

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

2020 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

2020年度は、スパッタリング法を用いて、さまざまな合成条件でアモルファス構造材料を合成するとともに、X線とラマン分光を用いた構造解析とサーモフレクタンス法による熱伝導率計測を行った。本年度は、酸化アルミニウム(Al_2O_3)および酸化タングステン(WO_3)を対象とした。 Al_2O_3 はスパッタリング時の圧力、 WO_3 はスパッタリング時の基板温度を制御することで、結晶構造制御を試みた。XRDおよびラマン分光の結果、 WO_3 では、基板温度を 120°C よりも高い温度とした場合に結晶化が見られた。一方で、 Al_2O_3 では全ての条件でアモルファス構造であることを確認した。XRRによる密度計測の結果、 WO_3 においては、基板温度 120°C まではほぼ一定であったが、それよりも高い温度では、基板温度の上昇に伴って密度が上昇した。これは、結晶化によるものであると考えられる。一方で、 Al_2O_3 においては、スパッタリング時の全圧が 3Pa を超えた領域で、全圧の上昇に伴う密度の上昇が見られた。一般にスパッタリング時の全圧上昇に伴って密度が低下することが知られているが、本実験結果はこれと異なる傾向を示した。熱伝導率計測の結果、 WO_3 は、基板温度 120°C 以下のサンプルではほぼ一定の値であったが、基板温度 150°C を超えた領域では、基板温度の上昇に伴って熱伝導率も向上しており、これは結晶化によるものと考えられる。 Al_2O_3 においては、密度が低いサンプルで $2.7[\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}]$ と高い熱伝導率を示した。過去の研究報告では、アモルファス材料においては密度が上昇すると熱伝導率も向上することが報告されているが、今回の実験結果はそれとは異なる傾向を示した。これらの密度、熱伝導率の特異な傾向は短-中距離的な結晶構造秩序性の変化によると考えられることから、より詳細な構造解析および物性評価を行い、その要因を探索する。