

## 10．スピントロニクス・マグネティクス

東北大金研 水口将輝  
産総研 齋藤秀和  
東芝 湯浅裕美  
日立基礎研 伊藤顕知

「スピントロニクス・マグネティクス」は、3月17日から19日の3日間セッションが開催された。このうち、10.3中分類分科はポスターセッションが開催された。一般講演の件数は127件であった。また、2日目の関連シンポジウムで10件の講演がなされたほか、講演奨励賞受賞記念講演1件が行われた。以下にハイライトを記す。

10.0 シンポジウム「スピントロニクスデバイスの新展開」では、全部で10件の招待講演があった。イントロダクトリートークでは、これまでのスピントロニクスデバイスの発展と実用化の歴史を振り返るとともに、続く9件の発表の位置づけが示された。続く二つの講演では、HDDの記録ヘッドに応用されるスピントルク発振と、超高感度センサに応用される電流狭窄型の再生センサの最近の進展が紹介された。この分野はどちらかといえば応用物理学会での議論が少ない分野であり、聴衆の方々に大いに刺激になったと考えている。続く二つの講演では、HDDに続く実用化デバイス候補として期待されている、垂直磁化方式の大容量スピン注入MRAMと、磁壁移動を用いた高速MRAMの最近の進展が紹介された。特に前者は着実に実用化に近づいているとの印象である。休憩を挟んで後半のセッションでは、将来のブレークスルーが期待される、スピンデバイスを用いた不揮発論理回路、Siを用いたスピントロニクスデバイスの発展の鍵を握るSi内でのスピン伝導特性の解明、GaAs系の強磁性半導体超子構造における共鳴トンネル現象、金属強磁性体超薄膜を用いた電界磁化反転、2重障壁MgO-TMR素子における1056%のTMR比観測とそのメカニズムについての報告がなされた。いずれも、今後の新しいスピントロニクスデバイスへつながる興味深い講演であり、今後の一層の研究の進展が期待される。

10.1 この数年来、スピントロニクス技術は目覚ましい発展を遂げ、例えばMgOトンネル障壁を用いた磁気トンネル接合素子を利用したTbit級ハードディスク読み出し用磁気ヘッドやスピン注入型磁気ランダムアクセスメモリの実現が現実味を帯びてきている。そのような中で[新物質創成・物性探索]分科で最も期待されることの一つは、次のアプリケーションを担う可能性を秘めた新しい動作原理に基づく新型スピンデバイスの創製であろう。この観点から、材料レベルで注目されるのは半導体や有機物、すなわち、外部電界により輸送特性を容易にコントロールできる材料である。換言すれば、トランジスタとして実績のある材料とも捉えることができる。当然、将来的にはスピンを利用した不揮発性トランジスタの実現を念頭に置いているはずである。このうち、半導体材料は実用デバイスとしての実績からほぼGaAs等のIII-V族半導体とSiおよびGeのIV族半導体に限定されつつある。一方で有機物はどの材料が本命か結論はでていないと見るべきであろう。

本セッションの有機スピントロニクスに関する発表でも、グラフェン、フラーレン、ルブレイン、ダイヤモンド等バラエティに富み、金属系スピントロニクスに属する研究者をも巻き込んで活発な議論が交わされた。今後を考えると非常に良い状態である。しかも研究レベルは概して非常に高く、先行するとされる欧米有力研究グループに決して劣っていない。特に必ずしも現時点では成功とは言えないものの、有機物へのホットスピンキャリア注入の試み等、今後の研究展開を期待させる発表が目立った。金属系スピントロニクスと比較して小規模の装置で実験が行えることから、今後より多くのグループの参加が望まれる。

10.2「スピンデバイス・回路・計測技術」は、従来からの多数発表のあったスピントルク関連、TMR素子関連のトピックに加え、InGaAs1次元構造を用いたスピン軌道相互作用の制御やスピンMOSFETなどの新しいデバイスの発展が報告された。スピントルク関連では、スピントルク発振の発展が目をつけた。特にスピントルク発振周波数の磁場依存性を応用したHDD用センサーの提案が興味深い。また垂直磁化MTJの特性は着実に向上し、200%以上のTMR比を実現したことが報告された。またボイスラ合金を用いたデバイスでは、従来のGMR、TMR素子に関する着実な進展がみられた他、半導体へのスピン注入源への応用などの新展開も見られた。また数年前か

ら研究が盛んになったスピン流を応用したデバイスでは、スピンポンピングに関する新しい知見、巨大ペルチェ効果などスピン流が関連した輸送問題の話題であった。スピン流に関しては、現在スピンカロリトロニクスという新しい分野が急速に立ち上がっており、一層の進展が期待される。なお本中分類では、講演奨励賞受賞記念講演として、シンポジウムでも紹介された 2 重障壁 MgO-TMR 素子における 1056% の TMR 比観測に関して、東北大から興味深い発表があった。

10.3 「磁気記録媒体・磁気センサー」では 4 件のポスター発表が行われた。垂直磁化膜においてスピントランスファーによる磁化反転を観測した例が報告された他、カーボンナノチューブ (CNT) の成長が報告されている下地サファイア Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> と同様の結晶構造をもつ、磁性材料 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 上に CNT を成長させて MR 効果を観測する試みなどが議論された。

10.4 「光・量子スピンエレクトロニクス」関連では 9 件の一般講演が行われ、半導体量子井戸内での電子スピン緩和(奈良先端大, 早大, 北大, 筑波大) や核スピン緩和(東北大) に関する発表や、量子ドットへのスピン注入(北大), 磁化の光パルスによる制御(東工大), スピンホール効果の評価(東北大) などの興味深い実験結果が発表された。

本研究分野に携われる皆様のご尽力で、講演会は盛況に終わった。次回の講演会から、各中分類の内容を再編成し、発表件数の偏在化を是正し、一層活発な議論ができるような仕組みを作ることにした。本セッションが今後もよりいっそう発展し、活発な議論の場となるよう、各位の一層のご支援・ご協力を賜りたい。