

研究の概要

理学研究科物理学専攻 高山あかり

【研究題目】

スピン分解光電子分光装置の建設と Bi 薄膜におけるラッシュバ効果の研究

【研究の目的】

近年、電子スピンを利用したスピントロニクス素子開発に向けて、物質の電子スピン状態を詳細に決定することが急務となっている。角度分解光電子分光(ARPES)法は電子の持つ「エネルギー」と「運動量」を直接測定できる強力な実験手法であるが、「スピン」にまで分解して測定しようとする、検出効率の低さからエネルギー分解能を落とさなければならないという問題があった。本研究の目的は、高効率の小型モット検出器を備えた高分解能スピン分解光電子分光装置を建設し、スピントロニクスへの応用が期待される「ラッシュバ効果」を示す Bi 薄膜の高分解能スピン分解 ARPES 測定を行い、そのスピン構造の詳細を明らかにすることである。

【研究内容】

スピン検出効率の向上を図るため、大立体角で電子を取り込むフォーカス電極と大面積のターゲット電極を持つ高効率小型モット検出器を考案し、その設計と製作を行った。製作したモット検出器を光電子分光装置に接続し、装置全体の調整を行った。また、異方的な電子構造を示す Bi のラッシュバ効果の詳細を明らかにするため、Si 基板上に作成した Bi 薄膜について高分解能測定を行い、スピン偏極率の運動量および膜厚依存性を測定した。

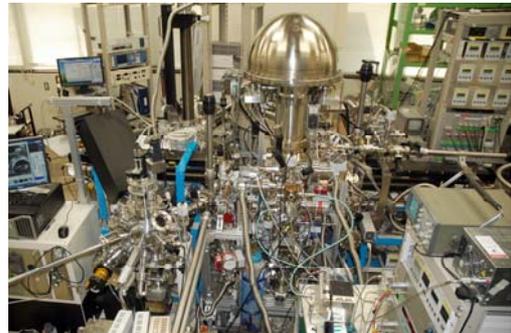


図1 建設したスピン分解光電子分光装置

【研究成果】

製作したモット検出器の検出効率を従来よりも 10 倍以上向上させ、さらに高電圧印加部で生じた放電ノイズを 0.1cps 以下まで抑えたことで、建設した装置のスピン分解測定時のエネルギー分解能として、従来(100meV)より 1 桁以上高い 8meV を達成した[1]。この装置を用いて行った Bi 薄膜の高分解能スピン分解測定の結果、Bi におけるラッシュバ効果は一般的なラッシュバ効果とは大きく異なり、面直方向にもスピン偏極率を持つこと、面内方向のスピン偏極率が運動量に依存していることを明らかにした[2]。また、スピン偏極率の系統的な膜厚依存性を初めて観測し、その結果から、Bi/Si 界面構造において表面とは逆向きのスピン構造が形成されていることを見出した[3]。

【業績論文】

- [1] S. Souma, A. Takayama, K. Sugawara, T. Sato, T. Takahashi, Rev. Sci. Instrum. **81** (2010) 095101.
- [2] A. Takayama, T. Sato, S. Souma, and T. Takahashi, Phys. Rev. Lett. **106** (2011) 166401.
- [3] A. Takayama, T. Sato, S. Souma, T. Oguchi, and T. Takahashi, Nano Letters **12** (2012) 1776.