

випускаючими різними фірмами. Таким чином, програмний пакет Simple - Scada отримує з OPC-сервера дані і реалізує візуалізацію. У роботі використовується безкоштовний MasterOPC Universal Modbus Server. На рис. 1 представлено вікно налаштування конфігурації OPC - сервера і введеними тегами, які відповідають своїм змінним мікроконтролера.

Для підключення SCADA - системи до OPC серверу в програмі Simple Scada Editor слід відкрити вкладку "Переменные", далі вибрати "OPC", в правому меню вибрати використовуваний сервер і натиснути "Импортировать" (рис. 2).

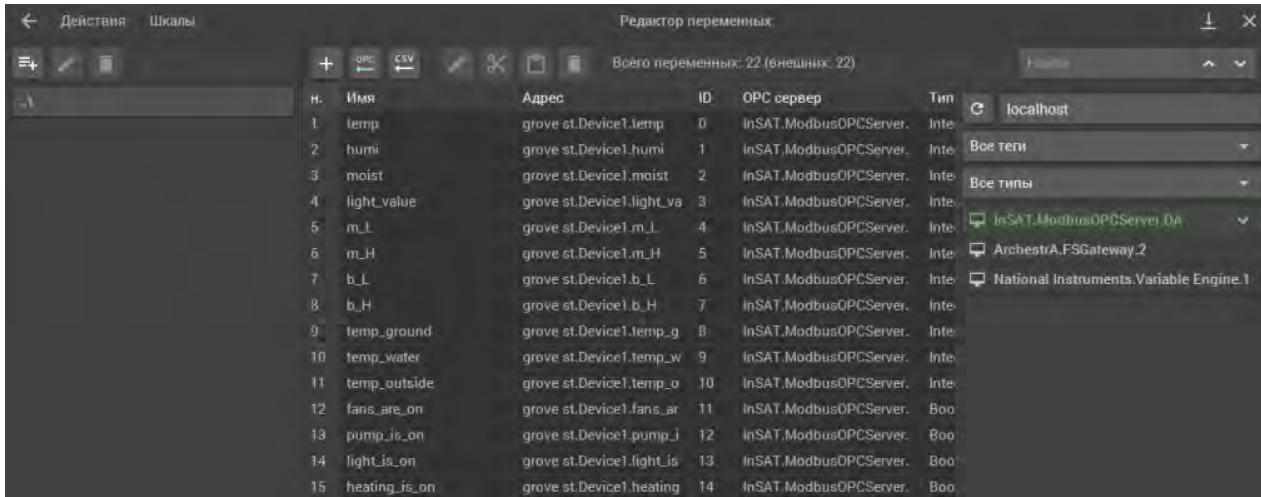


Рисунок 2 – Подключение Simple Scada к OPC серверу

Оскільки на виробництві безпека управління засобами SCADA систем здійснюється за рахунок видалення оператора від пульта технологічного процесу, розмежуванням прав доступу, шифруванням, секретністю протоколів зв'язку, а також застосуванням міжмережових протоколів, то невід'ємним завданням для розробника таких систем залишається детальна візуалізація технологічного процесу, яка допоможе операторові коректно управляти системою.

Основними засобами візуалізації в SCADA пакетах являються тренди, графічні індикатори, задатчики і відображувачі значень вимірюваних величин, а також кнопки, що дозволяють переміщатися між об'єктами мережі. За допомогою тренду, який в режимі реального часу дозволяє відстежити зміну значень, можна візуалізувати сигнал, процес зміни перехідного процесу залежно від зміни коефіцієнтів регуляторів, уставки, які задаються оператором, а також стан працездатності об'єкта.

ВИСНОВКИ.

1) На базі платформи Arduino студенти можуть створювати пристрої схожі з аналогічними на виробництві. Єдина відмінність таких пристроїв це менша обчислювальна потужність, так як на виробництві використовуються промислові мікроконтролери.

2) Налагоджений протокол зв'язку Arduino з OPC сервером і Scada.

3) В подальшому планується розробити інтерфейс користувача використовуючи стандартні геометричні форми, які входять в пакет Simple Scada та прив'язати його до лабораторного стенду по управлінню мікрокліматом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Улли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. Санкт-Петербург: БВХ-Петербург, 2012.
2. Энциклопедия АСУ ТП [Электронный ресурс] // SCADA-пакте: функции, свойства, безопасность URL: http://www.bookasutp.ru/Chapter9_2.aspx (дата обращения: 10.08.2018)
3. Arduino [Электронный ресурс]. – <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560> (Дата обращения 28.09.2018).
4. SCADA-пакеты [Электронный ресурс] URL: http://www.bookasutp.ru/Chapter9_4.aspx –(Дата обращения 28.09.2018).

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

Невлюдов И.Ш., Гурин Д.В., Гурин В.Н.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина. E-mail: dmytro.gurin@nure.ua
Приводятся результаты экспериментальных исследований электрофизических свойств диэлектрических пленок в зависимости от параметров технологического процесса. Описаны основные факторы влияющие на свойства пленок, представлены графики зависимости от этих факторов.

