

ПЕРЕХОД МОТТА В ГЕРМАНИИ С РАДИАЦИОННЫМИ ДЕФЕКТАМИ

Доброго В. П., Ермолаев О. П., Хемеда О. М.

В работах [1, 2] была обнаружена и исследована прыжковая проводимость по мелким уровням радиационных дефектов (РД) в германии, облученном быстрыми реакторными нейтронами. Там же было определено значение радиуса локализации дырки на мелком дефектном уровне $a=40 \text{ \AA}$.

С увеличением концентрации дефектов с мелкими уровнями энергия активации проводимости уменьшается, и при достижении критической концентрации N_c должен наблюдаться переход металл—металл, причем, согласно [3], $N_c^{1/3} a \approx 0.25$. Отсюда следует, что переход Мотта для $a=40 \text{ \AA}$ должен произойти при $N_c = 2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Однако экспериментальные данные [4] свидетельствуют о том, что $4 \cdot 10^{17} < N_c < 1 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

В настоящей работе представлены экспериментальные данные, указывающие на то, что величина боровского радиуса дефектов с мелкими уровнями является функцией расстояния от дефектного центра. Приведенные на рис. 1 данные для германия с радиационными дефектами сравниваются с данными для герма-

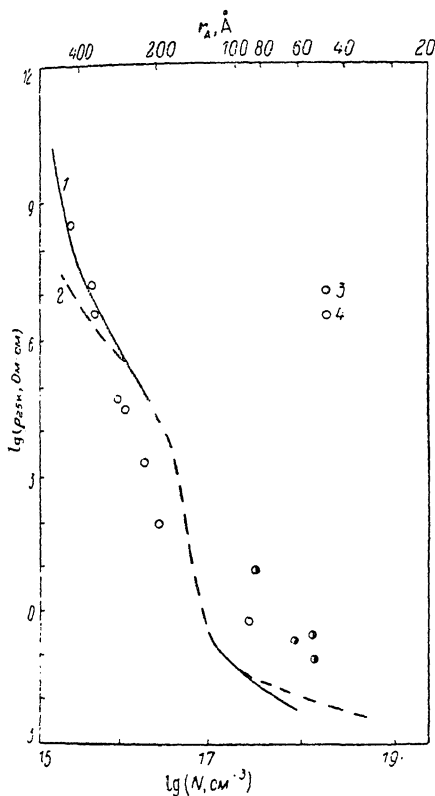


Рис. 1. Зависимость логарифма удельного сопротивления при $T=2.5 \text{ K}$ от концентрации основных примесей (дефектов).

1 — Ge(Sb) [1], 2 — Ge(Ga) [1], 3 — Ge с РД [4], 4 — наши результаты.

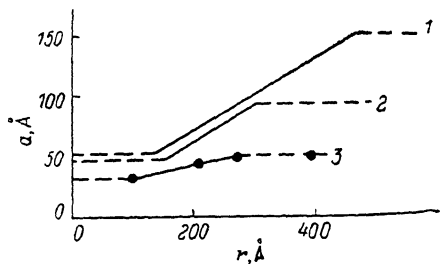


Рис. 2. Изменение эффективного боровского радиуса дырки на акцепторе с расстоянием r от центра.

1 — $p\text{-InSb}$ [1], 2 — Ge(Ga) [1], 3 — наши результаты.

ния, легированного примесями III и V групп [5]. В случае средних расстояний между дефектами ($r_A > 300 \text{ \AA}$) результаты, полученные на германии с РД, близки к данным для германия, легированного примесями V группы. Таким образом, на больших расстояниях от центра волновые функции дырок также характеризуются радиусом $a=40 \text{ \AA}$. Отметим, что для германия, легированного галлием, $a=90 \text{ \AA}$ при таких же средних расстояниях между примесями, что соответствует различному ходу кривых для n - и p -германия в области малых концентраций примесей (рис. 1). Переход Мотта в Ge(Sb) и Ge(Ga) наблюдается при $N_c \approx 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Боровский радиус при переходе $a_M \approx 50 \text{ \AA}$.

