

ISSN 2072-0297

Молодой учёный

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (48) / 2013

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.

Редакционная коллегия:

Главный редактор:

Ахметова Галия Дуфаровна, *доктор филологических наук*

Члены редакционной коллегии:

Ахметова Мария Николаевна, *доктор педагогических наук*

Иванова Юлия Валентиновна, *доктор философских наук*

Лактионов Константин Станиславович, *доктор биологических наук*

Комогорцев Максим Геннадьевич, *кандидат технических наук*

Ахметова Валерия Валерьевна, *кандидат медицинских наук*

Брезгин Вячеслав Сергеевич, *кандидат экономических наук*

Котляров Алексей Васильевич, *кандидат геолого-минералогических наук*

Яхина Асия Сергеевна, *кандидат технических наук*

Ответственный редактор: Шульга Олеся Анатольевна

Художник: Евгений Шишков

Верстка: Павел Бурьянов

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

672000, г. Чита, ул. Бутина, 37, а/я 417.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»

127238, Москва, Ильменский пр-д, д. 1, стр. 6

ФИЗИКА

Теория эффекта формы полупроводниковых термоэлементов

Коканбаев Исмоилжон Мамаджонович, кандидат физико-математических наук, преподаватель;

Курбоналиев Кобилжон Косимжон угли, студент

Кокандский государственный педагогический институт имени Мукамии (Узбекистан)

В ряде работ (см., например, библиографию [1]) для конкретных случаев, теоретически рассмотрен эффект формы термоэлементов с внутренним тепловыделением (ТЭВТ), где в объеме происходит непрерывное тепловыделение. В качестве ТЭВТ может служить радиоизотоп [2] и статическая смесь измельченных компонентов термоэлектрических и тепловыделяющих веществ [3]. Ниже не будем останавливаться о преимуществах ТЭВТ по сравнению с обычными термоэлементами, поскольку этот вопрос более подробно освещен в [1], и в дальнейшем задачу об эффекте формы в ТЭВТ длиной l и площадью поперечного сечения $S(x)$ решим в общем виде

$$S(x) = S_0(l - nx)^m, \tag{1}$$

где $S_0 = \pi R_0^2$, $n = \frac{R_0 - r_0}{lR_0} = \frac{\phi - 1}{l\phi}$, $\phi = R_0 / r_0$, R_0 и r_0 – радиусы ТЭВТ на горячем и холодном спаях соответственно, m – произвольная постоянная ($m \neq 1$).

Уравнение теплопроводности в одномерном случае напишем в виде [4]

$$T'' + \frac{S'}{S} T' + \frac{P}{\aleph} + \frac{j_0^2 \rho S_0^2}{\aleph S^2} = 0, \tag{2}$$

Здесь $T = T(x)$ – температура, P – удельная мощность тепловыделения, \aleph – коэффициент теплопроводности, ρ – удельное сопротивление образца ТЭВТ, j_0 – амплитудное значение плотности тока. Решение уравнения (2), которое описывает распределение температуры по направлению изменения поперечного сечения ТЭВТ и зависит от постоянной m , представим в виде

$$T_m(x) = C_{1m} + \frac{C_{2m}}{S_0 n(m-1)} (1 - nx)^{1-m} - \frac{P}{2n^2(m+1)\aleph} (1 - nx)^2 - \frac{j_0^2 \rho}{2n^2(m-1)^2 \aleph} (1 - nx)^{2-2m}, \tag{3}$$

где C_{1m} и C_{2m} – постоянные интегрирования, определяемые из граничных условий $T(x=0) \equiv T_c$;

$T(x=l) \equiv T_x$. Теперь определим выражение для градиента температуры $T'_m(x)$ в горячем спае

$$T'_m(x=0) = \frac{\phi - 1}{\phi} \cdot \frac{\Delta T}{l} + \frac{Pi}{(m+1)\aleph} \cdot \frac{\phi}{\phi - 1} \left[1 + \frac{m-1}{2\phi^2} \cdot \frac{\phi^2 - 1}{1 - \phi^{m-1}} \right] + \frac{j_0^2 \rho l}{2(m-1)\aleph} (\phi^{m-1} - 1) \frac{\phi}{\phi - 1} \tag{5}$$

