

## ВЛИЯНИЕ ПОДВИЖНЫХ ДЕФЕКТОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КОНТАКТА МЕТАЛЛ—ПОЛУПРОВОДНИК В КРИСТАЛЛАХ CdS

И. А. Дроздова, Б. Ембергенов, Н. Е. Корсунская, И. В. Маркевич

Институт полупроводников Академии наук Украины,  
252650, Киев, Украина

(Получена 26.10.1992. Принята к печати 6.11.1992)

Показано, что в кристаллах CdS, содержащих подвижные дефекты, характеристики электрических контактов изменяются со временем. При этом омический контакт ухудшается, а сопротивление неомического (выпрямляющего) контакта и величина фотоэдс на этом контакте падают, это обусловлено дрейфом подвижных дефектов в поле либо обогащающего, либо истощающего изгиба зон, создаваемого электродом.

Свойствам контакта металл—полупроводник, в частности проблеме получения омического контакта, посвящено множество работ. Эта проблема подробно изучалась и для такого широко исследуемого полупроводника, как CdS. До сих пор, однако, нет единого мнения относительно качества электродов, обычно используемых для этого материала. Так, в ряде работ было установлено, что электроды из сплавленного In или In + Ga-пасты дают с CdS омический малопомеховый контакт (см., например, [1–3]). В то же время эти электроды часто ведут себя как неомические, что приводит, в частности, к искажению спектральных характеристик фототока [4].

Одной из причин подобного явления может быть наличие в исследуемых кристаллах подвижных дефектов. К настоящему времени дефекты, подвижные при температурах, близких к комнатной, обнаружены во многих полупроводниках [5, 6]. В CdS такими дефектами являются доноры Li, Cd, Cu, а также мелкий акцептор, ответственный за экситонную линию 488 Å [6]. Естественно предположить, что подвижные заряженные дефекты, дрейфуя в поле истощающего или обогащающего изгиба зон, создаваемого электродами, будут изменять свойства контактов, ухудшая омический и уменьшая сопротивление неомического (выпрямляющего) контакта.

Чтобы проверить это предположение, мы исследовали свойства электродов из сплавленного In, In + Ga-пасты и Cu при нанесении их на кристаллы CdS, как имеющие значительную концентрацию подвижных дефектов, так и практически их не содержащие.

Для измерений использовались объемные высокоомные фоточувствительные кристаллы CdS, чистые и легированные Li. Электроды наносились на свежеосажденную поверхность кристалла. Медь осаждалась из раствора CuSO<sub>4</sub>. Эта процедура, как и нанесение In + Ga-пасты, производилась при комнатной температуре и достаточно быстро, что позволило исследовать кинетику изменения характеристик контактов.

Для выявления подвижных заряженных дефектов использовался метод дрейфа дефектов во внешнем электрическом поле [7]. Каждый образец раскалывался на две части. На одну из них наносились электроды из In и исследовалось изменение электрических и фотоэлектрических характеристик приэлектродных

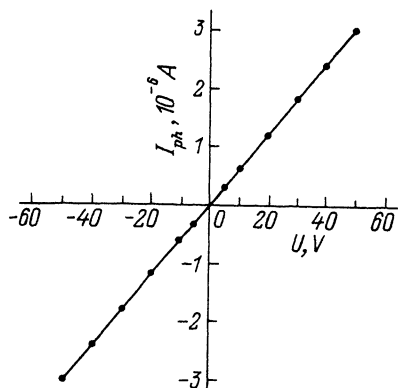


Рис. 1. Вольт-амперная характеристика кристаллов CdS II типа с электродами из In и In + Ga (измерения непосредственно после нанесения In + Ga и через сутки).

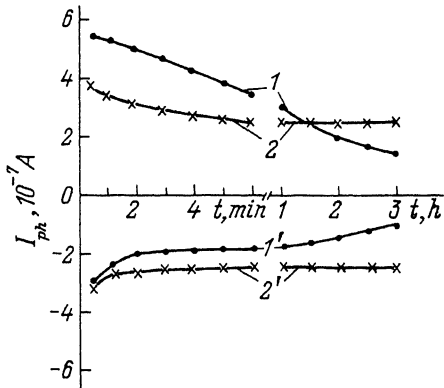


Рис. 2. Изменение фототока в чистом (1, 1') и легированном Li (2, 2') кристаллах CdS I типа во времени после нанесения электрода из In + Ga. Второй электрод — предварительно вплавленный In.  $U = 2B$ . Полярность напряжения: 1, 2 — « $\rightarrow$ » на In + Ga, 1', 2' — « $\leftarrow$ » на In + Ga.

областей со временем под действием приложенного к образцу электрического поля  $10^3$  В/см при 300 К, как это описано в [7].

Как известно, дрейф дефектов в кристаллах  $n$ -типа проводимости приводит к образованию узкой высокоомной слабочувствительной области у анода и увеличению электропроводности и фоточувствительности у катода [7, 8]. Оказалось, что в одних из исследуемых образцов такие изменения наблюдаются уже в течение первых минут (кристаллы типа I), в других же не обнаруживается никаких изменений после выдерживания кристалла под действием поля в течение нескольких часов (кристаллы типа II).

