

УВЕЛИЧЕНИЕ КОРОТКОВОЛНОВОЙ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *p-n*-GaAlAs/GaAs-СТРУКТУР ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ПОВЕРХНОСТИ

Новиков Е. Б., Хасиева Р. В., Шакиашвили Г. А.

Исследовалась возможность увеличения коротковолновой фоточувствительности *p-n*-GaAlAs-фотоприемников при химической обработке их поверхности в серосодержащих растворах (водных и глицериновых).

Показано, что после химической обработки коротковолновая фоточувствительность возрастает (для фотонов с $h\nu \approx 3.5$ эВ квантовая эффективность увеличивается в 5—7 раз после обработки в водном растворе Na_2S). Обработка в водных растворах Na_2S сильнее влияет на коротковолновую фоточувствительность, чем обработка в глицериновых растворах.

1. Спад коротковолновой чувствительности фотоприемников, в том числе и солнечных фотоэлементов, в значительной степени связан с рекомбинационными потерями на поверхности полупроводниковых структур. В приборах на основе GaAs из-за высокой скорости поверхностной рекомбинации ($S=10^6-10^7$ см/с) эти процессы играют особенно заметную роль.

В последние годы были предприняты попытки уменьшить скорость поверхностной рекомбинации с помощью несложных методов химической обработки полупроводников в серосодержащих растворах [1-4]. Так, например, сообщалось о возможности улучшения ряда характеристик солнечных *p-n*-GaAs-фотоэлементов (не имеющих широкозонного «окна» и просветляющего покрытия) путем химической пассивации их поверхности [4].

Данная работа посвящена исследованию возможности увеличения коротковолновой чувствительности *p-n*-GaAlAs-фотоприемников при химической обработке их поверхности в различных серосодержащих растворах.

2. Структуры для фотоприемников (рис. 1) выращивались методом жидкостной эпитаксии. На подложке *n*-GaAs с концентрацией носителей 10^{18} см⁻³ последовательно выращивались буферный слой *n*-GaAs, слой твердого раствора *n*-Ga_{0.6}Al_{0.4}As ($E_g=1.92$ эВ) толщиной 0.2—0.3 мкм, затем *p*-GaAs толщиной примерно 4 мкм и широкозонное окно *p*-Ga_{0.2}Al_{0.8}As ($E_g=2.1$ эВ), толщина которого составляла около 1000 Å [5]. После этого для уменьшения отражения света от широкозонной поверхности на нее наносилось анодированием просветляющее покрытие.

3. Для химической обработки поверхности фотоприемных структур использовался сульфид натрия $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Исследовалось пассивирующее влияние водных и глицериновых растворов Na_2S различной концентрации — от 0.1 до 3 н. (н. — нормальность раствора).

Структуры погружались в серосодержащий раствор на 1—10 с. Температурный режим обработки был различным: для водного раствора выбрана комнатная температура, а для раствора Na_2S в глицерине из-за высокой вязкости растворителя — температура кипения раствора. После обработки структуры тщательно промывались в потоке деионизованной воды и высушивались.

4. Измерялись спектры фототока короткого замыкания фотоприемников до и после химической обработки в серосодержащих растворах (рис. 2).

Из сравнения спектров следует:

— обработка как в водных, так и в глицериновых растворах Na_2S приводит к увеличению коротковолновой фоточувствительности, начиная с $h\nu \approx 2.75$ эВ;

