

バイアスアニールを施した n 型 GaN 中のプラズマ照射誘起欠陥の解析 C-V profile analysis of plasma-induced defects in n-GaN upon bias-anneal

首都大理工 竹下 浩司, °中村 成志, 奥村 次徳

Tokyo Metropolitan Univ., Koji Takeshita, °Seiji Nakamura, Tsugunori Okumura

E-mail: s_naka@tmu.ac.jp

【はじめに】

我々はこれまで, GaN へのプラズマ照射によりドナーの不活性化が起きること, バイアスアニールによりドナーの再活性化が可能であることを明らかにしてきた[1-5]. しかしながら, ドナーの不活性化・再活性化のメカニズムや関与している欠陥の起源の特定には至っていない. 今回, ドナーの不活性化・再活性化のメカニズムを解明することを目的として, プラズマ照射誘起欠陥が導入された GaN のバイアスアニール前後の C-V プロファイル解析を行ったので報告する.

【実験方法】

試料として, サファイア基板上に MOVPE 法により成長させた膜厚 3 μm , キャリア密度は約 $7 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の Si 添加 n 型 GaN 薄膜を用いた. プラズマ照射の前に, 試料表面に Ti/Al/Ni/Au (15nm/50nm/20nm/50nm) オーミック電極を形成し, 電極のついていない GaN 表面にアルゴンプラズマをガス流量, 背圧および RF 電力をそれぞれ 25 ml/min, 10 Pa, 80 W で 60 分間照射した. プラズマ照射後, Ni 電極を形成し, ショットキーダイオードを作製し, 電流-電圧 (I-V) 法, 容量-電圧 (C-V) 法により電気的特性を評価した. バイアスアニールは, ショットキーダイオードに電圧を印加しながら加熱台上で熱処理を行う方法で, 印加電圧および処理時間を変化させて実験を行った. 尚, 試料温度は, ダミーの試料表面に熱電対を設置し測定した.

【実験結果】

Fig. 1 に, Ar プラズマ照射した GaN のキャリアプロファイルの逆バイアスアニール (RBA) 時間依存性を示す. Ar プラズマ照射のみのプロファイルでは, 表面側にキャリア密度が未照射試料よりも高い領域があり, 深さ 0.1 μm を中心にドナーの不活性化によるキャリア密度が減少している領域があることが分かる. この試料に RBA を施すとキャリア枯渇量が減少し, ドナーの再活性化が起きていることが分かる. この再活性化は, RBA 時間を長くすることにより進んでいくが, 130°C で逆バイアス -5V の条件下では, RBA 時間が 18 分以上になると, 未照射試料のキャリア密度より増加することが観測された. 我々はこのキャリア密度増加を, ドナーを不活性化していた欠陥が RBA によりドナーと乖離し, その一部の荷電状態が変化してキャリアを増やすドナー型欠陥になることで説明できないかと考えた. そこで, 試料表面側のキャリア密度を増加させるドナー型欠陥, ドナーを不活性化するアクセプタ型欠陥, バイアスアニールによりドナーと乖離して荷電状態が変化した欠陥の 3 種類を考慮して, キャリアプロファイルを解析した. 結果は Fig. 2 に示すように実験結果を良く再現できている. C-V プロファイル解析の詳細については当日発表する予定である.

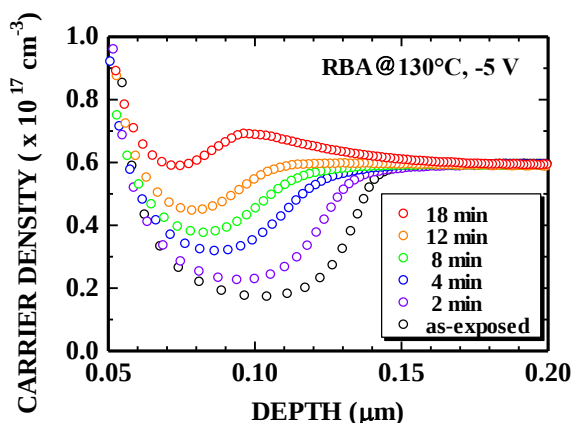


Fig. 1 Depth profiles of the carrier density for Ar plasma treated Ni/GaN Schottky diodes with and without reverse bias annealing.

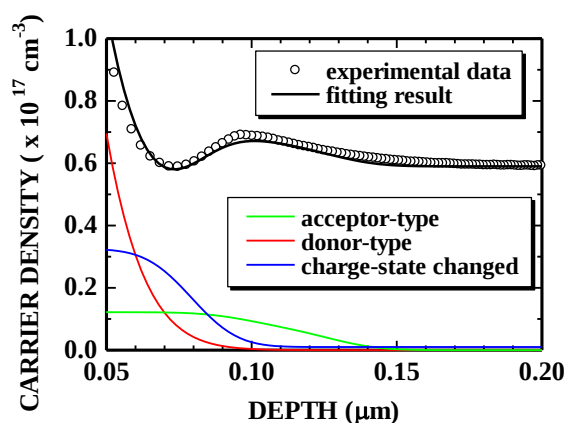


Fig. 2 Fitting result of the carrier profile for Ar plasma treated Ni/GaN Schottky diodes after reverse bias annealing.

【参考文献】

- [1] 須田 他: 春季第 53 回応用物理学関係連合講演会, 24a-ZH-1, 3 (2006).
- [2] 筏井 他: 春季第 54 回応用物理学関係連合講演会, 29a-ZL-1 (2007).
- [3] S. Nakamura, Y. Ikadai, M. Suda, M. Suhara, T. Okumura, Phys. Stat. Solidi (c) 4, 2581 (2007).
- [4] 竹下 他: 秋季第 72 回応用物理学学会学術講演会, 31p-A-3 (2011).
- [5] 竹下 他: 春季第 59 回応用物理学関係連合講演会, 18a-E2-4 (2012).