

無極性 m 面 AlGa_{0.48}N/GaN 量子井戸サブバンド間吸収のドーピング濃度依存性

Doping dependence of intersubband absorption in non-polar m-plane AlGa_{0.48}N/GaN quantum wells

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², シャープ³ °小谷 晃央^{1,2,3}, 有田 宗貴¹, 荒川 泰彦^{1,2}

Nano Quine¹, IIS² Univ. of Tokyo, SHARP³, °T. Kotani^{1,2,3}, M. Arita¹ and Y. Arakawa^{1,2}

E-mail: kotani.teruhisa@sharp.co.jp

無極性 m 面 AlGa_{0.48}N/GaN 量子井戸(QW) のサブバンド間(ISB)遷移は内部電界がないため c 面 QW に比べてサブバンドの設計が容易であり、GaN 特有の高速な緩和時間や大きな LO フォノンエネルギーの特性を利用した ISB 応用デバイスへの展開が期待される。以前、我々は無極性 m 面 AlGa_{0.48}N/GaN QW の中赤外 ISB 吸収をはじめて観測した[1,2]。今回、我々は m 面 AlGa_{0.48}N/GaN 量子井戸 ISB 吸収のドーピング濃度依存性を測定し、ISB 吸収エネルギーのブルーシフトを観測したので報告する。

GaAs 系 QW ではドーピング濃度の増加とともに多体効果による ISB 吸収のブルーシフトが報告されている[3]。しかしながら、c 面 AlGa_{0.48}N/GaN QW では多体効果と電子による内部電界のスクリーニングが同時に生じるため ISB 吸収は複雑な振舞いを示し、低ドーピング濃度(10^{12}cm^{-2} 台)ではドーピング濃度の増加とともに ISB 吸収はレッドシフトし[4]、高ドーピング濃度(10^{13}cm^{-2} 台)ではブルーシフト[5]することが報告されている。内部電界のない無極性 m 面 AlGa_{0.48}N/GaN QW では多体効果の影響のみを独立に観測でき、GaN 系 QW に生じる多体効果の影響を定量的に見積もることが可能であると期待される。

m 面 GaN 基板上に 10 周期の i-Al_{0.48}Ga_{0.52}N(3.05 nm)/n-GaN(2.85 nm) QW を常圧有機金属気相成長法により成長した。n-GaN 井戸層の Si ドーピング濃度は $6.7 \times 10^{11} \sim 6.0 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$ である。すべての試料において、量子井戸成長時のシラン流量以外の成長条件(成長温度、時間、原料流量)はすべて揃えてある。Ge プリズムを用いた ATR 配置[1,2,4]によって室温 ISB 吸収の

測定を行った。図1に p 偏光透過スペクトルを示す。c 面 AlGa_{0.48}N/GaN QW ではレッドシフトが観測される程度の低ドーピング濃度(10^{12}cm^{-2} 台) [4]であっても、ドーピング濃度の増加とともに ISB 吸収のブルーシフトと線幅の増大化が生じており、多体効果による影響を明確に観測することができた。この結果は、GaN 系 QW におけるサブバンドの物理の定量的な解釈へとつながるとともに、無極性 m 面 AlGa_{0.48}N/GaN QW のデバイス応用可能性を示す結果である。

謝辞 本研究は文部科学省 イノベーションシステム整備事業の支援により遂行された。

参考文献 [1] 小谷他、第 75 回応用物理学会秋期講演会(2014), [2] T. Kotani et. al, Appl. Phys. Lett., 105, 261108 (2014), [3] 例えば、M. O. Manasrehmbs et. al, Phys. Rev. B, 43, R9996 (1991), [4] 星野他、応用物理学会春期講演会(2000), [5] P. K. Kandaswamy, Appl. Phys. Lett., 96, 141903 (2010)

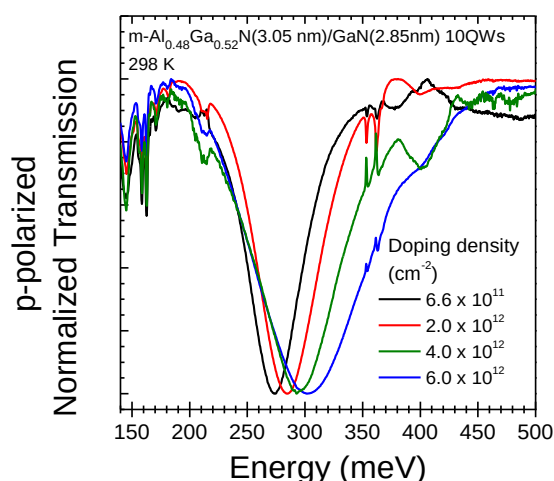


Fig.1 p-polarized transmission spectra of i-Al_{0.48}Ga_{0.52}N(3.05nm)/n-GaN(2.85nm) 10 QWs with different doping concentration ($6.6 \times 10^{11} - 6.0 \times 10^{12}\text{cm}^{-2}$) at room temperature