

Hosszú rezonátoros Ti:zafír oszcillátor vizsgálata és impulzusainak kompressziója

Antal Péter Gyula, V. évf., BME TTK

Témavezetők:

Dr. Dombi Péter tudományos munkatárs

Magyar Tudományos Akadémia Szilárdtestfizikai és Optikai
Kutatóintézet, Lézerfizika Osztály

Dr. Szipócs Róbert tudományos főmunkatárs

Magyar Tudományos Akadémia Szilárdtestfizikai és Optikai
Kutatóintézet, Lézeralkalmazások Osztály

A TDK munkám keretében egy hosszú rezonátoros Ti:zafír lézeroszillátor optimalizálását és impulzusainak összenyomását végeztem el. Az ilyen, kb. 7 éve létező (és egyre intenzívebben kutatott) lézerekkel olyan ultrarövid fényimpulzusok állíthatók elő, melyek energiája akár egy nagyságrenddel meghaladja a hagyományos, rövid rezonátoros Ti:zafír oszcillátorok impulzusenergiáit. Ez a tulajdonságuk többek között szub-mikron finomságú anyagmegmunkálás és femtokémiai pumpa-próba mérések esetén használható ki. Az alkalmazások szempontjából a viszonylag alacsony, MHz nagyságrendű impulzusismétlődési frekvenciájuk is előnyös lehet.

Az általam használt lézer impulzusainak ismétlődési frekvenciája 3,64 MHz, energiájuk kb. 200 nJ. A nagy csúcsintenzitás okozta rezonátoron belüli instabilitások elkerülése érdekében a rezonátor eredő másodrendű diszperziója pozitív értékre van beállítva, így a kilépő impulzusok pozitívan csörpöltek. A lézerműködés optimalizálása érdekében megvizsgáltuk, hogy a lézerből kilépő impulzusok jellemzői (spektrum, transzformációlimitált impulzushossz) hogyan függenek a rezonátoron belüli diszperziótól. Megállapítottuk, mely beállításnál optimális a lézerműködés.

Munkám során emellett a lézer pár pikoszekundumos fényimpulzusainak 10 fs alá történő összenyomásának lehetőségét is vizsgáltam. A kompresszió első lépéseként a lézer csörpölt impulzusait egy négy prizmából álló diszperziókompenzáló elrendezésen juttattuk keresztül. Az impulzushossz lecsökkent, de az oszcillátor kb. 20 nm félérték szélességű spektruma által megszabott, 49-55 fs-os Fourier-transzformációs limitnél rövidebb impulzusok így nem állíthatók elő.

Ezért egy további lépésben a lézerfényt különböző típusú (fotonikus kristály szerkezetű, illetve hagyományos egymódusú) optikai szálakba fókuszáltuk, hogy a bennük fellépő optikai nemlinearitások a spektrumot kiszélesítsék. Az így elért legszélesebb spektrum 6 fs-os transzformációlimitált impulzushossznak felel meg. A kísérletek során azt is megfigyeltük, hogy sok esetben a fény jelentős része visszaszóródott a szálból, ami más paramétertartományokban nem jellemző. Ez a visszaszórási jelenség további vizsgálatok tárgyát képezheti.