



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.eni.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

Жарық шығару орталықтардың қасиеттеріне әсер ететін тор типтерін анықтау үшін зерттелген кристалдардың 2,6 эВ облысындағы радиациялық ауысым сипаттамасына салыстырмалы талдау жүргізілді. Біз келесі нәтижелерді алдық.

300K кезіндегі ZnWO_4 кристаллында 2,6 эВ кезіндегі жартылай биіктіктегі спектрдің ені 0,6 эВ –қа тең, ал люминесценция кинетикасы 300K кезіндегі 30 мкс, 3 мкс және 200 нс өшу константасы бар үш экспоненциалды функция жинағымен сипатталады.

Қорытынды: 3,6 және 2,6 эВ кезіндегі сәулеленетін ауысымдар ZnWO_4 кристалдарындағыдай түрлі типті оттегіамтитын орталықтарға тиесілі. Кристалл оттегі атмосферасында қызған кезде, 3,6 эВ-тағы жолақ, 2,6-2,7 эВ жауап беретін жолаққа орталықтың бұзылу (түрлену) әсерінен ұлғаяды.

1) ZnWO_4 кристалдарында W-O сәулелендіретін комплекс тұрақты матрицатүзетін компоненті болып табылмайды және кристалл торының ақауларының жанында орналасқан. Осы это гипотезаның пайдасына қарай келесі фактілер қолданылады:

- 3,5-4,6 эВ облысындағы жұтылуы (мөлдірлектің шекарасында) кристалдың құрылымындағы ақаулардың бар болуына көрсетеді.
- 2,6 эВ кезіндегі люминесценция жолағының қозу энергиясының шегі (4,1 эВ) қоспалық жұтылу облысында жатады, ол мөлдірлікті қию кристалының шамасымен сәйкес келмейді және қозу люминесценциясының қоспалық сипаттамасын көрсетеді.

2) ZnWO_4 кристалдарында люминесценция параметрлері 300K кезіндегі 10^{-10} жұтылған доза енінің диапазонында өзгерілмейді. Бұл кең диапазондағы доза және температурадағы иондаушы сәулелер детекторы ретінде қолдануға болатынын көрсетеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Nagirnyi V, Feldbach E, Jonsson L, Kirm M, Kotlov A, Luschik, Nefedov V and B Zadneprovski 2002 NIM A 486 395.
2. Mikhailik V and Kraus H 2006 J. Phys. D: Appl. Phys. 39 1181.
3. Itoh M, Katagiri T, Aoki T. and Fujita V 2007 Radiation Measur. 42 545.
4. Nagirnyi V, Kirm M, Kotlov A, Lushchik A and Jonsson L 2003 J. Lumin. 102-103 597.

УДК 541.182.023.4

УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ НА ГРАНИЦЕ ОДНОРОДНОГО АНИЗОТРОПНОГО ПРОСТРАНСТВА С МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ ДЛЯ КУБИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ

Жанат Зере

zere_zhanat@mail.ru

Студент 4-го курса Физико-технического факультета,

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

Научный руководитель – С.К. Тлеуенов

МЭ эффект состоит в линейной связи между магнитным и электрическим полями в веществе, которая приводит к появлению в электрическом поле пропорциональной ему намагнитченности. Важное место среди материалов, уникальные свойства которых обусловлены существованием магнитоэлектрического эффекта являются композитные материалы. [1] Достоинством композитных материалов является то, что МЭ эффект в них может быть использован для определения температуры Кюри для сегнетоэлектрической фазы. Для композиционных материалов открываются широкие возможности варьирования их физических свойств, а значит и оптимизации характеристик устройств на их основе. [2-4]

Перспективной областью применения МЭ взаимодействия на данный момент является создание СВЧ устройств на его основе. А именно, сдвиг линий магнитного резонанса под действием электрического поля, может быть использован для построения электрически управляемых модуляторов, переключателей, фильтров, датчиков мощности, фазовращателей и невзаимных устройств (вентилей, циркуляторов). [5-7]

Поверхностные электромагнитные волны (ПЭВ) представляют собой направленное электромагнитное излучение, локализованное вблизи поверхности раздела двух сред и распространяющееся вдоль этой поверхности. Его интенсивность быстро падает в направлении, перпендикулярном поверхности раздела. При определенных обстоятельствах ПЭВ могут возникать в волноводах.

