

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 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

2. 個人研究者名

中村 篤智（大阪大学大学院基礎工学研究科 教授）

3. 事後評価結果

特定の無機半導体材料において、光環境の制御によってきわめて大きな塑性変形を生じる衝撃的な現象を、本研究者が発見した。ただし、無機化合物半導体の多くは、通常の強度実験を行うサイズのサンプルが作製できないため、多種の材料について詳細な実験が困難である。そこで、本研究では光環境下での微小な無機半導体結晶の強度評価実験装置および実験手法を確立することを目指した。さらに、それを用いた実験より、無機半導体材料の変形・破壊のメカニズムを明らかにするとともに、そのメカニクスを原子・電子レベルから検討することを目的としている。

光を2方向から圧子直下に定量照射できる機構をナノインデンテーション装置に組み込んだシステムを開発した。このシステムを用いた硫化亜鉛に対する実験より、光環境は転位運動に強く影響するが、転位生成には影響しないことを初めて明らかにした。これは、塑性変形に関する基本となる成果であり、学術的に高く評価できる。

また、時間に依存した変形（クリープ）に着目して、光の on/off を制御した負荷一定実験より、室温における転位の運動特性を抽出した。クリープ現象に着目し、それによってメカニズム・メカニクス解明に至る研究を高く評価する。さらに、光環境によって、き裂の進展挙動が変化することを初めて示し、光環境が破壊靱性にも影響することを明らかにしたことは、破壊力学の観点から大きな価値がある。

さらに、転位による半導体結晶の蛍光発現についての研究にも進展が認められる。

今後の展開と期待

光環境が強度特性に及ぼす顕著な影響は、従来の無機半導体材料の変形・破壊に関する常識を越えたものであり、多くの材料に対して光環境を精密に制御した条件下で強度実験を行う必要がある。本研究で開発したシステムは簡便であり、それに大きく貢献できると期待される。さらに、自動化を含めた能率的な評価システムによってデータ解析のベース構築も有望な発展方向である。

光環境による転位運動特性の解明には、電子・原子レベルの詳細なメカニズム・メカニクス解析が必要である。さらに、無機半導体材料は多様なマルチフィジックス特性を有しており、今までの研究を拡張して、量子力学に基づく解析と協働した実験への発展も大いに期待される。

独創的なアイデアとそれを実行に移す高い研究能力を有しており、マルチフィジックスを含む新たな材料力学分野の開拓を期待する。また、さきがけ「ナノ力学」チームにおける実験グループの自主研究会の中心メンバーとしての活躍も評価できる。広い材料に関する深い洞察力と実験能力を有しており、今後の分野リーダーとしての発展を期待する。