

6-30-2018

OPTIC SPECTRAL MEMORY IN MEMBRANEOUS ULTRAOF CRYSTAL HETEROSTRUCTURE P- CDTE - SIO2 – SI

N E. Alimov

K.A. Botirov

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

Recommended Citation

Alimov, N E. and Botirov, K.A. (2018) "OPTIC SPECTRAL MEMORY IN MEMBRANEOUS ULTRAOF CRYSTAL HETEROSTRUCTURE P- CDTE - SIO2 – SI," *Scientific-technical journal*: Vol. 22 : Iss. 2 , Article 32.
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol22/iss2/32>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact brownman91@mail.ru.

26. OPTIC SPECTRAL MEMORY IN MEMBRANEOUS ULTRAOF CRYSTAL HETEROSTRUCTURE P- CDTE - SiO₂ – Si

N.E. Alimov¹, K.A. Botirov¹, S.M. Otajonov¹, V.O. Xomidov², S.S. Shermatov¹

¹ Ferghana State University, Ferghana, Uzbekistan

² Ferghana Polytechnic Institute, Ferghana, Uzbekistan

ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ В ПЛЕНОЧНОЙ УЛЬТРАКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ГЕТЕРОСТРУКТУРЕ p- CdTe - SiO₂ - Si

Abstract. In heterostructure p- CdTe - SiO₂ - Si it is easily realized necessary condition for existence of optical spectral memory presence asymmetric micro potential barriers and deep levels. Time of a relaxation which happens about 25 days. Heterostructure it is possible to use as opto – electronic memory capable not only to remember signals, but also to summarize them.

Key words: film heterostructure, spectrum of a current of short circuit, crowded the category, micropotential barriers, crystal grains, deep levels.

Аннотация. В гетероструктуре p- CdTe - SiO₂ - Si легко реализуются необходимые условия для существования оптической спектральной памяти - наличие асимметричных микропотенциальных барьеров и глубоких ловушек. Время релаксации, которое происходит около 25 суток. Гетероструктуру можно использовать как оптоэлектронную спектральную ячейку памяти, способную не только запоминать сигналы, но и суммировать их.

Ключевые слова: пленочная гетеро структура, спектр тока короткого замыкания, коронный разряд, микро потенциалные барьеры, кристаллические зерна, глубокие уровни.

Аннотация. p- CdTe - SiO₂ – Si гетеро тузилмаларида чуқур сатҳлар ва асимметрик микропотенциал тўсиқлар оптик спектрал хотиранинг мавжудлиги учун зарур шароитлар яратилиши аниқланди. Унда релаксация вақти 25 кунни ташкил этди. Ушбу гетеро тузилмалардан нафақат сигналларни эсда олиб қолиш, балки уларни йиғишда хотирани оптоэлектрон ячейкаси сифатида фойдаланиши мумкин.

Таянч сўзлар: юпка қатламли гетеротузилма, қиска тугашув токининг спектри, ток разряди, микропотенциал тўсиқ, кристалл дон, чуқур сатҳ.

Введение

Явление остаточная спектральная оптическая память в полупроводниках в большинстве случаев вызвано наличием неоднородностей, приводящих к образованию коллективных микропотенциальных барьеров [1]. Электрическое поле на барьере вызывает пространственное разделение неравновесных носителей: электронам для попадания в области пространства, содержащие дырки, (и наоборот) необходимо преодолеть потенциальный барьер, называемый рекомбинационным.

Кроме рекомбинационных барьеров для существования долговременных релаксаций и остаточной проводимости необходимо, чтобы генерируемые светом неравновесные носители могли участвовать в переносе заряда в полупроводнике, т.е. наряду с барьерами должны существовать низкоомные проводящие области.

Особенно интересны гетероструктуры, когда они образованы материалами с большим несоответствием кристаллических решёток. К таким гетероструктурам как раз относится структура полупроводник - диэлектрик - полупроводник p- CdTe - SiO₂ - Si. Цель настоящей работы заключается в изучении гетероструктуры p- CdTe - SiO₂ - Si с точки зрения спектральная память, релаксации поверхностного потенциала в p- CdTe: Ag.

Экспериментальные результаты

Гетероструктура p- CdTe - SiO₂ - Si формировалась путем напыления дискретным испарением методом вакуумной технологии [2] при остаточном давлении 10⁻⁵ мм рт-ст. поликристаллические пленки из теллурида кадмия p - типа проводимости толщиной 0.8 - 1,2 мкм на подложку из окисленного кремния. Температура подложки и скорость конденсации

слоя составляли 250°C и (1,5-1,7) нм/с, соответственно, а угол напыления - 45° . Пленки р-CdTe имели поликристаллическую структуру с размером кристаллических зерен $\sim 0,1$ нм [3]. Освещение поверхности пленки р- CdTe осуществлялось нормально падающим светом из монохроматора ИКМ - 1.

