアクセプタ型の深い欠陥準位の生成挙動に焦点を絞り、容量-電圧(C-V)法と光容量過渡分光法 (Steady-State Photo-Capacitance Spectroscopy, SSPC)を用いて、CF₄ プラズマ処理した AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造の電氣的評価を行い、ノーマリーオフ化のメカニズムを検討した。

2. 実験

MOCVD 法により結晶成長した Al_{0.24}GaN/GaN(膜厚: 20nm/4μm)ヘテロ構造をサンプルとした。容量性結合 RF プラズマ装置を使用して、13.56MHz の高周波電圧 $V_{RF} = 200$ V 一定で、ガス圧を 1.3, 6.7, 13.3Pa と変化させて、AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造の CF₄ プラズマ処理を 5 分間行った。自己バイアス電圧 V_{DC} はガス圧に関わらず $V_{DC} = -200$ V であった。その後、水銀プローブ電極を用いて 100kHz で C-V 法と SSPC 法による電氣的評価を室温で行った。SSPC 測定では、1600~300nm の単色分光を基板裏面から照射し、分光照射毎に光励起に伴う光容量の過渡応答特性を測定し、その飽和値から SSPC スペクトルを得た[1]。

3. 結果

1.3Pa と 6.7Pa で処理したサンプルでは、ピンチオフ電圧が正シフトを示し、AlGa_{0.24}N バリア層に負の固定電荷が形成されたことが示唆される(Fig. 1)。また、Ar プラズマ処理したサンプルの C-V 特性との比較から、ピンチオフ電圧の正シフトには導入された F が影響していることが示唆される。SSPC 測定からは、CF₄ プラズマ処理したサンプルには、伝導帯下~2.1, ~2.8, ~3.2eV に深い欠陥準位(D2, D3, D4)が導入されたことが分かった(Fig. 2)。その内、

~2.1eV の欠陥準位 D₂ の準位濃度がピンチオフ電圧の正シフトに大きく寄与することが分かった。この D₂ 準位は、通常見られる Ga 空孔 (V_{Ga})や V_{Ga-O} 複合欠陥というより、負電荷を有し固定化された V_{Ga-F} 複合欠陥によるものと考えられる。

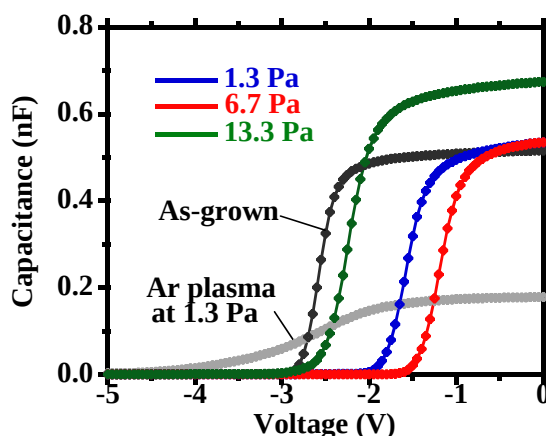


Fig. 1. C-V characteristics of CF₄ plasma treated samples at various gas pressures, together with those of as-grown and Ar plasma treated samples.

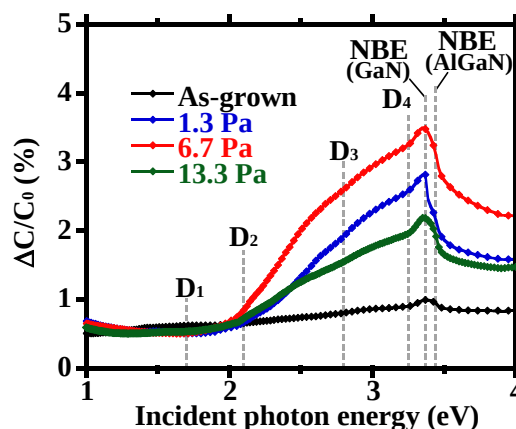


Fig. 2. SSPC spectra of CF₄ plasma treated samples at various gas pressures.

References

[1] Y. Nakano *et al*, J. Appl. Phys. **112**, 106103 (2012).