откуда, для $m = 2$, сразу получаем формулу (5) [5]. Для определения выражения для удельной мощности тепловыделения запишем уравнение теплового баланса на горячем спае в виде [5]

$$- \aleph S_0 T'_m(x=0) + \alpha IT_c = 0, \tag{6}$$

где $I = jS_0 = \alpha \frac{\Delta T}{R+r}$, $\Delta T = T_r - T_x$, R – сопротивление нагрузки, r – внутреннее сопротивление ТЭВТ, и с учетом последних двух соотношений имеем:

$$P_m = \frac{2(m+1)(\varphi-1)\varphi}{2\varphi^2 - (m-1)\frac{\varphi^2-1}{\varphi^{m-1}-1}} \cdot \frac{\aleph \cdot \Delta T}{I^2} \left[\frac{zT_c}{N+1} + \frac{\varphi-1}{\varphi} \frac{m-1}{\varphi^{m-1}-1} - \frac{z\Delta T \cdot \varphi \cdot (\varphi^{m-1}-1)}{2(m-1)(N+1)^2(\varphi-1)} \right] \quad (7)$$

Здесь $N = R/r$ – нагрузочный коэффициент, $z = \alpha^2 / \aleph \rho$ – термоэлектрическая добротность, α – коэффициент термоЭДС. Тогда коэффициент полезного действия (КПД) ТЭВТ определим по формуле

$$\eta_m = \frac{W}{P \cdot V} \quad (8)$$

где W – мощность ТЭВТ: $W = \frac{\alpha^2 \Delta T^2}{r} \frac{N}{(N+1)^2}$, V – объем: $V = \left| \int_0^l S(x) dx \right|$. Подставляя (7) в (8) с учетом (1) нетрудно получить функциональную зависимость $\eta(\varphi)$ для ТЭВТ с известными параметрами.

Отметим, что полученные результаты для $m=1$ непосредственно не применимы. Поэтому этот случай рассмотрен отдельно в приближении [6]. Не прибегая к конкретным расчетам приведем решение (2) для $m=1$:

$$T(x) = \left(T_x \sin\left(\frac{\sqrt{c}}{n} \ln|1-nx|\right) + T_r \sin\left(\frac{\sqrt{c}}{n} \ln\left|\frac{1-nl}{1-nx}\right|\right) \right) \sin^{-1}\left(\frac{\sqrt{c}}{n} \ln|1-nl|\right) \quad (9)$$

где $c = \frac{I^2}{S_0^2 \aleph_0 \sigma_0} x c_0$, c_0 – константа, определяемая механизмом электрон – фононного взаимодействия [7]. Ниже приведены численные результаты, рассчитанные по Serpik Graphs для различных значений $\frac{T_x}{T_r}$. Эти расчеты показывают, что при определенных значениях $\frac{T_x}{T_r}$ возникает неустойчивость пространственного распределения температур. Численные значения $T(x)$ для величин: $T_x/T_r = 0,5$ и $nl=0,5$ приведены на таблице 1. Отметим, что в пространственном распределении $T(x)$ нулевое значение этой функции встречается при $x=0,96l$ при $\sqrt{c} = 0,1$ (экстремумы функции: $T_{\max} = 0,79T_r$ при $x = 0,5l$ и $T_{\min} = 0,99T_r$ при $x = -0,5l$); а при $\sqrt{c} = 0,01$ – встречается при $x = 0,47l$; $0,72l$; $0,85l$; $0,92l$; $0,96l$; $0,98l$; $0,99l$. При тех же значениях величин экстремальные значения $T(x)$: $T_{\max} = 0,27T_r$ при $x = 0,5l$; $T_{\min} = 0,61T_r$ при $x = -0,5l$; $T_{\max} = 0,79T_r$ при $x = 0,5l$; $T_{\min} = 0,89T_r$ при $x = -0,5l$; $T_{\max} = 0,94T_r$ при $x = 0,5l$; $T_{\min} = 0,97T_r$ при $x = -0,5l$; $T_{\max} = 0,98T_r$ при $x = 0,5l$; $T_{\min} = 0,99T_r$ при $x = -0,5l$. Как указано в [147], КПД классического термоэлемента описывается формулой

$$\eta_0 = \frac{z\Delta T}{1+k_0} \frac{N}{(N+1)^2} \quad (9)$$

Таблица 1. Численные значения $T(x)$ (при значениях величин: $T_x/T_r = 0,5$ и $nl=0,5$)

x	$\sqrt{c} = 0,1$	$\sqrt{c} = 0,01$	$\sqrt{c} = 0,001$
0,1	-0,0293724	-0,0029389	0,2349793
0,15	-0,026519	-0,0026531	2121517
0,2	-0,0234915	-0,00235	0,1879322
0,25	-0,0202677	-0,0020273	0,1621416
0,3	-0,0168204	-0,0016824	1345635
0,35	-0,0131167	-0,0013118	0,1049337
0,4	-0,0091156	-9,1160728*10 ⁻⁴	0,0729246
0,45	-0,0047654	-4,7655083*10 ⁻⁴	0,0381235
0,5	0	0	0
0,55	0,0052679	5,2680248*10 ⁻⁴	-0,0421434
0,6	0,0111563	0,0011157	-0,08925

