

Impulsinių krūvininkų dreifo charakteristikų tyrimas Si dalelių sensoriuose su vidiniu stiprinimu

Pulsed charge carrier drift characteristics of Si low gain avalanche particle sensors

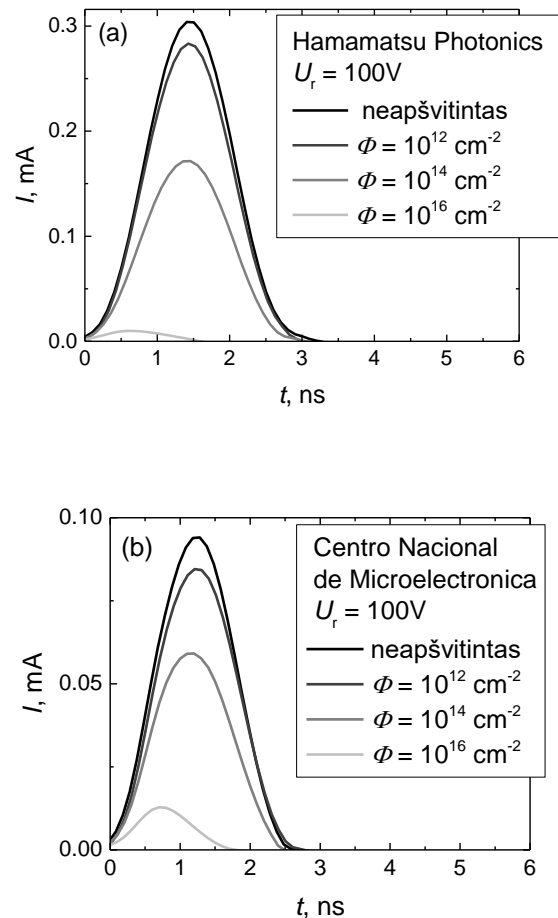
Margarita Biveinytė, Laimonas Deveikis, Tomas Čeponis, Eugenijus Gaubas
Vilniaus universitetas, Fotonikos ir nanotechnologijų institutas, Saulėtekio al. 3, LT-10257 Vilnius
margarita.biveinyte@ff.stud.vu.lt

Silicis – šiuo metu plačiausiai elektronikoje naudojama puslaidininkinė medžiaga. Silicio pagrindu pagaminti dalelių sensoriai yra plačiai taikomi aukštųjų energijų bei branduolinės fizikos eksperimentuose. Vienas didžiausių iš jų – Europos branduolinių mokslinių tyrimų organizacijos (CERN) vykdomi tyrimai didžiajame hadronų priešpriešinių srautų greitintuve (angl. Large Hadron Collider – LHC). Tačiau aukštųjų energijų spinduliuotė, kurios aplinkoje funkcionuoja eksperimentuose naudojami dalelių sensoriai, priklausomai nuo tipo ir energijos, sąveikaudama su medžiaga sukuria įvairius lygmenis draustinių energijų tarpe, kurie nulemia pagamintų prietaisų funkcinę charakteristikų pakitimą [1]. Seklūs lygmenys keičia efektyvų legirantų tankį. Vidutinio gilumo lygmenys veikia kaip pagavimo centrai mažinantys krūvio surinkimo efektyvumą, o gilūs lygmenys nulemia nuotėkio srovės išaugimą, kuris yra ir triukšmų šaltinis [2]. Kita vertus, dalelių sensorių funkcinę charakteristikų pokyčių analizė, prieš ir po apšvitų aukštųjų energijų dalelėmis, gali būti pritaikoma dozimetriškai [2]. Todėl, dalelių sensorių charakterizavimas juos apšvitinus aukštųjų energijų dalelėmis leidžia įvertinti radiacinę pažeidimą, jų ilgąamžiškumą bei suteikia žinių, reikalingų kuriant naujas medžiagas bei sensorių struktūras ir ieškant naujų taikymo būdų.

Silicio dalelių sensoriai su vidiniu stiprinimu (angl. Low Gain Avalanche Detectors – LGAD), dėl aukštos laikinės skyros bei didesnio atsparumo radiacinei pažeidai, šiuo metu yra numatyti, kaip alternatyva dabar LHC naudojamiems p-i-n struktūros dalelių sensoriams, po jo atnaujinimo į didelio šviesumo LHC (angl. High Luminosity LHC) [3]. Šiame darbe ištirti prototipiniai dviejų skirtingų gamintojų (Hamamatsu Photonics ir Centro Nacional de Microelectronica) $1,3 \times 1,3 \text{ mm}^2$ aktyviosios srities ploto, CERN standarto silicio pagrindu pagaminti $n^+p\bar{p}n^+$ struktūros dalelių sensoriai su vidiniu stiprinimu. Bandinių rinkiniai buvo sudaryti iš neapšvitintų bei 24 GeV energijos skvarbiaisiais protonais, $10^{12} - 10^{16} \text{ p/cm}^2$ įtekčių intervale apšvitintų sensorių.

Siekiant įvertinti krūvio surinkimo efektyvumą bei jo kaitą, nulemtą protonų apšvitės, šiame darbe pasitelkta injektuoto krūvio dreifo srovių kinetikų matavimo metodika (angl. Transient Current Technique – TCT), skirta impulsinių dalelių detektorių signalų registravimui ir analizei.

Pranešime bus pristatyta TCT eksperimento metodika, įranga bei aptarta apšvitės įtaka LGAD struktūros dalelių sensorių funkcinėms savybėms.



1 pav. Hamamatsu Photonics (a) ir Centro Nacional de Microelectronica (b) gamybos LGAD detektorių TCT kinetikų kaita, augant protonų įtekčiams.

Reikšminiai žodžiai: silicis, aukštųjų energijų fizika, dalelių detektoriai, LGAD, CERN, LHC.

Literatūra

- [1] C. Claeys, E. Simoen, *Basic radiation damage mechanisms in semiconductor materials and devices* (Springer, Berlin, 2002).
- [2] S. N. Ahmed, *Physics and Engineering of Radiation Detection* (Elsevier, Great Britain, 2007).
- [3] B. Schmidt, *J. Phys. Conf. Ser.* **706** (2), 022002 (2016).