

Рис. 3. Изменение тока утечки структуры In-CdTe-Au при $U = -100$ В со временем после облучения при $E = 16$ мДж/см².

Поскольку для динамического легирования CdTe используется диапазон толщин пленки In 30-400 нм, дальнейшие расчеты будем производить для этого диапазона.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Велещук В.П., Байдуллаева А., Власенко А.И., Гнатюк В.А., Даулетмуратов Б.К., Левицкий С.Н., Ляшенко О.В., Аоки Т. Массоперенос индия в структуре In-CdTe при наносекундном лазерном облучении // ФТТ. – 2010. – Т. 52, вып. 3. – С. 439 – 445.

2. Герцрикен Д.С., Мазанко В.Ф., Тышкевич В.М., Фальченко В.М. Массоперенос в металлах при низких температурах в условиях внешних воздействий. – Киев. РИО ИМФ. – 1999. – 436 с.

3. Миронов В.М., Мазанко В.Ф., Герцрикен Д.С., Филатов А.В. Массоперенос и фазообразование в металлах при импульсных воздействиях. – Самара. Изд-во. “Самарский университет”. – 2001. – 232 с.

4. Gnatyuk V.A., Aoki T., Hatanaka Y., Vlasenko O.I. Defect formation in CdTe during laser-induced doping and application to the manufacturing nuclear radiation detectors // Phys. Status Solidi (C). – 2006. - № 3. – P. 1221.

РОСТЪ КОНЦЕНТРАЦИИ ЦЕНТРОВ БЕЗЫЗЛУЧАТЕЛЬНОЙ РЕКОМБИНАЦИИ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ.

Абдуллаев Жамолитдин Солижонович¹, Рахмонкулов Махаммаджон Хамрокулович², Мавлянов Аминжон³, Жамолиддинов Жавохир Икболжон угли¹

¹Ферганского филиала Ташкентского университета информационной технологии им.Мухаммада ал-Харезми

²«Технологического образования» Ферганского Государственного Университета

³Ташкентского филиала Астраханского Государственного технического университета

Аннотация: В работе приведены результаты исследования процесса деградации светодиодов (СД) на основе $Al_xGa_{1-x}As:Te(x > 0,34) - Al_{0,34}Ga_{0,66}As:Zn-GaAs:Zn$ гетероструктур, полученных методом жидкофазной эпитаксии.

Ключевые слова: светоизлучающие диоды, жидкостнофазная эпитакция, фотолюминесценция, вольт-амперная характеристика, вольт-фарадная характеристика, электролюминесценция, глубокие центры.

Исследования процесса деградации инжекционной электролюминесценции (ЭЛ) в Ga Al As - Ga As гетероструктурах и приборах показали, что главной причиной ее снижения является увеличение концентрации центров безызлучательной рекомбинации (ЦБР) в активной области СД [1,2].

Глубокие центры (ГЦ) влияют на параметры полупроводниковых материалов и приборов. Наличие глубоких центров: примесей с глубокими уровнями, радиационных дефектов (РД), дефектов термообработки (ДТО) – в ряде случаев придает полупроводниковым материалам и приборам полезные или же, наоборот, нежелательные свойства. Поэтому исследование свойств ГЦ является одним из основных направлений современной физики полупроводников.

Благодаря развитию различных методов исследование глубоких центров стало возможным определить энергетический спектр глубоких уровней в активной области СД в процессе деградации. Ёмкостная спектроскопия глубоких центров основана на изменении барьерной ёмкости $p - n$ – перехода при изменении заполнения электронами или дырками энергетических уровней ГЦ. Достоинствами ёмкостных методов является высокая чувствительность, возможность определения параметров ГЦ при изменении их заполнения как основными, так и неосновными носителями.

Об увеличении концентрации ЦБР при деградации СД свидетельствуют рост рекомбинационной и избыточной компонент прямого тока, увеличение обратного тока и низкочастотных шумов тока, уменьшение времени жизни неосновных носителей и их диффузионной длины, увеличение порога генерации лазеров. Подробные исследования изменения спектра энергетических уровней в активной области СД методами терстимулированных токов и переходной ёмкостной спектроскопии глубоких центров показали, что в процессе деградации возникает целая серия локальных центров[3].

Следует отметить, что ряд глубоких уровней в GaP и GaAs СД идентифицирован. В частности, уровень $E_v + 0,55$ эВ в GaP, а так же акцепторный уровень с энергией ионизации $(0,43 + 0,45)$ эВ для GaAs СД связывает с Si. Уровень $E_v + 0,22$ эВ в GaP СД и уровень с энергией ионизации $E_v + 0,08$ эВ и $E_v + 0,17$ эВ, возникающие при деградации GaAs СД могут соответствовать центрам, содержащим Si, в то же время большинство ГЦ в GaP и GaAs СД не идентифицировано.

Такое различие в результатах обусловлено, по-видимому, различными условиями проведения деградации, а также разной технологией изготовления СД.

Деградация происходила при пропускании через диоды прямого тока с плотностью $I = 16$ А/см² при температуре 50⁰С. На различных этапах деградации контролировались интегральная эффективность свечения, спектры электролюминесценции (ЭЛ), ватт-вольт-амперные, вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики (ВАХ и ВФХ)[4].

