

УДК 362.537.322.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛАВОК n-PbTe

М. Б. НАБИЕВ, К. И. ГАЙНАЗАРОВА

ФЕРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА
Фергана, Узбекистан

Известно [1], что для создания пленочных термоэлектрических приемников ИК-излучения, необходимо использовать высокоэффективные материалы. К классу таких материалов относятся халькогениды свинца, которые отличаются высоким коэффициентом полезного действия (КПД) за счет относительно больших значений $\alpha^2\sigma$ (α - коэффициент термоэдс, σ - электропроводность) и малой инерционности [2].

В работах [3–5] было показано, что пленки халькогенидов свинца, полученные вакуумным испарением, обладают более высокими значениями коэффициента термоэдс по сравнению с объемными кристаллами с такой же концентрацией носителей заряда. Авторы [3] высказали предположение, что это явление связано с появлением дополнительного механизма рассеяния, связанного с потенциальными барьерами, создаваемыми в пленках межблочными границами. В работе [4] в качестве одной из возможных причин возникновения барьеров рассматривается деформация кристалла вблизи межблочных границ (дислокационных стенок).

Технология получения термоэлектрических плавок n-PbTe.

Для получения пленок применяли метод испарения полупроводникового материала из разогретого тигля с последующей конденсацией его на подложке.

Установка обеспечивала в термокамере вакуум до 10^{-4} мм рт.ст. Напыляемая шихта n-PbTe (с избытком Pb 0,5 % выше стехиометрии) предварительно подвергалась очистке методом возгонки с последующей зонной перекристаллизацией. Для конденсации испаряемого материала использовали следующие диэлектрические подложки: слюду, нитроцеллюлозид, термостойкую полиамидную пленку ПМ-2. Температура диэлектрической подложки изменялась нагревателями, помещенными внутри термокамеры.

Для отыскания оптимальной технологии получения пленок, исследовалось влияние температур испарителя и подложки, расстояния от испарителя до подложки, скорости напыления (см. рис. 1).

Исследования показали, что повышение температуры подложки до 350–370 °С приводит к увеличению $\alpha^2\sigma$ за счет возрастания σ , т.к. диффузионные процессы, интенсивность которых растет с температурой, приводят к спеканию напыленного слоя, т.е. к увеличению блоков (уменьшению дисперсности).

Выше этих температур термоэлектрические свойства пленок начинают заметно ухудшаться. Можно предположить, что начиная с этих температур происходит интенсивное реиспарение компонентов материала пленки, что приводит к значительному сдвигу стехиометрии конденсируемого вещества.

Сопоставление экспериментальных данных показало, что оптимальная скорость напыления (ϑ) колеблется в интервале от 0,03 мкм/сек до 0,1 мкм/сек. Обнаружено, что термоэлектрические параметры сильно зависят от толщины пленок (рис. 2, 3).