Поверхностные волны могут существовать не на любых поверхностях, а только на границе раздела двух сред, одна из которых является оптически активной. Поля, переносимые этими волнами, локализованы вблизи поверхности и затухают по обе стороны от нее. В отличие от объемных, чисто поперечных электромагнитных волн ПЭВ являются частично продольными волнами ТМ-типа. Научный интерес к изучению ПЭВ оптического диапазона связан также с тем, что они могут эффективно возбуждаться светом на реальной поверхности и существенно влиять на разнообразные явления. Среди них рассеяние света адсорбированными на поверхности частицами, генерация второй гармоники при отражении лазерного излучения от металла, изменение поглощения, фотохимические реакции, а также физико-химические процессы, сопровождающие действие на поверхность интенсивного лазерного излучения, в первую очередь образование поверхностных периодических структур. Практический интерес к ПЭВ и другим поверхностным электромагнитным возбуждениям обусловлен новыми возможностями, открываемыми их использованием в оптической спектроскопии, нелинейной оптике, технологии, а в последнее время и в микроскопии сверхвысокого разрешения. [8]

Электромагнитные поверхностные волны в анизотропных средах вплоть до ромбической анизотропии не существуют. Однако в данной работе были найдены условия существования поверхностных электромагнитных волн на границе однородного анизотропного пространства с магнитоэлектрическим эффектом для кубической симметрии.

Решения волновых полей E, H, B, D рассматриваются в виде: $f(x, y, z, t) = f(z)e^{i\omega t - ik_x x}$ (1),

где ω - частота, k_x, k_y - компоненты волнового вектора. Свойства среды от координат x и y не зависят, т.е. среда неоднородна вдоль оси z .

При отсутствии объемной плотности зарядов ρ и вектора плотности токов $\vec{j}$ уравнения Максвелла принимают вид:

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -i\omega \vec{B}, \text{rot} \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = i\omega \vec{D}, \text{div} \vec{B} = 0, \text{div} \vec{D} = 0 \quad (2)$$

Рассматриваем анизотропные диэлектрические среды кубической симметрии с тензорами диэлектрической и магнитной проницаемости в виде:

$$\hat{\epsilon} = \begin{pmatrix} \epsilon_x & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_y & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_z \end{pmatrix} \quad \hat{\mu} = \begin{pmatrix} \mu_x & 0 & 0 \\ 0 & \mu_y & 0 \\ 0 & 0 & \mu_z \end{pmatrix} \quad (3)$$

Компоненты векторов $\vec{B}$ и $\vec{D}$ имеют вид:

$$\begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_x & 0 & 0 \\ 0 & \mu_y & 0 \\ 0 & 0 & \mu_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \alpha_x & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_y & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} D_x \\ D_y \\ D_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \epsilon_x & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_y & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \alpha_x & 0 & 0 \\ 0 & \alpha_y & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_x \\ H_y \\ H_z \end{pmatrix} \quad (5)$$

откуда:

$$B_x = \mu_x H_x - \alpha_x E_x, \quad B_y = \mu_y H_y - \alpha_y E_y, \quad B_z = \mu_z H_z - \alpha_z E_z. \quad (6)$$

Аналогично, для вектора $\vec{D}$ получим:

$$D_x = \varepsilon_x E_x - \alpha_x H_x, \quad D_y = \varepsilon_y E_y - \alpha_y H_y, \quad D_z = \varepsilon_z E_z - \alpha_z H_z. \quad (7)$$

Из (2) с учетом (1),(6) и (7) следуют уравнения (8):

$$\begin{aligned} -ik_y E_z - \frac{dE_y}{dz} &= -i\omega(\mu_x H_x - \alpha_x E_x) \\ \frac{dE_x}{dz} + ik_x E_z &= -i\omega(\mu_y H_y - \alpha_y E_y) \\ -ik_x E_y + k_y E_x &= -i\omega(\mu_z H_z - \alpha_z E_z) \\ -ik_y H_z - \frac{dH_y}{dz} &= i\omega(\varepsilon_x E_x - \alpha_x H_x) \\ \frac{dH_x}{dz} + ik_x H_z &= i\omega(\varepsilon_y E_y - \alpha_y H_y) \\ -ik_x H_y + k_y H_x &= i\omega(\varepsilon_z E_z - \alpha_z H_z). \end{aligned}$$

Исключив, в уравнениях (7) E_z и H_z компоненты векторов электрического и магнитного полей, придем к системе уравнений первого порядка.

