

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ Au—*n*-GaP-СТРУКТУР НА Si-ПОДЛОЖКАХ

В. В. Евстропов, Ю. В. Жилиев, А. Л. Липко, М. Г. Мынбаева,
Н. Назаров, Л. М. Федоров

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе Российской академии наук, 194021, Санкт-Петербург, Россия
(Получено 21 июня 1993 г. Принято к печати 29 июня 1993 г.)

В последние годы активизировались работы по получению эпитаксиальных слоев GaP на Si подложках для использования их в качестве буферного слоя при выращивании слоев GaAs на Si и для создания GaP *p*—*n*-структур на Si подложках [1–5].

Как нами уже сообщалось, представляет интерес создание других типов структур на основе фосфида галлия на кремниевой подложке, например структур металл—полупроводник (Au—*n*-GaP/*n*-Si) [6]. В работе [6] показано, что использование Si-подложки заметно уменьшает последовательное сопротивление *m*-*s*-структуры на основе GaP, особенно при температуре жидкого азота. В работе [7] сообщалось о получении поверхностно-барьерных Au—*n*-GaP/*n*-Si структур, где эпитаксиальные слои *n*-GaP на Si-подложках выращивались газофазной эпитаксией с использованием металлоорганических соединений. В работе [7] наряду с электрическими и фотолюминесцентными характеристиками приводится длинноволновый край спектра фоточувствительности полученных структур Au—*n*-GaP/*n*-Si.

В данной работе приводится спектр фоточувствительности Au—*n*-GaP/*n*-Si структур в видимой и ультрафиолетовой областях спектра и сопоставление со спектром фоточувствительности обычных (без Si подложки) Au—*n*-GaP-структур.

Объектами исследования служили структуры Au—*n*-GaP/*n*-Si, полученные вакуумным термическим напылением золота на эпитаксиальный слой *n*-GaP на Si-подложке. При нанесении полупрозрачной пленки золота кремниевые подложки с эпитаксиальным слоем *n*-GaP нагревались до температуры ~250 °С. Толщина полупрозрачной пленки Au составляла 100—200 Å.

Для создания структур Au—*n*-GaP/*n*-Si использованы эпитаксиальные слои *n*-GaP на *n*-Si подложках, полученные методом газофазной эпитаксии в открытой хлоридной системе [1]. В процессе выращивания слои *n*-GaP легировались теллуром и серой до концентрации электронов $n \approx 1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Толщина эпитаксиальных слоев *n*-GaP составляла ~7 мкм.

Подложками для получения структур *n*-GaP/*n*-Si служили полированные пластины *n*-Si марки КЭФ-001 толщиной ~400 мкм, ориентированные в плоскости (100) с разориентацией 4 и 6° в направлении [100].

Площадь барьерного контакта Au в исследованных структурах Au—*n*-GaP/*n*-Si составляла $s = 7 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2$. Омические контакты к подложке *n*-Si

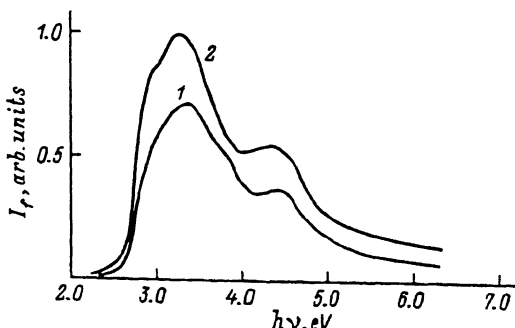


Рис. 1. Спектры фоточувствительности поверхностно-барьерных структур: Au—*n*-GaP/*n*-Si (1), Au—*n*-GaP (2). Спектры нормированы относительно друг друга. $T = 300$ К.

создавались сплавлением сплава In + 2% Те в атмосфере очищенного водорода при температуре 580—600 °С.

Характеристики емкость—напряжение и ток (I)—напряжение (U) для созданных структур приведены в предыдущей работе [6]. Отметим, что прямая и обратная ветви характеристики ток—напряжение имеют туннельно-избыточную компоненту тока, которая задается единими для прямого и обратного тока параметрами I — U -характеристики и, по-видимому, имеет дислокационное происхождение.

Спектры фоточувствительности структуры Au—*n*-GaP/*n*-Si измерены при освещении со стороны полупрозрачного слоя Au при 300 К. Как видно из рис. 1, основной максимум расположен при ~3.32 эВ, кроме того, имеется более коротковолновый дополнительный максимум при ~4.4 эВ. Для сравнения на этом же рисунке приведен спектр фоточувствительности обычной (без Si подложки) оптимизированной поверхностно-барьерной структуры Au—*n*-GaP, у которой полупрозрачная пленка золота нанесена химическим осаждением. Наличие двух максимумов в спектре фоточувствительности созданных структур Au—*n*-GaP/*n*-Si и в спектре обычных структур Au—*n*-GaP связано с особенностями коэффициента поглощения света в фосфиде галлия [8—10].

