

- [3] Носенко А. Е., Шевчук В. Н., Гальчинский А. В. // ЖПС. 1987. Т. 46. № 1. С. 107—111.
- [4] Матковский А. О., Сугак Д. Ю., Костиков Ю. П. и др. // Изв. АН СССР, неорг. материалы. 1990. Т. 26. № 4. С. 788—792.
- [5] Носенко А. Е., Кытык И. В. // Укр. физ. журн. 1989. Т. 34. № 3. С. 386—389.
- [6] Матковский А. О., Ижнин И. И., Савчин В. П. и др. // Деп. в ВИНТИ. 1987. № 8224-В87. 14 с.
- [7] Матковский А. О., Сугак Д. Ю., Улманис У. А., Савицкий В. Г. // Препринт АН Латв. ССР. Саласпилс, 1987. 42 с.
- [8] Батенчук М. М., Волиженская Л. Г., Зоренко Ю. В. и др. // Физическая электроника. Львов. 1983. В. 26. С. 65—70.
- [9] Носенко А. Е., Костык Л. В. // Укр. физ. журн. 1986. Т. 31. № 1. С. 75—78.
- [10] Матковский А. О., Сугак Д. Ю., Болеста И. М. и др. // ЖПС. 1989. Т. 51. № 3. С. 542—545.
- [11] Батенчук М. М., Волиженская Л. Г., Зоренко Ю. В., Пашковский М. В. // Физическая электроника. Львов, 1984. В. 29. С. 32—38.
- [12] Носенко А. Е., Шевчук В. Н. // Изв. АН СССР, неорг. материалы. 1988. Т. 24. № 10. С. 1687—1689.

Львовский научно-исследовательский институт материалов

Поступило в Редакцию
13 марта 1991 г.

УДК 548.5 · 669.76

© Физика твердого тела, том 33, № 10, 1991
Solid State Physics, vol 33, N 10, 1991

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЫСТРОЗАТВЕРДЕВШИХ ФОЛЬГ СПЛАВОВ Bi—8 ат.% Sb—S

В. Г. Шепелевич

Сплавы висмут—сурьма, содержащие 8—12 ат.% Sb, относятся к термоэлектрическим материалам, электрические свойства которых зависят от содержания в них легирующих элементов. Известно, что только селен и теллур в указанных сплавах являются донорами. Например, коэффициент отдачи теллура составляет $\eta=0.5$ [1]. В последние годы активно используются методы сверхбыстрой закалки из жидкой фазы для получения полупроводниковых соединений и твердых растворов на основе висмута и сурьмы [2—5]. Их применение приводит к более равномерному распределению компонентов, увеличению растворимости легирующих элементов и созданию структуры, которую невозможно получить традиционными методами [6]. В данной работе представлены результаты исследования структуры и электрических свойств быстрозатвердевших фольг тройных сплавов Bi—8 ат.% Sb—S.

Сплавы Bi—8 ат.% Sb—S, содержащие до 0.02 ат.% S, готовились сплавлением компонентов в кварцевой ампуле. Использовались висмут и сурьма чистотой 99.9999 % и сера чистотой 99.999 %. Сверхбыстрая закалка из жидкой фазы осуществлялась выплескиванием капли расплава на внутреннюю полированную поверхность вращающегося медного цилиндра. При кристаллизации образовывалась фольга толщиной 10—60 мкм. Скорость охлаждения, как показал расчет [7], достигала 10^6 К/с. Исследование текстуры проведено методом «обратных» полюсных фигур. Полюсная плотность дифракционных линий рассчитывалась по методу Харриса [8]. Рентгеноспектральный микроанализ быстрозатвердевших фольг выполнен на установке РЭМ-100У. Измерения удельного электросопротивления ρ , коэффициента Холла R и дифференциальной термоэдс α проведены в интервале 77—300 К.

