

# Monolityczne podfalowe siatki dyfrakcyjne o wysokim kontraście współczynnika załamania jako zwierciadła w półprzewodnikowych azotkowych laserach VCSEL

Robert P. Sarzała<sup>1</sup>, Rafał Ledzion<sup>1</sup>, Łukasz Piskorski<sup>1</sup>, Magdalena Marciniak<sup>1</sup>,  
Marcin Gębski<sup>1</sup>, Tomasz Czyszanowski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Instytut Fizyki, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 219, Łódź, Polska*

Współczesne półprzewodnikowe źródła światła wytwarzane w oparciu o materiały azotkowe emitują promieniowanie elektromagnetyczne o długościach fali z zakresu od ok. 370 nm do 500 nm, zatem od bliskiego nadfioletu, poprzez promieniowanie fioletowe i niebieskie, do zielono-niebieskiego. Urządzenia te znalazły lub mogą znaleźć liczne zastosowania, m. in. w optycznym zapisie i odczycie informacji (Blue-Ray), fotolitografii, druku laserowym, wyświetlaczach, skanerach oraz do komunikacji w sieciach opartych o światłowody plastikowe, komunikacji podwodnej i komunikacji w świetle widzialnym w wolnej przestrzeni. Dotychczas zostały opracowane i wdrożone do produkcji diody LED oraz lasery o emisji krawędziowej EEL (od ang. Edge Emitting Laser) emitujące promieniowanie ultrafioletowe, niebieskie oraz w ostatnim czasie także promieniowanie zielone.

Wyzwaniem dla naukowców pozostaje skonstruowanie niebieskich laserów o emisji powierzchniowej z pionową wnęką rezonansową VCSEL (od ang. Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser), o własnościach pozwalających na ich komercjalizację. Ze względu na swoje liczne zalety, mogłyby one nie tylko zastąpić dotychczas stosowane diody LED i lasery EEL w części dotychczasowych urządzeń ale także zostać użyte w wielu nowych zastosowaniach. Jednymi z głównych przeszkód w wytworzeniu azotkowych laserów VCSEL jest (i) trudność uzyskania ich półprzewodnikowej struktury monolitycznej obejmującej obszar czynny, rezonator i zwierciadła oraz (ii) trudność z uzyskaniem jednorodnego efektywnego wstrzykiwania prądu do obszaru czynnego lasera. Rozwiązaniem powyższych problemów może być zastosowanie jako zwierciadeł monolitycznych podfalowych siatek dyfrakcyjnych o wysokim kontraście współczynnika załamania światła MHCG [1-3] (od ang. Monolithic High refractive index Contrast Grating), które dodatkowo można by było częściowo metalizować, umożliwiając tym samym bezpośrednio wstrzykiwanie prądu do obszaru czynnego. Wstępne obliczenia pokazują, że można w takiej konstrukcji osiągnąć równomierną gęstość prądu wstrzykiwanego do obszaru czynnego na poziome  $5.5 \text{ kA/cm}^2$  nawet w przypadku apertur obszaru czynnego 40-50  $\mu\text{m}$  przy wzroście temperatury we wnętrzu przyrządu poniżej 360 K.

Praca częściowo finansowana z projektu NCN nr UMO-2014/13/B/ST7/00633.

[1] M.C.Y. Huang et al., Nat. Photonics **1**(2), 119 (2007).

[2] M. Gębski et al., Opt. Express **23**(9), 11674 (2015).

[3] T. Czyszanowski et al., Scientific Reports **7**, 40348 (2017).