18p-PG6-4

分子線エピタキシー法による 空気/GaAs 2次元フォトニック結晶構造の空孔埋め込み成長 ―基板温度による空孔形状制御の可能性―

Air-Hole Retained Growth on Air/GaAs 2D Photonic-Crystal Structure by MBE —Possibility of Air-Hole Shape Control by Substrate Temperature— 京大院工¹, 京大白眉² ○前川 享平¹, 西本 昌哉¹, 石崎 賢司¹, 北村 恭子², 野田 進¹ Kyoto Univ.^{1,2}, °K. Maekawa¹, M. Nishimoto¹, K. Ishizaki¹, K. Kitamura², and S. Noda¹ E-mail: k.maekawa@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

フォトニック結晶レーザは、デバイスの内部、活性層の近傍に周期的な屈折率分布をもつフォトニック結晶構造 を形成し、2次元共振器として利用する半導体レーザであり、大面積でコヒーレントな発振が可能である.フォトニ ック結晶レーザの作製にあたり、従来、レーザ構造中にフォトニック結晶構造を導入する手法として、2枚の基板を 接合し、融着させる方法(ウエハ融着法)が用いられてきた¹⁾.しかし、この方法では、接合界面における欠陥準位 の発生が避けらず、光の吸収や電気特性の低下を引き起こしてしまう.このため、我々は現在、従来のウエハ融 着法に代わる新たな手法として、結晶成長法(MOCVD、MBE)を利用してフォトニック結晶を成す空孔パターン を埋め込むことを検討している^{2,3)}.埋め込み成長を用いることで、基となるウエハの結晶構造を維持したままフォト ニック結晶構造を埋め込むことができるため、従来のウエハ融着法と比べて界面での欠陥準位の発生を抑制でき ると考えられる.特に、MBE法を用いた空気/GaAs フォトニック結晶構造の埋め込み成長について検討において は、空孔を残したままでの埋め込み成長にも成功するのみならず、分子線の照射方向による空孔形状の3次元的 な制御可能性も示した³⁾.今回、さらなる空孔形状の制御可能性を探るべく、埋め込み成長時の基板温度につい て検討したので報告する.

図1に、今回用いた正方格子, 真円格子点のフォトニック結晶パターンの電子顕微鏡像を示す。フォトニック結 晶構造の格子定数は295 nm, 孔半径は85 nm, 孔深さは250 nmとした。図2(a)には、成長前のサーマルクリーニ ングの温度を550℃で行い, 成長時の基板温度を530℃として, 基板を回転させて分子線を均一に照射しながら AlGaAs層の成長を行った結果を示す. 今回は, 基板温度による空孔形状の変化について検討するため, 成長 前のサーマルクリーニングの温度を500℃で行い, 成長時の基板温度を480℃として, 成長を行った。その結果, 図2(b)に示すように埋め込み成長後により大きな空孔を残すことに成功した. また, この低温条件においても, 基 板を回転させずに分子線の照射方向を固定した場合には, それぞれ分子線の照射方向を反映した形状を得ら れた(図2(c)). 詳細については当日報告する. 本研究の一部は, 文科省光拠点およびJST ACCELの支援を受 けた.

【文献】1) D. Ohnishi, et. al., Electron. Lett. **39** (2003) 612. 2) 坂口他, 秋季応物 (2011) 1a-ZR-1. 3) M. Nishimoto et.al., APEX 6 (2013) 042002.



 図1 埋め込み成長前の止方格子 フォトニック結晶

 (a)上面 SEM 像,(b)断面 SEM 像

 (a)サーマルクリーニング 550℃,基板温度 530℃で成長, (b)サーマルクリーニング 500℃,基板温度 480℃で成長, (c)(b)と同様の条件で[110]方向から分子線照射(基板固定)