

Lasery o emisji powierzchniowej z pionową wnęką tzw. lasery VCSEL (vertical-cavity surface-emitting laser) są szeroko stosowane jako źródła promieniowania w światłowodowych sieciach telekomunikacyjnych oraz w telefonach komórkowych nowej generacji i w przemyśle motoryzacyjnym w czujnikach rozpoznających kształty i gęsty. Lasery typu VCSEL zdobyły przewagę w tych zastosowaniach nad innymi laserami półprzewodnikowymi ze względu na ich niski koszt produkcji, małe rozmiary i wysoką efektywność energetyczną. Obecnie wytwarzane lasery typu VCSEL posiadają rozmiary pionowe rzędu kilkudziesięciu mikrometrów, a ich budowa jest niezwykle skomplikowana. Składają się one z ponad stu warstw półprzewodnikowych, które tworzą: obszar czynny, obszary ograniczenia prądowego i ograniczenia modu optycznego oraz dwa zwierciadła o bardzo wysokich współczynnikach odbicia tzw DBR (distributed Bragg reflector). Aby lasery typu VCSEL mogły nadążyć za obecnym trendem polegającym na zmniejszaniu rozmiarów układów optoelektronicznych konieczne jest uproszczenie ich konstrukcji.

Minimalna możliwa grubość wnęki optycznej wynosi połowę długości rezonującej w niej fali, co odpowiada grubości mniejszej niż  $0.5 \mu\text{m}$ . Największą część lasera VCSEL stanowią obecnie zwierciadła DBR. Jednak nie tylko ich grubość jest problemem. Zwierciadła DBR zawierają dziesiątki par warstw wykonanych z dwóch różnych materiałów półprzewodnikowych. Zwierciadła o tak skomplikowanej budowie mogą być wykonane z materiałów arsenkowych (arsenku galu, arsenku aluminium, arsenku indu oraz ich kombinacji), które to materiały mogą emitować promieniowanie jedynie w zakresie długości fal od  $0.62$  do  $1.2 \mu\text{m}$ .

Nasze badania prowadzące do dalszego rozwoju laserów typu VCSEL zakładają zastąpienie grubych zwierciadeł DBR przez tak zwane siatki podfalowe. Tego typu siatki można uzyskać poprzez płytkie wytrawienie dowolnego materiału półprzewodnikowego stosowanego w optoelektronice, a własności takiej siatki będą zbliżone do własności zwierciadeł DBR. Największa zaleta tego typu siatek wiąże się z tym, iż wykonanie siatki podfalowej wymaga zaledwie kilku procent materiału epitaksjalnego, który jest niezbędny do wytworzenia zwierciadła DBR, a prosta konstrukcja siatek umożliwia konstruowanie laserów VCSEL z niemal wszystkich materiałów umożliwiających świecenie, a zatem mogących emitować promieniowanie o niemal dowolnej długości fali od ultrafioletu do średniej podczerwieni.

Nasz projekt skupia się na zrozumieniu właściwości nowej klasy laserów półprzewodnikowych wykorzystujących siatki podfalowe, które ujawniły dotąd szereg nieoczekiwanych efektów, powodujących z jednej strony, że tego typu lasery są trudniejsze do intuicyjnego projektowania, ale z drugiej strony pozwalają na nową funkcjonalność a co za tym idzie wymagają dokładnego poznania mechanizmów odpowiedzialnych za ich działanie.