Ключевые слова: диэлектрические пленки, вольтамперные характеристики, электрические свойства пленок, управляющие воздействия, катодное распыление.

INFLUENCE OF PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL PROCESS ON ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF DIELECTRIC FILMS

Nevludov I., Gurin D., Gurin V.

Kharkov National University of Radio Electronics, Kharkov, Ukraine E-mail: dmytro.gurin@nure.ua

The results of experimental studies of the electrical properties of dielectric films depending on the parameters of the technological process are presented. The main factors affecting the properties of the films are described, the graphs of dependence on these factors are presented.

Key words: dielectric films, current-voltage characteristics, electrical properties of films, control actions, cathode sputtering.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Важнейшей проблемой для производства элементной базы для электроники является обеспечение эксплуатационной надежности элементов, от работы которых зависит работоспособность всей аппаратуры. Особенно это актуально при эксплуатации биомедицинских приборов, от безотказной работы и объективных измеренных показателей зависит жизнь человека.[1]

В связи с этим, достаточно перспективным направлением для производства надежных элементов, особенно для малых и средних предприятий бизнеса, ограниченных в средствах для закупки супер современной дорогостоящей техники, является разработанный нами способ получения наноструктурированных пленок (металлических и диэлектрических), которые находят широкое применение в микроэлектронике и других направлениях производства элементной базы.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Проведенные исследования свойств диэлектрических наноструктурированных пленок, получены методом реактивного катодного распыления с применением устройства, работающего на база магнетронного разряда[2]. При исследовании проводимости диэлектрических пленок установлено, что температурные и полевые зависимости проводимости для пленок $SiO_2, Si_2N_4, Al_2O_3, AlN, Si_xO_yN_z$ носят качественно одинаковый характер. ВАХ структур $Si-Si_2N_4-Al$ и $Si-Al_2O_3-Al$, снятые при температуре 298 К в интервале электрических полей $1 \cdot 10^5 \leq E \leq 6 \cdot 10^6$ В/см представлены на рис. 1. Для всех исследуемых толщин пленок ($500 \leq d \leq 3000 \text{ \AA}$) наблюдались качественно одинаковые ВАХ. Металлический электрод находился под положительным потенциалом.

Плотность тока, протекающего через МДП структуру при $T = const$, возрастала сверхлинейно с увеличением E. Увеличение температуры при E=const также приводило к росту плотности тока.

Обработка j-E-T характеристик рассматриваемых объектов, показала, что зависимость j от E и T для всех образцов подчиняется соотношению:

$$j = 2eN_i(kT)^2 \mu \beta^{-1} \exp\left(-\frac{E_i}{kT}\right) f(xshx),$$

где $x = \frac{\partial U^2}{kT}$; $\partial = \frac{\beta}{d^2}$; N_i – плотность эмиссионных центров в аморфном диэлектрике; μ – дрейфовая подвижность носителей тока; E_i – энергия ионизации эмиссионных центров; $\beta = I^{\frac{3}{2}} (\pi \epsilon_0)$ – постоянная Пула-Френкеля;

ϵ – низкочастотная диэлектрическая проницаемость; $f(xshx)$ – гиперболическая функция указанного аргумента.

Надежным критерием справедливости результатов, полученных при обработке экспериментальных фактов, является нормализация вольтамперных характеристик в обобщенных координатах:

$$\ln[jT^{-3} \exp\left(\frac{E_i}{kT}\right)] - \ln U^2 T^{-1}.$$

На рис. 2 приведены нормализованные вольтамперные характеристики пленок Si_2O_2 и Al_2O_3 . Точки на графике – результат обработки экспериментальных данных. Гладкая кривая – аналитическая зависимость $y(xshx)$. Как видно на рис. 2, полученные результаты хо-

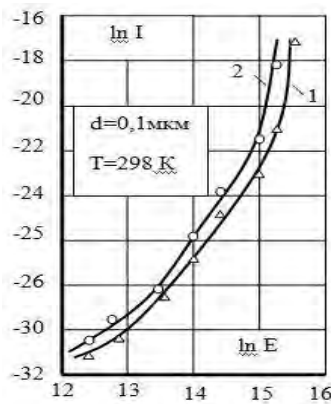


Рисунок 1 – Вольтамперные характеристики структур $Si-Si_3N_4-Al$ (1), $Si-Al_2O_3-Al$ (2)

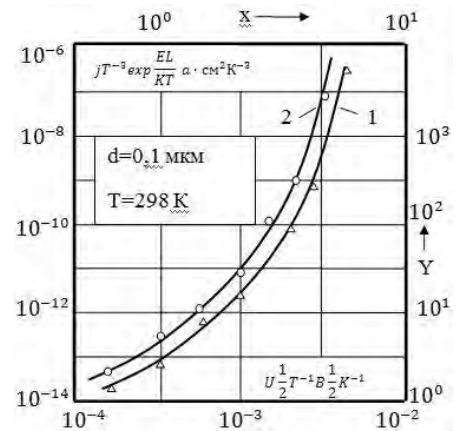


Рисунок 2 – Нормализованные вольтамперные характеристики пленок Si_3N_4 (1), Al_2O_3 (2)

рошо согласуются с теоретическими применительно к механизму Пула–Френкля [3].

