

原子・分子の自在配列と特性・機能
2020 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

原田 尚之

物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクニクス研究拠点
独立研究者

準 2 次元金属の層配列制御による界面機能の創出

§ 1. 研究成果の概要

現代社会を支える通信、制御、センシング技術は半導体デバイスにより成り立っている。ダイオードやトランジスターなどの半導体デバイスの機能は異種化合物の界面において発現する。本研究では、デラフォサイト型層状金属と半導体をイオン層の配列を制御して接合し、新しい機能性界面の開発に取り組む。

今年度は、デラフォサイト型層状金属の薄膜結晶成長に取り組んだ。特に、PdCoO₂ や PdCrO₂ 薄膜を様々な基板上に成長する方法を探索した。サファイヤや Ga₂O₃ をはじめとする種々の基板上にc軸配向した薄膜を作製することができた。また、デラフォサイト型層状金属をフォトリソグラフィや電子線リソグラフィにより微細化する方法を確立した。特に、サブミクロンスケールに微細化した PdCoO₂ 薄膜において、電子波動関数の干渉による伝導度ゆらぎを観測した。伝導度ゆらぎから、位相コヒーレンス長～100 nmと見積もった。面内方向の電子散乱抑制には、双晶境界を減らすことが重要であることが明らかになった。今年度確立した薄膜成長と微細加工の方法は、今後層配列を制御した薄膜においてデバイスを開発する際の、基盤となる技術である。

上記の手法開発に加えて、共同研究を通してデラフォサイト型層状金属表面の磁性による電子輸送現象の評価を行った。また、ワイドギャップ半導体とデラフォサイト型層状金属の接合デバイスの応用研究について検討した。

1月以降は研究者の異動に伴う実験室の整備、薄膜成長装置の立ち上げ、電子状態シミュレーション用の計算機へのアクセスなど、研究を行うのに必要な環境整備を行った。本研究課題では、界面付近の配列が作る界面電子状態の理解が重要である。スパコンやワークステーションを利用して、密度汎関数法によるデラフォサイト型層状金属の電子状態計算を行った。スラブモデルに対して計算を行い、PdCoO₂ 薄膜表面の電子状態を計算し、表面磁性など定性的な特徴を再現することができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Determination of the phase coherence length of PdCoO₂ nanostructures by conductance fluctuation analysis”, Physical Review B, vol. 103, 045123, 2021