

課題番号	: F-20-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)	: 吉井克徳、三重野楓樹、森健、宮川勇人
Username (English)	: K. Yoshii, F. Mieno, T. Mori and <u>H. Miyagawa</u>
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。ナノテクノロジープラットフォームにおいて形成した種々のパタンレジストを用い、Fe 蒸着ならび GaAs 結晶成長を行うことで埋め込み構造を作製した。

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 露光法により GaAs(001)基板上に数 μm ~数十 μm サイズの有機マスクのパタン描画を行った。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 埋込のための凹部を形成した。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 μm)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 基板上に作製した 2 μm ~10 μm のドットパタンの設計デザインとレジスト露光の施工後の SEM 像を Fig. 1 に示す。Fig. 1 ではほぼ設計通りのレジストパタンが形成できている様子が見てとれる。Fe 蒸着後に GaAs 結晶成長を行い埋め込み構造とした試料について、GaAs 成長

時の基板加熱なしの場合と、あり(基板温度約 450 $^{\circ}\text{C}$)の場合についての表面形状の SEM 観察像を行ったところ、基板温度なしの場合は Fe 上部の GaAs の表面も平坦であるが、基板加熱ありの場合は成長表面にナノワイヤーが確認され特に Fe 上部において顕著であった。また SEM-EDS による元素マッピングではナノワイヤーの上部先端に Fe シグナルが観察された。今後基板温度の最適化と作製試料の TEM 断面観察を行いより整合性のよい条件を決定する必要がある。

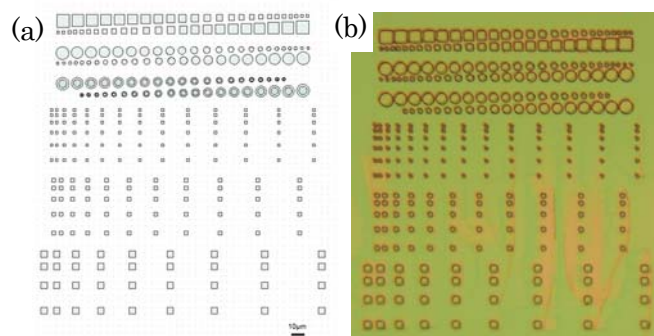


Fig. 1 (a) The designed shape of dot-pattern for Fe-embed GaAs crystal. (b) The fabricated resist pattern of it.

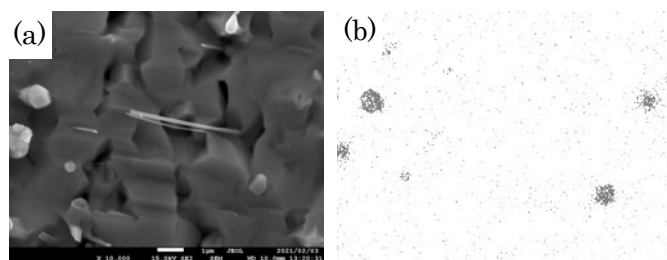


Fig.2 (a) SEM image of nanowires at the surface of Fe-embed GaAs crystal grown at low temperature. (b) EDS mapping of Fe element of it.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。