

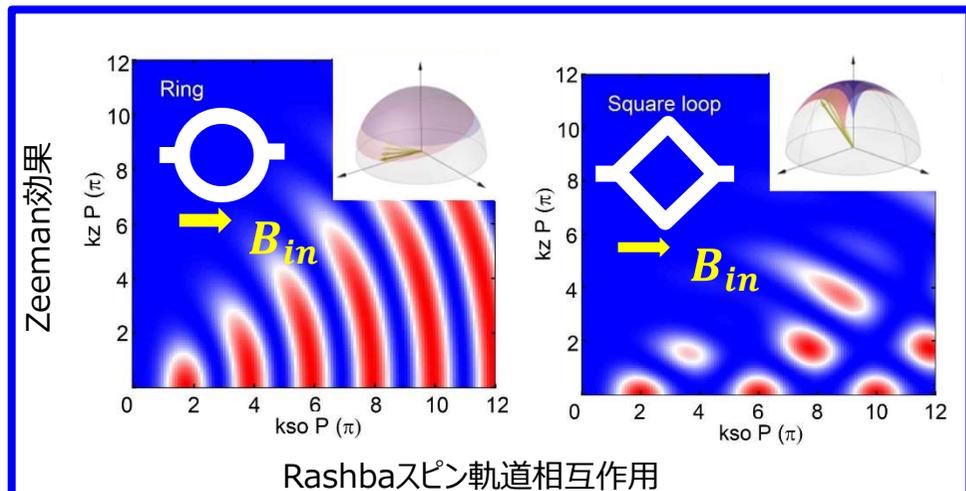
研究プロジェクト名: 半導体・金属の電気的スピン操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体や金属/磁性体のスピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電気的スピン制御や磁性制御など新規スピンデバイスの実現を目指す。

コアメンバー(案): 新田G(東北大)、NTT物性基礎研、小林G(東大)、セブリア大学

期待される研究成果:

半導体ヘテロ構造ではスピン軌道相互作用を用いた電界スピン位相制御によるスピン干渉デバイスなどスピンオービトロニクス分野を開拓する。さらに、金属/磁性体界面のスピン軌道相互作用やスピン軌道トルクに着目し電界制御スピン機能の実現を目指す。



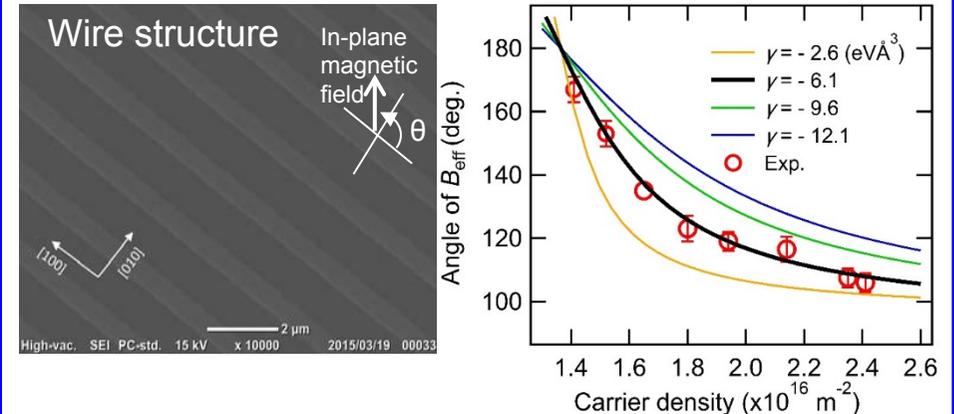
スピン干渉デバイスで期待されるトポロジカル転移

研究プロジェクト名: 半導体のスピン電界操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体。スピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電氣的スピン生成・制御・検出機能を統合した新規スピンデバイスの実現を目指す。

