

課題番号 : F-15-NU-0031
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : IV族半導体-金属合金化反応制御による強磁性ナドットの高密度形成と磁気的特性
 Program Title (English) : Formation of high density ferromagnetic nanodots by controlled alloying of group IV semiconductors with metals and its magnetic properties
 利用者名(日本語) : 牧原克典, 張海, 満行優介
 Username (English) : K. Makihara, Z. Hai, Y. Mitsuyuki
 所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

1. 概要(Summary)

外部磁場印加時における Fe₃Si ナドットの局所電気伝導特性を磁性 AFM 探針を用いて評価した結果、磁気抵抗効果が関与した電子輸送変化を室温で観測できた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム蒸着装置

【実験方法】

p-Si(100)基板上に膜厚~3.0nm の SiO₂を形成後、Fe(~2.0nm)/Si(~2.0nm)/Fe(~1.5nm)積層構造を電子線蒸着により連続堆積した。その後、60MHz 高周波電力の誘導結合により励起・生成した高密度水素プラズマを用いて、Fe/Si/Fe 積層膜表面に外部非加熱でリモートプラズマ処理を施し、Fe₃Si ナドット(平均ドット高さ:~8nm, 面密度:5.0×10¹¹cm⁻²)を形成した。Si 基板裏面には、Al 電極を蒸着形成した。Fe₃Si ナドットの局所電子輸送特性の評価は、磁性 CoPtCr コート Si 探針(H_c=220Oe)を用い、外部磁場は、試料直下に磁石を配置することで印加した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

磁性 AFM 探針を用いて測定した外部磁場非印加時における局所電流-電圧特性(Fig. 1)は、Tip バイアス -3.5V 近傍で電流レベルの増大が僅かながら認められるのに対し、初期探針磁化方向と同方向に外部磁場 0.5kOe を印加した場合、-0.3V で大幅な電流レベルの増大が確認された。また、0.5kOe 以上の外部磁場強度では、しきい値電圧の顕著な変化は認められなかった。表面形状像では外部磁場の印加による顕著な変化は認められないことから、Fig.1の結果は探針の物理的接触の変化では説明できない。さらに、探針磁化方向と同方向に印加した後、逆方向磁場 0.5kOe 印加した場合では電流レベルが低減し、再度同一方向に外部磁場を印加した場合、大幅な電流レベルの増大が認められた。これらの結果は、ドットの保磁力より大きな外部磁場を印加した場合、磁性コートAFM 探針と Fe₃Si ナドットの磁化方向が揃うことで、抵抗が減少し、I-V 特性のしきい値電圧が低減す

ると考えられる。外部磁場 1.5kOe 未満では探針の磁化方向は反転しないことがわかっており[2]、逆方向に外部磁場 0.5kOe を印加した場合に観測された抵抗減少は Fe₃Si ナドットの磁化が反転し、探針と反平行方向になったためと解釈できる。

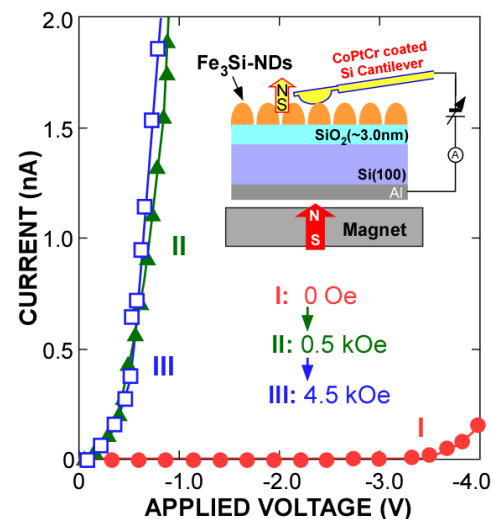


Fig. 1 I-V characteristics of the Fe₃Si-NDs with and without magnetic field (0.5 or 4.5kOe) at room temperature. A schematic view of an experimental set up for local I-V measurements is shown in the inset.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

- (1) 張海、牧原克典、大田晃生、壁谷悠希、宮崎誠一、「リモート水素プラズマ支援による高密度形成した Fe シリサイドナドットの構造および磁化特性評価」第 76 回応用物理学会秋季学術講演会、(於 名古屋国際会議場), 16a-2R-2, 9 月 2015 年

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。