

創発的研究支援事業

終了報告書

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 先進理工学部
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～2024年2月29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。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研究を行った。

・単層部に使用する①「究極に圧電性の高い薄膜」

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
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。XRD極点図において明確な六回対称性を観測

・反転多層部に使用する②「分極反転積層が可能な薄膜」

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、明確な4次モード共振観測
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取得に成功

今回新たに超音波パルスエコー法を持ったブラッグ反射器の機械特性の評価法を確立しさらに無線給電レクテナ向けのブラッグ反射器型圧電トランスを報告した。また、エピタキシャルブラッグ反射器を用いたフルエピタキシャルの共振子を世界で初めて実現した。転写技術を用いたエピタキシャル共振子も報告している。今回開発したエピタキシャル層からなる共振子では、従来の多結晶からなるものに比べて、高い電気機械結合係数とQ値を実現するポテンシャルを持っている。本研究の転写技術で開発した自立薄膜型共振子やエピタキシャル技術で開発したブラッグ反射型共振子は、これまでの基板付き共振子に比べて、10倍以上の帯域を持っている。これは無線のエネルギーハーベスティングを実現する上で非常に重要な特性であり、大きな成果である。