研究成果(実施状況): InGaAs細線構造を作製し、弱局在の面内磁場角度依存性によりドレツセルハウススピン軌道相互作用の強さを評価した。従来、報告されている値と異なりGaAsのスピン軌道相互作用より小さい値となることが判明した。この結果は、ラッシュバスピ軌道相互作用とともに、InGaAsを用いたスピン機能デバイスの設計に重要な知見を提供する。

InGaAsドレツセルハウススピン軌道相互作用



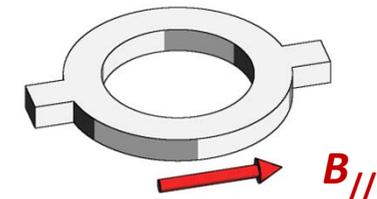
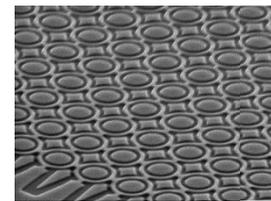
$$\gamma \sim 7 \text{ eV}\text{\AA}^3$$

主要発表論文等: [1] K. Yoshizumi, M. Kohda, and J. Nitta, Appl. Phys. Lett. 108, 132402 (2016).
[2] K. Yoshizumi, M. Kohda, and J. Nitta, Abstract of CSW2016 (2016).

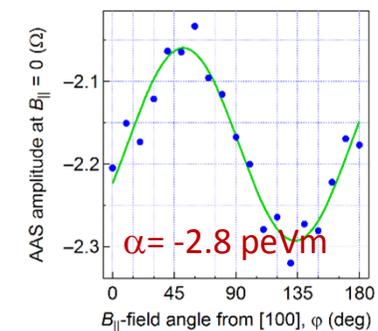
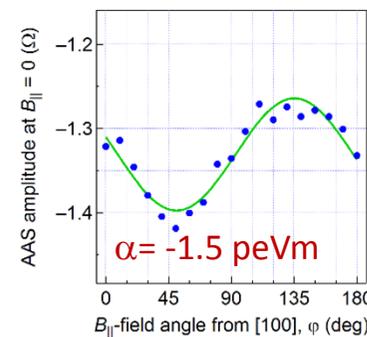
研究プロジェクト名: 半導体のスピン電界操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体。スピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電氣的スピン生成・制御・検出機能を統合した新規スピンデバイスの実現を目指す。

研究成果(実施状況): スピン干渉デバイスの面内磁場角度依存性を調べた結果、スピン干渉効果に異方性が現われることを見いだした。また、この異方性はRashbaスピン軌道相互作用を電界により変化させると反転する。理論との比較によりRashbaスピン軌道相互作用はスピン動的位相だけでなくスピン幾何学位相を変調し、磁場角度はスピン動的位相を変調することを明らかにした。



スピン干渉効果の面内磁場依存性



主要発表論文等: [1] A. A. Reynoso, et al. New J. of Phys. 19, 0630101 (2017).
[2] H. Saarikoski, et al. Phys. Rev. B 97, 125423 (2018).

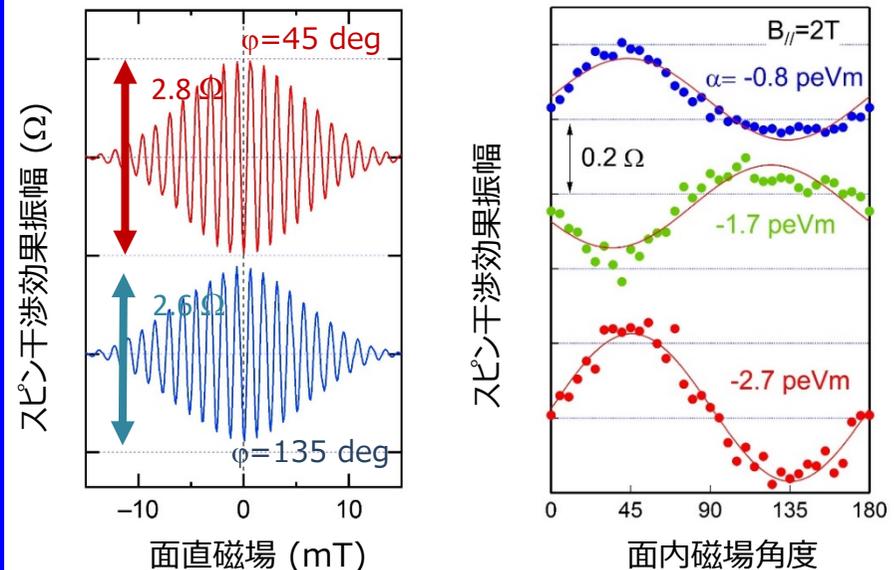
研究プロジェクト名: 半導体の電氣的スピン操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体。スピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電氣的スピン生成・制御・検出機能を統合した新規スピンデバイスの実現を目指す。

