

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ СВИНЦА И ТЕРМООБРАБОТКИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДНОГО КОНТАКТА $Vi_{85}Sb_{15}$ – КОНТАКТНЫЙ СПЛАВ

М.М. ТАГИЕВ, Ф.С. САМЕДОВ, Н.Э. ГАСАНОВ

Институт Фотозлектроники АН Азербайджана

370141, г. Баку, ул. Ф. Агаева, 555 квартал

Исследовано влияние примесей Pb в экструдированных образцах твердого раствора $Vi_{85}Sb_{15}$ и термообработки на сопротивление переходного контакта (r_k) этого твердого раствора со сплавом Вуда в интервале температур 77-300 К и напряженности магнитного поля $\sim 74 \cdot 10^4$ А/м. Выяснено, что примеси Pb, создавая в твердом растворе акцепторные центры, приводят к росту концентрации дырок и уменьшению r_k контакта.

В [1] было показано, что переходное контактное сопротивление (r_k) твердого раствора $Vi_{85}Sb_{15}$ со сплавами, содержащими атомы Pb и Sn, определяется, в основном, диффузией атомов этих элементов из контактного сплава в твердый раствор. Для обоснования данного предположения была исследована зависимость экструдированных образцов твердого раствора $Vi_{85}Sb_{15}$ со сплавами, содержащими атомы Pb и Sn от содержания примесей свинца в твердом растворе.

Исследования производились в интервале температур $\sim 77-300$ К и напряженности магнитного поля $\sim 74 \cdot 10^4$ А/м.

Электрические измерения проводили вдоль оси экструзии. Были исследованы образцы, не прошедшие после экструзии термообработку, и эти же образцы, прошедшие после экструзии термообработку при ~ 503 К в течение 5 часов [2].

На рис. 1 показана зависимость структуры «твердый раствор $Vi_{85}Sb_{15}$ -контактный материал» (состав контактного материала (мас.%) 25Vi+50Pb+12,5Sn+12,5Cd-сплав Вуда), а также зависимость удельного сопротивления (ρ) твердого раствора $Vi_{85}Sb_{15}$ от концентрации Pb при ~ 77 К.

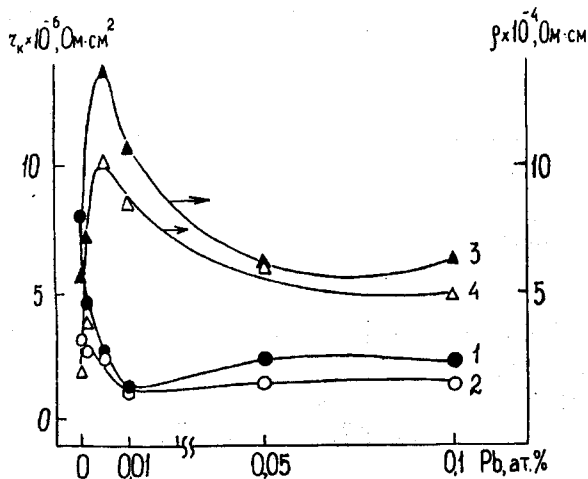


Рис. 1. Зависимости переходного контактного сопротивления и удельного сопротивления при ~ 77 К от концентрации свинца. Кривые 1 и 3 относятся к образцам $Vi_{85}Sb_{15}$, не прошедшим термообработку, а 2 и 4 - к образцам, прошедшим термообработку после экструзии.

Видно, что, как в отожженных, так и в неотожженных образцах, при малых концентрациях (до 0,05 ат.% Pb), зависимости r_k и ρ от концентрации Pb противоположны друг другу. При концентрациях больше 0,05 ат.% Pb, за-

висимости r_k и ρ от концентрации свинца удовлетворительно коррелируют между собой. Кроме того, при ~ 77 К с ростом концентрации Pb в твердом растворе $Vi_{85}Sb_{15}$ зависимость $(r_k - r_{k0}) / r_{k0}$ и $(\rho - \rho_0) / \rho_0$ от напряженности магнитного поля (H) ослабляется. Здесь r_{k0} , ρ_0 - сопротивления переходного контакта и удельное сопротивление $Vi_{85}Sb_{15}$ при отсутствии магнитного поля, а r_k и ρ - в магнитном поле. При малых концентрациях зависимость $(r_k - r_{k0}) / r_{k0}$ от H сильнее, чем зависимость магнитосопротивления от H . С ростом концентрации Pb в твердом растворе $Vi_{85}Sb_{15}$ величина $(r_k - r_{k0}) / r_{k0}$ приближается к значению $(\rho - \rho_0) / \rho_0$ (рис. 2). Во всех случаях r_k и ρ отожженных образцов более чувствительны к изменению напряженности магнитного поля, чем у неотожженных образцов (таблица).

