

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ПРИ СТРУКТУРНОМ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ В УЗКОЩЕЛЕВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ $Pb_{1-x}Sn_xSe$

Золотухина В. В., Мисюра И. В.

В настоящей работе впервые исследована магнитная восприимчивость (МВ) узкощелевых твердых растворов $Pb_{1-x}Sn_xSe$, легированных алюминием, в области структурного фазового перехода (СФП). Исследование МВ, выполненное в настоящей работе, показывает характерное изменение МВ вблизи точки СФП и, таким образом, является одним из методов исследования фазового перехода. Известно, что СФП происходит между кубической (типа NaCl) и орторомбической

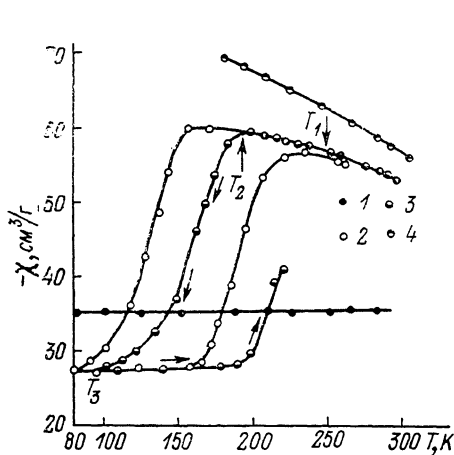


Рис. 1. Температурные зависимости магнитной восприимчивости для состава $x \approx 0.42$.

Концентрация НТ p , $см^{-3}$ (при T , К): 1 — 2×10^{19} (77), 2, 3 — 10^{18} (150), 4 — $4 \cdot 10^{17}$ (150).

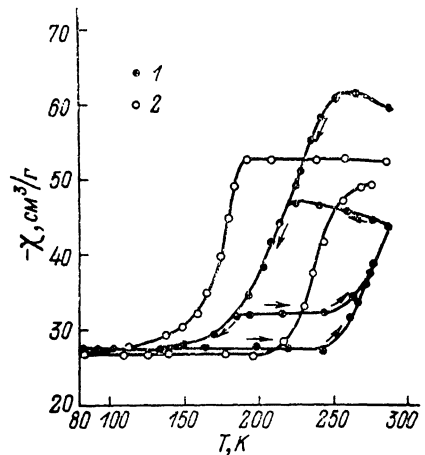


Рис. 2. Температурные зависимости магнитной восприимчивости для состава $x > 0.42$.

Концентрация НТ p , $см^{-3}$ (при T , К): 1 — не определялась, 2 — $8 \cdot 10^{18}$ $см^{-3}$ (200).

ческой (характерной для SnSe) фазами по типу монокристалл—монокристалл [1, 2].

Измерения МВ проводились относительным методом Фарадея в интервале температур $77 \div 300$ К. Чтобы избежать ограничения степени свободы при изменении объема образца, последний помещался в миниатюрную кварцевую корзинку. Монокристаллы, легированные Al до концентрации 10^{19} $см^{-3}$, выращивались методом направленной кристаллизации из расплава, разрезались на образцы в плоскости (100) и подвергались изотермическому отжигу в парах металлической компоненты с целью понижения концентрации носителей тока (НТ).

На рис. 1 представлены температурные зависимости МВ для состава $x \approx 0.42$. Для неотожженного образца 1, т. е. образца с высокой концентрацией НТ, магнитная восприимчивость не зависит от температуры. При понижении исходной концентрации НТ после отжига меняется характер поведения МВ (образец 3). С понижением температуры МВ увеличивается до температуры T_2 , уменьшается в области $T_2 - T_3$ и ниже T_3 не зависит от температуры. Наблюдается типичная петля гистерезиса на температурной зависимости МВ, что является свидетельством СФП, связанного с переходом в орторомбическую фазу. При частичном ограничении степени свободы при расширении образца в направлении [100] происходит смещение петли гистерезиса в сторону низких температур (образец 2). При увеличении степени ограничения или концентрации НТ гистерезис на МВ (образцы 1, 4) не наблюдается, что, по-видимому, свидетельствует о подавлении СФП.