研究成果(実施状況):

面内磁場の方向を回転させ、スピン干渉効果の振幅の角度依存性を調べることにより、RashbaとDresselhausスピン軌道相互作用の作る有効磁場の異方性を観測することが可能となる。スピン干渉効果の異方性を実験と理論から詳細に調べた結果、半導体InGaAs二次元電子ガス中のDresselhausスピン軌道相互作用がゲート電圧によって符号反転することを見いだした。

スピン干渉効果の異方性反転

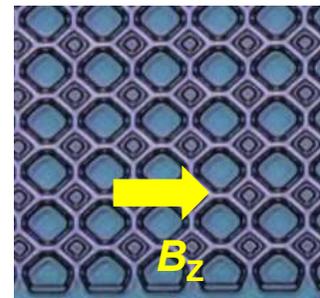


主要発表論文等: [1] F. Nagasawa, A. A. Reynoso, J. P. Baltanás, D. Frustaglia, H. Saarikoski, and J. Nitta, Rev. B 98, 245301 (2018)

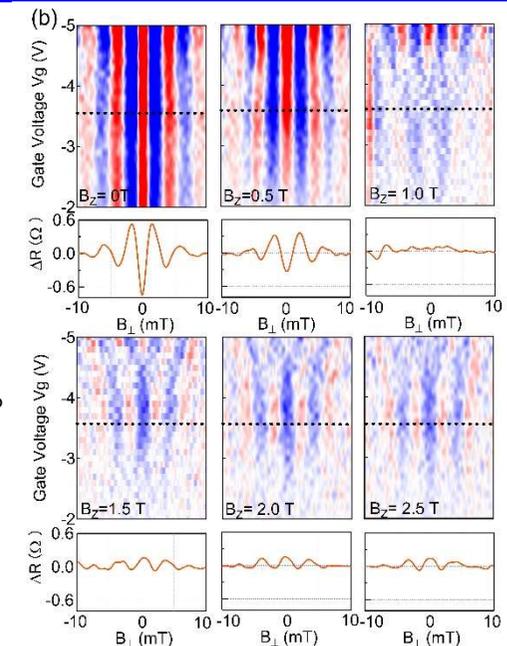
研究プロジェクト名: 半導体の電氣的スピン操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体スピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電氣的スピン生成・制御・検出機能を統合した新規スピンデバイスの実現を目指す。

研究成果(実施状況): スピン干渉デバイスを用いてスピンの歳差運動に伴うスピンの動的位相とスピン幾何学的位相を調べることが可能となる。今回、リング型と正方形形状を有すスピン干渉デバイスを用いてスピンの干渉効果を理論と実験により詳細に調べた結果、トポロジカル転移磁場がデバイスの幾何学的形状によって制御できることを見出した。



作製した正方形スピン干渉デバイスと面内磁場によるスピン干渉効果の反転

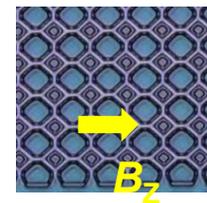


主要発表論文等: [1] M. Wang, H. Saarikoski, A.A. Reynoso, J. P. Baltanas, D. Frustaglia, and J. Nitta, Phys. Rev. Lett. 123, 266804 (2019).

