



劉研究室では、電流、電界や機械振動による電子のスピンに関する研究を行っています。電子のスピンは“記憶”の性質を持っています。これらの性質は超低消費電力の計算機メモリー、ロジック素子、特にモノのインターネット (IoT) に適しています。研究室では、薄膜の作製技術とマイクロスケールの微細加工技術を揃えています。高性能なスピン特性評価装置を開発しています。電子のスピンと機械振動が相互作用を利用し、音声、振動のエネルギーをIoT駆動するための電力に変換するデバイスを開発しています。



教授 劉 小晰

イギリス・グラスゴー大学博士研究員、信州大学助教授、信州大学准教授を経て、2014年より現職。研究分野はスピントロニクス。特に、電子のスピンを不揮発性メモリー、論理素子の創成並びに磁性材料の評価

>> 私の学問へのきっかけ

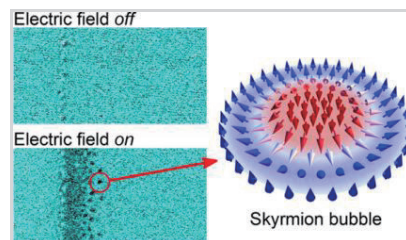
現在電子の電荷制御を用いたロジック・メモリーデバイスは高度情報化社会の中枢を担うに至っています。しかしながら微細化にすることによって、電荷の漏れ（リーク電流）の増大等問題が顕在化しています。一方、電子のスピン制御に関する技術を利用したメモリー・ロジックデバイスは、記憶不揮発性、高速動作、高集積化、高信頼性及び繰り返し耐性等の特長を持ち、Beyond CMOSの有力な候補となっています。

>> 研究から広がる未来

高度情報化社会の中枢であるロジック・メモリーデバイスの消費電力の低減は劉研究室の研究です。電子のスピン制御に関する理論技術学習し、Green IoT社会の実現ための研究を行っています。

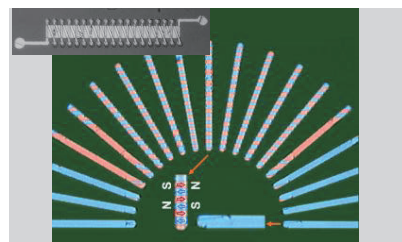
>> 卒業後の未来像

半導体工学、磁性と磁性材料工学、電気磁気計測、高感度センサー、微細加工（リソグラフィ）、高性能薄膜堆積、ナノ、マイクロスケールの特性評価など幅広い知識が獲得できます。



低消費電力IoT実現のための電界駆動磁気スキルミオンに関する研究

Nano Lett., 2019, 19(1), pp 353-361
DOI: 10.1021/acs.nanolett.8b03983



振動、音声のエネルギー収集できるデバイス, Advanced Electronic Materials, 2019, 5(1), 1800467,
<https://doi.org/10.1002/aelm.201800467>

先鋭融合

情報サイエンス

情報デザイン

研究キーワード

量子情報・スピントロニクス

研究シーズ

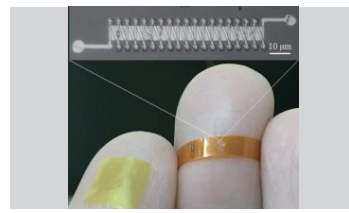
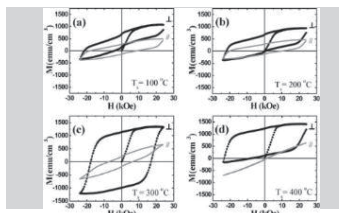
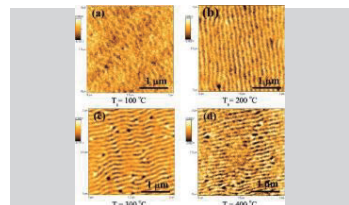
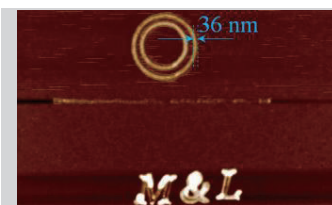
- 量子情報、スピン・光子・マグノンとその計算・メモリーへの応用
- スピントロニクス、電流・電界による電子スピンの制御磁性材料工学
- 高感度磁気計測
- フレキシブル基板を用いたエネルギーハーベस्टデバイスに関する研究
- 磁区構造、磁気抵抗効果の観察、測定と応用
- フェライト単結晶薄膜、多層磁性薄膜の創成と応用