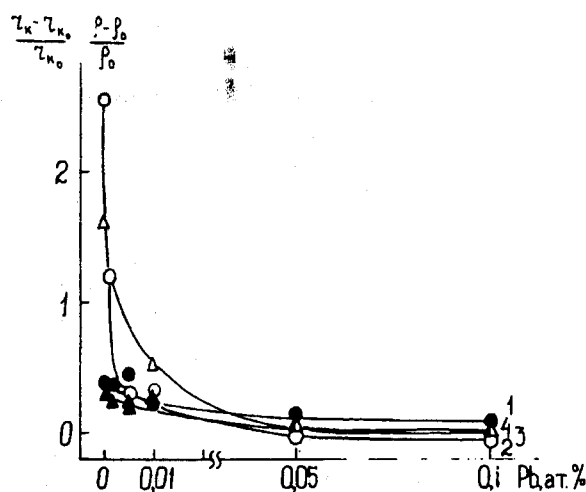


Рис. 2. Зависимости переходного контактного сопротивления и магнитосопротивления от концентрации свинца при 77 К и $H = 74 \cdot 10^4$ А/м. Обозначения те же, что и на рис. 1.

При нанесении контактного сплава на торцы твердого раствора $Vi_{85}Sb_{15}$ происходит взаимная диффузия компонентов твердого раствора и контактного сплава друг в друга. Поэтому, вблизи контакта возникает приконтактный слой данного твердого раствора, сильно легированного атомами свинца и олова, и этот слой обладает p -типом проводимости при ~ 77 К [3]. Поэтому, вблизи

Таблица. Изменения контактного $(\Delta r/r_0)_{max}$ и удельного $(\Delta \rho/\rho_0)_{max}$ сопротивления чистого и легированного Pb образцов твердого раствора $Bi_{85}Sb_{15}$

Содержание Pb в $Bi_{85}Sb_{15}$ ат.%	Образцы, не прошедшие термообработку после экструзии				Образцы, прошедшие термообработку после экструзии при 230 °C в течение 5 часов			
	$(\Delta r/r_0)_{max}$		$(\Delta \rho/\rho_0)_{max}$		$(\Delta r/r_0)_{max}$		$(\Delta \rho/\rho_0)_{max}$	
	77 К	300 К	77 К	300 К	77 К	300 К	77 К	300 К
0	2.25	0.23	1.83	0.22	11.20	0.45	7.30	0.31
0.001	1.74	0.46	1.57	0.09	6.68	0.65	6.00	0.29
0.005	1.66	1.00	1.80	1.20	0.42	0.20	1.32	0.35
0.01	1.31	0.70	1.50	0.80	1.02	1.61	0.26	0.40
0.05	0.25	0.38	0.27	0.56	0.19	0.24	0.19	0.43
0.1	0.22	0.22	0.23	0.50	0.12	0.24	0.11	0.34

контакта образуется переходная область с твердым раствором с *n*-типом проводимости при ~77К, и r_k контакта на основе чистого $Bi_{85}Sb_{15}$ определяется, в основном, сопротивлением узкой переходной области.

При легировании $Bi_{85}Sb_{15}$ акцепторными атомами Pb концентрация электронов в нем уменьшается, и твердый раствор при концентрациях Pb больших 0,01-0,05 ат.% приобретает *p*-тип проводимости при ~77 К [3]. В результате, в образцах на основе твердого раствора, легированного Pb с концентрацией больше 0,01-0,05 ат.%, *p-n* переходная область вблизи контакта отсутствует. Вследствие этого, r_k в образцах на основе легированного твердого раствора $Bi_{85}Sb_{15}$ меньше, чем в образцах на основе чистого твердого раствора.

При концентрациях Pb больших 0,01 ат.% твердый раствор $Bi_{85}Sb_{15}$ обладает *p*-типом проводимости при ~77К, и в этой области ρ твердого раствора с ростом концентрации Pb продолжает медленно падать. Выше 0,01 ат.% сопротивление переходного контакта образцов определяется сопротивлением перехода $Bi_{85}Sb_{15}$, легированного Pb – контактный сплав.

