

Mgr inż. Wojciech Mazerski

Temat rozprawy doktorskiej

„Opracowanie światłowodu aktywnego emitującego promieniowanie w zakresie widzialnym”

Streszczenie

W ramach pracy opracowano światłowody ze szkła tellurowego kodomieszkowane jonami pierwiastków ziem rzadkich emitujące promieniowanie w zakresie widzialnym w wyniku mechanizmu apkonwersji. W ramach przeprowadzonych badań opracowano stabilne szkło o składzie molowym: $50\text{TeO}_2 - 25\text{GeO}_2 - 20\text{PbO} - 3\text{BaO} - 2\text{Nb}_2\text{O}_5$, które domieszkowano jonami: $\text{Yb}^{3+}/\text{Ho}^{3+}$, $\text{Yb}^{3+}/\text{Tm}^{3+}$, $\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$, $\text{Yb}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$. Niska energia drgań fononów wynosząca 790cm^{-1} implikuje małe prawdopodobieństwo niekorzystnych przejść wielofononowych i pozwala na uzyskanie emisji promieniowania w zakresie widzialnym na drodze transferu energii pomiędzy jonami lantanowców oraz mechanizmu apkonwersji. Pobudzając szkła promieniowaniem o długości fali w paśmie 976 nm, zmierzono widma emisji w zakresie widzialnym dla wszystkich wybranych kombinacji domieszek aktywnych. Uzyskane wyniki badań szkieł stanowiły podstawę do opracowania światłowodów emitujących promieniowanie w zakresie widzialnym w wyniku mechanizmu apkonwersji. W wyniku pomiarów luminescencyjnych stwierdzono, że kształt widma emisji wytworzonych światłowodów znacznie różni się od widma luminescencji szkła tellurowego użytego na rdzeń. W wytworzonym światłowodzie tellurowym domieszkowanym 0,5 % mol $\text{Yb}_2\text{O}_3/0,1$ % mol Ho_2O_3 natężenie emisji w paśmie 545 nm (${}^5\text{S}_2({}^5\text{F}_4) \rightarrow {}^5\text{I}_8$) w wytworzonym światłowodzie jest kilkukrotnie mniejsze niż natężenie emisji w paśmie 657 nm (${}^5\text{F}_5 \rightarrow {}^5\text{I}_8$). Ponadto, maksimum emisji odpowiadające przejściu ${}^5\text{F}_5 \rightarrow {}^5\text{I}_8$ jest przesunięte o 3 nm w kierunku fal dłuższych. W światłowodzie domieszkowanym 0,5 % mol $\text{Yb}_2\text{O}_3/0,05$ % mol Tm_2O_3 zmierzono powstałe w rezultacie trójfotonowej absorpcji, pasma charakterystyczne dla wzmocnionej emisji spontanicznej 477nm (${}^1\text{G}_4 \rightarrow {}^3\text{H}_6(\text{Tm}^{3+})$) oraz 651 nm (${}^1\text{G}_4 \rightarrow {}^3\text{F}_4(\text{Tm}^{3+})$). Jednakże, w porównaniu próbką objętościową szkła stosunek natężeń pasm emisji apkonwersji 478 nm/651 nm inny niż w próbce szklanej objętościowej. W światłowodzie o długości 20 cm wynosi 3,5, zaś w próbce objętościowej parametr ten wynosi 10.

Kształt widma apkonwersji światłowodu domieszkowanego 0,5 % mol Yb_2O_3 /0,1 % mol Er_2O_3 podobnie jak pozostałych przypadkach różni się od widma luminescencji szkła tellurowego użytego na rdzeń. Stosunek natężeń emisji o długości fali w paśmie 550 nm ($^4\text{S}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}(\text{Er}^{3+})$) oraz 529 nm ($^2\text{H}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}(\text{Er}^{3+})$) jest większy niż w próbce objętościowej szkła. Korzystny stosunek pola powierzchni do objętości wytworzonego światłowodu, implikuje mniejszy udział procesu termalizacji w obsadzeniu poziomu $^2\text{H}_{11/2}$, powodując tym samym wzrost natężenia emisji o długości fali w paśmie 550 nm ($^4\text{S}_{3/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$) w stosunku do pasma emisji 529 nm ($^2\text{H}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}(\text{Er}^{3+})$). Zaobserwowane przesunięcie pasm emisji w kierunku fal dłuższych o 4 nm oraz spadek natężenia emisji apkonwersji w pasmach 550 nm, 656 nm w funkcji długości światłowodu związany jest, podobnie jak w przypadku powyżej opisanych światłowodów, z reabsorpcją sygnału ASE wynikającą odpowiednio z przejścia $^5\text{I}_{15/2} \rightarrow ^2\text{H}_{11/2}$, $^5\text{I}_{15/2} \rightarrow ^4\text{F}_{9/2}$ w strukturze erbu. Podsumowując, wytworzone światłowody domieszkowane jonami $\text{Yb}^{3+}/\text{Ho}^{3+}$, $\text{Yb}^{3+}/\text{Tm}^{3+}$, oraz $\text{Yb}^{3+}/\text{Er}^{3+}$ umożliwiają uzyskanie widma emisji charakterystycznego dla wzmocnionej emisji spontanicznej powstałego w wyniku mechanizmu apkonwersji.