

数サイクル中赤外パルスによる電子線のアト秒制御

Attosecond control of electron beams by few-cycle mid-infrared pulses

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

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ³, Universität Konstanz ⁴

°Yuya Morimoto (森本 裕也)¹⁻³, Bo-Han Chen^{1,2}, Peter Baum^{1,2,4}

E-mail: yuya.morimoto@fau.de

最近のレーザー光による電子線制御技術の発展によって、アト秒電子パルスの発生や、それを応用したアト秒電子回折・顕微鏡測定が可能となった[1,2]。アト秒電子パルス発生には、これまで、多重サイクルのレーザー光が用いられたため、光周期の間隔で並んだパルス列しか得ることができなかった。従って、アト秒電子回折・顕微鏡の観測対象は、光周期で可逆な過程に限られていた[1]。本講演では、数サイクルパルスを使用した電子線制御を報告する。数サイクル光による制御は、ストリーク法による高時間分解能での観測や孤立アト秒電子パルスの生成を可能にし、アト秒電子線イメージングの測定対象を拡大する。

図 1(a)に実験の概略を示す。数サイクル中赤外光は、LiGaS₂ 結晶を用いた光パラメトリック増幅過程によって得られる[3]。中心波長およびパルス幅は、それぞれ 7 μm、36 fs (1.6 サイクルに対応) である。エネルギー 70 keV、パルス幅 500 fs の電子線は、中赤外光と厚さ 20 nm のアルミニウム薄膜上で交差する。薄膜によって、入射電子とレーザー光の間の相互作用が媒介され、電子はその運動量を変化させる[2]。進行方向及び、それと垂直な方向への運動量変化は、それぞれ、電子線の時間圧縮、偏向に用いられる。図 1(b)に観測された電子線のストリーク像を示す。ストリーク像は、レーザー場 (正確には、ベクトルポテンシャル) の波形のヒストグラムに対応し、図 1(c)に示した既知の波形との良い対応が見られる。この数サイクルパルスによる光ストリーク法により、光周期以下の分解能で電子を選択的に検出できるため、超高速イメージングへの応用が期待される。また、講演では、数サイクル中赤外光を用いた電子パルス圧縮の結果も報告する。

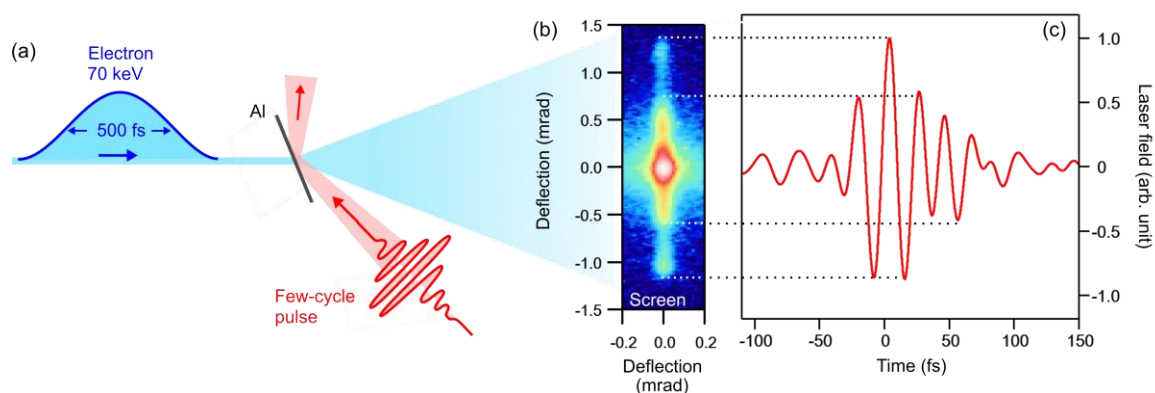


Figure 1. Streaking of electrons with few-cycle laser fields. (a) Experiment. (b) Observed image. (c) Laser waveform.

[1] Y. Morimoto, P. Baum, *Nat. Phys.* **14**, 252 (2018).

[2] Y. Morimoto, P. Baum, *Phys. Rev. A*, **97**, 033815 (2018).

[3] B.H. Chen, E. Wittmann, Y. Morimoto, P. Baum, E. Riedle, *Opt. Exp.* (accepted).