

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

畑山 祥吾

産業技術総合研究所 エレクトロニクス・製造領域
産総研特別研究員

低環境負荷と高耐熱性を兼ね備えたセレクトデバイスの創製

研究成果の概要

本研究の目的は環境負荷の低い構成元素によって、高い耐熱性を示すセレクト材料の開発を行い、デバイス動作を実証することである。本年度は新材料の候補を探索し、実際に作製・物性評価を行った。材料の基礎評価と並行して、デバイス作製プロセスの検討も行い、次の成果を得た。

1. Nb_2O_5 をベースとしたセレクト材料開発に取り組んだ。まずは Nb_2O_5 単体の薄膜作製を行い、成膜ままでアモルファス相を示すことが分かった。 Nb_2O_5 は複数の結晶構造を示す多形体に分類されるが、本研究で作製した試料は $350\text{-}400^\circ\text{C}$ 以上の熱処理によって TT 相と呼ばれる結晶構造へと相変化するのを突き止めた。2. 次に Nb_2O_5 に対して X 元素(高環境負荷の As、Se を除く 14-16 族元素)を添加した試料を作製した。 $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{-X}$ も成膜ままでアモルファス相を示し、熱処理によって TT 相への結晶化が生じた。X 元素の添加量が過剰な場合、結晶化の際に $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{+X}$ 酸化物のような複数の相の出現、即ち相分離が生じる。しかし、本年度に見出した $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{-X}$ は相分離が生じず、適当量の元素を Nb_2O_5 中に内包させることに成功している。このような X 元素の添加は Nb_2O_5 自体の伝導機構を変調し、結晶型のセレクト材料を実現させる可能性を秘めたものであり、本目的の達成に与する候補材料を見出すことが出来た。また、 $\text{Nb}_2\text{O}_5\text{-X}$ 系材料の内、いくつかの材料はアモルファス状態でセレクト特性を示すことも突き止めた。それらの材料は本研究でクライテリアとして定めている 400°C の熱処理後もアモルファス相を維持し、高耐熱性セレクト材料になり得ることを発見した。3. 高温での熱処理に耐えるデバイスの作製に向けて、プロセスの最適化にも取り組んだ。構成材料の選択、エッチング条件の探索を行い、高い熱処理耐性を持つデバイス作製プロセスを確立しつつある。4. 項目 3 で得られた知見をもとにデバイス作製を行い、一般的な Si セレクト材料である Si-Te について、デバイス動作特性と材料内部で生じる電子構造の変化の関連性を明らかにした。