Фольги тройных сплавов Bi—8 ат.% Sb—S, полученные сверхбыстрой закалкой из расплава, имеют мелкозернистую структуру. В фольгах наблюдается равномерное распределение висмута и сурьмы. В таблице

Содержание серы, ат.%	Дифракционная линия									
	10 $\bar{1}$ 2	10 $\bar{1}$ 4	11 $\bar{2}$ 0	10 $\bar{1}$ 5	20 $\bar{2}$ 2	10 $\bar{1}$ 7	2025	21 $\bar{3}$ 0	12 $\bar{3}$ 5	0004
0.005	7.7	0.1	0.1	0.4	0.6	0.0	0.2	0.4	0.1	0.3
0.0	8.1	0.1	0.0	0.3	0.6	0.0	0.2	0.4	0.1	0.2
0.02	8.6	0.1	0.0	0.3	0.2	0.0	0.1	0.4	0.1	0.1

приведены полюсные плотности дифракционных линий. Наибольшая полюсная плотность наблюдается для дифракционной линии {10 $\bar{1}$ 2}. Полюсные плотности других дифракционных линий значительно меньше единицы. Около 80 % объема фольги ориентировано плоскостями {10 $\bar{1}$ 2} параллельно ее поверхности. Образование текстуры {10 $\bar{1}$ 2} связано с процессами зарождения кристаллитов и их роста. Плоскости (01 $\bar{1}$ 2),

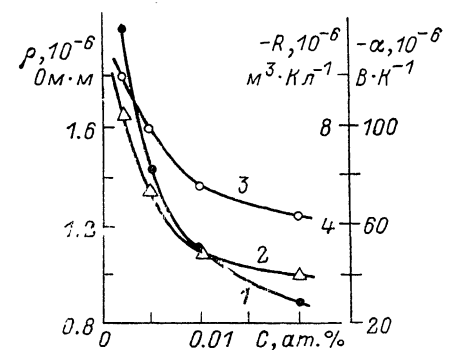


Рис. 1. Концентрационные зависимости ρ (1), R (2) при 77 К, α (3) при 100 К фольг сплавов Bi—8 ат.% Sb—S.

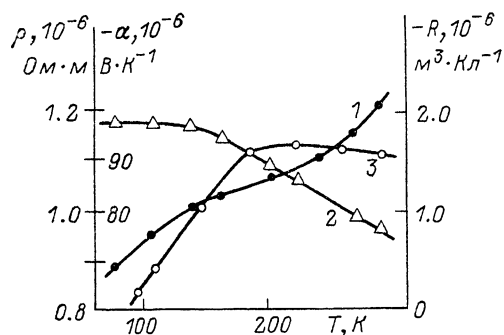


Рис. 2. Температурные зависимости ρ (1), R (2) и α (3) фольг сплава Bi—8 ат.% Sb—0.02 ат.% S.

{10 $\bar{1}$ 2} и (1 $\bar{1}$ 02) обладают самой высокой ретикулярной плотностью атомов, что приводит к ориентации кристаллитов указанными плоскостями параллельно поверхности цилиндра. Каждый атом висмута в кристалле связан с тремя другими ковалентными связями. При этом две ковалентные связи находятся в плоскостях (01 $\bar{1}$ 2), (10 $\bar{1}$ 2) и (1 $\bar{1}$ 02), а третья связывает два атома, расположенных в соседних плоскостях такого же типа. Такая направленность ковалентных связей относительно указанных плоскостей способствует сохранению преимущественной ориентировки зародышей в процессе их роста.

Кинетические свойства фольг исследуемых материалов зависят от их состава и температуры. На рис. 1 приведены концентрационные зависимости удельного электросопротивления и коэффициента Холла при 77 К, а также дифференциальной термоэдс при 100 К. С увеличением концентрации серы в тройных сплавах наблюдается уменьшение ρ , $|R|$ и $|\alpha|$.

Температурные зависимости $\rho(T)$, $R(T)$ и $\alpha(T)$ быстрозатвердевших фольг сплава Bi—8 ат.% Sb—0.02 ат.% S представлены на рис. 2. С увеличением температуры наблюдается монотонный рост удельного электросопротивления. Коэффициент Холла в интервале 77—140 К не изменяется, а затем уменьшается по абсолютной величине при росте температуры. Зависимость $\alpha(T)$ характеризуется экстремумом.