Приведенными соображениями удовлетворительно объясняется и зависимость r_k от концентрации Pb при ~300 К (рис. 3).

В отожженных экструдированных образцах твердого раствора $Bi_{85}Sb_{15}$ концентрация структурных дефектов меньше, чем в неотожженных образцах. Вследствие этого, подвижность электронов и дырок в отожженных образцах более высокая. Кроме того, из-за сильной дефектности структуры в неотожженных образцах примеси Pb

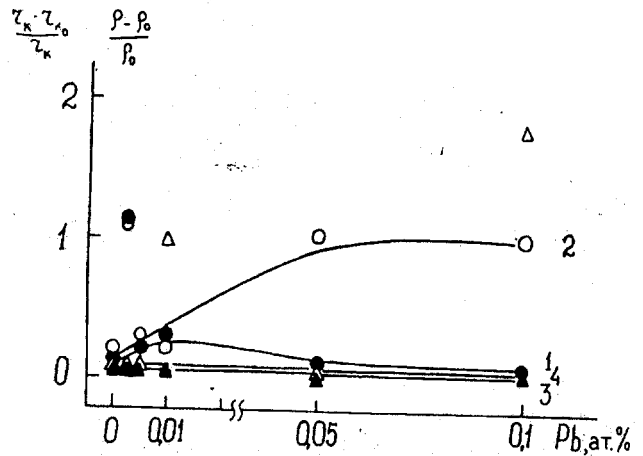


Рис. 3. Зависимости переходного контактного сопротивления и магнитосопротивления при ~300 К от концентрации свинца в $H=74 \cdot 10^4$ А/м. Обозначения те же, что и на рис. 1.

менее активны. Поэтому в неотожженных, а также в образцах, легированных Pb (где преобладают менее подвижные носители заряда), зависимость $(r_k - r_{k0})/r_{k0}$ и $(\rho - \rho_0)/\rho_0$ от напряженности магнитного поля слабее, чем в образцах на основе нелегированного отожженного твердого раствора $Bi_{85}Sb_{15}$.

Таким образом, результаты, полученные на образцах на основе твердого раствора $Bi_{85}Sb_{15}$, легированного Pb, подтверждают правильность механизма, предложенного в [1]:

[1] Ф.С. Самедов, М.М. Тагиев, Д.Ш. Абдинов Термоэлектрики и их применение, Санкт-Петербург, 1999, с.74-77.

[2] М.М. Тагиев, З.Ф. Агаев, Д.Ш. Абдинов. Неорганические материалы, 1994, т.30, №3, с.375-378.

[3] М.М. Тагиев, Д.Ш. Абдинов. Неорганические материалы, 1995, т.31, №11, с. 1405-1407.

M.M. Tağıyev, F.S. Səmədov, N.Ə. Həsənov

QURĞUŞUN AŞQARLARININ VƏ TERMİKİ İŞLƏNMƏNİN $Bi_{85}Sb_{15}$ -KONTAKT ƏRİNTİSİ KEÇİDİNİN KONTAKT MÜQAVİMƏTİNƏ TƏSİRİ

Qurğuşun aşqarlarının və termiki işlənmənin ekstruziya olunmuş $Bi_{85}Sb_{15}$ bərk məhlulu ilə Vud ərintisinin keçid kontaktı müqavimətinə (r_k) təsiri ~77-300 K temperatur intervalı və maqnit sahə intensivliyinin ~74·10⁴ A/m qiymətində tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, qurğuşun aşqarları bərk məhlulda deşiklərin konsentrasiyasını artıraraq r_k -nin azalmasına səbəb olur.

M.M. Tagiyev, F.S. Samedov, N.E. Gasanov

THE INFLUENCE OF Pb IMPURITIES AND THE HEAT TREATMENT ON THE TRANSITIONAL CONTACT RESISTANCE OF $\text{Bi}_{85}\text{Sb}_{15}$ -CONTACT ALLOY

The influence of Pb impurities in extruded samples of $\text{Bi}_{85}\text{Sb}_{15}$ solid solution and the heat treatment on the transitional contact resistance (r_k) of this solid solution with Wood alloy in the temperature range 77 to 300 K and magnetic field intensity $74 \cdot 10^4$ A/m have been investigated. It is established that Pb impurities create in solid solution acceptor type centers, which leads to increasing of hole concentration and decreasing of the r_k contact.

Дата поступления: 02.11.99

Редактор: Д.Ш. Абдинов