高濃度 Si 添加半極性面 GaN (20$\bar{2}$1)薄膜の作製と評価

Growth and characterization of highly Si-doped GaN (20$\bar{2}$1) epitaxial films

○森川創一朗 [1], 上野耕平 [1], 小林篤 [1], 藤岡洋 [1,2]
[1] 東大生研, [2]JST-ACCEL
○Soichiro Morikawa[1], Kohei Ueno[1], Atsushi Kobayashi[1], Hiroshi Fujioka[1,2]
[1]IIS, UTokyo, [2]JST-ACCEL
E-mail: smorikaw@iis.u-tokyo.ac.jp

【背景】GaN への高濃度ドナー添加技術は、窒化物半導体素子の寄生抵抗の低減やトンネル接合の形成、カスケード素子の作製等に必要不可欠である。我々はこれまでに非平衡性の高いパルススパッタ堆積(PSD)法を用いると、GaN(0001)薄膜に対して Si を 1×10^{21} cm^{-3} と高濃度までトーピング可能であることを見出し、実際に低抵抗トンネル接合コンタクトを持った窒化物半導体 LED の動作を実証した[1]。この技術は半極性面上の長波長 InGaN LED に対しても有用であると考えられるが、 (0001)面以外の結晶面への高濃度ドナードーピングに関する検討は十分に行われていない。そこで本研究では、PSD 法を用いて高濃度 Si ドープ GaN(20$\bar{2}$1)薄膜を成長し、その構造、光学、電気的諸特性を評価することを目的として実験をおこなった。

【実験方法】出発材料には MOCVD 法により成長した p 型層を最上部にもつ (20$\bar{2}$1)GaN ウェハーを用いた。基板洗浄後、PSD 法を用いて膜厚 400～600 nm の Si ドープ GaN 薄膜を積層し、その構造特性および電気特性の評価を行った。

【結果と考察】図 1 には PSD 法により成長した Si ドープ GaN(20$\bar{2}$1)薄膜のホール効果測定の結果を示す。Si 添加量を変えることで、電子濃度は 1.6×10^{19}～1.8×10^{20} cm^{-3} まで広範囲にわたって制御可能であることを確認した。また電子濃度が 1.8×10^{20} cm^{-3} においても、電子移動度は 129 cm^{2}V^{-1}s^{-1} と高い値が得られており、抵抗率の最小値は、2.7×10^{-4} Ω cm であった。この値は、GaN(0001)薄膜の場合と比較してほぼ同等の結果を得た。これは非平衡性の高い PSD 成長では、不純物の取り込み過程に面方位依存性がすくないためと解釈される。以上の結果から、PSD 法を用いて半極性面(20$\bar{2}$1)上 InGaN LED に対しても良好なトンネル接合コンタクトを形成可能であると期待できる。

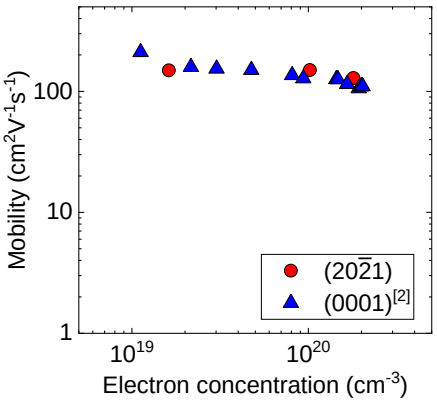

Fig. 1 Electron mobility of n-type GaN (20$\bar{2}$1) films as function of electron concentration

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H06414、JST-ACCEL JPMJAC1405 の助成を受けて行われたものである。

【参考文献】[1] T. Fudetani *et al.*, International Workshop on Nitride semiconductors IWN2018, Kanazawa, Japan, Nov 2018. [2]K. Ueno *et al.*, APL Mater. **5** 126102 (2017).

© 2019年 応用物理学会