

## SOA との集積化に向けた InAs/InAlGaAs 多重積層量子ドットの ICP-RIE エッチング法組成混合による低損失化の検討

InAs/InAlGaAs Highly-Stacked Quantum Dot Intermixing by ICP-RIE Etching Technique for Low-Loss Optical Waveguides Aimed for Integration with SOA

早大理工<sup>1</sup>, 情報通信研究機構<sup>2</sup>, GCS 機構<sup>3</sup> ○松下 明日香<sup>1</sup>, 松本 敦<sup>1</sup>, 武井 勇樹<sup>1</sup>, 赤羽 浩一<sup>2</sup>, 松島 裕一<sup>3</sup>, 宇高 勝之<sup>1</sup>

Waseda Univ.<sup>1</sup>, NICT<sup>2</sup> ○Asuka Matsushita<sup>1</sup>, Atsushi Matsumoto<sup>1</sup>, Yuuki Takei<sup>1</sup>, Koichi Akahane<sup>2</sup>, Yuichi Matsushima<sup>1</sup>, and Katsuyuki Utaka<sup>1</sup>

E-mail: asuka-matsushita@ruri.waseda.jp

【はじめに】 InAs/InAlGaAs 多重積層量子ドット (Highly-stacked quantum dots : HS-QD) 構造[1] を用いた半導体光増幅器(SOA)は高効率超高速光信号処理デバイスとして有望である。[2] デバイスの機能性向上のためには、HS-QD-SOA とパッシブ素子とのモノリシック集積化が重要であり、その点から QD 構造の組成混合(QDI)による低損失導波路の形成技術の確立が望まれる。以前までに 20 層の QD ウエハにおいて QDI 効果を確認しているが、QD 積層数が大きい方が低電流、短素子長での論理動作が可能となる。そこで今回、30 層の QD が成長されたウエハを ICP-RIE でドライエッチすることで活性層の組成混合[3]による禁制帯幅波長の短波長化を確認した。

また、組成拡散の様子を確認するため、QDI 前後での 20 層 QD ウエハの TEM による観察を行った。

### 【実験手法】

①実験に用いた InAs/InAlGaAs HS-QD ウエハは、QD 層数 30 層 (厚さ 650nm) 上部クラッド層厚は 2.0 $\mu$ m である。ICP-RIE により 30 層の QD ウエハを Ar ガスを用いてエッチングした。ICP-RIE 条件は Ar 流量 4.0 sccm、ICP 電力 200W、BIAS 電力 300W、圧力 0.2 Pa、時間 11 分であり、1.2 $\mu$ m 程度のエッチングが行われた。続いて、表面保護のためスパッタにより 80nm 程度の SiO<sub>2</sub> を堆積した後、アニール炉を用いて基板を N<sub>2</sub> 雰囲気中 550-750 °C で 1 分間熱処理した。

②QDI 前後で 140nm の PL ピークシフトを確認した 20 層 QD ウエハの断面観察を行った。

【測定結果と考察】 Fig.1 に QDI アニール温度とフォトルミネッセンス(PL)ピーク波長シフト量のグラフを示す。Fig.1 より、650°C で 147nm 程度 PL ピーク波長が短波長側にシフトしているこ

とがわかる。Fig.2 に、QDI アニール前後でのウエハ断面 TEM 画像を示す。ICP-RIE によるウエハのエッチングの後にアニールを行うことにより、QD 層の境界の組成が拡散されている様子がわかる。エッチングにより表面に点欠陥を与えられ、熱処理により点欠陥が拡散され組成混合が促進されたと推察される。

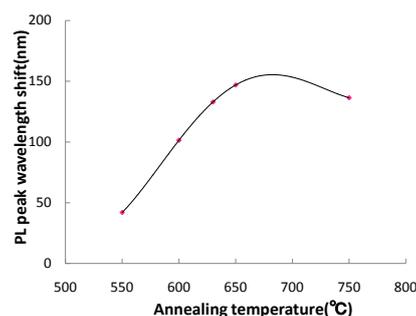


Fig.1 アニール温度と PL ピーク波長シフト量の関係(30層 QD)

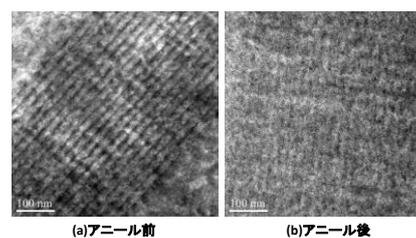


Fig.2 QDI 前後 TEM 画像(20層 QD)

### 【謝辞】

本研究の一部は NEDO の「超低消費電力型光エレクトロニクス 実装システム技術開発」により委託を受けたものである。

### 【参考文献】

- [1] K.Akahane, et al., Photon. Technol. Lett., vol.22, No.2, pp.103-105, 2010.
- [2] A.Matsumoto, et.al., IPRM 2011, We-7.2.5, 2011.
- [3] D. A. Yanson, et.al., IPRM 2005, pp.504-507, 2005.