Электронные токи, протекающие через пленки, экспоненциально растут с увеличением температуры рис. 3. В области низких температур (<200 К) этот рост незначителен, а энергия активации проводимости не превышает 0,03 эВ. При температурах выше 300 К наблюдается резкое увеличение тока с ростом температуры при изменении энергии активации до 0,35 эВ.

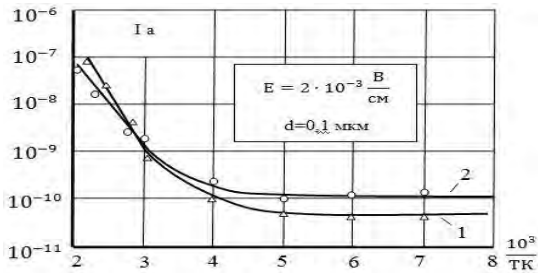


Рисунок 3 – Температурные зависимости тока для структур $Si-Si_3N_4-Al$ (1), $Si-Al_2O_3-Al$ (2)

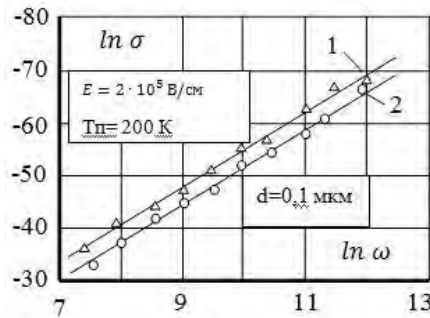


Рисунок 4 – Частотные зависимости проводимости пленок Si_3N_4 (1), Al_2O_3 (2)

Зависимость проводимости диэлектрических пленок от частоты измерительного сигнала, снятая в диапазоне частот $1 \text{ кГц} \leq \omega \leq 100 \text{ кГц}$ для пленок Al_2O_3 и Si_3O_4 , представлена на рис. 4. Для всех пленок преобладает зависимость $\sim f^m$. Значения $m_{Al_2O_3} = 0,79$ и $m_{Si_3N_4} = 0,81$. По абсолютной величине проводимость пленок на переменном токе в 20–30 раз превышает проводимость на постоянном токе.

ВЫВОДЫ. Анализ полученных зависимостей позволяет утверждать, что синтезированные диэлектрические пленки с успехом могут использоваться в технологии полевых транзисторов на основе кремния. А также в качестве изолирующих элементов при формировании пленочных активных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петухов В.Ю., Гумаров Г.Г. Ионно – лучевые методы получения тонких пленок. Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета. Казань, 2010.- 87 с. Издание 2-е, исправленное и дополненное.
2. Гурін Д.В. Аналіз методів отримання наноструктурованих діелектричних плівок [Текст] / А.О. Андрусевич, Д.В Гурін, І.Н Малая // В сб: Технологія приборостроєння, вып 3, Харків 2016 – 7с
3. Берлин Е.В., Сейдман Л.А. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. М.: Техносфера, 2010. – 528с

РОЗРОБКА ПАРАМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ГНУЧКИХ КОМУТАЦІЙНИХ СТРУКТУР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВПЛИВІВ НА НИХ

Невлюдов І.Ш., Новоселов С.П., Боцман І.В., Демська Н.П.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна. E-mail: d_tapr@nure.ua.

У роботі наведено параметричну модель гнучких комутаційних структур. Також проаналізовано механічні впливи на компоненти гнучкої електроніки з метою подальшої розробки заходів щодо зменшення подібних впливів на характеристики електронних модулів на основі комутаційних структур на гнучких основах.

Ключові слова: гнучкі комутаційні структури, механічні впливи, параметрична модель.

DEVELOPMENT OF PARAMETRIC MODEL OF FLEXIBLE PRINTED STRUCTURES FOR RESEARCH OF MECHANICAL INFLUENCES ON THEM

Nevliudov I., Novoselov S., Botsman I., Demska N.

Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine, E-mail: d_tapr@nure.ua.

In the paper a parametric model of flexible printed structures is presented. The mechanical effects on flexible components were also analyzed in order to further develop means of reducing such factors influence on the characteristics of electronic modules based on commutation structures on flexible bases.

Key words: flexible printed structures; mechanical influences; parametric model.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Однією з основних тенденцій розвитку техніки є перехід від традиційних електронних модулів до комутаційних структур на гнучких основах у рамках розвитку в усьому світі напряму гнучкої гібридної електроніки. В умовах мікромініатюризації електронних виробів застосування гнучких комутаційних структур (ГКС), до яких відносяться гнучкі електронні компоненти, елементи гнучкої електроніки, друковані плати й елементи між'єднань, забезпечує низку переваг під час створення як стаціонарних, так і рухомих конструкцій [1-2]. Разом з тим, вимоги до електронних засобів постійно підвищуються у зв'язку з жорсткістю умов їх експлуатації. При цьому існує серйозна проблема забезпечення якісних показників ГКС, оскільки вони можуть піддаватися великій кількості дестабілізуючих чинників на всіх етапах свого життєвого