

Bírálati vélemény

Fülöp József András

„Nagy intenzitású impulzusok a terahertzes és a látható tartományban”

című MTA doktori értekezéséről

Fülöp József András disszertációtémája napjainkban igen aktuális, széles skálájú alkalmazási lehetőségekkel, úgymint: kommunikációs technológiák, biztonságtechnika, a részecskegyorsítás és annak alkalmazása az orvostudomány számos területén.

A disszertáció 106 oldalas, 7 fejezetből áll.

A szerző 11 tézispontban foglalja össze a disszertációban megírt kutatásainak eredményeit. Ebben foglalkozik a látható és THz –es frekvencia tartományban néhány-ciklusú impulzusok gerjesztésének és erősítésének a fizikájával és előállításuk módszereivel.

A disszertáció alaptémája konkrét és határozott irányú: kidolgozni az optikai pumpálás, az optikai rendszer, a nemlineáris kölcsönhatás feltételeit maximális energiájú és intenzitású, illetve maximális térerősségű, néhány-ciklusú lézerimpulzusok gerjesztéséhez, a látható és a THz- es frekvencia tartományban.

Az angol nyelvű értekezés jól megírt, gondosan megszerkesztett, kompakt bevezetővel ellátott munka. A szerző a problémákat és azok megoldásait röviden, de világosan mutatja be.

Ezzel együtt az értekezés tömörsége és helyenkénti szűkszavúsága miatt nem mindig könnyű követni a prezentált anyagot, gyakran szükséges a hivatkozott cikkekhez fordulni.

A benyújtott disszertáció széles spektrumú, több tudományos és technológiai területet érint, beleértve a lézerfizikát, a nemlineáris optikát, a numerikusmodellezést, az anyagtudományt, az optikai tervezést és a hullámvezetést.

A szerző disszertációja széleskörű hazai és nemzetközi együttműködésben végzett kutatások eredménye. Az eredmények széles spektrumú hasznosítása várható a közeli jövőben.

A tézisek 17 közleményen alapulnak, amelyekből 16 magas impakt faktorú nemzetközi folyóiratokban jelent meg, és egy közlemény egy könyv részét képezi.

Az értekezés első két tézispontja a pumpáló lézerimpulzusok megfelelő időbeli alakformálásával foglalkozik az optikai parametrikus erősítők hatásfoka emelése érdekében, illetve tárgyalja a rövid (ultra-széles spektrumú) pumpáló impulzusok használatát a csörpölt optikai parametrikus erősítő (OPCPA) által nagyintenzitású, kevés ciklusú impulzusok előállítására.

A következő kilenc tézispontban a szerző tárgyalja a THz-es sugárzásgerjesztésének különböző sémáit LiNbO₃ kristályban, és néhány félvezető nemlineáris anyagban, illetve vizsgálja ezen sémáknak és anyagoknak az előnyeit és korlátait a THz-es sugárzáskeltés szempontjából.

Külön szeretném kiemelni, hogy az 5. tézispontban bemutatott, LiNbO_3 kristályban kísérletileg elért THz keltés hatásfoka és a megvalósított impulzusenergia lényegesen nagyobbak, mint az eddig más kutatók által elért értékek.

Az alkalmazások szempontjából különösen érdekesnek látszanak a szerző azon vizsgálatait, amelyeket a THz-es sugárzás magas hatásfokú előállítására félvezető anyagokban témában folytatott.

Az értekezést érintő kérdéseim:

1. A viszonylag hosszú hullámhossz miatt a diffrakció fontos szerepet játszik a THz-es hullámok terjedésében, valamint a nemlineáris kristályok kimeneti felületén. Figyelembe veszik-e a diffrakciót a THz-es sugárzást generáló folyamatok modellezésében?
2. Milyen térbeli és időbeli koherenciával rendelkeznek a kísérletek során keltett THz-es sugárzások? Mennyire hatékonyan lehetett fókuszálni a döntött impulzusfrontú gerjesztés geometriában keltett THz-es sugárzást, figyelembe véve, hogy a fázis illesztés szöge különböző a THz-es sugárzás különböző spektrális komponenseinél?
3. Tanulságos lenne, ha a szerző részletesebben megmagyarázná a 44. oldalon jósolt THz-es tartományba történő 100% -nál magasabb foton-szám konverziókat. Ez csak a látható (infravörös) és THz-es fotonok frekvenciái közötti különbséggel magyarázható, vagy más okai is vannak?
4. Mi a fizikai oka a pumpáló lézerimpulzus hossz oszcillációs viselkedésének a terjedési hossz függvényében, amelyet a 37(a) ábrán láthatunk?
5. A THz-es sugárzást keltés a döntött frontú pumpaimpulzus geometriában a pumpáló impulzus spektrumának nemlineáris redistribúcióját eredményezi a nemlineáris kristályban történő optikai egyenirányítási folyamat következtében. Ez azt jelenti, hogy a pumpáló lézer térbeli és időbeli jellemzőit is befolyásolja a folyamat?
A THz-es sugárzás visszahatása a pumpáló impulzusra nagyobb konverziós hatásfoknál kísérletileg is megfigyelhető volt-e?
6. Van-e lehetőség a keltett THz-es sugárzás frekvencia-hangolására?
7. Van-e lehetőség a kvázi-fázisillesztési rendszer használatára a THz-es sugárzást keltés hatásfokának emelésére? Hasonlítsa össze a THz-es sugárzást keltés hatékonyságát ebben a sémában, és a döntött frontú pumpaimpulzus geometriában.

A doktori értekezést alkalmasnak tartom nyilvános vitára és sikeres védelem esetén a doktori cím odaítélését javaslom.

Dr. Dzsotjan Gagik,

az MTA doktora

Budapest, 2018, Augusztus 28.