

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 537.226.4

Физика твердого тела, том 33, № 11, 1991
Solid State Physics, vol. 33, N 11, 1991ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТЕЛЛУРИДА СЕРЕБРА
ПРИ СВЕРХВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

В. М. Березин, А. Н. Бабушкин, Л. Р. Михайлова

Теллурид серебра $\text{Ag}_{2-\delta}\text{Te}$ — самолегированный полупроводник. Мелкие акцепторные уровни, обусловленные вакансиями в подрешетке серебра, полностью ионизованы уже при комнатных температурах. При нор-

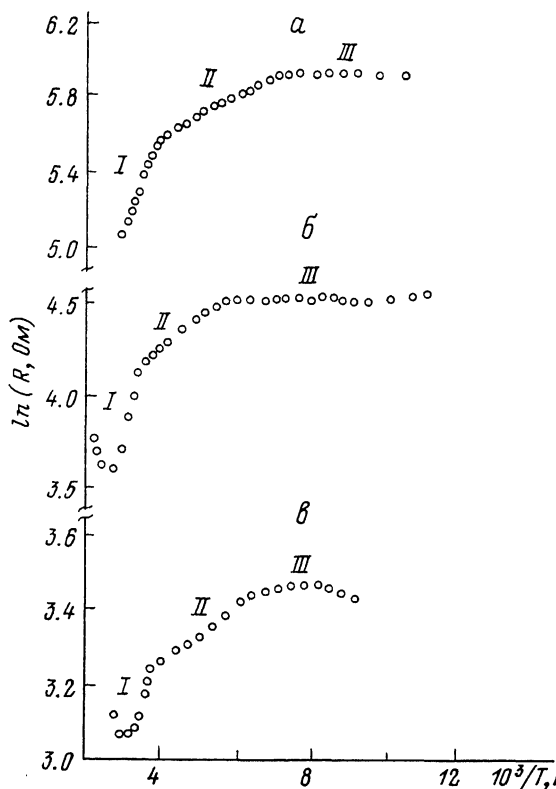


Рис. 1. Типичные температурные зависимости электросопротивления теллурида серебра при сверхвысоких давлениях: 22 (а), 35 (б), 45 ГПа (в).

мальных давлениях кристаллическая структура низкотемпературной фазы однозначно не установлена [1-3], что не позволяет установить кристаллографическое положение вакансий и определить энергию примесных уровней.

Электропроводность и P - T фазовая диаграмма до давлений 4 ГПа при температурах выше комнатной исследовались в [4]. Установлено, что

фаза высокого давления имеет тетрагональную решетку: $a=8.68 \text{ \AA}$, $c=6.09 \text{ \AA}$.

В данной работе впервые измерены температурные зависимости электросопротивления в области низких температур при давлениях в интервале 20—45 ГПа. Для генерации таких сверхвысоких давлений использовали камеру с наковальными типа «закругленный конус—плоскость», изготовленными из синтетических алмазов «карбонадо» (АСПК) [5]. АСПК — хорошие проводники, что позволяет их использовать как токоподводящие контакты при исследовании барических закономерностей электропроводности. Калибровку камеры проводили как по изменению сопротивления при известных фазовых переходах в GaP, CdS, ZnS, так и с использованием соотношений, полученных из решения задачи о внедрении жесткого сферического индентора в тонкий слой материала на упругой плоской подложке [6].

На рис. 1 приведены типичные температурные зависимости электросопротивления, снятые при трех значениях давления. Характерно наличие трех участков активационной проводимости с различной энергией активации. Барические зависимости энергий активации для этих трех

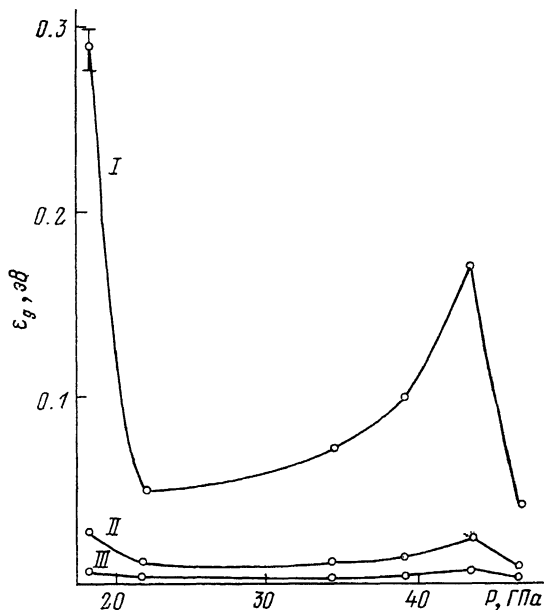


Рис. 2. Барические зависимости энергий активации проводимости для трех температурных интервалов: 270—340 (I), 190—270 (II), 120—190 К (III).

участков приведены на рис. 2. Максимальная погрешность в определении энергии активации не превышала 10 %.

