

Kropki kwantowe na bazie GaSb jako nowa platforma materiałowa do realizacji emiterów pojedynczych fotonów

Autorzy: Maja Wasiluk¹, Helena Janowska¹, Wojciech Charaszkiewicz¹, Joonas Hilska², Markus Peil², Robert Matysiak³, Abhiroop Chellu², Efsane Sen², Michał Gawętczyk³, Teemu Hakkarainen^{3,4}, Anna Musiał¹

¹ Katedra Fizyki Doświadczalnej, Politechnika Wrocławska, Wrocław, Polska

² Institute for Advanced Study, Tampere University, Tampere, Finland

³ Instytut Fizyki Teoretycznej, Politechnika Wrocławska, Wrocław, Polska

⁴ Optoelectronics Research Centre, Physics Unit, Tampere University, Tampere, Finland

Autor korespondencyjny: anna.musial@pwr.edu.pl

Postęp w dziedzinie komunikacji kwantowej wymaga opracowania źródeł nieklasycznych stanów światła, w szczególności źródeł pojedynczych fotonów. Z powodów praktycznych powinny one emitować w zakresie podczerwieni telekomunikacyjnej (pasmo C, dla którego straty w powszechnie używanych światłowodach są najniższe odpowiada długości fali 1550 nm). Jednym z układów fizycznych mogących generować pojedyncze fotony na żądanie są epitaksjalne kropki kwantowe. Ich użycie zapewnia najmniejsze prawdopodobieństwo emisji wielofotonowej oraz jest kompatybilne z technologią półprzewodnikową. Jednakże w najbardziej pożądanym zakresie spektralnym ich parametry wciąż wymagają poprawy. W odpowiedzi na brak emiterów pojedynczych fotonów na ten zakres o właściwościach pozwalających na realizację praktycznych urządzeń, proponujemy zweryfikowanie potencjału aplikacyjnego nowej platformy materiałowej (In)GaSb/AlGaSb, pozwalającej na wytworzenie kropek kwantowych emitujących w zakresie telekomunikacyjnym.

Badane kropki kwantowe powstają poprzez wypełnienie materiałem (In)GaSb zagłębienia w materiale bariery – AlGaSb, powstałego poprzez jej trawienie kroplą Al w komorze reaktora do epitaksji z wiązek molekularnych. Ta metoda wzrostu pozwala na łączenie materiałów nawet o niewielkich różnicach stałych sieci, które nie pozwalają na wytwarzanie w standardowym trybie wzrostu Stranckiego-Krastanowa, oraz zapewnia prawie idealną symetrię w płaszczyźnie, istotną dla generacji par polaryzacyjnie splątanych fotonów [1,2]. Nie była ona do tej pory stosowana w tym układzie materiałowym, więc konieczne było znalezienie optymalnych warunków wytwarzania [3,4]. W prezentacji przedstawione zostaną podstawowe właściwości optyczne takich kropek wyznaczone zarówno doświadczalnie metodami spektroskopii optycznej [5,6], jak i numerycznie – obliczenia przeprowadzono przy użyciu wielopasmowej metody **kp** i metody konfiguracji-oddziaływania [7-9].

References

- [1] A. Küster et al., *Nanoscale Res. Lett.* 11, 282 (2016).
- [2] S. Filipe et al., *Appl. Phys. Lett.* 119, 120502 (2021).
- [3] J. Hilska, A. Chellu, and T. Hakkarainen, *Cryst. Growth Des.* 21, 1917 (2021).
- [4] A. Chellu et al., *Appl. Phys. Lett. Mater.* 9, 051116 (2021).
- [5] J. Michl et al., *Adv. Quantum Technol.* 6, 2300180 (2023).
- [6] T. Hakkarainen et al., *arXiv:2404.06083v1* (2024).
- [7] T. B. Bahder, *Phys. Rev. B* 41, 11992 (1990).
- [8] W. G. Bryant, *Phys. Rev. Lett.* 59, 1140 (1987).
- [9] K. Gawarecki, *Phys. Rev. B* 90, 085437 (2014).