

InAs 量子ドットの位相緩和時間における歪補償積層構造の影響

Effect of stacked structure fabricated using strain compensation

on dephasing time of InAs quantum dots

○末森亮介¹, 赤羽浩一², 早瀬潤子¹Keio Univ.¹, NICT², °Ryosuke Suemori¹, Kouichi Akahane², and Junko Ishi-Hayase

E-mail: hayase@appi.keio.ac.jp

量子情報技術への応用上、量子ドット(QD)中の励起子の位相緩和時間を長寿命化することが重要である。我々はフォトンエコー(PE)法を用いて、歪補償法により作製した 150 層積層 InAs QD [1] が、低温・弱励起下で 1 ナノ秒以上の長い位相緩和時間を有することを明らかにした[2]。歪補償法とは、QD を埋め込むスペーサー層の格子定数を調節することで残留歪を打消し、超積層構造を可能にする技術である。歪補償法を用いて作製された超積層 QD においては、積層数を増加するに従って、下の層に形成された QD の影響により QD が配列することや、QD の均一性が良くなることが知られている [1]。今回我々は、150 層に積層した QD サンプルをエッチングし系統的に積層数を変化させたサンプルを作製し、歪補償法による積層の効果が位相緩和時間に与える影響を調べたので報告する。

Figure 1 にサンプル構造を示す。サンプルは歪補償法により作製した 150 層積層サンプルを 4 mm 四方で 6 つ切り出し、エッチング前に室温で発光波長にほとんどずれがないことを確認した後、それぞれウェットエッチングし QD 積層数を変化させた。エッチング時間を調整することで、エッチング深さを系統的に変化させた。位相緩和時間の測定は、時間遅延 τ を付けた k_1 パルスと k_2 パルスを QD サンプル(温度 3.4 K)に入射し、 $2k_2 - k_1$ 方向に生成される PE 信号を検出することで行った。積層数を減らした場合は弱い PE 信号しか得られないため、検出感度を上げるため光ヘテロダイン検出系を導入した。PE 測定での励起光強度は、弱励起条件となるように k_1, k_2 共に同じ強度に設定した。Figure 2 に位相緩和時間のエッチング深さ依存性を示す。励起波長は励起子共鳴の中心波長である 1520 nm に固定した。エッチング深さを深くしていき 4.3 μm を超えると急激に位相緩和時間が短くなっていくことがわかる。エッチング深さ 4.3 μm ではおよそ 33 層程度 QD 層が残っていると見積もられる。今回の結果から、30 層程度までの初期の積層成長段階で位相緩和時間が大きく変化し、積層数が 30 層を超えると位相緩和時間の長い QD が形成されることがわかる。本研究の結果から、歪補償法による積層を行うことで、位相緩和時間の長い QD を作製できることが明らかになった。本研究の一部は、最先端・次世代研究開発支援プログラムの支援の元行われた。

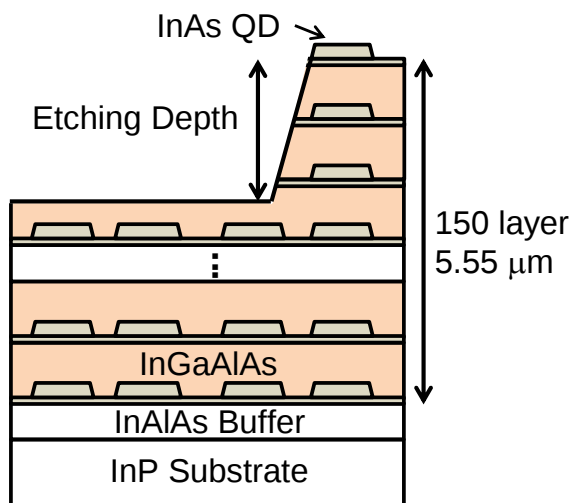


Fig. 1 Sample structure

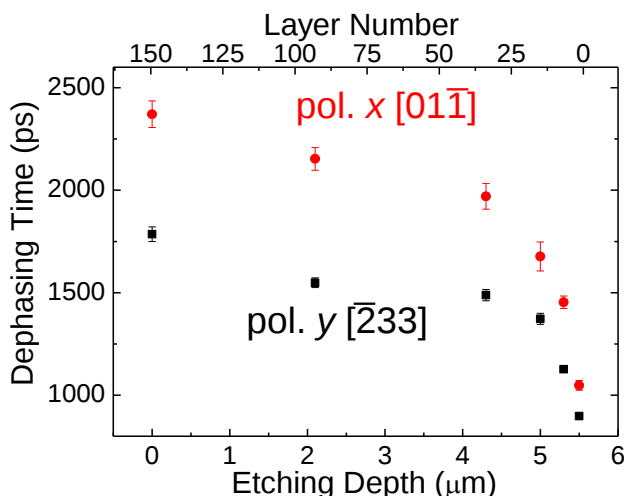


Fig. 2 Etching depth dependence of dephasing time

[1] K. Akahane, *et al.*, *J. Cryst. Growth* **245**, 31 (2002).[2] J. Ishi-Hayase, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **91**, 103111 (2007).