

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК ОКИСИ КАДМИЯ

Я. А. ПОТАПЕНКО, В. А. ДРОЗДОВ, Н. А. КАЛЬНЕВ

Пленки окиси кадмия давно находят практическое применение для изготовления «незамерзающих» стекол в авиации, прозрачных электродов, просветляющих покрытий и т. д. [1]. В то же время они являются наименее изученными из группы $A^{II}B^{VI}$ вследствие трудностей, связанных с получением образцов, и тенденции окиси кадмия к отклонению от стехиометрического состава. Рассмотрение некоторых свойств пленок окиси кадмия было проведено в работах [2—7].

В настоящей статье изложены результаты, полученные при изучении электрических свойств пленок в зависимости от режимов катодного распыления. Для приготовления пленок окиси кадмия использовался метод реактивного катодного распыления кадмия на постоянном токе в кислородсодержащей атмосфере. Электропроводность и окраска полученных слоев окиси кадмия в сильной степени зависели от условий получения. Образцы n -типа с удельным сопротивлением $\sim 1 \div 10^2$ ом см получались при малых скоростях распыления (разрядный ток ~ 1 ма/см², время распыления — больше часа). Полученные слои имели толщину $\approx 0,1$ мкм с характерной окраской серого цвета. Значение подвижности электронов проводимости у этих образцов было $\sim 0,8 \div 1$ см²/в сек. При повышении скорости распыления пленки имели более высокую электропроводность. При разрядном токе в $4 \div 5$ ма/см² получались слои с удельным сопротивлением $\sim 10^{-3}$ ом см, а их толщина достигала 1 мкм. Образцы на просвет имели слабую коричневую окраску.

С ростом напряжения распыления удельное сопротивление пленок уменьшается, а концентрация носителей увеличивается (рис. 1а, б). Концентрация основных носителей тока определялась из измерений коэффициента Холла по методике, описанной в работе [8]. При этом наблюдается тенденция к насыщению концентрации электронов проводимости в образцах, полученных при напряжении распыления свыше 1600 в. Холловская подвижность экспоненциально возрастает до напряжения распыления 1400 в и при дальнейшем увеличении напряжения возрастает незначительно (рис. 1в). Таким образом, увеличение электропроводности образцов окиси кадмия с увеличением напряжения распыления обусловлено возрастанием концентрации носителей и их подвижности до напряжения распыления 1400 в. Следовательно, процессы кристаллизации пленки оказывают существенное влияние на параметры получаемых образцов.

Слои с первоначально малой проводимостью (порядка единиц ом⁻¹ см⁻¹) при нагревании до 500°C увеличивают электропроводность на 1—2 порядка; в слоях с большой электропроводностью проводимость при нагревании уменьшается. По всей вероятности, слои с малой проводимостью

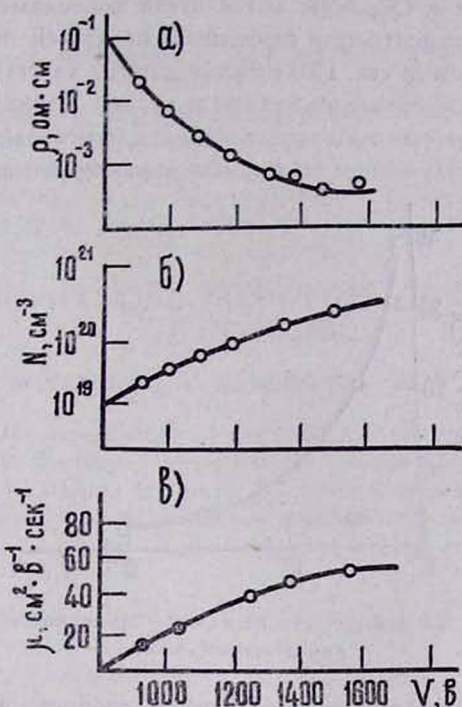


Рис. 1. Зависимость электрофизических параметров от напряжения распыления.

стью, полученные при малом разрядном токе, являются термодинамически неравновесными для более высоких температур.

Используя катоды с различным процентным содержанием меди или индия, мы имели возможность одновременно с получением пленки окиси кадмия производить ее легирование и получать образцы электронного типа проводимости в большом интервале концентраций носителей от 10^{16} до 10^{21} см $^{-3}$. При определенной доле кислорода легирование медью уменьшает проводимость ($7 \cdot 10^1 \div 6,9 \cdot 10^{-2}$ ом $^{-1}$ см $^{-1}$), а индием — увеличивает ее ($7,6 \cdot 10^1 \div 8,2 \cdot 10^2$ ом $^{-1}$ см $^{-1}$). Изменение подвижности в пленках окиси кадмия с примесью индия в интервале концентраций электронов от $2 \cdot 10^{15}$ до $1 \cdot 10^{21}$ см $^{-3}$ представлено на рис. 2. Подвижность увеличивается по мере уменьшения концентрации носителей тока. На основании хода зависимости подвижности от величины концентрации электронов проводимости можно предположить, что уменьшение подвижности обусловлено не только рассеянием электронов на положительных ионах избыточного кадмия, а также на дополнительных центрах, создаваемых атомами индия, тогда как рассеяние на тепловых флуктуациях играет меньшую роль.

