

GaSb pagrindu pagamintų lazerinių diodų triukšmų ir elektrinių charakteristikų tyrimas atliekant sendinimo eksperimentą

GaSb-based laser diodes noise and electrical characteristics investigation during aging experiment

Justinas Glemža, Jonas Matukas, Sandra Pralgauskaitė, Vilius Palenskis
Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius
justinas.glemza@ff.vu.lt

GaSb pagrindu gaminami lazeriniai diodai (LD) su keteriniu bangolaidžiu, spinduliuojantys nuo 1,9 μm iki 3 μm bangos ilgio srityje, plačiai naudojami spektroskopijoje, medicinoje, karinėje pramonėje ir t. t. Deja, jų gamyba yra daug sudėtingesnė nei, pavyzdžiui, GaAs LD dėl reikalingų daugianarių lydinių. Tokiuose lazeriniuose dioduose yra žymi Ožė rekombinacija ir laisvųjų krūvininkų sugertis [1]. Todėl būtina išsiaiškinti fizikinius procesus, vykstančius bandinyje įprastomis jo veikos sąlygomis.

Viena populiariausių puslaidininkinių darinių tyrimo metodikų yra voltamperinės charakteristikos ir jos išvestinės IdU/dI , vadinamos elektrine išvestine (angl. *electrical derivative*), analizė. Atsižvelgiant į elektrinių fliktuacijų jautrumą įvairiems įtaiso defektams ir netobulumams, egzistuoja sąryšis tarp IdU/dI ir triukšmų charakteristikų. Tinkamas lazerinio diodo veidrodžių pasyvavimas mažina paviršinių būsenų tankį, o tai lemia mažesnį triukšmo lygį, taigi, žemadažnio triukšmo tyrimas leidžia įvertinti LD veidrodžių padengimo proceso kokybę [2].

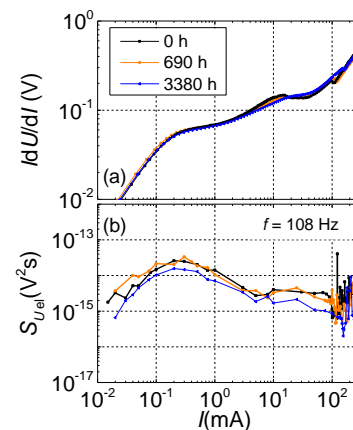
Šio darbo tikslas yra įvertinti sendinimo eksperimento metu vykstančius procesus GaSb pagrindu pagamintuose lazeriniuose dioduose tiriant triukšmų ir elektrinės išvestinės charakteristikas.

Sendinimo eksperimentui parinkti du 2,45 μm bangos ilgio LD, besiskiriantys veidrodžių paviršiais: vieno jų padengti pasyvacinėmis dangomis, kito – nedengti (tik nuskelti).

Yra žinoma, kad elektrinė išvestinė padeda lengvai identifikuoti lazerinės generacijos slenkstį [3]. Atlikti matavimai parodė, kad bandinių, kurių IdU/dI charakteristikose priešslenkstineje srovės srityje stebimi keletas aiškių maksimumų, elektrinio triukšmo spektrinio tankio priklausomybė nuo srovės stiprio taip pat matomi maksimumai (1 pav.). Bandinių, kurių elektrinis triukšmas mažėja srovei didėjant ($S_U \sim 1/I$), tirtajame srovių diapazone IdU/dI maksimumai nestebimi. Maksimumai elektrinės išvestinės charakteristikose yra nulemti lygiagrečios pn sandūrai šuntuojančios varžos ir nuotėkio srovių kanalų egzistavimo.

Sendinimo metu elektrinės išvestinės bei triukšmų charakteristikų pokyčiai yra nedideli ir panašūs abiejų (su dangomis ir be) LD. Didžiausi pokyčiai stebimi abipusės koreliacijos koeficiento tarp elektrinių ir optinių fliktuacijų priklausomybėje nuo tekančios srovės. Jau po 690 val., koreliacijos koeficientas iš teigiamo tapo neigiamu ir tokia priklausomybė išliko ir

po 3380 val. Norint tai paaiškinti yra patogu elektrinį triukšmą išskirti į fliktuacijas, kylančias iš (I) aktyviosios srities, (II) sąlyčio su kvantinių duobių struktūra ir (III) pasyviosios ar kontaktų srities. Pirmieji du triukšmų šaltiniai prisideda prie optinės spinduliuotės galios fliktuacijų, o paskutinis (III) – ne ir abipusės koreliacijos koeficientui įtakos nedaro. Taigi, neigiamas koreliacijos koeficientas yra susijęs su tekančios srovės persiskirstymu tarp aktyviosios srities ir apvalkalinių sluoksnių, nulemtu defektų, esančių sąlytyje su kvantinių duobių struktūra. Defektai, esantys aktyviojoje LD dalyje, yra atsakingi už teigiamą abipusės koreliacijos koeficientą.



1 pav. Lazerinio diodo su GaInAsSb kvantinėmis duobėmis: a) elektrinė išvestinė, b) elektrinio triukšmo spektrinio tankio priklausomybė nuo srovės stiprio

Atlikti tyrimai rodo, kad lazeriniuose dioduose su GaInAsSb kvantinėmis duobėmis elektrinės išvestinės bei elektrinio triukšmo priklausomybė nuo srovės stebimi maksimumai. Tai susiję su sudėtingesne ilgesnio bangos ilgio lazerinių diodų gamyba. Sendinimo eksperimento metu didžiausi pokyčiai įvyko abipusės koreliacijos koeficiento priklausomybėje nuo srovės stiprio.

Reikšminiai žodžiai: elektrinė išvestinė, elektrinis triukšmas, optinis triukšmas, koreliacijos koeficientas.

Literatūra

- [1] T. Hosoda, J. Chen, G. Tsvid, et al., *Int. J. Hi. Spe. Ele. Syst.* **20**, 43–49 (2011).
- [2] R. Hakimi, M. C. Amann, *Semicond. Sci. Technol.* **12**, 778–780 (1997).
- [3] D. Guo, L. Cheng, X. Chen, et al., *J. Appl. Phys.* **109**, 043105 (2011.)