

2023 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	高橋 駿
研究機関名	京都工芸繊維大学
所属部署名	電気電子工学系
役職名	准教授
研究課題名	半導体カイラルフォトニック結晶を用いた無偏極下でのスピン流生成とその応用
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、半導体カイラルフォトニック結晶に電氣的接続を試み、外部磁場なしで光エネルギーから変換されるスピン流を観測することを目的としている。第一年次であった 2023 年度は、まず数値計算によって円偏光共振器の設計を行った。カイラルフォトニック結晶に平板を挟んだ面欠陥型共振器構造について、電磁場数値解析 (FDTD 法) によって、波長 1 μm の円偏光を強く閉じ込めるカイラルフォトニック結晶共振器の設計を行い、430nm の構造周期などを決定した。

次に、この設計をもとにカイラルフォトニック結晶ホールバーの試作を開始した。活性層を含む半導体基板に対して、電子線リソグラフィ技術およびドライ・ウェットエッチング技術によって、100 nm 幅のロッドが 430 nm の周期で並んだ 150 nm 厚の薄膜を作製した。この微細加工した薄膜を、Micro-manipulation 法によって 1 層ずつ適切な順序で積層することで、カイラルフォトニック結晶ホールバーを作製する。三次元フォトニック結晶への電極形成は世界的にも例がないため、第一年次では 1 層のみを配置し、銀ペーストによる電氣的接続を行った。この試料に対して、光学および電氣的な測定系を構築し、活性層における量子閉じこめシュタルク効果および光電流の測定に成功したことから、電氣的接続を実証した。また、第三年次の目標に向けて、磁場を印加した場合との比較実証が必要となるため、磁場印加装置の導入も進めた。

一方で、光を当ててスピン流を流すメカニズムについて、融合の場にて様々な研究者との議論を行ったところ、円偏光共振器の非対称化を提案いただいた。そこで当初の試料構造と並行して、非対称構造の検討を開始した。このほかに、本研究の将来展望である量子システム構築への応用に向けて、三次元フォトニック結晶におけるトポロジカル現象を利用した外乱に強い光伝送も検討した。