

Femtoszekundumos közeli infravörös lézerimpulzusok és szilárdtestek ultragyors nanooptikai kölcsönhatásai

PhD értekezés összefoglalója

Bánhegyi Balázs

Témavezető: Dombi Péter

A disszertációm első felében röviden bemutatom a nemlineáris optika alapjait, majd összefoglalom a felületi plazmon polaritonok és lokalizált felületi plazmonok legfontosabb tulajdonságait. Ismertetem továbbá a kutatásaim során érintett területeken korábban végzett legfontosabb munkákat.

A disszertációm fő részében saját kutatási eredményeimet mutatom be. Az első alfejezetben vezető indium-ón-oxid (ITO) vékonyrétegeken létrejövő lézerindukált periodikus felületi struktúrák (LIPSS) kialakulását vizsgáltam, amelyeket femtoszekundumos közeli infravörös (near infrared – NIR) lézerimpulzusokkal hoztam létre három különböző hullámhossz (1,6 μm , 2,0 μm és 2,4 μm) alkalmazása mellett. Bemutatom az általam tervezett kísérleti elrendezést, mely segítségével magas térfrekvenciájú (high spatial frequency LIPSS – HSFL), illetve alacsony térfrekvenciájú felületi struktúrák (low spatial frequency LIPSS – LSFL) is létrehozhatók. A kísérletileg előállított HSFL struktúrák a beeső lézer hullámhosszához képest $\lambda/10$ -es periódussal jelentek meg. Időtartománybeli véges differencia (FDTD) szimulációk eredményei azt mutatták, hogy az ITO vékonyréteg kezdeti felületi érdessége, és az emiatt bekövetkező lézertér lokalizáció vezet a megfigyelt periodikus struktúrák kialakulásához [T1].

A második alfejezetében bemutatok egy új módszert a plazmonikus nanorészecskék térnövekményének maximalizálására. Ennek a munkának az alapötlete a plazmonikus térnövekmény kontrollja a nanorészecskén gerjesztett plazmonmódusok interferenciájának kihasználásával. Bemutatom az ehhez összeállított mérési elrendezést, mely a plazmonmódusok konstruktív interferenciáját a beeső lézerimpulzusok polarizációjának hangolásával teszi lehetővé. Három különféle nanorészecske és három eltérő polarizáció alkalmazásával mértem a kialakuló lokális plazmonikus térnövekmény nagyságát ultragyors fotoemisszió segítségével. Az eredmények egyértelműen bizonyítják a módszer alkalmazhatóságát a plazmonikus térnövekmény dinamikus kontrolljára, ezáltal megvalósítva a plazmonikus nanostruktúrák rezonanciájának dinamikus hangolását [T2].

A harmadik alfejezetben bemutatom az ultrarövid lézerimpulzusok által indukált fotoemisszió új jelenségeit plazmonikus közelterek környezetében. Előzetes várakozásunk volt, hogy a visszaszórt elektronoknak a mért elektronspektrumokhoz történő jelentős hozzájárulása jelentős még magasabb, 3 feletti Keldis-paraméter értékek mellett is a többifoton indukált emissziós tartományban. Ennek alátámasztásához ultragyors fotoemissziós kísérleteket végeztem egy plazmonikus nanorudakat tartalmazó mintán. A repülési-idő spektrométer által detektált elektronok spektrumainak kiértékelésével a levágási elektron energiák $10U_p$ (ahol U_p a ponderomotoros energia – egy elektromágneses térben oszcilláló mozgást végző elektron egyetlen lézerciklusra átlagolt energiája) skálázását figyeltem meg alacsonyabb intenzitások mellett is, amivel az elektron visszaszórási folyamatok jelenlétét mutattam ki még a többifotonos emissziós tartományban, viszonylag nagy, 5-6 közötti Keldis-paraméter értékek mellett is [T3].