

В. И. ЛЯШЕНКО

## АДСОРБЦИЯ МОЛЕКУЛ И ФОТОПРОВОДИМОСТЬ ЗАКИСИ МЕДИ

(Представлено академиком А. Н. Терениным 5 IX 1952)

Ранее было показано, что адсорбция молекул (спирта, ацетона, бензола) изменяет работу выхода и проводимость полупроводников (<sup>1, 2</sup>). Это изменение таково: если работа выхода уменьшается, то проводимость дырочных полупроводников уменьшается, а электронных увеличивается; если же работа выхода увеличивается, то проводимость дырочных полупроводников увеличивается, а электронных уменьшается.

В этих же работах мы дали объяснение этого явления, исходя из предположения, что адсорбция изменяет заполнение поверхностных электронных уровней.

Если это действительно так, то можно ожидать влияния поверхности на фотопроводимость тонких образцов полупроводников при адсорбции таких веществ, которые сами по себе не поглощают света, возбуждающего фотопроводимость. В самом деле, уровни, на которых локализуются, например, электроны при наличии дырочной фотопроводимости, могут быть как в объеме, так и на поверхности полупроводника. При адсорбции концентрация последних, в соответствии с нашими представлениями, должна изменяться, что обнаружится по изменению свойств фотопроводимости в тонких образцах.

С целью выяснения этого вопроса мы предприняли изучение фотопроводимости закиси меди, пользуясь адсорбцией ацетона и этилового спирта как факторами обратимого изменения электронного состояния поверхности. Были использованы образцы  $Cu_2O$  как «тонкие» (толщиной  $\sim 1 \mu$ ) так и «толстые» ( $\sim 0,2$  мм).

Установка, в которой монтировался образец, позволяла исследовать явление как в вакууме ( $\sim 10^{-4}$  мм рт. ст.), так и в атмосфере паров при различных давлениях.

Для исследования фотопроводимости были использованы П-образные импульсы света длительностью 3 мсек. с промежутком темноты 115 мсек. Измерялись пиковые значения фототока  $I_p$  на экране осциллографа. Кроме того, пользуясь теми же импульсами света, мы исследовали кривую спада фототока  $I_\phi$  в темноте, используя метод «парциальных времен», предложенный Н. А. Толстым и П. П. Феофиловым (<sup>3</sup>). Параллельно мы измеряли темновой и постоянной фототоки, используя зеркальный гальванометр.

Для определения собственных времен фотопроводимости ( $\tau_1$ ) были построены графики  $\lg I_\phi(t)$ . Как видно из рис. 1, зависимости  $\lg I_\phi(t)$  имеют вид двух прямых, плавно переходящих одна в другую, что указывает на то, что кинетика фотопроводимости в основном описывается двумя собственными временами: одно из них  $\tau_1 \sim 10^{-4}$  сек. и другое

$\tau_2 \sim 10^{-2}$  сек. Это соответствует данным, полученным для  $\text{Cu}_2\text{O}$  и другими авторами (4).

Более точно было определено короткое собственное время ( $\tau_1$ ), а также его зависимость от упругости паров ацетона. При этом оказалось, что: 1)  $\tau_1$  значительно возрастает при увеличении упругости паров ацетона и 2) доля фотопроводимости, связанная с коротким собственным временем, значительно уменьшается при увеличении давления паров по сравнению с долей фотопроводимости, связанной с  $\tau_2$ . Так, мы наблюдали возрастание короткого времени  $\tau_1$  от  $2,2 \cdot 10^{-4}$  до  $5,7 \cdot 10^{-4}$  сек.,