共同研究・外部資金獲得実績

- 車載リレーの磁気特性評価及び一様性の改善（民間企業との共同研究）
- Fundamental research toward high-speed, non-volatile memory based on current-driven domain wall motion in ferromagnetic TbFeCo（民間企業との共同研究）
- ナノ磁石を用いた環境発電素子の開発とその環境発電への応用（科研費挑戦的研究（萌芽））
- 遷移金属-希土類非晶質垂直磁化膜を用いた磁壁の電流駆動とテラビット記録への応用（科研費基盤研究（B））
- ナノドット構造を有する六方晶フェライト薄膜形成と高密度磁気記録用パターン媒体（科研費基盤研究（B））
- ナノスポット結晶化法による超高密度記録用バリウムフェライトパターン媒体の研究（科研費基盤研究（B））
- アセチレン混和ガスバッチ法によるGHz帯域高透磁率FeCoナノ結晶薄膜の開発（科研費若手研究）

最近の研究トピックス

高速、高密度、大容量、低消費電力の情報デバイスは、ユビキタスIT化社会では重要な役割を果たしており、将来もその役割は変わることが無い。研究室では、数nmと極めて小さかつ安定性の高い磁気スキルミオンに着目し、その量子特徴を活かし、高速・高密度集積可能なAI演算素子・メモリー素子の開発しています。また、研究室では、これまで培った磁性薄膜形成技術及び微細加工技術を用いて、周囲環境の微小な振動エネルギーを高効率に収集できるMicro Electro Mechanical Systems (MEMS) 技術の確立しています。



Our research is focused on developing ultra-fast, high-density, non-volatile, low-power-consuming memory and logic devices based on direct manipulation of electron spin. We are particularly interested in controlling the spins either pointed up or down by directly applying electrical current or voltage.



**Professor
Xiaoxi Liu**

Professor
Profile :
2013~ Prof., Shinshu Univ.
2003~2012, Asso. Prof.
Shinshu Univ.
2002~2003, Researcher,
Glasgow Univ. UK

>> Beginnings of my path to academia

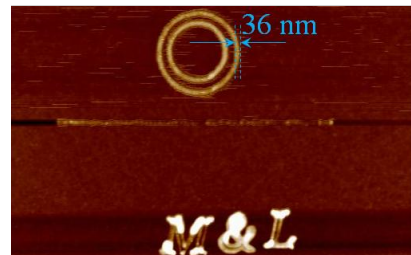
My curiosity drives continuous learning, enabling me to explore new skills and ideas that advance my development in science and engineering.

>> In the Future

Memory and logical elements are fundamental devices for processing information. Spintronics exploits both the intrinsic spin and associated magnetic moment of an electron, and has a potential for the development of quantum memory and computing devices beyond the current COMS technologies.

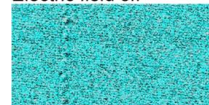
>> After Graduation

Around 50% of our undergraduate students moved on to graduate schools. Some are working in companies that specialized in electronic system or devices, and some are working as government employees, et.al. It is our goal to foster creative and excellent students with global minds.

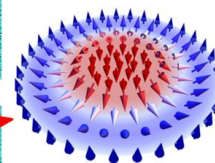
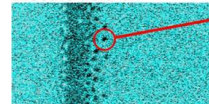


Atomic force microscopy images of nanolithography carried out in our Lab

Electric field off



Electric field on



Skyrmion bubble

Magnetic skyrmions driving by electric field. Nano Lett., 2019, 19 (1), pp 353–361, DOI: 10.1021/acs.nanolett.8b03983.