

組成傾斜 AlGa_{0.4}N キャップ層による n 型 AlN 層接触抵抗の低減： 組成傾斜層内分極ドープの影響

Reduction in contact resistance on n-type AlN by formation of graded-AlGa_{0.4}N cap layer:
Influence of polarization charge in graded AlGa_{0.4}N layer

NTT 物性研 廣木正伸、熊倉一英

NTT Basic Research Labs., M. Hiroki, and K. Kumakura

E-mail: hiroki.masanobu@lab.ntt.co.jp

はじめに AlN はバンドギャップ 6.2 eV と超ワイドギャップ半導体であり、絶縁破壊電界は 12 MV/cm と非常に高い。この優れた特性は、パワーデバイスに適している。AlN の電子デバイス応用への課題のひとつとして接触抵抗の低減がある。Si イオン注入により作製 n 型 AlN のトランジスタ動作が報告されているが、良好なオーミック接合は得られていない[1]。前回、我々は、組成傾斜 AlGa_{0.4}N キャップ層を形成することによって、n 型 AlN のオーミック伝導を得た[2]。また、n 型 AlN 層上に形成した電極と比べ、約 3 桁の電流増大を確認した。しかし、組成傾斜 AlGa_{0.4}N では、分極ドープにより組成傾斜 AlGa_{0.4}N 層内に負の電荷が発生する[3]。この分極負電荷により、Si ドナーが補償され導電性が低下することが懸念される。今回、組成の傾斜の度合いによる導電性への影響を調べた。

実験方法 試料は、MOVPE 成長により半絶縁 SiC 基板上に作製した。図 1 に試料の層構造を示す。AlN:Si (500 nm)/un-AlN(800 nm)上に、Si ドープした組成傾斜 AlGa_{0.4}N 及び AlGa_{0.4}N 層を成長した。Si のドーピング濃度は約 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。組成傾斜 AlGa_{0.4}N 層の膜厚を 60、150、220 nm と変えた。オーミック電極は Ti/Al/Ni/Au で 850°C で 30 秒アニールを行った。電極間領域のキャップ層および AlN:Si 層の上部 100 nm を ICP ドライエッチングにより除去し、その前後 I-V 測定を行った。

結果 図 2 に電極間の各組成膜厚の I-V 特性を示す。AlGa_{0.4}N 層エッチング後の電流は、傾斜組成層の膜厚の減少とともに低減した。組成傾斜層厚 60 nm ではほとんど電流は流れなかった。これは、組成傾斜の傾きの増加で分極電荷密度が増加したためと考えられる。組成が線形に減少したと仮定した場合、膜厚 220 nm、60 nm の組成傾斜 AlGa_{0.4}N で見積もられる分極負電荷密度は、 9.1×10^{17} から $3.3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ へと増加する。150、220 nm ではわずかに Si ドープ密度を上回っているのに対し、60 nm では分極負電荷が大幅に上回っており電子伝導の障壁となっているためと考えられる。

[1] H. Okumura et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 04FR11 (2018).

[2] 廣木ら '18 応物秋 7p-S22-1.

[3] J. Simon et al., Science 327, 60 (2010).

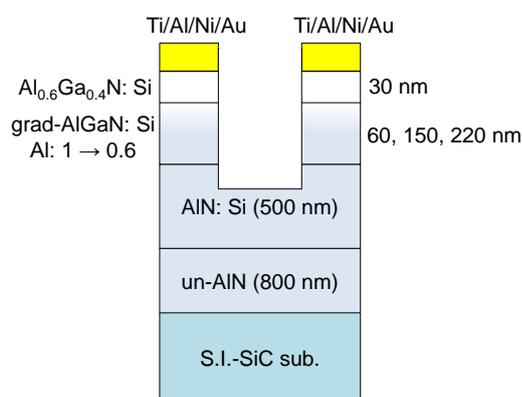


Fig. 1. Sample structure of AlN with graded AlGa_{0.4}N layer for I-V measurement.

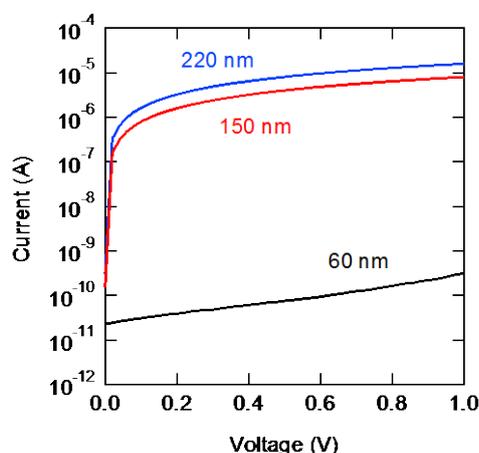


Fig. 2. I-V characteristics of AlN layers with 60, 150, and 220-nm-thick grad-AlGa_{0.4}N cap layers.