

中波長赤外熱輻射変調に向けた GaN/AlGaN 量子井戸サブバンド間吸収の電圧制御

Electrical control of inter-subband absorption in GaN/AlGaN MQWs for modulation of MWIR thermal emission

○Kang Daniel Dongyeon¹, 井上 卓也^{1,2}, 浅野 卓¹, 野田 進¹ (1. 京大院工, 2. K-CONNEX)

°D. Kang¹, T. Inoue^{1,2}, T. Asano¹, and S. Noda¹ (1. Kyoto Univ. 2. K-CONNEX)

E-mail: kang@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

【序】フォトニック結晶を利用した狭帯域熱輻射光源は、光吸収による物質検出システムの小型・低消費電力化を可能にするデバイスとして期待されている。我々は、これまで、GaAs/AlGaAs 多重量子井戸(MQW)のサブバンド間吸収とフォトニック結晶を利用して光源の放射率(吸収率)を制御することで、波長 9 μm 付近で極めて狭帯域($Q>100$)なスペクトルを実証するとともに、MQW のサブバンド間吸収の電圧制御を利用した熱輻射の高速変調動作($\sim\text{MHz}$)も実証した¹⁾。今回、中波長赤外領域(3~8 μm)で動作する GaN/AlGaN 狭帯域熱輻射光源²⁾において熱輻射の高速変調動作を実現するために、その基礎となる GaN/AlGaN MQW のサブバンド間吸収の電圧制御実験を行ったので報告する。

【作製・評価】GaN/AlGaN MQW の吸収係数スペクトルの電圧制御のために作製した試料は Si 基板上の p-i-MQW-n 積層構造を有し、MQW 層は 20 層の n-GaN (3 nm, $6.3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) / $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{N}$ (3 nm) から構成されている。また、本試料は多重反射法により吸収評価を行うため、Fig.1(a)のような側面プリズム構造を採用している。本構造では、Fig.1(b)に示した電子ポテンシャルの模式図のように、逆バイアス印加により量子井戸の空乏化ができる。また、自己・ピエゾ分極により逆バイアスが主に MQW 層に印加される。作製した試料のサブバンド間吸収の電圧依存性を多重反射法により FTIR で測定し、吸光度($-\log_{10}(I/I_0)$)の変化量として Fig.1(c)に示す。測定結果から、逆方向電圧の印加により吸収が減少することが確認できた。また立ち上がり電圧より小さい順バイアス(2V)を印加することで、サブバンド間吸収の増加が生じることも確認した。測定構成の光路などを考慮し、測定結果から吸収係数の電圧依存性を求めた結果を Fig.1(d)に示し、0V の吸収量から推定した井戸層のキャリア密度 ($1.4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) を用いて計算した吸収係数の変化を同図の黒線で示す。ここで、理論曲線と実験結果の差は歪緩和などによる分極効果の減少、欠陥にトラップされてサブバンド間吸収に影響しない電子の存在、p-GaN 最深部の活性化状況などに由来していると考えられる。詳細は当日報告する。なお、本研究の一部は科研費および K-CONNEX の支援を受けた。

【文献】1) Inoue *et al*, *Nature Materials* **13**, 928 (2014). 2) Kang *et al*, *Appl. Phys. Lett.* **110**, 181109 (2017)

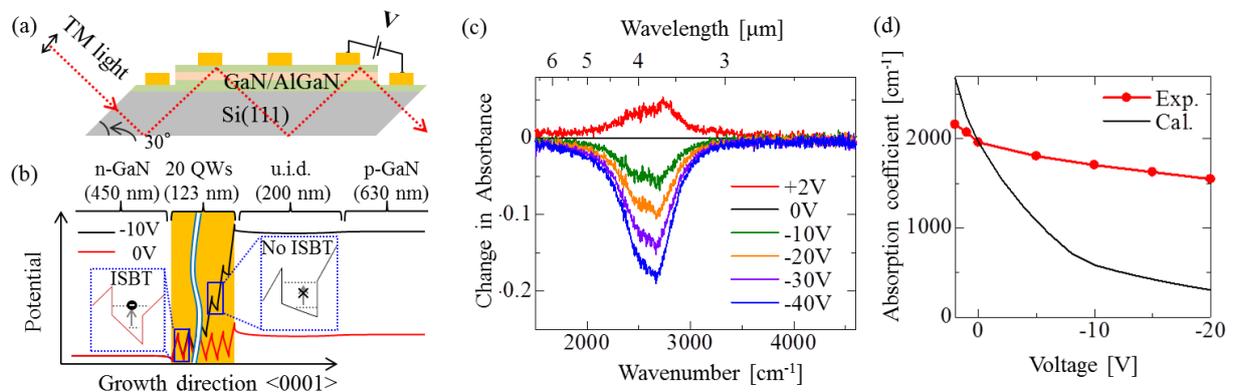


Fig. 1(a) Schematic cross-sectional view of the fabricated P-MQW-N sample in the experimental configuration. (b) Schematic image for electrical potentials with/without the applied voltage. (c) The change of absorbance due to the applied voltages (d) Experimental and calculated peak absorption coefficient as a function of the applied voltages.