

PACS: 62.50.i-p, 72.20.-i

А.Ю. Моллаев¹, И.К. Камилов¹, Р.К. Арсланов¹, У.З. Залибеков¹,
Т.Р. Арсланов¹, В.М. Новоторцев², С.Ф. Маренкин²

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ В ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

¹Институт физики им. Х.И. Амирханова Дагестанского научного центра РАН
ул. М. Ярагского, 94, г. Махачкала, 367003, Россия
E-mail: a.mollaev@mail.ru

²Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН
Ленинский пр-т, 31, г. Москва, 119991, Россия

Статья поступила в редакцию 16 сентября 2008 года

Исследованы монокристаллические образцы p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂, ориентированные по двум кристаллографическим направлениям: [001] и [100]. Получены зависимости удельного электросопротивления ρ и коэффициента Холла R_H от гидростатического давления $P \leq 7$ GPa при комнатной температуре. Экспериментально установлено, что точка фазового превращения не зависит от кристаллографического направления монокристаллов.

Ключевые слова: ориентированные монокристаллы, удельное электросопротивление, давление, фазовый переход

1. Введение

В работе [1] были исследованы удельное электросопротивление ρ и коэффициент Холла R_H на образцах n -CdAs₂, ориентированных по кристаллографическим направлениям [001] и [100]. Заметного влияния ориентации образцов на положение точки фазового перехода и характеристических точек, а также параметров фазового превращения обнаружено не было. В настоящей работе были одновременно измерены величины ρ и R_H в монокристаллах магнитных полупроводников p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂, ориентированных по кристаллографическим направлениям [001] и [100], аналогично измерениям, выполненным в работе [1] для CdAs₂. Цель работы – исследование зависимостей точки фазового превращения и характеристических точек, а также параметров фазового перехода от кристаллографической ориентации образцов.

2. Методика и техника эксперимента

Измерения проводили в аппаратах высокого давления типа «тороид» при подъеме (до $P \leq 7$ GPa) и сбросе давления в области комнатных температур.

Для измерений коэффициента Холла аппарат помещали в соленоид напряженностью магнитного поля $H \leq 5$ кОе. Более подробно методика подготовки и измерения образцов изложена в работах [1,2]. Основные параметры исследованных образцов приведены в таблице.

Таблица
Основные параметры исследованных образцов p - $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$

Кристаллографическая ориентация	ρ , $\Omega \cdot \text{cm}$	R_H , cm^3/C
[100]	1.68	142
[001]	1.1	174

3. Результаты и обсуждение

Во всех исследованных образцах при подъеме и сбросе давления наблюдались структурные фазовые превращения. На рис. 1,а представлены приведенные к атмосферному давлению зависимости удельного электросопротивления ρ/ρ_0 и коэффициента Холла R_H/R_{H0} при подъеме и сбросе давления для образца № 1, вырезанного по кристаллографическому направлению [100]. Из рис. 1,а видно, что при подъеме давления удельное электросопротивление уменьшается, а затем резко падает больше чем на 2 порядка ($\rho_0/\rho_{\text{sat}} \approx 550$). При сбросе давления в области $3 < P < 7$ ГПа удельное электросопротивление выходит на насыщение ($\sigma \approx 230 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$). Поведение коэффициента Холла аналогично, его величина снижается больше чем на 3 порядка, а затем выходит на насыщение, так как при $P = 5.5$ ГПа происходит структурный фазовый переход. В области насыщения концентрация носителей заряда $\approx 1.6 \cdot 10^{20} \text{ cm}^{-3}$,

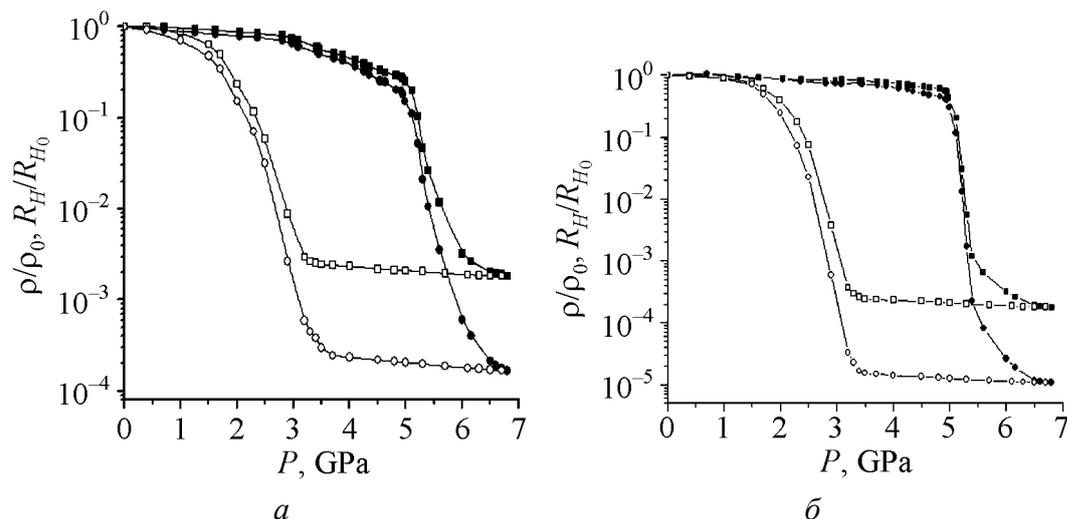


Рис. 1. Зависимости удельного электросопротивления ρ ($-\square-$, $-\blacksquare-$) и коэффициента Холла R_H/R_{H0} ($-\circ-$, $-\bullet-$) для образца $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$, вырезанного по кристаллографическим направлениям [100] (а) и [001] (б). Темные символы – подъем давления, светлые – сброс

