

不純物添加 GaN の位置選択エピ成長技術の開発

Selective epitaxial growth of doped GaN by pulsed sputtering

○上野耕平¹、今別府秀行¹、小林篤¹、太田実雄^{1,2}、藤岡洋^{1,3}

¹東大生研、²JST-さきがけ、³JST-ACCEL

○Kohei Ueno, Hideyuki Imabeppu, Atsushi Kobayashi, Jitsuo Ohta, Hiroshi Fujioka

¹IIS, UTokyo, ²JST-PRESTO, ³JST-ACCEL

E-mail: kueno@iis.u-tokyo.ac.jp

イオン注入に代表される位置選択的に不純物濃度を制御する技術は、GaN系パワーデバイスの実用化に向けて必要不可欠な基礎技術である。しかしながら、GaNへのイオン注入では1000°Cを超える高温活性化処理が必要であり、素子への熱的ダメージが懸念される。またイオン注入によるp型ドーピングには技術的な課題も多く残っている。一方、我々のグループではパルススパッタリング(PSD)法を用いることで、400~700°C程度の比較的低温でGaNのn型およびp型伝導の制御が可能であることを報告してきた。また非平衡性の高いPSD成長はGaNへ高濃度に不純物をドーピングする手法として有望であり、実際、極めて抵抗率の低い高濃度n型GaN薄膜の作製を実現してきた。もしPSD法を用いたGaNの位置選択成長が可能となれば、不純物濃度を局所的に制御することが可能な低温プロセスとして期待できる。そこで本研究では、SiO₂マスクを用いてPSD法によりn型およびp型GaN薄膜を位置選択的に成長させることを試みた。

図1には、SiO₂マスクを用いてPSD法により膜厚約100nmのGaN:Ge薄膜([Ge]=5×10²⁰cm⁻³)を成長した例を示す。マスク上では粒径100nm程度の多結晶が成長しているが、開口部では単結晶GaN:Ge薄膜が成長していることをEBSD測定により確認した。その後、ウェットエッチングによりSiO₂マスクおよび多結晶GaNを除去し、Ti/Al/Ti/Au電極を蒸着することで種々のパターンを形成した。図2に示す光学顕微鏡像からは、選択成長GaN:Ge単結晶薄膜により描かれた“UT”マークが確認できる。またこのような選択成長領域の電気特性を評価したところ、ホール測定の結果から電子濃度および電子移動度はそれぞれ5.2×10²⁰cm⁻³および61cm²V⁻¹s⁻¹であった。また図3に示すTLM測定から電極-GaN:Ge薄膜間のコンタクト抵抗を評価したところ、無アニール状態でR_c=0.11Ωmmと十分に低い値が得られた。またGaN:Ge単結晶薄膜の抵抗率が1.98×10⁻⁴Ωcmと極めて低いことから、PSD法による低温選択成長技術は、GaN系素子の寄生抵抗の低減に有望であると考えられる。

謝辞：本研究の一部はJSPS科研費JP16H06414の助成を受けて行われたものである。

参考文献：[1] Y. Arakawa *et al.*, APL Mater. **4**, 086103 (2016).

[2] Y. Arakawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 042103 (2017).

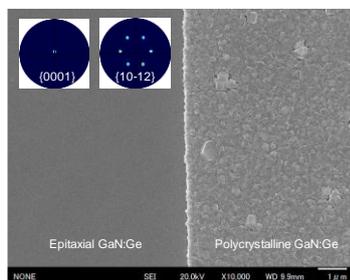


図1 選択成長 GaN:Ge 境界部 SEM 像
及び SiO₂ マスク 開口部 EBSD 極点図

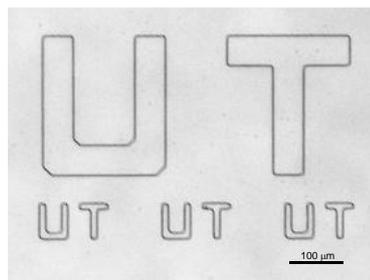


図2 多結晶 GaN および SiO₂ マスク
ウェットエッチング後光学顕微鏡像

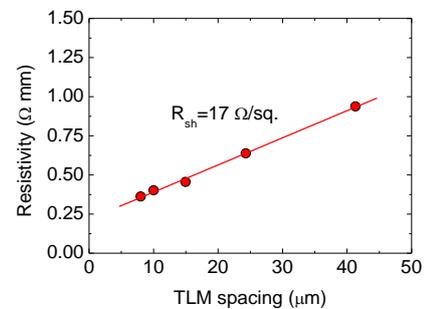


図3 TLM 測定結果