

【基盤研究(S)】

大区分D



研究課題名 金属人工格子ルネサンス

東北大学・金属材料研究所・教授

たかなし こうき
高梨 弘毅

研究課題番号：18H05246 研究者番号：00187981

キーワード：金属人工格子、スピン軌道相互作用、反強磁性構造、スピンカロリトロニクス

【研究の背景・目的】

異種の金属をナノスケールで周期的に積層した金属人工格子は、巨大磁気抵抗効果(GMR)や層間交換結合、界面磁気異方性等の観点で1980~90年代に盛んに研究された物質群であり、スピントロニクスの基礎を築いた。スピントロニクスは現在新たな展開期を迎え、軌道の自由度を取り入れたスピンオービトロニクスや反強磁性体のメリットを利用した反強磁性スピントロニクス、熱との相関を対象としたスピンカロリトロニクスが近年注目を集めている。これらの研究の中で、従来考えられていた以上にきわめて強いスピン軌道相互作用が働くなど、異種金属界面の特殊性があらためて認識されるようになり、界面の集合体である金属人工格子は、研究の舞台を提供する格好の材料であると期待される。

本研究では、図1に示した特徴を有する金属人工格子を現代の目であらためて見直し、①界面磁気異方性とスピン軌道トルクの比較によるスピン軌道相互作用の界面効果の解明(スピンオービトロニクス)、②反強磁性結合人工格子におけるスピン軌道トルクを用いた磁化スイッチングと磁化ダイナミクスの解明(反強磁性スピントロニクス)、③大きな熱磁気効果と小さな熱伝導率を併せ持つ金属人工格子の作製(スピンカロリトロニクス)の3つの課題を柱として研究を進め、スピントロニクスの新展開における金属人工格子の有用性を明らかにする。

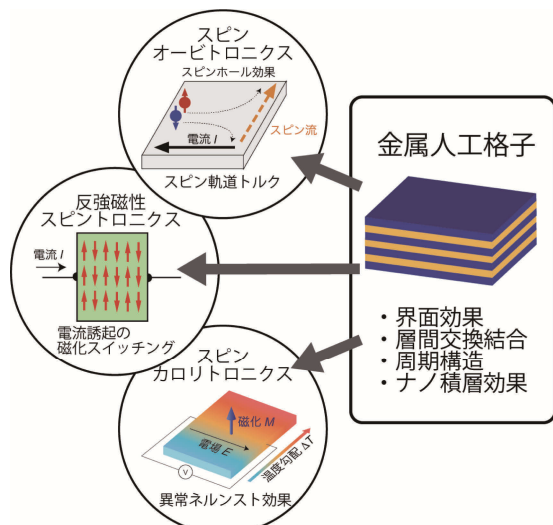


図1 金属人工格子ルネサンスの概念図

【研究の方法】

スピンオービトロニクスでは、界面磁気異方性とスピン軌道トルクを同時に評価する試料構造として「非磁性層1/強磁性層/非磁性層2」の3層構造を基本とし、層厚や材料を様々に変えた薄膜試料を作製する。界面におけるスピン軌道相互作用の役割を明らかにし、スピン軌道トルクの界面効果を最大限に発揮させる。

反強磁性スピントロニクスでは、「強磁性層/非磁性層/強磁性層」の3層構造を基本とする。反強磁性構造のための層間交換結合と磁化スイッチングのための大きなスピン軌道トルクを両立できる非磁性層材料を探索し、面内電流による磁化スイッチングの高効率化を狙う。

スピンカロリトロニクスとしては異常ネルンスト効果に着目し、界面効果およびナノ積層効果を活用することで、大きなネルンスト係数と小さな熱伝導率を有し、結果として高い無次元性能指数(ZT)を示す材料の開発指針を確立する。

【期待される成果と意義】

金属人工格子は、界面でのスピン軌道相互作用や反強磁性結合とスピン軌道トルクの相関を系統的に調べるための理想的な材料であり、界面での増強効果を上手く利用すれば、巨大なスピン軌道トルクの発現も期待できる。これは、スピンオービトロニクスや反強磁性スピントロニクスの発展に資する重要な成果となりうる。また、スピンカロリトロニクスにおける金属人工格子の有用性が明らかになれば、新規な熱電材料としての応用も期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ "Enhancement of anomalous Nernst effects in metallic multilayers free from proximity-induced magnetism", K. Uchida, T. Seki, K. Takanashi *et al.*, *Phys. Rev. B*, 92, 094414-1-6 (2015).

【研究期間と研究経費】

平成30年度-34年度
150,900千円

【ホームページ等】

<http://magmatelab.imr.tohoku.ac.jp>
koki@imr.tohoku.ac.jp