

3. Fan H. Y., Spitzer W., Collins R. J., Phys. Rev., 101, 566 (1956).
4. Բանի Н. И. Поглощение инфракрасного излучения в полупроводниках. УФН, 64, 315 (1958).
5. Градштейн И. С., Рыжик И. М. Таблица интегралов, сумм, рядов и производных. М., 1971, с. 1108.

ԼՈՒՅՍՆ ՆԵՐՋՈՆԱՅԻՆ ԿԼԱՆՈՒՄԸ ԿԻՍԱՀԱՂՈՐԴՉԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ՀԱՇՎԻ ԱՆՆԵԼՈՎ ԼԻՅՔԱԿԻՐՆԵՐԻ ՓՈՆԱՋԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՋՐԱՅԻՆ ԴԻՍԼՈԿԱՅԻԱՆԵՐԻ ՀԵՏ

Ա. Մ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Գ. Գ. ԿՈՍՏԱՆՅԱՆ

Գրգռման տեսության երկրորդ մոտավորությամբ հաշվված է ոչ ալյասերված էլեկտրոնային գազի կողմից կիսահաղորդիչներում լույսի ներդրանային կլանման գործակիցը: Խնդիրը լուծված է հաշվի առնելով լիցքակիրների փոխազդեցությունը եզրային դիսլոկացիաների հետ: Ստացված է կլանման գործակիցի բացահայտ կոսմոսը լույսի հաճախությունից և բյուրեղի շերտառիմանից:

INTERBAND ABSORPTION OF LIGHT IN SEMICONDUCTOR MEDIA TAKING INTO ACCOUNT THE INTERACTION OF CARRIERS WITH EDGE DISLOCATIONS

A. M. KAZARIAN, G. G. KOSTANIAN

The factor of interband absorption of light by a non-degenerated electron gas in semiconductors is calculated in the second-order approximation of the perturbation theory. The problem was solved taking into account interactions of charge carriers with edge dislocations. The dependencies of absorption ratio on the frequency of light and the temperature of a crystal are obtained in an explicit form.

Изв. АН Армении, Физика, т. 26, вып. 3, с. 137—142 (1991)

УДК 535.21.218

ИЗМЕНЕНИЯ НАМАГНИЧЕННОСТИ ЛЕГИРОВАННОГО КРИСТАЛЛА НИОБАТА ЛИТИЯ СВЕТОВЫМ ИМПУЛЬСОМ

Р. Е. МОВСЕСЯН, А. А. ОГАНИСЯН

Институт физических исследований АН Армении

(Поступила в редакцию 5 декабря 1990 г.)

Исследованы сигналы ЭДС в кристалле ниобата лития, легированного ионами железа, никеля и меди под действием импульсного рубинового лазера. Получены зависимости сигналов ЭДС от интенсивности, поляризации и направления распространения оптического излучения в кристалле, концентрации и вида примесных ионов. Сделанные временные, амплитудные и поляризационные оценки показывают, что механизмом появления ЭДС легированного кристалла ниобата лития является его намагничивание.

Введение

Действие лазерного излучения на различные вещества привело к наблюдению новых эффектов, которые связаны с нелинейными свойствами веществ. К их числу относятся явления намагничивания среды под действием лазерного излучения. К настоящему времени выполнено большое число теоретических и экспериментальных работ, посвященных этим явлениям. Исследован обратный эффект Коттона-Мутона как в парамагнитных, так и магнитоупорядоченных кристаллах [1—5].

Ранее в [6] нами кратко было сообщено об обнаружении светондущиванного намагничивания кристалла ниобата лития с примесными ионами железа. В настоящей работе приводятся результаты исследований намагничивания кристалла ниобата лития с примесными ионами никеля и меди более подробные результаты с ионами железа.

Эксперимент

Эксперименты проводились с линейно-поляризованным излучением импульсного рубинового лазера с длительностью ≈ 25 нс и энергией ~ 200 мДж. Изменение намагниченности образца регистрировалось с помощью катушки, имеющей пять витков. Геометрическая ось катушки совпадала с направлением распространения лазерного излучения. Катушка с образцом экранировалась от внешних помех. Сигнал с катушки подавался на осциллограф С1-75 через широкополосный усилитель УЗ-33. Регистрирующая система обеспечивала полосу пропускания не меньше 200 МГц. Контроль энергии лазера в каждом импульсе проводился с помощью фотодиода на осциллографе С8-12.

