

# ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПЫТНОГО НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Е.А. Печерская, Д.Е. Нелюцкова

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», [pea1@list.ru](mailto:pea1@list.ru), [diana.tuzova.02@bk.ru](mailto:diana.tuzova.02@bk.ru)

**Аннотация.** Данная статья посвящена применению автоматизированной информационно-измерительной системы для определения электрофизических параметров электронных компонентов на основе полупроводников. Рассмотрена аппаратная часть и характеристики автоматизированной информационно-измерительной системы.

**Ключевые слова:** полупроводниковые компоненты, автоматизация, процесс измерения, информационно-измерительная система, электрофизические параметры, вольт-амперная характеристика,

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант РНФ 23-29-00343).*

**Введение.** Компоненты, изготовленные из полупроводников, лежат в основе всей электронной промышленности. Из них изготавливаются множество современных устройств, применяемых в системах хранения и обработки сигналов, автомобилестроении, радиолокационных системах, оптоэлектронике. Актуальность применения полупроводников подтверждается анализом российских и зарубежных статей. Например, в работе [1, с.2] представлены исследования, направленные на применение карбида кремния ( $SiC$ ) в тяговых транспортных средствах, мотивируемые промышленным спросом на использование силовых полупроводниковых устройств. Статья [2, с.13] посвящена разработке диодного лазера, обладающего уменьшенными массогабаритными параметрами по сравнению с существующими аналогами. Широкая полоса пропускания модуляции, доступная в данном лазере, способствует достижению высокой точности измерений и высокой частоты обновлений. Результаты экспериментов, описанных в публикации [3, с.507], свидетельствуют о применении тонкопленочного транзистора с полупроводником из оксида титана ( $TiO_2$ ) в качестве закрывающего каналы слоя, в электроэнергетике, бытовых зарядных устройствах, накопительных панелях, дисплеях, которые требуют работу с низким электропотреблением. Получение прозрачных проводящих полупроводниковых пленок, в основе которых лежат различные оксиды, используемые для легирования, возможно с помощью метода спрей-пиролиза [4, с. 257]. Такие материалы применяются во многих приборах, из-за высокой прозрачности и проводимости.

Разработка новых полупроводниковых компонентов и изделий на их основе обязательно включает в себя этап определения их электрофизических параметров, так как изготовленное устройство будет иметь характеристики, напрямую зависящие от этих параметров. На сегодняшний день существует множество методов и специализированных средств измерений, определяющие полупроводниковые параметры – параметрические тестеры и анализаторы, а также программно-аппаратные комплексы.

В данной статье рассмотрено определение параметров полупроводниковых компонентов, с помощью автоматизированной информационно-измерительной системы.

**Устройство автоматизированной информационно-измерительной системы.** Автоматизированная информационно-измерительная система для определения электрофизических параметров полупроводниковых компонентов состоит из персонального компьютера, измерительного блока и

разработанной программы, осуществляющей анализ и обработку полученной информации. В основу системы положен косвенный метод измерения, позволяющий вычислить необходимые характеристики полупроводника с помощью снятия и последующего анализа его вольт-амперной характеристики. Внешний вид системы представлен на рисунке 1.