Проведенные исследования спектральные зависимости тока короткого замыкания $I_{\text{КЗ}}$ ($h\nu$) гетероструктуры р- CdTe: Ag, выращенных на подложках из окисленного кремния, показали, что эффект остаточная спектральная чувствительность достигает до 25 суток, что позволяет связать его с наличием асимметричных микропотенциальных барьеров и глубоких центров в CdTe, когда у поверхности раздела в области объемного заряда образуется большое количество собственных дефектов, которые дают глубокие уровни.

Рассмотрим спектральная

Фоточувствительность $I_{\text{КЗ}}$ АФН - пленки в структуре р- CdTe - SiO_2 - Si, подвергнутой действию внешнего электрического поля и после его выключения (рис.1).

При этом обнаруживает остаточной характер спектральной фоточувствительности. При

стационарном $U_{\text{вн}}=300$ В фоточувствительность возрастают от 100 В (кривая 1) до 1000 В (кривая 2).

После снятия воздействия внешнего поля фоточувствительность не возвращаются к своему первоначальному значению (кривые 3,4). Это остается в течение 25 суток.

Возвращение фоточувствительность гетероструктуры, находящейся в состоянии остаточной проводимости, к исходному состоянию осуществляется подачей импульса обратного напряжения длительностью в несколько миллисекунд. Такое «стирание» памяти объясняется полевым гашением остаточной проводимости. Максимум фоточувствительности зависит от величины, напряженности электрического поля. На рис.1 представлена зависимости спектральной

фоточувствительности $I_{\text{КЗ}}$ АФН - пленки при комнатной температуре от энергии кванта света без внешнего поля (кривая 1). Затем образец в течение 5 с подвергнута действием внешнего электрического напряжения величиной 300 В. Затем электрического напряжения выключался и снималась зависимость спектральной фоточувствительности от освещенности монохроматического света (кривая 2). Подачей импульса напряжения спектрального фоточувствительности CdTe возвращалось в исходное состояние. Измерения вновь повторялись при различных напряженностях электрического поля. Но после снятия спектральной зависимости образец находится в темноте. Через 10 суток и 25 суток опять снимается спектральной зависимости $I_{\text{КЗ}}$ от освещенности монохроматического света (кривая 3 и 4) соответственно.

Необходимо отметить, что любое промежуточное значение спектральной памяти получается и при неизменной интенсивности освещения образца, но при изменении подачи электрического напряжения между электродами. Оптическая спектральная память от своего первоначального значения (кривая 4) возрастает до нового значения (кривая 2), и это продолжается до тех пор, пока ток фоточувствительности не достигнет некоторой максимальной величины. Таким образом, исследуемая гетероструктура р-CdTe-SiO₂-Si обладает свойством интегрирования эффекта от внешнего электрического напряжения, падающего на образец между электродами.

Для качественного описания физической природы обнаруженной остаточной фоточувствительности и механизма явления электронного переноса, протекающего в гетероструктуре р-CdTe-SiO₂-Si в условиях приложенного внешнего постоянного

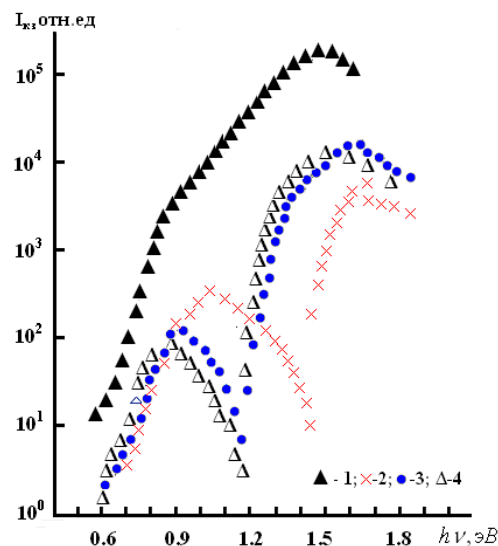
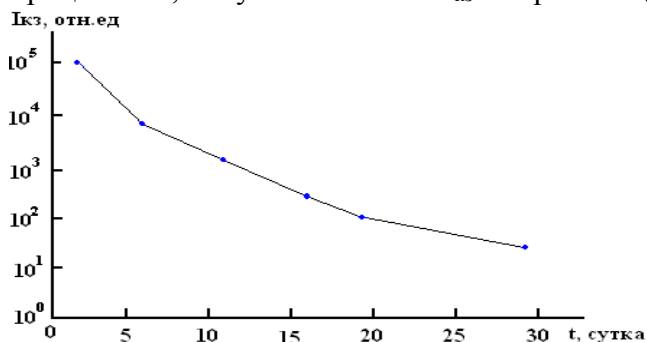


Рис. 1. Спектры $I_{\text{КЗ}}$ в зависимости от времени выдержки в темноте после зарядки структуры CdTe-SiO₂-Si под напряжением 300 В. Кривая 1- сразу после зарядки, 2- через 6 суток, 3- через 19 суток, 4- до зарядки.

