

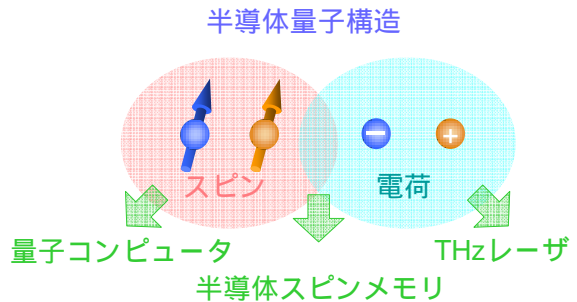
研究スタッフ

教授： 大野 英男、 助教授： 大野 裕三
助手： 松倉 文礼、 助手： 大谷 啓太
助手： 池田 正二
(ナノスピメモリ研究部)

研究目的

半導体量子構造において、電子およびスピンの状態を制御することにより現れる新しい現象の理解、また、その工学的な応用を目指しています。

主な研究テーマ

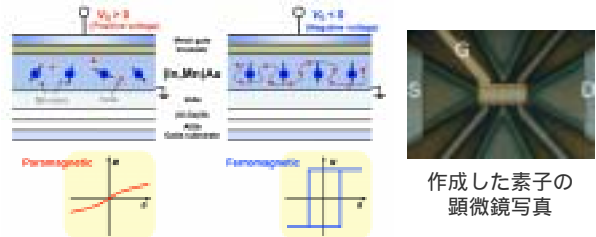


1. 強磁性半導体

強磁性半導体は既存の半導体の一部を磁性元素で置換した物質です。磁性元素はスピンをもつだけでなく、半導体中に正孔(電子の抜けた穴)を供給します。そのため、強磁性半導体では電荷とスピンの双方に関係した現象が観測されています。

電気的な磁性の制御

強磁性半導体中の正孔濃度を電界によって変化させることで、その磁気的な特性を等温・可逆的に変化させることに成功しました。

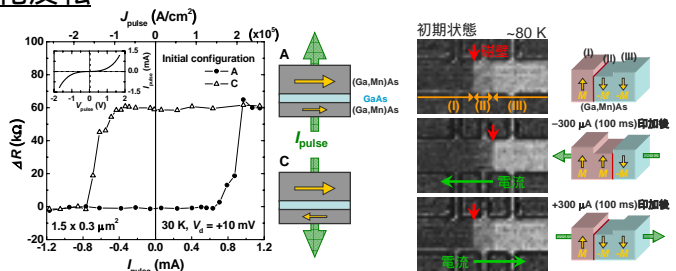


H. Ohno et al., Nature 408, 944 (2000); D. Chiba et al., Science 301, 943 (2003)

スピン偏極した電流による磁化反転

■TMR構造にスピン偏極した電流を印加して、下部層の磁化を可逆的に反転できることを示しました。

■スピン偏極した電流により磁壁を移動させ、定められた領域の磁化を可逆的に反転できることを示しました。



D. Chiba et al., PRL93, 216602 (2004)

M. Yamanouchi et al., Nature 428, 539 (2004)

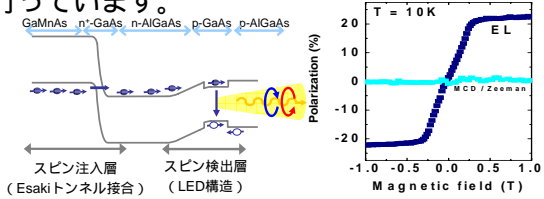
外部磁場を必要としない磁化反転手法

2. 非磁性半導体スピン物性

半導体中の電子や核のスピンコヒーレンスを用いる量子情報デバイスを実現するため、そのダイナミクスを理解し制御する研究を行っています。

半導体ヘテロ構造へのスピン注入

強磁性半導体と非磁性半導体を組み合わせた発光素子（スピンエサキダイオード）を作製し、高分極率のスピン偏極電子を非磁性半導体中に注入することに成功しました。

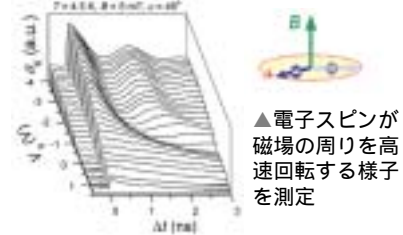


▲スピンエサキダイオードのバンド図（左図）とLEDからの発光(EL)の偏光率の磁場依存性（右図）
M. Kohda et al. Physica E (to be published)

半導体量子構造におけるスピンドイナミクス

時間分解光学測定により、半導体中量子構造における電子スピン - 核スピン間の相互作用を電界により制御できることを示しました。

▶電子スピン - 核スピン間の相互作用を電界により制御
H. Sanada, et al., PRL 94, 097601 (2005)

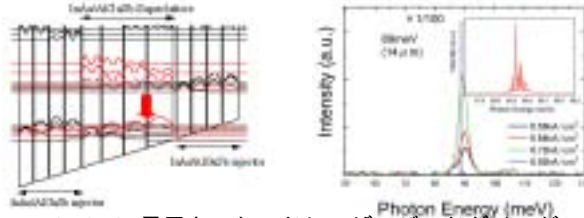


▲電子スピンの磁場の周りを高速回転の様子を測定

3. 量子カスケードレーザ

量子井戸構造におけるサブバンド間遷移を用いた量子カスケードレーザーは、構造により遷移波長を広範囲に制御できるため、近赤外からTHz帯までで動作する長波長光源として注目されています。

本研究室では狭ギャップ半導体InAsをベースとしたTHz~遠赤外量子カスケードレーザの研究開発を行っています。これまでに波長4μmから14μmで発振する量子カスケードレーザを作製することに成功しています。

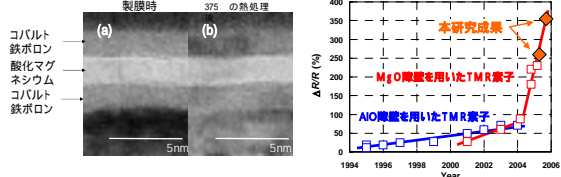


InAs/AlGaSb量子カスケードレーザのバンドダイアグラム（左図）と発光スペクトル（右図）
K. Ohtani et al., Jpn. J. Appl. Phys. 43, L879 (2004)

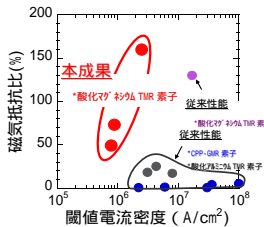
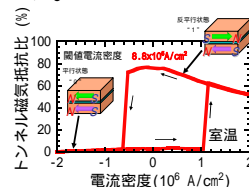
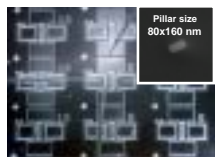
4. 金属磁性体素子とそのメモリへの応用に関する研究

磁気トンネル接合 (MTJ) は、高密度・高速で、超低消費電力の不揮発性メモリ素子として注目されています。

本研究室では、世界最高の磁気抵抗比を有する磁気トンネル接合の開発に成功したほか、世界で最小の電流密度による電流注入磁化反転技術の開発に成功しています。



世界最高の磁気抵抗比を実現したCoFeB/MgO/CoFeB MTJ素子の断面原子像写真（左図）と磁気抵抗比（右図）
J. Hayakawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 44, L587 (2005)



◀極微細CoFeB/MgO/CoFeB MTJ素子（左図）において、室温で世界最小の電流密度による電流注入磁化反転を実現

J. Hayakawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 44, L1267 (2005)