

УДК 537.341.33

ФИЗИКА

Академик АН МССР С. И. РАДАУЦАН, Э. К. АРУШАНОВ, Г. П. ЧУПКО

ОСЦИЛЛЯЦИИ ШУБНИКОВА — ДЕ ГААЗА В АРСЕНИДЕ КАДМИЯ

Арсенид кадмия — полупроводниковое соединение с малой шириной запрещенной зоны ($0,14$ эв ⁽¹⁾), малой эффективной массой на две зоны проводимости ($0,012 m_0$ ⁽²⁾), высокой концентрацией носителей заряда (обычно не ниже 10^{24} м⁻³ ⁽¹⁾) и высокой подвижностью электронов (до $2,6$ м²/(в·сек) при 300°K ⁽³⁾). Эффект Шубникова — де Гааза в монокристаллах арсенида кадмия исследовался в области $4\text{--}40^\circ\text{K}$ в полях до 5 тл ⁽⁴⁾. Показано, что в интервале концентраций $(1\text{--}3) \cdot 10^{24}$ м⁻³ поверхность Ферми Cd_3As_2 состоит только из одного эллипсоида вращения, вытянутого вдоль оси c . Подобная модель поверхности Ферми предложена также в ⁽⁵⁾ по результатам исследования эффекта де Гааза — ван Альфена.

В настоящем сообщении приведены результаты исследования эффектов Шубникова — де Гааза и Холла в арсениде кадмия с концентрацией от $1,1 \cdot 10^{24}$ до $9,7 \cdot 10^{24}$ м⁻³. Монокристаллы были выращены из паровой фазы ^(3, 6). Параметры образцов приводятся в табл. 1.

Измерения проведены в постоянном магнитном поле до $9,5$ тл ⁽⁷⁾ при $4,2^\circ\text{K}$. Условия $\mu B \gg 1$, $(k_B T / \hbar \Omega) \ll 1$, $(\eta / k_B T) \gg 1$, необходимые для обнаружения осцилляций Шубникова — де Гааза, хорошо выполнялись (μ — подвижность носителей заряда, Ω — циклотронная частота, η — уровень Ферми).

Осциллирующая часть сопротивления и магнетосолевые зависимости коэффициента Холла R представлены на рис. 1, 2. Из экспериментальных кривых для каждого из исследованных образцов определены значения периода осцилляции P (табл. 1). Концентрацию носителей заряда $n_{\text{ндг}}$, участвующих в эффекте Шубникова — де Гааза, рассчитывали по положению

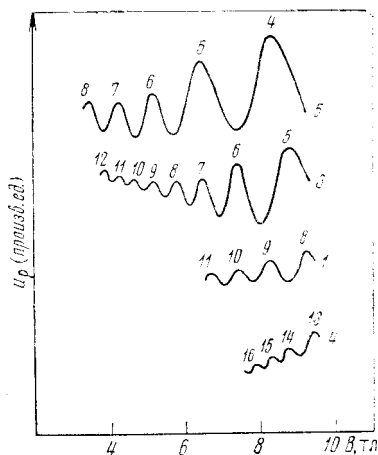


Рис. 1. Осциллирующая часть сопротивления. Номера кривых соответствуют номерам образцов в табл. 1. Числа над кривыми — номера осцилляционных максимумов

Таблица 1

Параметры образцов арсенида кадмия

№ образца	n	$n_{\text{ндг}}$	$n - n_{\text{ндг}}$	n_2 (°)	μ , м ² /(в·сек)	P , тл ⁻¹
	10^{24} м ⁻³					
5	1,1	1,1	—	0,05	—	0,037
3	2,05	1,93	0,12	0,15	10,6	0,020
2	2,25	2,00	0,25	0,17	8,8	0,0195
1	4,2	3,86	0,34	0,42	5,0	0,0125
4	9,7	8,2	1,5	0,96	3,1	0,0076

нию максимумов на осциллирующей части сопротивления по формуле

$$n_{\text{шдг}} = \frac{\sqrt{2}}{\pi^2} \left(\frac{eB_M}{\hbar} \right)^{3/2} \sum_{k=0}^M k^{1/2}, \quad (1)$$

где M — номер максимума, B_M — магнитное поле, соответствующее M -му максимуму. Результаты расчета также представлены в табл. 1.