электрического напряжения, рассмотрена модель, в которой стационарный так представляет собой поток туннелирующих электронов из зоны проводимости полупроводника CdTe в зону проводимости полупроводника Si через слой окисла SiO₂ и из зоны проводимости полупроводника в глубокий уровень, находящейся в диэлектрике, и в том числе в ловушку на границе их раздела. Согласно [1], носители тока, освобожденные под действием света с этих уровней, могут дать вклад в проводимость, сохраняющийся достаточно долго. Это происходит вследствие того, что рекомбинации носителей препятствует асимметричный потенциальный барьер, увеличивающийся по мере захвата электронов на поверхностные состояния. При этом, в отличие от однородного полупроводника, у которого потенциальный барьер вызван только зарядом на поверхностных состояниях, в случае гетероструктуры p-CdTe-SiO₂-Si он увеличивается дополнительно за счёт разности работ выхода контактирующих материалов. В силу этой причины явления оптической спектральной памяти в гетероструктуре выражено более ярко. Действительно, если считать, что знаки асимметрии потенциальных барьеров у фронтальной и тыловой приповерхностных областях разные, то вполне естественным является наблюдение инверсии знака I_{кз} в зависимости от эффективной глубины поглощения возбуждающего света. Включение внешнего электрического поля в гетероструктуре p-CdTe-SiO₂-Si подавляет генерации фото ЭДС в одной из двух противоборствующих систем потенциальных барьеров.

Рассмотрим используя кривое затухание фотосигнала, определяемый обычными процессами, получим значение I_{кз} от времени (рис.2).



Кривые затухание фотосигнала со временем: $\lambda=0,85\text{мкм}$, $h\nu=1,5\text{эВ}$

Величина I_{кз} зависит от величины внешнего электрического напряжения подключенному между электродами и освещенности света.

Каждые последующие величины электрического напряжения увеличивают концентрацию неравновесных носителей и, следовательно, значение фоточувствительности и тока.

Таким образом, меняя величины электрического напряжения, можно переводить образец в любое состояние, находящееся между темновым током и

максимальным током остаточной проводимости и гетероструктуру p-CdTe-SiO₂-Si можно использовать как оптоэлектронную спектральную память, способную не только запоминать сигналы [4], но и суммировать их. Кроме того, особенностью данная спектральная память является возможность регистрировать сигналы без приложения внешнего напряжения, так как p-CdTe обладает аномальным фотонапряжением и может регистрировать информацию, лежащую в широких пределах длинноволнового светового излучения (0,5-2,7 мкм).

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Наблюдается ярко выраженный эффект спектральной памяти в пленочной гетероструктуре p-CdTe-SiO₂-Si, связанный с наличием асимметричных потенциальных барьеров и глубоких примесных центров играющих роль одновременно как в фотопроводимости, так и в генерации фото-ЭДС.
2. Элемент спектральную память на основе пленочных гетероструктурах и имеет высокую спектральную фоточувствительность в ближе инфракрасной области спектра.
3. Эти результаты показывают, что гетероструктура p-CdTe-SiO₂-Si может быть использована в качестве элемента оптической спектральной памяти. Наличие согласованных спектральных характеристик при изготовлении источника света и фотоприёмника из одного и того же материала открывает хорошие перспективы их применения в оптоэлектронике, а в дальнейшем - и интегральной оптике.

References:

- [1] M.K. Sheynkman, A.Ya. Shik. FTP. 10. str. 209 (1976)

- [2] S.M. Otajonov. Fizicheskaya injeneriya poverxnosti. Ukraina tom 2, №1-2, str 28-31 (2004) ‘
- [3] Yu.Yu. Vaytkus, S.M. Otajonov. Poverxnost'. Moskva. Nauka 3 str 44-49 (1999)
- [4] E.A. Abdullaev, Yu.Yu. Vaytkus, S.M. Otajonov. Zapominayushee ustroystvo. Patent. I NDR RUz № 9700869.1. ot 15.03.99 168 str

Список литературы

- [1] М.К. Шейнкман, А.Я. Шик. ФТП. 10. стр. 209 (1976)
- [2] С.М. Отажонов. Физическая инженерия поверхности. Украина том 2, №1-2, стр 28-31 (2004) ь
- [3] Ю.Ю. Вайткус, С.М. Отажонов. Поверхность. Москва. Наука 3 стр 44-49 (1999)
- [4] Э.А. Абдуллаев, Ю.Ю. Вайткус, С.М. Отажонов. Запоминающее устройство. Патент. I НДР РУз № 9700869.1. от 15.03.99 168 стр