0,65	0,01783	0,0017834	-0,1426397
0,7	0,0255302	0,0025541	-0,2042414
0,75	0,0346296	0,0034657	-0,2770369
0,8	0,0457505	0,0045814	-0,3660036
0,85	0,0600533	0,0060197	-0,4804265
0,9	0,0801249	0,0080468	-0,6409995

где для термоэлемента постоянного сечения $k_0 = \frac{zT_c}{N+1} - \frac{1}{2} \frac{z\Delta T}{(N+1)^2}$ (10a)

а для конического термоэлемента [A22] $k_0 = \frac{zT_c}{N+1} + \frac{1}{\varphi} - \frac{z \cdot \Delta T \varphi}{2(N+1)^2}$ (10b).

Таким образом установили, что коэффициент полезного действия термоэлемента зависит не только от температуры термоэлемента, но и от разности температур горячего и холодного спаев, от геометрических размеров поперечного сечения ТЭВТ и от сопротивлений внешних и внутренних нагрузок.

Литература:

1. Иорданишвили Е.К., Бабин В.П.. Нестационарные процессы в термоэлектрических и термомагнитных системах преобразования энергии. М.: 1983. 216 с.
2. Охотин А.С., Ефремов А.А., Охотин В.С., Пушкарский А.С.. Термоэлектрические генераторы. М.: Атомиздат. 1976.
3. Патенты США. Кл. 62—3. № 3256696—3256702, РЖЭЭ. 8А88—8А94П. 1967.
4. Михеев М.А., Михеева И.Н.. Основы теплопередачи. М.: Энергия. 1977.
5. Бабин В.П., Иорданишвили Е.К. // ФТП. 1981. Т.15.В.6.с. 1218—1220.
6. Набиева М.Б., Олимов Х., Р.Я., Кодиров А. //ИФЖ. 1998. Т.71. В.3. с. 542.
7. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. М.: Наука. 1978. — 616 с.

Синтез магнитных наночастиц на поверхность диэлектриков

Петенко Ольга Сергеевна, магистрант

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

Быстрое развитие информационных технологий в последнее время требует создания новых устройств со сверхвысокой плотностью записи информации [1, 2, 3, 4]. Наиболее перспективными на сегодняшний день являются магнитные устройства хранения информации, среди которых особое место занимают наноразмерные структуры [5—9]. Особый интерес вызывает создание анизотропных магнитных наночастиц, заключенных в химически инертную матрицу [10].

Существуют различные методы формирования пористых материалов: золь-гель технология [11], электрохимическое анодирование [6, 12, 13.], применение современных устройств, таких как остросфокусируемый ионный пучок (FIB) [4, 12] или метод резерфордовского обратного рассеяния (РОР) ионов гелия [3].

В основе идеи применения пористого анодного оксида

алюминия (ПАОА) в качестве маски лежит использование локализации электрохимического процесса осаждения в донной части поры (рисунок 1).

Электролит для осаждения обычно состоит из кислоты НЗВОЗ с добавлением сульфата никеля, олова, кобальта или меди. Под действием электрического тока, частички металла размещаются на дне анодированных пор, поры затем уплотняются. рН раствора колеблется между 1 и 5,5 (зависит от ионов металла), плотность тока между 0,1 и 0,5А/дм² и напряжение от 5 до 20 В. Температура от 15 до 350°С.

Магнитные свойства анизотропных структур

К основным параметрам анизотропных структур относят коэрцитивную силу H_c , форму петли гистерезиса,

Молодой ученый

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (48) / 2013

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор:

Ахметова Г. Д.

Члены редакционной коллегии:

Ахметова М. Н.

Иванова Ю. В.

Лактионов К. С.

Комогорцев М. Г.

Ахметова В. В.

Брезгин В. С.

Котляров А. В.

Яхина А. С.

Ответственный редактор:

Шульга О. А.

Художник:

Шишков Е. А.

Верстка:

Бурьянов П. Я.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

672000, г. Чита, ул. Бутина, 37, а/я 417.

E-mail: info@moluch.ru

<http://www.moluch.ru/>

Учредитель и издатель:

ООО «Издательство Молодой ученый»

ISSN 2072-0297

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии «Ваш полиграфический партнер»
127238, Москва, Ильменский пр-д, д. 1, стр. 6