$$\frac{d\vec{W}}{dz} = \vec{B}\vec{W}; \quad \vec{W} = (E_y, H_x, H_y, E_x)^t \quad (9)$$

В (9) знак “ t ” означает транспонирование, т.е. перевод вектор строки в вектор столбец. Распространение волн в координатных плоскостях описывается матрицей B :

$$B = \begin{pmatrix} 0 & b_{12} & 0 & b_{14} \\ b_{21} & 0 & b_{23} & 0 \\ 0 & -b_{14} & 0 & b_{34} \\ -b_{23} & 0 & b_{43} & 0 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Переходим непосредственно к нахождению условий существования ПЭВ, с использованием метода матрицанта:

$$R = \frac{B - k\alpha B^{-1}}{2i(k + \alpha)} \quad (11)$$

$\vec{k}$ и α волновые вектора электромагнитных волн ТЕ и ТМ поляризации.

$$B^{-1} = \begin{pmatrix} 0 & \frac{b_{43}}{\Delta_2^2} & 0 & \frac{b_{23}}{\Delta_2^2} \\ \frac{b_{34}}{\Delta_1^2} & 0 & -\frac{b_{14}}{\Delta_1^2} & 0 \\ 0 & \frac{b_{23}}{\Delta_2^2} & 0 & \frac{b_{21}}{\Delta_2^2} \\ \frac{b_{14}}{\Delta_1^2} & 0 & \frac{b_{12}}{\Delta_1^2} & 0 \end{pmatrix} \quad (12)$$

где $\Delta_1^2; \Delta_2^2$ имеют вид:

$$\Delta_1^2 = b_{12}b_{34} + b_{14}^2$$

$$\Delta_2^2 = b_{21}b_{43} + b_{23}^2.$$

На основании (10),(11),(12) матрица R имеет структуру:

$$2i(k + \varepsilon)R = \begin{pmatrix} 0 & r_{12} & 0 & r_{14} \\ r_{21} & 0 & r_{23} & 0 \\ 0 & -r_{14} & 0 & r_{34} \\ -r_{23} & 0 & r_{43} & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{aligned} r_{12} &= b_{12} - \frac{\Delta_1}{\Delta_2} b_{43} \\ r_{14} &= b_{14} - \frac{\Delta_1}{\Delta_2} b_{23} \\ r_{21} &= b_{21} - \frac{\Delta_2}{\Delta_1} b_{34} \\ r_{23} &= b_{23} - \frac{\Delta_2}{\Delta_1} b_{14} \\ r_{34} &= b_{34} - \frac{\Delta_1}{\Delta_2} b_{21} \\ r_{43} &= b_{43} - \frac{\Delta_2}{\Delta_1} b_{12} \end{aligned} \quad (13)$$

В рамках метода матрицанта [9] условие существования поверхностной электромагнитной волны распространяющейся вдоль плоской металлизированной поверхности полупространства следует из граничных условий :

$$E_y=0, E_x=0 \text{ при } z=0 \quad (14)$$

$$\text{и } R\vec{W}=\vec{W}_{\text{гр}} \quad (15)$$

$$\vec{W} = \vec{W}_{\text{гр}} \quad (16)$$

Из (14)-(16) следует:

$$\begin{pmatrix} 0 & r_{12} & 0 & r_{14} \\ r_{21} & 0 & r_{23} & 0 \\ 0 & -r_{14} & 0 & r_{34} \\ -r_{23} & 0 & r_{43} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ Hx \\ Hy \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ Hx \\ Hy \\ 0 \end{pmatrix} \quad (17)$$

Из (17) получим

$$\begin{aligned} r_{12}H_x &= 0 \\ r_{43}H_y &= 0 \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{Равенства } r_{12}=0 \text{ и } r_{43}=0 \quad (19)$$

эквивалентны, это следует из вида r_{12} и r_{43} в (13).

Равенства (19) следуют из (18) в виду того, что $H_x \neq 0$, $H_y \neq 0$ при $z=0$.

Подставив b_{ij} в r_{12} или r_{43} дает на основании (19) явный вид условия существования поверхностных электромагнитных волн в аналитическом виде.

Анизотропное пространство характеризуется широким спектром различных параметров. Одним из конструктивных путей решения задач, а также нахождения условий существования поверхностных электромагнитных волн для кубической симметрии является наличие магнитоэлектрического эффекта и последовательное решение уравнений Максвелла. В данной работе мы определили эти условия и выявили возможность существования ПЭВ.

