



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS

of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

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 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

және V топ элементтері Р және В бар кремний нанокластерлерін де қарастырдық. Фосфор және бор атомдары тор ішінде орналасты. Енгізілген атомдар саны нанокластердің өлшеміне тәуелді. 3 - суретте 1 қисықта (қара түсті) Si_NP_1 атомдарынан тұратын кремний нанокластерінің тыйым салынған зонасы енінің атомдар санына тәуелділігі көрсетілген. Жалпы Р атомдарын енгізу тыйым салынған зонаның шамасын үлкейтеді. 3 – суретте 2 қисықта (қызыл түсті) Si_NV_1 атомдарынан тұратын кремний нанокластері көрсетілген. Байқағанымыздай тыйым салынған зонаның ені атомдар саны ұлғайған сайын азаюда.

Қорытынды. Бұл жұмыста түрлі кремний атомдарынан тұратын, сәйкесінше өлшемдері үлкен емес (1~2 нм) Si_{18} , Si_{30} , Si_{50} , Si_{90} , Si_{130} , Si_{172} , Si_{188} , Si_{214} кремний нанокластерлері модельденді. Кремний нанокластеріне вакансия енгізу, 3 және 5 топ элементтерімен ауыстыру сияқты модельдеулер жасалды. Модельдеу (есептеулер) нәтижелері жалпы атомдар санының көбеюі кезінде тыйым салынған зона енінің азаятындығын көрсетті. Кристалдық торға вакансия мен басқа элемент атомдарын енгізу торды деформацияға ұшырататын, тыйым салынған зонаның аздаған өзгерісіне ұшырататынын көрсетті.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Ремпель А.А., Квантовые точки для техники и медицины // Вестник уральского отделения РАН, 2010, №2 (32), стр.45-51
2. Ostraat, M.L.; De Blauwe, J.W.; Green, M.L.; Bell, L.D.; Brongersma, M.L.; Casperson, J.; Flagan, R.C.; Atwater, H.A. Appl. Phys. Lett. 2001, 79, 433.
3. Sparkle/PM7 Lanthanide Parameters for the Modeling of Complexes and Materials José Diogo L. Dutra , Manoel A. M. Filho , Gerd B. Rocha , Ricardo O. Freire , Alfredo M. Simas, and James J. P. Stewart
4. Optimization of parameters for semiempirical methods VI: more modifications to the NDDO approximations and re-optimization of parameters. Stewart JJ

УДК 541.182.023.4

УРАВНЕНИЕ ИНДИКАТРИС ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В АНИЗОТРОПНЫХ СРЕДАХ С МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ (НА ПРИМЕРЕ КУБИЧЕСКОЙ И ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ)

Казбекова Асем

Студент 4-го курса Физико-технического факультета,
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казакстан
Научный руководитель – С.К. Тлеуменов

Магнитоэлектрический эффект состоит в линейной связи между магнитным и электрическим полями в веществе, которая приводит к появлению в электрическом поле пропорциональной ему намагниченности. Этот эффект описывается членом в термодинамическом потенциале, линейном как по электрическому, так и по магнитному полям:

$$F_{мэ} = -\alpha_{ik} E_i H_k ,$$

где α_{ik} – несимметричный магнитоэлектрический тензор; E_i – тензор электрического поля; H_k – тензор магнитного поля.

При этом магнитоэлектрическая восприимчивость, или магнитоэлектрический тензор может быть представлен как

$$\alpha_{ik} = \frac{\partial^2 F_{мэ}}{\partial E_i \partial H_k}$$

МЭ эффект представляет собой возникновение поляризации вещества \vec{P} под действием внешнего магнитного поля \vec{H} или появление намагничности вещества \vec{M} под действием внешнего электрического поля \vec{E} . При $\vec{E} = 0$ магнитное поле создаёт в веществе электрическую поляризацию

$$P_i = \alpha_{ik} H_k$$

а при $\vec{H} = 0$ электрическое поле создаёт намагничность [1]

$$M_k = \alpha_{ik} E_i$$

На сегодняшний день известно множество монокристаллических МЭ материалов, проведены исследования МЭ эффекта в различных материалах: монокристаллах, объемных и многослойных композитах, а также в тонкопленочных структурах. [2]