Исследовались монокристаллы ниобата лития конгруэнтного состава ($R_{LiNb} = 0,945$), выращенные методом Чохральского во внешнем электрическом поле. Концентрации легирующей примеси составляли 0,01 вес. % железа и 0,1 вес. % жел. и 1 вес. % никеля, 0,01 вес. % меди в расплаве. Образцы кристаллов представляли собой параллелепипеды размерами $8 \times 9 \times 10$ мм, ориентированные по осям X, Y, Z соответственно. Измерения проводились при комнатной температуре.

Исследовалось изменение намагниченности образцов при распространении лазерного излучения вдоль осей X и Z кристалла. Для всех исследованных образцов наблюдался сигнал ЭДС. Регистрируемый сигнал по времени и длительности совпадал с лазерным импульсом, а по форме являлся производной от огибающей интенсивности оптического излучения. На рис. 1 приведена типичная осциллограмма сигнала ЭДС. Специальными исследованиями с помощью разделительного трансформатора показано, что наблюдаемый сигнал ЭДС имеет магнитную природу.

При распространении лазерного импульса вдоль оси Z образца величина сигнала практически не зависит от линейной или круговой поляризации возбуждающего излучения и от угла между осью X образца и плоскостью поляризаций излучения лазера. На рис. 2 приведены зависимости амплитуд сигналов от интенсивности лазерного излучения для исследуемых образцов. Как видно из графиков, сигнал ЭДС существенно

зависит от концентрации и видов примесных ионов и линейно зависит от интенсивности лазерного излучения. При повороте образца на 180° вокруг оси X , т. е. при изменении направления распространения излучения лазера $+Z$ на $-Z$ (за $+Z$ принято направление ускоренного роста кристалла), сигнал меняет свою полярность.

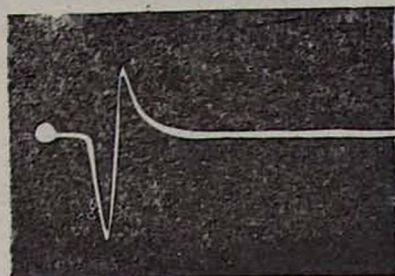


Рис. 1. Сигнал ЭДС в $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}$.

При распространении лазерного импульса вдоль оси X образца величина сигнала ЭДС зависит от угла между плоскостью поляризации волны и осью Z кристалла как функция $A+B \sin^2\theta$ (рис. 3).

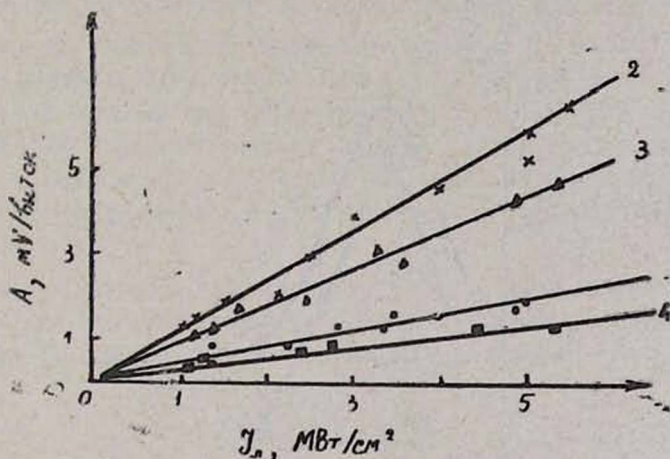


Рис. 2. Зависимость амплитуды сигнала ЭДС от интенсивности лазерного излучения: 1. Fe 0,01%, 2. Fe 0,1%, 3. Ni 1%, 4. Cu 0,01%.

Так как экспериментальные результаты показали, что величина сигнала ЭДС зависит от концентрации и видов примесных ионов, был измерен коэффициент поглощения образцов на длине волны $\lambda=694$ нм в направлении оптической оси Z . Получены следующие результаты: для образца 0,1% Fe $\alpha=0,5208$, для 0,01% Fe $\alpha=0,1672$, для 1% Ni $\alpha=4,4$, для 0,01% Cu $\alpha=0,2277$.

