

06.1; 06.2; 06.3

© 1991

***AlGaAs / GaAs* ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ,
ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ЖФЭ НА КРЕМНИИ**В.М. Андреев, А.М. Минтаиров,
А.К. Намазов, О.В. Сулима,
Н.Н. Фалеев, А.Ю. Якимов

Благодаря значительным успехам в понимании физических процессов, определяющих поведение A^{3V5}/Si -гетероструктур, а также развитию прецизионной эпитаксиальной технологии, за последние годы создан целый ряд A^{3V5} -приборов на Si -подложках [1]. Выбор оптимальной технологии получения A^{3V5}/Si -гетероструктур во многом определяется ориентацией Si -подложек. Так, наиболее качественные слои $GaAs$ на (001) и (100) Si подложках были получены методами газофазной эпитаксии с использованием металлоорганических соединений [2], молекулярно-пучковой эпитаксии (МПЭ) [3] и сочетанием МПЭ с жидкофазной эпитаксией (ЖФЭ) [4]. Наиболее совершенные слои $GaAs$ на (111) Si были получены методом ЖФЭ с использованием буферного слоя GaP [5]. Продолжением исследований, начатых в работе [5], явились исследования, результаты которых представлены в настоящей статье.

На рис. 1 показано распределение ширины запрещенной зоны (E_g) по толщине $Al_{0.8}Ga_{0.2}As-GaAs-Al_{0.9}Ga_{0.1}As-Al_xGa_{1-x}P_yAs_{1-y}-GaP-Si$ структуры, выращенной в данной работе методом ЖФЭ на кремниевой (111) подложке площадью 2 см^2 . Кристаллизация осуществлялась за счет медленного охлаждения ($1-3\text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$) расплавов олова (для слоя GaP) и галлия (для последующих слоев). Слой $GaAs$ легировался последовательно оловом и магнием ($n, p = 1.5 \cdot 10^{17}\text{ см}^{-3}$).

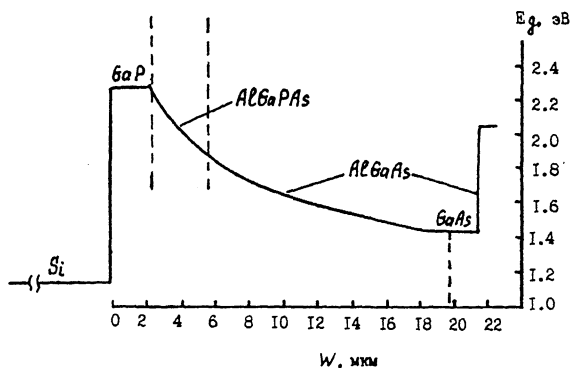


Рис. 1. Распределение ширины запрещенной зоны (E_g) по толщине исследованных структур.

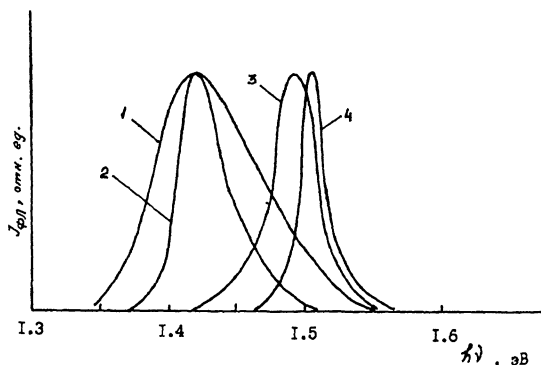


Рис. 2. Спектры ФЛ слоев $GaAs:Mg$ в структуре, выращенной на кремнии (кривые 1, 3) и на $GaAs$ (2, 4) при $T = 300$ К (1, 2) и $T = 77$ К (3, 4).

На рис. 2 приведены спектры фотолуминесценции (ФЛ) ($\lambda = 632.8$ нм, $P = 5$ мВт) узкозонных слоев $GaAs:Mg$ в гетероструктурах, выращенных как на подложках кремния, так и $GaAs$ для $T = 77$ К и $T = 300$ К. Близость значений полуширины спектров ФЛ ($\gamma = 30$ мэВ, 70 мэВ для структуры на Si и $\gamma = 20$ мэВ; 40 мэВ для структуры на $GaAs$ для $T = 77$ К; 300 К) и положений максимумов ФЛ для структур на подложках $GaAs$ и Si указывает на относительно высокое качество слоев $GaAs$, выращенных на кремнии. При этом интенсивность ФЛ структур на Si была сравнима с интенсивностью ФЛ структур на $GaAs$. Полуширина кривых качания отражения (111) излучения $CuK\alpha_1$, измеренная с помощью двухкристального рентгеновского дифрактометра,

составила 66 угл. с для слоя $GaAs$ в структуре на Si и 18 угл. с для $GaAs$, выращенного на $GaAs$ -подложке, что указывает на относительно высокое кристаллическое совершенство слоя $GaAs$ в гетероструктуре на Si .

Отметим, что получение слоев $GaAs$ относительно высокого кристаллического совершенства на подложках Si , ориентированных в плоскости (111), открывает новые перспективы по улучшению качества слоев $GaAs$. Это объясняется тем, что при малых скоростях охлаждения (< 1 °C/мин) и ориентации подложек кремния (111) возможно использование селективной эпитаксии слоев $GaAs$ ($Al_xGa_{1-x}As$) из окон в диэлектрической маске с реализацией преимущественного бокового роста, вызванного эффектом анизотропии скорости роста [6]. В этом случае за счет преобладания бокового роста основная часть площади полученных структур, расположенная над маской, будет иметь существенно меньшую плотность дислокаций, чем в варианте обычной планарной эпитаксии, так как прорастающие дислокации локализуются преимущественно в областях над окнами в маске, занимающих малую часть поверхности полученных структур.

В заключение авторы выражают благодарность Ж.И. Алферову за постоянный интерес к данной работе и О.В. Корняковой за проведение микрорентгеноспектральных исследований.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Андреев В.М., Сулима О.В. // Электронная промышленность. 1990. № 11. С. 23-30.
- [2] Okamoto H., Watanabe Y., Kadota Y., Ohmachi Y. // Jap. J. Appl. Phys. 1987. V. 26. N 12. P. L1950-L1952.
- [3] Lee J.W., Salerno J.P., Gale R.P., Fan J.C.C. // Mat. Research Soc. Symp. Proceedings. 1987. V. 91. P. 33-34.
- [4] Sakai S., Matyi R.J., Shichijo H. // Appl. Phys. Lett. 1987. V. 51. N 23. P.1913-1914.
- [5] Андреев В.М., Корнякова О.В., Минтаи-ров А.М., Сулима О.В., Хаммедов А.М., Якимов А.Ю. // Тез. докл. 1 Всесоюз. конф. по физическим основам твердотельной электроники. Ленинград, 1989. С.56-57.
- [6] Алферов Ж.И., Андреев В.М., Егоров Б.В., Конников С.Г., Лантратов В.М. // ЖТФ. 1978. Т. 48. В. 2. С. 352-361.

Поступило в Редакцию
15 ноября 1990 г.