

高密度 FePt ナノドットスタック構造における磁気伝導特性

河瀬平雅、牧原克典、加藤剛志、大田晃生、池田弥央、岩田聡、宮崎誠一
(名大院工)

Magnetotransport Properties of FePt Alloy-NDs Stacked Structures

Taiga Kawase, Katsunori Makihara, Takeshi Kato, Akio Ohta, Mitsuhsa Ikeda, Satoshi Iwata,
and Seiichi Miyazaki
(Nagoya Univ.)

序論

熱酸化 SiO₂ 薄膜上の極薄 Fe/Pt 積層構造をリモート H₂ プラズマ(H₂-RP)処理(外部非加熱)することで、L₁₀ 規則合金 FePt ナノドットを高密度(面密度: ~10¹¹cm⁻²)一括形成でき[1]、異なるサイズの規則合金 FePt ナノドットを二重積層した構造において、ナノドットの保磁力差を反映した電子輸送変化(外部磁場依存性)が室温で認められることを非磁性 AFM 探針を用いた局所電気伝導測定より明らかにした[2]。本研究では、FePt ナノドット二重積層構造を有するダイオード構造を作成し、外部磁場が電子輸送特性に及ぼす影響を評価した。

実験方法

p-Si(100)基板を 1000°C、2%O₂ 中で酸化して形成した熱酸化膜(膜厚~2.0nm)上に、膜厚~1.4nm の Fe 薄膜、膜厚~1.7nm の Pt 薄膜を EB 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 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すことで、平均高さ~5.1nm の規則合金 FePt ナノドットを面密度 4.5×10¹¹cm⁻² で一括形成した。その後、EB 蒸着により膜厚~2.0nm の SiO_x 薄膜を堆積し、引き続き、Pt(~2.8nm)/Fe(~2.3nm)ナノドット(面密度 2.5×10¹¹cm⁻²)を形成した。最後に、試料上部に Al 電極(直径 500μm)を真空蒸着により形成した(Fig. 1)。また、室温の M-H カーブ測定から、形成した上部および下部 FePt ナノドットの膜法線方向の保磁力は、それぞれ~2.5 kOe および~0.5 kOe であることは別途確認している。作成した試料の I-V 特性は、試料直下に表面磁束密度 0.5~4.5kOe の磁石を配置することで着磁を行った後、ゼロ磁場、室温において測定した。

結果および考察

4.5kOe 着磁後、Al 電極に負バイアスを印加して測定した FePt ナノドット二重積層構造の電流-電圧特性は、印加電圧の増大に伴い電流レベルの大幅な増大を示す。その後、初期印加磁場と逆向き磁場 0.35kOe を印加した場合、僅かに電流レベルが低減しただけであったが、0.62kOe 印加では大幅な電流レベルの低下が認められた。さらに、印加磁場強度を 1.5kOe に増大させ場合では、再び初期の 4.5kOe 着磁直後における電流レベルに戻ることが分かった。さらに、4.5kOe 着磁後、逆方向・同方向に繰り返し 0.6kOe 印加した場合の、0.6V における電流レベルをまとめた結果、明瞭な抵抗変化(抵抗比: 1桁)が認められた。これらの結果は、I-V 特性が上下のドットにおける磁化の相対的方向(平行および反平行)により大きく変化し、保磁力の小さなドットの磁化状態を制御することで抵抗値の制御が可能であることを示している。

結論

保磁力の異なる規則合金 FePt ナノドット二重積層構造において、ドットの磁気状態が電気伝導特性に及ぼす影響を評価した結果、ナノドットの相対的な磁化方向の変化に起因する抵抗変化が室温で認められた。

参考文献

- 1) R. Fukuoka et al., Trans. Mat. Res. Soc. Jpn., 40 (2015) 347.
- 2) K. Makihara et al., Ext. Abst. SSDM2015, G-3-6.

謝辞

本研究の一部は、科研費若手研究(A)の支援を受けて行われた。

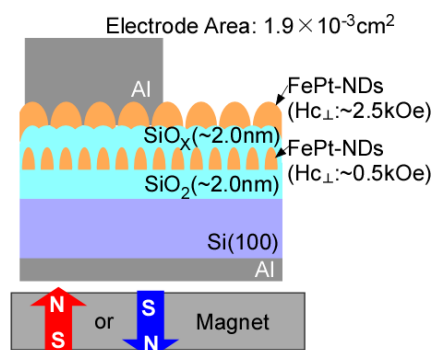


Fig. 1 Schematic illustration of a diode with a doubly-stacked FePt-NDs

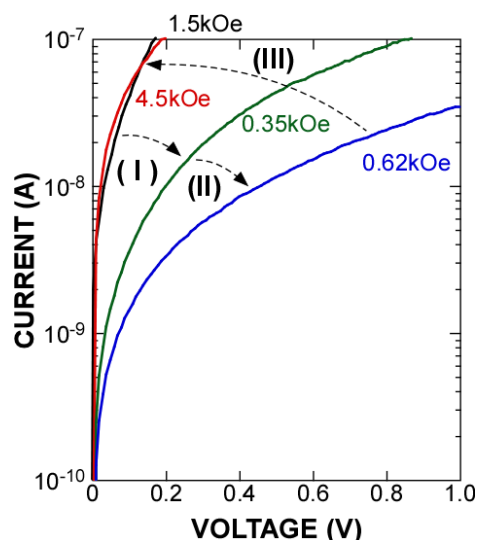


Fig. 2 Room temperature I-V characteristics of the doubly-stacked FePt-NDs structure shown in Fig. 1 just after magnetizing with magnetic field application (0.35~1.5 kOe) opposite to the initial magnetization (4.5 kOe) direction.