

超高速パルス電子顕微鏡

Ultrafast electron microscope with relativistic femtosecond electron pulses

研究分野
Departmentナノ極限ファブリケーション
Advanced Nanofabrication研究者
Researcher楊 金峰 神戸正雄
J. Yang M. Gohdoキーワード
Keyword電子顕微鏡、電子線回折、フェムト秒電子線パルス、構造ダイナミクス
electron microscopy, electron diffraction, femtosecond electron beam, structural dynamics応用分野
Application構造ダイナミクスの研究、物質機能の解明、新材料・デバイスの創製
structural dynamics, material functions, new device development

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

背景

新しい物質創製・新物性発現には、実時間 (\sim fs) と実空間 (\sim Å) での原子・分子の動きや構造変化のダイナミクスを直接的に観察し理解することは必要不可欠です。一方、汎用の電子顕微鏡では高時間分解能がなく、フェムト秒・ピコ秒の早い時間領域での構造変化の観察がまだ不可能です。

概要・特徴

最先端加速器技術を用いて、エネルギーが3 MeV、パルス幅が100fsの高輝度電子線パルスを発生し、フェムト秒時間分解能を有する「超高速電子顕微鏡」を世界に先駆けて開発し、原理実証に成功しました。

技術内容

我々は、物質科学の研究力を高め、新たな学際領域を切り拓き、革新的製品開発の核となる新知見を創出するために、物理、化学、生物学など幅広い科学分野に利用可能な、時間的にフェムト秒、空間的にオンゲストロームの分解能を有する「超高速電子顕微鏡」を開発し、実証実験を試みました。

開発した超高速電子顕微鏡では、高周波電子銃技術を用いてエネルギー3MeV、パルス幅100fsの高輝度電子線パルスを発生し、相対論的フェムト秒電子線パルスを用いた電子顕微鏡像の測定に成功しました。電子回折の観察では、単一電子線パルスによる測定や、フェムト秒時間分解構造変化の観察に成功しました。これにより、今まで測定できなかった不可逆な構造ダイナミクスの解明を可能にしました。

社会への影響・期待される効果

相転移等のトリガーに始まる構造変化等の拡大現象や、金属中の転移滑り現象の観測、化学反応における分子構造変化等のダイナミクス解明を目指しています。これにより新しい物質相・新物性の探索、化学反応から生成される様々な中間種の発見が期待されます。

また、様々なタンパク質の構造決定において、ビームダメージよりも早く回折像を取得し、構造決定する手法の確立を目指しています。これにより創薬等への貢献が期待されます。

【論文 Paper】

- [1] Electronics and Communication in Jpn, 98, No. 11, 50-57(2015);
- [2] Microscopy, 67, 291-295(2018);
- [3] Adv. in Cond. Matt. Phys. 2019, 9739241(2019);
- [4] Quantum Beam Sci. 2020, 4, 4(2020).