Наблюдаемые концентрационные и температурные зависимости электрических свойств фольг тройных сплавов Bi—8 ат.% Sb—S объяснимы, если предположить, что сера является донором. В этом случае легирование

сплава Bi—8 ат. % Sb серой вызывает увеличение концентрации электронов и уменьшение концентрации дырок. В сплаве, содержащем 0.02 ат. % S, при $77 \text{ K} < T < 140 \text{ K}$ реализуется один тип проводимости, на что указывает независимость коэффициента Холла от температуры. При более высоких температурах наблюдается возбуждение электронов из валентной зоны в зону проводимости. Появление дырок обуславливает уменьшение абсолютной величины коэффициента Холла с ростом температуры и вызывает появление экстремума в зависимости $\alpha(T)$.

При наличии текстуры $\{10\bar{1}2\}$ коэффициент Холла сплавов, в которых процессы переноса определяются только электронами, равен $R = A/ne$ (где $A = 0.7$ — ориентационный фактор, n — концентрация электронов, $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Кл). Данное выражение позволяет рассчитывать концентрацию электронов в сплавах, содержащих 0.01 и 0.02 ат. % S, при 77 К и определить величину коэффициента отдачи серы в сплаве Bi—8 ат. % Sb. Расчет показал, что $\eta = 0.25$.

Таким образом, в быстрозакаленных фольгах тройных сплавов Bi—8 ат. % Sb—S формируется текстура $\{10\bar{1}2\}$, а сера является донором, коэффициент отдачи которой равен 0.25.

Список литературы

- [1] Гицу Д. В., Иванов Г. А., Веракса В. И., Королевский Б. И., Федорко А. С. // Изв. АН СССР, неорг. материалы. 1971. Т. 7. № 6. С. 1063—1064.
- [2] Majkova E., Cerrenak J., Krempasky J., Dunaj P. // Phys. Stat. Sol. (b). 1989. V. 153. N 2. P. K147—K149.
- [3] Глазов В. М., Ятманов Ю. В. // Изв. АН СССР, неорг. материалы. 1986. Т. 22. № 1. С. 36—40.
- [4] Шепелевич В. Г. // Изв. АН СССР, неорг. материалы. 1988. Т. 24. № 4. С. 542—545.
- [5] Шепелевич В. Г. // Изв. АН СССР, неорг. материалы. 1989. Т. 25. № 4. С. 689—690.
- [6] Физическое металловедение / Под ред. Р. У. Кана и П. Хаазена. М., 1987. Т. 2. 684 с.
- [7] Мирошниченко И. С. Закалка из жидкого состояния. М., 1982. 169 с.
- [8] Вассерман Г., Гревен И. Текстуры металлических материалов. М., 1969. 656 с.

Белорусский государственный
университет им. В. И. Ленина
Минск

Поступило в Редакцию
3 апреля 1991 г.

© Физика твердого тела, том 33, № 10, 1991
Solid State Physics, vol 33, № 10, 1991

О ПРИРОДЕ КОРРЕЛЯЦИИ МУИДЖИ В СПЛАВАХ Ni—P

В. С. Степанюк, А. А. Кацнельсон, Г. М. Калибаева, А. Сас

Как известно, аморфные сплавы подразделяются на две большие группы. Для одной из них характерна обычная «металлическая» зависимость электросопротивления от температуры с положительным температурным коэффициентом электросопротивления. Вторая группа характеризуется отрицательным температурным коэффициентом электросопротивления. Было показано [1], что эти группы отличаются и по величине электрического сопротивления. Для первой из этих групп $\rho < 150 \text{ мкОм} \times \text{см}$, для второй $\rho > 150 \text{ мкОм} \cdot \text{см}$.

Нами [2] был проведен расчет электросопротивления и его температурной зависимости для сплавов Ni—P и показано, что сплавы состава $\text{Ni}_{85}\text{P}_{15}$ и $\text{Ni}_{75}\text{P}_{25}$ относятся к различным группам. Нормальное поведение электросопротивления характерно для первого из этих сплавов, аномальное — для второго. В соответствии с корреляцией Муиджи для первого