EIIRISプロジェクト研究

ナノ・マイクロスケールの スピン・エレクトロニクスデバイスの開発

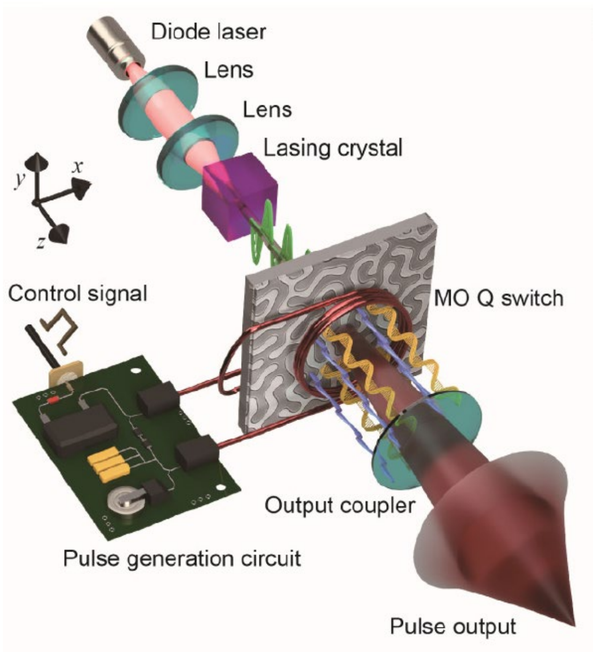
後藤太一，中村 雄一, リム パンボイ，内田 裕久
豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系

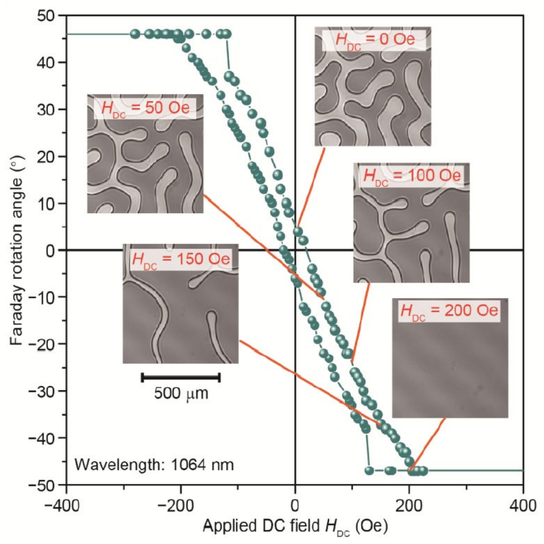
Magneto-Optics

Abstract

大きな磁気光学効果を有する磁性材料は，光の偏光，位相，振幅を自在に変調することを可能にします。この性質を，高い光パワーを得る手法であるQスイッチレーザーに応用できることを最近見出しました。本プロジェクトでは、これのチップ化と高出力化を目指しています。

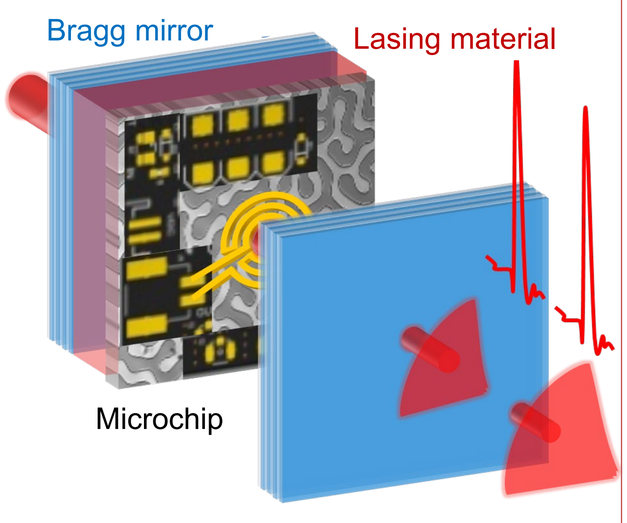
● スピン制御レーザー





● スピン制御レーザーと回路等との一体化

スピン制御レーザーは薄膜の磁性ガーネットを使用しており，固体レーザーのキャビティ長を短くできることが特徴です。本研究では，世界最小のキャビティ長を持ったアクティブレーザーを実証しました。さらに、パルスを制御可能な回路も小型にすることができたため、レーザーヘッドに内蔵できました。能動制御可能なQスイッチ素子としては、制御回路を含めても、世界最小サイズとなっています。



Publications

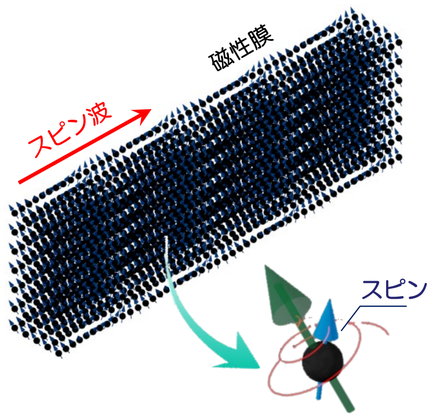
- Ryohei Morimoto, Taichi Goto, Takunori Taira, John Pritchard, Mani Mina, Hiroyuki Takagi, Yuichi Nakamura, Pang Boey Lim, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "Randomly polarised beam produced by magnetooptically Q-switched laser", *Scientific Reports*, 7, 15398 (2017/11/13).
- Ryohei Morimoto, Taichi Goto, Yuichi Nakamura, Pang Boey Lim, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "Crystalline and magnetooptical characteristics of (Tb,Bi)3(Fe,Ga)5O12 deposited on $(Y,Nd)_3Al_5O_{12}$", *Japanese Journal of Applied Physics*, 57, 061101 (2018/05/18).
- Taichi Goto, Shutaro Nakata, Yuichi Nakamura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "Q-switch using magneto-optical garnet film for holographic application", Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Photonic West, 11281-51, Moscone center, San Francisco, CA, US, [Invited], (2020/02/05).

