

ФОТОРЕЗИСТОРЫ НА ОСНОВЕ $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ С ЛОКАЛЬНЫМИ ПРИПОВЕРХНОСТНЫМИ n^+ ОБЛАСТЯМИ

Н.Д. ИСМАЙЛОВ, Р.И. МУХТАРОВА, А.А. РАДЖАБЛИ, Ш.О. ЭМИНОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана,
AZ 1143, Пр. Г. Джавида, 131, Баку, Азербайджан
ismailovnamik@yahoo.com*

В работе представлен новый тип охлаждаемых ИК-фоторезисторов на основе $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с значительно высокими параметрами фоточувствительности при слабом фоне. Приведены технология изготовления, принцип работы и фотоэлектрические свойства этого фоторезистора. В данном фоторезисторе чувствительность значительно увеличивается, за счет увеличения τ_{ef} при слабом фоне, увеличения напряжения смещения, и уменьшения толщины образца, более чем в 10^3 раз по сравнению с однородным фоторезистором.

Ключевые слова: ИК- фотоприемники, $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, Оже-рекомбинация, эффекта вытягивания
PACS: 07.57, 85.60. Dw, 85.30

Одной из важных областей применения охлаждаемых ИК-фотоприемников (ФП) является регистрация экстремально слабого излучения при очень низком фоновом излучении в среднем (3–5 мкм) и дальнем (8–14 мкм) ИК-диапазоне. Для этих целей наибольшей пороговой чувствительностью обладают ФП на основе $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ (КРТ), в которых преобладает механизм Оже-рекомбинации. При этом наиболее высокие параметры ФП могут быть достигнуты на слаболегированном КРТ p -типа [1]. Однако, сложность практической реализации таких ФП заключается в трудности получения однородного слаболегированного материала p -типа, сильном влиянии на коэффициент усиления эффекта вытягивания (ЭВ) носителей заряда и поверхностной рекомбинации [2, 3,4].

В настоящей работе предложен модифицированный фоторезистор из КРТ p -типа с составом $x = 0.23\text{--}0.3$, в котором устраняются указанные недостатки. В данном типе фоторезистора, в приповерхностной области методом ионно-плазменной обработки созданы множество локальных областей n^+ -типа проводимости с размерами $A \ll L_n$, расстояние между которыми $b < L_n$ (рис.1), здесь L_n – диффузионная длина электронов. Данные n^+ -области являются потенциальными ямами для электронов. Так как $b < L_n$, то значительная часть генерированных в p -объеме фоторезистора электронов будет диффундировать к границе p - n перехода и под действием его поля затынутся в n -область, и будут удерживаться там в течение времени $\tau_{ef} = R_0 C_0$ (где R_0 , C_0 – сопротивление и емкость p - n перехода), которое при слабом фоне на несколько порядков может превышать время жизни τ в обычных фоторезисторах [5]. Так как приложенное к образцу электрическое поле очень слабое по сравнению с полем p - n перехода, то при увеличении напряжения смещения ЭВ носителей наблюдаться не будет. Технология изготовления фоторезистора очень проста. На поверхности слоя $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, в нанесенном пассивирующем покрытии из ZnS методом фотолитографии вскрываются окна с размерами 10-20 мкм. При нанесении защитного покрытия из SiO_2

методом магнетронного распыления, в этих окнах формируются n^+ -области, под воздействием плазмы в рабочей камере. Затем наносятся омические контакты.

