

# Pusiaupolinio (10-13) GaN užauginto on Si padėklų su Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarp sluoksniu azimutinės orientacijos tyrimas

## In-plane orientation of semipolar (10-13) GaN grown on Si substrate with Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> interlayer

Tadas Malinauskas<sup>1</sup>, Tomas Grinys<sup>1</sup>, Kazimieras Badokas<sup>1</sup>, Rytis Dargis<sup>2</sup>, Andrew Clark<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vilniaus universitetas, Taikomųjų mokslų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius, Lietuva

<sup>2</sup>QE Inc., 494 Gallimore Dairy Rd, Greensboro, NC 27409, USA

[tadas.malinauskas@ff.vu.lt](mailto:tadas.malinauskas@ff.vu.lt)

Stiprūs poliarizaciniai laukai atsirandantys auginant c kryptimi mažina III-grupės nitridinių šviestukų efektyvumą. Šių laukų galima išvengti auginant nitridus nepolinėmis ar pusiau polinėmis kryptimis. Tokios krypties GaN galima auginti ant tūrinių GaN padėklų, bet jie iki šiol yra labai brangūs, todėl ieškoma kitų galimų padėklų. Mes tyrėme galimybę auginti nepolinį ir pusiau polinį GaN ant Si(110) padėklų naudojant Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarp sluoksnius. Šie tarp sluoksniai padeda išspręsti problemas atsirandančias dėl Si ir GaN gardelių konstantų ir temperatūrinio plėtimosi koeficiento skirtumų. Taip pat stabdo nepageidaujamas chemines reakcijas tarp Si ir GaN.

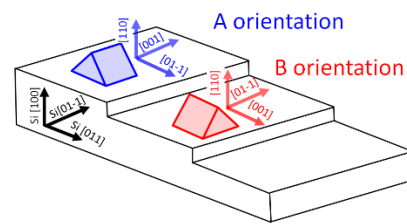
Šiame tyrime metalo-organinio cheminio garų nusodinimo metodu (MOCVD) auginome GaN ant Si(110) padėklų naudojant Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarp sluoksnius. Padėklus ir užaugintus sluoksnius tyrėme skenuojančiu elektronų mikroskopu ir Rentgeno difrakcijos metodais (XRD).

Išmatavus Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> XRD polines figūras nustatyta, kad (110) Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gali augti ant (100) Si dvejomis azimutinėmis orientacijomis: A ir B (1 pav). Vienos orientacijos Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> auga pailgų domenų struktūros (2 pav). Esant kitai orientacijai atsiranda statmenos krypties domenų.

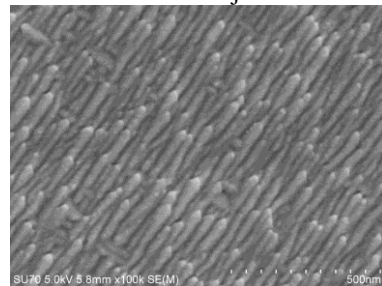
Ant Si padėklų Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarp sluoksniu MOCVD metodu buvo užauginti GaN sluoksniai. Nustatyta, kad auga polikristalinio tipo dangos pasižyminčios įvairia orientacija, nes stebima Rentgeno difrakcija nuo įvairios orientacijos kristalitų. Rastos sąlygos kai MOCVD būdu auga dominuojanti pusiau polinė (10-13) GaN orientacija (padėklo nitridizaciją ir mažas V/III dujų santykis). Atlikus išsamius XRD polinių figūrų matavimus nustatyta, kad GaN linkęs augti taip kad GaN [0001] kryptis yra lygiagreti Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [111] kryptčiai. Todėl galimos dvi (10-13) GaN augimo azimutinės orientacijos, kurios ir stebimos XRD polinių figūrų matavimuose (3 pav.). Taip pat toks GaN augimas ant Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> lemia, kad galimos keturios nepolinio GaN orientacijos, kurios stebimos bandiniuose su nepolinės orientacijos GaN. Toks kristalinių dvynių formavimasis lemia didelį užaugintų sluoksnių paviršiaus šiurkštumą.

Išmatavus polines figūras pusiau polinio GaN užauginto Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> su skirtingomis dominuojančiomis azimutinėmis orientacijos nustatyta, kad (10-13) GaN auga tik ant A orientacijos Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Jeigu auginama ant Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sluoksnio su A ir B orientacija, pusiau polinis GaN auga tik ant A orientacijos. Naudojant B orientacijos Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> padėklus galima užauginti GaN su

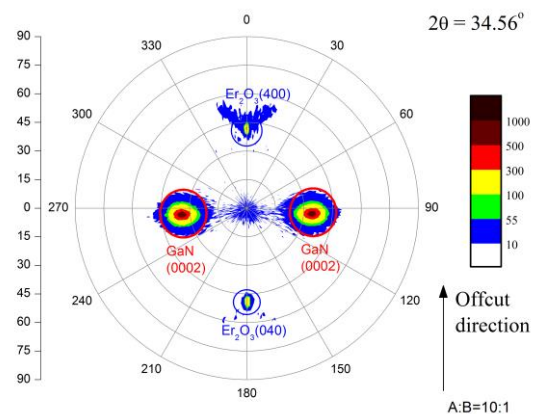
dominuojančia nepoline (11-20) orientacija, nes pusiau polinė orientacija tokiu atveju neauga.



1 pav. A ir B azimutinės orientacijos (110) Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> užauginto (100) Si padėklo su nuopjova schematinė iliustracija.



2 pav. A ir B azimutinės orientacijos (110) Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> užauginto (100) Si padėklo su nuopjova schematinė iliustracija.



3 pav. Pusiau polinio GaN (10-13) užauginto Si (100) padėklo su Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (110) tarp sluoksniu išmatuotos Rentgeno difrakcijos metu. Naudotas A azimutinės orientacijos Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tarp sluoksnis.

Reikšminiai žodžiai: GaN, MOCVD, Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, XRD,