

Krūvininkų difuziškumo, gyvavimo trukmės ir lokalizacijos sąryšis AlGaN junginiuose

Connection Between Carrier Diffusivity, Lifetime, and Localization in AlGaN

Žydrūnas Podlipskas, Ramūnas Aleksiejūnas, Jūras Mickevičius, Martynas Riauka
Vilniaus universitetas, Taikomųjų mokslų institutas, Saulėtekio al. 3, Vilnius
zydrunas.podlipskas@tmi.vu.lt

Krūvininkų difuzijos koeficientas ir gyvavimo trukmė yra pamatiniai optoelektroninio prietaiso našumą lemiantys parametrai. Deja, AlGaN junginiuose nėra visapusiškai žinoma šiuos parametrus valdančių veiksnių – Al molinės dalies ir krūvininkų lokalizacijos – įtaka. Šiame pranešime mes parodome, kad krūvininkų gyvavimo trukmė ir difuziškumas yra ribojami jų lokalizacijos, o, tuo pačiu metu, gyvavimo trukmė sąlygojama ir krūvininkų difuzijos link defektų.

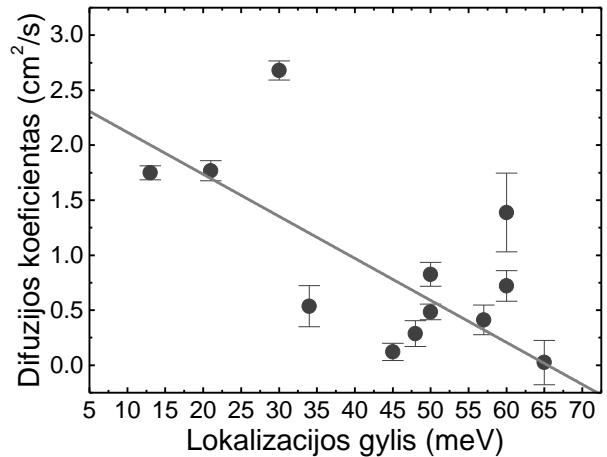
Mes tyrėme 0.13 – 1 μm storio AlGaN sluoksnius, užaugintus MOCVD ir MEMOCVD technologijomis ant c plokštumos GaN/safyro ir AlN/safyro šablonų. Al molinė dalis sluoksniuose siekė 11 – 71 %. Krūvininkų lokalizacijos gylis buvo įvertintas kvazinuostoviųjų sąlygų fotoluminescencijos matavimų metu, atliktų 8 – 300 K temperatūrų intervale. Krūvininkų gyvavimo trukmė ir difuzijos koeficientas nustatyti dinaminį difrakcinių gardelių metodu. Dinaminės gardelės buvo indukuotos 25 ps trukmės 266 arba 213 nm bangos ilgio šviesos impulsais, nepusiausvirųjų krūvininkų tankiui siekiant nuo 3×10^{18} iki $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$.

Matavimai atskleidė tris dėsningumus:

(I) Krūvininkų nespindulinės rekombinacijos trukmė mažėjo nuo 0.8 ns ir išsistino ties 0.3 ns verte didėjant Al molinei daliai AlGaN sluoksniuose. Gyvavimo trukmės mažėjimas buvo sąlygotas Al atomų kuriamos struktūrinės netvarkos ir augančio defektų – nespindulinės rekombinacijos centrų – tankio. Tolesnis gyvavimo trukmės mažėjimas buvo slopinamas stiprėjančia krūvininkų lokalizacija.

(II) Didesnis difuzijos koeficientas lėmė spartesnę krūvininkų tėkmę link defektų, tokiu būdu mažindamas jų gyvavimo trukmę. Difuzijos koeficientas augo keliant fotosužadintų nepusiausvirųjų krūvininkų tankį dėl energinių būsenų pildymo ir aktyvesnės jų delokalizacijos, arba mažinant aplinkos temperatūrą dėl silpnėjančios krūvininkų sklaidos.

(III) Krūvininkų difuzijos koeficientas buvo ribojamas jų lokalizacijos ir sklaidos. Sklaidos centrus galimai atstovavo didelėmis Al atomų koncentracijomis indukuoti defektai. Lokalizacijos gylis įtaka krūvininkų difuziškumui pavaizduota 1 pav. Jame matyti, kaip difuzijos koeficientas sumažėjo nuo 2.5 iki $0.1 \text{ cm}^2/\text{s}$ lokalizacijos gyliui išaugus nuo 13 iki 65 meV.



1 pav. Nepusiausvirųjų krūvininkų bipolinės difuzijos koeficiento priklausoma nuo jų lokalizacijos gylis AlGaN sluoksniuose esant kambario temperatūrai

Reikšminiai žodžiai: AlGaN, dinaminės difrakcinės gardelės, fotoluminescencija, difuzija, lokalizacija, nespindulinė rekombinacija.