Ar^+イオン照射した MOCVD-GaN:Si 膜の電気的評価

Electrical Characterization of MOCVD-GaN:Si films with Ar^+ Ion Bombardment

中部大工 [1], 兵庫県立大高度研 [2], 徳島大院工 [3]　○中野 由崇 [1], 高木 健司 [1], 小川 大輔 [1], 中村 圭二 [1], 新部 正人 [2], 川上 烈生 [3]

Chubu Univ.[1], Univ. Hyogo[2], Univ. Tokushima[3]　○Yoshitaka Nakano[1], Kenji Takagi[1], Daisuke Ogawa[1], Keiji Nakamura[1], Masahito Niibe[2], Retsuo Kawakami[3]

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

【背景】GaN は優れた物性値を有するため、光デバイスや高周波パワーデバイスなどに積極的に応用展開されている。更なるデバイス特性の向上を目指し、結晶性の向上と共に、プロセス面ではプラズマエッチングのダメージレス制御の開発が強く望まれている。しかしながら、GaN 表面に誘起されるプラズマエッチング損傷についての理解は未だ不十分である。本研究では、グロー放電により Ar^+イオンを照射した Si ドープ GaN (GaN:Si)膜にショットキーダイオード(SBD)を作製し、C-V 法, 光容量過渡分光法(SSPC: Steady-State Photo-Capacitance Spectroscopy), TAS 法(Thermal Admittance Spectroscopy)を用いて電気的評価を行い、欠陥準位の形成挙動を検討したので報告する。

【実験】Al_2O_3 基板上に MOCVD 法で結晶成長した GaN:Si 膜(膜厚: 4μm, キャリア濃度 n: ~$1x10^{17}cm^{-3}$)をサンプルとして用いた。GaN 表面の 3mm$^{\phi}$領域に DC グロー放電により Ar^+イオンを 1, 5, 10min 照射した。Ar ガス圧, 放電電圧, イオン化電流はそれぞれ 200mTorr, 280V, $2.55x10^{-4}A/cm^2$ とした。室温で PL 測定後、Au を真空蒸着(1mm$^{\phi}$)することでプレーナー型 Au/GaN:Si SBDs を作製した。100kHz で C-V 法と SSPC 法による電気的評価を室温で行った[1]。また、ゼロバイアス状態での TAS 測定を低温域(13-200K)で行い、Ar^+イオン照射前後の Si ドナー準位の変質の有無を調べた。

【結果】C-V 測定では、Ar^+イオン照射時間に依存して膜表面部(0-200nm)の有効キャリア濃度が大幅に減少することが分かった[2]。SSPC 測定では、Ar^+イオン照射により伝導帯下~2.07, ~3.23eV にアクセプター型の欠陥準位(V_{Ga} and/or V_{Ga}-O, C_N)が生成し、照射時間に依存して欠陥準位濃度が大幅に増加することが分かった(図 1)。また、SSPC の測定バイアス電圧依存性から、これらの欠陥準位は Ar^+イオン照射時間に依存して膜内部へ内方拡散していることが分かった。更に、TAS 測定では、Ar^+イオン照射により Si ドナー準位濃度が低減することから、Si ドナーの一部が不活性化していることが分かった(図 2)。以上から、Ar^+イオン照射による有効キャリア濃度の低減は、膜表面では Si ドナーの一部不活性化、膜内部ではアクセプター型欠陥準位の形成によるキャリアのトラップや補償によるものと考えられる。

[1] Y. Nakano *et al.*, J.Appl.Phys. **112**, 106103 (2012).
[2] M.-G. Chen *et al.*, Appl. Phys. Express **7**, 111003 (2014).

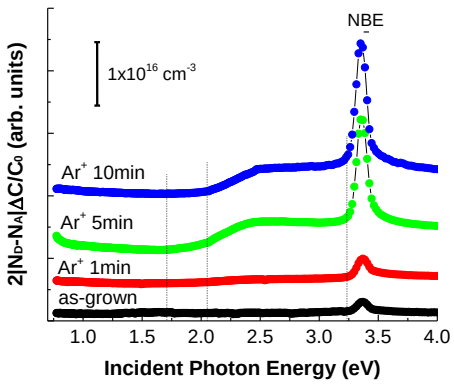

Fig.1. SSPC spectra of MOCVD-GaN:Si with and without Ar^+ ion bombardment.

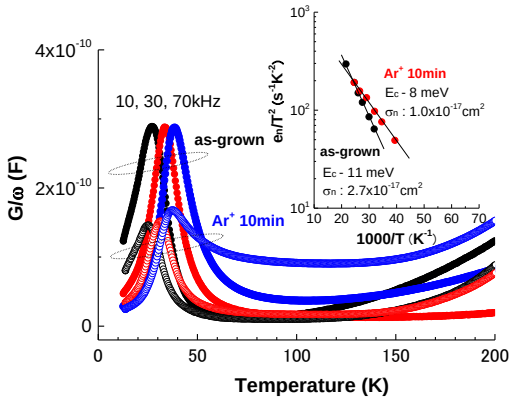

Fig.2. TAS spectra of MOCVD-GaN:Si with and without Ar^+ ion bombardment.

© 2015年 応用物理学会