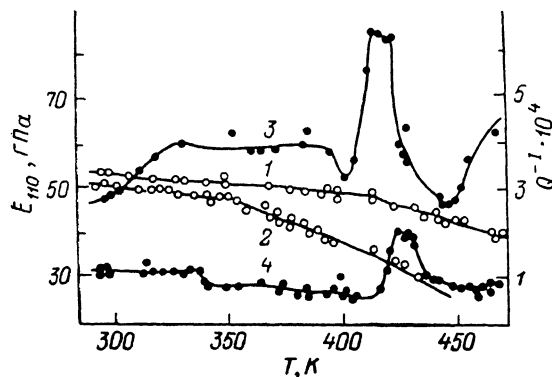


ИЗМЕНЕНИЕ УПРУГИХ И НЕУПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТОЖЖЕННЫХ КРИСТАЛЛОВ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

П. А. Максимюк, А. В. Фомин, В. А. Глей,
А. П. Онанко, Р. И. Дячук, М. Ю. Кравецкий

Важной причиной нестабильности приборов, работающих на основе узкозонного InSb, является наличие различных дефектов кристаллической структуры. Изменение дефектной структуры в процессе отжига должно способствовать стабилизации физических параметров монокристаллов InSb. Так как модуль упругости и внутреннее трение чувствительны к состоянию кристаллической матрицы, то целью настоящей работы было изучение их температурных зависимостей монокристаллов InSb с плотностью дислокаций $\sim 10^3 \div 10^4 \text{ см}^{-2}$, подвергнутых абразивной обработке с последующим отжигом.



Для измерения температурных зависимостей модуля упругости и внутреннего трения использовался метод изгибных колебаний образца на частоте $\sim 4 \text{ кГц}$ при знакопеременной деформации менее 10^{-5} , в вакууме $\sim 10^{-3} \text{ Па}$ [1]. В данной работе исследовались четыре образца Ш-образной формы [2], вырезанные из пластин InSb с ориентацией (111) [110] при помощи алмазной резки с последующей шлифовкой поверхности пастой M10.

Температурные зависимости модуля упругости E_{110} (1, 2) и внутреннего трения (3, 4) InSb ориентации [110] после отжига при 470 (1, 3) и 570 К (2, 4).

Температурные зависимости модуля упругости и внутреннего трения (см. рисунок) измерялись при охлаждении кристаллов после отжига при 470 и 570 К в течение 1.5 ч. Как видно из этого рисунка, после отжига при 470 К модуль вначале изменялся линейно, а свыше 410 К наблюдалось дополнительное уменьшение модуля упругости. После отжига при 570 К наклон линейного участка увеличился и дополнительное уменьшение модуля упругости возросло.

Линейный участок температурной зависимости упругого модуля объясняется влиянием ангармонизма кристаллической решетки с учетом квадратичных членов разложения свободной энергии по деформации. Для объяснения дополнительного уменьшения модуля недостаточно учета только электрон-фононного взаимодействия [3], так как оно вносит незначительный вклад $\sim 0.2 \%$. Более значительный вклад могут вносить дислокации и точечные дефекты, возникающие при механической резке, шлифовке и полировке образцов InSb. Как известно [4], после отжига существенно уменьшается плотность вакансий и их комплексов, являющихся стопами для дислокаций, что приводит к увеличению длины дислокационных сегментов, совершающих колебательное движение при знакопеременной деформации образца. При этом проявляется дислокационная деформация, вызывающая дополнительное уменьшение модуля упругости [5]. Подтверждением высказанного предположения является наличие обнаруженного релаксационного максимума внутреннего трения в области дополнительного уменьшения модуля.

Как видно из рисунка, высота максимума внутреннего трения при ~ 420 К уменьшается после более высокотемпературного отжига. Энергия активации релаксационного процесса, приводящего к возникновению пика, определенная в свою очередь по тангенсу угла наклона кривой максимума, перестроенной в координатах $\ln Q^{-1} - T^{-1}$ [1], была равна 0.8 ± 0.1 эВ, коррелируя с данными работы [6]. Анализ экспериментальных результатов позволяет предположить механизм возникновения максимума: при знакопеременной деформации происходит переориентация и распад вакансионных комплексов. Уменьшение высоты максимума внутреннего трения объясняется отжигом вакансионных комплексов как центров рассеяния энергии механических колебаний. В свою очередь уменьшение количества вакансионных комплексов и распад их приводят к некоторому увеличению длины колеблющихся, неотожженных дислокационных отрезков, что и является причиной дополнительного уменьшения модуля упругости.

Л и т е р а т у р а

- [1] Криштал М. А., Головин С. А. Внутреннее трение и структура металлов. М.: Металлургия, 1976. 376 с.
 [2] Scott W. W., Mascrone R. C. Rev. Sci. Instr., 1968, vol. 39, N 6, p. 821—823.
 [3] Максимюк П. А., Онанко А. П. ФТТ, 1983, т. 25, № 12, с. 3712—3713.
 [4] Бюрен В. Дефекты в кристаллах. М.: ИЛ, 1962. 389 с.
 [5] Никаноров С. П., Кардашев Б. К. Упругость и дислокационная неупругость кристаллов. М.: Наука, 1985. 253 с.
 [6] Вернер В. Д., Ковязин М. Г., Мильвидский В. Б. и др. ФТТ, 1977, т. 19, № 11, с. 3304—3309.

Институт полупроводников АН УССР
Киев

Поступило в Редакцию
16 февраля 1988 г.
В окончательной редакции
5 мая 1988 г.

УДК 538.11

Физика твердого тела, том 30, в. 9, 1988
Solid State Physics, vol. 30, № 9, 1988

ЭЛЕКТРОННО-ЯДЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС В ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПЛЕНКАХ В ОБЛАСТИ НАСЫЩЕНИЯ ЯМР

Г. Х. Нургалиев, М. А. Шамсутдинов, В. В. Плавский

В области совмещения частот ЯМР ω_n и ФМР ω_e влияние неоднородностей поля магнитной анизотропии H_a и сверхтонкого поля (СТП) на характеристики электронно-ядерного магнитного резонанса (ЭЯМР) исследовано в случае линейного режима движения электронной M и ядерной μ намагниченностей [1, 2]. В данной работе исследуются теоретически характер насыщения линии поглощения ЭЯМР и влияние на него микроскопических неоднородностей СТП в магнитных пленках, намагниченных в своей плоскости магнитным полем $H \perp H_a$ [1, 3].

Вблизи основной частоты рассмотрим эффекты, обусловленные только насыщением ядерной системы, в переменном магнитном поле $2H_1 \cos \omega t$, направленном вдоль оси анизотропии. Для электронно-ядерной восприимчивости χ_{en} и продольной компоненты ядерной намагниченности μ_z , пренебрегая, как и в [4, 5], малым изменением μ_z со временем [6], можно получить систему уравнений

$$\chi_{en} = \chi_e \left\{ 1 + \chi_e \int A^2 \left(\chi_n \frac{\mu_z}{\mu} - \chi_n^0 \frac{\mu + \mu_z}{\mu} \right) g(A) dA \right\}^{-1}, \quad (1)$$