



豊田工業大学 40周年記念研究費

研究成果報告(スマートエネルギー研究センター)

項目	内容
報告者	竹内 恒博 (エネルギー材料研究室)
購入装置・設備等の内容	時間領域サーモリフレクタンス装置 温度制御オプション PicoTherm PicoTR 用温調器 (TCS1050), 温度測定対応光学系ユニット
購入金額	935 万円
研究テーマ	高性能熱電発電材料・素子の創製 革新的熱流制御材料・素子の創製 異常熱伝導度の起源の解明と熱伝導度制御指針の構築
研究テーマの達成目標	JST CREST 研究で実施している異常熱伝導度の起源解明, 熱伝導度制御指針の構築, および, 得られる知見を用いた高性能熱利用素子 (熱電発電素子, 熱ダイオード, 熱流スイッチング素子) およびその構成材料の開発を目指している. 特に, 熱電材料では $ZT > 5.0$ を示す材料の開発を, 熱ダイオードでは熱整流比 $TRR > 3.0$ を, 熱流スイッチング素子では 250%を超えるスイッチング特性を得る.
装置の性能、利用状況等	エネルギー材料研究室では, 数十 nm ~ 数 μm の厚さを有する薄膜材料の熱拡散率を測定する時間領域サーモリフレクタンス装置を, 薄膜材料および薄素子の性能評価に用いている. オプションを取り付ける前には, 測定が室温でのみ可能であったが, 本研究費で $-100^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ の温度領域で行えるように装置を拡張した. オプションには, 断熱チェンバー, 温度制御機器, および, それらを取り付け可能な光学系が含まれている. 2022 年 3 月に納入された後に, 順調に稼働し, 下記の研究を遂行している.  方式: ピコ秒サーモリフレクタンス法 時間分解能: 1 ps 測定項目: 熱拡散率, 熱浸透率, 界面熱抵抗, 熱伝導度 オプション: 温度制御 $-100^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$
研究成果	$\text{Ag}_2\text{S}_{1-x}\text{Se}_x$ を用いた薄膜素子を作製し, バイアス電圧の印加により熱流が 260%も変化する熱流スイッチング効果を観測することに成功した. この成果を用いて特許申請を行い, 投稿論文の作成を進めている. また, 大きな熱電性能指数が報告された Fe 系薄膜熱電材料において, 報告データの再現性を確認するとともに, 報告値よりも性能を向上させることが可能な材料設計指針を構築した. この成果についても, 特許化と論文化を行うべく準備を進めている.