

III-V/Si 集積に向けた SOI (001)基板上 InP 横方向 MOVPE 選択成長(3) Selective lateral MOVPE growth of InP 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, 佐藤 具就, 松尾 慎治

NTT Device Technology Labs., NTT Corporation,

°H. Homma, H. Sugiyama, T. Hiraki, 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、ヘテロジニアス集積と比較し、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が、Si/III-V 界面で生じる欠陥により、一般にレーザ発振に必要な高品質結晶を得ることは難しい。この問題の解決に向けて、我々は SOI (001) 基板上に Si {111}面と選択成長マスクに囲まれた中空構造を有する基板を用いて Si から III-V 族半導体を横方向に選択成長する手法により、デバイスへ適用可能な面積を有する低転位密度の InP 薄膜の形成に成功したことを報告した。しかし、選択成長時の Si 及び III-V 族半導体の{111}フロントファセットを起点として生じる回転双晶が品質劣化の要因であった¹⁾。今回我々は、成長の起点となる Si の面方位を適切に制御した新しい基板を用いることで、横方向選択成長時に生じる回転双晶を抑制できることを実証したので報告する。

【実験】成長には縦型 MOVPE 装置、III 族原料として TMI_n, TEGa, V 族原料として TBAs, TBP, PH₃を用いた。新構造の基板は、SOI(001)基板上に成膜した酸化膜に対して、[110]方向に対して傾斜を持つ開口を形成した後に、Si をサイドエッチングすることで形成する。リファレンス用の従来構造の基板作製手法と成長条件はこれまでと同様である¹⁾。構造評価には光学顕微鏡と SEM を用いた。

【結果と考察】図 1 に加工基板の構造を示す。従来構造の(a)は Si{111}表面から[110]方向に選択成長が進む。(b)は長手方向が[1-13]方向の開口を形成した場合で、Si{311}表面から[310]方向に成長する。それぞれの基板を用いて InP 薄膜を成長し、薄膜上部の酸化膜除去、表面の硫酸エッチングを施した試料の光学顕微鏡像を図 2 に示す。従来構造に成長した InP の表面(a)には、[110]方向から約 33° の方向に伝搬する積層欠陥起因のエッチピットが大量に観測された。これは、双晶領域における積層欠陥の伝搬方向である¹⁾。一方、新規構造にて成長した InP の表面(b)には、同様のエッチピットは観測されず、双晶の排除に成功した事を示す。これは、Si{311}面を起点とした[310]方向への成長であることにより InP のフロントファセットに占める{111}面の割合が減ったためだと考えられる。

【Ref.】[1]本間他, 秋季応物,20a-A311-7 (2023).

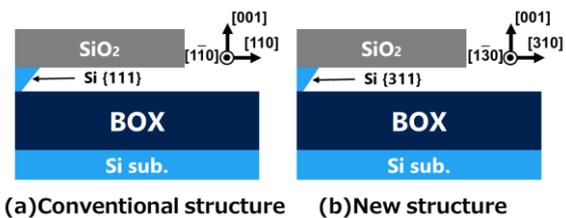


Fig. 1. Cross-sectional structure of each substrate.
(a) Conventional structure., (b) New structure.

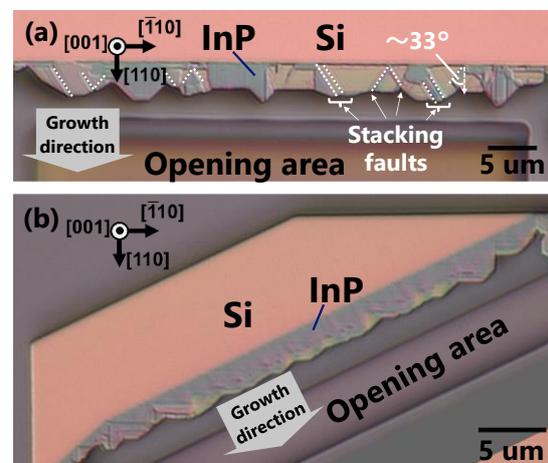


Fig. 2. Optical images of laterally grown InP.
(a) InP film grown on the conventional structure.,
(b) InP film grown on the new structure.