Вторая часть каждого расколотого образца использовалась для исследования характеристик различных электродов. Чтобы избежать влияния дрейфа дефектов на результаты эксперимента, напряжение на образец подавалось только в момент измерения и для кристаллов типа I не превышало 10 В. На образцы во время

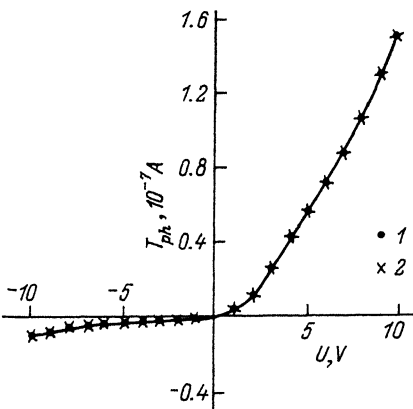


Рис. 3. Вольт-амперная характеристика кристалла CdS II типа с электродами из In и Cu непосредственно после нанесения электрода (1) и через сутки (2).

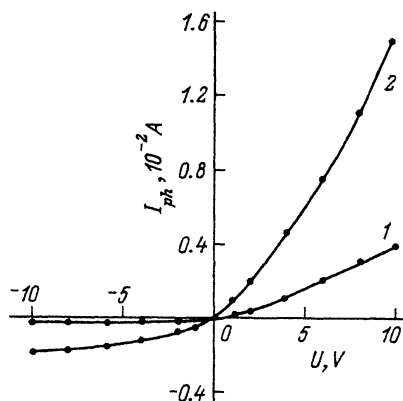


Рис. 4. Вольт-амперная характеристика кристалла CdS I типа непосредственно после нанесения электрода из Cu (1) и через 2 ч (2).

измерений воздействовали светом из спектральной области, соответствующей максимуму фототока. Все измерения производились при комнатной температуре.

Как показали исследования, на кристаллах типа II с электродами из In и In + Ga наблюдается симметричная линейная вольт-амперная характеристика ( $I_{ph} - V$ ), не изменяющаяся со временем (рис. 1).

В кристаллах CdS типа I контакт с электродом из In + Ga, нанесенным непосредственно перед измерением, сначала является омическим в отличие от контакта с предварительно вплавленным электродом из In. Со временем, однако, его свойства изменяются, и в конце концов контакты становятся симметричными. Этот процесс протекает за несколько минут в кристаллах CdS(Li), содержащих более подвижный донор Li, (рис. 2, кривая 1), и за несколько часов в чистых кристаллах CdS, содержащих менее подвижный дефект, по-видимому, Cd, [7] (рис. 2, кривая 2). Эти времена совпадают с временами установления стационарных характеристик приэлектродных областей в процессе дрейфа дефектов под действием поля  $10^3$  В/см для тех и других кристаллов. Следует отметить, что в кристаллах типа I наблюдаются отклонения от симметричных характеристик фототока, описанных в [4], в кристаллах же типа II такого не наблюдается. Электроды из Cu в кристаллах типа II дают неомические (выпрямляющие) контакты, вольт-амперные характеристики которых не изменяются со временем (рис. 3). Величина фотоэдс, измеренная на контакте Cu—CdS, также остается неизменной.

В кристаллах типа I сопротивление неомического контакта со временем падает (рис. 4), и обусловленная этим контактом фотоэдс со временем уменьшается.

Полученные результаты показывают, что наличие в кристаллах подвижных дефектов приводит к изменению характеристик контактов с временем, при этом получить омический контакт в таких кристаллах практически невозможно.

Отметим также, что выпрямляющий контакт с электродом из In, инжектирующий дырки, был получен авторами [9], по-видимому, в результате дрейфа дефектов и образования у анода высокоомной области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] R. W. Smith, A. Rose. Phys. Rev., 97, 1531 (1955).
- [2] F. A. Kroger, G. Diemer, H. A. Klasens. Phys. Rev., 103, 279 (1956).
- [3] Н. Б. Лукьянчикова, И. В. Маркевич, А. Г. Федорус, М. К. Шейнкман. УФЖ, 10, 27 (1965).
- [4] А. П. Ахоян, Б. Ембергенов, Н. Е. Корсунская, И. В. Маркевич. УФЖ, 32, 1559 (1987).
- [5] D. V. Lang. Ann. Rev. Mater. Sci., 12, 377 (1982).
- [6] M. K. Sheinkman, N. E. Korsunskaya, I. V. Markevich, T. V. Torchinskaya. J. Phys. Chem. Sol., 43, 475 (1982).
- [7] Н. Е. Корсунская, И. В. Маркевич, И. Ю. Шаблий, М. К. Шейнкман. ФТП, 15, 279 (1981).
- [8] А. П. Виктор, В. В. Зотов, В. В. Сердюк. ФТП, 13, 435 (1979).
- [9] G. A. Marlor, J. Woods. Proc. Phys. Soc., 81, 1013 (1963).

Редактор Л. В. Шаронова