

используемым методом для массового получения этого материала. Однако при всем многообразии подходов к выбору углеродных материалов для СК большим препятствием в стремлении повышать емкостные характеристики этих устройств является низкая смачиваемость электродного материала водными электролитами, которые преимущественно используются в конструкциях перспективных СК. Это обусловлено диаметрально разными поверхностными свойствами этих составных частей СК. Исследования, проведенные в настоящей работе, осуществлены в двух направлениях: 1 – выявить влияние повышения поверхностной активности водного электролита по отношению к гидрофобному углеродному материалу на емкостные характеристики СК (традиционно используемый способ); 2 - выявить влияние на емкостные характеристики СК изменений поверхностных свойств одновременно электролита и электродного материала. Для выполнения этой работы были использованы углеродные материалы, широко используемые и изученные при конструировании СК, относящиеся к рангу коммерческих материалов: аморфный углерод и многостенные углеродные нанотрубки (МУНТ). В качестве последних применены МУНТ фирмы Fibertax (Китай). Электролитом являлся 6М раствор гидроксида калия. В качестве поверхностно-активного реагента (ПАВ) в работе использован неионогенный изопропиловый спирт (C_3H_7OH). К щелочному раствору его добавляли в соотношении (9ч электролит:1ч C_3H_7OH , V). Электродный материал обрабатывали в парах C_3H_7OH , либо пропитывали капельно. Циклические вольтамперограммы измеряли в окне потенциала $\pm 1V$, со скоростью развертки 0,1 В/с, число циклов 10-20.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что использованные углеродные материалы, на поверхности которых адсорбировали ПАВ, обработкой в парах реагента, имели приблизительно в 2-5 раз более высокие значения емкости, чем после капельного его внесения, но это наблюдалось только при использовании электролита с ПАВ. При этом, более высокие емкостные характеристики имели СК с МУНТ.

Таким образом, формирование развитых адсорбционных слоев на поверхности электродных материалов способствует повышению емкостных характеристик СК, что будет учитываться при дальнейших исследованиях, посвященных получению эффективных устройств данного типа.

Список использованных источников:

1. Borenstein A. Carbon-based composite materials for supercapacitor electrodes: review / Borenstein A, Hanna O., Attaias R., Luski Sh., Brouse Th., Aurbach D. // J.Mater.Chem.A. – 2012. – Vol.5. – P. 12653-12673.
2. Gomaa A.M.Ali. Structural and Electrochemical Characteristics of Graphene nanosheets as Supercapacitor electrodes / Gomaa A.M.Ali., Salah A.M., Mashitah M.Ju., Kwok F.Ch. // Rev.Adv.Mater.Sci. – 2015. – Vol.41. – P. 35-43.

ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ПЛАТЫ НА ТЕПЛОВЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лушпа Н.В., Динь Х.Т.

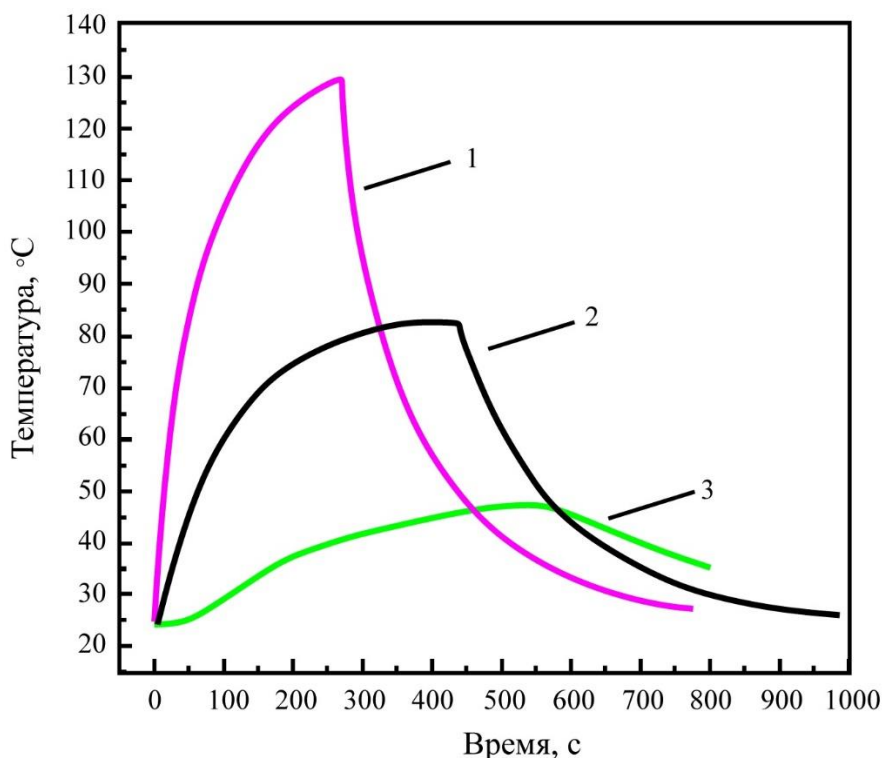
*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Чернякова Е.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент

