

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ СЛОЯ И АТМОСФЕРНОГО КИСЛОРОДА НА НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТелЛУРИСТО-СВИНЦОВЫХ ФОТОСОПРОТИВЛЕНИИ

Получение фотопроводящих поликристаллических теллуристо-свинцовых слоев, обладающих малой удельной темновой проводимостью при сохранении высокой чувствительности в области максимума спектральной чувствительности, представляет интерес для разработчиков цельноплёночных и мозаичных полупроводниковых преобразователей изображения [1, 2].

Основываясь на современных представлениях о роли кислорода в формировании фотоэлектрических свойств поликристаллических слоев халькогенидов свинца, можно показать, что у слоев теллуристого свинца, имеющих при прочих оптимальных параметрах более мелкокристаллическую структуру, степень взаимодействия кислорода с веществом слоя будет большей.

При этом кислород, заполняя вакансии элемента VI группы Те, обеспечивает уменьшение темновой проводимости, а количество центров захвата для неравновесных носителей растёт, вследствие чего время жизни основных носителей увеличивается, что способствует возрастанию фотопроводимости.

В данной работе в основу получения исследуемых образцов с оптимальными параметрами положен принцип формирования первичного конденсата теллуристого свинца стехиометрического состава в практически замкнутом объеме. Условия, мало отличающиеся от равновесных [3], достигаются при формировании исходного конденсата вещества РbТе в объеме, при котором отношение площади сечения откачного отверстия к общей поверхности испарителя менее 10^{-3} . При этом создаются условия для формирования однородного по составу поликристаллического теллуристо-свинцового слоя.

Практическая реализация этих условий в рассматриваемом случае достигается следующим образом: испарение вещества производится в объеме, роль одной из стенок которого выполняет сапфировый диск. На диске формируется поликристаллический слой. В процессе напыления контролируется сопротивление слоя и температура подложки. В исследованиях ее величина колеблется в пределах $150-180^{\circ}\text{C}$. Толщина вакуумных кон-

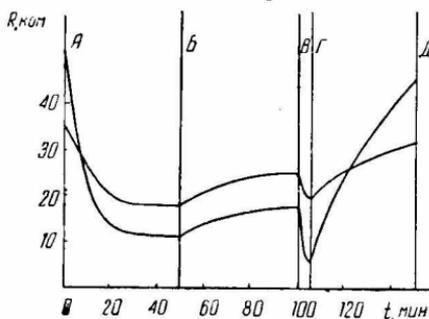


Рис. 1. Изменение сопротивления вакуумных конденсаторов под действием атмосферного кислорода: 1 — первичный конденсат; 2 — вторичный конденсат. А — напуск O_2 ; Б — начало откачки; В — начало прогрева в вакууме при $T=180^{\circ}\text{C}$; Г — конец прогрева; Д — конец откачки.

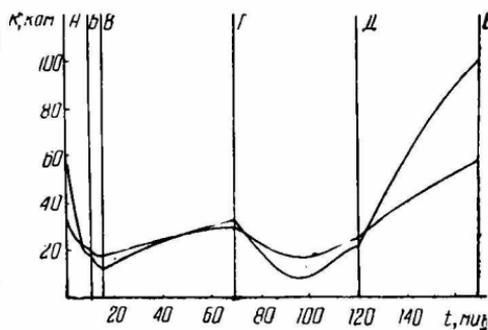


Рис. 2. Изменение сопротивления вакуумных конденсаторов в процессе их сенсибилизации: 1 — первичный конденсат; 2 — вторичный конденсат. А — начало прогрева при $T=250-350^{\circ}\text{C}$; Б — напуск O_2 ; В — начало откачки; Г — начало длительного прогрева при $P=10^{-5}$ тор; Д — конец прогрева; Е — конец откачки.

денсаторов, измеренная оптическими методами, в проводимых нами опытах находится в пределах $0,9-1,3$ мкм. Вещество первичного конденсата служит исходным материалом для получения фоточувствительных (вторичных) слоев теллуристого свинца.

Сапфировый диск, на который наносится первичный конденсат, в дальнейшем служит входным окном разборного охлаждаемого фотосопротивления, выполненного в виде сосуда Дьюара. При сборке приемника сапфировый диск с конденсатом РbТе после переноса через атмосферу присоединяется к корпусу прибора с помощью вакуумной прокладки. Диск должен быть параллелен приемной площадке прибора, на которую производим перепыление, и находиться от нее на расстоянии не более $1-2$ мм. Для снижения нарушений стехиометрии слоя необходима высокая скорость перепыления, в нашем случае время перепыления составляет менее 40 сек.

В процессе перепыления контролируется температура приемной площадки и сопротивление слоя. Температура подложки поддерживается в пределах $20-25^{\circ}\text{C}$.

Сочетание такого способа конденсации с тонкой регулировкой процесса активации слоя в атмосфере кислорода позволяет

изготавливать однородные по составу с мелкокристаллической структурой фотопроводящие слои теллуристого свинца. Толщина вторичного конденсата, как и исходного, находится в пределах 0,9—1,3 мкм.

