高キャリア濃度 n 型 AlGaN の電気的特性

Electrical properties of high carrier concentration n-type AlGaN

名城大理工 [1]，名古屋大・赤﨑記念研究センター[2]
○武田 邦宏 [1]，森 一喜 [1]，山田 知明 [1]，岩谷 素顕 [1]，竹内 哲也 [1]，上山 智 [1]，赤﨑 勇 [1,2]
Fac. Sci. & Technol., Meijo Univ. [1], Akasaki Research Center, Nagoya Univ. [2],
°Kunihiro Takeda[1], Kazuki Mori[1], Tomoaki Yamada [1], Motoaki Iwaya[1], Tetsuya Takeuchi[1],
Satoshi Kamiyama[1], and Isamu Akasaki[1,2]
E-mail: 143434025@ccalumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】窒化物半導体・可視光 LED の外部量子効率は年々向上している。未だドループ等の問題も残されているが、光電変換効率を上げるための最も大きな課題は素子抵抗の低減である。現状の素子抵抗のうち最も大きなものの 1 つが n 型層部のシート抵抗である。シート抵抗を低減するために最も有効なのは高いキャリア濃度を持つ n 型層を用いることであるが、通常用いられている Si 添加 GaN では 10^{19}cm^{-3} を超えると白濁化し素子性能の劣化につながる。我々は、低 AlN モル分率 AlGaN を用いることによって自由電子濃度が 10^{20}cm^{-3} を超える高結晶品質 n 型層を実現できることを明らかにした[1]。本報告では、この n 型 AlGaN の電気的特性の詳細を解析した結果について述べる。

【実験方法】MOVPE 成長によりアンドープ GaN テンプレート上に AlN モル分率 0.03-0.05 の n 型 AlGaN を約 1.4μm 成長させた。不純物濃度を制御することによって n 型 AlGaN の自由電子濃度が 10^{17}cm^{-3} を超えるものから 10^{20}cm^{-3} を超える試料を数種類作製した。電気的特性は低温ホール効果測定により行った。

【結果】図 1 に各試料の自由電子濃度の温度特性を示す。この結果からフィッティングによって活性化エネルギーを算出した。キャリア濃度の 1/3 乗を横軸、活性化エネルギーを縦軸にとった結果を図 2 に示す。キャリア濃度が増加するにしたがって、活性化エネルギーの減少が確認でき、これは電子濃度が高くなったことに伴うクーロン相互作用の影響によるものであると考えられる。一方、図 1 の中には 10^{19}cm^{-3} を超える試料において自由電子濃度の温度依存性がない、すなわちフェルミ準位の縮退を示唆する試料も確認できた。この違いに関しては未だ確証は得られていないが成長条件の違いによるものであると考えている。また、試料によって移動度の温度依存性も特異的な性質をあらわすものも確認でき、極めて高い不純物濃度をもつ AlGaN の特異的な性質であると考えられる。

【参考文献】[1] T. Sugiyama et al; Appl. Phys. Exp. 6 (2013) 121002

【謝辞】本研究の一部は文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(平成 24 年～平成 28 年)の援助により実施された。

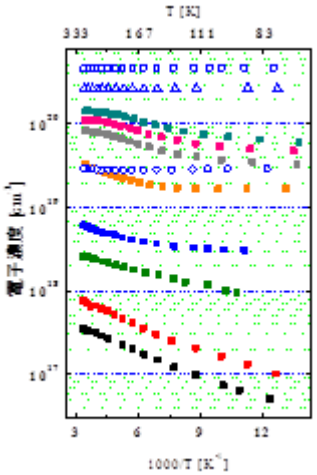

図 1　各試料のキャリア濃度の温度依存性

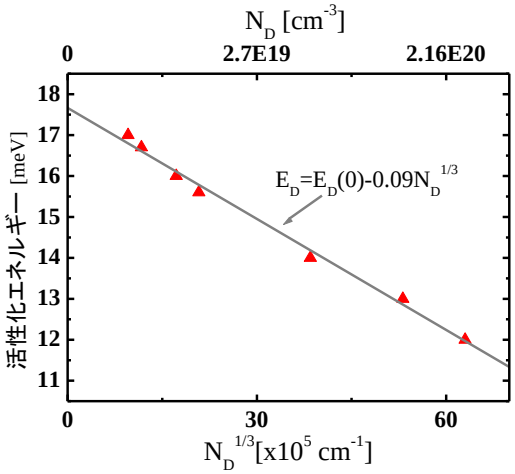

図 2　Al 組成 3～5%n-AlGaN の電子濃度－活性化エネルギー

© 2015年 応用物理学会