

Ultragyors plazmonika közép-infravörös hullámhosszon

Rácz Péter¹, Márton István¹, S.M. Teichmann², M. F. Ciappina³, A. Thai², Fekete Júlia¹,

Veisz László³, J. Biegert², Dombi Péter¹

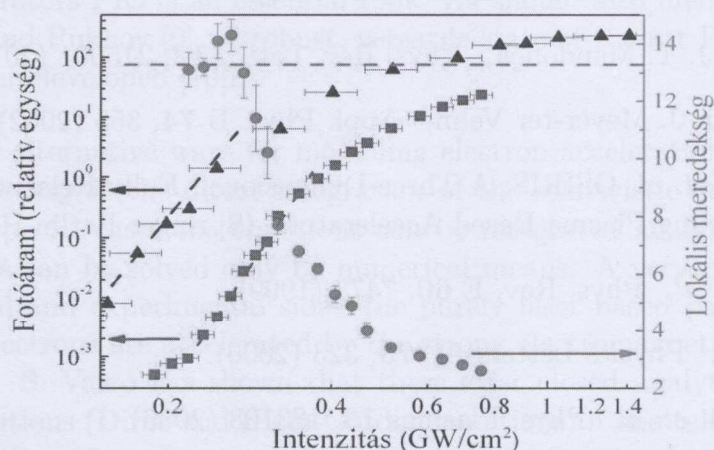
¹ MTA "Lendület" Ultragyors Nanooptika Csoport, MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Konkoly-Thege M. út 29-33, 1121 Budapest

² ICFO–Institut de Ciències Fotòniques, Mediterranean Technology Park, 08860 Castelldefels, Barcelona

³ Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Hans-Kopfermann-Str. 1, 85748 Garching

Az elmúlt években több érdekes eredményt demonstráltak nanométeres skálán lokalizált elektromágneses terek által indukált fotoemisszió tanulmányozása során [1-6]. Például a csoportunk a fém struktúrák geometriájának, egyéb tulajdonságainak változtatásával mind a nanorészecskék [4], mind vékonyrétegek esetén [7] az elektron emissziós és gyorsítási folyamat femtoszekundumos kontrollját demonstrálta.

A nanolokalizált terekkel az úgynevezett "erős-tér" kölcsönhatási folyamatokat is relatíve kis impulzusenergiával lehet femtoszekundumos időskálán tanulmányozni [2]. Ennek oka az elektromágneses tér erős lokalizációja miatt fellépő térerősítés. Ehhez kapcsolódóan a korábbi kísérleteknél alkalmazott 800 nm-esnél hosszabb 3.1 μm -es hullámhosszon femtoszekundumos impulzusokat (90 fs) kibocsájtó fényforrással vizsgáltunk nemlineáris fotoemissziós jelenségeket derékszögű prizma felvitt vékony arany film rétegen becsatolt felületi plazmonokkal (Kretschmann konfiguráció) és korábban nem tapasztalt alacsony beeső lézerezési intenzitásnál ($<1 \text{ GW/cm}^2$) demonstráltunk több fotonos alagútemissziós átmenetet (1. ábra).



1. ábra: A teljes fotoáram és annak a lokális meredeksége az intenzitás függvényében kétszer logaritmikusan. Kisebbségi intenzitásoknál jellemző többfotonos emisszióval ezen a hullámhosszon az $\sim 5.1 \text{ eV}$ -os kilépési munkát 12-13 foton fedezi (fotonenergia: 0.4 eV) és a többfotonos emisszióra jellemzően a fotoáram az intenzitás 12.-13. hatványa szerint változik, majd nagyobb intenzitások felé a meredekség letörik, ami az alagútemisszióba való átmenet miatt következik be.

Emellett ellentéres módszerrel végrehajtott spektrálisan feloldott mérések során a korábbi 800 nm-es hullámhosszon végrehajtott méréseknél akár két nagyságrenddel kisebb néhány GW/cm^2 -es intenzitástartományban sikerült plazmontérben bekövetkező gyorsítási folyamat során 10-50 eV maximális energiával rendelkező elektroncsomagokat előállítani. Ezen maximális elektronenergiák alapján a térerősítési faktor értékére 30 körüli érték adódott.

A mérési eredmények értelmezése céljából a fotoemisszió és a spektrális eloszlás leírására egydimenziós időfüggő Schrödinger egyenlet megoldásán alapuló egyszerűsített kvantummechanikai modellt alkalmaztunk, amellyel az elektronok visszaszórását feltételezve, elég jó közelítéssel sikerült reprodukálni az elektronok energiaeloszlását és a maximális elektronenergiákat.

- [1] S. E. Irvine, A. Dechant and A. Y. Elezabi, Generation of 0.4-keV Femtosecond Electron Pulses using Impulsively Excited Surface Plasmons, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 184801 (2004)
- [2] P. Dombi et al., Observation of few-cycle, strong-field phenomena in surface plasmon fields, *Opt. Express* **18**, 24206 (2010)
- [3] P. Rácz et al., Strong-field plasmonic electron acceleration with few-cycle, phase-stabilized laser pulses, *Appl. Phys. Lett.* **98**, 111116 (2011)
- [4] P. Dombi, A. Hörl, P. Rácz, I. Márton, A. Trügler, J. R. Krenn and U. Hohenester, Ultrafast strong-field photoemission from plasmonic nanoparticles, *Nano Lett.* **13**, 674-678 (2013)
- [5] M. Krüger, M. Schenk and P. Hommelhoff, Attosecond control of electrons emitted from a nanoscale metal tip, *Nature* **475**, 78-81 (2011)
- [6] G. Herink, D. R. Solli, M. Gulde and C. Ropers, Field-driven photoemission from nanostructures quenches the quiver motion, *Nature* **483**, 190-193 (2012)
- [7] I. Márton et al. kézirat előkészületben.