

Streszczenie

W ramach rozprawy przeprowadzono numeryczne badania właściwości propagacyjnych skręconych i zgiętych światłowodów. W tym celu wykorzystano opracowaną w ostatnich latach dokładną, wektorową metodę symulacji pozwalającą na modelowanie skręconych i zgiętych światłowodów w oparciu o formalizm optyki transformacyjnej, co umożliwiło po raz pierwszy pełne zrozumienie właściwości takich struktur i w konsekwencji zaobserwowanie szeregu nieopisywanych wcześniej zjawisk.

W szczególności, po raz pierwszy dokładnie przeanalizowano wpływ skręcenia na efektywne współczynniki załamania, rozkłady natężenia, polaryzację i straty modów podstawowych oraz modów pierwszego rzędu w światłowodzie o spiralnym rdzeniu. Uzyskane wyniki różnią się istotnie od przewidywań wcześniej stosowanych metod przybliżonych. Dodatkowo, zbadano mechanizm zależnych od symetrii światłowodu sprzężeń między modami rdzeniowymi i płaszczowymi w światłowodach o spiralnym oraz skręconym eliptycznym rdzeniu. Uzyskane wyniki pokazały znacznie bogatsze widmo sprzężeń niż przewidywane przez stosowane wcześniej metody perturbacyjne, a także nieopisane wcześniej zaburzenia stanu polaryzacji modów podstawowych spowodowane sprzężeniami.

Ponadto, zbadano nieanalizowany wcześniej efekt powierzchniowego rezonansu plazmonowego w światłowodach o spiralnym rdzeniu pokrytych warstwą metalu. Pokazano możliwość wzmocnienia strat rezonansowych o ponad dwa rzędy wielkości za pomocą skręcenia światłowodu oraz zidentyfikowano szereg nowych zjawisk spowodowanych wpływem skręcenia na warunki sprzężenia pomiędzy modami podstawowymi, plazmonami powierzchniowymi i modami płaszczowymi.

Dodatkowo, wykorzystując dokładną metodę symulacji, zbadano wpływu zgięcia światłowodu mikrostrukturalnego z metalicznymi inkluzjami na położenie spektralne i siłę powierzchniowego rezonansu plazmonowego. Zaprojektowano włókna, w których poziom strat rezonansowych może być znacząco przestrajany w wyniku zgięcia.

Uzyskane wyniki potwierdzają główną tezę rozprawy mówiącą, że skręcone i zgięte światłowody charakteryzują się nieopisanymi wcześniej właściwościami, które mogą prowadzić do nowych zastosowań takich struktur w metrologii i telekomunikacji. Wykazano również, że wiele z ich właściwości może być zidentyfikowane jedynie przy pomocy metod symulacji wykorzystujących optykę transformacyjną, ponieważ stosowane wcześniej metody przybliżone ignorują część istotnych zjawisk, a w niektórych przypadkach prowadzą do błędnych wniosków.