т.е. имеет место металлическая проводимость. Фазовый переход наблюдается также и при сбросе давления. По значениям удельной электропроводности и концентрации носителей можно сделать вывод, что в области насыщения имеет место металлическая проводимость.

На рис. 1,б представлены зависимости удельного электросопротивления и коэффициента Холла для образца № 2 $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$, вырезанного по кристаллографическому направлению [001]. Из рисунка видно, что удельное электросопротивление при подъеме давления сначала уменьшается до $P = 5.5$ ГПа, а затем резко падает больше чем на 3 порядка ($\rho_0/\rho_{\text{sat}} \approx 5500$). При сбросе давления кривая выходит на насыщение при $2.3 < P < 7$ ГПа. При $P = 5.5$ ГПа происходит структурный обратимый фазовый переход. В области насыщения удельная электропроводность $\sigma = 5000 \text{ } \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Поведение коэффициента Холла аналогично. При $P = 5.5$ ГПа его значение падает почти на 5 порядков, а затем выходит на насыщение. В области насыщения концентрация носителей $\approx 3.3 \cdot 10^{21} \text{ cm}^{-3}$, что позволяет сделать вывод о наличии металлической проводимости. Можно утверждать, что в образце $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$, вырезанном по направлению [001], имеет место структурный обратимый фазовый переход при $P = 5.5$ ГПа. Этот переход наблюдается и при сбросе давления при $P = 2.7$ ГПа. Сравнительный анализ для двух образцов, вырезанных по кристаллографическим направлениям [100] и [001], позволяет сделать вывод, что положение фазовых переходов при подъеме и сбросе давления в образцах $\text{Cd}_{94.7}\text{Mn}_{5.3}\text{GeAs}_2$ не зависит от кристаллографической ориентации образцов.

4. Заключение

Полученные результаты показывают, что величины характеристических параметров и точки фазового перехода не зависят от ориентации образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект №05-02-16608) и подпрограммы № 3 Программы Президиума РАН П-09 «Исследование вещества в экстремальных условиях».

1. А.Ю. Моллаев, Р.К. Арсланов, Л.А. Сайпулаева, С.Ф. Габибов, С.Ф. Маренкин, ФТВД **11**, № 4, 61 (2001).
2. L.G. Khvostantsev, V.A. Sidorov, Phys. Status Solidi **A64**, 379 (1981).

*А.Ю. Моллаєв, І.К. Камілов, Р.К. Арсланов, У.З. Залібєков, Т.Р. Арсланов,
В.М. Новоторцев, С.Ф. Маренкін*

КІНЕТИЧНІ ЕФЕКТИ В ОРІЄНТОВАНИХ МОНОКРИСТАЛАХ p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂ ПРИ ВИСОКОМУ ТИСКУ

Досліджено монокристалічні зразки p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂, орієнтовані по двох кристалографічних напрямках: [001] і [100]. Отримано залежності питомого електроопору ρ і коефіцієнта Холла R_H від гідростатичного тиску $P \leq 7$ GPa при кімнатній температурі. Експериментально встановлено, що точка фазового перетворення не залежить від кристалографічного напрямку монокристалів.

Ключові слова: орієнтовані монокристали, тиск, питомий електроопір, фазовий перехід

*A.Yu. Mollaev, I.K. Kamilov, R.K. Arslanov, U.Z. Zalibekov, T.R. Arslanov,
V.M. Novotorzev, S.F. Marenkin*

KINETIC EFFECTS IN ORIENTED p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂ SINGLE CRYSTALS AT HIGH PRESSURE

Single-crystalline samples of p -Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂ oriented in two crystallographic directions [001] and [100] have been investigated. Dependences of resistivity ρ and Hall coefficient R_H on hydrostatic pressure $P \leq 7$ GPa have been obtained at room temperature. It has been found experimentally that the point of phase transformation does not depend on crystallographic orientation of single crystals.

Keywords: oriented single crystals, resistivity, pressure, phase transition

Fig. 1. Dependences of resistivity ρ (—□—, —■—) and Hall coefficient R_H / R_{H_0} (—○—, —●—) for the sample Cd_{94.7}Mn_{5.3}GeAs₂ cut out along crystallographic directions [100] (a) and [001] (б). Dark symbols – pressure rise, light – release