

ԴՈՆՈՐԱՅԻՆ ԵՎ ԱԿՑԵՊՏՈՐԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՈՆՆԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ
ԱՆՑՈՒՄՆԵՐԸ ՔՎԱԶԻԻՐԿՉԱՓ ԿԻՍԱՀԱՂՈՐԴԻՉՆԵՐՈՒՄ

Ս. Կ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Ա. Է. ԵՆՈԿՅԱՆ, Է. Մ. ԴԱԶԱՐՅԱՆ

Քննարկված է դոնորային և ակցեպտորային մակարդակների միջև կլանումը թույլ լեզի-
րացված, չկոմպենսացված կիսահաղորդչային թաղանթում: Ուսումնասիրված են դեպքեր,
պայմանավորված կիսահաղորդչի բնութագրական երկարությունների՝ խառնուրդների շառա-
վիղների, թաղանթների հաստության, միջին միջխառնուրդային հեռավորության տարբեր
հարաբերությունների ջնշք է տրված, որ որոշակի պայմաններում միջխառնուրդային կլանումը
կարող է ինչպես իրականա, այնպես էլ նկատելիորեն ազդել կիսահաղորդչի սպեկտրի վրա:

OPTICAL TRANSITIONS BETWEEN DONOR AND
ACCEPTOR CENTERS IN QUASI-TWO-DIMENSIONAL
SEMICONDUCTORS

S. K. AVETISYAN, A. E. YENOKYAN, E. M. KAZARYAN

Transitions between donor and acceptor levels in weakly doped, uncompensated
semiconductor film are considered. Different cases connected with various character-
istic lengths of semiconductor, such as impurity radii, film thickness, average inter-
impurity distance are investigated. It is shown, that under some conditions both the
suppression of interimpurity absorption and its noticeable influence on the optical spec-
trum of semiconductor could be achieved.

УДК 534.29.538.245

Изв. АН Армении, Физика, т. 27, вып. 2, с. 74—78 (1992)

МАШИННЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ХАРАКТЕРА АКУСТОМАГНИТНОЙ МОДУЛЯЦИИ
СУБМИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ա. Ա. ԱՎԱԿՅԱՆ, Կ. Ն. ԿՈՇԱՐՅԱՆ, Ր. Մ. ՄԱՐՏԻՐՕՅԱՆ,
Վ. Գ. ՔՐՔՐՅԱՆ, Յ. Ա. ՏԱՐԿԻՍՅԱՆ

Институт радиофизики и электроники АН РА

(Поступила в редакцию 11 июня 1991 г.)

Моделированием на ЭВМ определен вклад дисперсии и диссипации
в частотную зависимость исследованного ранее эффекта акустоматнит-
ной модуляции в гематите в области высокочастотного антиферромаг-
нитного резонанса.

Ранее нами сообщалось о наблюдении модуляции интенсивности
поляризованного излучения субмиллиметрового диапазона, проходяще-
го через плоскопараллельную пластину гематита (α - Fe_2O_3), находя-
щуюся под воздействием стоячей ультразвуковой волны [1]. Эти экс-

перименты базировались на квазиоптической методике, которая позволяет сопоставить получаемые экспериментальные результаты с достаточно простыми физическими моделями, поддающимися полному математическому описанию. Модуляция излучения была обусловлена периодическим изменением условий возбуждения высокочастотной ветви АФМР вследствие колебаний слабоферромагнитного момента образца, вызванных переменными упругими деформациями. В работе [2] было показано, что наблюдаемые зависимости интенсивности модулированного сигнала от величины расстройки $(\nu - \nu_0)$ хорошо описываются формулой для пропускания плоскопараллельной пластины [3] в предположении о периодическом (с частотой ультразвука) изменении электродинамических параметров (n и k) среды вблизи АФМР:

