

GaAsBi/AlAs kvantinių duobių tyrimai peršviečiamuoju elektroniniu mikroskopu

GaAsBi/AlAs quantum wells characterisation by HRTEM

Martynas Skapas^{1,2}, Renata Butkutė¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

²Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 9, LT-10222 Vilnius

Martynas.skapas@ftmc.lt

Peršviečiamoji elektroninė mikroskopija – aukštos skiriamosios gebos tyrimų instrumentas, taip pat leidžiantis atlikti ir elementinę bei fazinę (difrakcinę) itin mažų kiekių ar netgi atskirų sluoksnių ar priemaišinių fazių analizę.

Šiame darbe buvo tiriamas Bi nanolašų (~10nm skersmens) susidarymas GaAsBi/AlAs supergardelėje atkaitinant aukštoje temperatūroje.

GaAsBi/AlAs supergardelė buvo užauginta molekulinį pluoštelių epitaksijos (MBE) būdu ant 100 orientacijos GaAs padėklų. Detaliai auginimo procesas aprašytas [1].

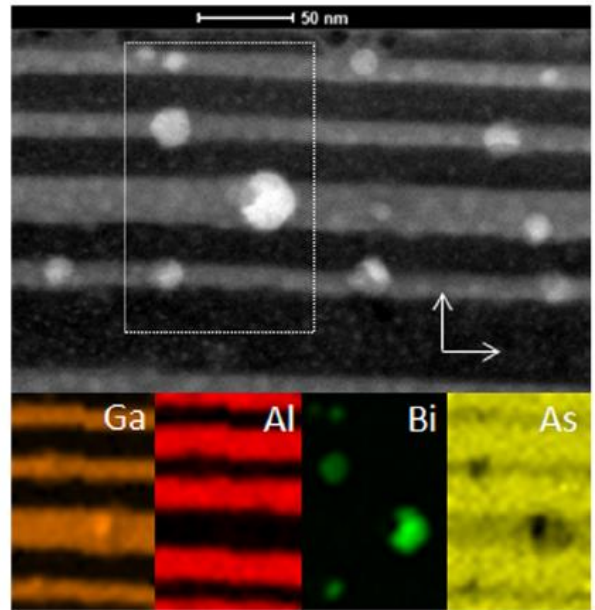
Bandiniai po auginimo buvo atkaitinti įvairiose temperatūrose nuo 650 °C iki 750 °C azoto atmosferoje 180s. Siekiant išvengti GaAs skilimo aukštoje temperatūroje, atkaitinimo metu bandiniai buvo uždengiami GaAs padėklu.

Bandiniai TEM analizei buvo paruošti FEI Helios nanolab 650 skenuojančiu elektroniniu mikroskopu (SEM) su fokusuotu Ga jonų šaltiniu (FIB). Paruošimo metu iš padėklo buvo išpjauti 10 um x 2 um dydžio skerspjūviai, kurie po to buvo nuploninti iki skaidrumo elektronams (storis ~30-50 nm).

TEM analizė atlikta FEI Tecna G20 X-Twin aukštos skiriamosios gebos peršviečiamuoju elektroniniu mikroskopu su CCD kamera (Gatan), EDX spektrometru (Edax) ir skenavimo moduliui bei HAADF detektoriumi STEM darbo režimui. Skiriamoji geba vaizdo režimu – 0,14 – 0,28 nm.

Darbo metu iširta, kad atkaitinimo metu Bi perteklius iš GaArBi susirenka į Bi klasterius, kuriuose išsikristalina metalinio Bi kvantiniai taškai. Išmatuoti EDX žemėlapiai įrodo, kad AlAs sluoksniai efektyviai veikia kaip barjerai ir neleidžia Bi susimaišyti tarp skirtingų kvantinės gardelės sluoksnių. Bi kvantinio taško dydį riboja kvantinės duobės sluoksnio storis (1 pav.). Taip pat buvo padarytos aukštos skiriamosios gebos nuotraukos, kurioms atlikus Fourier transformaciją galutinai patvirtinta, kad Bi sankaupos yra sudarytos iš gryno metalinio Bi.

Peršviečiamosios elektroninės mikroskopijos metodu nustatyta GaAsBi/AlAs kvantinių duobių struktūra, įrodytas metalinio Bi kvantinių taškų susidarymas, nustatyta, kad šie kvantiniai taškai sudaryti iš metalinio Bi fazės



1 pav. GaAsBi/AlAs kvantinės duobės STEM HAADF nuotrauka (viršuje) ir atskirų elementų EDX žemėlapiai (apačioje)

Reikšminiai žodžiai: HRTEM, praskiestieji bismidai, kvantiniai taškai

Literatūra

[1] Butkutė et al. Nanoscale Research Letters (2017) 12:436