

InP(311)B 基板上における InAs 量子ドットのデジタル埋め込み構造

InAs quantum dot structure grown by digital embedding method on InP(311)B substrate

情通機構 °赤羽 浩一, 山本 直克、川西 哲也

NICT °Kouichi Akahane, Naokatsu Yamamoto, Tetsuya Kawanishi

E-mail: akahane@nict.go.jp

【はじめに】 Stranski-Krastanow (S-K)モードを利用して InP 基板上に形成した自己組織化 InAs 量子ドット(QD)は 1550nm 帯の発光を示し、光ファイバ通信用光デバイスの性能向上が期待できる。また、自己組織化 QD 形成時の歪エネルギーの蓄積の問題も歪補償技術の利用により多重積層化も可能になり超高密度な QD を得ることが出来る[1]。これまでに我々はこの構造を用いることにより QD レーザ、半導体光増幅器、光検出器などを実現している[2]。QD の発光波長や歪補償の条件は QD を埋め込むバリア層の組成を調整することにより可能であるが、InP 基板上においてバリア材料となる InGaAlAs は Ga と Al の置換によっては格子定数がほとんど変化せず、非破壊の X 線回折などでは組成の正確な同定ができない。従ってバリア材料の組成調整は簡単でない場合が多い。今回我々は InP 基板上に形成した InAs QD を埋め込む材料を InGaAs/InAlAs 超格子に変更することにより簡易な方法で波長制御が可能であることを見出したのでこれを報告する。

【実験と結果】 分子線エピタキシー装置を用い、InP(311)B 基板上に InGaAs/InAlAs 超格子 2ML から 16ML まで変化させた構造を成長し、その上に InAs QD を成長した。超格子部分の膜厚は 100nm で固定し、これを 6 回繰り返す積層構造を作製し、その構造評価、光学特性評価を行った。AFM 像からは InGaAlAs バリア層上とほぼ同等な QD 構造が形成されることが分かった。図 1 は 2ML/2ML の超格子で埋め込んだ InAs QD の断面 STEM 像である。埋め込み後も QD および超格子の形状が保たれていることが分かる。図 2 は InAs QD からの室温 PL について、超格子構造の膜厚変化に伴うピーク波長の変化を示したものである。超格子構造の膜厚増加に伴い発光波長が短波長シフトしており、超格子構造の膜厚変化により量子ドットからの発光波長が制御できることが示された。 [1] K. Akahane et. al. pssa **208** (2011) 425、 [2] K. Akahane et. al. APL **93** (2008) 041121

本研究の一部は、総務省の「電波資源拡大のための研究開発」による 委託研究「90GHz 帯リニアセルによる高精度イメージング技術の研究開発」の一環として実施された。

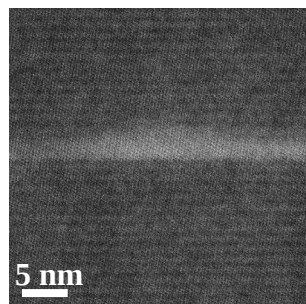


図 1 QD の断面 STEM

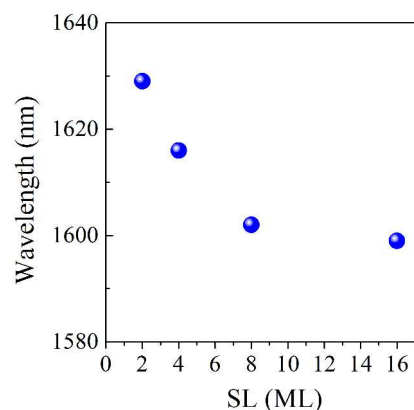


図 2 PL ピーク波長の変化