

Monolityczne podfalowe siatki dyfrakcyjne dla źródeł światła następnej generacji

2020

1920

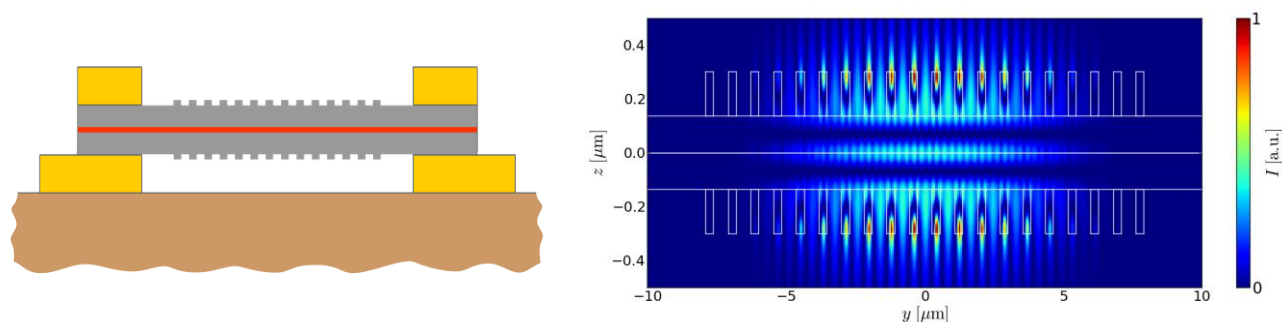
M. Gębski, R.P. Sarzała, M. Dems, M. Wasiak, W. Nakwaski, T. Czyszanowski
Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 219, 90-924 Łódź, Polska

1920-2020



100 LAT POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Półprzewodnikowe źródła promieniowania, w tym lasery o emisji powierzchniowej z pionową wnęką rezonansową (ang. VCSEL) oraz diody świecące (ang. LED) znajdują coraz więcej zastosowań na skalę masową. Do najważniejszych należą: telekomunikacja optyczna krótkiego zasięgu, detekcja przedmiotów i pomiar odległości (ang. LiDAR), oświetlenie, czy wykrywanie gazów. Urządzenia te podlegają ciągłej miniaturyzacji i optymalizacji, których celem jest zmniejszenie kosztów ich wytwarzania oraz zwiększenie efektywności przetwarzania energii elektrycznej na optyczną. Zaprojektowane i wytworzone przez nas podfalowe, monolityczne siatki dyfrakcyjne o wysokim kontraście współczynnika załamania światła (ang. MHCG) okazały się potężnym i uniwersalnym narzędziem służącym do poprawy efektywności działania istniejących półprzewodnikowych źródeł promieniowania, jak i umożliwiającym zaprojektowanie i wytworzenie zupełnie nowych konstrukcji. Odpowiednio zaprojektowana siatka MHCG może charakteryzować się 100% odbijalnością promieniowania padającego, co pozwala na wykorzystanie jej np. jako zwierciadło w laserach VCSEL. Wykonany przez nas laser VCSEL z siatką MHCG jest pierwszym urządzeniem tego typu na świecie [1]. Zastąpienie większej części stosowanego powszechnie rozproszonego zwierciadła Bragga (ang. DBR) zwierciadłem w postaci siatki MHCG pozwoliło na zmniejszenie ilości materiału wykorzystywanego do wytworzenia lasera o ok. 30%, a zatem i kosztów jego wytworzenia. Dalsza redukcja rozmiarów urządzenia związana jest z całkowitym zastąpieniem obu zwierciadeł DBR siatkami MHCG (patrz rys.1). Teoretycznie konstrukcje takie są w stanie emitować promieniowanie w zakresie od ultrafioletu po podczerwień. Ponadto, siatki MHCG z częściową metalizacją (ang. mMHCG) mogą pełnić rolę zarówno zwierciadła, jak i kontaktu elektrycznego. Taka konfiguracja umożliwia precyzyjną kontrolę przepływu prądu przez urządzenie, a tym samym pozwala na zwiększenie efektywności konwersji energii elektrycznej na optyczną. Co więcej, siatki MHCG i mMHCG cechują się silną dyskryminacją polaryzacji oraz umożliwiają konwersję pola optycznego o jednej polaryzacji na pole o polaryzacji prostopadłej. Wykorzystanie tego efektu pozwoliło nam na zaprojektowanie lasera kwantowo-kaskadowego (ang. QCL) o emisji powierzchniowej, mimo iż konstrukcja tego typu wydawała się niemożliwa do uzyskania ze względu na ograniczenia fizyczne standardowych konstrukcji laserów QCL.



Rys. 1. Schemat lasera VCSEL z dwoma zwierciadłami MHCG emitującego falę ok. 980 nm oraz rozkład natężenia pola optycznego jego modu podstawowego. Przekrój w płaszczyźnie prostopadłej do struktury epitaksjalnej lasera.

1. M. GĘBSKI, I IN., OPTICS EXPRESS, 2019, VOL. 27, NO. 5, PP. 7139-7146

Słowa kluczowe: Monolityczne podfalowe siatki dyfrakcyjne, lasery półprzewodnikowe, źródła światła