$$\Delta T = T(n_1; k_1) - T(n_2; k_2), \quad (1)$$

где

$$T = \exp(-2\beta) [(1 - R_0)^2 + 4R_0 \sin^2 \Psi] / \\ / \{ [1 - R_0 \exp(-2\beta)]^2 + 4R_0 \exp(-2\beta) \sin^2(\alpha + \Psi) \};$$

$$\alpha = 2\pi n d / \lambda_0; \quad \beta = 2\pi k d / \lambda_0; \quad R_0 = [(n-1)^2 + k^2] / [(n+1)^2 + k^2];$$

$$\operatorname{tg} \Psi = 2k / (n^2 + k^2 + 1);$$

$$n_{1,2} = n_0 + 2\Delta n (1 + \delta_{1,2}) \Gamma \nu_0 (\nu_0^2 - \nu^2) / [(\nu_0^2 - \nu^2)^2 + \nu^2 \Gamma^2];$$

$$k_{1,2} = k_0 + \Delta n (1 + \delta_{1,2}) \Gamma^2 \nu_0 / [(\nu_0^2 - \nu^2)^2 + \nu^2 \Gamma^2];$$

n —показатель преломления, k —коэффициент поглощения, Δn —дисперсия, ν_0 —резонансная частота, Γ —ширина резонансной линии, λ_0 —длина резонансной электромагнитной волны в вакууме, d —толщина пластины, $\delta_1 = 0$, $\delta_2 < 1$ —подгоночный параметр, задающий амплитуду колебаний слабоферромагнитного момента.

Фактически, как это видно из (1), наблюдаемый эффект модуляции интенсивности является интегральным, включая в себя как непосредственно амплитудную, так и фазовую модуляцию излучения, преобразуемую также в амплитудную в силу неравномерности амплитудно-частотной характеристики образца. Интерференционное наложение этих эффектов приводит к возникновению сложной структуры экспериментально полученной частотной зависимости интенсивности модулированного сигнала (см. рис. 1а), затрудняющей оценку вклада каждого из них в отдельности. Теоретическая зависимость (см. рис. 1б), согласно формуле (1), полученная на ЭВМ путем подбора подгоночного параметра δ_2 с подстановкой известных для гематита значений n_0 , k_0 и Δn [4], достаточно хорошо и в деталях воспроизводит экспериментальный спектр. Это дает основание считать, что путем моделирования на ЭВМ можно определить величину амплитудной и фазовой модуляции в зависимости от расстройки частоты.

На рис. 2 приведены результаты рассчитанной на ЭВМ частотной зависимости интенсивности модулированного сигнала, отвечающего ги-

потетическим случаям наличия либо амплитудной, либо фазовой модуляции. Из сравнения видно, что интегральный эффект (рис. 16) не является простой суперпозицией парциальных эффектов (рис. 2а; б). В области относительно слабых ультразвуковых мощностей, отвечающих малым колебаниям слабоферромагнитного момента, вклад в эффект, обусловленный амплитудной модуляцией (рис. 2а), имеет симметричный

