

Instrukcja do ćwiczenia nr 204

GENERACJA SUPERKONTINUUM I JEGO ZASTOSOWANIE W POMIARACH ABSORPCJI PRZEJŚCIOWEJ

Wprowadzenie

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze zjawiskiem generowania superkontinuum i jego wykorzystanie w femtosekundowej spektroskopii absorpcji przejściowej. Superkontinuum generuje się ogniskując światło z lasera impulsowego, najczęściej z zakresu bliskiej podczerwieni (800-2500 nm), na odpowiednim materiale posiadającym właściwości nieliniowe. Do materiałów na których można wygenerować superkontinuum należą: kryształ szafiru, kryształ CaF_2 i woda deuterowana. W wyniku zachodzących w materiale procesów nieliniowych, z których najważniejszym jest automodulacja fazy (ang. self-phase modulation - SPM), w widmie impulsu femtosekundowego pojawiają się dodatkowe częstotliwości. W efekcie, widmo tego impulsu staje się bardzo szerokie i obejmuje znaczną część zakresu UV-Vis oraz bliskiej podczerwieni. Kształt widma superkontinuum zależy w znacznej mierze od użytego materiału. Superkontinuum jest bardzo użyteczne w pomiarach absorpcji przejściowej, ponieważ pozwala na jednoczesną rejestrację wielu długości fali impulsu wiązki próbującej. Pozwala to znacznie skrócić czas pomiaru oraz obserwować zmiany spektralne towarzyszące relaksacji elektronowej lub wibracyjnej. W ćwiczeniu wykorzystamy superkontinuum wygenerowane przez skupienie wiązki lasera femtosekundowego o długości fali 1300 nm do pomiaru femtosekundowej absorpcji przejściowej dla cząsteczki DMP należącej do grupy przełączników fotochromowych – diaryletenów.

Przygotowanie do zajęć:

1. Zapoznaj się z zasadą pomiaru femtosekundowej absorpcji przejściowej – korzystając z udostępnionych materiałów: prezentacji „Femtosekundowa spektroskopia absorpcji przejściowej” oraz publikacji R. Berera, R. van Grondelle, J. Kennis Ultrafast transient absorption spectroscopy: principles, Photosynth. Res. (2009), 101:105-109) - wystarczy zapoznać się ze jej wstępem tj. str. 105-107.

2. Zapoznaj się z definicją fotochromizmu oraz przykładami występowania tego zjawiska.
3. Zapoznaj się z pojęciem zjawiska nieliniowego w optyce i przykładami takich zjawisk: generowanie drugiej harmonicznej (ang. second harmonic generation – SHG), samoogniskowanie (ang. self-focusing), automodulacja fazy (SPM).

Wykonanie ćwiczenia:

1. Na wzmacniaczu parametrycznym używanym do generowania wiązki próbkującej ustaw 1300 nm – ta długość fali będzie używana do wygenerowania superkontinuum.
2. Upewnij się, że wiązka laserowa o długości fali 1300 nm przechodzi przez środek apertur referencyjnych. W razie potrzeby skoryguj jej kierunek przy dwóch zwierciadłach znajdujących się przed zestawem apertur.
3. Wstaw w ścieżkę wiązki próbkującej zestaw do generacji superkontinuum w dedykowane dla niego miejsce. Składa się on z kryształu szafiru, soczewki skupiającej wiązkę na kryształ oraz soczewki kolimującej. Sprawdź czy wiązka pada na środek soczewki skupiającej. Jeśli nie, skoryguj jej kierunek przy pomocy poprzedzającego ją zwierciadła.
4. Przy pomocy filtra kołowego o zmiennej gęstości optycznej zmieniaj intensywność wiązki przed kryształem (rozpoczynając od niewielkich intensywności) do momentu kiedy za kryształem pojawi się biała wiązka światła (superkontinuum). Światło za kryształem powinno być stabilne, tzn. jego intensywność nie powinna fluktuować. Z tego powodu nie należy zbyt zwiększać intensywności wiązki przed kryształem po przekroczeniu progu przy którym superkontinuum zaczyna się generować.
5. Sprawdź czy wiązka superkontinuum jest dobrze skolimowana - jej średnica nie powinna się zbyt zwiększać na jej drodze optycznej pomiędzy soczewką kolimującą a komorą próbki. W razie potrzeby skoryguj kolimację soczewką znajdującą się za kryształem szafiru.
6. Zarejestruj widmo wygenerowanego superkontinuum przy użyciu fotopowielacza znajdującego się za monochromatorem.

7. Na wzmacniaczu parametrycznym używanym do generowania wiązki pompującej ustaw 600 nm.
8. Zarejestruj sygnał absorpcji przejściowej dla wzorcowego roztworu AlPcS_4 i ustaw opóźnienie czasowe = 0 fs w połowie początkowego narastania sygnału.
9. Zmień roztwór w kuwecie na DMP w heksanie. Zarejestruj rozdzielcze w czasie widma absorpcji przejściowej w zakresie 400 – 800 nm z krokiem co 10 nm.

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

- a) Wyjaśnienie pojęć: optyczne zjawiska nieliniowe, automodulacja fazy.
- b) Widmo superkontinuum zarejestrowane podczas zajęć.
- c) Wykres przedstawiający rozdzielcze w czasie widma absorpcji przejściowej dla kilku opóźnień czasowych: 1 ps, 2 ps, 3 ps, 8 ps, 12 ps, 20 ps, 50 ps, 500 ps, 1000 ps.
- d) Wykresy przedstawiające kinetykę zaniku sygnału absorpcji przejściowej dla wybranych długości fali wiązki próbującej: 625 nm, 675 nm, 725 nm, 775 nm.
- e) Wyznaczenie czasu relaksacji elektronowej $S_1 \rightarrow S_0$ jako średniej ze stałych czasowych otrzymanych w wyniku dopasowania kinetyk z punktu d) funkcją monoeksponencjalnego zaniku.
- f) Wnioski wypływające z wykonanego ćwiczenia.
- g) Wykaz literatury

Termin oddania sprawozdania: **2 tygodnie** od daty wykonania ćwiczenia.

Sprawozdanie należy złożyć w sekretariacie MITR lub wysłać na adres:

arkadiusz.jarota@p.lodz.pl

ul. Wróblewskiego 15, budynek C2.