Наиболее перспективной областью применения МЭ взаимодействия является создание СВЧ устройств на его основе. Резонансный МЭ эффект, проявляющийся в виде сдвига линии магнитного резонанса под действием электрического поля, может быть использован для построения электрически управляемых аттенуаторов, модуляторов, переключателей, фильтров, датчиков мощности, фазовращателей и невзаимных устройств (вентилей, циркуляторов). Линейную МЭ связь и электродипольные переходы, связанные с преобразованием магнитных составляющих поля в электрические, и наоборот, можно использовать для построения селективных датчиков мощности. Такие датчики могут оказаться особенно перспективными для измерения СВЧ полей в мощных резонаторах. Нелинейная МЭ связь в принципе позволяет осуществлять ограничение мощности, генерацию высших гармоник и параметрическую генерацию, что можно использовать для построения соответствующих СВЧ устройств. Взаимодействие электромагнитных полей со спиновыми волнами в МЭ материале может использоваться для усиления и генерации этих волн, а также для разработки нового класса приборов на связанных спиновых волнах. Кроме того, МЭ взаимодействие позволяет управлять параметрами спиновых волн с помощью электрического поля. Особый интерес представляет возможность с помощью МЭ взаимодействия строить многофункциональные устройства — такие, например, как вентиль-переключатель, фазовращатель-модулятор и др. [3-6]

В статье изложено аналитическое решение уравнения индикатрис электромагнитной волны в анизотропной среде с магнитоэлектрическим эффектом. В настоящее время отсутствуют аналитические исследования подобных задач. Неоднородность и анизотропия являются наиболее распространёнными свойствами реальных сред. Волновые явления в кристаллах, т.е. в средах с ярко выраженной анизотропией целого ряда физических свойств, характеризуются более сложными закономерностями по сравнению с изотропным случаем. Анизотропия характеризуется тем, что скорость распространения электромагнитной волны в разных направлениях изменяется. Знание фазовых скоростей позволяет определить групповые скорости, а групповые скорости определяют направления распространения энергии волны.

Из усреднения периодических структур следует, что z-вые компоненты волновых векторов электромагнитных волн ТЕ и ТМ поляризации определяется в виде:

$$k_z^2 = -\frac{1}{2}(\beta_1 + \beta_2) \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\beta_1 + \beta_2)^2 - 4\beta_{13}\beta_{24}} \quad (1)$$

Матрица коэффициентов B в случае анизотропных кристаллов (сред) имеет вид:

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & -b_{14} & 0 & b_{34} \\ -b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Квадрат матрицы коэффициентов имеет структуру:

$$B^2 = \begin{pmatrix} \beta_1 & 0 & \beta_{13} & 0 \\ 0 & \beta_1 & 0 & \beta_{24} \\ -\beta_{24} & 0 & \beta_2 & 0 \\ 0 & -\beta_{13} & 0 & \beta_2 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Из общей теории метода матрицанта следует, что z-вые компоненты волновых векторов определяется из условия равенства нулю детерминанта:

$$\det(B^2 + k_z^2 E) = 0; E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Подстановка и вычисления приводят к характеристическому уравнению, где:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= b_{12}b_{21} - b_{14}b_{23}; \\ \beta_{13} &= b_{12}b_{23} + b_{14}b_{43}; \\ \beta_{24} &= b_{23}b_{34} + b_{23}b_{34}; \\ \beta_2 &= b_{43}b_{34} - b_{14}b_{23}. \end{aligned}$$

Рассмотрим на примере кубической и гексагональной симметрии вдоль плоскостей xz и yz. В явном виде, после подстановки диэлектрических и магнитных параметров анизотропной среды, а также тензора магнитоэлектрического эффекта элементы β_{ij} принимает вид:

1) Вдоль оси xz ($k_y=0$)

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \omega\mu_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \varepsilon_z + \omega\varepsilon_y \right) - \omega\alpha_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_y \right) \\ \beta_2 &= \omega\varepsilon_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \mu_z + \omega\mu_y \right) - \omega\alpha_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_y \right) \\ \beta_{13} &= -\omega\mu_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_y \right) + \omega\alpha_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \mu_z + \omega\mu_y \right) \\ \beta_{24} &= -\omega\alpha_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \varepsilon_z + \omega\varepsilon_y \right) + \omega\varepsilon_x \left(\frac{k_x^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_y \right) \end{aligned} \quad (6)$$

2) Вдоль оси yz ($k_x=0$)

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \omega\varepsilon_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \mu_z + \omega\mu_x \right) - \omega\alpha_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_x \right) \\ \beta_2 &= \omega\varepsilon_x \left(\frac{k_y^2}{\beta} \varepsilon_z + \omega\varepsilon_x \right) - \omega\alpha_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_x \right) \\ \beta_{13} &= -\omega\alpha_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \mu_z + \omega\mu_x \right) + \omega\mu_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_x \right) \\ \beta_{24} &= -\omega\varepsilon_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \alpha_z + \omega\alpha_x \right) + \omega\alpha_y \left(\frac{k_y^2}{\beta} \varepsilon_z + \omega\varepsilon_x \right), \end{aligned} \quad (7)$$