Обсуждение результатов

Регистрируемые сигналы ЭДС, как показано экспериментально, связаны с изменением магнитного потока через контур катушки. Источником переменного магнитного поля могут быть электрическая поляризация и намагничивание кристалла под действием лазерного излучения. В условиях нашего эксперимента справедливо приближение ближнего поля, при котором

$$H = \frac{P \times r}{cr^3} + \frac{3r(Mr)}{r^5} - \frac{M}{r^3},$$

где P — электрическая поляризация, M — магнитный дипольный момент.

Переменная электрическая поляризация в легированном кристалле может появляться вследствие оптического выпрямления (ОВ), фотовольтаического эффекта (ФВЭ) и пирроэффекта. Как известно, поляризация, появляющаяся из-за ОВ и ФВЭ, пропорциональна интенсивности лазерного излучения [7]. В этом случае сигналы ЭДС будут пропорциональны второй производной по времени от интенсивности лазерного импульса. Регистрируемые нами сигналы имеют форму первой производной лазерного импульса.

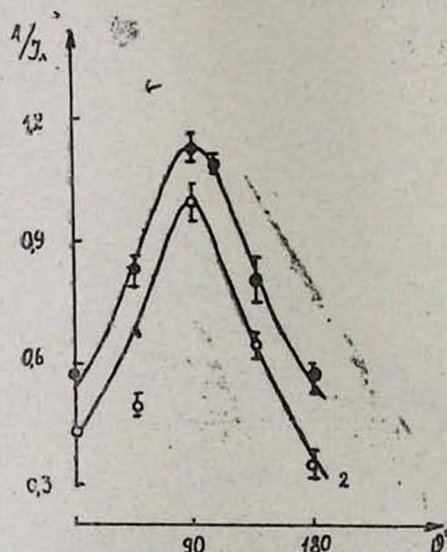


Рис. 3. Зависимость амплитуды сигнала ЭДС от угла между поляризацией лазерного излучения и осью Z кристалла: 1. Fe 0,1%, 2. Ni 1%.

Поляризация, возникающая в кристалле вследствие пирроэффекта, пропорциональна интегралу интенсивности лазерного излучения. В этом случае сигнал ЭДС будет иметь форму первой производной от интенсивности. Однако время релаксации пирроэффекта в кристалле ниобата лития порядка миллисекунд [8] и ЭДС не будет наблюдаться в течение лазерного импульса. Таким образом, источником наблюдаемых сиг-

налов является намагниченность кристалла под действием лазерного излучения.

Феноменологическое уравнение для светоиндуцированной намагниченности кристалла, связанной с поглощением примесей, можно написать в виде

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{M}{\tau} = \frac{\alpha \mu I(t)}{h \omega_0},$$

где α — коэффициент поглощения, μ — изменение магнитного момента, ω_0 — частота лазерного излучения, τ — время релаксации. Когда характерное время изменения лазерного импульса τ_A — намного больше времени релаксации τ , то $M(t) = \alpha \mu I(t)$, а ЭДС

$$\varepsilon = - \frac{2\pi^2 \alpha^2 h \alpha \mu \tau}{cR} \cdot \frac{\partial I(t)}{\partial t},$$

где a — радиус светового пучка, R — радиус катушки, h — длина образца [5]. Из выражения для ЭДС видно, что она прямо пропорциональна амплитуде лазерного излучения, концентрации примесных ионов, зависит от их вида и имеет форму производной от лазерного импульса. Такие зависимости соответствуют экспериментальным данным.

Заметим, что образцы, легированные железом 0,1 и 0,01% (в расплаве) дают сигналы ЭДС, отличающиеся друг от друга в ~ 3 раза, как и коэффициенты поглощения. Как показано в работе [9], поглощение на длине волны рубинового лазера кристаллом ниобата лития с примесью железа обусловлено ионами Fe^{2+} . Исходя из этого можно предположить, что намагничивание кристалла с примесью железа связано с наличием ионов Fe^{2+} .

