

УДК 621.383.8

РАДИАЦИОННО ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

И. М. ВИКУЛИН, В. Э. ГОРБАЧЕВ, А. А. НАЗАРЕНКО

*Одесская национальная академия связи им. А. С. Попова,
Украина, Одесса, 65029, ул. Кузнечная, 1*

Аннотация. Экспериментально исследована возможность создания детекторов радиации на основе полевых транзисторов. В качестве информационного параметра выбран ток насыщения транзистора. По данным эксперимента наблюдается уменьшение тока насыщения стока полевых транзисторов с $p-n$ -переходом в качестве затвора после радиационного облучения. В МОП полевых транзисторах при радиационном дефектообразовании конкурируют два эффекта, поэтому результат радиационного воздействия значительно зависит от электрофизических свойств транзисторов до облучения и от поглощенной дозы облучения. Показано, что начиная с определенных значений поглощенной дозы облучения у всех образцов с малыми значениями концентрации электронов в канале ток насыщения увеличивается с увеличением поглощенной дозы облучения, а у всех образцов с большими значениями концентрации электронов в канале — уменьшается. Полученные зависимости тока насыщения стока полевых транзисторов от дозы радиационного облучения позволили разработать простую конструкцию детектора малых уровней радиации. Для уменьшения влияния температурных флуктуаций в датчике использована схема измерительного моста. Путем использования двух пар полевых транзисторов с противоположным знаком радиационной чувствительности чувствительность такого детектора увеличивается в несколько раз.

Ключевые слова: детектор радиации; полевой транзистор; мостовая схема; радиационная чувствительность

Современное развитие атомной промышленности, радиационной медицины, исследований в области физики высоких энергий выдвигает на первый план разработку высокочувствительных компактных детекторов ионизирующего излучения. Радиационное воздействие приводит к изменению электрофизических параметров всех полупроводниковых приборов [1], однако полевые транзисторы (ПТ) оказываются наиболее чувствительными к ионизирующему облучению. Поэтому они стали использоваться в качестве датчиков радиации практически сразу после появления серийных промышленных образцов ПТ с $p-n$ -переходом в качестве затвора (JFET) [2].

В настоящее время, с развитием новых технологий, проводятся исследования как по совершенствованию традиционных металл-оксид-полупроводниковых (МОП или MOS) радиационно-чувствительных ПТ (RADFET) [3–5], так и по созданию новых специальных конструкций, таких как с плавающим затвором МОППТ (FG-MOS) [6], или ультрасовременных на основе наноструктур беспереходных с окольцовывающим затвором радиочувствительных ПТ (JL GAA RADFET) [7]. Однако такие детекторы радиации весьма дорогостоящи, сложны в изготовлении и требуют дополнительных вспомогательных элементов, поскольку

DOI: [10.20535/S0021347017090035](https://doi.org/10.20535/S0021347017090035)

© И. М. Викулин, В. Э. Горбачев, А. А. Назаренко, 2017

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Andjelković, M. S.; Ristić, G. S. Current mode response of phototransistors to gamma radiation. *Radiation Measurements*, v.75, p.29–38, 2015. DOI: [10.1016/j.radmeas.2015.03.005](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2015.03.005).

2. Tomimasu, T.; Yamazaki, T. Junction FET dosimeter. *J. Appl. Phys.*, v.47, n.4, p.1732–1735, 1976. DOI: [10.1063/1.322763](https://doi.org/10.1063/1.322763).
3. Martinez-Garcia, M. S.; Simancas, F.; Palma, A. J.; Lallena, A. M.; Banqueri, J.; Carvajal, M. A. General purpose MOSFETs for the dosimetry of electron beams used in intra-operative radiotherapy. *Sensors and Actuators A: Physical*, v.210, p.175–181, 2014. DOI: [10.1016/j.sna.2014.02.019](https://doi.org/10.1016/j.sna.2014.02.019).
4. Pejovic, M. M. P-channel MOSFET as a sensor and dosimeter of ionizing radiation. *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, v.29, n.4, p.509–541, 2016. DOI: [10.2298/FUEE1604509P](https://doi.org/10.2298/FUEE1604509P).
5. Ristić, G. S.; Andjelković, M.; Savović, S. The isochronal annealing of irradiated n-channel power VDMOSFETs. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, v.366, p.171–178, 2016. DOI: [10.1016/j.nimb.2015.11.003](https://doi.org/10.1016/j.nimb.2015.11.003).
6. Wang, Ying; Xiang, Zhi-Qiang; Hu, Hai-Fan; Cao, Fei. Feasibility study of semifloating gate transistor gamma-ray dosimeter. *IEEE Electron Device Letters*, v.36, n.2, p.99–101, 2015. DOI: [10.1109/LED.2014.2379674](https://doi.org/10.1109/LED.2014.2379674).
7. Arar, D.; Djefal, F.; Bentrchia, T.; Chahdi, M. New junctionless RADFET dosimeter design for low-cost radiation monitoring applications. *Physica Status Solidi C*, v.11, n.1, p.65–68, 2014. DOI: [10.1002/pssc.201300146](https://doi.org/10.1002/pssc.201300146).
8. Викулин, И.М.; Стафеев, В.И. *Физика полупроводниковых приборов*. М.: Радио и связь, 1990. 264 с.
9. Кулаков, В.М.; Шаховцов, В.И.; и др. *Действие проникающей радиации на изделия электронной техники*. М.: Сов. радио, 1980. 224 с.
10. Викулин, И.М.; Курмашев, Ш.Д.; Веремьева, А.В.; Софронков, А.Н. Мостовые датчики на основе полевых транзисторов. *Наукові праці ОНАЗ ім. О.С.Попова*, № 2, с.18–23, 2013. URI: <https://biblio.onat.edu.ua/handle/123456789/81>.
11. Викулин, И.М.; Курмашев, Ш.Д.; Викулина, Л.Ф.; СТАФЕЕВ, В.И. Частотные микроселективные сенсоры-преобразователи на основе однопереходных транзисторов. *Радиотехника и электроника*, т.59, № 3, с.296, 2014. DOI: [10.7868/S0033849414030140](https://doi.org/10.7868/S0033849414030140).
12. Ristić, G. S.; Andjelković, M. S.; Jakšić, A. B. The behavior of fixed and switching oxide traps of RADFETs during irradiation up to high absorbed doses. *Appl. Radiation Isotopes*, v.102, p.29–34, 2015. DOI: [10.1016/j.apradiso.2015.04.009](https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2015.04.009).

Поступила в редакцию 26.10.2016

После переработки ?