

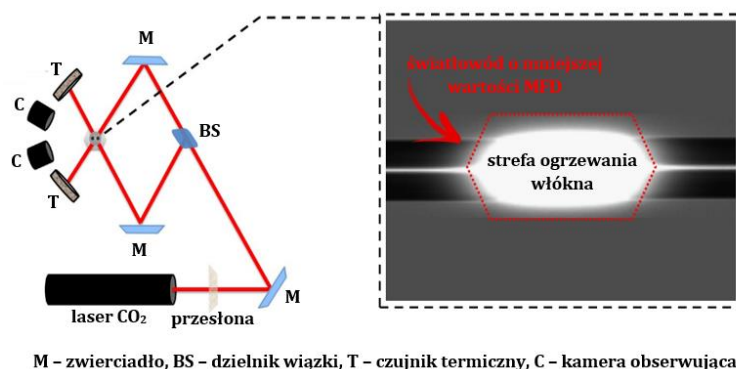
PANDAPTER PM - nowa jakość łączenia światłowodów optycznych utrzymujących stan polaryzacji

A. Jamrozik^{1,†}, M. Pielach^{1,†}, B. Fabjanowicz¹, K. Krupa¹, Y. Stepanenko^{1,†}

¹Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk, ul. Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa

†email: ajamrozik@ichf.edu.pl, mgpielach@ichf.edu.pl, stepanenko@ichf.edu.pl

Spawanie światłowodów optycznych to trwałe połączenie włókien, bez użycia dodatkowych elementów spajających. Celem jest stworzenie takiego połączenia, które zagwarantuje możliwie najniższe straty w transmisji sygnału optycznego. Proces spawania odgrywa kluczową rolę zarówno w zastosowaniach telekomunikacyjnych, jak również podczas konstrukcji układów laserów oraz wzmacniaczy zbudowanych całkowicie ze światłowodów. Pomimo zaawansowanej technologii światłowodowej wciąż istnieje szereg czynników, które wywołują różnice w tłumienności spawów. Jednym z nich jest konieczność spawania włókien o innych rozmiarach rdzenia, posiadających różną średnicę pola modu, opisywaną przez parametr MFD (ang. mode field diameter). Niedopasowanie MFD łączonych światłowodów stanowi podstawową przyczynę strat sygnału w miejscu spawu. Efekt ten można wyeliminować poprzez stworzenie adaptera pól modowych MFA (ang. mode field adapter). Ogrzewając w odpowiedni sposób światłowód posiadający mniejszą wartość MFD można wywołać poszerzenie jego rdzenia poprzez dyfuzję termiczną jonów domieszkujących, TEC (ang. thermally-expanded-core). Prawdziwe wyzwanie stanowi powiększenie rdzenia we włóknie o asymetrycznej geometrii, w szczególności w światłowodzie utrzymującym stan polaryzacji PM (ang. polarization-maintaining). Do tego typu włókien należy światłowód typu PANDA, w którym asymetria jest wprowadzona przez pręty naprężeniowe znajdujące się w strukturze płaszcza. Podczas tworzenia MFA dla tego rodzaju światłowodów należy zadbać, aby w trakcie ogrzewania włókna uniknąć deformacji prętów naprężeniowych, gdyż może to wpłynąć na jakość wiązki promieniowania i właściwości polaryzacyjne. Właśnie to zagadnienie podejmuje niniejsza praca, która opisuje metodę powiększenia rdzenia światłowodu utrzymującego stan polaryzacji, tak aby po zespawaniu go z włóknem o większym MFD zapewnić jak najmniejsze straty sygnału optycznego. Opracowano metodę ogrzewania włókna za pomocą lasera CO₂, która dzięki m.in. sprytnemu obracaniu światłowodu w trakcie procesu pozwala na szybkie powiększenie rdzenia przy jednoczesnym zachowaniu struktury prętów naprężeniowych [1]. Badania dotyczyły opracowania MFA dla różnych rodzajów komercyjnie dostępnych światłowodów utrzymujących stan polaryzacji typu PANDA, przykładowo dla włókien: PM980 oraz PLMA 14/125-UF, pozwalając na zmniejszenie strat o ponad 30% [2].



Rysunek 1: Poglądowy schemat układu do wytwarzania MFA.

Otrzymane wyniki wnoszą istotny wkład w rozwój oscylatorów i wzmacniaczy laserowych zbudowanych całkowicie z włókien utrzymujących stan polaryzacji. Dzięki zastosowaniu światłowodów PANDA takie lasery są odporne na zmienne warunki zewnętrzne, przez co znajdują zastosowanie w środowiskach przemysłowych.

Podziękowania i źródła finansowania

Badania były finansowane w ramach projektu NCN MINIATURA-5 2021/05/X/ST7/01330 oraz projektu FNP TEAM-NET No. POIR.04.04.00-00-16ED/18.

Literatura

- [1] A. Jamrozik, M. Pielach, K. Krupa, Y. Stepanenko “A method of fabrication of thermally expanded core in polarization maintaining optical fibre, polarization-maintaining optical fibre with a thermally expanded core, use thereof, a method of fabrication a mode-field adapter and a fibre mode-field adapter” EP23461575.5 (submitted 05.05.2023).
- [2] A. Jamrozik, M. Pielach, B. Fabjanowicz, K. Krupa, Y. Stepanenko, Optical Fiber Technology 104055 (2025).