

УДК 621.315.592

РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛЕНКАХ $p\text{-Ge}$
 П. СЛАБЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

К.Т.Ермаганбетов, Б.П.Зотьев, Э.Д.Кригер, Э.В.Скубневский

В настоящем сообщении приводятся результаты экспериментальных исследований гальвано- и термомагнитных свойств пленок $p\text{-Ge}$, выращенных из жидкой фазы на сапфире [1], в слабых магнитных полях.

Анизотропия поперечного магнитосопротивления. На рис. 1 приведены угловые диаграммы коэффициента размерной анизотропии поперечного магнитосопротивления

$$K_{\varphi} = \frac{\left[\frac{\Delta R}{R_0}(\varphi) / \frac{\Delta R}{R_0}(\varphi=0) \right]_{\text{пленка}}}{\left[\frac{\Delta R}{R_0}(\varphi) / \frac{\Delta R}{R_0}(\varphi=0) \right]_{\text{объем}}}$$

при температуре 20°К (кривые, α мкм: 1-50, 2-17, 3-11, 4-7, 5-4, 6-2). Здесь φ - угол между направлением магнитного поля и нормалью пленки. Измерения проведены при напряженности магнитного поля ~ 10 кэ.

Увеличение анизотропии с уменьшением толщины α пленок может быть объяснено размерным эффектом на длине остывания [2]. Подбором подгоночных параметров можно получить количественное совпадение теории и эксперимента. Однако в этом не будет больш-

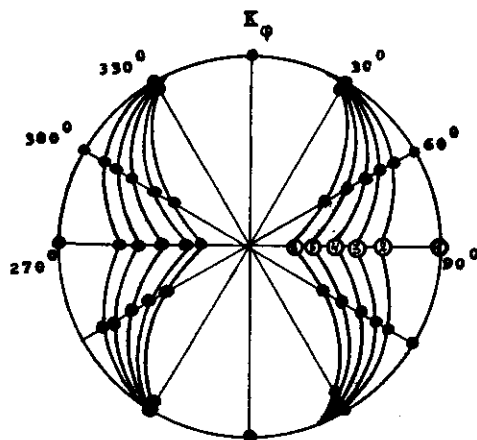


Рис. 1

ного смысла, так как размерный эффект на длине свободного пробега в приповерхностном слое, в принципе, также может привести к анизотропии. К сожалению, отсутствует теория размерных эффектов на длине свободного пробега в магнитном поле, перпендикулярном току, которую можно было бы применить для обработки экспериментальных результатов. Поэтому вопрос о том, который из этих двух размерных эффектов является доминирующим,

остается открытым.

Особенности термомагнитного эффекта. Исследование термомагнитных эффектов в пленках представляется наиболее интересным, так как эти эффекты по сравнению с гальваномагнитными гораздо более чувствительны к изменению механизмов рассеяния и однородности образца [3].

Ниже представлены экспериментальные данные исследования продольного эффекта Нернста-Эттинггаузена (ПЭН) в зависимости от магнитного поля и толщины пленок. Исследования проводились при $T = 120^{\circ}\text{K}$.

Проанализируем зависимость $\frac{\Delta\alpha}{\alpha_0} = \alpha(H)\alpha_0$ от величины магнитного поля, представленной на рис. 2 (кривые α мкм: а - 50, б - 17, в - II, г - 7). В области слабых магнитных полей (1кЭ) во всех случаях $\frac{\Delta\alpha}{\alpha_0} \sim H^2$ в соответствии с теорией [3]. В сильных полях, где эффект определяется только тяжелыми дырками, $\frac{\Delta\alpha}{\alpha_0}$ должно стремиться к насыщению. Такая тенденция наблюдается при всех толщинах, когда магнитное поле $H \perp \vec{n}$ (пунктирные кривые), где \vec{n} - нормаль к поверхности пленки.

