

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	Le ThuHacHuong
研究機関名	産業技術総合研究所
所属部署名	エレクトロニクス・製造領域 製造技術研究部門
役職名	主任研究員
研究課題名	光検出核磁気共鳴分光法の創成及びナノ流体デバイス工学の深化による革新的分析基盤技術の確立
研究実施期間	2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日

**研究成果の概要**

本研究では、金属薄膜における残留応力と周期的なねじれひずみを活用することで、平面構造を立体的な螺旋構造へ自発的に形成させる独自の作製法を確立した。本手法は自己組織的なプロセスを利用しながらも、螺旋の寸法、配列周期、配向方向を正確に制御できる他に、ウェハースケールの大面積にわたって高速に作製することを可能とした。所望の中赤外光域帯で動作する、基板に対して垂直と平行に配向された2種類の螺旋構造体の実現に成功した。本年度では、螺旋の巻きを決める金属薄膜の積層構造における引張残留応力と圧縮残留応力の働きを解明することによって、数値計算による螺旋構造の設計法を確立し、所望の寸法を持つ螺旋の設計と作製に重要な手掛かりを見出した。積層構造を導入することで、金属材料の固有残留応力特性に制限されず、幅広い金属材料に適応可能にした。これにより、当初計画ではなかった強磁性体材料を含めた螺旋構造の作製に成功した。作製した直径数百 nm の Ni/Au の螺旋構造体をフーリエ変換赤外分光計を用いた透過スペクトルの偏光状態を解析したところ、7600-400  $\text{cm}^{-1}$  の広近中赤外帯域に渡って、大きなキラル応答が確認された。これは有限要素法による数値計算で予測したマルチ共鳴モードによる広動作帯域と同様の結果が得られ、妥当性が裏づけられた。このようなキラル応答は、物質と様々なインタラクションをする光帯域で初めて実現することで応用上大きな意義をなす。また、螺旋による空間反転対称性の破れと強磁性体による時間反転対称性の破れを持ち併せた本構造には、偏光に依存せず、光吸収が外部印加磁場の方向によって変化するという磁気キラル二色性効果が起きり得ることが数値計算で明らかとなった。このように、螺旋構造は新たな光不斉合成法、キラリティ誘起スピン選択効果を利用した光と磁場によるキラル分子の検出分離技術、磁気光学デバイス等への新たな展開が期待できる。