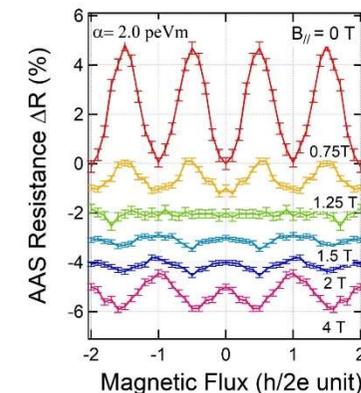
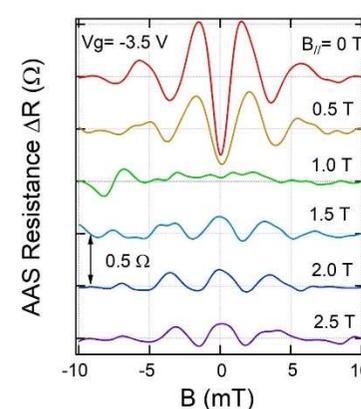
研究プロジェクト名: 半導体・金属の電気的スピン操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体スピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電気的スピン生成・制御・検出機能を統合した新規スピンデバイスの実現を目指す。

研究成果(実施状況): スピン干渉デバイスを用いてスピンの歳差運動に伴うスピンの動的位相とスピン幾何学的位相を調べることが可能となる。スピン軌道相互作用は主にスピン動的位相を制御しゼーマン効果はスピンの幾何学的位相制御に有効であることを示した。また、干渉デバイスの形状を変化させるとスピン幾何学位相を容易に制御できることを示した。



作製した正方形スピン干渉デバイスと面内磁場によるスピン干渉効果の反転(右:実験、左:理論)

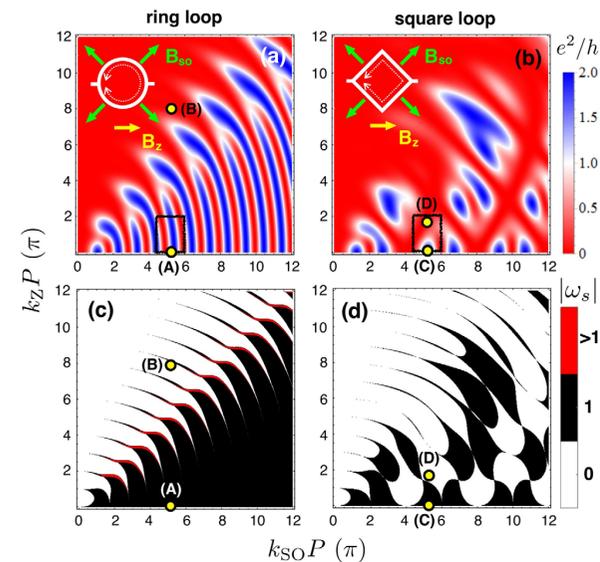


主要発表論文等: [1] D. Frustaglia, and J. Nitta, *Solid State Comm.* **311**, 113864 (2020).

研究プロジェクト名: 半導体・金属の電氣的スピン操作に関する研究

概要: 低消費電力化が可能な電子スピンの電界操作実現を目的として、半導体。スピン軌道相互作用の起源を解明し電界操作の可能性を探求する。具体的には、スピン軌道相互作用を用いた電氣的スピン生成・制御・検出機能を統合した新規スピndeバイスの実現を目指す。

研究成果(実施状況): スピン干渉デバイスはスピン軌道相互作用とゼーマン効果に依存しスピン幾何学的位相を調べる事が可能となる。干渉デバイスの形状をリング型から正方形に変化させるとスピン幾何学位相を容易に制御できることを示した。また、スピン幾何学位相は、スピン干渉ループを回るときのスピنبロツホ球北極点周りの回転数と深い関係にあることを見出した。



(a),(b) スピン干渉デバイスの形状による干渉効果制御
(c),(d) $|\omega_s|$: スピنبロツホ球北極点周りの回転数

主要発表論文等: