強磁性薄膜における磁気スキルミオンの電流・電圧制御

Electric operation of magnetic skyrmions

物材機構 [1]，JST さきがけ [2]　○葛西　伸哉 [1,2]

NIMS [1], JST-PRESTO [2], ◦Shinya Kasai[1,2]

E-mail: KASAI.Shinya@nims.go.jp

磁気スキルミオンは Dzyaloshinskii-Moriya 相互作用 [1,2]に起因して強磁性体に発現する新規磁区構造である。磁気スキルミオンはトポロジカルに安定なことに加え、極めて低い電流密度で駆動可能 [3-5]であることから、不揮発性磁気メモリなど低消費電力デバイスへの応用が提案されている。当初磁気スキルミオンはバルク材料において発見されたが、近年、強磁性ヘテロ接合においても室温でスキルミオンの生成・制御が報告された [6,7]。ヘテロ接合の場合、現行のスピントロニクス技術と融合可能という点で、デバイス応用には極めて有効である。

本講演では、強磁性ヘテロ接合における磁気スキルミオンの電気的操作について講演を行う。現在スキルミオンが観測される代表的なヘテロ接合としては、Co ベース、CoFeB ベースのヘテロ接合の二つが挙げられる。これら二つの材料系において、スキルミオンの生成過程・および電流駆動過程が大きく異なる点について紹介する [8]。Co ベースのヘテロ接合における電流による非平衡・非局所蓄積 [9-10]、CoFeB ベースのヘテロ接合におけるスキルミオンの生成条件と電圧によるスキルミオン制御 [11]についても合わせて紹介したい。

1) I. E. Dzyaloshinskii, J. Phys. Chem. Sol. 4, 241 (1958)
2) T. Moriya, Phys. Rev. 120, 91 (1960)
3) S. Muhlbauer, B. Binz, F. Jonietz, C. Pfleiderer, A. Rosch, A. Neubauer, R. Georgii, and P. Boni, Science 323, 5916 (2009)
4) X. Z. Yu, Y. Onose, J. H. Park, J. H. Han, Y. Matui, N. Nagaosa, and Y. Tokura, Nature 465, 901-904 (2010)
5) X. Z. Yu, N. Kanazawa, W. Z. Zhang, T. Nagai, T. Hara, K. Kimoto, Y. Matsui, Y. Onose, and Y. Tokura, Nat. Commun. 3, 988 (2012)
6) W. Jiang, P. Upadhyaya, W. Zhang, G. Yu, M. B. Jungfleisch, F. Y. Fradin, J. E. Perarson, Y. Terkovnyak, K. L. Wnag, O. Heinomen, S. G. E. Velthuis, and A. Hoffmann, Science 349, 283 (2015)
7) K. Litzius, I. Lemesh, B. Krüger, P. Bassirian, L. Caretta, K. Richter, F. Büttner, K. Sato, O. A. Tretiakov, J. Förster, R. M. Reeve, M. Weigand, I. Bykova, H. Stoll, G. Schütz, G. S. D. Beach, and M. Kläui, Nat. Phys. 13, 170 (2017)
8) R. Tolley, S. A. Montoya, and E. E. Fullerton, Phys. Rev. Mater. 2, 044404 (2018)
9) S. Sugimoto, S. Kasai, E. Anohkin, Y. K. Takahashi, and Y. Tokura, accepted in Appl. Phys. Express 12, 073002 (2019).
10) S. Sugimoto, W. Koshibae, S. Kasai, N. Ogawa, Y. K. Takahashi, N. Nagaosa, and Y. Tokura, Sci. Rep.10, 1 (2020).
11) S. Kasai, S. Sugimoto, R. Ishikawa, and Y. K. Takahashi, accepted in Appl. Phys. Express 12, 073002 (2019).

© 2022年 応用物理学会