Полную концентрацию электронов n определяли по коэффициенту Холла в максимальном магнитном поле, а число эллипсоидов N — по формуле $N = n/n_{\text{шдг}}$. Во всех исследованных образцах величина N близка к 1

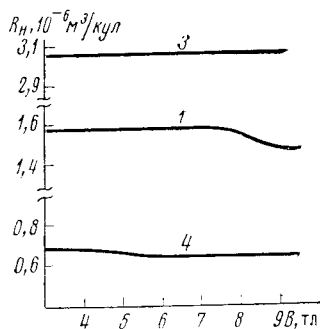


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость коэффициента Холла от магнитного поля.

Номера кривых соответствуют номерам образцов в табл. 1

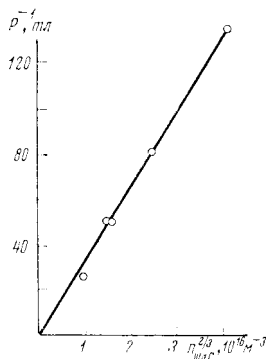


Рис. 3

Рис. 3. Зависимость обратного периода осцилляций от $n_{\text{шдг}}^{2/3}$

(табл. 1). Существенных изменений энергетического спектра в зоне проводимости арсенида кадмия в интервале $(1,1-9,7) \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$ не обнаружено. Об этом свидетельствует и линейная зависимость P^{-1} от $n_{\text{шдг}}^{2/3}$ Г (рис. 3).

Однако не все экспериментальные данные могут быть объяснены в рамках одноэллипсоидной модели.

Величина n превышает $n_{\text{шдг}}$ и тем больше, чем больше концентрация носителей заряда (табл. 1). В образцах с концентрацией более $4 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$ наблюдается изменение R с изменением B (рис. 2). Это может быть обусловлено существованием в зоне проводимости арсенида кадмия дополнительной зоны, расположенной выше основной. Энергия электронов второй зоны не квантуется в полях до 9,5 тл, и эта зона не вносит вклада в период осцилляций Шубникова — де Гааза. В эффект Холла вносят вклад обе зоны. Значение концентраций в первой n_1 ($n_1 = n_{\text{шдг}}$) и во второй зоне n_2 ($n_2 = n - n_{\text{шдг}}$) согласуются с данными работы (3), в которой n_1 и n_2 определены из анализа магнетопольных зависимостей коэффициента Холла и магнетосопротивления в неквантующих магнитных полях.

Авторы выражают благодарность акад. А. И. Прохорову и В. Г. Веселаго за предоставленную возможность проведения настоящей работы в сильных полях на установке «Солевоид», а также Ю. В. Косичкину за обсуждение результатов и В. Б. Азинину за помощь в эксперименте.

Институт прикладной физики
Академии наук МССР
Кишинев

Поступило
9 XII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Жданович, Сб.: Структура и свойства соединений A^2B^5 . Физико-химия твердого тела, М., «Химия», 1972, стр. 72.
- ² Э. К. Арушанов, А. Н. Натенров, Г. П. Чуйко, ФТП, т. 8, № 11, 2275 (1974).
- ³ S. I. Radutsan, E. K. Arushanov, G. P. Chuiko, Phys. Stat. Solidi, т. 20, № 1, 221 (1973).
- ⁴ J. Rosenmann, J. Phys. Chem. Solids, v. 30, № 6, 1385 (1969).
- ⁵ H. Doi, T. Fukuroi et al., Sci. Rep. Inst. Tohoku Univ. v. 20A, 190 (1969).
- ⁶ С. И. Радауцан, Э. К. Арушанов и др., Изв. АН МССР, № 2, 59 (1974).
- ⁷ В. Г. Веселаго, А. П. Максимов, А. М. Прохоров, ПТЭ, № 4, 182 (1968).