В статье представлены результаты изучения влияние тока, протекающего через светодиод, на температуру кристалла и распределение температур на поверхности платы из FR4 и платы на основе алюминия с нанопористым анодным оксидом алюминия.

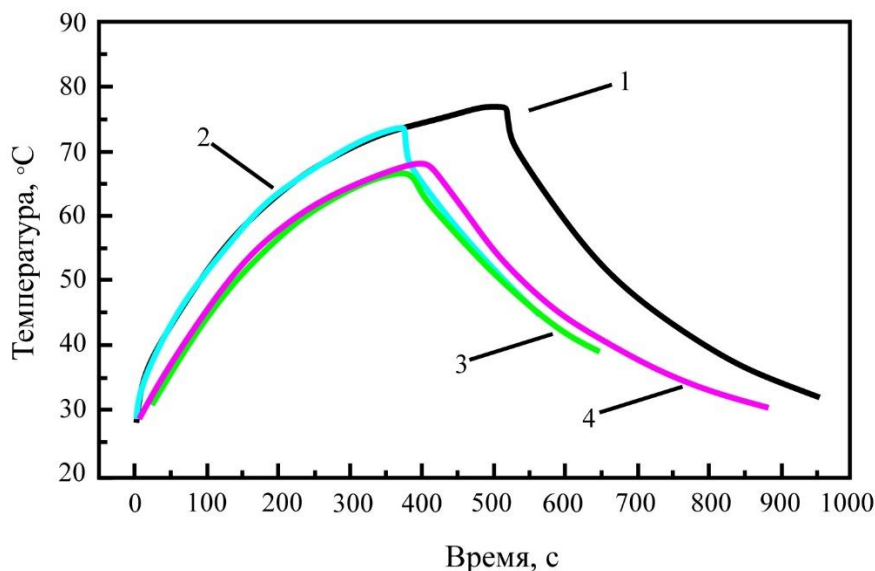
Известно, что КПД мощных светодиодов на порядок выше, чем у ламп накаливания. В тоже время, большая часть энергии, потребляемой светодиодами (около 75%), уходит на тепловые потери. Поэтому обеспечение эффективного теплоотвода в светодиодном модуле – одна из актуальных задач современной светодиодной промышленности [1-3].

В эксперименте использовали светодиодные модули, изготовленные из FR4 и алюминия со слоем нанопористого анодного оксида алюминия. При одинаковой мощности светодиода (3,48 Вт) на плате из FR4 кристалл нагревался до критической температуры в 130 °С за 271 с (рисунок 1). Дальнейший нагрев мог привести к выходу светодиода из строя, поэтому подачу напряжения на плату прекращали. Контактная площадка дорожки металлизации нагрелась до 82 °С, а сама плата до 47 °С. Следовательно, плата из стеклотекстолита FR4 не способна обеспечить теплоотвод, достаточный для стабильной работы мощного светодиода.



1 – светодиод; 2 – контактная площадка дорожки металлизации; 3 – плата
 Рисунок 1 – Изменение температуры на плате из FR4 со светодиодом в различных контрольных точках

В эксперименте с платой из алюминия напряжение питания для диода подавали в течение 376 с. За это время кристалл нагревался до 74 °С (рисунок 2). Металлический теплоотвод корпуса диода - до 74 °С. Сама плата имела температуру около 70 °С, а вывод диода – 66 °С. После отключения питания светодиодного модуля, кристалл продолжал нагреваться еще 190 с и его температура увеличилась на 3 °С. Этот процесс был связан с отсутствием идеального теплового контакта между платой и кристаллом.