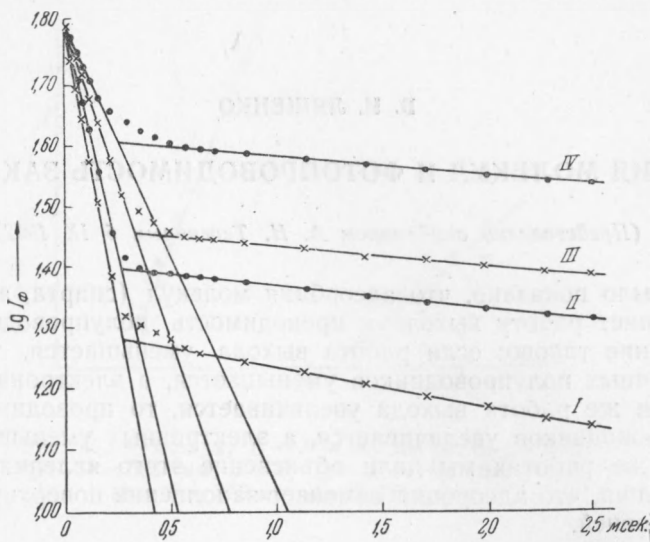


Рис. 1. Зависимость  $\lg I_{\phi}(t)$ . Измерения проведены на образце  $\text{Cu}_2\text{O}$  при адсорбции ацетона. I — вакуум ( $\tau_1 = 2,2 \cdot 10^{-4}$  сек.,  $\tau_2 = 0,7 \cdot 10^{-2}$  сек.); II — давление 9 мм рт. ст. ( $\tau_1 = 2,7 \cdot 10^{-4}$  сек.,  $\tau_2 = 1,2 \cdot 10^{-2}$  сек.); III — давление насыщенных паров ( $\tau_1 = 4,1 \cdot 10^{-4}$  сек.,  $\tau_2 = 1,3 \cdot 10^{-2}$  сек.); IV — давление 1 ат (насыщенные пары + сухой воздух) ( $\tau_1 = 5,7 \cdot 10^{-4}$  сек.,  $\tau_2 = 1,3 \cdot 10^{-2}$  сек.)

при этом коротковременная компонента фототока уменьшается от 40% (вакуум) до 18%. Таким образом, отношение длинновременной компоненты к коротковременной изменилось в  $\sim 3$  раза.

С увеличением давления адсорбируемых паров темновое сопротивление образцов возрастает, как это было описано в предыдущих наших работах (1, 2). Если сопоставить изменения короткого собственного времени  $\tau_1$  и сопротивления образца в зависимости от упругости паров ацетона или спирта, то можно заметить параллелизм в ходе этих величин.

На рис. 2 представлена зависимость  $\lg \tau_1 \left( \lg \frac{R}{R_0} \right)$  для одного из образцов. С некоторым разбросом точки укладываются на прямую, откуда мы находим эмпирическую зависимость  $\tau_1 = \tau_0 \left( \frac{R}{R_0} \right)^n$ , где  $n = 1,3$ .

Вследствие адсорбции паров употребляемых нами веществ возрастают также и пиковые значения фототока  $I_n$  (см. рис. 3).

Сильное влияние на фотопроводимость тонких образцов оказывают пары воды. В этом случае особенно сильно изменяется короткое собственное время  $\tau_1$ , возрастающее до  $8,8 \cdot 10^{-4}$  сек. (в 4 раза).

Наблюдаемое нами влияние адсорбции молекул на фотопроводимость вполне обратимо.

Аналогичные измерения были проведены и на толстых образцах закиси меди (толщина пластинки 0,2 мм). И в этом случае мы наблюдали

влияние адсорбции на фотопроводимость. Собственные времена  $\tau_1$  и  $\tau_2$  в вакууме оказались примерно такие же, как и в тонких образцах. Адсорбция молекул увеличивает эти времена, но в меньшей степени, чем в тонких.

Изменение фотопроводимости в зависимости от упругости паров адсорбируемых веществ показывает, что это явление связано с поверхностью полупроводника; повидимому, часть фотоэлектронов связывается с поверхностными уровнями полупроводника, а часть — с уровнями, расположенными в объеме его.

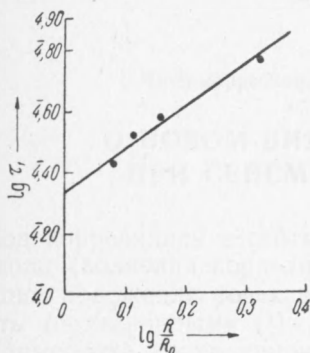


Рис. 2. Изменение собственного времени  $\tau_1$  и сопротивления образца закиси меди при адсорбции паров

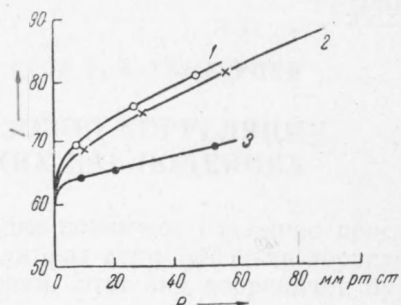


Рис. 3. Зависимость пиковых значений фототока  $I_p$  от давления. 1 — спирт, 2 — ацетон, 3 — бензол

Полученные результаты находятся в согласии с первоначальными нашими предположениями о том, что при адсорбции молекул происходит изменение количества поверхностных уровней, способных захватывать фотоэлектроны.

Выражаю глубокую признательность проф. В. Е. Лашкареву за ценные дискуссии по этой работе.

Институт физики  
Академии наук УССР

Поступило  
5 VIII 1952

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. Е. Лашкарев, В. И. Ляшенко, Сборн., посвящ. 70-летию акад. А. Ф. Иоффе, изд. АН СССР, 1951, стр. 535. <sup>2</sup> В. И. Ляшенко, И. И. Степко, Изв. АН СССР, сер. физ., 16, № 2, 211 (1952). <sup>3</sup> Н. А. Толстой, П. П. Феофилов, Изв. АН СССР, сер. физ., 13, 211 (1949). <sup>4</sup> В. Е. Лашкарев, Г. А. Федорус, ДАН, 64, 195 (1949).