

Neutronais apšvitintų GaN sensorių elektrinio atsako charakteristikos

Characteristics of the electrical response of neutron irradiated GaN sensors

Kornelijus Pūkas, Tomas Čeponis, Eugenijus Gaubas

Vilniaus Universitetas, Taikomųjų Mokslų Institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius

kornelijus.pukas@ff.stud.vu.lt

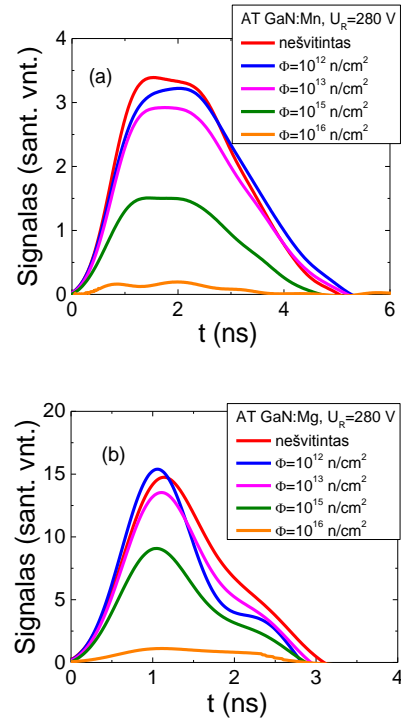
Ammono-termine technologija [1] užauginta galio nitrido (AT GaN) medžiaga yra viena perspektyviausių dalelių detektorių formavimui [2]. Šioje medžiagoje dislokacijų tankis ($DD \sim 10^4\text{-}10^5 \text{ cm}^{-2}$) yra ženkliai mažesnis ($DD \sim 10^4\text{-}10^5 \text{ cm}^{-2}$) negu kitomis technologijomis (MOCVD, HVPE) užaugintose GaN medžiagose ($DD \geq 10^8 \text{ cm}^{-2}$). Todėl AT GaN pagrindu suformuotų apšvitų jutiklių atsparumo radiacijai ir šių detektorių signalų kaitos, didėjant apšitos įtėkui, tyrimai yra aktualūs.

Šiame darbe buvo tiriamos AT GaN sensorių elektrinio atsako charakteristikos. AT GaN medžiagos buvo legiruotos ($\sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) Mn ir Mg priemaisomis. Mg yra plačiausiai taikoma priemaiša p-laidumo GaN medžiagai suformuoti. Mn čia veikia kaip sparčios rekombinacijos centrai ir kompensuojančios kitų technologinių defektų krūvį priemaišos, taip suformuojant pusiau-izoliuojančią GaN medžiagą. Struktūros metalas-izoliatorius-metalas (MiM) sensoriai buvo suformuoti metalizuojant $\sim 400 \mu\text{m}$ storio AT GaN $0.3 \times 0.3 \text{ cm}^2$ ploto plokštelių poliruotus paviršius. Viename metalizacijos paviršiuje yra formuojama skaidri diafragma optiniam sužadimui lazerio pluošteliu. Šie sensoriai buvo apšvitinti reaktoriaus neutronais, keičiant apšvitimo įtėkį $10^{11}\text{-}5 \times 10^{16} \text{ n/cm}^2$ intervale.

Sensorių impulsinis elektrinis atsakas buvo registruojamas srovės kinetikų (TCT- transient current technique) metodu [3, 4]. Lygiagrečiai buvo kontroliuojami krūvininkų rekombinacijos trukmės kitimai, krūvininkų gyvavimo trukmę įvertinant iš koncentracijos nykimo spartos, matuojamos nesąlytiniu mikrobangomis zonduojamo fotolaidumo kinetikų metodu. Krūvininkų rekombinacijos trukmės neapšvitintuose AT GaN:Mn bandiniuose siekė $\sim 30 \text{ ns}$, o GaN:Mg – $1\text{-}10 \mu\text{s}$. Šios rekombinacijos trukmės yra ženkliai ilgesnės už tipines krūvininkų dreifo kinetikas, esant išorinei įtampai $> 200 \text{ V}$.

Tipiškos TCT metodu užregistruotos krūvininkų dreifo kinetikos, žadinant krūvininkus priepaviršiniame sluoksnyje, yra iliustruojamos 1 pav. Mn legiruotuose GaN sensoriuose matoma (1a pav.) plokščia impulso viršūnė, kuri siejama su krūvininkų dreifo trukme ($\sim 1 \text{ ns}$), ir, dėl sąlyginai trumpos rekombinacijos trukmės GaN:Mn, nepavyksta išskirti dreifo sandų. Didėjant neutronų įtėkui, TCT srovė mažėja dėl krūvininkų gyvavimo trukmės trumpėjimo, kai auga radiacinių rekombinacijos centrų koncentracija. Mg legiruoto AT GaN sensoriuose, kuriuose yra ženkliai ilgesnė krūvininkų gyvavimo trukmė, galima išskirti (1b pav.) bipolio (pradinė smailė) ir monopolio krūvininkų dreifo (vėlesnis vingis) komponentes. Kaip ir AT

GaN:Mn sensoriuose, didėjant neutronų apšvitimo įtėkui, TCT srovė AT GaN:Mg sensoriuose mažėja dėl krūvininkų gyvavimo trukmės trumpėjimo dėl radiacinių rekombinacijos centrų.



1 pav. TCT kinetikų evoliucija, kintant reaktoriaus neutronų apšvitimo įtėkui, AT GaN:Mn (a) ir AT GaN:Mg sensoriuose.

Tikslesniems krūvininkų transporto parametrų kaitos įvertinimams buvo atlikti TCT kinetikų profiliavimai, skenuojant sužadimui pluošteliu sensoriaus briauną. Šie rezultatai bus plačiau pateikti ir aptarti pranešime.

Reikšminiai žodžiai: Ammono-terminės technologijos GaN, srovės kinetikų metodas, kinetikų profiliavimas.

Literatūra

- [1] R.Kucharski, et al, Ammonothermal growth of GaN crystals on HVPE-GaN seeds prepared with the use of ammonothermal substrates *J. Cryst. Growth* 427 (2015) 1.
- [2] E.Gaubas et al, Study of neutron irradiated structures of ammonothermal GaN, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 50 (2017) 135102.
- [3] V.Eremin, et al, Development of transient current and charge techniques for the measurement of effective net concentration of ionized charges (N_{eff}) in the space charge region of p-n junction detectors *Nucl. Instrum. Methods A* 372 (1996) 388.
- [4] E.Gaubas, T.Ceponis, E.Kuokstis, D.Meskauskaitė, J.Pavlov, and I.Reklaitis Study of charge carrier transport in GaN sensors *Materials* 9 (2016) 293.