

**Российская конференция и школа молодых ученых
по актуальным проблемам
полупроводниковой фотоэлектроники
(с участием иностранных ученых)**

ФОТОНИКА 2021

4-8 октября 2021 г., Новосибирск

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**НОВОСИБИРСК
Сибирское отделение РАН
2021**

Радиационные донорные дефекты в имплантированных As МЛЭ пленках $\text{Cd}_{0.3}\text{Hg}_{0.7}\text{Te}$: накопление и отжиг

А.Г. Коротаев¹, И.И. Ижнин^{1,2}, А.В. Войцеховский¹, К.Д. Мынбаев^{3,4}, В.С. Варавин⁵,
С.А. Дворецкий^{1,5}, Н.Н. Михайлов⁵, М.В. Якушев⁵, Z. Świątek⁶

¹ Национальный исследовательский Томский госуниверситет, Томск, 634050, Ленина, 36

² Научно-производственное предприятие «Электрон-Карат», Львов, 79031, Стрийская, 202

³ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, 194021, Политехническая, 26

⁴ Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Кронверкский, 49

⁵ ИФП им. А.В. Ржанова СО РАН, Новосибирск, 630090, ак. Лаврентьева, 13

⁶ Institute of Metallurgy and Material Science PAN, 30-059, Krakow, Reymonta, 25

тел: +7 (812) 247-2245, факс: +7 (812) 247-1017, эл. почта: kor@mail.tsu.ru

DOI 10.34077/RCSP2021-140

В работе представлены результаты исследований процессов накопления радиационных донорных дефектов и их отжига в подвергнутых ионной имплантации (ИИ) мышьяком (As) гетероэпитаксиальных пленках $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ (ГЭС КРТ) с составом активной области $x_a \sim 0.3$ и их сравнение с ранее проведенными аналогичными исследованиями для пленок с $x_a \sim 0.22$ [1]. Для исследований использовали номинально нелегированные ГЭС КРТ, выращенные молекулярно-лучевой эпитаксией (МЛЭ) на подложках GaAs (#1, #3, #4) или Si (#2) с ориентацией (013) с буферным слоем ZnTe/CdTe. Активный слой в ГЭС был заключен между двумя варизонными защитными слоями (ВЗС): у буферного слоя и у поверхности. Процессы накопления донорных радиационных дефектов в зависимости от флюенса ионов исследовали на образцах вакансионного p -типа #1 и #2, имплантированных при энергиях 190 и 350 кэВ и флюенсах $10^{12} - 10^{15} \text{ см}^{-2}$. Отжиг радиационных дефектов исследовали на образцах #3 и #4, с исходным n -типом проводимости, обусловленным неконтролируемым донорным фоном. Эти образцы были имплантированы при энергиях 190 и 350 кэВ и флюенсе 10^{14} см^{-2} . Для каждого образца определяли состав носителей путем измерения полевых зависимостей коэффициента Холла $R_H(B)$ и проводимости $\sigma(B)$ при $T=77 \text{ К}$ и их анализа методом дискретных спектров подвижности. Тип структурных дефектов в имплантированных образцах определяли с помощью просвечивающей электронной микроскопии.

Показано, что в МЛЭ структурах КРТ с ВЗС p -типа с $x_a \sim 0.3$ в результате ИИ As при энергиях 190 кэВ для флюенсов $10^{12} - 10^{15} \text{ см}^{-2}$ могут формироваться структуры или типа $n+-p$ (#1), или типа $n+-n-p$ (#2), что скорее всего, определяется свойствами исходных образцов – концентрацией неконтролируемых донорных центров, необходимых для формирования n -области. При энергиях 350 кэВ для флюенсов $10^{12} - 10^{15} \text{ см}^{-2}$ в этих образцах формируются только структуры типа $n+-p$. В аналогичных ГЭС с ВЗС p -типа с $x_a \sim 0.22$ в результате ИИ As при энергиях 190 кэВ для флюенсов $10^{12} - 10^{15} \text{ см}^{-2}$ всегда формируются структуры типа $n+-n-p$. По аналогии с МЛЭ структурами с $x_a \sim 0.22$ [1], в структурах с $x_a \sim 0.3$ n^+ -область также сформирована протяженными структурными дефектами (дислокационные петли) и квазиточечными радиационными дефектами, которые образуют донорные центры при захвате междоузельной ртути. Эти дефекты обуславливают появление электронов с низкой и средней подвижностью соответственно. Доминирующий вклад в проводимость (порядка 80 % от интегральной проводимости образца) дают электроны с низкой подвижностью $2500 - 4000 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ В ГЭС с ВЗС с $x_a \sim 0.3$ наблюдаются слабые зависимости концентрации и парциальной проводимости электронов с низкой подвижностью от флюенса ионов. Эти зависимости достигают насыщения уже при флюенсе 10^{13} см^{-2} , что обусловлено меньшим влиянием внутреннего электрического поля ВЗС, чем в образцах с $x_a \sim 0.2$.

Показано, что двухстадийный активационный отжиг (АО) приводит к полной аннигиляции протяженных структурных дефектов (дислокационных петель) и квазиточечных радиационных дефектов и связанных с ними радиационных донорных дефектов, ответственных за появление электронов с низкой и средней подвижностью. АО приводит к образованию поверхностного слоя p -типа проводимости за счет активации имплантированных ионов As с доминирующим вкладом в проводимость, однако степень активации ионов As для исследованных образцов с $x_a=0.3$ значительно ниже, чем ранее наблюдалась для образцов с $x_a=0.2$. Причина этого окончательно не ясна. АО в исследованных образцах с $x_a=0.3$ не приводит к восстановлению электрических свойств n -базы, которыми характеризовались послеростовые образцы, поэтому для получения $p+n$ переходов необходимо преднамеренное легирование n -базы донорной примесью.

Литература

[1] I.I. Izhnin et al. // Semicond. Sci. Techn. 2019. Vol.34, №. 3. P. 035009.