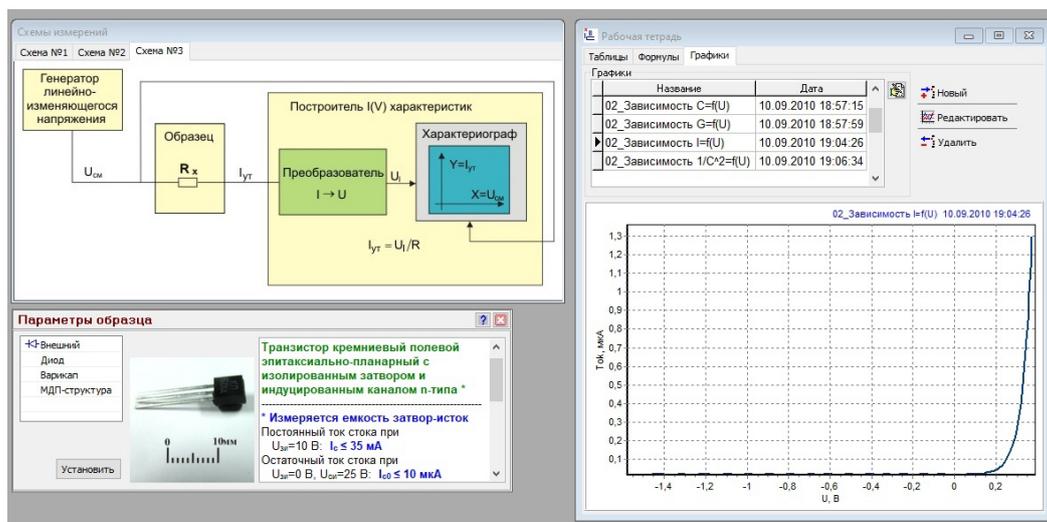


**Рисунок 1. – Внешний вид системы для определения электрофизических параметров полупроводниковых компонентов**

Исследуемые образцы, представляющие собой сменные кассеты, помещаются в термокамеру, расположенную в измерительном блоке. С её помощью удаётся сохранять определенную температуру во время всего эксперимента, либо выявлять зависимость изменения параметров исследуемого объекта от её заданного значения. Также в состав блока входят следующие устройства [5, с.120]:

- инвертор, предназначенный для формирования определенной величины напряжения, протекающего через исследуемый полупроводниковых компонентов;
- микроконтроллер, связывающий исследуемый образец и компьютер и выполняющий вычислительные функции;
- масштабирующий преобразователь, служащий для приведения значения напряжения, протекающего через полупроводник, к входному напряжению аналого-цифрового преобразователя.

В персональный компьютер поступает информация о зависимости напряжения смещения и тока, протекающего через образец исследования. Эта информация обрабатывается программным приложением, рабочая область которого представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2. – Рабочая область программы**

Данная программа позволяет приводить полученные значения электрофизических параметров в графический и табличный вид (рисунок 3).

Режим измерений и данные образца			
<b>Вариант</b>		параметры	
Схема № 3	S	1,00 мм <sup>2</sup> мм	площадь
Сигнал 25 мВ	err	11,7 б/р	диэлектрическая проницаемость n/n
Ток, мкА	U, В		
1,30	0,370		
1,13	0,366		
1,00	0,358		
0,84	0,352		
0,74	0,347		
0,62	0,338		
0,51	0,328		
0,40	0,318		
0,31	0,306		
0,23	0,293		
0,18	0,282		
0,13	0,266		

Рисунок 3. – Табличный вид полученной информации

Автоматизированная информационно-измерительная система обладает измеряемым диапазоном напряжения на исследуемом образце от -100 В до +100 В; Относительная погрешность измерения тока и напряжения не более 0,5 %; Абсолютным значением погрешности измерения термокамеры не более 1 градуса Цельсия. Данные характеристики системы указывают на высокую точность результатов измерения и уменьшение временных затрат измерительного процесса, так как время измерения вольт-амперной характеристики составляет не более 2 с.

**Заключение.** Предложенная автоматизированная информационно-измерительная система для измерения электрофизических параметров полупроводниковых характеристик может быть использована в многочисленных целях, например, для выявления дефектов выпускаемой продукции, исследования и разработки новых материалов, улучшения эффективности работы полупроводниковых устройств. Таким образом, автоматизированная система является важной разработкой в области электроники.

#### Список использованных источников

1. D. Pavel and H. Miroslav, "Application of the modern semiconductor devices based on the SIC," 2009 13th European Conference on Power Electronics and Applications, Barcelona, Spain, 2009, pp. 1-5.
2. G. L. Abbas, "Semiconductor Laser Radar Techniques For High-precision Position And Velocity Sensing," LEOS Summer Topical on New Semiconductor Laser Devices and Applications, Monterey, CA, USA, 1990, pp. 11-15, doi: 10.1109/NSLDA.1990.690809.
3. Hsu et al., "Amorphous Titanium Oxide Semiconductors on Quasi-Crystal-Like InGaZnO Channels for Thin Film Transistor Applications," in Journal of Display Technology, vol. 11, no. 6, pp. 506-511, June 2015, doi: 10.1109/JDT.2014.2353091.
4. Зинченко Т.О., Печерская Е.А. Анализ материалов, используемых для производства прозрачных проводящих покрытий // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы. Сборник научных статей Всероссийской межвузовской научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 256-258.
5. Ракша С.В., Кондрашин В.И., Печерская Е.А., Николаев К.О. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов // Физика и технология наноматериалов и структур. сборники научных статей 2-й Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ). 2015. С. 143-146.