

Kryształy granatu itrowo-glinowego domieszkowanego czterowartościowymi jonami chromu ($\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$) są szeroko badane ze względu na potencjalne ich zastosowanie jako komponentu w przestrzajalnych laserach, w zakresie spektrum 1,35-1,55 μm lub jako pasywne przełączniki Q-switch dla systemów laserowych w oparciu o YAG z dodatkiem jonów metali ziem rzadkich, takich jak Nd^{3+} i Yb^{3+} . Jednak skuteczność akcji laserowej w wysokiej jakości kryształach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ nie przekracza dziesięciu procent, co wskazuje na obecność nieznanego procesu utraty energii. Przypuszczamy, że jedną z możliwych przyczyn utraty energii w materiałach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ jest anty-Stokesowa biała emisja światła spowodowana przez absorpcję stanu wzbudzonego jonów Cr^{4+} i dalsze przeniesienie energii. Emisja światła białego w materiałach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ jest do tej pory niezbadana, a zrozumienie natury procesu utraty energii w materiałach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ pozwoli na zmniejszenie negatywnych skutków tego procesu, co przyczyni się do zwiększenia wydajności lasera opartego na $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$.

Anty-Stokesowa emisja światła białego jest badana jako pasożytniczy proces w materiałach laserowych. Proces ten oparty jest na przeniesieniu ładunku pomiędzy jonami o różnej walencyjności. Obserwowano ją wcześniej w wyniku pobudzenia laserem z zakresu bliskiej podczerwieni w materiałach YAG domieszkowanych Yb, a także w innych luminoforach domieszkowanych jonami lantanowców. Wyjaśnienie mechanizmu opiera się na koncepcji absorpcji ze stanu wzbudzonego i transferu energii, a także multifotonowej jonizacji w wyniku której jony Yb^{3+} po przyjęciu elektronu tworzą jony Yb^{2+} , tworząc po tym pary jonowe. Absorpcja stanu wzbudzonego jest dobrze znanym procesem pasożytniczym jonów Cr^{4+} w materiałach laserowych $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$, w związku z tym przewidujemy istnienie absorpcji stanu z Cr^{4+} z dalszym przekazywaniem energii. Aby powiązać model transferu energii w materiałach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ konieczne są szeroko zakrojone badania wpływu domieszek (takich jak Cr, Yb) na intensywność szerokopasmowej białej emisji.

Cechą jonów Cr^{4+} w matrycy granatu itrowo-glinowego jest możliwość zajmowania dwóch pozycji krystalograficznych, oktaedrycznej i tetraedrycznej, te w pozycji tetraedrycznej odpowiadają za właściwości laserowe. Stabilizacja jonów na +4 stopniu utlenienia odbywa się przez obecność dwuwartościowych domieszek (Ca^{2+} lub Mg^{2+}). Dlatego przewiduje się transfer energii pomiędzy jonami Cr^{4+} w różnych pozycjach krystalograficznych i/lub defekty sieci, które stabilizują dwuwartościowe domieszki. Dlatego zrozumienie charakteru anty-Stokesowej emisji w materiałach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ może być możliwe poprzez analizę fotoprzewodnictwa, temperatury próbki, efektywnej luminescencji, wydajności kwantowej i wygaszania luminescencji w materiałach Cr,Yb:YAG. Analiza tych wyników w połączeniu z informacją o położeniu poziomów energii jonów Cr^{4+} oraz centrami barwnymi w Cr,Yb:YAG zbuduje schematyczny model emisji białego anty-Stokesa w materiałach $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ i pozwoli wyeliminować jego negatywne skutki na akcję laserową.

Pierwszym krokiem projektu będzie wykonanie nanokryształów Cr,Yb:YAG, w funkcji składu i koncentracji. Związki Cr,Yb:YAG, będą syntetyzowane zmodyfikowaną metodą Pechiniego. Aby zapewnić, że żadna migracja energii do zanieczyszczeń nie będzie odpowiedzialna za obserwowaną szerokopasmową białą emisję antystokesowską, do syntezy zostaną użyte związki o wysokiej czystości. Czystość fazowa oraz stężenie domieszek w zsyntetyzowanych nanokryształach zostaną zbadane za pomocą dyfrakcji rentgenowskiej proszku, pomiaru ICP i spektroskopii Ramana. Rozmiar cząstek i ich morfologia będą badane za pomocą elektronów transmisyjnych i skaningowych mikroskopii elektronowych.

Kolejnym krokiem po badaniu struktury i morfologii będą pomiary optyczne. Badanie to będzie obejmować zależność intensywności emisji od mocy pobudzenia i ciśnienia otoczenia, czasu narastania i zaniku luminescencji, fotoprzewodnictwa, jak również wydajności kwantowej emisji szerokopasmowej emisji światła białego za pomocą kuli całkującej. Następnie zostaną ustalone współrzędne luminancji i CIE. Temperatura próbek podczas generowania szerokopasmowej Anty-Stokesowej emisji białego światła zostanie określona za pomocą metody nanotermometrycznej.

Analiza tych wyników pozwoli zbadać wpływ koncentracji domieszek na zjawisko szerokopasmowej Anty-Stokesowej emisji białego światła w materiale $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$, a także zbudować schematyczny model tego procesu, a w rezultacie znaleźć sposób na zmniejszenie utraty energii podczas pracy lasera $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$.