

Исследование явления контактного плавления в системе сурьма - теллур

Д. Х. Дадаев

*Дагестанский государственный университет,
филиал в г. Хасавюрте
dadaeff@mail.ru*

Введение. Интерес к исследованию явления контактного плавления (КП) в системе сурьма – теллур многозначен. Во-первых, изучение КП между металлом и полупроводником важно и с точки зрения практического его применения, и для теории КП. Во-вторых, при исследовании КП в системах с химическим взаимодействием компонентов обнаружено понижение температуры КП ниже наименьшей эвтектики. В связи с этим укажем, что на диаграмме состояния системы Sb–Te имеется: одно гомогенное соединение Sb_2Te_3 с температурой плавления $621.5\text{ }^\circ\text{C}$, которое образует эвтектику с теллуrom ($Te+Sb_2Te_3$) при температуре $424\text{ }^\circ\text{C}$ [1]. В-третьих, существует несколько точек зрения на механизм понижения температуры КП в системах, на диаграммах состояния которых имеются интерметаллические соединения [2]:

1. Температура КП оказывается ниже эвтектической температуры вследствие образования в контакте метастабильной легкоплавкой эвтектики (ΔT -эффект КП: $\Delta T = T_{\text{эвт}} - T_{\text{КП}}$). Необходимым условием проявления ΔT -эффекта КП является весьма быстрый нагрев контакта образцов или контактирование при установившейся температуре (импульсный режим нагрева).

2. Другой из причин доэвтектического КП может быть локальное повышение температуры в контакте образцов в результате протекания экзотермической реакции образования интерметаллидов [3]. Появление жидкой фазы в контакте образцов при температуре печи ниже эвтектической

при локальном разогреве контакта за счет экзотермической реакции образования интерметаллидов названо «ложным» ΔT -эффектом КП [4].

Методика экспериментальных измерений подробно описана в работе [5].

Результаты. Медленный режим. В наших исследованиях в контакте чистых компонентов Sb и Te при температуре 250 °C и выше при медленном режиме нагрева образуется слой интерметаллида Sb_2Te_3 .

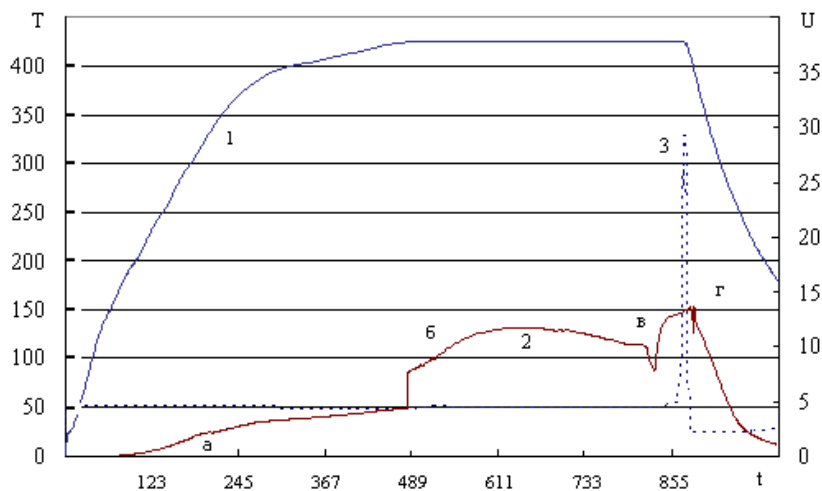


Рис.1

Рост промежуточной фазы при медленном нагреве контакта приводит к изменению автотермоЭДС образцов, что видно из рис. 1 (кривая 2, участок *a*). При достижении температуры 420 °C наблюдается скачкообразный рост термоЭДС (рис.1, кривая 2, участок *б*), что говорит о резком повышении температуры в зоне контакта. Как следует из рисунка (участок *б*), процесс синтеза химического соединения протекает с постепенным убыванием автотермоЭДС в течение 5 мин. Это связано с уменьшением диффузионного потока через образовавшийся слой промежуточного соединения, а скачок вниз на участке *в* – с появлением обильной первичной жидкой фазы. Но это изменение не улавливается внешними термопарами (рис. 1, кривая 1).

Дальнейшее повышение автотермоЭДС (рис. 1, кривая 2, участок *г*) объясняется выделением промежуточного соединения из жидкой эвтектической фазы при температуре несколько ниже эвтектической.