Для германия с РД при $N_{RD} > 10^{17} \text{ см}^{-3}$ точки лежат значительно выше кривых для n - и p -германия с химическими примесями III и V групп, что свиде-

тельствует о меньшей величине a_M в германии с РД. Вид температурных кривых удельного сопротивления для германия с РД свидетельствует о том, что энергия активации проводимости исчезает при $N_{PD} \approx 4 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. К сходным выводам приводят также данные работы [4], представленные на рис. 1. Таким образом, можно заключить, что боровский радиус при переходе Мотта ($a_M \approx \approx 30 \text{ \AA}$ для германия с РД) существенно меньше, чем боровский радиус, обеспечивающий прыжковую проводимость ($a = 40 \text{ \AA}$).

На рис. 2 приведены зависимости величины боровского радиуса от среднего расстояния между примесями для германия с РД, германия, легированного Ga [6] и InSb [6]. Отметим, что сопоставление этих кривых указывает на значительно меньшую зависимость боровского радиуса от расстояния между примесями в германии с РД по сравнению с германием, легированным галлием, причем величина боровского радиуса оказывается ближе к расчетной, получаемой с использованием эффективной массы тяжелых дырок.

Список литературы

- [1] Доброго В. П., Ермолаев О. П. // ФТП. 1976. Т. 10. В. 5. С. 999—1001.
- [2] Dobrego V. P., Ermolaev O. P., Tkachev V. D. // Phys. St. Sol. (a). 1977. V. 44. № P. 435—442.
- [3] Мотт Н. Ф. Переходы металл—изолятор. М., 1979. 342 с.
- [4] Кожух М. Л., Липкина Н. С., Шлимак И. С. // ФТП. 1985. Т. 19. В. 2. С. 331—336
- [5] Chroboczek J. A. // Proc. XI Conf. «Physics of Semiconducting Compounds». Jaszowia Poland, 1981. V. 4. P. 69—80. Fritzsche H. // J. Phys. Chem. Sol. 1958. V. 6. P. 68—80
- [6] Гершензон Е. М., Куриленко И. Н., Литвак-Горская Л. Б. // ФТП. 1974. Т. 8. В. 6. С. 1186—1190.

Белорусский
государственный университет
им. В. И. Ленина
Минск

Получено 28.04.1989
Принято к печати 11.08.1989

ФТП, том 24, вып. 3, 1990

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ПОЛОЖЕНИЯ УРОВНЯ ФЕРМИ В АМОРФНОМ ГИДРИРОВАННОМ КРЕМНИИ *n*-ТИПА

Казанский А. Г.¹

Как известно, в нелегированном и легированном донорами аморфном гидрированном кремнии ($a\text{-Si} : \text{H}$) температурная зависимость проводимости определяется выражением $\sigma = \sigma_0 \exp [-(E_c - E_f)/kT]$, где E_f — положение уровня Ферми, а E_c — положение края зоны проводимости, вблизи которого происходит движение носителей заряда [1]. В предположении линейной температурной зависимости положения уровня Ферми относительно края зоны проводимости можно записать $(E_c - E_f)_T = E_a - \gamma T$, где значения E_a и γ , вообще говоря, зависят от области температур, в которой проводится линейная экстраполяция, причем величина γ определяется температурным изменением положения E_f и E_c [1]. В этом случае $\sigma = \sigma_0 \exp (\gamma/k) \exp (-E_a/kT)$. В ряде работ, посвященных исследованию $a\text{-Si} : \text{H}$, величина E_a используется для получения информации о положении уровня Ферми. При этом изменение E_a , происходящее при различных воздействиях на $a\text{-Si} : \text{H}$ (легирование, облучение светом), непосредственно связывают с изменением положения E_f [2—4]. В то же время температурная з

¹ Работа выполнена в Марбургском университете.