

Koncepcja światłowodów nie zmieniła się przez ostatnie 60 lat. Jest to ściśle związane z właściwościami technologii MCVD stosowanej do wytwarzania włókien. Obecnie ulepszenia światłowodowych urządzeń telekomunikacyjnych są dokonywane poprzez rozwój urządzeń peryferyjnych, jako sposób obejścia ograniczeń światłowodów. Stosowane tradycyjnej konstrukcji światłowodów wpływa na ograniczenia w kształtowaniu modowości, dyspersji, właściwości polaryzacyjnych, strat propagacyjnych i zgięciowych, oraz ograniczonego transferu mocy.

Dotychczasowe badania wiodących firm telekomunikacyjnych wskazywały rok 2015 jako granicę możliwości transmisyjnych włókna SMF. W 2013 i 2015 roku osiągnięto największą możliwą przepustowość w światłowodzie jednomodowym z wykorzystaniem multipleksji DWDM odpowiednio 60Tbit/s i 100Tbit/s. Nowe włókna wielordzeniowe (MCF) i kilkumodowe (FMF) są badane od prawie 10 lat, aby zidentyfikować nowe sposoby do zwiększenia przepustowości łączy. W 2018 roku Sumitomo przeprowadziła eksperyment pokazujący transmisję w 19-rdzeniowym włóknie z multipleksją przestrzenną na 3 modach oraz z multipleksją długości fal DWDM, podczas którego osiągnięto przepływność w pojedynczym włóknie ponad 10Pbps. Jest to prawie 100-krotna przepustowość włókna jednomodowego. Aktualne prace określają hipotetyczną przyszłą pojemność transmisyjną takich hipotetycznych włókien wyrażoną w funkcji przepływności i długości na 1 Eb/s (exa bit/s). Obecne MCF i FMF przewyższają SMF, ale ich rozwój napotyka na ograniczenia związane z technologią światłowodową MCVD, stosowaną jako standardowa metoda wytwarzania. Ograniczenia te związane są z rotacyjną symetrią rozkładu współczynnika załamania światła oraz ograniczonym poziomem domieszkania...

W tym projekcie badamy całkowicie nowe podejście wykorzystujące nanotechnologię do wytwarzania włókien o swobodnym rozkładzie współczynnika załamania (free-form fibers). W tym przypadku rdzeń włókna składa się z tysięcy nanopretów z różnych szkielek, które determinują efektywny rozkład współczynnika załamania we włóknach, zgodnie z rozkładem nanopretów. W ten sposób można uzyskać dowolny efektywny rozkład współczynnika załamania światła w rdzeniu bez ograniczeń symetrii kołowej, jakie istnieją w standardowych technologiach wytwarzania preform włókien.

Włókna typu free-form znacząco różnią się w swojej koncepcji i technologii od klasycznych włókien opartych na technologii MCVD, włókien fotonicznych i mogą być traktowane jako odrębna klasa włókien optycznych. Nanostrukturalne włókna swobodne są jednolicie szklane (brak otworów powietrznych we włóknach), mają standardowe. Włókna te są w pełni kompatybilne z obecnymi systemami telekomunikacyjnymi opartymi na szklach krzemionkowych i mogą być dopasowane do istniejących sieci telekomunikacyjnych. Podstawowa różnica polega na kształtowaniu efektywnych parametrów włókien dzięki nanostrukturyzacji. Elastyczność w inżynierii właściwości optycznych (dyspersja, modalność, polaryzacja) przewyższa te oferowane przez standardową technologię MCVD.

W projekcie planujemy opracowanie nowych algorytmów opartych na sztucznej inteligencji do projektowania włókien typu 'free form' i zbadać ich możliwości do kształtowania właściwości optycznych włókien. Dotychczas stosowaliśmy algorytmy symulowanego wyżarzania do wyznaczenia wewnętrznej struktury włókna złożonego z nanopretów. Metoda ta pozwala na bardzo dokładne uzyskanie dowolnego dedykowanego efektywnego rozkładu współczynnika załamania światła, ale nie pozwala na efektywnie projektowanie struktur o zadanych parametrach efektywnych. Następnie planujemy opracować i eksperymentalnie zweryfikować zalety włókien typu free-form zastosowanych w nowych typach włókien kilkumodowych (FMF), z dużym polem modowym (LMA), wielordzeniowych (MCF) dedykowanych dla centrów danych, długodystansowych łączy światłowodowych oraz włókien ze wzmocnionym rozpraszaniem Rayleigha (ERS). W ostatniej części projektu zbudujemy co najmniej 3 demonstratory nowych włókien, aby przeprowadzić bezpośrednie porównanie ich wydajności z istniejącymi włóknami i zweryfikować ich działanie w testowych liniach telekomunikacyjnych.