

コヒーレント低速電子を用いた単分子用回折顕微鏡法の開発

大島 忠平 (早稲田大学 理工学部 教授)

【概要】

我々の研究室では長年にわたって、光におけるレーザー光の様に可干渉性に優れた電子線の開発や、低速の電子ビームを用いた分析装置の開発及び、その装置を用いた固体表面の物性を研究してきた。低速(数十 eV ~ 数 keV)の電子線は、従来の高分解能透過型電子顕微鏡で使用している高速電子線と比較して、観察試料に対する損傷が小さい、生体分子の構成要素である炭素、酸素と言った軽元素に対して散乱断面積が大きい、と言った特徴を持っている。また、研究室で開発した電子源が放出する電子線は、原子数個の非常に狭い領域から放出してくるために、可干渉性(コヒーレンス)が高い、高輝度、点光源と言った利点もっており、生体分子の構造解析を行う上で理想的な電子源に近い。投影電子顕微鏡の手法を用いて、この電子の放出直後のまだ広がりが小さい(ナノメートルオーダー)状態で平行ビームにして試料に照射すれば、試料微小領域の単分子から回折波が発生すると期待される。この回折波を測定し、動力学補正を考慮したオーバーサンプリング法(位相決定法)を適用して、単分子の原子構造解析を行う。本研究では、上記の技術を実現する装置開発を行い、低速コヒーレント電子ビームを用いた単分子の3次元構造解析手法開発の道筋をつける。

【期待される成果】

本装置によって、高輝度のコヒーレント低速電子線を試料に照射し、ナノメートルオーダーの局所領域で発生した回折波が測定可能となる。

・カーボンナノチューブを試料に選び、その3次元構造解析から、カーボンナノチューブの原子レベルでの特異構造の検出(5員環、7員環、結合欠陥、結合欠陥、不純物)が可能となる。

・低速電子ビームの持つ特徴が最も有効となる試料、生体関連巨大単分子(DNA, RNA等)の原子構造解析が可能となる。

【関連の深い論文・著書】

(1) B. Cho, T. Ichimura, R. Shimizu and C. Oshima: "Quantitative Evaluation of Spatial Coherence of Electron Beam from Low temperature Field Emitters", Phys. Rev. Lett., 92, 247601, (2004)

(2) C. Oshima, K. Mastuda, T. Kona, Y. Mogami, Y. Murata and T. Yamashita: "Young's Interference of Electrons in Field Emission Patterns", Phys. Rev. Lett., 88, 038301, (2002)

(3) K. Nagaoka, T. Yamashita, M. Yamada, S. Uchiyama, M. Yamada, H. Fujii and C. Oshima: "Monochromatic electron emission from the macroscopic quantum state of a superconductor", Nature 369, 557-559, (1998)

【研究期間】 平成 17 ~ 19 年度

【研究経費】 70,600,000 円

【ホームページ】 <http://www.phys.waseda.ac.jp/surface/index.html>