

2023 年度年次報告書

物質探索空間の拡大による未来材料の創製

2022 年度採択研究代表者

相馬 拓人

東京工業大学 物質理工学院
助教

強相関窒化物薄膜の創製

研究成果の概要

本研究では、酸化物で培われた高品質薄膜に立脚した物質合成技術を窒化物に適応することにより、窒化物中に強相関電子を創り出す研究である。特に、窒化物の多彩な結合性を融合させた”強相関窒化物”という新探索空間を開拓することで未来材料の開拓を狙う。具体的には、高結晶性薄膜合成技術を駆使することで遷移金属を含む多元系層状窒化物の物性解明を実現する。

昨年度の研究により、単純窒化物の高結晶性薄膜合成やその複合化は容易であることがわかった。また、これまで報告例が少ない多元系窒化物においても、バルク体としての合成は既存の技術で可能であることがわかった。

そこで本年度は、次のステップとして①様々な多元系窒化物のバルク合成と②多元系窒化物の薄膜化について取り組んだ。①では、 NH_3 流通下の熱処理反応を駆使することで様々な多元系窒化物のバルク体の合成に成功した。そこで、そのバルク焼結体を活用した②薄膜化を行うと、通常的手法では薄膜作製が困難であることが明らかになった。種々の評価から、これは多元素に由来する組成制御の困難性が主な原因であり、合成手法の変更の必要性が示唆された。そこで、これまで複雑な物質の薄膜化の研究で活用された固相エピタキシー技術を改良し、 NH_3 流通下での反応性固相エピタキシー技術を開発することで多元系窒化物の薄膜が合成できるようになった。多元系遷移金属窒化物の薄膜合成はこれまでに世界で3グループしか実現例がなく、新たな技術として期待できる。作製した薄膜は多元系窒化物に固有な電子状態を有することが明らかになり、”強相関窒化物”の物性科学を開拓する舞台となる可能性が示唆された。現在は、条件を最適化することで高結晶化に取り組んでおり、多元系窒化物で単結晶をベースとした物性研究を実現することを目指している。

次年度は、様々な物質に本技術を適応していくと共に、より詳細な物性測定とデバイス化を進める予定である。また、新たに共スパッタ法を駆使した薄膜合成も進めることで、世界に先駆けて”強相関窒化物”の学理を構築する。