Таким образом, КП в системе Sb–Te при медленном режиме нагрева происходит на 4° ниже плавления стабильной эвтектики Sb_2Te_3+Te . Это объясняется повышением температуры в зоне контакта за счет экзотермической реакции синтеза соединения Sb_2Te_3 . Повышение температуры в зоне контакта подтверждается ростом автотермоЭДС.

Импульсный режим. При импульсном режиме нагрева Sb и Te жидкая фаза в контакте образуется при $410^\circ C$, что на $14^\circ C$ ниже самой низкой эвтектической температуры согласно равновесной диаграмме состояния. Появление жидкой фазы фиксируется датчиком перемещения и визуальным наблюдением через микроскоп МБС-2.

Измерение автотермоЭДС показало, что почти сразу после контактирования при температуре $410^\circ C$ термоЭДС контакта понижается (рис. 2, участок *а*), что мы связываем с образованием метастабильной жидкой фазы Sb+Te.

Образующаяся метастабильная фаза Sb+Te в жидком виде существует 4 – 5 мин (рис. 2, кривая 2, участок *б*), после чего в контакте начинается образование промежуточной фазы Sb_2Te_3 , что видно по участку *в* на кривой 2. При этом в контакте сосуществуют 2 фазы: метастабильная Sb+Te и прослойка интерметаллида Sb_2Te_3 . Если же жидкую прослойку резко охладить парами жидкого азота, то метастабильную фазу можно наблюдать и под микроскопом (рис. 5). В таком виде она способна сохраняться при комнатной температуре в течение 2 – 3 сутки. Повышение автотермоЭДС контакта (рис. 2, кривая 2, участок *в*) обусловлено экзотермической реакцией образования соединения Sb_2Te_3 . Однако выделенного тепла недостаточно для повышения температуры контакта до температуры образования стабильной эвтектики. Во всяком случае, появление вторичной жидкой фазы датчиком перемещения не фиксируется (рис. 2, кривая 3).

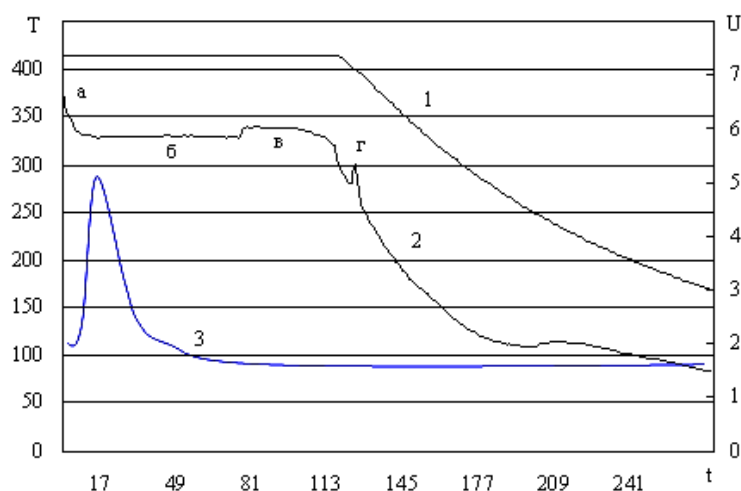


Рис. 2

Со временем происходит плавное снижение кривой автотермоЭДС на участке *в*. Это обусловлено затруднением дальнейшего образования интерметаллида Sb_2Te_3 . Скачок на кривой автотермоЭДС (рис. 2, участок *з*) после выключения печи объясняется дополнительным выделением промежуточной фазы Sb_2Te_3 при кристаллизации контактной прослойки.

Литература

1. Чижиков Д. М., Счастливый В. П. Теллур и теллуриды.- М.: Наука, 1966.- 334 с.
2. Хайрулаев М. Р., Гусейнов А. Н. Особенности контактного плавления в бинарных системах с химическим взаимодействием компонентов//ФизХОМ. 1981. № 5. С. 89–94.
3. Савицкий А. П. Жидкофазное спекание систем с взаимодействующими компонентами. Новосибирск: Наука, 1991.
4. Раджабалиев Г. П. Физико-химические процессы при контактном плавлении в системах, образующих химические соединения. Дисс... канд. техн. наук. Махачкала: ДГПУ, 1996.
5. Дадаев Д.Х., Пацхверова Л.С., Хайрулаев М.Р. Влияние постоянного электрического тока и примесей на процессы контактного плавления в системе свинец-теллур. /Сб. трудов международного симпозиума ОМА-11. Ростов-на-Дону, 2008. С. т.2. 242-245.