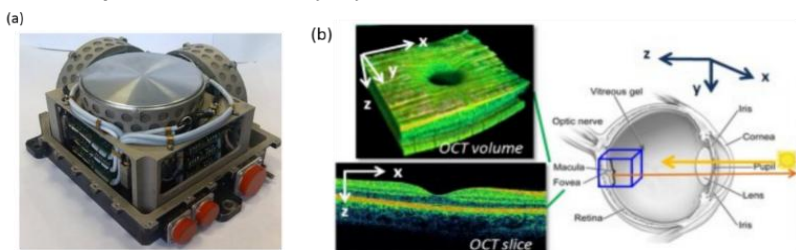


**Cel projektu i motywacja.** Głównym celem projektu jest opracowanie technologii wytwarzania nowej generacji diod superluminescencyjnych (SLD) o szerokim spektrum światła (powyżej 25 nm) pracujących w zakresie światła widzialnego (400–440 nm).

Emitery światła oparte na półprzewodnikach azotkowych są szeroko stosowane w naszym codziennym życiu. Najbardziej rozpowszechnione i znane są diody elektroluminescencyjne (LED) i diody laserowe (LD) pracujące w zakresie widzialnym. W tej rodzinie emiterów znajdują się również mniej znane diody superluminescencyjne, łączące spójność przestrzenną emitowanego światła typową dla LD z niską spójnością czasową (szerokie widmo emisyjne) typową dla LED. Struktura SLD jest bardzo podobna do struktury LD, ale koncepcja SLD skupia się na tłumieniu oscylacji światła wzdłuż falowodu, co jest kluczowe dla działania SLD. W SLD część światła, które powstaje w procesie emisji spontanicznej, może zostać uwięziona w falowodzie i być wzmocniona przez emisję wymuszoną.

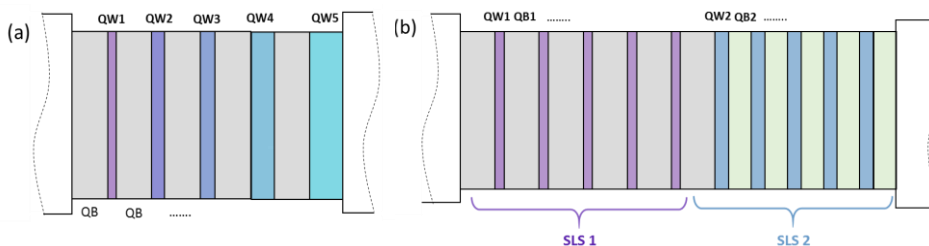
W medycynie i przemyśle istnieje ogromne zapotrzebowanie na źródła światła o szerokim spektrum emisji światła. W medycynie nieustannie rośnie zapotrzebowanie na systemy obrazowania, takie jak koherentna optyczna tomografia (OCT) do obrazowania układu sercowo-naczyniowego i płuc, co jest najważniejszym medycznym zastosowaniem SLD. Innym ważnym zastosowaniem technologii SLD są żyroskopy światłowodowe (FOG) wykorzystywane m.in. w nawigacji i stabilizacji pojazdów autonomicznych (samochody, samoloty, odrzutowce i inne). Technologia ta może być również wykorzystywana jako systemy stabilizacji linii wzroku i wykrywania obrotu ziemi.



Rysunek 1. Przykłady zastosowań SLD o szerokim spektrum emisyjnym: (a) 3-osiowy żyroskop światłowodowy, FOG [https://www.findlight.net/fiber-optics/fiber-optomechanics/fiber-optic-gyroscopes/space-grade-three-axis-fiber-optic-gyroscope-vobis], (b) optyczna tomografia koherentna, OCT, oka [http://www.baysteyecare.com/optical-coherence-tomography-oct/].

W SLD głównym problemem jest uzyskanie odpowiednio szerokiego widma emisyjnego. Zaproponowano kilka metod w celu poszerzenia widma azotkowych diod superluminescencyjnych. Niestety nie przyniosły one oczekiwanych rezultatów – poszerzenie widma powodowało znaczny spadek mocy optycznej.

**Opisane problemy mogą zostać przezwyciężone przez zastosowanie proponowanej przez nas innowacyjnej struktury obszaru aktywnego SLD** składającej się z: (i) zestawu studni kwantowych (QW)  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  – SLD typu I (rys.2a) oraz (ii) zestawu supersieci (SL)  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  - SLD typu II (rys.2b); o różnej geometrii i ekstremalnie wąskich QWs 0,5–2 nm, zmiennej zawartości indu  $x \leq 0,25$  oraz z barierami kwantowymi (QB) o szerokości 0,75–6 nm.



Rysunek 2. Przykład obszaru aktywnego badanych próbek: (a) struktura składająca się z QW o różnych szerokościach (b) struktura podwójna oparta na SLs o różnych szerokościach QW i QB.

Supersieci, które planujemy wykorzystać jako obszar aktywny SLD, składają się z niewielkiej liczby warstw atomowych w QWs i rozdzielających je QBs. Funkcje falowe QWs i QBs oddziałują ze sobą, dzięki czemu możliwa jest modyfikacja ich właściwości optycznych. Główną zaletą SL jest możliwość dostrojenia długości fali emisji poprzez zmianę grubości QW i/lub QB. Wybierając szerokości QW i/lub QB, można uzyskać jednoczesną emisję na kilku długościach fal, co ostatecznie przełoży się na szersze spektrum światła. Ponadto efekty tunelowania nośników pomiędzy studniami kwantowymi poprzez cienką barierę, pozwolą na uzyskanie bardziej jednorodnego wypełnienia pasm niż w przypadku „standardowych” studni kwantowych.

**Wpływ projektu na rozwój dziedziny.** Nie ma zbyt wielu badań dotyczących wykorzystania azotkowych SLD, i dziedzina ta jest nadal bardzo słabo rozwinięta. Z drugiej strony zastosowanie materiałów azotkowych pozwala na uzyskanie emisji w bardzo szerokim spektrum (od UV do czerwieni) oferując nowe możliwości zastosowań, niedostępne dotychczas dla innych systemów materiałowych. Zaproponowane w projekcie nowatorskie podejście, polegające na wykorzystaniu zmodyfikowanych struktur obszaru aktywnego, ma na celu spełnienie warunków wymaganych w zastosowaniach SLD nowej generacji. Uzyskanie szerokiego widma emisyjnego zaowocuje pokazaniem „dowodu koncepcji” w zakresie stosowalności SLs w nowej generacji SLD i będzie stanowić nowy i znaczący wkład do stanu wiedzy w dziedzinie emiterów światła.