２インチ Si 基板上 GaAs 系埋込型 pin 接合ナノワイヤの分子線エピタキシャル成長

Molecular beam epitaxial growth of GaAs-related buried pin structure nanowires on 2-inch Si substrate

愛媛大工 [1]　°峰久恵輔，橋本英季，中間海音，谷川武瑠，行宗詳規，石川史太郎
Ehime Univ.　°K. Minehisa, H. Hashimoto, K. Nakama, T. Tanigawa, M. Yukimune, F. Ishikawa
E-mail: h845024a@mails.cc.ehime-u.ac.jp

【はじめに】半導体ナノワイヤは一次元の構造を持った半導体材料で、次世代の光デバイス、電子デバイスへの応用が期待されている。中でも化合物半導体 GaAs は高い移動度や光電変換効率を有し、これまでに太陽電池や通信レーザー、高移動度トランジスタなど多岐に応用されている。このようなデバイスの高出力化を図るため、本研究では 2 インチ Si 基板上に GaAs 系ナノワイヤを自己触媒分子線エピタキシャル成長により大面積に成長させる。今回、基板と合わせて電極形成も容易な埋め込み型 pin 構造を持つナノワイヤの成長を試みた。ここではその特性について評価した結果を報告する。

【実験・結果】本実験の試料は、構成元素 Ga を自己触媒とする分子線エピタキシー(MBE)を用い、2 インチ n-Si (111)基板上に GaAs コア, Be ドーピングを施した p 型 AlGaAs シェル, 高濃度に Be をドーピングした GaAs 最外殻表面層で構成される p-i-n 接合構造を成長した。試料は AlGaAs 層と表面 GaAs 層の成長時間を変化させた 3 種(a)-(c)を Fig. 1 のように準備した。試料は基板表面の観察と走査型電子顕微鏡(SEM)測定により評価した。まず、基板表面の外観観察を行った。Fig. 1 は基板表面全体の外観である。(a),(c)は基板全体が暗く観測されるのに対して、(b)は基板が比較的白く明るく観察された。Fig. 2 はそれぞれの試料に対する SEM 表面観察結果である。一番成長時間の長い試料(a)では平坦な表面の下地にさらにナノワイヤが形成され、それらは枝分かれしている様子が観測された。外観が明るく観察された試料(b)では、ワイヤが完全に埋め込まれ、且つ表面の凹凸が小さい。これは、同試料ではその表面の平坦性から入射光の反射が大きく目視では明るく観察されたことが考えられる。成長時間の短い試料(c)ではワイヤ全体が合体することなくそれぞれのワイヤが確認可能であり、それらは試料全体を高密度に覆っている。これらの結果から、2 インチの Si(111)基板全体で高密度のナノワイヤが合成可能であり、そのシェル幅、積層構造の精密な制御で、単体のワイヤが存在する領域から、平坦に埋め込む構造、さらにその上部に再度ワイヤを形成可能であることを確認した。また、基板表面における入射光の反射、吸収をそれらの構造制御で制御可能であることが示唆された。

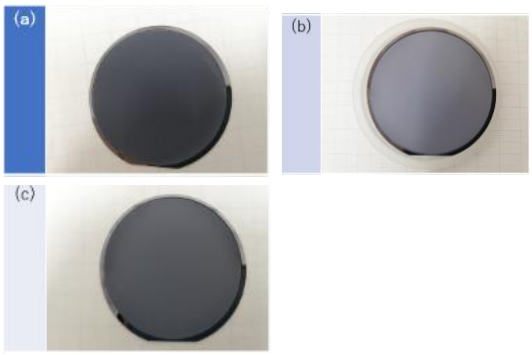

Figure 1.　Surface observation for samples
(a) p-AlGaAs 150min, p^+-GaAs 60min,
(b) p-AlGaAs 150min, p^+-GaAs 30min,
(c) p-AlGaAs 50min, p^+-GaAs 30min.

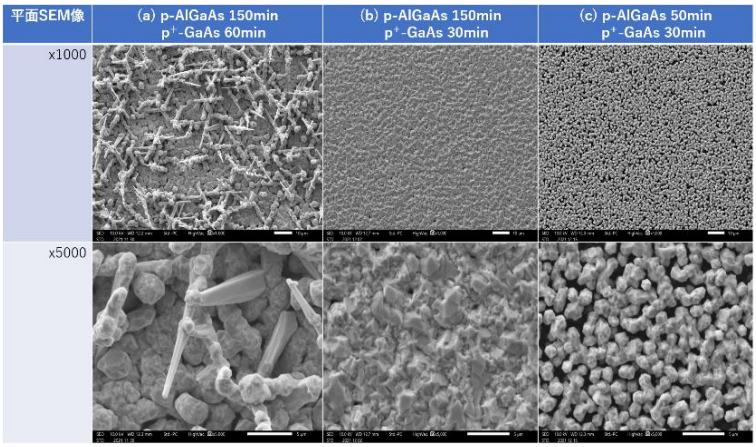

Figure 2. SEM surface observation for samples of Fig. 1.

© 2022年 応用物理学会