

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Obszar badawczy projektu mieści się dziedzinie inżynierii materiałów fonicznych. Postawiony problem naukowy dotyczy opracowania funkcjonalnych optycznych materiałów hybrydowych jakimi są **transparentne szklano-ceramiczne światłowody, które na drodze domieszkowania lantanowcami uzyskują unikalne właściwości luminescencyjne znajdujące zastosowanie w aplikacjach fonicznych.** Generalnie, materiał szklano-ceramiczny składa się ze szkła, w którego objętości zawieszono są nanokryształy domieszkowane lantanowcami. Kontrolowany stopień krystalizacji realizowany jest w procesie wygrzewania materiałów w określonej temperaturze oraz odpowiednim czasie eksperymentu. Dzięki temu, tak powstałe szklano-ceramiczne struktury falowodowe uzyskują lepsze parametry emisyjne (wysoka wydajność kwantowa) w stosunku do analogicznych struktur amorficznych, przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej jakości optycznej.

Obecnie funkcjonujące rozwiązania pozwalają na wytworzenie materiałów nanokompozytowych na dwa sposoby. W pierwszym wytworzone włókno metodą klasyczną jest poddawane wygrzewaniu, analogicznie jak przy materiałach objętościowych. Metoda ta składa się z wielu kroków, w których na każdym etapie materiał jest poddawany obróbce cieplnej (topienie zestawu → odprężanie próbki → wyciąganie włókna → wygrzewanie włókna). W efekcie proces ten jest bardzo złożony a kontrolowanie gęstości oraz wielkości nanokryształów właściwie niemożliwe. Ponadto wytworzone w ten sposób szklano-ceramiczne włókna są kruche, co stanowi problem z wykorzystaniem ich w praktycznych aplikacjach. Innym sposobem jest metoda bezpośredniego umieszczania nanokryształów w roztopionej masie szklanej, która pozwala na uproszczenie procesu otrzymywania materiału nanokompozytowego do jednego etapu, gdzie do przechłodzonej masy szklanej dodaje się przygotowane wcześniej nanocząstki domieszkowane lantanowcami. W efekcie uzyskuje się materiał hybrydowy dużej gęstości nanokryształów ale o niskiej jednorodności spowodowanej agregacją nanocząstek oraz ich częściową degradacją. Jednakże, przetwarzanie tych materiałów w światłowody spowoduje dalszą degradację nanocząstek a tym samym pogorszenie ich właściwości luminescencyjnych.

Bazując na badaniach literaturowych oraz przeprowadzonych wstępnych eksperymentach postawiono hipotezę, iż odpowiedni dobór składu chemicznego szkła, nukleatorów oraz tempa krystalizacji pozwoli na **otrzymanie transparentnych szklano-ceramicznych światłowodów domieszkowanych lantanowcami bezpośrednio w procesie wyciągania (one-step).** Kluczowym elementem badań jest opracowanie technologii **uzyskiwania włókien z supercooled liquid zone, o dużej gęstości nukleatorów, przy jednoczesnej kontroli tempa wzrostu nanokryształów.** Jest to nowe ujęcie tematu uzyskiwania światłowodów szklano-ceramicznych polegające na optymalizacji procesu tworzenia materiałów o wysokiej gęstości nanokryształów i kontrolowanych wymiarach geometrycznych celem zachowania ich funkcjonalności. Rezultaty projektu to zbiór badań podstawowych, które umożliwią opracowanie włókien światłowodowych o wysokiej kwantowej sprawności do budowy wysokowydajnych laserów, konwerterów promieniowania oraz szeregu wielu aplikacji fonicznych.