

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Technologia światłowodów domieszkowanych lantanowcami jest jednym z głównych dziedzin optoelektroniki i cieszy się dużym zainteresowaniem od ostatnich kilku dekad. Domieszkowanie światłowodów związkami pierwiastków ziem rzadkich daje możliwość wytwarzania wielu aktywnych komponentów m.in. wzmacniaczy światłowodowy - EDFA, źródeł promieniowania i laserów światłowodowych. W większości światłowody te wywarza się z krzemionki ze względu na niskie tłumienie oraz bardzo dużą stabilność mechaniczną i termiczną co pozwala na transmisję i generację znacznych mocy optycznych w światłowodzie. Właściwości luminescencyjne takich światłowodów mogą być kształtowane poprzez wprowadzanie jednej lub większej ilości domieszek (pierwiastków ziem rzadkich) uzyskując wtedy możliwość kształtowania widma luminescencji poprzez zjawiska współemisji, zjawisk wymiany i konwersji energii w strukturze energetycznej lantanowców (np. transfery energii, relaksacja krzyżowa). Umożliwia to znaczne poszerzenie właściwości luminescencyjnych włókien światłowodowych w celu uzyskania emisji promieniowania w pobliżu 2 μm (ze względu na niską absorpcję tkanki ludzkiej, nazywanej emisją bezpieczną dla wzroku). Układy takie znalazły zastosowanie w konstrukcjach laserów pracujących w przestrzeni otwartej (np. monitorowanie środowiska, skanery laserowe, telekomunikacja w wolnej przestrzeni, medycyna, optyczna tomografia koherentna (OCT) czy obróbka materiałów). Z punktu widzenia budowy takich urządzeń klasyczna konstrukcja światłowodów jednomodowych o skokowym profilu współczynnik załamania światła i domieszki są mało efektywne ze względu na małą średnicę rdzenia. Wadę tę można minimalizować poprzez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji światłowodów o dużym polu modu LMA (Large Mode Area). Możliwe jest to poprzez wykorzystanie struktury fotonicznej (optycznej przerwy zabronionej) lub odpowiednie profilowanie wartości współczynnika załamania światła rdzenia. Powyższy projekt badawczy dotyczy opracowania i wytworzenia światłowodów LMA, w których rdzeń światłowodu wytworzony jest poprzez pierścieniową strukturę domieszkowaną pierwiastkami ziem rzadkich. Wybrane związki lantanowców (tulmu i holmu) umożliwiają uzyskanie emisji w zakresie bezpiecznym dla wzroku 1,7-2,1 μm . Z tego też wynika postawiona hipoteza badawcza, iż możliwa jest ultra-szerokopasmowa emisja o płaskim wzmocnieniu w światłowodzie LMA osiągnięta dzięki zaproponowanej konstrukcji włókien światłowodowych o rdzeniu złożonym z wielu pierścieni (multi-ring core - MRC). Poprzez optymalizację struktury domieszek metali ziem rzadkich umieszczonych w pierścieniach oraz układu wzbudzenia luminescencji (praca ciągła i impulsowa) możliwe będzie poszerzenie zakresu emisji do zakresu około 2,5 μm . Do wytworzenia preform światłowodów wykorzystana zostanie technologia osadzania z fazy gazowej - metoda MCVD-CDT (Modified Chemical Vapour Deposition – Chelate Doping Technique) zapewniająca możliwość kontroli struktury tego typu domieszkowanych struktur. Kluczowym etapem przy opracowywaniu konstrukcji światłowodu będzie charakteryzacja optyczna i strukturalna pozwalająca na opracowanie i optymalizację parametrów procesu osadzania (MCVD-CDT) i wytwarzania światłowodów. Powyższe zagadnienia stanowią znaczący wkład w dziedzinę fotoniki i elektroniki. Wkładem w ich rozwój będzie zbiór badań podstawowych dotyczących wytwarzania, właściwości strukturalnych oraz luminescencyjnych światłowodów krzemionkowych (MRC) pozwalających na konstruowanie nowych źródeł szerokopasmowej, wzmocnionej spontanicznej emisji (ASE) i laserów włóknowych pracujących w zakresie bezpiecznym dla wzroku.