

05;08

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ДИФФУЗИЮ В ТОНКИХ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНКАХ В СИСТЕМЕ Pd/Ag

© А.Н.Бекренев, А.Д.Васильев

Влияние ультразвука на диффузию в металлах изучалось в основном при сравнительно больших деформациях образцов [1]. С точки зрения исследования механизмов влияния ультразвука на диффузию более ценными являются эксперименты с малой величиной деформации образца. Одним из объектов, в которых до сих пор нет ясности в механизмах диффузии, являются тонкие поликристаллические пленки [2]. Поэтому исследование особенностей диффузии в поликристаллических пленках при помощи ультразвука является актуальным. Целью настоящей работы является исследование механизмов диффузии в тонкой поликристаллической системе Pd/Ag с помощью ультразвука частотой в десятки мегагерц.

В качестве источника ультразвука использовалась пластина пьезокварца. Одной из обкладок этой пластины была биметаллическая пленка, в которой исследовалась диффузия. Кварцевый резонатор включался в цепь обратной связи электронного генератора, в результате чего этот генератор возбуждался на частоте механического резонанса кварцевого резонатора. Биметаллическая пленка готовилась напылением в вакууме сначала серебра на кварцевую пластину, а затем палладия на полученную серебряную пленку. Толщина пленок серебра и палладия была 0.1 мкм. Эффективный коэффициент диффузии вычислялся с помощью анализа формы рентгеновской дифракционной линии (111) диффузионной зоны биметаллической пленки [3]. Вычисления проводились для области палладиевой пленки, содержащей 50–60% Pd.

На рис. 1 приведены значения эффективного коэффициента диффузии в тонкой палладиевой пленке при воздействии ультразвука и без этого воздействия. Частота ультразвука была 100 МГц, деформация пленки вблизи границы серебро–палладий была 10^{-5} . Видно, что под действием ультразвука происходит увеличение эффективного коэффициента диффузии в несколько раз. На рис. 2 представлена частотная зависимость роста эффективного коэффициента диффузии при действии ультразвука. Приведенная частот-

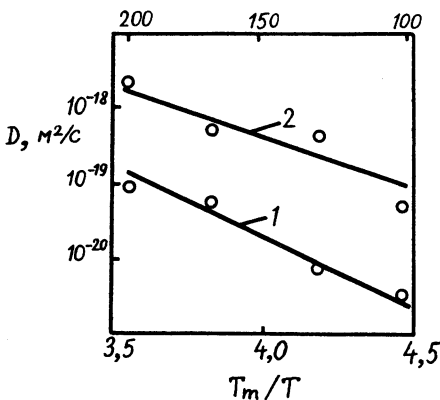


Рис. 1. Зависимость эффективного коэффициента диффузии D от температуры в тонкопленочной поликристаллической системе Pd/Ag в области содержания 50–60% Pd: 1 — при отсутствии действия ультразвука, 2 — при воздействии ультразвука частотой 100 МГц, деформация 10^{-5} .

ная зависимость имеет характер сильно задемпфированного резонанса. Резонанс находится в области высоких частот — 100 МГц, а может быть, на еще более высоких частотах.

В настоящее время полагается, что в тонких поликристаллических пленках доминирует диффузия по границам зерен [2,4]. Но в этом случае очень трудно объяснить влияние ультразвука на диффузию, так как границы зерен не взаимодействуют с ультразвуком частотой в десятки мега-

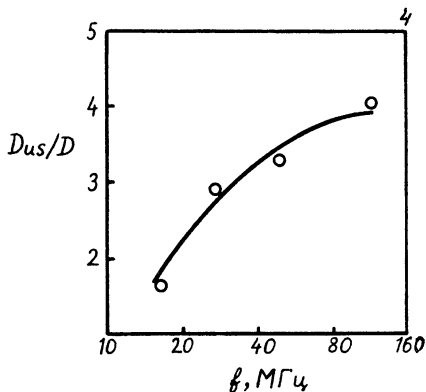


Рис. 2. Зависимость отношения эффективного коэффициента диффузии под действием ультразвука D_{us} к коэффициенту диффузии при отсутствии ультразвука D от частоты f этого ультразвука в тонкопленочной паре Pd/Ag в области содержания 50–60% Pd. Деформация $3 \cdot 10^{-6}$.

герц и деформацией 10^{-5} [5,6]. Результаты, полученные в настоящей работе, удается объяснить, если предположить, что в тонких поликристаллических пленках большую роль играют движущиеся дислокации, как это было предложено для случая крупнокристаллических пленок [7].

Известно, что в анализируемой области частот ультразвука находится резонанс поперечных колебаний дислокационных трубок [5,6]. Колебания дислокационных трубок под действием ультразвука при наличии напряжений приводят к увеличению скорости движения дислокаций. Феноменологически это проявляется в ускорении пластической деформации при воздействии ультразвука [8]. В случае доминирования в образцах диффузии по движущимся дислокациям, под влиянием ультразвука возрастет скорость перемещения таких дислокаций и, как следствие, увеличится эффективный коэффициент диффузии.

Таким образом, в тонкопленочной поликристаллической системе Pd/Ag при воздействии ультразвука частотой в десятки мегагерц наблюдается увеличение эффективного коэффициента диффузии. Наиболее простым объяснением наблюдаемому факту является предположение о преобладании в рассматриваемом случае диффузии по движущимся дислокациям и ускорении движения таких дислокаций под действием ультразвука.

Список литературы

- [1] Кулемин А.В. Ультразвук и диффузия в металлах. М.: Metallургия. 1978. 200 с.
- [2] Беглин Дж., Поут Дж. // Тонкие пленки. Взаимная диффузия и реакции. М.: Мир, 1982. С. 309–361.
- [3] Пинес Б.Я., Чайковский Э.Ф. // ДАН СССР. 1956. Т. 111. № 6. С. 1234–1237.
- [4] Алешин А.Н., Бокштейн Б.С., Куркин П.В. Препринт. Черноголовка: Институт проблем технологии микроэлектроники и особопластичных материалов, 1992. С. 1–47.
- [5] Кристал М.А., Головин С.А. Внутреннее трение и структура металлов. М.: Metallургия, 1976. 375 с.
- [6] Постников В.С. Внутреннее трение в металлах. М.: Metallургия, 1974. 351 с.
- [7] Бекренев А.Н., Васильев А.Д. // Metallофизика. 1992. Т. 14. № 3. С. 91–93.
- [8] Лебедев А.Б. // ФТТ. 1993. Т. 35. № 9. С. 2305–2341.

Самарский
государственный
технический университет

Поступило в Редакцию
30 октября 1995 г.