

Ekstremalna koncentracja impulsu femtosekundowego w czasie, ale i w przestrzeni, powoduje, że możliwe są do wytworzenia niezwykle wysokie intensywności światła. Dzięki temu używając takich impulsów można precyzyjnie ciąć materiały, czy tkanki, na przykład oka. Intensywność takiego impulsu może sięgać nawet petawatów i służyć do przyspieszania cząstek z perspektywą zastosowań w nauce i medycynie. Impulsy o mniejszej mocy również są bardzo użyteczne. Służą do generacji optycznych grzebieni częstotliwości, z których użyciem można budować zegary optyczne, czy systemy do precyzyjnej spektroskopii.

Podstawą tych wszystkich urządzeń jest laser femtosekundowy, w którym w procesie synchronizacji modów powstają impulsy światła. Impuls powstaje wskutek interferencji tysięcy modów oscylujących w laserze. Aby powstał impuls mody te muszą być zsynchronizowane, w przeciwnym razie powstanie tylko szum. Aby wywołać synchronizację modów, czyli stałą różnicę faz pomiędzy poszczególnymi modami, potrzebny jest mechanizm faworyzujący impuls względem szumu. Umożliwia to nasycalny absorber, czyli materiał, który charakteryzuje się nasycalną absorpcją. Taki materiał zmienia poziom swojej transmisji w zależności od intensywności światła, które na nie pada, silniej tłumiąc światło o niskiej intensywności, a przepuszczając światło o wysokiej intensywności. Celem pracy doktorskiej jest badanie nowych materiałów niskowymiarowych pod kątem zastosowania jako nasycalny absorber dla femtosekundowych laserów światłowodowych.

Powodem dla którego poszukuje się i bada nowe materiały jest to, że te dotąd stosowane posiadają kilka istotnych wad. Są to struktury półprzewodnikowe na bazie studni kwantowych InGaAs lub GaInNAs. Powstają w złożonym procesie, wymagającym kosztownej aparatury, a to powoduje, że są bardzo drogie, co jednocześnie podnosi koszt całego systemu laserowego. Charakteryzują się też wąskim pasmem pracy, więc nie są uniwersalne. Zastosowanie materiałów niskowymiarowych, takich jak grafen, czy izolatory topologiczne, rozwiązuje oba problemy. Ze względu na swoją strukturę pasmową wyróżniają się płaską charakterystyką absorpcji w bardzo szerokim zakresie, dzięki czemu mogą być stosowane w laserach generujących różne długości fali. Obecnie, dzięki intensywnemu rozwojowi technologii, grafen może być wytworzony z użyciem stosunkowo prostych metod chemicznych. Bardzo ciekawym przypadkiem są izolatory topologiczne, jak tellurek antymonu, czy tellurek bizmutu, które są od lat znane ze swoich właściwości termoelektrycznych. Z tego powodu technologia ich wytwarzania i nanoszenia jest dobrze opanowana.

W ramach pracy doktorskiej badane są nieliniowe właściwości optyczne nowych materiałów niskowymiarowych, w celu zastosowania ich jako nasycalny absorber dla laserów światłowodowych. Proces generacji i propagacji impulsu w laserze następnie jest badany teoretycznie oraz eksperymentalnie. Długofalowym celem prowadzonych badań jest opracowanie nowej klasy nasycalnych absorberów do generacji ultrakrótkich impulsów laserowych.