Предлагается следующее объяснение наблюдаемым трем энергиям активации проводимости. Наиболее высокотемпературный участок I можно отнести к собственной проводимости. Данные о ширине запрещенной зоны при нормальном давлении, хотя и противоречивые [2], по порядку величины совпадают с энергией активации участка I. Следует отметить осциллирующий характер барической зависимости энергии активации (рис. 2). По-видимому, это обусловлено изменением энергии потолка валентной зоны, образованной s, p-орбиталями теллура. Очевидно, здесь необходимы исследования спектроскопическими методами.

Низкотемпературные участки II, III можно связать с наличием двух возможных координаций вакансий серебра. Для наглядности будем исходить из кубической фазы, существующей выше 145 °С при нормальном давлении, которая достоверно расшифрована [7]. Она имеет ГЦК решетку с четырьмя формульными единицами на элементарную ячейку, в пустотах которой располагаются 4 «лишних» атома серебра. Наиболее вероятно заполнение двух типов пустот: октаэдрических (3/4, 3/4, 3/4) и тетраэдрических (1/2, 1/2, 1/2). Следует ожидать, что вакансии серебра будут локализованы именно в этих пустотах, так как для образования вакансии в основной структуре цинковой обманки требуется большая энергия. Таким образом, наличие двух акцепторных уровней можно связать с локализацией вакансий серебра в окта- и тетраэдрических пустотах. Тетраэдрическую фазу высокого давления можно рассматривать как сжатый

в направлении оси C куб. Поэтому приведенные выше качественные рассуждения в принципе остаются в силе.

В заключение следует отметить, что при нормальном давлении структура низкотемпературной фазы Ag_2Te имеет более низкую симметрию (моноклинная, ромбическая по различным данным), поэтому примесные уровни четко не разделяются по энергиям.

Таким образом, температурные зависимости проводимости, снятые при сверхвысоких давлениях, позволили качественно установить связь между электрофизическими свойствами и структурой $Ag_{2-s}Te$.

Список литературы

- [1] Абрикосов Н. Х., Банкина В. Ф. и др. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М.: Наука, 1975. 218 с.
- [2] Горбачев В. В. Полупроводниковые соединения $A_2^I B^VI$. М., 1980. 132 с.
- [3] Березин В. М., Вяткин Г. П., Конев В. Н., Карих П. И. // ФТП. 1984. Т. 18. № 2. С. 312—315.
- [4] Vanus M. D., Finn M. C. // J. Electrochem. Soc.: Sol. State Science. 1969. V. 116. N 1. P. 91—94.
- [5] Верещагин Л. Ф., Яковлев Е. Н., Степанов Т. Н. // Письма в ЖЭТФ. 1972. Т. 16. № 4. С. 240—242.
- [6] Макушин А. П. // Трение и износ. 1984. Т. 5. № 5. С. 823—831.
- [7] Rahlfs P. // Z. Phys. Chem. Abt. 1936. V. 31. N 1. P. 157.

Челябинский
государственный технический университет

Поступило в Редакцию
29 апреля 1991 г.

УДК 538.245

© Физика твердого тела, том 33, № 11, 1991
Solis State Physics, vol.33, N 11, 1991

МАГНИТНЫЕ ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ КУБИЧЕСКИХ МАГНЕТИКОВ ($K_1 < 0$) С КОМБИНИРОВАННОЙ НАВЕДЕННОЙ АНИЗОТРОПИЕЙ

И. В. Владимиров, Р. А. Дорошенко

Изучено влияние комбинированной наведенной анизотропии (КНА) на спектр однородных состояний вектора намагниченности в монокристаллических средах с кубической анизотропией $K_1 < 0$. КНА представляла собой комбинацию двух одноосных анизотропий с осями симметрии, совпадающими с кристаллографическими направлениями типа $\langle 100 \rangle$, $\langle 111 \rangle$. Наличие комбинированной анизотропии в реальных монокристаллах определяется сосуществованием различных механизмов наведения: условиями роста и внешними упругими напряжениями, термоотжигом и фотоиндуцированными изменениями, другими комбинациями.

Плотность энергии анизотропии кубического кристалла с КНА в сферической системе координат, полярная ось которой совпадает с $[001]$, а азимутальный угол φ откладывается от $[100]$, имеет вид

$$E_A = K_1 (1/4 \cdot \sin^2 \theta \sin^2 2\varphi + \sin^2 \theta - \sin^4 \theta) + E_{КНА}, \quad (1)$$
$$E_{КНА} = K_u^1 (1 - (\alpha \cdot n_1)^2) + K_u^2 (1 - (\alpha \cdot n_2)^2),$$

где θ , φ — полярный и азимутальный углы соответственно; $E_{КНА}$ — плотность энергии КНА; K_1 — первая константа кубической анизотропии; K_u^1 , K_u^2 — константы составляющих КНА с осями симметрии вдоль векторов n_1 и n_2 соответственно; α — вектор направляющих косинусов M .

Спектр однородных состояний вектора M находится из условия минимума энергии анизотропии. Фазовые диаграммы в плоскости $(\gamma_1 = K_u^1 / |K_1|, \gamma_2 = K_u^2 / |K_1|)$ были получены для следующих комбинаций состав-