

Streszczenie rozprawy doktorskiej mgr. M. Chaiki

„Zbadanie zjawiska laserowo stymulowanej emisji w materiałach $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ domieszkowanych jonami chromu i ziem rzadkich”

W ostatnich latach wiele uwagi poświęcono zjawisku anty-Stokesowskiej indukowanej laserowo białej emisji (Laser Induced White Emission-LIWE) pod wpływem skupionego wzbudzenia laserowego w zakresie bliskiej podczerwieni. Zjawisko LIWE zostało zbadane w różnych materiałach optycznych domieszkowanych pierwiastkami ziem rzadkich i metalami przejściowymi itp. Od jego wykrycia w 2010 r. liczba publikacji naukowych dotyczących LIWE stale rośnie.

Celem n/n pracy doktorskiej jest poznanie mechanizmu odpowiedzialnego za generowanie indukowanej laserowo białej emisji w celu opracowania wysokowydajnych źródeł sztucznego oświetlenia zbliżonych do światła słonecznego. W tym celu przebadano dwie grupy materiałów: nanokrystaliczne proszki Yb:YAG oraz transparentne ceramiki YAG domieszkowane jonami Cr^{3+} i Cr^{4+} . Dla materiałów YAG z domieszką Cr/Yb zbadano właściwości spektroskopowe LIWE, w tym widma optyczne, temperaturę oraz kinetykę zjawiska. Stwierdzono, że materiały YAG z domieszką Cr/Yb są w stanie generować światło białe przy mocy wzbudzenia powyżej charakterystycznego progu wzbudzenia. LIWE pokrywa obszar widzialny oraz bliskiej podczerwieni. Procesowi LIWE w materiałach Yb:YAG towarzyszy pojawienie się jonów Yb^{2+} . Zbadano temperaturową zależność intensywności LIWE w transparentnej ceramice Cr:YAG. Badania kinetyki LIWE w ceramice Cr:YAG wykazują wzrost intensywności aż do punktu krytycznego, powyżej którego następuje spadek intensywności świecenia. Przyczyną takiego zachowania jest wzrost temperatury matrycy w czasie. Stwierdzono, że biała emisja może występować w stosunkowo niskich temperaturach, poniżej $\sim 50^\circ\text{C}$. Intensywna biała emisja następuje przy temperaturze próbki $\sim 50^\circ\text{C}$, przy czym maksymalna intensywność emisji wystąpiła w temperaturze $\sim 300^\circ\text{C}$. Dalszy wzrost temperatury prowadzi do zmniejszenia jej intensywności. Wykazano, że LIWE występuje na powierzchni ceramiki transparentnej Cr:YAG i nie wnika do wnętrza objętości. Generacja białej emisji występuje w punktach wejściowych i wyjściowych wiązki laserowej, przy czym nie występuje emisja w objętości próbki.

Najważniejszym wynikiem rozprawy jest wykazanie powierzchniowej natury LIWE, który nie zachodzi w całej objętości próbki oraz zaproponowanie modelu zjawiska. W naszym przypadku proces zachodzi poprzez emisję elektronu pochodzącego z utworzonej w wyniku zjawiska multifotonowej jonizacji pary jonów o różnej walencyjności, której towarzyszy emisja fotonu. Zasugerowano, że proces wielofotonowej jonizacji współtowarzyszy zjawisku LIWE, ponieważ jonizacja może zachodzić tylko na powierzchni. Ponadto, możliwość zastosowania tego modelu wynika również z podobieństw zjawiska LIWE i wielofotonowej jonizacji, ponieważ nasycenie, próg i wykładnicza zależność intensywności emisji są wspólne w obu przypadkach. Jonizacja następuje, gdy intensywność wzbudzenia laserem (próg emisji światła białego) jest wystarczająca do emisji elektronu do próżni. Większość elektronów wraca do powierzchni i może prowadzić do rekombinacji promienistej z powrotem do pasma walencyjnego, tworząc foton λ_{em} oraz energię kinetyczną elektronu.