

ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОЛНЕЧНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Хонбутаева Дилноза Алимжоновна

исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: neo5300@mail.ru

Козимжонов Нозимжон Азимжон угли

исследователь,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: sciencehub@mail.ru

Абдувохидов Муроджон Комилович

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: maueraa@gmail.com

Мирзаалимов Авазбек Алишерович

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: avazbek.mirzaalimov@mail.ru

Мирзаалимов Наврузбек Алишер угли

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: mirzaalimov90@mail.ru

Зийитдинов Жахонгир Норбоевич

PhD докторант,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jahongir-ziyoidinov@mail.ru

Гуламов Жасурбек Журахон угли

исследователь,
Андижанский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: jasurbekgulomov@yahoo.com

INFLUENCE OF GAMMA RADIATION ON A SOLAR CELL

Dilnoza Khonbutayeva

Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Nozimjon Kozimjonov

Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan

Murodjon Abduvokhidov*PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Avazbek Mirzaalimov***PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Navruzbek Mirzaalimov***PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Jakhongir Ziyoiddinov***PhD doctoral student of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***Jasurbek Gulomov***Researcher of Andijan State University,
Republic of Uzbekistan, Andijan***АННОТАЦИЯ**

В статье представлен теоретический анализ влияния гамма-излучения на кинетические характеристики и вольт-амперные характеристики кремниевых носителей заряда солнечных элементов и результаты, полученные на новой национальной технологической платформе.

ABSTRACT

The article presents a theoretical analysis of the effect of gamma radiation on the kinetic characteristics and current-voltage characteristics of silicon charge carriers of solar cells and the results obtained on the new national technological platform.

Ключевые слова: гамма-излучение, солнечный элемент, кремний, моделирование, диффузионная длина, вольт-амперная характеристика.

Keywords: gamma radiation, solar cell, silicon, modeling, diffusion length, current-voltage characteristic.

В то время, когда использование солнечных элементов расширяется, возникают проблемы с их использованием. Примеры включают отрицательное влияние температуры на солнечные элементы в высокотемпературных областях [4], отрицательное влияние гамма-излучения на эффективность солнечных элементов при использовании в качестве источников энергии на космических станциях, а также в пыльных областях с высоким уровнем загрязнения окружающей среды. [2-3]. Конечно, его стоимость и доступность сырья играют важную роль при производстве солнечных элементов [3]. Вот почему солнечные элементы на основе кремния в основном используются во всем мире. Изучение и устранение внешних неблагоприятных воздействий на кремниевые солнечные элементы - одна из актуальных задач в энергетическом секторе. Примером этого является негативное воздействие гамма-излучения.

Воздействие гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы начинает ощущаться, когда количество излучения превышает 1 кР. Эксперименты показали, что из-за воздействия гамма-излучения на кремниевые солнечные элементы эффективность снижается в зависимости от дозы облучения [6].

Предположим, гамма-квант проходит через атом в узле кристаллической решетки, и в этом слу-

чае он вызывает колебания атома. Если частота колебаний из-за гамма-излучения равна частоте колебаний атома в узле кристаллической решетки, происходит резонансное событие и образуются пара электронов и полости [7].

Солнечные элементы имеют центры рекомбинации и генерации, расположение которых определяет диффузионную длину носителей заряда [5]. Когда солнечный элемент подвергается воздействию гамма-излучения, он создает дополнительные дефекты в солнечном элементе, изменяя центры генерации и рекомбинации. Это приводит к изменению диффузионной длины носителей заряда. Если, изменение длины диффузии на единицу дозы гамма-излучения пропорционально 3-й степени диффузионной длины [1].

$$\frac{dL}{dD} \sim L^3 \quad (1)$$

$$\frac{dL}{dD} = -kL^3 \quad (2)$$

где: L - длина диффузии носителей заряда, D - доза гамма-излучения, а k - постоянный коэффициент.

Решая приведенное выше дифференциальное уравнение, мы можем определить длину диффузии носителей заряда при произвольной дозе гамма-излучения.

$$\int_{L_0}^L \frac{dL}{L^3} = -\int kdD$$

$$\frac{1}{L^2} - \frac{1}{L_0^2} = 2kD \quad (3)$$

В солнечных элементах фототок прямо пропорционален диффузионной длине носителей заряда.

$$I \sim L \quad (4)$$

Rosenzweig экспериментально нашел аналитическую формулу для определения тока короткого замыкания кремниевых солнечных элементов.

$$I_{sc} = SEL \frac{\rho e}{\varepsilon} \quad (5)$$

Здесь: S - площадь поверхности солнечного элемента, E - энергия света, поглощаемая солнечным элементом, r - плотность кремния, e - заряд электрона, а ε - среднее количество энергии, необходимое для образования пары электронов и резонатора.