Отличительной особенностью полученных нами результатов является тот факт, что если $H \parallel \vec{n}$ (сплошные кривые), то при малых толщинах кривая $\frac{\Delta\alpha}{\alpha_0} = f(H)$ достигает максимума и при не-

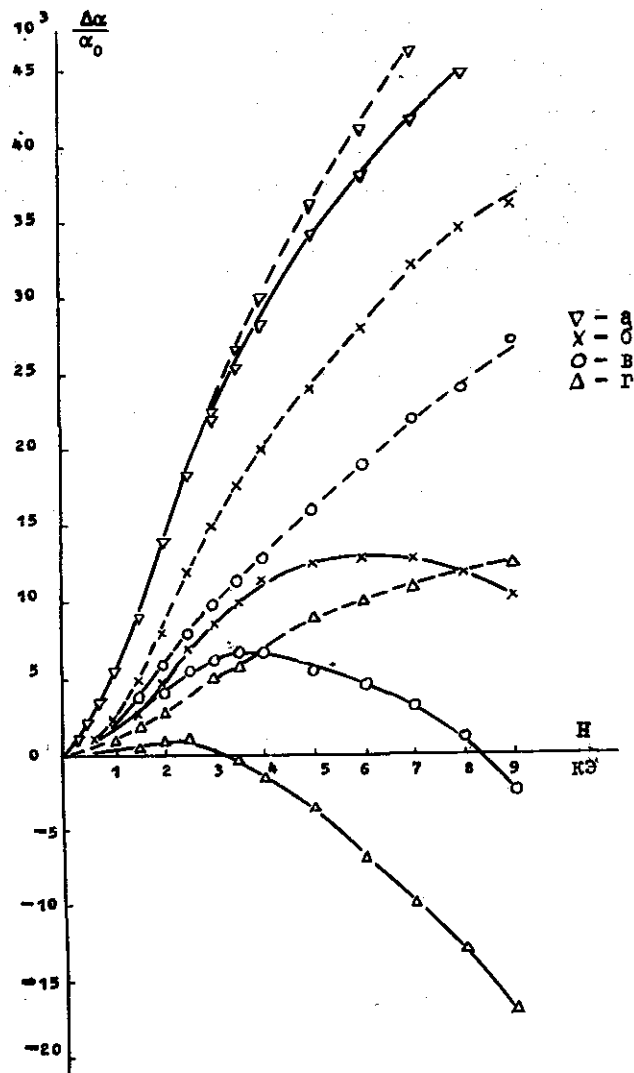


Рис. 2

котором значении магнитного поля меняет знак, причем положение максимума смещается в сторону малых полей по мере уменьшения толщины пленки. Все кривые в этом случае лежат ниже соответствующих кривых, полученных при $H \perp \vec{n}$.

Все эти закономерности, по-видимому, связаны с пленочностью p - Ge , поскольку в объемных кристаллах подобные эффекты не наблюдались.

Поскольку в неоднородных пленках при наличии градиента температуры в направлении, перпендикулярном градиенту концентрации, возникают вихревые термоэлектрические токи [4], то при наличии магнитного поля $H \parallel \vec{n}$ картина должна еще больше усложниться. Величина и знак $\frac{\Delta\alpha}{\alpha_0}$ будут определяться не только механизмом рассеяния, но и конкретным типом неоднородностей. К сожалению, теория такого процесса отсутствует.

В связи с тем, что в магнитосопротивлении проявляется размерный эффект [2], можно ожидать, что он каким-то образом должен сказываться и в $\frac{\Delta\alpha}{\alpha_0}$, однако отсутствие теории не позволяет нам учесть его вклад.

Итак, зависимости кинетических коэффициентов от толщины пленок p - Ge , наблюдаемые в слабых магнитных полях могут быть объяснены существованием размерных эффектов на длине остывания и длине свободного пробега в обогащенном приповерхностном слое.

Л и т е р а т у р а

1. ДУДАРЕВ А.Т., ЗОТБЕВ Б.П., КЛИМЕНКО С.А., КЛИМЕНКО А.Г., СКУБЕНЕВСКИЙ Э.В. Размерные эффекты в двухслойных пленках p - Ge . I. Сильные магнитные поля. Настоящий сборник, стр. 97-103.
2. ГРИБНИКОВ Э.С., МЕЛЬНИКОВ В.И. Размерный эффект в магнитосопротивлении полупроводников. ИЭТФ, М., 1966, 51, 1909.
3. ЦИДИЛЬКОВСКИЙ И.М. Термомагнитные явления в полупроводниках, Физматгиз, М., 1960.
4. БЛОХ М.Д., СКОК Э.М. Вихревые термоэлектрические токи в неоднородных пленках, ФТТ, Л., 1970, 12, 920.

Поступила в ред.-изд.отд.
25 сентября 1972 г.