



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

изменяются, если заменить двухслойное $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ на трехслойное $\text{TiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ПП. Для третьего Ge субэлемента значение плотности фотогенерированного тока на $2,688 \text{ мА/см}^2$ больше если использовать трехслойное $\text{TiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ПП вместо двухслойного $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ПП при АМ 0. Известно, что общий фотогенерированный ток всего InGaP/GaAs/Ge солнечного элемента определяется наименьшим значением фотогенерированного тока одного из трех субэлементов. То есть общий ток будет определяться GaAs каскадом. Также ввиду того, что напряжение холостого хода имеет логарифмическую зависимость от фотогенерированного тока, то выигрыш в значении напряжения холостого хода для Ge субэлемента при использовании трехслойного $\text{TiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ПП вместо двухслойного $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ПП несущественен. Максимальная мощность, выделяемая на нагрузке, при работе освещенного InGaP/GaAs/Ge солнечного элемента, определяется произведением тока короткого замыкания на напряжение холостого хода. Поэтому использование трехслойного $\text{TiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ПП вместо двухслойного $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ПП не даст выигрыша в максимальной мощности, которую может выдать InGaP/GaAs/Ge солнечный элемент.

Заключение

Разработано оптимальное двухслойное $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ПП для многопереходных гетероструктурных InGaP/GaAs/Ge солнечных элементов. Проведено моделирование двух и трехслойных ПП для InGaP/GaAs/Ge фотопреобразователей.

Произведен количественный расчет плотностей фотогенерированных токов как при использовании двухслойного $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ПП, так и трехслойного $\text{TiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ПП при условии освещения АМ 0. Из анализа расчетных данных установлено, что трехслойное $\text{TiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$ ПП практически не дает выигрыша в эффективности при использовании его в InGaP/GaAs/Ge солнечном элементе по сравнению с двухслойным $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ ПП.

Список использованных источников

1. D.J. Aiken, Solar Energy Materials & Solar Cells **64**(4), 393-404 (2000).
2. М.Борн, Э. Вольф. *Основы Оптики* (М., Наука,1973) [Пер. с англ.: М. Born, E. Wolf . *Principles of optics* (Oxford-London-Edinburgh-N.Y.-Paris-Frankfurt, Pergamon Press, 1968)].
3. Н. Malitson, JOSA **55**(10),1205-1208 (1965).
4. ФТИим. Иоффе.

УДК 530.1:537.8

ПЬЕЗОМАГНИТТІК ҚАСИЕТТЕРГЕ ИЕ ҚАБАТТАҒЫ ДИСПЕРСИЯ ТЕҢДЕУІ

Сисенова Гульзайнаб Аманжоловна

sissenova_gulzainab@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ

Физика-техникалық факультетінің 4-курс студенті, Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекші – Тлеуқенов С.К.

Қойылған міндеттер.

Пьезомагниттік қасиеттерге ие кубтық симметриялы анизотропты қабаттағы серпімді және электромагниттік толқындардың таралуы қарастырылады. Координаталар жүйесі кубтық симметрияның кристаллографиялық осьтерімен стандарт түрде қиыстырылған. Қабат қалыңдығы Н.

Қозғалыс теңдеуі, Максвелл теңдеуі мен анықтаушы қатынастар келесі түрде жазылады:

$$\frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} = \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{rot} \vec{E} &= -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \text{rot} \vec{H} &= \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{div} \vec{D} &= 0 \\ \text{div} \vec{B} &= 0 \\ \sigma_{ij} &= c_{ijkl} - Q_{ijk} H_k \\ B_i &= \mu_{ij} H_j + Q_{ijk} \varepsilon_{jk} \\ D_i &= \varepsilon_{ij} E_j \end{aligned} \quad (3)$$

мұндағы σ_{ij} - серпімді кернеулер тензорының компоненті, $\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ - серпімді деформацияның тензорының компоненттері, u_i - ортаның ығысу векторының компоненттері, E_i, H_i - электрлік және магниттік өрістердің кернеуліктерінің векторларының компоненттері, D_i, B_i - электрлік және магниттік индукция векторының компоненттері, ρ - ортаның тығыздығы, c_{ijkl} - серпімді параметрлер тензорының компоненттері, $\varepsilon_{ij}, \mu_{ij}$ - ортаның диэлектрлік және магниттік өткізгіштіктерінің тензорының компоненттері, Q_{ijk} - пьезомагниттік модульдер тензорының компоненттері, $\varepsilon_{ij}, \mu_{ij}$ - ға ε_0 мен μ_0 абсолют диэлектрлік және магниттік өткізгіштіктер қосылған.