где $\beta = \omega(\alpha_z^2 - \varepsilon_z\mu_z)$

При кубической симметрии $\alpha_x = \alpha_y = \alpha_z$; $\mu_x = \mu_y = \mu_z$; $\varepsilon_x = \varepsilon_y = \varepsilon_z$

$$\beta_1 = \beta_2 = (\varepsilon\mu - \alpha^2) \left(\frac{k_y^2 k_x^2}{\omega^2(\alpha^2 - \varepsilon\mu)^2} + \frac{k_y^2 k_x^2}{(\alpha^2 - \varepsilon\mu)} + \omega^2 \right) \quad (8)$$

$$\beta_{13} = \beta_{24} = 0$$

1) Вдоль оси xz

$$k_z^2 = -2(\varepsilon\mu - \alpha^2) \left(\frac{k_x^2}{(\alpha^2 - \varepsilon\mu)^2} + \omega^2 \right) \quad (9)$$

$$\frac{k_z^2}{\omega^2} = 2 \frac{k_x^2}{\omega^2} + 2\varepsilon\mu - 2\alpha^2 \quad (10)$$

Итак принимая во внимание что $k_z = k \cos \theta$ $k_x = k \sin \theta$ получаем

$$\frac{k^2 \cos^2 \theta}{\omega^2} = 2 \frac{k^2 \sin^2 \theta}{\omega^2} + 2\varepsilon\mu - 2\alpha^2 \quad (11)$$

$$k^2 = \frac{2\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2)}{\cos^2 \theta - 2\sin^2 \theta} \quad (12)$$

При $\theta = 0$

$$\text{При } \theta = \frac{\pi}{2} \quad k^2 = 2\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2) \quad k^2 = \frac{1}{v^2} \quad v^2 = \frac{1}{2\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2)}$$

$$k^2 = -\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2) \quad k^2 = \frac{1}{v^2} \quad v^2 = -\frac{1}{\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2)}$$

При рассмотрении гексагональной симметрии проведены аналогичные вычисления и получены результаты:

Вдоль оси xz

при $\theta = 0$

$$k^2 = -2\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2) \quad k^2 = \frac{1}{v^2} \quad v^2 = -\frac{1}{2\omega^2(\varepsilon\mu - \alpha^2)}$$

при $\theta = \frac{\pi}{2}$

$$k^2 = \frac{\alpha_z^2 - \varepsilon_z \mu_z}{(\varepsilon_z \mu - \alpha \alpha_z)(\varepsilon \mu_z - \alpha \alpha_z) - \alpha \alpha_z \mu \mu_z} \quad k^2 = \frac{1}{v^2} \quad v^2 = \frac{(\varepsilon_z \mu - \alpha \alpha_z)(\varepsilon \mu_z - \alpha \alpha_z) - \alpha \alpha_z \mu \mu_z}{\alpha_z^2 - \varepsilon_z \mu_z}$$

Аналогично и в плоскости yz.

Таким образом, в работе, впервые получены формулы для индикатрис скоростей электромагнитных волн в средах кубической и гексагональной симметрий при анизотропии диэлектрических и магнитных проницаемостей.

Аналитическое представление позволяет получить в явном виде величины скоростей электромагнитных волн для всех классов более высокой симметрии.

Список использованных источников

1. Harshe G., Dougherty J.P., Newnham R.E. Theoretical modeling of multilayer magnetoelectric composites // Int. J. Appl. Electromag. Mater. – 1993.
2. Bichurin M.I., Petrov V.M., Srinivasan G. Theory of low-frequency magnetoelectric coupling in magnetostrictive-piezoelectric bilayers // Phys. Rev. B. – 2003.
3. Vopsaroiu M., Blackburn J., Cain M.G. A new magnetic recording read head technology based on the magneto-electric effect // J. Phys. D: Appl. Phys.. – 2007.
4. Asher E. The interaction between magnetization and polarization: Phenomenological symmetry consideration. // J. Phys. Soc. Jap., 1969.
5. Bichurin M. I., Petrov V. M., Ryabkov O. V., Averkin S. V., and Srinivasan G. Theory of Magnetoelectric Effects at Magnetoacoustic Resonance in Ferromagnetic-Ferroelectric Heterostructures // G.. Phys. Rev. B, 2005, V. 72, P. 060408 (R).
6. Бичурин М.И., Петров В.М., Филиппов Д.А., Srinivasan G., Nan C.W. Магнитоэлектрические материалы - М.: Академия Естествознания, 2006. - 296 с.

УДК: 538.941; 536.75

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННОГО ТИТАНАТА БАРИЯ (BaTiO₃)

Кушанова Софья, Холов Пайрав

seralikyzy@mail.ru

Студенты 4-го курса Физико-технического факультета

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Г.Е. Сагындыкова

Модифицирование и оптимизация функционального состава поверхности наполнителей являются эффективным подходом к получению композитов с заданными характеристиками, что обуславливает актуальность проводимых в рамках настоящего доклада научных исследований. В