

回折格子からの光電界電子放出における 光電子スペクトルを用いた電場増強度の決定

Extraction of a field-enhancement factor from photoelectron spectra of a grating by optical field-emission

東大物性研 ○水野智也, 竹内健悟, 金島圭佑, 石井順久, 金井輝人, 板谷治郎

Univ. Tokyo ISSP, °Tomoya Mizuno, Kengo Takeuchi, Keisuke Kaneshima, Nobuhisa Ishii,

Teruto Kanai, Jiro Itatani

E-mail: mizuno.tomoya@issp.u-tokyo.ac.jp

表面プラズモンは局在型と伝搬型に分けられ、前者は狭い領域に非常に強い電場増強を引き起こすため、光電場の局所性を生かした非線形分光や顕微分光などへの応用が研究されており、また伝搬型表面プラズモンはナノ光集積回路等の光デバイスへの応用が期待されている。一方、中赤外領域の高強度光源技術の進展により、ナノチップにおける光電界電子放出や固体における高次高調波発生など、固体における強光子場現象の研究が可能となってきている。近年、プラズモニクスと強光子場科学の融合研究が行われ始めており電場増強を用いた、強光子場現象の研究が進められている [1,2]。

本研究では、回折格子に中赤外パルス照射したときに誘起される表面プラズモンと光電界放出過程について、観測される電子収量と光電子スペクトルをもとに考察を行った。中赤外パルス（波長 3.0 μm 、パルス幅 140 ± 20 fs）は TOPAS-C からの出力を用いた。回折格子は Al コートされた 600 grooves/mm (Thorlabs, GH13-06U) を用いた。実験に用いた回折格子は波長 3.0 μm に対してそれぞれ入射角度が 52.9 度のとき伝搬型表面プラズモンが共鳴的に生成される。実際に光電子収量の共鳴的な増大が入射角度 50 度で観測され、伝搬型表面プラズモンが光電界電子放出を増強することが分かった。次に入射角度 50 度のときの光電子スペクトルを測定した (図 1)。光電子スペクトルは Fowler-Nordheim 理論に基づく電子放出レートと光電場中での古典的な電子の運動を組み合わせたモデル計算によって高エネルギー成分を除いて非常に良く再現できた。この結果より回折格子のエッジにおける電場増強度は約 10 倍であり、また近接場の減衰長を特徴づけるエッジの曲率半径は約 200 nm であると見積もられた。光電界電子放出における光電子スペクトルは近接場の電場増強度と減衰長の情報を含んでおり、モデル計算と比較することによって抽出できることが分かった。

参考文献

- [1] S. M. Teichmann *et al.* Sci. Rep. **5**, 7584 (2015).
[2] J. Schötz *et al.* Phys. Rev. A **97**, 013413 (2018)

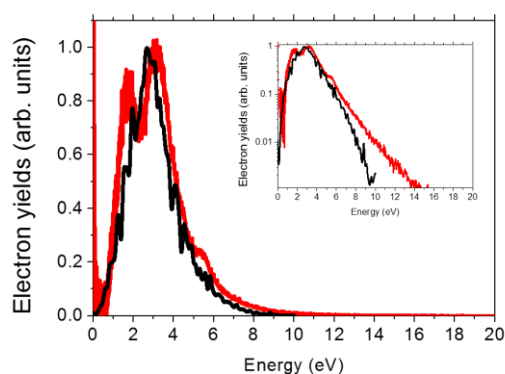


Fig. 1. Measured (red) and simulated (black) photoelectron spectra at the incident angle of 50 degree at the wavelength of 3.0 μm at the electric field strength of 4.1 MV/cm