Если предположить, что гамма-излучение влияет только на длину диффузии носителей заряда и что остальные параметры в формуле 5 не изменяются, то между током короткого замыкания и длиной диффузии образуется линейная зависимость.

$$L_0 = I_0 \frac{\varepsilon}{\rho e S E} \quad (6)$$

$$L = I \frac{\varepsilon}{\rho e S E} \quad (7)$$

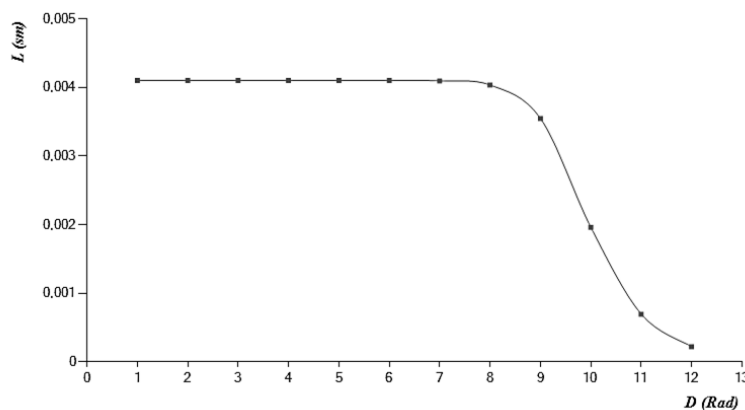


Рисунок 1. Зависимость диффузионной длины носителей заряда в солнечном элементе на основе кремния от дозы гамма-излучения

С помощью платформы была создана модель солнечного элемента на основе кремния. Его параметры следующие: толщина 200 мкм, концентрация доноров $1 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$, концентрация акцепторов 1×10^{15}

Здесь: L_0 - длина диффузии до воздействия гамма-излучения, L - длина диффузии после воздействия гамма-излучения.

$$\frac{1}{L^2} - \frac{1}{L_0^2} = 2DkS^2 E^2 \frac{\rho^2 e^2}{\varepsilon^2}$$

$$\alpha \equiv 2kS^2 E^2 \frac{\rho^2 e^2}{\varepsilon^2}$$

$$\frac{1}{L^2} = \frac{1}{L_0^2} + \alpha D$$

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{1 + \alpha D L_0^2}} \quad (8)$$

Соотношение между токами короткого замыкания до и после воздействия гамма-излучения определяется формулой (8). Это означает что, если доза облучения увеличивается, величина тока короткого замыкания будет уменьшаться, что приведет к снижению эффективности солнечного элемента.

Сегодня большая часть вычислительной работы выполняется с помощью цифровых технологий. Это увеличивает точность и скорость расчета. Для повышения эффективности научных работ в области физики полупроводников мы разработали национальную технологическую платформу под названием «SuntulipAGAUz». Используя эту платформу, мы можем в цифровом виде моделировать микро-, нано-электронные и фотоэлектрические устройства. Кроме того, мы можем получить многие характеристики моделей, которые мы создаем на этой платформе, с учетом влияния внешней среды.

см^{-3} , толщина антибликового слоя SiO_2 75 нм. И параметры эффектов: источник света - AM1.5D, температура 300К. Также было изучено влияние дозы гамма-излучения на эту модель. На график 1. показано влияние гамма-излучения на диффузионную

длину носителей заряда. На этом графике количество гамма-излучения принято, как десятичный логарифм.

Таким образом, влияние гамма-излучения на длину диффузии носителей заряда в солнечных элементах на основе кремния значительно влияет, когда эффект гамма-излучения превышает 10^8 рад. Это связано с тем, что проникаемость для гамма-излучения кремния n и p типов составляет 10^3 -5. Из формул (4) и (8) можно понять, что ток короткого замыкания также резко падает. Это означает, что коэффициент

полезной работы снижается, когда кремниевый солнечный элемент подвергается воздействию гамма-излучения. Это означает, что мы не можем использовать кремниевые солнечные элементы, которые мы используем сегодня, в качестве источника энергии в космосе. Потому что количество гамма-излучения в космосе очень велико. Чтобы уменьшить влияние гамма-излучения, следует использовать дополнительный слой, так как антиотражающий слой используется для поглощения большего количества солнечного света в солнечных элементах.

Список литературы:

1. F.H. ATTIX, Dosimetry by Solid State Devices, NRL Report 5777, June 15, 1962.
2. J. Barth, "Modeling Space Radiation Environment", 1997 IEEE NSREC Short Course.
3. M.A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E.D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 39)," Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 20, no. 1, pp. 12–20, Jan. 2012.
4. J.N. Shive, "Semiconductor Devices", Van Nostrand, 1959.
5. A.L. Fahrenbruch and R.H. Bube. "Fundamentals of Solar Cells". Academic Press, New York, 1983.
6. S. Witzack, D. Schrimpf, K.F. Galloway, D.M. Fleetwood, R.L. Pease, J.M. Puhl, D.M. Schmidt, W.E. Combs and J.S. Suehle, "Accelerated tests for simulating low dose rate gain degradation of lateral and substrate PNP bipolar junction transistors", IEEE Trans. Nucl. Sci., NS-43, 6, 3151 (1996).
7. V.A.J. Van Lint, T.M. Flanagan, R.E. Leadon, J.A. Naber and V.C. Rodgers, "Mechanisms of radiation effects in electronic materials", Vol 1, John Wiley, New York (1980).