

2023 年度年次報告書

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成

2021 年度採択研究代表者

小野 浩司

長岡技術科学大学 技学研究院
教授

幾何学位相回折素子による赤外・THz 偏光撮像技術開発

主たる共同研究者:

川月 喜弘 (兵庫県立大学 大学院工学研究科 教授)

田中 雅之 ((株)オプトゲート 代表取締役)

研究成果の概要

中遠赤外で使用可能な幾何学位相素子の開発を行った。FT-IR で吸収の小さい材料の選定し、 $3.88\mu\text{m}$ の光に対して透過率 44%・回折効率 95%を示す中赤外用幾何学位相素子を、 $9.50\mu\text{m}$ の光に対して透過率 74%・回折効率 95%を示す遠赤外用幾何学位相素子をそれぞれ作製することに成功した[1]。また、直線偏光から円偏光へのスイッチングが可能な中遠赤外用の液晶リターダを作製する事に成功した[2]。

近赤外ハイパースペクトル偏光撮像システムを構築し、そのデモンストレーションとしてプラスチック種の識別を行い、従来のハイパースペクトル撮像よりも高い分類精度が得られることを示した[3]。

液晶とメタマテリアルとの融合体による赤外・THz 素子の開発に関し、主として、サブ波長金属メッシュと低分子ネマチック液晶からなる THz 領域でのリターダに関する検討を行った。トポロジー最適化により、透過率とリタデーションを評価関数としてメタ原子形状を探索し、設計に関する指針を得た。また、サブフェムトインクジェット描画装置と導電性インクを用いてサブ波長金属メッシュを作製すべく、基板処理や描画条件等についての実験的調査を進めた。

赤外域で高い複屈折率を誘起できる光配向材料の実現を目指し、光配向後に配向させたメソゲンのその場反応による分子構造変換を検討した。通常分子配向させたシッフ塩基メソゲンを加水分解と同時にサリチリデンアニリン構造に変換することで、メソゲンの固有複屈折率の増加による配向フィルムの複屈折率が向上することを明らかにした。また、桂皮酸メソゲンとの共重合体を合成し協調的な光配向とその場分子構造変換による複屈折率向上フィルムの作成を検討し、初期複屈折率が 0.15 から構造変換により 0.4 以上に増強できることを明らかにした。

開発した偏光撮像システムをがん深達度の判別に応用し得ることを実験により明らかにした。

【代表的な原著論文情報】

- 1) M. Sakamoto, S. Ohara, Y. Mitsuboshi, K. Noda, M. Suzuki, T. Sasaki, N. Kawatsuki, and H. Ono, “Design and fabrication of a liquid crystal polarization grating for mid- and far-infrared wavelengths” Appl. Opt. 63, 2095-2100 (2024).
- 2) M. Sakamoto, K. Kawamura, M. Suzuki, N. Noda, T. Unuma, T. Sasaki, N. Kawatsuki, and H. Ono, “Design and fabrication of liquid crystal retarder for the mid and far infrared wavelength ranges” Opt. Mater. Express 14, 1139-1148 (2024).
- 3) M. Suzuki, K. Doi, M. Sakamoto, K. Noda, T. Sasaki, N. Kawatsuki and H. Ono, “Near-infrared hyperspectral circular polarization imaging and object classification with machine learning,” Opt. Lett. 49, 706 (2024).