

科学研究費助成事業(基盤研究(S))公表用資料  
[研究進捗評価用]

平成23年度採択分  
平成26年3月17日現在

新規スピンドイナミクスデバイスの研究

Development of Novel Spin Dynamics Devices

小野 輝男 (ONO TERUO)

京都大学・化学研究所・教授



研究の概要

本研究の目的は、電流誘起スピンドイナミクスの解明と、磁壁や磁気渦の電流誘起スピンドイナミクスを利用した新規省エネルギーデバイスを作製し基本動作を確認することである。

研究分野：総合理工

科研費の分科・細目：ナノマイクロ科学・ナノ構造物理

キーワード：スピンドイナミクス

1. 研究開始当初の背景

研究代表者はナノ構造磁性体における電流と磁化の相互作用の研究を通して、電流駆動磁壁移動や電流誘起磁気コア反転現象などの電流誘起スピンドイナミクスに基づく新規現象を見いだした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、電流誘起スピンドイナミクスの解明と、磁壁や磁気渦の電流誘起スピンドイナミクスを利用した新規省エネルギーデバイスを作製し基本動作を確認することである。

3. 研究の方法

上述した目的を達成するために、以下の項目の研究を行う。

- (1) 電流誘起スピンドイナミクスの物理
- (2) 電流誘起スピンドイナミクスを利用した新規デバイス

4. これまでの成果

- (1) 電流駆動磁壁デバイスにおける低消費電力と高い熱安定性の証明 (Nat. Commun. 4:2011 doi: 10.1038/ncomms3011 (2013))
- (2) 内因性ピニングによって決まる閾電流密度以下での電流駆動磁壁移動 (Nature Nanotechnology 7, 635-639 (2012))
- (3) 電流駆動磁壁デバイスの外部磁場擾乱耐性の証明 (Appl. Phys. Express 5, 063001(2012); Appl. Phys. Lett. 98, 192509

(2011))

(4) スピン分極率と非断熱トルクの定量評価 (Appl. Phys. Lett. 100, 202407 (2012); Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 028005)

(5) 電流駆動磁壁移動に対するスピンホール効果の影響の解明 (Appl. Phys. Express 7, 033005 (2014); Appl. Phys. Express 6 (2013))

(6) 磁気コアメモリの動作実証 (Appl. Phys. Lett. 99, 262505 (2011))

(7) 磁気コア反転の実時間観測 (Appl. Phys. Lett. 102, 072405 (2013))

5. 今後の計画

磁気コアメモリの動作実証を行うなど研究は順調に進捗しており、今後は当初研究目標達成へ向けて尽力する。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

(1) "Effect of spin Hall torque on current-induced precessional domain wall motion", Yoko Yoshimura, Tomohiro Koyama, Daichi Chiba, Yoshinobu Nakatani, Shunsuke Fukami, Michihiko Yamanouchi, Hideo Ohno, Kab-Jin Kim, Takahiro Moriyama and \*Teruo Ono, Appl. Phys. Express 7, 033005 (2014).

(2) "Direct Observation of Domain Wall Motion in Co/Pt Wire under Gate Electric Field", Haruka Kakizakai, Kihiro Yamada, Masashi Kawaguchi, Kazutoshi

