

GaAsBi/GaAs:Be kvantinės duobės su 10% bismuto

GaAsBi/GaAs:Be quantum wells containing 10% of bismuth

Monika Jokubauskaitė, Evelina Dudutienė, Algirdas Jasinskas, Bronislavas Čechavičius, Virginijus Bukauskas, Gintaras Valušis, Renata Butkutė

VMTI Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius

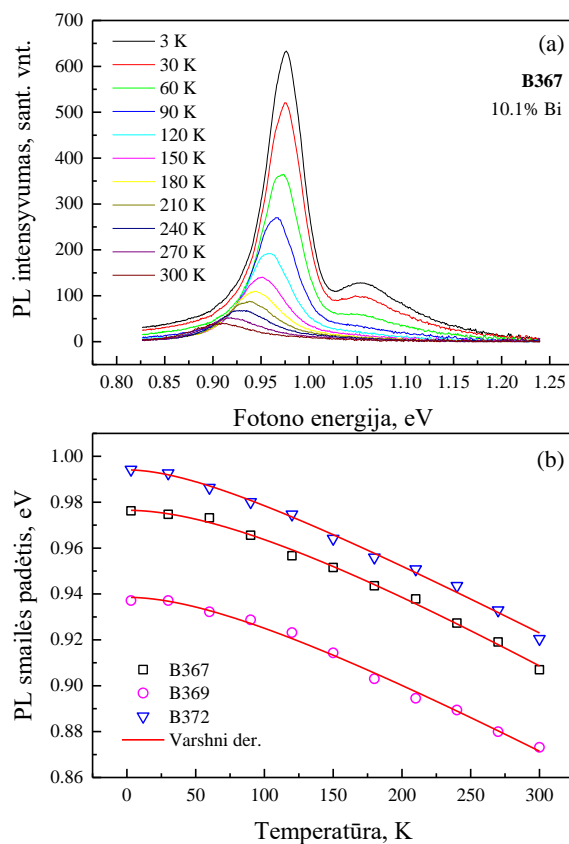
monika.jokubauskaite@ftmc.lt

Vos keli procentai bismuto įterpti į GaAs gardelę, ženkliai sumažina šios naujos medžiagos – GaAsBi – draustinių energijų tarpą (E_g). Taip pat, pastebėta, kad GaAsBi E_g silpnai priklauso nuo gardelės temperatūros, o GaAsBi, su didesne nei 10.5% bismuto koncentracija, sukinių-orbitinio suskilimo energija viršija draustinių energijų tarpą. Tai lemia efektyvų nespindulinės Auger rekombinacijos sumažėjimą [1]. Dėl šių savybių, GaAsBi yra potencialus kandidatas kuriant ilgabangius optoelektronikos prietaisus, kurių veikimas silpnai priklauso nuo temperatūros [2]. Visgi, norint sukurti ir optimizuoti tokius optoelektronikos prietaisus, svarbu žinoti GaAsBi optines savybes ir elektroninę struktūrą.

Šiame darbe tiriamos molekulinė pluoštelė epitaksijos metodu (MBE) užaugintos pavienės GaAsBi/GaAs:Be kvantinės duobės, kuriose bismuto kiekis siekia ~10%. Taip pat, n-tipo GaAs barjeriniai sluoksniai buvo kompensuoti juos skirtingai legiruojant beriliu: $N_{Be} = 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ir $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, bandiniams B367, B369 ir B372, atitinkamai. Struktūrinė kvantinių darinių analizė parodė, kad QW pasižymi aukšta kristaline kokybe ir aštriomis sąlyčio ribomis tarp sluoksnių.

Temperatūriniai fotoluminescencijos (PL) matavimai buvo atlikti 3 – 300 K temperatūrų intervale naudojant skirtingus sužadinimo intensyvumus. Optinių savybių tyrimo rezultatus iliustruoja 1(a) pav., kuriame pavaizduoti bandinio B367 temperatūriniai PL spektrai. Visos trys tirtos QW struktūros pasižymi emisija ties 1300 nm (0.95 eV). Skaitmeniniai skaičiavimai parodė, kad žemose temperatūrose aukštesnių energijų srityje stebimas antras PL ypatumas (žr. 1(a) pav.) gali būti priskirtas optiniams šuoliams iš aukštesnių lygmenų. Analizuojant spektrus, matuotus skirtingose temperatūrose, buvo nustatyta, kad temperatūrinis PL smailių spektrinės padėties kitimas (1(b) pav.) gerai seka Varshni dėsnį su parametrais, mažesniais nei GaAs [3]. Tai svarbus ypatumas siekiant nagrinėjamas struktūras pritaikyti optoelektronikoje. Tiriant, PL smailių intensyvumo priklausomybę nuo sužadinimo galios buvo nustatyta, kad net kambario temperatūroje dominuoja spindulinės rekombinacijos kanalas. Galiausiai, skaitmeniniai QW skaičiavimai atskleidė, kaip kinta juostinė struktūra keičiant berilio koncentraciją barjeriniuose sluoksniuose. Nustatyta, kad esant

didžiausiai tirtai Be koncentracijai ($3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) padidėja elektronų ir sunkiųjų skylių banginių funkcijų persiklojimas, o tai lemia PL intensyvumo išaugimą.



1 pav. GaAsBi/GaAs:Be QW temperatūriniai PL spektrai (a) ir visų tirtų struktūrų PL smailių padėties kitimo priklausomybės nuo temperatūros (b).

Reikšminiai žodžiai: molekulinė pluoštelė epitaksija, kvantinės duobės, bismidai, fotoluminescencija.

Literatūra:

- [1] M. Usman, C. A. Broderick, A. Lindsay, E. P. O'Reilly, Phys. Rev. B **84**(24), 245202 (2011).
- [2] K. K. Nagaraja, Y. A. Mityagin, M. P. Telenkov, I. P. Kazakov, Crit. Rev. Solid State **42**, 239 (2017).
- [3] Y. P. Varshni, Physica **34**(1), 149 (196).