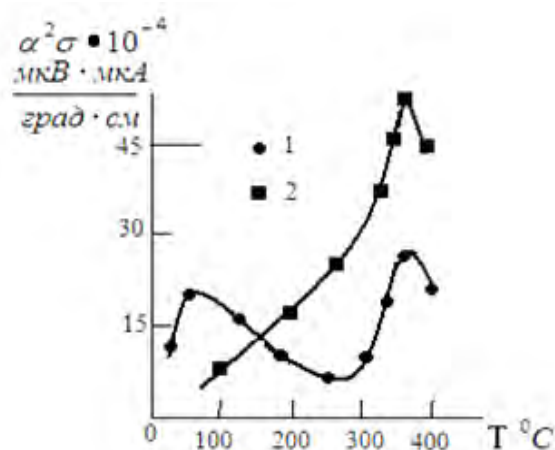


Рис. 1. Кривые зависимости от температуры подложки

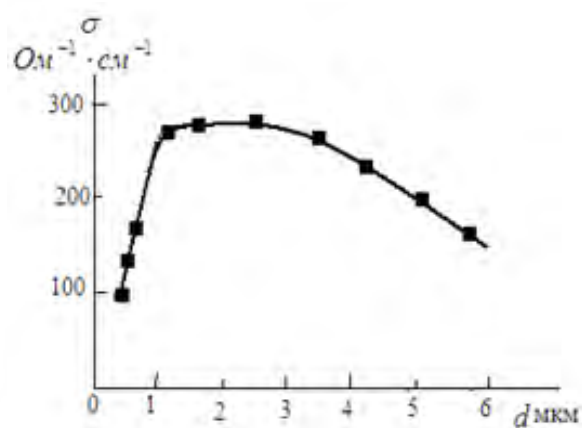


Рис. 2. Зависимость электропроводности пленок от толщины напыленного слоя

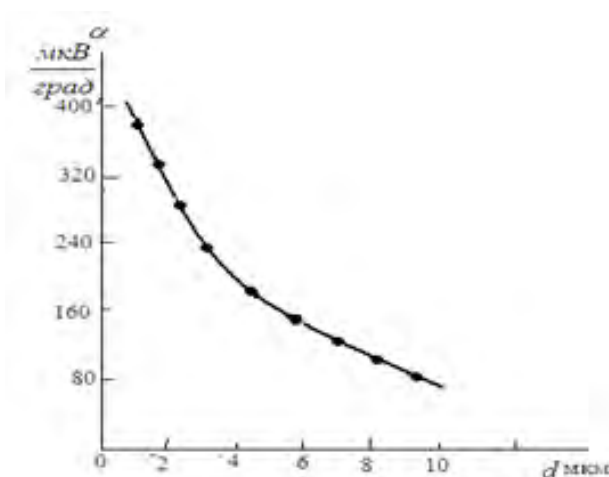


Рис. 3. Зависимость коэффициента термоэдс пленок от толщины напыленного слоя

Наилучшие результаты были получены на пленках толщиной 0,8 + 4,0 мкм, где $\alpha^2\sigma$ достигала значений $(40 + 60) \times 10^6$ мкВ мкА/град²см. При малых толщинах пленки ($d \leq 0,3$ мкм) на σ существенно влияют дефекты, вносимые поверхностью подложки, т.к. напыленная

пленка вероятнее всего в точности повторяет рельеф подложки; пленки имеет низкие значения σ высокие α . В достаточно толстых пленках ($d > 5 \mu\text{м}$) заметно ухудшается адгезия. Это, по-видимому, приводит к образованию микротрещин, за счет чего падает электропроводность, а, следовательно, и $\alpha^2\sigma$.

При температурах подложек менее 300°C пленки, конденсируемые в на слюду, имеют значение $\alpha^2\sigma$ выше, нежели пленки, на полиамиде. Однако, при увеличении температуры конденсация до $350\text{--}370^\circ\text{C}$ этот параметр выравнивается на обоих типах подложек. (Эти исследования проведены авторами ранее в [4, 5]).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Термоэлектрические материалы и пленки / Д. М. Гельфгат [и др.]. / – Ленинград : ЛИЯФ, 1976. – 240 с. : ил.
2. **Равич, Ю. И.** Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца PbTe, PbSe, PbS / Ю. И. Равич, Б. А. Ефимова, И. А. Смирнов. – Москва : Наука, 1968.
3. **Бойков, Ю. А., Гольцман, Б. М.** и др. ФТТ, 22, 2126 (1980).
4. **Абдуллаев, Э. А.** Об увеличении термоэлектрической мощности в пленках p-PbTe, полученных на аморфных подложках / Э. А. Абдуллаев, В. Э. Абдураимов, Ш. Б. Атакулов // Современная схемотехника : сб. тр. – Томск : ТПИ, 1980.
5. Гелиотехника / Э. С. Сагатов [и др.]. – Москва, 1981. – 67 с. : ил.

