

III-V/Si 集積に向けた MOVPE 選択成長による SOI(001)基板上 InP マイクロテンプレートおよび InP/InGaAsP ダブルヘテロ構造の作製

Selective-area MOVPE growth of InP micro templates and InP/InGaAsP double heterostructures on SOI (001) substrates for III-V/Si integration

日本電信電話株式会社 NTT 先端集積デバイス研究所

○本間 寛弥, 杉山 弘樹, 開 達郎, 藤井 拓郎, 佐藤 具就, 松尾 慎治

NTT Device Technology Labs., NTT Corporation,

○H. Homma, H. Sugiyama, T. Hiraki, T. Fujii, T. Sato, and S. Matsuo

E-mail: hirova.homma@ntt.com

【はじめに】 Si 上 III-V 族半導体結晶直接成長技術による Si 導波路結合型レーザのモノリシック集積は、コストやスループットの優位性からその実現が期待されている。我々は①SOI (001)基板上に形成した中空構造内への InP 薄膜横方向成長によるマイクロテンプレート(micro template: MT)形成技術と、②MT 上への選択再成長技術を組み合わせ、メンブレンレーザを含む III-V 族半導体光デバイスのモノリシック集積実現を目指して研究を進めている (Fig. 1)。①において、我々はこれまでに積層欠陥、双晶面、Anti-phase boundaries 等の面欠陥が MT の品質劣化要因になっていることを報告してきた¹⁾。本講演ではこれまでの検討について簡単に振り返った後、高品質化した InP MT 上での InP/InGaAsP ダブルヘテロ構造 (DH)の再成長実現について報告する。

【実験】縦型 MOVPE 装置により、TMIn, TEGa, TBAs, TBP, PH₃, AsH₃ を原料に用いて結晶成長を行った。横成長用基板は、SOI (001)基板上に成膜した酸化膜に対して適当な形状で開口部を形成し、Si をサイドエッチングすることで形成した (Fig. 1a)。露出した Si を起点として InP MT を成長させた後に (Fig. 1b)²⁾、MT 上部の酸化膜を除去し、選択再成長により DH 構造を形成した (Fig. 1c)。光学顕微鏡、SEM、AFM による構造評価と顕微フオルミネッセンス(μ PL)による光学特性評価を行った。

【結果】 Fig. 2(a)は横方向成長した InP MT 上に InP/InGaAsP DH 構造を選択成長した試料の断面 SEM 像である。Si を起点として成長した InP MT 上に、平坦なヘテロ界面を有する InP/InGaAsP DH が形成されている。Fig. 2(b)に同試料を上面から観察した光学顕微鏡像を示す。大面積 ($\sim 8 \times 500 \mu\text{m}^2$)に渡り、DH 構造表面には MT 由来の表面欠陥は認められなかった。AFM 測定の結果、最表面の InP クラッド層は原子レベルで平坦であった(RMS 値: 0.16 nm)。さらに μ PL 測定によって O 帯での室温 PL 発光を確認した。これらの結果は、高品質な InP/InGaAsP DH の形成に成功したことを示している。本手法は、SOI (001) 基板上 III-V 光デバイスモノリシック集積の有望な基盤技術になり得ると考えられる。

【Ref.】

[1] J. Crystal Growth 648 (2024) 127903.

[2]本間他, 秋季応物,17p-C42-5 (2024)

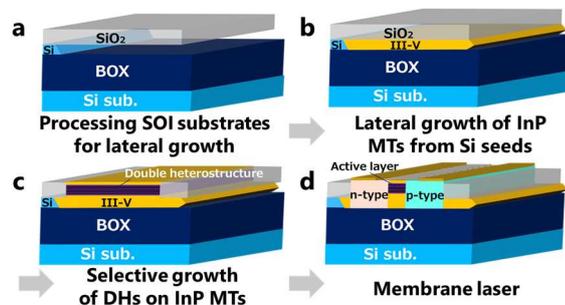


Fig. 1. Cross-sectional schematic diagram of monolithically integrating III-V membrane lasers on SOI (001) substrates.

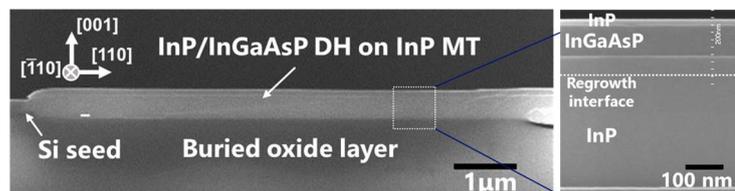


Fig. 2(a). Cross-sectional SEM images of InP/InGaAsP DH consisting of InGaAsP and InP cladding layer.



Fig. 2(b). Top-view Nomarski microscope image of InP/InGaAsP DH on InP template on SOI substrate.