

Bi 援用相互拡散法による通信波長帯単一光子発生に向けた InAs 量子ドットの低密度化

Fabrication of low density InAs QDs for telecom-band single-photon emission
by using Bi-assisted inter-diffusion epitaxy

青学大理工¹, 情通機構² [○](M1)金木 潔良¹, 赤羽 浩一², 前田 智弘¹, 外林 秀之¹

Aogaku Univ.¹, NICT², [○]Kiyora Kaneki¹, Kouichi Akahane², Tomohiro Maeda¹,

Hideyuki Sotobayashi¹

E-mail: c5621090@aoyama.jp

量子情報通信へ向け、様々な物理系を用いた単一光子源の研究がなされている。その中で、S-Kモードによる自己組織化量子ドットは、波長選択の自由度が高く、通信波長帯における単一光子源の実現が期待できる。しかし、自己組織化量子ドットを用いて理想的な単一光子源を実現するためには、量子ドットの密度を低減してデバイス当たりの量子ドット数を単一にする必要がある。本研究では InP(311)B 基板上における相互拡散法での InAs(P)量子ドット形成の際、Bi サーファクタント効果を利用することで量子ドットを低密度化した。さらに、フォトリソグラフィとエッチングによる量子ドットの数量制御の検討を行ったのでこれを報告する。

試料の成長には分子線エピタキシー装置を用いた。この際、V 族原子の供給にはバルブドクラッカーセルを用いた。InP(311)B 基板は、 2.0×10^{-6} Torr の P 照射下において基板温度 500°C でサーマルクリーニングした。次に、基板温度 470°C として 100 nm の InP バッファー層を成長した。その後、基板温度 430°C まで下げ、Bi および As を照射して InAs(P)量子ドット層を成長した。最後に、100 nm の InP を成長して埋め込み構造とした。本試料を用いてメサ構造を作製し、PL 測定を行った。また、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて埋め込んでいない量子ドットの形状観察を行った。

Fig. 1、Fig. 2 に示すのはそれぞれ Bi の照射なし、ありの場合における AFM 像である。Fig. 1 に示す Bi 照射なしの場合、1 μm 角内に 100 個程度の InAs(P)ドットが生じた。一方で、Fig. 2 に示す Bi 照射ありの場合、1 μm 角内に 1 個程度と極低密度な InAs(P)ドットの形成が確認できた。よって、Bi のサーファクタント効果が本手法における量子ドットの低密度化に寄与することが示された。また、PL 測定により室温において 1300 nm から 1450 nm にわたる発光が観測された。これらより、本手法は通信波長帯における低密度量子ドットの形成に有効と考えられる。

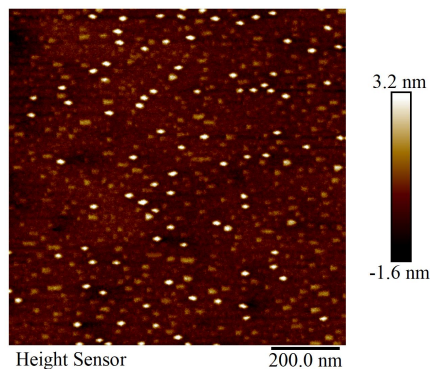


Fig. 1 AFM image on the QD layer grown without Bi

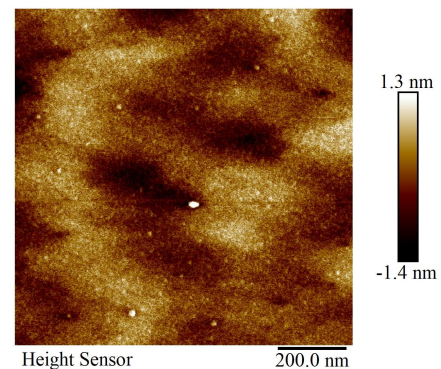


Fig. 2 AFM image on the QD layer grown with Bi