

力学機能のナノエンジニアリング
2019年度採択研究者

2021年度 年次報告書

中村 篤智

大阪大学 大学院基礎工学研究科
教授

無機半導体材料の力学特性に及ぼす光環境効果のマルチスケール計測と機能開拓

§ 1. 研究成果の概要

光環境が無機半導体材料の力学的性質に及ぼすことが知られているが、その影響の度合いやメカニズムについては不明な点が多く残されている。本研究課題の担当研究者は、そうした無機半導体材料において光環境が転位挙動に及ぼす影響の実験的検討を行ってきた。先進無機半導体材料では従来型の力学試験を適用可能なミリメートルサイズの大型結晶を得られないことが大きな課題となっており、本さきがけ研究では光環境制御下において薄基板や薄膜等に対応可能なナノスケールの力学試験システムを新たに構築し、ナノスケールで転位の挙動を理解する手法を構築してきた。同時に、マクロスケールの実験が適用可能な一部の半導体材料に対しては、バルク試験を行い、結果の比較検討から、光環境効果をナノスケールから予測できる範囲を調査している。

2021 年度においては、硫化亜鉛結晶においてき裂の進展に光がどの程度影響するのかについて調査を行った結果、光の有無でき裂の進展速度が有意に変化することを確認した。¹⁾ このことから、光が結晶の塑性に影響するだけでなく、靱性にも影響することが明らかとなった。

また、2020 年度に構築した光インデンテーション法を利用し、ウルツ鉱型結晶構造を有する酸化亜鉛結晶に対して、バルクスケール試験とナノスケール試験から転位挙動の何がどこまで理解可能であるかを調査した。その結果、結晶構造が異なっても、光が転位に及ぼす効果を両方のスケールの実験法のいずれでも効果的に抽出することが可能であることが分かった。比較検討により、それぞれの手法の得手不得手を理解することが可能となり、今後の実験方針を立てることができた。とくに、塑性変形挙動に及ぼすひずみ速度の影響を検討し、合理的に設定する必要があることが分かった。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Switching the fracture toughness of single-crystal ZnS using light irradiation”, Applied Physics Letters, vol. 118, 154103, 2021.