

熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御  
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書
------------------

柏木 誠

青山学院大学 理工学部化学・生命科学科  
助教

非秩序系構造材料の非平衡結晶構造制御による新規熱輸送制御技術の確立

## § 1. 研究成果の概要

2021 年度は、スパッタリング法を用いて合成した酸化アルミニウム( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )および酸化タングステン( $\text{WO}_3$ )の薄膜の短距離、中距離、長距離的な構造の評価と、それらの熱物性との相関の解明を試みた。より具体的には、昨年度までと同様に、X 線およびラマン分光を用いた構造解析を行うとともに、TEM 観察による短距離、中距離的な構造の評価を試みた。これまでの XRD、ラマン分光による構造解析ではアモルファス構造であったサンプルについて TEM 観察を行った結果、結晶化を確認した。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜サンプルについては、密度の上昇に伴い、結晶化した領域が拡大していることを確認した。また、結晶化しているサンプルにおいて、密度が高いサンプルよりも密度が低いサンプルの方が結晶性が高いことが確認できた。この結果と熱伝導率の結果とを比較した結果、密度の高いサンプル、つまりは結晶性の低いサンプルについては、熱伝導率がアモルファスと同程度に低く、密度の低い結晶化サンプルは高い熱伝導率を示した。これらの結果は、単純に結晶化しただけで熱伝導率が向上するわけではない、ということを示している。一方で、 $\text{WO}_3$  薄膜サンプルでは、TEM 観察により、XRD、ラマン分光による構造解析ではアモルファス構造であったサンプルにおいて、アモルファス構造の中に数 nm の極小の微結晶が混ざっていることを確認した。また、この微結晶の成長に伴って、熱伝導率が向上していた。ここで、熱伝導率が低いサンプル、つまりは、XRD、ラマン分光による構造解析ではアモルファス構造であったサンプルにおいて、前述のとおり、極微小結晶粒が存在していたが、その熱伝導率はアモルファスとほぼ同等であった。これは、この極微小結晶粒は、熱輸送に対して影響がないことを示している。以上の結果から、熱伝導率には、結晶化の有無のみではなく、結晶粒サイズなどで評価される結晶性が重要であることが示された。