

DOI 10.37539/2949-1991.2025.28.5.052
УДК 621.311.6:620.1

Рудь Иван Васильевич, студент,
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, Санкт-Петербург
Rud' Ivan Vasilievich,
Peter the Great St-Petersburg Polytechnic University

Котоменкова Ольга Геннадьевна, доцент,
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, Санкт-Петербург
Kotomenkova Olga Gennadievna
Peter the Great St-Petersburg Polytechnic University

**МЕТОД ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА
ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
В ЭЛЕМЕНТАХ ОДЕЖДЫ И ПРЕДМЕТАХ СНАРЯЖЕНИЯ
ФЕРМЕРОВ И РЫБОЛОВОВ
A METHOD FOR DIAGNOSING THE QUALITY
OF PHOTOVOLTAIC STRUCTURES, FOR USE IN CLOTHING
ITEMS AND EQUIPMENT FOR FARMERS AND FISHERMEN**

Аннотация: Отрасль производства солнечных элементов постоянно развивается [1]. В данной работе сообщается о исследованиях, направленных на развитие метода поляризационной фотоэлектрической спектроскопии для диагностики качества солнечных элементов, которые будут применяться в элементах одежды для особых приложений – одежды фермеров и рыбаков. В работе приводится описание автоматизированного метода и даны результаты исследований по отбраковке изделий.

Abstract: The solar cell industry is constantly developing [1]. This paper reports on research aimed at developing the method of polarizing photoelectric spectroscopy to diagnose the quality of solar cells that will be used in clothing elements for special applications such as clothing for farmers and fishermen. The paper describes the automated method and provides the results of research on product rejection.

Ключевые слова: фотовольтаические НТ структуры, гетероструктурные кремниевые солнечные элементы, линейно-поляризованное излучение, угол падения, фототок.

Keywords: photovoltaic HJT structures, heterostructural silicon solar cells, linearly polarized radiation, angle of incidence, photocurrent.

Ввиду бурного развития солнечной энергетики, наблюдается расширение вовлеченных в процесс новых материалов и не только полупроводниковых. Это приводит к развитию технологий получения самих материалов и также структур. Что в свою очередь стимулирует развитие методов диагностики солнечных элементов, особенно ценных – неразрушающих методов [1].

Метод основан на исследовании поляризационных индикатрисс фототока короткого замыкания в исследуемых пластинах полугибких солнечных элементов. Источником является линейно поляризованный свет параллельной (p) и перпендикулярной (s) поляризаций. В работе исследовались полугибкие солнечные структуры. Полугибкие фотовольтаические структуры для исследований были изготовлены на основе НТ солнечных элементов размером 50x50 мм и толщиной 130 мкм [13]. Эти структуры НТ с имеют высокую



эффективность больше 23% и соединялись в последовательную цепочку с помощью специального пленочно-проволочного электрода [2]. В работе измерялись фототоки для р и s поляризаций в области высокой фоточувствительности солнечного элемента, при углах падения близких к углу Брюстера. Принципиальная схема экспериментальной установки для поляризационных измерений фоточувствительности полупроводников изображена на рисунке 1.

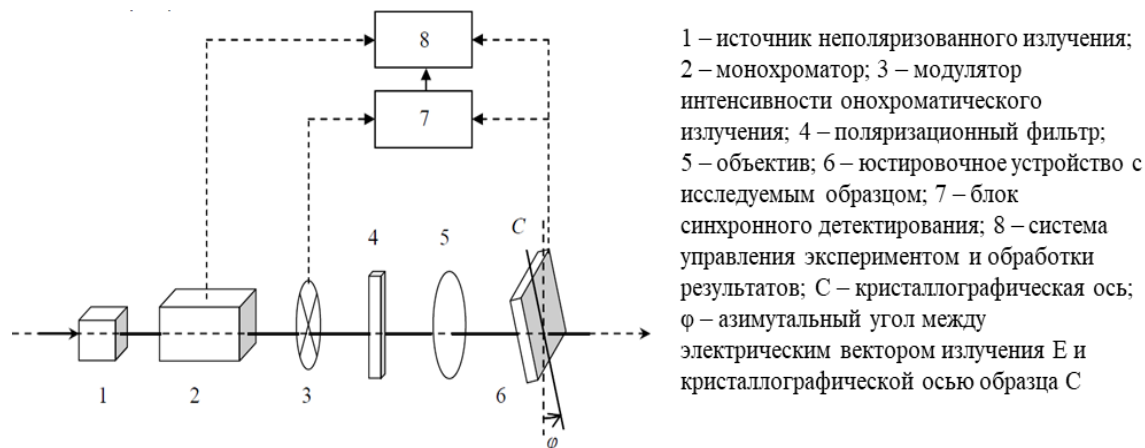


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки для исследования поляризационной фоточувствительности структур НТ

Целью работы явилось усовершенствование метода поляризационной фотоэлектрической спектроскопии. Были сделаны усилия, чтобы получить возможность диагностировать всю плоскость структур, чтобы получить информацию о топологии солнечного элемента.

