

подтверждает чувствительность материала к слабым световым сигналам, что особенно важно для работы в условиях низкой освещенности. Быстрое время отклика (в пределах 8–20 мс) свидетельствует о незначительной инерционности процессов генерации и рекомбинации носителей заряда, что делает материал перспективным для применения в высокоскоростных оптоэлектронных устройствах, работающих в ближнем ИК-диапазоне.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (№ 25-23-00494)

Список использованных источников

1. Perucchi A. Spectroscopic and Dc-Transport Investigations of the Electronic Properties of TaSe3 / A. Perucchi, C. Søndergaard, S. Mitrovic, M. Grioni, N. Barisic, H. Berger, L. Forró, L. Degiorg // Eur. Phys. J. B — 2004. — Vol. 39, № 4. — P. 433–440.

2. Артеменко С. Н. Электроны в одномерных и квазиодномерных проводниках // Соросовский Образовательный Журнал. — 2004. — Т. 8. — № 3. — С. 1-6.

3. Рымжина А.Р. Экспериментальное исследование влияния функционализации дисульфида молибдена для применения в оптоэлектронике / А. Р. Рымжина, Ф. В. Гнеушев, В. А. Райхерт, А. Д. Разорвин, В. С. Павельев, Прачи Шарма, В. И. Платонов, Нишант Трипати // Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: материалы Всероссийской научно-технической конференции (г. Самара, 20-23 мая 2025 г.) / Самарский национальный исследовательский университет им. С. П. Королева (Самар. ун-т); под ред. В. А. Зеленского. - Самара: [Артель], 2025. - С. 233-237.

УДК 53.084

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВОЛЬТАМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

У.О. Ахмедов, Н. Трипати, Д.А. Шишкина
«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: Вольтамперная характеристика.

Контроль выходных параметров фотоэлектрических преобразователей является важной задачей как при разработке новых материалов, так и в учебном процессе. Основным методом оценки остается снятие вольтамперных характеристик (ВАХ), однако существующее специализированное оборудование, такое как точные измерители источников питания или профессиональные анализаторы параметров солнечных элементов, обладает высокой стоимостью и зачастую избыточно для лабораторий, работающих с широким спектром образцов различных размеров [1]. Коммерческие решения также не всегда обеспечивают необходимую гибкость при измерении как малых лабораторных пластин, так и стандартных элементов диаметром 100 мм.

В данной работе рассмотрена реализация измерительного стенда на

основе микроконтроллера с использованием его встроенного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Измерения тока проводились методом падения напряжения на калиброванном шунте, включенном последовательно с нагрузкой, в качестве которой выступал полевой транзистор, управляемый от микроконтроллера. Напряжение на самом солнечном элементе регистрировалось по четырехпроводной схеме, что позволило исключить влияние сопротивления соединительных проводов. В качестве нагрузки использовался полевой транзистор, работающий в линейной области, что обеспечивало плавное изменение тока через образец. Диапазон измеряемых токов составил до 10 А, напряжений — до 1 В, что перекрывает типичные рабочие области как малых лабораторных элементов, так и стандартных кремниевых пластин.

Изготовленное устройство тестировалось на двух типах образцов: фрагменте поликристаллического кремния площадью порядка нескольких квадратных сантиметров и на целой пластине монокристаллического кремния диаметром 100 мм. Освещение создавалось галогенной лампой с фильтром. Характеристики определялись при многократных циклах измерения и демонстрировали хорошую повторяемость формы кривых. Полученные вольтамперные характеристики соответствовали классическому диодному виду для обоих типов образцов. При калибровке устройства на эталонной резистивной нагрузке расхождение с показаниями контрольного мультиметра в рабочем диапазоне токов не превышало нескольких процентов, что было признано достаточным для поставленных задач. Устройство на основе микроконтроллера со встроенным АЦП показало себя работоспособным как на малых токах (десятки миллиампер), так и при нагрузках в несколько ампер, хотя в области предельно малых значений погрешность несколько возрастала из-за шумов младших разрядов АЦП.

Применение встроенного АЦП микроконтроллера позволило существенно упростить схему по сравнению с использованием специализированных измерительных микросхем. Благодаря отказу от дополнительных компонентов удалось добиться компактности готового устройства. При этом себестоимость разработки оказалась на порядок ниже стоимости промышленных анализаторов ВАХ, что делает такой стенд доступным для самостоятельного повторения в условиях учебной или научной лаборатории, не имеющей значительного бюджета на закупку дорогостоящего оборудования. Четырехпроводная схема подключения, реализованная с помощью отдельных измерительных и токовых контактов, обеспечила корректное измерение напряжения непосредственно на образце, что особенно важно при работе с низкоомными солнечными элементами.

Таким образом, предложенное устройство на базе микроконтроллера со встроенным АЦП позволяет эффективно измерять вольтамперные характеристики солнечных элементов различных размеров — от небольших лабораторных пластин до стандартных элементов диаметром 100 мм. Компактность исполнения и низкая стоимость компонентов делают его привлекательной альтернативой дорогим промышленным аналогам при

вполне приемлемой для большинства лабораторных задач точности измерений.

Список использованных источников

1. Амброжевич А. В. Практикум по диагностике фотоэлектрических модулей / А. В. Амброжевич. — М.: Издательство МЭИ, 2021. — 85 с.

Нишант Трипати, PhD, доцент каф. наноинженерии, tripati.n@ssau.ru

Дарья Александровна Шишкина, к.физ.-мат.н., доцент каф. наноинженерии, shishkina.da@ssau.ru

Ахмедов Умед, студ. гр. 6231-030401D, каф. наноинженерии, umed933712@gmail.com

УДК 535

ОЦЕНКА ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКИХ СУБВОЛНОВЫХ АНТИОТРАЖАЮЩИХ СТРУКТУР ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА

С.С. Ермаков

«Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королёва», г. Самара

Ключевые слова: антиотражающие структуры, теория эффективных сред, статистическое моделирование, FDTD-моделирование.

Использование периодических субволновых антиотражающих микрорельефов является одним из наиболее эффективных способов снижения френелевских потерь на границе раздела сред при работе с высокоомощными источниками излучения терагерцового диапазона [1]. В отличие от традиционных тонкоплёночных покрытий, антиотражающие структуры обладают существенно большей термостойкостью и способны обеспечивать широкополосное подавление отражений [2].

Ряд задач современной терагерцовой оптики, таких как разработка сферических или асферических линз [3], требует создания оптических элементов с высоким пропусканием в широком спектральном и угловом диапазонах. В этих условиях многие авторы [4,5] рекомендуют переходить к случайным или квазипериодическим антиотражающим микрорельефам. В работах [6,7] показано, что квазипериодические профили демонстрируют заметно большую стабильность оптических характеристик при изменении угла падения излучения по сравнению с периодическими структурами.

Несмотря на очевидные преимущества случайных рельефов в ряде задач, область их применения на данный момент ограничена. Главной причиной этого является трудность оценки оптических характеристик рельефа до момента изготовления. Большинство существующих подходов основано на прямом FDTD или RCWA моделировании большого ансамбля реализаций микрорельефа, что требует значительных вычислительных