

облучения концентрация F -центров и вакансий возрастает, и при некоторой поглощенной дозе их поток к комплексам $Me^{2+}-V_c^-(H\text{-центр})$ начинает превышать скорость образования комплексов. В результате этого микротвердость начинает понижаться. В пользу такого механизма разупорядочения свидетельствует вид кривой накопления F -центров. Именно при дозах в несколько кГр наблюдается снижение скорости образования F -центров (рис. 2, кривая 4), которые гибнут в результате рекомбинации с H -центрами, принадлежащими комплексам.

Повторное упрочнение при больших дозах вызвано, по-видимому, агрегацией примеси (аналогично упрочнению при старении без облучения), которая может стимулироваться радиацией. Дополнительный вклад в увеличение H вносит накопление радиационных дефектов матрицы, представляющих собой скопление H -центров, а не F -центров и вакансий [5].

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Carrillo E. H., Garcia J. S., Sonllard J., Rubio J. O. // Jap. J. Appl. Phys. 1983. V. 22. N 2. P. L301—L303.
- [2] Urusovskaya A. A., Sizova N. L., Rachkov I. A., Zakharin Ya. A., Dobryak V. M. // Phys. Stat. Sol. (a). 1977. V. 41. N 2. P. 443—450.
- [3] Шуралева Е. И., Ивахненко П. С. Физика твердого тела. Сб. Харьков, 1975. С. 40—44.
- [4] Garcia J. S., Hernandez J. A., Murrieta H. S., Rubio J. O. // Solid. State Comm. 1983. V. 47. N 7. P. 515—518.
- [5] Nadeau J. S. // J. Appl. Phys. 1962. V. 33. N 12. P. 3480—3486.

Технологический институт
Санкт-Петербург

Поступило в Редакцию
14 мая 1991 г.
В окончательной редакции
22 августа 1991 г.

© Физика твердого тела, том 34, № 1, 1992
Solid State Physics, vol. 34, N 1, 1992

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН НА ПОВЕРХНОСТНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЕ

Р. Г. Крышталь, А. В. Медведь

В работе [1] теоретически рассматривалось явление, связанное с распространением нелинейных поверхностных магнитостатических волн (ПМСВ) в пленках магнетиков при прохождении нелинейных ПМСВ через отражательную решетку, созданную распространяющейся в пленке магнетика поверхностной акустической волной (ПАВ). Об экспериментальных подтверждениях существования таких эффектов, насколько нам известно, к настоящему времени сообщений в печати не было.

В настоящей работе приводятся некоторые экспериментальные результаты исследования коллинеарного рассеяния нелинейных ПМСВ на ПАВ в структуре пленка железо-иттриевого граната (ЖИГ)—подложка из галлий-гадолиниевый граната (ГГГ). В частности, обнаружены смещение резонансной частоты и уменьшение коэффициента отражения ПМСВ при увеличении мощности падающей ПМСВ, что качественно согласуется с результатами теоретической работы [1].

Схематическое изображение образца ЖИГ—ГГГ, который использовался в эксперименте, дано на вставке рис. 1. Толщина подложки ГГГ 5 мм, толщина пленки ЖИГ 9.7 мкм. Размер образца был 25×8 мм. Кристаллографическая ось $\{111\}$ перпендикулярна плоскости образца. Для возбуждения ПАВ в структуре на ее края наносилась пьезоэлектрическая пленка ZnO толщиной 6 мкм, на поверхности которой фотолитографически изготавливались алюминиевые встречно-штыревые преобразователи (ВШП) с резонансной частотой 20 МГц.

