

Projekt 3.8 Badania i rozwój źródeł ultrakrótkich impulsów świetlnych z zakresu nadfioletu

Promotor: prof. dr hab. Yuriy Stepanenko

Instytut: Chemii Fizycznej PAN

Zespół: Zespół 27. Ultraszybkie techniki laserowe – dr hab. Yuriy Stepanenko, profesor instytutu

www: <https://ichf.edu.pl/zespoły/ultraszybkie-techniki-laserowe>

Opis:

Proces degradacji kryształów rozpoczyna się, gdy inkluzje lub defekty sieci absorbują światło DUV dwufotonowo (TPA). W następstwie powstają centra barwne, które wydajnie absorbują światło jednofotonowo. Gdy fonony sieci krystalicznej nie są w stanie odbierać energii z centrów barwnych, centra zaczynają emitować promieniowanie w jeszcze głębszym ultrafiolecie, powodując fotojonizację sieci krystalicznej i jej zniszczenie. W przypadku niektórych kryształów przed zniszczeniem występuje efekt fotorefrakcyjny: wygenerowany przez TPA ładunek rozkłada się nierównomiernie w kryształ, a powstałe różnice potencjału powodują niejednorodności współczynnika załamania (efekt Pockelsa) i psucie się profilu przestrzennego wiązki. Wydajność procesu TPA zależy od jakości kryształów i może zmieniać się w zależności od producenta. Obecnie nieznanne są dokładne parametry występujących procesów, takie jak: czas życia centrów barwnych, wydajność ich absorpcji, oraz czas życia ładunków powodujących efekty fotorefrakcyjne (1-100 ms). Bez posiadania informacji na ten temat nie jest możliwe symulowanie tych efektów i dobór odpowiednich technik mitygacji tych zjawisk. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń wiadomo, że wydajność TPA można zmniejszać przez podgrzewanie kryształów. Innym rozwiązaniem może być przykładanie do kryształu napięcia elektrycznego.

Projekt pozwoli na zbadanie, identyfikację oraz pomiar czynników, które są kluczowe z punktu widzenia efektywnej generacji w zakresie promieniowania DUV, przyczyniając się do znacznego postępu zarówno w sferze badań aplikacyjnych jak i badań podstawowych. Zaawansowane modele matematyczne opracowane w oparciu o wykonane eksperymenty pozwolą na przeprowadzenie symulacji numerycznych pozwalających na lepsze zrozumienie procesów zachodzących w kryształach podczas generacji DUV, a zatem na ich lepszą kontrolę. Dzięki temu możliwe będzie opracowanie nowatorskich zoptymalizowanych systemów laserowych emitujących w zakresie DUV.

Cel projektu:

Wytwarzanie ultrakrótkich impulsów DUV (Deep Ultraviolet) stanowi wyzwanie: krótka długość fali (<300 nm) i bardzo duża moc szczytowa (do 100 MW) sprawia, że większość materiałów ulega degradacji w interakcji z impulsami. Odpowiada to za krótki czas życia i ograniczoną stabilność mocy laserów UV.

Obecnie impulsy DUV generuje się przede wszystkim przy wykorzystaniu parametrycznych procesów mieszania trzech fal światła w kryształach nieliniowych [1],[2],[3],[4]. Wszystkie z około 30 kryształów [5] używanych w tym celu charakteryzuje się ograniczoną odpornością na promieniowanie DUV.

Pomiary, wykonane w ramach pracy doktorskiej, pozwolą na znalezienie przyczyn degradacji kryształów, opracowanie modeli teoretycznych umożliwiających przewidywanie procesów zachodzących w kryształach podczas generacji DUV i budowę stabilnych, niezawodnych systemów laserowych.

- 1 10.1364/OL.41.001660
- 2 10.1016/j.optlastec.2022.107876
- 3 10.1016/S0030-4018(02)01825-4
- 4 10.1364/OE.27.024286
- 5 0.1038/s41377-022-00899-1

Wymagania:

- szeroka wiedza z zakresu optyki;
- doświadczenie w pracy z laserami generującymi ultrakrótkie impulsy laserowe

Kontakt: stepanenko@ichf.edu.pl