

課題番号 : F-19-GA-0008
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 半導体 GaAs を用いた強磁性 Fe パタン埋め込み構造の作製
Program Title (English) : Fabrication of Ferromagnetic metal Fe embedded in GaAs semiconductor matrix
利用者名(日本語) : 船曳晃弘、吉井克徳、宮川勇人
Username (English) : A. Funabiki, K. Yoshii, and H. Miyagawa
所属名(日本語) : 香川大学創造工学部
Affiliation (English) : Faculty of Engineering and Design, Kagawa University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、GaAs 基板、Fe 薄膜

1. 概要(Summary)

半導体 GaAs 結晶上に金属 Fe 薄膜を成膜させた系では、格子定数の不整合が 1.4%と小さく、ピンと半導体キャリアを用いた 3 次元回路の実現や、電流によるスピン偏極の制御などの応用が狙える。本研究の目的は、半導体 GaAs 内に強磁性 Fe の薄膜パタン構造を埋め込んだハイブリッド構造の作製方法を確立し、磁化特性および結晶構造、格子整合性について評価することである。ナノテクプラットフォームにおいては、Fe パタンの作製を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

マスクレス露光装置(大日本科研社製, MX-1204)、マスクアライナ(ミカサ社製, MA-10)

【実験方法】

上記装置による UV 露光法を用いて GaAs(001)基板上に Line&Space(2 μ m ~10 μ m)の有機マスクのパターン描画を行った。次に MBE(molecular beam epitaxy)チャンバー内にて Ar イオンエッチングを施工することで基板表面の酸化膜を除去しつつ、Fe 埋込のための溝を形成した。さらに EB ガンによって基板表面に Fe 膜を数 nm スパッタ蒸着し、MBE チャンバーから取り出した後、マスクのリフトオフを行った。その後試料をヒーター加熱し酸化を除去後、表層上に GaAs(約 1 μ m)を成膜することで Fe が GaAs に埋め込まれたハイブリッド構造を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

GaAs 基板上に Line&Space(2 μ m ~10 μ m)の Fe パタンを内部に埋め込んだ試料(Line&Space が 3 μ m&3 μ m のラインパタン構造)について Fe 膜の埋込構造試料の断面 TEM 観察像を Fig. 1 に示す。Fig. 1 では GaAs 層と Fe 層の界面において互いの GaAs(001)と Fe(001)の結

晶方位が平行に整合し、GaAs 基板から Fe 膜、GaAs 成長層にかけてエピタキシャル成長していることが分かる。また Fe 膜の厚みは約 5nm であり、これは Fe 蒸着直後の試料の磁化測定による飽和磁化と文献値のバルク磁化とから算出した膜厚と一致した。ただし、試料表面における SEM 観察像では凹凸が多数あり、Fe ラインの上部の表面にのみ GaAs ナノワイヤの密集構造が見られている。GaAs の成長条件に関して、GaAs の成長速度など詳しく検証する必要がある。

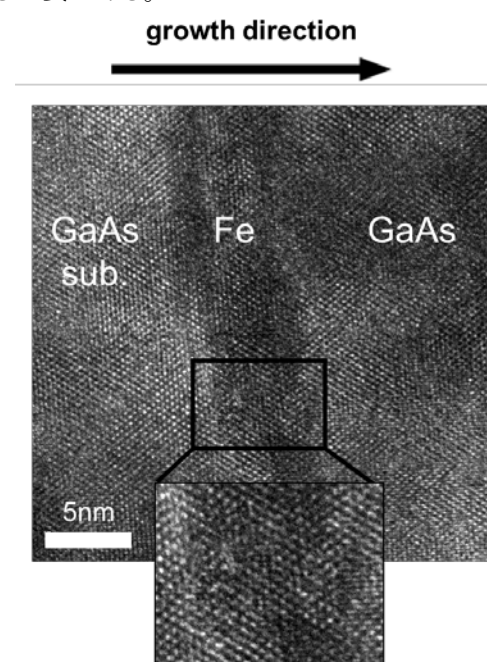


Fig. 1 Cross-sectional TEM image of Fe embedded in GaAs matrix

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

A.Funabiki et.al, The fifth Chiayi-Kagawa University Workshop (2019 Oct, Taiwan, Oral)

6. 関連特許(Patent)

なし。