光電子ホログラフィーによるイメージングについて

高輝度光科学研究センター 松下智裕 郭 方准
奈良先端科学技術大学院大学 松井文彦 大門 寛

光電子ホログラフィーやオージェ電子ホログラフィーは、表面や不純物原子を選択して原子配列を立体的に測定できる新たな方法として研究されている。測定法自体は単純である(Fig. 1)。軟X線を物質に照射して、内殻電子を励起する。原子から放出された光電子やオージェ電子は球面波(直接波)として広がり、周囲の原子で散乱された物体波と干渉を起こす。この電子の角度分布を測定すると、周囲の原子の配列が記録されたホログラムが得られる。内殻のエネルギーは、元素や化学状態によって異なるため、電子を放出する原子を選択することができる。しかしながら、以前の測定法は、サンプルの方位と電子の運動エネルギーを3D的に走査するため、測定が数日に及んだ。また、以前の解析法では、十個程度の原子位置しか再生できず、さらに虚像や像のずれが残り、実用的ではなかった。そこで、我々は新たな測定装置と解析理論を開発した。Fig. 2は開発した2D表示型電子エネルギー分析器であり、SPRING-8のBL25SUに設置されている。±60°の角度分布を一度に測定することが可能である。BL25SUの高輝度な光源と相まって、CuやFeのオージェ電子ホログラムをリアルタイム(0.1 sec

の露光)で計測できる。我々は、この装置を利用して、高精度なCuの全半球 L_3VV オージェ電子ホログラムの測定を行った(Fig. 3)。さらに、新たな解析理論、Scattering Pattern Extraction Algorithm(SPEA)を開発した。この方法は、電子が原子で散乱される過程を正確に計算し、散乱によって形成されるパターンの関数を基底関数に使用して、ホログラムを解析する。Fig. 3のホログラムから、新理論を使って立体的な原子配列を計算した結果をFig. 4に示す。この結果、102個もの原子位置を再構成することに成功した。従来計算法と比べると大幅な進歩である。これは、光電子(オージェ電子)ホログラムが実用的に使えることを示している。

文 献

- (1) T. Matsushita, A. Agui and A. Yoshigoe: Europhys. Lett., **65**(2004), 207.
- (2) T. Matsushita, A. Yoshigoe and A. Agui: Europhys. Lett., **71**(2005), 597.
- (3) T. Matsushita, F. Z. Guo, F. Matsui, Y. Kato and H. Daimon: Phys. Rev. B, **75**(2007), 085419.

(2007年7月30日受理)

Fig. 1 光電子ホログラフィーの模式図。

Fig. 2 2D表示型電子エネルギー分析器。

Fig. 3 Cu単結晶の L_3VV オージェ電子を使って測定したホログラム。

Fig. 4 再構成した原子配列。黒い部分が再生した原子像。丸は期待される原子の位置。

Imaging by Photoelectron Holography; Tomohiro Matsushita*, Fang-Zhun Guo*, Fumihiko Matsui**, Hiroshi Daimon** (*JASRI/SPRING-8, Hyogo, **Nara Institute of Science and Technology, Ikoma)
Method: Photoelectron holography, Auger electron holography. The Cu crystal surface was cleaned by annealing in ultrahigh vacuum. The Auger-electron hologram of Cu L_3VV (914 eV) was measured at BL25SU of SPRING-8 by using the 2D display-type analyzer.