

Krzemionkowe światłowody mikrostrukturalne do generacji superkontinuum w reżimie dyspersji normalnej w bliskiej podczerwieni

Karol Tarnowski,¹ Tadeusz Martynkien,¹ Paweł Mergo,² Krzysztof Poturaj,²
Bertrand Kibler³

¹ *Katedra Optyki i Fotoniki, Wydział Podstawowych Problemów Techniki,
Politechnika Wrocławska*

² *Pracownia Technologii Światłowodów, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej*

³ *Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne,
UMR6303 CNRS—Université Bourgogne Franche-Comté, 21078 Dijon, Francja*

Historia źródeł superkontinuum (SC) sięga roku 1970, kiedy Alfano i Shapiro zaobserwowali widmo pokrywające zakres 400-700 nm oświetlając próbkę szkła borokrzemowego laserem pikosekundowym o długości fali 530 nm [1]. Lin i Stolen zademonstrowali generację superkontinuum o szerokości 180 nm w światłowodzie krzemionkowym w 1976 r. [2]. Poszerzenie widma było ograniczone dużą różnicą między długością fali o zerowej dyspersji (ZDW - zero dispersion wavelength) a długościami fali dostępnych źródeł laserowych. Przełom nastąpił wraz z wytworzeniem włókien mikrostrukturalnych. Ranka et al. pokazali szerokie superkontinuum pokrywające zakres 390-1600 nm dzięki przesunięciu zera dyspersji do zakresu widzialnego [3].

Pompowanie światłowodów o dyspersji anomalnej impulsami femtosekundowymi prowadzi do generacji szerokiego widma superkontinuum (SC) [4, 5]. Jednocześnie, generowane widmo propaguje się w wielu impulsach, a ponadto nie ma płaskiego rozkładu spektralnego. Heidt et al. pokazali, że superkontinuum generowane w zakresie dyspersji normalnej (ANDi – all-normal dispersion) propaguje się w pojedynczym impulsie, jest płaskie i charakteryzuje się wysoką koherencją [6-8]. Widmo o takich właściwościach może być wykorzystane w ultraszybkiej spektroskopii. Zakresem spektralnym szczególnie ważnym w zastosowaniach spektroskopowych jest średnia podczerwień, ze względu na lokalizację linii absorpcyjnych licznych związków chemicznych.

Widma superkontinuum generowane w światłowodach krzemionkowych o dyspersji normalnej sięgały początkowo w zakres fal długich do co najwyżej 1.5 μm [7], zatem nie osiągały granicy wyznaczonej przez długofalową krawędź absorpcji szkła krzemionkowego.

Zaprezentowany zostanie rozwój mikrostrukturalnych światłowodów krzemionkowych do generacji superkontinuum i ostatnie osiągnięcia w tej dziedzinie w tym generacja SC w reżimie dyspersji normalnej sięgającego ponad 2.2 μm [9, 10]. Ponadto przedstawione będą wyniki prac dotyczących dwójłomnych światłowodów krzemionkowych o dyspersji normalnej i generacji spolaryzowanego superkontinuum.

[1] R. R. Alfano and S. L. Shapiro, *Phys. Rev. Lett.* **24**, 584 (1970).

[2] C. Lin and R. H. Stolen, *Appl. Phys. Lett.* **28**(4): 216 (1976).

[3] J. K. Ranka, R. S. Windeler, and A. J. Stentz, *Opt. Lett.* **25**(1): 25 (2000).

[4] G. P. Agrawal, *Nonlinear Fiber Optics*, 5th. ed., (Academic Press, Boston, 2013).

[5] J. M. Dudley, G. Genty, and S. Coen, *Rev. Mod. Phys.* **78**, 1135 (2006).

[6] A. M. Heidt, *J. Opt. Soc. Am. B* **27**, 550 (2010).

[7] A. M. Heidt, A. Hartung, G. W. Bosman, P. Krok, E. G. Rohwer, H. Schwoerer, and H. Bartelt, *Opt. Express* **19**, 3775 (2011).

[8] A. Hartung, A. M. Heidt, and H. Bartelt, *Opt. Express* **19**, 7742 (2011).

[9] K. Tarnowski, and W. Urbanczyk, *IEEE Photon. J.* **8**(1), 7100311 (2016).

[10] K. Tarnowski, T. Martynkien, P. Mergo, K. Poturaj, G. Soboń and W. Urbańczyk, *Opt. Express* **24**(26): 30523 (2016).