Прямая ветвь ВАХ исследованных СД имела четыре участка, соответствующих туннельно-термической $I_{tt} = I_0 \exp(-E_a/kT) \exp aU$, $a = 8,8V^{-1}$ и не зависит от температуры (рекомбинационной $I_{tr} = \exp eU/nkT$, $n=2$) и рекомбинационно- эмиссионной ($I_{re} = \exp eU/mkT$, $m = 1,3$) компонентом тока, а также области ограничения тока последовательным сопротивлением.

Ток, на обратной ветви ВАХ данных СД в области малых напряжений 1,0 -: 1,5 В был обусловлен термогенерационной компонентой, а в области 1,5 и 10 В имел туннельно-термополевую природу (8:-10) $I_{tp} = I_0 \exp(-E_b/kT) \exp (bU)$ где $b = 0,8^{-1}$ и также не зависит от температуры. При $U = 10$ -:11 В происходил лавинный пробой диода, с чем свидетельствует положительный температурных коэффициент напряжения пробоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Торчинская Т.В., Шейнкман М.К. Физическая природа деградации 1983. – 38, вып.3. – С.371-380.
2. Птащенко А.Л. Деградация светоизлучающих диодов //Ж.прик. спектроскопии. -1980. – 33, вып. 5. –С. 781-803.
3. Lang D.V. Deep – level transient spectroscopy. A new method to charactevize traps in semiconductors // J. Appl Phys. – 1974. – v. 45, N7. – P. 3023 – 3031.

4. Абдуллаев Ж.С., Мирзажанов М.А. «Исследование процесса деградации и долговечности светодиодов». «Все науки» Международный научный журнал. №5 стр 115. Сентябрь 2022 г.

ПРИРОДА ПИКОСЕКУНДНОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В ТОНКИХ СЛОЯХ p - CdTe - SiO₂ - Si.

Н.Э. Алимов, С.М. Отажонов
Ферганский государственный университет

Аннотация: В данной работе рассмотрена пикосекундное фотонапряжение тонких слоев p - CdTe - SiO₂ - Si. Установлено что время релаксации пикосекундного фотонапряжения равно $\tau = 10^{-10}$ с, что указывает о наличии большого количества активных центров захвата в тонких пленках CdTe. При этом определено поверхностная концентрация центров рекомбинации которое равно $N_s = N^{2/3} \approx 3 \cdot 10^{11} \text{см}^{-2}$.

Ключевые слова: пикосекундного фотонапряжения, пикосекундная фотопроводимость, центры рекомбинации, быстродействующий фотодетектор.

При комнатной температуре, в образце p - CdTe - SiO₂ - Si облученного лазером, была обнаружена пикосекундная фотопроводимость с мощностью $(6 \div 8) \cdot 10^2 \text{ Вт/см}^2$ длительностью 1-3 минут. В тонких слоях p-CdTe-SiO₂-Si кроме пикосекундного фотонапряжения, регистрировалась и заметная пикосекундная фотопроводимость. Исследуемая тонкая пленка CdTe имел р-тип проводимости ($p = 10^{17} \text{ см}^{-3}$) которая термическим испарением выращивался по поверхность SiO₂ – Si, легированный с элементом <В>. С помощью метода Оже – анализа измерялась толщина слоя SiO₂, которое было равным $d = 0,46 \text{ мкм}$.

Тонкие слои p - CdTe - SiO₂ - Si после облучения с импульсом света, длительностью 17 пс, сначала в промежутке времени 250÷300 пс наблюдалась пик сигнала ФН. В тоже время промежутке меньше чем 100 пс наблюдалась спад основной части (ПФН). Для фиксации пикосекундная фотопроводимости использовалась осциллограф С7-19. При этом регистрируемые промежутки времени были близки к разрешающей способности осциллографа С7-19 (Рис. 1).

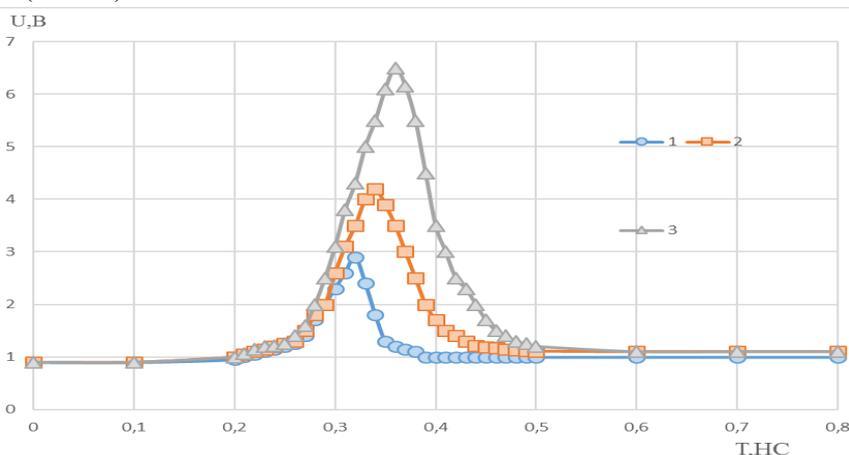


Рис. 1. Зависимость пика фототока гетероструктуры от времени. $I_\phi = \Delta U/R_n$ (где ΔU – падение напряжения на сопротивлении нагрузки); $U, В$: 1–1,7; 2–3,5; 3–7,0.