

Sprzęgacz do światłowodu wielordzeniowego oparty na dyfrakcyjnych elementach optycznych wytworzony metodą dwufotonowej polimeryzacji

M. Kaluza[†], K. Pogorzelec, P. Lesiak

Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

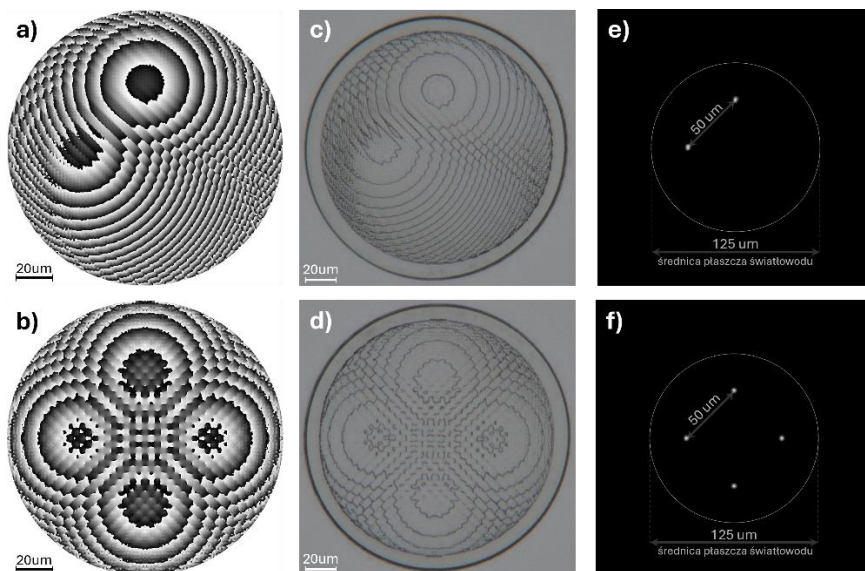
[†]email: mateusz.kaluza@pw.edu.pl

Sprzęgacze światłowodowe odgrywają kluczową rolę w nowoczesnych systemach optycznych, umożliwiając efektywne rozdzielanie, łączenie oraz przekierowywanie sygnałów w precyzyjny i kontrolowany sposób. Dzięki postępom w nanotechnologii możliwe jest miniaturyzowanie sprzęgaczy i dostosowanie ich do pracy w wymagających warunkach. Różne technologie umożliwiają dostosowanie sprzęgaczy do specyficznych potrzeb zaawansowanych systemów optycznych, w tym biosensorów opartych na sprzęgaczach światłowodowych [1].

Technologia dwufotonowej polimeryzacji (2PP) umożliwia precyzyjne wytwarzanie złożonych mikrostruktur, takich jak dyfrakcyjne elementy optyczne (DOE) [2]. DOE pozwalają na precyzyjne i dowolne kształtowanie wiązek optycznych, dostosowane do specyficznych wymagań danej aplikacji [3]. W niniejszej pracy przedstawiono innowacyjne podejście do projektowania i wytwarzania sprzęgaczy światłowodowych opartych na DOE, zaprojektowanych przy użyciu zmodyfikowanego algorytmu Gerchberga-Saxtona, co pozwoliło na stworzenie hologramów syntetycznych charakteryzujących się wysoką wydajnością dyfrakcyjną.

Przedstawione struktury umożliwiają przekierowanie wiązki z wyjścia światłowodu jednomodowego na dowolną kombinację rdzeni światłowodu czterordzeniowego. Struktury zaprojektowano dla długości fali 1550 nm, średnicy 150 μm i ogniskowej 150 μm . Wyniki symulacji numerycznych potwierdziły poprawność działania zaproponowanych struktur. Dzięki wysokiej rozdzielczości druku 2PP (rzędu 100 nm) DOE zostały precyzyjnie wytworzone na szklanym podłożu, a wstępne pomiary eksperymentalne wykazały ich poprawne działanie.

Na Rysunku 1a i 1b przedstawiono fazowe rozkłady zaprojektowanych DOE kierujących promieniowanie do dwóch i czterech ognisk odpowiadających pozycjom rdzeni światłowodu czterordzeniowego. Rysunki 1c i 1d pokazują zdjęcia struktur wytworzonych metodą 2PP, a Rysunki 1e i 1f prezentują wyniki symulacji numerycznych. W kolejnym etapie DOE zostaną wydrukowane na czołach światłowodów czterordzeniowych z użyciem stelaża zapewniającego precyzyjne pozycjonowanie w odległości ogniskowej, co umożliwi efektywne przekierowanie promieniowania do wybranego rdzenia i zapewni wysoką wydajność nowatorskiego sprzęgacza światłowodowego.



Rysunek 1: a) i b) Mapy fazowe zaprojektowanych DOE; c) i d) zdjęcia wydrukowanych struktur w technologii 2PP; e) i f) wyniki symulacji numerycznych ilustrujące ogniska w płaszczyźnie wejścia światłowodu czterordzeniowego.

Podziękowania i źródła finansowania

Badania były finansowane ze środków Politechniki Warszawskiej w ramach Programu Inicjatywa Doskonałości – Uczelnia Badawcza (IDUB).

Literatura

- [1] C. Leitão, S.O. Pereira, C. Marques, N. Cennamo, L. Zeni, M. Shaimerdenova, T. Ayupova and D. Tosi, *Biosensors* **12**, 575 (2022).
- [2] H. Wang, H. Wang, W. Zhang, and J.K.W. Yang, *ACS Nano* **14**, 10452 (2020).
- [3] S. Katz, N. Kaplan, and I. Grossinger, *Optik & Photonik* **13**, 83 (2018).