

2023 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	西中浩之
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	安定相制御による超低消費電力変換素子に関する研究
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

本研究は、大きな分極を有し、さらに分極のスイッチが可能な強誘電体である  $\kappa$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> による高電子移動度トランジスタを作製して、GaN を超えるパワーデバイスを実現し、究極の省エネ社会への貢献を目的としている。本研究では、熱的に準安定な結晶相を取り扱っているため、その準安定相の制御技術が重要である。 $\kappa$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の結晶成長では、同じ結晶構造で格子ミスマッチの小さな  $\epsilon$ -GaFeO<sub>3</sub> 基板を用いて結晶成長を行っている。この基板に対して混晶の  $\kappa$ -InGaO<sub>3</sub> を形成することで格子整合する薄膜の形成に成功した。

従来の  $\kappa$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は単ドメインではなかったために、その結晶学的評価が進んでこなかった。現在  $\kappa$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の評価のために、Paul Drude Institute (独) のグループにサンプルを提供し、その物性評価を進めている。今年度は、単ドメインのラマン分光の結果を初めて得ることができた。

結晶の安定相制御の検討として、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の  $\kappa$  相と  $\delta$  相の準安定相制御に関する検討を進めている。 $\kappa$  相の安定相制御の検討として、他の成膜技術での  $\epsilon$ -GaFeO<sub>3</sub> 上での Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の検討を行っている。その検討では  $\epsilon$ -GaFeO<sub>3</sub> 基板を Parma University (伊) と Paul Drude Institute (独) のグループに提供し、MBE での Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の成長を検討している。

$\delta$  相の準安定相制御では、存在しないと言われていた  $\delta$  相について、様々な面の YSZ 基板上に同じ結晶構造の  $\beta$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> をバッファ層として利用することで、様々な面の  $\delta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の形成に成功した。安定相制御としては、同じ結晶構造と小さな格子不整合が重要であることが分かってきた。今後異なる成膜法による成長様式について調査を行い、デバイス応用に向けた安定相制御技術を確立していく。