

【基盤研究(S)】  
理工系(工学I)



研究課題名 高周波スピントロニクスの研究

大阪大学・大学院基礎工学研究科・教授 すぎき よししげ  
鈴木 義茂

研究分野: 応用物性・結晶光学

キーワード: (S)スピントロニクス

【研究の背景・目的】

近年、固体中の電荷のみでなくスピンの流れを制御することが可能となってきた。本研究では、磁化が磁場や交換相互作用のもとで示す GHz から THz にいたる歳差運動をスピン流の注入によって励起することを原理とする「高周波スピントロニクス」の学理を確立する。

【研究の方法】

1. 高性能スピントルク発振器

(a) 発振線幅の原因究明

発振信号の実時間測定により、発振線幅の原因を特定する。

(b) 結合発振器動作の解明

外部高周波あるいは相互結合の影響を調べることで発振器間結合動作原理を解明する。

(c) 超 50 GHz 発振およびその測定法の開発  
スピン偏極電流と光学モードの結合を調べる。周波数が 50GHz を超える発振の研究およびその測定法の開発をオランダ Radboud 大の Rasing 教授のグループと協力により行う。

2. 超高感度磁場センサーの研究

発振振幅・位相揺らぎおよび外部磁場応答の測定を通してセンサとしての性能を明らかにする。

3. 超高感度スピントルクダイオードの研究

磁化のスピン流に対する非線形応答とそのスピントルクダイオード効果に与える影響について解明する。スピントルクダイオード効果を微小な磁性体について測定することにより、検出限界を解明する。

【期待される成果と意義】

磁化が磁場や交換相互作用のもとで示す GHz から THz にいたる歳差運動をスピン流の注入によって励起することを原理とする「高周波スピントロニクス」の学理の確立が期待される。

そのことにより、高性能トンネル磁気抵抗素子をベースとして高出力、high-Q あるいは 50GHz から 100 GHz 超にいたる発振器、半導体を凌駕する感度をもつ検波器、超常磁性微粒子の漏れ磁場の測定が可能な超高感度ナノサイズ磁気センサーなどの実現が期待される。さらには、シングルスピンの作るダイポール磁場検出の原理の明確化が期待される。

この研究の成果は、磁気記録の限界を打破する新しい原理を与え、さらに、化学、生物物理、医療、などの他分野に波及するものと期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] H. Kubota, A. Fukushima, K. Yakushiji, T. Nagahama, S. Yuasa, K. Ando, H. Maehara, Y. Nagamine, K. Tsunekawa, D. D. Djayaprawira, N. Watanabe, and Y. Suzuki, "Quantitative measurement of voltage dependence of spin-transfer torque in MgO-based magnetic tunnel junctions", Nature Physics 4, 37-41 (2008).
- [2] A. M. Deac, A. Fukushima, H. Kubota, H. Maehara, Y. Suzuki, S. Yuasa, Y. Nagamine, K. Tsunekawa, D. D. Djayaprawira and N. Watanabe, "Bias-driven high-power microwave emission from MgO-based tunnel magnetoresistance devices", Nature Physics Vol 4. No 8. 803-809 (2008).
- [3] A. A. Tulapurkar, Y. Suzuki, A. Fukushima, H. Kubota, H. Maehara, K. Tsunekawa, D. D. Djayaprawira, N. Watanabe & S. Yuasa, "Spin-torque diode effect in magnetic tunnel junctions", Nature, Vol 438, 339 (2005).

【研究期間と研究経費】

平成23年度-27年度  
165,700千円

【ホームページ等】

<http://www.suzukiylab.mp.es.osaka-u.ac.jp/>