18a-A6-3

MnAs/InAs ナノワイヤの作製と成長条件依存性評価

Fabrication and Characterization of Dependence on Growth Condition of MnAs/InAs Nanowires

北海道大学量子集積エレクトロニクス研究センター

○小平竜太郎，藤曲央武，加藤弘晃，崎田晋哉，原真二郎

Hokkaido Univ.　Research Center for Integrated Quantum Electronics

°R. Kodaira, H. Fujimagari, H. Kato, S. Sakita, S. Hara

E-mail: kodaira@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】ナノメートルオーダーの直径と高アスペクト比を有する垂直自立型細線構造、半導体ナノワイヤ(NW)が、近年電子及び光デバイス分野において大きな注目を集めている。我々の研究グループではこれまでに有機金属気相(MOVPE)選択成長法を用いて、半導体基板上にIII-V族化合物半導体NWの作製を行ってきたが、半導体NWのみならず、強磁性体ナノクラスタ(NC)の作製が可能である。GaAs(111)B基板上に実現した強磁性体MnAs NCの鎖状配列構造において、外部印加磁場方向と鎖状配列との角度に依存した磁気抵抗の増減効果を確認しており[1][2]、これを高アスペクト比の強磁性体/半導体複合NWに応用することで新奇の角度敏感NW磁気センサーの実現を目指している[3]。本研究ではNW磁気センサー素子開発の第一歩として、InAs NW上に形成されるMnAs NCのサイズ及び位置を制御することを目的に、MnAs NCの成長条件依存性を評価したので報告する。

【実験方法】初めにプラズマスパッタを用いてGaAs (111)B基板上にSiO_2を堆積し、EBリソグラフィとドライエッチングにより、周期的な開口部を有するマスクを作製した。その後、MOVPE選択成長法によりInAs NWを成長させた後、MnAs NCを成長した。MnAs NCの形成にはAs原料を供給せず、Mn原料のみを供給するエンドタキシと呼ばれる結晶成長シーケンスを利用している。InAs NWは 580°Cで 30 分成長させ、MnAs NCは 490, 540, 580°Cで各 1 分と 580°Cで 2 分成長した。作製したMnAs / InAs NWの構造評価には走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた。

【結果】図 1 にMnAs NCを 580°C, 1 分で成長させたMnAs / InAs NWのSEM像を示す。MnAs NCはInAs NW上面つまり{111}B面上と、中央付近に側面から形成されることが分かった。透過型電子顕微鏡を用いた詳細な結晶構造評価により、NiAs型六方晶系を有するMnAs NCが形成されることを確認している（図なし）。NW上面及び中央付近に形成されたMnAs NCに対して、図 2 で定義したNC直径及びNC間距離の成長温度（T_g）依存性を評価した結果を図 3 に示す。T_gが高くなると共に、InAs NW上面に形成されたNCの直径及びNC間距離共に増加することが明らかになった。比較的高いT_gではInAs NWから脱離するIn原子が増加するため、MnとIn原子の置換反応が促進され、MnAs NCが肥大したと考えられる。また高温ほどInAs NW側面に物理吸着したMn原料の表面拡散長が増加するため、NC間距離も増加したと考えられる。一方、成長時間を変化させた場合、NC直径及びNC間距離に有意な差は確認されていない。MnAs NCの形成と同時にMn原子の脱離も起こるため、NCの形成が進むと平衡状態に近づき、NCサイズの増加レートは飽和傾向を示すと考えられる。

【参考文献】

[1] M. T. Elm *et al.*, Phys. Rev. B, **84**, 035309 (2001)

[2] M. T. Elm *et al.*, Phys. Rev. B, **83**, 235305 (2011)

[3] S. Hara *et al.*, Proc. SPIE, **8820**, 88200V (2013)

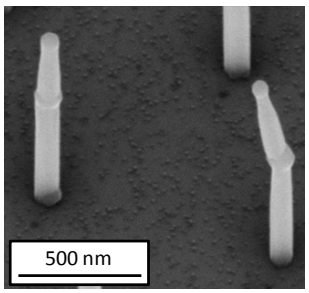


図 1 MnAs/InAs NW

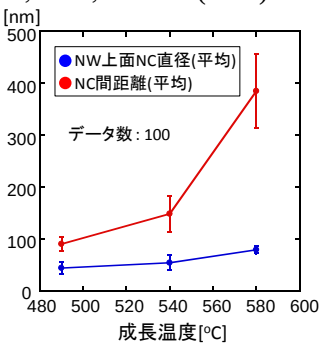


図 3 NC 形成の T_g 依存性

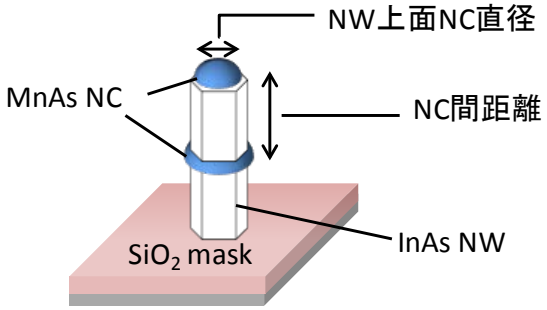


図 2 MnAs/InAs NW 模式図

© 2014 年　応用物理学会