1 – светодиод; 2 – внутренний радиатор светодиода, 3 – контактная площадка дорожки металлизации; 4 – плата
 Рисунок 2 – Изменение температуры на алюминиевой плате со светодиодом в различных контрольных точках

Как видно из рисунков 1 и 2, плата из алюминия равномерно нагревается во всех точках конструкции. В тоже время на плате из FR4 кристалл нагревался больше в сравнении с другими элементами конструкции светодиодного модуля. Следовательно, использование плат на основе

алюминия при изготовлении светодиодных модулей может быть эффективно для снижения теплового сопротивления в звене кристалл – подложка. Платы из алюминия с нанопористым анодным оксидом целесообразно использовать для монтажа светодиодов мощностью более 3 Вт вместо плат из FR4 из-за их более низкого теплового сопротивления и высокой эффективности теплового рассеивания.

Список использованных источников:

1. Тучковский, А. К. Универсальный энергосберегающий светодиодный модуль на плате из анодированного алюминия / А. К. Тучковский, И. А. Врублевский, К. В. Чернякова // Технические средства защиты информации: тезисы докладов X Белорусско-российской научно-технической конференции, 5 – 6 июня 2013 г., Минск. - Минск: БГУИР, 2013. - С. 60..
2. Врублевский, И. А. Светодиодные линейки на анодированном алюминии для систем освещения / И. А. Врублевский и другие // Технические средства защиты информации : тезисы докладов XII Белорусско-российской научно-технической конференции, 28–29 мая 2014 г., Минск. – Минск : БГУИР, 2014. — С. 54.
3. Динь Х. Т. Высокоэффективные светодиодные линейки на плате из анодированного алюминия с низким коэффициентом пульсаций / Д. Х. Тай, И. А. Врублевский, Е. В. Чернякова, А. К. Тучковский, А. П. Казанцев // Технические средства защиты информации: Тезисы докладов XIV Белорусско-российской научно-технической конференции. (Минск 25-26 мая 2016 г.). - Минск: БГУИР, 2016. – С. 71.

КОМПЛЕКСНАЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ МОНОСЛОЯ ГРАФЕНА В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Фельшерук А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Данилюк А.Л. – к.ф.-м.н., доцент

Представлены результаты моделирования поверхностной проводимости и комплексной диэлектрической проницаемости графена в терагерцевом частотном диапазоне. Полученные частотные зависимости показали, что управлять проводимостью и диэлектрической проницаемостью графена можно путем изменения значения химического потенциала.

За последнее десятилетие исследователи пришли к выводу, что на границе между проводником и диэлектриком возможно получить поверхностные плазмоны с той же частотой, что и внешние электромагнитные волны, но с намного меньшей длиной волны. Это позволит использовать плазмоны в наноструктурах для переноса информации внутри интегральной микросхемы. Плазмонные межсоединения стали бы настоящим прорывом в области повышения рабочих частот интегральных микросхем. В этом плане перспективным направлением для решения подобной задачи является исследование плазмонных колебаний в терагерцевом диапазоне частот и, в частности, с использованием графена на диэлектрической подложке. Однако на этом пути еще предстоит решить ряд не только технологических, но и физических задач по возбуждению, распространению и детектированию плазмонных колебаний с контролируемыми параметрами.

В данной работе представлены результаты моделирования поверхностной проводимости и диэлектрической проницаемости в однослойной графеновой наноструктуре в зависимости от величины химического потенциала μ и температуры в терагерцевом частотном диапазоне. В качестве модели поверхностной проводимости графена было использовано следующее выражение [1]:

$$\sigma_s(\omega) = \sigma_{intra}(\omega) + \sigma_{inter}(\omega), \quad (1)$$

$$\sigma_{intra}(\omega) = -j \frac{e^2 k T}{\pi \hbar^2 (\omega - j 2\Gamma)} \left(\frac{\mu}{kT} + 2 \ln \left(\exp \left(\frac{-\mu}{kT} \right) + 1 \right) \right), \quad (2)$$

$$\sigma_{inter}(\omega) = \frac{e^2}{4\hbar} \left[H(\omega/2) + j \frac{4\omega}{\pi} \int_0^\infty \frac{H(\Omega) - H(\omega/2)}{\omega^2 - 4\Omega^2} d\Omega \right], \quad (3)$$

где Γ – скорость рассеяния электронов, \hbar – редуцированная постоянная Планка, k – постоянная Больцмана, T – температура, c – скорость света, e – заряд электрона, ω – круговая частота, функции