Что касается зависимости величины ЭДС от угла поляризации волны с осью Z , то это, по-видимому, связано с тензором нелинейной восприимчивости примесных ионов в одноосном кристалле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pershan P. S., Van der Ziel J. P., Malmstrom L. D. Phys. Rev., 143, 574 (1966).
2. Van der Ziel J. P., Blombergen N. Phys. Rev., 138, 1287 (1965).
3. Зон Б. А., Купершмидт В. Я. ЖЭТФ, 84, 629 (1983).
4. Зон Б. А., Купершмидт В. Я., Пахомов Г. В., Уразбаев Т. Т. Письма в ЖЭТФ, 45, 219 (1987).
5. Балбашов А. М. и др. ЖЭТФ, 94, 304 (1988).
6. Мовсесян Р. Е., Оганесян А. А., Ханбекян А. М. ФТТ, 31, 283 (1989).
7. Auston D. H., Glass A. M., Ballman A. A. Phys. Rev. Lett., 28, 987 (1972).
8. Лайнс М., Гласс А. Сегнетоэлектрики и родственные им материалы. Изд. Мир, М., 1981, с. 502.
9. Байса Д. Ф., Бобыль А. В. ФТТ, 27, 510 (1985).

**ԼՈՒՅՍԱՅԻՆ ԻՄՊՈՒԼՍՈՎ ՄԱԳՆԵԻՍԱԿԱՆԱՅՄԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԽԱՌՆՈՒՐԴԱՅԻՆ ԼԻՏԻՈՒՄ ՆԻՈՐԱՏԻ ԲՅՈՒՐԵՂՈՒՄ**

Ռ. Ե. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Ա. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

*Հետազոտված են էլշու-ի ազդանշանները երկաթի, նիկելի և պղնձի խառնուրդներով լի-
տիում նիոբատ բյուրեղում, իմպուլսային ուսերինային լազերի ազդեցության տակ: Ստաց-
ված են էլշու-ի ազդանշանների կախման կորերը լազերային իմպուլսի ինտենսիվությունից, բե-
վեռացումից, օպտիկական ճառագայթման ուղղությունից, խառնուրդային իոնների կոնցենտ-
րացիայից և տեսակից: Կատարված ժամանակային, ամպլիտուդային և բեռացումային զնա-
հատականները ցույց են տալիս, որ խառնուրդային լիտիում նիոբատ բյուրեղում էլշու-ի
առաջացման մեխանիզմը պայմանավորված է բյուրեղի մազնխացումով:*

**CHANGE OF LITHIUM NIOBATE CRYSTAL MAGNETIZATION
BY A PULSE OF LIGHT**

P. E. MOVSESYAN, A. A. OGANESYAN

The magnetization of lithium niobate crystal doped with iron, nickel and copper ions under the action of pulsed ruby laser is investigated. Plots of e. m. f. signals against laser pulse intensity, polarization and direction of optical radiation, propaga- tion, the kind and concentration of impurity ions were obtained. Estimates of time, pulse height and polarization show that the mechanism of the rise of e. m. f. in doped lithium niobate crystal is its magnetization.

Изв. АН Армении, Физика, т. 26, вып. 3, с. 142—145 (1991)

УДК 635

**УСИЛЕНИЕ ПОВОРОТА ПЛОСКОСТИ ПОЛЯРИЗАЦИИ
ДВУХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНКОЙ**

Օ. Տ. ԵՐԻՇՅԱՆ

Ереванский государственный университет
(Поступила в редакцию 9 сентября 1990 г.)

Рассмотрено усиление (увеличение) поворота плоскости поляризации плоской электромагнитной волны при ее нормальном прохождении через двухслойную пластинку, состоящую из двух анизотропных плоскопараллельных, сложенных друг на друга, слоев, повернутых друг относительно друга на произвольный угол вокруг оси, перпендикулярной к границе соприкосновения слоев. Проанализировано некоторое отличие от одно- слойной пластинки и возможности его применения.

1. *Введение.* При прохождении света через линейно-дихроичную пластинку имеет место усиление (увеличение) поворота плоскости поляризации [1]. Преобразование поляризации первоначально эллиптически поляризованной волны в гироснизотропных средах рассмотрено и проанализировано в [2]. В [3] предложен и рассмотрен способ усиления поворота плоскости поляризации и стабилизации азимута поляризации в анизотропных и гидроанизотропных средах.