

$$\alpha(\omega) = A(\hbar\omega - E_g)^{1/2}, \quad (2)$$

где

$$A = \frac{e^2 \left(2 \frac{m_b^* m_c^*}{m_b^* + m_c^*} \right)^{3/2}}{n(\omega) ch^2 m_c^*},$$

m_b^* , m_c^* — эффективные массы электрона и дырки, e — заряд электрона.

С учетом (2) строилась зависимость квадрата интенсивности ДВЛ от частоты, соответствующая низкоэнергетическому крылу спектра ДВЛ (рис. 2). Полученная экспериментальная зависимость соответствует прямым межзонным переходам и позволяет определить ширину запрещенной зоны, которая оказалась равной 3.3 эВ. Низкоэнергетический участок указанной зависимости свидетельствует о «хвостах» плотности состояний валентной зоны и зоны проводимости, связанных с наличием в кристалле неконтролируемых примесей. Последнее обстоятельство является косвенным подтверждением полученных ранее данных по краю оптического поглощения [4].

Таким образом, в настоящей работе показано, что при возбуждении кристаллов паратеелурита при комнатной температуре излучением лазера на парах меди наблюдается двухфотонно-возбуждаемая люминесценция. Анализ спектра этой люминесценции позволяет определить тип межзонных переходов и ширину запрещенной зоны исследуемых кристаллов.

Список литературы

- [1] Nathan V., Guenther A. H., Mitra S. S. // J. Opt. Soc. Am. B. 1985. V. 2. P. 294.
- [2] Конюхов В. К., Кулевский В. А., Прохоров А. М. // ДАН СССР. 1965. Т. 164. С. 1012.
- [3] Catalano I. M., Cingolani A., Minafra A. // Phys. Rev. B. 1974. V. 9. С. 707.
- [4] Ushida N. // Phys. Rev. B. 1971. V. 4. P. 3736.
- [5] Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках. М.: Мир, 1973.
- [6] Bardeen J., Blatt F. J., Hall L. H. // Proc. of Atlantic City Photoconductivity Conference, 1954. New York: J. Wiley, 1956. P. 146.

Физический институт
им. П. Н. Лебедева
Москва

Поступило в Редакцию
11 ноября 1991 г.

УДК 534.29. 538.245

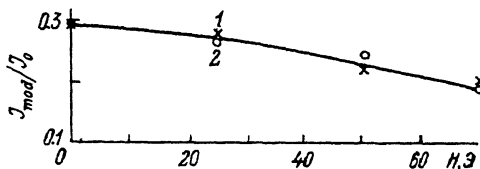
© Физика твердого тела, том 34, № 4, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 4, 1992

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ СУБМИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН В АНТИФЕРРОМАГНЕТИКЕ ТИПА «ЛЕГКАЯ» ПЛОСКОСТЬ

А. А. Авакян, К. Н. Кочарян, Р. М. Мартиросян

Легкоплоскостные антиферромагнетики с высокой температурой Нееля типа α -Fe₂O₃, FeVO₃ и т. д. обладают гигантской магнитоупругой (МУ) нелинейностью, в силу чего даже при умеренных акустических мощностях удается эффективно воздействовать на магнитную подсистему [1]. Это влечет за собой изменение электродинамических параметров среды, что влияет на характер ее взаимодействия с электромагнитной волной. В работе [2] сообщается о наблюдении модуляции электромагнитного излучения миллиметрового диапазона из-за вы-

Рис. 1. Зависимость эффективности модуляции от величины постоянного магнитного поля: $\text{H} \parallel \mathbf{h}$ (1), $\text{H} \perp \mathbf{h}$ (2).



званного ультразвуковой (УЗ) волной периодического изменения МУ щели низкочастотной ветви АФМР в гематите.

Хотелось бы отметить также работу группы В. Л. Преображенского [3], где экспериментально наблюдалась акустооптическая модуляция в гематите в инфракрасном диапазоне, обусловленная колебаниями диэлектрической проницаемости образца из-за колебаний намагниченности в поле УЗ деформаций. Эффективность этого механизма, так же как и фотоупругого, при тех же размерах образцов сильно уменьшается с переходом в субмиллиметровый диапазон из-за уменьшения эффективной длины взаимодействия. Однако здесь возникают новые возможности, связанные с тем, что расположенные в этом диапазоне собственные частоты АФМР резко увеличивают эффективность взаимодействия h -компоненты электромагнитной волны непосредственно с магнитным моментом образца [4]. Действительно, в работах [5, 6] сообщалось о наблюдении акустомагнитной модуляции субмиллиметровых волн в окрестности высокочастотной ветви АФМР в $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Поскольку этой ветви соответствуют продольные колебания намагниченности, то вызванные упругой волной колебания ориентации слабоферромагнитного момента должны сказаться на характере его взаимодействия с плоскополяризованной электромагнитной волной.

В настоящей работе приведены результаты измерений эффективности модуляции в зависимости от величины и направления внешнего постоянного магнитного поля, а также от амплитуды УЗ деформаций.

