

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПЛЕНОК $(\text{BiSb})_2\text{Te}_3$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ (ЛО)

Атакулов Б. А., Журкин Б. Г., Убайдуллаев М. И.

В работе [1] были изучены электрофизические свойства тензочувствительных пленок на основе  $(\text{BiSb})_2\text{Te}_3 : \text{Pb}$  в интервале температур  $0.5 \div 300$  К. Определено, что сопротивление образцов в данном температурном интервале остается практически неизменным, а тензочувствительность пленок с понижением температуры вплоть до 4.2 К возрастает.

Шумовое напряжение, генерируемое пленкой в диапазоне частот  $1.5 \div 150$  000 Гц, также не меняется, и в интервале температур  $4.2 \div 300$  К преобладает шум с спектром типа  $1/f$ . Предложена модель, объясняющая указанные выше особенности поведения тензопленок при низких температурах. В данной работе сообщается о влиянии ЛО на электрофизические свойства тензочувствительных пленок на основе  $(\text{BiSb})_2\text{Te}_3$ .

Облучение пленок было проведено при помощи лазерной установки ОГМ-20, работающей в режиме модулированной добротности ( $\lambda = 1.06$  мкм,  $\tau_n = 3 \cdot 10^{-8}$  с,  $E_n = 1.5 \cdot 10^{-5}$  Дж/см<sup>2</sup>); лазерный луч падал на поверхность пленки перпендикулярно к ее поверхности. Продолжительность облучения изменялась от 1 до 5 мин. Во время отжига непосредственных измерений температуры образца не проводилось. После проведения отжига снимались тензохарактеристики, вольтамперные и шумовые характеристики. Методика снятия перечисленных характеристик подробно описана в работе [1].

Все характеристики пленки после ЛО были сняты в течение 10 суток с определенными интервалами времени (каждые 30 мин). Наблюдаемые изменения сопротивления пленки и шумовые напряжения с течением времени показаны на рис. 1, 2 для разных образцов.

После ЛО в достаточно широком интервале времени наблюдается аperiодический рост сопротивления и шумового напряжения пленки. Предлагается следующая интерпретация физической сущности наблюдаемого явления. Под действием ЛО происходит интенсивная адсорбция атомов кислорода на поверхности пленки. Диффузия кислорода в объем кристаллитов осуществляется непосредственно через поверхность. Коэффициент диффузии для таких атомов равен  $D_{06}$ . Атомы кислорода в объем кристаллитов могут диффундировать через границу кристаллитов. Коэффициент диффузии кислорода по границам кристаллитов ( $D_{ГК}$ ) равен  $D_{ГК}$ . Известно, что  $D_{ГК} > D_{06}$  [2, 3]. В результате интенсивной диффузии адсорбированных атомов по ГК под действием ЛО ГК вблизи поверхности пленки постепенно насыщается кислородом так, что это приводит к росту потенциальных барьеров для носителей тока через ГК. После прекращения действия лазерного излучения по поверхности кристаллитов происходят следующие процессы. После ЛО происходит диффузия по ГК накопившегося вблизи поверхности пленки кислорода. В той части толщины пленки, где образовался определенный монослой кислорода, может произойти реконструкция поверхности кристаллитов с резким увеличением диффузии кислорода в объем кристаллитов. (Аналогичное явление реконструкции поверхности Si, платины и палладия в результате адсорбции CO и H наблюдалось в работах [4, 5]).

В этой части эффективные барьеры для носителей тока уменьшаются, что, возможно, и обуславливает наблюдение уменьшения сопротивления пленки  $R$ . Когда уходит кислород в объем, то реконструкция поверхности кристаллитов снимается и в этой части снова за счет диффузии по ГК происходит накопление кислорода.

В дальнейшем опять на некоторой части поверхности кристаллитов образуется реконструкция, но на этот раз уже большая часть поверхности кристаллитов будет подвержена реконструкции, поэтому наряду с осциллирующей должно произойти увеличение сопротивления пленки, т. е. будут наблюдаться аperiодические

дические осцилляции на фоне увеличения сопротивления пленки  $R$  (рис. 1). Из-за накопления кислорода, происходящего за счет реконструкции поверхности кристаллитов в некотором слое [6] вблизи ГК, количество циклов реконструкции будет ограничено. С течением времени эти процессы, заменяя друг друга, повторяются.

Атомы кислорода, диффундирующие в глубину кристаллитов, в результате реконструкции поверхности кристаллитов ведут себя, как примесные атомы, способные к образованию дополнительных носителей тока.