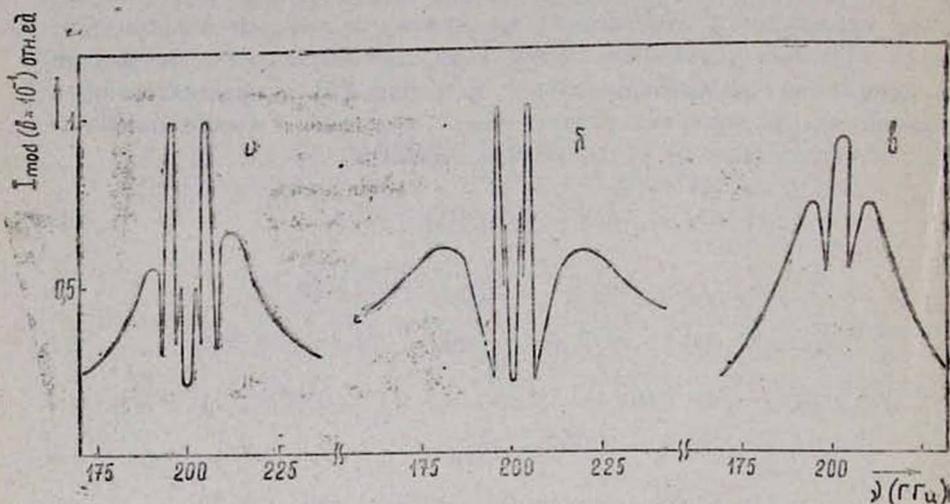


Рис. 1. Частотная зависимость интенсивности модулированного сигнала: а—экспериментальная, б—теоретическая, в—теоретическая при $\delta_2=1$.

вид с двумя резкими максимумами. Такой характер обусловлен подавлением амплитудной модуляции на частоте резонанса вследствие большого поглощения и ее возрастанием на крутых склонах резонансной линии. Как видно из рис. 2б, фазовая модуляция, будучи больше ампли-

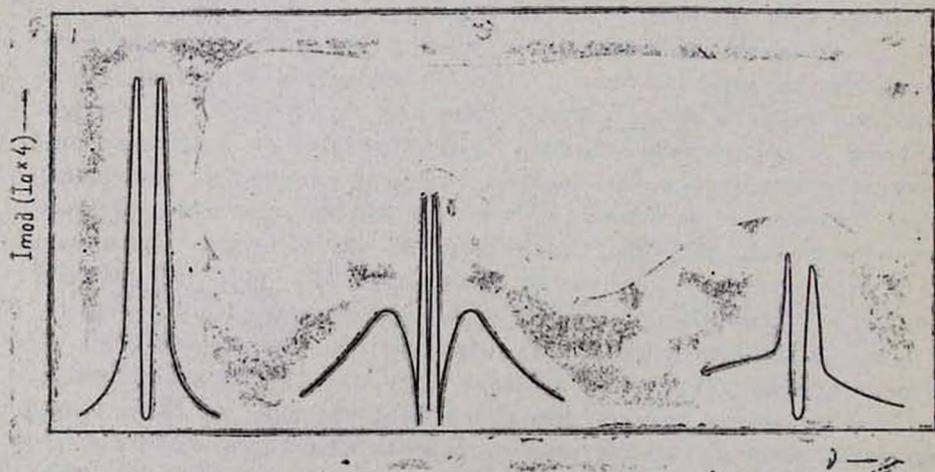


Рис. 2. Частотная зависимость интенсивности модулированного сигнала: а—теоретическая $\mu_1=\mu_2$; б—теоретическая $k_1=k_2$; в—экспериментальная для просветленного образца.

тудной, распространяется на более широкую спектральную область и имеет более сложный вид, отражающий характер как изменения показателя преломления вблизи резонанса [4], так и спектра пропускания плоскопараллельной пластины [3]. С вышеотмеченным связано то, что центральная часть интегральной экспериментальной кривой обусловлена в основном амплитудной модуляцией, а ее крылья формируются в результате фазовой модуляции. Подтверждением этому служит экспериментально полученная кривая интенсивности модуляции в случае просветленного образца, в котором, за счет существенного уменьшения интерференции внутри образца, подавлено преобразование фазовой модуляции в амплитудную. Действительно, кривая 2в, соответствующая этому случаю, хорошо совпадает с кривой 2а, в которой учтена лишь амплитудная модуляция.

Очевидно, что с увеличением угла колебаний слабоферромагнитного момента роль амплитудной модуляции должна возрастать, что и следует из рис. 1в, полученного для случая 90° -ного поворота слабоферромагнитного момента ($\delta_2 = 1$).

