

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	柳谷隆彦
研究機関名	早稲田大学
所属部署名	理工学術院
役職名	教授
研究課題名	電池レス無線給電デバイス用の新規3次元配向圧電薄膜の創製
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

本研究では、無線給電レクテナ用の圧電トランスで使用する材料開発を目的としている。GHz帯で動作させるためには、薄膜構造である必要があり、高昇圧を得るには、大きな圧電性と分極反転構造が必要となる。圧電トランスの入力には、単層の圧電材料を、出力には分極反転多層の圧電材料を用いることになる。そこで単層部には①「究極に圧電性の高い薄膜」、多層部には結晶性が劣っても②「分極反転積層が可能な薄膜」の開発が求められることとなる。本創発事業の前半部では①の単層用の薄膜と②の反転多層用の薄膜について、幅広い材料において挑戦的な研究を行い、画期的な材料創製を目指す。そこで、本年度では、下記の研究項目1～5の研究を推進した。その成果の概要を下記にまとめる。

・単層部に使用する①「究極に圧電性の高い薄膜」

研究項目3: 計算化学による巨大圧電材料の特性予想

進捗: YbGaN系において、電気機械結合係数が10%を上回る巨大圧電性を化学計算により予想

研究項目4: エピタキシャル巨大圧電薄膜

進捗: MgZnO薄膜および高濃度ScAlN薄膜のスパッタエピ成長に初めて成功した。XRD極点図において明確な六回対称性を観測した。

・反転多層部に使用する②「分極反転積層が可能な薄膜」

研究項目1: c軸傾斜ScAlN薄膜の成長

進捗: SiO₂/Ta₂O₅音響ブラッグ反射器上にc軸ジグザグ4層構造を作製した。明確な4次モード共振を観測した。

研究項目2: 低角イオンビーム照射によるc軸平行AlN薄膜の成長

進捗: 通常、AlN薄膜はc軸が垂直に配向する性質がある。成膜中に窒素イオンビームを低角入射させることで、c軸が平行に配向したAlN薄膜の成長を実現した。

研究項目5: c軸垂直分極反転ScAlN薄膜の成長

進捗: ScAlN薄膜の強誘電性を用いて、縦波音速および電気機械結合係数のヒステリシスの取得に初めて成功した。