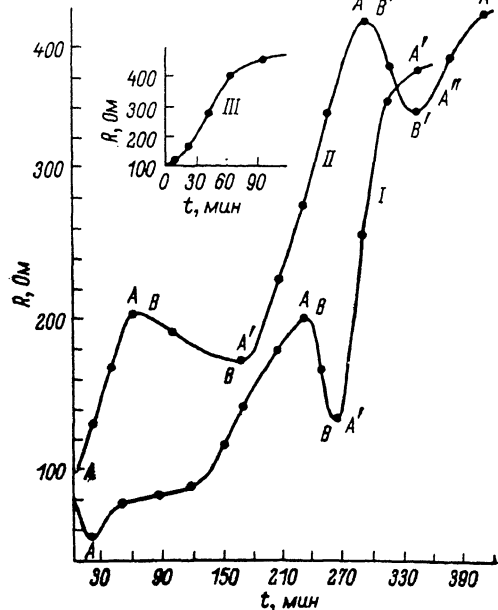


рис. 1. Изменения сопротивления пленки  $R$  (аперриодический рост) для образцов I и II после лазерного отжига.

Облучение продолжалось 5 мин для образца I и 3 мин для образца II. Аперриодический рост сопротивления продолжался около 100 ч. На вставке показан монотонный рост  $R$  образца III после лазерного облучения в течение 5 мин.

Шумовое напряжение, генерируемое пленкой в диапазоне частот  $1.5 \div 150$  000 Гц, также меняется с течением времени (рис. 2).

У отдельных образцов после ЛО наблюдался монотонный рост сопротивления пленки (см. вставку на рис. 1). Это может быть связано с тем, что ЛО при-

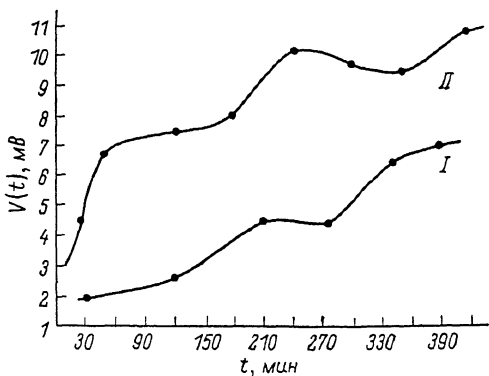


рис. 2. Изменение шумового напряжения для образцов I и II соответственно.

Изменение шумового напряжения со временем коррелирует с изменением сопротивления пленки (см. рис. 1).

водит к частичному плавлению пленок. В результате происходит объединение некоторых соседних кристаллитов в один, что приводит к уменьшению числа ГК [7] и к равномерной диффузии атомов кислорода в глубину образца по всем областям поверхности пленки. В результате наблюдается монотонный рост сопротивления пленки. Тензочувствительность пленки падает и она принимает более стабильное значение.

Авторы глубоко благодарны Ю. В. Копаеву и Б. А. Волкову за полезные дискуссии.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Атакулов Б. А., Журкин Б. Г., Убайдуллаев М. И., Цховребов А. М. Исследование тензочувствительных пленок  $(\text{BiSb})_2\text{Te}_3$ : Pb при температурах  $0.5 \div 300$  К. — Препринт ФИАН СССР, № 89. М., 1985. 8 с.
- [2] Бокштейн Б. С. Атомы блуждают по кристаллу, в. 28. М., 1984. 206 с.
- [3] Равич Ю. И., Ефимова Б. А., Смирнов И. А. Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS. М., 1968. 384 с.
- [4] Cox M. P., Erte G., Ymbi R. — Phys. Rev. Lett., 1985, v. 54, p. 1725.
- [5] Rieder K. H., Baumberger M. B., Stoner W. — Phys. Rev. Lett., 1933, v. 51, p. 1799.
- [6] Гаськов А. М., Гольденвейзер А. А., Соколов И. А., Зломанов В. П., Новоселова А. В. Оже-электронный микроанализ окисленного поликристаллического слоя сульфида свинца PbS. — ФТП, 1984, т. 18, в. 2, с. 359—362.
- [7] Кучеренко Е. С. Плавление межзеренных и межфазных границ. — ФММ, 1986, т. 61, в. 2, с. 297—300.

Физический институт  
им. П. Н. Лебедева АН СССР  
Москва

Получено 11.09.1986  
Принято к печати 4.09.1987