誘電体薄膜上での自由電子のアト秒制御

Attosecond Control of Free Electrons at Dielectric Foils

Ludwig-Maximilians-Universität München[1], Max-Planck-Institute of Quantum Optics[2]

○森本　裕也 [1,2], Baum, Peter[1,2]

E-mail: Yuya.Morimoto@lmu.de

光・物質相互作用の初期過程は、主に、光の電磁場に応答した物質中の電子の動きである。我々が開発した、アト秒電子顕微鏡・回折法[1]は、アト秒の時間分解能と原子レベルの空間分解能を同時に達成可能であり、電子ダイナミクスの観測に適している。本講演では、アト秒電子顕微鏡・回折法で用いられるアト秒電子パルスについて、その発生機構を議論する。

電子線を交流電場で加減速すると、時間幅の短い電子パルスを発生できることが知られている。しかしながら、真空中で、電子線にレーザー光を集光しても、電子線のエネルギーは、ほぼ変化しない[2]。我々は、レーザー光と電子線のエネルギー授受を介在する目的で、それらが交差する場所に、誘電体自立薄膜を設置した（図 1(a)）。誘電体薄膜は、電子線が通過できるほど薄く、また、レーザー光に対して透明であるため、損傷閾値が高い[3]。誘電体薄膜にレーザー光が照射されると、入射光は反射光と透過光に分かれ、薄膜を境とした異なる電磁場が生じる。電子はレーザー照射下の誘電体薄膜を通過すると、突然の電磁場の変化を経験し、運動量と運動エネルギーが変化する[2]。図 1(b)に、電子を古典的な粒子として取り扱った際の、エネルギー変化量の理論値を、薄膜とレーザーの角度の関数として示している。電子線は 70 keV、薄膜は 60 nm の Si、レーザー光は 1030 nm、1 GV/m を仮定している。図 1(b)の結果より、誘電体薄膜によって、100 eV を超える加減速を実現できることが分かる。±100 eV の加減速で期待される、圧縮後の電子パルスの時間幅は、13 as である[2]。本講演では、アト秒電子パルスの発生・検出の実験結果[1,2]も併せて紹介する。

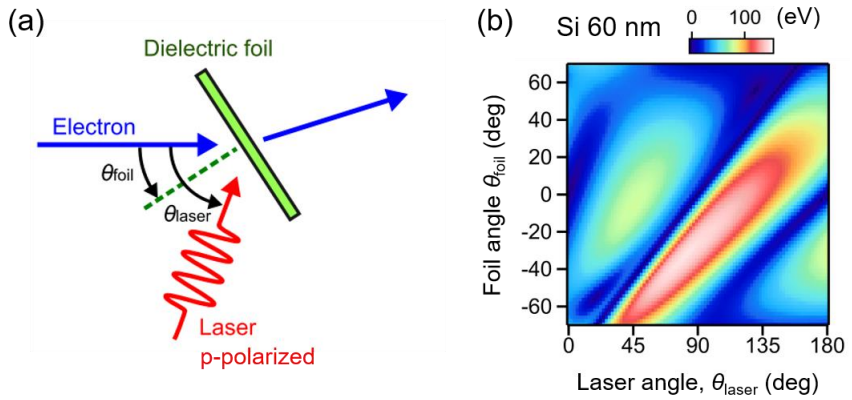

Figure 1. Sub-optical-cycle acceleration/compression of free electrons at dielectric foils. (a) Configuration and angle definitions. (b) Theoretical result for a 60-nm-thin silicon membrane.

[1] Y. Morimoto, P. Baum, *Nat. Phys.* (published online, November 2017).
[2] Y. Morimoto, P. Baum, submitted.
[3] Y. Morimoto et al, *J. Appl. Phys.* **122**, 215303 (2017).

© 2018年 応用物理学会