

FePt ナノドット/極薄 SiO₂ 層における電子輸送特性の外部磁場依存性 Magnetic-Field Dependence of Electron Transport Through FePt Alloy-NDs on Ultrathin SiO₂

名大院工 ○壁谷 悠希, 大田 晃生, 牧原 克典, 宮崎 誠一

Nagoya Univ., ○Yuuki Kabeya, Akio Ohta, Katsunori Makihara and Seiichi Miyazaki

E-mail: miyazakilab@googlegroups.com

序 熱酸化 SiO₂ 薄膜上に形成した耐酸化性の高い極薄金属積層膜をリモート H₂ プラズマ処理 (外部非加熱) することにより、合金ナノドットを高密度 (面密度: $\sim 10^{11} \text{cm}^{-2}$) 一括形成できることを報告してきた [1]。前回、超常磁性合金である CoPt 合金ナノドットを極薄 SiO₂ 膜上に形成し、磁性薄膜 (CoPtCr) コート Si 探針を用いて弱磁場印加時の局所電気伝導特性を評価した結果、磁気抵抗効果が関与した電子輸送変化を室温観測できることを報告した [2]。本研究では、室温で強磁性を示す L1₀ 規則合金 FePt ナノドット [3] に着目し、同様の手法を用いて外部磁場印加時における電子輸送特性を定量評価した。

実験 p-Si(100) 基板を 1000°C、2%O₂ 中で酸化して形成した Si 熱酸化膜 (膜厚: $\sim 1.7 \text{nm}$) 上に厚さ $\sim 1.4 \text{nm}$ の Fe 薄膜を電子線蒸着により均一形成 (RMS: $\sim 0.2 \text{nm}$) した後、厚さ $\sim 1.7 \text{nm}$ の Pt 薄膜をスパッタ形成した。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、Pt/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 FePt 合金ナノドット (平均ドット高さ: $\sim 6 \text{nm}$, 面密度: $\sim 4 \times 10^{10} \text{cm}^{-2}$) 形成した (Fig. 1(a))。Si 基板裏面には、Al コンタクトを蒸着形成した。FePt 合金ナノドットの電気伝導特性は、磁性 CoPtCr コート Si カンチレバー (220Oe) を用いて評価した。外部磁場印加では、試料直下に保磁力 500~4500Oe の磁石を配置した (Fig. 1(b))。

結果及び考察 AFM 探針を用いて測定した外部磁場有無における局所電流-電圧 (I-V) 特性を Fig. 2 に示す。ドット高さ $\sim 6 \text{nm}$ の任意ドットの I-V 特性では、外部磁場非印加時において、いずれの場合も Tip バイアス -3V 近傍で電流レベルの増大が僅かながら認められ、磁性コート AFM 探針の磁化方向と同一方向の外部磁場 500Oe を印加した場合、顕著な変化は認められないものの、1500Oe 印加では、-1.5V で大幅に電流レベルが増大し、4500Oe では、しきい値電圧が -1.0V に低減した。一方、CoPt 合金ナノドットでは、印加磁場の増大に伴い、しきい値電圧が顕著に低減するが、4500Oe 印加した後、外部ゼロ磁場下では、電流しきい値は時間の経過に伴い増大し、50 分後には磁場印加前の初期 I-V 特性に戻る。しかしながら、FePt 合金ナノドットでは、外部磁場 4500Oe 印加後、外部ゼロ磁場下 50 分後においても、顕著な変化は認められなかった。これらの結果は、探針とドットの磁化方向が揃うことに起因してトンネル抵抗および I-V 特性のしきい値電圧が低減し、磁場印加後では、FePt 合金ナノドットの保磁力が電子輸送寄与していると解釈できる。さらには、4500Oe 印加後、探針磁化方向と逆方向に 500Oe 印加した場合では、I-V 特性に明瞭な変化は認められないが、印加磁場 1500Oe では、初期 I-V 特性と同程度の電流レベル・しきい値となった。これは、FePt 合金ドットの磁化方向が反転した結果と考えられる。

結論 外部磁場印加時における FePt 合金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、規則合金 L1₀-FePt ナノドットの磁化特性を反映した電子輸送変化を室温で観測できた。

文献 [1] 福岡 他、第 60 回春季応用物理学会 (27p-B8-7) 2013 年 [2] 壁谷 他、第 74 回秋季応用物理学会 (19p-C11-4) 2013 年 [3] R. Fukuoka et al., Magnetism and Optics Research Int. Symp. (Omiya, 2014), We-P-07.

謝辞 試料作成は、名古屋大学 VBL の設備を利用して行った。本研究の一部は、東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究の支援により行われた。

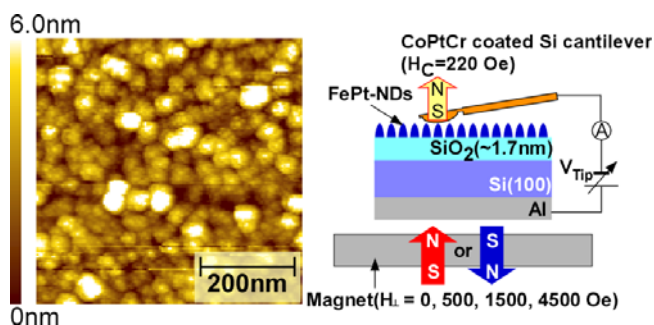


Fig. 1 (a) Topographic image of FePt alloy-NDs and (b) a schematic view of an experimental set up for local I-V measurements.

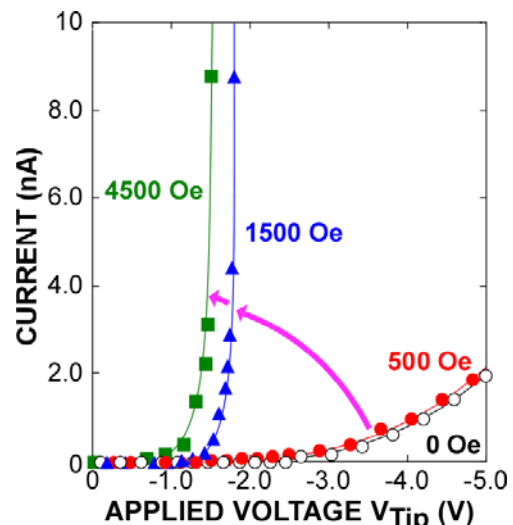


Fig. 2 I-V characteristics of the FePt alloy-NDs with and without magnetic field (1000~4500Oe) at room temperature.