Приведем сравнение полученных данных с литературными источниками. Пленки окиси кадмия, полученные в работе [2], имели достаточно низкое удельное сопротивление $\sim 2 \cdot 10^{-3}$ ом см при толщине $\sim 0,3$ мкм. Автор работы [2] использовал более высокие разрядные токи при напряже-

нии распыления 800 в. Образцы имели n -тип проводимости. В работе [3] получено значение концентрации свободных носителей $\sim 5 \cdot 10^{18} \div 10^{20} \text{ см}^{-3}$, подвижность $\sim 50 \text{ см}^2/\text{в сек}$. Полученные данные качественно согласуются с [4] по легированию образцов индием и медью. Подвижность в полученных образцах больше, так как использовались оптимальные условия катодного распыления с получением стабильных характеристик.

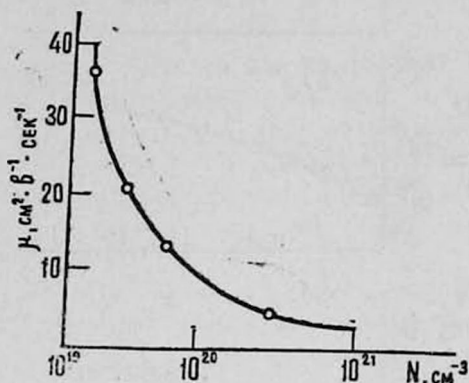


Рис. 2. Зависимость подвижности электронов проводимости от концентрации носителей тока.

В работах [5—7] изучаются оптические свойства и отмечается влияние температурных обработок на электрические параметры пленок окиси кадмия. Авторы работы [6], используя длительную тепловую обработку в различных газовых средах, получали образцы в интервале электронных концентраций $1,32 \cdot 10^{20} \div 12,1 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-3}$; при этом подвижность электронов, вычисленная из оптических постоянных в ИК-области, соответственно изменялась в пределах $42 \div 2 \text{ см}^2/\text{в сек}$. Характер этих зависимостей совпадает, но подвижность полученных образцов в пределах указанных концентраций меньше. Это связано с тем, что увеличение концентрации свободных носителей достигалось введением индия, который служил дополнительным источником рассеяния электронов проводимости.

Одесский государственный
университет им. И. И. Мечникова

Поступила 30.XI.1975

ЛИТЕРАТУРА

1. Физика тонких пленок, т. 3, Изд. Мир, М., 1968.
2. J. S. Preston. Proc. Roy. Soc. (London), A202, 449 (1950).
3. H. Finkenrath. Z. Physik, 158, 511 (1960).
4. T. K. Lakshmanan. J. Electrochem. Soc., 110, 548 (1963).
5. В. К. Милославский. Оптика и спектроскопия, 3, 251 (1957).
6. В. К. Милославский, А. И. Ранюк. Оптика и спектроскопия, 11, 536 (1961).
7. В. К. Милославский, О. М. Шкляревский. ФТП, 5, 926 (1971).
8. Н. А. Кальнев, И. Н. Магден. Изв. АН АрмССР, Физика, 9, 322 (1974).

ԿԱԴՄԻՈՒՄԻ ՕՔՍԻԴԻ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Յա. Լ. ՊՈՏԱՊԵՆԿՈ, Վ. Ա. ԴՐՈԶԴՈՎ, Ն. Ա. ԿԱԼՆԵՎ

Աշխատանքում բերված են կադմիումի օքսիդի թաղանթների էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերի հետազոտման արդյունքները, կախված սլարպման հոսանքից և կատոդային փոշիացման լարումից, ինչպես նաև թերմոմշակման ղանաղան ձևերից: Ցույց է տրված լեգիրացնող խառնուրդների ազդեցությունը էլեկտրահաղորդականության, հաղորդականության էլեկտրոնների կոնցենտրացիայի և նրանց շարժունակության վրա:

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF CADMIUM OXIDE FILMS

Ya. L. POTAPENKO, V. A. DROZDOV, N. A. KALNEV

The results of the investigation of electrophysical parameters of cadmium oxide films depending on the discharge current and the voltage of cathode spraying as well as on different heat treatments are given. The effect of admixtures on the electric conductivity, the concentration of conduction electrons and their mobility is shown.