Список использованных источников

1. Тлеукенов С.К., Оспанов А.Т. Изучение электромагнитных полей в анизотропных средах. – Алматы: Наука, 1985. – 176 с.
2. Bichurin M.I., Petrov V.M., Srinivasan G. Theory of low-frequency magnetoelectric coupling in magnetostrictive-piezoelectric bilayers // Phys. Rev. B, 2003, v. 68, p. 054402 (1-13).
3. 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).

4. Бичурин М.И., Петров В.М., Филиппов Д.А., Srinivasan G., Nan C.W. Магнитоэлектрические материалы - М.: Академия Естествознания, 2006. - 296 с.
5. Bichurin M.I., Petrov V.M., Srinivasan G. Theory of low-frequency magnetoelectric coupling in magnetostrictive-piezoelectric bilayers // Phys. Rev. B, 2003, v. 68, p. 054402 (1-13).
6. 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).
7. Бичурин М.И., Петров В.М., Филиппов Д.А., Srinivasan G., Nan C.W. Магнитоэлектрические материалы – М.: Академия Естествознания, 2006. – 296 с.
8. Б. А. Князев, А. В. Кузьмин. Поверхностные электромагнитные волны: от видимого диапазона до микроволн Физика. 2007. Том 2, выпуск 1
9. Thomson W.T. Transmission of elastic waves through a stratified solid material // JN Sound Vibr. – 1965, N2. – P. 210-226.

ӘОЖ 538.9

НҮКТЕЛІК АҚАУЛАРЫ БАР SI НАНОКРИСТАЛЫН КВАНТТЫҚ – ХИМИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Кабельдинов Валихан

Физика-техникалық факультетінің 2 курс магистранты

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан.

Ғылыми жетекші – Ж. М. Салиходжа

Нанотехнология компьютерлік техникадағы революциялық өзгерістер негізінде қалыптасқан болатын. Транзисторлар пайда болғаннан бері жартылай өткізгіш техникасы қарқынды дамып, оптикалық материалдардың жұмыс істеуі жылдамдады. Алайда жартылай өткізгіш құрылғылардың өлшемі 1 микронға жақындаған сайын, оларда заттардың кванттық-механикалық қасиеттері байқала бастады. Жартылай өткізгіштер осындай қарқынды дамиды болса, бірнеше жыл ішінде фундаменталды сипатты қиыншылыққа тап болуы мүмкін және соның себебінен ғылым мен техникада үлкен дамудың қажеттілігі туындайды. Соның негізі болып нанотехнологиялар есебінен іске аса алады. Жалпы нанотехнологиялар жартылай өткізгішті есептеу қондырғыларының негізгі сипаты мен қасиеттерінің 1000 есе артуына себепкер болады.

Бүгінгі таңда өлшемдері нанометрлі жартылай өткізгіштер физикасының интенсивті дамуы қарқын алуда. Жартылай өткізгішті наноөлшемді бөлшектер қатты дене мен молекулалық құрылымдардың өтуінің аймағында орналасқан. Жартылай өткізгішті нанокристалдардың оптикалық, электронды және каталикалық қасиеттері макрокристалдық заттардың осындай қасиеттерінен ерекшеленеді және бөлшектердің өлшемдеріне (өлшемдік кванттау эффектісі) тәуелді болып табылады. Мұндай жартылай өткізгіштер олардың бөлшектерінің өлшемдірін өзгерте отырып, оптикалық, электрлік және құрылымдық қасиеттерін басқаруға мүмкіндік береді.

Жартылай өткізгіш нанокристалдар кванттық эффект әсері салдарынан көлемдік аналогтеріне қарағанда түрлі оптикалық қасиеттерге ие. Нанокристалдардың өлшемдерінің азаюы кезінде оптикалық жұтылу жоғары энергияларға өтеді. Органикалық молекулалар, полимерлер және бейорганикалық байланыстар сияқты беттік дефекттерді жою үшін нанобөлшектер үшін қорғаушы қабатты қолданады. Беті нанокристалдарының тыйым салынған зонасы өте жоғары болатын бейорганикалық ядро/қабықша типті материалдармен жабылған (сыртынан) нанокристалдар беттік сәулеленбейтін рекомбинациясын эффективті жою салдарынан жоғары интенсивтілікке ие болатыны мәлім болған [1].