

Dviejų liuminescencijos juostų nepoliniuose InGaN/GaN kvantinių duobių spektruose tyrimas

Investigation of two luminescence bands in nonpolar InGaN/GaN multiple quantum wells spectra

Elena Valkiūnaitė¹, J.Mickevičius,¹ R.Aleksiejūnas¹

¹Vilniaus universitetas, Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257, Vilnius
elena.valkiunaitė@ff.stud.vu.lt

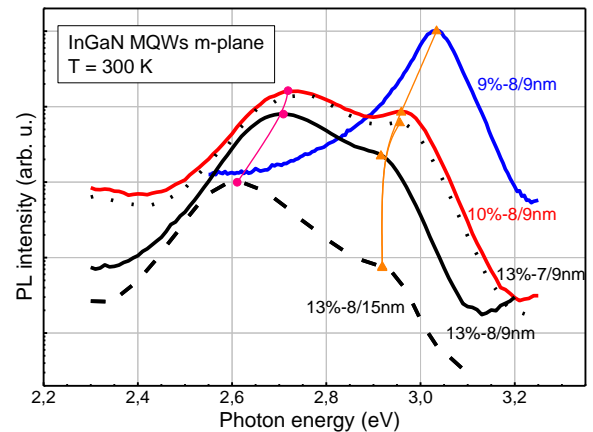
InGaN dariniai yra plačiai naudojami fotoninių prietaisų, veikiančių regimajame spektro ruože, gamybai. Dažniausiai naudojami poliniai (c-plokštumos) InGaN dariniai dėl išvystytos auginimo technologijos, tačiau jų optines savybes ir efektyvumą stipriai riboja vidinis elektrinis laukas bei krūvininkų lokalizacija. Vidinio elektrinio lauko galima išvengti naudojant nepolinius (a- ir m-plokštumos) InGaN darinius, kas leidžia pagerinti optines savybes bei lemia stipriai poliarizuotą emituojamą šviesą. Kita vertus, krūvininkų lokalizacija nepoliniuose dariniuose niekur nedingsta ir netgi lemia kelių juostų atsiradimą fotoliuminescencijos (FL) spektruose.

Darbe tirti InGaN dariniai buvo užauginti ant m-plokštumos GaN padėklo, naudojant cheminio metalo-organinio junginio nusodinimo iš garų fazės (MOCVD) technologiją. Tirtus bandinius galima suskirstyti į dvi grupes: i) dariniai su nekintančiais kvantinės duobės ir barjero storiais ir skirtingu indžio kiekiu tarp 9% ir 13% bei ii) fiksuotu indžio kiekiu (13%) ir skirtingais kvantinės duobės ar barjero storiumi. Bandinių liuminescencijos ypatumai buvo tiriami naudojant įprastinę liuminescencinę spektroskopiją plačiame temperatūrų ir sužadinimų intervale – keičiant sužadinimo galios tankį ir/ar temperatūrą nuo 4 W/cm² iki 10 MW/cm² bei nuo 8 iki 300 K, atitinkamai. Pagrindinis dėmesys buvo skiriamas kelių liuminescencijos juostų, matomų InGaN/GaN kvantinių duobių FL spektruose, dinamikai.

InGaN/GaN bandinių FL spektrai, išmatuoti 300 K temperatūroje esant žemam sužadinimui yra pateikti 1 pav. Bandinio su žemiausiu indžio kiekiu (9%) FL spektre matoma tik viena juosta, tačiau indžio kiekį padidinus iki 10% atsiranda antra juosta, esanti 220 meV žemiau. Dar padidinus indžio kiekį iki 13% - abi juostos šiek tiek pasislenka į žemesnes energijas, tačiau atstumas tarp jų lieka toks pat. Nedidelis kvantinės duobės pločio variavimas didelės įtakos nedaro, tačiau barjero pločio padidinimas iki 15 nm lemia stiprų žemesnės energijos FL juostos poslinkį, kai atstumas tarp dviejų FL juostų padidėja iki 310 meV.

Atstumo tarp energijos juostų pokyčio dydis (90 meV) atitinka išilginį optinį fononą. Temperatūrinės FL spektrų priklausomybės irgi atskleidė stiprią krūvininkų-fononų sąveiką, kuri pasireiškia spektre matomais fononiniais pakartojimais. Priklausomai nuo InGaN/GaN darinio parametru buvo matomi du ir daugiau fononiniai pakartojimai. Stipri krūvininkų-fononų sąveika bei

įprastos S-formos smailės padėties nebuvimas atspindi stiprią krūvininkų lokalizaciją.



1 pav. InGaN/GaN m-plokštumos bandinių su skirtingais struktūros parametrais (a) ir skirtingu In kiekiu (b) FL spektrai, išmatuoti 300 K temperatūroje, esant žemam sužadinimui.

Apibendrinus, FL juostų poslinkis didinant sužadinimą ir/ar temperatūrą virsta kelių rekombinacijos mechanizmų konkurencija. Remiantis eksperimentiniais matavimais bei skaičiavimais, aukštų energijų FL juosta yra priskiriama šuoliams tarp žemiausių kvantinės duobės lygmenų, tuo tarpu, žemų energijų juosta lemia šuolius iš lokalizuotų būsenų kartu su nemažu fononinių pakartojimų indėliu.

Reikšminiai žodžiai: InGaN, fotoliuminescencija, krūvininkų lokalizacija, krūvininkų-fononų sąveika.