

課題番号 : F-21-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) : 竹村知晃、古城晴基、宮川勇人
Username (English) : T. Takemura, H. Kojo 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)

金属である Fe (鉄)と半導体である GaAs (ガリウムヒ素)は結晶の格子定数の相違が 1.4%と大変小さく、Feを金属薄膜として GaAs 半導体結晶に整合させて埋め込むことでスピんキャリアを用いた 3 次元回路の実現や、電流によるスピん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ト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後 Fe 埋込のための凹部を形成し、EB ガンによって基板表面に Fe 膜を数 nm スパッタ蒸着した。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い、さらに酸化膜を除去後、表層上に GaAs(約 1 μm)を成膜することで Fe 埋め込み構造を形成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ライン(Line&Width=2&2, 5&5, 10&10 単位 μm)とドット(2 μm ~10 μm)の両方のパタンについて作製を試みた。Fe 蒸着後に GaAs 結晶成長を行い埋め込み構造としたラインとドットの両パタンについての SEM 観察を行ったところ、ドットパタンについて Fig. 1 に示すように平ら

な GaAs 結晶面に対し菱形のくぼみが無数にみられた。Fig. 2 に同試料についての断面 TEM 像を示す。基板との界面における Fe 埋め込み部においても整合性が確認できているものの、くぼみの起因となる欠陥の確認はできていない。今後、Fe 蒸着量を変化させ結晶状態および表面形状との関係性を調べることで、最適な埋め込み条件を決定できるものと思われる。

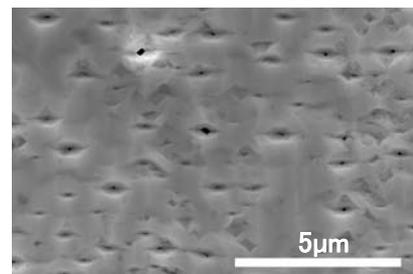


Fig. 1 SEM image of the surface of the Fe-embedded GaAs sample(dot-pattern)

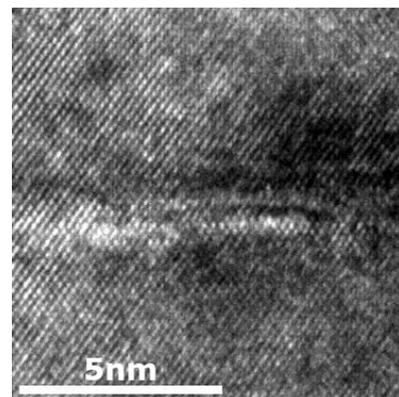


Fig.2 Cross-sectional TEM image at the interface between grown GaAs layer and substrate of Fe-embedded GaAs sample

4. その他・特記事項(Others)

・ A.Funabiki, *et al.*, The fifth Chiayi-Kagawa University Workshop (2019 Oct), "Fabrication of Ferromagnetic Hybrid Structure of Patterned Fe in GaAs and Application for Spintronics Devices"

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

6. 関連特許(Patent) なし。