

MnAs/InAs ヘテロ接合ナノワイヤの磁区制御

Magnetic Domain Control of MnAs/InAs Heterojunction Nanowires

○梶本 恭平、小平 竜太郎、原 真二郎

(北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センター)

○Kyohei Kabamoto, Ryutaro Kodaira, and Shinjiro Hara

(Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido Univ.)

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

【はじめに】垂直自立型の半導体ナノワイヤ(NW)を用いた次世代エレクトロニクス素子が盛んに研究されている。我々はサイズ、位置、形状制御に優れる有機金属気相選択成長法(MOVPE 選択成長法)により、強磁性体 MnAs ナノクラスタ(NC)と半導体 NW との複合構造を作製した[1]。MnAs /InAs ヘテロ接合 NW において原子レベルで急峻なヘテロ界面の形成に成功しており[2]、このヘテロ接合 NW によるナノスピントロニクス素子実現が期待できる。本研究では、NW 中の MnAs NC 形状による磁区(磁化)制御を確認したので報告する。

【実験方法】GaAs (111)B 基板上に周期的な開口部を有する SiO₂ マスクを形成後、MOVPE 選択成長法により MnAs/InAs NW を形成した。詳細な作製条件については、他の報告を参照のこと[2]。NW 作製後、超音波振動で GaAs 基板から NW を機械的に分離、SiO₂/Si 基板上に散布し評価を行った。構造評価には走査型電子顕微鏡、磁区観察には外部磁場 B 印加後、室温・ゼロ磁場下で磁気力顕微鏡(MFM)を用いた。

【実験結果・考察】SiO₂/Si 基板上に散布した MnAs/InAs NW の反射電子(BSE)像及び、対応する MFM 像をそれぞれ Fig. 1(a)及び(b)に示す。Fig. 1(b)は、NW の<111>B 方向とほぼ垂直に磁場印加後の観察結果であり、A・B の NC 上の明暗のコントラストは<111>B 方向と垂直に並んでいることが確認できる。次に、別の NW の 2 次電子像及び MFM 像をそれぞれ Fig. 1(c)及び(d)に示す。Fig. 1(a)の NC(NW 中の暗部 A・B)に比べ、<111>B 方向に長い形状異方性 NC が形成されていることが確認できる。Fig. 1(d)の MFM 像における磁場印加方向は NW の<111>B 方向であり、C・D の NC 上の明暗のコントラストは、Fig. 1(b)と異なり<111>B 方向と平行に並んでいる。Fig 1(c)の NW に対し、<111>B 方向と垂直に外部磁場を印加した場合、

磁化は磁場印加方向に回転せず、また Fig. 1(d)と反対方向に磁場を印加した場合、磁化方向が反転することを確認した(図なし)。透過型電子顕微鏡による構造評価より、580 °C で作製した MnAs NC の c 軸は InAs NW の<111>B 方向と平行で[2]、磁化容易軸の a 軸は<111>B 方向と垂直であるため、A・B の NC は c 面内に磁化していると考えられる。一方 C・D の NC は、 c 軸方向に形状異方性を持つため、形状磁気異方性により c 軸方向に磁化していると考えられる。以上の結果は、MnAs NC の形状により磁区制御可能であることを示している。

【参考文献】

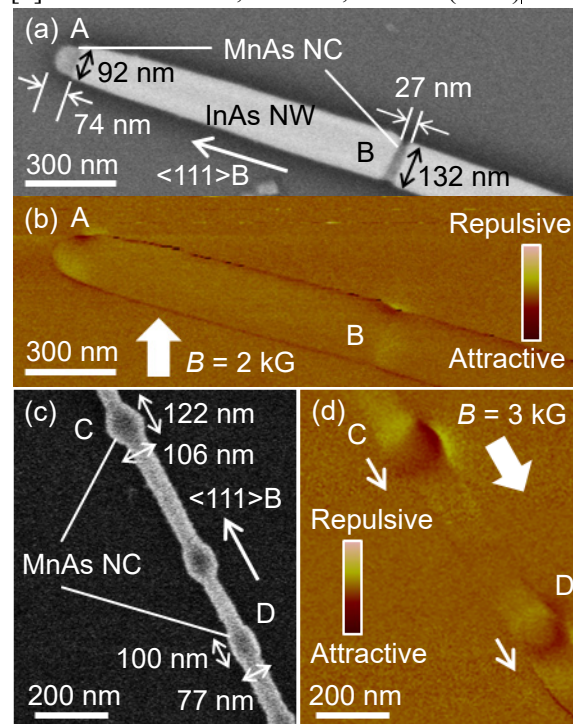
[1] S. Hara *et al.*, JJAP **51**, 11PE01 (2012)[2] R. Kodaira *et al.*, JJAP **55**, 075503 (2016)

Fig. 1 (a) BSE and (b) MFM image for one of the MnAs/InAs NWs with thin MnAs NCs. (c) Secondary electron micrograph and (d) MFM image for one of the other NWs with thick NCs.