

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	福本 恵紀
研究機関名	高エネルギー加速器研究機構
所属部署名	物質構造科学研究所
役職名	特任准教授
研究課題名	あらゆる半導体に適用できるオペランド観測技術の確立
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

1941 年に初めて Si を材料とする pn 接合界面を利用する電気整流性が確認された。その後、1947 年には点接触型トランジスタによる増幅作用が発見されている。pn 界面に形成される空乏層の外部電界などによる構造変化がデバイス動作を担っている。従来は、電氣的計測と理論計算から予測され、評価されてきた。

本事業における研究目標は、フェムト秒レーザーを光源とする光電子顕微鏡(fs-PEEM)を利用して、半導体デバイスの動作下における電荷キャリアである電子と正孔、さらには、2 種半導体の界面に形成される空乏層の動きを可視化して、デバイス性能への影響を観測することである。本事業の助成により、光電子顕微鏡用の特殊試料ホルダーを設計・作製し、有機電界効果トランジスタのオペランド観測を可能にした。電流-電圧曲線を観測しながら、トランジスタ内の電子の密度分布の変化を可視化することに成功し、さらに、ヘテロ界面における空乏層の構造変化も動画として捉えた。これにより、空乏層の役割りを明らかにした[1]。さらに、この有機トランジスタの伝導正孔の観測、また、パルス電圧に応答するこれら伝導キャリアのダイナミクス観測も開始した。

今後、低電力で駆動する 2 次元層状材料(グラフェンや遷移金属ダイカルコゲナイド)で構成されるヘテロ界面における伝導キャリアダイナミクス観測にも取り組む。

[1] R. Hayakawa and K. Fukumoto et al., *Advanced Materials* (2022).