

## Príloha č. 3 k Záverečnej monitorovacej správe projektu 09I01-03-V04-00019

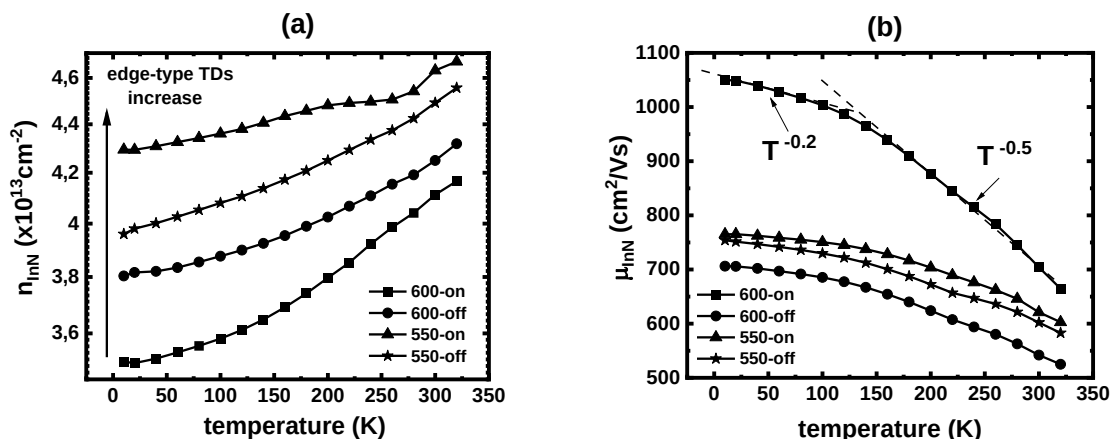
### InN: prielom v elektronike tuhej fázy

#### D3.1 (M30) Správa o záchyte elektrónov v HEMT-e s InN kanálom.

V tejto časti štúdia sme analyzovali záchyt resp. relaxačné časy rozptylových mechanizmov elektrónov v InN kanáli QW rastených pri rôznej teplote naklonenej roviny zaфіru. Elektrónový transport v tenkých vrstvách InN bol analyzovaný pomocou Hallovho merania pri premenlivej teplote. Zahrnuté boli tieto predpoklady:

- Hallov koeficient  $R_H$  sa použil na určenie koncentrácie elektrónov podľa vzťahu  $n = 1/q R_H$
- teplotne nezávislé rozptylové mechanizmy, ako napríklad rozptyl na dislokáciách, zliatinový rozptyl, rozptyl na ionizovaných bodových defektoch a rozptyl na drsnosti rozhrania, dominovali pri nízkych teplotách, iii) na výpočet elektrónovej pohyblivosti bolo možné použiť vzťah pre relaxačný čas  $\tau$ , predpovedaný rovnicou  $\mu_{tot} = q\tau/m^*$ , kde  $\mu_{tot}$  je celková pohyblivosť a  $m^*$  je efektívna hmotnosť elektrónov.

Obrázok 1 znázorňuje teplotnú závislosť koncentrácie elektrónov v InN a pohyblivosti v rozsahu 20 – 320 K pre definované rasty.



**Obrázok 1.** Teplotné závislosti transportu elektrónov v InN v rozsahu 20 – 320 K pre definované teploty rastu a naklonenie povrchu zaфіru.

Analýza on-axis štruktúry rastenej pri 550 °C ukázala najvyššiu koncentráciu nosičov, ale slabšiu teplotnú závislosť v porovnaní s off-axis štruktúrou. Slabá teplotná závislosť koncentrácie nosičov v tenkých vrstvách InN naznačuje degenerované donorové hladiny. Toto bolo podporené aj výpočtom koncentrácie voľných nosičov pre prechod kov-izolátor pri kritickej koncentrácii približne  $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , t. j. Mottovým prechodom.

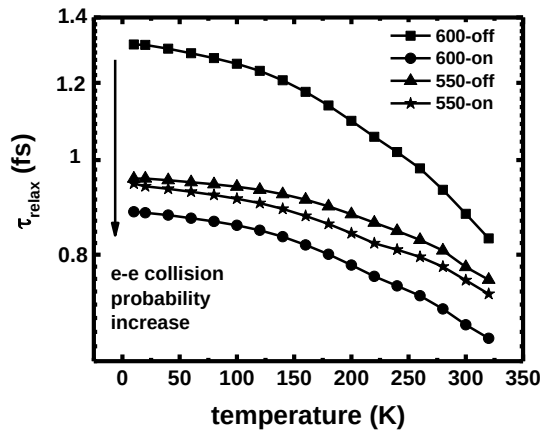
On-axis štruktúra rastená pri 600 °C však vykazovala výraznejší (asi o 25 %) nárast koncentrácie nosičov so zvyšujúcou sa teplotou. Nárast plošnej koncentrácie elektrónov vo všetkých štruktúrach koreloval so zvýšeným počtom hranových typov porúch.

V oblasti nízkych teplôt (do 100 K) relatívna teplotná necitlivosť pohyblivosti ( $\mu \sim T^{-0.2}$ ) naznačuje, že dominantnými rozptylovými mechanizmami boli rozptyl na dislokáciách a rozhraniach. Najnižšia pohyblivosť bola nameraná pre vzorku 600-off, čo možno vysvetliť aj zhoršenou morfológiou povrchu (drsnosť povrchu).

V strednom teplotnom rozsahu (do 300 K) pohyblivosť všetkých vzoriek klesala. Pozorovaná teplotná závislosť pohyblivosti ( $\mu \sim T^{-0.5}$ ) môže zodpovedať rozptylu na akustických piezoelektrických fonónoch. Pre polárne materiály, ako je InN, je pri teplotách nad 350 K dominantným mechanizmom rozptyl na polárnych optických fonónoch, pričom jeho teplotná závislosť je silnejšia než pri APP rozptyle. Vzorka 600-on mala najlepšiu elektrónovú pohyblivosť zo všetkých skúmaných vzoriek: dosiahla 714 cm<sup>2</sup>/Vs pri 300 K a 1050 cm<sup>2</sup>/Vs pri 20 K.

Relaxačný čas medzi dvoma po sebe nasledujúcimi zrážkami elektrónov v InN je úmerný rozptylovej rýchlosti ( $r_{scatter}$ ) a možno ju vypočítať za predpokladu  $1/\tau_{relax} = r_{scatter} = q/(\mu_{tot} m^*)$ .

Obrázok 2 zobrazuje teplotnú závislosť relaxačného času; najvyššia hodnota  $\tau_{relax}$  bola získaná pre štruktúru s najvyššou pohyblivosťou (600-on).



**Obrázok 2.** Vypočítaná teplotná závislosť relaxačných časov v InN kanáli.