- Shimamura, Shunsuke Fukami, Nobuyuki Ishiwata, Daichi Chiba, and \*Teruo Ono, Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 070206.
- (3) “Two-barrier stability that allows low power operation in current-induced domain wall motion”, Kab-Jin Kim, Ryo Hiramatsu, Tomohiro Koyama, Kohei Ueda, Yoko Yoshimura, Daichi Chiba, Kensuke Kobayashi, Yoshinobu Nakatani, Shunsuke Fukami, Michihiko Yamanouchi, Hideo Ohno, Hiroshi Kohno, Gen Tatara, \*Teruo Ono, Nature Communications 4, (2013) 2011.
- (4) “Real-time observation of electrical vortex core switching”, Kunihiro Nakano, Kenji Tanabe, Ryo Hiramatsu, Daichi Chiba, Norikazu Ohshima, Shinya Kasai, Tomonori Sato, Yoshinobu Nakatani, Koji Sekiguchi, Kensuke Kobayashi, and \*Teruo Ono, Appl. Phys. Lett. 102, 072405 (2013).
- (5) “Current-Induced Magnetic Domain Wall Motion in a Co/Ni Nanowire with Structural Inversion Asymmetry”, Tomohiro Koyama, Hiroshi Hata, Kab-Jin Kim, Takahiro Moriyama, Hironobu Tanigawa, Tetsuhiro Suzuki, Yoshinobu Nakatani, Daichi Chiba, and \*Teruo Ono, Appl. Phys. Express 6 (2013) 033001.
- (6) “Current-induced magnetic domain wall motion below intrinsic threshold triggered by Walker breakdown”, T. Koyama, K. Ueda, K.-J. Kim, Y. Yoshimura, D. Chiba, K. Yamada, J.-P. Jamet, A. Mougin, A. Thiaville, S. Mizukami, S. Fukami, N. Ishiwata, Y. Nakatani, H. Kohno, K. Kobayashi, \*T. Ono, Nature Nanotechnology 7, 635-639 (2012).
- (7) “Observation of magnetic domain-wall dynamics transition in Co/Ni multilayered nanowires”, Kab-Jin Kim, D. Chiba, K. Kobayashi, S. Fukami, M. Yamanouchi, H. Ohno, Soong-Geun Je, Sug-Bong Choe, and \*T. Ono, Appl. Phys. Lett. 101, 022407 (2012).
- (8) “Spin-motive force due to a gyrating magnetic vortex”, K. Tanabe, D. Chiba, J. Ohe, S. Kasai, H. Kohno, S. E. Barnes, S. Maekawa, K. Kobayashi, \*T. Ono, Nat. Commun. 3:845 doi: 10.1038/ncomms1824 (2012).
- (9) “Temperature dependence of carrier spin polarization determined from current-induced domain wall motion in a Co/Ni nanowire”, K. Ueda, T. Koyama, R. Hiramatsu, D. Chiba, S. Fukami, H. Tanigawa, T. Suzuki, N. Ohshima, N. Ishiwata, Y. Nakatani, K. Kobayashi, and \*T. Ono, Appl. Phys. Lett. 100, 202407 (2012).
- (10) “Current-Induced Domain Wall Motion in Perpendicularly Magnetized Co/Ni Nanowire under In-Plane Magnetic Fields”, Yoko Yoshimura, Tomohiro Koyama, Daichi Chiba, Yoshinobu Nakatani, Shunsuke Fukami, Michihiko Yamanouchi, Hideo Ohno, and \*Teruo Ono, Appl. Phys. Express 5 (2012) 063001.
- (11) “Effect of Current on Domain Wall Depinning Field in Co/Ni Nanowire”, Ryo Hiramatsu, Kouta Kondou, Tomohiro Koyama, Yoko Yoshimura, Daichi Chiba, Shunsuke Fukami, Nobuyuki Ishiwata, and \*Teruo Ono, Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 028005.
- (12) “Time-Domain Measurement of Current-Induced Spin Wave Dynamics”, Koji Sekiguchi, Keisuke Yamada, Soo-Man Seo, Kyung-Jin Lee, Daichi Chiba, Kensuke Kobayashi, and \*Teruo Ono, Phys. Rev. Lett. 108, 017203 (2012).
- (13) “All-electrical operation of magnetic vortex core memory cell”, K. Nakano, D. Chiba, N. Ohshima, S. Kasai, T. Sato, Y. Nakatani, K. Sekiguchi, K. Kobayashi, and \*T. Ono, Appl. Phys. Lett. 99, 262505 (2011).
- (14) “Effect of the Oersted field on a vortex core switching by pulse spin current”, \*Y. Nakatani and T. Ono, Appl. Phys. Lett. 99, 122509 (2011).
- (15) “Current-Induced Magnetic Domain Wall Motion in Co/Ni Nanowire at Low Temperature”, K. Ueda, T. Koyama, D. Chiba, K. Shimamura, H. Tanigawa, S. Fukami, T. Suzuki, N. Ohshima, N. Ishiwata, Y. Nakatani, \*T. Ono, Appl. Phys. Express 4, 063003 (2011).
- (16) “Magnetic field insensitivity of magnetic domain wall velocity induced by electrical current in Co/Ni nanowire”, T. Koyama, D. Chiba, K. Ueda, H. Tanigawa, S. Fukami, T. Suzuki, N. Ohshima, N. Ishiwata, Y. Nakatani, \*T. Ono, Appl. Phys. Lett. 98, 192509 (2011).

ホームページ等

[http://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~ono/onolab/public\\_html/indexj.html](http://www.scl.kyoto-u.ac.jp/~ono/onolab/public_html/indexj.html)