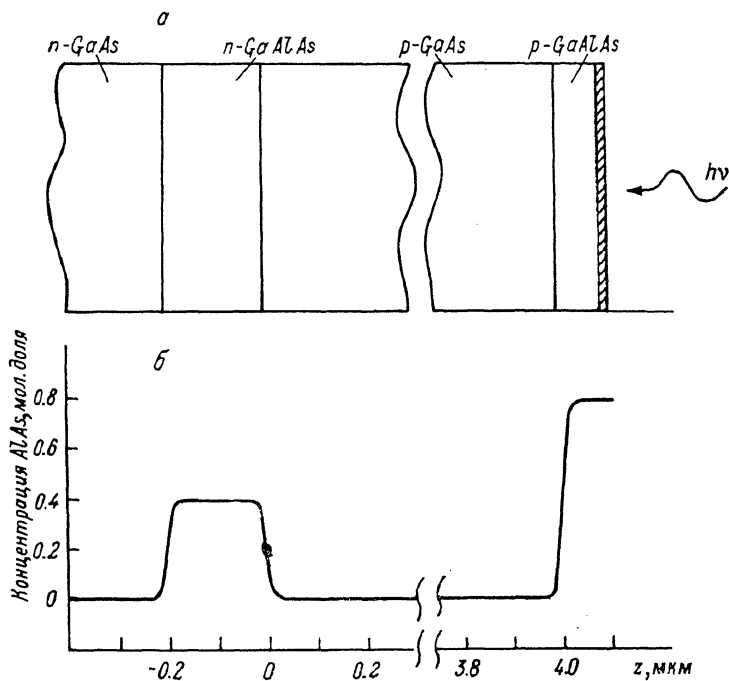


Рис. 1. Схема $p-n$ -GaAlAs-структуры (а) и координатная зависимость концентрации AlAs (б).

— обработка в водных растворах увеличивает коротковолновую фоточувствительность сильнее, чем обработка в глицериновых (возможно, это связано с неполным удалением глицерина с поверхности), при этом следует отметить,

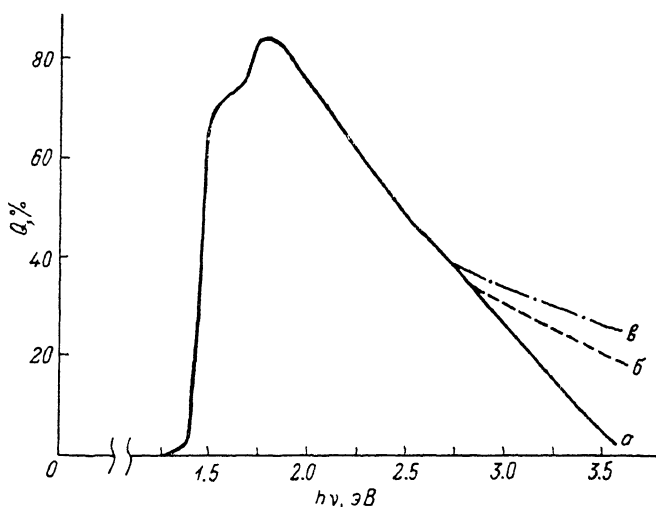


Рис. 2. Спектральная зависимость квантовой эффективности фотоприемников (нормирована на равное число падающих квантов) до (а) и после обработки в 2 н.-глицериновом растворе Na_2S (б) и 2 н.-водном растворе Na_2S (в).

что после обработки в водных растворах Na_2S с последующей промывкой отражение от поверхности структур не меняется;

— после обработки в 2 н.-водном растворе Na_2S для фотонов с энергией $h\nu \approx 3.5$ эВ квантовая эффективность фотоприемников увеличивается в 5—7 раз.

Отметим, что спектры, снятые повторно через 10 дней после химической обработки (фотоприемники хранились в комнатных условиях), практически не отличались от спектров, снятых сразу после обработки.

5. Увеличение коротковолновой чувствительности фотоприемников связано, по-видимому, с изменением плотности поверхностных состояний за счет образования на поверхности полупроводника серосодержащих соединений, таких как Al_2S_3 или As_2S_3 .

Таким образом, с помощью химической обработки поверхности $p-n-GaAlAs$ -фотоприемников в водных и глицериновых серосодержащих растворах можно значительно поднять их фоточувствительность в коротковолновой части спектра.

В заключение авторы выражают признательность Б. В. Царенкову за внимание к работе и ее обсуждение, а также В. Н. Бессолову, В. М. Лантратову и Т. В. Львовой за постоянную поддержку и полезные дискуссии.

Список литературы

- [1] Sandroff C. J., Nottenburg R. N., Bischoff J. C., Bhat R. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 6. P. 33—35.
- [2] Skromme B. J., Sandroff C. J., Yablonovitch E., Gmitter T. J. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 24. P. 2022—2024.
- [3] Nottenburg R. N., Sandroff C. J., Humphrey P. A. // Appl. Phys. Lett. 1988. V. 52. N 3. P. 218—220.
- [4] Mauk M. G., Xu S., Arent D. J., Mertens R. P., Borghs G. // Appl. Phys. Lett. 1989. V. 54. N 3. P. 213—215.
- [5] Андреев В. М., Егоров Б. В., Лантратов В. М., Трошков С. И. // ФТП. 1985. Т. 19. В. 2. С. 276—281.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Получена 18.01.1990
Принята к печати 19.03.1990