

InP 上に成長した高歪 InAs/InGaAs 量子井戸の 時間分解中赤外フォトルミネッセンス測定

Time-resolved measurement of mid-infrared photoluminescence from
highly strained InAs/InGaAs quantum wells grown on InP substrates

NTT ナノフォトニクスセンタ¹, NTT 物性基礎研², NTT 先端集積デバイス研³

○角倉 久史^{1,2}, 佐藤 具就³, 新家 昭彦^{1,2}, 納富 雅也^{1,2}

NTT NPC¹, NTT BRL², NTT DTL³ ○H. Sumikura^{1,2}, T. Sato³, A. Shinya^{1,2}, and M. Notomi^{1,2}

E-mail: hisashi.sumikura.xr@hco.ntt.co.jp

【はじめに】中赤外線領域は物質固有の共鳴エネルギー状態に対応した光吸収が数多く存在することから指紋領域としてセンシングに広く利用されており、近年では Si において 2 光子吸収を抑えつつ大きな非線形光学効果が得られる領域として量子光学でも注目されている。これまで我々は、通信波長帯 InGaAsP/InP レーザ作製技術を応用して、InP 上に成長した高歪 InAs 量子井戸 (QW) を活性層とする波長 2.3 μm 帯室温中赤外レーザを実現している。[1]しかし、これら QW の光学特性や結晶品質の評価は主にフォトルミネッセンス (PL) 強度の比較に基づいており、時間分解 PL 分光による評価は近赤外領域ほど一般的ではない。そこで本研究では、波長上方変換法を用いた時間分解中赤外顕微 PL 分光装置を構築し、高歪 InAs QW の時間分解中赤外 PL を調べた。[2]

【結果】InP 基板上に InGaAs をバリア層とした臨界膜厚に近い厚さ 5 nm の高歪 (3.1%圧縮歪) InAs QW を 6 周期成長した。図 1 は、試料の温度を変えたときの PL 時間発展と PL レートの温度依存性である。4.3~20 K まで PL レート (寿命) は約 0.8 ns^{-1} ($\sim 1.3 \text{ ns}$) 近傍でほぼ一定であり、通信波長帯 InGaAsP QW や InAs 量子ドットの PL レートと同等であることから、欠陥が InAs QW で特に多いとは言えない。更に 4.3 K における PL ピーク波長は 2125 nm であり、バンド計算との良い一致からも歪の緩和による欠陥生成は起こっていないと考えられる。一方 50~200 K では、始めの 200 ps に自由電子の増加によると思われる高速の Auger 再結合過程が現れているが、この Auger 過程後の PL レートは 50 K 以上で急激に増大し 250 K では 5.5 ns^{-1} (180 ps) に達した。このとき、図 1(b)のフィッティングより得られた熱活性化エネルギーは約 19 meV であり QW の閉じ込めポテンシャル ($> 90 \text{ meV}$) より小さいことから、高温領域での PL レート増大は InAs/InGaAs 界面におけるキャリアトラップセンタを介した非発光過程が主な原因と考えられる。

[1] T. Sato et al., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. **14**, 992 (2008).

[2] H. Sumikura et al., submitted.

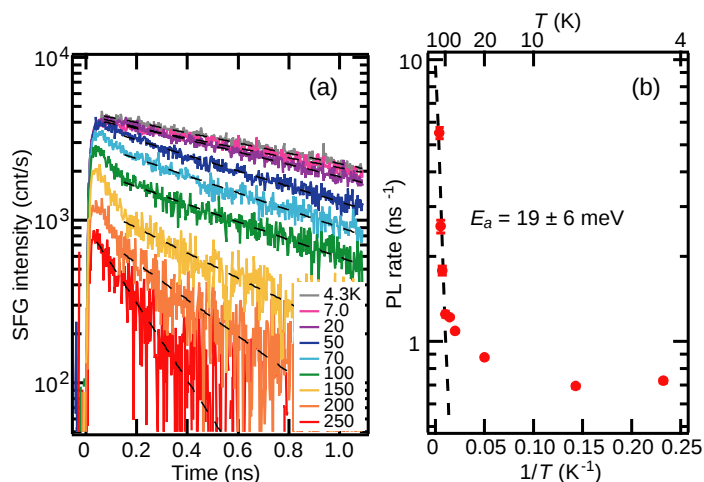


Figure 1. Temperature dependence of (a) PL decay and (b) PL decay rate. The pump fluence is $0.20 \text{ mJcm}^{-2}/\text{pulse}$.