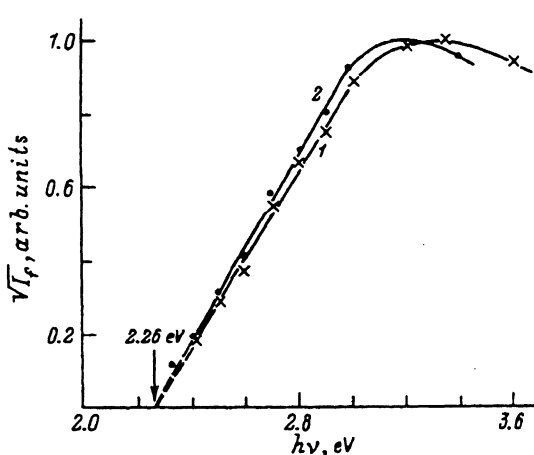


Рис. 2. Зависимость I_p от энергии фотонов для поверхностно-барьерных структур: Au—*n*-GaP/*n*-Si (1), Au—*n*-GaP (2). $T = 300$ К.

Спектры фоточувствительности обеих структур в основных чертах подобны друг другу (рис. 1), что указывает на отсутствие существенного влияния кремниевой подложки на спектральные фотоэлектрические свойства структур Au—*n*-GaP/*n*-Si. Фоточувствительность обеих структур отличается менее чем в два раза (рис. 1), что говорит о приемлемом качестве получаемых слоев *n*-GaP на Si подложках и поверхностно-барьерных структур на их основе. Квантовая эффективность созданных поверхностно-барьерных структур Au—*n*-GaP/*n*-Si при $h\nu \approx 3.32$ эВ составляет 0.15—0.20 эл./фот.

Квадратичная зависимость фототока от энергии фотонов вблизи края поглощения фосфида галлия приведена на рис. 2. Зависимость $\sqrt{I_f}$ от $h\nu$ дает спектральную отсечку $U_c \approx 2.26$ эВ, что соответствует ширине запрещенной зоны фосфида галлия.

Таким образом, на основе эпитаксиальных слоев *n*-GaP, выращенных на Si подложках методом газовой эпитаксии в открытой хлоридной системе, созданы поверхностно-барьерные структуры Au—*n*-GaP/*n*-Si, у которых спектральные фотоэлектрические свойства соответствуют обычным (без Si подложки) поверхностно-барьерным структурам Au—*n*-GaP.

Авторы признательны Б. В. Царенкову за интерес и внимание к работе, Д. Мелебаеву и Ю. А. Гольдбергу за обсуждение результатов работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ю. В. Жилев, В. В. Криволапчук, Н. Назаров, И. П. Никитина, Н. К. Полетаев, Д. В. Сергеев, В. В. Травников, Л. М. Федоров. ФТП, 24, 1303 (1990).
- [2] В. В. Евстропов, Ю. В. Жилев, Н. Назаров, Д. В. Сергеев, Л. М. Федоров. ФТП, 27, 668 (1993).
- [3] В. В. Евстропов, Ю. В. Жилев, Н. Назаров, Д. В. Сергеев, Л. М. Федоров. Письма ЖТФ, 19, 28 (1993).
- [4] Ю. В. Жилев, Б. С. Кондратьев, Н. Назаров, В. С. Тутыгин, Л. М. Федоров. Письма ЖТФ, 19, 14 (1993).
- [5] Ю. В. Жилев, А. Л. Липко, М. Г. Мынбаева, Н. Назаров, Л. М. Федоров. Письма ЖТФ, 19, 30 (1993).
- [6] А. В. Бобров, В. В. Евстропов, Ю. В. Жилев, М. Г. Мынбаева, Н. Назаров. Письма ЖТФ, 19, 56 (1993).
- [7] L. Samuelson, P. Omling, H. G. Grimmeiss. J. Cryst. Growth, 68, 340 (1984).
- [8] Б. В. Царенков, Ю. А. Гольдберг, Г. В. Гусев, В. И. Огурцев. ФТП, 8, 410 (1974).
- [9] А. А. Гуткин, М. В. Дмитриев, Д. Н. Наследов. ФТП, 6, 502 (1972).
- [10] С. Г. Конников, Д. Мелебаев, В. Ю. Рудь, А. Беркелиев, М. Г. Дурдымурадова, О. В. Корнякова. Письма ЖТФ, 19, 57 (1993).

Редактор Т. А. Полянская