Si 基板上 InGaAs ナノワイヤの組成制御

Composition Control of InGaAs Nanowires on Si Substrates

○(M1) 千葉 康平[1]、冨岡 克広[1,2]、石坂 文哉[1]、吉田 旭伸[1]、本久 順一[1]
(1.北海道大学大学院情報科学研究科および量子集積センター、2.JST さきがけ)
○Kohei Chiba[1], Katsuhiro Tomioka[1,2], Fumiya Ishizaka[1], Akinobu Yoshida[1], Junichi Motohisa[1]
(1.Graduate School of IST and RCIQE, Hokkaido Univ. , 2.JST-PRESTO)
E-mail: k-chiba@rciqe.hokudai.ac.jp

[はじめに] 近年、Si プラットフォーム上の III-V 族化合物半導体ナノワイヤデバイスの集積化が注目されている。我々は Si(111)基板上に GaAs や InAs、InGaAs ナノワイヤの選択成長に成功している[1,2,3]。しかしながら、InGaAs 選択成長では、In/Ga 組成により成長初期核形成が異なることなどから[4]、デバイス用途に応じて、ナノワイヤの組成を考慮した適切な成長条件が求められる [3]。本研究では、光通信波長帯応用に適した InGaAs ナノワイヤを Si(111)基板上に選択成長させることを目的とし、InGaAs ナノワイヤの成長条件について、組成制御を検討したので報告する。

[実験方法] ナノワイヤは有機金属気相(MOVPE)選択成長法により成長した。Si(111)基板上に熱酸化による SiO_2 膜を約 20nm 堆積させ、電子線リソグラフィ、ウェットエッチングにより、SiO_2 膜に開口部を作製し、これを成長基板とした。成長原料として、TMGa、TMIn、AsH_3 を用いた。Si(111)基板の無極性表面に(111)B 極性を形成させるため、図 1 のような成長シーケンスで成長を行った。まず、自然酸化膜を水素雰囲気中で 900℃の熱処理で除去し、AsH_3 を供給することで最表面 Si 原子を As で置換する。そして、形成された(111)B 極性を確かなものとし、界面での高品質な結晶を得るために、TMGa、TMIn と AsH_3 を交互に供給する Flow-rate Modulated Epitaxy (FME、図 1 下)によって、InGaAs を一層ごとに成長させる。その後に、InGaAs ナノワイヤを成長させた。InGaAs ナノワイヤ成長条件は、成長温度 670°C、成長時間 20 分、V/III 比 96、気相中の In 組成を 47%とした。

[結果] 図 2 に FME のサイクル数を最適化した結果得られた、Si(111)基板上の InGaAs ナノワイヤの SEM 像を示す。InGaAs ナノワイヤが基板に対して垂直方向に成長していることがわかる。このことから、Si(111)基板上の InGaAs ナノワイヤ成長において AsH_3 熱処理および FME はナノワイヤの縦方向成長を促していると考えられる。X 線回折より得られた In 組成はおよそ 30%であった。当日は、ナノワイヤの組成依存性についても議論する。

[文献]
[1] K. Tomioka *et al.*, Nano Lett. **8**, 3478 (2008).
[2] K. Tomioka *et al.*, Nanotechnology **20**, 145302 (2009).
[3] K. Tomioka *et al.*, Nature **488**, 189–192 (2012).
[4] M. Deura *et al.*, J. Cryst. Growth **310**, 4768 (2008).

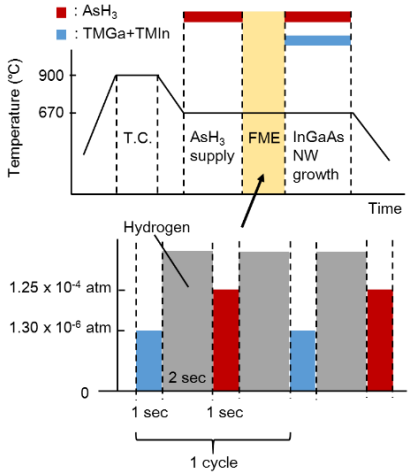


Fig.1. Growth sequence and FME cycle.

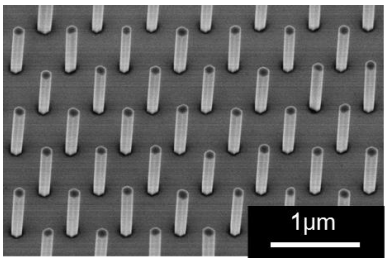


Fig.2. SEM image of InGaAs NWs on a Si(111) substrate.

© 2016年 応用物理学会