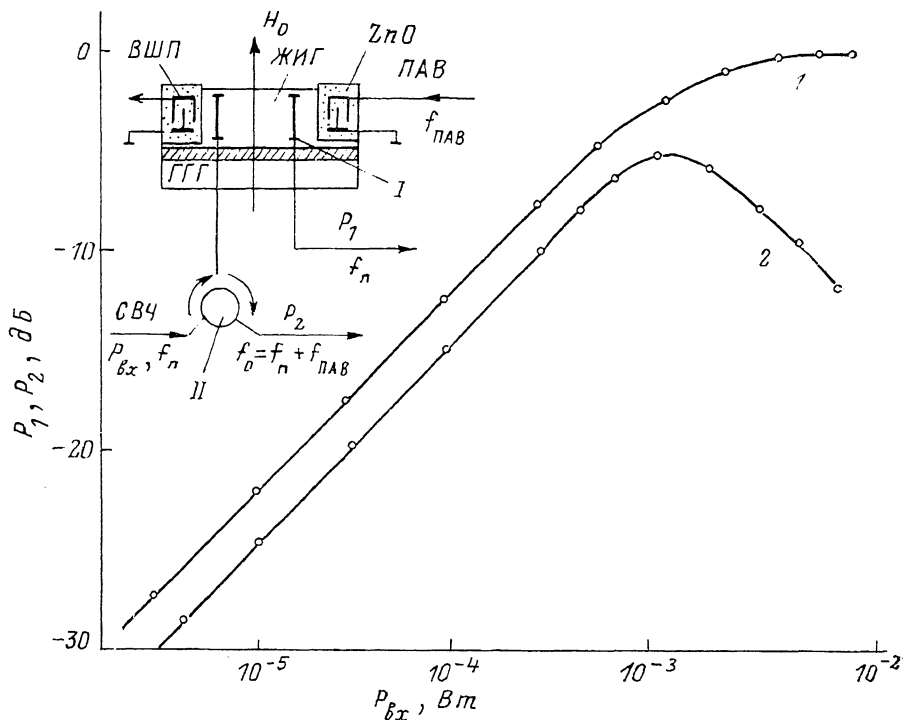


Рис. 1. Конфигурация образца и схема его подключения в эксперименте. Зависимости от входной СВЧ мощности (частота 3730 МГц) P_{1x} относительно уровня прошедшей ПМСВ частотой 3730 МГц P_1 при отсутствии ПАВ (1) и относительного уровня отраженной ПМСВ частотой 3750 МГц P_2 при мощности ПАВ ~ 50 мВт (2).

I — антенна, II — циркулятор.

(рис. 1). Для возбуждения и приема ПМСВ в центральной части образца на поверхности пленки ЖИГ имелись планарные проводники-антенны шириной 20 мкм и длиной 5 мм, равной апертуре ВШП. Образец помещался в постоянное магнитное поле $H_0 = 640$ Э, направленное параллельно антеннам, и измерялись зависимости уровня сигнала отраженной (рассеянной) ПМСВ от частоты входного СВЧ сигнала (падающей ПМСВ), его мощности и мощности ПАВ, на которой происходило рассеяние ПМСВ. Измерения проводились по методике [2, 3], использующей одну и ту же антенну для возбуждения входной (падающей) и приема отраженной ПМСВ. Исследовался случай встречного распространения ПМСВ и ПАВ. В этом случае частота отраженной ПМСВ f_0 сдвигается вверх относительно частоты падающей f_n на величину, равную частоте ПАВ $f_{ПАВ}$ [2, 3]. Измерение сигнала, соответствующего отраженной ПМСВ, производится селективным измерительным приемником, подключенным к антенне через циркулятор (рис. 1) и настроенным на частоту $f_n + f_{ПАВ}$ (входной сигнал частотой f_n не создает помех, так как он по частоте отстоит на $f_{ПАВ}$). На рис. 1 представлена измеренная зависимость уровня отраженного сигнала ПМСВ

