

## ИСПАРЕНИЕ GaAs ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ СВЕТОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ

Н.Н. Лойко, С.Н. Максимовский, А.П. Шотов

*Исследовано влияние спектрального состава излучения ксеноновой лампы ДКСШ-1000 на процесс испарения арсенида галлия в атмосфере водорода. Методом оже-спектроскопии установлено, что при облучении поверхности образцов GaAs УФ излучением при 800 °С нарушения стехиометрии состава приповерхностного слоя не происходит.*

При нагреве GaAs диссоциирует на галлий и молекулы As<sub>2</sub> и As<sub>4</sub>. Однако существенная разница между давлениями пара галлия и мышьяка не позволяет выращивать пленки GaAs стехиометрического состава путем испарения самого соединения [1]. Поэтому для выращивания арсенида галлия из паровой фазы обычно используют методы раздельного переноса галлия и мышьяка — метод химического газового транспорта, метод химического осаждения из металлоорганических соединений, метод молекулярно-лучевой эпитаксии.

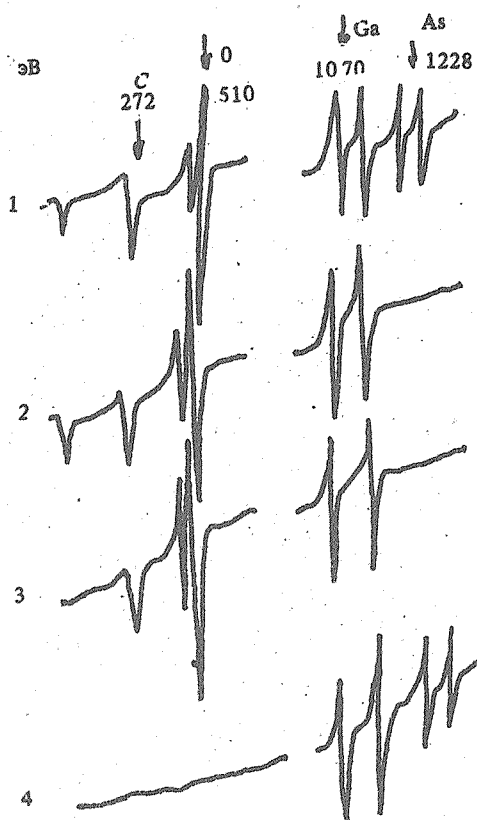


Рис. 1. Оже-спектры образцов GaAs до обработки (1), после прогрева (2), после облучения световым потоком ( $\lambda = 0.4-1,2$  мкм) (3), после УФ облучения (4).

Наряду с этим большой интерес представляет выращивание пленок арсенида галлия из паровой фазы путем испарения самого соединения.

На испарение полупроводниковых соединений сильно влияют условия проведения процесса /2/. Ранее уже проводились исследования влияния электромагнитного излучения на испарение CdS и ZnSe /3,4/. Было установлено, что скорости испарения этих соединений при оптическом и термическом воздействии сильно различаются. Очевидно это связано с тем, что световое воздействие изменяет концентрацию свободных носителей в приповерхностной области и влияет на положение уровня электрохимического потенциала.

В данной работе исследовалось влияние светового облучения на испарение GaAs в атмосфере водорода. Испарение GaAs проводилось в технологическом реакторе, описанном ранее в /5/. Использовались образцы арсенида галлия, легированные хромом до концентрации  $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ . Факт испарения устанавливался по потере массы образца.

Известно, что при нагреве GaAs в вакууме интенсивное испарение мышьяка начинается при температуре выше  $640^\circ\text{C}$ , а остающийся на поверхности Ga собирается в капли. Нами было установлено, что интенсивное разложение GaAs в атмосфере водорода при давлении 1,1 атм начинается при  $T > 720^\circ\text{C}$ . Данные оже-анализа подтверждают наличие на поверхности галлия и отсутствие мышьяка (рис. 1, спектр 2), и на микрофотографии поверхности образца GaAs видны капли галлия (рис. 2а):