Спектр измеренной фоточувствительности показал максимальную фоточувствительность в диапазоне 400-800 нм (Рисунок 2) [3].

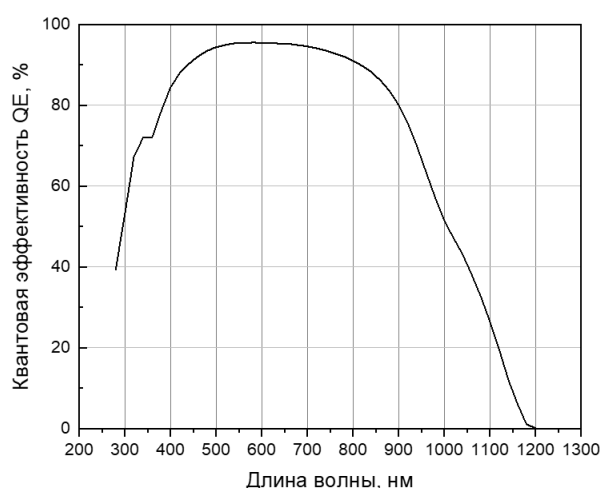


Рисунок 2 – Спектральная зависимость квантовой эффективности фотовольтаической структуры типа НТ

Физическая основа метода заключается в исследовании анизотропии фотоэлектрических явлений на границе раздела воздух/приемная плоскость



фоточувствительного элемента, и измерения поляризационных характеристик фототока с целью вычисления угловых и спектральных зависимостей коэффициента наведенного фотоэффекта [4].

В задачи исследования входило измерение фототоков короткого замыкания в области высокой фоточувствительности при фиксированной величине длины волны линейно-поляризованного излучения, сначала при р-, потом при s- поляризации, при фиксированном значении угла ϕ (Рисунок 1).

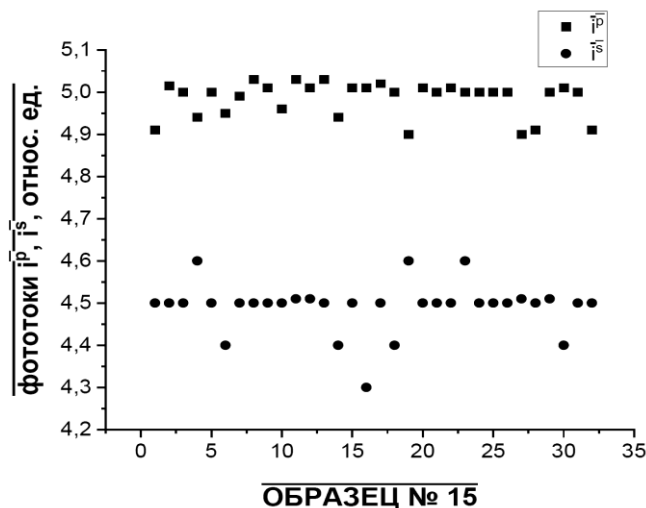


Рисунок 3 – Фототоки р- и s-поляризаций, измеренные при длине волны 600 нм и угле падения линейно-поляризованного излучения 75° для структуры типа NJT

Разработанный метод позволил быстро определить на примере образца 15, что наблюдается постоянство параметров фототоков для каждой поляризации, при переходе от 1 до 32 ячейки фотовольтаического элемента (горизонтальная ось рисунок 3), значит поляризационная разность фототоков будет определять минимальный фотоэффект [4] – свидетельствует о высоком качестве структуры, а сам метод может быть принят в качестве экспрессного метода контроля для формирования элементов одежды для особого использования [5].

Список литературы:

1. Аболмасов, С. Н. Перспективы развития солнечной энергетики [Текст] / С. Н. Аболмасов, Е. И. Теруков; И. С. Шахрай // Энергия: экономика, техника, экология. 2024. Т. 2. С. 46–68.
2. Казанский, А. Г. Тонкопленочные кремниевые солнечные элементы на гибких подложках [Текст] / А. Г. Казанский // Радиотехника. Наносистемы. Информационные технологии. 2015. Т. 7. № 1. С. 15–24.
3. Афанасьев, В. П. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния: Монография [Текст] / В. П. Афанасьев, Е. И. Теруков, А. А. Шерченков. СПб., 2011. С. 134–137.
4. Рудь, И. В. Фотовольтаические модули в Российской Федерации и контроль их параметров [Текст] / И. В. Рудь, О. Г. Котоменкова / Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. Махачкала, 2023. С. 255–259.
5. Маханова, Г. М. Изготовление одежды, используя материалы с солнечными батареями [Текст] / Г. М. Маханова, Л. Ш. Бакирова, А. Ж. Муратбай // European Science. 2019. № 1 (43). С. 72–77.