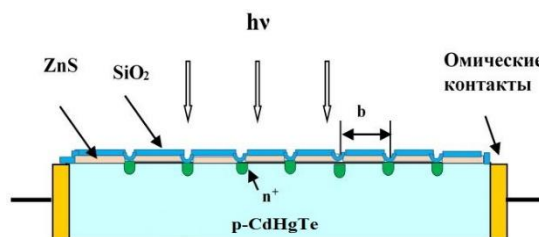


Рис. 1. Геометрическая модель фоторезистора

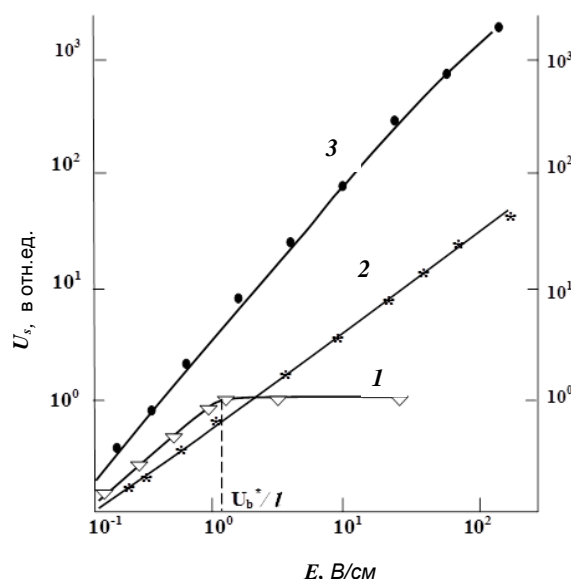


Рис. 2. Полевые зависимости сигнала U_s (1,3) фотопроводимости для образца $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($x = 0.28$) с $p_0 = 8 \cdot 10^{-15} \text{ см}^{-3}$ и $\tau_n = 1,2 \text{ мкс}$ до (1) и после (2, 3) плазменной обработки при потоке фоновой засветки Φ_b : 10^{16} (2) и 10^{14} (3) $\text{см}^{-2}\text{с}^{-1}$ при $T = 80 \text{ К}$

Экспериментальные образцы изготавливались из p - $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($x = 0.28$) с $p_0 = 8 \cdot 10^{-15} \text{ см}^{-3}$ и временем жизни носителей заряда $\tau_n = 1,2$ мкс при $T=80$ К, которое определялось по релаксации напряжения сигнала U_s при импульсной засветке светодиодом с длиной волны $\lambda=0,9$ мкм. В изготовленных образцах наблюдалось увеличение τ_{ef} до $\tau_{ef} = 2 \cdot 10^{-5}$ сек при уменьшении уровне фона до $\Phi_0 = 10^{15}$ фотон/см²·с. На рис.2 показаны полевые зависимости сигнала U_s фотопроводимости до и после плазменной обработки при фоновой засветке $\Phi_b = 10^{16}$ (2) и 10^{14} (3) см⁻²с⁻¹ при $T = 80$ К. Как видно из рисунка для исходного

образца наблюдается насыщение U_s при увеличении $U_b > 1$ В из-за ЭВ. Для образца с локальными n^+ -областями ЭВ носителей не наблюдается вплоть до напряженности приложенного поля $E=100$ В/см.

Из рисунка, также видно, что при этом сигнал U_s увеличивается более 10^3 раз при слабом фоне ($\Phi_b=10^{14}$ см⁻²с⁻¹) по сравнению с однородным фоторезистором.

Таким образом, в данном ФП, чувствительность значительно увеличиваться за счет увеличения τ_{ef} при слабом фоне, увеличения U_b и уменьшения толщины образца.

-
- [1] *Antoni Rogalski // Infrared Physics & Technology.* 2002. v.43. P.187-210
- [2] *Фотоприемники видимого и ИК-диапазонов.* Под ред. *Р.Дж. Куесса.* М.: Радио и связь. 1985. 328 с.
- [3] *Risal Singh and Vardna Mittal // Defence Science Journal.* 2003. V.53. No 31. P.281-324
- [4] *А.И. Власенко, А.В. Любченко.* Эффект вытягивания неосновных носителей в фоторезистивных кристаллах $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с различным типом проводимости. *ФТП.*т.28, В.7, с. 1219-1222(1994)
- [5] *Emil Huseynov and Namiq Ismayilov.* Super high sensitive low-dimension IR-detector. *Phys.Status Solidi C,* N7, 1156-1159(2013)