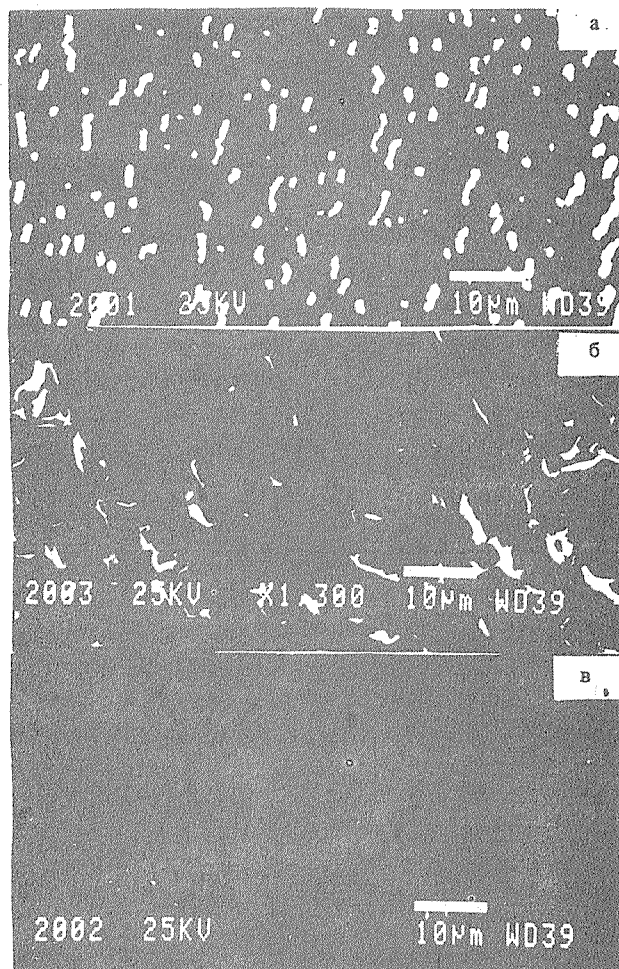


Рис. 2. Морфология поверхности образцов GaAs после прогрева (а), после облучения световым потоком ( $\lambda = 0,4-1,2$  мкм) (б), после УФ облучения (в).

При облучении поверхности образца арсенида галлия световым потоком ксеноновой лампы ДКСШ-1000, излучающей в диапазоне длин волн 0,28 — 1,2 мкм, с интенсивностью 5 Вт/см<sup>2</sup>, в атмосфере водорода оказалось, что интенсивность испарения As существенно уменьшается при тех же температурных режимах. Разложение соединения с преимущественным испарением мышьяка происходит при более высокой температуре (> 1000 °С).

Для того чтобы установить, как влияет спектральный состав излучения на процесс испарения арсенида галлия, использовались оптические фильтры. При облучении поверхности арсенида галлия световым потоком в диапазоне спектра 0,4 — 1 мкм (выделяемого оптическими фильтрами ЖС-4, СЗС-22 и КС-19) с интенсивностью 2–3 Вт/см<sup>2</sup> диссоциация начинается при температуре ~ 800 °С. Полученные оже-спектры идентичны оже-спектрам термически нагретого образца (рис. 1, спектры 2,3) и свидетельствуют о наличии на поверхности только галлия. В то же время морфология облученного образца отличается от морфологии термически нагретого образца (рис. 2 а,б), что связано, по-видимому, с локальным перегревом поверхности при облучении.

Облучение поверхности арсенида галлия световым потоком в УФ области спектра 0,28–0,4 мкм (выделяемой с помощью оптического фильтра УФС-2) с интенсивностью 0,4 Вт/см<sup>2</sup> приводит к изменению процесса испарения. На микрофотографиях поверхности образца (рис. 2 в) не были обнаружены капли галлия, столь характерные для предыдущих случаев. Исследование поверхности GaAs методом оже-спектроскопии показало отсутствие нарушения стехиометрии состава приповерхностного слоя, характерного для термического нагрева.

Сравнение двух одинаковых образцов арсенида галлия, один из которых был подвергнут термическому воздействию, а другой — УФ облучению, с примерно одинаковой потерей массы за одну и то же время показывает, что при термическом воздействии убыль массы определялась в основном потерей мышьяка, а при фотостимулированном испарении — как потерей мышьяка, так и галлия. По-видимому, здесь проявились особенности воздействия УФ облучения на процесс испарения арсенида галлия. Можно предположить, что диссоциации соединения на отдельные компоненты не происходит, а имеет место мономолекулярное испарение арсенида галлия. Более детальное заключение о механизме воздействия УФ облучения на испарение GaAs требует дальнейших исследований.

Этот эффект был использован для очистки поверхности GaAs. Фотостимулированная очистка поверхности арсенида галлия для фотокатодов с отрицательным электронным средством перед их активировкой приводила к увеличению в 2-3 раза интегральной чувствительности фотокатода GaAs—Cs—O /6/. Фотостимулированное испарение использовалось также в процессе выращивания пленок GaAs стехиометрического состава из паровой фазы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Chang L.L. et al. J. Vac. Sci. Technol., 10, № 5, 655 (1973).
2. Гудман К. Рост кристаллов. М., Мир, 1977.
3. Somorjai G.A., Lester J.E. J. Chem. Phys., 43, № 5, 1450 (1965).
4. Пикус Г.Я., Чайка Г.И. УФЖ, 18, 933 (1973).
5. Maximovsky S.N., Revokatoва I.P., Selezneva M.A. J. Cryst. Growth, 52, 141 (1981).
6. Нолле Э.Л. и др. ФТТ, 23, № 9, 2752 (1981).

Поступила в редакцию 23 марта 1988 г.