

02;05

## Влияние нейтронного облучения на микротвердость арсенида галлия

© З.В. Джибути, Н.Д. Долидзе, Н. Сихуашвили, Г.Л. Эристави

Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили, Грузия  
E-mail: nugo@geo.net.ge

Поступило в Редакцию 16 марта 2004 г.

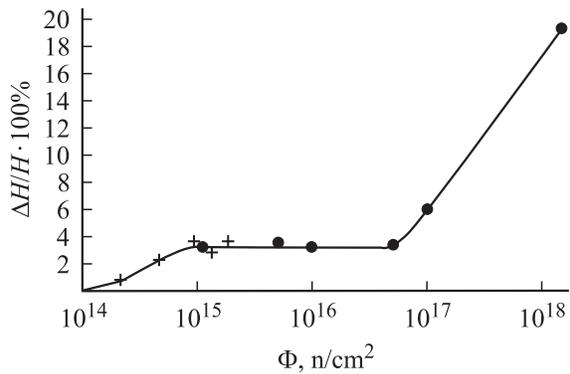
Исследуется влияние нейтронного облучения на микротвердость  $n$ -GaAs. Показано, что наблюдаемое ранее насыщение в процессе возрастания микротвердости, с увеличением дозы облучения, имеет место лишь в диапазоне  $\Phi \sim 10^{15} \div 5 \cdot 10^{16} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$ . С повышением дозы облучения происходит дальнейшее возрастание микротвердости кристалла, связанное с увеличением роли созданных облучением разупорядоченных областей в  $n$ -GaAs.

Как известно, радиационное воздействие оказывает заметное влияние не только на электрофизические и оптические свойства полупроводниковых материалов, но и на другие структурно-чувствительные характеристики, каковыми являются механические свойства кристаллов [1–3].

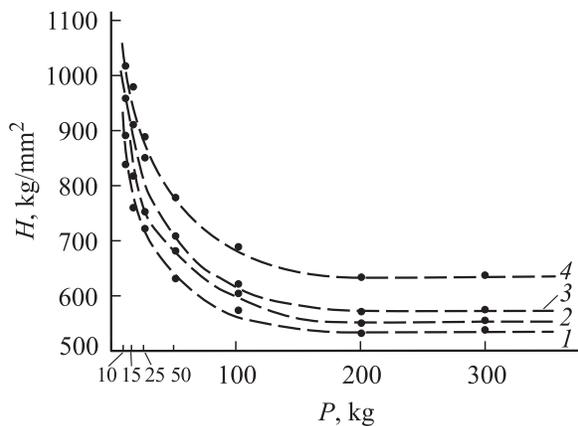
В работе [3] исследовано влияние нейтронного облучения на микротвердость GaAs при относительно малых ( $< 2 \cdot 10^{15} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$ ) дозах облучения. Показано, что при облучении микротвердость GaAs повышается и после дозы облучения  $\sim 10^{15} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$  выходит на насыщение. Подобное изменение микротвердости GaAs наблюдалось и при  $\gamma$ -облучении [2].

В настоящей работе исследовано влияние нейтронного облучения на микротвердость GaAs в широком диапазоне доз  $\Phi = 10^{15} \div 1.25 \cdot 10^{18} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$ , при температуре  $70^\circ\text{C}$ . Образцы представляли собой нелегированный GaAs  $n$ -типа с концентрацией носителей тока  $10^{15} \text{ см}^{-3}$  и плотностью дислокаций, равной  $10^4 \text{ см}^{-2}$ . Микротвердость измерялась на плоскости (111). Измерения микротвердости проводились на установке „Dugimet“ по методу вдавливания в интервале нагрузок от 15 до 300 g, с использованием стандартной пирамиды Кнупа.

На рис. 1, 2 показана зависимость изменения микротвердости ( $H$ ) и относительное ее изменение ( $\Delta H/H$ ) GaAs от дозы облучения. Исследование показали (рис. 1), что после дозы облучения  $\Phi \sim 10^{15} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$ ,



**Рис. 1.** Зависимость относительного изменения микротвердости GaAs от дозы облучения быстрыми нейтронами (+ — данные работы [3]).



**Рис. 2.** Зависимость величины микротвердости GaAs от нагрузки на индентор после облучения потоками быстрых нейтронов  $\Phi, \text{cm}^{-2}$ : 1 — 0; 2 —  $5 \cdot 10^{16}$ ; 3 —  $10^{17}$ ; 4 —  $1.25 \cdot 10^{18}$ .

как и в работе [3], микротвердость выходит на насыщение. Однако после дозы  $5 \cdot 10^{16} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2}$  происходит ее увеличение с резким ростом при  $\Phi > 10^{17} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2}$ . Таким образом, насыщение микротвердости наблюдается только в диапазоне доз облучения  $\Phi \sim 10^{15} \div 5 \cdot 10^{16} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2}$ .

Необходимо отметить, что повышение микротвердости облученного нейтронами GaAs выше доз  $\Phi \sim 10^{16} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$ , наблюдается во всем диапазоне нагрузок на индентор (рис. 2).

Увеличение микротвердости облученного GaAs может быть вызвано как уменьшением подвижности дислокации, так и жестким закреплением последних на точечных радиационных дефектах (в основном вакансиях) [3]. В случае облучения нейтронами, при относительно малых дозах ( $< 5 \cdot 10^{16} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2}$ ), в этом процессе большую роль будут играть точечные дефекты, создаваемые в кристалле вне разупорядоченных областей. С увеличением дозы облучения, когда начинают перекрываться разупорядоченные области, объем занимаемый ими, становится уже существенным. Концентрация точечных дефектов (типа вакансии Ga или As) в них гораздо больше, чем в основном объеме [4–6]. Следовательно, их влияние на подвижность дислокации становится гораздо более существенным, что выражается в значительном увеличении микротвердости облученного кристалла. К этому следует добавить и тот факт, что при нейтронном облучении радиационными дефектами создаются внутрикристаллические деформационные поля, аналогичные сжатию, которые также приводят к повышению микротвердости кристалла [7,8].

Повышение микротвердости кристалла могло быть вызвано также и увеличением плотности дислокации вследствие радиационного воздействия [1]. Но, как было показано в работе [5], при нейтронном облучении GaAs плотность дислокаций не меняется.

## Список литературы

- [1] *Кривов М.А., Потахова Г.И., Рыбкина Л.П.* // Изв. вузов. Физика. 1966. В. 1. С. 190–191.
- [2] *Доморяд И.А.* // Действие радиоактивного излучения на вещества. Ташкент: ФАН, 1970. С. 27–29.
- [3] *Сирота Н.Н., Курилович Н.Ф., Березина Г.М.* // Докл. АН БССР. 1975. Т. XIX. № 10. С. 880–882.
- [4] *Coates R., Mitchell E.W.J.* // Advances in Physics. 1975. V. 24. N 5. P. 593–644.
- [5] *Кладько В.П., Пляцко С.В.* // ФТП. 1998. Т. 32. В. 3. С. 261–263.
- [6] *Глинчук К.Д., Прохорович А.В.* // ФТП. 1997. Т. 31. В. 5. С. 533–535.
- [7] *Джибутти З.В., Долидзе Н.Д., Цеквава Б.Е., Эристави Г.Л.* // Письма в ЖТФ. 2003. Т. 29. В. 13. С. 26–30.
- [8] *Аблова М.С.* // Методы испытания на микротвердость. Приборы. М.: Наука, 1965. С. 237–244.