частотой 3750 МГц от мощности подаваемого на антенну сигнала частотой 3730 МГц (это значение частоты соответствовало резонансной частоте рассеяния при малой мощности входного сигнала). СВЧ сигнал был непрерывным, ПАВ возбуждалась в импульсном режиме, длительность импульсов 5 мкс, частота повторения 300 Гц, мощность ПАВ 50 мВт. На этом же рисунке приведена зависимость уровня выходного сигнала частотой 3730 МГц, снимаемого со второй антенны при отсутствии ПАВ. Видно, что при входных мощностях выше некоторого порогового значения наблюдается уменьшение уровня сигнала частотой 3750 МГц, соответствующего ПМСВ отраженной от ПАВ, а уровень выходного сигнала частотой 3730 МГц (падающая ПМСВ) при этом лишь стремится к насыщению. Эти результаты позволяют считать, что происходит уменьшение коэффициента отражения ПМСВ при увеличении ее мощности, что находится в качественном согласии с теорией [1]. Как следует из теории [1], уменьшение коэффициента отражения происходит из-за нелинейного сдвига резонансной частоты рассеяния.

На рис. 2 представлена измеренная зависимость резонансной частоты рассеяния ПМСВ f_p от входной СВЧ мощности $P_{вх}$ при мощности ПАВ, равной 50

(1) и 5 мВт (2).

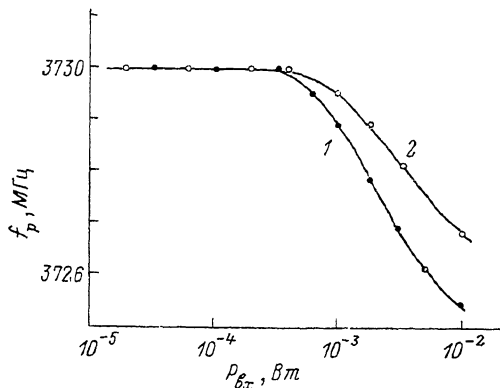


Рис. 2. Зависимость резонансной частоты рассеяния ПМСВ f_p от входной СВЧ мощности $P_{вх}$ при мощности ПАВ, равной 50 (1) и 5 мВт (2).

сеяния от уровня мощности входного СВЧ сигнала при двух значениях мощности ПАВ. Измерения производились следующим образом. При каждом значении уровня входной мощности СВЧ сигнала снималась зависимость уровня отраженной ПМСВ от частоты входного СВЧ сигнала. Форма этой кривой имеет симметричный, колоколообразный вид, что позволяло с точностью не хуже чем ~ 0.5 МГц определить резонансную частоту. Как видно из рис. 2, при мощностях входного сигнала выше порогового значения действительно наблюдается уменьшение значения резонансной частоты. Наличие двух антенн на образце позволяло оценить значение пороговой мощности ПМСВ, при которой начинают проявляться рассматриваемые нелинейные эффекты. Это значение оказалось $5 \cdot 10^{-5}$ Вт. Пороговая мощность, рассчитанная из [1] для значений параметров, соответствующих эксперименту, была равна 10^{-5} . Согласуются также по порядку величины и значения нелинейного сдвига резонансной частоты, рассчитанные из [1] и наблюдаемые в эксперименте. Расчет для мощности ПАВ 50 мВт и мощности ПМСВ, на порядок превышающей пороговую, дает сдвиг резонансной частоты на 2 МГц.

Отметим, что нами проводились специальные экспериментальные проверки, которые позволяют исключить возможность влияния каких-либо разогревных эффектов при трактовке полученных результатов.

В заключение авторы выражают благодарность С. А. Никитову за выполнение теоретических оценок и полезные обсуждения работы.

Список литературы

- [1] Никитов С. А. // ФТТ. 1990. Т. 32. № 10. С. 2917—2921.
 [2] Крышталъ Р. Г., Медведь А. В. // ЖТФ. 1986. Т. 56. № 12. С. 2399—2402.
 [3] Крышталъ Р. Г., Медведь А. В. // ЖТФ. 1989. Т. 59. № 6. С. 82—86.

Институт радиотехники и электроники
 РАН
 Фрязино
 Московская обл.

Поступило в Редакцию
 13 июня 1991 г.
 В окончательной редакции
 26 августа 1991 г.