低速陽電子回折法の特徴と新規開発装置によるイニシャルデータの解析

Features of low-energy positron diffraction (LEPD) and an analysis of the initial data obtained with a newly developed LEPD apparatus

量研高崎，和田 健

QST Takasaki, Ken Wada

E-mail: wada.ken@qst.go.jp

低速電子回折(LEED) の陽電子版の低速陽電子回折 (LEPD) は、10 keV 程度の陽電子を表面すれすれの角度で入射する全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) とは異なり、100 eV 程度の陽電子の垂直入射による回折実験手法である。LEPD は劈開表面など平滑性に多少乏しい結晶表面でも問題が無く、また、将来、より微小な領域の構造解析手法に発展する余地がある。より多くの回折スポットが得られることから、その逆変換による構造解析の手法への応用も期待できる。

LEED に対する LEPD の利点として、低速電子散乱では電子が原子核に引き込まれて複雑な散乱因子となるのに対し、低速陽電子散乱では原子核から斥力を受け、その散乱因子が X 線と同様に単純かつ滑らかとなることがあげられる。さらに、陽電子は電子よりも表面敏感で多重散乱も少ないため、陽電子ビームは表面構造解析にとって理想的と考えられている[1]。陽電子は物質中の電子との間に交換相互作用が無く、相対論的効果も受けにくいため[2]、LEED では解析が困難な重元素を含む表面の原子配列解析への応用がひときわ期待できる。

LEPD はかつて米国 Brandeis 大学において、アイソトープからの陽電子を用いた低速陽電子ビームによる実験が行なわれた[3]が、ビーム強度が弱く実験が困難なため、この 20 年ほど実験的な研究は途絶えていた。我々は、最近常伝導電子線形加速器 (Linac) ベースの高強度低速陽電子ビームを用いた LEPD 装置を開発し、LEPD パターンの取得に成功した[4]. さらに 25 eV から 300 eV 程度の範囲で入射エネルギーを変えた LEPD パターンの取得システムを構築し、Ge(001)-c(4×2) 表面において、LEED で通常行なわれている *I-V* 解析 (各回折スポット強度の入射エネルギー依存性の解析) のためのデータを取得し、その解析を行なっている。また、理論家により有効性が提唱されている LEPD による表面パターソン関数による逆変換[5]の解析にも着手し、これらの解析法を組み合わせた高速化データ駆動科学による表面構造解析の新展開を目指している。

参考文献

[1] S. Y. Tong, *Suf. Sci.* **457**, L432 (2000).

[2] R. Feder, *Sol. St. Commun*. **34**, 541 (1980).

[3] I. J. Rosenberg, A. H. Weiss, and K. F. Canter, *Phys. Rev. Lett.* **44**, 1139 (1980).

[4] K. Wada, T. Shirasawa, I. Mochizuki, M. Fujinami, T. Takahashi, M. Maekawa, A. Kawasuso, and T. Hyodo, *e-J. Surf. Sci. Nanotechnol.* **16**, 313 (2018).

[5] H. Wu and S. Y. Tong, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 036101 (2001).

© 2019年 応用物理学会