

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。量子計算素子を実現するためには、スピンの向きを保ったまま電子を輸送し、外部磁場によらないスピン回転制御を達成する必要があります。本研究では、固体中を伝搬する音波の一種である表面弾性波(SAW)を用いてこれらの課題に挑戦します。

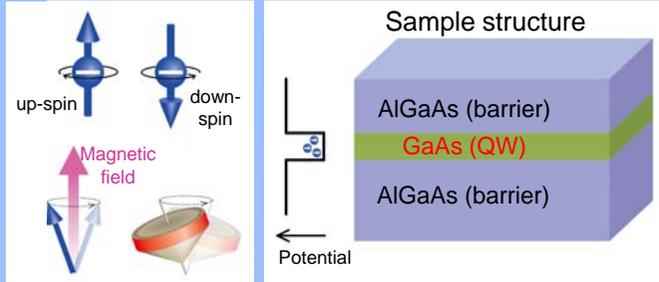
Originality 得られた結果はどう新しいのか?

SAWのつくる歪みはピエゾ効果によって周期的なポテンシャルの波を誘起し、その波に乗せて電子を運搬することができます。この技術は電子スピンを従来より長い距離輸送させることを可能にしました。また、SAWの伝搬方向や強さを調節すると電子に働く有効磁場が変化し、スピンの回転制御が実現できることを、初めて実証しました。

Impact この研究が成功した場合のインパクトは?

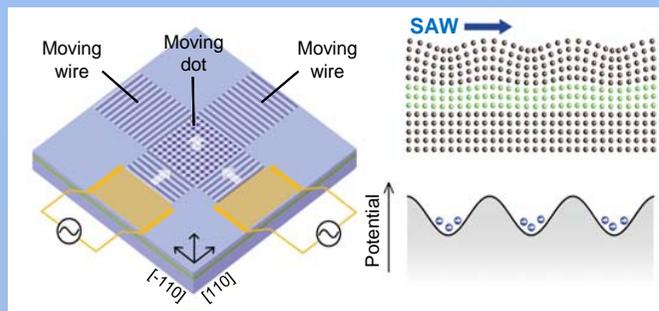
本研究によって開発した手法は電子のスピン状態を量子情報として空間的に輸送し、外部磁場を用いずに量子演算操作をすることを可能にします。また、SAWの空間配置を工夫することで、電子スピンのもつれ状態生成や、その空間輸送が達成される可能性があり、量子情報処理を実現するための新たなプラットフォームとして期待されます。

表面弾性波を用いた電子スピン輸送



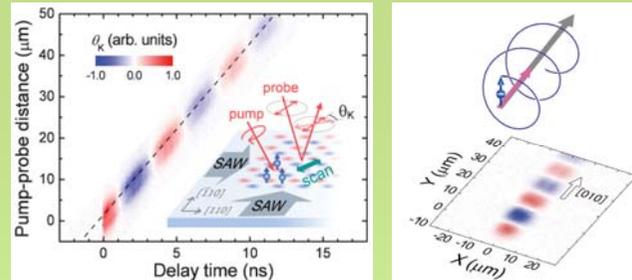
電子スピンの概念

半導体量子井戸構造

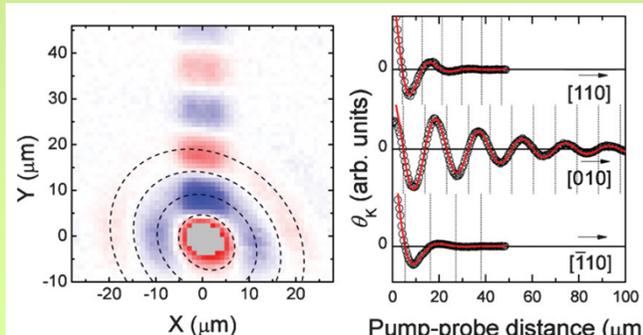


表面弾性波によって発生するピエゾポテンシャル

Kerr測定によるスピンダイナミクス検出

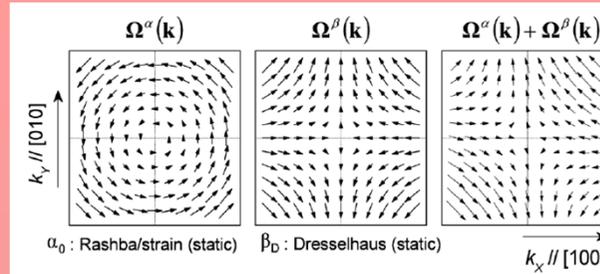


時間・空間分解Kerr測定によるスピンダイナミクス計測

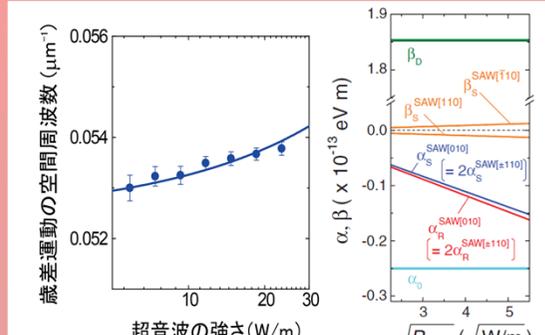


SAWを用いて電子を輸送した際のスピンの空間分布

音波によるスピン回転制御



有効磁場ベクトルの運動方向依存性



スピン回転速度の音波強度依存性