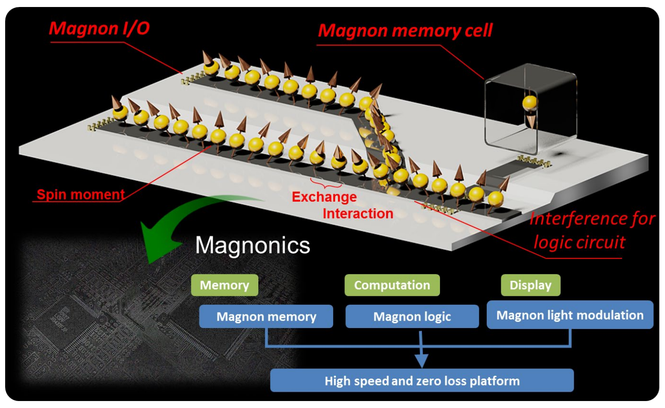
Magnonics

Abstract

マグノニクスとは，電荷を輸送しないスピン波のながれを利用した極めて低消費電力な新しいエレクトロニクスです。波の位相に情報を載せる事で，複数の波の位相干渉を利用した，多入出力デバイスの実現が可能となります。本プロジェクトでは、これのチップ化と多機能化を目指しています。

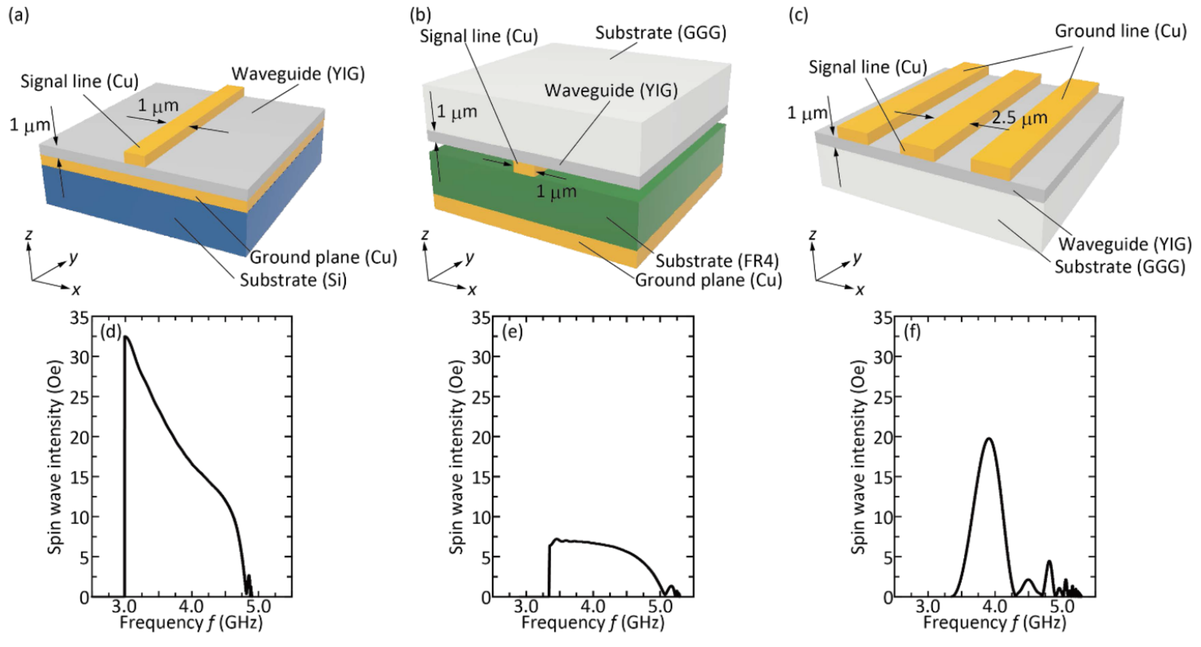
● スピン波





● ミクロンスケールのXNOR 素子・NAND/NOR素子

本年度は、これまで当たり前に使用していたスピン波励起構造を見直しました。シリコン基板上に、磁性絶縁膜を作製し、これを、スピン波伝搬媒体とすることで、スピン波の強度と周波数帯域幅を大幅に増加できることを見出し、実際に作製可能な構造を提案しました。本研究結果は、Journal of Physics D: Applied Physics に掲載されました。



Publications

- Taichi Goto, Kei Shimada, Yuichi Nakamura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "One-dimensional magnonic crystal with Cu stripes for forward volume spin waves", *Physical Review Applied*, 11, 014033 (2019/01/17).
- Taichi Goto, Takuya Yoshimoto, Bungo Iwamoto, Kei Shimada, Caroline A. Ross, Koji Sekiguchi, Alexander B. Granovsky, Yuichi Nakamura, Hironaga Uchida and Mitsuteru Inoue, "Three port logic gate using forward volume spin wave interference in a thin yttrium iron garnet film", Scientific Reports, 9, 16472 (2019/11/11).
- Kanta Mori, Taichi Goto, Toshiaki Watanabe, Takumi Koguchi, Yuichi Nakamura, Pang Boey Lim, Alexey B. Ustinov and Mitsuteru Inoue, "Broadband excitation of spin wave using microstrip line antennas for integrated magnonic devices", *Journal of Physics D: Applied Physics*, 55, 115002 (2021/12/14).