

2022 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	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	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

今年度では、昨年に実証した金属薄膜の残留応力を活用した螺旋ナノ構造の作製法について、金属薄膜の3層積層構造を導入した上で、作製条件を洗いだし、螺旋の寸法や周期、配列配向等の制御を極めた。具体的には、各層の厚みと成膜条件を精密に制御し、螺旋の巻き方を決める引張応力と圧縮応力を最適化することにより、所望の直径、巻き向き、ピッチを持つ螺旋構造を正確に設計作製することができた。特に直径数百 nm 程度の螺旋をウェハースケールで高速に作製することが可能となった。

得られた螺旋構造による光のキラリティーの制御については、これまでに振動円偏光二色性分光光度計 (FT-VCD) による円二色性スペクトル測定で評価してきたが、測定できる周波数帯域が $700\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$ の狭範囲であった。今年度はフーリエ変換赤外分光計 (FT-IR) を用いた透過スペクトル測定だけで螺旋構造のキラル応答を評価できる手法を提案し、 $7000\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$ の広近中赤外帯域におけるキラル応答の測定に成功した。本実験では、Si 基板に試作した同寸法で右巻きと左巻きの螺旋構の2種類試料を用意した上で、試料の前後に直線偏光素子を設けて透過スペクトルを測定した。入射光の偏光は螺旋軸に合わせ、検出側の偏光子の角度を螺旋軸基準に $+\theta$ 度、 $-\theta$ 度傾けた際の透過率の差をキラル応答信号として評価した。透過率の差は右巻きと左巻き螺旋の間で信号が反転していることから、キラル応答が実証された。結果として、得られた直径数百 nm の螺旋構造は $7000\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$ の広近中赤外帯域に渡ってキラル応答が確認された。これは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となり、妥当性が裏づけられた。また、電磁石と発振波長 $\sim 2000\text{ nm}$ のレーザを用いて、レーザの単波長における円偏光二色性や磁気キラル二色性を評価する測定系を構築した。