Таким образом, в результате моделирования на ЭВМ получено, что действительно наблюдаемая в эксперименте частотная зависимость интенсивности модуляции обусловлена наложением эффектов дисперсии и диссипации в области АФМР, определен вклад каждого из них в отдельности и показано, что при реализации условий, обеспечивающих колебания магнитного момента, приближающиеся к 90° повороту, роль амплитудной модуляции должна существенно расти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Avakian A. A., Kocharian K. N. and Martirosian R. M., Int. J. Infrared and Millimeter Waves, v11, 759 (1990).
2. Авакян А. А. и др. ФТТ, 33, 1792 (1991).
3. Брандт А. А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. Изд. Наука М., 1963, 403 с.
4. Кочарян К. Н., Мартиросян Р. М. и др. ФТТ, 29, 2401 (1987).

ԵՆԹԱՄԻԼԻՄԵՏՐԱԿԱՆ ՀԱՌԱԳԱՅՑՄԱՆ ՉՍՅՆԱՄԱԳԻՆՍԱԿԱՆ ՄՈԴՈՒԼՅԱՆ
ՑԻԱՅԻ ԲՆՈՒՑԹԻ ՀԱՃԱԽԱՅԻՆ ԿԱԽՄԱՆ ՌԵՍՈՆԱՆՍԻՐՈՒՄԸ

Ա. Ա. ԱՎԱԳՅԱՆ, Կ. Ն. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ռ. Մ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ,
Վ. Ղ. ՓՐՓՐՅԱՆ, Է. Լ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ԷՋՄ մոդելավորմամբ որոշված է նախկինում հետազոտված հեմատիտի ՀՅՄՌ բարձր-հաճախային ճյուղի տիրույթում ճաշամագնիսական մոդուլյացիայի երևույթի հաճախային կախման մեջ դիսպերսիայի և կլանման ներդրումը: Ստացված է տեսական և փորձնական արդյունքների լավ համապատասխանություն:

COMPUTERIZED ANALYSIS OF FREQUENCY DEPENDENCE OF ACOUSTOMAGNETIC MODULATION OF SUBMILLIMETER RADIATION

A. A. AVAKIAN, K. N. KOCHARIAN, R. M. MARTIROSIAN,
V. G. PRPRYAN and E. L. SARKISYAN

The contribution of dispersion and dissipation to the frequency dependence of acoustomagnetic modulation in haematite in the range of high-frequency branch of AFMR is determined by means of computerized simulation. Theoretical and experimental results are in good agreement.

Изв. АН Армении, Физика, т. 27, вып. 2, с. 78—84 (1992)

УДК 621.373.5

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ТОКА В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ С КРС

А. Г. АЛЕКСАНИЯН. А. Г. АЛЕКСАНИЯН, Г. С. НИКОГОСЯН

Институт радиопизики и электроники АН Армении

(Поступила в редакцию 8 января 1991 г.)

В работе вычислены функции распределения горячих электронов в полупроводниковых гетероструктурах с КРС для двух нижних подзон в случае внутриподзонной и межподзонной релаксации на акустических фононах.

В гетероструктурах с КРС, на основе которых в последнее время были созданы различные полупроводниковые устройства с улучшенными характеристиками [1], для ряда практически интересных задач (возможность получения инверсной заселенности в пределах одной зоны между уровнями размерного квантования, фотовозбуждение неравновесных носителей), необходимо знать энергетическое распределение горячих электронов в квантовых подзонах.

Кинетическое уравнение неравновесной части функции распределения ($f(E_{nk})$) при наличии источников быстрых электронов имеет вид ([2])

$$\frac{\partial f(E_{nk})}{\partial t} = j(E_{nk}), \quad (1)$$

$$\frac{\partial f(E_{nk})}{\partial t} = \frac{1}{k} \frac{\partial}{\partial E} \left\{ G(E_{nk}) \left[f(E_{nk})(1 - f(E_{nk})) + \right. \right. \\ \left. \left. + \eta(E_{nk}) \frac{\partial f(E_{nk})}{\partial E} \right] \right\},$$