

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра информатики и компьютерных систем

Аннотация к дипломной работе

**«Влияние ионизирующих излучений на темновой ток кремниевых
фотоумножителей»**

Ластовский Павел Станиславович

Научный руководитель — ст. науч. сотр. Богатырев Ю. В.

Минск, 2021

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 59 с., 24 рис., 1 табл., 16 источников.

КРЕМНИЕВЫЕ ФОТОУМНОЖИТЕЛИ, ДИОДНЫЕ СТРУКТУРЫ, ОБЛУЧЕНИЕ, АЛЬФА-ЧАСТИЦЫ, РАДИАЦИОННЫЕ ДЕФЕКТЫ.

Объекты исследований: опытные образцы малогабаритных кремниевых фотоумножителей, изготовленных на p -Si.

Цель работы: изучение влияния облучения альфа-частицами на темновой ток опытных образцов малогабаритного кремниевого фотоумножителя с оптической изоляцией пикселей металлизированными канавками.

Методы исследования: Исследовано влияние облучения альфа-частицами с энергией 5 МэВ на прямые и обратные (темновые) вольтамперные характеристики (ВАХ) малогабаритных кремниевых фотоэлектронных умножителей (SiФЭУ) с 1004 активными ячейками в виде n^+p -диодных структур. Все ячейки оптически экранированы друг от друга с помощью разделительных металлизированных канавок в виде решетки. Вывод металла (W) разделительной канавки электрически соединен либо с n^+ -областью (образцы 1-го типа), либо с p^+ -областью (образцы 2-го типа). Образцы облучались в режиме лавинного пробоя или без обратного смещения.

Полученные результаты и их новизна: установлено, что наиболее сильные изменения темнового тока в результате облучения альфа-частицами наблюдаются для опытных образцов SiФЭУ 1-го типа в активном режиме облучения. Так, при флюенсе частиц $\Phi = 2,2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ темновой ток возрос на четыре порядка. Показано, что при том же значении Φ независимо от режима облучения опытных образцов SiФЭУ 2-го типа и при пассивном режиме облучения образцов 1-го типа темновой ток увеличивается только в 10 раз.

Полученные результаты объясняются влиянием на обратную характеристику накопленного в процессе облучения заряда в диэлектрических слоях разделительных канавок и поверхностных состояний на границах раздела этих слоев с p -Si активных ячеек.

Область возможного практического применения: Результаты проведенных исследований представляют интерес с точки зрения разработки технологии изготовления радиационнотойких кремниевых фотоумножителей.

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 59 с., 24 мал., 1 табл., 16 крыніц.

КРАМЯНЁВЫЯ ФОТАПАМНАЖАЛЬНІКІ, ДЫЁДНЫЯ СТРУКТУРЫ, АПРАМЯНЕННЕ, АЛЬФА- ЧАСЦІЦЫ, РАДЫЯЦЫЙНЫ ДЭФЕКТ.

Аб'екты даследавання: дасведчаныя ўзоры малагабарытных крамянёвых фотапамнажальнікаў, вырабленых на p-Si.

Мэта даследавання: вывучэнне ўплыву апраменьвання альфа-часціцамі на темнавы ток вопытных узораў малагабарытнага крамянёвага фотапамнажальніка з аптычнай ізаляцыйнай пікселяў металізаванымі канаўкамі.

Метады даследавання: Даследаван ўплыў апраменьвання альфа-часціцамі з энергіяй 5 МэВ на прамыя і зваротныя (темнавыя) ВАХ малагабарытных крамянёвых фотапамнажальнікаў (SiФЭУ) з 1004 актыўнымі вочкамі ў выглядзе p^+-p-p^+ - дыёдных структур. Усе вочкі аптычна экранаваны адзін ад аднаго з дапамогай раздзяляльных металізаваных канавак у выглядзе рашоткі. Выснова металу (W) падзяляльнай канаўкі электрычна злучаны альбо з p^+ -вобласцю (узоры 1-га тыпу), альбо з p^+ - вобласцю (ўзоры 2-га тыпу). Узоры апрамяняліся ў рэжыме лавіннага прабою і без зваротнага зрушэння.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: устаноўлена, што найбольш моцныя змены темнавага току ў выніку апраменьвання альфа-часціцамі назіраюцца для вопытных узораў SiФЭУ 1-га тыпу ў актыўным рэжыме апрамянення. Так, пры флюенсу часціц $\Phi = 2,2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-2}$ темнавы ток ўзрос на чатыры парадку. Паказана, што пры тым жа значэнні Φ незалежна ад рэжыму апрамянення вопытных узораў SiФЭУ 2-га тыпу і пры пасіўным рэжыме апраменьвання узораў 1-га тыпу темнавы ток павялічваецца толькі ў 10 разоў.

Атрыманыя вынікі тлумачацца уплывам на зваротную характарыстыку назапашанага ў працэсе апраменьвання зарада ў дыэлектрычных пластах раздзяляльных канавак і паверхневых станаў на межах падзелу гэтых слаёў з p-Si актыўных вочак.

Вобласць магчымага практычнага прымянення: Вынікі праведзеных даследаванняў уяўляюць цікавасць з пункту гледжання распрацоўкі тэхналогіі вырабу радыяцыйнастойкіх крамянёвых фотапамнажальнікаў.

ABSTRACT

Thesis: 59 p., 24 ill., 1 tab., 16 sources.

SILICON PHOTOMULTIPLES, DIODE STRUCTURES, IRRADIATION, ALPHA PARTICLES, RADIATION DEFECTS.

The object of research: prototypes of small silicon photomultipliers made on P-Si.

Objectives: Studying the effect of irradiation of alpha particles on the dark current of prototypes of a small-sized silicon photomultiplier with optical insulation of pixels with metallized grooves.

Methods: The effect of irradiation of alpha particles with an energy of 5 MeV on direct and inverse (dark) voltage-current characteristic of small-sized silicon photomultiplier (SiPM) with 1004 active cells in the form of n^+ -p-p + diode structures were investigated. All cells are optically shielded from each other using separation metallized grooves in the form of a grid. The metal terminal (W) of the dividing groove is electrically connected either with n^+ -region (samples of the 1st type), or with p^+ -region (samples of the 2nd type). Samples were irradiated in an avalanche breakdown mode and without reverse displacement.

Obtained results and their novelty: it has been established that the most severe changes in the dark current as a result of irradiation of alpha particles are observed for prototype SiPM 1st-type samples in active irradiation mode. Thus, with flux of particles $F = 2,2 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-2}$, the dark current increased by four orders of magnitude. It is shown that at the same value of F , regardless of the irradiation mode of the prototype SiPM 2nd type, and at passive irradiation mode of the samples of the 1st type, the dark current increases only 10 times.

Obtained results are explained by the influence on the reverse characteristic of charge, accumulated during irradiation in the dielectric layers of separation grooves and surface states at the boundaries of these layers with P-Si active cells.

Area of possible practical application: The results of researches are of interest in terms of the development of manufacturing technology of radiation-resistant silicon photomultipliers.