При увеличении состава $x > 0.42$ решетка приобретает слоистость, которая особенно проявляется в неотожженном образце 2 вдоль плоскости (100). Температура СФП и вся петля гистерезиса смещены в область более высоких температур (рис. 2), СФП не наблюдается при более высокой концентрации НТ.

В данном случае происходит СФП 1-го рода, так что имеет место область метастабильных состояний, где возникают зародыши новой фазы. Их возникновение затруднено стрикционной блокировкой [3, 4], т. е. неоднородной деформацией вблизи зародыша. Величина интервала температур, в котором появились зародыши, но СФП еще не произошел (область гистерезиса), зависит от величины упругих модулей кристалла.

Решеточная часть, которая в данном веществе является основной составляющей МВ, отражает изменение природы химической связи в результате СФП [5]. Для узкощелевых полупроводников изменение решеточной составляющей МВ от состава x и температуры T будет определяться $\chi_{\text{рег}}$ и $\chi_{\text{ос}}$ [6], а также ван-Флековским парамагнитным вкладом $\chi_{\text{ВФ}}$, зависящим от несферичности электронного облака ионов в решетке. Действительно, при понижении концентрации НТ, как видно из рис. 1, происходит увеличение диамагнитного вклада в МВ решетки $\chi_{\text{ос}}$. В двухфазной области $\chi_{\text{рег}}$ определяется эффективным радиусом атомов [5], а уменьшение $\chi_{\text{ос}}$ обусловлено увеличением ширины запрещенной зоны при переходе в орторомбическую структуру ($\chi_{\text{SnSe}} \approx 27.6 \text{ см}^3/\text{г}$ и не зависит от температуры в интервале $77 \div 300 \text{ К}$).

Таким образом, показано, что аномалия МВ — петля гистерезиса имеет место для определенных состава и концентрации НТ, при увеличении концентрации или ограничении степени свободы, по-видимому, исключается сдвиг подрешеток [2], поэтому гистерезис на МВ не наблюдается.

Авторы выражают благодарность Г. В. Лашкареву, В. И. Литвинову и И. М. Раренко за полезные обсуждения.

Л и т е р а т у р а

- [1] Шмытко И. М., Кучеренко И. В., Шотов А. П. и др. // ФТТ. 1980. Т. 22. В. 5. С. 1384—1387.
- [2] Серебрянская Н. Р., Кабалкина С. С., Кучеренко И. В. // ФТТ. 1980. Т. 22. В. 11. С. 3465—3466.
- [3] Лифшиц И. М., Гулида Л. С. // ДАН СССР. 1952. Т. 87. В. 3. С. 377—380.
- [4] Нечипоренко И. Н. // ФНТ. 1975. Т. 1. С. 1481—1495.
- [5] Вонсовский С. В. Магнетизм. М., 1974. 1032 с.
- [6] Фальковский Л. А., Бродовой А. В., Лашкарев Г. В. // ЖЭТФ. 1981. Т. 80. В. 1. С. 334—348.

Черновицкий государственный университет

Получено 10.06.1988
Принято к печати 28.11.1988

ФТП, том 23, вып. 4, 1989

ИЗУЧЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ В p -GaAs, ЛЕГИРОВАННОМ МЕДЬЮ, МЕТОДАМИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ И ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ

Быковский В. Ю., Вовненко В. И., Дмитрук Н. Л.

В последние годы широкое распространение получил метод нестационарной спектроскопии глубоких уровней (НСГУ) [1-3], позволяющий получить количественные данные о параметрах глубоких уровней в полупроводниках: коэффициентах захвата носителей тока, их энергетическом положении и концентрации. Представляет интерес применение данного спектроскопического метода