

研究スタッフ

教授： 大野 英男、 准教授： 大野 裕三
 准教授： 松倉 文礼、 助教： 大谷 啓太
 研究員： 松坂 俊一郎、 Mohsen Ghali

研究目的

本研究室では高機能・低消費電力スピントロニクスデバイスや量子コンピュータなどの量子情報処理を目指して、固体中の電荷とスピンの両方の自由度を用いたスピントロニクスの研究を行なっています。また、半導体量子構造中に形成されるサブバンドを用いた中赤外～テラヘルツ領域の長波長半導体レーザーに関する研究を行っています。

半導体量子構造

スピン機能デバイス
 高速・大容量・低消費電力メモリ

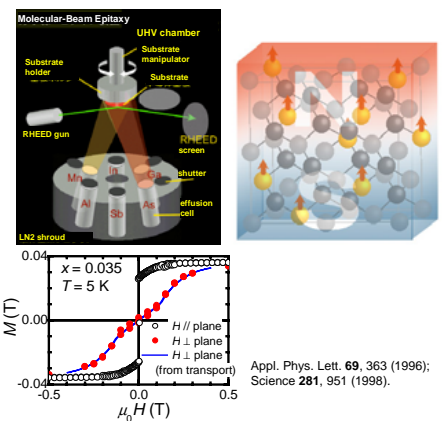
スピン量子情報処理
 量子演算、量子通信

コヒーレント光源・THz半導体光源
 通信、環境計測、医療

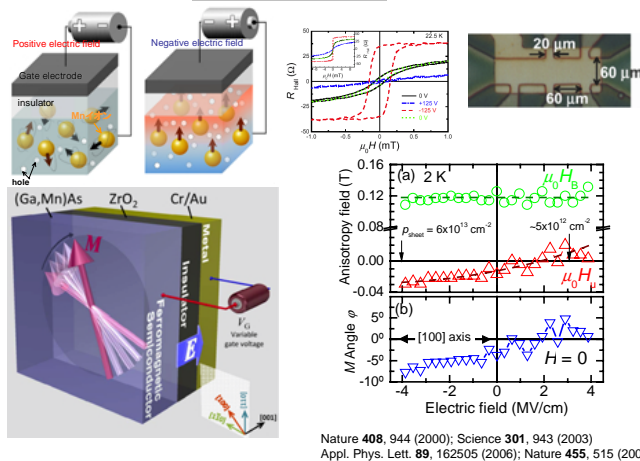
1. 強磁性半導体

強磁性半導体は既存の半導体を構成する原子の一部を磁性元素で置き換えた物質です。磁性元素はスピンを持つだけでなく正孔を供給します。強磁性半導体の強磁性状態は正孔の濃度に依存するため正孔の濃度を変化させることで、磁性の性質を変えることができます。本研究室では強磁性半導体を用いて、これまでに磁性の電界制御や電気的手法による磁化反転、及び電流誘起磁壁移動など新しいスピン機能デバイスに必要な不可欠な基盤技術を世界に先駆けて実現しています。

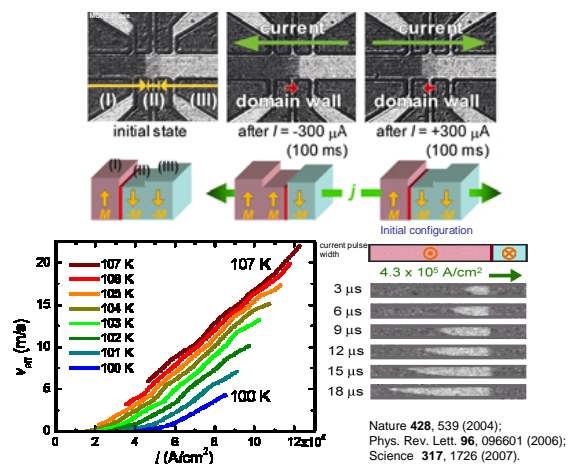
強磁性半導体の創製



磁性の電界制御



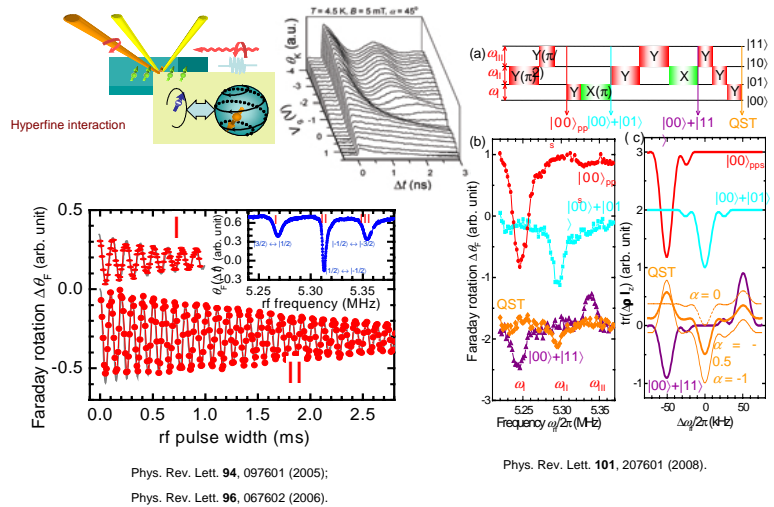
電流誘起磁壁移動



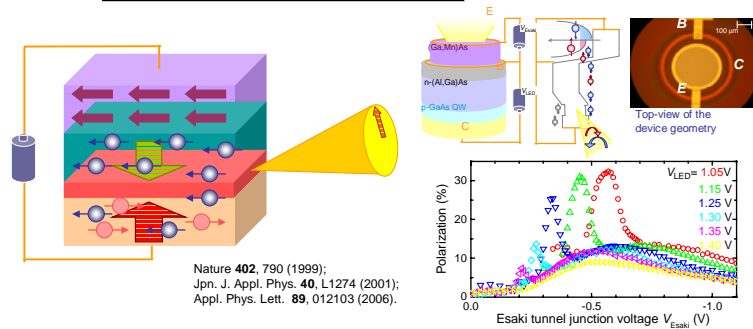
2. 半導体量子構造におけるスピンダイナミクス

量子コンピュータなどにスピンを応用するためにはスピンを揃え、そのダイナミクスを理解し制御する必要があります。本研究室では電子スピンの光学的な性質を利用して、間接的に局所領域の核スピンの振る舞いを調べる実験を行っています。例えば、円偏光のレーザ光によって生成された電子スピンは、相互作用によって量子井戸内の核スピンを偏極させることができます。本研究室では、このような偏極状態に置かれた核スピンを光学的、磁氣的に制御し、それを観測することに成功しました。

ゲート電界による電子・核スピン間相互作用の制御と核スピンコヒーレンスの観測



非磁性半導体へのスピン注入



また、強磁性半導体と非磁性半導体を組み合わせたスピンダイオードを作製し、スピンの揃った電子を非磁性半導体へ流すことに成功しました。

3. 量子カスケードレーザ

量子カスケードレーザは、発光に量子井戸内の準位間エネルギーを利用するため、中赤外より長波長の光を出すことが可能です。この波長領域には多くの化学物質の分子振動に起因する吸収があるため、有害ガスなどを検出する小型光源として応用が期待されています。本研究室ではInAs/AISbという独自の材料を用いて、これまでに波長3.8~14ミクロンでの発振に成功しています。また、GaAs/AlGaAsを用いたTHz量子カスケードレーザの発振にも成功しています。

コヒーレント長波長半導体光源：量子カスケードレーザ