Осы өрнектерді негізге алып, шешімді мына функция түрінде қарастырамыз:

$$f(x, y, z, t) = f(z) \exp(i\omega t - imx - iny) \quad (4)$$

(3)-ті есепке ала отырып, (1) мен (2) теңдеулер жүйесі 1-ретті жай дифференциалдық теңдеулер жүйесіне келеді:

$$\frac{d\vec{w}}{dz} = B\vec{w} \quad (5)$$

Бұл жұмыста $(x, z)(n = 0)$ жазықтығындағы толқындардың таралуы қарастырылады. Бұндай жағдайда (5) теңдеулер жүйесі мына түрде жазылады:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dz} \begin{pmatrix} u_y \\ \sigma_{yz} \\ E_y \\ H_x \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & i\omega b_{14} & 0 & b_{34} \\ i\omega b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_y \\ \sigma_{yz} \\ E_y \\ H_x \end{pmatrix} \\ \vec{w} &= (u_y, \sigma_{yz}, E_y, H_x)^t \end{aligned} \quad (6)$$

t – жолақ-векторын бағана-векторына транспонирлеу белгісі.

Ортаның тұрақты параметрлері кезінде матрицант әдісімен (6) теңдеулер жүйесінің аналитикалық шешімінің бар екені көрсетілді [1, 2]:

$$T = \frac{B^2 + \varepsilon^2}{\varepsilon^2 - k^2} \cos kz - \frac{B^2 + k^2 I}{\varepsilon^2 - k^2} \cos \varepsilon z + \frac{B^2 + \varepsilon^2 I}{\varepsilon^2 - k^2} \frac{B}{k} \sin kz - \frac{B^2 + k^2 I}{\varepsilon^2 - k^2} \frac{B}{\varepsilon} \sin \varepsilon z \quad (7)$$

Байланысқан толқындардың дисперсия теңдеуін қорытындылау

(7) аналитикалық шешімде шекаралық шарттарды ескерсек, онда меншікті мәндері бар есеп аламыз:

$$\begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} & t_{34} \\ t_{41} & t_{42} & t_{43} & t_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_y \\ 0 \\ 0 \\ H_x \end{pmatrix}_0 = \begin{pmatrix} u_y \\ 0 \\ 0 \\ H_x \end{pmatrix}_H \quad (8)$$

(8)-ден келесі өрнек шығады:

$$\begin{pmatrix} t_{21} & t_{24} \\ t_{31} & t_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_y \\ H_x \end{pmatrix}_0 = 0 \quad (9)$$

(9)-өрнектен u_y, H_x мәндерінің негізсіз болуына байланысты дисперсия теңдеуін қарапайым түрде аламыз:

$$t_{21}t_{34} - t_{24}t_{31} = 0 \quad (10)$$

Дисперсия теңдеуін айқын аналитикалық түрде анықтау үшін (7)-ден t_{ij} аналитикалық формулаларын (10)-ға қою керек:

$$\begin{aligned} t_{21} &= -\frac{k^2 b_{21} + \Delta_2^2 b_{34}}{\varepsilon^2 - k^2} \frac{\sin kH}{k} + \frac{\varepsilon^2 b_{21} + \Delta_2^2 b_{34}}{\varepsilon^2 - k_2^2} \frac{\sin \varepsilon H}{\varepsilon}; \\ t_{34} &= -\frac{k^2 b_{34} + \Delta_1^2 b_{21}}{\varepsilon^2 - k^2} \frac{\sin kH}{k} + \frac{\varepsilon^2 b_{34} + \Delta_1^2 b_{21}}{\varepsilon^2 - k^2} \frac{\sin \varepsilon H}{\varepsilon} \\ t_{24} &= \frac{\beta_{24}}{\varepsilon^2 - k^2} (\cos kH - \cos \varepsilon H); \quad t_{31} = i\omega t_{24} \end{aligned} \quad (11)$$

мұндағы:

$$\begin{aligned} \Delta_1^2 &= b_{12}b_{34} - i\omega b_{14}^2; \quad \Delta_2^2 = b_{21}b_{43} - i\omega b_{23}^2; \\ b_{12} &= \frac{1}{c_{44}}; \quad b_{14} = \frac{Q_{14}}{c_{44}}; \quad b_{21} = -\rho\omega^2 + m^2 \left(c_{44} + \frac{Q_{14}^2}{\mu_{11}} \right); \\ b_{23} &= -im^2 \frac{Q_{14}}{\omega\mu_{11}}; \quad b_{34} = i\omega \left(\mu_{11} + \frac{Q_{14}^2}{c_{44}} \right); \quad b_{43} = i\omega \left(\varepsilon_{11} - \frac{m^2}{\omega^2\mu_{11}} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

$$\frac{tg\varepsilon h}{tgkh} = \frac{k\Delta_1 b_{21} + \varepsilon\Delta_2 b_{34}}{\varepsilon\Delta_1 b_{21} + k\Delta_2 b_{34}} \quad (13)$$

$$\frac{tg\varepsilon h}{tgkh} = \frac{\varepsilon\Delta_1 b_{21} + k\Delta_2 b_{34}}{k\Delta_1 b_{21} + \varepsilon\Delta_2 b_{34}} \quad (14)$$

(13), (14) дисперсия теңдеулері пьезомагниттік қасиеттерге ие серпімді қабатта таралатын симметриялық және антисимметриялық нормаль модальдардың дисперсиясын анықтайды.