Для предотвращения разогрева образца и увеличения динамического диапазона по УЗ мощности измерения были выполнены в импульсном режиме на частоте $\nu = 1.17$ МГц с длительностью импульсов $\tau = 1$ мс и скважностью 15. Постоянное магнитное поле, параллельное или перпендикулярное магнитной составляющей линейно-поляризованного субмиллиметрового излучения, создавалось при помощи двух взаимно перпендикулярных пар катушек Гельмгольца, обеспечивающих поле до 70 Э с достаточной однородностью в пределах поперечника образца. Эти измерения преследовали цель выяснить, в какой степени монодоменизация и изменение направления слабоферромагнитного момента в базисной плоскости сказываются на эффективности акустомагнитной модуляции. На рис. 1 приведены зависимости эффективности модуляции от величины постоянного магнитного поля для двух ориентаций поля: $I_{\parallel} = (J_{\text{mod}}/J_0)_{\parallel}$ при $\text{H} \parallel \mathbf{h}$ и $I_{\perp} = (J_{\text{mod}}/J_0)_{\perp}$ при $\text{H} \perp \mathbf{h}$. Видно, что в размагниченном состоянии $I = I_{\perp} = I_{\text{max}}$. При увеличении постоянного магнитного поля I и I_{\perp} монотонно убывают. Эти данные говорят о том, что внешнее постоянное магнитное поле в произвольном направлении препятствует колебаниям магнитного момента в УЗ поле.

На рис. 2 приведена зависимость величины модуляции от амплитуды УЗ деформации. Видно, что в интервале деформаций $10^{-6} \leq U_0 \leq 10^{-5}$ зависимость линейна. Отсюда следует, что указанной области деформаций недостаточно для того, чтобы вызвать 90° -ный поворот слабоферромагнитного момента.

Длительность применяемых УЗ импульсов была достаточно для реализации режима стоячей волны. Поскольку апертура зондирующего излучения была заметно меньше длины продольной УЗ волны в среде, это позволило провести измерение распределения амплитуд колебаний намагниченности в легкой плоскости образца вдоль направления распространения ультразвука. Из рис. 3 видно, что распределение имеет периодический характер с периодом 2.8 мм. Если считать, что это соответствует длине полуволны ультразвука в среде, получаем при $\nu = 1.17$ МГц значение скорости звука $\nu = 6.55 \cdot 10^5$ см/с. Этот результат

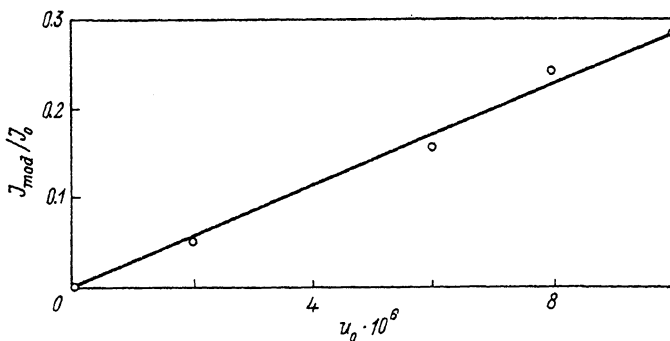


Рис. 2. Зависимость эффективности модуляции от амплитуды УЗ деформации.

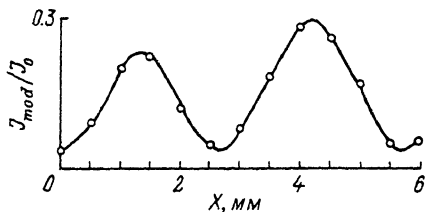


Рис. 3. Зависимость эффективности модуляции от координаты при сканировании образца субмиллиметровым излучением вдоль направления волнового вектора УЗ волны.

достаточно близок к значению $6.676 \cdot 10^5$ см/с, получаемому из выражения $v = (c_{11}/\rho)^{1/2}$ (где c_{11} — соответствующая компонента тензора упругих модулей, ρ — плотность образца) при подстановке значений для c_{11} и ρ из [7].

Измерения, проведенные на разных образцах, показали, что эффективность модуляции изменяется в широких пределах в зависимости от качества образца. Проведенные выше результаты получены на образце, имеющем самые низкие значения полей монодоменизации ~ 300 Э. Достигнутые в эксперименте значения модуляции ($\sim 30\%$) на качественных образцах α - Fe_2O_3 дают основание считать, что полученные результаты могут представлять и практический интерес.

Список литературы

- [1] Ожогин В. И., Преображенский В. Л. // УФН. 1988. Т. 155. № 4. С. 593—621.
- [2] Максименков П. П., Михайлов Б. М. // Радиотехника и электроника. 1972. Т. 17. № 6. С. 1256—1259.
- [3] Евтихий Н. Н., Мошкин В. В., Преображенский В. Л., Экономов Н. А. // Письма в ЖЭТФ. 1982. Т. 35. № 1. С. 31—34.
- [4] Кочарян К. Н., Мартиросян Р. М. и др. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 8. С. 2401—2404.
- [5] Avakian A. A., Kocharian K. N., Martirosian R. M. // Int. J. Infrared & Millimeter Waves. 1990. V. 11. N 6. P. 759—764.
- [6] Авакян А. А., Ерзнкян К. Г., Кочарян К. Н., Мартиросян Р. М. // ФТТ. 1991. Т. 33. № 6. С. 1792—1796.
- [7] Ожогин В. И., Преображенский В. Л. // ЖЭТФ. 1977. Т. 73. № 3. С. 988—1000.

Институт радиофизики и электроники
АН Армении
Аштарак

Поступило в Редакцию
12 августа 1991 г.
В окончательной редакции
13 ноября 1991 г.