

強磁性ナノ狭窄構造薄膜を用いたスピントロニクスデバイスの提案

今村裕志^{1,2*}, 土井正晶², 佐橋政司²

¹産業技術総合研究所 ナノシステム研究部門 ナノ理論グループ

²東北大学大学院工学研究科 電子工学専攻

*h-imamura@aist.go.jp

強磁性薄膜、強磁性細線、強磁性微粒子といった強磁性ナノ構造中の電子スピンを制御して新規なデバイスを作成しようという「ナノスピントロニクス」と呼ばれる研究分野が注目を集めている[1]。最近のハードディスクにおける急激な記録容量の増加などは、強磁性薄膜を用いたナノスピントロニクス研究の重要な成果の一つである。その他にも強磁性ナノ構造を用いた不揮発性メモリ (MRAM) やマイクロ波発振器などの研究開発が盛んに行われている。

本講演で紹介する強磁性ナノ狭窄構造薄膜とは、強磁性電極で挟まれた絶縁体薄膜中に多数の強磁性ナノコンタクトを閉じ込めたものであり[2]、強磁性電極の磁化の向きをお互いにずらすことでナノコンタクト中にナノメートルサイズの磁壁を閉じ込めることができる。強磁性原子細線中に存在するナノメートルサイズの磁壁が巨大な磁気抵抗を示すことは良く知られており、これまでブレークジャンクションを用いた学術的な研究が盛んに行われてき[3,4]。ブレークジャンクションは常温では数分しか安定に存在せず、デバイスへの応用は難しいと考えられていたが、ナノ狭窄構造薄膜を利用すれば、ナノメートルサイズの磁壁を利用した新たなスピントロニクスデバイスを作り出すことが可能となる。

本講演では、強磁性ナノ狭窄構造薄膜を用いたスピントロニクスデバイスの例として、超高密度磁気記録用再生ヘッド[5,6]、およびマイクロ波発振器[7,8]の動作原理とその応用について理論的な観点から解説を行う。

本研究の一部は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)のエネルギー革新技術開発事業/挑戦研究「チップ間信号伝送用マイクロ波発振素子の開発」として行った。

[1] S. Maekawa, T. Shinjo Eds. “Spin dependent transport in magnetic nanostructures,” Taylor & Francis, London, (2002).

[2] H. N. Fuke, S. Hashimoto, M. Takagishi, H. Iwasaki, S. Kawasaki, K. Miyake, and M. Sahashi, IEEE Trans. Magn. 43, 2848(2007).

[3] N. Garcia, M. Munoz, and Y.-W. Zhao, Phys. Rev. Lett. 82, 2923 (1999).

[4] H. Imamura, N. Kobayashi, S. Takahashi, S. Maekawa, Phys. Rev. Lett. 84, 1003 (2000).

[5] J. Sato, K. Matsushita, and H. Imamura, J. Appl. Phys. 105, 07D101 (2009).

[6] M. Takagishi, H. K. Yamada, H. Iwasaki, H. N. Fuke, and S. Hashimoto, IEEE Trans. Magn. 46, 2086 (2010).

[7] H. Suzuki, H. Endo, T. Nakamura, T. Tanaka, M. Doi, S. Hashimoto, H. N. Fuke, M. Takagishi, H. Iwasaki, and M. Sahashi, J. Appl. Phys. 105, 07D124 (2009).

[8] H. Endo, T. Tanaka, M. Doi, S. Hashimoto, H.N. Fuke, H. Iwasaki, M. Sahashi, IEEE Trans. Magn. 45, 3418 (2009).