Пьезомагниттік қасиеттерге ие серпімді жартылай кеңістік бетінің бойымен таралатын жазықтықтық толқындардың болу шарты. Мына шарттар орындалғанда толқындық өріс амплитудасының жартылай кеңістік тереңдігіне қайтуы болады:

$$k \rightarrow -i|k|; \quad \varepsilon \rightarrow -i|\varepsilon|; \quad \frac{h}{\lambda} \rightarrow \infty \quad (15)$$

(λ – толқын ұзындығы)

Осындай шарттар кезінде:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} tgx = 1.$$

(13)-теңдеуден мына өрнек алынады:

$$k\Delta_1 b_{21} + \varepsilon\Delta_2 b_{34} = \varepsilon\Delta_1 b_{21} + k\Delta_2 b_{34}$$

немесе

$$\Delta_1 b_{21} - \Delta_2 b_{34} = 0; \quad b_{21} - \frac{\Delta_2}{\Delta_1} b_{34} = 0. \quad (16)$$

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Тлеукунов С. Метод матрицанта. Распространение волн в анизотропных средах. LAP – Lambert academic publishing. 20014. 154 с.

2. Tleukenov S. A method for the analytical description of coupled-field waves in various anisotropic media. *Acta Mechanica*. 2014. Vol. 225. Issue 12. p. 3535-3547.
3. Тлеукенов С., Досанов Т. Распространение волн в пьезомагнитной анизотропной среде ромбической симметрии. *Изв. НАН РК*. 2009. №5.
4. Tleukenov S. Propagation of coupled waves in piezoelectric layer. *Forum Acusticum*, Krakow. 7-12 September. 2014.

УДК620.9:66:541.6

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПММА-ФУЛЛЕРЕН (C_{70})

Танатар С., Танирберген Ж., Оразгалиева У., Алтаева Ш.

S-tanatar@mail.ru

студенты 4-го курса кафедры «Техническая физика», ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан,

Научные руководители – Сагындыкова Г.Е., Шарифов Д.М.

Как известно, композиционными называют материалы, состоящие из двух или более фаз с четкой межфазной границей. На практике это – системы, которые содержат усиливающие элементы (волокна, пластины) с различным, отношением длины к сечению (что и создает усиливающий эффект), погруженные в полимерную матрицу. Удельные механические характеристики (плотность, модуль упругости, прочность) нанокompозитов заметно выше, чем у исходных компонентов. Именно благодаря усиливающему эффекту нанокompозиты отличаются от наполненных полимерных систем, в которых роль наполнителя ведет к удешевлению цены конечного продукта, но при этом заметно снижаются механические свойства материала. Механические свойства нанокompозитов зависят от структуры и свойств межфазной границы. Включение фуллеренов (C_{60} или C_{70}) в состав полимеров принципиально возможно двумя способами: ковалентно или комплексно связанными. Внедренный в полимерную матрицу ковалентно фуллерен, реструктурирует ее, что используется при формировании новых многофункциональных полимерных наноструктур. Нековалентное связывание фуллерена с полимерным веществом может приводить к образованию комплексов с модифицированными свойствами. Такие способы введения позволяют классифицировать фуллерены C_{60} , C_{70} и другие молекулярные наноструктуры как стабилизаторы и ингибиторы, т.е. вещества, регулирующие протекание химических процессов в полимере. Нанотехнологии и получение новых нанокompозитных материалов – это ключевой революционный скачок XXI-го века в технологии и материаловедении [1-2].

Нанокompозиты на основе полимеров отличаются от обычных полимерных композитных материалов меньшим весом и при этом большей ударопрочностью и износостойкостью, а также хорошим сопротивлением химическим воздействиям, что позволяет использовать их в военных и аэрокосмических разработках. Главное условие для создания полимерного нанокompозита с необходимыми свойствами заключается в полной совместимости основного материала и добавляемых к нему наночастиц, однако не менее важно для конечного результата правильная концентрация наночастицы на полимере. Потому производство нанокompозитов представляет собой высокотехнологичную отрасль и требует проведения серьезных научных исследований в области нанотехнологий.

Благодаря, своими улучшенными физико-химическими свойствами полимерные нанокompозитные материалы находят все более широкое применение в различных отраслях, науки, промышленности, строительстве, медицины, экологии, энергетики и многих