Известно, что напыление материала на подложку с низкой температурой обеспечивает формирование мелкозернистой структуры слоя, а высокая скорость конденсации вещества дает возможность получать слои с более регулярной структурой.

Для выяснения степени воздействия атмосферного кислорода на характеристики теллуристо-свинцовых слоев в зависимости от их структуры в работе исследовались как вторичный, так и исходный (первичный) конденсаты теллуристого свинца. Величиной, которая позволяет контролировать степень взаимодействия атмосферного кислорода с веществом первичного и вторичного конденсатов при различных температурах, является сопротивление слоя.

На рис. 1 показано изменение сопротивления конденсатов под влиянием атмосферного кислорода при комнатной температуре. Из представленных графиков видно, что, как и следовало ожидать, качественно оба графика в значительной степени повторяют друг друга, однако изменение сопротивления вторичного слоя более значительно по сравнению с изменением сопротивления исходного конденсата. Восстановление сопротивлений слоев до значений, близких к первоначальному, требовало прогрева пленок в вакууме до температуры, превышающей 100° С.

Сравнительно большая скорость изменения сопротивления слоев при напуске воздуха и обратимость свойств при откачке позволяет предполагать, что диффузия атмосферного кислорода в первую очередь происходит по межкристаллическим прослойкам.

Представляет практический интерес изменение сопротивления слоев (вторичного и исходного) при их активации в условиях контролируемого прогрева и давления кислорода.

На рис. 2 представлены графики наиболее характерного поведения сопротивления слоев при их сенсibiliзации.

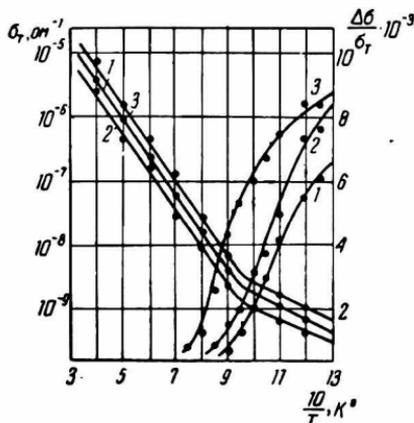


Рис. 3. Зависимость изменения темновой проводимости и величины $\frac{\Delta\sigma}{\sigma_T}$ от температуры слоя:

- 1 — образец получен активацией первичного конденсата;
- 2 — образец получен методом двойного перепыления с переносом первичного конденсата через атмосферу;
- 3 — образец получен лабораторным способом.

Как показано в работе [4], оптимальная степень сенсibilизации находится обычно в области максимума сопротивления слоя при комнатной температуре. В эксперименте оптимальная степень сенсibilизации устанавливается по минимальной скорости изменения сопротивления нагретого слоя вблизи максимума.

В практике использования фотопроводящих поликристаллических слоев теллурида особый интерес представляет зависимость темновой проводимости от температуры, а также температурная зависимость относительного изменения проводимости слоя под действием теплового излучения.

На рис. 3 приведены графики зависимостей изменения темновой проводимости σ_T и величины $\frac{\Delta\sigma}{\sigma_T}$ от температуры для соответствующим образом полученных и активированных теллуристо-свинцовых слоев. При измерении фотопроводимости источником излучения служило черное тело, нагретое до 300° С. Облученность слоя равна 10^{-5} вт/см². Там же для сравнения приведены соответствующие графики для фотопроводящих поликристаллических теллуристо-свинцовых слоев, полученных в сосуде Дьюара без выноса конденсата вещества на воздух [4], и для слоя, сформированного непосредственно на приемной площадке прибора с последующим переносом через атмосферу.

ВЫВОДЫ

1. Данные, приведенные на рис. 2 и 3, подтверждают сделанный ранее вывод о том, что в теллуристо-свинцовых слоях, имеющих оптимальные параметры, степень взаимодействия атмосферного кислорода с веществом определяется структурой слоя и в конечном счете определяет значение его темновой проводимости и чувствительности.

2. Воздействие атмосферного кислорода на вещество первичного конденсата РbТе при комнатной температуре существенно не отражается на величине темновой проводимости и чувствительности теллуристо-свинцовых слоев, полученных прямой возгонкой исходного продукта в вакууме.

3. Показана возможность получения теллуристо-свинцовых слоев с заданными параметрами в конструкциях приборов, не обеспечивающих условий для создания таких слоев лабораторным способом [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Un tube transformateur d'image pour l'infrarouge moyen a couche photoconductrice et couche photoemissive juxtaposees: «Le Serval». *Infrared Physics*, 1963, vol. 3, p. 117—127. Aut.: M. Auphan, G. A. Bontry, J. Brissot e. a.
2. Инф. бюллетень «Радиоэлектроника за рубежом», 1970, вып. 25. 50 с.
3. Сорокин В. К. Исследование механизма образования, структуры и электрофизических свойств пленок некоторых полупроводниковых соединений. Автореф. канд. дис. Харьков, 1968. 20 с.

1. Х а с с Г., Т у н Р. Э. Физика тонких пленок. Т. III, 313. М., «Мир», 1968. 332 с.

2. Y u n g A. S. Photoconductive detectors for infra-red spectroscopy. — J. Scien. Instr., 1955, vol. 32, 4, p. 142.