

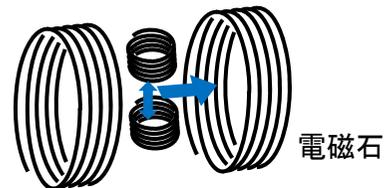
Motivation どんな問題に取り組むのか？

半導体中の電子スピンは、固体量子計算機における量子ビットの有力な候補です。量子計算を実現するためには、電子スピン共鳴(Electron Spin Resonance: ESR)を用いて、スピンの向きを自由に操作する必要があります。しかし、一般的なESRでは、磁場発生に要したエネルギーが無駄になってしまう点や素子構造が複雑になってしまうことが問題とされていました。このような背景のもと、外部磁場を一切使わない新しいESR技術の確立に向けた研究に取り組んできました。

Originality and Impact 新規性とインパクトは？

本研究では、半導体中を移動する電子の経路を適切に制御すると、外部から磁場を一切加えなくても電子スピンの向きを任意方向に変えられることを実証しました。移動スピン共鳴と名づけたこの現象は、「ESRには外部磁場が必要」という一般に知られる基本原理を覆すものです。さらに、シンプルな素子構造で効率的に量子情報を操作することが可能となるため、量子情報処理の新しい要素技術として応用が期待できます。

通常のESR



外部磁場が必要
(☹️ デバイス応用に不向き)

移動スピン共鳴



「スピン軌道相互作用」がつくる
有効磁場を利用

図1 通常のESR(左)と移動スピン共鳴(右)の動作原理

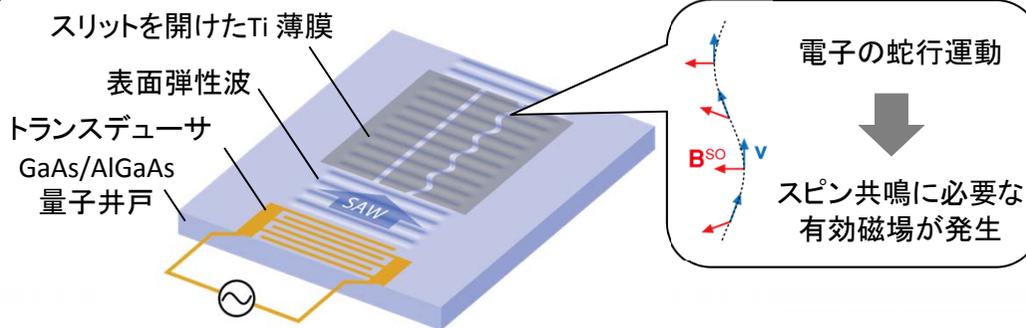


図2 実験で用いた試料構造

無磁場ESR

→ 効率的・シンプルなスピン操作

共鳴
($B_{ext} = 0$)

共鳴
($B_{ext} = 46$ mT)

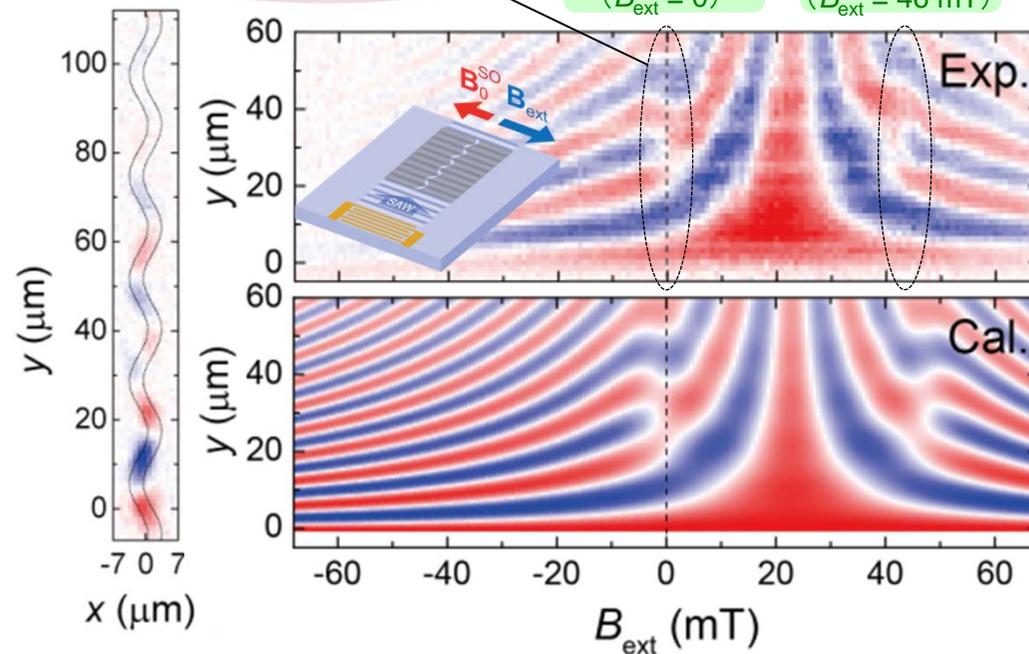


図3 Kerrイメージングによるスピン共鳴の観測